การปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

จัดทำโดย กลุ่มวิชาการและมาตรฐาน
สำนักบริหารและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

1. คำนำ

จากข่าวทางหน้าหนังสือพิมพ์เมื่อประมาณกลางเดือนมกราคม 2547 เกี่ยวกับการสำรวจพบการปนเปื้อนของแคดเมียมในพืชผลทางการเกษตรและในดินนาข้าว บริเวณตำบลพระธาตุผาแดง และตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ของ IWMI (International Water Management Institute) ซึ่งเป็นองค์กรนานาชาติอิสระที่ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำและดินในประเทศกำลังพัฒนา ได้ก่อให้เกิดความเคลื่อนไหวในชุมชนท้องถิ่น หน่วยงานของรัฐทั้งในส่วนกลางและท้องที่ และองค์กรอิสระที่เกี่ยวข้องด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อสืบค้นข้อมูล สำรวจสภาพพื้นที่ ตรวจสอบข้อเท็จจริง พิสูจน์หาสาเหตุและแหล่งที่มาของการปนเปื้อน และพิจารณาแนวทางการป้องกันแก้ไขปัญหา เป็นต้น

2. ความเดิม

ในปี 2541 – 2544 IWMI และ Voluntary Service Oversea (VSO, UK) ได้ร่วมดำเนินการศึกษาหาปริมาณแคดเมียมในดินนาข้าวและเมล็ดข้าวบริเวณบ้านพะเด๊ะ ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก สรุปผลการศึกษาพบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างดินที่เก็บจากที่นาจำนวน 154 แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 3.4 – 284 มิลลิกรัม/กิโลกรัม หรือคิดเป็น 1.13 – 94 เท่าของค่าอนุโลมสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของประชาคมเศรษฐกิจยุโรป : The European Economic Community (EEC) Maximum Permissible (MP) (3.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และคิดเป็น 1,800 เท่าของค่าเฉลี่ยแคดเมียมในดินของประเทศไทย (0.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) สำหรับคุณภาพเมล็ดข้าวซึ่งเก็บตัวอย่างจากที่นาจำนวน 90 แปลง พบแคดเมียมปนเปื้อน 0.1 – 44 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งสูงเกินค่าเฉลี่ยแคดเมียมในข้าวของประเทศไทยที่พบเพียง 0.043 $\pm$ 0.019 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าปนเปื้อนดังกล่าวร้อยละ 95 สูงเกินร่างอนุโลมสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของ CODEX Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC) ซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ต่อมาในปี 2544 – 2546 IWMI และกรมวิชาการเกษตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินนาข้าวจาก 334 แปลงนาที่ได้รับน้ำจากร่องน้ำขุดชลประทานที่ผันน้ำจากห้วยแม่ตาว บริเวณตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และสรุปผลว่าดินนาข้าวมีแคดเมียมปนเปื้อน 0.46 – 218 มิลลิกรัม/กิโลกรัม หรือคิดเป็น 72 เท่าของ EEC MP และมากกว่า 1,450 เท่าของค่าเฉลี่ยแคดเมียมในดินของ

ประเทศไทย สำหรับคุณภาพเมล็ดข้าวซึ่งเก็บตัวอย่างจากที่นาจำนวน 434 แปลง พบแคดเมียมปนเปื้อน <0.01 – 7.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าปนเปื้อนดังกล่าวร้อยละ 84 สูงเกินร่างอนุโลมสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของ CCFAC และคิดเป็น 38.5 เท่าของร่างอนุโลมสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของ CCFAC

3. การดำเนินงานของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ได้รับแจ้งผลการสำรวจพบการปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมดังกล่าวข้างต้นจาก IWMI เมื่อประมาณกลางปี 2545 และด้วยความตระหนักดีถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ตลอดจนผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อชุมชน เนื่องจากการพบแคดเมียมปนเปื้อนในเมล็ดข้าว ซึ่งเป็นอาหารหลักและสินค้าส่งออกของประเทศไทย เป็นเรื่องละเอียดอ่อนที่ต้องการการวางแผนจัดการและแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมรอบคอบโดยไม่ก่อให้เกิดความตื่นตระหนกในสังคม กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่จึงได้ส่งเจ้าหน้าที่จากสำนักบริหารและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมเข้าสำรวจสภาพพื้นที่และเก็บตัวอย่างคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ดิน น้ำ ตะกอนธารน้ำ และหางแร่ จำนวน 2 ครั้ง ในเดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2546 เพื่อพิสูจน์หาสาเหตุ แหล่งที่มาและความรุนแรงของปัญหาผลกระทบจากการแพร่กระจายของแคดเมียม รวมถึงเสนอแนะแนวทางมาตรการป้องกันแก้ไขที่เหมาะสมต่อไป

3.1 ผลการศึกษาสำรวจดิน

จากการเจาะเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์คุณภาพดินตามความลึกทุก 20 เซนติเมตร จากผิวดินถึงระดับลึก 1 - 2 เมตร จำนวน 28 หลุม ในพื้นที่ตำบลพระธาตุผาแดง ตำบลแม่ตาว และตำบลแม่กุ อำเภอแม่สอด พบดินในบริเวณต้นน้ำห้วยแม่ตาวและห้วยแม่กุก่อนไหลผ่านพื้นที่ศักยภาพแร่สังกะสี ซึ่งเป็นที่ตั้งประทานบัตรเหมืองแร่ของบริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) และบริษัท ตากไมนิ่ง จำกัด รวม 10 แปลง มีแคดเมียมอยู่ในระดับที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ถึงต่ำมากตลอดความลึกของชั้นดินที่เก็บตัวอย่างหนา 1 เมตร สำหรับบริเวณแหล่งศักยภาพแร่สังกะสีซึ่งเป็นเทือกเขาสูงและพื้นที่ราบตะกอนเชิงเขา (colluvial plain) ทางทิศตะวันตกซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พบปริมาณแคดเมียมในดินสูงเกิน(ร่าง)มาตรฐานคุณภาพดินเพื่อการอยู่อาศัยและการเกษตร * (37 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) แต่ไม่เกิน(ร่าง)มาตรฐานคุณภาพดินเพื่อธุรกิจบริการ อุตสาหกรรม หรือกิจกรรมอื่นๆ* (810 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) โดยส่วนใหญ่จะพบแคดเมียมปนเปื้อนตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงความลึกประมาณ 0.6 - 2 เมตร ด้วยความเข้มข้น 49 - 430 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนพื้นที่ราบตะกอนน้ำพา (alluvial plain) ตอนล่างถัดไปซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเช่นกัน พบปริมาณแคดเมียมในดินสูงเกิน(ร่าง)มาตรฐานเล็กน้อยตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงความลึก 0.2- 0.4 เมตร โดยอยู่ในช่วง 37 - 90 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

---

* กำหนดโดย คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 32(6) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

และมีค่าลดลงและตื้นขึ้นตามระยะห่างจากแหล่งศักยภาพแร่สังกะสี จนกระทั่งอยู่ในเกณฑ์(ร่าง)มาตรฐานด้วยระยะห่างประมาณ 4 กิโลเมตร (รูปที่ 1 และกราฟที่ 1) นอกจากนั้นยังพบว่าดินบริเวณลุ่มน้ำห้วยแม่ตาวซึ่งอยู่ทางทิศเหนือและรองรับน้ำล้นจากกิจกรรมเหมืองแร่ทั้งหมด และดินบริเวณลุ่มน้ำห้วยแม่กุซึ่งอยู่ทางทิศใต้และไม่มีความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กับกิจกรรมการทำเหมือง ต่างก็มีปริมาณแคดเมียมและสังกะสีสูงตลอดความลึกตั้งแต่ผิวดินจนถึง 0.6 เมตร

3.2 <u>การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม</u>

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ได้ดำเนินการตรวจสอบและกำกับดูแลการทำเหมืองของบริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) และบริษัท ตากไมนิ่ง จำกัด ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 แผนผังโครงการทำเหมือง และมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมอย่างสม่ำเสมอตลอดมา ซึ่งผลการติดตามตรวจสอบไม่ปรากฏพบสัญญาณหรือความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดปัญหาแต่ประการใด ประกอบกับการประมวลผลการตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ ตะกอนธารน้ำและตะกอนหางแร่ บริเวณประทานบัตรเหมืองแร่ของบริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) และบริษัท ตากไมนิ่ง จำกัด โดยกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่และโดยบริษัททั้งสอง รวมประมาณ 100 ครั้ง ตั้งแต่ปี 2535 จนถึงปัจจุบัน พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีปริมาณโลหะหนักได้แก่ แคดเมียม สังกะสี ตะกั่ว ปรอท แมงกานีส และเงิน ปนเปื้อนโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินมาโดยตลอด สำหรับตะกอนธารน้ำพบปริมาณแคดเมียมสูงในบริเวณประทานบัตร เช่น บ่อกักเก็บหางแร่ และบ่อดักตะกอน ซึ่งอยู่ในพื้นที่จำกัดและสามารถควบคุมไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ นอกจากนั้นความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำและดินในพื้นที่ดังกล่าวมีความเป็นกลางถึงด่าง (pH ประมาณ 7 – 8.5) ทำให้โลหะหนักส่วนใหญ่ตกตะกอนไม่ละลายน้ำ และไม่สามารถเคลื่อนที่หรือแพร่กระจายไปไกลจากแหล่งกำเนิด (รูปที่ 2 และ 3 และกราฟที่ 2 และ 3)

4. <u>สาเหตุและแหล่งที่มาการปนเปื้อนแคดเมียม</u>

จากการประมวลผลการสำรวจสภาพพื้นที่ เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม และติดตามเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรอบพื้นที่ประทานบัตรเหมืองแร่สังกะสี กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ประเมินว่าการปนเปื้อนของแคดเมียมในดินบริเวณ ตำบลพระธาตุผาแดง ตำบลแม่ตาว และตำบลแม่กุ มีสาเหตุหลักมาจากกระบวนการผุพังสลายตัวตามธรรมชาติของพื้นที่ตั้งแต่อดีตกาลยุคควอเทอร์นารี (Quaternary, 1.8 ล้านปี ถึงปัจจุบัน) ภายหลังจากการยกตัวครั้งสุดท้ายของเทือกเขาหินปูนซึ่งเป็นแหล่งศักยภาพแร่สังกะสี โดยการยกตัวของแผ่นดินทำให้เกิดการพังทลายและพัดพาตะกอนดินและหินจากเทือกเขาแหล่งแร่สังกะสีที่มีแคดเมียมเกิดร่วมอยู่ด้วย มาทับถมสะสมตัวในบริเวณที่ราบตะกอนเชิงเขาและที่ราบตะกอนน้ำพาตอนล่าง จนกระทั่งมีความหนาเพิ่มขึ้น ดังปรากฏตามหลักฐานที่ขุดเจาะสำรวจพบแคดเมียมปนเปื้อนในดินบริเวณที่ราบตะกอนเชิงเขา มีความเข้มข้นสูงผิดปกติ

ตลอดความลึกหนาถึง 0.6 - 2 เมตร โดยปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมและความหนาของชั้นดินที่พบการปนเปื้อนจะลดลงตามลำดับจากที่ราบตะกอนเชิงเขาตามระยะห่างจากเทือกเขาแหล่งศักยภาพแร่ไปสู่ที่ราบตะกอนน้ำพาตอนล่าง

เหตุผลสนับสนุนอีกประการหนึ่งต่อข้อสรุปที่ว่าการปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมบริเวณอำเภอแม่สอด มีสาเหตุมาจากกระบวนตามธรรมชาติเป็นสำคัญ คือ การพบปริมาณแคดเมียมและสังกะสีปนเปื้อนสูงผิดปกติในชั้นดินและตะกอนธารน้ำของทั้งลุ่มน้ำห้วยแม่ตาวซึ่งรองรับน้ำล้นจากกิจกรรมเหมืองแร่ และลุ่มน้ำห้วยแม่กุซึ่งอยู่ฝั่งตรงกันข้ามและไม่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเหมืองแร่ เนื่องจากทั้งสองห้วยต่างก็มีลำน้ำสาขาไหลมาจากยอดเขาเดียวกันที่เป็นแหล่งศักยภาพให้แร่สังกะสีและมีแคดเมียมเกิดร่วมอยู่ด้วย

5. มาตรการป้องกันและแก้ไข

5.1 การตรวจสอบและกำกับดูแลการทำเหมือง

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ จะดำเนินการติดตามตรวจสอบ กำกับดูแลและเฝ้าระวังการทำเหมืองแร่สังกะสีบริเวณ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ให้เป็นไปตามกฎระเบียบและข้อกำหนดตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 มีการดำเนินการถูกต้องและปลอดภัยตามแผนผังโครงการทำเหมือง และปฏิบัติตามมาตรการป้องกันแก้ไขและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยเคร่งครัดอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เพื่อการป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของประชาชน

5.2 มาตรการลดการปนเปื้อนของแคดเมียม

เพื่อการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของแคดเมียมในดินนาข้าวไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพพืชผลและสุขภาพอนามัยของประชาชนอำเภอแม่สอด กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ขอนำเสนอมาตรการเพื่อการบริหารจัดการด้วยกรรมวิธีที่สามารถดำเนินการในพื้นที่โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายดิน (In-Situ Cadmium Immobilization) ตามที่ได้รวบรวมและประมวลผลมาจากผลงานการวิจัยของสถาบันต่างๆ ร่วมกับผลการศึกษาสำรวจสภาพพื้นที่จริง บริเวณอำเภอแม่สอด ดังนี้

1) มาตรการลดปริมาณแคดเมียมในรูปแบบที่พืชสามารถดูดซึมผ่านระบบรากได้ (Bio-availability)

1.1) การปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil pH Manipulation) โดยใช้ $CaCO_3$ ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความเป็นกรด-ด่างของดินให้ไม่น้อยกว่า 8.5 ซึ่งจะทำให้ Cd^{+2} ตกตะกอนอยู่ในรูปของ $CdCO_3$ (Octavite) ดังอาจอธิบายได้จาก Eh-pH ไดอะแกรมของแคดเมียม

1.2) การปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าวในระบบชลประทานโดยควบคุมระดับน้ำให้ท่วมแปลงนาอยู่เสมอ (Irrigation/redox Management) โดยเฉพาะในช่วงเมล็ดข้าวกำลังเจริญ

เติบโต เพื่อลดปริมาณแคดเมียมละลายจากแร่กรีนอคไคต์ (Greenockite : CdS) โดยการรักษาระดับ redox ของดินไว้ที่ -150 ถึง -200 mV

1.3) การเพิ่มขีดความสามารถในการดูดซับแคดเมียมของดิน (Manipulation of Soil Adsorption Capacity) โดยการเติมแร่ดิน (Clay Minerals) เช่น แร่เบนโทไนต์ (Bentonite) แร่ดินขาว (Kaolinite) และแร่ซีโอไลต์ (Zeolite) หรือดินโคลนจากการล้างถ่านหิน (Coal-washing Fines) และของแข็งชีวมวลจากระบบบำบัดน้ำเสีย (Water Treatment Biosolids) เพื่อลดปริมาณแคดเมียมในรูปแบบที่พืชสามารถดูดซึมผ่านระบบรากได้

2) มาตรการลดปริมาณแคดเมียมในดินโดยการปลูกพืชที่ทนทานและสามารถดูดซึมโลหะได้เป็นปริมาณมาก (Phytoremediation : Cultivation of Hyperaccumulator Crops)

กระทำโดยการปลูกพืชที่สามารถทนทานและดูดซึมแคดเมียมได้เป็นปริมาณมาก ได้แก่ *Thlaspi caerulescens* (Alpine Pennycress) โดยเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ จะสามารถเก็บเกี่ยวและนำไปกำจัดโดยการเผาหรือทิ้งในพื้นที่ที่มีแคดเมียมปนเปื้อนน้อย นอกจากนั้นพืชให้น้ำมันจากเมล็ด (Oilseed Crop) เช่น *Brassica juncea* (Indian Mustard) และ *Carthamus tinctorius* (Safflower : พืชจำพวกคำฝอย) ยังสามารถดูดซึมและสะสมแคดเมียมที่ลำต้นและใบได้มากโดยไม่ปนเปื้อนในน้ำมันหรือเมล็ด ทำให้ได้ผลตอบแทนเชิงพาณิชย์ในขณะที่ทำการบำบัดพื้นที่ดินปนเปื้อนไปด้วย

3) มาตรการปลูกพืชที่ไม่ใช้เป็นอาหาร (Cultivation of Non-food Crops)

ในกรณีที่แปลงนาใดมีปริมาณแคดเมียมปนเปื้อนสูงมากและไม่สามารถใช้วิธีการดังกล่าวข้างต้นได้ ให้เปลี่ยนมาปลูกพืชที่ไม่ใช้เป็นอาหารแทน โดยพืชที่ปลูกอาจเป็นไม้ยืนต้นโตเร็วที่ให้ผลทางเศรษฐกิจไม่น้อยกว่าการปลูกข้าวของราษฎรในปัจจุบันเช่น ยูคาลิปตัส เป็นต้น

4) มาตรการลดการดูดซึมแคดเมียมในร่างกายมนุษย์

เนื่องจากผลงานวิจัยจำนวนมากพบว่าการบริโภคสังกะสี เหล็ก และแคลเซียม ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ จะสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคข้าวที่มีแคดเมียมปนเปื้อนได้ เพราะธาตุเหล่านี้สามารถลดการดูดซึมและแพร่กระจายของแคดเมียมในอวัยวะและเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของร่างกาย การรับประทานข้าวกล้องเป็นประจำ จึงเป็นมาตรการหนึ่งที่ควรดำเนินการโดยเร่งด่วน เนื่องจากข้าวกล้องมีสังกะสีและเหล็กสูงในเยื่อหุ้มเมล็ด

6. แผนงานดำเนินการในระยะยาว

เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการสภาพปัญหาการปนเปื้อนของแคดเมียมอย่างเป็นรูปธรรมและครบวงจร ในปีงบประมาณ 2547 กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ได้ดำเนินโครงการกำหนดมาตรฐานมลพิษและการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมเหมืองแร่และโลหกรรม เพื่อศึกษาชนิดของมลพิษและปริมาณการปล่อยมลพิษจากอุตสาหกรรมเหมืองแร่และโลหการชนิดแร่สังกะสีจังหวัดตาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชน สำหรับกำหนด

ค่ามาตรฐานการระบายมลพิษ พร้อมทั้งเสนอแนะมาตรฐานวิธีการจัดการมลพิษจากการประกอบอุตสาหกรรมเหมืองแร่และโลหการชนิดแร่สังกะสีขึ้นโดยเฉพาะ ให้มีความชัดเจนเหมาะสมและทันต่อสถานการณ์ เพื่อให้บรรลุมาตรฐานการระบายมลพิษที่กำหนด โดยได้มอบหมายให้คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นผู้ดำเนินการศึกษา

พฤษภาคม 2547