ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม — **สาขา**

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม — **ภาควิชา**

เรื่อง ศักยภาพของน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

Potential of Thachin River Water and Bottom Sediment from Nakhon Chai Si to It's Estuary on Heavy Metals Absorption

นามผู้วิจัย นางสาวจินตนันท์ วัชรสิงห์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์นฤชิต ดำปิน, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ศาสตราจารย์วิทย์ ธารชลานุกิจ, ปร.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ บัวเลิศ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ศักยภาพของน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการ ตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

Potential of Thachin River Water and Bottom Sediment from Nakhon Chai Si to It's Estuary on Heavy Metals Absorption

โดย

นางสาวจินตนันท์ วัชรสิงห์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จินตนันท์ วัชรสิงห์ 2557: ศักยภาพของน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์นฤชิต ดำปิน, ปร.ด. 156 หน้า

การศึกษาศักยภาพของน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ เดือนเมษายน และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 เพื่อใช้เป็นตัวแทนของฤดูน้ำแล้งและฤดูน้ำหลากตามลำดับ เก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีน จำนวน 21 สถานี และคลองสาขา 3 คลองหลัก ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย คลองละ 5 สถานี รวมจำนวนทั้งสิ้น 36 สถานี ทำการศึกษาโลหะหนัก 5 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว(Pb) แคดเมียม(Cd) สารหนู(As) ปรอท(Hg) และนิกเกิล(Ni) พบว่า ในตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณอยู่ระหว่าง ตรวจไม่พบถึง 0.002, ตรวจไม่พบ, 0.003 – 0.013, ตรวจไม่พบถึง 0.002 และ ตรวจไม่พบถึง 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และในคลองสาขาได้แก่ (1)คลองมหาสวัสดิ์ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.001, ตรวจไม่พบ, 0.004 – 0.005, 0.002 – 0.002 และ 0.002 – 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (2)คลองภาษีเจริญ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.001, ตรวจไม่พบ, 0.001 – 0.006, ตรวจไม่พบถึง และ 0.003 – 0.021 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (3)คลองมหาชัย พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.003, ตรวจไม่พบถึง, 0.004 – 0.009, 0.001 – 0.001 และ 0.002 – 0.072 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ยังมีค่าไม่เกินมาตรฐานยกเว้นบางสถานีที่มีปริมาณสารหนูที่เกินค่ามาตรฐาน ขณะเดียวกัน พบปริมาณโลหะหนักดังกล่าวในตัวอย่างดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนอยู่ในระหว่าง 14.298 – 41.409, 0.020 – 0.548, 1.498 – 15.004, ตรวจไม่พบถึง 0.463 และ 5.536 – 39.521 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ทั้งหมดมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐาน นอกจากนี้ยังพบว่า ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอน อีกทั้งปริมาณโลหะหนักในน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ เมื่อพบปริมาณโลหะหนักในน้ำน้อย จะพบในดินตะกอนมาก จากการวิเคราะห์หาศักยภาพการรองรับปริมาณโลหะหนักดังกล่าว พบว่า แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีนยังมีศักยภาพในการรองรับปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล ในน้ำ คิดเป็นร้อยละ 96.00 – 100.00, 100.00 – 100.00, -30.00 – 73.00, 0 – 100.00 และ 95.30 – 100.00 ตามลำดับ และในดินตะกอน คิดเป็นร้อยละ 62.36 – 87.00, 93.91 – 99.78, 82.35 – 98.24, 64.38 – 100.00 และ 20.96 – 88.93 ตามลำดับ ทั้งนี้ มีบางสถานีที่ไม่มีศักยภาพในการรองรับปริมาณสารหนูและปรอท

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Jintanan Watcharasing 2014: Potential of Thachin River Water and Bottom Sediment from Nakhon Chai Si to It's Estuary on Heavy Metals Absorption. Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, Department of Environmental Science.
Thesis Advisor: Mr. Narouchit Dampin, Ph.D. 156 pages.

Studies on potential of Thachin river water and bottom sediment from Nakhon Chai Si to it's estuary on heavy metals absorption, were carried out in April and Novenber, 2012 for representative sample in dry season and wet season. Water samples were collected from 21 stations in Thachin river and its three inflow canals; Khlong Maha Sawat, Khlong Phasi Charoen and Khlong Maha Chai, 5 stations per canal included totality 36 stations. The results of heavy metals content showed that lead(Pb), cadmium(Cd), arsenic(As), mercury(Hg) and nickel(Ni) in the water of Thachin river ranged between not detected to 0.002, not detected, 0.003 – 0.013, not detected to 0.002 and not detected to 0.005 mg/l respectively and in the water of its three inflow canals; (1)Khlong Maha Sawat ranged between 0.001 – 0.001, not detected, 0.004 – 0.005 , 0.002 – 0.002 and 0.002 – 0.004 mg/l, (2)Khlong Phasi Charoen ranged between 0.001 – 0.001, not detected, 0.001 – 0.006, not detected and 0.003 – 0.021 mg/l and (3)Khlong Maha Chai ranged between 0.001 – 0.003, not detected, 0.004 – 0.009, 0.001 – 0.001 and 0.002 – 0.072 mg/l, respectively. However, most of these heavy metals were still within the range of standard values, except for some stations that arsenic concentrations was higher than standard values that were observed during dry season. Meanwhile, heavy metals in the sediments of Thachin river ranged between 14.298–41.409, 0.020 – 0.548, 1.498 – 15.004, not detected to 0.463 and 5.536 – 39.521 mg/kg –dry weight. All of these heavy metals were still within the range of standard values. In addition, heavy metals in water and sediment were different among season and the concentrations of five each heavy metals in the water were relationship with the heavy metals in the sediment in the opposite direction. The result of potential of Thachin river on heavy metals absorption analysis show that Thachin river from Nakhon Chai Si down to Its Estuary still have the potential absorption for lead, cadmium, arsenic, mercury and nickel in the water range between 96.00 – 100.00, 100.00 – 100.00, -30.00 – 73.00 , 0.00 – 100.00 and 95.30 – 100.00 percent, respectively and in sediment range between 62.36 – 87.00 , 93.91 – 99.78 , 82.35 – 98.24 , 64.38 – 100.00 and 20.96 – 88.93 percent, respectively. There are some stations that no potential to capacity the concentrations of arsenic and mercury.

_____ _____ ___/___/___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์นฤชิต ดำปิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่กรุณาให้คำแนะนำในการกำหนดขอบเขตการวิจัย การเก็บข้อมูลภาคสนาม การปฏิบัติงานร่วมกับหน่วยงานต่างๆ และให้คำปรึกษาในการทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์วิทย์ ธารชลานุกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาช่วยให้คำแนะนำและขัดเกลางานวิจัยให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ตามหลักวิชาการ ขอขอบพระคุณศาตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม ที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้และแนวคิดต่างๆในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รวมไปถึงคำแนะนำในการดำเนินชีวิตและการปฏิบัติตนเพื่ออยู่ร่วมกันในสังคมทั้งภายในและภายนอกรั้วมหาวิทยาลัย

ขอขอบคุณ โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรีที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการแหลมผักเบี้ยฯทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมและอำนวยความสะดวกต่อการทำวิจัย

ขอขอบคุณคุณศิริขวัญ เจริญขุน ผู้เป็นแกนนำทีมท่าจีน ขอขอบคุณคุณสถาปัตย์ เสน่หา คุณดิฐพงศ์ พันธุพาน คุณอาทิตย์พงษ์ สุทธิรักษ์ คุณอดิภัทร เพชรมโนทัย คุณกมลพร พฤกษ์พนาสันต์ คุณวีรยาภรณ์ รัตนไพบูลย์ คุณผุสดี สุขพิบูลย์และพี่น้องสวล.35ทุกคน สำหรับกำลังกายและกำลังใจที่มีให้กันเสมอ และสุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ผู้ให้กำเนิด เลี้ยงดู อบรมสั่งสอน ให้กำลังใจ และเป็นกองหนุนที่สำคัญในทุกเส้นทางที่ลูกเลือกเดิน

จินตนันท์ วัชรสิงห์

กันยายน 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(10)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	33
อุปกรณ์	33
วิธีการ	35
ผลและวิจารณ์	47
ผล	47
วิจารณ์	108
สรุปและข้อเสนอแนะ	124
สรุป	124
ข้อเสนอแนะ	132
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	133
ภาคผนวก	144
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	156

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ตกค้างในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก)	7
2	ปริมาณโลหะหนักที่ร่างกายสะสมได้โดยไม่เป็นอันตราย	8
3	ค่าอัตราการสะสมของแคดเมียมในสิ่งมีชีวิต	14
4	การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลางถึงตอนล่าง (จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร) ปี 2552	29
5	จำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลางถึงตอนล่าง (จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร) ปี 2552	30
6	ตำแหน่งพิกัดของสถานีเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีน คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองภาษีเจริญ	37
7	วิธีวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินและน้ำ	43
8	ค่ามาตรฐานโลหะหนักตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล	45
9	ค่ามาตรฐานโลหะหนักในตะกอนดินระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำตามมาตรฐานของ EPA96 (PEL-HA28)*, NOAA (ERM)** และมาตรฐานเบื้องต้นสำหรับประเทศไทย***	46
10	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	60
11	อุณหภูมิในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	62
12	ค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	65
13	ค่าความเป็นกรด-ด่างในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	67
14	ค่าการนำไฟฟ้าในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	69

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ปริมาณตะกั่วในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)	73
16	ปริมาณตะกั่วในคลองสาขาช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)	74
17	ปริมาณแคดเมียมในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)	76
18	ปริมาณสารหนูในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)	80
19	ปริมาณสารหนูในคลองสาขาช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)	81
20	ปริมาณปรอทในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)	84
21	ปริมาณปรอทในคลองสาขาช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)	85
22	ปริมาณนิกเกิลในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)	88
23	ปริมาณนิกเกิลในคลองสาขาช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)	90
24	อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำท่าจีนและคลองสาขา	91
25	ศักยภาพการรองรับปริมาณตะกั่วของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	94
26	ศักยภาพการรองรับปริมาณตะกั่วของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	95
27	ศักยภาพการรองรับปริมาณแคดเมียมของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	97

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	ศักยภาพการรองรับปริมาณแคดเมียมของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	98
29	ศักยภาพการรองรับปริมาณสารหนูของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	100
30	ศักยภาพการรองรับปริมาณสารหนูของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	101
31	ศักยภาพการรองรับปริมาณปรอทของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	103
32	ศักยภาพการรองรับปริมาณปรอทของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	104
33	ศักยภาพการรองรับปริมาณนิกเกิลของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	106
34	ศักยภาพการรองรับปริมาณนิกเกิลของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน	107
35	พื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่อุตสาหกรรมในจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาคร	110
36	เนื้อที่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตรกรรมในจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาคร (ไร่)	110
37	เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมแยกตามประเภทอุตสาหกรรมในจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาคร (ตารางเมตร)	111
38	ค่ามาตรฐานและค่าความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักที่ได้จากการศึกษาในบริเวณอื่นๆ เปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้ (mg/kg)	119
39	ศักยภาพในการรองรับปริมาณโลหะบางประการของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ (คิดเป็นร้อยละ)	122
40	คุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน	125

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
41	ปริมาณโลหะหนักในน้ำจากแม่น้ำท่าจีน คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน	126
42	ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนจากในแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน	128
43	ศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะหนัก	129

ตารางผนวกที่

1	ปัจจัยคุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555)	145
2	ปัจจัยคุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	146
3	ปริมาณโลหะหนักในน้ำแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555)	147
4	ปริมาณโลหะหนักในน้ำแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	148
5	ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555)	149
6	ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	150
7	ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำจากคลองมหาสวัสดิ์	151
8	ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำจากคลองภาษีเจริญ	152
9	ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำจากคลองมหาชัย	153
10	ศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการในน้ำ (ร้อยละ)	154

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
11	ศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการในดินตะกอน (ร้อยละ)	155

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงลุ่มน้ำท่าจีน	23
2	แหล่งที่มาของมลพิษที่ลงสู่แม่น้ำท่าจีน	30
3	เครื่องวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม (DO meter, Conductivity meter, pH meter)	33
4	แผนผังการวิจัยศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน	35
5	สถานีเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีนและคลองสาขา	40
6	การเก็บตัวอย่างน้ำโดยกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ	41
7	การเก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วยที่ตักดิน	42
8	ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	48
9	ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 2 หน้า อบต.ดอนแฝก ตำบลดอนแฝก อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	48
10	ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 3 เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร	49
11	ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 4 หน้าวัดงิ้วราย ตำบลงิ้วราย อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	50
12	ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 5 หน้าวัดปิ่นจันทราราม ตำบลวัดแค อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	50
13	ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 6 สะพานรวมเมฆ หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	51
14	ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 11 หน้าวัดอ้อมใหญ่ ตำบลอ้อมใหญ่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม	52
15	ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 12 หน้าวัดดอนไก่ดี ตำบลกระทุ่มแบน อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม	53
16	ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 13 สะพานบางยางรุ่งสินพัฒนา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม	54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน	61
18	อุณหภูมิน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน	63
19	ค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน	66
20	ค่าความเป็นกรด-ด่างในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน	68
21	ค่าการนำไฟฟ้าในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน	70
22	ปริมาณตะกั่วในน้ำ (ก) และดินตะกอน (ข) ที่พบในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบ 2 ฤดู	74
23	ปริมาณปรอทที่พบในคลองสาขา ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) ได้แก่ (ก) คลองมหาสวัสดิ์ (ข) คลองภาษีเจริญ และ (ค) คลองมหาชัย	75
24	ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนที่พบในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบ 2 ฤดู	77
25	ปริมาณสารหนูในน้ำ (ก) และดินตะกอน (ข) ที่พบในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบ 2 ฤดู	81
26	ปริมาณสารหนูที่พบในคลองสาขา ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) ได้แก่ (ก) คลองมหาสวัสดิ์ (ข) คลองภาษีเจริญ และ (ค) คลองมหาชัย	82
27	ปริมาณปรอทในน้ำ (ก) และดินตะกอน (ข) ที่พบในแม่น้ำท่าจีน เปรียบเทียบ 2 ฤดู	85
28	ปริมาณปรอทที่พบในคลองสาขา ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) ได้แก่ (ก) คลองมหาสวัสดิ์ (ข) คลองภาษีเจริญ และ (ค) คลองมหาชัย	86
29	ปริมาณนิกเกิลในน้ำ (ก) และดินตะกอน (ข) ที่พบในแม่น้ำท่าจีน เปรียบเทียบ 2 ฤดู	89
30	ปริมาณนิกเกิลที่พบในคลองสาขา ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) ได้แก่ (ก) คลองมหาสวัสดิ์ (ข) คลองภาษีเจริญ และ (ค) คลองมหาชัย	90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
31	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา	108
32	ลักษณะการแพร่กระจายของโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน	130

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Pb	=	Lead (ตะกั่ว)
Cd	=	Cadmium (แคดเมียม)
As	=	Arsenic (สารหนู)
Hg	=	Mercury (ปรอท)
Ni	=	Nickel (นิกเกิล)
ND	=	Not Detected (ตรวจไม่พบ)
mg/l	=	มิลลิกรัมต่อลิตร
mg/kg	=	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ppt	=	ส่วนในพันส่วน
ppm	=	ส่วนในล้านส่วน
µs/cm	=	ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศักยภาพของน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

Potential of Thachin River Water and Bottom Sediment from Nakhon Chai Si to It's Estuary on Heavy Metals Absorption

คำนำ

แม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำสายสำคัญในการรองรับการระบายน้ำในเขตพื้นที่ภาคกลาง โดยเฉพาะแม่น้ำท่าจีนตอนล่างตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งรับน้ำจากคลองสาขา 3 คลองหลัก ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ซึ่งในพื้นที่นี้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งส่วนของชุมชน เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม กิจกรรมมนุษย์ที่เกิดขึ้นหลากหลายนี้เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญ โดยในช่วงน้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่ภาคกลางปี 2554 ทั้ง 3 คลองนี้ถูกใช้เป็นเส้นทางระบายน้ำส่วนเกินจากแม่น้ำเจ้าพระยามาลงที่แม่น้ำท่าจีนเพื่อระบายออกสู่อ่าวไทยต่อไป น้ำส่วนเกินที่ถูกระบายมานี้มีการพัดพาสารมลพิษอันรวมถึงโลหะหนักจากแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ ลงมายังแม่น้ำท่าจีน หากแหล่งน้ำได้รับน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักติดต่อกันเป็นเวลานานจะส่งผลต่อคุณภาพน้ำ รวมถึงทำให้เกิดการสะสมของโลหะหนักในห่วงโซ่อาหาร เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและมนุษย์ได้

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาปริมาณโลหะหนัก 5 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว (Pb), แคดเมียม (Cd), สารหนู (As), ปรอท (Hg) และนิกเกิล (Ni) อันเป็นโลหะหนักที่มีการใช้ทั่วไปในกิจกรรมมนุษย์ที่อาจปนเปื้อนในแม่น้ำท่าจีนได้ โดยจะเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการติดตามมวลน้ำที่ไหลผ่านแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆเพื่อศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักจากแหล่งกำเนิดมลพิษในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ทั้งในช่วงฤดูน้ำแล้งและฤดูน้ำหลากโดยศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายของปริมาณโลหะหนักเหล่านี้และนำมาวิเคราะห์หาศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะหนัก นำไปสู่การวางแผนจัดการคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสถานภาพและศักยภาพของน้ำในแม่น้ำท่าจีนต่อการรองรับโลหะหนักบางชนิด ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึง ปากแม่น้ำที่อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

2. ศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายของโลหะหนักบางชนิดในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึง ปากแม่น้ำท่าจีนที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร อันเป็นช่วงที่ได้รับน้ำทิ้งจากคลองระบายน้ำหลักสามคลองทั้งในช่วงฤดูน้ำแล้งและฤดูน้ำหลาก

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาปริมาณโลหะหนัก 5 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) สารหนู (As) ปรอท (Hg) และนิกเกิล (Ni) ในน้ำและตะกอนดิน ในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน เปรียบเทียบปริมาณและการแพร่กระจายของโลหะหนัก พร้อมทั้งศึกษาร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินริมฝั่งแม่น้ำท่าจีนเพื่อวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของโลหะหนักเหล่านั้น และนำมาวิเคราะห์หาศักยภาพในการรองรับโลหะหนักดังกล่าวของน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนทั้งในฤดูแล้งและฤดูน้ำหลาก รวมถึงศึกษาคุณภาพน้ำพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) อุณหภูมิ (Temperature) ค่าความเค็ม (Salinity) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) เป็นต้น ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. โลหะหนัก

1.1 ความหมาย

โลหะหนัก หมายถึง โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไป เป็นธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 22 - 34 และ 40 - 52 ในตารางธาตุ (อธิษฐาน, 2544) มีลักษณะเป็นของแข็ง (ยกเว้น ปรอทที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ) คุณสมบัติทางกายภาพของโลหะหนัก คือ นำไฟฟ้า และความร้อนได้ดี มีความมันวาว เหนียว สามารถนำมาตีแผ่เป็นแผ่นบางๆ ได้ และสะท้อนแสงได้ดี ส่วนคุณสมบัติทางด้านเคมีที่สำคัญของโลหะหนัก คือ มีค่าออกซิเดชันได้หลายค่า ดังนั้น โลหะหนักจึงสามารถที่จะรวมตัวกับสารอื่นๆ เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (Complex compound) ได้หลายรูปที่เสถียรกว่าโลหะอิสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสามารถที่จะถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตได้โดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหาร (Food chain) โลหะหนักหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นอันตรายร้ายแรงเมื่อเข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตพิการหรือตายได้ (วิกันดา, 2541) สิ่งมีชีวิตจะตอบสนองต่อโลหะหนักแต่ละชนิดในลักษณะที่แตกต่างกัน

1.2 ชนิดของโลหะหนัก

โลหะหนักที่รู้จักกันโดยทั่วไป เช่น โครเมียม แมงกานีส ดีบุก เหล็ก เงิน นิกเกิล ตะกั่ว ปรอท ทองแดง สังกะสี และสารหนู โลหะหนักสามารถก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ การไม่สลายตัวโดยกระบวนการทางธรรมชาติของโลหะหนักในแหล่งน้ำ ทำให้บางส่วนตกตะกอนสะสมอยู่ในดินตะกอน พืชสามารถสะสมโลหะหนักได้มากตามปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักที่มีในน้ำและดินตะกอน จากการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่าโลหะหนักหลายชนิดเป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์แตกต่างกันไป เช่น เป็นพิษต่อเนื้อเยื่ออวัยวะ ทำให้เกิดมะเร็งชนิดต่างๆ เป็นต้น (สุดชาย, 2540)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 แหล่งกำเนิดของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม

ภารดี (2541) กล่าวว่า โลหะหนักที่พบในสิ่งแวดล้อมมีแหล่งที่มาจาก 7 แหล่งกำเนิดด้วยกัน ดังนี้

1) การชะล้างจากแผ่นดิน โลหะหนักที่ได้จากแหล่งนี้ถือว่าเป็นค่า Background level ของบริเวณนั้นๆ ซึ่งพบว่าพื้นที่ใดเป็นแหล่งแร่ของโลหะหนักก็จะพบว่าน้ำในบริเวณนั้น มีโลหะหนักชนิดนั้นๆ สูงด้วย

2) อุตสาหกรรมถลุงแร่โลหะ ในระหว่างการถลุงแร่จะมีโลหะหนักปนออกมากับน้ำทิ้งด้วยเสมอ

3) การใช้โลหะและสารประกอบโลหะในอุตสาหกรรม เช่น ใช้เกลือของโครเมียมในการฟอกหนัง ใช้สังกะสีในการทำท่อ เป็นต้น ก็เป็นที่มาของโลหะหนักสู่แหล่งน้ำ

4) การเผาไหม้เชื้อเพลิง การผลิตปูนซีเมนต์และอิฐบล็อก เชื้อเพลิงประเภทถ่านน้ำมันจะมีโลหะหนักบางตัวสูง เช่น สารหนู สังกะสี แคดเมียม และนิกเกิล ในการผลิตซีเมนต์พบว่ามีการปล่อยโลหะหนัก สังกะสี ตะกั่ว และสารหนูด้วย นอกจากนั้นยังพบว่าบริเวณรอบๆ ที่มีสิ่งก่อสร้างประเภทอิฐจะมีโลหะหนักสะสมอยู่ด้วยค่อนข้างสูง

5) โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น พบอลูมิเนียมจากโรงงานทำภาชนะพวกอลูมิเนียมและโรงงานอัลลอยด์ สารหนูจากโรงงานผลิตสารฆ่าแมลง แคดเมียมจากโรงงานชุบโลหะ โรงงานทำสีและโรงงานผลิตเม็ดพลาสติก โครเมียมจากโรงงานชุบโลหะ โรงงานสีและสารฆ่าแมลง ตะกั่วจากโรงงานแบตเตอรี่ โรงงานสี และโรงกลั่นน้ำมัน แมงกานีสจากโรงงานสีโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห้งและโรงงานอัลลอยด์ นิกเกิลจากโรงงานชุบโลหะและโรงงานอัลลอยด์ พลวงจากโรงงานสี โรงย้อมสีและสารฆ่าแมลง เงินจากอุตสาหกรรมการผลิตและล้างฟิล์ม และโรงงานชุบโลหะสังกะสีจากโรงงานชุบโลหะและโรงงานทำสี เป็นต้น

6) ยวดยานพาหนะ เป็นแหล่งใหญ่ในการเกิดการสะสมตัวของตะกั่วในบรรยากาศและในแหล่งชุมชน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7) การรั่วออกจากขยะ การรั่วของโลหะหนักจากขยะจะมีผลมากต่อแหล่งน้ำบนบกหรือบริเวณชายฝั่งทะเล

1.4 การสะสมของโลหะหนัก

สารพิษโลหะหนักชนิดต่างๆ เมื่ออยู่ในแหล่งน้ำสามารถสะสมตัวอยู่กับตัวกลาง เช่น ดินตะกอน พืช สัตว์น้ำ หรือแขวนลอยอยู่ในน้ำอย่างอิสระได้ในปริมาณต่างๆกัน โลหะหนักที่ปะปนหรือสะสมอยู่กับตัวกลางเหล่านี้ สามารถที่จะเปลี่ยนรูปหรือเคลื่อนย้ายไปตามห่วงโซ่อาหาร ได้ลักษณะการสะสมหรือการเคลื่อนย้ายในตัวกลางแต่ละชนิดในแหล่งน้ำสามารถแยกได้ดังนี้

1) การสะสมของโลหะหนักในแหล่งน้ำ

โลหะหนักที่สะสมในแหล่งน้ำ มีทั้งในรูปที่ละลายน้ำ (Dissolved) และอยู่ในรูปสารแขวนลอย (Suspended solid) ซึ่งความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เนื่องจากความสามารถในการผสมผสานของสารที่อยู่ในรูปของสารแขวนลอยและในรูปที่ละลายน้ำแตกต่างกัน โดยเฉพาะในรูปสารแขวนลอยจะมีระยะเวลาเฉลี่ยที่สารนั้นอยู่ในน้ำก่อนที่จะออกไปสู่ทะเล (Residence time) ยาวนานกว่ารูปที่ละลายน้ำ และจากการที่น้ำมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลามีผลทำให้ตะกอนใต้น้ำลอยตัวขึ้น (Resuspension) จึงมีทั้งกระบวนการดูดซับ (Adsorption) และการคาย (Desorption) ของโลหะหนักระหว่างน้ำและตะกอน (อภิชาติ, 2536)

2) การสะสมของโลหะหนักในดินตะกอน

โลหะหนักจะถูกพัดพาลงสู่ทะเลโดยกระบวนการทางธรรมชาติได้แก่ การชะล้างเกลือแร่ที่อยู่บนพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำ หรือเป็นโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของแร่ธาตุในธรรมชาติตามสภาพทางธรณีวิทยา แล้วละลายออกมาปะปนอยู่ในน้ำได้ (พัชรา, 2531) และอีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการใช้และการปล่อยโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำอันเป็นผลมาจากการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์โดยผ่านทางน้ำ การชะล้างแผ่นดิน การทิ้งของเสีย และโดยการผ่านทางอากาศ โดยโลหะหนักจะจมตัวจากอากาศลงสู่ผิวน้ำทะเลด้วยกระบวนการจมตัวแบบเปียกและแห้ง การผุพังกัดกร่อนของหิน การระเบิดของภูเขาไฟ และการละลายออกมาจากตะกอนในทะเล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยทั่วไปโลหะหนักสามารถเกิดการสะสมอยู่ในดินตะกอน โดยมีความเข้มข้นสูงกว่าที่มีอยู่ในน้ำ เนื่องจากมีกระบวนการเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ องค์ประกอบในดินตะกอนที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักได้แก่ พวกคาร์บอเนตและออกไซด์ของแมงกานีส และเหล็ก ตลอดจนองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่างๆ (จิระ, 2526)

โลหะหนักเหล่านี้เมื่อระบายลงสู่ทะเลส่วนหนึ่งจะยังคงละลายในน้ำ และอีกส่วนสะสมอยู่ในชั้นบางๆ ที่ผิวหน้า หรือถูกดูดซับไว้บนสารแขวนลอยแล้วค่อยๆ ตกตะกอนออกจากน้ำไปสู่พื้นล่าง อย่างไรก็ดีแม้ว่ามันจะตกตะกอนไปแล้ว ก็ยังมีโอกาสที่โลหะปริมาณน้อยเหล่านี้จะกลับคืนสู่น้ำได้อีกโดยกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ดังนั้น ตะกอนจึงทำหน้าที่เหมือนบัฟเฟอร์และสามารถสะสมโลหะต่างๆ ไว้ได้นาน แม้ว่าการปล่อยโลหะลงสู่น้ำทะเลจะได้หยุดลงแล้ว ระดับของโลหะในตะกอนบริเวณต่างๆ จะแตกต่างกันไปตามลักษณะของลุ่มน้ำที่ไหลผ่านและพัดพาตะกอนลงมา ซึ่งบริเวณที่มีการขุดแร่หรือเป็นแหล่งแร่ก็จะมีปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนค่อนข้างสูง (ชินชาต, 2543) อุตสาหกรรมหลายประเภทปล่อยโลหะหนักออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งระดับความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำทะเลไม่ค่อยแสดงการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากภาวะมลพิษ ยกเว้นในน้ำบริเวณที่ใกล้เคียงกับแหล่งปล่อยโลหะเท่านั้น อย่างไรก็ดี โลหะที่มีในตะกอนและสิ่งมีชีวิตแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากกว่า (มนุวดี, 2532)

สนิท (2542) กล่าวว่า โลหะหนักในน้ำโดยทั่วไปมักถูกดูดซับอยู่กับตะกอนแขวนลอยซึ่งจะตกตะกอนในบริเวณปากแม่น้ำ (Estuary) เมื่อมีการผสมผสานระหว่างน้ำจืดและน้ำทะเล และเกิดการลดความเร็วของกระแสน้ำในบริเวณดังกล่าว จึงทำให้พบความเข้มข้นของโลหะหนักในดินตะกอนสูงกว่าในน้ำบริเวณนั้นเสมอ นอกจากนี้ในน้ำที่ความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงโลหะหนักจะจับกับสารอินทรีย์พวกฮิวมัส ออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส ซึ่งมีอยู่ปริมาณมากในแหล่งน้ำเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น ทำให้ไม่ละลายอยู่ในน้ำได้ต่อไปและจมตัวสะสมกันอยู่ในตะกอนเบื้องล่าง ในภาวะที่ดินไร้ออกซิเจนและมีปริมาณซัลไฟด์สูง โลหะหนักจะถูกรีดิวซ์เกิดเป็นสารประกอบซัลไฟด์ซึ่งไม่ละลายน้ำ อย่างไรก็ตามแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมของน้ำหรือดินตะกอนเป็นสภาวะไร้ออกซิเจนได้ ในสภาวะดังกล่าว เหล็กและแมงกานีสจะเปลี่ยนจากสภาวะออกซิเดชันสเตทสูงไปเป็นต่ำ ทำให้เหล็กและแมงกานีสละลายกลับคืนสู่แหล่งน้ำได้อีกครั้ง และในขณะเดียวกันก็จะปล่อยโลหะหนักตัวอื่นที่เคยถูกจับเอาไว้ออกสู่แหล่งน้ำด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) การสะสมของโลหะหนักในพืชน้ำ

อรอิงค์ (2551) กล่าวว่า พืชน้ำจะสะสมโลหะหนักด้วยการดูดซับจากน้ำโดยตรงซึ่งพืชน้ำจะไม่สามารถควบคุมปริมาณโลหะหนักในตัวเองได้ และปริมาณการสะสมจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ละลายหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำเป็นสำคัญ รวมถึงอายุและชนิดของพืชน้ำเหล่านั้นด้วย ทั้งนี้พืชน้ำต่างชนิดกันก็จะมีการสะสมปริมาณโลหะหนักได้ไม่เท่ากัน เนื่องจากความต้องการโลหะหนัก ความสามารถในการดูดซึมโลหะหนัก รวมทั้งความคงทนต่อการขาดแคลนโลหะหนักและความเป็นพิษของโลหะหนักแตกต่างกัน อีกทั้งรูปทางเคมีของโลหะหนัก จะมีผลต่อการดูดซึมโลหะหนักของพืชด้วย โดยพบว่าพืชสามารถดูดซึมและสะสมโลหะหนักในรูปเกลืออนินทรีย์ได้ดีกว่าโลหะที่เป็นสารประกอบของกากตะกอน (Chaney, 1982) และสามารถดูดซึมแคดเมียม สังกะสี และทองแดง ได้ดีกว่าตะกั่ว ปรอท และโครเมียม

4) การสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำ

สัตว์น้ำส่วนใหญ่ได้รับโลหะหนักเข้าไปโดยการกินอาหาร การสะสมของโลหะหนักโดยการดูดซึมจากน้ำเข้าไปโดยตรงเป็นไปได้น้อยมาก และการสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำจะเพิ่มขึ้นตามลำดับการบริโภค (Trophic level) ทั้งนี้ ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานการตกค้างของโลหะหนักในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำเพื่อความปลอดภัยในการบริโภคสัตว์น้ำ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ตกค้างในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ (มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเปียก)

ประเภท	ระดับของโลหะหนักที่อนุญาตให้มีได้ในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ			
	ตะกั่ว	แคดเมียม	สารหนู	ปรอท
อาหาร	1	-	2	0.5
ปลา	0.2	0.05	-	-
กุ้ง(รวมทั้งปู)	0.5	2.0	-	-
หอยและหมึก	1	2.0	-	-

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) การสะสมของโลหะหนักในมนุษย์

โดยทั่วไปร่างกายสามารถสะสมโลหะหนักไว้ปริมาณหนึ่งโดยไม่เป็นอันตราย ดังตารางที่ 2 ซึ่งโลหะหนักหรือสารพิษจะสะสมอยู่ในพลาสม่าโปรตีน อวัยวะภายในอย่างตับและไต ไขมัน กระดูก ผนังกั้นระหว่างหลอดเลือด และสมอง ซึ่งส่วนต่างๆเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยไม่ให้สารพิษเคลื่อนที่ไปยังอวัยวะสำคัญอื่นๆที่ทำให้เกิดพิษต่อร่างกายมนุษย์ได้

ตารางที่ 2 ปริมาณโลหะหนักที่ร่างกายสะสมได้โดยไม่เป็นอันตราย

ชนิดของโลหะหนัก	ปริมาณที่ร่างกายสะสมได้โดยไม่เป็นอันตราย (mg/l)
ตะกั่ว	120
แคดเมียม	30
สารหนู	<100
ปรอท	Trace
นิกเกิล	<10

ที่มา: มลิวรรณ (2544) อ้างถึง Hammond and Beliles (1980)

1.5 กลไกที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำ

ผกา (2535) กล่าวว่า ปริมาณโลหะหนักจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำแล้ว นอกจากจะถูกทำให้เจือจางลงและกระจายตัวออกไปแล้ว ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำเหล่านี้ยังอาจลดลงได้ด้วยกระบวนการต่างๆ ดังนี้

1) กลไกทางเคมี (การตกตะกอน: Precipitation)

ถ้าความเข้มข้นของโลหะหนักสูงกว่าค่าการละลายได้ (Solubility) ของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ (Soluble compound) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างโลหะหนักกับแอนไอออนในน้ำ เช่น พวก Carbonate, hydroxyl หรือ Chloride จะทำให้เกิดการตกตะกอนขึ้น อย่างไรก็ตามในแหล่งน้ำที่มีภาวะมลพิษอันเนื่องมาจากในน้ำมีสารอินทรีย์อยู่มาก ทำให้น้ำใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บริเวณนั้นมีออกซิเจนละลายอยู่น้อย โลหะจำพวกสังกะสี ทองแดง แคดเมียม ตะกั่ว ปรอท และเงิน จะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำเกิดเป็นโลหะซัลไฟด์ซึ่งละลายน้ำได้น้อยมาก การตกตะกอนก็จะเกิดขึ้นมาก นอกจากนี้ยังพบว่าในสภาพที่เป็นด่างการตกตะกอนของโลหะเหล่านี้จะเกิดได้ดีขึ้นด้วย

2) กลไกทางกายภาพ (การดูดซับ: Adsorption และการดูดกลืน: Absorption)

โลหะในแหล่งน้ำสามารถถูกกำจัดได้โดยการดูดซับไว้ที่ผิวของตะกอนในน้ำ เช่น แพลงก์ตอน ดิน สาร Hydrated ferric oxide และ Hydrated magnesium oxide และพร้อมที่จะตกตะกอนลงมา

3) กระบวนการทางชีวภาพ (การกระจายออกมาใหม่ (Redistribution) ด้วยสิ่งมีชีวิตในน้ำ: Bioturbation)

เป็นกระบวนการชีววิทยาในการกำจัดโลหะหนัก เช่น พวกสัตว์หน้าดินจะไปช่วยเร่งให้อนุภาคต่างๆ ของสารรวมทั้งโลหะหนักให้เกิดการรวมตัวกัน โดยวิธีการกินเข้าไปแล้วแพร่กระจายออกมาใหม่ด้วยการถ่ายออกมากับอุจจาระหรือโดยการลอกคราบทิ้ง รวมทั้งพวกซากพืชและสัตว์ที่ตายในแหล่งน้ำด้วย

1.6 คุณสมบัติทั่วไปของโลหะหนักที่เลือกศึกษา

1.6.1 ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นโลหะหนักในหมู่ 4 ของตารางธาตุ มีมวลอะตอม 207.22 มีเลขอะตอม 82 จุดหลอมเหลว 327 องศาเซลเซียส จุดเดือด 1,470 องศาเซลเซียส ความถ่วงจำเพาะ 11.34 ตะกั่วเป็นโลหะสีเงินปนเทา มีลักษณะอ่อน ไม่เปราะ หลอมเหลวได้ง่าย สามารถทำให้อ่อนและดัดแปลงให้มีรูปร่างลักษณะต่างๆ ได้ตามต้องการ มีความสามารถในการนำไฟฟ้าไม่ดี แต่คงทนต่อการสึกกร่อน ละลายได้เล็กน้อยในน้ำเย็นและน้ำร้อน ตะกั่วมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ได้แก่ +1 +2 และ +4 แต่ตะกั่วส่วนมากจะอยู่ในสภาวะ +2 ซึ่งจัดว่าเสถียรที่สุด (ไมตรี, 2531)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายของ Uranium (206) Thorium (208) และ Actinium (207) ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสีในธรรมชาติ ดูดเสียงและคลื่นที่สั่นสะเทือนได้ดี (Hawley, 1977)

ในธรรมชาติตะกั่วมีอยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป มีทั้งในดิน น้ำ อากาศ พืช และดิน ตะกอน ตะกั่วมีแหล่งกำเนิดจากหินอัคนีและหินแปรประมาณ 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในหินปูน หินทราย หินดินดาน และดิน พบตะกั่วจะมีปริมาณเฉลี่ยประมาณ 5-10, 10-40, 20 และ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (สุธรรมและงามพิศ, 2519) ตะกั่วที่ปรากฏเป็นธาตุอิสระมีน้อยมาก หมายความว่า ตะกั่วที่พบในเปลือกโลกเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปของสารประกอบ ตัวอย่างแร่ที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ Gelenite หรือ Gelena ซึ่งเป็นซัลไฟด์ของตะกั่ว (PbS) แร่ Cerussite ($PbCO_3$) และ Anglesite ($PbSO_4$) (พิมลและชัยวัฒน์, 2539) มีตะกั่วประมาณ 86.6 83.4 และ 73.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสินแร่อื่นๆ ที่มีตะกั่ว ได้แก่ Curite ($Pb_6U_5O_{17}.4H_2O$) Phosgenite ($Pb_2C_{l2}CO_3$) และ Lanarkite (Pb_2SO_5) เป็นต้น (Berman, 1980) จากการศึกษาพบตะกั่วในดินโดยเฉลี่ย 10 ไมโครกรัมต่อกรัม ในน้ำประมาณ 13.1 ไมโครกรัมต่อลิตร (Reilly, 1980)

1) การแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม

ตะกั่วสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้จากการพังทลายของเปลือกโลกและละลายลงสู่แหล่งน้ำ การนำตะกั่วมาใช้กันอย่างแพร่หลายทำให้เกิดการแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมโดยการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงปนเปื้อนมากับน้ำฝนหรือขยะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบ้านเรือนและชุมชน (Harrison and Laxen, 1981)

กรกช (2535) ได้อธิบายวัฏจักรของสารตะกั่วไว้ดังนี้ อากาศเป็นตัวแพร่กระจายของตะกั่วได้ เนื่องจากอากาศสามารถพัดพาอนุภาคขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 ไมครอนไปได้ แต่ตะกั่วมีอนุภาคที่ใหญ่ ดังนั้น ตะกั่วจะตกลงสู่พื้นดินบริเวณใกล้ๆ กับแหล่งกำเนิด และสะสมอยู่ในชั้นผิวดิน ซึ่งอาจเข้าไปในห่วงโซ่อาหารได้โดยสัตว์พวกแทะเล็ม ใบไม้ใบหญ้าบริเวณผิวดิน และจุลินทรีย์ที่อยู่ผิวดิน ส่วนตะกั่วในแม่น้ำมาจากการชะล้าง การกัดเซาะ และอากาศ น้ำจืดโดยทั่วไปมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่แขวนลอยมากกว่าในน้ำเค็ม และสารเหล่านี้สามารถดูดซับตะกั่วละลายได้ดี พบว่า ตะกั่วสามารถเข้าไปในห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำให้ปลาที่วางไข่ที่ผิวดินก้นแหล่งน้ำมีปริมาณของตะกั่วในตัวปลาสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่ที่มีการจราจรก็จะมีปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนมากขึ้น เนื่องจากตะกั่วมีประจุเป็นบวก ซึ่งสามารถเกาะยึดกับดินตะกอน (Clay) ที่มีประจุลบได้ดี (เกษม, 2530)

2) ความเป็นพิษต่อสัตว์และมนุษย์

อรอิงค์ (2551) กล่าวว่า พบตะกั่วได้ทั้งใน อากาศ น้ำ ดิน พืช และเครื่องอุปโภคบริโภคในครัวเรือน ทำให้มีโอกาสที่ได้รับสารตะกั่วได้มาก เช่น ในแบตเตอร์รี่รถยนต์ น้ำมันบางชนิด ท่อต่างๆ สีทาบ้านมีตะกั่วถึงร้อยละ 50 น้ำมันใช้กับรถยนต์จะถูกเผาผลาญไปได้ตะกั่วในรูปเตตราเอทิลถึงร้อยละ 30 ในหญ้าริมถนนอาจพบตะกั่วในปริมาณสูงและถ่ายทอดไปสู่สัตว์ที่กินหญ้าได้ ตัวอย่างเช่น จากการสำรวจหญ้าริมถนนพบตะกั่วสะสม 2.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้าโค 1 ตัวกินหญ้าประมาณ 22.5 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน หากเป็นหญ้าที่มีตะกั่วค้างสะสมอยู่แล้วโคจะได้รับตะกั่วประมาณ 1-5.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักสัตว์ นอกจากนี้ตะกั่วในรูปอาร์ซีเนท ยังเป็นส่วนผสมของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์หลายชนิด

ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งผ่านระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ และทางผิวหนัง ทางการกินไม่ว่าตะกั่วจะอยู่ในรูปใด กรดในกระเพาะอาหารสามารถละลายได้แล้วถูกดูดซึมได้ดีที่บริเวณดูโอดินัม (Duodinum) คือ ส่วนต้นของลำไส้เล็ก จากนั้นตะกั่วจะถูกพาผ่านทางเส้นเลือดดำสู่ตับ บางส่วนจะถูกขับออกทางน้ำดีและอุจจาระ ตับไตเป็นอวัยวะที่เก็บตะกั่วไว้มากที่สุด แต่ต่อมาตะกั่วจะเคลื่อนที่ไปตามกระแสเลือดไปเกาะสะสมที่กระดูกในสภาพเกลือที่ละลายยาก เช่น ตะกั่วฟอสเฟต [$Pb_3(PO_4)_2$] กระดูกก็จะสะสมตะกั่วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตะกั่วสามารถขับออกจากร่างกายได้ทั้งทางปัสสาวะ (ร้อยละ 76 ของน้ำที่ได้รับ) ทางอุจจาระ (ร้อยละ 16) และทางผิวหนัง (ร้อยละ 8) หากปริมาณตะกั่วในเลือดสูงถึง 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เริ่มแสดงให้เห็นอาการเป็นพิษ และถ้ามีมากกว่านี้ สมองและตับจะพิการถึงแก่ชีวิตได้

1.6.2 แคดเมียม (Cadmium, Cd)

แคดเมียมเป็นโลหะอ่อนสีเงินอยู่ในหมู่ II B ของตารางธาตุ มีเลขอะตอม 48 มวลอะตอม 112.40 จุดหลอมเหลว 320.9 องศาเซลเซียส จุดเดือด 767 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 8.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีเลขออกซิเดชันเพียงค่าเดียวคือ +2 (จันทร์ศรี, 2539)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แคดเมียมเป็นโลหะที่อ่อนมาก ถ้าให้ความร้อนแก่แคดเมียมในอากาศ แคดเมียมจะระเหยได้ง่ายและสามารถลุกไหม้เป็นเปลวไฟสว่าง (ชัยวัฒน์และพิมล, 2525)

แคดเมียมเป็นธาตุที่ค่อนข้างหายากในธรรมชาติ มักอยู่ในรูปของสารประกอบซัลไฟด์เป็นแคดเมียมซัลไฟด์ (Cadmium sulfide: CdS) ในรูปของสินแร่ Greenockite หรืออีกลักษณะหนึ่งคือปะปนในปริมาณน้อยอยู่กับแร่สังกะสีทุกชนิด ดังนั้นโลหะแคดเมียมส่วนใหญ่จึงเป็นผลพลอยได้จากการถลุงสินแร่สังกะสี (จันทร์ศรี, 2539)

จากการศึกษาแคดเมียมในระบบสิ่งแวดล้อมโลกพบว่า มีแคดเมียมที่ผิวดินประมาณ 6.6×10^{13} กรัม ในบรรยากาศมีประมาณ 1.5 x 10 กรัม ในมหาสมุทรมีประมาณ 1.1×10^{14} กรัม ในดินตะกอนมีประมาณ 2.5×10^{18} กรัม ในชีวาลัย (Biosphere) อยู่ในส่วนที่เป็นแผ่นดินประมาณ 7.2×10^{10} กรัม อยู่ในส่วนที่เป็นทะเลประมาณ 1.2×10^{10} กรัม ซึ่งทั้งหมดนี้มีหน่วยการละลาย (Flux unit) 10 กรัมต่อปี (Nriagu, 1980)

1) การแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม

แคดเมียมในแหล่งน้ำอาจอยู่ในรูปคอลลอยล์หรือสารละลาย อนุภาคดินเหนียวทำให้แคดเมียมในแหล่งน้ำสูงขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม คือ ลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของแหล่งน้ำ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง สิ่งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำ แหล่งมลพิษ ปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ ตลอดจนการถ่ายทอดแคดเมียมไปตามห่วงโซ่อาหาร(Brames and Anthony, 1983) ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ที่สูญหายไปเป็นดินตะกอนโคลนที่มีฮิวมัส (Humic material) อยู่เป็นส่วนสำคัญในการดูดซับแคดเมียมด้วย กระบวนการดูดซับ (Adsorption process) จึงเป็นกระบวนการสำคัญในการลดปริมาณแคดเมียมในแหล่งน้ำ โดยการเคลื่อนย้ายไปสะสมในดินตะกอน แต่แคดเมียมในดินตะกอนก็สามารถออกสู่แหล่งน้ำได้อีกเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการคาย (Desorption process) (บุญเติม, 2536) โดยมีการปลดปล่อยสารที่ดูดซับไว้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ในดินสามารถลดความเป็นพิษของแคดเมียมในดินได้ (Francis and Dodge, 1988; Hirsch and Banin, 1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณการแพร่กระจายของแคดเมียมที่แพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมมีการย้ายจากที่หนึ่งไปที่หนึ่ง และมีผลต่อการสะสมอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่ง เช่น ในดิน ในสิ่งมีชีวิต (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2532) ปริมาณของแคดเมียมในน้ำและดินตะกอนจะมากขึ้นเมื่อค่าพีเอชของน้ำต่ำ ดินมีสารอินทรีย์น้อย และมีดินเหนียวมาก (Logan and Feltz, 1985) แคดเมียมจะถูกดูดซับได้ง่ายเมื่อมีปริมาณต่ำคือ ประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของดิน (Hirsch and Banin, 1990)

2) ความเป็นพิษต่อสัตว์และมนุษย์

แคดเมียมสามารถเข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ ในปริมาณที่สูงกว่าที่พบในน้ำตั้งแต่หลายร้อยเท่าจนถึงหลายพันเท่า ในปลาส่วนใหญ่จะเก็บสะสมแคดเมียมไว้ที่ตับลำไส้ และเหงือก ส่วนที่เหลือจำนวนน้อยเก็บไว้ที่เนื้อ โดยปลาจะเก็บสะสมแคดเมียมได้น้อยกว่าสาหร่าย และหอย ซึ่งการสะสมตัวของแคดเมียมจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคดไอออน (Cation) กล่าวคือ ถ้าความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคดไอออนในดินเพิ่มขึ้น ระดับปริมาณแคดเมียมในสิ่งมีชีวิตนั้นก็ลดลง การสะสมแคดเมียมในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น หอยแครง หอยนางรม และหอยแมลงภู่ มีแคดเมียมสูงตั้งแต่ 100 - 1,000 ไมโครกรัม/กิโลกรัม และมากกว่าการสะสมในสาหร่ายหรือในข้าว แต่ในกรณีที่ดินมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคดไอออนได้น้อย จะทำให้สาหร่ายสามารถสะสมแคดเมียมได้มากกว่าพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังถึง 4 เท่า ในการรับเอาแคดเมียมเข้าไปครั้งแรกพบว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำกระด้างจะรับเข้าไปได้เร็วกว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำอ่อน แต่เมื่อเปรียบเทียบในเรื่องปริมาณแล้วพบว่า ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดที่รับเข้าไปปรากฏว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำอ่อนจะเก็บสะสมเข้าสู่ร่างกายมากกว่า โดย EPA ได้มีการกำหนดอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของแคดเมียมในสิ่งมีชีวิต (น้ำหนักเปียก) กับความเข้มข้นของแคดเมียมในน้ำ ดังตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ค่าอัตราการสะสมของแคดเมียมในสิ่งมีชีวิต

ประเภทของสิ่งมีชีวิต	อัตราการสะสม*
พืชทะเล	1,000
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล	250,000
ปลาทะเล	3,000
พืชน้ำจืด	1,000
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำจืด	4,000
ปลาน้ำจืด	3,000

หมายเหตุ * = อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของแคดเมียมในสิ่งมีชีวิต (น้ำหนักเปียก) หารด้วยความเข้มข้นของแคดเมียมในน้ำ

ที่มา: EPA (1979)

1.6.3 สารหนู (Arsenic, As)

สารหนูเป็นธาตุที่มีสัญลักษณ์ As มีคุณสมบัติกึ่งโลหะกับอโลหะ มีน้ำหนักอะตอม 74.92 มีเลขออกซิเดชั่น +5, +3, 0 และ-3 มีจุดหลอมเหลว 817 องศาเซลเซียส และระเหิดที่อุณหภูมิ 613 องศาเซลเซียส สารหนูในรูปอิสระเป็นสารที่พบยากในธรรมชาติ ส่วนใหญ่ มักพบเป็นส่วนประกอบของแร่ต่างๆในรูป arsenide ของโลหะ เช่น ทองแดง นิกเกิล เหล็ก และโคบอลต์ และพบในรูปของ Arsenic sulfide ได้แก่ Realgar (Tetasulfide, As_4S_4) Arsenopyrite (FeAsS) และ Orpiment (Arsenic trisulfide, As_2S_3) หรืออาจพบในรูปออกไซค์ ส่วนน้ำมักพบในรูป Arsenate หรือ Arsenite ส่วนสารประกอบ Methylated arsenic ที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ

สารหนูในธรรมชาติเกิดจากการสึกกร่อนของพื้นผิวโลกหรือเปลือกโลก จะพบปริมาณมากขึ้นในเขตแหล่งแร่ของดิน แร่ Sulfide แม้ในดินที่ไม่มีการปนเปื้อนสารหนูมากก่อน สามารถพบสารหนูได้ในปริมาณ 0.2 – 4.0 mg/kg ในอากาศและน้ำจะพบอนุภาคของสารหนูทั้งในรูปของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ สารประกอบอนินทรีย์ที่พบในน้ำชนิด Asenite (Tritavalent salt) จะมีความเป็นพิษสูงกว่าพวก Arsenite (Pentavalent) ปริมาณสารหนูบน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นผิวโลกจะมีประมาณ 1.5 – 2.0 mg/kg ซึ่งนับว่ามากเป็นลำดับ 20 เมื่อเทียบกับธาตุอื่นๆ (สุภาภรณ์, 2544)

1) การแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม

สารหนูแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมโดยพบอยู่ในแร่หลายชนิด เช่น อยู่ในรูป Arsenided หรือ Sulfide ของทองแดง ตะกั่ว เงิน โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแร่ Arsenopyrite (FeAsS) หรือ Sulfide (As_4S_4) และ Orpiment (As_2S_3) ในดินทั่วๆไป จะมีสารหนูประมาณ 0.2 – 4.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณสารหนูในแหล่งน้ำผิวดินโดยทั่วไปมีปริมาณต่ำแต่จากการสำรวจแม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณสารหนูมีค่าโดยเฉลี่ยตลอดปี อยู่ในช่วง 1.2 – 6.5 ไมโครกรัมต่อลิตร (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2535)

2) ความเป็นพิษต่อสัตว์และมนุษย์

ข้อมูลที่ได้จากสัตว์ทดลองแสดงให้เห็นว่าสารหนูวาเลนซี 3 มีพิษมากกว่าสารหนูวาเลนซี 5 และสารหนูในรูปของสารละลายจะมีพิษมากกว่าสารหนูที่ไม่ละลาย ทั้งนี้อาจเนื่องมากจากสารหนูในสารละลายถูกดูดซึมได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม ร่างกายสามารถขับสารหนูออกได้เองในเวลา 2-3 วัน เมื่อได้รับสารหนูปริมาณไม่มากนัก สารหนูโดยปกติสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ทางการหายใจ การดูดซึมของลำไส้ และผ่านผิวหนัง ความเป็นพิษของสารหนูอย่างรุนแรงเกิดขึ้นได้โดยการดูดซึมผ่านลำไส้ โดยจะมีอาการอย่างไรขึ้นอยู่กับรูปแบบและปริมาณของสารหนู โดยสารหนูปริมาณเพียง 130 มิลลิกรัม จะทำให้ลำไส้และตับถูกทำลาย การทำงานของระบบหัวใจผิดปกติและเสียชีวิตได้ ส่วนความเป็นพิษสารหนูแบบเรื้อรัง จะมีผลต่อตับและไตเมื่อได้รับสารหนู 1.4 มิลลิกรัมต่อวันเป็นเวลา 3 อาทิตย์ ปริมาณของสารหนูในร่างกายสามารถตรวจพบได้จากปริมาณของสารหนูที่พบได้ในเส้นผมและขน การได้รับสารหนูเป็นเวลานาน อาการทางผิวหนัง จะเริ่มตั้งแต่เกิดอาการระคายเคือง กลายเป็นด้านหนาที่ผิวหนัง เม็ดสีที่ผิวเป็นสีดำเข้ม อาจพบเป็นรอยตกกระตามร่างกาย แต่ที่ฝ่ามือจะเป็นจุดขาวๆ เต็มไปหมด ส่วนฝ่าเท้าจะเกิดจุดสีดำใหญ่เห็นได้ชัดเจนทั้งสองฝ่าเท้า จนกลายเป็นมะเร็งที่ผิวหนังได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.6.4 ปรอท

ปรอทเป็นธาตุในหมู่ 4B มีเลขอะตอม 80 เลขมวล 200.59 วาเลนซ์อิเลคตรอน 1, 2 และมี 4 ไอโซโทป (Hawley, 1977) จุดหลอมเหลว -38.9 องศาเซลเซียส จุดเดือด 356.6 องศาเซลเซียส จุดเยือกแข็ง -38.87 องศาเซลเซียส มีความถ่วงจำเพาะ 13.59 ที่ 20 องศาเซลเซียส ที่ความหนาแน่น 13.596 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 0 องศาเซลเซียส มีความดันไอ 1.85 x 10^{-3} torr ที่ 100 องศาเซลเซียส ละลายน้ำได้บ้างเล็กน้อย ความสามารถในการละลายเป็นอมัลกัมกับโลหะหลายชนิด ได้แก่ สังกะสี (Zn) ตะกั่ว (Pb) และทองคำ (Au) ยกเว้นเหล็ก(Fe) เท่านั้น (Barman, 1980) ปรอทเป็นโลหะสีขาวคล้ายเงินในสภาพที่มีความบริสุทธิ์ ณ อุณหภูมิปกติจะมีสถานะเป็นของเหลว ปรอทแบ่งออกได้หลายรูปแบบ คือ ปรอทที่อยู่ในรูปของโลหะโดยมากเป็นพวกที่บริสุทธิ์ไม่ผสมกับสารอื่น ส่วนปรอทที่อยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ ได้แก่ เมอร์คิวรัสคลอไรด์ (Mercurous chloride or calomel) และเมอร์คิวริกคลอไรด์ (Mercuric chloride) ปรอทที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ คือ สารประกอบอัลคิลของปรอท (Akyl mercurials) สารประกอบอัลคอกซีของปรอท (Alkoxy mercurials) และสารประกอบอะโรมาติกของปรอท (Aryl mercurials) เป็นต้น

ปรอทเป็นสารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยการสลายตัวของสินแร่ที่มีปรอทเป็นองค์ประกอบ ปรอทในธรรมชาติมีอยู่ทั่วไปทั้งในดินและหิน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.05 ส่วนในล้านส่วน แหล่งที่มาของปรอทที่สำคัญ คือ ตะกอนจากหินและภูเขาไฟ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ซินนาบาร์ (HgS) ตะกอนเหล่านี้อาจถูกฝนชะล้างกร่อนลงสู่แม่น้ำ ทะเลสาบ และมหาสมุทร ปริมาณปรอทในแม่น้ำลำธารและทะเลสาบ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.03 ส่วนในล้านส่วน ในทะเลมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.03 – 5 ส่วนในล้านส่วน แต่แหล่งน้ำที่อยู่ใกล้แหล่งของปรอทอาจมีปรอทมากถึง 100 ส่วนในล้านส่วนได้ (สุภาภรณ์, 2544)

1) การแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม

ปรอทสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้จากการผุพังของหินและแร่ การระเบิดของภูเขาไฟ การไหลบ่าของน้ำ การชะล้างของฝน ปรอทที่ปนเปื้อนอันเกิดจากธรรมชาติมีน้อยมากถ้าเปรียบเทียบกับเกิดจากกิจกรรมมนุษย์ที่ทำให้ปรอทปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม (Bennett, 1982; D'ltri, 1975; Hutzinger *et.al.*, 1975)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อสารปรอทได้ถูกปลดปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมของน้ำแล้ว บางส่วนจะเข้าไปติดอยู่กับอินทรีย์วัตถุที่แขวนลอยในน้ำ และพบว่าสิ่งแขวนลอยในน้ำจะทำหน้าที่กำจัดปรอทออกจากน้ำภายใน 10 – 60 ชั่วโมง โดยสิ่งแขวนลอยจะจะเหนี่ยวนำให้ปรอทไอออนมาเกาะติดแล้วก็จะเกิดการตกตะกอนลงสู่พื้นของแหล่งน้ำในเวลาต่อมา (Hannerz, 1969) บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างจะมีความเข้มข้นของปรอทอยู่ระหว่าง 0 – 0.43 ppb (Onodera, 1985)

ปรอทอนินทรีย์ที่อยู่ในตะกอนของพื้นก้นแหล่งน้ำมีโอกาสเปลี่ยนเป็นปรอทอินทรีย์ในรูปของ Methyl mercury (CH_3Hg^+) ปรอทรูปนี้สามารถละลายน้ำได้ดีมาก จึงมีโอกาสเข้าสะสมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามถ้าสภาวะที่พื้นก้นแหล่งน้ำเป็นแบบไม่มีอากาศ (Anaerobic) ปรอทก็ไม่สามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นปรอทอินทรีย์ได้ (Jernelov, 1969) ซึ่งในการเปลี่ยนรูปของปรอทอนินทรีย์ไปเป็นปรอทอินทรีย์นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน ชนิดและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในดินตะกอน เป็นต้น

2) ความเป็นพิษต่อสัตว์และมนุษย์

แพลงก์ตอนสามารถดึงปรอทในน้ำเข้ามาสะสมไว้ภายในตัวหรือบริเวณผนังเซลล์ได้โดยตรง (Matida *et.al.*, 1971) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาโดยเนาวรัตน์และคณะ (2530) พบว่า ปริมาณปรอทในปลาทะเลเฉลี่ย 0.038 ppm กรมควบคุมมลพิษ(2546) รายงานว่า พบปรอทปนเปื้อนในเนื้อเยื่อปลากระบอกและปลาทู ในปี พ.ศ. 2541 ปริมาณ 0.063 และ 0.014 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ พบปนเปื้อนในเนื้อเยื่อกุ้งแชบ๊วย และกุ้งตะกาด <0.003 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(น้ำหนักเปียก) เท่ากัน ส่วนกุ้งหลังขาวพบ 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) นอกจากนี้ ยังพบปนเปื้อนในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่และหอยแครง 0.02 และ 0.027 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ

ความเป็นพิษของปรอทต่อมนุษย์แต่ละรูปแบบจะไม่เท่ากัน โดยปรอทอินทรีย์จะมีพิษร้ายแรงกว่าปรอทอนินทรีย์ อาการที่เกิดจากพิษของปรอทมีทั้งอาการพิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรัง อาการพิษเฉียบพลัน(acute effect) เป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ เซลล์เยื่อเมือกเกิดระคายเคือง ปากคอไหม้มีรสโลหะติดปาก ชีพจรเต้นเร็วแต่ไม่สม่ำเสมอ ท้องเสีย อุจจาระเป็นเลือด อาเจียน หมดสติ และถึงตาย (Berman, 1980; Schroeder, 1982) สำหรับสารพิษ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื้อรัง (Chronic effect) ตอนแรกจะไม่แสดงอาการ ต่อมาจะรู้สึกปวดศีรษะวิงเวียน ตกใจง่าย ตามัว มือสั่น ต่อมน้ำลายผิดปกติ น้ำลายไหลตลอดเวลา มีอาการทางประสาทกังวล นอนไม่หลับ (Goldwater and Stopford, 1977)

1.6.5 นิกเกิล

นิกเกิลเป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ที่ 8 มีน้ำหนัก อะตอม 58.7 จุดหลอมเหลว 1,453 องศาเซลเซียส จุดเดือด 2,732 องศาเซลเซียส มีวาเลนซ์อิเลคตรอน +2 เป็นส่วนใหญ่ แต่ +3, +4, +6 มีน้อย นิกเกิลบริสุทธิ์มีสีขาววาวคล้ายเงิน เป็นโลหะแข็ง มีความว่องไวปานกลางต่อปฏิกิริยาเป็นสารพวกเฟอร์โรแมกเนติก (ferromagnetic) ในธรรมชาติมักเกิดในรูปของซัลไฟด์ (NiS) เช่น แร่มิลเลอร์ไรต์ นิกเกิลมีอยู่ทั่วไปในเปลือกโลกในสภาพสินแร่ Peritlandite, Pyrrhotile อยู่ในรูปของซัลไฟด์ของเหล็กและนิกเกิล $(NiFe)_XS_Y$ สินแร่ Amierite (Ni, Mg)-$NiO_3.nH_2O$ หรือสินแร่ของ Arsenide (NiAs) (McNeely *et.al.*, 1979; Berman, 1980; Hammond and Beliles, 1980)

1) การแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม

การแพร่กระจายของนิกเกิลสู่สิ่งแวดล้อมและแหล่งน้ำโดยการกัดเซาะพังทลายของเปลือกโลก หิน ดิน และสินแร่ การทำเหมืองแร่ กระบวนการผลิตและกระบวนการใช้ในอุตสาหกรรมที่มีนิกเกิลเป็นองค์ประกอบ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้ากันสนิม โดยใช้เป็นธาตุเจือที่ให้ความต้านแรงและทนการกัดกร่อน หรือใช้ในการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ทองแดงและทองเหลือง ทำเหล็กกล้า และอัลลอย รวมไปถึงการทำแม่เหล็ก เครื่องยนต์ เคลือบโลหะ ทำเหรียญกษาปณ์ ทำเครื่องประดับ แบตเตอรี่ อุปกรณ์ทางการแพทย์ และทันตกรรม เช่น ฟันเทียม และครอบฟัน เครื่องกระตุ้นหัวใจชนิดฝังในตัวผู้ป่วย (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) เนื่องจากเป็นโลหะที่มีคุณสมบัติพิเศษหลายอย่าง ได้แก่ ความเงา ความทนต่อการกัดกร่อน ความทนต่อความร้อน และเป็นโลหะที่ยืดงอได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำนิกเกิลมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ดังนั้น การแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมจึงเกิดจากการกระทำของมนุษย์แล้วแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมและลงสู่แหล่งน้ำ ความเข้มข้นของนิกเกิลในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างอยู่ระหว่าง 2.73 – 27.3 ppb (Onodera, 1985)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ความเป็นพิษต่อสัตว์และมนุษย์

นิกเกิลที่ละลายอยู่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตอาศัยที่อยู่ในน้ำ โดยในการทดสอบกับปลา *Leuciscus idus* พบว่า ค่า LC_{50} มีค่าเท่ากับ 570 มิลลิกรัม/ลิตร โดยความเข้มข้นที่อาจทำให้ตายสำหรับปลา คือ 1 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำอ่อน ส่วนในน้ำกระด้าง ปลา*Pimephales promelas* มีค่า LD_{50} เท่ากับ 27 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สาหร่าย *Sc. quadricauda* เป็นพิษตั้งแต่ 1.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ขึ้นไป *M. aeruginosa* เป็นพิษตั้งแต่ 0.005 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ขึ้นไป โปรโตซัว *E. sulcatum* เป็นพิษตั้งแต่ 0.14 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ขึ้นไป *U. parduczi* เป็นพิษตั้งแต่ 0.042 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ขึ้นไป และสัตว์ขาปล้อง *D. magna* มีค่า LC_{50} มีค่าเท่ากับ 11 มิลลิกรัม/ลิตร โดยค่าทั้งหมดอ้างอิงถึงนิกเกิลที่ละลายอยู่ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและกรมโรงงานอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.)

นิกเกิลเป็นธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ แต่ต้องการเพียงเล็กน้อยโดยนิกเกิลมีความจำเป็นต่อเมตาบอลิซึมหลายประการ มนุษย์ได้รับนิกเกิลจากอาหารวันละ 0.3 – 0.6 mg/day แต่อาจมากหรือน้อยกว่านี้ขึ้นกับอาหารที่รับประทาน (Schroeder, 1982; Underwood, 1971) สารประกอบนิกเกิลที่ละลายได้ทั่วไปหรือนิกเกิลอินทรีย์ ทำให้เยื่อเมือกจับตัว ในกรณีกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ รวมไปถึงการอักเสบพองเนื่องจากการแพ้นิกเกิลสมบัติในการเป็นสารก่อมะเร็ง ขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายน้ำของนิกเกิลและสารประกอบของนิกเกิล โดยสารประกอบที่ละลายน้ำได้ดีกว่า จะแสดงสมบัติความเป็นสารก่อมะเร็งน้อยกว่า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกรมโรงงานอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.) นิกเกิลเข้าสู่ร่างกายได้ทางผิวหนัง อาหารและการหายใจ เมื่อร่างกายรับเข้าไปจะมีอาการในระยะแรก คือ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ เจ็บหน้าอก และมีอาการเกี่ยวกับโรคปอดอย่างร้ายแรง หัวใจเต้นเร็ว อ่อนเพลีย แล้วตายภายใน 4 – 13 วัน (Berman, 1980) มีรายงานเกี่ยวกับคนงานในโรงงานทำนิกเกิลให้บริสุทธิ์ เป็นโรคเนื้องอกในทางเดินหายใจ และผิวหนังอักเสบ เนื่องจากพิษของนิกเกิล (Underwood, 1971) คนที่ใส่นาฬิกาที่ทำด้วยโลหะนิกเกิลทำให้เกิดโรคผิวหนังอักเสบ (Arena, 1976)

1.7 ความรุนแรงของความเป็นพิษของโลหะหนัก

ความรุนแรงของความเป็นพิษของโลหะหนักแต่ละชนิดจะขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้ (นิพนธ์, 2554)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) ส่วนประกอบของสารพิษ

ความบริสุทธิ์ของโลหะหนักมีผลทำให้สารพิษนั้นมีความเป็นพิษมากขึ้นหรือลดลง การเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลสารพิษรวมไปถึงความไม่คงสภาพของสารพิษล้วนแต่มีผลต่อความเป็นพิษทั้งสิ้น

2) การละลาย ความเป็นขั้วและการแตกตัวเป็นไอออนของสาร

การละลายได้ในไขมัน รวมถึงสารที่ไม่แตกตัวเป็นขั้วและมีน้ำหนักโมเลกุลน้อยจะทำให้ผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ดี ส่วนสารที่สามารถจับตัวกับโปรตีนมีผลให้ความเป็นพิษลดลงได้

3) รูปแบบสารพิษและสารตัวนำ

(1) สารตัวนำ (Vehicle)ในรูปไม่มีขั้วหรือละลายได้ในไขมันจะช่วยให้สารพิษผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ดีขึ้น ส่วนสารตัวนำที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยหรืออีมัลชั่นอาจมีความเป็นพิษที่ต่ำกว่า

(2) รูปแบบสารพิษ (Formation) สารพิษที่นำมาใช้สำหรับฆ่าแมลงในพืชมักเป็นพิษต่อสัตว์สูง เพราะมักถูกออกแบบให้ตกค้างและสะสมบนตัวสัตว์ได้นาน แต่สารที่ผสมกับสารตัวนำ การผสมที่ไม่สม่ำเสมอมีผลต่อความเป็นพิษของสารนั้น

4) ปฏิกิริยาต่อกันโดยตรงของสารเคมี

ปฏิกิริยาต่อกันของสารเคมีมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การตกตะกอนซึ่งอาจทำให้ความเป็นพิษลดลงได้ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ส่วนประกอบในทางเคมีของสารพิษเปลี่ยนไปซึ่งมีผลต่อความเป็นพิษแน่นอน

นอกจากนี้ เมื่อสารพิษดังเช่นโลหะหนักเมื่อเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะเป็นไปตามกลไกการเกิดพิษ (นิพนธ์, 2554) ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1) การดูดซึมสารพิษเข้าสู่กระแสเลือด (Absorption of toxic substances) ผ่านช่องทางต่างๆ ได้แก่ ทางเดินอาหาร ทางปอด และอื่นๆ เช่น การฉีดเข้าเส้นเลือดดำ ช่องท้อง ใต้ผิวหนัง และกล้ามเนื้อ รวมไปถึงการทา (Dermal application) เป็นต้น

(2) การกระจาย (Distribution) ผ่านทางกระแสโลหิตและน้ำเหลืองเข้าสู่อวัยวะต่างๆทั่วร่างกาย

(3) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Biotransformation) กล่าวคือ สารพิษจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยกระบวนการเมตาบอลีซึ่ม (Metabolism) ของสิ่งมีชีวิต

(4) การสะสม (Bioaccumulation) เมื่อสารพิษนั้นๆถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแล้ว ส่วนหนึ่งจะถูกสะสมไว้ในส่วนต่างๆของร่างกาย ได้แก่ ไขมันและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน กระดูก และส่วนที่เป็นน้ำหรือของเหลวในร่างกาย

(5) การกำจัด (Excretion) ส่วนของสารพิษที่ถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างบางส่วนอยู่ในรูปที่ร่างกายไม่สามารถเก็บสะสมไว้ได้จะถูกขับออกผ่านช่องทางต่างๆ ได้แก่ เก็บรวมไว้ที่ถุงน้ำดีแล้วขับออกผ่านทางเดินอาหารในรูปของอุจจาระ กรองผ่านทางไตแล้วขับออกในรูปของปัสสาวะ หายใจออกในรูปของอากาศผ่านถุงลมที่ปอด ขับออกในรูปของเหงื่อหรือน้ำลาย เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น การลดความเป็นพิษของสารพิษในสิ่งมีชีวิต คือ ต้องเปลี่ยนโครงสร้างสารพิษนั้นๆให้อยู่ในรูปที่ร่างกายไม่สามารถสะสมไว้ได้และต้องขับออกผ่านช่องทางต่างๆข้างต้น ความรุนแรงของสารพิษต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตจึงลดลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ลักษณะพื้นที่ศึกษา

2.1 แม่น้ำท่าจีน

2.1.1 ข้อมูลทั่วไปของแม่น้ำท่าจีน

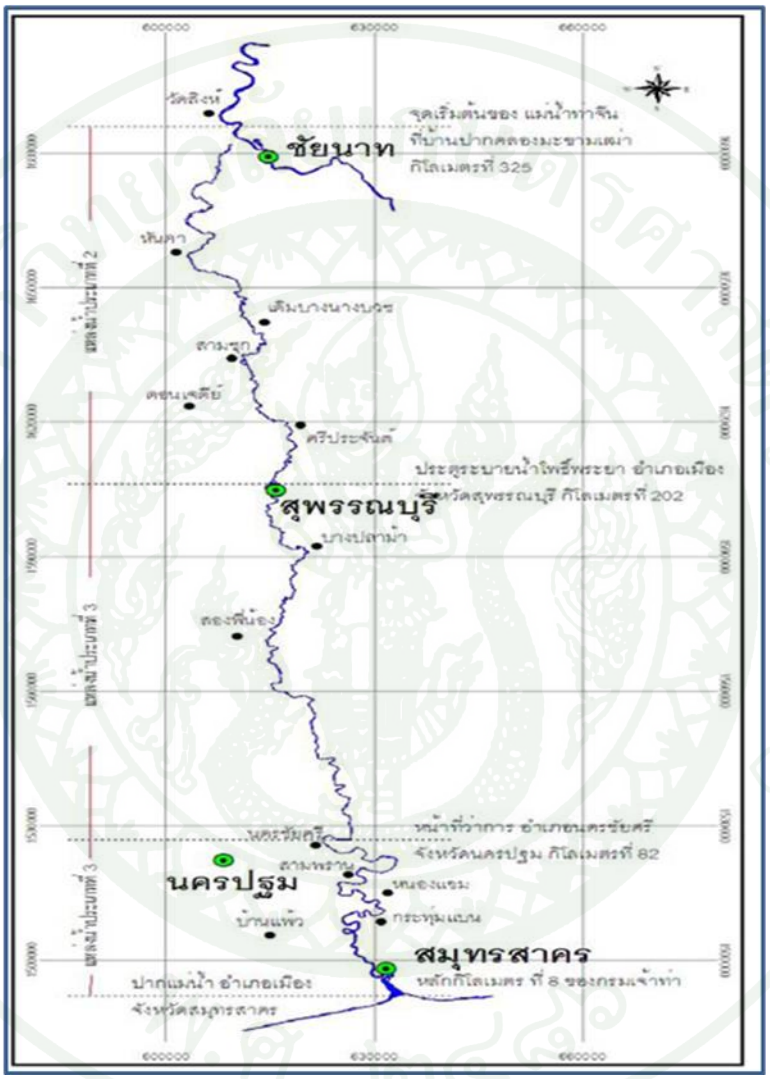
แม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำสายหลักในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย โดยตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ 13° 30′ เหนือ และ 100° 17′ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 0 - 20 เมตร (กองจัดการคุณภาพน้ำ, 2540) แยกจากแม่น้ำเจ้าพระยา ระหว่างตำบลท่าซุง อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี กับตำบลหาดท่าเสา อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท ไหลไปทางตะวันตก ผ่านจังหวัดชัยนาท จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร โดยจะมีชื่อเรียกต่างๆกันไป เช่น ตอนต้นของแม่น้ำ เรียกว่าแม่น้ำมะขามเฒ่า เมื่อไหลเข้าเขต จังหวัดสุพรรณบุรี เรียกว่า แม่น้ำสุพรรณบุรี ไหลผ่านนครปฐมเรียกว่าแม่น้ำนครชัยศรี ไหลผ่านสมุทรสาคร เรียกว่า แม่น้ำท่าจีน และไหลลงสู่อ่าวไทยที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีความยาวประมาณ 325 กิโลเมตร แม่น้ำท่าจีนมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 13,681.60 ตารางกิโลเมตร หรือ 8,551,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13.89 ของลุ่มน้ำภาคกลาง โดยสามารถแบ่งได้สามช่วงตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่องการกำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำท่าจีน (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) ตามภาพที่ 1 โดยจะมีประตูกั้นน้ำเพื่อกักเก็บน้ำสำหรับการชลประทานตลอดลำน้ำรวมทั้งสิ้น 4 แห่ง คือ ประตูระบายน้ำพลเทพ (กิโลเมตรที่ 318) ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ (กิโลเมตรที่ 290) ประตูระบายน้ำชลมาร์คพิจารณ์ (กิโลเมตรที่ 239) และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา (กิโลเมตรที่ 202) ดังนี้

1) ลุ่มน้ำท่าจีนตอนบน เริ่มตั้งแต่ ปากคลองมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ที่กิโลเมตร 325 กิโลเมตรสุดท้ายของแม่น้ำท่าจีนจากปากแม่น้ำ ลงไปจนถึงประตูน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กิโลเมตร 202 จากปากแม่น้ำ กำหนดให้แม่น้ำท่าจีนช่วงนี้เป็นเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)

2) ลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลาง เริ่มตั้งแต่ประตูน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กิโลเมตร 202 จากปากแม่น้ำลงมาจนถึงสะพานรวมเมฆ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ที่กิโลเมตร 82 จากปากแม่น้ำ กำหนดให้แม่น้ำท่าจีนช่วงนี้เป็นเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) ลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่าง เริ่มตั้งแต่สะพานรวมเมฆ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมที่กิโลเมตร 82 จากปากแม่น้ำ ลงไปจนถึงปากแม่น้ำ อำเภอเมืองจังหวัดสมุทรสาครที่กิโลเมตร 0 กำหนดให้แม่น้ำท่าจีนช่วงนี้เป็นเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงลุ่มน้ำท่าจีน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 ลักษณะการไหลของแม่น้ำท่าจีน

แม่น้ำท่าจีนตอนล่างไหลลงสู่อ่าวไทย จึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล (tidal effect) มีการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลในแต่ละวัน โดยน้ำทะเลขึ้นสูงสุดได้ที่บริเวณเหนือตลาดอำเภอเมืองสุพรรณบุรี (กิโลเมตร194) ซึ่งจัดอยู่ในความลาดเอียงระยะที่สองของแม่น้ำท่าจีน คือ มีระดับความลาดเอียงลดลงจาก 0 เมตร จนถึง 13 เมตร จากระดับน้ำทะเล (อรอิงค์, 2551) โดยในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมการไหลของน้ำมีปริมาณต่ำเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากการหนุนของน้ำทะเลในอ่าวไทยทำให้ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสียในแม่น้ำนานประกอบกับอยู่ในช่วงฤดูร้อนที่มีอุณหภูมิสูงส่งผลให้คุณภาพน้ำช่วงนี้มีสภาพแย่ที่สุดในรอบปี แต่ทั้งนี้ ขึ้นกับปริมาณน้ำจืดที่ระบายลงมาผลักดัน ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำทะเลที่ขึ้นเต็มที่กับระดับน้ำทะเลที่ลงเต็มที่ ตลอดจนความลึกของแม่น้ำเป็นต้น (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2535) จากการศึกษาการแปรผันความเค็มของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง พบว่า บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนถึงอำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร มีความเค็มเฉลี่ยมากกว่า 2 ส่วนในพัน โดยมีการควบคุมความเค็มของน้ำในฤดูแล้งด้วยการระบายน้ำจากโครงการแม่น้ำแม่กลองมาช่วยโดยผ่านทางคลองจระเข้สามพันและคลองท่าสาร-บางปลา (กรมชลประทาน, 2541) เพื่อมิให้ความเค็มของน้ำรุกล้ำเกินบริเวณอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

อัตราการไหลของแม่น้ำท่าจีนจะถูกควบคุมด้วยประตูระบายน้ำพลเทพที่ระบายน้ำมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยปริมาณน้ำจะขึ้นกับฤดูกาลและการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกและกิจกรรมอื่นๆ นอกจากนี้ตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาลงมาในส่วนของแม่น้ำท่าจีนตอนกลางมีคลองเชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำแม่กลองทั้งหมด 36 คลอง ทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำท่าจีนขึ้นกับการใช้น้ำจากระบบชลประทานและการระบายน้ำผ่านประตูกั้นน้ำจากคลองต่างๆอีกด้วย ทั้งนี้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกศึกษาคลองระบายน้ำขนาดใหญ่ 3 คลองที่มีความสำคัญในการช่วยระบายน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาลงสู่แม่น้ำท่าจีนเพื่อผันน้ำออกสู่อ่าวไทย โดยเฉพาะในช่วงมหาอุทกภัยปลายปี 2554 อันได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย

จากข้อมูลอัตราการไหลของแม่น้ำท่าจีนบริเวณประตูระบายน้ำพลเทพตั้งแต่ พ.ศ.2531 – 2541 พบว่า อัตราการไหลสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน โดยมีอัตราการไหลเฉลี่ย 80 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในขณะที่ในช่วงระหว่างเดือนมกราคมจะมีอัตราการไหล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เฉลี่ยรายเดือนต่ำที่สุด มีค่าประมาณ 42 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ดังนั้น ปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำท่าจีนตรวจวัดที่ประตูระบายน้ำพลเทพสูงสุด 3,467 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ต่ำสุด 1,428 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี มีค่าเฉลี่ย 2,514 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (กรมชลประทาน, 2541)

2.1.3 ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของแม่น้ำท่าจีน

แม่น้ำท่าจีนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา คือ แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ประกอบด้วยพื้นที่ 2 จังหวัด ซึ่งมีลักษณะสภาพภูมิอากาศ ดังนี้

1) จังหวัดนครปฐม มีสภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปได้รับอิทธิพลของลมมรสุม มีฝนตกชุกในฤดูฝน ฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัด ส่วนในฤดูร้อนอากาศค่อนข้างร้อน ฤดูกาลของจังหวัดนครปฐมสามารถแบ่งได้เป็น 3 ฤดู ได้แก่

- ฤดูร้อน ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน
- ฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม
- ฤดูหนาว ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์

2) จังหวัดสมุทรสาคร มีสภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปได้รับอิทธิพลจากลมบกลมทะเล และมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านในช่วงฤดูร้อน จึงทำให้มีความชื้นในอากาศสูง มีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเดือนดังกล่าวจะได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชั่นที่พัดผ่านประเทศไทย และมีฝนตกน้อยที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม สำหรับฤดูร้อนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ฤดูกาลของจังหวัดสมุทรสาครสามารถจำแนกได้เป็น 3 ฤดู ได้แก่

- ฤดูร้อน ระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม
- ฤดูฝน ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม
- ฤดูหนาว ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ จากสถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514 - 2543) ของสถานีตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ ซึ่งใช้เป็นตัวแทนสภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครปฐมและจังหวัดสมุทรสาคร พบว่า มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 28.2 องศาเซลเซียส สูงสุดในเดือนเมษายนมีค่า 30.1 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเดือนธันวาคมมีค่า 25.9 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมรายปีเท่ากับ 1,543.2 มิลลิเมตร สูงสุดในเดือนกันยายน มีค่า 345.3 มิลลิเมตร และต่ำสุดในเดือนธันวาคม มีค่า 5.0 มิลลิเมตร (กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553ก)

2.1.4 ลักษณะคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ

เริ่มตั้งแต่หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ลงไปถึงปากแม่น้ำอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รวมระยะทาง 82 กิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกกำหนดให้เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 เพื่อการอุตสาหกรรม ต้องมีออกซิเจนละลายไม่ต่ำกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดีเกินกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2554) ปัญหาที่พบมาก คือ ค่าออกซิเจนละลาย การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มจากน้ำทิ้งชุมชน และค่าแอมโมเนีย บริเวณที่เป็นปัญหา คือ ตลอดสายแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง นอกจากนี้ยังมีคลองที่เปรียบเสมือนแหล่งรวมมลพิษต่างๆ ได้แก่ น้ำทิ้งชุมชน อุตสาหกรรมขนาดย่อม ร้านอาหาร และโรงงานต่างๆ ที่ปล่อยน้ำเสียไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง (อรอิงค์, 2551)

อรอิงค์ (2551) กล่าวว่า จากรายงานการสำรวจปริมาณสารพิษประเภทโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2526 ค่าความเข้มข้นโลหะหนักในน้ำโดยเฉพาะโลหะหนักที่มีความเป็นพิษมาก เช่น ปรอท พบว่าส่วนใหญ่มีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.10-1.70 ไมโครกรัมต่อลิตร ยกเว้นบางสถานี จะมีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน คือ 2 ไมโครกรัมต่อลิตร แต่อย่างไรก็ดี ปริมาณโลหะหนักตัวอื่นๆ ในสถานีที่ทำการสำรวจ พบว่า มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน นอกจากนี้ จารุวรรณและคณะ (2534) ได้ทำการศึกษาพบว่า โลหะตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ที่พบตกค้างในน้ำและในปลา ยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ยกเว้น ตะกั่วที่ตกค้างในปลามีปริมาณเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ และจากการตรวจสอบปริมาณโลหะหนักของพัชราและดาเรศ (2543) ในน้ำ ดินตะกอน และสัตว์น้ำ แม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2539 พบว่า แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ ยกเว้น ตะกั่วในดินตะกอนจะมีปริมาณสูงกว่าค่าเฉลี่ยปกติของโลหะหนักในดินตะกอนที่มีในโลกเล็กน้อย และในปี พ.ศ. 2546 จารุวรรณและคณะ (2547;

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2534) ได้ทำการสำรวจปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน พบว่า ช่วงตอนล่างของแม่น้ำจากบริเวณอำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นแหล่งชุมชน แหล่งการเกษตร และโรงงานอุตสาหกรรม ตรวจพบโลหะทองแดง แมงกานีส และสังกะสี มีปริมาณสูงสุด เท่ากับ 5.04, 42.87 และ 26.84 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณปากแม่น้ำ

2.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

กรมชลประทาน (2541) แบ่งการใช้ที่ดินตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำท่าจีน ดังนี้

2.2.1 พื้นที่การเกษตร ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณที่ราบสองฝั่งของแม่น้ำ คิดเป็นร้อยละ 76 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยประกอบกิจกรรมด้านการเกษตร แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ การทำนาข้าว การเพาะปลูกพืชไร่พืชสวน และการเลี้ยงสัตว์

1) การทำนาข้าวส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณสองฝั่งแม่น้ำท่าจีน เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของแม่น้ำ โดยมีการใช้พื้นที่การทำนาปี และทำนาปรัง โดยพื้นที่ปลูกข้าวแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ นาข้าวที่ได้รับน้ำชลประทาน มีเนื้อที่ทั้งหมด 1,654 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นหน่วยการใช้ที่ดินที่ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด พื้นที่ทำนาในเขตชลประทานพบมากทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่บริเวณจังหวัดสุพรรณบุรีลงมา ส่วนฝั่งตะวันตกพบปรากฏตั้งแต่อำเภอดอนตูมลงมาจนถึงอำเภอนครชัยศรีและทางตอนใต้ของจังหวัดนครปฐม ส่วนในจังหวัดสมุทรสาครมีพื้นที่นาชลประทานทางตอนบนของจังหวัด พื้นที่ทำนาในเขตชลประทานสลับกับการปลูกไม้ผลมีเนื้อที่ 148.4 ตารางกิโลเมตร พบบริเวณอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม และนาน้ำฝนหรือพื้นที่ปลูกข้าวที่อยู่นอกเขตส่งน้ำชลประทาน มีเนื้อที่ทั้งหมด 192.1 ตารางกิโลเมตร เกือบทั้งหมดอยู่ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร และฝั่งตะวันตกของแม่น้ำท่าจีนแถบอำเภอสองพี่น้องและอำเภอบางเลน

2) การเพาะปลูกพืชไร่พืชสวน จะใช้พื้นที่บริเวณที่ราบเชิงเขาด้านทิศตะวันตกของแม่น้ำ และพื้นที่ที่ให้ผลผลิตข้าวต่ำ มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 676.6 ตารางกิโลเมตร โดยแบ่งเป็นผลไม้ทั่วไป เช่น มะม่วง ชมพู่ ส้มโอ กระท้อน มะพร้าวน้ำหอม เป็นต้น พบปลูกหนาแน่นในจังหวัดนครปฐม บริเวณอำเภอสามพราน อำเภอเมือง อำเภอกำแพงแสน และอำเภอดอนตูม ลักษณะการปลูกเป็นการปลูกไม้ผลหลายชนิดในแปลงเดียวกัน มีบางพื้นที่ที่มีการปลูกไม้ผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดอื่นๆ เช่น ไม้ผล – พืชสวนผสม, ไม้ผล – หมู่บ้าน, ไม้ผล - สวนองุ่น เป็นต้น

พื้นที่ปลูกมะพร้าว มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 112.8 ตารางกิโลเมตร ส่วนใหญ่อยู่ทางตอนใต้ของลุ่มน้ำในเขตจังหวัดสมุทรสาคร ในพื้นที่ปลูกมะพร้าว มักมีการใช้ที่ดินประเภทอื่นร่วมอยู่ด้วย เช่น มะพร้าว – นาน้ำฝน, มะพร้าว – สวนผลไม้, มะพร้าว - ป่าชายเลน

พื้นที่ปลูกพืชผักมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 42.8 ตารางกิโลเมตร พบมากบริเวณจังหวัดนครปฐม และสมุทรสาคร ชนิดของผักที่ปลูก ได้แก่ ผักกินใบชนิดต่างๆ องุ่น และไม้ดอกไม้ประดับ

3) การเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วยการปศุสัตว์ ได้แก่ โค กระบือ สุกร เป็ด และไก่ พบกระจายทั่วไป โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 164.5 ตารางกิโลเมตร โดยเป็นนากุ้งมากกว่าบ่อปลา การกระจายตัวของพื้นที่บ่อปลา และนากุ้งพบอยู่ทั่วไปบริเวณที่มีน้ำคุณภาพดี แต่จะพบหนาแน่นในจังหวัดสมุทรสาคร ส่วนพื้นที่เลี้ยงสัตว์ปีกและสุกร มีเนื้อที่ประมาณ 1.5 ตารางกิโลเมตร มีมากบริเวณจังหวัดนครปฐม (กรมชลประทาน, 2541)

2.2.2 พื้นที่เขตชุมชน โดยมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 13 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่น เขตเทศบาลเมืองจังหวัดสุพรรณบุรี เทศบาลเมืองสมุทรสาคร โดยมีแนวโน้มการขยายตัวของพื้นที่มากขึ้นทั้งในระดับเทศบาลเมือง เทศบาลตำบล ตลอดลำน้ำท่าจีน คิดเป็นหมู่บ้านริมน้ำ มีเนื้อที่ประมาณ 133.5 ตารางกิโลเมตร และตัวเมืองรวมถึงย่านธุรกิจมีเนื้อที่ 31.4 ตารางกิโลเมตร (กรมชลประทาน, 2541)

2.2.3 พื้นที่เขตอุตสาหกรรม มีเนื้อที่ประมาณ 6.16 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.1 ของลุ่มน้ำ ตั้งอยู่หนาแน่นเรียงรายอยู่สองฝั่งแม่น้ำท่าจีนบริเวณตั้งแต่อำเภอสามพรานลงไป อุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ไม่หนาแน่น และเป็นอุตสาหกรรมด้านอาหารเช่น โรงงานน้ำตาล ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีและนครปฐม ส่วนพื้นที่ตอนล่างของแม่น้ำโดยเฉพาะในเขตจังหวัดสมุทรสาครประกอบด้วยโรงงานขนาดใหญ่จำนวนมาก ได้แก่ โรงฟอกย้อมกระดาษ อาหาร และเคมีภัณฑ์ เป็นต้น มีการก่อมลพิษทางน้ำสูง (กรมชลประทาน, 2541)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าแหล่งที่มาของมลพิษในแม่น้ำท่าจีนมีหลากหลาย ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2 โดยในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร จะมีการใช้ประโยชน์ที่ดินครอบคลุมทั้งสามประเภท โดยอาจแบ่งสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดังตารางที่ 4 และแสดงจำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษาดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลางถึงตอนล่าง (จังหวัดนครปฐมและจังหวัดสมุทรสาคร) ปี 2552

จังหวัด	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม.)	ประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตร.กม.)				
		เกษตรกรรม	ป่าไม้	เมือง/ที่อยู่อาศัย	เบ็ดเตล็ด	แหล่งน้ำ
นครปฐม	2,168.3	2,007.54 (93.83%)	-	99.36 (4.64%)	14.39 (0.42%)	23.75 (1.11%)
สมุทรสาคร	872.3	584.17 (68.72%)	112.77 (13.27%)	69.81 (8.21%)	62.75 (7.38%)	20.55 (2.42%)
รวม	3040.6	2,591.71 (85.24%)	112.77 (3.71%)	169.17 (5.56%)	77.14 (2.54%)	44.3 (1.46%)

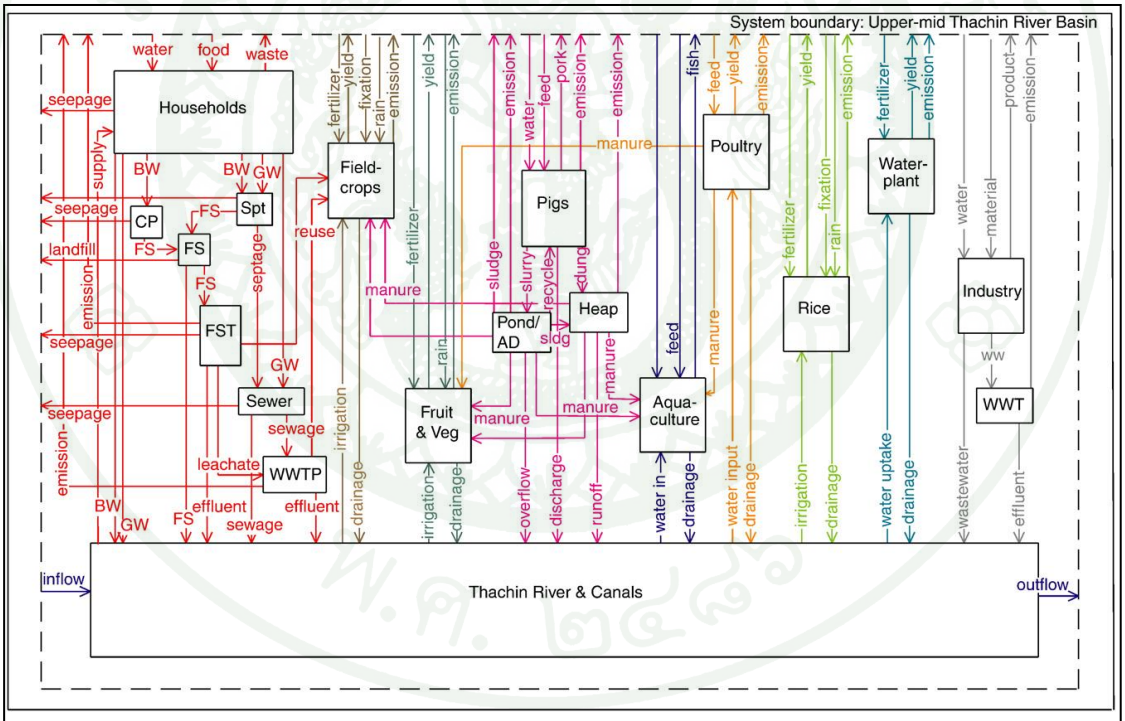
ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 จำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลางถึงตอนล่าง (จังหวัดนครปฐมและจังหวัดสมุทรสาคร) ปี 2552

จังหวัด	จำนวนประชากร(คน)			พื้นที่	ความหนาแน่น
	ชาย	หญิง	รวม	(ตร.กม.)	(คน/ตร.กม.)
นครปฐม	409,304	442,122	851,426	2,168.3	392.7
สมุทรสาคร	234,714	249,892	484,606	872.3	555.5
รวม	644,018	692,014	1,336,032	3040.6	439.4

ที่มา: ดัดแปลงจากกองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2553ข) อ้างถึง กรมการปกครอง (2552)



หมายเหตุ BW=blackwater, GW=greywater, CP=cesspool, FS=fecal sludge, FST=fecal sludgetreatment, Spt=septic tank, WWTP=wastewater treatment plant, veg=vegetables, AD=anaerobic digester, sldg=sludge, ww=wastewater, WWT=wastewater treatment.

ภาพที่ 2 แหล่งที่มาของมลพิษที่ลงสู่แม่น้ำท่าจีน

ที่มา: Schaffner *et al.* (2009)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การศึกษาเกี่ยวกับการแพร่กระจายและการสะสมของโลหะหนักที่เกี่ยวข้อง

พฤหัส (2551) ศึกษาพลวัตของโลหะหนัก: กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักและคุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลอง พบว่า ปริมาณโลหะหนักที่ศึกษาในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอน สารอินทรีย์รวมในดินตะกอน รวมถึงมีความสัมพันธ์กับดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร และยังมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลและพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อรอิงค์ (2551) ศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำบางชนิดบริเวณแม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณโลหะหนักมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในทิศทางเดียวกันยกเว้นแคดเมียม นอกจากนี้ ยังพบว่า การปนเปื้อนของปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีนทั้งในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ ส่วนใหญ่มีการแพร่กระจายอยู่บริเวณตอนล่างของแม่น้ำ

ศิริมาศ (2550) ศึกษาการแพร่กระจายของปริมาณแคดเมียม ทองแดง และตะกั่วในดินตะกอน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด พบว่า ในการแพร่กระจายในแนวดิ่ง ทองแดงและตะกั่วมีการปนเปื้อนสูงขึ้นกว่าอดีตเมื่อเปรียบเทียบดินตะกอนผิวหน้ากับดินตะกอนที่ระดับลึกลงไปแต่แคดเมียมไม่พบแนวโน้มที่ชัดเจน ส่วนการแพร่กระจายในแนวราบ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นพมาศ (2547) ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง

สุภาภรณ์ (2544) ศึกษาศักยภาพของป่าชายเลนต่อการรองรับโลหะหนักในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองเพชรบุรี พบว่า ปริมาณโลหะหนักสะสมในพื้นที่ป่าชายเลนจะสะสมในดินตะกอนมากที่สุด รองลงมาคือ แสมทะเล สัตว์น้ำ และน้ำทะเล ตามลำดับ

ภารดี (2541) ศึกษาศักยภาพของแม่น้ำเพชรบุรีต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี พบว่า แม่น้ำเพชรบุรีทั้ง 3 ฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีศักยภาพในการรองรับปริมาณปรอท ตะกั่ว แคดเมียม นิกเกิลและโครเมียมที่ปนเปื้อนมาในน้ำเสียส่วนเกิน แต่ไม่มีศักยภาพรองรับปรอทที่ปนเปื้อนมาในฤดูหนาว นอกจากนี้ยังพบว่า แม่น้ำเพชรบุรีบริเวณที่มีชุมชนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นซึ่งมีกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนมากกว่าบริเวณอื่น ปริมาณโลหะหนักมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

วิกันดา (2541) ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ดินตะกอน และเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ในปลาบางชนิดในแม่น้ำแม่กลอง พบว่า ปริมาณโลหะหนักทั้ง 5 ชนิด ในน้ำ และปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีสในดินตะกอนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูหนาว และลดลงในฤดูฝนและร้อนตามลำดับ ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนสูงสุดในฤดูฝน ลดลงในฤดูหนาวและร้อนตามลำดับ ส่วนปริมาณสังกะสีในดินตะกอนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูร้อน ลดลงในฤดูฝนและหนาวตามลำดับ

ชรัชชา (2536) ศึกษาการดูดซับและการปลดปล่อยโลหะ แคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีสของดินตะกอนจากแม่น้ำโขง พบว่า ดินตะกอนมีความสามารถในการดูดซับปริมาณแคดเมียมได้มากที่สุด รองมาคือตะกั่วและแมงกานีส แต่มีความเร็วในการดูดซับแมงกานีสจนเข้าสู่สมดุลได้เร็วที่สุด คือ 16 ชั่วโมง ส่วนตะกั่วและแคดเมียมมีความเร็วในการดูดซับจนเข้าสู่สมดุลพอๆกัน คือ 25 ชั่วโมง

อภิชาติ (2536) ศึกษาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ในน้ำและดินตะกอนจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำเลย พบว่า ปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอนในแต่ละชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมีความแตกต่างกันตามลักษณะทางธรณีวิทยา สภาพการใช้ที่ดินและกิจกรรมของมนุษย์ โดยพบว่าในพื้นที่ป่าไม้มีการพบการปนเปื้อนของโลหะหนักทั้งสี่ชนิดน้อยกว่าพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ เช่น พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ชุมชน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุและอุปกรณ์ในภาคสนาม

1.1 แผนที่

1.2 เครื่องมือในการหาพิกัด GPS (Global position system)

1.3 เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ (DO meter) ยี่ห้อ WTW รุ่น Multi3210

1.4 เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity meter) ยี่ห้อ WTW รุ่น Cond3210

1.5 เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่างของน้ำ (pH meter) ยี่ห้อ WTW รุ่น pH3210

1.6 กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ ขนาด 1 ลิตร (Water sampler)

1.7 ที่ตักดิน (Gravity grab)

1.8 น้ำกลั่น

1.9 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำชนิดโพลีเอทีลีน

1.10 ถังน้ำพลาสติก

1.11 ถุงพลาสติกใส่ตัวอย่าง (Polyethylene) ขนาด 10 x 12 นิ้ว

1.12 ฉลากติดขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ปากกา ถุงพลาสติก ยางวง กระดาษทิชชู กระดาษฟอยด์

1.13 กล่องบรรจุน้ำแข็งรักษาตัวอย่าง

ภาพที่ 3 เครื่องวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม (DO meter, Conductivity meter, pH meter)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. วัสดุและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก (ICP)
2) เครื่องย่อยดินด้วยไมโครเวฟ
3) เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifuge)
4) เครื่อง Freeze dryer
5) เครื่องดูดอากาศ
6) เตาเผา (Furnace)
7) ถ้วยกระเบื้อง
8) โกร่งบดดิน
9) เครื่องชั่งน้ำหนัก
10) กระดาษกรอง Whatman NO.41
11) แผ่น Aluminum foil

2.2 สารเคมี

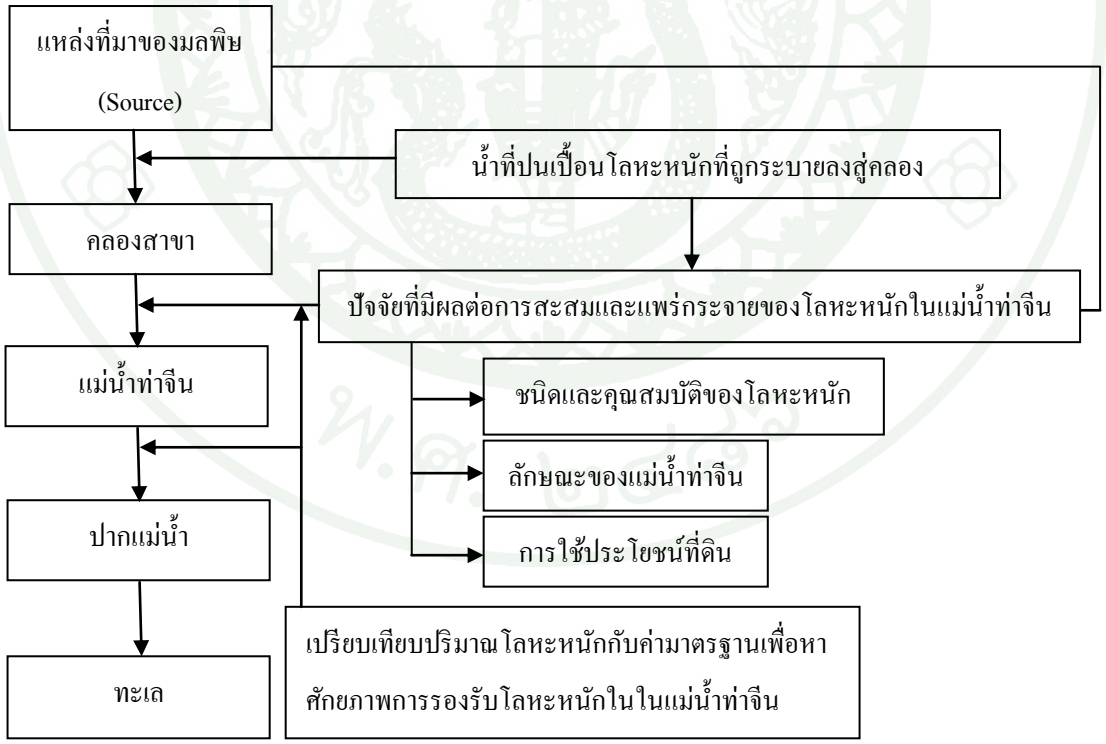
1) น้ำกลั่น (Deionized water)
2) สารละลายมาตรฐานของโลหะหนักที่ต้องการตรวจวัด ได้แก่ ตะกั่ว (Pb), แคดเมียม (Cd), สารหนู (As), ปรอท (Hg) และนิกเกิล (Ni)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาศักยภาพของน้ำในแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร กำหนดพื้นที่ศึกษาแบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ที่น้ำมีการไหลลงสู่ปากแม่น้ำแบบทางเดียว (One way) และช่วงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงจึงมีทิศทางการไหลแบบสองทิศทาง (Two way) และนำค่าที่ตรวจวัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่พบได้ในสิ่งแวดล้อม (น้ำผิวดินและดินตะกอน) อีกทั้งศึกษาถึงปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนมาจากน้ำทิ้งที่ระบายมาทางคลองสาขาสำคัญในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย เพื่อศึกษาถึงแหล่งที่มาของโลหะในแม่น้ำท่าจีนและนำมาวิเคราะห์ถึงศักยภาพในการรองรับโลหะหนักของแม่น้ำท่าจีนต่อไป ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนผังการวิจัยศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เกณฑ์ในการเลือกจุดเก็บตัวอย่าง

2.1 แม่น้ำท่าจีน

1) จุดอ้างอิง หมายถึง จุดเก็บที่อยู่เหนือคลองระบายน้ำทั้ง 3 คลอง อันได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ซึ่งไม่ได้รับอิทธิพลจากการระบายน้ำจากคลองสาขา

2) จุดที่ได้รับอิทธิพลจากการระบายน้ำจากคลองระบายน้ำหลักทั้งสามคลอง ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ด้านล่างคลองทั้ง 3 คลอง และลดความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักเมื่อไหลไปตามระยะทางและเวลาหนึ่งๆ

3) จุดที่อยู่ระหว่างคลองสาขา เป็นจุดที่ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดมลพิษอื่นๆ ที่ไม่ได้มาจากการผันน้ำที่คุณภาพเสื่อมโทรมจากกรณีน้ำท่วมภาคกลาง และเป็นจุดที่โลหะหนักมีปริมาณลดลงเมื่อไหลไปตามระยะทางและเวลาหนึ่งๆ

2.2 คลองสาขา

1) จุดอ้างอิง หมายถึงจุดที่อยู่เหนือคลองทวีวัฒนา ซึ่งเป็นจุดที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการผันน้ำที่มีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม

2) จุดที่ได้รับอิทธิพลจากการระบายน้ำในคลองระบายน้ำทั้งสามคลอง ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย

3. จุดเก็บตัวอย่าง

เลือกสถานีตัวอย่างซึ่งสามารถใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ เช่น ชุมชนเมือง แหล่งอุตสาหกรรม แหล่งเกษตรกรรม และปากคลองที่มีการปล่อยน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีนโดยกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างน้ำและดิน ในแม่น้ำท่าจีน จำนวน 21 สถานี คลองมหาสวัสดิ์ จำนวน 5 สถานี คลองภาษีเจริญ จำนวน 5 สถานี และคลองมหาชัย จำนวน 5 สถานี ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ตำแหน่งพิกัดของสถานีเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีน คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองภาษีเจริญ

แหล่งน้ำ	สถานี	สถานที่	พิกัด		ลักษณะพื้นที่
			E	N	
แม่น้ำท่าจีน	TC1	หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	0631350	1536689	ชุมชน
	TC2	หน้า อบต.ดอนแฝก ตำบลดอนแฝก อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	0631830	1527243	ชุมชน/เกษตรกรรม (แปลงผักบุ้ง)
	TC3	เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร	0632289	1527589	ชุมชน
	TC4	หน้าวัดงิ้วราย ตำบลงิ้วราย อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	0631659	1527048	ชุมชน/เกษตรกรรม (แปลงผักบุ้ง)
	TC5	หน้าวัดปิ่นจันทราราม ตำบลวัดแค อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	0639263	1527980	ชุมชน/เกษตรกรรม (แปลงผักบุ้ง,กระชังปลา)
	TC6	สะพานรวมเมฆ หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม	0638851	1525668	ชุมชน/เกษตรกรรม
	TC7	หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง จังหวัดนครปฐม	0636346	1522151	ชุมชน/โรงงาน
	TC8	หน้าวัดไร่ขิง ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม	0636084	1519536	ชุมชน/เกษตรกรรม/โรงงาน
	TC9	หน้าวัดท่าข้าม ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม	0633107	1516906	ชุมชน/เกษตรกรรม/โรงงาน
	TC10	หน้าวัดบางช้างเหนือ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม	0630847	1516701	ชุมชน/เกษตรกรรม/โรงงาน
	TC11	หน้าวัดอ้อมใหญ่ ตำบลอ้อมใหญ่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม	0636266	1513313	ชุมชน/เกษตรกรรม/โรงงาน
	TC12	หน้าวัดดอนไก่ดี ตำบลกระทุ่มแบน อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม	0635090	1510263	ชุมชน/โรงพยาบาล/อุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

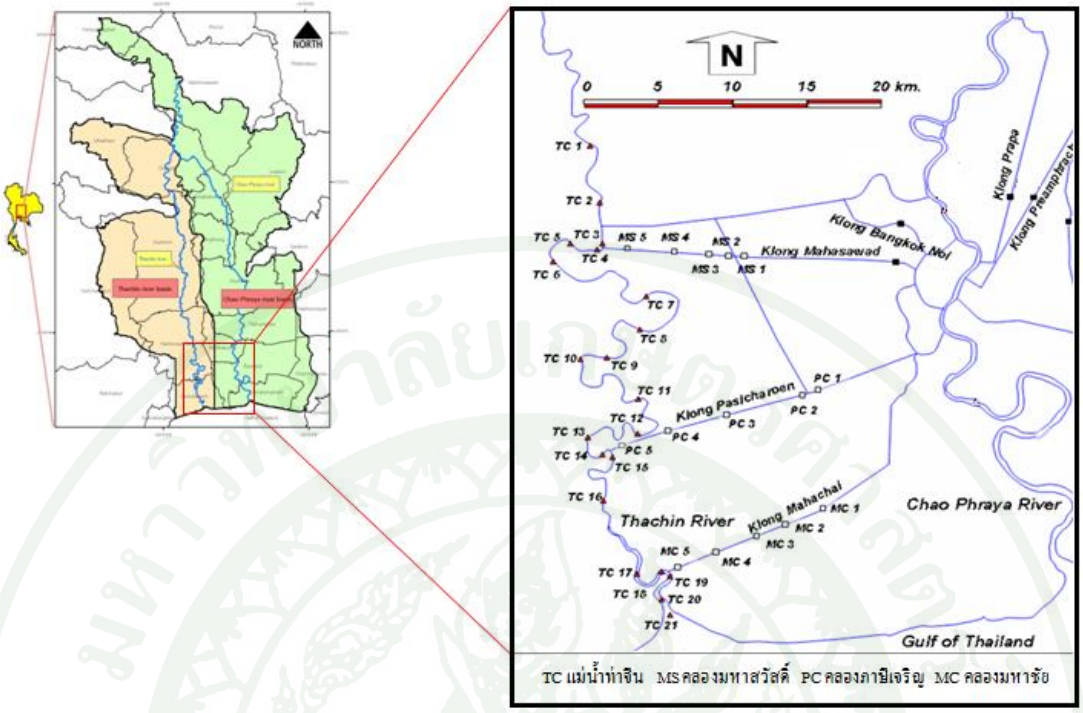
แหล่งน้ำ	สถานี	สถานที่	พิกัด		ลักษณะพื้นที่
			E	N	
แม่น้ำท่าจีน (ต่อ)	TC13	สะพานบางยางรุ่งสินพัฒนา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม	0631115	1509340	ชุมชน/เกษตรกรรม
	TC14	หน้าวัดอ่างทอง ตำบลบางยาง อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม	0632662	1508523	ชุมชน/เกษตรกรรม/อุตสาหกรรม
	TC15	ล่างคลองภาษีเจริญ	0633411	1508290	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	TC16	หน้าวัดพันธุวงศ์ ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมืองสมุทรสาคร	0632739	1503937	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	TC17	หน้าวัดกลางอ่างแก้ว อำเภอเมืองสมุทรสาคร	0635196	1497321	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	TC18	หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร	0637998	1497537	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	TC19	หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร	0638212	1497224	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	TC20	หน้าวัดบางหญ้าแพรก ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร	0637555	1495142	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	TC21	ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลท่าจีน อำเภอเมืองสมุทรสาคร	0638118	1494030	ป่าชายเลน/ทะเล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แหล่งน้ำ	สถานี	สถานที่	พิกัด		ลักษณะพื้นที่
			E	N	
คลองมหาสวัสดิ์	MS1	หน้าวัดปุรณาวาส อ.ศาลายา	0633415	1527125	ชุมชน/เกษตรกรรม
	MS2	หน้าวัดสาลวัน ต.สาลวัน อ.พุทธมณฑล	0638819	1526740	ชุมชน
	MS3	เหนือคลองกำนันกิ่ง ประมาณ 250 เมตร	0641001	1526589	ชุมชน/เกษตรกรรม
	MS4	หน้าวัดสุวรรณาราม	0643121	1526476	ชุมชน/เกษตรกรรม
	MS5	สะพานหน้าหมู่บ้านพฤกษา 8	0644320	1526424	ชุมชน/เกษตรกรรม
คลองภายีเจริญ	PJ1	หน้าวัดม่วง เขตบางแค	0634289	1508700	ชุมชน/อุตสาหกรรม/เกษตรกรรม
	PJ2	ล่างคลองทวีวัฒนาประมาณ 500 เมตร	0638207	1510009	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	PJ3	หน้าวัดหนองพะอง ต.สวนหลวง	0643518	1511685	ชุมชน/อุตสาหกรรม/เกษตรกรรม
	PJ4	สะพานใหญ่ห่างจากที่ว่าการ อ.กระทุ่มแบนประมาณ 800 เมตร	0648704	1513382	ชุมชน/อุตสาหกรรม/เกษตรกรรม
	PJ5	ประตูระบายน้ำภายีเจริญ	0651013	1514204	ชุมชน/อุตสาหกรรม
คลองมหาชัย	MC1	หน้าวัดแสมดำ	0653902	1435022	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	MC2	หน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่	0651067	1437831	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	MC3	หน้าวัดโคกขาม	0649553	1454930	ชุมชน
	MC4	หลังประตูระบายน้ำคลองมหาชัย	0638902	1481045	ชุมชน/อุตสาหกรรม
	MC5	สะพานข้ามตัวเมืองมหาชัย	0636790	1498011	ชุมชน/อุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 สถานีเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีนและคลองสาขา

4. กำหนดช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างในฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) โดยพิจารณาตามปริมาณน้ำฝนที่ตกในรอบปี

5. การเก็บตัวอย่าง

5.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำโดยการติดตามมวลน้ำก้อนเดียวกันที่ไหลผ่านแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมจนถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมืองจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งคำนวณเวลาที่มวลน้ำจะไปถึงแต่ละสถานีที่กำหนดตามอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำท่าจีน โดยในแต่ละสถานีจะเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณกลางแม่น้ำและเก็บตัวอย่างน้ำตามความลึก 3 ระดับ ได้แก่ ที่ระดับ 0.3 เมตรจากผิวน้ำ ที่ระดับ 0.6 เมตรของความลึก และที่ระดับ 0.8 เมตรของความลึก ด้วยกระบอกเก็บตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำ (Water sampler) ดังภาพที่ 9 จากนั้นบรรจุตัวอย่างน้ำในขวดพลาสติกโพลีเอทีลีน ติดฉลากระบุจุดเก็บ วันที่ พารามิเตอร์ และอื่นๆ อย่างชัดเจน เก็บรักษาตัวอย่างน้ำโดยการแช่ในน้ำแข็งให้มีอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำส่งไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ ดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 การเก็บตัวอย่างน้ำโดยกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ

5.2 การเก็บตัวอย่างดิน

เลือกจุดเก็บดินตะกอนในบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำโดยเลือกที่ส่วนโค้งด้านในของแม่น้ำซึ่งเป็นแหล่งสะสมของดินตะกอน ห่างจากฝั่งประมาณ 2 – 3 เมตร ดังภาพที่ 10 ใช้ที่ตักดิน (Gravity grab) เก็บดินเปียกโดยพยายามให้น้ำติดมาน้อยที่สุด บรรจุดินลงถุงพลาสติกโพลีแอทีลีนขนาด 10 x 12 นิ้ว ซ้อนถุงสองชั้นจำนวนสองถุง ให้ได้น้ำหนักรวมประมาณ 2 กก. เพื่อนำไปตากและได้น้ำหนักแห้งประมาณ 1 กก. จากนั้นมัดปากถุงด้วยหนังยางให้แน่นหนา ติดฉลากระบุจุดเก็บ วันที่ และอื่นๆ ให้ชัดเจน บันทึกลักษณะทั่วไปแล้วเก็บรักษาตัวอย่างใส่กล่องที่อุณหภูมิปกติ จากนั้นนำส่งไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ ดังภาพที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 7 การเก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วยที่ตักดิน

6. ตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปในภาคสนาม

ดัชนีคุณภาพน้ำบางประการที่ต้องตรวจวัดในภาคสนามทันที ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolve oxygen), อุณหภูมิ (Temperature), ค่าความเค็ม (Salinity), ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electric conductivity)

7. ตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำและดินบางประการในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างน้ำและดินตะกอนมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว (Pb), แคดเมียม (Cd), สารหนู (As), ปรอท (Hg) และนิกเกิล (Ni) ตามมาตรฐานวิธีวิเคราะห์ดังตารางที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 วิธีวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินและน้ำ

Sample	Heavy Metals	Method
Sediment	Asenic (As)	In-house method based on EPA Method 6010B
	Cadmium (Cd)	In-house method based on EPA Method 6020
	Lead (Pb)	In-house method based on EPA Method 6010B
	Mercury (Hg)	In-house method based on EPA Method 6020
	Nickel (Ni)	In-house method based on EPA Method 6010B
Water	Asenic (As)	In-house method TE-CH-126 based on Standard methods for the Examination of water for the Examination water and wastewater APHA, AWWA, WEF, 21st Edition 2005, Part 3030 E by ICP-MS
	Cadmium (Cd)	
	Lead (Pb)	
	Mercury (Hg)	
	Nickel (Ni)	

8. การวิเคราะห์ข้อมูลและการประเมินศักยภาพการรองรับปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำ

การประเมินศักยภาพแม่น้ำท่าจีนต่อการรองรับปริมาณปรอท ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิลจากคลองระบายน้ำหลัก 3 คลอง ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ใช้วิธีการสอดคล้องกับ Edward (1987) และ ภารดี (2541) โดยกล่าวไว้ว่า การปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำ หรือการผสมกันระหว่างน้ำสองแหล่ง เมื่อมีการผสมกันแล้วความเข้มข้นของน้ำจะเป็นดังสมการ แต่จะมีสัดส่วนการผสมถูกต้องและตรงตามความเป็นจริงมากที่สุดถ้าสารที่มาผสมกันไม่มีการเปลี่ยนรูปไปตามเฟสต่างๆ ดังสมการ

$$C_0 = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2}{Q_1 + Q_2}$$

โดย C_0 = ความเข้มข้นรวมของสารในแม่น้ำและน้ำเสียเมื่อผสมกัน (กรัม/ลูกบาศก์เมตร)

Q_1 = อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที) ได้จากข้อมูลของกรมชลประทาน

C_1 = ความเข้มข้นของน้ำในแม่น้ำก่อนผสม โดยใช้จุดไหลก่อนจะมีการเติมน้ำเสียคลองระบายน้ำ (กรัม/ลูกบาศก์เมตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Q_2 = อัตราการไหลของน้ำในคลองระบายน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที) จากการประเมินของผู้วิจัย

C_2 = ความเข้มข้นของสารในน้ำเสีย (กรัม/ลูกบาศก์เมตร) เป็นความเข้มข้นที่ต้องการทราบ

ในการศึกษาศักยภาพ ต้องการทราบปริมาณความเข้มข้นของปรอท ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล ในฤดูน้ำแล้งและฤดูน้ำหลากว่ามีปริมาณสูงสุดเท่าใด จึงจะทำให้ความเข้มข้นของโลหะหนักทั้ง 5 ชนิด มีค่าพอดีกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่กำหนดโดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่แม่น้ำมีศักยภาพในการรองรับได้สูงสุด ดังนั้น จึงต้องแทนค่า C_0 เท่ากับค่ามาตรฐานของโลหะหนักแต่ละชนิด ดังตารางที่ 8 สำหรับน้ำและตารางที่ 9 สำหรับดินตะกอน

นอกจากนี้ ยังนำดัชนีคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดในภาคสนาม ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolve oxygen), อุณหภูมิ (Temperature), ค่าความเค็ม (Salinity), ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH), และค่าการนำไฟฟ้า (Electric conductivity) มาหาความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะหนักทั้ง 5 ชนิด เพื่ออธิบายลักษณะการการแพร่กระจายของโลหะหนักดังกล่าว รวมทั้งนำไปวิเคราะห์ร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณริมฝั่งแม่น้ำท่าจีนเพื่อหาแหล่งที่มาของโลหะหนักด้วย

9. ระยะเวลาที่ทำการศึกษา

เมษายน 2555 – เมษายน 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ค่ามาตรฐานโลหะหนักตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ชนิดโลหะหนัก	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
		ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5
ตะกั่ว	มล./ล.	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.05			-
แคดเมียม	มล./ล.	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.005*, 0.05**			-
สารหนู	มล./ล.	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.01			-
ปรอท	มล./ล.	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.002			-
นิกเกิล	มล./ล.	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.1			-

หมายเหตุ ธ = เป็นไปตามธรรมชาติ

- = ยังไม่ได้กำหนด

* = น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** = น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ที่มา: ดัดแปลงจากคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ค่ามาตรฐานโลหะหนักในตะกอนดินระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำตามมาตรฐานของ EPA96 (PEL-HA28)*, NOAA (ERM)** และมาตรฐานเบื้องต้นสำหรับประเทศไทย***

ชนิดโลหะหนัก	มาตรฐาน EPA96 (ppm)	มาตรฐาน NOAA (ppm)	มาตรฐานเบื้องต้นสำหรับประเทศไทย (mg/kg)
ตะกั่ว	82	110	35.8
แคดเมียม	3.2	9	0.99
สารหนู	48	85	9.79
ปรอท	-	1.3	0.18
นิกเกิล	33	50	22.7

หมายเหตุ * = Probable effect level for Hyaleea azteca; 28 day test; dry wt (USEPA, 1996)

** = Effect range median; dry wt (Long and Morgan, 1990)

*** = เกณฑ์คุณภาพตะกอนดินจากสารอันตราย (SQGs) สำหรับประเทศไทยในเบื้องต้นเพื่อคุ้มครองแหล่งน้ำจากความเป็นพิษสารอันตราย(Sediment Quality Guidelines: SQGs) ระดับTEC (Threshold Effects Concentrations)ในตะกอนดิน (สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.)

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ บริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง โดยเริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม จนถึง ปากแม่น้ำท่าจีนที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร และส่วนของคลองสาขาซึ่งเป็นคลองระบายน้ำและนำพามลพิษต่างๆลงสู่แม่น้ำท่าจีนที่สำคัญทั้ง 3 คลอง อันได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย จากการศึกษาลักษณะการใช้ที่ดินบริเวณริมฝั่งแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ พบว่า มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นที่สวนไร่นา โดยในแม่น้ำยังมีการทำแปลงผักบุ้งและผักกระเฉด มีพื้นที่สีเขียวรกร้าง ชุมชนบ้านเรือน รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ริมน้ำซึ่งพบเห็นได้เป็นช่วงๆ โดยส่วนใหญ่ จะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ โรงงานแปรรูปพืชผลทางเกษตรกรรมและโรงงานห้องเย็นที่แปรรูปสัตว์น้ำ ซึ่งมีโลหะหนัก อาทิ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล เล็ดลอดลงสู่คลองสาขาและแม่น้ำท่าจีนได้ ทั้งนี้ สามารถอธิบายลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษาได้ ดังนี้

1.1 แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

1) สถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

จัดเป็นจุดอ้างอิง (Reference site) เป็นบริเวณที่ยังไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งจากคลองสาขาทั้งสามคลอง เพื่อดูว่าเมื่อน้ำในแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านคลองสาขาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงของโลหะหนักในแม่น้ำที่เพิ่มขึ้นจากคลองสาขาหรือไม่ ในบริเวณนี้จะเป็นเขตชุมชนมีบ้านเรือนริมสองฝั่งแม่น้ำ ดังภาพที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 8 ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

2) สถานีที่ 2 หน้า อบต.ดอนแฝก ตำบลดอนแฝก อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

จัดเป็นจุดอ้างอิง (Reference site) เป็นบริเวณที่ยังไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งจากคลองสาขาทั้งสามคลอง เพื่อดูว่าเมื่อน้ำในแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านคลองสาขาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงของโลหะหนักในแม่น้ำที่เพิ่มขึ้นจากคลองสาขาหรือไม่เช่นเดียวกับสถานีที่ 1 โดยในบริเวณนี้จะเป็นเขตชุมชน มีบ้านเรือนริมสองฝั่งแม่น้ำ และมีแปลงผักบุ้งลอยน้ำตลอดริมฝั่งหนาแน่นขึ้นจากสถานีที่ 1 ดังภาพที่ 9

ภาพที่ 9 ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 2 หน้า อบต.ดอนแฝก ตำบลดอนแฝก อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) สถานีที่ 3 เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร

เป็นจุดใกล้เคียงกับคลองมหาสวัสดิ์มากที่สุด ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทางการเกษตรกรรมจำพวกนาข้าวและไร่สวน พบแปลงผักบุ้งอยู่ริมน้ำหนาแน่น จุดเก็บอยู่เหนือคลองมหาสวัสดิ์ ก่อนจะได้รับอิทธิพลจากคลองมหาสวัสดิ์ ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 3 เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร

4) สถานีที่ 4 หน้าวัดงิ้วราย ตำบลงิ้วราย อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

รับอิทธิพลจากคลองมหาสวัสดิ์มาเต็มที่ โลหะหนักที่พบเพิ่มเติม ณ จุดนี้อาจสันนิษฐานได้ว่ามีที่มาจากคลองมหาสวัสดิ์ได้ ลักษณะพื้นที่ทั่วไปเป็นชุมชน วัด ศาลเจ้า พบแปลงผักบุ้งหนาแน่นตลอดแนวลำน้ำ พบการทำประมงโดยการขึงข่ายดักปลา ดังภาพที่ 11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 11 ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 4 หน้าวัดงิ้วราย ตำบลงิ้วราย อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

5) สถานีที่ 5 หน้าวัดปิ่นจันทราราม ตำบลวัดแค อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

ลักษณะพื้นที่เป็นชุมชน มีบ้านเรือนรอบวัด พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ดินรกร้างและพื้นที่ทางการเกษตรกรรม เนื่องจากเป็นสถานีเก็บน้ำก่อนเข้าสู่เขตเทศบาลเมืองนครชัยศรี จุดที่เก็บดินอยู่ฝั่งตรงข้ามวัดซึ่งเป็นที่ดินรกร้างและที่นา ดังภาพที่ 12

ภาพที่ 12 ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 5 หน้าวัดปิ่นจันทราราม ตำบลวัดแค อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6) สถานีที่ 6 สะพานรวมเมฆ หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

อยู่ในเขตเทศบาลเมืองนครชัยศรี มีที่ทำการราชการ ตลาดสด ร้านอาหารตั้งอยู่ ลักษณะชุมชนหนาแน่นมากทางฝั่งสำนักงานเขตเทศบาลนครชัยศรี แต่ฝั่งตรงข้ามยังเป็นบ้านเรือนสลับกับแปลงเกษตรกรรม ที่สถานีนี้ การเก็บดินตะกอนพบว่ามีขยะปนมามาก โดยเฉพาะขยะพวกพลาสติก ลักษณะดินมีความหยาบมากขึ้น ดังภาพที่ 13

ภาพที่ 13 ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 6 สะพานรวมเมฆ หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

7) สถานีที่ 7 หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

ระหว่างเส้นทางจากสถานีที่ 6 มาถึงสถานีที่ 7 เริ่มพบโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร เช่น โรงงานผลิตน้ำมันพืช และโรงสีข้าว เป็นต้น อีกทั้งยังมีแปลงผักบุ้งและผักกระเฉดลอยริมฝั่งน้ำให้เห็นเรื่อยๆ ณ จุดเก็บตัวอย่างหน้าวัดทรงคะนอง พบบ้านเรือนบางตา ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทางการเกษตรกรรม

8) สถานีที่ 8 หน้าวัดไร่ขิง ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

เป็นพื้นที่ชุมชนค่อนข้างหนาแน่นบริเวณใกล้วัด ฝั่งตรงข้ามเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เป็นสถานีสำหรับเก็บน้ำที่ผ่านเขตชุมชนเทศบาลเมืองนครชัยศรีมาแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9) สถานีที่ 9 หน้าวัดท่าข้าม ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

ลักษณะพื้นที่เป็นชุมชนประกอบด้วยวัด โบสถ์คริสต์ บ้านเรือนไม่หนาแน่นมาก นอกจากนี้ยังมีส่วนของพื้นที่เกษตรกรรมและปศุสัตว์ (ฟาร์มหมู) อีกทั้งห่างแม่น้ำขึ้นไปไม่มากนัก ยังพบโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย

10) สถานีที่ 10 หน้าวัดบางช้างเหนือ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

เป็นพื้นที่ชุมชนของอบต.ท่าตลาด ประกอบด้วยบ้านเรือนรอบวัด ก่อนถึงสถานีนี้ยังแม่น้ำท่าจีนยังได้ไหลผ่านโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพรานซึ่งรอบข้างเป็นชุมชนขนาดใหญ่ และเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม อาทิ โรงงานกระดาษ อีกด้วย

11) สถานีที่ 11 หน้าวัดอ้อมใหญ่ ตำบลอ้อมใหญ่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

ลักษณะพื้นที่เป็นชุมชนย่อยๆ บ้านเรือนอยู่บริเวณรอบๆวัดอ้อมใหญ่ ถัดไปจากชุมชนพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทางเกษตรกรรม และยังคงพบแปลงผักบุ้งอยู่ในส่วนโค้งด้านในของลำน้ำ ดังภาพที่ 14

ภาพที่ 14 ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 11 หน้าวัดอ้อมใหญ่ ตำบลอ้อมใหญ่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12) สถานีที่ 12 หน้าวัดดอนไก่ดี ตำบลกระทุ่มแบน อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม

เป็นสถานีตัวแทนแม่น้ำส่วนที่ไหลผ่านชุนชนเมืองขนาดใหญ่ (ชุมชนวัดดอนไก่ดี) มีวัด โรงเรียน และบ้านเรือนตั้งอยู่หนาแน่น รวมถึงโรงพยาบาลกระทุ่มแบนที่ตั้งอยู่ริมน้ำทางฝั่งโค้งด้านนอกของลำน้ำ ขณะที่โค้งด้านในของลำน้ำเป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งยังคงพบแปลงผักบุ้งอยู่ริมน้ำ ดังภาพที่ 15

ภาพที่ 15 ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 12 หน้าวัดดอนไก่ดี ตำบลกระทุ่มแบน อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม

13) สถานีที่ 13 สะพานบางยางรุ่งสินพัฒนา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม

เป็นสถานีตัวแทนแม่น้ำส่วนที่ผ่านชุมชนมาแล้วระยะหนึ่งซึ่งผ่านความคดเคี้ยวของลำน้ำท่าจีนมาน่าจะมีการตกตะกอนและสะสมตัวของโลหะหนักได้น้อยลงกว่าจุดที่ได้รับมลสารช่วงที่ผ่านชุมชน โดยสถานีนี้พบทั้งบ้านเรือนสลับกับพื้นที่เกษตรกรรม ดังภาพที่ 16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 16 ลักษณะพื้นที่ของสถานีที่ 13 สะพานบางยางรุ่งสินพัฒนา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม

14) สถานีที่ 14 หน้าวัดอ่างทอง ตำบลบางยาง อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม

เป็นสถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่เป็นตัวแทนของน้ำก่อนผ่านจุดรับน้ำจากคลองภาษีเจริญโดย ณ บริเวณนี้ พบทั้งชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และโรงงานอุตสาหกรรม อาทิ โรงงานผลิตเหล็กเส้น ปั๊มน้ำมัน เป็นต้น

15) สถานีที่ 15 ล่างคลองภาษีเจริญ

เป็นตัวแทนน้ำที่รับมลสารต่างๆรวมทั้งโลหะหนักจากคลองภาษีเจริญมาแล้ว อีกทั้งลักษณะลำน้ำยังเป็นส่วนโค้งของลำน้ำพอดี จึงสันนิษฐานได้ว่าน่าจะมีปริมาณของโลหะหนักจากคลองภาษีเจริญมาสะสมอยู่มากโดยเฉพาะในดินตะกอน ลักษณะการใช้ที่ดินจะเป็นชุมชนบ้านเรือน พื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรม

16) สถานีที่ 16 หน้าวัดพันธุวงศ์ ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมืองสมุทรสาคร

ลักษณะพื้นที่เป็นชุมชน พื้นที่ทางเกษตรกรรม และโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น เป็นตัวแทนของน้ำหลังจากที่ผ่านจุดรับน้ำจากคลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภายีเจริญและผ่านความคดเคี้ยวของแม่น้ำท่าจีนมาระยะหนึ่ง ซึ่งน่าจะพบว่า โลหะหนักมีปริมาณลดลง

17) สถานีที่ 17 หน้าวัดกลางอ่างแก้ว อำเภอเมืองสมุทรสาคร

ลักษณะพื้นที่เข้าสู่เขตชุมชนหนาแน่นมาก อีกทั้งยังพบโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก อาทิ อุตสาหกรรมห้องเย็น แปรรูปสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร โรงงานผลิตกระดาษ นอกจากนี้ ก่อนน้ำจะเข้าสู่จุดเก็บตัวอย่างยังผ่านตลาดทะเลไปซึ่งเป็นตลาดสัตว์น้ำอาหารทะเลขนาดใหญ่อีกด้วย

18) สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร

เป็นสถานีตัวแทนของน้ำที่ก่อนถึงจุดรับน้ำคลองมหาชัย อาจได้รับอิทธิพลจากน้ำเสียที่มาจากคลองมหาชัยบ้างเนื่องจากเป็นส่วนโค้งของลำน้ำพอดีทำให้อาจเกิดการทับถมของตะกอนในลำน้ำได้ ลักษณะการใช้ที่ดินพบเป็นชุมชนหนาแน่น มีทั้งบ้านเรือน วัด โรงเรียน โรงพยาบาล ร้านอาหาร ท่าเทียบเรือ นอกจากนี้ยังพบโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมห้องเย็น ดินตะกอนที่เก็บได้ที่สถานีนี้มีสีเทาเข้มค่อนไปทางสีดำและมีกลิ่นเหม็น ต่างจากก่อนหน้านี้ที่มีสีเทาไม่เข้มมาก

19) สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร

เป็นตัวแทนของน้ำที่ไหลผ่านคลองมหาชัยมาแล้วน่าจะได้รับมลสารจากคลองมหาชัยมาเต็มที่ ลักษณะพื้นที่เป็นชุมชนหนาแน่น โรงงานอุตสาหกรรมจำพวกโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำและห้องเย็น รวมถึงท่าเทียบเรือ นอกจากนี้ สถานีนี้เริ่มมีการสัญจรทางเรือหนาแน่น

20) สถานีที่ 20 หน้าวัดบางหญ้าแพรก ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร

เป็นสถานีสุดท้ายก่อนออกปากแม่น้ำไปสู่ทะเล หน้าวัดมีสะพานปลาอันเป็นจุดที่เรือจะจอดเทียบส่งปลาขึ้นฝั่ง นอกจากชุมชน ร้านอาหารแล้ว ยังพบโรงงานอุตสาหกรรมห้องเย็นและโรงงานผลิตสารหล่อลื่นทางอุตสาหกรรมอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

21) สถานีที่ 21 ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลท่าจีน อำเภอเมืองสมุทรสาคร

เป็นสถานีสุดท้ายในการเก็บตัวอย่างน้ำ เป็นเส้นทางสัญจรของเรือประมงต่างๆ สองฝั่งเป็นป่าชายเลนตลอดแนว ไม่มีชุมชน การเก็บดินตะกอนต้องเก็บห่างฝั่งมากประมาณ 50 เมตรจากป่าชายเลนเนื่องจากน้ำตื้น โดยจุดที่เก็บน้ำลึกประมาณ 3 เมตร

1.2 คลองสาขาสำคัญ

1.2.1 คลองมหาสวัสดิ์

1) สถานีที่ 1 สะพานหน้าหมู่บ้านพฤกษา 8

เป็นสถานีเก็บตัวอย่างน้ำจากคลองมหาสวัสดิ์ก่อนจะไหลเข้าสู่แม่น้ำท่าจีน ช่วงสถานีที่ 4 (TC4) ลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่ชุมชนสลับพื้นที่เกษตรกรรม

2) สถานีที่ 2 หน้าวัดสุวรรณาราม

ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมสลับกับพื้นที่ชุมชน

3) สถานีที่ 3 เหนือคลองกำนันกิ่ง ประมาณ 250 เมตร

ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีบ้านเรือนสลับอยู่บ้าง

4) สถานีที่ 4 หน้าวัดสาลวัน ต.สาลวัน อ.พุทธมณฑล

เป็นสถานีตัวแทนของบริเวณผ่านจุดที่ตัดกับคลองทวีวัฒนามา ลักษณะพื้นที่เป็นชุมชนค่อนข้างหนาแน่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) สถานีที่ 5 หน้าวัดปุรณาวาส อ.ศาลายา

เป็นสถานีที่อยู่ลึกที่สุดเข้าไปในคลองมหาสวัสดิ์โดยเก็บตัวอย่างน้ำก่อนจะได้รับน้ำที่ระบายลงมาจากคลองทวีวัฒนา ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมสลับชุมชน

1.2.2 คลองภาษีเจริญ

1) สถานีที่ 1 ประตูระบายน้ำภาษีเจริญ

เป็นสถานีเก็บตัวอย่างน้ำจากคลองภาษีเจริญก่อนจะไหลเข้าสู่แม่น้ำท่าจีน ช่วงสถานีที่ 14 - 15 (TC14 – TC15) ลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่ชุมชนสลับพื้นที่เกษตรกรรม ทั้งยังมีโรงงานอุตสาหกรรมจำพวกแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอีกด้วย

2) สถานีที่ 2 สะพานใหญ่ห่างจากที่ว่าการ อ.กระทุ่มแบนประมาณ 800 เมตร

ลักษณะพื้นที่ของสถานีนี้เป็นพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ มีที่ตั้งของหน่วยงานราชการ บ้านเรือนทั่วไป รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานเซรามิกส์ เป็นต้น

3) สถานีที่ 3 หน้าวัดหนองพะอง ต.สวนหลวง

ลักษณะพื้นที่นี้มีทั้งพื้นที่ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมและพื้นที่เกษตรกรรม โดยเห็นได้ชัดว่า จากปากคลองที่เปิดสู่แม่น้ำท่าจีนเข้ามานั้น ที่สถานีนี้เป็นบริเวณที่เริ่มมีโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น

4) สถานีที่ 4 ล่างคลองทวีวัฒนาประมาณ 500 เมตร

เป็นสถานีตัวแทนที่รับอิทธิพลน้ำที่ระบายมาจากคลองทวีวัฒนา ลักษณะพื้นที่ประกอบด้วยชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) สถานีที่ 5 หน้าวัดม่วง เขตบางแค

เป็นสถานีที่อยู่ลึกที่สุดเข้าไปในคลองภาษีเจริญ โดยเก็บตัวอย่างน้ำก่อนจะได้รับน้ำที่ระบายลงมาจากคลองทวีวัฒนา ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมสลับชุมชนและมีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่บ้าง

1.2.3 คลองมหาชัย

1) สถานีที่ 1 สะพานข้ามตัวเมืองมหาชัย

เป็นสถานีตัวอย่างน้ำจากคลองมหาชัยก่อนออกสู่แม่น้ำท่าจีนที่สถานีที่ 18 (TC18) ลักษณะพื้นที่เป็นชุมชนค่อนข้างหนาแน่น และยังเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมรวมถึงท่าเทียบเรืออีกด้วย

2) สถานีที่ 2 หลังประตูระบายน้ำคลองมหาชัย

เป็นตัวแทนน้ำก่อนถูกระบายลงคลองมหาชัยส่วนที่อยู่หลังประตูระบายน้ำ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการแก้มลิงคลองมหาชัย-คลองสนามชัยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ พื้นที่โดยรอบส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สีเขียว แต่ยังมีบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปอยู่ห่างออกไปบ้าง

3) สถานีที่ 3 หน้าวัดโคกขาม

บริเวณจุดเก็บตัวอย่างเป็นจุดที่มีคลองระบายน้ำออกมาจากชุมชนวัดโคกคาม พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นบ้านเรืองและพื้นที่สีเขียว

4) สถานีที่ 4 หน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่

ลักษณะพื้นที่เป็นชุมชนบ้านจัดสรรค่อนข้างหนาแน่น และยังมีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่อีกฝั่งของชุมชน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) สถานีที่ 5 หน้าวัดแสมดำ

เป็นสถานีที่อยู่ลึกที่สุดในคลองมหาชัย ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สีเขียว แต่ยังมีทั้งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมอยู่ห่างออกไปไม่ไกล

2. คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างและคลองสาขาสำคัญ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน จำนวน 21 สถานี และเก็บตัวอย่างจากคลองสาขา อันได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย คลองละ 5 สถานี รวมทั้งสิ้น 36 สถานี โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 2 ครั้ง คือ เดือนเมษายน พ.ศ.2555 ใช้เป็นตัวแทนของฤดูน้ำแล้งและเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 เป็นตัวแทนของฤดูน้ำหลาก ผลการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 คุณภาพน้ำทั่วไป

เลือกตรวจวัดคุณภาพน้ำที่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ระหว่าง 0.70 – 5.90 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีแนวโน้มค่อยๆลดลงและเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 10 และภาพที่ 17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ฤดูน้ำหลาก

จากการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.49 – 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.34 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.37 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่จนถึงปากแม่น้ำ พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 6 สะพานรวมเมฆ หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ดังตารางที่ 10 และภาพที่ 17

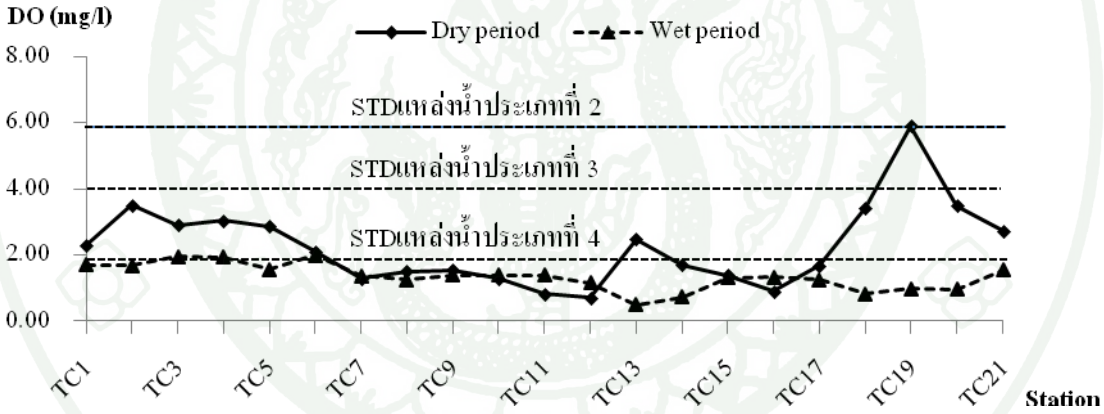
ตารางที่ 10 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)

สถานี	ค่ามาตรฐานปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตามประเภทแหล่งน้ำ (mg/l)			ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีน (mg/l)	
	ประเภทที่2	ประเภทที่3	ประเภทที่4	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	6.00	4.00	2.00	2.31	1.70
TC 2	6.00	4.00	2.00	3.50	1.67
TC 3	6.00	4.00	2.00	2.91	1.95
TC 4	6.00	4.00	2.00	3.04	1.93
TC 5	6.00	4.00	2.00	2.86	1.57
TC 6	6.00	4.00	2.00	2.10	2.00
TC 7	6.00	4.00	2.00	1.30	1.37
TC 8	6.00	4.00	2.00	1.50	1.25
TC 9	6.00	4.00	2.00	1.54	1.39
TC 10	6.00	4.00	2.00	1.29	1.39
TC 11	6.00	4.00	2.00	0.83	1.39
TC 12	6.00	4.00	2.00	0.70	1.16
TC 13	6.00	4.00	2.00	2.48	0.49
TC 14	6.00	4.00	2.00	1.69	0.72
TC 15	6.00	4.00	2.00	1.38	1.31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

สถานี	ค่ามาตรฐานปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตามประเภทแหล่งน้ำ			ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีน (mg/l)	
	ประเภทที่2	ประเภทที่3	ประเภทที่4	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 16	6.00	4.00	2.00	0.91	1.33
TC 17	6.00	4.00	2.00	1.68	1.26
TC 18	6.00	4.00	2.00	3.44	0.83
TC 19	6.00	4.00	2.00	5.90	0.97
TC 20	6.00	4.00	2.00	3.49	0.95
TC 21	6.00	4.00	2.00	2.73	1.55



ภาพที่ 17 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

2.1.2 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำที่สำคัญเนื่องจากมีผลต่อเมตาบอลึซึมของสิ่งมีชีวิตในน้ำ นอกจากนี้ยังมีผลต่อกระบวนการทางเคมีต่างๆในแหล่งน้ำอีกด้วย จากการศึกษาอุณหภูมิในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 32.1 – 34.1 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.9 องศาเซลเซียส มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 32.7 องศาเซลเซียส โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 11 และภาพที่ 18

2) ฤดูน้ำหลาก

จากการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 29.1 – 30.7 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.9 องศาเซลเซียส มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 29.9 องศาเซลเซียส โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่จนถึงปากแม่น้ำ พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 4 หน้าวัดงิ้วราย ตำบลงิ้วราย อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ดังตารางที่ 11 และภาพที่ 18

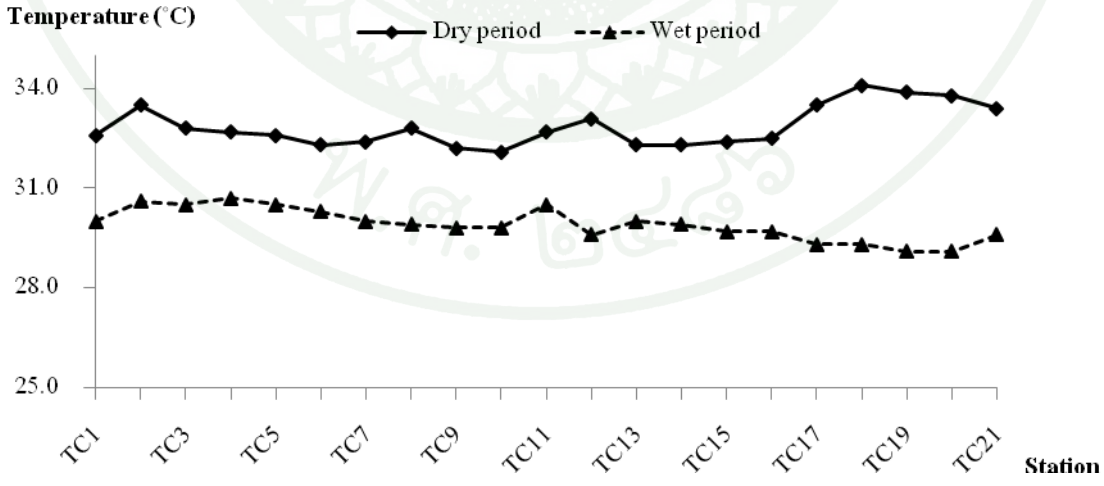
ตารางที่ 11 อุณหภูมิในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)

สถานี	อุณหภูมิ (°C)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	32.6	30.0
TC 2	33.5	30.6
TC 3	32.8	30.5
TC 4	32.7	30.7
TC 5	32.6	30.5
TC 6	32.3	30.3
TC 7	32.4	30.0
TC 8	32.8	29.9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

สถานี	อุณหภูมิ (°C)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 9	32.2	29.8
TC 10	32.1	29.8
TC 11	32.7	30.5
TC 12	33.1	29.6
TC 13	32.3	30.0
TC 14	32.3	29.9
TC 15	32.4	29.7
TC 16	32.5	29.7
TC 17	33.5	29.3
TC 18	34.1	29.3
TC 19	33.9	29.1
TC 20	33.8	29.1
TC 21	33.4	29.6



ภาพที่ 18 อุณหภูมิน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3 ค่าความเค็ม (Salinity)

ความเค็มในน้ำส่งผลต่อการละลายของโลหะหนักในแหล่งน้ำ เนื่องจากในน้ำที่มีความเค็มมีประจุลบของธาตุต่างๆอยู่มากซึ่งสามารถจับกับประจุบวกของโลหะหนักได้ดี จากการศึกษาค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน ดังนี้

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการตรวจวัดค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 0.1 – 13.1 ส่วนในพันส่วน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.1 ส่วนในพันส่วน โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.1 ส่วนในพันส่วน โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และมีค่าสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 12 และภาพที่ 19

2) ฤดูน้ำหลาก

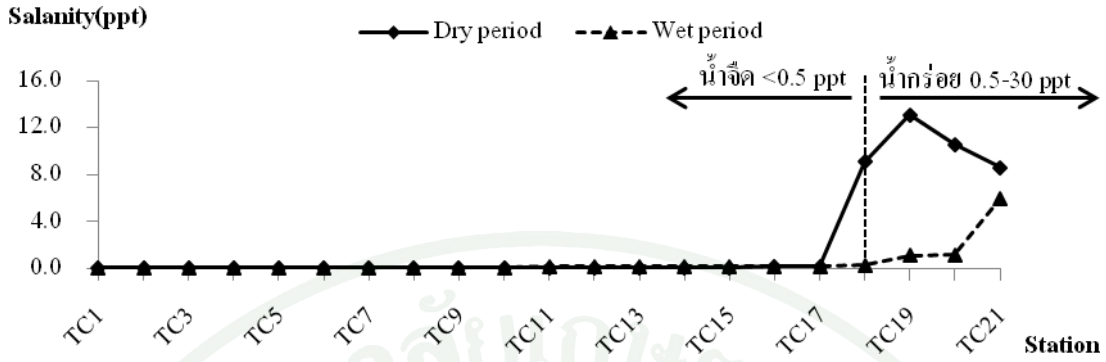
จากการตรวจวัดค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 0.1 – 6.0 ส่วนในพันส่วน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5 ส่วนในพันส่วน โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.2 ส่วนในพันส่วน โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และมีค่าสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดที่สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 21 ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลท่าจีน อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 12 และภาพที่ 19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)

สถานี	ประเภทความเค็มในแหล่งน้ำ(ppt)		ค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีน (ppt)	
	น้ำจืด	น้ำกร่อย	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 2	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 3	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 4	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 5	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 6	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 7	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 8	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 9	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 10	<0.5	0.5-30	0.1	0.1
TC 11	<0.5	0.5-30	0.1	0.2
TC 12	<0.5	0.5-30	0.1	0.2
TC 13	<0.5	0.5-30	0.1	0.2
TC 14	<0.5	0.5-30	0.1	0.2
TC 15	<0.5	0.5-30	0.1	0.2
TC 16	<0.5	0.5-30	0.2	0.2
TC 17	<0.5	0.5-30	0.2	0.2
TC 18	<0.5	0.5-30	9.1	0.3
TC 19	<0.5	0.5-30	13.1	1.1
TC 20	<0.5	0.5-30	10.6	1.2
TC 21	<0.5	0.5-30	8.6	6.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 ค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

2.1.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง นอกจากจะส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำแล้ว ยังมีผลต่อการละลายและการตกตะกอนของโลหะหนักอีกด้วย จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน ดังนี้

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 7.01 – 7.86 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.22 มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.14 โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่จนถึงปากแม่น้ำ พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 13 และภาพที่ 20

2) ฤดูน้ำหลาก

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 6.99 – 7.20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.10 มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.08 โดยมี

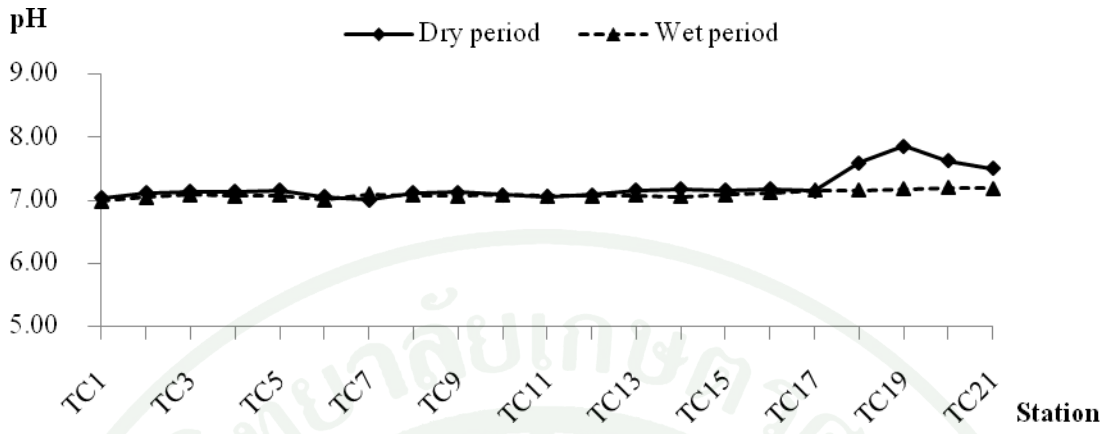
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวโน้มค่อนข้างคงที่จนถึงปากแม่น้ำ พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 20 หน้าวัดบางหญ้าแพรก ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 13 และภาพที่ 20

ตารางที่ 13 ค่าความเป็นกรด-ด่างในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)

สถานี	ค่ามาตรฐานความเป็นกรด-ด่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	
		ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	5.00-9.00	7.04	6.99
TC 2	5.00-9.00	7.12	7.05
TC 3	5.00-9.00	7.14	7.09
TC 4	5.00-9.00	7.14	7.07
TC 5	5.00-9.00	7.16	7.08
TC 6	5.00-9.00	7.06	7.02
TC 7	5.00-9.00	7.01	7.10
TC 8	5.00-9.00	7.12	7.08
TC 9	5.00-9.00	7.13	7.07
TC 10	5.00-9.00	7.09	7.09
TC 11	5.00-9.00	7.06	7.07
TC 12	5.00-9.00	7.09	7.07
TC 13	5.00-9.00	7.16	7.08
TC 14	5.00-9.00	7.18	7.05
TC 15	5.00-9.00	7.16	7.09
TC 16	5.00-9.00	7.18	7.12
TC 17	5.00-9.00	7.15	7.16
TC 18	5.00-9.00	7.60	7.16
TC 19	5.00-9.00	7.86	7.18
TC 20	5.00-9.00	7.63	7.20
TC 21	5.00-9.00	7.51	7.19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 ค่าความเป็นกรด-ด่างในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

2.1.5 ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity)

ค่าความนำไฟฟ้าเป็นค่าที่แสดงความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ซึ่งคุณสมบัตินี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำและความเข้มข้นรวมถึงชนิดของไอออนที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งรวมถึงไอออนของโลหะหนักที่มีในน้ำด้วย จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน ดังนี้

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 379 – 21600 µs/cm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3647 µs/cm โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 429 µs/cm โดยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำอย่างเห็นได้ชัดที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 14 และภาพที่ 21

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ฤดูน้ำหลาก

จากการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 413 - 1857 µs/cm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 631 µs/cmโดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 484 µs/cm โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่แล้วเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดที่สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร พบมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 21 ปากแม่น้ำตำบลท่าจีน ตำบลท่าจีน อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 14 และภาพที่ 21

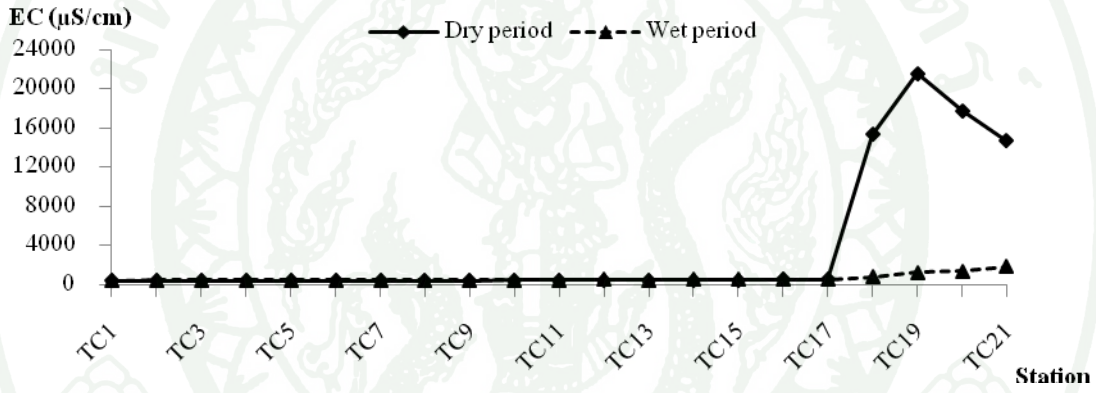
ตารางที่ 14 ค่าการนำไฟฟ้าในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)

สถานี	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	379	413
TC 2	387	448
TC 3	395	449
TC 4	396	446
TC 5	395	444
TC 6	395	462
TC 7	393	463
TC 8	395	464
TC 9	412	468
TC 10	423	468
TC 11	443	484
TC 12	464	491
TC 13	429	485
TC 14	437	487
TC 15	437	498
TC 16	509	511

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

สถานี	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 17	511	546
TC 18	15,363	793
TC 19	21,600	1227
TC 20	17,760	1356
TC 21	14,660	1857



ภาพที่ 21 ค่าการนำไฟฟ้าในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนและน้ำ

2.2.1 ตะกั่ว (Lead; Pb)

จากการศึกษาพบปริมาณตะกั่วในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน มีรายละเอียดดังนี้

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ตะกั่วมีค่าอยู่ระหว่างในช่วงตรวจไม่พบจนถึง0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0011 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีแนวโน้มลดลงและค่อนข้างคงที่เมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบมากที่สุดที่สถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ส่วนในดินตะกอน ตะกั่วมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 14.298-34.678 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.065 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 32.045 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อถึงสถานีสุดท้ายที่ใกล้ปากแม่แม่น้ำ พบปริมาณตะกั่วมากที่สุดที่สถานีที่ 8 หน้าวัดไร่ขิง ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ดังตารางที่ 15 และภาพที่ 22

ในส่วนของคลองสาขานั้นพบว่า คลองมหาสวัสดิ์มีปริมาณตะกั่วในน้ำอยู่ในช่วง น้อยกว่า 0.0005 ถึง 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณตะกั่วมากที่สุดที่สถานีที่ 1 สะพานหน้าหมู่บ้านพฤกษา8 คลองภาษีเจริญมีปริมาณตะกั่วในน้ำอยู่ในช่วงตรวจไม่พบ ถึง 0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณตะกั่วมากที่สุดที่สถานีที่ 2 สะพานใหญ่ห่างจากที่ว่าการอำเภอกระทุ่มแบนประมาณ 800 เมตร และสถานีที่ 3 หน้าวัดหนองพะอง คลองมหาชัยมีปริมาณตะกั่วในน้ำอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.0005 ถึง 0.0018 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0012 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0011 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณตะกั่วมากที่สุดที่สถานีที่ 1 สะพานข้ามตัวเมืองมหาชัย ดังตารางที่ 16 และภาพที่ 23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ฤดูน้ำหลาก

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ตะกั่วมีค่าอยู่ระหว่างในช่วงตรวจไม่พบจนถึง0.0017 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0007 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีแนวโน้มลดลงและค่อนข้างคงที่เมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบมากที่สุดที่สถานีที่ 3 เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร ส่วนในดินตะกอน ตะกั่วมีค่าอยู่ระหว่าง 24.714 – 41.409 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.952 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 35.255 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อถึงสถานีสุดท้ายที่ใกล้ปากแม่แม่น้ำ พบปริมาณตะกั่วมากที่สุดที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 15 และภาพที่ 22

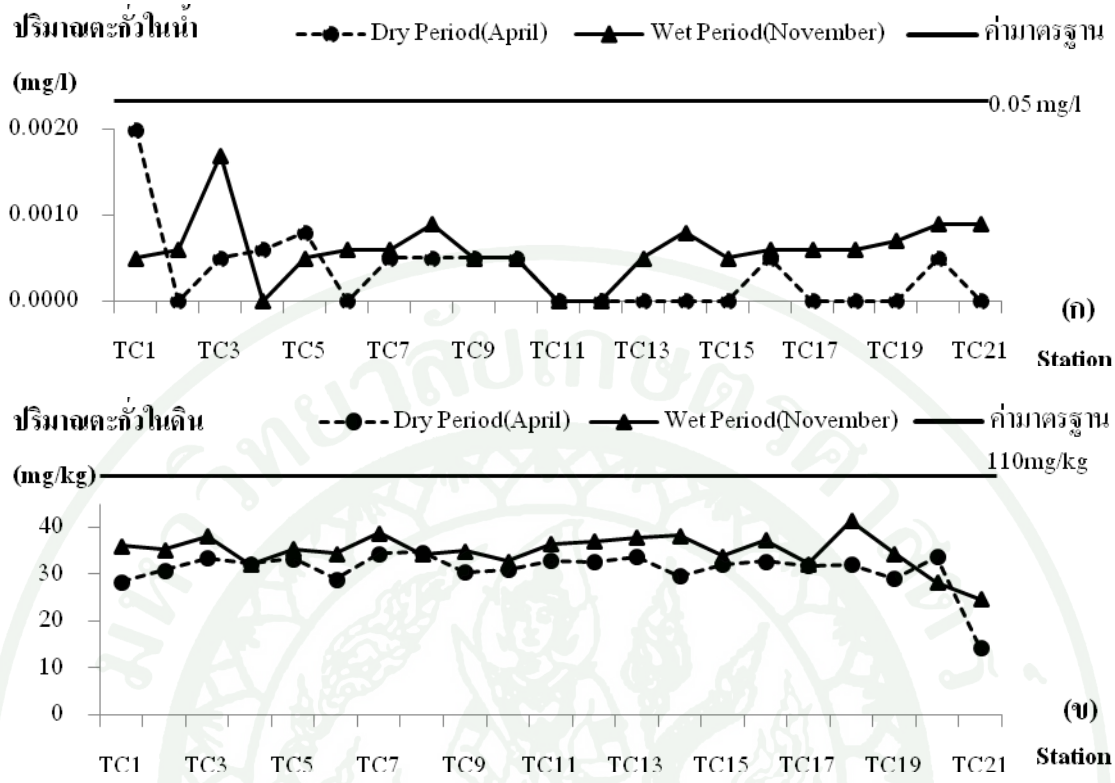
ในส่วนของคลองสาขานั้นพบว่า คลองมหาสวัสดิ์มีปริมาณตะกั่วในน้ำอยู่ในช่วง น้อยกว่า 0.0005 ถึง 0.0007 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0007 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0007 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณตะกั่วมากที่สุดที่สถานีที่ 1 สะพานหน้าหมู่บ้านพฤกษา 8 และสถานีที่ 4 หน้าวัดสาลวัน ตำบลสาลวัน อำเภอพุทธมณฑล คลองภาษีเจริญมีปริมาณตะกั่วในน้ำอยู่ในช่วงตรวจไม่พบ ถึง 0.0009 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณตะกั่วมากที่สุดที่สถานีที่ 5 หน้าวัดบางม่วง เขตบางแค คลองมหาชัยมีปริมาณตะกั่วในน้ำอยู่ในช่วงตรวจไม่พบ ถึง 0.0027 มิลลิกรัมต่อลิตรในฤดูน้ำหลาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0019 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณตะกั่วมากที่สุดที่สถานีที่ 3 หน้าวัดโคกขาม ดังตารางที่ 16 และภาพที่ 23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 ปริมาณตะกั่วในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)

สถานี	ดินตะกอน (mg/kg)		น้ำ (mg/l)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	28.342	36.013	0.0020	<0.0005
TC 2	30.864	35.255	-	0.0006
TC 3	33.491	38.107	<0.0005	0.0017
TC 4	32.239	32.111	0.0006	-
TC 5	33.341	35.343	0.0008	<0.0005
TC 6	28.976	34.426	-	0.0006
TC 7	34.396	38.789	<0.0005	0.0006
TC 8	34.678	34.310	<0.0005	0.0009
TC 9	30.472	34.937	<0.0005	<0.0005
TC 10	30.977	32.827	<0.0005	<0.0005
TC 11	32.892	36.548	-	-
TC 12	32.590	37.052	-	-
TC 13	33.732	37.848	-	<0.0005
TC 14	29.570	38.200	-	0.0008
TC 15	32.045	33.899	-	<0.0005
TC 16	32.743	37.328	-	0.0006
TC 17	31.869	32.219	-	0.0006
TC 18	32.041	41.409	-	0.0006
TC 19	29.117	34.400	-	0.0007
TC 20	33.691	28.266	<0.0005	0.0009
TC 21	14.298	24.714	-	0.0009

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

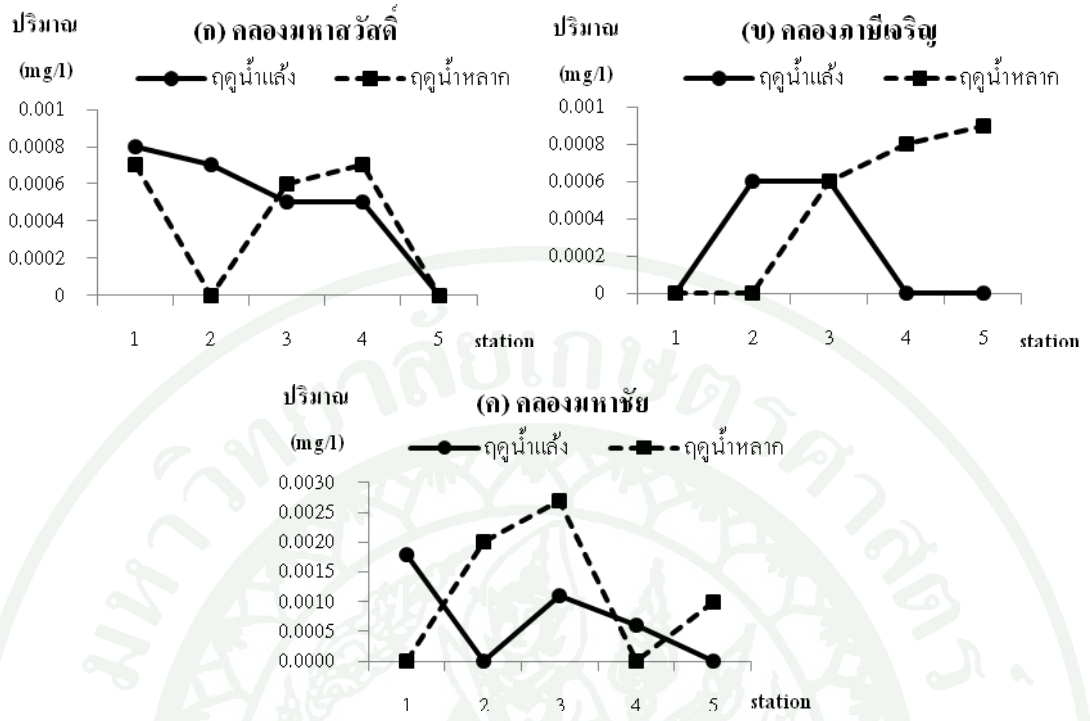


ภาพที่ 22 ปริมาณตะกั่วในน้ำ (ก) และดินตะกอน (ข) ที่พบในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบ 2 ฤดู

ตารางที่ 16 ปริมาณตะกั่วในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) (mg/l)

สถานีที่	คลองมหาสวัสดิ์		คลองภาษีเจริญ		คลองมหาชัย	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
1	0.0008	0.0007	<0.0005	-	0.0018	<0.0005
2	0.0007	<0.0005	0.0006	-	<0.0005	0.0020
3	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0011	0.0027
4	0.0005	0.0007	-	0.0008	0.0006	-
5	<0.0005	<0.0005	-	0.0009	-	0.0010

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 ปริมาณตะกั่วที่พบในคลองสาขาช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) ได้แก่ (ก)คลองมหาสวัสดิ์ (ข)คลองภาษีเจริญ และ(ค)คลองมหาชัย

2.2.2 แคดเมียม (Cadmium; Cd)

จากการศึกษาพบปริมาณแคดเมียมในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน มีรายละเอียดดังนี้

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ไม่พบปริมาณแคดเมียมเลย ส่วนในดินตะกอนพบอยู่ในช่วง น้อยกว่า 0.020 ถึง 0.176 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.092 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.087 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบปริมาณแคดเมียมมากที่สุดที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 17 และภาพที่ 24 สำหรับคลองสาขาทั้ง 3 คลองนั้นไม่พบ ปริมาณแคดเมียมในน้ำเลย

2) ฤดูน้ำหลาก

จากการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ไม่พบปริมาณแคดเมียมเลย ส่วนในดินตะกอนอยู่ในช่วง 0.035 – 0.548 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1818 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.1220 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบปริมาณแคดเมียมมากที่สุดที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 17 และภาพที่ 24 สำหรับคลองสาขาทั้ง 3 คลองนั้นไม่พบ ปริมาณแคดเมียมในน้ำเลย

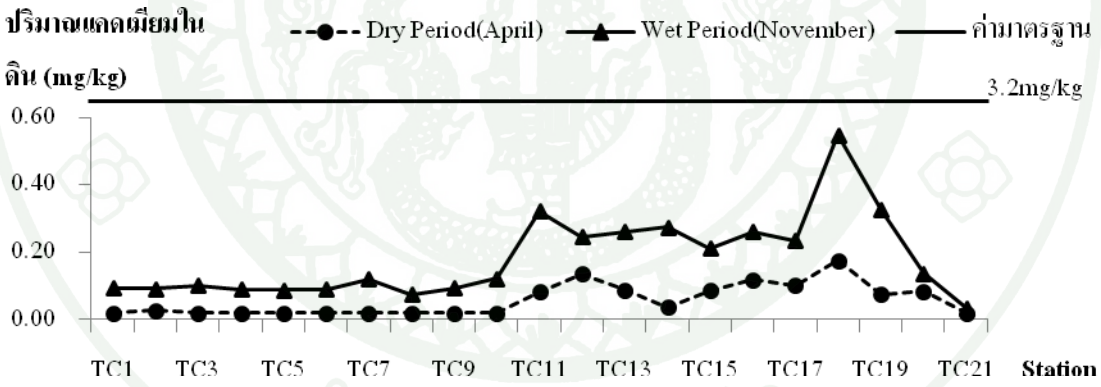
ตารางที่ 17 ปริมาณแคดเมียมในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)

สถานี	ดินตะกอน (mg/kg)		น้ำ (mg/l)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	< 0.020	0.094	-	-
TC 2	0.028	0.091	-	-
TC 3	<0.020	0.101	-	-
TC 4	<0.020	0.089	-	-
TC 5	<0.020	0.088	-	-
TC 6	<0.020	0.090	-	-
TC 7	<0.020	0.121	-	-
TC 8	<0.020	0.075	-	-
TC 9	<0.020	0.093	-	-
TC 10	<0.020	0.122	-	-
TC 11	0.082	0.322	-	-
TC 12	0.136	0.245	-	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 (ต่อ)

สถานี	ดินตะกอน (mg/kg)		น้ำ (mg/l)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 13	0.088	0.261	-	-
TC 14	0.037	0.274	-	-
TC 15	0.087	0.211	-	-
TC 16	0.118	0.261	-	-
TC 17	0.102	0.234	-	-
TC 18	0.176	0.548	-	-
TC 19	0.074	0.325	-	-
TC 20	0.084	0.138	-	-
TC 21	<0.020	0.035	-	-



ภาพที่ 24 ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนที่พบในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบ 2 ฤดู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.3 สารหนู (Arsenic; As)

จากการศึกษาพบปริมาณสารหนูในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน มีรายละเอียดดังนี้

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารหนูในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ตะกั่วมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 0.0027 – 0.0130 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0045 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0030 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบมากที่สุดที่สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ในดินตะกอน สารหนูมีค่าอยู่ระหว่าง 1.704 – 15.004 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.4813 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 6.8580 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบปริมาณสารหนูมากที่สุดที่สถานีที่ 5 หน้าวัดปิ่นจันทราราม ตำบลวัดแค อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ดังตารางที่ 18 และภาพที่ 25

ในส่วนของคลองสาขานั้นพบว่า คลองมหาสวัสดิ์มีปริมาณสารหนูในน้ำอยู่ในช่วง 0.0039 – 0.0045 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0042 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0042 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณสารหนูมากที่สุดที่สถานีที่ 1 สะพานหน้าหมู่บ้านพฤกษา 8 คลองภาษีเจริญมีปริมาณสารหนูในน้ำอยู่ในช่วง 0.0005 – 0.0056 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0043 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0051 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณสารหนูมากที่สุดที่สถานีที่ 3 หน้าวัดหนองพะอง อำเภอสวนหลวง คลองมหาชัยมีปริมาณสารหนูในน้ำอยู่ในช่วง 0.0057 – 0.0090 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0074 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0073 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณสารหนูมากที่สุดที่สถานีที่ 4 หน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่ ดังตารางที่ 19 และภาพที่ 26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ฤดูน้ำหลาก

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารหนูในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ สารหนูมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 0.0030 – 0.0050 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0039 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0040 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบมากที่สุดที่สถานีที่ 21 ปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ส่วนในดินตะกอน สารหนูมีค่าอยู่ระหว่าง 1.704 – 15.004 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.584 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 6.794 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบปริมาณสารหนูมากที่สุดที่สถานีที่ 9 หน้าวัดท่าข้าม ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ดังตารางที่ 18 และภาพที่ 25

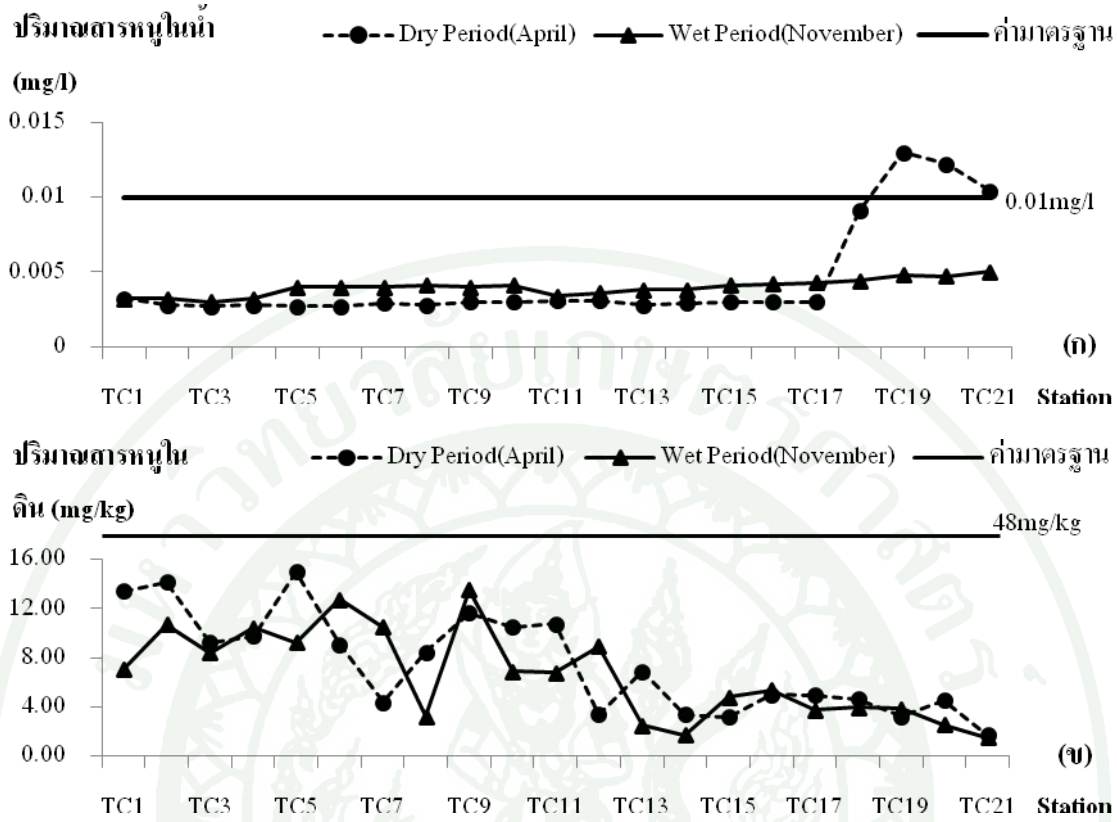
ในส่วนของคลองสาขานั้นพบว่า คลองมหาสวัสดิ์มีปริมาณสารหนูในน้ำอยู่ในช่วง 0.0046 – 0.0054 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0050 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0049 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณสารหนูมากที่สุดที่สถานีที่ 4 หน้าวัดสาลวัน ตำบลสาลวัน อำเภอพุทธมณฑล คลองภาษีเจริญมีปริมาณสารหนูในน้ำอยู่ในช่วง 0.0040 - 0.0043 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0041 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0040 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณสารหนูมากที่สุดที่สถานีที่ 4 ล่างคลองทวีวัฒนาประมาณ 500 เมตร คลองมหาชัยมีปริมาณสารหนูในน้ำอยู่ในช่วง 0.0043 – 0.0047 มิลลิกรัมต่อลิตรในฤดูน้ำหลาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0045 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0046 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณตะกั่วมากที่สุดที่สถานีที่ 4 หน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่ ดังตารางที่ 19 และภาพที่ 26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ปริมาณสารหนูในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)

สถานี	ดินตะกอน (mg/kg)		น้ำ (mg/l)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	13.439	7.104	0.0032	0.0032
TC 2	14.179	10.716	0.0028	0.0032
TC 3	9.249	8.388	0.0027	0.0030
TC 4	9.757	10.440	0.0028	0.0032
TC 5	15.004	9.257	0.0027	0.0040
TC 6	9.092	12.729	0.0027	0.0040
TC 7	4.371	10.494	0.0029	0.0040
TC 8	8.427	3.214	0.0028	0.0041
TC 9	11.633	13.553	0.0030	0.0040
TC 10	10.504	6.851	0.0030	0.0041
TC 11	10.757	6.794	0.0031	0.0034
TC 12	3.388	8.897	0.0031	0.0036
TC 13	6.858	2.469	0.0028	0.0038
TC 14	3.370	1.679	0.0029	0.0038
TC 15	3.148	4.780	0.0030	0.0041
TC 16	4.965	5.340	0.0030	0.0042
TC 17	4.936	3.754	0.0030	0.0043
TC 18	4.625	3.956	0.0091	0.0044
TC 19	3.194	3.813	0.0130	0.0048
TC 20	4.507	2.542	0.0122	0.0047
TC 21	1.704	1.498	0.0104	0.0050

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

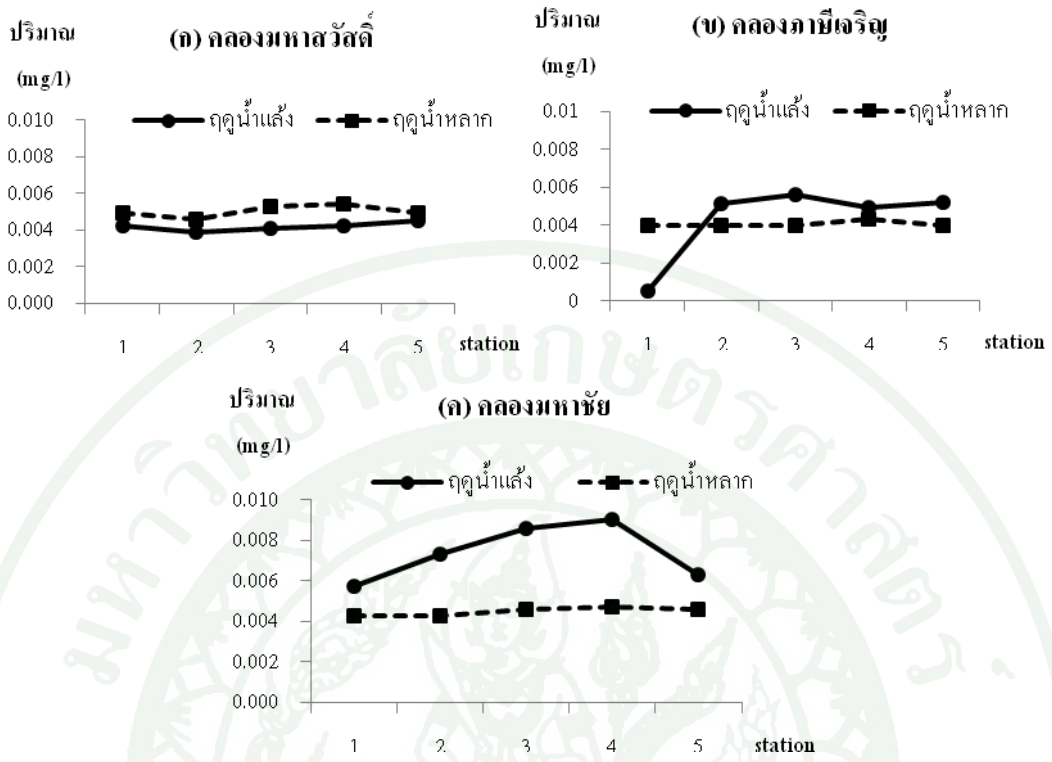


ภาพที่ 25 ปริมาณสารหนูในน้ำ (ก) และดินตะกอน (ข) ที่พบในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบ 2 ฤดู

ตารางที่ 19 ปริมาณสารหนูในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) (mg/l)

สถานีที่	คลองมหาสวัสดิ์		คลองภาษีเจริญ		คลองมหาชัย	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
1	0.0042	0.0049	0.0005	0.0040	0.0057	0.0043
2	0.0039	0.0046	0.0051	0.0040	0.0073	0.0043
3	0.0041	0.0053	0.0056	0.0040	0.0086	0.0046
4	0.0042	0.0054	0.0049	0.0043	0.0090	0.0047
5	0.0045	0.0049	0.0052	0.0040	0.0063	0.0046

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 ปริมาณสารหนูที่พบในคลองสาขาช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) ได้แก่ (ก)คลองมหาสวัสดิ์ (ข)คลองภาษีเจริญ และ (ค)คลองมหาชัย

2.2.4 ปรอท (Mercury; Hg)

จากการศึกษาพบปริมาณปรอทในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน มีรายละเอียดดังนี้

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ปรอทมีค่าอยู่ระหว่างในช่วงตรวจไม่พบจนถึงน้อยกว่า 0.0005 มิลลิกรัมต่อลิตร แนวโน้มลดลงเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ ส่วนในดินตะกอน ปรอทมีค่าอยู่ระหว่าง น้อยกว่า 0.010 – 0.463 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2138 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.1630 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบปริมาณปรอทมากที่สุดที่สถานีที่ 7 หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง จังหวัดนครปฐม ดังตารางที่ 20 และภาพที่ 27

ในส่วนของคลองสาขานั้นพบว่า คลองมหาสวัสดิ์มีปริมาณปรอทในน้ำอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.0005 มิลลิกรัมต่อลิตรทุกสถานี คลองภาษีเจริญมีปริมาณปรอทในน้ำอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.0005 มิลลิกรัมต่อลิตรทุกสถานี และคลองมหาชัยมีปริมาณปรอทในน้ำอยู่ในช่วงตรวจไม่พบ ถึง 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณปรอทมากที่สุดที่สถานีที่ 2 หลังประตูระบายน้ำคลองมหาชัย ดังตารางที่ 21 และภาพที่ 28

2) ฤดูน้ำหลาก

จากการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ ปรอทมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง ตรวจไม่พบ ถึง 0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0013 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0010 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบมากที่สุดที่สถานีที่ 11 หน้าวัดอ้อมใหญ่ ตำบลอ้อมใหญ่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ส่วนในดินตะกอน ปรอทมีค่าอยู่ระหว่าง ในช่วงตรวจไม่พบ จนถึง 0.416 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งพบเพียงสถานีเดียว คือ สถานีที่ 3 เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ ดังตารางที่ 20 และภาพที่ 27

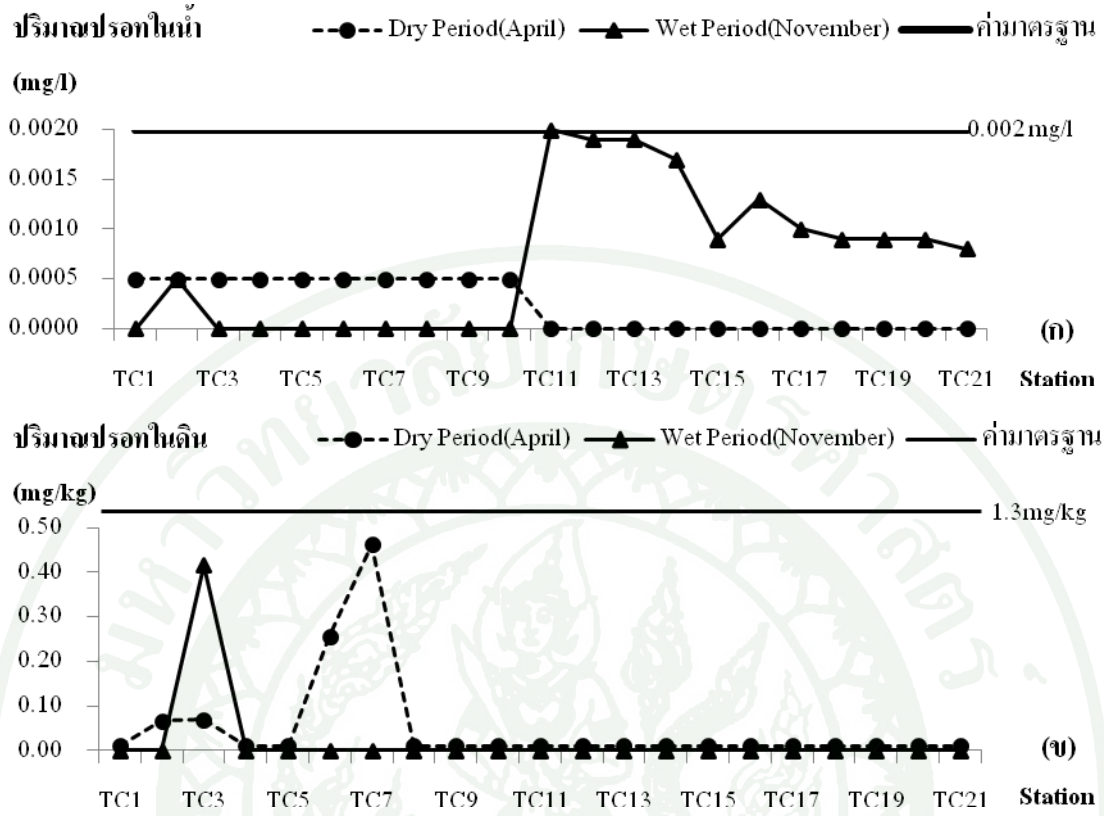
ในส่วนของคลองสาขานั้นพบว่า คลองมหาสวัสดิ์มีปริมาณปรอทในน้ำอยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ ถึง 0.0018 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบเพียงสถานีเดียว คือ สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมืองสมุทรสาคร คลองภาษีเจริญและคลองมหาชัยตรวจไม่พบปริมาณปรอท ดังตารางที่ 21 และภาพที่ 28

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 ปริมาณปรอทในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)

สถานี	ดินตะกอน(mg/kg)		น้ำ(mg/l)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	<0.010	-	<0.0005	-
TC 2	0.066	-	<0.0005	<0.0005
TC 3	0.069	0.416	<0.0005	-
TC 4	<0.010	-	<0.0005	-
TC 5	<0.010	-	<0.0005	-
TC 6	0.257	-	<0.0005	-
TC 7	0.463	-	<0.0005	-
TC 8	<0.010	-	<0.0005	-
TC 9	<0.010	-	<0.0005	-
TC 10	<0.010	-	<0.0005	-
TC 11	<0.010	-	-	0.0020
TC 12	<0.010	-	-	0.0019
TC 13	<0.010	-	-	0.0019
TC 14	<0.010	-	-	0.0017
TC 15	<0.010	-	-	0.0009
TC 16	<0.010	-	-	0.0013
TC 17	<0.010	-	-	0.0010
TC 18	<0.010	-	-	0.0009
TC 19	<0.010	-	-	0.0009
TC 20	<0.010	-	-	0.0009
TC 21	<0.010	-	-	0.0008

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

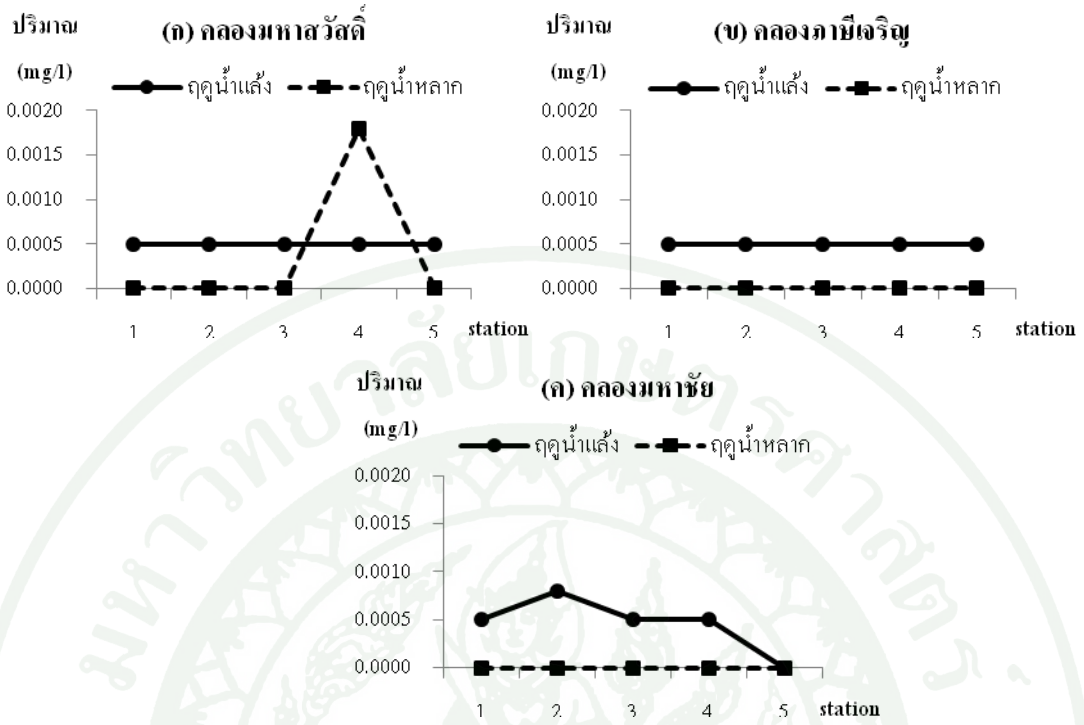


ภาพที่ 27 ปริมาณปรอทในน้ำ (ก) และดินตะกอน (ข) ที่พบในแม่น้ำท่าจีน เปรียบเทียบ 2 ฤดู

ตารางที่ 21 ปริมาณปรอทในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) (mg/l)

สถานีที่	คลองมหาสวัสดิ์		คลองภาษีเจริญ		คลองมหาชัย	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
1	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-
2	<0.0005	-	<0.0005	-	0.0008	-
3	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-
4	<0.0005	0.0018	<0.0005	-	<0.0005	-
5	<0.0005	-	<0.0005	-	-	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 28 ปริมาณปรอทที่พบในคลองสาขา ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) ได้แก่ (ก)คลองมหาสวัสดิ์ (ข)คลองภาษีเจริญ และ(ค)คลองมหาชัย

2.2.5 นิกเกิล (Nickel; Ni)

จากการศึกษาพบปริมาณนิกเกิลในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน มีรายละเอียดดังนี้

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณนิกเกิลในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ นิกเกิลมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง ตรวจไม่พบ ถึง 0.0024มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบมากที่สุดที่สถานีที่ 20 หน้าวัดบางหญ้าแพรก ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร ส่วนในดินตะกอน นิกเกิลมีค่าอยู่ระหว่าง 5.536 – 30.305 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

21.306 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 22.527 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่จนถึงปากแม่น้ำ พบปริมาณนิกเกิลมากที่สุดที่สถานีที่ 20 หน้าวัดบางหญ้าแพรก ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร ดังตารางที่ 22 และภาพที่ 29

ในส่วนของคลองสาขานั้นพบว่า คลองมหาสวัสดิ์มีปริมาณนิกเกิลในน้ำอยู่ในช่วง 0.0022 – 0.0040 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0032 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0033 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณสารหนูมากที่สุดที่สถานีที่ 4 หน้าวัดสาลวัน ตำบลสาลวัน อำเภอพุทธมณฑล คลองภาษีเจริญมีปริมาณนิกเกิลในน้ำอยู่ในช่วง 0.0060 – 0.0134 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0107 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0117 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณสารหนูมากที่สุดที่สถานีที่ 3 หน้าวัดหนองพะอง ตำบลสวนหลวง คลองมหาชัยมีปริมาณสารหนูในน้ำอยู่ในช่วง 0.0053 – 0.0718 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0270 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0184 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณนิกเกิลมากที่สุดที่สถานีที่ 4 หน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่ ดังตารางที่ 23 และภาพที่ 30

2) ฤดูน้ำหลาก

จากการวิเคราะห์ปริมาณนิกเกิลในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 พบว่า ในน้ำ นิกเกิลมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง น้อยกว่า 0.0015 ถึง 0.0047 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0029 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0026 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ พบมากที่สุดที่สถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ส่วนในดินตะกอน นิกเกิลมีค่าอยู่ระหว่าง 16.451 – 39.521 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.288 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 31.7050 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่จนถึงปากแม่น้ำ พบปริมาณนิกเกิลมากที่สุดที่สถานีที่ 7 หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง จังหวัดนครปฐม ดังตารางที่ 22 และภาพที่ 29

ในส่วนของคลองสาขานั้นพบว่า คลองมหาสวัสดิ์มีปริมาณนิกเกิลในน้ำอยู่ในช่วง น้อยกว่า 0.0015 ถึง 0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0018 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0018 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณนิกเกิลมากที่สุดที่สถานีที่ 2 หน้าวัดสุวรรณาราม คลองภาษีเจริญมีปริมาณนิกเกิลในน้ำอยู่ในช่วง 0.0030 – 0.0211 มิลลิกรัมต่อลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0092 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0048 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณนิกเกิลมากที่สุดที่สถานีที่ 5 หน้าวัดม่วง เขตบางแค คลองมหาชัยมีปริมาณนิกเกิลในน้ำอยู่ในช่วง 0.0019 – 0.0117 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0044 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.0029 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณนิกเกิลมากที่สุดที่สถานีที่ 1 สะพานข้ามตัวเมืองมหาชัย ดังตารางที่ 23 และภาพที่ 30

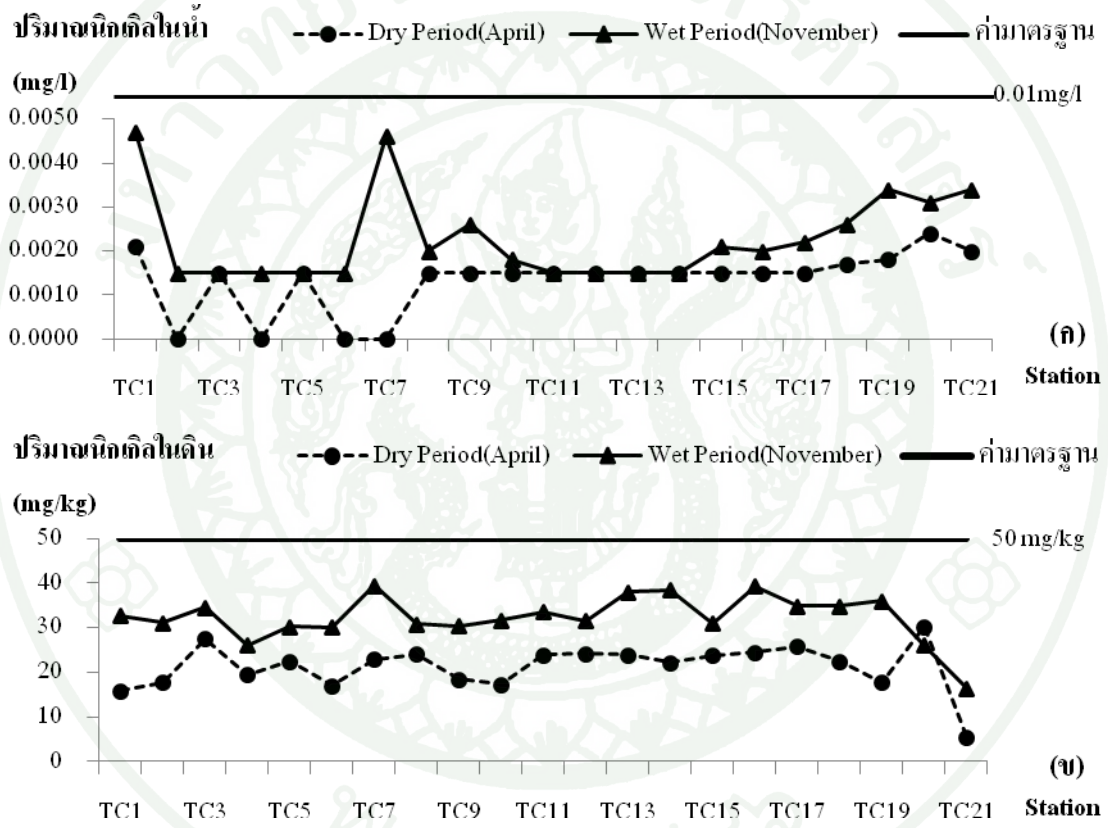
ตารางที่ 22 ปริมาณนิกเกิลในแม่น้ำท่าจีนช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555)

สถานี	ดินตะกอน(mg/kg)		น้ำ(mg/l)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 1	15.908	32.675	0.0021	0.0047
TC 2	17.717	31.191	-	<0.0015
TC 3	27.496	34.526	<0.0015	<0.0015
TC 4	19.501	26.120	-	<0.0015
TC 5	22.508	30.302	<0.0015	<0.0015
TC 6	17.027	30.080	-	<0.0015
TC 7	22.886	39.521	-	0.0046
TC 8	24.136	30.878	<0.0015	0.0020
TC 9	18.402	30.384	<0.0015	0.0026
TC 10	17.282	31.705	<0.0015	0.0018
TC 11	23.960	33.647	<0.0015	<0.0015
TC 12	24.187	31.621	<0.0015	<0.0015
TC 13	23.908	38.066	<0.0015	<0.0015
TC 14	22.203	38.486	<0.0015	<0.0015
TC 15	23.810	31.027	<0.0015	0.0021
TC 16	24.574	39.394	<0.0015	0.0020
TC 17	25.801	34.931	<0.0015	0.0022
TC 18	22.527	34.817	0.0017	0.0026
TC 19	17.741	36.086	0.0018	0.0034

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 (ต่อ)

สถานี	ดินตะกอน(mg/kg)		น้ำ(mg/l)	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
TC 20	30.305	26.130	0.0024	0.0031
TC 21	5.536	16.451	0.0020	0.0034

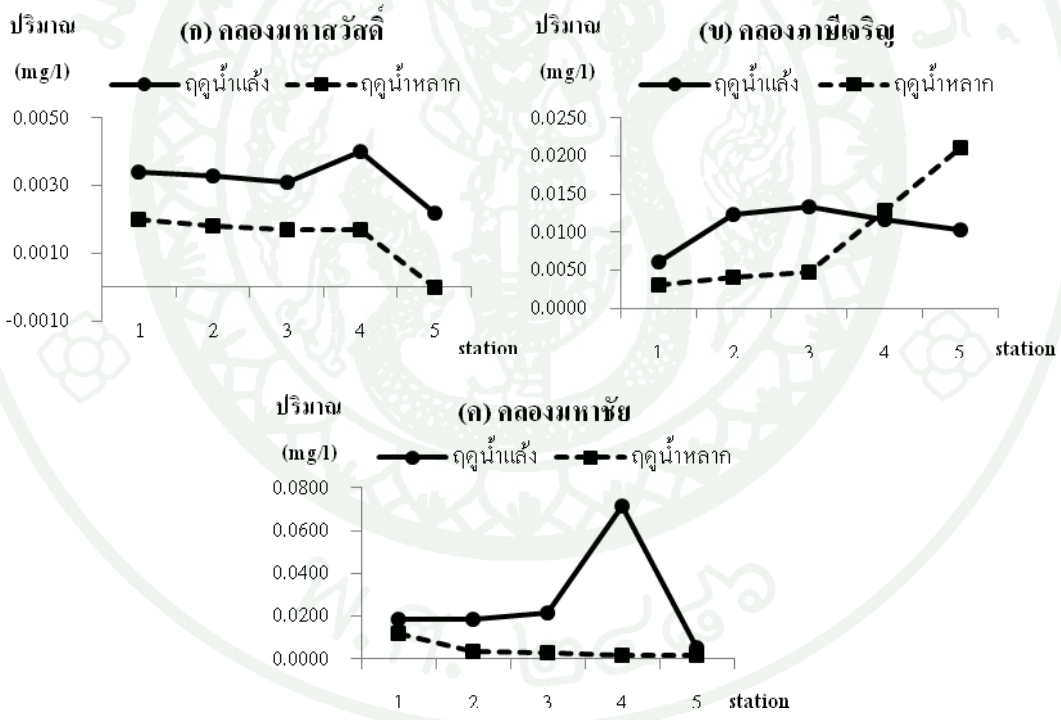


ภาพที่ 29 ปริมาณนิกเกิลในน้ำ (ก) และดินตะกอน (ข) ที่พบในแม่น้ำท่าจีน เปรียบเทียบ 2 ฤดู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 ปริมาณนิกเกิลในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) (mg/l)

สถานีที่	คลองมหาสวัสดิ์		คลองภาษีเจริญ		คลองมหาชัย	
	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก	ฤดูน้ำแล้ง	ฤดูน้ำหลาก
1	0.0034	0.0020	0.0060	0.0030	0.0184	0.0117
2	0.0033	0.0018	0.0123	0.0041	0.0184	0.0035
3	0.0031	0.0017	0.0134	0.0048	0.0213	0.0029
4	0.0040	0.0017	0.0117	0.0129	0.0718	0.0019
5	0.0022	<0.0015	0.0103	0.0211	0.0053	0.0019



ภาพที่ 30 ปริมาณนิกเกิลที่พบในคลองสาขา ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เมษายน 2555) และฤดูน้ำหลาก (พฤศจิกายน 2555) ได้แก่ (ก)คลองมหาสวัสดิ์ (ข)คลองภาษีเจริญ และ(ค)คลองมหาชัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การประเมินศักยภาพการรองรับปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน

เนื่องจากความเร็วของน้ำในวันที่เก็บตัวอย่างในคลองสาขาทั้งสามคลอง อันได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัยมีค่าเท่ากับ 0 เมตร/วินาทีหรือเป็นน้ำนิ่ง จึงคำนวณอัตราไหลของน้ำจากคลองสาขาเป็น 0 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามที่ปรากฏในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำท่าจีนและคลองสาขา

แหล่งน้ำ	ความเร็วน้ำในฤดูน้ำแล้ง(m/s)	ความเร็วน้ำในฤดูน้ำหลาก(m/s)
แม่น้ำท่าจีน	0.6	0.3
คลองมหาสวัสดิ์	0	0
คลองภาษีเจริญ	0	0
คลองมหาชัย	0	0

ดังนั้น เมื่อแทนค่าในสมการหาความเข้มข้นของสารมลพิษจากแหล่งน้ำสองแหล่งตามวิธีของ Edward (1987) และ ภารดี (2541) จะพบว่า

จากสมการ $$C_0 = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2}{Q_1 + Q_2}$$

เมื่อ C_0 = ความเข้มข้นรวมของสารในแม่น้ำและน้ำเสียเมื่อผสมกัน(กรัม/ลูกบาศก์เมตร)

Q_1 = อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำ(ลูกบาศก์เมตร/วินาที) ได้จากข้อมูลของกรมชลประทาน

C_1 = ความเข้มข้นของน้ำในแม่น้ำก่อนผสม โดยใช้จุดไหลก่อนจะมีการเติมน้ำเสียจากคลองระบายน้ำ(กรัม/ลูกบาศก์เมตร)

Q_2 = อัตราการไหลของน้ำในคลองระบายน้ำ(ลูกบาศก์เมตร/วินาที) จากการประเมินของผู้วิจัย

C_2 = ความเข้มข้นของสารในน้ำเสีย (กรัม/ลูกบาศก์เมตร) เป็นความเข้มข้นที่ต้องการทราบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะได้ $$C_0 = \frac{Q_1 C_1 + (0) C_2}{Q_1 + (0)}$$

$$C_0 = C_1$$

จากสมการข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่า ไม่มีปริมาณโลหะหนักที่มาจากคลองสาขาลงสู่แม่น้ำท่าจีน หรือมีน้อยมากจนไม่มีผลต่อศักยภาพการรองรับปริมาณโลหะหนักของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน ดังนั้น ปริมาณโลหะหนักที่สามารถมีได้ในแม่น้ำท่าจีน มีค่าเท่ากับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำและดินตะกอนที่ได้กำหนดไว้ ในการประเมินศักยภาพการรองรับโลหะหนักโดยแยกชนิดตามฤดูกาล จึงพิจารณาได้จากส่วนต่างระหว่างค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้กับค่าที่วิเคราะห์ได้จากการเก็บตัวอย่าง หากค่าที่วิเคราะห์ได้มีมากเกินกว่าค่ามาตรฐาน จะถือว่า ไม่มีศักยภาพในการรองรับโลหะหนักชนิดและฤดูกาลนั้นๆ โดยในที่นี้ จะใช้ค่ามาตรฐานโลหะหนักในน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) และในดินตะกอนตามค่ามาตรฐานโลหะหนัก NOAA (Long and Morgan, 1990)

2.3.1 การประเมินศักยภาพในการรองรับปริมาณตะกั่วของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากตารางที่ 25 ปริมาณตะกั่วในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณตะกั่วในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 99.31

จากตารางที่ 26 ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณตะกั่วในดินตะกอนได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 100.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ฤดูน้ำหลาก

จากตารางที่ 25 ปริมาณตะกั่วในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณตะกั่วในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 98.81

จากตารางที่ 26 ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณตะกั่วในดินตะกอนได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 68.23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 ศักยภาพการรองรับปริมาณตะกั่วของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณตะกั่วสูงสุดที่สามารถมีได้ในในน้ำ* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณตะกั่วที่พบในน้ำ (mg/kg) (2)	ศักยภาพการรองรับตะกั่วในน้ำ (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับตะกั่วในน้ำ (%) (3)/(1) x 100	ปริมาณตะกั่วที่พบในน้ำ (mg/kg) (4)	ศักยภาพการรองรับตะกั่วในน้ำ (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับตะกั่วในน้ำ (%) (5)/(1) x 100
TC1	0.05	0.0020	0.0480	96.00	<0.0005	0.0495	99.00
TC2	0.05	-	0.0500	100.00	0.0006	0.0494	98.80
TC3	0.05	<0.0005	0.0495	99.00	0.0017	0.0483	96.60
TC4	0.05	0.0006	0.0494	98.80	-	0.0500	100.00
TC5	0.05	0.0008	0.0492	98.40	<0.0005	0.0495	99.00
TC6	0.05	-	0.0500	100.00	0.0006	0.0494	98.80
TC7	0.05	<0.0005	0.0495	99.00	0.0006	0.0494	98.80
TC8	0.05	<0.0005	0.0495	99.00	0.0009	0.0491	98.20
TC9	0.05	<0.0005	0.0495	99.00	<0.0005	0.0495	99.00
TC10	0.05	<0.0005	0.0495	99.00	<0.0005	0.0495	99.00
TC11	0.05	-	0.0500	100.00	-	0.0500	100.00
TC12	0.05	-	0.0500	100.00	-	0.0500	100.00
TC13	0.05	-	0.0500	100.00	<0.0005	0.0495	99.00
TC14	0.05	-	0.0500	100.00	0.0008	0.0492	98.40
TC15	0.05	-	0.0500	100.00	<0.0005	0.0495	99.00
TC16	0.05	<0.0005	0.0495	99.00	0.0006	0.0494	98.80
TC17	0.05	-	0.0500	100.00	0.0006	0.0494	98.80
TC18	0.05	-	0.0500	100.00	0.0006	0.0494	98.80
TC19	0.05	-	0.0500	100.00	0.0007	0.0493	98.60
TC20	0.05	<0.0005	0.0495	99.00	0.0009	0.0491	98.20
TC21	0.05	-	0.0500	100.00	0.0009	0.0491	98.20
ค่าเฉลี่ย	0.05	0.0003	0.0497	99.34	0.0006	0.0494	98.81

หมายเหตุ * = ปริมาณตะกั่วตามที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 ศักยภาพการรองรับปริมาณตะกั่วของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณตะกั่วสูงสุดที่สามารถมีได้ในดินตะกอน* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณตะกั่วที่พบในดินตะกอน (mg/kg)(2)	ศักยภาพการรองรับตะกั่วในดินตะกอน (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับตะกั่วในดินตะกอน (%) = (3)/(1) x 100	ปริมาณตะกั่วที่พบในดินตะกอน (mg/kg)(4)	ศักยภาพการรองรับตะกั่วในดินตะกอน (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับตะกั่วในดินตะกอน (%) = (5)/(1) x 100
TC1	110	28.342	81.658	74.23	36.013	73.987	67.26
TC2	110	30.864	79.136	71.94	35.255	74.745	67.95
TC3	110	33.491	76.509	69.55	38.107	71.893	65.36
TC4	110	32.239	77.761	70.69	32.111	77.889	70.81
TC5	110	33.341	76.659	69.69	35.343	74.657	67.87
TC6	110	28.976	81.024	73.66	34.426	75.574	68.70
TC7	110	34.396	75.604	68.73	38.789	71.211	64.74
TC8	110	34.678	75.322	68.47	34.310	75.690	68.81
TC9	110	30.472	79.528	72.30	34.937	75.063	68.24
TC10	110	30.977	79.023	71.84	32.827	77.173	70.16
TC11	110	32.892	77.108	70.10	36.548	73.452	66.77
TC12	110	32.590	77.410	70.37	37.052	72.948	66.32
TC13	110	33.732	76.268	69.33	37.848	72.152	65.59
TC14	110	29.570	80.430	73.12	38.200	71.800	65.27
TC15	110	32.045	77.955	70.87	33.899	76.101	69.18
TC16	110	32.743	77.257	70.23	37.328	72.672	66.07
TC17	110	31.869	78.131	71.03	32.219	77.781	70.71
TC18	110	32.041	77.959	70.87	41.409	68.591	62.36
TC19	110	29.117	80.883	73.53	34.400	75.600	68.73
TC20	110	33.691	76.309	69.37	28.266	81.734	74.30
TC21	110	14.298	95.702	87.00	24.714	85.286	77.53
ค่าเฉลี่ย	110	31.065	78.935	71.76	34.952	75.048	68.23

หมายเหตุ * = ปริมาณตะกั่วตามที่กำหนดในค่ามาตรฐานตาม NOAA (ERM: Effect range median; dry wt) (Long and Morgan, 1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.2 การประเมินศักยภาพในการรองรับปริมาณแคดเมียมของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากตารางที่ 27 ปริมาณแคดเมียมในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณแคดเมียมในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 100.00

จากตารางที่ 28 ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 99.36

2) ฤดูน้ำหลาก

จากตารางที่ 27 ปริมาณแคดเมียมในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณแคดเมียมในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 100.00

จากตารางที่ 28 ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 97.98

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 ศักยภาพการรองรับปริมาณแคดเมียมของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณแคดเมียมสูงสุดที่สามารถมีได้ในในน้ำ* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณแคดเมียมที่พบในน้ำ (mg/kg) (2)	ศักยภาพการรองรับแคดเมียมในน้ำ (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับแคดเมียมในน้ำ (%) (3)/(1) x 100	ปริมาณแคดเมียมที่พบในน้ำ (mg/kg) (4)	ศักยภาพการรองรับแคดเมียมในน้ำ (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับแคดเมียมในน้ำ (%) (5)/(1) x 100
TC1	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC2	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC3	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC4	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC5	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC6	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC7	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC8	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC9	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC10	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC11	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC12	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC13	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC14	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC15	0.005	-	0.005	100.00	-	0.005	100.00
TC16**	0.050	-	0.050	100.00	-	0.050	100.00
TC17**	0.050	-	0.050	100.00	-	0.050	100.00
TC18**	0.050	-	0.050	100.00	-	0.050	100.00
TC19**	0.050	-	0.050	100.00	-	0.050	100.00
TC20**	0.050	-	0.050	100.00	-	0.050	100.00
TC21**	0.050	-	0.050	100.00	-	0.050	100.00
ค่าเฉลี่ย	0.050	-	0.020	100.00	-	0.0179	100.00

หมายเหตุ * = ปริมาณแคดเมียมตามที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

** = เป็นสถานีที่มีความกระด้างมากเนื่องจากมีค่าการนำไฟฟ้าสูงเกิน 500 µs/cm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 28 ศักยภาพการรองรับปริมาณแคดเมียมของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณแคดเมียมสูงสุดที่สามารถมีได้ในดินตะกอน* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณแคดเมียมที่พบในดินตะกอน (mg/kg)(2)	ศักยภาพการรองรับแคดเมียมในดินตะกอน (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับแคดเมียมในดินตะกอน (%) = (3)/(1) x 100	ปริมาณแคดเมียมที่พบในดินตะกอน (mg/kg)(4)	ศักยภาพการรองรับแคดเมียมในดินตะกอน (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับแคดเมียมในดินตะกอน (%) = (5)/(1) x 100
TC1	9	< 0.020	8.980	99.78	0.094	8.906	98.96
TC2	9	0.028	8.972	99.69	0.091	8.909	98.99
TC3	9	<0.020	8.980	99.78	0.101	8.899	98.88
TC4	9	<0.020	8.980	99.78	0.089	8.911	99.01
TC5	9	<0.020	8.980	99.78	0.088	8.912	99.02
TC6	9	<0.020	8.980	99.78	0.090	8.910	99.00
TC7	9	<0.020	8.980	99.78	0.121	8.879	98.66
TC8	9	<0.020	8.980	99.78	0.075	8.925	99.17
TC9	9	<0.020	8.980	99.78	0.093	8.907	98.97
TC10	9	<0.020	8.980	99.78	0.122	8.878	98.64
TC11	9	0.082	8.918	99.09	0.322	8.678	96.42
TC12	9	0.136	8.864	98.49	0.245	8.755	97.28
TC13	9	0.088	8.912	99.02	0.261	8.739	97.10
TC14	9	0.037	8.963	99.59	0.274	8.726	96.96
TC15	9	0.087	8.913	99.03	0.211	8.789	97.66
TC16	9	0.118	8.882	98.69	0.261	8.739	97.10
TC17	9	0.102	8.898	98.87	0.234	8.766	97.40
TC18	9	0.176	8.824	98.04	0.548	8.452	93.91
TC19	9	0.074	8.926	99.18	0.325	8.675	96.39
TC20	9	0.084	8.916	99.07	0.138	8.862	98.47
TC21	9	<0.020	8.980	99.78	0.035	8.965	99.61
ค่าเฉลี่ย	9	0.058	8.942	99.36	0.182	8.818	97.98

หมายเหตุ * = ปริมาณแคดเมียมตามที่กำหนดในค่ามาตรฐานตาม NOAA (ERM: Effect range median; dry wt) (Long and Morgan, 1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.3 การประเมินศักยภาพในการรองรับปริมาณสารหนูของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากตารางที่ 29 ในน้ำ พบว่า มีจำนวน 3 สถานี จาก 21 สถานี ที่ปริมาณสารหนูมีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 14.29 ของจำนวนสถานีเก็บตัวอย่าง จึงถือว่า แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน มีศักยภาพในการรองรับสารหนูในน้ำโดยสามารถรองรับปริมาณสารหนูได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 55.14

จากตารางที่ 30 ปริมาณสารหนูในดินตะกอนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน มีค่าไม่เกินมาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณสารหนูในดินตะกอนได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 91.20

2) ฤดูน้ำหลาก

จากตารางที่ 29 ปริมาณสารหนูในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณสารหนูในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 60.52

จากตารางที่ 30 ปริมาณสารหนูในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณสารหนูในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 92.25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 ศักยภาพการรองรับปริมาณสารหนูของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณสารหนูสูงสุดที่สามารถมีได้ในในน้ำ* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณสารหนูที่พบในน้ำ (mg/kg) (2)	ศักยภาพการรองรับสารหนูในน้ำ (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับสารหนูในน้ำ (%) (3)/(1) x 100	ปริมาณสารหนูที่พบในน้ำ (mg/kg) (4)	ศักยภาพการรองรับสารหนูในน้ำ (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับสารหนูในน้ำ (%) (5)/(1) x 100
TC1	0.01	0.0032	0.0068	68.00	0.0032	0.0068	68.00
TC2	0.01	0.0028	0.0072	72.00	0.0032	0.0068	68.00
TC3	0.01	0.0027	0.0073	73.00	0.0030	0.0070	70.00
TC4	0.01	0.0028	0.0072	72.00	0.0032	0.0068	68.00
TC5	0.01	0.0027	0.0073	73.00	0.0040	0.0060	60.00
TC6	0.01	0.0027	0.0073	73.00	0.0040	0.0060	60.00
TC7	0.01	0.0029	0.0071	71.00	0.0040	0.0060	60.00
TC8	0.01	0.0028	0.0072	72.00	0.0041	0.0059	59.00
TC9	0.01	0.0030	0.0070	70.00	0.0040	0.0060	60.00
TC10	0.01	0.0030	0.0070	70.00	0.0041	0.0059	59.00
TC11	0.01	0.0031	0.0069	69.00	0.0034	0.0066	66.00
TC12	0.01	0.0031	0.0069	69.00	0.0036	0.0064	64.00
TC13	0.01	0.0028	0.0072	72.00	0.0038	0.0062	62.00
TC14	0.01	0.0029	0.0071	71.00	0.0038	0.0062	62.00
TC15	0.01	0.0030	0.0070	70.00	0.0041	0.0059	59.00
TC16	0.01	0.0030	0.0070	70.00	0.0042	0.0058	58.00
TC17	0.01	0.0030	0.0070	70.00	0.0043	0.0057	57.00
TC18	0.01	0.0091	0.0009	9.00	0.0044	0.0056	56.00
TC19	0.01	0.0130	-0.0030	-30.00	0.0048	0.0052	52.00
TC20	0.01	0.0122	-0.0022	-22.00	0.0047	0.0053	53.00
TC21	0.01	0.0104	-0.0004	-4.00	0.0050	0.0050	50.00
ค่าเฉลี่ย	0.01	0.0045	0.0055	55.14	0.0039	0.0061	60.52

หมายเหตุ * = ปริมาณสารหนูตามที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 30 ศักยภาพการรองรับปริมาณสารหนูของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณสารหนูสูงสุดที่สามารถมีได้ในดินตะกอน* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณสารหนูที่พบในดินตะกอน (mg/kg)(2)	ศักยภาพการรองรับสารหนูในดินตะกอน (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับสารหนูในดินตะกอน (%) = (3)/(1) x 100	ปริมาณสารหนูที่พบในดินตะกอน (mg/kg)(4)	ศักยภาพการรองรับสารหนูในดินตะกอน (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับสารหนูในดินตะกอน (%) = (5)/(1) x 100
TC1	85	13.439	71.561	84.19	7.104	77.896	91.64
TC2	85	14.179	70.821	83.32	10.716	74.284	87.39
TC3	85	9.249	75.751	89.12	8.388	76.612	90.13
TC4	85	9.757	75.243	88.52	10.44	74.56	87.72
TC5	85	15.004	69.996	82.35	9.257	75.743	89.11
TC6	85	9.092	75.908	89.30	12.729	72.271	85.02
TC7	85	4.371	80.629	94.86	10.494	74.506	87.65
TC8	85	8.427	76.573	90.09	3.214	81.786	96.22
TC9	85	11.633	73.367	86.31	13.553	71.447	84.06
TC10	85	10.504	74.496	87.64	6.851	78.149	91.94
TC11	85	10.757	74.243	87.34	6.794	78.206	92.01
TC12	85	3.388	81.612	96.01	8.897	76.103	89.53
TC13	85	6.858	78.142	91.93	2.469	82.531	97.10
TC14	85	3.37	81.63	96.04	1.679	83.321	98.02
TC15	85	3.148	81.852	96.30	4.780	80.22	94.38
TC16	85	4.965	80.035	94.16	5.340	79.66	93.72
TC17	85	4.936	80.064	94.19	3.754	81.246	95.58
TC18	85	4.625	80.375	94.56	3.956	81.044	95.35
TC19	85	3.194	81.806	96.24	3.813	81.187	95.51
TC20	85	4.507	80.493	94.70	2.542	82.458	97.01
TC21	85	1.704	83.296	98.00	1.498	83.502	98.24
ค่าเฉลี่ย	85	7.481	77.519	91.20	6.584	78.416	92.25

หมายเหตุ * = ปริมาณสารหนูตามที่กำหนดในค่ามาตรฐานตาม NOAA (ERM: Effect range median; dry wt) (Long and Morgan, 1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.4 การประเมินศักยภาพในการรองรับปริมาณปรอทของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากตารางที่ 31 ปริมาณปรอทในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณปรอทในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 88.10

จากตารางที่ 32 ปริมาณปรอทในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณปรอทในดินตะกอนได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 96.25

2) ฤดูน้ำหลาก

จากตารางที่ 31 ปริมาณปรอทในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณปรอทในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละร้อยละ 65

จากตารางที่ 32 ปริมาณปรอทในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณปรอทในดินตะกอนได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 100

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 31 ศักยภาพการรองรับปริมาณปรอทของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณปรอทสูงสุดที่สามารถมีได้ในในน้ำ* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณปรอทที่พบในน้ำ (mg/kg) (2)	ศักยภาพการรองรับปรอทในน้ำ (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับปรอทในน้ำ (%) = (3)/(1) x 100	ปริมาณปรอทที่พบในน้ำ (mg/kg) (4)	ศักยภาพการรองรับปรอทในน้ำ (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับปรอทในน้ำ (%) = (5)/(1) x 100
TC1	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	-	0.0020	100.00
TC2	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	<0.0005	0.0015	75.00
TC3	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	-	0.0020	100.00
TC4	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	-	0.0020	100.00
TC5	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	-	0.0020	100.00
TC6	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	-	0.0020	100.00
TC7	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	-	0.0020	100.00
TC8	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	-	0.0020	100.00
TC9	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	-	0.0020	100.00
TC10	0.002	<0.0005	0.0015	75.00	-	0.0020	100.00
TC11	0.002	-	0.0020	100.00	0.0020	0.00	0.00
TC12	0.002	-	0.0020	100.00	0.0019	0.0001	5.00
TC13	0.002	-	0.0020	100.00	0.0019	0.0001	5.00
TC14	0.002	-	0.0020	100.00	0.0017	0.0003	15.00
TC15	0.002	-	0.0020	100.00	0.0009	0.0011	55.00
TC16	0.002	-	0.0020	100.00	0.0013	0.0007	35.00
TC17	0.002	-	0.0020	100.00	0.0010	0.0010	50.00
TC18	0.002	-	0.0020	100.00	0.0009	0.0011	55.00
TC19	0.002	-	0.0020	100.00	0.0009	0.0011	55.00
TC20	0.002	-	0.0020	100.00	0.0009	0.0011	55.00
TC21	0.002	-	0.0020	100.00	0.0008	0.0012	60.00
ค่าเฉลี่ย	0.002	0.0002	0.0018	88.10	0.0007	0.0013	65.00

หมายเหตุ * = ปริมาณปรอทตามที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 32 ศักยภาพการรองรับปริมาณปรอทของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณปรอทสูงสุดที่สามารถมีได้ในดินตะกอน* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณปรอทที่พบในดินตะกอน (mg/kg)(2)	ศักยภาพการรองรับปรอทในดินตะกอน (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับปรอทในดินตะกอน (%) (3)/(1) x 100	ปริมาณปรอทที่พบในดินตะกอน (mg/kg)(4)	ศักยภาพการรองรับปรอทในดินตะกอน (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับปรอทในดินตะกอน (%) (5)/(1) x 100
TC1	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC2	1.3	0.066	1.234	94.92	-	1.3	100.00
TC3	1.3	0.069	1.231	94.69	-	1.3	100.00
TC4	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC5	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC6	1.3	0.257	1.043	80.23	-	1.3	100.00
TC7	1.3	0.463	0.837	64.38	-	1.3	100.00
TC8	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC9	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC10	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC11	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC12	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC13	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC14	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC15	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC16	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC17	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC18	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC19	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC20	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
TC21	1.3	<0.010	1.290	99.23	-	1.3	100.00
ค่าเฉลี่ย	1.3	0.049	1.250	96.25	-	1.3	100.00

หมายเหตุ * = ปริมาณปรอทตามที่กำหนดในค่ามาตรฐานตาม NOAA (ERM: Effect range median; dry wt) (Long and Morgan, 1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.5 การประเมินศักยภาพในการรองรับปริมาณนิกเกิลของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน

1) ฤดูน้ำแล้ง

จากตารางที่ 33 ปริมาณนิกเกิลในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณนิกเกิลในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 98.67

จากตารางที่ 34 ปริมาณนิกเกิลในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณนิกเกิลในดินตะกอนได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 57.39

2) ฤดูน้ำหลาก

จากตารางที่ 33 ปริมาณนิกเกิลในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณนิกเกิลในน้ำได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 97.70

จากตารางที่ 34 ปริมาณนิกเกิลในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานและมีศักยภาพในการรองรับปริมาณนิกเกิลในดินตะกอนได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 35.42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 33 ศักยภาพการรองรับปริมาณนิกเกิลของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณนิกเกิลสูงสุดที่สามารถมีได้ในในน้ำ* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณนิกเกิลที่พบในน้ำ (mg/kg) (2)	ศักยภาพการรองรับนิกเกิลในน้ำ (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับนิกเกิลในน้ำ (%) (3)/(1) x 100	ปริมาณนิกเกิลที่พบในน้ำ (mg/kg) (4)	ศักยภาพการรองรับนิกเกิลในน้ำ (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับนิกเกิลในน้ำ (%) (5)/(1) x 100
TC1	0.1	0.0021	0.0979	97.90	0.0047	0.0953	95.30
TC2	0.1	-	0.1000	100.00	<0.0015	0.0985	98.50
TC3	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	<0.0015	0.0985	98.50
TC4	0.1	-	0.1000	100.00	<0.0015	0.0985	98.50
TC5	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	<0.0015	0.0985	98.50
TC6	0.1	-	0.1000	100.00	<0.0015	0.0985	98.50
TC7	0.1	-	0.1000	100.00	0.0046	0.0954	95.40
TC8	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	0.0020	0.0980	98.00
TC9	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	0.0026	0.0974	97.40
TC10	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	0.0018	0.0982	98.20
TC11	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	<0.0015	0.0985	98.50
TC12	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	<0.0015	0.0985	98.50
TC13	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	<0.0015	0.0985	98.50
TC14	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	<0.0015	0.0985	98.50
TC15	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	0.0021	0.0979	97.90
TC16	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	0.0020	0.0980	98.00
TC17	0.1	<0.0015	0.0985	98.50	0.0022	0.0978	97.80
TC18	0.1	0.0017	0.0983	98.30	0.0026	0.0974	97.40
TC19	0.1	0.0018	0.0982	98.20	0.0034	0.0966	96.60
TC20	0.1	0.0024	0.0976	97.60	0.0031	0.0969	96.90
TC21	0.1	0.0020	0.0980	98.00	0.0034	0.0966	96.60
ค่าเฉลี่ย	0.1	0.0013	0.0987	98.67	0.0023	0.0977	97.70

หมายเหตุ * = ปริมาณนิกเกิลตามที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 34 ศักยภาพการรองรับปริมาณนิกเกิลของดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึง ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานี	ปริมาณนิกเกิลสูงสุดที่สามารถมีได้ในดินตะกอน* (mg/kg) (1)	ฤดูน้ำแล้ง			ฤดูน้ำหลาก		
		ปริมาณนิกเกิลที่พบในดินตะกอน** (mg/kg)(2)	ศักยภาพการรองรับนิกเกิลในดินตะกอน (mg/kg) (3) =(1) – (2)	ศักยภาพการรองรับนิกเกิลในดินตะกอน (%) = (3)/(1) x 100	ปริมาณนิกเกิลที่พบในดินตะกอน** (mg/kg)(4)	ศักยภาพการรองรับนิกเกิลในดินตะกอน (mg/kg) (5) = (1) – (4)	ศักยภาพการรองรับนิกเกิลในดินตะกอน (%) = (5)/(1) x 100
TC1	50	15.908	34.092	68.18	32.675	17.325	34.65
TC2	50	17.717	32.283	64.57	31.191	18.809	37.62
TC3	50	27.496	22.504	45.01	34.526	15.474	30.95
TC4	50	19.501	30.499	61.00	26.12	23.880	47.76
TC5	50	22.508	27.492	54.98	30.302	19.698	39.40
TC6	50	17.027	32.973	65.95	30.08	19.920	39.84
TC7	50	22.886	27.114	54.23	39.521	10.479	20.96
TC8	50	24.136	25.864	51.73	30.878	19.122	38.24
TC9	50	18.402	31.598	63.20	30.384	19.616	39.23
TC10	50	17.282	32.718	65.44	31.705	18.295	36.59
TC11	50	23.960	26.040	52.08	33.647	16.353	32.71
TC12	50	24.187	25.813	51.63	31.621	18.379	36.76
TC13	50	23.908	26.092	52.18	38.066	11.934	23.87
TC14	50	22.203	27.797	55.59	38.486	11.514	23.03
TC15	50	23.810	26.190	52.38	31.027	18.973	37.95
TC16	50	24.574	25.426	50.85	39.394	10.606	21.21
TC17	50	25.801	24.199	48.40	34.931	15.069	30.14
TC18	50	22.527	27.473	54.95	34.817	15.183	30.37
TC19	50	17.741	32.259	64.52	36.086	13.914	27.83
TC20	50	30.305	19.695	39.39	26.130	23.870	47.74
TC21	50	5.536	44.464	88.93	16.451	33.549	67.10
ค่าเฉลี่ย	50	21.305	28.695	57.39	32.288	17.712	35.42

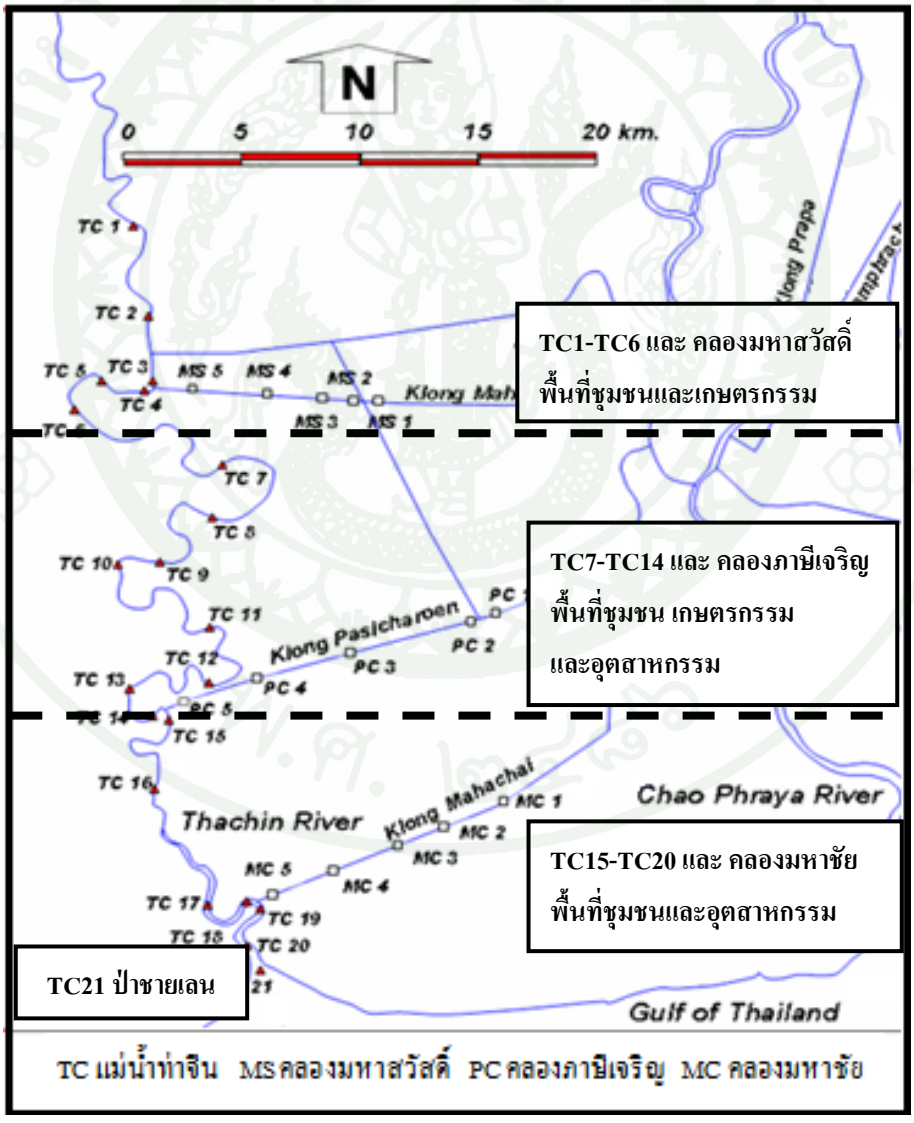
หมายเหตุ * = ปริมาณนิกเกิลตามที่กำหนดในค่ามาตรฐานตาม NOAA (ERM: Effect range median; dry wt) (Long and Morgan, 1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่า มีการใช้ประโยชน์ที่โดยแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ กล่าวคือ มีทั้งพื้นที่ชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ปะปนกันในพื้นที่ศึกษา โดยสามารถแบ่งพื้นที่ศึกษาตามการใช้ประโยชน์ที่ดินได้เป็น 3 ตอน ดังภาพที่ 31



ภาพที่ 31 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 31 สามารถอธิบายรายละเอียดลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ได้ดังนี้

1.1 ช่วงสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1-6 (TC1-TC6) ตั้งแต่หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึงสะพานรวมเมฆ หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม รวมถึงพื้นที่คลองมหาสวัสดิ์ ในช่วงนี้ เป็นพื้นที่ชุมชนและเกษตรกรรม ซึ่งเป็นพื้นที่นาข้าว สวนผลไม้ เช่น มะม่วง ชมพู่ ส้มโอ กระท่อน และมะพร้าวน้ำหอม รวมทั้งแปลงผักโดยเฉพาะแปลงผักบุ้ง ผักกระเฉดซึ่งพบหนาแน่นริมฝั่งแม่น้ำสอดคล้องกับการแบ่งพื้นที่ตามการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยกรมชลประทาน(2541) นอกจากนี้ ยังมีการทำปศุสัตว์ ได้แก่ ฟาร์มสุกร และสัตว์ปีก ซึ่งพบมากในเขตจังหวัดนครปฐม

1.2 ช่วงสถานีเก็บตัวอย่างที่ 7 – 14 (TC7-14) ตั้งแต่หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ถึงหน้าวัดอ่างทอง ตำบลบางยาง จังหวัดนครปฐม รวมถึงพื้นที่คลองภาษีเจริญ ในช่วงนี้พบการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งเป็นพื้นที่ชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม โดยโรงงานอุตสาหกรรมที่พบส่วนใหญ่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น โรงงานน้ำตาล โรงสีข้าว สอดคล้องกับกรมชลประทาน(2541) ที่กล่าวว่าอุตสาหกรรมที่พบในเขตจังหวัดนครปฐมเป็นอุตสาหกรรมด้านอาหารขนาดเล็กและตั้งอยู่ไม่หนาแน่น

1.3 ช่วงสถานีเก็บตัวอย่างที่ 15-21 (TC15-21) ตั้งแต่ล่างคลองภาษีเจริญเป็นต้นไปถึงปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะพบโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นมากขึ้น ส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ โรงงานเคมีภัณฑ์ โรงฟอกย้อมกระดาษ สอดคล้องกับกรมชลประทาน (2541) ที่กล่าวว่า ในเขตจังหวัดสมุทรสาครจะประกอบด้วยโรงงานขนาดใหญ่จำนวนมากที่มีการก่อมลพิษทางน้ำสูง ส่วนที่สถานีที่ 21 ซึ่งเป็นสถานีสุดท้ายที่ปากแม่น้ำพบว่าพื้นที่รอบข้างเป็นป่าชายเลน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งนี้ ลักษณะการใช้ที่ดินของพื้นที่จังหวัดนครปฐมและสมุทรสาครอันเป็นพื้นที่ศึกษาซึ่งแบ่งได้เป็นพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่อุตสาหกรรมโดยละเอียดได้ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 พื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่อุตสาหกรรมในจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาคร

จังหวัด	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม.)	จำนวนประชากร*		พื้นที่เกษตรกรรม** (ตร.กม.)	พื้นที่อุตสาหกรรม** (ตร.กม.)
		รวม (คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)		
นครปฐม	2,168.30	851,426	393	1471.87	47.73
สมุทรสาคร	872.30	484,606	556	296.16	94.51
รวม	3,040.60	1,336,032	439	1768.02	142.24

ที่มา: * = กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2553ข) อ้างถึง กรมการปกครอง (2552)

** = สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555)

*** = กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2554)

ตารางที่ 36 พื้นที่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตรกรรมในจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาคร (ไร่)

จังหวัด	เนื้อที่ทั้งหมด	เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร				
		นาข้าว	พืชไร่	สวนผลไม้	สวนผัก	อื่นๆ
นครปฐม	919,916	426,019	166,305	34,424	54,572	238,596
สมุทรสาคร	185,098	15,532	-	41,346	8,848	119,372
รวม	1,105,014	441,551	166,305	75,770	63,420	357,968

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 37 พื้นที่ใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมแยกตามประเภทอุตสาหกรรมในจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาคร (ตารางเมตร)

ประเภทอุตสาหกรรม	จังหวัดนครปฐม		จังหวัดสมุทรสาคร	
	จำนวนโรงงาน	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนโรงงาน	พื้นที่ (ตร.ม.)
1. ผลิตภัณฑ์จากพืช	140	2,000,294	21	474,758
2. อุตสาหกรรมอาหาร	255	5,571,824	435	5,320,744
3. อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม	31	2,568,826	10	443,668
4. อุตสาหกรรมสิ่งทอ	222	4,248,081	428	6,243,652
5. อุตสาหกรรมเครื่องแต่งกายยกเว้นรองเท้า	54	308,495	72	461,315
6. ผลิตหนังสัตว์และผลิตภัณฑ์จากหนังสัตว์	11	23,924	37	159,104
7. แปรรูปไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	75	669,146	102	725,668
8. เครื่องเรือนหรือเครื่องตบแต่งในอาคารจากไม้ แก้ว ยาง หรือโลหะอื่นๆ	40	263,246	82	512,680
9. ผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	50	709,724	102	1,627,136
10. การพิมพ์ การเย็บเล่ม ทำปกหรือการทำแม่พิมพ์	32	168,748	96	174,687
11. เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี	133	2,337,449	173	2,168,552
12. ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม	4	65,600	19	302,175
13. ยางและผลิตภัณฑ์ยาง	51	1,097,006	133	1,322,155
14. ผลิตภัณฑ์พลาสติก	274	11,681,228	589	4,674,518
15. ผลิตภัณฑ์อโลหะ	127	1,844,087	108	1,110,876
16. ผลิตโลหะขั้นมูลฐาน	70	859,166	221	1,447,374
17. ผลิตภัณฑ์โลหะ	216	981,547	686	4,412,447
18. ผลิตเครื่องจักรและเครื่องกล	76	681,330	124	430,313
19. ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์	94	602,723	162	742,704
20. ผลิตยานพาหนะและอุปกรณ์รวมทั้งการซ่อมยานพาหนะและอุปกรณ์	167	883,193	181	858,498
21. การผลิตอื่นๆ	248	10,167,858	350	60,893,050
รวม	2,370	47,733,495	4,131	94,506,074

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2554)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ลักษณะคุณภาพน้ำทั่วไปในพื้นที่ศึกษา

ลักษณะคุณภาพน้ำทั่วไปที่ตรวจวัดในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งล้วนแต่เป็นการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ณ สถานีเก็บตัวอย่าง โดยในการเก็บตัวอย่างน้ำในการศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บตามมวลน้ำก้อนเดียวกันที่ไหลผ่านแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ ดังนั้น ค่าคุณภาพน้ำต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไปจะขึ้นกับแหล่งกำเนิดมลพิษบริเวณใกล้เคียงกับสถานีเก็บตัวอย่าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ตามการจัดประเภทแหล่งน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษ โดยเฉพาะในฤดูน้ำหลากซึ่งมีค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 2 มิลลิกรัม/ลิตร ในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง ขณะที่ในฤดูแล้งมีสถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาครเพียงสถานีเดียวที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงถึง 5.90 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าสถานีอื่นๆมากและมีค่ามากกว่า 4 มิลลิกรัม/ลิตร จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ตามการจัดประเภทแหล่งน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษ แต่ทั้งนี้ ในฤดูน้ำหลากกลับมีค่า 0.97 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่แตกต่างจากสถานีอื่นๆมากนัก จึงสันนิษฐานได้ว่า เนื่องจากการเก็บตัวอย่างน้ำครั้งนี้เป็นการเก็บตามมวลน้ำก้อนเดียวกัน ดังนั้น หลายๆสถานีจะถูกตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในเวลากลางคืน ดังนั้น ค่าที่ได้จะมีค่าต่ำมาก ขณะที่ในสถานีใกล้ปากแม่น้ำ จะถูกวัดในช่วงเวลาเช้ามืด ซึ่งมีทั้งการสัญจรทางน้ำ รวมถึง การได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งล้วนมีผลให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าสูงขึ้นทั้งสิ้น

2.2 อุณหภูมิของน้ำในพื้นที่ศึกษาในช่วงฤดูน้ำแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูน้ำหลากซึ่งเป็นไปตามอุณหภูมิในอากาศซึ่งในการเก็บน้ำช่วงฤดูน้ำแล้งทำการเก็บน้ำตอนกลางเดือนเมษายน ซึ่งถือว่าเป็นช่วงที่ประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนที่สุด โดยมีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในพื้นที่ภาคกลาง เดือนเมษายน พ.ศ.2555 มีค่า 30.8°C ซึ่งถือว่าสูงกว่าปีก่อน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2555ก) ส่งผลให้อุณหภูมิน้ำมีค่าสูงขึ้นด้วย ในทางตรงกันข้าม ช่วงฤดูน้ำหลากซึ่งทำการเก็บน้ำในช่วงเดือนพฤศจิกายนอันเป็นช่วงที่เริ่มเข้าสู่ฤดูหนาว โดยอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในพื้นที่ภาคกลาง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 มีค่า 28.4°C ซึ่งถือว่าสูงกว่าปีก่อนเช่นกัน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2555ข) ดังนั้น อุณหภูมิน้ำในพื้นที่ศึกษาจัดว่าเป็นไปตามค่าธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิตยา (2554) ได้กล่าวว่า อุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการต่างๆในแหล่งน้ำจืด ทั้งในเชิงกายภาพ ชีวภาพ และเคมี อีกทั้งยังมีผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำ การละลายของธาตุและก๊าซในน้ำ รวมทั้งควบคุมปฏิกิริยาเคมีในน้ำต่างๆและควบคุมอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง อัตราการหายใจ และอัตราการย่อยสลายในน้ำ (ศิริเพ็ญ, 2543) ด้วยเหตุนี้อุณหภูมิในฤดูน้ำแล้งที่สูงกว่าฤดูน้ำหลาก ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของพื้นที่ศึกษาในฤดูแล้งสูงกว่าฤดูน้ำหลาก

2.3 ความเค็ม แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร จัดเป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล (Tidal effect) ในการตรวจวัดค่าความเค็มจะพบว่า พื้นที่ศึกษามีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 0.10-13.10 ppt โดยพบว่าความเค็มของน้ำทะเลมีการลุกล้ำเข้ามาสูงสุดที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาครทั้งในฤดูน้ำแล้งและฤดูน้ำหลาก โดยในการศึกษาครั้งนี้อัตราไหลของน้ำในฤดูน้ำแล้ง (อัตราเร็ว 0.6 m/s) เร็วกว่าฤดูน้ำหลาก (0.3 m/s) ซึ่งทำให้ในภาพรวมจากการศึกษาครั้งนี้ คุณภาพน้ำในช่วงฤดูน้ำแล้งดีกว่าฤดูน้ำหลาก ต่างจากที่นิตยา (2554) กล่าวว่าในช่วงฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม) หรือช่วงที่แม่น้ำมีอัตราไหลต่ำ ความเค็มจะเข้าไปได้ถึง 180 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ ส่งผลให้คุณภาพน้ำในช่วงดังกล่าวมีสภาพเสื่อมโทรมที่สุดในรอบปี ขณะที่ช่วงอัตราการไหลสูงความเค็มจะเข้าไปถึง 120 กิโลกรัมจากปากแม่น้ำซึ่งอยู่ในอัตราที่พอเพียงที่จะสามารถปรับค่าคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่ดีขึ้นได้

2.4 ความเป็นกรด-ด่างและค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ตรวจวัดได้จากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษซึ่งกำหนดไว้ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5-9 โดยในพื้นที่ศึกษามีค่าค่อนข้างเป็นกลางและใกล้เคียงกันทั้งในฤดูน้ำแล้งและฤดูน้ำหลาก และมีค่าสูงสุดที่สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในฤดูแล้งซึ่งเป็นสถานีที่มีค่าความเค็มสูง ซึ่งเหมือนกับค่าการนำไฟฟ้าซึ่งแปรผันตามค่าความเค็มเช่นกัน โดยค่าการนำไฟฟ้าจะไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ

จากการที่กล่าวมาข้างต้นศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป จะเห็นได้ว่า ค่าคุณภาพน้ำทั่วไปโดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนละลายน้ำแสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างเสื่อมโทรมมาก แต่ทั้งนี้ ยังมีบางบริเวณ เช่น บริเวณใกล้ปากแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง มีการเจือจางสารมลพิษต่างๆด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มวลน้ำทะเล ทำให้คุณภาพน้ำบริเวณนี้มีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อรอิงค์ (2551) และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (2554) ที่พบว่า คุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนตอนล่างจนถึงปากแม่น้ำยังคงเสื่อมโทรมมากจัดอยู่ในชั้นคุณภาพที่ 5 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้กำหนดคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนในช่วงนี้ไว้ในชั้นคุณภาพน้ำที่ 4

3. ปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอน

จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณโลหะหนักที่พบในแม่น่าจีนและคลองสาขาหลัก อันได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย พบว่า โลหะหนักที่พบเป็นปริมาณมากที่สุดในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ได้แก่ ตะกั่ว โดยพบมากที่สุดในดินตะกอนช่วงฤดูน้ำหลาก 41.409 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่ในน้ำพบสารหนูมากที่สุดในฤดูน้ำแล้ง 0.0130 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณโลหะหนักที่ศึกษาทั้ง 5 ชนิด พบในฤดูน้ำแล้งสูงกว่าฤดูน้ำหลาก พบในดินตะกอนมากกว่าในน้ำ นอกจากนี้ ยังพบว่า ในสารหนูและนิกเกิลนั้น มีปริมาณเพิ่มขึ้นในน้ำขณะที่ปริมาณโลหะหนักในดินลดลง เมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ สอดคล้องกับอรอิงค์(2551) และ Abdel-Moati (1990) ที่พบว่าปริมาณโลหะหนักของแม่น้ำท่าจีนส่วนใหญ่มีการแพร่กระจายอยู่ทางตอนล่างของแม่น้ำ จึงกล่าวได้ว่าแม่น้ำเป็นเส้นทางสำคัญที่นำโลหะหนักรวมถึงสารมลพิษอื่นลงสู่ทะเลทางปากแม่น้ำ และสอดคล้องกับ Abdel-Moati (1990) ที่รายงานว่า ปริมาณตะกั่วในแม่น้ำไนล์(7.2-9.8 mg/l)มีค่าสูงกว่าในน้ำที่ใกล้บริเวณปากแม่น้ำหรือส่วน mixing zone (0.59-6.22 mg/l) เป็นไปตามทฤษฎีที่กล่าวว่า โลหะหนักสามารถละลายได้ดีในน้ำเค็มมากกว่าน้ำจืด ซึ่งแม่น้ำท่าจีนตอนล่างได้รับอิทธิพลความเค็มจากน้ำทะเล ส่งผลให้เมื่อยิ่งเข้าใกล้ปากแม่น้ำโลหะหนักยิ่งละลายออกจากดินตะกอนมากอยู่ในน้ำมากขึ้น นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณโลหะหนักที่พบในคลองสาขาหลักอันเป็นเส้นทางลำเลียงปริมาณโลหะหนักที่สำคัญ พบว่า ตะกั่ว สารหนู ปรอท และนิกเกิลมีที่มาจากคลองมหาชัยจากการตรวจพบเป็นปริมาณที่มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันทั้งสามคลอง รองมา คือ คลองมหาสวัสดิ์ซึ่งพบปริมาณสารหนูและปรอทมากที่สุดในฤดูน้ำหลาก ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน โดยพิจารณาโลหะหนักแต่ละชนิด ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1 ตะกั่ว

จากผลการศึกษาข้างต้น พบว่า ปริมาณตะกั่วปนเปื้อนในน้ำน้อยกว่าดินตะกอน เนื่องจากลักษณะของดินตะกอนเป็นโคลน (Clay) ค่อนข้างมาก ซึ่งดินโคลนจะมีความสามารถในการกักเก็บประจุของโลหะหนักได้ดีกว่าน้ำ (เกษม, 2530) อีกทั้งยังพบปริมาณตะกั่วในพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูน้ำแล้งน้อยกว่าฤดูน้ำหลากอันเป็นช่วงฝนชุกจึงมีการทำเกษตรกรรม เช่น ทำนาข้าว แปลงผัก เป็นต้นมากขึ้น ทำให้มีการใช้สารเคมีฆ่าแมลงที่มีตะกั่วเป็นส่วนผสมมากขึ้น รวมถึง ปริมาณน้ำฝนที่มีมากจึงชะล้างตะกั่วจากผิวถนนลงสู่แม่น้ำท่าจีนได้มากขึ้นตามไปด้วย

ในฤดูแล้ง พบปริมาณตะกั่วในน้ำมากที่สุดที่สถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม แต่พบแพร่กระจายลงมาถึงแค่สถานีที่ 10 หน้าวัดบางช้างเหนือ อำเภอสามพราย จังหวัดนครปฐม ขณะที่ในฤดูน้ำหลาก พบปริมาณตะกั่วแพร่กระจายในปริมาณใกล้เคียงกัน โดยในสถานีที่ 1 – 10 เป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนปะปนกับพื้นที่เกษตรกรรม และในสถานีที่ 7 – 10 จะเป็นช่วงแรกๆของพื้นที่ศึกษาที่พบโรงงานอุตสาหกรรมบ้าง ทั้งนี้ ในสถานีที่ 1 เป็นบริเวณที่พบแปลงผักบุ้งหนาแน่นมาก ดังนั้น สารฆ่าแมลงที่ใช้ในแปลงผักบุ้งจึงลงสู่แม่น้ำท่าจีนได้ทันที ในส่วนของดินตะกอน ช่วงฤดูแล้งพบสะสมปริมาณตะกั่วมากที่สถานีที่ 8 หน้าวัดไร่ขิง ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม และช่วงฤดูน้ำหลากพบปริมาณตะกั่วสะสมมากที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมมาก โดยในโรงงานเหล่านี้จะมีตะกั่วเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมภายในโรงงาน เช่น โรงงานผลิตแบตเตอรี่ ทำสี และปั๊มน้ำมัน เป็นต้น (ภารดี, 2541) อีกทั้ง การพบตะกั่วในสถานีแรกที่มีค่าความเค็มต่ำมากยังสอดคล้องกับกรกช (2535) ซึ่งกล่าวว่า น้ำจืดมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์แขวนลอยมากกว่าน้ำเค็ม ซึ่งสารเหล่านี้จะช่วยดูดซับตะกั่วละลายได้ดี นอกจากนี้ จากการศึกษาปริมาณตะกั่วในน้ำจากคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาสวัสดิ์ พบว่าคลองมหาสวัสดิ์ซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนสูงกว่าคลองอื่นๆ

3.2 แคดเมียม

จากผลการศึกษาข้างต้นไม่พบปริมาณแคดเมียมในน้ำเลยแต่กลับพบในดินตะกอน โดยในฤดูน้ำแล้งพบปริมาณแคดเมียมมากที่สุดที่สถานีที่ 12 หน้าวัดดอนไก่ดี ตำบลกระทุ่มแบน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม ซึ่งมีชุมชนรวมถึงโรงพยาบาลอยู่ไม่ไกลจากแม่น้ำท่าจีน และในฤดูน้ำหลากพบปริมาณแคดเมียมมากที่สุดที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมรวมถึงท่าเทียบเรือโรงงาน และชุมชน แคดเมียมจะพบปะปนอยู่กับสังกะสีอันเป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้กันทั่วไปในกิจกรรมมนุษย์ (จันทร์ศรี, 2539) ลักษณะตะกอนบริเวณนี้จะมีสีเทาเข้มจนเกือบดำและมีกลิ่นเหม็นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ สอดคล้องกับ บุญเติม (2536) ที่กล่าวว่า ในดินตะกอนโคลนที่มีฮิวมัส ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดกระบวนการดูดซับและลดปริมาณแคดเมียมในน้ำ โดยเคลื่อนย้ายไปสะสมในดินตะกอน และผกา (2535) ที่กล่าวว่า เมื่อแคดเมียมทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำเกิดเป็นโลหะซัลไฟด์จะละลายน้ำได้น้อยมากขณะที่การตกตะกอนจะเกิดขึ้นมาก

3.3 สารหนู

จากผลการศึกษาข้างต้น พบว่าปริมาณสารหนูปนเปื้อนในดินตะกอนมากกว่าน้ำ เนื่องจากลักษณะของดินตะกอนเป็นโคลน (Clay) ค่อนข้างมาก ซึ่งมีความสามารถในการกักเก็บของโลหะหนักได้ดีกว่าน้ำ (เกษม, 2530) และพบมากในฤดูน้ำแล้งมากว่าฤดูน้ำหลากสืบเนื่องจากในช่วงฤดูน้ำแล้งไม่มีปริมาณน้ำที่มากพอจะเจือจางสารหนูซึ่งพบว่ามีการใช้ในกิจกรรมมนุษย์อย่างหลากหลาย จึงพบสารหนูปนเปื้อนตลอดพื้นที่ศึกษาทั้งในน้ำและดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

ในน้ำจะพบปริมาณสารหนูสูงสุดที่สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาครในฤดูน้ำแล้ง และสถานีที่ 20 หน้าวัดบางหญ้าแพรก ตำบลในฤดูน้ำหลาก ซึ่งทั้งสองสถานีนี้มีชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆตั้งอยู่อย่างหนาแน่น ทั้งโรงงานห้องเย็น ท่าเทียบเรือ รวมถึงยังมีอุตสาหกรรมผลิตโลหะอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง นอกจากนี้ สถานีที่ 19 ยังได้รับน้ำทิ้งที่ระบายผ่านคลองมหาสวัสดิ์ซึ่งเป็นคลองที่มีปริมาณสารหนูมากที่สุดเมื่อเทียบกับคลองมหาสวัสดิ์และคลองภาษีเจริญอีกด้วย ในส่วนของดินตะกอนจะพบปริมาณสารหนูสูงสุดที่สถานีที่ 5 หน้าวัดปิ่นจันทราราม ตำบลวัดแค อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมในฤดูน้ำแล้ง อันเป็นสถานีที่นอกจากจะมีพื้นที่ชุมชน แปลงผักบุ้งหนาแน่นแล้ว ยังพบกระชังปลาอีกด้วย และสถานีที่ 9 วัดท่าข้าม ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐมในฤดูน้ำหลาก อันเป็นสถานีที่นอกจากจะพบชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และเริ่มมีโรงงานอุตสาหกรรมบ้างแล้ว ยังพบฟาร์มหมูในพื้นที่ใกล้เคียงอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารเพื่อสุขภาพสุขภาพ (ม.ป.ป.) ที่กล่าวว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แหล่งที่มาของสารหนู คือ สารกำจัดศัตรูพืชและโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ยังพบว่าสารหนูมีปริมาณเพิ่มขึ้นในน้ำขณะที่ปริมาณโลหะหนักในดินลดลง เมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ สอดคล้องกับ อรอิงค์ (2551) ที่พบว่าปริมาณโลหะหนักของแม่น้ำท่าจีนส่วนใหญ่มีการแพร่กระจายอยู่ทางตอนล่างของแม่น้ำ

3.4 ปรอท

จากผลการศึกษาข้างต้น พบว่า ปริมาณปรอทปนเปื้อนในน้ำมากกว่าดินตะกอนโดยในน้ำช่วงฤดูน้ำแล้งตรวจพบปรอทในปริมาณน้อยกว่า 0.0005 มิลลิกรัม/ลิตร ที่สถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงสถานีที่ 10 หน้าวัดบางช้างเหนือ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐมอันเป็นช่วงที่เป็นพื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรมมากกว่าอุตสาหกรรม ขณะที่ในช่วงฤดูน้ำหลาก ตรวจพบปรอทปริมาณ 0.0008 – 0.0020 มิลลิกรัม/ลิตร ที่สถานีที่ 11 หน้าวัดดอนไก่ดี ตำบลกระทุ่มแบน อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม ถึงสถานีที่ 21 ปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร อันเป็นพื้นที่ที่มีการทำอุตสาหกรรมมากกว่าการเกษตรกรรม จึงสันนิษฐานได้ว่า ปริมาณปรอทที่พบในแม่น้ำท่าจีนนั้นมีที่มาจากภาคอุตสาหกรรมมากกว่าภาคเกษตรกรรม โดยพบว่า ในพื้นที่ตั้งแต่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จนถึงปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาครนั้น มีโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้ปรอทหลากหลายประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์กระดาษ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม อุตสาหกรรมพลาสติก และอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า (กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2554) สอดคล้องกับจิราภรณ์ (2543) ที่กล่าวว่า มีการนำปรอทมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท เช่น ออกไซด์ของปรอทใช้ในการทำสีเพื่อป้องกันสีแตกรวมถึงใช้ในสีที่ทาใต้ท้องเรือเพื่อป้องกันเชื้อรา ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษเพื่อไม่ให้กระดาษเปื่อยยุ่ย เป็นตัวทำละลายให้กับโลหะบางชนิด รวมถึงใช้ในอุตสาหกรรมผลิตพลาสติกอีกด้วย

สำหรับในดินตะกอนพบสะสมมากในฤดูน้ำแล้ง โดยเฉพาะสถานีที่ 2 หน้า อบต.ดอนแฝก ตำบลดอนแฝก อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม สถานีที่ 3 เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร สถานีที่ 6 สะพานรวมเมฆ หน้าที่ว่ากรอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม สถานีที่ 7 หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นพื้นที่ชุมชนเกษตรกรรมโดยจะพบว่าเป็นที่ตั้งของชุมชน และบ้านเรือนริมแม่น้ำมีการทำแปลงผักปุ้งหนาแน่น จึงเป็นไปได้ว่าบริเวณนี้มีปรอทสะสมจากการใช้สารเคมี เช่น ยากำจัดวัชพืช ยาฆ่าเชื้อราเป็นต้น ส่วนในฤดูน้ำหลากตรวจไม่พบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณปรอทสะสมในดินตะกอนเลย ซึ่งเป็นไปได้ว่าปรอทในพื้นที่อาจเป็นปรอทอินทรีย์โดย Jernelov (1969) กล่าวว่า ปรอทอินทรีย์ในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี่ (CH_3Hg^+) จะสามารถละลายน้ำได้ดีมากจึงมีโอกาสสะสมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้เป็นอย่างดี

3.5 นิกเกิล

จากผลการศึกษาข้างต้นพบปริมาณนิกเกิลปนเปื้อนในดินตะกอนมากกว่าในน้ำ และพบในฤดูน้ำหลากมากกว่าฤดูน้ำแล้ง ทั้งนี้ ปริมาณของนิกเกิลในน้ำและตะกอนดินเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ในช่วงฤดูแล้ง พบปริมาณนิกเกิลมากที่สุดที่สถานีที่ 20 หน้าวัดบางหญ้าแพรก ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นที่ตั้งของสะพานปลาท่าเทียบเรือประมงอันเป็นจุดขนส่งสัตว์น้ำขึ้นฝั่ง นอกจากนี้ ยังมีโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ และโรงงานอื่นๆ เช่น โรงงานผลิตสารหล่อลื่นทางอุตสาหกรรม โรงงานผลิตโลหะ เคมีภัณฑ์ และพลาสติกอีกด้วย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2554) ส่วนในช่วงฤดูน้ำหลาก พบปริมาณนิกเกิลมากที่สุดที่สถานีที่ 7 หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง จังหวัดนครปฐม ซึ่งนอกจากจะพบชุมชนและการทำเกษตรกรรมอย่างแปลงผักบุ้งผักกระเฉดริมน้ำแล้ว ยังเป็นสถานีแรกที่เริ่มพบโรงงานอุตสาหกรรม โดยโรงงานที่พบจะเป็นโรงงานแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรกรรม เช่น โรงงานผลิตน้ำมันพืช โรงสีข้าว เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับกรมทรัพยากรธรณี (2550) ที่กล่าวว่ามีการใช้นิกเกิลในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่หลากหลาย และภารดี (2541) ที่กล่าวว่า มีการใช้นิกเกิลในโรงงานชุบโลหะ โรงงานอัลลอยด์ การเผาไหม้ถ่านน้ำมัน นอกจากนี้ยังพบว่านิกเกิลมีปริมาณเพิ่มขึ้นในน้ำขณะที่ในดินตะกอนมีปริมาณลดลงเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำเช่นเดียวกับสารหนู สอดคล้องกับอรอิงค์ (2551) ที่พบว่าปริมาณโลหะหนักของแม่น้ำท่าจีนส่วนใหญ่มีการแพร่กระจายอยู่ทางตอนล่างของแม่น้ำ

ในภาพรวมโลหะหนักทุกชนิดในดินตะกอนจะมีปริมาณน้อยที่สุดที่สถานีที่ 21 ปากแม่น้ำท่าจีนและเป็นบริเวณติดกับทะเล ซึ่งมีความเค็มสูงทั้งในฤดูน้ำแล้งและฤดูน้ำหลาก โดยการผสมผสานระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็มนี้เป็นภาวะที่ทำให้สมดุลเคมี ณ รอยต่อระหว่างตะกอนผิวหน้า (Surface sediment) กับมวลน้ำเหนือผิวตะกอน (Overlying water column) เปลี่ยนแปลงไปและปลดปล่อยโลหะหนักที่สะสมอยู่ในตะกอนออกสู่มวลน้ำ (Zwolsman *et al.*, 1996) แต่จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำที่สถานีเดียวกันนี้กลับไม่พบว่า ปริมาณโลหะหนักในน้ำสูงขึ้นกว่าสถานีก่อนหน้า ซึ่งเป็นไปได้ว่าปริมาณโลหะหนักที่ละลายออกมาได้ถูกกระแสน้ำพัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พาไปก็เป็นได้ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณโลหะหนักที่พบในคลองสาขาหลักอันเป็นเส้นทางลำเลียงปริมาณโลหะหนักที่สำคัญ พบว่า ตะกั่ว สารหนู ปรอท และนิกเกิลมีที่มาจากคลองมหาชัยจากการตรวจพบเป็นปริมาณที่มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันทั้งสามคลอง รองมา คือ คลองมหาสวัสดิ์ ซึ่งพบปริมาณสารหนูและปรอทมากที่สุดในฤดูน้ำหลาก ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณโลหะหนักที่พบในแม่น้ำท่าจีน

นอกจากที่กล่าวไว้ข้างต้นยังสามารถเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนัก อันได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล กับการศึกษาที่ผ่านมาของแม่น้ำท่าจีนรวมถึงแม่น้ำอื่นๆที่มีลักษณะใกล้เคียงกันหรือแม่น้ำที่ขนาบข้างด้วยแหล่งกำเนิดมลพิษทั้งชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ดังปรากฏในตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ค่ามาตรฐานและค่าความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักที่ได้จากการศึกษาในบริเวณอื่นๆ เปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้ (mg/kg)

ผลการศึกษา	โลหะหนักที่ศึกษา					อ้างอิง
	ตะกั่ว (ppm)	แคดเมียม (ppm)	สารหนู (ppm)	ปรอท (ppm)	นิกเกิล (ppm)	
ปริมาณในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ	14.298 – 41.409	0.020 – 0.548	1.498 – 15.004	ND – 0.463	5.536 – 39.521	การศึกษาครั้งนี้
โลหะหนักในดินตะกอนตามมาตรฐาน NOAA	≤ 110	≤ 9	≤ 85	≤ 1.3	≤ 50	Long and Morgan (1990)
โลหะหนักในดินตะกอนตามมาตรฐาน EPA96	≤ 82	≤ 3.2	≤ 48	-	≤ 33	USEPA (1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 38 (ต่อ)

ผลการศึกษา	โลหะหนักที่ศึกษา					อ้างอิง
	ตะกั่ว (ppm)	แคดเมียม (ppm)	สารหนู (ppm)	ปรอท (ppm)	นิกเกิล (ppm)	
โลหะหนักในดินตะกอนตามเกณฑ์โครงการจัดทำมาตรฐานคุณภาพตะกอนดินจากสารอันตรายสำหรับประเทศไทย	≤ 35.8	≤ 0.99	≤ 9.79	≤ 0.18	≤ 22.7	กรมควบคุมมลพิษ (ม.ป.ป.)
การศึกษาในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำท่าจีน	12.66-49.79	0.59-10.43	-	-	-	อรอิงค์ (2551)
การศึกษาในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำบางปะกง	1.6-114.4	ND-0.79	-	-	-	ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548)
การศึกษาในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำแม่กลอง	6.04-63.94	ND-2.31	-	-	-	พฤหัส (2550)
ปริมาณในน้ำแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ	ND – 0.002	ND - ND	0.003 – 0.013	ND – 0.002	ND -0.005	การศึกษาครั้งนี้
ปริมาณในน้ำจากคลองมหาสวัสดิ์	0.001 – 0.001	ND - ND	0.004 – 0.005	0.002 – 0.002	0.002 – 0.004	การศึกษาครั้งนี้
ปริมาณในน้ำจากคลองภาษีเจริญ	0.001 – 0.001	ND - ND	0.001 – 0.006	ND - ND	0.003 – 0.021	การศึกษาครั้งนี้
ปริมาณในน้ำจากคลองมหาชัย	0.001 – 0.003	ND - ND	0.004 – 0.009	0.001 – 0.001	0.002 – 0.072	การศึกษาครั้งนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 38 (ต่อ)

ผลการศึกษา	โลหะหนักที่ศึกษา					อ้างอิง
	ตะกั่ว (ppm)	แคดเมียม (ppm)	สารหนู (ppm)	ปรอท (ppm)	นิกเกิล (ppm)	
โลหะหนักในน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล(ประเภทที่3 และ 4)	≤ 0.05	≤ 0.005* ≤ 0.05**	≤ 0.01	≤ 0.002	≤ 0.1	กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2534)
การศึกษาในน้ำบริเวณแม่น้ำบางปะกง	0.0012-0.09	0.0005-0.01	-	-	-	ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548)
การศึกษาในน้ำบริเวณแม่น้ำแม่กลอง	0.02-0.38	ND-0.04	-	-	-	พฤหัส (2550)
การศึกษาในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน	ND-1.04	ND-0.05	-	-	-	อรอิงค์ (2551)

หมายเหตุ * = สำหรับน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** = สำหรับน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ND = ตรวจไม่พบ (Not detected)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การประเมินศักยภาพการรองรับปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำ

จากการศึกษาศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำในการรองรับปริมาณโลหะบางประการ ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล พบว่า มีศักยภาพการรองรับปริมาณโลหะหนักโดยคิดเป็นร้อยละ ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 ศักยภาพในการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ (คิดเป็นร้อยละ)

โลหะหนัก	ดินตะกอน(ร้อยละ)	น้ำ(ร้อยละ)
ตะกั่ว	62.36 – 87.00	96.00 – 100.00
แคดเมียม	93.91 – 99.78	100.00 – 100.00
สารหนู	82.35 – 98.24	-30.00 – 73.00
ปรอท	64.38 – 100.00	0.00 – 100.00
นิกเกิล	20.96 – 88.93	95.30 – 100.00

จากตารางที่ 29 จะเห็นได้ว่า แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำมีศักยภาพในการรองรับปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนสูงสุด คือ ปรอท แคดเมียม สารหนู ตะกั่ว และนิกเกิล ตามลำดับ ส่วนในน้ำมีศักยภาพในการรองรับปริมาณโลหะหนักสูงสุดในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ คือ แคดเมียม ตะกั่ว นิกเกิล ปรอท และสารหนู ตามลำดับ โดยในสารหนูนั้น มีบางสถานี ได้แก่ สถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ถึงสถานีที่ 21 ปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) ที่ไม่สามารถรองรับปริมาณสารหนูเพิ่มได้อีกเนื่องจากมีปริมาณสารหนูในน้ำสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน โดยในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถใช้สูตรคำนวณเหมือนกับภารดี (2541) ซึ่งศึกษาศักยภาพของแม่น้ำเพชรบุรีต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า คลองสาขาทั้งสามคลอง อันได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ซึ่งระบายน้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำกระแสน้ำค่อนข้างนิ่งช่วงที่เก็บตัวอย่าง ทำให้เมื่อแทนค่าตามสูตรไปแล้วปรากฏว่าน้ำจากคลองสาขาไม่มีอิทธิพลต่อศักยภาพการรองรับโลหะหนักของแม่น้ำท่าจีนเลย การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการนำปริมาณของโลหะหนักที่ศึกษาซึ่งถือได้ว่าเป็นสถานภาพของโลหะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หนักนั้นๆที่พบในตัวอย่างน้ำและดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีน มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ NOAA เพื่อหาศักยภาพที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน สามารถรองรับโลหะหนักดังกล่าวได้ โดยนำค่าศักยภาพนี้มาคำนวณเป็นร้อยละเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ

จากการวิเคราะห์หาศักยภาพของน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนต่อการรองรับปริมาณโลหะหนัก อันได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ทำให้รู้ว่าควรมีการเฝ้าระวังปริมาณสารหนูและนิกเกิลในแม่น้ำท่าจีนเป็นพิเศษ โดยเฉพาะการใช้สารหนูในพื้นที่ใกล้เคียงปากแม่น้ำหรือในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เนื่องจากเป็นจุดวิกฤตมีค่าศักยภาพติดลบสูงสุดถึงร้อยละ 30 ในส่วนของนิกเกิลแม้ว่าแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร จะยังมีศักยภาพในการรองรับปริมาณนิกเกิลในน้ำสูง แต่ในดินตะกอนกลับมีศักยภาพต่ำสุดเพียงร้อยละ 20.96 เท่านั้น แสดงว่ามีปริมาณนิกเกิลสะสมในดินตะกอนมากและยังพบว่ามีนิกเกิลปนเปื้อนในน้ำและดินตะกอนตลอดทั้งพื้นที่ศึกษาอีกด้วย นอกจากนี้ ยังมีการพบว่า ในฤดูน้ำหลากที่สถานีที่ 11 หน้าวัดอ้อมใหญ่ ตำบลอ้อมใหญ่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ไม่มีศักยภาพในการรองรับปริมาณปรอทในน้ำเนื่องจากปริมาณปรอทที่ตรวจพบมีค่าเท่ากับค่ามาตรฐานพอดี และในสถานีใกล้เคียงกัน ได้แก่ สถานีที่ 12 หน้าวัดดอนไก่ดี ตำบลกระทุ่มแบน อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม สถานีที่ 13 สะพานบางยางรุ่งสินพัฒนา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม และสถานีที่ 14 หน้าวัดอ่างทอง ตำบลบางยาง อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดนครปฐม ที่มีค่าศักยภาพต่ำมาก ดังนั้น จึงสมควรที่จะมีมาตรการควบคุมการใช้โลหะหนักเหล่านี้ในพื้นที่ดังกล่าวเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไปและปริมาณโลหะหนักบางประการในน้ำและดินตะกอน ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล ในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ รวมถึงคลองสาขาสำคัญ ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ เดือนเมษายน พ.ศ.2555 ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของฤดูแล้ง และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของฤดูน้ำหลาก โดยมีสถานีตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ จำนวน 21 สถานี และ ในคลองสาขา คลองละ 5 สถานี รวมทั้งสิ้น 36 สถานี สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

1. ค่าของคุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.49 – 5.90 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.52 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 29.1 - 34.1 องศาเซลเซียส มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 31.4 องศาเซลเซียส ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 13.10 ส่วนในพันส่วน มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.10 ส่วนในพันส่วน โดยพบว่าความเค็มสามารถรุกล้ำเข้าได้ถึงตั้งแต่สถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม และความเค็มมีค่าสูงขึ้นชัดเจนที่สถานีที่ 18 หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม ตำบลท่าฉลอม อำเภอเมืองสมุทรสาคร ความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 6.99 – 7.86 มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.11 และค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 379 – 21,600 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 463.50 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ดังนั้น จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า คุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างเสื่อมโทรมมาก แต่ทั้งนี้ ยังมีบางบริเวณ เช่น บริเวณใกล้ปากแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง มีการเจือจางสารมลพิษต่างๆด้วยมวลน้ำทะเล ทำให้คุณภาพน้ำบริเวณนี้มีคุณภาพดีขึ้น ดังตารางที่ 40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 40 คุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน

คุณภาพน้ำ	แม่น้ำท่าจีน	ค่ามัธยฐาน	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ*
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	0.49-5.90	1.52	แหล่งน้ำประเภทที่ 2 4-6 mg/l แหล่งน้ำประเภทที่ 3 2-4 mg/l แหล่งน้ำประเภทที่ 4 <2 mg/l
อุณหภูมิ (°c)	29.1-34.1	31.4	เป็นไปตามธรรมชาติ
ความเค็ม(ppt)	0.10-13.10	0.10	น้ำจืด <0.5 ppt น้ำกร่อย 0.5-30 ppt
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.99-7.86	7.11	pH 5-9
ค่าการนำไฟฟ้า(µs/cm)	379-21,600	463.50	ไม่ได้กำหนด

2. ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล ในแม่น้ำท่าจีน คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ดังนี้

(1) ปริมาณโลหะหนักในน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง ตรวจไม่พบถึง 0.002 , ตรวจไม่พบ , 0.003 – 0.013 , ตรวจไม่พบถึง 0.002 และ ตรวจไม่พบถึง 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่ามัธยฐาน 0.001 , ตรวจไม่พบ , 0.003 , 0.001 และ 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่มีค่าโลหะหนักดังกล่าวไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) มีเพียงสถานีที่ 19 หน้าวัดช่องลม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สถานีที่ 20 หน้าวัดบางหญ้าแพรก ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร และสถานีที่ 21 ปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เท่านั้นที่มีปริมาณสารหนูเกินค่ามาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) คลองมหาสวัสดิ์ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.001 , ตรวจไม่พบ - ตรวจไม่พบ , 0.004 – 0.005 , 0.002 – 0.002 และ 0.002 – 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่ามัธยฐาน 0.001 , ตรวจไม่พบ , 0.005 , 0.002 และ 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

(3) คลองภาษีเจริญ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.001 , ตรวจไม่พบ - ตรวจไม่พบ , 0.001 – 0.006 , ตรวจไม่พบ - ตรวจไม่พบ และ 0.003 – 0.021 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่ามัธยฐาน 0.001 , ตรวจไม่พบ , 0.004 , ตรวจไม่พบ และ 0.011 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

(4) คลองมหาชัย พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.003 , ตรวจไม่พบ - ตรวจไม่พบ , 0.004 – 0.009 , 0.001 – 0.001 และ 0.002 – 0.072 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่ามัธยฐาน 0.001 , ตรวจไม่พบ , 0.005 , 0.001 และ 0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

โดยส่วนใหญ่มีค่าโลหะหนักดังกล่าวไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ปริมาณโลหะหนักในน้ำจากในแม่น้ำท่าจีน คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัยตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน

โลหะหนัก	ค่ามาตรฐานโลหะหนักในน้ำ (mg/l)	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ (mg/kg)			
		แม่น้ำท่าจีน	คลองมหาสวัสดิ์	คลองภาษีเจริญ	คลองมหาชัย
ตะกั่ว	สูงสุดไม่เกิน 0.05	ตรวจไม่พบถึง 0.002	0.001 ถึง 0.001	0.001 ถึง 0.001	0.001 ถึง 0.003
แคดเมียม	สูงสุดไม่เกิน 0.005*, 0.05**	← ตรวจไม่พบ →			
สารหนู	สูงสุดไม่เกิน 0.01	0.003 ถึง 0.013	0.004 ถึง 0.005	0.001 ถึง 0.006	0.004 ถึง 0.009

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 41 (ต่อ)

โลหะหนัก	ค่ามาตรฐานโลหะหนักในน้ำ (mg/l)	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ (mg/kg)			
		แม่น้ำท่าจีน	คลองมหาสวัสดิ์	คลองภาษีเจริญ	คลองมหาชัย
ปรอท	สูงสุดไม่เกิน 0.002	ตรวจไม่พบถึง 0.002	0.002 ถึง 0.002	ตรวจไม่พบ	0.001 ถึง 0.001
นิกเกิล	สูงสุดไม่เกิน 0.1	ตรวจไม่พบถึง 0.005	0.002 ถึง 0.004	0.003 ถึง 0.021	0.002 ถึง 0.072

หมายเหตุ * = สำหรับน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** = สำหรับน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินจากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 14.298 – 41.409 , 0.020 – 0.548 , 1.498 – 15.004 , ตรวจไม่พบถึง 0.463 และ 5.536 – 39.521 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีค่ามัธยฐาน 33.416 , 0.090 , 6.823 , 0.005 และ 26.125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทุกสถานีมีค่าโลหะหนักดังกล่าวไม่เกินค่ามาตรฐานตาม NOAA (Long and Morgan, 1990) ดังตารางที่ 42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 42 ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนจากในแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน

โลหะหนัก	ค่ามาตรฐานโลหะหนักในดินตะกอน (mg/kg)	ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีน (mg/kg)
ตะกั่ว	110	14.298-41.409
แคดเมียม	9	0.020-0.548
สารหนู	85	1.498-15.004
ปรอท	1.3	ตรวจไม่พบ - 0.463
นิกเกิล	50	5.536-39.521

4. จากการศึกษาศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำในการรองรับปริมาณโลหะบางประการ ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล พบว่า ในดินตะกอนมีศักยภาพการรองรับปริมาณโลหะหนัก คิดเป็นร้อยละ 62.36 – 87.00 , 93.91 – 99.78 , 82.35 – 98.24 , 64.38 – 100.00 และ 20.96 – 88.93 ตามลำดับ มีค่ามัธยฐาน 69.62 , 99.01 , 91.97 , 99.62 และ 47.75 ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า ในน้ำของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำมีศักยภาพในการรองรับปริมาณโลหะบางประการ ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล คิดเป็นร้อยละ 96.00 – 100.00 , 100.00 – 100.00 , -30.00 – 73.00 , 0.00 – 100.00 และ 95.30 – 100.00ตามลำดับ มีค่ามัธยฐานร้อยละ 99.00 , 100.00 , 67.00 , 75.00 และ 98.50 ตามลำดับ จากที่กล่าวมาข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำมีศักยภาพในการรองรับปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนสูงสุด คือ ปรอท แคดเมียม สารหนู ตะกั่ว และนิกเกิล ตามลำดับ ส่วนในน้ำมีศักยภาพในการรองรับปริมาณโลหะหนักสูงสุดในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ คือ แคดเมียม ตะกั่ว นิกเกิล ปรอท และสารหนู ตามลำดับ โดยในสารหนูนั้น มีบางสถานี ได้แก่ สถานีที่ 19 – 21 ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) ที่ไม่สามารถรองรับปริมาณสารหนูเพิ่มได้อีกเนื่องจากมีปริมาณสารหนูในน้ำสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน ดังตารางที่ 43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 43 ศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะบางประการ

โลหะหนัก	ศักยภาพการรองรับ(ร้อยละ)		ค่ามัธยฐาน(ร้อยละ)	
	ตะกอนดิน	น้ำ	ตะกอนดิน	น้ำ
ตะกั่ว	62.36 – 87.00	96.00 – 100.00	69.62	99.00
แคดเมียม	93.91 – 99.78	100.00 – 100.00	99.01	100.00
สารหนู	82.35 – 98.24	-30.00 – 73.00	91.97	67.00
ปรอท	64.38 – 100.00	0.00 – 100.00	99.62	75.00
นิกเกิล	20.96 – 88.93	95.30 – 100.00	47.75	98.50

5. เนื่องจากช่วงเวลาที่มีการเก็บตัวอย่างทั้งใน ช่วงฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555) และช่วงฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555) น้ำจากคลองสาขามีอัตราการไหล เท่ากับ 0 เมตรต่อวินาที หรืออาจกล่าวได้ว่าน้ำค่อนข้างนิ่งกระทั่งไม่มีการไหล ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ณ ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง ไม่มีสารโลหะหนักไหลปนเปื้อนมากับคลองสาขาดังกล่าว แต่ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในแม่น้ำท่าจีนนั้นเป็นโลหะหนักที่ปนเปื้อนมาจากแหล่งกำเนิดมลพิษอื่นๆ รวมถึงเป็นปริมาณที่สะสมอยู่ในดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนอยู่แล้ว

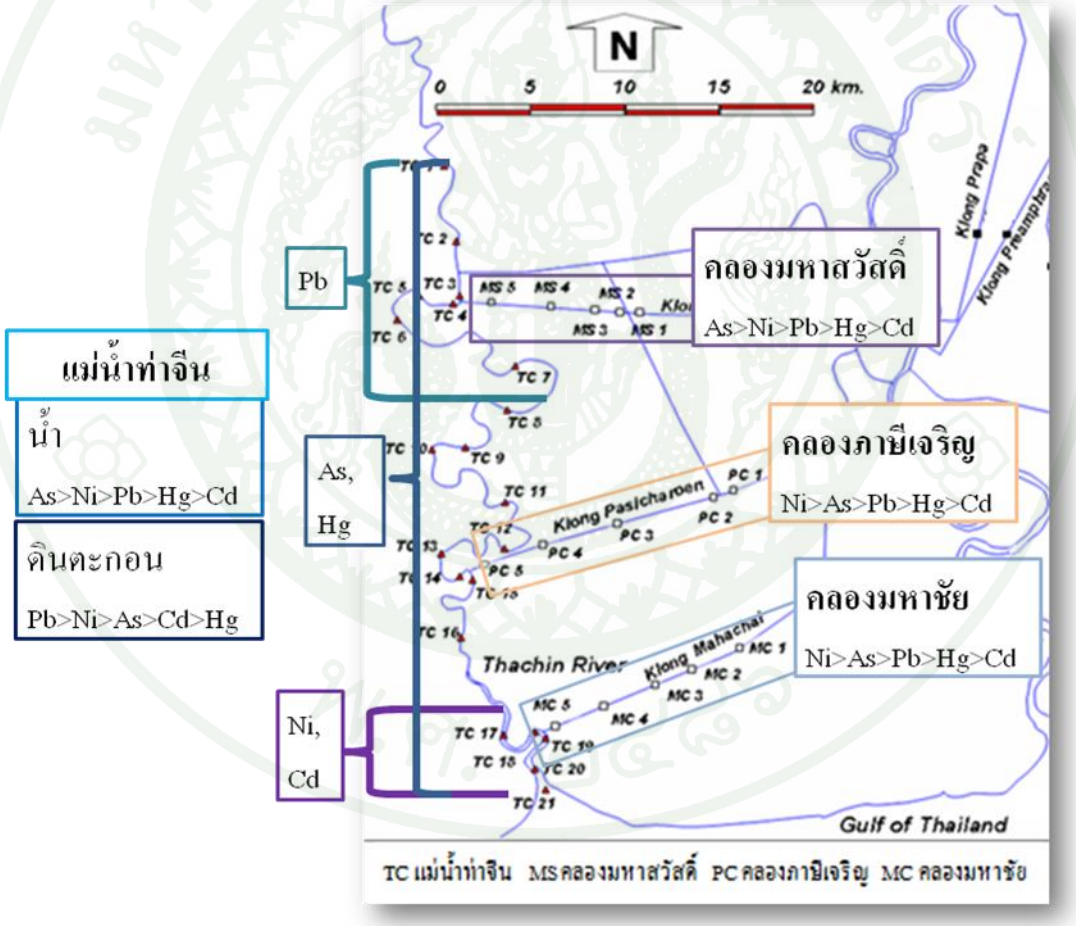
6. จากการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนและน้ำจากตัวอย่างที่ได้จากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ พบว่า ปริมาณโลหะหนักทุกชนิดมีมากในดินตะกอนมากกว่าแม่น้ำ ยกเว้น ปริมาณปรอทในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555) ซึ่งไม่พบปรอทในดินตะกอนเลย ขณะปริมาณปรอทพบมากในน้ำ และยังมีปริมาณสูงกว่าในฤดูแล้ง(เดือนเมษายน พ.ศ.2555)อีกด้วย

7. จากการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในฤดูแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.255)และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555) พบว่า ปริมาณโลหะหนักช่วงฤดูน้ำหลากมีปริมาณสูงขึ้นกว่าช่วงฤดูน้ำแล้งทั้งในดินตะกอนและในน้ำ ยกเว้น แคดเมียมที่ไม่พบในน้ำเลยทั้งฤดูน้ำแล้งและฤดูน้ำหลาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. เมื่อพิจารณาปริมาณโลหะหนักตามการไหลของแม่น้ำพบว่า โลหะหนักทั้งห้าชนิดมีปริมาณค่อนข้างคงที่จนถึงสถานีท้ายๆที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำ ซึ่งปริมาณโลหะหนักในดินมีปริมาณลดลง ขณะที่ในน้ำมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยเห็นได้ชัดในสารหนู ปรอท และนิกเกิล

9. โลหะหนักทั้งห้าชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู ปรอท และนิกเกิล มีการแพร่กระจายในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร และคลองสาขา 3 คลอง ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ดังภาพที่ 32



ภาพที่ 32 ลักษณะการแพร่กระจายของโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 32 สามารถสรุปลักษณะการแพร่กระจายของโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน ได้ดังนี้

(1) ในแม่น้ำท่าจีน พบว่า ในน้ำมีปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนมากที่สุด คือ สารหนู รองลงมา คือ นิกเกิล ตะกั่ว ปรอท และแคดเมียมซึ่งไม่พบในน้ำเลย ขณะที่ในดินตะกอน พบตะกั่วสะสมอยู่ปริมาณมากที่สุด รองลองมา คือ นิกเกิล สารหนู แคดเมียม และปรอท

(2) ในคลองสาขา พบว่า คลองมหาสวัสดิ์มีสารหนูปนเปื้อนในน้ำมากที่สุด รองลงมา คือ นิกเกิล ตะกั่ว และปรอท ส่วนคลองภาษีเจริญและคลองมหาชัย พบว่า มีนิกเกิลปนเปื้อนในน้ำมากที่สุด รองลงมา คือ สารหนู ตะกั่ว และปรอท ส่วนแคดเมียมตรวจไม่พบทั้งสามคลอง

(3) พบปริมาณตะกั่วแพร่กระจายมากในตอนบนของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี ถึงสถานีที่ 7 หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบชุมชนเกษตรกรรม

(4) พบปริมาณนิกเกิลและแคดเมียมแพร่กระจายมากในตอนล่างของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สถานีที่ 17 หน้าวัดกลางอ่างแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ถึงสถานีที่ 21 ปากแม่น้ำท่าจีน ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบชุมชนอุตสาหกรรม

(5) พบปริมาณสารหนูและปรอทกระจายทั่วทุกสถานีในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน แต่ปริมาณปรอทในฤดูน้ำแล้งจะพบมากที่สถานีที่ 1 หน้าวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงสถานีที่ 10 หน้าวัดบางช้างเหนือ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ขณะที่ในฤดูน้ำหลากจะพบปรอทในสถานีที่ 11 หน้าวัดอ้อมใหญ่ ตำบลอ้อมใหญ่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ถึงสถานีที่ 21 ปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

10. จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้ง 5 ชนิดซึ่งเป็นโลหะหนักที่มีการใช้ประโยชน์กันทั่วไป โดยการตรวจวัดในครั้งนี้เป็นการตรวจวัดหลังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่พื้นที่ภาคกลางช่วงปลายปีพ.ศ. 2554 จึงสามารถสรุปได้ว่า น้ำท่วมที่ถูกระบายมาทางแม่น้ำท่าจีนตอนล่างโดยผ่านทางคลองระบายน้ำสำคัญ ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พัดพาโลหะหนักดังกล่าวมาด้วย ทั้งนี้ เนื่องจากโลหะหนักมีขนาดโมเลกุลที่ใหญ่จึงมักถูกพัดพาไปไม่ไกลจากแหล่งกำเนิดมากนัก

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาแหล่งที่มาของโลหะหนักชนิดต่างๆให้ชัดเจนมากขึ้น โดยการเลือกเก็บตัวอย่างน้ำและดินบริเวณใกล้แหล่งกำเนิดมลพิษ เช่น ทางระบายน้ำจากแหล่งเกษตรกรรม บริเวณปากท่อระบายน้ำจากตลาด ชุมชน รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรม มาวิเคราะห์เพื่อหาที่มาของโลหะหนักที่ถูกต้อง

2. ควรศึกษารายละเอียดของกิจกรรมในพื้นที่เพิ่มเติม เพื่อมาอธิบายลักษณะของการแพร่กระจายของโลหะหนักในพื้นที่แต่ละฤดูกาล

3. ควรมีการศึกษาคุณสมบัติของดินตะกอนอื่นๆ เช่น ลักษณะของดินตะกอน หรือปริมาณน้ำในดินเพื่อนำมาอธิบายความสามารถในการกักเก็บโลหะหนักในดินตะกอน รวมถึงกลไกการเคลื่อนย้ายโลหะหนักระหว่างน้ำและดินตะกอนได้ชัดเจนมากขึ้น

4. ควรมีการศึกษาการสะสมของโลหะหนักในพืชน้ำและสัตว์น้ำที่มีการบริโภคในพื้นที่เพื่อติดตามและเฝ้าระวังการสะสมของโลหะหนักในห่วงโซ่อาหารซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพมนุษย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรกช วิเชฏฐพิทยาพงษ์. 2535. **การศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนักที่เป็นพิษในน้ำ และดินตะกอนบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมควบคุมมลพิษ. 2537**. ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำท่าจีน.** 7 มิถุนายน 2537.

_____. 2546. **สถานการณ์โลหะหนักในตะกอนดินและเนื้อเยื่อสัตว์บริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **แคดเมี่ยม**. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการของสารเคมีเฉพาะเรื่อง. สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

_____. 2549. **พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กฎ ประกาศ และระเบียบที่เกี่ยวข้องด้านการควบคุมลพิษ.** กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมชลประทาน. 2541. **การศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการประตูระบายน้ำแม่น้ำท่าจีน (ตอนล่าง) จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสาคร : รายงานด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ฉบับหลัก)**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรธรณี. 2550. **นิกเกิล.** แหล่งที่มา: http://www.dmr.go.th/ewt_news.php?nid=577&filename=mineral_new, 9 สิงหาคม 2556.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2555ก. **สภาวะอากาศประเทศไทย เดือนเมษายน 2555.** แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/programs/uploads/monthlySummary/เมษายน2555.pdf, 26 กันยายน 2556.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2555ข. **สภาวะอากาศประเทศไทย เดือนพฤศจิกายน 2555.** แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/programs/uploads/monthlySummary/พฤศจิกายน2555.pdf, 26 กันยายน 2556.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2554. **รายชื่อสถานประกอบการในประเทศไทย.** แหล่งที่มา: http://ledx.oie.go.th/leedx_plus/data/factory/factoryList/view/index.php, 24 กันยายน 2556.

กองจัดการคุณภาพน้ำ. 2540. **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม.2532. **แคดเมียม**. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพ ฯ.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2535. **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย พ.ศ. 2530-2534**. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553ก. **รายงานการวิเคราะห์สถานภาพการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศลุ่มน้ำท่าจีน.** สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553ข. **รายงานการวิเคราะห์สถานภาพการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศลุ่มน้ำท่าจีน.** สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. *อ้างถึง* กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. 2552. **จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักร แยกเป็นกรุงเทพมหานครและจังหวัดต่างๆ ตามหลักฐานการทะเบียนราษฎร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2552.** แหล่งที่มา: http://203.113.86.149/stat/y_stat.html, 14 พฤษภาคม 2556.

เกษม จันทร์แก้ว. 2530. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537**. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน.** 20 มกราคม 2537.

จันทร์ศรี ดนูนาถ. 2539. **การหาปริมาณโลหะหนักบางตัวในตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำปิง และแม่น้ำกวง ปี2538.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จิราภรณ์ อ่ำพันธ์. 2543. **อันตรายจากปรอท.** แหล่งที่มา: http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=79, 16 กันยายน 2556.

จารุวรรณ สมศิริ, กาญจนาภรณ์ พูลประเสริฐ และทองสา ราชาเดช. 2534. **คุณภาพน้ำและโลหะหนักตกค้างในแม่น้ำท่าจีน**. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

จารุวรรณ สมศิริ, พัชรา เพ็ชร์พิรุณ และรัชฎาภรณ์ กิตติวรเชษฎ์ฐ์. 2547. **รายงานเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและโลหะหนักในแม่น้ำสี่สายหลักของภาคกลาง ปี 2546**. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.

จิระ จตุรานนท์. 2526. **การกระจายตามแนวดิ่งของโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอนจากอ่าวไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกรมโรงงานอุตสาหกรรม. ม.ป.ป. **เอกสารข้อมูลความปลอดภัย.** แหล่งที่มา: http://www.chemtrack.org/MSDSSG/Merck/msdst/1067/106717.htm, 9 สิงหาคม 2556.

ชรัชชา ชาติสกุลทอง. 2536. **ศึกษาการดูดซับและการปลดปล่อยโลหะ แคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีสของดินตะกอนจากแม่น้ำโขง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์ และ พิมล เรียนวัฒนา. 2525. **เคมีสภาวะแวดล้อม**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพ ฯ.

ชินชาต โปร่งสระ. 2543. **ปริมาณโลหะหนักบางชนิด (แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี) ในสัตว์ทะเลที่เป็นอาหารบริเวณชายฝั่งโครงการบำบัดน้ำเสียแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพมาศ นิพนธ์กิจ. 2547. **การใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิตยา ฤทธิ์นิ่ม. 2554. **การประเมินศักยภาพการผลิตทรัพยากรพื้นท้องน้ำในพื้นที่ปากแม่น้ำจังหวัดสมุทรสาคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์. 2554. **เอกสารประกอบการเรียนวิชา Environmental Toxicology and Control.** วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เนาวรัตน์ ลีฬหพันธ์, มณฑา เดชกำแหง, วรรณา เชื้ออินต๊ะ และศิริพล เชื้ออินต๊ะ. 2530. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุพิษในปลาทะเลด้วยเทคนิคนิวตรอนแอคติเวชัน, น. 40-49. *ใน* **เอกสารสัมมนาวิชาการเรื่องปัญหาโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ครั้งที่ 2**. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมวิชาการเรื่องปัญหาโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ครั้งที่ 2. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญเติม แซ่ปึง. 2536. **ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี ในน้ำและดินตะกอนจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำเมย จังหวัดตาก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผกา สุขเกษม. 2535. **ผลกระทบของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิตและหลักการในการวิเคราะห์โลหะปริมาณน้อย**, น. 36-53. *ใน* เอกสารประกอบการฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

พฤหัส จันทร์นวล. 2551. **พลวัตของโลหะหนัก: กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักและคุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัชรา เพ็ชร์พิรุณ. 2531. **การแพร่กระจายของโลหะตะกั่ว สังกะสี และทองแดง ในสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 2 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง, กรุงเทพฯ.

พัชรา เพ็ชร □พิรุณ และดาเรศ รุ่ง□งสฤษศักดิ์. 2543. **ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอนและในสัตว์น้ำ.** กองสิ่งแวดล้อมประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พิมล เรียนวัฒนา และ ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2539. **เคมีสภาวะแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ภารดี คะลา. 2541. **ศักยภาพของแม่น้ำเพชรบุรีต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนูวดี หังสพฤกษ์. 2532. **สมุทรศาสตร์เคมี**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ ฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มลิวรรณ บุญเสนอ. 2544. **พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม. *อ้างถึง* Hammond, P.B. and R.P. Beliles. 1980. Metals. In J. Doull, C.D. Klaassen and M.O. Amdur (Eds.) Casarette and Doull's **Toxicology**, 2nd Ed. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.

ไมตรี สุทธิจิตต์. 2531. **สารพิษรอบตัวเรา**. ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วิกันดา ชัยบุตร. 2541. **การศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ดินตะกอนและเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของปลาบางชนิด ในแม่น้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. 2554. **คุณภาพน้ำลุ่มน้ำท่าจีน.** แหล่งที่มา: http://www.haii.or.th/wiki/index.php, 9 มิถุนายน 2556.

สนิท อักษรแก้ว. 2542**. การฟื้นฟูและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนเพื่อสังคมและเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนของประเทศไทย.** อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพ ฯ.

สุดชาย กำเนิดมณี. 2540. **การศึกษาปริมาณโลหะหนักในดิน น้ำ ดินตะกอน และหญ้าขน บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาภรณ์ เพ็ญธิสาร. 2544. **ศักยภาพของป่าชายเลนต่อการรองรับโลหะหนักในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธรรม แย้มนิยม และงามพิศ แย้มนิยม. 2519. **เอกสารเศรษฐธรณีวิทยา เล่มที่ 12**. กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. **รายงานการศึกษา การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน.** แหล่งที่มา: http://library.pcd.go.th/Multimedia/E-book/Public/law/Report_std_soil.pdf, 1 ธันวาคม 2555.

สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารเพื่อสุขภาพสุขภาพ. ม.ป.ป. **บทที่ 5 สถานการณ์ปัญหาทางสุขภาพที่เกิดจากมลพิษทางน้ำ.** แหล่งที่มา: http://www.hiso.or.th/hiso/picture/reportHealth/pro-5_Chapter5(1).doc, 30 กันยายน 2556.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. **ข้อมูลสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555.** แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/download/download_journal/yearbook55.pdf. 24 กันยายน 2556.

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2552. **โครงการบริหารจัดการระบบนิเวศลุ่มน้ำท่าจีน.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ศิริมาศ สิทธิกรม. 2550. **การแพร่กระจายของปริมาณแคดเมียม ทองแดง และตะกั่วในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิชาติ โพธิ์สุ. 2536. **ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสีในน้ำและดินตะกอนจากคุณภาพน้ำชั้นต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำเลย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อธิษฐาน ทิมแย้มประเสริฐ. 2544. **ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอนบริเวณป่าชายเลนที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอิงค์ เวชสิทธิ์. 2551. **การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำบางชนิดบริเวณแม่น้ำท่าจีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Abdel-Moati, A.R. 1990. Behaviour and fluxes of Copper and Lead in the Nile River Estuary. Estuarine, **Coastal and Shelf Science.** 30: 153-165.

APHA, AWWA and WEF. 2005. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21st Edition, American Public, Washington, D.C.

Arena, J.M. 1976. **Poisoning Toxicology Sym: Treatment.** 3rd ed., Charrles C. Thomas, Illinois.

Brames, E. and W. Anthony. 1983. Cadmium and Lead throught an Agricultural Food Chain. Teas A & M Univ. **Science of the Total Env.** 28: 285-307.

Bennett, B.C. 1982. The exposure commitment method with application to environmental mercury. **Environmental Monitoring and Assessment** 2: 085-093.

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

Chaney, R.L. 1982. Fate of toxic substances in sludge applied to cropland, Cited by H. Kuntz, E. Pluquet, J.H. Stark and S. Coopoia. **Current techniqunes for evaluation of metal problems d.ue to sludge**. D. Reidal publish Company, Holland.

D'ltri, F.M. 1975. **Mercury in Aquatic Ecosystems.** Ann Arbor Science Publishers Inc., Michigan.

Edward, D. S. Chroeder. 1987. **Water Quality Management.** Blakies & Son Ltd., London. 478 p.

EPA. 1979. **Water-Related Environmental Fate of 125 Priority Pollutants: Volum I**, United Stated Environmental protection agency, Washing. D.C.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Francis, A.J. and C.J. Dodge. 1988. Anaerobic micro- bial dissolution of Transition and heavy metal oxides. **Appl. And Environ. Microbial.** 54:1009-1014.

Goldwater, J.L. and W. Stopford. 1977. **Mercury of the chemical environment.** Blakie & Son Ltd., London.

Hannerz, L. 1969. Experimental Investigation on the Accumulation of Mercury in Water Organism. **Fishery Board of Sweden.** 43: 120-176.

Hammond, B. and R.R. Beliles. 1980. **Metals in Casarett and Doll's Toxicology: the Basic Science of Poisons.** 2nd ed., Mcmillan Publishing Co., Inc., New York.

Harrison, R.M. and D.D.H. Laxen. 1981. **Lead Pollution Causes and Control**. The University Press, Cambridge.

Hawley, G.G. 1977. The **Condensed Chemical Dictionary.** 9th ed., Van Nostrand Reinhold, Co., London.

Hirsch, D. and A. Banin. 1990. Cadmium speciation in soil Solution. **J. Environ. Qual.** 19: 366-427.

Hutzinger, O.W., D. Jameieson and S. Safe. 1975. Mass Spectra of Some Fngicidal Oraganomercury Compounds. **Analytical Aspects of Mercury and other Heavy Metals in the Environment.** Gordon and Breach Science Publishers Ltd., London.

Jernelov, A. 1969. Conversion of Mercury Compounds. **Cerrent Research of Persistant Pesticides.** Charles E. Thomas Springfield, Illinois.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Long, E.R. and L.G. Morgan. 1990. The Potential for Biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program. **NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52.** National Oceanic and Atmospheric Administration. Seattle, Washington.

Longan, T.J. and R.E. Feltz. 1985. Plant uptake of cadmium from acid extracted Anaerobically digested sewage. **J. Environ. Qual**. 14(4): 495-550.

Matida, Y., H. Kumada, S. Kimura, Y. Saiga, T. Nose, M. Yokote and H. Kawatsu. 1971. Toxicity of mercury compounds of aquatic organisms and accumulation of the compounds by the organisms. **Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.** 21 (2): 197-227.

McNeely, R.N., V.P. Neimanis and L.Dwyer. 1979. **Water Quality Sourcebook a Guide to Water Quality Parameter**. Inland Water. Directorate, Eater Quality Branch, Ottawa.

Nriagu, J.O. 1980. **Cadmium in the Enviroment, Part I; Ecological Cycling Enviromental Science and Technology Series.** Wiley Interscience Publ.,New York.

Onodera, S. 1985. **A Case Study on Water Quality Evaluation of the Lower Chao Phraya River and Klongs along the River.** Laboratory and Research Section Environmental Quality Standard Division, Bangkok.

Reilly, C. 1980. **Metal Contamination of Food**. Applied Science Publishers Ltd., London.

Schaffner, Monika, Hans-Peter Bader and Ruth Scheidegger. 2009. Modeling the contribution of point sources and non-point sources to Thachin River water pollution. **Science of the Total Environment** 407, 4902–4915.

Schroeder, H.W. 1982. Sampling and analysis of mercury and its compounds in atmosphere. **Environ. Sci. Technol.** 11(7): 394A-400A.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Underwood, E.J. 1971. **Trace Element in Human and Animan Nutrition**. 4th ed., Acadamic Press, New York.

Zwolsman, J.J.G., G.T.M. Van Eck and G. Burger. 1996. Spatial and temporal distribution of trace metals in sediment from the Scheldt Estuary, south-west Netherlands. **Estuarine Coastal Shelf Sci.** 43, 55–79.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ปัจจัยคุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ ฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555)

สถานี	DO (mg/l)	อุณหภูมิ (°C)	pH	Salinity (ppt)	EC (µs/cm)
1	2.31	32.60	7.04	0.10	379
2	3.50	33.50	7.12	0.10	387
3	2.91	32.80	7.14	0.10	395
4	3.04	32.70	7.14	0.10	396
5	2.86	32.60	7.16	0.10	395
6	2.10	32.30	7.06	0.10	395
7	1.30	32.40	7.01	0.10	393
8	1.50	32.80	7.12	0.10	395
9	1.54	32.20	7.13	0.10	412
10	1.29	32.10	7.09	0.10	423
11	0.83	32.70	7.06	0.10	443
12	0.70	33.10	7.09	0.10	464
13	2.48	32.30	7.16	0.10	429
14	1.69	32.30	7.18	0.10	437
15	1.38	32.40	7.16	0.10	437
16	0.91	32.50	7.18	0.20	509
17	1.68	33.50	7.15	0.20	511
18	3.44	34.10	7.60	9.10	15,363
19	5.90	33.90	7.86	13.10	21,600
20	3.49	33.80	7.63	10.60	17,760
21	2.73	33.40	7.51	8.60	14,660

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ปัจจัยคุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน ฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)

สถานี	DO (mg/l)	อุณหภูมิ (°C)	pH	Salinity (ppt)	EC (µs/cm)
1	1.70	30.0	6.99	0.1	413
2	1.67	30.6	7.05	0.1	448
3	1.95	30.5	7.09	0.1	449
4	1.93	30.7	7.07	0.1	446
5	1.57	30.5	7.08	0.1	444
6	2.00	30.3	7.02	0.1	462
7	1.37	30.0	7.10	0.1	463
8	1.25	29.9	7.08	0.1	464
9	1.39	29.8	7.07	0.1	468
10	1.39	29.8	7.09	0.1	468
11	1.39	30.5	7.07	0.2	484
12	1.16	29.6	7.07	0.2	491
13	0.49	30.0	7.08	0.2	485
14	0.72	29.9	7.05	0.2	487
15	1.31	29.7	7.09	0.2	498
16	1.33	29.7	7.12	0.2	511
17	1.26	29.3	7.16	0.2	546
18	0.83	29.3	7.16	0.3	793
19	0.97	29.1	7.18	1.1	1,227
20	0.95	29.1	7.20	1.2	1,356
21	1.55	29.6	7.19	6.0	1,857

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณโลหะหนักในน้ำแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน ฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555)

สถานี	ตะกั่ว (mg/l)	แคดเมียม (mg/l)	สารหนู (mg/l)	ปรอท (mg/l)	นิกเกิล (mg/l)
1	0.0020	ND	0.0032	<0.0005	0.0021
2	ND	ND	0.0028	<0.0005	ND
3	<0.0005	ND	0.0027	<0.0005	<0.0015
4	0.0006	ND	0.0028	<0.0005	ND
5	0.0008	ND	0.0027	<0.0005	<0.0015
6	ND	ND	0.0027	<0.0005	ND
7	<0.0005	ND	0.0029	<0.0005	ND
8	<0.0005	ND	0.0028	<0.0005	<0.0015
9	<0.0005	ND	0.0030	<0.0005	<0.0015
10	<0.0005	ND	0.0030	<0.0005	<0.0015
11	ND	ND	0.0031	ND	<0.0015
12	ND	ND	0.0031	ND	<0.0015
13	ND	ND	0.0028	ND	<0.0015
14	ND	ND	0.0029	ND	<0.0015
15	ND	ND	0.0030	ND	<0.0015
16	ND	ND	0.0030	ND	<0.0015
17	ND	ND	0.0030	ND	<0.0015
18	ND	ND	0.0091	ND	0.0017
19	ND	ND	0.0130	ND	0.0018
20	<0.0005	ND	0.0122	ND	0.0024
21	ND	ND	0.0104	ND	0.0020

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณโลหะหนักในน้ำแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน ฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)

สถานี	ตะกั่ว (mg/l)	แคดเมียม (mg/l)	สารหนู (mg/l)	ปรอท (mg/l)	นิกเกิล (mg/l)
1	<0.0005	ND	0.0032	ND	0.0047
2	0.0006	ND	0.0032	<0.0005	<0.0015
3	0.0017	ND	0.0030	ND	<0.0015
4	ND	ND	0.0032	ND	<0.0015
5	<0.0005	ND	0.0040	ND	<0.0015
6	0.0006	ND	0.0040	ND	<0.0015
7	0.0006	ND	0.0040	ND	0.0046
8	0.0009	ND	0.0041	ND	0.0020
9	<0.0005	ND	0.0040	ND	0.0026
10	<0.0005	ND	0.0041	ND	0.0018
11	ND	ND	0.0034	0.0020	<0.0015
12	ND	ND	0.0036	0.0019	<0.0015
13	<0.0005	ND	0.0038	0.0019	<0.0015
14	0.0008	ND	0.0038	0.0017	<0.0015
15	<0.0005	ND	0.0041	0.0009	0.0021
16	0.0006	ND	0.0042	0.0013	0.0020
17	0.0006	ND	0.0043	0.0010	0.0022
18	0.0006	ND	0.0044	0.0009	0.0026
19	0.0007	ND	0.0048	0.0009	0.0034
20	0.0009	ND	0.0047	0.0009	0.0031
21	0.0009	ND	0.0050	0.0008	0.0034

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน ฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555)

สถานี	ตะกั่ว (mg/kg)	แคดเมียม (mg/kg)	สารหนู (mg/kg)	ปรอท (mg/kg)	นิกเกิล (mg/kg)
1	28.342	< 0.020	13.439	<0.010	15.908
2	30.864	0.028	14.179	0.066	17.717
3	33.491	<0.020	9.249	0.069	27.496
4	32.239	<0.020	9.757	<0.010	19.501
5	33.341	<0.020	15.004	<0.010	22.508
6	28.976	<0.020	9.092	0.257	17.027
7	34.396	<0.020	4.371	0.463	22.886
8	34.678	<0.020	8.427	<0.010	24.136
9	30.472	<0.020	11.633	<0.010	18.402
10	30.977	<0.020	10.504	<0.010	17.282
11	32.892	0.082	10.757	<0.010	23.960
12	32.590	0.136	3.388	<0.010	24.187
13	33.732	0.088	6.858	<0.010	23.908
14	29.570	0.037	3.370	<0.010	22.203
15	32.045	0.087	3.148	<0.010	23.810
16	32.743	0.118	4.965	<0.010	24.574
17	31.869	0.102	4.936	<0.010	25.801
18	32.041	0.176	4.625	<0.010	22.527
19	29.117	0.074	3.194	<0.010	17.741
20	33.691	0.084	4.507	<0.010	30.305
21	14.298	<0.020	1.704	<0.010	5.536

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน ฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)

สถานี	ตะกั่ว (mg/kg)	แคดเมียม (mg/kg)	สารหนู (mg/kg)	ปรอท (mg/kg)	นิกเกิล (mg/kg)
1	36.013	0.094	7.104	ND	32.675
2	35.255	0.091	10.716	ND	31.191
3	38.107	0.101	8.388	ND	34.526
4	32.111	0.089	10.440	ND	26.120
5	35.343	0.088	9.257	ND	30.302
6	34.426	0.090	12.729	ND	30.080
7	38.789	0.121	10.494	ND	39.521
8	34.310	0.075	3.214	ND	30.878
9	34.937	0.093	13.553	ND	30.384
10	32.827	0.122	6.851	ND	31.705
11	36.548	0.322	6.794	ND	33.647
12	37.052	0.245	8.897	ND	31.621
13	37.848	0.261	2.469	ND	38.066
14	38.200	0.274	1.679	ND	38.486
15	33.899	0.211	4.780	ND	31.027
16	37.328	0.261	5.340	ND	39.394
17	32.219	0.234	3.754	ND	34.931
18	41.409	0.548	3.956	ND	34.817
19	34.400	0.325	3.813	ND	36.086
20	28.266	0.138	2.542	ND	26.130
21	24.714	0.035	1.498	ND	16.451

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำจากคลองมหาสวัสดิ์

ฤดูกาล	สถานี	ตะกั่ว (mg/l)	แคดเมียม (mg/l)	สารหนู (mg/l)	ปรอท (mg/l)	นิกเกิล (mg/l)
ฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555)	1	0.0008	ND	0.0042	<0.0005	0.0034
	2	0.0007	ND	0.0039	<0.0005	0.0033
	3	0.0005	ND	0.0041	<0.0005	0.0031
	4	0.0005	ND	0.0042	<0.0005	0.004
	5	<0.0005	ND	0.0045	<0.0005	0.0022
ฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	1	0.0007	ND	0.0049	ND	0.002
	2	<0.0005	ND	0.0046	ND	0.0018
	3	0.0006	ND	0.0053	ND	0.0017
	4	0.0007	ND	0.0054	0.0018	0.0017
	5	<0.0005	ND	0.0049	ND	<0.0015

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำจากคลองภาษีเจริญ

ฤดูกาล	สถานี	ตะกั่ว (mg/l)	แคดเมียม (mg/l)	สารหนู (mg/l)	ปรอท (mg/l)	นิกเกิล (mg/l)
ฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555)	1	<0.0005	ND	0.0005	<0.0005	0.006
	2	0.0006	ND	0.0051	<0.0005	0.0123
	3	0.0006	ND	0.0056	<0.0005	0.0134
	4	ND	ND	0.0049	<0.0005	0.0117
	5	ND	ND	0.0052	<0.0005	0.0103
ฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	1	ND	ND	0.004	ND	0.003
	2	ND	ND	0.004	ND	0.0041
	3	0.0006	ND	0.004	ND	0.0048
	4	0.0008	ND	0.0043	ND	0.0129
	5	0.0009	ND	0.004	ND	0.0211

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำจากคลองมหาชัย

ฤดูกาล	สถานี	ตะกั่ว (mg/l)	แคดเมียม (mg/l)	สารหนู (mg/l)	ปรอท (mg/l)	นิกเกิล (mg/l)
ฤดูน้ำแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ.2555)	1	0.0018	ND	0.0057	<0.0005	0.0184
	2	<0.0005	ND	0.0073	0.0008	0.0184
	3	0.0011	ND	0.0086	<0.0005	0.0213
	4	0.0006	ND	0.009	<0.0005	0.0718
	5	ND	ND	0.0063	ND	0.0053
ฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555)	1	<0.0005	ND	0.0043	ND	0.0117
	2	0.002	ND	0.0043	ND	0.0035
	3	0.0027	ND	0.0046	ND	0.0029
	4	ND	ND	0.0047	ND	0.0019
	5	0.001	ND	0.0046	ND	0.0019

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 10 ศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการในน้ำ (ร้อยละ)

สถานี	ตะกั่ว		แคดเมียม		สารหนู		ปรอท		นิกเกิล	
	Apr.	Nov.	Apr.	Nov.	Apr.	Nov.	Apr.	Nov.	Apr.	Nov.
1	96.00	99.00	100.00	100.00	68.00	68.00	75.00	100.00	97.90	95.30
2	100.00	98.80	100.00	100.00	72.00	68.00	75.00	75.00	100.00	98.50
3	99.00	96.60	100.00	100.00	73.00	70.00	75.00	100.00	98.50	98.50
4	98.80	100.00	100.00	100.00	72.00	68.00	75.00	100.00	100.00	98.50
5	98.40	99.00	100.00	100.00	73.00	60.00	75.00	100.00	98.50	98.50
6	100.00	98.80	100.00	100.00	73.00	60.00	75.00	100.00	100.00	98.50
7	99.00	98.80	100.00	100.00	71.00	60.00	75.00	100.00	100.00	95.40
8	99.00	98.20	100.00	100.00	72.00	59.00	75.00	100.00	98.50	98.00
9	99.00	99.00	100.00	100.00	70.00	60.00	75.00	100.00	98.50	97.40
10	99.00	99.00	100.00	100.00	70.00	59.00	75.00	100.00	98.50	98.20
11	100.00	100.00	100.00	100.00	69.00	66.00	100.00	0.00	98.50	98.50
12	100.00	100.00	100.00	100.00	69.00	64.00	100.00	5.00	98.50	98.50
13	100.00	99.00	100.00	100.00	72.00	62.00	100.00	5.00	98.50	98.50
14	100.00	98.40	100.00	100.00	71.00	62.00	100.00	15.00	98.50	98.50
15	100.00	99.00	100.00	100.00	70.00	59.00	100.00	55.00	98.50	97.90
16	99.00	98.80	100.00	100.00	70.00	58.00	100.00	35.00	98.50	98.00
17	100.00	98.80	100.00	100.00	70.00	57.00	100.00	50.00	98.50	97.80
18	100.00	98.80	100.00	100.00	9.00	56.00	100.00	55.00	98.30	97.40
19	100.00	98.60	100.00	100.00	-30.00	52.00	100.00	55.00	98.20	96.60
20	99.00	98.20	100.00	100.00	-22.00	53.00	100.00	55.00	97.60	96.90
21	100.00	98.20	100.00	100.00	-4.00	50.00	100.00	60.00	98.00	96.60
ค่าเฉลี่ย	99.34	98.81	100.00	100.00	55.14	60.52	88.10	65.00	98.67	97.71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 11 ศักยภาพของแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่อำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีนในการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการในดินตะกอน (ร้อยละ)

สถานี	ตะกั่ว		แคดเมียม		สารหนู		ปรอท		นิกเกิล	
	Apr.	Nov.	Apr.	Nov.	Apr.	Nov.	Apr.	Nov.	Apr.	Nov.
1	74.23	67.26	99.78	98.96	84.19	91.64	99.23	100.00	68.18	34.65
2	71.94	67.95	99.69	98.99	83.32	87.39	94.92	100.00	64.57	37.62
3	69.55	65.36	99.78	98.88	89.12	90.13	94.69	100.00	45.01	30.95
4	70.69	70.81	99.78	99.01	88.52	87.72	99.23	100.00	61.00	47.76
5	69.69	67.87	99.78	99.02	82.35	89.11	99.23	100.00	54.98	39.40
6	73.66	68.70	99.78	99.00	89.30	85.02	80.23	100.00	65.95	39.84
7	68.73	64.74	99.78	98.66	94.86	87.65	64.38	100.00	54.23	20.96
8	68.47	68.81	99.78	99.17	90.09	96.22	99.23	100.00	51.73	38.24
9	72.30	68.24	99.78	98.97	86.31	84.06	99.23	100.00	63.20	39.23
10	71.84	70.16	99.78	98.64	87.64	91.94	99.23	100.00	65.44	36.59
11	70.10	66.77	99.09	96.42	87.34	92.01	99.23	100.00	52.08	32.71
12	70.37	66.32	98.49	97.28	96.01	89.53	99.23	100.00	51.63	36.76
13	69.33	65.59	99.02	97.10	91.93	97.10	99.23	100.00	52.18	23.87
14	73.12	65.27	99.59	96.96	96.04	98.02	99.23	100.00	55.59	23.03
15	70.87	69.18	99.03	97.66	96.30	94.38	99.23	100.00	52.38	37.95
16	70.23	66.07	98.69	97.10	94.16	93.72	99.23	100.00	50.85	21.21
17	71.03	70.71	98.87	97.40	94.19	95.58	99.23	100.00	48.40	30.14
18	70.87	62.36	98.04	93.91	94.56	95.35	99.23	100.00	54.95	30.37
19	73.53	68.73	99.18	96.39	96.24	95.51	99.23	100.00	64.52	27.83
20	69.37	74.30	99.07	98.47	94.70	97.01	99.23	100.00	39.39	47.74
21	87.00	77.53	99.78	99.61	98.00	98.24	99.23	100.00	88.93	67.10
ค่าเฉลี่ย	71.76	68.23	99.36	97.98	91.20	92.25	96.25	100.00	57.39	35.42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจินตนันท์ วัชรสิงห์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	6 เมษายน พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต(ประมง) ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2550
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนงานวิจัยโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มูลนิธิชัยพัฒนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์