

บทนำ

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาว เป็นแหล่งที่มีโลหะหนัก ประกอบด้วย ตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียมที่สำคัญของจังหวัดตาก จึงมีการประกอบธุรกิจเหมืองแร่ขนาดใหญ่ในพื้นที่ ในขณะที่การดำรงชีวิตของชาวบ้านดั้งเดิมส่วนใหญ่ ประกอบอาชีพทางการเกษตร รวมถึงการปลูกข้าว (บริษัท เอส พี เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด, 2548; สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, 2548; กรมควบคุมมลพิษ, 2547) เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการขาดข้อมูล ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพของพื้นที่โดยดั่งแท้ จึงเกิดปัญหาเกี่ยวกับความขัดแย้งระหว่างชุมชนในพื้นที่ ผู้ประกอบการธุรกิจเหมืองแร่ และหน่วยงานของภาครัฐต่างๆ เมื่อมีการตรวจสอบและประเมินพบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาวประสบปัญหาการปนเปื้อนของแคดเมียม ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนและคุณภาพสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ (สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, 2548; กรมควบคุมมลพิษ, 2547; ורתัย สุกริยพงศ์ และคณะ, 2547)

ในปี พ.ศ.2547 ได้มีประกาศของสถาบันการจัดการนํานานาชาติ (International Water Management Institute: IMWI) เรื่องการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาว บริเวณจังหวัดตาก โดยการปนเปื้อนในดินจะทำให้ข้าวที่ปลูกในบริเวณนี้มีการปนเปื้อนของแคดเมียม สูงถึง 0.1 – 4.4 มิลลิกรัมแคดเมียมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณมากกว่าค่าที่พบในข้าวที่ปลูกในประเทศไทย บริเวณอื่นสูงสุดถึง 100 เท่า (IWMI, 2005) สอดคล้องกับผลการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ ที่พบแคดเมียมในเมล็ดข้าวระหว่าง 0.01-7.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม คิดเป็น 84% ที่เกินค่ามาตรฐานของ Codex Committee on Food Additive and Contaminants (CCFAC) (กรมควบคุมมลพิษ, 2547 และบริษัท เอส พี เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด, 2548) ซึ่งส่งผลกระทบต่อข้าวไทยในตลาดโลกอย่างมาก เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าว เป็นแหล่งเพาะปลูกข้าวที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศ เหตุการณ์ดังกล่าวทำให้ภาครัฐที่เกี่ยวข้องต้องจ่ายเงินชดเชยให้กับชาวนาในพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารแคดเมียมไร่ละ 4,220 บาท/ไร่/ปี รวมเป็นเงินมากกว่า 50 ล้านบาท นอกจากนี้ยังพบว่ามีปัญหาการสะสมของแคดเมียมในร่างกายของประชาชนในลุ่มน้ำอีกด้วย ในขณะที่ยังไม่มีแผนการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในระยะยาว

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาว เป็นตัวอย่างหนึ่งของการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ขาดความระมัดระวัง จึงก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุมาจากการแพร่กระจายของแคดเมียมจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ อันประกอบด้วย การทำเหมืองแร่ การตัดไม้ทำลายป่า การทำการเกษตร และการแพร่กระจายของแคดเมียมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (ורתัย สุกริยพงศ์ และคณะ, 2547) ซึ่งจะเห็นได้จากการตรวจสอบและประเมินการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ดาว โดยหน่วยงานเฉพาะกิจตรวจสอบและประเมินการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ดาว ในปี พ.ศ.2547 คาดการณ์ว่ามีประชาชนจำนวน

6,000 คน ที่อาศัยใน 8 หมู่บ้าน ของ ต.พระธาตุผาแดง และ ต.แม่ดาว จะบริโภคข้าวที่ปนเปื้อนสารแคดเมียมและทำให้เกิดสะสมสารแคดเมียมในร่างกายเป็นปริมาณมากจน อาจเกิด โรคมิตโต-อิตโตและภาวะการทำงานของไตผิดปกติได้ (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547) นอกจากนี้จากการเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะประชาชน 252 คน พบว่ามีระดับแคดเมียมในเลือดมีค่าเฉลี่ย 3.58 ไมโครกรัมต่อลิตร จากค่าปกติขององค์การอนามัยโลกเท่ากับ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร และในปัสสาวะ 3.6 ไมโครกรัมต่อครีอาตินินจากค่าปกติขององค์การอนามัยโลกเท่ากับ 2 ไมโครกรัม (โรงพยาบาลแม่สอด, 2547) ซึ่งพบว่ามีประชาชนประมาณ 2.7% ที่มีปริมาณแคดเมียมในไตสูงกว่าระดับปกติ (Thailand state of pollution report, 2548)

สถานการณ์ความเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นในกลุ่มน้ำแม่ดาว นับเป็นผลกระทบจากการวางแผนการใช้ทรัพยากรที่ขาดความรอบคอบและสร้างปัญหาที่รุนแรงเป็นอย่างยิ่ง เป็นเวลานานมากกว่า 5 ปีแล้ว ที่หน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษา องค์กรอิสระ ได้เข้ามาศึกษาวิจัยเพื่อหาคำตอบเฉพาะด้าน และ การต้องการหาคำตอบ เพื่อนำไปสู่การจัดการที่เหมาะสม เวลาที่ผ่านมา ชาวบ้านยังคงมีคำถามถึงผล การศึกษาวิจัย และการเสนอทางออกที่เหมาะสม ซึ่งปัจจุบันยังไม่มี การสรุปเรื่องราวต่างๆ ให้ชาวบ้านทราบ (สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, 2548) ซึ่งสาเหตุของปัญหานี้มาจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำแม่ดาวอย่างต่อเนื่องนานนับสิบปี ระบบสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำแม่ดาวมีความหนาแน่นของแหล่งน้ำผิวดินมาก และมีการจัดทำระบบส่งน้ำเพื่อการทำนา ทั้งในลักษณะของเหมืองฝาย และ คลองส่งน้ำด้วยแล้ว จึงทำให้การเคลื่อนย้ายของ โลหะหนักจากที่สูงมาสู่พื้นที่ราบลุ่มจึงเกิดขึ้น ได้โดยง่าย และการปนเปื้อนของโลหะหนักจึงเกิดขึ้น ได้อย่างต่อเนื่อง เริ่มจากการเคลื่อนย้ายมาพร้อมกับ การชะล้างพังทลายของดินในฤดูฝน ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำและดิน พร้อมเข้าสู่วงจรการทำเกษตร ในช่วงเวลาที่เหลือ วงจรการเลี้ยงสัตว์ และวิถีชีวิตของเกษตรกรที่อาศัยดินและน้ำเป็นปัจจัยพื้นฐาน ใน การดำรงชีวิต ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงมีความซับซ้อน และยากต่อการทำความเข้าใจ ดังนั้นความ พยายามแก้ไขปัญหของหน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษา องค์กรเอกชน และภาคประชาสังคม จึงเป็นการนำเสนอข้อมูลบางส่วน บางช่วงเวลา ที่ผ่านการศึกษาสำรวจวิจัย เพื่อค้นหาคำตอบบางอย่าง สำหรับการนำไปใช้งานบางเรื่องเท่านั้น ไม่สามารถนำมาใช้ในการบูรณาการจัดการกับสถานการณ์ที่ เกิดขึ้นในลุ่มน้ำแม่ดาวได้ และมากไปกว่านั้น ข้อมูลและรายงานที่ใช้เพื่อเป้าหมายเฉพาะ มักจะถูก นำไปตีความหรืออ้างอิงเชิงเปรียบเทียบในที่ประชุมต่างๆ แล้วทำให้เกิดความขัดแย้งทางวิชาการ นำไปสู่การไม่ยอมรับผลการศึกษา และการขัดแย้งทางความคิด ซึ่งยิ่งขยายวงกว้างออกไปมากเท่าไร ยิ่งเป็นผลเสียต่อการทำงาน เพื่อแก้ไขปัญหาลุ่มน้ำแม่ดาวมากขึ้นเท่านั้น

การศึกษาและสำรวจข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาว ตั้งแต่ปี 2547 มาจนถึงปัจจุบัน พบว่ามีหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษาหลายแห่งเข้ามาศึกษาในพื้นที่ เช่น กรมควบคุมมลพิษ กรมประมง กรมทรัพยากรธรณี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล สาธารณสุขจังหวัด บริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ภาคประชาสังคมจังหวัดตาก ฯลฯ แต่ขาดความเชื่อมโยงข้อมูล ไม่มีการมองภาพรวมเชิง

วิชาการ และวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกันอย่างจริงจัง ภาคประชาชนและชาวบ้านมีบทบาทเป็นเพียงผู้ให้ข้อมูล ผลจากสถานการณ์นี้ ทำให้นักวิจัยและฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องมีมุมมองของการทำงานและแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกัน การนำเสนอความคิดเห็นและแนวทางการแก้ไขปัญหา มักจะขาดความรอบคอบ จึงทำให้ขาดความร่วมมือในการทำงาน

ความสำคัญของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งมีจำนวนมากพอที่จะทำให้เกิดการจัดทำข้อมูลที่มีเอกภาพ โดยการรวบรวมและจัดการข้อมูลให้กับนักวิจัยและผู้เกี่ยวข้องได้ใช้ประโยชน์ โดยอาศัยหลักการวางแผนวิจัยเชิงพื้นที่มาเป็นหลัก จะช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงชุดข้อมูลของทั้งลุ่มน้ำเข้าด้วยกัน และนำมาซึ่งกระบวนการพัฒนาข้อมูลแบบมีส่วนร่วม โดยอาศัยนักวิจัย นักวิชาการ ที่มีความรู้และประสบการณ์ในพื้นที่มาตรวจสอบและพัฒนาฐานข้อมูล โดยการระดมความคิดเห็นที่มีประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหาในลุ่มน้ำแม่ดาว ซึ่งจะช่วยให้เกิดแผนการจัดการบุคคลากร แผนการจัดการข้อมูล และสามารถนำไปสู่แผนการวิจัยและการสร้างเครือข่ายนักวิจัยในลุ่มน้ำขึ้น

ผลจากการศึกษาการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการวางแผนจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาว จังหวัดตาก โดยศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล ระหว่างปี 2550 – 2551 ได้นำเสนอแนวทางในการใช้ฐานข้อมูลและข้อมูลสารสนเทศ เพื่อนำไปสู่การสร้างความชัดเจนด้านนโยบาย องค์ความรู้ต่างๆที่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติเพื่อพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาว โดยอาศัยความร่วมมือระหว่างส่วนราชการ นักวิชาการ ประชาชนในพื้นที่และผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยการพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่มีความเป็นเอกภาพให้เป็นที่ยอมรับของชุมชนและทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยได้มีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2551 ณ โรงแรมวัฒนาวิลเลจ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เป็นการถ่ายทอดความรู้ชุดใหม่ในรูปแบบของเอกสารการประชุม เพื่อนำเสนอผลการวิจัยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน

นอกจากนี้ การถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาไปยังนักวิจัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งประชาชนและชาวบ้านในพื้นที่ เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องดำเนินการ โดยอาศัยช่องทางการสื่อสารและการประชาสัมพันธ์ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้สู่กลุ่มเป้าหมายและสามารถนำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อแก้ไขปัญหาในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม ผลจากการศึกษาครั้งนี้จะช่วยให้เกิดการประสานงานและการสร้างความเข้าใจในสถานการณ์ ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการสื่อสารการสร้างเครือข่ายการวิจัย เพื่อแก้ไขปัญหาลุ่มน้ำแม่ดาวร่วมกันได้

ความสำคัญและที่มาของการวิจัยครั้งนี้ จึงเน้นที่การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาในปีแรกมาพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่สามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหาในพื้นที่และใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้เทคโนโลยีการฟื้นฟูที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเหมาะสมกับพื้นที่ โดยจะเป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการและในเรือนทดลอง จากนั้นจะสร้างกระบวนการการมีส่วนร่วม เพื่อการถ่ายทอดข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้และเทคโนโลยีการฟื้นฟูให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้

เข้าใจและนำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อแก้ไขและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปนเปื้อนของแคดเมียมในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตาบ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวร่วมกันต่อไป

วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และข้อมูลสิ่งแวดล้อมชุมชนต่างๆในพื้นที่ (ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ) พร้อมทั้งจัดระบบการจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาถึงทางเลือกในการใช้เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับพื้นที่
3. เพื่อบูรณาการความรู้จากศาสตร์ต่างๆ และนำไปสู่การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา โดยอาศัยความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และประชาชน

วัตถุประสงค์โครงการย่อยที่ 1

1. เพื่อคัดเลือกพรรณพืชและทดสอบขีดความสามารถของพืช ในการสะสมและความทนทานต่อแคดเมียม โดยการปรับสภาพดินวิธีการต่าง ๆ (Soil amendment) ในเรือนควบคุมอุณหภูมิ
2. เพื่อคัดเลือกชนิดพืชที่ไม่ใช่พืชท้องถิ่น ที่สามารถใช้ในการบำบัดแคดเมียมในแหล่งน้ำและตะกอนดินในระดับห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ด้านทานแคดเมียมที่สร้าง Exopolymers ในการช่วยส่งเสริมพืชในการดูดซับแคดเมียมออกจากดินในระดับเรือนทดลอง
4. เพื่อศึกษาการบำบัดแคดเมียมโดยการใช้ชีวมวลเป็นวัสดุในการดูดซับ (Biosorption)

วัตถุประสงค์โครงการย่อยที่ 2

1. เพื่อนำระบบฐานข้อมูลทั้ง 5 ด้านที่ได้จากการวิจัยในปีที่ 1 มาพัฒนาให้เป็นชุดข้อมูลสำหรับนักวิจัย ประชาชนและทางราชการ ที่สามารถนำมาสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อประยุกต์ใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการวิเคราะห์และวางแผนจัดการพื้นที่ โดยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
3. เพื่อสร้างเครือข่ายการวิจัยและนักวิจัยท้องถิ่น เพื่อแก้ไขปัญหาลุ่มน้ำแม่ตาบ-แม่กูร่วมกันได้

ระเบียบวิธีการวิจัยโดยสรุป

ระเบียบวิธีวิจัยโครงการย่อยที่ 1

1. การขยายพันธุ์พืชในเรือนเพาะชำ
2. การทดสอบประสิทธิภาพของพืชในการสะสมแคดเมียม และความทนทานในเรือนควบคุมอุณหภูมิ โดยปลูกในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม และเติมสารปรับสภาพดินชนิดต่างๆ โดยแบ่งกลุ่มพืชออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพืชเศรษฐกิจขนาดเล็ก (โหระพาและยี่ห่วย) กลุ่มพืชเศรษฐกิจขนาดใหญ่

(อ้อย ข้าวโพด) กลุ่มพืชตระกูลถั่ว (ถั่วเหลือง) กลุ่มพืชตระกูลหญ้า (หญ้าแฝก หญ้าเลี้ยงสัตว์) กลุ่มพืชประเภทไม้ยืนต้น (กระถินเทพา ยูคาลิปตัส)

3. การทดลองบำบัดแคดเมียมในน้ำและตะกอนดิน โดยใช้พืชน้ำและพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่ใช่พืชท้องถิ่นในระดับห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง โดยใช้เทคโนโลยีบึงประดิษฐ์

4. การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้จุลินทรีย์ด้านทานแคดเมียมร่วมกับพืชในกระบวนการบำบัดแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดิน

4.1 ศึกษาการเจริญและการสร้าง Exopolymers ที่ระยะเวลาต่างๆ ของแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมจำนวน 3 สายพันธุ์ที่คัดแยกได้จากพื้นที่ปนเปื้อนแคดเมียม เพื่อคัดเลือกแบคทีเรียสายพันธุ์ที่สร้าง Exopolymers ได้สูงสุด

4.2 ศึกษาระดับความเป็นพิษของแคดเมียมต่อการเจริญของพืช 2 ชนิด ที่นำมาใช้ในการศึกษา

4.3 ศึกษาความสามารถของ Exopolymers ในการเคลื่อนที่ (Mobilization) แคดเมียมออกจากดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม

4.4 ศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้าง Exopolymers ในการส่งเสริมการดูดซับแคดเมียมจากดินในระดับเรือนทดลอง

5. การบำบัดแคดเมียมในน้ำและตะกอนดิน โดยการใช้ชีวมวลเป็นวัสดุในการดูดซับ (Biosorption)

ระเบียบวิธีวิจัยโครงการย่อยที่ 2

1. รวบรวมข้อมูลทั้งด้านทฤษฎีและปฐมภูมิทั้ง 5 ด้านเพิ่มเติมคือ ธรณีวิทยา/ทรัพยากรดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทรัพยากรน้ำและตะกอนดิน สังคมและเศรษฐกิจ ผลผลิตทางการเกษตร (พืชและสัตว์) และสุขภาพ

2. ปรับปรุงระบบฐานข้อมูล และโครงสร้างระบบฐานข้อมูล ให้มีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือ และสอดคล้องกับการนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาของพื้นที่ของเครือข่ายทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ ประชาชน ส่วนราชการ และนักวิจัย

3. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาลักษณะหรือรูปแบบของการปนเปื้อนหรือการแพร่กระจายของแคดเมียมในพื้นที่ เพื่อสร้างความเข้าใจ และความร่วมมือของประชาชน ส่วนราชการ และนักวิจัย

4. จัดประชุมเชิงปฏิบัติการ และสัมมนาเพื่อถ่ายทอดผลการศึกษา และรวบรวมข้อคิดเห็นจาก ทั้ง 3 ส่วนรวมทั้งจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาในพื้นที่ร่วมกัน

5. จัดทำรายงานผลการศึกษาให้ชุมชนและผู้ที่เกี่ยวข้องรับทราบ ในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสม

ผลการวิจัยของชุดโครงการโดยสรุป

สืบเนื่องจากปีแรกที่ได้มีศึกษาพื้นที่การเก็บรวบรวมข้อมูลพฤกษชาติและปฐมภูมิทั้ง 5 ด้าน รวมทั้งการศึกษาวิเคราะห์ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีการฟื้นฟูพื้นที่ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยใช้พืชและจุลินทรีย์ในการกำจัดแคดเมียมในดิน น้ำและตะกอนดิน สามารถสรุปผลการวิจัยของชุดโครงการได้ดังนี้

ปีที่ 1

มีการจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศ (Database) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เพื่อใช้รองรับการตัดสินใจวางแผนการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาว-แม่ภู อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยทำการสืบค้น และรวบรวมข้อมูลพฤกษชาติที่เกี่ยวข้อง ทำการสำรวจ และเก็บข้อมูลปฐมภูมิเพิ่มเติม แล้วจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองประเภทร่วมกัน โดยข้อมูลเชิงบรรยายจะถูกนำไปจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศ และข้อมูลเชิงพื้นที่จะถูกนำไปจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งในกระบวนการวิจัยจะส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งชุมชน เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานของราชการ และเอกชนในพื้นที่ และนักวิชาการ ในการวิเคราะห์ข้อมูล และพัฒนาระบบการจัดการข้อมูลทั้งสองประเภทร่วมกัน โดยผ่านการประชุมหารือ

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนแคดเมียม จากข้อมูลพฤกษชาติและข้อมูลปฐมภูมิจากโครงการย่อยที่ 1 ได้นำมาประกอบการตัดสินใจในการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างพืชและจุลินทรีย์ในโครงการย่อยที่ 2 เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมโดยมีการเก็บตัวอย่างพืชบริเวณลุ่มน้ำแม่ดาวทั้งสิ้น 6 จุด ลุ่มน้ำแม่ภู 4 จุด และเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์บริเวณลุ่มน้ำแม่ดาว 10 จุดและลุ่มน้ำแม่ภู 6 จุด เมื่อมาวิเคราะห์ผล สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ชนิดพืชบกที่พบและเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษามีทั้งสิ้น 62 ชนิด โดยแบ่งเป็นพืชที่พบในช่วงฤดูฝน 40 ชนิด และพืชที่พบในช่วงฤดูแล้ง 25 ชนิด พืชที่สามารถเจริญเติบโตและสามารถพบได้ทั้ง 2 ฤดูกาลได้แก่ ต้นสาบเสือ และต้นหญ้า
2. พื้นน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา พบได้ค่อนข้างน้อยประมาณ 8 ชนิดและชนิดพืชทั้ง 2 ฤดูกาลไม่แตกต่างกัน พืชที่พบได้แก่ เฟิร์น บอน หญ้าถอดปล้อง หญ้าหางม้า ซึ่งศักยภาพในการดูดซับค่อนข้างต่ำ
3. ปริมาณการสะสมแคดเมียมในพืช ไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดิน กล่าวคือ พืชที่เจริญเติบโตในพื้นที่ที่มีปริมาณแคดเมียมสูง ไม่จำเป็นต้องมีปริมาณการสะสมในพืชสูงตามไปด้วย
4. พืชที่มีความสามารถสะสมแคดเมียมได้ดีมี 2 ชนิดคือ *Crotalaria Montana* Heyne ex Roth และต้น *Justicia procumbens* L. โดย *C. Montana* สามารถสะสมแคดเมียมในส่วนเหนือรากได้ดีกว่าส่วนราก ขณะที่ต้น *Justicia procumbens* L. สามารถสะสมแคดเมียมในส่วนรากได้ดีกว่าส่วนเหนือราก ส่วนพืชชนิดอื่นๆ ที่พบมีศักยภาพในการสะสมแคดเมียมได้น้อย

5. จำนวนแบคทีเรียที่มีชีวิตในดินไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดิน เนื่องจากแบคทีเรียบางชนิดสามารถปรับตัว หรือมีกลไกในการต้านทานความเป็นพิษของแคดเมียม ยกเว้นดินที่มีแคดเมียมในปริมาณที่สูงมากจนแบคทีเรียในดินไม่สามารถปรับตัวให้ทนทานอยู่ได้

6. ปริมาณแคดเมียมในดินมีผลต่อการเจริญ รูปร่างและกิจกรรมทางชีวเคมีของเซลล์แบคทีเรีย ทำให้จำนวนเซลล์และความหลากหลายของแบคทีเรียลดลง และปัจจัยทางด้านกายภาพและเคมีของดินมีผลต่อจำนวนของแบคทีเรียที่มีชีวิตในดิน

7. พบแบคทีเรียที่ต้านทานแคดเมียมได้ดีจำนวนมากในดินบริเวณที่มีการปนเปื้อนแคดเมียมในปริมาณสูง (37.14-69.64%) เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนแบคทีเรียที่ต้านทานแคดเมียมที่พบในดินที่มีปริมาณแคดเมียมต่ำ

8. คัดเลือกแบคทีเรียที่ต้านทานแคดเมียมได้จากดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมจำนวน 9 สายพันธุ์ โดยแบคทีเรียสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการต้านทานความเป็นพิษของแคดเมียมมากที่สุดคือ สายพันธุ์ TM6 และ TN6

ปีที่ 2

จากฐานข้อมูล 5 ด้านที่มีอยู่เดิม คณะผู้วิจัยโดยทำการสืบค้น และรวบรวมข้อมูลทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ทำการสำรวจ และเก็บข้อมูลปฐมภูมิเพิ่มเติมจากฐานข้อมูลเดิมจากโครงการระยะที่ 1 แล้วจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองประเภทร่วมกัน โดยข้อมูลเชิงบรรยายจะถูกนำไปจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศ และข้อมูลเชิงพื้นที่จะถูกนำไปจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งในกระบวนการวิจัยจะส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งชุมชน เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานของราชการ และเอกชนในพื้นที่ และนักวิชาการ ในการวิเคราะห์ข้อมูล และพัฒนาระบบการจัดการข้อมูลทั้งสองประเภทร่วมกัน โดยผ่านการประชุมหารือ และการวางแผนการกำหนดขอบเขตการใช้พื้นที่ (Zoning) อย่างมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน โดยผลการดำเนินงานวิจัยของคณะผู้วิจัย ประกอบด้วย

1. การจัดทำระบบสารสนเทศของข้อมูลเชิงบรรยาย

ในการจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศ จะทำการสืบค้น รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลทฤษฎี แล้วนำมาประมวล และวิเคราะห์ผลร่วมกับข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจ และเก็บตัวอย่างในภาคสนามเพิ่มเติมจากโครงการวิจัยระยะที่ 1 พบว่า ปริมาณของข้อมูลที่รวบรวมขึ้นมาใหม่จากโครงการระยะที่ 2 นี้ เพิ่มมากขึ้น 1 เท่าตัวของปริมาณข้อมูลจากโครงการระยะที่ 1 สำหรับงานวิจัยนี้ จะจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศ โดยแบ่งตามประเด็นเนื้อหาของการศึกษาทั้ง 5 ด้านเหมือนเดิม ได้แก่ ด้านทรัพยากรดิน ธรณีวิทยา และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้านทรัพยากรน้ำ (น้ำผิวดิน น้ำบาดาล และน้ำบาดาล) ตะกอนดิน ด้านสังคม และเศรษฐกิจ ด้านการผลิต (พืช และสัตว์) และด้านสุขภาพ

ในขั้นตอนการศึกษาข้อมูลทฤษฎี จะดำเนินการสืบค้นเอกสารรายงานที่มีการเผยแพร่อย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยมีการจัดประเภทข้อมูลทฤษฎีเป็น 4 ประเภท ได้แก่ (1) รายงาน

การศึกษา (2) เอกสารทางวิชาการ (3) เอกสารรายงานขององค์กรเอกชนอิสระ และภาคชุมชน และ (4) ข่าว บทความ สื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ และเอกสารประเภทอื่นๆ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว พบว่า มีวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจงเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับปัญหาและสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการดำเนินงานโดยภาครัฐ และผู้ประกอบการเมืองแร่ และมักจะมีช่วงเวลาในการศึกษา หรือเผยแพร่ที่แตกต่างกัน ในขณะที่รายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทั้งที่จัดทำโดยผู้ประกอบการเมืองแร่ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ และกรมควบคุมมลพิษ จะมีการเก็บข้อมูลมาศึกษา และวิเคราะห์ รวมทั้งรายงานผลการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ส่วนเอกสารรายงานการศึกษาโดยองค์กรเอกชนอิสระ ภาคชุมชน รวมทั้งการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อมวลชนต่างๆ เริ่มมีการนำเสนอ และเผยแพร่ หลังจากที่ได้มีการแถลงข่าว เกี่ยวกับการปนเปื้อนของแคดเมียมในพื้นที่ในปี พ.ศ. 2547 แล้ว ถึงแม้ว่าข่าว และบทความจะมีปริมาณที่มาก ซึ่งแสดงถึงความสนใจของสื่อมวลชน (และบุคคลทั่วไป) ในปัญหาที่เกิดขึ้น แต่ข่าว และบทความจะเน้นการรายงานสถานการณ์ที่เกิดขึ้น หรือความคิดเห็นมากกว่าข้อเท็จจริง จึงไม่รวมข่าว และบทความในฐานะข้อมูลสารสนเทศ ที่จัดทำขึ้น

ในการจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศ ข้อมูลทุติยภูมิประเภทรายงานการศึกษา เอกสารทางวิชาการ และเอกสารรายงานขององค์กรเอกชนอิสระ และภาคชุมชน จะถูกนำมาจัดหมวดหมู่ตามประเด็นของเนื้อหาที่ทำการศึกษา ได้แก่ ด้านทรัพยากรดิน ธรณีวิทยา และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้านทรัพยากรน้ำ (ผิวดิน) น้ำใต้ดิน ตะกอนดิน ด้านสังคม และเศรษฐกิจ ด้านผลผลิต และด้านสุขภาวะ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น พบว่า การศึกษาในด้านทรัพยากรน้ำผิวดิน และตะกอนดิน มีการดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 (ก่อนการแถลงข่าวเกี่ยวกับการปนเปื้อนของแคดเมียมในพื้นที่) ส่วนด้านทรัพยากรดินและผลผลิต จะเริ่มมีการศึกษาประมาณปีพ.ศ.2541 ในขณะที่การศึกษาเกี่ยวกับด้านสังคม เศรษฐกิจ และด้านสุขภาวะ เริ่มมีการเผยแพร่ภายหลังจากการแถลงข่าวแล้ว (พ.ศ. 2547) แต่ปริมาณการเผยแพร่ข้อมูลในแต่ละประเด็นมีปริมาณค่อนข้างใกล้เคียงกัน (ทรัพยากรน้ำมีมากกว่าด้านอื่นๆ เล็กน้อย) ทั้งนี้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ พบว่า หน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษา และผู้ประกอบการเมืองแร่ให้ความสำคัญกับการศึกษาในด้านกายภาพ ได้แก่ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ (เฉพาะน้ำผิวดิน) น้ำใต้ดิน และตะกอนดิน ด้านผลผลิต และด้านสุขภาวะมากกว่าด้านสังคม และเศรษฐกิจ ในขณะที่ภาคชุมชน และองค์กรเอกชนอิสระมุ่งประเด็นการศึกษาไปที่ด้านสังคม และเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียว

จากฐานข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับการปนเปื้อนแคดเมียมในกลุ่มน้ำแม่ดาว-แม่กุ สามารถสรุปผลการศึกษารายงานเบื้องต้นของแคดเมียมในพื้นที่ศึกษา โดยแบ่งตามประเด็นของเนื้อหาได้ ดังต่อไปนี้

(1) ผลการศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรดิน ธรณีวิทยา และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แสดงให้เห็นทราบว่า การศึกษาโดยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ และวิธีดำเนินการศึกษาที่ค่อนข้างคล้ายคลึงกัน แต่ด้วยรูปแบบการนำเสนอ วิธีการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล และการสรุปผลการศึกษาที่มีความแตกต่าง

กัน ทำให้ไม่สามารถที่จะสรุปสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่อย่างชัดเจนได้ นอกจากนี้ การศึกษาส่วนใหญ่จะเก็บข้อมูลเพียงฤดูกาลเดียว และเก็บเน้นเฉพาะบางพื้นที่ ซึ่งไม่กระจายทั้งพื้นที่ ดังนั้น ข้อมูลปฐมภูมิของคณะผู้วิจัยจึงมีการเพิ่มจุดการศึกษาให้กระจายทั้งพื้นที่ เพื่อให้ข้อมูลชุดนี้เป็นตัวแทนของทั้งพื้นที่

(2) ในกรณีของการศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ (ผิวดิน) และน้ำใต้ดิน พบว่า ส่วนใหญ่จะเริ่มการศึกษาปี 2547 ยกเว้นรายงานการติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมของผู้ประกอบการเหมืองแร่ที่ดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2535 โดยผลการศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ (ผิวดิน) ระหว่างหน่วยงานอื่นๆ และคณะวิจัยมีความสอดคล้องกัน คือ ปริมาณของแคลเซียมที่พบในน้ำ (ผิวดิน) ในทุกตัวอย่างมีค่าน้อยมากและไม่เกินมาตรฐาน ทั้งในฤดูร้อน และฤดูฝน ถึงแม้ว่า การกระจายตัวของจุดสุ่มเก็บตัวอย่างของแต่ละหน่วยงานมีความแตกต่างกันบ้าง โดยเฉพาะบริเวณท้ายน้ำ ในกรณีของน้ำใต้ดิน ซึ่งคณะวิจัยไม่ได้ทำการศึกษาในที่นี้ พบว่า ปริมาณของแคลเซียมในตัวอย่างน้ำใต้ดินทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐาน ถึงแม้ว่าตำแหน่งที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินมาทำการวิเคราะห์ของแต่ละหน่วยงานจะมีความแตกต่างกัน เนื่องจากสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่เป็นภูเขาหินปูน ทำให้น้ำมีความเป็นด่างสูง (pH สูง) แคลเซียมจึงไม่ละลายออกมาในน้ำ แต่สะสมในตะกอนดิน (และมีน้ำเป็นตัวพัดพา) โดยคณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลปฐมภูมิเพิ่มเติมในพื้นที่ที่ยังไม่มีการเก็บตัวอย่าง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของทั้งพื้นที่

การศึกษาการปนเปื้อนของแคลเซียมในตะกอนดิน มักดำเนินการร่วมไปกับการศึกษาในน้ำ (ผิวดิน) ซึ่งผลการศึกษาทั้งของหน่วยงานอื่นๆ และของคณะวิจัย พบปริมาณแคลเซียมในตะกอนดินสูงเกินค่ามาตรฐาน (คณะวิจัยอ้างอิงระดับการปนเปื้อนของแคลเซียมในตะกอนดินจากมาตรฐานของต่างประเทศ เนื่องจากประเทศไทยไม่มีการกำหนดมาตรฐานดังกล่าว) ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าว คณะผู้เชี่ยวชาญคาดหมายว่า การปนเปื้อนและการกระจายตัวของแคลเซียมในพื้นที่ศึกษาเกิดจากแคลเซียมที่สะสมอยู่ในตะกอนดินในน้ำ โดยมีน้ำเป็นตัวพัดพา ตามหลักของการตกตะกอนจะแปรผันตามค่าความถ่วงจำเพาะ ถ้าค่าความถ่วงจำเพาะมากก็จะตกตะกอนเร็ว แต่ถ้าค่าน้อยก็สามารถพัดพาไปได้ไกล ซึ่งในการพัดพาอาจมีหรือไม่มีแคลเซียมก็ได้ แคลเซียมในตะกอนดินที่มีค่าความถ่วงจำเพาะมากก็อาจจะตกตะกอนก่อน ด้วยหลักการนี้สามารถอ้างอิงได้ว่า ค่าแคลเซียมในตะกอนดินจากการศึกษาของแต่ละหน่วยงานมีความแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณการตกตะกอนที่แตกต่างกัน โดยคณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลปฐมภูมิเพิ่มเติมในพื้นที่ที่ยังไม่มีการเก็บตัวอย่าง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของทั้งพื้นที่ และเก็บตัวอย่างตะกอนดินในบริเวณที่มีการสะสม เช่น บริเวณหน้าฝายมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพิ่มเติมด้วย

(3) ในประเด็นการศึกษาในด้านสังคมและเศรษฐกิจ โดยส่วนใหญ่จะพบจากเอกสารรายงานของภาคประชาคม ซึ่งเริ่มดำเนินการภายหลังการประกาศข่าวการพบการปนเปื้อนของแคลเซียมในพื้นที่ โดยเน้นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนผ่านการจัดเวทีประชุมหารือ หรือการประชุมเชิงปฏิบัติการ ในขณะที่เอกสารรายงานของหน่วยงานของราชการ ผู้ประกอบการเหมืองแร่ และมหาวิทยาลัยรายงานผลการสำรวจความคิดเห็น ถึงแม้ว่า ปริมาณของเอกสารรายงานของภาคประชาคม

จะมีจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่เป็นลักษณะของรายงานสรุปที่มีการอ้างอิงข้อมูลที่ไม่หลากหลาย จึงไม่สามารถสรุปสถานการณ์ทางสังคม และเศรษฐกิจ หรือผลกระทบต่อชุมชนในพื้นที่ในภาพรวมได้ นอกจากนั้น ยังพบความซ้ำซ้อนของวัตถุประสงค์และพื้นที่ดำเนินการของหลายๆ แผนงาน โครงการ เพื่อแก้ไขปัญหาในพื้นที่ ทั้งนี้ ทางคณะผู้วิจัย ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ประชาชนในพื้นที่ เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

(4) ในกรณีการศึกษาเกี่ยวกับการปนเปื้อนของแคดเมียมในผลผลิตพืชและสัตว์ ได้ข้อสรุปว่า ผลการศึกษาในผลผลิตพืชโดยส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกัน คือ ตัวอย่างผลผลิตพืชต่างๆ โดยเฉพาะข้าวที่ปลูกในพื้นที่ที่คาดการณ์ว่ามีการปนเปื้อนของแคดเมียมในดินสูง มีการปนเปื้อนของแคดเมียมเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ในกรณีของสัตว์ พบเฉพาะรายงานการศึกษาในตัวอย่างสัตว์น้ำที่ทำการสุ่มเก็บมาวิเคราะห์ ไม่พบรายงานการศึกษาที่เผยแพร่ในสัตว์บก เช่น โค สุกร ไก่ หรือสัตว์เลี้ยง ใดๆ ก็ดี การศึกษาทั้งในประเด็นของผลผลิตพืช และสัตว์ยังไม่มีการศึกษาในเชิงลึกเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณแคดเมียมที่ตรวจวัดได้ในผลผลิตกับสภาพแวดล้อม ปัจจัยหรือสภาพที่ทำให้ผลผลิตมีการปนเปื้อน เป็นต้น

(5) การศึกษาการปนเปื้อนของแคดเมียมในด้านสุขภาพ สามารถสืบค้นได้จากเอกสารตีพิมพ์ทางวิชาการมากกว่ารายงานการศึกษาจากหน่วยงานต่างๆ เป็นหลัก ทั้งของภาครัฐ มหาวิทยาลัย และผู้ประกอบการเหมืองแร่ (ไม่พบการศึกษาโดยภาคชุมชน หรือองค์กรเอกชนอิสระ) ซึ่งพบว่า ลักษณะและวัตถุประสงค์ของแต่ละการศึกษามีความหลากหลาย และเฉพาะเจาะจง แต่จำนวนส่วนใหญ่ของเอกสารเป็นรายงานสรุปสถานการณ์ โดยอ้างอิงเนื้อหาจากรายงานการศึกษาของหน่วยงานที่ดำเนินการมาก่อนหน้าแล้ว ไม่ได้นำเสนอผลการศึกษาหรือการวิเคราะห์ใหม่ ใดๆ ก็ดี ผลการศึกษาของแต่ละหน่วยงานมีความสอดคล้องกัน คือ ปริมาณประชาชนที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะพิษแคดเมียมเรื้อรังมีจำนวนน้อย โดยอัตราความเสี่ยงด้านสุขภาพต่อการรับสารแคดเมียมจากข้าวมีค่าสูงมาก ในขณะที่น้ำดื่มทั้งจากน้ำผิวดินจากห้วยแม่ดาว และห้วยแม่กู่ และน้ำบาดาลมีค่าความเสี่ยงต่ำ นอกจากนั้น ข้อมูลล่าสุด (พ.ศ.2552) พบว่า ผู้ป่วยชุดเดิมเมื่อปี พ.ศ. 2547 ที่เคยมีค่าปริมาณแคดเมียมในร่างกายระดับสูง ซึ่งปัจจุบันมีค่าปริมาณแคดเมียมในร่างกายปกติ แต่ตรวจพบผู้ป่วยใหม่กลับมีปริมาณแคดเมียมเพิ่มขึ้นในจำนวนที่เท่ากันเข้ามาแทนที่ ซึ่งข้อมูลในด้านสุขภาพนี้ ไม่สามารถสืบค้นข้อมูลที่ลงรายละเอียดได้มากนัก เนื่องมาจากข้อมูลประเภทนี้ ถือว่าเป็นข้อมูลห้ามเผยแพร่ เป็นความลับของผู้ป่วย

2. การจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของข้อมูลเชิงพื้นที่

จากการสืบค้น และรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ พบว่า การนำเสนอผลการศึกษาต่างๆ จะเป็นในลักษณะเชิงบรรยายเป็นหลัก โดยนำข้อมูลเชิงตัวเลข และสถิติ รวมทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่มาอ้างอิงเพียงเล็กน้อย งานวิจัยครั้งนี้จึงถือได้ว่าเป็นการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับกรณีศึกษาอย่างเป็นรูปธรรมเป็นครั้งแรก โดยในการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทั้งข้อมูลทุติยภูมิจากการสืบค้น และ

รวบรวม และข้อมูลปฐมภูมิที่จัดทำขึ้นมาใหม่ จะถูกนำมาจัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สามารถแสดงผล รวมทั้งประมวล และวิเคราะห์ผลเชิงพื้นที่ในรูปแบบต่างๆ ได้ โดยแบ่งตามประเด็นเนื้อหาของการศึกษาทั้ง 5 ด้านเช่นเดียวกับข้อมูลเชิงบรรยาย เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงถึงกัน

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อหาลักษณะหรือรูปแบบของการปนเปื้อนหรือการแพร่กระจายของแคดเมียมในพื้นที่

คณะผู้วิจัย ได้นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมทั้งหมด หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมในแต่ละคู่อุทธรพยากร (ดิน-ตะกอนดิน ตะกอนดิน-น้ำ และน้ำ -ดิน) ในพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในแต่ละคู่อุทธรพยากรแต่ละสภาพพื้นที่ในลุ่มน้ำ โดยใช้การทดสอบทางสถิติ ผลปรากฏว่า ในพื้นที่ต้นน้ำที่ไม่มีการรบกวนโดยกิจกรรมของมนุษย์ ค่าความสัมพันธ์ของปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมในแต่ละคู่อุทธรพยากร จะมีความสัมพันธ์กัน แต่ในพื้นที่กลางน้ำและพื้นที่ปลายน้ำ ค่าความสัมพันธ์ของปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมในแต่ละคู่อุทธรพยากรมีค่าน้อยจนถึงไม่มีความสัมพันธ์เลย ซึ่งการศึกษาดังกล่าวบอกได้แค่เพียงว่า กิจกรรมของมนุษย์น่าจะมีผลต่อปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในพื้นที่ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงต้องนำวิเคราะห์ข้อมูลอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น ข้อมูลการชะล้างพังทลายของดิน ข้อมูลการประมาณการปนเปื้อนแคดเมียมในดิน (Interpolation) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อมูลการเจ็บป่วยด้วยภาวะพิษแคดเมียมเรื้อรัง มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมกัน จึงทำให้เห็นรูปแบบการแพร่กระจายของแคดเมียมในพื้นที่ได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ต้องอาศัยข้อมูลหลายด้าน และหลายสาขาวิชา ในการอธิบายรูปแบบการแพร่กระจายของแคดเมียม เพื่อสร้างความเข้าใจ และความร่วมมือของประชาชน ส่วนราชการ และนักวิจัย

4. การจัดประชุมเพื่อนำเสนอผลการศึกษา

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดประชุมหารือ เพื่อนำเสนอผลการศึกษาทั้ง 3 ภาคส่วน ได้แก่ กลุ่มภาครัฐ และภาคประชาชนในพื้นที่ และกลุ่มนักวิชาการ โดยส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในเชิงบวกว่า ข้อมูลจากฐานข้อมูลสารสนเทศ และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของโครงการ มีประโยชน์ในการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสารแคดเมียม และสถานการณ์การปนเปื้อนของแคดเมียมในพื้นที่ แต่ยังคงต้องการทราบข้อมูลที่เฉพาะเจาะจง เช่น สภาพการณ์การปนเปื้อนของแคดเมียมในพื้นที่อยู่ในระดับใด และพื้นที่ใดบ้างที่มีการปนเปื้อน โดยเฉพาะกลุ่มประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเป็นคำถามเดิมเหมือนกับตอนเกิดเหตุการณ์แคดเมียมใหม่ๆ (พ.ศ.2547) แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลการศึกษาจากหน่วยงานต่างๆ ประชาชนในพื้นที่ยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาหมอกนัก เพราะยังกระจุกกระจายไม่ได้ จัดทำให้เป็นระบบเดียวกัน ในส่วนของภาครัฐในพื้นที่ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่จะต้องขับเคลื่อนในเชิงนโยบาย ต้องการเห็นความเชื่อมโยงของข้อมูลทั้ง 5 ด้าน ส่วนกลุ่มนักวิชาการ ต้องการข้อมูลในเชิงลึกด้านวิชาการเพิ่มเติม และอยากให้ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วย โดยข้อเสนอแนะในข้อแต่

ละกลุ่ม จะถูกรวบรวมและดำเนินการปรับปรุงฐานข้อมูลตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของทุกภาคส่วน เพื่อให้ฐานข้อมูลนี้ มีความสมบูรณ์และพร้อมที่จะใช้งานในการแก้ไขปัญหาในพื้นที่ต่อไป

ส่วนในด้านการใช้เทคโนโลยีการฟื้นฟู จากการสำรวจชนิดพืชในพื้นที่ พบว่าพืชที่ขึ้นตามธรรมชาติในพื้นที่ที่ไม่ใช่เป็นพืชบริเวณและไม่ได้เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคดเมียมได้ค่อนข้างน้อย ทางคณะผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกพันธุ์พืชชนิดอื่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ พืชที่เป็นไม้ประดับ รวมทั้งการนำจุลินทรีย์มาใช้ร่วมกับพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดแคดเมียมในดิน น้ำและตะกอนดิน โดยการศึกษาวิจัยในปีที่ 2 เป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง เพื่อนำผลไปสู่การประยุกต์ใช้ในภาคสนามในปีต่อไป ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

การทดลองที่ 1 การคัดเลือกและขยายพันธุ์พืชในเรือนเพาะชำ

คณะผู้วิจัยได้คัดเลือกพืชกลุ่มต่อไปนี้

1. กลุ่มพืชเศรษฐกิจขนาดเล็ก ได้แก่ พืชในวงศ์ Lamiaceae คือ โหระพา (*Ocimum basilicum*) และยี่หระ (*Ocimum gratissimum*) พืชทั้งสองชนิดนี้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเป็นแหล่งผลิตน้ำมันระเหย (essential oil) ที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรม เครื่องสำอางได้
2. กลุ่มพืชเศรษฐกิจขนาดใหญ่ ได้แก่ อ้อย ข้าวโพด ที่สามารถนำไปผลิตเอทานอลได้
3. พืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ถั่วเหลือง ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในบริเวณนี้อยู่แล้ว สามารถสกัดน้ำมันจากเมล็ดได้ และยังช่วยในการฟื้นฟูสภาพดินด้วย
4. กลุ่มพืชตระกูลหญ้า ได้แก่ หญ้าแฝก และหญ้าเลี้ยงสัตว์ สามารถใช้ปลูกในพื้นที่ เพื่อช่วยตรึงแคดเมียมและป้องกันการชะล้างแคดเมียมออกจากดิน
5. กลุ่มพืชประเภทไม้ยืนต้น ได้แก่ กระจับปี่ และยูคาลิปตัส สามารถใช้ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจ โดยนำเปลือกไม้มาทำเยื่อกระดาษ และยังใช้ในการฟื้นฟูบริเวณที่ปนเปื้อนแคดเมียมได้ (revegetation)

โดยได้นำพืชทั้ง 5 กลุ่มมาทำการขยายพันธุ์ในเรือนเพาะชำจนมีขนาดเหมาะสมก่อนนำไปทำการทดลอง

การทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของพืชชนิดต่างๆ ในการลดการสะสมแคดเมียมโดยใช้สารตรึงโลหะหนัก (soil amendment)

การทดลองที่ 2.1 ประสิทธิภาพการตรึงแคดเมียมโดยใช้ปุ๋ยโซเดียมซิลิเกต (sodium silicate) และปุ๋ยขี้วัว (cow manure) ในต้นโหระพา



ผลของการทดลองแสดงว่าปุ๋ยซัลเฟต สามารถตรึงแคดเมียมไว้ในดินและในรากได้ ดังนั้นดิน
โหระพาจึงมีการสะสมแคดเมียมลดลง โดยเฉพาะในส่วนใบและลำต้น แม้ว่าปุ๋ยซัลเฟตจะมีผลทำให้ดิน
โหระพามีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้น แต่ก็ทำให้พืชมีการสะสมแคดเมียมในส่วนต้นมากขึ้น การวิจัยที่ควร
จะต้องทำต่อไปคือการปลูกต้นโหระพาในแปลงดินที่มีการปนเปื้อนแคดเมียม และวิเคราะห์อัตราการ
เติบโตและการกระจายของแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของพืช การเติมปุ๋ยซัลเฟตในดิน อาจทำให้ปริมาณ
แคดเมียมในส่วนที่กินได้ (เช่น ใบ) ลดลง ซึ่งจะช่วยในการลดอันตรายของประชากรที่อาศัยอยู่ใน
บริเวณพื้นที่นั้น

การทดลองที่ 2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารตรึงโลหะหนักไฮดรอกไซด์อะพาไทต์และปุ๋ย ซีวีวีในต้นยี่หระ

ผลการวิจัยนี้แสดงประสิทธิภาพของปุ๋ยซีวีวี และ HA ในการลดปริมาณ Cd และ Zn ที่สะสมอยู่
ในส่วนใบของต้นยี่หระที่ทดลองปลูกในดินที่ปนเปื้อน Cd และ Zn การวิจัยขั้นต่อไป คือ การทดลอง
ปลูกพืชในแปลงดินที่ปนเปื้อน Cd และ Zn โดยเติม HA หรือปุ๋ยซีวีวี เนื่องจากต้นยี่หระเป็นพืชที่ใช้
เมล็ดเป็นเครื่องเทศ และผลิตน้ำมันระเหย จึงควรมีการวิเคราะห์ปริมาณ Cd และ Zn ในเมล็ดและใน
น้ำมันจากใบด้วย

การทดลองที่ 2.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารตรึงโลหะหนัก (ไดแคลเซียมฟอสเฟต และซี โอไลต์) ในการลดการสะสม Cd ในกลุ่มพืชเศรษฐกิจ

ผลการวิจัยนี้ แสดงประสิทธิภาพของสารตรึงโลหะหนัก ไดแคลเซียมฟอสเฟตและซีโอไลต์ใน
การลดพิษของ Cd หรือเพิ่มธาตุอาหารในดิน ทำให้พืชมีการเติบโตดีขึ้น ภายใน 1 เดือน

การทดลองที่ 3 การทดลองบำบัดแคดเมียมในน้ำและตะกอนดินโดยใช้พืชน้ำและพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำที่ ไม่ใช่พืชท้องถิ่นในระดับห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง

1. สาหร่ายหางกระรอก สามารถลดปริมาณแคดเมียมในน้ำได้มากที่สุดถึง 71.43% เมื่อ
เปรียบเทียบกับพืชอีก 2 ชนิด ขณะที่ผักตบชวาและจอกหูหนูสามารถลดปริมาณแคดเมียมในน้ำได้
33.77% และ 19.48% ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของพืชแต่ละชนิด
พบว่า ส่วนรากของจอกหูหนูและผักตบชวา จะสะสมแคดเมียมได้มากกว่าส่วนต้นและใบ แต่ใน
สาหร่ายหางกระรอกจะพบที่ส่วนใบกับลำต้นเท่านั้น โดยจากการวิเคราะห์ ไม่พบแคดเมียมสะสมใน
ส่วนรากของสาหร่ายหางกระรอกในทุกชุดการทดลอง

2. ปริมาณการสะสมแคดเมียมของพืชทั้ง 3 ชนิดต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ป้อนปีน้ำสามารถ
สะสมแคดเมียมได้มากที่สุด รองลงมาได้แก่อะเมซอนน้ำและต้นคล้าน้ำ โดยส่วนรากของป้อนปีน้ำ
สามารถสะสมแคดเมียมได้สูงสุด รองลงมาคือส่วนลำต้นและใบ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับ
อะเมซอนน้ำที่แคดเมียมส่วนใหญ่จะสะสมอยู่ที่รากของอะเมซอน ส่วนต้นคล้าน้ำ ซึ่งมีความสามารถ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่..... 9 มิ.ย. 2555
เลขทะเบียน..... 246840



สะสมแคดเมียมได้น้อยที่สุด พบว่าแคดเมียมจะอยู่ที่รากเป็นส่วนใหญ่ ส่วนปริมาณแคดเมียมในลำต้นและใบไม่แตกต่างกัน

3. จากผลการศึกษาการบำบัดแคดเมียมในตะกอนดินโดยใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบริเวณผิวน้ำ พบว่าปือปี่น้ำสามารถบำบัดแคดเมียมในตะกอนดินได้ โดยประสิทธิภาพในการบำบัดลดลงเมื่อความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมในตะกอนดินสูงขึ้น กล่าวคือประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 85.67 %, 63.51 %, และ 25.40 % เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของแคดเมียมเท่ากับ 6.1, 15.35, และ 44.65 mg/kg ตามลำดับ

การทดลองที่ 4 การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้จุลินทรีย์ร่วมกับพืชในกระบวนการบำบัดแคดเมียม

1. แบคทีเรียต้านทานแคดเมียมที่สร้าง Exopolymers ได้สูงที่คัดเลือกมาใช้ในการส่งเสริมประสิทธิภาพกระบวนการ Phytoextraction ดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมคือ *Ralstonia* sp. TAK1 และ *Arthrobacter* sp. TM6

2. *Ralstonia* sp. TAK1 และ *Arthrobacter* sp. TM6 สร้างสาร IAA ได้ในปริมาณ 71.84 และ 12.96 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ *Ralstonia* sp. TAK1 และ *Arthrobacter* sp. TM6 ยังสามารถส่งเสริมการเคลื่อนที่หรือการละลายของแคดเมียมออกมาจากดินได้ และเซลล์ของแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้ยังจับกับแคดเมียมได้

3. ต้นยี่หระและหญ้าแฝกสามารถเจริญได้ดีในดินที่มีการเติมแคดเมียมในความเข้มข้น 26.8 ± 0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพืชทั้งสองชนิดมีอัตราการรอดชีวิต 100% และยี่หระมีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างจากต้นที่ปลูกในดินที่ไม่มีแคดเมียม แต่น้ำหนักแห้งของหญ้าแฝกที่ปลูกในดินที่มีแคดเมียม 26.8 ± 0.7 น้อยกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในดินที่ไม่เติมแคดเมียม แสดงว่าแคดเมียมในดินมีผลต่อการเจริญของหญ้าแฝกมากกว่ายี่หระ ส่วนน้ำหนักแห้งของยี่หระที่ปลูกในดินที่มีแคดเมียม 102.5 ± 3.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้อยกว่ายี่หระที่ปลูกในดินที่ไม่มีแคดเมียม

การทดลองที่ 5 การบำบัดแคดเมียมโดยการใช้ชีวมวลเป็นวัสดุในการดูดซับ (Biosorbents)

1. จากผลการศึกษาการดูดซับแคดเมียมในน้ำโดยใช้วัสดุชีวมวลชนิดต่างๆ พบว่า เซลล์แห้งของลำต้นสาหร่ายหางกระรอกมีประสิทธิภาพการดูดซับดีที่สุด (80.87 %) รองลงมาคือ รากจอกหูหนู > ใบสาหร่าย > ใบจอกหูหนู > รากผักตบชวา > ใบผักตบชวา > ลำต้นผักตบชวา > ใบอ้อย > แกลบ > ชั่งข้าวโพด โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดซับเท่ากับ 77.05, 76.16, 61.63, 53.92, 27.35, 26.09, 11.34, 0.44, และ -0.52 ตามลำดับ

2. จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของเซลล์สาหร่ายในการดูดซับแคดเมียมในตะกอนดินพบว่า เซลล์แห้งของสาหร่ายมีประสิทธิภาพในการดูดซับแคดเมียมให้อยู่กับอนุภาคตะกอนดินได้ค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ประโยชน์ที่ได้รับจากชุดโครงการ

1. ผลผลิตที่ได้รับ

1. ระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเอกสารอ้างอิงที่มีเอกภาพ มีระบบและมีความน่าเชื่อถือ สำหรับนักวิชาการ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องและประชาชน เพื่อใช้ในการสื่อสาร และเป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากร และการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เครือข่ายชุมชนที่มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสภาพการณ์ของพื้นที่และสามารถตัดสินใจวางแผนการจัดการพื้นที่ได้ด้วยตนเอง

3. เอกสารเผยแพร่ความรู้สำหรับชุมชนในพื้นที่และบุคคลทั่วไป เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสภาพการณ์ของพื้นที่

4. มหาวิทยาลัยที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานวิจัยในพื้นที่จริง

5. ผลิตนักวิจัยรุ่นใหม่ ที่มีความรู้ความสามารถ และสามารถดำเนินงานวิจัยใหม่ๆ

6. ได้วิธีในการฟื้นฟูและบำบัดเคเคเคเคเคเคเคเคในพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพ ลงทุนน้อย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

7. พัฒนาเทคโนโลยีการบำบัดโลหะหนักโดยใช้พืช (Phytoremediation technology) ที่สามารถถ่ายทอดให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ สำนักบริหารและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม กรมพัฒนาที่ดิน กรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น

ตัวชี้วัด

1. จำนวนการนำข้อมูลไปใช้หรืออ้างอิง ไม่น้อยกว่า 5 ครั้งต่อปี

2. จำนวนสื่อที่ผลิตขึ้นมาในการถ่ายทอดองค์ความรู้และนำไปสู่การวางแผน กำหนดนโยบายการจัดการลุ่มน้ำแม่ดาว 3 ชัน (ระบบฐานข้อมูล คู่มือเทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม เอกสารประกอบการอบรมสัมมนา)

3. กิจกรรมของคนในพื้นที่ในการวางแผนจัดการปัญหาในพื้นที่ ไม่น้อยกว่า 2 ครั้งต่อปี

4. จำนวนและชนิดพืชที่สามารถสะสม และมีความทนทานต่อเคเคเคเคเคเคเคเคที่ปนเปื้อนในดิน น้ำและดินตะกอน อย่างน้อย 3 ชนิด

5. วัสดุดูดซับทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับเคเคเคเคเคเคเคเคอย่างน้อย 1 ชนิด

6. จำนวนและชนิดจุลินทรีย์ท้องถิ่นที่สามารถสะสมเคเคเคเคเคเคเคเค และสร้างสาร exopolymers หรือ surfactant อย่างน้อย 3 ชนิด

7. ปริมาณการปนเปื้อนของเคเคเคเคเคเคเคเคในดิน น้ำและตะกอนดินลดลง มากกว่า 50% ของเคเคเคเคเคเคเคเคเดิมในธรรมชาติ

8. พัฒนานักวิจัยจำนวน 5 คน

9. ตีพิมพ์ผลงาน เพื่อเผยแพร่ในวารสารในประเทศและต่างประเทศอย่างน้อย 2 เรื่อง

2. ผลสำเร็จที่ได้รับ

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน หน่วยงานทางด้านวิชาการ รวมทั้งภาคชุมชนในพื้นที่ สามารถใช้เอกสารอ้างอิงและ/หรือระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจวางแผนจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. มีการก่อตั้งเครือข่ายชุมชนที่มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง เกี่ยวกับสภาพการณ์ของพื้นที่ พร้อมทั้งเครือข่ายมีศักยภาพในการตัดสินใจวางแผนการจัดการพื้นที่ของภาคชุมชนเอง

3. ประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาว ได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยีในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้กับชุมชนของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาว จะเป็นไปด้วยความเข้าใจและยอมรับร่วมกันจากทุกฝ่าย ซึ่งจะเป็นรากฐานนำไปสู่การจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาพื้นที่ในอนาคตได้ และเกิดการวางแผนใช้ประโยชน์จากพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาวได้อย่างเหมาะสมในอนาคต

ตัวชี้วัด

1. มีฐานข้อมูลที่เป็นระบบ และสามารถนำไปใช้ในการวางแผนจัดการพื้นที่ได้
2. ประชาชนในพื้นที่มีกิจกรรมร่วมกันในการแก้ไขปัญหาในพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพ
3. เกิดการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างประชาชน นักวิชาการ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่อย่างน้อย 1 กลุ่มเครือข่าย

4. มีนโยบายหรือแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่แบบมีส่วนร่วมที่ชัดเจนอย่างน้อย 1 ด้าน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และผลกระทบจากพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ดาวได้รับข้อมูลที่เป็นระบบ มีเอกภาพ น่าเชื่อถือ เพื่อใช้ในการตัดสินใจวางแผนในการจัดการทรัพยากรและการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ชาวบ้านในพื้นที่สามารถเข้าใจกับข้อมูลที่เป็นระบบ ทราบถึงสถานการณ์ข้อมูล และแปลผลข้อมูลได้ ซึ่งจะนำไปสู่การหาทางออกในการแก้ไขปัญหาในพื้นที่ได้ด้วยตนเอง

2. เพิ่มศักยภาพเครือข่ายของนักวิจัย ทั้งภาคประชาชน ภาครัฐ ภาคเอกชน และนักวิชาการชุมชนที่มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสภาพการณ์ของพื้นที่ และเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาให้ชุมชนอื่นที่ประสบปัญหาในทำนองเดียวกัน

3. ลดความขัดแย้ง สร้างความเข้าใจให้กับชุมชน ด้วยการเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ต่างๆที่ได้จากการวิจัยผ่านเวทีการประชุมเชิงปฏิบัติการ การสัมมนา เอกสารในรูปแบบของสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ คู่มือ หนังสือ หรือสื่อผสม

4. การสื่อสารระหว่างกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์ข้อมูลจะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะสนับสนุนให้การวิจัยในลุ่มน้ำแม่ดาวถูกพัฒนาขึ้น โดยระบบฐานข้อมูลเดียวกัน ทำให้ง่ายต่อการ

ประสานงาน การแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น และการบูรณาการเชิงพื้นที่อย่างแท้จริง นำไปสู่กระบวนการ
สะสมความรู้และเรียนรู้ปัญหาแบบมีส่วนร่วม เพื่อพัฒนาไปสู่การบริหารจัดการพื้นที่ต่อไป

5. ทำให้คนในชุมชนสามารถอาศัยอยู่ในพื้นที่ได้ โดยไม่ได้รับผลกระทบหรือได้รับ
ผลกระทบน้อยที่สุดจากการมีแควมเปียกชื้น

6. มีเทคโนโลยีการฟื้นฟูพื้นที่ และทำให้พื้นที่บริเวณที่มีการปนเปื้อนแควมเปียกชื้นสามารถ
ใช้ประโยชน์ได้เต็มศักยภาพ

7. สามารถนำหลักการไปใช้กับสภาพพื้นที่ที่มีการปนเปื้อน โลหะหนัก รวมทั้งพื้นที่ที่
ประกอบการอุตสาหกรรมเหมืองแร่ในที่อื่นๆได้

3. การประยุกต์ผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ เช่น กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประกอบ
อุตสาหกรรมการทำเหมือง กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งงานวิจัยเรื่องนี้มีความเชื่อมโยงกับ
งานวิจัยของหน่วยงานต่างๆ เช่นกรมควบคุมมลพิษที่มีโครงการการสำรวจการกระจายตัวและ
แหล่งที่มาของการปนเปื้อนสารแควมเปียกชื้นในพื้นที่ เนื่องจากเป็นงานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยที่มีการ
รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิอย่างเป็นระบบและจะพัฒนาให้สมบูรณ์พร้อมที่จะอ้างอิงได้ ไม่เกิดการทำงานที่
ซ้ำซ้อนและสิ้นเปลืองงบประมาณ โดยสาเหตุ การนำข้อมูลที่ถูกต้องเพื่อนำไปทำวิจัยต่อยอดย่อมทำให้
เกิดการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ