บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

อย่างที่เราทราบว่าประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พื้นที่กว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของประเทศใช้เพื่อการเกษตรกรรม ดังนั้นจึงมีการนำน้ำมาใช้เพื่อการเกษตรมากขึ้น ปริมาณการใช้น้ำของไทยในปี 2549 พบว่ามีการใช้น้ำในการเกษตรกรรมถึง 61% ซึ่งเป็นภาคส่วนที่ใช้น้ำมากที่สุด (รูปที่ 1.1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชนบทหรือชุมชนขนาดเล็กส่วนใหญ่ที่นอกเขตชลประทานซึ่งใช้น้ำเพื่อการบริโภคมากขึ้นเพราะเชื่อว่าแหล่งน้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำที่มีความสะอาดมากกว่าแหล่งน้ำบนผิวดิน และเพื่อต้องการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นจึงมีการใช้น้ำบาดาลปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงในปริมาณที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากเคมีเกษตรสู่ดินและน้ำบาดาลในที่สุด ในปุ๋ยเคมีมีโลหะหนักบางชนิดเป็นองค์ประกอบ (Eugenia et al.,1995; Ma et al., 2010) โลหะหนักเป็นสารที่คงตัวไม่สามารถสลายตัวได้ในกระบวนการทางธรรมชาติจึงมีการสะสมอยู่ในดินและถูกชะล้างลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ดังนั้นในพื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรมเป็นเวลานานย่อมมีการสะสมตัวของโลหะในดินอยู่ในปริมาณสูงและเสี่ยงต่อการชะละลายโลหะหนักที่สะสมอยู่ลงสู่แหล่งน้ำบาดาล (Merian,1991) ทำให้น้ำในบริเวณนั้นมีความเป็นพิษต่อการอุปโภคบริโภคของคนและสิ่งมีชีวิต และการถูกดูดกลับโดยพืชที่ปลูกในบริเวณนั้นจะนำไปสู่การปนเปื้อนในระบบห่วงโซ่อาหาร นอกจากนี้ในสภาวะที่มีความเป็นกรดสูง (ค่าพีเอชต่ำ) จะยิ่งส่งเสริมให้โลหะหนักที่ตกค้างอยู่มีความสามารถในการดูดซับลดลงและสามารถเคลื่อนตัวสู่น้ำบาดาลได้เร็วขึ้น (Chen et al., 2010) สำหรับความเป็นพิษของโลหะหนักขึ้นอยู่กับรูปแบบทางเคมีของสารประกอบของโลหะหนักแต่ละชนิดและเส้นทางที่ร่างกายได้รับเข้าไปไม่ว่าทางระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหารและผิวหนัง ตะกั่วส่วนใหญ่จะจับอยู่กับเม็ดเลือดแดง มีผลในการยับยั้งเอ็นไซม์ที่เกี่ยวกับการสร้างเม็ดเลือดแดง นอกจากนี้ตะกั่วยังมีผลต่อตับ หัวใจและเส้นเลือด ภาวะเจริญพันธุ์ โครโมโซม และก่อให้เกิดโรคมะเร็ง และความพิการแต่กำเนิดอีกด้วย และทองแดงทำให้เกิดการระคายเคืองและอักเสบที่ตา ระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหารและประสาทรสสัมผัสเสีย และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง เป็นต้น (Sawyer et al., 2003)

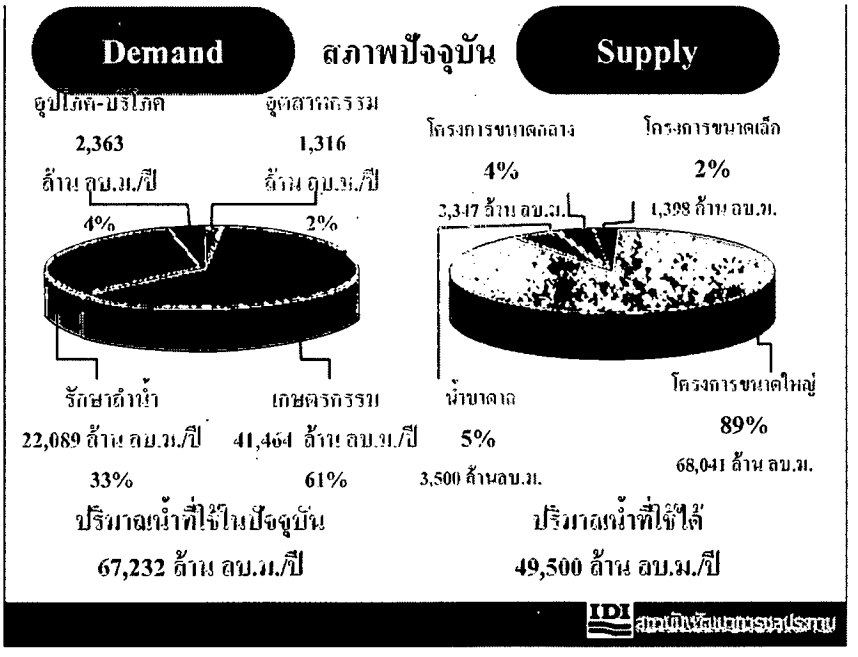
พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในบริเวณตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี (รูปที่ 1.2) เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการปลูกพริกและข้าวเป็นจำนวนมากเป็นเวลากว่า 30 ปี และได้มีการใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงหลายชนิด ในบริเวณพื้นที่ศึกษามีบ่อน้ำบาดาลกระจายอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ดังกล่าว และจากการสำรวจภาคสนามเบื้องต้น พบว่ามีเกษตรกรบางรายได้อุปโภคบริโภคน้ำจากบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่เกษตรกรรมโดยตรง จากผลการศึกษาของ Srithongdee et al. (2009) พบว่าค่าพีเอชในน้ำบาดาลระดับตื้นมีสภาพเป็นกรดมีค่าอยู่ระหว่าง 3.70-4.80 ซึ่งเป็นปัจจัยที่เสี่ยงต่อต่อการชะละลายของโลหะหนักจากสารเคมีเกษตรสู่ดินและน้ำบาดาลระดับตื้นได้ง่ายขึ้น (Chen et al., 2010) พื้นที่ในภาคอีสานมีลักษณะสภาพดินเป็นเลนร่วนปนทรายซึ่งน้ำฝนที่ตกลงมาหรือน้ำจากการชลประทานเซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นได้ค่อนข้างดี ดังนั้นปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นส่งเสริมให้พื้นที่ศึกษา

มีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนโลหะหนักและจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาเพื่อประเมินและคาดการณ์การปนเปื้อนของโลหะหนักในพื้นที่ดังกล่าว

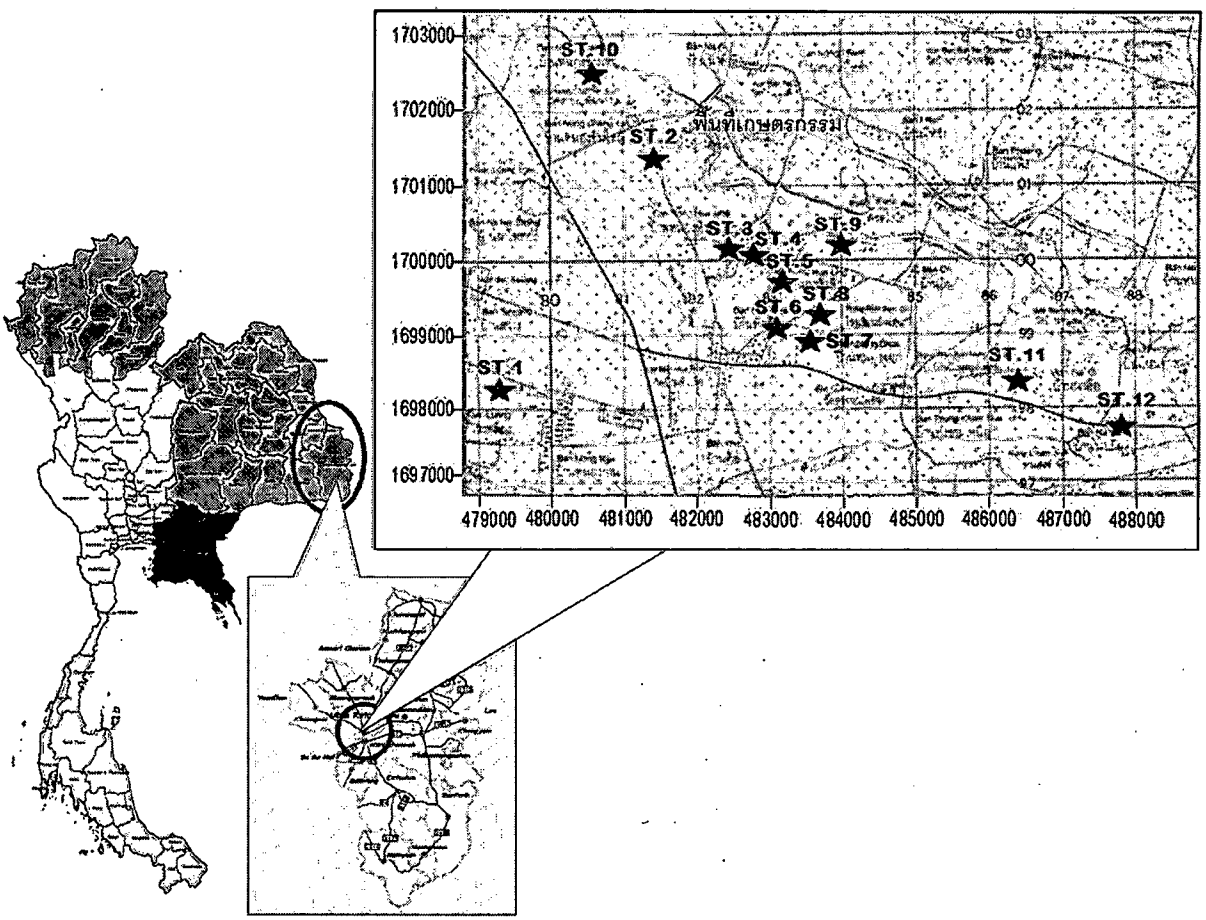
การอธิบายพฤติกรรมของการกระจายตัวและการเคลื่อนตัวของโลหะหนักเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนในดินและน้ำบาดาล และหาแนวทางในการป้องกันหรือฟื้นฟูพื้นที่ที่เหมาะสมมีความสำคัญอย่างยิ่ง หากแต่ในการศึกษาในอดีตจะศึกษาการดูดซับของโลหะเพียงชนิดเดียวบนดินโดยไม่คำนึงผลของโลหะชนิดอื่นที่ถูกชะละลายออกมาด้วยกัน (Kookana and Naida., 1998; Li, 2000; Williams et al., 2003; Pang et al., 2004; Miretzky et al., 2006; Yolcubal and Akyol, 2007) แต่ในธรรมชาติเมื่อมีการชะละลายเกิดขึ้น (Leaching) จะมีโลหะหลายชนิดที่ถูกชะละลายออกมาพร้อมๆ กันและเคลื่อนที่สู่ดินและชั้นน้ำบาดาลในที่สุด และปัจจุบันงานวิจัยเพื่อประเมินโอกาสการปนเปื้อนของโลหะหนักจากพื้นที่เกษตรกรรมสู่ดินและน้ำบาดาลของประเทศไทยยังมีน้อยมาก อีกทั้งการประเมินการปนเปื้อนของโลหะหนักโดยส่วนใหญ่เป็นเพียงการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติเพื่อหาค่าปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในดิน ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวไม่สามารถนำผลมาพิจารณาโอกาสเสี่ยงในการเคลื่อนตัว (potential mobility) และปริมาณที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำเข้าสู่ร่างกายได้ (bioavailability) (Sayen et al., 2009) นอกจากนี้ไม่สามารถอธิบายกลไกของการเคลื่อนตัวของโลหะหนักในกรณีที่เกิดการชะละลายของโลหะหนักพร้อมๆ กัน และมีความคลาดเคลื่อนในการนำมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์โอกาสเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ดังนั้นเพื่อสามารถอธิบายกระบวนการที่ซับซ้อนของการดูดซับและเคลื่อนตัวของโลหะหนักในดินสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น และเพื่อคาดการณ์โอกาสเสี่ยงในการปนเปื้อนสู่ธรรมชาติ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและประเมินการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินและน้ำบาดาลระดับตื้นด้วยการทดลองการดูดซับและการคายตัวของโลหะหนักในสภาวะที่มีการแข่งขัน (Competitive sorption/desorption) ในการทดลองแบบแบตท์ (Batch experiment) และ BCR sequential extraction (Keivan et al.,2009) รวมกันเพื่อทราบ binding forms ของโลหะหนักชนิดนั้นๆ บนดิน ซึ่งได้แก่ exchangeable fraction, Fe-Mn oxides fraction, organically complexed fraction และresidual ซึ่งแต่ละส่วน (Fraction) มีความสามารถในการถูกชะละลายสู่ธรรมชาติแตกต่างกัน และใช้ผลของการทดลองดังกล่าวเป็นตัวชี้วัด (indicator) ในการอธิบายการเคลื่อนตัวของโลหะหนักแบบพลศาสตร์ในธรรมชาติ (Heavy metal dynamic) และประเมินโอกาสเสี่ยงของการเคลื่อนตัวของโลหะหนักจากดินสู่น้ำบาดาลระดับตื้น (potential mobility) และท้ายสุดคาดการณ์การเคลื่อนตัวของโลหะหนักสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วม (Coupled model) ระหว่างแบบจำลองที่จำลองการชะลายและการเคลื่อนตัวของโลหะหนักจากชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (HYDRUS-1D) ร่วมกับแบบจำลองที่จำลองการไหลและการเคลื่อนตัวของโลหะหนักในน้ำใต้ดินในชั้นน้ำบาดาล (MODFLOW/MT3D) เพื่อให้การจำลองการเคลื่อนตัวของโลหะหนักมีความครบถ้วนสมบูรณ์ขึ้น เนื่องจากข้อจำกัดประการหนึ่งของแบบจำลอง MODFLOW/MT3D ซึ่งเป็นแบบจำลอง 3 มิติที่นิยมในการจำลองการเคลื่อนตัวของมลสารในปัจจุบันมีความจำกัดในการจำลองในชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำซึ่งมีผลอย่างมีนัยสำคัญในการประเมินการปนเปื้อนของมลสารจากผิวดินสู่ชั้นน้ำบาดาล (Chotpantarat et al., 2009) ในการจำลองจะใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลอง competitive sorption/desorption และคุณสมบัติเฉพาะของชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวน้ำ (Soil Water Characteristic Curve, SWCC)

ของดินในพื้นที่ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของดิน และความดัน (Suction pressure) เพื่อประเมินการเคลื่อนตัวของโลหะหนักจากผิวดินสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น ประโยชน์จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้ในการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในพื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆในประเทศ อย่างเป็นระบบและอธิบายกลไกการเคลื่อนตัวของโลหะหนักจากดินสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น ตลอดจนประยุกต์การใช้แบบจำลองร่วมกันของ HYDRUS-1D และ MT3D ในพื้นที่อื่นๆ และใช้ข้อมูลจากผลการศึกษาเพื่อหามาตรการในการฟื้นฟูพื้นที่ที่ปนเปื้อนที่เหมาะสมและประเมินความเสี่ยงเชิงสุขภาพของเกษตรกรในพื้นที่ต่อไป



รูปที่ 1.1 ปริมาณความต้องการการใช้น้ำของประเทศไทยในภาคส่วนต่างๆ ปี 2549
ที่มา: สถาบันพัฒนาการชลประทาน, 2549



รูปที่ 1.2 พื้นที่ศึกษา ตำบลหัวเรือ จังหวัดอุบลราชธานี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อสำรวจและวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในดินและน้ำบาดาลระดับตื้นในพื้นที่เกษตรกรรม
2. ประเมินความเสี่ยงในการชะละลายของโลหะหนักในดินลงสู่แหล่งน้ำบาดาลระดับตื้น
3. จำลองการปนเปื้อนสู่ระบบชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นโดยพิจารณาโซนที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ