บทที่ 2

ระเบียบวิธีการวิจัย

2.1 ระเบียบวิธีปฏิบัติ

โครงการย่อย 1

1. เก็บรวบรวมข้อมูลพิกัดของระบบผลิตน้ำประปาหลักและแหล่งน้ำดิบประปาในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
2. จัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของโรงผลิตน้ำประปาหลักและแหล่งน้ำดิบประปาในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
3. วิเคราะห์ข้อมูลและเลือกจุดเก็บน้ำตัวอย่างของแหล่งน้ำดิบประปาในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
4. เก็บน้ำตัวอย่างและ นำน้ำตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางแบคทีเรีย
5. จัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางแบคทีเรียของน้ำในแหล่งน้ำดิบประปาในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

โครงการย่อย 2

1. วิเคราะห์ข้อมูลและเลือกจุดเก็บน้ำตัวอย่างน้ำบริเวณต้นน้ำ จุดสูบน้ำ และท้ายน้ำของระบบผลิตประปาบริเวณลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาจากผลการทดลองโครงการย่อย 1
2. เลือกระบบผลิตน้ำประปาที่ทำการศึกษา
3. จุดเก็บตัวอย่างน้ำได้แก่ อ่างเก็บน้ำสะเดา อ่างเก็บน้ำคลองหลา บริเวณต้นน้ำต้นน้ำคลองอู่ตะเภา 1 จุด ได้แก่ บ้านม่วงก็อง บริเวณคลองอู่ตะเภาช่วงกลาง 1 จุด ได้แก่ บ้านบางศาลา จุดสูบน้ำดิบประปาจากคลองอู่ตะเภา 1 จุด บริเวณท้ายน้ำคลองอู่ตะเภา 1 จุดได้แก่ บ้านหาดใหญ่ใน ซึ่งทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง
4. เก็บน้ำตัวอย่างจากแหล่งน้ำในข้อที่ 2 บริเวณต้นน้ำ จุดสูบน้ำ และท้ายน้ำของระบบผลิตประปาและนำน้ำตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ความขุ่น (turbidity) ของแข็งแขวนลอย (suspended solids) อุณหภูมิ (temperature) ปริมาณตะกอน (sediment) ความเป็นกรดเป็น

ด่าง (pH) ความเป็นกรด (acidity) ความเป็นด่าง (alkalinity) ออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) ไนเตรต (NO_3) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform bacteria) และแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมด (fecal coliform bacteria)

5. โอกาสการเกิดสารไตรฮาโลมีเทนในน้ำบริเวณต้นน้ำ จุดสูบน้ำ และท้ายน้ำของระบบผลิตประปาประเมินโดยการวิเคราะห์สารอินทรีย์คาร์บอนละลาย (dissolved organic carbon) โอกาสการก่อตัวของสารไตรฮาโลมีเทน (trihalomethane formation potential), ultraviolet adsorption at wavelength 254 nm, fluorescent Excitation emission matrix, สารอินทรีย์กลุ่มไม่ชอบน้ำ (hydrophobic organic fractions) และสารอินทรีย์กลุ่มชอบน้ำ (hydrophilic organic fractions)
6. เก็บตัวอย่างน้ำประปาและนำน้ำตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ ความขุ่น (turbidity) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นกรด (acidity) ความเป็นด่าง (alkalinity) ออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) สารไตรฮาโลมีเทน สารอินทรีย์คาร์บอนละลาย (dissolved organic carbon) ultraviolet adsorption at wavelength 254 nm, fluorescent excitation-emission matrix, สารอินทรีย์กลุ่มไม่ชอบน้ำ (hydrophobic organic fractions; HPO) และสารอินทรีย์กลุ่มชอบน้ำ (hydrophilic organic fractions; HPI)

โครงการย่อย 3

<u>การทดลองส่วนที่ 1: การตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์เบื้องต้นและจำแนกสารอินทรีย์ในน้ำก่อนกระบวนการลดสารอินทรีย์</u>

1. เก็บตัวอย่างน้ำจากคลองอู่ตะเภาและน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำสะเดา จำนวน 2 ครั้งใน 1 ปี จะได้ตัวแทนของทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง
2. น้ำตัวอย่างมากรองผ่านกระดาษกรอง GF/F (Ø 0.7 μm) แล้วนำมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ได้แก่ DOC UV-254 SUVA และ FEEM
3. น้ำตัวอย่างจากข้อ (2) ที่ผ่านการกรองส่วนที่เหลือไปผ่านกระบวนการ Freeze-drying เพื่อทำให้เป็นผงแล้วนำไปวิเคราะห์โดย FT-IR spectrophotometer
4. น้ำตัวอย่างอีกส่วนจากข้อ (2) จะถูกปรับ pH ให้มีค่าใกล้เคียงกับ 2 แล้วนำไปแยกสารอินทรีย์ธรรมชาติด้วยกระบวนการ Resin Fractionation โดยใช้ DAX-8/XAD-4 resin ใช้เพื่อแยกสารอินทรีย์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม Hydrophobic Transphilic และ Hydrophilic
5. วิเคราะห์ค่า DOC UV-254 SUVA THMFP และ FEEM ของสารอินทรีย์ทั้งสามกลุ่มที่ทำการแยกออกมาจากข้อ (4)

การทดลองส่วนที่ 2: กระบวนการการลดสารอินทรีย์ด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน และเมมเบรน

1. การลดสารอินทรีย์ขั้นต้นด้วยการโคแอกกูเลชันเปรียบเทียบกับกระบวนการเมมเบรน Microfiltration

2.1.1 กระบวนการโคแอกกูเลชัน

1) ทำการทดลองโคแอกกูเลชันน้ำตัวอย่างโดยใช้สารความเข้มข้นของสาร PACl ที่แตกต่างกัน 6 ค่า (ช่วงความเข้มข้น 3-20 mg/L สำหรับตัวอย่างน้ำดิบอ่างเก็บน้ำสะเดา และ 10-50 mg/L สำหรับตัวอย่างน้ำดิบจุดสูบน้ำดิบประปาคลองอู่ตะเภา) และควบคุมค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 7 (กมลนาวิน, 2552)
2) นำน้ำใสที่ผ่านการทดลองโคแอกกูเลชันไปกรองผ่านกระดาษกรอง GF/F (Ø 0.7 μm) แล้ววิเคราะห์ค่า DOC UV-254 SUVA
3) เลือกสภาวะที่กำจัดสารอินทรีย์ได้ดีที่สุดในค่าปริมาณ PACl ที่เหมาะสมทำการทดลองต่อไป
4) ทำการทดลองโคแอกกูเลชันน้ำดิบประปาโดยใช้สารความเข้มข้นของสาร PACl ที่สภาวะที่ดีที่สุดและควบคุมค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ได้จากข้อ (3) อีกครั้ง
5) นำน้ำใสที่ผ่านการทดลองโคแอกกูเลชันจากข้อ (4) ไปกรองผ่านกระดาษกรอง GF/F แล้วไปวิเคราะห์ค่า DOC UV-254 SUVA FEEM และแยกกลุ่มของสารอินทรีย์กลุ่ม Hydrophobic และ Hydrophilic ตลอดจนนำไปผ่านกระบวนการ Freeze-drying ก่อนนำไปวิเคราะห์ FT-IR spectrophotometer

2.1.2 กระบวนการเมมเบรนไมโครฟิลเตรชัน (MF)

1) ทำการทดลองน้ำตัวอย่างด้วยกระบวนการ MF (pore size 0.1 μm)
2) น้ำที่ผ่านระบบกรองนำมาวิเคราะห์ค่า DOC UV-254 SUVA FEEM และแยกกลุ่มของสารอินทรีย์กลุ่ม Hydrophobic และ Hydrophilic ตลอดจนนำไปผ่านกระบวนการ Freeze-drying ก่อนนำไปวิเคราะห์ FT-IR spectrophotometer
3) ทำการประเมินความเหมาะสมของน้ำตัวอย่างที่ผ่านการบำบัดขั้นตอนด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน และ กระบวนการ MF ด้วยการวิเคราะห์ค่า SDI เพื่อประเมินการเลือกกระบวนการอัลตราฟิลเตรชัน (UF) (pore size 0.008 μm) ก่อนเข้ากระบวนการนาโนฟิลเตรชัน (NF)

2.1.3 กระบวนการเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชัน (UF) (กรณีเลือกเป็นกระบวนการบำบัดขั้นต้นร่วม)

1) ทำการทดลองน้ำตัวอย่างด้วยกระบวนการUF (pore size 0.008 μm)
2) น้ำที่ผ่านระบบกรองนำมาวิเคราะห์ค่า DOC UV-254 SUVA FEEM และแยกกลุ่มของสารอินทรีย์กลุ่ม Hydrophobic และ Hydrophilic ตลอดจนนำไปผ่านกระบวนการ Freeze-drying ก่อนนำไปวิเคราะห์ FT-IR spectrophotometer

2. การเพิ่มประสิทธิภาพการลดสารอินทรีย์ด้วยการบำบัดขั้นต้นร่วมกับกระบวนการ NF

1) กระบวนการ NF (hybrid process) โดยมีกระบวนการโคแอกกูเลชันร่วมกับ MF (pore size 0.1 μm) และ/หรือ UF (pore size 0.008 μm) เป็นการบำบัดขั้นต้น
2) น้ำที่ผ่านระบบกรองข้อ 2.2(1) นำมาวิเคราะห์ค่า DOC UV-254 SUVA THMFP FEEM และแยกกลุ่มของสารอินทรีย์กลุ่ม Hydrophobic และ Hydrophilic ตลอดจนนำไปผ่านกระบวนการ Freeze-drying ก่อนนำไปวิเคราะห์ FT-IR spectrophotometer

การทดลองส่วนที่ 3: การศึกษาผลของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน กระบวนการไมโครฟิลเตรชัน และกระบวนการอัลตราฟิลเตรชัน ร่วมกับกระบวนการนาโนฟิลเตรชัน

1. ตรวจวัดค่าฟลักซ์ของน้ำตัวอย่างที่ผ่านเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชัน ควบคุมแรงดันที่เหมาะสม
2. ตรวจวัดค่าฟลักซ์ของน้ำตัวอย่างผ่านเมมเบรนนาโนฟิลเตรชัน ควบคุมแรงดันที่เหมาะสม และอุณหภูมิ 25°C
3. ศึกษาลักษณะการอุดตันที่ผิวหน้าของเมมเบรนนาโนฟิลเตรชัน ด้วยเทคนิค Scanning Electron Microscope (SEM)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ Trihalomethane Formation Potential (THMFP)

การวิเคราะห์ THMFP สำหรับทุกตัวอย่างน้ำ ใช้วิธีดังระบุใน Standard method 5710 B การทดสอบคลอรีนที่ 7 วัน ด้วยสารละลาย sodium hypochlorite มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปรับ pH ของตัวอย่างน้ำให้อยู่ในช่วง 7±0.2 โดยใช้ H_2SO_4 และ NaOH
2. เติม 1 ml phosphate buffer solution สำหรับตัวอย่างน้ำ 50 ml
3. นำตัวอย่างน้ำเข้าตู้บ่มอุณหภูมิที่ปิดทึบ ที่อุณหภูมิ 25±2 °C ในขวดสีชาปิดด้วยฝา PTEE เป็นเวลา 7 วัน

4. ทดสอบคลอรีนตกค้างที่เวลา 7 วัน ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยตัวอย่างต้องมีค่าคลอรีนเหลืออยู่ในค่าระหว่าง 3-5 mg/L
5. Extract THM ด้วย pentane ตามวิธีที่ระบุใน Standard method 6232 B
6. วิเคราะห์ THMs ด้วยเครื่อง GC ECD detector (HP 6890 series)

โครงการย่อย 4

1. การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำของคลองอู่ตะเภา จากข้อมูลทุติยภูมิ
2. จัดลำดับความสำคัญของพื้นที่คลอง โดยพิจารณา การใช้ประโยชน์และความรุนแรงของสภาพปัญหา เพื่อเลือกพื้นที่ศึกษา
3. กำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่ทำการศึกษา
4. กำหนดองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีและสารสนเทศภูมิศาสตร์
5. สร้าง feedback loop และ causal loop diagram เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยในระบบของออกซิเจนละลาย โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิและการตรวจวัดจริงภาคสนามในขอบเขตที่ทำการศึกษา
6. สร้างโมเดลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
7. ทดสอบระบบโดยการจำลองสถานการณ์ที่มีการแกว่งไกวของปัจจัยในระบบ
8. เสนอแนะแนวทางการจัดการคุณภาพน้ำในคลองอู่ตะเภาจากผลการวิเคราะห์พลวัตระบบออกซิเจนละลาย