



วิทยานิพนธ์

พลวัตของโลหะหนัก: กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง
ปริมาณโลหะหนักและคุณภาพดินตะกอน ในแม่น้ำแม่กลอง

**HEAVY METALS DYNAMICS: A CASE STUDY ON
RELATIONSHIP BETWEEN HEAVY METALS AND
SEDIMENT QUALITIES IN MAE KLONG RIVER**

นายพฤษ หัตถ์นวล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง พลวัตของโลหะหนัก: กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักและคุณภาพดินตะกอน ในแม่น้ำแม่กลอง

Heavy Metals Dynamics: A Case Study on Relationship between Heavy Metals and Sediment Qualities in Mae Klong River

นามผู้วิจัย นายพลุหัส จันทน์วล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศรัณย์ เพ็ชรพิรุณ, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์แสงเทียน อัจฉิมามกูร, พ.บ.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ ภัทรจินดา, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉินหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

พลวัตของโลหะหนัก: กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนัก
และคุณภาพดินตะกอน ในแม่น้ำแม่กลอง

Heavy Metals Dynamics: A Case Study on Relationship between Heavy Metals and
Sediment Qualities in Mae Klong River

โดย

นายพฤษ จันทน์นวล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)
พ.ศ. 2550

พลุหัส จันทรินวล 2550: พลวัตของโลหะหนัก: กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณโลหะหนักและคุณภาพดินตะกอน ในแม่น้ำแม่กลอง ปรินญาวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ ทางทะเล ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, Ph.D. 283 หน้า

แม่น้ำแม่กลองจัดได้ว่าเป็นแม่น้ำสายสำคัญของภาคตะวันตก ซึ่งในปัจจุบันนี้แม่น้ำแม่กลองจัดอยู่ในสภาวะวิกฤต เนื่องจาก ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรง และ ทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นของเสียจากแหล่งชุมชน แหล่งเกษตรกรรม และของเสียจากโรงงาน อุตสาหกรรม แหล่งกำเนิดของเสียเหล่านั้นสามารถเพิ่มปริมาณโลหะหนักให้มีการแพร่กระจาย และปนเปื้อนเพิ่มขึ้นในพื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ โดยตัวอย่างได้ถูกรวบรวมตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักและคุณภาพ ดินตะกอนอื่น ๆ พบว่า ค่าความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีในน้ำ มี ค่าอยู่ระหว่าง $nd-0.04$ $0.02-0.38$ $0.02-0.27$ และ $0.17-4.02$ ส่วนในล้นส่วน ตามลำดับ ส่วนค่า ความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง $nd-2.31$ $6.04-63.94$ $1.36-228.95$ และ $9.05-146.38$ ส่วนในล้นส่วน ตามลำดับ ส่วนคุณภาพดิน ตะกอน พบปริมาณน้ำในดินตะกอน สารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟด์รวมใน ดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง $17.63-73.63\%$ $7.69-126.22$ และ $nd-0.803$ $mg/g-dry\ weight$ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณโลหะหนักที่ได้จากการศึกษาในดินตะกอน มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอน สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนทั้ง 3 ระดับความลึก (0-3 เซนติเมตร) รวมถึงมีความสัมพันธ์กับดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร อีกทั้ง ยังพบว่า ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลและพื้นที่ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ ผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ปริมาณโลหะหนัก บริเวณตอนกลางความยาวของลำน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ซึ่งจัดเป็นพื้นที่ที่ต้องมีการจัดการ อย่างจริงจัง สำหรับกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์

Pharerhas Channual 2007: Heavy Metals Dynamics: A Case Study on Relationship between Heavy Metals and Sediment Qualities in Mae Klong River. Master of Science (Marine Science), Major Field: Marine Science, Department of Marine Science. Thesis Advisor: Associate Professor Shettapong Meksumpun, Ph.D. 283 pages

The Mae Klong River is one of the most important rivers in the western part of Thailand. Now a day, this river is faced to the critical environmental problem due to direct and indirect impacts from human activities such as the discharge of domestic waste, agricultural waste and industrial waste from the surrounding area. Those sources have the potential to rise the amount of heavy metals and result the wide spread contaminated in natural water. Study on relationship between heavy metals and sediment qualities in the Mae Klong River that have been continuously accumulated by these pollutants is one of the best way for helping the relational government officer to make the decision making of pollution control. Sample collection were conducted during April 2005 to February 2006 for heavy metals and sediment qualities measurements. The results showed that concentrations of cadmium, lead, copper and zinc in water bodies ranged between nd-0.04, 0.02-0.38, 0.02-0.27 and 0.17-4.02 ppm, respectively. In case of cadmium, lead, copper and zinc concentrations in sediment ranged between nd-2.31, 6.04-63.94, 1.36-228.95 and 9.05-146.38 ppm, respectively. For sediment qualities, it indicated that water content, total organic matter and acid volatile sulfides of sediment ranged between 17.63-73.63%, 7.69-126.22 and nd-0.803 mg/g-dry weight, respectively. The results of correlation analysis revealed that these heavy metals in sediment had significant correlation with water content and total organic matter 0-3 centimetre depths in the same direction included with a grain size of smaller than 63 micrometre. The heavy metals in sediment were significantly difference among seasons and sites ($p < 0.05$). Moreover, the results apparently revealed that the extremely increased in heavy metal on middle part of the Mae Klong River. Overall results indicated that this region needs more careful management of human activities and natural resource utilization.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ๆ ครอบครัวจันทน์วล ทุกคนที่ช่วยสนับสนุน
ทุก ๆ ด้าน ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ ประธานกรรมการ รอง
ศาสตราจารย์ศรัณย์ เพ็ชรพิรุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์แสงเทียน อัจฉิมังกูร รองศาสตราจารย์จารุมาศ
เมฆสัมพันธ์ อาจารย์เมธิ แก้วเนิน และอาจารย์จันทรา ศรีสมวงษ์ ที่คอยให้คำปรึกษาและให้ความ
อนุเคราะห์ในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณ คุณบุณทริกา ทองคอนพุ่ม คุณจิระ อ่วมอิม คุณชาคริต เรืองสอน คุณภัททิรา
เกษมศิริ คุณนิศรา ถาวรโสตร์ คุณนิศา เพ็ญศิริวานิชย์ คุณอรธินค์ เวชสิทธิ์ คุณภัทราวดี ไทยพิชิต
บุรพา และน้อง ๆ ห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำและดินตะกอน ทุก ๆ คน ที่ช่วยเป็นแรงกาย แรงใจ ให้
งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

พฤษัท จันทน์วล

เมษายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	36
ผล	36
วิจารณ์	187
สรุปและข้อเสนอแนะ	215
สรุป	215
ข้อเสนอแนะ	217
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	218
ภาคผนวก	224

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกของสถานีเก็บตัวอย่างตลอดลำน้ำแม่กลอง	25
2	ปริมาณโลหะหนักที่เคลื่อนที่ผ่านแต่ละเขตใน 1 วัน	78
3	การจำแนกชนิดของดินตะกอนตามขนาดโดยวิธีของ Wentworth	90
4	ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	185
5	Geoaccumulation index (Igeo) in relation to pollution intensity after (Müller, 1979)	210
6	ระดับมลภาวะของแคดเมียมในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลอง	210
7	ระดับมลภาวะของตะกั่วในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลอง	211
8	ระดับมลภาวะของทองแดงในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลอง	212
9	ระดับมลภาวะของสังกะสีในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลอง	213

ตารางผนวกที่

1	พารามิเตอร์คุณภาพน้ำเบื้องต้น ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	225
2	พารามิเตอร์คุณภาพน้ำเบื้องต้น ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	227
3	พารามิเตอร์คุณภาพน้ำเบื้องต้น ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	229
4	พารามิเตอร์ดินตะกอน ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	231
5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึก ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	233
6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนตามระดับความลึก ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	234
7	พารามิเตอร์ดินตะกอน ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	235
8	พารามิเตอร์ดินตะกอน ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	237

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
9 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	239
10 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 1-2 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	241
11 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	243
12 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	245
13 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 1-2 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	247
14 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	249
15 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	251
16 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 1-2 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	253
17 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	255
18 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในน้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	257
19 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในน้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนกันยายน พ.ศ. 2548	259
20 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในน้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	261

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
21 ความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	263
22 ความเข้มข้นของปริมาณทองแดงและสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	265
23 ความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	267
24 ความเข้มข้นของปริมาณตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	268
25 ความเข้มข้นของปริมาณทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	269
26 ความเข้มข้นของปริมาณสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	270
27 ความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนกันยายน พ.ศ. 2548	271
28 ความเข้มข้นของปริมาณทองแดงและสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนกันยายน พ.ศ. 2548	273
29 ความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	275
30 ความเข้มข้นของปริมาณทองแดงและสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	277
31 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	279
32 การจัดแบ่งประเภทของดินตะกอน	279

สารบัญ

[illegible]

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 25	51
27	ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 26	52
28	ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 27	53
29	ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 28	53
30	ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแควใหญ่ ของสถานีที่ 29	54
31	ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแควน้อย ของสถานีที่ 30	54
32	การเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ในเดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	56
33	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (mg/l) ในเดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	58
34	การเปลี่ยนแปลงค่าความเค็ม (psu) ในเดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	60
35	ปริมาณพืชน้ำที่ปกคลุมอยู่ ณ บริเวณสถานีที่ 29	61
36	การเปลี่ยนแปลงค่าออกซิเจนละลาย (mg/l) ในเดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	62
37	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในเดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	64
38	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำ เดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	68
39	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่ว (ppm) ในน้ำ เดือนเมษายน (ก) เดือน กันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	69
40	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดง (ppm) ในน้ำ เดือนเมษายน (ก) เดือน กันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	70
41	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสี (ppm) ในน้ำ เดือนเมษายน (ก) เดือน กันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	71

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
42	บริเวณการแบ่งเขตพื้นที่ (Section)	73
43	พื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองในเขตที่ 1 เขตที่ 2 และเขตที่ 3	75
44	พื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองในเขตที่ 4 เขตที่ 5 และเขตที่ 6	77
45	พื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองในเขตที่ 7	78
46	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ที่ระดับ (0-1 เซนติเมตร) ตาม ระยะเวลา เดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	81
47	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	83
48	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	85
49	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	87
50	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 1 สถานี ที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	88
51	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	89
52	ลักษณะดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ (สถานีที่ 1)	94
53	การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 1 และสถานีที่ 2 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	95
54	การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 3 และสถานีที่ 4 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	96

[illegible]

สารบัญภาพ (ต่อ)

[illegible]

[illegible]

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
91 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 28 และสถานีที่ 29 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	137
92 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 30 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	138
93 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ที่ระดับ 0-1 เซนติเมตร เดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	140
94 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	142
95 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	144
96 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับ ความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	146
97 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	147
98 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	148
99 ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ที่ระดับ (0-1 เซนติเมตร) เดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549	150

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
100	ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมและตะกั่ว (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	152
101	ค่าความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสี (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	153
102	ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมและตะกั่ว (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือนกันยายน พ.ศ. 2548	155
103	ค่าความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสี (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือนกันยายน พ.ศ. 2548	156
104	ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมและตะกั่ว (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	158
105	ค่าความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสี (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	159
106	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับ ความลึก ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	161
107	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความ ลึก ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	162
108	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความ ลึก ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	163
109	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความ ลึก ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	164
110	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับ ความลึก ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	166
111	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความ ลึก ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	167

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
112	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	168
113	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548	169
114	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	171
115	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	172
116	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	173
117	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	174
118	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	177
119	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	178
120	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	179
121	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	180
122	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	181
123	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	182

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
124	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	183
125	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548	184
126	ค่าความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนัก (ppm) ในสัณฐานน้ำบางชนิด แคลเดียมกับตะกั่ว (ก) และทองแดงกับสังกะสี (ข) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง	186
127	สถานที่ต่าง ๆ ที่แม่น้ำแม่กลองไหลผ่าน	191
128	โรงงานน้ำตาล บริเวณสถานีที่ 22	195
129	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหะหนักที่ละลายในน้ำของแต่ละพื้นที่	197
130	ตัวอย่างตะกอนดินเปรียบเทียบความเป็นเนื้อเดียวกัน	205
131	ลักษณะดินตะกอนที่ตรวจพบปริมาณซัลไฟด์รวมสูง	206
ภาพผนวกที่		
1	ลักษณะดินตะกอนที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง	280

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Cd	=	แคดเมียม
Cu	=	ทองแดง
Pb	=	ตะกั่ว
Zn	=	สังกะสี
ppb	=	part per billion
ppm	=	part per million
psu	=	practical salinity unit

พลวัตของโลหะหนัก: กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนัก
และคุณภาพดินตะกอนใน แม่น้ำแม่กลอง

Heavy Metals Dynamics: A Case Study on Relationship between Heavy Metals
and Sediment Qualities in Mae Klong River

คำนำ

น้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิต โดยที่สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ หากขาดน้ำ ซึ่งมนุษย์เองก็เช่นกัน แต่น้ำที่มนุษย์จะนำมาใช้นั้น จะต้องไม่ก่อให้เกิดโรค หรือผลร้าย ที่จะตามมาภายหลัง แหล่งน้ำที่มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์มากที่สุดแหล่งหนึ่งก็คือ “แม่น้ำ” แม่น้ำเกิด จากการไหลมารวมตัวกันของน้ำจากแหล่งต่าง ๆ เช่น น้ำฝน สันปันน้ำ ตาน้ำ และน้ำใต้ดิน แล้วเกิด การไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำทำให้เกิดเป็นร่องน้ำ กัดเซาะขยายความกว้างออกจนเกิดเป็นแม่น้ำ จาก อดีตจนถึงปัจจุบันมนุษย์ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำทั้งในด้านการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม ประมง การคมนาคม ตลอดจนกิจกรรมด้านอุตสาหกรรม นอกจากนี้ แม่น้ำยังเป็นแหล่งรองรับของ เสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าว ปัจจุบันคุณภาพน้ำในแม่น้ำส่วนใหญ่ของประเทศไทยเปลี่ยนแปลง ไปในทิศทางที่เสื่อมโทรมลง เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำในอดีต จนทำให้แม่น้ำบางแห่งเกิดหรือ กำลังจะเกิดสภาวะมลพิษทางน้ำ โดยเฉพาะแม่น้ำสายสำคัญในพื้นที่ภาคกลางซึ่งมีปากแม่น้ำเปิด ออกสู่อ่าวไทยในเขตอ่าวไทยตอนใน ได้แก่ แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และ แม่น้ำแม่กลอง เนื่องจากในพื้นที่ดังกล่าวมีการขยายตัวของแหล่งชุมชน แหล่งเกษตรกรรม และ แหล่งอุตสาหกรรม เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยปัญหาส่วนใหญ่เป็นผลจากการใช้ประโยชน์จาก แม่น้ำอย่างขาดการดูแลเอาใจใส่ จึงทำให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ ในสภาพทั้งที่เป็นของแข็ง และของเหลว ถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำจนทำให้คุณภาพน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงไป

แม่น้ำแม่กลองเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญแหล่งหนึ่งในพื้นที่ภาคกลาง เมื่อเรียงลำดับจาก แม่น้ำทั้ง 4 สาย จะจัดอยู่ในเขตตะวันตกของประเทศไทย เกิดจากแม่น้ำแควน้อย และแม่น้ำแคว ใหญ่ไหลมาบรรจบกันที่ตำบลปากแพรก อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี ไหลผ่านจังหวัดราชบุรี และ ออกลู่อ่าวไทยที่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม อีกทั้งยังเป็นแหล่งน้ำสำรองที่จะนำไป หล่อเลี้ยงในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และพื้นที่ภาคกลางในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะการผลิตน้ำประปา

ให้กับประชากรในจังหวัดกรุงเทพมหานคร บริเวณปากแม่น้ำแม่กลองยังเป็นแหล่งเลี้ยงตัวอ่อนของหอยหลายชนิด โดยเฉพาะหอยหลอด ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า “คอนหอยหลอด” อีกทั้งยังเป็นแหล่งประกอบอาชีพของชาวประมงพื้นบ้าน และเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงของจังหวัดสมุทรสงคราม

ปัจจุบันแม่น้ำแม่กลองตกอยู่ในสถานะที่คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากธรรมชาติมาก จากการศึกษาของ จารุวรรณ (2543) พบว่า ค่าของคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ยังไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของคุณภาพน้ำในอดีตพบว่า มีแนวโน้มที่เสื่อมโทรมลงเนื่องมาจากการขยายตัวเพิ่มขึ้นของแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม บริเวณริมฝั่งทั้งสองด้านของแม่น้ำแม่กลอง ทำให้แม่น้ำแม่กลองกลายเป็นแหล่งรองรับของเสียจากทุก ๆ กิจกรรมดังกล่าว ซึ่งมีการใช้น้ำจากแม่น้ำแม่กลอง อีกทั้งยังมีการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้แล้ว และของเสียประเภทอื่น ที่ยังมีได้ผ่านการบำบัด ลงสู่แม่น้ำจึงทำให้มีการสะสมตัวของของเสียประเภทต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ในรูปของสารละลายในน้ำ อนุภาคที่แขวนลอย และอนุภาคที่จมตัวลงเป็นตะกอนบริเวณพื้นท้องน้ำซึ่งล้นแล้วแต่เป็นแหล่งสะสมของของเสียได้ทั้งสิ้น

ของเสียประเภทหนึ่งที่ยังไม่เป็นที่รู้จักของคนส่วนใหญ่และมีการสะสมตัวอยู่ในแม่น้ำแม่กลอง แต่มีความเป็นพิษ และเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิต คือ สารพิษประเภทโลหะหนักที่มีการปนเปื้อนอยู่ในแม่น้ำแม่กลอง โดยการสะสมตัวของโลหะหนักในแหล่งน้ำเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ โลหะหนักสามารถรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ในแหล่งน้ำ และถ่ายทอดเข้าสู่สัตว์น้ำผ่านไปตามห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำ และบางส่วนจะสะสมอยู่ในดินตะกอน โดยระดับความเป็นพิษของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิต จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติความเป็นพิษของโลหะหนักแต่ละชนิด ขนาด หรือปริมาณที่ได้รับ อายุ และความต้านทานของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด จากการศึกษาของพัชรา และคณะ (2542) พบว่า ความเข้มข้นของโลหะแคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี ในน้ำและสัตว์น้ำยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ปริมาณของโลหะแคดเมียมและตะกั่วในดินตะกอน มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยปกติของโลหะหนักในดินตะกอนโลกเล็กน้อยและหากปล่อยให้ปริมาณของโลหะหนักมีการสะสมตัวมากขึ้น จนอยู่ในระดับที่สามารถก่อให้เกิดพิษได้แล้วนั้น ย่อมเกิดผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต ตลอดจนระบบนิเวศแหล่งน้ำ และที่สำคัญที่สุดมนุษย์ซึ่งเป็นผู้บริโภคขั้นสุดท้ายย่อมได้รับผลเสียนั้นตามไปด้วย นั่นคือ โรคร้ายไข้เจ็บต่าง ๆ ที่เกิดจากความเป็นพิษของโลหะหนักแต่ละชนิด หรืออาจถึงแก่ชีวิตได้

ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาอย่างจริงจัง และต่อเนื่องเกี่ยวกับสารพิษประเภทโลหะหนักที่ตกค้างอยู่ในแม่น้ำแม่กลอง เพื่อทราบได้ว่ามีปริมาณของโลหะหนักในน้ำ ในดินตะกอน และในสัตว์น้ำอยู่เท่าใด พื้นที่ใดเป็นแหล่งกำเนิดโลหะหนัก การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของการปนเปื้อนที่ส่งต่อไปตามลำน้ำในแต่ละพื้นที่และพื้นที่ใดอยู่ในสภาวะที่ต้องการการแก้ไข โดยอาศัยชุมชนท้องถิ่นที่ได้รับทราบข้อมูล และตระหนักถึงผลเสียที่จะเกิดต่อตนเอง และชุมชน มาเป็นผู้มีส่วนร่วมในการแก้ไข และป้องกันตนเองจากสารพิษประเภทโลหะหนัก

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนัก (ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี) ในน้ำ และดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลอง
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และกล้ามเนื้อของปลาในแม่น้ำแม่กลอง
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนัก ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และขนาดอนุภาคของดินตะกอน
4. ศึกษาพลวัตของโลหะหนักในน้ำเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในแต่ละพื้นที่

การตรวจเอกสาร

ความหมาย

โลหะหนัก คือ โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 ขึ้นไป โดยมีลักษณะเป็นของแข็ง (ยกเว้นปรอทจะมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง) โลหะหนักสามารถรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ และถ่ายทอดเข้าสู่สิ่งมีชีวิตโดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต และบางส่วนของสะสมอยู่ในดินตะกอน พืชสามารถสะสมโลหะหนักได้มากหรือน้อยตามปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักที่มีในน้ำ และดินตะกอน

การปนเปื้อนของโลหะหนักที่พบในแหล่งน้ำ อันเป็นผลที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์สามารถแบ่งแหล่งกำเนิดของโลหะหนักได้เป็น 3 แหล่งใหญ่ ๆ ดังนี้

1. แหล่งอุตสาหกรรม จากการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ โรงงานบางประเภทนำโลหะหนักมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น ผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ ผลิตถ่านไฟฉาย ทำสีย้อมผ้า โรงงานกระดาษ เป็นต้น โลหะหนักเหล่านี้มักถูกถ่ายเทลงสู่แหล่งน้ำ และถูกพัดพาออกมาตามแม่น้ำสายสำคัญต่าง ๆ และไหลออกสู่ทะเลต่อไป

2. แหล่งเกษตรกรรม จากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชบางชนิดมีส่วนผสมของโลหะหนัก เช่น ยาฆ่าเชื้อรามีส่วนผสมของทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่ และเกิดการสะสมอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรม สารเหล่านี้จะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำเมื่อเกิดการกัดเซาะหน้าดินโดยน้ำฝนในรูปของตะกอน

3. แหล่งชุมชน จากการทิ้งขยะมูลฝอยที่มีส่วนผสมของโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ เช่น ถ่านไฟฉาย กากแบตเตอรี่ เศษภาชนะที่เคลือบด้วยโลหะ ท่อประปา สังกะสี เป็นต้น สารเหล่านี้จะสะสมและถูกถ่ายเทลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้มีปริมาณมากขึ้น และสามารถรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์สะสมในห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นการเสี่ยงต่อการสะสมอยู่ในมนุษย์ผู้ที่เป็นผู้บริโภคขั้นสุดท้าย

ชนิดของโลหะหนักที่ทำการศึกษา

1. สังกะสี (Zinc)

สังกะสีเป็นโลหะหนักในหมู่เดียวกับปรอท และแคดเมียม คือ หมู่ II B ในตารางธาตุ มีน้ำหนักอะตอม 65.37 เลขอะตอม 30

1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี

สังกะสีมีสีขาวแกมเทา มีความถ่วงจำเพาะ 7.14 จุดหลอมเหลว 419.5 จุดเดือด 907 องศาเซลเซียส (Harrison and Laxen, 1981) สังกะสีมีความแข็งแต่เปราะ ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในกรดเจือจาง เช่น กรดซัลฟูริก และกรดไฮโดรคลอริก ได้ก๊าซไฮโดรเจน ไม่พบในรูปอิสระ มีการรวมตัวกับสารอินทรีย์ได้ดี (Hawley, 1977) ในธรรมชาติพบสังกะสีได้ทั่วไปในเปลือกโลกและหิน ปกติอยู่ในรูปสินแร่หรือสารประกอบ เช่น ZnS Fe_2Zn_3 โลหะสังกะสีและออกไซด์ของสังกะสีจะละลายน้ำได้เพียงเล็กน้อย ส่วนสังกะสีซัลเฟต และสังกะสีโครไรด์ละลายน้ำได้ดี ไอออนของสังกะสีจะถูกดูดซับด้วยดินตะกอน ความเข้มข้นของสังกะสี ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมี และเพิ่มขึ้นถ้าความเป็นกรดของน้ำเพิ่มขึ้น

1.2 การใช้ประโยชน์

เนื่องจากสังกะสีมีความทนทานต่อการผุกร่อน จึงนำมาเคลือบโลหะเพื่อป้องกันสนิม อุตสาหกรรมยา ใช้เป็นสารเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเชื้อเพลิง

1.3 ความเป็นพิษ

สังกะสีมักอยู่ในรูปของสารประกอบที่เป็นพิษ มากกว่าในรูปของธาตุ หรือ ไอออนอิสระ (Hegstrom and Stephen, 1989) การที่ร่างกายได้รับสังกะสีจะไปสะสมที่ตับและไตในปริมาณมาก (Robert, 1989; Shoji, 1989) แม้ว่าสังกะสีจะมีความจำเป็นต่อร่างกายแต่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยมาก เนื่องจากสังกะสีเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิด เช่น carbonic anhydrase และ dehydrogenase เป็นต้น ความเป็นพิษของสังกะสี หากมีการสัมผัส

สังกะสีคลอไรด์เป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เกิดพิษต่อผิวหนัง หากหายใจเอาฝุ่นคลอไรด์ และสังกะสีออกไซด์ เข้าไปจะทำให้มีอาการไอ อาเจียน คอแห้ง ไอ อ่อนเพลีย ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เป็นพิษต่อปอด หากมีความเข้มข้นสูงถึง 20 ppm จะส่งผลทำให้โครโมโซมหัก และที่ความเข้มข้น 30 ppm ทำให้การแบ่งเซลล์ผิดปกติ (พรรณภา และ อมรา, 2526) สังกะสีบางส่วนจะถูกขับออกมากับปัสสาวะ อุจจาระ และเหงื่อ (Burch *et al.*, 1975) ความเป็นพิษของสังกะสีที่มีต่อสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลา จะเข้าไปทำลายเหงือกปลา มีผลต่อการวางไข่และตัวอ่อนของปลา ทำให้การเจริญเติบโตช้าลง ถ้าความเข้มข้นอยู่ที่ระดับ 0.4 mg/l สามารถฆ่าตัวอ่อนหอยได้ และที่ระดับความเข้มข้น 10 mg/l จะเป็นพิษต่อปลาและหอย 2 ฝา (Portmann, 1972)

1.4 การศึกษาสังกะสีในแหล่งน้ำ

จากการศึกษาของ Polprasert, *et al.*, (1980) รายงานว่า ค่าโลหะหนักในแม่น้ำแม่กลองมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะสังกะสี ในน้ำมีค่าเท่ากับ 37.15 ppb ในดินตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะหนักเท่ากับ 32.46 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าในปลาพบว่ามีค่า 10.01 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm) และรายงาน ค่าโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะสังกะสีในน้ำมีค่าเท่ากับ 22.75 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะหนักเท่ากับ 22.90 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะสังกะสีในปลาได้จากการศึกษาของ สุธรรม และ สุวรรณิ (2527) พบว่ามีค่า 11.12 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

จากการศึกษาของ สุธรรม และ สุวรรณิ (2527) รายงานว่า ค่าโลหะหนักบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะสังกะสี ในดินตะกอนมีค่าเท่ากับ 41.50 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าในปลาพบว่ามีค่า 9.86 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

จากการศึกษาของ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) รายงานค่าความเข้มข้นของโลหะหนักในแม่น้ำแม่กลองในปี พ.ศ. 2531 พบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะสังกะสี ในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 5.0-116.0 $\mu\text{g/l}$ (ppb)

จากการศึกษาของ Petpiroon and Petpiroon (1966) รายงานว่า ค่าโลหะหนักในแม่น้ำบางปะกงมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะสังกะสี ในน้ำมีค่าเท่ากับ 20.00 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดิน

ตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะสังกะสีเท่ากับ 45.84 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าในปลาพบว่า มีค่า 4.59 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

จากการศึกษาของ พัทธรา และคณะ (2542) รายงานว่า ค่าโลหะหนักบริเวณแม่น้ำแม่กลอง มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะสังกะสี ในน้ำมีค่าเท่ากับ 13.30 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะหนักเท่ากับ 41.90 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าในปลาพบว่า มีค่า 4.91 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

2. ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่วเป็นเป็นธาตุในหมู่ IVA ของตารางธาตุ มีเลขอะตอม 82 น้ำหนักอะตอม 207.19 ตะกั่วบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นของแข็ง สีเทาเข้ม ตะกั่วเป็นโลหะที่มีความอ่อนตัวค่อนข้างสูง ซึ่งสามารถแปรรูปได้โดยการทุบตี รีด ดึง หลอมเป็นรูปต่าง ๆ ได้ง่าย

2.1 คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี

ค่าความถ่วงจำเพาะ 11.35 จุดหลอมเหลว 327.4 และจุดเดือด 1,725 องศาเซลเซียส ละลายได้ในกรดไนตริกเจือจาง ไม่ละลายน้ำ ละลายได้อย่างช้า ๆ ในน้ำที่เป็นกรดอ่อน กลายเป็นไอได้ดีที่อุณหภูมิสูง ๆ นำไฟฟ้าได้ดี คุกกลืนเสียงและการสั่นสะเทือนได้ดี มีสีเงินปนเทา โดยธรรมชาติแล้วตะกั่วมีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม บริเวณเปลือกโลกส่วนใหญ่พบอยู่ในรูปของสารประกอบ เช่น สารประกอบตะกั่วกำมะถัน (PbS) cerussite (PbCO_3) anglesite (PbSO_4) และยังพบตะกั่วปะปนอยู่กับสินแร่ ทองแดง แคดเมียม สังกะสี บิสมัท สารหนู และเงิน ในปริมาณเล็กน้อย

2.2 การใช้ประโยชน์

ตะกั่วถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น บัดกรีเชื่อมโลหะ ทำขั้วไฟฟ้า แบตเตอรี่ เซรามิก ยากำจัดศัตรูพืช ใช้ป้องกันอันตรายจากการทะลุทะลวงของกัมมันตภาพรังสี (radiation shielding) และใช้ควบคุมความดังของเสียงของเครื่องจักรกล เนื่องจากตะกั่วมีความ

หนาแน่นสูงมาก และใช้ในการเติมลงในน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทน ช่วยลดการสะสมของเครื่องยนต์

2.3 ความเป็นพิษ

สารประกอบของตะกั่วมี 2 ประเภท คือ สารประกอบอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่เป็นเกลือหรือออกไซด์ อีกประเภทหนึ่ง คือ สารประกอบอินทรีย์ ที่นำมาใช้มา คือ ตะกั่วอัลคิล (alkyl lead) ที่ผสมในน้ำมันแก๊ซโซลีน สารประกอบทั้ง 2 ประเภท ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อร่างกาย ทำให้เกิดโรค เช่น โรคจากพิษตะกั่วอินทรีย์ จะเป็นโรคของระบบประสาทส่วนกลาง ปวดศีรษะ ความคิดสับสน นอนไม่หลับ กระวนกระวาย หงุดหงิด ตาพร่ามัว คลื่นไส้ในตอนเช้า เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย อุณหภูมิในร่างกายลดลง ส่วนโรคที่เกิดจาก ตะกั่วอินทรีย์ จะมีอาการท้องผูก ความรู้สึกทางเพศลดลง โลหิตจาง คอแห้งกระหายน้ำ ปวดท้องรุนแรง ถ้ามีการสะสมในปริมาณมากจะมีผลต่อกล้ามเนื้อที่ใช้งานมาก ๆ เช่น ข้อมือ ข้อเท้า ถ้าเป็นมากสมองจะบวม ชักและถึงตายได้ ถ้าร่างกายได้รับสารตะกั่วระดับ 0.5 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว จะทำให้เกิดพิษทันที (Berman, 1980; Reilly, 1980)

ร่างกายสามารถกำจัดตะกั่วออกมาได้หลายทาง คือ ปัสสาวะ 76 เปอร์เซ็นต์ อุจจาระ 16 เปอร์เซ็นต์ และทางผิวหนัง เส้นผม 8 เปอร์เซ็นต์ ในวันหนึ่ง ๆ ร่างกายขับตะกั่วออกมาได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม (Murphy *et. al.*, 1982) พิษของตะกั่วที่มีต่อสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลา ทำให้การเจริญเติบโตช้าลง เซลล์เยื่อบุผิวหนังและเหงือกถูกทำลาย และจะไปจับกับเมือกสะสมบริเวณเหงือกของปลา ทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดลง

2.4 การศึกษาตะกั่วในแหล่งน้ำ

จากการศึกษา รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันตก (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 8, 2547) พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำทั้งหมดในกลุ่มน้ำแม่กลองตอนบนมีค่าอยู่ในช่วง 0.0024-0.1842 mg/l โดยจุดเก็บตัวอย่างที่มีค่าเกินมาตรฐานน้ำผิวดิน (0.05 mg/l) อยู่บริเวณบ่อน้ำทิ้งสุดท้ายโรงลอยแร่ลี้ดี และอุโมงค์เหมืองบ่อใหญ่ ตำบลชะแล อำเภอดงพญาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ปริมาณตะกั่วในตะกอน มีค่าอยู่ในช่วง 12.24-35919.8 mg/kg ปริมาณตะกั่วในสัตว์น้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.05-120.9 mg/kg

จากการศึกษาของ พัทธรา และคณะ (2542) รายงานว่า ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักบริเวณแม่น้ำแม่กลอง มีค่าเฉลี่ยของ โลหะตะกั่วในน้ำเท่ากับ 8.97 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะตะกั่วเท่ากับ 25.01 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าในปลาพบว่ามีความเท่ากับ 0.35 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

จากการศึกษาของ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) รายงานค่าโลหะหนักบริเวณแม่น้ำแม่กลอง มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะตะกั่วในน้ำอยู่ในช่วง nd-10.0 $\mu\text{g/l}$ (ppb)

จากการศึกษาของ Polprasert *et al.* (1980) รายงานว่า ค่าโลหะหนักในแม่น้ำแม่กลองมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะตะกั่วในน้ำมีค่าเท่ากับ 59.58 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะตะกั่วเท่ากับ 22.72 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ค่าในปลาพบว่ามีความเท่ากับ 0.73 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm) ส่วนค่าความเข้มข้นของโลหะหนักในแม่น้ำเจ้าพระยารายงานว่ามีความเข้มข้นของโลหะตะกั่วในน้ำเท่ากับ 9.58 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนมีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 36.79 $\mu\text{g/g}$ (ppm) และค่าความเข้มข้นในปลามีค่าเท่ากับ 0.63 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm) ตลอดจนได้รายงานค่าโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะตะกั่วในน้ำมีค่าเท่ากับ 91.0 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะตะกั่วเท่ากับ 22.15 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะตะกั่วในปลาบริเวณแม่น้ำท่าจีนได้จากการศึกษาของ สุธรรม และ สุวรรณ (2527) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.98 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

จากการศึกษาของ Petpiroon and Petpiroon (1996) รายงานว่า ค่าโลหะหนักในแม่น้ำบางปะกงมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะตะกั่วในน้ำมีค่าเท่ากับ 1.82 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะตะกั่วเท่ากับ 16.20 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าในปลาพบว่ามีความ 0.04 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

3. แคดเมียม (Cadmium)

แคดเมียมเป็นธาตุหมู่ IIB ของตารางธาตุ มีเลขอะตอม 48 น้ำหนักอะตอม 112.4 โดยปกติจะพบปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนทะเลอยู่ไม่เกิน 1 mg / kg แต่ถ้าหากพบว่าดินตะกอนที่มีปริมาณของแคดเมียมสูงกว่านี้ส่วนมากจะมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ (Sadiq, 1992)

3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี

จุดหลอมเหลว 320.9 และจุดเดือด 769 องศาเซลเซียส ค่าความถ่วงจำเพาะ 8.65 เป็นโลหะอ่อนมีสีเงิน ละลายได้ในกรดไนตริก และสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท เนื่องจากแคดเมียมมีโครงสร้างอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีคล้ายสังกะสีจึงมักพบในแหล่งแร่สังกะสี แคดเมียมเป็นโลหะหนักที่พบน้อยในธรรมชาติ จึงมักพบในรูปของ greenockite (CdS) ปกติพบบนผิวโลกประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Alloway, 1990) ในหินชั้นพบแคดเมียมสูงถึง 11 ไมโครกรัมต่อกกรัม ปริมาณแคดเมียมในน้ำและดินตะกอน จะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะดิน กำเนิดดิน สภาวะแวดล้อม ค่าพีเอช ดินเหนียวและดินที่เป็นเบสจะทำการดูดซับแคดเมียมไว้ในรูปคาร์บอเนตที่ละลายน้ำได้มาก (Berman, 1980; Reilly, 1980)

3.2 การใช้ประโยชน์

แคดเมียมถูกนำมาใช้ประโยชน์แทนอลูมิเนียม เหล็ก สแตนเลส และสังกะสีในการฉาบวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นโลหะต่าง ๆ ใช้ร่วมกับนิกเกิล เพื่อทำแบตเตอรี่ ใช้ทำโลหะผสม ใช้ย้อมสีบางชนิด กำจัดเชื้อรา ใช้เป็นส่วนผสมของปุ๋ย ได้แก่ พวกลูโปสเฟต จะมีแคดเมียมเจือปนมากกว่าปุ๋ยชนิดอื่น แคดเมียมในแหล่งน้ำที่อยู่ในรูปของคอลลอยด์ อนุภาคของดินเหนียวจะทำให้ปริมาณแคดเมียมในแหล่งน้ำสูงขึ้น ลักษณะทางกายภาพ และเคมีของแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิต จะเป็นตัวกำหนดปริมาณแคดเมียมด้วย (Bram and Anthony, 1983; Van der Zee *et al.*, 1988) ปริมาณแคดเมียมที่มีอยู่ในดินตะกอน เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ที่สลายตัวเป็นดินตะกอน ในดินโคลนจะมีพวกร Humic materials เป็นส่วนประกอบอยู่ และเป็นส่วนสำคัญในการดูดซับแคดเมียมด้วย Absorbption process ซึ่งถือว่าเป็นขบวนการลดปริมาณแคดเมียมในแหล่งน้ำ จุลินทรีย์ในดินสามารถทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน ทำให้ลดความเข้มข้นของแคดเมียมในดินได้ (Francis and Dodge, 1988; Hirsch and Banin, 1990)

3.3 ความเป็นพิษ

ความเป็นพิษของแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายจะสะสมเพิ่มขึ้นตามอายุ ถ้ามีการสะสมในปริมาณมากทำให้คนหรือสัตว์เป็นหมันและเป็นมะเร็ง อันตรายต่อตับและไต แคดเมียมยังเข้าไปแทนที่สังกะสีซึ่งเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ทำให้เอนไซม์ทำงานผิดปกติ

3.4 การศึกษาแคดเมียมในแหล่งน้ำ

จากการศึกษาของ พัชรา และคณะ (2542) รายงานว่า ค่าโลหะหนักบริเวณแม่น้ำแม่กลอง มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ โลหะแคดเมียม ในน้ำ มีค่าเท่ากับ $0.58 \mu\text{g/l}$ (ppb) ในดิน ตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมเท่ากับ $0.34 \mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมในปลาพบว่า มีค่าเท่ากับ $0.03 \mu\text{g/g wet weight}$ (ppm)

จากการศึกษาของ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) รายงานค่าโลหะหนักบริเวณแม่น้ำแม่กลอง มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ โลหะแคดเมียมในน้ำอยู่ในช่วง ND- $0.51 \mu\text{g/l}$ (ppb)

จากการศึกษาของ Polprasert *et. al.* (1980) รายงานว่า ค่าโลหะหนักในแม่น้ำแม่กลองมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมในน้ำมีค่าเท่ากับ $0.23 \mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมเท่ากับ $0.01 \mu\text{g/g}$ (ppm) ค่าในปลาพบว่า มีค่าเท่ากับ $0.03 \mu\text{g/g wet weight}$ (ppm) ส่วนค่าความเข้มข้นของโลหะหนักในแม่น้ำเจ้าพระยารายงานว่ามีค่าความเข้มข้นของโลหะแคดเมียมในน้ำเท่ากับ $0.17 \mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนมีค่าความเข้มข้นเท่ากับ $0.09 \mu\text{g/g}$ (ppm) และค่าความเข้มข้นในปลามีค่าเท่ากับ $0.07 \mu\text{g/g wet weight}$ (ppm) ตลอดจนได้รายงานค่าโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมในน้ำมีค่าเท่ากับ $0.75 \mu\text{g/l}$ (ppb) ส่วนค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะตะกั่วในปลาบริเวณแม่น้ำท่าจีนได้จากการศึกษาของ สุธรรม และ สุวรรณ (2527) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $2.13 \mu\text{g/g wet weight}$ (ppm)

จากการศึกษาของ Petpiroon and Petpiroon (1996) รายงานว่า ค่าโลหะหนักในแม่น้ำบางปะกงมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมในน้ำมีค่าเท่ากับ $0.17 \mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมเท่ากับ $0.13 \mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าในปลาพบว่า มีค่า $0.02 \mu\text{g/g wet weight}$ (ppm)

4. ทองแดง (Copper)

ทองแดงจัดอยู่ในหมู่ IIB ของตารางธาตุ มีเลขอะตอม 29 มวลอะตอม 23.54

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี

ทองแดงเป็นโลหะสีแดงส้ม จัดว่ามีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ มีคุณสมบัติที่ทนต่อการกัดกร่อน นำความร้อน และนำไฟฟ้าได้ดี รองมาจากเงิน และเป็นโลหะที่อ่อน ดัดงอได้ง่าย ความหนาแน่น 8.96 จุลหجومเหลว 1,083 องศาเซลเซียส (Reilly, 1980) ไอของทองแดงเป็นสีเขียว ทำปฏิกิริยากับกำมะถันได้ดีกว่าออกซิเจน ปกติไม่พบในรูปอิสระ แต่พบในรูปแร่และสารประกอบ ทองแดงในธรรมชาติจะเป็นสินแร่ที่มีมากที่สุด เช่นเดียวกับสังกะสี และมักพบปะปนอยู่กับแร่สังกะสี โดยพบอยู่ในรูปของแร่ Chalcocite หรือ copper glances (Cu_2S) cuprite (Cu_2O) หรือ copper pyrite (CuFeS_2) รูปแบบของสารประกอบทองแดงจะอยู่ในรูปของคลอไรด์ ซัลเฟต ไนเตรท มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี ส่วนสารประกอบที่อยู่ในรูปของคาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ ออกไซด์ และซัลไฟด์ จะไม่ละลายน้ำ

4.2 การใช้ประโยชน์

ทองแดงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ทำลวดตัวนำไฟฟ้า การทอผ้า เม็ดสีในการผลิตเซรามิก ใช้เป็นสีทาถังตะไคร่น้ำ ใช้ผสมกับโลหะต่าง ๆ เช่น สังกะสี ดีบุก ทอง และเงิน ใช้เป็นส่วนผสมของยากันเชื้อรา ถ้าอยู่ในรูปของผลึกจนสี (CuSO_4) ใช้กำจัดสาหร่าย และหอยในแหล่งน้ำได้

การแพร่กระจายของทองแดงที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การถลุงแร่ การใช้สารกำจัดศัตรูพืช การกำจัดเชื้อรา และจุลินทรีย์ การเติมเกลือทองแดงลงในแหล่งน้ำ เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่าย ปัจจัยทั้งหลายนี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการสะสมของทองแดงในแหล่งน้ำ และทองแดงมักจะถูกดูดซับได้ดีในทรายละเอียด และดินเหนียว (Depinto *et al.*, 1983)

4.3 ความเป็นพิษ

ความเป็นพิษของทองแดง ทองแดงเป็นธาตุที่มีความจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิต คือ เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ เช่น Tyrosinase Ascorbic acid oxidase Cytochrome oxidase Monamine oxidase และยังมีส่วนในการสร้างฮีมโกลบิน (Berman, 1980) ทองแดงเข้าสู่ร่างกาย

โดยการปนเปื้อนทางอาหารและการหายใจ การดูดซับทองแดงจะเกิดที่กระเพาะอาหารเป็นส่วนใหญ่ และสะสมไว้ที่ตับ ไต สมอง หัวใจ และเส้นผม ในคนปกติจะมีองค์ประกอบของทองแดงในเลือด 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเพศหญิงจะมีทองแดงในเลือดสูงกว่าเพศชาย โดยเฉพาะช่วงการตั้งครรภ์ เมื่อร่างกายได้รับทองแดงในปริมาณที่สูงเกินไปจะทำให้ อาเจียน ท้องเดินเป็นน้ำ หรือเป็นเลือด ปวดเบ่งปัสสาวะเป็นเลือด ดับไม่ทำงาน ความดันเลือดต่ำ (ศุภชัย, 2534)

สัตว์น้ำจำพวก กุ้ง ปู หอย จะมีการสะสมโลหะทองแดงในปริมาณที่สูงกว่าสัตว์น้ำอื่น ๆ โดยสังเกตว่าเลือดจะมีสีน้ำเงิน หอยนางรมที่มีการสะสมทองแดงมากจะทำให้เหงือก และ mantle มีสีเขียวคล้ำผิดปกติ (Bryan *et al.*, 1977)

4.4 การศึกษาทองแดงในแหล่งน้ำ

จากการศึกษาของ พัทธรา และคณะ (2542) รายงานว่า ค่าโลหะหนักบริเวณแม่น้ำแม่กลอง มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ โลหะทองแดงในน้ำมีค่าเท่ากับ 2.61 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะทองแดงเท่ากับ 11.84 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าเฉลี่ยของโลหะทองแดงในปลาพบว่า มีค่าเท่ากับ 1.0 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

จากการศึกษาของ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) รายงานว่า ค่าโลหะหนักบริเวณแม่น้ำแม่กลอง มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะทองแดงในน้ำอยู่ในช่วง ND-72.0 $\mu\text{g/l}$ (ppb)

จากการศึกษาของ Polprasert *et al.* (1980) รายงานว่า ค่าโลหะหนักในแม่น้ำแม่กลองมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะทองแดงในน้ำมีค่าเท่ากับ 6.50 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนพบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะทองแดงเท่ากับ 10.91 $\mu\text{g/g}$ (ppm) ค่าในปลาพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.13 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm) ส่วนค่าความเข้มข้นของโลหะหนักในแม่น้ำเจ้าพระยารายงานว่ามีค่าความเข้มข้นของโลหะทองแดงในน้ำเท่ากับ 1.88 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ในดินตะกอนมีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 22.16 $\mu\text{g/g}$ (ppm) และค่าความเข้มข้นในปลามีค่าเท่ากับ 0.48 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm) ตลอดจนได้รายงานค่าโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะทองแดงในน้ำมีค่าเท่ากับ 5.08 $\mu\text{g/l}$ (ppb) ส่วนค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะทองแดงในปลาบริเวณแม่น้ำท่าจีน ซึ่งได้จากการศึกษาของ สุธรรม และ สุวรรณิ (2527) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 $\mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

จากการศึกษาของ Petpiroon and Petpiroon (1996) พบว่า ค่าความเข้มข้นของ โลหะหนักในแม่น้ำบางปะกงมีค่าเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมในน้ำเท่ากับ $0.17 \mu\text{g/l}$ (ppb) ในดิน ตะกอนพบค่าเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมเท่ากับ $0.13 \mu\text{g/g}$ (ppm) ส่วนค่าในปลาพบว่า มีค่า $0.02 \mu\text{g/g}$ wet weight (ppm)

การสะสมและการเคลื่อนย้ายโลหะหนัก

สารพิษจากโลหะหนักนั้น มีความสามารถในการสะสมอยู่กับตัวกลางในแหล่งน้ำได้ เช่น ดินตะกอน พืช น้ำ สัตว์น้ำ ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในตัวกลางเหล่านี้ จะมีการเปลี่ยนแปลงและเคลื่อนย้ายไปตามห่วงโซ่อาหาร

1. การสะสมโลหะหนักในแหล่งน้ำ

การสะสมโลหะหนักในแหล่งน้ำเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในการใช้ น้ำ เช่น การถูกรั่ว การอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว น้ำทิ้งชุมชน โดยปกติธรรมชาติจะมีการบำบัดตัวเอง แต่มลพิษบางอย่างไม่สามารถย่อยสลายได้ เช่น สารพิษจากโลหะหนัก จึงทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ โลหะหนักในน้ำมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ละลายอยู่ในน้ำ และเกาะติดกับอนุภาคเล็ก ๆ ซึ่งอนุภาคเหล่านี้มักจะเป็นสารอินทรีย์ และรอวันจมตัวลงสู่พื้นท้องน้ำสะสมในดินตะกอนต่อไป ชนิดของโลหะหนักที่ก่อปัญหามากที่สุด คือ ตะกั่ว และ แคดเมียม เพราะมีความเป็นพิษสูง

2. การสะสมโลหะหนักในดินตะกอน

การสะสมของโลหะหนักในดินตะกอน ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น จากการชะล้างของพวกเกลือแร่ที่มีอยู่บนแผ่นดินโดยน้ำฝน หรือที่เป็นส่วนประกอบของแร่ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ องค์ประกอบในดินตะกอนที่มีส่วนสำคัญในการสะสมโลหะหนักในดินตะกอน เช่น ขนาดของอนุภาคที่มีขนาดเล็ก และอนุภาคของสารอินทรีย์ จะมีการสะสมปริมาณสูง คาร์บอนเนต และออกไซด์ของแมงกานีสและเหล็ก มีผลทำให้โลหะหนักในดินตะกอนเปลี่ยนแปลงไป

Chester and Voutsinos (1981) แยกโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 Residual heavy metal จัดเป็นโลหะที่มีพวก Crystal lattice ของ Silicate matrix สะสมในดินตะกอน จึงทำให้โลหะที่มี Crystal lattice มีการเปลี่ยนแปลงได้น้อยมากเมื่ออยู่ในธรรมชาติ

2.2 Non-residual heavy metal โลหะพวกนี้เกิดจากกระบวนการดูดซับระหว่างอนุภาคของดินตะกอนกับอนุภาคของโลหะหนัก ซึ่งจะอยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์ในดินตะกอน (Organometallic complex) โลหะเหล่านี้สามารถละลายออกมาอยู่ในรูปของสารประกอบที่ละลายอยู่ในน้ำได้

3. การสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต

การสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตเกิดได้หลายทาง ทั้งจากการละลายเข้าตัวสัตว์น้ำโดยตรงและการกิน ซึ่งในแหล่งน้ำโลหะหนักจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ละลายน้ำ และในลักษณะที่เกาะอยู่กับอนุภาค โดยเฉพาะอนุภาคของสารอินทรีย์ซึ่งเป็นอาหารของสัตว์น้ำขนาดเล็ก ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตในอันดับต้นของห่วงโซ่อาหาร แล้วเกิดการสะสมในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ โดยที่ปริมาณการสะสมของโลหะหนักในอวัยวะต่าง ๆ จะแตกต่างกันออกไป แวนดา และคณะ (2535) รายงานว่าการสะสมของโลหะหนักในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลา คือ ตับซึ่งเป็นอวัยวะที่มีการสะสมของปริมาณโลหะหนักเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นสังกะสีที่มีการสะสมในอวัยวะสืบพันธุ์สูงกว่า ตับเล็กน้อย ส่วนการสะสมในกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้น้อยที่สุด แต่จากการศึกษาของ Murphy *et al.* (1982) พบว่า การสะสมของทองแดงในเหงือก และไตของสัตว์น้ำจะมีมากกว่าตับถึง 500 เท่า

อย่างไรก็ตาม การศึกษาการสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสุดท้ายแล้วสารพิษประเภทโลหะหนักจะเกิดการส่งต่อไปยังผู้บริโภคชั้นต่อ ๆ ไปตามห่วงโซ่อาหารจนถึงผู้บริโภคชั้นสุดท้าย คือ มนุษย์นั่นเอง

ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา

1. ลักษณะภูมิประเทศ

แม่น้ำแม่กลอง มีต้นกำเนิดมาจากแม่น้ำแควน้อย และแม่น้ำแควใหญ่ ไหลมาบรรจบกันที่ตำบลปากแพรก อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี แล้วไหลผ่าน อำเภอท่าม่วง อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอบ้านโป่ง อำเภอโพธาราม อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี แล้วไหลเข้าจังหวัดสมุทรสงคราม ที่อำเภอบางคนที ต่อไปยังอำเภออัมพวา และออกสู่อ่าวไทยที่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยลักษณะพื้นที่ท้องน้ำของแม่น้ำแม่กลอง มีความลาดเอียงโดยเฉลี่ยประมาณ 1 เมตร ต่อระยะทาง 6 กิโลเมตร ด้วยเหตุนี้ระดับน้ำในแม่น้ำแม่กลองจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อหมดฤดูฝน อัตราการไหลของน้ำจะต่างกันมากระหว่างฤดูแล้งกับฤดูน้ำหลาก โดยมีอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำแม่กลองสูงสุด 3,100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่อำเภอท่าม่วง (อารียา, 2550) บริเวณสองฝั่งแม่น้ำเป็นที่ราบอุดมสมบูรณ์มีการเพาะปลูก นอกจากนี้ ยังมีการประกอบอาชีพต่าง ๆ ของประชาชน ซึ่งเน้นทางด้านเกษตรกรรม นอกจากนี้ชุมชนแล้วบริเวณริมฝั่งแม่น้ำหรือลำคลองยังมีโรงงานอุตสาหกรรมประเภทและขนาดต่าง ๆ ตั้งอยู่อย่างมากมาย ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมจะอยู่ในเขตจังหวัดราชบุรี รองลงมาคือ จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดสมุทรสงคราม ตามลำดับ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539)

2. ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะหินบริเวณแม่น้ำแม่กลองที่พบ ลักษณะของหินเป็นประเภทหินชั้นและหินแปร ได้แก่ ตะกอน ทราย ทรายแข็งที่เกิดจากการอัดตัวกันแน่น กรวด สีลาแลง ดินลูกรัง ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณริมแม่น้ำ หินทราย หินดินดาน หินเชิร์ต ฟิลไลต์ ครอทซ์ไลท์ ไมก้าชีสต์ ไบโอไทท์ หินปูน และหินอ่อน กระจายตัวอยู่ทั่วไปทั้งลุ่มน้ำ

ลักษณะดินทางตอนบนของกลุ่มน้ำจะเป็นไปตามวัตถุดินกำเนิด คือ เกิดจากการกัดเซาะจากภูเขาสูงชัน ซึ่งเป็นหินแกรนิต หินปูน และหินตะกอน แล้วพัดพามาถมตัวใหม่อยู่เสมอ ในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงของสองฝั่งแม่น้ำจึงเกิดเป็นดินตะกอนชายน้ำ ลักษณะดินมักเป็นดินเหนียว ยังไม่มีการชะล้างแร่ธาตุในดินมากนัก ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์ และมีความเหมาะสมต่อการเป็นพื้นที่เกษตรกรรม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2525)

3. ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดสมุทรสงคราม ราชบุรี และกาญจนบุรีตั้งอยู่ทางภาคตะวันตกของประเทศไทย โดยจังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรีได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ไม่เต็มที่ ต่างจาก จังหวัดสมุทรสงครามซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เต็มที่ จึงทำให้จังหวัดสมุทรสงครามมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีต่ำกว่าเล็กน้อย คือ จังหวัดกาญจนบุรีมีอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 26.86 องศาเซลเซียส จังหวัดราชบุรีมีอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 27.7 องศาเซลเซียส และจังหวัดสมุทรสงครามมีอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 25.6 องศาเซลเซียส ทั้ง 3 จังหวัดมีฤดูกาล 3 ฤดู เหมือนกัน คือ

1. ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม เมื่อลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดสู่กันอ่าวไทย จะมีฝนตกจนถึงเดือนตุลาคม พบปริมาณฝนเฉลี่ยประมาณ 900-1,000 มิลลิเมตร ในเดือนกันยายนจะมีปริมาณฝนมากที่สุด
2. ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ช่วงเดือนพฤศจิกายน จนถึงช่วงเดือนมกราคมของทุกปี ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะนำอากาศเย็นมาจากประเทศจีน แต่อากาศจะไม่หนาวจัด มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 17-30 องศาเซลเซียส
3. ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 20-37 องศาเซลเซียส

ทิศทางลม ลมจะพัดมาจากทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน ลมจะเปลี่ยนทิศโดยพัดมาจากทิศใต้ และตะวันตกเฉียงใต้

พายุฝนฟ้าคะนอง มีพายุฝนฟ้าคะนองมากในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม นอกจากนี้ จังหวัดสมุทรสงครามยังอาจได้รับผลกระทบจากพายุดีเปรสชันอีกด้วย ซึ่งเคลื่อนตัวมาจากทะเลจีนใต้ เข้ามาทางฝั่งเวียดนาม ในสภาพของพายุไต้ฝุ่นหรือพายุโซนร้อน ซึ่งจะทำให้ฝนตกหนักต่อเนื่องกัน (สำนักผังเมือง กระทรวงมหาดไทย, 2533)

4. ลักษณะด้านสมุทรศาสตร์ชายฝั่ง

ชายฝั่งจังหวัดสมุทรสงคราม มีลักษณะเป็นชวาปากน้ำ (Estuary) บริเวณปากแม่น้ำเปิดออกสู่ทะเลอ่าวไทย โดยมีค่าพิสัยความเค็มอยู่ระหว่าง 0.0-27.0 psu (practical salinity unit) บริเวณลำนํ้าจนถึงปากน้ำแม่กลอง (จารุวรรณ และคณะ, 2543)

5. ลักษณะชายฝั่ง

ลักษณะชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง เป็นป่าชายเลนที่มีขอบเขตไม่แน่นอน เมื่อนํ้าลงต่ำสุดตามชายหาดจะกลายเป็นหาดทรายปนโคลนยาวออกไปจากขอบฝั่งเดิมหลายร้อยเมตร ซึ่งบริเวณดังกล่าว มีประชากรหอยเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะหอยหลอดจึงถูกเรียกว่า ดอนหอยหลอด บริเวณช่องทางออกสู่ทะเลเป็นร่องน้ำ 2 สาย ไหลผ่านดอนหอยหลอดทำให้เกิดเป็นดอนทรายปนโคลน 5 ดอน โดยที่ดินตะกอนบริเวณใกล้แนวร่องน้ำ จะมีความเป็นดินเลนมากกว่าบริเวณที่อยู่บนพื้นที่ดอนหอยหลอด

6. การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ

แม่น้ำแม่กลอง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พื้นที่ (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534) ดังนี้

แม่น้ำแม่กลองตอนล่าง

เริ่มต้นจากปากแม่น้ำแม่กลอง ที่จังหวัดสมุทรสงคราม ถึงสะพานศิริลักษณ์ จังหวัดราชบุรี รวมระยะทาง 45 กิโลเมตร แม่น้ำแม่กลองในช่วงนี้เป็นช่วงที่ยังได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลง ของน้ำทะเล มีชุมชนอยู่อย่างหนาแน่น โดยเฉพาะชุมชนเกษตรกรรม มีโรงงานประเภทแปรรูปสัตว์น้ำอยู่มากบริเวณปากแม่น้ำ

แม่น้ำแม่กลองตอนบน

เริ่มจากสะพานศิริลักษณ์ จังหวัดราชบุรี ถึงบ้านปากแพรก จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นจุดบรรจบของแม่น้ำแควใหญ่ กับแม่น้ำแควน้อย รวมระยะทาง 95 กิโลเมตร มีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ตั้งอยู่อย่างหนาแน่น โดยเฉพาะในเขต อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จนถึงอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ส่วนใหญ่เป็นโรงงานน้ำตาล รองลงมาคือ โรงงานกระดาษ และโรงงานทอผ้าย้อมสี มีประชากรอาศัยริมฝั่งแม่น้ำค่อนข้างหนาแน่น ประกอบกับทำอาชีพประมงทั้งเลี้ยงปลาในกระชัง และประมงพื้นบ้าน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AAS) แบบ Flame emission
2. เครื่องทำแห้งด้วยสุญญากาศ (Freeze dryer) รุ่น Flexi-Dry™ Microprocessor control
3. ตู้อบคลื่น Microwave รุ่น Q wave 3000
4. เครื่องชั่งความละเอียดสูง (เทคนิค 4 ตำแหน่ง) ยี่ห้อ Mettler Toledo AL204
5. เครื่องดูดอากาศ (Vacuum pump)
6. Acid volatile sulfides test column ยี่ห้อ Gastec No. 201L และ 201H (Hedrotek column)
7. Sulfide reactor column
8. Teflon Beaker
9. กรวยแยก (Separatory Funnel) แบบ Teflon ขนาด 250 มิลลิลิตร
10. เตาเผา (Furnace) ยี่ห้อ Carbolite รุ่น Control 201
11. Crucible
12. Sediment corer เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 เซนติเมตร
13. กระบอกเก็บน้ำ (Kemmerer water sample)
14. Speed boat
15. ตะแกรงร่อน ขนาด 63 125 250 300 และ 500 ไมโครเมตร
16. โกร่งบดดิน
17. กระดาษกรอง Whatman GF/C
18. กระดาษกรอง Whatman No. 4 และ No. 41
19. ขวด polyethylene ขนาด 60 250 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
20. Micropipette ปริมาตร 200 ไมโครลิตร
21. ถุงซีป polyethylene
22. ถังน้ำแข็ง
23. กล้องจุลทรรศน์

สารเคมี

1. Ammonium pyrrolidine dithiocarbamate (APDC)
2. Methyl isobutyl ketone (MIBK)
3. Nitric acid (HNO_3) เข้มข้น
4. Ammonium hydroxide (NH_4OH)
5. Hydrogenperoxide (H_2O_2) 30%
6. Perchloric acid 65%
7. Sulfuric acid (H_2SO_4) 18 N
8. สารละลายมาตรฐาน สังกะสี ความเข้มข้น 1,000 ppm
9. สารละลายมาตรฐาน ตะกั่ว ความเข้มข้น 1,000 ppm
10. สารละลายมาตรฐาน แคดเมียม ความเข้มข้น 1,000 ppm
11. สารละลายมาตรฐาน ทองแดง ความเข้มข้น 1,000 ppm
12. น้ำกลั่นปลอดประจุ (Distilled deionized water)

วิธีการ

พื้นที่ทำการศึกษา

พื้นที่ทำการศึกษแบ่งออกตามการศึกษาเป็น 2 ชุดการศึกษา ดังนี้

1. การศึกษาสารพิษตกค้างประเภทโลหะหนักบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เริ่มต้นจากบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ขึ้นไปตามลำน้ำแม่กลองจนถึงแม่น้ำแควใหญ่ และแควน้อย อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

2. ศึกษาสภาพพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำ ตลอดทั้งลำน้ำเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบลักษณะการใช้ประโยชน์ของแต่ละพื้นที่กับค่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในแม่น้ำแม่กลอง

หลักการและเหตุผลในการกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง

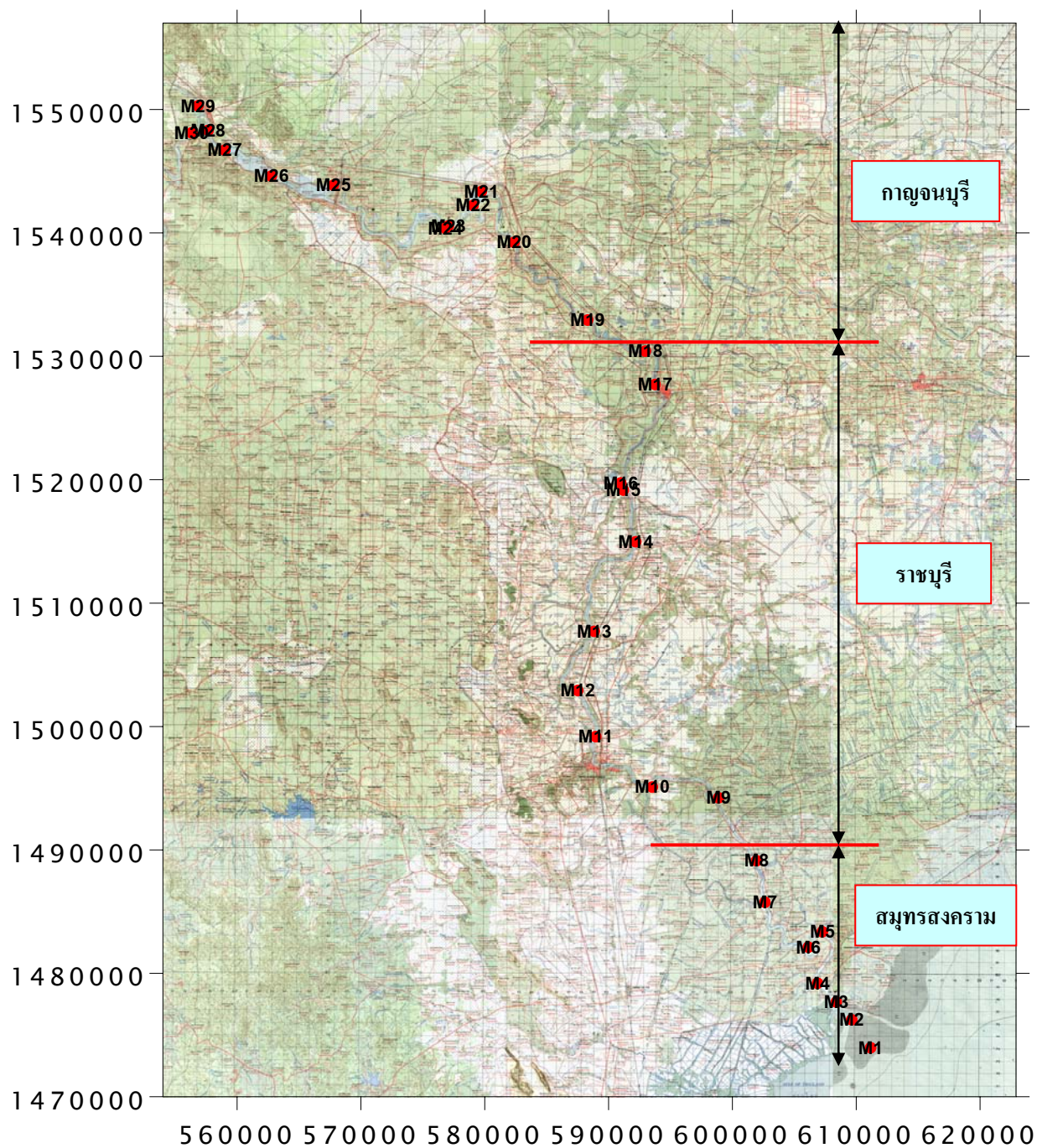
1. อาศัยหลักของอิทธิพลจากฝั่งแม่น้ำ ชุมชนเมือง แหล่งอุตสาหกรรม แหล่งเกษตรกรรม และปากคลองที่มีการปล่อยน้ำลงสู่แม่น้ำแม่กลอง

2. เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ จึงต้องมีสถานีเก็บตัวอย่างที่ไกลออกไปจากปากแม่น้ำโดยการ ใช้ค่าความเค็มที่ 25 psu (practical salinity unit) เป็นเกณฑ์ในการกำหนดเขตของทะเล (ภาพที่ 1) โดยเลือกช่วงน้ำลดต่ำสุดในฤดูฝน เพื่อแสดงถึงการเป็นจุดควบคุมเพื่อทราบได้ว่าการปนเปื้อนของ โลหะหนักที่ทำการศึกษได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำ (สถานี M1)

ทำการเลือกสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ และดินตะกอนบริเวณแม่น้ำแม่กลองตามวิธีการวิจัยเชิงสำรวจ เลือกวิธีการเก็บตัวอย่างโดยใช้หลักความน่าจะเป็น และกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ตามรูปแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยแบ่งพื้นที่ตามลำน้ำออกเป็นเขตซึ่งแบ่งตามเขตของจังหวัดที่แม่น้ำแม่กลองไหลผ่านได้ 3 เขต คือ

เขตที่ 1 จังหวัดสมุทรสงคราม มีสถานีเก็บตัวอย่าง	8	สถานี
เขตที่ 2 จังหวัดราชบุรี มีสถานีเก็บตัวอย่าง	10	สถานี
เขตที่ 3 จังหวัดกาญจนบุรี มีสถานีเก็บตัวอย่าง	12	สถานี
รวมทั้งสิ้น	30	สถานี ดังตารางที่ 1

หมายเหตุ จากการทำการเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาประสบปัญหาในการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 จึงทำให้ข้อมูลในบางสถานีขาดหายไปเนื่องจากในพื้นที่ของอำเภอบ้านโป่งน้ำขึ้นไปในแม่น้ำแม่กลองมีความตื้นเขินมากจนไม่สามารถเก็บตัวอย่างทางเรือได้ ทำให้เสียเวลาในการดำเนินการเก็บตัวอย่าง จึงทำให้เก็บตัวอย่างในบางสถานีไม่ทันเวลา และทำการแก้ปัญหาในการเก็บตัวอย่างในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 โดยวิธีการใช้รถเป็นยานพาหนะ แล้วทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณชายฝั่งของแต่ละสถานีในบริเวณที่มีน้ำตื้นเขิน



ภาพที่ 1 สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำแม่กลอง

ตารางที่ 1 ตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกของสถานีเก็บตัวอย่างตลอดลำน้ำแม่กลอง

เขต	สถานี	สถานที่	UTM UNIT	
			E	N
1	M1	ปากแม่น้ำแม่กลอง	611159	1473972
	M2	ปากแม่น้ำแม่กลอง	609632	1476237
	M3	ปากแม่น้ำแม่กลอง	608391	1477672
	M4	ปากคลองมอปลัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม	606870	1479198
	M5	ปากคลองบ้านโรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม	607265	1483367
	M6	ปากคลองบ้านโพงพาง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม	606129	1482122
	M7	ปากคลองวัดปากน้ำ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม	602629	1485757
	M8	อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม	601950	1489126
2	M9	บ้านสี่หมื่น อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี	598882	1494221
	M10	ปากคลองวัดศาลเจ้า อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี	593526	1495097
	M11	บ้านพญาไม้ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี	588962	1499180
	M12	บ้านกล้วย อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี	587504	1502919
	M13	บ้านเจ็ดเสมียน อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี	588843	1507709
	M14	อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี	592192	1514973
	M15	บ้านท่าสำนัก อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี	591187	1519161
	M16	ต่อน้ำทิ้งโรงงานทอผ้า อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี	590981	1519739
	M17	อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี	593754	1527719
	M18	บ้านต้นจันทร์ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี	592965	1530418
3	M19	บ้านโพธิ์เย็น อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี	588305	1532934
	M20	อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี	582366	1539233
	M21	บ้านหัวแหลม อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี	579721	1543346
	M22	ปากต่อน้ำทิ้งโรงงานน้ำตาล อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี	579054	1542228
	M23	ปากต่อน้ำทิ้งโรงงานทำสุรา อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี	577051	1540555
	M24	หน้าวัดท่าตะคร้อ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี	576815	1540371
	M25	หน้าเขื่อนวชิราลงกรณ์ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี	567768	1543862

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เขต	สถานี	สถานที่	UTM UNIT	
			E	N
3	M26	บ้านถ้ำ อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดกาญจนบุรี	562764	1544609
	M27	อำเภอมะนัง จังหวัดกาญจนบุรี	559002	1546707
	M28	จุดบรรจบของแม่น้ำแควน้อย และแม่น้ำแควใหญ่ อำเภอมะนัง จังหวัดกาญจนบุรี	557652	1548306
	M29	แม่น้ำแควใหญ่ อำเภอมะนัง จังหวัดกาญจนบุรี	556831	1550293
	M30	แม่น้ำแควน้อย อำเภอมะนัง จังหวัดกาญจนบุรี	556323	1548105

หมายเหตุ: UTM UNIT = UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR UNIT

วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้เรือเร็วเป็นยานพาหนะ เริ่มต้นเก็บตัวอย่างจากปากแม่น้ำ แล้วทำการเก็บตัวอย่างย้อนขึ้นไปตามแนวลำน้ำ ของแม่น้ำแม่กลอง ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำของแต่ละสถานี จะอยู่บริเวณกึ่งกลางความกว้างของแม่น้ำ แต่จุดเก็บดินตะกอนจะอยู่ในบริเวณริมแม่น้ำโดยเลือกบริเวณที่มีการตกของตะกอนแม่น้ำเป็นหลัก

การเก็บตัวอย่างน้ำ

1. เก็บตัวอย่างน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำบริเวณกึ่งกลางความกว้าง และความลึกของแม่น้ำแม่กลอง
2. นำน้ำตัวอย่างบรรจุใส่ขวด polyethylene ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าด้วยกรดไนตริก 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เรียบร้อยแล้ว
3. ทำการกรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง GF/C แล้วเก็บน้ำตัวอย่างไว้
4. รักษาตัวอย่างน้ำโดยการปรับ pH ของน้ำให้ต่ำกว่า 2 ด้วย กรดไนตริกเข้มข้น
5. แช่ขวดน้ำตัวอย่างในน้ำแข็งจนถึงห้องปฏิบัติการ แล้วทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

1. เก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วย Sediment corer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร
2. ตัดขอบของดินตะกอนที่สัมผัส corer ด้านในออกให้เป็น 8 เหลี่ยม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของแต่ละชั้นดิน แล้วตัดดินตามระดับความลึกชั้นละ 1 เซนติเมตร 3 ชั้นรวมทั้งสิ้น 3 เซนติเมตร
3. เก็บดินที่ได้ในแต่ละชั้นใส่ถุง polyethylene และปิดปากถุงให้สนิท แช่น้ำแข็งจนกว่าจะถึงห้องปฏิบัติการ แล้วเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ

1. เก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ โดยการซื้อจากชาวประมงที่กำลังทำการจับสัตว์น้ำด้วยเครื่องมือประมงพื้นบ้าน เช่น แห เบ็ด สุ่ม และข่าย เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในตัวสัตว์น้ำ
2. นำตัวอย่างที่ได้ใส่ถุง ปิดปากถุงให้สนิท ระบุสถานที่เก็บตัวอย่าง แช่น้ำแข็งจนกว่าจะถึงห้องปฏิบัติการ แล้วเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

การวิเคราะห์ตัวอย่างในการศึกษานี้ เป็นการหาปริมาณโลหะหนักในรูปที่ละลายในน้ำในดินตะกอน และในสัตว์น้ำ

1. การเตรียม Calibration curve

เป็นการหาค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่หักลบค่าดูดกลืนแสงของ blank ออกไป โดยเทียบกับความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ โดยใช้ความเข้มข้น 1,000 ppm (ส่วนในล้านส่วน) ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐาน สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นปลอดประจุ (distilled deionized water) ให้ได้ค่าที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน 5 ค่า และรวมค่าของ น้ำกลั่นปลอดประจุ (distilled deionized water) ซึ่งแสดงเป็นค่าศูนย์ รวมสารละลาย

มาตรฐาน (standard) ทั้งสิ้น 6 ค่าความเข้มข้น โดยให้ค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ทำการเจือจางทั้ง 6 ค่า ครอบคลุมค่าความเข้มข้นของตัวอย่าง จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ของโลหะหนักแต่ละชนิดโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer แบบ Frame ค่าที่ได้จากเครื่องจะแสดงกราฟของ Calibration curve

2. การวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง ในน้ำตามวิธีการวิเคราะห์ของ Sukasem (1989)

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในรูปที่ละลายน้ำ (dissolved heavy metals) โดยสกัดโลหะหนักออกจากน้ำตัวอย่างด้วยสาร organic solvent และทำการสกัดอีกครั้งด้วยสารละลายกรด ซึ่งเป็นการทำให้ปริมาณโลหะหนักที่สกัดมีความคงตัวกว่าที่อยู่ในรูปของสารละลาย โดยมีวิธีดังนี้

2.1 เตรียมสารละลาย APDC 2%

2.1.1 ชั่ง APDC 2 กรัม เทใส่ลงในกรวยแยกแล้วเติมน้ำกลั่นปลอดประจุ (distilled deionized water) 98 มิลลิลิตร โดยทำให้บริสุทธิ์ก่อนนำไปใช้ซึ่งจะทำการสกัด 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ทำการเติม MIBK 5 มิลลิลิตร ปิดฝากรวยแยกให้สนิท เขย่า 5 นาที จากนั้นคลายฝาให้พอหลวมปล่อยทิ้งไว้บนชุดขาตั้ง 10 นาที เพื่อให้แยกชั้น แล้วไขชั้นล่างถ่ายไปเก็บไว้ในกรวยแยกอีกอันหนึ่ง นำสารละลายมาสกัดอีกครั้งโดยเติม MIBK 5 มิลลิลิตร ปิดฝากรวยแยกให้สนิทแล้วเขย่า 5 นาที จากนั้นคลายฝาพอหลวมปล่อยทิ้งไว้บนชุดขาตั้ง 10 นาที เพื่อให้แยกชั้น ไขชั้นล่างเก็บใส่ขวดเทฟลอน นำไปใช้ หากยังไม่ใช้ควรเก็บไว้ในตู้เย็น (ควรเตรียม APDC ใหม่ทุกครั้งก่อนนำมาสกัดโลหะหนัก)

2.2 การสกัดโลหะหนักออกจากน้ำตัวอย่าง

2.2.1 นำน้ำตัวอย่างที่กรองแล้ว ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์เทฟลอน หลังจากนั้นปรับ pH ของน้ำตัวอย่าง ให้มีค่าเท่ากับ 4 ด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ที่เจือจางแล้ว ถ่ายลงในกรวยแยก ชนิดเทฟลอน ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.2.2 เติม 2% APDC 5 มิลลิลิตร และ MIBK 5 มิลลิลิตร เขย่า 5 นาที ทิ้งให้แยกชั้น เก็บชั้นบนของ MIBK เก็บไว้

2.2.3 นำสารละลายที่ได้มาสกัดอีกครั้งด้วยกรดไนตริก (HNO_3) ความเข้มข้น 4 N เขย่า 5 นาที ทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไขชั้นกรด (ชั้นล่าง) แล้วเก็บใส่ขวด polyethylene เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) แบบ Flame

3. การวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง ในดินตะกอน ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่ดัดแปลงมาจาก Hungspreugs and Yuangthong (1983) โดย

3.1 นำตัวอย่างดินที่ผ่านการทำให้แห้งแล้ว มาบดละเอียดจนได้ขนาดอนุภาคอย่างน้อย 300 ไมโครเมตรแล้วชั่งน้ำหนักดินที่จะนำมาใช้วิเคราะห์จำนวน 0.25 กรัม

3.2 ทำการย่อยตัวอย่างดินโดยใช้ กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 5 มิลลิลิตร ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 1 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริก (Perchloric acid) 1 มิลลิลิตร เติมนลงในบีกเกอร์เทฟลอนที่เป็นอุปกรณ์ของเครื่องไมโครเวฟ (รุ่น Q wave 3000) จากนั้นทำการย่อยดินตามวิธีการของเครื่องไมโครเวฟ

3.3 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วกรองเอาเฉพาะสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No.41

3.4 ปรับปริมาตรให้ได้ 20 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นปลอดประจุ (distilled deionized water) แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) แบบ Flame

4. การวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง ในสัตว์น้ำ

4.1 นำตัวอย่างมาหั่นให้ละเอียด แล้วทำการชั่งตัวอย่าง 5 กรัม

4.2 ทำการย่อยตัวอย่างสัตว์น้ำด้วยการเติมกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 5 มิลลิลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์เทฟลอนที่เป็นอุปกรณ์ของเครื่องไมโครเวฟ (รุ่น Q wave 3000) จากนั้นทำการย่อยดินตามวิธีการของเครื่องไมโครเวฟ

4.3 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วกรองเอาเฉพาะสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No.41

4.4 ปรับปริมาตรให้ได้ 20 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปลอดประจุ (distilled deionized water) แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) แบบ Flame

การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter:TOM)

โดยวิธีของ Ignition loss (Verardo *et al.*, 1990)

1. นำตัวอย่างดินตะกอนมาทำให้เป็นเนื้อเดียวกันที่อุณหภูมิห้อง และทำให้แห้ง โดยนำตัวอย่างดินไปลดความชื้นด้วยเครื่อง Freeze dryer เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
2. เลือกเศษเปลือกหอยหรือหินที่มีอยู่ในตัวอย่างดินตะกอนออก จากนั้นนำดินตัวอย่างไปบดให้ละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน
3. นำ crucible ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เสร็จแล้วนำไปพักไว้ในโถลดความชื้น เพื่อรอให้ crucible เย็นลง ทำการชั่งน้ำหนัก crucible
4. นำตัวอย่างดินตะกอนมาชั่งลงใน crucible ที่ทราบน้ำหนัก จากนั้นนำตัวอย่างดินที่ชั่งได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เสร็จแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถลดความชื้น นำ crucible ไปชั่ง เพื่อหาน้ำหนักดินหลังเผา แล้วคำนวณหาน้ำหนักที่หายไป และคำนวณหาค่า Total organic matter content (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง) โดยใช้สูตร

$$\text{Total organic matter content (mg/g-dry weight)} = \frac{(\text{น้ำหนักดินแห้งที่หายไป} \times 1000)}{\text{น้ำหนักดินก่อนเผา}}$$

การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินตะกอน

1. ทำการผสมดินตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ให้เข้ากัน
2. แบ่งดินส่วนหนึ่งวิเคราะห์หาค่าของปริมาณน้ำในดิน (Water Content)
3. นำดินอีกส่วนมาชั่งน้ำหนักเปียกอย่างน้อย 5 กรัม
4. ละลายดินด้วยน้ำในภาชนะที่สะอาดโดยให้อนุภาคของดินเป็นอิสระต่อกัน
5. ทำการร่อนดินบนตะแกรงร่อนขนาด 1,000 500 250 125 และ 63 μm ตามลำดับ โดยร่อนดินให้ผ่านตามตะแกรงขนาดต่าง ๆ

6. ล้างอนุภาคดินขนาดเล็กให้ลงไปตามชั้นต่าง ๆ ด้วยน้ำสะอาด แล้วนำดินที่ล้างอยู่บนตะแกรงแต่ละชั้นถ่ายใส่ลงในกระดาษกรอง Whatman No. 2 โดยที่กระดาษกรองนั้นต้องผ่านการอบแห้ง และชั่งน้ำหนัก เพื่อทราบค่าน้ำหนักกระดาษแล้ว

7. นำดินที่ได้ไปอบแห้งทั้งกระดาษกรองที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าดินจะแห้งสนิท

8. นำดินที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก โดยลบน้ำหนักกระดาษออก จะได้น้ำหนักดินแห้งของแต่ละชั้น แล้วนำไปคิดเป็นร้อยละต่อน้ำหนักดินแห้งเริ่มต้น

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content: WC)

1. นำตัวอย่างดินตะกอนเปียกมาทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะตัดตัวอย่างลงในถ้วยพลาสติก ที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้ว

2. ใส่ดินตะกอนเปียกประมาณ 1-2 กรัม ลงในถ้วยพลาสติก แล้วชั่งน้ำหนักดินตะกอนและถ้วย ทำซ้ำ 3 ครั้ง จดบันทึกน้ำหนักดินเปียกที่ชั่งไว้ทุกครั้ง

3. นำตัวอย่างทั้งหมดไปทำแห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อให้ น้ำที่มีอยู่ในดินระเหยออกไปให้หมด

4. นำตัวอย่างดินที่ผ่านการทำแห้งเรียบร้อยแล้ว มาชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักดินแห้ง โดยแบ่งตัวอย่างดินที่ผ่านการทำแห้งแล้วมาชั่งทีละน้อย เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากความชื้น จดบันทึกค่าที่ชั่งน้ำหนักได้ เพื่อนำไปคำนวณหาน้ำหนักน้ำที่หายไป โดยใช้สูตร

$$\text{Water content} = \frac{(w_1 + w_2 - w_3) \times 100}{w_2}$$

w_1 = น้ำหนัก ถ้วยพลาสติก อย่างเดียว

w_2 = น้ำหนักดินตะกอนก่อนทำแห้ง

w_3 = น้ำหนักดินตะกอนรวมถ้วยพลาสติกหลังการทำแห้ง

การวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์รวม (Acid Volatile Sulfides: AVS)

1. สังเกตลักษณะตัวอย่างดินตะกอนที่ผ่านการผสมดินให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการสังเกตลักษณะเนื้อดิน คูสี และดมกลิ่นของดิน เพื่อสามารถนำไปประเมินการซังน้ำหนักรวมของดินตะกอนที่จะนำไปทำการวิเคราะห์ได้
2. นำตัวอย่างดินตะกอนเปียกที่ผ่านการผสมดินให้เป็นเนื้อเดียวกันมาชั่งน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม ลงบนแผ่น aluminum foil ใส่ในหลอด Sulfide reactor column หากมีเศษดินตะกอนติดอยู่บริเวณข้างหลอด ให้ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างเศษตะกอนที่ติดอยู่ เพื่อให้ตัวอย่างดินตะกอนที่ซังได้้อยู่ที่ก้นหลอดทั้งหมด ปิดฝา column
3. ต่อสายยางเชื่อมระหว่าง Sulfide reactor column ไปยังหลอด Hedrotek column ที่หักปลายทั้งสองข้างแล้ว และเชื่อมไปยังเครื่องดูดอากาศ
4. ใส่กรดซัลฟูริก 18 N ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงไปใน Sulfide reactor column ทางช่องใส่กรด เขย่าให้ทั่ว เพื่อให้กรดซัลฟูริกสามารถทำปฏิกิริยากับซัลไฟด์ในรูปต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินตะกอน ให้เปลี่ยนเป็นรูป H_2S พร้อมกันนั้นก็เปิดเครื่องดูดอากาศเพื่อดูดไอระเหยของซัลไฟด์ผ่านเข้าสู่ Hedrotek column ประมาณ 2 นาที
5. นำหลอด Hedrotek column ที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าซัลไฟด์ในดินแล้วมาอ่านค่า การอ่านค่าจะเทียบความยาวของแถบสีน้ำตาลแดงที่เกิดขึ้นกับสเกลข้าง Hedrotek column เรียกค่านี้ว่า read value ค่าที่ได้จะมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมของซัลไฟด์ทั้งหมดจากน้ำหนักดินเปียกที่นำไปทำการวิเคราะห์
6. นำค่าที่ได้จากการจดบันทึกไปคำนวณหาค่าของปริมาณซัลไฟด์ ที่อยู่ในรูป มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักดินแห้ง (mg/g-dry weight)

$$\text{Acid Volatile Sulfides (mg/g-dry weight)} = \text{read value} / \text{น.น. ดินแห้ง (กรัม)}$$

$$\text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)} = (100 - \text{ปริมาณน้ำในดิน (\%)}) \times (\text{น.น. ดินเปียก} / 100)$$

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ

1. นำกระดาษกรอง GF/C ไปอบในตู้เผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้ว สมมติว่ามีน้ำหนัก A กรัม เก็บรักษากระดาษกรองไว้ในซอง aluminium foil ที่มีฉนวน
3. ต่อชุดเครื่องมือสำหรับการกรอง ใช้ปากคีบนำกระดาษกรอง GF/C วางบนกรวยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ
4. พิจารณาลักษณะของน้ำ เพื่อประเมินปริมาตรของน้ำที่จะใช้ หากน้ำขุ่นมีของแข็งแขวนลอยมาก ควรใช้น้ำในปริมาณน้อย แต่ถ้าตัวอย่างน้ำมีลักษณะใสควรใช้น้ำในปริมาณมากเท่าที่สามารถทำได้ เข่าน้ำให้เข้ากันตัวอย่างน้ำที่ทราบปริมาตร (C มิลลิลิตร) ลงกรอง โดยค่อย ๆ เททีละน้อยอย่างต่อเนื่องจนหมด ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างภาชนะที่ใช้ตวงตัวอย่าง เทลงกรอง และฉีดน้ำกลั่นบริเวณด้านข้างของกรวยบุคเนอร์ รวมทั้งบนกระดาษกรอง ปลดปล่อยให้เครื่องดูดสุญญากาศดูดจนน้ำแห้ง ปิดเครื่อง
5. ใช้ปากคีบขอบกระดาษกรองพับเป็น 4 ส่วน เก็บรักษากระดาษกรองในซอง aluminium foil แล้วนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer เป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน เสร็จแล้วนำไปใส่ในโถดูดความชื้น ก่อนชั่งน้ำหนักกระดาษกรองโดยสมมติน้ำหนัก B กรัม
6. คำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{ของแข็งแขวนลอย (mg/L)} = \frac{(B-A) \times 10^6}{C}$$

โดยที่ A	=	น้ำหนักกระดาษกรองอย่างเดียว	หน่วย กรัม
B	=	น้ำหนักกระดาษกรองและของแข็ง	หน่วย กรัม
C	=	ปริมาตรตัวอย่างน้ำ	หน่วย มิลลิลิตร

การประมวลผล และวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาประมวลผล เพื่อนำเสนอข้อมูลแบบสถิติเชิงพรรณนา โดยทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด-ต่ำสุดของชุดข้อมูล ทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติ และทดสอบหาความสัมพันธ์

การทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติ หากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จะทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติแบบ One-way ANOVA แล้วทำการทดสอบค่าความแปรปรวน หากพบว่ามีความแปรปรวนเท่าให้อ่านค่าความแตกต่างในตาราง ANOVA โดยทดสอบหาความแตกต่างด้วยสถิติแบบ LSD และหากพบว่ามีความแปรปรวนไม่เท่า ให้ทำการหาความแตกต่างด้วยสถิติของ Tamhane ในกรณีที่ชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Non-parametric Tests โดยทดสอบความแตกต่างทางสถิติของ Kruskal-Wallis H tests และหากพบว่ามีความแตกต่างอย่างน้อย 1 คู่ที่มีความแตกต่างให้ทำการทดสอบหาความแตกต่างโดยใช้การทดสอบทางสถิติของ Mann-Whitney U tests เพื่อหาว่าชุดข้อมูลคู่ใดที่มีความแตกต่าง

การทดสอบความสัมพันธ์ ใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติจะเลือกใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) และหากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะเลือกใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) โดยมีเกณฑ์ในการแปลผลระดับความสัมพันธ์ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2547) ดังนี้

- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0-0.20 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.21-0.40 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.41-0.60 มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.61-0.80 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
- ค่าสหสัมพันธ์ มากกว่า 0.80 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 3 ครั้ง ตามเดือนที่เป็นตัวแทนของฤดูกาล ทั้ง 3 ฤดู คือ

วันที่	11-12	เดือนเมษายน พ.ศ. 2548	โดยให้เป็นตัวแทนของฤดูร้อน
วันที่	27-28	เดือนกันยายน พ.ศ. 2548	โดยให้เป็นตัวแทนของฤดูฝน
วันที่	17-20	เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	โดยให้เป็นตัวแทนของฤดูหนาว

ทั้งนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหะหนักที่เปลี่ยนไปตามฤดูกาล และทำให้ผลการศึกษา มีความสมบูรณ์ทางด้านข้อมูลตลอดทั้งปี

ผลและวิจารณ์

ผล

สถานภาพพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง

จากการสำรวจบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง จำนวนทั้งสิ้น 30 สถานี โดยภาพรวม สามารถสรุปองค์ประกอบของลักษณะพื้นที่โดยรอบของแต่ละสถานีสำรวจได้ดังนี้

สถานีที่ 1 บริเวณปากแม่น้ำ

ในสถานีนี้จัดเป็นสถานีควบคุม (control) โดยการใช้ค่าความเค็มที่ 25 psu (practical salinity unit) เป็นเกณฑ์ในการกำหนดเขตของทะเล ซึ่งมีระยะทางห่างจากชายฝั่งประมาณ 2.5 กิโลเมตร โดยภาพรวมของพื้นที่ พบว่า บริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของน้ำ รวมถึงกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของชุมชนเมือง จังหวัดสมุทรสงครามอย่างเห็นได้ชัด รวมถึงยังเป็นบริเวณที่รองรับการถ่ายเทของเสียที่เกิดจากชุมชนตลอดทั้งลำน้ำแม่กลอง ตลอดจนในบริเวณนี้ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ของคอนกรีตตลอด อันมีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ทางด้านการประมง เช่น การทำอวนปู อวนกุ้ง การเก็บหอย ครง หอย แผลเลี้ยงหอยแมลงภู่ ซึ่งกิจกรรมประการสุดท้ายนี้สามารถก่อให้เกิดปริมาณตะกอนที่ถูกดักโดยแพเลี้ยงหอยได้อีกทางหนึ่ง



ภาพที่ 2 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 1

สถานีที่ 2 บริเวณปากแม่น้ำ

ณ สถานีสำรวจที่ 2 นี้ ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ห่างจากชายฝั่งประมาณ 1 กิโลเมตร และเป็นเขตที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของน้ำเช่นเดียวกับในสถานีที่ 1 โดยภาพรวมแล้ว ในสถานีนี้จัดเป็นพื้นที่ที่รองรับกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากชุมชน รวมถึงการชะล้างจากป่าชายเลนบริเวณริมฝั่งเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 3 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 2

สถานีที่ 3 ปากแม่น้ำแม่กลอง ตรงข้ามห้วยวัดเจ้า

บริเวณสถานีที่ 3 นี้ ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และจัดเป็นพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของน้ำรวมถึงมีการเปลี่ยนแปลงค่าของความเค็มอย่างชัดเจน และบริเวณสถานีนี้รายรอบด้วยพื้นที่ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ป่าชายเลน และมีการสร้างสิ่งปลูกสร้างถาวรในบริเวณใกล้เคียง อีกทั้งยังมีคลองขนาดเล็กที่เป็นแหล่งนำพาของเสียจากพื้นที่ใกล้เคียงลงสู่ลำน้ำแม่กลองได้อีกทางหนึ่ง



ภาพที่ 4 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 3

สถานีที่ 4 ปากคลองมอปลัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

ณ สถานีสำรวจที่ 4 โดยภาพรวม พบการใช้ประโยชน์จากชุมชนในด้านการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ธุรกิจทางการประมง ด้านอุตสาหกรรมขนาดกลาง ซึ่งพบการถ่ายเทของเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง น้ำในบริเวณนี้มีสีน้ำตาลขุ่น ขยะพลาสติกและขยะอินทรีย์ต่าง ๆ ลอยปะปนมาในมวลน้ำ อีกทั้งน้ำในบริเวณนี้ยังมีกลิ่นเหม็น รวมถึงดินตะกอนในบริเวณนี้ซึ่งมีสีดำเข้มและมีกลิ่นเหม็นเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 5 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 4

สถานีที่ 5 ปากคลองบ้านโรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

บริเวณพื้นที่สถานีปากคลองบ้านโรงธรรม โดยภาพรวม พื้นที่บริเวณนี้รายรอบไปด้วยแหล่งชุมชน การทำประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สามารถพบเห็นสิ่งปฏิกูลที่ถูกทิ้งลงมาได้ บ้านเรือนอย่างเห็นได้ชัดขณะน้ำลงเต็มที่ น้ำมีสีน้ำตาลขุ่นที่เกิดจากตะกอนแขวนลอย มีพื้นที่ป่าชายเลนเล็กน้อยในบริเวณนี้



ภาพที่ 6 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 5

สถานีที่ 6 ปากคลองบ้านโพรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

โดยภาพรวม พื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำแม่กลองในบริเวณนี้ยังคงเป็นแหล่งชุมชนที่อยู่อาศัย และมีการประกอบอาชีพเลี้ยงปลาในกะชังกระจายตัวอยู่ในบริเวณนี้และในบริเวณใกล้เคียง รวมถึงมีการวางโพรงวางดักขางลำนํ้ากระจายตัวอยู่ในพื้นที่ และมีพื้นที่ป่าธรรมชาติกระจายตัวอยู่ริมฝั่ง น้ำมีสีน้ำตาลค่อนข้างใส ไม่มีกลิ่นเหม็นดังเช่นในสถานีที่ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ มีกระแสน้ำไหลตลอดเวลา นำพาผักตบชวาจากพื้นที่ด้านบนลงมากระจายตัวอยู่ทั่วไปในบริเวณนี้



ภาพที่ 7 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 6

สถานีที่ 7 ปากคลองวัดปากน้ำ อำเภอมโนรมย์ จังหวัดสุพรรณบุรี

ณ บริเวณสถานีปากคลองวัดปากน้ำ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตอำเภอมโนรมย์ จังหวัดสุพรรณบุรี พบลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ทางด้านแหล่งที่อยู่อาศัยของชุมชน กระชังเลี้ยงปลา ซึ่งประกอบกรรรมฝั่งแม่น้ำ อีกทั้งยังมีปากคลองวัดปากน้ำ ซึ่งเป็นตัวนำพาของเสียจากพื้นที่ชุมชน ด้านในมาสู่พื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักในการรองรับของเสียจากพื้นที่โดยรอบ



ภาพที่ 8 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 7

สถานีที่ 8 วัดบางคนทีนอก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

บริเวณพื้นที่โดยรอบของสถานีเก็บตัวอย่าง สามารถสรุปองค์ประกอบของพื้นที่โดยรวมได้ว่า มีการใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านแหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งเกษตรกรรม กระจายตัวอยู่ทั้ง 2 ฝั่งแม่น้ำแม่กลอง น้ำมีสีน้ำตาลค่อนข้างขุ่น ในบางช่วงจะพบผักตบชวาไหลลงมากระจายทั่วพื้นที่ลำน้ำ



ภาพที่ 9 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 8

สถานีที่ 9 บ้านสีหมื่น อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี

บริเวณนี้เป็นรอยเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงครามและอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี โดยภาพรวม พบการกระจายตัวของบ้านเรือน ศาสนสถานต่าง ๆ บริเวณริมฝั่งแม่น้ำ มีการประกอบอาชีพการเลี้ยงปลาในกะชังกระจายตัวอยู่ รวมถึงป่าธรรมชาติ กระจายตัวอยู่บริเวณสองฝั่งแม่น้ำ และน้ำในบริเวณนี้มีสีน้ำตาลค่อนข้างขุ่น อีกทั้งยังพบการแพร่กระจายของผักตบชวาจำนวนมากบริเวณริมตลิ่งที่สะสมตัวรวมกันอยู่อย่างหนาแน่น



ภาพที่ 10 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 9

สถานีที่ 10 ปากคลองวัดศาลเจ้า อำเภอมือง จังหวัดราชบุรี

สถานีนี้ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอมือง จังหวัดราชบุรี เป็นบริเวณส่วนโค้งของ ลำน้ำที่ทอดยาวเข้าสู่พื้นที่ชุมชนเมืองราชบุรี เป็นพื้นที่รองรับของเสียของชุมชนที่เคลื่อนที่ลงมาจากด้านบนซึ่งมีชุมชนอำเภอมือง จังหวัดราชบุรี ตั้งอยู่หนาแน่น มีการสร้างตลิ่งหินริมฝั่ง เพื่อป้องกันการกัดเซาะของแม่น้ำ บริเวณนี้มีชุมชนตั้งกระจายตัวอยู่โดยรอบ น้ำมีสีน้ำตาลค่อนข้างขุ่น



ภาพที่ 11 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 10

สถานีที่ 11 บ้านพญาไม้ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี

บริเวณสถานีนี้ ตั้งอยู่เหนือพื้นที่ชุมชนเมือง (บริเวณตลาด) ลักษณะพื้นที่ริมฝั่งมีตลิ่งดินสูงชัน มีบ้านเรือนกระจายตัวอยู่ประปรายบริเวณพื้นที่ริมฝั่ง รวมถึงมีป่าไม้ธรรมชาติที่แทรกตัวอยู่ น้ำมีสีน้ำตาลค่อนข้างขุ่น



ภาพที่ 12 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 11

สถานีที่ 12 บ้านกล้วย อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี

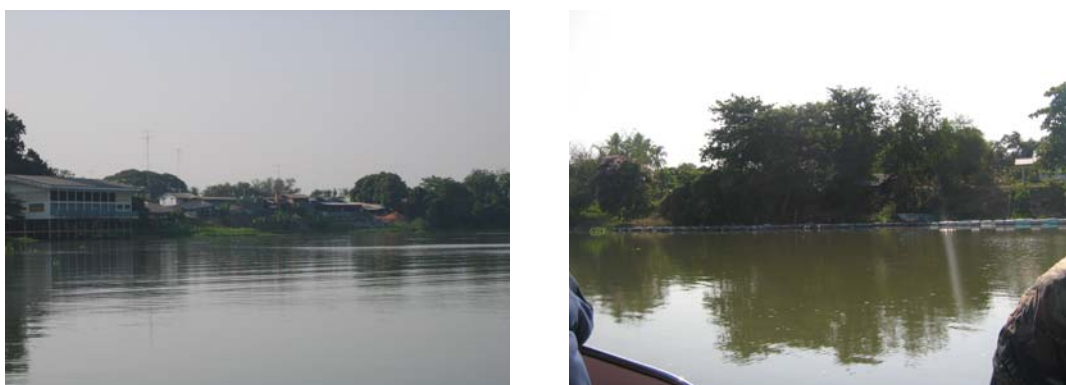
ณ สถานีสำรวจบริเวณพื้นที่บ้านกล้วย อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี โดยภาพรวม พบการใช้ประโยชน์พื้นที่จากชุมชน ในด้านการใช้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และประกอบการในด้านอุตสาหกรรม เช่น โรงงานน้ำตาล โรงงานแป้งมัน และอื่นๆ ตั้งกระจายตัวอยู่ บริเวณริมฝั่ง มีป่าไม้ธรรมชาติกระจายตัวอยู่ค่อนข้างหนาแน่น น้ำมีสีน้ำตาลค่อนข้างขุ่น มี ตลิ่งสูงชันในบางบริเวณ พบผักตบชวากระจายตัวเป็นหย่อม ๆ อยู่ในบริเวณนี้



ภาพที่ 13 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 12

สถานีที่ 13 บ้านเจ็ดเสมียน อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

โดยภาพรวมพบบ้านเรือนกระจายตัวอยู่บริเวณพื้นที่ริมฝั่ง มีการเลี้ยงปลาในกะชังกระจายตัวอยู่ในบริเวณนี้ ตลิ่งมีลักษณะสูงชันและยังพบการถมตลิ่งด้วยดินลูกรังล่งล้าเข้ามาในพื้นที่ลำน้ำ น้ำในบริเวณมีสีเหลืองแกมเขียว มีฟองอากาศเกิดขึ้นบริเวณผิวหน้า มีกลิ่นค่อนข้างเหม็น เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงนี้พบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำบางชนิดเกิดขึ้นค่อนข้างหนาแน่นบริเวณพื้นที่ริมฝั่ง



ภาพที่ 14 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 13

สถานีที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

บริเวณสถานีนี้จัดเป็นเขตพื้นที่อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี โดยรอบของพื้นที่พบการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่บริเวณพื้นที่ริมฝั่ง ทั้งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย การปลูกลำพื้นที่ลำนํ้า ที่เห็นได้ชัดบริเวณนี้ยังคงมีตลิ่งสูงชัน น้ำมีสีค่อนข้างเขียว มีพืชน้ำเจริญเติบโตค่อนข้างหนาแน่นบริเวณริมฝั่ง



ภาพที่ 15 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 14

สถานีที่ 15 บ้านท่าสำนัก อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

บริเวณนี้พบการใช้ประโยชน์ริมฝั่งจากชุมชนค่อนข้างน้อย มีป่าไม้ธรรมชาติกระจายตัวอยู่อย่างหนาแน่น ตลิ่งยังคงสูงชัน น้ำมีสีน้ำตาลแกมเหลือง ไม่มีกลิ่นเหม็น



ภาพที่ 16 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 15

สถานีที่ 16 ปากท่อน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

บริเวณนี้พบการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานทอผ้า ลงสู่พื้นที่ของแม่น้ำแม่กลองโดยตรง ซึ่งมีท่อปล่อยของเสียแทรกตัวอยู่ระหว่างคันไม้ธรรมชาติบริเวณริมฝั่ง และพื้นที่บริเวณนี้ยังเป็นแหล่งทำประมงขนาดเล็กเพื่อใช้ยังชีพของชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียง



ภาพที่ 17 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 16

สถานีที่ 17 อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

บริเวณนี้ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ชุมชนอำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี พบการปล่อยน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งชุมชนลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงรวมทั้งขยะพลาสติกและขยะอินทรีย์ต่าง ๆ ทิ้งอยู่บริเวณริมตลิ่ง มีการตั้งบ้านเรือนอย่างหนาแน่น บริเวณนี้ระดับน้ำไม่สูงมากนัก น้ำไหลค่อนข้างแรง ตลิ่งค่อนข้างสูง น้ำมีสีน้ำตาลค่อนข้างขุ่น



ภาพที่ 18 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 17

สถานีที่ 18 บ้านคันจันทร์ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

พื้นที่บริเวณนี้มีบ้านเรือนกระจายตัวค่อนข้างหนาแน่น มีการใช้ประโยชน์พื้นที่บริเวณริมฝั่งในด้านแหล่งที่อยู่อาศัย เลี้ยงสัตว์ พบการล่องล้าโดยการทิ้งขยะ เศษวัสดุต่าง ๆ ลงสู่พื้นที่บริเวณริมฝั่ง มีการแพร่กระจายของพืชน้ำอย่างหนาแน่น ระดับน้ำในบริเวณนี้ไม่ลึกมากนัก ในบางช่วงของพื้นที่มีความลึกของระดับน้ำเพียง 50 เซนติเมตร



ภาพที่ 19 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 18

สถานีที่ 19 บ้านโพธิ์เย็น อำเภอดำรงวิทยะกา จังหวัดกาญจนบุรี

ณ สถานีสำรวจบริเวณบ้านโพธิ์เย็น อำเภอดำรงวิทยะกา จังหวัดกาญจนบุรี พบความเสื่อมโทรมของสภาพพื้นที่ลำน้ำอย่างเห็นได้ชัด โดยพิจารณาจากสิ่งปฏิกูลที่เกิดขึ้นบริเวณริมฝั่ง การปล่อยของ

เสียงสูบน้ำแม่กลองโดยโรงงานอุตสาหกรรม สภาพลำน้ำที่ตื้นเขิน รวมถึงการตั้งถิ่นฐานของชุมชนบริเวณริมฝั่งที่มีอยู่อย่างหนาแน่น อันเป็นตัวเร่งให้เกิดความเสื่อมโทรมของพื้นที่อย่างเห็นได้ชัด



ภาพที่ 20 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 19

สถานีที่ 20 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

บริเวณนี้พบการกระจายตัวของชุมชนไกลจากพื้นที่ริมฝั่งออกไป มีการปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพดทางด้านนอก ส่วนใหญ่มีลักษณะของพื้นที่ป่าธรรมชาติกระจายตัวอยู่ริมฝั่ง มีพื้นที่ราบริมฝั่งเล็กน้อย



ภาพที่ 21 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 20

สถานีที่ 21 บ้านหัวแหลม อำเภอดำรงวิทยะกา จังหวัดกาญจนบุรี

สถานีนี้ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอดำรงวิทยะกา จังหวัดกาญจนบุรี พื้นที่ริมฝั่งมีตลิ่งค่อนข้างสูงชันต่อเนื่องด้วยพื้นที่ราบทอดตัวลงสู่พื้นที่ลำนํ้า มีระดับน้ำไม่สูงมากนัก มีบ้านเรือนกระจายตัวอยู่โดยรอบ กระแสน้ำไหลค่อนข้างแรง จากการสำรวจวัดได้ 0.8 เมตรต่อวินาที



ภาพที่ 22 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 21

สถานีที่ 22 ปากท่อน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล อำเภอดำรงวิทยะกา จังหวัดกาญจนบุรี

บริเวณสถานีนี้เก็บใกล้กับปากท่อน้ำทิ้งที่ปล่อยของเสียออกมา น้ำบริเวณนี้มีกลิ่นเหม็นสามารถมองเห็นความแตกต่างระหว่างมวลน้ำได้อย่างชัดเจน เกิดฟองอากาศบริเวณผิวหน้า ดินตะกอนมีลักษณะเหลวละเอียดสีดำ มีกลิ่นเหม็นรุนแรง แต่ยังพบว่ามีทำการประมงอยู่



ภาพที่ 23 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 22

สถานที่ 23 ปากท่อน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

บริเวณสถานีสำรวจนี้ มีลักษณะคล้ายคลึงกับสถานที่ 22 มีลักษณะเป็นท่อปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ โรงงานกระดาษ ที่ตั้งอยู่บริเวณริมฝั่ง พบการฝังท่อได้น้ำ ลักษณะน้ำบริเวณนี้มีความเสื่อมโทรมมาก เนื่องจากน้ำมีกลิ่นเหม็น มีฟองอากาศเคลือบที่ผิวหน้า ดินตะกอนมีลักษณะเหลวละเอียด สีดำเข้ม และมีกลิ่นเหม็นรุนแรง ระหว่างพื้นที่ของสถานที่ 22 และสถานที่ 23 มีแหล่งพักผ่อนเพื่อสันทนาการของชุมชน มีการลงเล่นน้ำและประกอบกิจกรรมอื่น ๆ เช่นการพายเรือ



ภาพที่ 24 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานที่ 23

สถานที่ 24 วัดท่าตะคร้อ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

บริเวณนี้พบแหล่งของชุมชนกระจายทั่วไป รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ค่อนข้างมากในบริเวณนี้ โดยบริเวณจุดเก็บอยู่ใกล้กับโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษ น้ำมีสีเขียวใส ดินมีลักษณะเป็นกรวดขนาดเล็กปนทรายหยาบ ตลิ่งริมฝั่งสูงชัน ระดับน้ำตื้นเขิน



ภาพที่ 25 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 24

สถานีที่ 25 เหนือเขื่อนแม่กลอง อำเภอกำแพง จังหวัดกาญจนบุรี

ณ สถานีที่ 25 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง จัดเป็นเขื่อนทดน้ำขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ในเขตอำเภอกำแพง ห่างจากตัวเมืองลงไปทางใต้ประมาณ 10 กิโลเมตร เป็นเขื่อนที่มีความสำคัญที่สุดในโครงการพัฒนาลุ่มน้ำแม่กลอง มีการใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทำการเกษตรพืชไร่ เช่น อ้อย ข้าวโพด และยังมีป่าห้วยครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง ดินตะกอนมีเนื้อละเอียดสีส้ม น้ำสีน้ำตาลค่อนข้างขุ่น ไม่มีกลิ่นเหม็น ระดับน้ำมีความลึกถึง 20 เมตร บริเวณนี้เป็นแอ่งรับน้ำขนาดใหญ่ที่กักน้ำไว้ก่อนจะปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองทางด้านใต้เขื่อนต่อไป



ภาพที่ 26 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 25

สถานีที่ 26 บ้านถ้ำ อำเภอน้ำมวง จังหวัดกาญจนบุรี

ณ สถานีสำรวจบริเวณบ้านถ้ำนี้ ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณหน้าวัดถ้ำมั่งกรทอง ที่ตั้งอยู่บนฝั่งแม่น้ำแม่กลอง รายล้อมด้วยภูเขาหิน พบกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากชุมชนกระจายตัวอยู่ รวมถึงการทำอุตสาหกรรมหนักเพื่อการระเบิดหินบริเวณใกล้เคียง



ภาพที่ 27 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 26

สถานีที่ 27 อำเภอมะนัง จังหวัดกาญจนบุรี

บริเวณนี้ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอมะนัง จังหวัดกาญจนบุรี พื้นที่ส่วนใหญ่ล้อมรอบด้วยภูเขา น้ำใสไหลเย็นค่อนข้างใส พบบ้านเรือนกระจายตัวอยู่ห่าง ๆ กัน และพบว่ามีการทำอุตสาหกรรมการดูดทรายขนาดใหญ่ อีกทั้งยังมีการระเบิดเขาทำปูนซีเมนต์ บริเวณนี้จัดเป็นพื้นที่ซึ่งรองรับของเสียที่ถ่ายเทมาจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ทางด้านบน ซึ่งมีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ทางการท่องเที่ยว และแหล่งที่อยู่อาศัยอย่างเต็มที่



ภาพที่ 28 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 27

สถานีที่ 28 จุดบรรจบแควน้อยและแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

บริเวณนี้พบการใช้ประโยชน์พื้นที่ทางการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของชุมชนเมือง ซึ่งตั้งถิ่นฐานอย่างหนาแน่น รวมทั้งการประกอบกิจการเพื่อการท่องเที่ยวแบบแพ ซึ่งมีการถ่ายเทของเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง และมีจำนวนแพกระจายอยู่ทั่วไปตามพื้นที่ของลำน้ำ น้ำในบริเวณนี้มีสีเขียวค่อนข้างขุ่นและมีกลิ่นค่อนข้างเหม็น



ภาพที่ 29 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง ของสถานีที่ 28

สถานีที่ 29 แควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

สถานีนี้จัดอยู่ในเขตของแม่น้ำแควใหญ่ ห่างจากจุดบรรจบระหว่างแม่น้ำแควน้อยและแม่น้ำแควใหญ่ประมาณ 1 กิโลเมตร พบแหล่งที่อยู่อาศัยกระจายตัวทั่วไปบริเวณริมฝั่ง น้ำมีสีเขียวค่อนข้างใส พบพืชน้ำเป็นจำนวนมากเจริญเติบโตแพร่กระจายทั่วไปในพื้นที่ลำนํ้า



ภาพที่ 30 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแควใหญ่ ของสถานีที่ 29

สถานีที่ 30 แควน้อย อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

สถานีนี้จัดอยู่ในเขตพื้นที่ของแม่น้ำแควน้อย ห่างจากจุดบรรจบระหว่างแม่น้ำแควน้อยและแม่น้ำแควใหญ่ประมาณ 1 กิโลเมตร พบแพท่องเที่ยวเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่แม่น้ำแควน้อย เพื่อนำพานักท่องเที่ยวไปสู่บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ มีบ้านเรือนกระจายตัวริมฝั่ง น้ำมีสีน้ำตาลแกมเหลือง



ภาพที่ 31 ลักษณะบริเวณพื้นที่แม่น้ำแควน้อย ของสถานีที่ 30

คุณภาพน้ำ

การตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำเบื้องต้นครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำแม่กลองจำนวนทั้งสิ้น 30 สถานี ได้แก่ ค่าความเค็ม ค่าอุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลาย ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และ ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำภาพรวมตามพื้นที่

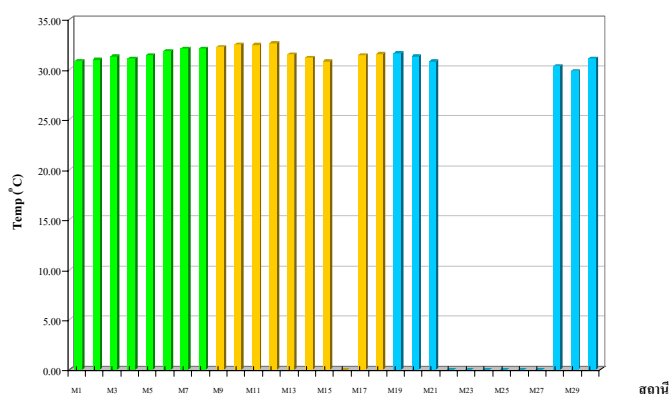
1. คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง

1.1 อุณหภูมิ

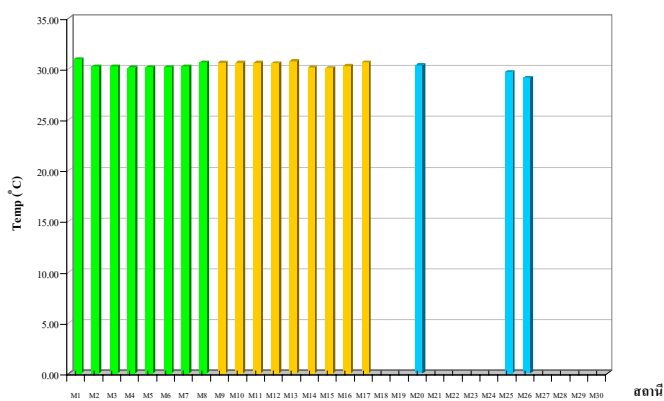
จากการตรวจวัดค่าของอุณหภูมิในแม่น้ำแม่กลอง พบว่า ค่าของอุณหภูมิน้ำตลอดทั้งปีมีค่าอยู่ระหว่าง 27.34-32.59 องศาเซลเซียส โดยค่าอุณหภูมิน้ำในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ซึ่งจัดเป็นตัวแทนของฤดูร้อน มีค่าอยู่ระหว่าง 29.80-32.59 องศาเซลเซียส โดยพบว่าค่าอุณหภูมิสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 12 ตำบลบ้านกล้วย อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ส่วนค่าอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 29 แม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 32 ก)

เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 มีค่าอยู่ระหว่าง 29.15-30.95 องศาเซลเซียส โดยพบว่าอุณหภูมิสูงสุด ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณปากแม่น้ำในแนวคอนฮอยตลอด จังหวัดสมุทรสงคราม ส่วนค่าอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 26 บ้านถ้ำ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 32 ข)

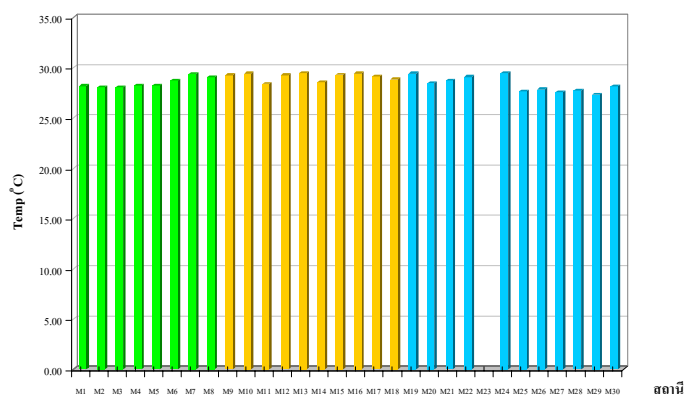
เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ซึ่งจัดเป็นตัวแทนของช่วงฤดูหนาว พบว่าอุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 27.34-29.45 องศาเซลเซียส โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 24 อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และมีค่าต่ำสุด ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 29 บริเวณแม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 32 ค)



ก



ข



ค



สมุทรสงคราม



ราชบุรี



กาญจนบุรี

ภาพที่ 32 การเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิ (°C) ในเดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และ เดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549

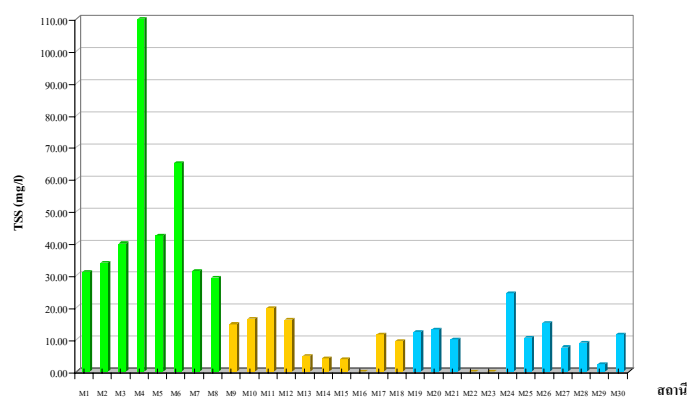
1.2 ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม

ของแข็งแขวนลอยรวมในมวลน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักที่ละลายอยู่ในมวลน้ำได้ เนื่องจากของแข็งแขวนลอยนั้นมีทั้งสารอินทรีย์ และ สารอนินทรีย์ปะปนกันอยู่ ซึ่งด้วยคุณสมบัติของโลหะหนักนั้นมักจะจับตัวอยู่กับสารอินทรีย์ เพราะฉะนั้นของแข็งแขวนลอยจึงช่วยจับโลหะหนักที่ละลายอยู่ในมวลน้ำ และตกตะกอนลงสู่พื้นท้องน้ำในที่สุด แต่นั่นมิได้หมายความว่าปริมาณของโลหะหนักในแหล่งน้ำจะลดปริมาณลงหากแต่เป็นการดักเก็บโดยธรรมชาติ ซึ่งช่วยลดการสะสมของโลหะหนักที่จะมีในตัวสัตว์น้ำลงได้

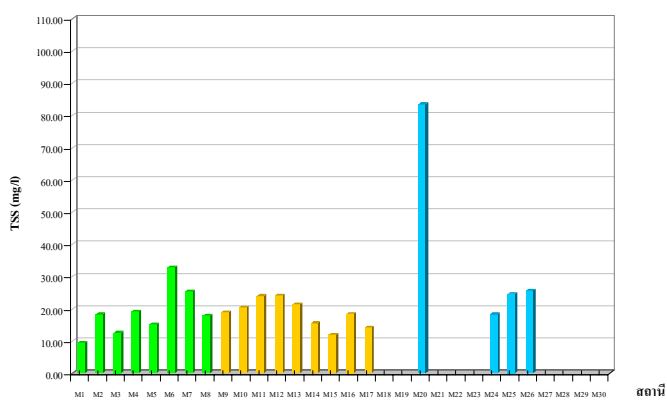
จากการศึกษาปริมาณสารแขวนลอยรวมในแม่น้ำแม่กลองตลอดทั้งปีมีค่าอยู่ระหว่าง 2.38-187.50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.38-110 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณปากคลองมอปลัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงครามซึ่งเป็นบริเวณที่มีการมาบรรจบกันของคลองกับแม่น้ำ และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 29 บริเวณทางเข้าแม่น้ำแควใหญ่ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีพืชน้ำเป็นจำนวนมากจึงเป็นตัวช่วยดักจับตะกอนแขวนลอยได้เป็นอย่างดี (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 33 ก)

เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 มีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมอยู่ระหว่าง 9.54-83.50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 20 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 33 ข)

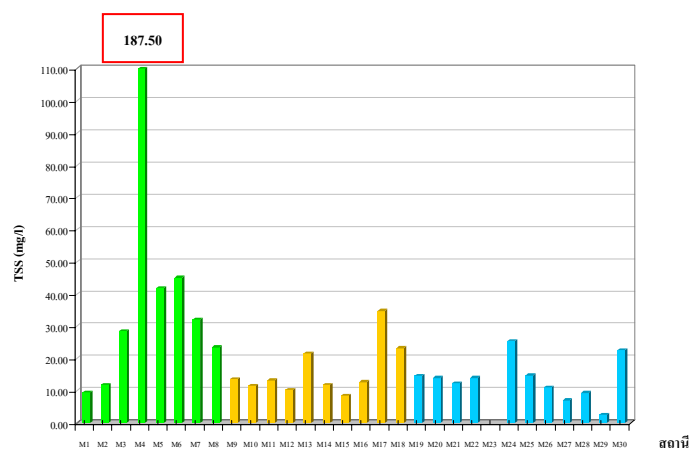
เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 มีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมอยู่ระหว่าง 2.60-187.50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 ปากคลองมอปลัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงครามซึ่งเป็นจุดบรรจบของลำคลองกับแม่น้ำ และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 29 บริเวณทางเข้าแม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 33 ค)



ก



ข



ค

■ สมุทรสงคราม
 ■ ราชบุรี
 ■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 33 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (mg/l) ในเดือนเมษายน (ก) เดือน
 กันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549

2. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง

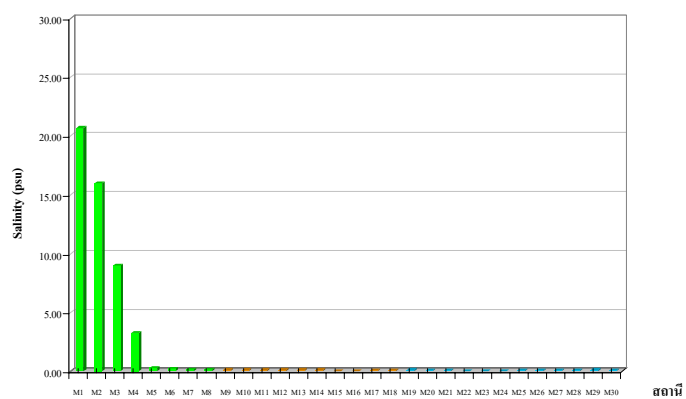
2.1 ความเค็ม

จากเกณฑ์การแบ่งระบบน้ำตามความเค็มสามารถแบ่งระบบน้ำออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบน้ำเค็ม (marine) มีค่าความเค็มมากกว่า 27 psu ระบบน้ำกร่อย (estuarine) มีความเค็มอยู่ในช่วง 0.5-27 psu และระบบน้ำจืด (riverine) มีค่าความเค็มต่ำกว่า 0.5 psu

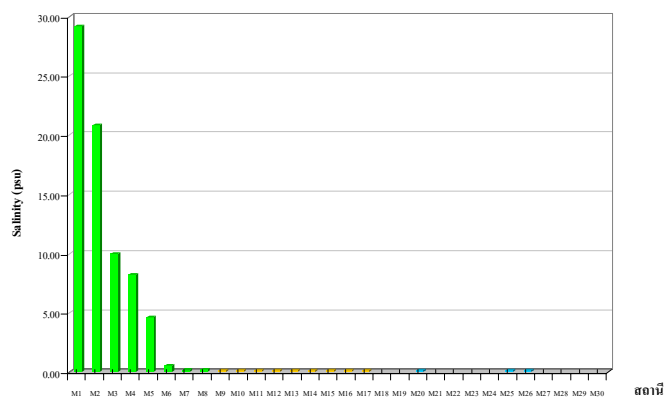
จากการตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำในแม่น้ำแม่กลองตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า ความเค็มของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-29.60 psu ความเค็มตลอดทั้งปีของน้ำในแม่น้ำแม่กลองส่วนใหญ่จะมีการแพร่กระจายอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำ แล้วค่อย ๆ ลดลงจนเป็นน้ำจืดเมื่อเข้าสู่ อำเภอมัทพวา จังหวัดสมุทรสงคราม โดยในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 น้ำในแม่น้ำแม่กลองมีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 0.06-20.70 psu โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่น้ำกำลังลงจึงทำให้ความเค็ม ณ สถานีที่ 1 มีค่าความเค็มเพียง 20.70 psu (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 34 ก)

ความเค็มของน้ำในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.12-29.15 psu (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 34 ข) โดยค่าความเค็มสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งเป็นบริเวณปากแม่น้ำ และเป็นจุดที่อยู่แนวนอกสุดซึ่งจัดเป็นจุดอ้างอิงของเขตทะเลในการศึกษาครั้งนี้ จะพบว่าค่าความเค็มของสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 ของเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูฝนนี้มีค่าสูงกว่าค่าความเค็มในสถานีที่ 1 ของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูร้อน เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงเวลาน้ำขึ้นจึงเกิดการหนุนของน้ำทะเล เป็นเหตุให้ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 มีความเค็มสูงกว่าเดือน เมษายน พ.ศ. 2548

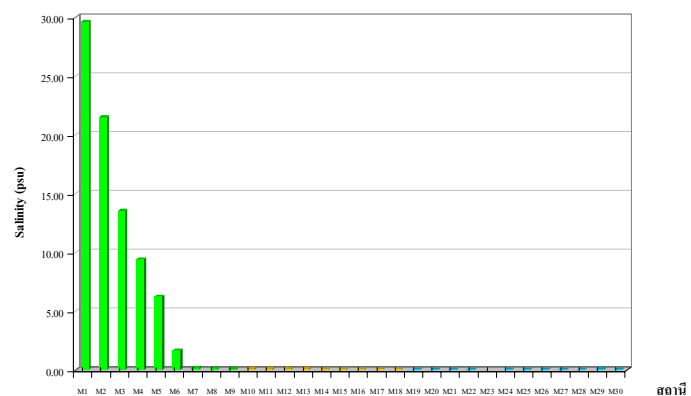
ความเค็มของน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.06- 29.60 psu (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 34 ค) โดยค่าความเค็มสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 และเป็นช่วงเวลาที่น้ำทะเลขึ้น ซึ่งค่าความเค็มของน้ำในแม่น้ำแม่กลองทั้งช่วงฤดูกาลจะมีค่าลดลงเมื่อเข้าสู่ลำน้ำแม่กลอง และจะลดลงจนมีความเค็มต่ำกว่า 0.5 psu ซึ่งจัดว่าเป็นระบบน้ำจืดเมื่อเข้าสู่เขตจังหวัดราชบุรี



ก



ข



ค

สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 34 การเปลี่ยนแปลงค่าความเค็ม (psu) ในเดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549

2.2 ปริมาณออกซิเจนละลาย

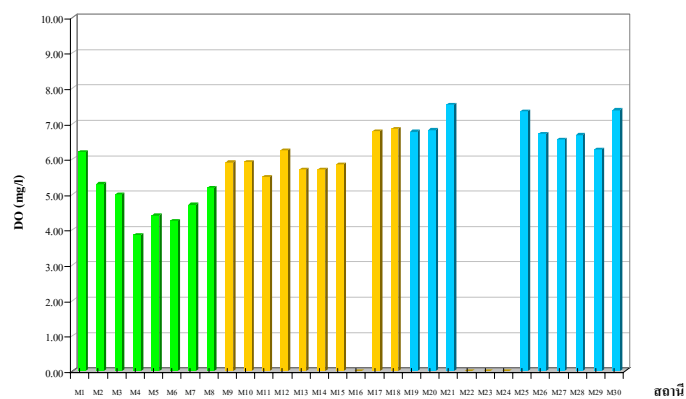
จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายในแม่น้ำแม่กลองตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 3.76-9.84 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 3.85-7.53 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 35 ก) ค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีที่ 21 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีที่ 4 ปากคลองมอปลัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์จากชายฝั่งในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สะพานปลา จุดจอดเรือประมง และยังเป็นจุดที่มีการมาบรรจบกันของคลองมอปลัด กับแม่น้ำแม่กลองจึงเป็นศูนย์รวมของสารต่าง ๆ ที่ไหลมารวมกัน

ปริมาณออกซิเจนละลาย ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 มีค่าอยู่ระหว่าง 3.85-8.62 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 35 ข) โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีที่ 20 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีที่ 5 ปากคลองบ้านโรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งมีการใช้ประโยชน์จากชายฝั่งในรูปแบบเดียวกันกับสถานีเก็บตัวอย่างที่ 4

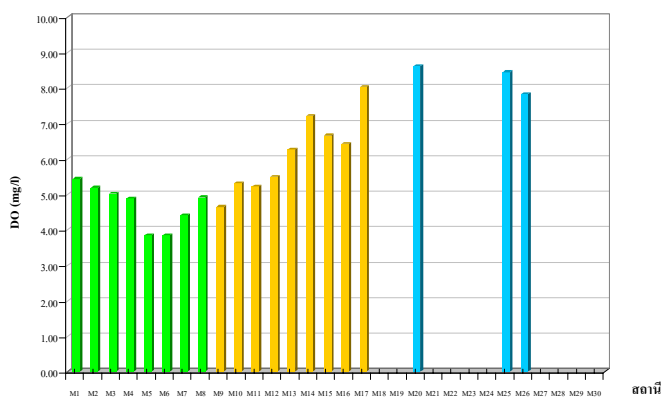
ปริมาณออกซิเจนละลาย ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 มีค่าอยู่ระหว่าง 3.76-9.84 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 35 ค) โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีที่ 19 บ้านโพธิ์เย็น อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีที่ 29 แม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรีเนื่องจากตอนบนของแม่น้ำแควใหญ่มีการใช้ประโยชน์ทางการท่องเที่ยว เช่น การล่องแพ สถานที่ท่องเที่ยวสะพานข้ามแม่น้ำแคว และโรงแรม โดยพื้นที่นี้จะพบพืชน้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการปล่อยของเสียในรูปแบบของสารอินทรีย์ ลงมาในแม่น้ำ



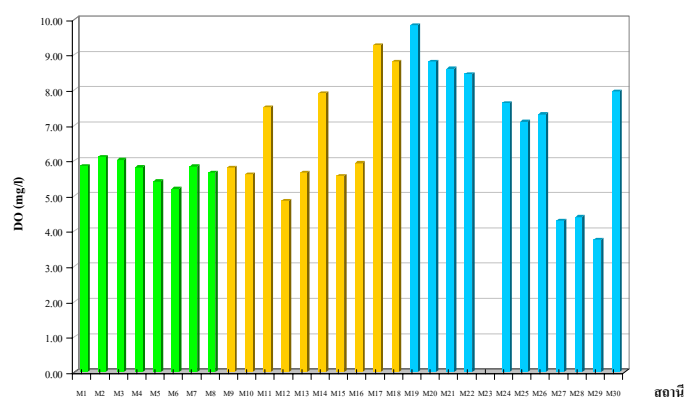
ภาพที่ 35 ปริมาณพืชน้ำที่ปกคลุมอยู่ ณ บริเวณสถานีที่ 29



ก



ข



ค

■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 36 การเปลี่ยนแปลงค่าออกซิเจนละลาย (mg/l) ในเดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข)
พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549

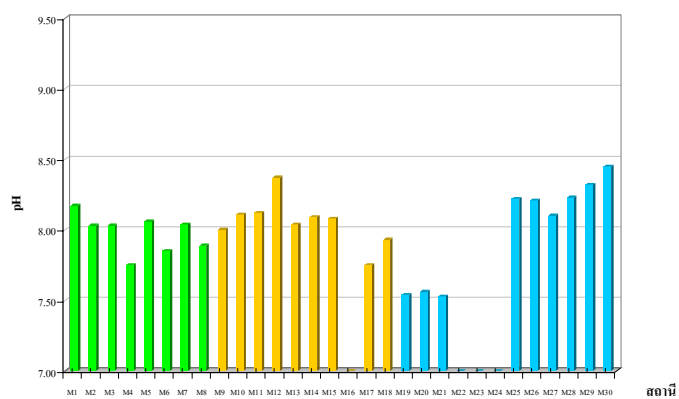
2.3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเพิ่ม และลดความเข้มข้นของโลหะหนักที่ละลายอยู่ในมวลน้ำ ซึ่งด้วยคุณสมบัติของโลหะหนักจะละลายได้ในสภาพที่เป็นกรด ตั้งแต่ค่า pH ต่ำกว่า 7 ลงไป กล่าวคือ เมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าต่ำ (pH ต่ำ) หรือมวลน้ำมีความเป็นกรดก็จะส่งผลต่อการละลายออกมาของโลหะหนักจากที่เกาะเกาะกับสารอินทรีย์ต่าง ๆ จนส่งผลให้ในมวลน้ำมีความเข้มข้นของโลหะหนักสูงขึ้น เนื่องจากโลหะหนักสามารถละลายได้ดีในสภาวะที่เป็นกรด

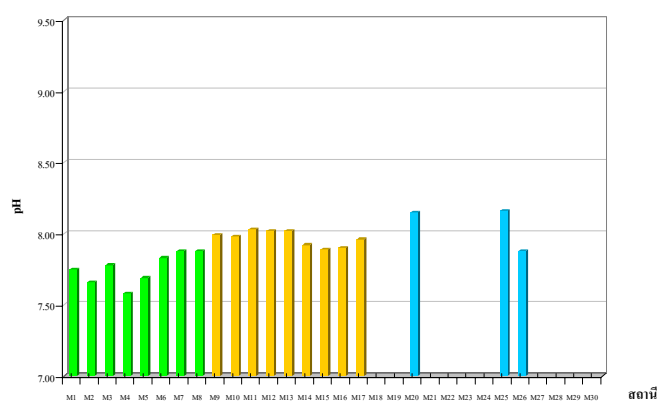
จากการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างตลอดระยะเวลาทำการศึกษพบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 7.53-9.26 โดยที่ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.53-8.45 ซึ่งสถานีที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 30 บริเวณทางเข้าแม่น้ำแควน้อย อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 21 บ้านหัวแหลม อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 37 ก)

เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 น้ำในแม่น้ำแม่กลองมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.58-8.16 ซึ่งสถานีที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 25 เหนือเขื่อนแม่กลอง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 ปากคลองมอปลัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 37 ข)

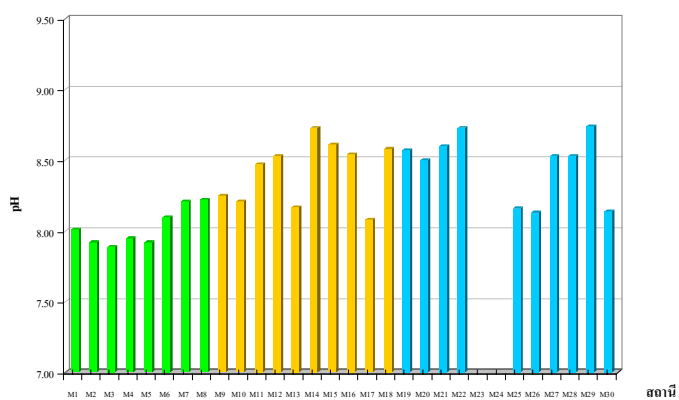
เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 น้ำในแม่น้ำแม่กลองมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.89-9.26 ซึ่งสถานีที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 24 อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 ปากแม่น้ำแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 37 ค)



ก



ข



ค

■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 37 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในเดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549

การเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักในน้ำภาพรวมตามฤดูกาล

จากการศึกษาปริมาณโลหะหนักที่ละลายอยู่ในมวลน้ำ ในแม่น้ำแม่กลองทั้งลำน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า มีปริมาณของแคดเมียมอยู่ระหว่าง $nd-0.04$ ppm ปริมาณของตะกั่วอยู่ระหว่าง $0.02-0.38$ ppm ปริมาณของทองแดงอยู่ระหว่าง $0.02-0.27$ ppm และ ปริมาณของสังกะสีอยู่ระหว่าง $0.17-4.02$ ppm เมื่อพิจารณาผลการศึกษาตามเดือนที่มีการเก็บตัวอย่างจะได้ผลดังนี้ คือ

เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ตรวจพบปริมาณของแคดเมียม มีค่าอยู่ระหว่าง $nd-0.04$ ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณของแคดเมียม คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 4 และ 19 ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างที่มีการตรวจพบปริมาณของแคดเมียมมากที่สุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 10 บริเวณปากคลองวัดศาลเจ้า อำเภอมือง จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 18 และภาพที่ 38 ก)

ตรวจพบปริมาณของตะกั่วมีค่าอยู่ระหว่าง $0.02-0.38$ ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 22 บริเวณใกล้ท่อน้ำทิ้งหลังโรงงานน้ำตาล อำเภอดำรงวิทยารุจิ และค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 28 จุดบรรจบของแม่น้ำแควน้อย และแม่น้ำแควใหญ่ จังหวัดกาญจนบุรี และ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 30 แม่น้ำแควน้อย จังหวัดกาญจนบุรี ตารางผนวกที่ 18 และภาพที่ 39 ก)

ตรวจพบปริมาณของทองแดงมีค่าอยู่ระหว่าง $0.04-0.27$ ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 22 บริเวณใกล้ท่อน้ำทิ้งหลังโรงงานน้ำตาล อำเภอดำรงวิทยารุจิ และค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 17 อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี (ภาพผนวกที่ 18 และภาพที่ 40 ก)

ตรวจพบปริมาณของสังกะสีมีค่าอยู่ระหว่าง $0.30-3.43$ ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 22 บริเวณใกล้ท่อน้ำทิ้งหลังโรงงานน้ำตาล อำเภอดำรงวิทยารุจิ และค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 8 หน้าวัดบางคนทีนอก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม (ภาพผนวกที่ 18 และภาพที่ 41 ก)

เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ตรวจพบปริมาณของแคดเมียม มีค่าอยู่ระหว่าง $nd-0.01$ โดยสถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณของแคดเมียมได้ ยกเว้นสถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 5 และ 12 ซึ่งอยู่ในบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 19 และภาพที่ 38 ข)

ตรวจพบปริมาณของตะกั่ว มีค่าอยู่ระหว่าง $0.05-0.32$ ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 25 บริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง (ตารางผนวกที่ 19 และภาพที่ 39 ข)

ตรวจพบปริมาณของทองแดง มีค่าอยู่ระหว่าง $0.02-0.07$ ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณคอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม และ สถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 17 20 และ 24 บริเวณอำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี อำเภอท่ามะกา และ อำเภอท่าม่วงจังหวัดกาญจนบุรีตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 19 และภาพที่ 40 ข)

ตรวจพบปริมาณของสังกะสี มีค่าอยู่ระหว่าง $0.48-2.10$ ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 5 ปากคลองบ้านโรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และ สถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง (ตารางผนวกที่ 19 และภาพที่ 41 ข)

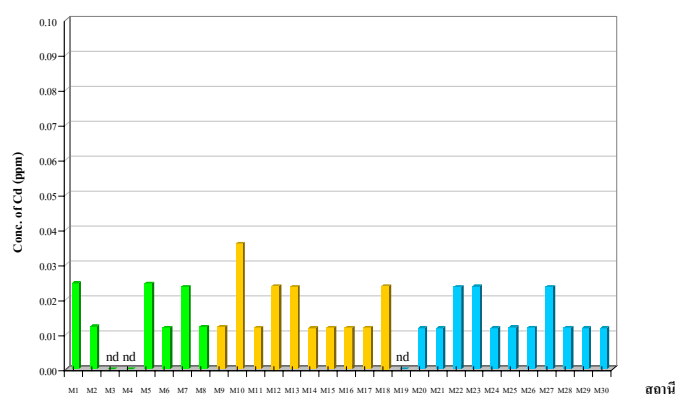
เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ตรวจพบปริมาณของแคดเมียมมีค่าอยู่ระหว่าง $nd-0.01$ ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณของแคดเมียมได้ ยกเว้นสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 2 และ 3 บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง สถานีเก็บตัวอย่างที่ 7 ปากคลองวัดปากน้ำ อำเภอมัทวา จังหวัดสมุทรสงคราม สถานีเก็บตัวอย่างที่ 9 อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี สถานีเก็บตัวอย่างที่ 10 11 และ 12 บริเวณ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรีและ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 14 ซึ่งอยู่ในบริเวณอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 20 และภาพที่ 38 ค)

ตรวจพบปริมาณของตะกั่วมีค่าอยู่ระหว่าง $0.08-0.22$ ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 25 บริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง อำเภอท่าม่วง จังหวัด

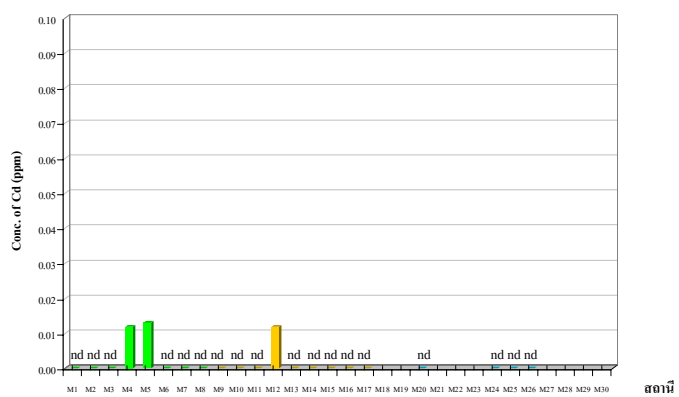
กาญจนบุรี และสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 19 บริเวณบ้านโพธิ์เย็น อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 20 และภาพที่ 39 ค)

ตรวจพบปริมาณของทองแดง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.08 ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 16 บริเวณใกล้ท่อน้ำทิ้งโรงงานทอผ้า อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และ สถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 18 บ้านต้นจันทน์ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 20 และภาพที่ 40 ค)

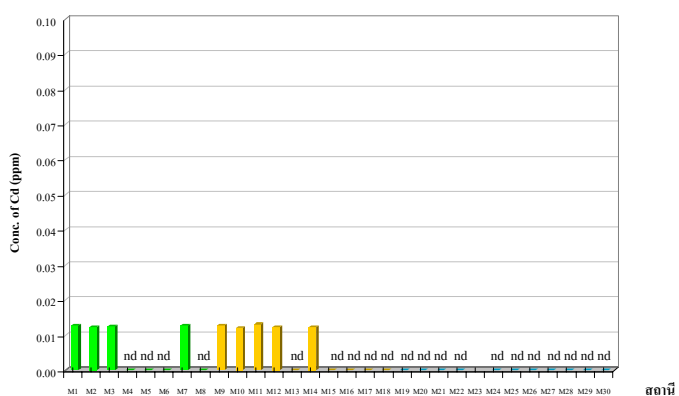
ตรวจพบปริมาณของสังกะสี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.17-4.02 ppm โดยสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 30 แม่น้ำแควน้อย อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีเก็บตัวอย่างที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 17 อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 20 และภาพที่ 41 ค)



ก



ข



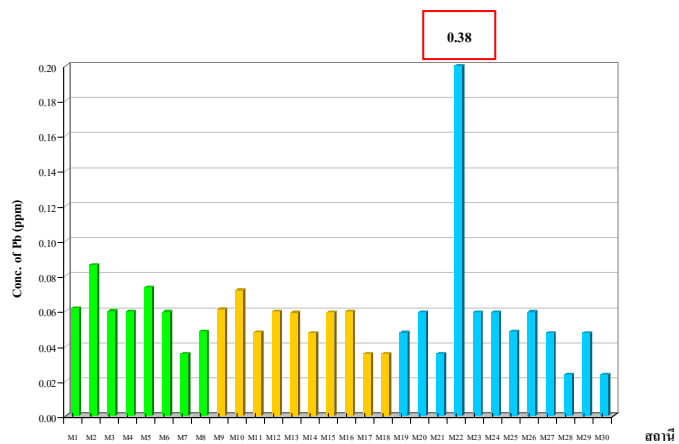
ค

■ สมุทรสงคราม

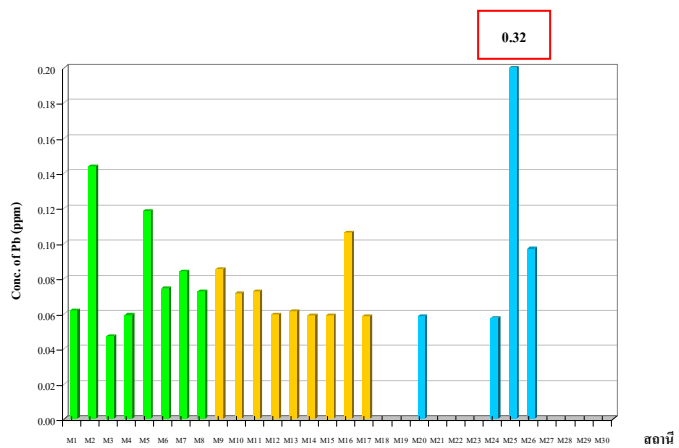
■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

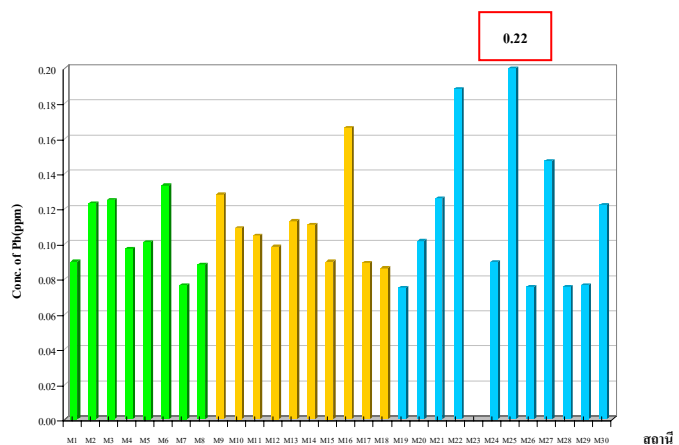
ภาพที่ 38 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียม (ppm) ในน้ำ เดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549



ก



ข



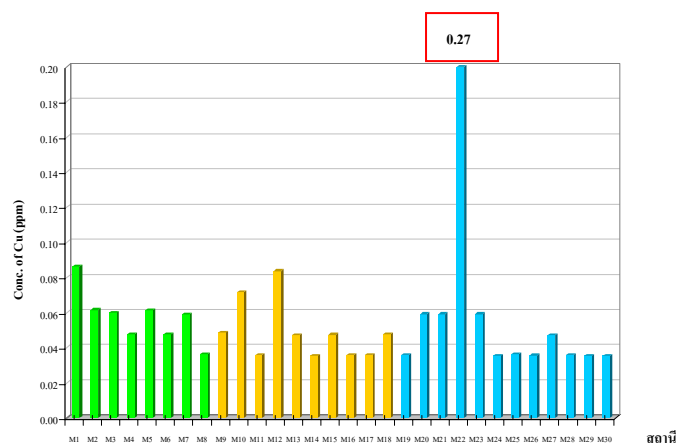
ค

■ สมุทรสงคราม

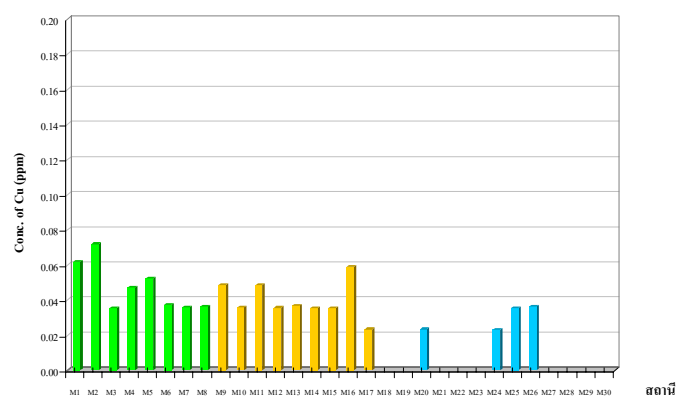
■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

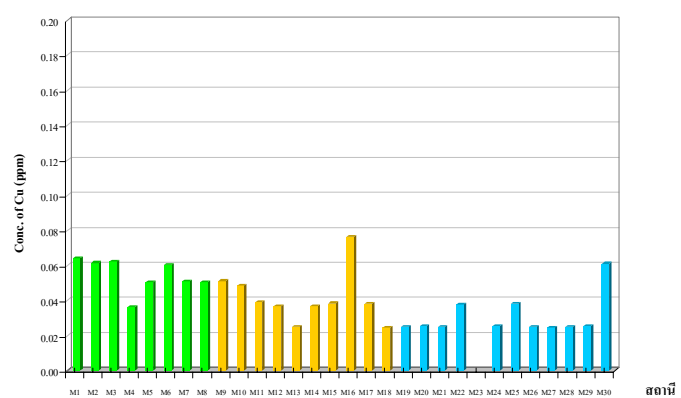
ภาพที่ 39 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่ว (ppm) ในน้ำ เดือนเมษายน (ก) เดือน
กันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549



ก



ข



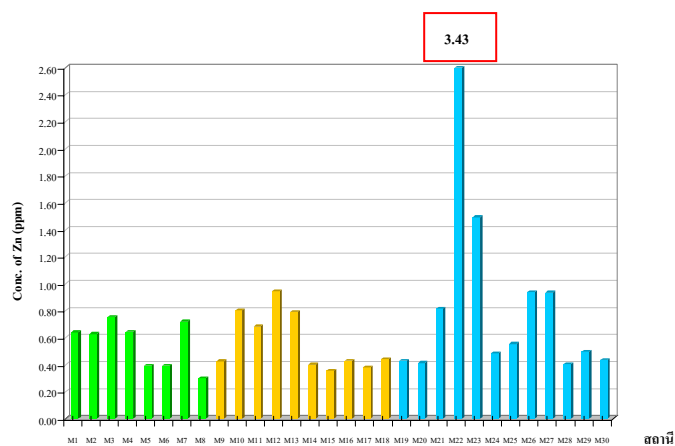
ค

■ สมุทรสงคราม

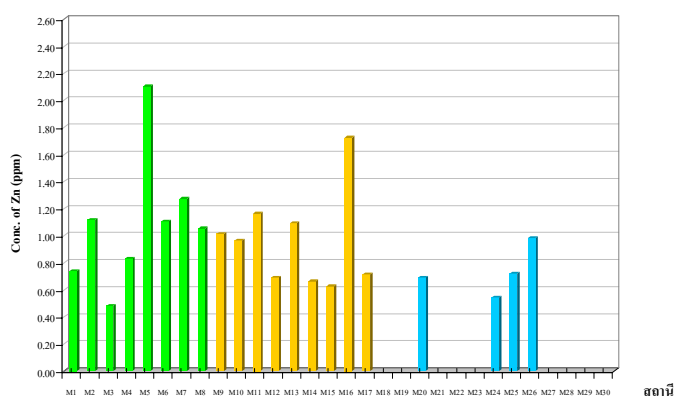
■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

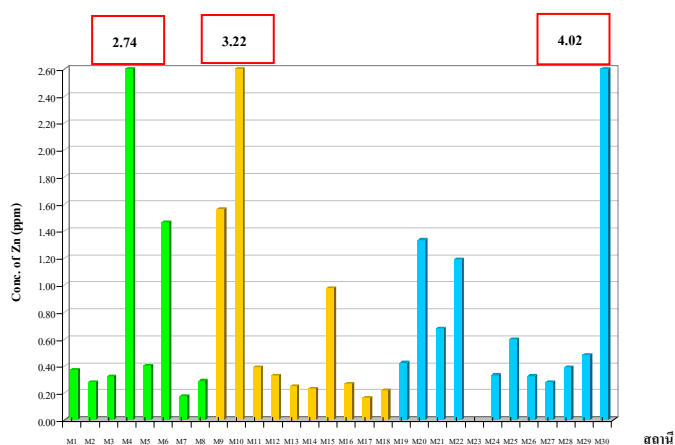
ภาพที่ 40 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดง (ppm) ในน้ำ เดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549



ก



ข



ค

■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 41 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสี (ppm) ในน้ำ เดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549

พลวัตของโลหะหนัก

จากการศึกษาพลวัตของโลหะหนักในแม่น้ำแม่กลองโดยการแบ่งเขต (Section) บริเวณชุมชนเมือง ที่มีการตรวจพบปริมาณของโลหะหนักในมวลน้ำที่มีค่าสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ เพื่อศึกษาการเคลื่อนตัว และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหะหนักในมวลน้ำในแต่ละพื้นที่ซึ่งได้ทำการแบ่งเขตออกเป็น 7 เขต ดังนี้ คือ

เขตที่ 1 บริเวณสถานีที่ 20 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

เขตที่ 2 บริเวณสถานีที่ 18 บ้านดั้นจันทร์ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

เขตที่ 3 บริเวณสถานีที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

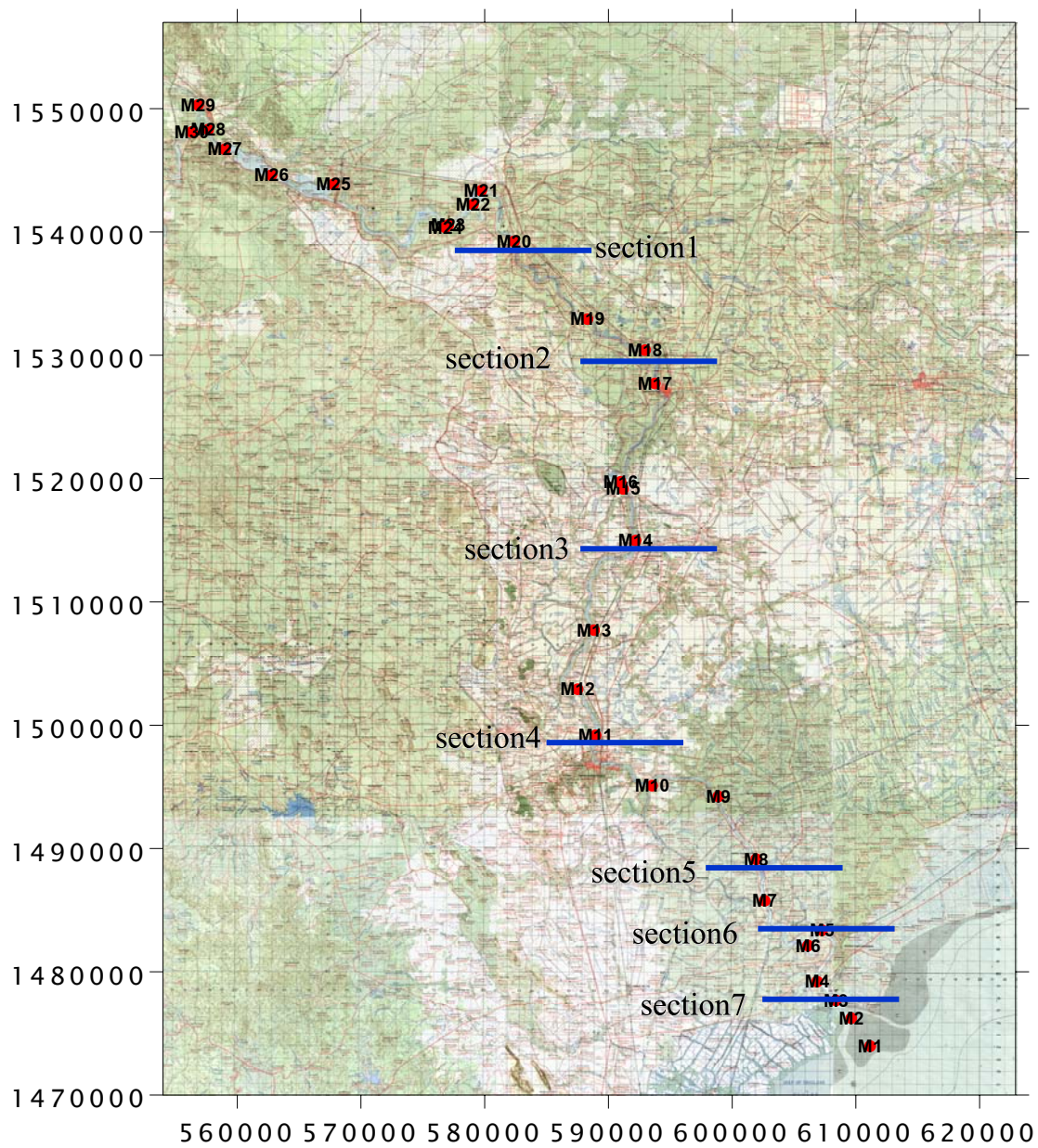
เขตที่ 4 บริเวณสถานีที่ 11 บ้านพญาไม้ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี

เขตที่ 5 บริเวณสถานีที่ 8 อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

เขตที่ 6 บริเวณสถานีที่ 5 บ้านโรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

เขตที่ 7 บริเวณสถานีที่ 3 ปากแม่น้ำแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

โดยในแต่ละเขตที่ทำการแบ่งได้ทำการวัดพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำด้วยเครื่องมือวัดระดับความลึก (Depth meter) และเครื่องกำหนดพิกัดบนพื้นโลก (Global Positioning System) ประกอบกับได้ทำการวัดความเร็วของกระแสน้ำ ณ พื้นที่หน้าตัดนั้นด้วยเครื่องวัดทิศทาง และความเร็วของกระแสน้ำ (Current meter) ซึ่งได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้



ภาพที่ 42 บริเวณการแบ่งเขตพื้นที่ (Section)

เขตที่ 1 บริเวณสถานีที่ 20 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

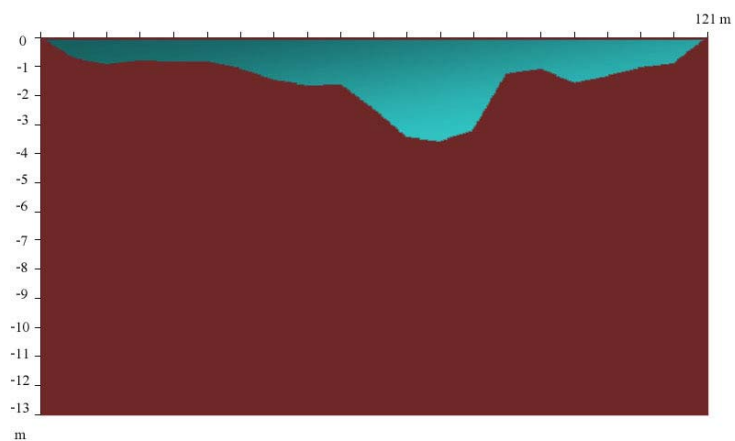
เขตที่ 1 เป็นพื้นที่รองรับมวลน้ำที่มีการใช้ประโยชน์จากแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาล และชุมชนเมืองจังหวัดกาญจนบุรี โดยมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 399.62 ตารางเมตร กระแสน้ำมีความเร็ว 0.263 เมตรต่อวินาที ปริมาณน้ำที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 9,080,704 ตันต่อวัน โดยนำปริมาณของแคลเซียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดของเขตที่ 1 เข้าสู่บริเวณที่สอง เท่ากับ 118.04 726.45 635.64 และ 9,080.70 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 43)

เขตที่ 2 บริเวณสถานีที่ 18 บ้านต้นจันทร์ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

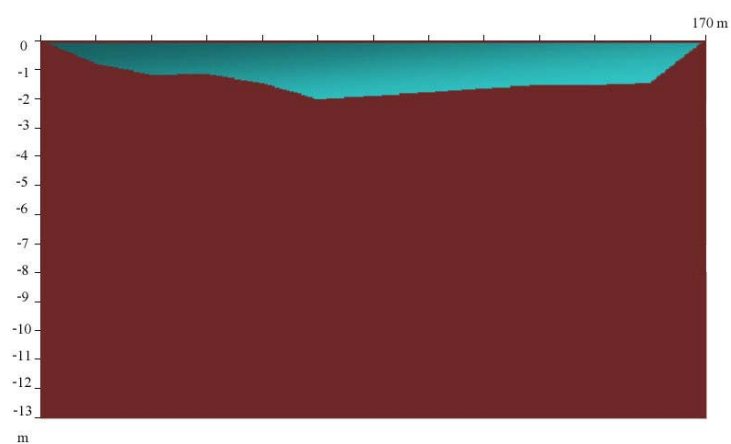
เขตที่ 2 เป็นบริเวณที่รองรับน้ำจากจังหวัดกาญจนบุรีทั้งหมด และเป็นจุดแรกที่เข้าสู่จังหวัดราชบุรี โดยมีพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำเท่ากับ 261.84 ตารางเมตร กระแสน้ำมีความเร็ว 0.423 เมตรต่อวินาที มีมวลน้ำไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 9,569,716 ตันต่อวัน ซึ่งนำพาแคลเซียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีไหลผ่านเท่ากับ 95.7 526.33 478.49 และ 4,019.28 กรัมต่อวัน (ภาพที่ 43)

เขตที่ 3 บริเวณสถานีที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

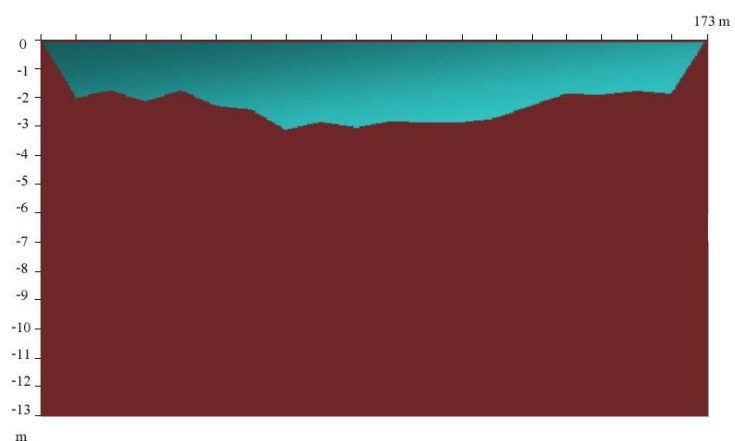
เขตที่ 3 เป็นบริเวณที่รองรับน้ำจากอำเภอบ้านโป่ง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีโรงงานน้ำตาล โรงงานแป้งมัน และชุมชนเมืองบ้านโป่ง โดยมีพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำเท่ากับ 595.49 ตารางเมตร กระแสน้ำมีความเร็ว 0.085 เมตรต่อวินาที มีมวลน้ำไหลผ่านเท่ากับ 4,373,300 ตันต่อวัน นำพาแคลเซียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ไหลผ่านเท่ากับ 54.67 218.66 196.80 และ 1,760.25 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 43)



เขตที่ 1 บริเวณสถานีที่ 20 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี



เขตที่ 2 บริเวณสถานีที่ 18 บ้านดั้นจันทร์ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี



เขตที่ 3 บริเวณสถานีที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

ภาพที่ 43 พื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองในเขตที่ 1 เขตที่ 2 และเขตที่ 3

เขตที่ 4 บริเวณสถานีที่ 11 บ้านพญาไม้ อำเภอเมืองจังหวัดราชบุรี

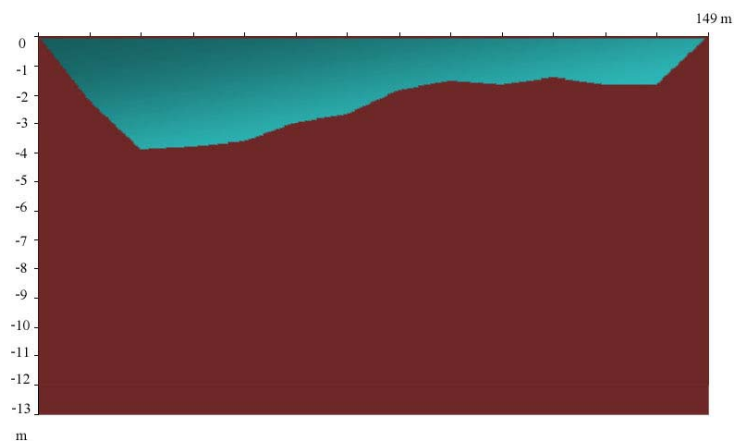
เขตที่ 4 เป็นบริเวณที่รองรับน้ำที่ไหลมาจากจังหวัดกาญจนบุรี อำเภอบ้านโป่ง และอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ก่อนที่จะเข้าสู่อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี มีพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำเท่ากับ 552.79 ตารางเมตร กระแสน้ำมีความเร็ว 0.13 เมตรต่อวินาที ใน 1 วัน มีมวลน้ำไหลผ่าน เท่ากับ 6,209,016 ตัน โดยนำพาแคลเซียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ไหลผ่านเท่ากับ 99.34 347.71 347.71 และ 4408.40 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 44)

เขตที่ 5 บริเวณสถานีที่ 8 อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

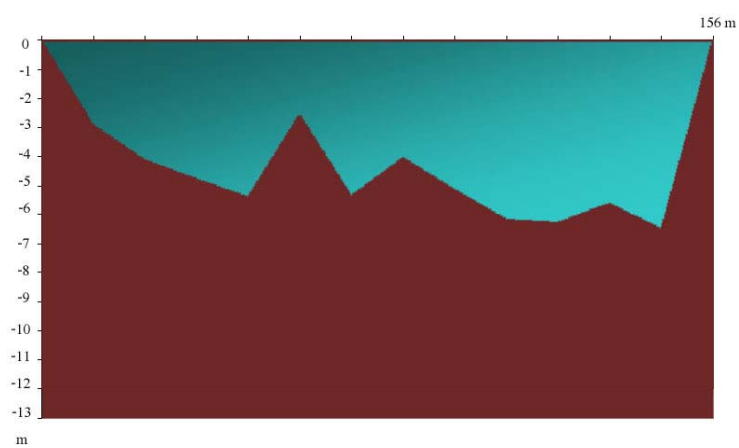
เขตที่ 5 เป็นบริเวณที่มีการรองรับน้ำที่ไหลผ่านจังหวัดกาญจนบุรี อำเภอบ้านโป่ง อำเภอโพธาราม อำเภอเมือง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และเป็นจุดแรกที่จะเข้าสู่จังหวัดสมุทรสงคราม โดยมีพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำเท่ากับ 926.67 ตารางเมตร กระแสน้ำมีความเร็วเท่ากับ 0.387 เมตรต่อวินาที ใน 1 วันมีมวลน้ำไหลผ่าน 30,984,981 ตัน โดยนำพาแคลเซียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 619.70 1859.10 1642.20 และ 59,181.31 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 44)

เขตที่ 6 บริเวณสถานีที่ 5 บ้านโรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

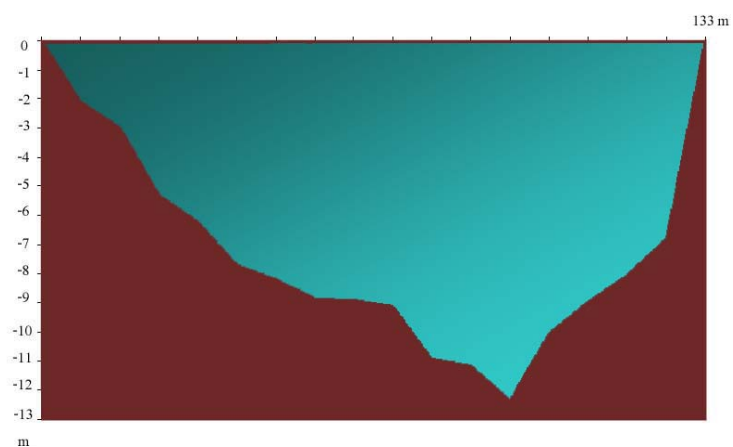
เขตที่ 6 เป็นบริเวณที่มีการรองรับน้ำที่ไหลมาจากจังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดราชบุรี และอำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม และเป็นบริเวณที่มีคลองขนาดใหญ่ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำแม่กลอง จากการศึกษพบว่าพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำเท่ากับ 1,195.22 ตารางเมตร กระแสน้ำมีความเร็ว 0.355 เมตรต่อวินาที ใน 1 วันมีมวลน้ำไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 36,659,813 ตัน และนำพาปริมาณแคลเซียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 476.58 1,832.99 1,832.99 และ 1,7230.11 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 44)



เขตที่ 4 บริเวณสถานีที่ 11 บ้านพญาไม้ อำเภอเมืองจังหวัดราชบุรี



เขตที่ 5 บริเวณสถานีที่ 8 อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

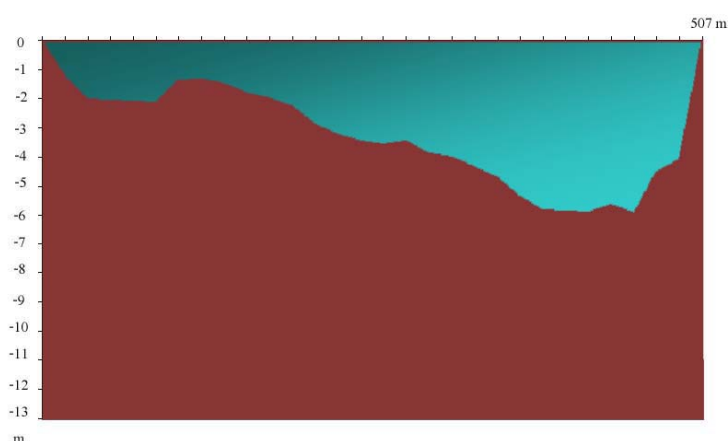


เขตที่ 6 บริเวณสถานีที่ 5 บ้านโรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

ภาพที่ 44 พื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองในเขตที่ 4 เขตที่ 5 และเขตที่ 6

เขตที่ 7 บริเวณสถานีที่ 3 ปากแม่น้ำแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

เขตที่ 7 เป็นบริเวณที่มวลน้ำตลอดทั้งสายจะนำสารต่าง ๆ ไหลผ่านบริเวณนี้ จากการวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองบริเวณปากแม่น้ำพบว่ามีความเท่ากับ 3,156.028 ตารางเมตร กระแสน้ำมีความเร็ว 0.274 เมตรต่อวินาที ใน 1 วันมีมวลน้ำไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 74,714,548 ตัน และนำพาปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ไหลผ่านมีค่าเท่ากับ 747.15 4,482.87 4,482.87 และ 44,828.87 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 45)



ภาพที่ 45 พื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองในเขตที่ 7

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหะหนักที่ละลายในน้ำของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ด้วยวิธีการศึกษาปริมาณของโลหะหนักที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองในแต่ละเขตพื้นที่ที่กำหนดทั้งสิ้น 7 เขต รวบรวมข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณโลหะหนักที่เคลื่อนที่ผ่านแต่ละเขตใน 1 วัน

	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5	Section 6	Section 7
Cd(g/day)	118.05	95.70	54.67	99.34	619.70	476.58	747.15
Pb(g/day)	726.46	526.33	218.66	347.71	1,859.10	1,832.99	4,482.87
Cu(g/day)	635.65	578.49	196.80	347.71	1,642.20	1,832.99	4,482.87
Zn(g/day)	9,080.70	4,019.28	1,760.25	4,408.40	59,181.31	17,230.11	44,828.73

คุณภาพดินตะกอน

ดินตะกอนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อแหล่งน้ำ คือ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต เป็นแหล่งกำเนิดของสารอาหารที่หมุนเวียนกลับขึ้นสู่แหล่งน้ำ เป็นแหล่งทับถมรวมตัวของสารต่าง ๆ เป็นแหล่งกักเก็บสารพิษ และยังเป็นแหล่งที่จะปล่อยสารต่าง ๆ กลับคืนสู่มวลน้ำรวมทั้งโลหะหนักด้วย จากการตรวจวัดค่าคุณภาพดินตะกอนครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำแม่กลองจำนวนทั้งสิ้น 30 สถานี อันได้แก่ ปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน ขนาดอนุภาคของดินตะกอน และปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน (แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี) พบการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินตะกอน

1. คุณสมบัติทางกายภาพของดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลอง

1.1 ปริมาณน้ำในดินตะกอน

ปริมาณน้ำในดินตะกอน หรือ water content เป็นค่าที่แสดงสัดส่วนของน้ำหนักของน้ำต่อน้ำหนักของดินตะกอนในปริมาตรของดินตะกอนหนึ่ง ๆ

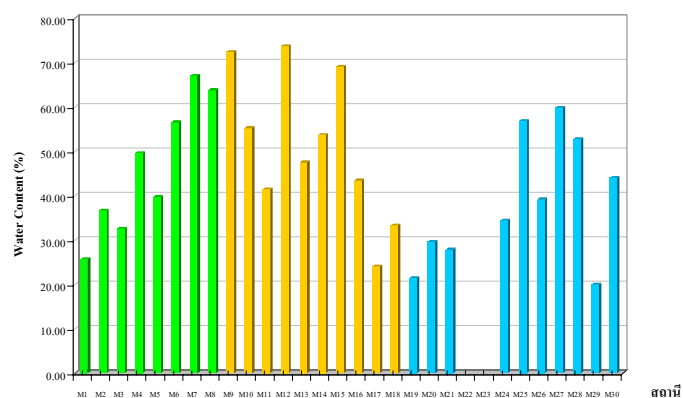
1.1.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนตามระยะเวลา

จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนของดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตรในแม่น้ำแม่กลองตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 17.63-73.63 เปอร์เซ็นต์

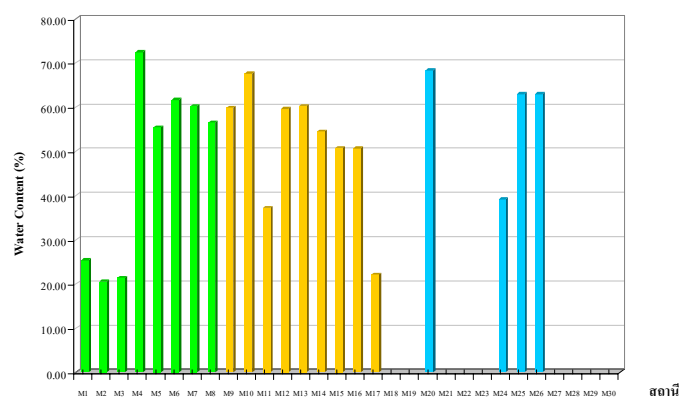
เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 จากการทำการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนในชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตร ตลอดทั้งลำน้ำ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 20.01-73.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 12 บ้านกล้วย อำเภอมือง จังหวัดราชบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 29 บริเวณแม่น้ำแควใหญ่ อำเภอมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 46 ก)

จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนในชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตรของเดือน กันยายน พ.ศ. 2548 ตลอดทั้งลำน้ำ พบว่า มีปริมาณน้ำในดินตะกอน อยู่ระหว่าง 20.58-72.46 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 ปากคลองมอปลัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณคอนหอยหลอด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 46 ข)

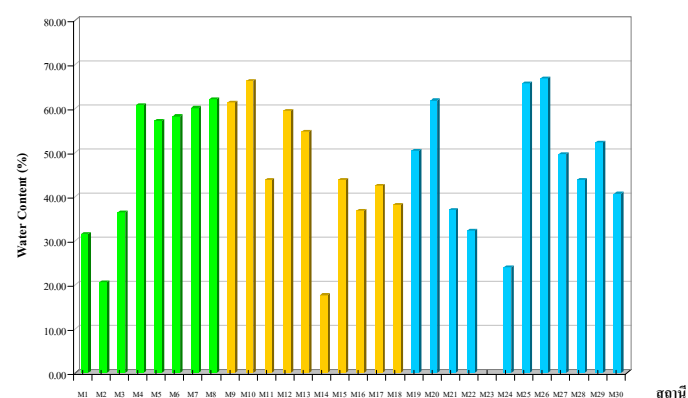
จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนในชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตรของเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ตลอดทั้งลำน้ำ พบว่า มีปริมาณน้ำในดินตะกอน อยู่ระหว่าง 17.63-66.76 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 26 บ้านถ้ำ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 46 ค)



ก



ข



ค

■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 46 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ที่ระดับ (0-1 เซนติเมตร) ตามระยะเวลา
เดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549

1.1.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนตามระดับความลึก

ในการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนตามระดับความลึกครั้งนี้ได้ทำการศึกษาตามระดับความลึก 3 ระดับความลึกตลอดทั้งลำน้ำ คือ 0-1 1-2 และ 2-3 เซนติเมตร และได้ทำการเลือกตัวแทนดินตะกอนของแต่ละจังหวัดมาทำการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนตลอดทั้งความลึกรวม 10 เซนติเมตร คือ

สถานีที่ 1 และ 6 เป็นดินตะกอนตัวแทนของจังหวัดสมุทรสงคราม

สถานีที่ 9 12 และ 18 เป็นดินตะกอนตัวแทนของจังหวัดราชบุรี

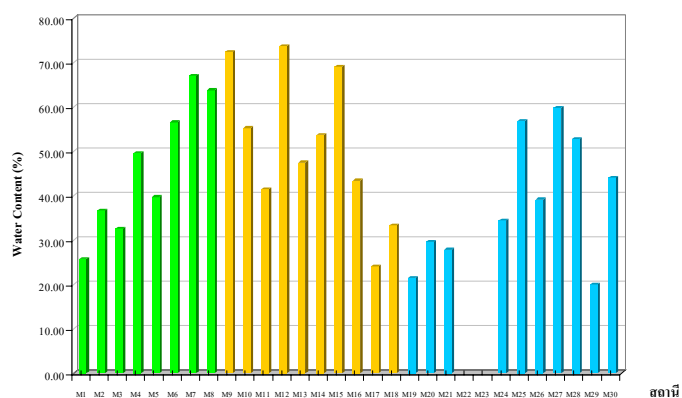
สถานีที่ 27 และ 30 เป็นดินตะกอนตัวแทนของจังหวัดกาญจนบุรี

ทั้งนี้เพื่อต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนตามระดับความลึกที่มากกว่าชั้นดินบริเวณผิว (0-1 เซนติเมตร)

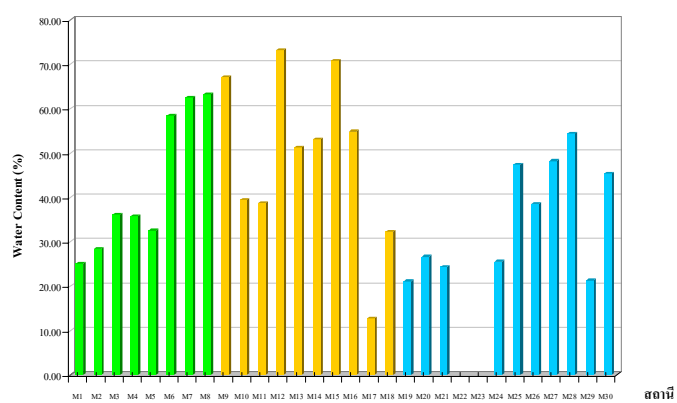
จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้น 1-2 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 12.74-73.20 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 47 ข) โดยที่ค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 12 เช่นเดียวกัน และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 17 อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้น 2-3 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 9.94-72.94 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 47 ค) โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 15 บ้านท่าสำนัก อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 17 อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

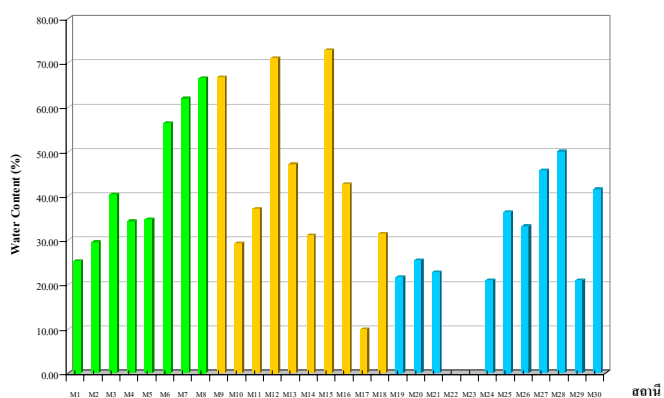
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ตามระดับความลึก 3 เซนติเมตร พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนส่วนใหญ่จะมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก ยกเว้น สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 2 3 5 6 8 13 15 16 19 28 29 และ 30 ซึ่งแสดงผล ดังภาพที่ 47



ก



ข



ค

■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

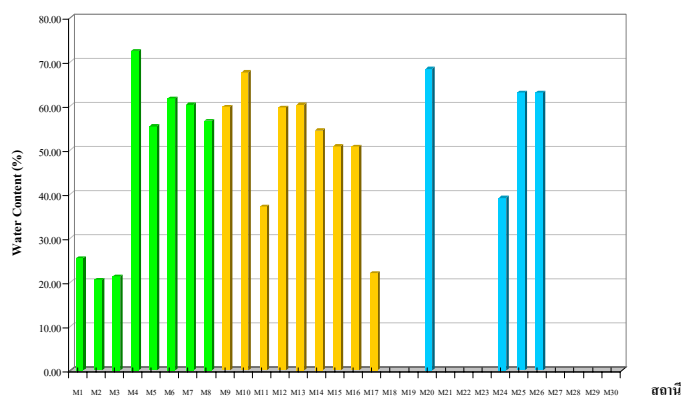
■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 47 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

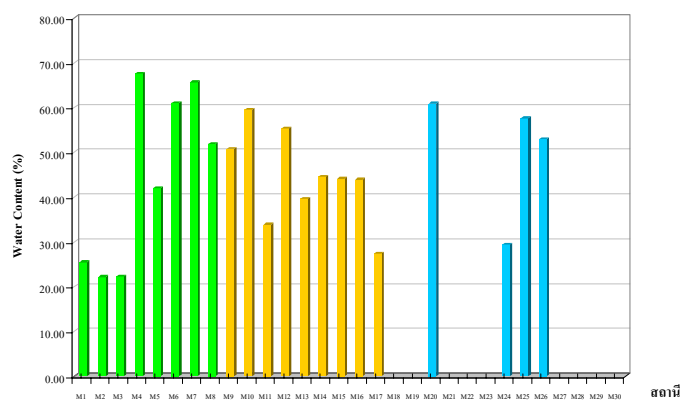
จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้น 1-2 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 22.21-65.64 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 48 ข) โดยค่าสูงสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 7 ปากคลองวัดปากน้ำ อำเภอมัปพวา จังหวัดสมุทรสงคราม และค่าต่ำสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 คอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม

จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้น 2-3 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 20.44-63.26 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 48 ค) โดยค่าสูงสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 7 ปากคลองวัดปากน้ำ อำเภอมัปพวา จังหวัดสมุทรสงคราม และค่าต่ำสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 คอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงครามเช่นกัน

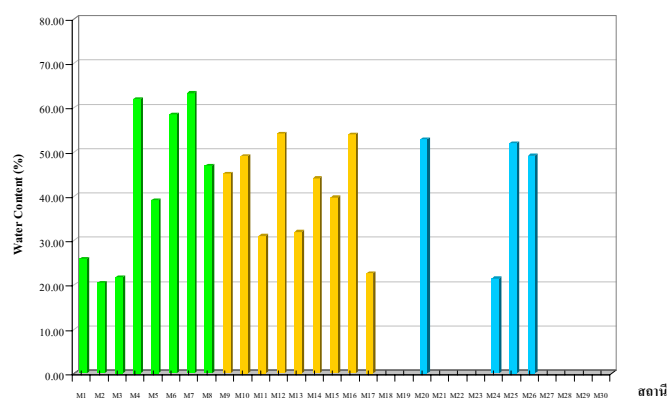
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ตามระดับความลึก 3 เซนติเมตร พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนส่วนใหญ่จะมีปริมาณลดลง ตามระดับความลึก ยกเว้น สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 2 3 7 16 และ 17 ซึ่งแสดงผล ดังภาพที่ 48



ก



ข



ค

■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

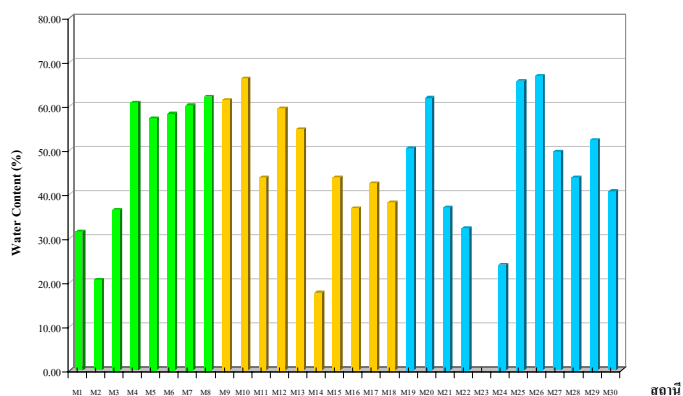
ภาพที่ 48 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ที่ชั้น 1-2 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 15.12-61.72 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 9 บ้านสีหมื่น อำเภอคำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 49 ข)

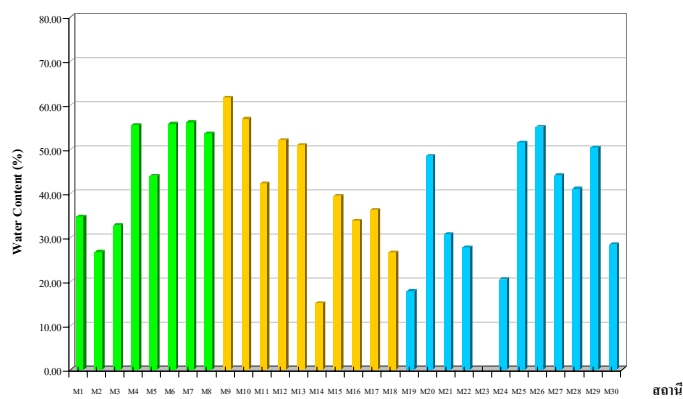
จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ที่ชั้น 2-3 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 16.04-58.88 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 9 บ้านสีหมื่น อำเภอคำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 19 บ้านโพธิ์เย็น อำเภอบางแพ จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 49 ค)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ตามระดับความลึก 3 เซนติเมตร พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนส่วนใหญ่จะมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก ยกเว้น สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 2 5 7 8 12 13 14 16 17 18 27 และ 30 ซึ่งแสดงผล ดังภาพที่ 49

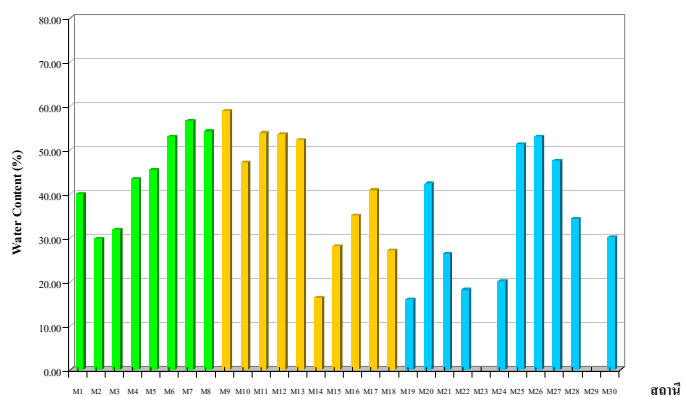
ผลการศึกษาจะมีความชัดเจนขึ้นเมื่อศึกษาผลตามระดับความลึกทั้ง 10 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 6) คือ ปริมาณน้ำในดินตะกอนของสถานีเก็บตัวอย่างที่ 6 9 12 18 27 และ 30 มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ยกเว้นสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 (บริเวณดอนหอยหลอด) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ดินตะกอนมักถูกรบกวนตลอดเวลาทั้งการไหลของกระแสน้ำที่แรง และการฝังแห้งของดินตะกอน ทั้งยังเป็นแหล่งของหอยนานาชนิด ซึ่งมีพฤติกรรมการขุดรูจึงทำให้น้ำมีการแทรกตัวลงไปในพื้นที่ดินได้ดี และปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การเก็บหอย คราดหอย ซึ่งดินที่นำมาวิเคราะห์เป็นดินที่มีระดับความลึกเพียง 10 เซนติเมตร ย่อมได้รับอิทธิพลจากการถูกรบกวนโดยกิจกรรมดังกล่าว จนทำให้ดินเกิดการผสมผสานกันระหว่างชั้นดินได้ จึงทำให้ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าใกล้เคียงกันตลอดทั้งระดับความลึก 10 เซนติเมตร (ภาพที่ 50 และภาพที่ 51)



ก



ข



ค

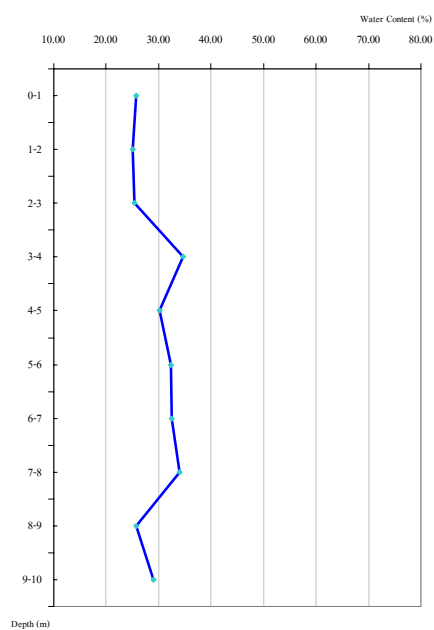
■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

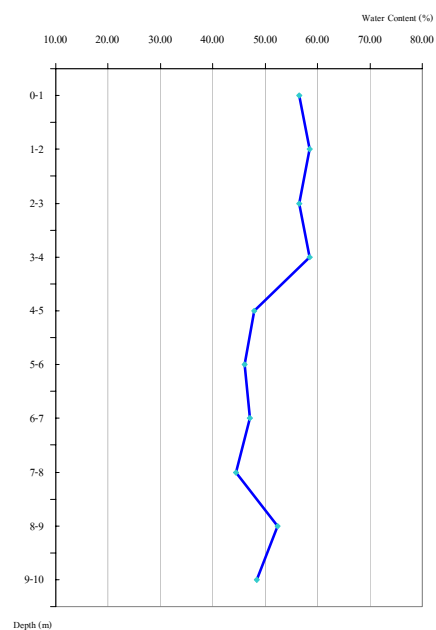
■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 49 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก)

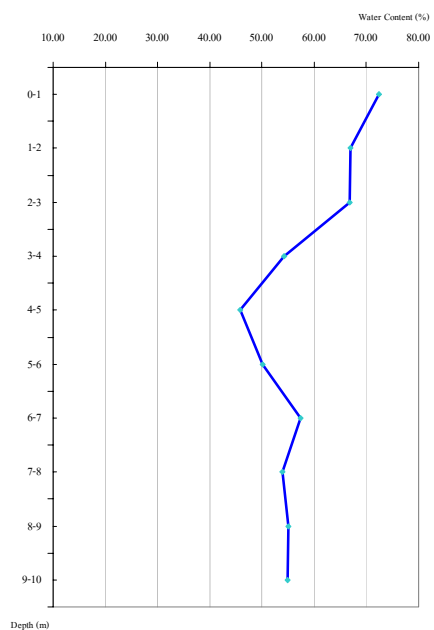
1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



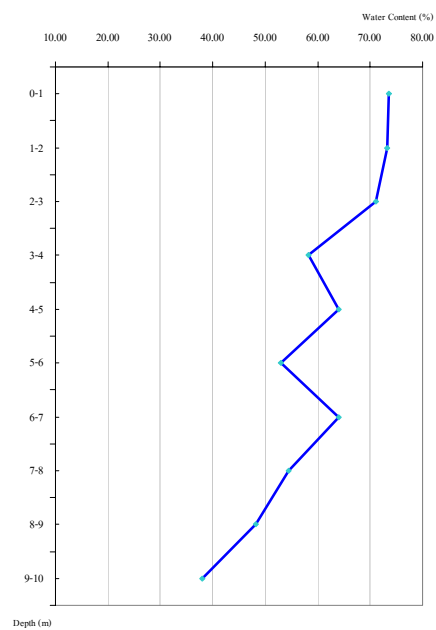
สถานีที่ 1



สถานีที่ 6

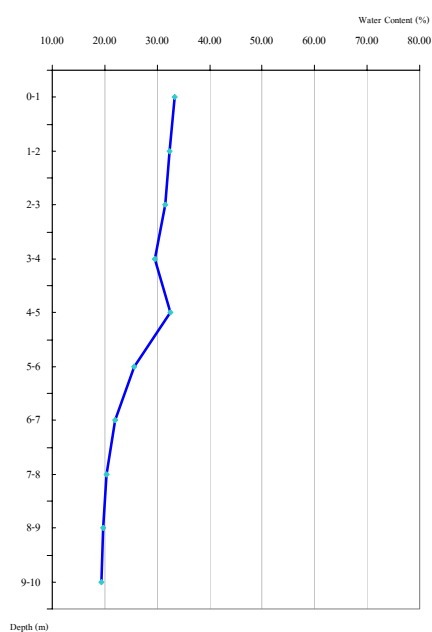


สถานีที่ 9

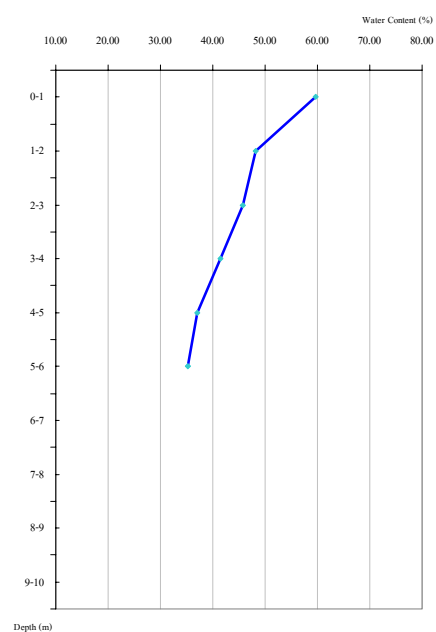


สถานีที่ 12

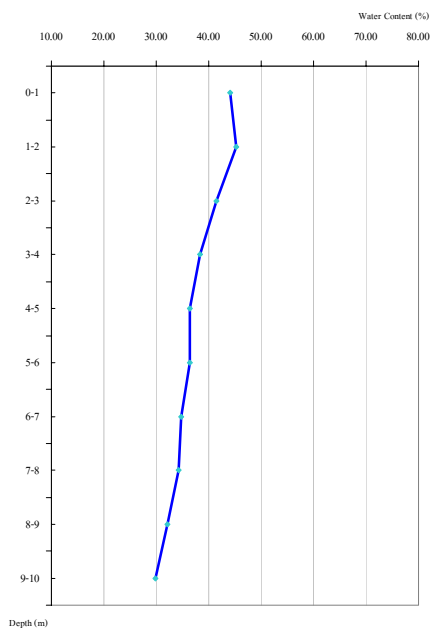
ภาพที่ 50 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



สถานีที่ 18



สถานีที่ 27



สถานีที่ 30

ภาพที่ 51 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

1.2 ขนาดอนุภาคดินตะกอน

ขนาดอนุภาคของดินตะกอน หรือ grain size เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสะสมของปริมาณโลหะหนัก กล่าวคือ ดินตะกอนที่มีความละเอียดสูง ($<63\ \mu\text{m}$) มักจะเป็นแหล่งที่มีปริมาณของสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายแล้วสูง และคุณสมบัติของโลหะหนักเอง มักจะเกาะติดอยู่กับสารอินทรีย์จึงทำให้การสะสมของโลหะหนักมักจะควบคู่ไปกับขนาดอนุภาคของดินตะกอนที่มีความละเอียดสูง ขนาดอนุภาคดินตะกอนสามารถจำแนกตามขนาด (grain size) หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยอาศัยตารางการจำแนกชนิดของดินตะกอนตามขนาด ตามวิธีของ Wentworth (Gray, 1981) ดังนี้

ตารางที่ 3 การจำแนกชนิดของดินตะกอนตามขนาดโดยวิธีของ Wentworth

ประเภทของตะกอน	ขนาดของตะกอน	
	มิลลิเมตร (mm)	ไมโครเมตร (μm)
Boulder	ใหญ่กว่า 256	
Cobble	256-64	
Pebble	64-4	
Granule	4-2	
Very coarse sand	2-1	2,000-1,000
Coarse sand	1-0.5	500-1,000
Medium sand	0.5-0.25	250-500
Fine sand	0.25-0.125	125-250
Very fine sand	0.125-0.063	63-125
Silt	0.063-0.004	63-4
Clay	เล็กกว่า 0.004	4

(ที่มา: จารุมาศ, 2548 อ้างถึง Grey, 1981)

1.2.1 การเปลี่ยนแปลงขนาดอนุภาคของดินตะกอนตามระยะเวลา

จากการเก็บตัวอย่างดินตะกอนมาวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคของดินตะกอนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร ตลอดทั้งลำน้ำ พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร (silt-clay) ยกเว้นบริเวณปากแม่น้ำในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 ซึ่งอยู่บริเวณดอนหอยหลอดจะมีขนาดอนุภาคของดินตะกอน 125-250 ไมโครเมตร จัดว่าเป็นตะกอนทรายละเอียด (fine sand) เป็นส่วนใหญ่ มีเศษของเปลือกหอยปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก และในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 4 5 11 17 18 19 21 และ 24 มีขนาดอนุภาคของดินตะกอนอยู่ในช่วงมากกว่า 1,000-125 ไมโครเมตร จัดว่าเป็นตะกอนทรายละเอียดจนถึงทรายหยาบ

จากการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินตะกอนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร ตลอดทั้งลำน้ำ พบว่า ดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร (silt-clay) ยกเว้นบริเวณปากแม่น้ำในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 2 และ 3 ซึ่งอยู่บริเวณดอนหอยหลอดจะมีขนาดอนุภาคของดินตะกอน 250-500 ไมโครเมตร (fine sand-medium sand) จัดว่าเป็นตะกอนทรายละเอียดเป็นส่วนใหญ่ มีเศษของเปลือกหอยปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก และในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 11 12 14 17 และ 24 มีขนาดอนุภาคของดินตะกอนอยู่ในช่วง 1,000-125 ไมโครเมตร จัดว่าเป็นตะกอนทรายละเอียดจนถึงทรายหยาบ (fine sand-coarse sand)

จากการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินตะกอนในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ที่ชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร ตลอดทั้งลำน้ำ พบว่า ดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร (silt-clay) ยกเว้นบริเวณปากแม่น้ำในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 ซึ่งอยู่บริเวณดอนหอยหลอดจะมีขนาดอนุภาคของดินตะกอน 125-250 ไมโครเมตร (fine sand) จัดว่าเป็นตะกอนทรายละเอียดมีเศษของเปลือกหอยปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก และในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 11 14 และ 22 มีขนาดอนุภาคของดินตะกอนอยู่ในช่วงมากกว่า 1,000-125 ไมโครเมตร (fine sand-very coarse sand) จัดว่าเป็นตะกอนทรายละเอียดจนถึงทรายหยาบ และจากผลการศึกษานี้สามารถบอกได้ว่าดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลองที่ชั้น 0-1 เซนติเมตร ส่วนใหญ่เป็นดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร (silt-clay) ยกเว้นบริเวณดอนหอยหลอดที่มีความเด่นชัดของสภาพดินตะกอนที่มีลักษณะเป็นทรายละเอียด (fine

sand) และทางตอนบนของแม่น้ำแม่กลองในช่วงปลายของจังหวัดราชบุรีจนถึงอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี มีลักษณะเป็นทรายหยาบปะปนอยู่

1.2.2 การเปลี่ยนแปลงขนาดของอนุภาคดินตะกอนตามระดับความลึก

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขนาดอนุภาคของดินตะกอนตามระดับความลึก มีการศึกษาทั้งสิ้น 3 ระดับความลึก คือ 0-1 1-2 และ 2-3 เซนติเมตร ของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 (ตารางผนวกที่ 9-ตารางผนวกที่ 11) เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 (ตารางผนวกที่ 12-ตารางผนวกที่ 14) และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 (ตารางผนวกที่ 15-ตารางผนวกที่ 17) จำนวนทั้งสิ้น 30 สถานี พบการเปลี่ยนแปลงขนาดอนุภาคดินตะกอนตามระดับความลึก ดังต่อไปนี้

เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 สถานีที่ 1 และ 2 ขนาดอนุภาคของดินตะกอนมีขนาด 125-250 ไมโครเมตรมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และมีการเพิ่มขึ้นของอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตรตามระดับความลึก (ภาพที่ 53)

สถานีที่ 3 ในดินชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร มีอนุภาคดินตะกอนขนาด 250-500 ไมโครเมตรมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงตามระดับความลึกซึ่งตรงข้ามกับอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร โดยจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 54)

สถานีที่ 4 ในชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตร มีอนุภาคดินตะกอนขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงตามระดับความลึก แต่ในดินชั้นที่ 1-2 และ 2-3 เซนติเมตร จะพบว่าอนุภาคตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร จะเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 54)

สถานีที่ 5 -13 พบว่ามีอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 55-ภาพที่ 59)

สถานีที่ 14 พบว่ามีอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ในชั้นผิวหน้า และจะมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก แต่จะมีอนุภาคตะกอนขนาด 125-250 ไมโครเมตร เพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 59)

สถานีที่ 15 และ 16 พบว่ามีอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มากกว่า 36 เปอร์เซ็นต์ และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกในสถานีที่ 16 แต่อนุภาคตะกอนขนาด 63-125 ไมโครเมตร จะลดลงตามระดับความลึก (ภาพที่ 60)

สถานีที่ 17 พบว่าอนุภาคของตะกอนมีขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร มีปริมาณมากกว่า 66 เปอร์เซ็นต์ และลดลงตามระดับความลึก แต่อนุภาคตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 61)

สถานีที่ 18 พบว่าอนุภาคของตะกอน มีขนาด 125-250 ไมโครเมตร มากกว่า 41 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก และอนุภาคตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ก็มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกเช่นกัน (ภาพที่ 61)

สถานีที่ 19 พบว่า อนุภาคของดินตะกอนมีขนาด 250-500 ไมโครเมตร ในปริมาณมากกว่า 62 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 62)

สถานีที่ 20 พบว่า อนุภาคของตะกอนมีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตรมีมากกว่า 55 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระดับความลึก และมีอนุภาคของตะกอนขนาด 63-125 ไมโครเมตร เพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 62)

สถานีที่ 21 และ 24 พบว่า อนุภาคของตะกอนมีขนาด 125-250 และ 63-125 ไมโครเมตร มีมากกว่า 32 และ 22 เปอร์เซ็นต์โดยมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก แต่ในสถานีที่ 24 มีอนุภาคตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มากขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 63)

สถานีที่ 25 26 27 และ 28 พบว่า อนุภาคของตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตรมีมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ โดยดินตะกอนมีความเป็นเนื้อเดียวกันของตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ตลอดทั้ง 3 ระดับความลึก (ภาพที่ 64 และภาพที่ 65)

สถานีที่ 29 พบว่า อนุภาคตะกอนขนาด 250-500 ไมโครเมตร มีมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์และมีการสะสมตัวของตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เพิ่มมากขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 66)



ลักษณะของตะแกรงร่อนขนาดต่าง ๆ



63-125 ไมโครเมตร



125-250 ไมโครเมตร



250-500 ไมโครเมตร



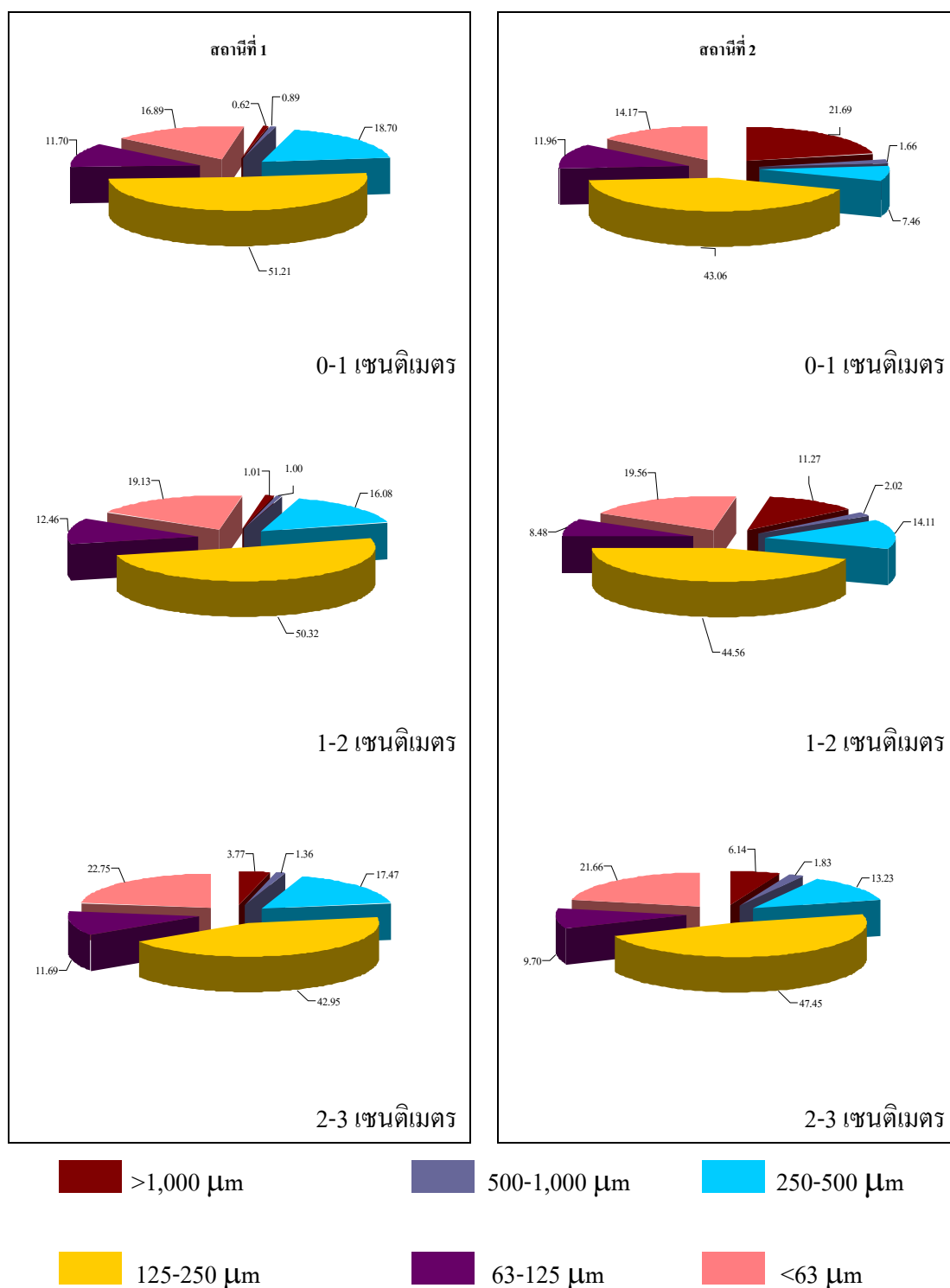
500-1,000 ไมโครเมตร



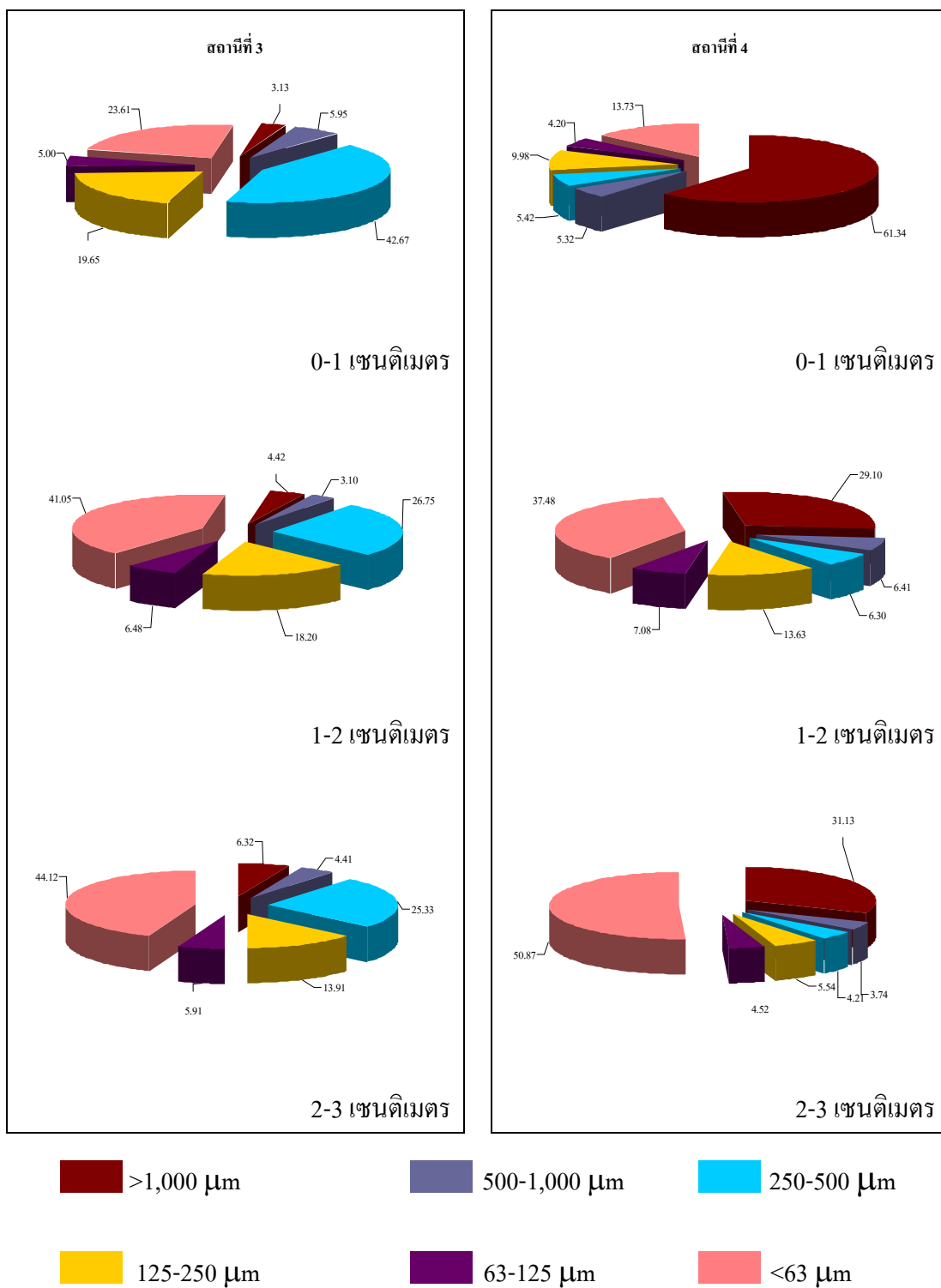
มากกว่า 1,000 ไมโครเมตร

ภาพที่ 52 ลักษณะดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ (สถานีที่ 1)

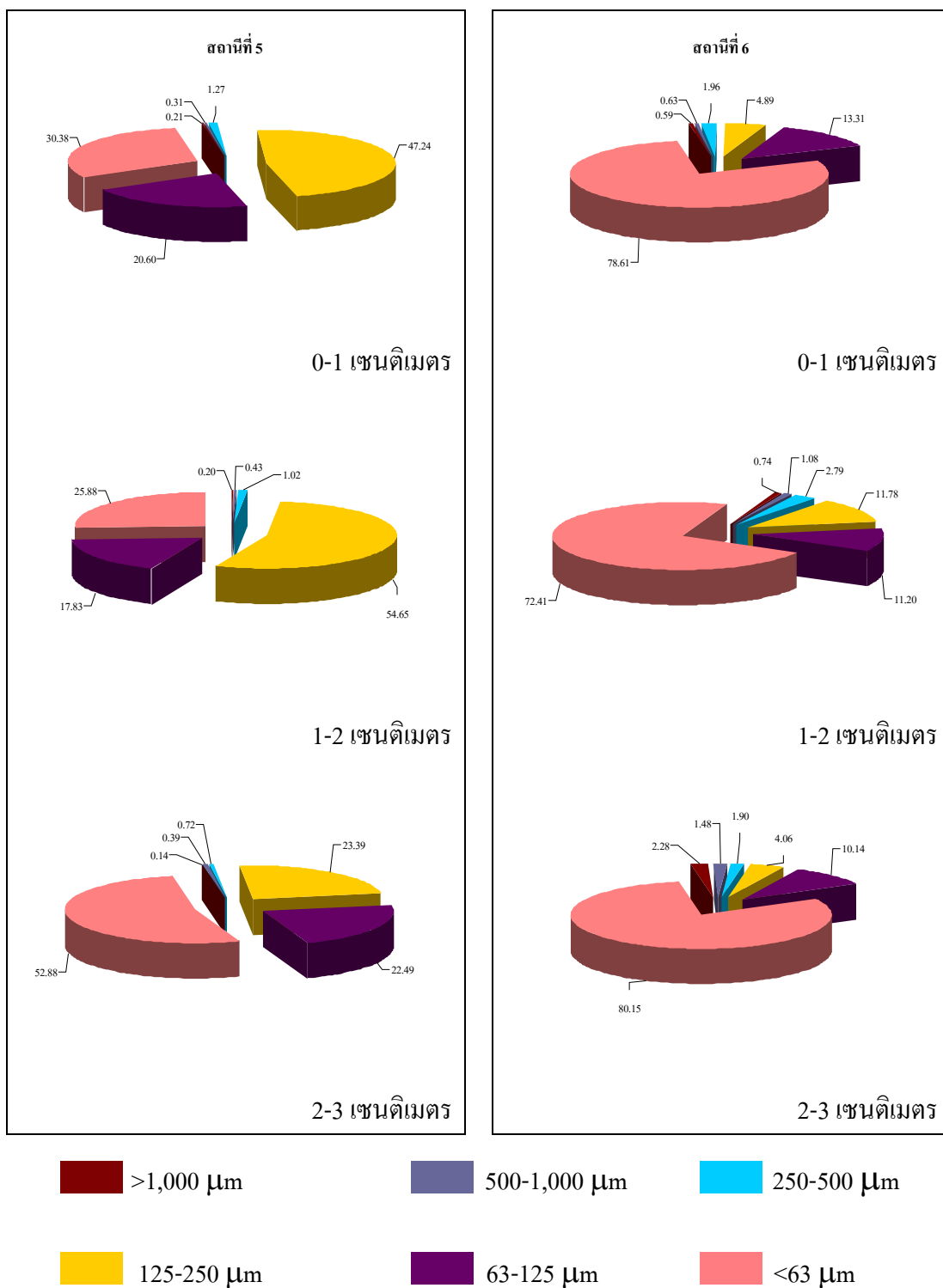
จากการศึกษาขนาดอนุภาคดินตะกอนทั้งหมดของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 สามารถสรุปภาพรวมได้ดังนี้



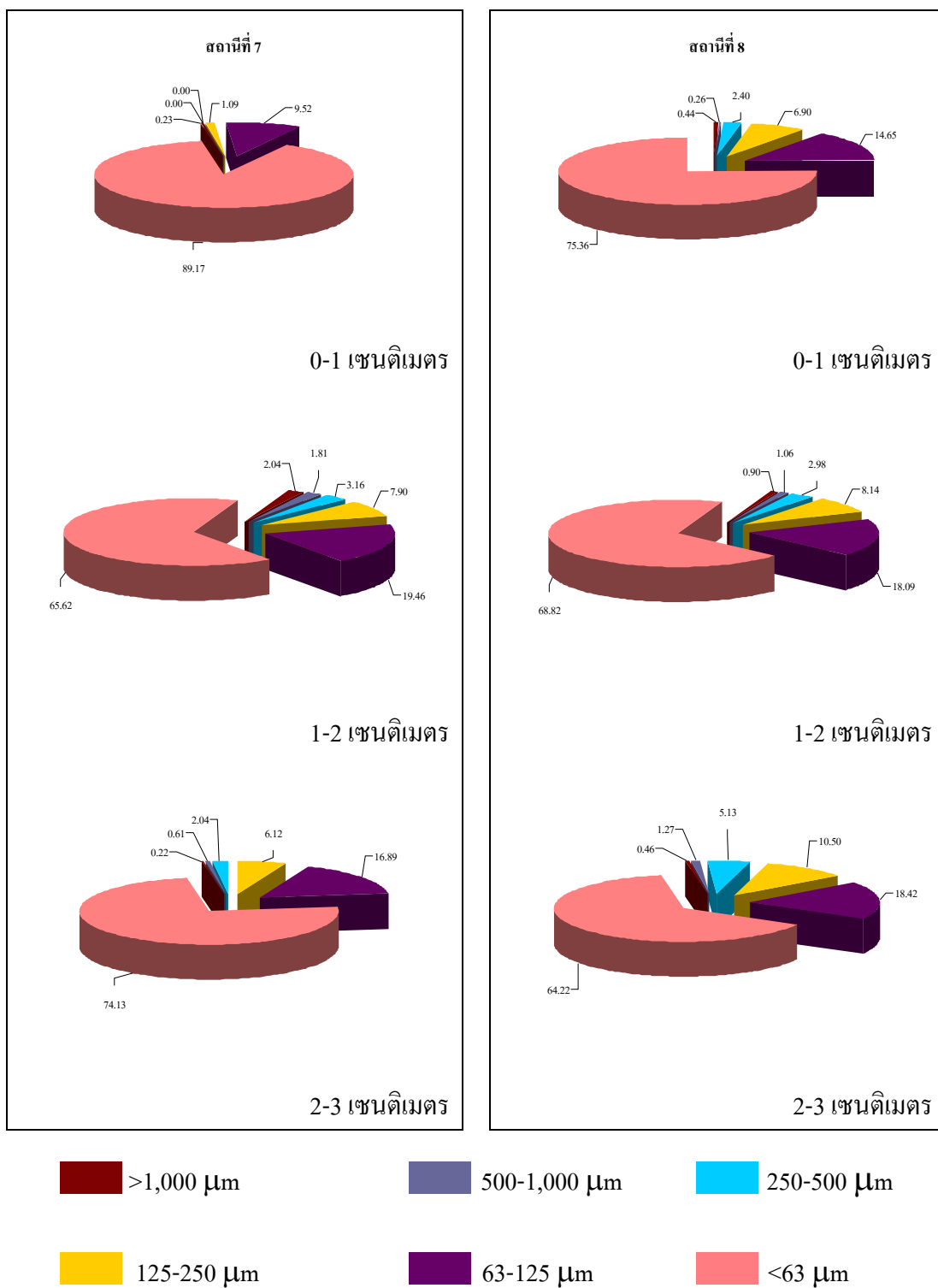
ภาพที่ 53 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 1 และ สถานีที่ 2 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



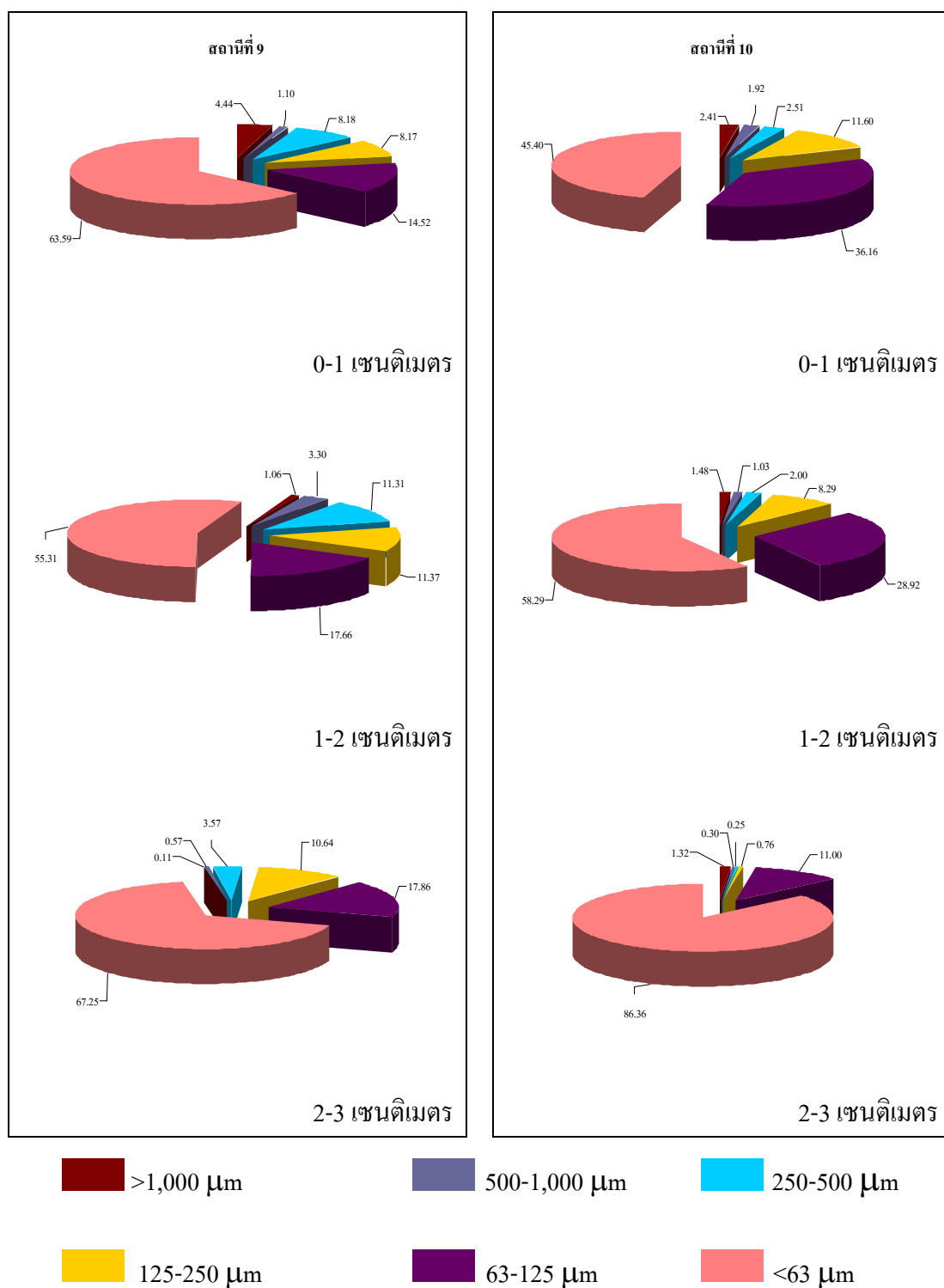
ภาพที่ 54 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 3 และ สถานีที่ 4 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



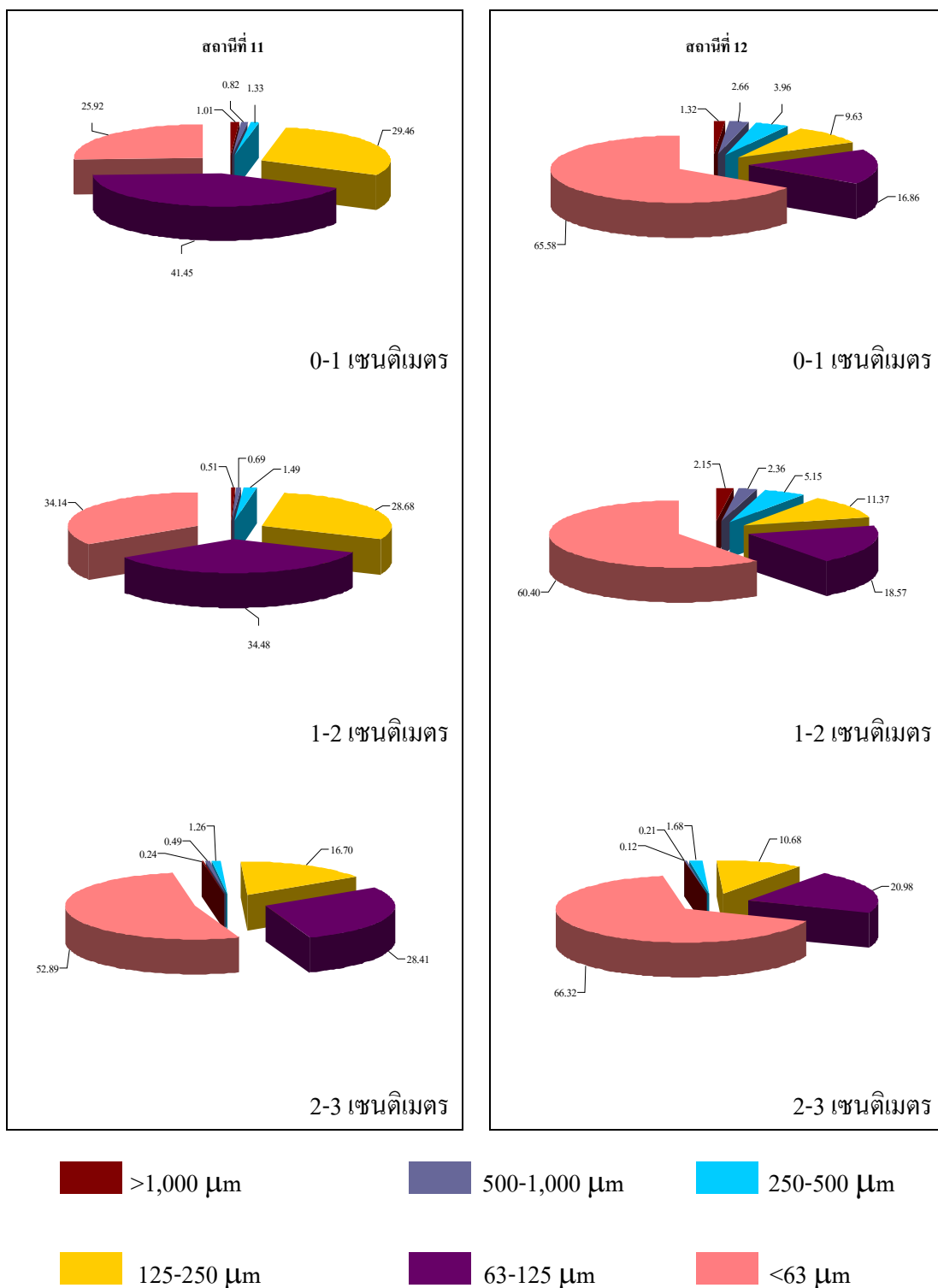
ภาพที่ 55 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 5 และ สถานีที่ 6 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



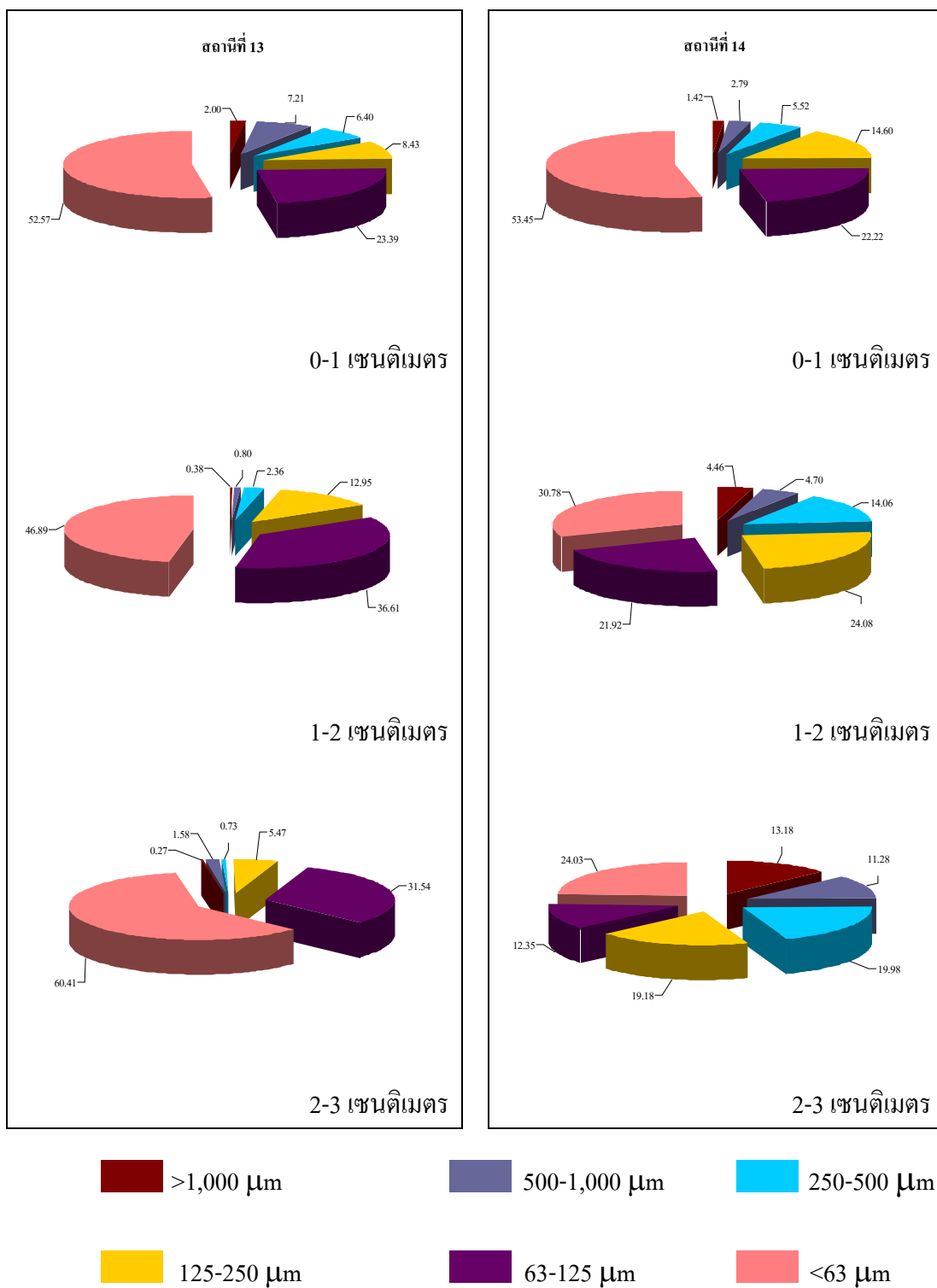
ภาพที่ 56 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 7 และ สถานีที่ 8 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



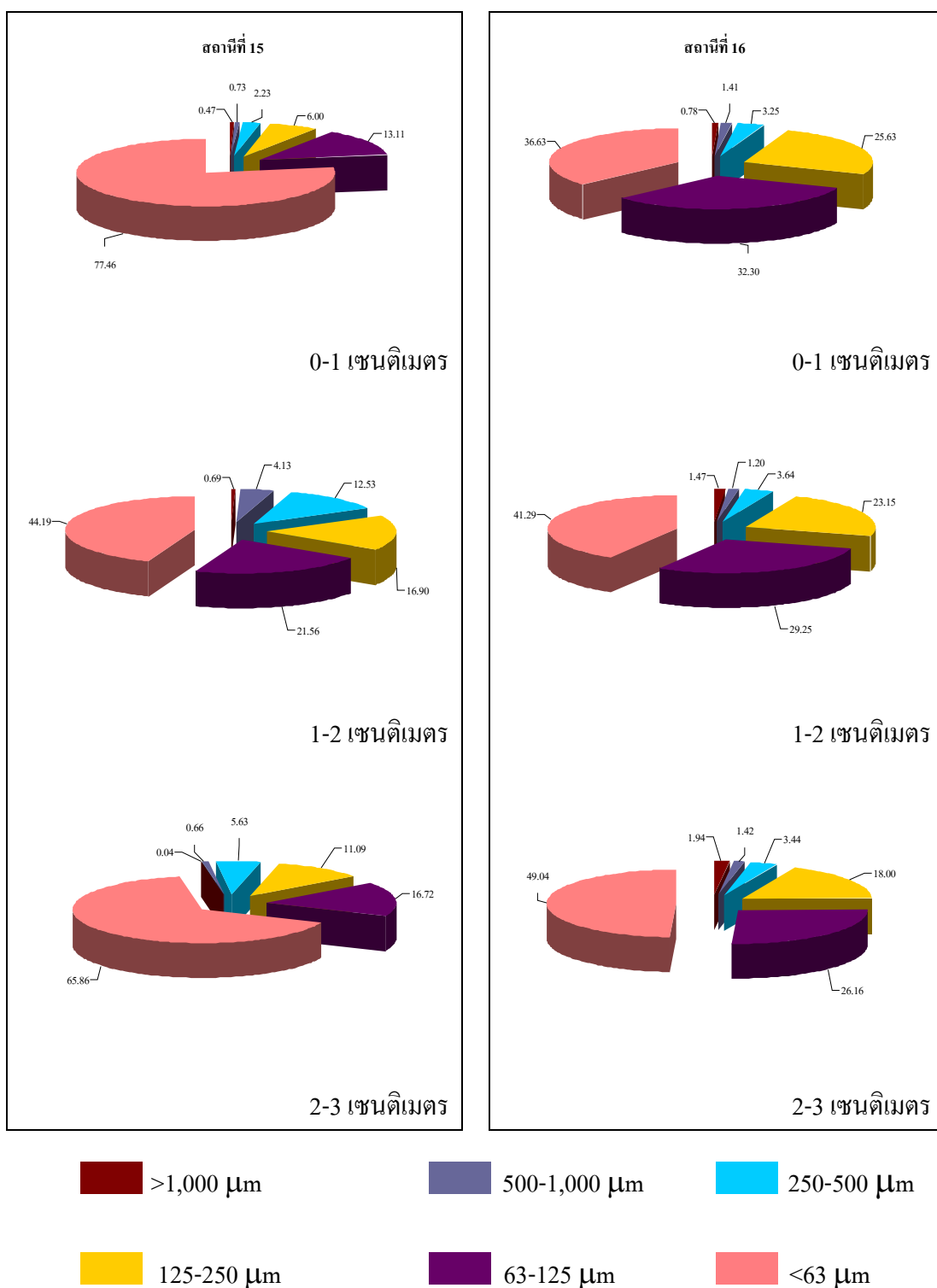
ภาพที่ 57 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 9 และสถานีที่ 10 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



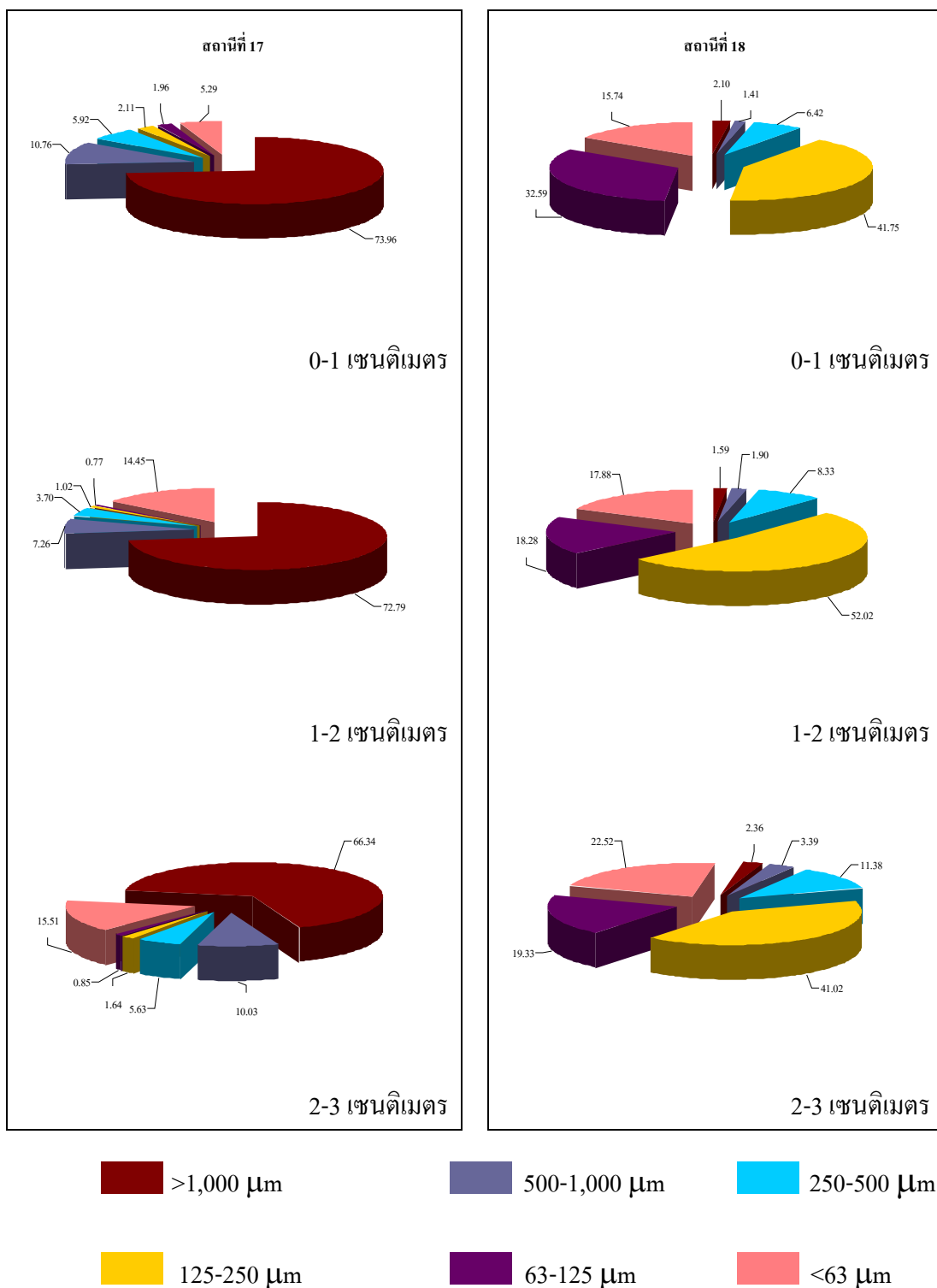
ภาพที่ 58 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 11 และสถานีที่ 12 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



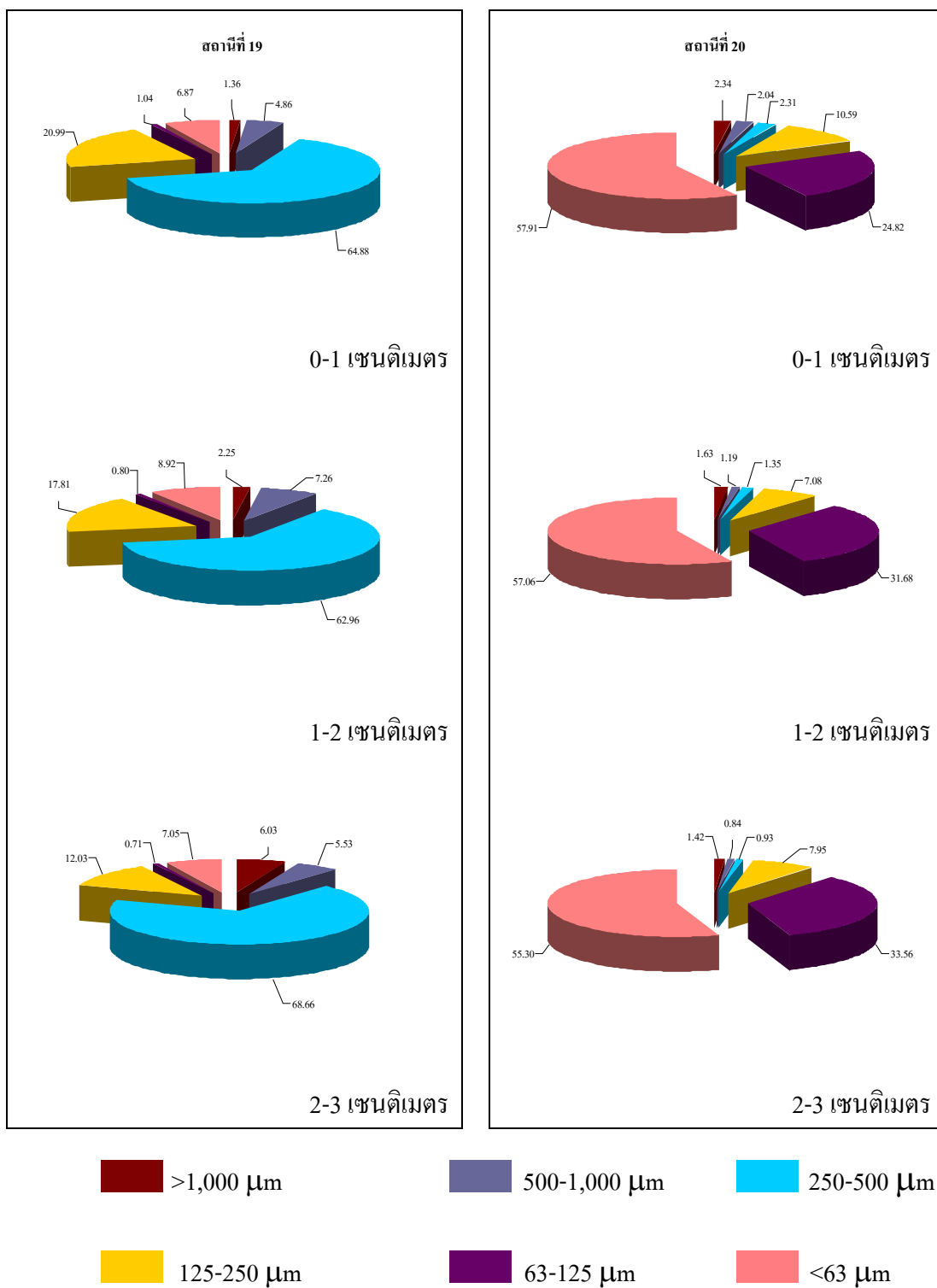
ภาพที่ 59 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 13 และสถานีที่ 14 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



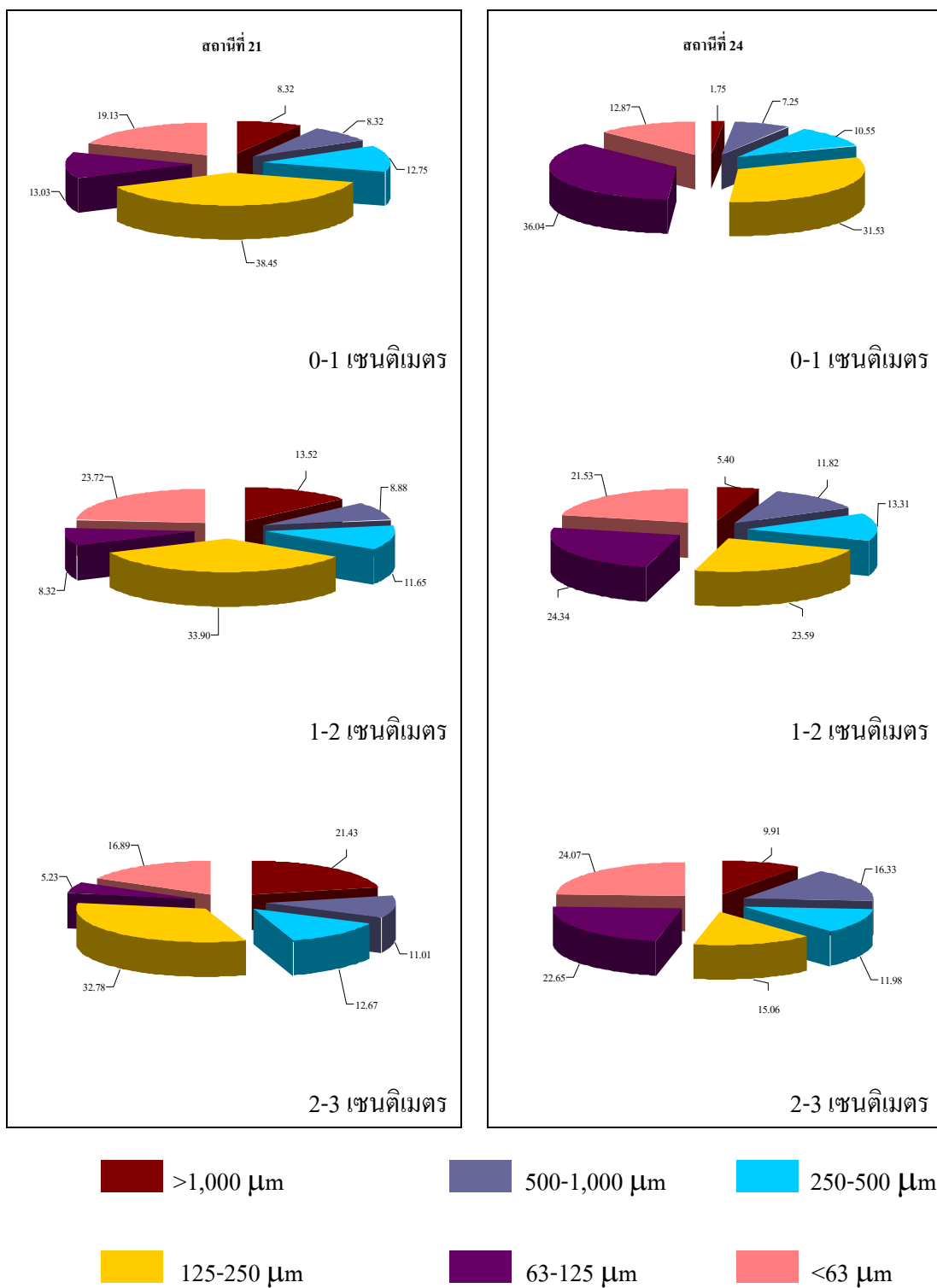
ภาพที่ 60 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 15 และสถานีที่ 16 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



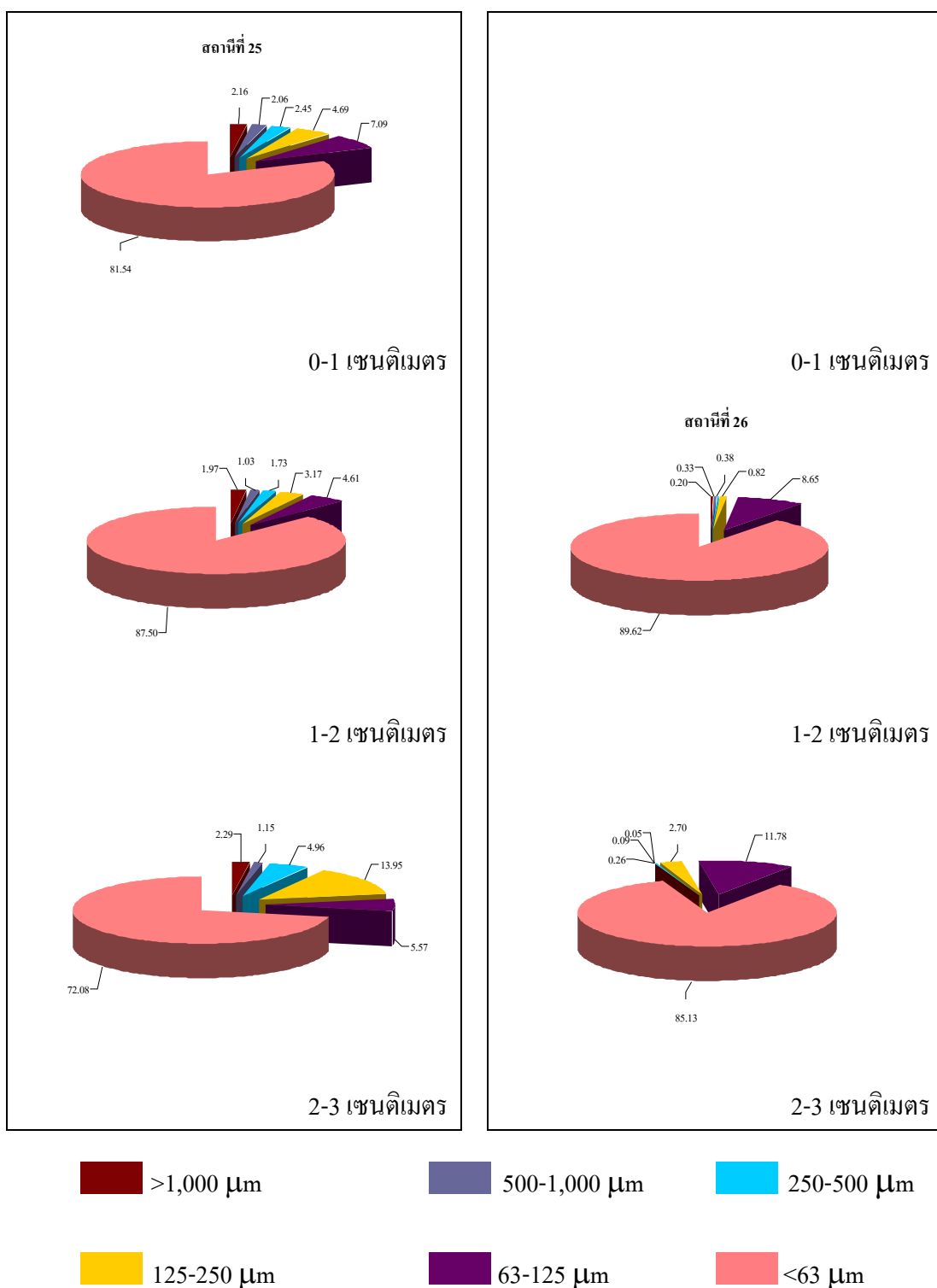
ภาพที่ 61 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 17 และสถานีที่ 18 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



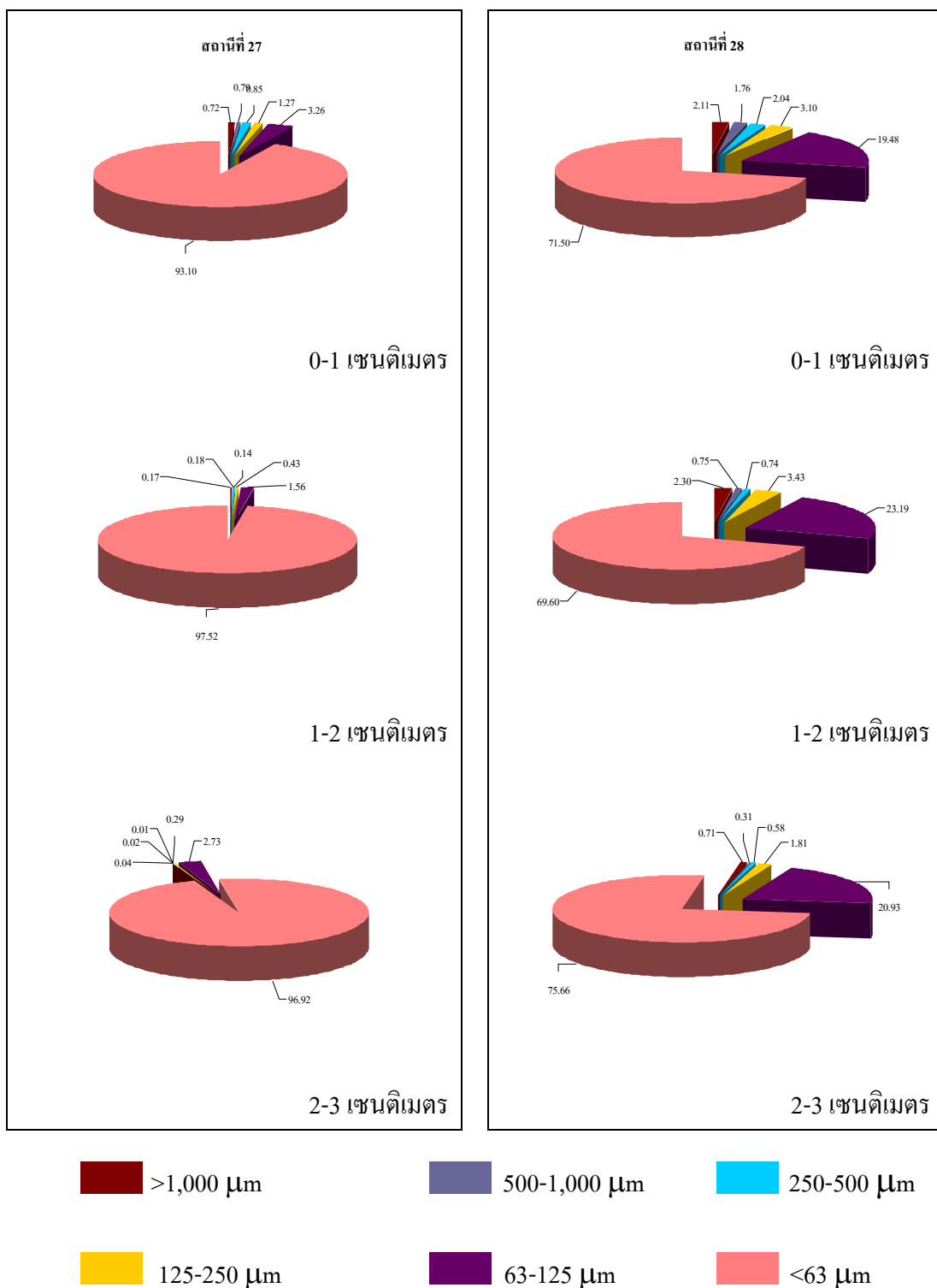
ภาพที่ 62 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 19 และสถานีที่ 20 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



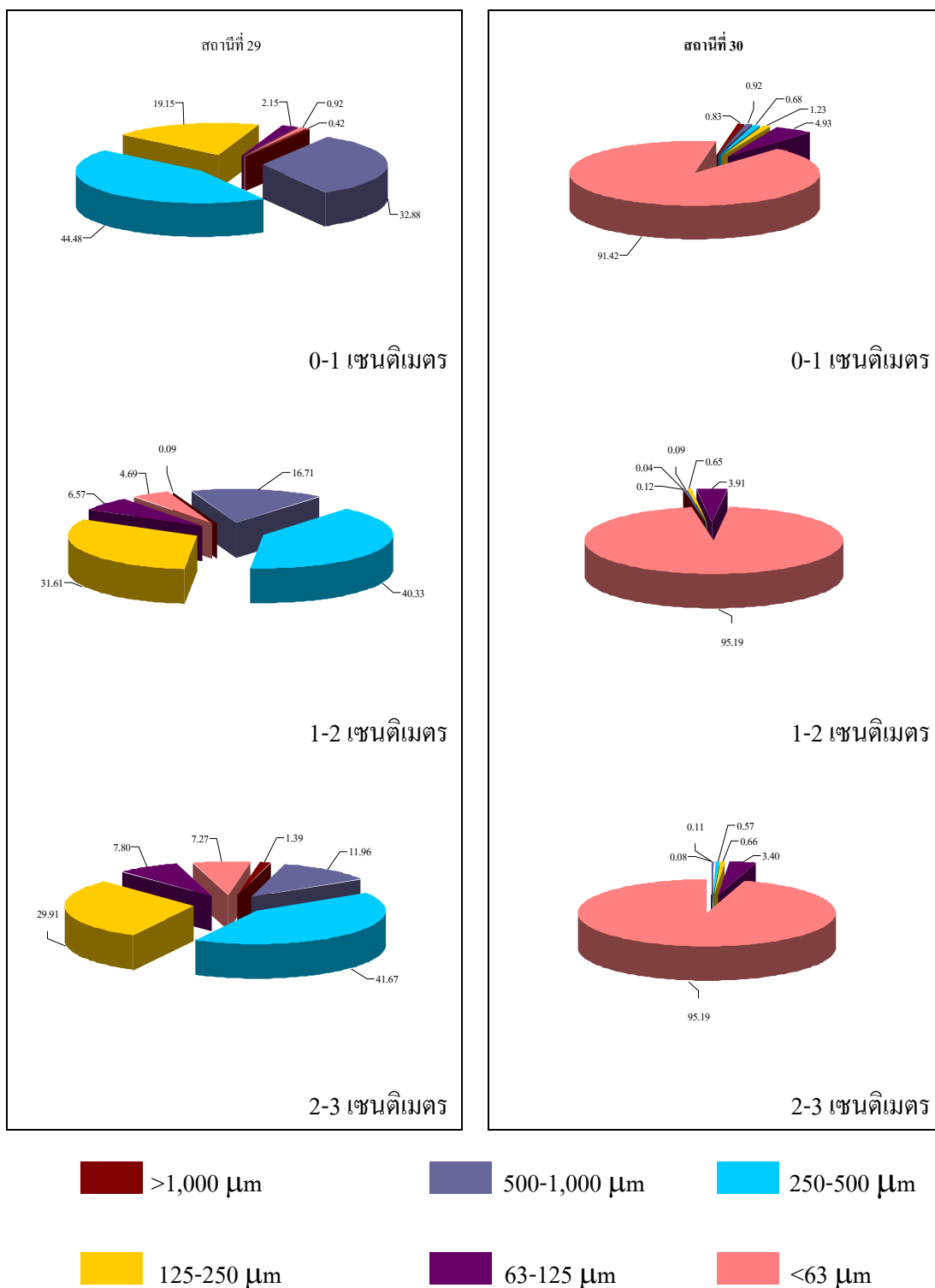
ภาพที่ 63 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 21 และสถานีที่ 24 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



ภาพที่ 64 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 25 และสถานีที่ 26 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



ภาพที่ 65 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 27 และสถานีที่ 28 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



ภาพที่ 66 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 29 และสถานีที่ 30 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

สำหรับในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 สถานีที่ 1 2 และ 3 พบขนาดอนุภาคดินตะกอนขนาด 125-500 ไมโครเมตร มีมากกว่า 26 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก แต่อนุภาคตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 67 และภาพที่ 68)

สถานีที่ 4 พบว่า ขนาดอนุภาคขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีมากกว่า 63 เปอร์เซ็นต์ แต่จะมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก (ภาพที่ 68)

สถานีที่ 5 พบว่า ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร มีอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มากกว่า 46 เปอร์เซ็นต์ แต่ในชั้นที่ 1-2 และ 2-3 เซนติเมตร พบอนุภาคขนาด 125-250 ไมโครเมตรมีมากกว่า 43 เปอร์เซ็นต์ และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 69)

สถานีที่ 6 7 8 9 และ 10 พบอนุภาคดินตะกอนเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีมากกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ และจะมีปริมาณใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระดับความลึก (ภาพที่ 69-ภาพที่ 71)

สถานีที่ 11 พบอนุภาคดินตะกอนขนาด 125-250 ไมโครเมตร มีมากกว่า 56 เปอร์เซ็นต์ ในชั้นผิวและจะมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก ตรงข้ามกับอนุภาคของตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 72)

สถานีที่ 12 พบว่า อนุภาคของดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาด 125-เล็กกว่า 63 ไมโครเมตร โดยที่มีปริมาณของอนุภาคดินตะกอนขนาด 63-125 ไมโครเมตร สลับกับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ตามระดับความลึก (ภาพที่ 72)

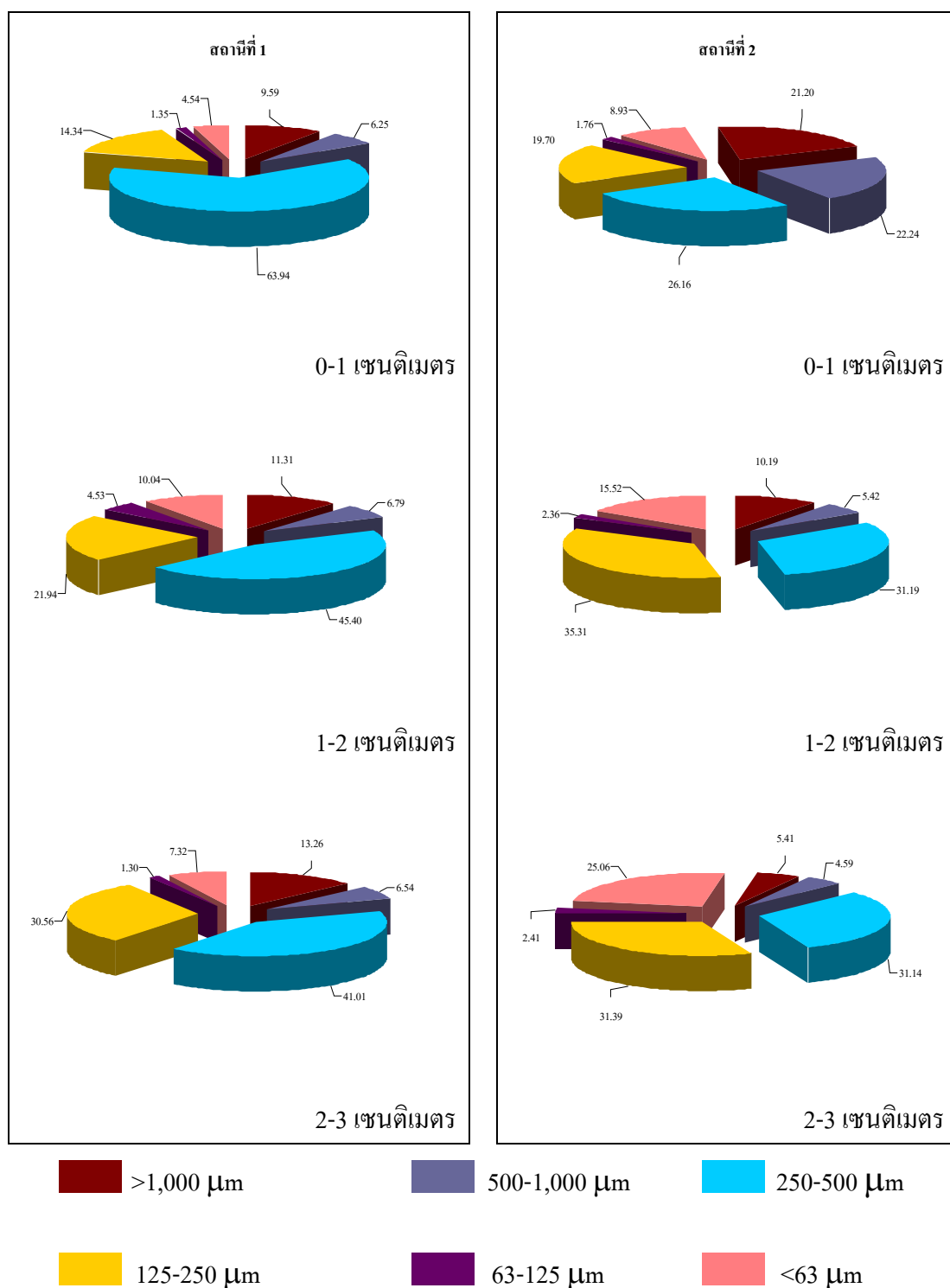
สถานีที่ 13 14 15 16 และ 17 พบว่า มีอนุภาคขนาด 125-250 63-125 และเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร จะมีปริมาณมากขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 73-ภาพที่ 75)

สถานีที่ 20 พบว่า มีอนุภาคขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ และมีปริมาณใกล้เคียงกันตามระดับความลึก (ภาพที่ 75)

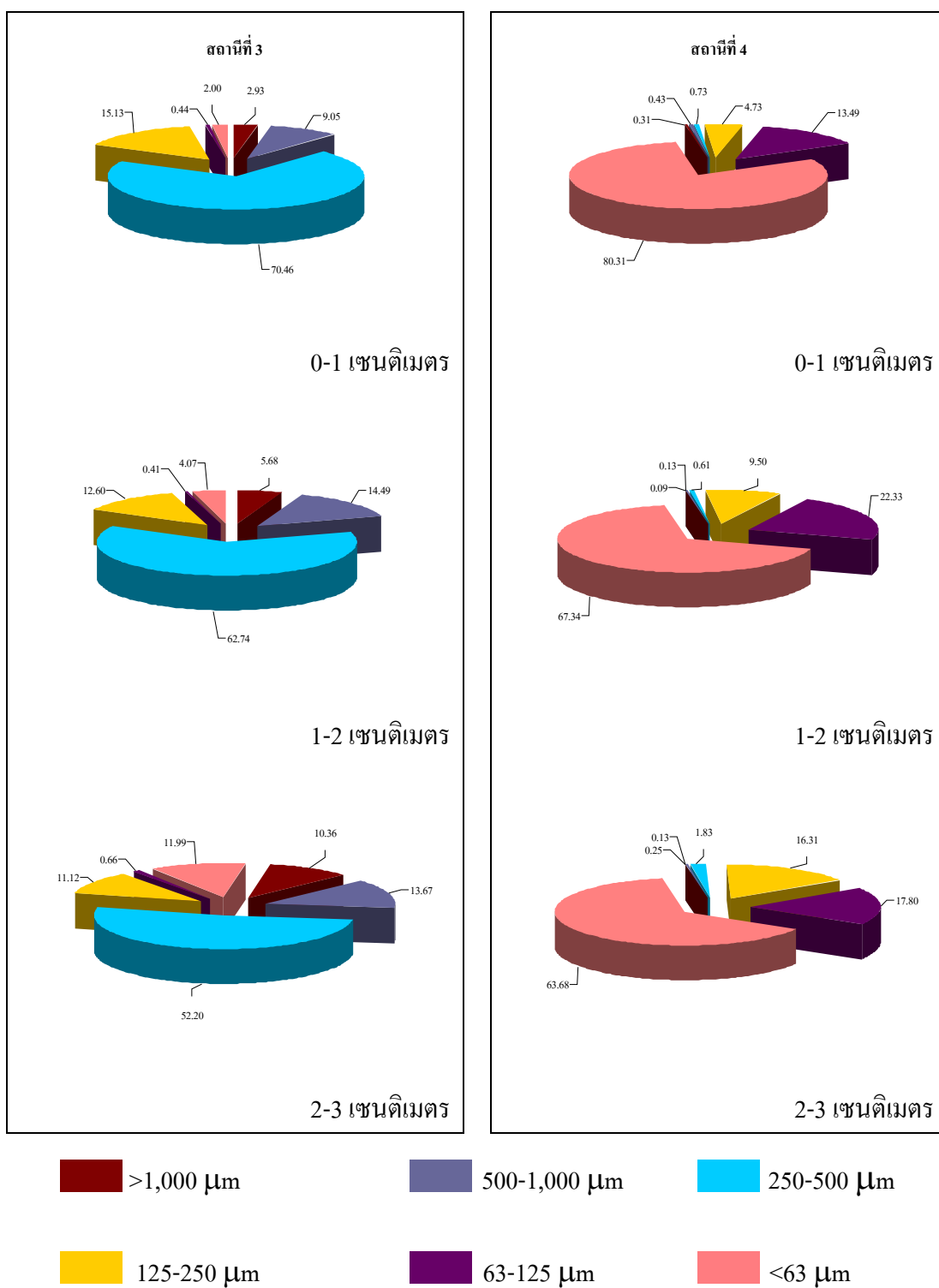
สถานีที่ 24 พบว่า ในชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตร มีอนุภาคนขนาด 63-125 ไมโครเมตร มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ในชั้นผิวแต่จะมีปริมาณของอนุภาคดินตะกอนขนาดต่าง ๆ ใกล้เคียงกันมากขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 76)

สถานีที่ 25 และ 26 พบว่า มีอนุภาคนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 90) โดยมีปริมาณใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระดับความลึก (ภาพที่ 76 และภาพที่ 77)

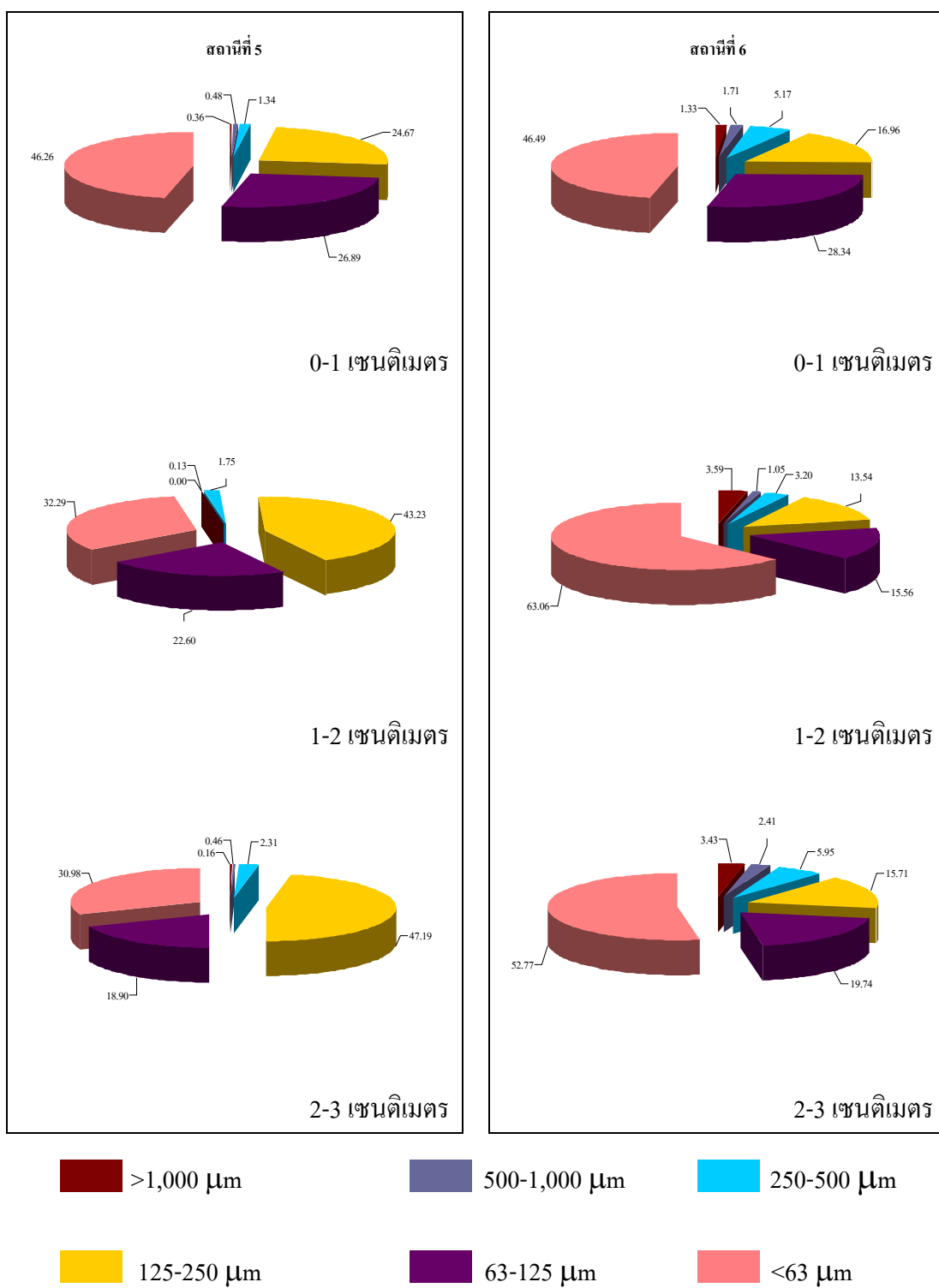
จากการศึกษาครั้งนี้ โดยภาพรวมพบว่า บริเวณปากแม่น้ำ ส่วนใหญ่จะมีอนุภาคนขนาด 125-500 ไมโครเมตร ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของทรายเนื้อละเอียด และจะมีอนุภาคนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ในปริมาณที่มากขึ้น เมื่อเข้าสู่ลำน้ำ จนมีปริมาณสูงสุดที่สถานีเก็บตัวอย่างที่ 25 และ 26 แสดงดังภาพต่อไปนี้



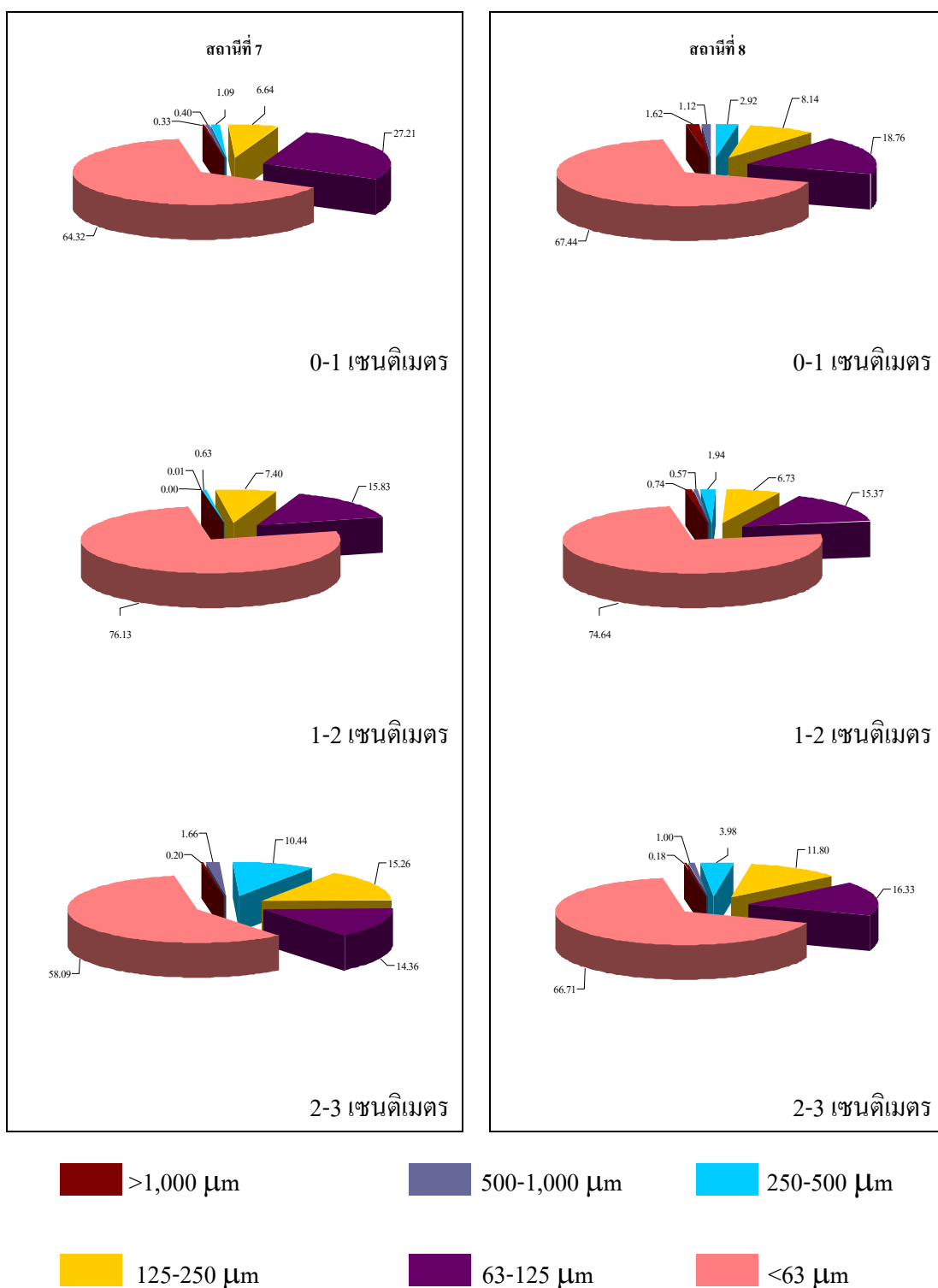
ภาพที่ 67 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 1 และ สถานีที่ 2 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



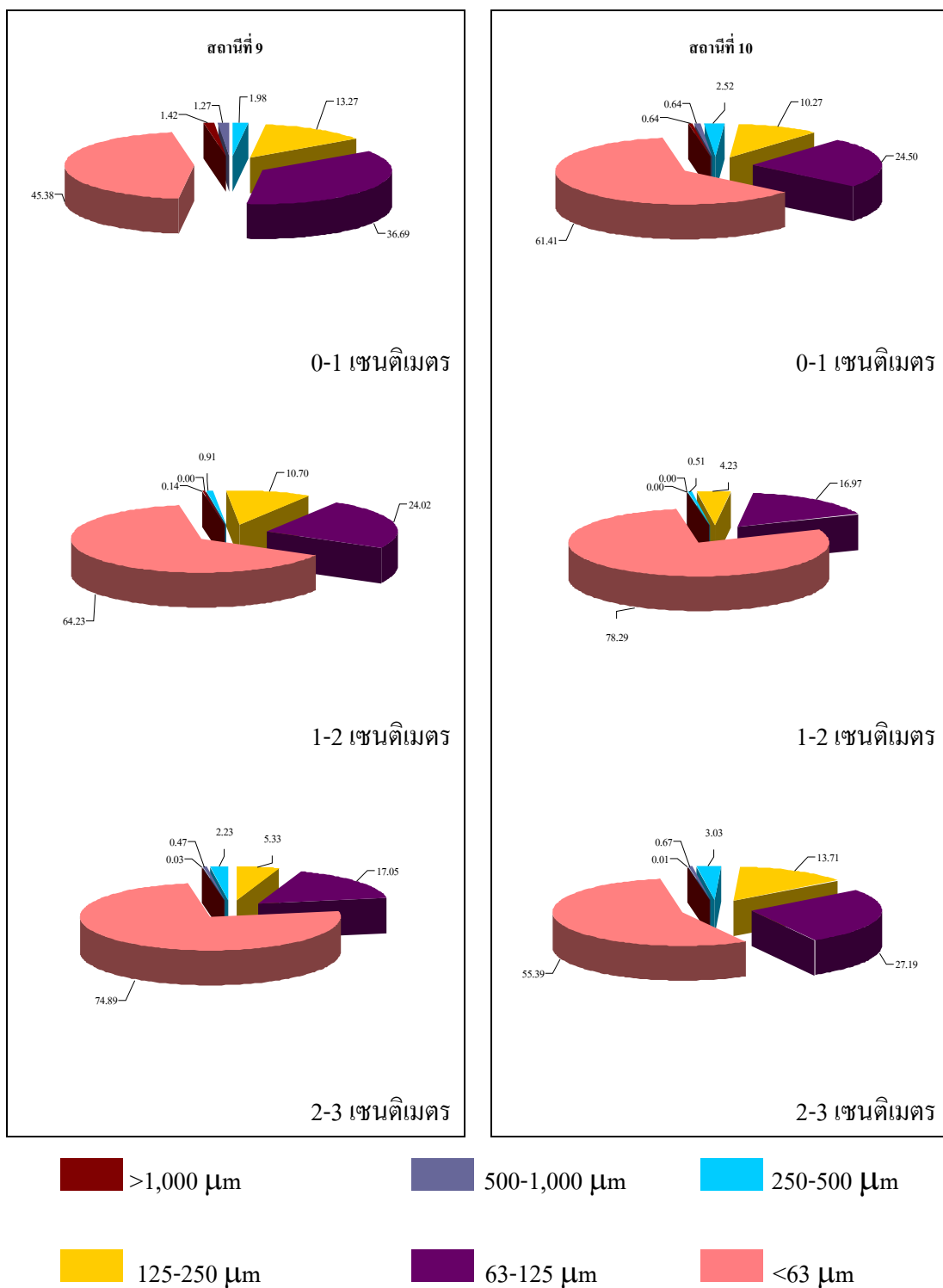
ภาพที่ 68 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 3 และสถานีที่ 4 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



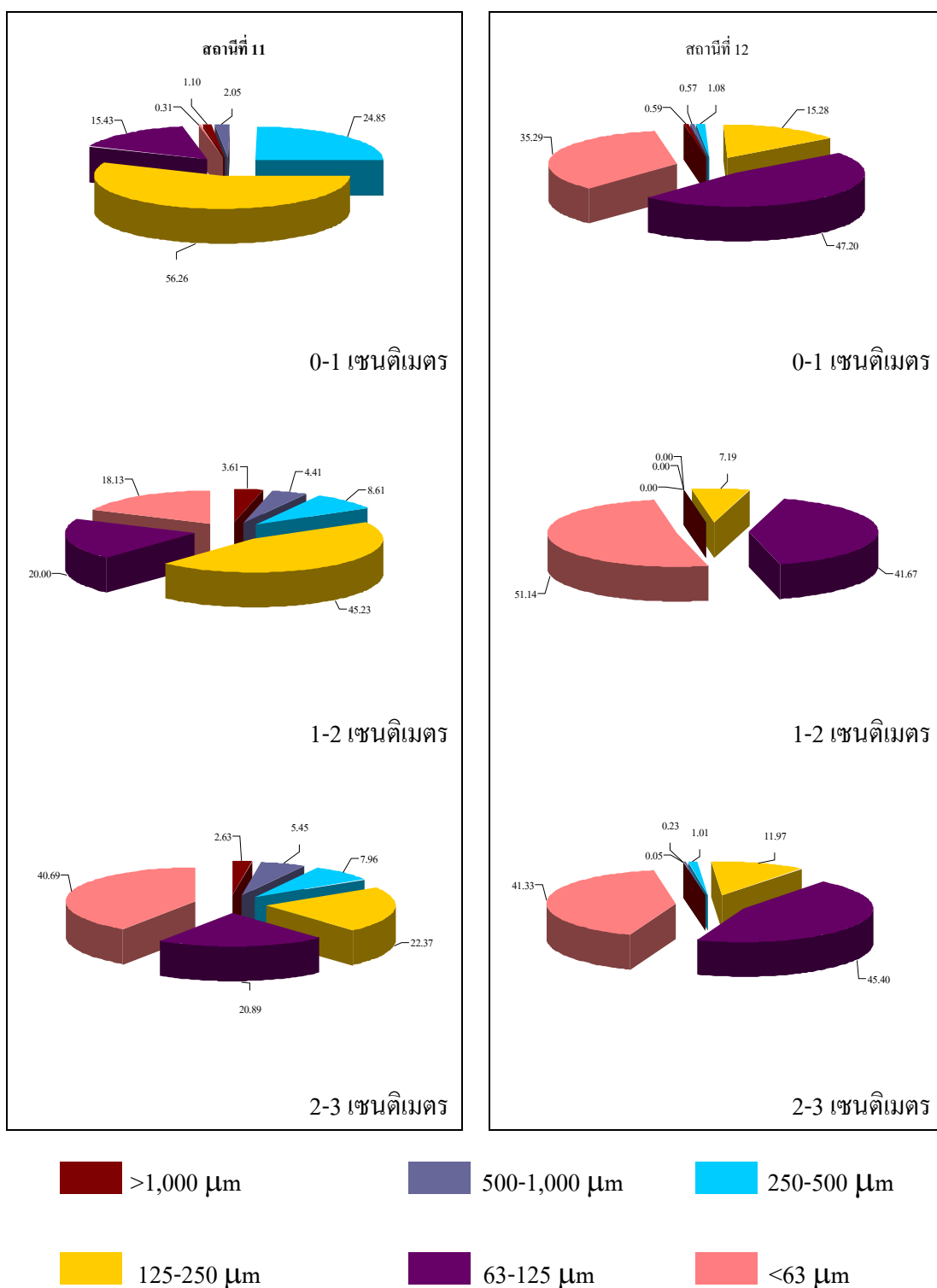
ภาพที่ 69 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 5 และสถานีที่ 6 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



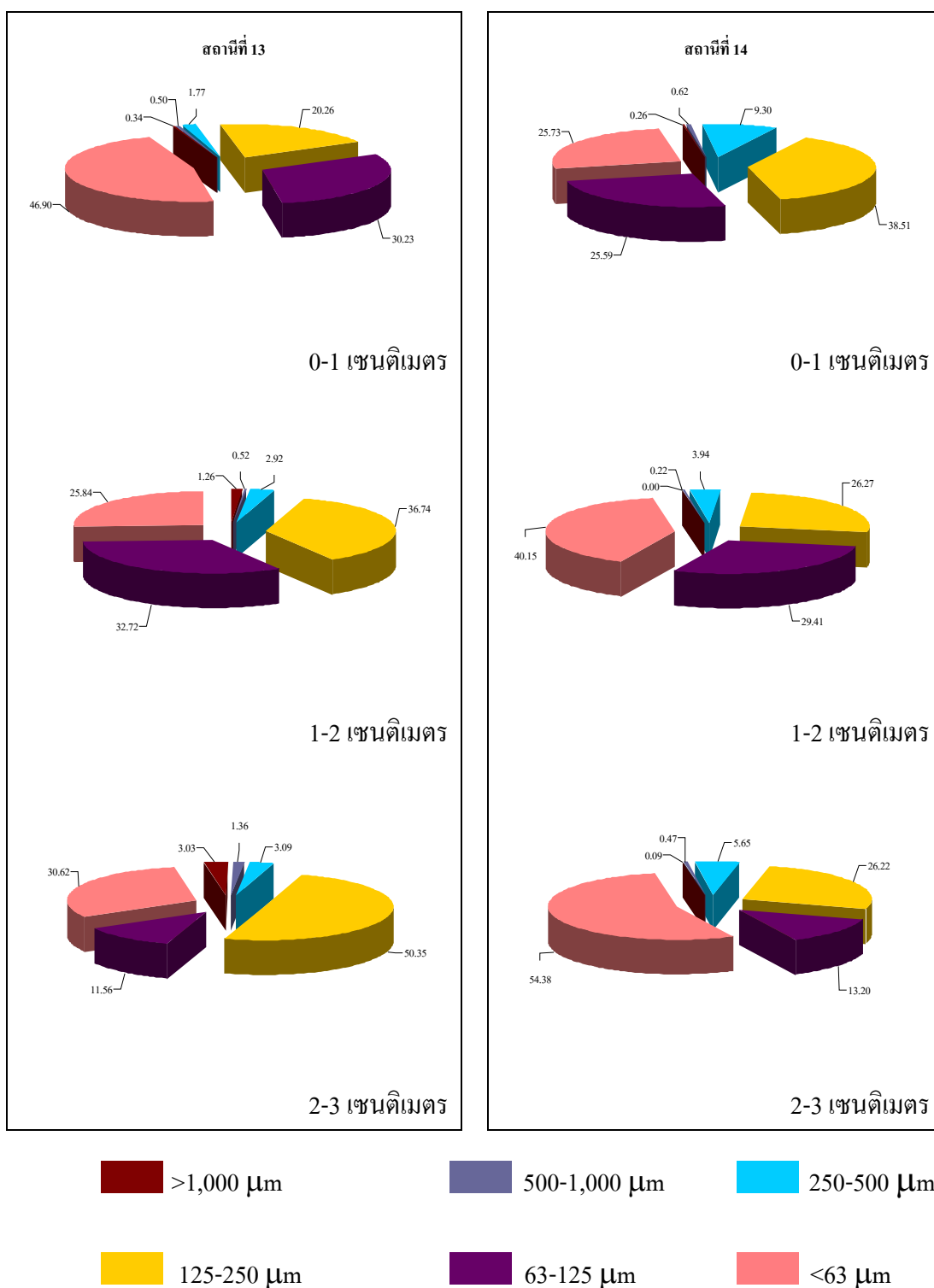
ภาพที่ 70 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 7 และ สถานีที่ 8 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



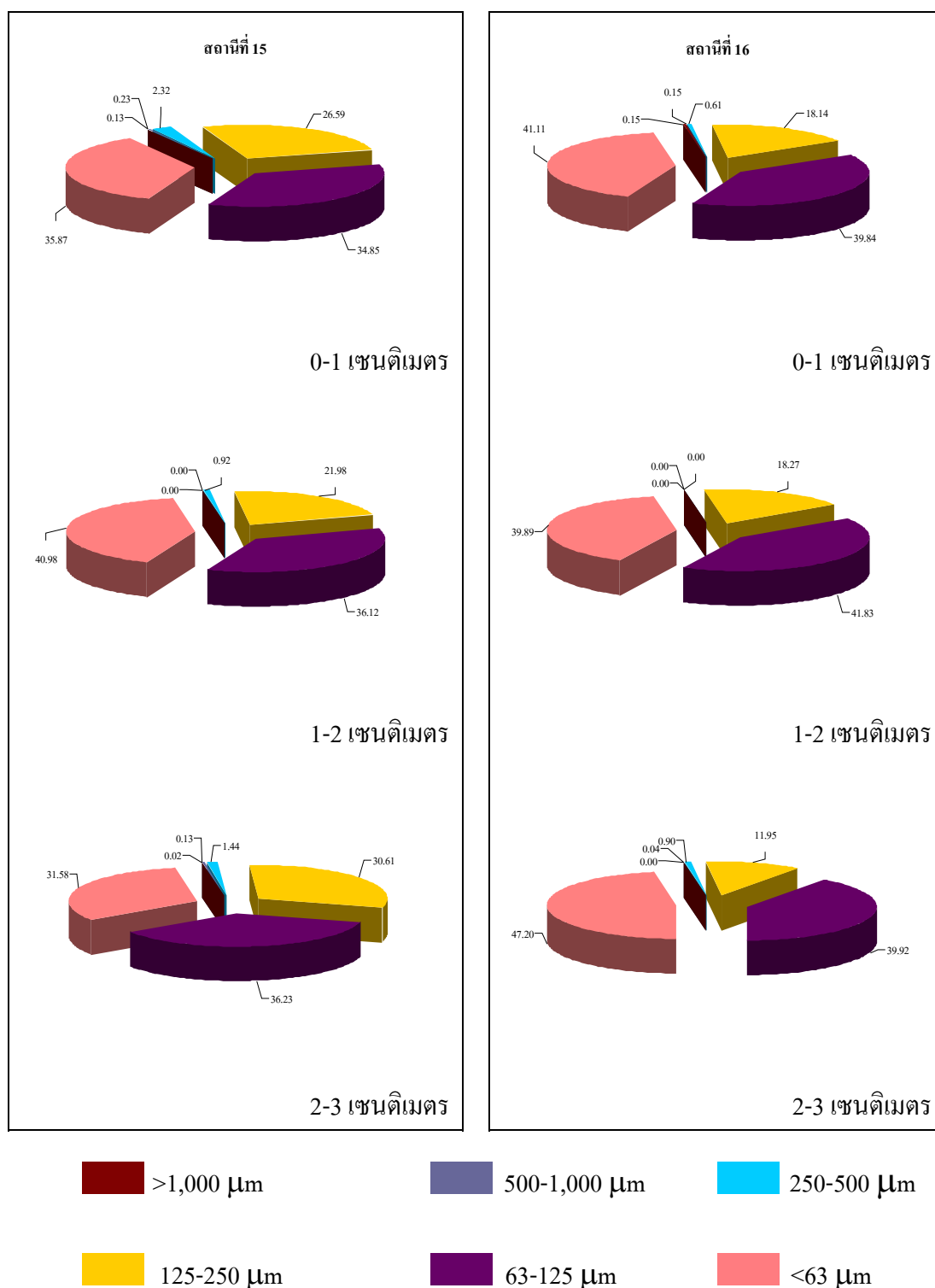
ภาพที่ 71 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 9 และ สถานีที่ 10 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



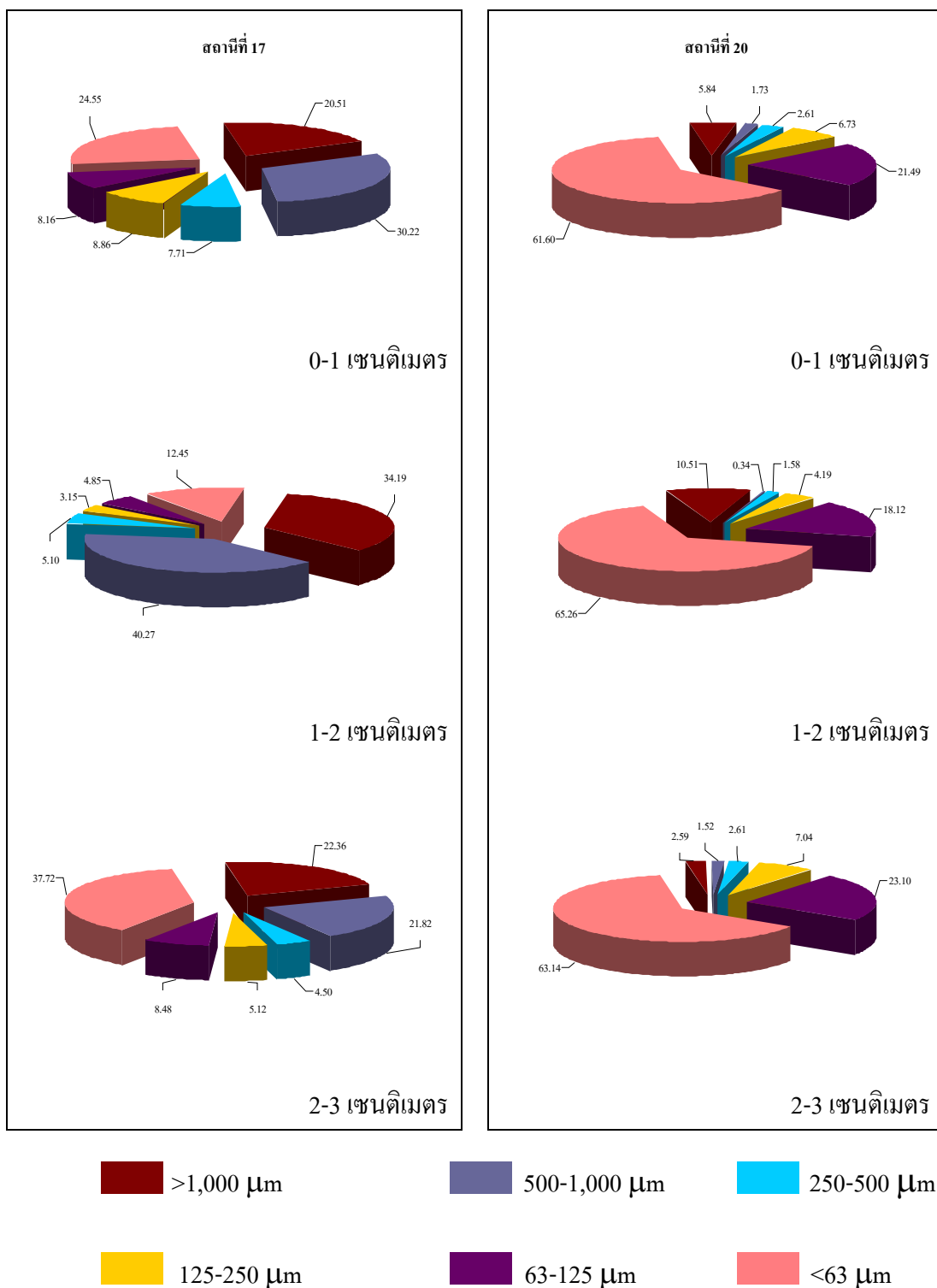
ภาพที่ 72 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 11 และ สถานีที่ 12 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



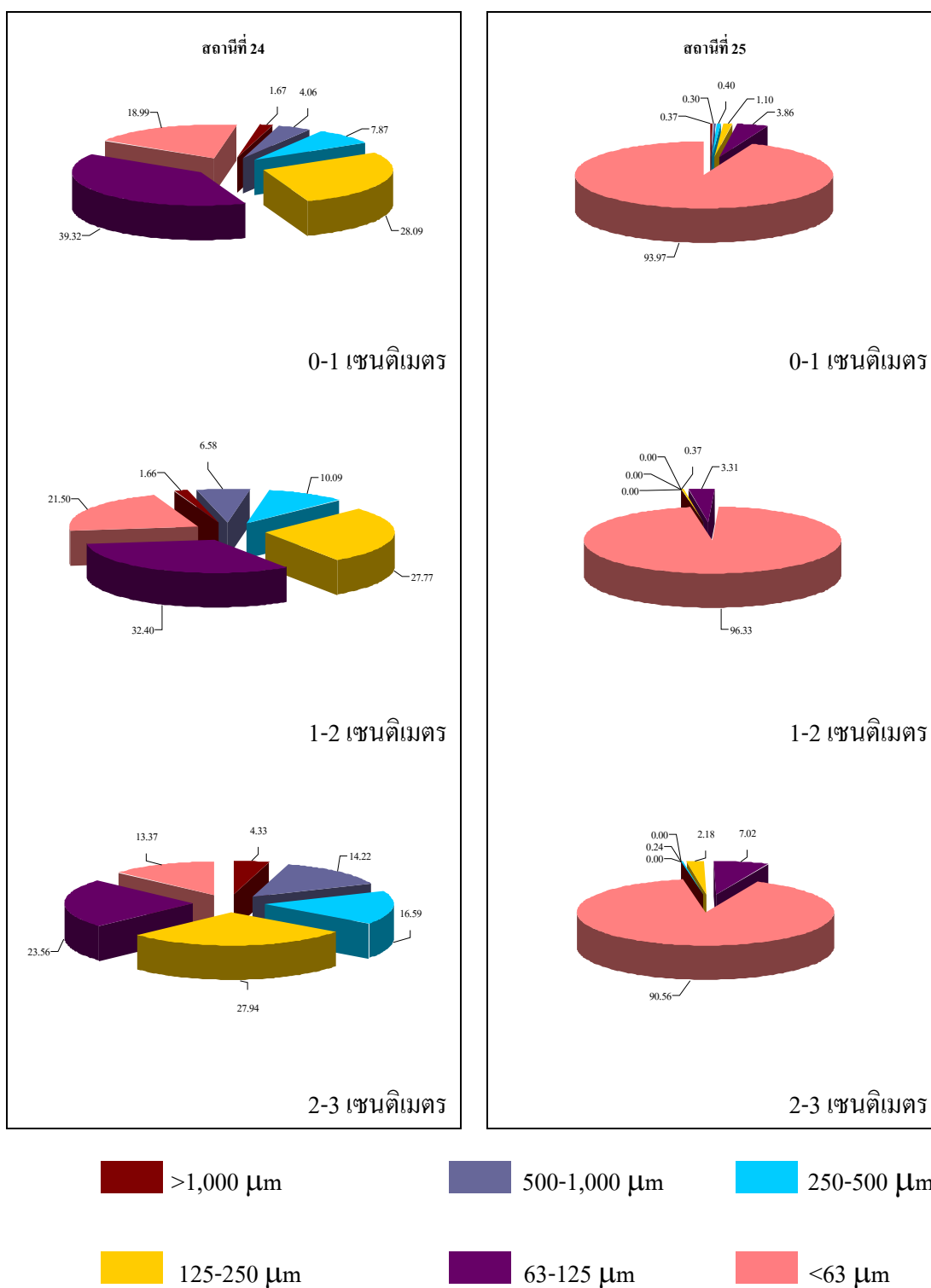
ภาพที่ 73 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 13 และสถานีที่ 14 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



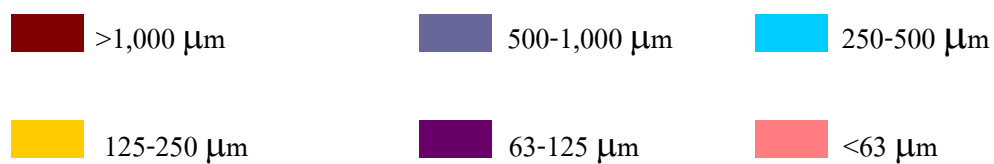
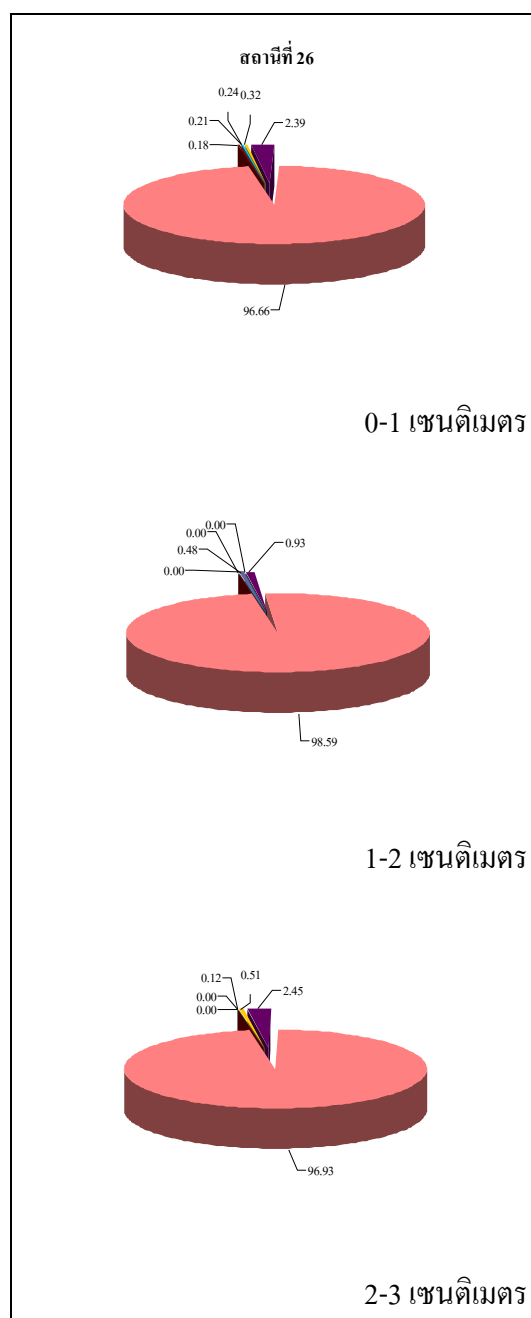
ภาพที่ 74 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 15 และสถานีที่ 16 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



ภาพที่ 75 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 17 และสถานีที่ 20 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



ภาพที่ 76 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 24 และสถานีที่ 25 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



ภาพที่ 77 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 26 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 พบว่า ในสถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 13 มีปริมาณของอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ แต่ดินตะกอนชั้นผิวหน้าในสถานีที่ 1 และสถานีที่ 2 จะมีปริมาณตะกอนขนาด 125-250 ไมโครเมตร มากกว่า 38 เปอร์เซ็นต์ และสถานีภายในลำน้ำจะมีปริมาณของอนุภาคดินตะกอนขนาด 125-250 ไมโครเมตร ลดลง (ภาพที่ 78)

สถานีที่ 14 พบว่า อนุภาคของดินตะกอนมีขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ และมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก ต่างจากอนุภาคตะกอนขนาด 63-125 และเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 78-ภาพที่ 84)

สถานีที่ 15 พบว่า มีอนุภาคของดินตะกอนขนาด 125-250 63-125 และเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ โดยอนุภาคขนาด 125-250 ไมโครเมตร มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก แต่อนุภาคดินตะกอนขนาด 63-125 และเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีปริมาณลดลงตามระดับความลึก (ภาพที่ 85)

สถานีที่ 16 17 และ 18 พบว่า มีอนุภาคของดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 55) และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 85-ภาพที่ 86)

สถานีที่ 19 พบว่า ตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 63 ไมโครเมตรมากกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก แต่ดินตะกอนในชั้นที่ 1-2 และ 2-3 เซนติเมตร มีอนุภาคขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ภาพที่ 87)

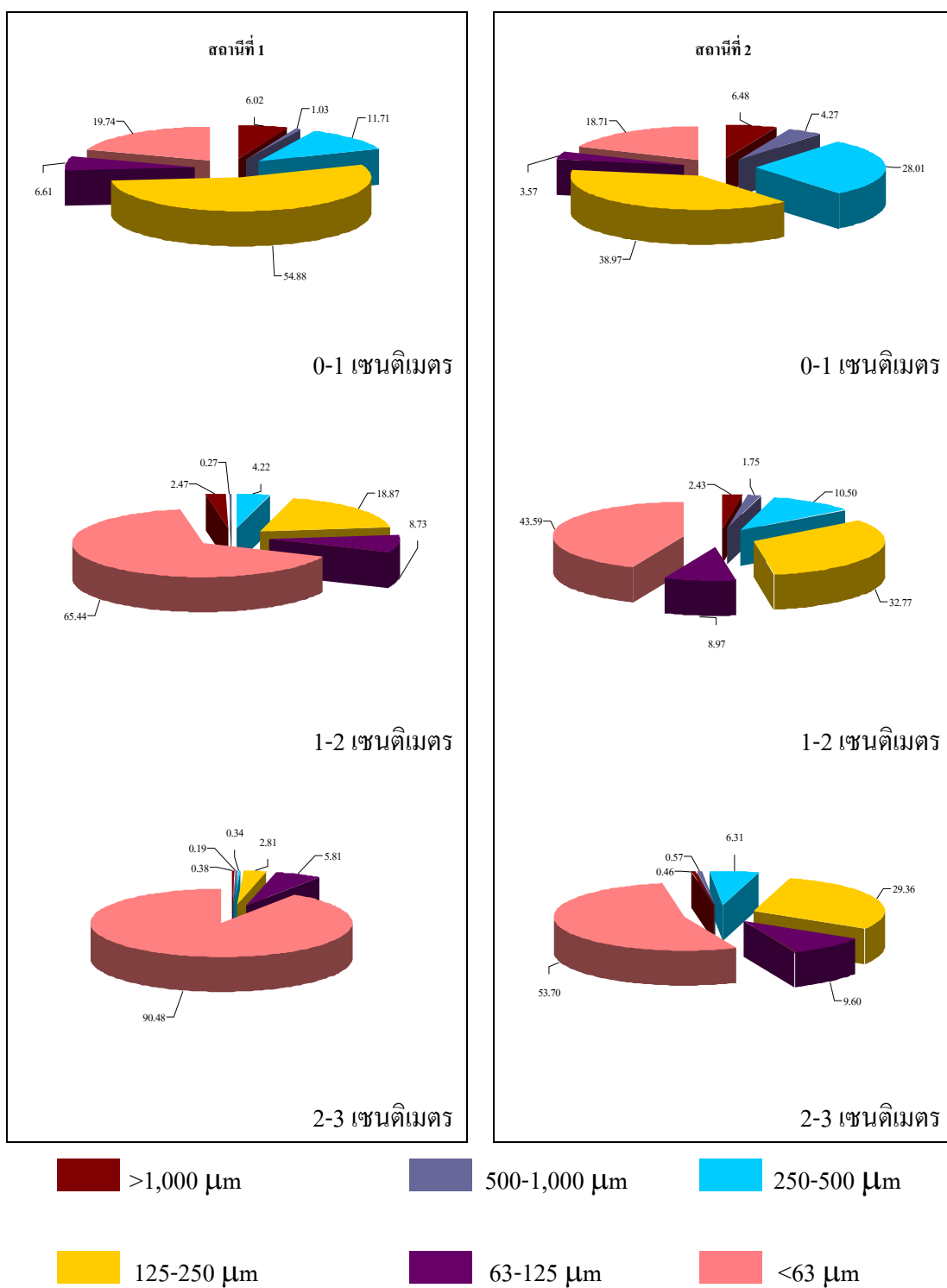
สถานีที่ 20 และ 21 พบว่า มีอนุภาคดินตะกอนขนาด 125-250 63-125 และเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ โดยที่ดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก ขณะที่อนุภาคขนาด 63-125 ไมโครเมตร มีปริมาณลดลงตามระดับความลึก (ภาพที่ 87 และภาพที่ 88)

สถานีที่ 22 พบว่า ตะกอนดินขนาดต่าง ๆ มีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ดินตะกอนขนาด 250-500 ไมโครเมตร มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก ขณะที่ดินตะกอนขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร มีปริมาณลดลงตามระดับความลึก และดินตะกอนขนาด 125-250 63-125 และเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีปริมาณค่อนข้างคงที่ตามระดับความลึก (ภาพที่ 88)

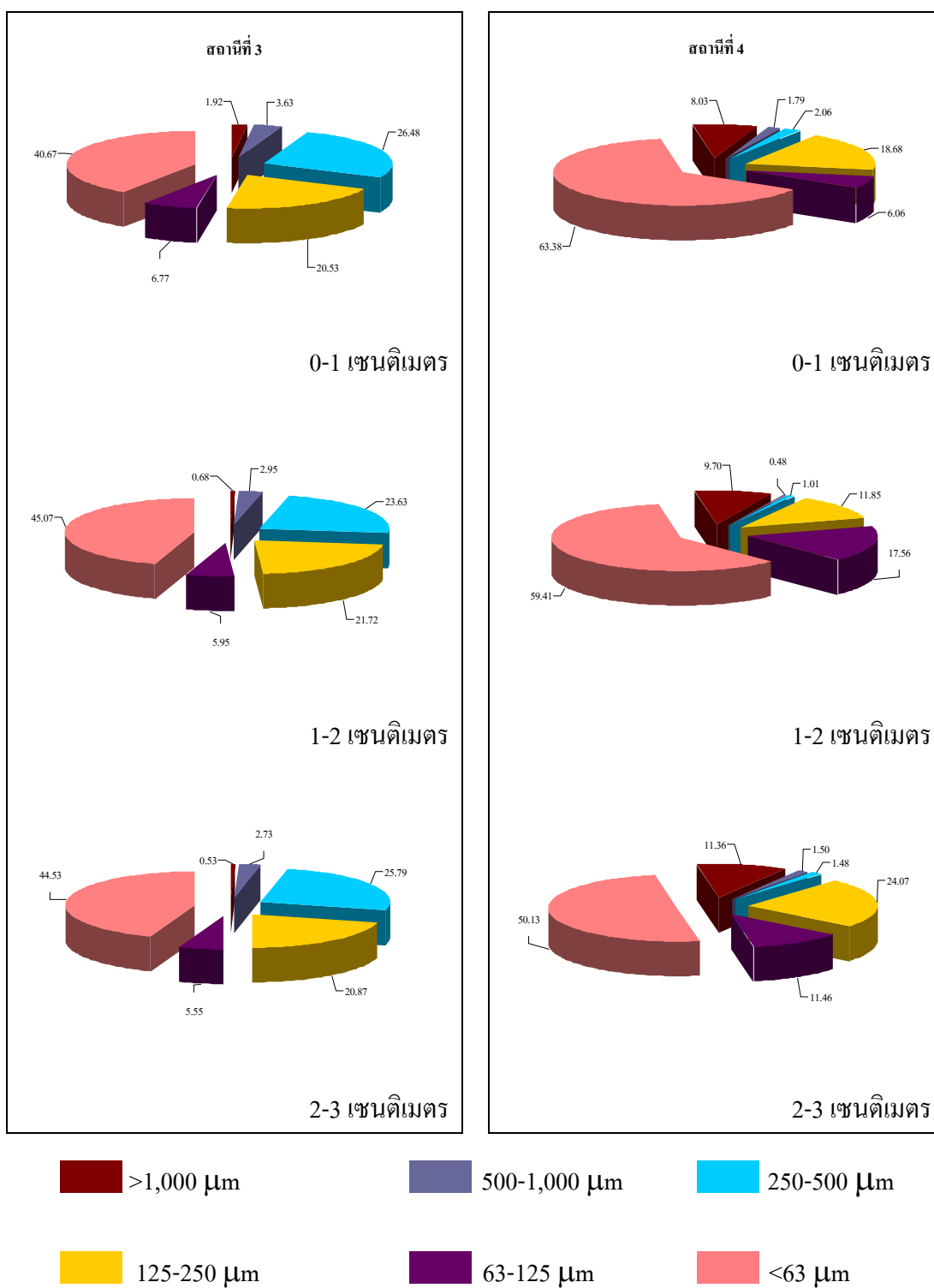
สถานีที่ 24 พบว่า มีดินตะกอนขนาด 63-125 และเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ โดยที่ปริมาณของดินขนาดทั้งสองนั้นค่อนข้างคงที่ตามระดับความลึก (ภาพที่ 89)

สถานีที่ 25 26 27 28 29 และ 30 พบว่า มีดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 56.76 ถึง ร้อยละ 93.29) โดยที่มีปริมาณค่อนข้างคงที่ตามระดับความลึก และมีอนุภาคของดินตะกอนขนาด 63-125 ไมโครเมตร ในปริมาณรองลงมา โดยที่มีปริมาณค่อนข้างคงที่ตามระดับความลึกเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 89-ภาพที่ 92)

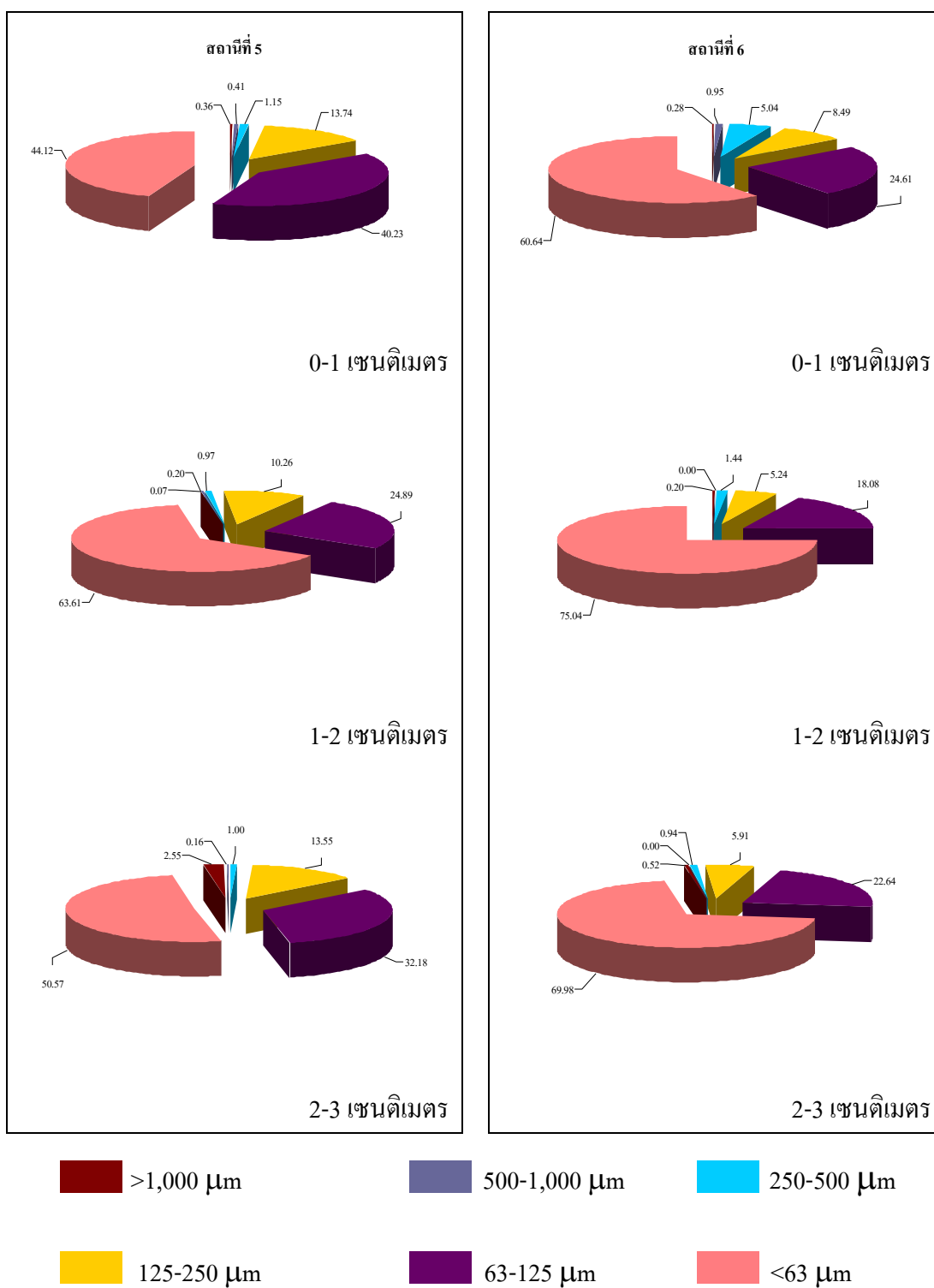
โดยภาพรวมของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 พบว่า อนุภาคดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันของทุกสถานีเก็บตัวอย่าง โดยที่ปริมาณของอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร จะมีมากที่สุดบริเวณเหนือเขื่อนแม่กลองเป็นต้นไป (สถานีที่ 25 26 27 28 29 และ 30) ยกเว้นในสถานีที่ 14 ที่มีอนุภาคดินตะกอนขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่ แสดงดังภาพต่อไปนี้



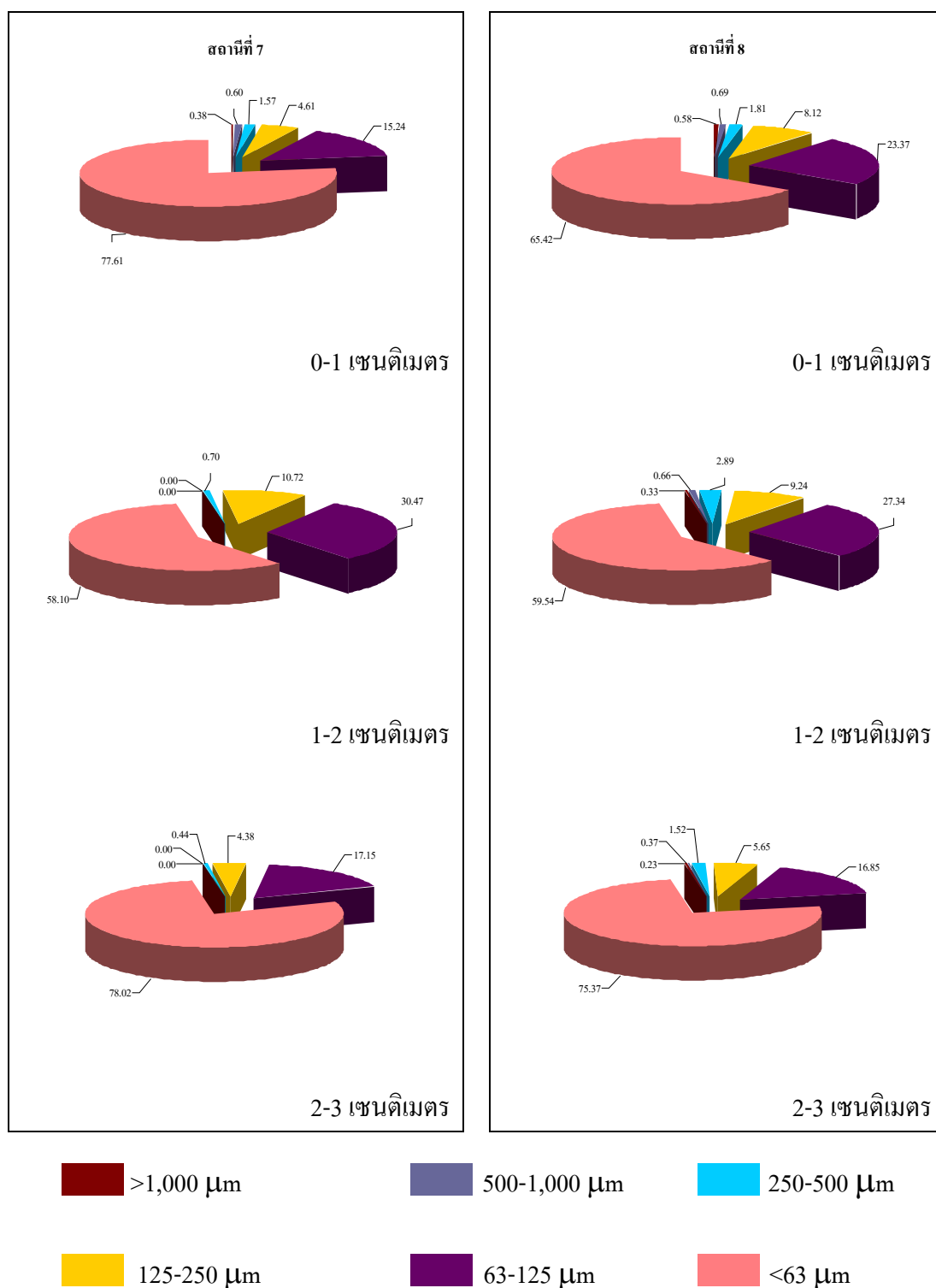
ภาพที่ 78 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 1 และ สถานีที่ 2 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



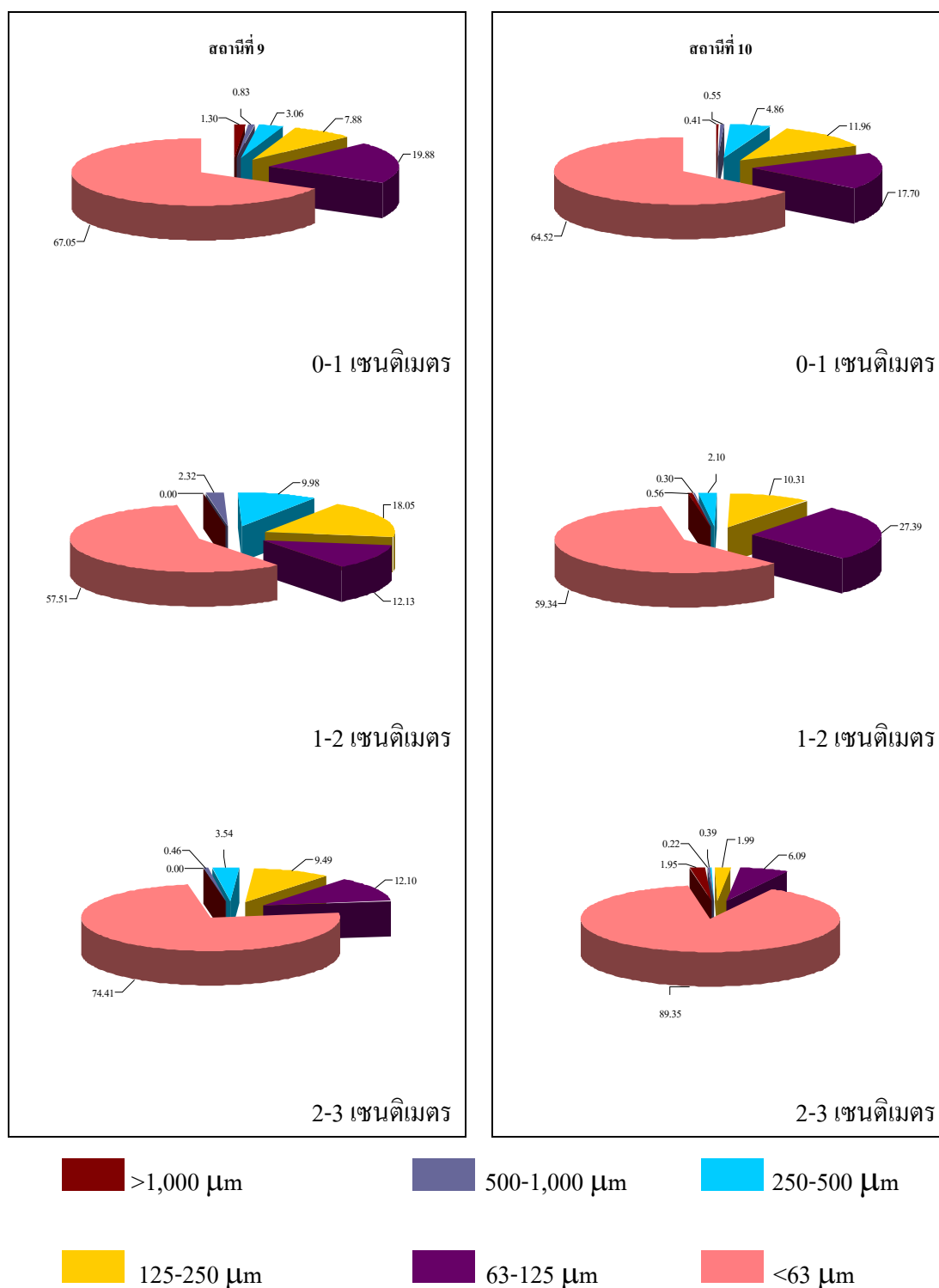
ภาพที่ 79 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 3 และ สถานีที่ 4 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



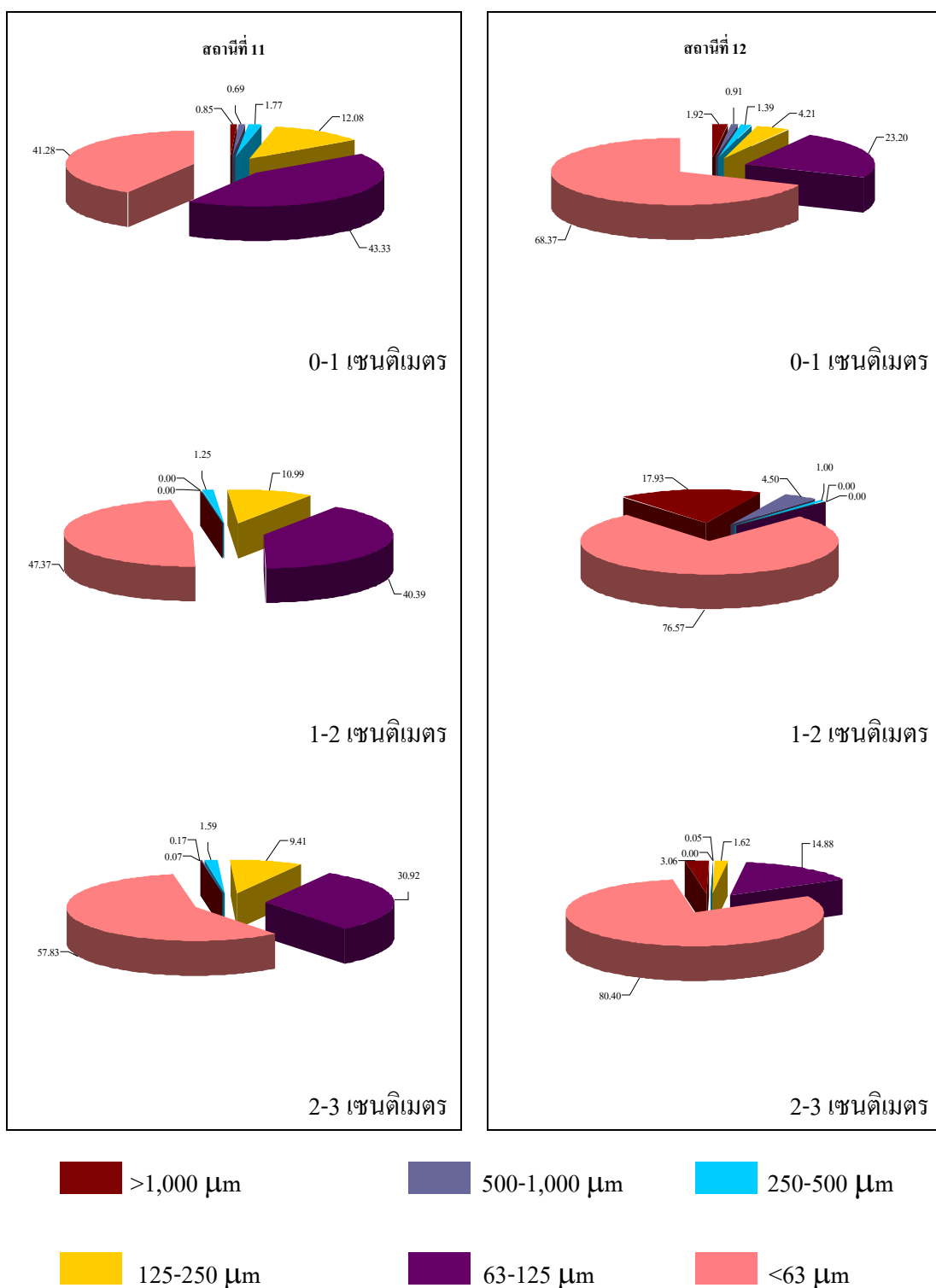
ภาพที่ 80 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 5 และ สถานีที่ 6 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



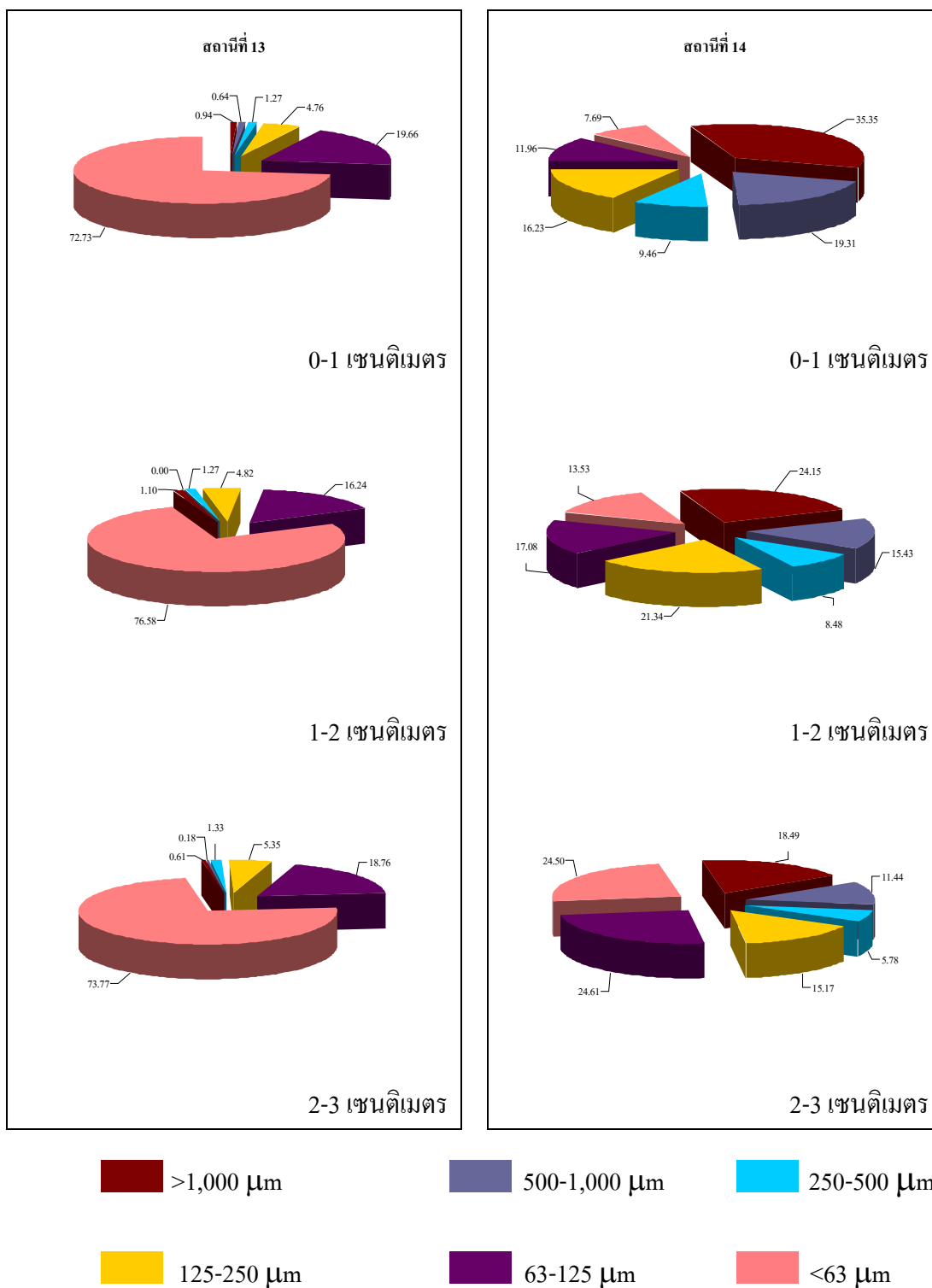
ภาพที่ 81 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 7 และ สถานีที่ 8 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



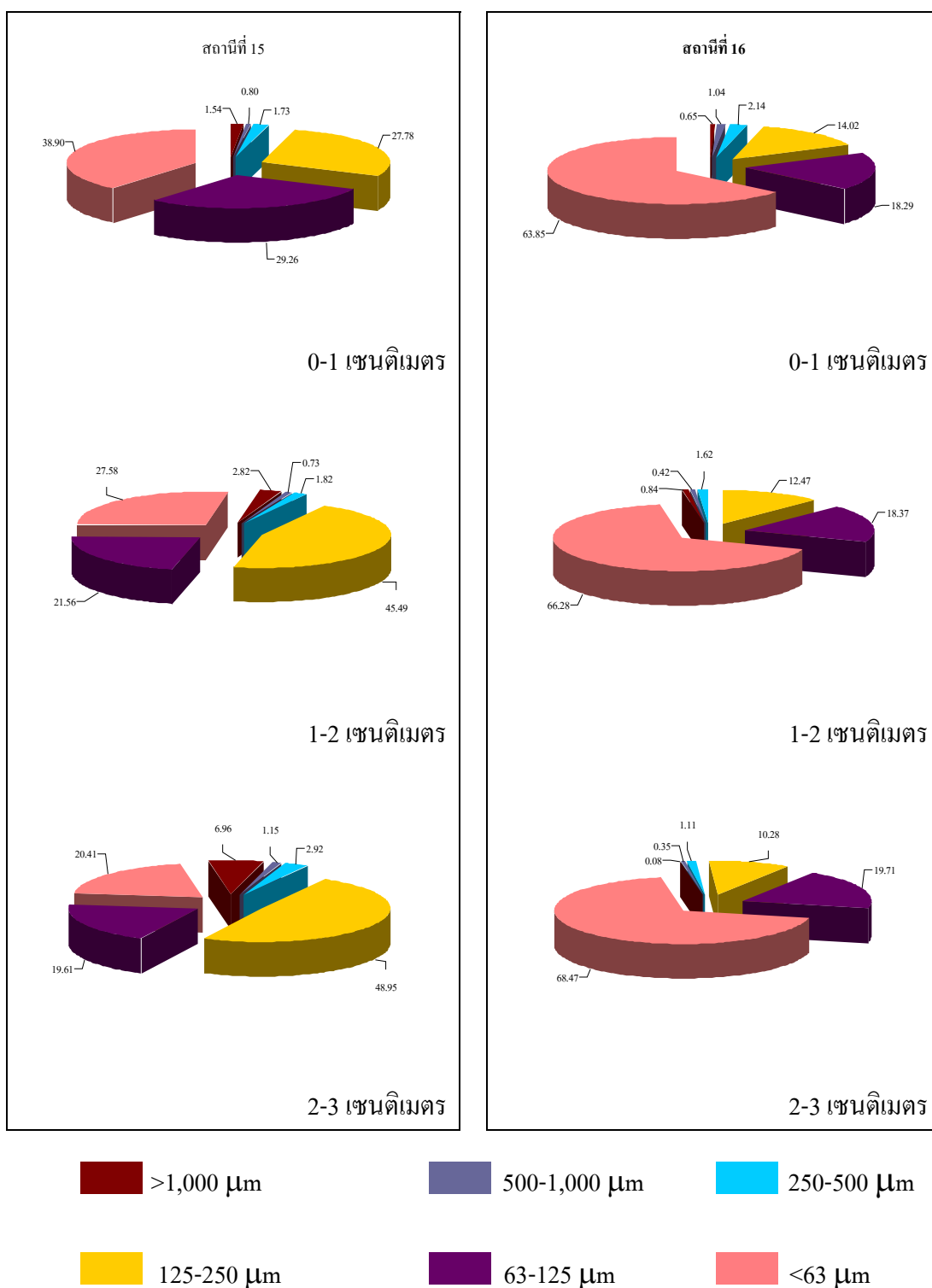
ภาพที่ 82 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 9 และ สถานีที่ 10 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



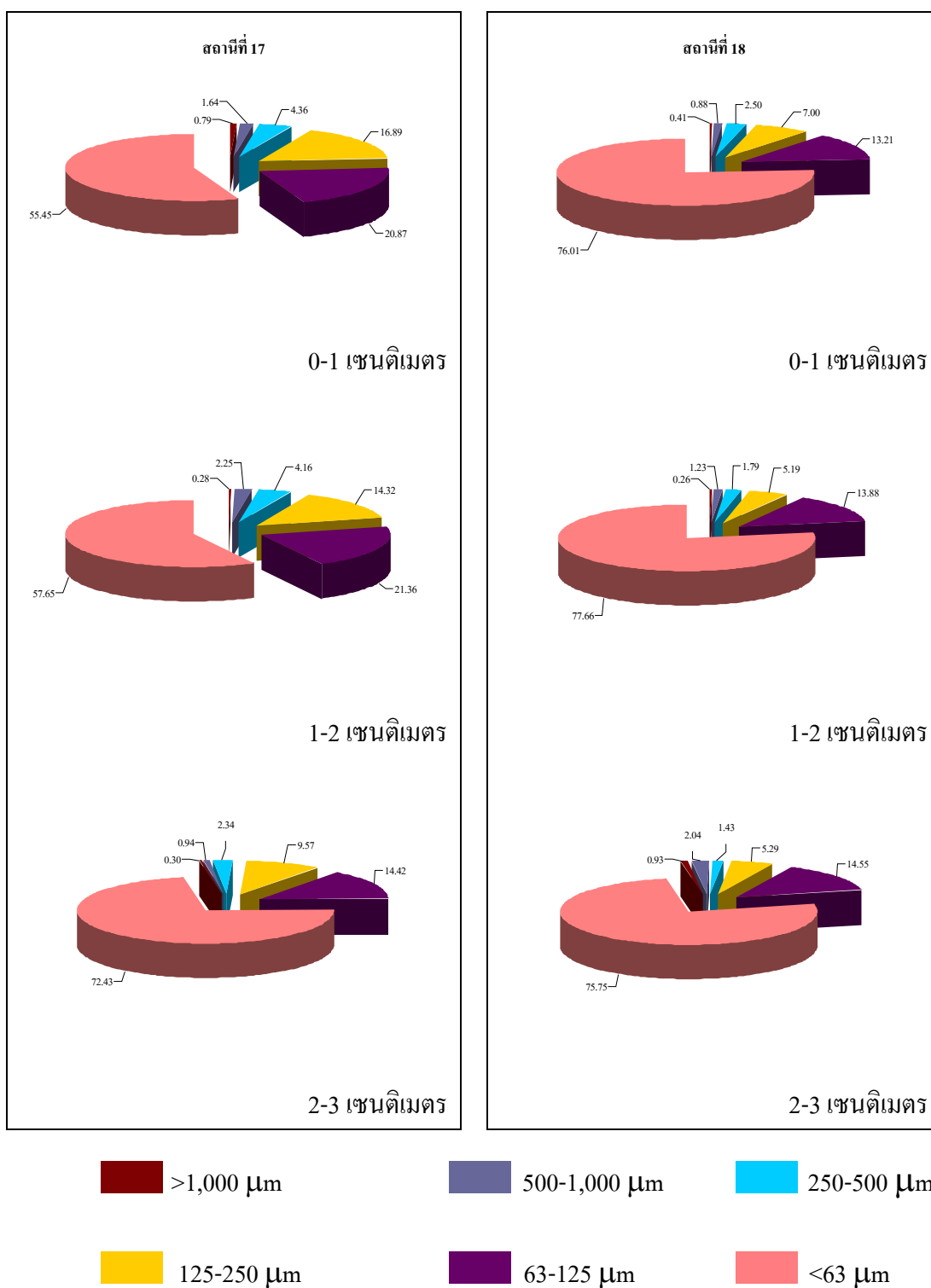
ภาพที่ 83 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 11 และสถานีที่ 12 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



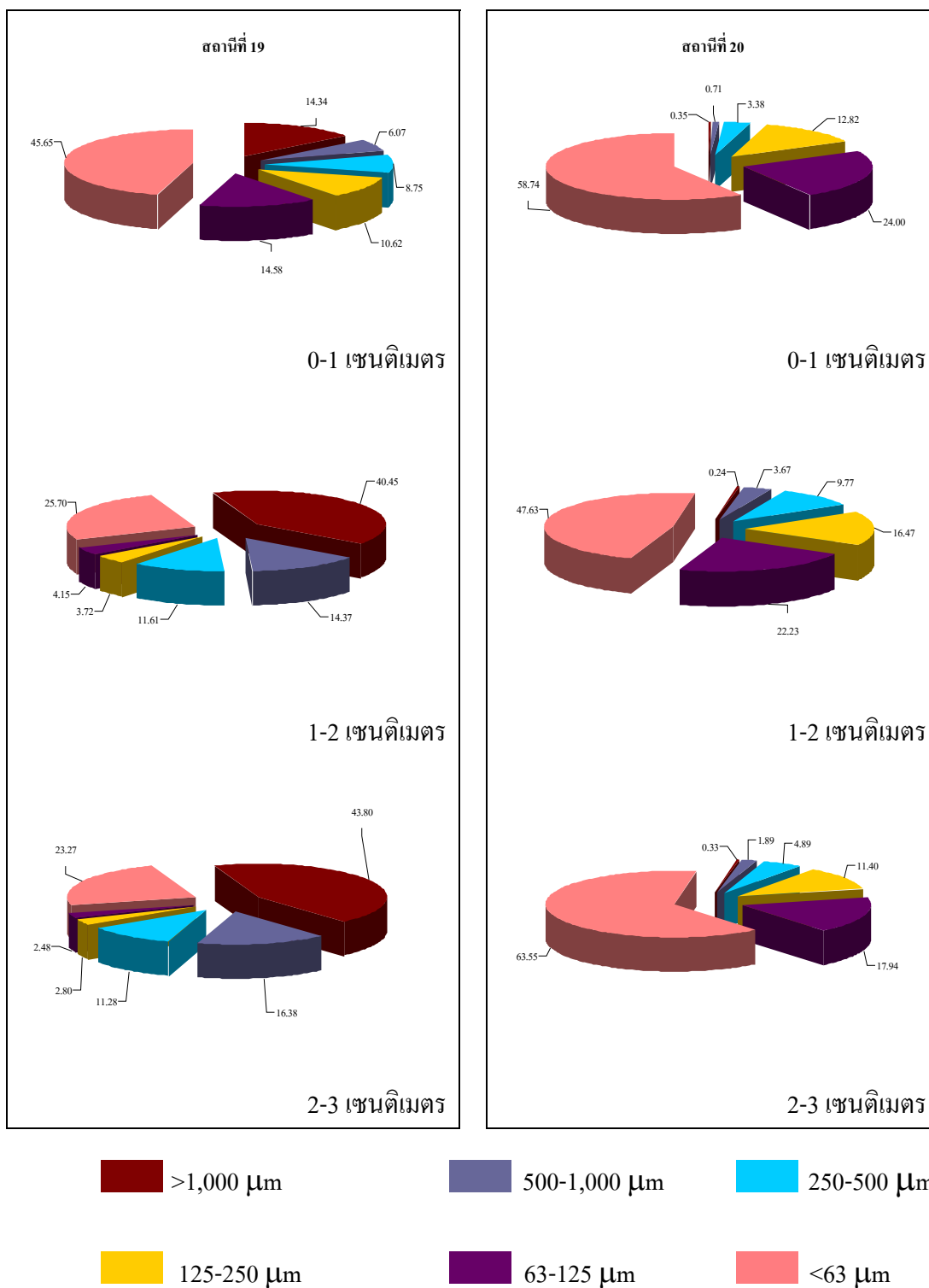
ภาพที่ 84 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 13 และสถานีที่ 14 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



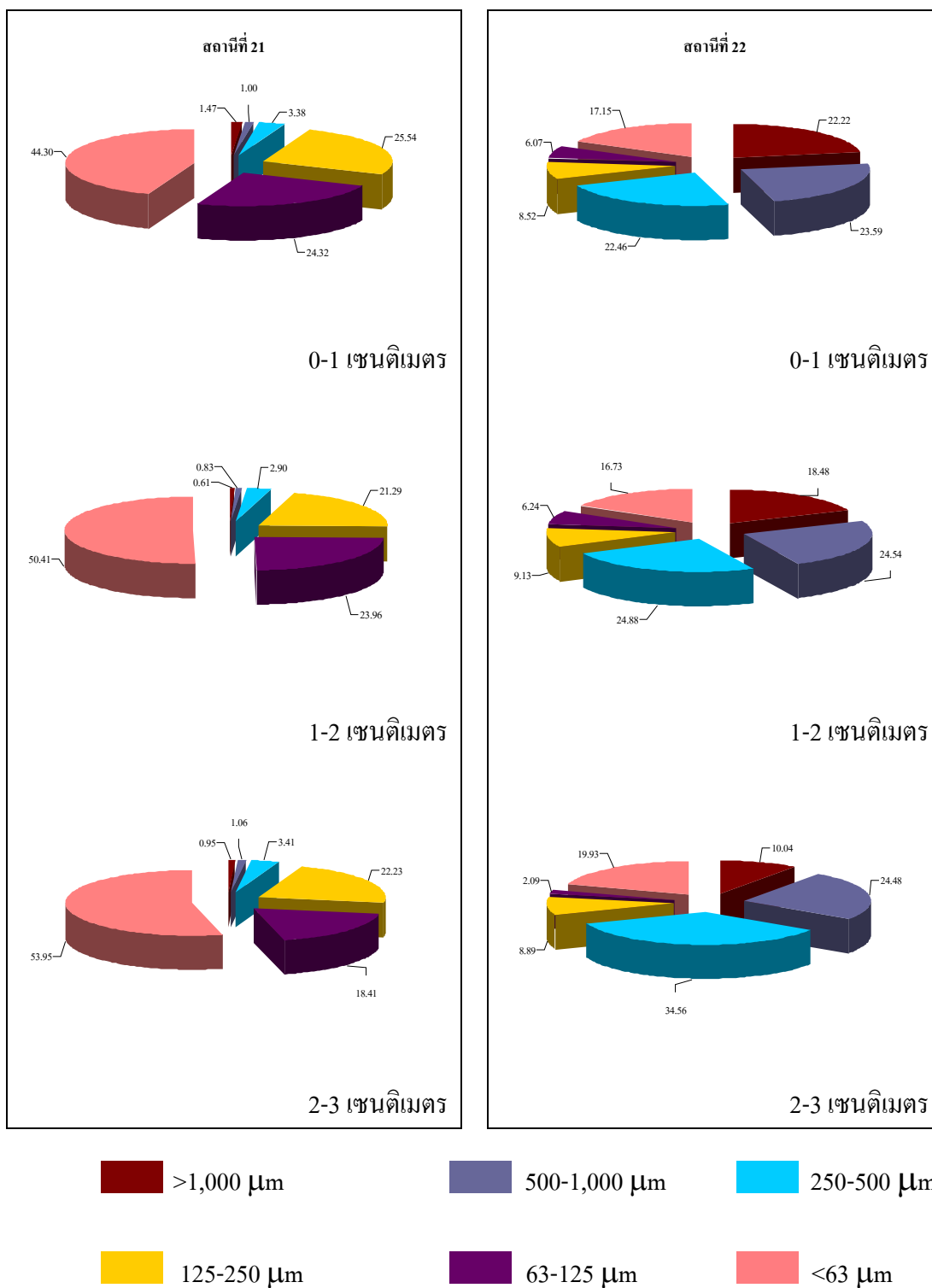
ภาพที่ 85 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 15 และสถานีที่ 16 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



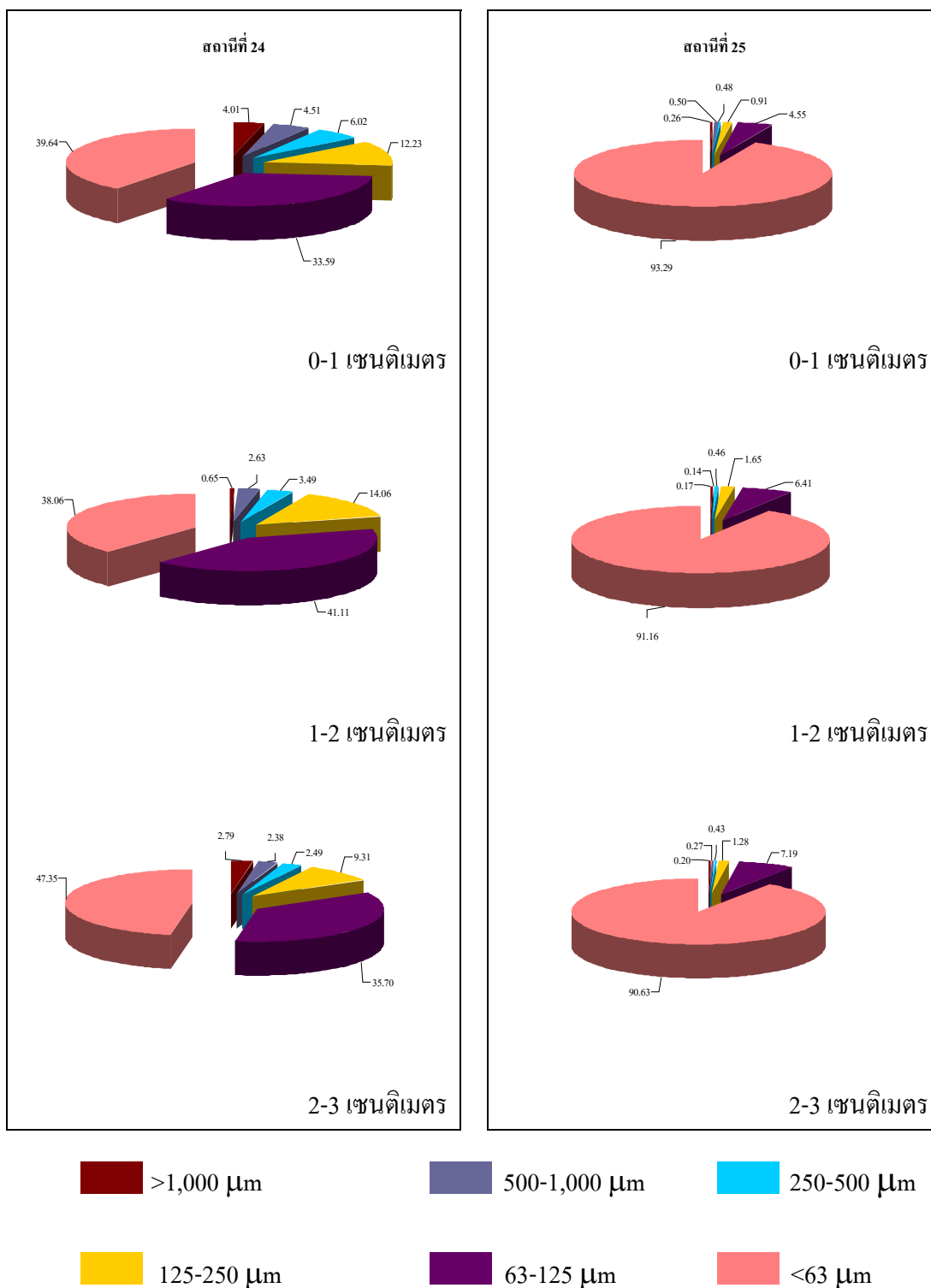
ภาพที่ 86 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 17 และสถานีที่ 18 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



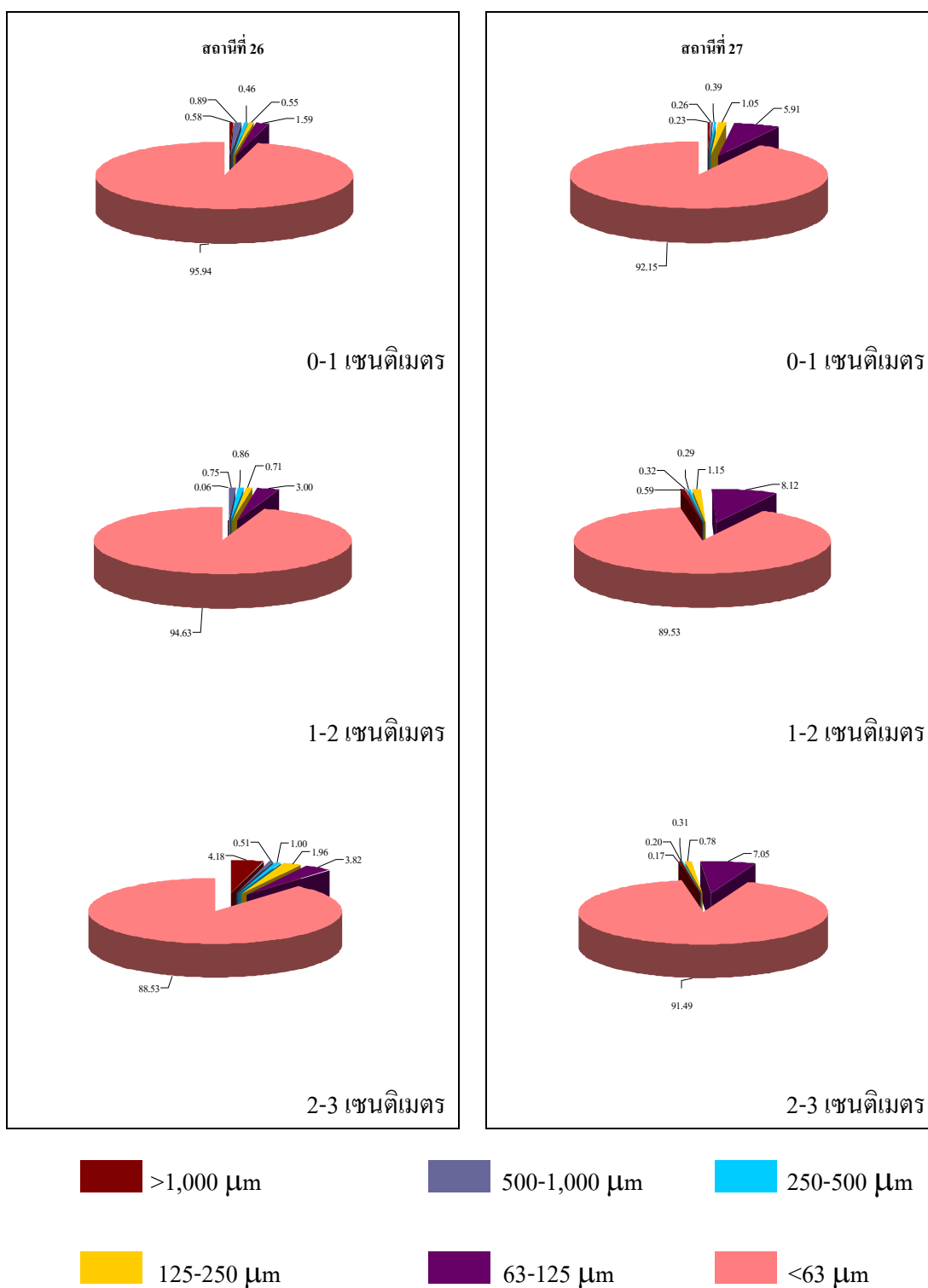
ภาพที่ 87 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 19 และสถานีที่ 20 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



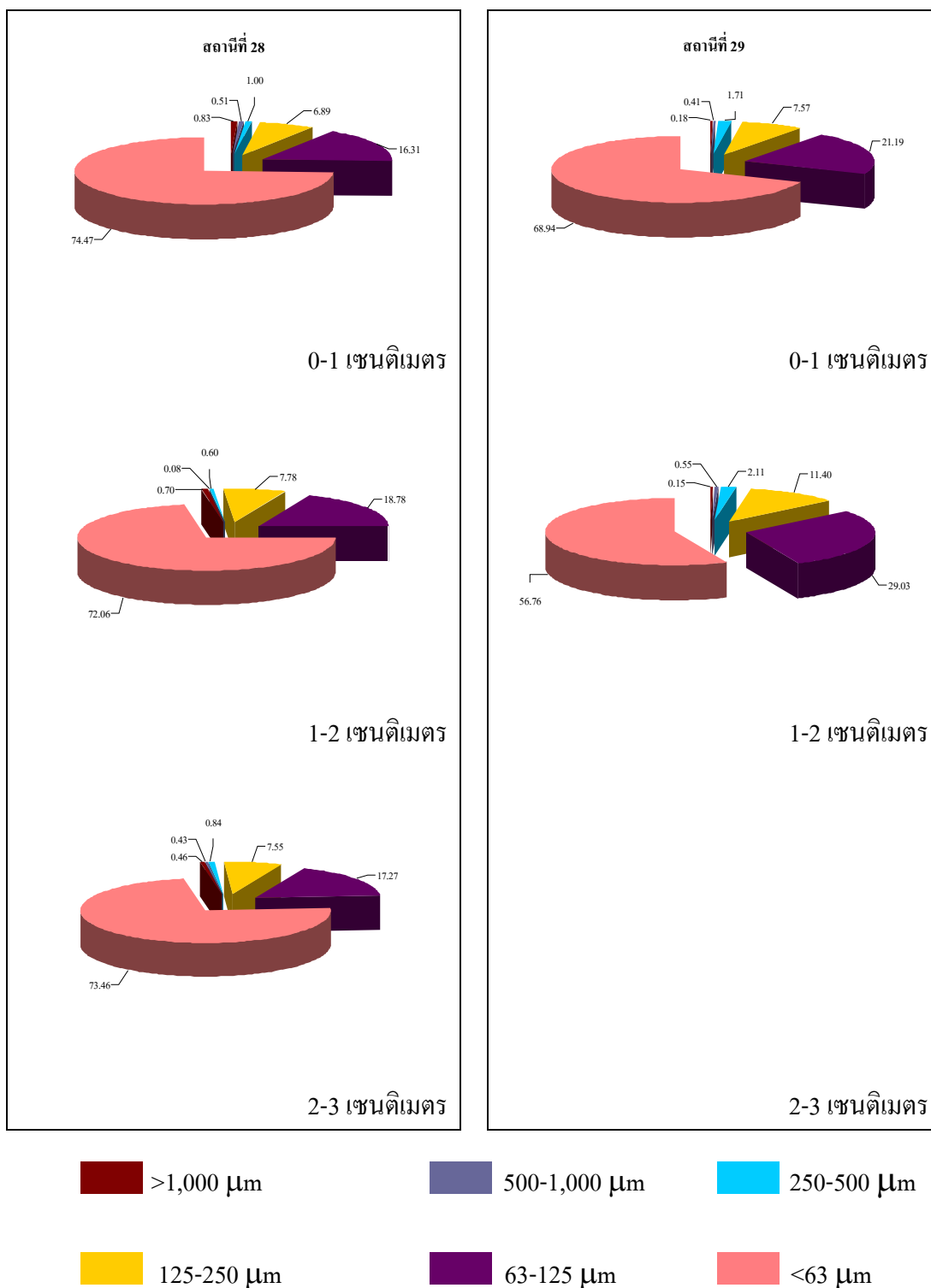
ภาพที่ 88 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 21 และสถานีที่ 22 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



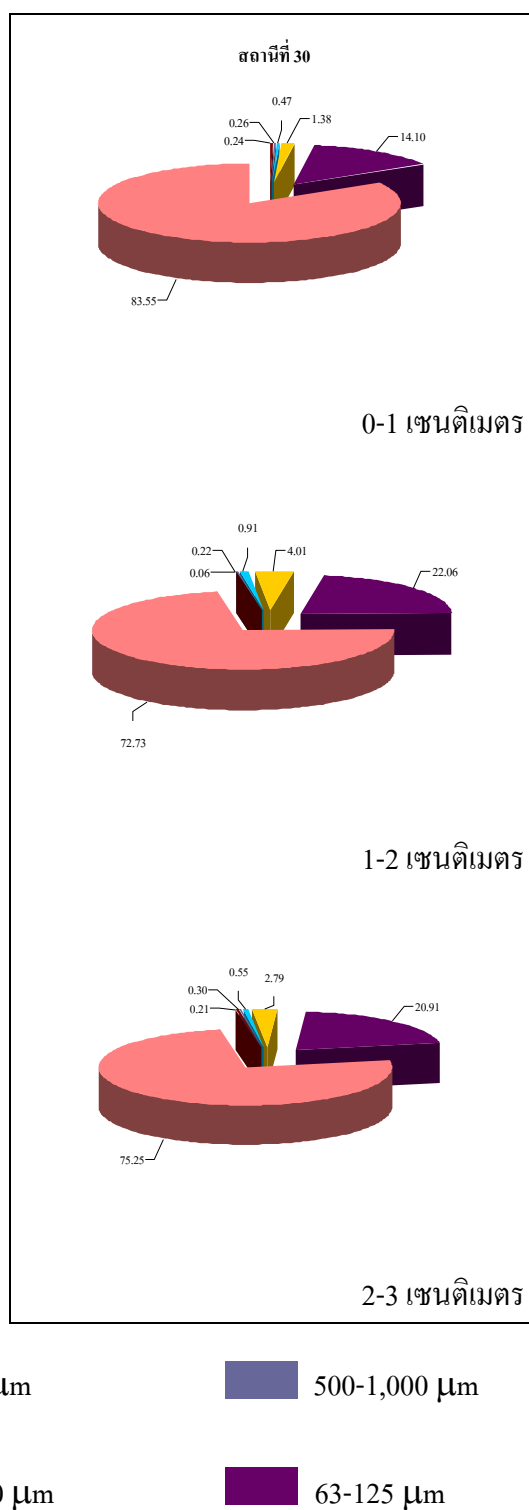
ภาพที่ 89 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 24 และสถานีที่ 25 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



ภาพที่ 90 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 26 และสถานีที่ 27 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



ภาพที่ 91 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 28 และสถานีที่ 29 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



ภาพที่ 92 การเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 30 บริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

2. คุณสมบัติทางเคมีของดินตะกอน

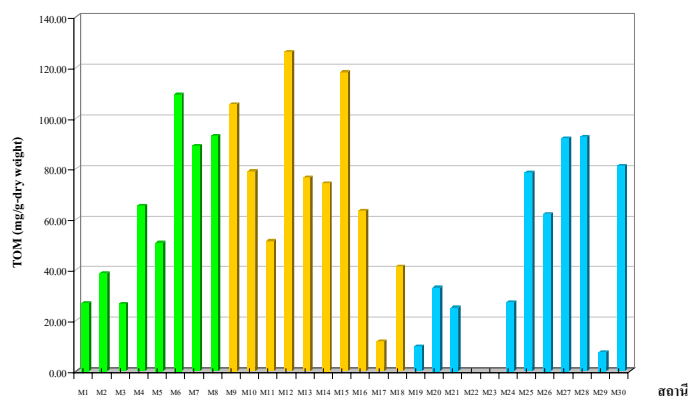
2.1 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน

2.1.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระยะเวลา

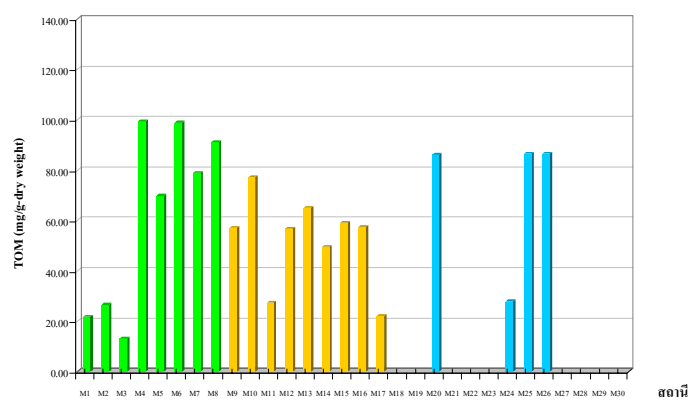
จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ในชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตร ทั้งลำน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ระหว่าง 7.69-126.22 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ที่ชั้น 0-1 เซนติเมตร ตลอดทั้งลำน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 7.69-126.22 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 12 บ้านกล้วย อำเภอมือง จังหวัดราชบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 29 แม่น้ำแควใหญ่ อำเภอมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 93 ก)

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตร ของเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 13.32-99.43 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 ปากคลองมอปลัด อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 ปากแม่น้ำ อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 93 ข)

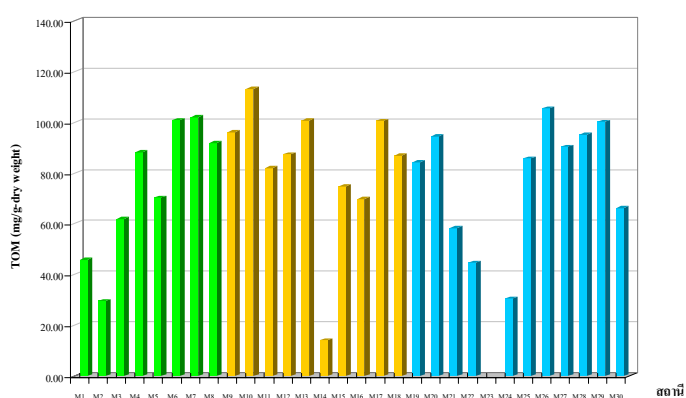
จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตร ของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 14.19-113.20 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 10 ปากคลองวัดศาลเจ้า อำเภอมือง จังหวัดราชบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 93 ค)



ก



ข



ค

■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

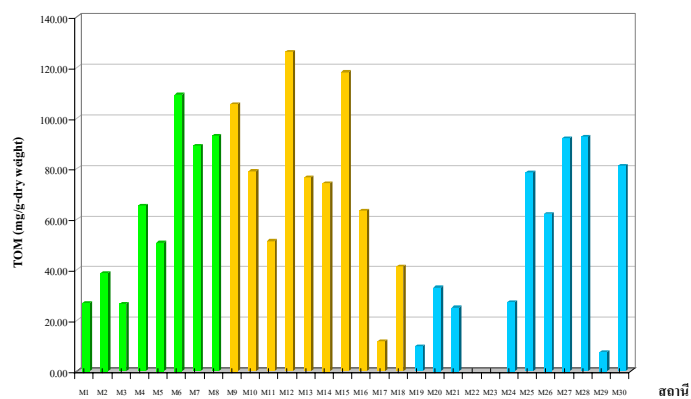
■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 93 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน(mg/g-dry weight) ที่ระดับ (0-1 เซนติเมตร) เดือนเมษายน (ก) เดือนกันยายน (ข) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ค) พ.ศ. 2549

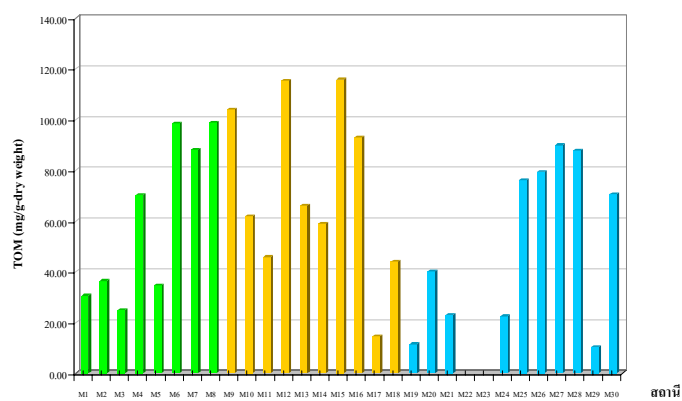
2.1.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึก

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้น 1-2 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 10.43-115.86 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยค่าสูงสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 15 บ้านท่าสำนัก อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 29 แม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 94 ข)

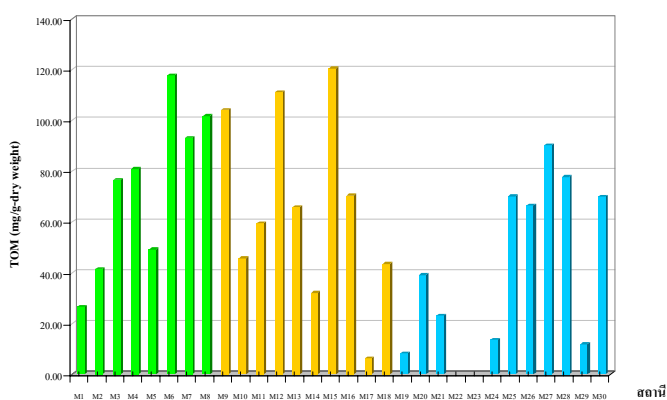
จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้น 2-3 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 11.90-120.50 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยค่าสูงสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 15 บ้านท่าสำนัก อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 29 แม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 94 ค)



ก



ข



ค

■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

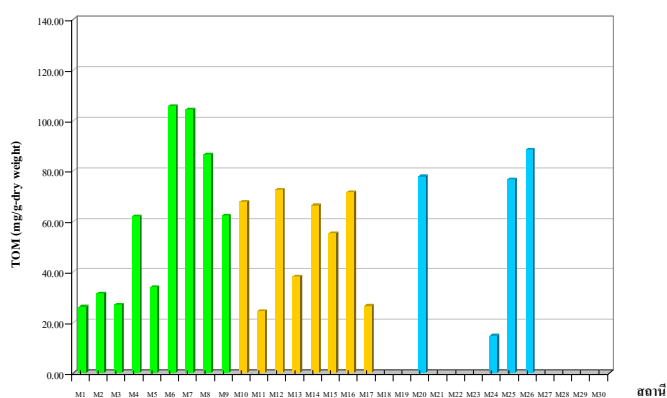
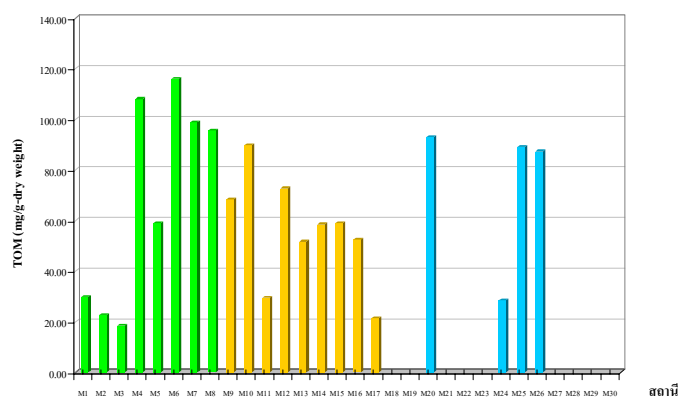
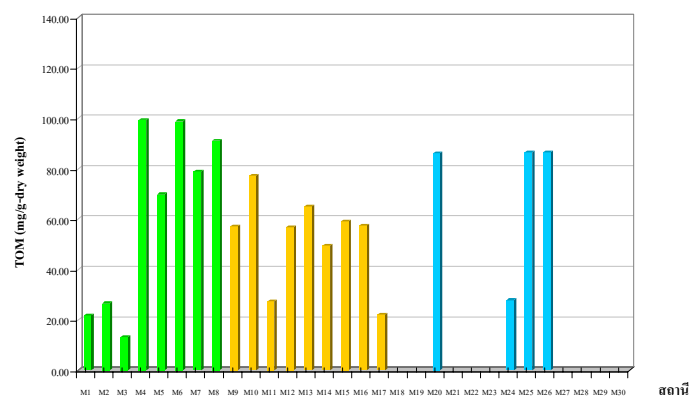
■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 94 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับความลึกที่ 0-1

เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ของเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้น 1-2 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 18.42-116.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยค่าสูงสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 6 ปากคลองบ้านโพงพาง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และค่าต่ำสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปากแม่น้ำ จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 95 ข)

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ของเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ที่ชั้น 2-3 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 14.84-105.67 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยค่าสูงสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 6 ปากคลองบ้านโพงพาง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และค่าต่ำสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 24 วัดท่าตะเคียน อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 95 ค)



■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

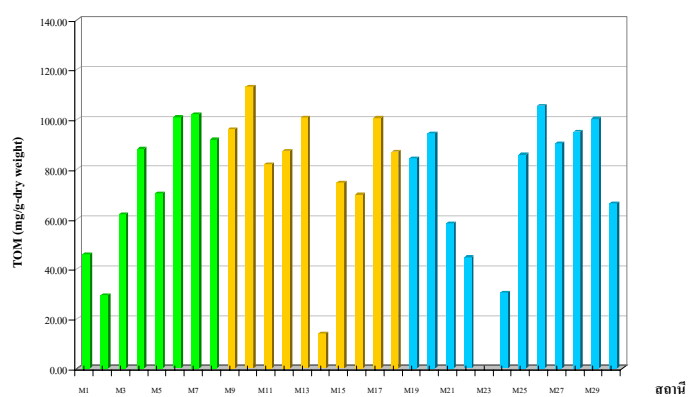
■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 95 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับความลึกที่ 0-1 เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

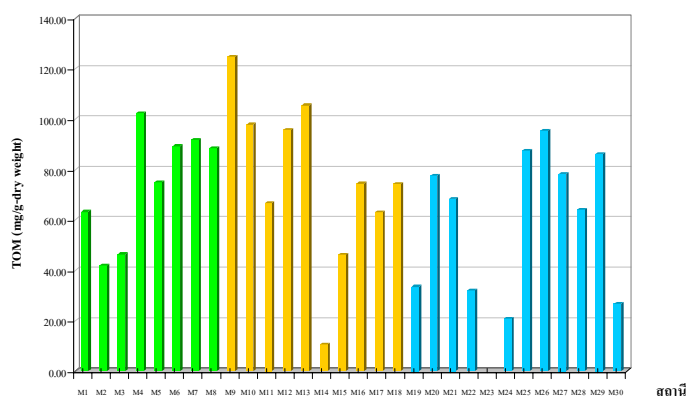
จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ของเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ที่ชั้น 1-2 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 10.59-124.86 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยค่าสูงสุด อยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 9 บ้านสีหมื่น อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 96 ข)

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ที่ชั้น 2-3 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 19.34-131.72 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 20 อำเภอดำรงวิทยาราม จังหวัดกาญจนบุรี และค่าต่ำสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 96 ค)

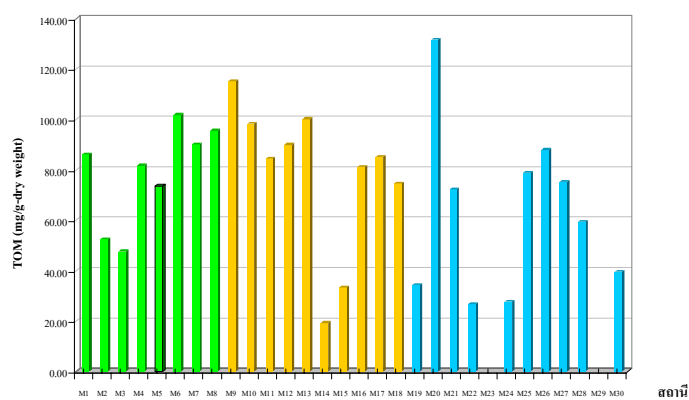
จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึก 10 เซนติเมตร พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงดังภาพที่ 97 และภาพที่ 98



ก



ข



ค

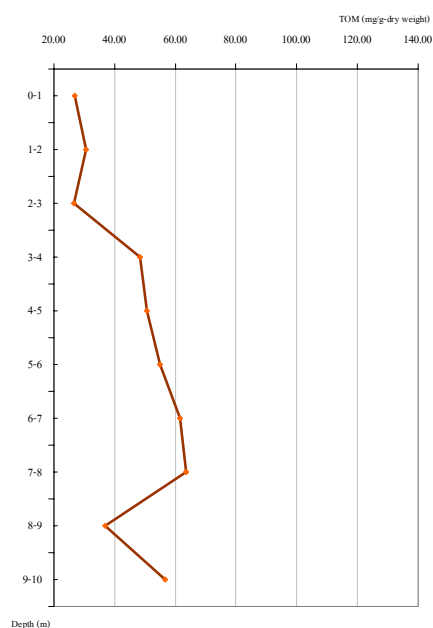
■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

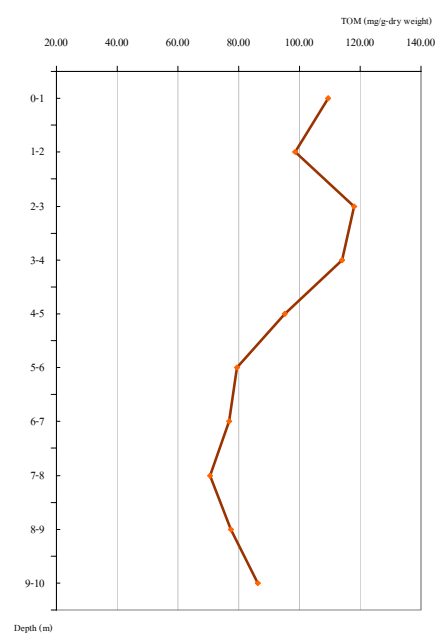
■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 96 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับ ความลึกที่ 0-1

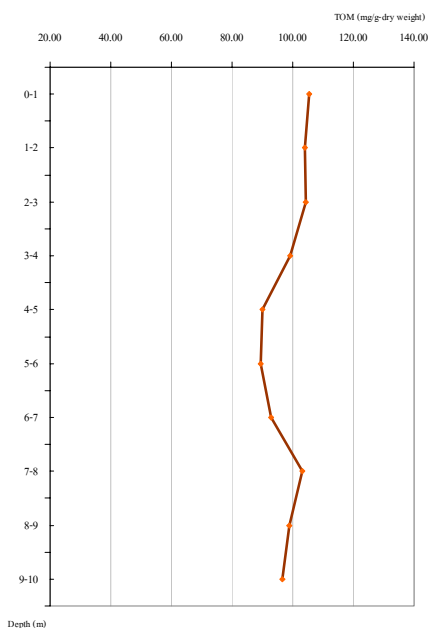
เซนติเมตร (ก) 1-2 เซนติเมตร (ข) และ 2-3 เซนติเมตร (ค) ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.



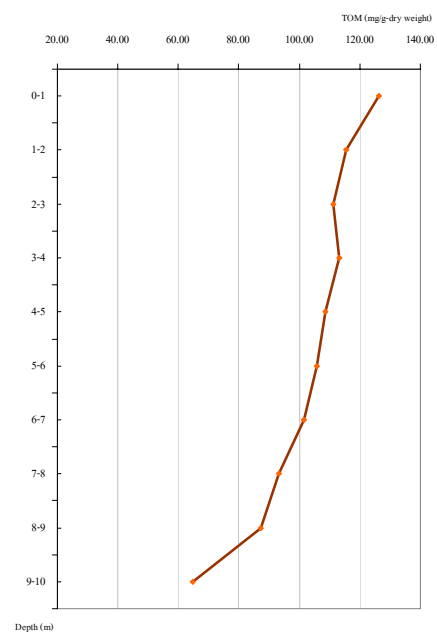
สถานีที่ 1



สถานีที่ 6

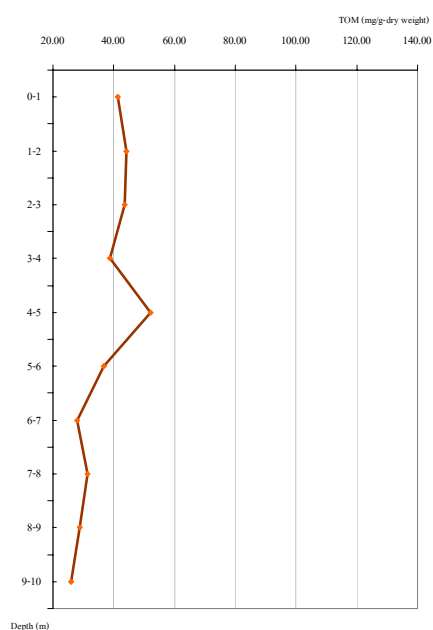


สถานีที่ 9

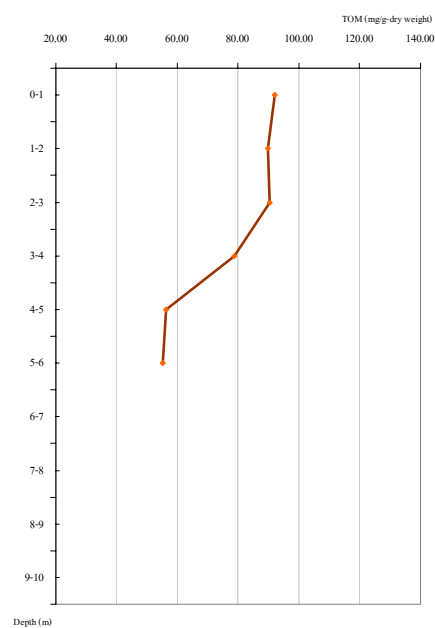


สถานีที่ 12

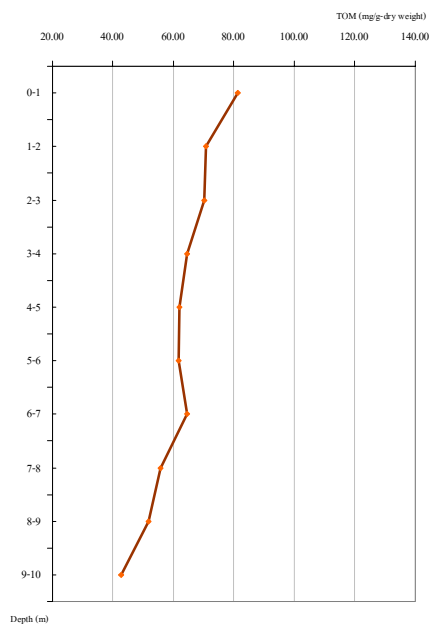
ภาพที่ 97 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับความลึก ของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



สถานีที่ 18



สถานีที่ 27



สถานีที่ 30

ภาพที่ 98 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (mg/g-dry weight) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

2.2 ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน

ซัลไฟด์ หรือ S^{2-} เมื่ออยู่ในดินตะกอน จะพบอยู่ในรูปของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือ เหล็กซัลไฟด์ เช่น FeS Fe_2S_3 และ FeS_2 สารประกอบของซัลไฟด์เหล่านี้สามารถเกิดได้ง่ายภายใต้สภาพไร้ออกซิเจน ซึ่งเป็นสภาพทั่วไปที่มีการสะสมของสารอินทรีย์ และมีการย่อยสลายของสารอินทรีย์สูง ในการศึกษาเป็นการช่วยยืนยันพื้นที่ที่มีปริมาณการสะสมของสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการดักเก็บโลหะหนัก

จากการศึกษาปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน ที่ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร ทั้งลำน้ำ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง $nd-0.803$ มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 พบว่ามีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนทั้งลำน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง $nd-0.803$ มิลลิกรัมต่อกรัม โดยที่ค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 5 ปากคลองบ้านโรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 99 ก)

จากการศึกษาปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 พบว่า มีปริมาณซัลไฟด์รวมอยู่ระหว่าง $nd-0.330$ มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 5 ปากคลองบ้านโรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม เช่นเดียวกัน (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 99 ข)

จากการศึกษาปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน ของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 พบว่า มีปริมาณซัลไฟด์รวมอยู่ระหว่าง $nd-0.344$ มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยที่ค่าสูงสุดอยู่ ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 6 ปากคลองบ้านโพรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 99 ค)

2.3 ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน

2.3.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนตามระยะเวลา

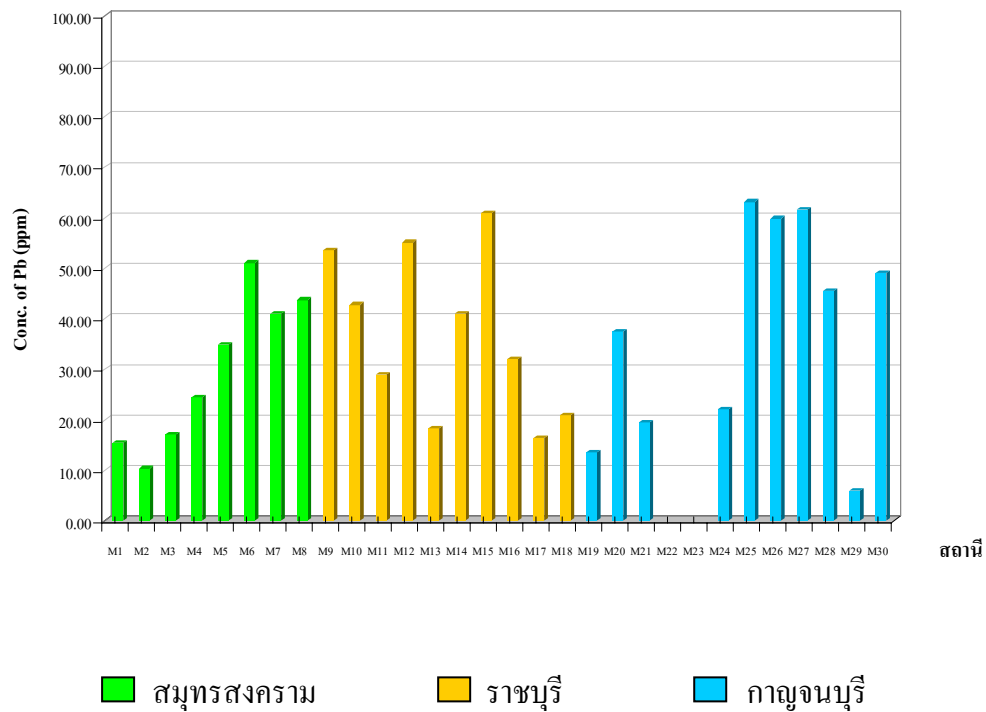
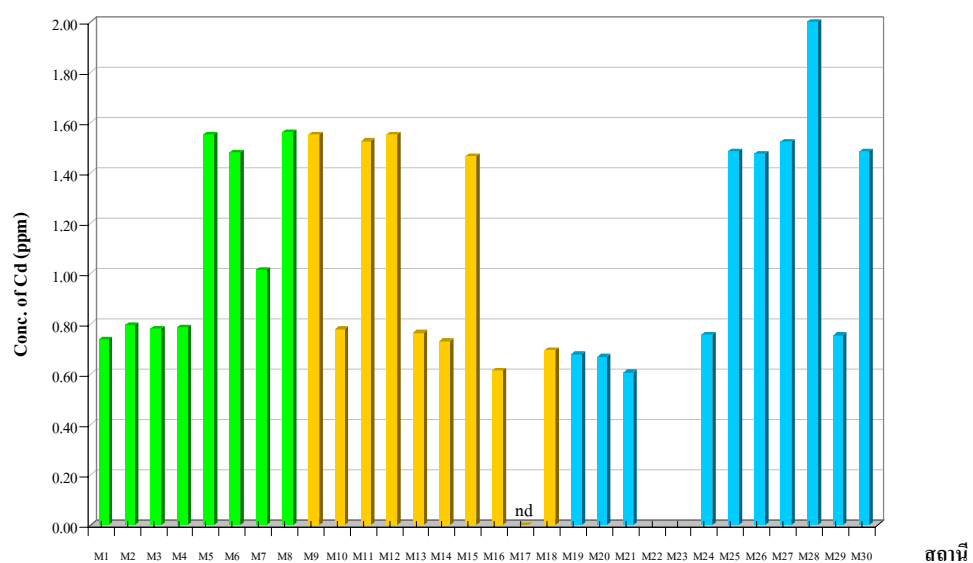
จากการศึกษาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) ในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร ของแม่น้ำแม่กลองทั้งลำน้ำ ตลอดระยะเวลาการศึกษา พบว่า ในดินตะกอนมีปริมาณของ แคดเมียม มีค่าอยู่ระหว่าง nd-2.31 ppm ปริมาณของตะกั่วมีค่าอยู่ระหว่าง 6.04-63.94 ppm ปริมาณของทองแดงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.36-228.95 ppm และปริมาณของสังกะสีมีค่าอยู่ระหว่าง 9.05-146.38 ppm เมื่อทำการศึกษาผลการวิเคราะห์ ปริมาณโลหะหนักตามเดือนที่มีการเก็บตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง nd-2.31 ppm โดยที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีที่ 28 บริเวณจุดบรรจบของแม่น้ำแควน้อย กับแม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำจนไม่สามารถตรวจพบได้ คือ สถานีที่ 17 อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 21 และภาพที่ 100)

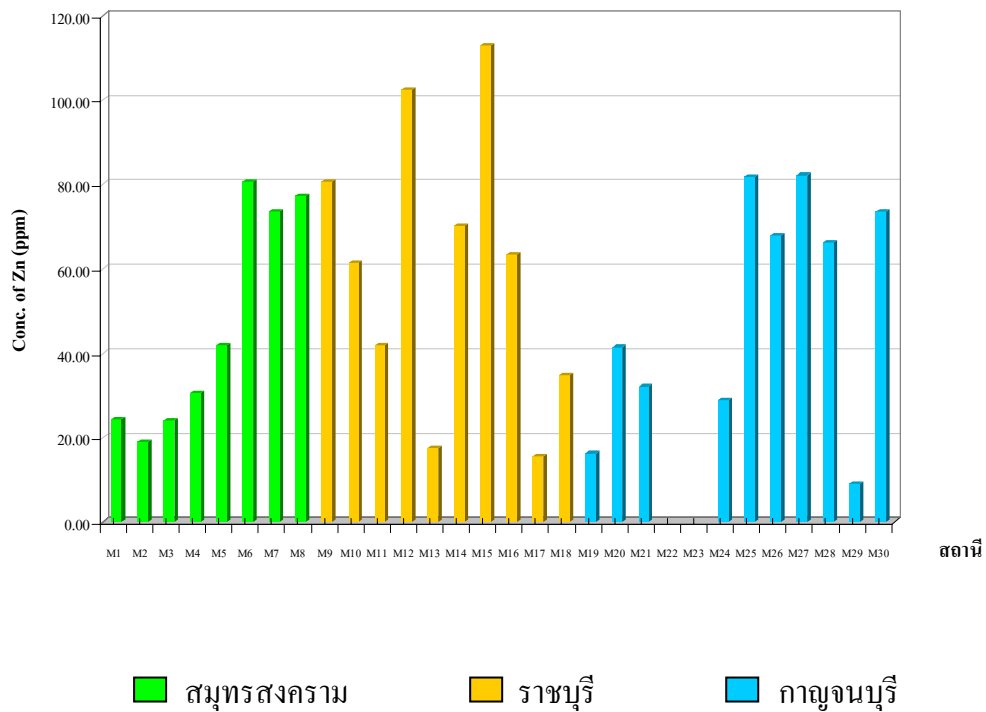
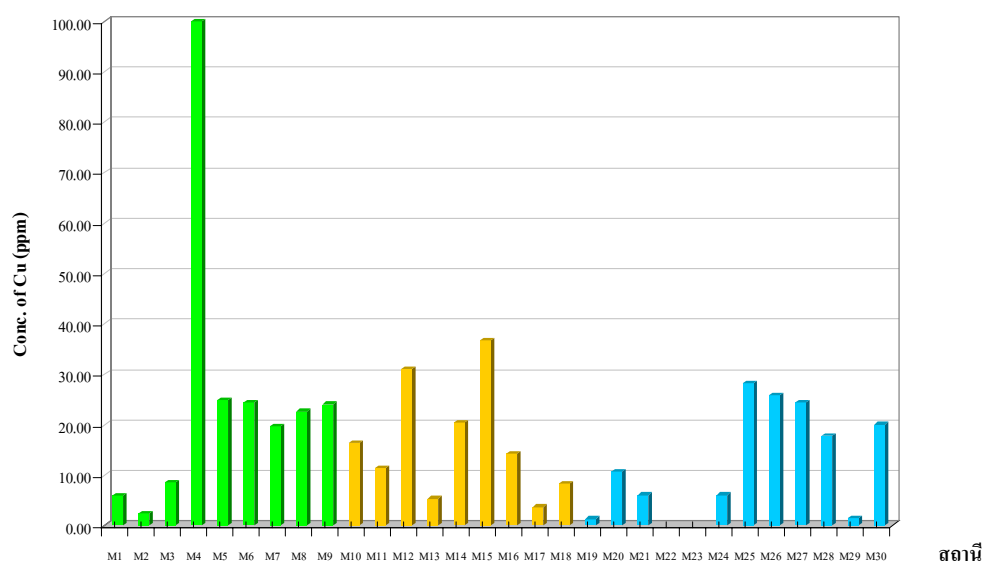
ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตรมีค่าอยู่ระหว่าง 6.04-63.15 ppm โดยที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีที่ 25 บริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำที่สุด คือ สถานีที่ 29 แม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 21 และภาพที่ 100)

ปริมาณทองแดงในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตรมีค่าอยู่ระหว่าง 1.36-228.95 ppm โดยที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีที่ 4 บริเวณปากคลองมอปลัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีที่ 19 บ้านโพธิ์เย็น อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 22 และภาพที่ 101)

ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตรมีค่าอยู่ระหว่าง 9.05-112.94 ppm โดยที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีที่ 15 บริเวณบ้านท่าสำนัก อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีที่ 29 แม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 22 และภาพที่ 101)



ภาพที่ 100 ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมและตะกั่ว (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือน
เมษายน พ.ศ. 2548



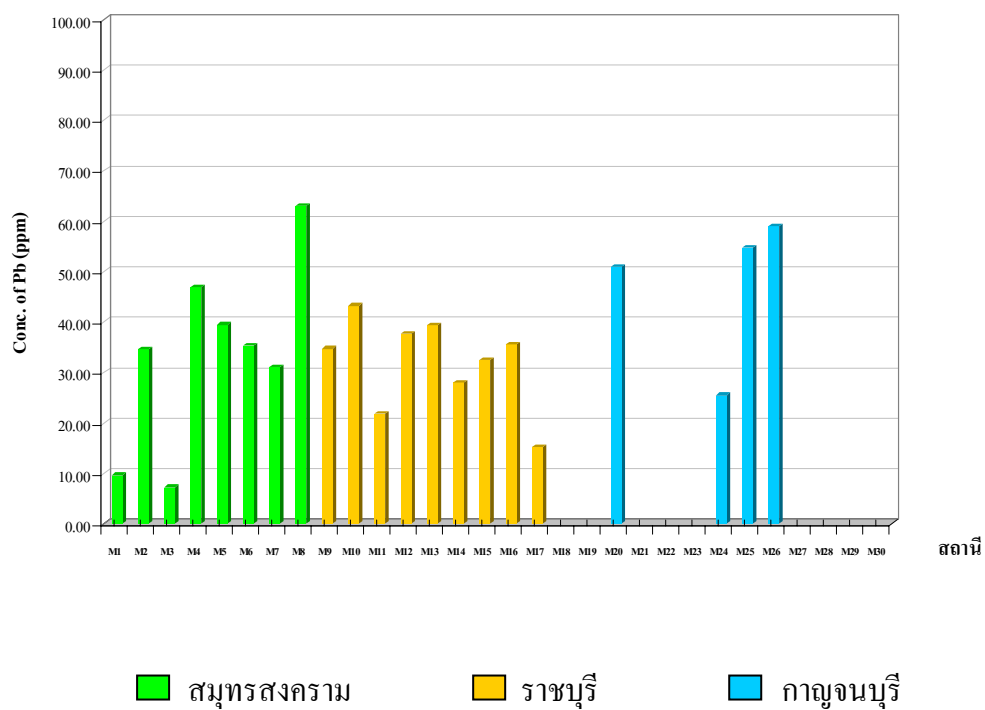
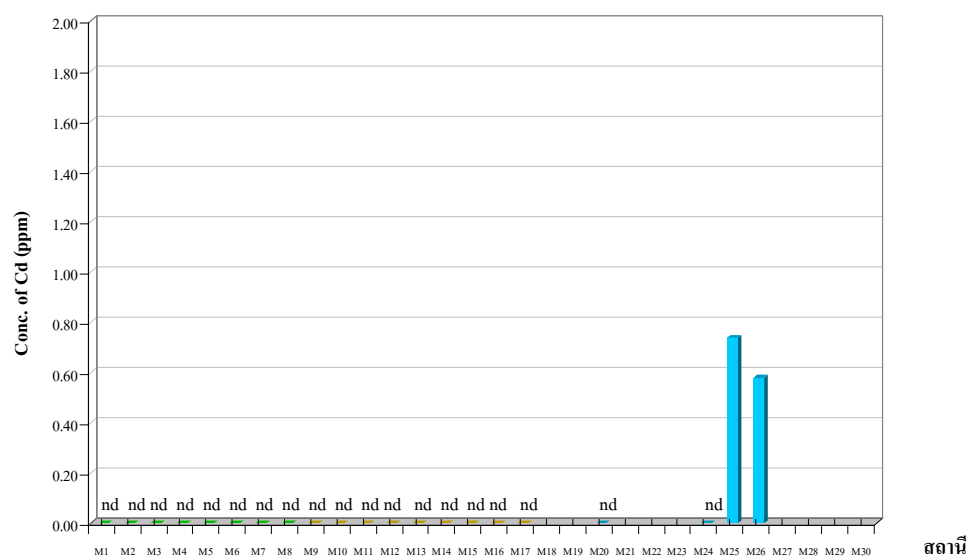
ภาพที่ 101 ค่าความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสี (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือน
เมษายน พ.ศ. 2548

เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร ส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจพบได้ ยกเว้น สถานีเก็บตัวอย่างที่ 25 บริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี และ 26 บ้านถ้ำ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งมีค่า 0.74 และ 0.58 ppm ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 27 และภาพที่ 102)

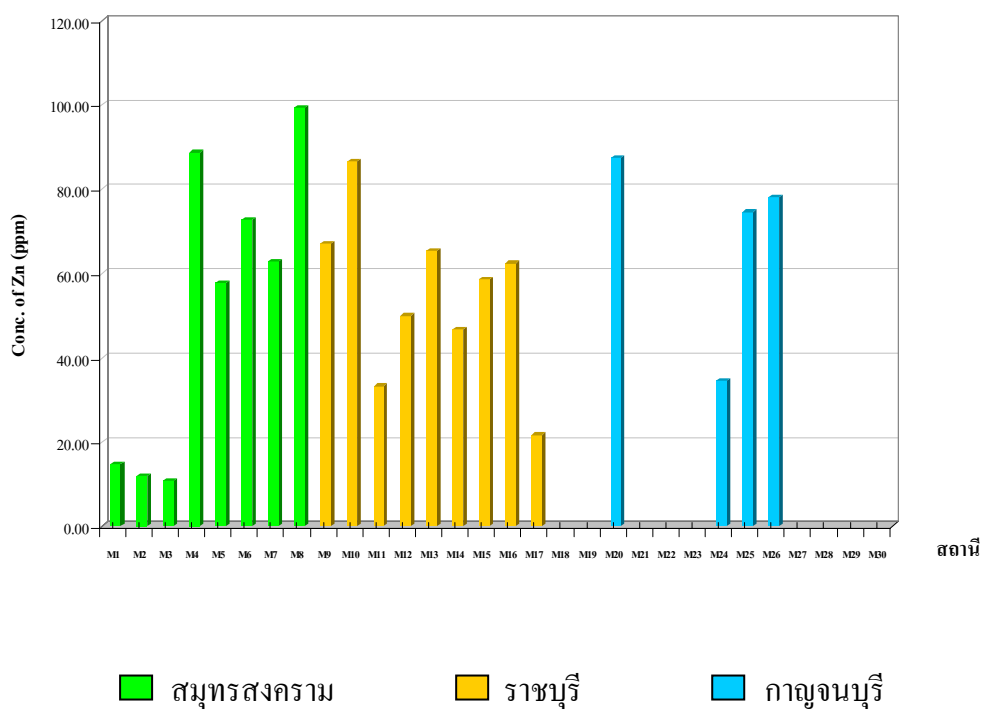
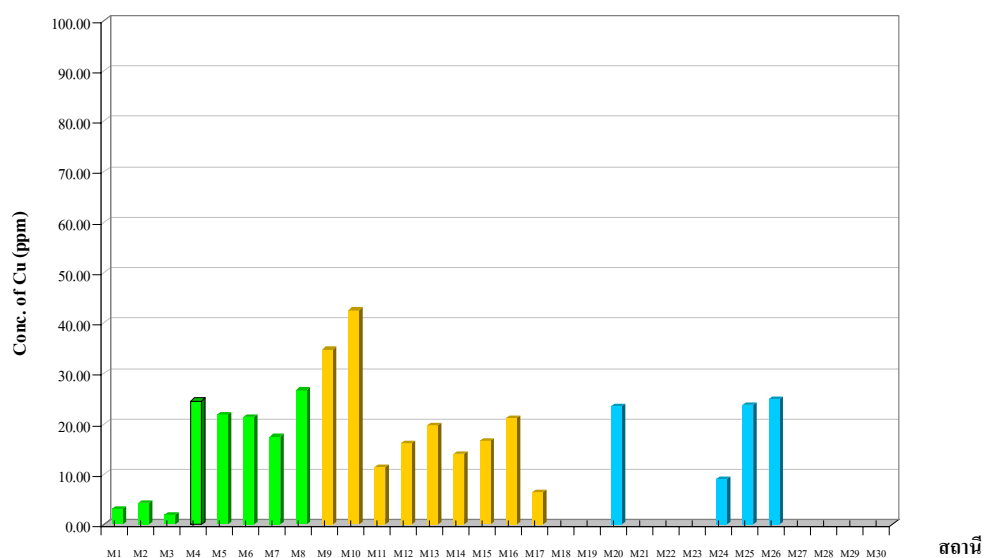
ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 7.25-63.01 ppm โดยที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 8 หน้าวัดบางคนทีนอก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม และสถานีที่มีค่าต่ำที่สุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 27 และภาพที่ 102)

ปริมาณทองแดงในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 2.01-42.54 ppm โดยค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 10 บริเวณปากคลองวัดศาลเจ้า อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 28 และภาพที่ 103)

ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 10.87-99.33 ppm โดยสถานีที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 8 หน้าวัดบางคนทีนอก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม และสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงครามเช่นเดียวกัน (ตารางผนวกที่ 28 และภาพที่ 103)



ภาพที่ 102 ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมและตะกั่ว (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือน
กันยายน พ.ศ. 2548



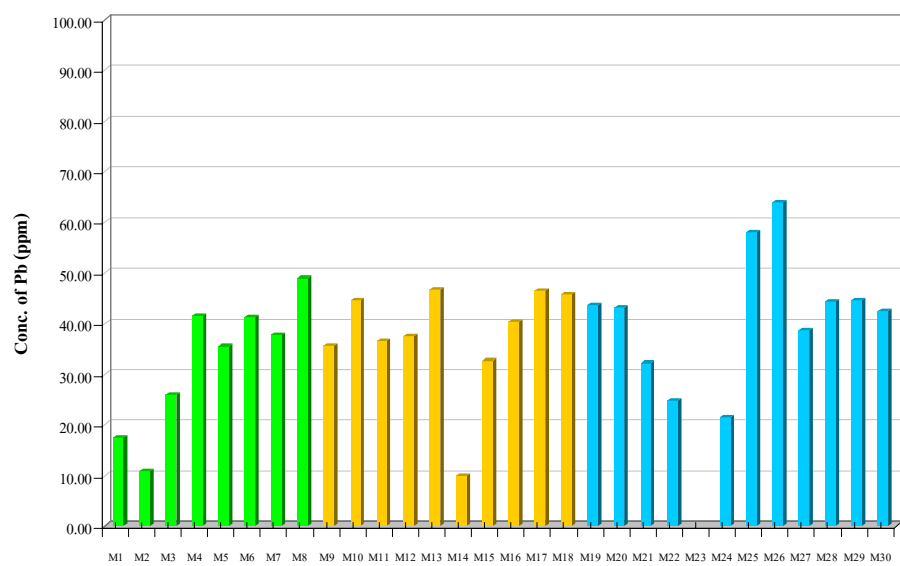
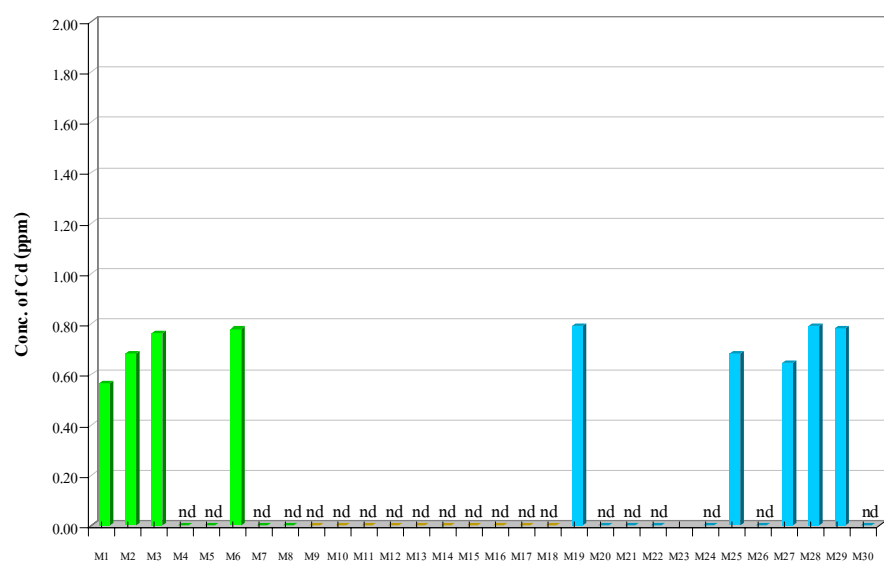
ภาพที่ 103 ค่าความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสี (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือน กันยายน พ.ศ. 2548

เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร ส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจพบได้ ยกเว้น สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 2 3 6 19 25 27 28 และ 29 โดยที่ค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 28 มีค่าเท่ากับ 0.79 ppm บริเวณจุดบรรจบของแม่น้ำแควน้อย กับแม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 29 และภาพที่ 104)

ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 10.94-63.94 ppm โดยที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 26 บ้านฉ่ำ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำที่สุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม (ตารางผนวกที่ 29 และภาพที่ 104)

ปริมาณทองแดงในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 3.06-38.92 ppm โดยค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 25 บริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 14 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี (ตารางผนวกที่ 30 และภาพที่ 105)

ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 31.93-146.38 ppm โดยสถานีที่มีค่าสูงสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 26 บ้านฉ่ำ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 24 บริเวณวัดท่าตะค้อ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางผนวกที่ 30 และภาพที่ 105)

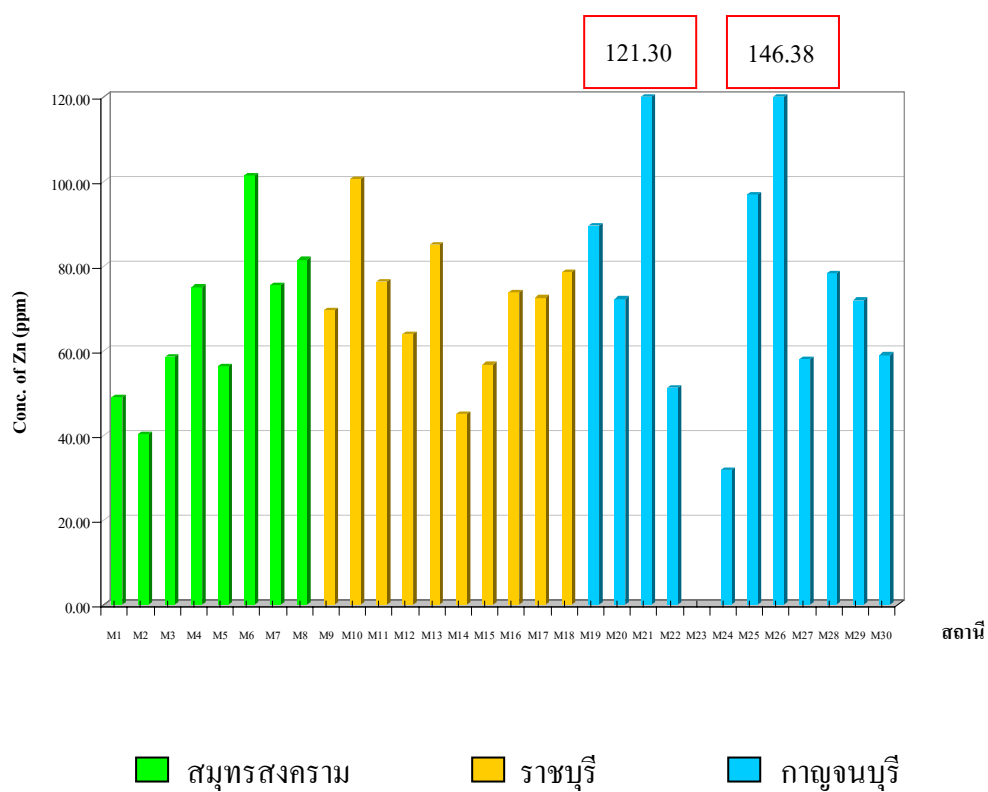
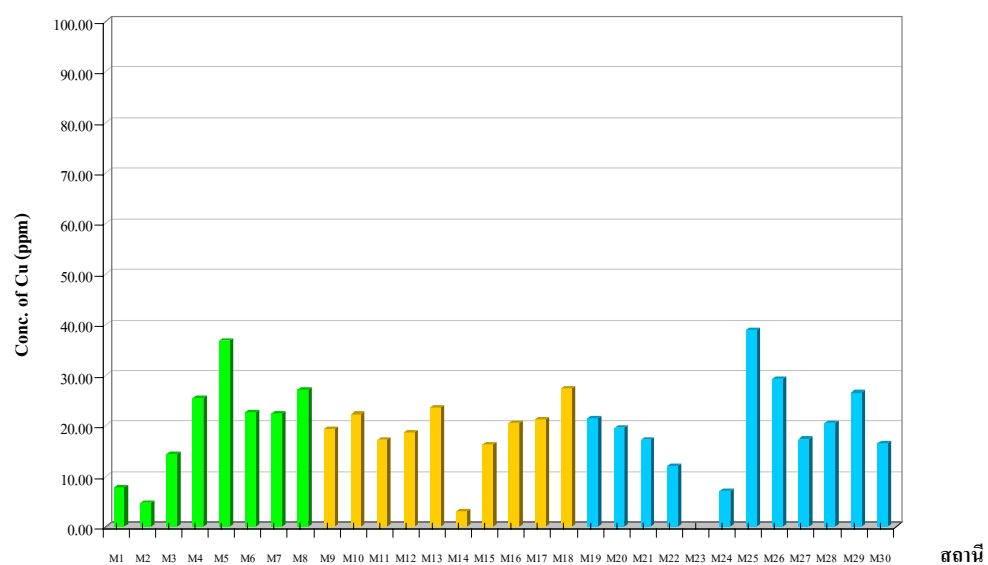


■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 104 ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมและตะกั่ว (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือน
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



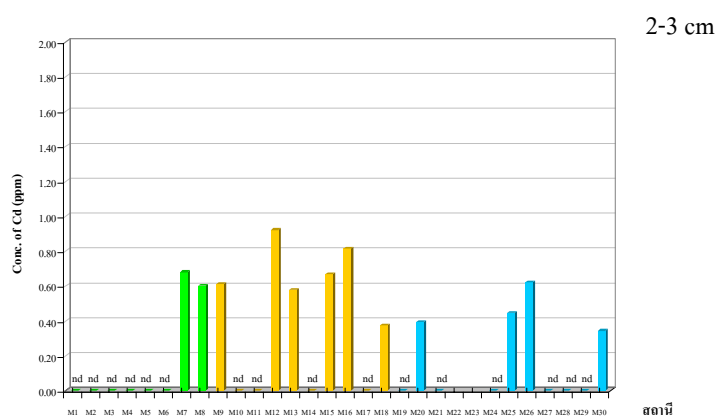
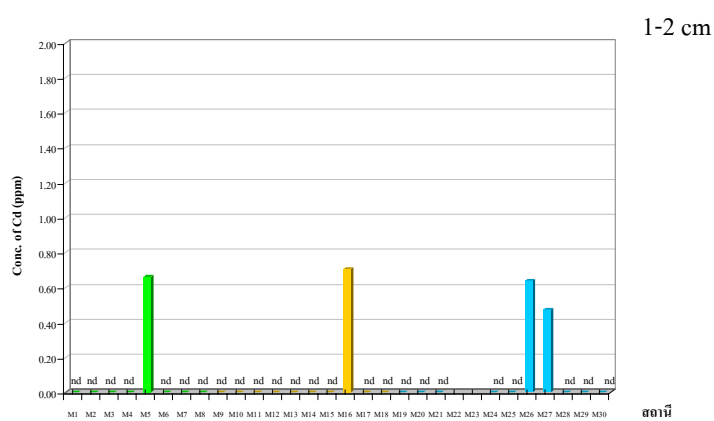
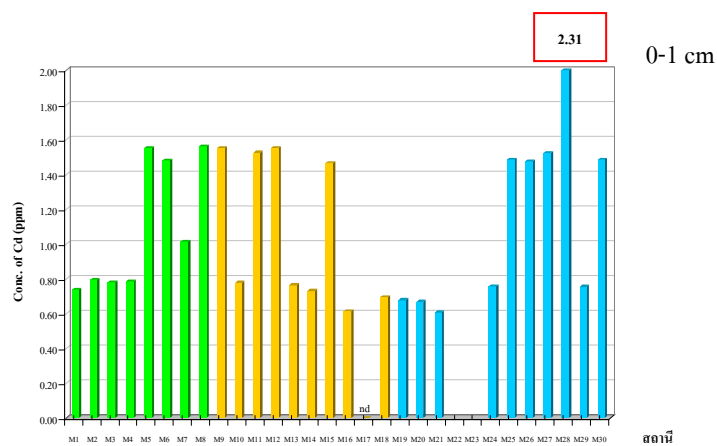
ภาพที่ 105 ค่าความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสี (ppm) ในดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร เดือน
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

2.3.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนตามระดับความลึก

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการสะสมตัวของโลหะหนักในดินตะกอนของแม่น้ำแม่กลองตามระดับความลึกของชั้นดิน ได้ดำเนินการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี) ในชั้นดินที่ 0-1 1-2 และ 2-3 เซนติเมตร ทุกสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่าง ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งชั้นดินดังกล่าวนี้เป็นชั้นดินที่อยู่ติดกับมวลน้ำมากที่สุด และจะส่งผลต่อปริมาณโลหะหนักในมวลน้ำต่อไปได้ นอกจากการศึกษาปริมาณโลหะหนักในชั้นดินทั้ง 3 ชั้นนี้แล้ว ยังได้ทำการเลือกดินตะกอนที่เป็นตัวแทนของแต่ละเขตมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณการสะสมตัวของโลหะหนักในแนวดิ่ง เป็นดินตะกอนทั้งสิ้น 10 ชั้น ชั้นละ 1 เซนติเมตร เริ่มจากดินตะกอนระดับผิวหน้าลงไป รวมทั้งสิ้น 7 สถานีเก็บตัวอย่าง จากผลการศึกษา พบว่า

เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกจากดินตะกอนชั้นผิวหน้าจนถึงดินตะกอนชั้นที่ 3 (ตารางผนวกที่ 21 และ ภาพที่ 106)

จากการศึกษาปริมาณของตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีในดินตะกอน พบว่า มีค่าสูง-ต่ำ สลับกันตามระดับความลึก แต่ดินตะกอนที่มีค่าสูงกว่าส่วนใหญ่จะอยู่ในชั้นดินตะกอนผิวหน้า (ภาพที่ 106-ภาพที่ 109)

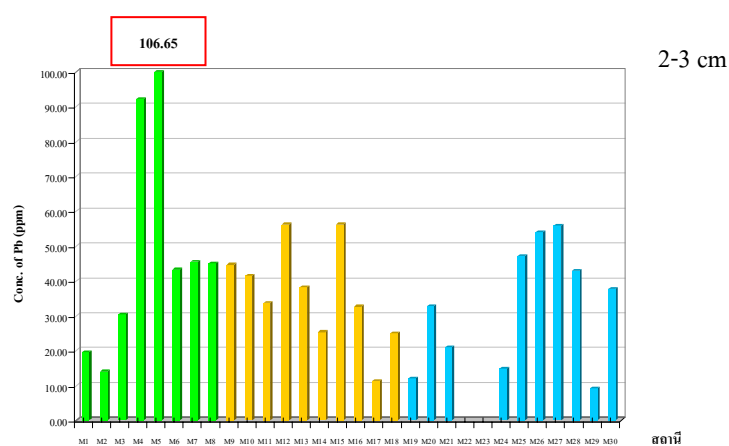
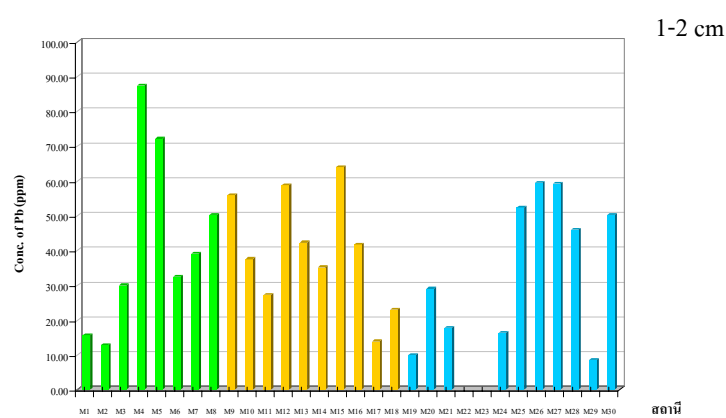
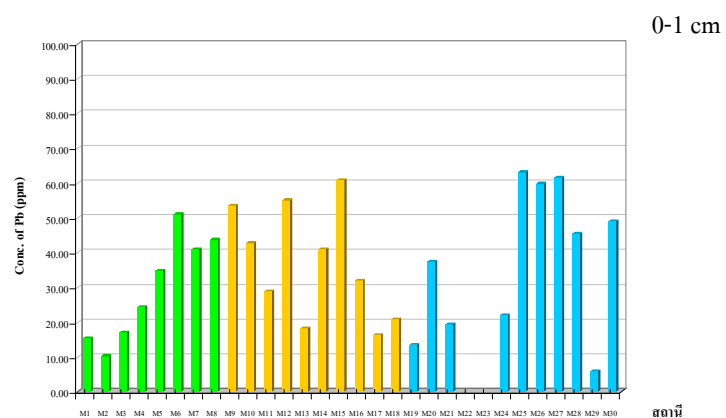


■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

ภาพที่ 106 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

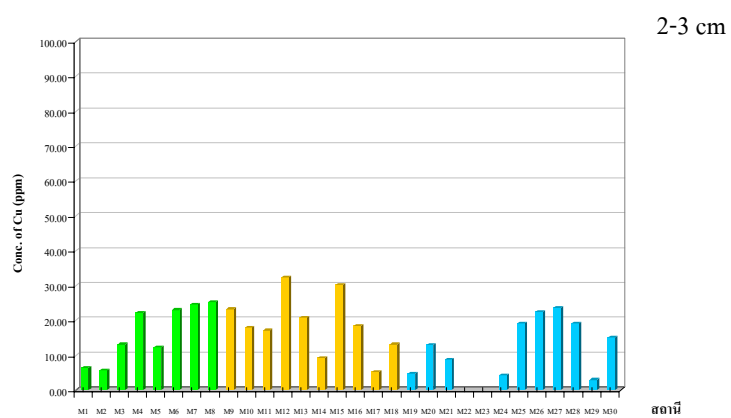
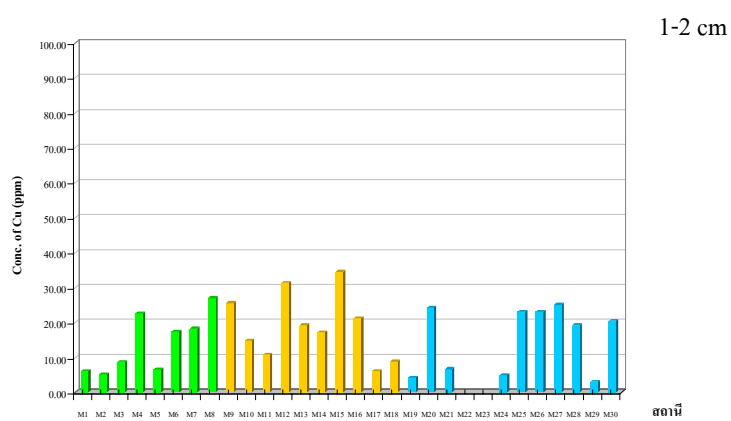
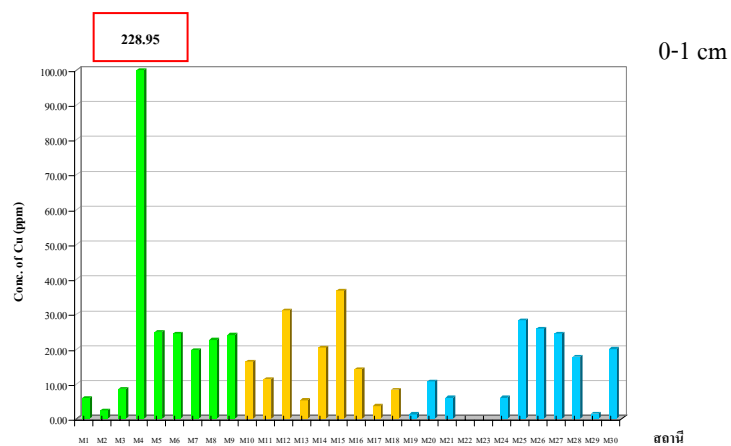


สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 107 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ใน เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

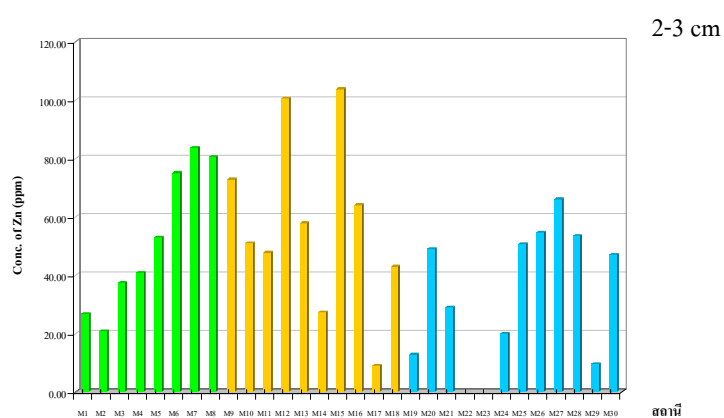
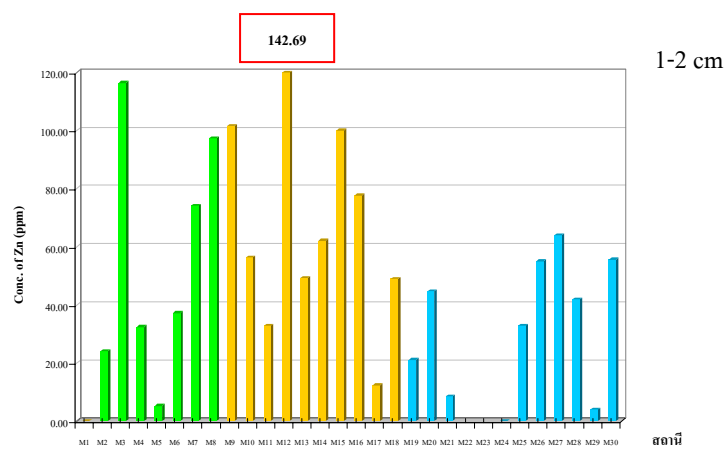
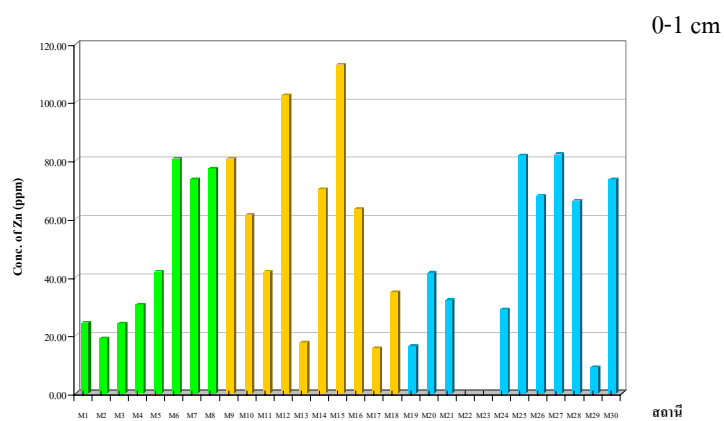


สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 108 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

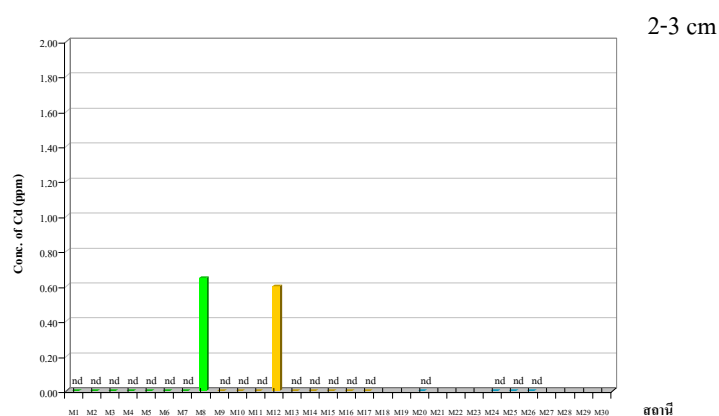
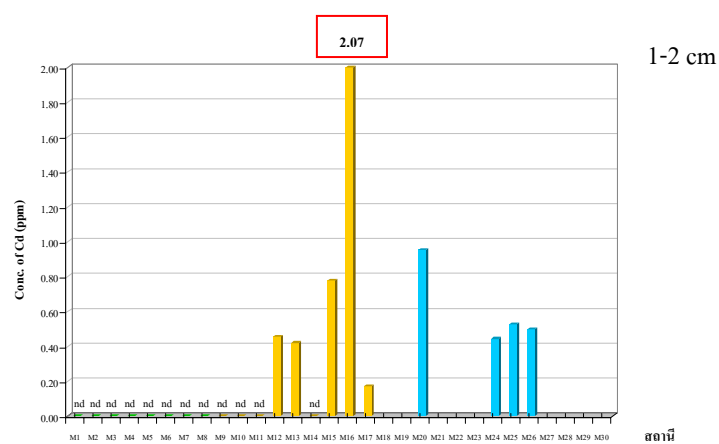
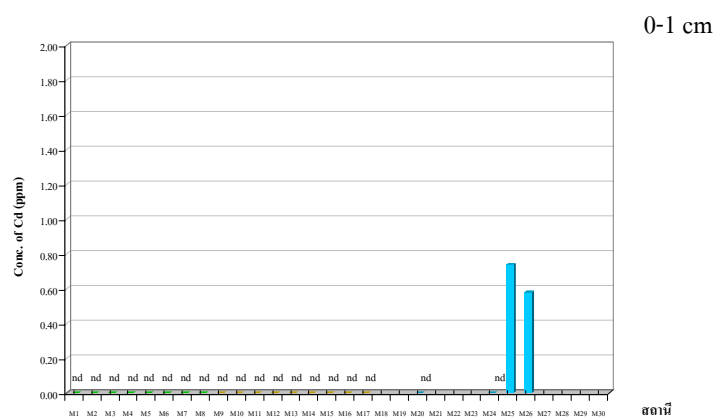
ภาพที่ 109 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนส่วนใหญ่มีค่าต่ำมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ แต่ดินตะกอนที่มีปริมาณของแคดเมียมเพียงพอต่อการตรวจวัดได้ มักจะอยู่ในชั้นของดินตะกอนที่ 2-3 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 27 และภาพที่ 110)

ปริมาณของตะกั่วในดินตะกอนจากการศึกษานี้ พบว่า มีค่าสูง-ต่ำสลับกันตามระดับความลึก แต่ดินตะกอนที่มีปริมาณตะกั่วสูงกว่า ส่วนใหญ่จะอยู่ในชั้นที่ 2-3 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 3 ระดับความลึก (ตารางผนวกที่ 27 และภาพที่ 111)

ปริมาณของทองแดงในดินตะกอน จากการศึกษานี้ พบว่า ปริมาณของทองแดงในดินตะกอนทั้ง 3 ระดับความลึกมีค่าใกล้เคียงกันยกเว้น สถานีเก็บตัวอย่างที่ 10 และ 16 ซึ่งปริมาณของทองแดงมีค่าสูงอยู่ที่ดินตะกอนชั้น 0-1 และ 1-2 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 28 และภาพที่ 112)

ปริมาณของสังกะสีในดินตะกอน จากการศึกษานี้ พบว่า ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ยกเว้นสถานีเก็บตัวอย่างที่ 16 ซึ่งมีปริมาณสังกะสีในชั้น 1-2 เซนติเมตร สูงกว่าชั้นอื่น ๆ (ตารางผนวกที่ 28 และภาพที่ 113)

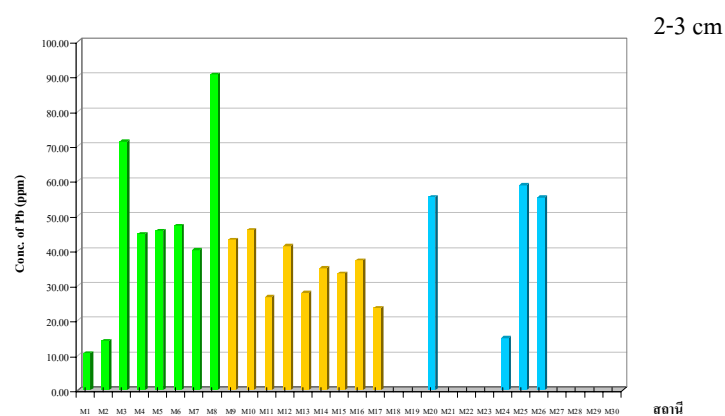
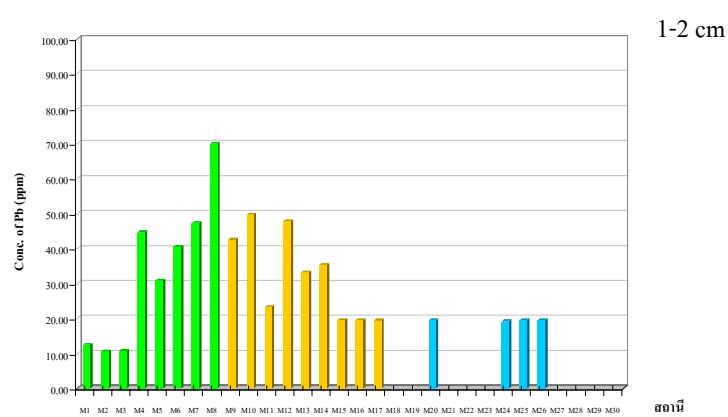
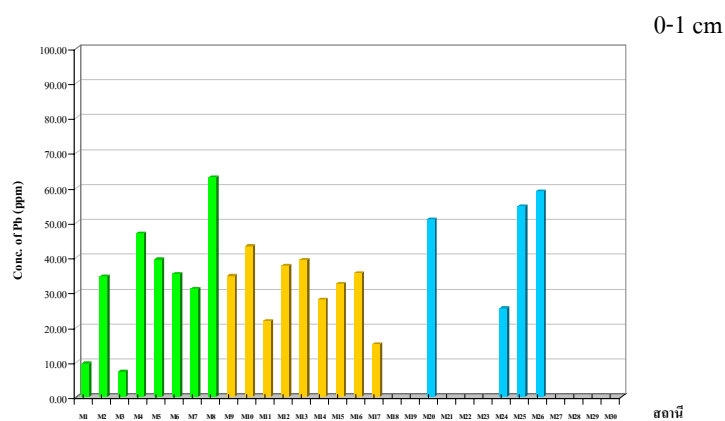


สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 110 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

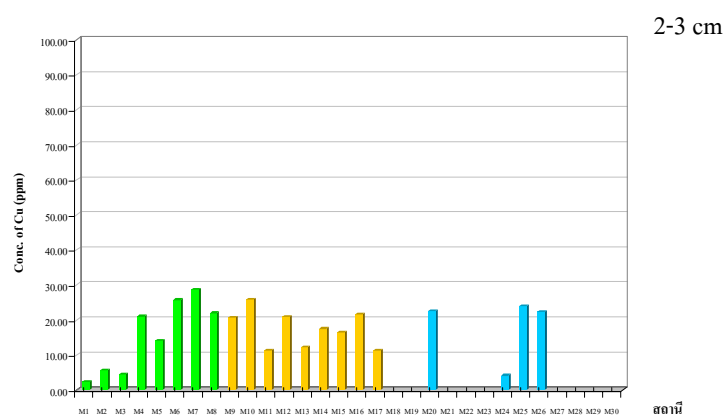
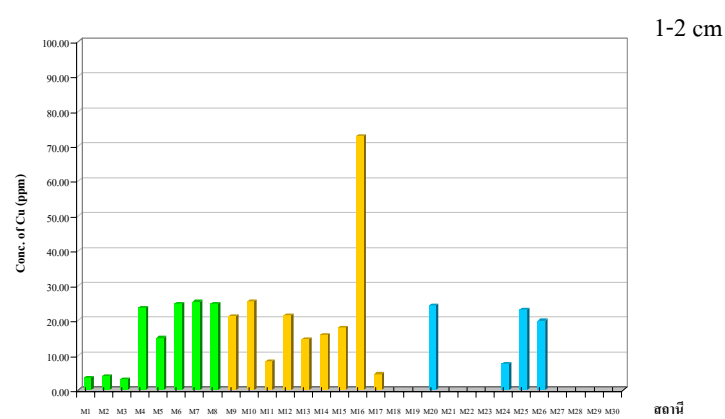
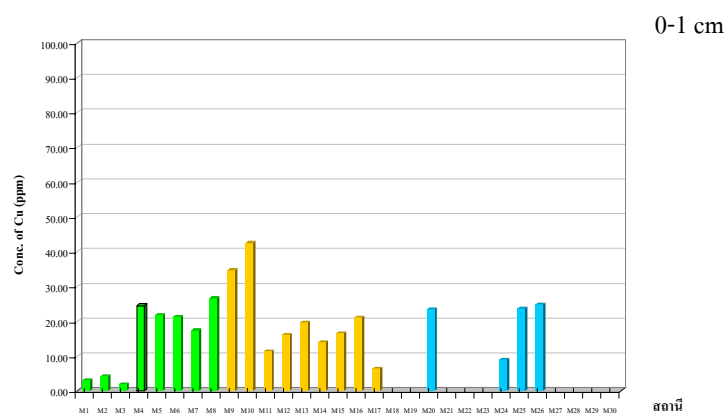


สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 111 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

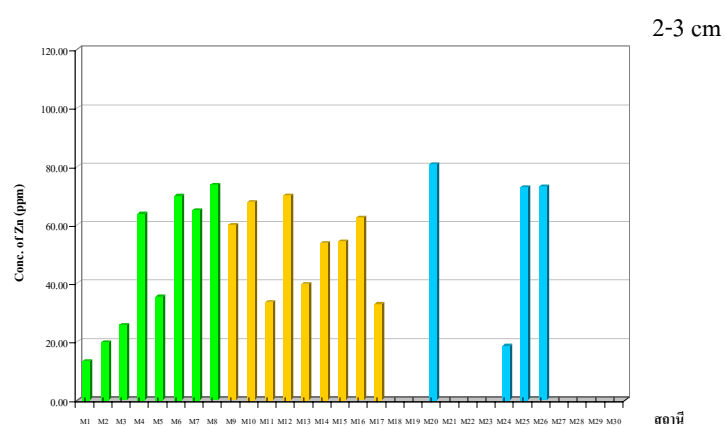
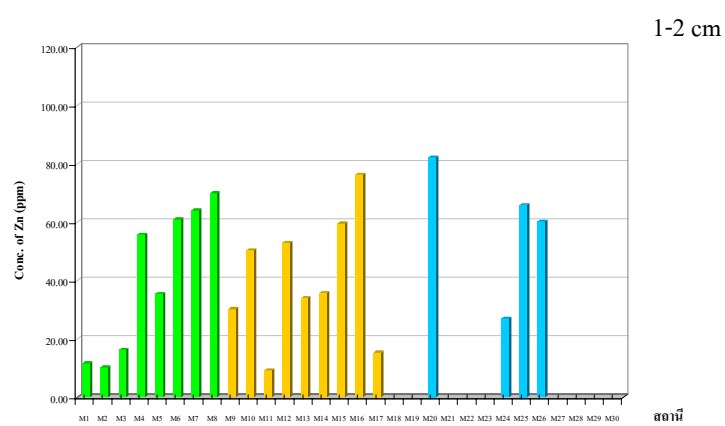
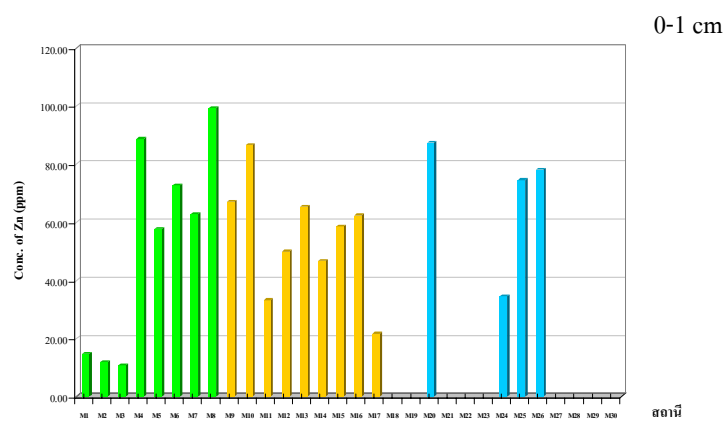


สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 112 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548



■ สมุทรสงคราม

■ ราชบุรี

■ กาญจนบุรี

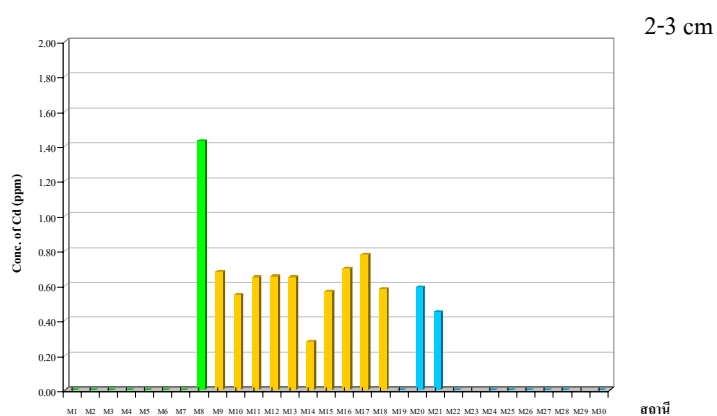
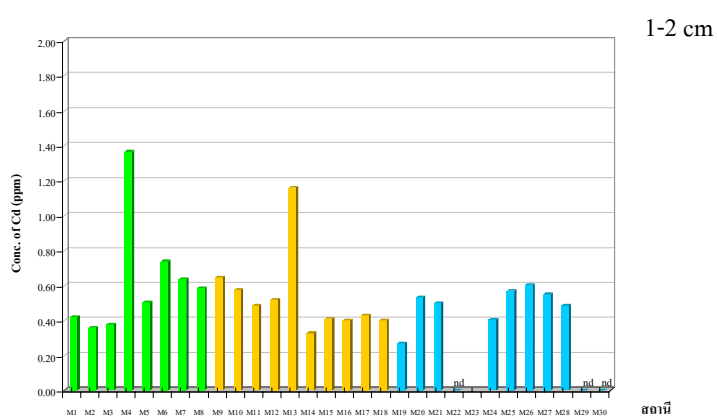
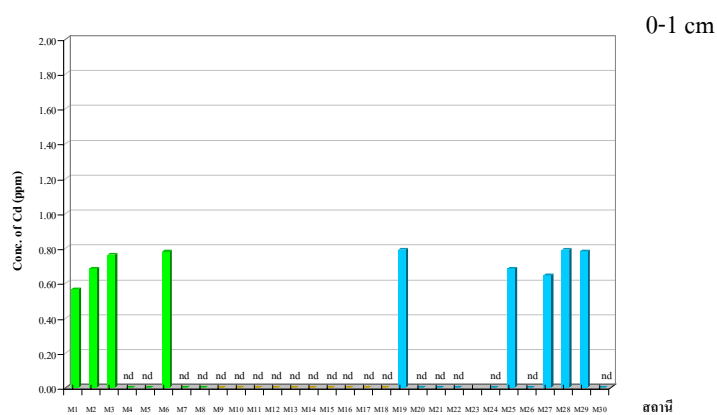
ภาพที่ 113 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ปริมาณแคลเซียมในดินตะกอนของชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตร ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าปริมาณแคลเซียมในดินตะกอนชั้นอื่น ๆ (ตารางผนวกที่ 29 และภาพที่ 114)

ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนมีค่าสลับสูง-ต่ำ ตามความลึกของชั้นดินโดยที่มีค่าสูงส่วนใหญ่อยู่ที่ดินตะกอนชั้น 0-1 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 29 และภาพที่ 115)

ปริมาณทองแดงในดินตะกอนมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระดับความลึก และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามระยะทางไปในทิศทางเดียวกัน (ตารางผนวกที่ 30 และภาพที่ 116)

ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนส่วนใหญ่ที่มีค่าสูงกว่าจะอยู่ในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 เซนติเมตร และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามระยะทางไปในทิศทางเดียวกัน (ตารางผนวกที่ 30 และภาพที่ 117)

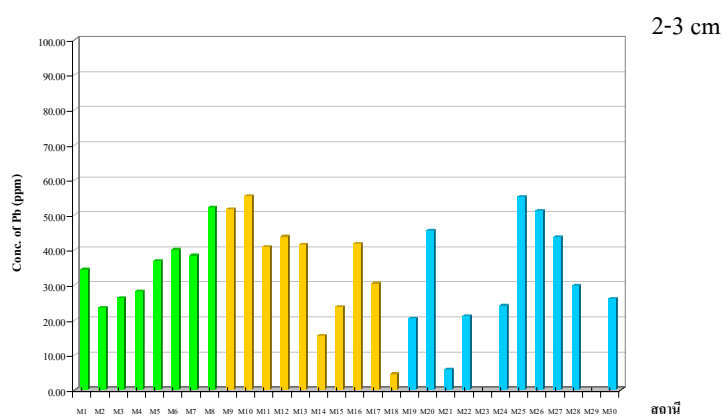
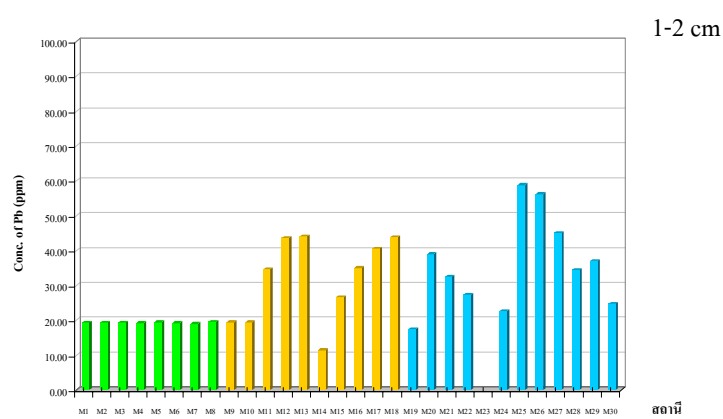
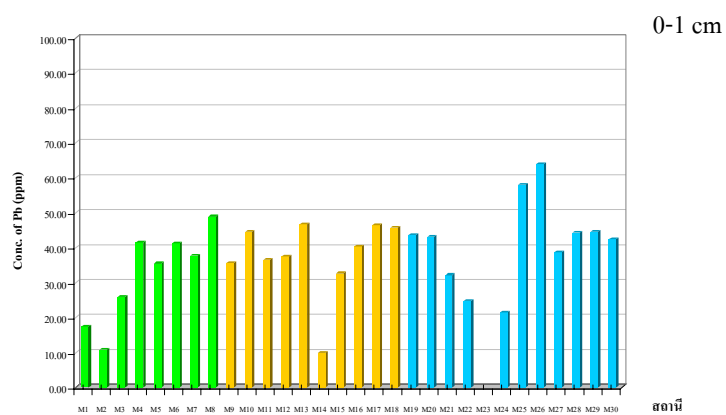


สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 114 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก
ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

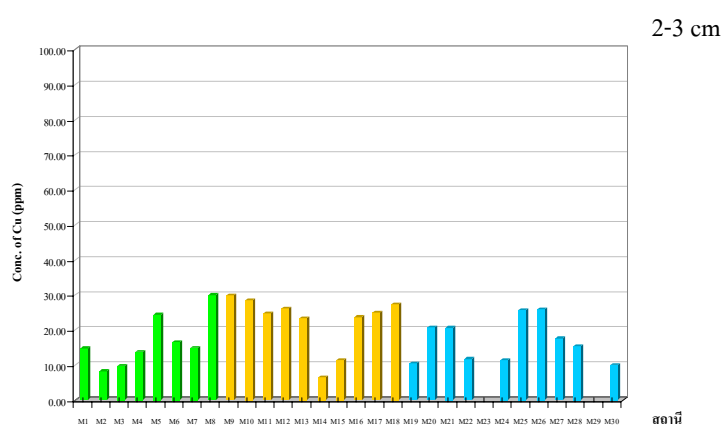
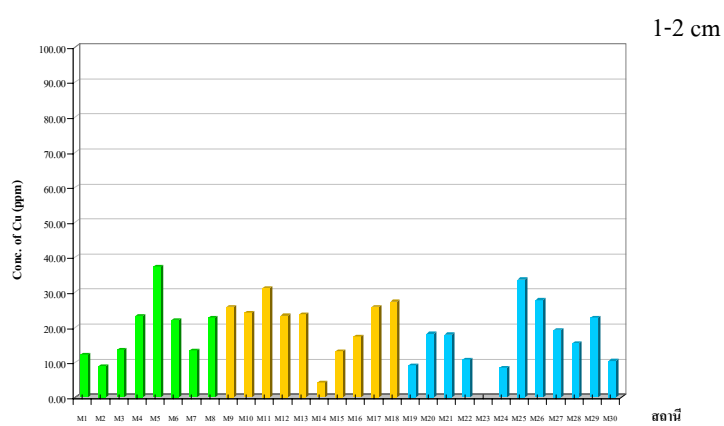
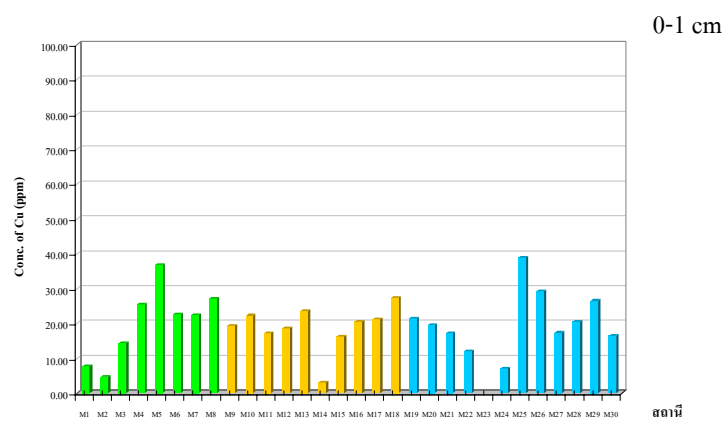


สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 115 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ใน
เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

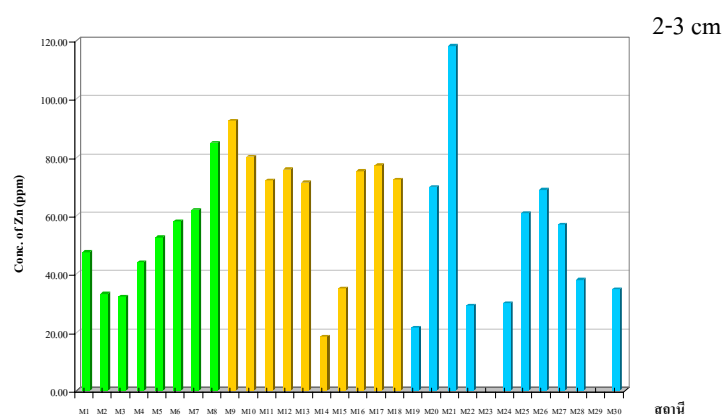
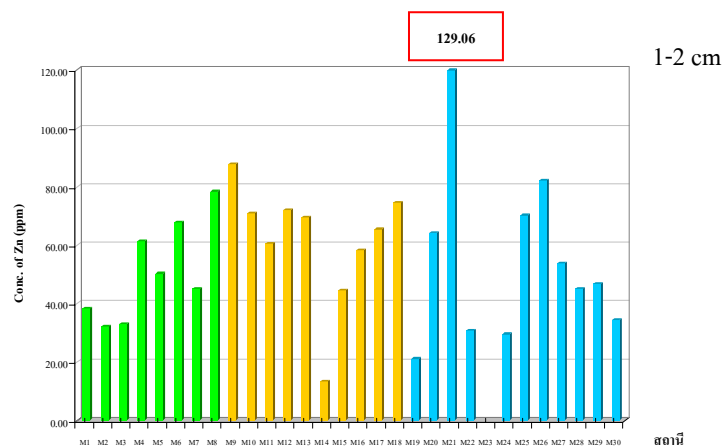
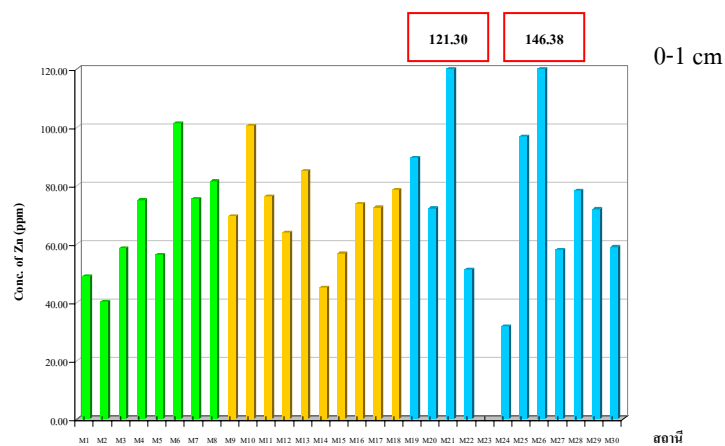


สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 116 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก
ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549



สมุทรสงคราม

ราชบุรี

กาญจนบุรี

ภาพที่ 117 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก
ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของโลหะหนักในดินตะกอนตามระดับความลึก 10 เซนติเมตร โดยทำการเลือกดินตะกอนตัวอย่างจากการเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 จำนวน 7 สถานี ดังนี้

ปริมาณแคดเมียม (ตารางผนวกที่ 23) สถานีที่ 1 พบว่า มีปริมาณของแคดเมียมในชั้นของดินตะกอนที่ 0-1 เซนติเมตรเท่ากับ 0.74 ppm ซึ่งมีค่าสูงกว่าชั้นดินตะกอนอื่น ๆ ที่ไม่สามารถตรวจวัดค่าได้ ยกเว้น ชั้นของดินตะกอนที่ 9-10 เซนติเมตร ที่มีค่าเท่ากับ 0.31 ppm (ภาพที่ 118)

สถานีที่ 6 พบว่า มีปริมาณของแคดเมียมในชั้นของดินตะกอนที่ 0-1 เซนติเมตร สูงกว่าชั้นของดินตะกอนอื่น ๆ เช่นเดียวกับสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.48 ppm โดยภาพรวมของระดับความลึก สังเกตเห็นว่า มีแนวโน้มลดลงจากดินตะกอนระดับผิว แต่มีดินตะกอนบางชั้นที่มีปริมาณของแคดเมียมสูงขึ้นมาแต่ก็ยังมีความต่ำกว่าในชั้นดินผิวน้ำ (ภาพที่ 118)

สถานีที่ 9 12 18 และ 30 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนตามระดับความลึกในรูปแบบที่คล้ายกับกับสถานีที่ 6 คือ มีปริมาณของแคดเมียมสูงที่สุดในชั้นของดินตะกอนผิวน้ำ (ภาพที่ 118 และภาพที่ 119)

สถานีที่ 27 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนตามระดับความลึกในรูปแบบที่คล้ายกับกับสถานีที่ 1 คือ มีแนวโน้มลดลงจากดินตะกอนชั้นผิวน้ำจนไม่สามารถตรวจวัดค่าได้ในชั้นของดินตะกอนที่อยู่ลึกลงไป (ภาพที่ 119)

ปริมาณตะกั่ว (ตารางผนวกที่ 24) สถานีที่ 1 6 และ 18 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของตะกั่วในดินตะกอนตามระดับความลึกไม่มากนัก แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในดินตะกอนที่ระดับลึกลงไปแต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณตะกั่วในดินตะกอนที่ชั้นผิวน้ำก็ยังมีค่าไม่แตกต่างกันนัก (ภาพที่ 120 และภาพที่ 121)

สถานีที่ 9 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของตะกั่วในดินตะกอนตามระดับความลึกในรูปแบบสลับสูง-ต่ำ แต่โดยภาพรวมแล้วมีแนวโน้มที่จะลดลงตามระดับความลึกที่

เพิ่มขึ้น ยกเว้น ชั้นของดินตะกอนที่ 8-10 เซนติเมตร ที่กลับมามีปริมาณสูงขึ้นแต่ก็ยังมีปริมาณของ ตะกั่วต่ำกว่าชั้นของดินตะกอนที่ผิวหน้า (ภาพที่ 120)

สถานีที่ 12 27 และ 30 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของตะกั่ว คล้ายคลึงกัน คือ ปริมาณของตะกั่วลดลงตามระดับความลึกของดินตะกอนที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 120 และภาพที่ 121)

ปริมาณทองแดง (ตารางผนวกที่ 25) สถานีที่ 1 6 9 และ 18 พบว่า มีการ เปลี่ยนแปลงปริมาณของทองแดงไปในทิศทางที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นเมื่อ เปรียบเทียบกับปริมาณทองแดงในชั้นผิวหน้า (ภาพที่ 122 และภาพที่ 123)

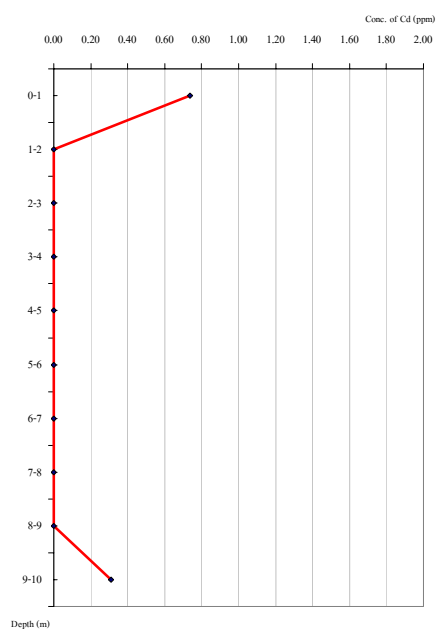
สถานีที่ 12 27 และ 30 พบว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ ทองแดงในดินตะกอนที่ลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นจากดินตะกอนในชั้นผิวหน้า (ภาพที่ 122 และภาพที่ 123)

ปริมาณสังกะสี (ตารางผนวกที่ 26) สถานีที่ 1 6 และ 9 มีการเปลี่ยนแปลง ปริมาณของสังกะสีในดินตะกอนแบบสลับ สูง-ต่ำ ในดินตะกอน 4 ชั้นแรก และเริ่มคงที่ เมื่อระดับ ความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณของสังกะสีไม่แตกต่างจากชั้นดินที่ผิวหน้ามากนัก (ภาพที่ 124)

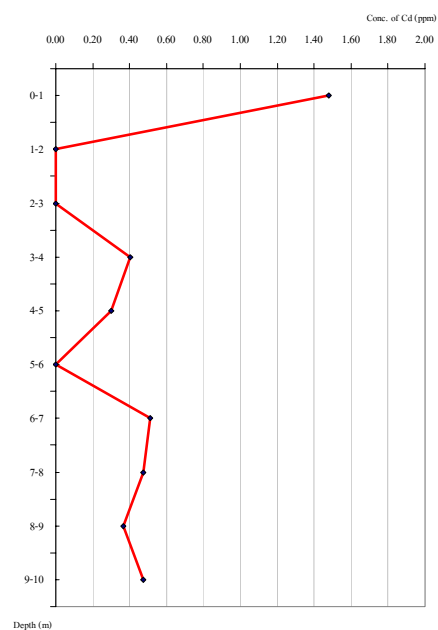
สถานีที่ 12 และ 18 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสังกะสีในดินตะกอนที่ คล้ายคลึงกัน คือ ปริมาณจะเพิ่มขึ้นในดินตะกอนชั้นที่ 1-2 เซนติเมตรแล้วลดลงตามระดับความลึก แต่ยังมีปริมาณของสังกะสีใกล้เคียงกับดินตะกอนในชั้นผิวหน้า (ภาพที่ 124 และภาพที่ 125)

สถานีที่ 27 และ 30 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสังกะสีในดินตะกอนมี แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสังกะสีที่ลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 125)

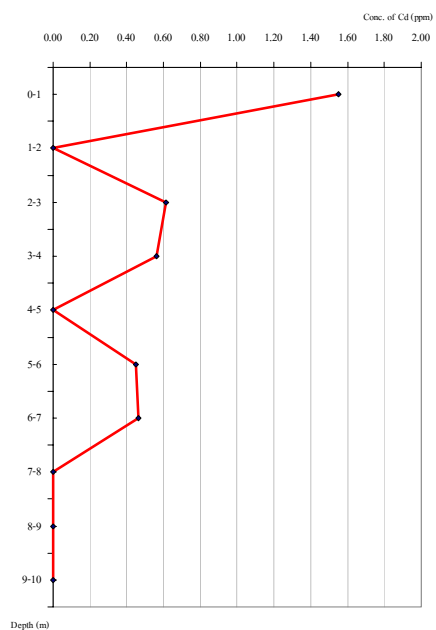
จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของโลหะหนักในดินตะกอนตาม ระดับความลึก 10 เซนติเมตร เมื่อสังเกตผลจากภาพรวมแล้วจะเห็นว่าชั้นของดินตะกอนที่มีปริมาณ ของโลหะหนักสูง จะอยู่ในดินตะกอนชั้นผิวหน้าเป็นส่วนใหญ่ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ โลหะหนักจะมากในดินตะกอน 3 ชั้นแรก (ภาพที่ 118-ภาพที่ 125)



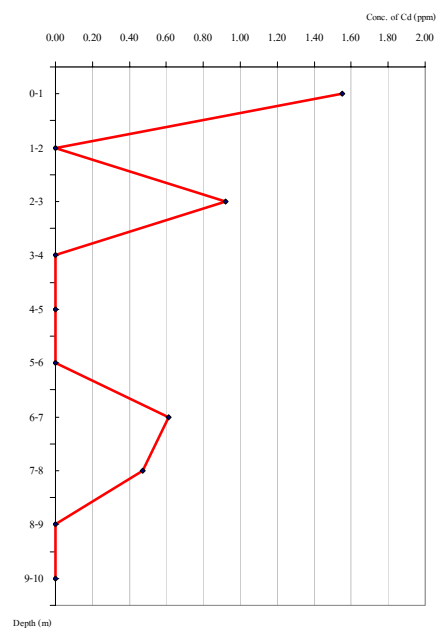
สถานีที่ 1



สถานีที่ 6

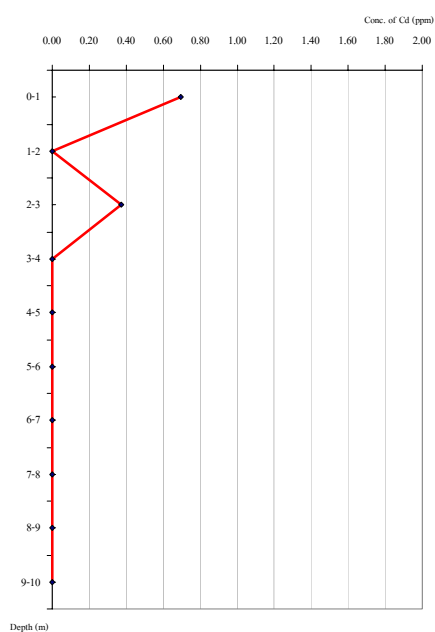


สถานีที่ 9

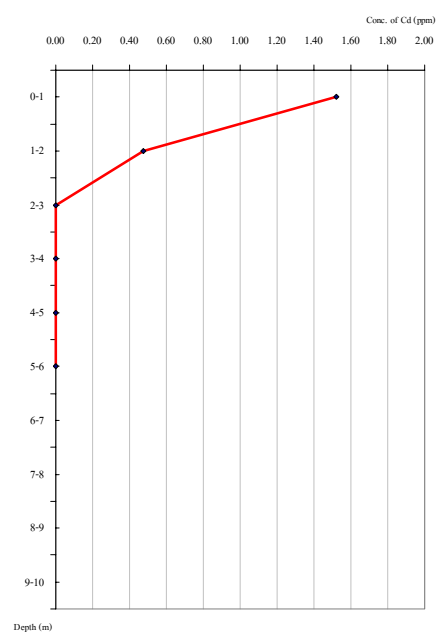


สถานีที่ 12

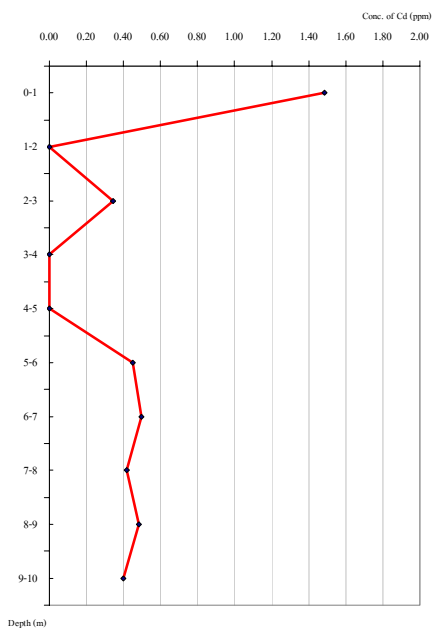
ภาพที่ 118 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



สถานีที่ 18

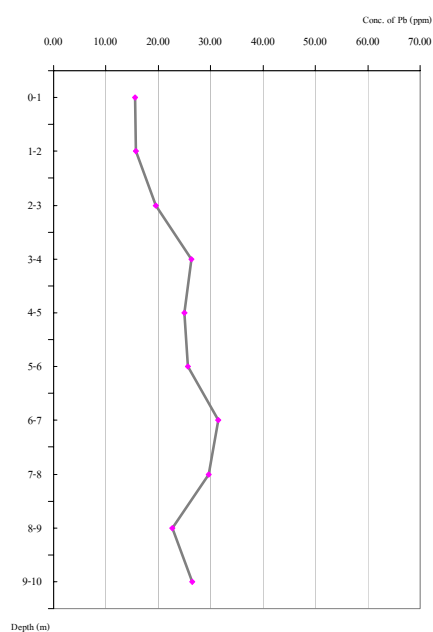


สถานีที่ 27

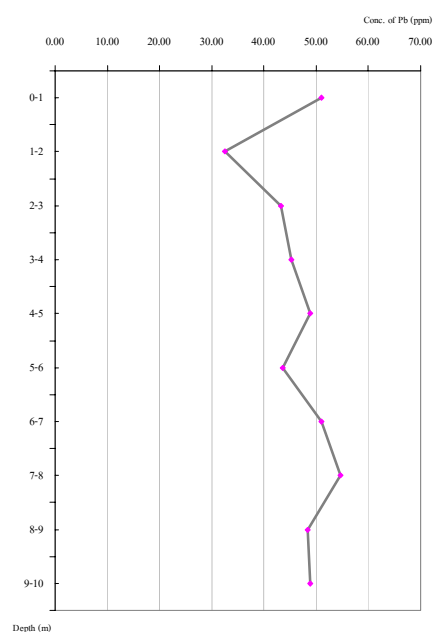


สถานีที่ 30

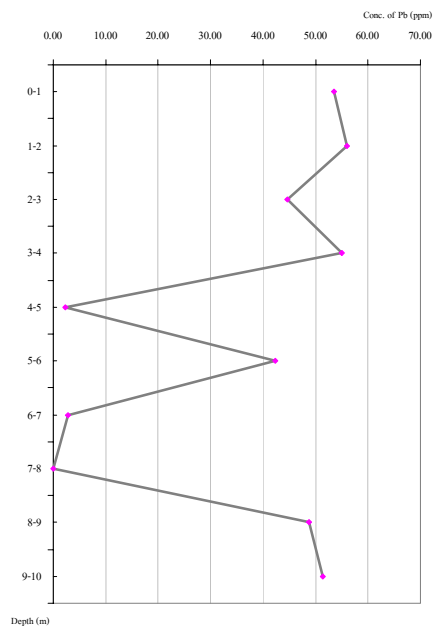
ภาพที่ 119 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



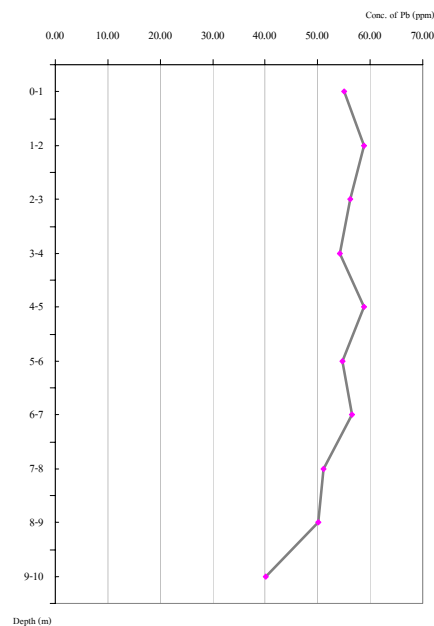
สถานีที่ 1



สถานีที่ 6

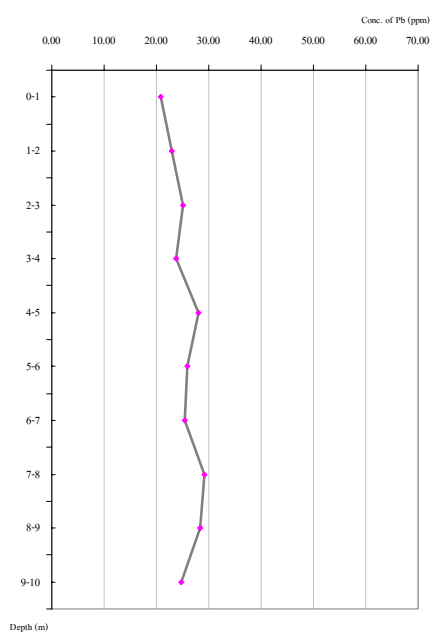


สถานีที่ 9

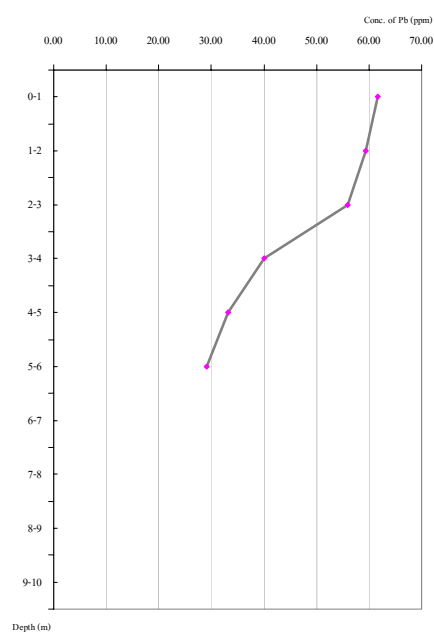


สถานีที่ 12

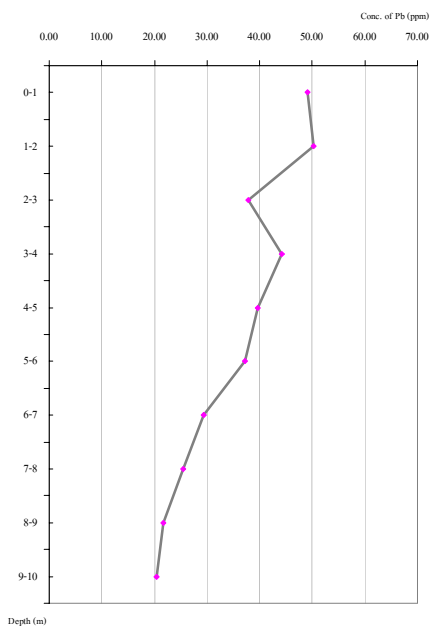
ภาพที่ 120 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ของ สถานีที่ 1 สถานีที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



สถานีที่ 18

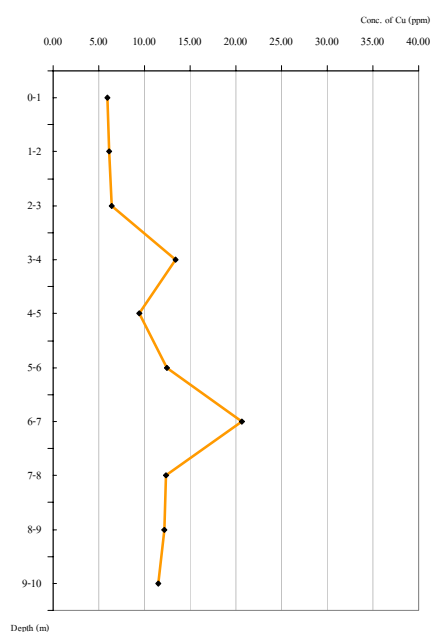


สถานีที่ 27

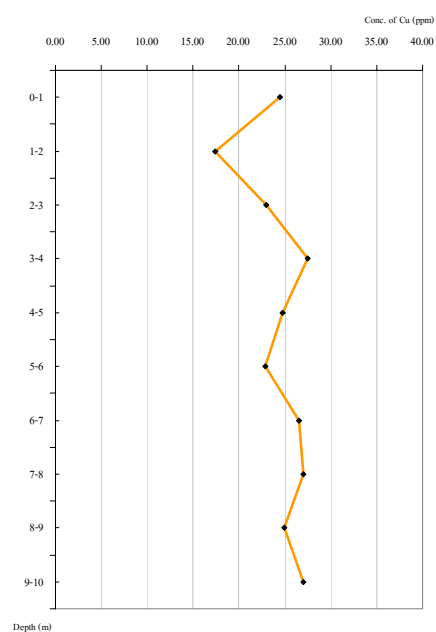


สถานีที่ 30

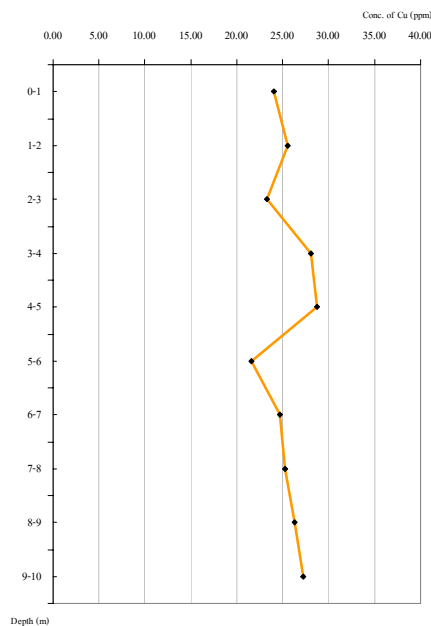
ภาพที่ 121 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของ สถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



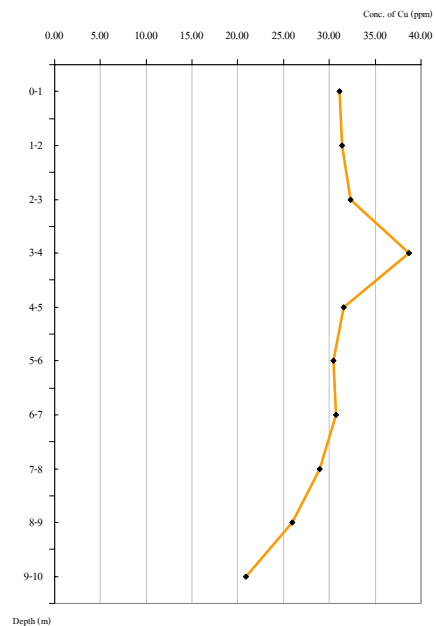
สถานีที่ 1



สถานีที่ 6

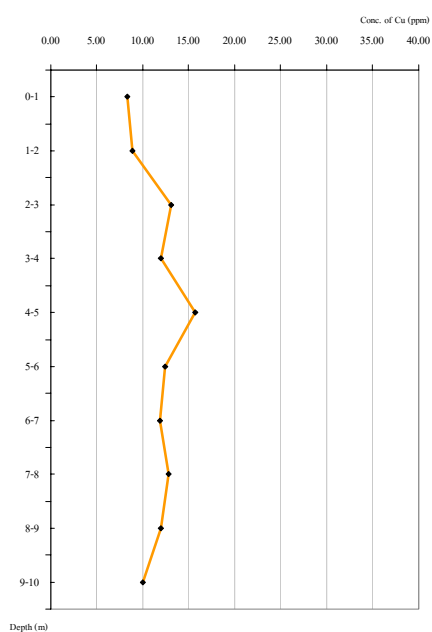


สถานีที่ 9

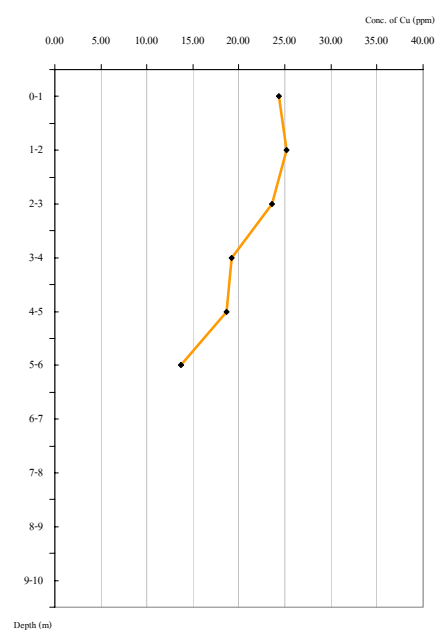


สถานีที่ 12

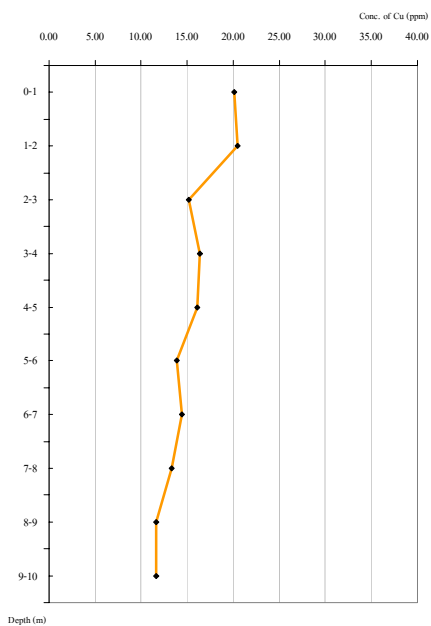
ภาพที่ 122 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 สถานีที่ 9 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



สถานีที่ 18

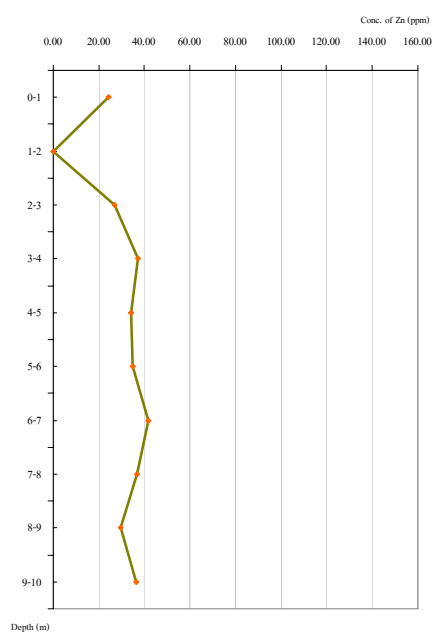


สถานีที่ 27

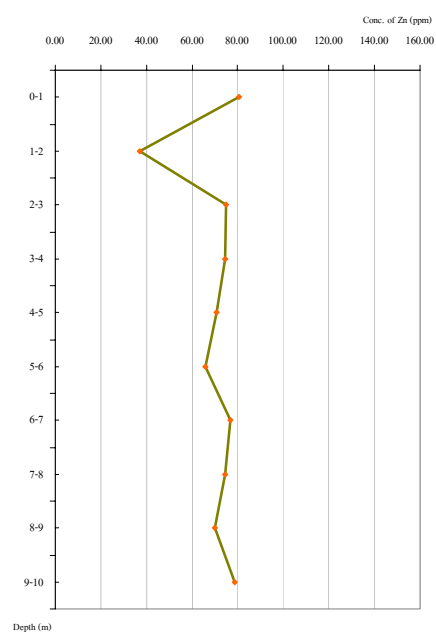


สถานีที่ 30

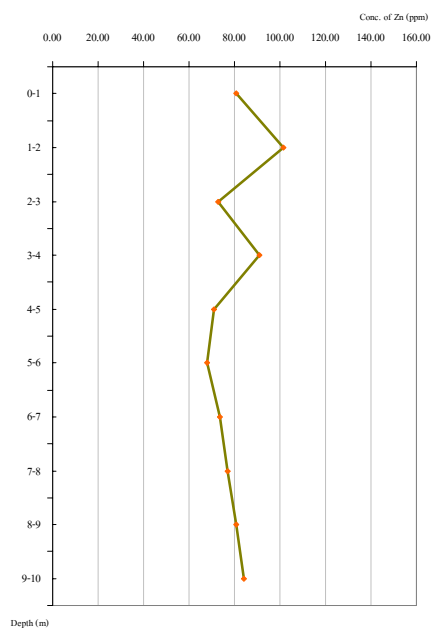
ภาพที่ 123 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



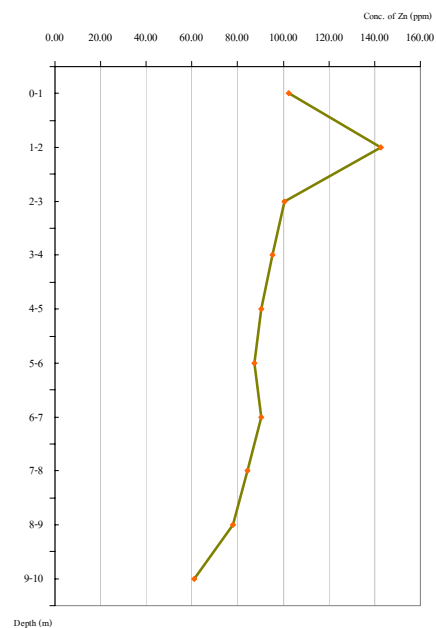
สถานีที่ 1



สถานีที่ 6

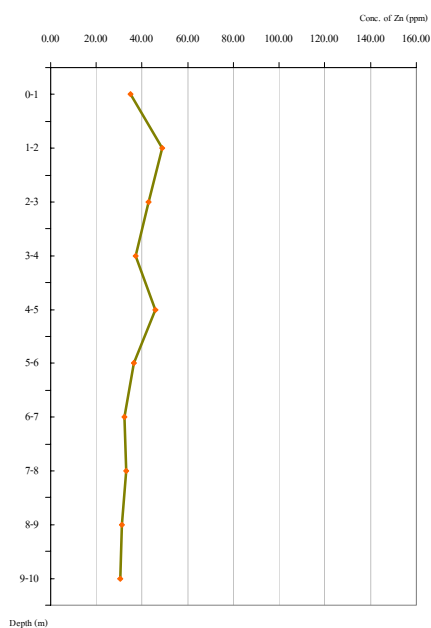


สถานีที่ 9

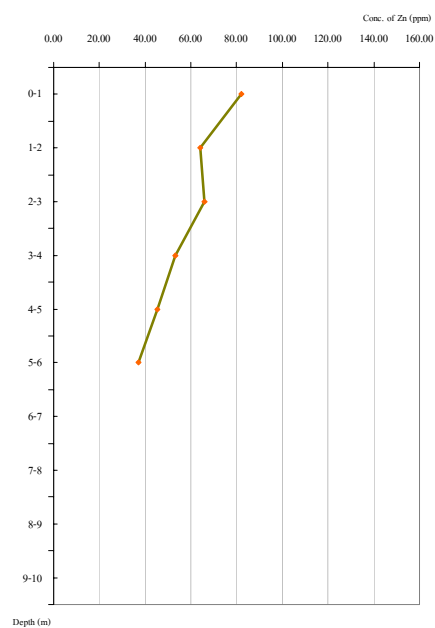


สถานีที่ 12

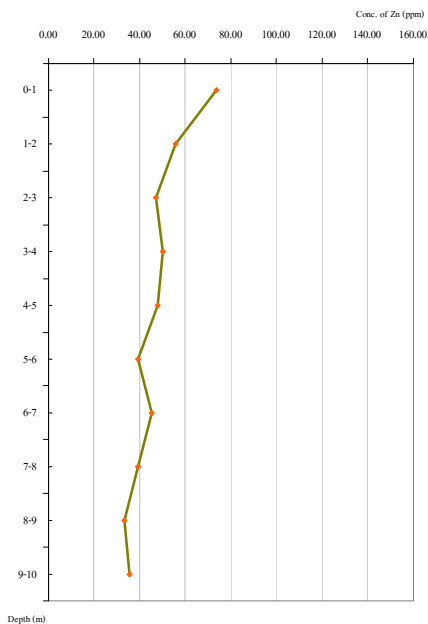
ภาพที่ 124 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 1 สถานีที่ 6 และสถานีที่ 12 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548



สถานีที่ 18



สถานีที่ 27



สถานีที่ 30

ภาพที่ 125 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึกของสถานีที่ 18 สถานีที่ 27 และสถานีที่ 30 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

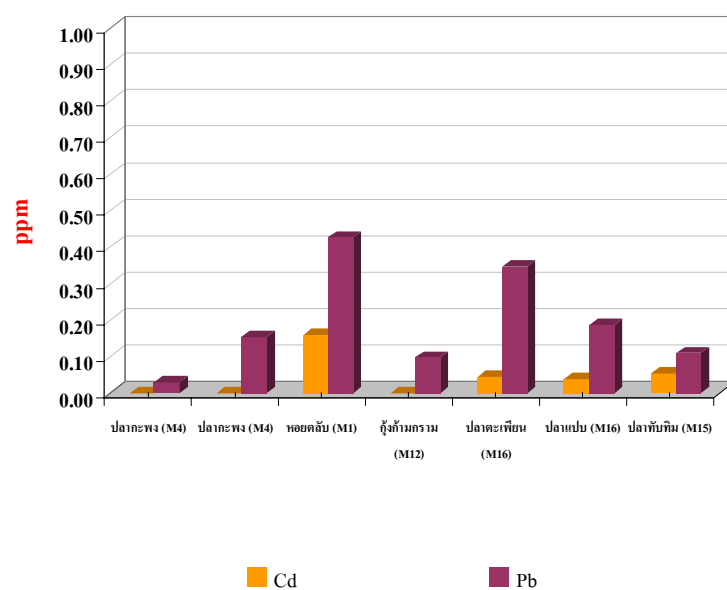
3. ปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ

สัตว์น้ำถือได้ว่าเป็นแหล่งอาหาร และเป็นสิ่งที่สร้างรายได้ให้แก่ ชาวประมง และเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งสัตว์น้ำจะมีคุณภาพดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำที่อาศัยอยู่ หรือน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงเป็นสำคัญ หากน้ำที่สัตว์น้ำอยู่อาศัยมีคุณภาพต่ำ สัตว์น้ำก็ย่อมจะมีคุณภาพต่ำไปด้วย หรืออาจจะกลายมาเป็นพาหะนำโรคมายังผู้บริโภคต่อไปได้ โดยเฉพาะมนุษย์ ซึ่งเป็นผู้บริโภคขั้นสุดท้าย

สัตว์น้ำในแม่น้ำแม่กลองก็มีทั้งที่มีคุณภาพดี และไม่ดี แต่สิ่งที่สำคัญคือสารพิษตกค้าง โดยเฉพาะสารพิษประเภทโลหะหนัก จากการศึกษาปริมาณโลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี) ในสัตว์น้ำบางชนิด ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 31) พบว่า มีปริมาณของโลหะหนักในสัตว์น้ำ ดังนี้

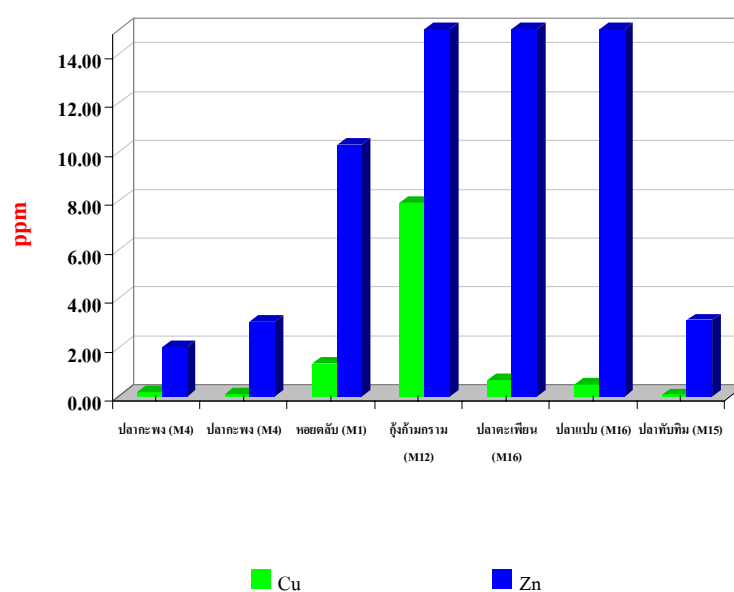
ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

ชนิดสัตว์น้ำ	ความยาว (cm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
ปลากะพง (M4)	30	0.00	0.03	0.17	2.01
ปลากะพง (M4)	32	0.00	0.15	0.08	3.05
หอยดิลิป (M1)	4.5	0.16	0.43	1.33	10.28
กุ้งก้ามกราม (M12)	14	0.00	0.10	7.92	16.40
ปลาดูเพียน (M16)	8	0.04	0.35	0.65	27.41
ปลาแปบ (M16)	10	0.04	0.19	0.49	35.73
ปลาทับทิม (M15)	26	0.05	0.11	0.05	3.11



สถานี

ก



สถานี

จ

ภาพที่ 126 ค่าความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนัก (ppm) ในสัตว์น้ำบางชนิด แคล่เมียมกับตะกั่ว (ก) และทองแดงกับสังกะสี (จ) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง

วิจารณ์

คุณภาพน้ำ

กรมควบคุมมลพิษ (2549) ได้ประกาศให้คุณภาพน้ำแม่กลองตลอดสาย อยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 คือ เป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพพอใช้ สามารถใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคได้ โดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไป และฆ่าเชื้อโรค และสามารถใช้ในการเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม

1. คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ

1.1 อุณหภูมิ

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 27.34-32.59 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.97 ± 1.33 องศาเซลเซียส ซึ่งทั้งสามฤดูกาลมีค่าของอุณหภูมิน้ำที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยที่เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 มีค่าของอุณหภูมิตั้งอยู่ในช่วง 29.80-32.59 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.39 ± 0.69 องศาเซลเซียส เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ซึ่งมีค่าของอุณหภูมิตั้งอยู่ในช่วง 29.15-30.95 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.30 ± 0.39 องศาเซลเซียส และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 มีอุณหภูมิตั้งอยู่ในช่วง 27.34-29.45 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.62 ± 0.66 องศาเซลเซียส โดยภาพรวมพบว่า ค่าของอุณหภูมิน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูหนาวมีค่าต่ำกว่าค่าของอุณหภูมิน้ำในเดือนเมษายน (ฤดูร้อน) และเดือนกันยายน (ฤดูฝน) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล แต่การเปลี่ยนแปลงนี้ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์ของคุณภาพน้ำตามธรรมชาติ

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำตามเขตของจังหวัด พบว่า จังหวัดสมุทรสงครามมีค่าของอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 28.06-32.07 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.08 ± 1.30 องศาเซลเซียส จังหวัดราชบุรีมีค่าของอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 28.38-32.59 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.39 ± 1.19 องศาเซลเซียส และจังหวัดกาญจนบุรีมีค่าของอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 27.34-31.59 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.26 ± 1.33 องศาเซลเซียส จากการทดสอบทางสถิติ พบว่า อุณหภูมิของน้ำในจังหวัดสมุทรสงคราม และจังหวัดกาญจนบุรีมีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.037) และอุณหภูมิในจังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.003) เนื่องจากน้ำในจังหวัดกาญจนบุรีมีความเย็นเพราะว่าเป็นน้ำที่มีการไหลมาจากภูเขา และเขื่อนจึงมีความเย็นมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ

1.2 ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม

ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 2.38-187.50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 15.88 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำของแต่ละฤดูกาล แบบ Kruskal-Wallis H test ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่ากลางของข้อมูล 2 ชุดขึ้นไป ที่สุ่มอย่างเป็นอิสระกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.233) โดยมีค่ามัธยฐานของปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม ในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว เท่ากับ 14.83 19.07 และ 14.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำตามเขตพื้นที่แบบ Kruskal-Wallis H test พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่า Asymp. Sig. = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมมีความแตกต่างกันตามเขตพื้นที่ เมื่อทำการวิเคราะห์แบบ Mann-Whitney U test แยกตามการจัดแบ่งเขตพื้นที่การศึกษา คือ จังหวัดสมุทรสงคราม ราชบุรี และกาญจนบุรี พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมของจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสงคราม และจังหวัดกาญจนบุรี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) สำหรับจังหวัดราชบุรีและจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.539) โดยจังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 30.25 14.55 และ 12.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

2. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

2.1 ความเค็ม

จากการศึกษาตลอดทั้งปี พบว่า ความเค็มมีการแพร่กระจายอยู่บริเวณปากแม่น้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.06-29.60 psu จนถึงบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างที่ 7 อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งจะแตกต่างจากแม่น้ำบางปะกงที่มีความเค็มแพร่กระจายไปถึงจังหวัดปราจีนบุรีเป็นระยะทางกว่า 120 กิโลเมตร (คณะประมง, 2547) ทั้งนี้เนื่องจากแม่น้ำแม่กลองมีความลาดชันของพื้นที่ต่อน้ำที่มากกว่าคือ ทุก ๆ ระยะทาง 6 กิโลเมตร จะมีความลาดเอียงของพื้นที่ต่อน้ำเพิ่มขึ้น 1 เมตร จึงเปรียบเสมือนฝายกั้นน้ำเค็มไม่ให้มีการแพร่กระจายเข้าสู่ลำน้ำ และเมื่อถึงเวลาน้ำลง น้ำจะมีอัตราการไหลที่เร็วและแรง จึงทำให้ความเค็มบริเวณปากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงสูง

โดยในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 พบว่าค่าความเค็มอยู่ในช่วง 0.06-20.70 psu ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 พบว่ามีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 0.12-29.15 psu และในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 มีอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 0.06-29.60 psu ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูกาล ช่วงน้ำแล้ง และน้ำหลาก จากผลการศึกษากลับพบว่าในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำแล้งกลับมีค่าความเค็มต่ำกว่าในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำหลาก เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงเวลาน้ำลงจึงทำให้มีค่าความเค็มต่ำ ซึ่งต่างจากเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ที่ทำการเก็บตัวอย่างขณะน้ำขึ้น ซึ่งผลของความเค็มที่จะนำมาเป็นตัวแทนของฤดูน้ำแล้งได้คือนั้นควรจะเป็นค่าที่ได้จากเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 เนื่องจากมีช่วงเวลากการเก็บเป็นช่วงเวลาน้ำขึ้นเช่นเดียวกันกับเดือนกันยายน พ.ศ. 2549

2.2 ปริมาณออกซิเจนละลาย

ปริมาณออกซิเจนละลายในแม่น้ำแม่กลองจากการศึกษาในรอบปีพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 3.76-9.84 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.84 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยภาพรวมปริมาณออกซิเจนละลายที่ตรวจวัดได้ยังจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน (4 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีเพียงบางสถานีเก็บตัวอย่างที่พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำผิวดินคือ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 ของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 บริเวณปากคลองมอปลัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า มีค่าเท่ากับ 3.85 มิลลิกรัมต่อลิตร และในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ที่

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 5 และสถานีที่ 6 พบว่า มีปริมาณออกซิเจนละลายเท่ากับ 3.85 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากันทั้ง 2 สถานี ซึ่งอยู่ในบริเวณ ปากคลองบ้านโรงธรรม และปากคลองบ้านโพพาง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากบริเวณทั้งสาม มีการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ริมฝั่งเป็นจำนวนมาก เช่น สะพานปลา จุดจอดเรือประมง แหล่งเพาะปลูก การเลี้ยงปลาในกระชัง แหล่งที่อยู่อาศัย บ้านเรือนเป็นจำนวนมากบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ จากการสำรวจยังพบว่ามีปริมาณขยะที่ถูกทิ้งลงมาในแม่น้ำเป็นจำนวนมากซึ่งจะมองเห็นทั้งที่ลอยมาในน้ำ และที่ติดอยู่ทั้งสองริมชายฝั่ง ประกอบกับบริเวณดังกล่าวยังมีกลิ่นเหม็น และน้ำมีสีน้ำตาลขุ่นมีลักษณะเป็นเมือก แต่อย่างไรก็ตามปริมาณออกซิเจนที่ทำการตรวจวัดได้ยังมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อย

อีกบริเวณหนึ่งที่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำ คือ บริเวณสถานีเก็บตัวอย่างที่ 29 ทางเข้าแม่น้ำแควใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.76 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการใช้ประโยชน์ทางด้านการท่องเที่ยว ร้านอาหาร โรงแรม ที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก จึงทำให้บริเวณดังกล่าวมีการปล่อยของเสียในรูปของสารอินทรีย์เป็นจำนวนมาก จึงเป็นเหตุให้เกิดกิจกรรมการย่อยสลายของแบคทีเรียสูงและเกิดการใช้ออกซิเจนสูง จึงเป็นเหตุให้ปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ดังจะสังเกตเห็นจากภาพที่ 36 ว่าบริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำนั้นครอบคลุมพื้นที่จากบริเวณแม่น้ำแคว ตลอดไปจนถึงสถานีเก็บตัวอย่างที่ 27 ซึ่งเป็นเขตของอำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของ Kruskal-Wallis H test พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของแต่ละจังหวัด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของแต่ละจังหวัดมีความแตกต่างกัน เมื่อนำมาทดสอบหาความแตกต่างระหว่างชุดข้อมูลแบบ Mann-Whitney U test พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดราชบุรีและจังหวัดกาญจนบุรี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.000 0.000 และ 0.007 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจาก ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามมีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่า (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.19 มิลลิกรัมต่อลิตร) พื้นที่ของจังหวัดราชบุรี (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.91 มิลลิกรัมต่อลิตร) และจังหวัดกาญจนบุรี (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.35 มิลลิกรัมต่อลิตร) จากข้อมูลดังกล่าว ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำที่ลดลง ตามทิศทางการไหลของน้ำ เมื่อมวลน้ำมีการไหลผ่านพื้นที่การใช้ประโยชน์ต่าง ๆ (ภาพที่ 127) แต่ปริมาณ

ออกซิเจนละลายจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อออกสู่ปากแม่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 8 ราชบุรี (2549)



พืชน้ำบริเวณแม่น้ำแควใหญ่



แพท่องเที่ยวบริเวณแม่น้ำแควใหญ่



แหล่งชุมชนบริเวณราชบุรี



บริเวณจังหวัดสมุทรสงคราม

ภาพที่ 127 สถานที่ต่าง ๆ ที่แม่น้ำแม่กลองไหลผ่าน

2.3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 7.53-9.26 และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.05 จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ Kruskal-Wallis H test ของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในแต่ละฤดูกาล พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) ซึ่งมีค่ามัธยฐานของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว เท่ากับ 8.05 7.89 และ 8.25 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำผิวดิน (pH 5-9) จัดได้ว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างตามการจัดแบ่งพื้นที่แบบ Kruskal-Wallis H test พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแต่ละจังหวัด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแต่ละจังหวัดมีความแตกต่างกัน เมื่อนำมาทดสอบหาความแตกต่างระหว่างชุดข้อมูลแบบ Mann-Whitney U test พบว่า จังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดกาญจนบุรี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.001 และ 0.000 ตามลำดับ ส่วนจังหวัดราชบุรีและจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.082 แสดงว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีความแตกต่างกันในแต่ละเขตจังหวัด โดยในเขตจังหวัดสมุทรสงคราม ราชบุรี และกาญจนบุรี มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.90 8.08 และ 8.22 ตามลำดับ

2.4 ปริมาณโลหะหนักในน้ำ

จากการศึกษาพบว่าปริมาณโลหะหนักในมวลน้ำของแม่น้ำแม่กลองตลอดทั้งปี มีค่ามัธยฐานของปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี เท่ากับ 0.01 0.06 0.05 และ 0.48 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณของแคดเมียม ทองแดง และสังกะสี โดยภาพรวมของแม่น้ำยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) ที่ได้กำหนดไว้ คือ 0.005 0.1 และ 1.0 ppm ตามลำดับ ยกเว้น ปริมาณของตะกั่วที่มีค่าเกินมาตรฐาน (0.05 ppm) และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ พัชรา และคณะ (2542) ซึ่งได้ทำการศึกษ ปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำแม่กลอง ปี พ.ศ. 2538 ได้รายงานไว้ว่า ปริมาณของโลหะหนักในน้ำมีปริมาณสูงขึ้นมากนับจากระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ยของ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ตลอดทั้งลำน้ำเท่ากับ 0.00058 0.0089 0.0026 และ 0.013 ppm ตามลำดับ

2.4.1 แคดเมียม

จากการศึกษาปริมาณของแคดเมียมในน้ำ พบว่าสามารถตรวจพบแคดเมียมได้เกือบทุกสถานีเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนเมษายน (ฤดูร้อน) เนื่องจากเป็นช่วงฤดูน้ำน้อย และเป็นช่วงเวลาที่ห่างจากเดือนกันยายน (ฤดูฝน) มานาน ซึ่งต่างจากเดือนกุมภาพันธ์ (ฤดูหนาว) ที่เพิ่งจะพ้นฤดูฝนมาจึงทำการสะสมตัวของโลหะหนักมีน้อยกว่าในเดือนเมษายน โดยในเดือนเมษายน

เดือนกันยายน และเดือนกุมภาพันธ์ มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.01 ทั้ง 3 เดือน เนื่องจากแคดเมียมเป็นค่าที่มีปริมาณน้อยมากในธรรมชาติ จึงตรวจพบตรวจพบได้น้อย และค่าที่ได้ออกมา ก็จะใกล้เคียงกัน

2.4.2 ตะกั่ว

จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณตะกั่วในน้ำตามฤดูกาล โดยใช้สถิติวิเคราะห์แบบ Kruskal-Wallis H test พบว่า ปริมาณตะกั่วมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.000 แสดงว่า ปริมาณของตะกั่วในแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างกัน โดยในเดือนเมษายน (ฤดูร้อน) กันยายน (ฤดูฝน) พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ (ฤดูหนาว) พ.ศ. 2549 ปริมาณตะกั่วในน้ำ มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.06 0.06 และ 1.00 ppm ตามลำดับ

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณตะกั่วในน้ำตามพื้นที่ โดยใช้สถิติวิเคราะห์แบบ Kruskal-Wallis H test พบว่า ค่า Asymp. Sig. มีค่าเท่ากับ 0.696 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำของจังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.4.3 ทองแดง

จากการทดสอบทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างระหว่างปริมาณทองแดงในน้ำตามฤดูกาล โดยใช้สถิติวิเคราะห์แบบ Kruskal-Wallis H test พบว่า ปริมาณทองแดงในแต่ละฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.132)

เมื่อทำการทดสอบทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างระหว่างปริมาณทองแดง และการจัดแบ่งพื้นที่ศึกษา โดยใช้สถิติวิเคราะห์แบบ Kruskal-Wallis H test พบว่า มีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่า ปริมาณทองแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้นทำการทดสอบเพื่อหาความแตกต่างระหว่างชุดข้อมูล โดยใช้สถิติวิเคราะห์แบบ Mann-Whitney U test พบว่า จังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัด

ราชบุรี จังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดกาญจนบุรี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.005 และ 0.000 ตามลำดับ ส่วนจังหวัดราชบุรีและจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.035 โดยในจังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.05 0.04 และ 0.03 ppm

2.4.4 สังกะสี

จากการทดสอบทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณสังกะสีตามฤดูกาล ตามสถิติวิเคราะห์แบบ Kruskal-Wallis H test พบว่า มีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่า ปริมาณสังกะสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้นทำการทดสอบเพื่อหาความแตกต่างระหว่างชุดของข้อมูล โดยใช้สถิติวิเคราะห์แบบ Mann-Whitney U test พบว่า ปริมาณสังกะสีของเดือนเมษายนกับเดือนกันยายน และเดือนกันยายนกับเดือนกุมภาพันธ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.000 และ 0.004 ตามลำดับ ส่วนปริมาณสังกะสีของเดือนเมษายนกับเดือนกุมภาพันธ์ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า Asymp. Sig. เท่ากับ 0.047

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณสังกะสีในน้ำตามการจัดแบ่งพื้นที่การศึกษา พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.853)

แต่เมื่อพิจารณาตามสถานีเก็บตัวอย่าง พบว่าในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ที่สถานีเก็บตัวอย่างที่ 22 พบปริมาณของตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีค่าสูงมากจนเกินค่ามาตรฐานน้ำผิวดิน คือ 0.38 0.27 และ 3.43 ppm เนื่องจาก บริเวณนี้เป็นบริเวณใกล้ท่อน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำตาล อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี บริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีการสะสมตัวของโลหะหนักสูงเนื่องจากเหนือบริเวณดังกล่าวมีโรงงานกระดาษ โรงงานไม้อัด อีกทั้งบริเวณดังกล่าวยังมีของเสียประเภทสารอินทรีย์ในปริมาณมาก ดินตะกอนมีสีดำ และด้วยคุณสมบัติของโลหะหนักที่มักจะเกาะติดอยู่กับสารประกอบอินทรีย์ จึงทำให้มีการยึดเกาะและสะสมตัวของโลหะหนักในบริเวณนี้ และถือว่าบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างที่ 22 (ภาพที่ 128) มีปริมาณโลหะหนักอยู่ในสภาวะวิกฤติอย่าง

ยัง และเป็นเขตที่ต้องมีการตรวจวัดอย่างต่อเนื่อง และนำผลการศึกษาที่ได้ไปขยายผลสู่การจัดการกับระบบน้ำทิ้งจากโรงงานดังกล่าว



โรงงานน้ำตาล อำเภอนาทม



บริเวณท่อน้ำทิ้งของโรงงานน้ำตาล

ภาพที่ 128 โรงงานน้ำตาล บริเวณสถานีที่ 22

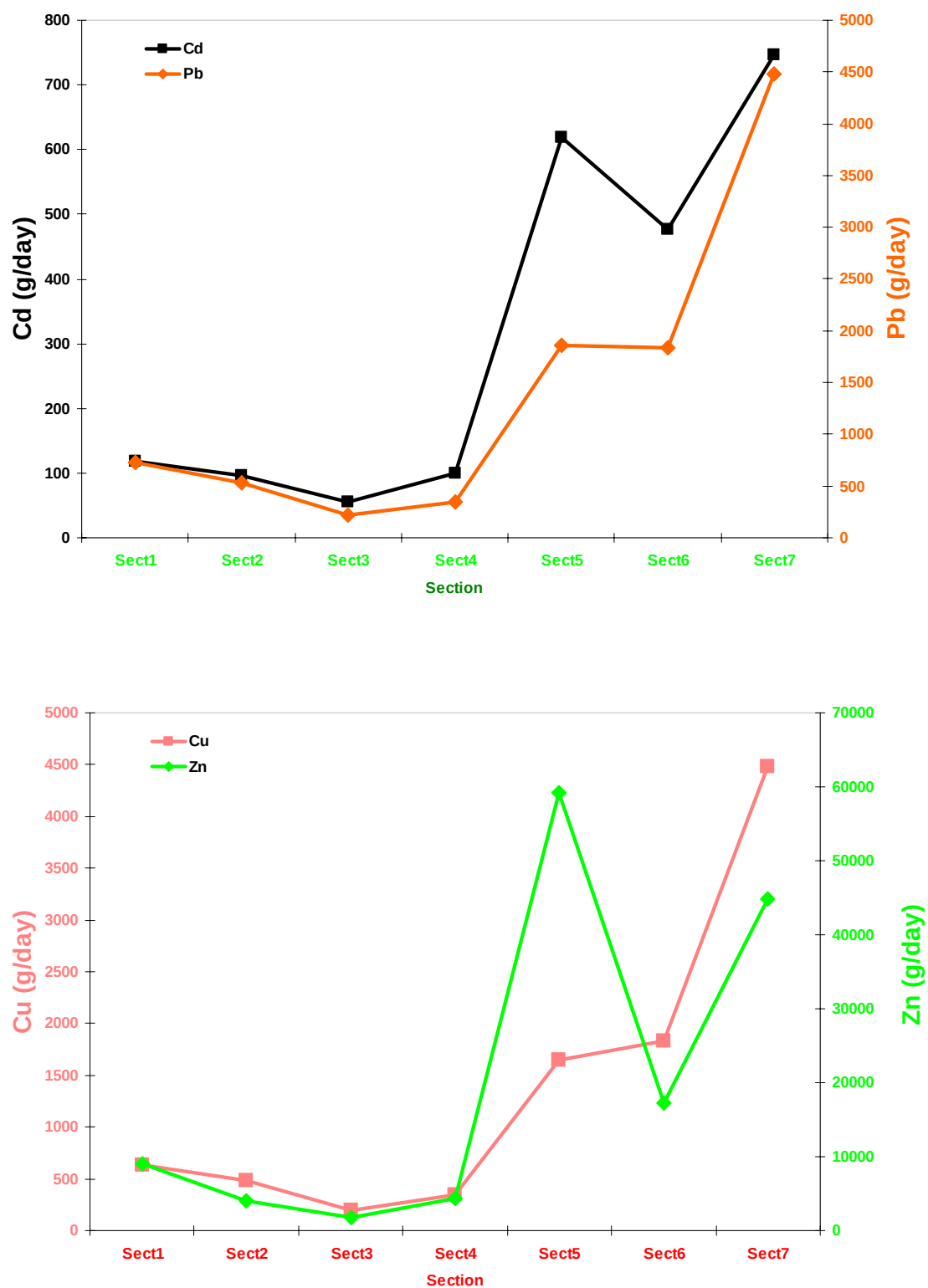
2.5 พลวัตของโลหะหนัก

จากการศึกษาการเคลื่อนตัวของปริมาณโลหะหนักที่ละลายในน้ำของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ด้วยวิธีการแบ่ง Section และศึกษาพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำแม่กลอง เพื่อหาปริมาณของโลหะหนักที่มีการเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่หน้าตัดของแต่ละ Section ภายในระยะเวลา 1 วัน โดยทำการศึกษาทั้งสิ้น 7 Section แสดงให้เห็นว่า แหล่งที่มีการสร้างปริมาณโลหะหนักให้แก่แหล่งน้ำมีอยู่ 3 พื้นที่ด้วยกัน คือ

1. บริเวณอำเภอมือง อำเภอนาทม และอำเภอนาทม จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งพบว่า มีปริมาณของ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีที่ละลายในน้ำสูงกว่าใน Section ที่ 2 และ Section ที่ 3 นั้น หมายความว่า ในพื้นที่ของแม่น้ำก่อนที่จะเข้ามาใน Section ที่ 2 เป็นพื้นที่ที่มีการสร้างปริมาณโลหะหนักให้แก่แหล่งน้ำ เนื่องด้วยบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานผงชูรส และโรงงานน้ำตาล และยังเป็นแหล่งที่มีการรับน้ำทิ้งจากชุมชนเมือง ของจังหวัดกาญจนบุรี ด้วยเหตุนี้จึงทำให้บริเวณดังกล่าวมีการตรวจพบปริมาณโลหะหนักที่มีค่าสูงกว่าในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าลงไป

2. อยู่ระหว่าง Section ที่ 4 ถึง Section ที่ 5 คือบริเวณอำเภอเมือง และอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ซึ่งพบว่า ปริมาณของ แคลเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีค่าสูงขึ้นอย่างมากเมื่อมวลน้ำมีการเคลื่อนตัวผ่านบริเวณดังกล่าว เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนเมือง โรงงานน้ำตาล ในจังหวัดราชบุรีซึ่งจัดว่าเป็นชุมชนที่มีขนาดใหญ่ และในพื้นที่ก่อนที่จะเข้าสู่ section ที่ 4 ยังเป็นแหล่งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และด้วยแม่น้ำแม่กลองมีกระแสน้ำที่ไหลค่อนข้างแรง จึงนำพาเอาปริมาณโลหะหนักมายังบริเวณดังกล่าว

3. อยู่ระหว่าง Section ที่ 6 ถึง Section ที่ 7 คือบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม และยังเป็นบริเวณปากแม่น้ำจึงเป็นแหล่งศูนย์รวมของสารต่าง ๆ ที่จะผ่านออกสู่ทะเล และจากการศึกษาของข้อมูลของปริมาณโลหะหนักในน้ำพบว่าด้วยตัวของพื้นที่ของอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงครามเองยังเป็นแหล่งที่ทำให้มีปริมาณโลหะหนักในน้ำสูงขึ้นอีกด้วย เนื่องจากในพื้นที่ของแม่น้ำแม่กลองก่อนที่จะเข้าสู่ Section ที่ 6 นั้นมีปริมาณของแคลเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีที่ต่ำกว่าในบริเวณนี้มาก จึงทำให้ทราบว่าในพื้นที่ของ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นแหล่งสร้างสารพิษประเภทโลหะหนักอีกแหล่งหนึ่งด้วย แสดงดังภาพที่ 129



ภาพที่ 129 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหะหนักที่ละลายในน้ำของแต่ละพื้นที่

คุณภาพดินตะกอน

1. ปริมาณน้ำในดินตะกอน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดินตะกอนในรอบปี พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้นผิวดิน (0-1 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 17.63-73.63 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.33 ± 1.77 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้นผิวดินตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่ในเดือนเมษายน เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.04 ± 14.47 54.16 ± 14.70 และ 48.06 ± 13.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้นผิวดินตามพื้นที่ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่ในจังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.49 ± 15.67 52.33 ± 12.80 และ 45.78 ± 14.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากการเลือกบริเวณเก็บตัวอย่างในแต่ละสถานีเป็นบริเวณที่เกิดการตกตะกอนของแม่น้ำ ดินตะกอนจึงมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ประกอบกับความเร็วของกระแสของแม่น้ำแม่กลองส่งผลต่อการผสมผสาน ฟูกระจายของตะกอนเบา และเกิดการตกตะกอนใหม่ได้อยู่ตลอดเวลา

เมื่อทำการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนตามระดับความลึก พบว่า ปริมาณน้ำในดินมีค่าลดลงตามระดับความลึก โดยในดินตะกอนชั้นที่ 0-1 1-2 และ 2-3 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.33 ± 1.77 44.54 ± 1.73 และ 41.95 ± 1.74 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่ชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความ

เชื่อมั่นร้อยละ 99 (Sig. = 0.000) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 85.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก เช่นเดียวกัน

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้นดิน 1-2 เซนติเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่ชั้นดิน 1-2 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Sig. = 0.000) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 91.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่ชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Sig. = 0.000) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 85.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก สามารถอธิบายได้ว่า หากพบว่าดินตะกอนที่มีปริมาณน้ำในดินมากโอกาสที่จะพบว่าดินตะกอนนั้นมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ย่อมมีสูงเช่นเดียวกัน

2. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงขนาดอนุภาคของดินตะกอน

จากผลการศึกษาพบว่าขนาดของอนุภาคดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลองที่ชั้นของดินตะกอน 1-3 เซนติเมตรส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก แต่ดินตะกอนในบริเวณที่มีขนาดของอนุภาคเป็นลักษณะเฉพาะตัว คือ บริเวณดอนหอยหลอด ซึ่งมีขนาดอนุภาคของดินตะกอนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 125-500 ไมโครเมตร มีลักษณะเป็นทรายละเอียดมีเศษเปลือกหอยปะปนอยู่ และเป็นเนื้อเดียวกัน แต่มีดินตะกอนบางสถานีเก็บตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นทรายหยาบเช่น สถานีเก็บตัวอย่างที่ 17 พบว่า ดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร แต่จะมีปริมาณลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น

จากการทดสอบความแตกต่างของขนาดอนุภาคของดินตะกอนตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้น ดินตะกอนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ที่มีความแตกต่างกัน ที่ความระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร

ซึ่งเป็นดินที่มีขนาดอนุภาค 250-500 125-250 และ ขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างในดินตะกอนของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 กับเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ที่ระดับความลึก 1-2 ที่ขนาดอนุภาค 500-1,000 ไมโครเมตร และ ที่ระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร ที่ขนาดอนุภาค 125-250 ไมโครเมตร

จากการทดสอบความแตกต่างของขนาดอนุภาคของดินตะกอนตามเขตของจังหวัดส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้น ตะกอนที่มีขนาดอนุภาค 125-250 และ 63-125 ไมโครเมตร ที่มีความแตกต่างกันของแต่ละเขตจังหวัด เนื่องจากตะกอนขนาดนี้ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาเพราะมีขนาดเล็ก และน้ำในแม่น้ำแม่กลองมีอัตราการไหลค่อนข้างแรง ส่วนอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เนื่องจาก เป็นขนาดอนุภาคที่เบาจึงพร้อมที่จะฟุ้งกระจาย และ เกิดการตกตะกอนเป็นตะกอนใหม่ได้ตลอดเวลาจึงมักพบอนุภาคของดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร เป็นส่วนใหญ่

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 0-1 เซนติเมตร ที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้น 0-1 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Sig. = 0.000) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 73.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ในส่วนของการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) ระหว่างขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 1-2 เซนติเมตร ที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร กับปริมาณน้ำในดินตะกอนชั้น 1-2 เซนติเมตร พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 1-2 เซนติเมตร ที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้น 1-2 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Sig. = 0.000) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 0-1 เซนติเมตร ที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่ชั้น 0-1 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Sig. = 0.000) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 84.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก

เช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) ของขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 1-2 เซนติเมตร ที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่ชั้น 1-2 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Sig. = 0.000) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 74.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 2-3 เซนติเมตร ที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้น 2-3 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 61.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ส่วนการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) ของขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 2-3 เซนติเมตร ที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ณ ระดับความลึกเดียวกัน พบว่า มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่ชั้น 2-3 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 71.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) ของขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 0-1 1-2 และ 2-3 เซนติเมตร ที่มีขนาด 63-125 ไมโครเมตร พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 0-1 เซนติเมตร ที่มีขนาด 125-250 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 53.1 และ 61.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง และระดับสูง ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 1-2 เซนติเมตร ที่มีขนาด 125-250 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.001 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 35.5 และ 45.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำและระดับปานกลาง

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 2-3 เซนติเมตร ที่มีขนาด 125-250 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.010 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 29.1 และ 41.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำและระดับปานกลาง

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 0-1 เซนติเมตร ที่มีขนาด 250-500 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 58.8 และ 54.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 1-2 เซนติเมตร ที่มีขนาด 250-500 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 45.5 และ 47.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 2-3 เซนติเมตร ที่มีขนาด 250-500 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 44.4 และ 44.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 0-1 เซนติเมตร ที่มีขนาด 500-1,000 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ณ ระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 59.3 และ 51.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 1-2 เซนติเมตร ที่มีขนาด 500-1,000 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 48.7 และ 46.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 2-3 เซนติเมตร ที่มีขนาด 500-1,000 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 61.2 และ 54.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงและระดับปานกลาง ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 0-1 เซนติเมตร ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 47.7 และ 41.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

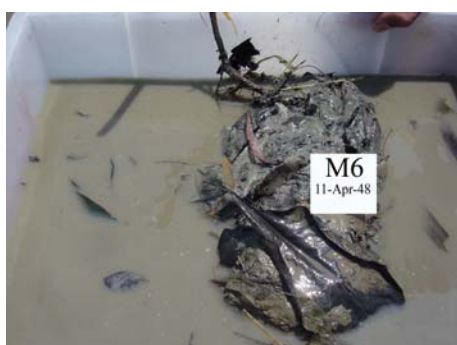
จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 1-2 เซนติเมตร ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.003 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 39.3 และ 33.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ขนาดอนุภาคของดินตะกอนในชั้น 2-3 เซนติเมตร ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 62.7 และ 50.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงและระดับปานกลาง ตามลำดับ

จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของขนาดอนุภาคดินตะกอนที่มีต่อปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ณ ระดับความลึกเดียวกัน ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกันโดยภาพรวมแล้วสามารถอธิบายได้ว่า ดินตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 125 ไมโครเมตร ขึ้นไป มักจะไม่ใช่อนุภาคของสารอินทรีย์ แตกต่างจากดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว องค์ประกอบของอนุภาคมักเป็นสารอินทรีย์และมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ จึงทำให้มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน และในการศึกษาครั้งนี้ยังได้ทำการจัดแบ่งประเภทดินตะกอนตามการศึกษาของ Nater and Bell (2001)

ออกได้เป็น 5 ประเภท (ตารางผนวกที่ 32) คือ Sand Loamy sand Sandy loam Silt loam และ Silt

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ดินตะกอนประเภท Silt (ดินตะกอนขนาด เล็กกว่า 63 ไมโครเมตรมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกั่ว และสังกะสีในดิน ตะกอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.006) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 44.9 และ 31.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัด ว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กับปริมาณทองแดง ในดินตะกอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.015) ใน ทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 27.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์อยู่ ในระดับต่ำ แต่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอน



ลักษณะดินที่ให้ความสัมพันธ์ตรงกันข้าม



ลักษณะดินที่มีความสัมพันธ์ไปทางเดียวกัน



ลักษณะดินที่ให้ความสัมพันธ์ตรงกันข้าม



ลักษณะดินที่มีความสัมพันธ์ไปทางเดียวกัน

ภาพที่ 130 ตัวอย่างตะกอนดินเปรียบเทียบความเป็นเนื้อเดียวกัน

3. การศึกษาปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน

จากผลการศึกษาปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนที่ระดับความลึก 1 เซนติเมตร ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง $nd-0.803$ มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดย มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.013 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง และจากการทดสอบทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล แต่มีความแตกต่างกันระหว่างเขตของจังหวัด ยกเว้น จังหวัดสมุทรสงครามที่ไม่มีความแตกต่างกับจังหวัดราชบุรี โดยจังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี มีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 0.051 0.020 และ 0.004 ตามลำดับ จากค่ามัธยฐานแสดงให้เห็นว่า โดยภาพรวมของปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอนจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามทิศทางการไหลของน้ำจากจังหวัดกาญจนบุรี ผ่านพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำในรูปแบบต่าง แล้วเกิดการสะสมของของเสีย ขณะเดียวกันก็ถูกพัดพาไปตกตะกอนสะสมอยู่ในบริเวณที่อยู่ใต้ทิศทางการไหลของน้ำ และเก็บรวบรวมเอาของเสียตลอดรายทางไปสู่บริเวณปากแม่น้ำ เมื่อพิจารณาตามสถานีเก็บตัวอย่าง พบว่า บริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมมากที่สุด คือ บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยเฉพาะในบริเวณปากคลองต่าง ๆ ที่มีการไหลมาบรรจบกับแม่น้ำแม่กลอง และด้วยตัวของพื้นที่เองที่มีของเสียประเภทสารอินทรีย์สูงอยู่แล้ว ซ้ำยังเป็นเขตของปากแม่น้ำที่เป็นศูนย์รวมของสารต่าง ๆ จึงเกิดการสะสมตัวอยู่ที่ตะกอนพื้นที่ท้องน้ำแล้วเมื่อมีการย่อยสลายสารของแบคทีเรีย ก็จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในที่สุด ส่วนในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 16 เป็นบริเวณที่ปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานทอผ้า จังหวัดราชบุรี



ดินตะกอนสถานีที่ 5



ดินตะกอนสถานีที่ 6



ดินตะกอนสถานีที่ 16

ภาพที่ 131 ลักษณะดินตะกอนที่ตรวจพบปริมาณซัลไฟด์รวมสูง

จากการศึกษาความสัมพันธ์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับ ปริมาณน้ำในดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.035 และ 0.010 ตามลำดับ) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 26.2 และ 31.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของแคดเมียม ตะกั่ว และ สังกะสีในดินตะกอนชั้นผิวหน้า แต่มีความสัมพันธ์กับปริมาณทองแดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.038) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 25.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

4. ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน

จากผลการศึกษาพบว่าตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีปริมาณโลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี) ที่ชั้นผิวดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง $nd-2.31$ $6.04-63.94$ $1.36-228.95$ และ $9.05-146.38$ ppm โดยที่มีค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.04 45.92 20.00 และ 65.69 ppm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในดินตะกอนของ WDOE (1991) ที่กำหนดไว้ คือ 6.7 530 390 และ 1,000 ppm ตามลำดับ พบว่า ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

เมื่อทำการเปรียบเทียบตามฤดูกาล พบว่า ปริมาณของสังกะสีในดินตะกอนมีความแตกต่างกันระหว่างฤดูร้อน (เดือนเมษายน พ.ศ. 2548) กับฤดูหนาว (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549) ที่ชั้นผิวน้ำของดินตะกอน โดยในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.58 ± 5.46 ppm แต่ในฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.69 ± 4.47 ppm นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนของทั้ง 3 ฤดู

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในเขตของพื้นที่ 3 จังหวัด ที่ได้ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนชั้นที่ 2-3 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันระหว่าง จังหวัดสมุทรสงคราม กับ จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดราชบุรี กับ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งค่ามาตรฐานของแคดเมียมในจังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี มีค่าเท่ากับ 0.66 0.64 และ 0.44 ppm ตามลำดับ โดยภาพรวมความเข้มข้นของแคดเมียมมีค่าเพิ่มขึ้นจากตอนบนของแม่น้ำที่จังหวัดกาญจนบุรี ผ่านจังหวัดราชบุรี ไปออกสู่อ่าวไทยที่จังหวัด

สมุทรสงคราม ส่วนปริมาณของตะกั่วที่ชั้นดินผิวน้ำมีความแตกต่างกันระหว่างจังหวัดสมุทรสงคราม กับ จังหวัดกาญจนบุรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยของตะกั่วในดินตะกอนชั้นผิวน้ำของจังหวัดสมุทรสงคราม และจังหวัดกาญจนบุรี มีค่าเท่ากับ 31.86 ± 3.06 และ 40.99 ± 3.3 ppm ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนชั้นผิวกับฤดูกาล พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันในทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อทำการทดสอบความสัมพันธ์โดยการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) ระหว่างปริมาณโลหะหนัก กับ ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณน้ำในดินตะกอน พบว่า ปริมาณของโลหะหนัก แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณน้ำในดินตะกอน โดยปริมาณโลหะหนัก แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ณ ระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.002 0.000 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 49.4 81.4 73.6 และ 84.0 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับกลาง จนถึงระดับสูงมาก (40-84 เปอร์เซ็นต์) สำหรับการทดสอบความสัมพันธ์โดยการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) ระหว่างปริมาณโลหะหนัก กับ ปริมาณน้ำในดินตะกอน ณ ระดับความลึกเดียวกัน พบว่า ปริมาณโลหะหนัก แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีความสัมพันธ์ กับปริมาณน้ำในดินตะกอน ณ ระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.003 0.000 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 46.3 74.1 76.4 และ 75.7 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับกลาง จนถึงระดับสูง (40-76.4 เปอร์เซ็นต์)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนกับขนาดของอนุภาคดินตะกอนเป็นดังนี้ คือ ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับขนาดของอนุภาคดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร และจัดว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูง เมื่ออนุภาคของตะกอนมีขนาดเป็น 63-125 ไมโครเมตร พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่จะมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามเมื่อขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น เนื่องจาก ดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 125 ไมโครเมตร ที่พบในพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง โดยภาพรวมอนุภาคเหล่านี้ไม่ใช่อนุภาคของสารอินทรีย์ จึงทำให้ตรวจพบปริมาณโลหะหนักได้น้อยลง เมื่อขนาดอนุภาคดินตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้น

5. การประเมินระดับมลภาวะด้วยความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน

จากการศึกษาการประเมินความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำ (The Lot River) ของประเทศฝรั่งเศส โดย Audry *et al.* (2004) ได้นำวิธีการของ Müller (1979) มาใช้ ซึ่งแสดงเป็นค่า geoaccumulation index (I_{geo}) โดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$I_{geo} = \log_2 \frac{[Me]_{sed}}{1.5 [Me]_{reference}}$$

I_{geo}	=	geoaccumulation index
$[Me]_{sed}$	=	ค่าความเข้มข้นของโลหะหนัก ณ พื้นที่ศึกษา
$[Me]_{reference}$	=	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของโลหะหนัก ณ พื้นที่อ้างอิง

เมื่อได้ค่าของ I_{geo} มาแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าในตาราง qualitative scale of pollution intensity แต่จากการศึกษาการประเมินความเข้มข้นของโลหะหนักในแม่น้ำแม่กลองได้ทำการปรับปรุงวิธีการคำนวณให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยมีการปรับค่าคงที่ของโลหะหนักแต่ละตัว และเปลี่ยนค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของโลหะหนัก ณ พื้นที่อ้างอิง ($[Me]_{reference}$) มาเป็นค่าเฉลี่ยของโลหะหนักทั้งลำน้ำตลอดทั้งปีแทน เนื่องจากต้องการที่จะเปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง กับปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักทั้งลำน้ำตลอดทั้งปี ว่าแต่ละจุดเก็บตัวอย่างอยู่ในสถานะใด ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 Geoaccumulation index (I_{geo}) in relation to pollution intensity after (Müller, 1979)

I_{geo}	Pollution intensity
> 5	very strongly polluted
4-5	strongly to very strongly polluted
3-4	strongly polluted
2-3	moderately to strongly polluted
1-2	moderately polluted
0-1	unpolluted to moderately polluted
< 0	unpolluted

จากการศึกษาระดับความเป็นมลภาวะของปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลอง เมื่อนำมาจัดระดับตามค่าของ I_{geo} (geoaccumulation index) พบว่า ความเข้มข้นของแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ทั้ง 3 ฤดูกาล (เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 และ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549) สามารถจัดระดับมลภาวะได้ดังแสดงในตารางที่ 6-ตารางที่ 9

ตารางที่ 6 ระดับมลภาวะของแคดเมียมในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลอง

พารามิเตอร์		แคดเมียม (Cd)	
เดือน	I_{geo}	สถานี	
เมษายน พ.ศ. 2548	Unpolluted	17	
	Unpolluted to moderately polluted	1-16 18-21 24-27 และ 29-30	
	Moderately polluted	28	
กันยายน พ.ศ. 2548	Unpolluted	1-17 20 และ 24 26	
	Unpolluted to moderately polluted	25	
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	Unpolluted	1 4-5 7-22 24 26 และ 30	
	Unpolluted to moderately polluted	2 3 6 19 25 และ 27-29	

จากตารางที่ 6 พบว่า ระดับมลภาวะของแคดเมียมในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำแม่กลองจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ และมีบางสถานีเก็บตัวอย่างที่เริ่มมีการสะสมของแคดเมียมในดินตะกอน อย่างไรก็ตามโดยภาพรวมถือว่ายังไม่ก่อให้เกิดมลภาวะแก่แหล่งน้ำ ยกเว้นในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 28 ของเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ซึ่งเป็นบริเวณจุดบรรจบของแม่น้ำแควน้อย กับแม่น้ำแควใหญ่ ที่พบว่าการปนเปื้อนอยู่ในระดับปานกลาง แต่เมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นในบริเวณดังกล่าวมีค่าลดลงจนอยู่ในเกณฑ์ปกติ

เมื่อพิจารณาบริเวณที่ควรมีการเฝ้าระวังในการเกิดมลภาวะของแคดเมียม คือ พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำซึ่งเป็นจุดรวมตัวของสารต่าง ๆ และพื้นที่ตั้งแต่เขตของอำเภอโพธารามขึ้นไปจนถึงจังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 7 ระดับมลภาวะของตะกั่วในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลอง

พารามิเตอร์		ตะกั่ว (Pb)
เดือน	I_{geo}	สถานี
เมษายน พ.ศ. 2548	Unpolluted	29
	Unpolluted to moderately polluted	1-4 13 17-19 21 และ 24
	Moderately polluted	5-12 14-16 20 25-28 และ 30
กันยายน พ.ศ. 2548	Unpolluted	1 และ 3
	Unpolluted to moderately polluted	11 14 17 และ 24
	Moderately polluted	2 4-10 12 13 15 16 20 25 และ 26
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	Unpolluted to moderately polluted	1-3 14 22 และ 24
	Moderately polluted	4-13 15-21 และ 25-30

จากตารางที่ 7 พบว่า ระดับมลภาวะของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง กล่าวคือ มีการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอนแพร่กระจายอยู่ทุกพื้นที่ ในปริมาณที่เริ่มก่อให้เกิดมลภาวะแก่แหล่งน้ำแต่ยังไม่มากนักเนื่องจากการทดสอบจากค่า I_{geo} ถือว่าอยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อพิจารณาบริเวณที่ที่มีการเฝ้าระวังในการเกิดมลภาวะของตะกั่ว พบว่า ทุกพื้นที่ตลอดลำน้ำควรมีการเฝ้าระวัง โดยเฉพาะในเขตอำเภอโพธารามขึ้นไป เนื่องจากเป็นแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม และให้ผลสอดคล้องกับระดับมลภาวะของแคดเมียม

ตารางที่ 8 ระดับมลภาวะของทองแดงในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลอง

พารามิเตอร์		ทองแดง (Cu)	
เดือน	<i>I_{geo}</i>	สถานี	
เมษายน พ.ศ. 2548	Unpolluted	19 29	
	Unpolluted to moderately polluted	2 17	
	Moderately polluted	1 3 11 13 18 20 21 และ 24	
	Moderately to strongly polluted	5-10 12 14 16 25-28 และ 30	
	Strongly polluted	15	
	Strongly to very strongly polluted	4	
กันยายน พ.ศ. 2548	Unpolluted to moderately polluted	1-3	
	Moderately polluted	11 17 และ 24	
	Moderately to strongly polluted	4-8 12-16 20 25 และ 26	
	Strongly polluted	9 และ 10	
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	Unpolluted to moderately polluted	2 และ 14	
	Moderately polluted	1 22 และ 24	
	Moderately to strongly polluted	3-4 6-13 15-21 และ 26-30	
	Strongly polluted	5 และ 25	

จากตารางที่ 8 พบว่า ดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลองมีระดับการปนเปื้อนของทองแดงในปริมาณสูง โดยบางพื้นที่ถูกจัดอยู่ในระดับที่เป็นมลภาวะอย่างเข้มข้น คือในเขตของอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นจุดที่มีคลองขนาดใหญ่ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำแม่กลอง และยังมีอุตสาหกรรมการต่อเรือ ช่อมเรือ ซึ่งสีที่ใช้ทาเรือจะมีส่วนผสมของทองแดงอยู่ด้วย อีกบริเวณหนึ่งที่มีการปนเปื้อนในระดับสูง คือ บริเวณตั้งแต่ อำเภอดำเนินสะดวก อำเภอเมือง อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และบริเวณอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งยืนยันจากการทดสอบด้วย

ค่า I_{geo} เช่นเดียวกับค่าของแคดเมียมและตะกั่ว ซึ่งให้ผลสอดคล้องกันว่า ในบริเวณดังกล่าวควรมีการเฝ้าระวังการเกิดมลภาวะในดินตะกอนของแม่น้ำแม่กลอง

ตารางที่ 9 ระดับมลภาวะของสังกะสีในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลอง

พารามิเตอร์		สังกะสี (Zn)	
เดือน	I_{geo}	สถานี	
เมษายน พ.ศ. 2548	Unpolluted	29	
	Unpolluted to moderately polluted	1-4 13 17-19 21 และ 24	
	Moderately polluted	5-12 14 16 20 25-28 และ 30	
	Moderately to strongly polluted	15	
กันยายน พ.ศ. 2548	Unpolluted	2 และ 3	
	Unpolluted to moderately polluted	1 11 17 และ 24	
	Moderately polluted	4-10 12-16 20 25 และ 26	
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	Unpolluted to moderately polluted	24	
	Moderately polluted	1-20 22 25 และ 27-30	
	Moderately to strongly polluted	21 และ 26	

จากตารางที่ 9 พบว่า ดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลองมีการปนเปื้อนของสังกะสีอยู่ในระดับปานกลางเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นบางพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง คือ บริเวณอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี อำเภอท่ามะกา และอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรีซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นเขตของชุมชนเมือง และแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม

จากการทดสอบระดับมลภาวะของโลหะหนักในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำแม่กลองตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา สรุปได้ว่า บริเวณที่จะเป็นแหล่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนัก คือ บริเวณของชุมชนเมือง ในเขตของตัวอำเภอ โดยเฉพาะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม อำเภอเมือง อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และ อำเภอท่ามะกา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งในบริเวณดังกล่าวควรมีการเฝ้าระวังอย่างสม่ำเสมอ และเพิ่มมาตรการ ในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการจัดการระบบน้ำทิ้ง จากบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรม

ปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ

ผลจากการศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ 3 ประเภท คือ ปลา กุ้ง และหอย พบว่า สัตว์น้ำที่มีปริมาณแคดเมียมสูงที่สุด คือ หอยตลับ มีค่าเท่ากับ 0.16 ppm ซึ่งเป็นสัตว์หน้าดิน อยู่ในบริเวณดอนหอยหลอด รองลงมา คือ ปลาทับทิม ปลาแปบ ปลาตะเพียนในบริเวณอำเภอโพธาราม มีค่าเท่ากับ 0.05 0.04 และ 0.04 ppm ตามลำดับ สัตว์น้ำที่มีปริมาณของตะกั่วสูงที่สุด คือ หอยตลับ เช่นเดียวกัน มีค่าเท่ากับ 0.43 ppm รองลงมา คือ ปลาตะเพียนมีค่าเท่ากับ 0.35 ppm ซึ่งพบอยู่ในเขตอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี สัตว์น้ำที่มีปริมาณของทองแดงสูงที่สุด คือ กุ้งก้ามกราม ณ สถานีเก็บตัวอย่างที่ 12 อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี มีค่าเท่ากับ 7.92 ppm รองลงมา คือ หอยตลับ มีค่าเท่ากับ 1.33 ppm และสัตว์น้ำที่มีปริมาณสังกะสีสูงที่สุด คือ ปลาแปบ และปลาตะเพียน ในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 16 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี มีค่าเท่ากับ 35.73 และ 27.41 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าสัตว์น้ำในแม่น้ำแม่กลองมีการสะสมตัวของปริมาณโลหะหนักแล้ว แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ปริมาณโลหะหนักในตัวสัตว์น้ำที่ทำการศึกษานั้น ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ Thrower and Eustace (1973) ซึ่งมีค่าของ แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี เท่ากับ 5.5 30.0 และ 40.0 ppm ส่วนค่ามาตรฐานของตะกั่วในสัตว์น้ำใช้ของ Uthe and Bligh (1971) มีค่าเท่ากับ 10 ppm

จากผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำครั้งนี้พบว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลของ พัทธา และคณะ (2542) ที่ได้ทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2538 โดยในปลามีค่าเฉลี่ยของ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี เท่ากับ 0.07 0.35 1.0 และ 4.91 ppm ตามลำดับ และในกุ้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.04 0.46 0.13 และ 2.96 ppm ตามลำดับ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. พบว่ามีการปนเปื้อนของปริมาณโลหะหนักบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ทั้งในน้ำ ดินตะกอน และ ในกล้ามเนื้อของปลา โดยมีการแพร่กระจายส่วนใหญ่อยู่บริเวณ ตอนกลางระยะทางของแม่น้ำ จนถึงบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่จังหวัดราชบุรีและจังหวัดสมุทรสงคราม

2. จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหะหนักในน้ำและในดินตะกอน ตามฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในน้ำและในดินตะกอนที่แตกต่างกัน เมื่อฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไป

3. จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณโลหะหนักที่มีต่อปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในทิศทางเดียวกัน หมายความว่า หากพบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูง โอกาสที่สามารถพบความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในปริมาณมากย่อมมีแนวโน้มสูงเช่นเดียวกัน

4. จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และ สังกะสี) ที่มีต่อขนาดอนุภาคของดินตะกอน พบว่า มีความสัมพันธ์ในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ทางสถิติ กับดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ยกเว้นในดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาค 63-125 ไมโครเมตร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน ส่วนในดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 125 ไมโครเมตร ขึ้นไป พบว่า มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน เนื่องจาก บริเวณพื้นที่ท้องน้ำของแม่น้ำแม่กลองมีซากพืชเป็นจำนวนมาก

5. จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในดินตะกอน สารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และขนาดอนุภาคดินตะกอนที่มีอิทธิพลต่อกัน พบว่า ปัจจัยทั้งสามนี้มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณน้ำในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนทั้งสามระดับความลึก หมายความว่า หากพบปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงมักพบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงเช่นเดียวกัน ส่วนความสัมพันธ์

ระหว่างปริมาณน้ำในดินตะกอน สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่มีต่อขนาดอนุภาคของดินตะกอน พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร โดยส่วนใหญ่เป็นตะกอนของสารอินทรีย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นตะกอนเบาเนื้อละเอียด และด้วยคุณสมบัติของสารอินทรีย์ที่สามารถอุ้มน้ำได้ดี ส่งผลให้พบปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงในดินที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตรเช่นกัน

6. จากการศึกษาพลวัตของโลหะหนักที่ละลายในน้ำพบว่าพื้นที่ที่มีการสร้างสารพิษประเภทโลหะหนักคือบริเวณของชุมชนเมือง ในเขตของตัวอำเภอ โดยเฉพาะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม อำเภอเมือง อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และอำเภอดำรง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

7. จากการทดสอบระดับมลภาวะของโลหะหนักในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำแม่กลองตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา สรุปได้ว่า บริเวณที่จะเป็นแหล่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนัก คือ บริเวณของชุมชนเมือง ในเขตของตัวอำเภอ โดยเฉพาะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม อำเภอเมือง อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และอำเภอดำรง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาพลวัตของโลหะหนักที่ละลายในน้ำในแม่น้ำแม่กลอง และทำให้ทราบว่าบริเวณดังกล่าวควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มมาตรการในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการจัดการระบบบำบัดน้ำทั้งจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา สามารถยืนยันได้ว่า ระดับความลึกเพียง 3 เซนติเมตร เพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติของดินตะกอน ในระบบของแม่น้ำ และดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร สามารถใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาการสะสมของปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนตลอดจนปริมาณน้ำในดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนได้

ในการศึกษานาอนุภาคของดินตะกอน เพื่อหาความสัมพันธ์กับคุณภาพดินตะกอน มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องพิจารณาเลือกลักษณะดินตะกอนให้มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity) เพื่อที่ผลการศึกษาความสัมพันธ์จะเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพของดินตะกอน หรือหากมีสิ่งใดปะปนอยู่ในดินตะกอนที่มีได้เป็นปริมาณส่วนใหญ่แล้วให้เลือกออกเพื่อให้ดินตะกอนที่นำมาวิเคราะห์มีความเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2549. **คุณภาพน้ำและการจัดการ**. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวง

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/water_water.htm, 10 ตุลาคม 2549

กรมพัฒนาที่ดิน. 2525. **การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย**. กองสำรวจดิน. กรมพัฒนา
ที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

คณะประมง. 2547. **รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาระบบนิเวศน้ำกร่อยแม่น้ำบางปะกง**. คณะ
ประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2545. **ดินตะกอน**. ภาควิชาชีววิทยาประมง, คณะประมง,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุวรรณ สมศิริ ชาศรีญา ดุลยอนุกิจ และ เสริม สัมพันธ์. 2543. **คุณภาพน้ำและการแพร่กระจาย
ของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำแม่กลอง**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19. กองสิ่งแวดล้อมประมง.
กรมประมง.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2539. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการ “การทำแผนอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
ธรรมชาติ บริเวณดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม”**. สำนักบริการวิชาการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม,
กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

พัชรา เพ็ชรพิรุณ และ กำพล ลอยขึ้น. 2540. **ปริมาณโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเล
ตะวันออกและตะวันตก ของอ่าวไทยตอนใน**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10. กองสิ่งแวดล้อม
ประมง. กรมประมง.

พัชรา เพ็ชรพิรุณ กำพล ลอยขึ้น และ ดาเรศ รุ่งสฤษฎ์ศักดิ์. 2542. **ปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำแม่
กลอง**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 17/2542. กองสิ่งแวดล้อมประมง. กรมประมง.

พรรณภา ศักดิ์สูง และ อมรา คัมภีรานนท์. 2526. พืชของโลหะหนักต่อพันธุกรรม. วิทยาศาสตร์ 17 (2): 38-44

วิกัณดา ชัยบุตร. 2541. การศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ดินตะกอน และเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของปลาบางชนิดในแม่น้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วีระวงศ์ ตางาม. 2543. การศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ดินตะกอนและเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของปลาบางชนิดในแม่น้ำและคลองรอบเกาะเมืองพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

แววตา ทองระอา นิรัญ สภาผล และ ตติยะ สีห์ร้าย. 2535. ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจจากสะพานปลาคลองสำเปก จังหวัด จันทบุรี. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

ศุภชัย รัตนมณีฉัตร. 2534. มลพิษสิ่งแวดล้อมน้ำและอากาศ. หน่วยเวชศาสตร์ป้องกัน คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล. กรุงเทพฯ.

สุธรรม สิทธิชัยเกษม และ สุวรรณิ เงินบำรุง. 2527. การปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมบริเวณอ่าวไทยตอนใน. รายงานการสัมมนาครั้งที่ 3. การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย. คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สุนันท์ ทวยเจริญ วัลลพ คุ่มสุภา และ สุนิตย์ ปัทมาพงษ์. 2537. ปริมาณสารโลหะหนักตกค้างในหอยหลอด ในน้ำทะเล และในดินตะกอน บริเวณแหล่งเลี้ยงตัวหอย จ.สมุทรสงคราม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สมุทรสาคร กองเพาะเลี้ยงสัตว์ น้ำชายฝั่ง กรมประมง. กรุงเทพฯ.

สุวรรณิ เงินบำรุง. 2530. โลหะหนักในสิ่งแวดล้อมบริเวณปากแม่น้ำในอ่าวไทยตอนใน. การสัมมนาครั้งที่ 4. การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534. **มาตรฐานคุณภาพน้ำแห่งประเทศ**. ฝ่าย
คุณภาพน้ำ กองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537. **มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์
น้ำ**. ฝ่ายจัดการสารพิษ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการ
สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2547. **การเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติ**. แหล่งที่มา:
<http://www.binfodsm@nso.go.th>, 20 สิงหาคม 2549

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ราชบุรี). 2547. **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาค
ตะวันตก พ.ศ. 2547**. สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

อารียา ฤทธิมา. 2550. **เอกสารประกอบการศึกษาดูงานนอกพื้นที่** วิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ในวันที่ 22
มกราคม 2550. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา.

Alloway, B.J. 1990. **Heavy Metals in Soils**. Halsted Press, New York, U.S.A.

Audry, S., Jorg Schafer., Gerard Blanc and Jean-Marie Jouanneau. 2004. Fifty-year sedimentary
record of heavy metal pollution (Cd, Zn, Cu, Pb) in the Lot River reservoirs (France).
Environ. Pollut. 132: 413-426

Berman, E. 1980. **Toxic Metals and Their Analysis**. Cambridge University Press, London.

Bram, E. and W. Anthony. 1983. Cadmium and lead through an agricultural food chain. Texas A.
and M. Univ., **Sci. Total Environ.** 28: 295-307.

Bryan, G.W., G.W. Potts and G.R. Forster. 1977. Heavy metals in the gastropod mollusk:
Liotis tuberculata (L.). **J. Mar. Biol. Ass. U.K.** 67: 379-390.

- Burch, R.F., H.K.J. Hahn and J.F. Sullivan. 1975. Newer aspects of the roles of zine, manganese and copper in human nutrition. **Clin. Chem.** 21 (4): 501-520.
- Chester, R. and H. Voutsinon. 1981. The initial assessment of trace metal pollution in coastal sediments. **Mar. Pollut.** 12: 84-91.
- Depinto, J.V., T.C. Young and S.C. Matin. 1983. Metal composition of soil sediment and Urban dust and dirt samples from the Menomoce River Watershed. U.S.A. **Water Air Soil Pollut.** 22 (3): 257-278.
- FAO/SIDA. 1983. Manual of methods in aquatic environment reseach. Part 9, Analysis of metal and organochlorines in fish. FAO fish. **Tech. Pap.** No.212 vol.3: 39-86.
- Francis, A.J. and C.J. Dodge. 1988. Anaerobic microbial dissolution of transition and heavy metal oxides. **Appl. Environ. Microbiol.** 54: 1,009-1,014.
- Gray, J.S. 1981. **The Ecology of Marine Sediment: An Introduction to Structure and Function of Benthic Communities.** Cambridge University Press, New York.
- Harrison, R.M. and D.H. Laxen. 1981. **Lead Pollution Causes and Control.** Cambridge University Press. New York.
- Hawley, G.G. 1977. **The Condensed Chemical Dictionary.** 9th ed., Van Nostran Runhold. Co., London.
- Hegstrom, J. and D.S. Stephen. 1989. Heavy metal accumulation in small mammals following sewage sludge application to forests. **J. Environ. Qual.** 18: 345-349.
- Hirsch, D. and A. Banin. 1990. Cadmium speciation in soil solution. **J. Environ. Qual.** 19: 366-372.

- Hungspreugs, M. and C. Yuangthong. 1983. A history of metal pollution in the upper Gulf of Thailand. **Mar. Poll. Bull.** 14: 465-469.
- Murphy, C.B., J. Sturat and J. Spiesel. 1982. Bioaccumulation and toxicity of heavy metals and related trace elements. **J. WPCF.** 54(6): 849-854.
- Nater, E. and Jay Bell. 2001. Grain Size. แหล่งที่มา: [www. Grainsize\ Grain size Distribution_files\Grain Size.htm](http://www.Grainsize\Grain size Distribution_files\Grain Size.htm), 28 พฤษภาคม 2550.
- Petpiroon and Petpiroon. 1966. **Distribution of heavy metals in Bangpakong river and their variation at the month of the river.** Proceedings of The third International symposium of ENTERNET-APR: Conservation of the hydrospheric environment. Chulalongkorn University, Bangkok Thailand.
- Polprasert, C., B.N. Lohani, S. Mattamara, S. Vongvisessomjai, S. Traichaiyaporn, N. David and S. Suthirawat. 1980. Heavy metals, DDT and PCBs in the Upper Gulf of Thailand. Phase II, **Research Report** No. 125. AIT, Bangkok.
- Portmann, J.E. 1972. "Marine pollution in Japan". P.624. In M. Mario (ed.). **Marine Pollution and sea Lift.** Food and Agriculture Organization of the United Nation, London.
- Reilly, C. 1980. **Metal Contamination of Food.** Applied Science Publishers Ltd., London.
- Robert. A.G. 1989. Non-matalothionein bound calcium in the pathogenesis of cadmium nephrotoxicity in the rats. **Toxicol. and Appl. Pharm.** 101: 232-244.
- Sadiq, M. 1992 . **Toxic Metal Chemistry in Marine Environments.** Marcel Dekker, New York.

- Shoji, K. 1989. Effect of N-Benzyl glucamine ditio calsamete on the Prenol Toxicity produced by subacute exposure to cadmium in rats. **Toxicol and Appl. Pharm.** 98: 39-48
- Sukasem, W. 1989. **Improvement of sovent extraction method for trace metals in sea water.** Master of science thesis, Department of Marine Science, Graduate School, Chulalongkong University.
- Van der Zee, S.E.A.T.M., W.H. Yan Riemssdijk and F.A.M. de Hann. 1988. **Transport of heavy metal and phosphate in heterogenous soils**, pp. 23-32. In K. Wolf, W.J. Van den Brink and F.J. Colon (eds.). *Conlaminated Soil*. Kluwer Academic Publ., London.
- Verardo, D., P.N. Froelich and A. McIntyre. 1990. Determination of organic carbon and nitrogen in marine sediments using the Carlo Erba NA-1500 Analyzer. **Deep-Sea Res.** 37: 157-165.
- WDOE. 1991. **Sediment Management STD**. Washington State Department of Ecology Olympia, Washington.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำเบื้องต้น ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

สถานี	Temp (°C)	Salinity (psu)	DO Conc (mg/l)	pH	TSS (mg/l)
M1	30.84	20.70	6.19	8.17	31.11
M2	30.93	16.01	5.29	8.03	33.86
M3	31.26	8.98	5.00	8.03	40.00
M4	31.05	3.27	3.85	7.75	110.00
M5	31.37	0.28	4.40	8.06	42.50
M6	31.79	0.21	4.25	7.85	65.00
M7	32.04	0.13	4.71	8.04	31.40
M8	32.07	0.13	5.19	7.89	29.40
M9	32.19	0.12	5.90	8.00	14.83
M10	32.43	0.11	5.92	8.11	16.50
M11	32.41	0.12	5.49	8.12	19.83
M12	32.59	0.12	6.24	8.37	16.17
M13	31.44	0.12	5.70	8.04	4.90
M14	31.11	0.11	5.70	8.09	4.10
M15	30.77	0.02	5.84	8.08	3.87
M16	-	-	-	-	-
M17	31.38	0.10	6.78	7.75	11.63
M18	31.51	0.10	6.85	7.93	9.50
M19	31.59	0.11	6.77	7.54	12.38
M20	31.26	0.10	6.82	7.56	13.13

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

สถานี	Temp	Salinity	DO Conc	pH	TSS
	(°C)	(psu)	(mg/l)		(mg/l)
M21	30.77	0.10	7.53	7.53	10.00
M22	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-
M24	-	-	-	-	24.38
M25	-	0.10	7.35	8.22	10.63
M26	-	0.10	6.71	8.21	15.20
M27	-	0.10	6.55	8.10	7.63
M28	30.34	0.09	6.68	8.23	9.00
M29	29.80	0.12	6.26	8.32	2.38
M30	31.03	0.06	7.38	8.45	11.63

ตารางผนวกที่ 2 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำเบื้องต้น ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

สถานี	Temp	Salinity	DO Conc	pH	TSS
	(°C)	(psu)	(mg/l)		(mg/l)
M1	30.95	29.17	5.44	7.75	9.54
M2	30.24	20.82	5.19	7.66	18.33
M3	30.22	9.97	5.02	7.78	12.57
M4	30.13	8.21	4.89	7.58	19.14
M5	30.17	4.61	3.85	7.69	15.13
M6	30.14	0.57	3.85	7.83	32.83
M7	30.24	0.18	4.41	7.88	25.33
M8	30.63	0.23	4.92	7.88	18.00
M9	30.60	0.16	4.65	7.99	19.00
M10	30.60	0.15	5.31	7.98	20.50
M11	30.59	0.15	5.23	8.03	24.00
M12	30.54	0.15	5.49	8.02	24.20
M13	30.76	0.15	6.27	8.02	21.40
M14	30.13	0.14	7.22	7.92	15.60
M15	30.11	0.14	6.66	7.89	11.96
M16	30.27	0.14	6.43	7.90	18.50
M17	30.64	0.14	8.03	7.96	14.27
M18	-	-	-	-	-
M19	-	-	-	-	-
M20	30.36	0.14	8.62	8.15	83.50

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

สถานี	Temp (°C)	Salinity (psu)	DO Conc (mg/l)	pH	TSS (mg/l)
M21	-	-	-	-	-
M22	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-
M24	-	-	-	-	18.31
M25	29.71	0.12	8.45	8.16	24.60
M26	29.15	0.12	7.83	7.88	25.64
M27	-	-	-	-	-
M28	-	-	-	-	-
M29	-	-	-	-	-
M30	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 3 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำเบื้องต้น ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สถานี	Temp (°C)	Salinity (psu)	DO Conc (mg/l)	pH	TSS (mg/l)
M1	28.18	29.60	5.85	8.01	9.50
M2	28.06	21.52	6.11	7.92	11.85
M3	28.06	13.55	6.02	7.89	28.50
M4	28.23	9.43	5.81	7.95	187.50
M5	28.25	6.29	5.41	7.92	41.95
M6	28.71	1.69	5.20	8.10	45.14
M7	29.35	0.19	5.83	8.21	32.16
M8	29.07	0.13	5.65	8.22	23.54
M9	29.26	0.12	5.79	8.25	13.67
M10	29.43	0.12	5.61	8.21	11.67
M11	28.38	0.11	7.51	8.47	13.25
M12	29.26	0.11	4.86	8.53	10.33
M13	19.89	0.10	5.56	9.02	21.62
M14	28.57	0.10	7.91	8.73	11.90
M15	29.29	0.10	5.56	8.61	8.60
M16	29.42	0.10	5.93	8.54	12.75
M17	29.14	0.10	9.27	8.08	34.83
M18	28.85	0.09	8.80	8.58	23.29
M19	29.41	0.10	9.84	8.57	14.75
M20	28.47	0.09	8.80	8.50	14.00

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

สถานี	Temp	Salinity	DO Conc	pH	TSS
	(°C)	(psu)	(mg/l)		(mg/l)
M21	28.71	0.09	8.60	8.60	12.29
M22	29.08	0.10	8.45	8.73	14.00
M23	-	-	-	-	-
M24	29.45	0.09	7.63	9.26	25.50
M25	27.62	0.08	7.10	8.16	14.77
M26	27.85	0.08	7.31	8.13	11.14
M27	27.56	0.08	4.30	8.53	7.13
M28	27.70	0.08	4.40	8.53	9.40
M29	27.34	0.11	3.76	8.74	2.60
M30	28.12	0.06	7.95	8.14	22.60

ตารางผนวกที่ 4 พารามิเตอร์ดินตะกอน ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

สถานี	TOM (mg/g-dry weight)			WC (%)			AVS (mg/g-dry weight)
	0-1	1-2	2-3	0-1	1-2	2-3	0-1
M1	26.95	30.69	26.67	25.73	25.06	25.36	0.003
M2	38.73	36.46	41.55	36.64	28.40	29.58	0.009
M3	26.70	24.89	76.67	32.57	36.11	40.40	0.026
M4	65.36	70.21	80.90	49.61	35.78	34.31	0.004
M5	50.81	34.73	49.26	39.72	32.54	34.77	0.803
M6	109.30	98.52	117.88	56.54	58.48	56.45	0.120
M7	89.10	88.25	93.05	66.98	62.45	62.00	nd
M8	93.00	98.80	101.82	63.78	63.26	66.65	0.010
M9	105.46	104.03	104.19	72.41	67.02	66.72	0.035
M10	79.08	61.98	45.73	55.28	39.43	29.28	0.026
M11	51.41	45.84	59.54	41.53	38.68	37.10	0.001
M12	126.22	115.44	111.13	73.63	73.20	71.16	0.039
M13	76.59	66.19	65.90	47.47	51.19	47.16	0.408
M14	74.18	59.05	32.16	53.64	53.03	31.09	0.022
M15	118.11	115.86	120.50	69.05	70.78	72.94	0.036
M16	63.48	92.99	70.45	43.40	54.81	42.67	0.580
M17	11.97	14.64	6.39	24.02	12.74	9.94	nd
M18	41.42	44.05	43.54	33.33	32.31	31.45	0.219
M19	9.80	11.52	8.34	21.52	21.13	21.77	nd
M20	33.10	40.20	39.14	29.63	26.62	25.52	0.001

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สถานี	TOM (mg/g-dry weight)			WC (%)			AVS (mg/g-dry weight)
	0-1	1-2	2-3	0-1	1-2	2-3	0-1
M21	25.14	23.08	23.14	27.87	24.32	22.77	0.004
M22	-	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-	-
M24	27.21	22.59	13.72	34.45	25.54	20.96	0.000
M25	78.62	76.21	70.17	56.82	47.43	36.41	0.004
M26	62.13	79.39	66.46	39.16	38.56	33.24	0.001
M27	92.02	89.90	90.26	59.75	48.22	45.75	nd
M28	92.66	87.76	77.75	52.72	54.39	50.01	0.073
M29	7.69	10.43	11.90	20.01	21.30	21.07	nd
M30	81.25	70.64	70.09	44.04	45.31	41.52	nd

ตารางผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึก ใน
เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

Total organic matter (mg/g-dry weight)							
Depth (cm)	M1	M6	M9	M12	M18	M27	M30
0-1	26.95	109.30	105.46	126.22	41.42	92.02	81.25
1-2	30.69	98.52	104.03	115.44	44.05	89.90	70.64
2-3	26.67	117.88	104.19	111.13	43.54	90.26	70.09
3-4	48.43	114.11	99.18	113.14	38.64	78.67	64.43
4-5	50.60	95.22	90.01	108.60	52.08	56.20	62.00
5-6	54.90	79.33	89.51	105.83	36.84	55.27	61.66
6-7	61.49	76.75	92.88	101.62	27.94	-	64.56
7-8	63.50	70.56	103.11	93.17	31.32	-	55.65
8-9	36.85	77.53	98.74	87.41	28.80	-	51.64
9-10	56.78	86.27	96.53	64.75	25.90	-	42.67

ตารางผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนตามระดับความลึก ในเดือนเมษายน
พ.ศ. 2548

Depth (cm)	Water Content (%)						
	M1	M6	M9	M12	M18	M27	M30
0-1	25.73	56.54	72.41	73.63	33.33	59.75	44.04
1-2	25.06	58.48	67.02	73.20	32.31	48.22	45.31
2-3	25.36	56.45	66.72	71.16	31.45	45.75	41.52
3-4	34.64	58.46	54.26	58.21	29.59	41.40	38.28
4-5	30.19	47.93	45.76	63.94	32.48	36.98	36.46
5-6	32.31	46.06	50.12	52.94	25.66	35.18	36.35
6-7	32.54	47.09	57.43	64.03	21.96	-	34.68
7-8	34.06	44.41	53.88	54.45	20.36	-	34.31
8-9	25.68	52.33	55.06	48.21	19.67	-	32.14
9-10	29.07	48.40	54.92	37.92	19.31	-	29.84

ตารางผนวกที่ 7 พารามิเตอร์ดินตะกอน ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

สถานี	TOM (mg/g-dry weight)			WC (%)			AVS (mg/g-dry weight)
	0-1	1-2	2-3	0-1	1-2	2-3	0-1
M1	21.93	29.95	26.30	25.43	25.49	25.88	nd
M2	26.63	22.74	31.55	20.58	22.21	20.44	0.001
M3	13.32	18.42	26.98	21.37	22.31	21.73	nd
M4	99.43	108.03	62.10	72.46	67.57	61.89	0.023
M5	69.81	59.10	33.99	55.39	41.98	39.13	0.330
M6	98.85	116.07	105.67	61.64	60.99	58.45	0.178
M7	78.83	98.89	104.37	60.26	65.64	63.26	0.003
M8	91.13	95.49	86.44	56.59	51.86	46.85	0.063
M9	57.20	68.35	62.45	59.86	50.80	45.11	0.004
M10	77.25	89.85	67.74	67.61	59.51	49.01	0.019
M11	27.44	29.62	24.47	37.17	33.91	31.04	0.004
M12	56.69	72.78	72.53	59.60	55.37	54.08	0.004
M13	65.16	51.73	38.11	60.26	39.61	31.92	0.004
M14	49.48	58.47	66.34	54.45	44.51	44.09	0.003
M15	59.21	58.93	55.29	50.84	44.10	39.74	0.018
M16	57.49	52.52	71.66	50.68	43.90	53.87	0.283
M17	22.12	21.43	26.59	22.13	27.40	22.62	0.014
M18	-	-	-	-	-	-	-
M19	-	-	-	-	-	-	-
M20	86.18	92.89	77.78	68.37	60.90	52.89	0.012

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

สถานี	TOM (mg/g-dry weight)			WC (%)			AVS (mg/g-dry weight)
	0-1	1-2	2-3	0-1	1-2	2-3	0-1
M21	-	-	-	-	-	-	-
M22	-	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-	-
M24	27.93	28.56	14.84	39.15	29.38	21.45	nd
M25	86.39	89.21	76.65	62.96	57.61	51.98	0.005
M26	86.59	87.37	88.45	62.95	52.91	49.16	nd
M27	-	-	-	-	-	-	-
M28	-	-	-	-	-	-	-
M29	-	-	-	-	-	-	-
M30	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 8 พารามิเตอร์ดินตะกอน ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สถานี	TOM (mg/g-dry weight)			WC (%)			AVS (mg/g-dry weight)
	0-1	1-2	2-3	0-1	1-2	2-3	0-1
M1	45.88	63.26	86.07	31.52	34.68	40.03	0.051
M2	29.57	42.01	52.50	20.63	26.69	29.76	0.001
M3	61.88	46.42	47.70	36.42	32.76	31.90	0.075
M4	88.22	102.28	81.72	60.81	55.51	43.43	0.201
M5	70.28	75.00	73.64	57.14	44.02	45.45	0.176
M6	100.96	89.30	101.87	58.20	55.72	52.97	0.344
M7	102.05	91.86	90.11	60.10	56.10	56.60	0.014
M8	91.91	88.47	95.54	62.08	53.53	54.24	0.070
M9	96.07	124.86	115.27	61.28	61.72	58.88	0.013
M10	113.20	97.85	98.31	66.24	56.86	47.11	0.088
M11	81.96	66.71	84.51	43.81	42.22	53.87	0.072
M12	87.51	95.77	89.98	59.44	52.06	53.53	0.175
M13	100.75	105.46	100.18	54.72	50.92	52.23	0.007
M14	14.19	10.59	19.34	17.63	15.12	16.48	nd
M15	74.70	46.34	33.36	43.72	39.46	28.17	0.003
M16	69.83	74.45	81.26	36.75	33.78	35.09	0.339
M17	100.65	62.97	85.09	42.43	36.25	40.87	0.002
M18	86.96	74.20	74.58	38.05	26.59	27.19	nd
M19	84.30	33.57	34.37	50.37	17.85	16.04	0.002
M20	94.49	77.59	131.72	61.78	48.47	42.36	0.004

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

สถานี	TOM (mg/g-dry weight)			WC (%)			AVS (mg/g-dry weight)
	0-1	1-2	2-3	0-1	1-2	2-3	0-1
M21	58.32	68.35	72.22	36.96	30.81	26.48	0.002
M22	44.69	32.14	26.89	32.33	27.70	18.24	0.006
M23	-	-	-	-	-	-	-
M24	30.63	20.82	27.85	24.03	20.48	20.17	0.022
M25	85.86	87.58	78.89	65.58	51.48	51.28	nd
M26	105.59	95.40	87.99	66.76	55.12	53.01	0.005
M27	90.41	78.30	75.18	49.62	44.06	47.58	0.004
M28	95.13	64.05	59.55	43.78	41.04	34.41	0.011
M29	100.26	86.27	-	52.21	50.38	-	0.016
M30	66.22	26.79	39.63	40.68	28.40	30.14	0.006

ตารางผนวกที่ 9 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่
กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M1	0.62	0.89	18.70	51.21	11.70	16.89
M2	21.69	1.66	7.46	43.06	11.96	14.17
M3	3.13	5.95	42.67	19.65	5.00	23.61
M4	61.34	5.32	5.42	9.98	4.20	13.73
M5	0.21	0.31	1.27	47.24	20.60	30.38
M6	0.59	0.63	1.96	4.89	13.31	78.61
M7	0.23	0.00	0.00	1.09	9.52	89.17
M8	0.44	0.26	2.40	6.90	14.65	75.36
M9	4.44	1.10	8.18	8.17	14.52	63.59
M10	2.41	1.92	2.51	11.60	36.16	45.40
M11	1.01	0.82	1.33	29.46	41.45	25.92
M12	1.32	2.66	3.96	9.63	16.86	65.58
M13	2.00	7.21	6.40	8.43	23.39	52.57
M14	1.42	2.79	5.52	14.60	22.22	53.45
M15	0.47	0.73	2.23	6.00	13.11	77.46
M16	0.78	1.41	3.25	25.63	32.30	36.63
M17	73.96	10.76	5.92	2.11	1.96	5.29
M18	2.10	1.41	6.42	41.75	32.59	15.74
M19	1.36	4.86	64.88	20.99	1.04	6.87
M20	2.34	2.04	2.31	10.59	24.82	57.91

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M21	8.32	8.32	12.75	38.45	13.03	19.13
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	1.75	7.25	10.55	31.53	36.04	12.87
M25	2.16	2.06	2.45	4.69	7.09	81.54
M26	-	-	-	-	-	-
M27	0.72	0.79	0.85	1.27	3.26	93.10
M28	2.11	1.76	2.04	3.10	19.48	71.50
M29	0.42	32.88	44.48	19.15	2.15	0.92
M30	0.83	0.92	0.68	1.23	4.93	91.42

ตารางผนวกที่ 10 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 1-2 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M1	1.01	1.00	16.08	50.32	12.46	19.13
M2	11.27	2.02	14.11	44.56	8.48	19.56
M3	4.42	3.10	26.75	18.20	6.48	41.05
M4	29.10	6.41	6.30	13.63	7.08	37.48
M5	0.20	0.43	1.02	54.65	17.83	25.88
M6	0.74	1.08	2.79	11.78	11.20	72.41
M7	2.04	1.81	3.16	7.90	19.46	65.62
M8	0.90	1.06	2.98	8.14	18.09	68.82
M9	1.06	3.30	11.31	11.37	17.66	55.31
M10	1.48	1.03	2.00	8.29	28.92	58.29
M11	0.51	0.69	1.49	28.68	34.48	34.14
M12	2.15	2.36	5.15	11.37	18.57	60.40
M13	0.38	0.80	2.36	12.95	36.61	46.89
M14	4.46	4.70	14.06	24.08	21.92	30.78
M15	0.69	4.13	12.53	16.90	21.56	44.19
M16	1.47	1.20	3.64	23.15	29.25	41.29
M17	72.79	7.26	3.70	1.02	0.77	14.45
M18	1.59	1.90	8.33	52.02	18.28	17.88
M19	2.25	7.26	62.96	17.81	0.80	8.92
M20	1.63	1.19	1.35	7.08	31.68	57.06

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M21	13.52	8.88	11.65	33.90	8.32	23.72
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	5.40	11.82	13.31	23.59	24.34	21.53
M25	1.97	1.03	1.73	3.17	4.61	87.50
M26	0.20	0.33	0.38	0.82	8.65	89.62
M27	0.17	0.18	0.14	0.43	1.56	97.52
M28	2.30	0.75	0.74	3.43	23.19	69.60
M29	0.09	16.71	40.33	31.61	6.57	4.69
M30	0.12	0.04	0.09	0.65	3.91	95.19

ตารางผนวกที่ 11 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M1	3.77	1.36	17.47	42.95	11.69	22.75
M2	6.14	1.83	13.23	47.45	9.70	21.66
M3	6.32	4.41	25.33	13.91	5.91	44.12
M4	31.13	3.74	4.21	5.54	4.52	50.87
M5	0.14	0.39	0.72	23.39	22.49	52.88
M6	2.28	1.48	1.90	4.06	10.14	80.15
M7	0.22	0.61	2.04	6.12	16.89	74.13
M8	0.46	1.27	5.13	10.50	18.42	64.22
M9	0.11	0.57	3.57	10.64	17.86	67.25
M10	1.32	0.30	0.25	0.76	11.00	86.36
M11	0.24	0.49	1.26	16.70	28.41	52.89
M12	0.12	0.21	1.68	10.68	20.98	66.32
M13	0.27	1.58	0.73	5.47	31.54	60.41
M14	13.18	11.28	19.98	19.18	12.35	24.03
M15	0.04	0.66	5.63	11.09	16.72	65.86
M16	1.94	1.42	3.44	18.00	26.16	49.04
M17	66.34	10.03	5.63	1.64	0.85	15.51
M18	2.36	3.39	11.38	41.02	19.33	22.52
M19	6.03	5.53	68.66	12.03	0.71	7.05
M20	1.42	0.84	0.93	7.95	33.56	55.30

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M21	21.43	11.01	12.67	32.78	5.23	16.89
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	9.91	16.33	11.98	15.06	22.65	24.07
M25	2.29	1.15	4.96	13.95	5.57	72.08
M26	0.05	0.09	0.26	2.70	11.78	85.13
M27	0.01	0.02	0.04	0.29	2.73	96.92
M28	0.71	0.31	0.58	1.81	20.93	75.66
M29	1.39	11.96	41.67	29.91	7.80	7.27
M30	0.08	0.11	0.57	0.66	3.40	95.19

ตารางผนวกที่ 12 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M1	9.59	6.25	63.94	14.34	1.35	4.54
M2	21.20	22.24	26.16	19.70	1.76	8.93
M3	2.93	9.05	70.46	15.13	0.44	2.00
M4	0.31	0.43	0.73	4.73	13.49	80.31
M5	0.36	0.48	1.34	24.67	26.89	46.26
M6	1.33	1.71	5.17	16.96	28.34	46.49
M7	0.33	0.40	1.09	6.64	27.21	64.32
M8	1.62	1.12	2.92	8.14	18.76	67.44
M9	1.42	1.27	1.98	13.27	36.69	45.38
M10	0.64	0.64	2.52	10.27	24.50	61.41
M11	1.10	2.05	24.85	56.26	15.43	0.31
M12	0.59	0.57	1.08	15.28	47.20	35.29
M13	0.34	0.50	1.77	20.26	30.23	46.90
M14	0.26	0.62	9.30	38.51	25.59	25.73
M15	0.13	0.23	2.32	26.59	34.85	35.87
M16	0.15	0.15	0.61	18.14	39.84	41.11
M17	20.51	30.22	7.71	8.86	8.16	24.55
M18	-	-	-	-	-	-
M19	-	-	-	-	-	-
M20	5.84	1.73	2.61	6.73	21.49	61.60

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M21	-	-	-	-	-	-
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	1.67	4.06	7.87	28.09	39.32	18.99
M25	0.37	0.30	0.40	1.10	3.86	93.97
M26	0.18	0.21	0.24	0.32	2.39	96.66
M27	-	-	-	-	-	-
M28	-	-	-	-	-	-
M29	-	-	-	-	-	-
M30	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 13 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 1-2 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M1	11.31	6.79	45.40	21.94	4.53	10.04
M2	10.19	5.42	31.19	35.31	2.36	15.52
M3	5.68	14.49	62.74	12.60	0.41	4.07
M4	0.13	0.09	0.61	9.50	22.33	67.34
M5	0.00	0.13	1.75	43.23	22.60	32.29
M6	3.59	1.05	3.20	13.54	15.56	63.06
M7	0.01	0.00	0.63	7.40	15.83	76.13
M8	0.74	0.57	1.94	6.73	15.37	74.64
M9	0.14	0.00	0.91	10.70	24.02	64.23
M10	0.00	0.00	0.51	4.23	16.97	78.29
M11	3.61	4.41	8.61	45.23	20.00	18.13
M12	0.00	0.00	0.00	7.19	41.67	51.14
M13	1.26	0.52	2.92	36.74	32.72	25.84
M14	0.00	0.22	3.94	26.27	29.41	40.15
M15	0.00	0.00	0.92	21.98	36.12	40.98
M16	0.00	0.00	0.00	18.27	41.83	39.89
M17	34.19	40.27	5.10	3.15	4.85	12.45
M18	-	-	-	-	-	-
M19	-	-	-	-	-	-
M20	10.51	0.34	1.58	4.19	18.12	65.26

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M21	-	-	-	-	-	-
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	1.66	6.58	10.09	27.77	32.40	21.50
M25	0.00	0.00	0.00	0.37	3.31	96.33
M26	0.00	0.48	0.00	0.00	0.93	98.59
M27	-	-	-	-	-	-
M28	-	-	-	-	-	-
M29	-	-	-	-	-	-
M30	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 14 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่
กลอง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2548

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M1	13.26	6.54	41.01	30.56	1.30	7.32
M2	5.41	4.59	31.14	31.39	2.41	25.06
M3	10.36	13.67	52.20	11.12	0.66	11.99
M4	0.13	0.25	1.83	16.31	17.80	63.68
M5	0.16	0.46	2.31	47.19	18.90	30.98
M6	3.43	2.41	5.95	15.71	19.74	52.77
M7	0.20	1.66	10.44	15.26	14.36	58.09
M8	0.18	1.00	3.98	11.80	16.33	66.71
M9	0.03	0.47	2.23	5.33	17.05	74.89
M10	0.01	0.67	3.03	13.71	27.19	55.39
M11	2.63	5.45	7.96	22.37	20.89	40.69
M12	0.05	0.23	1.01	11.97	45.40	41.33
M13	3.03	1.36	3.09	50.35	11.56	30.62
M14	0.09	0.47	5.65	26.22	13.20	54.38
M15	0.02	0.13	1.44	30.61	36.23	31.58
M16	0.00	0.04	0.90	11.95	39.92	47.20
M17	22.36	21.82	4.50	5.12	8.48	37.72
M18	-	-	-	-	-	-
M19	-	-	-	-	-	-
M20	2.59	1.52	2.61	7.04	23.10	63.14

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M21	-	-	-	-	-	-
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	4.33	14.22	16.59	27.94	23.56	13.37
M25	0.00	0.00	0.24	2.18	7.02	90.56
M26	0.00	0.00	0.12	0.51	2.45	96.93
M27	-	-	-	-	-	-
M28	-	-	-	-	-	-
M29	-	-	-	-	-	-
M30	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 15 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่
กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M1	6.02	1.03	11.71	54.88	6.61	19.74
M2	6.48	4.27	28.01	38.97	3.57	18.71
M3	1.92	3.63	26.48	20.53	6.77	40.67
M4	8.03	1.79	2.06	18.68	6.06	63.38
M5	0.36	0.41	1.15	13.74	40.23	44.12
M6	0.28	0.95	5.04	8.49	24.61	60.64
M7	0.38	0.60	1.57	4.61	15.24	77.61
M8	0.58	0.69	1.81	8.12	23.37	65.42
M9	1.30	0.83	3.06	7.88	19.88	67.05
M10	0.41	0.55	4.86	11.96	17.70	64.52
M11	0.85	0.69	1.77	12.08	43.33	41.28
M12	1.92	0.91	1.39	4.21	23.20	68.37
M13	0.94	0.64	1.27	4.76	19.66	72.73
M14	35.35	19.31	9.46	16.23	11.96	7.69
M15	1.54	0.80	1.73	27.78	29.26	38.90
M16	0.65	1.04	2.14	14.02	18.29	63.85
M17	0.79	1.64	4.36	16.89	20.87	55.45
M18	0.41	0.88	2.50	7.00	13.21	76.01
M19	14.34	6.07	8.75	10.62	14.58	45.65
M20	0.35	0.71	3.38	12.82	24.00	58.74

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M21	1.47	1.00	3.38	25.54	24.32	44.30
M22	22.22	23.59	22.46	8.52	6.07	17.15
M23	-	-	-	-	-	-
M24	4.01	4.51	6.02	12.23	33.59	39.64
M25	0.26	0.50	0.48	0.91	4.55	93.29
M26	0.58	0.89	0.46	0.55	1.59	95.94
M27	0.23	0.26	0.39	1.05	5.91	92.15
M28	0.83	0.51	1.00	6.89	16.31	74.47
M29	0.18	0.41	1.71	7.57	21.19	68.94
M30	0.24	0.26	0.47	1.38	14.10	83.55

ตารางผนวกที่ 16 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 1-2 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M1	2.47	0.27	4.22	18.87	8.73	65.44
M2	2.43	1.75	10.50	32.77	8.97	43.59
M3	0.68	2.95	23.63	21.72	5.95	45.07
M4	9.70	0.48	1.01	11.85	17.56	59.41
M5	0.07	0.20	0.97	10.26	24.89	63.61
M6	0.20	0.00	1.44	5.24	18.08	75.04
M7	0.00	0.00	0.70	10.72	30.47	58.10
M8	0.33	0.66	2.89	9.24	27.34	59.54
M9	0.00	2.32	9.98	18.05	12.13	57.51
M10	0.56	0.30	2.10	10.31	27.39	59.34
M11	0.00	0.00	1.25	10.99	40.39	47.37
M12	17.93	4.50	1.00	0.00	0.00	76.57
M13	1.10	0.00	1.27	4.82	16.24	76.58
M14	24.15	15.43	8.48	21.34	17.08	13.53
M15	2.82	0.73	1.82	45.49	21.56	27.58
M16	0.84	0.42	1.62	12.47	18.37	66.28
M17	0.28	2.25	4.16	14.32	21.36	57.65
M18	0.26	1.23	1.79	5.19	13.88	77.66
M19	40.45	14.37	11.61	3.72	4.15	25.70
M20	0.24	3.67	9.77	16.47	22.23	47.63

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ)

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M21	0.61	0.83	2.90	21.29	23.96	50.41
M22	18.48	24.54	24.88	9.13	6.24	16.73
M23	-	-	-	-	-	-
M24	0.65	2.63	3.49	14.06	41.11	38.06
M25	0.17	0.14	0.46	1.65	6.41	91.16
M26	0.06	0.75	0.86	0.71	3.00	94.63
M27	0.59	0.32	0.29	1.15	8.12	89.53
M28	0.70	0.08	0.60	7.78	18.78	72.06
M29	0.15	0.55	2.11	11.40	29.03	56.76
M30	0.06	0.22	0.91	4.01	22.06	72.73

ตารางผนวกที่ 17 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ณ ระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่
กลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M1	0.38	0.19	0.34	2.81	5.81	90.48
M2	0.46	0.57	6.31	29.36	9.60	53.70
M3	0.53	2.73	25.79	20.87	5.55	44.53
M4	11.36	1.50	1.48	24.07	11.46	50.13
M5	2.55	0.16	1.00	13.55	32.18	50.57
M6	0.52	0.00	0.94	5.91	22.64	69.98
M7	0.00	0.00	0.44	4.38	17.15	78.02
M8	0.23	0.37	1.52	5.65	16.85	75.37
M9	0.00	0.46	3.54	9.49	12.10	74.41
M10	1.95	0.22	0.39	1.99	6.09	89.35
M11	0.07	0.17	1.59	9.41	30.92	57.83
M12	3.06	0.00	0.05	1.62	14.88	80.40
M13	0.61	0.18	1.33	5.35	18.76	73.77
M14	18.49	11.44	5.78	15.17	24.61	24.50
M15	6.96	1.15	2.92	48.95	19.61	20.41
M16	0.08	0.35	1.11	10.28	19.71	68.47
	0.84	1.93	2.56	4.90	8.62	81.15
M17	0.30	0.94	2.34	9.57	14.42	72.43
M18	0.93	2.04	1.43	5.29	14.55	75.75
M19	43.80	16.38	11.28	2.80	2.48	23.27
M20	0.33	1.89	4.89	11.40	17.94	63.55

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ)

สถานี	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (%)					
	>1,000 μm	500-1,000 μm	250-500 μm	125-250 μm	63-125 μm	<63 μm
M21	0.95	1.06	3.41	22.23	18.41	53.95
M22	10.04	24.48	34.56	8.89	2.09	19.93
M23	-	-	-	-	-	-
M24	2.79	2.38	2.49	9.31	35.70	47.35
M25	0.20	0.27	0.43	1.28	7.19	90.63
M26	4.18	0.51	1.00	1.96	3.82	88.53
M27	0.17	0.20	0.31	0.78	7.05	91.49
M28	0.46	0.43	0.84	7.55	17.27	73.46
M29	-	-	-	-	-	-
M30	0.21	0.30	0.55	2.79	20.91	75.25

ตารางผนวกที่ 18 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในน้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง
เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

สถานี	เม.ย.-48			
	Cd	Pb	Cu	Zn
M1	0.02	0.06	0.09	0.64
M2	0.01	0.09	0.06	0.63
M3	nd	0.06	0.06	0.76
M4	nd	0.06	0.05	0.64
M5	0.02	0.07	0.06	0.39
M6	0.01	0.06	0.05	0.39
M7	0.02	0.04	0.06	0.72
M8	0.01	0.05	0.04	0.30
M9	0.01	0.06	0.05	0.43
M10	0.04	0.07	0.07	0.80
M11	0.01	0.05	0.04	0.68
M12	0.02	0.06	0.08	0.94
M13	0.02	0.06	0.05	0.79
M14	0.01	0.05	0.04	0.40
M15	0.01	0.06	0.05	0.36
M16	0.01	0.06	0.04	0.43
M17	0.01	0.04	0.04	0.38
M18	0.02	0.04	0.05	0.44
M19	nd	0.05	0.04	0.43
M20	0.01	0.06	0.06	0.41

ตารางผนวกที่ 18 (ต่อ)

สถานี	เม.ย.-48			
	Cd	Pb	Cu	Zn
M21	0.01	0.04	0.06	0.82
M22	0.02	0.38	0.27	3.43
M23	0.02	0.06	0.06	1.49
M24	0.01	0.06	0.04	0.48
M25	0.01	0.05	0.04	0.56
M26	0.01	0.06	0.04	0.94
M27	0.02	0.05	0.05	0.93
M28	0.01	0.02	0.04	0.40
M29	0.01	0.05	0.04	0.50
M30	0.01	0.02	0.04	0.44

ตารางผนวกที่ 19 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในน้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง
เดือนกันยายน พ.ศ. 2548

สถานี	ก.ย.-48			
	Cd	Pb	Cu	Zn
M1	nd	0.06	0.06	0.74
M2	nd	0.14	0.07	1.12
M3	nd	0.05	0.04	0.48
M4	0.01	0.06	0.05	0.83
M5	0.01	0.12	0.05	2.10
M6	nd	0.07	0.04	1.10
M7	nd	0.08	0.04	1.27
M8	nd	0.07	0.04	1.05
M9	nd	0.09	0.05	1.01
M10	nd	0.07	0.04	0.97
M11	nd	0.07	0.05	1.16
M12	0.01	0.06	0.04	0.69
M13	nd	0.06	0.04	1.09
M14	nd	0.06	0.04	0.66
M15	nd	0.06	0.04	0.63
M16	nd	0.11	0.06	1.72
M17	nd	0.06	0.02	0.71
M18	-	-	-	-
M19	-	-	-	-
M20	nd	0.06	0.02	0.69

ตารางผนวกที่ 19 (ต่อ)

สถานี	ก.ย.-48			
	Cd	Pb	Cu	Zn
M21	-	-	-	-
M22	-	-	-	-
M23	-	-	-	-
M24	nd	0.06	0.02	0.54
M25	nd	0.32	0.04	0.72
M26	nd	0.10	0.04	0.98
M27	-	-	-	-
M28	-	-	-	-
M29	-	-	-	-
M30	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 20 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในน้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง
เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สถานี	ก.พ.-49			
	Cd	Pb	Cu	Zn
M1	0.01	0.09	0.06	0.37
M2	0.01	0.12	0.06	0.28
M3	0.01	0.12	0.06	0.32
M4	nd	0.10	0.04	2.74
M5	nd	0.10	0.05	0.40
M6	nd	0.13	0.06	1.47
M7	0.01	0.08	0.05	0.18
M8	nd	0.09	0.05	0.29
M9	0.01	0.13	0.05	1.56
M10	0.01	0.11	0.05	3.22
M11	0.01	0.10	0.04	0.39
M12	0.01	0.10	0.04	0.33
M13	nd	0.11	0.03	0.25
M14	0.01	0.11	0.04	0.23
M15	nd	0.09	0.04	0.98
M16	nd	0.17	0.08	0.27
M17	nd	0.09	0.04	0.17
M18	nd	0.09	0.02	0.22
M19	nd	0.08	0.03	0.43
M20	nd	0.10	0.03	1.33

ตารางผนวกที่ 20 (ต่อ)

สถานี	ก.พ.-49			
	Cd	Pb	Cu	Zn
M21	nd	0.13	0.03	0.68
M22	nd	0.19	0.04	1.19
M23	-	-	-	-
M24	nd	0.09	0.03	0.33
M25	nd	0.22	0.04	0.60
M26	nd	0.08	0.03	0.33
M27	nd	0.15	0.02	0.28
M28	nd	0.08	0.03	0.39
M29	nd	0.08	0.03	0.48
M30	nd	0.12	0.06	4.02

ตารางผนวกที่ 21 ความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณ
แม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

สถานี	Cd (ppm)			Pb (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M1	0.74	nd	nd	15.50	15.73	19.53
M2	0.80	nd	nd	10.34	12.84	14.06
M3	0.78	nd	nd	17.15	30.01	30.38
M4	0.79	nd	nd	24.39	87.48	92.24
M5	1.55	0.66	nd	34.91	72.14	106.65
M6	1.48	nd	nd	51.07	32.45	43.26
M7	1.01	nd	0.68	41.05	39.04	45.59
M8	1.56	nd	0.60	43.72	50.21	45.07
M9	1.55	nd	0.61	53.53	55.96	44.68
M10	0.78	nd	nd	42.80	37.54	41.54
M11	1.53	nd	nd	29.00	27.32	33.78
M12	1.55	nd	0.92	55.12	58.80	56.25
M13	0.76	nd	0.58	18.34	42.31	38.21
M14	0.73	nd	nd	40.92	35.22	25.38
M15	1.47	nd	0.67	60.87	63.99	56.22
M16	0.62	0.71	0.82	32.04	41.67	32.65
M17	nd	nd	nd	16.33	13.91	11.27
M18	0.69	nd	0.37	20.85	23.00	25.05
M19	0.68	nd	nd	13.59	9.93	12.02
M20	0.67	nd	0.40	37.47	29.02	32.82

ตารางผนวกที่ 21 (ต่อ)

สถานี	Cd (ppm)			Pb (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M21	0.61	nd	nd	19.42	17.80	21.02
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	0.76	nd	nd	21.98	16.29	14.93
M25	1.49	nd	0.44	63.15	52.34	47.13
M26	1.48	0.64	0.62	59.80	59.56	54.04
M27	1.52	0.47	nd	61.67	59.31	55.93
M28	2.31	nd	nd	45.44	46.00	43.01
M29	0.75	nd	nd	6.04	8.60	9.22
M30	1.49	nd	0.34	49.05	50.29	37.79

ตารางผนวกที่ 22 ความเข้มข้นของปริมาณทองแดงและสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณ
แม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

สถานี	Cu (ppm)			Zn (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M1	5.90	6.15	6.37	24.35	nd	26.75
M2	2.39	5.29	5.62	19.09	24.18	20.89
M3	8.57	8.78	13.13	24.16	116.40	37.51
M4	228.95	22.67	22.18	30.68	32.40	40.83
M5	24.83	6.62	12.33	41.89	5.29	53.05
M6	24.43	17.41	22.98	80.68	37.20	75.03
M7	19.77	18.33	24.50	73.49	74.10	83.70
M8	22.64	27.04	25.24	77.28	97.33	80.53
M9	24.05	25.58	23.26	80.68	101.52	72.83
M10	16.34	14.86	18.02	61.48	56.32	51.05
M11	11.45	10.93	17.12	41.97	32.79	47.75
M12	31.06	31.36	32.27	102.48	142.69	100.51
M13	5.35	19.23	20.84	17.58	49.23	57.89
M14	20.46	17.27	9.26	70.15	62.15	27.39
M15	36.67	34.57	30.12	112.94	100.04	103.75
M16	14.17	21.19	18.37	63.46	77.68	64.08
M17	3.71	6.18	5.18	15.59	12.36	9.14
M18	8.34	8.90	13.08	34.75	48.96	42.99
M19	1.36	4.35	4.75	16.30	21.10	12.86
M20	10.71	24.31	13.05	41.49	44.71	49.03

ตารางผนวกที่ 22 (ต่อ)

สถานี	Cu (ppm)			Zn (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M21	6.07	6.75	8.73	32.17	8.59	29.10
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	6.06	4.98	4.27	28.80	nd	20.05
M25	28.23	23.18	19.12	81.72	32.90	50.69
M26	25.84	23.05	22.36	67.92	55.08	54.66
M27	24.36	25.15	23.58	82.22	64.06	66.04
M28	17.71	19.22	19.18	66.23	41.88	53.47
M29	1.51	3.17	3.00	9.05	4.08	9.65
M30	20.07	20.47	15.12	73.58	55.63	47.07

ตารางผนวกที่ 23 ความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ที่พบ
บริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

Depth (cm)	Cd (ppm)						
	M1	M6	M9	M12	M18	M27	M30
0-1	0.74	1.48	1.55	1.55	0.69	1.52	1.49
1-2	nd	nd	nd	nd	nd	0.47	nd
2-3	nd	nd	0.61	0.92	0.37	nd	0.34
3-4	nd	0.40	0.56	nd	nd	nd	nd
4-5	nd	0.30	nd	nd	nd	nd	nd
5-6	nd	nd	0.45	nd	nd	nd	0.45
6-7	nd	0.51	0.47	0.61	nd	-	0.50
7-8	nd	0.47	nd	0.47	nd	-	0.42
8-9	nd	0.37	nd	nd	nd	-	0.48
9-10	0.31	0.47	nd	nd	nd	-	0.40

ตารางผนวกที่ 24 ความเข้มข้นของปริมาณตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ที่พบ
บริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

Depth (cm)	Pb (ppm)						
	M1	M6	M9	M12	M18	M27	M30
0-1	15.50	51.07	53.53	55.12	20.85	61.67	49.05
1-2	15.73	32.45	55.96	58.80	23.00	59.31	50.29
2-3	19.53	43.26	44.68	56.25	25.05	55.93	37.79
3-4	26.26	45.20	55.06	54.23	23.85	40.07	44.25
4-5	25.04	48.87	2.24	58.87	28.07	33.25	39.61
5-6	25.71	43.52	42.38	54.73	25.85	29.15	37.18
6-7	31.38	51.09	2.79	56.51	25.43	-	29.38
7-8	29.56	54.58	nd	51.18	29.12	-	25.40
8-9	22.71	48.34	48.69	50.20	28.39	-	21.74
9-10	26.47	48.85	51.33	40.12	24.78	-	20.44

ตารางผนวกที่ 25 ความเข้มข้นของปริมาณทองแดงในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ที่พบ
บริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

Depth (cm)	Cu (ppm)						
	M1	M6	M9	M12	M18	M27	M30
0-1	5.90	24.43	24.05	31.06	8.34	24.36	20.07
1-2	6.15	17.41	25.58	31.36	8.90	25.15	20.47
2-3	6.37	22.98	23.26	32.27	13.08	23.58	15.12
3-4	13.42	27.44	28.09	38.73	11.93	19.21	16.41
4-5	9.48	24.74	28.73	31.59	15.74	18.64	16.07
5-6	12.50	22.89	21.64	30.48	12.43	13.72	13.89
6-7	20.62	26.56	24.65	30.71	11.87	-	14.44
7-8	12.32	27.05	25.27	28.91	12.83	-	13.32
8-9	12.17	24.90	26.25	25.94	12.00	-	11.60
9-10	11.52	27.03	27.25	20.93	9.99	-	11.62

ตารางผนวกที่ 26 ความเข้มข้นของปริมาณสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ตามระดับความลึก ที่พบ
บริเวณแม่น้ำแม่กลอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

Depth (cm)	Zn (ppm)						
	M1	M6	M9	M12	M18	M27	M30
0-1	24.35	80.68	80.68	102.48	34.75	82.22	73.58
1-2	nd	37.20	101.52	142.69	48.96	64.06	55.63
2-3	26.75	75.03	72.83	100.51	42.99	66.04	47.07
3-4	37.05	74.66	91.01	95.07	37.10	53.24	50.21
4-5	34.18	70.89	70.92	90.45	45.94	45.34	47.83
5-6	35.00	65.84	68.08	87.29	36.29	37.15	39.42
6-7	41.69	76.63	73.49	90.29	32.22	-	45.31
7-8	36.95	74.51	76.83	84.36	33.07	-	39.13
8-9	29.60	69.95	80.67	77.83	31.19	-	33.34
9-10	36.43	78.73	84.28	61.05	30.38	-	35.66

ตารางผนวกที่ 27 ความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณ
แม่น้ำแม่กลอง เดือนกันยายน พ.ศ. 2548

สถานี	Cd (ppm)			Pb (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M1	nd	nd	nd	9.60	12.58	10.56
M2	nd	nd	nd	34.62	10.56	14.22
M3	nd	nd	nd	7.25	10.74	71.35
M4	nd	nd	nd	46.86	44.73	44.75
M5	nd	nd	nd	39.46	30.84	45.80
M6	nd	nd	nd	35.29	40.52	47.14
M7	nd	nd	nd	31.06	47.38	40.23
M8	nd	nd	0.65	63.01	70.03	90.47
M9	nd	nd	nd	34.75	42.59	43.11
M10	nd	nd	nd	43.28	49.80	45.91
M11	nd	nd	nd	21.83	23.31	26.81
M12	nd	0.46	0.60	37.63	47.90	41.38
M13	nd	0.42	nd	39.34	33.21	27.95
M14	nd	nd	nd	27.92	35.32	35.04
M15	nd	0.78	nd	32.51	19.60	33.50
M16	nd	2.07	nd	35.53	19.56	37.23
M17	nd	0.17	nd	15.18	19.51	23.66
M18	-	-	-	-	-	-
M19	-	-	-	-	-	-
M20	nd	0.95	nd	50.91	19.64	55.48

ตารางผนวกที่ 27 (ต่อ)

สถานี	Cd (ppm)			Pb (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M21	-	-	-	-	-	-
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	nd	0.44	nd	25.51	19.23	15.03
M25	0.74	0.53	nd	54.65	19.61	58.84
M26	0.58	0.50	nd	59.03	19.56	55.34
M27	-	-	-	-	-	-
M28	-	-	-	-	-	-
M29	-	-	-	-	-	-
M30	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 28 ความเข้มข้นของปริมาณทองแดงและสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณ
แม่น้ำแม่กลอง เดือนกันยายน พ.ศ. 2548

สถานี	Cu (ppm)			Zn (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M1	3.05	3.60	2.35	14.83	11.68	13.29
M2	4.24	4.08	5.62	12.01	10.32	19.84
M3	2.01	3.16	4.53	10.87	16.43	25.67
M4	24.51	23.63	21.06	88.68	55.70	63.84
M5	21.85	14.99	14.18	57.79	35.55	35.44
M6	21.32	24.74	25.71	72.79	60.99	70.00
M7	17.42	25.36	28.63	62.88	64.06	64.99
M8	26.69	24.85	21.97	99.33	70.03	73.67
M9	34.75	21.29	20.62	67.07	30.30	59.98
M10	42.54	25.56	25.79	86.57	50.46	67.92
M11	11.46	8.29	11.30	33.29	9.32	33.59
M12	16.13	21.44	20.99	49.92	52.92	70.16
M13	19.67	14.71	12.23	65.30	34.05	39.74
M14	13.96	15.75	17.52	46.74	35.80	53.79
M15	16.62	17.90	16.43	58.53	59.54	54.36
M16	21.03	72.80	21.59	62.36	76.25	62.55
M17	6.51	4.66	11.31	21.68	15.37	32.91
M18	-	-	-	-	-	-
M19	-	-	-	-	-	-
M20	23.56	24.27	22.60	87.39	82.32	80.82

ตารางผนวกที่ 28 (ต่อ)

สถานี	Cu (ppm)			Zn (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M21	-	-	-	-	-	-
M22	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	-	-	-	-
M24	8.96	7.55	4.16	34.47	27.08	18.54
M25	23.63	23.17	23.90	74.59	65.82	72.94
M26	24.88	19.94	22.40	78.13	60.32	73.12
M27	-	-	-	-	-	-
M28	-	-	-	-	-	-
M29	-	-	-	-	-	-
M30	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 29 ความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณ
แม่น้ำแม่กลอง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สถานี	Cd (ppm)			Pb (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M1	0.56	0.42	nd	17.47	19.38	34.40
M2	0.68	0.36	nd	10.94	19.38	23.48
M3	0.76	0.38	nd	25.90	19.34	26.23
M4	nd	1.37	nd	41.52	19.25	28.25
M5	nd	0.50	nd	35.48	19.48	36.84
M6	0.78	0.74	nd	41.31	19.26	40.04
M7	nd	0.64	nd	37.75	19.02	38.40
M8	nd	0.59	1.43	48.91	19.52	52.14
M9	nd	0.65	0.68	35.61	19.48	51.70
M10	nd	0.58	0.55	44.55	19.48	55.43
M11	nd	0.49	0.65	36.62	34.63	40.87
M12	nd	0.52	0.65	37.43	43.61	43.79
M13	nd	1.16	0.65	46.63	44.03	41.49
M14	nd	0.33	0.28	9.93	11.50	15.56
M15	nd	0.41	0.57	32.65	26.60	23.74
M16	nd	0.40	0.70	40.32	35.04	41.81
M17	nd	0.43	0.78	46.49	40.49	30.41
M18	nd	0.40	0.58	45.73	43.91	4.63
M19	0.79	0.27	nd	43.63	17.55	20.37
M20	nd	0.53	0.59	43.21	39.04	45.55

ตารางผนวกที่ 29 (ต่อ)

สถานี	Cd (ppm)			Pb (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M21	nd	0.50	0.45	32.20	32.52	5.84
M22	nd	nd	nd	24.71	27.45	21.10
M23	-	-	-	-	-	-
M24	nd	0.40	nd	21.51	22.68	24.09
M25	0.68	0.57	nd	58.04	58.82	55.22
M26	nd	0.60	nd	63.94	56.26	51.23
M27	0.64	0.55	nd	38.63	45.05	43.61
M28	0.79	0.49	nd	44.32	34.49	29.80
M29	0.78	nd	-	44.57	36.99	-
M30	nd	nd	nd	42.41	24.80	25.99

ตารางผนวกที่ 30 ความเข้มข้นของปริมาณทองแดงและสังกะสีในดินตะกอน (ppm) ที่พบบริเวณ
แม่น้ำแม่กลอง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สถานี	Cu (ppm)			Zn (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M1	7.89	12.23	14.74	49.03	38.37	47.50
M2	4.79	8.93	8.22	40.34	32.16	33.26
M3	14.48	13.63	9.68	58.67	32.95	32.28
M4	25.55	23.21	13.78	75.05	61.43	44.09
M5	36.87	37.26	24.38	56.35	50.35	52.55
M6	22.60	22.13	16.57	101.33	67.87	57.99
M7	22.34	13.37	14.82	75.50	45.21	61.97
M8	27.17	22.82	30.00	81.52	78.41	85.00
M9	19.43	25.84	29.93	69.61	87.86	92.52
M10	22.27	24.25	28.54	100.57	71.02	80.13
M11	17.19	31.22	24.65	76.23	60.49	72.01
M12	18.71	23.36	26.14	63.94	72.17	75.82
M13	23.69	23.75	23.34	85.12	69.52	71.31
M14	3.06	4.27	6.39	45.07	13.47	18.61
M15	16.32	13.09	11.31	56.78	44.60	35.05
M16	20.47	17.32	23.69	73.82	58.40	75.26
M17	21.28	25.85	24.95	72.50	65.47	77.19
M18	27.44	27.39	27.22	78.66	74.52	72.40
M19	21.42	9.18	10.38	89.65	21.06	21.57
M20	19.64	18.18	20.70	72.27	64.17	69.80

ตารางผนวกที่ 30 (ต่อ)

สถานี	Cu (ppm)			Zn (ppm)		
	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm	0-1 cm	1-2 cm	2-3 cm
M21	17.22	18.01	20.66	121.30	129.06	118.12
M22	12.04	10.88	11.76	51.33	30.76	29.21
M23	-	-	-	-	-	-
M24	7.17	8.50	11.31	31.93	29.56	29.93
M25	38.92	33.70	25.73	96.96	70.25	60.87
M26	29.28	27.83	25.87	146.38	82.27	68.82
M27	17.39	19.23	17.57	57.95	53.85	56.94
M28	20.58	15.55	15.42	78.35	45.18	38.03
M29	26.58	22.71	-	71.93	46.72	-
M30	16.57	10.49	10.00	58.98	34.34	34.79

หมายเหตุ: (nd) = non-detectable

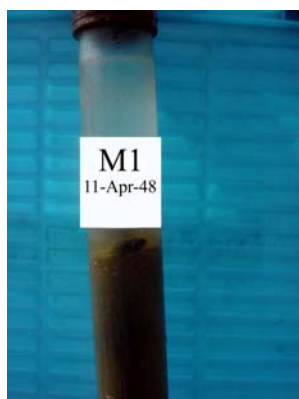
(-) = ข้อมูลสูญหาย

ตารางผนวกที่ 31 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ (ppm) ที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง
เดือนเมษายน พ.ศ. 2548

ชนิดสัตว์น้ำ	Cd	Pb	Cu	Zn
ปลากะพง (M4)	0.00	0.03	0.17	2.01
ปลากะพง (M4)	0.00	0.15	0.08	3.05
หอยดัลป์ (M1)	0.16	0.43	1.33	10.28
กุ้งก้ามกราม (M12)	0.00	0.10	7.92	16.40
ปลาตะเพียน (M16)	0.04	0.35	0.65	27.41
ปลาเปิบ (M16)	0.04	0.19	0.49	35.73
ปลาพื้นทิม (M15)	0.05	0.11	0.05	3.11

ตารางผนวกที่ 32 การจัดแบ่งประเภทของดินตะกอน

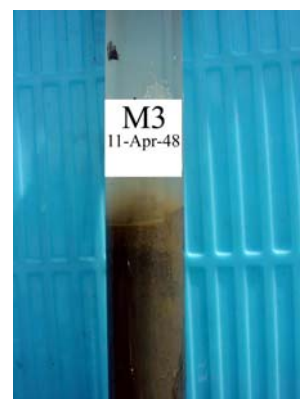
ประเภทดิน	ปริมาณของดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร (เปอร์เซ็นต์)
Sand	น้อยกว่า 15
Loamy sand	15-30
Sandy loam	30-50
Silt loam	50-80
Silt	มากกว่า 80



M1



M2



M3



M4



M5



M6



M7

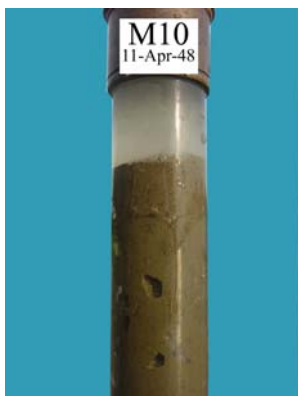


M8



M9

ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะดินตะกอนที่พบบริเวณแม่น้ำแม่กลอง



M10



M11



M12



M13



M14



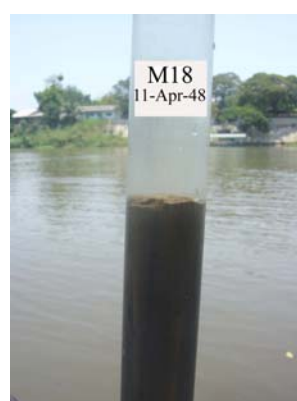
M15



M16



M17

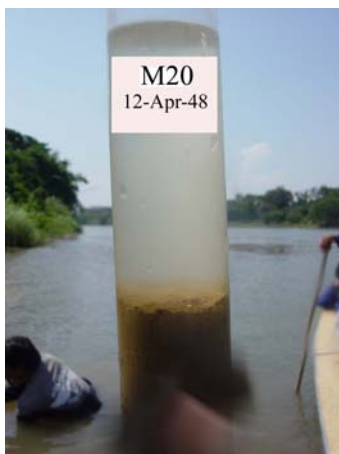


M18

ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ)



M19



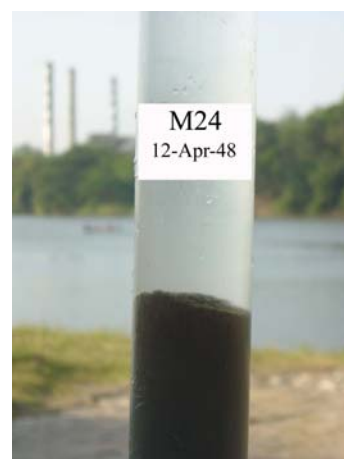
M20



M21



M22



M24



M25



M26



M27

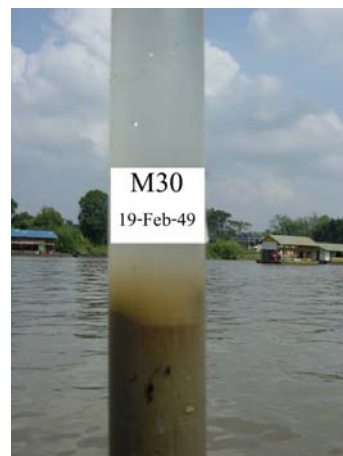
ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ)



M28



M29



M30

ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายพฤษ จันทน์นวล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	27 กันยายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลตากลิ อำเภอดากลิ จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนตากลิประชาสรรค์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-