551.4
ส226ส
ว.3

สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทางตอนเหนือของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน

ปริญญานิพนธ์

ของ

สำเริง เรือนอินทร์

- 1 ก.พ. 2527
สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน ๒๕๒๖

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

153234

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและกรรมการสอบ ได้พิจารณา

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา		คณะกรรมการสอบ	
	ประธาน		ประธาน
	กรรมการ		กรรมการ
			กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ และผู้ช่วยศาสตราจารย์มีชัย วรสายัณห์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นทางวิชาการ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ สำหรับการทำปริญญานิพนธ์มาโดยตลอด รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์น้อม งามนิสัย ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ปรีชา ขำเพชร ที่ได้กรุณาให้กำลังใจและช่วยเหลือในเรื่องทุนมาตลอด รวมทั้งอาจารย์สำราญ คำพรม อาจารย์คมสัน พลศรี ที่กรุณาช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

ขอขอบคุณ คุณวิทยา ตรีโลเกศ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ดินจนสำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน เจ้าหน้าที่ฝ่ายแผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ กรมป่าไม้ เจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยา เจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรธรณี ที่กรุณาให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ขอขอบคุณ พ่อคล่อง สิริจันโท และอนิรุท สุตาทิจจาธร ที่กรุณาให้ความสะดวกในเรื่องการเก็บข้อมูลในภาคสนาม

ขอขอบคุณเพื่อนิสิตปริญญาโทวิชาเอกภูมิศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณมโน เอียบสกุล ที่ได้ช่วยเหลือในด้านการจัดเรียงรูปเล่มจนสำเร็จลงด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณพาที รัตนอาจ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

ความดีอันพึงได้จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ คุณพ่อคุณแม่ พี่และน้อง ๆ ทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจ สนับสนุนการศึกษา และมีส่วนช่วยในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ลำเริง เรือนอินทร์

สารบาญ

บทที่		หน้า
๑	บทนำ	๑
	ภูมิหลัง	๑
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	๗
	สมมุติฐานการศึกษา	๘
	ความสำคัญของการศึกษา	๙
	ขอบเขตของการศึกษา	๙
	ข้อตกลงเบื้องต้น	๑๐
	เกณฑ์ในการเลือกบริเวณศึกษา	๑๐
	นิยามศัพท์เฉพาะ	๑๐
๒	ทฤษฎี เอกสาร และการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๑๕
	แนวคิดเกี่ยวกับการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๑๕
	สาเหตุและสภาวะที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๑๘
	การศึกษาวิจัยการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๒๐
๓	วิธีดำเนินการศึกษา	๓๘
	การเลือกบริเวณศึกษา	๓๘
	อุปกรณ์และเครื่องมือ	๓๘
	การสร้างรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเท	๓๘
	อุปกรณ์และเครื่องมือ	๓๙
	การดำเนินงานและสร้างแผนที่	๓๙
	การวิเคราะห์และอภิปรายผล	๓๙

บทที่ หน้า

การศึกษารูปแบบและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๓๙
อุปกรณ์และเครื่องมือ ๓๙
การเก็บรวบรวมข้อมูล ๔๐
การจัดกระทำข้อมูล ๔๐
การวิเคราะห์และอภิปรายผล ๔๐
การศึกษาองค์ประกอบบางอย่างที่อาจสนับสนุนการเกิดการเลื่อนหลุดเป็น
เป็นกะบิ ๔๐
อุปกรณ์และเครื่องมือ ๔๐
การเก็บรวบรวมข้อมูล ๔๑
การวิเคราะห์และอภิปรายผล ๔๑
๔ การวิเคราะห์ข้อมูลและผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล ๔๒
วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับบริเวณศึกษา ๔๒
ลักษณะทางธรณีวิทยา ๔๒
ภูมิอากาศ ๔๓
สภาพพื้นที่และการใช้ที่ดิน ๔๔
วิเคราะห์ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุด
เป็นกะบิ ๕๒
การวิเคราะห์รูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๘๒
การวิเคราะห์องค์ประกอบบางอย่างที่อาจสนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุด
เป็นกะบิ ๘๓

บทที่ หน้า

ชั้นดินตามความลึก ๘๔

เปรียบเทียบเนื้อดินพื้นที่ตอนบนกับพื้นที่ตอนกลางของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๘๖

เปอร์เซ็นต์ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว เปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว และจุดอิ่มตัวของดิน ๘๗

ความหนาแน่นรวมของดิน ๙๖

อินทรียวัตถุในดิน ๑๐๐

ชนิดหินและเศษหิน ๑๐๑

๕ บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ๑๐๓

สัณฐานของพื้นที่ลาดเท ๑๐๔

สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๑๐๙

รูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๑๑๑

องค์ประกอบบางอย่างที่อาจสนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๑๑๔

ชั้นดินตามความลึก ๑๑๔

เปรียบเทียบเนื้อดินบริเวณพื้นที่ตอนบน และพื้นที่ตอนกลางของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๑๑๕

เปอร์เซ็นต์ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว เปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว และจุดอิ่มตัวของดิน ๑๑๕

ความหนาแน่นรวมของดิน ๑๑๖

บทที่ หน้า

อินทรียวัตถุในดิน ๑๑๖

ชนิดหินและเศษหิน ๑๑๗

บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงพื้นที่ ๑๑๘

ข้อบกพร่องในการวิจัย ๑๒๐

ข้อเสนอแนะในการวิจัย ๑๒๐

บรรณานุกรม ๑๒๑

ภาคผนวก ๑๒๘

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
๑	แสดงสถิติน้ำฝน และอุณหภูมิของจังหวัดเพชรบูรณ์ เฉลี่ย ๒๕ ปี (พ.ศ. ๒๔๙๕ - ๒๕๑๘)	๔๔
๒	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกับค่าศักย์ของการระเหยน้ำและตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณหาประเภทอุณหภูมิ ภูมิอากาศตามระบบของธอนธเวท	๗๗
๓	แสดงปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกในเดือนสิงหาคม และกันยายนแต่ละปี ในรอบ ๒๕ ปี (พ.ศ. ๒๔๙๔ - ๒๕๑๘)	๕๐
๔	เปรียบเทียบลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๘๐
๕	เปรียบเทียบการกระจายของเนื้อดิน ชนิดหินและเศษหิน ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๘๔
๖	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินตามสภาพแห้งในบรรยากาศ	๘๘
๗	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว ($\frac{๑}{๑๐}$ บาร์)	๙๑
๘	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว ($\frac{๑}{๑๐}$ - ๑๕ บาร์)	๙๒
๙	แสดงค่าปริมาณน้ำที่ทำให้ดิน ๑๐๐ กรัมอิ่มตัว (จุดอิ่มตัวของดิน)	๙๔
๑๐	แสดงค่าความหนาแน่นรวมของดิน	๙๗
๑๑	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน	๙๙
๑๒	แสดงค่าจากการคำนวณประเมินประเภทเนื้อดินของกลุ่มตัวอย่างดินการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณ	๑๓๙
๑๓	แสดงค่าจากการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ $\frac{๑}{๑๐}$ บาร์ ๑๕ บาร์ เปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงทำให้ดินอิ่มตัวและปริมาณน้ำที่ทำให้ดิน ๑๐๐ กรัมอิ่มตัว (จุดอิ่มตัวของดิน)	๑๔๒

ตาราง หน้า

๑๔ แสดงค่าจากการคำนวณความหนาแน่นรวม ๑๔๖

๑๕ แสดงค่าจากการคำนวณเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ ๑๔๗

๑๖ แสดงเกณฑ์ในการแบ่งระดับของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ๑๔๘

๑๗ แสดงการคำนวณการประเมินประเภทเนื้อดินวิธีเชิงปริมาณโดยวิธี ไฮโดรมิเตอร์ ๑๔๙

๑๘ แสดงการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินในค่าที่ $\frac{๒}{๑๐}$ บาร์ ๑๕๑

๑๙ แสดงการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของดินตามสภาพแห้งในบรรยากาศ ๑๕๒

๒๐ แสดงการคำนวณหาค่าจุดอิ่มตัวของดิน (ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว) ๑๕๓

๒๑ แสดงการคำนวณหาค่าความหนาแน่นรวมของดิน ๑๕๔

๒๒ แสดงการคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอินทรียวัตถุ ๑๕๕

บัญชีแผนที่

แผนที่		หน้า
๑	แสดงบริเวณที่ศึกษา	๕๓
๒	แสดงพื้นที่ลาดเทบริเวณ ที่ ๑, ๒ และ ๓	๕๔
๓	แสดงพื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๔, ๕, และ ๗	๖๕
๔	แสดงแผนที่พื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๘, ๙ และ ๑๐	๗๒

บัญชีแผนภูมิ

แผนภูมิ		หน้า
๑	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ของจังหวัดเพชรบูรณ์ เฉลี่ย ๒๕ ปี (พ.ศ. ๒๔๙๔ - ๒๕๑๘)	๔๕
๒	แสดงช่วงขาดน้ำและช่วงน้ำมากเกินพอของจังหวัดเพชรบูรณ์	๔๘
๓	แสดงปริมาณน้ำฝนในรอบ ๒๕ ปี (พ.ศ. ๒๔๙๔ - ๒๕๑๘)	๕๑

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
๑	แสดงแผ่นหินจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิม้วนตัวกลับหลังจากกลิ้งลงมาจากหน้าผาสูงชัน	๒
๒	แสดงรูปแบบหนึ่งของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดจากมวลดิน	๓
๓	แสดงการรัตสัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๑๒
๔	แสดงการเก็บตัวอย่างดินการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๑๓
๕	แสดงรูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่แบ่งโดยฮัทชินสัน ๓ รูปแบบ	๑๔
๖	แสดงดินไหลบริเวณตอนปลายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๑๗
๗	แสดงรูปแบบของไทเรราบล็อก	๒๗
๘	แสดงทิศทางของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ และจำนวนเปอร์เซ็นต์ของการกระจาย	๓๔
๙	แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเท บริเวณที่ ๑, ๒ และ ๓	๕๔
๑๐	แสดงการเลื่อนหลุดเป็นกะบิบริเวณที่ ๑ ให้เห็นผาชันตอนบน แอ่งตอนกลางและดินไหล	๕๗ ๕๗
๑๑	แสดงผาชันตอนบนและมีเศษหินชิลต์ปะปนอยู่ในบริเวณที่ ๑	๕๗
๑๒	แสดงบริเวณที่ ๒ เมื่อมองจากด้านบน	๕๙
๑๓	แสดงบริเวณที่ ๒ เมื่อมองจากด้านล่าง	๕๙
๑๔	แสดงบริเวณที่ ๓ ซึ่งมีขนาดสัณฐานใหญ่ที่สุด	๖๑
๑๕	แสดงบริเวณที่ ๓ ให้เห็นถึงผาชันตอนบนทางขวามือ	๖๑
๑๖	แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๑, ๒ และ ๓	๖๔
๑๗	แสดงบริเวณที่ ๔ ให้เห็นถึงแนวขอบของผาชันตอนบน	๖๖
๑๘	แสดงบริเวณที่ ๔ ให้เห็นถึงผาชันตอนบนด้านขวามือ	๖๖

ภาพประกอบ หน้า

๑๙ แสดงบริเวณที่ ๖ ให้เห็นถึงผาชันและพื้นที่ตอนกลาง ๖๘

๒๐ แสดงบริเวณที่ ๖ เห็นแนวของผาชันได้ชัดเจน ๖๘

๒๑ แสดงบริเวณที่ ๖ เมื่อมองจากด้านข้าง ๖๙

๒๒ แสดงบริเวณที่ ๗ ให้เห็นส่วนที่เป็นผาชันตอนบน ๖๙

๒๓ แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเท บริเวณที่ ๘, ๙ และ ๑๐ ..... ๗๑

๒๔ แสดงบริเวณที่ ๘ ให้เห็นถึงผาชันเป็นขอบโค้งครึ่งวงกลม ๗๓

๒๕ แสดงบริเวณที่ ๘ เมื่อมองดูระยะไกล ๗๓

๒๖ แสดงบริเวณที่ ๙ มีพวกหญ้าต่าง ๆ ขึ้นอยู่ ๗๕

๒๗ แสดงบริเวณที่ ๙ ให้เห็นอีกจากด้านหนึ่ง ๗๕

๒๘ แสดงบริเวณที่ ๑๐ ..... ๗๗

๒๙ แสดงบริเวณที่ ๑๐ อีกด้านหนึ่งมีพวกเศษหญ้าทับถมอยู่ ๗๗

๓๐ แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทตามแนวศีตของหอย ๑๐๗

๓๑ แสดงการเลื่อนพลุดเป็นกะบิที่เกิดในเขตภูเขาไอซาร์ค รัฐมิสซูรี่ ๑๑๓

๓๒ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๑ ..... ๑๒๙

๓๓ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๒ ..... ๑๓๐

๓๔ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๓ ..... ๑๓๑

๓๕ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๔ ..... ๑๓๒

๓๖ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๕ ..... ๑๓๓

๓๗ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๖ ..... ๑๓๔

๓๘ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๗ ..... ๑๓๕

๓๙ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๘ ..... ๑๓๖

๔๐ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๙ ..... ๑๓๗

๔๑ แสดงการกระจายประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของบริเวณที่ ๑๐ ..... ๑๓๘

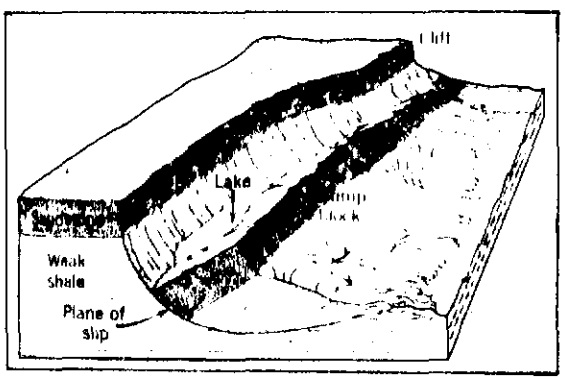
บทที่ ๑

บทนำ

ภูมิหลัง

การเปลี่ยนแปลงความลาดเทของพื้นที่อันเกิดจากธรรมชาติเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทั่วไป มีจำนวนมากที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ (Zaruba and Mench. ๑๙๖๙ : ๑) มวลเลื่อน (mass wasting) เป็นกระบวนการที่ทำให้พื้นที่ลาดเทไม่มั่นคง อันเนื่องจากการเคลื่อนย้ายของอนุภาคต่าง ๆ ลงไปตามพื้นที่ลาดเทโดยมีแรงโน้มถ่วงและความลื่นตัวเนื่องจากสารหล่อลื่น เป็นกระบวนการที่บางครั้งอาจจะทำลายชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์เป็นจำนวนมากและทำให้พื้นที่ลดระดับลง (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ ๒๕๑๙ : ๑๐๕ - ๑๐๖) แผ่นดินถล่ม (landslide) เป็นรูปแบบหนึ่งของมวลเลื่อน ที่เกิดขึ้นไม่บ่อยนัก ยกเว้นบางภูมิภาคทำให้เกิดภูมิประเทศแบบต่าง ๆ ทำความเสียหายต่อการเจริญเติบโตของป่าไม้ พื้นที่ฟาร์ม การสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน การคมนาคม และสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ก่อให้เกิดผลเสียหางเศรษฐกิจอยู่เสมอ (Zaruba and Mench. ๑๙๖๙ : ๑) รูปแบบของแผ่นดินถล่มที่พบมากที่สุด การเลื่อนหลุดเป็นกะบิ (Slump) (Pitty. ๑๙๗๙ : ๒๑๙) ซึ่งเป็นการเคลื่อนย้ายของมวลที่มีการม้วนตัวกลับในขณะที่มันเคลื่อนที่ ปกติจะเกิดเป็นส่วนย่อย ๆ หลายอันติดต่อกันไป คล้ายกับขั้นบันได เช่น พื้นที่ลาดเทที่ใช้เลี้ยงสัตว์ การกษัยการพื้นที่โดยแม่น้ำหรือคลื่นเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดกระบวนการนี้ (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ ๒๕๑๙ : ๑๐๗) แนวคิดเกี่ยวกับการเลื่อนหลุดเป็นกะบิได้มีผู้อธิบายไว้หลายท่าน เช่น สตราเลอร์ (Strahler) มีความเห็นว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นการเคลื่อนที่ของมวลในลักษณะม้วนตัวกลับไปตามแนวโค้งเว้า ถ้าเกิดขึ้นทันทีทันใด มักจะมีผาชันปรากฏอยู่ส่วนบนด้านหน้า บนพื้นผิวของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิบางครั้งมีแอ่งคล้ายสระน้ำ ขนาดเล็ก มวลของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิอาจเป็นดินและหิน

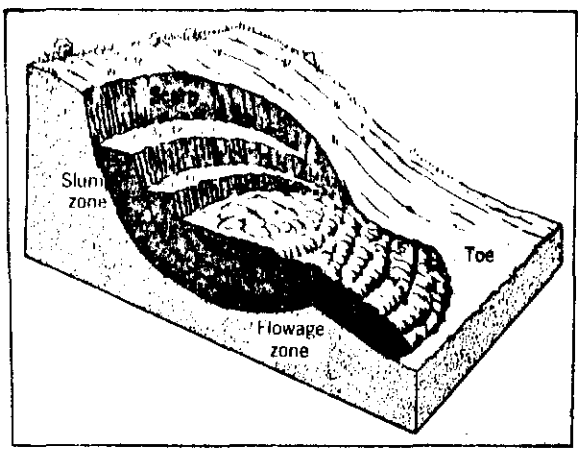
ในลักษณะที่ไม่เป็นระเบียบ มวลที่เกิดจากหินพื้นมักมีขนาดใหญ่ พบตามหน้าผาสูงชัน บล็อก (Block) อาจยาวเป็นไมล์ หรือมากกว่านั้น บางทีหนาถึง ๑,๐๐๐ ฟุต หน้าผาที่สูงชันอาจมีการกัดเซาะจากน้ำที่ฐานก่อนที่จะมีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ การเลื่อนหลุดเป็นกะบิขนาดใหญ่ มักเกิดในเขตกึ่งแห้งแล้ง เช่น ที่ราบสูงโคโลราโด และที่ราบสูงโคลัมเบีย (Strahler. ๑๙๗๑ : ๕๘๒ - ๕๘๓) บางแห่งมีขนาดเล็ก มักเกิดในส่วนของพื้นที่ที่ไม่มั่นคง หรือรับน้ำหนักมากเกินไป เช่น ที่ราบลุ่มแม่น้ำ ที่ราบตะกอนธารน้ำแข็ง ตามพื้นที่ลาดเทที่เปิดโล่ง และบริเวณหน้าผาสูงชันริมทะเล (Strahler and Strahler. ๑๙๗๓ : ๒๘๑)



ภาพประกอบ ๑ แสดงแผ่นหินจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ม้วนตัวกลับหลังจากถล่มลงมาจากหน้าผาสูงชัน

(ที่มา : Strahler. ๑๙๗๑ : ๕๘๙)

ฟอสเตอร์ (Foster) กล่าวว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิจะเกิดได้ดีในเมื่อมีหินรองรับข้างใต้เป็นหินที่อ่อนและสามารถเปลี่ยนรูปเป็นแบบการไหลผสมไคลนได้ เมื่อได้รับปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น (Foster. ๑๙๓๑ : ๑๗๐) การกระทำของน้ำใต้ดินเป็นสาเหตุให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิได้ เมื่อน้ำหนักของมวลเพิ่มขึ้น เนื่องจากอิ่มตัวด้วยน้ำ ดินเหนียวและหินดินดานที่เปียกเป็นสารหล่อลื่นที่ดี (Brason and Tarr. ๑๙๕๒ : ๑๔๗ - ๑๔๘) ลองเวลล์ และคนอื่น ๆ (Longwell and others) มีความเห็นว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นการเคลื่อนที่ลงมาของเศษหินร่วน หรือริโกลิท (regolith) ตามพื้นผิวโค้งของรอยแตกเกิดโดยทั่วไป ตามบริเวณพื้นที่สูงชัน (Longwell and others. ๑๙๖๙ : ๑๖๕) ดินไหล (earthflow) เป็นรูปแบบหนึ่งที่เกิดปนไปด้วย แต่มีความแตกต่างกัน



ภาพประกอบ ๒ แสดงรูปแบบหนึ่งของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดจากมวลดินพร้อมกับเกิดดินไหลบริเวณตอนปลาย

(ที่มา : Emmons and others. ๑๙๖๐ : ๒๐๑)

ตรงที่ไม่มีการม้วนตัวกลับ (Thornbury. ๑๙๖๔ : ๔๔) ปกติการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้น จะมีร่องรอยที่เป็นแอ่งหลุมตื้น ๆ การเคลื่อนที่ไม่มีระเบียบ เป็นสันดอนหรือกองทับถมบริเวณตอนปลาย บางทีกระจายเป็นกองดินหรือเนินฮัมมอกกี้ (Hummocky) ปรากฏอยู่ทั่วไป (Finch and others. ๑๙๕๗ : ๒๔๐ - ๒๔๑)

เพงค์ (Penck) กล่าวว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิ จะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุอิ่มตัวและต้องมีกษัยการที่ฐาน จนไม่สามารรับน้ำหนักข้างบนได้เช่นในเขตฟลูสช์ (Flusch) ในเทือกเขาแอลป์ เขตคาร์เพเทียน (Carpathians Zone) เขตไดนาริกแอลป์ และเขตอัพเพนไนน์ เป็นต้น ในเขตดังกล่าวนี้ มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นมาก (Penck. ๑๙๗๒ : ๑๐๑) ส่วนพิตตี้ชี้ให้เห็นว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นในเขตร้อนชื้น จะมีมุมลาดเทอยู่ระหว่าง ๔๒ - ๔๘ องศาถ้าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิแห้ง จะมีลักษณะที่ไม่เป็นระเบียบแตกเป็นเศษเล็กเศษน้อย ร่องรอย (scar) ที่แยกออกไปเป็นลักษณะภูมิประเทศที่เด่นมาก (Pitty. ๑๙๗๙ : ๒๑๑) การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดจากมวลดิน ความลาดเทจะอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งที่เกิดตามชายฝั่ง แม่น้ำ ร่องน้ำ ในวัตถุร่วน มุมลาดเท จะอยู่ระหว่าง ๒๐ - ๔๐ องศา ความชื้นในดินจะมีมาก การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นจากการกระทำของสัตว์ ทำให้เกิดลักษณะเป็นขั้นบันไดเล็ก ๆ หลายขั้น บนพื้นที่ลาดเท ขั้นแต่ละขั้นอาจสูง ๘ นิ้ว - ๕ ฟุต กว้าง ๑ - ๔ ฟุต บางขั้นบันไดจะเห็นชั้นของหินที่วางตัวอยู่ข้างใต้ด้วย การเกิดขั้นบันไดแบบต่อเนื่องนี้ ทำให้เกิดการสูญเสียดินชั้นบนที่อุดมสมบูรณ์เป็นอย่างมาก (Butzer. ๑๙๗๖ : ๔๐)

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างยิ่ง เกษตรกรใช้ที่ดินเพื่อการผลิตทางการเกษตร โดยไม่คำนึงถึงความเหมาะสมของประเภทที่ดิน จึงได้รับผลตอบแทนจากการใช้ที่ดิน ไม่เต็มที่ นอกจากนี้ การใช้ที่ดินยังเป็นไปในลักษณะที่ไม่ประหยัด เกษตรกรจะเพิ่มผลผลิตด้วยการขยายพื้นที่เพาะปลูกให้มากขึ้น (บรรเจิด พลางกูร ๒๕๒๓ : ๑๕๗) และส่งผลต่อการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

ก่อให้เกิดการกษัยการดินชั้นบนอย่างมหาศาล ชารูบาห์และเมนช์ กล่าวถึงปัญหาทางเศรษฐกิจของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิไว้ว่า ทำให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้ แม่น้ำลำคลองตื้นเขิน ก่อให้เกิดน้ำท่วมได้ง่าย (Zaruba and Mench. ๑๙๖๙ : ๒) ปัญหาการกษัยการของดินตามภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยนั้นมีหลายแห่ง บางภาคยังมีอัตราการกษัยการน้อย บางภาคมีมากถึงขั้นรุนแรง (สวาท เสนาณรงค์ ๒๕๑๙ : ๙๗) ตามนโยบายของกรมพัฒนาที่ดินในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๕ (พ.ศ. ๒๕๒๕ - ๒๕๒๙) กำหนดไว้ว่า จะดำเนินการป้องกันการสูญเสียหน้าดินในพื้นที่มีปัญหากษัยการของดินระดับรุนแรงใน ๕๑ จังหวัด ทั่วประเทศเป็นเนื้อที่ประมาณ ๑๖.๘ ล้านไร่ (พัฒนาที่ดิน ๒๕๒๔ : ๔๖) มีจำนวนมากที่กษัยการมีตัวเร่ง เช่น การทักร้างถางป่า ทำให้ดินชั้นบนเกิดกษัยการอย่างรุนแรงและรวดเร็ว เนื่องจากผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุม ทำให้ง่ายต่อกษัยการและการพัดพา (บรรเจิด พลางกูร ๒๕๒๓ : ๑๒๕ - ๑๒๖) ระดับกษัยการอย่างรุนแรง เกิดจากทำการเกษตรผิดวิธีซึ่งพบมากในบริเวณภูเขา เช่น ภาคเหนือและภาคอื่น ๆ เนื่องมาจากการทำไร่เลื่อนลอย (สวาท เสนาณรงค์ ๒๕๑๙ : ๙๘) จากการวิจัยในสหรัฐอเมริกาพบว่าน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ป่าไม้มีโอกาสไหลซึมไปในดินได้มากกว่าที่โล่งแจ้ง ๒ - ๗๐ เท่า ทั้งนี้แล้วแต่ลักษณะดินและป่าไม้ตลอดจนปริมาณฝนตก ความลาดเทของพื้นที่ (มัทนีวัลย์ โอมะคุปต์ ๒๕๑๘ : ๒๙) และจากรายงานของกรมพัฒนาที่ดินพบว่า การเปลี่ยนสภาพจากป่าไปร่องมาเป็นที่โล่งเตียน มีผลทำให้น้ำฝนที่ตกลงมามีโอกาสไหลซึมลงสู่ดินน้อยกว่า จึงมีปริมาณน้ำไหลบ่ามาก จากการตรวจสอบพบว่าก่อนเปิดป่าน้ำฝนที่ตกลงมาจะซึมลงดินประมาณ ๖๐% หรือไหลบ่าบนผิวดินประมาณ ๕๐% แต่เมื่อบุกเบิกป่าแล้วปริมาณน้ำที่ซึมลงดินจะน้อยลง คาดว่าจะเหลือไหลบ่าประมาณ ๖๐ - ๗๐% และพบอีกว่าการไหลบ่าอย่างแรงของน้ำฝนบนพื้นที่ที่มีความลาดเท ๕% จะเกิดการสูญเสียหน้าดิน เนื่องจากการพัดพาปีละ

ประมาณ ๕,๐๐๐ กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งถ้าหากมีป่าช่วยปะทะไว้ปริมาณการสูญเสียหน้าดินจะลดลงไปกว่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ซึ่งมีความลาดเท ๓ - ๑๒% เนื้อที่ประมาณ ๑๔,๐๐๐ ไร่ ถ้าหากไม่มีการจัดการที่ดินให้ถูกลักษณะการอนุรักษ์ดินและน้ำเลย เกษตรกรจะต้องสูญเสียหน้าดินอันอุดมสมบูรณ์ไปปีละประมาณ ๔๐,๐๐๐ ตัน หรือเฉลี่ยปีละประมาณ ๕ ตัน/ไร่ (เศรษฐกิจและสังคม ๒๕๒๑ : ๑๖ - ๑๗) รายงานการสำรวจเหล่านี้ล้วนเป็นเรื่องที่แสดงให้เห็นชัดถึงผลเสียของการที่ป่าไม้ถูกทำลายซึ่งมีผลต่อกษัยการของดินอย่างรวดเร็ว ในกรณีนี้อาจป้องกันหรือลดปัญหาดังกล่าวได้โดยการอนุรักษ์ดิน ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม เพื่อคงไว้ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ในระยะเวลาอันยาวนาน (บรรเจิด พลางกูร ๒๕๒๓ : ๑๕๙)

จึงกล่าวได้ว่าการมีพืชพรรณปกคลุมพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยลดการเลื่อนหลุดเป็นกะปิ ฝนที่ตกหนักทำให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะปิได้มาก เป็นผลกระทบจากแรงปะทะเม็ดฝนบนพื้นดินที่ไม่มีสิ่งป้องกัน ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายถูกพัดพาลงสู่ที่ต่ำตามพื้นที่ลาดเท ทำให้ดินบริเวณนั้นไม่มั่นคงด้วย (Twidale. ๑๙๗๖ : ๒๑๙) ดินชั้นบนซึ่งเต็มไปด้วยธาตุอาหารพืชประกอบไปด้วยอนุภาคดินขนาดต่าง ๆ รวมทั้งอินทรียวัตถุ จะถูกกษัยการทำให้ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ หากเกิดขึ้นนาน ๆ ดินนั้นอาจใช้เพาะปลูกไม่ได้ หากดินมีพืชปลูกคลุมอย่างดีแล้ว การกษัยการของดินจะเกิดขึ้นน้อยและมีการสะสมอินทรียวัตถุเพิ่มมากขึ้น (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ ๒๕๒๓ : ๖)

ประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มของประชากรสูง จึงสร้างความกดดันต่อที่ดินทำกินมากเป็นพิเศษ นอกจากนั้นการเพาะปลูกของเกษตรกรยังใช้วิธีการผลิตแบบดั้งเดิม มีการทำไร่เลื่อนลอยบนภูเขา ซึ่งก่อให้เกิดการชะล้างหน้าดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดน้อยลง เข้าขั้นอันตรายต่อสภาวะแวดล้อมและต้นน้ำลำธารเป็นอย่างยิ่ง (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ๒๕๒๕ : ๑๖๐) สภาพความเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน แหล่งน้ำ ป่าไม้ เนื่องจากการบุกเบิกขยายพื้นที่ทำกินในภาคต่าง ๆ จน

ปัจจุบันเหลือพื้นที่ป่าไม้ไม่ถึงร้อยละ ๓๐ ของพื้นที่ทั้งประเทศ และเป็นการใช้ที่ดินที่มีผลผลิตต่อไร่ต่ำ คาดว่าการขยายพื้นที่เพาะปลูก จะกระทำไม่ได้ในอีก ๕ ปีข้างหน้า ฉะนั้นแรงกดดันต่อที่ทำกินจะเพิ่มทวีขึ้น จะเห็นได้ว่าการเปิดที่ดินทำกินใหม่ขึ้นเรื่อย ๆ จะเข้าถึงจุดอิ่มตัวในปัจจุบัน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ๒๕๒๕ : ๗)

พื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีการบุกเบิกพื้นที่ป่าไม้ เพื่อขยายพื้นที่ปลูกข้าวโพดกันมาก เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดและผลผลิตสูงที่สุดในประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ๒๕๒๓ : ๑๗) ประกอบกันเป็นเขตพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่ควรสงวนไว้จากการที่ผู้วิจัยได้สำรวจมาพบว่าในเขตพื้นที่ทางตอนเหนือของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนมีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากตามพื้นที่ที่บุกเบิกใช้ในการเพาะปลูก ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา ถ้าไม่รีบศึกษาหาทางแก้ไข จึงน่าที่จะศึกษารูปแบบ สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและศึกษาองค์ประกอบบางอย่างที่อาจเป็นตัวสนับสนุนให้มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นในพื้นที่นี้ เพื่อศึกษาทำความเข้าใจในด้านต่าง ๆ และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ต่อไป

<u>จุดมุ่งหมายของการศึกษา</u>

๑. เพื่อสร้างรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเทบริเวณเนินเขาที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ ประกอบกับการศึกษาในภาคสนาม เพื่อเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิเคราะห์การเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่

๒. เพื่อศึกษารูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๓. เพื่อศึกษาสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในด้านต่าง ๆ ดังนี้

๓.๑ มุมลาดเท

๓.๒ ความสูง

๓.๓ ความกว้าง

๓.๔ ความยาว

๓.๕ ทิศทางการเคลื่อนที่

๓.๖ มุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเท (slope unit)

๔. เพื่อศึกษาองค์ประกอบบางอย่างที่อาจเป็นตัวสนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิดังนี้

๔.๑ ดิน ศึกษาเกี่ยวกับ

๔.๑.๑ ชั้นดินตามความลึก

๔.๑.๒ เนื้อดินบริเวณพื้นที่ตอนบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิกับเนื้อดินบริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๔.๑.๓ ความชื้นในดินในค่าที่ $\frac{1}{10}$ บาร์และ ๑๕ บาร์ เพื่อหาค่าจุดที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งทำให้ทราบปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว

๔.๑.๔ ความหนาแน่นรวมของดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

๔.๒ หิน ศึกษาเกี่ยวกับ

๔.๒.๑ ชนิดหินและเศษหิน

<u>สมมุติฐานของการศึกษา</u>

๑. รูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ น่าจะเป็นรูปแบบเดียว

๒. มุมลาดเทของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ตามสภาพของพื้นที่นี้น่าจะมีค่ามากกว่า ๒๐ องศา

๓. การเลื่อนหลุดเป็นกะบิน่าจะเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ลาดเทหัก (break of slope)

๔. องค์ประกอบบางอย่างซึ่งน่าจะเป็นตัวสนับสนุนต่อการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิได้แก่

๔.๑ ดินที่ดูดซับน้ำได้ง่ายและอิ่มตัวด้วยน้ำได้เร็ว

๔.๒ เนื้อดินที่มีอนุภาคดินเหนียวอยู่มาก

๔.๓ หินและเศษหินที่ผุพังอยู่กับที่จะให้อนุภาคดินเนื้อละเอียดที่ดูดซับน้ำได้ง่าย

๕. เนื้อดินบริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิกับเนื้อดินบริเวณพื้นที่ตอนบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ น่าจะไม่แตกต่างกัน

ความสำคัญของการศึกษา

๑. ทำให้ทราบรูปแบบ และลักษณะโดยทั่วไปของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่นี้

๒. ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบบางอย่างที่สนับสนุนการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๓. ทำให้ทราบถึงผลกระทบโดยทั่วไปจากการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๔. เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนา ปรับปรุงสภาพพื้นที่

๕. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันและควบคุมการพังทลายของดิน

๖. เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ขอบเขตการศึกษา

บริเวณที่ศึกษาอยู่ในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ตำบลศิลา อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งปรากฏอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน ๑ : ๕๐,๐๐๐ ระวาง ๕๒๔๓ II และ ๕๒๔๒ I ของกรมแผนที่ทหาร

ข้อตกลงเบื้องต้น

๑. ข้อมูลที่ได้จากแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ และข้อมูลอื่น ๆ ถือว่าถูกต้องและเชื่อถือได้

เกณฑ์ในการเลือกบริเวณที่ศึกษา

๑. พื้นที่ศึกษาอยู่ทางตอนเหนือของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน อันเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร

๒. พื้นที่ศึกษาเป็นเขตที่มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน

๓. พื้นที่ศึกษามีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นโดยทั่วไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิ หมายถึง การเคลื่อนที่ของมวลดินและหินลงไปตามพื้นที่ลาดเท มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบม้วนตัวกลับ

มุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเท หมายถึง มุมหน่วยที่เล็กที่สุดของพื้นที่ลาดเท ซึ่งมีทั้งส่วนที่เป็นโค้งเว้า โค้งนูน และเป็นแนวตรง บริเวณเนินเขาที่มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้น

มุมลาดเทของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ หมายถึง มุมลาดเทที่วัดตั้งแต่ตอนปลายสุดของพื้นผิวรูปโค้งเว้าจนถึงส่วนบนสุด โดยสมมุติว่าลากเส้นตรงจากตอนปลายสุดถึงส่วนบนสุดของพื้นผิวรูปโค้งเว้า

ความสูงของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ หมายถึง ระยะทางที่วัดในแนวดิ่งจากผาชันตอนบนถึงพื้นที่ตอนปลาย

ความยาวของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ หมายถึง ระยะทางที่ยาวที่สุดจากการวัดตามแนวนอนจากผาชันตอนบนถึงพื้นที่ตอนปลาย

รูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ หมายถึง รูปแบบที่กำหนดโดยซัทซินสัน มี ๓ รูปแบบ คือ แบบเดี่ยว แบบซับซ้อน และแบบต่อเนื่อง

ทิศทางการเคลื่อนที่ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ หมายถึง ทิศทางที่มวลเคลื่อนที่ลงไปตามพื้นที่ลาดเท

ชั้นดิน หมายถึง เนื้อดินตามความลึกของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ในพื้นที่ตอนบนกำหนดให้มีความลึกของชั้นดิน ๓ ระดับคือ ๐ - ๓๐ เซนติเมตร, ๓๐ - ๑๐๐ เซนติเมตร และ ๑๐๐ เซนติเมตรขึ้นไป ในพื้นที่ตอนกลางกำหนดให้มีความลึก ๒ ระดับคือ ๐ - ๓๐ เซนติเมตร และ ๖๐ - ๑๐๐ เซนติเมตร ในพื้นที่ตอนปลายกำหนดให้มีความลึก ๑ ระดับ คือ ๐ - ๓๐ เซนติเมตร

เนื้อดิน หมายถึง ขนาดของวัตถุที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า ๒ มิลลิเมตร ประกอบขึ้นเป็นดิน ได้แก่ ทราย (sand) ซิลต์หรือทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay)

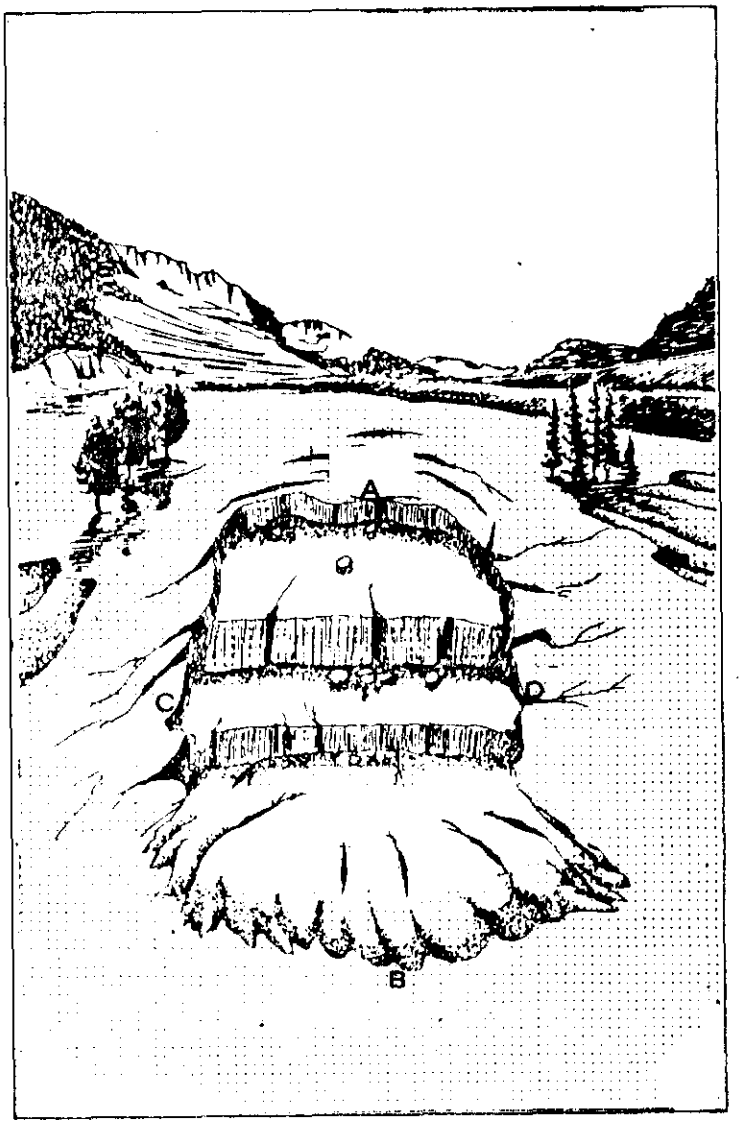
ความชื้นในดิน หมายถึง ค่าที่แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำ ต่อน้ำหนักของดินแห้ง ในมวลดินนั้น

ความหนาแน่นรวมของดิน หมายถึง สัดส่วนระหว่างมวลของดินขณะที่ดินแห้งสนิทกับปริมาตรทั้งหมดของดิน

จุดที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ หมายถึง ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำใช้ค่าที่ $\frac{1}{10}$ บาร์

พื้นที่ทางตอนเหนือของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน หมายถึง พื้นที่ในเขตตำบลศิลา อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์

พื้นที่ตอนบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ หมายถึง พื้นที่ที่อยู่บริเวณส่วนที่เป็นผาชันของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ



ภาพประกอบ ๓ แสดงการวัดสัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

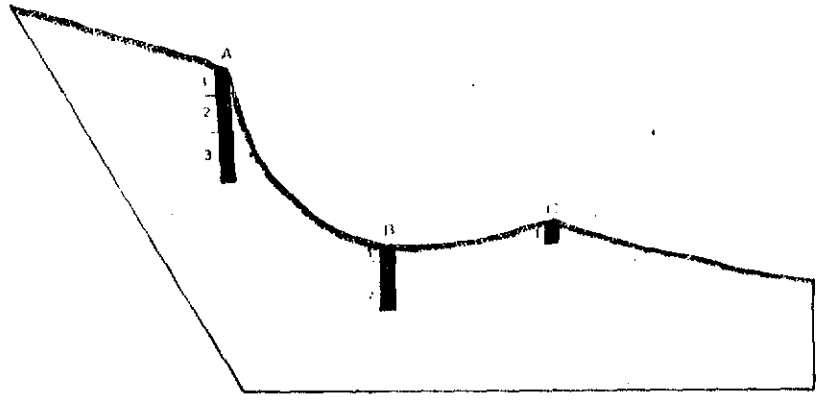
ความยาว ระยะทางตามแนวนอน จาก A ถึง B

ความกว้าง ระยะทางตามแนวนอน จาก C ถึง D

ความสูง ระยะทางตามแนวดิ่ง จาก A ถึง B

มุมลาดเท มุมที่วัดจาก B ไปยัง A

(ที่มา : Cleaves. ๑๙๗๘ : ๒๑๒)



ภาพประกอบ ๕ แสดงการเก็บตัวอย่างดินการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

A	พื้นที่ตอนบน	๑ ระดับ ลึก	๐ - ๓๐	เซนติเมตร	
	พื้นที่ตอนบน	๒ ระดับ ลึก	๓๐ - ๑๐๐	เซนติเมตร	
	พื้นที่ตอนบน	๓ ระดับ ลึก	มากกว่า ๑๐๐	เซนติเมตร	
B	พื้นที่ตอนกลาง	๑ ระดับ ลึก	๐ - ๓๐	เซนติเมตร	
	พื้นที่ตอนกลาง	๒ ระดับ ลึก	๖๐ - ๑๐๐	เซนติเมตร	
C	พื้นที่ตอนปลาย	๑ ระดับ ลึก	๐ - ๓๐	เซนติเมตร	

บทที่ ๒

ทฤษฎี เอกสาร และการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา วิเคราะห์และอภิปรายจึงได้นำทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้มาเสนอตามหัวข้อดังนี้

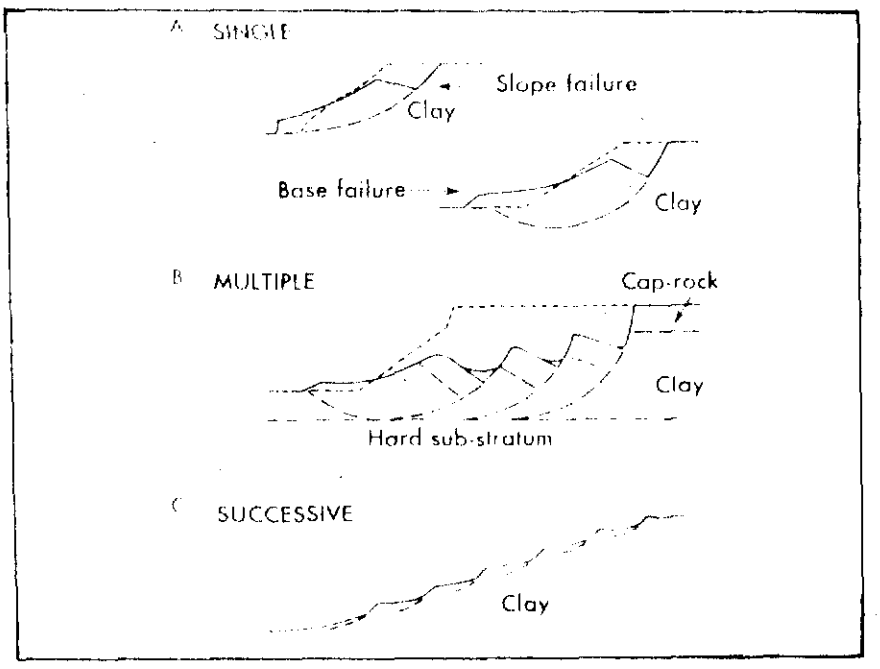
แนวคิดเกี่ยวกับการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

ฮัทชินสัน (Hutchinson) แบ่งรูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปไว้ ๓ รูปแบบ ดังนี้

๑. แบบเดี่ยว

๒. แบบซับซ้อน

๓. แบบต่อเนื่อง



ภาพประกอบ ๕ แสดงรูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่แบ่งโดยฮัทชินสันทั้ง ๓ รูปแบบ

(ที่มา : Embleton and Thornes. ๑๙๗๙ : ๑๖๗)

รูปแบบเดี่ยวจะมีพื้นผิวที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ เป็นรูปโค้งเว้าเดี่ยว พบมากที่สุดในดินเหนียว โค้งเว้าที่เกิดขึ้นอาจจะเรียบบนพื้นที่ลาดเทแนวตรง และบางครั้งเกิดขึ้นโดยไม่มีการผิดรูปร่าง หรือไม่มีรอยแตกของมวลในส่วนพื้นที่ตอนปลายจากการเคลื่อนที่ มวลอาจมีลักษณะเป็นสันลอนออกมาปกคลุมพื้นผิวดินในส่วนที่ต่ำกว่า พื้นผิวของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ จะถูกควบคุมโดยการเฉือนรอยแตกอาจ เปิดออกในระยะแรกก่อนจะมีการเคลื่อนที่แบบม้วนตัวกลับ ทำให้เกิดเป็นแอ่งและร่องรอยเกิดขึ้น แอ่งอาจถูกทับถมจนเต็มด้วยน้ำและตะกอน ส่วนล่างของพื้นที่ลาดเทอาจแสดงให้เห็นถึงแนวสันที่ถูกกดลงมาและมีรอยแตกเป็นแนวขวางในรูปแบบนี้ พบบ่อยตามพื้นที่ที่ถูกกษัยการ ตามหน้าผาสูงชัน ชายฝั่ง แม่น้ำลำคลอง ตามพื้นที่ลาดเท เกิดขึ้นได้ทั้งในระยะสั้นและระยะเวลายาวนาน

ส่วนในรูปแบบซับซ้อน ทุก ๆ พื้นผิวโค้ง จะเชื่อมโยงติดต่อกัน เป็นแนวบล็อกโค้งจัดเรียงซ้อน คล้ายขั้นบันได ทุก ๆ บล็อกเอียงกลับไปทางหลัง ทำให้มีแอ่งเกิดขึ้นระหว่างบล็อก ในรูปแบบนี้อาจเกิดขึ้นได้บนพื้นที่สูง พื้นที่ลาดเทสูงชันที่ถูกกษัยการที่ฐาน หรือเกิดขึ้นบนวัตถุที่เกาะตัวกันที่วางตัวอยู่บนชั้นดินเหนียวที่หนา

ในรูปแบบต่อเนื่องนั้นฮัทชินสันอธิบายว่าในบริเวณพื้นที่ลาดเทที่มีรอยแตกของดินเหนียวที่แข็ง มีแนวโน้มที่จะผ่นไหลลงมาอยู่เสมอ และมีลักษณะต้น ๆ เกิดเป็นขั้นบันไดต่อเนื่องกัน จากการศึกษาของฮัทชินสันในดินเหนียวชุดลอนดอน (London clay) พบว่าเกิดบนพื้นที่ลาดเทที่มีมุมลาดเทระหว่าง ๘ - ๑๓ องศา การขยายตัวของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ จำกัดอยู่บริเวณพื้นที่ลาดเทช่วงบนพร้อมกับมีขั้นบันไดกว้าง ๙ - ๑๒ เมตร และผาชันบางแห่งมีความสูง ๑.๕ เมตร ไม่พบในมุมลาดเทที่ต่ำกว่า ๘ องศา (อ้างจาก Embleton and Thornes. ๑๙๗๙ : ๑๖๗ - ๑๖๙)

สเคมป์ตัน (Skempton) ใช้รูปร่างของมวลที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นเกณฑ์แบ่ง โดยใช้อัตราส่วนระหว่างความลึกต่อความยาว (D/L) แสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งแบ่งเป็น ๒ ประเภทคือ

๑. การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นเฉพาะพื้นผิว มีอัตราส่วนอยู่ระหว่าง ๒ - ๕%

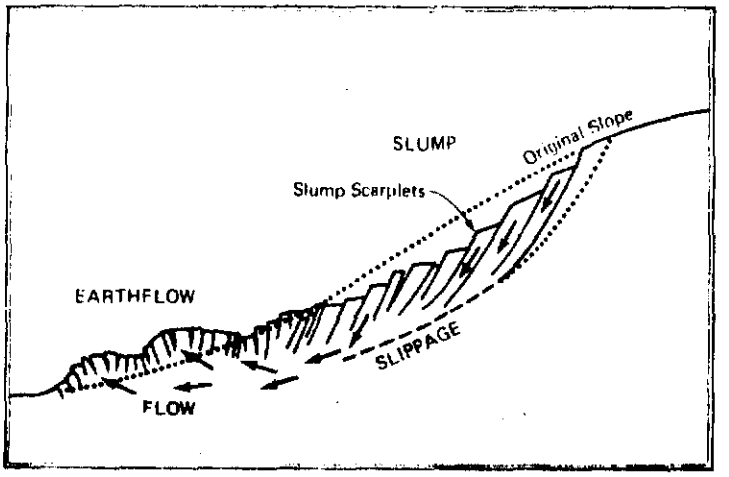
๒. การเลื่อนหลุดเป็นกะบิในระดับลึก มีอัตราส่วนระหว่าง ๑๐ - ๓๐%

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นเฉพาะพื้นผิว ระนาบของการลื่นไหล มีลักษณะตื้นมวลวัตถุ ปกติจะประกอบด้วยซิโกลิท สำหรับการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในระดับลึก มีการเคลื่อนที่พังลงมาในระดับลึก มวลที่เคลื่อนที่มักประกอบด้วยหินพื้น (อ้างจาก Ricc ๑๙๗ : ๑๕๖)

เพงค์ กล่าวว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นบ่อย ๆ ในเขตอบอุ่นชื้น แต่การพัฒนามีมากที่สุดในเขตร้อน (Penck. ๑๙๗๒ : ๑๐๑) การสะสมตัวของเศษหินทรายดินที่เกิดจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ มักไม่เป็นระเบียบและไม่มีการแยกขนาด มวลวัตถุเหล่านี้อาจประกอบไปด้วยเศษหินเหลี่ยมขนาดเล็ก ๆ เมื่อเกิดจากมวลของหินพื้น ถ้าเป็นผลจากการผุพังอยู่กับที่มักขึ้นอยู่กับอิทธิพลทางธรรมชาติของเขตนั้นมาเกี่ยวข้องด้วย (Monnett and Brown. ๑๙๕๐ : ๕๒ - ๕๓) การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดตามชายฝั่งแม่น้ำ ร่องรอยของมวลที่ทิ้งไว้ จะไม่เป็นระเบียบเช่นกัน ตัวอย่างที่เกิดในทุบเขาของแม่น้ำโกตา (Gota) ทางตอนใต้ของสรีลังกา แม่น้ำโกตาได้กัดเซาะการเข้าไปในดินซิลต์ที่วางตัวอยู่ตอนบนหนา ๓ ฟุต ทำให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเคลื่อนที่ลงไปในแม่น้ำตลอดทุบเขา เพราะดินซิลต์รับความชื้นมาก ประกอบกับได้รับแรงสั่นสะเทือนจากขบวนรถไฟ ทำให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นระยะ (Dury. ๑๙๗๐ : ๑๐ - ๑๑)

ในเขตชุ่มชื้น การเลื่อนหลุดเนนกะบิที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบ่อย ๆ พร้อมกับฝนที่ตกติดต่อกันเป็นเวลานาน บนพื้นที่สูงชันที่พบอยู่เสมอคือ ในเขตป่าไม้ถูกทำลาย (Holms. ๑๙๖๕ : ๔๘๗ - ๔๘๘) ดินไหลมักเกิดร่วมกันกับการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ และเคลื่อนที่แบบการไหลผสมโคลน เกิดขึ้นในรัตถุร่วนที่วางตัวอยู่บนหินพื้นที่แข็ง มวลวัตถุจะไหลเหมือนของเหลว บริเวณส่วนล่างจะเป็นเขตของดินไหล ส่วนตอนบนจะเป็นเขตของการเลื่อน

หลุดเป็นกะบิ (Stokes and others. ๑๙๗๘ : ๒๖๑ - ๒๖๒) บลูม (Bloom) กล่าวว่า ดินไหลเกือบทั้งหมด เกิดจากการที่มีฝนตกหนักมากเกินไป จนทำให้ดินอิ่มตัวมาก ไปอาจมีรูปแบบเป็นแผ่นเคลื่อนที่ลงมาจากด้านข้างของเนิน เขาหรือจากตอนปลายของการ



ภาพประกอบ ๖ แสดงดินไหลบริเวณตอนปลายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ
(ที่มา : Krynine and Judd. ๑๙๕๗ : ๖๙๗)

เลื่อนหลุดเป็นกะบิขนาดใหญ่ (Bloom. ๑๙๗๘ : ๑๗๕) โฮล์มมีความเห็นว่า ดินไหล ก็คือเนินฮัมมอกกี้ อันประกอบไปด้วยวัตถุที่เกิดจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิลงมาตามพื้นระนาบโค้ง จะพัฒนาได้มากเมื่อวัตถุต่าง ๆ เช่น ดินเหนียว หินดินดาน อิ่มตัวด้วยน้ำ บางครั้งค่อย ๆ เคลื่อนที่ลงมาตามการเฉือน (Holms. ๑๙๖๕ : ๔๘๘) พื้นที่ด้านข้างของเนินเขาบริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ อาจทำให้เกิดดินไหล ต่อไปในลักษณะเล็ก ๆ จำนวนมากมาย และกระจายไปอย่างกว้างขวางมีผลต่อความปลอดภัยของผู้ที่อาศัยอยู่ทางล่างของพื้นที่ลาดเท (Utgard, Mckenzie and Foley. ๑๙๗๘ : ๖๗ - ๖๘)

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิจำนวนมากจะมีการหล่น การถล่ม และการไหล ปนกันอยู่ เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิบริเวณด้านบน และการไหลอยู่ในแนวที่ต่ำลงมา ส่วนสำคัญการลื่นไหลที่เกิดขึ้นพื้นผิวของรอยแตกจะเป็นรูปโค้งเว้า และมวลวัตถุจะเคลื่อนที่กรอบคลุมตลอดพื้นที่ตอนปลายของพื้นที่ลาดเทที่อยู่ต่ำลงมา การเลื่อนหลุดเป็นกะบิในลักษณะนี้ จะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมาก (Howard and Remson. ๑๙๗๘ : ๔๖ - ๕๗)

สาเหตุและสภาวะที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

ได้มีผู้ศึกษากันอย่างกว้างขวาง จากการศึกษาของ ซารูบาท์และเมนซ์ (Zaruba and Mench. ๑๙๖๙ : ๒๖ - ๒๘) วอทกิ้น, บอทติโน และมอริซาวา (Watkins, Bottino and Morrisawa. ๑๙๗๕ : ๓๕๗ - ๓๕๘) โฮล์ม (Holms. ๑๙๖๕ : ๒๑๙) ทไวเดล (Twidale. ๑๙๗๖ : ๒๑๙ - ๒๒๐) โลเบค (Lobeck. ๑๙๓๙ : ๘๗) จัดสันและคนอื่น ๆ (Judson and others. ๑๙๗๖ : ๒๒๓) ปอตเตอร์และโรบินสัน (Potter and Robinson. ๑๙๗๕ : ๑๕๕ - ๑๕๗) รีส์ (Ries. ๑๙๓๐ : ๒๕๙) โฮเวิร์ดและเรมสัน (Howard and Remson. ๑๙๗๘ : ๒๖ - ๒๗) ลีโอโปลด์และคนอื่น ๆ (Leopold and others. ๑๙๖๔ : ๓๔๑) และพิตตี้ (Pitty. ๑๙๗๑ : ๒๑๗) พอจะสรุปได้ดังนี้

๑. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ลาดเท ทั้งที่เกิดจากธรรมชาติ และการกระทำของมนุษย์

๒. เกิดจากพื้นที่บริเวณนั้น รับน้ำหนักมากเกินไป เช่น การทับถมพื้นที่ร่องน้ำ

๓. เกิดจากปริมาณน้ำเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลต่อปริมาณความชื้น เช่น การละลายของหิมะ ปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงสู่พื้นดิน ทำให้เกิดแรงกดดันของน้ำ จนการยึดตัวของวัตถุลดลง การที่มีฝนตกหนักนับว่าเป็นสาเหตุกระตันหัน น้ำที่ไหลซึมลงดินทำให้เกิดผลดังนี้คือ

๓.๑ ลดแรงยึดระหว่างผิวหน้าดิน

๓.๒ การละลายสารเชื่อม

๓.๓ ทำให้กระบวนการผุพังอยู่กับที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เกิดการอ่อนตัว

๓.๔ ทำให้น้ำหนักดินเพิ่มขึ้นในหน้าตัดดิน

๓.๕ ทำให้เพิ่มแรงกดดันที่ผิวหน้า แรงดันในช่องว่าง และแรงต้านทานของการเฉือนของดินลดลง

๓.๖ ทำให้พื้นดินเกิดการอิ่มตัว

ปริมาณน้ำฝนที่ตกกับความถี่ จะมีความสัมพันธ์กับการเลื่อนหลุดเป็นกะปิ แต่ยังมีข้อกำหนดอยู่ ๒ ประการ ที่ควรพิจารณาถึงคือ ช่วงเวลาที่มีการไหลซึมของน้ำ การสะสมตัวของความกดที่ผิว และการเคลื่อนที่เริ่มแรก

๔. ผลจากน้ำใต้ดิน ซึ่งมีผลต่อแรงยึดของมวล หากมีน้ำใต้ดินสูงมากทำให้แรงยึดของมวดมีน้อยลง โดยการละลายสารเชื่อม ทำให้การประสานตัวในเม็ดดินลดลง และน้ำใต้ดินยังทำให้ดินบริเวณนั้นอิ่มตัวไปด้วยน้ำ

๕. ผลจากน้ำแข็งตัว เช่น การที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็งในหิน ดิน ทำให้เกิดแรงดันมีรอยแตกเกิดขึ้น การเกาะตัวของดิน หิน จะลดลง

๖. ผลจากการผุพังอยู่กับที่ทั้งกระบวนการเคมีและกายภาพ

๗. พื้นที่นั้นอาจได้รับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว หรือภูเขาไฟระเบิด ซึ่งคลื่นจากการสั่นสะเทือนเป็นผลให้เกิด

๗.๑ แรงเฉือนเพิ่มขึ้น และทำให้แรงต้านทานการเฉือนสูงสุดลดลง

๗.๒ เกิดการลดลงอย่างรวดเร็วในอัตราส่วนที่ว่างของวัตถุบนพื้นที่ลาดเท ทำให้แรงดันในช่องว่างมีมาก

๘. การขาดแรงดัน บริเวณด้านหน้า สภาวะที่เกิดขึ้นคือ กษัยการที่ฐานของเนินพื้นที่ลาดเท เป็นต้น

๙. โครงสร้างทางธรณีวิทยา ที่เอื้ออำนวย เช่น ตะกอนที่วางตัวอยู่เป็นชั้น ๆ ที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้มาก ทำให้น้ำไปสะสมอยู่เหนือชั้นที่ไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ ในหินที่เนื้อสม่ำเสมอแน่น ที่วางตัวอยู่บนส่วนที่อ่อนตัวและง่ายต่อการหล่อลื่น การมีชั้นหินเอียงหรือมีรอยแตกของรอบเลื่อนที่เอียงไปทางทุบเขาหรือแอ่งที่ต่ำ การมีดินเหนียวแทรกตัวอยู่ระหว่างชั้นของหินแข็ง เมื่อมีความชื้นจะลื่นได้ง่าย เกิดการขยายตัวของดินเหนียว เป็นต้น

๑๐. ลักษณะภูมิประเทศ เช่น มีพื้นที่ลาดเทเป็นจำนวนมาก ที่มีความสมดุลย์น้อย ซึ่งลักษณะเช่นนี้ทำให้พื้นที่ลาดเทเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

๑๑. ชนิดดินและหิน ที่เอื้ออำนวยต่อการเกิด เช่น ดินเหนียว ดินมาร์ล หินโคลน หินชิลต์ เป็นต้น รวมทั้งสมบัติของแร่ต่าง ๆ แร่บางชนิดมีการยืดหรือหดตัวเมื่อเปียกและแห้ง

๑๒. ผลจากการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมบนพื้นที่ลาดเท เช่น การทำลายพืชพรรณ เพราะรากต้นไม้ช่วยรักษาความมั่นคงของพื้นที่ลาดเทได้เป็นอย่างดี และช่วยดูดซึมน้ำใต้ดินบางส่วนด้วย สาเหตุที่สำคัญยิ่งคือการกระทำของมนุษย์

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสาเหตุของการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ อาจเป็นผลจากหลาย ๆ สาเหตุรวมกัน หรือเกิดจากเพียงไม่กี่สาเหตุ

<u>การศึกษาวิจัยการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ</u>

มีผู้สนใจศึกษากันอย่างกว้างขวาง ทั้งในแง่ของสาเหตุ ความเสียหาย ลักษณะพื้นผิว การกระจาย ลักษณะโครงสร้าง การควบคุมและการป้องกัน หน่วยงานสำรวจทางธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา เป็นหน่วยงานแรกที่รัฐบาลสหรัฐอเมริกา ตั้งขึ้นมาศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ เพื่อจัดทำแผนที่ และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนพัฒนาพื้นที่ในอนาคต (Mckenzie and Utgard. ๑๙๗๕ : ๖๘) ผลการศึกษา

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

ได้ช่วยลดอัตราการสูญเสียดินได้เป็นอันมาก ดังเช่น งานเกี่ยวกับการอนุรักษ์ดินที่เคลื่อนที่ในอเมริกาเหนือ มีความก้าวหน้าและตื่นตัวอย่างมาก เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๓๐ ได้เริ่มให้ความสนใจเกี่ยวกับดินในพื้นที่ฟาร์มและทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (Longwell and others. ๑๙๖๙ : ๑๖๙) ในแคลิฟอร์เนียได้ให้ความสนใจกันมากที่สุด เนื่องจากการเพิ่มของประชากรและการขยายตัวและพัฒนาสิ่งสาธารณะต่าง ๆ บนพื้นที่เนินเขาและภูเขา อันเป็นเหตุให้การเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้น หากไม่มีการควบคุมที่เหมาะสม (Mckenzie and Utgard. ๑๙๗๕ : ๖๑ - ๖๒)

ในสหรัฐอเมริกาได้มีการประมาณค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นอย่างต่ำสุดเป็นค่าเฉลี่ยต่อคนอยู่ระหว่างประมาณ ๑.๒๕ - ๔.๓๕ ดอลล่าร์ต่อปี และได้ประมาณค่าความเสียหาย รวมทั้งหมดต่อปีของเขตภูเขา ว่ามีมากกว่า ๔๖ ล้านดอลล่าร์ต่อปี สกูสเตอร์ (Schuster) ได้สรุปความเสียหายรวมทั้งหมด ว่ามีมากกว่า ๑,๐๐๐ ล้านดอลล่าร์ต่อปี (อ้างจาก Geological Survey Research. ๑๙๗๙ : ๒๕๓ - ๒๕๘)

สำหรับความเสียหายที่เกิดในเขตลอสแองเจลีสในเดือนมกราคม ค.ศ. ๑๙๖๙ ฝนได้ตกหนักมาหลายสัปดาห์ เมืองที่กำลังพัฒนาบนพื้นที่เนินเขารอบ ๆ ลอสแองเจลีสได้รับความเสียหายจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและโคลนไหล (mudflow) ที่พักอาศัยหลายร้อยหลังเลื่อนไหลไปตามพื้นที่ลาดเท และถูกทับถมมากกว่าครึ่ง มีโคลนไหลเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากทำให้มีผู้เสียชีวิต (Butzer. ๑๙๗๖ : ๕๘ - ๕๙) การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดบริเวณพื้นที่รอบ ๆ อ่าวซานฟรานซิสโก ในระหว่างช่วงฤดูหนาวของปี ค.ศ. ๑๙๖๘ - ๑๙๖๙ ทำให้เกิดความเสียหายมากกว่า ๒๕ ล้านดอลล่าร์ ข้อมูลเกี่ยวกับความมั่นคงของพื้นที่ลาดเทและดิน รวมทั้งข้อมูลในสมบัติของดินจะใช้ในการประเมินความเสียหายด้วย สาเหตุประการหนึ่งเกิดจากการที่มนุษย์ได้ทำลายต้นไม้และพืชพรรณอื่น ๆ ซึ่งเป็นตัวช่วยถ่วงอัตราของการกัดการ ประกอบฝนที่ตกหนักมากกว่าปกติทำให้พื้นที่ลาดเทอิ่มตัวไปด้วยน้ำ (Watkins, Bottino and Morisawa. ๑๙๗๕ : ๔๕๑ - ๔๕๒)

153234

ผลจากการศึกษาของมอนเทจน์ (Montagne) ในการสำรวจพื้นที่ทางตอนเหนือของภูเขารอกกี้ พบว่า การวางแผนและการใช้ที่ดินได้ถูกจำกัดลง ศักยภาพของพื้นที่ลดลงเป็นอย่างมากในบางกรณีพื้นที่เหล่านี้ไม่สามารถนำกลับมาทำให้อุดมสมบูรณ์อย่างเดิมได้ เพราะพื้นที่เหล่านี้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิโดยทั่วไป เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงยากที่จะแก้ไขได้ ได้ใช้ลักษณะทางธรณีวิทยา พืชพรรณ ภูมิอากาศและอุทกวิทยาสัมพันธ์กับการศึกษา ยังพบว่า อัตราส่วน เปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวและเปอร์เซ็นต์ของชิ้นส่วนที่หยาบ เป็นเครื่องชี้ถึงความมั่นคงของวัตถุบนพื้นผิว (Montagne. ๑๙๗๖ : ๒๒๗๕) การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในฝรั่งเศสใกล้เมือง เมนตัน (Menton) ทำให้มีผู้เสียชีวิต ๑๑ คน เป็นความผิดและรู้เท่าไม่ถึงการณ์บนพื้นที่เพาะปลูก ดอกคาร์เนชั่นบริเวณพื้นที่ลาดเท ชาวไร่ในเขตนี้ หารู้ไม่ว่ารากของต้นมะกอก จะเป็นองค์ประกอบเบื้องต้นที่ทำให้เกิดความมั่นคงบนพื้นที่ลาดเท ดังนั้นเมื่อมีการทำลายต้นไม้ต่าง ๆ ไปเพื่อประโยชน์ในการเพาะปลูกดอกคาร์เนชั่นเป็นเหตุให้ความมั่นคงของพื้นที่ลาดเทมีน้อยลง (Mckenzie and Utgard. ๑๙๗๕ : ๖๖)

แวนเดอร์วิลต์ (Vanderwilt) ได้ศึกษาการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและหินถล่มที่เกิดใน ดูแรงโก (Durango) ในเขตลาพลาต้า (La Plata) รัฐโคโลราโด พบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดเป็นเพราะมีการไหลซึมของน้ำเข้าไปในหินดินดานที่วางตัวอยู่บนหินทรายการที่มีน้ำไหลซึมเข้าไปทำให้หินดินดานอ่อนตัว ประกอบกับเกิดการกัดเซาะที่ลึก บนพื้นที่ลาดเทของหินดินดาน และมีการพัฒนาของรอยแตกหลายร้อยฟุตตลอดหินทรายซึ่งหนา ๖ - ๑๐ ฟุต ประกอบกับแรงโน้มถ่วง เมื่อหินดินดานอิ่มตัวเต็มที่จึงทำให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและหินถล่มขึ้น มวลที่เกิดขึ้นยาวประมาณ ๑,๘๐๐ ฟุต กว้าง ๖๐๐ ฟุต หนา ๑๐๐ ฟุต เคลื่อนที่ไปตามแนวลาดเทประมาณ ๗๐๐ ฟุต บริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ มีมุมลาดเทประมาณ ๔๐ องศา สำหรับมุมลาดเทในส่วนที่เกิดจากหินถล่มมีความลาดชันมากกว่า ๕๕ - ๖๐ องศา (Vanderwilt. ๑๙๓๔ : ๑๖๓ - ๑๗๓)

ทับส์ (Tubbs) ได้ศึกษาสาเหตุและการทำนายการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในซีแอตเติ้ล (Seattle) ได้กำหนดการศึกษาสัมพันธ์กับลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะภูมิอากาศ และองค์ประกอบของมนุษย์พบว่า ระหว่างช่วงฤดูหนาวปี ค.ศ. ๑๙๗๑ - ๑๙๗๒ มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นมากกว่า ๙๗ แห่ง เป็นเหตุให้เกิดความเสียหายอย่างกว้างขวาง เขาได้ตั้งข้อสังเกตว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิโดยทั่วไปจะไม่เกิดในพื้นที่ที่มีความลาดเทของพื้นที่น้อยกว่า ๑๓% และมากกว่า $\frac{๗}{๔}$ ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในพื้นที่นี้มีวัตถุรองรับข้างใต้เป็นพวกดินเหนียว และเกือบ ๘๐% ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดในช่วงฤดูหนาว ซึ่งช่วงนี้มีปริมาณน้ำฝนที่สูงมาก องค์ประกอบที่เกิดจากมนุษย์เป็นตัวเร่งส่งเสริมให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิถึง ๘๐% ในช่วงปีที่ศึกษา อิทธิพลของมนุษย์ เป็นตัวการทำให้น้ำที่ไหลบนพื้นที่ลาดเท เปลี่ยนทิศทางได้ ทำให้พื้นที่ลาดเทมีความลาดชันมากขึ้น มุมลาดเทเปลี่ยนไปจากเดิม องค์ประกอบของมนุษย์มีผลทั้งทางด้านระวางที่ และการกระจายการเกิด (Tubbs. ๑๙๗๕ : ๖๔๔)

ในการศึกษาของเกรเดอร์ (Grater) ในหุบผาซันไซออน (Zion Canyon) รัฐยูทาห์ พบว่าบริเวณนี้ได้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นบล็อกขนาดใหญ่ขยายตัวเข้าไปในทะเลสาบ เกิดการทับถมอยู่ในทะเลสาบ มีสาเหตุมาจากการขยายตัวของดินและหินในหุบผาซันแห่งนี้ ซึ่งมีชั้นของหินดินดานวางตัวอยู่ข้างใต้อิ่มตัวด้วยน้ำ รวมทั้งมีหินทรายปนอยู่บ้าง ประกอบกับมีการกษัยการของแม่น้ำเวอร์จิน (Virgin) ตลอดหุบผาซัน เศษหินทรายดินจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิได้เคลื่อนตัวลงไปในแม่น้ำ กั้นแม่น้ำไว้กลายเป็นทำนบชั่วคราวขึ้น (Grater. ๑๙๔๔ : ๑๑๖ - ๑๒๔) ลี (Lee) ได้ศึกษาการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นบริเวณหุบผาซันแซลมอนครีก (Salmon Creek) รัฐไอดาโฮ สาเหตุประการแรกเขาสรุปว่า เนื่องจากมีการพัฒนาของรอยแตกเกิดขึ้นในลาวาภายในพื้นหุบผาซัน รวมทั้งเป็นผลจากองค์ประกอบด้านมนุษย์ เพราะมีการไหลซึมของน้ำ เนื่องจากการชลประทานในเขตพื้นที่นี้ทำให้น้ำไหลซึมเข้าไปในชั้นหินที่อ่อนตัวง่าย อันเปรียบเหมือนสารหล่อลื่นไปตามแนว

เสียดทานประกอบกับมีแรงโน้มถ่วงสนับสนุน และมีการพังทลายลงมาของผนังหุบผาชันทางตะวันออก ทำให้มีการเคลื่อนที่ของวัตถุลงไปที่พื้นของหุบผาชันการเคลื่อนที่ของมวลจะเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องกันไปทางผนังหุบผาชันทางตะวันตกที่อยู่ในระดับต่ำกว่า มวลเคลื่อนที่ในลักษณะไม่เป็นระเบียบ จนกระทั่งด้านหน้าของมวลที่เคลื่อนที่ถูกผลักจากผนังหุบผาชันทางตะวันออก เกิดเป็นทำนบกั้นขึ้นทันทีทันใด ทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำเล็ก ๆ และแก่งน้ำตกขึ้น ด้านหลังของมวลที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ น้ำสามารถไหลซึมผ่านได้ (Lee, ๑๙๓๙ : ๖๖๐ - ๖๖๕)

โอเบอร์สต - เลน (Oberste - Lehn) ได้ศึกษาความมั่นคงของพื้นที่ลาดเทในเขตโลเมอเรียส (Lomerias Muetus) ในแคลิฟอร์เนีย พบว่าเขตนี้มีการเกิดแผ่นดินถล่มอยู่เสมอ มีทั้งที่เกิดในรูปแบบของดินไหล และในรูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ เขาสรุปองค์ประกอบที่ควบคุมการกระจายการเกิดของแผ่นดินถล่มว่าเกิดจากสิ่งต่อไปนี้

๑. หิน

๒. โครงสร้างของหิน

๓. การระบายน้ำ

๔. ลักษณะรูปร่างของพื้นที่ลาดเท ซึ่งมักจะโค้ง และมีการเปลี่ยนแปลงในความลาดชันของพื้นที่ลาดเทค่อนข้างมาก ทำให้มุมของพื้นที่ลาดเทสูงขึ้น

๕. การกระจายของปริมาณน้ำฝน เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิด เขาสรุปว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง มักเกิดในฤดูที่มีฝนตกและมักเกิดพร้อมกับพายุฝนฟ้าคะนอง การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนจะเป็นเครื่องชี้สำหรับการคาดการณ์ โอกาสที่จะเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ภายในฤดูฝนและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน จะเป็นตัวกำหนดจำนวนของการเคลื่อนที่ด้วย (Oberste - Lehn, ๑๙๗๖ : ๔๔๓ - ๔๔๔)

ในการศึกษาของครอสคอพฟและคนอื่น ๆ (Krauskopf and others) ในโครงสร้างของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในกัสรอย แคลิฟอร์เนีย พบว่าโครงสร้างเป็นแบบ

การไหลผสมไคลน มีรูปแบบเป็นรอยแตก ตามแนวสัน มีการม้วนตัวกลับเป็นแอ่งกราเบน ผาชันตอนบนสูงประมาณ ๒๐๐ - ๓๐๐ ฟุต โดยสรุปสาเหตุว่าเกิดจาก

๑. สภาพภูมิอากาศที่เปียกชื้น ทำให้หินผุพังที่อ่อน คือหินดินดานอิ่มตัวด้วยน้ำ เกิดเป็นลักษณะแบบผสมไคลน เกิดการเคลื่อนที่ลงมาทันทีทันใด

๒. ดินและหินบริเวณนี้ ง่ายต่อการดูดซึมน้ำ หินผุประกอบด้วย หินดินดาน หินซิลต์ และมีหินทรายอยู่ส่วนน้อย

๓. มีการพัฒนาของรอยแตก ด้านหน้าของบริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ (Krauskopf and others. ๑๙๓๙ : ๖๓๐ - ๖๔๘) จากการศึกษาของครอสคอพฟ และคนอื่น ๆ ครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของภูมิอากาศและลักษณะทางธรณีวิทยาต่อการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

แวกเนอร์ (Wagner) ได้ศึกษาการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในหุบผาชันของแม่น้ำลิตเติ้ลแซลมอน รัฐไอดาโฮ ได้ชี้ให้เห็นถึงความเสียหายที่เกิดจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ว่าได้ทำลายทางหลวงหลายแห่งและทับถมบริเวณทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ หุบผาชันถูกกษัยการโดยแม่น้ำ บริเวณนี้เคยมีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเก่าเกิดมาก่อน ได้ทิ้งร่องรอยบางอย่างให้เห็น เช่น เนินยักษ์ยอกกี้ แอ่งน้ำ หุบเขาเต็มไปด้วยเศษหินทรายดินเป็นจำนวนมาก การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นในครั้งหลัง เกิดบนด้านหน้าที่สูงชันของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเก่า ซึ่งเกิดจากการทับถมของเศษหินทรายดินที่ด้านหน้าการไหล ความยาวของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิประมาณ ๒,๐๐๐ ฟุต เป็นการวัดตลอดแนวที่เลื่อนไหล และยาว ๑,๘๐๐ ฟุต จากตอนปลายถึงผาชันด้านหน้า ระนาบที่เลื่อนไหลเป็นรูปช้อน และแผ่ขอบเขตลึก ด้านข้างเป็นรูปโค้งเว้าตามแนวบล็อกที่เคลื่อนที่ลงมา โดยได้แบ่งการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็น ๓ ส่วน ดังนี้

๑. พื้นที่คล้ายแอ่งในส่วนบน

๒. พื้นที่เป็นขั้น ๆ ใกล้ตอนกลาง

๓. พื้นที่ตอนปลาย

สำหรับพื้นที่คล้ายแอ่ง แวกเนอร์ สรุปว่าเป็นผลมาจาก เมื่อบล็อกของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิม้วนตัวกลับมากไปตามพื้นที่ลาดเท จึงมีลักษณะแอ่งที่ไม่ระบายน้ำเกิดขึ้น ซึ่งพื้นผิวดั้งเดิมนั้นมีหญ้าขึ้น ผาชันด้านหน้าของแอ่งมีความสูงแตกต่างกันไปตั้งแต่ ๖ - ๑๐ ฟุต ในส่วนพื้นที่เป็นขั้น บริเวณตอนกลางของบล็อก เขาสรุปว่าเกิดจากความแตกต่างในการปรับระดับระหว่างส่วนต่าง ๆ ของมวลที่เคลื่อนที่ไปยังส่วนปลายขั้นแต่ละขั้น แบ่งแยกจากกันอย่างเห็นได้ชัด มีรอยแตกแนวดิ่งที่มีรูปร่างและทิศทางเช่นเดียวกับระนาบของการเลื่อนไหล ซึ่งรอยแตกเหล่านี้มีความลึกประมาณ ๓ - ๑๐ ฟุต กว้างตั้งแต่ ๑ - ๓ ฟุต มีรอยเปิดอ้าของส่วนที่อยู่ต่ำลงมาแสดงให้เห็นถึงดินที่วางตัวอยู่ลึกตอนล่าง ซึ่งเป็นเศษหินทรายดินของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเก่า

ในส่วนพื้นที่ตอนปลายประกอบด้วยการแตกหักผุพังของหิน ดิน ดินที่มีหญ้าขึ้น (sod) ต้นไม้ต่าง ๆ จนกลายเป็นมวลที่ยุ่งเหยิง แม่น้ำลิตเติ้ลแซลมอนได้พัดพาเอาเศษหินทรายดินลงไปในแม่น้ำ เขาได้สรุปสาเหตุการเกิดว่า มาจากหลาย ๆ สาเหตุ เช่น การกษัยการของแม่น้ำ พอสรุปได้ดังนี้

๑. พื้นที่นี้เกิดจากวัตถุที่ไม่มั่นคง

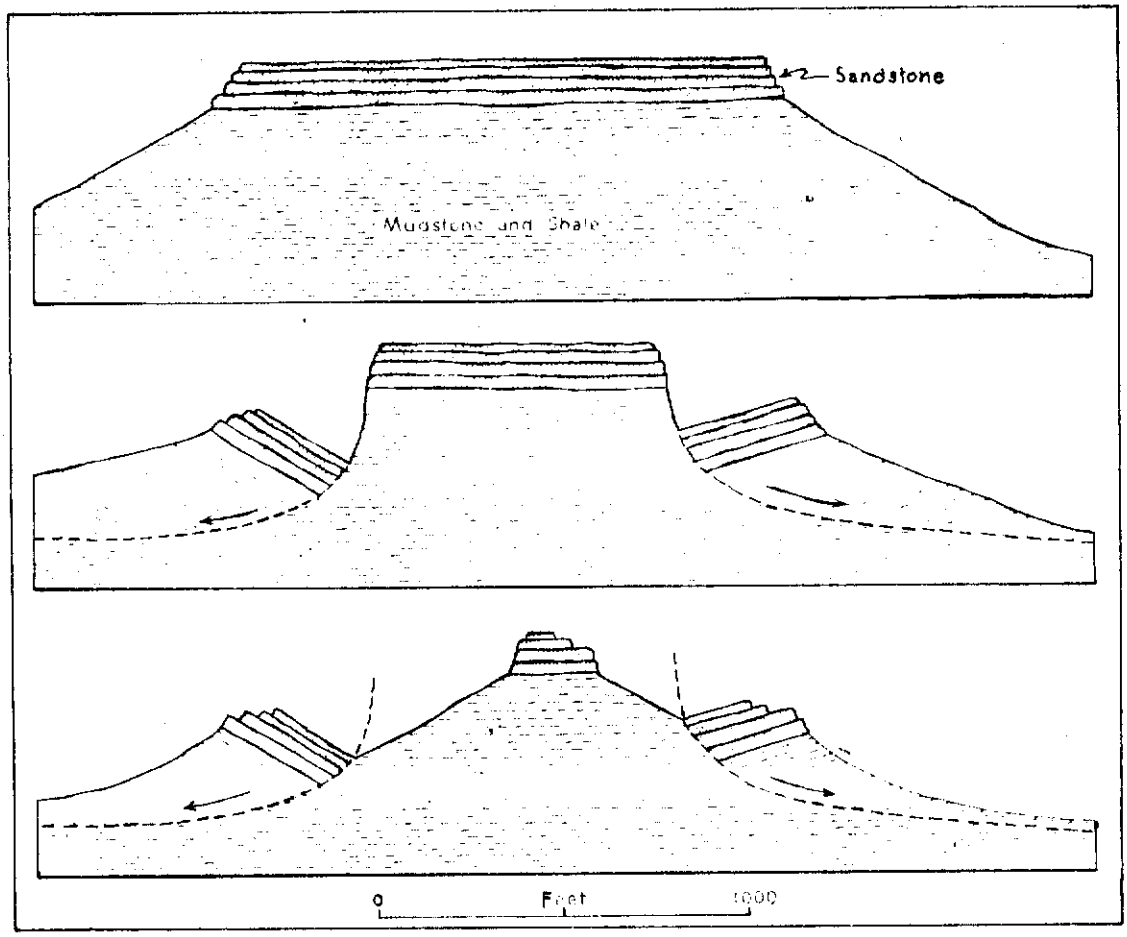
๒. เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของเศษหินทรายดินที่ทับถมอยู่ จากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเก่า

๓. พื้นที่นี้อิ่มตัวไปด้วยน้ำ จากการที่มีฝนตกหนักในฤดูใบไม้ผลิ และการละลายของหิมะบนที่สูงของพื้นที่นั้น

๔. คุณลักษณะของหินพื้นดั้งเดิม เป็นพวกไมก้าชิสต์ (micachist) ถูกกระทำโดยกระบวนการผุพังอยู่กับที่ได้ง่าย (Wagner. ๑๙๔๔ : ๓๙๙ - ๓๙๗)

จากผลการศึกษาของเรทซ์ (Reiche) ในเขตพื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของรัฐอริโซน่า อันเป็นเขตพื้นที่สงวนไว้สำหรับชาวอินเดียนแดงเผ่าโฮปี (Hopi) พบว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้น เป็นแบบบล็อก เรียกว่า โทเรวาบล็อก (Torava block)

มีการม้วนตัวกลับ แต่ไม่แตกหัก ยังคงรักษารูปทรงไว้ แนวสันมีความยาวมากกว่า ๑,๐๐๐ ฟุต มีการเคลื่อนที่ของมวลในแนวดิ่ง ประมาณ ๗๐ - ๒๐๐ ฟุต บล็อกม้วนตัวกลับประมาณ ๕ - ๑๕ ฟุต ในการเคลื่อนที่ของมวล มีค่าสูงสุดของการม้วนตัวกลับ ๑๔ องศา ยาว



ภาพประกอบ ๗ แสดงรูปแบบของโทเรวาบล็อก สิ่งที่น่าสังเกตคือเนินเมซา ถูกปกคลุมโดยหินทรายที่แข็งวางตัวอยู่บนหินดินดานและหินโคลน ซึ่งหินทั้งสองชนิดนี้ไม่สามารถที่จะรับน้ำหนักของหินทรายที่แข็งได้เกิดรอยแตกตามแนวโค้งระนาบแสดงในภาพกลาง เป็นผลให้บล็อกเคลื่อนที่เอียงกลับไปทางหลัง คงเหลือไว้แต่เนินเมซา ภาพสุดท้ายแสดงความสัมพันธ์ของโทเรวาบล็อกกันมวลที่อยู่ตอนกลางภายหลังมีการกษัยการเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ยาวนาน

(ที่มา : Leet and Judson. ๑๙๕๔ : ๔๘)

ประมาณ ๓๐๐ ฟุต และเอียง ๔๕ องศาไรเช่ พยายามหาความสัมพันธ์การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นกับส่วนของลานเศษหินรอบเขา (pediment) ที่ยังเหลืออยู่ (Reiche. ๑๙๓๗ : ๕๓๘ - ๕๔๔) เนินเมซาของบริเวณนี้ถูกปกคลุมโดยหินทรายที่มีความต้านทานและส่วนที่อยู่ข้างใต้เป็นหินดินดานและหินโคลนซึ่งมีมุมเอียงเท หินดินดานและหินโคลนที่อ่อนไม่สามารถรับน้ำหนักของหินทรายที่แข็งได้ พื้นที่ตอนปลายเอียงเป็นมุมแตกต่างกันระหว่าง ๑๕ - ๕๐ องศา (Leet and Judson. ๑๙๕๔ : ๙๗) เรทซ์ ได้สรุปสาเหตุการเกิดไว้ดังนี้

๑. การกระทำของน้ำใต้ดินบริเวณนี้ ทำให้หินดินดานและหินโคลนอิ่มตัวไปด้วยน้ำ

๒. มีการกษัยการเกิดขึ้นที่พื้นผิวของหินดินดานและหินโคลนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

๓. เกิดจากการกษัยการจากการไหลของน้ำในหุบผาชัน

๔. การที่มีรอยแตกเกิดขึ้นเป็นรูปโค้งในพื้นที่นี้

๕. พื้นที่นี้มีหินดินดานและหินโคลน วางตัวอยู่ใต้หินทรายที่แข็งและผาชันตรงส่วนล่างของหินทราย มีรอยแยกเกิดขึ้น (Reiche. ๑๙๓๗ : ๕๔๕ - ๕๔๘)

อิทธิพลของการกษัยการพื้นที่ในบริเวณพื้นที่ลาดเท เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ จากการศึกษาของมิทเชลล์ (Mitchell) ในเขตแซนซุยลี (Zanesuille) รัฐอริโซน่า พบว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากการกษัยการบนพื้นที่ลาดเทสองข้างทางหลวง ทำให้เกิดเป็นแอ่งหุบเขาที่ด้านหน้าของการเคลื่อนที่ ระบบการไหลของน้ำ ทำให้ไหล่ถนนถูกกษัยการ พื้นที่บริเวณนี้เป็นที่สูง (upland) มุมลาดเทที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ประมาณ ๓๙ - ๙๐ องศา ที่สูงนี้มีหิน ทราย หินดินดาน และดินเหนียววางตัวรองรับอยู่ข้างใต้ ถูกกระทำโดยกระบวนการผุพังอยู่กับที่ในระดับลึก และผุพังแตกสลายได้ง่ายในส่วนที่เป็นหินทราย ตอนปลายการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นสันลอน มีลักษณะเป็นแนวสันต่ำ ๆ ขนานไปกับด้านที่ถูกกษัยการตอนปลายสุดของการ

เคลื่อนที่มีหินดินตานและดินเหนียว แนวสันที่เกิดขึ้นมียอดแหลมคมแนวตั้ง แอ่งหุบเขาที่เกิดขึ้น มีความลึกตั้งแต่ ๕ - ๘ ฟุต กว้าง ๑๕ - ๑๘ ฟุต ปกคลุมไปด้วยวัตถุที่เป็นเหลี่ยม เขาได้แบ่งการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นเป็น ๓ ส่วน เช่นเดียวกับผลการศึกษาของแวกเนอร์คือ

๑. แอ่งหุบเขา ตรงพื้นที่ส่วนหน้าของการเลื่อนไหล

๒. แนวสันที่มียอดแหลมคม และส่วนของวัตถุแตกหักในตอนกลาง

๓. แนวสันที่ต่ำของดินไหลที่ตอนปลาย

ลักษณะของหินพื้นบริเวณที่สูงอ่อนตัวง่าย และมีรอยแยกเกิดขึ้นทั้งในหินดินตานและหินทราย ประกอบกับมีฝนตกหนัก เป็นเวลาหลายวันติดต่อกัน ก่อนที่การเลื่อนหลุดเป็นกะบิจะเกิดขึ้น ทำให้พื้นผิวบนของชั้นดินเหนียวอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ความเสียดทานระหว่างดินเหนียวลดลง จากการที่มีน้ำหนักมากเกินจึงเกิดแรงเสียดทานน้อยกว่าแรงโน้มถ่วง (Mitchell. ๑๙๙๑ : ๓๘๒ - ๓๙๑)

เกเซลี (Kesseli) ได้ศึกษาการเกิดดินลื่น (soil slip) ในเขตไคสต์แรงก์ (Coast Range) ในตอนกลางของแคลิฟอร์เนีย พบว่ามีเศษหินทรายดินอันเกิดจากดินลื่นมาทับถมอยู่ตอนปลายเป็นสันลอนของมวลรูปลิ้น (bulging tongue) ขนาดของแอ่งที่เกิดจากดินลื่น ใหญ่ที่สุดประมาณ ๒๔ x ๑๘ ฟุต ลึก ๕ ฟุต พื้นที่ของแอ่งมีมุมลาดเท ๑๐ องศา ไม่มีหินพื้นที่แอ่งแต่อย่างใด สำหรับมุมลาดเทในบริเวณที่เกิดดินลื่นประมาณ ๑๘ - ๒๕ องศา เกเซลี สรุปว่า อาจมีสาเหตุมาจาก

๑. มีการไหลซึมของน้ำฝนในระดับลึก ทำให้พื้นดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

๒. ดินชั้นบนเป็นดินเหนียว ขณะที่ชั้นล่างเป็นหินทรายที่หยาบ

๓. พื้นที่ลาดเท ถูกกัดการก่อนที่จะมีอัตราการเกิดมากนั้นปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ส่วนบน (top zone) เพิ่มขึ้นมาก จนถึงจุดวิกฤต ทำให้เกิดดินลื่นลงมาในขณะที่มีฝนตกหนัก

ดินลื่นที่เกิดขึ้นพบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและดินไหล บนพื้นที่ลาดเทเดียวกันในกรณีของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและดินไหล จะอยู่บนพื้นที่ลาดเทส่วนที่ต่ำกว่า ส่วนดินลื่นอยู่ส่วนบนของพื้นที่ลาดเท ดินลื่นจึงเกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดเทที่สูงชันกว่า แต่ก็เกิดบนพื้นที่ลาดเทเดียวกัน ร่องรอยของดินลื่นที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับชั้นริโกลิทเพียง $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ ของความลึกที่เกิดจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและดินไหลเท่านั้น

พื้นที่ลาดเทที่มีความลาดชันปานกลาง พบการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและดินไหล ขยายตัวอย่างกว้างขวางไม่มีดินลื่นเกิดขึ้น ในพื้นที่ลาดเทที่สูงชันกว่านั้น มีร่องรอยของดินลื่น การเลื่อนหลุดเป็นกะบิพบเกิดโดยทั่วไปบนพื้นที่ลาดเทที่มีหญ้าขึ้น แต่ไม่พบบริเวณที่มีป่าไม้โอ๊ต หรือบริเวณที่มีป่าสนขึ้นอยู่ ซึ่งรากของต้นไม้เหล่านี้ จะช่วยยึดริโกลิทได้ดีกว่ารากของพวกหญ้าและป่าละเมาะ (Kesseli. ๑๙๔๓ : ๓๙๒ - ๓๙๒)

ทริมเบิล (Trimble) ได้ศึกษาการเกิดดินถล่ม (soil slide) ในเขตที่ราบสูงมิสซูรี่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของรัฐดาโกต้าเหนือ ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบมากที่สุดของแผ่นดินถล่มในเขตนี้ ดินถล่มแต่ละแห่ง ประกอบด้วย ผาชัน ต่ำ เป็นแนวแบ่งมวลที่เคลื่อนที่ลงมาและไหลยาวไปตามพื้นที่ลาดเท บางแห่งมีผาชัน ๕ - ๑๐ แห่ง เกิดเป็นแนวร่องขยายจากฐาน ลักษณะของดินถล่ม มีลักษณะเป็นแผ่นบางของดิน หนาราว ๆ ๑๘ เซนติเมตร - ๑ เมตร เขาอธิบายว่า การเลื่อนไหลลงมาของดิน เกิดขึ้นเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ และดินชั้นบี ซึ่งเป็นชั้นที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ เป็นตัวส่งเสริมให้มีการพัฒนาของแรงที่เกิดจากการไหลซึมของน้ำบนพื้นที่ลาดเท เป็นการเพิ่มในน้ำหนักของดิน และทำให้แรงยึดของเม็ดดินลดลงด้วย (อ้างจาก Geological Survey Research. ๑๙๗๙ : ๒๕๓ - ๒๕๔)

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในเขตพาลอส เวอเดส ฮิลล์ นับเป็นความเสียหายครั้งสำคัญที่สุด ที่เคยเกิดในแคลิฟอร์เนีย ได้ทำลายบ้านเรือนมากกว่า ๑๐๐ หลังคาเรือน เริ่มเกิดในปี ค.ศ. ๑๙๕๖ และเกิดต่อเนื่องมาจนถึงทุกวันนี้ เศษหินทรายดินของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเก่า มีความกว้างถึง ๑,๑๐๐ เมตร และยาว ๑,๓๐๐ เมตร จากด้านหน้าถึงตอนปลาย

ผาชันที่ไหลสูงถึง ๑๕๐ เมตร มีการเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ของมวล มีความหนาสูงสุด ๘๐ เมตร ในส่วนพื้นที่ทางตะวันออกมีการเคลื่อนที่ของมวลไปไกลและเคลื่อนที่เร็วมากกว่าที่จะหยุดพัก เพราะอยู่ในเขตของการเฉือนบริเวณใกล้ ๆ กับหุบเขาโปตุกวิส (Portuguese) ค่าสูงสุดของการเคลื่อนที่ในแนวนอนจากปี ค.ศ. ๑๙๕๖ - ๑๙๗๐ ประมาณ ๕๐ เมตร และค่าสูงสุดของการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งประมาณ ๑๒ เมตร ความเร็วในแนวนอนได้ลดลง จากอัตราในระยะแรก ๓.๖ - ๗.๓ เมตรต่อปีในปี ค.ศ. ๑๙๕๖ - ๑๙๕๗ จนถึง ๑ - ๕ เมตรต่อปีในปี ค.ศ. ๑๙๖๑ ต่อมาอัตราเหลือคงที่ระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๖๑ - ๑๙๖๙ ภายหลังอัตราการเคลื่อนที่ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจเป็นผลมาจากการสะสมตัวของน้ำใต้ดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนที่ตก (Howard and Remson, ๑๙๗๙ : ๓๓ - ๓๕)

ผลจากการศึกษาของเมอเรียน (Merrian) พบว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นคลุมพื้นที่หลายเอเคอร์ มีพวกหินดินตานทับถมอยู่ลักษณะของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้น มีดินไหลเกิดขึ้นด้วย เคลื่อนที่ไปตามพื้นที่ลาดเท การเคลื่อนที่มีอัตราเพิ่มขึ้นในฤดูหนาว และลดลงในฤดูร้อน การศึกษา การเกิด รวมทั้งข้อมูล จากการเจาะหลุมที่มีความลึกเฉลี่ย ๑๖๕ ฟุต จำนวน ๖๒ แห่ง ทั้งตามแนวลึกและแนวนอน ผลจากการทดสอบดิน พบว่าสาเหตุที่อาจเป็นไปได้คือ

๑. เกิดจากน้ำหนัก ที่ด้านหน้าของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

จากพื้นที่ทางตะวันตกและตอนใต้ของบ้านที่อยู่อาศัย ๑๕๐ หลังคาเรือน จากถังส้วมและหลุมรองรับสิ่งโสโครกประมาณ ๓๒,๐๐๐ แกลลอน/วัน น้ำเหล่านี้ไหลซึมไปในระดับลึกแล้วกลับมายังพื้นผิวระเหยไป ทำให้เกิดการลดลงของแรงต้านทานการเฉือนตามพื้นผิวรอยแตก (Merrian. ๑๙๖๐ : ๑๕๐ - ๑๕๓)

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดใน เซนต์ จีน - เวียนเนย์ (Saint Jean - Vianney) ทางตอนใต้ของควิเบค เป็นเหตุให้มีผู้เสียชีวิต ๓๑ คน เนื่องจากเศษหินทรายดินแผ่ขยายไปท่วมหมู่บ้านเล็ก ๆ บริเวณนั้น เกิดเมื่อวันที่ ๔ พฤษภาคม ค.ศ. ๑๙๗๑ ดินเหนียวปริมาณ ๖.๔ x $๑๐^{๕}$ ลูกบาศก์เมตร ได้เคลื่อนที่ลงไปจากพื้นที่ ๒๖๘,๐๐๐ ตารางเมตร และไหลเป็นดินไหลลงสู่แม่น้ำเป็นระยะทาง ๒,๙๘๐ เมตร ได้ชะล้างทำลายสะพานสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ บริเวณนั้น เนื่องจากมีฝนตกหนักระหว่างฤดูใบไม้ผลิ ทำให้ดินเหนียวอิ่มตัวด้วยน้ำเป็นสาเหตุให้เกิดขึ้น (Twidale. ๑๙๗๖ : ๒๑๗)

บีตี้ (Beaty) ศึกษาผลของความชื้นต่อความมั่นคงของพื้นที่ลาดเทในเขตอัลเบอร์ต้าตอนใต้ (southern Alberta) แคนาดา พบว่า ปริมาณความชื้นได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการสร้างเขื่อนคูลี่ (Coulee) ในเขตนี้ โดยมีการไหลซึมของน้ำจากการขุดคูเพื่อการชลประทานในเวลาเพียง ๘ ปี เขาพบว่ามีร่องรอยของการพัฒนาการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นมากมาย พื้นที่ลาดเททั่วไปมีมุมลาดเทเฉลี่ยทั้งหมดประมาณ ๒๒ องศา พวกหินที่รองรับอยู่ข้างใต้เป็นเศษหินทรายดินที่ผุพังจากธารน้ำแข็ง ซึ่งเป็นพวกหินทรายและมีหินดินตานวางตัวอยู่ด้านบน หินทรายนั้นวางตัวในแนวนอน การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นเป็นลักษณะพิเศษที่เกิดจากมีการรับน้ำหนักมากเกินไป พื้นที่บริเวณนี้จัดเป็นพื้นที่รูปลอนคลื่น (undulating) พื้นผิวมีลักษณะคล้ายขั้นบันได มวลมีความหนาประมาณ ๔ - ๑๒ เมตร ความแตกต่างของการเคลื่อนที่ระหว่างบล็อก แต่ละส่วนทำให้เกิดภูมิประเทศที่ไม่เป็นระเบียบปนเปกันไป จากการศึกษาการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นมากกว่า ๑๐๐ ตัวอย่าง พบว่า ๗๕% เกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดเททางทิศเหนือ, ตะวันออกเฉียงเหนือ และทางตะวันออก (Beaty. ๑๙๗๑ : ๓๖๒ - ๓๖๖)

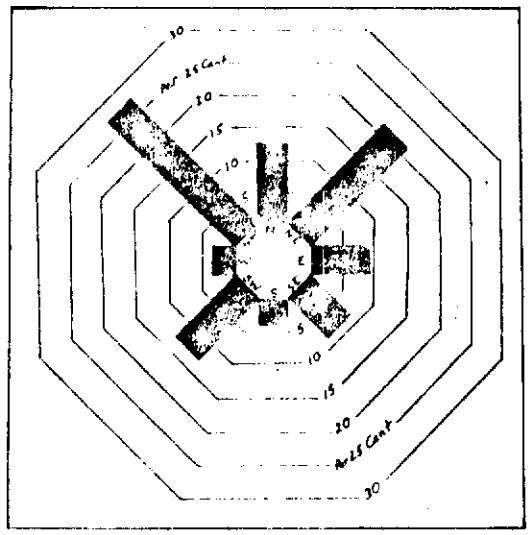
สิ่งปกคลุมบนพื้นที่ลาดเทหรือพืชพรรณจะช่วยป้องกันการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิได้ พื้นที่ลาดเทที่เปิดโล่งย่อมมีโอกาสที่จะเกิดได้ง่ายกว่าที่มีพืชพรรณปกคลุมอยู่ จากการศึกษาของบีตี้เช่นกัน ในเขตพื้นที่ทางตะวันออกของแคลิฟอร์เนีย เขาได้พยายามกำหนดความสัมพันธ์ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ลาดเทที่เปิดโล่ง พบว่า ๙๐% เกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดเทที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางเหนือ และไปทางตะวันออก เกิดขึ้นภายใต้พื้นที่ลาดเทเปิดโล่ง และ ๙๐% ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นในพื้นที่นี้เกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดเทที่เปิดโล่งน้อย เพราะอาจมีสภาวะเงื่อนไขต่าง ๆ ของโครงสร้าง, องค์ประกอบของหิน, พืชพรรณที่ปกคลุมอาจเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากกว่าสภาพที่เปิดโล่งต่อการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นในการศึกษาของบีตี้ได้เน้นถึงองค์ประกอบ ๒ ประการ คือ

๑. การเพิ่มขึ้นของสิ่งปกคลุมที่หนาของวัตถุที่ผุพัง

๒. น้ำในดินซึ่งมีมากเกินไป

จากจำนวนการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๑๑๒ บริเวณที่ศึกษามีขนาดแตกต่างกัน ตั้งแต่ ๑๐ x ๑๕ ฟุต จนถึง ๒๐ x ๕๐๐ ฟุต และส่วนใหญ่เกิดบนพื้นที่ลาดเทที่มีหญ้าขึ้น ที่พบในสภาพป่าละเมาะมี ๑๕ บริเวณ การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดมาไม่นานนี้ ผาชันตอนบนยังไม่ถูกปกคลุมด้วยพืชพรรณ จำนวน ๗๙ บริเวณหรือ ๗๐% อยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือ, ทางเหนือ, ทางตะวันออกเฉียงเหนือ และทางตะวันออก และที่เหลืออีก ๑๔ แห่ง เกิดด้านตะวันออกเฉียงใต้ ทางใต้ ทางตะวันตกเฉียงใต้ และทางตะวันตก

บีตี้พบว่ามีความสัมพันธ์กันเพียงเล็กน้อย ระหว่างสภาพพื้นที่เปิดโล่งและพืชพรรณที่ปกคลุมอยู่บนพื้นที่ลาดเทในบริเวณที่มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้น แต่มีความสัมพันธ์กันอย่างสูงระหว่างการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นกับบนพื้นผิวที่เปิดโล่งน้อยทางตะวันออก ซึ่งสัมพันธ์กับการพัดผ่านของพายุไซโคลน การสะสมตัวในปริมาณน้ำบนพื้นที่ลาดเทเปิดโล่งบางแห่งและสภาวะที่มีฝนตกกับช่วงแห้งแล้งสลับกัน ประกอบกับในช่วงเดือนต่าง ๆ ของฤดูหนาวพื้นที่ลาดเทในซีกโลกด้านเหนือได้รับพลังงานแสงอาทิตย์น้อยกว่าและเปียกชื้นมากในฤดูฝน (Beaty. ๑๙๕๖ : ๗๐ - ๗๓)



ภาพประกอบ ๘ แสดงทิศทางของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้น และจำนวนเปอร์เซ็นต์ของการกระจาย

ทิศทางการเคลื่อนที่ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบินบนพื้นที่ลาดเทมีดังนี้

ทางตะวันตกเฉียงเหนือ	๓๐	แห่ง
ทางตะวันออกเฉียงเหนือ	๓๐	แห่ง
ทางตะวันตกเฉียงใต้	๑๕	แห่ง
ทางเหนือ	๑๔	แห่ง
ทางตะวันออก	๑๐	แห่ง
ทางตะวันออกเฉียงใต้	๑๐	แห่ง
ทางใต้	๕	แห่ง
ทางตะวันตก	๔	แห่ง
รวม	๑๑๒	แห่ง

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในตอนกลางของโอตาโก้ (Otago) และบริเวณคาบสมุทรแบงค์ (Banks Penisula) ในนิวซีแลนด์ มีพื้นที่ลาดเทจำนวนมากที่มีร่องรอยและเนินยัมมอกกี้ เพราะมีการพัฒนาตัวอย่างมากมายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ สภาวะที่เป็นสาเหตุให้เกิดในเขตนี้คือ หินพื้น ซึ่งเป็นหินไมก้าชิสต์กระจายกว้างขวางทั่วไปและผุพังอยู่กับที่เป็นดินเหนียว ประกอบกับปริมาณน้ำฝ่ามีมากจากการที่มีฝนตกหนักในระหว่างฤดูร้อนก็มีหิมะละลายจากทุ่งน้ำแข็ง การกษัยการในระดับลึกบนพื้นที่ลาดเทที่สูงชัน และที่รู้จักกันดีที่สุดคือ การทำลายพืชพรรณโดยมนุษย์ อันเป็นสาเหตุให้การเลื่อนหลุดเป็นกะบิและดินไหลเกิดขึ้นดังกล่าว ในฮาวายเป็นตัวอย่างที่มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและดินไหล เกิดขึ้นร่วม ๒๐๐ แห่ง ได้พัฒนาขึ้นตลอด ๘ ปีที่ผ่านมา ในเขตพื้นที่นี้มีพื้นที่ลาดเทที่ชันประมาณ ๔๐ องศา กลุ่มพื้นที่ที่เกิดถึง ๔๐ ตารางกิโลเมตร เป็นผลให้มีการพัดพาเศษหินทรายดินออกไปจากพื้นที่นั้นทุกปี (Twidale. ๑๙๗๖ : ๒๒ - ๒๒๕) พื้นที่ฟาร์มหลายแห่งในรัฐเนวาด้ามีปัญหาเกิดขึ้นมาก เนื่องจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นตลอดที่สูงของพื้นที่ฟาร์ม เป็นปัญหาที่สร้างความยุ่งยากสำหรับผู้ที่เป็นเจ้าของฟาร์มอย่างยิ่ง (Legget. ๑๙๖๗ : ๓๙๕ - ๓๙๖)

ในแคนนาดาพื้นที่ลุ่มแม่น้ำลีเวอร์ (Lievre) ทางเหนือของบัคกิ้งแฮม (Buckingham) มีพื้นที่ประมาณ ๑๐๐ เอเคอร์ ได้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและเคลื่อนที่ลงไปในแม่น้ำ ลานตะพักดินเหนียว (clay terrace) ที่วางตัวอยู่บนหินแข็งอิ่มตัวด้วยน้ำภายหลังที่มีฝนตกหนักอยู่หลายวัน จึงเกิดการเคลื่อนที่ลงมาภายใต้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น การเคลื่อนที่ของมวลดินเหนียวขนาดใหญ่ได้ผลักดันไปยังฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำสูงถึง ๒๕ ฟุต (Emmons and others. ๑๙๖๐ : ๒๐๐) กรณีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในเขตบิกเซอ (Big Sur) แคลิฟอร์เนีย ในเดือนกันยายน ค.ศ. ๑๙๗๒ ได้เกิดพายุฝนตกลงมาอย่างหนาแน่น ทำให้พื้นที่ลาดเทอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากป่าละเมาะได้ถูกทำลายไป เพราะผู้ที่อาศัยในเขตนั้นได้ทำลายป่าและจุดไฟเผาในช่วงฤดูร้อนก่อนหน้านั้น เป็นผลให้พื้นที่ลาดเทเปิดโล่ง

ทำให้เกิดการอิ่มตัวในหินและดิน เป็นผลให้เศษหินทรายดินไหลไปตามแม่น้ำที่อยู่ตอนล่างได้ ทำลายสิ่งต่าง ๆ ต่อมาได้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิขึ้นอีกภายหลังจากที่มีฝนตกหนัก (Watkins, Bottino and Morisawa. ๑๙๗๕ : ๖๘๓)

จากการศึกษาของแคมเบลล์ (Campbell) พบว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดบริเวณภูเขาซานตา มอนิก้า (Santa Monica) และเขตบริเวณใกล้เคียง เกิดขึ้นในช่วงที่มีพายุฝนตกหนักในช่วงวันที่ฝนตกหนัก เป็นเหตุให้มีผู้เสียชีวิต ๑๒ คน การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดโดยทั่วไป มีอัตราส่วนความยาว/ความหนามากกว่า ๑๐ ต่อ ๑ ตามรูปแบบของสแคมป์ตันและฮัทชินสัน พื้นที่ลาดเทเป็นจำนวนมาก มีมุมลาดเทมากกว่า ๓๐ องศา บางแห่งมีมุมลาดเทถึง ๔๖ องศาที่เป็นหน้าผาสูงชันก็มี จากการตรวจสอบวัตถุแม่ดินพบว่าเป็นลักษณะของดินเชิงเขา วางตัวอยู่บนหินดินดาน หินทราย และหินภูเขาไฟ ความหนาของดินเชิงเขาที่ทับถมอยู่บนพื้นที่ลาดเทประมาณ ๑ - ๕ ฟุต มีร่องรอยของการชะล้างเป็นแผ่น เนื่องจากน้ำไหลบ่าบนผิวดิน

แคมเบลล์ ยังพบอีกว่า พื้นที่บริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ก่อนหน้านี้ได้มีการเผาป่าไม้พุ่ม จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดิน การเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดเทที่ถูกทำลายตลอด จากอิทธิพลของไฟได้ทำลายรากต้นไม้ที่อยู่ในระดับต้น ทำให้พื้นผิวดินเปิดโล่งไม่มีสิ่งปกคลุม เกิดการกษัยการของดินและมีการชะล้างเป็นแผ่นจำนวนมาก (อ้างจาก Utgard, Mckenzie and Foley. ๑๙๗๘ : ๕๗ - ๖๗)

ในการศึกษาของบริกก์และคนอื่น ๆ (Briggs and others) พบว่าในเขตอัลเลเกนี (Allegheny) รัฐเพนซิลวาเนีย มีปัญหาแผ่นดินถล่มเกิดมากที่สุด รูปแบบที่พบมากที่สุดคือ การเลื่อนหลุดเป็นกะบิ พบโดยทั่วไปในเขตที่อยู่อาศัย ทางรถไฟ ทางหลวง และ ๙๐% ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในเขตนี้ มีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เนื่องจากทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบนพื้นที่ลาดเท ทำให้พื้นที่อ่อนไหวง่ายต่อการเกิด เมื่อมนุษย์เป็นต้นเหตุดังนั้นก็ควรสามารถควบคุมป้องกันหรือระมัดระวังในการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม (อ้างจาก Utgard, Mckenzie and Foley. ๑๙๗๘ : ๗๑ - ๘๐)

เกี่ยวกับลักษณะของหน้าตัดพื้นที่ลาดเท (slope profile) ที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิน้ัน จากการศึกษาของรีเจอร์ (Reger) บนพื้นที่ลาดเทเปิดโล่งที่ถูกทำลายของพื้นผิวเหม็องแร่ตามเส้นชั้นความสูง ในเขตแฮริสัน (Harrison) รัฐเวอร์จิเนียตะวันตก พบว่าการเลื่อนหลุดที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางธรณีสัณฐานและอุทกวิทยา สาเหตุประการแรกเกิดจากการที่มีน้ำเป็นจำนวนมากเกินไปจากการไหลซึมและมีการซึมไปใต้พื้นดิน รีเจอร์ได้แบ่งพื้นที่ลาดเทที่เปิดโล่งเป็น ๒ ส่วน คือ ส่วนที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ และส่วนที่ไม่มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้น ในส่วนของพื้นที่ลาดเทที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ จะมีลักษณะทั้งเส้นชั้นความสูงและหน้าตัดของพื้นที่ลาดเทเป็นรูปโค้งเว้า มีโซนการซึม (seepage zone) ระดับของการอิ่มตัวสูง และความสามารถในการไหลซึมมีตั้งแต่ปานกลางถึงสูง ส่วนพื้นที่ลาดเทที่ไม่มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้น จะมีเส้นชั้นความสูงและหน้าตัดเป็นรูปโค้งนูนซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะที่ไม่เหมือนกัน และมีอัตราของการไหลซึมทั้งหมดต่ำสุดและอัตรากษัยการต่ำสุดด้วย การไหลบ่า แพร่กระจายออกไป เป็นไปได้ที่องค์ประกอบทางด้านมนุษย์ทำให้เกิดการสะสมตัวของน้ำบนพื้นที่ลาดเท ตลอดเวลาที่ผ่านมาทำให้ดินมีความชื้นสูง ทำให้มีร่องน้ำ (gully) เกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดเท ปริมาณความชื้นและระดับของการอิ่มตัว จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความสัมพันธ์กับการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้น (Reger. ๑๙๗๗ : ๑๒๒๒)

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนของการศึกษาดังนี้

๑. การเลือกบริเวณศึกษา

๒. การสร้างรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเท บริเวณเนินเขาที่มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๓. การศึกษารูปแบบและสัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๔. การศึกษาองค์ประกอบบางอย่างที่อาจเป็นตัวสนับสนุนการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๑. การเลือกบริเวณศึกษา เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นโดยทั่วไป เป็นจำนวนมากมาย เป็นการยากที่จะศึกษาให้ครบทุกบริเวณ จึงจำเป็นต้องเลือกศึกษาเป็นบางบริเวณ โดยกำหนดจำนวนที่ศึกษา ๑๐ บริเวณ ในการกำหนดบริเวณที่ศึกษานั้น ใช้ภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ ประกอบกับการตรวจสอบในภาคสนาม

๑.๑ อุปกรณ์และเครื่องมือ

๑.๑.๑ ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน ๑ : ๑๕,๐๐๐ ในบริเวณที่ศึกษาจากกรมแผนที่ทหาร

๑.๑.๒ แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน ๑ : ๕๐,๐๐๐ ระวาง ๕๒๕๓ II และ ๕๒๔๒ I จากกรมแผนที่ทหาร

๑.๑.๓ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลภาพและเครื่องมืออื่น ๆ

๒. การสร้างรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเท และแผนที่พื้นที่ลาดเท หลังจากกำหนดบริเวณที่ศึกษาไว้แล้ว ก็จะสร้างรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเทโดยการวัดและศึกษาจากภาคสนาม ภาพถ่ายทางอากาศ และแผนที่ภูมิประเทศ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิเคราะห์การเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่นี้ต่อไปโดยมีขั้นตอนในการสร้างแผนที่ดังนี้

๒.๑ อุปกรณ์และเครื่องมือ

๒.๑.๑ ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน ๑ : ๑๕,๐๐๐ จากกรมแผนที่ทหาร

๒.๑.๒ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลภาพ เช่น กล้องสามมิติกระจก

๒.๑.๓ แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน ๑ : ๕๐,๐๐๐ ระวาง ๕๒๕๓ II และ ๕๒๔๒ I จากกรมแผนที่ทหาร

๒.๑.๔ เครื่องมือเขียนแผนที่และอุปกรณ์อื่น ๆ

๒.๒ ขั้นตอนในการดำเนินงานและสร้างแผนที่

๒.๒.๑ การวิเคราะห์และแปลความหมายจากภาพ

๒.๒.๒ การวัดทำแผนที่ต้นร่างและขยาย

๒.๒.๓ การวัดลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเท จากภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ และวัดตรวจสอบจากภูมิประเทศจริงในภาคสนาม

๒.๒.๔ การสร้างรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเท และแผนที่พื้นที่ลาดเทขั้นสมบูรณ์

๒.๓ การวิเคราะห์และอภิปรายผล ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทบริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ โดยใช้รูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเทประกอบกับการศึกษาในภูมิประเทศจริงในภาคสนาม

๓. การศึกษารูปแบบและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ เพื่อศึกษาว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่นี้มีรูปแบบอย่างไร ขนาดของสัณฐานต่าง ๆ มีขนาดเท่าใด โดยศึกษาจากภาคสนาม มีขั้นตอนดังนี้

๓.๑ อุปกรณ์และเครื่องมือ

๓.๑.๑ แผนที่หน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเท

๓.๑.๒ เทปวัดระยะ

๓.๑.๓ เข็มทิศ กล้องถ่ายรูป

๓.๑.๔ เครื่องวัดความลาดเทแบบแอบนี (Abney level)

๓.๑.๕ แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน ๑ : ๕๐,๐๐๐ ระวาง ๕๒๔๓ II และ ๕๒๔๒ I จากกรมแผนที่ทหาร

๓.๑.๖ ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน ๑ : ๑๕,๐๐๐ จากกรมแผนที่ทหาร

๓.๑.๗ เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

๓.๒ การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลจากภาคสนาม เกี่ยวกับรูปแบบ ความกว้าง ความยาว ความลึก มุมลาดเท และทิศทางการเคลื่อนที่

๓.๓ การจัดกระทำข้อมูล

๓.๓.๑ ตรวจสอบ จำแนก และรวบรวมข้อมูลเป็นหมวดหมู่

๓.๓.๒ การวิเคราะห์ข้อมูลตามที่เก็บรวบรวมไว้

๓.๔ การวิเคราะห์และอภิปรายผลในรูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ขนาดของสัณฐานต่าง ๆ

๔. ในการศึกษาองค์ประกอบบางอย่าง ที่อาจสนับสนุนการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ มีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

๔.๑ อุปกรณ์และเครื่องมือ

๔.๑.๑ พลั่ว จอบ สว่านเจาะดิน ฆ้อน ถุงพลาสติกใส่ดิน

๔.๑.๒ เทปวัดระยะ กล้องถ่ายรูป

๔.๑.๓ แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน ๑ : ๒๕๐,๐๐๐ ระวางจังหวัดเพชรบูรณ์ จากกรมแผนที่ทหาร

๔.๑.๔ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องแก้ว สารเคมีต่าง ๆ ตู้อบดิน น้ำกลั่น หม้อความดัน ตาชั่งดิน ปรอท ฯลฯ

๔.๑.๕ เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

๔.๒ การเก็บรวบรวมข้อมูล

๔.๒.๑ เก็บข้อมูลจากภาคสนามดังต่อไปนี้ เก็บดิน ตามความลึกบริเวณตอนบน ตอนกลาง และตอนปลายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

สำหรับการตรวจสอบ ชนิดหินและเศษหิน ใช้วิธีการตรวจสอบในภาคสนาม

๔.๒.๒ การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคของดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของดินตามสภาพแห้งในบรรยากาศ หรือค่าที่ ๑๕ บาร์ การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในค่าที่ $\frac{1}{10}$ บาร์ การวิเคราะห์หาค่าจุดอิ่มตัวของดิน การวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นรวมของดินและการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

๔.๓ การวิเคราะห์และอภิปรายผลองค์ประกอบบางอย่าง ที่อาจเป็นตัวสนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

บทที่ ๔

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้แบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

๑. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับบริเวณที่ศึกษามีดังนี้

๑.๑ ลักษณะทางธรณีวิทยา

๑.๒ ลักษณะภูมิอากาศ

๑.๓ สภาพพื้นที่และการใช้ที่ดิน

๒. วิเคราะห์ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๓. วิเคราะห์รูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๔. วิเคราะห์องค์ประกอบบางอย่างที่อาจสนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๑. <u>วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับบริเวณที่ศึกษา</u>

๑.๑ ลักษณะทางธรณีวิทยา

พื้นที่บริเวณที่ศึกษาอยู่ทางเหนือของแอ่งเพชรบูรณ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแอ่งยาวแคบ ๆ ในแนวเหนือใต้ พื้นที่บริเวณนี้จัดอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ประกอบด้วย หน่วยหินที่สำคัญ ๒ หน่วยคือ หน่วยหินชุด อุมกะทาด (Um Ka That Formation) และหน่วยหินชุดห้วยหินลาด (Huai Hin Lat Formation) สำหรับหน่วยหินชุดห้วยหินลาด มีอายุน้อยกว่าหน่วยหินชุดอุมกะทาด ในหน่วยหินอุมกะทาดนั้น หินมีลักษณะเป็นชั้นที่หนาอย่างต่อเนื่องระหว่างชั้นของหินโคลนและเกรย์แวค (graywacke) ลักษณะภูมิประเทศที่แสดงโดยหน่วยหินชุดอุมกะทาดที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมคือ พื้นที่ลูกคลื่นลอนตาดระดับสูง

สำหรับเขตพื้นที่บ้านศิลา อันเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน หน่วยหินที่ปกคลุมบริเวณนี้คือ หน่วยหินชุดห้วยหินลาด ซึ่งมีอายุมากที่สุดของกลุ่มหินโคราช อยู่ในยุคไตรแอสสิก ตอนบนลักษณะภูมิประเทศที่พบคือ ภูเขาที่ยอดค่อนข้างเรียบ หินต่าง ๆ ของหน่วยหินชุดห้วยหินลาด ส่วนใหญ่เป็นหินทราย กึ่งอาร์โคสและอาร์โคส รองลงมาเป็นหินซิลต์

และหินดินดานอยู่ระหว่างชั้นเหล่านี้ มีสีแตกต่างกันไป ตั้งแต่สีแดง ม่วง น้ำตาล เทาอ่อน จนถึงสีเทาเขียว หน่วยหินนี้ส่วนใหญ่มีสภาพที่เปิดโล่งหลายแห่ง เช่น ที่โคกดินแดง โคกภูฮวก โคกสี โคกทับตวาย และเขาสามสีม่อนเขียว หน่วยหินชุดห้วยหินลาด ในพื้นที่นี้มีการโก่งตัวน้อย ถึงปานกลาง ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ถึงตะวันตกเฉียงใต้ ตามเขตแดนระหว่างหน่วยหินชุดห้วยหินลาด และหน่วยหินชุดภูกระดาด มีหินกรวดมน เช่นที่ ห้วยอีฮิน และที่บ้านหนองเขียว สำหรับหน่วยหินชุดภูกระดาดส่วนใหญ่เป็นส่วนประกอบของแนวโก่งตัวที่เป็นแนวยาวติดต่อกันไป มีทิศทางตั้งแต่ทางเหนือ - ตะวันออกเฉียงเหนือ ถึงทางเหนือ - ตะวันตกเฉียงเหนือ ในขณะที่หน่วยหินห้วยหินลาดเป็นแนวโก่งตัวลูกคลื่นลอนลาด (undulated folds) ในทิศทางตะวันออก - ตะวันออกเฉียงเหนือ (Khantaprab and others. ๑๙๘๑ : ๑๖ - ๒๙)

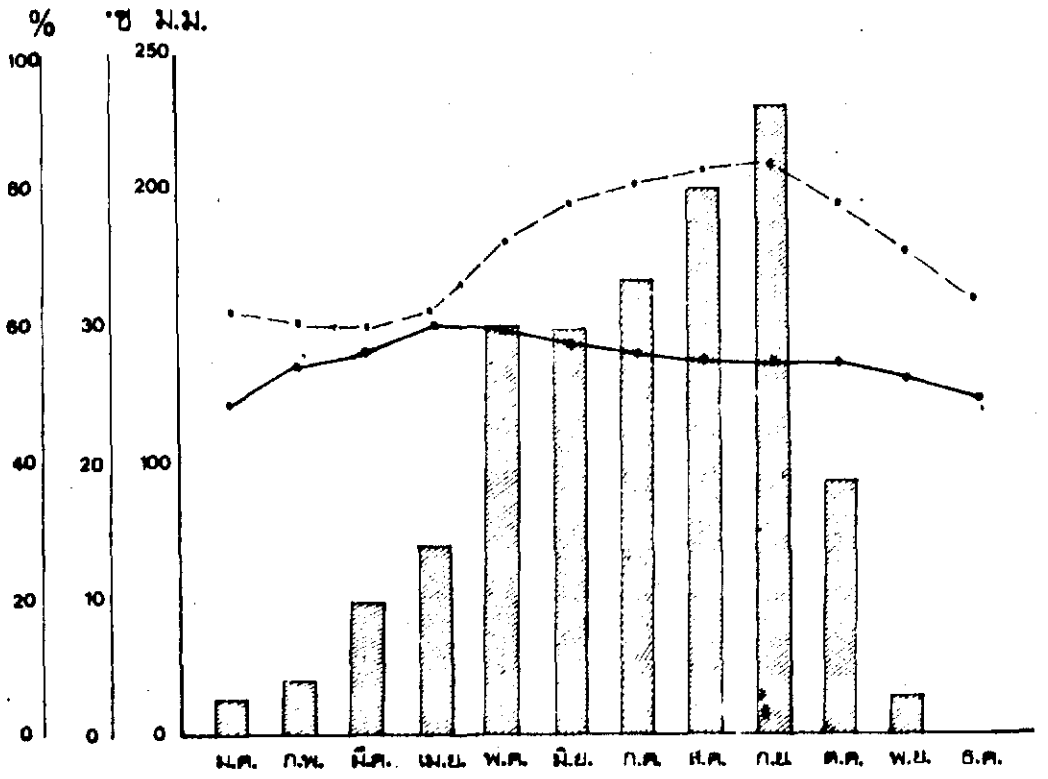
๑.๒ ภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไปของจังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ในช่วง ๒๕ ปีแล้ว มีภูมิอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู หรือ Aw ตามการจำแนกภูมิอากาศของคอปเปน (Koppen) (ชวัช บุรีรักษ์ ๒๕๒๐ : ๑๕๙ - ๑๗๐) หมายถึง เป็นลักษณะอากาศที่ร้อนตลอดปี มีบางฤดูที่แห้งแล้ง เนื่องจากอยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นในช่วงที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ได้นำความชื้นมา ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม จึงทำให้มีฝนตกกระจายโดยทั่วไป ช่วงนี้เป็นฤดูฝน เมื่อลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อ่อนกำลังลง ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากตอนกลางของทวีปเอเชีย จะเริ่มพัดเข้ามาแทนที่ ส่วนใหญ่นำความหนาวเย็นและแห้งแล้งมาให้ ซึ่งเริ่มราวเดือนพฤศจิกายน ถึงกุมภาพันธ์ทำให้ลักษณะอากาศโดยทั่วไปแห้งแล้ง หนาวเย็น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของจังหวัดเพชรบูรณ์ในรอบ ๒๕ ปี เท่ากับ ๑,๑๖๗.๑ มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกเฉลี่ยมากที่สุดคือ กันยายนในช่วงนี้ยังมีอิทธิพลของพายุดีเปรสชั่นมาเกี่ยวข้องด้วย ทำให้ฝนตกมากกว่าทุก ๆ เดือน

ตาราง ๑ แสดงสถิติน้ำฝน และอุณหภูมิของจังหวัดเพชรบูรณ์ เฉลี่ย ๒๕ ปี (พ.ศ. ๒๔๙๕ - ๒๕๑๘)

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิองศาเซลเซียส (°C)
มกราคม	๑๓.๓	๖๒	๒๔.๗
กุมภาพันธ์	๒๐.๘	๖๐	๒๗.๓
มีนาคม	๔๘.๒	๖๑	๒๘.๒
เมษายน	๗๐.๔	๖๒	๓๐.๓
พฤษภาคม	๑๕๐.๓	๗๒	๒๔.๙
มิถุนายน	๑๔๔.๘	๗๘	๒๘.๗
กรกฎาคม	๑๗๑.๓	๘๑	๒๘.๐
สิงหาคม	๒๐๑.๔	๘๓	๒๗.๕
กันยายน	๒๓๑.๒	๘๕	๒๗.๑
ตุลาคม	๔๔.๕	๗๙	๒๗.๘
พฤศจิกายน	๑๔.๓	๗๑	๒๖.๑
ธันวาคม	๒.๒	๖๕	๒๕.๕
รวมทั้งปี	๑,๑๖๗.๑	๗๑	๒๗.๖

(ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)



แผนภูมิ ๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพันธ์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ของจังหวัดเพชรบูรณ์ เฉลี่ย ๒๕ ปี (พ.ศ. ๒๔๔๔ - ๒๕๑๘)

ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

อุณหภูมิ (°ซ)

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ม.ม.)

(ที่มา : ประถม อัตตนาถ และคนอื่น ๆ ๒๕๒๒ : ๖)

เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิ เห็นได้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยสูงตลอดปี แม้แต่เดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุด คือเดือนธันวาคม มีอุณหภูมิเฉลี่ยถึง ๒๔.๕ องศาเซลเซียส เดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดคือเดือนเมษายน มีค่าเท่ากับ ๓๐.๓ องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ ๒๗.๖ เซลเซียส จึงเห็นได้ว่าในช่วงฤดูหนาวกับฤดูฝนพิสัยของอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนัก

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบปีสูงถึง ๗๑% ช่วงที่แห้งแล้ง จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าช่วงที่มีฝนตก ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณฝน (จากแผนภูมิ ๑) เดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดคือเดือนกันยายน เท่ากับ ๘๔% ซึ่งเป็นเดือนที่มีฝนตกเฉลี่ยมากที่สุดเช่นกัน ส่วนเดือนที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยน้อยที่สุดคือ เดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม เท่ากับ ๖๐% ซึ่งเป็นเดือนที่อากาศแห้งแล้ง พิสัยความชื้นแตกต่างกันถึง ๒๔%

สำหรับการจำแนกประเภทภูมิอากาศตามระบบของธอนธเวท (Thronthwaite) (ดังตารางที่ ๒) กล่าวได้ว่าจังหวัดเพชรบูรณ์มีภูมิอากาศประเภท $C_1A'da'$ ซึ่งหมายความว่าจังหวัดเพชรบูรณ์ มีอากาศเป็นพวกกึ่งชื้นแบบแห้ง โดยมีช่วงกลางวันยาวในฤดูร้อน และกลางวันสั้นในฤดูหนาว มีช่วงน้ำเกินพอเพียงเล็กน้อย ค่าของอุณหภูมิมีความแตกต่างกันมากในช่วงแต่ละฤดู ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีสูงกว่า ๒๓ องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกับค่าปริมาณการระเหยน้ำและการคายน้ำ จากตารางที่ ๒ และแผนภูมิที่ ๒ จะเห็นได้ว่าระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายนนั้น ค่าศักย์ของการระเหยและการคายน้ำจะมีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำฝนซึ่งหมายความว่าดินและพืชจะขาดน้ำหรือดินจะอยู่ในสภาพดินแห้ง ต่อมาในเดือนกรกฎาคมนั้นปริมาณน้ำฝนจะมากกว่าค่าการระเหยและการคายน้ำแต่ไม่มากกว่าค่าการอิ่มตัวของน้ำในดิน ดังนั้นน้ำฝนจึงถูกดินเก็บไว้หมด ในเดือนสิงหาคมปริมาณน้ำฝนตกมากกว่าการระเหยและการคายน้ำ และค่าความชื้นของดินมีถึง ๑๐๐ มิลลิเมตร (ดินอิ่มตัวด้วยน้ำได้เพียง ๑๐๐ มิลลิเมตร) ดังนั้นจึงมีน้ำมากเกินพอ ๗.๔ มิลลิเมตร ในเดือนกันยายน ดินยังอิ่มตัวด้วยน้ำ และมีน้ำเหลือมากพอที่จะไหลบ่าไปบน

ตาราง ๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกับค่าศักย์ของการระเหยน้ำ และตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณหาประเภทอุณหภูมิอากาศตามระบบของ Thornthwaite

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ค่าศักย์ของการระเหยน้ำและการคายน้ำ (P.E.I) (ม.ม.)	77	115	155	215	175	158	161	152	146	138	106	66	1673 (a)
ค่าปริมาณการระเหยน้ำและการคายน้ำ (E.T.) (ม.ม.)	77	56	47	75	160	158	161	152	146	138	79	0	-
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ม.ม.)	13.0	20.5	48.2	70.5	150.3	149.4	171.3	200.9	231.2	94.5	14.3	2.2	1167.1
การขาดน้ำ (water Difficiency)	0	59	109	140	15	0	0	0	0	0	30	66	419 (d)
ค่าความชื้นที่ดูดเก็บไว้ในดิน (ม.ม.) (Soil moisture storage)	33	0	0	0	0	25	59	100	100	57	0	0	-
ค่าความชื้นที่เปลี่ยนไป (ม.ม.) (storage)	+ 33	-33	0	0	0	+ 25	+ 34	+ 41	0	- 43	- 57	0	-
ปริมาณน้ำที่มากเกินพอ (Water surplus)	0	0	0	0	0	0	0	7.9	85.2	0	0	0	93.1 (s)

ผลรวมของส่วนที่เป็นผลบวกระหว่างปริมาณน้ำฝนและศักย์ของการระเหยน้ำและการคายน้ำ (Σ Positive P-PET) = 794.1 มม.

ผลรวมของส่วนที่เป็นผลลบระหว่างปริมาณน้ำฝนและศักย์ของการระเหยน้ำและการคายน้ำ (Σ Negative P-PET) = 134.1 มม.

ค่าดัชนีของความแห้งแล้ง (Aridity Index) Ia = 25.03 %
ค่าดัชนีของความชุ่มชื้น (Humidity Index) Ih = 5.57 %
ค่าดัชนีของความชื้น (Moisture Index) Im = -9.45 %
} Index C_{1d}

ค่าประสิทธิภาพของอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับการระเหยและการคายน้ำตลอดปี (Thermal efficiency),n = 1670 ม.ม. Index A'

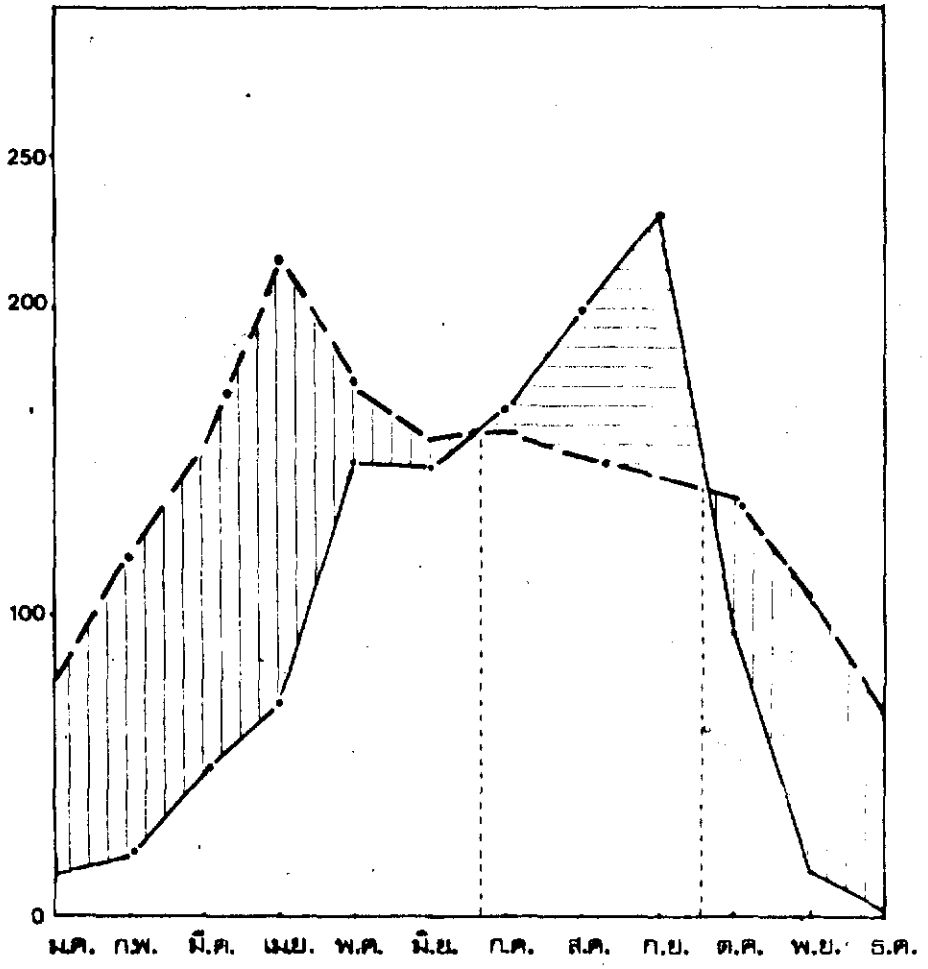
ค่าประสิทธิภาพของอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับการระเหยและการคายน้ำในช่วงฤดูร้อน (Summer Concentration of thermal efficiency),SC = 32.8 % Index a'

ประเภทอุณหภูมิของจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นแบบ C_1 A' d a'

หมายเหตุ : ค่า P.E.T. E,timate E.T. และ Soil moisture storage ได้จากการวิเคราะห์ค่า Potential evapotranspiration และ Soil moisture storage ของหอสังเกตการณ์เกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา

(ที่มา : ประถม อัตตนาถ และคนอื่น ๒๕๒๒ : ๘)

แผนภูมิ 2 แสดงช่วงขาดน้ำและช่วงน้ำมากเกินพอ ของจังหวัดเพชรบูรณ์



(ที่มา : ประถม อุตตนาถ และคนอื่น ๆ ๒๕๒๒ : ๙)

ผิวดิน แต่ในเดือนตุลาคม การระเหยและการคายน้ำจะมากกว่าปริมาณน้ำฝน จึงต้องดึงน้ำในดินมาใช้ ทำให้ดินแห้งลงและเหลือค่าความชื้นเพียง ๕๗ มิลลิเมตร ดังนั้นดินจึงไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ ในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมก็เช่นกัน เป็นช่วงที่ฝนแล้ง ความชื้นที่เก็บไว้ในดินจึงไม่มีและไม่มีปริมาณน้ำเหลือ ดังนั้นจะเห็นว่าช่วงที่ปริมาณของฝนที่ตกมีมากกว่าการระเหยและการคายน้ำจะมีเพียง ๓ เดือนเท่านั้น คือเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน และช่วงที่พื้นดินจะอิ่มตัวด้วยน้ำมีเพียง ๒ เดือนเท่านั้นคือ เดือนสิงหาคมและกันยายน จึงพอสันนิษฐานได้ว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิจะมีโอกาสเกิดได้มากในช่วง ๒ เดือนนี้ เพราะการเลื่อนหลุดเป็นกะบิจะเกิดได้เมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ แต่ถึงอย่างไรต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ มาพิจารณาด้วย เช่น สมบัติของดิน หินในพื้นที่นั้น การทำลายพืชพรรณ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกในเดือนสิงหาคมและกันยายนของแต่ละปีในรอบ ๒๕ ปี (ตาราง ๓ และแผนภูมิ ๓) จะเห็นได้ว่า ปริมาณน้ำฝนของแต่ละปีมีค่าต่างกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๑,๑๖๗.๑ มิลลิเมตร เฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตกในเดือนสิงหาคมและกันยายน ๔๐ วัน เปรียบเทียบกับจำนวนวันที่ฝนตกโดยเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ ๑๒๒ วัน ส่วนใหญ่ของฝนที่ตกอยู่ในช่วงฤดูฝน สำหรับช่วงเดือนสิงหาคมและกันยายนซึ่งเป็นช่วงที่พื้นดินอิ่มตัวด้วยน้ำ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ ๒๐๐.๙ และ ๒๓๑.๒ มิลลิเมตรตามลำดับ จากแผนภูมิ ๓ เห็นได้ว่าช่วงที่ฝนแล้ง (ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย) จะมีเป็นช่วง ๆ จำนวนปีที่ปริมาณน้ำฝนตกมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยมีเพียง ๑๑ ปี อีก ๑๔ ปี ปริมาณน้ำฝนที่ตกจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ในเดือนสิงหาคมและกันยายน จะมีฝนตกในแต่ละปีแตกต่างกันไปเช่นกัน แต่ทั้งสองเดือนนี้มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนสูงกว่าเดือนอื่น แต่ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนจะขึ้นอยู่กับจำนวนของพายุดีเปรสชั่น (depression) ที่พัดเข้าสู่ประเทศ ทำให้มีฝนตกรุนแรงในระยะเวลาสั้น ๆ

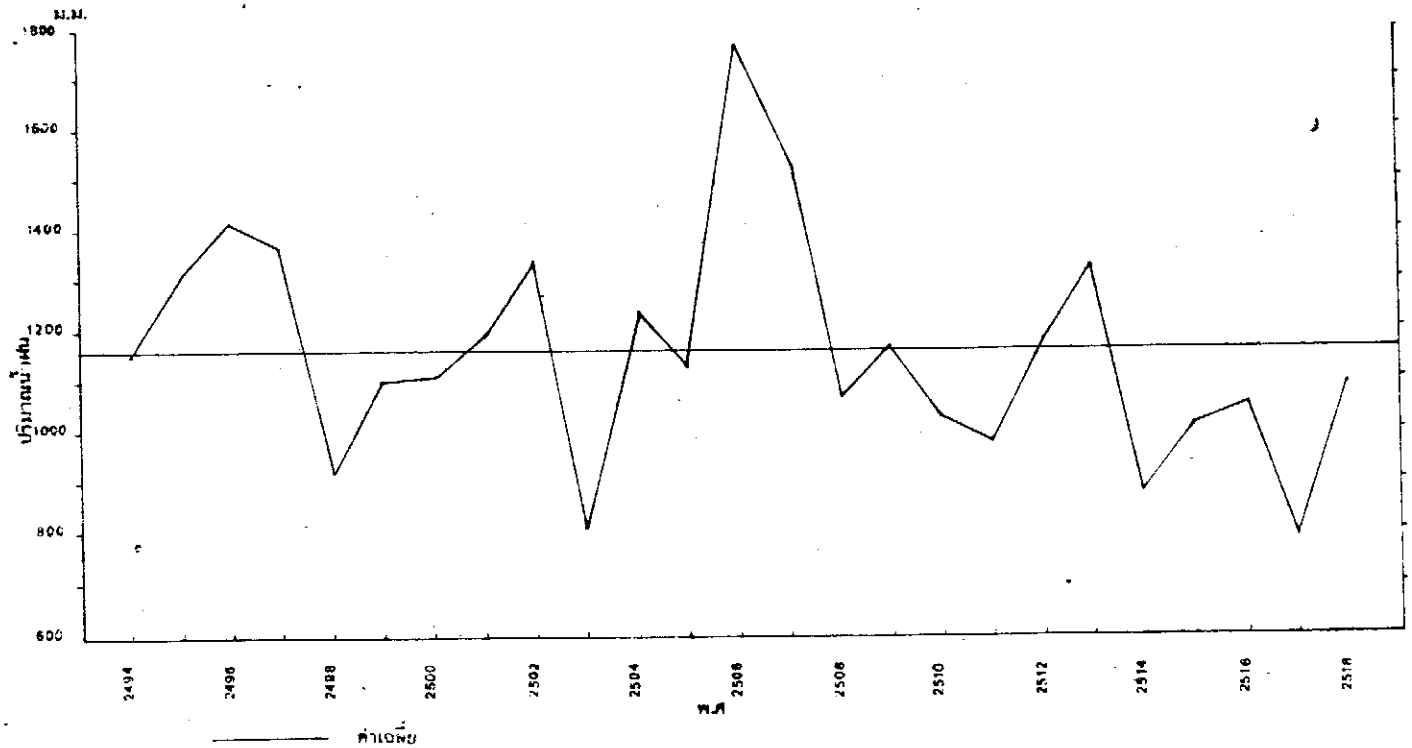
๑.๓ สภาพพื้นที่และการใช้ที่ดิน

ในเขตพื้นที่ศึกษา มีลักษณะเป็นภูเขา ตลอดทั้งพื้นที่อยู่ทางตอนเหนือของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน มีแม่น้ำป่าสักและสาขาไหลผ่าน สาขาของแม่น้ำป่าสักที่ไหลผ่าน เช่น ห้วยยาง ห้วยทราย

ตาราง ๓ แสดงปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกในเดือนสิงหาคม และกันยายนของแต่ละปี ในรอบ ๒๕ ปี (พ.ศ. ๒๔๙๔ - ๒๕๑๘)

พ.ศ.	ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี (ม.ม.)	ปริมาณน้ำฝนในเดือนสิงหาคม (ม.ม.)	ปริมาณน้ำฝนในเดือนกันยายน (ม.ม.)	จำนวนวันที่ฝนตกในเดือนสิงหาคมและกันยายน
๒๔๙๔	๑๑๕๕.๑	๑๖๕.๙	๒๙๗.๑	๓๙
๒๔๙๕	๑๓๑๐.๕	๓๐๐.๙	๑๘๑.๑	๓๙
๒๔๙๖	๑๔๑๖.๓	๑๐๒.๘	๒๕๘.๗	๔๑
๒๔๙๗	๑๓๑๕.๒	๓๕๙.๕	๓๒๓.๖	๔๓
๒๔๙๘	๙๑๙.๒	๑๒๗.๘	๒๗๑.๑	๓๖
๒๔๙๙	๑๑๐๐.๕	๑๕๙.๕	๒๖๑.๓	๔๕
๒๕๐๐	๑๑๑๐.๖	๒๑๕.๑	๒๖๗.๗	๔๗
๒๕๐๑	๑๑๙๒.๕	๑๘๖.๓	๒๐๙.๓	๓๙
๒๕๐๒	๑๓๙๒.๑	๑๐๘.๓	๔๕๑.๓	๓๙
๒๕๐๓	๘๑๐.๙	๑๙๑.๘	๑๐๕.๙	๔๓
๒๕๐๔	๑๒๔๓.๓	๒๔๓.๑	๑๘๒.๙	๔๖
๒๕๐๕	๑๑๓๓.๙	๖๔๘.๕	๘๗๐.๓	๔๐
๒๕๐๖	๑๗๗๒.๘	๓๕๕.๑	๒๘๔.๗	๔๓
๒๕๐๗	๑๕๖๐.๙	๒๔๓.๕	๓๖๗.๑	๔๑
๒๕๐๘	๑๐๙๖.๗	๒๐๕.๙	๒๓๑.๕	๓๙
๒๕๐๙	๑๑๖๙.๖	๒๖๘.๓	๑๑๗.๗	๓๑
๒๕๑๐	๑๐๒๖.๑	๑๙๙.๐	๒๒๖.๕	๕๓
๒๕๑๑	๙๗๖.๙	๕๕.๙	๑๖๘.๙	๓๐
๒๕๑๒	๑๑๗๗.๖	๑๗๓.๒	๒๙๘.๗	๓๓
๒๕๑๓	๑๓๒๖.๙	๒๕๒.๗	๒๓๑.๙	๓๙
๒๕๑๔	๘๗๕.๕	๑๘๑.๕	๑๒๕.๑	๓๕
๒๕๑๕	๑๐๐๙.๙	๑๙๒.๙	๑๑๕.๑	๓๙
๒๕๑๖	๑๐๙๒.๑	๑๕๙.๑	๓๓๑.๕	๔๓
๒๕๑๗	๗๙๙.๗	๑๕๗.๑	๑๐๘.๗	๓๙
๒๕๑๘	๑๐๙๒.๑	๒๑๓.๓	๑๘๗.๒	๕๑
ค่าเฉลี่ย	๑๑๖๗.๑	๒๐๑.๙	๒๓๑.๒	๕๐

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา



แผนภูมิ 3 แสดงปริมาณน้ำฝนในรอบ 25 ปี

ห้วยข่อย ห้วยไป่งเสือ ห้วยลาด เป็นต้น ตามพื้นที่ลาดเทสูงและดินมีหินโผล่สภาพป่าตามธรรมชาติถูกทำลายเป็นอย่างมาก มีเหลือน้อยมาก มีการใช้ที่ดินปลูกข้าวโพดเพียงครั้งเดียวในรอบปี ช่วงระยะเวลาในการใช้ที่ดินนั้นประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ราษฎรจะเริ่มถางป่า แล้วจัดการเผาเพื่อให้พื้นที่โล่งเตียนสะดวกในการเพาะปลูก ระยะนี้เองจะได้เห็นภูเขาหัวโล้นได้อย่างชัดเจน ในบางบริเวณมีการไถหนึ่งครั้งตามความลาด ประมาณเดือนเมษายน - พฤษภาคม จะเริ่มทำการเพาะปลูก หลังจากนั้นก็อาศัยปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาช่วยให้พืชงอกงามขึ้นมา ประมาณเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน จะเริ่มเก็บเกี่ยวพืชไร่ในระยะนี้เป็นช่วงฝนแล้งและเส้นทางขนส่งจะเริ่มใช้ได้ ต่อจากนั้นตั้งแต่ประมาณเดือนธันวาคม - มกราคม จะปล่อยให้พื้นที่ว่างเปล่า หลังจากนั้นจะทำการถางเพื่อฤดูเพาะปลูกในปีต่อไป จะเห็นได้ว่าระยะเวลาที่ข้าวโพดอยู่ในไร่ประมาณ ๖ - ๗ เดือน เท่านั้นกว่าอายุการเก็บเกี่ยวของข้าวโพดมาก ซึ่งหมายความว่ายังมีช่วงที่สามารถจะใช้ประโยชน์จากที่ดินได้มากกว่านี้ หากมีการวางแผนการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวที่ดี

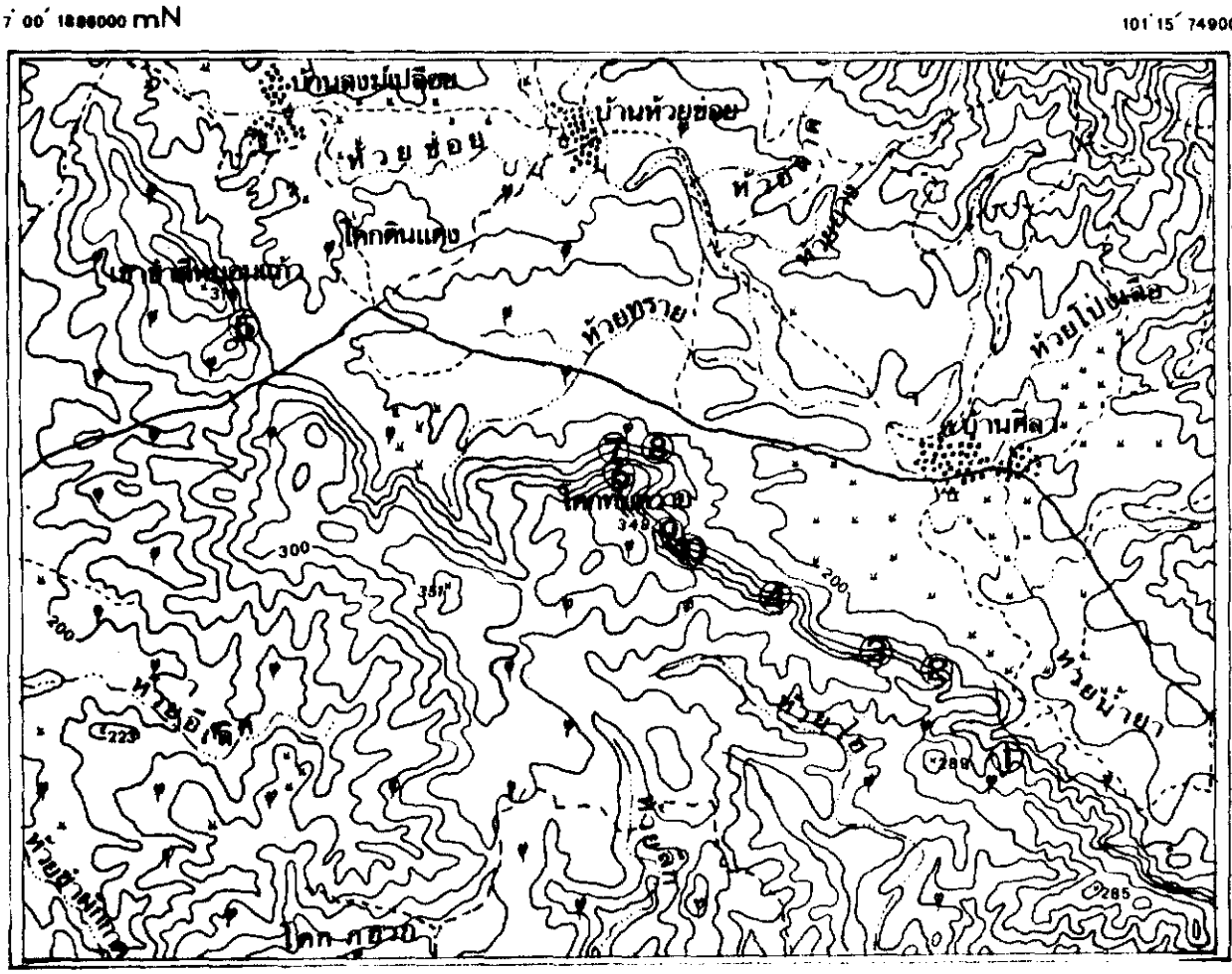
๒. <u>การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ</u>

เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ผู้วิจัยจะแยกวิเคราะห์ทีละบริเวณ ซึ่งมีทั้งหมด ๑๐ บริเวณ ในเรื่องดังนี้ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเท มุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเท สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิซึ่งรวมถึงทิศทางการเคลื่อนที่ด้วย แล้วจะนำลักษณะดังกล่าวมาเปรียบเทียบกันในภายหลัง

๒.๑ การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิบริเวณที่ ๑ มีดังนี้

๒.๑.๑ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเท จากภาพประกอบ ๙ แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๑, ๒ และ ๓ และจากแผนที่ ๒ แสดงพื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๑, ๒ และ ๓ จะเห็นได้ว่ารูปหน้าตัดของพื้นที่ลาดเทมีทั้งลักษณะที่เป็นโค้งเว้าและโค้งนูนแต่สังเกตเห็นว่าส่วนที่เป็นโค้งเว้าอยู่ช่วงล่างของพื้นที่ลาดเทหรืออยู่ตอนล่างการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ส่วนโค้งนูนอยู่

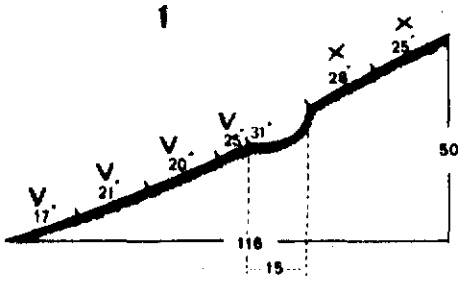
แผนที่ 1 แสดงบริเวณที่ศึกษา

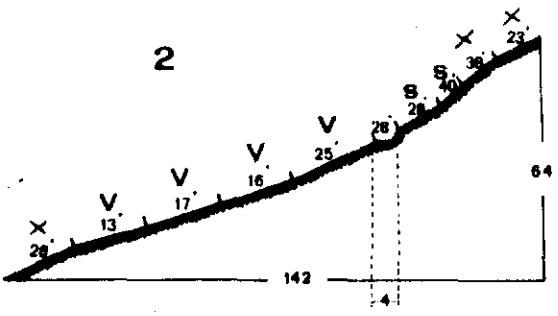


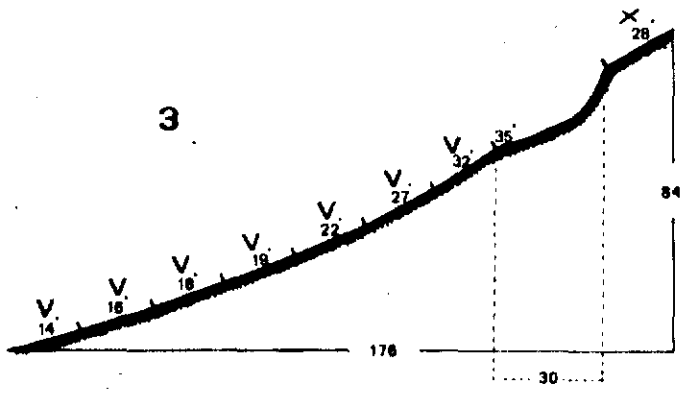
มาตราส่วน 1:50,000

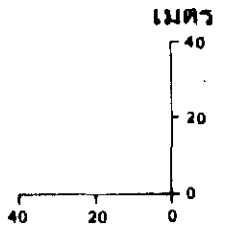
- บ้าน
- ป่าไม้เนื้อแข็ง
- ทุ่งนา
- วัด
- ห้วยน้ำไหลไม่ตลอดปี
- ทางคน
- ห้วยน้ำไหลตลอดปี
- ทางเกวียน
- ทางถนนลาดยาง
- บริเวณศึกษา

ภาพประกอบ 9 แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเท บริเวณที่ 1, 2 และ 3



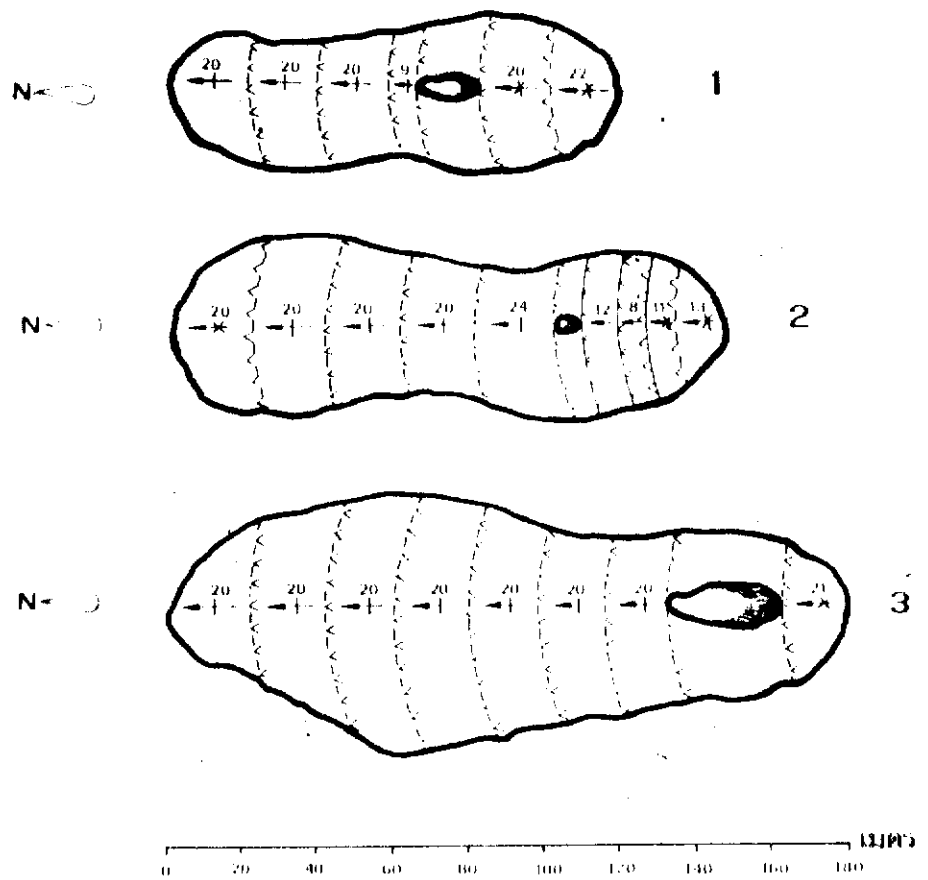






V ส่วนโค้งเว้า
X ส่วนโค้งนูน
S ส่วนตรง

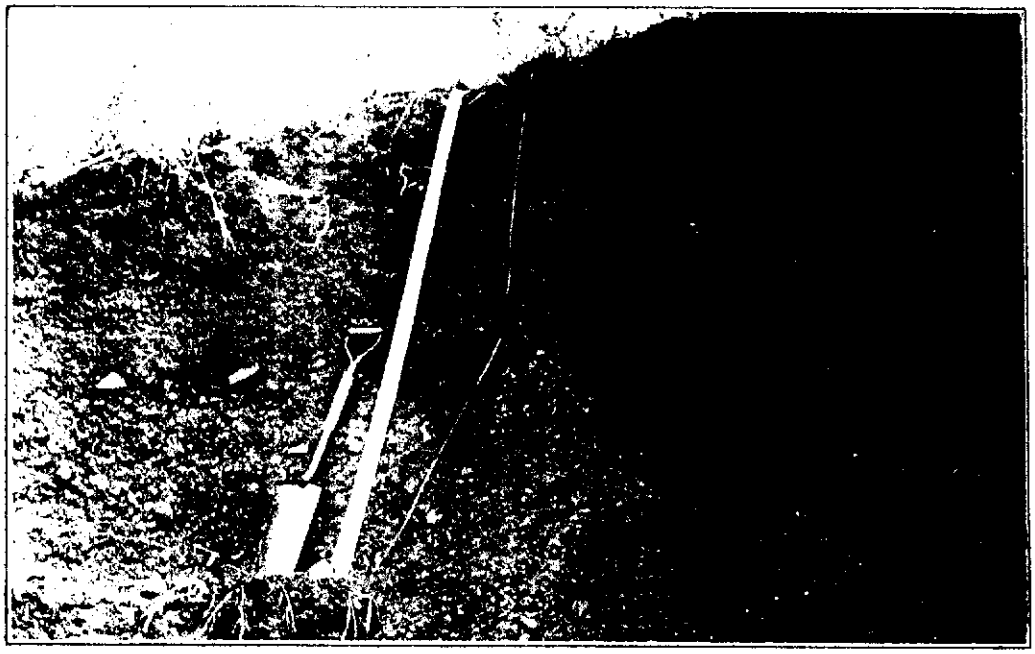
แผนที่ 2 พื้นที่ลาดเท บริเวณที่ 1,2 และ 3



ช่วงบนของพื้นที่ลาดเทหรืออยู่ตอนบนการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ตำแหน่งที่เกิดอยู่ในระดับสูงประมาณ ๒๓๕ เมตร ระยะทางตามพื้นที่ลาดเทยาว ๑๒๔ เมตร ส่วนยอดของเนินเขาสูงประมาณ ๒๖๐ เมตร และระดับฐานสูงประมาณ ๒๑๐ เมตร ระยะทางที่วัดจากส่วนล่างของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิถึงส่วนล่างสุดของเนินเขา ๖๕ เมตร ส่วนระยะทางจากส่วนบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิถึงส่วนบนสุดของเนินเขา ๕๒ เมตร มุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเทนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ส่วนที่เป็นโค้งเว้าจะมีมุมลาดเทน้อยกว่าส่วนที่เป็นโค้งนูนซึ่งอยู่ด้านบน ค่าเฉลี่ยของมุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเททั้งหมดเท่ากับ ๒๔ องศา ซึ่งถือได้ว่ามีความสูงชัน สำหรับทิศทางของพื้นที่ลาดเทมีทิศทางไปทางทิศเหนือ จุดบริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิมีลักษณะคล้ายเป็นแอ่งชอกเขาซึ่งเป็นที่ไหลและรวมของน้ำเวลาฝนตกลงมา ส่วนที่เป็นพื้นที่ลาดเทหักไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจนแต่อย่างใด มีแต่พื้นที่ลาดเทเปลี่ยน ตอนล่างของเนินเขาจะเป็นร่องน้ำขนาดเล็ก

๒.๑.๒ สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบินริเวณที่ ๑ การเลื่อนหลุดเป็นกะบิบริเวณที่ ๑ มีความยาวประมาณ ๑๔ เมตร ความกว้าง ๘ เมตร ความสูง ๑๐ เมตร ทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือเช่นเดียวกับทิศทางของพื้นที่ลาดเท สำหรับจุดบริเวณที่เกิดมีมุมลาดเท ๓๑ องศา ซึ่งถือได้ว่าสูงชันมาก ไม่มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดเทหัก แต่มีลักษณะคล้ายเป็นแอ่งชอกเขา ส่วนที่เป็นผาชันลึก ๒.๑๐ เมตร ส่วนที่เป็นดินไหลถูกพัดพาไปไกลจากส่วนปลาย ๑๒ เมตร จากการสอบถามราษฎรในบริเวณนั้นพบว่าเกิดประมาณเดือนสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๒๕ สังเกตได้ชัดว่าดินบริเวณนั้นยังใหม่อยู่ สำหรับพื้นที่ที่เสียไป เนื่องจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิประมาณ ๑๕๐ ตารางเมตร คิดเป็นปริมาตรของดินที่สูญเสียไปประมาณ ๗๒๐ ลูกบาศก์เมตร และยังพบว่ายังมีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นบริเวณใกล้เคียงกันรอบ ๆ นั้นอีก ๕ บริเวณ บางบริเวณยังมีลักษณะที่เป็นรอยแตกของผาชัน จนพื้นที่บริเวณนี้ไม่สามารถทำการเพาะปลูกได้อีกต่อไป

ภาพประกอบ ๑๐ แสดงบริเวณที่ ๑ จะเห็นส่วนที่เป็นผาชันอยู่ตอนบน ส่วนที่เป็นแอ่งอยู่ตอนกลาง และดินไหลในพื้นที่ตอนปลาย มีต้นไม้ใหญ่โค่นขวางอยู่

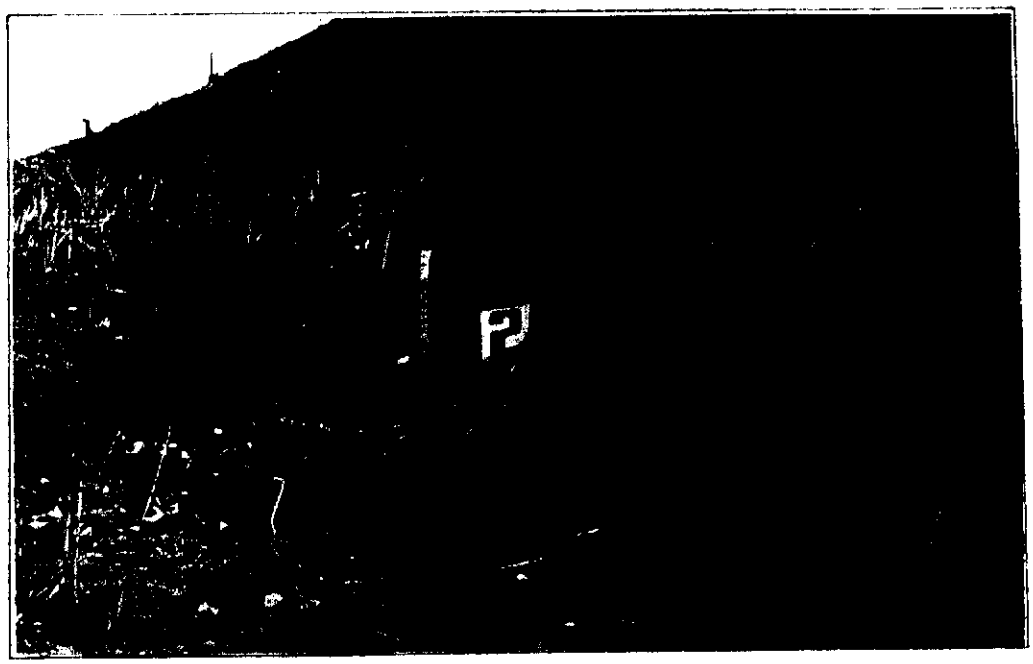


ภาพประกอบ ๑๑ แสดงผาชันที่อยู่ตอนบน มีความลึก ๒.๑๐ เมตร และมีเศษหินชิลต์ที่ผุพังอยู่กับที่ปะปนอยู่กับดิน

๒.๒ การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิบริเวณที่ ๒ มีดังนี้

๒.๒.๑ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเท จากภาพประกอบ ๙ และแผนที่ ๒ ซึ่งแสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๒ บริเวณนี้ห่างจากบริเวณที่ ๑ ประมาณ ๗๐๐ - ๘๐๐ เมตร อยู่ในเขตบ้านศิลา และอยู่ในบริเวณเทือกเขาเดียวกันซึ่งราษฎรเรียกว่า ภูพัวนา รูปหน้าตัดของพื้นที่ลาดเทคล้ายกับบริเวณที่ ๑ คือพื้นที่ลาดเทช่วงบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิจะเป็นแบบโค้งนูน ส่วนพื้นที่ลาดเทช่วงล่างจะเป็นแบบโค้งเว้า จะมีลักษณะต่างไปบ้างตรงที่ส่วนช่วงล่างสุดของพื้นที่ลาดเทเป็นแบบโค้งนูน ส่วนตอนล่างสุดจะเป็นร่องน้ำไหลเช่นเดียวกัน ตำแหน่งที่เกิดอยู่ในระดับสูงประมาณ ๒๔๐ เมตร ระยะทางตามพื้นที่ลาดเทยาว ๑๕๓ เมตร ช่วงความสูงจากฐานล่างถึงยอดบน ๖๔ เมตร ส่วนยอดของเนินเขาสูง ๒๖๔ เมตร (จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ระยะจากส่วนล่างสุดของพื้นที่ลาดเทถึงส่วนปลายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๑๐๔ เมตร และระยะจากส่วนบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิไปจนถึงส่วนยอด ๔๔ เมตร มุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเทมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ส่วนที่เป็นโค้งเว้าจะมีมุมลาดเทน้อยกว่าส่วนที่เป็นโค้งนูน มุมลาดเทเฉลี่ยของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเททั้งหมด ๒๕ องศา โดยมุมลาดเทเฉลี่ยของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเทที่อยู่ช่วงล่างของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๑๔ องศา เปรียบเทียบกับมุมลาดเทเฉลี่ยของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเทที่อยู่ช่วงบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิประมาณ ๓๒ องศา ซึ่งมุมเฉลี่ยมากกว่ากันถึง ๑๓ องศา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ลาดเทช่วงบนมีมุมลาดเทที่ชันกว่ามาก ทิศทางของพื้นที่ลาดเทมีทิศทางไปทางทิศเหนือเช่นเดียวกับบริเวณแรก บริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิมีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดเทหักอย่างชัดเจน โดยมุมลาดเทของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๒๘ องศา ส่วนมุมลาดเทช่วงตอนบน ๒๘ องศาเช่นกันระยะจากตอนบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ถึงจุดที่มุมลาดเทหัก ๑๒ เมตร ส่วนมุมหักมีค่า ๔๐ องศา ยาว ๘ เมตร ช่วงพื้นที่ลาดเทหักนี้จะเป็นช่วง

ภาพประกอบ ๑๒ แสดงบริเวณที่ ๒ มองจากด้านบน จะเห็นว่ามีขนาดสัณฐานเล็ก



ภาพประกอบ ๑๓ เมื่อมองจากด้านล่าง เห็นผาชันอยู่ด้านบน มีความลึก ๑.๖๐ เมตร ระยะที่ดินไหล ๔ เมตร จากพื้นที่ตอนปลาย

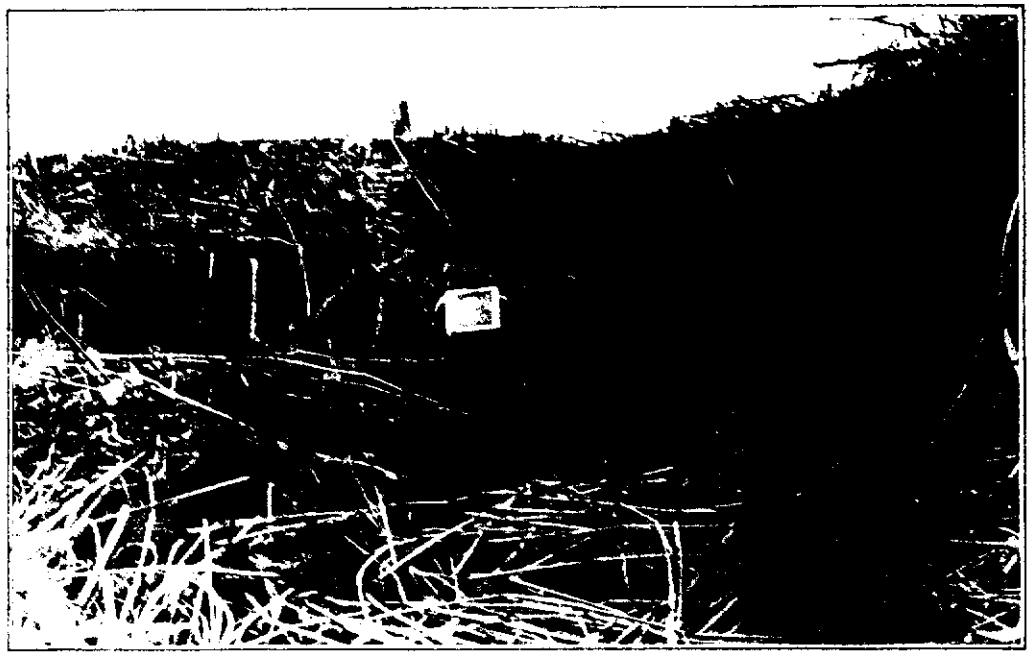
ที่พื้นดินมีโอกาสอิ่มตัวได้เร็ว เวลามีฝนตกเพราะเป็นช่วงรับน้ำ โอกาสที่จะเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิจึงมีมากตอนล่างของเนินเขามีลักษณะเป็นร่องน้ำไหล

๒.๒.๒ สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๒ การเลื่อนหลุดเป็นกะบิบริเวณที่ ๒ มีขนาดเล็กมาก มีความยาว ๔.๖๐ เมตร กว้าง ๔ เมตร สูง ๒ เมตร เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือเช่นเดียวกับทิศทางของพื้นที่ลาดเทมุมลาดเทของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๒๔ องศา ส่วนที่เป็นผาชันตอนบนลึก ๐.๖๐ เมตร ส่วนที่เป็นดินไหลถูกพัดพาไปไกล ๔ เมตร คิดเป็นพื้นที่ที่สูญเสียไปประมาณ ๑๐ ตารางเมตร และถ้าคิดเป็นปริมาตรของดินที่เสียไปประมาณ ๑๔ ลูกบาศก์เมตร บริเวณนี้เกิดประมาณปี พ.ศ. ๒๕๒๓ พื้นที่ลาดเทบริเวณเดียวกันนี้ พบไม่น้อยกว่า ๑๐ บริเวณจากการที่เกิดมาประมาณ ๓ ปี ทำให้ส่วนที่เป็นดินไหลตอนปลายไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจนแต่ก็ยังมีร่องรอยอยู่ ทั้งนี้สันนิษฐานว่า จากการที่มีฝนตก ทำให้น้ำฝนชะล้างและพัดพาส่วนที่เป็นดินไหลไปเกือบหมด

๒.๓ การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเท และสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๓ มีดังนี้

๒.๓.๑ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเท จากภาพประกอบ ๔ และแผนที่ ๒ ซึ่งแสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่ลาดเท บริเวณที่ ๓ รูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทช่วงบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิจะเป็นแบบโค้งนูนส่วนช่วงล่างจะเป็นบนโค้งเว้าเช่นกัน ความสูงของพื้นที่ลาดเท ๒๔๐ เมตร ตามเส้นขั้นความสูงฐานของพื้นที่ลาดเทมีความสูง ๒๐๕ เมตร ความยาวตามแนวพื้นที่ลาดเท ๑๔๖ เมตร ส่วนความยาวช่วงล่างและช่วงบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็น ๑๔๐ และ ๒๑ เมตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดในช่วงบนของพื้นที่ลาดเท มุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเทเฉลี่ยทั้งหมด ๒๓ องศา โดยมุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเทช่วงล่างซึ่งเป็นรูปโค้งเว้ามีมุมเฉลี่ย ๒๑ องศา ส่วนช่วงบน ๒๔ องศา แสดงให้เห็นลักษณะที่สูงชันกว่าช่วงล่าง ทิศทางของพื้นที่ลาดเทมีทิศทางไปทางทิศเหนือบริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ไม่มีลักษณะที่เป็นพื้นที่ลาดเทหักแต่เป็นลักษณะของแอ่งซอกเขา

ภาพประกอบ ๑๔ แสดงบริเวณที่ ๓ ซึ่งมีขนาดสัณฐานใหญ่ที่สุด



ภาพประกอบ ๑๕ แสดงให้เห็นถึงผาชันตอนบน ทางขวามือ

ซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำไหลมารวมกัน จากฟากเขาทั้งสองด้าน เวลาฝนตก ทำให้พื้นดินอิ่มตัวได้เร็ว จุดที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิมีความสูง ๒๕๔ เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

๒.๓.๒ สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๓ มีขนาดใหญ่ห่างจากบริเวณที่ ๒ ประมาณ ๓๐๐ เมตร มีความยาว ๓๕ เมตร ความกว้าง ๑๕ เมตร ความสูง ๒๐ เมตร มีมุมลาดเท ๓๕ องศา คิดเป็นพื้นที่ประมาณ ๕๐๐ ตารางเมตร คิดเป็นปริมาตรประมาณ ๕,๒๕๐ ลูกบาศ์เมตร ผาชันตอนบนลึก ๐.๕๐ เมตร ทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ บริเวณที่ ๓ นี้เกิดขึ้นในปี พ.ศ. ๒๕๒๔ บริเวณที่เกิดมีลักษณะเป็นร่องน้ำ เกิดขึ้นมากมายไปจนถึงพื้นที่ตอนปลายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ถัดลงมาเป็นร่องหุบเขาอันเป็นทางน้ำไหลเช่นเดียวกัน ถัดลงมาอีกจะมีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นอีก มีขนาดเล็กกว่าบริเวณที่ ๓ เฉพาะเนินเขาบริเวณเดียวกันนี้มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้น ๗ บริเวณ ส่วนที่เป็นดินไหล มีร่องรอยของการไหลไปไกลประมาณ ๒๐ เมตร จากพื้นที่ตอนปลาย ดินไหลส่วนใหญ่จะถูกน้ำฝนชะล้างพัดพาไปเป็นส่วนใหญ่

๒.๔ การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิบริเวณที่ ๔ มีดังนี้

๒.๔.๑ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเท จากภาพประกอบ ๑๖ และแผนที่ ๓ แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๔ รูปหน้าตัดของพื้นที่ลาดเทระหว่างช่วงล่างและช่วงบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบินี้จะแตกต่างกัน ช่วงล่างจะเป็นแบบโค้งเว้า และช่วงบนเป็นแบบโค้งนูน ความสูงของพื้นที่ลาดเทประมาณ ๓๑๐ เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และความสูงบริเวณฐานของพื้นที่ลาดเทประมาณ ๒๐๐ เมตร ทำให้มีความสูงต่างกัน ๑๑๐ เมตร ความยาวตามแนวพื้นที่ลาดเท ๒๕๖ เมตร สำหรับความยาวช่วงล่างและช่วงบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็น ๒๑๔ และ ๑๘ เมตร ตามลำดับ นับว่าบริเวณที่เกิดอยู่ในช่วงบนของพื้นที่ลาดเท มุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเทเฉลี่ย ๒๕ องศา มุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเทช่วงล่างมีมุมเฉลี่ยประมาณ ๒๓ องศา ส่วนช่วงบนเท่ากับ ๓๔ องศา ตำแหน่ง

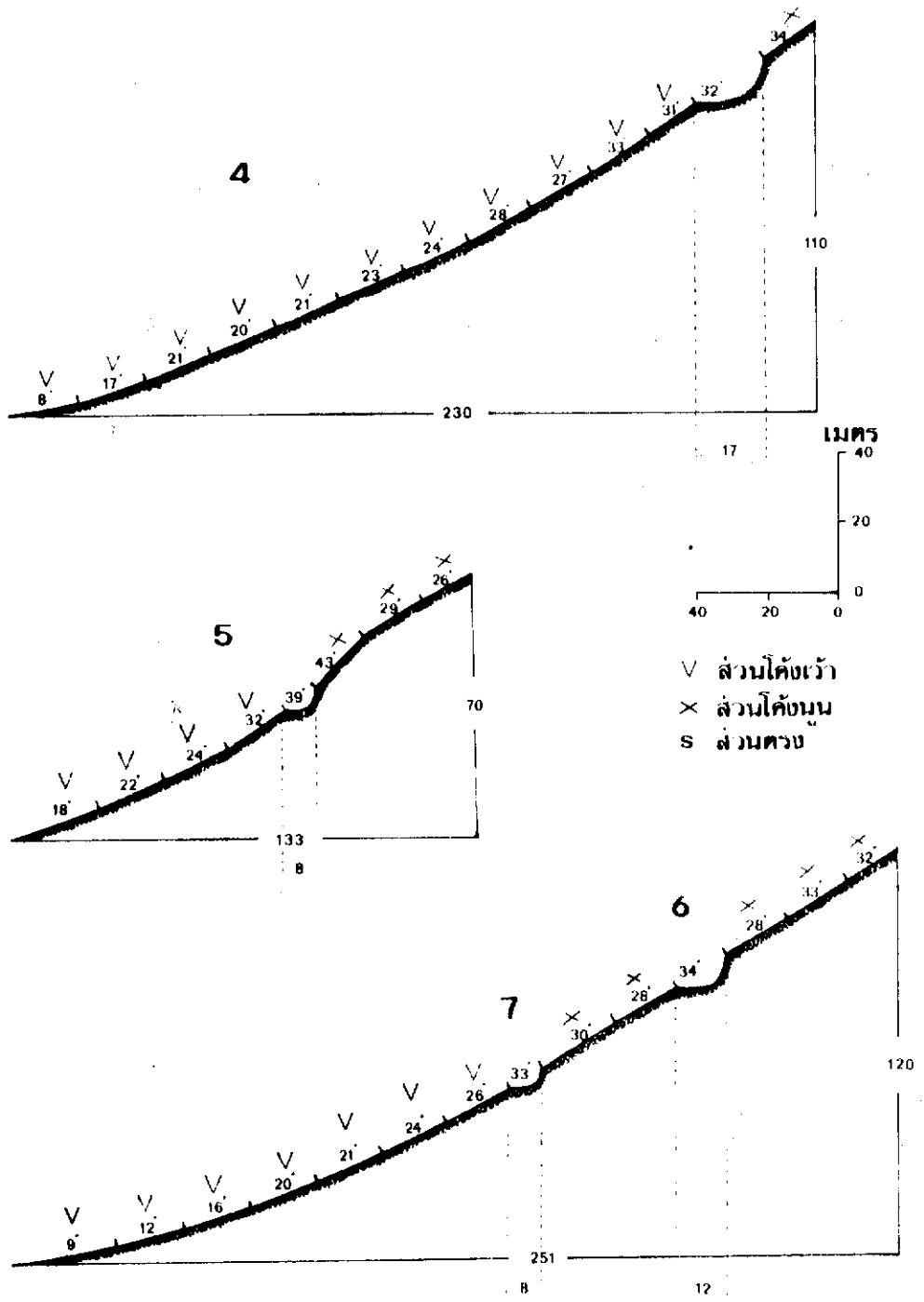
ที่เกิดมีความสูงประมาณ ๒๘๖ เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง สูงจากระดับฐาน ๘๖ เมตร ทิศทางของพื้นที่ลาดเทมีทิศทางไปทางทิศเหนือ บริเวณที่เกิดมีลักษณะเป็นแอ่งซอกเขาคล้ายเนินเขาสองเนินมาบรรจบกัน

๒.๔.๒ สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๔ มีความยาว ๒๓ เมตร กว้าง ๒๐ เมตร สูง ๑๖ เมตร มีมุมลาดเท ๓๒ องศา คิดเป็นพื้นที่ประมาณ ๕๖๐ ตารางเมตร และคิดเป็นปริมาตรของดินที่สูญเสียไปประมาณ ๓,๖๘๐ ลูกบาศก์เมตร ส่วนที่เป็นผาชันลึก ๑.๑๐ เมตรมีทิศทางการเคลื่อนที่ทางทิศเหนือ เกิดขึ้นในปี พ.ศ. ๒๕๒๕ ห่างจากบริเวณที่ ๓ ประมาณ ๘๐๐ เมตร พื้นที่ตอนกลางและตอนปลายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิมีร่องน้ำเกิดขึ้นมากมายเช่นเดียวกับบริเวณที่ ๓ ส่วนที่เป็นดินไหล มีร่องรอยการไหลไปไกล ๑๕ เมตร บริเวณใกล้เคียงมีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิอีก ๓ แห่ง พื้นที่ที่เกิดมีพวกหญ้าและต้นไม้ขนาดเล็กขึ้นอยู่ แสดงให้เห็นว่าเป็นการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเก่า และปัจจุบันไม่มีการใช้ที่ดิน

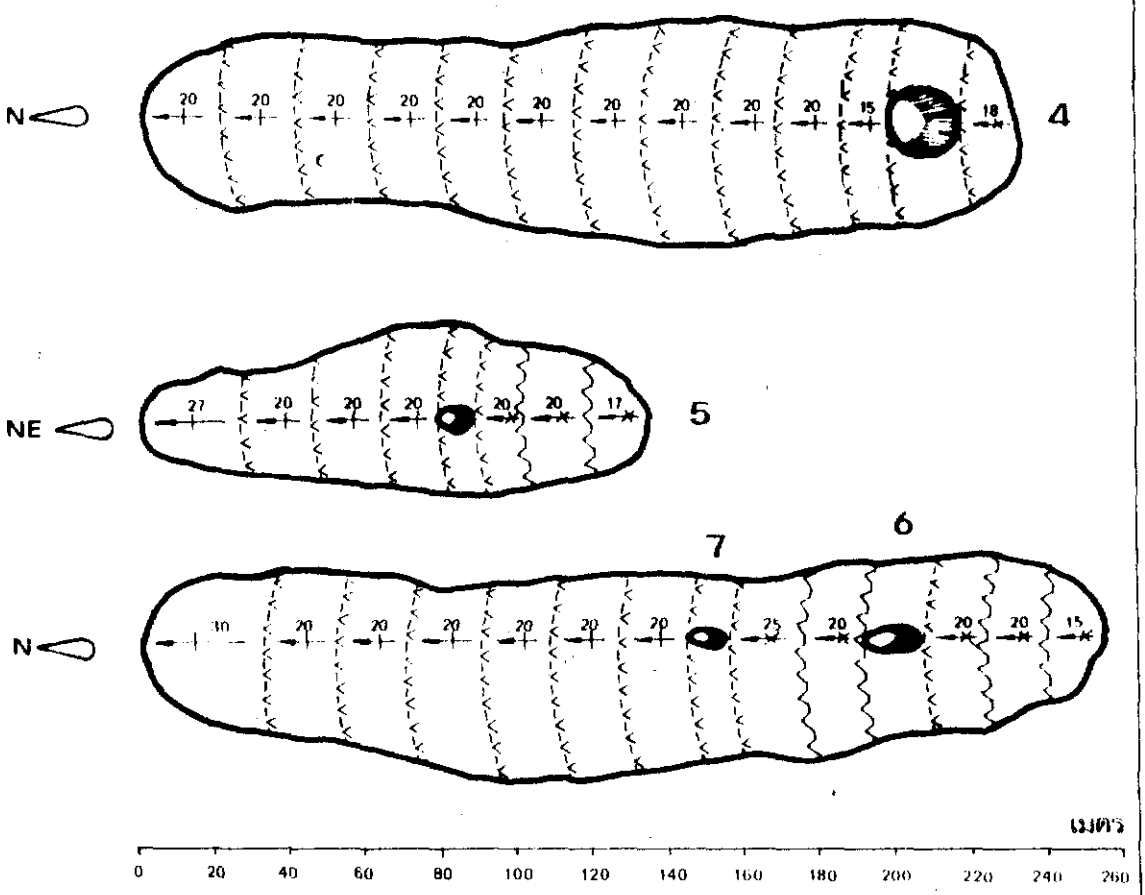
๒.๕ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๕ มีดังนี้

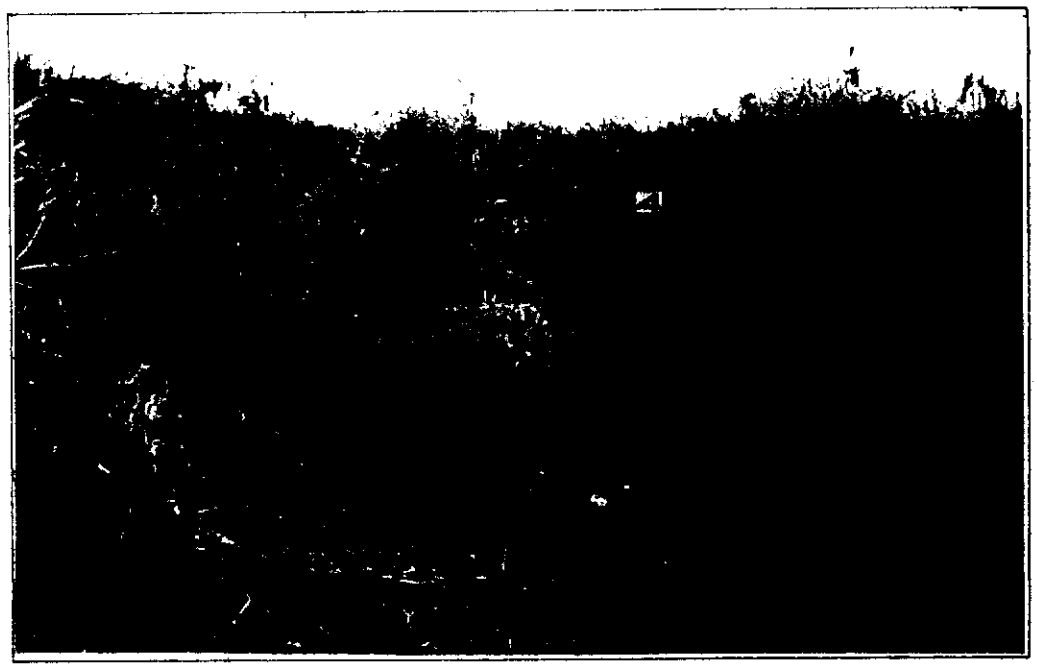
๒.๕.๑ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเท จากภาพประกอบ ๑๖ และแผนที่ ๓ แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๕ รูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทระหว่างช่วงล่างและช่วงบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ จะเป็นแบบโค้งเว้าและโค้งนูนตามลำดับ ความสูงของพื้นที่ลาดเทประมาณ ๓๐๐ เมตร และส่วนฐานของพื้นที่ลาดเทมีความสูงประมาณ ๒๓๐ เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความสูงของพื้นที่ลาดเทจากส่วนฐานถึงจุดยอดเท่ากับ ๗๐ เมตร ส่วนความยาวตามแนวพื้นที่ลาดเท ๑๕๓ เมตร สำหรับความยาวตอนล่างและตอนบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๘๗ เมตรและ ๕๗ เมตร ตามลำดับ แสดงว่าเกิดในช่วงบนของพื้นที่ลาดเทอยู่ในระดับความสูง ๒๖๖ เมตร สัณฐานนี้พบอยู่ในเขตบ้านสงฆ์เปลือย ห่างจากบริเวณที่ ๔ ประมาณ ๕ กิโลเมตร พื้นที่ลาดเทมีทิศทางไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ มุมลาดเทเฉลี่ยของหน่วยพื้นที่ลาดเท ทั้งหมด ๒๔ องศา ส่วนมุมลาดเทของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเทช่วงตอนล่าง

ภาพประกอบ6 แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเท บริเวณที่ 4,5,6 และ 7



แผนที่ 3 พื้นที่ลาดเท บริเวณที่ 4,5,6 และ 7





ภาพประกอบ ๑๗ แสดงบริเวณที่ ๔ จะเห็นแนวขอบของผาชันตอนบนเป็นแนวโค้ง และมีพวกหญ้าขึ้นปกคลุมอยู่

ภาพประกอบ ๑๘ ภาพอีกด้านหนึ่งของบริเวณที่ ๔ แสดงผาชันด้านขวามือ

มีค่าเฉลี่ย ๒๔ องศา ช่วงบน ๓๒ องศา มากกว่าถึง ๘ องศา บริเวณที่เกิดเป็นแอ่งซอกเขา เช่นเดียวกัน และมีร่องน้ำอยู่ในส่วนที่ต่ำลงมา

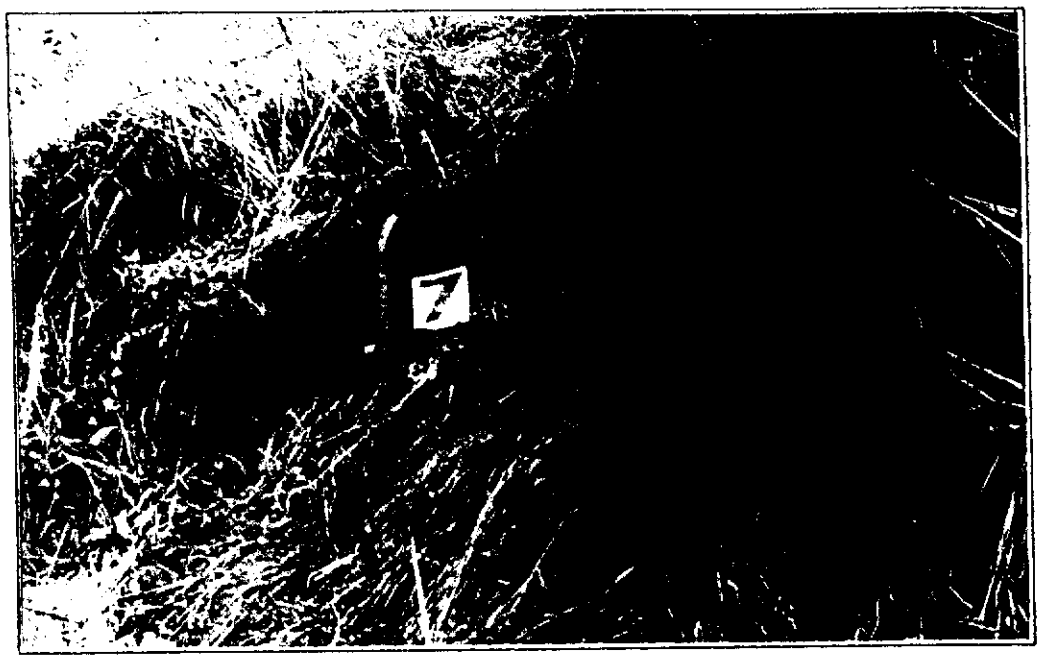
๒.๕.๒ สัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๕ มีความยาว ๔ เมตร กว้าง ๘ เมตร สูง ๖ เมตร ส่วนที่เป็นผาชันลึก ๐.๕๐ เมตร มีมุมจากลาดเท ๓๔ องศา นับว่าสูงชันมาก คิดเป็นพื้นที่ที่เสียไปประมาณ ๗๐ ตารางเมตร เมื่อคิดเป็นปริมาตรของดิน ประมาณ ๒๑๖ ลูกบาศก์เมตร มีการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเช่นเดียวกับทิศทางของพื้นที่ลาดเท บริเวณที่เกิดมีเศษหินผุพังก้อนโตอยู่มาก บริเวณนี้เกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๒๔ ส่วนที่เป็นดินไหลบริเวณตอนปลายถูกน้ำฝนไหลชะพัดพาไปเกือบหมดแต่พอจะเห็นร่องรอยอยู่บ้าง ซึ่งไหลไปไกล ๑๐ เมตร บริเวณใกล้เคียงกันพบอีก ๒ บริเวณ เนื่องจากเกิดมานานจึงมีพวกหญ้าขึ้นอยู่ ปัจจุบันไม่มีการใช้ที่ดิน

๒.๖ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๖ และ ๗ มีดังนี้

๒.๖.๑ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเท เนื่องจากบริเวณที่ ๖ และ ๗ เกิดบนพื้นที่ลาดเทและในแนวเดียวกันในการสร้างแผนที่จึงรวมไว้ในชุดเดียวกัน บริเวณทั้งสองอยู่ในเขตบ้านศิลา ใกล้ไทรทับควาย ห่างจากบริเวณที่ ๕ ประมาณ ๓ กิโลเมตร รูปหน้าตัดของพื้นที่ลาดเทช่วงล่างของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นแบบโค้งเว้า ช่วงบนเป็นแบบโค้งนูน แต่มีลักษณะที่น่าสังเกตว่า พื้นที่ลาดเทที่อยู่ระหว่างบริเวณที่ ๖ และ ๗ นั้นเป็นแบบโค้งนูน ซึ่งเป็นแบบพื้นที่ลาดเทช่วงบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่พบมาถึง ๕ บริเวณ พื้นที่ลาดเทมีทิศทางไปทางเหนือ มีความสูงประมาณ ๓๔๐ เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนฐานมีความสูงประมาณ ๒๒๐ เมตร ความสูงตามแนวดิ่งจากฐานถึงยอด ๑๒๐ เมตร ตามแนวพื้นที่ลาดเทมีความยาว ๒๗๕ เมตร บริเวณที่ ๖ อยู่สูงกว่าบริเวณที่ ๗ ๓๐ เมตร โดยบริเวณที่ ๖ อยู่ในระดับสูง ๓๐๐ เมตร ถ้าไม่นับบริเวณที่ ๗ แล้ว ความยาวของพื้นที่ลาดช่วงล่าง ๒๐๔ เมตร และความยาวช่วงบน ๕๕ เมตร มุมลาดเทเฉลี่ยของพื้นที่ลาดเทช่วงล่าง ๒๒ องศา และตอนบน

ภาพประกอบ ๑๙ บริเวณที่ ๖ แสดงให้เห็นถึงผาชันและพื้นที่ตอนกลาง

ภาพประกอบ ๒๐ บริเวณเดียวกัน จะเห็นแนวของผาชันได้ชัดเจนลึก ๐.๖๐ เมตร



ภาพประกอบ ๒๑ เมื่อมองจากด้านข้างของบริเวณที่ ๗ มีพวกหญ้าขึ้นปกคลุมอยู่

ภาพประกอบ ๒๒ แสดงส่วนที่เป็นผาชันลึก ๐.๖๐ เมตร

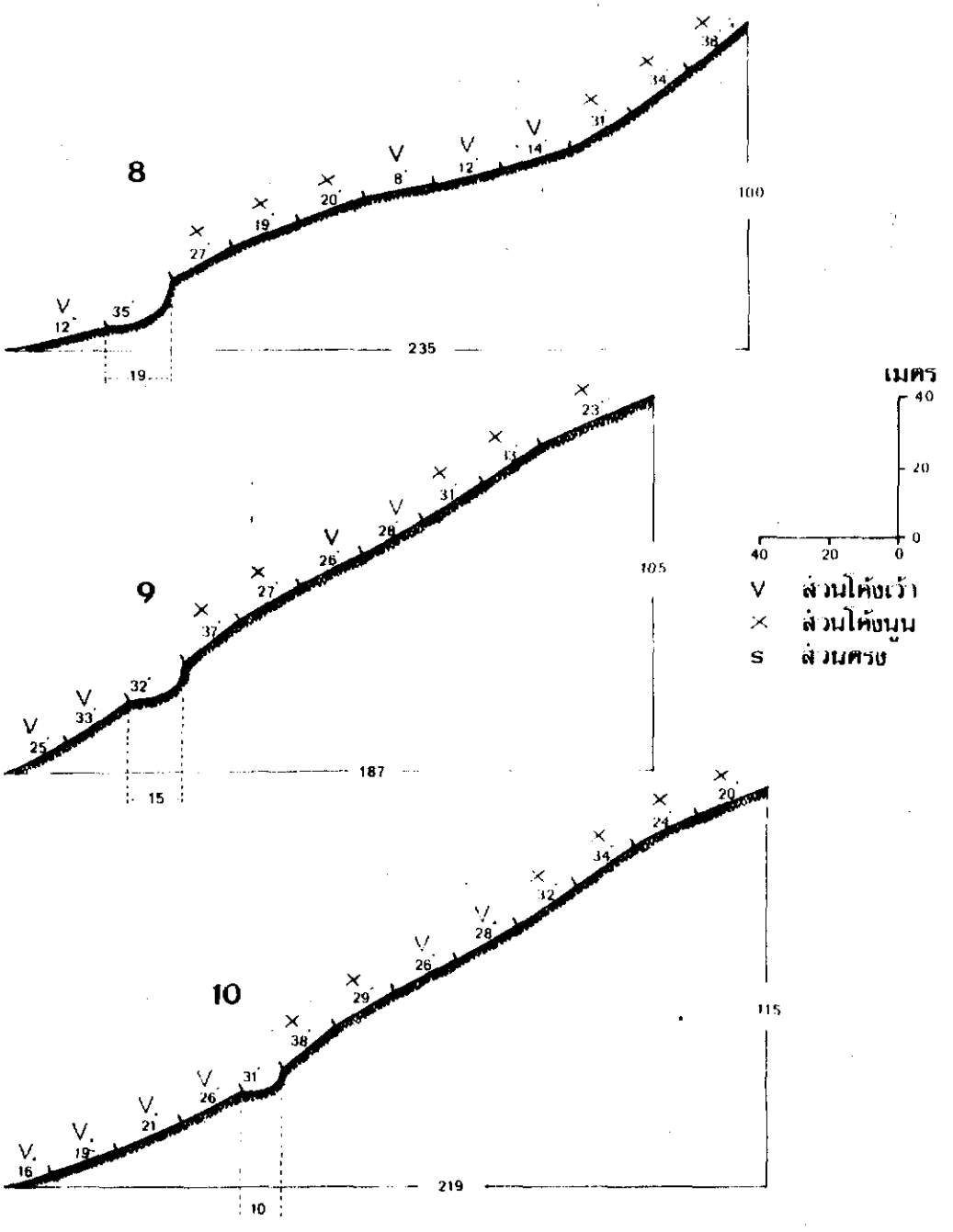
๓๑ องศา แต่มุมลาดเทเฉลี่ยทั้งหมด ๒๕ องศา จะเห็นได้ว่า มุมลาดเทช่วงบน แตกต่างจากมุมลาดเทช่วงล่าง ๙ องศา ทั้งบริเวณที่ ๖ และ ๗ เกิดในแอ่งซอกเขา ตรงส่วนที่เป็นไหล่แอ่ง ซึ่งเป็นทางน้ำไหลมารวมกัน ไม่พบลักษณะที่เป็นพื้นที่ลาดเทหัก แต่เป็นลักษณะของพื้นที่ลาดเทเปลี่ยน

๒.๖.๒ สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๖ และ ๗ จะขอกล่าวถึงสัณฐานของบริเวณที่ ๖ ก่อน มีความยาว ๑๖ เมตร กว้าง ๘ เมตร สูง ๑๑ เมตร มีมุมลาดเท ๓๔ องศา ส่วนที่เป็นผาชันตอนบนลึก ๐.๖๐ เมตร เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ คิดเป็นพื้นที่ที่เสียไปประมาณ ๑๓๐ ตารางเมตร คิดเป็นปริมาตรของดินประมาณ ๗๐๔ ลูกบาศก์เมตร มีพวกหญ้าขึ้นปกคลุม เนื่องจากเกิดขึ้นมาตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๒๔ ในบริเวณนี้ไม่ปรากฏร่องน้ำแต่อย่างใด ส่วนที่เป็นดินไหลไปไกลจากพื้นที่ตอนปลาย ๑๓ เมตร บริเวณที่ ๗ นั้น มีขนาดเล็กกว่าโดยมีความยาว ๙ เมตร กว้าง ๕ เมตร สูง ๖ เมตร มุมลาดเท ๓๓ องศา ผาชันตอนบนลึก ๐.๖๐ เมตร เท่ากับบริเวณที่ ๖ มีการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ คิดเป็นพื้นที่ที่เสียไปประมาณ ๕๐ ตารางเมตร คิดเป็นปริมาตรของดินประมาณ ๑๓๕ ลูกบาศก์เมตร บริเวณนี้ไม่พบร่องน้ำเช่นกัน ส่วนดินไหลไปไกลจากพื้นที่ตอนปลาย ๗ เมตร และพื้นที่มีหญ้าขึ้นปกคลุม

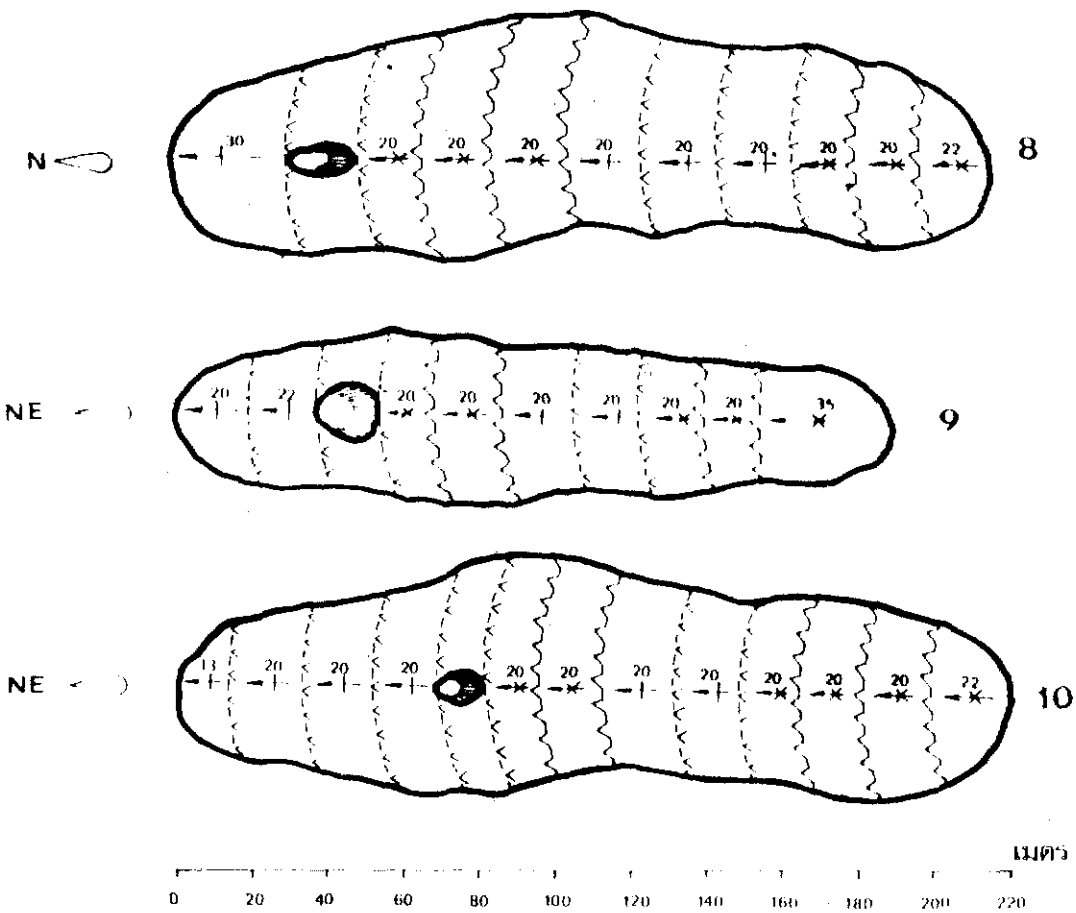
๒.๗ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ลาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๘ มีดังนี้

๒.๗.๑ ลักษณะสัณฐานพื้นที่ลาดเท จากภาพประกอบ ๒๓ และแผนที่ ๔ แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๘ บริเวณนี้ห่างจากบริเวณที่ ๖ และ ๗ ประมาณ ๔๐๐ เมตร ไปทางทิศตะวันออกและอยู่ในแนวเทือกเขาเดียวกัน รูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทมีทั้งแบบโค้งนูนและโค้งเว้าผสมกัน โดยช่วงล่างของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ เป็นแบบโค้งเว้า ช่วงบนเป็นแนวโค้งนูนประมาณ ๖๐ เมตร ถัดจากนั้นเป็นแบบโค้งเว้าประมาณ ๖๐ เมตร ถัดต่อไปจึงเป็นแบบโค้งนูนประมาณ ๖๒ เมตร มุมลาดเทเฉลี่ยทั้งหมด ๒๓ องศา มุมลาดเทเฉลี่ยส่วนที่เป็นโค้งเว้า ๑๒ องศา ในส่วนที่เป็นโค้งนูน ๒๘ องศา ซึ่งต่างกันถึง ๑๖ องศา แต่ถ้า

ภาพประกอบ 23 รูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเท บริเวณที่ 8,9และ10



แผนที่ 4 หน้าตัดพื้นที่ลาดเท บริเวณที่ 8,9 และ 10



ภาพประกอบ ๒๔ บริเวณที่ ๘ จะเห็นผาชันเป็นขอบโค้งครึ่งวงกลม

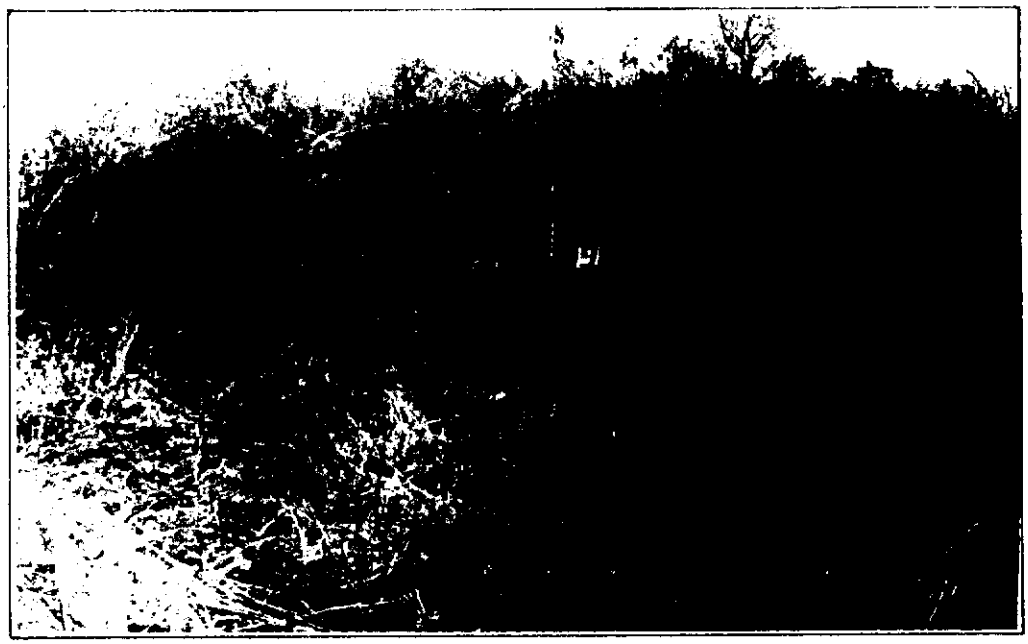
ภาพประกอบ ๒๕ เมื่อมองดูระยะไกล พื้นที่ที่เกิดคล้ายเป็นแอ่งซอกเขา ซึ่งน้ำจะไหลมารวมกัน เวลาฝนตก

คิดเปรียบเทียบระหว่างมุมลาดเทเฉลี่ยของที่อยู่ช่วงบนและช่วงล่างของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ แล้วเท่ากับ ๒๓ ต่อ ๑๒ องศาตามลำดับ ส่วนฐานพื้นที่ลาดเทมีความสูงประมาณ ๒๐ เมตร (จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ส่วนยอดสูงประมาณ ๓๒๐ เมตร ความสูงของสัณฐานพื้นที่ลาดเทนี้เท่ากับ ๑๐๐ เมตร มีความยาวตามแนวพื้นที่ลาดเท ๒๓๕ เมตร ความยาวช่วงบน ๑๘๒ เมตร ช่วงล่าง ๓๐ เมตร แสดงว่าบริเวณที่ ๘ นี้เกิดในช่วงตอนล่างของพื้นที่ลาดเท พื้นที่ที่เกิดมีลักษณะเป็นแอ่ง อันเป็นบริเวณที่น้ำไหลมารวมกัน พื้นที่ลาดเทไปทางทิศเหนือ

๒.๗.๒ สัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๘ มีความยาว ๒๓ เมตร กว้าง ๘ เมตร สูง ๑๓ เมตร มุมลาดเท ๓๕ องศา ผาชันตอนบนลึก ๑.๓๐ เมตร คิดเป็นพื้นที่ที่เสียไปประมาณ ๑๘๐ ตารางเมตร ปริมาตรดินที่เสียไปประมาณ ๑,๑๙๖ ลูกบาศก์เมตร มีการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ ส่วนที่เป็นดินไหลมีร่องรอยของเศษหินทรายและดินไหลลงมายังส่วนที่ต่ำกว่า ๑๕ เมตร เกิดประมาณปี พ.ศ. ๒๕๒๓ จึงมีหญ้าขึ้นปกคลุมอยู่ทั่วไป ในพื้นที่ใกล้เคียงกันยังพบอีก ๕ บริเวณ

๒.๘ ลักษณะสัณฐานพื้นที่ลาดเทและสัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๙ มีดังนี้

๒.๘.๑ ลักษณะสัณฐานพื้นที่ลาดเท จากภาพประกอบ ๒๓ และแผนที่ ๙ แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเท บริเวณที่ ๙ บริเวณที่ ๙ และ ๑๐ อยู่บนพื้นที่ลาดเทเดียวกัน ห่างกันตามแนวขวาง ๒๐ เมตร ทั้งสองบริเวณอยู่ห่างจากบริเวณที่ ๘ ประมาณ ๘๐๐ เมตร ในเทือกเขาเดียวกัน พื้นที่ลาดเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือทั้งสองบริเวณ รูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทบริเวณที่ ๙ คล้ายบริเวณที่ ๘ คือช่วงล่างการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นแบบโค้งเว้า ส่วนช่วงบนมีทั้งแบบโค้งนูน และโค้งเว้า แต่ส่วนใหญ่จะเป็นแบบโค้งนูน ความยาวตามแนวพื้นที่ลาดเทช่วงล่าง ๔๒ เมตร ช่วงบน ๑๕๕ เมตร ความยาวของพื้นที่ลาดเททั้งหมด ๒๑๕ เมตร บริเวณที่ ๙ นี้จึงเกิดในช่วงล่างของพื้นที่ ส่วนฐานของพื้นที่ลาดเทสูง ๒๒๕ เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนยอดสูงประมาณ ๓๓๐ เมตร ความสูงของพื้นที่ลาดเทนี้จึงเท่ากับ



ภาพประกอบ ๒๖ บริเวณที่ ๙ มีพวกหญ้าต่าง ๆ ขึ้นอยู่ มีแอ่งตื้น ๆ อยู่ตอนกลาง

ภาพประกอบ ๒๗ แสดงให้เห็นอีกด้านหนึ่งของบริเวณที่ ๙

๑๐๕ เมตร บริเวณที่เกิดในระดับสูงประมาณ ๒๕๐ เมตร ส่วนฐานพื้นที่ลาดเทมีร่องน้ำปรากฏอยู่ มุมลาดเทเฉลี่ยทั้งหมด ๓๐ องศา ช่วงล่างมีมุมเฉลี่ย ๒๙ องศา ซึ่งเท่ากับช่วงบน บริเวณที่เกิดไม่มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดเทหักหรือแอ่งซอกเขาแต่อย่างใด แต่มีมุมลาดเทสูงชัน การไหลบ่าของน้ำคงเป็นไปอย่างรุนแรง เพราะขาดสิ่งปกคลุม

๒.๘.๒ สัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๙ มีความยาว ๑๘ เมตร กว้าง ๑๖ เมตร สูง ๑๑ เมตร มุมลาดเท ๓๒ องศา ผาชันตอนบนลึก ๑.๑๐ เมตร ประมาณพื้นที่ที่เสียไป ๒๙๐ ตารางเมตร คิดเป็นปริมาตรดินประมาณ ๑,๕๘๙ ลูกบาศก์เมตร เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเช่นเดียวกับทิศทางของพื้นที่ลาดเท ส่วนที่เป็นดินไหลไปไกลจากพื้นที่ตอนปลายยาว ๑๙ เมตร เกิดประมาณปี พ.ศ. ๒๕๒๙ พื้นที่ตอนกลางเป็นแอ่ง ถ้าฝนตกน้ำจะแช่ขังอยู่ แต่ไม่พบร่องน้ำปรากฏอยู่ ในพื้นที่ใกล้เคียงกันยังพบอีก ๒ บริเวณ (ไม่นับบริเวณที่ ๑๐)

๒.๙ ลักษณะสัณฐานพื้นที่ลาดเท และสัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๑๐ มีดังนี้

๒.๙.๑ ลักษณะสัณฐานพื้นที่ลาดเท จากภาพประกอบ ๒๓ และแผนที่ ๙ แสดงรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเท บริเวณที่ ๑๐ บริเวณนี้อยู่ใกล้เคียงกันกับบริเวณที่ ๙ และอยู่ในระดับต่ำกว่าประมาณ ๑๐ เมตร รูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทมีลักษณะคล้ายบริเวณที่ ๘ และ ๙ คือช่วงล่างของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นแบบโค้งเว้าส่วนช่วงบน มีทั้งแบบโค้งนูนและโค้งเว้า แต่ส่วนใหญ่จะเป็นแบบโค้งนูนมากกว่า ความยาวตามแนวพื้นที่ลาดเททั้งหมด ๒๙๗ เมตร ความยาวช่วงล่าง ๗๓ เมตร และช่วงบน ๑๖๒ เมตร จะเห็นว่าสัณฐานนี้พบในตอนล่างของพื้นที่ ส่วนฐานของพื้นที่ลาดเทสูง ๒๑๕ เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนยอดสูง ๓๓๐ เมตร ความสูงของพื้นที่ ๑๑๕ เมตร บริเวณที่ ๑๐ นี้เกิดในระดับสูง ๒๕๐ เมตร ส่วนฐานของพื้นที่จะเป็นร่องน้ำอยู่เช่นเดียวกับบริเวณที่ ๙ มุมลาดเทเฉลี่ยทั้งหมด ๒๖ องศา ช่วงล่างมีมุมเฉลี่ย ๒๑ องศา ช่วงบนมีมุมเฉลี่ย ๒๙ องศา ต่างกัน ๘ องศา

ภาพประกอบ ๒๘ บริเวณที่ ๑๐ อยู่ห่างจากบริเวณที่ ๙ มาทางทิศใต้ประมาณ ๒๐ เมตร

ภาพประกอบ ๒๙ แสดงให้เห็นอีกด้านหนึ่ง มีเศษหญ้าในส่วนที่พังลงมาทับถมกันอยู่

พื้นที่ที่เกิดไม่พบลักษณะที่เป็นพื้นที่ลาดเทหัก หรือแอ่งซอกเขาแต่อย่างใดเช่นเดียวกับบริเวณที่ ๕ แต่มีมุมลาดเทสูงชัน

๒.๙.๒ สัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บริเวณที่ ๑๐ มีขนาดเล็กกว่าบริเวณที่ ๙ มีความยาว ๑๒ เมตร กว้าง ๙ เมตร สูง ๗ เมตร มุมลาดเท ๓๑ องศา ผาชันตอนบนลึก ๐.๘๐ เมตร ประมาณพื้นที่ที่เสียไป ๑๑๐ ตารางเมตร คิดเป็นปริมาตรดิน ประมาณ ๓๗๘ ลูกบาศก์เมตร เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนที่เป็นดินไหล มีร่องรอยไหลไปไกลจากพื้นที่ตอนปลาย ๑๐ เมตร เกิดประมาณปี พ.ศ. ๒๕๒๔ พื้นที่ตอนกลางเป็นแอ่งตื้น ๆ ถ้าฝนตกน้ำจะแช่ขังอยู่เช่นเดียวกับบริเวณที่ ๙ ไม่ปรากฏร่องน้ำในพื้นที่ตอนกลางและตอนปลาย แต่มีหญ้าต่าง ๆ ขึ้นอยู่

๒.๑๐ การเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานพื้นที่ลาดเทและสัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ทั้ง ๑๐ บริเวณ มีดังนี้

จากตารางที่ ๙ จะเห็นว่าสัณฐานที่พบในบริเวณที่มีความสูงของพื้นที่ลาดเทมากที่สุดคือบริเวณที่ ๖ ส่วนบริเวณที่มีความสูงต่ำสุดคือบริเวณที่ ๑ ค่าเฉลี่ยความสูงของพื้นที่ลาดเททั้งหมดเท่ากับ ๓๑๐ เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความสูง ณ ที่ฐานของพื้นที่ลาดเทมีค่าเฉลี่ย ๒๑๕ เมตร เมื่อพิจารณาความยาวตามแนวพื้นที่ลาดเทจะเห็นว่ามีค่าเฉลี่ย ๒๑๓ เมตร บริเวณที่มีความยาวมากที่สุดคือ บริเวณที่ ๖ ๒๗๕ เมตร ส่วนบริเวณที่มีความยาวน้อยที่สุดคือ บริเวณที่ ๑ ๑๒๙ เมตร ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ๘๔ เมตร บริเวณที่มีความยาวมากกว่าความยาวเฉลี่ยมี ๖ บริเวณ

ถ้าใช้เกณฑ์โดยการแบ่งความยาวตามแนวพื้นที่ลาดเทออกเป็น ๒ ช่วง คือ ช่วงบนและช่วงล่างแล้วทั้ง ๑๐ บริเวณ จะมี ๓ บริเวณพบอยู่ช่วงล่าง คือบริเวณที่ ๘, ๙ และ ๑๐ อีก ๗ บริเวณนั้นเกิดอยู่ในช่วงบนของพื้นที่ลาดเท ส่วนความยาวเฉลี่ยของพื้นที่ลาดเทช่วงบนและช่วงล่างการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๑๑๑ และ ๘๕ เมตร ตามลำดับ มากกว่ากัน ๒๖ เมตร

ความสูงเฉลี่ยของตำแหน่งที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ๒๕๗ เมตร บริเวณที่พบมีความสูงมากที่สุด คือบริเวณที่ ๖ ประมาณ ๓๐๐ เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ตำแหน่งที่เกิดมีความสูงต่ำสุดคือ บริเวณที่ ๙ ประมาณ ๒๓๒ เมตร สูงกว่ากันประมาณ ๗๐ เมตร บริเวณที่มีความสูงของตำแหน่งที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิต่ำกว่าความสูงเฉลี่ยมี ๖ บริเวณคือ บริเวณที่ ๑, ๒, ๓, ๘, ๙ และ ๑๐ ส่วนบริเวณที่ ๔, ๕, ๖ และ ๗ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย

มุมของพื้นที่ลาดเททั้ง ๑๐ บริเวณนั้น มีค่าเฉลี่ย ๒๖ องศา นับว่าสูงชันมากและไม่มีพื้นที่ลาดเทใดมีค่าต่ำกว่า ๒๐ องศา บริเวณที่มีมุมลาดเทเฉลี่ยมากที่สุดคือ บริเวณที่ ๙ มีค่า ๓๐ องศา ส่วนบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือบริเวณที่ ๓ และ ๘ ซึ่งมีค่า ๒๓ องศา แตกต่างกัน ๗ องศา สำหรับมุมลาดเทเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ลาดเทช่วงบนและช่วงล่างของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิมีค่าเท่ากับ ๓๐ องศาและ ๒๑ องศาตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกัน ๙ องศา

สำหรับรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเททั้ง ๑๐ บริเวณนั้น พบว่าช่วงล่างของพื้นที่ลาดเทหรือตั้งแต่ตอนปลายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิถึงส่วนฐานของพื้นที่ลาดเท เป็นแบบโค้งเว้า ส่วนช่วงบนเป็นแบบโค้งนูน มี ๓ บริเวณเท่านั้น คือบริเวณที่ ๘, ๙ และ ๑๐ มีส่วนที่เป็นแบบโค้งเว้าปนสลับอยู่ช่วงบนบ้าง

ลักษณะของพื้นที่ลาดเท บริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ พบว่าทั้ง ๑๐ บริเวณนั้นเป็นแบบพื้นที่ลาดเทหัก เพียงบริเวณเดียวคือบริเวณที่ ๒ นอกนั้นเป็นแบบพื้นที่ลาดเทเปลี่ยน คือเป็นบริเวณที่เป็นแอ่งซอกหรือแอ่งเขา ๗ บริเวณ (บริเวณที่ ๑, ๓, ๔, ๕, ๖, ๗, และ ๘) สำหรับบริเวณที่ ๙ และ ๑๐ ไม่มีลักษณะที่เป็นแอ่งเขาแต่มีมุมลาดเทสูงชันมาก

ทิศทางส่วนใหญ่ของพื้นที่ลาดเท จะเป็นไปทางทิศเหนือถึง ๗ บริเวณ คือบริเวณที่ ๑, ๒, ๓, ๔, ๖, ๗ และ ๘ อีก ๓ บริเวณ คือบริเวณที่ ๕, ๙ และ ๑๐ ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

สำหรับสัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณ นั้นพบว่า มีสัณฐานแตกต่างกันไปทั้ง ๑๐ บริเวณโดยมีความยาวเฉลี่ย ๑๗ เมตร ความกว้างเฉลี่ย ๑๐ เมตร

ตารางราง ๔ เปรียบเทียบลักษณะสัณฐานของพื้นที่ตาดเทและสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณ (หน่วยเป็นเมตร)

บริเวณที่	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	ค่าเฉลี่ย
ความสูงของพื้นที่ตาดเทจากระดับน้ำทะเลปานกลาง	๒๖๗	๒๖๔	๒๔๐	๓๑๐	๓๐๐	๓๔๐	๓๔๐	๓๒๐	๓๓๐	๓๓๐	๓๑๐
ความสูงที่ระดับฐานพื้นที่ตาดเท	๒๑๐	๒๐๐	๒๐๕	๒๐๐	๒๓๐	๒๒๐	๒๒๐	๒๒๐	๒๒๕	๒๑๕	๒๑๕
ความสูงของพื้นที่ตาดเทนับจากระดับฐาน	๕๐	๖๔	๘๔	๑๑๐	๗๐	๑๒๐	๑๒๐	๑๐๐	๑๐๕	๑๑๕	๔๔
ความยาวตามแนวพื้นที่ตาดเท	๑๒๔	๑๔๓	๑๔๖	๒๕๖	๑๔๓	๒๗๕	๒๗๕	๒๓๕	๒๑๔	๒๔๗	๒๑๓
ความยาวของพื้นที่ตาดเทช่วงล่าง	๖๔	๑๐๔	๑๔๐	๒๑๕	๘๗	๒๐๔	๑๕๐	๓๐	๔๒	๘๓	๑๑๑
ความยาวของพื้นที่ตาดที่ช่วงบน	๔๒	๔๔	๒๑	๑๘	๕๗	๕๕	๑๑๖	๑๘๒	๑๕๕	๑๖๒	๘๕
ความสูงของตำแหน่งที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๒๓๔	๒๔๐	๒๕๔	๒๘๖	๒๖๖	๓๐๐	๒๗๐	๒๓๒	๒๕๐	๒๔๐	๒๕๗
มุมตาดเทเฉลี่ยของพื้นที่ตาดเท (องศา)	๒๔	๒๕	๒๓	๒๕	๒๔	๒๕	๒๕	๒๓	๓๐	๒๖	๒๖
มุมตาดเทเฉลี่ยของพื้นที่ตาดเทช่วงล่าง (องศา)	๒๑	๑๔	๒๑	๒๓	๒๔	๒๒	๑๘	๑๒	๒๔	๒๑	๒๑
มุมตาดเทเฉลี่ยของพื้นที่ตาดเทช่วงบน (องศา)	๒๗	๓๒	๒๘	๓๔	๓๒	๓๑	๓๑	๒๓	๒๔	๒๔	๓๐
รูปหน้าตัดพื้นที่ตาดเทช่วงล่าง	โค้งเว้า	โค้งเว้า	โค้งเว้า	โค้งเว้า	โค้งเว้า	โค้งเว้า	โค้งเว้า	โค้งเว้า	โค้งเว้า	โค้งเว้า	โค้งเว้า
รูปหน้าตัดพื้นที่ตาดเทช่วงบน	โค้งนูน	โค้งนูน	โค้งนูน	โค้งนูน	โค้งนูน	โค้งนูน	โค้งนูน	โค้งนูนแต่มีโค้งเว้าสลับบ้าง	โค้งนูนแต่มีโค้งเว้าสลับบ้าง	โค้งนูนแต่มีโค้งเว้าสลับบ้าง	-
ลักษณะของพื้นที่ตาดเทบริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	แอ่งซอกเขา	พื้นที่ตาดเทหัก	แอ่งซอกเขา	แอ่งซอกเขา	แอ่งซอกเขา	แอ่งซอกเขา	แอ่งซอกเขา	แอ่งซอกเขา	สูงชัน	สูงชัน	-
ทิศทางของพื้นที่ตาดเท	เหนือ	เหนือ	เหนือ	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	เหนือ	เหนือ	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	-
ความยาวของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ	๑๘	๔.๖๐	๓๕	๒๓	๔	๑๖	๔	๒๓	๑๘	๑๒	๑๗
ความกว้าง	๘	๔	๑๕	๒๐	๘	๘	๕	๘	๑๖	๔	๑๐
ความสูง	๑๐	๒	๒๐	๑๖	๖	๑๑	๖	๑๓	๑๑	๗	๑๐
อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างต่อความสูงโดยประมาณ	๒:๑:๑	๒:๑:๑	๒:๑:๑	๑:๑:๑	๑:๑:๑	๒:๑:๑	๒:๑:๑	๓:๑:๒	๒:๒:๑	๑:๑:๑	๒:๑:๑
มุมตาดเท (องศา)	๓๑	๒๘	๓๕	๓๒	๓๔	๓๔	๓๓	๓๕	๓๒	๓๑	๓๓
ความลึกของผาชันตอนบน	๒.๑๐	๐.๖๐	๐.๘๐	๑.๑๐	๐.๕๐	๐.๖๐	๐.๖๐	๑.๓๐	๑.๑๐	๐.๘๐	๐.๙๕
ทิศทางการเคลื่อนที่	เหนือ	เหนือ	เหนือ	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	เหนือ	เหนือ	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	-
ความยาวของดินไหลจากพื้นที่ตอนปลาย	๑๒	๔	๒๐	๑๕	๑๐	๑๓	๗	๑๕	๑๔	๑๐	๑๒
เกิดในช่วงใดของพื้นที่ตาดเท	บน	บน	บน	บน	บน	บน	บน	ล่าง	ล่าง	ล่าง	-
ประมาณพื้นที่ที่เสียไป (ต.ร.ม.)	๑๕๐	๑๐	๕๐๐	๔๖๐	๘๐	๑๓๐	๕๐	๑๘๐	๒๔๐	๑๑๐	๑๔๕
ประมาณปริมาตรของดินที่เสียไป (ล.บ.ม.)	๗๒๐	๑๘	๕,๒๕๐	๓,๖๘๐	๒๑๖	๗๐๔	๑๓๕	๑,๑๔๖	๑,๕๘๔	๓๗๘	๑,๔๗๓
ประมาณปีที่เกิด	๒๕๒๔	๒๕๒๓	๒๕๒๔	๒๕๒๔	๒๕๒๔	๒๕๒๔	๒๕๒๔	๒๕๒๓	๒๕๒๔	๒๕๒๔	-

ความสูงเฉลี่ย ๑๐ เมตร ผาชันตอนบนลึกเฉลี่ย ๐.๔๕ เมตร มุมลาดเทเฉลี่ยทั้งหมดสูงถึง ๓๓ องศา ระยะทางเฉลี่ยที่ดินไหลไปไกลจากพื้นที่ตอนปลาย ๑๒ เมตร สัณฐานการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือ บริเวณที่ ๓ รองลงมาคือบริเวณที่ ๕, ๙, ๘, ๑, ๖, ๑๐, ๕, ๙ และ ๒ ตามลำดับ โดยเฉพาะบริเวณที่ ๒ นี้เล็กกว่าบริเวณที่ ๓ ประมาณ ๕๐ เท่า นับว่ามีสัณฐานแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่าง ความยาว : ความกว้าง : ความสูง แล้วจะมีอัตราส่วนประมาณ ๒ : ๑ : ๑ ถึง ๕ บริเวณ คือบริเวณที่ ๑, ๒, ๓, ๖ และ ๗ สำหรับบริเวณที่ ๔ มีอัตราส่วนประมาณ ๒ : ๒ : ๑ บริเวณที่ ๔, ๕ และ ๑๐ มีอัตราส่วนประมาณ ๑ : ๑ : ๑ และบริเวณที่ ๘ มีอัตราส่วน ๓ : ๑ : ๒ ถ้าใช้อัตราส่วนระหว่างความลึกของผาชันตอนบน ต่อความยาว โดยแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์แล้ว จะพบว่า บริเวณที่ ๒ มีค่าอัตราส่วนมากที่สุดคือ ประมาณ ๑๓% รองลงมาคือ บริเวณที่ ๑ (๑๑.๖%), บริเวณที่ ๗ และ ๑๐ (๖.๖%), บริเวณที่ ๙ (๖.๑%) บริเวณที่ ๘ (๕.๖%) บริเวณที่ ๕ (๕.๕%) บริเวณที่ ๔ (๔.๗%) บริเวณที่ ๖ (๓.๗%) และบริเวณที่ ๓ (๒.๓%) ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความลึกต่อความยาวประมาณ ๗% ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ จะเกิดขึ้นเฉพาะพื้นผิวไม่ลึกบริเวณไปถึงหินพื้นแต่อย่างใด

มุมลาดเทของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณนั้นมีค่าสูงกว่า ๒๐ องศาทั้งหมด โดยบริเวณที่มีมุมลาดเทสูงสุดคือ บริเวณที่ ๕ สูง ๓๙ องศา บริเวณที่มีมุมลาดเทต่ำสุดคือบริเวณที่ ๒ เท่า ๒๘ องศา จะเห็นได้ว่าทั้ง ๑๐ บริเวณนี้มีบริเวณที่ ๒ เท่านั้นที่มีมุมลาดเทต่ำกว่า ๓๐ องศา ที่เหลืออีก ๙ บริเวณนั้นมีมุมลาดเทสูงกว่า ๓๐ องศา ทั้งนั้น

ทิศทางการเคลื่อนที่ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบินั้นจะสัมพันธ์กับทิศทางของพื้นที่ลาดเท กล่าวคือ เมื่อทิศทางของพื้นที่ลาดเทไปทางใด ทิศทางการเคลื่อนที่ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิก็ไปในทางเดียวกันด้วย จากการศึกษาทั้ง ๑๐ บริเวณ พบว่า มีการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือถึง ๗ บริเวณ อีก ๓ บริเวณ มีการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับส่วนที่เป็นดินไหล จากพื้นที่ตอนปลายมีระยะทางแตกต่างกันไปตั้งแต่ ๔ - ๒๐ เมตร บริเวณที่มีสัณฐานขนาดใหญ่ จะมีระยะที่ดินไหลไปไกลกว่าบริเวณที่มีสัณฐานขนาดเล็กกว่า

ประมาณพื้นที่เสียไปในแต่ละบริเวณแตกต่างกันไปตั้งแต่ ๑๐ - ๕๐๐ ตารางเมตร ค่าเฉลี่ยของทั้ง ๑๐ บริเวณเท่ากับ ๑๙๕ ตารางเมตร และถ้าคิดเป็นปริมาตรของดินที่เสียไปโดยประมาณมีค่าตั้งแต่ ๑๘ - ๕,๒๕๐ ลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ย ๑,๙๗๓ ลูกบาศก์เมตร บริเวณใดที่เสียพื้นที่ไปมาก ปริมาตรของดินก็เสียไปมากด้วย บริเวณที่เกิดการเสียพื้นที่และปริมาตรของดินมากที่สุดเรียงตามลำดับดังนี้ บริเวณที่ ๓, ๕, ๙, ๘, ๑, ๖, ๑๐, ๕, ๗ และ ๒ และโดยสภาพที่แท้จริงแล้ว มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นในพื้นที่ใกล้เคียงกันอีกมาก การเสียพื้นที่และปริมาตรของดินจะมีมากกว่านี้

ช่วงเวลาที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบินั้นแตกต่างกันไป จากการสอบถามราษฎรในพื้นที่พบว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นพร้อมกับการบุกเบิกพื้นที่ ซึ่งแสดงว่าได้เกิดขึ้นมานานแล้ว และเป็นมากขึ้นเรื่อย ๆ จะสังเกตได้ว่า บริเวณพื้นที่ที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณ พื้นที่เดิมซึ่งเป็นป่าได้ถูกทำลายเพื่อเป็นพื้นที่เพาะปลูกจนบางพื้นที่ไม่สามารถจะทำการเพาะปลูกได้ ทั้ง ๑๐ บริเวณที่ทำการศึกษา ส่วนใหญ่เกิดในช่วงระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๒๓ - ๒๕๒๕ โดยเกิดในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๒๕ ถึง ๗ บริเวณ แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าช่วงก่อนนั้นหรือช่วงหลังกว่านั้นจะไม่มีเกิดขึ้น เพราะได้มีการบุกเบิกพื้นที่มานานหลายปีแล้ว สำหรับบริเวณพื้นที่ลาดเทที่สูงชันจริง ๆ จะยังมีสภาพของป่าไว้บ้างเป็นหย่อม ๆ และไม่มีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของป่าที่ช่วยป้องกันได้

๓. <u>การวิเคราะห์รูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ</u>

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่พบ จะมีรูปแบบเหมือนกันโดยทั่ว ๆ ไปคือ เป็นแบบเดี่ยว สังเกตได้ว่า พื้นผิวที่เกิดเป็นรูปโค้งเว้าเดี่ยว มวลของเศษดินหินที่เคลื่อนที่ลงมาไม่มีลักษณะเป็นบล็อคปรากฏให้เห็น เข้าใจว่ามวลดินหินเหล่านี้ได้แตกกระจัดกระจายและไหลลงมาตามพื้นที่ลาดเท และกลายเป็นดินไหล หรือเนินฮัมมอกกี่ในพื้นที่ตอนปลาย เนื่องจากอิทธิพลของฝนที่ตกลงมา และดินไม่เกาะตัวกันแน่น ทำให้บล็อกของมวลไม่สามารถจะคงตัวอยู่ได้ ซึ่งไม่เหมือนกับที่เกิดในเขตภูมิอากาศแห้งแล้งที่บล็อกของมวลสามารถคงตัวอยู่ได้ดีกว่า

สำหรับการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นในพื้นที่นี้ ส่วนที่เป็นผาชันรูปครึ่งวงกลมเห็นได้ชัดเจนมากเช่นเดียวกับ พื้นที่ตอนกลาง หรือพื้นที่แอ่งในบางบริเวณ แอ่งสามารถกักเก็บน้ำได้ด้วย ในส่วนที่เป็นดินไหลหรือเนินฮัมมอกนี้นั้นจะไม่พบเด่นชัดนัก บางบริเวณปรากฏเพียงร่องรอยให้เห็น ทั้งนี้เป็นเพราะอิทธิพลของฝน ที่ไหลชะล้างลงไปตามพื้นที่ลาดเทดังกล่าว ปรากฏดินไหลให้เห็นชัดเจนอยู่มีถึง ๘ บริเวณคือบริเวณที่ ๑, ๓, ๔, ๕, ๖, ๗, ๙ และ ๑๐ ส่วนบริเวณที่ ๒ และ ๘ นั้น ไม่ปรากฏให้เห็นเด่นชัดมีแต่ร่องรอยของดินที่ไหลปรากฏอยู่เข้าใจว่าถูกชะล้างจากฝนไปหมด

ลักษณะปลีกย่อยที่พบแตกต่างกันออกไป เช่น พื้นที่ตอนกลางและตอนปลายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บางบริเวณมีร่องน้ำเกิดขึ้น แต่บางบริเวณก็ไม่มี บริเวณที่มีร่องน้ำปรากฏให้เห็นคือบริเวณที่ ๓ และบริเวณที่ ๔ จะมีร่องน้ำเกิดขึ้นมากและบางร่องน้ำมีขนาดลึก ทั้งนี้คงเนื่องจากอิทธิพลของการกษัยการจากฝน หลังจากที่การเลื่อนหลุดเป็นกะบิได้เกิดขึ้นแล้ว สำหรับบริเวณอื่นไม่ปรากฏร่องน้ำให้เห็น

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณที่ศึกษาไม่ปรากฏหินพื้นแต่อย่างใด จึงน่าจะจัดได้ว่าเป็นการเลื่อนหลุดเป็นกะบิดิน (soil slump) เพราะมวลที่เคลื่อนที่เป็นดินส่วนใหญ่มีเศษหินที่ผุพังปะปนอยู่บ้างทุกบริเวณ และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความลึกต่อความยาวประมาณ ๗๙ ซึ่งแสดงว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นเฉพาะพื้นผิวเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างความยาว : ความกว้าง : ความสูงแล้ว บริเวณที่มีอัตราส่วนประมาณ ๒ : ๑ : ๑ มีถึง ๕ บริเวณ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเลื่อนหลุดที่เกิดขึ้นในพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่ความยาวจะมากกว่าความกว้างและความสูงจากฐานล่างประมาณ ๒ เท่า และความกว้างและความสูงจากฐานล่างจะมีขนาดเท่า ๆ กัน

๔. <u>การวิเคราะห์องค์ประกอบบางอย่างที่อาจสนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ</u>

สำหรับการวิเคราะห์นี้ ผู้วิจัยจะแยกวิเคราะห์ทีละเรื่อง ดังนี้

๔.๑ ชั้นดินตามความลึก

๔.๒ เปรียบเทียบเนื้อดินพื้นที่ตอนบนกับพื้นที่ตอนกลาง การเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๔.๓ เปอร์เซ็นต์ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ (๑๕ บาร์) เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว ($\frac{1}{10}$ บาร์) เปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว และปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว หรือจุดอิ่มตัวของดิน

๔.๔ ความหนาแน่นรวมของดิน

๔.๕ อินทรียวัตถุในดิน

๔.๖ ชนิดหินและเศษหิน

๔.๑ ชั้นดินตามความลึก

จากตาราง ๕ แสดงผลการวิเคราะห์การกระจายของเนื้อดิน ในชั้นดินต่าง ๆ ตามระดับความลึกระดับต่าง ๆ คือในพื้นที่ตอนบนความลึก ๓ ระดับ ในชั้นดินที่ ๑ ลึก ๐ - ๓๐ เซนติเมตร ชั้นดินที่ ๒ ๓๐ - ๑๐๐ เซนติเมตร ชั้นดินที่ ๓ ซึ่งลึกมากกว่า ๑๐๐ เซนติเมตร ในพื้นที่ตอนกลางความลึก ๒ ระดับ ในชั้นดินที่ ๑ ๐ - ๓๐ เซนติเมตร ชั้นดินที่ ๒ ๖๐ - ๑๐๐ เซนติเมตร และในพื้นที่ตอนปลายความลึก ๑ ระดับ คือ ๐ - ๓๐ เซนติเมตร จากผลการวิเคราะห์ พบว่า การกระจายของเนื้อดินทั้ง ๑๐ บริเวณ ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว ซึ่งพบถึง ๗ บริเวณ คือบริเวณที่ ๑, ๓, ๔, ๕, ๘, ๙ และ ๑๐ และมี ๓ บริเวณคือ ๒, ๖ และ ๗ ที่มีเนื้อดินแบบอื่น แต่ก็มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูงในบางชั้นดิน บางชั้นดินเป็นดินเหนียว เมื่อดูชนิดหินและเศษหินที่พบทั้ง ๓ บริเวณ ปรากฏว่าเป็นหินทรายและกึ่งอาร์โคส

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิ บางบริเวณการกระจายของเนื้อดินในแต่ละหน้าตัดดินทั้งในพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลายไม่ต่างกัน และบางบริเวณการกระจายของเนื้อดินในหน้าตัดเดียวกันต่างกัน บริเวณที่มีการกระจายของเนื้อดินเหมือนกันทั้งในพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลายคือ บริเวณที่ ๑, ๒, ๔ และ ๑๐ ในบริเวณที่ ๑, ๕ และ ๑๐ เป็นดินเหนียว ส่วนบริเวณที่ ๒ เป็นดินร่วนปนดินเหนียว บริเวณที่มีการกระจายของเนื้อดินต่างกัน คือบริเวณที่ ๓, ๔, ๖, ๗, ๘ และ ๙ โดยทั้ง ๖ บริเวณนี้มีการกระจายของเนื้อดินต่างกันระหว่าง

ตาราง ๕ เปรียบเทียบการกระจายของเม็ดดิน ชนิดดินและเศษหิน ของการเรียงลำดับเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณ (ความลึกของชั้นดินเป็น ซ.ม.)

บริเวณที่	พื้นที่รอบบน ๓ ชั้นดิน			พื้นที่รอบกลาง ๓ ชั้นดิน		ลักษณะปลายชั้นดิน	เปรียบเทียบเม็ดดินพื้นที่ตรงบนกับตอนกลาง (ชั้นดินที่ ๓ และ ๖)	ชนิดดินและเศษหิน	เกิดในช่วงใดของพื้นที่ลาดเท
	๐ - ๓๐	๓๐ - ๑๐๐	มากกว่า ๑๐๐	๐ - ๓๐	๓๐ - ๑๐๐	๐ - ๓๐			
๑	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	เหมือนกัน	ซิลต์	บน
๒	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	เหมือนกัน	ทรายและกึ่งอาร์โคส	บน
๓	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินเหนียว	ในชั้นที่ ๑ เหมือนกัน ในชั้นที่ ๒ ต่างกัน	อาร์โคส	บน
๔	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินเหนียว	ต่างกัน	ทรายและกึ่งอาร์โคส	บน
๕	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	เหมือนกัน	ซิลต์	บน
๖	ดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียวปนดินทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนดินเหนียว	ต่างกัน	ทรายและกึ่งอาร์โคส	บน
๗	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินเหนียว	ในชั้นที่ ๑ ต่างกัน ในชั้นที่ ๒ เหมือนกัน	ทรายและกึ่งอาร์โคส	บน
๘	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินเหนียว	ในชั้นที่ ๑ เหมือนกัน ในชั้นที่ ๒ ต่างกัน	อาร์โคส	ล่าง
๙	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินร่วน	ดินร่วน	ดินเหนียว	ต่างกัน	ซิลต์	ล่าง
๑๐	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	เหมือนกัน	ซิลต์	ล่าง

พื้นที่ตอนบนและตอนกลาง ส่วนพื้นที่ตอนบนกับพื้นที่ตอนปลายการกระจายของเนื้อดินไม่ต่างกัน เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นอย่างหนึ่งว่า ดินชั้นบนของพื้นที่ตอนกลางได้สูญเสียหน้าดินไปจากการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ประกอบกับเป็นพื้นที่ถูกการชะล้างพัดพาได้ง่ายและในพื้นที่ที่เป็นแอ่งจะมีการสะสมอนุภาคต่าง ๆ ไว้ด้วย จึงทำให้เนื้อดินต่างกัน ต่างกับพื้นที่ตอนบนและตอนปลาย ซึ่งไม่เกิดการสูญเสียหน้าดินมากเหมือนกับพื้นที่ตอนกลาง บริเวณที่มีการกระจายของเนื้อดินในหน้าตัดเดียวกันต่างกัน มี ๔ บริเวณ คือบริเวณที่ ๓, ๖, ๗ และ ๘ อยู่ในพื้นที่ตอนกลาง ๔ แห่ง พื้นที่ตอนบน ๑ แห่ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ตอนกลางเกิดการสูญเสียหน้าดินไปมาก ดังกล่าวแล้ว ประกอบกับอิทธิพลของการซึมชะ (leaching) ที่มีอยู่สูง จะสังเกตได้ว่าดินในพื้นที่นี้มีการซึมชะสูงและมีการเคลือบของดินเหนียว (clay skin) มากเช่นกัน ดินมีการพัฒนาตัวดีมาก ดังนั้นการเลื่อนหลุดเป็นกะบิบางบริเวณ การกระจายของเนื้อดินจึงไม่ต่างกัน

จึงสรุปได้ว่า การกระจายของเนื้อดินของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวซึ่งเป็นดินที่ดูดซับน้ำได้ง่ายและอิ่มตัวด้วยน้ำได้เร็ว มีเพียงไม่กี่บริเวณเท่านั้นที่เป็นเนื้อดินแบบอื่น เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว แต่ก็มีขนาดอนุภาคดินเนื้อละเอียดเช่นกัน

๔.๒ เปรียบเทียบเนื้อดินพื้นที่ตอนบนกับพื้นที่ตอนกลางการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

เป็นการเปรียบเทียบเนื้อดินในชั้นดินที่ ๑ และ ๒ ของพื้นที่ตอนบนและพื้นที่ตอนกลาง จากตาราง ๕ แสดงให้เห็นผลการวิเคราะห์ว่า เนื้อดินของพื้นที่ตอนบนและพื้นที่ตอนกลางมีทั้งที่เหมือนกันและต่างกัน เหมือนกันในบางชั้นดินและต่างกันในบางชั้นดิน สำหรับบริเวณที่มีเนื้อดินเหมือนกันทั้ง ๒ ชั้นดินคือ ๑, ๒, ๕ และ ๑๐ โดยในบริเวณที่ ๒ เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว นอกนั้นเป็นดินเหนียว บริเวณที่มีเนื้อดินต่างกันทั้ง ๒ ชั้นดินคือ ๔, ๖ และ ๙ โดยในบริเวณที่ ๔ ชั้นดินที่ ๑ และ ๒ ในพื้นที่ตอนบนเป็นดินเหนียวส่วนพื้นที่ตอนกลางเป็นดินร่วนปนดินเหนียว บริเวณที่ ๖ ชั้นดินที่ ๑ และ ๒ ในพื้นที่ตอนบนเป็นดินเหนียวและดินร่วนปนดินเหนียวตามลำดับ ส่วนพื้นที่ตอนกลาง ชั้นดินที่ ๑ เป็นดินร่วนปนดินเหนียวปนดิน

ทราย ชั้นดินที่ ๒ เป็นดินร่วนปนทราย และในบริเวณที่ ๔ ชั้นดินที่ ๑ และ ๒ ในพื้นที่ตอนบนเป็นดินเหนียว ส่วนพื้นที่ตอนกลางจะเป็นดินร่วนทั้ง ๒ ชั้นดิน สำหรับบริเวณที่มีเนื้อดินเหมือนกันในบางชั้นดินและต่างกันในบางชั้นดินคือบริเวณที่ ๓, ๗ และ ๘ กล่าวคือ บริเวณที่ ๓ พื้นที่ตอนบนชั้นดินที่ ๑ และ ๒ เป็นดินเหนียวและพื้นที่ตอนกลาง ชั้นดินที่ ๑ เป็นดินเหนียวแต่ชั้นดินที่ ๒ เป็นดินร่วนปนดินเหนียว บริเวณที่ ๗ พื้นที่ตอนบน เป็นดินร่วนปนดินเหนียวทั้ง ๒ ชั้นดิน แต่พื้นที่ตอนกลางชั้นดินที่ ๑ เป็นดินเหนียว ชั้นดินที่ ๒ เป็นดินร่วนปนดินเหนียว บริเวณที่ ๘ พื้นที่ตอนบนเป็นดินเหนียวทั้ง ๒ ชั้นดิน แต่พื้นที่ตอนกลาง ชั้นดินที่ ๑ เป็นดินเหนียว ชั้นดินที่ ๒ ดินร่วนปนดินเหนียว สาเหตุที่การกระจายของเนื้อดินแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ตอนบนกับพื้นที่ตอนกลางนั้นได้กล่าวมาบ้างแล้ว กล่าวคือ พื้นที่ตอนกลางในบางบริเวณได้สูญเสียหน้าดินเป็นอันมาก ทำให้หน้าดินเดิมหายไป ถ้าเป็นแอ่งจะเกิดการสะสมอนุภาคที่เล็กละเอียดเช่น ดินเหนียวซึ่งถูกพัดพาไปได้ง่ายและไกลจากพื้นที่ลาดเทส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไปและอนุภาคต่าง ๆ ในแอ่งนั้นอาจถูกการชะล้างพัดพาไปยังพื้นที่ที่อยู่ต่ำลงมา หรือเกิดการซึมชะเป็นบางส่วน จึงทำให้การกระจายของเนื้อดินในบางบริเวณแตกต่างกันดังกล่าว

๔.๓ เปอร์เซ็นต์ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว เปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว และปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว (จุดอิ่มตัวของดิน)

ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ (จากตาราง ๖) พบว่าโดยทั่วไปแล้วมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง (๓ - ๔%) ค่าโดยปกติจะเท่ากับ ๑ - ๒% ในแต่ละชั้นดินทั้งพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลาย มีค่าที่ใกล้เคียงกัน จากการที่มีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากว่าเนื้อดินมีอนุภาคดินเหนียวที่ดูดซับน้ำได้มาก จึงเห็นได้ว่ามีค่าค่อนข้างสูงทุกบริเวณ โดยชั้นดินทั้ง ๓ ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนมีค่าเฉลี่ยทั้ง ๑๐ บริเวณเท่ากับ ๓.๔% เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางและตอนปลายเท่ากับ ๓.๔ และ ๓.๗% ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ ๓.๔% ค่าเฉลี่ยของชั้นดินที่ ๑, ๒ และ ๓ ในพื้นที่ตอนบนมีค่าเท่ากับ

ตาราง ๖ แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินตามสภาพแห้งในบรรยากาศ (ค่าที่ ๑๕ บาร์, ความลึกของชั้นดินเป็น ซ.ม.)

บริเวณที่	พื้นที่ตอนบน				พื้นที่ตอนกลาง			พื้นที่ตอนปลาย		ค่าเฉลี่ยในแต่ละบริเวณ
	๐ - ๓๐	๓๐-๑๐๐	มากกว่า ๑๐๐	ค่าเฉลี่ย	๐ - ๓๐	๖๐-๑๐๐	ค่าเฉลี่ย	๐ - ๓๐	ค่าเฉลี่ย	
๑	๓.๖	๔.๐	๓.๔	๓.๘	๔.๗	๔.๘	๔.๘	๓.๑	๓.๑	๔.๐
๒	๒.๖	๓.๖	๓.๕	๓.๒	๓.๖	๓.๔	๓.๕	๓.๔	๓.๔	๓.๔
๓	๔.๔	๔.๕	๓.๗	๔.๒	๔.๐	๕.๐	๔.๕	๔.๓	๔.๓	๔.๓
๔	๓.๕	๓.๖	๔.๑	๓.๗	๒.๕	๓.๗	๓.๑	๓.๒	๓.๒	๓.๔
๕	๓.๗	๓.๔	๔.๒	๓.๘	๔.๕	๔.๖	๔.๖	๓.๔	๓.๔	๓.๔
๖	๕.๑	๔.๒	๔.๖	๔.๕	๔.๑	๔.๒	๔.๒	๔.๒	๔.๒	๔.๓
๗	๔.๑	๓.๔	๔.๕	๔.๒	๓.๕	๓.๘	๓.๗	๓.๗	๓.๗	๓.๔
๘	๔.๘	๔.๒	๔.๗	๔.๔	๓.๓	๓.๔	๓.๖	๓.๕	๓.๕	๔.๒
๙	๔.๕	๔.๐	๔.๐	๔.๒	๗.๑	๒.๖	๔.๔	๔.๓	๔.๓	๔.๔
๑๐	๓.๓	๓.๒	๓.๓	๓.๓	๓.๒	๓.๕	๓.๔	๓.๘	๓.๘	๓.๔
ค่าเฉลี่ยในแต่ละชั้นดินทั้ง ๑๐ บริเวณ	๓.๔	๓.๔	๔.๐	๓.๔	๔.๐	๓.๔	๓.๔	๓.๗	๓.๗	๓.๔

๓.๔, ๓.๔ และ ๔.๐% ตามลำดับ เป็นค่าที่ไม่ต่างกัน ในพื้นที่ตอนกลางก็เช่นกัน ชั้นดินที่ ๑ และ ๒ มีค่าเฉลี่ย ๔.๐ และ ๓.๔% ตามลำดับ ส่วนชั้นดินในพื้นที่ตอนปลายมีค่าเฉลี่ย ๓.๗% ซึ่งยังถือว่าใกล้เคียงกันมากทั้ง ๓ แห่ง เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชั้นดินในพื้นที่ตอนบนทั้ง ๑๐ บริเวณ พบว่ามีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ ๓.๒ - ๔.๔% ในพื้นที่ตอนกลางมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ ๓.๑ - ๔.๔% พื้นที่ตอนปลายมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ ๓.๑ - ๔.๓% และค่าเฉลี่ยในแต่ละบริเวณมีค่าตั้งแต่ ๓.๔ - ๔.๔% เป็นค่าที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูงเช่นกัน

ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว ($\frac{1}{10}$ บาร์) (จากตาราง ๗) พบว่า โดยทั่วไปแล้วมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง มีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ ๓๘.๔% ทั้งนี้เป็นเพราะเนื้อดินเป็นดินเหนียวเสียส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละบริเวณมีค่าแตกต่างกันไปตั้งแต่ ๓๑.๔ - ๔๔.๕% แต่เป็นค่าในระดับค่อนข้างสูงเช่นกัน ชั้นดินทั้ง ๓ ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนมีค่าเฉลี่ยทั้งหมด ๓๙.๒% (พิสัย ๓๕.๓ - ๔๔.๑%) เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางและตอนปลายเท่ากับ ๓๗.๒% (พิสัย ๒๗.๒ - ๔๘.๓%) และ ๓๘.๑% (พิสัย ๒๘.๐ - ๔๖.๒%) ตามลำดับ จะเห็นว่ามีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน แต่ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางเล็กน้อย

เปรียบเทียบในชั้นดินเดียวกันทั้ง ๑๐ บริเวณ พบว่าในพื้นที่ตอนบน ชั้นดินที่ ๑ มีค่าเฉลี่ย ๓๘.๐% (พิสัย ๓๓.๕ - ๔๓.๔%) ชั้นดินที่ ๒ มีค่าเฉลี่ย ๔๑.๑% (พิสัย ๓๗.๓ - ๔๗.๔%) ชั้นดินที่ ๓ มีค่าเฉลี่ย ๓๘.๗% (พิสัย ๓๐.๔ - ๔๗.๖%) ส่วนในพื้นที่ตอนกลาง ชั้นดินที่ ๑ มีค่าเฉลี่ย ๓๗.๕% (พิสัย ๒๗.๖ - ๔๘.๔%) ชั้นดินที่ ๒ ค่าเฉลี่ย ๓๖.๔% (พิสัย ๒๖.๗ - ๔๘.๖%) และชั้นดินในพื้นที่ตอนปลายมีค่าเฉลี่ย ๓๘.๑% (พิสัย ๒๘.๐ - ๔๖.๒%) จะเห็นได้ว่าโดยทั่วไปแล้วมีค่าที่ใกล้เคียงกันแต่จะสังเกตได้ว่า ชั้นดินที่ ๒ ในพื้นที่ตอนบนมีแนวโน้มจะมีค่าสูงกว่าชั้นดินอื่น และชั้นดินทั้ง ๒ ชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางมีค่าต่ำกว่าชั้นดินอื่นเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของการชึมชะอนุภาคดินเหนียวและอินทรียวัตถุลงไปสะสมในชั้นดินที่ ๒ ของพื้นที่ตอนบนมาก ประกอบกับในพื้นที่ตอนกลาง เป็นพื้นที่ที่ถูกชะล้างมากและเกิดการสูญเสียหน้าดินบนไปดังกล่าว

ตาราง ๕ แสดงเปอร์เซ็นต์ของครัวเรือนที่มีรายได้ต่ำกว่าเส้นความยากจน (ก.ข.ย. กับเส้นความยากจนแห่งชาติ) ปีต่างๆ

ครัวเรือนที่มีรายได้ต่ำกว่าเส้นความยากจน ๑๑ บาท/คน/เดือน	๕.๘๑	๐.๖๑	๕.๘๑	๕.๘๑	๕.๘๑	๕.๘๑	๕.๘๑	๕.๘๑	๕.๘๑	๕.๘๑	๕.๘๑
ครัวเรือนตัวอย่าง	๐.๖๑	๐.๖๑	๐.๖๑	๐.๖๑	๐.๖๑	๐.๖๑	๐.๖๑	๐.๖๑	๐.๖๑	๐.๖๑	๐.๖๑
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	๕.๘๑	๐.๗๑	๐.๗๑	๕.๒๑	๐.๗๑	๐.๗๑	๕.๐๕	๕.๗๑	๕.๗๑	๕.๗๑	๕.๗๑
ครัวเรือนตัวอย่างที่มีรายได้ต่ำกว่าเส้นความยากจน	๕.๒๕	๕.๐๕	๕.๐๕	๕.๑๕	๕.๑๕	๕.๑๕	๕.๑๕	๕.๑๕	๕.๑๕	๕.๑๕	๕.๑๕
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	๕.๑๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๐ - ๐๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๐๕-๐๙	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๐๙ - ๑๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๕-๒๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๐-๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๕-๓๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๐-๓๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๕-๔๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๐-๔๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๕-๕๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๐-๕๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๕-๖๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๖๐-๖๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๖๕-๗๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๗๐-๗๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๗๕-๘๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๘๐-๘๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๘๕-๙๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๙๐-๙๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๙๕-๑๐๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๐๐-๑๐๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๐๕-๑๑๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๑๐-๑๑๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๑๕-๑๒๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๒๐-๑๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๒๕-๑๓๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๓๐-๑๓๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๓๕-๑๔๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๔๐-๑๔๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๔๕-๑๕๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๕๐-๑๕๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๕๕-๑๖๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๖๐-๑๖๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๖๕-๑๗๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๗๐-๑๗๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๗๕-๑๘๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๘๐-๑๘๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๘๕-๑๙๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๙๐-๑๙๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๑๙๕-๒๐๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๐๐-๒๐๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๐๕-๒๑๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๑๐-๒๑๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๑๕-๒๒๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๒๐-๒๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๒๕-๒๓๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๓๐-๒๓๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๓๕-๒๔๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๔๐-๒๔๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๔๕-๒๕๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๕๐-๒๕๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๕๕-๒๖๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๖๐-๒๖๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๖๕-๒๗๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๗๐-๒๗๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๗๕-๒๘๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๘๐-๒๘๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๘๕-๒๙๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๙๐-๒๙๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๒๙๕-๓๐๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๐๐-๓๐๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๐๕-๓๑๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๑๐-๓๑๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๑๕-๓๒๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๒๐-๓๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๒๕-๓๓๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๓๐-๓๓๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๓๕-๓๔๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๔๐-๓๔๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๔๕-๓๕๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๕๐-๓๕๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๕๕-๓๖๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๖๐-๓๖๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๖๕-๓๗๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๗๐-๓๗๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๗๕-๓๘๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๘๐-๓๘๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๘๕-๓๙๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๙๐-๓๙๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๓๙๕-๔๐๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๐๐-๔๐๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๐๕-๔๑๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๑๐-๔๑๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๑๕-๔๒๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๒๐-๔๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๒๕-๔๓๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๓๐-๔๓๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๓๕-๔๔๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๔๐-๔๔๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๔๕-๔๕๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๕๐-๔๕๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๕๕-๔๖๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๖๐-๔๖๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๖๕-๔๗๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๗๐-๔๗๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๗๕-๔๘๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๘๐-๔๘๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๘๕-๔๙๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๙๐-๔๙๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๔๙๕-๕๐๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๐๐-๕๐๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๐๕-๕๑๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๑๐-๕๑๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๑๕-๕๒๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๒๐-๕๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๒๕-๕๓๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๓๐-๕๓๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๓๕-๕๔๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๔๐-๕๔๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๔๕-๕๕๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๕๐-๕๕๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๕๕-๕๖๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๖๐-๕๖๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๖๕-๕๗๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๗๐-๕๗๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๗๕-๕๘๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๘๐-๕๘๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๘๕-๕๙๐	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕๙๐-๕๙๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕	๕.๒๕
๕

ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว (ค่าที่ $\frac{0}{10}$ - ๑๕ บาร์) (จากตาราง ๘) พบว่า ค่าโดยทั่วไปอยู่ในระดับต่อนข้างสูงเช่นกัน และความสัมพันธ์เป็นไปในทำนองเดียวกันกับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว (ค่าที่ $\frac{0}{10}$ บาร์) ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัวทั้งหมดเท่ากับ ๓๔.๔% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละบริเวณมีค่าแตกต่างกันไปตั้งแต่ ๒๖.๔ - ๔๐.๔% เปอร์เซ็นความชื้นจริง ของชั้นดินในพื้นที่ตอนบนมีค่าเฉลี่ยทั้งหมด ๓๕.๓% (พิสัยของค่าเฉลี่ย ๓๑.๒ - ๔๐.๖%) แต่ถ้าเปรียบเทียบเฉพาะชั้นดินที่ ๑ จะมีค่าเฉลี่ยทั้ง ๑๐ บริเวณเท่ากับ ๓๔.๑% (พิสัย ๒๘.๐ - ๔๐.๓%) ชั้นดินที่ ๒ มีค่าเฉลี่ย ๓๗.๒% (พิสัย ๓๓.๓ - ๓๓.๔%) ชั้นดินที่ ๓ ค่าเฉลี่ย ๓๔.๗% (พิสัย ๒๖.๓ - ๔๓.๗%)

ในพื้นที่ตอนกลางชั้นดินทั้ง ๒ ชั้นดิน ทั้ง ๑๐ บริเวณมีค่าเฉลี่ย ๓๓.๒% โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละบริเวณมีค่าแตกต่างกันไปตั้งแต่ ๒๒.๓ - ๔๓.๔% แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชั้นดินที่ ๑ ของทั้ง ๑๐ บริเวณแล้ว ค่าเฉลี่ยของชั้นดินที่ ๑ เท่ากับ ๓๓.๔% (พิสัย ๒๐.๕ - ๔๔.๔%) ส่วนค่าเฉลี่ยของชั้นดินที่ ๒ เท่ากับ ๓๓.๐% (พิสัย ๒๔.๑ - ๔๓.๘%) ซึ่งจะเห็นว่าทั้ง ๒ ชั้นดินมีค่าเฉลี่ยเท่า ๆ กัน สำหรับชั้นดินในพื้นที่ตอนปลายมีค่าเฉลี่ย ๓๔.๔% ดังนั้นเมื่อพิจารณาแต่ค่าเฉลี่ยของแต่ละชั้นดินทั้งในพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลาย แล้วจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มว่าชั้นดินทั้ง ๒ ชั้นดินในพื้นที่ตอนกลาง มีค่าต่ำกว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลายเล็กน้อย และชั้นดินที่ ๒ ในพื้นที่ตอนบนมีแนวโน้มว่าจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัวสูงกว่าชั้นดินอื่น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะชั้นดินที่ ๒ มีการสะสมอนุภาคดินเหนียวและอินทรียวัตถุสูงจากการชีมชะ อันมีผลต่อความชื้นของดิน สำหรับชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางมีบางบริเวณที่ไม่เป็นดินเหนียว เช่น เป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียวปนดินทราย เป็นต้น จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัวต่ำกว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลาย

ตาราง ๘ แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว (ค่าที่ $\frac{1}{10}$ - ๑๕ บาร์, ความลึกของชั้นดินเป็น ซ.ม.)

บริเวณที่	พื้นที่ตอนบน				พื้นที่ตอนกลาง			พื้นที่ตอนปลาย		ค่าเฉลี่ยในแต่ละบริเวณ
	๐ - ๓๐	๓๐-๑๐๐	มากกว่า ๑๐๐	ค่าเฉลี่ย	๐ - ๓๐	๖๐-๑๐๐	ค่าเฉลี่ย	๐ - ๓๐	ค่าเฉลี่ย	
๑	๓๔.๖	๔๐.๑	๓๗.๘	๓๗.๕	๔๓.๖	๔๓.๘	๔๓.๕	๔๓.๑	๔๓.๑	๔๐.๔
๒	๔๐.๒	๓๘.๐	๘๓.๗	๔๐.๖	๓๘.๓	๒๘.๔	๓๓.๔	๓๕.๗	๓๕.๗	๓๗.๔
๓	๒๘.๐	๔๓.๘	๘๒.๑	๓๗.๘	๔๔.๔	๔๑.๓	๔๓.๑	๓๔.๒	๓๔.๒	๓๘.๔
๔	๔๐.๓	๓๔.๗	๓๑.๖	๓๕.๕	๓๑.๕	๒๔.๘	๓๐.๖	๓๕.๘	๓๕.๘	๓๓.๔
๕	๒๔.๘	๓๔.๔	๓๓.๔	๓๒.๔	๓๓.๔	๓๗.๓	๓๕.๖	๓๗.๑	๓๗.๑	๓๔.๕
๖	๓๗.๔	๔๓.๑	๓๗.๗	๓๔.๖	๒๘.๓	๒๔.๕	๒๘.๔	๓๕.๒	๓๕.๒	๓๕.๓
๗	๓๓.๔	๓๔.๕	๒๖.๓	๓๑.๔	๓๐.๒	๓๗.๕	๓๓.๘	๓๒.๗	๓๒.๗	๓๒.๔
๘	๓๓.๑	๓๕.๕	๓๒.๕	๓๓.๗	๒๔.๐	๒๕.๘	๒๗.๔	๒๗.๔	๒๗.๔	๓๐.๖
๙	๒๔.๔	๓๓.๓	๓๐.๘	๓๑.๒	๒๐.๕	๒๔.๑	๒๒.๓	๒๓.๗	๒๓.๗	๒๖.๔
๑๐	๓๔.๑	๓๔.๕	๓๐.๕	๓๓.๐	๓๔.๓	๓๒.๖	๓๓.๕	๓๘.๕	๓๘.๕	๓๔.๑
ค่าเฉลี่ยในแต่ละชั้นดินทั้ง ๑๐ บริเวณ	๓๔.๑	๓๗.๒	๓๔.๗	๓๕.๓	๓๓.๔	๓๓.๐	๓๓.๒	๓๔.๔	๓๔.๔	๓๔.๔

ดังนั้น เมื่อดูจากค่าเฉลี่ยของแต่ละชั้นดินทั้ง ๑๐ บริเวณแล้วจะเห็นได้ว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัวใกล้เคียงกัน (พิสัยของค่าเฉลี่ยทั้ง ๖ ชั้นดิน ๓๓.๐ - ๓๗.๒%) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัวของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ แต่ละบริเวณแล้วจะเห็นว่า ค่าที่ได้จะแตกต่างกันมาก กล่าวคือ มีค่าตั้งแต่ ๒๖.๔ - ๕๐.๔% (ค่าเฉลี่ยทั้งหมด ๓๔.๔%) ทั้งนี้เพราะในการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละชั้นดินนั้น เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวจึงมีค่าสูงถึงแม้ในบางชั้นดินจะมีค่าต่ำ เพราะเป็นเนื้อดินอย่างอื่น แต่เมื่อหาค่าเฉลี่ยของแต่ละชั้นดินทั้ง ๑๐ บริเวณออกมาแล้ว ค่าที่ได้จึงมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันทั้ง ๖ ชั้นดิน ซึ่งแตกต่างจากการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัวในแต่ละบริเวณซึ่งในบางบริเวณมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงต่ำอยู่แล้วจึงทำให้ค่าเฉลี่ยของบริเวณนั้นต่ำไปด้วย ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงทำให้ดินอิ่มตัวในแต่ละบริเวณระหว่างชั้นดินในพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลาย จะเห็นว่าโดยทั่วไปแล้วแตกต่างกัน แต่เมื่อคิดเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยส่วนรวมทั้งหมดจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัวหรือค่าจุดอิ่มตัวของดิน (จากตาราง ๔) ซึ่งเป็นการคำนวนว่าปริมาณน้ำที่ทำให้ดิน ๑๐๐ กรัม (๑๐๐ ต.บ.ซ.ม.) เกิดการอิ่มตัวนั้นมีปริมาณเท่าใด ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าจุดอิ่มตัวของดินโดยทั่วไปมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งหมด ๓๔๔ มิลลิเมตร ในแต่ละบริเวณมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันไปตั้งแต่ ๒๖๔ - ๔๐๔ มิลลิเมตร และในแต่ละชั้นดินก็มีค่าจุดอิ่มตัวของดินแตกต่างกันไปตั้งแต่ ๒๐๕ - ๔๓๙ มิลลิเมตร ซึ่งความสัมพันธ์ต่าง ๆ จะเป็นแบบเดียวกันกับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัวทุกประการ ดังนั้น จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยในแต่ละชั้นดินทั้งในพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และ

ตาราง ๙ แสดงค่าปริมาณน้ำที่ทำให้ดิน ๑๐๐ กรัม (๑๐๐ ล.บ.ซ.ม.) อิ่มตัว (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

บริเวณที่	พื้นที่ตอนบน				พื้นที่ตอนกลาง			พื้นที่ตอนปลาย		ค่าเฉลี่ยในแต่ละบริเวณ
	๐ - ๓๐	๓๐-๑๐๐	มากกว่า ๑๐๐	ค่าเฉลี่ย	๐ - ๓๐	๖๐-๑๐๐	ค่าเฉลี่ย	๐ - ๓๐	ค่าเฉลี่ย	
๑	๓๙๖	๔๐๑	๓๙๘	๓๙๕	๔๓๒	๔๓๘	๔๓๕	๔๓๑	๔๓๑	๔๐๔
๒	๔๐๒	๓๘๐	๔๓๗	๔๐๖	๓๘๓	๒๙๔	๓๓๔	๓๕๗	๓๕๗	๓๗๔
๓	๒๘๐	๔๓๔	๔๒๑	๓๗๘	๔๔๔	๔๑๓	๔๓๑	๓๔๒	๓๔๒	๓๔๐
๔	๔๐๓	๓๔๗	๓๑๖	๓๕๕	๓๑๕	๒๙๘	๓๐๖	๓๕๘	๓๕๘	๓๓๔
๕	๒๙๘	๓๔๙	๓๓๙	๓๒๔	๓๓๔	๓๗๓	๓๕๖	๓๗๑	๓๗๑	๓๔๕
๖	๓๗๔	๔๓๑	๓๗๗	๓๔๖	๒๘๓	๒๙๕	๒๙๔	๓๕๒	๓๕๒	๓๕๓
๗	๓๓๔	๓๔๕	๒๖๓	๓๑๔	๓๐๖	๓๗๕	๓๓๘	๓๒๗	๓๒๗	๓๒๔
๘	๓๓๑	๓๕๕	๓๒๕	๓๓๗	๒๙๐	๒๕๘	๒๗๔	๒๗๔	๒๗๔	๓๐๖
๙	๒๙๔	๓๓๓	๓๐๘	๓๑๒	๒๐๕	๒๔๑	๒๒๓	๒๓๗	๒๓๗	๒๖๔
๑๐	๓๙๑	๓๔๕	๓๐๕	๓๓๐	๓๙๓	๓๒๖	๓๓๕	๓๘๕	๓๘๕	๓๔๑
ค่าเฉลี่ยในแต่ละชั้นดินทั้ง ๑๐ บริเวณ	๓๙๑	๓๗๒	๓๔๗	๓๕๓	๓๓๔	๓๓๐	๓๓๒	๓๔๔	๓๔๕	๓๔๔

ตอนปลายทั้ง ๑๐ บริเวณ จะมีค่าจุดอิ่มตัวของดินที่ใกล้เคียงกันโดยมีค่าตั้งแต่ ๓๓๐ - ๓๗๒ มิลลิเมตร ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลายจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางเล็กน้อย ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนจะมีค่าเฉลี่ยสูงสุด และชั้นดินที่ ๒ ในพื้นที่ตอนบนจะมีค่าเฉลี่ยจุดอิ่มตัวของดินสูงสุดด้วยเช่นกัน เท่ากับ ๓๗๒ มิลลิเมตร รองลงมาคือชั้นดินที่ ๓ ในพื้นที่ตอนบน (๓๔๗ มิลลิเมตร) ชั้นดินในพื้นที่ตอนปลาย (๓๔๔ มิลลิเมตร) ชั้นดินที่ ๑ ในพื้นที่ตอนบน (๓๔๑ มิลลิเมตร) ชั้นดินที่ ๑ ในพื้นที่ตอนกลาง (๓๓๔ มิลลิเมตร) และชั้นดินที่ ๒ ในพื้นที่ตอนกลาง (๓๓๐ มิลลิเมตร) ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยจุดอิ่มตัวของดินในแต่ละบริเวณนั้นแตกต่างกันมากกว่าค่าเฉลี่ยจุดอิ่มตัวของดินในแต่ละชั้นดิน ซึ่งได้กล่าวมาแล้วว่ามีค่าตั้งแต่ ๒๖๔ - ๔๐๔ มิลลิเมตร ค่าน้อยที่สุดแตกต่างจากค่ามากที่สุดถึง ๑๓๕ มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยจุดอิ่มตัวของดินของชั้นดินทั้งในพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลาย ของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในแต่ละบริเวณ โดยทั่วไปจะมีค่าต่างกันมากด้วยเช่นกัน เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดก็จะมีค่าเฉลี่ยรวมที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนมีค่าเฉลี่ยรวม ๓๕๓ มิลลิเมตร รองลงมาคือชั้นดินในพื้นที่ตอนปลาย ๓๔๔ มิลลิเมตร และชั้นดินในพื้นที่ตอนกลาง ๓๓๒ มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะบริเวณเดียวกันแล้วก็จะมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันมาก เช่น ในบริเวณที่ ๖ ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนมีค่าเฉลี่ยจุดอิ่มตัวของดิน ๓๔๖ มิลลิเมตร ส่วนชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางมีค่าเฉลี่ย ๒๘๔ มิลลิเมตร และชั้นดินในพื้นที่ตอนปลายมีค่าเฉลี่ย ๓๕๒ มิลลิเมตร จะเห็นว่าในพื้นที่ตอนบนและตอนกลางมีค่าแตกต่างกันถึง ๑๐๗ มิลลิเมตร และระหว่างพื้นที่ตอนบนและตอนปลายมีค่าต่างกัน ๔๔ มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อดูการกระจายของเนื้อดินก็พบว่า ชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางเป็นดินร่วนปนดินเหนียวปนดินทรายและดินร่วนปนทรายจึงทำให้ค่าจุดอิ่มตัวของดินต่ำกว่าพื้นที่ตอนบนซึ่งการกระจายของเนื้อดินเป็นดินเหนียว ๒ ชั้นดินและดินร่วนปนดินเหนียว ๑ ชั้นดินส่วนในพื้นที่ตอนปลายเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ค่าจุดอิ่มตัวของดินจึงแตกต่างกันกับพื้นที่ตอนบนไม่มากเหมือนกับในพื้นที่ตอนกลางดังกล่าว

บริเวณที่มีค่าเฉลี่ยจุดอิ่มตัวของดินในแต่ละบริเวณมากที่สุดคือ บริเวณที่ ๑ เท่ากับ ๔๐๔ มิลลิเมตร และที่น้อยที่สุด คือบริเวณที่ ๔ เท่ากับ ๒๖๙ มิลลิเมตร ซึ่งเป็นบริเวณเดียวที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า ๓๐๐ มิลลิเมตร บริเวณอื่นจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ๓๐๐ มิลลิเมตร ในบริเวณที่ ๑ ที่มีค่าเฉลี่ยจุดอิ่มตัวของดินมากที่สุดนั้น การกระจายของเนื้อดินเป็นดินเหนียวหมดทุกชั้นดิน ส่วนบริเวณที่ ๔ การกระจายของเนื้อดินพื้นที่ตอนกลางเป็นดินร่วน พื้นที่ตอนบนและตอนปลายเป็นดินเหนียว สำหรับบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมาจากบริเวณที่ ๑ คือบริเวณที่ ๓, ๒, ๖, ๕, ๑๐, ๙, ๗ และ ๘ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับดังนี้ ๓๙๐, ๓๗๔, ๓๕๓, ๓๔๕, ๓๔๑, ๓๓๙, ๓๒๔ และ ๓๐๖ มิลลิเมตร ซึ่งถ้าดูตามหน้าตินทั้ง ๓ ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนแต่ละบริเวณจะมีค่าจุดอิ่มตัวของดินแตกต่างกันไป บางชั้นดินจะต่างกันมากแต่ในบางชั้นดินมีค่าใกล้เคียงกัน ชั้นดินทั้ง ๒ ชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับพื้นที่ตอนบน แต่เมื่อคิดค่าเฉลี่ยจุดอิ่มตัวของดินในแต่ละชั้นดินรวมทั้งหมดจะมีค่าใกล้เคียงกันและชั้นดินที่ ๒ ในพื้นที่ตอนบนมีแนวโน้มว่ามีค่าเฉลี่ยจุดอิ่มตัวของดินมากกว่าในชั้นดินอื่น ซึ่งเหตุผลได้กล่าวมาแล้วในการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว

จุดอิ่มตัวของดินนั้นได้กล่าวมาแล้วว่ามีค่าเฉลี่ยทั้งหมด ๓๙๙ มิลลิเมตร ซึ่งหมายความว่าดินหนัก ๑๐๐ กรัม (๑๐๐ ล.บ.ซ.ม.) เมื่อฝนตกลงมาประมาณ ๓๙๙ มิลลิเมตร ดินจะอิ่มตัว แต่ในสภาพที่เป็นจริงตามธรรมชาติ ปริมาณของฝนที่ตกอาจจะไม่ถึง ๓๙๙ มิลลิเมตร ก็สามารถทำให้ดินอิ่มตัวได้ ทั้งนี้เพราะในพื้นดินนั้นจะมีความชื้นที่สะสมอยู่ในดินส่วนหนึ่งยังขึ้นอยู่กับระดับของน้ำใต้ดิน การระเหยและการคายน้ำของพืชอีกด้วย

๔.๔ ความหนาแน่นรวมของดิน

ผลการวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นรวมของดิน (จากตาราง ๑๐) พบว่าโดยทั่วไปมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง มีค่าเฉลี่ยทั้งหมด ๑.๕ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ในบางชั้นดินมีค่าสูงถึง ๑.๗ - ๑.๘ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตรซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก เพราะโดยปกติค่าความหนาแน่นรวมของดินจะอยู่ในระหว่าง ๑.๒ - ๑.๓ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และจะมีค่าไม่เกิน ๒ กรัม/

(ก.พ.ก.ธ/กรุงเทพมหานคร) กลุ่มอาชีพกรรมกรและแรงงานที่ใช้ทักษะพื้นฐาน ๐๑ ทั่วไป

หมวดรัฐกิจ	ตำแหน่งประเภททั่วไป																			
	ระดับต้น																			
	ปฏิบัติงาน			ชำนาญงาน			อาวุโส			ทักษะพื้นฐาน			ชำนาญงาน			อาวุโส			ทักษะพื้นฐาน	
	๐๑ - ๐	๐๑ - ๐๕	๐๖	๐๑ - ๐	๐๑ - ๐๕	๐๖	๐๑ - ๐	๐๑ - ๐๕	๐๖	๐๑ - ๐	๐๑ - ๐๕	๐๖	๐๑ - ๐	๐๑ - ๐๕	๐๖	๐๑ - ๐	๐๑ - ๐๕	๐๖	๐๑ - ๐	๐๑ - ๐๕
๐	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๑	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๒	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๓	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๔	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๕	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๖	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๗	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๘	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๙	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐
๑๐	๒.๐	๔.๐	๔.๐	๓.๐	๕.๐	๕.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๔.๐	๖.๐	๖.๐	๕.๐	๗.๐	๗.๐	๖.๐	๘.๐	๘.๐	๗.๐	๙.๐

ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีค่าอยู่ในระดับ ๑.๒ - ๑.๓ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร มีเพียงไม่กี่ชิ้นดิน ส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ระหว่าง ๑.๔ - ๑.๘ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยปกติความหนาแน่นรวมของดินเนื้อละเอียดจะต่ำกว่าดินเนื้อหยาบ ดินเหนียวนั้นส่วนมากมีความหนาแน่นรวมประมาณ ๑.๐ - ๑.๓ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และดินชั้นบนมีค่าความหนาแน่นรวมน้อยกว่าดินชั้นล่าง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้ที่ดินด้วย

จะเห็นได้ว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณ มีค่าความหนาแน่นรวมเกือบจะเท่า ๆ กันในแต่ละชั้นดิน ทั้งในพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลาย และมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูงดังได้กล่าวมาแล้ว โดยค่าเฉลี่ยในแต่ละชั้นดินทั้ง ๑๐ บริเวณ และค่าเฉลี่ยในแต่ละบริเวณมีค่าอยู่ในระดับเดียวกัน กล่าวคือค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมในแต่ละชั้นดินมีค่าอยู่ในระหว่าง ๑.๔ - ๑.๖ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมในแต่ละบริเวณมีค่าอยู่ในระหว่าง ๑.๔ - ๑.๖ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร เช่นกัน กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของชั้นดินที่ ๑, ๒ และ ๓ ในพื้นที่ตอนบนมีค่าเท่ากันทั้ง ๓ ชั้นดินคือ ๑.๕ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนชั้นดินที่ ๑ และ ๒ ในพื้นที่ตอนกลาง มีค่าเฉลี่ย ๑.๕ และ ๑.๖ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ และชั้นดินในพื้นที่ตอนปลายมีค่าเฉลี่ย ๑.๔ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมในแต่ละบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๑.๕ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร มีถึง ๘ บริเวณ คือบริเวณที่ ๑, ๒, ๔, ๕, ๗, ๘, ๙ และ ๑๐ ส่วนบริเวณที่ ๓ และ ๖ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๑.๖ และ ๑.๔ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของชั้นดินในพื้นที่ตอนบนทั้ง ๑๐ บริเวณเท่ากับ ๑.๕ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางและตอนปลายมีค่าเฉลี่ย ๑.๖ และ ๑.๔ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่ามีค่าค่อนข้างสูงทั้งหมด ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่า ลักษณะของดินที่เก็บมาวิเคราะห์นั้นเป็นลักษณะของหินที่ผุพังกลายเป็นดิน แต่มีลักษณะของดินมากกว่า จึงทำให้ค่าความหนาแน่นรวมสูง และเนื่องจากข้อบกพร่องของการเก็บตัวอย่างดิน ทำให้ดินที่นำมาวิเคราะห์ถูกรบกวน เพราะการวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นรวม ควรเก็บตัวอย่างดินเป็นก้อน ๆ ที่ไม่แตกละเอียด

ตาราง ๑๑ แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ความลึกของชั้นดินเป็น ซ.ม.)

บริเวณที่	พื้นที่ดอนบน				พื้นที่ดอนกลาง			พื้นที่ดอนปลาย		ค่าเฉลี่ยในแต่ละบริเวณ
	๐ -๓๓๐	๓๐-๑๐๐	มากกว่า ๑๐๐	ค่าเฉลี่ย	๐ - ๓๐	๖๐-๑๐๐	ค่าเฉลี่ย	๐ - ๐	ค่าเฉลี่ย	
๑	๑.๑	๑.๗	๑.๕	๑.๔	๐.๘	๑.๔	๑.๑	๑.๐	๑.๐	๑.๓
๒	๕.๒	๕.๒	๒.๘	๔.๔	๒.๔	๐.๖	๑.๘	๒.๔	๒.๔	๓.๓
๓	๐.๗	๐.๔	๒.๖	๑.๘	๐.๒	๐.๒	๐.๒	๐.๕	๐.๕	๐.๘
๔	๖.๐	๒.๘	๒.๒	๒.๓	๐.๒	๐.๒	๐.๒	๑.๓	๑.๓	๑.๕
๕	๑.๓	๒.๖	๑.๗	๑.๔	๐.๒	๐.๔	๐.๕	๒.๓	๒.๓	๑.๕
๖	๐.๗	๕.๖	๔.๘	๓.๗	๐.๒	๐.๒	๐.๒	๕.๕	๕.๕	๒.๕
๗	๑.๔	๒.๑	๑.๒	๑.๗	๒.๑	๑.๓	๑.๗	๔.๓	๔.๓	๒.๒
๘	๒.๖	๓.๑	๑.๒	๒.๓	๑.๒	๑.๑	๑.๒	๐.๕	๐.๕	๑.๖
๙	๑.๕	๑.๐	๒.๕	๑.๗	๐.๒	๐.๒	๐.๒	๑.๖	๑.๖	๑.๒
๑๐	๓.๒	๒.๕	๔.๔	๓.๕	๑.๓	๐.๑	๐.๗	๓.๔	๓.๔	๒.๗
ค่าเฉลี่ยในแต่ละชั้นดินทั้ง ๑๐ บริเวณ	๒.๐	๒.๗	๒.๕	๒.๔	๐.๔	๐.๖	๐.๘	๒.๔	๒.๔	๑.๔

ดินที่มีค่าความหนาแน่นรวมสูง มักเป็นดินที่มีการอัดตัวสูงด้วย ซึ่งจะจำกัดการไชชอนของราก และจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างบรรยากาศและดิน ดังนั้น การที่ดินในพื้นที่ศึกษา มีค่าความหนาแน่นรวมสูง เป็นเพราะมีลักษณะของหินที่ผุพังปนอยู่ด้วย และเป็นผลจากการใช้ที่ดินทำการเพาะปลูก ทำให้ความพรุนและสัดส่วนของที่ว่างของดินน้อยลง ส่งเสริมการสูญเสียอินทรียวัตถุไปจากดิน ส่งเสริมให้อนุภาคดินอัดตัวมากขึ้น เนื่องจากน้ำหนักของเครื่องมือเกษตรกรรมและการเหยียบย่ำโดยมนุษย์และสัตว์ในขณะทำงาน และส่งเสริมให้เม็ดดินในบริเวณผิวดินปะทะโดยตรงกับหยดน้ำฝนมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นผลให้เม็ดดินแตกและดินแน่นเพิ่มมากขึ้น

๔.๕ อินทรียวัตถุในดิน

ผลการวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน (จากตาราง ๑๑) พบว่ามีค่าผันแปรมาก โดยทั่วไปแล้วปริมาณอินทรียวัตถุของชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลายจะสูงกว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนกลาง กล่าวคือ ชั้นดินทั้ง ๓ ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและชั้นดินในพื้นที่ตอนปลาย มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุในดินเท่ากับ ๒.๔% เป็นค่าอยู่ในระดับปานกลาง ส่วน ๒ ชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๐.๘% ซึ่งเป็นค่าอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้เพราะพื้นที่ตอนกลางได้สูญเสียหน้าดินบนไปจากการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ประกอบกับเป็นพื้นที่ที่ถูกชะล้างได้ง่าย จึงทำให้ค่าอินทรียวัตถุในพื้นที่ตอนกลางต่ำกว่าพื้นที่ตอนบนและตอนปลายทั้ง ๑๐ บริเวณ

เมื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละชั้นดินแล้ว ในพื้นที่ตอนบนชั้นดินที่ ๒ จะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุมากที่สุดเท่ากับ ๒.๗% อยู่ในระดับค่อนข้างสูง รองลงมาคือชั้นดินที่ ๓ และ ๑ มีค่าเท่ากับ ๒.๕ และ ๒.๐% ตามลำดับ เป็นค่าอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนชั้นดินที่ ๑ และ ๒ ในพื้นที่ตอนกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ (มีค่าเฉลี่ย ๐.๔ และ ๐.๖% ตามลำดับ) สำหรับชั้นดินในพื้นที่ตอนปลายมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (๒.๔%) ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุในดินทั้งหมดเท่ากับ ๑.๔% เป็นค่าอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อดูในแต่ละบริเวณพบว่า ชั้นดินที่ ๒ ในพื้นที่ตอนบนนั้นมีค่าปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าชั้นดินที่ ๑ ถึง ๗ บริเวณ คือบริเวณที่ ๑, ๓, ๔, ๕, ๖, ๗ และ ๘ มีเพียง ๒ บริเวณที่มีค่าต่ำกว่าและมีค่าเท่ากัน ๑ บริเวณ ซึ่งแสดงให้เห็นถึง

อิทธิพลของการชีมชะอินทรียวัตถุลงไปสะสมในชั้นดินล่าง ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากพื้นที่นี้มีการชีมชะสูง สำหรับในพื้นที่ตอนกลาง ชั้นดินที่ ๑ และ ๒ มีค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุในแต่ละบริเวณทั้ง ๑๐ บริเวณ พบว่ามีค่าอยู่ในระหว่าง ๐.๘ - ๓.๓% (อยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างสูง) เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ บริเวณที่ ๒ (๓.๓%) บริเวณที่ ๖ (๒.๘%) บริเวณที่ ๑๐ (๒.๗%) บริเวณที่ ๗ (๒.๒%) บริเวณที่ ๘ (๑.๖%) บริเวณที่ ๔ และ ๕ (๑.๕%) บริเวณที่ ๑ (๑.๓%) บริเวณที่ ๙ (๑.๒%) และบริเวณที่ ๓ (๐.๘%)

๔.๖ ชนิดหินและเศษหิน

ผลการวิเคราะห์ชนิดหินและเศษหิน (จากตาราง ๕) พบว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณ มีหินอยู่ ๓ ชนิด คือ หินชิลต์ หินอาร์โคส หินทรายและกึ่งอาร์โคส หินทั้ง ๓ ชนิดมีลักษณะเป็นเศษหินที่ผุพัง แตกหักได้ง่าย โดยพบหินชิลต์อยู่ ๔ บริเวณคือ ในบริเวณที่ ๑, ๓, ๙ และ ๑๐ พบหินทรายและกึ่งอาร์โคส ๔ บริเวณคือ ๒, ๕, ๖ และ ๗ และในบริเวณที่ ๓ และ ๘ จะเป็นหินอาร์โคส

บริเวณที่พบหินชิลต์ทั้ง ๔ บริเวณนั้น เนื้อดินเป็นดินเหนียวเสียส่วนใหญ่มีเพียงชั้นดินที่ ๑ และ ๒ ในพื้นที่ตอนกลางของบริเวณที่ ๔ เท่านั้นที่เป็นดินร่วน นอกนั้นเป็นดินเหนียวหมดคงเนื่องจากอิทธิพลของการชะล้างและการสูญเสียหน้าดินบนมากกว่าบริเวณอื่นจึงทำให้เนื้อดินเปลี่ยนไป สำหรับหินชิลต์เป็นกลุ่มของหินโคลน ที่แตกออกเป็นเกล็ดเล็ก ๆ แต่พอแห้งแล้งจะแข็งเมื่อผุพังสลายตัวจะให้อนุภาคดินเนื้อละเอียดเป็นดินเหนียวเสียเป็นส่วนใหญ่ หินชิลต์เป็นหินตะกอนที่ผุพังสลายตัวได้ง่าย ดังนั้นแสดงว่า ดินเหนียวทั้ง ๔ บริเวณส่วนหนึ่งเกิดจากการผุพังสลายตัวของหินชิลต์ ทั้ง ๔ บริเวณนี้มีอยู่ ๒ บริเวณคือ ๑ และ ๔ มีตำแหน่งที่เกิดอยู่ช่วงบนของพื้นที่ลาดเท ส่วนบริเวณที่ ๔ และ ๑๐ เกิดในช่วงล่าง

บริเวณที่พบหินทรายและกึ่งอาร์โคสนั้น เนื้อดินที่พบจะไม่เป็นดินทราย แต่จะมีทั้งดินเหนียว ดินร่วนปนดินเหนียว ดินร่วนปนดินเหนียวปนดินทรายและดินร่วนปนทราย ปนเปกันอยู่ด้วย กล่าวคือบางบริเวณมีเนื้อดินเดียวกันตลอด เช่น บริเวณที่ ๒ เป็นดินร่วนปนดินเหนียวทุกชั้นดิน ในบริเวณที่ ๔ และ ๗ มีทั้งดินเหนียวและดินร่วนปนดินเหนียว ส่วนบริเวณที่ ๖ มีทั้งดินเหนียว ดินร่วนปนดินเหนียว ซึ่งมีเนื้อละเอียด ดินร่วนปนดินเหนียวปนดินทรายซึ่งมีเนื้อปานกลาง และดินร่วนปนทรายซึ่งมีเนื้อหยาบ แต่ส่วนใหญ่แล้วทั้ง ๔ บริเวณจะเป็นดินร่วนปนดินเหนียวและดินเหนียว เนื่องจากเป็นหินทรายที่ไม่บริสุทธิ์มีส่วนผสมของอาร์โคสอยู่ ซึ่งอาร์โคสจะมีแร่ไปแตส - เฟลด์สปาร์ เมื่อผุพังสลายตัว จะให้อนุภาคดินเนื้อละเอียด ส่วนที่เป็นหินทรายเมื่อผุพังสลายตัวก็ให้อนุภาคดินเนื้อหยาบ แต่เมื่อมีการผสมตลุกเคล้ากัน ส่วนที่เป็นอนุภาคดินเนื้อละเอียดอาจจะมากกว่า ประกอบกับอิทธิพลของพืชคลุมดินทรีย์ต่าง ๆ ลักษณะของเนื้อดิน จึงมีเนื้อละเอียดดังกล่าวทั้ง ๔ บริเวณที่เป็นหินทรายและกึ่งอาร์โคส ตำแหน่งที่เกิดอยู่ช่วงบนของพื้นที่ลาดเท

บริเวณที่พบหินอาร์โคสทั้ง ๒ บริเวณคือบริเวณที่ ๓ และ ๘ ตำแหน่งที่เกิดบริเวณที่ ๓ เกิดช่วงบนส่วนบริเวณที่ ๘ เกิดช่วงล่างของพื้นที่ลาดเท เนื้อดินที่พบเป็นดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่และมีดินร่วนปนดินเหนียวปนอยู่บ้างแต่ก็เป็นอนุภาคดินเนื้อละเอียดเหมือนกัน ทั้งนี้เพราะหินอาร์โคส เมื่อผุพังสลายตัวจะให้อนุภาคดินเนื้อละเอียด หินชนิดนี้มีแร่ไปแตส - เฟลด์สปาร์ผสมอยู่ด้วยประมาณ ๒๕ - ๓๐%

บทที่ ๕

บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

บทสรุป

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อศึกษาสัณฐานและรูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ รวมทั้งองค์ประกอบบางอย่างที่อาจเป็นตัวสนับสนุน ซึ่งในการศึกษาสัณฐานและรูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ จะอาศัยรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเทบริเวณเนินเขาที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่สร้างจากภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ ประกอบกับการศึกษาภาคสนามเพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาวิเคราะห์ สำหรับการศึกษาองค์ประกอบบางอย่างที่อาจเป็นตัวสนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบินั้นจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับดินและหิน จากภาคสนามเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์และอภิปรายผลต่อไป

การอภิปรายผลการศึกษา

สำหรับการอภิปรายผลการศึกษา จะนำมาอภิปรายผลตามหัวข้อดังนี้

๑. สัณฐานของพื้นที่ลาดเท

๒. สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๓. รูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๔. องค์ประกอบบางอย่างที่อาจสนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๔.๑ ชั้นดินตามความลึก

๔.๒ เปรียบเทียบเนื้อดินบริเวณพื้นที่ตอนบนและพื้นที่ตอนกลางของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๔.๓ เปอร์เซ็นต์ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว เปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัวและปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว (จุดอิ่มตัวของดิน)

๔.๔ ความหนาแน่นรวมของดิน

๔.๕ อินทรียวัตถุในดิน

๔.๖ ชนิดหินและเศษหิน

๑. สัณฐานของพื้นที่ลาดเทบริเวณเนินเขาที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

พื้นที่ลาดเทบริเวณเนินเขาที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณโดยทั่วไป มีมุมลาดเทเฉลี่ยตั้งแต่ ๒๓ ถึง ๓๐ องศา ซึ่งถือตามหลักเกณฑ์ของยังแล้วจัดได้ว่าอยู่ในระดับที่สูงชัน โดยยังได้จำแนกมุมของพื้นที่ลาดเทไว้ ๗ ระดับด้วยกันดังนี้

มุม (องศา)	ชื่อ	ความหมาย
๐ - ๒	ที่ระดับถึงลาดน้อยมาก (level to very gentle)	หมายถึง ที่ราบสัณฐานกษัยการ ผิวหน้ากษัยการเก่า ไม่มีปัญหาด้านการเกษตร
๒ - ๕	ที่ลาดน้อย (Gentle)	หั่ว ๆ ไปแบบเพนนีเพลน (peneplain) ซึ่งมุม ๕ องศาถือว่ามีค่ามากที่สุด มีข้อจำกัดด้านการเกษตรมาก
๕ - ๑๐	ที่ลาดปานกลาง (moderate)	พบทั่ว ๆ ไป

(๓๑)

มุม (องศา)	ชื่อ	ความหมาย
๑๐ - ๑๘	สูงชันปานกลาง (moderately steep)	ไม่เป็นที่ราบ หรือที่กษัยการรุนแรงมีข้อจำกัดด้านการเกษตร
๑๘ - ๓๐	สูงชัน	มีปัญหาด้านการใช้เพาะปลูกพืชไร่ซึ่งจำเป็นต้องมีมาตรการโดยเฉพาะ
๓๐ - ๔๐	สูงชันมาก	มีปัญหาการเกษตรมาก วัสดุปกคลุมบางมีค่าทางเศรษฐกิจน้อย
มากกว่า ๔๕	เชิงผาถึงผาดิ่ง (precipitous to vertical)	หน้าผาชัน แบ่งเป็น ๔๕ - ๗๐ เชิงผา, ๗๐ - ๙๐ เกือบเป็นผาดิ่ง, มากกว่า ๙๐ หุบผาลอย (overhanging)

(ที่มา : Young. ๑๙๗๒ : ๑๗๓ - ๑๗๕)

จากการที่มุมลาดเทโดยทั่วไปสูงชันนี้เอง จึงเชื่อได้ว่าเป็นสภาวะเงื่อนไขที่สำคัญประการหนึ่งที่สนับสนุนการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ เพราะในเทือกเขาเดียวกันที่หันหน้าไปทางทิศใต้นั้นไม่มีการเลื่อนหลุดเกิดขึ้น แต่กลับมีเกิดขึ้นในเทือกเขาที่หันหน้าไปทางทิศเหนือ ซึ่งแสดงถึงอิทธิพลของทิศโดยเทือกเขาที่หันหน้าไปทางทิศเหนือมีลักษณะสูงชัน (spur) ส่วนเทือกเขา

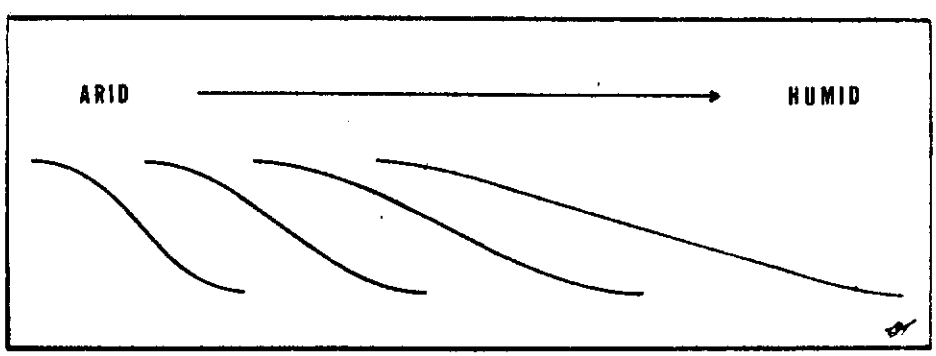
ที่หันหน้าไปทางทิศใต้มีลักษณะความลาดชันน้อย สาเหตุที่ทางใต้มีมุมลาดเทน้อย เงื่อนไขเกี่ยวกับชนิดหินคงเป็นตัวแปรสำคัญในการสร้างตัวของพื้นที่ลาดเท

สำหรับความสูงของพื้นที่ลาดเท (จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) มีค่าตั้งแต่ ๒๖๐ - ๓๔๐ เมตร ความสูงเฉลี่ย ๓๑๐ เมตร ส่วนความสูงจากระดับฐานของพื้นที่ลาดเทในพื้นที่นี้ ตั้งแต่ ๕๐ - ๑๒๐ เมตร สูงเฉลี่ย ๙๔ เมตร ระดับฐานของพื้นที่ลาดเทมีความสูงตั้งแต่ ๒๐๐ - ๒๓๐ เมตร สูงเฉลี่ย ๒๑๕ เมตร ความยาวตามแนวพื้นที่ลาดเท ตั้งแต่ ๑๒๔ - ๒๗๕ เมตร ยาวเฉลี่ย ๒๑๓ เมตร ความยาวเฉลี่ยของพื้นที่ลาดเทช่วงล่าง ๑๑๑ เมตร ช่วงบน ๙๕ เมตร แสดงให้เห็นว่าตำแหน่งที่เกิดอยู่ในช่วงบนของพื้นที่ลาดเทเป็นส่วนใหญ่มีเพียง ๓ บริเวณเท่านั้นที่เกิดอยู่ในช่วงล่าง มุมลาดเทเฉลี่ยของพื้นที่ลาดเทช่วงบน ๓๐ องศา ช่วงล่าง ๒๑ องศา มากกว่ากันถึง ๙ องศา รูปหน้าตัดของพื้นที่ลาดเทช่วงล่างเป็นแบบโค้งเว้าส่วนช่วงบนเป็นแบบโค้งนูนหรืออาจจะมีโค้งเว้าสลับบ้างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การเลื่อนหลุดเป็นกะบิก็เกิดในส่วนที่เป็นโค้งเว้าด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะของพื้นที่ลาดเทมีอิทธิพลมากกว่าน้ำไหลตามเชิงเขา ส่วนที่เป็นโค้งเว้านี้คล้ายกับเป็นจุดเพิ่มความเร็วของน้ำที่ไหลบ่าลงมาเป็นที่รองรับน้ำจึงเป็นเขตที่มีการดูดซึมสูง ไอกาสที่พื้นดินจะอิ่มตัวจึงมีสูงมาก หมายถึงว่า ไอกาสที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิจะมีมากด้วย แต่บริเวณตำแหน่งที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิส่วนใหญ่จะไม่เกิดในพื้นที่ลาดเทชัก ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีเพียงบริเวณเดียวเท่านั้นที่เกิดในลักษณะนี้อีก ๔ บริเวณ เกิดในพื้นที่ลาดเทเปลี่ยน และ ๗ ใน ๙ บริเวณนั้น เกิดในพื้นที่ที่เป็นแอ่งเขาคล้ายเป็นเนินเขา ๒ เนินมาบรรจบกัน บางบริเวณจะเกิดตรงกลางแอ่ง บางบริเวณเกิดตรงไหล่แอ่ง อันเป็นพื้นที่ที่รวมของน้ำฝนได้เป็นอย่างดี ส่วนอีก ๒ บริเวณไม่เป็นลักษณะของแอ่งเขาแต่เป็นพื้นที่ที่มีมุมลาดเทสูงชันมาก สำหรับทิศทางของพื้นที่ลาดเทส่วนใหญ่ไปทางทิศเหนือถึง ๗ บริเวณ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ๓ บริเวณ

การวิวัฒนาการของพื้นที่ลาดเทในแต่ละพื้นที่ มีความซับซ้อนมาก ปัจจัยที่สำคัญคือ ภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลโดยตรงกับกษัยการ การพัดพา และการทับถมของพื้นที่ต่าง ๆ (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ

๒๕๒๖ : ๕๓) เนื่องจากพื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตร้อนชื้น รูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทช่วงล่างเป็นแบบโค้งเว้า ส่วนช่วงบนเป็นแบบโค้งนูนที่สูงชันกว่า ซึ่งมีรูปแบบสอดคล้องตามแนวคิดของเพงค์ โดยเห็นว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดพื้นที่ลาดเทในลักษณะนี้เกิดจากการเพิ่มกษัยการในตอนแรกและลดอัตราลงในระยะต่อมา ส่วนคิง (King) มีความเห็นในทำนองเดียวกันว่า ลักษณะโค้งเว้าและโค้งนูนมักจะพบร่วมกัน โดยพบโค้งนูนช่วงบนและโค้งเว้าช่วงล่าง การเกิดโค้งเว้าหรือโค้งนูนซับซ้อนนั้นขึ้นอยู่กับความสูงวิกฤติ (critical height) (อ้างจาก อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ ๒๕๒๖ : ๗๐ - ๘๐)

นอกจากนี้ จากการศึกษาของทอย (Toy) เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศและรูปแบบของพื้นที่ลาดเทในสหรัฐอเมริกา ได้สรุปว่า รูปแบบพื้นที่ลาดเทในเขตแห้งแล้งมีแนวโน้มที่สั้นกว่า ชันกว่า และจะเล็กกว่าระยะรัศมีความโค้งของส่วนที่เป็นโค้งนูน ในเขตชุ่มชื้น ปริมาณน้ำฝ่ามีอิทธิพลมากที่สุดต่อรูปแบบของพื้นที่ลาดเทรวมทั้งต่อศักยภาพของการระเหย



ภาพประกอบ ๓๐ แสดงรูปหน้าตัดของพื้นที่ลาดเทตามแนวคิดของทอย

(ที่มา : Toy. ๑๙๗๗ : ๒๒)

ของน้ำจากดินและการคายน้ำของพืชซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความชื้นของดินและความหนาแน่นของพืชพรรณ ดังนั้นอิทธิพลของการไหลบ่าและการกษัยการพื้นที่ลาดเท การดูดซับอาจทำให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิได้ง่าย เพราะการเกาะตัวลดลง (Toy. ๑๙๗๗ : ๑๖ - ๒๒) จากผลการศึกษาของทอยแสดงให้เห็นว่า พื้นที่ลาดเทส่วนที่เป็นโค้งเว้าอยู่ช่วงล่าง ส่วนที่เป็นโค้งนูนอยู่ช่วงบนเป็นแบบเดียวกับพื้นที่ศึกษา

ดังได้กล่าวแล้วว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่ศึกษา จะเกิดในส่วนของพื้นที่ลาดเทที่เป็นรูปโค้งเว้า ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของวอลทซ์ (Waltz) ที่ได้ศึกษาการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในเขตอะลามีดา และเขตคอนทรา คอสต้า แคลิฟอร์เนีย เพื่อหาเกณฑ์ที่ใช้จำแนกความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ลาดเทมั่นคงและไม่มั่นคงออกจากกันโดยเลือกทำการศึกษา ๑๐ บริเวณ จากการศึกษาพบว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นเป็นแบบตื้น สัณฐานพื้นที่ลาดเท (slope morphology) จะเป็นดัชนีที่ดีที่สุดในการชี้ให้เห็นถึงความมั่นคงพื้นที่ลาดเท แม้ว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิบางบริเวณจะเกิดบนพื้นที่ลาดเทโค้งนูน แต่สิ่งที่สัมพันธ์กับความมั่นคงของพื้นที่ลาดเทในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับเกณฑ์ระดับความโค้งเว้าของพื้นที่ลาดเท ด้วยเหตุที่ความโค้งเว้าของพื้นที่ลาดเทมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับการเคลื่อนที่ที่ช้ากว่าน้ำที่ไหลบ่าพื้นผิวดินจะไหลบ่ามารวมกันมากกว่า การไหลซึมของน้ำจะเกิดบนพื้นที่ลาดเทโค้งเว้ามากกว่า ก่อให้เกิดความชื้นในดินมากขึ้น ทำให้แรงยึดของดินลดลง วอลท์จึงสรุปว่า ความโค้งเว้าของพื้นที่ลาดเทเป็นตัวชี้อย่างมีนัยสำคัญต่อความมั่นคงของพื้นที่ลาดเท (Waltz. ๑๙๖๗ : ๔๖๒๔ - ๔๖๓๐) ถ้าไม่เกิดในส่วนพื้นที่ลาดเทโค้งเว้าก็มักจะเกิดในพื้นที่ลาดเทที่มีมุมลาดเทสูงชัน ผลการศึกษาของไบเบิล (Bible) ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน ซึ่งได้ศึกษาในเขตภูเขาบิกฮอร์น (Big Horn) รัฐไวโอมิง พบว่า พื้นที่ลาดเทที่สูงชันกว่าจะเอื้ออำนวยต่อการเกิดมากกว่าส่วนที่มีความสูงชันน้อย รูปแบบการเลื่อนหลุดเป็นกะบิถูกควบคุมโดยลักษณะทางเรขาคณิตของพื้นที่ลาดเท (slope geometry) (Bible. ๑๙๗๘ : ๔๗๗๘) และจากการศึกษาของเอบบอจห์ (Ebaugh) ในเขตเชอริแดน (Sheridan) รัฐไวโอมิง พบว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

ส่วนใหญ่เกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดเทที่สูงชันมากกว่า ๒๕% (๑๔ องศา) (Ebaugh, ๑๙๗๗ : ๓๐๙๓) จะเห็นว่ามุมลาดเทของพื้นที่ศึกษาเฉลี่ยประมาณ ๒๖ องศา ซึ่งสูงชันกว่าผลการศึกษาของเอบบอจห์มาก แต่เนื่องจากอยู่คนละเขตภูมิอากาศและอาจมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดได้ง่าย

๒. สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

ผลการศึกษาพบว่าสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณมีสัณฐานที่แตกต่างกันไป ตั้งแต่ ๔.๖๐ x ๔ x ๒ เมตร (ยาว x กว้าง x สูง) ถึง ๓๕ x ๑๕ x ๒๐ เมตร มีความยาวเฉลี่ย ๑๗ เมตร ความกว้างเฉลี่ย ๑๐ เมตร ความสูงเฉลี่ย ๑๐ เมตร ในส่วนที่เป็นผาชันตอนบน มีความลึกตั้งแต่ ๐.๕๐ - ๒.๑๐ เมตร ลึกเฉลี่ย ๐.๙๕ เมตร มุมลาดเทของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ มีมุมตั้งแต่ ๒๔ - ๓๙ องศา มุมลาดเทเฉลี่ย ๓๓ องศา จะเห็นว่าตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่ามุมลาดเทของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ น่าจะมีค่ามากกว่า ๒๐ องศา นับว่าอยู่ในเกณฑ์สูงชันถึงสูงชันมาก ความยาวของดินไหลจากพื้นที่ตอนปลายมีระยะตั้งแต่ ๔ - ๒๐ เมตร ระยะเฉลี่ย ๑๒ เมตร ประมาณพื้นที่ที่เสียไปเฉพาะบริเวณที่เกิด ตั้งแต่ ๑๐ - ๕๐๐ ตารางเมตร ประมาณพื้นที่เฉลี่ยแต่ละบริเวณ ๑๙๕ ตารางเมตร เมื่อคิดเป็นปริมาตรของดินที่เสียไปในแต่ละบริเวณประมาณ ๑๘ - ๕,๒๕๐ ลูกบาศก์เมตร เฉลี่ยแต่ละบริเวณ ๑,๔๗๓ ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาตรทั้งหมด ทั้ง ๑๐ บริเวณ ประมาณ ๑๓,๘๘๑ ลูกบาศก์เมตร ซึ่งนับว่าได้เกิดการสูญเสียหน้าดินอันอุดมสมบูรณ์เป็นจำนวนมาก สำหรับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของตำแหน่งที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ โดยวัดถึงพื้นที่ตอนปลายของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ มีระยะตั้งแต่ ๒๓๐ - ๓๐๐ เมตร ระยะสูงเฉลี่ย ๒๖๐ เมตร การเลื่อนหลุดเป็นกะบิมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด และมีทิศทางการเคลื่อนที่สัมพันธ์กับทิศทางของพื้นที่ลาดเท

สำหรับอัตราส่วนโดยเฉลี่ยระหว่างความยาว : ความกว้าง : ความสูง ประมาณ ๒ : ๑ : ๑ ความกว้างกับความสูงมีขนาดพอ ๆ กัน ส่วนค่าเฉลี่ยร้อยละของอัตราส่วนระหว่าง

ความลึกของผาชันตอนบนต่อความยาวประมาณ ๗% (ค่าพิสัย ๒.๓ - ๑๓%) แสดงว่าเป็นการเลื่อนหลุดเป็นกะบิพื้นผิวและจากการศึกษาในภาคสนามไม่ปรากฏให้เห็นหินพื้นเช่นกัน จึงน่าจะเข้าหลักเกณฑ์ที่สเคมป์ตันได้แบ่งไว้โดยได้ใช้รูปร่างของมวลการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นเกณฑ์แบ่ง และใช้อัตราส่วนระหว่างความลึกต่อความยาว แสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์แบ่งได้เป็น ๒ ประเภท คือ ๑) การเลื่อนหลุดเป็นกะบิระดับพื้นผิว มีอัตราส่วนอยู่ระหว่าง ๒ - ๕% และ ๒) การเลื่อนหลุดเป็นกะบิในระดับลึก มีอัตราส่วนระหว่าง ๑๐ - ๓๐% (อ้างจาก Rice. ๑๙๗๗ : ๑๕๖) จากหลักเกณฑ์นี้อาจจะมีข้อแตกต่างอยู่บ้างตรงที่สเคมป์ตันใช้ความหนาหรือความลึกของมวลที่เคลื่อนที่ ส่วนการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่ศึกษา ใช้ความลึกของผาชันตอนบนประกอบกับความแตกต่างของวิธีการวัด อาจทำให้ค่าแตกต่างกันไปบ้าง เนื่องจากไม่สามารถใช้ความหนาของมวลได้ เพราะมวลที่เคลื่อนที่ไม่สามารถคงรูปอยู่ได้เกิดการแตกกระจายไปหมด จึงได้ใช้ความลึกของผาชันตอนบนแทน

เกี่ยวกับมุมของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่ศึกษานั้น จะเห็นได้ว่ามีความสูงชันมาก (พิสัย ๒๘ - ๓๔ องศา) เฉลี่ย ๓๓ องศา เป็นค่าที่ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของสเคมป์ตันและฮัทชินสัน ในเดอร์แฮม ลอนดอน โดยพบว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิระดับพื้นผิว ในดินเหนียวมีมุมพิกัดต่ำประมาณ ๒๙ องศา (อ้างจาก Young. ๑๙๗๒ : ๑๖๕ - ๑๖๖) มีค่าใกล้เคียงกันมากกับมุมต่ำสุดของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีมุมต่ำสุด ๒๕ องศา นอกจากนี้จากผลการศึกษาของบัทเซอร์ก็พบว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดจากมวลดิน จะมีมุมลาดเทอยู่ระหว่าง ๒๐ - ๔๐ องศา (Butzer. ๑๙๗๖ : ๔๐) และการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในหุบเขาแม่น้ำวาห์ ในสไลวาเกีย ก็มีมุมลาดเท ประมาณ ๓๐ - ๔๐ องศา (Zaruba and Mench. ๑๙๖๔ : ๖๐ - ๖๒)

เกี่ยวกับสัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่ศึกษานั้น มีสัณฐานที่แตกต่างกันไป ตั้งแต่ ๔.๖๐ × ๔ × ๒ เมตร ถึง ๓๕ × ๑๕ × ๒๐ เมตร ซึ่งมีสัณฐานที่เล็กกว่าผลการศึกษาของแวนเดอร์วิลด์ในเขตลาพลาต้า โคโลราโด ที่มีสัณฐานประมาณ ๕๔๐ × ๑๘๐ × ๓๐ เมตร

เคลื่อนที่ไปตามแนวลาดเทประมาณ ๒๑๐ เมตร (Vandervilt. ๑๙๓๙ : ๑๖๓ - ๑๖๗) แต่น่าสังเกตว่าความสูงมีค่าแตกต่างจากความยาวและความกว้างมากกว่าสัณฐานในพื้นที่ศึกษา ในการศึกษาของบีดี้ ทางตะวันออกของแคลิฟอร์เนียก็พบว่ามีสัณฐานที่แตกต่างกันไปตั้งแต่ ๔.๕ x ๓ เมตร ถึง ๑๕๐ x ๖๐ เมตร (Beaty. ๑๙๕๖ : ๗๐ - ๗๓) แต่บีดี้ไม่ได้วัดความสูงด้วย อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะความยาวกับความกว้างแล้ว สัณฐานที่เล็กที่สุดของทั้งสองพื้นที่มีสัณฐานใกล้เคียงกันมาก เมื่อเปรียบเทียบสัณฐานที่ใหญ่ที่สุดด้วยกัน สัณฐานในพื้นที่ศึกษาเล็กกว่าประมาณ ๔ เท่า และที่เกิดในเมืองนิโคเลท แคนาดา มีสัณฐานประมาณ ๑๕๐ x ๕๐ x (๓ ถึง ๖) เมตร และมีดินไหลไปไกลถึง ๒๔๐ เมตร (Longwell and others. ๑๙๖๔ : ๑๗๐ - ๑๗๑) นับว่ามีสัณฐานที่ใหญ่กว่าสัณฐานในพื้นที่ศึกษามากเช่นกัน แต่มีความสูงไม่มากนัก ระยะที่ดินไหลไปไกล ๒๔๐ เมตร เมื่อเทียบกับความยาว ๑๕๐ เมตร ระยะที่ดินไหลจะยาวมากกว่า ๔๐ เมตร ถ้าเปรียบเทียบกับสัณฐานที่ใหญ่ที่สุดในพื้นที่ศึกษา มีความยาว ๓๕ เมตร ระยะที่ดินไหล ๒๐ เมตร ความยาวจะมากกว่าระยะดินไหล ๑๕ เมตร หรือเกือบ ๒ เท่า เกี่ยวกับปริมาตรของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ในพื้นที่ศึกษาแตกต่างกันไป ตั้งแต่ประมาณ ๑๘ - ๕,๒๕๐ ลูกบาศก์เมตร นับว่าแตกต่างกันมาก ซึ่งจากผลการศึกษาของชไนเดอร์ (Schneider) ในเวอร์จิเนียตะวันตก ก็พบว่ามีปริมาตรที่แตกต่างกันมากเช่นกัน คือ ตั้งแต่น้อยกว่า ๐.๓ ลูกบาศก์เมตร (๑๐ ลูกบาศก์ฟุต) ไปจนถึง ๒๕,๓๖๖ ลูกบาศก์เมตร (๘๖๐,๐๐๐ ลูกบาศก์ฟุต) (Schneider. ๑๙๗๓ : ๓๘๖๐ - ๓๘๖๑) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่ศึกษา มีสัณฐานแตกต่างกัน ตั้งแต่สัณฐานเล็กไปจนถึงสัณฐานใหญ่เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะในพื้นที่เดียวกัน

๓. <u>รูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ</u>

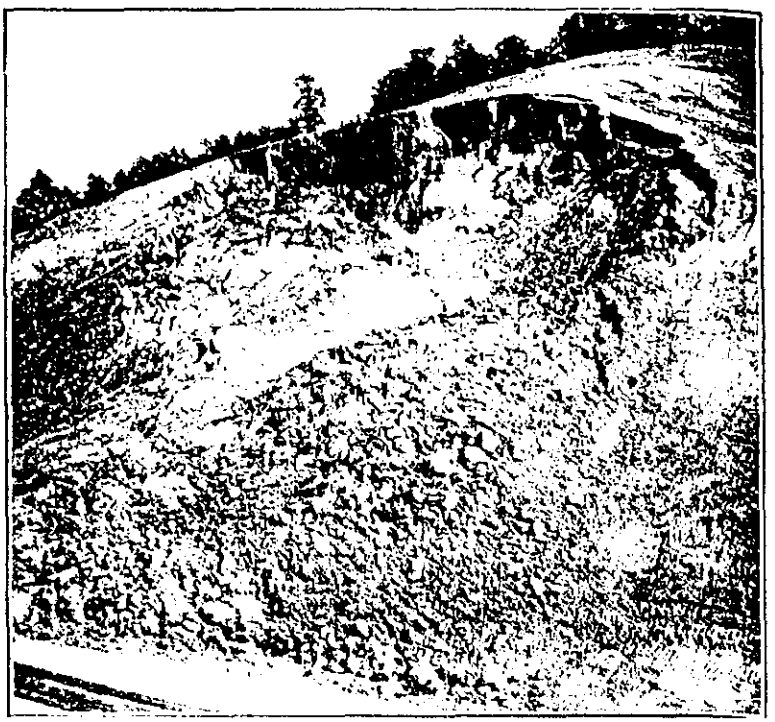
ผลการศึกษา พบว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่ศึกษาเป็นรูปแบบเดียว ตามรูปแบบที่ฮัทชินสันได้แบ่งไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เหตุผลที่จัดอยู่ในรูปแบบเดียว เพราะพื้นผิวที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นรูปโค้งเว้าเดียวปรากฏให้เห็นชัดเจน แต่มวลที่เคลื่อนที่ลงมาไม่มีลักษณะเป็นบล็อก ซึ่งเกิดจากมวลได้แตกกระจัดกระจายไปหมด ไม่สามารถคงรูปเป็นบล็อกอยู่ได้ และได้ไหลลงมาตามพื้นที่ลาดเท กลายเป็นดินไหลหรือเนินซัมมอกกี้อยู่ในพื้นที่ตอนปลาย

สำหรับความเห็นของบางท่านอาจจะแตกต่างกันไปบ้างในเรื่องการแบ่งลักษณะภูมิประเทศอันเกิดจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ซึ่งทั้งนี้อาจเกิดจากรูปแบบที่ต่างกัน มวลต่างกัน เกิดในลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ ที่แตกต่างกันเป็นต้น เช่น เอมมอนและคนอื่น ๆ มีความเห็นว่า การเลื่อนหลุดเป็นกะบิจะทิ้งลักษณะภูมิประเทศที่ชัดเจนของผาชัน บล็อกที่ไม่เป็นระเบียบ พื้นผิวซัมมอกกี้หรือดินไหล และแอ่ง (*Emmon and others.* ๑๙๖๐ : ๒๐๑) ส่วนจากผลการศึกษาของมิทเชลล์ ในเขตแซนซุยลี รัฐอริโซน่า ได้แบ่งการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นเป็น ๓ ส่วน คือ ๑) แอ่งหุบเขาซึ่งรวมถึงส่วนที่เป็นผาชันด้วย ๒) แนวสันที่มียอดแหลมคมและส่วนของวัตถุแตกหักในบริเวณตอนกลาง ๓) แนวสันที่ต่ำของดินไหลบริเวณพื้นที่ตอนปลาย (Mitchell. ๑๙๙๑ : ๓๘๒ - ๓๙๑) ผลการศึกษาของมิทเชลล์สอดคล้องกับการศึกษาของแวกเนอร์ ซึ่งได้ศึกษาในรัฐไอโอไอ โดยเขาได้แบ่งการเลื่อนหลุดเป็นกะบิออกเป็น ๓ ส่วน เช่นเดียวกันกับการศึกษาของมิทเชลล์ (Wagner. ๑๙๔๔ : ๓๔๙ - ๓๕๗) แต่จะสังเกตได้ว่าผลการศึกษาของมิทเชลล์และแวกเนอร์นั้น มวลที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิจะคงรูปเป็นบล็อกอยู่จึงเกิดเป็นแนวสันของบล็อกอยู่ และเกิดในเขตภูมิอากาศที่ต่างกันด้วย กล่าวคือ รัฐอริโซน่านั้นจัดได้ว่าอยู่ในเขตภูมิอากาศกึ่งแห้งแล้งจนถึงแบบทะเลทราย ส่วนรัฐไอโอไอนั้นอยู่ในเขตภูมิอากาศอบอุ่น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้จะเกิดในเขตภูมิอากาศที่ต่างกัน การเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นอาจมีรูปแบบที่เหมือนกันได้

สำหรับการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นในเขตพื้นที่ศึกษาน่าจะแบ่งลักษณะที่เกิดขึ้นเป็น ๓ ส่วนด้วยกัน ตามหลักเกณฑ์การแบ่งของคลีฟส์และชูลท์และคลีฟส์ ซึ่งแบ่งการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นบนดินเหนียวเป็น ๓ ส่วนคือ ๑) ส่วนที่เป็นผาชันตอนบนรูปครึ่งวงกลม

๒) ส่วนพื้นที่ตอนกลางซึ่งโดยปกติเป็นแอ่ง ๓) ส่วนที่เป็นดินไหล หรือเนินฮัมมอกกี้ (Cleaves. ๑๙๗๘ : ๑๙๕ - ๒๓๒) (Schultz and Cleaves. ๑๙๕๕ : ๒๙๖ - ๒๙๘) โดยทั้ง ๑๐ บริเวณมีส่วนที่เป็นผาชันตอนบนรูปครึ่งวงกลมได้ชัดเจน รวมทั้งส่วนพื้นที่ตอนกลางซึ่งมีลักษณะเป็นแอ่ง และในส่วนที่เป็นดินไหล แอ่งในบางบริเวณมีน้ำขังอยู่ด้วย ใน



ภาพประกอบ ๓๑ แสดงการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในภูเขาโอซาร์ค รัฐมิสซูรี่ เกิดในมวลของดินเหนียวระดับลึกเช่นเดียวกันกับที่เกิดในเขตพื้นที่ศึกษา จะสังเกตเห็นผาชันตอนบนบริเวณพื้นที่ที่เป็นแอ่ง และส่วนที่เป็นดินไหลบริเวณพื้นที่ตอนปลาย

(ที่มา : Schultz and Cleaves. ๑๙๕๕ : ๒๙๖)

ส่วนที่เป็นดินไหลส่วนใหญ่จะพบได้เด่นชัดแต่ในบางบริเวณถูกฝนชะล้างไปหมด เหลือให้เห็นร่องรอยของดินไหลอยู่ การเลื่อนหลุดเป็นกะบิเก่าจะมีพวกหญ้าขึ้นอยู่ แต่ในบางบริเวณที่ยังใหม่อยู่จะปรากฏให้เห็นพื้นผิวดินที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิได้ชัดเจน

ลักษณะปลีกย่อยที่พบแตกต่างกันไปบ้างคือ ในส่วนพื้นที่ตอนกลางและตอนปลายในบางบริเวณจะมีร่องน้ำเกิดขึ้นตรงเกิดจากการกษัยการของฝนที่ตกลงมาแต่ส่วนใหญ่แล้วจะไม่พบร่องน้ำเกิดขึ้น

สำหรับมวลที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบินั้นดังได้กล่าวมาแล้วว่าเป็นมวลดินและมีเศษหินที่ผุพังอยู่กับที่ปนอยู่ด้วย และไม่ปรากฏหินพื้นให้เห็นที่แอ่งแต่อย่างใด ดังนั้นจะเห็นว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดจากมวลดินจะมีสัณฐานเล็กกว่าที่เกิดจากหินพื้นมาก ซึ่งสตราเลอร์กล่าวไว้ว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดจากหินพื้น มักมีขนาดใหญ่ บล็อกอาจจะยาวเป็นไมล์หรือมากกว่านั้นและอาจหนาถึง ๑,๐๐๐ ฟุต (Strahler. ๑๙๗๑ : ๕๘๒ - ๕๘๓) ดังนั้นโดยสรุปแล้วรูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นเป็นรูปแบบเดียว มวลที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นมวลดินและเกิดในบริเวณพื้นที่ภูเขาซึ่งใช้เป็นพื้นที่เพาะปลูก

๔. องค์ประกอบบางอย่างที่อาจสนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ อภิปรายผลได้ดังนี้

๔.๑ ชั้นดินตามความลึก

ผลการศึกษา พบว่า การกระจายของเนื้อดินตามชั้นดินต่าง ๆ ทั้งในพื้นที่ตอนบน (๓ ชั้นดิน) พื้นที่ตอนกลาง (๒ ชั้นดิน) และพื้นที่ตอนปลาย (๑ ชั้นดิน) โดยทั่วไปแล้วเป็นดินเหนียว ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีบางบริเวณเท่านั้นที่เป็นเนื้อดินชนิดอื่น เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว แต่มีเป็นส่วนน้อย

จะเห็นได้ว่าดินเหนียว เป็นดินที่ดูดซับน้ำได้ง่าย และอิ่มตัวด้วยน้ำได้เร็ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของบุคคลต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก อาทิเช่น จากผลการศึกษาของเลอรี่ (Laury) ในหุบเขาดุ่มน้ำมิสซิสซิปปี้ตอนล่าง

พบว่า ชนิดของตะกอนที่สัมพันธ์กับการเกิด เป็นพวกดินเหนียว ดินเหนียวปนดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว (Laury. ๑๙๗๑ : ๑๒๕๑ - ๑๒๖๖) ในการศึกษาของโอกาจบู (Okagbue) ก็ได้ผลเช่นเดียวกันในเขตที่ราบสูงและแอปปาเลเชียน โดยพบว่าสาเหตุประการแรกที่ทำให้เกิดเพราะดินเหนียวได้ดูดซับน้ำเป็นจำนวนมากและขยายตัว (Okagbue. ๑๙๘๑ : ๓๖๗) และการเลื่อนหลุดเป็นกะบิและหินถล่มที่เกิดในหุบเขาไวออนท์ (Vaiont) อิตาลี อันเป็นเหตุให้มีคนเสียชีวิตจำนวนมาก สาเหตุสำคัญเนื่องจากมีชั้นของดินเหนียวแทรกขั้นอยู่ระหว่างชุดต่าง ๆ ของชั้นหินปูนและหินมาร์ล (Tank. ๑๙๗๓ : ๑๕๓ - ๑๕๖) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของซารูบาห์และเมนซ์ ในเขตชายฝั่งทะเลของหมู่เกาะไวท์ (Isle of Wight) ตอนใต้ของอังกฤษโดยพบว่า เกิดจากมีดินเหนียวที่อ่อนตัว ถูกกษัยการจากคลื่น และมีชั้นของหินปูนและมาร์ลอยู่บนชั้นดินเหนียว (Zaruba and Mench. ๑๙๖๙ : ๖๕ - ๖๖)

๔.๒ เปรียบเทียบเนื้อดินพื้นที่ตอนบนกับพื้นที่ตอนกลางของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

ผลการศึกษา พบว่า การกระจายของเนื้อดินพื้นที่ตอนบนกับตอนกลาง จะไม่เหมือนกันทุกบริเวณ แตกต่างกันในบางบริเวณ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเนื้อดินน่าจะไม่แตกต่างกัน

๔.๓ เปอร์เซ็นต์ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว เปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว และปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว (จุดอิ่มตัวของดิน)

ผลการศึกษาพบว่าความชื้นของดินตามสภาพแห้งในบรรยากาศ เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ดินอิ่มตัว และเปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว โดยทั่วไปแล้วมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ในแต่ละชั้นดินทั้งพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลาย ทั้ง ๑๐ บริเวณ

สำหรับค่าปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัวหรือจุดอิ่มตัวของดินพบว่า มีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูงเช่นกัน แต่มีแนวโน้มว่าชั้นดินทั้ง ๒ ชั้น ในพื้นที่ตอนกลาง มีค่าต่ำกว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลาย และการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในแต่ละบริเวณนั้นมีแนวโน้มว่าชั้นดินที่ ๒ ของ

พื้นที่ตอนบนจะมีค่าจุดอิ่มตัวสูงกว่าชั้นดินอื่น ๆ ของบริเวณเดียวกัน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณอนุภาคดินเหนียวและอินทรียวัตถุในดินด้วย

องค์ประกอบเกี่ยวกับความชื้นของดินหรือการอิ่มตัวของดิน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ เพราะจะเกิดขึ้นได้เมื่อดินอยู่ในภาวะอิ่มตัวเท่านั้น สำหรับในพื้นที่ศึกษา ปริมาณและความหนาแน่นของฝนที่ตกลงมา จึงมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการเกิดและน่าจะเกิดขึ้นมากในช่วงเดือนสิงหาคมและกันยายน เพราะเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำมากพอที่ทำให้ดินอิ่มตัว

๔.๔ ความหนาแน่นรวมของดิน

ผลการศึกษาพบว่า ค่าความหนาแน่นรวมของดินโดยทั่วไป อยู่ในระดับค่อนข้างสูงในแต่ละชั้นดินทั้งพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลาย

๔.๕ อินทรียวัตถุในดิน

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในชั้นดิน ทั้งพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลายมีค่าผันแปรมาก และโดยทั่วไปแล้วปริมาณอินทรียวัตถุของชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลาย จะสูงกว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุของชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลายโดยทั่วไปมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนในพื้นที่ตอนกลางอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้เพราะเกิดการสูญเสียหน้าดินไปมาก ในพื้นที่ตอนบนโดยทั่วไปชั้นดินที่ ๒ และ ๓ จะมีค่าปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าชั้นดินที่ ๑ แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของการชิมชะที่มีสูงในพื้นที่ศึกษา

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินไม่ได้เป็นองค์ประกอบที่สนับสนุนให้เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ แต่จะเป็นตัวชี้ได้อย่างหนึ่งว่า ดินในพื้นตอนกลางน่าจะมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่าพื้นตอนบนและตอนปลาย เพราะเกิดการสูญเสียหน้าดินมาก ซึ่งก็เป็นไปตามที่คาดไว้

นอกจากนี้อินทรียวัตถุในดินยังมีผลต่อการผุพังของหินและแร่ การเกิดกรดอินทรีย ช่วยเร่งปฏิกิริยาทางเคมีในดิน ทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำได้โดยง่าย (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ ๒๕๒๓ : ๑๑) และจากผลการศึกษาของ อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ พบว่า เมื่อมีอินทรียวัตถุเพิ่มมากขึ้น การดูดซับน้ำโดยน้ำหนักจะเพิ่มมากขึ้นด้วย (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ ๒๕๒๓ : ๕๓)

๔.๖ ชนิดหินและเศษหิน

ผลการศึกษา พบว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ทั้ง ๑๐ บริเวณ มีหินและเศษหิน อยู่ ๓ ชนิด เท่าที่พบ คือ หินชิลต์ หินอาร์โคส หินทรายและกึ่งอาร์โคส โดยพบหินชิลต์อยู่ ๔ บริเวณ หินอาร์โคส ๒ บริเวณ หินทรายและกึ่งอาร์โคส ๔ บริเวณ ลักษณะของหินเป็นหินที่ผุพังทั้งหมด ซึ่งผุพังอยู่กับที่จะให้อนุภาคดินเนื้อละเอียดที่ดูดซับน้ำได้ง่าย สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะดินที่พบส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว และมีดินอื่นปนอยู่บ้าง เช่นดินร่วนปนดินเหนียว

การเลื่อนหลุดเป็นกะบิบริเวณที่เป็นหินทรายและกึ่งอาร์โคสพบตำแหน่งที่เกิดอยู่ช่วงบนของพื้นที่ลาดเททั้ง ๔ บริเวณ บริเวณที่เป็นหินชิลต์ ตำแหน่งที่เกิดอยู่ช่วงบนและช่วงล่างอย่างละ ๒ บริเวณ ส่วนบริเวณที่เป็นหินอาร์โคสอยู่ช่วงบนและช่วงล่างอย่างละ ๑ บริเวณ ซึ่งจากการศึกษาของ นเรศ สัตยารักษ์ ก็พบว่า ช่วงบนของหน่วยหินห้วยหินลาดประกอบด้วยหินทราย หินดินดานปนทราย และหินชิลต์ หินทรายมีลักษณะเป็นซับเกรย์เวค ส่วนช่วงล่างจะเป็นหินกรวดมน ซึ่งมีก้อนกรวดขนาดใหญ่เป็นหินปูนมีโคลนผสมสลับอยู่กับหินกรวดมน (นเรศ สัตยารักษ์ ๒๕๒๐ : ๖: - ๖๒) ผู้วิจัยเข้าใจว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้ง ๑๐ บริเวณ เกิดในช่วงบนของหน่วยหินห้วยหินลาดทั้งหมด เพราะสังเกตได้จากชนิดหินที่พบดังกล่าว

จะเห็นได้ว่าชนิดหินและเศษหินที่พบเป็นลักษณะของหินที่ผุพังซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเอ็คเคล (Eckel) ซึ่งพบว่า จำนวนเปอร์เซ็นต์ที่สูงมากของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิทั้งหมดเกิดในหินต่าง ๆ ที่ผุพังและเป็นต้นกำเนิดดินนั้น ๆ (Eckel. ๑๙๕๘ : ๒๙๖ - ๒๙๘) นอกจากนี้จากการศึกษาของชรอเดอร์ (Shroder) ในรัฐยูทาห์ก็พบว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นมากที่สุดจะสัมพันธ์กับหินที่ไม่มีความต้านทาน (incompentent) (Shroder. ๑๙๖๗ : ๒๔๐๗) และจากผลการศึกษาของคลีฟส์พบว่า ดินถิ่นเดิมบนพื้นที่ลาดเทในพื้นที่ที่มีชั้น ของหินทรายและหินดินดานรองรับอยู่ข้างใต้จะเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิได้ง่าย (Cleave. ๑๙๗๘ : ๒๐๑ - ๒๐๔)

บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงพื้นที่

จะเห็นได้ว่าการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน นอกจากองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เป็นสาเหตุให้เกิดขึ้นแล้ว องค์ประกอบเกี่ยวกับมนุษย์ก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่ง เพราะเป็นผลจากการที่มนุษย์ได้บุกเบิกใช้พื้นที่บริเวณนี้เพื่อการผลิตทางการเกษตรโดยมิได้คำนึงถึงความเหมาะสมของประเภทที่ดิน ซึ่งย่อมจะทำให้ไม่ได้รับผลตอบแทนจากการใช้ที่ดินอย่างเต็มที่ กล่าวโดยสรุปถึงผลกระทบโดยทั่วไปคือ

๑. ทำให้พื้นที่เพาะปลูกต้องสูญเสียไป พื้นที่บริเวณที่เกิดและพื้นที่รอบ ๆ จะไม่สามารถทำการเพาะปลูกได้เลย บางเนินเขาที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิมาก ราษฎรจะทิ้งไว้เป็นที่ว่างเปล่าเนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาเพียง ๑๐ บริเวณเท่านั้น และพื้นที่ที่เสียไปในแต่ละบริเวณมีตั้งแต่ประมาณ ๑๐ - ๕๐๐ ตารางเมตร คิดเป็นปริมาตรของดินที่เสียไปประมาณ ๑๘ - ๕,๒๕๐ ลูกบาศก์เมตร เฉลี่ยแต่ละบริเวณ ๑,๙๓๓ ลูกบาศก์เมตร นับว่าได้เกิดการสูญเสียหน้าดินอันอุดมสมบูรณ์ไปเป็นจำนวนมากและตามสภาพเป็นจริงแล้วมีการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเกิดขึ้นอย่างมากมายในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นการสูญเสียทั้งพื้นที่และดินบนจะต้องมีมากกว่านี้ หากยังอยู่ในสภาพเช่นนี้ต่อไปก็จะเกิดการสูญเสียทรัพยากรดินและพื้นที่เพาะปลูกมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อปัญหาที่ดินทำกินมากขึ้นเพียงนั้น

๒. เศษหินทรายดินหรือตะกอนจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิอาจจะเกิดการทับถมจนเต็มท้องน้ำลำธารและทำให้ระบบการระบายน้ำสูญเสียไป เกิดการตื้นเขินตามท้องน้ำลำธารโดยทั่วไป ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องไปถึงปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

เนื่องจากพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ที่อยู่ทางตอนเหนือของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนอันเป็นเขตพื้นที่ต้นน้ำลำธาร ที่น่าจะสงวนพื้นที่แห่งนี้ได้คงสภาพเป็นป่าของต้นน้ำลำธารไว้ให้มากที่สุด แต่ตามสภาพที่แท้จริง ปรากฏว่าได้มีการบุกเบิกพื้นที่บนภูเขาใช้เป็นพื้นที่ทำการเพาะปลูกโดยทั่วไป ทำให้ตะกอนหินทรายดินจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิไหลลงไปทับถมเข้าไปในลำห้วย

ลำธารต่าง ๆ อันเป็นสาขาของแม่น้ำป่าสัก ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าอาจเกิดการตื้นเขินในที่สุด ถ้ายังไม่มีมาตรการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อจะช่วยกันอนุรักษ์แหล่งต้นน้ำลำธารได้ นอกจากนี้อาจจะทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง รวมทั้งการเกิดอุทกภัยในฤดูฝนด้วย

๓. สมรรถภาพของดินสูญเสียหรือเสื่อมสภาพไปโดยสิ้นเชิง เนื่องจากการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้น ทำให้มีการสูญเสียดินชั้นบนอย่างมากมาย ดินชั้นบนซึ่งเต็มไปด้วยธาตุอาหารพืช ทำให้สูญเสียธาตุอาหาร อินทรียวัตถุ โครงสร้างของดินเสื่อมลง ซึ่งในที่สุดพื้นที่ในบริเวณนี้จะไม่สามารถทำอะไรได้เลยซึ่งได้กล่าวไว้ในข้อ ๑ บ้างแล้ว

ดังนั้นจะเห็นว่าสภาพพื้นที่บริเวณนี้มีมุมลาดเทเฉลี่ยประมาณ ๒๓ ถึง ๓๐ องศา ถือว่าสูงชันตามหลักเกณฑ์ของยัง (Young. ๑๙๗๒ : ๑๗๓ - ๑๗๕) ซึ่งยังกล่าวว่าพื้นที่ลักษณะนี้จะมีปัญหาด้านการใช้เพาะปลูกพืชไร่ ซึ่งจำเป็นต้องมีมาตรการโดยเฉพาะ ถ้าจะกล่าวโดยทั่วไปแล้วสภาพพื้นที่เช่นนี้ นับว่าไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำการเกษตรกรรมอย่างถาวรโดยเฉพาะการปลูกพืชไร่ ควรจะให้คงไว้เป็นสภาพป่าไม้

ผู้วิจัยคิดว่าแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงพื้นที่น่าจะมีดังนี้

๑. ในพื้นที่บริเวณที่ยังเป็นสภาพป่าไม้อยู่ ก็ไม่ควรจะเข้าไปบุกรุกขยายพื้นที่ทำกินใหม่โดยเด็ดขาด เพื่อคงสภาพของป่าต้นน้ำลำธารไว้ให้มากที่สุด สำหรับในส่วนของพื้นที่ที่ได้บุกรุกเปิดพื้นที่ที่ทำกินแล้ว เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียในด้านการปกครองและราษฎรมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้พื้นที่นี้ทำกินแล้ว ทางราชการน่าจะแนะนำให้ปลูกไม้ยืนต้น แต่จะต้องมีการป้องกันการกษัยการของดิน ควบคู่ไปกับการใช้พืชคลุมดิน เช่น พืชตระกูลถั่ว พืชตระกูลหญ้า เป็นต้น เพื่อช่วยให้พื้นผิวดินมีสิ่งรองรับแรงปะทะของฝน ทั้งยังเป็นปุ๋ยพืชสด เพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินด้วย หรืออาจจะปลูกพืชตามแนวระดับ เพื่อช่วยลดอัตราการกษัยการของดินและช่วยสงวนน้ำไว้ในดิน

แต่ถ้าทางราชการสามารถจัดหาพื้นที่ทำกินที่เหมาะสมให้แก่ราษฎรในพื้นที่เหล่านี้ได้แล้ว ก็ไม่ควรจะใช้พื้นที่บริเวณเนินเขาที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นพื้นที่ทำกิน

ต่อไปอีก และจำเป็นอย่างยิ่งที่ทางราชการควรจะเร่งระดมปลูกป่าทดแทนพื้นที่ป่าที่สูญเสียไป เพื่อให้สภาพป่าต้นน้ำลำธารที่ถูกทำลายไปกลับมีสภาพเป็นป่าที่สมบูรณ์ดังเก่าโดยเร็วที่สุด

๒. ควรอบรมให้ราษฎรได้เรียนรู้และเข้าใจถึงวิธีการอนุรักษ์ดินอย่างง่าย ๆ และนำไปปฏิบัติได้ หน่วยราชการควรจะร่วมมือประสานงานกับส่วนราชการที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องอย่างจริงจัง เพื่อให้ราษฎรได้เรียนรู้ เข้าใจ และสามารถนำไปปฏิบัติด้วยตนเองได้อย่างแพร่หลาย พร้อมทั้งให้บริการด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น การสำรวจ ออกแบบ และควบคุมการก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นต้น ซึ่งการอบรมแนะนำวิธีการต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่เหล่านี้ ย่อมต้องอาศัยความอดทน ของเจ้าหน้าที่หน่วยราชการต่าง ๆ เป็นอย่างมาก

ข้อบกพร่องในการวิจัย

๑. การวัดมุมของแต่ละหน่วยพื้นที่ลาดเท มุมลาดเทของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นค่าที่วัดจากเครื่องวัดความลาดเทแบบแอบนี ซึ่งอาจจะคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงเล็กน้อย

๒. การเลื่อนหลุดเป็นกะบิบางบริเวณมีหญ้าขึ้นปกคลุมและมีขนาดใหญ่ในการเก็บตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่ตอนกลางและพื้นที่ตอนกลางอาจจะไม่ตรงกับสภาพที่เป็นจริง

๓. การวัดจุดที่เป็นความสูงต่าง ๆ เช่น ความสูงของตำแหน่งที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ เป็นค่าที่วัดโดยประมาณเท่านั้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

๑. ควรจะศึกษาการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทย มาเปรียบเทียบกับการเลื่อนหลุดเป็นกะบิที่เกิดขึ้นในพื้นที่นี้

๒. ควรจะศึกษาอัตราการไหลซึมของน้ำของดินบริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ

๓. ควรจะศึกษาลักษณะและกลไกการเคลื่อนที่ของมวลการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในฤดูฝน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน รายงานเศรษฐกิจ ๒๕๒๓ ๑๔๕ หน้า

_____ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๕ พ.ศ. ๒๕๒๕ - ๒๕๒๙ ๔๓๓ หน้า

ธวัช บุรีรักษ์ ภูมิศาสตร์กายภาพ พิมพ์ครั้งที่ ๖ อักษรวัฒนา ๒๕๒๐, ๔๐๓ หน้า

นเรศ สัตยารักษ์ "การสำรวจธรณีวิทยาระวางจังหวัดอุดร-ขอนแก่น" เอกสารการประชุมทางธรณีวิทยาและเหมืองแร่ ๒๕๒๐, ๑๔๒ หน้า

บรรเจิด พลางกูร ทรัพยากรที่ดิน ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย ๒๕๒๓, ๑๓๘ หน้า

ประถม อัตตนาถ และคนอื่น ๆ รายงานการสำรวจดินในเขตโครงการปฏิรูปที่ดิน ป่าวัง กำแพง อำเภอชนแดน และกิ่งอำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน ๒๕๒๒, ๗๐ หน้า

พัฒนาที่ดิน, กรม รายงานประจำปี ๒๕๒๔ บำรุงนุกูลกิจ ๒๕๒๔, ๒๑๒ หน้า

มัทนีวัลย์ โอมะคุปต์ "อันตรายที่เกิดจากเขาถล่ม" พัฒนาที่ดิน ๑๒๔ : ๑๔ - ๒๖ กันยายน ๒๕๑๘

"สูญสิ้นป่าอะไรจะเกิดขึ้น" เศรษฐกิจและสังคม ๑๕ : ๑๖ - ๑๗ กันยายน - ตุลาคม ๒๕๒๑

สวาท เสนาณรงค์ ภูมิศาสตร์ประเทศไทย พิมพ์ครั้งที่ ๓ ไทยวัฒนาพานิช ๒๕๒๑, ๓๘๕ หน้า

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ "วัสดุต้นกำเนิดดิน" ภูมิศาสตร์ สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ๖ : ๒๓ - ๓๕ พฤศจิกายน ๒๕๒๔

_____ ธรณีวิทยา พิมพ์ครั้งที่ ๒ ไทยวัฒนาพานิช ๒๕๑๔, ๒๗๘ หน้า

_____ การกำเนิดและจำแนกดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ๒๕๒๓, ๔๑๔ หน้า

_____ ธรณีสัณฐานวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ๒๕๒๖, ๔๖๐ หน้า

Beaty, Chester. "Landslide and Slope Exposure," in Journal Geology. 64 : 70 - 73, 1956.

_____ "The effect of moisture on Slope Stability : A classic example from Southern Alberta, Canada," in Journal Geology. 80 : 362 - 366, 1972.

Bible, Garry Gill. "Landslide Phenomena in Shell, and Tensleep Canyons, Bighorn mountains, Wyoming," in Dissertation Abstracts. 39 : 4778 - B. April, 1979.

Bloom, Arthur L. Geomorphology. New Jursey. Prentice-Hall, 1978. 510 p.

Brason, E. B. and W. A. Tarr. Introduction to Geology. 3rd. ed., New York, McGraw-Hill Book, 1952. 475 p.

Butzer, Karl W. Geomorphology From the Earth. New York, Harper & Rows, 1976. 450 p.

Khantaprab, Chaiyudh and others. "Geological and Mineral Resources Impact Assessment on the Development of the Upper Pa-Sak Dam/ Reservoir Project," in Geological Report Number 5. 1981. 52 p.

Cleaves Arthur B. "Landslide Investigation," in Compendium : 2 Drainage and Geological in Highway Location. p. 195 - 232 Washington D.C., National Academy of Sciences, 1978.

Dury, C. H. The Face of the Earth. Harmondsworth Middlesex, Penguin Book, 1970. 223 p.

Ebaugh, Walter Fielding. "Landslide Factor Mapping and Slope Stability Analysis of the Big Horn Quadrangle, Sheridan County, Wyoming," in Dissertation Abstract. 38 : 3093 - B. January, 1978.

Eckel, Edwin B. "Landslide and Engineering Practice," in Compendium : 2 Drainage and Geological in Highway Location. p. 283 - 313 Washington D.C., National Academy of Sciences, 1978.

Embleton, Clifford and John Thornes. Process in Geomorphology. London, Edward Arnold, 1979. 436 p.

Emmon, William H. and others. Geology : Principle and Process. New York, McGraw-Hill Book, 1957. 528 p.

Finch, Vernor C. F. and others. Physical Element of Geography. 4th. ed., New York, McGraw-Hill Book, 1957. 528 p.

Foster, Robert J. Physical Geology. London, Charle E. Merril, 1971. 573 p.

Grater, Russel K. "Landslide in Zion Canyon : Zion National Park, Utah," in Journal Geology. 53 : 116 - 124, 1945.

Holms, Arthur. Principles of Physical Geology. London, Thomas Nelson and Sons., 1965. 1254 p.

Howard, Arthur D. and Irwin Remson. Geology in Environmental Planning. New York, McGraw-Hill Book, 1978. 478 p.

Judson, Sheldon and others. Physical Geology. New Jersey, Englewood Cliffs, 1976. 512 p.

Kesseli, John E. "Disintegrating Soil Slips of the Coast Ranges of the Central California," in Journal Geology. 51 : 342 - 352, 1943.

Krauskopf, K. B. and others. "Structural Features of a Landslide near Gilroy, California," in Journal Geology. 47 : 630 - 648, 1939.

Krynine, Dimitri P. and William R. Judd. Principle of Engineering Geology Geology and Geotechnics. New York, McGraw-Hill Book, 1975. 730 p.

"Landslide Hazard" Geological Survey Research. 4 : 235 - 258, July - August, 1979.

Laury, Robert L. "Stream Bank Failure and Rotational Slumping : Preservation and Significant in the Geological Record," in Geological Society of American Bullelin. 82 : 1251 - 1266. May, 1971.

Lee, Charles. "Recent Landslide in Salmon Creek Canyon, Idaho," in Journal Geology. 46 : 660 - 665, 1939.

Leed, Don L. and Sheldon Judson. Physical Geology. New York, Prentice-Hall, 1954. 466 p.

Legget, Robert F. Geology and Engineering. 2rd. ed., New York, McGraw-Hill Book, 1967. 794 p.

Leopold, Luna B. and others. Fluvial Process in Geomorphology. New Delhi, Eurasi Publision House, 1964. 522 p.

Lobeck, A. K. Geomorphology : An Introduction to the Study of Landscapes. New York, McGraw-Hill Book, 1939. 731 p.

Longwell, Chester R. and others. Physical Geology. New York, John Wiley & Sons, 1969. 643 p.

Mckenzie, Garry D. and Rusell O. Utgard. Man and His Physical Environment. 2nd. ed., Ohio, Burgess Publishing, 1975. 388 p.

Merrian, Richard. "Portuguese Bend Landslide, Palos Verdes Hills, California," in Journal Geology. 68 : 140 - 153, 1960.

Mitchell, Robert H. "An Unusual Landslide," in Journal Geology. 59 : 382 - 391, 1941.

Monnett, Victor and Howard E. Brown. The Principles of Physical Geology. Boston, New York, Grinn and Company, 1950. 425 p.

Montagne, Clifford. "Slope Stability Evaluation for Land Capacity Reconnaissance in the Northern Rocky Mountains," in Dissertation Abstract. 37 : 2275 - B. December, 1975.

Obertste - Lehn, Dean. "Slope Stability of Lomerias Muertas Area, San Benito County, California," in Dissertation Abstract. 37 : 4943 - 4944 B April, 1977.

OKagbue, Celestine Obialo. "Geological and Engineering Aspects concerning Slope Stability of surface coal mine spoils," in Dissertation Abstract. 43 : 367 - B. August, 1982.

Penck, Walthers. Morphological Analysis of Landform. New York, Hafner, 1972. 495 p.

Pitty, Alistair F. Introduction to Geomorphology. London, Methuen, 1971. 431 p.

Potter, A. W. R. and H. Robinson. Geology. New York, Macdonal and Evans, 1975. 262 p.

Reger, James Paul. "Mass movement on spoil outslopes of contour surface-mine, North-Central West Virginia," in Dissertation Abstract. 38 : 1622-B. October, 1977.

Reiche, Party "The Toreva-Block : A distinctive Landslide Type," in Journal Geology. 45 : 538 - 548, 1937.

Rice, R. J. Fundamentals of Geomorphology. New York, Longman, 1977. 374 p.

Ries, H. Element of Engineering Geology. 2nd. ed., n.d., New York, John Wiley & Sons, 1930. 411 p.

Schneider, Raymond H. "Debris Slide and Related flood damage resulting from Hurricane Camille, 19 - 20 August and subsequent storm, 5 - 6 September 1969, in the Spring Creek Drainage Basin Greenbrier County, West Virginia," in Dissertation Abstract. 34 : 3860 - 3861 - B. February, 1974.

Schultz, John R. and Arthur B. Cleaves. Geology in Engineering. New York, John Wiley & Sons, 1955. 559 p.

Shroder, John Ford. "Landslide of Utah," in Dissertation Abstract. 28 : 2907 - B. January, 1968.

Stokes, William Lee and others. Introduction to Geology : Physical and Historical. 2nd. ed., New Jersey, Englewood Cliffs, 1978. 598 p.

Strahler, Arthur N. The Earth Science. 2nd. ed., New York, Harper & Row, 1971. 824 p.

Strahler, Arthur N. and Alan H. Strahler. Environment Geoscience : Interaction Between Natural Systems and Man. New York, John Wiley & Sons, 1973. 511 p.

Tank, Ronald. Focus on Environmental Geology. Amsterdam, Elsevier Publishing, 1968. 270 p.

Thornbury, William D. Principle of Geomorphology. New York, John Wiley & Sons, 1969. 618 p.

Toy, Terrence J.. "Hillslope Form and Climate," in Geological Society of America Bulletine. 88 : 16 - 24. January, 1977.

Tubb, Donald Willis. "Cause Mechanisms and Prediction of Landsliding in Seattle," in Dissertation Abstract. 37 : 644 - B. August, 1976.

Twidale, C. R. Analysis of Londforms. New York, John Wiley & Sons, 1976. 548 p.

Utgard, R. O., G. D. Mckenzie and D. Foley. Geology in the Urban Environment. Minneapolis, Minnesota, Burgess Publishing, 1978. 355 p.

Vandervilt, John W. "A Recent Rockslide near Durango in the La Plata County, Colorado," in Journal Geology. 42 : 163 - 173, 1934.

Wagner, Warren R. T. "A Landslide Area in the Little Salmon River Canyon, Idaho," in Journal Economic Geology. 39 : 349 - 357, 1944.

Waltz, Jame Patterson. "An Analysis of Selected Landslides in Alameda and Contra Costa Counties, California," in Dissertation Abstract. 28 : 4629 - B. May, 1968.

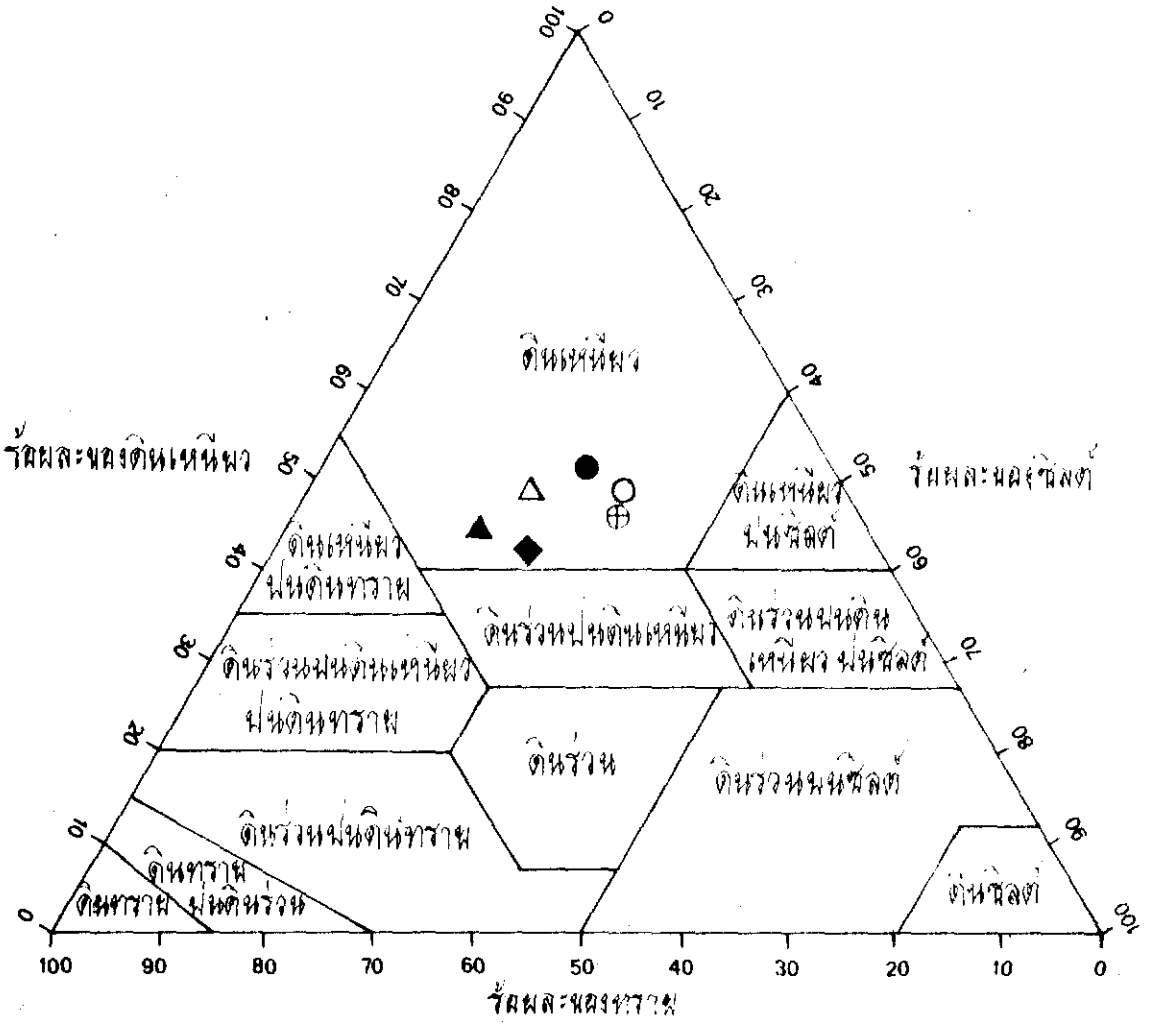
Watkins, Joel S., Michael L. Bottino and Marie Morisawa. Our Geological Environment. Philadelphia, W. B. Saunders, 1975. 519 p.

Young, A. Slope. Edinburgh, Oliver & Boyd Publishing, 1972. 279 p.

Zaruba, Quido and Vojtech Mench. Landslide and their Control. Amsterdam, Oxford, New York, Elservier Scientific Publishing, 1969. 205 p.

Zumburge, James H. and Clemens A. Nelson. Element of Geology. 3rd. ed., New York John Wiley & Sons, 1972. 412 p.

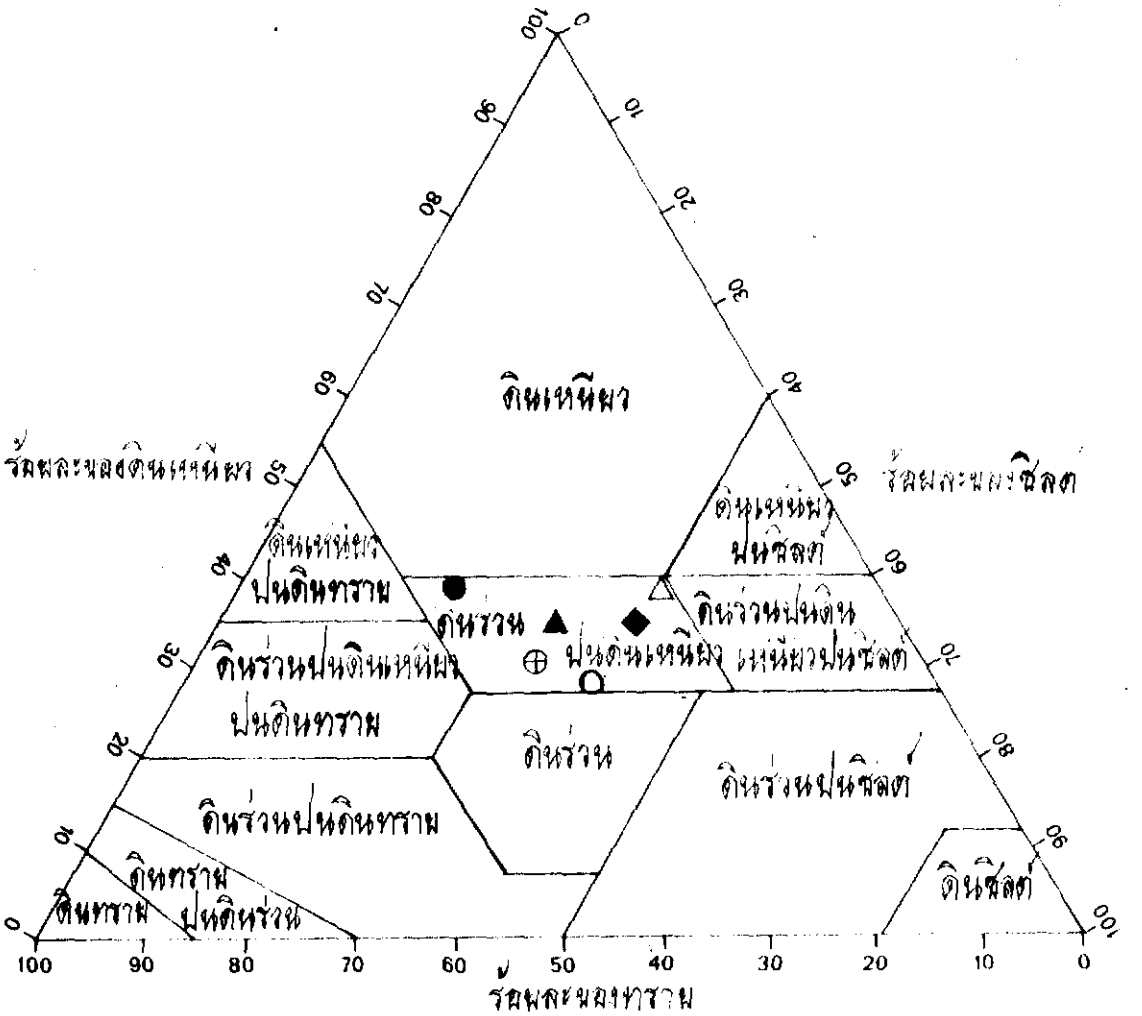
ภาคผนวก



ภาพประกอบ 32 กราฟสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความผสมกันของทราย ซิลต์ และดินเหนียว

○	พื้นที่ตอนบน	ระดับลึก	0 - 30	ซม.
●	"	"	30 - 100	"
⊕	"	"	100	"
△	พื้นที่ตอนกลาง	"	0 - 30	"
▲	"	"	60 - 100	"
◆	พื้นที่ตอนปลาย	"	0 - 30	"

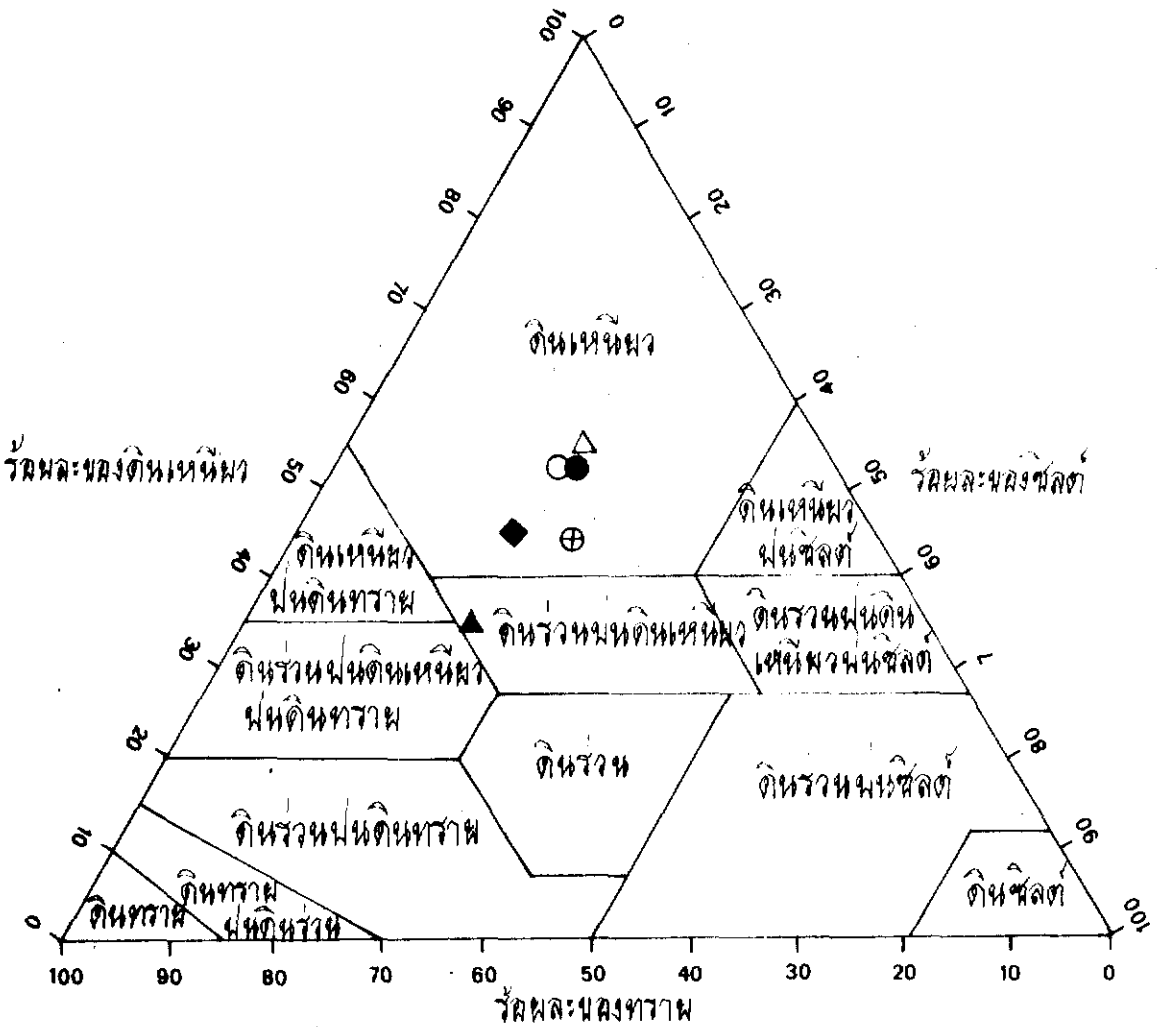
(ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Staahlen 1975 : 244)



ภาพประกอบ 33 กราฟสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของการเลื่อนหลุดเป็นกะเบินริเวณที่ 2

○	พื้นที่ตอนบน	ระดับลึก	0 30	เซนติเมตร
●	"	"	30 100	"
+	"		100	"
△	พื้นที่ตอนกลาง	"	0 30	"
▲	"	"	60 100	"
◆	พื้นที่ตอนปลาย	"	0 30	"

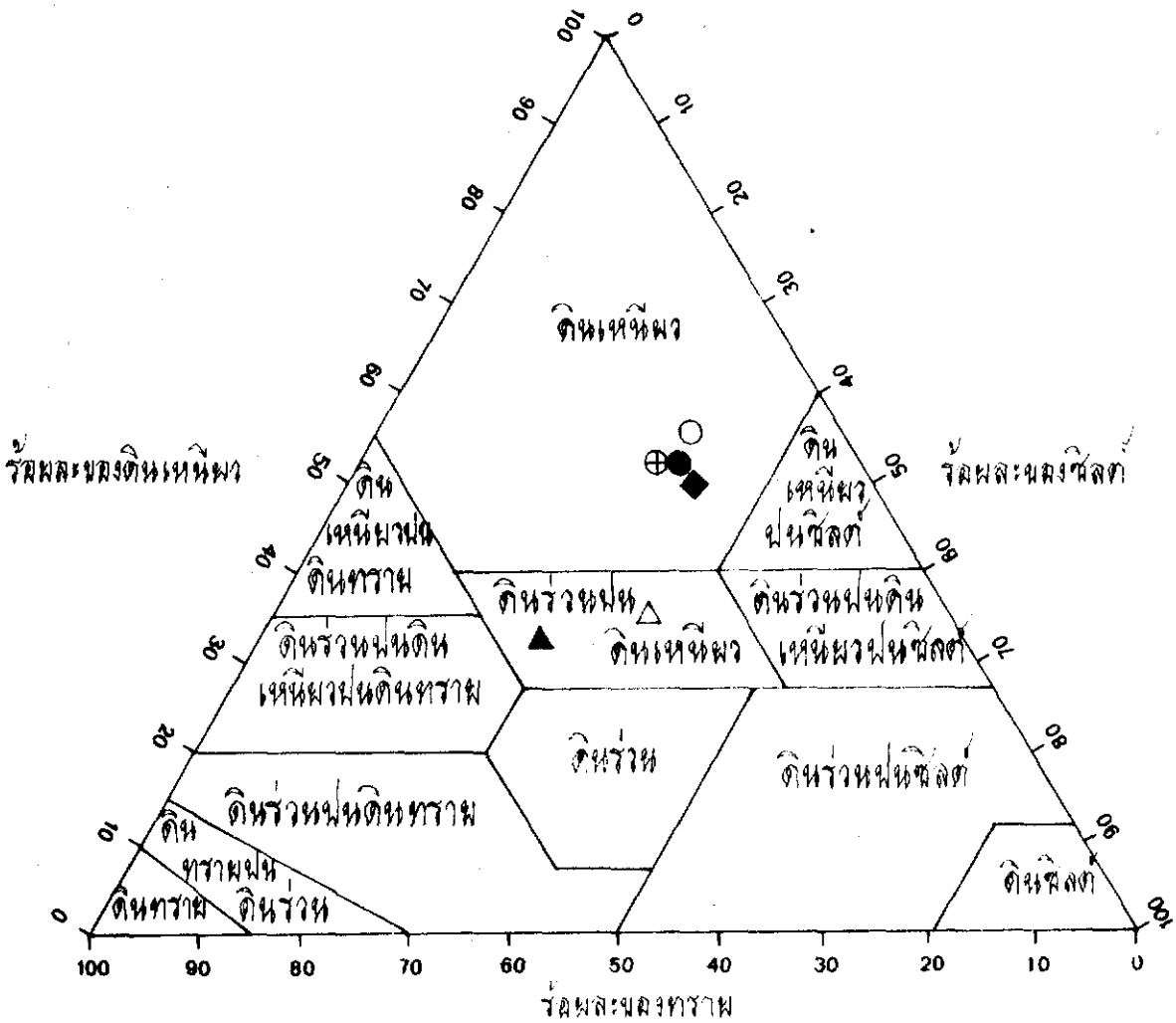
(ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Strahler 1975 : 244)



ภาพประกอบ 34 กราฟสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของการเก็บตัวอย่างดินเป็นกะบิเพื่อวิเคราะห์ 3

			เซนติเมตร
○	พื้นที่ตอนบน	ระดับลึก	0-30 "
●	"	"	30-100 "
⊕	"	"	100- "
△	พื้นที่ตอนกลาง	"	0-30 "
▲	"	"	60-100 "
◆	พื้นที่ตอนล่าง	"	0-30 "

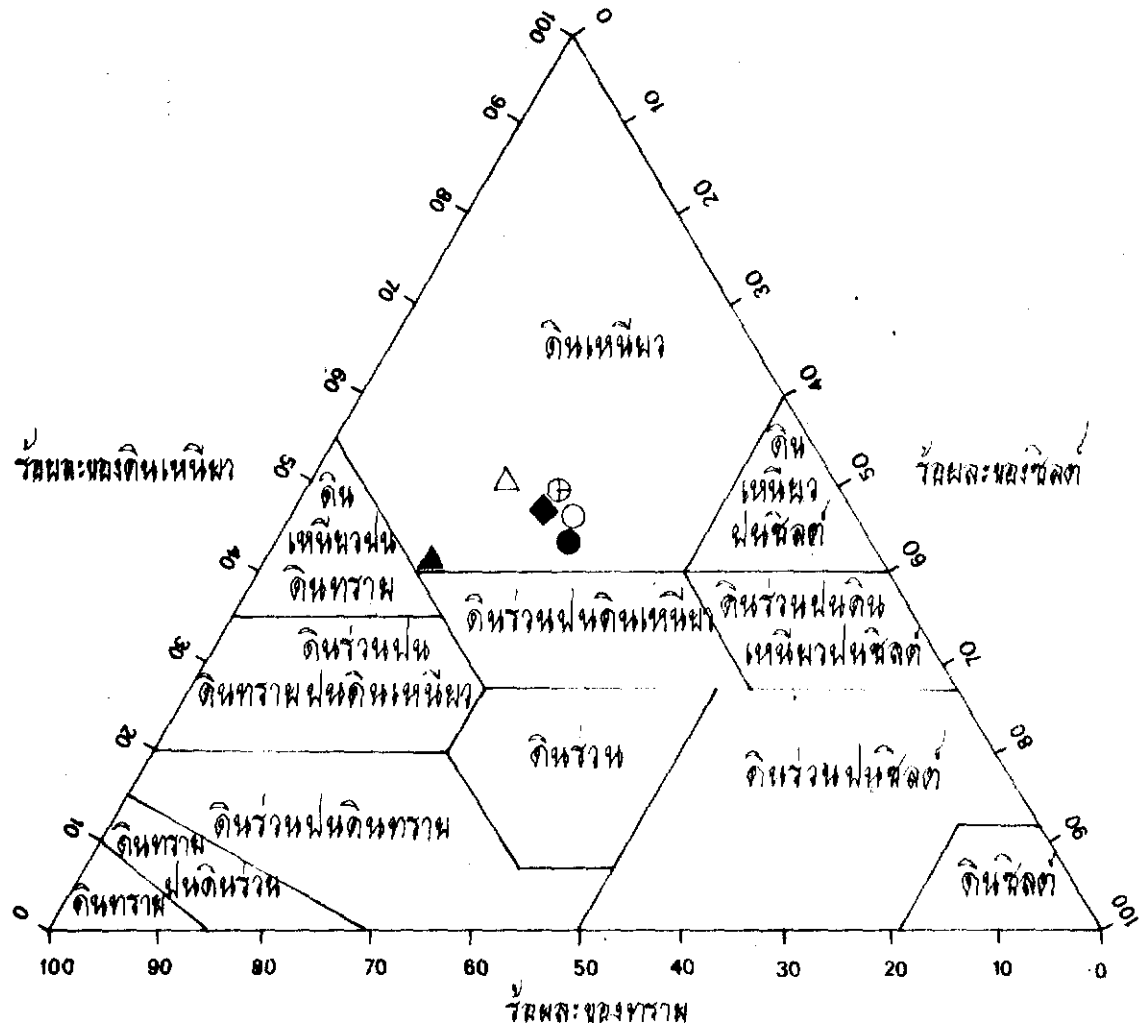
(ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Staehlex 1975 : 294)



ภาพประกอบ 35 กราฟสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความผิดกันของการเลื่อนหลุดเฟืองกะเมียวรณที่ 4

○	พื้นที่ตลนนท	ระดับลึก	0–30 เซนติเมตร
●	"	"	30–100 "
⊕	"	"	100- "
△	พื้นที่ตลนกลาง	"	0–30 "
▲	"	"	60–100 "
◆	พื้นที่ตลนปลาย	"	0–30 "

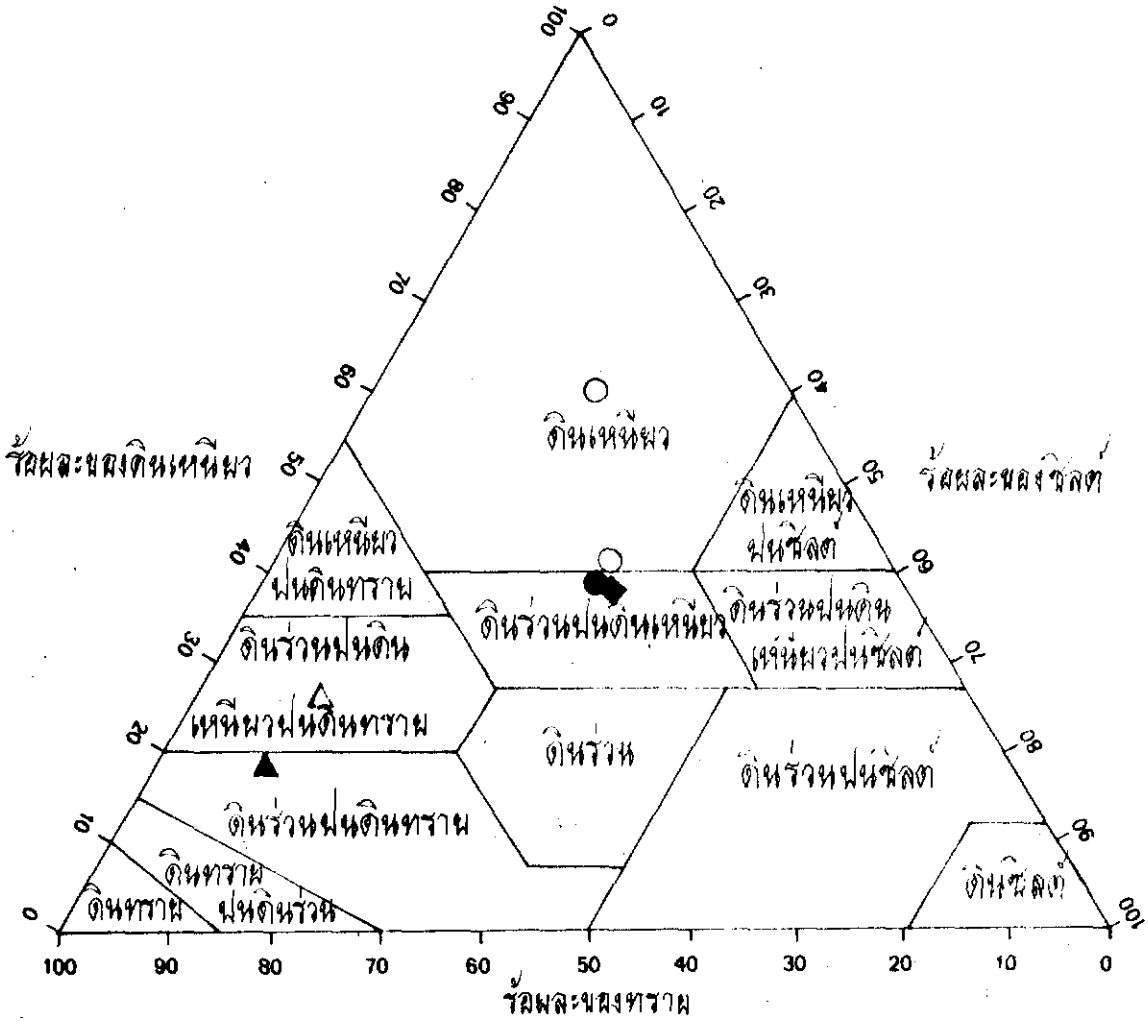
(ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Strahler 1975 : 294)



ภาพประกอบ 36 กราฟสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของการเลือนหลดเป็นกะนิมริวาณที่ 5

○	พื้นที่ถนนน	ระดับลึก	0-30	ซม.
●	"	"	30-100	"
⊕	"	"	100--	"
△	พื้นที่ถนนกลาง	"	0-30	"
▲	"	"	60-100	"
◆	พื้นที่ถนนปลาย	"	0-30	"

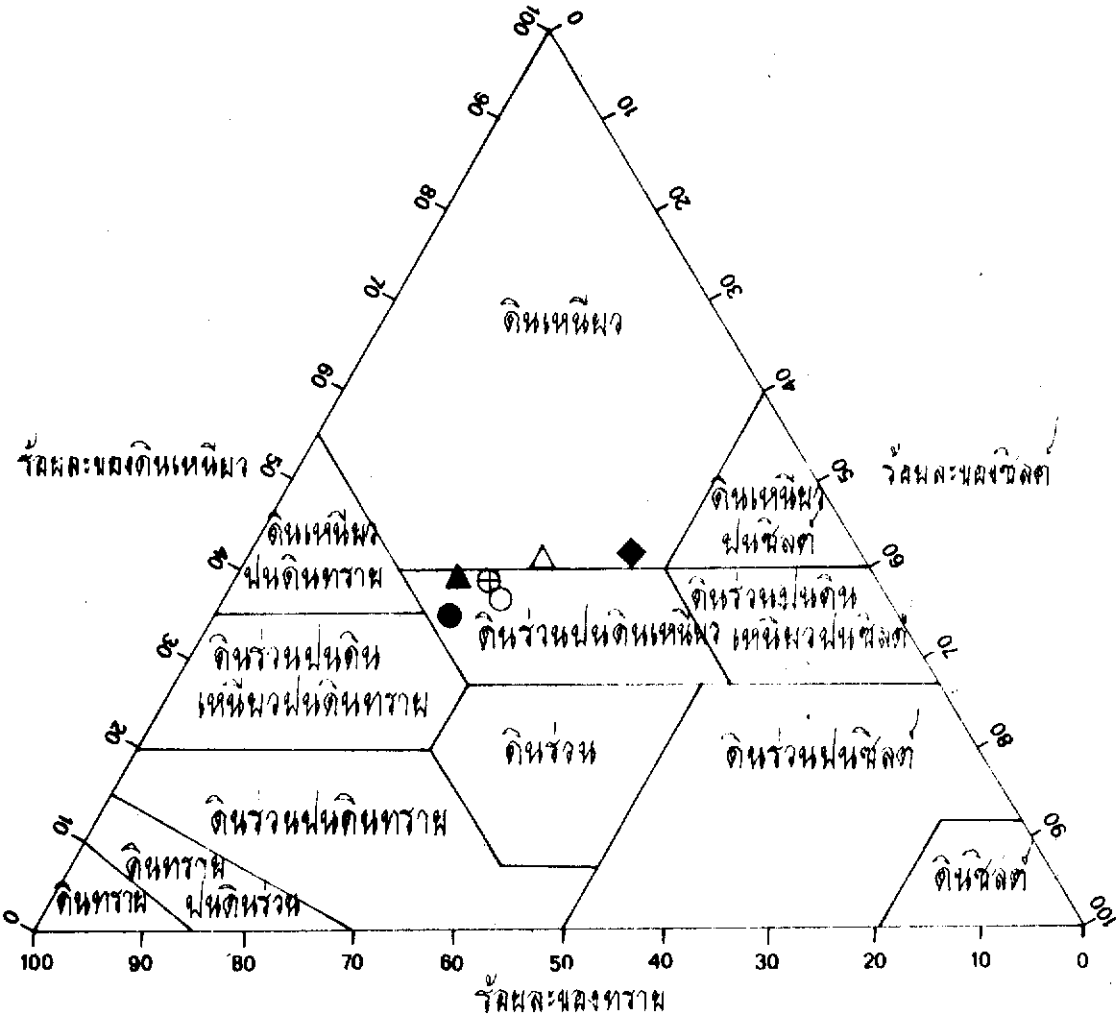
(ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Strahler 1975 : 294)



ภาพประกอบ 37 กราฟสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของการเลื่อนไหลของเปลือกโลกชั้นที่ 6

				เซนติเมตร
○	พื้นที่ถนนบน	ระดับลึก	0-30	"
●	"	"	30-100	"
⊕	"	"	100-	"
△	พื้นที่ถนนกลาง	"	0-30	"
▲	"	"	60-100	"
◆	พื้นที่ถนนฟลาย	"	0-30	"

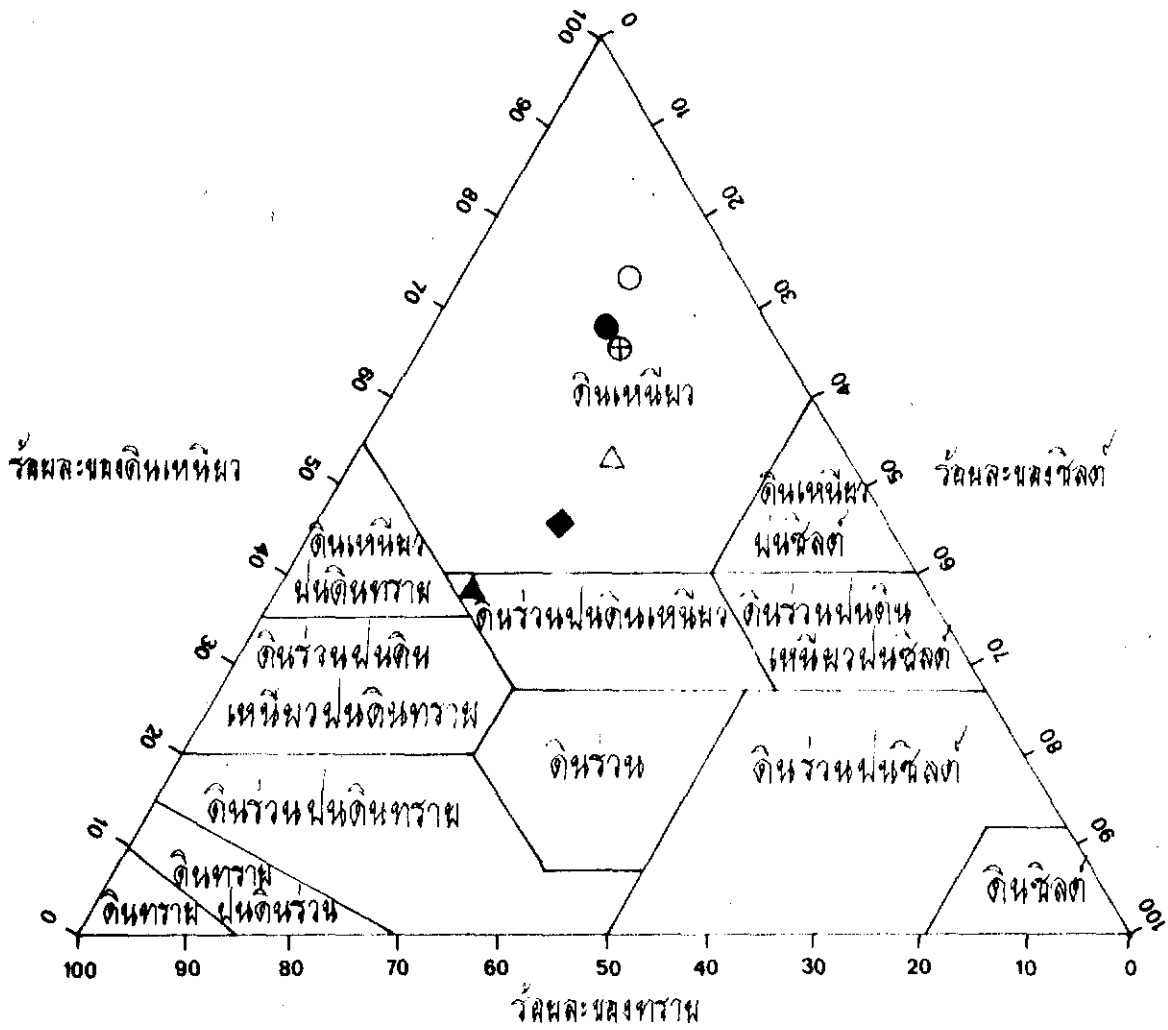
(ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Strahler 1975 : 294)



ภาพประกอบ 38 กราฟสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของการเลื่อนหลุดเพิ่มกะปิมริเวณที่ 7

○	พื้นที่ถนนบน	ระดับลึก	0-30	เซนติเมตร
●	"	"	30-100	"
⊕	"	"	100-	"
△	พื้นที่ถนนกลาง	"	0-30	"
▲	"	"	60-100	"
◆	พื้นที่ถนนปลาย	"	0-30	"

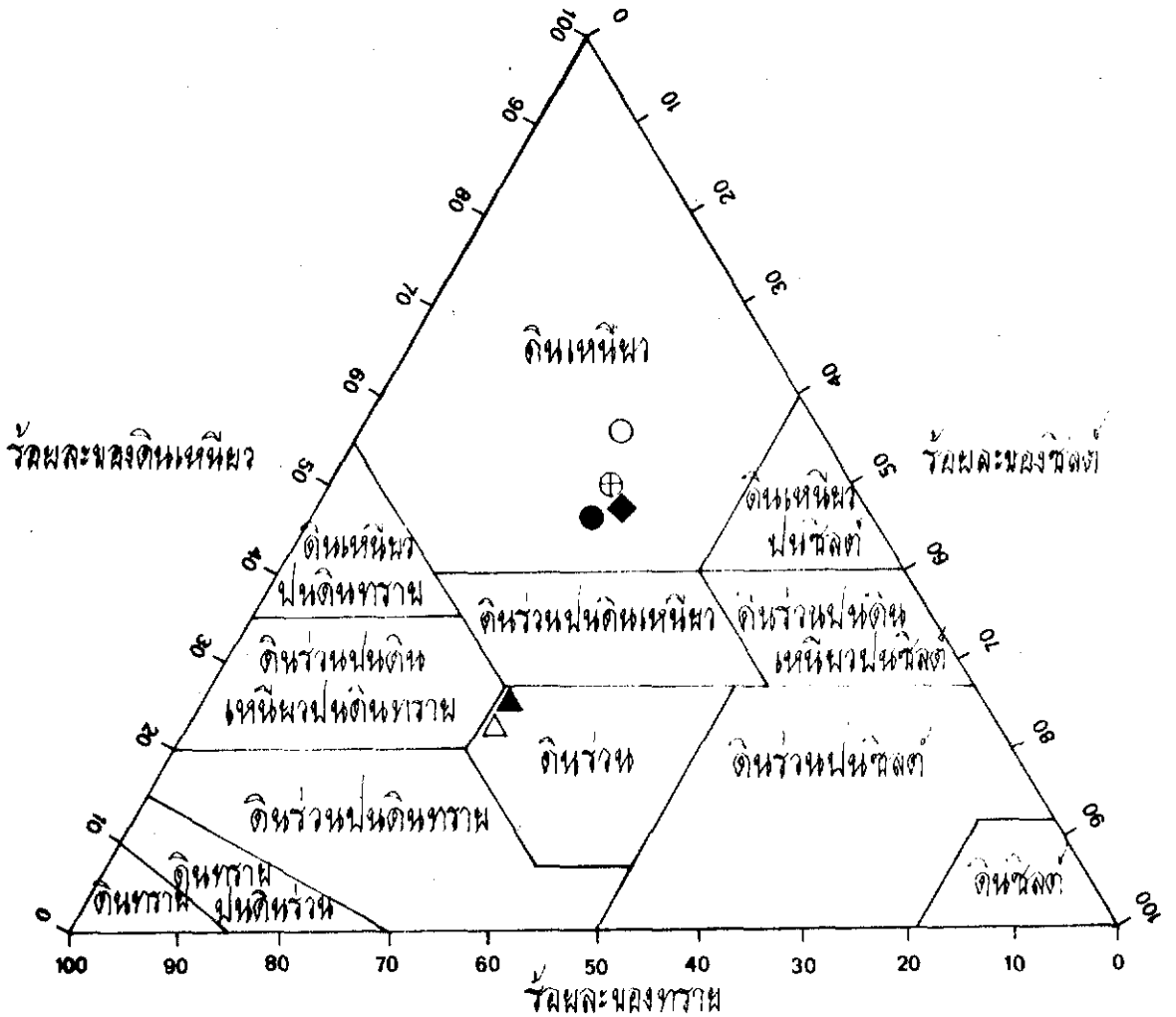
(ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Strahler 1975 : 294)



ภาพประกอบ 39 กราฟสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของการเลือกหลุดเป็นกะบิบริเวณที่ 8

○	พื้นที่ตอนบน	ระดับลึก	0–30	เซนติเมตร
●	"	"	30–100	"
⊕	"	"	100–	"
△	พื้นที่ตอนกลาง	"	0–30	"
▲	"	"	60–100	"
◆	พื้นที่ตอนปลาย	"	0–30	"

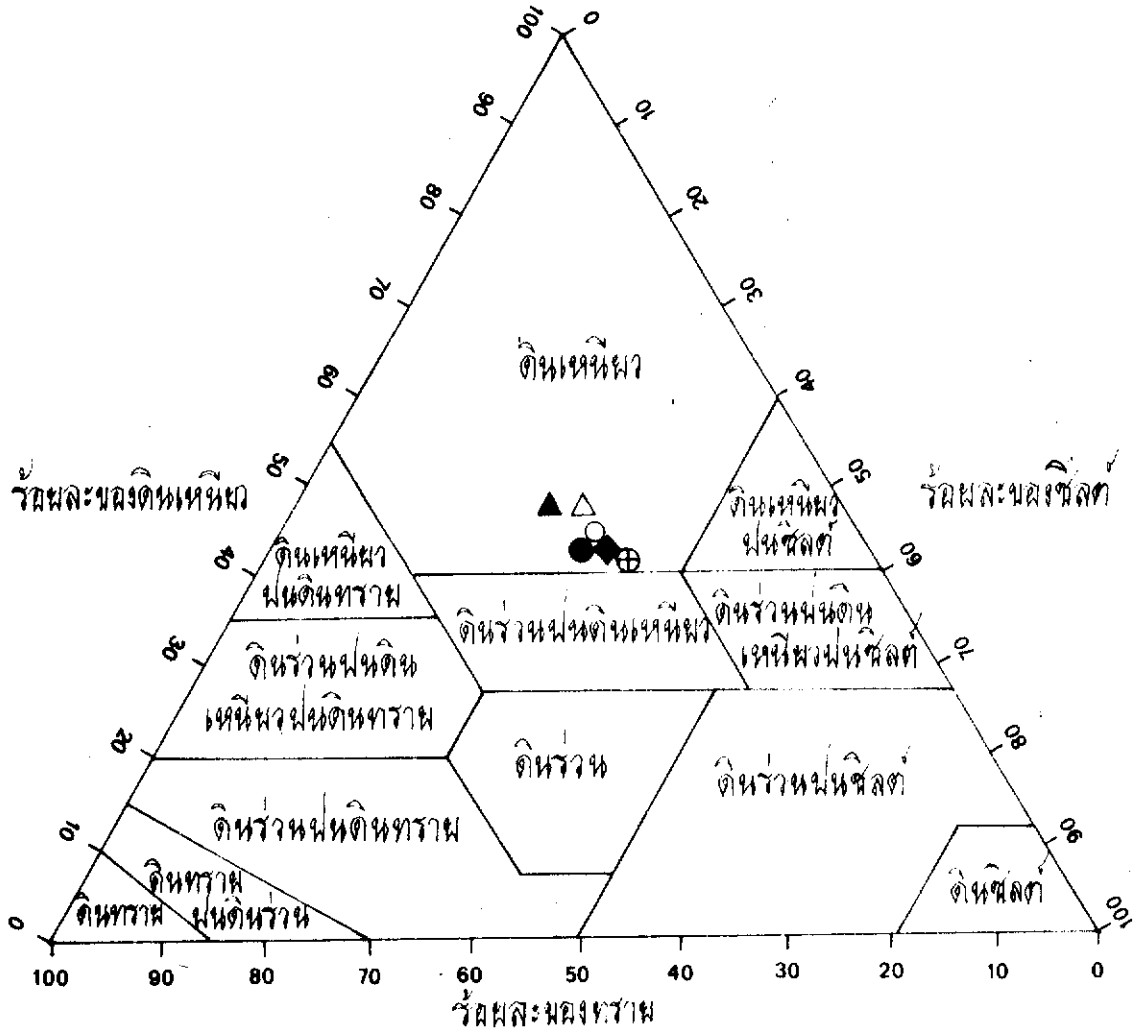
(ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Strahler 1975 : 244)



ภาพประกอบ 40 กราฟสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของการเลือนหลุดเป็นกะปิบริเวณที่ 9

○	พื้นที่ตอนบน	ระดับลึก	0–30	เซนติเมตร
●	"	"	30–100	"
⊕	พื้นที่"	"	100–	"
△	พื้นที่ตอนกลาง	"	0–30	"
▲	พื้นที่"	"	60–100	"
◆	พื้นที่ตอนปลาย	"	0–30	"

(ที่มา : ดัดแปลง จาก Staahlez 1975 : 294)



ภาพประกอบ 41 ... ภาพสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดินตามระดับความลึกของการเลื่อนหลุดเป็นกะบินริเวณที่ 10

			เซนติเมตร
○	พื้นที่ตอนบน	ระดับลึก	0-30 "
●	"	"	30-100 "
⊕	"	"	100- "
△	พื้นที่ตอนกลาง	"	0-30 "
▲	"	"	60-100 "
◆	พื้นที่ตอนปลาย	"	0-30 "

(ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Staahlea 1975 : 244)

ตาราง ๑๒ แสดงค่าจากการคำนวณประเมินประเภทเนื้อดินของกลุ่มตัวอย่างดินการเลื่อนหลุด เป็นกะบิ ทั้ง ๑๐ บริเวณ

กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	อนุภาคดินเหนียว (%)	อนุภาคดินซิลต์ (%)	อนุภาคดินทราย (%)	หมายเหตุ
๑.๑	๔๔.๙	๒๙.๕๖	๒๑.๐๖	ในช่องกลุ่มตัวอย่าง
๑.๒	๕๑.๒๙	๒๕.๖๖	๒๓.๐๖	ชั้นดิน เลขหน้าจุด
๑.๓	๕๖.๒๙	๓๐.๖๖	๒๓.๐๖.	ทศนิยมหมายถึง
๑.๔	๔๙.๒๙	๒๑.๖๖	๓๐.๐๖	บริเวณที่ของการ
๑.๕	๔๔.๒๙	๑๙.๖๖	๓๗.๐๖	เลื่อนหลุดเป็นกะบิ
๑.๖	๔๒.๒๙	๒๔.๖๖	๓๓.๐๖	ส่วนเลขหลังจุดทศนิยม
๒.๑	๒๗.๒๙	๓๙.๖๖	๓๓.๐๖	มีความหมายดังนี้
๒.๒	๓๔.๒๙	๒๐.๖๖	๕๓.๐๖.	.๑ = ชั้นดินที่ ๑
๒.๓	๓๐.๒๙	๓๒.๖๖	๓๗.๐๖	ของพื้นที่ตอนบน
๒.๔	๓๙.๒๙	๔๐.๖๖	๒๐.๐๖	.๒ = ชั้นดินที่ ๒
๒.๕	๓๔.๒๙	๓๒.๖๖	๓๓.๐๖	ของพื้นที่ตอนบน
๒.๖	๓๔.๒๙	๔๓.๖๖	๒๕.๐๖	.๓ = ชั้นดินที่ ๓
๓.๑	๕๒.๒๙	๒๑.๖๖	๒๖.๐๖	ของพื้นที่ตอนบน
๓.๒	๕๒.๒๙	๒๒.๖๖	๒๕.๐๖	.๔ = ชั้นดินที่ ๑
๓.๓	๔๔.๒๙	๒๖.๖๖	๒๙.๐๖	ของพื้นที่
๓.๔	๕๙.๒๙	๒๒.๖๖	๒๓.๐๖	ตอนกลาง
๓.๕	๓๙.๒๙	๒๑.๖๖	๔๔.๐๖	.๕ = ชั้นดินที่ ๒
๓.๖	๔๔.๔๔	๒๐.๘๒	๓๔.๖๙	ของพื้นที่
๔.๑	๕๕.๔๔	๒๙.๘๒	๑๔.๖๙	ตอนกลาง

ตารา ๑๒ (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	อนุภาคดิน เหนียว (%)	อนุภาคดินซิลต์ (%)	อนุภาคดินทราย (%)	หมายเหตุ
๔.๒	๕๒.๔๔	๓๐.๘๒	๑๖.๖๔	.๖ = ชั้นดินที่ ๑
๔.๓	๕๒.๔๔	๒๘.๘๖	๑๘.๖๔	ของพื้นที่
๔.๔	๓๕.๔๔	๓๕.๘๒	๒๘.๖๔	ตอนปลาย
๔.๕	๓๒.๔๔	๒๖.๘๒	๔๐.๖๔	
๔.๖	๕๐.๔๔	๓๒.๘๒	๑๖.๖๔	
๕.๑	๔๖.๔๔	๒๖.๘๒	๒๖.๖๔	
๕.๒	๔๓.๔๔	๒๗.๘๒	๒๘.๖๔	
๕.๓	๔๘.๔๔	๒๔.๓๒	๒๖.๖๔	
๕.๔	๕๐.๔๔	๑๘.๘๒	๓๐.๖๔	
๕.๕	๔๑.๔๔	๑๕.๘๒	๔๒.๖๔	
๕.๖	๔๗.๔๔	๒๓.๘๒	๒๘.๖๔	
๖.๑	๖๐.๔๔	๒๐.๘๒	๑๘.๖๔	
๖.๒	๓๔.๔๔	๓๑.๘๒	๒๘.๖๔	
๖.๓	๔๑.๔๔	๓๑.๘๒	๒๖.๖๔	
๖.๔	๒๖.๔๔	๑๑.๘๒	๖๑.๖๔	
๖.๕	๑๔.๔๔	๔.๘๒	๘๐.๖๔	
๖.๖	๓๘.๔๔	๓๒.๘๒	๒๘.๖๔	
๗.๑	๓๖.๘๒	๒๖.๕๗.	๓๖.๖๑	
๗.๒	๓๔.๘๒	๒๒.๕๗	๔๒.๖๑	
๗.๓	๓๘.๘๒	๒๔.๕๗	๓๖.๖๑	

ตาราง ๑๒ (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	อนุภาคดินเหนียว (%)	อนุภาคดินซิลท์ (%)	อนุภาคดินทราย (%)	หมายเหตุ
๗.๔	๕๐.๘๒	๒๘.๕๗	๓๐.๖๑	
๗.๕	๓๔.๘๒	๒๑.๕๗	๓๘.๖๑	
๘.๑	๗๒.๘๒	๑๖.๓๗	๑๐.๘๑	
๘.๒	๖๗.๘๒	๑๖.๕๗	๑๕.๖๑	
๘.๓	๖๕.๘๒	๑๘.๕๗	๑๕.๖๑	
๘.๔	๕๒.๘๒	๒๔.๕๗	๒๒.๖๑	
๘.๕	๓๘.๓๒	๑๘.๐๗	๔๓.๖๑	
๘.๖	๔๕.๘๒	๒๓.๕๗	๓๐.๖๑	
๔.๑	๕๕.๘๒	๒๕.๕๗	๑๘.๖๑	
๔.๒	๔๖.๓๒	๒๗.๐๗	๒๖.๖๑	
๔.๓	๕๔.๘๒	๒๗.๕๗	๒๒.๖๑	
๔.๔	๒๒.๘๒	๒๔.๕๗	๔๗.๖๑	
๔.๕	๒๕.๘๒	๒๔.๕๗	๕๔.๖๑	
๔.๖	๔๘.๓๒	๒๔.๐๗	๒๖.๖๑	
๑๐.๑	๔๔.๘๒	๓๐.๕๗	๒๕.๖๑	
๑๐.๒	๔๓.๕๐	๒๔.๘๖	๒๖.๖๔	
๑๐.๓	๔๐.๕๐	๓๔.๘๖	๒๔.๖๔	
๑๐.๔	๔๗.๕๐	๒๗.๘๖	๒๔.๖๔	
๑๐.๕	๔๗.๕๐	๒๔.๘๖	๒๗.๖๔	
๑๐.๖	๔๒.๕๐	๓๒.๘๖	๒๔.๖๔	

ตาราง ๑๓ แสดงค่าจากการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ $\frac{1}{10}$ บาร์, ๑๕ บาร์, เปอร์เซ็นต์ความชื้นทำให้ดินอิ่มตัวและปริมาณน้ำ (ความชื้น) ที่จะทำให้ดิน ๑๐๐ กรัม อิ่มตัว

กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	% ความชื้นค่าที่ $\frac{1}{10}$ บาร์	% ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ (๑๕ บาร์)	% ความชื้นจริงทำให้ดินอิ่มตัว ($\frac{1}{10}$ - ๑๕ บาร์)	ปริมาณน้ำที่ทำให้ดิน ๑๐๐ กรัมอิ่มตัว (ม.ม.)	หมายเหตุ
๑.๑	๓๘.๒	๓.๖	๓๔.๖	๓๔๖	ในช่องกลุ่มตัว
๑.๒	๔๔.๑	๔.๐	๔๐.๑	๔๐๑	อย่างความหมาย
๑.๓	๔๑.๗	๓.๙	๓๗.๘	๓๗๘	เช่นเดียวกันค่าที่
๑.๔	๔๗.๔	๔.๗	๔๓.๒	๔๓๒	แสดงการคำนวณ
๑.๕.	๔๘.๖	๔.๘	๔๓.๘	๔๓๘	ประเภทเนื้อดิน
๑.๖	๔๖.๒	๓.๑	๔๓.๑	๔๓๑	
๒.๑	๔๒.๘	๒.๖	๔๐.๒	๔๐๒	
๒.๒	๔๑.๖	๓.๖	๓๘.๐	๓๘๐	
๒.๓	๔๗.๒	๓.๕	๔๓.๗	๔๓๗	
๒.๔	๔๑.๔	๓.๖	๓๘.๓	๓๘๓	
๒.๕	๓๑.๘	๓.๔	๒๘.๔	๒๘๔	
๒.๖	๓๔.๑	๓.๔	๓๕.๗	๓๕๗	
๓.๑	๓๒.๔	๔.๔	๒๘.๐	๒๘๐	
๓.๒	๔๗.๔	๔.๕	๔๓.๔	๔๓๔	
๓.๓	๔๕.๘	๓.๗	๔๒.๑	๔๒๑	
๓.๔	๔๘.๔	๔.๐	๔๔.๔	๔๔๔	
๓.๕	๔๖.๓	๕.๐	๔๑.๓	๔๑๓	
๓.๖	๓๘.๕	๔.๓	๓๔.๒	๓๔๒	

ตาราง ๑๓ (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	% ความชื้นค่าที่ $\frac{1}{10}$ บาร์	% ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ (๑๕ บาร์)	% ความชื้นจริงทำให้ดินอิ่มตัว ($\frac{1}{10}$ - ๑๕ บาร์)	ปริมาณน้ำที่ทำให้ดิน ๑๐๐ กรัมอิ่มตัว (ม.ม.)	หมายเหตุ
๔.๑	๔๓.๘	๓.๕	๔๐.๓	๔๐๓	
๔.๒	๓๘.๓	๓.๖	๓๔.๗	๓๔๗	
๔.๓	๓๕.๖	๔.๑	๓๑.๖	๓๑๖	
๔.๔	๓๔.๑	๒.๕	๓๑.๕	๓๑๕	
๔.๕	๓๓.๕	๓.๗	๒๙.๘	๒๙๘	
๔.๖	๓๔.๐	๓.๒	๓๕.๘	๓๕๘	
๕.๑	๓๓.๕	๓.๗	๒๙.๘	๒๙๘	
๕.๒	๓๘.๓	๓.๔	๓๔.๙	๓๔๙	
๕.๓	๓๘.๑	๔.๒	๓๓.๙	๓๓๙	
๕.๔	๓๘.๔	๔.๕	๓๓.๙	๓๓๙	
๕.๕	๔๑.๙	๔.๖	๓๗.๓	๓๗๓	
๕.๖	๔๐.๕	๓.๙	๓๗.๑	๓๗๑	
๖.๑	๔๓.๐	๕.๑	๓๗.๙	๓๗๙	
๖.๒	๔๗.๓	๔.๒	๔๓.๑	๔๓๑	
๖.๓	๔๑.๙	๔.๒	๓๗.๗	๓๗๗	
๖.๔	๓๒.๙	๔.๑	๒๘.๓	๒๘๓	
๖.๕	๓๓.๗	๔.๒	๒๙.๕	๒๙๕	
๖.๖	๓๙.๕	๔.๒	๓๕.๒	๓๕๒	

ตาราง ๑๓ (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	% ความชื้นค่าที่ $\frac{1}{10}$ บาร์	% ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ (๑๕ บาร์)	% ความชื้นจริงทำให้ดินอิ่มตัว ($\frac{1}{10}$ - ๑๕ บาร์)	ปริมาณน้ำที่ทำให้ดิน ๑๐๐ กรัม อิ่มตัว (ม.ม.)	หมายเหตุ
๗.๑	๓๗.๕	๔.๑	๓๓.๔	๓๓๔	
๗.๒	๓๘.๔	๓.๙	๓๔.๕	๓๔๕	
๗.๓	๓๐.๘	๔.๕	๒๖.๓	๒๖๓	
๗.๔	๓๓.๗	๓.๕	๓๐.๒	๓๐๒	
๗.๕	๔๑.๒	๓.๘	๓๗.๕	๓๗๕	
๗.๖	๓๖.๔	๓.๗	๓๒.๗	๓๒๗	
๘.๑	๓๗.๔	๔.๘	๓๓.๑	๓๓๑	
๘.๒	๔๐.๗	๕.๒	๓๕.๕	๓๕๕	
๘.๓	๓๗.๒	๔.๗	๓๒.๕	๓๒๕	
๘.๔	๓๒.๓	๓.๓	๒๙.๐	๒๙๐	
๘.๕	๒๙.๗	๓.๙	๒๕.๘	๒๕๘	
๘.๖	๓๑.๔	๓.๕	๒๗.๙	๒๗๙	
๙.๑	๓๓.๙	๔.๕	๒๙.๔	๒๙๕	
๙.๒	๓๗.๓	๔.๐	๓๓.๓	๓๓๓	
๙.๓	๓๔.๘	๔.๐	๓๐.๙	๓๐๙	
๙.๔	๒๗.๖	๗.๑	๒๐.๕	๒๐๕	
๙.๕	๒๖.๗	๒.๖	๒๔.๑	๒๔๑	
๙.๖	๒๘.๐	๔.๓	๒๓.๗	๒๓๗	

ตาราง ๑๓ (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	% ความชื้นค่าที่ $\frac{๑}{๑๐}$ บาร์	% ความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ (๑๕ บาร์)	% ความชื้นจริงทำให้ดินอิ่มตัว ($\frac{๑}{๑๐}$ - ๑๕ บาร์)	ปริมาณน้ำที่ทำให้ดิน ๑๐๐ กรัม อิ่มตัว (ม.ม.)	หมายเหตุ
๑๐.๑	๓๗.๕	๓.๓	๓๔.๑	๓๔๑	
๑๐.๒	๓๗.๗	๓.๒	๓๔.๕	๓๔๕	
๑๐.๓	๓๓.๘	๓.๓	๓๐.๕	๓๐๕	
๑๐.๔	๓๗.๕	๓.๒	๓๔.๓	๓๔๓	
๑๐.๕	๓๖.๑	๓.๕	๓๒.๕	๓๒๕	
๑๐.๖	๔๒.๓	๓.๘	๓๘.๕	๓๘๕	

ตาราง ๑๔ แสดงค่าจากการคำนวณความหนาแน่นรวม (หน่วย กรัม/ล.บ.ซ.ม.)

กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	ความหนาแน่นรวม	กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	ความหนาแน่นรวม	กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	ความหนาแน่นรวม
๑.๑	๑.๕	๕.๑	๑.๓	๙.๑	๑.๖
๑.๒	๑.๖	๕.๒	๑.๕	๙.๒	๑.๘
๑.๓	๑.๕	๕.๓	๑.๗	๙.๓	๑.๓
๑.๔	๑.๗	๕.๔	๑.๖	๙.๔	๑.๖
๑.๕	๑.๕	๕.๕	๑.๖	๙.๕	๑.๓
๑.๖	๑.๓	๕.๖	๑.๔	๙.๖	๑.๕
๒.๑	๑.๘	๖.๑	๑.๓	๑๐.๑	๑.๕
๒.๒	๑.๔	๖.๒	๑.๒	๑๐.๒	๑.๖
๒.๓	๑.๖	๖.๓	๑.๓	๑๐.๓	๑.๒
๒.๔	๑.๔	๖.๔	๑.๒	๑๐.๔	๑.๗
๒.๕	๑.๕	๖.๕	๑.๘	๑๐.๕	๑.๕
๒.๖	๑.๔	๖.๖	๑.๔	๑๐.๖	๑.๔
๓.๑	๑.๕	๗.๑	๑.๒		
๓.๒	๑.๖	๗.๒	๑.๖		
๓.๓	๑.๕	๗.๓	๑.๖		
๓.๔	๑.๖	๗.๔	๑.๖		
๓.๕	๑.๖	๗.๕	๑.๗		
๓.๖	๑.๖	๗.๖	๑.๓		
๔.๑	๑.๔	๘.๑	๑.๕		
๔.๒	๑.๓	๘.๒	๑.๓		
๔.๓	๑.๖	๘.๓	๑.๕		
๔.๔	๑.๖	๘.๔	๑.๔		
๔.๕	๑.๗	๘.๕	๑.๘		
๔.๖	๑.๓	๘.๖	๑.๕		

หมายเหตุ ในช่องกลุ่มตัวอย่างความหมายเช่นเดียวกับค่าที่แสดงการคำนวณประเภทเนื้อดิน

ตาราง ๑๕ แสดงค่าจากการคำนวณเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ

กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	% อินทรียวัตถุ	กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	% อินทรียวัตถุ	กลุ่มตัวอย่างชั้นดิน	% อินทรียวัตถุ
๑.๑	๑.๑	๕.๑	๑.๓	๙.๑	๑.๕
๑.๒	๑.๗	๕.๒	๒.๖	๙.๒	๑.๐
๑.๓	๑.๕	๕.๓	๑.๗	๙.๓	๒.๕
๑.๔	๐.๘	๕.๔	๐.๒	๙.๔	๐.๒
๑.๕	๑.๔	๕.๕	๐.๘	๙.๕	๐.๒
๑.๖	๑.๐	๕.๖	๒.๓	๙.๖	๑.๖
๒.๑	๕.๒	๖.๑	๐.๗	๑๐.๑	๓.๒
๒.๒	๕.๒	๖.๒	๕.๖	๑๐.๒	๒.๕
๒.๓	๒.๘	๖.๓	๔.๘	๑๐.๓	๔.๔
๒.๔	๒.๔	๖.๔	๐.๒	๑๐.๔	๑.๓
๒.๕	๐.๖	๖.๕	๐.๒	๑๐.๕	๐.๑
๒.๖	๒.๔	๖.๖	๕.๕	๑๐.๖	๓.๔
๓.๑	๐.๗	๗.๑	๑.๔		
๓.๒	๐.๔	๗.๒	๒.๑		
๓.๓	๒.๖	๗.๓	๑.๒		
๓.๔	๐.๒	๗.๔	๒.๑		
๓.๕	๐.๒	๗.๕	๑.๓		
๓.๖	๐.๕	๗.๖	๔.๓		
๔.๑	๒.๐	๘.๑	๒.๖		
๔.๒	๒.๘	๘.๒	๓.๑		
๔.๓	๒.๒	๘.๓	๑.๒		
๔.๔	๐.๒	๘.๔	๑.๒		
๔.๕	๐.๒	๘.๕	๑.๑		
๔.๖	๑.๓	๘.๖	๐.๕		

หมายเหตุ ในช่องกลุ่มตัวอย่างความหมายเช่นเดียวกับค่าที่แสดงการคำนวณประเภทเนื้อดิน

ตาราง ๑๖ แสดงเกณฑ์ในการแบ่งระดับของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ระดับ	% อินทรียวัตถุ
ต่ำมาก	๐.๕
ต่ำ	๐.๕ - ๑.๐
ค่อนข้างต่ำ	๑.๐ - ๑.๕
ปานกลาง	๑.๕ - ๒.๕
ค่อนข้างสูง	๒.๕ - ๓.๕
สูง	๓.๕ - ๔.๕
สูงมาก	มากกว่า ๔.๕

ตาราง ๑๗ แสดงการคำนวณการประเมินประเภทเนื้อดินวิธีเชิงปริมาณโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์

กลุ่มตัวอย่างชั้นดินที่ ๑.๑

	ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิ °ซ
สารแขวนลอยดิน ๔๐ วินาที	a = ๔๗	p = ๒๕.๗๕
สารแขวนลอยดิน ๒ ชั่วโมง	b = ๓๒	q = ๒๖.๕๐
สารละลายแคลกอน	c = ๖.๕	r = ๒๖.๒๐

อุณหภูมิที่กำกับบนก้านไฮโดรมิเตอร์ (L) = ๒๐ c

ค่าที่ถูกต้องของสารละลายแคลกอน = c + ๐.๕๐ (r - L)

= ๖.๕ + ๐.๕๐ (๒๖.๒๐ - ๒๐) กรัม/ลิตร

= ๔.๖ กรัม/ลิตร

ค่าที่ถูกต้องของสารแขวนลอยดินที่ ๔๐ วินาที

= a + ๐.๓๖ (p - L)

(กลุ่มขนาดซิลต์ ดินเหนียว แคลกอน) = ๔๗ + ๐.๓๖ (๒๕.๗๕ - ๒๐) กรัม/ลิตร

= ๔๔.๐๗ กรัม/ลิตร

ค่าที่ถูกต้องของสารแขวนลอนดินที่ ๒ ชั่วโมง

= b + ๐.๓๖ (q - L)

(กลุ่มขนาดดินเหนียว แคลกอน) = ๓๒ + ๐.๓๖ (๒๖.๕๐ - ๒๐) กรัม/ลิตร

= ๓๔.๓๔ กรัม/ลิตร

ปริมาณกลุ่มขนาดซิลต์และดินเหนียวที่ ๕๐ วินาที

$$= [a + 0.36(p - L)] - [c + 0.5(r - L)]$$

$$A = [47 + 0.36\ (25.75 - 20)] - [6.5 + 0.5\ (26;20 - 20)]$$

$$= 39.47 \quad \text{กรัม/ลิตร}$$

ปริมาณกลุ่มขนาดดินเหนียวที่ ๒ ชั่วโมง

$$= [b + 0.36(q - L)] - [c + 0.5(r - L)]$$

$$B = [32 + 0.36\ (26.50 - 20)] - [6.5 + 0.5\ (26.20 - 20)]$$

$$= 24.74 \quad \text{กรัม/ลิตร}$$

ปริมาณกลุ่มขนาดทราย = X - A = ๕๐ - ๓๙.๔๗ กรัม/ลิตร

= ๑๐.๕๓ กรัม/ลิตร

ปริมาณกลุ่มขนาดซิลต์ = A - B = ๓๙.๔๗ - ๒๔.๗๔ กรัม/ลิตร

= ๑๔.๗๓ กรัม/ลิตร

คำนวณร้อยละของอนุภาคในกลุ่มดินขนาดต่าง ๆ ของผงดิน (X) ๕๐ กรัม ซึ่งทำให้เป็นสารแขวนลอย ๑๐๐ กรัม

กลุ่มขนาดทราย = $\frac{100}{X}$ (X-A) = $\frac{100}{50}$ (๕๐ - ๓๙.๔๗) %

= $\frac{100}{50}$ (๑๐.๕๓) %

= ๒๑.๐๖ %

กลุ่มขนาดซิลต์ = $\frac{100}{X}$ (A-B) = $\frac{100}{50}$ (๓๙.๔๗ - ๒๔.๗๔) %

= $\frac{100}{50}$ (๑๔.๗๓) %

= ๒๙.๔๖ %

กลุ่มขนาดดินเหนียว = $\frac{100}{X}$ B = $\frac{100}{50}$ ๒๔.๗๔ %

= ๔๙.๔๘ %

ร้อยละในผงดิน

๑. ดินทราย ๒๑.๐๖

๒. ดินซิลต์ ๒๙.๔๖

๓. ดินเหนียว ๔๙.๔๘

ประเภทเนื้อดิน ดินเหนียว

ตาราง ๑๘ แสดงการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินในค่าความดันที่ $\frac{๑}{๑๐}$ บาร์

กลุ่มตัวอย่างชั้นดินที่ ๑.๑

จากสูตร $P_{w_1} = \frac{mW}{mS} \times ๑๐๐$

P_{w_1} คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักของดินแห้งในค่าความดันที่ $\frac{๑}{๑๐}$ บาร์

mW คือ น้ำหนักของน้ำในที่นี้ = ๖.๖๘ กรัม

mS คือ น้ำหนักของดินแห้ง = ๑๗.๔๘๗ กรัม

แทนค่า

$$P_{w_1} = \frac{๖.๖๘}{๑๗.๔๘๗} \times ๑๐๐ \ \%$$

$$= ๓๘.๒๒ \ \%$$

∴ ค่าความชื้นของดินเมื่อถึงจุดอิ่มตัว = ๓๘.๒๒ % (A_1)

ตาราง ๑๔ แสดงการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินตามสภาพแห้งในบรรยากาศหรือความดันที่ ๑๕ บาร์

กลุ่มตัวอย่างชั้นดินที่ ๑.๑

จากสูตร เดียวกันคือ $P_{w_1} = \frac{mW}{mS} \times ๑๐๐$

P_{w_1} คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักของดินแห้งตามสภาพแห้งในบรรยากาศ

mW คือ น้ำหนักของน้ำ = ๐.๓๕ กรัม

mS คือ น้ำหนักของดินแห้ง = ๔.๖๕ กรัม

แทนค่า $P_{w_1} = \frac{๐.๓๕}{๔.๖๕} \times ๑๐๐$ %

$= ๓.๖๒$ %

∴ ค่าความชื้นของดินตามสภาพแห้งในบรรยากาศ = ๓.๖๒ % (A_2)

เนื่องจากค่าความชื้นตามสภาพแห้งในบรรยากาศ เป็นค่าความชื้นที่มีอยู่ในอนุภาคดินที่แห้ง ดังนั้นค่าที่ดินจะได้รับความชื้นเพื่อให้ถึงจุดอิ่มตัวจริง $\eta = A_1 - A_2$ %

A_1 คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ $\frac{๑}{๑๐}$ บาร์

A_2 คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ ๑๕ บาร์ หรือตามสภาพแห้งในบรรยากาศ

แทนค่า $= ๓๘.๒๒ - ๓.๖๒$ %

$= ๓๔.๖$ %

ดังนั้น ค่าที่ดินจะได้รับความชื้นเพิ่มเพื่อให้ถึงจุดอิ่มตัว = ๓๔.๖ %

ตาราง ๒๐ แสดงการคำนวณหาค่าจุดที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

จากการที่ได้ค่าที่ดินจะได้รับความชื้นเพิ่มเพื่อให้ถึงจุดอิ่มตัว = ๓๔.๖ % นั่น แสดงว่าในดินแห้ง ๑๐๐ กรัม ซึ่งมีความชื้น (ปริมาณน้ำ) ตามสภาพแห้งในบรรยากาศอยู่ ๓.๖๒ กรัมนั้น จะต้องได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นอีก ๓๔.๖ กรัม จึงจะทำให้ดินเกิดการอิ่มตัว ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมาได้ว่ามีปริมาณเท่าไร จึงทำให้ดินเกิดการอิ่มตัว ได้ดังนี้

เนื่องจากน้ำ หนัก ๑ กรัม = น้ำ ปริมาตร ๑ ล.บ.ซ.ม. (c.c.)

แต่น้ำปริมาตร ๑ ล.บ.ซ.ม. = น้ำ ๑๐ มิลลิเมตร

ดังนั้น จึงได้ว่า น้ำหนัก ๑ กรัม = น้ำ ๑๐ × ๓๔.๖ มิลลิเมตร

∴ ความชื้น (น้ำ) หนัก ๓๔.๖ กรัม = น้ำ ๑๐ × ๓๔.๖ มิลลิเมตร

= น้ำ ๓๔๖ มิลลิเมตร

∴ ในดินแห้ง ๑๐๐ กรัม บริเวณนี้ ปริมาณฝนต้องตกถึง ๓๔๖ มิลลิเมตร จึงจะทำให้ดินเกิดการอิ่มตัว

ตาราง ๒๑ แสดงการคำนวณหาค่าความหนาแน่นรวมของดิน

กลุ่มตัวอย่างชั้นดินที่ ๑.๑

$$D_b = \frac{m_1}{\frac{(m_2 - m_3)}{D_w} - \frac{(m_2 - m_1)}{D_p}}$$

D_b คือ ความหนาแน่นรวมของดิน

m_1 คือ มวลของอนุภาคดิน = ๒๑.๗๖ กรัม

m_2 คือ มวลของอนุภาคดิน + มวลขี้ผึ้ง เมื่อชั่งทั้งหมดในอากาศ = ๒๕.๗๖ กรัม

m_3 คือ มวลของอนุภาคดิน + มวลขี้ผึ้ง เมื่อชั่งทั้งหมดในน้ำ = = ๗.๖๘ กรัม

D_p คือ ความหนาแน่นของขี้ผึ้ง = ๐.๙

D_w คือ ความหนาแน่นของน้ำ = ๑

แทนค่าในสูตร

$$D_b = \frac{๒๑.๗๖}{\frac{(๒๕.๗๖ - ๗.๖๘)}{๑} - \frac{(๒๕.๗๖ - ๒๑.๗๖)}{๐.๙}}$$

$$= \frac{๒๑.๗๖}{๑๘.๐๘ - ๔.๔๔}$$

$$= \frac{๒๑.๗๖}{๑๓.๖๔}$$

$$= ๑.๕๙$$

ดังนั้น ค่าความหนาแน่นรวมของดินบริเวณที่ ๑ = ๑.๕๙ กรัม/ล.บ.ซ.ม.

ตาราง ๒๒ แสดงการคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอินทรียวัตถุ

กลุ่มตัวอย่างชั้นดินที่ ๑.๑

ใช้สมการในการคำนวณดังนี้

$$\% C = (V_1N_1 - V_2N_2)f \times 0.003 \times 100/m$$

$$\% O.M. = 100\ (\%C)/c$$

เมื่อ V_1 คือ ปริมาตรเป็น ม.ล.ของสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่เติมลงไปใน flask = ๑๐

N_1 คือ ความเข้มข้นเป็น normal ของ $K_2Cr_2O_2$ = ๑

V_2 คือ ปริมาตรเป็น ม.ล.ของสารละลาย $FeSO_4$ ที่ใช้ในการไตเตรท = ๑๘.๕

N_2 คือ ความเข้มข้นเป็น normal ของ $FeSO_4$ = ๐.๕

m คือ มวลของดินเป็นกรัม เมื่อแห้งสนิท = ๐.๕

f คือ ค่า correction factor = ๑.๓๓

c คือ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของคาร์บอนในอินทรียวัตถุในดิน มีค่าเฉลี่ย = ๕๒

C คือ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอินทรียคาร์บอน

O.M. คือ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอินทรียวัตถุ

แทนค่าในสมการ

$$\% C = (10 \times 1 - 18.5 \times 0.5)\ 1.33 \times 0.003 \times \frac{100}{0.5}$$

$$= (10 - 9.25) \times 0.003994 \times 200$$

$$= 0.5985$$

$$\therefore \% O.M. = 100 \times 0.5985/52$$

$$= 59.85/52$$

$$= 1.15$$

∴ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอินทรียวัตถุในดิน = ๑.๑๕

สัญญาณของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิตางตอนเหนือของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน

บทคัดย่อ

ของ

สำเริง เรือนอินทร์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน ๒๕๒๖

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสัณฐาน รูปแบบของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ และเพื่อสร้างรูปหน้าตัดพื้นที่ลาดเทและแผนที่พื้นที่ลาดเท บริเวณที่เกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิในพื้นที่ทางตอนเหนือ ของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนรวมทั้งศึกษาองค์ประกอบบางอย่างที่อาจเป็นตัวสนับสนุน

ผลการศึกษาพบว่า

๑. รูปหน้าตัดของพื้นที่ลาดเทช่วงบนของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นรูปโค้งนูน ช่วงต่างเป็นรูปโค้งเว้า พื้นที่ลาดเทมีมุมลาดเทเฉลี่ย ๒๖ องศา การเลื่อนหลุดเป็นกะบิส่วนใหญ่เกิดบริเวณช่วงบนของพื้นที่ลาดเท และในพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นแอ่งซอกเขารูปแบบโค้งเว้า ทิศทางของพื้นที่ลาดเทและการเลื่อนหลุดเป็นกะบิมีทิศทางไปทางทิศเหนือ

๒. สัณฐานของการเลื่อนหลุดเป็นกะบิมีขนาดสัณฐานที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ ๔.๖๐ × ๔ × ๒ เมตร ถึง ๓๕ × ๑๕ × ๒๐ เมตร และมีค่าเฉลี่ย ๑๗ × ๑๐ × ๑๐ เมตร คิดเป็นอัตราส่วนโดยประมาณของความยาว : ความกว้าง : ความสูง เท่ากับ ๒ : ๑ : ๑ ผาชันตอนบนลึกเฉลี่ย ๐.๙๕ เมตร มีมุมลาดเทตั้งแต่ ๒๘ ถึง ๓๙ องศา ค่าเฉลี่ย ๓๓ องศา ความยาวของดินไหลตั้งแต่ ๔ - ๒๐ เมตร เฉลี่ย ๑๒ เมตร ประมาณพื้นที่ที่เสียไปในแต่ละบริเวณ ๑๐ - ๕๐๐ ตารางเมตร ปริมาตรของดินบนที่เสียไปในแต่ละบริเวณประมาณตั้งแต่ ๑๙ - ๕,๒๕๐ ลูกบาศ์กเมตร เฉลี่ยแต่ละบริเวณ ๑,๙๓ ลูกบาศ์กเมตร ทิศทางการเคลื่อนที่สัมพันธ์กับทิศทางของพื้นที่ลาดเท

๓. การเลื่อนหลุดเป็นกะบิเป็นรูปแบบเดี่ยว แต่มวลที่เคลื่อนที่ไม่มีลักษณะเป็นบล็อก โดยแบ่งลักษณะที่เกิดได้ ๓ ส่วนคือ ผาชันตอนบนรูปครึ่งวงกลม พื้นที่ตอนกลางซึ่งเป็นแอ่ง และดินไหล

๔. การกระจายของเนื้อดินตามชั้นดินต่าง ๆ ทั้งในพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนปลาย ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว รองลงมาเป็นดินร่วนปนดินเหนียว แต่การกระจายของเนื้อดินในพื้นที่ตอนบน กับพื้นที่ตอนกลาง จะไม่เหมือนกันทุกบริเวณ เนื่องจากพื้นที่ตอนกลางเกิดการสูญเสียดินบน

๕. ความชื้นของดินตามชั้นดินต่าง ๆ ตามสภาพแห้งในบรรยากาศและอิ่มตัว ค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง มีค่าเฉลี่ย ๓.๙% และ ๓๘.๕% ตามลำดับ

๖. เปอร์เซ็นต์ความชื้นจริงที่ทำให้ดินอิ่มตัว และจุดอิ่มตัวของดิน ค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง เช่นกัน มีค่าเฉลี่ย ๓๕.๔% และ ๓๔๔ มิลลิเมตรตามลำดับ มีแนวโน้มว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลายมีค่าสูงกว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางและชั้นดินที่ ๒ ในพื้นที่ตอนบนมีค่าสูงกว่าชั้นดินอื่น ๆ

๗. ความหนาแน่นรวมของดินตามชั้นดินต่าง ๆ มีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ค่าเฉลี่ย ๑.๕ กรัม/ล.บ.ซ.ม. เนื่องจากลักษณะของดินมีเศษหินผุพังปนอยู่

๘. ปริมาณอินทรียวัตถุตามชั้นดินต่าง ๆ มีค่าผันแปรมาก ค่าเฉลี่ย ๑.๙% ชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลายมีค่าสูงกว่าชั้นดินในพื้นที่ตอนกลางอย่างชัดเจน โดยชั้นดินในพื้นที่ตอนบนและตอนปลายมีค่าเฉลี่ย ๒.๙% ส่วนตอนกลางมีค่าเฉลี่ย ๐.๘% เนื่องจากพื้นที่ตอนกลางสูญเสียหน้าดินบนจากการเกิดการเลื่อนหลุดเป็นกะบิ ในพื้นที่ตอนบนชั้นดินที่ ๒ และ ๓ มีค่าสูงกว่าชั้นดินที่ ๑ และชั้นดินที่ ๒ จะมีค่าสูงกว่าทุกชั้นดิน เนื่องจากอิทธิพลของการชิมชะอินทรียวัตถุลงไปในดินชั้นล่างที่มีสูงมากในพื้นที่ศึกษา

๙. ชนิดหินและเศษหิน เป็นลักษณะของหินที่ผุพัง เท่าที่พบมี ๓ ชนิด คือ หินซิลต์ หินอาร์โคส หินทรายและกึ่งอาร์โคส

SLUMP MORPHOLOGY IN THE NORTHERN PART OF THE UPPER PA-SAK BASIN

AN ABSTRACT

BY

SAMRERNG RUEN-IN

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree

at Srinakharinwirot University

September 1983

The purposes of this study were to study the slump morphology, slope forms, some soil properties, and to map their hillslopes in the Upper Pa-Sak basin.

The results of the study were as follows :

1. Convex slope is found on the upper slope of the slump, but concave slope is on the lower part. The average slope angle is about 39 degree. Most of the slumps are found on the upper part of the concave slope and depression between hillslope. The aspect of hillslope and slump are in the north direction.

2. The dimension of the slumps varies from 4.60 x 4 x 2 m. to 35 x 15 x 20 m. ; with an average of 17 x 10 x 10 m. ; and the ratio between length : width : hight is 2 : 1 : 1. The average height of the slump scarp is about 0.95 m.. The slope angles of the slump vary from 28 - 39 degrees with an average of 33 degrees. The length of earthflow are between 4 - 20 m. with an average of 12 m.. The area losses is varied from 10 - 500 m^2.. The top soil losses is also varied from 18 - 5,250 m^3., with an average of about 1,473 m^3.. The earthflow direction is the same as the hillslope that is toward northern.

3. It is classified as single slump form, but the movement does not occur as in a block shape. The slump is devided into three parts, namely the upper scarp, the middle part where a basin is found, and the earthflow downslope.

4. Clay texture is the most commonly found in the upper scarp, middle part, and the earthflow. Clayloam is also found but ranked as a second. Soil textural classes between the upper and the middle parts of slump are sometime different due to the lost of the top soil in the second one.

5. The average air dry soil moisture content is about 3.9% while at saturation is about 38.4%

6. To be saturated the soils require about 34.4% moisture or equivalent to 344 mm. rainfall. The soils in the upper scarp and lower earthflow need more water than those soil in the middle part. The second soil layer (30 - 100 cm.) in the upper scarp need more water to be saturated than the others.

7. Bulk density of the soil are generally high with an average of 1.5 gm./m^3. This high bulk density was related to the weathered rock fragments.

8. Organic mattere contents in the soils are varied with an average of 1.9%. The soils in the upper scarp and the lower earthflow contain more organic matter than those in the middle part. The organic matter contents of the soils in the upper scarp and the lower earthflow are averagely 2.4% where as only 0.8% organic matter is found in the soil of the middle part. Lower organic matter contents in the middle part was resulted from erosion while slumping. Within a soil profile of the upper scarp, the second and the third soil layers contain higher organic matter contents than those in the upper

layer. Organic matter content is highest in the second layer profile. This is due to leaching of organic matters into the subsoil.

9. The rock fragments found are highly weathered andare identified as siltstone, arkose, sandstone and sub-arkose.