โครงการสำรวจการกระจายตัวและแหล่งที่มาของการปนเปื้อนโลหะหนักในเขตพื้นที่แหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้า ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย : ส่วนที่ 2 มลสารในตะกอนท้องน้ำ

ดร.อรุบล โชติพงศ์ *
ดร.จักรพันธ์ สุทธิรัตน์ **
อนุ กัลลประวิทย์ ***

บทนำ

ปัจจุบันแหล่งแร่ทองคำในประเทศไทยที่มีศักยภาพในเชิงพาณิชย์สำหรับทำเหมืองแร่ทองคำมีอยู่ 2 พื้นที่ โดยบริษัทที่เข้ามาเปิดดำเนินการมี 2 บริษัท ได้แก่ บริษัท อัครามินิ่ง จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดพิจิตร และจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีการได้เข้ามาสำรวจแหล่งแร่ทองคำตั้งแต่ปี พ.ศ.2538 และได้เปิดดำเนินการจนถึงปัจจุบัน ส่วนอีกบริษัท ได้แก่ บริษัท ทุ่งคำ จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดเลย ได้เริ่มขอประทานบัตรในบริเวณพื้นที่ภูทับฟ้า ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ในปี พ.ศ.2538 แต่กระทรวงอุตสาหกรรมได้อนุมัติประทานบัตรการทำเหมืองแร่ในปี พ.ศ.2546 โดยเริ่มเปิดดำเนินการในปี 2549 จนถึงปัจจุบัน

การติดตามเรื่องผลกระทบอันเกิดจากการประกอบกิจการเหมืองแร่ทองคำ พบว่าโอกาสการปนเปื้อนจากการทำเหมืองสามารถกระจายออกจากแหล่งกำเนิดไปได้ทั้งทางดิน ตะกอนท้องน้ำ น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน การที่ต้องทำการติดตามในส่วนของตะกอนท้องน้ำ เนื่องจากโลหะหนักบางส่วนสามารถสะสมในตะกอนท้องน้ำและกระจายสู่แหล่งน้ำได้ การประเมินผลกระทบต่อแหล่งน้ำจากกิจกรรมของมนุษย์จะใช้ตะกอนท้องน้ำเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เนื่องจากตะกอนท้องน้ำเป็นแหล่งสะสมมลสารที่สำคัญ โดยใช้ตะกอนท้องน้ำเป็นตัวบ่งชี้แหล่งกำเนิดของมลสาร เส้นทางการเคลื่อนย้าย และแหล่งที่มลสารไปสะสม (Birch et al., 2001)

---

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
** รองศาสตราจารย์ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
*** สำนักบริหารสิ่งแวดล้อม กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

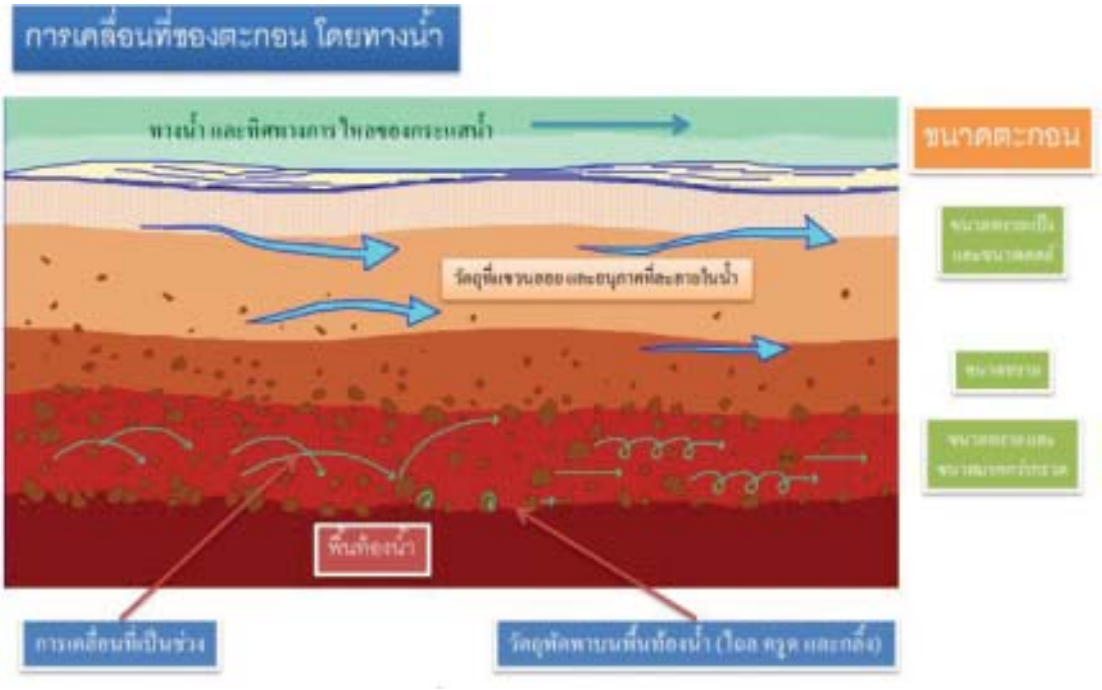
ตะกอนท้องน้ำ

คำจำกัดความของตะกอนท้องน้ำ คือ อนุภาคที่อาจเป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ ซึ่งเกิดจากการพังทลายของดิน หรือการที่หิน แร่ และดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ รวมทั้งโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่เป็นของแข็งถูกกระแสน้ำพัดพามา แล้วสิ่งเหล่านี้ได้ตกตะกอนทับถมบนพื้นท้องน้ำ (มณฑล แก่นมณี, 2553; จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548) ซึ่งการพัดพาของตะกอนท้องน้ำ และการสะสมตัวของตะกอนจะขึ้นอยู่กับ ความเร็วของกระแสน้ำ และชนิดของตะกอนที่ทางน้ำพามา ซึ่งความสามารถในการเคลื่อนที่ของตะกอนมี 3 ลักษณะดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

1) การแขวนลอยและอนุภาคที่ละลายน้ำ วัสดุแขวนลอยส่วนใหญ่เป็นตะกอนขนาดเคลย์ มีขนาดเล็กกว่า 0.004 มิลลิเมตร และอาจมีตะกอนขนาดตะกอนทรายแป้ง (ขนาดระหว่าง 0.004–0.0625 มิลลิเมตร) บ้าง อนุภาคที่ละลายน้ำประกอบด้วย Ca^{2+}, K^{+}, Cl^{-}, SO_4^{2-} และ CO_3^{2-} โดยวัสดุแขวนลอยจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของกระแสน้ำ วัสดุแขวนลอยเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำในทางน้ำขุ่น

2) การเคลื่อนที่เป็นช่วง ส่วนใหญ่เป็นการเคลื่อนที่ของตะกอนขนาดทราย การเคลื่อนที่คล้ายกับตะกอนทรายกระโดดไปตามพื้นท้องน้ำ

3) วัตถุพัดพาบนพื้นท้องน้ำ เป็นการเคลื่อนที่ของตะกอนที่มีขนาดใหญ่มากกว่าตะกอนกรวด มีขนาดมากกว่า 0.0625 มิลลิเมตร เคลื่อนที่โดยการไถล ครูด และกลิ้ง บริเวณพื้นน้ำ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเคลื่อนที่ของตะกอนโดยทางน้ำ
ที่มา : http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub_content.php?content_id=3&content_folder_id=24

การตกตะกอนในทางน้ำ ส่วนมากเกิดขึ้นเมื่อกระแสน้ำที่ไหลในทางน้ำมีความเร็วลดลง กล่าวคือ ทางน้ำที่มีพลังงานไม่สามารถที่จะพาตะกอนขนาดต่าง ๆ ไปกับทางน้ำได้ ทำให้เกิดการตกตะกอนไล่ลำดับตามความเร็วของกระแสน้ำที่ลดลง โดยกรวดจะตกตะกอนก่อนตามด้วยทราย ทรายแป้ง และเคลย์ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

ตะกอนเป็นแหล่งเก็บสะสมมลสารในแหล่งน้ำ ที่สามารถยึดเกาะหรือดูดซับมลสาร โดยเฉพาะโลหะหนัก และนำมลสารไปปลดปล่อยยังที่ได้ไปตกตะกอน (Sirinawin and Sompongchaiyakul, 2005; Ana and Kampbellb,

2003) ดังนั้นโลหะหนักในตะกอนอาจเกิดขึ้นโดยอยู่ในโครงสร้างของตะกอนเอง หรือเกิดขึ้นระหว่างการพัดพาไปสู่ที่ตกตะกอน ซึ่งส่วนนี้จะยึดเกาะกับอนุภาคตะกอนโดยอาศัยการแลกเปลี่ยนไอออน การดูดซึม หรือตกตะกอนร่วม ไม่ได้อยู่ในโครงสร้าง ทำให้โลหะหนักที่สะสมอยู่ในตะกอนสามารถละลายกลับสู่แหล่งน้ำได้ (Forstner and Wittmann, 1983)

การปนเปื้อนของโลหะหนักในตะกอนท้องน้ำมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของดินและหินที่ผุพัง และกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำอุตสาหกรรมต่าง ๆ (Yuana et al., 2014) ซึ่งความเข้มข้นและพฤติกรรมของโลหะหนักในตะกอนถูกควบคุมโดยปัจจัยต่าง ๆ คือ องค์ประกอบของแร่ ลักษณะพื้นผิว ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ สมบัติทางกายภาพและเคมี เช่น พีเอช ปฏิกิริยารีดอกซ์ การละลายของออกซิเจนในน้ำ รวมทั้งอนุภาคแขวนลอย

องค์ประกอบของตะกอน โดยตะกอนที่มีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวมากทำให้ดูดซับไอออนของโลหะหนักได้มากไปด้วย (Zhou et al., 2014)

ผลการติดตามตรวจสอบตะกอนท้องน้ำที่ผ่านมา

ผลการศึกษาของตะกอนท้องน้ำในบริเวณภูทับฟ้าของกรมทรัพยากรธรณี พบว่า ในปี พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548 ความเข้มข้นของสารหนู (As) ในตะกอนท้องน้ำ มีความเข้มข้นสูงกว่าค่ามาตรฐานทุกสถานี และในปี พ.ศ. 2548 ครั้งที่ 1 พบว่า ความเข้มข้นของแมงกานีส (Mn) ในตะกอนท้องน้ำมีความเข้มข้นสูงกว่าค่ามาตรฐานในบริเวณลุ่มน้ำฮวย จำนวน 1 สถานี และในปี พ.ศ. 2548 ครั้งที่ 2 พบบริเวณลุ่มน้ำห้วยเหล็ก จำนวน 1 สถานี ส่วนผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) พบว่าความเข้มข้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกสถานี ซึ่งเป็นการตรวจวิเคราะห์ก่อนการเปิดทำกิจการเหมือง เมื่อเหมืองทองได้เปิดดำเนินการแล้วมีการร้องเรียนจากประชาชนถึงสำนักงานปลัด สำนักนายกรัฐมนตรีในเรื่องการใช้น้ำอุปโภคบริโภค ด้านสุขภาพและการเกษตร ซึ่งปัญหาดังกล่าวยังไม่มีความชัดเจน

การแก้ไขปัญหาผลกระทบจากการประกอบกิจการเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า

ในวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2554 คณะรัฐมนตรีจึงมีมติ ให้กระทรวงอุตสาหกรรมชะลอการขอประทานบัตร... ของบริษัททุ่งคำ แปลงที่ 104/2538 (ภูเหล็ก) และแปลงอื่น ๆ จนกว่าจะได้ข้อสรุปการปนเปื้อน ผลการประเมินความคุ้มค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติและค่าภาคหลวงแร่กับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของชาวบ้านตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน และผลการประเมินผลกระทบด้านสุขภาพ (HIA)

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม ได้รับมอบหมายจากกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ให้ทำการศึกษาวิเคราะห์การแพร่กระจาย สาเหตุของการปนเปื้อนโลหะหนักในเขตพื้นที่แหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้า ต.เขาหลวง อ.วังสะพุง จ.เลย เพื่อกำหนดจุดเฝ้าระวังปัญหาสิ่งแวดล้อม (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2555:452)

ขอบเขตพื้นที่ศึกษาโครงการ

ขอบเขตพื้นที่โครงการศึกษาในครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่กิจกรรมเหมืองและแหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้า ต.เขาหลวง อ.วังสะพุง จ.เลย รวมถึงพื้นที่บางส่วนในลุ่มน้ำฮวย ลุ่มน้ำห้วยผุก และลุ่มน้ำห้วยเหล็ก รวมประมาณ 78.60 ตารางกิโลเมตร

วิธีการศึกษา

1. การเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ

การเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำครอบคลุมพื้นที่ดำเนินกิจกรรมเหมืองและพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 3 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำฮวย ลุ่มน้ำห้วยเหล็ก และลุ่มน้ำห้วยผุก โดยจุดเก็บตัวอย่างมีทั้งหมด 30 ตัวอย่าง ซึ่งแบ่งจุดเก็บตัวอย่างดังนี้

1. จุดที่กรมทรัพยากรธรณีเคยวิเคราะห์ ปี พ.ศ. 2548 12 ตัวอย่าง
2. จุดเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำเพิ่มเติม 18 ตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำรวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง (**กุมภาพันธ์ 2555**) แสดงดัง**รูปที่ 2** โดยจำนวนตัวอย่างตะกอนท้องน้ำทั้งหมด จำนวน 30 ตัวอย่าง เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำฮวย จำนวน 12 ตัวอย่าง ลุ่มน้ำห้วยผุก 12 ตัวอย่าง และลุ่มน้ำห้วยเหล็ก จำนวน 6 ตัวอย่าง

2. วิธีการรักษาสภาพตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ

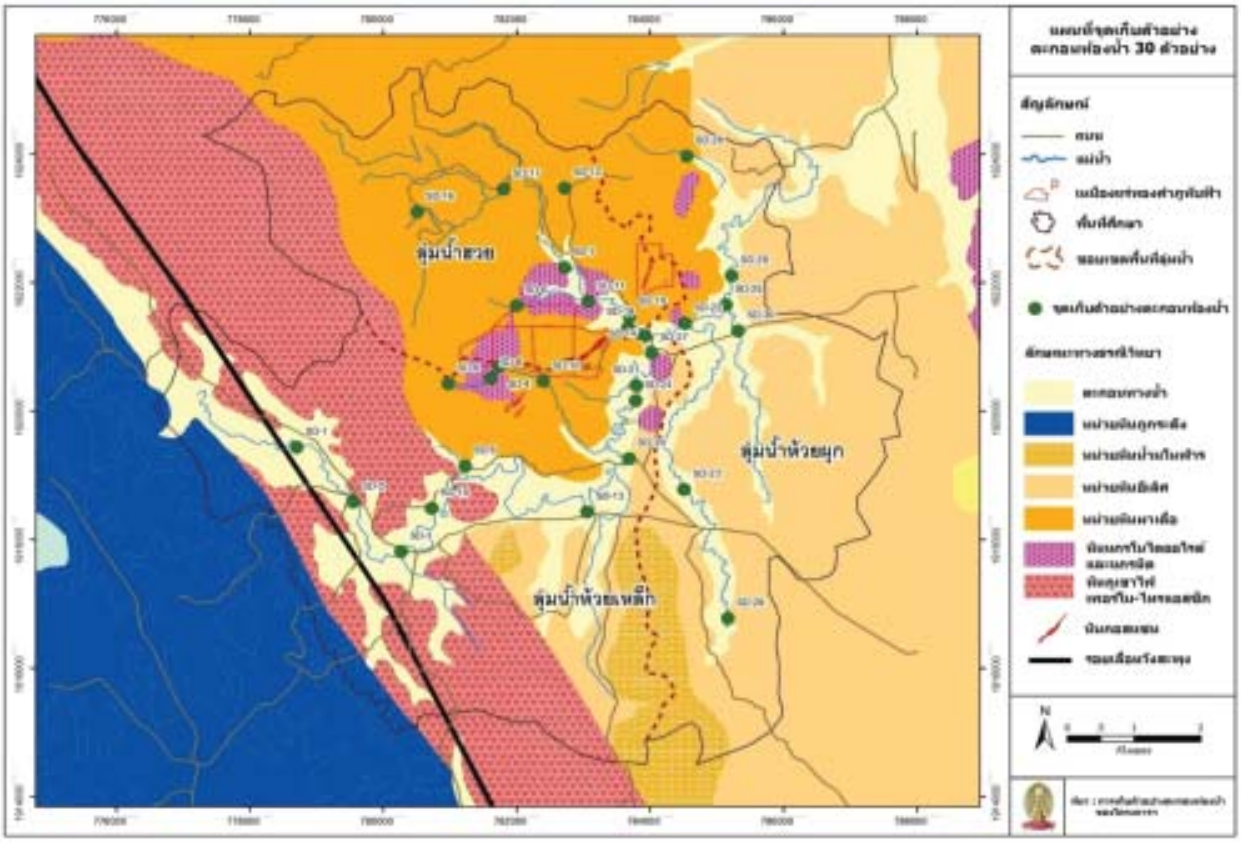
ขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ

1) ขั้นตอนก่อนการเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ

- เลือกทำการเก็บตะกอนท้องน้ำในบริเวณน้ำตื้น (ที่ระดับตะกอนความลึกระหว่าง 0–12 นิ้ว) และบริเวณนั้นต้องมีตะกอนดินชั้นผิวหน้าที่ความลึก 0–6 นิ้ว
- เตรียมน้ำแข็งใส่กล่องรักษาความเย็นสำหรับการเก็บรักษา (preservation) ตัวอย่างตะกอนท้องน้ำให้เพียงพอสำหรับการเก็บตัวอย่าง
- ติดฉลากข้างถุงเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ ลักษณะของฉลากที่ใช้ต้องสามารถกันน้ำได้ และไม่หลุดลุ่ยง่าย
- เขียนฉลากถุงเก็บตัวอย่างน้ำด้วยปากกาชนิดกันน้ำ

2) ขั้นตอนระหว่างเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ

- ทำการเก็บตะกอนท้องน้ำบริเวณผิวหน้าจากใต้ระดับน้ำตื้นทำได้โดยใช้จอบ เสียม พลั่ว ที่ไม่ปนเปื้อน ประมาณ 300 กรัม ดัง**รูปที่ 3**



รูปที่ 2 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำในโครงการฯ

รูปที่ 3 การเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำในพื้นที่ศึกษา

- ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันการสูญหายของตัวอย่างที่เป็นตะกอนดินละเอียด และการปนเปื้อนจากมลสารภายนอก โดยบรรจุตัวอย่างตะกอนท้องน้ำลงในถุงซิปที่เตรียมไว้สำหรับเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ และค่อย ๆ รินน้ำที่อยู่ในตัวอย่างออกจากภาชนะเก็บก่อนทำการปิดผนึก ระบุรายละเอียดตัวอย่างตะกอนท้องน้ำบนฉลากข้างถุงก่อนส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ

3) ขั้นตอนหลังเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ

3.1) ตัวอย่างตะกอนท้องน้ำที่นำไปวิเคราะห์ไซยาไนด์ (CN)

การรักษาสภาพตัวอย่างตะกอนท้องน้ำให้คงสภาพ ในระหว่างเคลื่อนย้ายตัวอย่างตะกอนท้องน้ำโดยบรรจุลงในกล่องน้ำแข็ง เพื่อลดการทำงานของจุลินทรีย์ในตะกอนท้องน้ำ และลดอัตราเร็วของการเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในตะกอนท้องน้ำ

3.2) ตัวอย่างตะกอนท้องน้ำที่นำไปวิเคราะห์โลหะหนักอื่นๆ

บรรจุถุงตัวอย่างตะกอนท้องน้ำใส่กล่อง เพื่อส่งให้ห้องปฏิบัติการ

3.3) การเตรียมตัวอย่างตะกอนท้องน้ำสำหรับวิเคราะห์โลหะหนัก

การเตรียมตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ ซึ่งรายละเอียดในการเตรียมตัวอย่างตามรายละเอียดดังนี้ (ศุภธิดา อ่ำทอง, 2551)

- การผึ่งแห้งเริ่มโดยนำตัวอย่างดินที่เก็บมาวิเคราะห์ทั้งหมดเทบนแผ่นหรือถาดพลาสติกที่สะอาด แล้วเกลี่ยหน้าดินหนาประมาณ 1.5–2.0 เซนติเมตร หรือบางกว่านั้น นำไปผึ่งแห้งในที่ร่ม ให้หลีกเลี่ยงผึ่งในแสงแดด โดยทั่วไปอุณหภูมิในที่ร่มประมาณ 25–30 °C บางกรณีอาจนำตัวอย่างไปอบในตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°C เพราะอุณหภูมิที่สูงกว่านี้สามารถทำให้โลหะหนักบางตัวสูญสลายไปได้
- การบด การร่อน และการเก็บรักษาตัวอย่าง หลังจากผึ่งตัวอย่างดินแห้งแล้วนำดินมาบดให้มีขนาดเล็กลงโดยใช้ไม้บด ลูกกลิ้ง หรือโกร่งบดดิน เมื่อบดดินแล้วนำดินไปแยกขนาดโดยผ่านตะแกรงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.0 มิลลิเมตร คัดก้อนดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 2.0 มิลลิเมตร ทิ้งไป เก็บดินที่ผ่านตะแกรงขนาด 2.0 มิลลิเมตร ในกล่องหรือถุงพลาสติก พร้อมทั้งเขียนป้ายหรือหมายเลข โดยแต่ละตัวอย่างดินนำไปใส่ถุงพลาสติกซ้อน 2 ชั้น ใส่รายละเอียดต่างๆ ไว้ในช่องระหว่างถุง เพื่อกันการฉีกขาดเสียหาย จากนั้นนำไปใส่รวมกันในกล่องกระดาษหรือถุงพลาสติกเพื่อนำส่งห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์โลหะหนักในดินต่อไป

3. การวิเคราะห์โลหะหนักตามมาตรฐานคุณภาพดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547)

ทำการวิเคราะห์โลหะหนักตามมาตรฐานดังกล่าว ได้แก่ สารหนู (Arsenic) แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and compounds) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium) แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and compounds) ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and compounds) นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, soluble salts) ซีลีเนียม (Se) ตะกั่ว (Pb) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และไซยาไนด์ (CN)

ส่วนการเปรียบเทียบกับมาตรฐานนั้น เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพตะกอนท้องน้ำ จึงอ้างอิงจากมาตรฐานคุณภาพดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547)

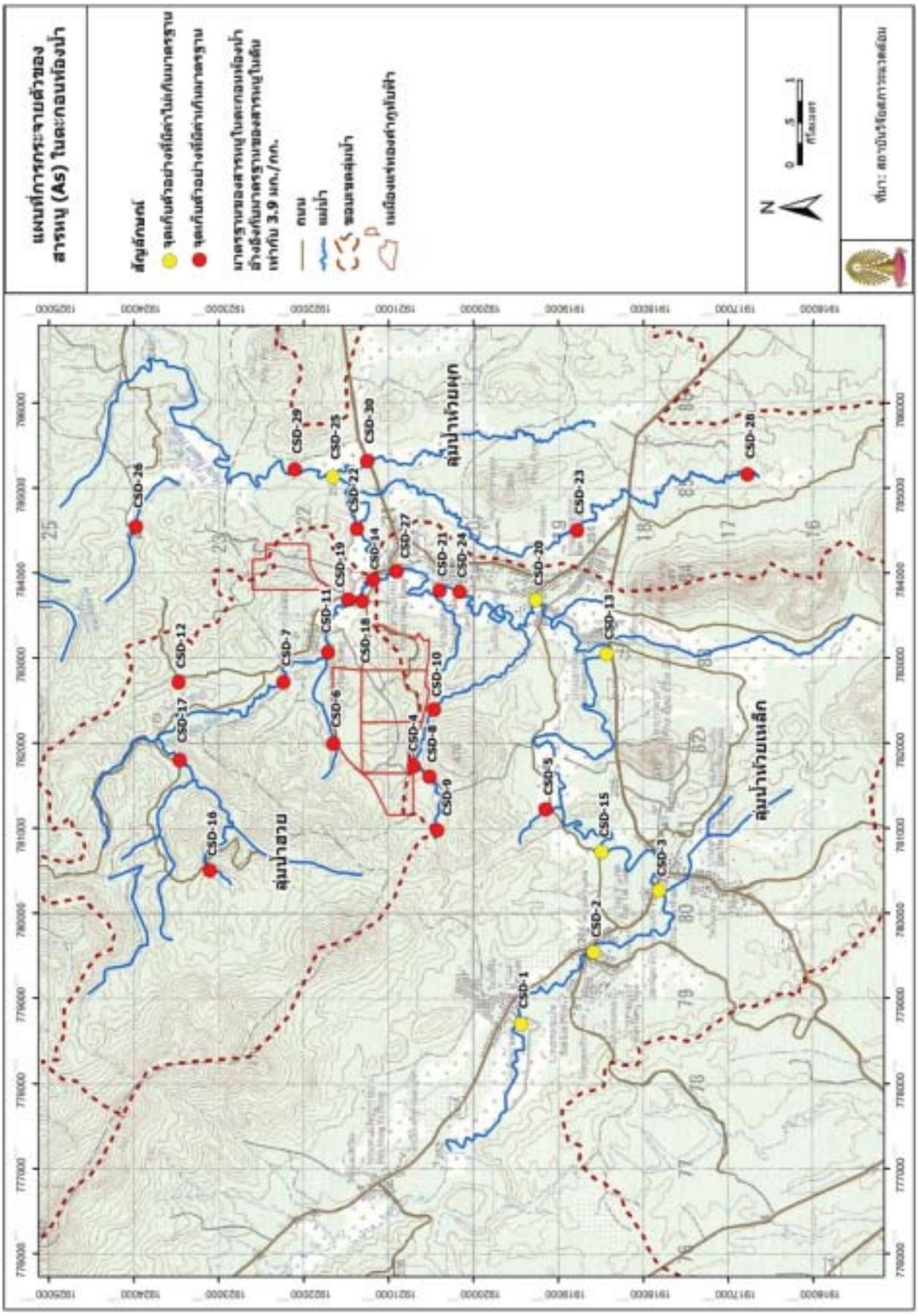
4. ผลวิเคราะห์การเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ

จากการเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่าง เดือนกุมภาพันธ์ 2555 ซึ่งผลการวิเคราะห์โลหะหนักในตัวอย่างตะกอนท้องน้ำทั้งหมด ประกอบด้วย 7 พารามิเตอร์ ซึ่งเป็นพารามิเตอร์จากข้อร้องเรียนของประชาชนในพื้นที่รอบโครงการฯ ได้แก่ สารหนู (As) ไซยาไนด์ (CN) ตะกั่ว (Pb) แมงกานีส (Mn) ปรอท (Hg) ทองแดง (Cu) และแคดเมียม (Cd) โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

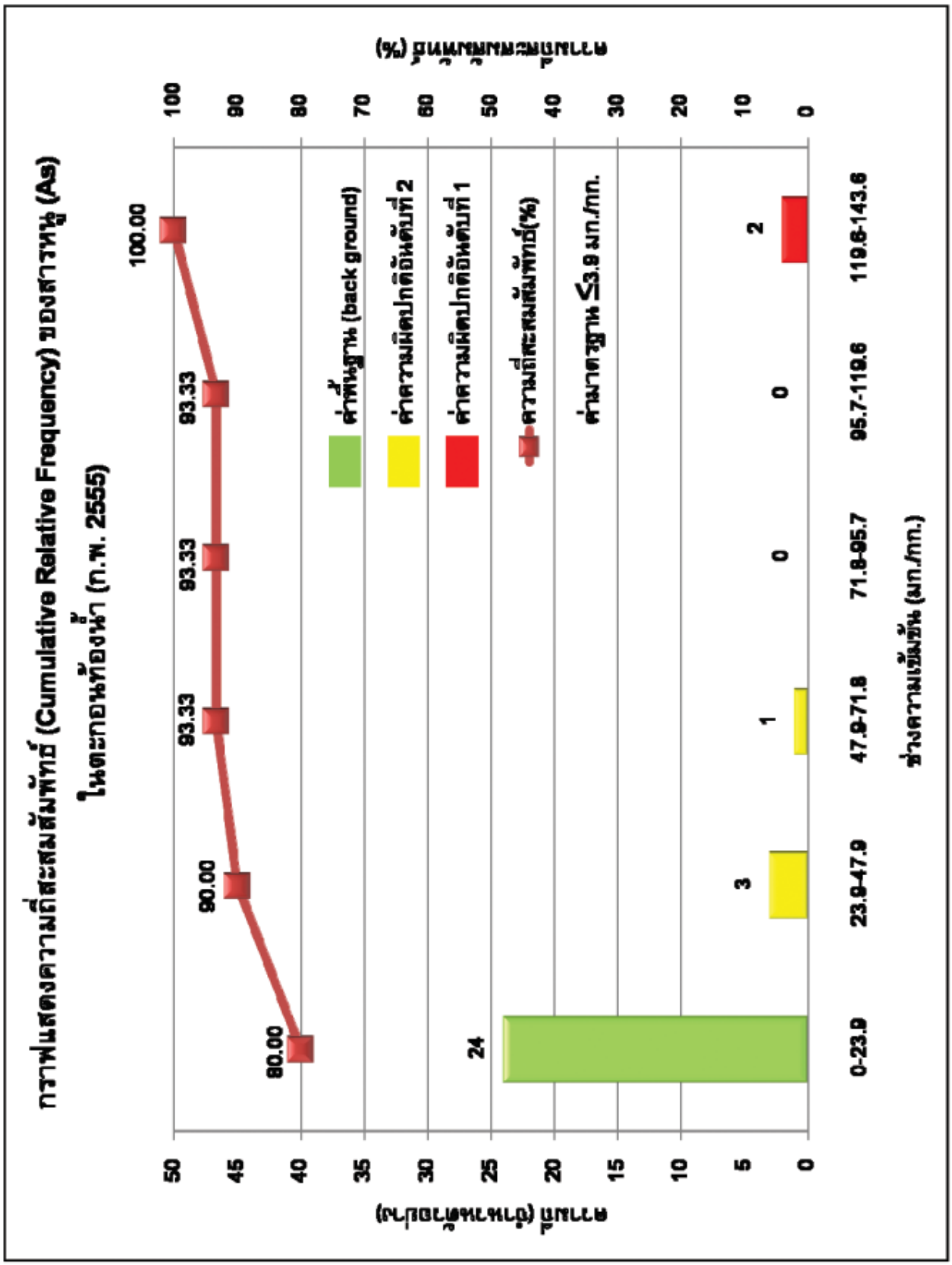
(1) ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารหนู (As) ในตะกอนท้องน้ำ

ผลวิเคราะห์พบความเข้มข้นของสารหนู (As) มีความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานเท่ากับ 76.67% ของจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด (ค่ามาตรฐานของสารหนูในดิน ≤ 3.9 มก./กก.) ตามแผนที่แสดงการกระจายตัวของสารหนู (As) ในตะกอนท้องน้ำ แสดงดัง**รูปที่ 4** พบว่าการกระจายตัวของสารหนูครอบคลุมพื้นที่ทั้ง 3 ลุ่มน้ำ (ลุ่มน้ำฮวย, ลุ่มน้ำห้วยผุก และลุ่มน้ำห้วยเหล็ก) สถานีเก็บตัวอย่างที่พบความเข้มข้นเกินกว่าค่ามาตรฐานอยู่บริเวณที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ในการทำการเกษตร ประเภทนาข้าว ยางพารา ข้าวโพด และอื่น ๆ ดูรายละเอียดได้จากแผนที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเหมืองทองภูทับฟ้า (อรุบล และคณะ, 2555)

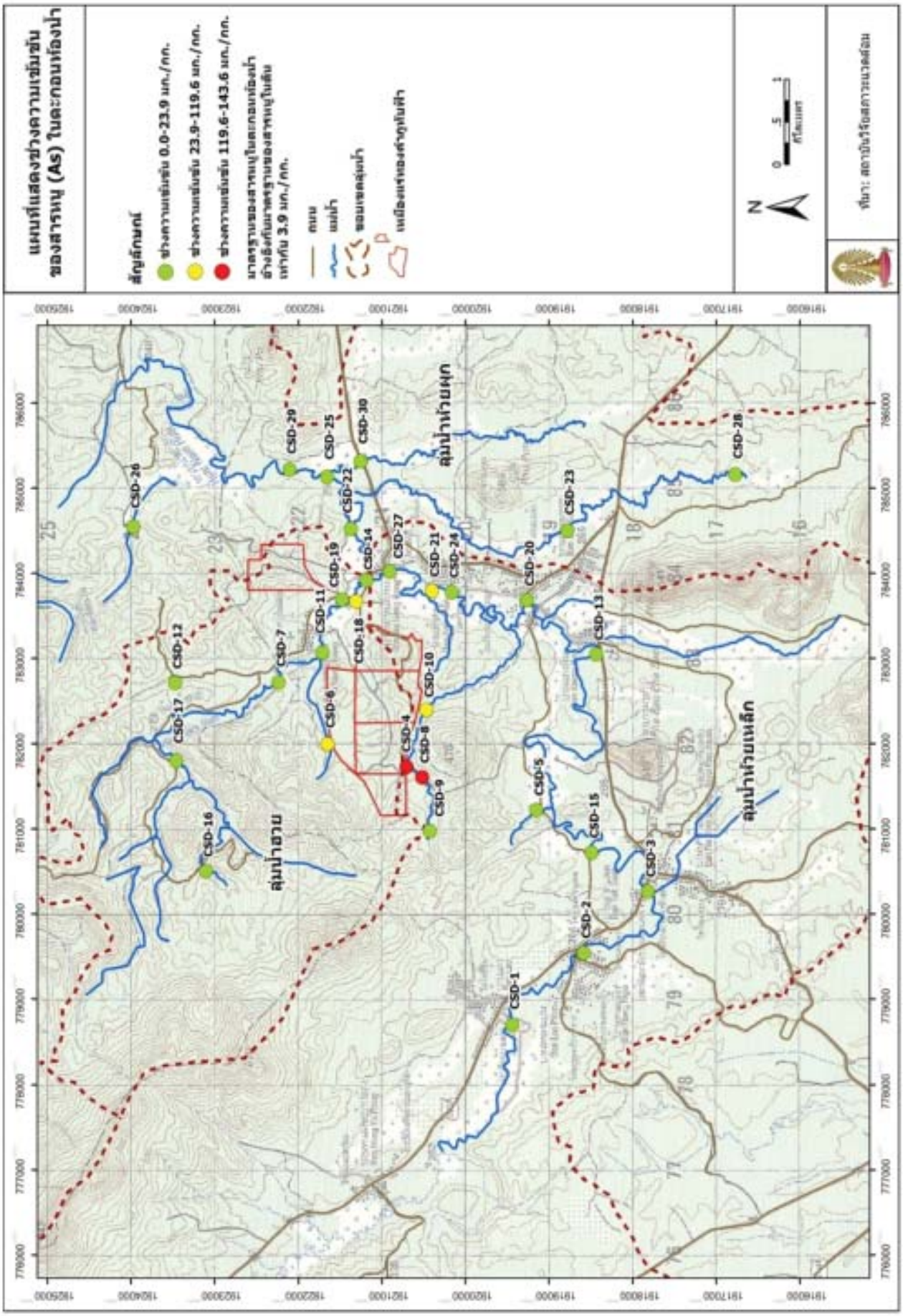
เมื่อนำความเข้มข้นของสารหนู (As) ในตะกอนท้องน้ำของโครงการฯ มาวิเคราะห์เพื่อหาความถี่สะสมสัมพัทธ์ พบว่าช่วงความเข้มข้นที่พบสารหนู (As) ในตะกอนท้องน้ำมากที่สุดอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.0–23.9 มก./กก. จำนวน 24 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 80% ตามกราฟแสดงความถี่สะสมสัมพัทธ์ (Cumulative Relative Frequency) ของสารหนู (As) ในตะกอนท้องน้ำซึ่งเป็นค่าพื้นฐาน แสดงดัง**รูปที่ 5 และรูปที่ 6** และพบช่วงความเข้มข้นของสารหนู (AS) ในตะกอนท้องน้ำที่มีความผิดปกติอันดับที่ 1 อยู่ในช่วงความเข้มข้น 119.6–143.6 มก./กก. จำนวน 2 สถานี ได้แก่ สถานี CSD–4 และ CSD–8 ซึ่งมีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นหินแกรโนไดออไรด์และแกรนิต และอยู่นอกพื้นที่เหมืองบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยเหล็กทั้งสองสถานี โดยสถานี CSD–8 มีลักษณะการใช้ที่ดินในการทำการเกษตรประเภทข้าวโพด ส่วนค่าความผิดปกติอันดับที่ 2 อยู่ในช่วงความเข้มข้น 23.93–71.8 มก./กก. จำนวน 4 สถานี ได้แก่ สถานี CSD–6, CSD–10, CSD–18 และ CSD–21 โดยสถานี CSD–6 และ CSD–10 มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นหินตะกอนในหมวดหินผาเดื่อ และสถานี CSD–18 และ CSD–21 มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นตะกอนทางน้ำ



รูปที่ 4 แผนที่การกระจายตัวของสารหนู (As) ในตะกอนท้องน้ำของโครงการฯ



รูปที่ 5 กราฟแสดงความถี่สะสมสัมพัทธ์ (Cumulative Relative Frequency) ของสารหนู (As) ในตะกอนท้องน้ำของโครงการฯ



รูปที่ 6 แผนที่แสดงช่วงความเข้มข้นของสารหนู (As) ในตะกอนท้องน้ำของโครงการฯ

(2) ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของไซยาไนด์ (CN) ในตะกอนท้องน้ำ

ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของไซยาไนด์ (CN) ในตะกอนท้องน้ำของโครงการฯ พบว่าความเข้มข้นไซยาไนด์ (CN) ทุกสถานีที่ตรวจพบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ค่ามาตรฐานของไซยาไนด์ในดิน ≤ 11 มก./กก.)

(3) ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกั่ว (Pb) ในตะกอนท้องน้ำ

ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกั่ว (Pb) ในตะกอนท้องน้ำของโครงการฯ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกสถานี (ค่ามาตรฐานของตะกั่วในดิน ≤ 400 มก./กก.)

(4) ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของแมงกานีส (Mn) ในตะกอนท้องน้ำ

จากผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของแมงกานีส (Mn) ในตะกอนท้องน้ำของโครงการฯ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ทุกสถานี (ค่ามาตรฐานของแมงกานีสในดิน ≤ 1,800 มก./กก.) ยกเว้น สถานี CSD-9 พบว่ามีความเข้มข้นเท่ากับ 2,627.9 มก./กก. ดัง**รูปที่ 7**

(5) ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของปรอท (Hg) ในตะกอนท้องน้ำ

จากผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของปรอท (Hg) ในตะกอนท้องน้ำ ผลการตรวจวัดมีค่าต่ำกว่าค่าจำกัดการวิเคราะห์ (**non-detectable**) ในทุกสถานี

(6) ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของทองแดง (Cu) ในตะกอนท้องน้ำ

เนื่องจากค่ามาตรฐานทองแดง (Cu) ในดินไม่ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของทองแดง (Cu) ในตะกอนท้องน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 6.882-278.331 มก./กก. และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.345 มก./กก.

(7) ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของแคดเมียม (Cd) ในตะกอนท้องน้ำ

จากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของแคดเมียม (Cd) ในตะกอนท้องน้ำของโครงการฯ พบว่าพบว่าความเข้มข้นของแคดเมียม (Cd) ในตะกอนท้องน้ำ มีผลการตรวจวัดต่ำกว่าค่าจำกัดการวิเคราะห์ (**non-detectable**) จำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานี CSD-12 ส่วนผลการวิเคราะห์ในสถานีอื่นๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกสถานี

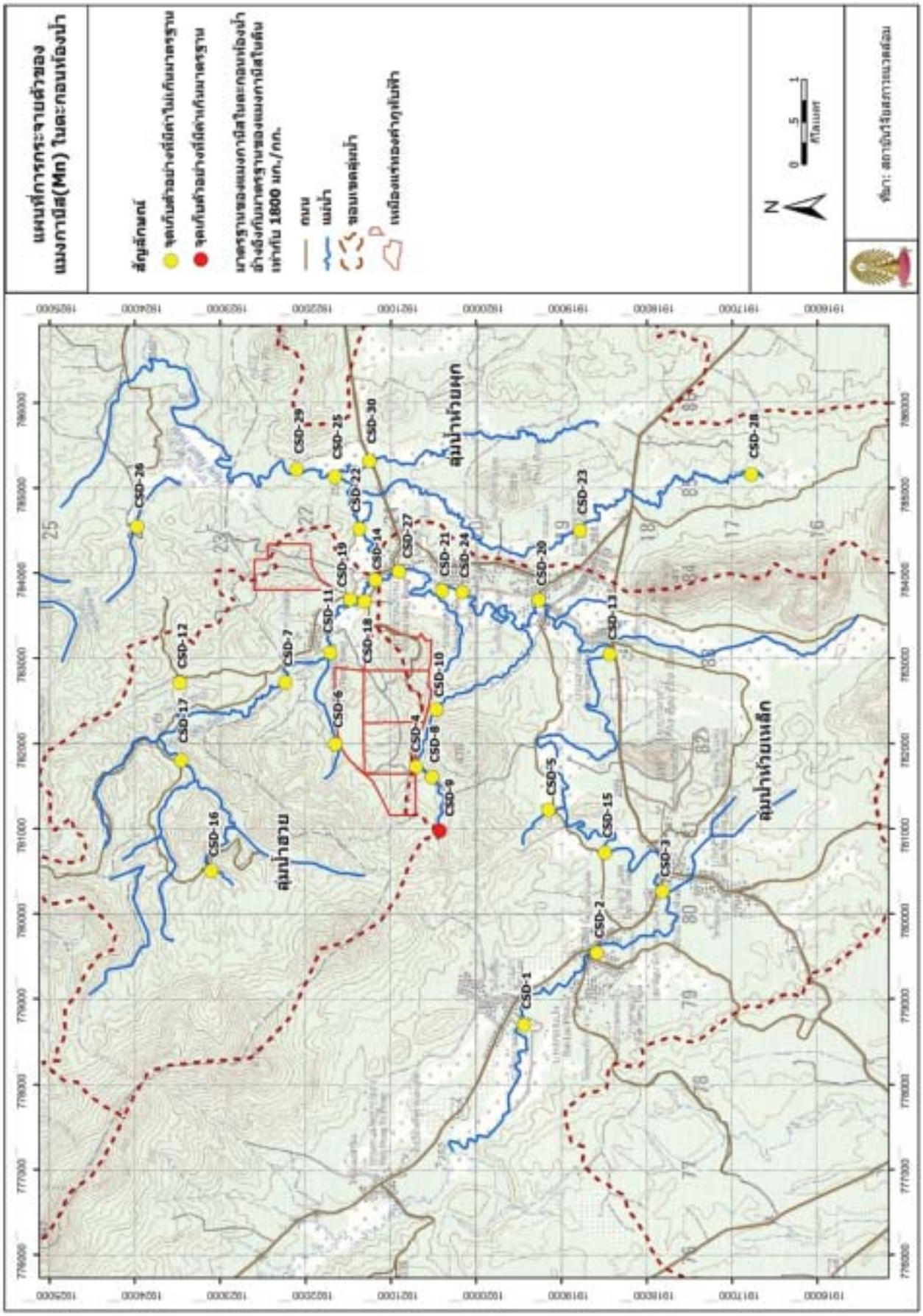
5. สรุปผลการวิเคราะห์

ผลการศึกษาพบมลสารเพียงบางชนิดที่ต้องเฝ้าระวังโดยส่วนใหญ่เป็นค่าภูมิหลังของพื้นที่แต่อาจได้รับผลกระทบเพิ่มเติมจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะสารหนู (As) นับว่าเป็นมลสารสำคัญที่พบการแพร่กระจายอยู่ทั้งในตะกอนท้องน้ำของทั้ง 3 ลุ่มน้ำ นอกจากจะพบในการศึกษาครั้งนี้แล้วก็เคยมีรายงานผลการวิเคราะห์เช่นเดียวกัน ตั้งแต่ก่อนเปิดการดำเนินการของเหมืองทองคำ จึงสามารถสรุปได้ชัดเจนว่า สารหนู (As) มีค่าภูมิหลังค่อนข้างสูงในพื้นที่ นอกจากนี้ แมงกานีส (Mn) พบค่าสูงเกินมาตรฐานในบางสถานี ในตะกอนท้องน้ำ จึงไม่พบการปนเปื้อนอย่างมีนัย

เอกสารอ้างอิง

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์.2548.ดินตะกอน.กรุงเทพฯ: พิมพ์ลักษณ์

มณฑล แก่นมณี. 2553. สภาพของตะกอนในมหาสมุทร [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.agri.kmitl.ac.th/elearning/courseware/aquatic/2_3.html [18 เม.ย. 2557]



รูปที่ 7 แผนที่การกระจายตัวของแมงกานีส (Mn) ในตะกอนท้องน้ำของโครงการฯ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555. การเคลื่อนที่ของตะกอนในทางน้ำ [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub_content.php?content_id=3&content_folder_id=24 [18 เม.ย. 2557]

ศุภษิดา อ่ำทอง. การเก็บและการเตรียมตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2551. (อัดสำเนา)

อุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่,กรม. โครงการสำรวจการกระจายตัวและแหล่งที่มาของการปนเปื้อนโลหะหนักในเขตพื้นที่แหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้า ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟาสบุ๊ค, 2555.

อรุบล โชติพงศ์, จักรพันธ์ สุทธิรัตน์ และอนุ กัลลประวิทย์. โครงการสำรวจการกระจายตัวและแหล่งที่มาของการปนเปื้อนโลหะหนักในเขตพื้นที่แหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้า ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย: ส่วนที่ 1 มลสารในดิน. ใน วารสารสิ่งแวดล้อม 18 (มกราคม–มีนาคม 2557): 72–80.

Ana Y.J. and Kampbellb D.H. 2003. Total, dissolved, and bioavailable metals at Lake Texoma marinas. Environmental Pollution 122: 253–259.

Birch G.F., Taylor S.E., and Matthai C. 2001. Small–scale spatial and temporal variance in the concentration of heavy metals in aquatic sediments: a review and some new concepts. Environmental Pollution 113: 357–372.

Forstner U., Wittmann G.T.W. 1983. Metal Pollution in Aquatic Environment. New York: Springer–Verlag.

Sirinawina W. and Sompongchaiyakul P. 2005. Nondetrital and total metal distribution in core sediments from the U–Tapao Canal, Songkhla, Thailand. Marine Chemistry 94: 5–16.

Yuana X., Zhang L., Jizhou Li, Wang C. and Ji J. 2014. Sediment properties and heavy metal pollution assessment in the river, estuary and lake environments of a fluvial plain, China. Catena 119: 52–60.

Zhou G., Sun B., Zeng D., Wei H., Liu Z. and Zhang B. 2014. Vertical distribution of trace elements in the sediment cores from major rivers in east China and its implication on geochemical background and anthropogenic effects. Journal of Geochemical Exploration_139: 53–67.