บทที่ 1

บทนำ

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติในเกือบทุกปี จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเหล่านี้สร้างความเสียหายอย่างมากมายให้แก่เศรษฐกิจและความมั่นคงของประเทศ และนับวันความรุนแรงของภัยธรรมชาติเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะภัยจากดินถล่ม เป็นภัยธรรมชาติที่มีโอกาสเกิดขึ้นบ่อยครั้งและสร้างความรุนแรงทุกครั้งที่เกิด ซึ่งเหตุการณ์มักจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วยากต่อการเตือนภัยหรือหลบหนีได้ทัน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม ในปัจจุบันเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันที่ส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นพร้อมกับการเกิดดินถล่มได้กลายเป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นเป็นประจำในประเทศไทย นับตั้งแต่เหตุการณ์ดินถล่มครั้งรุนแรงที่ อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี พ.ศ. 2531 หลังจากนั้นได้เกิดเหตุการณ์ดินถล่มที่บ้านน้ำก้อ-น้ำชุน จังหวัดเพชรบูรณ์ และอีกหลายพื้นที่ในภาคเหนือ และในระหว่างวันที่ 23 ถึง 24 พฤษภาคม 2549 ได้เกิดเหตุการณ์ดิน-โคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันครั้งรุนแรง ที่จังหวัดอุตรดิตถ์ สุโขทัยและแพร่ สร้างความเสียหายคิดทั้งทางเศรษฐกิจ ทรัพยากรธรรมชาติ โดยคิดเป็นมูลค่าสูงกว่า 6,000 ล้านบาท และมีผู้เสียชีวิตในเหตุการณ์ดินถล่มครั้งนี้เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่อำเภอลับแลและอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด จะเห็นได้ว่าการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติอย่างบ่อยครั้งและต่อเนื่องเหล่านี้ นับเป็นการส่งสัญญาณเตือนจากธรรมชาติถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน (จรัณธร, 2551) โดยทั่วไปดินและโคลนถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทย มักพบในบริเวณพื้นที่ภูเขาสูงชันที่ผุพังง่ายและสภาพพรรณพืชปกคลุมได้ถูกทำลาย อันเนื่องมาจากการบุกรุกพื้นที่และการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อแปรสภาพผืนป่าไปเป็นพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น พืชไร่ สวนไม้ผล หรือ สวนยางพารา เป็นต้น ซึ่งพืชเศรษฐกิจส่วนใหญ่เหล่านั้นเป็นพืชที่มีระบบรากตื้นหรือเป็นไม้ยืนต้นที่ไม่มีการเจริญเติบโตของรากแก้ว (Tap-root growth) ที่ดีเพื่อช่วยยึดเกาะหน้าดินเอาไว้ โดยปริมาณน้ำฝนนั้นจะเป็นปัจจัยกระตุ้นทางสิ่งแวดล้อมหลัก (Prime environmental trigger factors) ของการเกิดดินและโคลนถล่มในพื้นที่ดังกล่าวที่มีศักยภาพต่อการเกิดดินถล่มในระดับสูง ดังนั้นในกรณีที่ฝนตกหนักติดต่อกัน (Continuous heavy rainfall) มากกว่าระดับปกติ เช่น มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 200 มิลลิเมตรต่อวัน และตกติดต่อกันยาวนาน 2 หรือ 3 วันขึ้นไป สามารถทำให้เกิดการย้ายมวล (Mass wasting) หรือเคลื่อนตัวของมวลดิน โคลน หิน หรือ ท่อนซุงขนาดใหญ่ อันนำไปสู่การเกิดแผ่นดินถล่มหรือแผ่นดินเลื่อน (Landslide) ไถลจากพื้นที่สูงลงสู่พื้นที่ต่ำกว่าได้ง่าย อันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก

การเกิดแผ่นดินถล่มนอกจากจะก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมหาศาลและการสูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายแล้ว ยังก่อให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพันธุ์ต่างๆ อีกหลายชนิด โดยเฉพาะชนิดพันธุ์ท้องถิ่นที่หายาก หรืออยู่ในภาวะใกล้จะสูญพันธุ์ (Native rare and endangered species) อันทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมและการดำรงชีวิตของชุมชนในท้องถิ่น และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในระยะยาว อีกทั้งยังส่งผลให้องค์ประกอบและโครงสร้างของระบบนิเวศเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้กระบวนการและกลไกต่างๆ ในระบบนิเวศขาดความสมดุล อาทิ เช่น การถ่ายทอดพลังงาน (Energy flow) ระบบการหมุนเวียนของธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุในดิน (Nutrient and soil organic matter cycling) โครงสร้างของประชากรและสังคมของพรรณพืชและสัตว์ (Population structure and communities) เป็นต้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินและรูปแบบการจัดการที่ดินด้านการเกษตรอาจเป็นปัจจัยและสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านนิเวศวิทยา (Ecological change) ของระบบนิเวศต่างๆ และอาจกลายเป็นปัจจัยที่สนับสนุน (Enforcing factors) ให้เกิดกระบวนการชะล้างพังทะลายของผิวหน้าดินและการเกิดดินถล่มได้ (จรัณธร, 2551)

เอกสารงานวิจัยที่มีมาก่อน

ดินถล่ม หรือ Landslides เป็น ปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของแผ่นดินและกระบวนการซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแผ่นดิน หิน ตามแนวลาดชัน เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก การเคลื่อนที่ของมวลเหล่านี้มีความเร็วปานกลางถึงเร็วมาก (คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา, 2541 และคณะอนุกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา, 2530) ซึ่งสาเหตุและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มอยู่ 2 ประการหลัก (สำนักบริหารและพัฒนาการใช้ที่ดิน, 2549; California Geology, 1999; Geoscience Australia, 2006) คือ

1. สาเหตุจากธรรมชาติ ประกอบด้วย สภาพภูมิประเทศ ได้แก่ ความสูง ความลาดชัน ลักษณะของความลาดเอียง ความต่างระดับของพื้นที่ รูปแบบและปริมาณฝน พืชพรรณและการใช้ที่ดิน คุณสมบัติทางกายภาพของดิน ธรณีวิทยา ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำท่า อัตราการไหลของน้ำ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดิน การสั่นสะเทือนอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว การระเบิดของภูเขาไฟ การเกิดคลื่นยักษ์ การกัดเซาะหน้าผาและตลิ่งโดยคลื่นหรือแม่น้ำ รวมทั้งการเกิดหิมะถล่ม เป็นต้น

2. สาเหตุจากมนุษย์ ประกอบด้วย การบุกรุกและตัดไม้ทำลายป่า การแผ้วถางป่าเพื่อปลูกพืชไร่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่สูงโดยไม่มีการควบคุม เช่นการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่มีแนวโน้มเกิดดินถล่ม การสร้างถนน หรือเส้นทางคมนาคมในพื้นที่ที่เป็นภูเขา

นอกจากนั้นแล้วการก่อสร้างบ้านเรือน และโครงสร้างพื้นฐานกีดขวางลำน้ำ การขุดเจาะเพื่อฝังท่อหรือการขุดเจาะเคลื่อนย้ายหิน รวมทั้งการสั่นสะเทือนจากการจราจรและการระเบิดที่รุนแรง ก็เป็นสาเหตุและปัจจัยที่ก่อให้เกิดดินถล่มได้เช่นกัน

ลักษณะและประเภทของการเกิดดินถล่ม

การเกิดดินถล่ม มีอยู่หลายลักษณะ และมีผู้ให้การจัดจำแนกประเภทของการเกิดดินถล่มอยู่หลายท่าน ซึ่งส่วนใหญ่มักจะจำแนกประเภทของการเกิดดินถล่มตามลักษณะความแตกต่างของชนิดวัตถุที่มาประกอบ อัตราและชนิดของการเคลื่อนที่ BC Geological Survey (2006) ได้แบ่งประเภทของการเกิดดินถล่ม ตามลักษณะต่างๆดังต่อนี้

1 แบ่งตามอัตราการเคลื่อนที่ (Rate of movement) โดยมีช่วงตั้งแต่ อัตราการเคลื่อนที่อย่างช้าๆ (มม./ปี) ซึ่งเรียกว่า การคืบตัว (Creep) ถึงอัตราการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว (ม. / วินาที)

2 แบ่งตามลักษณะของวัตถุ โดยดินถล่มที่เกิดมีส่วนประกอบของ หินพื้นหรือดิน ดินผสมกับหิน หรือ หิมะหรือเศษซากของต้นไม้ สิ่งมีชีวิตต่างๆ

3 แบ่งตามลักษณะการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ของหินพื้นหรือดิน ดินผสมกับหิน หรือ เศษซากของต้นไม้ สิ่งมีชีวิตต่างๆ มีหลายลักษณะ เช่น การถล่ม (Slide) การเลื่อนไถล (Slump) การไหล (Flow) การร่วง (Fall)

นอกจากนี้ United States Geological Survey (2004) และ กรมพัฒนาที่ดิน (2546) ได้จำแนกประเภทของดินถล่ม (Types of landslides) จากสาเหตุ ปัจจัย และกลไลในการเกิดดินถล่มในรูปแบบต่างๆ กัน ดังนี้

1. การตกหล่น (Falls) มักเป็นก้อนหิน (Rock) หรือ หินก้อนใหญ่ทั้งก้อน (Boulder) อาจตกหล่นลงมาโดยตรง (Free fall) หรือตกกระดอนลงมา (Bouncing) หรือกลิ้งลงมา (Rolling) และสำหรับกรณีที่หินร่วงตกลงมาเป็นจำนวนมาก เป็นกองใหญ่ เช่นจากภูเขาที่มีน้ำแข็ง หินที่ตกลงมาจะกองเป็นรูปกรวยคว่ำ (Cone-shape) เรียกว่า Talus slope
2. ล้มหรือหกคะเมน (Topple) มักเป็นหินที่เป็นแผ่นเป็นแท่งที่แตกและล้มคะเมนลงมา
3. การคืบ-เคลื่อนไปช้าๆ (Creep) ของดิน หรือหิน เนื่องจากมีแรงดึงระดับต่ำ พอที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวไปเรื่อยๆ แต่อย่างช้ามาก
4. การเลื่อน (Slide) เนื่องจากดินชั้นล่างที่ติดกับชั้นที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ มีความอิ่มตัวของน้ำมากจนเหลวตัว (Liquefaction) ไม่มีแรงยึดดินไว้ได้อย่างเดิม ทำให้พื้นดินส่วนบนทั้งชิ้นเลื่อนไถลลงมาตามแรงเฉือน (Shear force) ที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อมวลดินบนที่ลาดเอียง

5. การไหล (Flows) เกิดจากมีส่วนประกอบของน้ำจำนวนมากและและไหลเร็วลงมาตามที่ลาดชัน ในหลายลักษณะ ได้แก่ การไหลของเศษดินทรายและเศษต้นไม้ (Debris flow) การถล่มของก้อนหิมะที่ทับถมกันเป็นจำนวนมาก (Debris avalanche) ดินไหล (Earth flow) และ โคลนไหล (Mudflow) เกิดเช่นเดียวกับดินไหล แต่มีส่วนผสมเป็นโคลนและทรายและน้ำ
6. การเคลื่อนแผ่ออกไปด้านข้าง (Lateral spreading) เกิดในที่ลาดชันน้อยหรือที่ราบ เนื่องจากมีความชุ่มน้ำมากจนพื้นดินเริ่มเหลวตัว (Liquefaction) พื้นดินไม่มีแรงพอที่จะเกาะกุมกัน จึงแผ่ตัวออกไปทางข้างๆ และบางครั้งตรงขอบบนของที่ลาดเอียงเล็กน้อยนั้น อาจเกิดรอยแยกของดิน หรือตรงด้านข้างอาจเกิดการหมุนตัวของแผ่นดิน หรือในที่ลาดเอียงบางแห่งจะมีการเคลื่อนเร็วขึ้น จนเป็นดินเลื่อน หรือดินไหลได้

การเกิดดินถล่มในประเทศไทย

การเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นลักษณะการไหลของเศษดินทรายและเศษต้นไม้ หรือ Debris flow ซึ่งเกิดจากน้ำฝนเป็นปัจจัยหลักในการกระตุ้นให้เกิด โดยมีปริมาณฝนตกมากกว่า 100 มม. ต่อวัน และมีการสะสมในช่วง 2-3 วัน ตลอดจนลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่เป็นหินเนื้อแน่นแต่ผุง่าย ดินเป็นดินเนื้อหยาบถึงเนื้อละเอียด ภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงชัน ที่ลาดเชิงเขา หุบเขาและหน้าผา

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม

โดยทั่วไปแผ่นดินถล่มในประเทศไทย ส่วนใหญ่มักเกิดภายหลังฝนตกหนักมากบริเวณภูเขาซึ่งเป็นต้นน้ำลำธารบริเวณตอนบนของประเทศ ซึ่งมีปัจจัยที่ส่งเสริมความรุนแรงของแผ่นดินถล่ม ดังต่อไปนี้ (1) ปริมาณฝนที่ตกต่อเนื่องบนพื้นที่ลาดชัน (2) ความลาดชันของพื้นที่ (3) ความสมบูรณ์ของป่าไม้และการปกคลุมของชั้นเรือนยอดหมู่ไม้ และ (4) ลักษณะทางปฐพีวิทยาและธรณีสันฐานของภูเขา ดังนั้นเมื่อฝนตกหนักน้ำซึมลงไปในดินอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ดินอิ่มน้ำ จะทำให้แรงยึดเกาะระหว่างมวลดินจะลดลง ระดับน้ำใต้ผิวดินสูงขึ้น และแรงต้านทานการเลื่อนไหลของดินลดลง หลังจากที่น้ำใต้ผิวดินมีระดับสูงก็จะไหลไปตามช่องว่างภายในของดิน ลงไปตามความชันของพื้นที่ลาดเขา ถ้ามีการเปลี่ยนความลาดชัน ก็อาจเกิดเป็นน้ำผุด และจะเป็นจุดแรกที่มีการเลื่อนไหลของดิน เมื่อเกิดดินเลื่อนไหลแล้วก็จะเกิดต่อเนื่องขึ้นไปตามลาดเขา โดยความรุนแรงของการเกิดดินถล่มจะมีมาก ถ้าหากทุกองค์ประกอบที่กล่าวมาแล้วเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน เช่น มีปริมาณฝนตกหนักมากติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน ในพื้นที่ภูเขาหินแกรนิตที่มีความลาดชั้นสูงและพื้นที่ไม่มีพรรณไม้ปกคลุม ดังนั้นโอกาสที่จะเกิดดินถล่มจะสูงมาก ในทางตรงกันข้าม ความรุนแรงจะลดน้อยลงถ้ามีเพียงองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง เท่านั้น

ในขณะที่กรมพัฒนาที่ดิน (2549) ได้ศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดดินถล่ม (Causes of debris flow damage) ภายในพื้นที่จังหวัด อุตรดิตถ์ สุโขทัย และแพร่ โดยผลการศึกษาสรุปได้ว่า ปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุของแผ่นดินและโคลนถล่มในประเทศไทย มีดังต่อไปนี้

(1) สภาพภูมิประเทศ

จังหวัดอุตรดิตถ์ สุโขทัย และแพร่ เป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน สภาพพื้นที่ต้นน้ำเป็นเทือกเขาติดต่อกัน หินส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนและหินแปร ประกอบด้วย หินดินดาน (Shale) หินฟิลไลท์ (Phyllite) แผ่นดินมีการยกตัวทำให้เกิดรอยคดโค้งและรอยเลื่อน สภาพพื้นที่จึงเป็นเขาที่ยกตัวขึ้นมาเป็นบริเวณกว้างประกอบด้วยหุบเขาลาดชันมาก แต่มีหุบเขาและทางน้ำที่แคบ และมีความยาวไหลวกเวียนไปตามแนวต่อของการยกตัว ซึ่งลักษณะของภูมิประเทศต่างๆเหล่านี้ไม่ว่าจะเป็นความลาดชัน ความยาวของความลาดชัน ทิศทางลาด ภูมิสัณฐาน และความสูงของพื้นที่ต่างมีอิทธิพลต่อความรุนแรงในการเกิดดินถล่มทั้งสิ้น

ความลาดชันของพื้นที่ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความยากง่ายและความรุนแรงในการเกิดดินถล่ม Anbalgan (1992) นำปัจจัยความลาดชันมาพิจารณาความรุนแรงของการเกิดดินถล่มไว้ คือ ระดับต่ำเมื่อมีความลาดชันน้อยกว่า 5 องศา ไปจนถึงระดับสูงเมื่อมีความลาดชันมากกว่า 45 องศา Kingsbury et al. (1992) ได้ใช้ปัจจัยของความลาดชันมาประเมินเช่นกัน โดยแบ่งระดับความรุนแรงดังนี้ รุนแรงน้อย มีความลาดชันน้อยกว่า 5 องศา รุนแรงปานกลางมีความลาดชัน 5-15 องศา และรุนแรงมากมีความลาดชันมากกว่า 15 องศา Walker et al. 1987 รายงานว่าความลาดชันต่ำสุดที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มเกิดในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 6-24 องศา Champati et al. (2007) รายงานว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันระหว่า 21-40 องศา มีโอกาสเกิดดินถล่มมากที่สุด นอกนี้ยังมีรายงานว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ฝนตกหนักจะมีโอกาสเกิดดินถล่มได้สูง และหากชั้นหินพื้นของพื้นที่เป็นหินแกรนิตที่น้ำซึมผ่านได้ยาก เมื่อฝนตกลงมาน้ำที่ไหลบ่าหน้าดินจะมีปริมาณมากและมีความเร็วสูง โดยมีอัตราการไหลสูงสุดมากกว่า 400 ลบ.ม. ต่อวินาที ความสามารถในการชะล้างพังทลายของน้ำจึงมีมาก เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดดินถล่มได้ง่ายขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ความลาดชันของพื้นที่จะมีความสัมพันธ์กับแรงยึดของวัตถุบนพื้นที่นั้น ซึ่งมีอิทธิพลต่อความรุนแรงการเกิดดินถล่ม ความสัมพันธ์นี้เป็นผลทำให้พื้นที่ทีความลาดชันสูงบางแห่งมีความคงทนต่อการเกิดดินถล่ม ในทางกลับกันพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำกลับมีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มสูง

ระดับความสูงของพื้นที่มีความสัมพันธ์กับแรงโน้มถ่วงของโลก จากการศึกษาโดยศูนย์วิจัยป่าไม้ (2537) พบว่าการเกิดดินถล่มในภาคใต้ ตำแหน่งที่พบดินถล่มในระดับต่ำกว่า 200 เมตร มีเพียง 14 จุดเท่านั้น ในระดับความสูง 200-500 เมตร พบ 1,050 จุด ระดับความสูง 500-800

เมตร พบ 774 จุด และระดับความสูงเกิน 800 เมตร พบ 187 จุด จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าความถี่ที่จะเกิดดินถล่มอยู่ในช่วงระดับความสูง 200-500 เมตร Anbalgan (1992) รายงานถึงระดับความสูงที่มีผลต่อความรุนแรงของการเกิดดินถล่ม ว่า ระดับรุนแรงน้อย มีความสูงน้อยกว่า 100 เมตร ระดับปานกลางมีความสูงระหว่าง 100-300 เมตร และระดับรุนแรงมากมีความสูงมากกว่า 300 เมตร ส่วนทิศทางลาดของพื้นที่ที่มีผลต่อความรุนแรงของการเกิดดินถล่มมักจะเกี่ยวเนื่องกับทิศทางของลมมรสุมที่พัดผ่าน พื้นที่ที่หันหน้าปะทะลมที่พัดผ่านมักจะได้รับความรุนแรงกว่าด้านอื่นๆที่ไม่ได้ปะทะลมโดยตรง

(2) ลักษณะทางธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา

ลักษณะของหินและดิน เป็นปัจจัยสำคัญอีกชนิดหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อเสถียรภาพของพื้นที่ คุณสมบัติบางประการของดินที่มีแรงต้านทานการพังทลายของดินอยู่ 2 แรง คือแรงเชื่อมแน่น และแรงเสียดทาน ดินเหนียวจะมีแรงเชื่อมแน่นมาก แต่มีแรงเสียดทานน้อย ในทางตรงกันข้าม ดินทรายจะมีแรงเชื่อมแน่น น้อย แต่มีแรงเสียดทานมาก ดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินแกรนิตจะเป็นดินเหนียวปนทราย โดยจะมีปริมาณทรายมากกว่า ดินจึงมีแรงเชื่อมแน่นค่อนข้างน้อย แต่แรงเสียดทานค่อนข้างมาก ในสภาพที่ดินแห้งสนิท จะไม่มีแรงเชื่อมแน่นเกิดขึ้นเลย จะมีเพียงเล็กน้อยขณะที่ดินเปียกเท่านั้น และแรงเสียดทานระหว่างดินกับหินจะมีมากกว่าดินกับดิน (กรมทรัพยากรธรณี, 2531)

การเกิดดินถล่มมีความสัมพันธ์กับชนิดหิน หินแกรนิตมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ง่ายต่อการเกิดดินถล่มมากกว่าหินชนิดอื่น เนื่องจากเป็นหินเนื้อหยาบเมื่อผุพังสลายตัวจะได้ดินที่มีทรายปนมาก จึงมีสภาพค่อนข้างร่วนและการยึดตัวต่ำทำให้เกิดการพังทลายง่าย และในอดีตแผ่นดินถล่มมักเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีหินชั้นหินพื้นเป็นหินแกรนิตเสมอ (Nilson et al. 1976 และ Roth, 1983) Nilson and Turner (1975) พบว่าการเกิดดินถล่มในซานฟรานซิสโกมีความสัมพันธ์กับชนิดหิน ในภาคใต้ของประเทศไทย พื้นที่เกิดดินถล่มมีความสัมพันธ์กับสภาพทางธรณีวิทยาที่เป็นหินแกรนิต ดินถล่มในรูปแบบการชะล้างพังทลายจะเกิดขึ้นสูงในพื้นที่ที่มีหินแกรนิตผุ และสภาพที่มีฝนตกหนัก ดินถล่มสามารถเกิดได้ในสภาพพื้นที่ที่ดินมีการสลายตัวเป็นดินลึก บางแห่งเกิดในพื้นที่ที่เป็นหินผุ เป็นดินที่สลายตัวอยู่กับที่หรือเกิดการสะสมจากแรงโน้มถ่วงของโลก นอกจากนี้ การสะสมน้ำใต้ดินบริเวณระหว่างดินและหินพื้นจะก่อให้เกิดการเสี่ยงในการเกิดดินถล่มได้เช่นกัน

(3) พืชพรรณและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พืชพรรณและการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลกระทบต่อเสถียรภาพของความลาดชันของพื้นที่ กลไกที่พืชพรรณมีผลต่อเสถียรภาพของความลาดชันประกอบด้วยกลไกที่มีต่อน้ำและสภาพ

ทางกายภาพ กลไกดังกล่าวมีทั้งผลดีและผลเสียต่อเสถียรภาพของความลาดชัน ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆจะมีผลต่อสิ่งปกคลุมดิน เช่น ป่าไม้ ทุ่งหญ้า สวนผลไม้ สิ่งก่อสร้าง ฯลฯ สิ่งปกคลุมดินเหล่านี้จะช่วยลดแรงปะทะของเม็ดฝนก่อนตกลงถึงพื้นดิน ทำให้การพังทลายของดินน้อยลง โดยเฉพาะป่าไม้และไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ดังนั้น หากสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินมีพืชปกคลุมดินน้อย มีการตัดไม้ทำลายป่ามาก และพื้นที่มีความลาดชันสูงจะทำให้เกิดแผ่นดินถล่มและการพังทลายของภูเขาได้ง่าย

ป่าไม้เป็นปัจจัยที่ช่วยให้เกิดเสถียรภาพบนพื้นที่ลาดชัน การเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไปเป็นพื้นที่ทำการเกษตรทำให้ความมั่นคงของพื้นดินลดลง โดยเฉพาะการปลูกยางพารา เนื่องจากในช่วงยางมีอายุน้อยระบบรากไม่สามารถยึดดินได้ เมื่อเกิดฝนตกหนักเป็นสาเหตุให้เกิดดินถล่ม ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การเปิดพื้นที่ป่าเพื่อทำสวนยางพารา การทำไร่เลื่อนลอย ก็เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดดินถล่มที่เกิดจากมนุษย์ เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางของระบบราก ความลึก และความหนาแน่นของรากพืชที่มีความแตกต่างกันจะมีอิทธิพลต่อความมั่นคงของลาดดินต่างกัน รวม ทั้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการยึดเกาะดินของรากพืช การซาบซึมน้ำของดิน ปริมาณน้ำท่า และการระบายน้ำผิวดิน

(4) รูปแบบและปริมาณน้ำฝน

ปริมาณและความหนาแน่นของฝนเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดปรากฏการณ์ดินถล่ม ฝนที่ตกลงมาติดต่อกัน หลังจากที่ไหลซึมลงไปในดินจนเกินความสามารถของชั้นหินที่จะรองรับได้ก่อให้เกิดแรงดันในช่องว่างดิน แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคดินก็ลดลงทำให้เกิดการพังทลายของความลาดชัน Campbell (1975) พบว่าปริมาณฝนที่มากกว่า 6.35 มม. ต่อชั่วโมง จะกระตุ้นให้เกิดดินถล่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีความชื้นจากฝนที่ตกมาก่อนหน้าแล้ว ปริมาณฝนที่ตกติดต่อกันเป็นระยะเวลานานก่อให้เกิดดินถล่มมากกว่าฝนที่ตกในระยะสั้นๆที่มีช่วงแล้งสลับ Nilson et al. (1976) สรุปภาวะวิกฤติฝนที่ก่อให้เกิดดินถล่มไว้ดังนี้ 1) ช่วงที่เกิดพายุฝนติดต่อกัน 2) ความหนาแน่นของฝนที่ตก 3) ปริมาณฝนที่ตกสะสมก่อนที่จะเกิดพายุฝน ซึ่งพายุฝนที่เกิดหลังฝนตกหนักก่อให้เกิดดินถล่มมากกว่าฝนต้นฤดู เช่น ในกรณีดินถล่มที่อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2531 มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลังแรงพัดปกคลุมประเทศไทยทำให้เกิดฝนตกหนักเป็นเวลาหลายวัน สามารถวัดปริมาณน้ำฝน 24 ชั่วโมงได้ 448 มม. ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2531 จากเหตุการณ์นี้ก่อให้เกิดดินถล่มขึ้นหลายจุดตามบริเวณไหล่เขา

กรมพัฒนาที่ดิน (2549) ได้ทำการวิเคราะห์หาพื้นที่เกิดดินถล่ม โดยใช้ภาพ SPOT 2 และภาพถ่ายทางอากาศสี ในช่วงเวลาหลังเกิดเหตุการณ์ร่วมกับระบบสารสนเทศ

ทางภูมิศาสตร์ พบว่าบ้านน้ำต๊ะ-น้ำลี มีพื้นที่เกิดดินถล่มสูงสุด ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 2,760 ไร่ รองลงมาได้แก่ บ้านแม่พูล ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับ 2,362 ไร่ และบ้านน้ำมีพื้นที่เกิดดินถล่มน้อยที่สุดประมาณ 44 ไร่ จำนวนรอยแผลที่เกิดดินถล่มในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเท่ากับ 1,972 จุด โดยบ้านน้ำต๊ะ-น้ำลีมีจำนวนรอยแผลสูงสุดคือ 735 จุด และบ้านน้ำจ้อมมีจำนวนรอยแผลน้อยที่สุดคือ 16 จุด ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของพื้นที่ที่เกิดดินถล่มทั้ง 6 พื้นที่ พบว่า พื้นที่เกิดดินถล่มบ้านน้ำต๊ะ-น้ำลี และแม่พูล ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความสูง 300-500 เมตรจากระดับน้ำทะเล พื้นที่เกิดดินถล่มบ้านนานกกก บ้านไฮฮ้า และบ้านดงย่าปา ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความสูง 100-300 เมตรจากระดับน้ำทะเล และความสูงของพื้นที่เกิดดินถล่มบ้านน้ำจ้อมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 500-800 เมตรจากระดับน้ำทะเล

สำหรับพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่บ้านน้ำต๊ะ-น้ำลี อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในสภาพที่เป็นป่าเบญจพรรณหรือป่าผลัดใบเสื่อมโทรม ในขณะที่ดินถล่มในพื้นที่บ้านแม่พูลและบ้านนานกก อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ จะพบมากในพื้นที่ป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูงชัน ดินถล่มสามารถเกิดขึ้นในบริเวณทั้งที่เป็นดินตื้นและดินลึกในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งจากการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มในแต่ละพื้นที่ศึกษา พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญหลักๆ คือ การใช้ที่ดินและความลาดชันของพื้นที่ โดยที่บ้านน้ำต๊ะ-น้ำลี พื้นที่เกิดดินถล่มส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าผลัดใบเสื่อมโทรม ซึ่งความลาดชันช่วง 30-35 องศามีเนื้อที่สูงสุดประมาณ 593 ไร่ คิดเป็น 21.49 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม รองลงมาคือ ความลาดชันช่วง 25-30 องศา มีเนื้อที่ประมาณ 510 ไร่ คิดเป็น 18.48 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม บ้านแม่พูล พื้นที่เกิดดินถล่มส่วนใหญ่เกิดในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ซึ่งความลาดชันช่วง 35-40 องศามีเนื้อที่สูงสุดประมาณ 552 ไร่ คิดเป็น 23.84 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม รองลงมาคือ ความลาดชันช่วง 30-35 องศา มีเนื้อที่ประมาณ 460 ไร่ คิดเป็น 19.85 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม บ้านนานกกก พื้นที่เกิดดินถล่มส่วนใหญ่เกิดในพื้นที่ไม้ผล ซึ่งความลาดชันช่วง 35-40 องศามีเนื้อที่สูงสุดประมาณ 98 ไร่ คิดเป็น 16.72 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม รองลงมาคือ ความลาดชันช่วง 30-35 องศา มีเนื้อที่ประมาณ 94 ไร่ คิดเป็น 16.04 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม บ้านไฮฮ้า พื้นที่เกิดดินถล่มส่วนใหญ่เกิดในพื้นที่นาข้าว ซึ่งความลาดชันช่วง 0-7 องศามีเนื้อที่สูงสุดประมาณ 354 ไร่ คิดเป็น 32.81 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม รองลงมาคือ พื้นที่ป่าผลัดใบเสื่อมโทรม ซึ่งมีความลาดชันช่วง 35-40 องศา มีเนื้อที่ประมาณ 129 ไร่ คิดเป็น 11.96 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม บ้านดงย่าปา พื้นที่เกิดดินถล่มส่วนใหญ่เกิดในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ซึ่งความลาดชันช่วง 30-35 องศามีเนื้อที่สูงสุดประมาณ 224 ไร่ คิดเป็น 20.74 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม รองลงมาคือ ความลาดชันช่วง 35-40 องศา มีเนื้อที่ประมาณ 182 ไร่ คิดเป็น 16.85 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม และบ้านน้ำจ้อม พื้นที่เกิดดินถล่มส่วนใหญ่เกิดในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ซึ่งความลาด

ชันช่วง 30-35 องศามีเนื้อที่สูงสุดประมาณ 9 ไร่ คิดเป็น 20.45 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม รองลงมาคือ ความลาดชันช่วง 20-25 และ 25-30 องศา มีเนื้อที่ 8 ไร่เท่ากัน คิดเป็น 18.18 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดินถล่ม กรมพัฒนาที่ดิน (2549)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการจัดการแผ่นดินถล่ม

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ Geospatial Information System; GIS) นับเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศแขนงหนึ่งที่มีความพิเศษและมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างไปจากระบบสารสนเทศประเภทอื่นๆ โดยเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial data หรือ Geodata) เข้ากับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งความสามารถในการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบของแผนที่ ซึ่งเป็นเสมือนตัวแทนอ้างอิงตำแหน่งกับพื้นผิวโลกจริง ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียกค้นข้อมูลได้จากแผนที่ที่เห็นโดยตรง และสามารถนำข้อมูลจากหลากหลายรูปแบบมาทำการวิเคราะห์ร่วมกัน เช่น ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) ที่ได้จากภาพถ่ายทางอากาศ (Arial photo) หรือภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite image) ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามโดยตรงด้วยระบบระบุตำแหน่งพิกัดโลก (Global Position System; GPS) หรือ การสำรวจภาคสนาม (Field survey) ทำให้ได้สารสนเทศเชิงพื้นที่ หรือ ภูมิสารสนเทศ (Geoinformation) ที่ถูกจัดเก็บอยู่ภายใต้ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่มีระบบพิกัดอ้างอิงที่แน่นอน เป็นมาตรฐานสากล และสามารถมองเห็นเป็นภาพแผนที่ได้ พร้อมทั้งสามารถนำมาจำลองสถานการณ์เชิงพื้นที่ (Spatial simulation) สร้างแบบจำลองแทนระบบหรือเหตุการณ์เชิงพื้นที่ (Spatial modeling) และแสดงผลเชิงภาพได้ (Geographic visualization) (จรัณธร, 2551)

ภูมิสารสนเทศที่ได้ในหลายรูปแบบเหล่านี้ ทำให้ผู้ใช้ข้อมูลดังกล่าวสามารถเข้าใจถึงสถานการณ์และปฏิสัมพันธ์ต่างๆ ของเหตุการณ์ (Spatial phenomena) ได้ดียิ่งขึ้น ในกรณีที่สามารถรวบรวมชุดข้อมูลอนุกรมเวลา (Time-series dataset) จะสนับสนุนการแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่แบบพลวัต (Dynamic geospatial solutions) ได้อีกด้วย ซึ่งจะสนับสนุนให้สามารถจำแนกปัญหาด้วยมุมมองที่แปลกใหม่ หลีกเลี่ยงการตั้งสมมุติฐานที่ผิด และทำให้ลดความเสี่ยงจากการตัดสินใจในการดำเนินการครั้งหนึ่งๆ เป็นอันมาก รวมถึงจะช่วยประหยัดเวลา ลดต้นทุนและเพิ่มศักยภาพของการทำงานได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ในปัจจุบัน GIS ถูกประยุกต์ใช้ในกิจกรรมแทบทุกด้านไม่ว่าจะเป็นด้านการแพทย์ การศึกษา ระบบคมนาคม อุตสาหกรรม ธุรกิจ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงด้านการบริหารจัดการภัยธรรมชาติ (Natural disaster management) (จรัณธร, 2551)

กรมพัฒนาที่ดิน (2546) ได้ศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มโดยใช้โปรแกรมด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView (ESRI) ทำงานร่วมกับแบบจำลองวิเคราะห์ความมั่นคงของพื้นที่

ลาดเท (SINMAP) โดยใช้ข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดิน ข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ ข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้าน และข้อมูลความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model; DEM) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 5 เมตร และ 30 เมตรภายใต้วิธีการวิเคราะห์ทางธรณีเทคนิค (Geotechnical engineering method) ในมาตราส่วน 1:50,000 ซึ่งข้อมูลแผนที่ที่ได้ทั้งหมดเหล่านี้นำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาค่าดัชนีความมั่นคงของพื้นที่ (Stability index) และได้กำหนดพื้นที่เสี่ยงดินถล่มได้ 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มหรือมีโอกาสเกิดขึ้นน้อย พื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มปานกลาง และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มสูง พบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มปานกลางและสูงในพื้นที่บริเวณบางส่วนบ้านน้ำต๊ะ-น้ำลี และพื้นที่ที่เกิดดินถล่มขึ้นจริงในพื้นที่บางส่วนของบ้านน้ำต๊ะ-น้ำลี ตำบลน้ำหมัน อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ เมื่อวันที่ 22-23 พฤษภาคม 2549 ตามลำดับ เมื่อนำพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มที่ได้จากผลการวิเคราะห์โดยแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับผลของพื้นที่ที่เกิดดินถล่มขึ้นจริงพบว่าประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เสี่ยงที่ได้จากการวิเคราะห์โดยแบบจำลองได้เกิดดินถล่มขึ้นจริงในพื้นที่

การประยุกต์ใช้ GIS ด้านแผ่นดินถล่มในปัจจุบัน เป็นไปในทิศทางของการศึกษาแบบจำลองความเสี่ยงของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม (Spatial prediction models for landslide risk) และการประเมินระดับความรุนแรงของแผ่นดินถล่ม (Landslide hazards assessment) ด้วยเทคนิคที่แตกต่างกัน เช่น การบูรณาการการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับวิธีวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาปฏิสัมพันธ์ของพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่มในอดีตกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ (Nandi, 2005) หรือการคาดการณ์ความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide susceptibility) ด้วยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยแบบ Rare Events Logistic ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Van Den Eeckhaut *et al.*, 2006) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องกันของพื้นที่เกิดแผ่นดินถล่มที่คาดการณ์จากแบบจำลองกับพื้นที่แผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นจริง และสามารถนำไปสร้างแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงหรือแผนที่แสดงระดับความเปราะบางของพื้นที่ (Maps of landslide risk and landslide susceptibility) การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่มในประเทศไทยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นจะใช้วิธีวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่เคยเกิดแผ่นดินถล่ม กับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ ของพื้นที่ เช่น ปัจจัยคุณลักษณะของดิน ปัจจัยด้านความอุดมสมบูรณ์ของสภาพป่าไม้และสภาพการใช้ที่ดิน ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศ และปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ โดยใช้วิธีการศึกษาประวัติ ข้อมูลสถิติ และรูปแบบการเกิดดินถล่ม เพื่อสร้างองค์ความรู้ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่มในพื้นที่แต่ละแห่ง GIS ยังสามารถนำไปใช้ในการแบ่งเขตการจัดการพื้นที่ (Zoning) เพื่อเป็นเครื่องมือในการวางแนวทางและมาตรการที่เหมาะสมในการจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยในการป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่มที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546; กรมทรัพยากรธรณี, 2549; วรเดช และ สมบัติ, 2545; สมบัติ อยู่เมือง, 2002)

อย่างไรก็ตามการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน สามารถนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาบูรณาการกับหลักการของศาสตร์และเทคโนโลยีในแขนงต่างๆ ได้แก่การวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่ (Spatial statistical analysis) เทคโนโลยีการสื่อสาร เทคโนโลยคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ และเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศด้านอื่นๆ (Geoinformation technologies) เพื่อนำมาสร้างระบบการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความแม่นยำมากขึ้น เช่น ระบบการพยากรณ์อากาศด้วยซูเปอร์คอมพิวเตอร์ (Numerical Weather Prediction; NWP) ระบบเตือนภัยล่วงหน้า (Early warning system) หรือ ระบบผู้เชี่ยวชาญและระบบสนันสนุนการตัดสินใจ (Expert system and decision support system) เป็นต้น (จรัณธร, 2551)

ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ภายในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา เหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันและแผ่นดินถล่มกลายเป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นเป็นประจำในประเทศไทย นับตั้งแต่เหตุการณ์ดินถล่มที่ อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี พ.ศ. 2531 หลังจากนั้นได้เกิดเหตุการณ์ดินถล่มที่บ้านน้ำก้อ-น้ำชุน จังหวัดเพชรบูรณ์ และอีกหลายพื้นที่ในภาคเหนือ และในระหว่างวันที่ 23 ถึง 24 พฤษภาคม ปี พ.ศ. 2549 ได้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันและโคลนถล่มบริเวณพื้นที่อำเภอลับแลและอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ นำมาซึ่งความเสียหายทั้งทางทรัพย์สินและชีวิตผู้คนเป็นอย่างมาก เหตุการณ์ครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ 14 เมษายน 2550 ที่ผ่านมา ได้เกิดน้ำป่าไหลหลากบริเวณน้ำตกสายรุ้งและน้ำตกไพรสวรรค์ จังหวัดตรัง การเกิดขึ้นของภัยพิบัติทางธรรมชาติอย่างบ่อยครั้งและต่อเนื่องเหล่านี้ นับเป็นการส่งสัญญาณเตือนจากธรรมชาติถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน

โดยทั่วไปแผ่นดินและโคลนถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทย มักเกิดจากฝนตกหนักติดต่อกันในบริเวณพื้นที่ภูเขาสูงชันที่มีการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อแปรสภาพเป็นพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นพืชที่มีรากตื้นหรือไม่มีรากแก้ว เมื่อฝนตกมากกว่าระดับปกติจึงไม่มีรากไม้ขนาดใหญ่ช่วยยึดหน้าดินเอาไว้ สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ในเขตอำเภอลับแล เป็นการเพาะปลูกแบบสวนผลไม้ผสมบนพื้นที่ภูเขาสูงชันที่แปรสภาพจากป่าไม้ธรรมชาติมาเป็นระยะเวลายาวนาน ถึงแม้สภาพระบบนิเวศน์การเกษตรแบบสวนผลไม้ผสม เช่น สวนทุเรียน สวนลางสาด จะมีสภาพใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของระดับชั้นเรือนยอดพรรณไม้ การปกคลุมของเรือนยอด ความหนาแน่นของไม้พื้นล่าง และโดยเฉพาะความสามารถในการยึดดินของไม้ผลที่ไม่มีรากแก้วนั้น แตกต่างจากสภาพพรรณไม้ป่าในธรรมชาติเป็นอย่างมาก อาจส่งผลทำให้สภาพดินขาดรากไม้ใหญ่ในการยึดเกาะเสริมความแข็งแรง ประกอบกับปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่าระดับปกติถึง 330 มิลลิเมตร อย่างต่อเนื่องกันหลายวันในพื้นที่ภูเขาสูงชัน โดยบางแห่งความความลาดชันมากกว่า 70 องศา จึงเป็นเหตุให้มวลดินเกิดการเคลื่อนตัวพังถล่มลงมาและปนกับน้ำไหลบ่า แปรสภาพเป็น

โคลนถล่มที่มีความหนาแน่นสูงมีกำลังพัดพาต้นไม้และเศษหิน ทำให้มีพลังงานในการทำลายในระดับที่สูงขึ้นตามมา อีกทั้งมวลดิน ต้นไม้ และเศษหินที่ไหลถล่มลงมาได้ทับถมบริเวณพื้นที่การเกษตรด้านล่าง โดยบางแห่งมีการทับถมของมวลดินหนา 1 ถึง 2 เมตร จากระดับผิวหน้าดินเดิม จึงให้ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางการเกษตรด้านปัจจัยการผลิตในระยะยาว

แผ่นดินถล่มนับเป็นปรากฏการทางธรรมชาติที่เกิดอย่างรวดเร็ว ยากต่อการเตือนภัยหรือหลบหนีได้ทัน อีกทั้งในประเทศยังไม่มีอุปกรณ์เตือนภัยทางตรง จึงต้องใช้การเตือนภัยทางอ้อม โดยใช้ปริมาณน้ำฝนเป็นเกณฑ์เพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยจากแผ่นดินถล่ม ถึงแม้ว่าการเกิดแผ่นดินถล่มซึ่งเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ป้องกันได้ยาก แต่ถ้าศึกษาให้เข้าใจถึงพฤติกรรมของเหตุการณ์ โดยศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านสถิติและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์อย่างเป็นระบบ ก็สามารถคาดการณ์และเตือนภัยล่วงหน้า เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดในอนาคตและลดระดับความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมาได้

ดังนั้นการประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในระดับที่มีความถูกต้องสูง จึงเป็นกิจกรรมที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน นอกจากนี้การศึกษาถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอันเนื่องมา จากแผ่นดินถล่มและการทับถมของมวลดิน จะเป็นประโยชน์อย่างมากเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายและวางมาตรการจัดการในพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในอนาคต รวมทั้งการให้ความช่วยเหลือกับผู้ประสบภัยอย่างทั่วถึงและทันท่วงที

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์
2. เพื่อประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางการเกษตรจากการเกิดแผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นในพื้นที่การเกษตร
3 เพื่อกำหนดแนวทางการฟื้นฟูพื้นที่การเกษตรและมาตรการป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การศึกษาบรรลุเป้าหมายได้สมบรูณ์ภายในกรอบของเวลาที่กำหนดจึงได้มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 28 ก.ย. 2555
เลขทะเบียน 246414
เลขเรียกหนังสือ

พื้นที่ดำเนินโครงการวิจัย: พื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ อันประกอบด้วย ลุ่มน้ำแม่พูล ลุ่มน้ำปู่เจ้า และลุ่มน้ำห้วยแม่พร่อง

กลุ่มเป้าหมาย: เกษตรกรที่เป็นเจ้าของพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม

ระบบการเกษตร: การเกษตรแบบสวนผลไม้ผสมบนภูเขาสูงชัน สวนผลไม้ผสมบนพื้นราบ และนาข้าว

ข้อมูลในการวิเคราะห์: - การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ใช้ตัวแปรทางด้านวิศวกรรมปฐพีและรากฐาน สำหรับการประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม

- การเก็บตัวอย่างดินและคุณภาพน้ำในการวิเคราะห์ตัวแปรทางด้านการเกษตร ดำเนินการในช่วงระยะเวลาก่อนการเพาะปลูกข้าว
- ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับแปลงตัวอย่าง บริเวณลำน้ำหรือแหล่งเก็บน้ำผิวดินที่อยู่ใกล้กับแปลงตัวอย่าง

วิธีการดำเนินการวิจัยโดยสรุป

1. การประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

1.1 ศึกษาปัจจัยและตัวแปรที่เป็นสาเหตุและเกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นดินถล่ม

ดำเนินการสำรวจพื้นที่และเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมและการจัดการที่ดินของพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่ม ในปี พ.ศ. 2549 หลังจากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสภาพแวดล้อมต่างๆ (ตัวแปรอิสระ) กับการเกิดแผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำของอำเภอลับแล (ตัวแปรตาม) เพื่อกำหนดปัจจัยและตัวแปรในการประเมินพื้นที่ที่เปราะบางต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม จากปัจจัยสภาพแวดล้อม 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศ ปัจจัยด้านปฐพีและโครงสร้างทางธรณีวิทยา และปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ

1.2 สร้างแบบจำลองความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม

เนื่องด้วยข้อจำกัดในการได้มาซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่ของปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับดินถล่มจากการสำรวจพื้นที่และหน่วยงานอื่นๆ ดังนั้นแบบจำลองความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม จึงถูกสร้างขึ้นโดยใช้เทคนิคสมการเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Weighted Linear Combination Technique, WLC) ภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกับการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งผลที่ได้จะนำไปประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ภายใต้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และทำการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองโดยทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองซึ่งสามารถทำนายถึงโอกาสหรือค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้ในการจำแนกกลุ่มของการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในพื้นที่อำเภอลับแล และสามารถใช้เป็นแบบจำลองต้นแบบ (Prototype model) ที่สามารถนำไปประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่บริเวณอื่นที่มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน

1.3 การทวนสอบความแม่นยำและความถูกต้องของแบบจำลอง

แบบจำลองความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดดินถล่มที่ได้ ถูกนำมาวิคราะห์ความสอดคล้องกันเชิงพื้นที่โดยแสดงอยู่ในรูปของค่า Coincide area value (CV) ซึ่งแสดงถึงความสอดคล้องกันระหว่างพื้นที่ดินถล่มที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ศึกษากับพื้นที่ในแต่ละระดับชั้นความเปราะบางของการเกิดดินถล่มที่ได้จากแบบจำลอง โดยค่าคะแนนความสอดคล้องกันของพื้นที่ (CV) ในระดับสูงแสดงถึงระดับความถูกต้องของแบบจำลอง

1.4 การประเมินความเสี่ยงของพื้นที่ต่อการเกิดดินถล่ม โดยใช้แบบจำลอง ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (Antecedent Precipitation Index : API)

นอกจากนี้แบบจำลองความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดดินถล่มที่สร้างขึ้นด้วยเทคนิค WLC ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบการทวนสอบความถูกต้องกับการประเมินความเสี่ยงของพื้นที่ต่อการเกิดดินถล่ม จากการใช้ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (Antecedent Precipitation Index: API)

2. การประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางการเกษตร เนื่องจากการเกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

2.1 ศึกษาผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของพื้นที่การเกษตรจากการเกิดแผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้น

(1) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility status) ภายหลังการเกิดแผ่นดินถล่มและมวลดินทับถมของพื้นที่การเกษตร

เลือกแปลงเกษตรกรรมตัวอย่างทั้งแปลงที่ได้รับผลกระทบและยังไม่มีการฟื้นฟูหรือปรับสภาพพื้นที่ และเลือกแปลงเกษตรกรรมที่ไม่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินถล่มและมวลดินทับถมเพื่อเป็นแปลงเปรียบเทียบ ดำเนินการเก็บรวบรวมตัวแปรคุณสมบัติของดินด้านกายภาพและเคมี ได้แก่ ปฏิกิริยาของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณธาตุไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณเบสที่แลกเปลี่ยนได้ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน การวิเคราะห์เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความหนาแน่นอนุภาคของดิน และความพรุนของดิน

(2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเกษตร ในแปลงตัวอย่างเดียวกันกับที่ได้ทำการคัดเลือกในขั้นตอนการศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตทางเกษตรกรรม ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ค่าความกระด้างทั้งหมด ปริมาณตะกอนแขวนลอย ความขุ่น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณของแข็งรวม ปริมาณเหล็ก (Fe) และอะลูมินั่ม (Al)

2.2 ศึกษาผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของพื้นที่การเกษตรที่เปราะบางต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม

ผลจากการวิเคราะห์และการแปลผลข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของแปลงตัวอย่างจากการเกิดแผ่นดินถล่มและการทับถมของมวลดิน จะถูกนำมาคาดการณ์ในการประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของพื้นที่การเกษตรที่มีความเปราะบางต่อการเกิดแผ่นดินถล่มที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

3. การกำหนดแนวทางการฟื้นฟูและการป้องกันพื้นที่เกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

3.1 แนวทางการฟื้นฟูพื้นที่การเกษตรที่ได้รับความเสียหายจากแผ่นดินถล่ม

ผลที่ได้จากการประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางการเกษตรของพื้นที่เกษตรกรรมจะถูกนำมากำหนดแนวทางที่เหมาะสมเพื่อฟื้นฟูสภาพพื้นที่ เพื่อปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและคุณภาพของแหล่งน้ำทางด้านการเกษตร สำหรับพื้นที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้น และรวมถึงพื้นที่ที่มีโอกาสได้รับผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินถล่มในอนาคต

3.2 แนวทางการป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่มบนพื้นที่สูงชัน

ผลจากการวิเคราะห์และการจัดทำแผนที่แสดงระดับความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม สามารถนำมากำหนดแนวทางการป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่มในอนาคต โดยการใช้ร่วมกับสารสนเทศด้านสภาพอากาศเพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยในระดับชุมชน รวมถึงวางแนวทางการแก้ไขปัญหาแผ่นดินถล่มในระยะยาวตามหลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ทฤษฎีและ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย

แผ่นดินถล่มเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติของการสึกกร่อนชนิดหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อบริเวณพื้นที่ที่เป็นเนินสูงหรือภูเขาที่มีความลาดชันมาก เนื่องจากขาดความสมดุลในการทรงตัวของบริเวณดังกล่าว ทำให้เกิดการปรับตัวของพื้นดินต่อแรงดึงดูดของโลกและเกิดการเคลื่อนตัวขององค์ประกอบทางธรณีวิทยาภายในบริเวณนั้นจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ แผ่นดินถล่มมักเกิดในกรณีที่มีฝนตกหนักมากบริเวณภูเขา และส่งผลให้ภูเขานั้นอุ้มน้ำไว้จนเกิดการอิ่มตัว จนทำให้เกิดการพังทลาย (สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณะภัย, 2548) แนวความคิดของการศึกษาพฤติกรรมของเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม เป็นการศึกษาถึงปัจจัยภายใน (Intrinsic factor) ในบริเวณพื้นที่ที่เคยเกิดปรากฏการณ์แผ่นดินถล่มมาแล้วในอดีต ซึ่งการศึกษาร่องรอยที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วในพื้นที่แห่งนั้น ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการคาดการณ์และบอกถึงแนวโน้มของการเกิดแผ่นดินถล่มที่อาจจะเกิดขึ้นได้อีกในอนาคต วิธีการศึกษาปรากฏการณ์ของการเกิดแผ่นดินถล่มครั้งนี้ ได้ใช้วิธีวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่เคยเกิดแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอลับแล กับตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ ของพื้นที่ เพื่อประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่วิธี Complete Mapping Analysis (CMA) เพื่อกำหนดระดับคะแนนของตัวแปรและค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในด้านต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยคัดเลือกตัวแปรที่คาดว่าจะเป็นปัจจัยเกื้อหนุนที่ทำให้เกิดดินถล่มและส่งผลต่อระดับความรุนแรงของการเกิดดินถล่มในพื้นที่ศึกษา

อย่างไรก็ตามพื้นที่ดินถล่มในอำเภอลับแลมีเนื้อที่รวมทั้งหมดน้อยกว่าเนื้อที่ของอำเภอลับแลอย่างมาก ดังนั้นอาจส่งผลให้ผลของการประเมินค่าระดับความเปราะบางของพื้นที่จากแบบจำลองเชิงพื้นที่มีความคาดเคลื่อนจากสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ได้ ดั้งนั้นจึงจำเป็นต้องมีการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองระดับความเปราะบางของพื้นที่ที่ได้กับเหตุการณ์ดินถล่มที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ศึกษา เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะทางสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. **แก้ปัญหาในการดำเนินงานของหน่วยงานที่ทำการวิจัย**

   สามารถกำหนดมาตรการเพื่อป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่มของพื้นที่ และกำหนดแนวทางในการฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินถล่ม

   กลุ่มเป้าหมาย : สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์ องค์การบริหารส่วนตำบล

2. เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป

องค์ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์การเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ศึกษา ที่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมและการเกิดแผ่นดินถล่ม และองค์ความรู้ในการฟื้นฟูสภาพพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินถล่ม

กลุ่มเป้าหมาย : สถาบันทางการศึกษาและสถาบันวิจัย สำนักงานพัฒนาที่ดินส่วนภูมิภาค

3. บริการความรู้แก่ประชาชน

เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์การเกิดแผ่นดินถล่ม ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมและการเกิดแผ่นดินถล่ม และความรู้เกี่ยวกับการป้องกันและการฟื้นฟูสภาพพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินถล่ม โดยจัดทำโฮมเพจและเผยแพร่ทางอินเตอร์เน็ต

กลุ่มเป้าหมาย: เกษตรกร และนักวิชาการในหน่วยงานของรัฐและเอกชน

4. เป็นประโยชน์ต่อประชากรกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย : เกษตรกร และนักวิชาการในหน่วยงานของรัฐและเอกชน

แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายเมื่อสิ้นสุดการวิจัย

1. เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์การเกิดแผ่นดินถล่ม ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมและการเกิดแผ่นดินถล่ม และความรู้เกี่ยวกับการป้องกันและการฟื้นฟูสภาพพื้นที่ เกษตรกรรมที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินถล่ม โดยจัดทำโฮมเพจและเผยแพร่ทางอินเตอร์เน็ต
2. เผยแพร่ผลงานวิจัยโดยจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย รวมทั้งเผยแพร่ทางอินเตอร์เน็ต
   กลุ่มเป้าหมาย : เกษตรกร นักวิชาการในหน่วยงานของรัฐและเอกชน และประชาชน
3. การบรรยายเพื่อแสดงผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติ 2 เรื่อง ในงานการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7
   กลุ่มเป้าหมาย: นักวิชาการในหน่วยงานของรัฐและเอกชน นิสิต นักศึกษา
4. ตีพิมพ์ผลการวิจัยในวารสารระดับชาติหรือระดับนานาชาติจำนวน 1 เรื่อง
   กลุ่มเป้าหมาย: นักวิจัยและวิชาการในหน่วยงานของรัฐและเอกชน
5. นำข้อมูลและผลการวิจัยที่ได้ถ่ายทอดสู่เกษตรกรเจ้าของแปลงตัวอย่าง และ หน่วยงานที่ได้รับประโยชน์
   กลุ่มเป้าหมาย: นักวิจัยและวิชาการในหน่วยงานของรัฐและเอกชน