วิทยานิพนธ์

ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

RELATION OF BENTHOS AND WATER QUALITY IN HAUY KRABOX RESERVOIR AMPHOE WANG NAM KHIEO, NAKHON RATCHSIMA PROVINCE

นางสาวชลดา เจี๊ยบนา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

ปริญญา

การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน — **สาขา**

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา — **ภาควิชา**

เรื่อง ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

Relation of Benthos and Water Quality in Hauy Krabox Reservoir Amphoe Wang Nam Khieo, Nakhon Ratchsima Province

นามผู้วิจัย นางสาวชลดา เจี๊ยบนา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....
(รองศาสตราจารย์นันทพร จารุพันธุ์, M.S.)

กรรมการ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิติ กันตังกุล, Ph.D.)

กรรมการ .....
(รองศาสตราจารย์จวงจันทร์ ดวงพัตรา, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา .....
(รองศาสตราจารย์พรรณนภา ศักดิ์สูง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 28 **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

Relation of Benthos and Water Quality in Hauy Krabox Reservoir Amphoe Wang Nam Khieo, Nakhon Ratchsima Province

โดย

นางสาวชลดา เจี๊ยบนา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

พ.ศ. 2550

ชลดา เจี๊ยบนา 2550: ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน) สาขาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์นันทพร จารุพันธุ์, M.S. 67 หน้า

การศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก เพื่อประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก โดยใช้ดัชนีด้านกายภาพและเคมี ศึกษาชนิดความหลากหลายและการกระจายตัวของสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก และความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับดัชนีคุณภาพน้ำด้านกายภาพและเคมี เพื่อใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก และศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการตรวจวัดคุณภาพน้ำด้านกายภาพและเคมี เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน สังเกตและจดบันทึกการใช้ประโยชน์ที่ดิน พร้อมทั้งทำปฏิทินกิจกรรมการเกษตร และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับสัตว์หน้าดิน ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าของดัชนีที่ตรวจวัดส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน ค่าความขุ่นและค่าไนเตรต-ไนโตรเจนเป็นค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ค่าความขุ่นสูงเนื่องจากน้ำฝนที่ชะตะกอนดินลงสู่อ่างเก็บน้ำทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนดิน ส่วนค่าไนเตรต-ไนโตรเจนสูงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่รกร้างมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และมีคอกวัวอยู่บริเวณพื้นที่ริมอ่างเก็บน้ำ เมื่อฝนตกน้ำฝนชะปุ๋ยและมูลวัว ซึ่งมีธาตุไนโตรเจนค่อนข้างสูงลงสู่อ่างเก็บน้ำ สำหรับสัตว์หน้าดินที่ตรวจพบมี 3 ไฟลัม (Phylum) 4 ชั้น (Class) 6 อันดับ (Order) 5 วงศ์ (Family) 7 สกุล (Genus) สัตว์หน้าดินที่เป็นชนิดเด่น ได้แก่ ไส้เดือนน้ำชนิด *Branchiura* sp. , Chironomid larvae (ตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง) ชนิด *Chironomus* sp., แมลงชีปะขาวชนิด *Hexagenia* sp. และหอยสองฝาชนิด *Pisidium* sp. (หอยเล็บม้า) ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินกับดัชนีคุณภาพน้ำนั้น เมื่อค่าอุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มสูงขึ้น ปริมาณของ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. ลดลง ในขณะเดียวกันหากความขุ่น และไนเตรต-ไนโตรเจนสูงขึ้น ปริมาณของ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ *Branchiura* sp. จะเพิ่มขึ้นเมื่อออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นสัตว์หน้าดินที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกได้ คือ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. เนื่องจากมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าไนเตรต-ไนโตรเจน ซึ่งเป็นการแสดงถึงการปนเปื้อนมูลวัวและปุ๋ยจากพื้นที่การเกษตรลงสู่อ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

ชลดา เจี๊ยบนา 22 / 05 / 50

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Chonlada Jeabna 2007: Relation of Benthos and Water Quality in Hauy Krabox Reservoir Amphoe Wang Nam Khieo, Nakhon Ratchsima Province. Master of Science (Sustainable Land Use and Natural Resource Management), Major Field: Sustainable Land Use and Natural Resource Management, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Nuntaporn Charubhun, M.S. 67 pages.

The investigation of water quality assessment in Hauy Krabox Reservoir was studied by determination of physical and chemical indices. Benthos diversities and distribution in Hauy Krabox Reservoir, relationship of benthos and water quality indices both physical and chemical to indicate water quality in Hauy Krabox Reservoir, as well as relationship of water quality and landuse were conducted by analysing the physical and chemical water quality, benthos sampling, landuse observation, agricultural calendar recording and relationship of water quality and benthos analysis. Results showed that water quality of Hauy Krabox Reservoir at each sampling station were not different. Turbidity and nitrate-nitrogen showed remarked changes. Turbidity was resulted from rain water leached down soil to the reservoir lead to soil dispersion in reservoir. Mostly upstream land and vicinity area of the reservoir were used for agricultural and cows feeding during the rainy season. The characteristic of landuse and rainy season lead to the high nitrate-nitrogen. Because rainwater leached down the manure and fertilizer to the reservoir. There were 3 Phylum 4 Class 6 Orders 5 Families 7 Genus of benthos. The dominant benthoses were aquatic oligochaet of *Branchiura* sp., Chironomid larvae of *Chironomus* sp., mayfly of *Hexagenia* sp. and fresh water bivalve of *Pisidium* sp.. The relationship between benthos and water quality indices indicated that the high temperature, conductivity and salinity, the less Chironomid larvae and *Branchiura* sp. were found. Likewise, the amount of Chironomid larvae and *Branchiura* sp. increased while turbidity and nitrate-nitrogen increased. *Branchiura* sp. was also increased as dissolved oxygen in water increased. Therefore Chironomid larvae and *Branchiura* sp. are the two benthoses which can be used for water quality indices because of positive their relationship with nitrate-nitrogen, which resulted from manure and fertilizer contamination from agricultural activities of the vicinity area to Hauy Krabox Reservoir.

Chonlada Jeabna — Student's signature

Thesis Advisor's signature — 22 / 05 / 07

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ นันทพร จารุพันธุ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิติ กันตังกุล กรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร.จวงจันทร์ ดวงพัตรา กรรมการวิชารอง รองศาสตราจารย์ ชัยวัฒน์ กิตติกูล ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่เสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาวิชาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย และขอกราบขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลือจากคุณสมชิด บุญช่วย และชาวบ้านหมู่บ้านไทยสามัคคี ไทยพัฒนา และสุขสมบูรณ์ทุกท่าน

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ นิสิต SLUSE 3 ทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือตลอดมา โดยเฉพาะ คุณเจริศา จำปา คุณสุภัทรา โพธิ์สิงห์ และคุณวราคม ยิ้มน้อย รวมทั้งคุณวัสนกร ศรีบุญ คุณสุชาดา คุณกิม คุณกฤษฎาธร ทรัพย์อุไรรัตน์ คุณปฏิญญา สุขปัญญา คุณอรุณรัศมี ศรีโสม คุณจิตรัตน์ ศรีสุขโข คุณสมคิด พุ่มฉัตร คุณจุมพล หมอยาดี และคุณนงเยาว์ วงษ์สุวรรณ ที่ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำ ร่วมเหน็ดเหนื่อยในการเก็บข้อมูลและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการ SLUSE ทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ ขอมอบคุณความดีและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อตอบแทนคุณปู่ ย่า บิดา มารดา อา ญาติพี่น้อง และครอบครัวที่มีส่วนในการสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จการศึกษา

ชลดา เจี๊ยบนา

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

หน้า

สารบัญ (1)

สารบัญตาราง (2)

สารบัญภาพ (4)

คำนำ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

การตรวจเอกสาร 5

อุปกรณ์และวิธีการ 20

อุปกรณ์ 20

วิธีการ 20

ผลและวิจารณ์ 27

สรุปและข้อเสนอแนะ 56

สรุปผล 56

ข้อเสนอแนะ 57

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 58

ภาคผนวก 64

ภาคผนวก ก ตารางแสดงปริมาณสัตว์หน้าดิน 65

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทต่าง ๆ ทางด้านกายภาพและเคมีบางดัชนี	16
2	แผนงานดำเนินการศึกษา	26
3	สัตว์หน้าดินที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก	27
4	จำนวนชนิด จำนวนตัว และสัตว์หน้าดินชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก	29
5	ดัชนีความชุกชุม (d) ดัชนีความหลากหลาย (H) และดัชนีความเท่าเทียมหรือการกระจาย (E) ของสัตว์หน้าดิน	31
6	ผลการตรวจวัดอุณหภูมิในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	32
7	ผลการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	33
8	ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลายในน้ำ ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	35
9	ผลการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	36
10	ผลการตรวจวัดค่าความเค็มในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	38
11	ผลการตรวจวัดค่าความขุ่น ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	39
12	ผลการตรวจวัดปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	41
13	ปฏิทินกิจกรรมการเกษตรของพื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก	51
14	ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับดัชนีคุณภาพน้ำ	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ก1	ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST1	66
ก2	ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST2	66
ก3	ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST3	66
ก4	ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST4	67
ก5	ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST5	67
ก6	ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST6	67

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก	2
2	แนวคิดและความเชื่อมโยงของความสัมพันธ์	19
3	ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำและสัตว์หน้าดิน	21
4	ชนิดสัตว์หน้าดินที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก	28
5	ผลการตรวจวัดอุณหภูมิในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาความ 2549	32
6	ผลการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาความ 2549	34
7	ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลายในน้ำ ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	35
8	ผลการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	37
9	ผลการตรวจวัดค่าความเค็มในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	38
10	ผลการตรวจวัดค่าความขุ่น ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	40
11	ผลการตรวจวัดปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	41
12	พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก เดือนมกราคม 2549	45
13	พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก เดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม 2549	46
14	พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก เดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคม 2549	47
15	พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก เดือนมิถุนายนและเดือนกรกฎาคม 2549	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก เดือนสิงหาคมและเดือนกันยายน 2549	49
17	พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2549	50
18	ค่าเฉลี่ยของค่าไนเตรต-ไนโตรเจน ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	53
19	ค่าเฉลี่ยของปริมาณ Chironomid larvae ที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก	53
20	ค่าเฉลี่ยของค่าไนเตรต-ไนโตรเจน ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549	54
21	ค่าเฉลี่ยของปริมาณ *Branchiura* sp. ที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก	54

ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

Relation of Benthos and Water Quality in Hauy Krabox Reservoir Amphoe Wang Nam Khieo, Nakhon Ratchsima Province

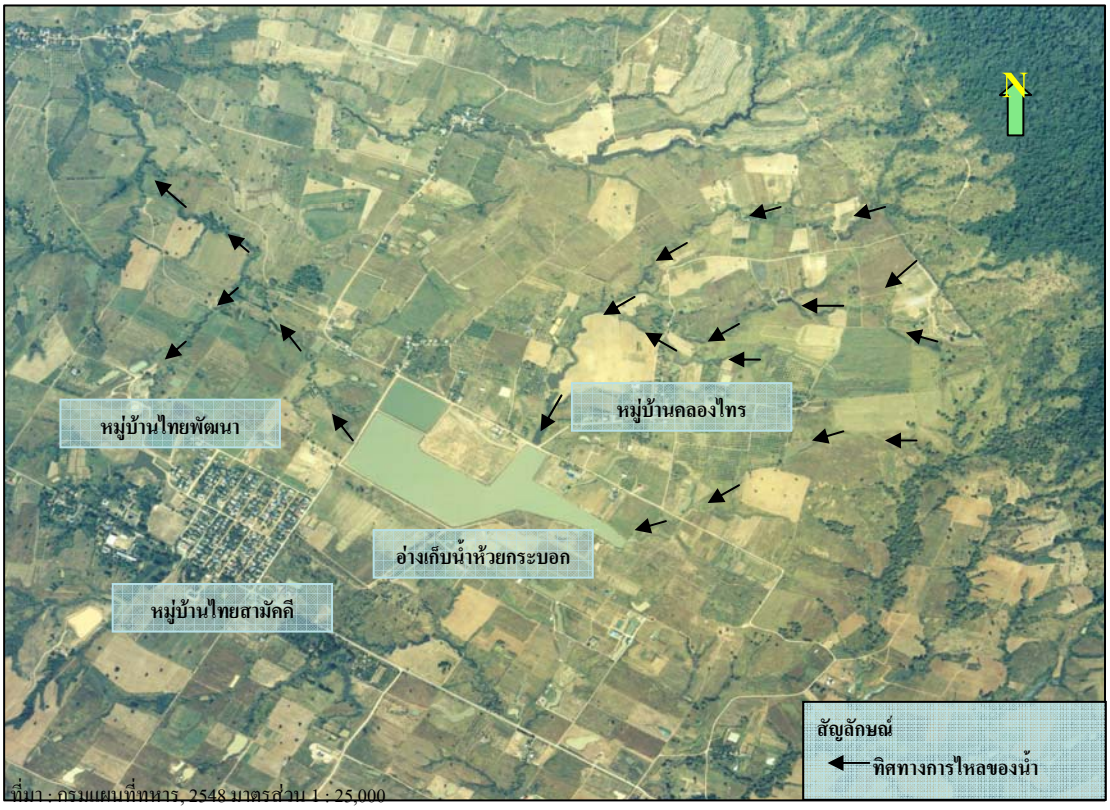
คำนำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญของเซลล์ มีความจำเป็นต่อหน้าที่และการทำงานของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้น้ำยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตด้วย อันเป็นองค์ประกอบในระบบนิเวศ มนุษย์นำน้ำมาใช้เพื่อการบริโภคและอุปโภคในกิจกรรมต่าง ๆ เป็นเวลานานแล้ว น้ำที่นำมาใช้แล้วจะมีคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไป การขาดการวางแผนในเรื่องการใช้และอนุรักษ์แหล่งน้ำอาจก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตามมา เช่น ปัญหาน้ำเน่าเสีย เป็นต้น (กัณฑรีย์, 2542) จากรายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดปี พ.ศ. 2546 น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง แม่น้ำท่าจีนตอนล่างและแม่น้ำลำตะคองตอนล่างมีปัญหาจากการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มและโคลิฟอร์มทั้งหมด ซึ่งบ่งบอกว่าแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายของคนและสัตว์ นอกจากนี้ยังพบปัญหาจากการปนเปื้อนของสารเคมีและปุ๋ยจากการเกษตรที่ถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณมากเกินจุดสมดุลของธรรมชาติ ปัญหาดังกล่าวนี้ไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะแหล่งน้ำขนาดใหญ่เท่านั้น แต่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำขนาดเล็กในชนบทด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

การติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพน้ำเป็นมาตรการที่สำคัญเพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำตั้งแต่ต้นก่อนเกิดปัญหาความเสื่อมโทรม ดัชนีชี้วัดส่วนใหญ่แล้วมักจะใช้ดัชนีทางด้านกายภาพหรือเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นเพียงการประเมินผลของคุณภาพน้ำในขณะที่เก็บตัวอย่างน้ำนั้น ไม่สามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาลได้ ปัจจุบันในประเทศที่พัฒนาแล้ว เริ่มให้ความสำคัญกับดัชนีทางชีวภาพมากขึ้น เช่น การใช้สัตว์หน้าดินที่อาศัยอยู่ตามท้องน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนของแมลงน้ำที่แสดงระดับของผลกระทบจากมลพิษได้ละเอียดกว่าดัชนีทางกายภาพและเคมี หรือการใช้สาหร่ายบางชนิดเป็นดัชนีแสดงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นต้น (ยรรยงค์, 2540) สำหรับ

การประเมินผลคุณภาพน้ำทางด้านสุขาภิบาล นิยมใช้ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มร่วมกับปริมาณฟีคัลสเตรปโตคอคคัสเพื่อบ่งชี้คุณภาพน้ำในเชิงความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อโรคที่เกิดมาจากน้ำ (water born disease) (ยรรยงค์, 2540)

อ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก (ภาพที่ 1) ตั้งอยู่ในหมู่บ้านไทยสามัคคี ตำบลไทยสามัคคี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีขนาดความจุ 442,429 ลูกบาศก์เมตร มีต้นน้ำกำเนิดมาจากเขาวงไหลผ่านพื้นที่การเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไร่มันสำปะหลังและไร่ข้าวโพด ก่อนเก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำดังกล่าวนี้ (องค์การบริหารส่วนตำบลไทยสามัคคี, 2549) จากการสำรวจเบื้องต้น ชาวบ้านหมู่ที่ 1 บ้านไทยสามัคคี และหมู่ที่ 11 บ้านไทยพัฒนา ตำบลไทยสามัคคี นำน้ำจากอ่างเก็บน้ำมาใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภค-อุปโภคในครัวเรือนเป็นหลัก เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อใช้ในการผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน นอกจากนี้ยังมีการจับสัตว์น้ำภายในอ่างเก็บน้ำเพื่อการบริโภคด้วย



ภาพที่ 1 ที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

ความสำคัญของการวิจัย

อ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกมีความสำคัญกับหมู่บ้านไทยสามัคคีและหมู่บ้านไทยพัฒนา เพราะเป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาเพื่อใช้ภายในหมู่บ้าน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งน้ำทำการเกษตรในพื้นที่ที่อยู่รอบบริเวณอ่างเก็บน้ำดิบ (องค์การบริหารส่วนตำบลไทยสามัคคี, 2549) กิจกรรมการเกษตรอาจมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกจากการปนเปื้อนสารเคมีและปุ๋ย และเมื่อคุณภาพน้ำเสื่อมลงทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อผลิตน้ำประปาสูงขึ้น การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำเป็นการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนในชุมชนที่มีการใช้น้ำในแหล่งน้ำ รวมทั้งมีผลต่อวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชน มีความสำคัญต่อกิจกรรมของคนในชุมชน ตลอดจนการประกอบอาชีพของชุมชนจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยการศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก และหาชนิดของสัตว์หน้าดินที่เป็นดัชนีแสดงถึงคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก เนื่องจากสัตว์หน้าดินเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำที่สามารถตรวจสอบได้เร็วกว่าการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ (นฤมล, 2542) นอกจากจะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำแล้ว ประวิทย์ (2531) ยังรายงานไว้ว่าสัตว์หน้าดินสามารถบอกถึงปริมาณของปลาในแหล่งน้ำได้ด้วย ทั้งนี้สัตว์หน้าดินซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติ ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงในบ่อจะมีผลต่อการเติบโตของปลา ทำให้ประชากรปลาได้การใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกเป็นวิธีการที่คนในชุมชนมีส่วนร่วมในการติดตามตรวจสอบได้ และการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกสามารถนำไปสู่การจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาชนิด ความหลากหลายและการกระจายตัวของสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก
2. ประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกโดยใช้ดัชนีด้านกายภาพและเคมี
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับดัชนีคุณภาพน้ำด้านกายภาพและเคมี
4. ศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สมมุติฐาน

1. สัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ
2. สัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่าง
3. สัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้า
4. สัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์กับค่าออกซิเจนละลายในน้ำ
5. สัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์กับค่าความขุ่น
6. สัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์กับค่าความเค็ม
7. สัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์กับค่าไนเตรต-ไนโตรเจน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงชนิด ปริมาณ ความหลากชนิดและการกระจายตัวของสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

2. ทราบถึงคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

3. ทราบถึงความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับดัชนีคุณภาพน้ำ และสามารถใช้สัตว์หน้าดินเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกได้

4. สามารถจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

การตรวจเอกสาร

สัตว์หน้าดิน

สัตว์หน้าดินหรือสัตว์พื้นท้องน้ำ คือ กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยคืบคลานและหากินตามพื้นหน้าดินของทะเลสาบและแม่น้ำลำธาร สัตว์จำพวกนี้จะอาศัยอยู่ในปลอกหรือรังที่สร้างขึ้นเองหรืออาจอยู่เป็นอิสระตามก้อนกรวดก้อนหินและเศษตะกอนอินทรีย์เน่าเปื่อย สัตว์หน้าดินจัดเป็น macroinvertebrate คือ เมื่อใช้ตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 30 (U.S. Standard No. 30) ซึ่งมีขนาดตาเท่ากับ 0.595 มิลลิเมตรร่อนตะกอนดิน สัตว์หน้าดินจะค้างบนตะแกรงนี้ (Pennak, 1964; Taras, 1971; Gardiner, 1972; กัณฑรีย์, 2531; สุวราภรณ์, 2542) Barnes and Mann (1991) ได้แบ่งประเภทของสัตว์หน้าดินตามขนาดรูปร่างได้ 3 ประเภท คือ (1) macrobenthos คือ สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่กว่าตาตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ได้แก่ ตัวอ่อนแมลง หอย และไส้เดือนน้ำ (2) meiobenthos คือ สัตว์หน้าดินที่มีขนาดระหว่าง 0.05-1 มิลลิเมตร ได้แก่ เนมาโทด (nematode) และโคพีพอดฮาร์แพคทิคอยด์ (harpacticiod copepods) และ (3) microbenthos คือ สัตว์หน้าดินที่มีขนาดเล็กกว่าหรือผ่านตาตะแกรงขนาด 0.05 มิลลิเมตร ได้แก่ แบคทีเรีย เห็ดรา และโพรโทซัว โดยทั่วไปวัฏจักรชีวิตของสัตว์หน้าดินมีทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยที่อยู่ในน้ำ สัตว์หน้าดินมีหลายไฟลัม เช่น สัตว์ใน phylum Arthropoda เช่น แมลงในน้ำ ปู, phylum Mollusca เช่น หอย และ phylum Annelida เช่น ไส้เดือนน้ำ เป็นต้น (Pennak, 1953; Edmonson, 1963; Barnes, 1968)

ความสำคัญของสัตว์หน้าดิน

1. สัตว์หน้าดินเป็นอาหารของสัตว์น้ำ

สัตว์หน้าดินเป็นส่วนหนึ่งของผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ เป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำพวก กุ้ง ปู ปลา สัตว์น้ำเหล่านี้เป็นอาหารของมนุษย์ ในสายใยอาหาร (food web) ของระบบนิเวศ สัตว์หน้าดินจะอยู่ในฐานะผู้บริโภค (consumers) ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทตามการกินดังนี้ (1) สัตว์กินพืช (herbivore) เป็นผู้บริโภคขั้นปฐมภูมิ (primary consumers) ได้แก่ แมลงเกาะหิน (stone flies : *Protomemura*) แมลงชีปะขาว (mayflies: *Epheameroptera*) ริ้นน้ำจืดแดง (midges: *Chiromonus*) ริ้นดำ (black flies: *Simulium*) แมลงหนอนปลอกน้ำ (caddisfies: *Rhilopotanus*) (2) สัตว์กินสัตว์ (carnivore) เป็นผู้บริโภคขั้นทุติยภูมิ (secondary consumer) ได้แก่ แมลงเกาะหิน

(stonfies: *Peria*) แมลงหนอนปอกน้ำ (caddisfilies: *Rhyacophila*) (3) สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์ (omnivore) ได้แก่ แมลงหนอนปลอกน้ำ (net-spining caddis: *Hydropsyche*) (4) สัตว์หน้าดินที่กินซากเน่าเปื่อยและอินทรีย์สาร (detritous) ได้แก่ หนอนแดง (blood worm: *Chironomus*) ซึ่งเป็นตัวอ่อนของริ้นน้ำจืดแดง (กัณฑรีย์, 2531)

2. ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนสัตว์หน้าดิน

ชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดิน มีความแตกต่างกันตามปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ปัจจัยทางกายภาพและเคมี ได้แก่

2.1.1 กระแสน้ำและสภาพพื้นท้องน้ำ สภาพพื้นท้องน้ำมีความสัมพันธ์กับกระแสน้ำซึ่งมีอิทธิพลในการกำหนดชนิดของสัตว์หน้าดิน โดยทั่วไปแหล่งน้ำจืดแบ่งออกตามลักษณะทางนิเวศวิทยาและการไหลของน้ำได้ 2 แบบ คือ แหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล สำหรับแหล่งน้ำนิ่ง ประกอบด้วย สระ บึง หนอง อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ ส่วนแหล่งน้ำไหล ประกอบด้วย ลำธาร ลำคลอง แม่น้ำ สภาพพื้นท้องน้ำในแหล่งน้ำนิ่งเป็นดินโคลน โคลนปนทราย มีตะกอนอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ สัตว์หน้าดินที่พบในเขตน้ำนิ่ง ได้แก่ หอยสองฝา ไส้เดือนน้ำ ตัวอ่อนริ้นน้ำจืด หนอนตัวกลม ในแหล่งน้ำไหลมีสัตว์หน้าดินซึ่งมีการปรับตัวพิเศษเพื่อการอยู่รอด ในแหล่งน้ำไหลเอื่อย ๆ พบหอยสองฝา รวมทั้งตัวอ่อนแมลงปอและชีปะขาวที่ขุดรูอยู่ ส่วนเขตน้ำไหลแรง สัตว์หน้าดินปรับตัวโดยการเกาะติดแน่นกับผิวที่อยู่อาศัย เช่น ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสร้างปลอกเชื่อมติดกับหิน ตัวอ่อนของริ้นดำมีโครงสร้างพิเศษใช้ดูดเกาะกับวัสดุ หอยมีสารเมือกเหนียวใช้ยึดเกาะ ตัวอ่อนชีปะขาวและตัวอ่อนแมลงเกาะหินมีลำตัวแบนราบกว่าพวกที่อยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง (สมสุข, 2524) ในหน้าดินตื้นที่กระแสน้ำไหลช้า ๆ สารอินทรีย์และอนินทรีย์จากแหล่งน้ำต่าง ๆ จะไหลเข้ามาจนกระทั่งเข้าเขตน้ำนิ่งและตกตะกอน ทำให้แหล่งน้ำมีปริมาณสารอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น พบตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง (Chironomid larvae) และไส้เดือนน้ำทูบิฟิซิด (tubificid worm) เป็นชนิดเด่น (Barnes and Mann, 1991) ถ้าสภาพของแหล่งน้ำไหลเปลี่ยนเป็นแหล่งน้ำนิ่ง สารอินทรีย์จะเพิ่มขึ้น ตัวอ่อนของแมลงเกาะหินจะหายไป ประชากรของตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง ตัวอ่อนชีปะขาว หนอนด้วงน้ำและแมลงหนอนปลอกน้ำที่ไม่มีปลอกจะเพิ่มขึ้น (Williams and Feltmate, 1992)

2.1.2 อุณหภูมิของน้ำ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและกระบวนการทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิต อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสง อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ทำให้ปริมาณของสัตว์หน้าดินเปลี่ยนไป (Pritchird, 1991) จากการศึกษาของจันทิมา (2545) พบว่าปริมาณสัตว์หน้าดินมีแนวโน้มที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ

2.1.3 ความเข้มแสง แสงมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและสาหร่ายในแหล่งน้ำซึ่งเป็นผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ ความเข้มของแสงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเป็นการยากที่จะบอกว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อสัตว์หน้าดินโดยตรง จึงกล่าวได้ว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกัน แต่ก็มีแมลงน้ำบางชนิด เช่น ตัวอ่อนแมลงปอ (*Argia vivida*) จะมีปฏิกิริยากับแสงมากกว่าอุณหภูมิ (Pritchird, 1991)

2.1.4 ความขุ่นของน้ำ ความขุ่นของน้ำเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ ได้แก่ ตะกอนอินทรีย์สาร แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ความขุ่นทำให้แสงไม่สามารถส่องผ่านลงในน้ำได้ลึก จึงลดปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชทำให้อาหารธรรมชาติของสัตว์หน้าดินลดลง เมื่อการตกตะกอนทำให้สภาพพื้นท้องน้ำเปลี่ยนไป มีผลกระทบต่อชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดิน (กัณฑรีย์, 2531)

2.1.5 ปริมาณอินทรีย์สารในดิน ในพื้นท้องน้ำที่มีลักษณะเป็นโคลนจะมีสัตว์หน้าดินชุกชุมมากกว่าพื้นที่เป็นทราย (ทิพย์นันท์, 2542) พงศ์เชฎฐ์ (2537) รายงานว่าปริมาณอินทรีย์สารในดินมีแนวโน้มว่ามีผลต่อจำนวนสัตว์หน้าดิน บ่อที่มีปริมาณอินทรีย์สารสูงจะมีจำนวนสัตว์หน้าดินสูง ส่วนบ่อที่มีปริมาณอินทรีย์สารต่ำจำนวนสัตว์หน้าดินก็ลดลงเช่นเดียวกับการศึกษาชนิด ปริมาณและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินบริเวณป่าชายเลน จังหวัดจันทบุรี ของ ปิยนันท์ (2524) ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีตะกอนของอินทรีย์วัตถุในดินมาก ซึ่งมีแร่ธาตุอาหาร อุดมสมบูรณ์จะพบจำนวนสัตว์หน้าดินมากกว่าบริเวณที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินน้อย Williams and Feltmate (1992) พบว่าในทะเลสาบน้ำตื้นที่ขุ่น มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ (eutrophic lake) จะพบตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดงในวงศ์ Chironomidae (*Chironomus* sp.) ส่วนในแหล่งน้ำที่ขาดแคลนธาตุอาหาร (oilgotrophic) จะพบหนอนแมลงสองปีก วงศ์ Tanypodinae (*Tanytarsus* sp.) อยู่เสมอ

2.1.6 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ในแหล่งน้ำมีมากน้อยขึ้นกับอุณหภูมิของแหล่งน้ำ แร่ธาตุที่ละลายในน้ำ ความดันบรรยากาศ ลักษณะกระแสน้ำ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำ ตลอดจนการหายใจและการย่อยสลายสารอินทรีย์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำ (กัณฑรีย์, 2531) ศุภชัย (2538) พบว่าความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินแต่ละจุดสำรวจในแม่น้ำท่าจีนเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ Dermolt *et al*. (1977) รายงานว่า *Chironomus anthrcainus* ในทะเลสาบ Memphremagog ประเทศแคนาดา มีการเติบโตลดลงเมื่อปริมาณออกซิเจนในบริเวณพื้นท้องน้ำลดลง

2.1.7 ปริมาณธาตุอาหารที่ละลายในน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ไนเตรต (NO_3) และฟอสเฟต (PO_4) โดยไนเตรตเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญอย่างหนึ่งในแหล่งน้ำ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการสร้างโปรตีน ไนเตรตเกิดจากของเสียไนโตรเจนที่สิ่งมีชีวิตปล่อยออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงและเน่าเปื่อยจะมีสารแอมโมเนียเกิดขึ้น ในสภาพที่มีออกซิเจนจุลินทรีย์ออกซิไดซ์สารแอมโมเนียไปเป็นไนไตรต์และไนเตรต นอกจากไนเตรตเกิดจากการย่อยสลายของสิ่งมีชีวิตแล้วยังมาจากปุ๋ยที่ใช้เพื่อการเกษตรและน้ำเสีย ส่วนฟอสเฟตเป็นสารประกอบอนินทรีย์รูปแบบหนึ่งของฟอสฟอรัสซึ่งพบในปริมาณน้อย เนื่องจากถูกดูดซับโดยแพลงก์ตอนพืช แบคทีเรีย และตะกอนดิน (มั่นสิน และ ไพพรรณ, 2536) ไนเตรตและฟอสเฟตเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของพืชน้ำและแพลงก์ตอนพืช ทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของอาหารธรรมชาติในแหล่งน้ำ (ยนต์, ม.ป.ป.) จากการศึกษาของ สุวลี (2539) พบว่าตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง ในวงศ์ Chironomidae (*Chironomus* sp.) และไส้เดือนน้ำ ในวงศ์ Naididae (*Dero* sp.) มีความสัมพันธ์กับฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

2.2 ปัจจัยทางชีวภาพ

ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ อาหาร การแข่งขันแก่งแย่งกัน สัตว์หน้าดินแต่ละชนิดมีลักษณะการกินอาหารแตกต่างกัน มีทั้งกินพืช กินสัตว์ด้วยกัน กินทั้งพืชและสัตว์ และสัตว์หน้าดินที่กินของเน่าเปื่อยและอินทรีย์สาร เมื่ออาหารอุดมสมบูรณ์ ประชากรของสัตว์หน้าดินเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออาหารลดลงจะเกิดการแก่งแย่งอาหารกัน ตัวอย่างเช่น ปริมาณของตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง (*Chironomus* sp.) ที่พบในบ่อมีความสัมพันธ์ผกผันกับปริมาณหอยในบ่อ กล่าวคือ ถ้าบ่อใดมีปริมาณตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดงมากจะมีหอยในปริมาณน้อย แต่ถ้ามีหอยมากก็จะมีตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดงน้อย (รัชฎาภรณ์, 2528)

3. การใช้สัตว์หน้าดินประเมินคุณภาพน้ำ

การนำเอาสิ่งมีชีวิตในน้ำมาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำนั้นมีประโยชน์ในการทดสอบความเป็นพิษของแหล่งน้ำในสถานการณ์จริงก่อนที่จะเกิดพิษภัยต่อมนุษย์มากกว่าการทดสอบความเป็นพิษในห้องทดลอง ซึ่งมิใช่เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามธรรมชาติ (ยรรยงค์, 2540) การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้สัตว์หน้าดิน มีหลายวิธีดังนี้

3.1 การใช้กลุ่มสัตว์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำหรือการใช้ดัชนี EPT ได้แก่ กลุ่มสัตว์ในสกุล Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera สามารถใช้ทำนายระดับมลพิษ (Department of Biology Wetlab Freshwater Biomonitoring Studies, 2005; Science Junction, 2005)

3.2 Surveying maro-invertebrate variety โดยเปรียบเทียบสถานีที่ได้รับมลพิษกับสถานีที่ไม่ได้รับมลพิษเป็นการเปรียบเทียบความหลากหลายชนิด (variety) และความชุกชุม (abundance) ของสัตว์ในสถานีที่ทำการประเมิน เปรียบเทียบกับสถานีที่ไม่ได้รับมลพิษ (Department of Biology Wetlab Freshwater Biomonitoring Studies, 2005; Science Junction, 2005)

3.3 Biotic Indices Score เป็นวิธีการใช้ระบบค่าคะแนนซึ่งมีหลายระบบ (Department of Biology Wetlab Freshwater Biomonitoring Studies, 2003) ระบบที่นิยมใช้ ได้แก่ The Trent Biotic Index (TBI) ซึ่งมีการให้ค่าคะแนนตามปริมาณการใช้ออกซิเจนของกลุ่มสัตว์ โดยแบ่งกลุ่มสัตว์ออกเป็น 6 กลุ่มใหญ่ ๆ ค่าคะแนนที่ได้มีตั้งแต่ 0 (แหล่งน้ำสกปรกมากไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่เลย) จนถึง 10 (แหล่งน้ำสะอาดไม่มีการปนเปื้อนของมลพิษ) เนื่องจากระบบ TBI ยังไม่สมบูรณ์นัก จึงได้ปรับปรุงระบบ Chandler Biotic Score (CBS) โดยการรวบรวมเอาสัตว์ในท้องถิ่นรวมเข้าเป็นกลุ่มประเมินผลด้วย จึงต้องมีความชำนาญในเรื่องของอนุกรมวิธาน ผลรวมของคะแนนในแต่ละแหล่งบอกให้ทราบถึงสภาพของแหล่งตัวอย่างนั้น ๆ ค่าคะแนนมีตั้งแต่ 0 ถึง มากกว่า 3,000 ค่าคะแนนน้อยบอกให้ทราบว่ามีการปนเปื้อนของมลพิษมาก ค่าคะแนนสูงบอกให้ทราบว่าแหล่งน้ำนั้นสะอาด ในประเทศอังกฤษ นักนิเวศวิทยาได้พัฒนาระบบ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score ซึ่งมีหลักการคล้าย CBS คือ ให้ค่าคะแนนตามความทนต่อมลพิษของสัตว์ในระดับวงศ์ สัตว์กลุ่มใดทนมลพิษได้มาก ค่าคะแนนจะน้อย แต่หากกลุ่มใดทนได้น้อย

ค่าคะแนนก็มาก (อลงกรณ์, 2540; Department of Biology Wetlab Freshwater Biomonitoring Studies, 2005; Science Junction, 2003; Williams *et al*., 1997)

3.4 Tolerance-ranking เป็นการดูปริมาณสัตว์หน้าดินในกลุ่มที่มีความทนทานต่อมลพิษ มีพื้นฐานมาจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิด มีช่วงสภาพทางกายภาพและเคมีที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ สิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ในช่วงกว้าง ก็จะเป็นกลุ่มที่ทนต่อมลพิษ ระดับความทนทานต่อมลพิษกำหนดไว้ 5 ระดับ ตั้งแต่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมลพิษมากจนถึงทนต่อการเปลี่ยนแปลงมลพิษ (Biological Surveys, 2005; Waterwatch Victoria, 2005)

นอกจากนี้มีการใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ โดย ธีระ (2522) ได้ศึกษาสัตว์หน้าดินในอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี พบว่าสัตว์หน้าดินเป็นดัชนีบ่งถึงคุณสมบัติน้ำที่ปล่อยออกจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังได้และพบว่าหนอนริ้นน้ำจืดแดง (*Chironomus* sp.) สามารถใช้เป็นดัชนีทางชีววิทยาที่บ่งบอกคุณสมบัติบางประการของน้ำจืด ส่วนแม่เพรียงและไส้เดือนทะเล (polychaetes) ใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพที่บ่งชี้คุณสมบัติของน้ำบริเวณชายฝั่งได้ สำหรับแหล่งน้ำจืด นฤมล (2542) ได้จำแนกสัตว์หน้าดินออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงเกาะหินและตัวอ่อนแมลงชีปะขาวบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำดีมาก กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีปลอกและตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำไม่มีปลอกบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำดี กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงปอ กุ้งและปู บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำพอใช้ กลุ่มที่ 4 ได้แก่ หนอนแดงและไส้เดือนน้ำจืดบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำเลว และหากไม่มีสัตว์เลยบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำเลวมาก

นิเวศวิทยาของแหล่งน้ำจืด

แหล่งน้ำจืดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) แหล่งน้ำไหล (lotic habitat) หมายถึง แหล่งน้ำที่มีพื้นที่ตามความลาดเอียงทำให้เกิดกระแสน้ำไหล ได้แก่ น้ำตก แม่น้ำ ลำคลอง และลำธาร และ (2) แหล่งน้ำนิ่ง (lentic habitat) หมายถึง แหล่งน้ำที่มีกระแสน้ำนิ่ง ได้แก่ ทะเลสาบ บ่อ หนอง และบึง เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพและทางเคมีของแหล่งน้ำทั้งสองมีลักษณะที่แตกต่างกัน จึงทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทั้งสองมีลักษณะที่แตกต่างกันไปทั้งชนิดและปริมาณ (นิตยา, 2528)

สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้สามารถดำรงอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้อย่างเหมาะสม ตัวอย่างเช่น สัตว์หน้าดินในแหล่งน้ำไหลปรับตัวเพื่อไม่ให้ต้านกระแสน้ำ สัตว์เหล่านี้จะมีลำตัวเรียวยาวและไม่มีรยางค์ข้างตัว หลบอยู่ตามซอกหินหรือหลังก้อนหิน ส่วนพวกที่อาศัยเกาะติดอยู่กับก้อนหินจะมีลำตัวแบนราบไปกับผิวของก้อนหิน บางชนิดจะมีอวัยวะสำหรับยึดเกาะ (adhesive organ) อยู่ด้านท้องของลำตัว สำหรับชนิดที่สร้างปลอกหุ้มตัวจะสร้างปลอกจากวัสดุที่มีน้ำหนัก เช่น ก้อนกรวดเศษหินหรือเม็ดทราย เพื่อไม่ให้ถูกกระแสน้ำพัดพาไปได้ง่าย สัตว์หน้าดินที่พบในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรงส่วนใหญ่จะไม่มีรยางค์ข้างตัวสำหรับช่วยแลกเปลี่ยนออกซิเจนและดูดซึมธาตุอาหาร เนื่องจากในบริเวณนี้มีปริมาณของออกซิเจนจากอากาศถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา ตัวอย่างของสัตว์ที่มักพบในบริเวณน้ำไหล ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำซิโก้ วงศ์ Hydropsychidae (*Hydropsyche* sp.) ตัวอ่อนชีปะขาวตัวแบน วงศ์ Heptageniidae (*Stenonema* sp.) และมวนน้ำ วงศ์ Veliidae (*Rhagovelia* sp.) ส่วนสัตว์หน้าดินที่พบในแหล่งน้ำนิ่ง มีรยางค์ข้างตัวใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและดูดซึมธาตุอาหารเป็นสิ่งที่จำเป็นมากสำหรับสัตว์หน้าดินที่อาศัยในบริเวณนี้ เพราะแหล่งน้ำนิ่งจะมีปริมาณของออกซิเจนละลายในน้ำค่อนข้างจำกัดหรือแทบไม่มีเลย สาเหตุเนื่องจากกระแสน้ำมีแรงหมุนเหวี่ยง ทำให้ออกซิเจนจากบรรยากาศละลายผ่านผิวน้ำเข้าไปได้น้อย นอกจากนี้แหล่งน้ำยังมีสัตว์หน้าดินและผู้ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ด้วย จึงทำให้บางครั้งออกซิเจนมีปริมาณน้อยลงมาก หรือถึงขั้นไม่เพียงพอ สิ่งมีชีวิตในบริเวณนี้จึงปรับตัวให้อยู่ในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำได้ เช่น บางชนิดจะฝังตัวหรือสร้างปลอกในโคลนเลน สำหรับพวกที่สร้างปลอกก็จะใช้วัสดุที่เบา ๆ ในการสร้างปลอก เช่น ใช้สาหร่าย ใบไม้ เศษกิ่งไม้เล็ก ๆ เพราะไม่ต้องถ่วงตัวให้มีน้ำหนักเหมือนบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรง สัตว์หน้าดินที่พบได้แก่ ไส้เดือนน้ำ ทูบิเฟกซ์ (*Tubifex* sp.) ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ (*Anabolia* sp.) ในวงศ์ Limnephilidae ตัวอ่อนชีปะขาวเข็ม (*Baetis* sp.) ในวงศ์ Baetidae และตัวอ่อนชีปะขาวขุดรู (*Hexagenia* sp.) ในวงศ์ Ephemeridae (นิตยา, 2528; ชิตชล, 2536)

นิเวศวิทยาของแหล่งน้ำนิ่ง

Odum (1983) ได้แบ่งระบบนิเวศของแหล่งน้ำนิ่งออกเป็น 3 เขต โดยแบ่งตามการส่องผ่านของแสงสว่าง ดังนี้

1. เขตชายฝั่ง (littoral zone) คือ ที่ตื้นริมฝั่ง เป็นบริเวณที่แสงส่องผ่านลงไปถึง เป็นบริเวณที่มีพืชชั้นสูงขึ้นอยู่ เช่น สันตะวา บัว กก ธูปฤาษี เป็นต้น เนื่องจากในบริเวณนี้

มีพืชอยู่มากจึงทำให้มีผลผลิต (productivity) สูงทั้งยังเป็นแหล่งกักเก็บธาตุอาหารและตะกอนของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ถูกพัดพาจากแผ่นดินและอุดมไปด้วย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ มีสิ่งมีชีวิตมากมายหลายชนิดเข้ามาอาศัย หากิน และวางไข่ ในบริเวณนี้ ตัวอย่างของสัตว์ที่พบในบริเวณนี้ ได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงน้ำต่าง ๆ เช่น จิงโจ้น้ำ วงศ์ Gerridae (*Gerris* sp.) มวน วงศ์ Corixidae (*Corixa* sp.) หนอนแมลงสองปีก วงศ์ Culicinae (*Culex* sp.) หนอนด้วงดิ่ง วงศ์ Dytiscidae (*Dyticus* sp.) และมวน วงศ์ Notonectidae (*Notonecta* sp.) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกุ้ง หอย ปู ปลา กบ เขียด นกน้ำ และอื่น ๆ อาศัยอยู่อีก

2. เขตกลางน้ำ (limnetic zone) คือ บริเวณที่อยู่ถัดจากริมฝั่งออกมา มีความลึกที่แสงสว่างส่องลงไปถึงสิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณนี้ส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่สามารถสร้างอาหารได้ด้วยตัวเอง ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช สาหร่ายเซลล์เดียว และโพรโทซัว

3. เขตน้ำลึก (profundal zone) คือ บริเวณที่แสงส่องลงไปไม่ถึง จึงไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง อาหารของสิ่งมีชีวิตบริเวณนี้จะได้มาจากซากของสิ่งมีชีวิต (detritus) ที่จมลงมาจากเขตกลางน้ำ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้จึงมีจำนวนน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่ย่อยสลายซากของสิ่งมีชีวิตโดยไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic decomposser) ส่วนสัตว์หน้าดินที่พบในบริเวณนี้ ได้แก่ *Tubifex* sp. *Bithynia* sp. *Mysis* sp. และตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง(*Chironomus* sp.) ในวงศ์ Chironomidae

การประเมินคุณภาพน้ำ

ด้วยดัชนีทางกายภาพและเคมีการประเมินคุณภาพน้ำมีดัชนีที่ควรใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความขุ่นของน้ำ และค่าไนเตรต-ไนโตรเจน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. อุณหภูมิ เป็นการวัดความเข้มข้นของความร้อน มีผลต่อความสำคัญในการศึกษานิเวศวิทยาน้ำจืด เพราะอุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ในแหล่งน้ำจืด ทั้งในเชิงกายภาพ ชีวภาพ และเคมี อุณหภูมิยังมีผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำ และการละลายของธาตุในน้ำ อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ควบคุมปฏิกิริยาเคมีในน้ำ รวมทั้งควบคุมอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง อัตราการหายใจ อัตราการย่อยสลาย และมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณ

ออกซิเจนละลายในน้ำ เนื่องจากออกซิเจนละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าน้ำที่มีอุณหภูมิสูง (พัฒนา, 2541; ศิริเพ็ญ, 2543; อนุพงศ์, 2550)

2. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าตั้งแต่ 0-14 เป็นค่าที่บอกถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน (H+) ในรูปของลอกกาลิทึมในน้ำ น้ำกลั่นที่บริสุทธิ์จะมีทั้ง H+ อิออน และ OH- อิออนที่เท่ากัน หรือมีค่า pH เป็นกลาง (pH = 7) โดยทั่วไปแล้วในแหล่งน้ำจืดตามธรรมชาติจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.5-8.2 ทั้งนี้ในแต่ละแห่งอาจพบช่วงของ pH ของน้ำที่แตกต่างกันออกไป เพราะค่าดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางธรณีวิทยาและองค์ประกอบของดินและหินในแต่ละพื้นที่ที่แหล่งน้ำไหลผ่าน เช่น หากแหล่งน้ำไหลผ่านบริเวณที่มีหินปูน (lime stone) หรือดินโซดิก (Sodic Soil) มักจะพบว่าระดับของ pH ของน้ำจะมีค่าสูง แต่ในทางตรงกันข้ามกัน หากแหล่งน้ำไหลผ่านดินพลุ (humic acid soil) ดินกรดกำมะถัน (acid sulphate soil) ระดับ pH จะต่ำลง นอกจากนี้ยังพบว่าระดับ pH ยังขึ้นอยู่กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และสาหร่ายในน้ำอีกด้วย สาเหตุเกิดจากช่วงเวลาที่สิ่งมีชีวิตดังกล่าวไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำจะเริ่มละลายน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำเพิ่มความเป็นกรดมากขึ้น ดังนั้นค่า pH จึงต่ำลง แต่ในเวลาที่มีแสงและเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง การละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำจะคอย ๆ ลดลง ทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของระดับ pH อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมทางการเกษตรจากการใช้ปุ๋ยและสารเคมี และการพัฒนาของเมือง โดยเฉพาะในเขตอุตสาหกรรมที่ปล่อยของเสียสู่แหล่งน้ำโดยตรง หรืออาจปล่อยของเสียในรูปของก๊าซพิษออกสู่บรรยากาศ เมื่อฝนตกก๊าซดังกล่าว (ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์) ละลายมากับน้ำฝนเกิดฝนกรดไหลลงสู่ลำธารจนทำให้ระดับ pH ของน้ำในลำธารเปลี่ยนแปลงไป (พัฒนา, 2541; อนุพงศ์, 2550; อู่แก้ว, 2531)

3. ค่าการนำไฟฟ้า เป็นค่าที่แสดงระดับการเป็นสื่อนำไฟฟ้าของน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของปริมาณเกลือหรือสารละลายอนินทรีย์ต่าง ๆ ค่าการนำไฟฟ้าส่วนใหญ่จะแปรผันโดยตรงกับความเค็มของน้ำ ดังนั้นค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะมีผลโดยตรงต่อการใช้ประโยชน์ด้านการอุปโภคบริโภคและการเพาะปลูก แหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าเกินกว่า 1,000 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร อาจไม่เหมาะสำหรับการผลิตน้ำประปา เพราะจะมีรสเค็มหรือมีการปนเปื้อนสารละลาย ขณะที่แหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าเกินกว่า 2,000 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร จะไม่เหมาะสำหรับนำน้ำมาใช้เพื่อการชลประทาน เพราะมีผลกระทบต่อการเติบโตและผลผลิตของพืช (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

4. ความเค็ม เป็นค่าแสดงระดับความเค็มของแหล่งน้ำ ซึ่งจะแปรผันโดยตรงกับค่าการนำไฟฟ้า ความเค็มมีหน่วยเป็นพีพีที (ppt) คือ ส่วนในพันส่วน (part per thousand) น้ำที่มีความเค็มมากย่อมไม่เหมาะต่อการใช้ประโยชน์เพื่อการประปา การเพาะปลูก และการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปกติแหล่งน้ำจะเริ่มมีรสเค็มที่ระดับความเค็มประมาณ 0.5 พีพีที ซึ่งไม่เหมาะจะนำมาใช้เพื่อการประปา ขณะที่ความเค็มประมาณ 1 พีพีที ไม่เหมาะจะนำมาใช้เพื่อการชลประทาน นอกจากนี้ค่าความเค็มเกินกว่า 7 พีพีที จะไม่เหมาะต่อการเพาะเลี้ยงและการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำจืด (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

5. ออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) มาจากบรรยากาศ และมาจากผลผลิตขั้นสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของพืชน้ำต่าง ๆ รวมทั้งแพลงก์ตอนพืชด้วย นอกจากนั้นออกซิเจนละลายในน้ำยังถูกใช้โดยกระบวนการหายใจและปฏิกิริยาเคมีของสารอนินทรีย์ โดยทั่วไปนั้นความเข้มข้นของออกซิเจนละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำคือ 5 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้าออกซิเจนละลายในน้ำ มีค่าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร จะเป็นอัตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (นันทนา, 2539)

6. ความขุ่นของน้ำ เกิดจากอนุภาคแขวนลอยพวกสารอนินทรีย์ และของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น ดินเหนียว ดินโคลน อนุภาคคาร์บอเนต แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ๆ ต่าง ๆ ในน้ำ อนุภาคของแข็งที่แขวลอยเหล่านี้เป็นสาเหตุให้แสงที่ส่องลงในน้ำเกิดการกระจายออกจากน้ำและดูดซึมแสงบางส่วนเอาไว้ ทำให้แสงส่องลงไปในน้ำได้ลดลง (นันทนา, 2539) เมื่อน้ำมีสารแขวนลอยต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เช่น ดินเหนียว ดินตะกอน (Silt) สาหร่ายเซลล์เดียว แพลงก์ตอน และไดอะตอม ความใสของน้ำจะลดลง โดยสารนี้อาจหักเหแสงหรือดูดกลืนแสงไว้ไม่ให้ผ่านทะลุลงไป จึงมองเห็นน้ำขุ่นอีกทั้งปริมาณของแข็งคอลลอยด์ (Colloidal Solids) ซึ่งเป็นอนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ไม่ตกตะกอน แต่ยังคงแขวนลอยอยู่ในน้ำซึ่งถ้ามีมากก็จะกระจายแสงทำให้น้ำมีลักษณะขุ่นได้ด้วย นอกจากนี้น้ำเสียจากชุมชนและอุตสาหกรรมปริมาณจุลินทรีย์ ตลอดจนการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันล้วนมีผลต่อความขุ่นของน้ำทั้งสิ้น (กัณฑ์รีย์, 2542)

7. ไนเตรต-ไนโตรเจน เป็นปริมาณไนโตรเจนในรูปของไนเตรต ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของเสียหรือน้ำทิ้งที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจน โดยทั่วไปปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนจะเปลี่ยนรูปมาจากแอมโมเนียและไนโตรเจนในแหล่งน้ำโดยแบคทีเรียกลุ่ม autotrophic nitrifying แหล่งน้ำที่ตรวจพบปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนสูง แสดงว่ามีการปนเปื้อนจากของเสียหรือสิ่งสกปรกจากชุมชน หรือมีการชะล้างหน้าดินในพื้นที่เกษตรกรรมในปริมาณสูง ซึ่งเป็นอันตรายต่อการนำน้ำมาใช้ในการบริโภคหรือการผลิตน้ำประปา ทำให้เกิดโรคระบบโลหิต เรียกว่า methemoglobinemia นอกจากนี้การมีปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนมากเกินปกติอาจก่อให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มประชากรของพืชน้ำอย่างรวดเร็วผิดปกติ เช่น สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช หรือผักตบชวา เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) ได้กำหนดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทต่าง ๆ ทางด้านกายภาพและเคมี บางดัชนี (ตารางที่ 1) สามารถแบ่งออกเป็น (1) แหล่งน้ำประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน เป็นน้ำที่มีการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน และมีการอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ (2) แหล่งน้ำประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน เป็นแหล่งการอนุรักษ์สัตว์น้ำ ทำการประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ (3) แหล่งน้ำประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และใช้ในการเกษตรได้ ส่วน (4) แหล่งน้ำประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อนและใช้สำหรับทำการอุตสาหกรรม (5) แหล่งน้ำประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทต่าง ๆ ทางด้านกายภาพและเคมี บางดัชนี

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน		
		ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	ไม่สูงกว่าอุณหภูมิธรรมชาติ 3 องศาเซลเซียส	ไม่สูงกว่าอุณหภูมิธรรมชาติ 3 องศาเซลเซียส	ไม่สูงกว่าอุณหภูมิธรรมชาติ 3 องศาเซลเซียส
ความเป็นกรด-ด่าง	-	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0
ออกซิเจนละลายในน้ำ	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่ต่ำกว่า 6.0	ไม่ต่ำกว่า 4.0	ไม่ต่ำกว่า 2.0
ไนเตรต-ไนโตรเจน	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 5.0	ไม่เกิน 5.0	ไม่เกิน 5.0

หมายเหตุ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

คุณภาพน้ำทั่วไป

จากข้อมูลของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2544) ในช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2539 แม่น้ำสายหลักในประเทศไทย ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำบางปะกง รวมทั้งแม่น้ำสำคัญตามภาคต่าง ๆ และแหล่งน้ำทั่วไปอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม และยังคงมีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด กล่าวคือ มีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำ ความสกปรกในรูปบีโอดีมีปริมาณค่อนข้างสูงและมีแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดสูง ต่อมาในปี พ.ศ. 2540 แหล่งน้ำร้อยละ 14 ของแหล่งน้ำทั่วประเทศมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งเหมาะแก่การอนุรักษ์สัตว์น้ำหรืออุปโภคบริโภค ได้แก่ แม่น้ำแควน้อย แม่น้ำเสียว แม่น้ำแควใหญ่ แม่น้ำหลังสวน หนองหาน บึงบอระเพ็ดและทะเลสาบสงขลา และบริเวณทะเลน้อยมีแหล่งน้ำร้อยละ 49 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ สามารถใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรหรืออุปโภคบริโภคทั่วไป ส่วนร้อยละ 37 อยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำในภาคกลางมีความเสื่อมโทรมมากที่สุด โดยเฉพาะแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีชุมชนและอุตสาหกรรมอยู่หนาแน่น มีการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีแอมโมเนียมไนโตรเจนในลุ่มน้ำภาคกลาง ในปริมาณที่อาจก่ออันตรายแก่สิ่งมีชีวิตในน้ำ สำหรับในปี พ.ศ. 2541 แม่น้ำทั้งหมด 48 สาย และแหล่งน้ำนิ่ง 4 แห่ง มีคุณภาพน้ำโดยรวมทั้งประเทศประมาณร้อยละ 19 ยังอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งเปรียบเทียบได้กับแหล่งน้ำประเภทที่ 2 (ตารางที่ 1) แหล่งน้ำประมาณร้อยละ 53 อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งเปรียบเทียบได้กับแหล่งน้ำประเภทที่ 3 (ตารางที่ 1) ส่วนอีกร้อยละ 28 เป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ต่ำเปรียบเทียบได้กับแหล่งน้ำประเภทที่ 4 (ตารางที่ 1) สำหรับปัญหาที่พบเกิดจาก

การปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มคิดเป็นร้อยละ 40 ปัญหารองลงมาคือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำคิดเป็นร้อยละ 34 และในปี พ.ศ. 2542 คุณภาพน้ำในภาคกลาง ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างในช่วงไหลผ่านกรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ตั้งแต่จังหวัดนครปฐมถึงจังหวัดสมุทรสาครมีสภาพเสื่อมโทรมมาก ส่วนแม่น้ำสายอื่น ๆ ในช่วงที่ผ่านชุมชนจะพบปัญหาคุณภาพเสื่อมโทรมเนื่องจากการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ส่วนสาเหตุที่ทำให้น้ำคุณภาพเสื่อมโทรมส่วนใหญ่เกิดเนื่องจากน้ำเสียชุมชน รองลงมาได้แก่ ภาคอุตสาหกรรมและภาคการเกษตรกรรม ส่วนในปี พ.ศ. 2543 แหล่งน้ำที่จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพต่ำมีจำนวน 18 แห่ง (ร้อยละ 35) สำหรับเกณฑ์คุณภาพต่ำมากมีเพียง 1 แหล่ง (ร้อยละ 2) แหล่งน้ำคุณภาพน้ำต่ำถึงต่ำมากส่วนใหญ่เป็นแม่น้ำที่ไหลผ่านชุมชน อยู่ในภาคกลางและภาคเหนือ เช่น แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำยม แม่น้ำกก อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำมีแนวโน้มที่ดีขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบปีที่ผ่านมา

ในปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2545 กรมควบคุมมลพิษได้ตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายสำคัญ 49 สาย และแหล่งน้ำนิ่ง 4 แหล่ง ได้แก่ กว๊านพะเยา บึงบอระเพ็ด หนองหานและลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบว่าในปี พ.ศ. 2544 แหล่งน้ำส่วนใหญ่มีคุณภาพพอใช้ถึงคุณภาพต่ำ สำหรับในปี พ.ศ. 2545 แหล่งน้ำมีคุณภาพน้ำดีขึ้น ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบมีสาเหตุการระบายของเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมและกิจกรรมเกษตรโดยเฉพาะฟาร์มเลี้ยงสุกร ทำให้ตรวจพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มมีปริมาณสูง นอกจานี้ยังมีปัญหาเรื่องความขุ่นและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) และในปีต่อมาคือ พ.ศ. 2546 กรมควบคุมมลพิษได้ตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายสำคัญ 49 สาย และแหล่งน้ำนิ่ง 4 แหล่ง กว๊านพะเยา บึงบอระเพ็ด หนองหาน และลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี พอใช้ เสื่อมโทรมและเสื่อมโทรมมากคิดเป็นร้อยละ 31, 37, 26 และ 6 ตามลำดับ แหล่งน้ำที่เสื่อมโทรมมาก ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ตั้งแต่จังหวัดนนทบุรีถึงจังหวัดสมุทรปราการ แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ตั้งแต่จังหวัดนครปฐมถึงจังหวัดสมุทรสาคร แม่น้ำลำตะคองตอนล่าง พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมาและทะเลสาบสงขลา พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปัญหาคุณภาพน้ำที่สำคัญของแหล่งน้ำทั่วประเทศ คือ การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าแอมโมเนียและความสกปรกในรูปบีโอดี (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

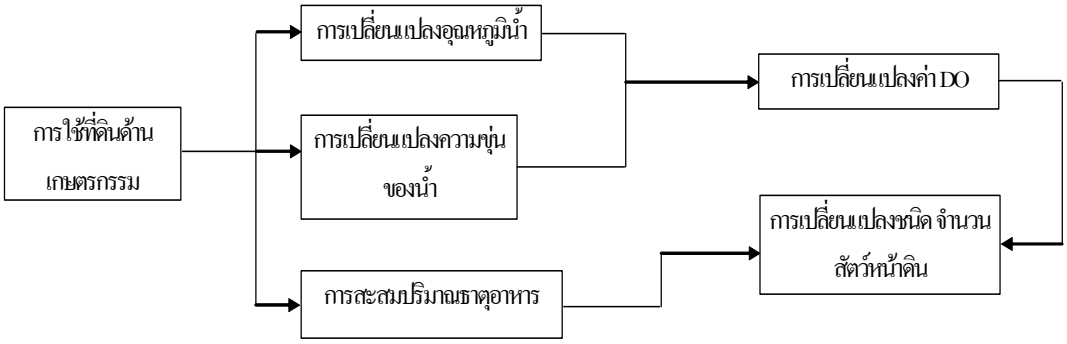
สภาพเศรษฐกิจ-สังคมของบ้านไทยสามัคคีและบ้านไทยพัฒนา

หมู่บ้านบ้านไทยสามัคคีและบ้านไทยพัฒนา มีจำนวนครัวเรือน 93 และ 91 ครัวเรือน ตามลำดับ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่นลอนลาด การคมนาคมภายในหมู่บ้านไทยสามัคคีและบ้านไทยพัฒนาเป็นถนนคอนกรีต ถนนลาดยาง และถนนลูกรัง มีโรงเรียนระดับอนุบาลจำนวน 1 แห่ง และโรงเรียนระดับมัธยมต้น 1 แห่ง ด้านการสาธารณสุขมีสถานีอนามัย 1 แห่ง คือ สถานีอนามัยตำบลไทยสามัคคี และมีคลินิกมาเลเรีย 1 แห่ง ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร เช่น ปลูกข้าวโพดและมันสำปะหลัง ทำสวนผัก ได้แก่ แตงกวา ผักกาดเขียว ผักกาดแก้ว และกะหล่ำปลี และทำสวนยางพารา นอกจากนี้ยังประกอบอาชีพรับจ้างและค้าขายด้วย เนื่องจากอาชีพส่วนใหญ่ของชาวบ้านเป็นการเกษตรทำให้การใช้ประโยชน์ที่ดินของบ้านไทยสามัคคีและบ้านไทยพัฒนาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ด้านน้ำใช้เพื่อการอุปโภคของชาวบ้านบ้านไทยสามัคคีและบ้านไทยพัฒนาใช้น้ำจากระบบผลิตน้ำประปาของหมู่บ้าน มีแหล่งน้ำดิบมาจากอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ซึ่งมีอัตราการสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกมาผลิตเป็นน้ำประปาเฉลี่ยเดือนละ 3,000 ลูกบาศก์เมตร สำหรับน้ำเพื่อการบริโภคส่วนใหญ่ใช้น้ำฝน (องค์การบริหารส่วนตำบลไทยสามัคคี, 2549)

ความเชื่อมโยงระหว่างดัชนีคุณภาพทางกายภาพและเคมี ดัชนีชีวภาพ กับการใช้ที่ดิน

การเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพของน้ำในแหล่งน้ำส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน เช่น การเกษตร มีผลโดยตรงต่อปริมาณตะกอน ความขุ่นของน้ำและสารอาหารในน้ำ ซึ่งเป็นการทำลายแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตและยังมีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายในน้ำซึ่งเป็นผู้ผลิตที่สำคัญในระบบนิเวศและเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตขั้นสูงขึ้น และมีผลต่อความหลากชนิดของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำมีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการละลายของออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ การปนเปื้อนของธาตุอาหาร ค่าความขุ่น และค่าการนำไฟฟ้าในแหล่งน้ำจากกิจกรรมการเกษตร การใช้ที่ดินก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำแล้วยังผลกระทบต่อลักษณะทางชีวภาพของแหล่งน้ำ ย่อมเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการใช้ที่ดินกับคุณภาพของแหล่งน้ำ และความสัมพันธ์ของแหล่งน้ำกับสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำด้วย ดังนั้นชนิดและปริมาณของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ

ย่อมสัมพันธ์กับการใช้ที่ดินโดยรอบของแหล่งน้ำนั้นด้วย (กระทรวงสาธารณสุข, 2542; สำนักงานวิชาการป่าไม้, 2548; Williams *et al*., 1997) จึงสรุปแนวความคิดและความเชื่อมโยงดังแสดงภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แนวคิดและความเชื่อมโยงของความสัมพันธ์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. DO meter (YSI)
2. อุปกรณ์ตักดิน Ekman drarge
3. ตะแกรงร่อน
4. แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์
5. ขวดสำหรับเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์หน้าดิน
6. ขวดสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ ขนาด 1 ลิตร
7. เรือ
8. ถังโฟมสำหรับแช่ตัวอย่างน้ำ
9. ถาด
10. forcep

วิธีการ

1. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและสัตว์หน้าดิน จำนวน 6 จุด แบ่งเป็นจุดเก็บตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก จำนวน 5 จุด โดยแต่ละจุดห่างจากฝั่งประมาณ 2 เมตร และบริเวณกึ่งกลางของบ่อน้ำข้างอ่างเก็บน้ำ จำนวน 1 จุด (ภาพที่ 3) สำหรับการเก็บตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

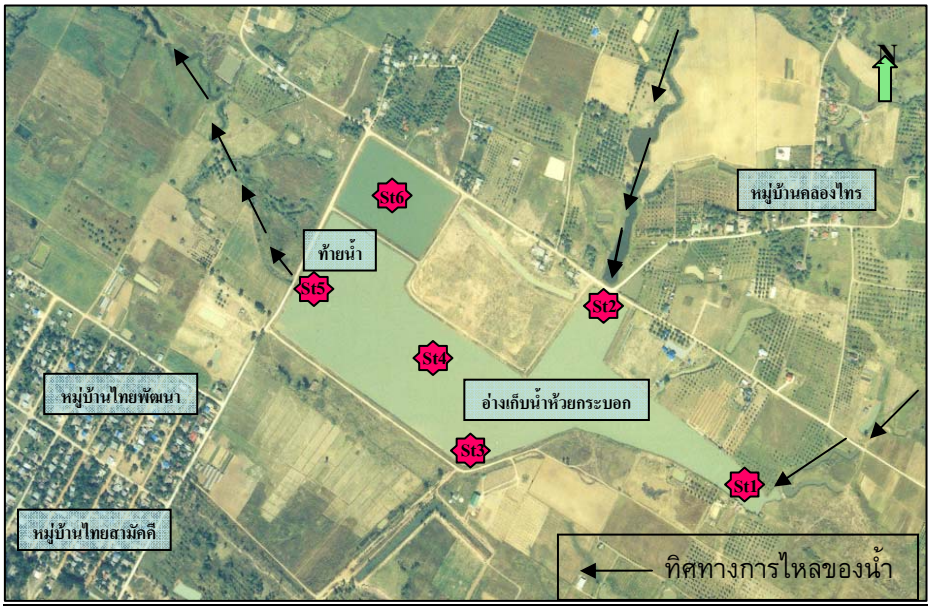
1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ครั้งละ 1 ตัวอย่าง/จุดเก็บตัวอย่าง โดยเก็บรักษาตัวอย่างน้ำไว้ในขวดพลาสติก ขนาด 1 ลิตรและแช่เย็น เพื่อนำกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1.2 การเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน

เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ครั้งละ 3 ซ้ำ/จุดเก็บตัวอย่าง (ตัวอย่างทั้ง 3 ซ้ำ รวมเป็น 1 ตัวอย่าง/จุดเก็บตัวอย่าง) โดยใช้อุปกรณ์ตักดิน Ekman drarge ขนาดพื้นที่หน้าตัด 15 x 15 เซนติเมตร นำตะกอนดินที่ได้ร่อนด้วยตะแกรงและเก็บตัวอย่างรักษาในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การเก็บตัวอย่างน้ำและสัตว์หน้าดิน เริ่มเก็บตัวอย่างน้ำและสัตว์หน้าดินตั้งแต่เวลา 8.30-12.00 น. โดยเก็บตัวอย่างจากจุดเก็บตัวอย่าง ST3, ST5, ST6, ST4, ST2 และ ST 1 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำและสัตว์หน้าดิน

จุดเก็บตัวอย่าง ST1 คือจุดบริเวณต้นน้ำ น้ำไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรมลงสู่อ่างเก็บน้ำ
จุดเก็บตัวอย่าง ST2 คือจุดบริเวณต้นน้ำ น้ำไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรมลงสู่อ่างเก็บน้ำ
จุดเก็บตัวอย่าง ST3 คือจุดสูบน้ำ นำน้ำไปผลิตเป็นน้ำประปา
จุดเก็บตัวอย่าง ST4 คือจุดตัวแทนกลางอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก
จุดเก็บตัวอย่าง ST5 คือจุดบริเวณท้ายน้ำ
จุดเก็บตัวอย่าง ST6 คือจุดกึ่งกลางของบ่อข้างอ่างเก็บน้ำ

2. ทำปฏิทินกิจกรรมการเกษตรในพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก โดยวิธีการสังเกตและจดบันทึก เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ดังกล่าว

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ตรวจวัดอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มโดยใช้เครื่อง DO meter (YSI) วัดในภาคสนาม สำหรับความขุ่น และไนเตรต-ไนโตรเจน นำตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยความขุ่นใช้เครื่อง Turbid meter หน่วยเป็น NTU ส่วนไนเตรต-ไนโตรเจน วิเคราะห์ด้วยวิธีแคดเมียมรีดักชัน ซึ่งมีวิธีการดังนี้

3.1 การเตรียมคอลัมน์แคดเมียม (Cadmium Column)

1) เติมน้ำกลั่น ลงในคอลัมน์เปล่าที่จัดเตรียมไว้

2) บรรจุเม็ดแคดเมียมที่เตรียมไว้ก่อนแล้วลงในคอลัมน์ ให้ได้ความสูงประมาณ 18.5 เซนติเมตร รักษาระดับน้ำให้ท่วมเม็ดแคดเมียมเสมอ เพื่อป้องกันมิให้เกิดโพรงอากาศ (ยกปลายท่อน้ำออก ให้สูงกว่าระดับแคดเมียมในหลอด)

3) ล้างเม็ดแคดเมียมโดยเทสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์-อีดีทีเอเจือจางจำนวน 200 มิลลิลิตรผ่านคอลัมน์อย่างช้า ๆ

4) เตรียมสารละลาย 100 มิลลิลิตร จากการผสมระหว่างสารละลายมาตรฐานไนเตรต 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตร ละลายสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์-อีดีทีเอ 75 มิลลิลิตร ผ่านสารละลายที่เตรียมได้ให้ไหลออกจากคอลัมน์ในอัตราประมาณ 7-10 มิลลิลิตรต่อนาที (นั่นคือให้เวลาสัมผัสระหว่างสารละลายและแคดเมียมประมาณ 10-15 นาที)

3.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำ

1) ถ้าตัวอย่างน้ำมีความขุ่น ให้กรองด้วยกระดาษกรอง GF/C หรือกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน จนได้น้ำใส

2) ถ้าตัวอย่างมีน้ำมัน กำจัดโดยปรับพีเอชน้ำให้พีเอชเป็น 2 ด้วยกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น สกัดด้วยเฮกเซน 25 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง ทิ้งชั้นเฮกเซนไป

3) ปรับพีเอชของตัวอย่างน้ำให้อยู่ในช่วง 6-8 ด้วยกรดไฮโดรคลอริคหรือแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

3.3 การผ่านน้ำตัวอย่างลงในคอลัมน์

1) เติมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์-อีดีทีเอ 75 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างน้ำ 25.0 มิลลิลิตร (หรือตัวอย่างน้ำที่เจือจางแล้วตวงมา 25.0 มิลลิลิตร) และกวนให้ทั่ว

2) เทตัวอย่างน้ำที่ผสมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์-อีดีทีเอแล้วลงในคอลัมน์ ปล่อยให้ตัวอย่างน้ำ (ตอนนี้มีปริมาตรรวม 100 มิลลิลิตร) ไหลผ่านคอลัมน์ในอัตรา 7-10 มิลลิลิตรต่อนาที (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที) ทิ้งน้ำ 25 มิลลิลิตร แรกที่รองได้และเก็บปริมาตรที่เหลือ (อีก 75 มิลลิลิตร) ไว้ในภาชนะเดิม

3) การสร้างสีและวัด%T (การวิเคราะห์หาค่าไนไตรต์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น) หลังจากให้ตัวอย่างผ่านคอลัมน์แล้ว ตวงตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร (ที่เหลือ 75 มิลลิลิตร) เพื่อมาสร้างสี ตัวอย่างนี้ให้นำมาเติมน้ำยาซัลฟานิลามายด์ 2 มิลลิลิตร หลังจากให้ผ่านคอลัมน์มาไม่เกิน 15 นาที ทิ้งไว้ 2-8 นาทีจึงเติม NED-Dihydrochloride 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันทันที วัด %T ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ภายใน 10 นาที ถึง 2 ชั่วโมง โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์ อ่านค่าไนเตรตจากกราฟมาตรฐานเป็นค่า A มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้ามีปริมาณไนเตรตสูง (เกินกราฟมาตรฐาน) ต้องเจือจางตัวอย่างน้ำก่อนนำมาผ่านคอลัมน์

4) การเตรียมกราฟมาตรฐาน

4.1) เตรียมสารละลายไนเตรตมาตรฐานเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตร เติมน้ำยาแอมโมเนียมคลอไรด์-อีดีทีเอ 75 มิลลิลิตร และผสมให้ทั่ว กรองผ่านคอลัมน์แคดเมียมและนำน้ำกรองมาสร้างสีและวัด %T ในลักษณะเดียวกับที่ทำกับตัวอย่างน้ำ

4.2) พล็อตกราฟมาตรฐาน (ต้องทำกราฟมาตรฐานใหม่ทุกครั้งที่เตรียมน้ำยาสร้างสีใหม่หรือทุก ๆ 3 เดือน) ระหว่างความเข้มข้นเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร กับ %T

การคำนวณ

$$\text{ไนเตรต-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{\text{ไมโครกรัมที่อ่านได้จากกราฟ}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)}}$$

4. วิเคราะห์สัตว์หน้าดินจากตัวอย่างที่เก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซนต์

4.1 วิเคราะห์จำแนกชนิด นับจำนวนและจดบันทึกสัตว์หน้าดิน

4.2 วิเคราะห์จำนวนชนิด และชนิดเด่น (Dominant species) โดยคิดเป็นร้อยละของสัตว์หน้าดิน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของแต่ละเดือน

4.3 วิเคราะห์ปริมาณความชุกชุมของสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ด้วยวิธี Margalef's Index (Clarke and Warwick, 1994) ดังนี้

$$d = (S-1)/\log N$$

เมื่อ d = ดัชนีมาร์กาเลฟ (Margalef's Index)
S = จำนวนชนิดทั้งหมด
N = จำนวนตัวทั้งหมด

4.4 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity index) และการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของแต่ละเดือน โดยวิธีของ Shannon and Wiener (Magurran, 1988) ดังนี้

$$H = -\sum_{i=1}^{s} (n_i/N) \ln (n_i/N)$$

โดย H = ดัชนีความหลากหลาย
s = จำนวนชนิดทั้งหมดที่จับได้
N = จำนวนประชากรทั้งหมดที่จับได้
n_i = จำนวนประชากรทั้งหมดของชนิด i

4.5 วิเคราะห์ดัชนีความเท่าเทียมหรือค่าการกระจาย (Equitability Index หรือ Evenness Index) เพื่อบ่งบอกถึงการกระจายของชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดิน โดยพิจารณาในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ดังนี้

$$E = H/\ln S \text{ หรือ } H/H_{max}$$

โดย E = ดัชนีความเท่าเทียม
H = ดัชนีความหลากหลาย
S = จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินที่พบในจุดเก็บตัวอย่างนั้น
H_{max} = ดัชนีความหลากหลายที่อาจจะมีค่าได้มากที่สุดของจุดเก็บตัวอย่างนั้น

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพน้ำกับปริมาณสัตว์หน้าดิน โดยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

6. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ

สถานที่และระยะเวลาการดำเนินงาน

สถานที่ศึกษา อ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ตำบลไทยสามัคคี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาการดำเนินงาน 15 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550

ตารางที่ 2 แผนงานดำเนินการศึกษา

กิจกรรม	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49	พ.ย. 49	ธ.ค. 49	ม.ค. 50	ก.พ. 50	มี.ค. 50
1. นำเสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์	⟷															
2. สำรวจพื้นที่และกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง		⟷														
3. เก็บตัวอย่าง		⟷														
4. ทำปฏิทินการเกษตร		⟷														
5. รวบรวมผล				⟷												
6. วิเคราะห์ข้อมูล														⟷		
7. จัดทำรูปเล่มและนำเสนอผลงาน															⟷	

ผลและวิจารณ์

1. สัตว์หน้าดิน

1.1 ชนิดของสัตว์หน้าดิน

จากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินพบกลุ่มของแมลง (Insecta) ไส้เดือนน้ำ (Oligochaeta) และหอย (Mollusca) ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกทุกจุดเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549 ทั้งนี้พบว่ามีสัตว์หน้าดินจำนวน 3 ไฟลัม (Phylum) 4 ชั้น (Class) 6 อันดับ (Order) 5 วงศ์ (Family) 7 สกุล (Genus) มีรายละเอียด การจำแนกสัตว์หน้าดินแสดงดังตารางที่ 3 และภาพชนิดสัตว์ดินดังแสดงในภาพที่ 4

ตารางที่ 3 สัตว์หน้าดินที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

Phylum	Class	Order	Family	Genus
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว)	Ephemeridae	*Hexagenia* sp.
		Diptera (แมลงสองปีก)	Chironomidae	Chironomid larvae (*Chironomus* sp.)
Annelida	Oligochaeta	Plesiopora	Tubificidae	*Branchiura* sp.
Mollusca	Bivalvia	Unionoida	Amblemidae	*Scabies* sp. *Pilsbryoconcha* sp.
		Heterodonta	Shaeriidae	*Pisidium* sp.
	Gastropoda	Mesogastropoda	Pleuroceridae	*Pleurocera* sp.

แมลงชีปะขาวชนิด *Hexagenia* sp.

Chironomid larvae ชนิด *Chironomus* sp.
(ตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง)

ไส้เดือนน้ำชนิด *Branchiura* sp.

หอยสองฝาชนิด *Scabies* sp. (หอยนกเขา)

หอยสองฝาชนิด *Pilsbryoconcha* sp. (หอยกาบ)

หอยสองฝาชนิด *Pisidium* sp. (หอยเล็บม้า)

หอยฝาเดียวชนิด *Pleurocera* sp.

ภาพที่ 4 ชนิดสัตว์หน้าดินที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

1.2 ปริมาณสัตว์หน้าดิน

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินตามจุดสำรวจต่าง ๆ มีผลการศึกษาดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ก1 ถึง ก6 ซึ่งสามารถสรุปผลดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 4 ดังนี้

จุดเก็บตัวอย่าง ST1 พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 6 ชนิด มีจำนวนรวมทั้งหมด 150 ตัว จุดเก็บตัวอย่าง ST2 พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 7 ชนิด มีจำนวน 243 ตัว จุดเก็บตัวอย่าง ST3 พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 7 ชนิด มีจำนวน 217 ตัว จุดเก็บตัวอย่าง ST4 พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 6 ชนิด มีจำนวน 254 ตัว จุดเก็บตัวอย่าง ST5 พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 6 ชนิด มีจำนวน 228 ตัว จุดเก็บตัวอย่าง ST6 พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 6 ชนิด มีจำนวน 135 ตัว

ตารางที่ 4 จำนวนชนิด จำนวนตัว และสัตว์ดินชนิดเด่นที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

จุดเก็บตัวอย่าง	ปริมาณสัตว์หน้าดิน		สัตว์หน้าดินชนิดเด่น
	จำนวนชนิด	จำนวนตัว	
ST1	6	150	*Branchiura* sp.
ST2	7	243	Chironomid larvae
ST3	7	217	*Pisidium* sp.
ST4	6	254	*Hexagenia* sp.
ST5	6	228	*Hexagenia* sp.
ST6	6	135	*Branchiura* sp.

1.3 สัตว์หน้าดินชนิดเด่นที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 ทั้งนี้พบว่าจุดเก็บตัวอย่าง ST1 พบโอลิโกคีตหรือไส้เดือนน้ำชนิด *Branchiura* sp. เป็นชนิดเด่น (Dominant Species) คิดเป็นร้อยละ 54.67 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด รองลงมาคือ Chironomid larvae (ตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง) ชนิด *Chironomus* sp., หอยสองฝาชนิด *Pisidium* sp. (หอยเล็บม้า) และ *Scabies* sp. (หอยนกเขา), หอยฝาเดียวชนิด *Pleurocera* sp. และแมลงชีปะขาวชนิด *Hexagenia* sp. คิดเป็นร้อยละ 37.33, 4.00, 2.00, 1.33 และ 0.67 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด ส่วนจุดเก็บตัวอย่าง ST2 พบ Chironomid larvae เป็นชนิดเด่น คิดเป็นร้อยละ 27.57 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด รองลงมาคือ *Branchiura* sp., *Pisidium* sp., *Scabies* sp., *Hexagenia* sp., *Pleurocera* sp. และ *Pilsbryoconcha* sp. คิดเป็นร้อยละ 24.28, 20.99, 13.17, 10.70, 2.06 และ 1.23 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด และ

ที่จุดเก็บตัวอย่าง ST3 พบ *Pisidium* sp. เป็นชนิดเด่นคิดเป็นร้อยละ 26.73 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด รองลงมาคือ Chironomid larvae, *Branchiura* sp., *Hexagenia* sp., *Scabies* sp., *Pleurocera* sp. และ *Pilsbryoconcha* sp. คิดเป็นร้อยละ 18.43, 17.97, 16.13, 9.68, 9.22 และ 1.84 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด ในขณะที่จุดเก็บตัวอย่าง ST4 พบ *Hexagenia* sp. เป็นชนิดเด่นคิดเป็นร้อยละ 28.35 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด รองลงมาคือ *Branchiura* sp., Chironomid larvae, *Pisidium* sp., *Scabies* sp. และ *Pleurocera* sp. คิดเป็นร้อยละ 18.50, 18.11, 17.72, 10.24 และ 7.08 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด เมื่อพิจารณาจุดเก็บตัวอย่าง ST5 จะพบ *Hexagenia* sp. เป็นชนิดเด่น คิดเป็นร้อยละ 35.96 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด รองลงมาคือ Chironomid larvae, *Branchiura* sp., *Pisidium* sp., *Scabies* sp. และ *Pleurocera* sp. คิดเป็นร้อยละ 20.18, 19.29, 16.23, 4.23 และ 3.51 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด ส่วนจุดสุดท้ายคือจุดเก็บตัวอย่าง ST6 พบ *Branchiura* sp. เป็นชนิดเด่น คิดเป็นร้อยละ 37.04 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด รองลงมาคือ *Hexagenia* sp., Chironomid larvae, *Pisidium* sp., *Scabies* sp. และ *Pleurocera* sp. คิดเป็นร้อยละ 24.44, 21.48, 9.63, 5.93 และ 1.48 ของปริมาณสัตว์หน้าดินทั้งหมด

1.4 ความชุกชุมของสัตว์หน้าดิน

ผลการศึกษาความชุกชุมทางชนิดของสัตว์หน้าดินได้แสดงในตารางที่ 5 โดยพบว่าความชุกชุมทางชนิดของจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 2.08-2.57 โดยจุดเก็บตัวอย่าง ST3 มีค่าความชุกชุมสูงที่สุด แสดงว่ามีความชุกชุมของชนิดสัตว์หน้าดินมากที่สุด รองลงมาคือจุดเก็บตัวอย่าง ST2 และจุดเก็บตัวอย่าง ST5 มีค่าความชุกชุมต่ำที่สุด แต่อย่างไรก็ตามความชุกชุมทางชนิดของสัตว์หน้าดินของทุกจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากจำนวนชนิดที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน

1.5 ดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน

ผลการศึกษาความหลากหลายของสัตว์หน้าดินดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่าความหลากหลายที่จุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 1-1.71 โดยจุดเก็บตัวอย่าง ST4 มีค่าความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมากที่สุด แสดงว่าจุดเก็บตัวอย่างดังกล่าวมีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมาก ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินน้อยที่สุด คือ จุดเก็บตัวอย่าง ST1

1.6 ดัชนีความเท่าเทียมหรือค่าการกระจาย

ผลการศึกษาดัชนีความเท่าเทียมหรือค่าการกระจายของสัตว์หน้าดินดังแสดงในตารางที่ 5 โดยพบว่าดัชนีความเท่าเทียมหรือค่าการกระจายของจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.59-0.95 จุดเก็บตัวอย่าง ST4 มีค่าความเท่าเทียมหรือค่าการกระจายของสัตว์หน้าดินสูงที่สุด แสดงว่าจุดเก็บตัวอย่าง ST4 มีความเท่าเทียมหรือการกระจายของสัตว์หน้าดินสูง ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่มีค่าความเท่าเทียมหรือการระจายต่ำที่สุด คือ จุดเก็บตัวอย่าง ST1

ตารางที่ 5 ดัชนีความชุกชุม (d) ดัชนีความหลากหลาย (H) และดัชนีความเท่าเทียมหรือการกระจาย (E) ของสัตว์หน้าดิน

จุดเก็บตัวอย่าง	ดัชนีความชุกชุม (d)	ดัชนีความหลากหลาย (H)	ดัชนีการกระจาย (E)
ST1	2.29	1	0.56
ST2	2.52	1.67	0.86
ST3	2.57	1.62	0.83
ST4	2.08	1.71	0.95
ST5	2.12	1.57	0.88
ST6	2.35	1.5	0.84

2. คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

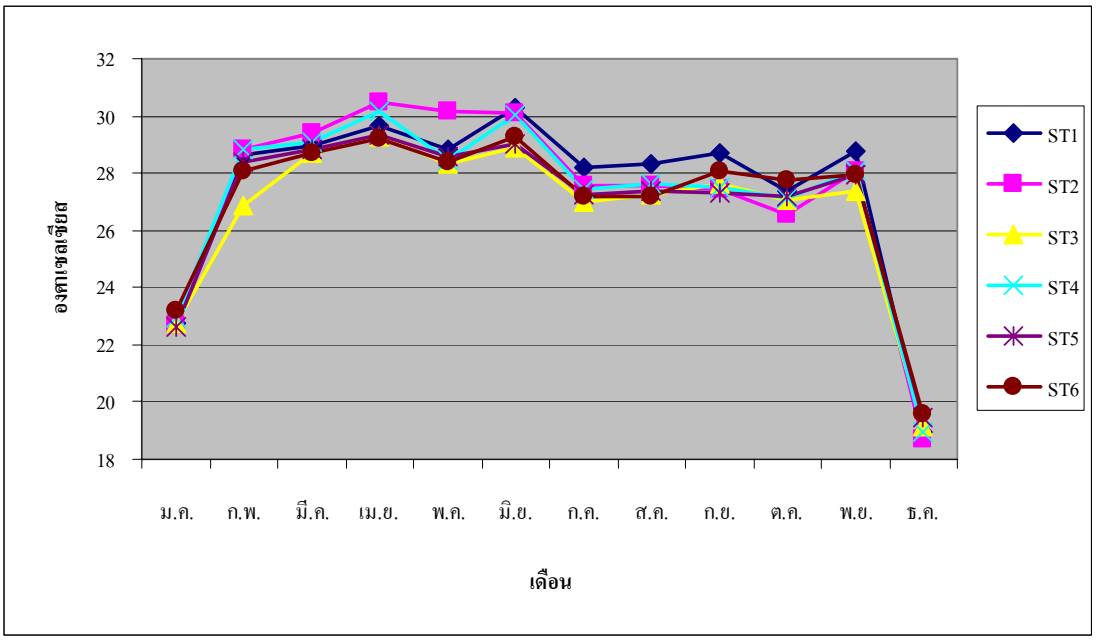
จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ซึ่งมีดัชนีตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ค่าการนำไฟฟ้า ความเค็ม ความขุ่นและค่าไนเตรต-ไนโตรเจน มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 อุณหภูมิ

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าในทุกจุดเก็บตัวอย่างมีอุณหภูมิของน้ำไม่แตกต่างกัน แต่ทุกจุดเก็บตัวอย่างจะมีอุณหภูมิของน้ำต่ำที่สุดในเดือนธันวาคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาว ส่วนในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายนมีอุณหภูมิของน้ำสูงกว่าเดือนอื่น เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อน ซึ่งโดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำมีค่าสูงในช่วงฤดูร้อนและมีค่าต่ำในช่วงฤดูหนาว

ตารางที่ 6 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2549

ดัชนีที่ตรวจวัด	เดือนที่สำรวจ	จุดสำรวจ					
		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
อุณหภูมิ (°C)	ม.ค.	22.74	22.66	22.72	22.96	22.63	23.2
	ก.พ.	28.67	28.82	26.86	28.85	28.41	28.08
	มี.ค.	28.96	29.41	28.72	29.08	28.84	28.69
	เม.ย.	29.64	30.51	29.30	30.16	29.36	29.24
	พ.ค.	28.81	30.16	23.30	28.48	28.55	28.41
	มิ.ย.	30.28	30.08	28.92	30.05	29.03	29.25
	ก.ค.	28.2	27.55	26.98	27.42	27.22	27.20
	ส.ค.	28.31	27.54	27.22	27.61	27.40	27.16
	ก.ย.	28.70	27.41	27.63	27.53	27.34	28.06
	ต.ค.	27.37	26.56	27.08	27.13	27.2	27.73
	พ.ย.	28.74	28.09	27.4	28.08	27.97	27.95
	ธ.ค.	18.98	18.72	19.14	18.95	19.44	19.57
	ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด	18.98-30.28	18.72-30.51	19.14-28.92	18.95-30.16	19.44-29.03	19.57-29.25



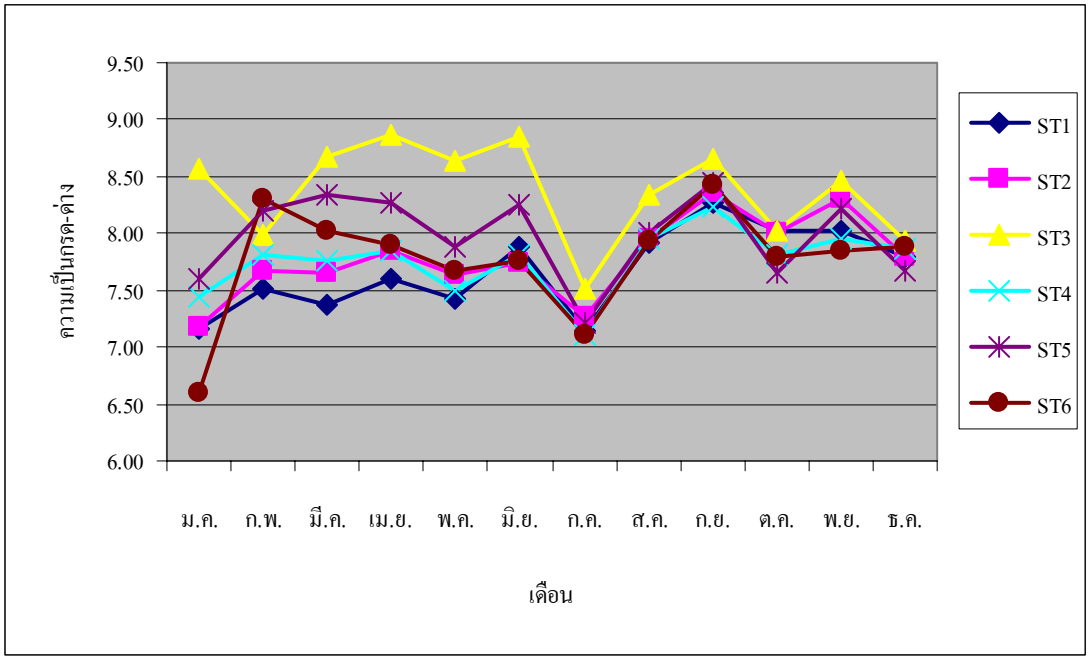
ภาพที่ 5 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึง ธันวาคม 2549

2.2 ความเป็นกรด-ด่าง

จากตารางที่ 7 และภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกมีความเป็นด่าง (มีค่าอยู่ในช่วง 6.59-8.86) โดยจุดเก็บตัวอย่างที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุด คือจุดเก็บตัวอย่าง ST3 ในเดือนเมษายนเนื่องมาจากบริเวณที่ดินหมายเลข 32 มีการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ว่างมาปลูกข้าวโพด อาจมีปุ๋ยปนเปื้อนลงสู่อ่างเก็บน้ำได้ส่วนในเดือนมกราคม จุดเก็บตัวอย่าง ST6 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความเป็นกรด-ด่างของทุกจุดเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 7 ผลการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2549

ดัชนีที่ตรวจวัด	เดือนที่	จุดสำรวจ					
	สำรวจ	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
ความเป็นกรด-ด่าง	ม.ค.	7.16	7.17	8.56	7.44	7.6	6.59
	ก.พ.	7.52	7.67	7.99	7.81	8.19	8.3
	มี.ค.	7.38	7.65	8.68	7.76	8.34	8.02
	เม.ย.	7.60	7.84	8.86	7.85	8.27	7.90
	พ.ค.	7.42	7.63	8.63	7.49	7.88	7.67
	มิ.ย.	7.89	7.75	8.85	7.81	8.26	7.76
	ก.ค.	7.14	7.27	7.52	7.11	7.22	7.11
	ส.ค.	7.91	7.96	8.34	7.96	8.01	7.94
	ก.ย.	8.27	8.36	8.65	8.24	8.44	8.42
	ต.ค.	8.02	8.01	8.03	7.81	7.65	7.79
	พ.ย.	8.02	8.30	8.46	7.96	8.21	7.85
	ธ.ค.	7.80	7.79	7.94	7.87	7.67	7.88
	ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด	7.14-8.27	7.17-8.36	7.52-8.86	7.11-8.24	7.22-8.44	6.59-8.42



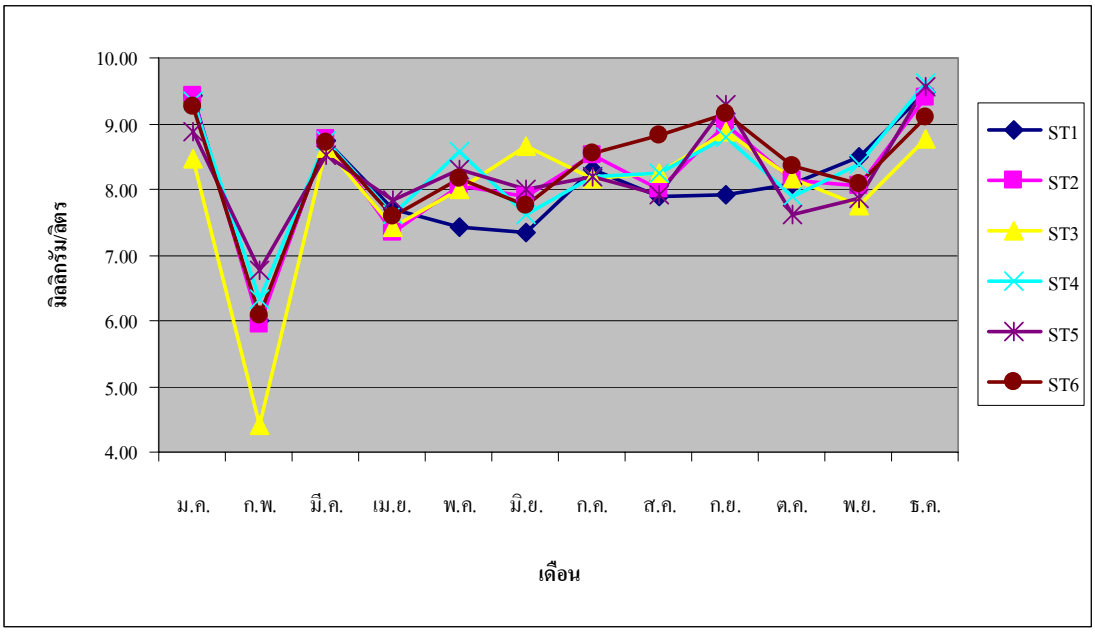
ภาพที่ 6 ผลการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม 2549

2.3 ออกซิเจนละลายในน้ำ

จากตารางที่ 8 และภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่าออกซิเจนละลายของจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน มีเพียงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ที่ทุกจุดเก็บตัวอย่างมีออกซิเจนละลายในน้ำต่ำ โดยจุดเก็บตัวอย่าง ST3 มีค่าต่ำที่สุด คือ 4.42 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ยังไม่ต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (ตารางที่ 1) เนื่องจากไม่มีน้ำจากต้นน้ำไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ ทำให้สภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่มีการไหลเวียน แต่อย่างไรก็ตาม ค่าออกซิเจนละลายในน้ำของทุกจุดเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 8) ยังมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

ตารางที่ 8 ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลายในน้ำ ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม 2549

ดัชนีที่ตรวจวัด	เดือนที่สำรวจ	จุดสำรวจ					
		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
ออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/l)	ม.ค.	9.42	9.42	8.47	9.34	8.87	9.25
	ก.พ.	6.00	5.94	4.42	6.34	6.78	6.08
	มี.ค.	8.75	8.76	8.63	8.74	8.52	8.72
	เม.ย.	7.69	7.34	7.42	7.61	7.83	7.58
	พ.ค.	7.42	8.06	7.99	8.58	8.31	8.16
	มิ.ย.	7.33	7.88	8.65	7.61	7.99	7.76
	ก.ค.	8.29	8.53	8.16	8.18	8.19	8.54
	ส.ค.	7.90	8.01	8.25	8.26	7.92	8.82
	ก.ย.	7.93	9.00	8.87	8.80	9.30	9.16
	ต.ค.	8.07	8.14	8.17	7.89	7.62	8.35
	พ.ย.	8.48	8.05	7.76	8.37	7.86	8.07
	ธ.ค.	9.49	9.41	8.77	9.61	9.57	9.09
	ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด	6.00-9.49	5.94-9.42	4.42-8.87	6.34-9.34	6.78-9.57	6.59-8.42.



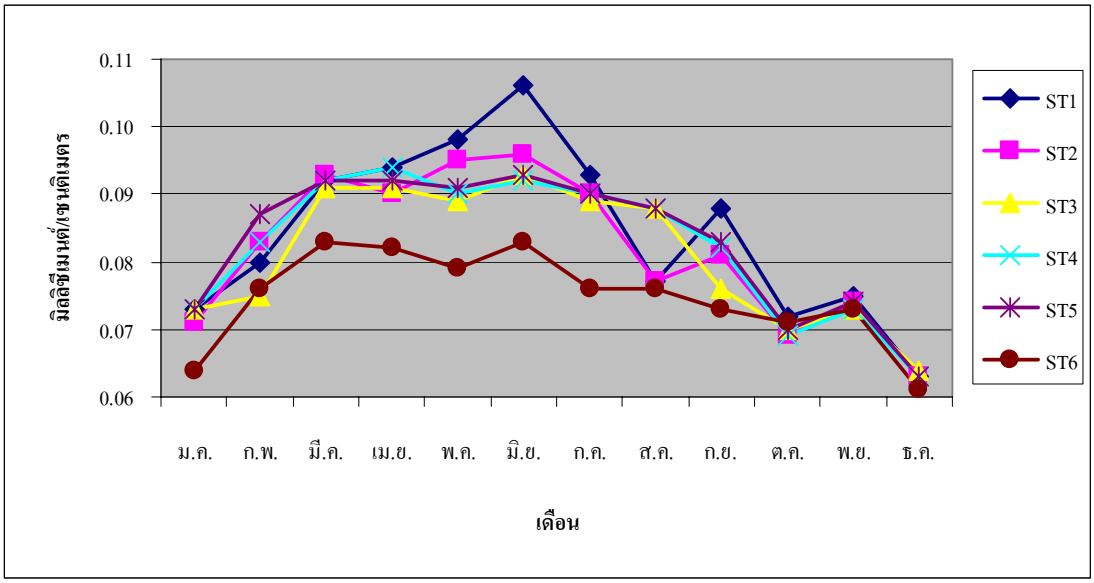
ภาพที่ 7 ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลายในน้ำ ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม 2549

2.4 ค่าการนำไฟฟ้า

จากตารางที่ 9 และภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่าค่าการนำไฟฟ้าของจุดเก็บตัวอย่าง ST6 มีค่าต่ำกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่าง ST 6 เก็บตัวอย่างน้ำบริเวณกึ่งกลางน้ำของบ่อน้ำที่อยู่ข้างอ่างเก็บน้ำ ซึ่งมีลักษณะเป็นบ่อปิดไม่มีการไหลเวียนของน้ำ ทำให้ธาตุที่มีประจุไฟฟ้าน้อยกว่าจุดอื่น ๆ ในช่วงเดือนมิถุนายน จุดเก็บตัวอย่าง ST1 มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากช่วงเดือนดังกล่าวมีฝนตกและพื้นที่บริเวณที่ดินหมายเลข 33 เป็นพื้นที่คอกวัว ทำให้มีการชะมูลวัวลงสู่อ่างเก็บน้ำ แต่ในช่วงเดือนกรฎาคมถึงเดือนธันวาคม ค่าการนำไฟฟ้าของจุดเก็บตัวอย่าง ST1 ถึง ST5 มีค่าลดลง เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนลงสู่อ่างเก็บน้ำมากขึ้น ทำให้ธาตุที่มีประจุไฟฟ้าน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามค่าการนำไฟฟ้าของทุกจุดเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 9 ผลการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2549

ดัชนีที่ตรวจวัด	เดือนที่สำรวจ	จุดสำรวจ					
		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
ค่าการนำไฟฟ้า (ms/cm)	ม.ค.	0.073	0.071	0.073	0.073	0.073	0.064
	ก.พ.	0.080	0.083	0.075	0.083	0.087	0.076
	มี.ค.	0.092	0.093	0.091	0.092	0.092	0.083
	เม.ย.	0.094	0.090	0.091	0.094	0.092	0.082
	พ.ค.	0.098	0.095	0.089	0.090	0.091	0.079
	มิ.ย.	0.106	0.096	0.093	0.092	0.093	0.083
	ก.ค.	0.093	0.090	0.089	0.090	0.090	0.076
	ส.ค.	0.077	0.077	0.088	0.088	0.088	0.076
	ก.ย.	0.088	0.081	0.076	0.082	0.083	0.073
	ต.ค.	0.072	0.069	0.070	0.069	0.070	0.071
	พ.ย.	0.075	0.074	0.073	0.073	0.074	0.073
	ธ.ค.	0.063	0.063	0.064	0.063	0.063	0.061
	ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด	0.063-0.106	0.071-0.096	0.064-0.093	0.063-0.094	0.063-0.093	0.061-0.083



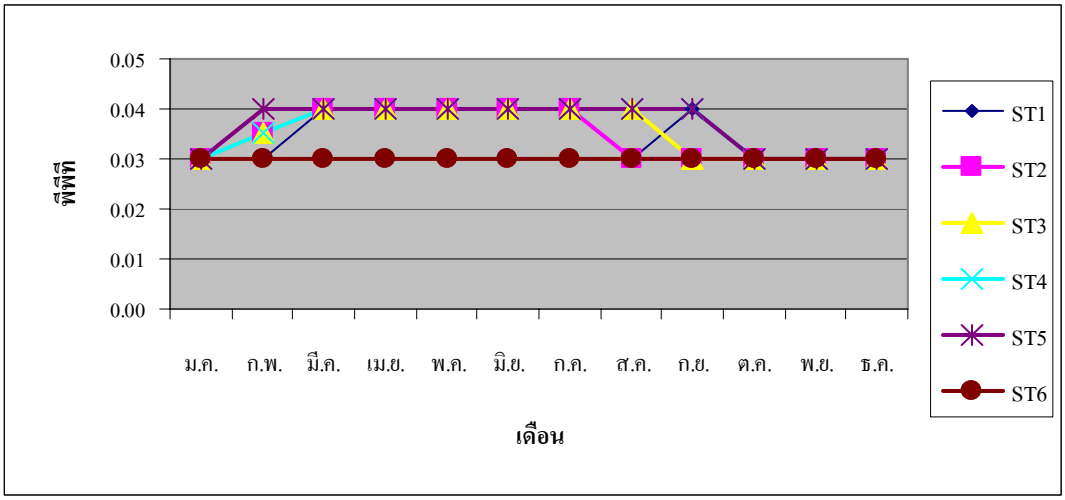
ภาพที่ 8 ผลการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2549

2.5 ความเค็ม

จากตารางที่ 10 และภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกมีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 0.03-0.04 พีพีที ความเค็มทุกจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน น้ำในอ่างเก็บน้ำนี้เหมาะสำหรับน้ำไปใช้เพื่อการชลประทาน การประปา และการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด เนื่องจากมีค่าความเค็มไม่เกิน 1 พีพีที (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

ตารางที่ 10 ผลการตรวจวัดค่าความเค็ม ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2549

ดัชนีที่ตรวจวัด	เดือนที่สำรวจ	จุดสำรวจ					
		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
ความเค็ม (ppt)	ม.ค.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	ก.พ.	0.03	0.035	0.035	0.035	0.04	0.03
	มี.ค.	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03
	เม.ย.	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03
	พ.ค.	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03
	มิ.ย.	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03
	ก.ค.	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03
	ส.ค.	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03
	ก.ย.	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03
	ต.ค.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	พ.ย.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	ธ.ค.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด	0.03-0.04	0.03-0.04	0.03-0.04	0.03-0.04	0.03-0.04	0.03



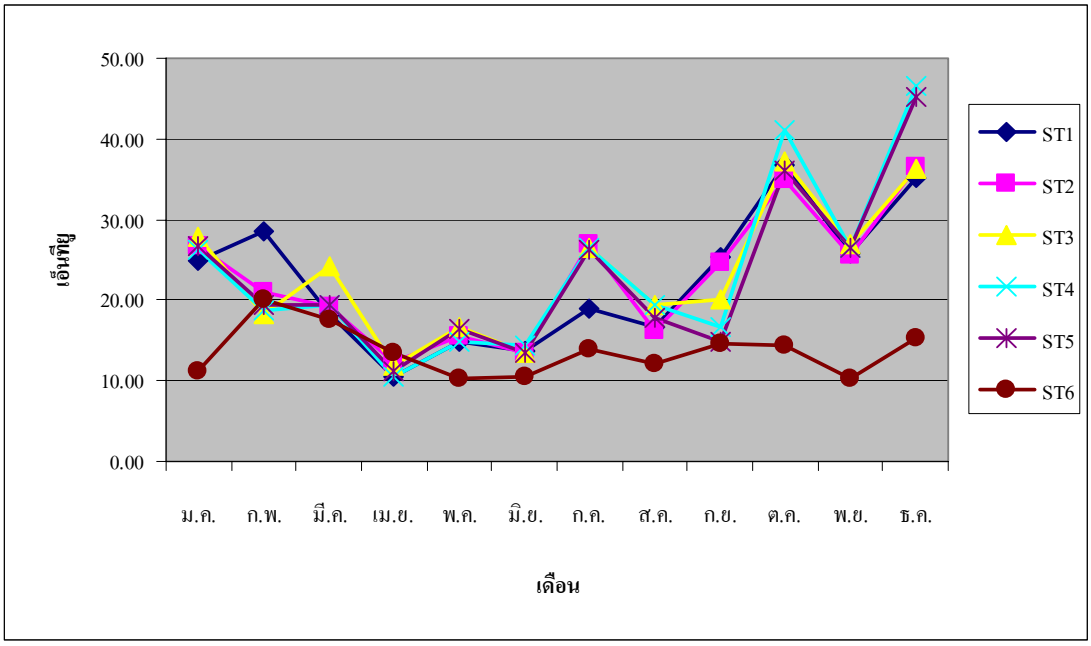
ภาพที่ 9 ผลการตรวจวัดค่าความเค็ม ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2549

2.6 ความขุ่น

จากตารางที่ 11 และภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่าจุดเก็บตัวอย่าง ST6 มีความขุ่นค่อนข้างต่ำ เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่าง ST 6 เก็บตัวอย่างน้ำบริเวณกึ่งกลางน้ำของบ่อน้ำที่อยู่ข้างอ่างเก็บน้ำ ซึ่งมีลักษณะเป็นบ่อปิดไม่มีการไหลเวียนของน้ำ ทำให้มีการฟุ้งกระจายของตะกอนค่อนข้างน้อย สำหรับความแตกต่างในของความขุ่นตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม ความขุ่นจะมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากเข้าสู่ฤดูฝน น้ำฝนได้ชะตะกอนดินลงสู่อ่างเก็บน้ำ ทำให้มีการฟุ้งกระจายของตะกอนมาก

ตารางที่ 11 ผลการตรวจวัดค่าความขุ่น ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2549

ดัชนีที่ตรวจวัด	เดือนที่สำรวจ	จุดสำรวจ					
		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
ความขุ่น (NTU)	ม.ค.	24.8	26.7	27.8	26.3	26.6	11.2
	ก.พ.	28.6	21.1	18.3	18.7	19.5	20.1
	มี.ค.	18.3	19.2	24.19	19.5	19.3	17.5
	เม.ย.	10.4	12.3	11.9	10.5	11.1	13.5
	พ.ค.	14.8	15.5	16.6	14.8	16.5	10.3
	มิ.ย.	13.7	13.4	13.5	14.3	13.5	10.6
	ก.ค.	18.9	27.0	26.5	26.5	26.2	13.9
	ส.ค.	16.7	16.1	19.4	19.3	17.8	12.2
	ก.ย.	25.3	24.6	20.1	16.7	14.9	14.6
	ต.ค.	36.7	35.0	37.2	41.0	36.0	14.3
	พ.ย.	25.7	25.6	26.9	26.4	26.5	10.3
	ธ.ค.	35.2	36.5	36.2	46.5	45.1	15.2
	ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด	10.4-36.7	12.3-36.5	11.9-36.2	10.5-46.5	11.1-45.1	10.3-20.1



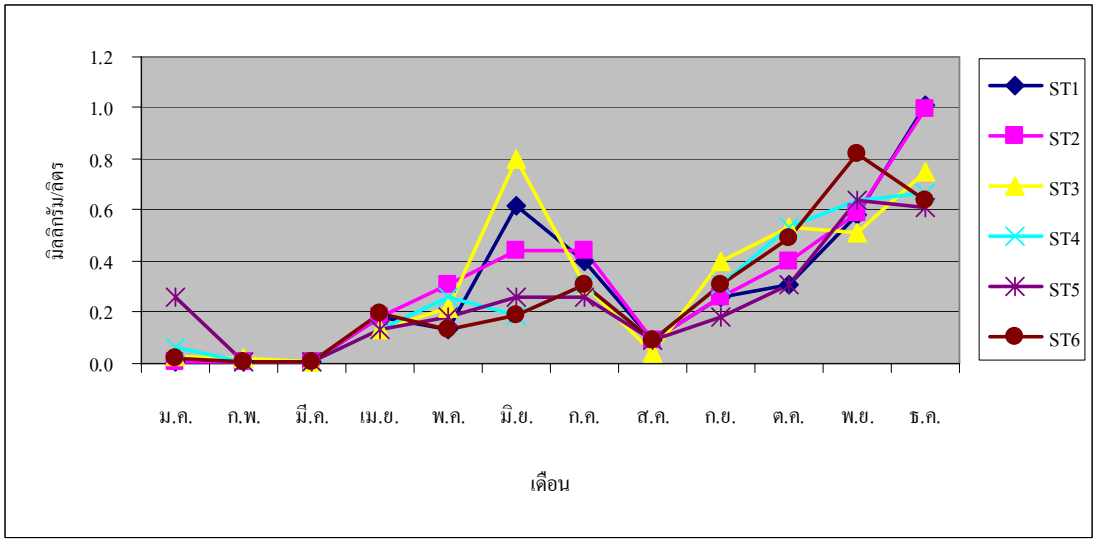
ภาพที่ 10 ผลการตรวจวัดค่าความขุ่น ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2549

2.7 ไนเตรต-ไนโตรเจน

จากตารางที่ 12 และภาพที่ 11 ค่าไนเตรต-ไนโตรเจนสูงขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนและช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม เนื่องจากเป็นช่วงที่มีฝนตกทำให้มีการชะปุ๋ยและมูลวัวลงสู่อ่างเก็บน้ำและมีการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยจุดเก็บตัวอย่างที่มีค่าไนเตรต-ไนโตรเจนสูงที่สุดในเดือนมิถุนายน คือจุดเก็บตัวอย่าง ST3 รองลงมาคือจุดเก็บตัวอย่าง ST1 ส่วนในเดือนพฤศจิกายน จุดเก็บตัวอย่าง ST6 มีค่าไนเตรต-ไนโตรเจนสูงที่สุด และในเดือนธันวาคม จุดเก็บตัวอย่าง ST2 มีค่าไนเตรต-ไนโตรเจนสูงที่สุด เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและมีฝนตก ทำให้มีการชะปุ๋ยและมูลวัวลงสู่อ่างเก็บน้ำ

ตารางที่ 12 ผลการตรวจวัดปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549

ดัชนีที่ตรวจวัด	เดือนที่สำรวจ	จุดสำรวจ					
		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
ไนเตรต-ไนโตรเจน (mg/l)	ม.ค.	0.01	0.01	0.03	0.06	0.26	0.02
	ก.พ.	<0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
	มี.ค.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	เม.ย.	0.18	0.18	0.13	0.13	0.13	0.20
	พ.ค.	0.13	0.31	0.22	0.26	0.18	0.13
	มิ.ย.	0.62	0.44	0.80	0.19	0.26	0.19
	ก.ค.	0.40	0.44	0.31	0.31	0.26	0.31
	ส.ค.	0.09	0.09	0.04	0.09	0.09	0.09
	ก.ย.	0.26	0.26	0.40	0.31	0.18	0.31
	ต.ค.	0.31	0.40	0.53	0.53	0.31	0.49
	พ.ย.	0.58	0.59	0.51	0.64	0.64	0.82
	ธ.ค.	1.01	1.00	0.75	0.67	0.61	0.64
	ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด	0.01-1.01	0.01-1.00	0.01-0.80	0.01-0.67	0.01-1.64	0.01-0.82



ภาพที่ 11 ผลการตรวจวัดปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2549

จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่าคุณภาพน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลา ส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกัน มีเพียงความขุ่นและค่าไนเตรต-ไนโตรเจนที่มีความแตกต่างกัน โดยความขุ่นมีค่าสูงขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม (ภาพที่ 10) ซึ่งเป็นช่วงที่ฝนตก น้ำฝนได้ชะตะกอนดินลงสู่อ่างเก็บน้ำ ทำให้มีการฟุ้งกระจายของตะกอนมาก ส่วนค่าไนเตรต-ไนโตรเจนมีค่าสูงขึ้น ในช่วงเดือนมิถุนายนและเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม (ภาพที่ 11) เนื่องจากเป็นช่วงที่มีฝนตกทำให้มีการชะปุ๋ยและมูลวัวลงสู่อ่างเก็บน้ำ เนื่องจากมีการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากพื้นที่รกร้างว่างเปล่าในช่วงฤดูแล้งมาปลูกข้าวโพดและมันสำปะหลัง และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมเปลี่ยนพื้นที่ว่างเปล่ามาปลูกเบญจมาศและผักเมืองหนาว

เมื่อนำผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกอยู่ในเกณฑ์ดี จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และใช้ในการเกษตรได้

3. การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ต้นน้ำและบริเวณพื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกและความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่รอบอ่างเก็บห้วยกระบอกน้ำดังแสดงในภาพที่ 12 ถึงภาพที่ 17 และตารางที่ 13 มีรายละเอียดของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนี้

3.1 บริเวณหมายเลข 1 และ 2 ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม เป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีการใช้ประโยชน์ ในเดือนมิถุนายนใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพด การปลูกข้าวโพดมีการใช้ปุ๋ยคอกรองก้นหลุมและมีการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง โดยครั้งแรกใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 และครั้งที่สองใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15

3.2 บริเวณหมายเลข 3 เป็นพื้นที่รกร้างไม่มีการใช้ประโยชน์ ตลอดระยะเวลาของการศึกษา

3.3 บริเวณหมายเลข 4 และ 5 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม เป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง มีการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียว โดยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15

3.4 บริเวณหมายเลข 6 เป็นพื้นที่ปลูกมะละกอ ใช้ปุ๋ยคอกรองก้นหลุม ในระยะแรกจะใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 เดือนละ 2 ครั้ง หลังจากนั้นจะใช้ปุ๋ยคอกแทน โดยใส่เดือนละ 2 ครั้ง

3.5 บริเวณหมายเลข 7 และ 8 เป็นพื้นที่รกร้างไม่มีการใช้ประโยชน์ ตลอดระยะเวลาของการศึกษา

3.6 บริเวณหมายเลข 9, 10 และ 11 เป็นไร่สวนผสมและมีบ้านพัก

3.7 บริเวณหมายเลข 12 เป็นพื้นที่รกร้างไม่มีการใช้ประโยชน์ ตลอดระยะเวลาของการศึกษา

3.8 บริเวณหมายเลข 13, 14 และ 15 เป็นไร่สวนผสมและมีบ้านพัก

3.9 บริเวณหมายเลข 16 เป็นที่ตั้งของบ้านเรือนหมู่บ้านบ้านคลองไทร

3.10 บริเวณหมายเลข 17 เป็นพื้นที่รกร้างไม่มีการใช้ประโยชน์ ตลอดระยะเวลาของการศึกษา

3.11 บริเวณหมายเลข 18 และ 19 ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม เป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีการใช้ประโยชน์ ในเดือนมิถุนายนใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพด การปลูกข้าวโพดมีการใช้ปุ๋ยคอกรองก้นหลุมและมีการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง โดยครั้งแรกใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 และครั้งที่สองใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15

3.12 บริเวณหมายเลข 20 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม เป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง มีการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียว โดยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15

3.13 บริเวณหมายเลข 21, 22, 23 และ 24 เป็นพื้นที่รกร้างไม่มีการใช้ประโยชน์ตลอดระยะเวลาของการศึกษา

3.14 บริเวณหมายเลข 25 และ 26 เป็นไร่สวนผสมและมีบ้านพัก

3.15 บริเวณหมายเลข 27 และ 28 เป็นพื้นที่รกร้างไม่มีการใช้ประโยชน์ ตลอดระยะเวลาของการศึกษา

3.16 บริเวณหมายเลข 29 เป็นไร่สวนผสมและมีบ้านพัก

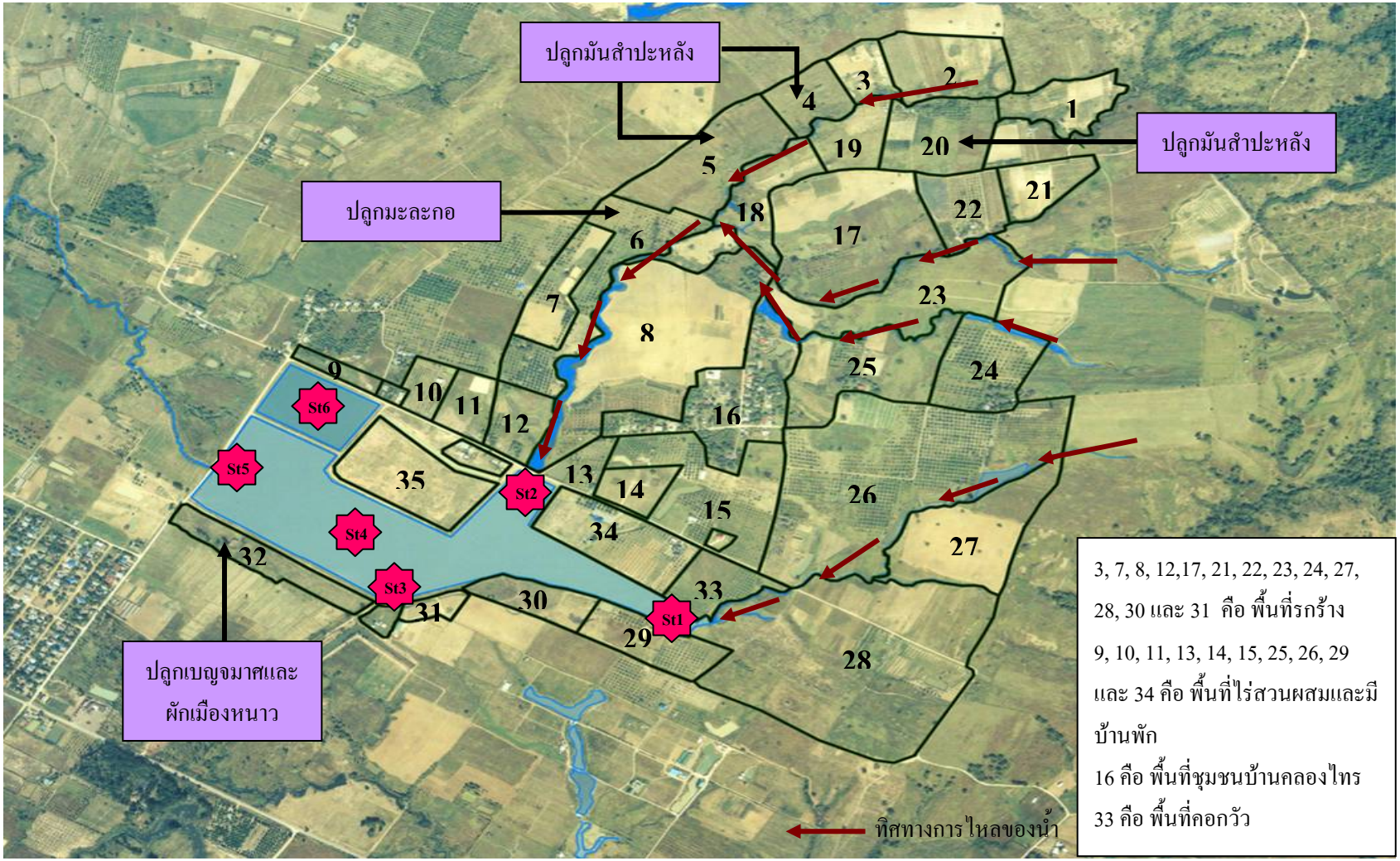
3.17 บริเวณหมายเลข 30 และ 31 เป็นพื้นที่รกร้างไม่มีการใช้ประโยชน์ ตลอดระยะเวลาของการศึกษา

3.18 บริเวณหมายเลข 32 ในช่วงเดือนมกราคมเป็นสถานที่จัดงานดอกเบญจมาศบานในม่านหมอกครั้งที่ 2 โดยมีการปลูกแปลงดอกเบญจมาศและผักเมืองหนาว ส่วนในช่วงเดือนเมษายนถูกใช้เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดและภายหลังการปลูกข้าวโพดแล้ว ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พื้นที่ดังกล่าวไม่มีการใช้ประโยชน์ต่อ

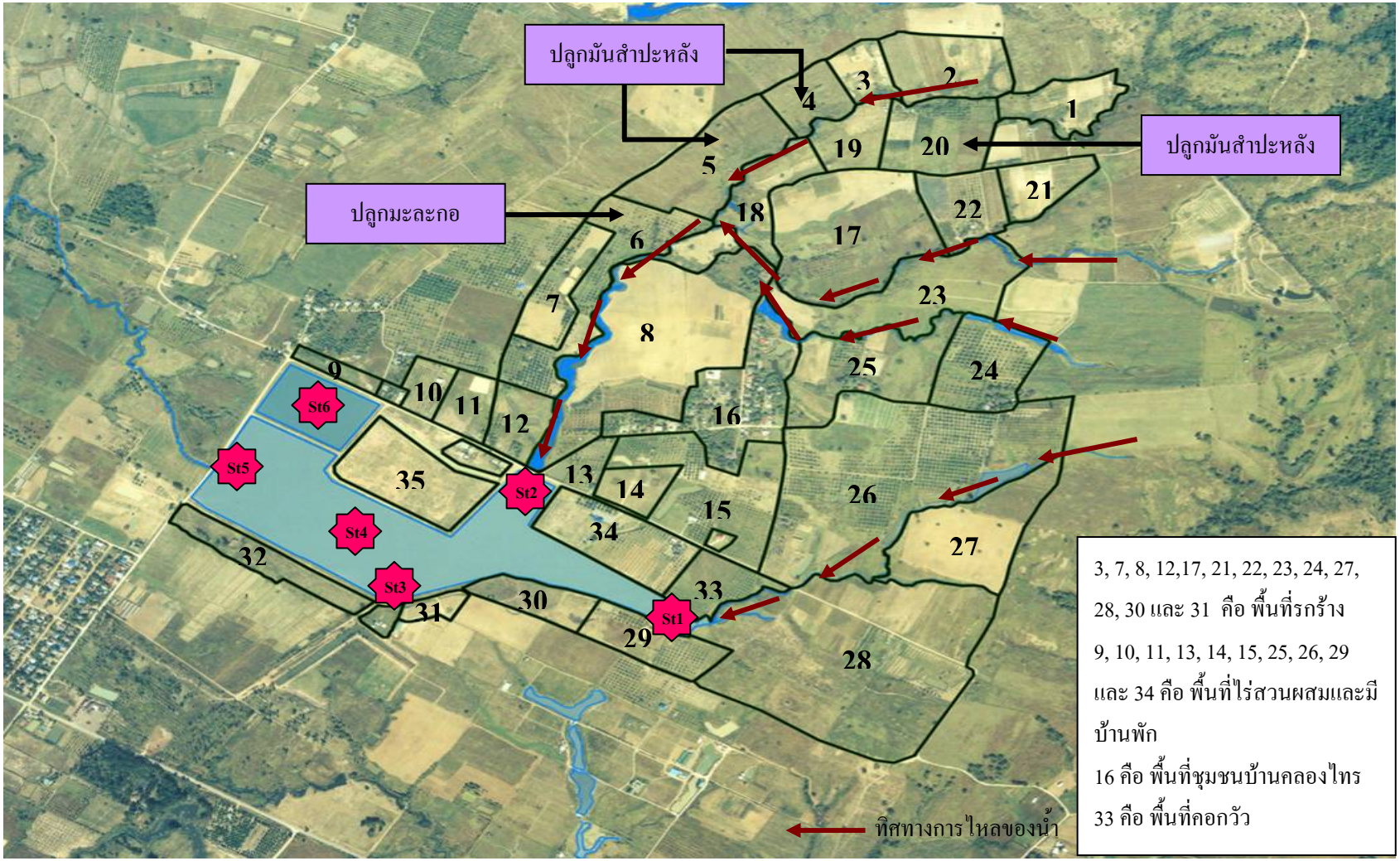
3.19 บริเวณหมายเลข 33 เป็นพื้นที่คอกวัว มีวัวประมาณ 50 ตัว

3.20 บริเวณหมายเลข 34 เป็นไร่สวนผสมและมีบ้านพัก

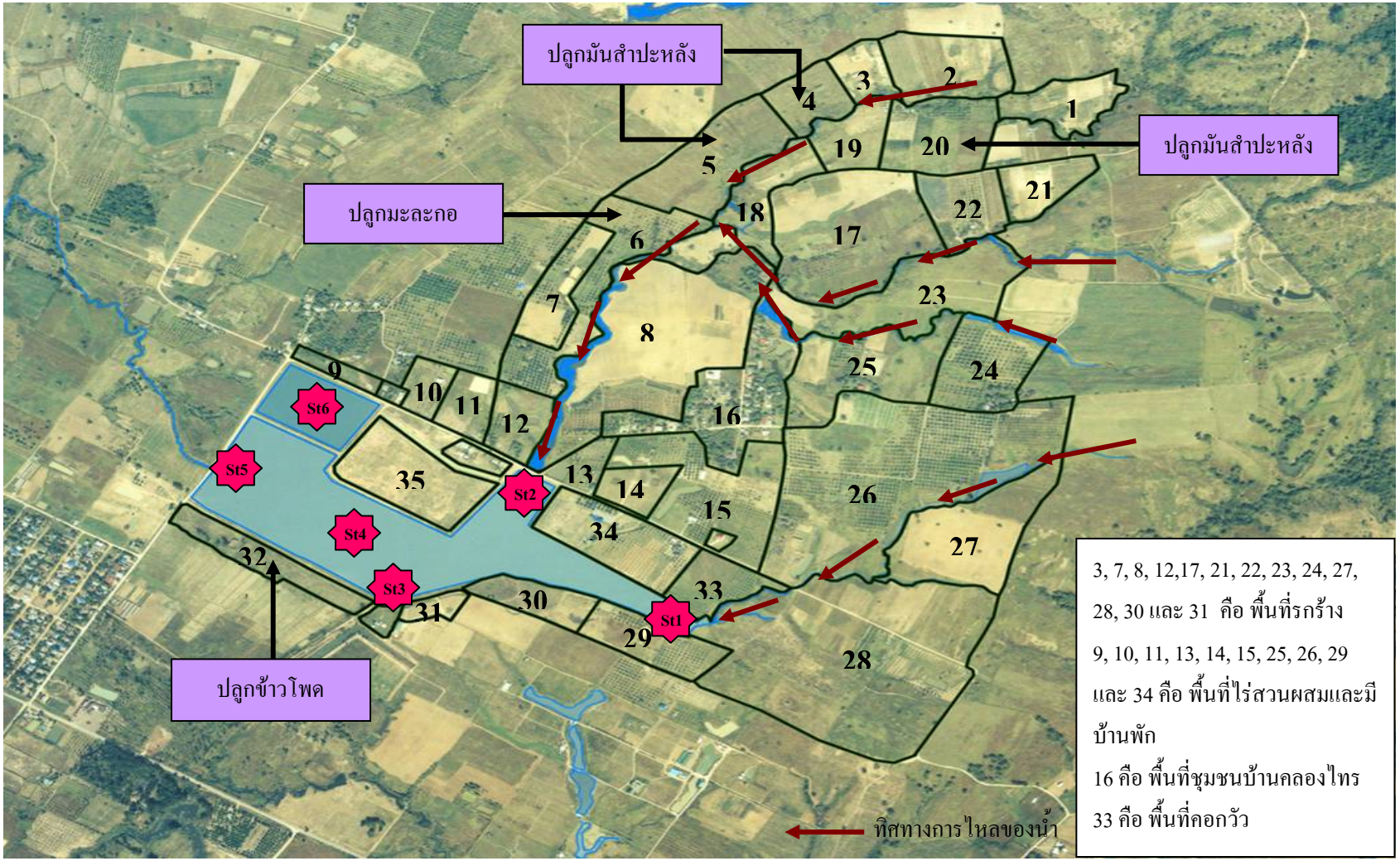
3.21 บริเวณหมายเลข 35 ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายนเป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีการใช้ประโยชน์ เริ่มมีการใช้ประโยชน์ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม โดยใช้เป็นสถานที่จัดงานดอกเบญจมาศบานในม่านหมองครั้งที่ 3 มีการปลูกดอกเบญจมาศและผักเมืองหนาว



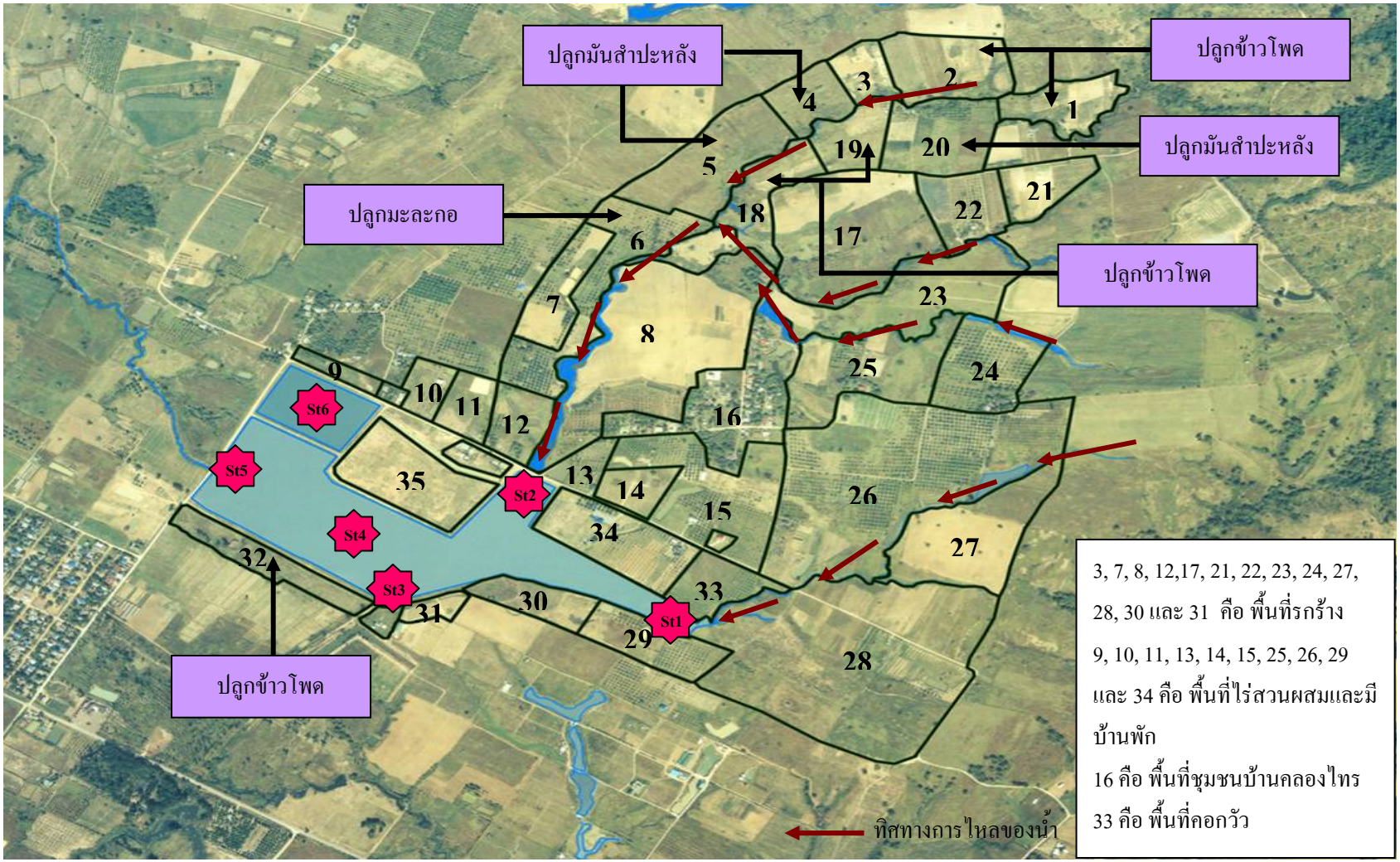
ภาพที่ 12 พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกเดือนมกราคม 2549



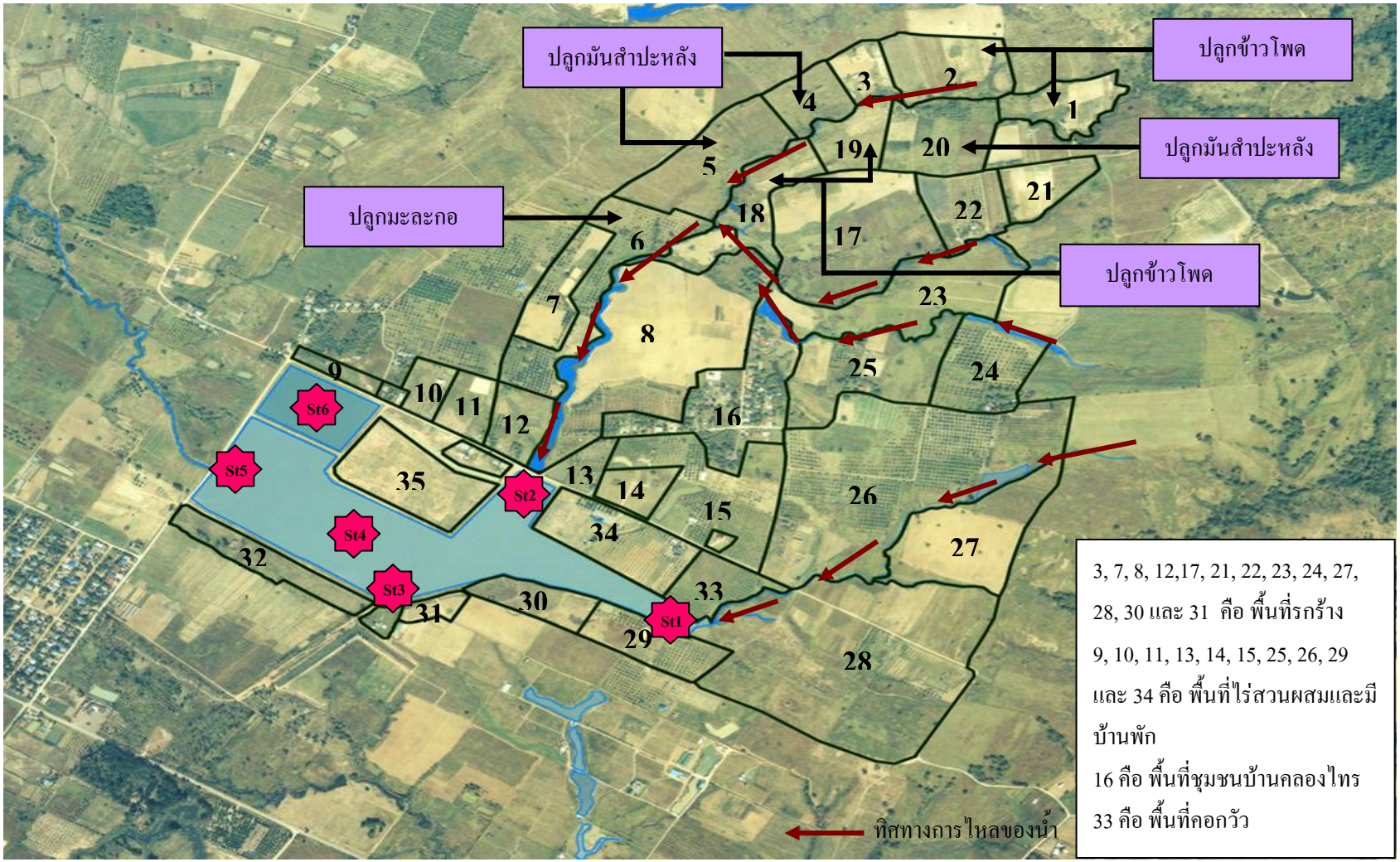
ภาพที่ 13 พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม 2549



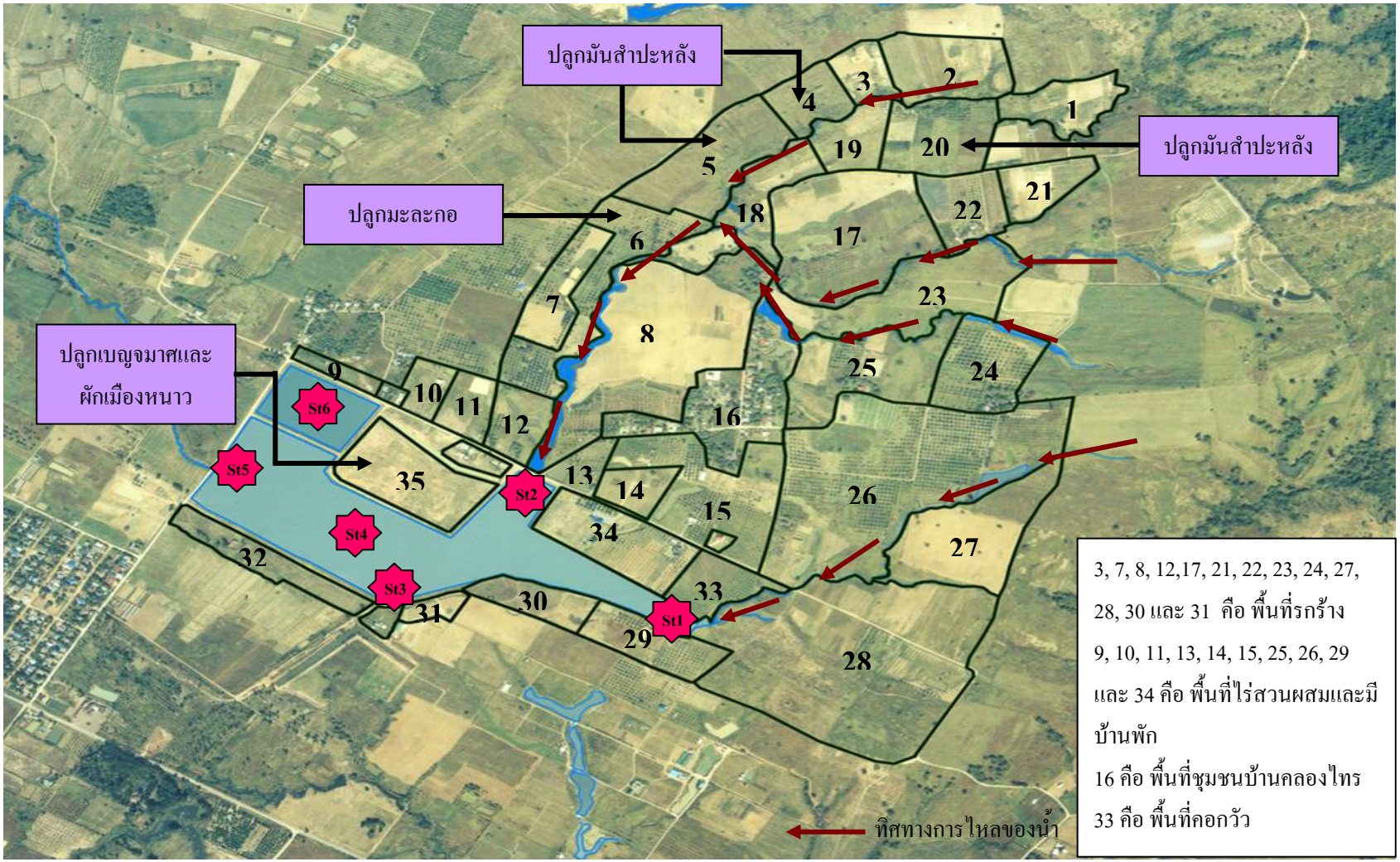
ภาพที่ 14 พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคม 2549



ภาพที่ 15 พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกเดือนมิถุนายนและเดือนกรกฎาคม 2549



ภาพที่ 16 พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกเดือนสิงหาคมและเดือนกันยายน 2549



ภาพที่ 17 พื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวายน 2549

ตารางที่ 13 ปฏิทินการเกษตรของพื้นที่บริเวณต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

บริเวณ	ชนิดพืชที่ปลูก	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
หมายเลข 1 และ 2	ข้าวโพด						←	—	—	→			
หมายเลข 4 และ 5	มันสำปะหลัง	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
หมายเลข 6	มะละกอ	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
หมายเลข 18 และ 19	ข้าวโพด						←	—	—	→			
หมายเลข 20	มันสำปะหลัง	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
หมายเลข 32	เบญจมาศและผักเมืองหนาว	←	→										
	ข้าวโพด				←	—	—	→					
หมายเลข 35	เบญจมาศและผักเมืองหนาว											←	→

ทั้งนี้จากภาพที่ 12 ถึงภาพที่ 17 และตารางที่ 13 พบว่าในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม (ภาพที่ 12 ถึงภาพที่ 16) บริเวณที่ดินหมายเลข 1, 2, 18 และ 19 เป็นพื้นที่ต้นน้ำส่วนใหญ่เป็นพื้นที่รกร้างว่างเปล่าไม่มีการใช้ประโยชน์ สำหรับบริเวณที่ดินหมายเลข 4, 5, และ 20 มีการใช้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง และบริเวณที่ดินหมายเลข 6 เป็นพื้นที่ปลูกมะละกอ ส่วนบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำมีการใช้ประโยชน์บริเวณที่ดินหมายเลข 34 และ 29 เป็นไร่สวนผสมและมีบ้านพัก บริเวณที่ดินหมายเลข 33 เป็นพื้นที่คอกวัว และบริเวณที่ดินหมายเลข 33 ช่วงเดือนมกราคมเป็นพื้นที่ปลูกเบญจมาศและผักเมืองหนาว ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคมถูกปล่อยให้เป็นพื้นที่ว่าง และเริ่มมีการปลูกข้าวโพดในเดือนเมษายนจนถึงเดือนกรกฎาคม ส่วนบริเวณที่ดินหมายเลข 35 เป็นพื้นที่รกร้างว่างเปล่า ในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน) มีการเปลี่ยนบริเวณที่ดินหมายเลข 1, 2, 18 และ 19 จากพื้นที่รกร้างเหล่านี้มาทำการเกษตร โดยปลูกข้าวโพดและมันสำปะหลัง ส่วนบริเวณที่ดินหมายเลข 35 ในช่วงเดือนตุลาคมเปลี่ยนที่จากพื้นที่รกร้างมาปลูกดอกเบญจมาศและผักเมืองหนาว การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ดังกล่าว ทำให้มีการใส่ปุ๋ยและสารเคมี ซึ่งมีผลทำให้ค่าไนเตรต-ไนโตรเจนสูง (ภาพที่ 10) ประกอบกับมีฝนตกในช่วงเวลาดังกล่าวพื้นที่ต้นน้ำและบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำเป็นพื้นที่ลาดเอียง ทำให้น้ำฝนชะมูลวัวและปุ๋ยจากการปลูกพืชซึ่งมีธาตุไนโตรเจนค่อนข้างสูงลงสู่อ่างเก็บน้ำ

4. ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับดัชนีคุณภาพน้ำด้านกายภาพและเคมี

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสัตว์หน้าดินกับดัชนีคุณภาพน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 14 พบว่า *Hexagenia* sp. มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าความเค็ม แสดงว่าหากค่าความเค็มสูงขึ้นจะพบว่า *Hexagenia* sp. มากขึ้น ส่วน Chironomid larvae มีความสัมพันธ์ในทางลบกับอุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็ม และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความขุ่นและไนเตรต-ไนโตรเจน ในส่วนของ *Branchiura* sp มีความสัมพันธ์ในทางลบกับอุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็ม แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับออกซิเจนละลายในน้ำ ความขุ่นและไนเตรต-ไนโตรเจน แสดงว่าหากมีค่าอุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มสูงขึ้น จะพบ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. ลดลง ในขณะเดียวกันหากความขุ่น และไนเตรต-ไนโตรเจนสูงขึ้นจะพบ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ *Branchiura* sp. จะเพิ่มขึ้นเมื่อออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นด้วย ส่วน *Pilsbryoconcha* sp. มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าการนำไฟฟ้าและความเค็ม แสดงว่าถ้าค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มสูงขึ้น จะพบ *Pilsbryoconcha* sp. มากขึ้น เช่นเดียวกับ *Pisidium* sp. มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความขุ่น แสดงว่าถ้าความขุ่นสูงขึ้น จะพบ *Pisidium* sp. มากขึ้น และ *Pleurocera* sp. มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับออกซิเจนละลายในน้ำและความเค็ม และมีความสัมพันธ์ในทางลบกับไนเตรต-ไนโตรเจน แสดงว่าออกซิเจนละลายในน้ำและความเค็มมีค่าสูงขึ้น จะพบ *Pleurocera* sp. มากขึ้น แต่ถ้าค่าไนเตรต-ไนโตรเจนสูงขึ้น *Pleurocera* sp. จะลดลง

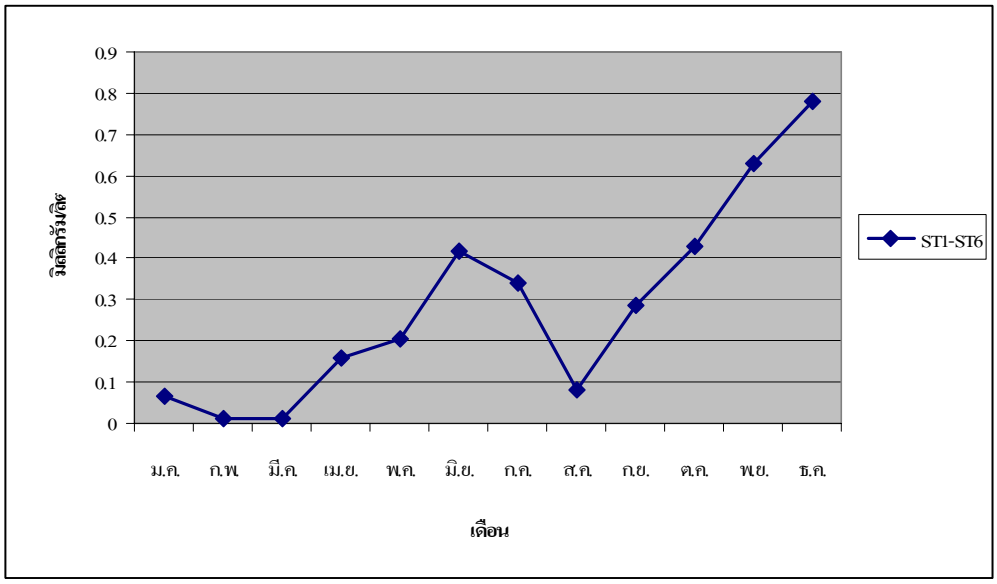
ตารางที่ 14 ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับดัชนีคุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	สัตว์หน้าดิน						
	***Hexagenia* sp.**	**Chironomid larvae**	***Branchiura* sp.**	***Scabies* sp.**	***Pilsbryoconcha* sp.**	***Pisidium* sp.**	***Pleurocera* sp.**
อุณหภูมิ	0.009	-0.367**	-0.397**	-0.027	0.197	-0.096	0.000
ความเป็นกรด-ด่าง	0.180	-0.005	-0.047	0.132	0.218	0.159	0.080
ออกซิเจนละลายในน้ำ	0.071	0.210	0.279*	0.056	0.082	0.014	0.259*
ค่าการนำไฟฟ้า	0.093	-0.381**	-0.474**	-0.015	0.255*	-0.103	0.175
ความเค็ม	0.261*	-0.327**	-0.428**	0.056	0.281*	0.036	0.265*
ความขุ่น	-0.119	0.515**	0.532**	0.122	-0.163	0.290*	-0.030
ไนเตรต-ไนโตรเจน	-0.092	0.814**	0.783**	0.228	-0.126	0.218	-0.370**

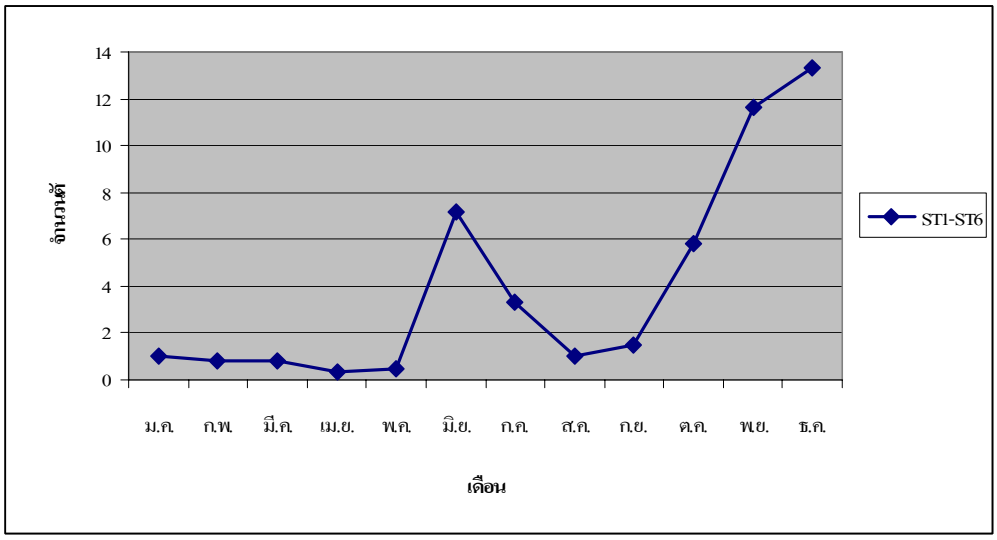
หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากการทดสอบทางสถิติในตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่า Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. เป็นสัตว์หน้าดินที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับไนเตรต-ไนโตรเจน และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. กับดัชนีคุณภาพน้ำดังกล่าว มาแสดงข้อมูลในรูปของกราฟ จะทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้ากับดัชนีคุณภาพน้ำมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 18 ถึงภาพที่ 21

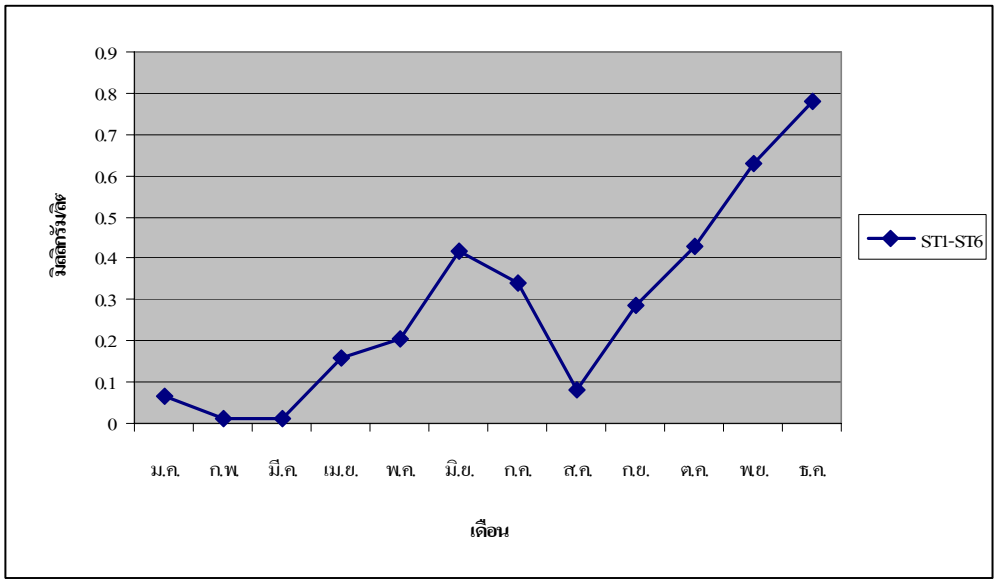


ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยของค่าไนเตรต-ไนโตรเจน ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2549

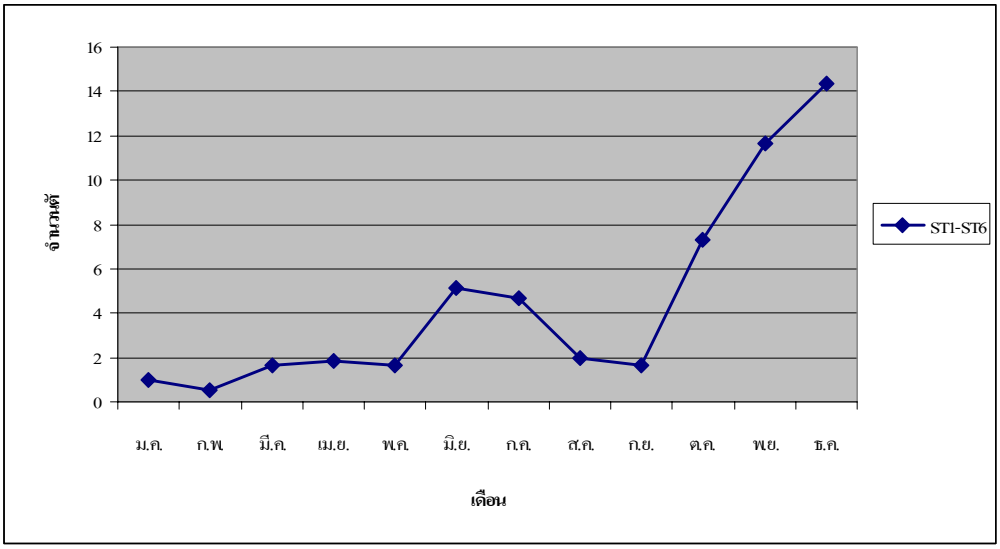


ภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ยของปริมาณ Chironomid larvae ที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

จากภาพที่ 18 และภาพที่ 19 ค่าไนเตรต-ไนโตรเจนมีค่าสูงขึ้นในเดือนมิถุนายน เดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม ส่วน Chironomid larvae ก็มีปริมาณเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายน เดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคมเช่นกัน และจากตารางที่ 14 ซึ่งมีผลการทดสอบค่าทางสถิติว่า Chironomid larvae มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าไนเตรต-ไนโตรเจน ซึ่งแสดงว่า ถ้าค่าไนเตรต-ไนโตรเจนสูงขึ้นจะพบ Chironomid larvae เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับภาพที่ 18 และภาพที่ 19



ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยของค่าไนเตรต-ไนโตรเจน ในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม 2549



ภาพที่ 21 ค่าเฉลี่ยของปริมาณ *Branchiura* sp. ที่พบในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

จากภาพที่ 20 และภาพที่ 21 ค่าไนเตรต-ไนโตรเจนมีค่าสูงขึ้นในเดือนมิถุนายน เดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม ส่วน *Branchiura* sp. มีปริมาณเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายน เดือนกรกฎาคม และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม และจากตารางที่ 14 ซึ่งมีผลการทดสอบค่าทางสถิติว่า *Branchiura* sp. มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าไนเตรต-ไนโตรเจน ซึ่งแสดงว่าถ้าค่าไนเตรต-ไนโตรเจนสูงขึ้นจะพบ *Branchiura* sp. เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับภาพที่ 20 และภาพที่ 21

ดังนั้น Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. จึงเป็นสัตว์หน้าดินที่จะใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกได้ โดยการใช้ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำนั้น หากพบ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. เป็นจำนวนมาก แสดงว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกมีการปนเปื้อนมูลวัวและปุ๋ย แต่ถ้าพบ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. พบจำนวนน้อย แสดงว่ามีการปนเปื้อนมูลวัวและปุ๋ยในน้ำมีน้อย

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าของดัชนีที่ตรวจวัดส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน มีค่าความขุ่นและค่าไนเตรต-ไนโตรเจนเป็นค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยค่าความขุ่นมีการเปลี่ยนแปลงมีผลมาจากน้ำฝนได้ชะตะกอนดินลงสู่อ่างเก็บน้ำ ทำให้มีการฟุ้งกระจายของตะกอนดินมาก ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรต-ไนโตรเจน มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่รกร้างมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และมีคอกวัวอยู่บริเวณพื้นที่ริมอ่างเก็บน้ำ เมื่อฝนตกน้ำฝนจะชะปุ๋ยและมูลวัว ซึ่งมีธาตุไนโตรเจนค่อนข้างสูงลงสู่อ่างเก็บน้ำ สัตว์หน้าดินที่ตรวจพบมีจำนวน 3 ไฟลัม (Phylum) 4 ชั้น (Class) 6 อันดับ (Order) 5 วงศ์ (Family) 7 สกุล (Genus) สัตว์หน้าดินที่เป็นชนิดเด่น ได้แก่ ไส้เดือนน้ำชนิด *Branchiura* sp., Chironomid larvae (ตัวอ่อนริ้นน้ำจืดแดง) ชนิด *Chironomus* sp., แมลงชีปะขาวชนิด *Hexagenia* sp. และหอยสองฝาชนิด *Pisidium* sp. ด้านดัชนีความชุกชุมทางชนิดจุดเก็บตัวอย่าง ST3 มีค่าสูงสุด และจุดเก็บตัวอย่าง ST4 มีค่าต่ำสุด ดัชนีความหลากหลายจุดเก็บตัวอย่าง ST4 มีค่าสูงสุด และจุดเก็บตัวอย่าง ST1 มีค่าน้อยที่สุด และดัชนีความเท่าเทียมหรือค่าการกระจายจุดเก็บตัวอย่าง ST4 มีค่ามากที่สุด และจุดเก็บตัวอย่าง ST1 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินกับดัชนีคุณภาพน้ำนั้น พบว่าเมื่อค่าอุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มสูงขึ้น จะพบ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. ลดลง ในขณะเดียวกันหากความขุ่น และไนเตรต-ไนโตรเจนสูงขึ้นจะพบ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. เพิ่มขึ้น ดังนั้นสัตว์หน้าดินที่จะใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก คือ Chironomid larvae และ *Branchiura* sp. เนื่องจากมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าไนเตรต-ไนโตรเจน ซึ่งเป็นการแสดงถึงการปนเปื้อนมูลวัวและปุ๋ยจากพื้นที่การเกษตรลงสู่อ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก

ดังนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่โดยรอบอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกนี้จึงควรมีการอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่วนการปลูกพืชควรใช้วิธีการเขตกรรมให้เหมาะสมจะช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อป้องกันน้ำฝนชะมูลวัวและปุ๋ยจากการปลูกพืชลงสู่อ่างเก็บน้ำ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเก็บตัวอย่างน้ำหลาย ๆ ซ้ำ ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติได้

2. ควรวัดระดับความลึกของน้ำทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างน้ำและสัตว์หน้าดิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

3. ควรรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง โดยเป็นสถานีที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่เก็บตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กัณฑรีย์ บุญประกอบ. 2531. **นิเวศวิทยา**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์. 2542. **มลพิษทางน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

กรมควบคุมมลพิษ. 2546ก. **คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน.** ส่วนแหล่งน้ำจืด สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ

_____. 2546ข. **รายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำ ปี 2544-2545**. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.

_____. 2547ค. **รายงานสถานการณ์มลพิษทางน้ำ ปี 2547**. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.

กระทรวงสาธารณสุข. 2542. **คู่มือการป้องกันและควบคุมโรคอุจจาระร่วงอย่างแรง.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

จันทิมา ไตรบัญญัติกุล. 2545. **ชนิด ปริมาณและการกระจายตัวของสัตว์หน้าดินและแพลงก์ตอนป่าชายเลนธรรมชาติบริเวณโครงการวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชิตชล ผลารักษ์. 2536. **การศึกษาแมลงในบางท้องที่ของสวนพฤกษศาสตร์ภาคเหนือ (แม่สา) จังหวัดเชียงใหม่**. การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทิพย์นันท์ งามประหยัด. 2542. **ความชุกชุม ความหลากหลายของสัตว์หน้าดินและคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระ เล็กชลยุทธ. 2522. **การใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีความเน่าเสียของน้ำที่ปล่อยจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ในการศึกษาสภาวะน้ำเสียที่มีต่อสัตว์น้ำและการประมงที่อ่าวศรีราชา**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นันทนา คชเสนี. 2539. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นิตยา เลาหะจินดา. 2528. **นิเวศวิทยา**. บูรพาสาสน์, กรุงเทพฯ.

นฤมล แสงประดับ. 2542. นาฬิกาสัตว์หน้าดิน ทางเลือกของการดูแลเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำโดยชุมชนท้องถิ่น. **วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น** 27(4): 279-287.

ประวิทย์ สุรนีนาถ. 2531. **การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป**. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยนันท์ ศรีสุชาติ. 2524. **ชนิด ปริมาณและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินบริเวณป่าชายเลน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศ์เชฎฐ์ พิชิตกุล. 2537. **การศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินในการเตรียมบ่อเลี้ยงปลาในพื้นที่กำแพงแสน โดยการใส่ปุ๋ยมูลสุกรแห้งที่ระดับต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัฒนา มูลพฤกษ์. 2541. **อนามัยสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. เอ็น. เอส. แอล. พริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

มั่นสิน ตันฑุลเวศน์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2536. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เล่ม 1 การจัดการคุณภาพน้ำ**. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ยนต์ มุสิก. ม.ป.ป. **เอกสารการสอนวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 511 (กำลังผลิตทางชีวภาพในบ่อปลา II)**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยรรยงค์ อินทร์ม่วง. 2540. การตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำแบบใหม่โดยใช้ดัชนีรวมทาง ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา. **วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม**. 20(1): 15-30.

รัชฎาภรณ์ กิตติวราเชษฐ์. 2528. **ชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดและสัตว์หน้าดินที่พบในนาปลาสลิด**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 58. สถานีประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศุภชัย สิทธิเลิศ. 2538. **ชนิด ปริมาณและการกระจายสัตว์หน้าดินในแม่น้ำท่าจีน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2544. **สถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 2548. **คุณภาพน้ำของลุ่มน้ำ.** แหล่งที่มา: htt//www.nicaonline.com/articles9/view_article.asp?idarticle=137, 15 กุมภาพันธ์ 2548.

สมสุข มัจฉาชีพ. 2524. **นิเวศวิทยา**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ บางแสน, ชลบุรี.

สุวราภรณ์ กันทรวิชัยวัฒน์. 2542. **วิธีมาตรฐานในการศึกษาสัตว์พื้นท้องน้ำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง**. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. แปลจาก APHA, AWWA, WEF. 1992. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater**. 18th ed. American Public Health Association, Washington D.C.

สุวลี สุวีระ. 2539. **การเปลี่ยนแปลงประชากรโดยการแทนที่ของสังคมสัตว์หน้าดินในบึงบอระเพ็ด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุพงศ์ มาลี. 2550. **คุณสมบัติของน้ำเบื้องต้น.** แหล่งที่มา: http://www.nicaonline.com/articles9/view_article.asp?idarticle=137, 30 เมษายน 2550.

อลงกรณ์ ผาผง. 2540. **การทดสอบการใช้ค่าคะแนนแก่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเพื่อติดตามคุณภาพน้ำ**. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

องค์การบริหารส่วนตำบลไทยสามัคคี. 2549. **แผนพัฒนาตำบลประจำปี พ.ศ. 2549**. ตำบลไทยสามัคคี อำเภอวังน้ำเขียว, นครราชสีมา.

อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์. 2531. **มนุษย์-ระบบนิเวศ และสภาพนิเวศในประเทศไทย.** โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.

Barnes, R.D. 1968. **Invertebrate Zoology**. W.B. Saunders Co., Philadelphia.

Barnes, R.S.K. and K.M. Mann. 1991. **Fundamentals of Aquatic Ecology**. Blackwell Wcientific Publication, Oxford.

Biological Surveys. 2005. Identifying Macro-Invertebrates. Available Source : http//redtail.edu/stremwatch/swn12a.html. 15 Feb 2005.

Clarke, K.R. and R.M. Warwick. 1994. **Change in Marine Communities: An approach to Statistical Analysis and Interpretation.** Plymouth Marine Laboratory, Natural Environment Research Council, UK.

Department of Biology Wetlab Freshwater Biomonitoring Studies. 2005. **Water watch.** Available Source: http:www.Thai.net/wetlab/water watch/index.html, Feb 15, 2005.

Dermolt, R.M., J. Kalfj, W.C. Leggctt and J. Spence. 1977. Production Chironomus, Prodadus and Chaoborus at different level of phyto-plankton biomass in lake Mamphremagog, Quebec-Veamont, pp. 2001-2007. *In* D.D. Williams and B.W. Felmate, ed. **Aquatic Insects**. C.A.B. International, Wallingford.

Edmonson, W.T. 1963. **Freshwater Biology**. John Wily & Son Inc., New York.

Gardiner, M.S. 1972. **The Biology of Invertebrates**. Mc Graw-Hill Book Company, New York.

Magurran, A.E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Princeton University Press, New jersey.

Odum, E.P. 1983. **Basic Ecology**. Sauders College, Publishing, New York.

Pennak, R.W. 1953. **Freshwater Invertebrates of the United States**. The Ronal Press Company, New York.

_____. 1964. **Collegiate of Zoology**. The Ronal Press Company, New York.

Pritchird, G. 1991. Insects in Thermal springs, pp. 89-106. *In* D.D. Williams and B.W. Felmate, ed. **Aquatic Insects**. C.A.B. International, Wallingford.

Science Junction. 2005. Macroinvertebrate Discovery. Available Source : hattp://www.globe.gov/sda-bin/ghp/tg+(en)+P (hydrology/macroinvertebrate). Feb 15, 2005.

Taras, M.J. 1971. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association, Washington D.C.

Waterwatch Victoria. 2005. Macro-invertebrate biological description. Available Source : http://203.57.152.202/fortheteacher/manual/sect3cl.htm, Feb 15, 2005.

Williams, D.D. and B.W. Feltmate. 1992. **Aquatic Insects**. C.A.B. International, Wallingford.

Williams, D.D., N.E. William and Y. Cao. 1997. Spatial differences in macroinvertebrate community structure in springs in southeastern Ontario in relation to their chemical and physical environments. **Can. J. Zool**. 75: 1404-1414.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงปริมาณสัตว์หน้าดิน

ตารางผนวกที่ ก1 ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST1

ชนิดสัตว์หน้าดิน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Hexagenia sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Chironomid larvae	2	3	2	1	2	15	6	1	2	0	10	12
Branchiura sp.	4	1	4	2	3	8	7	4	5	6	18	20
Scabies sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
Pilsbryoconcha sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pisidium sp.	0	0	0	0	2	0	0	1	3	0	0	0
Pleurocera sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ก2 ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST2

ชนิดสัตว์หน้าดิน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Hexagenia sp.	2	1	2	2	1	2	4	3	2	2	2	3
Chironomid larvae	0	0	2	0	0	14	8	3	4	3	15	18
Branchiura sp.	0	1	1	0	0	11	9	2	3	6	12	14
Scabies sp.	0	3	1	3	1	0	5	2	6	4	4	3
Pilsbryoconcha sp.	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Pisidium sp.	5	3	0	2	7	6	4	1	8	6	3	6
Pleurocera sp.	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ก3 ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST3

ชนิดสัตว์หน้าดิน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Hexagenia sp.	1	1	1	3	9	1	2	8	2	3	2	2
Chironomid larvae	0	0	0	0	0	10	3	0	1	8	7	11
Branchiura sp.	1	0	0	0	0	8	2	0	0	9	7	12
Scabies sp.	0	1	0	2	2	1	0	6	1	2	3	2
Pilsbryoconcha sp.	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0
Pisidium sp.	1	3	1	2	3	5	3	16	6	7	5	6
Pleurocera sp.	7	6	3	1	2	0	2	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ก4 ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST4

ชนิดสัตว์หน้าดิน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Hexagenia sp.	4	5	8	7	8	9	8	6	10	2	3	2
Chironomid larvae	0	0	0	0	0	1	0	2	2	11	14	16
Branchiura sp.	0	0	0	4	0	0	2	1	2	9	15	14
Scabies sp.	0	0	2	6	4	1	2	1	0	0	6	4
Pilsbryoconcha sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pisidium sp.	2	3	0	3	4	4	5	2	6	9	3	4
Pleurocera sp.	2	1	4	2	3	0	2	4	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ก5 ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST5

ชนิดสัตว์หน้าดิน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Hexagenia sp.	5	6	8	7	5	6	11	9	11	6	5	3
Chironomid larvae	1	0	0	0	0	1	1	0	0	12	16	15
Branchiura sp.	0	0	0	0	0	2	1	0	0	10	15	16
Scabies sp.	0	0	2	3	0	0	3	0	0	0	1	2
Pilsbryoconcha sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pisidium sp.	3	4	1	1	1	0	2	10	0	8	4	3
Pleurocera sp.	0	3	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ก6 ชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ST6

ชนิดสัตว์หน้าดิน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Hexagenia sp.	2	2	1	1	2	3	6	2	3	5	3	3
Chironomid larvae	3	2	1	1	1	2	2	0	0	1	8	8
Branchiura sp.	1	1	5	5	7	2	7	5	0	4	3	10
Scabies sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	2
Pilsbryoconcha sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pisidium sp.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6	3	2
Pleurocera sp.	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0