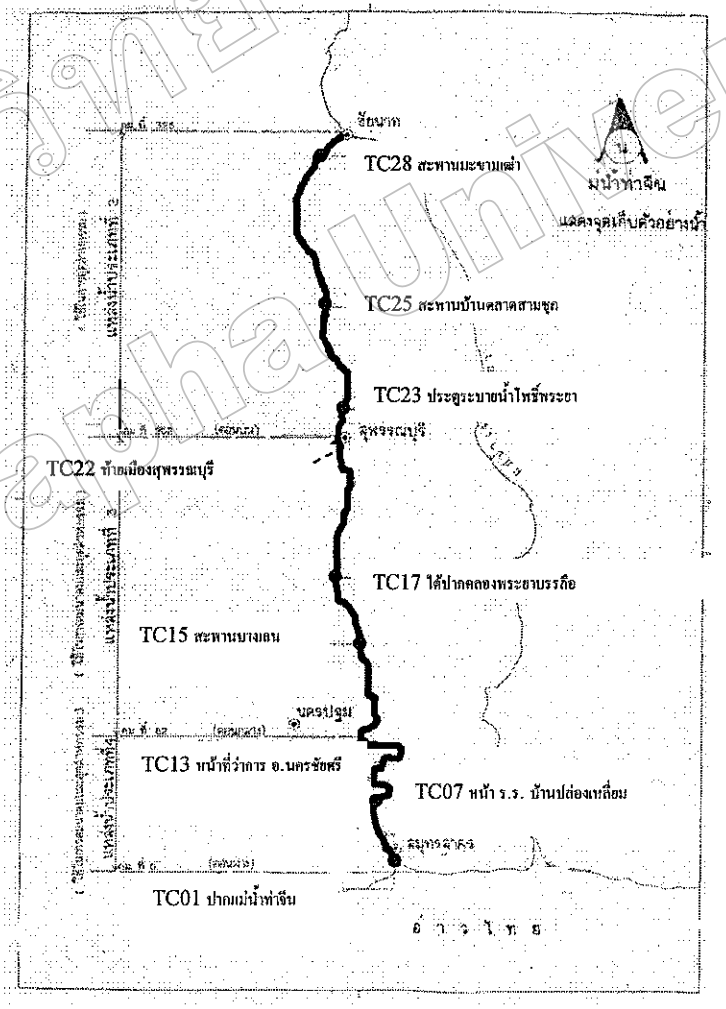
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

การสำรวจภาคสนามบริเวณแม่น้ำท่าจีน ประกอบด้วยการสำรวจข้อมูลคุณภาพน้ำ ตะกอนดิน และชนิดและปริมาณสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ โดยครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำท่าจีนทั้งตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง และดำเนินการสำรวจในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนของรอบปี สถานีจุดเก็บตัวอย่างมีจำนวนทั้งสิ้น 9 สถานี แต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง 5 ซ้ำ พื้นที่จุดสำรวจดังแสดงในภาพที่ 24 และตารางที่ 7



ภาพที่ 24 สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 7 สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน

ลำดับที่	รหัสสถานี	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กม.)	สถานี	หมายเหตุ
1.	TC01	0	ปากแม่น้ำท่าจีน อ. เมือง จ. สมุทรสาคร	ตอนล่าง
2.	TC07	34	หน้า ร.ร. บ้านปล่องเหลี่ยม อ.กระทุ่มแบน จ. สมุทรสาคร	”
3.	TC13	82	หน้าที่ว่าการ อ. นครชัยศรี จ. นครปฐม	”
4.	TC15	118	สะพานบางเลน อ. บางเลน จ. นครปฐม	ตอนกลาง
5.	TC17	140	ใต้ปากคลองพระยาบรรลือ อ. สองพี่น้อง จ. สุพรรณบุรี	”
6.	TC22	190	ท้ายเมืองสุพรรณบุรี อ. เมือง จ. สุพรรณบุรี	”
7.	TC23	202	ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อ. เมือง จ. สุพรรณบุรี	ตอนบน
8.	TC25	237	สะพาน อ. สามชุก จ. สุพรรณบุรี	”
9.	TC28	318	สะพานมะขามเฒ่า อ. วัดสิงห์ จ. ชัยนาท	”

ปัจจัยที่ทำการศึกษา

ดำเนินการเก็บตัวอย่างทั้งคุณภาพน้ำ ตะกอนดิน และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ โดยพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาประกอบด้วย

1. คุณภาพน้ำ: ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความเค็ม (Salinity) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความนำไฟฟ้า (Conductivity) ออกซิเจนละลาย (DO) บีโอดี (BOD) สารแขวนลอย (SS) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) แบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB) ไนไตรท์ (NO_2-N) ไนเตรท (NO_3-N) แอมโมเนีย (NH_3-N) และฟอสเฟต (PO_4-P)

2. ตะกอนดิน: ได้แก่ ขนาดอนุภาคตะกอนดิน และปริมาณสารอินทรีย์ในดิน

3. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่: ได้แก่ ชนิดและปริมาณสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระยะเวลาดำเนินการศึกษา

ดำเนินการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน โดยเริ่มตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2547 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 รวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง

รายการอุปกรณ์

รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาทั้งด้านคุณภาพน้ำ ตะกอนดิน และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนาม และอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

1. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม แบ่งเป็น

1.1 ตัวอย่างน้ำ ประกอบด้วย

1.1.1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (Kemmerer Sampler) ขนาด 1 ลิตร

1.1.2 เชือกสำหรับผูกติดกับเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ

1.1.3 เครื่องวัดอุณหภูมิ ความเค็ม ความนำไฟฟ้า (SCT Meter)

1.1.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)

1.1.5 เครื่องวัดความโปร่งใส (Secchi Disc)

1.1.6 ขวดแก้วบีโอดี (BOD) ขนาด 300 มิลลิลิตร ขวดพลาสติก Polyethylene ขนาด 1 ลิตร ขวดพลาสติกทนกรด (HDPE) ขนาด 1 ลิตร และขวดพลาสติกทนกรด (HDPE) ขนาด 100 มิลลิลิตร

1.1.7 สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) สารละลายอัลคาไล ไอโอไดด์ เอไซด์ (AIA) และกรดซัลฟุริก (H_2SO_4)

1.1.8 ปิเปตขนาด 5-10 มิลลิลิตร

1.1.9 ลูกยางสำหรับดูดสารเคมี

1.2 ตัวอย่างตะกอนดิน ประกอบด้วย

1.2.1 Grab Sampler ขนาด 15X15 เซนติเมตร ซึ่งมีพื้นที่สุ่มตัวอย่าง 0.0225 ตารางเมตร

1.2.2 ถุงพลาสติกแบบซิปขนาดเล็กและใหญ่

1.2.3 ถังน้ำ

1.3 ตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ ประกอบด้วย

1.3.1 Grab Sampler ขนาด 15X15 เซนติเมตร

1.3.2 ตะแกรงร่อน (Sieve) ขนาด 500 ไมโครเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.3.3 ขวดพลาสติก

1.3.4 แอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 70%

1.3.5 ปากคีบ

1.3.6 หลอดหยด

1.3.7 ถังน้ำ

1.4 อื่น ๆ

1.4.1 น้ำกลั่น

1.4.2 ถังน้ำแข็งหรือกล่องโฟมสำหรับรักษาสภาพตัวอย่าง

1.4.3 น้ำแข็ง

2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง แบ่งเป็น

2.1 ตัวอย่างน้ำ ประกอบด้วย

2.1.1 ขวดรูปชมพู่ขนาด 300 มิลลิลิตร

2.1.2 สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต กรดซัลฟุริก น้ำแป้ง กรดไฮโดรคลอริก สารละลายซัลฟานิลาไมด์ สารละลายเอ็นอีดีไฮโดรคลอไรด์ สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซิงค์ซัลเฟต

2.1.3 กระบอกตวงขนาด 250 มิลลิลิตร

2.1.4 บิวเรต

2.1.5 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 20$\pm$1 °C และมืด

2.1.6 หัวจ่ายลม

2.1.7 กระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน

2.1.8 โถดูดความชื้น (Desiccator)

2.1.9 ตู้อบ

2.1.10 เครื่องชั่ง

2.1.11 ชุดกรอง

2.1.12 เครื่องดูดสูญญากาศ (Suction Pump) พร้อมขวดดูดสูญญากาศ

2.1.13 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

2.1.14 น้ำกลั่น

2.2 ตัวอย่างตะกอนดิน ประกอบด้วย

2.2.1 เตาเผา

2.2.2 ตู้อบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2.3 เครื่องเขย่า (Shaker)

2.2.4 ตะแกรงร่อน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรู 2.0, 1.0, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.063 มิลลิเมตร

2.2.5 เครื่องชั่ง

2.2.6 ครูซิเบิ้ล

2.3 ตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ ประกอบด้วย

2.3.1 กล้องจุลทรรศน์

2.3.2 ปากคีบ

2.3.3 Plate

แผนการเก็บข้อมูล

ดำเนินการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 พื้นที่คือ บริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง มีสถานีเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 9 สถานี โดยในแต่ละสถานีจะเก็บตัวอย่างสถานีละ 5 ซ้ำ แผนการเก็บตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 25

Time (3)	ฤดูหนาว .....ฤดูแล้ง, ฤดูฝน		
Area (3)	ตอนบน	ตอนกลาง	ตอนล่าง
Station (3)	3	3	3
Rep (5)	5	5	5

ภาพที่ 25 แผนผังการเก็บข้อมูล

วิธีการเก็บตัวอย่าง

1. ตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างในช่วงน้ำลง โดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำที่กึ่งกลางความลึกของแม่น้ำ และตรวจวัดคุณภาพน้ำสำหรับพารามิเตอร์ที่ต้องตรวจวัดในภาคสนาม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความเป็นกรด-ด่าง และความนำไฟฟ้า สำหรับพารามิเตอร์ที่ต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ จะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง และระยะเวลาที่สามารถเก็บรักษาตัวอย่าง

ที่	พารามิเตอร์	วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	ระยะเวลาที่สามารถเก็บรักษาตัวอย่าง
1.	DO	เติมสารละลาย $MgSO_4$ 1 ml และ AIA 1 ml	8 ชั่วโมง
2.	BOD	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	2 วัน
3.	SS	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	7 วัน
4.	TCB	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	24 ชั่วโมง
5.	FCB	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	24 ชั่วโมง
6.	NO_2N	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	48 ชั่วโมง
7.	NO_3N	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	48 ชั่วโมง
8.	NH_3N	เติม H_2SO_4 ให้ pH< 2 และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	28 วัน
9.	PO_4P	กรอง และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	48 ชั่วโมง

2. ตะกอนดิน

ใช้ Grab Sampler เก็บตัวอย่างตะกอนดิน ใส่ตัวอย่างดินในถุงพลาสติก และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C ส่งวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอนดินและปริมาณสารอินทรีย์ในดินยังห้องปฏิบัติการ

3. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่

เก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ โดย ใช้ Grab Sampler เก็บตัวอย่างตะกอนดิน ร่อนผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 500 ไมครอน เลือกสัตว์เฉพาะที่มีชีวิตที่ติดบนตะแกรง ใส่ขวดเก็บตัวอย่าง และรักษาสภาพตัวอย่างด้วย Ethanol 70% นำไปแยกชนิดและปริมาณในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ตรวจวิเคราะห์ ทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการมีทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิ ความเค็ม ความนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลาย บีโอดี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารแขวนลอย แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม ไนไตรท์ ไนเตรท แอมโมเนีย และฟอสเฟต โดยรายละเอียดวิธีการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์แสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเล

ที่	พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	เอกสารอ้างอิง
1.	อุณหภูมิ	SCT Meter	-
2.	ความเค็ม	SCT Meter	-
3.	ความนำไฟฟ้า	SCT Meter	-
4.	ความเป็นกรด-ด่าง	pH Meter	-
5.	ออกซิเจนละลาย	Azide Modification	APHA, AWWA, and WEF, 1998.
6.	บีโอดี	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 °C	"
7.	สารแขวนลอย	Glass Fiber Filter Disk Dried at 103-105 °C	"
8.	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด	Multiple Tube Fermentation Technique	"
9.	แบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม	Multiple Tube Fermentation Technique	"
10.	ไนไตรท์	Colorimetric Method	"
11.	ไนเตรท	Cadmium Reduction Method	"
12.	แอมโมเนีย	Colorimetric Method	"
13.	ฟอสเฟต	Ascorbic Acid Method	"

2. ตะกอนดิน

พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์ในตะกอนดิน ได้แก่ ขนาดอนุภาคและปริมาณสารอินทรีย์ในดิน การวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ขนาดอนุภาคดิน

ดำเนินการโดยใช้เทคนิคการแยกขนาดอนุภาคด้วยตะแกรง (Sieving Techniques) ซึ่งเป็นการแยกขนาดอนุภาค โดยอาศัยความสามารถของอนุภาคในการลอดผ่านรูเปิดของตะแกรงลวด และวิเคราะห์อนุภาคตะกอนดินแบบเปียก (Wet Analysis) โดยนำตัวอย่างดินที่จำนวน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

50 กรัม ใส่ในน้ำเพื่อป้องกันการเกาะตัวของอนุภาค และแยกเม็ดดินด้วยการร่อนผ่านตะแกรง (Sieve) 6 ชั้น ที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเปิดต่าง ๆ กันคือ 2.0, 1.0, 0.5, 0.25, 0.125, และ 0.063 มิลลิเมตร เรียงเป็นชั้นจากด้านบนลงมาตามลำดับ โดยอาศัยน้ำเป็นตัวชะพา แล้วนำดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงแต่ละขนาดมาอบและชั่งหาน้ำหนัก แล้วไปคำนวณหาค่าของขนาดอนุภาคดิน (Mudroch & MacKnight, 1991; จิตรดา บุญธรรมสามิสร, 2546)

การคำนวณค่ากลางของขนาดอนุภาคทราย

ก. นำดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงแต่ละขนาดมาชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักดินแต่ละขนาด โดย

$$\text{ร้อยละของดินที่ค้างบนตะแกรง} = \frac{\text{น้ำหนักในแต่ละตะแกรง X 100}}{\text{น้ำหนักดินทั้งหมด}}$$

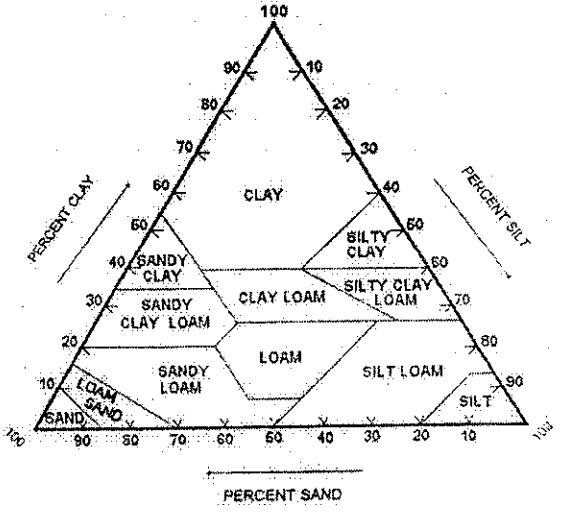
ข. จากนั้นนำไปคำนวณค่าร้อยละสะสมของน้ำหนักดิน โดย

ร้อยละสะสมของดิน = ผลรวมของร้อยละของดินที่ค้างบนตะแกรงที่หยาบกว่า

ค. จากนั้นคำนวณหาร้อยละของดินที่ผ่านตะแกรง

(% Finer) = 100-ร้อยละค้างสะสม

จากวิธีวิเคราะห์จะได้ร้อยละของกลุ่มดินขนาดต่าง ๆ ซึ่งจากค่านี้ทำให้สามารถจำแนกประเภทของเนื้อดินได้ด้วยการเทียบค่ากับตารางสามเหลี่ยม ดังแสดงในภาพที่ 26 ส่วนวิธีการใช้งานทำได้โดยลากเส้นจากจุดที่ทราบค่าร้อยละของกลุ่มดินขนาดต่าง ๆ หากจุดตัดที่เกิดขึ้นอยู่บริเวณใดในตารางสามเหลี่ยม แสดงว่าประเภทของดินที่วิเคราะห์อยู่ในกลุ่มนั้น



ภาพที่ 26 สามเหลี่ยมแยกชนิดตะกอนดิน (เกษมศรี ซับซ้อน, 2541)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากตารางสามเหลี่ยมสามารถจัดชั้นของเนื้อดินได้ 12 ชนิด โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ (จิตลดา บุญธรรมสามิสร, 2546)

ก. เนื้อดินละเอียดหรือดินเหนียว (Fine-Textured Soids, Clay Soids)

ลักษณะเด่นของดินชนิดนี้คือ มีกลุ่มขนาดของอนุภาคดินเหนียวมากกว่าอนุภาคดินชนิดอื่น กลุ่มดินที่พบได้แก่ ดินร่วนเหนียว (Clay Loam) ดินเหนียวปนทราย (Sandy Clay) ดินเหนียวปนโคลน (Silty Clay) ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) ดินร่วนเหนียวปนโคลน (Silty Clay Loam) กลุ่มดินเนื้อละเอียดนี้มีสภาพเนื้อดินเป็นดินเหนียว ทำให้อุ้มน้ำได้ดี มีความสามารถสะสมอินทรีย์สารและสารมลพิษได้มาก

ข. เนื้อดินปานกลาง (Medium-Texture Soils)

กลุ่มเนื้อดินปานกลาง ได้แก่ ดินร่วนปนโคลน (Silt Loam) ดินร่วน (Loam) และดินโคลน (Silt)

ค. เนื้อดินหยาบ (Coarse-Texture Soils)

เนื้อดินมีลักษณะเป็นทราย เช่น ดินร่วนปนทราย (Sand Loam) ดินทรายร่วน (Loamy Sand) และดินทราย (Sandy Soil)

2.2 ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน (บุศราวัลย์ จงใจ, 2546)

ดำเนินการวิเคราะห์โดยการเผา (Ignition Loss) โดยนำตะกอนดินที่อบแห้งแล้ว จำนวน 5 กรัม ใส่ในครูซิเบิลที่เผาเพื่อไล่ความชื้นแล้ว จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักดินที่หายไปหลังจากการเผา นั่นคือ น้ำหนักสารอินทรีย์ในดิน แล้วนำมาคำนวณเป็นค่าร้อยละของสารอินทรีย์รวม

การคำนวณปริมาณสารอินทรีย์ในดิน

$$\text{ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักดินก่อนเผา} - \text{น้ำหนักดินหลังเผา}) \times 100}{\text{น้ำหนักดินก่อนเผา}}$$

3. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่

การวิเคราะห์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ แบ่งเป็นการจำแนกชนิดและปริมาณของสัตว์ โดยการจำแนกชนิดจะอาศัยหลักการทางอนุกรมวิธานเปรียบเทียบภายใต้กล้องจุลทรรศน์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างซึ่งมีจำนวนมาก จำเป็นต้องใช้หลักการทางสถิติมาช่วยอธิบายความแตกต่าง และความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งการศึกษานี้ ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีทางชีวภาพ ดัชนีทางกายภาพและเคมีว่าเป็นอย่างไร และตัวแปรใดมีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ข้อมูลจากการศึกษาสามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างไร

ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต้องทำการทดสอบก่อนว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติหรือไม่ ซึ่งถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดจะทำการแปลงข้อมูลด้วย Log (X+1) เพื่อลดขนาดความแปรปรวนของข้อมูล โดยระดับความมีนัยสำคัญที่ใช้ตลอดการทดสอบคือ $p<0.05$

1. การประเมินทางด้านชีวภาพ

เป็นการประเมินโดยพิจารณาจากชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิต และเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตทั้งในด้านพื้นที่และเวลา โดยอาศัยหลักการว่าพื้นที่ที่มีจำนวนชนิดสิ่งมีชีวิตสูง ย่อมแสดงถึงสภาวะที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ถิ่นที่อยู่อาศัยที่ไม่ได้รับผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศอยู่ในสภาพดี ทำให้มีแหล่งที่อยู่อาศัย และจำนวนสิ่งมีชีวิตที่อาศัยหลากหลาย เนื่องจากการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตามเมื่อถิ่นที่อยู่อาศัยได้รับผลกระทบจากกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ก็มักจะเกิดการสูญเสียความซับซ้อนของแหล่งอาศัย หรือเกิดสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไปในลักษณะไม่เหมาะสมกับการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในแหล่งนั้น ทำให้สิ่งมีชีวิตบางส่วนปรับตัวไม่ทัน ลดจำนวนลง และอาจสูญหายไปจากแหล่งอาศัยนั้น หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่มีจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ไม่สม่ำเสมอ คือมีสิ่งมีชีวิตบางพวกอาจจะค่อย ๆเพิ่มขึ้น ในขณะที่อีกบางชนิดอาจค่อย ๆลดลงจนหายไป และสิ่งมีชีวิตบางชนิดมีจำนวนมากเกินไปจนผิดปกติ สิ่งมีชีวิตที่หายไปก่อนหรือหลังเกิดการเปลี่ยนแปลง จัดเป็นพวกที่มีความทนทานน้อย (Intolerant) พวกที่ทนอยู่ได้นาน จัดเป็นพวกที่มีความทนทานมาก (Tolerant) การประเมินด้านนี้ประกอบด้วย

1.1 จำนวนสิ่งมีชีวิตรวมของสิ่งแวดล้อม (Sum of Species, S) (กรมควบคุมมลพิษ, 2544)

ดัชนีนี้เป็นดัชนีทางนิเวศวิทยาที่ง่ายที่สุด แต่มีข้อเสียคือไม่ได้นำจำนวนของสิ่งมีชีวิตมาพิจารณา โดยมีสูตรคำนวณ คือ

S = ผลบวกของชนิดสิ่งมีชีวิตที่พบในแต่ละสถานี

ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณ สามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำได้เบื้องต้น โดยเปรียบเทียบกับการจัดประเภทคุณภาพน้ำบริเวณที่ราบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ของแม่น้ำในเมือง Carolina ตอนเหนือ ประเทศสหรัฐอเมริกา (David, 1984) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับคือ

>83	หมายถึง	คุณภาพน้ำดีมาก
65-83	หมายถึง	คุณภาพน้ำดี
52-64	หมายถึง	คุณภาพน้ำพอใช้ถึงดี
36-51	หมายถึง	คุณภาพน้ำพอใช้
0-35	หมายถึง	คุณภาพน้ำเสื่อมโทรม

1.2 ดัชนีความชุกชุมทางชนิด (Taxa Richness Index, D) เป็นการวัดจำนวนชนิดทั้งหมดที่พบอยู่ในประชาคมนั้น ซึ่งมีความซับซ้อนมากขึ้น โดยมีการพิจารณาจำนวนสิ่งมีชีวิตร่วมด้วย โดยใช้วิธีของ Margalef's Index (จิตติมา อายุตตะกะ, 2544) ซึ่งพื้นที่ที่มีดัชนีความชุกชุมทางชนิดมากจะมีสภาพแวดล้อมดีกว่าพื้นที่ที่มีดัชนีความชุกชุมทางชนิดน้อย

1.3 ดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index, H) เป็นดัชนีที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยมีการนำจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ เข้ามาคำนวณด้วย คุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมลงหรือเกิดภาวะมลพิษในน้ำ มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในน้ำ การคำนวณค่าดัชนีความหลากหลาย จึงใช้ประกอบการวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพน้ำได้ โดยใช้วิธีของ Shannon-Weiner Diversity Index (Odum, 1971; Griffiths, 2001)

ค่าที่ได้จากการคำนวณยังสามารถระบุสภาพคุณภาพน้ำได้ โดย Griffiths (2001) ได้ปรับปรุงดัชนีนี้เพื่อจัดประเภทคุณภาพน้ำ ซึ่งค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0-5 ซึ่งมีความหมายดังนี้

3-5	หมายถึง	พื้นที่ที่ยังไม่มีการปนเปื้อนของมลพิษ
1-3	หมายถึง	มีการปนเปื้อนมลพิษปานกลาง
<1	หมายถึง	มีการปนเปื้อนของมลพิษมาก

1.4 ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index หรือ Equitability Index: E) เป็นอีกดัชนีหนึ่งที่สามารถนำมาพิจารณาร่วมกับดัชนีตัวอื่น โดยยึดหลักว่าสิ่งแวดล้อมที่มีสุขภาพดีควรมีจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในลักษณะที่มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งมากเกินไปจนเสียสมดุล การคำนวณค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสิ่งมีชีวิต เพื่อใช้บ่งบอกถึงการกระจายของชนิดและปริมาณสิ่งมีชีวิตในจุดสำรวจต่าง ๆ กันนั้น หากมีค่าสูงแสดงว่า ที่จุดสำรวจนั้น ๆ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีการกระจายที่คล้ายกัน โดยใช้วิธีของ Pielou index (Odum, 1971; Griffiths, 2001)

ค่าดัชนีความสม่ำเสมอที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0-1 โดย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

0 หมายถึง ไม่มีความสม่ำเสมอ

1 หมายถึง มีความสม่ำเสมอเท่ากันหมด

1.5 The Biological Monitoring Working Party^{THAI} (BMWP^{THAI}) ซึ่งเป็นดัชนีทางชีวภาพที่มีการพัฒนาขึ้นในประเทศไทยบริเวณแม่น้ำปิง ซึ่งเป็นแม่น้ำที่อยู่ทางตอนเหนือ (Mustow, 2002) ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณ สามารถแบ่งระดับคุณภาพน้ำออกเป็น 5 ระดับคือ

1-2 หมายถึง น้ำสกปรก

3-4 หมายถึง น้ำค่อนข้างสกปรก

5-6 หมายถึง น้ำคุณภาพปานกลาง

7-8 หมายถึง น้ำคุณภาพค่อนข้างดี

9-10 หมายถึง น้ำคุณภาพดี

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis)

โดยใช้วิธีการคำนวณตามค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึง (Similarity Index) แบบ Bray-Curtis ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มสถานีที่มีความคล้ายคลึงกัน โดยอาศัยความสัมพันธ์ของดัชนีต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ นอกจากนี้ยังสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและเคมี ทั้งจากน้ำและตะกอนดิน กับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ได้ด้วย

3. การจัดประเภทคุณภาพน้ำ โดยใช้ตัวแปรร่วมทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

จัดประเภทคุณภาพน้ำ โดยใช้ตัวแปรร่วมทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และประเมินความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้วยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายตัวแปร รวมทั้งการใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index) ซึ่งคำนวณจากดัชนีคุณภาพน้ำ 9 ตัว ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ของแข็งทั้งหมด (TS) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (FCB) ไนเตรท (NO_3) ฟอสเฟต (PO_4) ความขุ่น (Turbidity) อุณหภูมิ (Temperature) และความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) โดยมีสมการคือ

$$WQI = \sqrt[9]{(pH)\,(DO)\,(TS)\,(FCB)\,(NO_3)\,(PO_4)\,(Turbidity)\,(Temperature)\,(BOD)}$$

และวิเคราะห์ว่าสิ่งมีชีวิตชนิดใดมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำประเภทใด ตลอดจนตัวแปรสิ่งแวดล้อมใด ยกตัวอย่างเช่นหากสิ่งมีชีวิตใดพบเฉพาะในสถานีเก็บตัวอย่างที่จัดว่ามีคุณภาพน้ำดี สิ่งมีชีวิตนั้นก็จะมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่พบในแหล่งน้ำเสื่อมโทรม ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้นอกจากจะใช้ประโยชน์ในการจัดประเภทคุณภาพน้ำแล้ว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเสริมหากในอนาคตมีการพัฒนาดัชนีทางชีวภาพ (Biotic Index) สำหรับแม่น้ำท่าจีน เพื่อใช้ประเมินคุณภาพน้ำอย่างรวดเร็ว (Rapid Assessment) ได้อีกด้วย

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้น นอกจากจะสามารถใช้ประเมินสภาพคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นแล้ว ยังสามารถประมาณค่าของสิ่งมีชีวิตกลุ่มที่พบมากหรือพบทุกสถานีในการพัฒนาใช้เป็นดัชนี (Indicator Species) และแสดงให้เห็นว่าตัวแปรใดที่มีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของดัชนีชีวภาพ รวมทั้งยังสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการอนุรักษ์ฟื้นฟู และการจัดการบริหารแหล่งน้ำได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University