

Chapter 1



องค์ความรู้และภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการดินถล่ม
(ตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนป่า)

Knowledge and Geo-Informatics for Landslide
(Debris Flow and Debris Flood) Management

ผศ.ดร. สมบัติ อยู่เมือง

1. บทคัดย่อ (Abstract)

“Past and Present are the Keys for Our Future”

องค์ความรู้และภูมิสารสนเทศ สำหรับการบริหารจัดการแบบองค์รวมเพื่อลดผลกระทบในอนาคตจากการเกิดตะกอนไหล
ถล่มและน้ำปนตะกอนป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยบริเวณเทือกเขาสูง: กรณีศึกษาในปี 2544 บริเวณเนินตะกอนรูปพัด
ลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่า ที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2544 บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ กระทำโดยใช้ข้อมูล 3 ประเภท ประกอบด้วย ข้อมูลที่จัดทำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม และข้อมูลจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวยังใช้เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นแหล่งกำเนิดตะกอน บริเวณที่มีการเคลื่อนตัวของตะกอน และบริเวณที่มีการสะสมตัวของตะกอน รวมทั้งกำหนดเกณฑ์ที่สามารถแสดงศักยภาพของพิบัติภัยจากการเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่าในบริเวณลุ่มน้ำก้อใหญ่และเนินตะกอน รูปพัด ที่มีชุมชนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น การศึกษาวิจัยยังกระทำเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างลำดับขั้นของตะกอน และคาบอุบัติซ้ำที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าในบริเวณพื้นที่เนินตะกอนรูปพัด

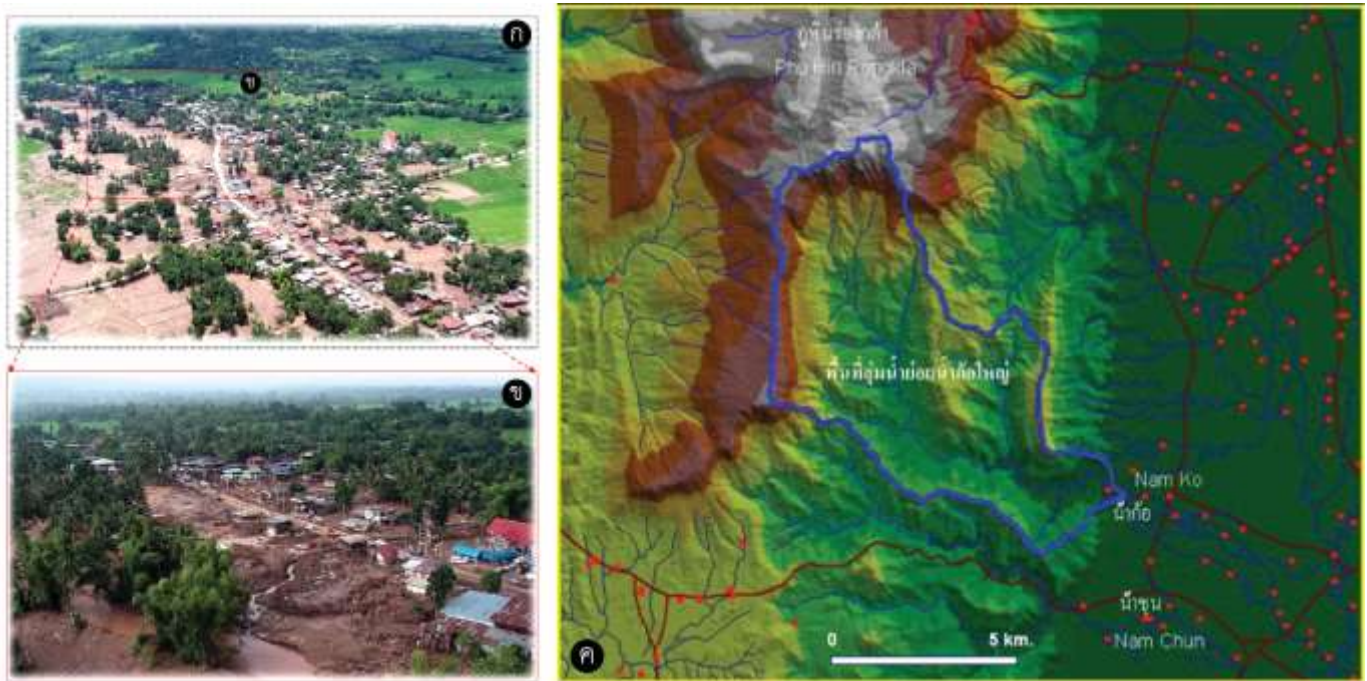
การวิเคราะห์เพื่อประเมินความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า โดยใช้ข้อมูลร่องรอยการเกิดตะกอนถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมรวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีของความน่าจะเป็นแบบตัวแปรเดียว การคำนวณค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดพิบัติภัยจากตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า ผลการวิเคราะห์ได้จัดทำเป็นแผนที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดพิบัติภัยตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าขึ้นในพื้นที่

สำหรับการอธิบายถึงเหตุการณ์ของการเกิดและศักยภาพของตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่านั้น สามารถสรุปได้ว่าเหตุการณ์พิบัติภัยดังกล่าวนี้ ไม่ได้มีสาเหตุมาจากการทำงานของฝนตกหนักผิดปกติแต่เพียงอย่างเดียวตามที่คาดไว้ แต่เป็นการทำงานร่วมกันของปัจจัยที่มีอิทธิพลหลายประการจากลักษณะภูมิประเทศที่มีสิ่งปกคลุมดินเป็นลักษณะเฉพาะ คุณสมบัติทางธรณีเทคนิคของวัสดุรองรับในพื้นที่ การหน่วงและสะสมน้ำด้านบนจากการสะสมตัวของซากต้นไม้และตะกอนเกิดเป็นเขื่อนธรรมชาติ (natural dam) และเนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนที่สูงมากตกอย่างต่อเนื่องเหนือแนวเขื่อนธรรมชาติที่กั้นการไหลของลำน้ำตามปกติ ทำให้เขื่อนธรรมชาติได้พังทลายลงจากแรงดันของน้ำที่กักเอาไว้ด้านบนและความสอดคล้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลดังกล่าวเหล่านี้ ทำให้เกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าอย่างรุนแรงต่อพื้นที่เนินตะกอนรูปพัดที่เป็นบริเวณสะสมตัวตอนท้ายสุดของลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่

หลังจากการเกิดเหตุการณ์พิบัติภัยครั้งนี้แล้วสามารถประเมินได้ว่า จะใช้เวลาอีกระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์ตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าขึ้นอีกครั้ง เนื่องจากต้องการเวลาสำหรับสะสมซากต้นไม้และตะกอนในลุ่มน้ำให้มีปริมาณมากพอเพื่อเป็นเขื่อนธรรมชาติชั่วคราวที่สามารถหน่วงและสะสมน้ำด้านบนไว้ได้

2. บทนำ (Introduction)

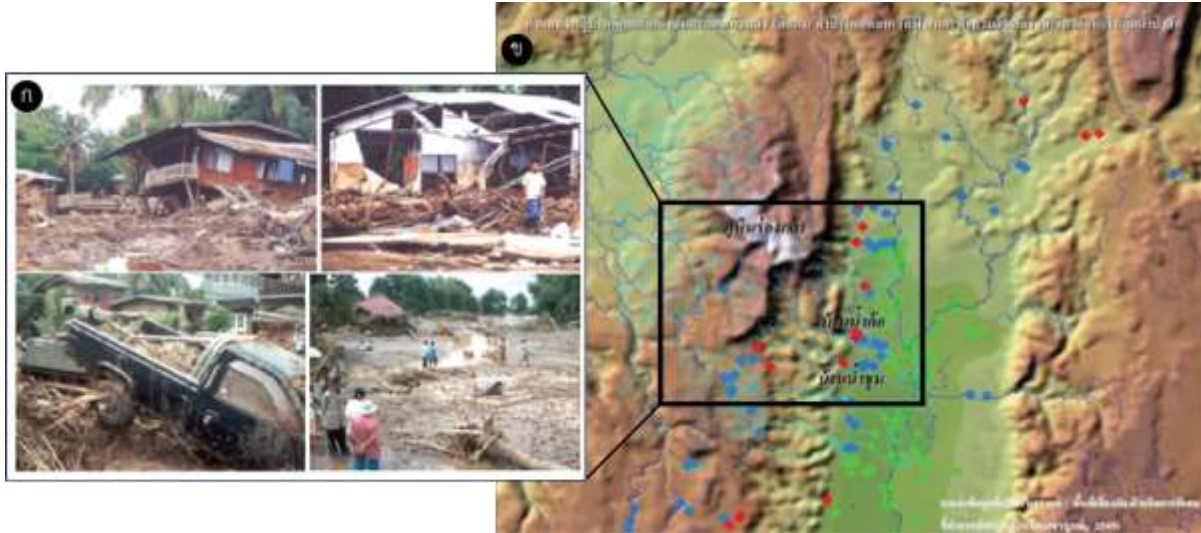
เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2544 เวลา 3.30 น. ได้เกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า (Debris flow and debris flood) ที่หมู่บ้านน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ตั้งอยู่ในบริเวณเนินตะกอนรูปพัด (Alluvial fan area) ตรงปากทางออกของกลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่ ที่ไหลออกจากด้านตะวันออกของเขาค้อ – ภูหินร่องกล้า ลงสู่ที่ราบของกลุ่มน้ำป่าสักด้านล่าง ที่ทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงโดยมีผู้เสียชีวิต 136 ท่าน และทรัพย์สินเสียหายมากกว่า 150 ล้านบาท (รูป 1. และรูป 2.) ซึ่งเป็นเหตุการณ์อีกครั้งหนึ่งของการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า ที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วหลายครั้ง ในประเทศไทยในหลายทศวรรษที่ผ่านมา



รูป 1. (ก-ข) ภาพถ่ายมุมสูงจากเฮลิคอปเตอร์แสดงบริเวณที่ตั้งของหมู่บ้านน้ำก้อใหญ่ซึ่งอยู่ในบริเวณเนินตะกอนรูปพัดที่ได้รับความเสียหายอย่างรุนแรงจากการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า เมื่อ 11 สิงหาคม 2544 (ค) ภาพแบบจำลองสามมิติแสดงลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่ ที่ตั้งหมู่บ้านน้ำก้อและบริเวณข้างเคียง (แหล่งข้อมูลอ้างอิงของภาพถ่าย: ตำรวจตระเวนชายแดนจังหวัดเพชรบูรณ์, 2544)

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) มาประยุกต์ในการสร้างองค์ความรู้ความเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรมในเชิงพื้นที่ ร่วมกับทฤษฎีและหลักการทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง ในการอธิบายถึงกระบวนการเกิดและปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากเหตุการณ์ดังกล่าวนี้ในลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่ และในบริเวณเนินตะกอนรูปพัดที่อยู่ด้านล่าง (รูป 3.) ในประเด็นของพื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นแหล่งกำเนิดตะกอน บริเวณที่มีการเคลื่อนตัวของตะกอน และบริเวณที่มีการสะสมตัวของตะกอน รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์ที่สามารถแสดงศักยภาพของพิบัติภัยจากการเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่าในบริเวณลุ่มน้ำก้อใหญ่ และเนินตะกอนรูปพัด รวมทั้งการหาความสัมพันธ์ระหว่างลำดับชั้นของตะกอน และคาบอุบัติซ้ำที่อาจจะเกิดขึ้น จากการเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่าในบริเวณพื้นที่เนินตะกอนรูปพัด ซึ่งจะสามารถ

นำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการวางแผน และประโยชน์ในการลดความเสี่ยงและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นอีกในพื้นที่ในอนาคต รวมทั้งการนำองค์ความรู้จากหลักการ และแนวทางของการศึกษาในพื้นที่นี้ ไปประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ภูเขาสูงพื้นที่อื่น ที่มีเงื่อนไขทางด้านภูมิประเทศ และปัจจัยอื่นๆที่คล้ายคลึงกัน ที่เคยเกิดและอาจเกิดพิบัติภัยตามธรรมชาติจากตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่าดังกล่าวนี้ ได้ต่อไป



รูป 2. (ก) ภาพถ่ายในระยะใกล้แสดงถึงลักษณะความเสียหายอย่างรุนแรงของบ้านเรือนและทรัพย์สินในหมู่บ้านน้ำก้อใหญ่ ในภาพแสดงลักษณะร่องรอยความเสียหาย และลักษณะตะกอนรูปแบบต่างๆ ที่ถูกทิ้งค้างเอาไว้ หลังจากที่มีมวลน้ำปนตะกอนป่าได้ไหลต่อเนื่องลงไปยังพื้นที่ราบลุ่มต่ำทางด้านตะวันออก (ข) ภาพแบบจำลองสามมิติลักษณะภูมิประเทศที่จัดทำขึ้นจาก Digital Elevation Model พื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก (ตอนบน) ที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ในบริเวณปลายทางออกของลำน้ำเชิงเขา ที่ลาดชัน และที่ราบลุ่มต่ำ ซึ่งเคยเกิดเหตุการณ์น้ำปนตะกอนท่วมป่า - สีแดง (ที่รวมทั้งหมู่บ้านน้ำก้อ) หมู่บ้านที่เคยเกิดเหตุการณ์น้ำป่าไหลหลาก - สีฟ้า และหมู่บ้านที่เคยเกิดเหตุการณ์น้ำปนตะกอนท่วมคันตึง - สีเขียวอ่อน (Yumuang, S., 2006)

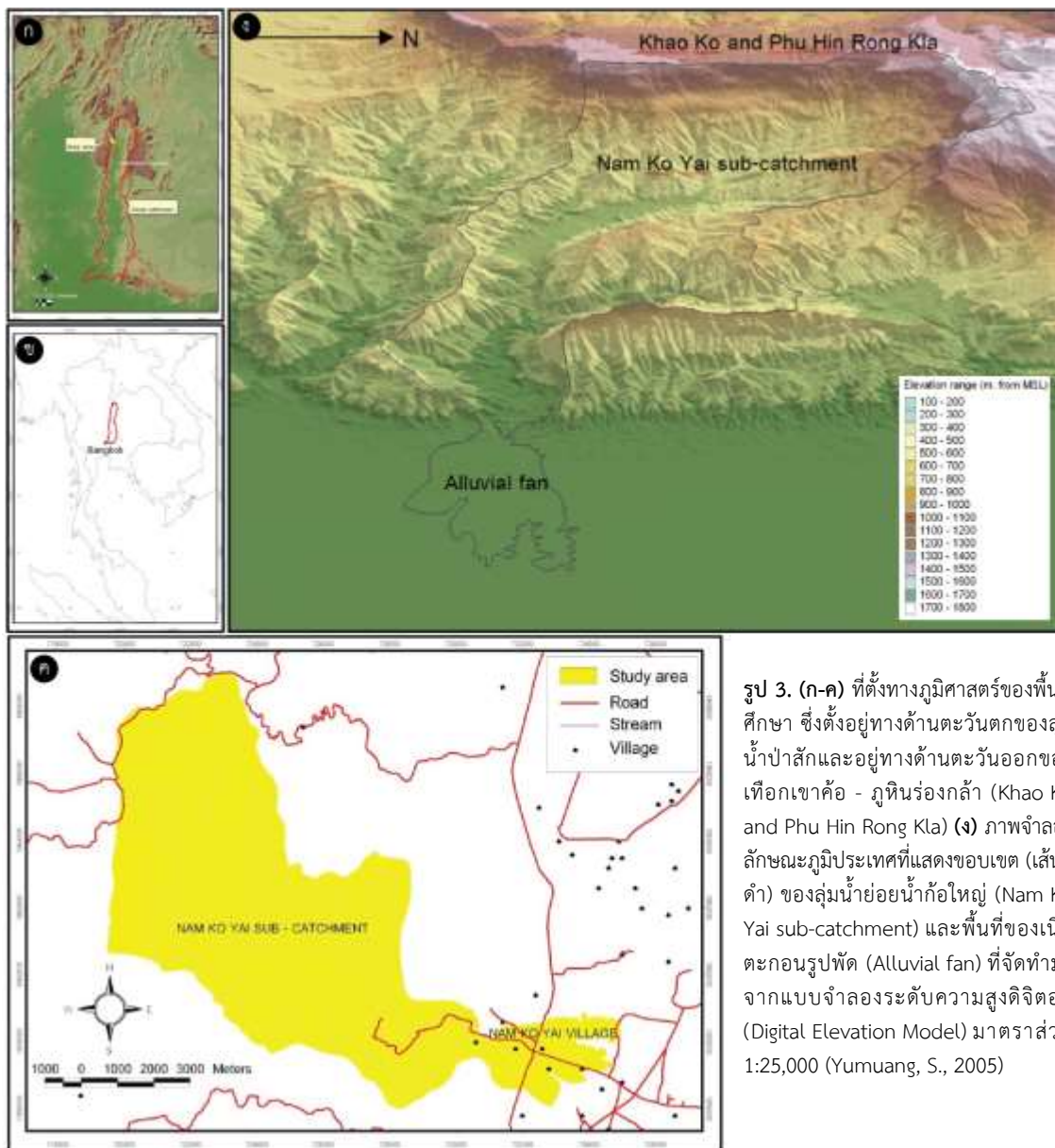
3. ขั้นตอนการศึกษา (Procedure)

3.1 หลักการในการศึกษา

สำหรับคำจำกัดความของตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า (Debris flow and debris flood) ในการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกมาจากหมวดหมู่ย่อยของ Landslide classification systems (ซึ่งในทางทฤษฎีนั้นสามารถจำแนกได้ในหลายรูปแบบตามปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งจากลักษณะของการเคลื่อนที่ ตะกอน ความเร็ว ปัจจัยทางด้านธรณีสัณฐาน ปริมาณของน้ำที่เข้ามาเกี่ยวข้องและภูมิอากาศ เป็นต้น) ถูกใช้เป็นหลักการจำแนก Landslides ซึ่งถูกนำมาใช้อ้างอิงกันมากที่สุดของ Sharpe (ค.ศ. 1938) ที่ได้จำแนกด้วยหลักการของลักษณะการเคลื่อนที่ (slip and flow) ชนิดของตะกอน (earth or rock) และบทบาทของน้ำ/น้ำแข็ง ที่เป็นปัจจัยหลัก ในขณะที่ความเร็วของการเคลื่อนที่เป็นปัจจัยที่รองลงมา (ตาราง 1.)

ตาราง 1. Landslide classification system โดย Sharpe (ปี ค.ศ. 1938)

		MOVEMENT		EARTH OR ROCK				
		KIND	RATE	ICE	EARTH OR ROCK PLUS ICE	EARTH OR ROCK SOIL OR WITH MINOR AMOUNTS OF I.C. OR WATER	EARTH OR ROCK PLUS WATER	WATER
WITH FREE SIDE	FLOW (USUALLY IMPERCEPTIBLE)	SLOW TO RAPID	SLOW TO RAPID	GLACIAL TRANSPORTATION	ROCK GLACIER CAP SOLIFLUCTION	ROCK --- CREEP TALUS CREEP SOIL CREEP	SOLIFLUCTION EARTHFLOW	FLUVIAL TRANSPORTATION
				DEBRIS --- AVALANCHE	DEBRIS --- AVALANCHE	MUDFLOW SERRAVALPINE VOLCANIC	DEBRIS --- AVALANCHE	
NO FREE SIDE	SLIP (LANDSLIDE) OR SLOW	PERCEPTIBLE	VERY RAPID	GLACIAL TRANSPORTATION	DEBRIS --- SLIDE DEBRIS --- FALL	SLUMP	ROCKSLIDE ROCKFALL	SUBSIDENCE
						DEBRIS --- SLIDE DEBRIS --- FALL		



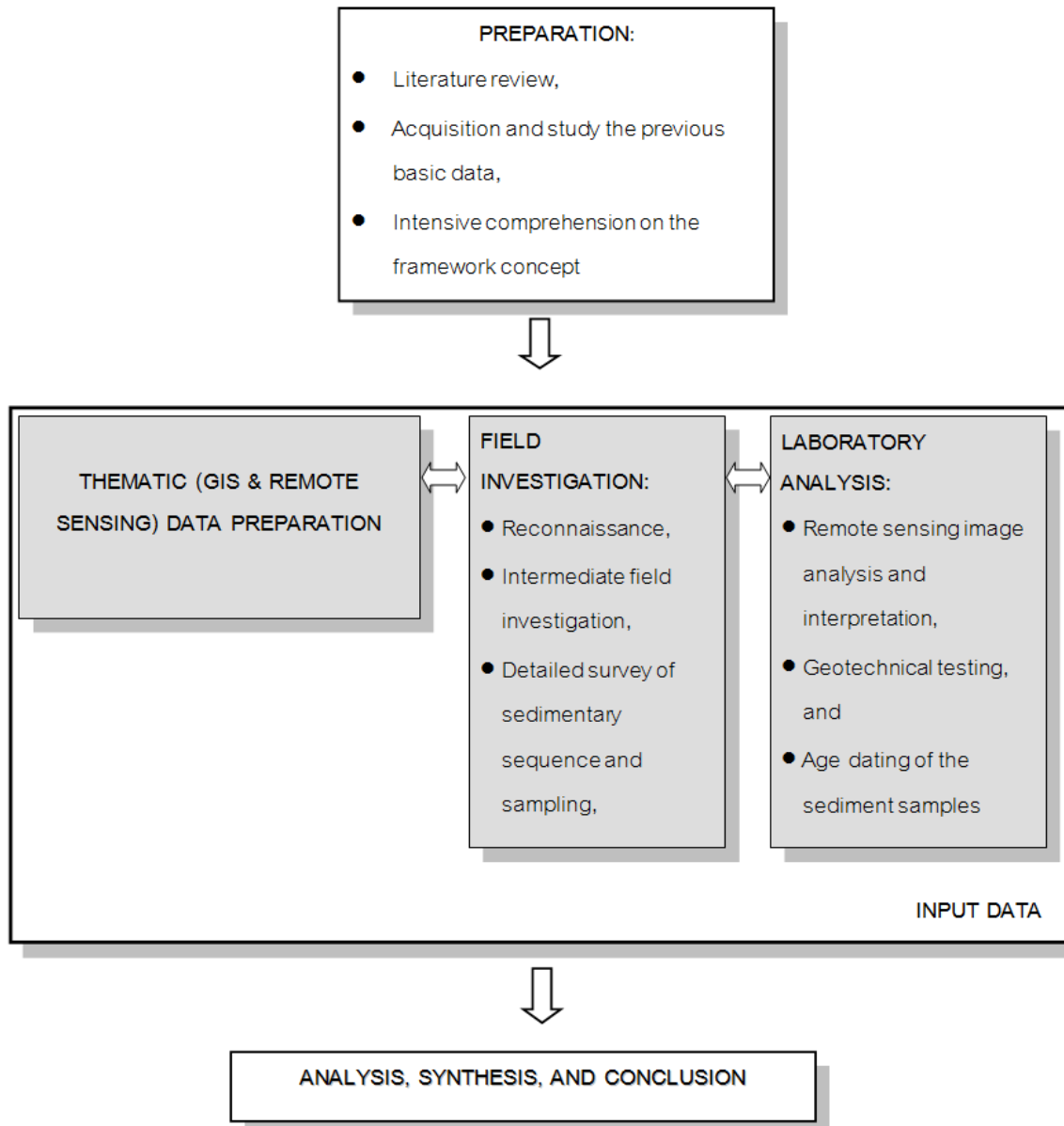
รูป 3. (ก-ค) ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งตั้งอยู่ทางด้านตะวันตกของกลุ่มน้ำป่าสักและอยู่ทางด้านตะวันออกของเทือกเขาค้อ - ภูหินร่องกล้า (Khao Ko and Phu Hin Rong Kla) (ง) ภาพจำลองลักษณะภูมิประเทศที่แสดงขอบเขต (เส้นสีดำ) ของลุ่มน้ำย่อยน้ำก้อใหญ่ (Nam Ko Yai sub-catchment) และพื้นที่ของเนินตะกอนรูปพัด (Alluvial fan) ที่จัดทำมาจากแบบจำลองระดับความสูงดิจิทัล (Digital Elevation Model) มาตรฐาน 1:25,000 (Yumuang, S., 2005)

ตะกอนไหลถล่ม และกระบวนการไหลของตะกอนที่เกี่ยวข้อง (Debris flows and related sediment flows) เป็น landslides ประเภทที่มีการไหลอย่างรวดเร็ว ประกอบไปด้วยมวลตะกอนรวมของหิน ดิน โคลน ซากอินทรีย์สาร และน้ำ ที่เคลื่อนที่ลงไปตามลำน้ำในลุ่มน้ำ ลงไปสะสมตัวบริเวณเนินตะกอนรูปพัด (Alluvial fans) โดยทั่วไปแล้ว ตะกอนไหลถล่มเกิดขึ้นจากกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งจาก 2 กระบวนการ ได้แก่ การเกิดจากการพัดพาตะกอนด้วยปริมาณน้ำที่มากเกินไปกว่าที่ลุ่มน้ำย่อยตอนต้นน้ำในแต่ละพื้นที่จะรับเอาไว้ได้ หรือการเกิดจากตะกอนสะสมตัวเป็นเขื่อนตามธรรมชาติ (Natural Dam) ปิดทางไหลต่อไปของน้ำผิวดิน เนื่องจากเกิดฝนตกอย่างต่อเนื่องและรุนแรง หรือหิมะละลายอย่างรวดเร็วบนพื้นที่สูงชันหรือในลำน้ำ และเมื่อการไหลดังกล่าวลงมาถึงบริเวณเนินตะกอนรูปพัดที่ไม่มีลำน้ำรองรับอีกต่อไป การไหลก็จะแผ่กระจายไปในแนวราบ จากการที่เป็นแหล่งสะสมตัวของตะกอนจากการไหลในลักษณะนี้ บริเวณเนินตะกอนรูปพัดนี้ก็มักเป็นที่เหมาะสมต่อการตั้งบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ตะกอนไหลถล่มและกระบวนการไหลของตะกอนที่เกี่ยวข้องนี้ จะก่อให้เกิดความเสียหายที่รุนแรงมากกว่าประเภทอื่นๆของ Landslides และ การเกิดน้ำท่วม เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ที่เร็วและมีพลังทำลายล้างที่สูง สามารถส่งผลต่อชีวิต ทรัพย์สิน อาคารบ้านเรือน รวมทั้งโครงสร้างสาธารณูปโภคต่างๆ ที่ถูกตะกอนที่พามาทำการกัดเซาะ กระแทก และสะสมปิดทับ ซึ่งมักเชื่อมโยงไปถึงการเกิดน้ำท่วมตามมา

การเข้าใจถึงกระบวนการที่ควบคุมการเริ่มต้นของการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำท่วมป่า ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลตะกอนและน้ำในลุ่มน้ำ การปิดกั้นของตะกอน และการสะสมตัวบริเวณเนินตะกอนรูปพัด คือองค์ความรู้ที่สำคัญในการประเมินพิบัติภัย (Hazard Evaluation) ซึ่งแนวทางสำหรับการประเมินลักษณะทางธรณีวิทยาพิบัติภัยดังกล่าวนี้ มีความจำเป็นต่อการวางแผนในการกำหนดใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมและความปลอดภัย เพื่อป้องกันและลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นดังกล่าว ซึ่งเทคนิคโดยทั่วไปที่นำมาใช้ในการศึกษาพิบัติภัยจาก การเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำท่วมป่า ก็เพื่อประเมินเส้นทางการไหลในอดีตของเส้นทางน้ำของลุ่มน้ำย่อยและในบริเวณเนินตะกอนรูปพัด รวมทั้งเงื่อนไขของตะกอนที่ถูกพัดพา มาด้วยระหว่างร่องน้ำ (Cannon 1997 ; National Research Council, 1996; Giraud, 2002)

3.2 วิธีในการศึกษา

จากแผนภาพไดอะแกรมใน รูป 4. ได้แสดงถึงลำดับและขั้นตอนในการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ด้วยข้อมูล 3 กลุ่ม ที่ได้นำมาใช้ในการศึกษา ได้แก่ ชั้นข้อมูลเฉพาะด้าน (Thematic data) ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจัดทำด้วยระบบภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System - GIS) การวิเคราะห์ด้วย Remote Sensing technics (RS) รวมทั้งการสำรวจตรวจสอบและเก็บตัวอย่างในภาคสนาม ที่ได้นำมาทำการทดสอบคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของดินและหินในห้องปฏิบัติการ ตำแหน่งและร่องรอยของการกัดเซาะและการสะสมตัวของตะกอนปิดทับ (Scar – scouring) จากตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่า (Debris flow and debris flood) ในลุ่มน้ำย่อยน้ำก้อใหญ่และในบริเวณเนินตะกอนรูปพัด (Alluvial Fan) ได้ทำการวิเคราะห์และแปลความหมายจากข้อมูลภาพจากดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศที่กำหนดพิกัดในหลายช่วงเวลา การออกภาคสนามเพื่อศึกษาในรายละเอียดของลักษณะตามธรรมชาติที่เหลืออยู่จากตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่า การวิเคราะห์ univariant probability ตามวิธีการของ Dai et al. (2001) ได้นำมาใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ระหว่างตำแหน่งที่เกิด Scar – scouring กับปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการเกิด Debris flow and debris flood นอกจากนี้ ในขั้นตอนการศึกษายังได้บ่งชี้ถึงหลักฐานของการเกิดฯ ในอดีต ที่มีการบันทึกสะสมตัวเอาไว้ในพื้นที่ของ Alluvial Fan ประเมินลักษณะพิบัติภัยทางธรณีวิทยา และการหาค่าอายุของการเกิด Debris flow and debris flood ในอดีตอีกด้วย ตามขั้นตอนการศึกษาดั้งเดิมของ National Research Council (1996)



รูป 4. แผนภาพไคอะแกรม แสดงถึงลำดับและขั้นตอนในการศึกษา (Yumuang, S., 2005)

สำหรับการจัดทำชั้นข้อมูลดิจิทัลนำเข้าสู่ที่สำคัญในพื้นที่ศึกษานั้น ได้จัดทำมาจากข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลจากการออกภาคสนาม และข้อมูลจากการแปลความหมายจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่กำหนดพิกัด (มาตราส่วน 1:25,000 และ 1:50,000) หลายช่วงเวลา และจากข้อมูลภาพจากดาวเทียมรายละเอียดปานกลาง (Landsat TM) และข้อมูลภาพจากดาวเทียมรายละเอียดสูง ซึ่งชั้นข้อมูลนำเข้ดังกล่าวข้างต้น ได้นำมาใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ในรายละเอียดของพื้นที่ที่เป็นจุดเริ่มต้น จนถึงพื้นที่ที่เกิดความเสียหายจาก Debris flow and debris flood ด้วยการใช้เทคนิคทางด้าน GIS และ RS ของ Varnes (1984) และ Westen (1994) ชั้นข้อมูลเหล่านี้ (ตาราง 2.) ได้ถูกใช้สำหรับการจำแนกหลักฐานของการเกิดฯ ในอดีต และใช้ในการกำหนดถึงศักยภาพของพิบัติภัยฯ ในอนาคต

ตาราง 2. ภาพรวมโดยสังเขปของรายการชั้นข้อมูลดิจิทัลที่สำคัญซึ่งถูกนำมาใช้ในการศึกษาในพื้นที่นี้ (Yumuang, S.,2006)

Main theme	Sub theme	Made through
A. Debris flow and debris flood inventory map	A1. Scar-scouring and depositional locations	Multi-temporal image interpretation, multi-temporal image classification, field investigation
B. Geomorphological map	B1. Digital elevation model (DEM)	Topographic map, existing photogrammetric-elevation data
	B2. Slope	With GIS from a DEM
	B4. Topographic shape	With GIS from a DEM, image interpretation, field investigation
D. Geological map	D1. Rock unit	Existing geological map, image interpretation, field investigation
E. Soil map	E1. Soil unit	Existing soil properties map, field investigation
	E2. Soil thickness	Existing soil properties map, field investigation
F. Land cover map	F1. Land cover	Multi-temporal image interpretation, multi-temporal image classification, field investigation
G. Hydrological map	G1. Sub-catchment characteristics	Topographic maps, DEM extraction, field mapping
	G2. Drainage network	Topographic maps, DEM extraction
	G4. Rainfall intensity	Existing information, inflow hydrograph analysis
H. Elements at risk map	H1. Settlement area	Image interpretation, field investigation

3.3 รายละเอียดของพื้นที่ศึกษา

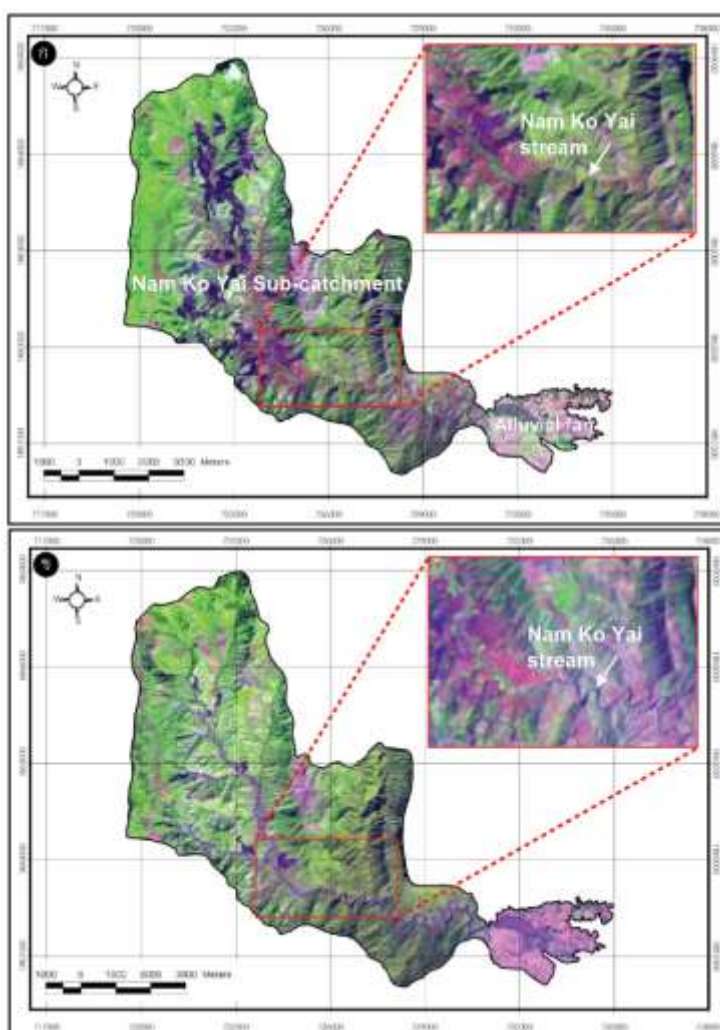
จาก รูป 3. พื้นที่ศึกษาของกลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่ อยู่ในพื้นที่ด้านตะวันออกเฉียงเหนือของกลุ่มน้ำป่าสัก และอยู่ในพื้นที่ด้านฝั่งตะวันออกของเขาค้อ – ภูหินร่องกล้า ที่อยู่ในกลุ่มเทือกเขาพิชญโลก – เพชรบูรณ์ โดยกลุ่มน้ำก้อใหญ่มีความยาวประมาณ 14 กิโลเมตรและมีความกว้างมากที่สุดประมาณ 5 กิโลเมตร ซึ่งมีหมู่บ้านน้ำก้อตั้งอยู่ในบริเวณเนินตะกอนรูปพัด (Alluvial fan area) ตรงปากทางออกของลำน้ำก้อใหญ่ ที่ไหลออกมาจากเขาค้อ – ภูหินร่องกล้า ที่จุดสูงสุดของกลุ่มน้ำก้อใหญ่อยู่ที่ระดับ 1,746 เมตรจากระดับน้ำทะเล และระดับความสูงที่ Alluvial fan area อยู่ที่ 160 เมตรจากระดับน้ำทะเล

สำหรับลักษณะของธรณีวิทยาโดยทั่วไปแล้ว พื้นที่กลุ่มน้ำก้อใหญ่มีหน่วยหินปรากฏอยู่ตั้งกลุ่มหินตะกอนและหินภูเขาไฟช่วงอายุ Paleozoic และ Mesozoic จนถึงตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวที่อายุน้อยสุด (Qa) โดยเฉพาะในบริเวณที่ราบลุ่มและบริเวณร่องน้ำของลำน้ำก้อตอนบน ที่ประกอบด้วยตะกอนทุกขนาดตั้งแต่กรวดขนาดใหญ่ (boulder) จนถึงเม็ดแป้ง (clay) ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นลักษณะหุบเขาเนินลูกคลื่นตอนกลางของกลุ่มน้ำก้อใหญ่ ซึ่งหน่วยหิน Qa นี้จะรวมถึงตะกอนในบริเวณ Alluvial fan ด้วย ส่วนลักษณะของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่กลุ่มน้ำก้อใหญ่นั้น จะปกคลุมด้วยป่าไม้หนาแน่นบริเวณที่สูงชันด้านตะวันตกและด้านเหนือ และป่าไม้ถูกทำลายไปเพื่อใช้ทำเป็นที่เกษตรในตอนกลางหุบเขาของกลุ่มน้ำก้อใหญ่ ที่เป็นเนินลูกคลื่น การกัดเซาะในรูปแบบของ sheet และ rill การไหลถล่มของชั้นดิน gullies และพื้นที่เปิดโล่งที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ในบริเวณนี้ ส่วนในบริเวณ Alluvial fan ล่างสุดนั้น จะเป็นพื้นที่อยู่อาศัยที่หนาแน่นและการทำการเกษตรชลประทานพืชสวน

สำหรับค่าของปริมาณฝนที่ตกเฉลี่ยในกลุ่มน้ำป่าสักตอนบนนี้ จะมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร โดยภูมิอากาศจะเป็นแบบร้อนชื้นและฤดูฝนจะตกอยู่ในช่วงเดือนมิถุนายน – ตุลาคม ซึ่งพายุฤดูร้อน “อุซางิ” ที่พัดผ่านพื้นที่ในบริเวณนี้ในช่วงสองสัปดาห์แรกของเดือนสิงหาคม 2544 จึงถูกอ้างว่าเป็นสาเหตุหลักของการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าในครั้งนี้

4. หลักฐานและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการของการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า

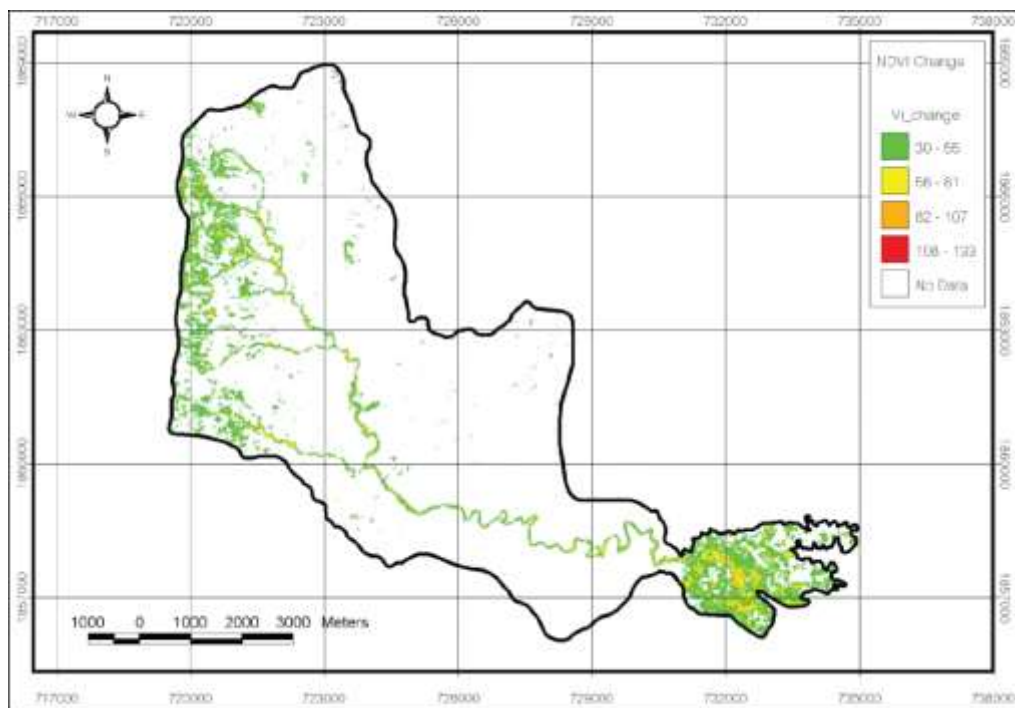
ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่า (Debris flow and debris flood) ในครั้งนี้ ประกอบไปด้วย ลักษณะของภูมิประเทศ (Landform) ระดับความลาดชัน ตะกอนที่รองรับการไหล สิ่งปกคลุมดิน และปริมาณน้ำฝนที่มากเกินปกติ สำหรับหลักฐานของ Debris flow and debris flood ในครั้งนี้ ได้แก่ตำแหน่งการเกิดร่องรอยของการกัดเซาะและการสะสมตัวของตะกอนปิดทับ (Scar – scouring) โดยสมมุติฐานหลักก็คือ ศักยภาพ (โอกาสในการเกิด) ของการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า จะเหมือนกับคาบความซ้ำ หรือคาบความถี่ที่มีอยู่จริงของการเกิดกระบวนการดังกล่าวนี้



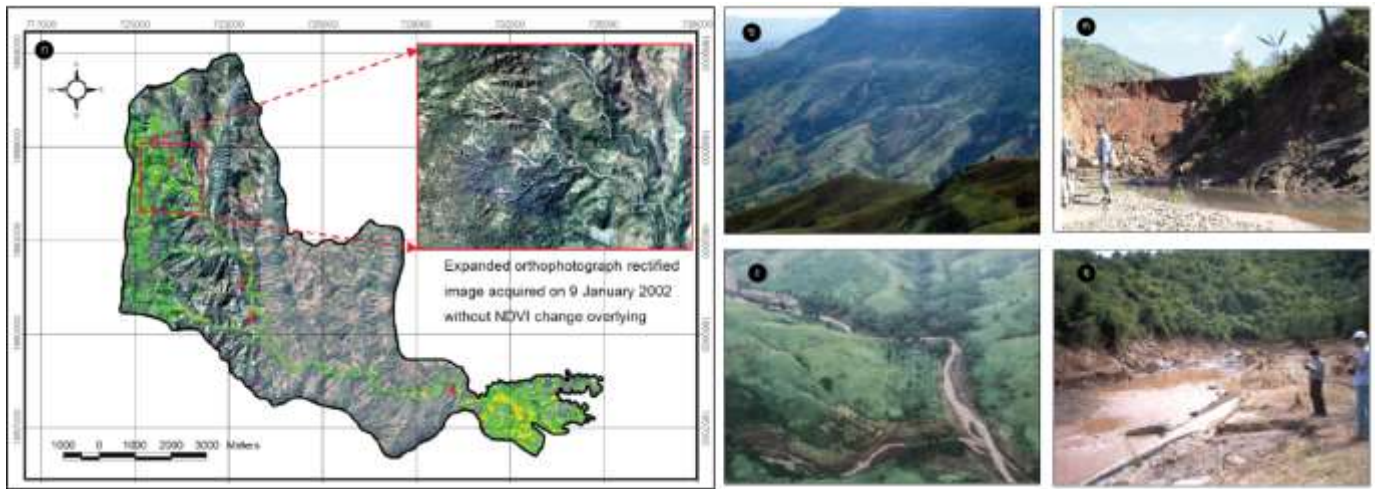
รูป 5. (ก) ข้อมูลภาพจากดาวเทียมLandsat 7 ETM+ (R = 5, G = 4, B = 3) ในพื้นที่ศึกษา บันทึกภาพเมื่อ 5 มกราคม 2544 (ก่อนเกิดเหตุการณ์) (ข) ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ (R = 5, G = 4, B = 3) บันทึกภาพเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2544 (หลังเกิดเหตุการณ์) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของลักษณะที่ปรากฏด้วยสายตาของข้อมูลภาพทั้งสองโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณร่องน้ำหลักของลำน้ำก้อใหญ่และบริเวณเนินตะกอนรูปพัดที่อยู่ตอนล่าง (Yumuang, S., 2006)

การวิเคราะห์หาร่องรอยของการกัดเซาะและการสะสมตัวของตะกอนปิดทับ (Scar – scouring) ในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อใหญ่ (รูป 6.) สามารถจำแนกและกำหนดตำแหน่งของการเกิดการกัดเซาะและการสะสมตัวได้อย่างชัดเจน ด้วยเทคนิคทางด้านการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพันธุ์ (normalized different vegetation index – NDVI) ซึ่งความแม่นยำและความถูกต้องนั้น ถูกกำหนดด้วยการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง “pixels” ในพื้นที่ย่อยที่จำแนกแล้ว กับข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงที่มีค่าพิกัด รวมทั้งการเปรียบเทียบกับ Scar – scouring ที่ได้มาจากข้อมูลในการสำรวจภาคสนาม

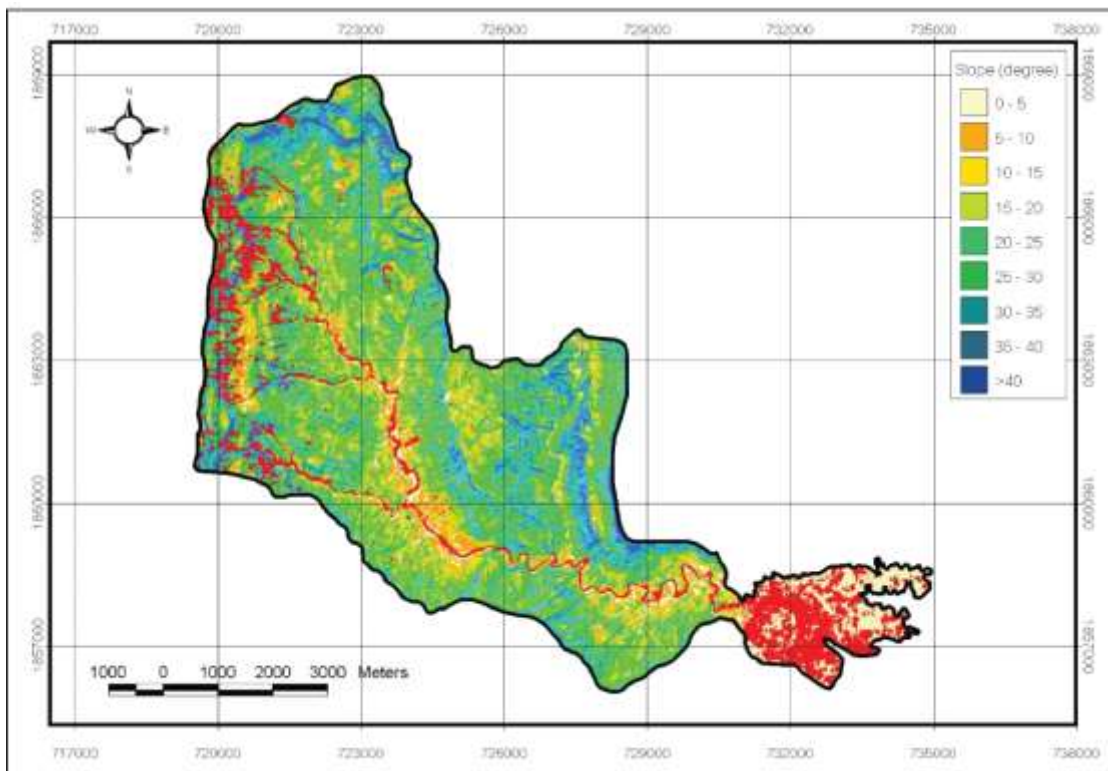
ค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพืชพันธุ์ (NDVI) จาก รูป 6. ได้นำมาซ้อนทับแสดงความสัมพันธ์บนข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงที่มีค่าพิกัด (ที่บันทึกภาพหลังการเกิดเหตุการณ์) ข้อมูลความลาดชัน ข้อมูลระดับความสูง ข้อมูลลักษณะของหน่วยหิน ข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน และข้อมูลปริมาณน้ำฝน ที่เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อเกิดการตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่า (รูป 7-12.) จากการวิเคราะห์ univariate probability ตามวิธีการของ Dai et al. (2001) ที่แสดงความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ระหว่างตำแหน่งที่เกิด Scar – scouring กับปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่า ดังกล่าวข้างต้น



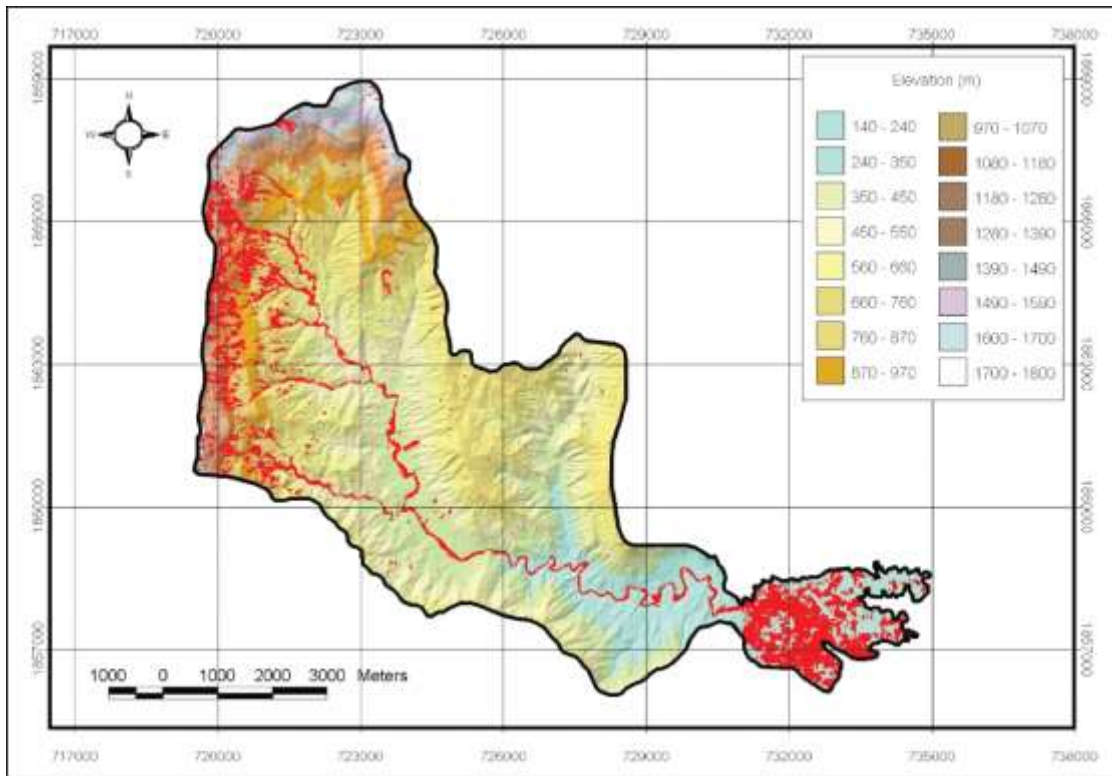
รูป 6. การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพืชพันธุ์ (NDVI) หลังจากการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อใหญ่ที่วิเคราะห์มาจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (รูป 4.) แผนที่แสดงถึงตำแหน่งการเกิดร่องรอยของการกัดเซาะและการสะสมตัวของตะกอนปิดทับ (Scar – scouring) ซึ่งในโซนพื้นที่สีน้ำตาล คือพื้นที่ที่เป็นร่องรอย ซึ่งมีการกัดเซาะหรือสะสมตัวของตะกอนมากที่สุดในลุ่มน้ำก้อใหญ่ โดยเฉพาะในพื้นที่ลาดชันด้านตะวันตก ตามลำน้ำ และเนินตะกอนรูปพัด (Yumuang, S., 2006)



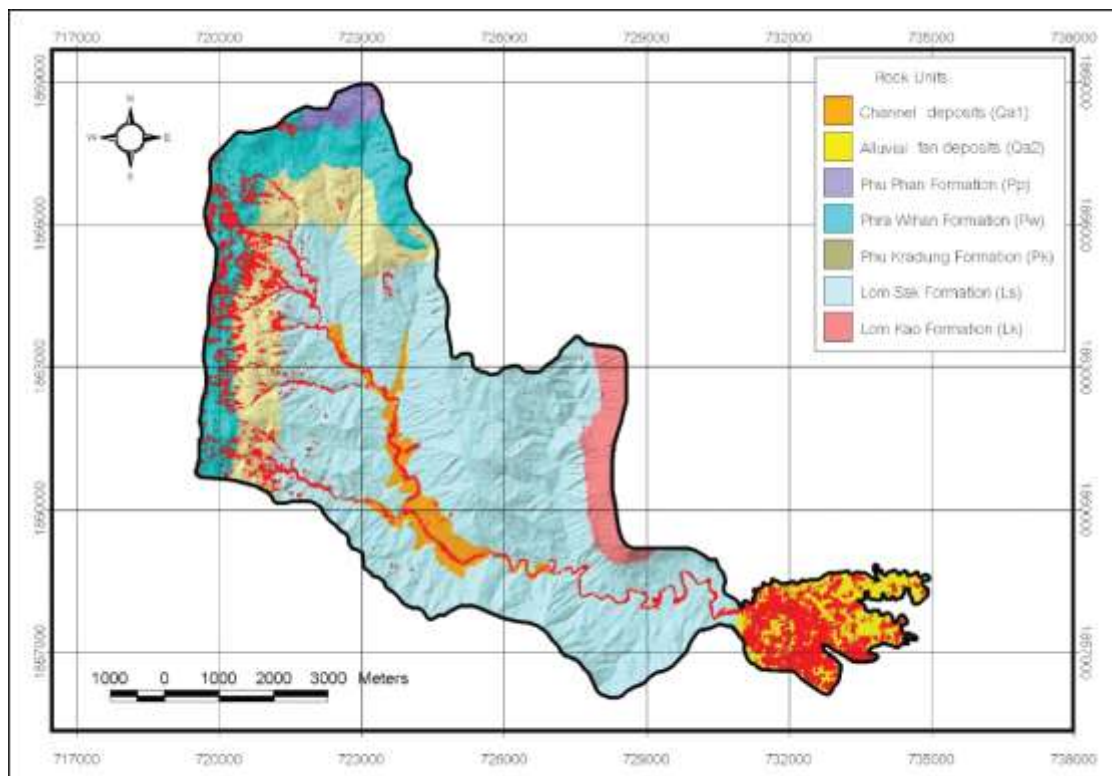
รูป 7. (ก) การนำค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพืชพันธุ์ (NDVI) จาก รูป 5. มาซ้อนทับบนภาพถ่ายทางอากาศ (มาตราส่วน 1:25,000) ที่ตรงค่าพิกัดแล้วบันทึกภาพเมื่อวันที่ ๙ มกราคม ๒๕๔๕ (หลังเกิดเหตุการณ์) (ข-จ) ภาพถ่ายแสดงหลักฐานจากข้อมูลในภาคสนาม (ถ่ายหลังจากการเกิดเหตุการณ์ ผ่านไป ๒ - ๓ วัน) ที่แสดงถึงตำแหน่งซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพืชพันธุ์ (NDVI) ในแผนที่ (ก) (Yumuang, S., 2006)



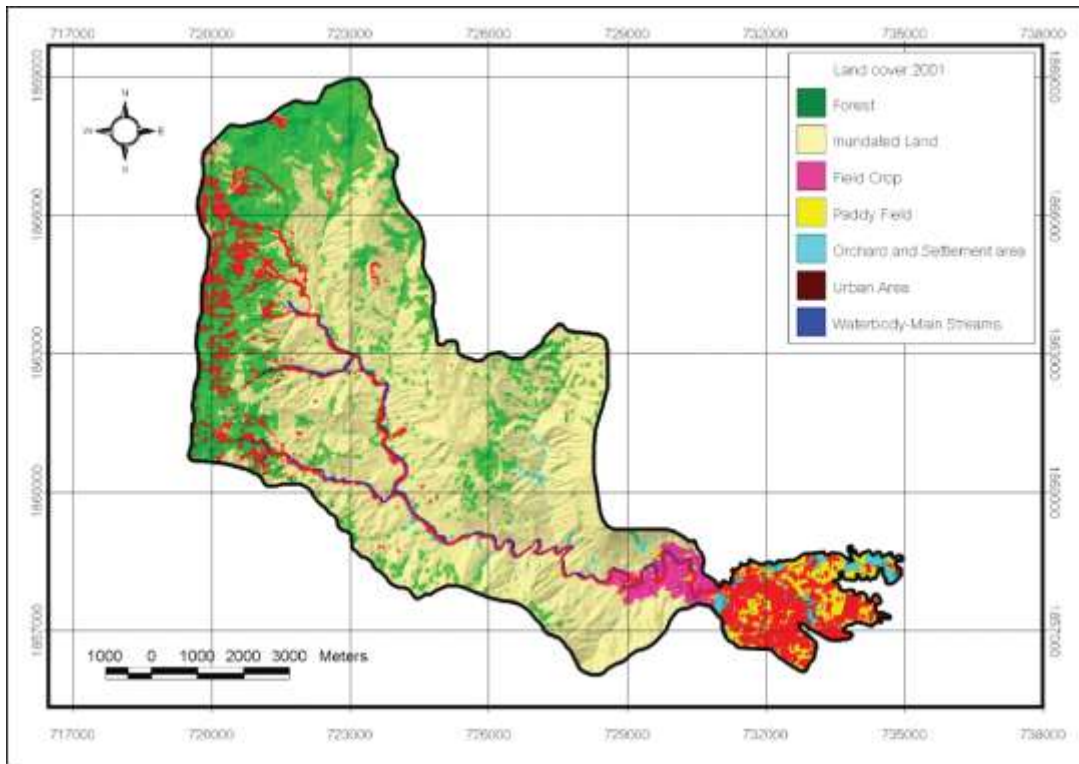
รูป 8. แผนที่ความลาดชัน (Slope map) ที่ซ้อนทับด้วยร่องรอย (สีแดง) ของการกัดเซาะและการสะสมต้ว (Scar-scouring) (Yumuang, S., 2006)



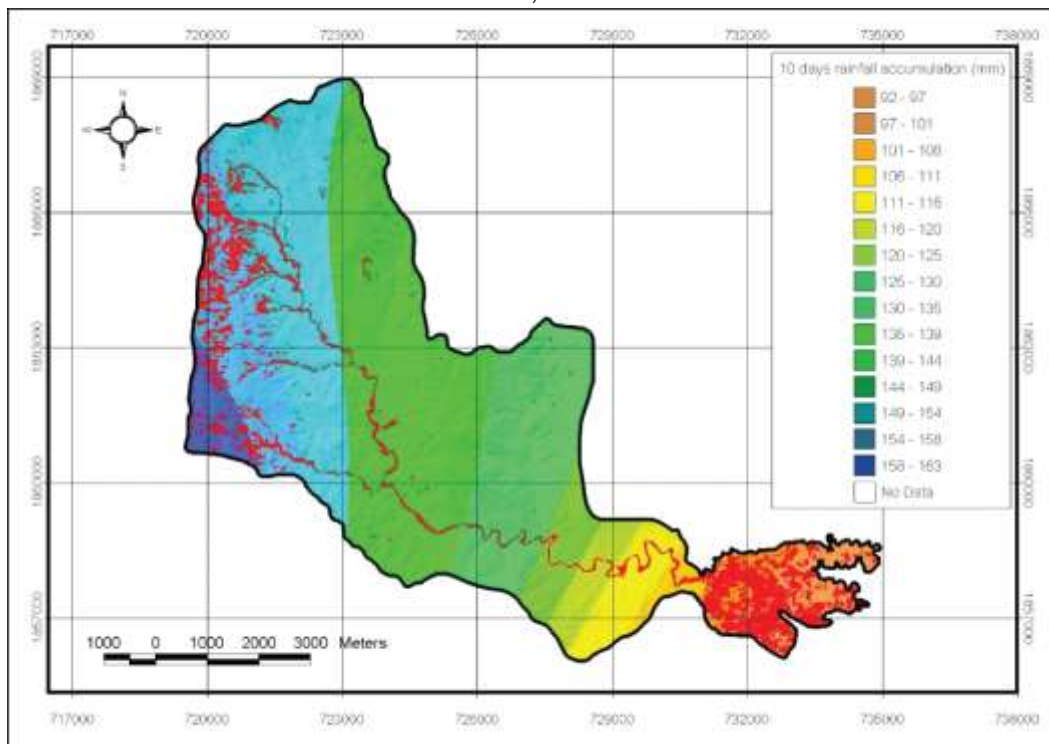
รูป 9. แผนที่ระดับความสูง (Elevation map) ที่ซ้อนทับด้วยร่องรอย (สีแดง) ของการกัดเซาะและการสะสมตัว (Scar-scouring) (Yumuang, S., 2006)



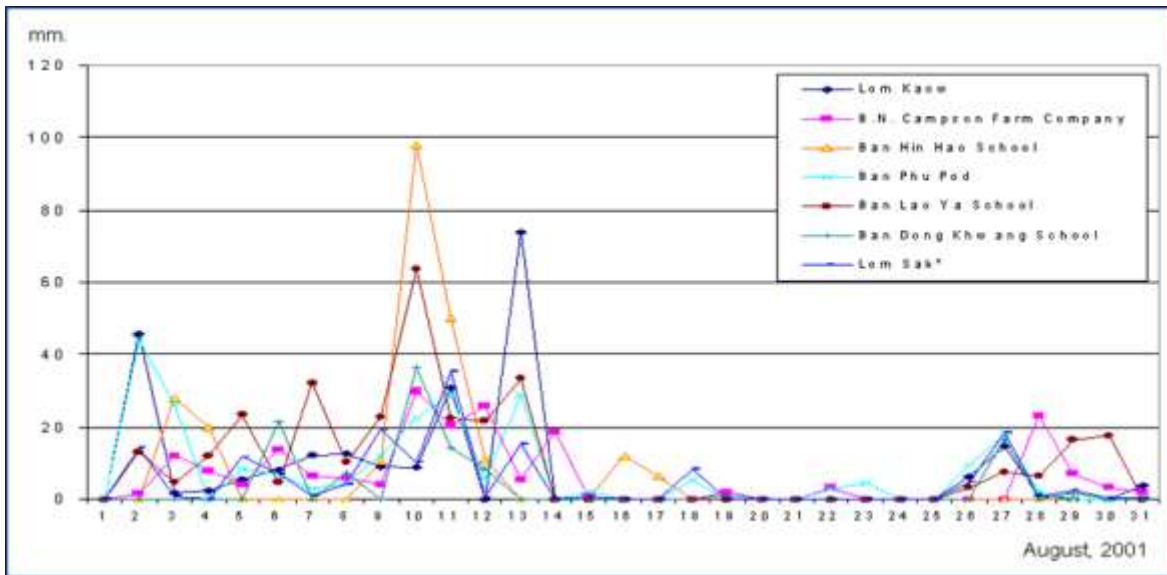
รูป 10. แผนที่หน่วยหิน (Rock unit map) ที่ซ้อนทับด้วยร่องรอย (สีแดง) ของการกัดเซาะและการสะสมตัว (Scar-scouring) (Yumuang, S., 2006)



รูป 11. แผนที่สิ่งปกคลุมดิน (Land cover map) ที่ซ้อนทับด้วยร่องรอย (สีแดง) ของการกัดเซาะและการสะสมตัว (Scar-scouring) (Yumuang, S., 2006)



รูป 12. แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนที่ตกสะสมในช่วงวันที่ 1 – 10 สิงหาคม 2544 (ก่อนการเกิดเหตุการณ์ตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า) ที่ซ้อนทับด้วยร่องรอย (สีแดง) ของการกัดเซาะและการสะสมตัว (Scar-scouring) (Yumuang, S., 2006)

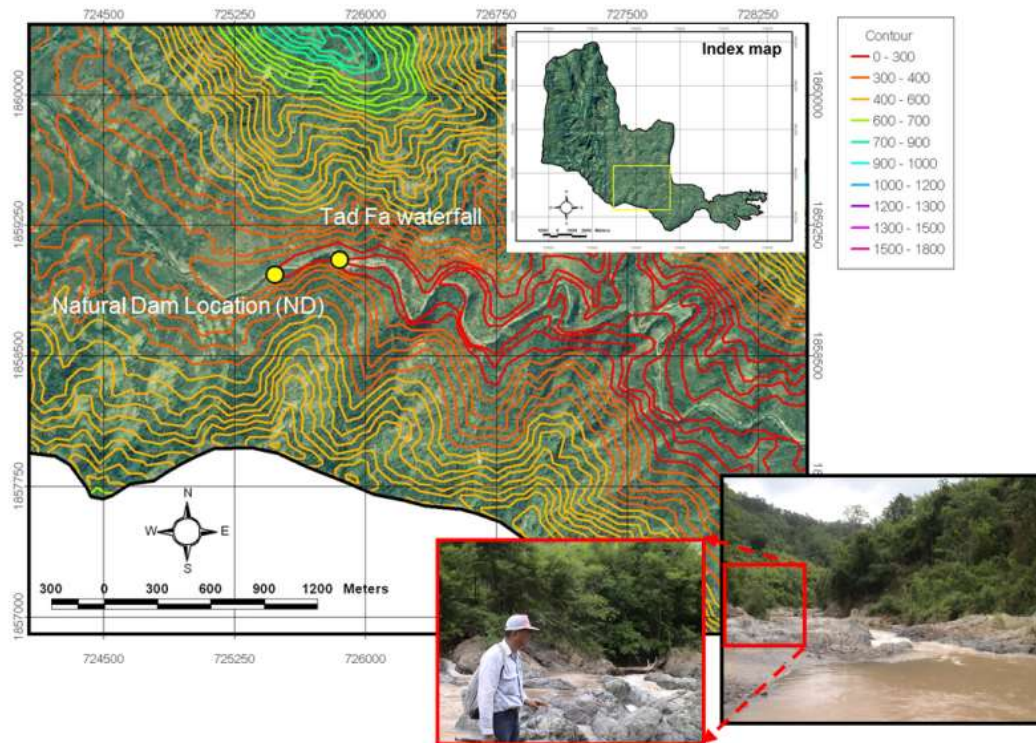


รูป 13. กราฟแสดงรูปแบบการกระจายตัวของค่าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ในเดือนสิงหาคม 2544 ที่ได้ข้อมูลมาจากสถานี 7 แห่ง ซึ่งตั้งอยู่โดยรอบและอยู่ใกล้กับพื้นที่ลุ่มน้ำก้อใหญ่ (Yumuang, S., 2006)

5. หลักฐานจากลักษณะรูปร่างของลำน้ำและตำแหน่งที่คาดว่าเกิด “เขื่อนธรรมชาติ” พื้นที่ตอนกลางของลำน้ำก้อใหญ่ด้านบนจนถึงน้ำตกตาดฟ้า

จากการสำรวจในภาคสนาม และการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงที่ตรึงพิกัดแล้ว พบว่าตรงจุดที่ระหว่างทางน้ำของลำน้ำก้อใหญ่บริเวณตอนกลางนั้น มีลักษณะรูปร่างของลำน้ำและลุ่มน้ำที่กว้างและแบนราบ ซึ่งได้เปลี่ยนไปเป็นรูปร่างที่แคบในรูปร่างแบบตัววี ก่อนถึงน้ำตกตาดฟ้า ที่ระดับความสูงได้เปลี่ยนระดับลดลงไปอย่างชัดเจน (รูป 14.) ซึ่งเป็นสมมุติฐานที่มีความเป็นไปได้จากลักษณะเฉพาะของบริเวณนี้ ที่จะสามารถทำการสะสมตะกอนได้ทุกรูปแบบ (หิน กรวด ดิน และซากต้นไม้) ที่ถูกพัดพาจากการไหลของน้ำจากด้านบนของลุ่มน้ำก้อ จนเกิดเป็น เขื่อนธรรมชาติ (natural dam) ชั่วคราวขึ้น ซึ่งก็พบหลักฐานของร่องรอยของซากต้นไม้ค้างกิ่งไว้ จากการสำรวจในภาคสนามหลังการเกิดเหตุการณ์

และเนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนที่สูงมากตกต่อเนื่องเหนือแนวเขื่อนธรรมชาติ ที่กั้นการไหลของลำน้ำตามปกติดังกล่าวนี้ ทำให้เขื่อนธรรมชาติชั่วคราวดังกล่าวนี้ ได้พังทลายลงจากแรงดันของน้ำ และมวลตะกอนที่กักเอาไว้ด้านบน และมวลน้ำพร้อมตะกอนด้านบนเหล่านี้ ได้เคลื่อนที่ต่อลงทางด้านล่าง และได้กัดเซาะบริเวณสองฝากฝั่งของลำน้ำก้อใหญ่อย่างรุนแรง (รูป 15.) ที่ยิ่งเพิ่มปริมาณและพลังงานในการทำลายล้างให้สูงมากขึ้น และมวลน้ำและตะกอนทุกรูปแบบดังกล่าวนี้ ก่อให้เกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมบ่าอย่างรุนแรงต่อพื้นที่เนินตะกอนรูปพัดด้านล่าง ที่เป็นพื้นที่ลำดับสุดท้ายของการสะสมตัวในลุ่มน้ำ จากหลักฐานของลักษณะรูปร่างของลำน้ำที่เป็นรูปตัววี ข้อมูลจากภาคสนามที่เห็นภาพการกัดเซาะตลิ่งทั้งสองฝากที่สูงมากกว่าปกติ จนกลายเป็นพื้นที่โล่งเพราะต้นไม้ถูกกัดเซาะและพัดพาไปด้วย การทิ้งค้างของตะกอนต้นไม้ในลำน้ำ หลังจากการเกิดเหตุการณ์ฯ จึงเป็นหลักฐานที่สำคัญในการตั้งสมมุติฐานของการเกิดเขื่อนธรรมชาติชั่วคราวที่ได้พังทลายลงในเวลาต่อมา



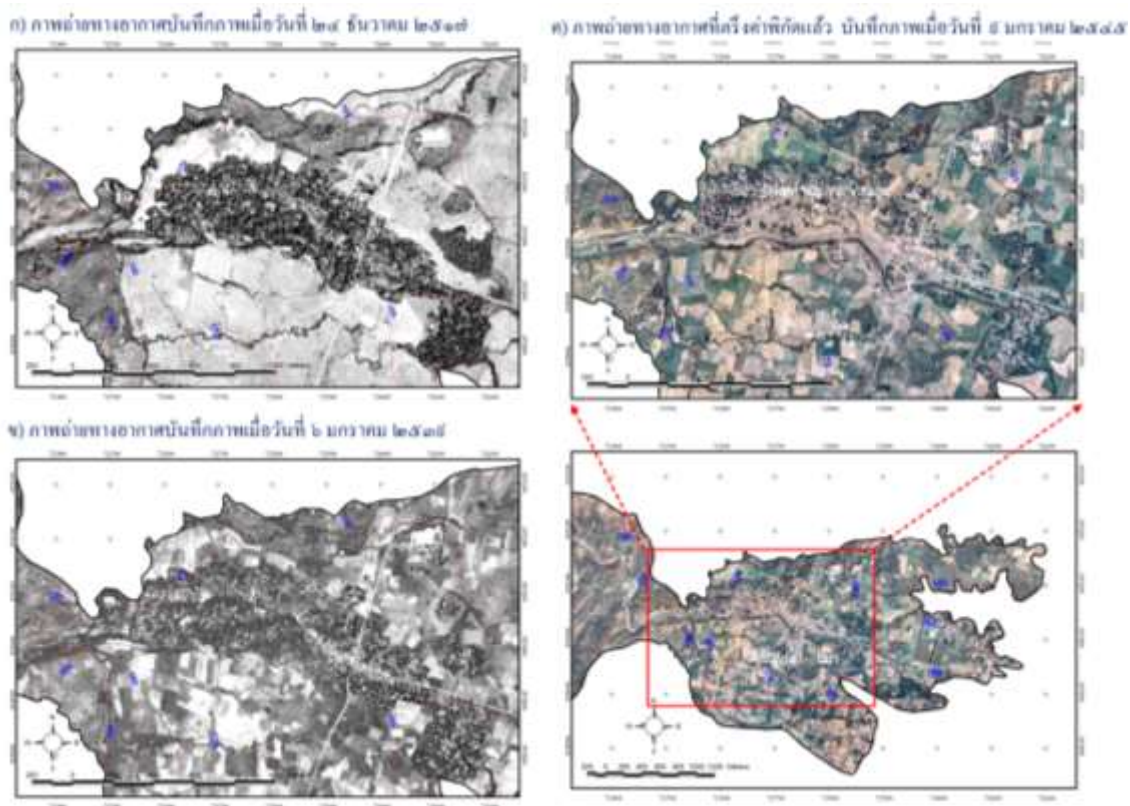
รูป 14. ภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงที่ตรึงพิกัดแล้ว (มาตราส่วน 1:25,000 บันทึก ภาพเมื่อ 9 มกราคม 2545) ซ้อนทับด้วยเส้นช่วงชั้นระดับความสูง (20 ม.) ที่แสดงลักษณะ เฉพาะของรูปร่างลำน้ำก้อใหญ่ บริเวณตอนกลางของกลุ่มน้ำ ที่คาดการณ์ว่าเป็นตำแหน่งของเขื่อนธรรมชาติ (natural dam) ก่อนถึงน้ำตกตาดฟ้า (Yumuang, S., 2006)



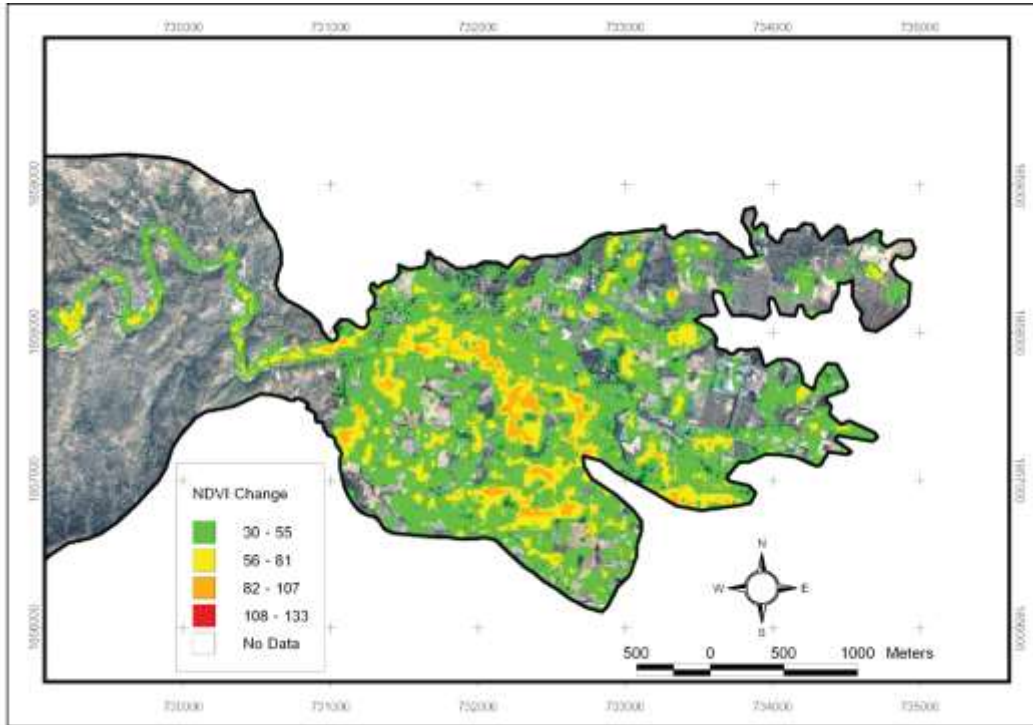
รูป 15. ภาพถ่ายจากมุมสูงบริเวณที่ 4 (ในรูป 6.) ที่เป็นช่วงปลายของลำน้ำก้อใหญ่มาก่อนออกที่ปลายหุบเขา จะเห็นภาพการกัดเซาะอย่างรุนแรงทั้งสองฝากฝั่ง จนกลายเป็นพื้นที่โล่งเพราะต้นไม้ถูกมวลน้ำและตะกอนที่เคลื่อนที่ผ่านลงมาจาด้านบน กัดเซาะและพัดพาารวมกันก่อนถึงปากทางออกของลำน้ำก้อใหญ่และจะลงไปสะสมตัวที่เนินตะกอนรูปพัดทางด้านล่างสุด (Yumuang, S., 2006)

6. หลักฐานของการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าในอดีต ณ บริเวณเนินตะกอนรูปพัด

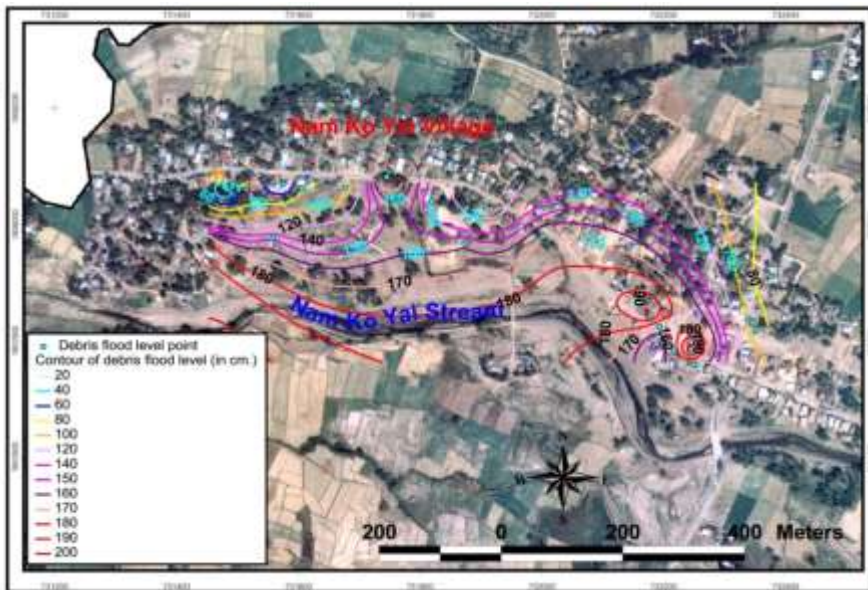
ลักษณะการลำดับชั้นของตะกอนในบริเวณเนินตะกอนรูปพัด มีความสำคัญต่อการประเมินการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าในอดีต ซึ่งได้ดำเนินการโดยการประเมินลักษณะทางธรณีวิทยา 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย การกำหนดขอบเขตของพื้นที่การสะสมตัวที่ยังเกิดขึ้นอยู่ และการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะพื้นที่ในรายละเอียดของพิบัติภัยภายในพื้นที่การสะสมตัวที่ยังเกิดขึ้นอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการที่เสนอแนะเอาไว้ของ the National Research Council (1996) ดังผลที่แสดงเอาไว้ใน รูป 16 และ 17.



รูป 16. ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายทางอากาศที่ตรงค่าพิกัดแล้ว จากการบันทึกเอาไว้ในหลายช่วงเวลา (ก) ภาพถ่ายทางอากาศบันทึกภาพเมื่อ 24 ธันวาคม 2517 (ข) ภาพถ่ายทางอากาศบันทึกภาพเมื่อ 6 มกราคม 2539 และ (ค) ภาพถ่ายทางอากาศที่ตรงค่าพิกัดแล้ว บันทึกภาพเมื่อ 9 มกราคม 2545 ที่แสดงให้เห็นความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยของบริเวณจุดปลายทางออกจากหุบเขาที่เปลี่ยนระดับของลำน้ำก้อนใหญ่ก่อนลงพื้นที่เนินตะกอนรูปพัด ระหว่างปี 2517 และปี 2539 และแสดงอย่างชัดเจนว่ายังคงมีการสะสมตัวอยู่ในบริเวณเนินตะกอนรูปพัดจากการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่า ในวันที่ 11 สิงหาคม 2544 (Yumuang, S., 2006)

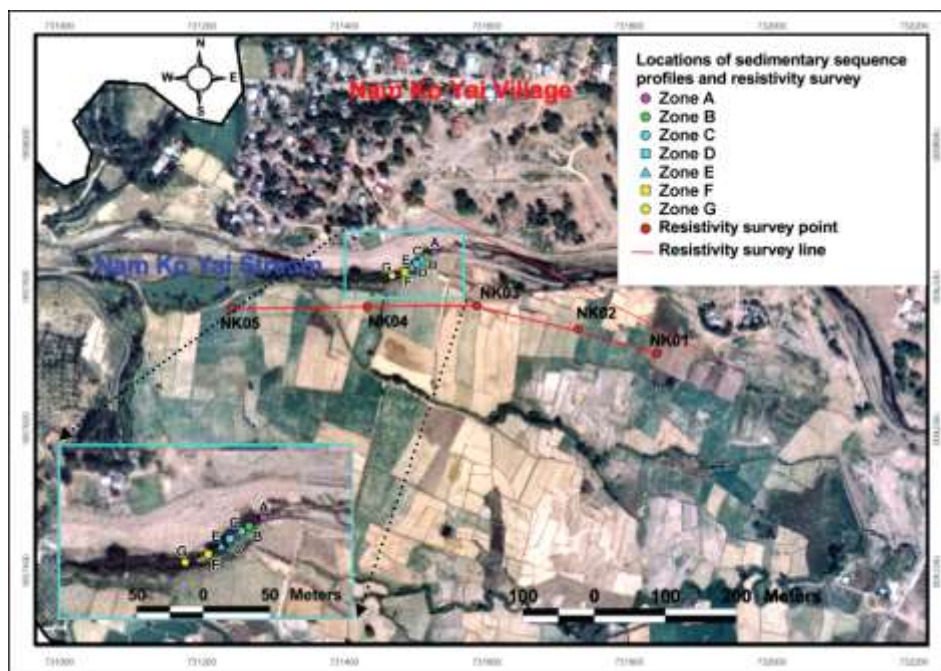


รูป 17. ค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพืชพันธุ์ (NDVI) ในบริเวณที่มีการสะสมตัวของเนินตะกอนรูปพัด (ขยายมาจากรูป 6.) ที่ซ้อนทับบนภาพถ่ายทางอากาศ (มาตราส่วน 1:25,000) ที่ตรงค่าพิกัดแล้ว บันทึกภาพเมื่อ 9 มกราคม 2545 โชนพื้นที่สีน้ำตาลคือพื้นที่ที่เป็นร่องรอยของการสะสมตัวของเนินตะกอนรูปพัด หลังจากปี 2539 (Yumuang, S., 2006)

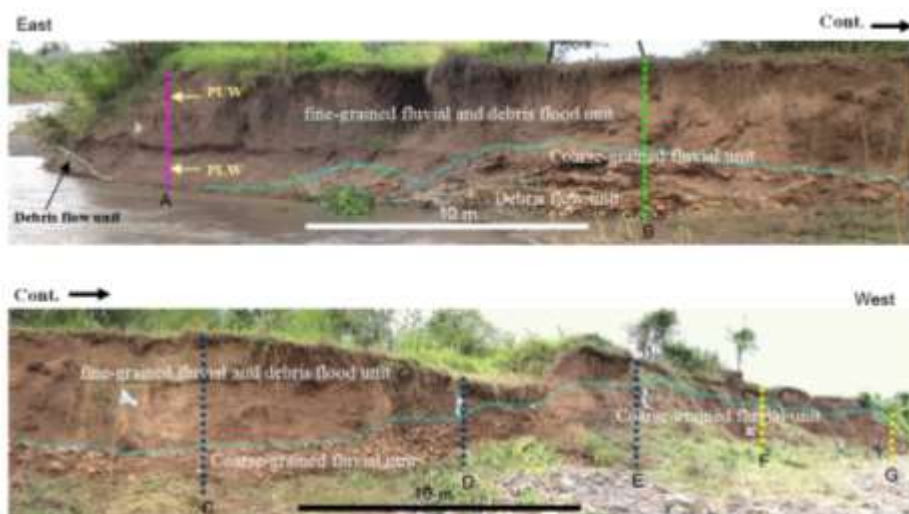


รูป 18. ภาพขยายของภาพถ่ายทางอากาศ (มาตราส่วน 1:25,000) ที่ตรงค่าพิกัดแล้ว บันทึกภาพเมื่อ 9 มกราคม 2545 (จากกรอบสีแดงของ รูป 16.) ที่แสดงเส้นชั้นระดับความสูง (ชม.) จากพื้นดินของระดับน้ำปนตะกอนท่วมบ่า (ที่ตรวจวัดจากร่องรอยของคราบสีน้ำตาลจางๆ ที่เหลือทิ้งไว้ที่ฝ้าผนังของอาคารบ้านเรือนและต้นไม้) ซึ่งเป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงพื้นที่ที่ได้รับความรุนแรงและเสียหายมากที่สุดอยู่บริเวณตอนกลางที่ลำนํ้าก้อใหญ่ทักโค้ง ซึ่งระดับน้ำปนตะกอนท่วมบ่าสูงสุดถึง 190 ซม. จากระดับพื้นดิน (Yumuang, S., 2006)

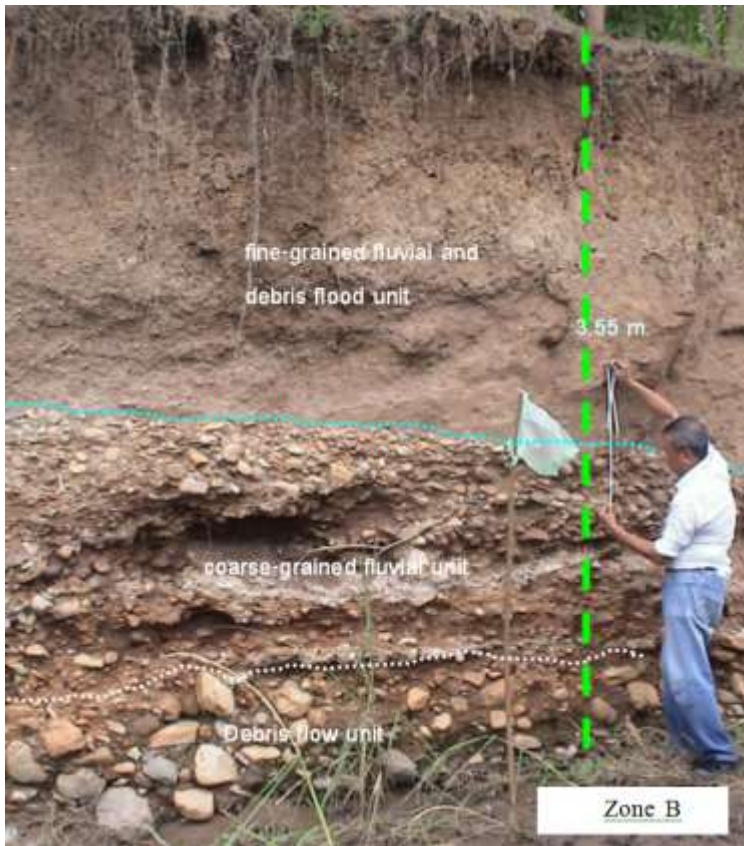
นอกจากนั้นในการศึกษาครั้งนี้ยังได้ทำการสำรวจในภาคสนามเพื่อศึกษาลำดับชั้นการตัวของตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าในบริเวณเนินตะกอนรูปพัดที่เกิดมาก่อนในอดีต ซึ่งได้ทำการศึกษาในรายละเอียดไปตามริมฝั่งของลำน้ำก้อใหญ่ ที่มีการกัดเซาะในพื้นที่ประมาณ 5 X 70 ม. (ในพื้นที่ที่ได้มีการทำ resistivity survey ที่จะไม่ขอกล่าวถึง) และได้ตรวจวัดและบันทึกการจัดลำดับชั้นของชั้นตะกอน จำนวน 7 แนว เพื่อนำมาสร้างความสัมพันธ์เทียบเคียงและเชื่อมโยงการจัดลำดับชั้นการวางตัวของชั้นตะกอน (measured stratigraphic profile) ทั้งในแนวระนาบและในแนวตั้ง ดังแสดงเอาไว้ในรูป 19 – 22.



รูป 19. แผนที่แสดงตำแหน่งของการทำสำรวจในภาคสนามทำการวัดลำดับชั้นการวางตัวของตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าในบริเวณเนินตะกอนรูปพัด 7 แนว (โซน A, B, C, D, E, F และ G) ที่อยู่ต่อเนื่องกันตามริมฝั่งของลำน้ำก้อใหญ่ซึ่งมีการกัดเซาะทำให้เห็นการลำดับการวางตัวของชั้นตะกอนอย่างชัดเจน (Yumuang, S., 2006)



รูป 20. ภาพถ่ายแสดงคุณลักษณะที่ปรากฏของการจัดลำดับชั้นทั้งในแนวระนาบและในแนวตั้งของชั้นตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมป่าของตะกอนรูปพัดที่เกิดขึ้นในอดีต ที่อยู่ต่อเนื่องกันไปตามริมฝั่งของลำน้ำก้อใหญ่ที่มีการกัดเซาะ จากด้านทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก รวม 7 แนว (โซน)A, B, C, D, E, F,G และ H) (Yumuang, S. 2005)



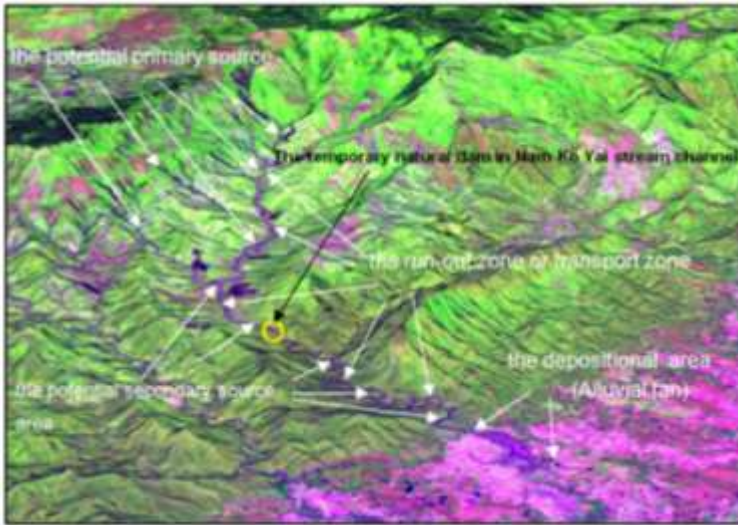
รูป 21. ภาพถ่ายแสดงการจัดลำดับชั้นการวางตัวของชั้นตะกอนที่โซน B (รูป 19.) แสดงให้เห็นว่า debris flow unit วางตัวอยู่ล่างสุด โดยมี coarse-grained fluvial unit วางตัวอยู่ด้านบน ด้วยรอยต่อแบบค่อยๆเปลี่ยนแปลง (transitional contact) และชั้นบนสุดเป็น fine-grained fluvial and debris flood unit ที่วางตัวอยู่บน coarse-grained fluvial unit ด้วยรอยต่อแบบเปลี่ยนแปลงฉับพลัน (sharp contact) (Yumuang, 2005)



รูป 22. ภาพถ่ายแสดงลักษณะโดยทั่วไปในชั้นตะกอนบนสุดของ fine-grained fluvial and debris flood unit ที่โซน A (ในรูป 18 และ 19) ที่มีเศษซากต้นไม้ที่ยังคงสภาพที่สมบูรณ์อยู่ที่ตำแหน่ง (ก) และตำแหน่ง (ข) และเป็นที่น่าสนใจว่า เศษซากต้นไม้ที่ตำแหน่ง (ก) นั้น มีลักษณะเป็น charcoal สีดำที่มีเนื้อเป็นริ้วเส้น (fibrous) ในขณะที่เศษซากต้นไม้ที่ตำแหน่ง (ข) มีสีน้ำตาลที่ยังมีสภาพเนื้อไม้เป็นอย่างดีอย่างสมบูรณ์ ซึ่งเศษซากต้นไม้ทั้งสองตัวอย่างนี้ได้ถูกนำไปตรวจวัดค่าของอายุด้วยวิธีรังสีคาร์บอน (radiocarbon dating) แล้วพบว่ามียุสัสมบูรณ์ (absolute age) ของการสะสมตัวอยู่ระหว่าง 2,618 +/- 35 ปี และหลังปี 2493 ตามลำดับ (Yumuang, 2005)

7. การสร้างภาพของเหตุการณ์ย้อนกลับของการเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่า

ผลการศึกษาตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น สามารถนำมาสร้างภาพของเหตุการณ์ย้อนกลับของการเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่าเมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2544 ในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อใหญ่ ได้ดังต่อไปนี้ การเกิดตะกอนไหลถล่ม อาจจะมีเริ่มในลักษณะที่เกิดเป็นดินถล่มในระดับต้นเป็นวงกว้างทางด้านตะวันตก และทางเหนือของพื้นที่ลาดชันบนเทือกเขาของลุ่มน้ำย่อยน้ำก้อใหญ่ หลังจากที่เกิดฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องก่อนหน้าเหตุการณ์การเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมอย่างน้อย 10 วัน ซึ่งทำให้มวลตะกอนอ่อนตัวลงด้วยน้ำหนักที่เพิ่มมากขึ้น และทำให้สามารถเกิดการเคลื่อนตัวลงยังไปตามความลาดชันได้ง่ายขึ้น ตะกอนบนไหล่เขาและเศษหินในหมวดหินพระวิหารและหมวดหินภูกระดึง (ที่เป็นหินทรายและหินดินดาน) ในพื้นที่ลาดชันที่มากกว่า 30 องศา (หรือมากกว่านั้น) ที่ระดับชั้นความสูงที่สูง (ประมาณ 800 เมตรจากระดับน้ำทะเล) จะไหลถล่มลงมาตามร่องเขาที่มีน้ำฝนเป็นตัวเร่งในการเคลื่อนที่ ซึ่งคาดว่าจะเป็ แหล่งตะกอนต้นกำเนิดของการเกิดตะกอนไหลถล่ม (รูป 23.)

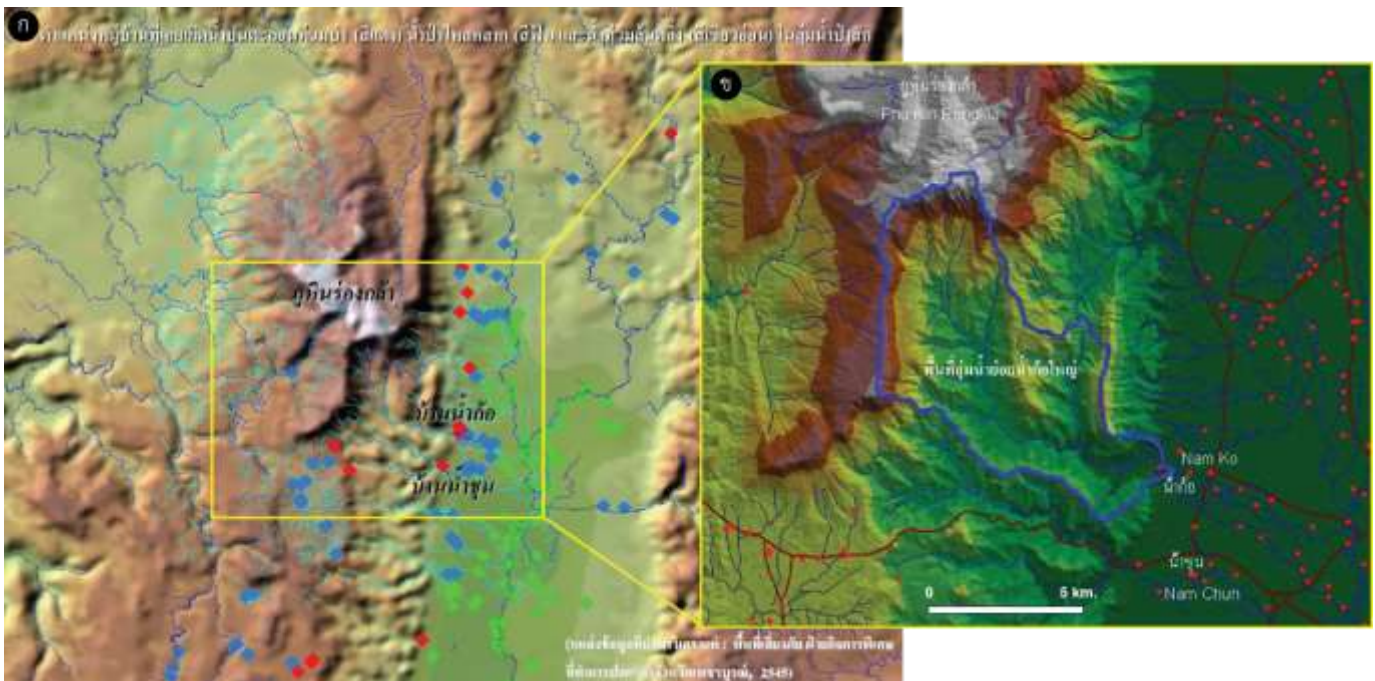


รูป 23. ภาพจำลองสามมิติลักษณะภูมิประเทศที่จัดทำขึ้นจาก Digital Elevation Model (มาตราส่วน 1:20,000) ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่และบริเวณข้างเคียง ที่ซ้อนทับด้วยข้อมูลภาพจากดาวเทียมบันทึกภาพเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2544 (หลังเกิดเหตุการณ์การเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่าเมื่อ 11 สิงหาคม 2544 ที่บริเวณเนินตะกอนรูปพัด) ที่แสดงถึงลักษณะที่สำคัญหลังจากการเกิดเหตุการณ์ฯ ด้วยการกำหนดโซนพื้นที่ที่มีศักยภาพต่อการเกิดพิบัติภัยฯ โดยแยกออกเป็นโซนของแหล่งตะกอนต้นกำเนิดปฐมภูมิ และแหล่งตะกอนต้นกำเนิดทุติยภูมิ (the potential primary and secondary source areas) โซนของการเคลื่อนที่ออกไปหรือพื้นที่ของการพัดพา (the run-out zone or transport area) ตำแหน่งที่คาดว่าเกิดเขื่อนธรรมชาติชั่วคราว (a temporary natural dam) และพื้นที่ของการสะสมตัวบริเวณเนินตะกอนรูปพัด - Alluvial fan (Yumuang. S., 2005)

ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Qa) ที่ประกอบด้วยตะกอนทุกขนาดตั้งแต่กรวด ทราย และโคลน รวมทั้งซากต้นไม้ที่หักโค่นอยู่ทั้งสองฝั่งของลำน้ำก้อใหญ่ ที่มีระดับตลิ่งสูง 2 - 5 เมตรที่ถูกกัดเซาะอย่างรุนแรง ที่พบได้ทั่วไปจากการสำรวจในภาคสนาม จะสมทบเป็นมวลตะกอนรวมลงไปในลำน้ำด้วย ก่อนที่จะเกิดการปิดกั้นการไหลของลำน้ำก้อจากมวลตะกอนที่เคลื่อนที่ลงมา และเมื่อถึงบริเวณที่คาดว่าจะมีการเกิดเป็น เขื่อนตามธรรมชาติชั่วคราว ที่กั้นการไหลของลำน้ำตามธรรมชาติ (ที่ได้กล่าวถึงไปก่อนแล้วนั้น) ก่อนถึงบริเวณน้ำตกตาดฟ้า และเนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนที่สูงมากตกต่อเนื่องเหนือแนวเขื่อนธรรมชาติชั่วคราว ทำให้เขื่อนธรรมชาติชั่วคราวดังกล่าวนี้ ได้พังทลายลงจากแรงดันของน้ำ และมวลตะกอนที่กักเอาไว้ด้านบน ซึ่งมวลน้ำพร้อมตะกอนด้านบนเหล่านี้ได้เคลื่อนที่ต่อลงทางด้านล่าง และได้กัดเซาะบริเวณสองฟากฝั่งของลำน้ำก้อใหญ่อย่างรุนแรงที่ยิ่งเพิ่มปริมาณและพลังงานในการทำลายล้างให้สูงมากยิ่งขึ้น จากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำปนตะกอนทุกรูปแบบ ไปตามลำน้ำที่ ความลาดชัน ที่สูงลงมาจกน้ำตกตาดฟ้าและเป็นลำน้ำที่มีรูปร่างตัววี ซึ่งการเคลื่อนที่ของมวลน้ำปนตะกอนดังกล่าวนี้ ได้ก่อให้เกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่าอย่างรุนแรงต่อพื้นที่เนินตะกอนรูปพัดด้านล่าง ที่มี

บ้านเรือนตั้งอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งเป็นพื้นที่ท้ายสุดของการสะสมตัวของตะกอนทุกรูปแบบ ที่มากับมวลน้ำด้านบนเมื่อเดินทางถึงบริเวณเนินตะกอนรูปพัด ซึ่งส่งผลทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างรุนแรงดังกล่าว

หลังจากการเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมบ่าอย่างรุนแรงในลุ่มน้ำก้อใหญ่ในปี 2544 แล้ว การพัฒนาและการเคลื่อนที่ของตะกอนและซากต้นไม้เดิมที่มีอยู่ในอดีต ได้ถูกนำออกไปจากเส้นทางลำน้ำก้อใหญ่เกือบหมดสิ้นแล้วและถึงแม้ว่าจะมีฝนตกอย่างหนักและต่อเนื่องในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อใหญ่เกิดขึ้นอีก ก็คงต้องใช้เวลานานหลายสิบปีหรือหลายร้อยปีที่จะทำให้ปัจจัยดังกล่าวข้างต้น ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมบ่า มีศักยภาพและความพร้อมที่จะเกิดขึ้นใหม่ได้อีก ซึ่งปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อใหญ่ในเดือนสิงหาคม ปี 2555 ที่มีปริมาณน้ำฝนที่ตกต่อเนื่อง และมากกว่าในปี 2544 เป็นหลักฐานที่ยืนยันได้ว่า ปริมาณน้ำฝนที่มากเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้เกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมบ่าขึ้นมาได้ จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องอีกหลายประการที่ได้กล่าวถึงไปแล้วนั้น มาร่วมในการสร้างศักยภาพของกระบวนการ เพื่อทำให้การเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมบ่าดังกล่าวนี้ขึ้นอีกครั้ง



รูป 24. (ก) ภาพจำลองสามมิติลักษณะภูมิประเทศที่จัดทำขึ้นจาก Digital Elevation Model พื้นที่ลุ่มน้ำ ป่าสัก (ตอนบน) ที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของหมู่บ้านที่เคยเกิดเหตุการณ์น้ำปนตะกอนท่วมบ่า – สีแดง (ที่รวมทั้งหมู่บ้านน้ำก้อและน้ำซุน) หมู่บ้านที่เคยเกิดเหตุการณ์น้ำป่าไหลหลาก – สีฟ้า และหมู่บ้านที่เคยเกิดเหตุการณ์น้ำปนตะกอนท่วมบ่า – สีเขียวอ่อน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศต้นน้ำในพื้นที่ที่พวกเขา และพื้นที่ลาดชันของลักษณะของกลุ่มน้ำย่อยขนาดต่างๆ ที่ไหลมาลงที่แม่น้ำป่าสัก (ตอนบน) บริเวณที่ราบลุ่มต่ำสองฝั่งแม่น้ำในบริเวณพื้นที่ตอนกลาง (แหล่งข้อมูลรายชื่อหมู่บ้านในพื้นที่เสี่ยงภัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่เบื้องต้นนี้ อ้างอิงมาจากรายงานของฝ่ายกิจการพิเศษ ที่ทำการปกครองจังหวัดเพชรบูรณ์, ๒๕๔๕) (ข) ภาพขยายของแบบจำลองสามมิติแสดงลักษณะภูมิประเทศที่จัดทำขึ้นจาก Digital Elevation Model บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่ ที่ตั้งของหมู่บ้านน้ำก้อ หมู่บ้านน้ำซุน และบริเวณข้างเคียง

บทสรุป

เหตุการณ์การเกิดตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมป่าอย่างรุนแรงมาก เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2544 ในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อใหญ่ ไม่ได้เกิดจากสาเหตุของการทำงานจากปริมาณน้ำฝนที่ผิดปกติแต่เพียงอย่างเดียวตามที่ด้ตั้งทฤษฎีกันเอาไว้ก่อนหน้านี้ แต่เป็นการทำงานร่วมกันของปัจจัยจากลักษณะของภูมิประเทศที่สูงชัน ลักษณะและรูปร่างของกลุ่มน้ำย่อย ระดับความลาดชัน ตะกอนที่รองรับการไหล สิ่งปกคลุมดิน และปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไป การเกิดเขื่อนธรรมชาติชั่วคราวที่ได้พังทลายลงจากแรงดันของน้ำปนมวลตะกอนที่กักเอาไว้ด้านบน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการตั้งบ้านเรือนอยู่อย่างหนาแน่นบนพื้นที่ของเนินตะกอนรูปพัด ซึ่งเป็นที่สะสมตัวของตะกอนตอนท้ายสุดของการเกิดการตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนป่า และถึงแม้ว่าจะไม่ได้มีคาบการเกิดซ้ำที่บ่อยนัก (ในช่วง 10 หรือ 100 ปี) ก็ตาม แต่ถ้ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างศักยภาพให้มีความพร้อมที่จะเกิดขึ้นอีกดังกล่าวข้างต้นได้แล้ว จะมีพลังงานในการทำลายล้างที่สูงมากต่อพื้นที่ที่ตั้งบริเวณเนินตะกอนรูปพัด ถ้าเราไม่มีความเข้าใจอย่างท่องแท้ต่อกระบวนการในการเกิด ไม่ได้มีการวางแผนป้องกัน และเตือนภัยอย่างเป็นระบบในเชิงพื้นที่ที่ดีพอ ที่ต้องมีการสำรวจอย่างรอบครอบตั้งแต่ต้นน้ำที่เกี่ยวข้องกับแหล่งที่มาของตะกอน การพัดพา และการหน่วงหรือการกักมวลตะกอนและน้ำเอาไว้ในกลุ่มน้ำย่อย จนถึงการพัดพาและการเคลื่อนที่ของน้ำปนมวลตะกอนลงมาสู่ด้านล่างบริเวณเนินตะกอนรูปพัด พื้นที่ลักษณะนี้ก็มีโอกาสเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยง และมีอันตรายอย่างรุนแรงต่อชีวิตและทรัพย์สิน ที่ยังเกิดขึ้นได้อีกเสมอ

8. เอกสารอ้างอิง (References)

- Beverage JP, Culbertson JK (1964) Hyperconcentrations of suspended sediment: American Society of Civil Engineers, Journal of the Hydraulics Division, 90 (HY6):117-126
- Cannon SH (1997) Evaluation of the potential for debris and hyperconcentrated flows in Capulin Canyon as a result of the 1996 Dome Fire, Bandelier National Monument, New Mexico. U S Geological Survey Open File Report 97-136
- Costa JE (1988) Rheologic, morphologic, and sedimentologic differentiation of water floods, hyperconcentrated flows, and debris flows. In: Baker VE, Kochel CR, Patton PC, (eds) Flood geomorphology. New York, John Wiley and Sons:113-122
- Costa JE, Jarrett RD (1981) Debris flow in small mountain channels of Colorado and their hydrologic implication. Bulletin of the Association of Engineering Geologists XVIII (3):309-322
- Dai FC, Lee CF, Li J, Xu ZW (2001) Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong. Environmental Geology 40 (3):381-391
- Giraud RE (2002) Guidelines for the geological evaluation of debris-flow hazards on alluvial fan. Rocky Mountain Geological Society 54th Annual Meeting May 7-9, 2002 Cedar City, Utah

- Miyajima S (2001) Debris flow studies in Japan. In: Tianchi L , Chalise SR, Upreti BN (eds) Landslide Hazard Mitigation in the Hindu Kush-Himalayas, International Center for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Nepal:215-228
- National Research Council (1982) Selecting a methodology for delineating mudslide hazard areas for the National Flood Insurance Program. National Academy Press, Washington, D.C.
- National Research Council (1996) Alluvial fan flooding: Washington, D.C., National Academy Press, Committee on Alluvial Fan Flooding 172
- Pierson TC, Costa JE (1987) A rheologic classification of subaerial sediment-water flows. In: Costa JE, Wiezorek GF (eds) Debris flows/avalanches. Geological Society of America, Reviews in Engineering Geology VII:1-12
- Varnes DJ (1984) Landslide hazard zonation: A review of principles and practice natural hazards UNESCO, France Vol.3
- Van Westen, JV. (1994) GIS in landslide hazard zonation : a review, with examples from the Andes of Columbia. In Mountain Environments and Geographic Information Systems. Taylor & Francis Ltd.:165-136
- Wieczorek GF, Ellen S, Lips EW, Cannon SH, Short DN (1983) Potential for debris flow and debris flood along the Wasatch Front between Salt Lake City and Willard, Utah, and measures for their mitigation. U.S. Geological Survey Open file report 83-635
- Yumuang, S. (2005) Evaluation of potential for 2001 debris flow and debris flood in the vicinity of Nam Ko area, Amphoe Lom Sak, Changwat Phetchabun, Central Thailand. A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, Program in Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 221 pp.
- Yumuang, S. (2006) 2001 debris flow and debris flood in Nam Ko area, Phetchabun province, central Thailand. Environmental Geology, 51: 565-579 DOI 10.1007/s00254-006-0352-8

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักนายกรัฐมนตรี ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ ผศ.ดร.นภดล ม่วงน้อยเจริญ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศ.ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับการให้คำปรึกษาสำหรับแนวคิดและแนวทางของการทำการศึกษาในครั้งนี้ รวมทั้งการร่วมออกภาคสนามที่แสนจะทุระกัณดารด้วยการเดินทางด้วยรถไถ รวมทั้งการเดินทางเท้าเข้าไปในพื้นที่ทั้งสองครั้งอย่างเต็มที่และให้คำแนะนำอย่างยิ่ง ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณทีมงานศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (GISTHAI) ที่ได้ช่วยเหลืองานด้านเทคนิคในการจัดทำแผนที่ และแบบจำลองในเชิงพื้นที่ด้วยการประยุกต์ใช้ระบบ ภูมิสารสนเทศ รวมทั้งงานในภาคสนามและงานในห้องปฏิบัติการอย่างยิ่ง กัับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ของผู้เขียน