บทที่ 2
พื้นที่ศึกษา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แผ่นดินถล่ม

ดินถล่ม เป็นกระบวนการที่มีลักษณะเดียวกับการเคลื่อนที่ของมวล ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของวัสดุประเภทต่าง ๆ ทั้งหิน ดิน และโคลน พังทลายลงมาสู่พื้นที่ด้านล่าง มีความแตกต่างกันที่การเกิดดินถล่มนั้น สร้างความเสียหายต่อพื้นที่ ทรัพย์สิน และบางครั้ง อาจเป็นอันตรายต่อชีวิตของผู้คนในบริเวณดังกล่าว ซึ่งในความเป็นจริง การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีส่วนในการทำให้ตัวมนุษย์เองได้รับผลกระทบจากภัยพิบัตินี้ เนื่องจากมนุษย์ได้ขยายการตั้งถิ่นฐานรุกล้ำเข้าไปในบริเวณพื้นที่ป่าไม้ หรือพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติดินถล่ม โดยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์

ดินถล่ม มีความแตกต่างจากภัยธรรมชาติอื่น ๆ เนื่องจาก ในการเกิดดินถล่มแต่ละครั้งจะต้องอาศัยทั้งปัจจัยที่มีอยู่เดิม (Causal Factors) เช่น ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศ และปัจจัยที่เป็นตัวเร่ง (Triggering Factors) เช่น ปริมาณน้ำฝน และการเกิดแผ่นดินไหวพร้อมกัน (Ayalew, Yamagishi, Marui, & Kanno, 2005) ซึ่งการเกิดดินถล่มในประเทศไทย ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากปริมาณฝนที่มีมาก ภูมิประเทศที่เป็นหุบเขา และกิจกรรมของมนุษย์จากการบุกรุกป่าไม้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2548) ทั้งนี้ ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่เป็นสาเหตุให้เกิดดินถล่มคือ ความลาดชัน เพราะตามธรรมชาตินั้น แรงโน้มถ่วงของโลกเป็นตัวกระทำให้วัตถุไหลจากที่สูง ลงไปสู่ที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม มุมลาดชันที่ก่อให้เกิดการพังทลาย อาจมีลักษณะแตกต่างกันไปตามลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของชั้นหิน โดยการถล่มที่สมบูรณ์ ต้องเกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดชันที่มีผิวหน้าเรียบ แต่การถล่มตามธรรมชาตินั้น ส่วนใหญ่จะเกิดในบริเวณที่มีความลาดชันสูง และพังทลายหรือถล่มลงมาหยุดยังที่ที่มีความลาดชันต่ำกว่า ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของการพังทลายออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การพังทลายแบบเร็ว (Rapid Mass Movement) ได้แก่ โคลนไหล (Mudflow) ดินไหล (Earthflow) ดินไถล (Slump) หินเลื่อน (Rockslide) และ หินหล่น (Rock Fall) อีกประเภทหนึ่งคือ การพังทลายแบบช้า ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดในพื้นที่ที่มีภูมิอากาศหนาว มีหิมะ ได้แก่ ดินคืบ (Creep) และ ดินเลื่อน (Solifuction) (วัชราภรณ์ เขื่อนแก้ว, 2546)

เฮน (Hayne, 2004) ได้เสนอถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดดินถล่ม โดยแยกสาเหตุการเกิดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่

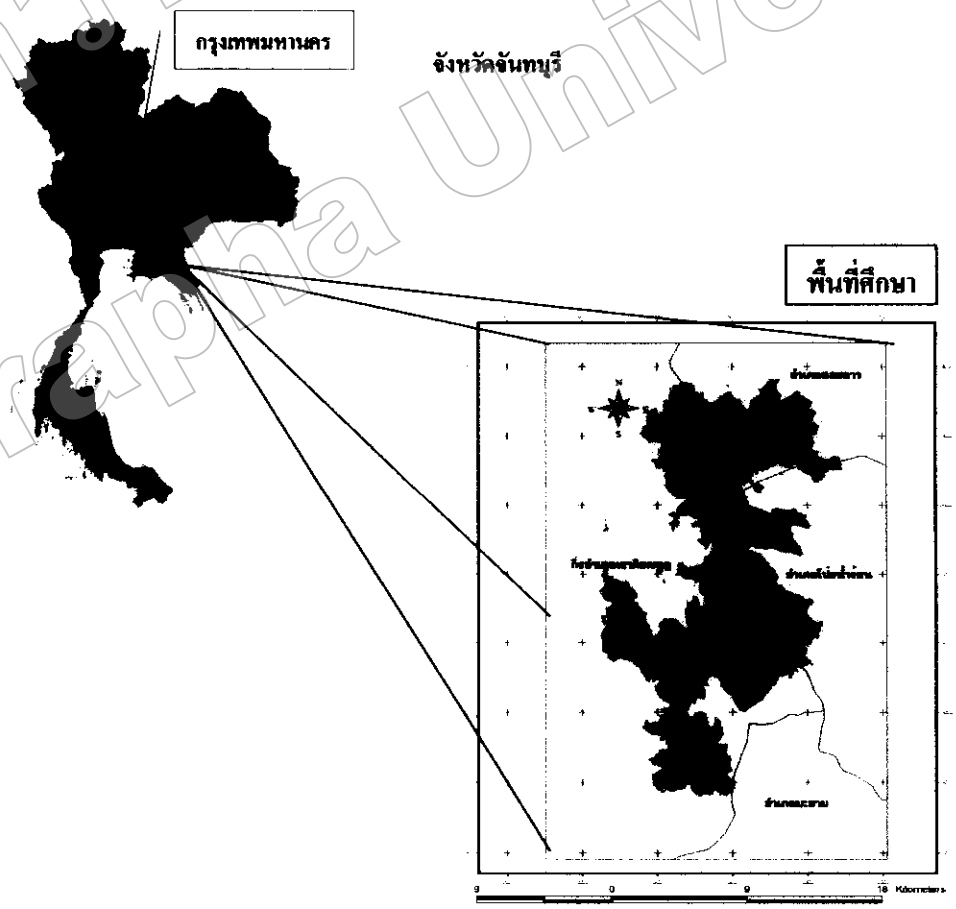
1. สาเหตุที่เกิดจากธรรมชาติ ได้แก่ การเลื่อนหลุดของวัสดุจากพื้นผิวโดยการกระทำจากฝน การเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรือจากการกษัยการจากน้ำบริเวณภูเขาหรือหน้าผาชัน

2. สาเหตุที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การปรับเปลี่ยนสภาพภูมิประเทศเดิมหรือการลดพื้นที่ป่า เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การสร้างท่อส่ง การสร้างถนน ทางรถไฟ อาคาร การทำเหมืองแร่ ซึ่งทำให้สภาพพื้นที่ และทางน้ำเดิมเกิดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ แรงสะเทือนจากการก่อสร้าง หรือพาหนะต่าง ๆ ก็มีส่วนเป็นสาเหตุทำให้เกิดดินถล่มได้เช่นกัน

พื้นที่ศึกษา

1. ที่ตั้ง

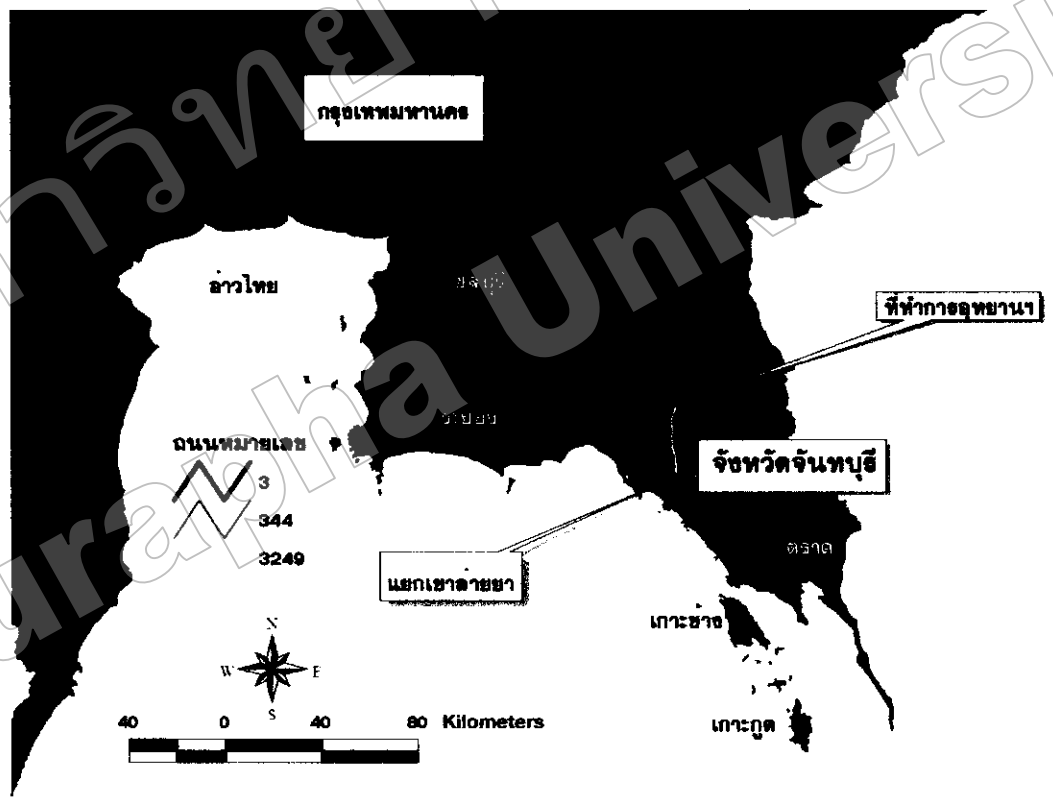
พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ของเทือกเขาสอยดาว ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออกประมาณ 350 กิโลเมตร มีพื้นที่ครอบคลุม 3 อำเภอ และ 1 กิ่งอำเภอ ได้แก่ อำเภอสอยดาว อำเภอโป่งน้ำร้อน อำเภอมะขาม และกิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี พิกัด UTM Xmin = 182700, Xmax = 205000 และพิกัด Ymin = 1415000, Ymax = 1451500 มีพื้นที่ประมาณ 600 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 ภาพแสดงที่ตั้งพื้นที่ศึกษา บริเวณเทือกเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

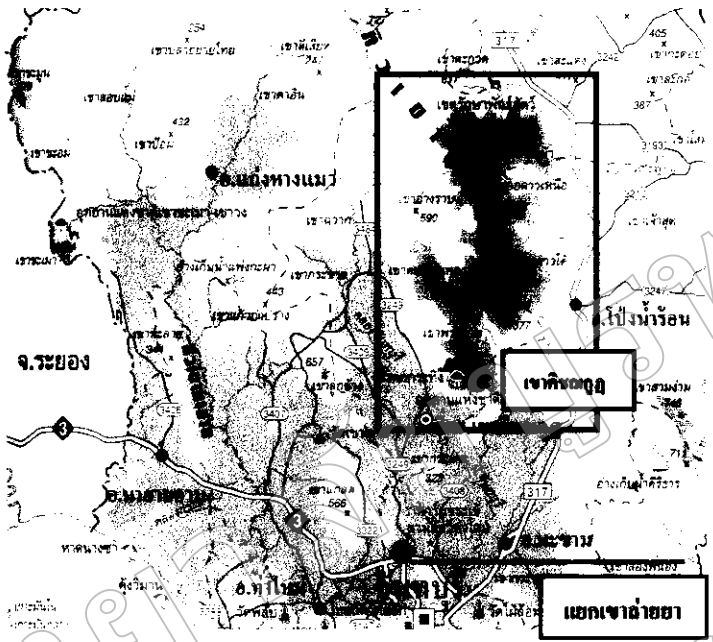
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การเดินทางไปเทือกเขาคิชฌกูฏที่สะดวกที่สุดคือ การเดินทางโดยรถยนต์จากกรุงเทพมหานคร ไปทางตะวันออก ตามถนนสายบางนา-ตราด ก่อนเข้าตัวเมืองจังหวัดชลบุรี ให้แยกเข้าถนนสาย 344 มุ่งหน้าไปทางอำเภอบ้านบึงเพื่อเลี่ยงย่านชุมชน เมื่อถึงสามแยกอำเภอแกลง (สามย่าน) ให้เลี้ยวซ้ายออกถนนสุขุมวิท (สาย 3) จนถึงจังหวัดจันทบุรี ให้เลี้ยวซ้ายไปตามถนนสาย 3249 เป็นระยะทางประมาณ 21 กิโลเมตร จะถึงที่ทำการอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ โดยพื้นที่ศึกษาจะตั้งอยู่ทางด้านขวาของถนนสาย 3249 ดังแสดง หรืออีกเส้นทางหนึ่ง ให้เดินทางไปตามถนนสุขุมวิท (สาย 3) จนถึงสามแยกถนนสาย 317 ให้เลี้ยวซ้ายไปทางอำเภอมะขามจนถึงอำเภอโป่งน้ำร้อน พื้นที่ศึกษาจะอยู่ทางซ้ายมือ ดังแสดงในภาพที่ 2-2 และภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-2 เส้นทางการเดินทางโดยรถยนต์ จากกรุงเทพมหานคร ไปยังพื้นที่ศึกษา (กรอบสีแดงในแผนที่)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2-3 เส้นทางหมายเลข 3 ถึงแยกเขาล่ายยา (จุดสีแดงในแผนที่) เลี้ยวซ้ายเข้าสู่พื้นที่ศึกษา (กรอบสีแดงในแผนที่)

2. ภูมิประเทศ

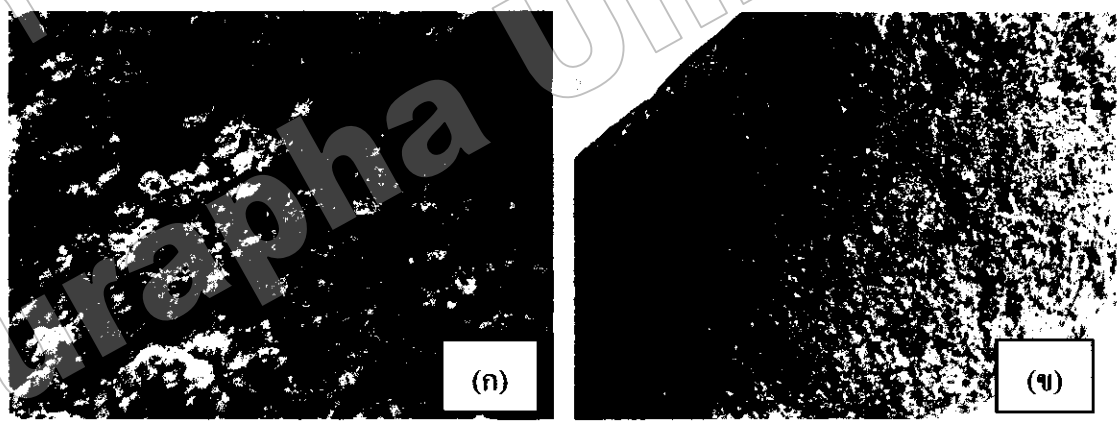
มีลักษณะพื้นที่เป็นเทือกเขาสูงชัน มีความสูงมากกว่า 750 เมตร แนวสันเขาวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ไหล่เขาชันค่อนข้างเรียบ ทิศตะวันออกมีความลาดชันมากกว่าด้านอื่น ๆ เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำจันทบุรี และน้ำตกกระทิง อากาศบนเขาเย็นและชื้น อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 27 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนโดยเฉลี่ย 3,000 มิลลิเมตร/ปี (กวี วรกวิน, 2546)

3. ภูมิอากาศ

อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลักษณะภูมิอากาศมี 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีอากาศหนาวเย็น ท้องฟ้าโปร่ง ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม แต่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมเป็นฤดูฝน พื้นที่จะมีความชื้นสูง ทำให้เกิดเมฆ และมีฝนตกหนัก โดยเฉพาะในเดือนกรกฎาคม ถ้าหากปริมาณน้ำฝนบริเวณต้นน้ำมีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร อาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน ดังนั้น ฤดูฝนเป็นช่วงฤดูที่มีโอกาสเกิดดินถล่มและน้ำท่วมฉับพลันในบริเวณพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรธรณี, 2549 ข; กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2547)

4. ธรณีวิทยา

วัชราภรณ์ เขื่อนแก้ว และอัฌชา ก.บัวเกษร (2547) ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะทางธรณีวิทยาในบริเวณเขาคิชฌกูฏ พบว่า ลักษณะหินฐานในพื้นที่เป็นหินอัคนีที่เย็นตัวภายในประเภทหินแกรนิต โดยเป็นหินแกรนิตชนิดที่มีไบโอไทต์และฮอร์นเบลนด์ มีทั้งเนื้อดอก (Prophyry Texture) และเนื้อเม็ดขนาดเท่ากัน (Equigranular Texture) ดังแสดงในภาพที่ 2-4 เกิดในช่วงปลายยุคไตรแอสสิค อายุประมาณ 120 ล้านปี แทรกดันเข้ามาในหินตะกอนของหมวดหินโป่งน้ำร้อนซึ่งเกิดในต้นยุคไตรแอสสิค อายุประมาณ 248 ล้านปี โดยหินหมวดโป่งน้ำร้อนประกอบด้วยหินทรายและหินโคลนสลับกัน มีหินกรวดมนปนอยู่บ้างเล็กน้อย ตะกอนหินกรวดมนและหินทรายส่วนใหญ่ประกอบด้วยตะกอนของหินภูเขาไฟและเฟลด์สปาร์ มีตะกอนควอตซ์ปนอยู่บ้าง หินทรายมีสีเทา สีเขียว และเทาอมเขียว มีตะกอนของแร่เฟลด์สปาร์ปะปนอยู่ (Feldspathic Sandstone) เรียกว่าหินเกรเวกย์ (Greywacke) หินตะกอนหมวดโป่งน้ำร้อนนี้เป็นหินที่เกิดการผุพังได้ง่าย จึงไม่ค่อยพบหินโผล่ (Outcrop) ที่ชัดเจนนัก หมวดหินโป่งน้ำร้อนวางตัวแบบมีรอยชั้นไม่ต่อเนื่องอยู่บนหินปูนน้ำตื้นอายุตอนกลางถึงปลายยุคเพอร์เมียนที่พบซากคตข้าวสาร (Fusulinids) และซากดึกดำบรรพ์อื่น ๆ อีกมาก



ภาพที่ 2-4 หินแกรนิตที่มีแร่ไบโอไทต์ (ก) และหินแกรโนไดโอไรต์ (ข)

5. ป่าไม้

ส่วนใหญ่มีสภาพค่อนข้างสมบูรณ์ ลักษณะของป่าในบริเวณนี้เป็นป่าไม้ไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest) มี 2 ประเภท คือ ป่าดิบชื้น (Moist Evergreen Forest) ซึ่งเป็นป่าที่ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ได้แก่ ยางแดง กระบาก หย่อง มะก่อ บุนนาค ลูกดิ่ง สารภี เนียนดำ มะไฟ จิกดง มะซาง ดีหมี เลือดควาย สำรอง กระบกกรัง ฯลฯ ส่วนอีกประเภทหนึ่ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

คือ ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest) ซึ่งเป็นป่าที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมากกว่า 800 เมตรขึ้นไป หรือจะพบเฉพาะบริเวณยอดเขา เช่น เขาพระบาทพลวง พันธุ์ไม้ที่พบได้แก่ มะก่อ กระบกกรัง สารภี บุนนาค ทำมัง พิมเสนป่า พลอง คอเหี้ย ชันใบใหญ่ รง พลับ อบเชย และดีหมี เป็นต้น (สำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี, 2549)

6. ดินถล่มในจังหวัดจันทบุรี

จังหวัดจันทบุรีเคยเกิดเหตุการณ์ดินถล่มมาแล้วในอดีต ส่วนใหญ่แล้ว เกิดฝนตกหนักต่อเนื่องกันหลายวันก่อนที่จะมีการเกิดดินถล่ม จากบันทึกของกรมทรัพยากรธรณี (2549 ข) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 เป็นต้นมานั้น แสดงให้เห็นว่า ดินถล่มที่เกิดขึ้นในอดีตนั้น ประชากรแทบจะไม่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ดังกล่าวเลย เนื่องจากจำนวนของประชากรที่มีไม่มากเหมือนในปัจจุบัน ทำให้การตั้งถิ่นฐานของประชากรอยู่นอกบริเวณที่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม แต่ในปัจจุบัน จำนวนประชากรในพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมทั้งมีประชากรที่อพยพจากที่อื่น มาตั้งถิ่นฐาน ประกอบอาชีพในจังหวัดจันทบุรี ทำให้ประชากรจำเป็นต้องปลูกสร้างบ้านเรือน และขยายถิ่นฐานรวมถึงพื้นที่ทำกินไปยังบริเวณที่อยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม หากเกิดเหตุการณ์ดินถล่มขึ้นในบริเวณดังกล่าว จะก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิต ทรัพย์สิน รวมทั้งพื้นที่ทำกินของประชากร ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 บันทึกเหตุการณ์ดินถล่มในจังหวัดจันทบุรี

ปี พ.ศ. ที่เกิดเหตุการณ์	ตำบล	อำเภอ	ร่องรอย และลักษณะเหตุการณ์
-	เกวียนหัก	ขลุง	พบรอยดินถล่มในอดีตอย่างรุนแรง
-	ซึ้ง	ขลุง	พบหลักฐานรอยดินถล่มโบราณหลายแห่ง
2495	คลองนารายณ์	เมืองจันทบุรี	เกิดดินถล่ม และน้ำท่วมครั้งใหญ่ แต่ประชากรไม่ได้รับผลกระทบมากนัก
2495	ตรอกนอง	ขลุง	เกิดดินถล่ม ทำความเสียหายหลายหมู่บ้าน
2512	พลวง	กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ	เกิดดินถล่ม แต่ไม่มีอันตราย
2512	ทรายขาว	สอยดาว	เกิดดินถล่ม แต่ไม่มีอันตราย พบรอยดินถล่มบนภูเขาชัดเจน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ปี พ.ศ. ที่เกิดเหตุการณ์	ตำบล	อำเภอ	ร่องรอย และลักษณะเหตุการณ์
2517	พลับพลา	เมืองจันทบุรี	เกิดน้ำป่าไหลหลากอย่างรุนแรงบริเวณเขาสระบาป
2537	จันทเขลม	กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ	เกิดดินถล่ม แต่ไม่มีอันตราย
2537	ทับไทร	โป่งน้ำร้อน	เกิดดินถล่ม แต่ไม่มีอันตราย
2542	ฉมัน	มะขาม	พบก้อนหินขนาดใหญ่จำนวนมากบริเวณเชิงเขา มีรอยดินถล่มขนาดใหญ่ 1 รอย และรอยขนาดเล็กหลายรอย บ้านเรือน พื้นที่ทำกิน และปศุสัตว์ เสียหายเป็นจำนวนมาก
2542	ปัถวี	มะขาม	น้ำในคลองผาลาดท่วมบ้านเรือนเสียหายจำนวนมาก พื้นที่การเกษตร และปศุสัตว์เสียหายเป็นจำนวนมาก
2542	วังแซ้ม	มะขาม	เกิดดินถล่มทำให้พื้นที่ปศุสัตว์เสียหายเป็นจำนวนมาก
2542	จันทเขลม	กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ	ดินโคลนเลนปนทราย และต้นไม้จำนวนมาก ไหลทะลักออกมาตามลำน้ำทุกสาย ไหลทะลักอย่างรวดเร็ว เส้นทางคมนาคมถูกตัดขาดทุกหมู่บ้าน
2542	คลองพลู	กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ	บ้านเรือนส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม และน้ำท่วมฉับพลัน
2542	ตะเคียนทอง	กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ	พบรอยดินถล่มขนาดเล็กและใหญ่ประมาณ 10 รอย เศษวัสดุจำนวนมาก ไหลลงสู่ต้นน้ำคลองไพบูลย์ เกิดน้ำท่วมฉับพลัน บ้านเรือน และสวนเสียหาย ชาวบ้านเสียชีวิต 1 คน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง 2-1 (ต่อ)

ปี พ.ศ. ที่เกิดเหตุการณ์	ตำบล	อำเภอ	ร่องรอย และลักษณะเหตุการณ์
2542	พลวง	กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ	พบรอยดินถล่ม มากกว่า 40 รอย กระแสน้ำรุนแรงพัดพาซากต้นไม้ขนาดใหญ่ทั้งรากทั้งโคน ขนาด 2-4 เมตร บางท่อนขนาดใหญ่เกิน 10 เมตร รวมทั้งก้อนหินขนาดใหญ่ และกรวดทรายถูกพัดพาลงมาด้านล่าง สร้างความเสียหายต่อสถานีตำรวจ และบ้านพักเสียหายจำนวนมาก

จากตารางที่ 2-1 แสดงให้เห็นว่า ดินถล่มที่เกิดในจังหวัดจันทบุรี ส่วนใหญ่เกิดขึ้นบริเวณเทือกเขาคิชฌกูฏแทบทั้งสิ้น บุญชุบ บุ้งทอง (2544) ได้ศึกษาลักษณะการเกิดดินถล่มบริเวณเทือกเขาคิชฌกูฏ พบว่า ลักษณะการถล่มมีอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ หินเลื่อนหล่น (Rock Fall) ซึ่งพบบริเวณบ้านทุ่งเพล อยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของเทือกเขา วัสดุที่ถล่มลงมาส่วนใหญ่เป็นก้อนหินขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1 เมตรขึ้นไป ดังแสดงในภาพที่ 2-5 และดินไหล (Debris Flow) ซึ่งวัสดุส่วนใหญ่มีทั้งดิน และเศษหินแตกหักปะปนกัน ดังแสดงในภาพที่ 2-6 การถล่มในลักษณะนี้ มีน้ำปนอยู่ค่อนข้างมาก ทำให้เคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่าลักษณะแรก เกิดทางด้านทิศตะวันตกของเทือกเขา บริเวณบ้านคลองตะเคียน (วัชราภรณ์ เขื่อนแก้ว และอัฌชา ก.บัวเกษร, 2547) เมื่อตรวจสอบจากภาพถ่ายทางอากาศสี พบว่า มีร่องรอยของการถล่มบริเวณเทือกเขา แต่มีความรุนแรงไม่มาก เนื่องจากสภาพป่าไม้บริเวณนั้น มีความอุดมสมบูรณ์ และหนาแน่น ที่เป็นเช่นนี้เพราะหินฐานในพื้นที่เป็นหินตะกอนที่ถูกแทรกดันโดยหินแกรนิตที่มีแร่ไบโอไทต์ และแร่เฟลด์สปาร์อยู่มาก เมื่อเกิดการผุพัง จะให้ชั้นดินหนา เป็นแร่จำพวกแร่ดินเหนียว (Clay Mineral) หากเกิดฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องแล้ว อาจทำให้เกิดดินถล่มได้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2549 ข)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 2-5 ดินถล่มบริเวณบ้านทุ่งเพล

ภาพที่ 2-6 ดินถล่มบริเวณบ้านคลองตะเคียน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม (Landslide Susceptibility)

นักวิจัยหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของคำว่าภัยธรรมชาติ (Natural Hazard) ไว้ว่า ภัยธรรมชาติ คือความเป็นไปได้ของการเกิดปรากฏการณ์ที่มีศักยภาพในการทำลายในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง และช่วงเวลาใด เวลาหนึ่ง (Varnes & IAEG Commission on Landslides and Other Mass Movements, 1984) ซึ่งในการศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองด้านภัยพิบัติ (Hazard Model) นั้น มีความเกี่ยวข้องกับแนวความคิด (Concept) ในด้านต่าง ๆ คือ ระดับความรุนแรง (Magnitude) บริเวณที่อาจจะเกิดปรากฏการณ์ (Geographical Location) และรอบความถี่ในการเกิด (Time Recurrence)

แนวความคิดทั้งสามที่กล่าวในข้างต้นนั้น ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาด้านภัยธรรมชาติต่าง ๆ เช่น แบบจำลองการทำนายการเกิดแผ่นดินไหว (Earthquake Predictive Model) จะศึกษาถึงระดับความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหวโดยวัดพลังงานที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเหตุการณ์ พื้นที่ที่ถูกผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินไหว และเวลาที่แผ่นดินไหวจะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือในการวัดได้ หรือแม้แต่การประเมินอุทกภัยที่เบเกอร์ (Baker, 1994) ได้ทำการศึกษาไว้ ซึ่งจะทำการประเมินความเสียหายจากความรุนแรงของปัจจัยที่กำหนดให้ (ความเร็วในการไหล และปริมาณน้ำท่า) ส่วนพื้นที่ที่เกิดภัย และอาจถูกผลกระทบ หรือรอบการเกิดอุทกภัยนั้น อาจทำการศึกษาจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เช่น จากบันทึกอุทกภัยในอดีตที่ผ่านมา และลักษณะสัณฐานในพื้นที่นั้น ๆ เป็นต้น ทำให้การศึกษาทางด้านภัยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้วิธีการศึกษาแตกต่างกันไป แต่ทั้งนี้ การศึกษาทั้งหลายก็ยังต้องมีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดดังกล่าว (Guzzetti, Carrara, Cardinali, & Reichenbach, 1999)

การศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองการเกิดดินถล่ม โดยทั่วไปจะทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดบริเวณที่อาจจะเกิดดินถล่ม ในพื้นที่ที่กำหนด โดยมีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ลักษณะของสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งแบบจำลองด้านการเกิดดินถล่มส่วนใหญ่นั้น จะไม่นำความรุนแรง (Magnitude) และรอบความถี่ในการเกิด (Recurrence) มาใช้ร่วมในการวิเคราะห์ เนื่องจาก ในการเกิดดินถล่มนั้น เราไม่สามารถกำหนดถึงระดับความรุนแรงได้อย่างแน่นอนดังเช่นภัยธรรมชาติที่ได้กล่าวถึงมาก่อนหน้านี้ ดังนั้น การศึกษาการเกิดดินถล่มในลักษณะดังกล่าว จึงไม่สามารถกำหนดให้เป็นแบบจำลองภัยพิบัติ (Hazard Model) ได้ (Guzzetti, Carrara, Cardinali, & Reichenbach, 1999) โดยแบบจำลองดังกล่าวนั้น ส่วนใหญ่แล้ว นิยมกำหนดให้อยู่ในลักษณะของแบบจำลองเพื่อการทำนายเหตุการณ์ (Predictive Model)

ลีและมิน (Lee & Min, 2001) ได้เสนอเกี่ยวกับการศึกษาถึงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม (Landslide Susceptibility Analysis) ไว้ว่า เป็นการศึกษาถึงโอกาส และศักยภาพ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในการเกิดดินถล่ม โดยเน้นไปที่การเกิดดินถล่ม (Potential Landslide Occurrence) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเกิดดินถล่ม (Landslide-Related Factors) โดยการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มนั้น เปรียบเสมือนจุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์การเกิดดินถล่มในด้านอื่น ไม่ว่าจะเป็น การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ (Probability) และการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk) ซึ่งจะต้องนำปัจจัยอื่น ๆ เช่น ปัจจัยที่เป็นตัวเร่งปรากฏการณ์ (Impact Factor) หรือปัจจัยทางด้านผลกระทบต่อประชากร (Vulnerability) มาร่วมในการวิเคราะห์ต่อไป โดยมาตราส่วนที่ใช้ในการศึกษาความอ่อนไหวนั้น นิยมใช้มาตราส่วนขนาดกลาง (Medium Scale) มีขนาดอยู่ในช่วงระหว่าง 1: 25,000 – 1: 50,000 ใช้กับพื้นที่ขนาด 200-300 ตารางกิโลเมตร

ดังนั้น การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม จะเน้นไปที่การศึกษาเพื่อทำนายบริเวณที่มีโอกาสเกิดดินถล่ม โดยใช้ระดับสัมประสิทธ์ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดดินถล่มและปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดดินถล่มเท่านั้น โดยไม่นำปัจจัยภายนอกที่เป็นตัวเร่งปรากฏการณ์ ดังเช่น ปริมาณน้ำฝน และการเกิดแผ่นดินไหว (Atkinson & Massari, 1998) หรือระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ และรอบของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต มาเกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม โดยมีพื้นฐานมาจากสมมติฐานที่เคยได้ถูกกล่าวไว้ว่า “ตำแหน่งที่เกิดดินถล่มในปัจจุบัน และอดีต เป็นกุญแจไขสู่อนาคต” (Carrara, Cardinali, Guzzetti, & Reichenbach, 1995)

ขั้นตอนการศึกษาเริ่มแรกนั้น ต้องทำการเลือกหน่วยแผนที่ (Mapping Unit) ให้มีความเหมาะสมกับวิธี และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยหน่วยของแผนที่ในลักษณะ กริดเซลล์ (Grid Cell) เป็นหน่วยที่ผู้ใช้เครื่องระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) นิยมใช้ในการศึกษา กริดเซลล์จะถูกแบ่งออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยขนาดของกริดเซลล์นั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการวิเคราะห์ และลักษณะของพื้นที่ตามที่ผู้ใช้งานกำหนด ซึ่งในแต่ละกริดเซลล์นั้น จะระบุถึงค่าข้อมูลเพียงหนึ่งค่าในแต่ละปัจจัยนั้น ๆ (Demers, 1999) ซึ่งปัจจัยทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์จะถูกแสดงในรูปของข้อมูล ราสเตอร์ (Raster Data) ก่อนจะนำไปเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ต่อไป

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการ และติดตามทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรที่เกิดจากธรรมชาติ และทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ การรับรู้จากระยะไกล (Remote

Sensing: RS) ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System: GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งรวมเรียกองค์ประกอบทั้ง 3 ว่า "เทคโนโลยีสามเอส" (3S Technology) (สุเพชร จิรขจรกุล, 2549) ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์และบริหารจัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) หรือข้อมูลที่เป็นวัตถุเชิงนามธรรม (Feature) ได้แก่ ข้อมูลประเภทจุด (Point) ข้อมูลประเภทเส้น (Line) ข้อมูลประเภทรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) ซึ่งอยู่ในรูปของตาราง (อุทัย สุขสิงห์, 2547) ให้ออกมาอยู่ในรูปของแผนที่ในเรื่องที่ทำการศึกษา

สิริพร กมลธรรม (2545) ได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไว้ว่า เป็นระบบสารสนเทศข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือข้อมูลที่มีพิกัดตำแหน่ง ซึ่งเป็นการผสมผสานการทำงานระหว่างกระบวนวิธีวิเคราะห์ร่วมกับระบบฐานข้อมูลที่มีการอ้างอิงเชิงพิกัด และหมายรวมถึงระบบการให้คำตอบเชิงพื้นที่ ซึ่งใช้เทคโนโลยีเพื่อการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่การรวบรวมและนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ การกำหนดเงื่อนไขสำหรับเลือกใช้ข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ หรือสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ และการแสดงผลเพื่อตอบคำถามเชิงพื้นที่แก่ผู้ใช้

เช่นเดียวกับดีเมอร์ส (Demers, 1999) ซึ่งกล่าวถึงระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ถึงคำจำกัดความว่า ถ้าจะให้คำจำกัดความอย่างกว้าง ๆ แล้ว ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ให้อยู่ในรูปของข้อมูลสารสนเทศ (Information) เพื่อช่วยในการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ ซึ่งคำจำกัดความนี้ ยังอธิบายความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ไม่ดีพอ ดังนั้น ในการให้ความหมายนั้น เราควรเน้นไปที่ การใช้ประโยชน์จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กล่าวคือ ใช้ระบบนี้ทำอะไร และใช้อย่างไร ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ใช้สำหรับจัดการข้อมูลที่มีช่วงเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง และความถี่ของข้อมูลนั้น ๆ ซึ่งความสามารถของระบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบบการนำเข้าข้อมูล ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีความสามารถนำข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือมีรูปแบบที่แตกต่างกัน เข้ามาทำการวิเคราะห์จัดการร่วมกันได้ นอกจากนี้ ยังสามารถทำการแปลงข้อมูลต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ เช่น การแปลงข้อมูลเส้นชั้นความสูง ซึ่งเป็นข้อมูลประเภทเส้น ให้กลายเป็นข้อมูลประเภทจุด เป็นต้น

2. ระบบการเก็บข้อมูล และการเรียกข้อมูล เป็นความสามารถที่ใช้เพื่อจัดระบบข้อมูลเชิงพื้นที่ ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลที่สามารถทำการเรียกดูข้อมูล ปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัย และแก้ไขข้อมูลได้

3. ระบบการปรับแต่งข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สำหรับการทำงาน โดยใช้ข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล ประมาณค่าตัวอย่าง หาข้อจำกัด และสร้างแบบจำลอง เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

4. ระบบการแสดง และรายงานผล ใช้แสดงผลการวิเคราะห์ ให้ออกมาในรูปแบบของตาราง รูปภาพ และแผนที่

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2547) กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่า มีแนวทางในการศึกษาตามขั้นตอน เริ่มตั้งแต่ ทำการศึกษาความต้องการของผู้ใช้ และสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ทำการกำหนดกรอบการทำงาน และการวิเคราะห์ รวมทั้งศึกษาปัญหาที่มี ทำการจัดการ วิเคราะห์ และสร้างแบบจำลองของระบบงาน ทำการสรุปผลการวิเคราะห์ และแสดงผลการศึกษา เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิด และกำหนดแนวทางในการแก้ไข

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง และสามารถนำมาประยุกต์กับการทำงานได้หลายรูปแบบ ดังนั้น นักวิจัยส่วนใหญ่ จึงนิยมนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการศึกษา เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการทำงาน และทำให้ผลลัพธ์ที่ได้นั้น มีความถูกต้องอยู่ในระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก (Logistic Regression Analysis)

1. การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก

การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ที่ทำการศึกษา โดยการเกิดเหตุการณ์ หรือตัวแปรตาม (Dependent Variable) มีค่าได้เพียงสองค่าเท่านั้น คือ 1 แทนการเกิดเหตุการณ์ และ 0 แทนการไม่เกิดเหตุการณ์ เรียกตัวแปรลักษณะแบบนี้ว่า ตัวแปรคู่ (Dichotomous Variable) ในขณะที่ตัวแปรอิสระสามารถเป็นได้ทั้งตัวแปรแบบต่อเนื่อง และตัวแปรแบบไม่ต่อเนื่อง (Continuous or Discrete Variable) โดยใช้วิธีความน่าจะเป็นสมจริงสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation) ต่างจากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ทั่วไป ซึ่งใช้สำหรับตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square) โดยที่ตัวแปรตามมีลักษณะเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่องเท่านั้น

ยกตัวอย่างการวิเคราะห์โดยใช้การถดถอยแบบโลจิสติก เพื่อทำนายโอกาสในการเกิดดินถล่ม กับระดับความสูงของพื้นที่ กำหนดให้การเกิดดินถล่มเป็นตัวแปรตาม (Y) ที่มีค่าสองค่า คือ 1 เมื่อเกิดดินถล่ม กับ 0 เมื่อไม่เกิดดินถล่ม และระดับความสูงเป็นตัวแปรอิสระ (X) โดยแสดงค่าต่าง ๆ ในตารางที่ 2-2 ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2-2 ข้อมูลตัวอย่างการเกิดดินถล่ม และระดับความสูง

กลุ่ม	ระดับความสูง (เมตร) (X)	จำนวนข้อมูล (n)	การเกิดดินถล่ม (Y)		ความน่าจะเป็นในการเกิดดินถล่ม ($P(Y=1)$)
			เกิดดินถล่ม (1)	ไม่เกิดดินถล่ม (0)	
1	0-290	10	1	9	0.10
2	300-340	15	2	13	0.13
3	350-390	12	3	9	0.25
4	400-440	15	5	10	0.33
5	450-490	13	6	7	0.46
6	500-540	8	5	3	0.63
7	550-590	17	13	4	0.76
8	600-690	10	8	2	0.80
รวม		100	43	57	0.43

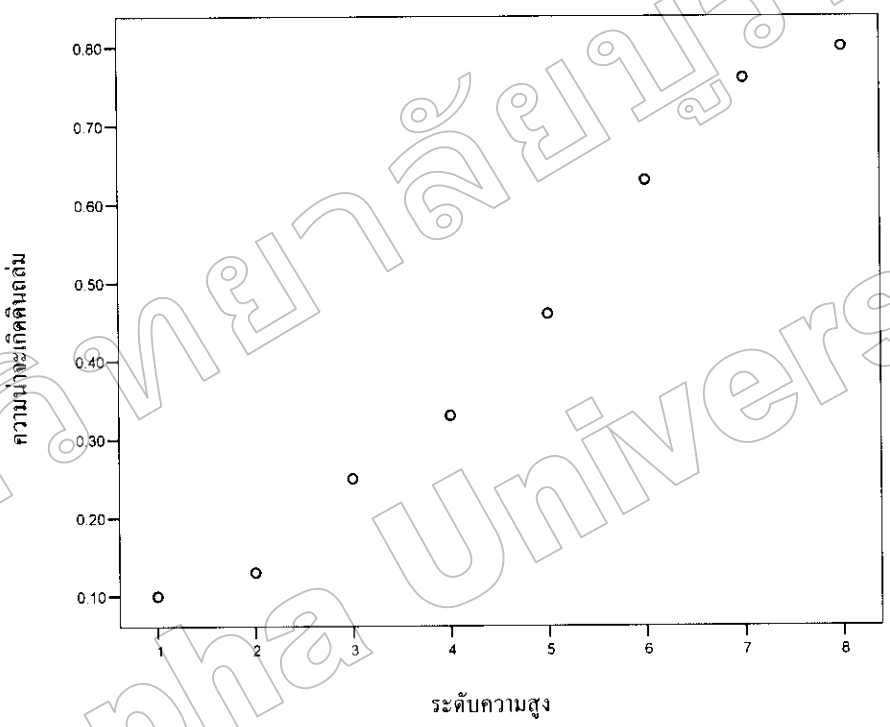
จากตารางที่ 2-2 การเกิดดินถล่มมีลักษณะเป็นตัวแปรคู่ และระดับความสูงมีลักษณะเป็นตัวแปรจำแนกประเภท (Categorical Variable) ดังนั้น ในแต่ละประเภทของค่าระดับความสูงจึงต้องทำการคำนวณหาค่าความน่าจะเกิดดินถล่ม ($P(Y=1)$) เพื่อเป็นตัวแทนของการเกิดดินถล่มในกลุ่มนั้น ๆ โดยค่าความน่าจะเกิดดินถล่มนั้น มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ($0 \le P \le 1$)

ที่ระดับความสูง 600-690 เมตร ความน่าจะเกิดดินถล่มมีค่า 0.8 ความน่าจะไม่เกิดดินถล่มจะมีค่า 1-0.8 = 0.2 ดังนั้น อัตราส่วนของโอกาสการเกิดดินถล่มเขียนแทนได้ด้วย $Oods(Y=1)=\left(\frac{0.8}{0.2}\right)=\frac{4}{1}$ หมายความว่า ที่ระดับความสูง 600-690 เมตร โอกาสการเกิดดินถล่มมีค่า 4 เท่า ของโอกาสที่จะไม่เกิดดินถล่ม ในทางกลับกัน สามารถหาอัตราส่วนของโอกาสการไม่เกิดดินถล่มได้ เขียนแทนได้ด้วย $Oods(Y=0)=\left(\frac{0.2}{0.8}\right)=\frac{1}{4}$ หมายความว่า ที่ระดับความสูงเดียวกัน โอกาสการไม่เกิดดินถล่มเป็น $\frac{1}{4}$ เท่า ของโอกาสในการเกิดดินถล่ม

หากสังเกตจากอัตราส่วนของโอกาสการเกิดดินถล่ม และไม่เกิดดินถล่มแล้ว พบว่าอัตราส่วนของโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ทั้งสอง จะเป็นส่วนกลับของกันและกัน ดังนั้น ใน

การศึกษาจึงนิยมที่จะแปลงค่าอัตราส่วนของโอกาสโดยการใส่ล็อกฐาน e ซึ่งเรียกว่าล็อกธรรมชาติ (Natural Logarithm) เป็นผลให้ อัตราส่วนของโอกาสที่จะเกิดดินถล่มมีค่าเป็น $\ln 4$ และอัตราส่วนของโอกาสที่จะไม่เกิดดินถล่มมีค่าเป็น $-\ln 4$ ดังนั้น ค่าที่ได้จึงมีค่าอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง ∞

หากนำข้อมูลจากตารางที่ 2-2 มาทำการวาดแผนภาพการกระจาย (Scatter Plot) เพื่อศึกษาถึงความน่าจะเกิดดินถล่ม ที่มีค่าเปลี่ยนไปตามระดับความสูงได้ดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 แผนภาพการกระจายของความน่าจะเกิดดินถล่ม ($P(Y=1)$) ตามระดับความสูง (X)

จากภาพที่ 2-7 พบว่า ค่าความน่าจะเกิดดินถล่มเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง ซึ่งแผนภาพการกระจายแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลมีลักษณะการจายตัวเป็นกราฟรูปตัว S (S Shape or Logistic Curve) ไม่ได้มีลักษณะเชิงเส้นตรงแบบการถดถอยปกติทั่วไป รวมทั้งการเกิดดินถล่มมีผลลัพธ์เพียง 2 ค่า นอกจากนี้ ในการศึกษาส่วนใหญ่ ตัวแปรอิสระที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์มักจะมีจำนวนมากกว่า 2 ตัวแปรขึ้นไป ทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ อาจมีค่าสูง หรือต่ำกว่าความเป็นจริง ดังนั้น การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก จึงถูกนำมาใช้เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะดังที่กล่าวมาในข้างต้น ในกรณีที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว แบบจำลองการถดถอยแบบโลจิสติกสามารถเขียนได้ตามสมการที่ 2.1 ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$P(Y=1) = \hat{p} = \frac{1}{1+e^{(\hat{\alpha}+\hat{\beta}_1 x_1+\hat{\beta}_2 x_2+\ldots+\hat{\beta}_n x_n)}} \quad (2.1)$$

$\hat{p}$ คือ ความน่าจะเป็นของการเกิดดินถล่ม

$\hat{\alpha}$ คือ ส่วนตัดแกน Y (Intercept)

$\hat{\beta}_i$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ

x_i คือ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่ม

e คือ ค่าคงที่ มีค่าประมาณ 2.71828

สามารถคำนวณหาความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์ ($P(Y=0)$) จากความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ แสดงเป็นสมการได้ดังสมการที่ 2.2

$$\begin{aligned} P(Y=0) &= 1-\left(\frac{1}{1+e^{-(\hat{\alpha}+\hat{\beta}_1 x_1+\hat{\beta}_2 x_2+\ldots+\hat{\beta}_n x_n)}}\right) \\ &= 1-\hat{p} \end{aligned} \quad (2.2)$$

จากสมการ 2.1 และ 2.2 นั้น สามารถทำการหาอัตราส่วนของความน่าจะเป็นของการเกิดดินถล่ม ต่อความน่าจะเป็นของการไม่เกิดดินถล่ม เรียกว่า อัตราส่วนของโอกาส (Odds Ratio) ดังแสดงในสมการที่ 2.3

$$Odds = \frac{\hat{p}}{1-\hat{p}} = e^{(\hat{\alpha}+\hat{\beta}_1 x_1+\hat{\beta}_2 x_2+\ldots+\hat{\beta}_n x_n)} \quad (2.3)$$

แปลงค่าอัตราส่วนของโอกาสโดยการใส่ล็อกฐาน e เข้าไปในสมการ เพื่อปรับให้สมการมีความสมดุล และสามารถแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรอิสระ เรียกว่า Logistic Transformation หรือ Logit (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546; Kleinbaun & Klien, 2002; Sen, 1990) เกิดเป็นสมการการถดถอยเชิงเส้นมาตรฐาน (Standard Linear Regression or Logit Response Function) ค่าที่ได้จะมีค่าไปทาง $-\infty$ เมื่ออัตราส่วนของโอกาสมีค่าระหว่าง 0 – 1 และมีค่าไปทาง $+\infty$ เมื่ออัตราส่วนของโอกาสมีค่ามากกว่า 1 (Ohlmacher & Davis, 2003) ดังสมการที่ 2.4

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$\ln\left(\frac{\hat{p}}{1-\hat{p}}\right)=\hat{\alpha}+\hat{\beta}_1 x_1+\hat{\beta}_2 x_2+\ldots+\hat{\beta}_n x_n \qquad (2.4)$$

ค่าที่คำนวณได้จากสมการที่ 2.4 สามารถนำไปแทนค่าในสมการที่ 2.1 เพื่อทำการหาค่าความจะเกิดดินถล่ม ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงเป็นค่าต่อเนื่อง อยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1

2. การเลือกตัวแปรอิสระเพื่อนำเข้าสู่การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก

ก่อนทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก ควรทำการทดสอบความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยง (Strength and Association) ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ โดยทำการจับคู่ระหว่างตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระทุกคู่ โดยนำค่าสถิติ Cramer's V ซึ่งได้จากค่าไคสแควร์ (χ^2) มาใช้ในการทดสอบ (Van Den Eeckhaut et al., 2005) ค่าที่ได้จากการทดสอบ Cramer's V มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1 ดังสมการที่ 2.5 ดังนี้

$$V=\sqrt{\frac{\chi^2}{N\min(R-1)(C-1)}} \qquad (2.5)$$

N คือ ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

R คือ จำนวนแถวในตาราง Contingency

C คือ จำนวนคอลัมน์ในตาราง Contingency

ค่าสถิติ Cramer's V ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่ได้มา ต้องเป็นค่าที่ยอมรับได้ตามระดับนัยสำคัญ (Significance) ที่ได้กำหนดไว้ จึงจะสามารถนำเข้าสู่การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติกต่อไป

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของตัวแปรอิสระ

การวิเคราะห์สถิติที่มีตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไป (Multivariate Analysis) ตัวแปรอิสระที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ไม่ควรมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันมากเกินไป กล่าวคือ ตัวแปรอิสระไม่ควรมีอิทธิพลต่อตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆ ด้วยกันเอง แต่ถ้าตัวแปรอิสระตัวใดตัวหนึ่งค่าเพิ่มขึ้น แล้วทำให้ตัวแปรอิสระตัวอื่นมีค่าเพิ่มขึ้นตาม แสดงว่าตัวแปรอิสระตัวดังกล่าวมีอิทธิพลต่อตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆ เรียกว่าปัญหานี้ว่า ปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน (Multicolinearity) เป็นผลทำให้ค่าการทำนายมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ยกตัวอย่างในการศึกษาการแบ่งเพศหญิง กับเพศชาย โดยดูจากน้ำหนัก ความสูง และทรงผม ถ้าหากทำการศึกษาระหว่างน้ำหนัก กับความสูง พบว่า ถ้าคนคนนั้นมีน้ำหนักมาก และสูงมาก ก็มีความเป็นไปได้สูงที่จะเป็นเพศชาย แสดงให้เห็นว่าเมื่อน้ำหนักเพิ่มขึ้น ส่วนสูงก็เพิ่มตาม ดังนั้นตัวแปรอิสระสองตัวนี้ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แต่ถ้าหาทำการศึกษาระหว่างความสูงกับทรงผม คนที่สูงมาก อาจจะไว้ผมยาว หรือสั้นก็ได้ แสดงให้เห็นว่าตัวแปรทั้งสองไม่ได้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ ได้เกิดปัญหาระหว่างน้ำหนัก กับความสูง มีความสัมพันธ์กัน จึงต้องทำการเลือกตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งออกจากการวิเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

เมื่อตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษามีมากกว่า 2 ตัว ขึ้นไป การเลือกตัวแปรอิสระออกจากการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน สามารถพิจารณาได้จากค่า Variance Inflation Factor (VIF) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (สุฤดี โกศัยเนตร, 2549) โดยพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Correlation) ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกัน สามารถหาได้จากสมการที่ 2.6 ดังนี้

$$VIF(X_p) = \frac{1}{1 - R_p^2} \qquad (2.6)$$

X_p คือ ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษา

R_p^2 คือ ค่าความสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่างตัวแปรอิสระ

เมื่อทำการทดสอบแล้ว ถ้าตัวแปรอิสระตัวใดมีค่า VIF มากกว่า 2 แสดงว่าตัวแปรอิสระตัวดังกล่าวเกิดปัญหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ควรทำการเลือกออกจากการวิเคราะห์

ปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เป็นปัญหาที่นักวิจัยส่วนใหญ่มักจะละเลย ทำให้ผลจากการคำนวณค่าสถิติที่ได้นั้น มีความคลาดเคลื่อน ดังนั้น ก่อนทำการวิเคราะห์สถิติตัวแปรเชิงพหุ ควรทำการแก้ไขปัญหานี้ก่อนการเลือกตัวแปรอิสระไปทำการวิเคราะห์ทุกครั้ง เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติที่ได้ มีความถูกต้องสูงที่สุด

4. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบจำลอง

การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก จะใช้วิธีความน่าจะเป็นสมจริงสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation) ในการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (อุไรวรรณ อมรนิมิตร, 2546) ความน่าจะเป็นสูงสุดเป็นวิธีที่ต้องทำซ้ำหลายรอบ (Iteration) เริ่มต้นด้วยการสมมติค่าตัว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แปร (Parameter) ขึ้นมา 1 ชุด จากนั้นทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์โลจิสติกทีละตัว โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระทั้งหมดมีค่าคงที่ หรือเป็น 0 แล้วเริ่มทำการประมาณค่าส่วนตัดแกน Y (Intercept) เป็นตัวแรก (เพื่อดูลักษณะเหตุการณ์การเกิดดินถล่มตามธรรมชาติ โดยที่ไม่มีปัจจัยตัวอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้เป็นแบบจำลองเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Goodness of Fit) ที่มีตัวแปรอิสระอยู่ในแบบ จากนั้นทำการใส่ตัวแปรอิสระเข้าไปทีละตัว ซึ่งในแต่ละรอบที่ทำการนำตัวแปรอิสระเข้าสู่การวิเคราะห์นั้น จะได้ค่า -2 ของล็อกความน่าจะเป็นสมจริง (-2 Log Likelihood, -2LL) ซึ่งมีการแจกแจงแบบไคสแควร์จากแบบจำลองของรอบนั้น ๆ

เมื่อทำการใส่ตัวแปรอิสระเข้าไปในแบบจำลองแล้วค่า -2LL มีค่าลดลงในแต่ระรอบของการวิเคราะห์ แสดงว่าแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระอยู่นั้น มีความเหมาะสม สำหรับใช้ในการทำนายโอกาสในการเกิดดินถล่ม (Van Den Eckhaut et al., 2005)

นอกจากนี้ ค่า -2LL ยังสามารถนำไปใช้การคำนวณเพื่อตรวจสอบว่า แบบจำลองที่ได้จากตัวแปรอิสระที่เลือกเข้ามาทำการวิเคราะห์ มีความสามารถในการทำนายการเกิดดินถล่มอยู่ในระดับใด โดยพิจารณาจากค่า $Pseudo\,R^2$ (Norusis, 2004) ดังแสดงในสมการที่ 2.7

$$PseudoR^2 = 1 - \left(\frac{L(\hat{B})}{L(B^{(0)})} \right) \qquad (2.7)$$

$L(\hat{B})$ คือ ค่า -2LL ของแบบจำลองที่มีส่วนตัดแกน Y และ ตัวแปรอิสระทั้งหมด

$L(B^{(0)})$ คือ ค่า -2LL ของแบบจำลองทีมีแต่ส่วนตัดแกน Y

แบบจำลองที่ผ่านการใช้ค่าสถิติวิเคราะห์ความเหมาะสมแล้ว สามารถนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อจัดทำเป็นแผนที่จำแนกความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม บริเวณเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ต่อไป

การถดถอยแบบโลจิสติกสำหรับเหตุการณ์ที่พบได้น้อย (Rare Events Logistic Regression)

คิง และเซ็ง (King & Zeng, 2001) ได้ทำการศึกษาทางด้านสาขาการเมืองการปกครองเกี่ยวกับค่าสถิติการถดถอยแบบโลจิสติกไว้ว่า ค่าประมาณที่ได้จากสมการนั้น อาจได้ค่าที่ไม่ตรง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หรือต่ำกว่าการเกิดเหตุการณ์จริง ถ้าจำนวนค่าของ 1 ที่แสดงการเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ (Presence) มีจำนวนน้อยกว่าค่าของ 0 (Absence) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงการไม่เกิดของเหตุการณ์เป็นจำนวน 12 เท่า จนถึงหลายพันเท่า เหตุการณ์ลักษณะนี้กล่าวได้ว่าเป็น เหตุการณ์ที่พบได้น้อย (Rare Event) ดังนั้น การใช้ค่าสถิติการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติกเพื่อศึกษาเหตุการณ์ที่พบได้น้อย ต้องมีวิธีการปรับแก้อยู่ 3 ขั้นตอน ซึ่งวาน เดน เอกเค้าท์ และคณะ (Van Den Eeckhaut et al., 2005) ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเกิดดินถล่ม ดังนี้

1. การเลือกกลุ่มข้อมูลตัวอย่างในตัวแปรตาม (Representative Random Selection) โดยทำการสุ่มเลือกตัวอย่างที่มีค่าเป็น 1 (เกิดเหตุการณ์) มาทั้งหมดทุกค่า แล้วทำการเลือกค่า 0 (ไม่เกิดเหตุการณ์) มาจำนวน 5 เท่า แล้วทำการเลือกกลุ่มข้อมูลตัวอย่างในตัวแปรอิสระ โดยข้อมูลทั้งหมดนั้น ต้องมีตำแหน่งเดียวกันกับกลุ่มข้อมูลในตัวแปรตาม

2. การปรับแก้ค่าส่วนตัดแกน Y (Prior Correction) เนื่องจากในการเลือกค่าตัวอย่างอาจทำให้เกิดความลำเอียง (Bias) ของค่าสัมประสิทธิ์โลจิสติก (Logistic Coefficients) โดยการใช้เศษส่วนจริงของค่า 1s (เกิดดินถล่ม) ต่อประชากรทั้งหมด (τ) และเศษส่วนที่ทำการสังเกตของค่า 1s (เกิดดินถล่ม) ต่อกลุ่มตัวอย่างที่ทำการเลือกเข้ามาใช้ในวิเคราะห์ ($\bar{y}$) การแก้ไขจุดตัดของสมการ (Corrected Intercept) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.8 ดังนี้

$$\alpha = \hat{\alpha} - \ln\left[\left(\frac{1-\tau}{\tau}\right)\left(\frac{\bar{y}}{1-\bar{y}}\right)\right] \qquad (2.8)$$

$\hat{\alpha}$ คือ ส่วนตัดแกน Y (Intercept)

τ คือ เศษส่วนจริงของค่า 1s (เกิดดินถล่ม) ต่อประชากรทั้งหมด

$\bar{y}$ คือ เศษส่วนที่ทำการสังเกตของค่า 1s (เกิดดินถล่ม) ต่อกลุ่มตัวอย่าง

ทำการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็น (Probability, $\tilde{p}_i$) โดยนำค่าจุดตัด (α) ที่ได้จากสมการที่ 2.7 ไปแทนค่าในสมการที่ 2.1

3. การปรับแก้ค่าความลำเอียง (Bias Correction) การปรับแก้สัมประสิทธิ์โลจิสติกในข้อ 2.6.2 มีผลทำให้การประมาณค่าความน่าจะเป็นต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระนั้นไม่ได้ถูกปรับแก้ตามด้วย ดังนั้น จึงต้องทำการปรับแก้สมการ โดยเพิ่มค่าปัจจัยปรับแก้ (C_i) เข้าไปใน $\tilde{p}_i$ ตามสมการที่ 2.9 ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$P(Y_i = 1) = \tilde{p}_i + C_i \qquad (2.9)$$

โดยค่า C_i สามารถคำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละตัวตามสมการที่ 2.10 ดังนี้

$$C_i = \left(0.5 - \tilde{p}_i\right)\tilde{p}_i\left(1 - \tilde{p}_i\right)XV(\beta)X' \qquad (2.10)$$

X คือ จำนวนแถวของตัวแปรอิสระแต่ละตัว

X' คือ ค่า Transpose ของค่า X

$V(\beta)$ คือ ค่าความแปรปรวนร่วมในเมตริกซ์ของ X

จากกระบวนการทั้ง 3 ผลลัพธ์ที่ได้คือ ค่าของโอกาสในการเกิดดินถล่มที่ทำการปรับแก้เรียบร้อยแล้ว สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้นี้ไปทำการคำนวณหาความน่าจะเกิดดินถล่มในสมการที่ 2.1 และนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อนำไปจัดทำแผนที่จำแนกระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมทรัพยากรธรณี (2548) ได้จัดทำแผนแม่บทการจัดการทรัพยากรธรณี และได้จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มในระดับประเทศ มาตราส่วน 1: 250,000 โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก มีปัจจัยในการคำนวณ ได้แก่ ระดับความสูง หน้ารับน้ำฝน ความลาดชัน ทิศทางการไหลของน้ำ การไหลสะสมของน้ำ พืชพรรณ คุณลักษณะของดิน และความชื้นของพื้นที่ จากการศึกษา พบว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มร้อยละ 27 ของพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มทั้งหมด คิดเป็นพื้นที่ 45.3 ล้านตารางเมตร

จิระ ปรังเขียว, ชัยกฤต ม้าลำพอง และภัทรา ชัยเพียรเจริญกิจ (2549) ได้นำข้อมูลดาวเทียมมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อทำการศึกษาถึงพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยใช้วิธีการถ่วงน้ำหนัก และให้ค่าคะแนน ซึ่งเป็นสถิติเชิงกึ่งปริมาณ (Semi-Quantitative) มาใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่ใช้ในการศึกษา กำหนดจากการพิจารณาภาพรวมของสภาพทางกายภาพจากบริเวณที่เคยเกิดดินถล่มมาก่อน ประกอบกับปัจจัยที่คาดว่าน่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มในเขตพื้นที่ศึกษา ซึ่งในการศึกษานี้ มีปัจจัยทั้งหมด 7 ตัว คือ ปริมาณน้ำฝน ชนิดหิน ความลาดชันของพื้นที่ สภาพป่าไม้ แนวกันชนของรอยเลื่อน ทิศทางการรับน้ำฝน และระดับความสูงของพื้นที่ ผลการวิเคราะห์พบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การเกิดดินถล่มมากมีร้อยละ 15.39 ของพื้นที่ศึกษา โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มมากที่สุดคือ ปริมาณน้ำฝน

บุญชุบ บุ้งทอง (2544) ทำการศึกษาเกี่ยวพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดจันทบุรี โดยนำข้อมูลดาวเทียม IRS มาประยุกต์ใช้ในการศึกษา ในการวิเคราะห์ ได้ใช้ค่าดัชนีการเกิดดินถล่ม (Landslide Index) ซึ่งได้จากการหาสัดส่วนของดินถล่มต่อค่าเฉลี่ยการเกิดดินถล่ม ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ความลาดชันภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน ลักษณะดิน ลักษณะทางกายภาพของหิน ความสูงของภูมิประเทศ และปริมาณน้ำฝน หลังจากทำการวิเคราะห์แล้ว พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มสูง อยู่บริเวณเทือกเขาคิชฌกูฏ โดยมีเนื้อที่ร้อยละ 5.69 ของพื้นที่ทั้งหมด และยิ่งมีความเสี่ยงสูงขึ้น ถ้าเกิดฝนตกปริมาณเกิน 200 มิลลิเมตร/วัน โดยรอบการเกิดดินถล่มอยู่ในช่วงเวลา 50 ปี / ครั้ง

ลี และแดน (Lee & Dan, 2005) ศึกษาพื้นที่เกิดดินถล่มในจังหวัดไลเชา ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนเหนือประเทศเวียดนาม และเป็นพื้นที่ที่มีกิจกรรมการแปรสันฐานทางธรณีอย่างรุนแรง พบรอยแตกและรอยเลื่อนกระจายทั่วไปในพื้นที่ โดยนำค่าสถิติ อัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio) มาใช้ในการวิเคราะห์หาโอกาสในการเกิดดินถล่ม โดยกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ระยะห่างจากรอยเลื่อน 3 ขนาด แบ่งเป็น เล็ก กลาง ใหญ่ ความลาดชัน ทิศทางความลาดชัน ความนูนของพื้นที่ ลักษณะดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน นำมาหาค่าระดับความสัมพันธ์กับตำแหน่งที่เกิดดินถล่ม คิดคำนวณจากจุดภาพขนาด 90 ม. × 90 ม. โดยผลการศึกษานั้นพบว่าค่าโอกาสการเกิดดินถล่มที่ทำการวิเคราะห์ได้นั้น มีความถูกต้องในการพยากรณ์ถึงร้อยละ 84.7 และสามารถนำมาใช้ในการวางแผนป้องกันการเกิดดินถล่มได้

ฉู, ลี และซู (Zhou, Lee, & Xu, 2002) ได้นำวิธีทางสถิติมาใช้ศึกษาการเกิดดินถล่มที่เกาะลันเตา ประเทศฮ่องกง โดยได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการ และวิเคราะห์ข้อมูล ปัจจัยที่นำมาใช้ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน ข้อมูลลักษณะทางภูมิประเทศ และลักษณะทางกายภาพของหิน ข้อมูลการใช้ที่ดิน และพืชปกคลุมดิน ทำการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งดินถล่ม และปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้ออกมาในรูปของค่าสัมประสิทธิ์ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดดินถล่มมากที่สุด ในด้านของลักษณะทางธรณีสันฐานพบว่า พื้นที่ที่มีความลาดชัน 25-35 องศา เป็นบริเวณที่มีโอกาสเกิดดินถล่มสูง นอกจากนี้ พื้นที่ที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ว่างเปล่า และบริเวณที่เป็นพุ่มหญ้านั้น มีโอกาสเกิดดินถล่มสูงเช่นเดียวกัน

ลี และอีวานลิสตา (Lee & Evangelista, 2005) ทำการศึกษาเกี่ยวกับดินถล่มในจังหวัดบาเกียว ประเทศฟิลิปปินส์ เพื่อทำการพยากรณ์โอกาสในการเกิดดินถล่ม โดยนำความน่าจะเป็น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ใช้วิธี อัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio) ซึ่งเป็นหาการอัตราส่วนระหว่าง ความน่าจะเป็นที่เกิดเหตุการณ์ และความน่าจะเป็นที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ ถ้ามีค่ามากกว่า 1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการเกิดดินถล่ม กับปัจจัยที่เจาะจงนั้น มีความสัมพันธ์กัน แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า 1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการเกิดดินถล่มกับปัจจัยนั้น มีความสัมพันธ์น้อย และวิธีทางสถิติใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ซึ่งเป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่ม ใช้ในการทำนายค่าการเกิดหรือไม่เกิดของเหตุการณ์ ปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ความลาดชัน ทิศทางความลาดชัน ความโค้งนูนของพื้นที่ ระยะห่างจากทางน้ำ ลักษณะทางกายภาพของหิน ระยะห่างจากโครงสร้างหลัก ลักษณะพื้นที่ ปัจจัยทางด้านดิน และปัจจัยทางด้านสิ่งปกคลุมดิน โดยปัจจัยทั้งหมดได้ทำการแปลงให้เป็นข้อมูลกริด ขนาด 10 ม. × 10 ม. จากนั้นจึงทำการตรวจสอบผลที่ได้จากวิธีการทั้งสองแล้วนำผลมาเปรียบเทียบกัน พบว่า การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกให้ผลลัพธ์ที่มีค่าความถูกต้อง ร้อยละ 80 ในขณะที่ผลลัพธ์จากวิธีอัตราส่วนความถี่ มีค่าความถูกต้องที่ร้อยละ 78

โอลมาเชอร์ และเดวิส (Ohlmacher & Davis, 2003) ได้ศึกษาถึงโอกาสในการเกิดดินถล่มที่โอเวอร์แลนด์ ปาร์ค ทางตอนเหนือของเมืองแคนซัส ซึ่งมักจะเกิดดินถล่มบริเวณพื้นที่ภูเขา และตามขอบแม่น้ำมิสซูรี่ โดยเขาได้เลือกใช้วิธีทางสถิติซึ่งใช้ในการคาดเดาเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย แทนการใช้แบบจำลองทางวิศวกรรม เนื่องจากปัจจัยที่ใช้ทางวิศวกรรมนั้น มีข้อจำกัดอยู่ที่ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา เช่น คุณสมบัติเชิงกลศาสตร์และการอิ่มตัวของน้ำ เป็นต้น พื้นที่ศึกษามีความลาดชันของพื้นที่สูง ปริมาณน้ำฝนที่มีความเหมาะสมต่อการเกิดดินถล่ม และลักษณะดิน และหินที่มีความคงทนน้อย น้ำจากแม่น้ำมิสซูรี่ไหลผ่านชั้นหินเพนซิลวาเนี่ยน มีหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน และหินปูนประกอบอยู่ มีตะกอนยุคควอเทอร์นารีทับถมอยู่บนชั้นหิน และกระบวนการทางธรณีวิทยาที่เกิดจากหิมะในพื้นที่ด้วย เมื่อชั้นหินเกิดการผุพัง ตะกอนต่าง ๆ เกิดการสลายตัว เป็นผลทำให้เกิดดินเหนียว หรือโคลน ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดดินถล่มได้เป็นอย่างดี ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของหิน และระดับความลาดชัน ส่วนทิศทางความลาดชัน และลักษณะดิน ถูกตัดออกไปจากการวิเคราะห์ เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้ไม่มีผลต่อการทำนายโอกาสในการเกิดดินถล่ม ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ความลาดชันเป็นปัจจัยที่สำคัญ ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มมากที่สุด ส่วนพื้นที่ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นหินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน มีโอกาสเกิดดินถล่มสูงเช่นกัน

อายาลีว และยามากิชิ (Ayalew & Yamagishi, 2005) ได้จัดทำแผนที่แสดงโอกาสในการเกิดดินถล่ม ภูเขา คาคุดะ-ยาฮิโกะ บริเวณตอนกลางของประเทศญี่ปุ่น โดยใช้การวิเคราะห์

การถดถอยแบบโลจิสติก โดยเหตุผลที่เลือกใช้ค่าสถิตินี้ เนื่องมาจากเป็นสถิติที่ไม่ต้องการสมมติฐาน ใช้วิเคราะห์ถึงภูมิหลังระหว่างปัจจัยควบคุมการเกิดดินถล่ม กับตำแหน่งที่เกิด ซึ่งแนวคิดของวิธีการนี้คือ การนำแผนที่แสดงตำแหน่งดินถล่มที่ได้จากพื้นที่จริง มาใช้เปรียบเทียบกับแผนที่แสดงโอกาสในการเกิดดินถล่มที่วิเคราะห์จากอิทธิพลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องตามลำดับความสำคัญ ซึ่งนิยมหามาจากความหนาแน่นของดินถล่ม (Landslide Density) ซึ่งคิดจากจำนวนจุดภาพ (Pixel) ขนาด 10 ม. × 10 ม. ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ทิศทางความลาดชัน ลักษณะทางกายภาพของหิน ความลาดเอียงของชั้นหิน การวางตัวของชั้นหิน และถนน นำมาหาความสัมพันธ์กับตำแหน่งการเกิดดินถล่ม โดยได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ออกมา แล้วจึงนำไปหาโอกาสการเกิดดินถล่มในแต่ละบริเวณว่าอยู่ในระดับใด ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า ระบบโครงข่ายของถนนนั้น เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดดินถล่ม โดยในปัจจัยด้านธรณีวิทยา พบว่า ความลาดชัน และทิศทางความลาดชัน มีค่าความสัมพันธ์มากกว่าความสูงของพื้นที่ โดยโอกาสของการเกิดดินถล่มในระดับสูง และปานกลาง มีพื้นที่รวมกันอยู่ที่ร้อยละ 8.8

นอกจากนี้ นักวิจัยยังนิยมทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการ 2 วิธี ดังเช่น ลี และมิน (Lee & Min, 2001) ได้ทำการศึกษาถึงความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม ในเขตยองกิน ประเทศเกาหลี เพื่อหาทางป้องกันการเกิดดินถล่มในอนาคต โดยเลือกใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเครื่องมือ ทำการวิเคราะห์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี คือ ความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นสถิติเชิงกึ่งปริมาณ (Semi-Quantitative) และการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก ซึ่งเป็นสถิติเชิงปริมาณ (Quantitative) ว่าวิธีการใดให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องมากกว่ากัน โดยนำปัจจัยทางด้านต่าง ๆ ได้แก่ มุมความลาดชัน ทิศทางความลาดชัน ความนูนของพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางกายภาพของหิน การระบายน้ำในดิน วัสดุประกอบดิน เนื้อดิน ความหนาของชั้นดิน ประเภทป่าไม้ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอายุไม้ ความหนาแน่นของป่าไม้ และ การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยปัจจัยทั้งหมด ได้ทำการแปลงค่าให้อยู่ในรูปข้อมูลกริด ขนาด 10 ม. × 10 ม. มาหาค่าความสัมพันธ์กับตำแหน่งที่เกิดดินถล่ม แล้วนำไปหาโอกาสในการเกิดดินถล่มของพื้นที่ต่อไป ซึ่งปรากฏว่า วิธีการทั้งสอง ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกัน เมื่อทำการตรวจสอบกับพื้นที่ศึกษาแล้ว มีความถูกต้องอยู่ในระดับที่น่าพอใจ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนป้องกันการเกิดดินถล่มได้ต่อไป

ลี (Lee, 2004) ทำการศึกษาเกี่ยวกับดินถล่ม ในเขตจางสุง ประเทศเกาหลี โดยนำวิธีการทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ อัตราส่วนค่าความควรจะเป็น (Likelihood Ratio) และ การวิเคราะห์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การถดถอยแบบโลจิสติก มาใช้ศึกษาเพื่อทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ว่า ค่าสถิติตัวไหน มีความถูกต้องมากกว่ากัน โดยมีปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ ความลาดชัน ทิศทางความลาดชัน ความนูนของพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศ เนื้อดิน วัสดุประกอบดิน การระบายน้ำในดิน ความหนาของชั้นดิน ชนิดป่า ความหนาของลำต้น อายุพรรณไม้ ความหนาแน่นของป่า และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งปัจจัยทั้งหมดถูกแปลงค่าให้อยู่ในรูปของข้อมูลกริดขนาด 10 ม. × 10 ม. นำมาหาค่าสัมประสิทธิ์ โดยมีตัวแปรตามเป็นตำแหน่งการเกิดดินถล่ม โดยผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า แผนที่ที่ได้จากสถิติการวิเคราะห์การถดถอย หลังทำการตรวจสอบแล้ว มีความถูกต้องมากกว่าสถิติอัตราส่วนค่าความควรจะเป็น แต่หากมองในด้านการวิเคราะห์แล้ว สถิติอัตราส่วนค่าความควรจะเป็นสามารถทำการวิเคราะห์ได้รวดเร็ว และง่ายกว่า เนื่องจากสามารถทำการวิเคราะห์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้เลย ขณะที่สถิติการวิเคราะห์การถดถอย ต้องใช้เครื่องมือทางสถิติเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์

อายาลิว, ยามากิชิ, มารุอิ และคันโนะ (Ayalew, Yamagishi, Marui, & Kanno, 2005) ได้นำวิธีการวิเคราะห์แบบ Analytical Hierarchy Process (AHP) และการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก มาใช้ศึกษาถึงโอกาสในการเกิดดินถล่มบริเวณเขาโคซาดะ (Kosada Mountain) ตั้งอยู่ที่เกาะซาโดะ (Sado Island) ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีลักษณะพื้นที่ขรุขระ มีชั้นหินที่มีความอ่อนไหวและลักษณะภูมิอากาศที่เอื้อต่อการเกิดดินถล่ม นอกจากนี้ ยังได้รับผลกระทบจากน้ำฝนที่ตกลงมาและการละลายของหิมะ โดยปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของหิน ความลาดชัน ทิศทางความลาดชัน ความสูง และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาใช้ในการจัดการระบบฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ และมีจำนวนมาก ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้น ลักษณะธรณีวิทยาเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มมากที่สุดถ้าศึกษาโดยใช้วิธี AHP แต่ในการศึกษาโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก ความลาดชันเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มมากที่สุด โดยหลังจากนำผลลัพธ์ทั้งสองมาทำการเปรียบเทียบถึงความถูกต้อง พบว่า วิธี AHP มีศักยภาพในการศึกษามากกว่าเล็กน้อย โดยมีระดับความถูกต้องร้อยละ 70 ในขณะที่วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติกนั้น มีระดับความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 63

ในบางครั้ง การศึกษาถึงโอกาสในการเกิดดินถล่มโดยนำวิธีการถดถอยแบบโลจิสติกมาประยุกต์ใช้ อาจพบปัญหาในกรณีที่การเกิดดินถล่มในพื้นที่ศึกษานั้นมีน้อยมาก อาจน้อยกว่าตำแหน่งที่ไม่เกิดในพื้นที่เดียวกัน เป็นจำนวนหลายร้อยหลายพันเท่า ซึ่งเป็นผลทำให้การประมาณค่าความน่าจะเป็นของโอกาสการเกิดดินถล่มผิดไปจากความเป็นจริง ปัญหาลักษณะนี้ต้องทำการแก้ไขโดยนำวิธีการวิเคราะห์การถดถอยสำหรับเหตุการณ์ที่พบได้น้อย มาประยุกต์ใช้ ดังเช่น วาน เดอน เอกเคาท์ และคณะ (Van Den Eeckhaut et al., 2005) ได้ศึกษาบริเวณเฟลมมิช

อันเดนเดส (Flemish Ardennes) ที่ประเทศเบลเยียม ซึ่งลักษณะการเกิดดินถล่มในพื้นที่ศึกษานั้น มีลักษณะเป็นแบบเหตุการณ์ที่พบได้น้อย (Rare Events) ดังนั้น นอกจากจะใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติกมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้ว สมการที่ได้จากการวิเคราะห์จะต้องนำมาทำการปรับแก้ โดยวิธีการปรับแก้คือ ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างของ 1s ทั้งหมด แล้วเลือกกลุ่มตัวอย่างของ 0s มา 5 เท่าของ 1s โดยใช้วิธีการสุ่มเลือกตัวอย่างแบบ Stratified Random Sampling จากนั้นทำการปรับแก้ค่าจุดตัดของสมการที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก (Prior Correction) ขั้นตอนสุดท้าย ทำการเพิ่มค่าเพื่อแก้ไขค่าความลำเอียง (Bias Correction) ซึ่งวิธีการศึกษานี้ได้นำมาจากวิธีการทางด้านการเมืองการปกครอง (Political Sciences) ซึ่งคิง และเซ็ง (King & Zeng, 2001) ได้เสนอไว้ โดยวิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ที่พบปัญหาลักษณะเดียวกันได้เป็นอย่างดี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University