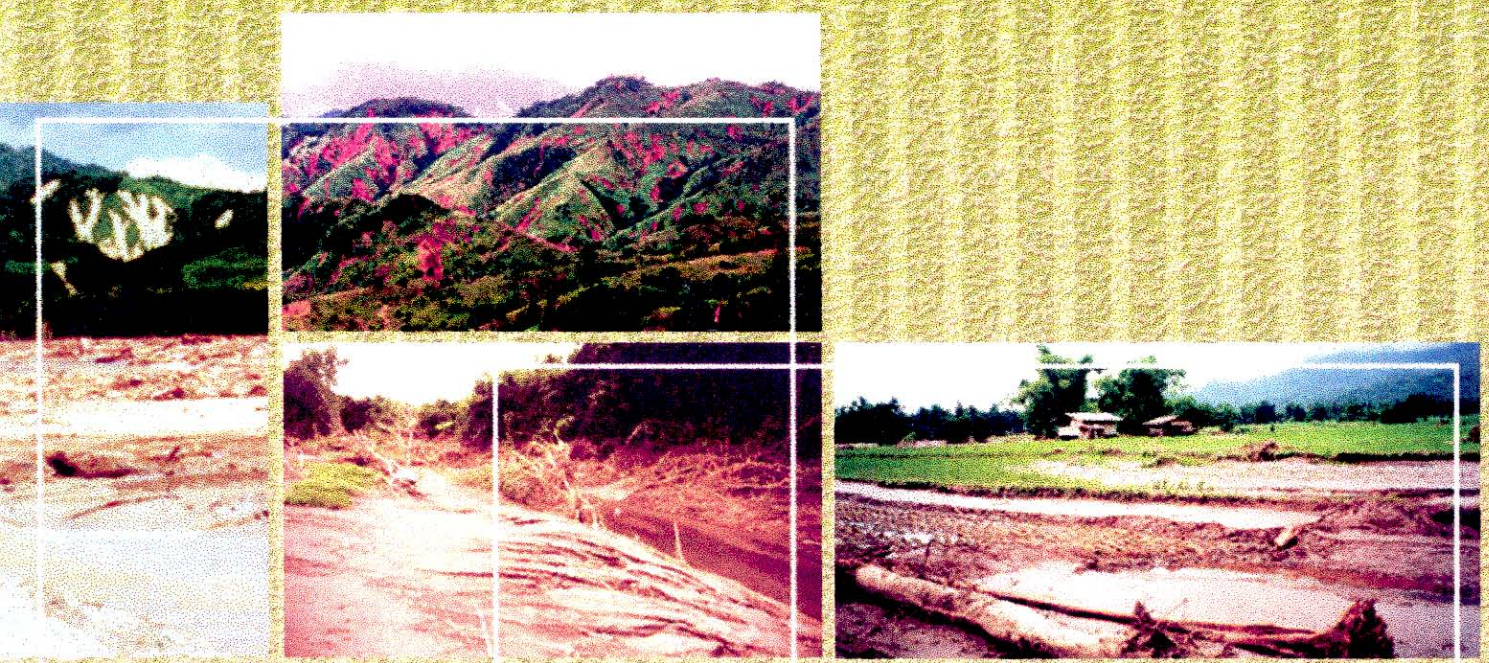
พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย

ภาคเหนือ



กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
2548

พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย

ภาคเหนือของประเทศไทย

ประทุมพร ฟั่นเพ็ง
สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน
กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
2548

คำนำ

ภายหลังเกิดเหตุการณ์ดินถล่มร้ายแรงที่ตำบลน้ำก้อ-ตำบลน้ำชุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2544 กรมพัฒนาที่ดินได้จัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มของประเทศไทยขึ้นครั้งแรกเป็นการเร่งด่วน และเผยแพร่ให้แก่กระทรวงมหาดไทย กรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัด และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั่วประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการแจ้งเตือนภัยและเตรียมการป้องกันบรรเทาภัยที่อาจจะเกิดขึ้นได้อีก ในช่วงปลายฤดูฝนของปี 2544 โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีอยู่แล้วในการจัดทำแผนที่ และประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มด้วยการให้คะแนนน้ำหนักจาก 5 ปัจจัย ตามวิธีการศึกษาซึ่งมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มของภาคใต้มาแล้วในปี 2540

การจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัยครั้งนี้ เป็นการจัดทำครั้งที่ 2 เพื่อปรับปรุงข้อมูลและแผนที่ให้มีความเหมาะสมและสะดวกสำหรับใช้ในการแจ้งเตือนภัยมากขึ้น มีการปรับปรุงวิธีประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มใหม่ โดยนำสมบัติการถึงจุดอิ่มตัวด้วยน้ำของดินมาใช้เปรียบเทียบกับปริมาณการตกของฝน ทำให้สามารถนำข้อมูลดาวเทียมน้ำฝนมาใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังเพื่อการแจ้งเตือนภัยล่วงหน้าได้ แผนที่และรายชื่อตำบลเสี่ยงภัยที่จัดทำขึ้นใหม่มีความครอบคลุมทุกภาคของประเทศ แต่ได้แยกจัดพิมพ์เป็น 3 เล่ม คือ เล่ม 1 เป็นสรุปรวมข้อมูลทั้งประเทศ เล่ม 2 เป็นข้อมูลภาคเหนือ และเล่ม 3 เป็นข้อมูลภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคกลาง ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่มีการจัดพิมพ์เนื่องจากไม่มีพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่มรุนแรง เอกสารเล่ม 1 ได้เผยแพร่และจัดส่งให้แก่จังหวัด สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำนักพัฒนาที่ดินเขต และสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ ไปแล้ว ในปี 2546-2547

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน (นายอรรถ สมร่าง) อดีตรองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน (นายไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์) อดีตรองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน (นายสหัส นิลพันธุ์) อดีตผู้อำนวยการกองสำรวจและจำแนกดิน (นายพิชัย วิชัยดิษฐ์) ผู้อำนวยการสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (นายชุมพล ลิลิตธรรม) ที่ให้การสนับสนุนและคำแนะนำในการดำเนินงานมาโดยตลอด ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของจังหวัดต่างๆที่ให้ข้อแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล และเจ้าหน้าที่สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน ที่ช่วยจัดพิมพ์แผนที่ รายงาน และเผยแพร่ข้อมูล จนทำให้ข้อมูลนี้ได้นำไปใช้ในการแจ้งเตือนภัยและเป็นประโยชน์อย่างแพร่หลาย

ประทุมพร ฟั่นเพ็ง
ผู้ปฏิบัติงาน

สารบัญ

หน้า

คำนำ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญ 2

วัตถุประสงค์ 3

แนวทางการศึกษา 3

ผลที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 การเกิดดินถล่ม 5

ความหมายของดินถล่ม 6

ประเภทของดินถล่ม 7

พายุฝน 9

เหตุการณ์ดินถล่ม 12

พื้นที่ได้รับผลกระทบ 15

บทที่ 3 วิธีการศึกษา 16

ปัจจัยที่ใช้ประเมิน 17

วิธีการประเมิน 28

บทที่ 4 การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัย 32

การจัดการข้อมูลสารสนเทศ 33

การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัย 37

รายชื่อพื้นที่เสี่ยงภัย 38

1. สรุปจำนวนพื้นที่เสี่ยงภัยภาคเหนือ 38

2. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดกำแพงเพชร 41

3. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดเชียงราย 41

4. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดเชียงใหม่ 43

5. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดตาก 47

6. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดนครสวรรค์ 49

7. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดน่าน 49

8. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดพะเยา 52

หน้า

9. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดพิษณุโลก 53
10. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดเพชรบูรณ์ 54
11. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดแพร่ 56
12. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดแม่ฮ่องสอน 57
13. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดลำปาง 59
14. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดลำพูน 61
15. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดสุโขทัย 62
16. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดอุตรดิตถ์ 63
17. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดอุทัยธานี 64

บทที่ 5 การเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัย 65

การเฝ้าระวัง 66

แหล่งข้อมูลภาพดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา 67

การพยากรณ์พายุฝน 73

การแจ้งเตือนพื้นที่เสี่ยงภัย 75

การเตรียมตัวป้องกันภัยล่วงหน้า 77

แนวทางการดำเนินงานในอนาคต 80

เอกสารอ้างอิง 81

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าจุดเหนียว (PL) และจุดเหลว (LL) ของดิน 21

ตารางที่ 3.2 บทบาทของพืชพรรณที่มีต่อเสถียรภาพของความลาดชัน 23

ตารางที่ 3.3 ปริมาณน้ำฝนที่ดูดซับไว้โดยใบพืช(intercepted) ปริมาณน้ำไหลบ่า (runoff) และปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงดิน (infiltrated) ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ 24

ตารางที่ 3.4 พื้นที่ลุ่มน้ำใน 4 จังหวัด ที่เคยเกิดดินถล่มในประเทศไทย 25

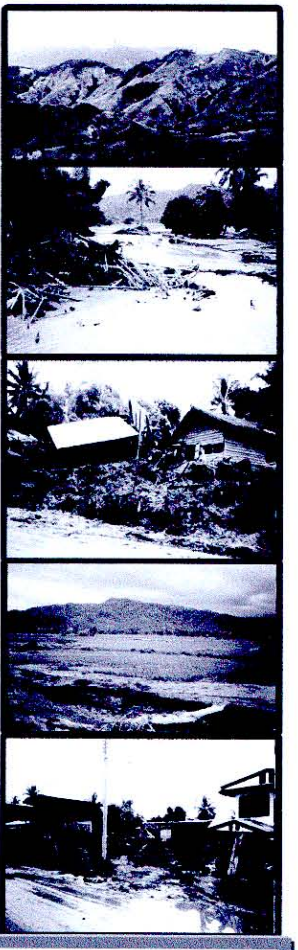
ตารางที่ 3.5 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชั่วโมง ของจังหวัดในภาคเหนือ ระหว่างปี 2494-2544 27

ตารางที่ 3.6 การประเมินค่าจุดเหลว (LL) จากชนิดของหินวัตถุต้นกำเนิดดิน 29

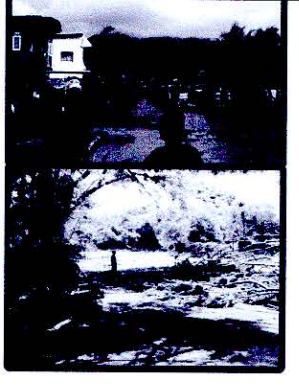
ตารางที่ 3.7 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยน้ำฝนของการใช้ที่ดิน (ค่า C) 29

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	การเกิดดินถล่มลักษณะต่างๆ	8
รูปที่ 2.2	ทิศทางและช่วงเวลาของลมมรสุม ร่องมรสุม และเส้นทางเดินของพายุหมุนเขตร้อน	11
รูปที่ 2.3	ร่องรอยการเกิดดินถล่ม และพื้นที่ได้รับผลกระทบ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่	12
รูปที่ 2.4	ร่องรอยการเกิดดินถล่ม และพื้นที่ได้รับผลกระทบ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	13
รูปที่ 2.5	ร่องรอยการเกิดดินถล่ม และพื้นที่ได้รับผลกระทบ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก	14
รูปที่ 2.6	ลักษณะพื้นที่และการตั้งถิ่นฐานของหมู่บ้านหรือชุมชนที่มีความเสี่ยง	15
รูปที่ 3.1	แสดงการเคลื่อนที่ของน้ำในดินบนพื้นที่ภูเขา	17
รูปที่ 3.2	แสดงการเกิดดินถล่มแบบ Surface Landslide	17
รูปที่ 3.3	แสดงการจับตัวกันของอนุภาคดิน	18
รูปที่ 3.4	แสดงความสัมพันธ์ของความชื้นในดินกับลักษณะการเคลื่อนตัวของดิน	20
รูปที่ 3.5	แสดงแรงดึงดูดโลกที่กระทำต่อวัตถุบนพื้นที่ลาดชัน	22
รูปที่ 4.1	แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัยในประเทศไทย	39
รูปที่ 4.2	แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย ภาคเหนือ	40
รูปที่ 5.1	หน้าเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา	67
รูปที่ 5.2	หน้าเว็บไซต์ของ TIWRM	68
รูปที่ 5.3	หน้าเว็บไซต์องค์การสิ่งแวดล้อมสิงคโปร์	68
รูปที่ 5.4	หน้าเว็บไซต์ของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา	69
รูปที่ 5.5	ภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝนสะสม 3, 6, 12, 24 ชั่วโมง	70
รูปที่ 5.6	ภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝนสะสม 2, 3, และ 4 วัน	71
รูปที่ 5.7	ภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝนสะสม 5, 6 วัน และ 1 สัปดาห์	72
รูปที่ 5.8	ภาพดาวเทียมการติดตามพายุฝนและพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงภัย	73
รูปที่ 5.9	ภาพดาวเทียมน้ำฝนวันที่ 20 พฤษภาคม 2547 เวลา 19.00 น. ซ้อนทับกับเขตจังหวัด แสดงเปรียบเทียบกับแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม	76
รูปที่ 5.10	หน้าเว็บไซต์พื้นที่เสี่ยงภัย ของสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน	77



บทที่ 1
บทนำ



ความสำคัญ

เหตุการณ์ดินถล่มและอุทกภัยที่เกิดขึ้น 2 ครั้ง ในปี 2544 ที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และตำบลน้ำก้อ-ตำบลน้ำชุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ มีประชาชนเสียชีวิตและสูญหาย 173 คน บ้านเรือนเสียหาย 2,373 หลัง นับเป็นความเสียหายร้ายแรงที่เกิดขึ้นอีกครั้งหลังจากเคยเกิดมาแล้วในปี 2531 ที่สุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช ครั้งนั้นมีประชาชนเสียชีวิตกว่า 600 คน บ้านเรือนเสียหายเกือบ 60,000 หลัง จากการศึกษาสำรวจพื้นที่เกิดดินถล่มสามารถสรุปได้ว่า ภัยดินถล่มในประเทศไทยเกิดขึ้นเมื่อมีฝนตกมากผิดปกติ ในบริเวณพื้นที่เทือกเขาสูงชัน ป่าไม้ถูกตัดทำลาย ดินและหินมีลักษณะผุกร่อนอ่อนตัวง่าย โดยมีลักษณะการเกิดดินถล่มเป็นแบบ surface landslide กล่าวคือ มวลดินชั้นบนที่อิ่มตัวด้วยน้ำมีการอ่อนตัวและเลื่อนไหลลงมาตามพื้นผิวลาดเทภายหลังฝนตกหนัก มักเริ่มเกิดขึ้นก่อนบริเวณร่องไหล่เขาซึ่งเป็นจุดรวมน้ำ และแผ่ขยายไปสู่พื้นที่ไหล่เขาตอนบนและข้างเคียง น้ำและมวลตะกอนดินมีจำนวนมากและมีกำลังแรงสามารถกัดเซาะและพัดพาสิ่งกีดขวางที่อยู่ริมสองข้างทางน้ำ ทำให้เกิดเป็นความเสียหายร้ายแรง

การเกิดภัยธรรมชาติในแต่ละครั้ง จะมีผลกระทบที่สร้างความเสียหายทั้งในด้านของทรัพย์สิน ที่ดิน ชีวิตและความเป็นอยู่ของประชาชน ประเทศไทยในอดีตที่ผ่านมามีภัยธรรมชาติเกิดขึ้นมาแล้วทุกภูมิภาค และยังมีโอกาสจะเกิดขึ้นอีกได้ในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภัยจากดินถล่มและอุทกภัย ซึ่งเกิดจากความไม่แน่นอนและความแปรปรวนของภูมิอากาศ การมีฝนตกมากเกินไป ประกอบกับการบุกรุกทำลายป่าบนพื้นที่ภูเขาสูงอย่างมากในปัจจุบัน ทำให้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีผลกระทบเป็นพื้นที่กว้างและรุนแรงทุกครั้ง ทั้งมีแนวโน้มจะเกิดบ่อยครั้งมากขึ้นในอนาคต

ก่อนหน้าปี พ.ศ. 2544 แหล่งข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในประเทศไทย ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ยังมีไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ พื้นที่เสี่ยงภัยส่วนใหญ่ได้จากรายงานของเจ้าหน้าที่ในอำเภอและจังหวัดที่เคยประสบภัยมาแล้ว ส่วนพื้นที่อื่นที่ยังไม่เคยประสบภัยจะไม่สามารถทราบได้ล่วงหน้าจนกว่าจะเกิดเหตุการณ์ร้ายแรงขึ้น การพัฒนาองค์ความรู้และระบบข้อมูลด้านพื้นที่เสี่ยงภัย จะช่วยให้การคาดคะเน แจ้งเตือน และเตรียมการช่วยเหลือพื้นที่ประสบภัย มีประสิทธิภาพและทั่วถึงทุกพื้นที่มากขึ้น

หลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พยายามพัฒนาระบบข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนภัย อาทิ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กรมทรัพยากรธรณี กรมอุตุนิยมวิทยา สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) สถาบันการศึกษาต่างๆ และรวมทั้งกรมพัฒนาที่ดิน โดยใช้ความชำนาญทางวิชาชีพและข้อมูลที่แต่ละองค์กรมีอยู่และสามารถจัดหาได้ ผลการศึกษาของทุกหน่วยงานเมื่อนำมาใช้พิจารณาประกอบกัน จะช่วยให้เกิดความแม่นยำในการป้องกันและแก้ไขปัญหาพื้นที่เสี่ยงภัยของประเทศได้ กระบวนการศึกษาพัฒนาเช่นนี้ควรมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องต่อไปเพื่อให้ได้ระบบข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำและใช้ได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

การดำเนินงานครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- พัฒนาปรับปรุงวิธีวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย ที่สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันมาใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด
- จัดทำระบบข้อมูลและแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย ให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ทั่วประเทศ
- พัฒนากระบวนการเพื่อการแจ้งเตือนพื้นที่เสี่ยงภัยล่วงหน้า
- เผยแพร่ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ให้แก่ จังหวัด สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดต่างๆ ทราบ

แนวทางการศึกษา

ขั้นตอนในการดำเนินงาน ประกอบด้วย

(1) ศึกษาปัจจัยและวิธีการที่ใช้ในการประเมินโอกาสเกิดดินถล่ม จากเอกสารวิชาการและแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้แก่ รายงานการศึกษาของ Wang (1979), Selby (1985), Nelson (2005), Zinck (1976), Coe et al (2000), Mejerink (1985), Baren & Schuylenborgh (1972), สุวณี (2538), และมหาวิทยาลัยมหิดล (2546)

(2) กำหนดแนวทางและวิธีวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มจาก 5 ปัจจัยหลัก คือ

การเหลวตัวของดิน (Liquidity)
ความลาดชันของพื้นที่ (Slope)
พืชพรรณและการใช้ประโยชน์ (Vegetation and landuse)
ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed) และ
ปริมาณฝน (Rainfall)

(3) รวบรวมข้อมูล จัดการระบบฐานข้อมูล ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลเชิงอรรถ เพื่อจำแนกและจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย

(4) วิเคราะห์ความถูกต้องของการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัย โดยตรวจสอบกับข้อมูลพื้นที่เคยเกิดภัยมาแล้ว

(5) ศึกษากำหนดวิธีวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมน้ำฝน เพื่อเฝ้าระวังและแจ้งเตือนพื้นที่เสี่ยงภัยได้ล่วงหน้า

(6) จัดทำระบบข้อมูลและแผนที่ และเผยแพร่แก่จังหวัด และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลที่ใช้

ในการประเมินและจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัย ใช้ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีการนำเข้า (digitize) จากแผนที่มาตราส่วนต่างๆ ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลดิจิตอลแผนที่กลุ่มชุดดิน กรมพัฒนาที่ดิน นำเข้าจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 เป็นข้อมูล Shape files โปรแกรม ArcView

(2) ข้อมูลดิจิตอลแผนที่ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี นำเข้าจากแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 เป็นข้อมูล Coverage files โปรแกรม ArcInfo

(3) ข้อมูลดิจิตอลแผนที่การใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน นำเข้าจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ที่มีการสำรวจในปี 2543-2544 เป็นข้อมูล Coverage files โปรแกรม ArcInfo

(4) ข้อมูลเชิงตัวเลขของระดับความสูง (Digital Elevation Model) กรมแผนที่ทหาร ชุด DTED1 ขนาด grid size 30 เมตร และข้อมูลดิจิตอลเส้นชั้นความสูง สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย นำเข้าจากแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000 เส้นชั้นความสูงมีระยะห่างกันชั้นละ 100 เมตร เป็นข้อมูล Coverage files โปรแกรม ArcInfo

(5) ข้อมูลเชิงตัวเลขขอบเขตการปกครองถึงระดับตำบล กรมพัฒนาที่ดิน นำเข้าจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 เป็นข้อมูล Shape files โปรแกรม ArcView

(6) ข้อมูลเชิงตัวเลขตำแหน่งหมู่บ้าน สำนักปลัดกระทรวงมหาดไทย สำรวจปี 2544

(7) ข้อมูลภาพดาวเทียมปริมาณฝน geo.rainsum และ nogaps.rainsum ราย 3, 6, 12, และ 24 ชั่วโมง จากเว็บไซต์ (Website) กองทัพเรือสหรัฐอเมริกา (www.nrlmry.navy.mil)

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

(1) สามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย โดยแจกแจงเป็นบัญชีรายชื่อตำบล อำเภอ และจังหวัด เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเฝ้าระวัง แจ้งเตือนภัย และวางแผนการป้องกันบรรเทาภัยอย่างเป็นระบบ

(2) แผนที่กำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย ที่สามารถเผยแพร่ให้ประชาชนทราบ เพื่อเตรียมการป้องกันภัยไว้ล่วงหน้า

(3) แนวทางสำหรับการพัฒนาปรับปรุงระบบข้อมูลและจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัย รวมทั้งวิธีการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัยล่วงหน้า ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

บทที่ 2
การเกิดดินถล่ม

ความหมายของดินถล่ม

ดินถล่ม (Landslides) เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติของการสึกกร่อนพื้นผิวดินชนิดหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดความเสียหายของพื้นที่ที่เป็นภูเขาหรือเนินเขาที่มีความลาดชันมาก เนื่องจากขาดความสมดุลย์ในการทรงตัวของพื้นที่บริเวณนั้นๆ ทำให้เกิดการปรับตัวของพื้นดินเคลื่อนตัวตามแรงดึงดูดหรือแรงโน้มถ่วงของโลกจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ มักเกิดขึ้นในกรณีที่มีฝนตกหนักมากบริเวณภูเขาและพื้นดินบริเวณภูเขานั้นอุ้มน้ำไว้จนเกิดการอิ่มตัว แล้วเกิดการพังทลายของผิวดินเคลื่อนลงมาพร้อมกับปริมาณน้ำจำนวนมากลงสู่ที่ต่ำกว่า

การเกิดดินถล่มในพื้นที่ใดๆ นั้น มักมีปัจจัยหลายอย่างประกอบกัน กลไกและปัจจัยหลัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลก คุณสมบัติของดินหรือผิวดิน และปัจจัยที่อื่นที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดดินถล่ม โดยที่น้ำไม่ได้เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการลื่นไหล (Lubrication) ของดิน แต่น้ำทำให้เกิดการสูญเสียแรงยึดระหว่างอนุภาคของดิน โดยทั่วไปแล้วดินจะมีความชื้นและมีอากาศอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาค ทำให้ผิวดินเกิดการเกาะยึดตัวกัน แต่เมื่อมีฝนตกหนักและนาน ปริมาณช่องว่างของดินจะถูกแทนที่ด้วยน้ำ จึงเกิดการสูญเสียแรงที่ยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ปริมาณน้ำที่เข้าไปแทนในช่องว่างนั้น จะทำให้อนุภาคเกิดการสูญเสียแรงยึดเหนี่ยวและแยกออกจากกัน พื้นที่เหล่านี้ถ้าอยู่ในบริเวณที่ที่มีความลาดชันสูง จะเคลื่อนลงมาพร้อมกับปริมาณน้ำจำนวนมากไหลลงสู่ที่ต่ำตามแรงดึงดูดหรือแรงโน้มถ่วงของโลก

ดินถล่ม หมายถึง การเคลื่อนที่หรือการย้ายมวล (mass wasting) ของมวลดิน โคลน หรือหินลงมาตามลาดเขา การเคลื่อนที่เกิดจากการสูญเสียแรงยึดเหนี่ยว และเคลื่อนที่ตามความลาดชัน ด้วยแรงดึงดูดหรือแรงโน้มถ่วงโลก โดยมีน้ำหรือปริมาณน้ำฝนที่มากพอเข้ามาเกี่ยวข้อง ขณะที่ฝนตกหนัก น้ำมีการซาบซึมรวมตัวอย่างรวดเร็วในดิน ทำให้มวลดินมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและเคลื่อนตัวลงสู่ที่ต่ำ เกิดการเปลี่ยนแปลงของผิวดินผสมกับน้ำกลายเป็นโคลนหรือเลน แล้วไหลลงสู่เบื้องล่างอย่างรวดเร็ว ทำลายสิ่งต่างๆด้วยกระแสความเร็วของโคลนหรือเลนที่มีปริมาณมาก พลังแรงมหาศาลนี้สามารถที่จะโค่นต้นไม้ขนาดใหญ่ พัดพารถยนต์ไปตามทิศทางที่โคลนหรือเลนเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางหลายสิบกิโลเมตรจากต้นทาง ดินถล่มมักเกิดตามมาหลังจากน้ำป่าไหลหลากรุนแรง ในขณะที่เกิดพายุและมีฝนตกหนักรุนแรงต่อเนื่อง

Cruden and Varnes,1996 (จากChelborad, 2000) กล่าวว่า ดินถล่ม หมายถึง การพังทลายของไหล่เขา ซึ่งรวมถึงการไหลจากที่สูงมาทับถมอยู่ข้างล่างของเศษหินดินทราย (debris flow) การยุบลงสู่ที่ต่ำ (slump) การเลื่อนไหล (slide) และการตกลงสู่ที่ต่ำของหินหรือดิน (soil or rock fall)

ประเภทของดินถล่ม

ลักษณะของดินถล่มโดยทั่วไป เป็นกระบวนการซึ่งเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดินตามแนวลาดชันอันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของโลก มักเกิดขึ้นบริเวณภูเขาโดยเฉพาะภูเขาหินแกรนิต การเคลื่อนที่ของมวลเหล่านี้ มีความเร็วปานกลางถึงเร็วมาก ในประเทศไทยมักเกิดตามทางน้ำเดิมหรือเกิดบนร่องเล็กๆ บนไหล่เขาที่มีน้ำไหลมารวมกัน สามารถจำแนกได้ว่าเป็นแผ่นดินถล่มแบบเลื่อนไหล (Surface-slide) ลักษณะของดินถล่มโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

(1) หินถล่ม (Debris Avalanches) เป็นการถล่มแบบเลื่อนไหลลงจากลาดเขาของมวลดิน ก้อนหิน และซากต้นไม้ที่โค่นล้ม ไหลรวมมากับน้ำฝนอย่างรวดเร็ว เกิดรอยถล่มเป็นทางยาวและแคบ

(2) การกัดเซาะเป็นร่องลึก (Gully Erosion) ปรากฏเป็นร่องลึกจากการถูกน้ำกัดเซาะเป็นร่องกว้างและลึก ทำให้มีตลิ่งชันและมีพื้นท้องน้ำเรียบ มักเกิดในบริเวณที่มีร่องน้ำอยู่แล้ว การกัดเซาะทำให้ร่องขยายใหญ่และลึกมากขึ้น

(3) ดินเลื่อนไหล (Earth Flows) เกิดมากโดยเฉพาะกับดินที่เกิดการสลายตัวอยู่กับที่ของหินแกรนิต ส่วนใหญ่มีรอยกัดเซาะดินที่ฐานล่างของลาดเขา ทำให้มวลดินตอนบนของไหล่เขาไม่มีฐานรองรับและเลื่อนไหลลงมา ซึ่งจะพบรอยแตกเป็นรูปโค้งอยู่ที่ด้านบนของผนังรอยถล่มด้วย

นอกจากนี้ยังมีการจำแนกประเภทของดินถล่มเป็นหลายลักษณะ ดังรูปที่ 2.1 เช่น

(1) **จำแนกตามอัตราการไหล** (Rate of movement) ช่วงเวลาที่ใช้จำแนกเริ่มจากการเกิดดินถล่มที่ใช้เวลาการเคลื่อนตัวช้ามากหน่วยวัดเป็น มิลลิเมตรต่อปี จนถึงการเกิดดินถล่มที่ใช้เวลาการเคลื่อนตัวฉับพลันหน่วยวัดเป็น เมตรต่อวินาที

แผ่นดินถล่มที่เคลื่อนตัวอย่างช้าๆ เรียกว่า Creep เช่น Surficial Creep, Unconsolidated Creep และ Bedrock Creep เป็นต้น

แผ่นดินถล่มที่เคลื่อนตัวอย่างรวดเร็ว เรียกว่า Slide หรือ Flow เช่น Surficial Slide, Unconsolidated Slide, Bedrock Slide, Earth Flow, Mud Flow, และ Debris Flow เป็นต้น

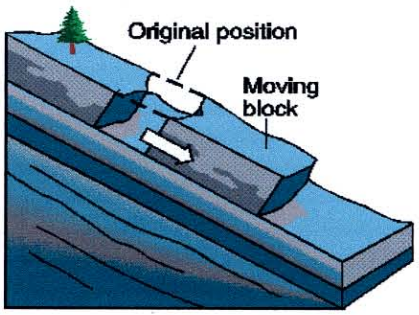
แผ่นดินถล่มที่เคลื่อนตัวอย่างเร็ว เรียกว่า Fall เช่น Rock Fall เป็นต้น

(2) **จำแนกตามชนิดของวัตถุที่ร่วง**หล่นลงมา (Type of material) เช่น แผ่นดินถล่มที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของผิวหน้าดินภูเขา เรียกว่า Surficial Creep or Surficial Slide แผ่นดินถล่มที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของวัตถุที่ยังไม่แข็งตัว เรียกว่า Unconsolidated Material เช่น เศษกรวด ดินทราย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเศษดินโคลน และแผ่นดินถล่มที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของชั้นหิน เรียกว่า Bedrock ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการเกิดแผ่นดินไหวตื้น แต่เป็นการเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณ ไม่ได้เกิดจากการสั่นสะเทือน

(3) จำแนกตามการเคลื่อนตัวโดยธรรมชาติ (Nature of movement) เช่น debris movement, slump, flow หรือ fall

รูปที่ 2.1 การเกิดดินถล่มลักษณะต่างๆ

1.

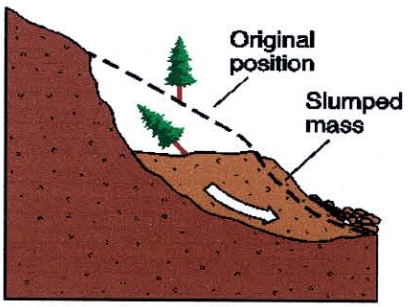


Slide : movement parallel to planes of weakness and occasionally parallel to slope.

2.

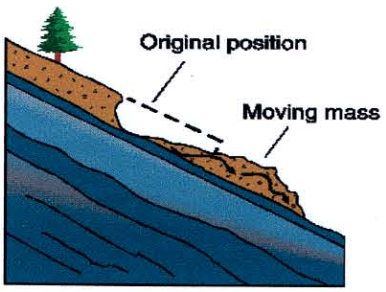
Topple : the end over-end motion of rock down a slope.

3.



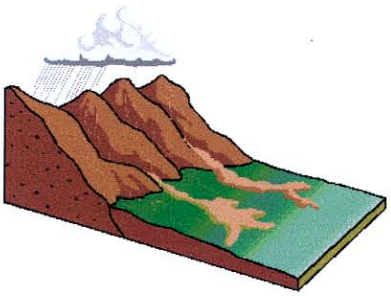
Slump : complex movement of materials on a slope; includes rotational slump.

4.



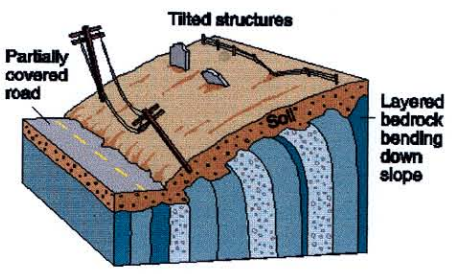
Flow : viscous to fluid-like motion of debris.

5.



Torrent : a sporadic and sudden channelized discharge of water and debris

6.



Creep : gradual movement of slope materials

พายุฝน

สาเหตุสำคัญของการเกิดดินถล่มและอุทกภัย คือ มีฝนตกหนักจากพายุฝนที่เกิดขึ้นติดต่อกันเป็นเวลาหลายชั่วโมง พายุฝนในประเทศไทย จำแนกเป็น

(1) พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Cyclones) เป็นคำทั่วๆ ไป ที่ใช้เรียกพายุหมุนหรือพายุไซโคลน (cyclone) หมายรวมถึง หย่อมความกดอากาศต่ำที่มีกำลังแรง พายุดีเปรสชันที่จะพัฒนาเป็นพายุโซนร้อน และพายุไต้ฝุ่น ตามลำดับ พายุดีเปรสชัน (Depression) มีความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางต่ำกว่า 63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พายุโซนร้อน (Tropical storm) ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง 63-117 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และพายุไต้ฝุ่น (Typhoon) ความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางตั้งแต่ 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป ผลกระทบจากพายุหมุนคือทำให้มีลมแรงและฝนตกหนักมาก

พายุนี้เกิดขึ้นได้หลายแห่งในโลก มีชื่อเรียกต่างกันไป ที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือด้านตะวันตก เรียกว่า "ไต้ฝุ่น" ในมหาสมุทรแอตแลนติก มหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตกของประเทศเม็กซิโก เรียกว่า "เฮอร์ริเคน" บริเวณมหาสมุทรอินเดียเหนือ อ่าวเบงกอล ทะเลอาระเบียน และมหาสมุทรอินเดียใต้ เรียกว่า "ไซโคลน" มหาสมุทรอินเดียใต้ ตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปออสเตรเลีย เรียกว่า "วิลลี่วิลลี่"

พายุไต้ฝุ่น ที่ก่อตัวจากมหาสมุทรแปซิฟิก ทางตะวันออกของประเทศฟิลิปปินส์ สามารถเคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศไทยตอนบนได้ในเดือนกันยายน แต่มักจะลดกำลังลงกลายเป็นดีเปรสชั่น เดือนตุลาคมเป็นเดือนที่พายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยบ่อยที่สุด

พายุไซโคลน ที่พัดอยู่ในอ่าวเบงกอล มักก่อตัวขึ้นในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม และเคลื่อนที่ขึ้นเหนือเข้าสู่ประเทศพม่า จะมีผลกระทบต่อประเทศไทยทางด้านตะวันตก

(2) ร่องมรสุม (intertropical convergence zone) มีลักษณะเป็นแนวพาดขวางทิศตะวันตก-ตะวันออก ในเขตร้อนใกล้ๆ เส้นศูนย์สูตรหรืออิเควเตอร์ ร่องมรสุมจะเลื่อนขึ้นลงและพาดผ่านประเทศไทยช้ากว่าแนวโคจรของดวงอาทิตย์ประมาณ 1 เดือน ร่องมรสุมกว้างประมาณ 6-8 องศาละติจูด

ร่องมรสุมจะเริ่มพาดผ่านประเทศไทยในเดือนพฤษภาคม โดยจะพาดผ่านภาคใต้ของประเทศไทยและเลื่อนขึ้นไปเป็นลำดับ ประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงครึ่งแรกของเดือนกรกฎาคมร่องมรสุมจะเลื่อนขึ้นไปอยู่บริเวณตอนใต้ของประเทศจีนทำให้เกิดฝนทิ้งช่วง และจะเลื่อนกลับมาพาดผ่านภาคเหนือของประเทศไทยอีกครั้งประมาณเดือนกันยายน และเลื่อนลงไปทางอิเควเตอร์ ตามลำดับ ในช่วงที่เลื่อนกลับมานี้ร่องมรสุมจะมีกำลังแรงกว่าในระยะแรก บริเวณร่องมรสุมจะมีเมฆมากและมีฝนตกหนักอย่างหนาแน่น มีลักษณะฝนตกชุกเป็นครั้งแรก (ตกๆ หยุดๆ วันละหลายครั้ง) แต่ตกไม่หนัก

(3) ลมมรสุมมีกำลังแรง (Strong monsoon) มรสุม คือลมประจำฤดู เกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของพื้นดินและพื้นน้ำในฤดูหนาวและฤดูร้อน ที่มีอิทธิพลต่อประเทศไทย คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดประมาณฤดูกาลละ 6 เดือน

มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southwest monsoon) พัดมาจากมหาสมุทรอินเดียปะทะขอบฝั่งตะวันตกของภาคใต้ เมื่อผ่านอ่าวไทยจะปะทะขอบฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย มรสุมนี้เริ่มต้นตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม และสิ้นสุดลงตอนต้นเดือนตุลาคม

มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast monsoon) เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคมถึงสิ้นเดือนกุมภาพันธ์ พัดจากประเทศจีนและไซบีเรียผ่านทะเลจีนใต้ปะทะขอบฝั่งเวียดนาม จะพัดผ่านอ่าวไทยตอนใต้ปะทะขอบฝั่งตะวันออกของภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดสงขลาลงไป

(4) พายุฟ้าคะนอง พายุฝนหรือฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นติดต่อกันเป็นเวลาหลายชั่วโมง ทำให้มีฝนตกหนักติดต่อกันนาน ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในบริเวณที่ราบเชิงเขาช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนคือ พายุฝนฟ้าคะนองและฝนตกหนักในป่าบนภูเขา น้ำฝนมีปริมาณมากและไหลอย่างรุนแรงลงสู่ที่ราบเชิงเขา ทำให้เกิดน้ำท่วมในระยะเวลากะทันหันหลังจากฝนตกหนักในระยะสั้นๆ เรียกว่า น้ำท่วมฉับพลัน (flash flood) เมื่อผ่านไปช่วงเวลาหนึ่งน้ำได้ไหลลงสู่แหล่งน้ำลำธารและมีระดับน้ำลดลงเป็นปกติ ในประเทศไทยจังหวัดที่อยู่ใกล้เคียงกับเทือกเขาสูง เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เคยมีปรากฏการณ์เกิดคลื่นน้ำขนาดใหญ่เคลื่อนที่มาอย่างรวดเร็วมาก ยากต่อการหลบหนีได้ทัน

ทิศทางและช่วงเวลาของลมมรสุม ร่องมรสุม และเส้นทางเดินของพายุหมุนเขตร้อน ที่เคลื่อนที่ผ่านประเทศไทย มีแสดงในรูปที่ 2.2 ผลกระทบที่มีต่อพื้นที่ภาคเหนือ สรุปได้คือ

ต้นเดือนพฤษภาคม พายุหมุนเขตร้อนมักก่อตัวขึ้นในอ่าวเบงกอล เรียกว่า ไซโคลน มีทิศทางการเคลื่อนตัวขึ้นทางเหนือเข้าสู่ประเทศบังคลาเทศ เข้าสู่ประเทศเมียนม่า มีผลกระทบต่อภาคเหนือทางด้านตะวันตก ได้แก่ แม่ฮ่องสอน และตาก

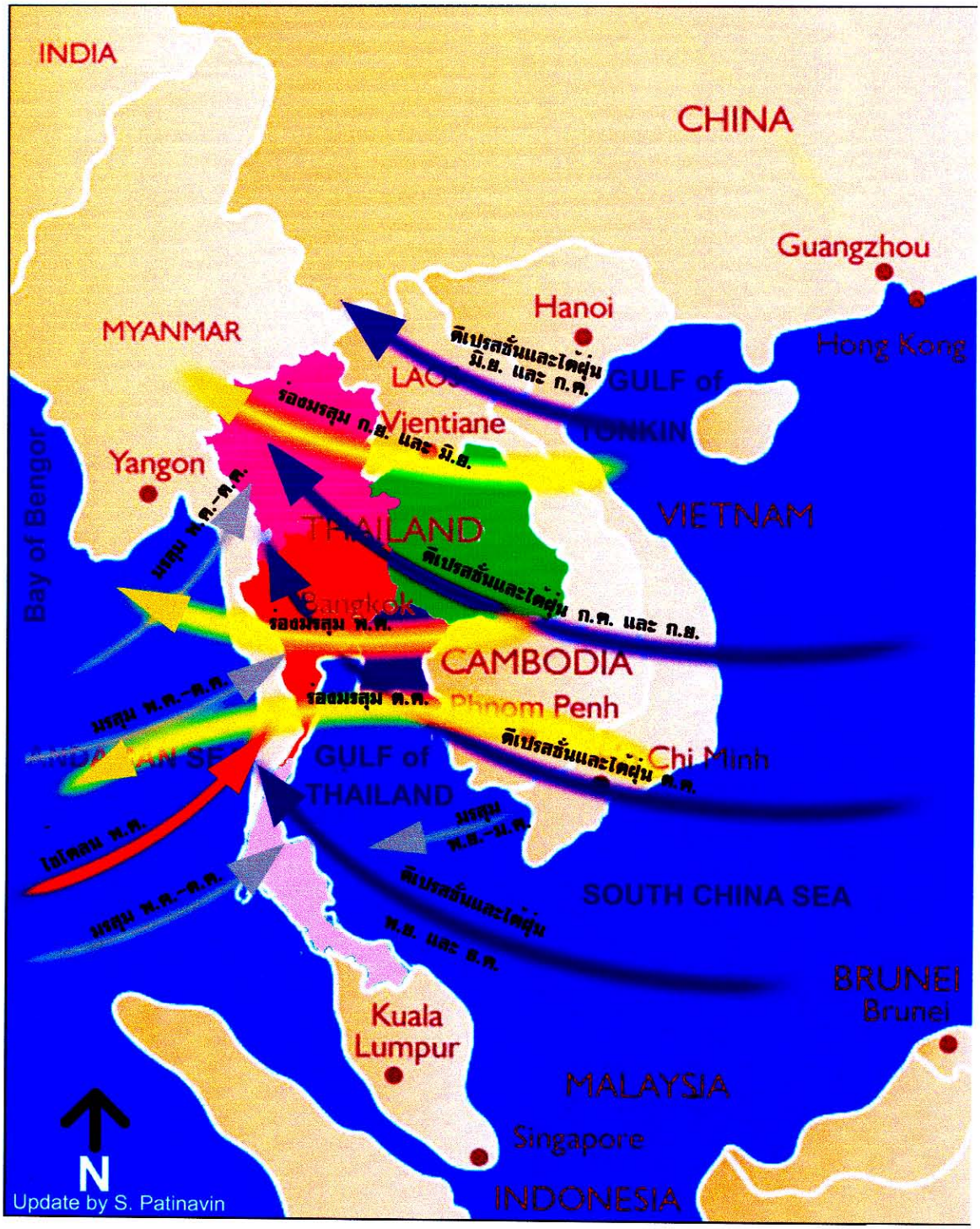
ในช่วงนี้ไปจนถึงเดือนมิถุนายน มีร่องมรสุมและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เข้าสู่ภาคเหนือตอนล่างบริเวณจังหวัด สุโขทัย แพร่ อุตรดิตถ์ พิษณุโลก เพชรบูรณ์ กำแพงเพชร ตาก เชียงใหม่ ลำปาง ทำให้มีพายุฝนฟ้าคะนองและฝนตกหนักเป็นแห่งๆได้

เดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนกันยายน พายุไต้ฝุ่น มักก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ และเคลื่อนตัวเข้าสู่ทะเลจีนใต้ อ่าวตังเกี๋ย ใกล้ชายฝั่งประเทศเวียดนาม มีแนวโน้มจะเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย และทำให้มีฝนตกมากในทุกจังหวัดของภาคเหนือ

เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม พายุและร่องมรสุมเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย ก่อให้เกิดผลกระทบในทุกภาคของประเทศ ภาคเหนือได้รับผลกระทบมากในช่วงเดือนกันยายน ทำให้มีฝนตกมากในทุกจังหวัด

เดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม มักมีหย่อมความกดอากาศต่ำก่อตัวในทะเลจีนใต้ บางครั้งทวีกำลังแรงกลายเป็นพายุ แต่จะมีผลกระทบโดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกตั้งแต่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ลงไป ไม่มีผลกระทบต่อพื้นที่ภาคเหนือ

รูปที่ 2.2 ทิศทางและช่วงเวลาของลมมรสุม ร่องมรสุม และเส้นทางเดินของพายุหมุนเขตร้อน

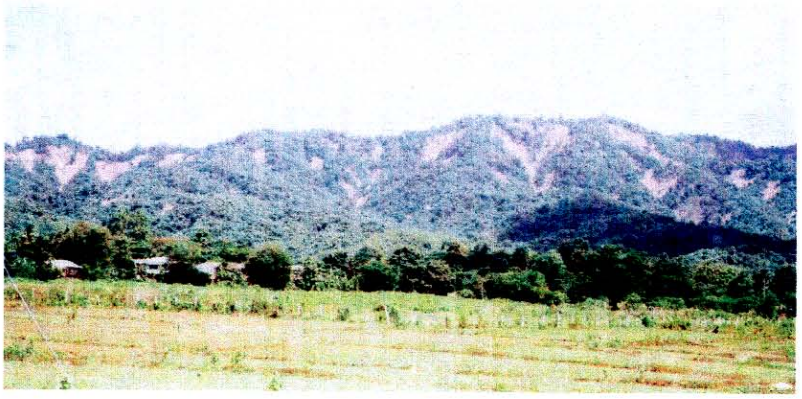


เหตุการณ์ดินถล่ม

การเกิดดินถล่มและอุทกภัย พบว่าเกิดขึ้นหลายครั้งในพื้นที่ต่างๆ สร้างความเสียหายให้กับชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก เหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นทางภาคเหนือ ได้แก่

1 วันที่ 3-4 พฤษภาคม 2544 เกิดอุทกภัยและดินถล่มอย่างรุนแรง ตามลำห้วยสรอย ลำห้วยแม่พุง ลำห้วยกระต่อม ที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ภาวะฝนตกหนัก วัดปริมาณน้ำฝนได้ 285.3 มม. ในเวลา 4 ชั่วโมง มีพื้นที่ได้รับความเสียหาย 39 หมู่บ้าน 6 ตำบล ประชาชนได้รับผลกระทบ 7,870 คน จำนวน 1,651 ครัวเรือน มีผู้เสียชีวิต 38 ราย พื้นที่เกษตรเสียหาย 2,863 ไร่ รวมมูลค่าความเสียหายประมาณ 137 ล้านบาท (รูปที่ 2.3)

รูปที่ 2.3 (ก) ร่องรอยดินถล่ม บริเวณเทือกเขาอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่



(ข) พื้นที่การเกษตรเสียหายหนัก บ้านเรือนพัง อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

2 วันที่ 3-4 พฤษภาคม 2544 (วันเดียวกันกับเหตุการณ์ที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่) เกิดอุทกภัยและดินถล่มอย่างรุนแรง ตามลำห้วยแม่ปะ ที่อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง ภาวะฝนตกหนัก พื้นที่ที่ได้รับความเสียหาย 26 หมู่บ้าน 5 ตำบล พื้นที่เกษตรเสียหาย ประชาชนได้รับผลกระทบหลายครัวเรือน

3 วันที่ 10-11 สิงหาคม 2544 เกิดฝนตกหนักต่อเนื่อง ตั้งแต่ 22.00 น. ของวันที่ 10 จนถึง 04.00 น.ของวันที่ 11 ฝนตกวัดได้มากกว่า 200 มิลลิเมตร ในเวลา 5-6 ชั่วโมง ซึ่งเกิดจากพายุโซนร้อนอุซางิ ทำให้เกิดน้ำไหลบ่ารุนแรง ที่ตำบลน้ำก้อและตำบลน้ำซุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ประชาชนเสียชีวิต 125 ราย (รูปที่ 2.4)

รูปที่ 2.4 (ก) ร่องรอยดินถล่ม บริเวณเทือกเขาอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

(ข) ท่อนไม้ขนาดใหญ่หรือซุง ที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำ ทำลายทุกอย่างที่กีดขวาง

(ค) พื้นที่การเกษตรเสียหายหนัก ที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

(ง) บ้านเรือนพังและเสียหายมาก ที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

4 วันที่ 19-20 พฤษภาคม 2547 เกิดพายุไซโคลน "โอทูบี" พัดกระหน่ำทำให้ฝนตกหนักมาก น้ำป่าไหลหลากและแผ่นดินถล่ม ที่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ในพื้นที่ 4 ตำบล 16 หมู่บ้าน บ้านเรือนเสียหายประมาณ 581 หลัง ประชาชนเดือดร้อน 8,846 คน 2,135 ครัวเรือน เสียชีวิต 5 ราย บาดเจ็บ 105 คน พื้นที่เกษตรเสียหาย เป็นเหตุการณ์ภัยพิบัติรุนแรงที่เกิดขึ้น แต่มีประชาชนเสียชีวิตไม่มาก เนื่องจากมีการเตือนภัยและแจ้งให้อพยพออกจากพื้นที่ล่วงหน้าก่อนแล้ว มูลค่าความเสียหายเบื้องต้น 367 ล้านบาท (รูปที่ 2.5)

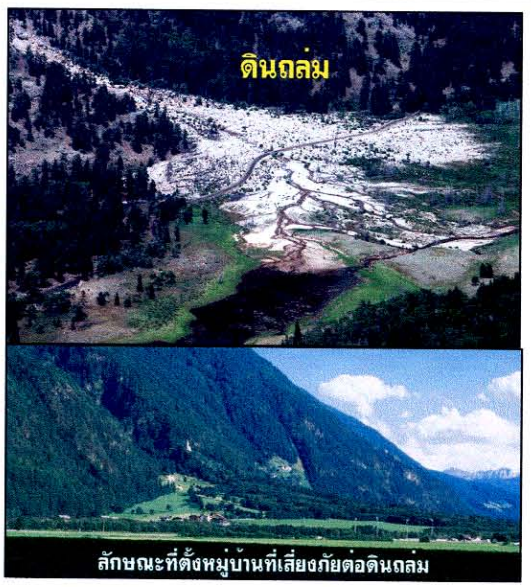
รูปที่ 2.5 (ก) ร่องรอยการเกิดดินถล่ม บริเวณเทือกเขาอำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

(ข) บ้านเรือนพังและเสียหายมาก ที่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

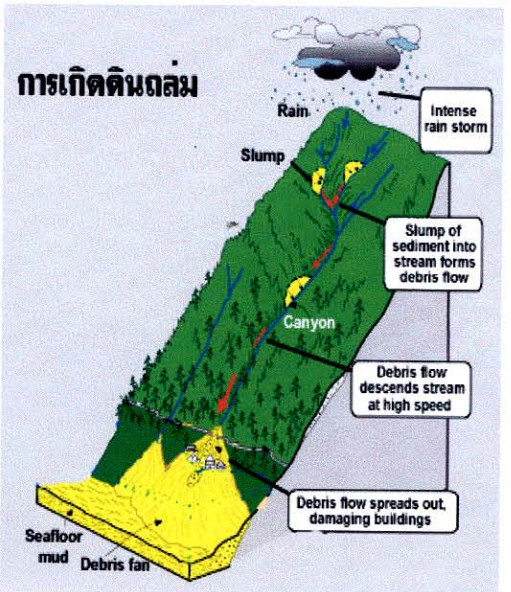
พื้นที่ได้รับผลกระทบ

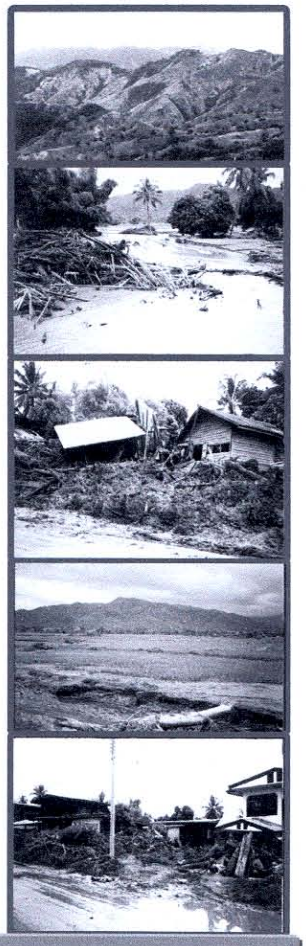
พื้นที่ได้รับความเสียหายจากดินถล่ม แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือ พื้นที่ที่ได้รับความเสียหายบนพื้นที่สูงหรือพื้นที่ต้นน้ำ (Up stream) เช่น พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงอยู่บนภูเขา ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่า มีการตั้งบ้านเรือนอยู่เล็กน้อย ผลเสียหายมักเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนที่ 2 เป็นพื้นที่ต่ำหรือพื้นที่ปลายน้ำ (Down stream) ซึ่งเป็นปากทางออกของทางน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่สูง รวมถึงพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ราบต่ำบริเวณสองข้างทางลำน้ำ ความเสียหายที่เกิดขึ้นมักมีความรุนแรงและเป็นบริเวณกว้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.6 จากการสำรวจพบว่าพื้นที่ราบต่ำที่ได้รับผลกระทบเสียหายจากตะกอนดินถมทับ อยู่ภายในในรัศมีห่างจากชายเขาประมาณ 10 กิโลเมตร

รูปที่ 2.6 ลักษณะพื้นที่และการตั้งถิ่นฐานของหมู่บ้านหรือชุมชนที่มีความเสี่ยง



ลักษณะที่ตั้งหมู่บ้านที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม

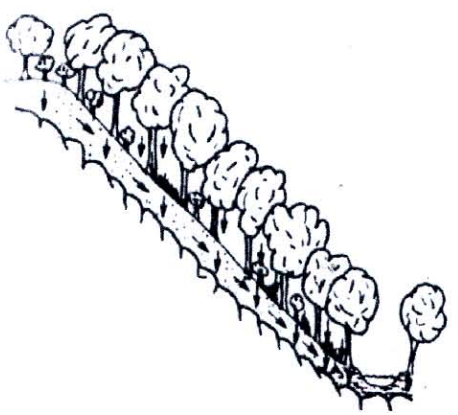




บทที่ 3
วิธีการศึกษา

ปัจจัยที่ใช้ประเมิน

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม พิจารณาลักษณะการเกิดดินถล่มที่เป็นการเลื่อนไหลของมวลดินลงจากไหล่เขาลาดชันภายหลังจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ดินภูเขาในสภาพตามธรรมชาติมีความแตกต่างระหว่างชั้นดินบนและดินล่าง โดยทั่วไปมีดินชั้นบน (หรือดินชั้น A) หนาประมาณ 10-30 เซนติเมตร เป็นชั้นที่มีอินทรีย์วัตถุปนอยู่มาก และโครงสร้างร่วนซุยกว่าดินชั้นล่าง (หรือดินชั้น B) ที่อยู่ลึกลงไป ใต้ชั้น B เป็นชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (ชั้น C) และใต้ชั้น C บางแห่งเป็นชั้นหินที่กำลังผุพังสลายตัว บางแห่งเป็นชั้นหินแข็ง และบางแห่งอาจเป็นชั้นดินที่มีโครงสร้างแน่นทึบ โดยทั่วไปดินชั้นบนมีการไหลผ่านของน้ำ (permeability) ได้ดีกว่าดินชั้นล่าง เมื่อน้ำไหลซึมผ่านจากดินชั้นบนถึงดินชั้นล่างซึ่งมีอัตราการไหลผ่านช้ากว่า น้ำจะเอ่อล้นไหลซึมอยู่ระหว่างช่วงต่อของดินชั้นบนและดินชั้นล่างทำให้เกิดการแยกตัวของชั้นดินที่มีความชื้นแตกต่างกัน ดินชั้นบนเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำจะเกิดการเหลวตัว (liquefaction) และเคลื่อนตัวได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพื้นที่มีความลาดชันย่อมมีแรงดันให้มวลดินเกิดการเลื่อนตัวลงมาจากไหล่เขา และเกิดเป็นภัยดินถล่ม ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 แสดงการเคลื่อนที่ของน้ำในดินบนพื้นที่ภูเขา น้ำฝนบางส่วนถูกซับไว้ที่เรือนยอดต้นไม้ บางส่วนไหลบ่าผ่านผิวดินลงสู่ที่ต่ำตามความลาดชันของไหล่เขา และบางส่วนไหลซึมลงดิน ซึ่งเมื่อพบดินหรือหินชั้นล่างที่แน่นไหลซึมผ่านได้ยาก ก็จะไหลซึมอยู่บริเวณตอนล่างของชั้นดินบน และไหลซึมลงมาตามความลาดเท (ภาพจาก Selby, 1985)

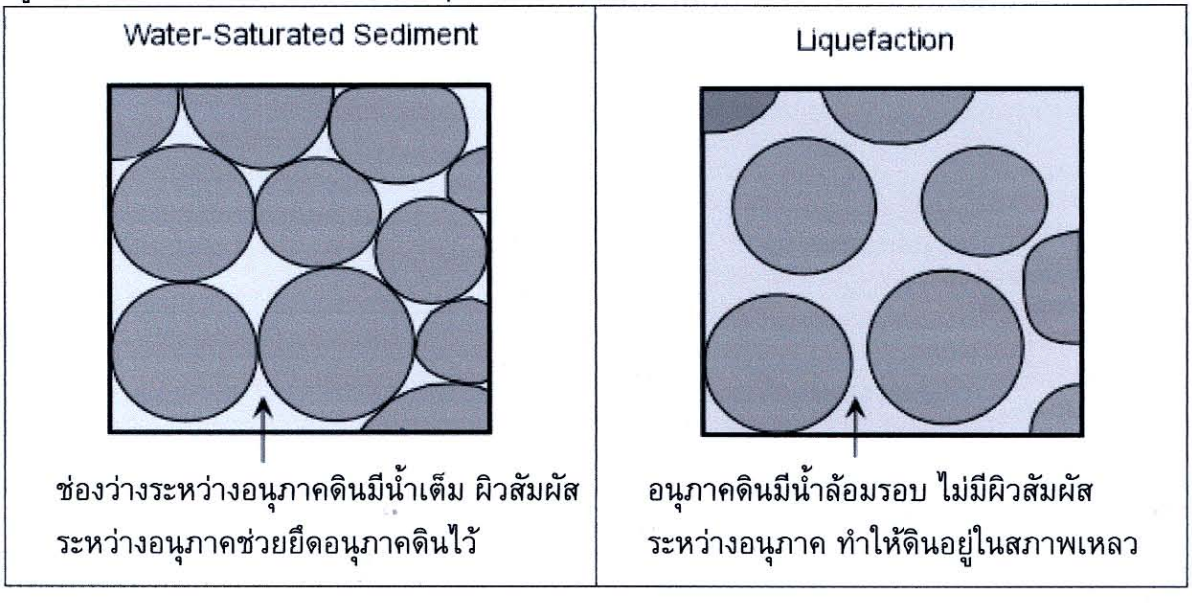
รูปที่ 3.2 แสดงการเกิดดินถล่มแบบ Surface Landslide ที่ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2544 เป็นลักษณะการเลื่อนไหลของมวลดินชั้นบนลงจากไหล่เขาภายหลังจากฝนตกหนักและดินถึงจุดอิ่มน้ำ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในการประเมิน ประกอบด้วย

1. การเหลวตัวของดิน (Liquidity)

ธรรมชาติของดินเมื่อมีความชื้นมากจะอยู่ในสภาพเหลวไม่จับตัว สามารถเคลื่อนตัวได้ง่ายหากมีแรงกระทำ Guo *et al*, 2000 รายงานผลการศึกษาพื้นที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวในไต้หวันว่า การเหลวตัวของดินซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของดิน (Liquefaction-induced soil movements) เกี่ยวข้องกับสมบัติการอิ่มน้ำของดิน (saturation) เมื่อช่องว่างระหว่างอนุภาคดินมีน้ำบรรจุอยู่เต็มไปหมดแรงจับตัวระหว่างเม็ดดินจะน้อยลง ประกอบกับน้ำในดินมีความดันมากขึ้น ทำให้เม็ดดินไม่สามารถยึดเหนี่ยวกันไว้ได้ จึงเกิดการเหลวตัวและง่ายต่อการถูกกระแทกให้เคลื่อนที่ไปกับน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 แสดงการจับตัวกันของอนุภาคดิน (ภาพจาก Nelson, 2005)



มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์หลายวิธีที่ใช้ในการประเมินความยากง่ายในการเหลวตัวของดิน (liquefaction susceptibility) ความเหนียวของดิน (Plasticity) เป็นสมบัติอีกอย่างหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นของดิน การวัดค่าความเหนียวของดินตามวิธีของ Atterberg limits ได้นำมาใช้กันนานแล้วโดยเฉพาะในทางวิศวกรรมศาสตร์ สมบัติที่ตรวจวัดได้มี

จุดหดตัว Shrinkage Limit (SL) : หมายถึงดินแห้ง เป็นสภาวะที่ไม่มีความชื้นเหลืออยู่ในดิน ถึงแม้จะเอาความชื้นออกจากดินอีก ดินก็ไม่เกิดการหดตัว

จุดเหนียว Plastic limit (PL) : จากสภาพดินที่แห้งเมื่อเพิ่มความชื้นให้กับดินมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งที่ดินมีความเหนียวสามารถจับตัวกันได้ไม่แตกเปราะ ปริมาณความชื้นต่อน้ำหนักดินแห้ง ณ จุดนี้ เรียกว่า จุดเหนียว หรือ PL

จุดเหลว Liquid limit (LL) : จากจุดเหนียวเมื่อเพิ่มความชื้นให้กับดินมากขึ้นไปอีก จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งที่ดินสามารถจับตัวกันได้ไม่เป็นของเหลว ปริมาณความชื้นต่อน้ำหนักดินแห้ง ณ จุดนี้ เรียกว่า จุดเหลว หรือ LL

ดัชนีความเหนียว Plasticity Index (PI) เป็นค่าความต่างระหว่างจุดเหลวและจุดเหนียว เขียนเป็นสมการได้คือ PI = LL - PL เป็นค่าดัชนีใช้เปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่สามารถเพิ่มให้กับดินได้โดยไม่เปลี่ยนสภาพเป็นเหลว ถ้ามีค่า PI ต่ำ (5%) ดินไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น ถ้าค่า PI สูง (20%) ดินมีความยืดหยุ่นต่อการได้รับความชื้นก่อนที่จะเปลี่ยนสภาพเป็นเหลว ถ้าค่า PI สูงมาก (35%) ดินมีการยืดหด-ขยายตัวสูง มีความทนทานต่อการได้รับความชื้นจำนวนมากโดยไม่เปลี่ยนสภาพเป็นเหลว ได้แก่ ดินเหนียวจัดพวก montmorillinite

ดัชนีความเหลว Liquidity Index (LI) เป็นสัดส่วนของความต่างระหว่างปริมาณความชื้นจริงและจุดเหนียว ต่อดัชนีความเหนียว หรือเขียนเป็นสมการได้คือ LI = (M-PL) / PI (M คือ natural moisture หรือความชื้นจริง) ถ้า LI มีค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่าดินมีความชื้นน้อยกว่าจุดเหลว ถ้าค่าเข้าใกล้ 1 บอกได้ว่าดินใกล้อ่อนตัวและกำลังจะเริ่มเคลื่อนตัว ถ้าค่า LI เข้าใกล้ 0 หมายความว่า ดินมีความชื้นใกล้จุดเหนียวและมีแรงดึงระหว่างอนุภาคสูง และถ้า LI มากกว่า 1 หมายความว่า ดินมีความชื้นมากกว่าจุดเหลวและเกิดการเคลื่อนตัวแล้ว

สภาวะของความชื้นในดินเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนตัวของดินบนไหล่เขาลาดชัน โดยทั่วไปสมบัติเหล่านี้มีความผันแปรขึ้นกับชนิดของเนื้อดิน อินทรีย์วัตถุในดิน สารละลายในดิน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งความชื้นในดิน โดยทั่วไปอนุภาคทราย (sand) มีค่า PI ต่ำมากหรือไม่มีเลย อนุภาคทรายแป้ง (silt) มีค่า PI ต่ำกว่าอนุภาคดินเหนียว

Zinck, 1976 กล่าวไว้ว่า ความชื้นในดินมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนตัวของมวลดิน (Mass movement) ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.4 คือ

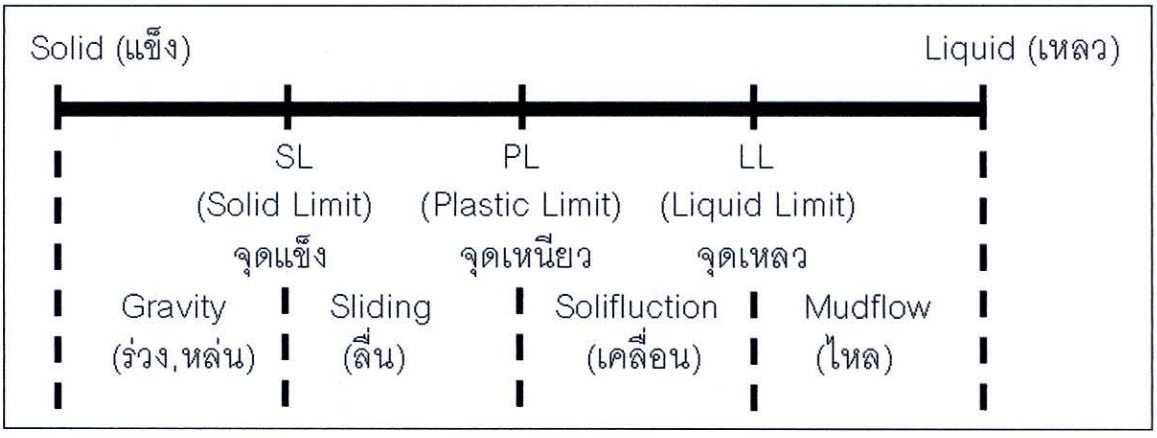
เมื่อดินมีความชื้นน้อยกว่าจุดแข็ง ลักษณะการเคลื่อนตัวของดินเป็นแบบ ร่วงหรือหล่นลงมาจากที่สูงตามแรงดึงดูดของโลก

เมื่อดินมีความชื้นอยู่ระหว่างจุดเหนียวและจุดแข็ง ลักษณะการเคลื่อนตัวของดินเป็นแบบลื่นไถล (sliding) หรือการเคลื่อนตัวในระยะสั้นๆ ตามแรงที่มากระทำ เมื่อหมดแรงกระทำการเคลื่อนตัวก็หยุดไปด้วย

เมื่อดินมีความชื้นอยู่ระหว่างจุดเหลวและจุดเหนียว ลักษณะการเคลื่อนตัวของดินเป็นแบบ เคลื่อน หรือ เขยิบ (solifluction) เป็นการเคลื่อนตัวอย่างช้าๆ ของมวลดินคล้ายการเคลื่อนตัวของก้อนน้ำแข็งที่กำลังละลายไปตามความลาดเทของพื้นที่

เมื่อดินมีความชื้นมากกว่าจุดเหลว ลักษณะการเคลื่อนตัวของดินเป็นแบบโคลนไหล (mudflow) เป็นการเคลื่อนตัวในสภาวะของเหลว

รูปที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ของความชื้นในดินกับลักษณะการเคลื่อนตัวของดิน (Zinck,1976)



University of Washington, 2000 อธิบายเรื่องความยากง่ายในการเหลวตัวของดิน (liquefaction) ว่า ในอดีตมีเฉพาะดินทรายเท่านั้นที่ได้รับการพิจารณาว่ามีการเหลวตัวง่าย ต่อมามีการสังเกตเห็นการเหลวตัวหรือไม่อยู่ตัวของพวกกรวด (gravel) และทรายแป้ง (silt) ด้วย และในปัจจุบันมีการศึกษาพบว่า ดินพวกเนื้อละเอียดก็สามารถเกิดการเหลวตัวได้เช่นกัน ซึ่ง Wang, 1979 ให้ข้อสังเกตว่า ดินพวกเนื้อละเอียดจะเกิดการเหลวตัวได้ถ้ามีสมบัติดังต่อไปนี้ คือ

ขนาดอนุภาคเล็กกว่า 0.005 มิลลิเมตร มีปะปนอยู่ 15% หรือน้อยกว่า

มีจุดเหลวหรือ Liquid Limit (LL) 35% หรือน้อยกว่า

มีความชื้นในดิน 0.9 เท่าของ LL หรือมากกว่า

มีดัชนีความเหลว หรือ Liquidity Index 0.75 หรือน้อยกว่า

มหาวิทยาลัยมหิดล, 2546 ศึกษาวิเคราะห์ดินในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มใน 4 จังหวัดของประเทศไทย คือ ที่อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าดินจากจุดสำรวจ 9 แห่ง มีค่าจุดเหลว (LL) อยู่ระหว่าง 25.5 – 41.5 หรือมีค่าเฉลี่ยเป็น 33.75 โดยมีประมาณร้อยละ 66 ของจุดสำรวจมีค่าจุดเหลว 35 หรือต่ำกว่า

สุวณี, 2538 ศึกษาจุดเหนียว (PL) และจุดเหลว (LL) ของชุดดินในประเทศไทย จำนวน 316 ตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์จำแนกตามลักษณะเนื้อดินและแร่ดิน พบว่ากลุ่มดินเนื้อหยาบพวกทราย (sandy) ทรายร่วน (sandy loam) มีค่าเฉลี่ยของจุดเหนียวและจุดเหลวต่ำสุด คือ 14% และ 20% ตามลำดับ

กลุ่มดินร่วนละเอียดพวกดินร่วน (loam) ร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ร่วนเหนียว (clay loam) ร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) มีค่าเฉลี่ยของจุดเหนียว 15-25% และค่าเฉลี่ยของจุดเหลว 8-20%

ในขณะที่กลุ่มดินเหนียว คือ ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) ดินเหนียวที่เป็นแร่คาโอลิไนท์ (kaolinite) ดินเหนียวที่เป็นแร่ผสมหลายชนิด (mixed) และดินเหนียวชนิดแร่สเมคไตท์ (smectite) หรือแร่มอนมอริลลิไนท์ (monmorillinite) ตามการจำแนกเดิม มีค่าเฉลี่ยของจุดเหนียว

(smectite) หรือแร่มอนมอริลลิไนท์ (monmorillinite) ตามการจำแนกเดิม มีค่าเฉลี่ยของจุดเหนียวและจุดเหลวแตกต่างกัน โดยดินเหนียวชนิดแร่ kaolinite มีค่าเฉลี่ยของจุดเหนียวสูงสุด คือ 34% ขณะที่ดินเหนียวชนิดอื่นมีค่าอยู่ระหว่าง 27-29% และดินเหนียวชนิดแร่ smectite มีค่าเฉลี่ยของจุดเหลวสูงสุด คือ 69% ขณะที่ดินเหนียวชนิดอื่นมีค่าอยู่ระหว่าง 56-61% ดังแสดงในตารางที่ 3.1

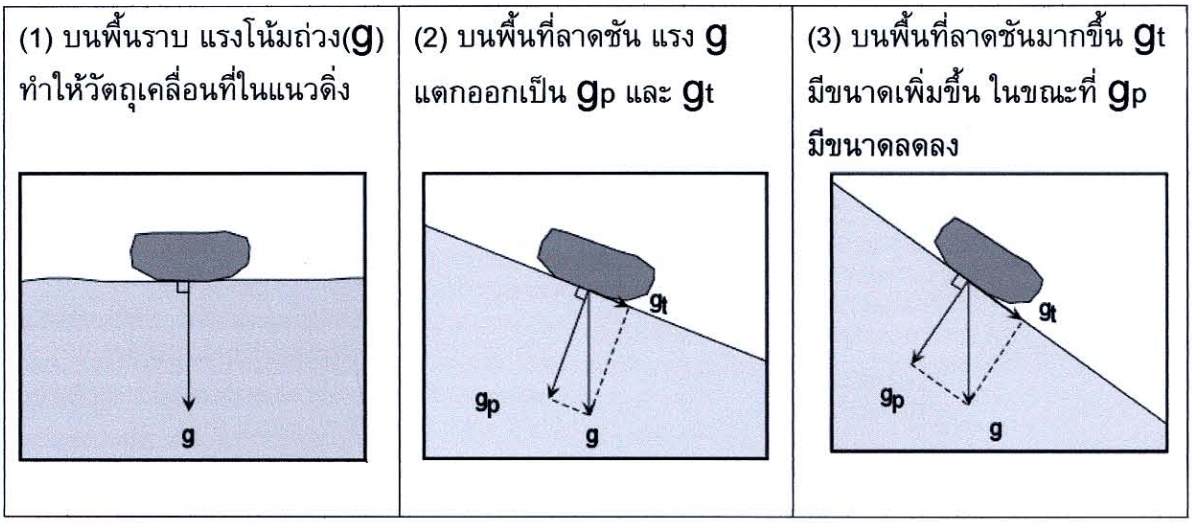
ตารางที่ 3.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าจุดเหนียว (PL) และจุดเหลว (LL) ของดิน (สุวณี, 2538)

ชนิดดิน	จุดเหนียว (PL)		จุดเหลว (LL)		ดัชนี PI	จำแนกชั้น PI
	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	(LL-PL)	ตาม Gue,2000
sandy, sandy loam	9-21	14	13-39	20	6	ต่ำ
loam	17-31	21	22-43	29	8	ต่ำ
sandy clay loam	9-22	15	18-38	25	10	ต่ำ
clay loam	15-39	23	24-58	38	15	ต่ำ
silt loam	14-25	20	22-73	37	17	ต่ำ
silty clay loam	12-51	25	24-86	45	20	สูง
silty clay	14-37	27	27-86	59	32	สูง
clay (kaolinite)	13-52	34	30-74	56	22	สูง
clay (mixed)	14-43	28	41-85	61	33	สูง
clay (smectite)	17-46	29	43-91	69	40	สูงมาก

2. ความลาดชันของพื้นที่ (Slope)

Nelson, 2005 อธิบายว่า แรงขับที่ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของมวลดินตามธรรมชาติ คือ แรงดึงดูดของโลก (gravity หรือ g) ทำให้วัตถุทุกสิ่งในโลกมีการเคลื่อนที่จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ บนพื้นที่ราบแรงดึงดูดโลกทำให้วัตถุเคลื่อนลงตามแนวดิ่ง แต่เนื่องจากเป็นพื้นราบวัตถุจึงไม่มีการเคลื่อนที่ ต่างจากบนพื้นที่ลาดชัน ซึ่งแรงดึงดูดโลกจะแตกย่อยออกเป็น 2 แรง ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.5 แรงที่ 1 (g_p) คือ แรงที่ทำกับวัตถุในแนวตั้งฉากกับความลาดชัน เป็นแรงที่ดึงวัตถุไว้ให้อยู่กับที่ และแรงที่ 2 (g_t) หรือ คือแรงที่ทำกับวัตถุในแนวสัมผัสหรือขนานกับความลาดชัน เป็นแรงที่ฉุดให้วัตถุเคลื่อนที่ลงจากความลาดชัน เรียกว่า *แรงเฉือน* (shear stress)

รูปที่ 3.5 แสดงแรงดึงดูดโลกที่กระทำต่อวัตถุบนพื้นที่ลาดชัน (จาก Nelson, 2005)



แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุไม่ให้ลงจากพื้นที่ลาดชันทั้งหมด รวมเรียกว่า *กำลังรับแรงเฉือน* (shear strength) ซึ่งรวมถึงความฝืด (frictional resistance) และแรงดึงดูด (cohesion) ระหว่างอนุภาคของดิน เมื่อแรงเฉือนมีขนาดมากกว่ากำลังรับแรงเฉือน วัตถุจะเคลื่อนที่ลงมาตามความลาดชัน ดังนั้นการเกิดดินถล่มจึงมักเกิดขึ้นเมื่อพื้นที่มีความลาดชันสูงซึ่งจะมีแรงเฉือนเพิ่มมากขึ้น หรือเกิดขึ้นเมื่อกำลังรับแรงเฉือนถูกทำให้ลดน้อยลง เช่น แรงดึงดูดระหว่างอนุภาคดินน้อยลง หรือความฝืดระหว่างพื้นผิวน้อยลง สัดส่วนระหว่าง กำลังรับแรงเฉือน (shear strength) และแรงเฉือน (shear stress) นี้ เรียกว่า *ค่าความปลอดภัย* (safety factor) ในการไม่เคลื่อนที่ของดิน ถ้าค่าความปลอดภัยเท่ากับหรือน้อยกว่า 1 ดินจะมีการเคลื่อนที่ออกจากกัน

มหาวิทยาลัยมหิดล, 2546 ศึกษาวิเคราะห์ค่าความลาดเอียงน้อยที่สุดที่จะทำให้ดินเคลื่อนตัวจากกัน (คือมีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 1) ของมวลดิน 1 ลูกบาศ์กเมตร และสรุปผลการศึกษาว่าความลาดชันเฉลี่ยที่ทำให้เกิดดินถล่มต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 31.08 หรืออยู่ที่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือถ้าความลาดชันเกินร้อยละ 30 ดินจะเกิดการเคลื่อนตัวได้ และจะต้องมีชั้นดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำร้อยละ 63 ของความลึกหน้าตัดดิน

Coe *et al,* 2000 ศึกษาโอกาสของการเกิดดินถล่มในพื้นที่ลาดชันที่เมืองซีแอตเติ้ล (Seattle) รัฐวอชิงตัน (Washington) จากข้อมูลพื้นที่ที่เคยมีการเกิดดินถล่มมาแล้วในอดีตซึ่งมีการเก็บบันทึกข้อมูลมายาวนาน 88 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ.1909 ถึง 2000 สร้างเป็นสมการได้คือ

$Y = 0.0005\ X^{3.5153}$ เมื่อ Y คือ โอกาสเกิดในรอบปี (annual exceedance probability) และ X คือค่าความลาดชันเฉลี่ย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (r^2) = 0.872 ทั้งนี้โดยต้องมีการนำปัจจัยทางด้านธรณีวิทยา ปริมาณฝน พืชพรรณ รูปร่างความลาดชัน และปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาร่วมด้วย และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความลาดชันน้อยสุดที่ทำให้โอกาสเกิดดินถล่มเท่ากับหรือมากกว่า 100 จะได้ค่าความลาดชันเฉลี่ยเท่ากับ 32.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับ

การศึกษาของมหาวิทยาลัยมหิดล คือ ดินจะเกิดการเคลื่อนตัวถ้าความลาดชันเกิน 30 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

3. พืชพรรณและการใช้ประโยชน์

มหาวิทยาลัยมหิดล, 2546 รายงานตามผลการศึกษาของ Greenway, 1987 ว่าป่าไม้สามารถช่วยให้เกิดเสถียรภาพขึ้นในพื้นที่ลาดชัน บทบาทของพืชพรรณมีผลต่อเสถียรภาพของความลาดชันมีทั้งส่วนดีและผลเสียต่อเสถียรภาพของความลาดชัน ดังสรุปในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 บทบาทของพืชพรรณที่มีต่อเสถียรภาพของความลาดชัน

บทบาทของพืชพรรณ	ผลกระทบต่อเสถียรภาพของความลาดชัน
1. ใบพืชช่วยสะกัดกั้นน้ำฝนไว้ การดูดซับและการคายระเหย ทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกถึงพื้นดินและไหลซึมลงดินมีน้อยลง	ผลดี
2. รากและลำต้นเพิ่มความขรุขระแก่ผิวหน้าดิน จึงเพิ่มปริมาณน้ำฝนที่ไหลผ่านลงไปในดิน และเพิ่มความสามารถในการซึมน้ำของดิน	ผลเสีย
3. รากพืชดูดความชื้นจากดินและปลดปล่อยสู่บรรยากาศโดยการหายใจ ทำให้น้ำตามช่องว่างในดินมีน้อยลง	ผลดี
4. รากพืชช่วยให้แรงดึงดูดระหว่างเม็ดดินมีมากขึ้น ทำให้มีกำลังต้านการเคลื่อนที่มากขึ้น	ผลดี
5. รากต้นไม้ใหญ่อาจหยั่งลึกลงไปถึงดินหรือหินชั้นล่างที่มีความแข็งแรงทนทาน จึงเป็นกำแพงปกป้องดินชั้นบนไว้ได้	ผลดี
6. น้ำหนักของต้นไม้ใหญ่เพิ่มน้ำหนักบรรทุกมากขึ้นแก่พื้นผิวลาดชัน ทำให้มีแรงผลักในการเคลื่อนที่มากขึ้น	ผลเสีย
7. ใบไม้ต้นไม้ที่โผล่ขึ้นมาปะทะแรงลม อาจเพิ่มแรงกระทำจากทำให้มีแรงผลักในการเคลื่อนที่มากขึ้น	ผลเสีย
8. รากพืชที่ผูกมัดเกี่ยวพันเม็ดดินบริเวณพื้นผิว ทำให้การกัดเซาะพังทลายของดินยากขึ้น	ผลดี

ความหนาแน่นของพืชพรรณและเศษพืชที่ขึ้นปกคลุมผิวดิน ความขรุขระของผิวดินตลอดจนความหนาแน่นของทรงพุ่มไม้ มีผลกระทบต่อการไหลซึมของน้ำฝนลงไปในดินและการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ถ้ามีพืชพรรณขึ้นปกคลุมผิวดินหนาแน่น น้ำฝนจะค้างอยู่ตามกิ่งไม้ใบไม้มากและตกกระทบผิวดินน้อยลงและช้าลง ทำให้โอกาสอิ่มน้ำของดินน้อยลงและช้าลง ในทางตรงกันข้ามถ้ามีพืชปกคลุมผิวดินเบาบาง น้ำฝนมีโอกาสสัมผัสผิวดินและไหลซึมลงไปตามช่องว่างในดินได้มากขึ้น ดินถึงจุดอิ่มน้ำเร็วขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผิวดินขรุขระ เช่น มีต้นพืชเศษพืชหรือ

ต้นหญ้าคอยสะกัดกั้นน้ำไม่ให้น้ำไหลบ่าผ่านผิวดินเร็วเกินไป น้ำฝนจะมีโอกาสไหลซึมลงดินได้มากขึ้น และดินมีโอกาสถึงจุดอิ่มน้ำเร็วขึ้น

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ จะมีผลโดยตรงต่อสิ่งปกคลุมผิวดิน เช่น ป่าดงดิบมีพืชปกคลุมผิวดิน 75-100% ทุ่งหญ้าตามธรรมชาติและพื้นที่เพาะปลูกมีพืชคลุมผิวดินน้อยกว่า 50% Baren & Schuylenborgh, 1972 อธิบายว่า ป่าไม้จะซับน้ำฝนไว้ตามใบไม้และเศษใบไม้ที่ปกคลุมผิวดินพื้นล่าง ป่าสนสามารถซับน้ำฝนได้มากกว่าป่าใบกว้างถึง 2 เท่า ในพื้นที่ที่มีฝนตกชุก 2,400 มิลลิเมตรต่อปี ป่ารกทึบสามารถซับน้ำฝนได้มากถึง 30% ทุ่งหญ้าอุดมสมบูรณ์ซับน้ำฝนได้ 20% พื้นที่เพาะปลูกซับน้ำฝนได้ 15-20% ในขณะที่ผิวดินโล่งเตียนไม่มีพืชที่จะเก็บซับน้ำฝนไว้ได้เลย

Mejerink, 1985 อ้างถึงผลการศึกษาในประเทศอินโดนีเซียของ Coster ในปี 1938 ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดมีการไหลบ่าของน้ำมากน้อยต่างกัน ป่าไม้ธรรมชาติมีการไหลบ่าของน้ำ 2.7% ป่าเสื่อมโทรมและทุ่งหญ้าธรรมชาติมีการไหลบ่าของน้ำ 2.8% ทุ่งหญ้าและพื้นที่ทิ้งร้างมีการไหลบ่าของน้ำ 7.3% พื้นที่เพาะปลูกมีการไหลบ่า 12.2% และพื้นที่โล่งเตียนมีการไหลบ่าของน้ำ 40%

การศึกษาปริมาณน้ำฝนที่ดูดซับไว้ได้โดยใบพืช รวมทั้งการไหลบ่าของน้ำออกจากพื้นที่ลาดชันภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ สามารถนำไปสู่การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงสู่ดิน ซึ่งจะมีผลต่อการอิ่มน้ำของดินและการเกิดดินถล่ม ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ปริมาณน้ำฝนที่ดูดซับไว้โดยใบพืช (intercepted) ปริมาณน้ำไหลบ่า (runoff) และปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงดิน (infiltrated) ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	Runoff (%)	intercepted (%)	infiltrated (%) ภายใน 1 วัน
ป่าไม้ธรรมชาติ	2.7	30	45
ป่าเสื่อมโทรม ทุ่งหญ้า	7.3	20	72.7
สวนผสม พื้นที่ทิ้งร้าง พื้นที่เกษตร	12.2	15	72.8
พื้นที่เปิดโล่ง	40	0	60

หมายเหตุ :

runoff (%) จาก Mejerink, 1985

intercepted (%) จาก Baren & Schuylenborgh, 1972

infiltrated (%) = (100 – runoff – intercepted) สำหรับการใช้ที่ดินทั่วไป

infiltrated (%) = (100 – runoff – intercepted) / 1.5 สำหรับป่าไม้ธรรมชาติ ซึ่งใช้ระยะเวลานานกว่า (Selby, 1985)

4. ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ

ขนาดของลุ่มน้ำ มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนที่ตกและปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ ถ้าพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดกว้างใหญ่ ปริมาณน้ำฝนที่ตกจะมีมาก ปริมาณน้ำไหลบ่าจะมีมากและแรง ทำให้มีอำนาจการกัดเซาะและทำลายสูง และสามารถก่อให้เกิดน้ำหลากและน้ำท่วมโดยฉับพลันได้

รูปร่างของลุ่มน้ำจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่าด้วยเช่นกัน ลุ่มน้ำที่มีรูปร่างแคบแบบขนนก มีลำน้ำสาขาสั้น จะมีปริมาณน้ำท่าน้อยกว่าลุ่มน้ำที่มีรูปร่างกลมแบบพัด หรือแบบรัศมีที่มีลำน้ำสาขาจำนวนมาก

มหาวิทยาลัยมหิดล, 2546 อนุกูลและคณะ, 2545 รายงานการศึกษาพื้นที่เคยเกิดเหตุภัยดินถล่มใน 4 จังหวัดของประเทศไทย คือ นครศรีธรรมราช จันทบุรี แพร่ และเพชรบูรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 3.4 พื้นที่ลุ่มน้ำที่เกิดดินถล่มมีขนาดตั้งแต่ 25,000-62,287 ไร่ จังหวัดเพชรบูรณ์มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเล็กสุด คือ 25,501 ไร่ โดยมีพื้นที่ดินถล่ม 562 ไร่ มีพื้นที่ราบต่ำที่ได้รับผลกระทบจากการถมทับของตะกอนดิน 7,276 ไร่ ในขณะที่จังหวัดแพร่มีพื้นที่ดินถล่มน้อยสุดคือ 201 ไร่ หรือร้อยละ 0.43 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งเมื่อตั้งสมมติฐานว่าถ้ามีชั้นดินอย่างน้อย 30 เซนติเมตร ถูกพัดพาหายไป จะคิดเป็นน้ำหนักดินทั้งหมดได้เท่ากับ 125,424 ตัน (201ไร่x1,600ตารางเมตรx0.3 เมตรx1.3กรัมต่อซีซี) ที่ถูกพัดพาไปทับถมบ้านเรือนและพื้นที่ทำกิน ดังนั้นภัยจากดินถล่มถึงแม้จะเกิดขึ้นเป็นพื้นที่เพียง 562 ไร่ เช่นจังหวัดเพชรบูรณ์ หรือ 201 ไร่เช่นจังหวัดแพร่ แต่เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดใหญ่ ความแรงของกระแสน้ำสามารถพัดพาตะกอนดินจำนวนมาก และทำความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงได้

ตารางที่ 3.4 พื้นที่ลุ่มน้ำใน 4 จังหวัด ที่เคยเกิดดินถล่มในประเทศไทย

พื้นที่เกิดดินถล่ม	ความต่างความสูงของพื้นที่(เมตร)[1]	พื้นที่ลุ่มน้ำที่เกิดดินถล่ม (ไร่)[1]	พื้นที่ดินถล่ม (ไร่)[1]	% ของพื้นที่ดินถล่มในลุ่มน้ำ[1]	พื้นที่ได้รับผลกระทบ (ไร่)[2]
นครศรีธรรมราช	1,093	62,287	2,683	4.31	
จันทบุรี	780	52,781	267	0.50	
แพร่	207	45,830	201	0.43	
เพชรบูรณ์	403	25,501	562	2.20	7,276

ที่มา : [1] จากมหาวิทยาลัยมหิดล, 2546

[2] จากอนุกูลและคณะ, 2545

5. ปริมาณฝน

ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทั่วโลก ต่างกล่าวถึงความสำคัญอย่างมากของฝนที่มีต่อดินถล่ม (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2546) การซึมลงไปในดินของฝนทำให้เกิดน้ำในดินมากจนเกินความสามารถ

ของดินจะรับไว้ได้และนำไปสู่การเกิดดินถล่ม มีการศึกษาสภาวะวิกฤติของฝนที่ก่อให้เกิดดินถล่มอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ เช่น ความยาวนานของการมีพายุฝนติดต่อกัน ความหนาแน่นของฝนที่ตก และปริมาณฝนตกสะสมก่อนที่จะเกิดดินถล่ม เป็นต้น Nilsen and Turner, 1975 รายงานว่า การเกิดดินถล่มส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายหลังจากที่มีฝนตกติดต่อกันประมาณ 7 นิ้วหรือ 180 มิลลิเมตร ในประเทศไทย การศึกษาของปริญญาและวันชัย, 2532 พบว่าเมื่อมีปริมาณฝนตกถึง 260 มิลลิเมตรขึ้นไปภายใน 24 ชั่วโมง จะเกิดดินถล่มลงมาจากไหล่เขาหลายสิบแห่ง

Campbell,1975 Wieczorek and Sarmiento, 1983 Cannon and Ellen, 1985 และ Wieczorek, 1987 ให้ความเห็นจากผลการศึกษาว่า พื้นที่ง่ายต่อการเกิดดินถล่มในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย บ่งชี้ให้เห็นว่าความเข้มของฝนและระยะเวลาที่ฝนได้ตกก่อนหน้านั้น เป็นปัจจัยสำคัญทำให้เริ่มมีการไหลของหินดินทราย ขณะที่การศึกษาของ Deganutti et al, 2000 สรุปว่า พื้นที่บริเวณเทือกเขาแอลป์ในอิตาลีมีฝนตกติดต่อกันก่อนหน้า แต่ไม่สามารถชี้วัดประเภทฝนที่จะทำให้เกิดการไหลของเศษหินดินทรายได้

เหตุการณ์ในประเทศไทย พื้นที่เกิดดินถล่มในอำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช มีฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลาหลายวันก่อนเกิดเหตุ โดยในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2531 วัดปริมาณน้ำฝนที่สถานีนครศรีธรรมราชในเวลา 24 ชั่วโมง ได้ 447.8 มิลลิเมตร (จากที่เคยมีฝนตกเฉลี่ย 27.2 มิลลิเมตรของเดือนเดียวกัน) และที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ในวันที่ 3 พฤษภาคม 2544 วัดปริมาณน้ำฝนที่สถานีวังชิ้นในเวลา 24 ชั่วโมง ได้ 285 มิลลิเมตร (จากที่เคยมีฝนตกเฉลี่ย 12.9 มิลลิเมตรของเดือนเดียวกัน)

ปริมาณฝนตกสูงสุดใน 24 ชั่วโมง จากสถิติน้ำฝนคาบ 50 ปี ระหว่าง พ.ศ.2494-2544 ของพื้นที่จังหวัดต่างๆ ในภาคเหนือของประเทศไทย ต่ำสุดคือ 95.4 มิลลิเมตร ในเดือนสิงหาคม 2544 ที่จังหวัดลำพูน และสูงสุดคือ 265.7 มิลลิเมตร ในเดือนกันยายน 2520 ที่จังหวัดพิษณุโลก และสำหรับจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่ำสุดคือ 158.0 มิลลิเมตร ในเดือนกันยายน 2512 ที่จังหวัดชัยภูมิ และสูงสุดคือ 459.2 มิลลิเมตร ในเดือนมิถุนายน 2505 ที่จังหวัดนครพนม ดังแสดงในตารางที่ 3.5 เมื่อพิจารณาจากปริมาณการตกของฝนที่เคยเกิดขึ้นในอดีต ทุกพื้นที่ในจังหวัดภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีโอกาสเกิดฝนตกหนักมากถึง 100 มิลลิเมตร หรือมากกว่าขึ้นไปจนถึง 460 มิลลิเมตร และหลายจังหวัดมีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย

ตารางที่ 3.5 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชั่วโมง ของจังหวัดในภาคเหนือ ระหว่างปี 2494-2544

จังหวัด	ฝนสูงสุดใน 24 ชั่วโมง (มิลลิเมตร)	เดือน	พ.ศ.
ภาคเหนือ			
แม่ฮ่องสอน	130.4	กันยายน	2499
เชียงราย	157.8	กรกฎาคม	2525
พะเยา	118.4	กันยายน	2533
เชียงใหม่	166.5	สิงหาคม	2511
ลำปาง	140.0	เมษายน	2517
ลำพูน	95.4	สิงหาคม	2544
แพร่	218.2	สิงหาคม	2544
น่าน	189.7	กันยายน	2523
อุตรดิตถ์	206.4	มิถุนายน	2511
ตาก	247.1	พฤษภาคม	2544
พิษณุโลก	265.7	กันยายน	2520
เพชรบูรณ์	191.1	พฤษภาคม	2517
กำแพงเพชร	171.8	พฤษภาคม	2529
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ			
หนองคาย	316.6	กันยายน	2510
เลย	163.8	พฤษภาคม	2531
อุดรธานี	274.5	สิงหาคม	2543
สกลนคร	457.1	สิงหาคม	2517
นครพนม	459.2	มิถุนายน	2505
ขอนแก่น	196.3	สิงหาคม	2534
มุกดาหาร	269.4	มิถุนายน	2530
มหาสารคาม	177.0	เมษายน	2532
ชัยภูมิ	158.0	กันยายน	2512
ร้อยเอ็ด	242.3	กันยายน	2507
อุบลราชธานี	203.9	กรกฎาคม	2513
นครราชสีมา	172.6	ตุลาคม	2519
สุรินทร์	185.0	กันยายน	2518
บุรีรัมย์	163.4	กันยายน	2515

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

วิธีประเมิน

การประเมินโอกาสเกิดดินถล่ม พิจารณาจาก 2 ปัจจัยหลัก คือ

(1) โอกาสอิ่มน้ำของดินชั้นบน ลึก 30 เซนติเมตร จากผิวดิน

(2) โอกาสเกิดการเคลื่อนตัวของมวลดินชั้นบนหนา 30 เซนติเมตร

โอกาสอิ่มน้ำของดิน

โอกาสอิ่มน้ำของดินในที่นี้ หมายถึง ปริมาณฝนที่ตกติดต่อกันในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งมีผลทำให้ดินอิ่มน้ำจนถึงจุดที่จะเกิดดินถล่มได้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติด้านความยากง่ายในการเหลวตัวของดิน และปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมผ่านลงไปในดิน เขียนเป็นสมการได้ คือ

$$R_t = M \times I \quad \text{.... สมการที่ 1}$$

R_t คือ โอกาสอิ่มน้ำของดิน (Liquefaction) คิดเป็นปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ที่ตกติดต่อกันในช่วงเวลาหนึ่ง (Time) มีหน่วยวัดเป็น มิลลิเมตรต่อวัน

M หรือ Moisture induced liquefaction and soil movement คือ ปริมาณความชื้นที่ทำให้มวลดินร้อยละ 63 ของหน้าตัดดินซึ่งมีความลึก 50 เซนติเมตร เกิดการเหลวและเคลื่อนตัว มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ความชื้นที่ทำให้ดินถึงจุดเหลวและเคลื่อนที่มีค่าเท่ากับ 0.9 เท่าของความชื้น ณ จุดเหลวของดิน (Liquid Limit, LL)

I คือ ปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงไปในดิน (Infiltrated rainfall) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

M คำนวณได้จากสมการ $M = 0.0567 \times L \times D$ ... สมการที่ 2

L คือ ค่าความชื้น ณ จุดเหลวของดิน (LL หรือ Liquid Limit) มีหน่วยวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ (หรือ มิลลิเมตรของน้ำต่อดินลึก 10 เซนติเมตร) สำหรับดินโดยทั่วไปในประเทศไทยมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3.1 และสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลดิน ใช้การประเมินค่าอย่างกว้างๆ จากชนิดของหินต้นกำเนิดดินตามตารางที่ 3.6

D คือ ความลึกของหน้าตัดดินถึงชั้นที่น้ำไหลซึมผ่านได้ยาก เช่น ชั้นดาน ชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน หรือชั้นหินแข็ง มีหน่วยวัดเป็น เซนติเมตร

I คำนวณได้จากสมการ $I = 1 / C$ ... สมการที่ 3

C คือ สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยน้ำฝนลงสู่ดินของการใช้ที่ดิน ในที่นี้ใช้ผลการศึกษาการไหลซึมของน้ำลงดิน (Infiltrated rain) ในระยะเวลา 1 วัน มาใช้เป็นค่า C ดังแสดงในตารางที่ 3.7

นำสมการที่ 2 และ 3 มาเขียนรวมเป็นสมการเดียวกัน จะได้

R = 0.0567 x L x D / C ... สมการที่ 4

ตัวอย่าง ดินเหนียวลึก 100 เซนติเมตร มีค่าจุดเหลวตัวเท่ากับ 44 % ใช้ปลูกข้าวโพด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การไหลซึมของน้ำฝนลงไปในดินเท่ากับ 0.728

R = (0.0567 x 44 x 100) / 0.728 = 342.7 มิลลิเมตร

หมายความว่า ถ้าพื้นที่นี้มีฝนตกติดต่อกันภายใน 24 ชั่วโมงนับได้ 342.7 มิลลิเมตร ดินจะอิ่มน้ำมากเกินไปจนมีโอกาสเกิดการเคลื่อนตัวและเกิดดินถล่ม

สำหรับพื้นที่ภูเขาที่ไม่มีข้อมูลดินเพียงพอ ใช้หลักพิจารณาว่าพื้นที่ที่ยังมีโอกาสเกิดภัยพิบัติรุนแรงจากดินถล่มในอนาคต ควรมีชั้นดินหนามากพอคือตั้งแต่ 50 เซนติเมตรขึ้นไป การประเมินในที่นี้จึงตั้งสมมติฐานว่า ดินบนภูเขามีความลึกเฉลี่ย 50 เซนติเมตร และจะมีชั้นดินอิ่มน้ำหนาประมาณ 30 เซนติเมตร (หรือร้อยละ 63 ของหน้าตัดดิน) ที่เกิดการเคลื่อนตัวและไหลลงมาจากไหล่เขา

ตารางที่ 3.6 การประเมินค่าจุดเหลว (LL) จากชนิดของหินวัตถุต้นกำเนิดดิน

ชนิดหินต้นกำเนิดดิน	จุดเหลว (LL) %	จุดเหลว (ค่าเฉลี่ย)
ตะกอนลำน้ำ	60-100	80
หินเนื้อละเอียดที่มีเนื้อแน่นทึบและแข็ง ของพวกหินกรวด หินปูน หินอ่อน บะซอลท์	40-80	60
หินเนื้อหยาบที่มีเนื้อแน่นทึบและแข็ง ของพวกหินทราย หินกรวด หินดินดาน และหินใกล้เคียง	20-60	40
หินเนื้อละเอียดที่มีเนื้อค่อนข้างยุ่ยผุพังง่าย ของพวกหินดินดาน หินทราย หินกาบ หินตะกอนที่มีชั้นปูนแทรกเป็นชั้นบางๆ และหินใกล้เคียง	20-40	30
หินเนื้อละเอียดที่มีเนื้อยุ่ยผุพังง่าย ของพวกหินแกรนิต ควอทไซต์ ชิสต์ (Schist) ทัฟฟ์ (Tuff) แอนดีไซต์ (andesite) ไรโอไลต์ (Rhyolite) และหินใกล้เคียง	1-30	20

ตารางที่ 3.7 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยน้ำฝนของการใช้ที่ดิน (ค่า C)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่า C
ป่าไม้ธรรมชาติ	0.45
ป่าเสื่อมโทรม ทุ่งหญ้า	0.73
สวนผสม พื้นที่ทิ้งร้าง พื้นที่เกษตร	0.73
พื้นที่เปิดโล่ง	0.60

โอกาสเกิดการเคลื่อนตัวของมวลดิน

โอกาสเกิดการเคลื่อนตัวของมวลดินในที่นี้ หมายถึง โอกาสที่จะได้รับแรงมากระทำให้ชั้นดินอิ่มน้ำสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่อง แรงที่มากระทำให้มวลดินเคลื่อนที่อาจมาจาก แผ่นดินไหว แรงลม แรงดันจากกระแสน้ำ และแรงดึงดูดของโลก เป็นต้น

การประเมินโอกาสเกิดการเคลื่อนตัวของมวลดิน พิจารณาจากความลาดชันของพื้นที่ซึ่งมีผลทำให้เกิดแรงดึงดูดของโลกมากระทำให้มวลดินเกิดการเคลื่อนที่ลงสู่ที่ต่ำ ตามการศึกษาของ Coe *et.al*, 2000 คือ

$Y = 0.0005\ X^{3.5153}$ เมื่อ

Y คือ โอกาสเกิดในรอบปี (annual exceedance probability)

X คือค่าความลาดชันเฉลี่ย หน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่าง พื้นที่มีความลาดชัน 32.21 เปอร์เซ็นต์

$$\mathbf{Y = 0.0005 \times (32.21)^{3.5153} = 100}$$

หมายความว่า พื้นที่ลาดชัน 32.21 เปอร์เซ็นต์ ในปีหนึ่งมีโอกาสเกิดดินถล่มร้อยละ 100 ของพื้นที่ นั่นคือ พื้นที่ที่มีความลาดชันตั้งแต่ 32.21 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เมื่อมีฝนตกมากจนทำให้ดินอิ่มน้ำ ดินบนพื้นที่ไหล่เขาทั้งหมดจะเกิดการเคลื่อนตัวและเกิดเป็นเหตุการณ์ดินถล่ม

สำหรับพื้นที่ภูเขาที่ไม่มีข้อมูลความลาดชันเพียงพอ ในการประเมินใช้ข้อมูลความลาดชันที่ได้จากแผนที่ดิน ซึ่งจำแนกพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนความลาดชันมากกว่า 35% เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินการเคลื่อนตัวของมวลดินและมีโอกาสเกิดดินถล่ม

การจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม

การจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม มีการดำเนินงานเป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับคือ

ขั้นแรก เป็นการวิเคราะห์โอกาสอิ่มน้ำของดิน หรือค่าปริมาณน้ำฝนที่ทำให้ดินชั้นบน 30 เซนติเมตร อิ่มตัวด้วยน้ำ แล้วจำแนกพื้นที่ออกเป็น 3 เขต ตามช่วงค่าปริมาณน้ำฝน ดังนี้

1. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเมื่อฝนมากกว่า 100 มม.ต่อวัน ขึ้นไป
2. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเมื่อฝนมากกว่า 200 มม.ต่อวัน ขึ้นไป
3. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเมื่อฝนมากกว่า 300 มม.ต่อวัน ขึ้นไป

ขั้นสอง เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่ม โดยพิจารณาจาก

1. ความลาดชันของพื้นที่มากกว่า 35 เปอร์เซนต์ขึ้นไป เป็นระดับความลาดชันที่มีโอกาสเกิดดินถล่ม

2. พื้นที่ภูเขาที่มีเนื้อที่ติดต่อกันมากกว่า 20,000 ไร่ขึ้นไป เป็นขนาดพื้นที่ที่จะทำให้เกิดดินถล่มจนเกิดเป็นภัยพิบัติร้ายแรง โดยคิดว่า พื้นที่ขนาดนี้ถ้าเกิดดินถล่มขึ้นเพียง 1% ของ

พื้นที่ และมีดินชั้นบน 30 เซนติเมตร ถูกพัดพาไปกับน้ำ จะมีตะกอนดินคิดเป็นน้ำหนักประมาณ 20,000 ไร่ x 0.01 x 1,600 ตารางเมตร x 0.3 เมตร x 1.3 กรัมต่อซีซี = 124,800 ตัน

ขั้นสาม นำข้อมูลที่ได้จากขั้นแรกและขั้นสองมาซ้อนทับกัน ผลที่ได้ คือ การจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม แบ่งออกเป็น 3 เขต ตามปริมาณการตกของฝน

ขั้นสี่ จำแนกเขตพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย โดยพิจารณาจากหน่วยแผนที่ดินที่เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำน้ำท่วมถึง (floodplain) ซึ่งมีโอกาสเกิดน้ำท่วมฉับพลันในภาวะฝนปกติ ดินที่จำแนกเป็นพื้นที่ floodplain ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 23, 38 และ 59

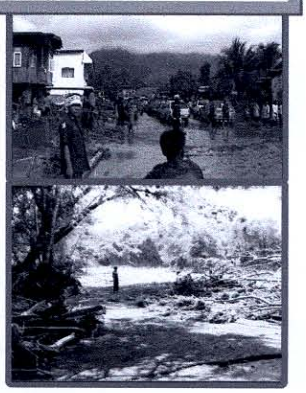
ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่ประสบภัย มากำหนดพิจารณาให้พื้นที่ที่อยู่ภายในรัศมี 10 กิโลเมตรจากขอบเขตภูเขา เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดน้ำป่าไหลหลาก

จำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย ออกเป็น 2 เขต คือ

(1) พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำป่าไหลหลาก หมายถึง เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำน้ำท่วมถึง (floodplain) ที่อยู่ในรัศมี 10 กิโลเมตรจากพื้นที่ภูเขา

(2) พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมขัง หมายถึง เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำน้ำท่วมถึง (floodplain) ทั่วไปที่อยู่ห่างจากพื้นที่ภูเขา

บทที่ 4
การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัย



การจัดการข้อมูลสารสนเทศ

นำข้อมูลและวิธีการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาใช้ในการวิเคราะห์และจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่มและอุทกภัย ชั้นข้อมูลหลัก (layer) ที่ใช้วิเคราะห์พื้นที่ประกอบด้วย

(1) ชั้นข้อมูลดิน (SOIL)

แหล่งข้อมูล : ชุดข้อมูล DLD_System v.1 นำเข้าจากแผนที่กลุ่มชุดดิน 1:50,000
โครงสร้างข้อมูลเป็น : โพลีกอน (polygon)
ค่าประจำโพลีกอน คือ : หน่วยแผนที่กลุ่มชุดดิน (SOILUNIT)
ข้อมูลเชิงอรรถ (tabular attribute) ที่ใช้ มี - เนื้อดินบน 30 เซนติเมตร
- ค่า L (Liquid Limit) หน่วยเป็น %
- ความลาดชัน (SLOPE) หน่วยเป็น %
- เป็นที่ลุ่มต่ำน้ำท่วมถึง (Floodplain)

(2) ชั้นข้อมูลธรณีวิทยา (GEOLOGY)

แหล่งข้อมูล : ดิจิตอลไฟล์กรมทรัพยากรธรณี นำเข้าจากแผนที่ธรณีวิทยา 1:250,000
โครงสร้างข้อมูลเป็น : โพลีกอน
ค่าประจำโพลีกอน คือ : หน่วยแผนที่ธรณีวิทยา (SYMBOL)
ข้อมูลเชิงอรรถ (tabular attribute) ที่ใช้ มี - ชนิดหิน (ROCK TYPE)
- ค่า L (Liquid Limit) หน่วยเป็น %

(3) ชั้นข้อมูลการใช้ที่ดิน (LANDUSE)

แหล่งข้อมูล : ชุดข้อมูล Agzone นำเข้าจากแผนที่ 1:50,000 สำรวจ ปี 2543-2544
โครงสร้างข้อมูลเป็น : โพลีกอน
ค่าประจำโพลีกอน คือ : หน่วยแผนที่การใช้ที่ดิน (LUCODE)
ข้อมูลเชิงอรรถ (tabular attribute) ที่ใช้ มี - คำอธิบายชนิดการใช้ที่ดิน (DESCRIPTION)
- ค่า C (สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยน้ำฝน)

(4) ชั้นข้อมูลความสูงของพื้นที่ (HEIGHT)

แหล่งข้อมูล : ชุดข้อมูล Dted 1 จากกรมแผนที่ทหาร
โครงสร้างข้อมูลเป็น : ราสเตอร์ (raster) ขนาด grid size 30 เมตร
ค่าประจำโพลีกอน คือ : ความสูงจากระดับน้ำทะเล หน่วยเป็นเมตร

(5) ชั้นข้อมูลเขตตำบล (ADMIM)

แหล่งข้อมูล : ชุดข้อมูล Agzone
โครงสร้างข้อมูลเป็น : โพลีกอน
ค่าประจำโพลีกอน คือ : รหัสตำบล (Adm_code)
ข้อมูลเชิงอรรถ (tabular attribute) ที่ใช้ มี - ชื่อตำบล - ชื่ออำเภอ
- ชื่อจังหวัด - ชื่อภาค

เนื่องจากไฟล์ข้อมูลมีขนาดใหญ่มาก ประกอบกับประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์และโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการดำเนินงาน ไม่สามารถรองรับการทำงานกับไฟล์ขนาดใหญ่และมีโพลีกอนจำนวนมากได้ จึงจัดการข้อมูลโดยแปลงข้อมูลโพลีกอนให้เป็นราสเตอร์ขนาดจุดภาพ (pixel size) 250 เมตร และคำนวณข้อมูลโดยใช้โปรแกรมอิลวิส (ILWIS 3.0) ตามลำดับ ดังนี้

(1) จำแนกค่าของข้อมูลใหม่ (reclassification) ทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ที่มีค่าเป็นตัวเลขสามารถคำนวณแผนที่โดยใช้สมการคณิตศาสตร์ได้

ชั้นข้อมูลดิน จำแนกใหม่เป็น ⟶ ชั้นข้อมูล Lsoil (Liquid Limit) ของดิน
ชั้นข้อมูลธรณีวิทยา จำแนกใหม่เป็น ⟶ ชั้นข้อมูล Lgeo (Liquid Limit) ของธรณีวิทยา
ชั้นข้อมูลการใช้ที่ดิน จำแนกใหม่เป็น ⟶ ชั้นข้อมูล C (สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยน้ำฝน)

ยกตัวอย่างคำสั่งที่ใช้คำนวณแผนที่เพื่อสร้างชั้นข้อมูล Lsoil ดังนี้

Lsoil.mpr{dom=value} := MapAttribute(SOIL,SOIL.tbt.,L)

SOIL.tbt ในสมการ คือ ชื่อไฟล์ข้อมูลตาราง (tabular attribute) ของดิน

L ในสมการ คือ ชื่อคอลัมน์ที่มีข้อมูลค่า L หรือ Liquid Limit ของดิน

(2) นำชั้นข้อมูล Lsoil และ Lgeo มาคำนวณ เพื่อปรับแก้ไขในส่วนที่ชั้นข้อมูล Lsoil ไม่มีข้อมูล เนื่องจากชั้นข้อมูล (SOIL) เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (หรือกลุ่มชุดดินที่ 62) ได้ชั้นข้อมูลใหม่ชื่อ Lsoilgeo การคำนวณแผนที่ใช้คำสั่ง

Lsoilgeo := iff(isundef(Lsoil),Lgeo,Lsoil)

(3) นำชั้นข้อมูล Lsoilgeo และชั้นข้อมูล C มาคำนวณเพื่อสร้างชั้นข้อมูล R (โอกาสอิ่มน้ำของดิน) ตามสมการ $R_t = 0.0567 \times L \times D / C$ โดยใช้คำสั่ง

R := 0.0567 * Lsoilgeo * 50 / C

D คือ ความลึกของหน้าตัดดินมีค่าเท่ากับ 50 เซนติเมตร เป็นค่าสมมติฐานที่ใช้สำหรับการประเมินโอกาสถึงจุดอิ่มน้ำของมวลดินชั้นบนหนา 50 เซนติเมตร บนพื้นที่ภูเขา

(4) นำชั้นข้อมูลดิน (SOIL) และค่าความลาดชัน (SLOPE) มาสร้างเป็นชั้นข้อมูลใหม่ Probability หรือโอกาสเกิดการเคลื่อนตัวของมวลดินชั้นบนลงจากไหล่เขา ซึ่งในที่นี้ ใช้ค่าความลาดชันมากกว่า 35% เป็นเกณฑ์ชี้วัดการเกิดดินถล่ม การคำนวณแผนที่ใช้คำสั่ง

Probability.mpr{dom=value} := MapAttribute(SOIL,SOIL.tbt.,SLOPE)

SLOPE ในสมการ คือ ชื่อคอลัมน์ที่มีข้อมูลค่าความลาดชัน หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

(5) นำชั้นข้อมูล Probability มาคำนวณพื้นที่ของแต่ละหน่วยแผนที่ซึ่งไม่มีพื้นที่ติดต่อกัน (หรือหน่วยแผนที่โดด) ได้ชั้นข้อมูลใหม่คือ PROB_NO และตารางแอทริบิว (attribute) มีคอลัมน์ Area เป็นข้อมูลเนื้อที่ หน่วยเป็นตารางเมตร และคอลัมน์ PROB_SIZE ที่ระบุว่า

หน่วยแผนที่ที่มีเนื้อที่เท่ากับหรือมากกว่า 20,000 ไร่ มีค่าเป็น 1

หน่วยแผนที่ที่มีเนื้อที่น้อยกว่าเกณฑ์ ไม่มีการกำหนดค่า (หรือมีค่าเป็น ?)

ใช้คำสั่งทำงานตามลำดับคือ

Raster Operations → Area Numbering

Raster Map := Probability

Output Raster Map := Prob_no

Tabcalc PROB_NO PROB_SIZE := iff(area>=20000*1600,1,?)

(6) นำชั้นข้อมูล PROB_NO มาคัดเลือกเอาเฉพาะหน่วยแผนที่ที่มีขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 20,000 ไร่ ขึ้นไป ได้ชั้นข้อมูลใหม่คือ PROB_SIZE ใช้คำสั่ง

PROB_SIZE := MapAttribute(PROB_NO,PROB_NO.tbt.,PROB_SIZE)

(7) นำชั้นข้อมูล PROB_SIZE (โอกาสเคลื่อนตัวของมวลดินในพื้นที่ 20,000 ไร่ ขึ้นไป) และชั้นข้อมูล R (โอกาสอิ่มน้ำของมวลดินชั้นบน 30 เซนติเมตร) มาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างชั้นข้อมูลใหม่ LANDSLIDE_RAIN หรือโอกาสเกิดดินถล่ม มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรของฝนที่ตกใน 24 ชั่วโมง ใช้คำสั่งตามลำดับคือ

LANDSLIDE_RAIN := iff(PROB_SIZE=1,R,0)

(8) นำชั้นข้อมูล LANDSLIDE_RAIN มาจำแนกเป็นชั้นข้อมูลใหม่ คือ LANDSLIDE_CLASS มีหน่วยแผนที่จำแนกเป็น 4 หน่วย

ไม่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม

เกิดดินถล่มเมื่อฝนตกมากกว่า 100

เกิดดินถล่มเมื่อฝนตกมากกว่า 200

เกิดดินถล่มเมื่อฝนตกมากกว่า 300

ใช้คำสั่งการทำงานตามลำดับคือ

File → Create Domain

Domain Name = LANDSLIDE_CLASS

Type = Group

Edit

Add Items → Upper Bound = 100 Name = ไม่เสี่ยงต่อดินถล่ม

Add Items → Upper Bound = 200 Name = เกิดดินถล่มเมื่อฝนมากกว่า 100

Add Items → Upper Bound = 300 Name = เกิดดินถล่มเมื่อฝนมากกว่า 200

Add Items → Upper Bound = 9999 Name = เกิดดินถล่มเมื่อฝนมากกว่า 300

LANDSLICE_CLASS.mpr{dom=LANDSLIDE_CLASS.dom} :=

MapSlicing(LANDSLIDE_RAIN,LANDSLIDE_CLASS.dom)

(9) นำชั้นข้อมูลดิน (SOIL) มาสร้างเป็นชั้นข้อมูล FLOODPLAIN หรือพื้นที่ลุ่มต่ำมีน้ำท่วมถึง (Floodplain) ใช้คำสั่ง

FLOODPLAIN := MapAttribute(SOIL,SOIL.tbt.,FLOODPLAIN)

(10) นำชั้นข้อมูล PROB_SIZE มาคำนวณระยะห่างจากขอบพื้นที่ภูเขา 10 กิโลเมตร ได้ชั้นข้อมูลใหม่ HILL10KM เป็นพื้นที่ภายในรัศมี 10 กิโลเมตรจากขอบภูเขาที่มีโอกาสเกิดดินถล่ม ใช้คำสั่งตามลำดับคือ

HILL :=iff(PROB_SIZE = 1,"1",?)

HILL10KM.mpr{dom=Distance.dom;vr=0:10000}: = MapDistance(HILL)

(11) นำชั้นข้อมูล HILL10KM และชั้นข้อมูล FLOODPLAIN มาประมวลเข้าด้วยกัน ได้ชั้นข้อมูลใหม่ FLOOD ซึ่งจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยเป็น 2 เขต คือ

เกิดน้ำป่าไหลหลาก (อยู่ในรัศมี 10 กิโลเมตรจากขอบภูเขา)

การเกิดน้ำท่วมขังและน้ำล้นตลิ่ง (นอกรัศมี 10 กิโลเมตรจากขอบภูเขา)

ใช้คำสั่ง

FLOOD := iff(((HILL10KM>=0)and(FLOODPLAIN="floodplain")),"เกิดน้ำป่า",iff(isundef(FLOODPLAIN),?,"เกิดน้ำท่วมขัง")

(12) นำชั้นข้อมูล FLOOD และชั้นข้อมูล LANDSLICE_CLASS มาประมวลเข้าด้วยกัน ใช้คำสั่ง LANDSLIDE_FLOOD := iff(isundef(FLOOD),LANDSLIDE_CLASS,FLOOD) จะได้ชั้นข้อมูลใหม่ LANDSLIDE_FLOOD จำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยออกเป็น 6 เขต คือ

ไม่เสี่ยงต่อดินถล่ม (ไม่เสี่ยงต่อดินถล่มและอุทกภัยรุนแรง)

เกิดดินถล่มเมื่อฝนมากกว่า 100

เกิดดินถล่มเมื่อฝนมากกว่า 200

เกิดดินถล่มเมื่อฝนมากกว่า 300

เกิดน้ำป่าไหลหลาก

เกิดน้ำท่วมขังและน้ำล้นตลิ่ง

(13) นำข้อมูล HEIGHT มาสร้างให้เป็นภาพเสมือนจริงให้เห็นแสงเงาตามรูปร่างของภูเขา (shadow) ได้ชั้นข้อมูลใหม่ SHADOW ใช้คำสั่ง

SHADOW := MapFilter(HEIGHT,Shadow.fil,Value.dom)

(14) นำชั้นข้อมูล LANDSLIDE_FLOOD มาสร้างให้เป็นภาพเสมือนจริง โดยนำมาซ้อนทับกับชั้นข้อมูล SHADOW ใช้คำสั่งตามลำดับคือ

LSLIDE_FLOOD_SHAD.tbt := TableCross(SHADOW,LANDSLIDE_FLOOD, LSLIDE_FLOOD_SHAD,IgnoreUndefs)

เปลี่ยน Domain ของ LSLIDE_FLOOD_SHAD เป็น Class

join ตาราง LSLIDE_FLOOD_SHAD.tbt เข้ากับตาราง LSLIDE_FLOOD_SHAD.rpr

สำเนาคอลัมน์ SHADOW และ LANDSLIDE_FLOOD มาใส่ในตาราง LSLIDE_FLOOD_SHAD.rpr

join ตาราง LSLIDE_FLOOD_SHAD.rpr เข้ากับตาราง LSLIDE_FLOOD.rpr

สำเนาข้อมูล COLOR มาใส่ใน LSLIDE_FLOOD_SHAD.rpr ชื่อคอลัมน์ LSColor

เปิดตาราง LSLIDE_FLOOD_SHAD.rpr ใช้คำสั่ง

color := COLOR((CLRRED(LSColor)*shadow/255), (CLRGREEN (LSColor)*shadow/255),(CLRBLUE(LSColor)*shadow/255))

การแสดงผลข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่มและอุทกภัย ดังรูปที่ 4.1

การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัย

ผลจากการวิเคราะห์และจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัยของภาคเหนือได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 โดยจำแนกหน่วยแผนที่ออกเป็น 6 เขต คือ

พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม มีความหมายถึง ปริมาณการตกของฝนที่มีโอกาสทำให้เกิดดินถล่ม โดยมวลดินชั้นบนหนา 30 เซนติเมตร ถึงจุดอิ่มน้ำและเคลื่อนตัวลงมาจากไหล่เขา จำแนกเป็น 3 เขตย่อย คือ

1. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเมื่อฝนตกมากกว่า 100 มม. ต่อวัน ขึ้นไป

2. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเมื่อฝนตกมากกว่า 200 มม. ต่อวัน ขึ้นไป

3. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเมื่อฝนตกมากกว่า 300 มม. ต่อวัน ขึ้นไป

พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย มี 2 เขต คือ

4. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำป่าไหลหลาก หมายถึง พื้นที่ลุ่มต่ำมีน้ำท่วมถึงอยู่เป็นประจำในภาวะฝนปกติ (Floodplain) ที่อยู่ในรัศมี 10 กิโลเมตรจากขอบพื้นที่ภูเขา

5. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมขังและน้ำล้นตลิ่ง หมายถึง พื้นที่ลุ่มต่ำมีน้ำท่วมถึงอยู่เป็นประจำในภาวะฝนปกติ (Floodplain) ที่อยู่ห่างจากขอบพื้นที่ภูเขาเกินกว่า 10 กิโลเมตร

6. พื้นที่ไม่เสี่ยงต่อดินถล่มและอุทกภัยรุนแรง

หมายถึง เป็นพื้นที่ที่ไม่มีโอกาสเกิดดินถล่มและอุทกภัยรุนแรง

การแสดงผลข้อมูลมีการแยกพื้นที่ทั้ง 6 เขต ตามโทนสี ดังปรากฏในแผนที่ คือ

โซนสีม่วงเข้ม ถ้าโซนนี้ปรากฏอยู่ท้องที่ใด แสดงว่าพื้นที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเมื่อฝนตก 100 มิลลิเมตรต่อวันขึ้นไป

โซนสีส้มเข้ม ถ้าโซนนี้ปรากฏอยู่ท้องที่ใด แสดงว่าพื้นที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเมื่อฝนตก 200 มิลลิเมตรต่อวันขึ้นไป

โซนเหลือง ถ้าโซนนี้ปรากฏอยู่ท้องที่ใด แสดงว่าพื้นที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเมื่อฝนตก 300 มิลลิเมตรต่อวันขึ้นไป ซึ่งโอกาสที่ฝนจะตกมากในปริมาณเท่านี้มีน้อย นั่นหมายถึงพื้นที่บริเวณนี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มน้อยกว่าโซนสีม่วงเข้มและโซนสีส้มเข้ม

โซนสีน้ำเงินเข้ม ถ้าโซนนี้ปรากฏอยู่ท้องที่ใด แสดงว่าพื้นที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำป่าไหลหลากในภาวะฝนปกติ (เฉลี่ยไม่เกิน 30 มิลลิเมตรต่อวัน)

โซนสีฟ้าคราม ถ้าโซนนี้ปรากฏอยู่ท้องที่ใด แสดงว่าพื้นที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำล้นตลิ่งและน้ำท่วมขังในภาวะฝนปกติ (เฉลี่ยไม่เกิน 30 มิลลิเมตรต่อวัน)

โซนสีเขียว ถ้าโซนนี้ปรากฏอยู่ท้องที่ใด แสดงว่าพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดดินและอุทกภัยรุนแรง

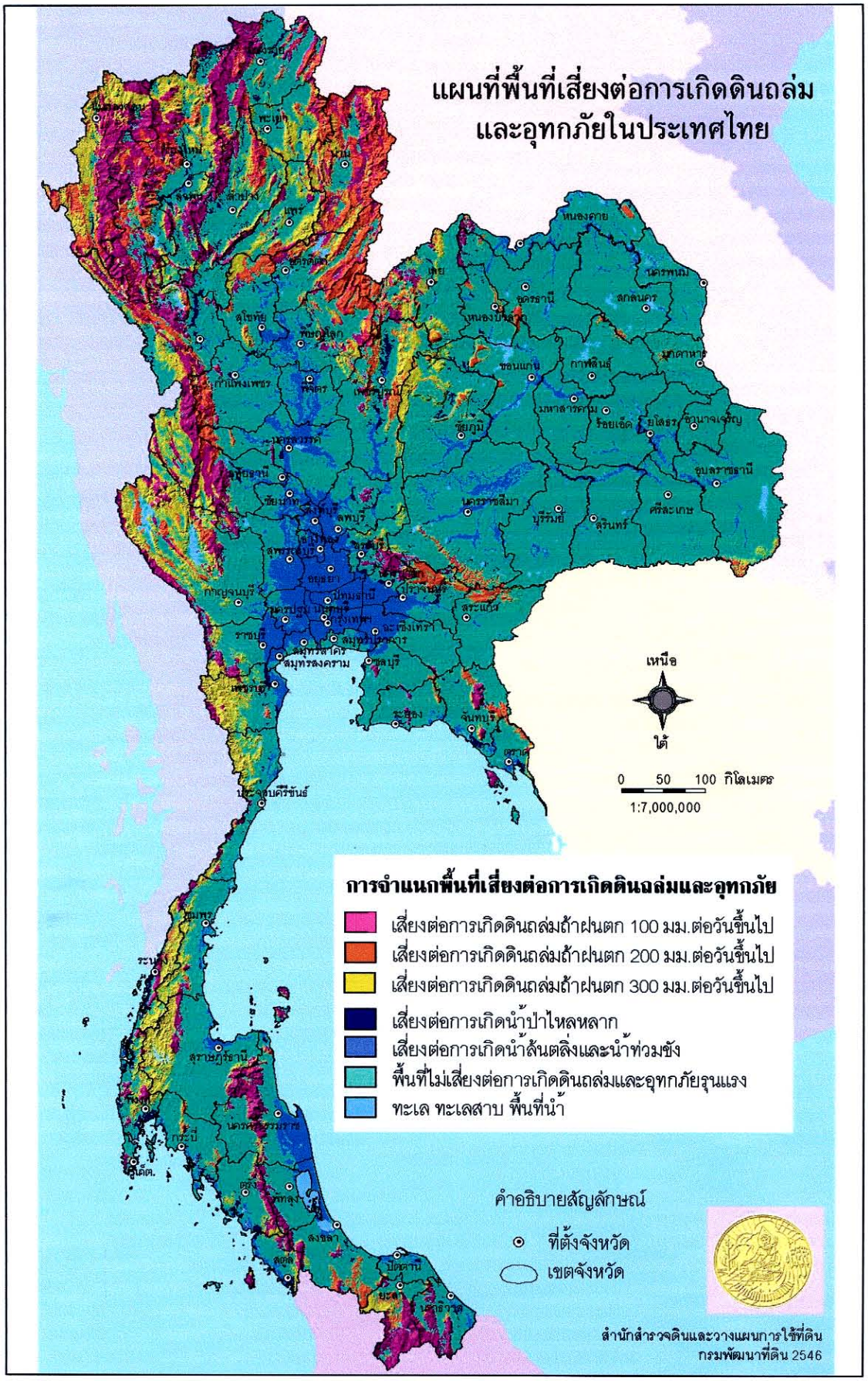
รายชื่อพื้นที่เสี่ยงภัย

ผลจากการประเมิน เมื่อซ้อนทับกับข้อมูลเขตตำบล สามารถทราบรายชื่อพื้นที่จังหวัด อำเภอ ตำบลที่มีความเสี่ยงภัย จังหวัดในภาคเหนือมีพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม 16 จังหวัด 121 อำเภอ 374 ตำบล พิจิตรเป็นจังหวัดเดียวในภาคเหนือที่ไม่มีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม เชียงใหม่ มีตำบลเสี่ยงภัยมากสุด 72 ตำบล ขณะที่นครสวรรค์มีน้อยสุด คือ 2 ตำบล

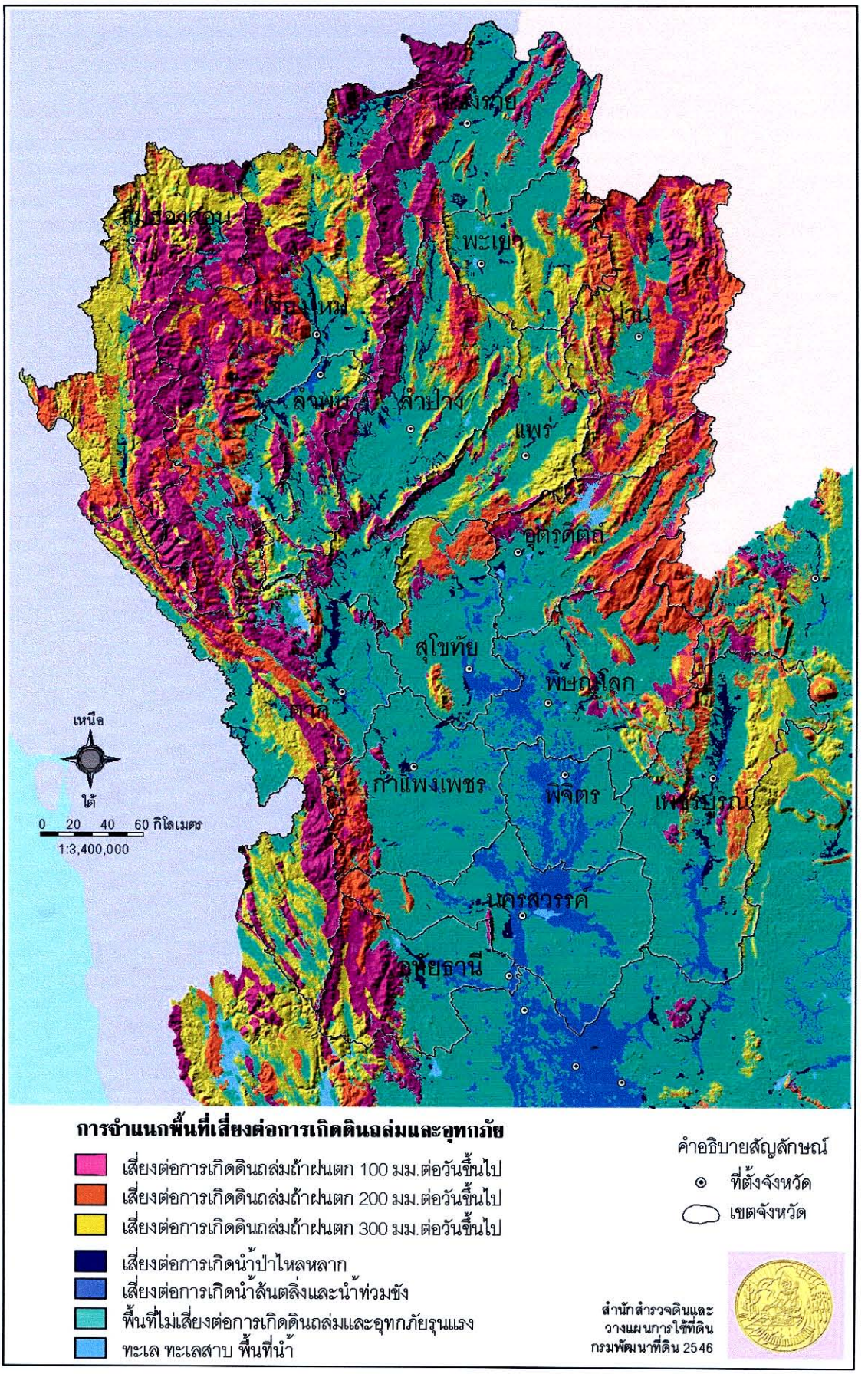
1. สรุปจำนวนพื้นที่เสี่ยงภัยภาคเหนือ

ลำดับที่	จังหวัด	จำนวนอำเภอ	จำนวนตำบล
1	กำแพงเพชร	2	3
2	เชียงราย	13	35
3	เชียงใหม่	18	72 (สูงสุด)
4	ตาก	9	27
5	นครสวรรค์	2	2 (ต่ำสุด)
6	น่าน	15	51
7	พะเยา	6	16
8	พิษณุโลก	5	11
9	เพชรบูรณ์	9	21
10	แพร่	5	19
11	แม่ฮ่องสอน	7	34
12	ลำปาง	12	37
13	ลำพูน	4	14
14	สุโขทัย	5	10
15	อุตรดิตถ์	7	18
16	อุทัยธานี	2	4
รวม	**16 จังหวัด**	**121 อำเภอ**	**374 ตำบล**

รูปที่ 4.1 แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัยในประเทศไทย



รูปที่ 4.2 แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย ภาคเหนือ



2. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดกำแพงเพชร

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
กำแพงเพชร	คลองลาน	คลองน้ำไหล	29,219	70,508	1,055	100,782	430
		โป่งน้ำร้อน	100,625	220,430	54,453	375,508	2,500
		รวมทั้งอำเภอ	129,844	290,938	55,508	476,290	2,930
	ปางศิลาทอง	ปางตาไว	66,953	162,227	1,172	230,352	156
		รวมทั้งอำเภอ	66,953	162,227	1,172	230,352	156
รวมพื้นที่ทั้งจังหวัดของกำแพงเพชร			196,797	453,165	56,680	706,642	3,086

3. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดเชียงราย

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เชียงราย	กิ่งอ.เวียงเชียงรุ้ง	ป่าซาง	26,797	5,078	430	32,305	
		รวมทั้งกิ่งอำเภอ	26,797	5,078	430	32,305	
	ขุนตาล	ป่าตาล	12,227	12,930	977	26,134	
		ยางฮอม	10,000	24,492	508	35,000	
		รวมทั้งอำเภอ	22,227	37,422	1,485	61,134	
	เชียงของ	ครึ่ง	23,750	17,695	742	42,187	
		ริมโขง	32,812	1,836	195	34,843	
		เวียง	39,727	11,289	39	51,055	352
		ศรีดอนชัย	23,438	117	117	23,672	1,172
		ห้วยซ้อ	18,789	12,500	195	31,484	
		รวมทั้งอำเภอ	138,516	43,437	1,288	183,241	1,524

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เชียงราย	เชียงแสน	บ้านแซว	47,539	26,172	469	74,180	977
		แม่เงิน	12,578	7,461	1,836	21,875	2,422
		รวมทั้งอำเภอ	60,117	33,633	2,305	96,055	3,399
	เทิง	ตับเต่า	33,125	73,477	9,883	116,485	625
		รวมทั้งอำเภอ	33,125	73,477	9,883	116,485	625
	พญาเม็งราย	แม่เปา	21,445	6,289	273	28,007	
		รวมทั้งอำเภอ	21,445	6,289	273	28,007	
	พาน	ป่าหุ่ง	73,516	42,500	1,680	117,696	898
		แม่อ้อ	273	25,430	6,641	32,344	6,289
		รวมทั้งอำเภอ	73,789	67,930	8,321	150,040	7,187
	เมืองเชียงราย	ดอยฮาง	30,039	5,078	2,812	37,929	859
		แม่กรณ์	27,656	4,336	7,578	39,570	
		แม่ยาว	130,039	7,812	391	138,242	4,102
		ห้วยชมภู	111,328	45,273	18,398	174,999	
		รวมทั้งอำเภอ	299,062	62,499	29,179	390,740	4,961
	แม่จัน	แม่จัน	20,391	1,602	703	22,696	78
		รวมทั้งอำเภอ	20,391	1,602	703	22,696	78
	แม่ฟ้าหลวง	แม่ฟ้าหลวง	57,969	4,219	625	62,813	156
		แม่สลองนอก	139,102	12,266	547	151,915	156
		รวมทั้งอำเภอ	197,071	16,485	1,172	214,728	312
	แม่สรวย	เจดีย์หลวง	24,219	2,070	2,031	28,320	703
		ท่าก๊อ	93,984	4,922	3,750	102,656	508
		แม่สรวย	61,016	1,289	1,172	63,477	1,094
		วาวี	238,281	35,781	12,109	286,171	
		ศรีถ้อย	111,797	430	3,789	116,016	1,289
		รวมทั้งอำเภอ	529,297	44,492	22,851	596,640	3,594

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เชียงราย	เวียงแก่น	ท่าข้าม	17,773	10,352	39	28,164	508
		ปอ	52,070	98,164	7,656	157,890	2,422
		ม่วงยาย	8,203	17,266	430	25,899	1,602
		รวมทั้งอำเภอ	78,046	125,782	8,125	211,953	4,532
	เวียงป่าเป้า	บ้านโป่ง	26,250	1,562	1,445	29,257	
		ป่างิ้ว	65,820	430	13,086	79,336	
		แม่เจดีย์	40,273	2,148	33,125	75,546	
		แม่เจดีย์ใหม่	65,977	20,547	45,000	131,524	2,891
		เวียง	58,867	586	2,422	61,875	391
		สันสลี	205,195	4,141	4,414	213,750	977
		รวมทั้งอำเภอ	462,382	29,414	99,492	591,288	4,259
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดเชียงราย			1,962,265	547,540	185,507	2,695,312	30,471

4. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดเชียงใหม่

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เชียงใหม่	กิ่งอ.ดอยหล่อ	สันติสุข	16,836	8,906	9,805	35,547	
		รวมทั้งกิ่งอำเภอ	16,836	8,906	9,805	35,547	
	กิ่งอ.แม่ออน	แม่ทา	38,320	312	10,312	48,944	5,312
		ห้วยแก้ว	38,828	352	12,305	51,485	1,797
		ออนเหนือ	21,367	312	17,383	39,062	3,359
		รวมทั้งกิ่งอำเภอ	98,515	976	40,000	139,491	10,468

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เชียงใหม่	จอมทอง	ดอยแก้ว	31,328	45,625	78	77,031	3,398
		บ้านแปะ	49,414	40,078	27,383	116,875	7,266
		บ้านหลวง	107,266	77,891	2,383	187,540	10,000
		แม่สอย	13,438	6,758	5,977	26,173	2,070
		สบเตี๊ยะ	4,375	27,773	1,250	33,398	7,734
		รวมทั้งอำเภอ	205,821	198,125	37,071	441,017	30,468
	เชียงดาว	เชียงดาว	2,852	14,922	57,305	75,079	4,141
		ทุ่งข้าวพวง	30,273	9,805	71,641	111,719	3,086
		ปิงโค้ง	820	28,555	99,336	128,711	703
		เมืองคอง	90,703	18,203	145,586	254,492	2,227
		เมืองนะ	13,555	24,609	287,188	325,352	6,133
		แม่นะ	60,625	34,219	19,922	114,766	5,547
		รวมทั้งอำเภอ	198,828	130,313	680,978	1,010,119	21,837
	ไชยปราการ	แม่ทะลบ	40,195	664	2,969	43,828	2,461
		ศรีดงเย็น	41,484	8,008	83,906	133,398	703
		หนองบัว	3,320	11,641	23,242	38,203	1,016
		รวมทั้งอำเภอ	84,999	20,313	110,117	215,429	4,180
	ดอยเต่า	ท่าเดื่อ	16,875	26,094	1,562	44,531	430
		โป่งทุ่ง	8,945	4,961	32,305	46,211	6,484
		มืดกา	115,508	19,648	29,766	164,922	1,367
		รวมทั้งอำเภอ	141,328	50,703	63,633	255,664	8,281
	ดอยสะเก็ด	เทพเสด็จ	55,078	5,664	16,875	77,617	
		ป่าเมี่ยง	20,742	1,484	93,164	115,390	1,055
		ลวงเหนือ	78	9,961	38,359	48,398	4,297
		รวมทั้งอำเภอ	75,898	17,109	148,398	241,405	5,352

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เชียงใหม่	ฝาง	โป่งน้ำร้อน	55,469	430	859	56,758	4,062
		ม่อนปิ่น	14,961	24,453	52,539	91,953	7,070
		แม่คะ	49,727	4,805	2,461	56,993	4,609
		แม่งอน	10,781	15,508	26,562	52,851	2,617
		แม่สูน	10,820	1,797	8,594	21,211	5,312
	รวมทั้งอำเภอ		141,758	46,993	91,015	279,766	23,670
	พร้าว	น้ำแพร่	10,156	8,438	12,969	31,563	
		ป่าตุ้ม	31,055	1,055	16,523	48,633	156
		ป่าไหน่	17,266	1,953	19,375	38,594	
		แม่ปั๋ง	54,180	15,039	60,391	129,610	859
		สันทราย	54,531	19,297	70,430	144,258	1,562
		โหล่งขอด	13,438	24,219	123,281	160,938	586
	รวมทั้งอำเภอ		180,626	70,001	302,969	553,596	3,163
	แม่แจ่ม	กองแขก	55,664	68,203	41,250	165,117	2,617
		แจ่มหลวง	114,570	6,758	31,680	153,008	1,680
		ช่างเคิ่ง	44,844	13,672	14,453	72,969	7,344
		ท่าผา	17,930	26,523	11,445	55,898	2,617
		บ้านทับ	163,086	61,133	26,992	251,211	859
		แม่แดด	83,750	1,211	6,094	91,055	
		แม่นาจร	322,930	65,234	23,750	411,914	1,445
		แม่ศึก	346,055	73,125	41,484	460,664	742
	รวมทั้งอำเภอ		1,148,829	315,859	197,148	1,661,836	17,304
	แม่แตง	กื้ดช้าง	127,422	7,422	33,398	168,242	1,211
		บ้านช้าง	6,953	3,008	10,469	20,430	1,211
		บ้านเป้า	234	34,844	36,094	71,172	2,461
		ป่าแป๋	174,219	26,367	2,031	202,617	
		เมืองก๊าย	32,227	2,930	2,461	37,618	

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เชียงใหม่	แม่แตง	แม่หอพระ	156	7,148	31,250	38,554	586
		สบเปิง	51,641	14,297	195	66,133	469
		อินทขิล	9,766	16,523	3,984	30,273	4,062
		รวมทั้งอำเภอ	402,618	112,539	119,882	635,039	10,000
	แม่อาย	ท่าตอน	47,500	1,445	1,055	50,000	9,180
		บ้านหลวง	56,836	2,227	586	59,649	2,266
		แม่นาวาง	48,438	12,852	7,500	68,790	21,406
		รวมทั้งอำเภอ	152,774	16,524	9,141	178,439	32,852
	เวียงแหง	เปียงหลวง	72,031	273	11,953	84,257	4,727
		เมืองแหง	88,633	6,836	121,406	216,875	2,383
		แสนไห	4,531	1,172	66,055	71,758	3,242
		รวมทั้งอำเภอ	165,195	8,281	199,414	372,890	10,352
	สะเมิง	ยั้งเมิน	53,359	66,641	20,742	140,742	195
		สะเมิงใต้	72,695	49,727	30,234	152,656	1,992
		สะเมิงเหนือ	37,812	43,008	703	81,523	3,438
		รวมทั้งอำเภอ	163,866	159,376	51,679	374,921	5,625
	สันกำแพง	ออนใต้	6,055	195	20,117	26,367	156
		รวมทั้งอำเภอ	6,055	195	20,117	26,367	156
	หางดง	บ้านปง	26,875	35,000	13,242	75,117	1,484
		รวมทั้งอำเภอ	26,875	35,000	13,242	75,117	1,484
	อมก๋อย	นาเกวียน	260,547	24,297	37,617	322,461	2,070
		ม่อนจอง	118,477	56,719	24,570	199,766	2,930
		แม่ตื่น	207,969	70,430	391	278,790	4,648
		สบโขง	225,156	11,133	17,344	253,633	3,164
		อมก๋อย	108,594	64,648	39	173,281	2,461
		รวมทั้งอำเภอ	920,743	227,227	79,961	1,227,931	15,273

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เชียงใหม่	ฮอด	นาคอเรือ	41,094	68,086	9,023	118,203	4,141
		บ่อหลวง	24,570	73,438	4,609	102,617	2,930
		บ้านตาล	64,766	156	38,711	103,633	6,289
		หางดง	8,008	63,750	352	72,110	6,445
		ฮอด	3,242	28,516	586	32,344	5,273
		รวมทั้งอำเภอ	141,680	233,946	53,281	428,907	25,078
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดเชียงใหม่			4,273,244	1,652,386	2,227,851	8,153,481	225,543

5. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดตาก

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
ตาก	ท่าสองยาง	ท่าสองยาง	61,953	9,492	94,609	166,054	
		แม่ต้าน	31,719	11,875	34,375	77,969	
		แม่วะหลวง	84,961	34,883	104,102	223,946	
		แม่สอง	156,523	87,734	71,758	316,015	
		แม่หละ	28,789	23,867	14,688	67,344	
		แม่อุสุ	54,805	14,922	26,992	96,719	
		รวมทั้งอำเภอ	418,750	182,773	346,524	948,047	
	บ้านตาก	ทุ่งกระเชาะ	42,734	6,523	78	49,335	7,461
		รวมทั้งอำเภอ	42,734	6,523	78	49,335	7,461
	พบพระ	ดีรีราษฎร์	105,156	39,805	140,938	285,899	
		รวมทั้งอำเภอ	105,156	39,805	140,938	285,899	

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
ตาก	เมืองตาก	ป่ามะม่วง	34,062	38,281	15,938	88,281	1,953
		แม่ท้อ	88,203	75,039	24,297	187,539	3,281
		รวมทั้งอำเภอ	122,265	113,320	40,235	275,820	5,234
	แม่ระมาด	ขะเนจื้อ	40,117	66,094	32,773	138,984	2,930
		พระธาตุ	20,039	19,609	16,016	55,664	
		แม่ตื่น	175,469	119,414	42,656	337,539	
		สามหมื่น	132,227	76,484	195	208,906	
		รวมทั้งอำเภอ	367,852	281,601	91,640	741,093	2,930
	แม่สอด	ด่านแม่ละเมา	106,680	14,727	68,320	189,727	4,336
		พะวอ	14,922	20,586	213,672	249,180	3,477
		แม่กาษา	13,398	938	74,531	88,867	4,961
		รวมทั้งอำเภอ	135,000	36,251	356,523	527,774	12,774
	วังเจ้า	เชียงทอง	92,656	21,914	36,875	151,445	352
		นาโบสถ์	13,750	17,969	4,062	35,781	508
		รวมทั้งอำเภอ	106,406	39,883	40,937	187,226	860
	สามเงา	บ้านนา	385,039	49,844	247,812	682,695	39
		ยกกระบัตร	48,320	29,922	48,086	126,328	32,344
		ย่านรี	22,539	22,305	5,898	50,742	8,711
		สามเงา	7,461	20,312	20,469	48,242	15,430
		รวมทั้งอำเภอ	463,359	122,383	322,265	908,007	56,524
	อุ้มผาง	แม่จัน	320,273	6,289	744,492	1,071,054	
		แม่ละมุ้ง	270,469	22,227	218,281	510,977	
		โมโกร	211,055	29,648	46,641	287,344	1,875
		อุ้มผาง	229,688	21,328	85,352	336,368	1,484
		รวมทั้งอำเภอ	1,031,485	79,492	1,094,766	2,205,743	3,359
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดตาก			2,793,007	902,031	2,433,906	6,128,944	89,142

6. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดนครสวรรค์

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
นครสวรรค์	กิ่งอ.แม่เปิน	แม่เปิน	17,227	123,164	39	140,430	
	รวมทั้งกิ่งอำเภอ		17,227	123,164	39	140,430	
	แม่วงก์	แม่เล่ย์	10,352	106,641	2,344	119,337	
	รวมทั้งอำเภอ		10,352	106,641	2,344	119,337	
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดนครสวรรค์			27,579	229,805	2,383	259,767	

7. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดน่าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
น่าน	กิ่งอ.ภูเพียง	เมืองจัง	6,797	20,078	508	27,383	273
	รวมทั้งกิ่งอำเภอ		6,797	20,078	508	27,383	273
	เฉลิมพระเกียรติ	ขุนน่าน	90,039	134,102	18,867	243,008	
		ห้วยโก๋น	34,023	40,430	26,914	101,367	
	รวมทั้งอำเภอ		124,062	174,532	45,781	344,375	
	เชียงกลาง	เปือ	9,023	24,453	3,828	37,304	5,898
		พระพุทธบาท	20,391	13,086	352	33,829	1,836
	รวมทั้งอำเภอ		29,414	37,539	4,180	71,133	7,734
	ท่าวังผา	จอมพระ	12,227	29,531	4,570	46,328	195
		ตาลชุม	13,945	19,688	664	34,297	
		ป่าคา	5,469	37,031	10,508	53,008	
		ผาตอ	13,555	7,891	859	22,305	
		ผาทอง	10,898	66,328	37,031	114,257	

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำ ป่าไหล หลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่ เสี่ยงต่อ ดินถล่ม	
น่าน	ท่าวังผา	ศรีภูมิ	5,273	30,234	8,438	43,945	
		แสนทอง	10,508	18,633	11,250	40,391	117
		รวมทั้งอำเภอ	71,875	209,336	73,320	354,531	312
	ทุ่งช้าง	งอบ	50,938	47,070	13,945	111,953	
		ทุ่งช้าง	45,938	47,422	4,648	98,008	39
		ปอน	32,617	66,328	977	99,922	430
		และ	63,125	34,297	10,117	107,539	1,133
		รวมทั้งอำเภอ	192,618	195,117	29,687	417,422	1,602
	นาน้อย	เชียงของ	15,742	95,273	29,023	140,038	
		น้ำตก	36,094	18,242	4,414	58,750	
		บัวใหญ่	30,352	13,594	4,648	48,594	
		ศรีสะเกษ	16,406	96,250	21,914	134,570	39
		สถาน	4,180	96,719	100,352	201,251	
		สันทะ	40,391	22,930	21,875	85,196	
		รวมทั้งอำเภอ	143,165	343,008	182,226	668,399	39
	นาหมื่น	นาทะนุง	33,906	89,922	67,812	191,640	
		บ่อแก้ว	12,891	21,094	39	34,024	
		ปิงหลวง	52,305	78,477	88,906	219,688	
		เมืองลี	1,914	14,688	26,406	43,008	
		รวมทั้งอำเภอ	101,016	204,181	183,163	488,360	
	บ่อเกลือ	ดงพญา	42,383	38,516	234	81,133	156
		บ่อเกลือเหนือ	33,867	24,844	1,133	59,844	
		รวมทั้งอำเภอ	76,250	63,360	1,367	140,977	156
น่าน	บ้านหลวง	บ้านพี้	4,375	41,484	72,891	118,750	
		บ้านฟ้า	23,672	11,523	42,305	77,500	

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
น่าน	บ้านหลวง	ป่าคาหลวง	39	6,094	18,828	24,961	
		สวด	6,953	6,211	9,258	22,422	
		รวมทั้งอำเภอ	35,039	65,312	143,282	243,633	
	ปัว	ภูคา	99,883	78,438	28,438	206,759	
		รวมทั้งอำเภอ	99,883	78,438	28,438	206,759	
	เมืองน่าน	บ่อ	18,711	39,102	16,992	74,805	117
		เรือง	5,078	5,664	11,250	21,992	
		สะเนียน	29,844	80,898	177,500	288,242	
		รวมทั้งอำเภอ	53,633	125,664	205,742	385,039	117
	แม่จริม	น้ำพาง	67,109	170,039	11,016	248,164	
		แม่จริม	48,672	123,281	1,211	173,164	
		หนองแดง	57,852	49,336	9,141	116,329	
		รวมทั้งอำเภอ	173,633	342,656	21,368	537,657	
	เวียงสา	ขึ่ง	35,820	10,391	156	46,367	508
		แม่ขะนิง	60,312	24,297	91,016	175,625	703
		แม่สาคร	5,156	18,125	1,367	24,648	
		ยาบหัวนา	27,930	34,297	152,617	214,844	1,250
		ส้าน	5,742	41,484	16,328	63,554	156
		ส้านนาหนองใหม่	27,266	78,008	4,766	110,040	
		ไหล่น่าน	42,383	7,930	2,812	53,125	312
		อ่ายนาไลย	13,398	30,586	20,898	64,882	
		รวมทั้งอำเภอ	218,007	245,118	289,960	753,085	2,929
	สองแคว	นาไร่หลวง	48,594	48,477	10,977	108,048	
		ยอด	26,055	93,789	1,133	120,977	
		รวมทั้งอำเภอ	74,649	142,266	12,110	229,025	

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
น่าน	สันติสุข	ดู่พงษ์	17,539	20,000	1,133	38,672	
		ป่าแลวหลวง	54,570	52,617	898	108,085	
		รวมทั้งอำเภอ	72,109	72,617	2,031	146,757	
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดน่าน			1,472,150	2,319,222	1,223,163	5,014,535	13,162

8. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดพะเยา

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
พะเยา	กิ่งอ.ภูซาง	ทุ่งกล้วย	469	31,094	17,070	48,633	
		ภูซาง	22,891	8,984	2,461	34,336	
		รวมทั้งกิ่งอำเภอ	23,360	40,078	19,531	82,969	
	จุน	จุน	3,125	1,406	40,742	45,273	
		รวมทั้งอำเภอ	3,125	1,406	40,742	45,273	
	เชียงคำ	ฝายกวาง	6,914	28,984	17,734	53,632	
		แม่ลาว	26,172	16,250	2,773	45,195	
		ร่มเย็น	24,609	82,305	13,672	120,586	
		รวมทั้งอำเภอ	57,695	127,539	34,179	219,413	
	เชียงม่วน	เชียงม่วน	14,766	4,570	90,352	109,688	
		บ้านมาง	1,523	2,695	40,195	44,413	2,930
		สระ	938	17,383	77,070	95,391	2,617
		รวมทั้งอำเภอ	17,227	24,648	207,617	249,492	5,547

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำ ป่าไหล หลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่ เสี่ยงต่อ ดินถล่ม	
พะเยา	ปง	ขุนควร	3,242	33,477	79,922	116,641	2,773
		จิม	2,695	3,633	31,875	38,203	312
		ปง	195	3,945	192,656	196,796	7,227
		ผาช้างน้อย	80,898	237,188	60,195	378,281	117
		ออย	3,359	4,648	35,586	43,593	195
		รวมทั้งอำเภอ	90,389	282,891	400,234	773,514	10,624
	เมืองพะเยา	แม่กา	469	3,320	32,773	36,562	1,289
		แม่นาเรือ	273	5,508	29,219	35,000	1,172
		รวมทั้งอำเภอ	742	8,828	61,992	71,562	2,461
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดพะเยา			192,538	485,390	764,295	1,442,223	18,632

9. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดพิษณุโลก

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำ ป่าไหล หลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่ เสี่ยงต่อ ดินถล่ม	
พิษณุโลก	ชาติตระการ	บ้านดง	32,969	67,305	1,094	101,368	1,094
		สวนเมี่ยง	5,586	8,320	12,930	26,836	
		รวมทั้งอำเภอ	38,555	75,625	14,024	128,204	1,094
	นครไทย	เนินเพิ่ม	11,641	45,430	35,898	92,969	156
		บ่อโพธิ์	26,836	160,273	4,062	191,171	
		หนองกะท้าว	23,086	44,922	30,430	98,438	234
		ห้วยเฮี้ย	103,594	55,000	7,266	165,860	
		รวมทั้งอำเภอ	165,157	305,625	77,656	548,438	390

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
พิษณุโลก	เนินมะปราง	ชมพู	4,180	46,016	69,062	119,258	9,844
		บ้านมุง	5,977	28,242	48,086	82,305	2,188
		รวมทั้งอำเภอ	10,157	74,258	117,148	201,563	12,032
	วังทอง	บ้านกลาง	12,422	7,266	1,328	21,016	8,242
		วังนกแอ่น	82,969	77,188	109,336	269,493	3,008
		รวมทั้งอำเภอ	95,391	84,454	110,664	290,509	11,250
	วัดโบสถ์	คันโช้ง	13,359	65,703	10,078	89,140	2,109
		รวมทั้งอำเภอ	13,359	65,703	10,078	89,140	2,109
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดพิษณุโลก			322,619	605,665	329,570	1,257,854	26,875

10. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดเพชรบูรณ์

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เพชรบูรณ์	เขาค้อ	เข็กน้อย	24,375	32,773	1,992	59,140	
		เขาค้อ	703	23,008	1,328	25,039	
		แคมป์สน	5,859	14,805	3,945	24,609	
		ทุ่งสมอ	3,555	29,180	4,727	37,462	
		สะเดาะพง	3,789	10,703	9,922	24,414	
		หนองแม่นา	2,852	12,422	4,922	20,196	
		รวมทั้งอำเภอ	41,133	122,891	26,836	190,860	
	ชนแดน	ชนแดน	22,812	2,812	1,836	27,460	
		พุทธบาท	18,320	3,320	4,141	25,781	
		รวมทั้งอำเภอ	41,132	6,132	5,977	53,241	

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
เพชรบูรณ์	น้ำหนาว	น้ำหนาว	2,266	3,516	38,594	44,376	
		รวมทั้งอำเภอ	2,266	3,516	38,594	44,376	
	เมืองเพชรบูรณ์	ตะเบาะ	15,312	89,492	54,375	159,179	938
		บ้านโตก	6,094	9,805	9,414	25,313	7,070
		ป่าเลา	16,406	31,133	23,008	70,547	2,383
		วังชมพู	21,367	20,742	8,438	50,547	6,133
		ห้วยใหญ่	78	34,688	147,383	182,149	352
		รวมทั้งอำเภอ	59,257	185,860	242,618	487,735	16,876
	วังโป่ง	ซับเปิบ	17,617	3,125	14,648	35,390	
		รวมทั้งอำเภอ	17,617	3,125	14,648	35,390	
	วิเชียรบุรี	น้ำร้อน	117	6,133	16,406	22,656	859
		รวมทั้งอำเภอ	117	6,133	16,406	22,656	859
	หนองไผ่	บ่อไทย	5,156	44,023	29,648	78,827	
		ยางงาม	12,773	7,656	2,266	22,695	312
		รวมทั้งอำเภอ	17,929	51,679	31,914	101,522	312
	หล่มเก่า	บ้านเนิน	703	25,508	27,344	53,555	2,539
		ศิลา	20,938	9,805	2,383	33,126	625
		รวมทั้งอำเภอ	21,641	35,313	29,727	86,681	3,164
	หล่มสัก	บ้านกลาง	430	10,781	60,859	72,070	586
		รวมทั้งอำเภอ	430	10,781	60,859	72,070	586
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดเพชรบูรณ์			201,522	425,430	467,579	1,094,531	21,797

11. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดแพร่

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำ ป่าไหล หลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
แพร่	เด่นชัย	ไทรย้อย	14,102	68,750	23,945	106,797	
		ห้วยไร่	35,312	32,578	21,914	89,804	
		รวมทั้งอำเภอ	49,414	101,328	45,859	196,601	
	ร้องกวาง	ไผ่โทน	11,602	1,016	34,844	47,462	
		แม่ทราย	8,320	586	13,477	22,383	
		ห้วยโรง	19,727	8,320	35,742	63,789	39
		รวมทั้งอำเภอ	39,649	9,922	84,063	133,634	39
	ลอง	ต้าผามอก	27,031	898	33,320	61,249	
		บ้านปิน	16,367	508	41,719	58,594	3,398
		แม่ปาน	7,500	3,672	38,906	50,078	
		เวียงต้า	14,766	12,383	24,805	51,954	
		ห้วยอ้อ	9,180	508	24,336	34,024	1,250
		รวมทั้งอำเภอ	74,844	17,969	163,086	255,899	4,648
	วังชิ้น	นาพูน	1,680	18,477	69,609	89,766	547
		ป่าสัก	23,125	312	5,859	29,296	1,094
		แม่พุง	27,266	703	7,852	35,821	1,016
		วังชิ้น	117	2,773	22,539	25,429	547
		สรอย	66,016	547	4,922	71,485	352
		รวมทั้งอำเภอ	118,204	22,812	110,781	251,797	3,556
	สอง	เตาปูน	12,969	1,719	126,172	140,860	2,734
		บ้านกลาง	15,703	977	31,562	48,242	1,211
		สะเอียบ	22,344	15,273	189,805	227,422	2,031
		ห้วยหม้าย	40,195	14,141	2,852	57,188	156
		รวมทั้งอำเภอ	91,211	32,110	350,391	473,712	6,132
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดแพร่			373,322	184,141	754,180	1,311,643	14,375

12. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดแม่ฮ่องสอน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำ ป่าไหล หลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่ เสี่ยงต่อ ดินถล่ม	
แม่ฮ่องสอน	ขุนยวม	ขุนยวม	25,234	3,438	251,836	280,508	3,125
		เมืองปอน	57,305	9,375	74,844	141,524	1,289
		แม่อูคอ	102,773	2,734	15,039	120,546	508
		รวมทั้งอำเภอ	185,312	15,547	341,719	542,578	4,922
	ปางมะผ้า	ถ้ำลอด	49,492	1,953	53,828	105,273	156
		ปางมะผ้า	11,094	3,047	131,133	145,274	1,172
		สบป่อง	5,312	2,734	101,172	109,218	1,367
		รวมทั้งอำเภอ	65,898	7,734	286,133	359,765	2,695
	ปาย	ทุ่งยาว	146,211	859	77,148	224,218	7,227
		โป่งสา	161,211	41,133	12,305	214,649	2,070
		เมืองแปง	223,945	27,148	45,117	296,210	1,602
		แม่นาเติง	83,555	4,531	128,867	216,953	2,500
		แม่ฮี้	117,383	78	6,250	123,711	1,875
		เวียงเหนือ	131,328	391	109,258	240,977	1,641
		รวมทั้งอำเภอ	863,633	74,140	378,945	1,316,718	16,915
	เมือง แม่ฮ่องสอน	ปางหมู	62,422	8,867	156,367	227,656	9,180
		ผาบ่อง	107,656	26,445	152,812	286,913	3,867
		ห้วยปูลิง	205,039	1,445	26,523	233,007	
		ห้วยโป่ง	148,125	5,508	120,039	273,672	5,273
		ห้วยผา	74,844	8,594	228,672	312,110	2,188
		รวมทั้งอำเภอ	598,086	50,859	684,413	1,333,358	20,508
	แม่ลาน้อย	ขุนแม่ลาน้อย	67,656	78	1,719	69,453	39
		ท่าผาปุ้ม	39,961	4,844	15,703	60,508	117
		แม่โถ	89,648	17,969	33,359	140,976	977
		แม่นาจาง	58,125	1,797	4,414	64,336	273

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
แม่ฮ่องสอน	แม่ลาน้อย	แม่ลาน้อย	70,195	19,180	115,273	204,648	1,719
		สันติคีรี	63,086	5,820	11,055	79,961	469
		รวมทั้งอำเภอ	388,671	49,688	181,523	619,882	3,594
	แม่สะเรียง	บ้านกาศ	5,977	20,039	76,953	102,969	8,594
		ป่าแป๋	116,875	5,664	15,586	138,125	977
		แม่คง	25,273	215,938	381,445	622,656	5,273
		แม่สะเรียง	78	4,336	18,438	22,852	4,570
		แม่เหาะ	130,898	46,602	11,953	189,453	703
		เสาหิน	11,016	217,500	84,844	313,360	2,109
		รวมทั้งอำเภอ	290,117	510,079	589,219	1,389,415	22,226
	สบเมย	กองก๋อย	86,719	26,953	11,445	125,117	156
		แม่คะตวน	50,234	25,312	8,281	83,827	4,141
		แม่สวด	131,484	63,164	30,977	225,625	742
		แม่สามแสบ	64,180	57,617	21,992	143,789	78
		สบเมย	50,234	97,070	54,570	201,874	938
		รวมทั้งอำเภอ	382,851	270,116	127,265	780,232	6,055
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดแม่ฮ่องสอน			2,774,568	978,163	2,589,217	6,341,948	76,915

13. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดลำปาง

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
ลำปาง	งาว	บ้านโป่ง	2,070	7,812	16,992	26,874	2,461
		บ้านร้อง	41,445	60,938	46,836	149,219	1,250
		บ้านหวด	15,156	46,758	23,047	84,961	2,852
		บ้านอ้อน	27,266	47,695	9,961	84,922	625
		ปงเตา	25,781	19,141	5,430	50,352	1,172
		แม่ตีบ	30,117	12,109	42,930	85,156	4,805
		รวมทั้งอำเภอ	141,835	194,453	145,196	481,484	13,165
	แจ้ห่ม	แจ้ห่ม	7,383	20,430	28,828	56,641	5,391
		ทุ่งผึ้ง	25,859	41,719	39,688	107,266	2,148
		บ้านสา	1,953	10,742	25,312	38,007	2,266
		ปงดอน	17,070	25,781	46,602	89,453	3,555
		เมืองมาย	11,875	39,570	25,234	76,679	1,992
		รวมทั้งอำเภอ	64,140	138,242	165,664	368,046	15,352
	เถิน	นาโป่ง	8,828	391	37,930	47,149	7,969
		แม่ถอด	107,812	352	29,414	137,578	2,422
		รวมทั้งอำเภอ	116,640	743	67,344	184,727	10,391
	เมืองปาน	แจ้ซ้อน	107,148	2,734	20,742	130,624	
		ทุ่งกว๋าว	65,781	625	7,422	73,828	2,773
		บ้านขอ	87,734	78	7,305	95,117	3,242
		เมืองปาน	60,039	2,266	4,062	66,367	
		หัวเมือง	84,492	2,305	2,422	89,219	
		รวมทั้งอำเภอ	405,194	8,008	41,953	455,155	6,015
	เมืองลำปาง	บ้านค่า	43,008	469	6,211	49,688	1,445
		บ้านแลง	1,523	25,273	35,977	62,773	1,562
		บ้านเสด็จ	6,484	3,945	15,078	25,507	1,367

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำป่าไหลหลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
ลำปาง	เมืองลำปาง	บ้านเอื้อม	19,375	1,367	1,484	22,226	7,305
		รวมทั้งอำเภอ	70,390	31,054	58,750	160,194	11,679
	แม่ทะ	วังเงิน	4,336	4,414	18,359	27,109	4,258
		สันดอนแก้ว	11,172	1,406	18,008	30,586	4,805
		รวมทั้งอำเภอ	15,508	5,820	36,367	57,695	9,063
	แม่พริก	แม่พริก	122,109	508	18,594	141,211	7,383
		รวมทั้งอำเภอ	122,109	508	18,594	141,211	7,383
	แม่เมาะ	จางเหนือ	10,391	17,070	65,508	92,969	1,992
		บ้านดง	22,031	63,789	10,234	96,054	
		รวมทั้งอำเภอ	32,422	80,859	75,742	189,023	1,992
	วังเหนือ	ทุ่งฮั้ว	3,242	18,047	13,008	34,297	8,203
		ร่องเคาะ	19,688	2,891	6,406	28,985	6,836
		วังแก้ว	43,633	30,938	14,492	89,063	2,617
		วังใต้	15,703	7,656	4,844	28,203	3,984
		วังทอง	17,930	37,734	9,805	65,469	1,875
		วังเหนือ	703	5,234	14,805	20,742	5,078
		รวมทั้งอำเภอ	100,899	102,500	63,360	266,759	28,593
	สบปราบ	นายาง	26,562	781	13,242	40,585	7,656
		สมัย	6,797	39	18,789	25,625	
		รวมทั้งอำเภอ	33,359	820	32,031	66,210	7,656
	เสริมงาม	เสริมซ้าย	30,898	938	23,008	54,844	5,664
		รวมทั้งอำเภอ	30,898	938	23,008	54,844	5,664
	ห้างฉัตร	วอแก้ว	22,188	39	10,312	32,539	7,344
		รวมทั้งอำเภอ	22,188	39	10,312	32,539	7,344
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดลำปาง			1,155,582	563,984	738,321	2,457,887	124,297

14. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดลำพูน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำ ป่าไหล หลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
ลำพูน	ทุ่งหัวช้าง	ตะเคียนปม	57,812	391	7,852	66,055	4,648
		ทุ่งหัวช้าง	17,695	234	11,523	29,452	3,750
		บ้านปวง	52,227	547	19,961	72,735	1,172
		รวมทั้งอำเภอ	127,734	1,172	39,336	168,242	9,570
	บ้านโฮ่ง	บ้านโฮ่ง	15,078	39	5,469	20,586	6,328
		ป่าพลู	76,797	10,625	42,227	129,649	2,969
		รวมทั้งอำเภอ	91,875	10,664	47,696	150,235	9,297
	แม่ทา	ทากาศ	85,703	2,891	2,734	91,328	4,180
		ทาปลาดุก	31,133	2,461	21,953	55,547	4,336
		ทาสบเส้า	60,781	859	16,406	78,046	5,625
		รวมทั้งอำเภอ	177,617	6,211	41,093	224,921	14,141
	ลี้	ก้อ	19,023	12,930	142,773	174,726	156
		ดงดำ	25,312	898	12,969	39,179	3,516
		นาทราย	19,375	1,094	29,570	50,039	5,391
		แม่ตืน	16,523	820	8,594	25,937	5,000
		แม่ลาน	18,672	703	18,320	37,695	
		ศรีวิชัย	74,219	3,320	5,977	83,516	6,641
		รวมทั้งอำเภอ	173,124	19,765	218,203	411,092	20,704
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดลำพูน			570,350	37,812	346,328	954,490	53,712

15. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดสุโขทัย

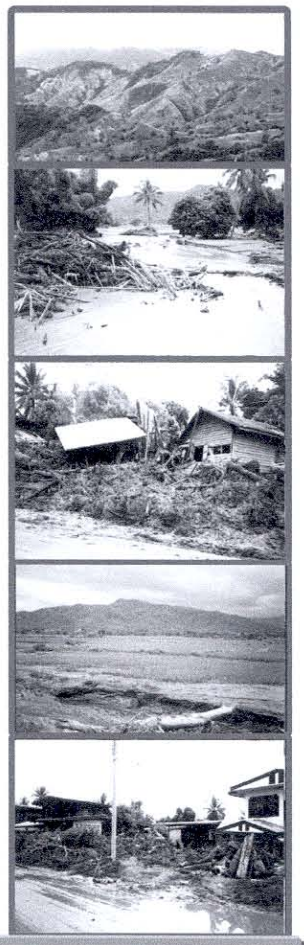
จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำ ป่าไหล หลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
สุโขทัย	คีรีมาศ	นาเชิงคีรี	469	18,789	18,320	37,578	
		ศรีคีรีมาศ	1,758	15,859	17,734	35,351	78
		รวมทั้งอำเภอ	2,227	34,648	36,054	72,929	78
	ทุ่งเสลี่ยม	กลางดง	37,852	10,742	74,023	122,617	
		รวมทั้งอำเภอ	37,852	10,742	74,023	122,617	
	บ้านด่านลานหอย	ตลิ่งชัน	20,312	28,359	4,375	53,046	
		ลานหอย	2,656	938	21,289	24,883	
		รวมทั้งอำเภอ	22,968	29,297	25,664	77,929	
	เมืองสุโขทัย	เมืองเก่า	1,016	23,594	1,836	26,446	39
		รวมทั้งอำเภอ	1,016	23,594	1,836	26,446	39
	ศรีสัชนาลัย	บ้านแก่ง	52,461	45,547	87,266	185,274	
		บ้านตึก	3,750	145,195	39	148,984	
		แม่สำ	12,148	86,289	61,289	159,726	
		แม่สิน	7,305	142,461	149,062	298,828	
		รวมทั้งอำเภอ	75,664	419,492	297,656	792,812	
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดสุโขทัย			139,727	517,773	435,233	1,092,733	117

16. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดอุตรดิตถ์

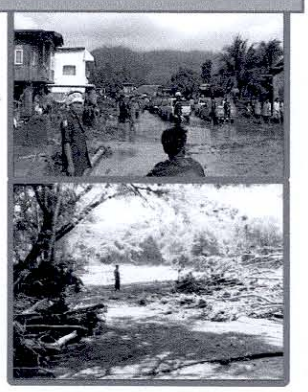
จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำ ป่าไหล หลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่ เสี่ยงต่อ ดินถล่ม	
อุตรดิตถ์	ทองแสนขัน	บ่อทอง	34,023	70,195	12,852	117,070	156
		ผักขวง	11,289	15,234	20,156	46,679	430
		รวมทั้งอำเภอ	45,312	85,429	33,008	163,749	586
	ท่าปลา	ท่าปลา	11,758	24,492	7,773	44,023	
		ท่าแฝก	66,523	78,672	134,688	279,883	
		นางพญา	34,258	26,836	28,672	89,766	1,055
		น้ำหมัน	23,906	46,797	71,211	141,914	
		ผาเลือด	58,867	17,383	62,539	138,789	
		รวมทั้งอำเภอ	195,312	194,180	304,883	694,375	1,055
	น้ำปาด	เด่นเหล็ก	8,984	76,719	2,305	88,008	2,812
		น้ำไคร้	8,555	96,172	25,000	129,727	
		บ้านฝาย	13,633	42,109	3,242	58,984	352
		แสนตอ	7,109	49,844	20,469	77,422	
		รวมทั้งอำเภอ	38,281	264,844	51,016	354,141	3,164
	บ้านโคก	บ่อเบี้ย	71,523	190,273	3,008	264,804	
		รวมทั้งอำเภอ	71,523	190,273	3,008	264,804	
	พิชัย	นายาง	1,797	22,070	9,570	33,437	
		รวมทั้งอำเภอ	1,797	22,070	9,570	33,437	
	ฟากท่า	บ้านเสี้ยว	7,461	75,781	3,945	87,187	3,555
		ฟากท่า	4,531	143,867	9,180	157,578	5,234
		สองคอน	19,648	63,359	703	83,710	2,461
		สองห้อง	2,188	35,859	273	38,320	2,070
		รวมทั้งอำเภอ	33,828	318,866	14,101	366,795	13,320
	เมืองอุตรดิตถ์	บ้านด่านนาขาม	44,336	42,578	3,516	90,430	
		รวมทั้งอำเภอ	44,336	42,578	3,516	90,430	
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดอุตรดิตถ์			430,389	1,118,240	419,102	1,967,731	18,125

17. ตำบลเสี่ยงภัยจังหวัดอุทัยธานี

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จำแนกโอกาสเกิดภัยตามระดับน้ำฝน (ไร่)				พื้นที่น้ำ ป่าไหล หลาก (สีน้ำเงิน)
			100มม. ขึ้นไป (สีม่วง)	200มม. ขึ้นไป (สีส้ม)	300มม. ขึ้นไป (สีเหลือง)	รวมพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม	
อุทัยธานี	บ้านไร่	แก่นมะกรูด	884,414	121,406	376,211	1,382,031	
		คอกควาย	62,188	2,812	10,742	75,742	430
		บ้านไร่	10,312	5,742	24,219	40,273	78
		รวมทั้งอำเภอ	956,914	129,960	411,172	1,498,046	508
	ห้วยคต	ทองหลาง	78,008	2,773	1,172	81,953	14,805
		รวมทั้งอำเภอ	78,008	2,773	1,172	81,953	14,805
รวมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดอุทัยธานี			1,034,922	132,733	412,344	1,579,999	15,313



บทที่ 5
การเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัย



การเฝ้าระวัง

ภัยจากดินถล่มและอุทกภัยเกิดขึ้นในประเทศไทยครั้งล่าสุด ที่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก เมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2547 ได้พัดพาเอาน้ำ โคลน ต้นไม้ ไหลเข้าทับถมทำลายบ้านเรือนประชาชน มีผู้เสียชีวิต 5 คน เป็นเหตุการณ์ร้ายแรงที่เกิดขึ้นแต่มีผู้เสียชีวิตน้อย เนื่องจากมีการประกาศเตือนภัยและอพยพประชาชนออกจากพื้นที่ได้ทัน แต่ความสูญเสียต่อทรัพย์สินและจิตใจของประชาชนเป็นสิ่งที่ต้องรักษาแก้ไขไปอีกยาวนาน ภัยจากดินถล่มเป็นเหตุการณ์ที่เกิดบ่อยครั้งขึ้น นับจากเหตุการณ์ครั้งใหญ่ในปี 2531 ที่ตำบลกระทูน อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี 2544 ที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ มีประชาชนเสียชีวิตและสูญหายไปมาก

จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ความต้องการที่ดินทำกินมีมากขึ้น เป็นเหตุให้มีการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าไม้อย่างกว้างขวาง ผลติดตามมาคือการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม ประกอบกับวิถีชีวิตที่มีมาแต่โบราณจึงมีประชาชนตั้งบ้านเรือนอยู่อาศัยในบริเวณริมแม่น้ำกันหนาแน่น ซึ่งสภาพพื้นที่ตามธรรมชาติเป็นพื้นที่ราบต่ำมีน้ำท่วมถึงเป็นประจำอยู่แล้ว แต่ความรุนแรงของอุทกภัยจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณฝนที่ตก ในประเทศไทยการมีฝนตกขึ้นอยู่กับร่องความกดอากาศต่ำซึ่งเคลื่อนตัวผ่านเข้ามาในช่วงระยะเวลาต่างกัน ในช่วงต้นฤดูฝนจะอยู่ที่บริเวณภาคเหนือ และค่อยๆเคลื่อนลงภาคใต้ราวปลายฤดูฝน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับพายุมรสุมและไต้ฝุ่น ถ้าปีใดมีพายุเข้ามามากหลายลูก ฝนจะมากตามไปด้วย

การเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงภัย กระทำได้โดยใช้ข้อมูลแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัยที่ได้จัดทำขึ้น ข้อมูลจากแผนที่บอกได้ว่าพื้นที่ตำบลใดหมู่บ้านใดอยู่ในจุดเสี่ยงที่จะเกิดดินถล่มและน้ำท่วมถ้ามีฝนตกในระยะเวลา 24 ชั่วโมงเป็นจำนวน 100, 200 และ 300 มิลลิเมตร ซึ่งหมายความว่า เมื่อมีฝนตกมากตามที่คาดคะเนไว้ ดินจะรับน้ำไว้ไม่อยู่และเกิดการเลื่อนไหล ถ้าฝนตกมาก 100 มิลลิเมตรแล้วเลื่อนไหลถือว่าอันตรายมาก ถ้าฝนตก 200 มิลลิเมตรแล้วเลื่อนไหลถือว่าอันตรายน้อยกว่า และถ้าฝนตก 300 มิลลิเมตรแล้วเลื่อนไหลถือว่าอันตรายน้อยที่สุด เมื่อทราบโอกาสเกิดภัยจากปริมาณน้ำฝนที่ตก ก็สามารถเฝ้าระวังดิดตามการเกิดของพายุฝน เมื่อคาดว่าจะมีพายุฝนเคลื่อนที่เข้ามาใกล้พื้นที่เสี่ยงภัยเมื่อใด ก็แจ้งเตือนภัยให้อพยพประชาชนออกจากพื้นที่ล่วงหน้าได้

ช่วงเวลาที่ต้องมีการเฝ้าระวังมากสำหรับภาคเหนือเริ่มตั้งแต่ต้นเดือนพฤษภาคม พายุหมุนหรือไซโคลนมักก่อตัวขึ้นในอ่าวเบงกอล เคลื่อนตัวผ่านจากประเทศพม่าเข้ามาด้านทิศตะวันตกทางจังหวัดแม่ฮ่องสอน ตาก จากเดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนมิถุนายน มีร่องมรสุมพาดผ่านภาคเหนือตอนล่างบริเวณจังหวัด สุโขทัย แพร่ อุตรดิตถ์ พิษณุโลก เพชรบูรณ์ กำแพงเพชร ตาก เชียงใหม่ ลำปาง และจากเดือนกรกฎาคมถึงกันยายนมีพายุได้ฝุ่นเคลื่อนตัวเข้ามาจากประเทศเวียดนามด้านทิศตะวันออก ทำให้มีฝนตกมากและต้องเฝ้าระวังภัยอย่างต่อเนื่อง

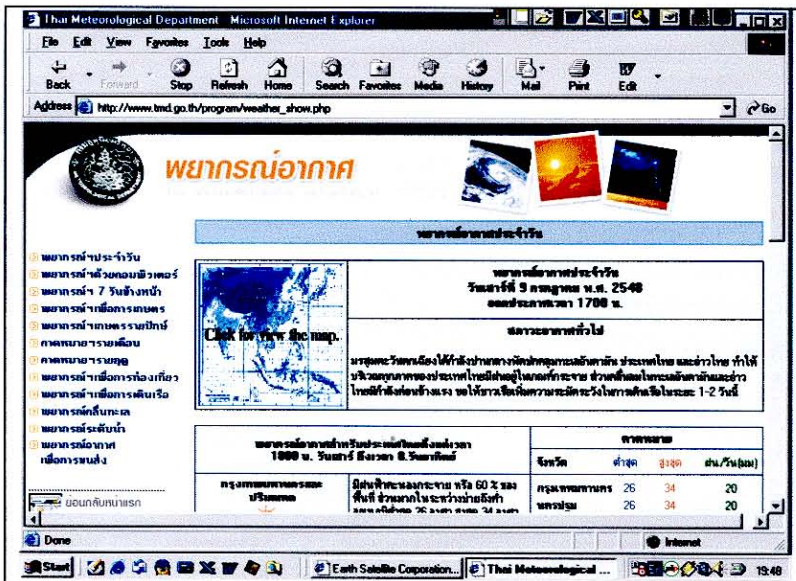
แหล่งข้อมูลภาพดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

การติดตามพายุฝนนอกจากแหล่งข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาแล้ว ยังมีข้อมูลภาพดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาจากเว็บไซต์ทั่วโลก ที่สามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลาและค่อนข้างจะทันต่อเหตุการณ์ ในการเฝ้าระวังติดตามพายุฝนควรมีอย่างน้อย 3 แหล่งข้อมูลเว็บไซต์ เนื่องจากในบางช่วงเวลาระบบข้อมูลบนเว็บไซต์ใดเว็บไซต์หนึ่งอาจไม่ทำงานหรือรายงานข้อมูลช้าไป ตัวอย่างเว็บไซต์แหล่งข้อมูลภูมิอากาศและภาพดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่

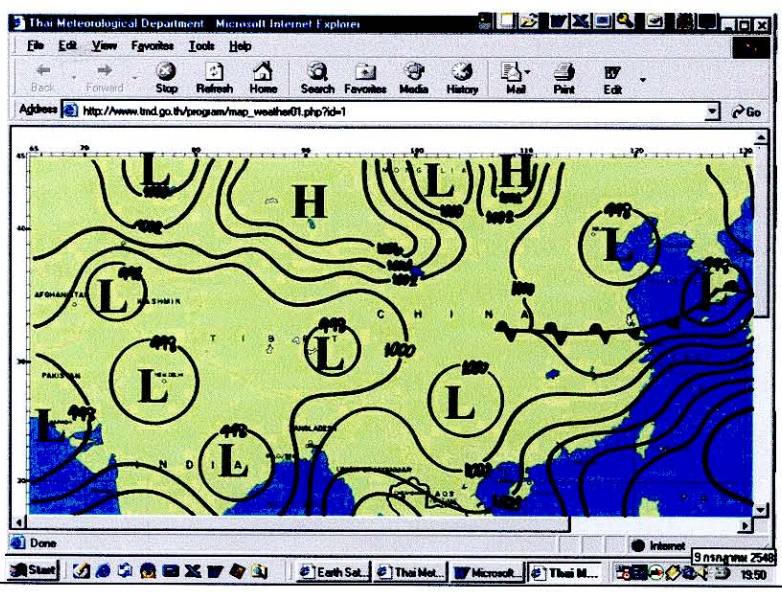
(1) เว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา

อยู่ที่ www.tmd.go.th มีรายงานพยากรณ์อากาศประจำวัน พยากรณ์อากาศ 7 วันข้างหน้า ภาพแผนที่ร่องความกดอากาศต่ำ และภาพดาวเทียมภูมิอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 หน้าเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา



(ก) หน้าพยากรณ์อากาศประจำวัน www.tmd.go.th/program/weather_show.php มีเมนูให้เลือกดูพยากรณ์อากาศ 7 วันข้างหน้า และให้คลิกดูภาพแผนที่ร่องความกดอากาศต่ำ

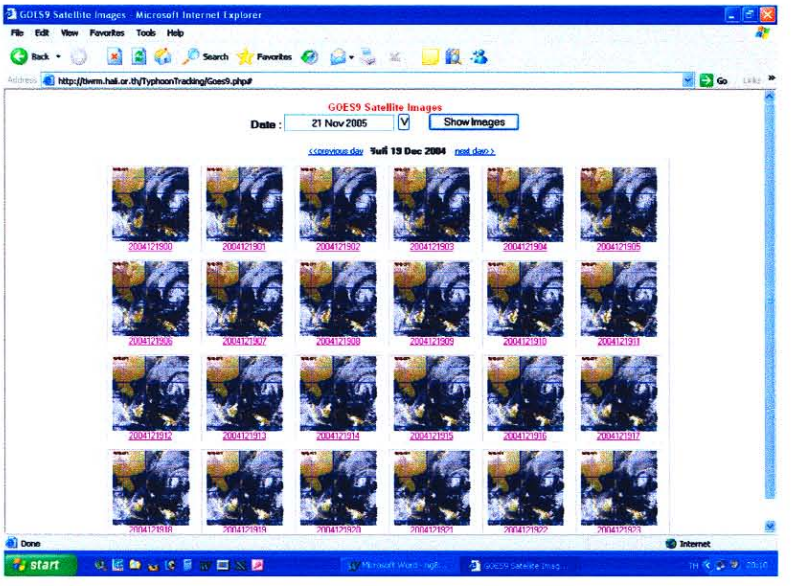


(ข) ภาพแผนที่ร่องความกดอากาศต่ำ

(2) เว็บไซต์ของ TIWRM

อยู่ที่ http://tiwrm.haii.or.th เป็นเว็บไซต์ของ Thailand Integrated Water Resource Management Project สามารถเรียกดูข้อมูลภาพดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (GOES9) ได้ตามวันเวลาที่ต้องการ เป็นข้อมูลที่ได้จากมหาวิทยาลัยโกชิ ประเทศญี่ปุ่น (http://weather.is.kochi-u.ac.jp) ดังแสดงในรูปที่ 5.2

รูปที่ 5.2 หน้าเว็บไซต์ของ TIWRM

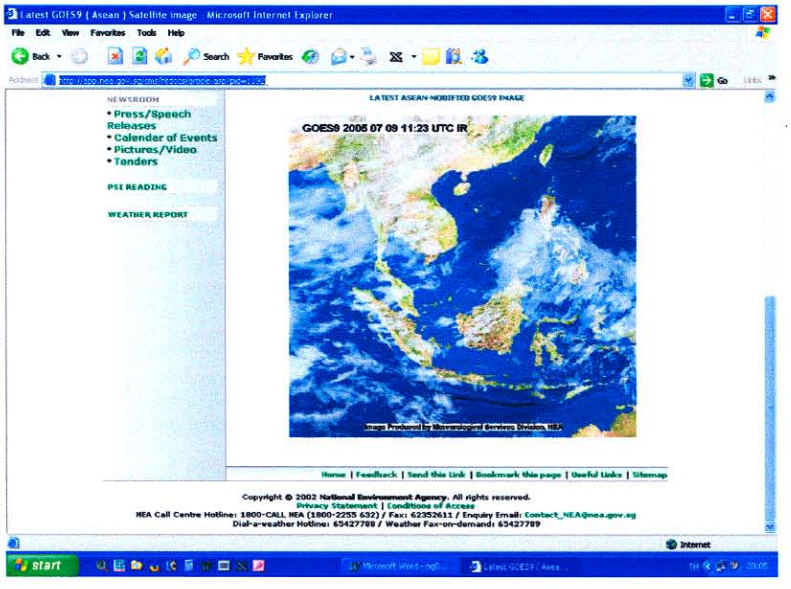


ภาพดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา สามารถเลือกวันเวลาที่ต้องการ และคลิกดูภาพใหญ่ได้

(3) เว็บไซต์องค์การสิ่งแวดล้อมสิงคโปร์ (NEA)

อยู่ที่ http://app.nea.gov.sg/cms/htdocs/article.asp?pid=1192 มีภาพดาวเทียมภูมิอากาศให้เรียกดูตามวันเวลาที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 5.3

รูปที่ 5.3 หน้าเว็บไซต์องค์การสิ่งแวดล้อมสิงคโปร์



ภาพดาวเทียมแสดงกลุ่มเมฆที่พาดผ่านบริเวณเอเชียอาคเนย์ มีเมนูให้เลือกวันเวลาที่ต้องการ มีข้อมูลย้อนหลัง 24 ชั่วโมงให้เรียกดูได้

(4) เว็บไซต์กองทัพเรือสหรัฐอเมริกา

อยู่ที่ http://www.nrlmry.navy.mil/sat-bin/rain.cgi?Geo=tropwpac. มีภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝนสะสมใน 1 ชั่วโมง, 3 ชั่วโมง, 6 ชั่วโมง, 12 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง, 2 วัน, 3 วัน, 4 วัน, 5 วัน, 6 วัน, 1 สัปดาห์ การพยากรณ์ฝนล่วงหน้า 12 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง ของวันเวลาต่างๆโดยแสดงค่าของปริมาณน้ำฝนด้วยสีที่แตกต่างกัน มีแถบสีบอกค่าของปริมาณน้ำฝนหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตรไว้ที่ตอนล่างของภาพ ดังแสดงในรูปที่ 5.4 - 5.7 มีภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝนสะสมให้เรียกดูย้อนหลังในช่วงวันเวลาต่างๆ

ภาพปริมาณน้ำฝนสะสม 3 ชั่วโมง มีให้เรียกดูย้อนหลัง 440 ช่วงเวลา

ภาพปริมาณน้ำฝนสะสม 6 ชั่วโมง มีให้เรียกดูย้อนหลัง 436 ช่วงเวลา

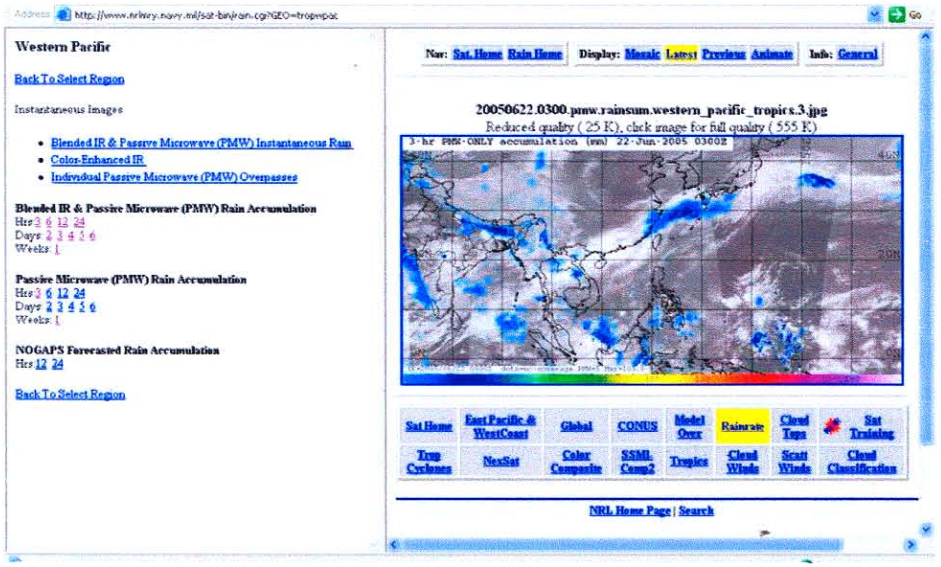
ภาพปริมาณน้ำฝนสะสม 12 ชั่วโมง มีให้เรียกดูย้อนหลัง 216 ช่วงเวลา

ภาพปริมาณน้ำฝนสะสม 24 ชั่วโมง มีให้เรียกดูย้อนหลัง 108 ช่วงเวลา

ภาพปริมาณน้ำฝนสะสม 2-7 วัน มีให้เรียกดูย้อนหลัง 55 ช่วงเวลา

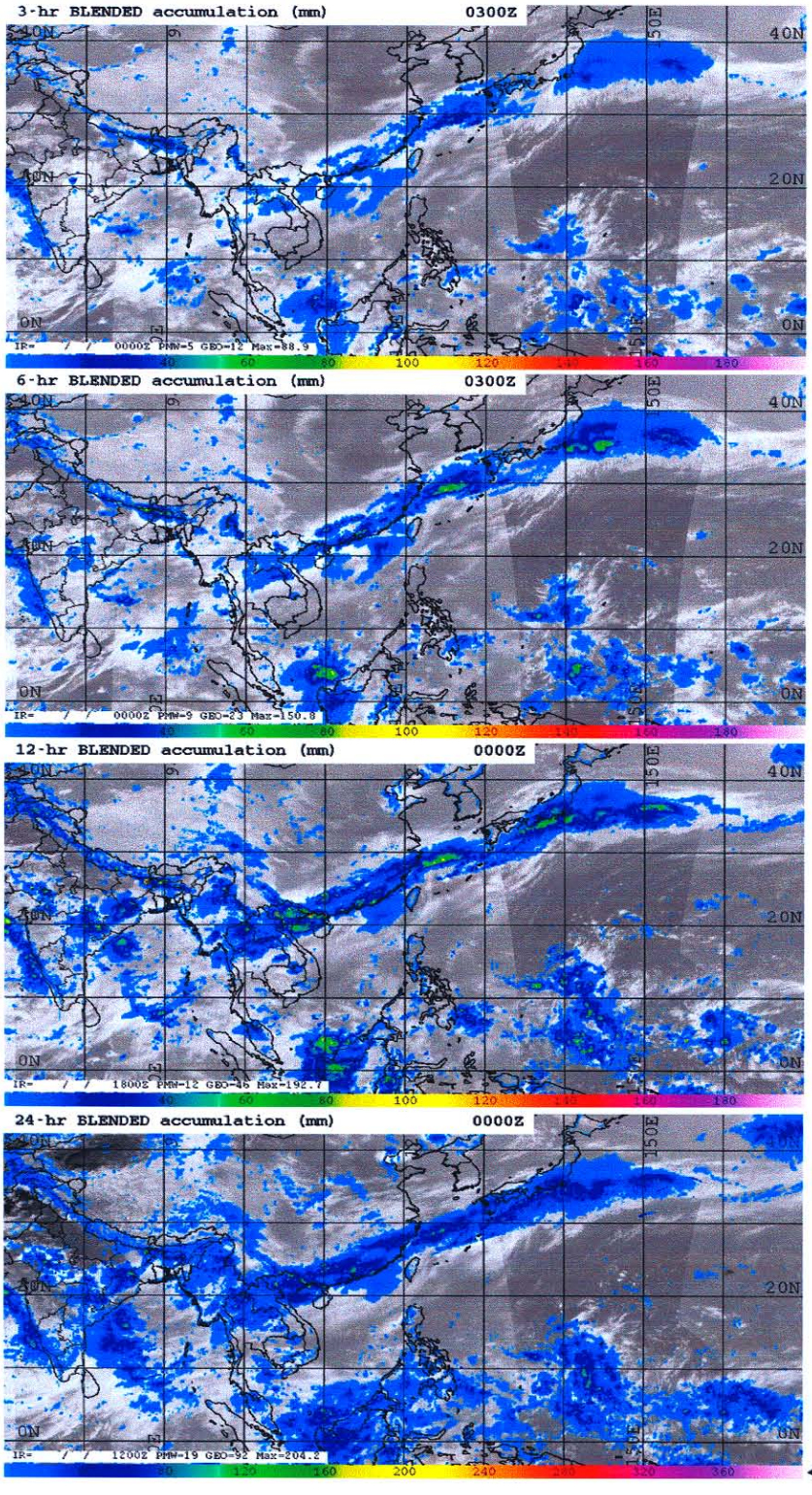
และมีภาพเคลื่อนไหว (animation) แสดงการเคลื่อนตัวของพายุฝน ทำให้มองเห็นทิศทางของการเคลื่อนตัวของพายุฝนได้ง่าย สามารถคาดคะเนได้ว่าพายุจะเคลื่อนตัวถึงประเทศไทยในเวลาใด บริเวณไหน และจะมีฝนตกมากเท่าใด

รูปที่ 5.4 หน้าเว็บไซต์ของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา



ข้างล่างใต้ภาพดาวเทียม มีแถบสีบอกค่าปริมาณของน้ำฝน หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5.5 ภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝนสะสม 3, 6, 12, 24 ชั่วโมง



ภาพฝนสะสม 3 ชั่วโมง

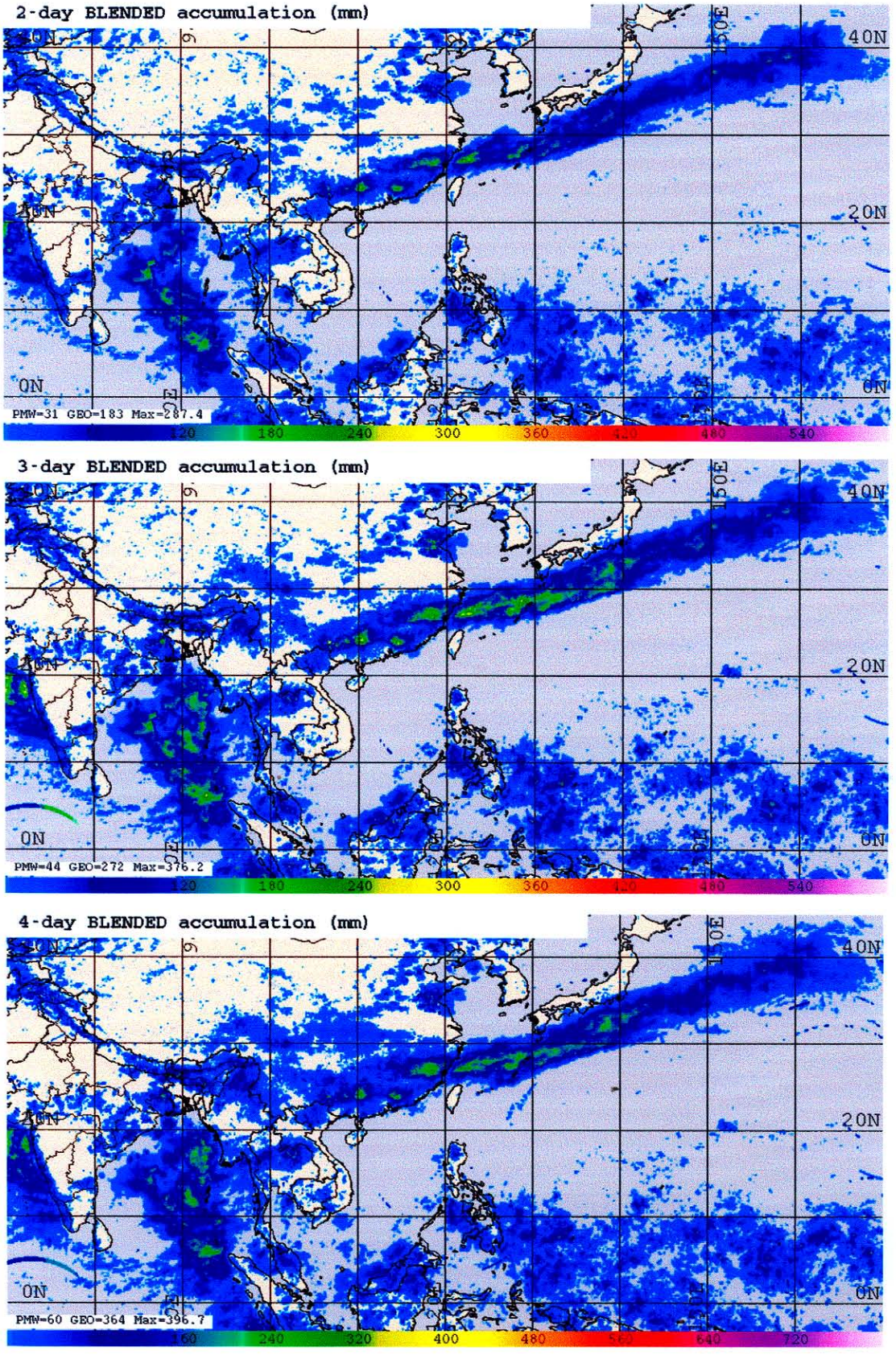
ภาพฝนสะสม 6 ชั่วโมง

ภาพฝนสะสม 12 ชั่วโมง

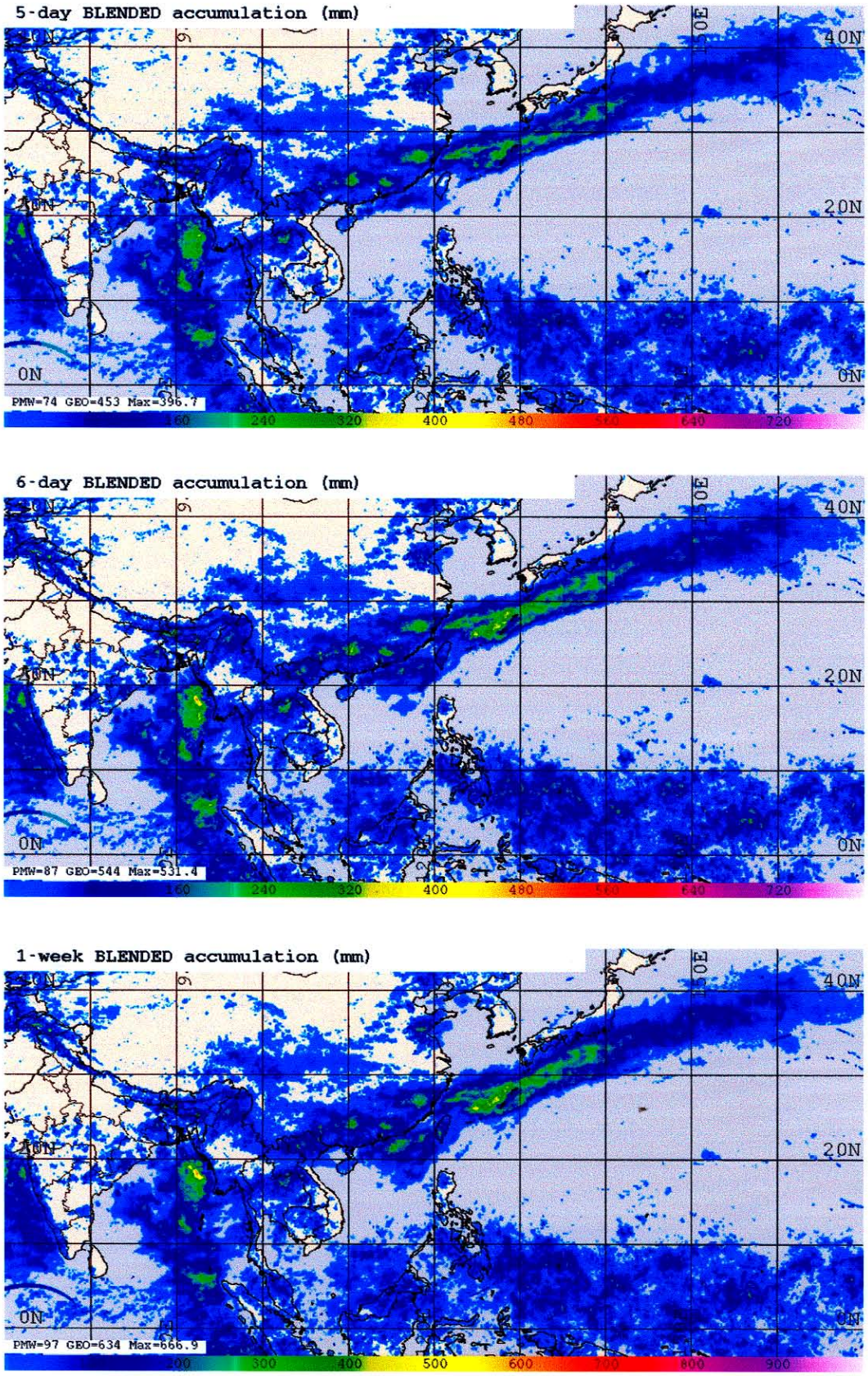
ภาพฝนสะสม 24 ชั่วโมง

แถบสีบอกค่าปริมาณของน้ำฝน หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5.6 ภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝนสะสม 2, 3, และ 4 วัน ตามลำดับจากบนลงล่าง



รูปที่ 5.7 ภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝนสะสม 5, 6 วัน และ 1 สัปดาห์ ตามลำดับจากบนลงล่าง



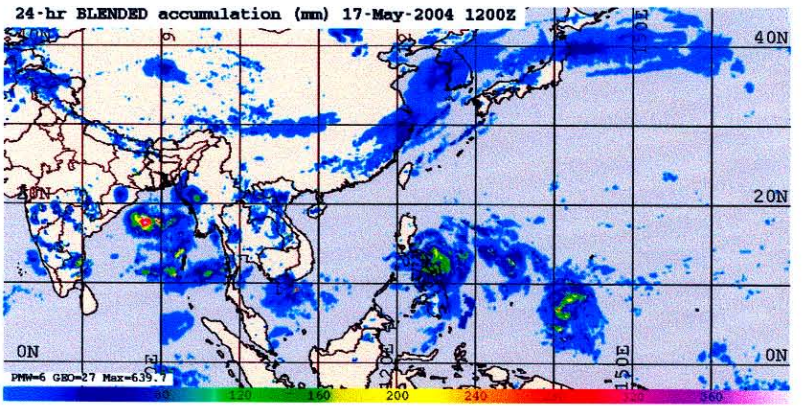
การพยากรณ์พายุฝน

ในการเฝ้าระวังติดตามพายุฝน แหล่งข้อมูลที่ใช้เป็นอันดับแรก คือ ภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝนจากเว็บไซต์กองทัพเรือสหรัฐอเมริกา เนื่องจากมีการจำแนกสีบอกปริมาณฝนให้ทราบได้ทันที และเมื่อใช้ประกอบกับภาพร่องความกดอากาศต่ำของกรมอุตุนิยมวิทยา ก็สามารถคาดคะเนทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของพายุได้

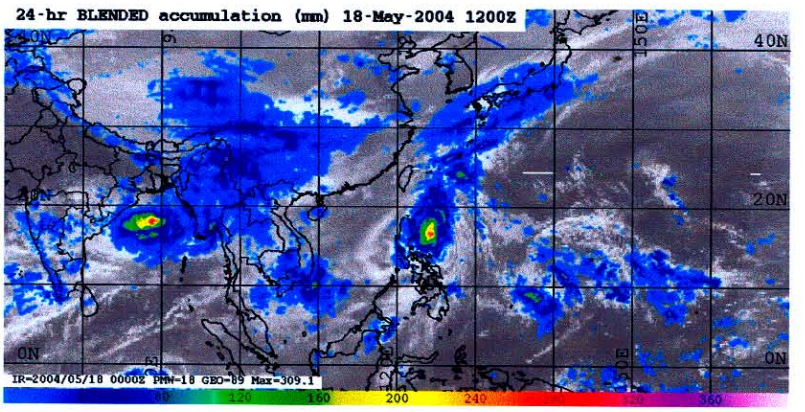
ตัวอย่างหนึ่งของการพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงภัยจากภาพดาวเทียมปริมาณน้ำฝน คือ กรณีพายุโอทูบีเคลื่อนตัวขึ้นจากประเทศพม่าเข้าสู่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ทำให้เกิดดินถล่มและอุทกภัยเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2547 ดังแสดงในรูปที่ 5.8 (1) - (7)

รูปที่ 5.8 แสดงภาพดาวเทียมการติดตามพายุฝนและพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงภัย

(1) วันที่ 17 พฤษภาคม 2547 เวลา 19.00น. พายุก่อตัวอยู่ในอ่าวเบงกอล ใจกลางพายุมีสีแดงถึงชมพู แสดงว่ามีฝนตกมากถึง 300-400 มิลลิเมตรต่อวัน ขณะที่ภาคเหนือของประเทศไทยส่วนใหญ่ไม่มีฝน มีเล็กน้อยบริเวณจังหวัดตากที่ปกคลุมด้วยสีฟ้า มีฝนตกประมาณ 40 มิลลิเมตรต่อวัน

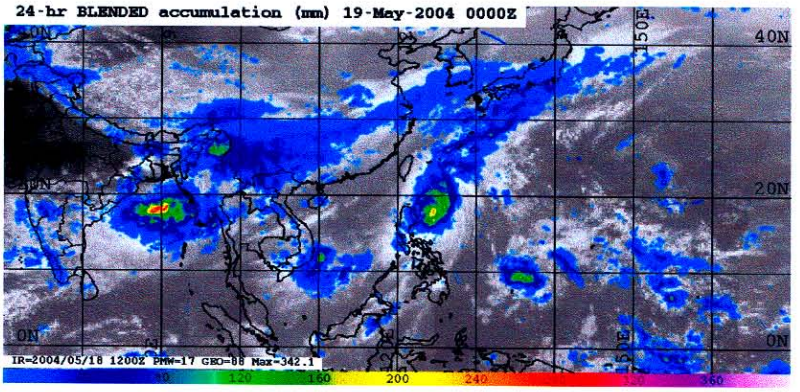


(2) วันที่ 18 พฤษภาคม 2547 เวลา 19.00น. พายุเริ่มเคลื่อนตัวเข้าหาชายฝั่งประเทศพม่า ใจกลางพายุยังมีสีแดง มีฝนตก 300 มิลลิเมตรต่อวัน ขณะที่ภาคเหนือของประเทศไทยปกคลุมด้วยสีฟ้า มีฝนตกประมาณ 30 มิลลิเมตรต่อวัน

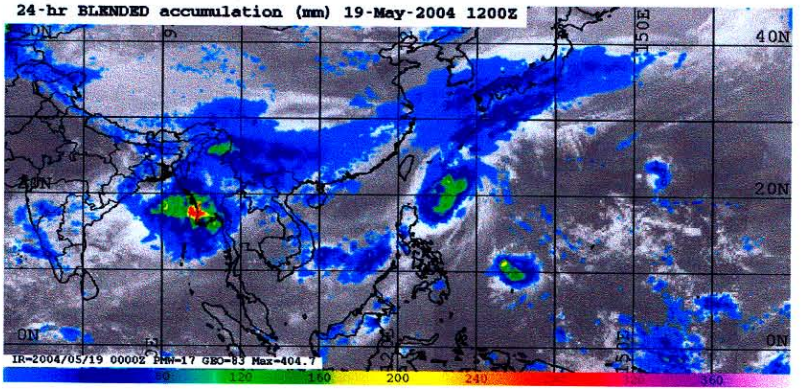


รูปที่ 5.8 แสดงภาพดาวเทียมการติดตามพายุฝนและพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงภัย

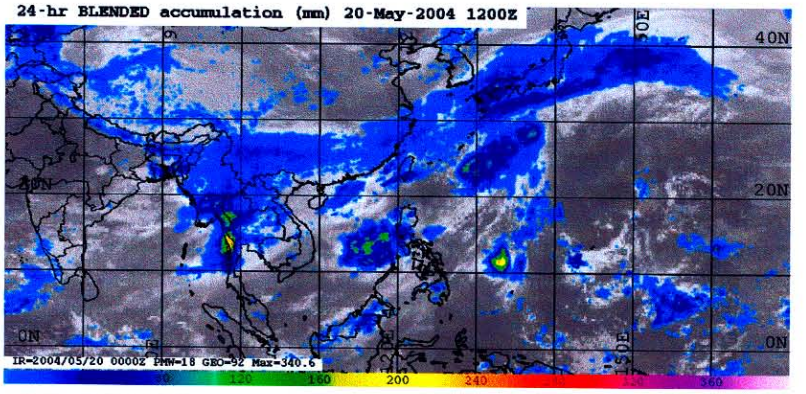
(3) วันที่ 19 พฤษภาคม 2547 เวลา 7.00น. ปลายพายุขึ้นฝั่งประเทศพม่า ที่ใจกลางพายุมีสีแดง ฝนตก 300 มิลลิเมตรต่อวัน ขณะที่ภาคเหนือของประเทศไทยบริเวณจังหวัดตาก สุโขทัย อุตรดิตถ์ ปกคลุมด้วยสีฟ้า มีฝนตกประมาณ 30 มิลลิเมตรต่อวัน



(4) วันที่ 19 พฤษภาคม 2547 เวลา 19.00น. ใจกลางพายุเข้าประเทศพม่ายังมีสีแดง ฝนตก 300 มิลลิเมตรต่อวัน ขณะที่ปลายพายุสีเขียวถึงน้ำเงินเข้มเข้าประชิดขอบภาคเหนือของประเทศไทย ทำให้บริเวณจังหวัดตากและตอนล่างของเชียงใหม่ มีฝนตก 80-100 มิลลิเมตรต่อวัน

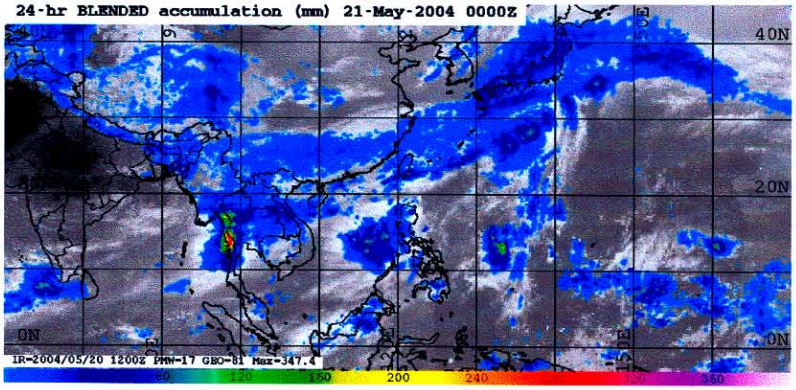


(5) วันที่ 20 พฤษภาคม 2547 เวลา 19.00น. ใจกลางพายุเข้าประเทศไทย บริเวณจังหวัดตากและกาญจนบุรี แต่พายุอ่อนกำลังลงมีสีเขียวถึงแดง ฝนตก 100-250 มิลลิเมตรต่อวัน ขณะที่พื้นที่ส่วนอื่นยังเป็นสีฟ้าถึงน้ำเงินเข้ม ฝนตก 30-60 มิลลิเมตรต่อวัน

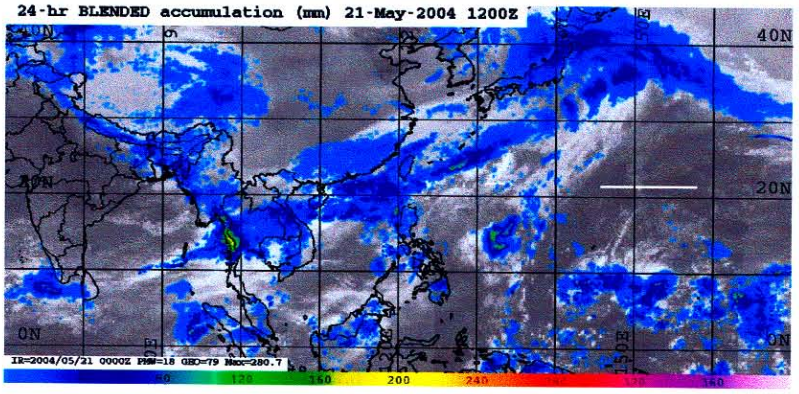


รูปที่ 5.8 แสดงภาพดาวเทียมการติดตามพายุฝนและพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงภัย

(6) วันที่ 21 พฤษภาคม 2547 เวลา 7.00น. (วันเกิดเหตุอุทกภัยและดินถล่ม) ใจกลางพายุยังอยู่ที่ตาก กาญจนบุรี และขยายขึ้นไปถึงตอนล่างของเชียงใหม่ มีสีเขียวถึงแดง ฝน 100-300 มิลลิเมตรต่อวัน ขณะที่พื้นที่อื่นปกคลุมด้วยสีฟ้าและน้ำเงินเข้ม ฝน 30-80 มิลลิเมตรต่อวัน



(7) วันที่ 21 พฤษภาคม 2547 เวลา 19.00น. พายุอ่อนตัวลง บริเวณจังหวัดตากเป็นสีน้ำเงินเข้ม ฝนตก 40-80 มิลลิเมตรต่อวัน บริเวณจังหวัดกาญจนบุรียังคงมีสีเขียวถึงแดงปกคลุม ฝนตก 100-250 มิลลิเมตรต่อวัน



การแจ้งเตือนพื้นที่เสี่ยงภัย

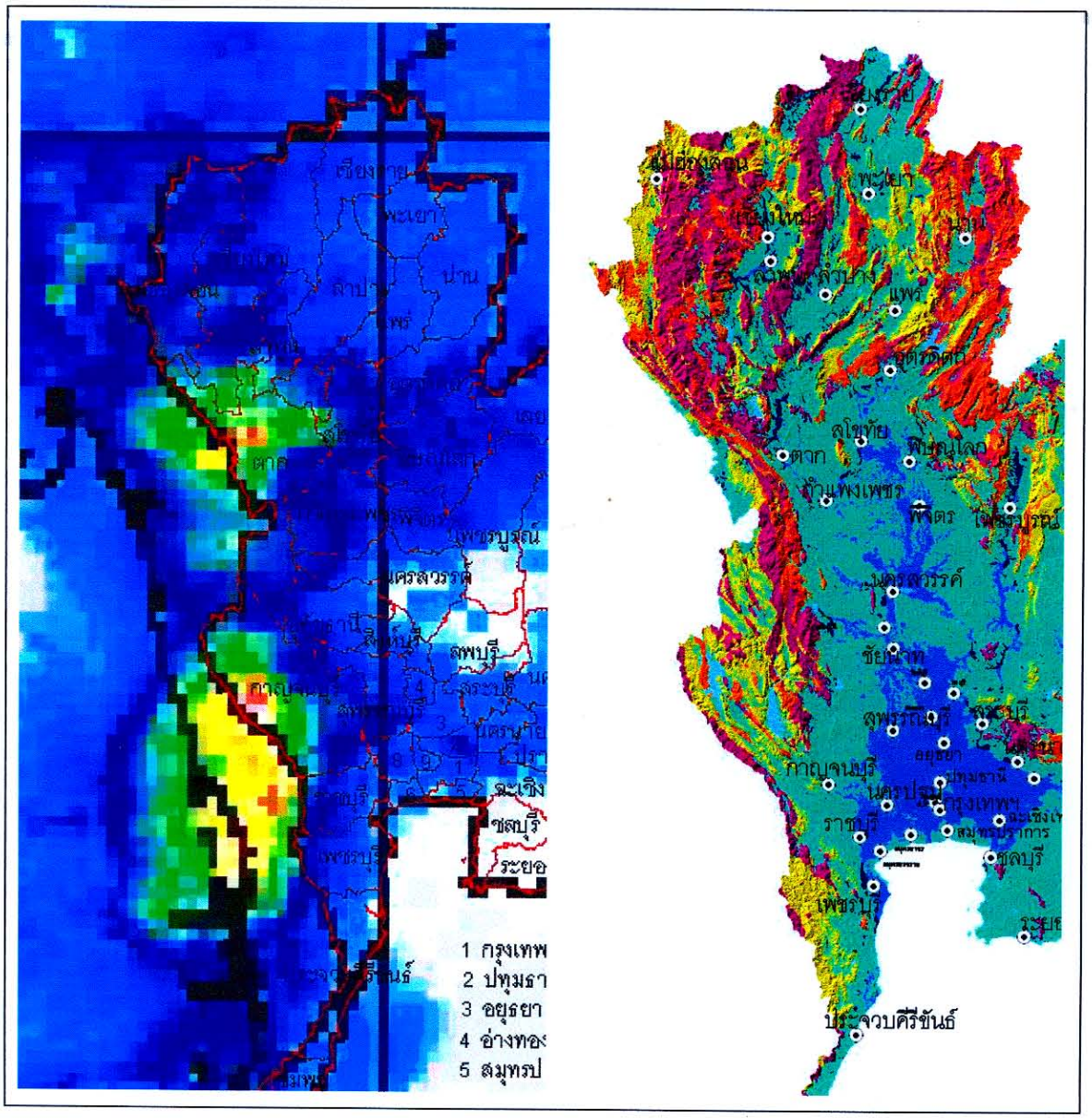
ข้อมูลภาพดาวเทียมวันที่ 19 พฤษภาคม 2547 เวลา 19.00น. (ก่อนเกิดเหตุประมาณ 36 ชั่วโมง) เมื่อเห็นพายุฝนเคลื่อนเข้าถึงชายแดนจังหวัดตาก ก็สามารถประกาศแจ้งเตือนภัยให้เตรียมการอพยพไว้ก่อน โดยให้ประชาชนในพื้นที่เฝ้าสังเกตติดตามอย่างใกล้ชิด ถ้ายังมีฝนตกหนักต่อเนื่อง ระดับน้ำในแม่น้ำลำห้วยใกล้ภูเขาสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและมีสีขุ่นของตะกอนดิน หรือมีเสียงดังกึกก้องในพื้นที่ป่าบริเวณภูเขาอันเนื่องมาจากต้นไม้โค่นล้ม ก็สามารถประกาศเตือนครั้งสุดท้ายให้เร่งอพยพออกจากพื้นที่ทันที

ภาพดาวเทียมวันที่ 20 พฤษภาคม 2547 เวลา 19.00น. (ก่อนเกิดเหตุประมาณ 12 ชั่วโมง) ใจกลางพายุฝนเข้าสู่จังหวัดตากทำให้มีฝนตกมาก ซึ่งเมื่อนำภาพดาวเทียมเข้าสู่ระบบสาร

สนเทศภูมิศาสตร์ ทำการปรับแก้ไขค่าพิกัดและนำมาซ้อนทับกับข้อมูลขอบเขตปกครอง (รูปที่ 5.9) สามารถบอกได้ว่าใจกลางพายุที่มีสีแดงมีฝนตก 200-300 มิลลิเมตรต่อวัน ครอบคลุมพื้นที่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก และอำเภอทองผาภูมิ-อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ส่วนพื้นที่สีเขียวถึงเหลือง มีฝนตก 100-200 มิลลิเมตรต่อวัน ครอบคลุมพื้นที่อำเภอท่าสองยาง สามเงา บ้านตาก แม่สอด จังหวัดตาก อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอศรีสวัสดิ์ สังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

เมื่อนำภาพดาวเทียมน้ำฝนซ้อนทับกับแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย ปรากฏว่าบริเวณอำเภอแม่ระมาดจังหวัดตาก เป็นพื้นที่สีส้มและสีม่วง คือ เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มถ้าฝนตก 1 วันมากกว่า 200 และ 100 มิลลิเมตร ตามลำดับ (รูปที่ 5.9) ดังนั้นจึงใช้แจ้งประกาศแจ้งเตือนให้เร่งอพยพประชาชนออกจากพื้นที่ทันที ก่อนที่เหตุการณ์ร้ายแรงจะมาถึงได้

รูปที่ 5.9 ภาพดาวเทียมน้ำฝนวันที่ 20 พฤษภาคม 2547 เวลา 19.00 น. ซ้อนทับกับเขตจังหวัด แสดงเปรียบเทียบกับแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม

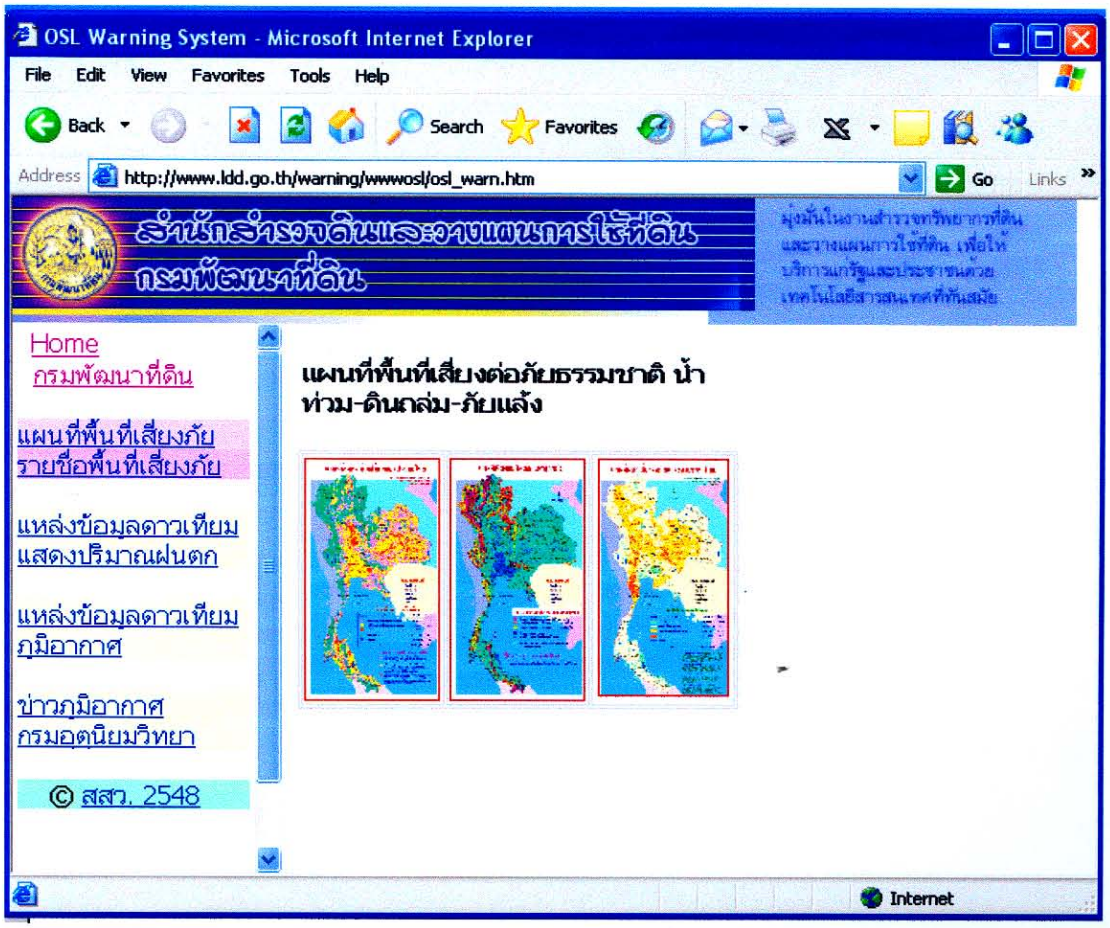


การดำเนินงานในการแจ้งเตือนภัย สำหรับภาคเหนือในช่วงฤดูฝนปี 2547 ที่ได้ดำเนินงานไปแล้ว มีหลายทาง คือ

(1) มีการรวบรวมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต และสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดทุกแห่ง ไว้ในที่มองเห็นได้ง่าย กรณีที่มีพายุฝนเข้าประเทศไทย จะมีการติดตามข้อมูลจากภาพดาวเทียมฝนสะสมทุกวัน วันละ 3 ครั้งหรือทุกระยะ 3 ชั่วโมง และพยากรณ์ทุกวันวันละ 1 ครั้งก่อนเวลา 12.00 น. ถ้าคาดคะเนได้ว่าจะมีฝนตกหนักในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม ซึ่งควรมีการเฝ้าระวังและติดตามสภาพภูมิอากาศอย่างใกล้ชิด จะโทรศัพท์และโทรสารแจ้งเตือนไปยังสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต และสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัด ที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยให้ทราบเพื่อเผยแพร่ข้อมูลต่อหน่วยงานและประชาชนในพื้นที่ต่อไป

(2) จัดทำเว็บไซต์ของสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน เพื่อรายงานข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยจากดินถล่ม อุทกภัย และภัยแล้ง อยู่ที่ www.ldd.go.th/warning/wwosl (รูปที่ 5.10) มีเมนูให้คลิกดูข้อมูลดาวเทียมแสดงปริมาณฝนตกของทหารเรือสหรัฐอเมริกา และข่าวภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา

รูปที่ 5.10 หน้าเว็บไซต์พื้นที่เสี่ยงภัยของสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน



การเตรียมตัวป้องกันภัยล่วงหน้า

ก่อนเกิดเหตุ

เตรียมการป้องกันภัย เบื้องต้นโดย

- ปรึกษา สอบถามผู้เชี่ยวชาญหรือเจ้าหน้าที่รัฐที่เกี่ยวข้องว่าท่านอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยหรือไม่
- ปลูกพืชคลุมดินตามไหล่เขาลาดชัน และปลูกแนวพืชหรือสร้างกำแพงเพื่อกีดขวางทางไหลของเศษหินดินทราย
- ในพื้นที่เสี่ยงภัย ขุดร่องหรือทำแนวให้โคลนไหลออกห่างจากบ้าน โดยไม่ทำความเสียหายให้กับผู้อื่น

ข้อสังเกตก่อนเกิดเหตุ : โดยทั่วไปก่อนเกิดเหตุดินถล่มร้ายแรง มักมีปรากฏการณ์ที่ใช้เป็นข้อสังเกตในการเฝ้าระวังและเตือนภัยได้ คือ

- มีฝนตกหนักและนานมากผิดปกติ น้ำในลำห้วยมีระดับสูงขึ้นเร็วและขุ่นมากเป็นสีแดงอิฐหรือสีของตะกอนดิน ซึ่งแสดงว่ามีตะกอนดินไหลมาจากภูเขา
- มีเสียงดังคำรามมาจากพื้นที่ป่าบนภูเขา เหมือนเสียงน้ำป่า ต้นไม้โค่นล้ม หรือหินกลิ้งคลืนๆ และดังเพิ่มขึ้นเมื่อโคลนถล่มเคลื่อนที่มาใกล้

วางแผนอพยพ

- วางแผนเส้นทางการอพยพและพื้นที่ปลอดภัยสำหรับการอพยพ อย่างน้อย 2 เส้นทาง เพราะว่าเส้นทางหนึ่งอาจถูกเศษหินดินทรายปิดกั้นขวางทางไว้
- วางแผนการสื่อสารสำหรับคนในครอบครัวหากต้องพลัดพรากจากกันระหว่างเกิดภัย ทางที่ดีควรนัดกันให้ส่งข่าวแก่ญาติใกล้ชิดที่อยู่ภายนอกหมู่บ้านซึ่งทุกคนในครอบครัวรู้จักชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์
- จดหมายเลขโทรศัพท์และรายละเอียดสำหรับการขอความช่วยเหลือและการประกันภัย ควรติดต่อส่วนราชการ หน่วยกู้ภัย หน่วยงานสื่อสาร หรือบริษัทประกันภัย เพื่อขอความช่วยเหลือโดยด่วนภายหลังการเกิดภัย

ระหว่างเกิดดินถล่ม

ถ้าอยู่ภายในอาคาร

- ให้อยู่ภายในอาคาร
- หาหลบตามใต้โต๊ะ หรือเครื่องเฟอร์นิเจอร์ที่มีความแข็งแรง โดยขดตัวก้มศีรษะให้แนบตัวมากที่สุด เพราะเป็นวิธีปกป้องร่างกายที่ดีที่สุด

เมื่ออยู่นอกอาคาร

- พยายามหาทางออกจากแนวเคลื่อนตัวของโคลนและน้ำป่าให้เร็วที่สุด
- วิ่งไปยังพื้นที่สูงที่ใกล้ที่สุดในทิศทางที่ออกจากแนวโคลน

ข้อควรปฏิบัติหลังเกิดดินถล่ม

- อยู่ห่างจากพื้นที่ที่เกิดดินถล่ม เพราะอาจมีอันตรายจากดินถล่มซ้ำตามมาอีก
- ตรวจสอบผู้บาดเจ็บ เด็กเล็ก คนชรา หรือคนที่ยังติดอยู่ในพื้นที่ เมื่อพบเห็นหรือทราบแล้วรีบแจ้งต่อหน่วยกู้ภัยด่วน ห้ามเข้าไปในพื้นที่เกิดดินถล่มโดยลำพังเองเพราะไม่ปลอดภัย
- ฟังข่าวพยากรณ์อากาศจากวิทยุและโทรทัศน์ เพื่อติดตามสถานการณ์ล่าสุดของภัยที่เกิดขึ้น
- เฝ้าระวังภัยจากน้ำท่วม ซึ่งอาจจะเกิดตามมาได้อีกหลังจากเกิดดินถล่ม เนื่องจากมีตะกอนดินถมทับขวางทางเดินของน้ำ ทำให้น้ำเปลี่ยนเส้นทางเดินหรือระบายออกจากพื้นที่ไม่ทัน
- ตรวจสอบความเสียหายของบ้านเรือน เสาบ้าน หลังคา ฐานราก หรือโครงสร้างอื่นๆ เพื่อประเมินความปลอดภัยในการอยู่อาศัยหรือซ่อมแซม และอย่าปลูกบ้านเรือนหรือสิ่งก่อสร้างขวางทางน้ำ
- ปลูกต้นไม้เพื่อช่วยซับน้ำเป็นการด่วน เพราะพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะทำลายไม่มีต้นไม้ปกคลุมผิวดินอาจนำไปสู่การเกิดน้ำท่วมฉับพลันอีกได้
- รับฟังคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านภัยพิบัติเพื่อประเมินอันตรายจากดินถล่ม สำหรับการวางแผนเรื่องที่อยู่อาศัยและการประกอบอาชีพต่อไป

การฟื้นฟูพื้นที่เกษตรที่ประสบภัย

- หลังเกิดเหตุการณ์ ไม่ควรรีบนำเครื่องจักรกลหนักเข้าไปในแปลงเพาะปลูกพืช เพราะดินยังมีโครงสร้างที่ง่ายต่อการถูกทำลายและอัดแน่นได้ง่าย ซึ่งจะมีผลเสียต่อการไหลซึมของน้ำและกระทบกระเทือนต่อระบบรากพืช ทำให้ต้นไม้ทรุดโทรมและตายได้
- ในแปลงที่ยังมีน้ำท่วมขัง ควรขุดร่องระบายน้ำให้ไหลออกจากแปลงให้ได้มากที่สุด
- ในสภาพน้ำท่วมที่มีการชะเอาดินหรือทรายมาทับถมในบริเวณแปลงไม้ผลไม้ยืนต้น หลังจากน้ำลดลงและดินแห้งแล้ว ควรทำการขุดหรือปาดเอาดินหรือทรายออกจากโคนต้นพืช แล้วตัดแต่งกิ่งให้โปร่งเพื่อเป็นการลดการคายน้ำของพืชและเร่งให้พืชแตกใบใหม่เร็วขึ้น ถ้าเป็นไม้ผลที่กำลังติดผล ควรเอาผลออกเสียบ้างเพื่อเป็นการช่วยเหลืออีกทางหนึ่ง
- ควรมีการฉีดปุ๋ยทางใบให้แก่พืช เพื่อช่วยให้ต้นพืชฟื้นตัวเร็วขึ้น เพราะระบบรากพืชยังไม่สามารถหาธาตุอาหารจากดินได้ตามปกติ
- หลังน้ำท่วมรากพืชที่ต้องแช่อยู่ในน้ำเป็นเวลานาน ทำให้ขาดออกซิเจนและเกิดรากเน่า ดังนั้นเมื่อดินแห้งควรพรวนดินเพิ่มออกซิเจนให้แก่รากพืช ทำให้รากพืชแตกใหม่ได้ดีขึ้น
- ในแปลงที่มีต้นไม้เป็นโรครากเน่าและโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อรา ให้กำจัดเชื้อราด้วยสารเคมีกันรา นอกจากนี้อาจมีการปรับปรุงสภาพดิน โดยโรยปูนขาวหรือปูนโดโลไมท์ เพื่อให้ดินมีสภาพเป็นด่างขึ้นเล็กน้อย

แนวทางการดำเนินงานในอนาคต

การจัดทำระบบข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัยครั้งนี้ ประกอบด้วยการศึกษาหาวิธีประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม การจัดการข้อมูลระบบสารสนเทศ และการดำเนินงานเพื่อแจ้งเตือนภัยในช่วงฤดูฝนปี 2547 ที่ผ่านมา

การดำเนินงานช่วงแรก เป็นการพัฒนาปรับปรุงวิธีการที่ใช้ประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม โดยให้สามารถใช้ระดับปริมาณน้ำฝนที่ 100, 200, 300 มิลลิเมตรต่อวัน เป็นตัวชี้วัดความเสี่ยงต่อการเกิดภัยได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัย การประเมินวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีอยู่ ประกอบด้วยข้อมูลจากแผนที่กลุ่มชุดดิน แผนที่การใช้ที่ดินปี 2543-2544 มาตราส่วน 1:50,000 และแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 หลังจากทำการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเสร็จแล้ว ก็นำมาซ้อนทับกับเขตการปกครองถึงระดับตำบล และจุดที่ตั้งหมู่บ้าน เพื่อจัดทำข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยของจังหวัด อำเภอ และตำบลต่างๆ ต่อไป

การดำเนินงานในช่วงหลัง เป็นการจัดทำระบบข้อมูลเพื่อเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัย โดยมีการค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากเว็บไซต์ต่างๆ ที่สามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลาและได้ข้อมูลที่ทันเหตุการณ์ แหล่งข้อมูลที่นำมาใช้เป็นอันดับแรกคือ ภาพดาวเทียมปริมาณฝนสะสมของทหารเรือสหรัฐอเมริกา และได้นำมาใช้ในการติดตามเฝ้าระวังการเคลื่อนตัวของพายุโอทูบีเข้าสู่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ซึ่งทำให้มีฝนตกมากและเกิดดินถล่มร้ายแรงในวันที่ 21 พฤษภาคม 2547

การพัฒนาระบบข้อมูลครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เพื่อการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัยได้ อย่างไรก็ตาม ควรมีการพัฒนาปรับปรุงเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการพยากรณ์ต่อไป ประเด็นที่ควรมีการศึกษาปรับปรุงเพิ่มเติม ได้แก่

(1) การตรวจสอบปรับปรุงข้อมูลดินในพื้นที่ภูเขา หรือหน่วยแผนที่กลุ่มชุดดินที่ 62 ให้มีความละเอียดมากขึ้น

(2) การปรับปรุงข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ ให้สามารถจำแนกพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดตั้งแต่หรือใหญ่กว่า 20,000 ไร่ ได้

(3) ควรมีการทดสอบวิธีการที่ใช้ประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่ตัวอย่าง เช่น ทดสอบค่าจุดเหลวของดิน (Liquid Limit) ค่าการปลดปล่อยน้ำฝนของพืช ต่อการเกิดดินถล่มของพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน

(4) ควรพัฒนาปรับปรุงการประเมินความเสี่ยงต่ออุทกภัย ให้สามารถใช้ระดับปริมาณฝนตกเป็นตัวชี้วัดได้

(5) ควรมีการวิเคราะห์กำหนดพื้นที่ปลอดภัยสำหรับการอพยพ สำหรับตำบลที่มีความเสี่ยงภัย เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการแจ้งเตือนภัย

เอกสารอ้างอิง

Campbell, R.H., 1974. Debris flows originating from soil slips during rainstorm in Southern California. Quarterly Journal of Engineering Geology. Vol.7, p339-349.

Coe J.A., Michael J.A., Crovelli R.A., and Savage W.Z., 2000. Preliminary map showing landslide densities, mean recurrence intervals and exceedance probabilities as determined from historic records, Seattle, Washington.Open-File Report 00-303, on line edition, U.S. Geological Survey. http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/open-file-reports/ofr-00-0303 30/10/44

E.C.J. Mohr, F.A. van Baren & J. van Schuylenborgh, 1972. Tropical soils. Mouton - Ichtiarbaru - Van Hoeve, The Haque - Paris - Djakata :481 p.

FEMA, 2001. Fact sheet : Landslides and mudflows. http://fema.gov/library/landslif.htm 31/8/44

Horng-Yuh GUO, Chih-Feng CHIANG, Tsang-Sen LIU, Jiang-Liung CHU, Jen-Chyi Liu, 2000. The Study For Assessment Of Susceptibility To Soil Liquefaction In Taiwan. Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng Taichung Hsien, Taiwan. http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2000/ts1/agri005pf.htm

Ilaco B.V., 1985. Agricultural compendium for rural development in the tropics and subtropics. Elsevier science publishers B.V. : p 75.

Nelson, 2005. Slope stability, triggering events, mass wasting events. Tulane University. EENS 204. http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/index.html

Nilsen and Turner, 1975. The influence of rainfall and ancient landslide deposits on recent landslide (1950-71) in urban areas of Contra Coasta County, California, U.S. Geological Surveys Bulletin no. 1388.

Selby M.J., 1985. Earth's Changing Surface. An Introducion to Geomorphology, Oxford University Press.

Wang, 1979. Adopted from http://www.ce.washington.edu/~liquefaction

University of Washington, 2000. Soil Liquefaction Web Site. Department of Civil Engineering. http://www.ce.washington.edu/~liquefaction/html/how/susceptible2.html

Zinck J.A., Lopez J., Metternicht G.I., Shrestha D.P. & L. Vazquez-Selem, 1976. Mapping and modeling mass movements and gullies in mountainous areas using remote sensing and GIS techniques. ITC journal, 2001 issue 1 :p 43-53

กรมทรัพยากรธรณี, 2544. ข้อมูลดิจิตอลแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 จัดทำโดย ฝ่ายสารสนเทศธรณีวิทยา กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

กรมพัฒนาที่ดิน, 2544. สารสนเทศข้อมูลดิน : DLD System V.2 จัดทำโดย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ร่วมกับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2535. เอกสารการศึกษาและวิจัย แนวทางการป้องกันและลดความสูญเสียจากอุทกภัยแผ่นดินเลื่อน แผ่นดินถล่ม เอกสารวิชาการเลขที่ 502.28-01-2535

คณะอนุกรรมการตรวจสอบข้อเท็จจริง, 2544. รายงานการตรวจสอบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดอุทกภัยในพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

คณะอนุกรรมการตรวจสอบข้อเท็จจริง, 2544.รายงานการตรวจสอบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดอุทกภัยในพื้นที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่.

ธวัช แทนทำนุ, เดชา จุลธุระ, สมหวัง มาตรชัยภูมิ, พิทยา ศรัทธา, สัมพันธ์ ไทยครือวัลย์, คทาวุฒิ มาลัยโรจน์ศิริ, เจริญชัย จันทรบัญชร, 2544. การศึกษาและสำรวจพื้นที่ประสบอุทกภัย บริเวณอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และอำเภอเถิน จังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 11-19 พฤษภาคม พ.ศ. 2544 กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม : 30 หน้า

ธวัช แทนทำนุ, ทวีวัฒน์ นิลเพชรรัตน์, พิทยา ศรัทธา, กิติ ขำดี, วิโรจน์ ลิ่วเจริญทรัพย์, สัมพันธ์ ไทยเครือวัลย์, คทาวุฒ มาลัยโรจน์ศิริ, 2544. การศึกษาและสำรวจสภาพภูมิศาสตร์พื้นที่ประสบอุทกภัย ตำบลน้ำก้อและตำบลน้ำชุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างวันที่ 14-17 สิงหาคม. กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม, กรุงเทพฯ.

มหาวิทยาลัยมหิดล, 2546. รายงานฉบับสุดท้าย การศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยจากดินถล่ม จัดทำโดย ศูนย์ข้อมูลและวิจัยทางวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เสนอต่อกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สุวณี ศรีธวัช ณ อยุธยา 2538. การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามกลุ่มชุดดินในประเทศไทย กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน : 113 หน้า

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2540. การจัดการสาธารณภัยในภาคใต้ของประเทศไทย โดยคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมษายน 2540 : 461 หน้า

สำนักปลัดกระทรวงมหาดไทย, 2544. ข้อมูลดิจิตอลที่ตั้งหมู่บ้านปี 2543 จัดทำโดยศูนย์สารสนเทศ สำนักปลัดกระทรวงมหาดไทย

สำนักเลขาธิการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน, 2544. ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย กรณีดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก จำนวน 34 จังหวัด กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. กรุงเทพฯ.

อนุกูล สุจินัย, อดุล พร้อมจรรยากุล, ถวิล หน่อคำ, 2544. รายงานการสำรวจพื้นที่ตะกอนทับถมจากเหตุการณ์อุทกภัยบ้านน้ำก้อ ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างวันที่ 12 สิงหาคม 2544 กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน : 13 หน้า

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน
กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
2548