

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เริ่มจากการกำหนดขอบเขตการศึกษา วัตถุประสงค์ในการศึกษา กำหนดขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณตะกอนแขวนลอย ความขุ่น สีของน้ำในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน และปริมาณน้ำท่าในภาคสนาม นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ตามแนวคิด (ภาพที่ 3.1) ปริมาณน้ำฝนมีผลต่อปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำท่ามีผลต่อตะกอนแขวนลอย ตะกอนแขวนลอยมีผลต่อความขุ่น ความขุ่นมีผลต่อสีของน้ำจากปริมาณตะกอนแขวนลอย

วิเคราะห์ทางสถิติและสมการถดถอย (Linear regression analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับค่าสีของน้ำ ปริมาณน้ำฝนกับค่าความขุ่น ปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่า และปริมาณน้ำฝนกับปริมาณตะกอนแขวนลอย และเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่ากับสีของน้ำ ปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยกับสีของน้ำ ปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อความขุ่นกับสีของน้ำ โดยการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regressions analysis) เมื่อได้สมการความสัมพันธ์ต่อจากนั้นแทนค่าในสมการและทดสอบค่า ไคสแควร์ (Chi-square) เพื่อทดสอบสมมุติฐานและความแม่นยำของสมการตามแนวคิด ภาพที่ 3.1

การเทียบและปรับสีของน้ำในระบบมันเซลล์ บันทึกสีของน้ำจากการเก็บตัวอย่างในวันที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อวัน จากนั้นนำค่าสีของน้ำจากการแทนค่าในสมการความสัมพันธ์ นำมาเทียบกับสมุดสีมันเซลล์ เพื่อใช้ตรวจสอบสีของน้ำในระบบมันเซลล์

นอกจากนี้เพื่อให้เห็นถึงวิธีการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้ศึกษาจึงขอแบ่งขั้นตอนการศึกษาที่สำคัญเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

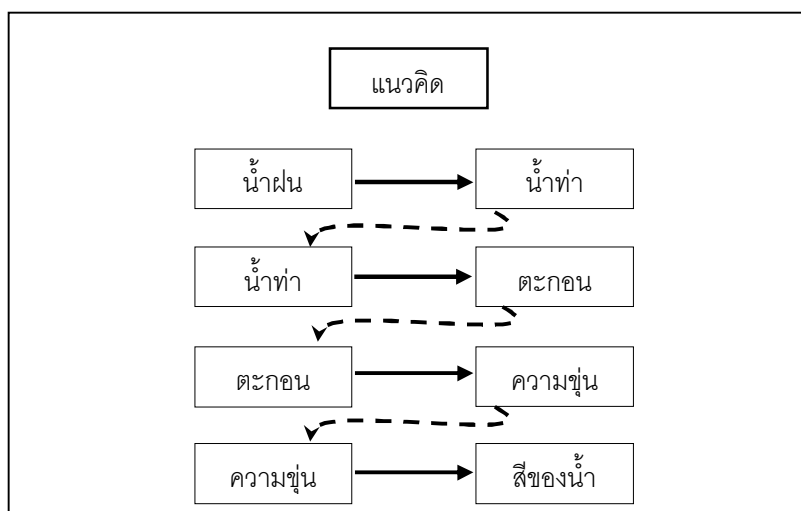
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์ทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการสรุปผลการศึกษา

ภาพที่ 3.1

แนวคิดการศึกษาการเฝ้าระวังน้ำหลากดินถล่มในพื้นที่

ลุ่มน้ำสาขาน้ำยาง จังหวัดน่าน (พ.ศ. 2552)



หมายเหตุ ตะกอน คือปริมาณตะกอนแขวนลอย

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการศึกษา

เป็นขั้นตอนในการกำหนดขอบเขตการศึกษา เป้าหมายในการศึกษา ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกศึกษาในพื้นที่ลุ่มสาขาน้ำยาง จังหวัดน่าน โดยกำหนดสถานีเก็บน้ำตัวอย่าง จำนวน 4 สถานี (ภาพที่ 3.2) คือ

สถานีที่ 1 ห้วยน้ำไคร้ บ้านน้ำไคร้ ตำบลยม อำเภอท่าวังผา

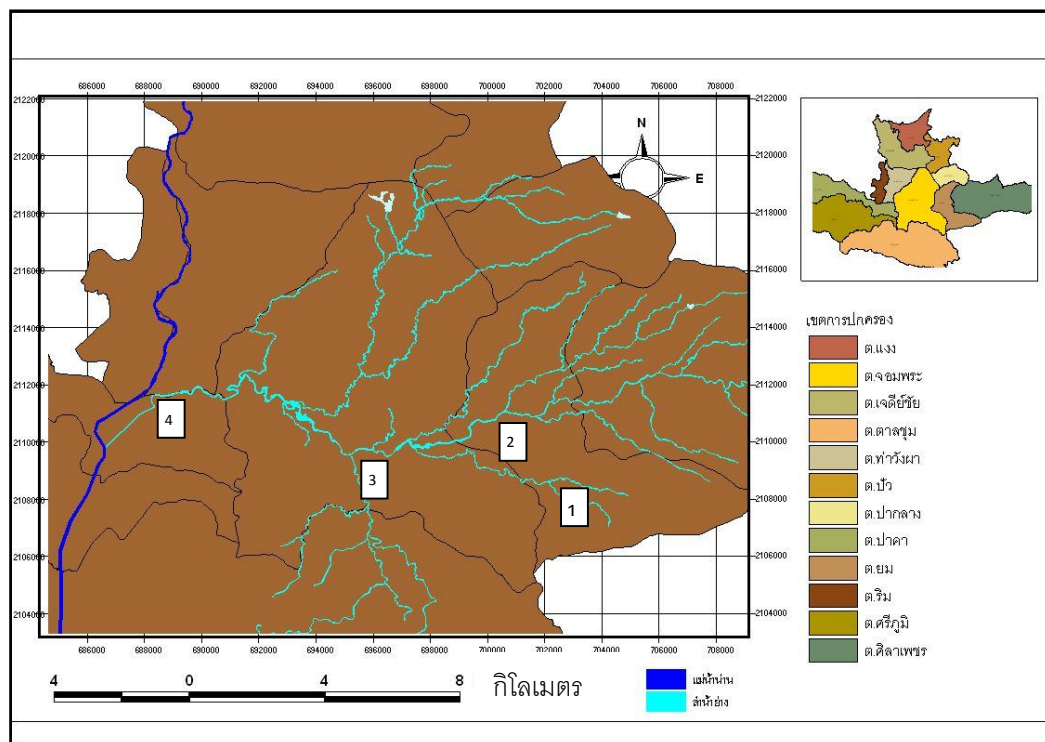
สถานีที่ 2 สะพานข้ามน้ำยาง บ้านดอนมูล ตำบลศิลาเพชร อำเภอปัว

สถานีที่ 3 สะพานข้ามน้ำยาง บ้านนาฝ้า ตำบลจอมพระ อำเภอท่าวังผา

สถานีที่ 4 สะพานข้ามน้ำยาง บ้านฝายมูล ตำบลป่าคา อำเภอท่าวังผา

ภาพที่ 3.2

สถานีเก็บน้ำตัวอย่างในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำยาง



ที่มา: พัฒนาจากกรมทรัพยากรน้ำ, 2548

ตำแหน่งที่ตั้งและสภาพแวดล้อมทั่วไปสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ

สถานีที่ 1 บ้านน้ำไคร้

สถานีที่ 1 บ้านน้ำไคร้ ตำบลยม อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (ภาพที่ 3.3) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 703778 เหนือ และ 2108284 ตะวันออก ลำน้ำสายหลัก คือ ลำห้วยน้ำไคร้ โดยมีพื้นที่รับน้ำ 22 ตารางกิโลเมตร สภาพแวดล้อมทั่วไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ต้นน้ำและภูเขา ลำห้วยต้นไหลเร็วในช่วงฤดูน้ำมาก บริเวณพื้นที่ท้องน้ำเป็นกรวด หิน และทราย มีแนวลาดเอียงค่อนข้างมาก สองข้างลำห้วยน้ำไคร้เป็นเขตหินขนาดใหญ่ ลำห้วยใสสะอาด ชาวบ้านใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค มีชุมชนอาศัยอยู่กระจายบริเวณกลางลำห้วย และท้ายลำห้วย ลำห้วยน้ำไคร้เป็นลำน้ำหลักที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรและชุมชน ซึ่งหล่อเลี้ยงชาวบ้าน บ้านน้ำไคร้ บ้านพร้าว ตำบลยม อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน และบ้านป่าคา บ้านนาฝ้า ตำบลจอมพระ อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน

ภาพที่ 3.3

สภาพทั่วไปของลำห้วยน้ำไคร้ สถานีที่ 1 บ้านน้ำไคร้

ตำบลยม อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (2552)



สถานีที่ 2 บ้านดอนมูล

สถานีที่ 2 บ้านดอนมูล ตำบลศิลาเพชร อำเภอปัว จังหวัดน่าน (ภาพที่ 3.4) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 702917 เหนือ และ 2111596 ตะวันออก ลำน้ำสายหลัก คือ ลำน้ำย่าง มีต้นกำเนิดบนดอยภูคา มีระดับความสูงประมาณ 1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่โดยรอบเป็นป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรมสองข้างฝั่ง ได้แก่ ข้าว พริก ถั่วลิสง แตงกวา ผักสวนครัว เป็นต้น มีชุมชนอาศัยกระจายอยู่ทั้งสองข้างแม่น้ำย่าง มีพื้นที่รับน้ำ 103 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่หน้าตัดต่ำสุด 6.60 ตารางเมตร และเฉลี่ยสูงสุด 33.00 ตารางเมตร พื้นที่ท้องน้ำเป็นดิน ทราวยละเอียด ก้อนหิน ขณะเก็บตัวอย่างน้ำได้มีการขุดลอก น้ำย่าง

ภาพที่ 3.4

สภาพทั่วไปของแม่น้ำย่าง สถานีที่ 2 บ้านดอนมูล
ตำบลศิลาเพชร อำเภอปัว จังหวัดน่าน (2552)



สถานีที่ 3 บ้านนาฝ้า

สถานีที่ 3 บ้านนาฝ้า ตำบลจอมพระ อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (ภาพที่ 3.5) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 699043 เหนือ และ 2111052 ตะวันออก ลำน้ำสายหลัก คือ ลำน้ำย่าง สภาพโดยรอบเป็นพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด พริก เป็นต้น มีพื้นที่รับน้ำ 69 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่ำสุด 5.60 ตารางเมตร เฉลี่ยสูงสุด 9.80 ตารางเมตร พื้นที่รองรับน้ำเป็นดินปนทรายละเอียด เป็นจุดที่ห้วยน้ำไคร้ไหลลงแม่น้ำย่าง

ภาพที่ 3.5

สภาพทั่วไปของแม่น้ำย่าง สถานีที่ 3 บ้านนาฝ้า ตำบลจอมพระ
อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (2552)



สถานีที่ 4 บ้านฝายมูล

สถานีที่ 4 บ้านฝายมูล ตำบลป่าคา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (ภาพที่ 3.6) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 696349 เหนือ และ 2110094 ตะวันออก ลำน้ำสายหลัก คือ ลำน้ำย่าง มีพื้นที่รับน้ำ 87 ตารางกิโลเมตร พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่ำสุด 6.00 ตารางเมตร เฉลี่ยสูงสุด 36.00 ตารางเมตร สภาพทั่วไปเป็นพื้นที่เกษตรและมีชุมชนอาศัยอยู่ ก่อนถึงจุดเก็บตัวอย่างมีฝายกั้นลำน้ำย่าง ซึ่งเป็นฝายคอนกรีต และได้มีการขุดลอกปรับปรุงสร้างพนังสองฝั่งลำน้ำย่าง พื้นที่ของน้ำเป็นดินปนทรายและมีก้อนหินบ้าง ลำน้ำย่างจะไหลตลอดปี แต่ไหลช้า และมีปริมาณน้ำทำให้น้อยอาจเกิดจากมีฝายกั้นน้ำจึงทำให้ปริมาณน้ำทำที่ไหลน้อย

ภาพที่ 3.6

สภาพทั่วไปของแม่น้ำย่าง สถานีที่ 4 บ้านฝายมูล
ตำบลป่าคา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (2552)

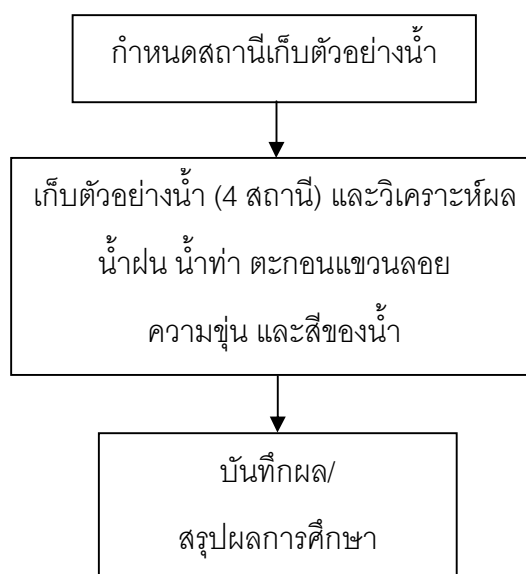


ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เป็นขั้นตอนการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับคุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ความขุ่น และสีของน้ำ และเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวน 4 สถานี สถานีละ 3 ขั้ว ระยะเวลา 90 วันติดต่อกัน (เดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2552) แล้วนำน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย ความขุ่น และสีของน้ำในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธี Standard Methods (American Public Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation, 1998) (ภาพที่ 3.7)

ภาพที่ 3.7

ขั้นเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ



การวิเคราะห์ของแข็งในน้ำ

การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งในน้ำทำได้โดยการชั่งน้ำหนัก คือ การชั่งน้ำหนักหลังจากทำให้แห้งแล้ว ดังนั้นภาชนะก่อนที่จะนำมาใช้จะต้องแห้ง ปราศจากฝุ่นละอองหรือความชื้น โดยจะต้องนำภาชนะไปทำให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง นำมาทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น แล้วจึงชั่งน้ำหนัก หลังการชั่งน้ำหนักครั้ง

ที่ 1 แล้วภาชนะควรจะมีน้ำหนักคงที่ ถ้าน้ำหนักเปลี่ยนแปลงให้นำภาชนะไปอบจนกว่าจะได้ น้ำหนักคงที่ สำหรับตัวอย่างที่ต้องการหา Volatile solids ต้องนำภาชนะที่ใช้ไปเผาที่อุณหภูมิ 550 ± 50 องศาเซลเซียสในเตาเผาอุณหภูมิสูง 1 ชั่วโมงเมื่อทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้น แล้วจึงจะนำมาชั่งปริมาณตะกอน (มันสิน ตันกุลเวศม์, 2543) โดยมีอุปกรณ์และเครื่องมือดังนี้

วิธีวิเคราะห์ของแข็งทั้งหมด (Total solids: TS)

(1) นำถ้วยกระเบื้องที่มีน้ำหนักคงที่แล้วจากตู้ดูดความชื้นมาชั่งสมมติให้น้ำหนัก = A กรัม

(2) คนตัวอย่างน้ำให้เข้ากันดีแล้วตวงโดยใช้กระบอกตวง 100-200 มิลลิลิตร (ปริมาตรที่ใช้ขึ้นกับปริมาณของแข็งในน้ำ) ใส่ในถ้วยกระเบื้องข้อ (1) นำไประเหยบนอ่างไอน้ำจนแห้ง

(3) นำถ้วยกระเบื้องที่ระเหยน้ำแห้งแล้วไปใส่ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นนานประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้น เมื่อเย็นแล้วจึงนำมาชั่งสมมติ = B กรัม แล้วแทนค่าคำนวณตามสมการที่ 3.1

$$TS, \text{ mg/l} = \frac{(B-A)}{\text{ml sample}} \times 10^6 \text{-----} (3.1)$$

เมื่อ TS = ตะกอนหรือของแข็งทั้งหมด (TS) (มิลลิกรัมต่อลิตร)
 A = น้ำหนักถ้วยระเหยก่อนอบแห้ง (มิลลิกรัม)
 B = น้ำหนักถ้วยระเหยหลังอบแห้ง (มิลลิกรัม)

วิธีวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total suspended solids: TSS)

(1) นำกระดาษกรอง GF/C มาชั่งโดยเครื่องชั่งละเอียด สมมติได้น้ำหนัก = C กรัม นำไปวางบน evaporating dish หรือ petridish ก็ได้

(2) วางกระดาษกรองลงบน Buchner's funnel ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ โดยใช้ปากคีบที่สะอาด ใช้น้ำกลั่นฉีดบนกระดาษกรองให้ทั่ว แล้วเปิดปั๊มดูดอากาศเพื่อให้กระดาษกรองแนบสนิทกับกรวย

(3) ปิเปตตัวอย่างน้ำ 50-100 มิลลิกรัม (ปริมาตรที่ใช้ขึ้นกับของแข็งแขวนลอยในน้ำ) ใส่ไปบนกระดาษกรอง ที่ละน้อยพร้อมกับเปิดป้อนดูดอากาศ พยายามให้ของแข็งกระจายไปทั่วๆ กระดาษกรอง

(4) ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมดและรองจนกว่าจะแห้ง แล้วใช้ปากคีบค่อยๆ หยิบกระดาษกรองออกไปวางบนภาชนะที่ใส่เดิม

(5) นำไปอบให้แห้งในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้นแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก สมมติได้ = D กรัมแล้วแทนค่าลงในสมการที่ 3.2

$$TS, \text{ mg/l} = \frac{(D-C)}{\text{ml sample}} \times 10^6 \text{-----} (3.2)$$

เมื่อ SS = ของแข็งแขวนลอย (TSS) (มิลลิกรัมต่อลิตร)
 C = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนอบแห้ง (มิลลิกรัม)
 D = น้ำหนักกระดาษกรองหลังอบแห้ง (มิลลิกรัม)

วิธีวิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solids:TDS)

สามารถหาได้โดยการคำนวณจากเอาค่าของแข็งทั้งหมด (TS) ลบด้วยค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ก็จะได้ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ดังสมการที่ 3.3

$$TDS = TS - TSS \text{-----} (3.3)$$

- การระเหยน้ำ โดยนำ filtrate ที่ได้จากการหา SS มาระเหยบนอ่างไอน้ำ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังจากระเหยน้ำไปแล้วคือ ของแข็งละลายน้ำ (dissolved solids)

ข้อควรระวัง

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้งในการวิเคราะห์ของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) มี 2 ค่า คือ

- 103-105 องศาเซลเซียส ซึ่งจะกำจัดน้ำอิสระ (free water) ออก เนื่องจากการสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์ แต่สารอินทรีย์สูญเสียเล็กน้อย ข้อเสียคือใช้เวลานานกว่าน้ำหนักจะคงที่

- 180 ± 2 องศาเซลเซียส จะสูญเสียน้ำที่ถูกปิดบังไว้ในของแข็งทั้งหมด (Occluded water) แต่น้ำผลึกอาจเหลืออยู่บ้าง สารอินทรีย์ลดลงมากกว่าแต่ไม่ทั้งหมด

อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดของการออกซิไดส์สารอินทรีย์ และจะมีสารอินทรีย์สลายตัวน้อยที่สุด ยกเว้น $MgCO_3$ และ NH_4HCO_3 ในกากตะกอน

วิธีวัดสีของน้ำ

วิธีการวัดโดยหน่วยแพลทตินัม-โคบอลต์นี้มีประโยชน์มากในการวัดสีของน้ำที่เกิดจากสารอินทรีย์ตามธรรมชาติ เช่น ต้นไม้และพืชชนิดต่างๆ ได้แก่ ใบไม้ เปลือกไม้ และรากไม้ เป็นต้น การวัดสีกระทำได้ 2 วิธี คือ เปรียบเทียบสีน้ำตัวอย่างกับสีมาตรฐานด้วยสายตา และด้วยเครื่องมือแบบยูวี-วิสซ์เบิลสเปคโตรสโคปี สีมาตรฐานที่ใช้จะเตรียมมาจากสารละลายมาตรฐานแพลทตินัม-โคบอลต์ สีที่มีความเข้ม 1 หน่วย แพลทตินัม-โคบอลต์จะเกิดจากสารละลาย แพลทตินัม จำนวน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของคลอโรแพลทตินेट (Chloroplatinate ion)

วิธีวัดความขุ่น

วิธีวัดความขุ่น โดยการวัดปริมาณแสงที่ส่องทะลุความขุ่นโดยเครื่องวัดความขุ่น (turbidity meter) หรือวัดปริมาณแสงที่กระทบความขุ่นและสะท้อนออกมาในทิศทางตั้งฉากกับลำแสงโดยเครื่องวัด (nephelometer) ความขุ่นในน้ำมีหน่วยเป็น NTU (Nephelometric turbidity unit) เป็นหน่วยความขุ่นที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Nephelometer

ในการเก็บตัวอย่างน้ำควรจะรีบวัดความขุ่นเลย แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ให้เก็บไว้ในที่มืดและไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง ก่อนวัดความขุ่นต้องเขย่าให้ตัวอย่างเข้ากันอย่างดีก่อน

เครื่องวัดความขุ่นต้องวัดค่าความแตกต่างของความขุ่นได้ 0.02 NTU หรือน้อยกว่าในกรณีที่ความขุ่นมีค่าน้อยกว่า 1.00 NTU ส่วนหลอดวัดตัวอย่างน้ำเป็นแก้วใสไม่มีสี และอย่าให้มีรอยขีดข่วน

วิธีหาปริมาณน้ำท่า

น้ำท่า (runoff) หมายถึง น้ำที่ไหลในลำน้ำ (stream flow) ซึ่งรับน้ำจากลุ่มน้ำ (basin หรือ watershed) ที่มีขอบเขตกำหนดไว้ชัดเจน ขอบเขตโดยธรรมชาติของลุ่มน้ำ ได้แก่ แนวสันปันน้ำของเทือกเขา ซึ่งลาดเทลงสู่ลำน้ำ ข้อมูลที่เกี่ยวกับน้ำท่ามีความสำคัญมากสำหรับการวิเคราะห์ และการออกแบบองค์ประกอบต่างๆ ของงานพัฒนาแหล่งน้ำ เช่น อาคารควบคุมน้ำ อ่างเก็บน้ำ และคลองส่งน้ำ เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถทำการวัดได้ตรงจุดกว่าข้อมูลอื่น ๆ ของทางอุทกวิทยา เช่น ปริมาณน้ำฝน อัตราการระเหยซึ่งต้องวัดข้อมูลเป็นจุดและสมมติให้มีค่าเป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมดในพื้นที่กว้าง

การคำนวณหาปริมาณน้ำท่า

ปริมาณการไหลของน้ำเท่ากับผลคูณของความเร็วเฉลี่ยของน้ำกับพื้นที่หน้าตัดที่น้ำไหลผ่าน ดังสมการที่ 3.4

$$Q = A \times V \quad \text{-----} \quad (3.4)$$

- เมื่อ
- Q = ปริมาณการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
 - A = พื้นที่หน้าตัดที่ตั้งฉากกับทิศทางของความเร็วเฉลี่ย (ตารางเมตร)
 - V = ความเร็วเฉลี่ยของน้ำ (เมตรต่อวินาที)

ปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำ ลำธาร คำนวณได้จากผลการวัดพื้นที่รูปตัดและความเร็วของการไหลที่ผ่านรูปตัด การวัดพื้นที่รูปตัดกระทำโดยการวัดความกว้างของรูปตัดที่ระดับผิวน้ำ (Top width) เสียก่อน ต่อไปก็แบ่งความกว้างดังกล่าวออกเป็นส่วน ๆ ตามแนวตั้ง จำนวนของรูปตัดลำน้ำที่แบ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความลึกของน้ำตลอดแนวรูปตัดลำน้ำ และจากระดับของความละเอียดถูกต้องที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น หากต้องการความถูกต้องแม่นยำมากก็จะต้องแบ่งรูปตัดลำน้ำออกเป็นหน้าตัดย่อย ๆ จำนวนมากด้วย

ความลึกของลำน้ำ (D)

การวัดความลึกของลำน้ำมีความจำเป็นต่อการคำนวณหาปริมาณการไหลของลำน้ำ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณพื้นที่หน้าตัด รวมถึงใช้ในการสร้างภาพพื้นที่หน้าตัด (profile) ของลำน้ำ โดยไม่วัดความลึก (wading rod) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกลำน้ำที่มีลักษณะเป็นแนวตรง ไม่คดโค้ง วัดความกว้างลำน้ำโดยใช้เชือกซึ่งจากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่งในแนวตั้งฉากกับกระแสน้ำ และใช้ตลับเมตรวัดความกว้างผิวน้ำของลำน้ำ (top width)

2. แบ่งความกว้างลำน้ำออกเป็น 10 ส่วน หรือร้อยละ 10 ต่อหนึ่งส่วนของความกว้างลำน้ำทั้งหมด โดยทำเครื่องหมายไว้บนเชือก ตั้งแต่ $d_1, d_2, \dots, d_9$

3. วัดความลึกตามจุดที่ได้ทำเครื่องหมายเอาไว้บนเชือกวัดความกว้างลำน้ำ ($d_1, d_2, \dots, d_9$)

4. นำระยะทางและความลึกของจุดต่าง ๆ ที่วัดได้ มาสร้างภาพพื้นที่หน้าตัดลำน้ำต่อไป

พื้นที่หน้าตัด (A)

ในการหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ แบ่งหน้าตัดของลำน้ำเป็นส่วนย่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากท้องน้ำมีความลาดเอียงมีความลึกในแต่ละช่วงไม่สม่ำเสมอ โดยระยะห่างในการแบ่งหน้าตัดย่อยต้องไม่เกิน 10% ของความยาวทั้งหมดของลำน้ำ หรือแบ่งอย่างน้อย 10 ส่วน ($d_0, d_1, d_2, \dots, d_{10}$) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล แล้วจึงคำนวณพื้นที่หน้าตัดจากผลรวมของหน้าตัดย่อย ดังสมการ

$$\text{พื้นที่หน้าตัดลำน้ำ (A)} = \sum_{n=1}^n w_n \times D_n \text{ -----(3.5)}$$

เมื่อ ความกว้าง (w_n) = ระยะที่ได้จากผลรวมของระยะห่างจากจุดวัดความลึก (d_n)

ไปทางด้านซ้ายและขวาโดยแต่ละด้านจะต้องมีระยะเท่ากับ

ครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างจุดวัดความลึกนั้นกับจุดวัดความ

ลึกข้างเคียง (จุด d_{n-1} และ d_{n+1}) (เมตร)

ความลึก (D_n) = ระยะทางที่ได้จากการวัด ความลึก (D) ณ จุดวัดความลึก (d_n) (เมตร)

ความเร็วกระแสน้ำ (V)

การวัดความเร็วกระแสน้ำ (flow velocity) ของน้ำโดยใช้ทุ่นลอยสามารถใช้ได้ในกรณีที่ไม่มีเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ (current meter) โดยการสร้างทุ่นขึ้นมาเอง ให้สามารถลอยน้ำได้ และมีส่วนที่จมอยู่ในน้ำมากกว่าส่วนที่โผล่พ้นผิวน้ำเพื่อความถูกต้องของข้อมูล เก็บข้อมูลโดยปล่อยทุ่นลอยที่ผูกด้วยเชือกเรียวร้อย บริเวณกึ่งกลางลำน้ำ (VC) และริมลำน้ำทั้งสองข้าง (VL และ VR) เป็นระยะทางครึ่งละ 10 - 20 เมตร (ระยะ A ถึง B) จับเวลา จะได้ความเร็วกระแสน้ำ ทำซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าที่ได้ทั้ง 3 ครั้งนี้ มาหาค่าเฉลี่ยในการวัดความเร็วกระแสน้ำด้วยทุ่นลอยจะปล่อยให้ทุ่นลอยไปประมาณ 5 เมตร แล้วจึงเริ่มจับเวลา เนื่องจากเมื่อเริ่มปล่อยทุ่นจะแกว่งตัวไม่สม่ำเสมอทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อนจึงต้องรอให้ทุ่นลอยไปกับกระแสน้ำก่อนจึงเริ่มจับเวลา

จะเห็นได้ว่า การวัดความเร็วของกระแสน้ำนั้นตัวแปรที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ กระแสน้ำ เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด จึงจำเป็นที่จะต้องเลือกจุดวัดที่มีความคงที่ของการไหลของกระแสน้ำ (steady flow) ให้ได้มากที่สุด โดยมักจะพบในบริเวณที่ลำน้ำมีลักษณะตรง ไม่คดเคี้ยว มีระนาบอยู่ในระดับเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ทางสถิติ

เป็นขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนปริมาณน้ำท่า ตะกอนแขวนลอย ความชุ่ม และสีของน้ำ โดยใช้สมการถดถอย (regression analysis) และทดสอบสมมุติฐาน

การวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองชุด โดยที่ชุดหนึ่งนั้นจะเป็นตัวแปรตาม (dependent variable) ซึ่งเป็นค่าที่เราต้องการที่จะประมาณ ตัวแปรตามอิสระ (independent variable) โดยที่ตัวแปรอิสระนี้จะมีหนึ่งตัวหรือมากกว่าหนึ่งตัวก็ได้ ตัวแปรอิสระนี้จะเป็นตัวแปรที่เราสามารถวัดหรือหาค่าสังเกตได้ง่ายทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ในการประมาณตัวแปรตามที่กำลังกล่าวถึงก่อนหน้านี้ (วัชรภรณ์ สุริยาภิวัฒน์, 2552 น. 69-133)

1) การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย (Linear regression analysis) เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรสองตัว โดยที่ตัวหนึ่งเป็นตัวแปร

อิสระและอีกตัวหนึ่งเป็นตัวแปรตาม โดยมีสมมุติฐานว่าตัวแปรทั้งสองนั้นมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ซึ่งมีรูปแบบของสมการทั่วไปเป็นดังนี้

$$Y = a + bx \quad \text{-----}(3.6)$$

เมื่อ x = ตัวแปรอิสระ
 Y = ตัวแปรตาม
 a และ b เป็นค่าคงที่

ซึ่งหากเราสามารถวิเคราะห์หาค่า a และ b ได้แล้ว เราสามารถแทนค่า a และ b นี้ลงในสมการที่ 3.6 เมื่อเราทราบค่า x เราจะสามารถประมาณค่า y จากสมการดังกล่าวได้

2) การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง (Multiple linear regression analysis) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม z กับตัวแปรอิสระ x และ y เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น ชื่อเรียกตัวแปรอิสระ x และ y คือ ตัวแปรอธิบาย (explanatory variables) ด้วยเหตุว่า ตัวแปรเหล่านี้ถูกใช้ในการอธิบายถึงความเปลี่ยนแปลงในตัวแปรตาม z และอาจเรียกตัวแปร z ว่า ตัวแปรทำนาย (predictor variables) เพราะว่า ตัวแปร z นี้จะได้รับการทำนายค่าเมื่อกำหนดค่าของ x และ y ให้อย่างหนึ่ง

$$Z = m_1x + m_2y + a \quad \text{-----}(3.9)$$

เมื่อ Z = ตัวแปรตาม
 m_1x = ตัวแปรอิสระ
 m_2y = ตัวแปรอิสระ
 a = จุดตัดแกน Z

การทดสอบแบบไคสแควร์ (Chi-square- χ^2)

เป็นการกระจายแบบต่อเนื่องแบบหนึ่ง โดยที่ค่า probability density function จะมีค่าทางบวกตั้งแต่ 0 ถึงอนันต์ (infinity) โดยลักษณะของการแจกแจง (เส้นกราฟ) จะแตกต่างกันไปตามขนาดค่า degree freedom

ในการทดสอบแบบไคสแควร์นั้น มักจะเป็นการเปรียบเทียบค่าที่วัดหรือนับได้จริง กับค่าประมาณตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้หรือสมการที่สร้างขึ้น ในที่นี้จะเป็นค่าที่ได้จากการสร้างสมการโดยทั่วไปมักจะมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\chi^2 = \frac{(\text{ค่าที่นับได้จริง} - \text{ค่าที่ได้จากการประมาณ})^2}{\text{ค่าที่ได้จากการประมาณ}} \dots\dots\dots (3.8)$$

จากนั้นจึงนำไปเปรียบเทียบกับค่า χ^2 ที่ได้จากตาราง χ^2 ณ ระดับขององศาอิสระ (degree of freedom) หนึ่งๆ

ขั้นตอนการทดสอบสมมุติฐาน

เป็นขั้นตอนของการทดสอบสมมุติฐาน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งหมด ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอนแขวนลอย ความชุ่ม และสีของน้ำ ด้วยการแทนค่า ปริมาณน้ำฝนในสมการความสัมพันธ์ปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่า จากนั้นแทนค่า ปริมาณน้ำท่าในสมการความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนแขวนลอย แล้วแทนค่า ปริมาณตะกอนในสมการความสัมพันธ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยกับความชุ่ม และแทนค่า ความชุ่มในสมการความสัมพันธ์ความชุ่มกับสีของน้ำ ทั้ง 4 สถานี 16 สมการความสัมพันธ์

ต่อจากนั้นทดสอบสมมุติฐานโดยใช้การทดสอบแบบไคสแควร์ เพื่อทดสอบความแม่นยำของสมการที่สร้างขึ้น เมื่อได้ค่าจากการคำนวณไคสแควร์ ต่อจากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับค่าไคสแควร์ในตาราง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสรุปผลการศึกษา

นำสีของน้ำจากปริมาณตะกอนแขวนลอยมาเทียบและปรับสีในระบบมันเชลล์ และสรุปผลการศึกษาทั้งหมด รวมถึงข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้ด้วย