

บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการ “การดูดซับและการคายตัวแบบแข่งขัน การกระจายตัวและการจำลองการเคลื่อนตัวของโลหะหนักในชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำและชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นในพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อประเมินและคาดการณ์การปนเปื้อนของโลหะหนักกรณีศึกษาบ้านหัวเรือ จังหวัดอุบลราชธานี”

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรรมเพื่อต้องการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นจึงมีการใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงในปริมาณที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากเคมีเกษตรสู่ดินและน้ำบาดาลในที่สุด ในปุ๋ยเคมีมีโลหะหนักบางชนิดเป็นองค์ประกอบ จึงมีการสะสมอยู่ในดินและถูกชะล้างลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ดังนั้นในพื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรมเป็นเวลานานย่อมมีการสะสมตัวของโลหะหนักในดินอยู่ในปริมาณสูงและเสี่ยงต่อการชะละลายของโลหะหนักที่สะสมอยู่ลงสู่แหล่งน้ำบาดาล วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่ออธิบายกระบวนการที่ซับซ้อนของการดูดซับและเคลื่อนตัวของโลหะหนักในดินสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น และเพื่อคาดการณ์โอกาสเสี่ยงในการปนเปื้อนสู่ธรรมชาติ ตลอดจนอธิบายพฤติกรรมของการเคลื่อนตัวและ binding form ของโลหะหนักด้วยการทดลองการดูดซับและการคายตัวของโลหะหนักในสภาวะที่มีการแข่งขันในการทดลองแบบเบตาและการสกัดลำดับส่วน (BCF sequential extraction) รวมทั้งเพื่อทราบลักษณะของพันธะของโลหะหนักบนดิน ซึ่งบ่งบอกความสามารถในการถูกชะละลายสู่ธรรมชาติที่แตกต่างกัน และใช้ผลของการทดลองดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ในการอธิบายการเคลื่อนตัวของโลหะหนักแบบพลศาสตร์ในธรรมชาติ และโอกาสเสี่ยงของการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น และท้ายสุดคาดการณ์การเคลื่อนตัวของโลหะหนักสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมระหว่างแบบจำลองที่จำลองการเคลื่อนตัวของโลหะหนักจากชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำสู่ชั้นน้ำบาดาล (HDFUS-1D) และแบบจำลองที่จำลองการไหลและการเคลื่อนตัวของโลหะหนักในชั้นน้ำบาดาล (MODFLOW/MT3D) เพื่อให้การจำลองการเคลื่อนตัวของโลหะหนักมีความครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจและวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในดินและน้ำบาดาลระดับตื้นในพื้นที่เกษตรกรรม
2. ประเมินความเสี่ยงในการชะละลายของโลหะหนักในดินลงสู่แหล่งน้ำบาดาลระดับตื้น
3. จำลองการปนเปื้อนสู่ระบบชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นโดยพิจารณาโซนที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ

3. ระเบียบวิธีวิจัย

1. จำนวนงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในงานวิจัย
2. สืบราคาเอกสารเพื่อกำหนดตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาโดยกำหนดไว้เป็น 2 กลุ่มพื้นที่ ได้แก่ บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่อยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมและนอกพื้นที่เกษตรกรรมในตำแหน่งเอน้ำและท้ายน้ำของพื้นที่เกษตรกรรมจำนวนทั้งสิ้น 12 บ่อสังเกตการณ์ (กระจายรอบพื้นที่ที่มีการกระจายตัวของพื้นที่เกษตรกรรมนั้น)

3. เก็บตัวอย่างดินทั้งแบบทำลายโครงสร้างตัวอย่าง (disturbed soil sampling) และแบบไม่ทำลายโครงสร้างตัวอย่าง (undisturbed soil sampling) ทั้งในพื้นที่เกษตรกรรมจำนวน 20 ตัวอย่าง แบบสุ่มทั้งนี้ใช้เป็นตัวแทนได้เนื่องจากแผนที่แสดงชนิดดินพบว่าพื้นที่บริเวณนี้มีชนิดของดินไม่เกิน 3 ชนิด และใช้ hand auger เก็บตัวอย่างของดินตามความลึกประมาณ 1 เมตรเพื่อทราบลักษณะการกระจายตัวของโลหะหนักในแนวตั้ง โดยเฉพาะพื้นที่ที่พบโลหะหนักในน้ำบาดาลสูง 3 จุดจุดละ 1 เมตรเนื่องจากระดับน้ำบาดาลบริเวณนี้เฉลี่ย

ประมาณ 1 เมตร ตัวอย่างดินที่ได้นำมาใช้สำหรับการทดลองการดูดซับ/การคายตัว (sorption/desorption) และ BCR sequential extraction และเพื่อใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของดิน และอธิบายที่มาของการปนเปื้อนจากปริมาณโลหะหนักที่มีรูปแบบสัดส่วน (fractionation) ที่ต่างกันตามความลึก

4. หาสสมการและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่อธิบายคุณสมบัติของดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (variably saturated zone) โดยใช้โปรแกรม RETC

5. เก็บตัวอย่างน้ำบาดาลในพื้นที่เกษตรกรรมหนาแน่นและพื้นที่นอกเขตเกษตรกรรมหนาแน่นเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน (Background) ในการเปรียบเทียบกันทั้งในช่วงหน้าฝนและหน้าแล้ง

6. ตรวจวัดระดับน้ำในบ่อบาดาลทั้งในหน้าฝนและหน้าแล้งเพื่อทราบทิศทางการไหล ของน้ำบาดาลระดับตื้น

7. จัดทำแผนที่แสดงระดับน้ำหรือทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับชั้นตื้นในช่วงเวลาต่างๆ

8. ทดลอง BCR sequential extraction เพื่อทราบ binding form ของการดูดซับของโลหะหนักแต่ละชนิดในดินทั้งในพื้นที่เกษตรกรรมและนอกพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อประเมินโอกาสที่โลหะหนักจะถูกชะละลายสู่ดินและน้ำบาดาล

9. ทดลองแบบแบดท์เพื่อหาคุณสมบัติในการดูดซับและการคายตัวของโลหะหนัก

10. สร้างแบบจำลองเชิงมโนทัศน์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

11. คาดการณ์การเคลื่อนตัวของโลหะหนักในดินและในน้ำบาดาลระดับตื้น

12. วิเคราะห์และประเมินผลการสำรวจทั้งหมดจากข้อมูลต่างๆ ที่มีเพื่อสรุปผลการวิจัย

13. สรุปผลและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบบทความทั้งการประชุมวิชาการและวารสารวิชาการ

4. ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าทิศทางการไปของน้ำบาดาลหลักไหลจากด้านทิศเหนือ (พื้นที่อ่างเก็บน้ำ) ของพื้นที่ลุ่มต่ำใต้ผ่านพื้นที่ที่ทำการเกษตรหนาแน่น ความลึกเฉลี่ยของระดับน้ำบาดาลประมาณ 2.85 เมตรจากระดับพื้นผิวดิน ค่าพีเอชของน้ำบาดาลเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ย 4.71 ซึ่งมีสภาพความเป็นกรดโดยเฉพาบางบ่อที่มีค่าพีเอชต่ำกว่า 4 ค่าเฉลี่ยของโลหะหนักที่ตรวจพบในบ่อบาดาลในพื้นที่ที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลสำหรับ As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni and Zn แต่สำหรับ Pb ตรวจพบว่ามีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานน้ำบาดาลใน 4 บ่อซึ่งอยู่ในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยประมาณ $16.66 \pm 18.52 \mu\text{g/l}$ ในการศึกษาการดูดซับและคายตัวของโลหะหนักได้เลือกศึกษาเฉพาะ Cu และ Pb เนื่องจากตรวจพบในปริมาณค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับโลหะหนักชนิดอื่นๆ และเป็นโลหะหนักที่มีความเป็นพิษ ผลการศึกษาการดูดซับและการคายตัวพบว่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของทองแดงและตะกั่วเท่ากับ 0.0004 L/kg และ 0.043 L/kg และสัมประสิทธิ์การดูดซับของทองแดงและตะกั่วเท่ากับ 0.0003 L/kg และ 0.0008 L/kg จากผลดังกล่าวสามารถกล่าวได้ว่าตะกั่วจะถูกหน่วงไว้ในดินได้ดีกว่าทองแดงและเคลื่อนที่สู่น้ำบาดาลได้ช้ากว่า และเมื่อพิจารณาผลรวมระหว่าง exchangeable fraction (F1) และ reducible fraction (F2) ซึ่งสามารถประเมินโอกาสที่โลหะหนักจะปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย กล่าวคือศักยภาพในการเคลื่อนตัว (mobility potential) มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ Zn (66.85%) > Cu (59.47%) > Pb (53.34%) > As (27.85%) นอกจากนี้ยังพบว่า Cu และ Zn มีค่าผลรวมของ F1 และ F2 สูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์เกือบทุกจุดที่ทำการสำรวจ ผลการจำลองการเคลื่อนตัวของโลหะหนักโดยใช้แบบจำลองร่วมระหว่าง HYDRUS-1D และ MODFLOW ซึ่งได้ข้อมูลนำเข้าจากรทดลองการดูดซับที่ได้จากการทดลองแบบแบดท์มาใช้เป็นค่าเริ่มต้นพบว่าที่เปอร์เซ็นต์ไทด์ที่ 25, 50, 75 และ 99 มีค่าปริมาณ Pb เท่ากับ 11.50, 34.15, 54.97 and 212.37 $\mu\text{g/L}$ และปริมาณ Cu เท่ากับ 14.86, 35.52, 59.11 and 283.99 $\mu\text{g/L}$ ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณของ Cu และ Pb ที่เปอร์เซ็นต์ไทด์ที่ 25, 50, 75 และ 99 ของปริมาณโลหะดังกล่าวที่ได้จากการสำรวจภาคสนามทั้ง 4 ครั้ง

ในช่วงศึกษาวิจัย จากการศึกษาที่เสนอแนะให้มีการติดตามตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในพื้นที่ศึกษาต่อเนื่อง ตลอดจนพื้นที่อื่นๆ ที่มีสภาพใกล้เคียงกัน ตลอดจนจำเป็นที่ต้องการศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงทางด้านสุขภาพของเกษตรกรที่ดื่มน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาต่อไป