ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246414

รายงานการวิจัย

โครงการ เรื่อง "การประเมินความเปราะบางของพื้นที่ ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางการเกษตร และแนวทางการฟื้นฟูและการป้องกันพื้นที่เกิดแผ่นดินถล่ม อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์"

Landslide Susceptibility Assessment, Impact on Agricultural Environment, and Suitable Approaches for Land Recovery and Prevention of Landslide at Lablae District, Uttaradit Province

คณะผู้วิจัย

ดร.จรัณธร บุญญานุภาพ

รองศาสตราจารย์ ดร.เสวียน เปรมประสิทธิ์

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ประจำปีงบประมาณ 2550

b00253016
ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246414
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

วช.
NRCT

รายงานการวิจัย

โครงการ เรื่อง "การประเมินความเปราะบางของพื้นที่ ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางการเกษตร และแนวทางการฟื้นฟูและการป้องกันพื้นที่เกิดแผ่นดินถล่ม อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์"

Landslide Susceptibility Assessment, Impact on Agricultural Environment, and Suitable Approaches for Land Recovery and Prevention of Landslide at Lablae District, Uttaradit Province

คณะผู้วิจัย

ดร.จรัณธร บุญญานุภาพ
รองศาสตราจารย์ ดร.เสวียน เปรมประสิทธิ์
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประจำปีงบประมาณ 2550

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2550 ภายใต้ยุทธศาสตร์งานวิจัยด้านการพยากรณ์ป้องกันและแก้ไขปัญหาภัยพิบัติเกี่ยวกับน้ำ

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การประเมินความเปราะบางของพื้นที่ ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางการเกษตร และแนวทางการฟื้นฟูและการป้องกันพื้นที่เกิดแผ่นดินถล่ม อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

(ภาษาอังกฤษ) Landslide Susceptibility Assessment, Impact on Agricultural Environment, and Suitable Approaches for Land Recovery and Prevention of Landslide at Lablae District, Uttaradit Province

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและหมายเลขโทรศัพท์

หัวหน้าโครงการ: ดร.จรัณธร บุญญานุภาพ (อาจารย์ ระดับ 6)

คุณวุฒิ Ph.D. (Soil Environmental Science)

หน่วยงาน: ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

โทรศัพท์ : 0-5526-1038 ต่อ 2706 โทรสาร : 0-5526-1040

E-mail : charuntornb@nu.ac.th

ผู้ร่วมงานวิจัย: รศ.ดร.เสวียน เปรมประสิทธิ์ (รองศาสตราจารย์ ระดับ 9)

คุณวุฒิ Ph.D. (Forest Ecology

หน่วยงาน: ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

โทรศัพท์ : 0-5526-1038 ต่อ 2750 โทรสาร : 0-5526-1988

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 จำนวนเงิน 500,000 บาท
ระยะเวลาทำวิจัย 10 เดือน ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ.2550 ถึง เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2551

บทคัดย่อ

246414

แผ่นดินถล่มนับเป็นปรากฏการทางธรรมชาติที่เกิดอย่างรวดเร็วและยากต่อการเตือนภัยโดยตรง แต่ถ้าศึกษาให้เข้าใจถึงพฤติกรรมของเหตุการณ์ โดยศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสถิติและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์อย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถคาดการณ์และเตือนภัยล่วงหน้า เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดในอนาคตและลดระดับความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นที่ตามมาได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองความเปราะบางของพื้นที่ (Landslide susceptibility model) เพื่อประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ภายใต้กระบวนการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พร้อมทั้งศึกษาผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางการเกษตรจากการเกิดแผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการฟื้นฟูพื้นที่และมาตรการป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่มที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต ผลการศึกษาพบว่า ตอนบนของพื้นที่ศึกษามีความเปราะบางทางกายภาพต่อการเกิดดินถล่มในระดับสูง โดยสภาพภูมิประเทศถือเป็นปัจจัยหลัก (Contributing factor) ที่ส่งเสริมให้เกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ศึกษา ในขณะที่ปัจจัยด้านภูมิอากาศ คือ ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวัน ถือเป็นปัจจัยที่กระตุ้นต่อกระบวนการเกิดแผ่นดินถล่ม (Triggering factors) หลังการเกิดดินถล่มประมาณ 1 ปีครึ่ง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่สวนไม้ผลผสมบนเขาสูงชันเกิดขึ้นค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารและปริมาณอินทรีย์วัตถุและความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นในดินชั้นบน (Surface soil layer) ในขณะที่ดินชั้นล่าง (Subsurface และ Subsoil layers) การเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของดินมีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน คุณภาพน้ำในด้านการเกษตรหลังการเกิดดินถล่มพบว่า มีปริมาณของแข็ง เหล็ก และอะลูมินั่มสูง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจได้ การปรับปรุงสภาพพื้นที่ที่เกิดดินถล่มและมวลตะกอนดินและเศษวัสดุต่างๆ ทับถม ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับพื้นที่แต่ละแห่ง โดยพื้นที่สวนไม้ผลผสมบนเขาสูงชันจำเป็นต้องดำเนินการตามหลักวิชาการด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลาดชัน สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมที่ถูกตะกอนดินและเศษวัสดุต่างๆ ทับถม จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายตะกอนดินที่ทับถมออกจากพื้นที่และปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูก ถึงแม้ว่าการคาดการณ์การเกิดแผ่นดินถล่มให้มีความถูกต้องแม่นยำเป็นไปได้ยาก เนื่องจากกระบวนการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่แต่ละแห่งมีพฤติกรรมที่แตกต่างกัน รวมทั้งปัจจัยด้านภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนี้ข้อมูลด้านปฐพีวิทยาและวิธีการจัดการที่ดินต้องมีความถูกต้องและมีรายละเอียดมากเพียงพอในระดับท้องถิ่น เพื่อให้ได้สารสนเทศเชิงพื้นที่ที่สามารถนำมาใช้สนับสนุนในการวางแผนการจัดการพื้นที่แผ่นดินถล่มได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

Abstract

246414

A landslide is a geological phenomenon, which can occur usually occur without direct warning. However, study on the understanding of their behavior by systematically collecting the statistical data including current information on environmental status is capable of receiving early warning and predicting the further phenomenon in order to minimize landslide hazards and identify where potential landslides can occur. The aims of the study were to (1) model the landslide susceptibility for evaluating the landslide susceptible area, (2) quantitatively study on the impact of landslide and debris-mud deposition on agricultural environment, and (3) determine the further appropriate measures in land improvement and Landslide prevention. The study found that the upper part of the study area was high susceptible area to landslide which topographical factors played as the key factor contributing to the landslide. Whereas, the maximum daily rainfall was the triggering factor influencing landslide. After one year and a half of landslide and debris-mud deposition, the changes in soil fertility evidently occurred in the mixed fruit tree orchard on steeply sloping land. The depletions of soil nutrient and organic matter content associated with soil acidification were remarkably found in surface soil layer. Contrary, there was no significant trend in the soil fertility changes in subsurface and subsoil layers. Water quality for agricultural purpose in the area was high in solid, iron, and aluminum contents, which may affect plant growth in the area. Appropriate improvements in the impacted areas are depended on the impact level of landslide and debris-mud deposition on the lands. The impacted areas on steeply sloping agricultural lands urgently require the implementations of soil and water conservation programs. While, agricultural areas on flat lowland affected by deposition of mass movement materials are needed to remove mud and other debris from the surface layer. The improvements in soil physical properties are needed for being capable of cultivating as well. Forecasting landslides are concerning difficult to assess the precision and accuracy of the model because landslide behavior is varies from place to place as well as some factors are largely uncontrolled such as climatic factor. Furthermore, sufficient information on soil and land management is important at micro level in order to provide an effective landslide planning.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	1
บทที่ 1 บทนำ	2
เอกสารงานวิจัยที่มีมาก่อน	3
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	12
วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย	13
วิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุป	14
ทฤษฎีและ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย	16
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	17
บทที่2 เนื้อเรื่อง	
วิธีดำเนินการวิจัย	19
ผลการวิจัย	30
1. การประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	30
1.1 ศึกษาปัจจัยและตัวแปรที่เป็นสาเหตุและเกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นดินถล่ม	26
1.2 การกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญสำหรับตัวแปรที่มีผลต่อการเกิด แผ่นดินถล่ม	73
1.3 การสร้างแบบจำลองความเปราะบางของพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม	79
1.4 การประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	80
1.5 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองระดับความเปราะบางของพื้นที่ ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มโดยใช้แบบจำลองสมการเชิงเส้นตรงอย่างง่าย	86
1.6 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองระดับความเสี่ยงของพื้นที่ ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มโดยใช้แบบจำลองค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน	87

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
2. การเปลี่ยนแปลงด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) ของพื้นที่การเกษตร หลังจากที่เกิดแผ่นดินถล่มและยังไม่มีการฟื้นฟูหรือปรับสภาพพื้นที่	94
2.1 การเปลี่ยนแปลงด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) ของพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ภูเขาสูงชัน	94
2.2 การเปลี่ยนแปลงด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) ของพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	106
2.3 การเปลี่ยนแปลงด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) ในนาข้าว	117
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในพื้นที่การเกษตรที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินถล่ม	122
4. การกำหนดแนวทางการฟื้นฟูและการป้องกันพื้นที่เกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	132
4.1 แนวทางการฟื้นฟูพื้นที่การเกษตรที่ได้รับความเสียหายจากแผ่นดินถล่มและการทับถมของมวลดิน	132
4.2. แนวทางการป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่มบนพื้นที่สูงชัน	133
บทที่3 อภิปราย/วิจารณ์ผลการทดลอง	136
1. การประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	136
2. การเปลี่ยนแปลงด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) ของพื้นที่เกษตรกรรมที่เกิดดินถล่มและมวลดินทับถม	143
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในพื้นที่การเกษตรที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินถล่ม	147
บทที่4 บทสรุปและเสนอแนะ	149
บรรณานุกรม	153

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	เนื้อที่รายอำเภอของพื้นที่ศึกษา ในพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	31
ตารางที่ 2	ปัจจัยและตัวแปรที่ใช้ในการประเมินความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	36
ตารางที่ 3	ชั้นข้อมูลในระบบฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	37
ตารางที่ 4	แสดงระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา	38
ตารางที่ 5	แสดงความลาดชันของพื้นที่ศึกษา	39
ตารางที่ 6	แสดงทิศด้านลาดของพื้นที่ศึกษา	40
ตารางที่ 7	แสดงลักษณะแผ่นดินของพื้นที่ศึกษา	41
ตารางที่ 8	แสดงความเสถียรภาพของความลาดชันของพื้นที่ศึกษา	42
ตารางที่ 9	แสดงธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา	43
ตารางที่ 10	แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา	44
ตารางที่ 11	แสดงชุดดินของพื้นที่ศึกษา	45
ตารางที่ 12	แสดงการระบายน้ำของดินในพื้นที่ศึกษา	47
ตารางที่ 13	แสดงความลึกดินของพื้นที่ศึกษา	48
ตารางที่ 14	แสดงปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา	48
ตารางที่ 15	แสดงแผนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดรายปีของพื้นที่ศึกษา	49
ตารางที่ 16	เนื้อที่แผ่นดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	62
ตารางที่ 17	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม	64
ตารางที่ 18	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลาดชันของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม	65
ตารางที่ 19	ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางลาดของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม	66
ตารางที่ 20	ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะแผ่นดินของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม	66
ตารางที่ 21	ความสัมพันธ์ระหว่างความเสถียรภาพของความลาดชันของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม	67
ตารางที่ 22	ความสัมพันธ์ระหว่างธรณีวิทยาของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม 69

ตารางที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม 70

ตารางที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายน้ำของดินของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม 71

ตารางที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกดินของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม 72

ตารางที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม 72

ตารางที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยของพื้นที่กับการเกิดแผ่นดินถล่ม 73

ตารางที่ 29 ค่าคะแนนความเปราะบางของตัวแปร (xi) ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ 74

ตารางที่ 30 ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรที่เกี่ยวข้องการการเกิดดินถล่ม 78

ตารางที่ 31 แสดงเมตริกซ์การเปรียบเทียบปัจจัยที่ละคู่ (Pairwise comparison matrix) สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดดินถล่มในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ 79

ตารางที่ 32 แสดงพื้นที่ที่มีความเสถียรภาพมั่นคงและมีโอกาสน้อยมากในการเกิดดินถล่มในอนาคต 83

ตารางที่ 33 การจำแนกระดับความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ 83

ตารางที่ 34 การจำแนกระดับความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในระดับตำบล ของพื้นที่ศึกษา 86

ตารางที่ 35 ค่าความสอดคล้องกัน (CV) ระหว่างระดับความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มและและพื้นที่ดินถล่มที่เกิดขึ้นใน พื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ 87

ตารางที่ 36 แสดงการกำหนดค่า Runoff curve number (CN) ของปัจจัยภูมิประเทศ (CNto) 88

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 37	แสดงการกำหนดค่า Runoff curve number (CN) ของปัจจัยด้านประเภทและปริมาณพืชคลุมดิน (CNve))	88
ตารางที่ 38	แสดงการกำหนดค่า Runoff curve number (CN) ของปัจจัยการดูดซับน้ำของดิน (CNso)	89
ตารางที่ 39	แสดงการกำหนดค่า Runoff curve number (CN) ของปัจจัยประเภทและปริมาณแอ่งน้ำผิวดิน (CNss)	90
ตารางที่ 40	การจำแนกระดับความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	91
ตารางที่ 41	ค่าความสอดคล้องกัน (CV) ระหว่างระดับความเสี่ยวของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มโดยใช้แบบจำลองค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API model) และพื้นที่ดินถล่มที่เกิดขึ้นใน พื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	92
ตารางที่ 42	การเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละชั้นดิน (Soil layers) ภายใต้การเกษตรแบบสวนไม้ผลผสมบนพื้นที่เขาสูงชันที่เกิดแผ่นดินถล่ม กับพื้นที่ข้างเคียงที่ไม่เกิดและไม่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	96
ตารางที่ 43	การเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละชั้นดิน (Soil layers) ในพื้นที่การเกษตรแบบสวนไม้ผลผสมบนพื้นที่ราบ ที่เกิดแผ่นดินถล่มกับพื้นที่ข้างเคียงที่ไม่เกิดและไม่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	104
ตารางที่ 44	สถานภาพของความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละชั้นดิน (Soil layers) ในพื้นที่นาข้าว ที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	119
ตารางที่ 45.	คุณภาพตัวอย่างน้ำที่เก็บในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่มและมวลดินทับถม ในพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 46	ค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตร	126
ตารางที่ 47	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ย ตั้งแต่ปี 2515 ถึงปี 2549	140
ตารางที่ 48	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549	141
ตารางที่ 49	ข้อมูลภูมิอากาศของภาคเหนือ ประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549	142

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	พื้นที่ศึกษา ในลุ่มน้ำอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	32
ภาพที่ 2	ตำแหน่งแปลงตัวอย่าง เพื่อศึกษาผลกระทบของดินถล่มและมวลดินทับถม ต่อพื้นที่เกษตรกรรม ในเขต ต.แม่พูล ต.นานกกก และต.ฝายหลวง อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	33
ภาพที่ 3	ร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านบริเวณภาคเหนือตอนล่างในช่วง วันที่ 22 และ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2549	34
ภาพที่ 4	ดินโคลนถล่มและน้ำป่าไหลหลากที่เกิดในช่วงวันที่ 21–23 พฤษภาคม พ.ศ. 2549	35
ภาพที่ 5	แผนที่แสดงระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา	50
ภาพที่ 6	แผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ศึกษา	51
ภาพที่ 7	แผนที่แสดงทิศทางลาดของพื้นที่ศึกษา	52
ภาพที่ 8	แผนที่แสดงลักษณะแผ่นดินของพื้นที่ศึกษา	53
ภาพที่ 9	แผนที่ความเสถียรภาพของความลาดชันของพื้นที่ศึกษา	54
ภาพที่ 10	แผนที่ความเสถียรภาพของความลาดชันของพื้นที่ศึกษา	55
ภาพที่ 11	แผนที่ความเสถียรภาพของความลาดชันของพื้นที่ศึกษา	56
ภาพที่ 12	แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา	57
ภาพที่ 13	แสดงการระบายน้ำของดินในพื้นที่ศึกษา	58
ภาพที่ 14	แสดงความลึกดินของพื้นที่ศึกษา	59
ภาพที่ 15	แผนที่ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา	60
ภาพที่ 16	แผนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดรายปีของพื้นที่ศึกษา	61
ภาพที่ 17	แผนที่แสดงพื้นที่แผ่นดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	63
ภาพที่ 18	แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีความเสถียรภาพมั่นคงและมีโอกาสน้อยมาก ที่จะเกิดดินถล่มขึ้นในอนาคต ภายในพื้นที่ศึกษา	82
ภาพที่ 19	แผนที่แสดงการจำแนกระดับความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	84

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 20	แผนที่แสดงการจำแนกระดับความเสี่ยงของพื้นที่ต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม (API model) ในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	93
ภาพที่ 21	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ pH ในดินชั้น Surface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	100
ภาพที่ 22	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ SOM ในดินชั้น Surface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	100
ภาพที่ 23	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินชั้น Surface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	100
ภาพที่ 24	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินชั้น Surface soil layers หลังการเกิดดินถล่มในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	101
ภาพที่ 25	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ pH ในดินชั้น Subsurface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	102
ภาพที่ 26	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ SOM ในดินชั้น Subsurface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	103
ภาพที่ 27	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินชั้น Subsurface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	103
ภาพที่ 28	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินชั้น Subsurface soil layers หลังการเกิดดินถล่มในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	103
ภาพที่ 29	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ pH ในดินชั้น Subsoil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	105
ภาพที่ 30	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ SOM ในดินชั้น Subsoil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	105

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 31	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินชั้น Subsoil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	106
ภาพที่ 32	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินชั้น Subssoil layers หลังการเกิดดินถล่มในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่เขาสูงชัน	106
ภาพที่ 33	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ pH ในดินชั้น Surface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	111
ภาพที่ 34	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ SOM ในดินชั้น Surface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	111
ภาพที่ 35	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินชั้น Surface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	112
ภาพที่ 36	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินชั้น Surface soil layers หลังการเกิดดินถล่มในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	112
ภาพที่ 37	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ pH ในดินชั้น Subsurface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	113
ภาพที่ 38	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของ SOM ในดินชั้น Subsurface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	114
ภาพที่ 39	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินชั้น Subsurface soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	114

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 40	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินชั้น Subsurface soil layers หลังการเกิดดินถล่มในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	114
ภาพที่ 41	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ pH ในดินชั้น Subsoil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	116
ภาพที่ 42	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ SOM ในดินชั้น Subsoil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	116
ภาพที่ 43	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินชั้น Subsoil soil layers หลังการเกิดดินถล่ม ในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	116
ภาพที่ 44	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินชั้น Subsoil soil layers หลังการเกิดดินถล่มในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนพื้นที่ราบ	117
ภาพที่ 45	ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำ ของการใช้ที่ดิน 3 ประเภท คือ สวนไม้ผลผสมบนภูเขาสูงชัน สวนไม้ผลผสมบนที่ราบ และนาข้าว โดย	123
	เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน จากกรมควบคุมมลพิษ	116
ภาพที่ 46	ค่าเฉลี่ยของความขุ่นของตัวอย่างน้ำ ของการใช้ที่ดิน 3 ประเภท คือ สวนไม้ผลผสมบนภูเขาสูงชัน สวนไม้ผลผสมบนที่ราบ และนาข้าว โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน ในตารางที่ 39 จากกรมควบคุมมลพิษ	127
ภาพที่ 47	ค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) ของตัวอย่างน้ำ ในสวนไม้ผลผสมบนภูเขาสูงชัน สวนไม้ผลผสมบนที่ราบ และนาข้าว โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน ในตารางที่ 39 จากกรมควบคุมมลพิษ	127
ภาพที่ 48	ค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) ของตัวอย่างน้ำ ในสวนไม้ผลผสมบนภูเขาสูงชัน สวนไม้ผลผสมบนที่ราบ และนาข้าว โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน ในตารางที่ 39 จากกรมควบคุมมลพิษ	128

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 49	ค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) ของตัวอย่างน้ำ ในสวนไม้ผลผสมบนภูเขาสูงชัน สวนไม้ผลผสมบนที่ราบ และนาข้าว โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน จากกรมควบคุมมลพิษ	129
ภาพที่ 50	ค่าเฉลี่ยของความกระด้างของตัวอย่างน้ำ ในสวนไม้ผลผสมบนภูเขาสูงชัน สวนไม้ผลผสมบนที่ราบ และนาข้าว โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน ในตารางที่ 39 จากกรมควบคุมมลพิษ	129
ภาพที่ 51	ค่าเฉลี่ยของปริมาณอะลูมินั่มของตัวอย่างน้ำ ในสวนไม้ผลผสมบนภูเขาสูงชัน สวนไม้ผลผสมบนที่ราบ และนาข้าว โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน ในตารางที่ 39 จากกรมควบคุมมลพิษ	131
ภาพที่ 52	ค่าเฉลี่ยของปริมาณเหล็กของตัวอย่างน้ำ ในสวนไม้ผลผสมบนภูเขาสูงชัน สวนไม้ผลผสมบนที่ราบ และนาข้าว โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน ในตารางที่ 39 จากกรมควบคุมมลพิษ	131
ภาพที่ 53	พื้นที่สวนไม้ผลบนภูเขาสูงชันและมีสภาพพื้นล่างเปิดโล่ง ที่ไม่เกิดดินถล่ม	137
ภาพที่ 54	พื้นที่สวนไม้ผลบนภูเขาสูงชันและมีสภาพพื้นล่างเปิดโล่ง ที่เกิดดินถล่มในบริเวณใกล้กัน	137
ภาพที่ 55	ความแตกต่างกันของความลึกของดินและสภาพการระบายน้ำของดินในพื้นที่สวนไม้ผลผสมบนเขาสูงชันที่ไม่เกิดดินถล่ม และเกิดดินถล่ม	138
ภาพที่ 56	พื้นที่ดินถล่มบริเวณสวนผลไม้ผสมบนเขาสูงชันใน ต. นานกกก อ. ลับแล	143
ภาพที่ 57	สภาพหินทรายบริเวณที่เกิดแผ่นดินถล่ม ที่กำลังผุพังกลายเป็นดิน	143
ภาพที่ 58	พื้นที่สวนไม้ผลบนเขาสูงชันที่เกิดดินถล่มในระดับรุนแรงมาก	144
ภาพที่ 59	พื้นที่สวนไม้ผลบนเขาสูงชันที่เกิดดินถล่มในระดับรุนแรงไม่มาก	144
ภาพที่ 60	พื้นที่สวนไม้ผลบนพื้นราบที่ถูกมวลดินทับถม	144
ภาพที่ 61	ดินชั้นล่างที่มีสภาพดินที่น้ำท่วมขัง ในสวนไม้ผลบนพื้นราบ	144
ภาพที่ 62	สภาพพื้นที่นาข้าวที่เลือกเป็นแปลงตัวอย่าง หลังการฟื้นฟูจากการถูกตะกอนดินและเศษวัสดุทับถม	145

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 63 แปลงตัวอย่างที่ถูกดินถล่มในระดับรุนแรง (แปลที่ SL3 และ SL5) 146

ภาพที่ 64 สภาพน้ำในลำธารที่ไหลผ่านแปลงตัวอย่าง 148

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

สัญลักษณ์และคำย่อ	คำอธิบาย
ม.	เมตร
มม.	มิลลิเมตร
ซม.	เซนติเมตร
ลบ.ม.	ลูกบาศก์เมตร
API	Antecedent Precipitation Index หรือ ดัชนีปริมาณความชื้นที่มีอยู่ก่อนในดิน
CN	Runoff curve number หรือ ค่าคะแนนประสิทธภาพในการให้น้ำท่าที่ไหลในลำธาร
CR	Consistency Ratio
CV	Coincide area value
Fe	ธาตุเหล็ก
Al	ธาตุอะลูมินั่ม
K	ความน่าเชื่อถือของแบบจำลองด้วยสถิติ Cohen's kappa statistic
pH	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
Available-P	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
Exch. Ca	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeble Ca)
Exch. Mg	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeble Mg)
Exch. K	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeble K)
NH_4OAc	สารแอมโมเนียมอซิเตท (Ammonium acetate)
AAS	Atomic absorption spectrophotometer
CEC	ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation Exchangeable Capacity)
SCS	Soil Conversation Service
SOM	ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุดในดิน (Soil organic matter)
SS	ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended solid)
TDS	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total dissolved solid)
TS	ปริมาณของแข็งรวม (Total solids)
mg/L	มิลลิกรัมต่อลิตร (milligram/litre)
NTU	หน่วยวัดความขุ่นของน้ำ (Nephelometric Turbidity Unit)
SL	พื้นที่สวนไม้ผลผสมบนภูเขาสูงชัน (Sloping land fruit tree orchard)
FL	พื้นที่สวนไม้ผลผสมบนพื้นราบ (Flat land fruit tree orchard)
PF	พื้นที่นา (Paddy field)
ppm	ปริมาณหนึ่งส่วนในล้านส่วน (part per million)
+LS	พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม (+ Landslide)
-LS	พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม (- Landslide)