

# การประยุกต์ภูมิสารสนเทศในการศึกษาลักษณะพื้นฐาน และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศแบบแลนด บริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว

The application of geo-informatics for studying landform  
and influencing factors in forming badland morphology At the upper  
Huai Yang basin area, Ta Praya district, Sa-Kaeo province

ณัฐพร ยวงเงิน<sup>1</sup> / สุพรรณ กาญจนสุธรรม<sup>2</sup> / แก้ว นวลฉวี<sup>3</sup> / อภิสสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ<sup>4</sup>  
Nattaporn Youngngoen / Supan Karnchanasuthum / Kaew Nualchawee / Apisit Eiumnho

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ประสงค์ในการศึกษาอนุสัณฐานและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศแบบแลนด บริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว โดยศึกษาจากแผนที่ ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 แผนที่ธรณีวิทยา รูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายจากดาวเทียมLandsat ภาพจากยานไร้คนขับ (UAV) ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณี และจากการศึกษาในภาคสนาม

ผลจากการศึกษา พบว่า

อนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนดประกอบด้วยหลุมยุบ หน้าผา กำแพงดิน เสาดินและตอดิน สัณฐานของแต่ละ อนุสัณฐานจะมีความแตกต่างกันทั้งลักษณะ รูปร่าง ขนาดและกระบวนการเกิด แต่จะมีลำดับขั้นการเกิดต่อเนื่องกัน โดยหลุมยุบจะเป็นอนุสัณฐานที่เริ่มต้นการเกิดก่อน แล้วพัฒนาเป็นหน้าผาดิน กำแพงดิน เสาดิน และตอดิน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศแบบแลนดบริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนประกอบด้วย ธรณีวิทยาโครงสร้าง ธรณีวิทยาลำดับชั้นหิน ลักษณะภูมิประเทศ โครงสร้างตะกอน ลักษณะดิน ลักษณะภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ธรณีวิทยาโครงสร้างเกิดจากกระบวนการแปรสัณฐานทำให้เปลือกโลกเกิดการย่น เลื่อน รอยแตก รอยแยก และทรุดตัวแบบกิ่งกราเบน ส่งผลให้ลักษณะภูมิประเทศ

<sup>1</sup> นิสิตปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

<sup>2</sup> คณบดีคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

<sup>3</sup> รองศาสตราจารย์คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

<sup>4</sup> รองศาสตราจารย์คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เป็นที่ราบระหว่างภูเขาแคบๆ และมีอัตราการไหลของน้ำเร็วขึ้น ลาดับชั้นหิน ประกอบด้วยหมวดหินพระวิหารรองรับด้วยหมวดหิน ภูกระดึง ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะตะกอนและดิน โครงสร้างของตะกอนและดินเป็นสีเหลือง แดง และสีน้ำตาล โดยมีเนื้อตะกอนส่วนใหญ่เป็นเนื้อค่อนข้างละเอียดถึงตะกอนเนื้อร่วน เนื้อดินส่วนใหญ่มีเนื้อดินร่วนปนทรายและดินเหนียว ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการกร่อน ลักษณะภูมิอากาศ อยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นแถบมรสุม (Tropical Savanna : Aw) ลักษณะภูมิอากาศประกอบไปด้วยอุณหภูมิและน้ำฝน โดยอุณหภูมิจะส่งผลต่อการผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมี ส่วนน้ำฝนจะส่งผลต่ออัตราการกร่อนทั้งในแนวราบและแนวตั้ง การเปลี่ยนแปลงใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นปัจจัยเร่งอัตราการกร่อน พบว่า ในช่วงประมาณ 60 ปีที่ผ่านมา พื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและอื่นๆ โดยเนื้อที่ป่าไม้ลดลงจากร้อยละ 72.42 ส่วนเนื้อที่ที่มีการกร่อนสูงได้เพิ่มจากร้อยละ 1.14 เป็นร้อยละ 5.63

**คำสำคัญ :** ภูมิสารสนเทศ สัณฐาน ภูมิภาค  
แบดแลนด์ ธรณีวิทยาโครงสร้าง โครงสร้างตะกอน

## Abstract

This research aimed to study sub landforms and influencing factors in forming Badlands morphology at the upper Huai Yang basin area, Ta Praya District, Sakaeo Province. The data were collected by various types of research tools such as topographic maps with scale of 1 : 50,000, Geological maps, Arial Photography, photography from Land

sat Satellite, photography from Unmanned Aerials Vehicles (UAV), lab reports, data from Department of Mineral Resources, Meteorological Department and field study.

The results showed that Badlands morphology comprised of sinkholes, soil cliffs, soil wall, soil column and soil stubble. Each of sub landforms had different appearances in form, size and forming process. Appearance of sub landform were under the control of time; the sinkholes were created first and then turned to be cliffs, soil wall, soil column and soil stubble respectively. The factors influencing badland formation in the upper Huai Yang basin consisted of the geological structure, stratigraphy, topology, sedimentary structure, soil properties, climate, and land use change. As for the geological structure, the techtonic process brought about faults, joints, fissures, half-graben, intermountain plateaus and fast running water passages. Regarding stratigraphy, the badlands in this area comprised of Phra Wihan formation and Phu Kradueng formation, which influenced the sediment and soil. Concerning the sediment and soil structure, soil and sediment in the badlands were yellow, red, and brown and the texture was fine and very fine. Moreover, the badlands had sandy loam, sandy loams, and clay, which affected the erosion rate. In terms of climate, the badlands featured tropical savanna (Aw). Consequently, the badlands

were affected by temperature and rainfall. In particular, the temperature caused physical and chemical erosion, whereas, the rainfall affected the horizontal and vertical erosion rates. As for the land use change, the erosion rate of the badlands was hastened by the land use change. Over the past sixty years, the forest area had been converted into the area for agricultural purposes and non-forest uses. The forest area had been reduced from 98.73 percent to 72.42 percent. Meanwhile, the area of the badlands had been increased from 1.14 percent to 5.63 percent.

**Keywords :** Geoinformatics, morphology, Badlands, structural geology

## บทนำ

ลักษณะธรณีสัณฐานที่ปรากฏให้เห็นในปัจจุบัน เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีสัณฐานมาตลอดระยะเวลาทางธรณีวิทยา ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงสามารถพิจารณาได้เป็นสองกระบวนการ คือ กระบวนการที่เกิดจากการกระทำของพลังแปรรูปภายใน (endogenic process) ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกอย่างฉับพลันหรืออย่างช้าๆ แต่อย่างต่อนื่องเป็นระยะเวลานานๆ ก่อให้เกิดภูเขา รอยแยกหรือรอยร้าวของหินแบบต่างๆ ชั้นหินคดโค้ง รอยเลื่อนและปรากฏการณ์ภูเขาไฟ (vulcanism) ซึ่งจะทำให้พื้นผิวของโลกขรุขระ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2549) นอกจากนี้ กระบวนการธรณีสัณฐานยังเกิดจากพลังแปรรูปภายนอก (exogenic processes) ซึ่งเป็นแรง

ภายนอกเปลือกโลกซึ่งกระทำการเคลื่อนผิวของแผ่นดินได้แก่ 1) การผุพังอยู่กับที่ (weathering) โดยลมฟ้าอากาศ ได้แก่ การผุพังทางกายภาพ การผุพังทางเคมีและการผุพังทางชีวภาพ 2) การเคลื่อนที่ของมวล (mass wasting) เป็นการเคลื่อนที่ของมวลหิน ตะกอนและดินที่ผุพัง อยู่กับที่โดยแรงดึงดูดของโลก 3) การกร่อน (erosion) เป็นกระบวนการที่มีตัวกระทำจากตัวการธรรมชาติภายนอกเปลือกโลก ได้แก่ ธารน้ำไหล น้ำใต้ดิน คลื่นและกระแสน้ำชายฝั่ง ลม ธารน้ำแข็ง ทำให้เกิดการพังทลาย การพัดพา และการทับถม (Thornbury, 1969)

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกภายนอกมีสาเหตุการเกิดมาจากตัวการธรรมชาติแล้วยังเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เพราะจะเป็นตัวเร่งทำให้พื้นผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นจนส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจะส่งผลทำให้เกิดการพังทลายดินจนพัฒนาเป็นภูมิประเทศแบนแลนด์ ประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีการกร่อนสูงอยู่หลายบริเวณ แต่ละบริเวณที่น่าสนใจและเป็นแหล่งการเกิดขนาดใหญ่มี 4 แห่ง ได้แก่ เสาดินอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน แพะเมืองผี อำเภอมะนัง จังหวัดแพร่ โป่งยุบอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี และ ละลุ อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว

ภูมิประเทศแบนแลนด์ทั้ง 4 แห่ง บริเวณที่น่าสนใจมากที่สุดคือ ละลุ เนื่องจากพื้นที่การเกิดครอบคลุมบริเวณกว้างและมีแนวโน้มน้ำจะขยายพื้นที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยบริเวณที่เกิด เกษตรกรยังคงใช้พื้นที่ทำการเกษตรและอยู่อาศัย ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพดิน และอันตรายจากการเกิดหลุมยุบซึ่งพบอยู่ทั่วบริเวณที่เกิด ประกอบกับลักษณะละลุมีลักษณะภูมิประเทศที่สวยงามแปลกตา จึงเป็นที่

สนใจแก่นักท่องเที่ยวทั่วไป

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเพื่อจำแนกลักษณะ  
 สัณฐาน รูปแบบการเกิดในแต่ละอนุสัณฐานและ  
 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเกิดภูมิประเทศ  
 แบนด์แลนด์บริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน อำเภอ  
 ตาพระยา จังหวัดสระแก้ว โดยใช้ภูมิสารสนเทศ  
 เป็นเครื่องมือในการศึกษา เพื่อนำผลของการศึกษา  
 ในครั้งนี้ไปเป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยธรณี  
 สัณฐานภูมิประเทศแบนด์แลนด์ และเป็นองค์ความรู้  
 ใหม่สำหรับการเกิดการกร่อนสูงในประเทศไทย และ  
 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการนำไปวางแผนการ  
 บริหารการจัดการพื้นที่ภูมิประเทศแบนด์แลนด์ เพื่อ  
 ป้องกันการเกิดการกร่อนสูงขยายบริเวณและเพิ่ม  
 ความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และการจัดการพื้นที่ลุ่มเพื่อ  
 เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีวิทยา

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อจำแนกลักษณะสัณฐานและปัจจัยที่มี  
 อิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศแบนด์แลนด์ บริเวณ  
 ลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน อำเภอตาพระยา จังหวัด  
 สระแก้ว

### ขอบเขตของการวิจัย

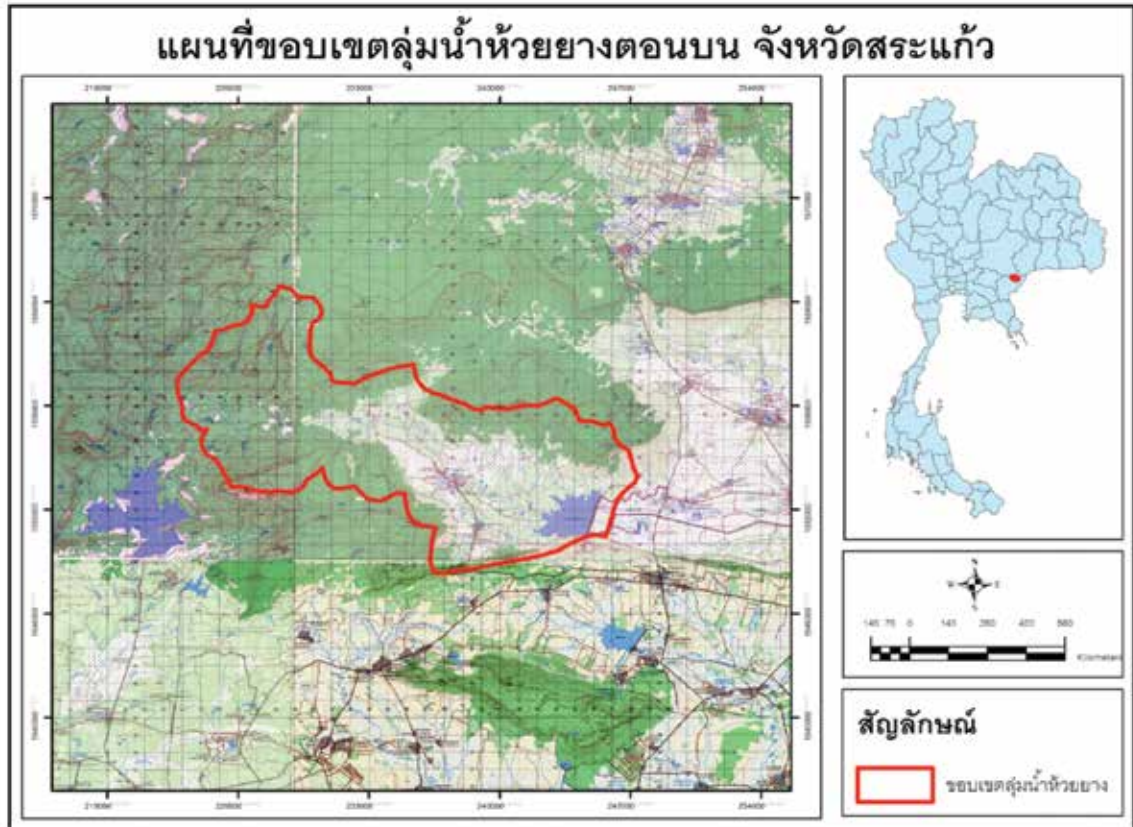
1. จำแนกลักษณะสัณฐาน รูปแบบการ  
 เกิด อนุสัณฐานภูมิประเทศแบนด์แลนด์ บริเวณลุ่ม  
 น้ำห้วยยางตอนบน ได้แก่ หลุมยุบ หน้าผาดิน  
 กำแพงดิน เสาดินและตอดิน
2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศ  
 แบนด์แลนด์ ได้แก่ ธรณีวิทยาโครงสร้าง ธรณีวิทยา  
 ลำดับชั้นหิน โครงสร้างตะกอน ลักษณะภูมิประเทศ  
 สิ่งปกคลุมดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์  
 ที่ดิน

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนที่ภูมิประเทศ L7018 มาตราส่วน  
 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหารได้แก่ระหว่าง 5537 III  
 บ้านลำนางรอง และระหว่าง 5536 IV บ้านหนองแวง
2. แผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000  
 ของกรมทรัพยากรธรณีได้แก่ ระหว่าง5537 III บ้าน  
 ระเบิดขาม และระหว่าง 5536 IV กิ่งอำเภอโคกสูง
3. รายงานการสำรวจดินจังหวัดสระแก้ว  
 ของกรมพัฒนาที่ดิน
4. ข้อมูลน้ำฝนรายเดือนและรายวัน แบ่ง  
 เป็น 2 ช่วง คือ ระหว่างพ.ศ.2503 ถึง 2533 รายปี  
 และระหว่างพ.ศ.2533 ถึงพ.ศ.2555 จากฝ่ายสำรวจ  
 อุตุนิยมวิทยา กองอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา  
 ณ สถานี อรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ปราจีนบุรี  
 และกบินทร์บุรี
5. รูปถ่ายทางอากาศปี พ.ศ. 2497 และ  
 พ.ศ. 2523 จากกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 :  
 25,000
6. รูปถ่ายทางอากาศสีปี พ.ศ. 2545 จาก  
 กรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1 : 4,000
7. ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM เดือน  
 มกราคม พ.ศ. 2555
8. รูปถ่ายจากยานไร้คนขับ (UAV) บริเวณ  
 ลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน พ.ศ. 2556
9. อุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลภาพได้แก่ไมโคร  
 คอมพิวเตอร์ (PC) เครื่องพิมพ์ (printer) โปรแกรม  
 ทางระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ Arc GIS
10. เครื่องมือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม  
 ได้แก่ ค้อนธรณี พลั่ว เครื่องมือเจาะดิน สมุดเทียบ  
 สีดิน เครื่องมือวัดปฏิกริยาดิน เครื่องมือวัดความ

ลาดเท เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) เทปวัดระยะ กล้องถ่ายรูป  
 11. ห้องปฏิบัติการของกรมทรัพยากรธรณีและกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 1 แสดงขอบเขตของลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว

### วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ที่จะศึกษาจากแผนที่ประเภทต่างๆ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา รูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายจากดาวเทียม แผนที่ดิน แผนที่การใช้ที่ดิน เพื่อวางแผนการศึกษาลักษณะพื้นฐานของภูมิประเทศแบดแลนด์ บริเวณลุ่มน้ำ บ้านคลองยางและบ้านหนองผักแว่น ตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้วโดยภาพรวม

2. ศึกษาแผนที่ต่างๆ เช่น แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา รูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายจากดาวเทียม ภาพถ่ายจากยานไร้คนขับ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อทำแผนที่ดินว่าง การจำแนกพื้นฐานของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบดแลนด์บริเวณลุ่มน้ำ อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว

3. สำรวจพื้นที่โดยละเอียด เพื่อนำมาวางแผนจุดกำหนดสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

4. นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่มาวางแผนการเก็บข้อมูลในภาคสนาม โดยกำหนดตำแหน่งสำหรับเก็บตัวอย่างอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์จากแผนที่ต้นร่าง ได้แก่ การจำแนกอนุสัณฐานหลุมยุบ หน้าผาดิน กำแพงดิน เสาดิน และตอดิน

5. ดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคสนาม วัดอนุสัณฐานของภูมิประเทศแบบแลนด์จากอนุสัณฐานของหลุมยุบ หน้าผา กำแพงดิน เสาดิน และตอดิน ประกอบด้วย ความกว้าง ความยาว ความสูง ความลึก (หลุมยุบ) ลักษณะพื้นผิวของอนุสัณฐานและความลาดเทกำหนดจุดอนุสัณฐาน ด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) และการบันทึกภาพ

6. รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศแบบแลนด์ดังนี้คือ ธรณีวิทยาและธรณีวิทยาโครงสร้างของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ศึกษาจากแผนที่ธรณีวิทยา และข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณี ลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนและบริเวณละลุ ศึกษาจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 รูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายจากดาวเทียม ภาพถ่ายจากยานไร้คนขับ และการศึกษาในสนาม ลักษณะภูมิอากาศ ข้อมูลอุณหภูมิและน้ำฝนสถานีอรัญประเทศ สระแก้ว ปราจีนบุรีและกบินทร์บุรี ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ระหว่าง พ.ศ. 2503 ถึง พ.ศ. 2533 รายปี และระหว่าง พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2555 และพิจารณาเลือกข้อมูลน้ำฝนบางปีที่พบว่ามีปริมาณน้ำฝนมาก ได้แก่ พ.ศ. 2543 พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2554 เน้นการกระจายของน้ำฝนในแต่ละวัน เพื่อดูปริมาณน้ำฝนที่ทำให้เกิดการกร่อนของดินได้คือ ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 20 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน นำ

รูปถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2497 พ.ศ. 2523 พ.ศ. 2545 และภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat TM มาทำการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละช่วงเวลา

## ผลการวิจัย

หน่วยอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์บริเวณละลุ

ละลุ ตั้งอยู่บริเวณหมู่บ้านคลองยางและบ้านหนองผักแว่น อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ครอบคลุมเนื้อที่ประมาณ 70 ไร่ บริเวณที่ตั้งละลุอยู่ทางตะวันตกของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน มีสภาพภูมิประเทศเป็นแอ่งระหว่างภูเขา ซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนเศษหินเชิงเขา และการผุพังอยู่กับที่ของหินเดิมตามเชิงเขาหรือขอบแอ่งอนุสัณฐานจำแนกได้เป็น 5 อนุสัณฐานได้แก่

1. อนุสัณฐานหลุมยุบ เป็นอนุสัณฐานเริ่มแรกของการเกิดอนุสัณฐานแบบแลนด์ อนุสัณฐานหลุมยุบ ส่วนใหญ่เกิดติดกันผนังทะเลลุถึงกัน มีความกว้าง 0.51 เมตรถึง 3.80 เมตร ความยาว 0.69 เมตรถึง 6.00 เมตร ความลึก 0.20 เมตรถึง 2.37 เมตร รูปร่างด้านบนส่วนใหญ่เป็นรูปรีภายในหลุมยุบส่วนใหญ่มีลักษณะส่วนบนกว้างส่วนล่างแคบ ลักษณะผนังส่วนใหญ่วางตัวตรงกับแนวระดับ ลักษณะพื้นผิวส่วนใหญ่มีลักษณะไม่เรียบ มักพบมีทางน้ำไหลผ่านด้านล่างและพบโพรงดิน ใต้ผนังหลุมยุบ โดยพบผนังหลุมพังลงมาในแนวตั้ง มีพืชปกคลุมผิวดินน้อยและพบรากพืชภายใน หลุมยุบเป็นส่วนใหญ่

2. อนุสัณฐานหน้าผาดิน เป็นอนุสัณฐานที่เกิดจากการพัฒนาตัวต่อมาจากหลุมยุบหลายๆ จุด ที่เกิดการกร่อนโดยน้ำฝนและน้ำไหลบ่าผิวดินทั้งในแนวราบและในแนวตั้ง จนทำให้ผิวดินของพื้นที่ที่ถูก

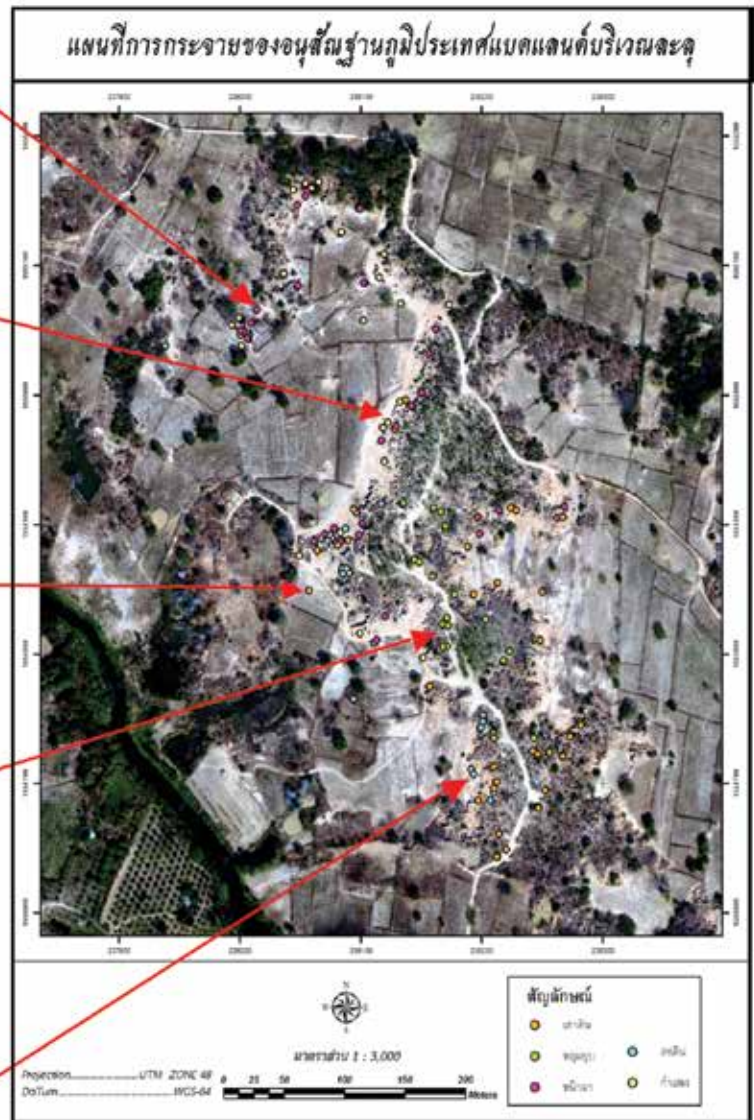
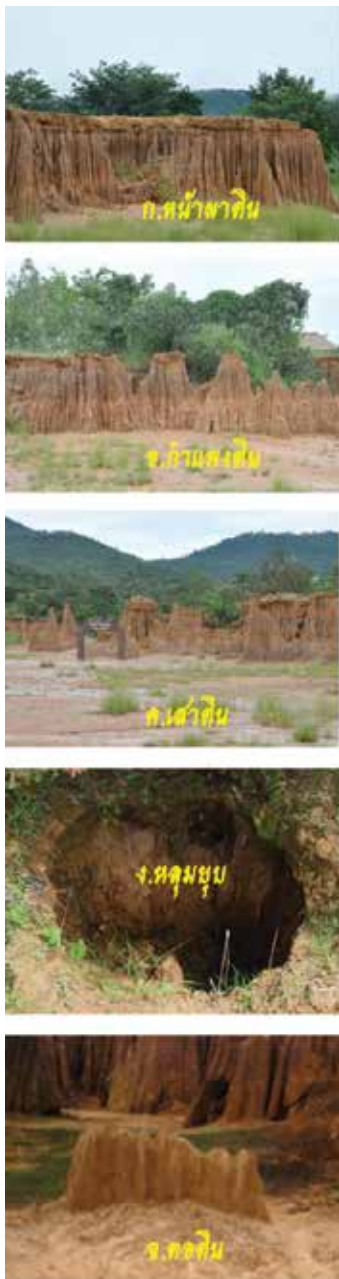
ก่อนจากการเกิดหลุมยุบมีลักษณะเป็นหน้าผาดิน มีพื้นที่ตอนบนต่อเนื่องกับพื้นแผ่นดินโดยรอบของพื้นที่พบกระจายตัวอยู่บริเวณขอบของแอ่งบริเวณลลรูปแบบการเกิดส่วนใหญ่เป็นหน้าผาดินแบบเดี่ยวอยู่ใกล้ชิดกัน ส่วนบนของหน้าผาดินมีความสูงต่ำไม่เท่ากันและพบชั้นสะสมสนิมเหล็ก หน้าผาดินมีความกว้าง 0.35 เมตรถึง 5.00 เมตร ความยาว 3.00 เมตร ถึง 20.00 เมตร ความสูง 2.26 เมตรถึง 3.90 เมตร ลักษณะพื้นผิวมีร่องหลืบ เสาและรูโพรง บริเวณใต้หน้าผาดินส่วนใหญ่พบโพรงและทางน้ำไหลใต้หน้าผาดิน ฐานใต้หน้าผาดินเอียง ทำมุมกับแนวระดับ 22 องศาถึง 88 องศา ลักษณะตะกอนของบริเวณฐานใต้หน้าผาดินมีขนาดเล็กกว่า 2.00 มิลลิเมตร

3. อนุสัณฐานกำแพงดิน เป็นอนุสัณฐานที่เกิดต่อจากอนุสัณฐานหน้าผาดิน เมื่อส่วนของอนุสัณฐานหน้าผาดินถูกกัดเซาะตัดขาดจากส่วนแผ่นดิน และแนวหน้าผาดินตอนเป็นช่วงๆ ส่วนของแนวหน้าผาดินเดิมจะถูกแบ่งทำให้แคบและสั้นลง เนื้อที่บริเวณส่วนบนกำแพงจะเหลือเนื้อที่น้อยกว่าหน้าผาอนุสัณฐานกำแพงดินกระจายอยู่ส่วนด้านหน้าของหน้าผาดินภายในแอ่งลล กำแพงดินมีความกว้าง 0.10 เมตรถึง 2.00 เมตร ความยาว 1.26 เมตรถึง 9.00 เมตรและความสูง 1.06 เมตรถึง 5.00 เมตร รูปแบบการเกิดส่วนใหญ่เป็นกำแพงดินที่เป็นส่วนของหน้าผาดิน ส่วนบนของกำแพงดินส่วนใหญ่มีความสูงต่ำไม่เท่ากัน โดยส่วนบนของกำแพงดินส่วนใหญ่ไม่มีชั้นสะสมสนิมเหล็ก ลักษณะผิวหน้าวางตัวเอียงกับแนวระดับของพื้นที่โดยเอียงทำมุมมากที่สุด 90 องศา ลักษณะพื้นผิวมีร่องหลืบเสาและรูโพรง บริเวณใต้พบโพรงทางน้ำไหล พื้นฐานใต้กำแพงเอียงกับแนวระดับ ค่าความลาดเอียง 8 องศาถึง 85 องศา ลักษณะตะกอนด้านหน้ากำแพง

ดินมีขนาดตะกอนเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร

4. อนุสัณฐานเสาหิน เป็นอนุสัณฐานที่พัฒนาต่อจากหน้าผาดินและกำแพงดินที่ถูกกัดเซาะโดยน้ำฝนและน้ำไหลป่า จนตะกอนส่วนใหญ่ถูกความแรงของน้ำพัดพาไป คงเหลือไว้แต่ส่วนของตะกอนที่มีความคงทนต่อการกร่อน อนุสัณฐานเสาหินพบกระจายอยู่ร่วมกับหน้าผาดินและกำแพงดิน มักพบอยู่ในบริเวณส่วนที่ต่ำของแอ่ง ลล เสาหินมีรูปแบบเป็นส่วนหนึ่งของหน้าผาดินหรือกำแพงดิน รูปร่างของเสาหินมีลักษณะรูปทรงภายนอก ส่วนฐานกว้างส่วนยอดแหลม ส่วนบนไม่มีชั้นสะสมสนิมเหล็ก ปิดทับ กว้าง 0.30 เมตรถึง 1.70 เมตร ความยาว 0.2 เมตรถึง 2.2 เมตรและความสูง 0.83 เมตรถึง 3.80 เมตร ลักษณะผิวหน้าเป็นร่องหลืบและพบรูโพรง

5. อนุสัณฐานตอดิน เป็นอนุสัณฐานที่พัฒนาต่อจากเสาหิน เมื่อเสาหินถูกน้ำฝนและกระบวนการกร่อนภายนอกของเปลือกโลกทำให้ตะกอนจากเสาหินที่มีความคงทนน้อยถูกกัดเซาะตะกอนจะถูกน้ำพัดพาออกไปจากเสาหิน จนทำให้ความสูงและขนาดของเสาหินลดลงจนมีลักษณะคล้ายตอดิน พบกระจายปะปนอยู่กับเสาหินและมักจะอยู่ด้านหน้า หรือเป็นส่วนที่เหลือจากการพังทลายของหน้าผาและกำแพงดิน จึงพบตอดินอยู่ในแอ่งที่ต่ำของลลเช่นเดียวกับเสาหิน ตอดินมีความกว้าง 0.32 เมตรถึง 2.19 เมตร ความยาว 0.49 เมตรถึง 3.89 เมตรและความสูง 0.54 เมตรถึง 3.09 เมตร รูปแบบกระจายอยู่โดดเดี่ยว รูปร่างภายนอกของตอดินมีลักษณะส่วนฐานกว้างส่วนยอดป้าน ส่วนบนไม่มีชั้นสะสมสนิมเหล็ก และผิวหน้ามีลักษณะเรียบ



ภาพที่ 2 แสดงการกระจายของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์บนภาพถ่ายจากยานไร้คนขับ (ถ่ายเมื่อเดือนมกราคม พ.ศ. 2556) บริเวณลະລຸ อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศแบบแลนด์ บริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว

1. ธรณีวิทยาโครงสร้าง



พื้นที่ห้วยยางตอนบนเกิดจากการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกในยุคไทรแอสซิกทำให้ เปลือกโลกเกิดการคดโค้ง เกิดรอยเลื่อนและทรุดตัวกลายเป็นแอ่งสะสมตะกอนในช่วงยุคจูแรสซิกและครีเทเชียส เกิดเป็นหินชั้นในหมวดหินภูกระดึงและหมวดหินพระวิหาร ต่อมาในช่วงยุคเทอร์เชียรี แผ่นเปลือกโลกอินโด - ออสเตรเลียเคลื่อนที่มาประกบกับแผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย ส่งผลให้รอยเลื่อนแม่ปิงเคลื่อนที่ไปทางขวาและทำให้เปลือกโลกในบริเวณดังกล่าว ปริแตกเกิดรอยเลื่อนวางตัวในแนวเหนือ - ใต้ ทรุดตัวลงเป็นแอ่งกึ่งกราเบน การสะสมตะกอนในแอ่งจะเริ่มตั้งแต่ปลายยุค เทอร์เชียรี ถึงยุคควอเทอร์นารี ทำให้เกิดภูมิประเทศเป็นแอ่งระหว่างภูเขา โดยมีลำน้ำสาขาต่างๆ ของลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนไหลผ่านและนำตะกอนที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่และการกร่อนมาทับถมในแอ่งนี้ ต่อมาได้เกิดกระบวนการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกอีกครั้งหนึ่งในยุคควอเทอร์นารี น่าจะเกิดในช่วงเวลาประมาณ 10,000 - 30,000 ปีที่แล้วจนถึงปัจจุบัน ทำให้พื้นที่บริเวณนี้เกิดรอยแตก รอยแยกและรอยเลื่อนหลายทิศทาง พบทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของแอ่ง รอยเลื่อนทั้งหมดจะมีทิศทางการวางตัวไปทิศทางเดียวกับการไหลของร่องน้ำ และพบว่าบริเวณลุ่มน้ำที่มีภูมิประเทศแบนแลนดมีรอยเลื่อนตัดผ่านด้วยการมีรอยเลื่อนตัดผ่านพื้นที่ เป็นสาเหตุให้ชั้นตะกอนแตกออกเป็นแนวยาวทำให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย ตะกอนจะถูกกัดเซาะให้เป็นทางน้ำไหล สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไปเป็นแบบฝนตกชุก น้ำฝนที่ตกลงมาอย่างต่อเนื่องมีปริมาณมากและรุนแรง กระแสน้ำที่ค่อนข้างแรงนี้ได้กัดเซาะพื้นที่สะสมตะกอนซึ่งอยู่ใกล้กับเชิงเขาให้สึกกร่อนอย่างรวดเร็ว การเกิดรอยเลื่อนในบริเวณตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวที่มีลักษณะตะกอน

เป็นตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ทางน้ำสาขาต่างๆ ของห้วยยางมีการไหลของน้ำในอัตราเร็วเนื่องจากมีความต่างระดับมาก การยกตัวของพื้นที่ในบริเวณนี้ทำให้น้ำกัดเซาะในทางลึกมากยิ่งขึ้น ประกอบกับเกิดรอยเลื่อน รอยแตก รอยแยก ในหน้าตัดตะกอนจึงส่งผลให้ตะกอนถูกกัดเซาะทั้งในแนวราบและแนวตั้งได้มากยิ่งขึ้น ทำให้พื้นที่บริเวณลุ่มน้ำและบางส่วนของลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนมีอัตราการกร่อนสูงและเกิดเป็นภูมิประเทศแบนแลนด

## 2. ธรณีวิทยาลำดับชั้นหินบริเวณห้วยยางตอนบน

แนวเขาที่วางตัวอยู่บริเวณโดยรอบของลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ยกเว้นบริเวณด้านทิศตะวันออก ซึ่งเป็นที่ราบเปิดโล่งออกสู่ประเทศกัมพูชาเป็นหินชั้นในกลุ่มหินโคราชตอนล่างโดยมีหมวดหินภูกระดึงรองรับอยู่ชั้นล่างของหมวดหินพระวิหารหมวดหินภูกระดึง มีอายุระหว่างยุคจูแรสซิกตอนกลางถึงจูแรสซิกตอนปลาย หมวดหินภูกระดึงมีเนื้อหินประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลน หินทรายและหินกรวดมนสีแดงปนม่วง พบแคลคริต (calcrete nodules) ซึ่งเป็นหินกรวดมนที่ประกอบด้วยตะกอนขนาดกรวดและทราย จับตัวกันแน่น หมวดหินพระวิหาร มีอายุระหว่างตอนกลางของยุคจูแรสซิกถึงยุคครีเทเชียส ตอนต้น วางตัวอยู่เหนือหมวดหินภูกระดึง ประกอบด้วยหินทรายสีขาวยาวปนเหลืองเม็ดละเอียดถึงหยาบ การคัดขนาดและความมนดีประกอบด้วย เม็ดควอตซ์เป็นส่วนใหญ่ มีหินทรายแป้ง หินโคลนชั้นบางๆ และหินกรวดมน เกิดจากการสะสมตัวและตกตะกอนจากแม่น้ำชนิดธารประสานสายและลำน้ำโค้งตัว (กรมทรัพยากรธรณี 2550) ชั้นหินของแนวเขาที่อยู่บริเวณรอบแอ่งห้วยยางตอนบน เป็นวัตถุต้นกำเนิดของตะกอนที่สะสมตัว

อยู่ในบริเวณแอ่งระหว่างภูเขา ลักษณะโครงสร้างของตะกอนในกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ที่มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นหินชั้นหมวดภูกระดึงและหมวดพระวิหาร เป็นหนึ่งในปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลทำให้บริเวณนี้ เกิดการกร่อนสูง จนพัฒนาเป็นภูมิประเทศแบบแลนด เนื่องจากหมวดภูกระดึงประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลน เมื่อผุพังสลายตัวเป็นตะกอน จึงมีปริมาณตะกอนส่วนใหญ่เป็นทรายแป้งและดินเหนียวส่งผลทำให้ตะกอนชั้นล่างๆ มีปริมาณของดินเหนียวและทรายแป้งเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณทรายลดลง เนื่องจากเกิดการสะสมตะกอนดินเหนียวจึงส่งผลให้ความสามารถในการแทรกซึมน้ำผ่านชั้นดินมีน้อย จึงทำให้น้ำไหลออกด้านข้าง (interflow) และกัดเซาะตะกอนให้เกิดเป็นโพรงใต้ชั้นตะกอน และเป็นจุดเริ่มต้นของการกัดเซาะที่ทำให้เกิดเป็นหลุมยุบ การที่บริเวณกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนมีลักษณะเป็นแอ่งระหว่างภูเขาแคบๆ และมีรอยเลื่อนผ่าน เป็นผลมาจากโครงสร้างทางธรณีวิทยา ส่วนลำดับชั้นหินบริเวณ ขอบแอ่งเป็นตัวส่งผลต่อลักษณะโครงสร้างของตะกอนในแอ่ง ดังนั้น ธรณีวิทยาโครงสร้างและธรณีวิทยาลำดับชั้นหิน จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแบบแลนด

### 3. ภูมิประเทศของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน

น้ำห้วยยางตอนบน เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มน้ำโตนเลสาบตอนบนซึ่งมี 2 กลุ่มน้ำย่อย คือ ห้วยพรหมโหดและห้วยยาง ภายในกลุ่มน้ำสามารถจำแนกหน่วยธรณีสัณฐานได้ 4 หน่วย หน่วยแรกคือ ที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นตะกอนที่เกิดจากที่ราบน้ำท่วมถึง อยู่ในบริเวณตอนกลางค่อนข้างไปทางตะวันตกเฉียงใต้ของกลุ่มน้ำ พื้นที่ที่มีความลาดเทจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก เป็นที่ราบซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำพา หน่วยที่สองเป็นลาดเชิงเขา อยู่ถัดจากที่ราบน้ำ

ท่วมถึงบริเวณใกล้แนวเขา ซึ่งกระจายตัวอยู่รอบๆ กลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ตะกอนเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินฐาน ตะกอนที่ถูกทับถมด้วยแรงดึงดูดของโลกและตะกอนน้ำพาจัดเป็นตะกอนเศษหินเชิงเขา หน่วยที่สาม ได้แก่ภูเขา เป็นภูเขาที่กระจายตัวอยู่รอบๆ กลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ประกอบด้วยหมวดหินภูกระดึงรองรับอยู่ด้านล่าง ส่วนด้านบนของภูเขาจะเป็นหมวดหินพระวิหาร มีความสูงระหว่าง 350 – 594 เมตร โดยภูเขาเหล่านี้จะเป็นต้นกำเนิดของร่องน้ำและสาขาต่างๆ ของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน หน่วยที่สี่เป็นร่องน้ำ ร่องน้ำในบริเวณกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนจะกระจายอยู่ในบริเวณภูเขา ลาดเชิงเขาและที่ราบลุ่มแม่น้ำ สามารถแบ่งลำดับของร่องน้ำได้ 4 ลำดับ ลักษณะทางกายภาพของร่องน้ำในกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนประกอบด้วย รูปร่างของร่องน้ำ จัดเป็นรูปร่างพัด ประกอบด้วย ลำธารเล็กๆ มากมาย ทำให้จำนวนน้ำที่ไหลมาไปรวมอยู่ที่จุดเดียว รูปแบบทางน้ำไหลเป็นแบบทางน้ำกึ่งไม้ เป็นรูปแบบที่มีลำธารแตกกิ่งก้านสาขาคลายเส้นใบของไม้ มีทิศทางไม่แน่นอน มุมไม่สม่ำเสมอ ส่วนมากเกิดบนหินที่มีความแข็งสม่ำเสมอ เช่น หินทราย หินดินดาน ความต่างระดับและความลาดชันของกลุ่มน้ำ พบว่า ร่องน้ำลำดับที่ 1 กระจายอยู่บริเวณภูเขา ความต่างระดับสูงสุด 330 เมตรความลาดชันสูงสุดร้อยละ 27.50 ร่องน้ำลำดับที่ 2 กระจายอยู่ในบริเวณภูเขาและลาดเขา ความต่างระดับสูงสุด 200 เมตร ความลาดชันสูงสุดร้อยละ 11.30 ร่องน้ำลำดับที่ 3 กระจายอยู่ในบริเวณลาดเชิงเขาและที่ราบลุ่มแม่น้ำ ความต่างระดับสูงสุด 10 เมตร ความลาดชันสูงสุดร้อยละ 2.22 ร่องน้ำลำดับที่ 4 อยู่ในที่ราบลุ่มแม่น้ำ ความต่างระดับ 1 เมตร ความลาดชันสูงสุดร้อยละ 0.20 ความหนาแน่นของการระบายน้ำ

เป็นอัตราส่วนระหว่างความยาวของลำธารทั้งหมด ต่อเนื้อที่ลุ่มน้ำ พบว่า ความหนาแน่นของการระบายน้ำของลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนมีค่า 0.96 ต่อ กิโลเมตร แสดงว่าพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน โดยค่าความหนาแน่นของการระบายน้ำมีค่าน้อยกว่า จึงระบายน้ำไม่ดี ทำให้ลุ่มน้ำมีอัตราการกร่อนมาก ดังนั้น ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศแบบแลนด

#### 4. ลักษณะภูมิอากาศ

ภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเกิดภูมิประเทศแบบแลนด องค์ประกอบของภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศแบบแลนด ได้แก่ อุณหภูมิและน้ำฝน อุณหภูมิจะส่งผลต่อการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืน หินและแร่ในตะกอนจะขยายตัวเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในตอนกลางวันและจะหดตัวในเวลากลางคืน อุณหภูมิที่สูงทำให้อัตราการระเหยของน้ำในตะกอนเร็วขึ้น ดินเหนียวจะหดตัวมาก และจะพองตัวเมื่อมีฝนตกในฤดูฝน

น้ำฝนนับเป็นปัจจัยด้านภูมิอากาศที่มีความสำคัญต่อกระบวนการกร่อนเพราะน้ำฝนเป็นตัวการธรรมชาติที่ทำให้เกิดการกร่อนของภูเขา ซึ่งเป็นหินต้นกำเนิดของตะกอนและพัดพาตะกอนมาทับถมในบริเวณแอ่งที่ราบระหว่างภูเขาจนทำให้เกิดเป็นลุ่มน้ำ น้ำฝนยังมีอิทธิพลต่อกระบวนการสร้างหน้าตัดตะกอน เช่น เกิดกระบวนการชะล้างแร่ดินเหนียว เหล็กออกไซด์ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของแร่และหินในตะกอน ให้ลงมาสะสมอยู่ในตะกอนชั้นล่างๆ จึงส่งผลให้ตะกอนในชั้นล่างๆ มีปริมาณของตะกอนดินเหนียวและทราย

แป้งเพิ่มมากขึ้นกว่าตะกอนทราย ทำให้เนื้อตะกอนชั้นล่างๆ มีเนื้อละเอียดกว่าตะกอนชั้นบนๆ ความสามารถในการแทรกซึมของน้ำจึงมีน้อย ทำให้น้ำฝนไหลซึมลงในแนวตั้งได้น้อย เหลือเป็นน้ำไหลบ่าพื้นดิน เกิดการกร่อนแบบผิวหน้าเรียบและพัฒนาเป็นการกร่อนแบบริ้วธาร ร่องธาร และในลำธารน้ำฝนที่ไหลซึมผ่านตะกอนชั้นบนลงไปได้ เนื่องจากตะกอนชั้นล่างมีเนื้อละเอียดและแน่นทึบมากขึ้น จึงทำให้ความสามารถในการแทรกซึมของน้ำมีน้อยลง น้ำส่วนนี้จึงไหลออกในแนวราบใต้พื้นดิน ทำให้เกิดรูโพรง เมื่อขนาดของโพรงใหญ่ขึ้นตะกอนที่อยู่เหนือโพรงจะยุบพังลงมา ทำให้เกิดหลุมยุบเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดภูมิประเทศแบบแลนด

อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนมีค่า 27.5 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.4 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีมีค่า 1,611.87 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกตลอดปีมีค่า 135.18 วัน ช่วงเดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตกมากอยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน โดยจำนวนวันที่ฝนตกเกิน 20 มิลลิเมตรต่อวันมีค่าเฉลี่ยต่อปี 25.66 วัน จากการที่ลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนมีอุณหภูมิสูงตลอดทั้งปี จึงส่งผลต่อกระบวนการผุพังอยู่กับที่ของหินและกระบวนการสร้างหน้าตัดตะกอน ลักษณะของน้ำฝนมีปริมาณ ไม่มากและไม่น้อยจนเกินไปในกระบวนการกร่อน เนื่องจากถ้าปริมาณฝนมีน้อยเกินไป ความแรงของน้ำจะมีพลังในการกัดเซาะได้น้อย แต่ถ้ามีมากเกินไปเหมือนเขตภูมิอากาศร้อนชื้นแถบมรสุม (Am) ความแรงของน้ำจะกัดเซาะและพัดพาตะกอนที่พังทะลายออกไปจากพื้นที่ จึงไม่ปรากฏหลักฐานที่เกิดจากการกร่อนให้เห็นได้ นอกจากนี้ ลักษณะการกระจายของฝน

ตลอดปีจะมีช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณฝนมากจำนวน 6 เดือนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม สลับกับช่วงที่มีปริมาณฝนน้อยอยู่ 6 เดือน ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการสร้างหน้าตัดตะกอน ทำให้เกิดการชะล้างและการสะสมชั้นสนิมเหล็กและแร่ดินเหนียว ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดโครงสร้างของตะกอนที่นำไปสู่ภูมิประเทศแบดแลนด์

### 5. โครงสร้างตะกอนของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน

วัตถุประสงค์กำเนิดตะกอนบริเวณห้วยยางตอนบน เป็นหมวดหินภูกระดึงและหมวดหินพระวิหาร หมวดหินภูกระดึงประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลน สีม่วงแดง เนื้อปูนและมีเม็ดปูนปน แทรกสลับด้วยหินทรายสีเทาเขียว เนื้อละเอียดถึงปานกลาง ประกอบด้วยควอตซ์และไมกา หมวดหินพระวิหารเป็นหินทรายสีขาวยปนเหลืองเนื้อเม็ดควอตซ์มีขนาดเม็ดละเอียดถึงเม็ดหยาบ การคัดขนาดดี เม็ดค่อนข้างกลม มีทรายแป้งและหินโคลนสีเทาดำสลับอยู่เป็นบางชั้น หินทั้งสองหมวดจะส่งผลต่อเนื้อตะกอนได้เนื้อตะกอนค่อนข้างละเอียดถึงเนื้อร่วน ตะกอนประกอบด้วยแร่ควอตซ์ มีแร่ดินเหนียวชนิดเคโอไรนด์ มอนมอริลโลไนต์และแร่ไมกาเล็กน้อย

เนื้อตะกอนส่วนใหญ่ของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบดแลนด์เป็นตะกอนเนื้อค่อนข้างละเอียดถึงเนื้อร่วน โดยเนื้อตะกอนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มตะกอนร่วนเหนียว ร่องลงมาเป็นกลุ่มตะกอนร่วนกลุ่มตะกอนดินเหนียวปนทรายแป้งและตะกอนร่วนเหนียวปนทรายแป้ง การที่เนื้อตะกอนทุกอนุสัณฐานค่อนข้างละเอียดถึงเนื้อร่วนโดยมีขนาดของตะกอนเป็นตะกอนดินเหนียวและตะกอนทรายแป้งมากกว่าตะกอนทราย เนื่องจากวัตถุประสงค์กำเนิดของตะกอนเป็นหมวดหินภูกระดึงและหมวดหินพระวิหาร

ซึ่งเนื้อหินส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลนและหินทรายเม็ดละเอียดถึงหยาบ เนื้อหินเหล่านี้เกิดการผูกอยู่กับที่และเกิดการกร่อนตะกอนที่เหลือจากการกร่อนจะเป็นตะกอนที่มีขนาดเล็ก ได้แก่ ทรายแป้ง แร่ดินเหนียว ทรายละเอียด ส่วนตะกอนขนาดทรายหยาบและกรวดจะมีปริมาณน้อยกว่า จึงส่งผลให้ตะกอนที่ถูกธารน้ำของห้วยยางตอนบนนำมาทับถมบริเวณแอ่งที่ราบระหว่างภูเขาเนื้อตะกอนค่อนข้างละเอียดถึงเนื้อร่วน โดยมีร้อยละของตะกอนทรายแป้งและดินเหนียวมากกว่าตะกอนทราย ส่งผลให้ความสามารถในการแทรกซึมของน้ำมีน้อย น้ำจึงไหลในแนวราบใต้พื้นดิน ทำให้เกิดเป็นโพรงใต้ชั้นตะกอนจนตะกอนของชั้นที่อยู่เหนือขึ้นไปยุบพังลงมา กลายเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดหลุมยุบ หลังจากนั้นหลุมยุบก็จะพัฒนาเป็นหน้าผา กำแพงดิน เสาดินและตอดิน จึงส่งผลทำให้เกิดภูมิประเทศแบดแลนด์

สีตะกอน สีตะกอนส่วนใหญ่ของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบดแลนด์เป็นสีเหลือง น้ำตาล และสีแดง เนื่องจากวัตถุประสงค์กำเนิดตะกอนในกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนเป็นหมวดหินภูกระดึงซึ่งเนื้อหินประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลน หินกรวดมนสีแดงปนม่วงและเม็ดปูน และหมวดหินพระวิหารซึ่งเนื้อหินส่วนใหญ่เป็นหินทรายสีขาวยปนเหลือง เม็ดละเอียดถึงหยาบ หินทรายแป้ง หินโคลนและหินกรวด สีตะกอนนอกจากขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์กำเนิดแล้วยังขึ้นอยู่กับกระบวนการปฐพีเคมี เช่น กระบวนการออกซิเดชัน ทำให้เกิดเหล็กออกไซด์ ทั้งเหล็กแดงและเหล็กเหลือง ดังนั้น โครงสร้างของตะกอนจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเกิดภูมิประเทศแบดแลนด์

### 6. สิ่งปกคลุมดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

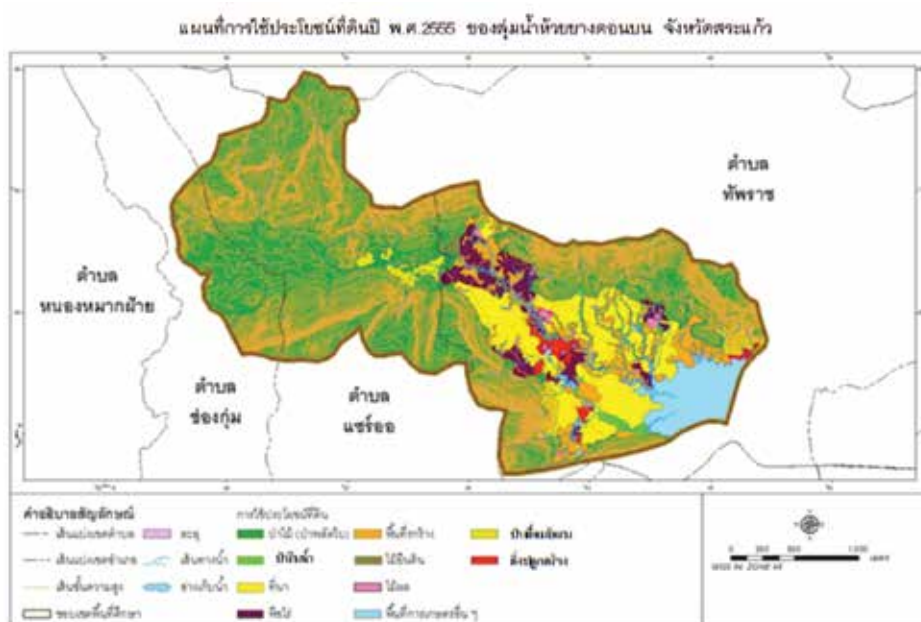
ชนิดของพืชคลุมดิน นับเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน เรือนยอดของต้นไม้ช่วยลดพลังงานที่ตกกระทบของเม็ดฝนและความหนาแน่นของลำต้นช่วยลดพลังชะล้างพังทลายของน้ำไหลบ่าหน้าดิน พืชคลุมดินช่วยทำให้ปริมาณและอัตราน้ำไหลบ่าหน้าดิน เป็นผลทำให้อำนาจการกัดเซาะและเคลื่อนย้ายดินลดน้อยลงรากของพืชช่วยให้เม็ดดินเกาะกันแข็งแรงขึ้น ช่วยยึดอนุภาคดินทำให้โครงสร้างของดินดี การซึมน้ำสูง การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยให้มีพืชพรรณคลุมดินในลักษณะต่างๆ ย่อมมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินแตกต่างกันไป

ผู้วิจัยได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ระหว่าง พ.ศ. 2497 ถึง พ.ศ. 2555 โดยแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 4 ช่วงคือ พ.ศ. 2497 พ.ศ. 2523 พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2555 ในปี พ.ศ. 2497 ป่าไม้มีเนื้อที่ร้อยละ 98.73 ของเนื้อที่ลุ่มน้ำเนื่องจากในบริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนเป็นเขตชายแดน ความสามารถในการเข้าถึงน้อยพื้นที่ทุรกันดารในปี พ.ศ. 2523 เนื้อที่เกษตรกรรมเพิ่มจากปี พ.ศ. 2497 ร้อยละ 7.50 เนื่องจากมีประชากรเริ่มอพยพเข้าไปอยู่อาศัยในบริเวณนี้มากขึ้น ทำให้พื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2523 ลดลงจากปี พ.ศ. 2497 ร้อยละ 6.08 หรือมีเนื้อที่ร้อยละ 92.73 ของเนื้อที่ลุ่มน้ำ ซึ่งจะส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2523 พื้นที่ที่มีการกร่อนสูงเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2497 ร้อยละ 134.70 หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า ซึ่งเป็นผลมาจากเนื้อที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย ในปี พ.ศ. 2545 เนื้อที่เกษตรกรรมเพิ่มจากปี พ.ศ. 2523 ร้อยละ 336.93 หรือเพิ่มขึ้นเป็นเท่า เนื่องจากมีประชากรอพยพเข้าไปอยู่มากขึ้นทำให้เนื้อที่อยู่อาศัยเพิ่มจากปี พ.ศ. 2523 ร้อยละ

90.10 ส่งผลให้เนื้อที่ป่าไม้ลดลงจากปี พ.ศ. 2523 ร้อยละ 22.68 หรือมีเนื้อที่ร้อยละ 71.70 ของเนื้อที่ลุ่มน้ำ เมื่อพื้นที่เกษตรกรรมขยายตัวและมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น มีการสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยยางส่งผลทำให้เนื้อที่แหล่งน้ำในปี พ.ศ. 2545 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2523 ร้อยละ 2,536.00 หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 27 เท่า จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่การเกษตร ที่อยู่อาศัยและแหล่งน้ำ จึงส่งผลให้พื้นที่ที่มีการกร่อนสูงในปี 2545 ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2523 ร้อยละ 145.74 หรือ 2.5 เท่า ในปี พ.ศ. 2555 เนื้อที่การเกษตร ลดลงจากปี พ.ศ. 2545 ร้อยละ 10.04 เนื่องจากเกษตรกรรมไม่สามารถขยายเนื้อที่เพาะปลูกได้เพราะมีมาตรการทางกฎหมายห้ามบุกรุกทำลายป่าเข้มงวดขึ้น ส่งผลให้เนื้อที่ป่าเพิ่มขึ้นเพราะบุกรุกทำลายป่าไม้ไม่ได้ ประกอบกับมีโครงการปลูกป่าเพื่ออนุรักษ์ป่าไม้ทำให้พื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2545 ร้อยละ 1.00 หรือมี เนื้อที่ร้อยละ 72.42 ของเนื้อที่ลุ่มน้ำ การที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2545 ร้อยละ 909.62 หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า เนื่องจากมีประชากรเพิ่มขึ้น และมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากปี พ.ศ. 2497 ถึง พ.ศ. 2555 เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของสิ่งปกคลุมดิน โดยเฉพาะเนื้อที่ป่าไม้ที่ช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายดิน เมื่อเนื้อที่ป่าไม้ลดลงแต่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร ที่อยู่อาศัยมากขึ้น จึงส่งผลทำให้พื้นที่ที่มีการกร่อนสูงได้เพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้น สิ่งปกคลุมดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จึงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภูมิประเทศแบบแลนด์บริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ระหว่างปี พ.ศ.2497 และ พ.ศ. 2523



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2545 และพ.ศ. 2555

## สรุปผลการวิจัย

ภูมิประเทศแบบแลนด์เป็นภูมิประเทศที่เกิดจากการกระทำของน้ำฝนและน้ำผิวดินทั้งในแนวราบและแนวตั้ง ทำให้เกิดสัณฐานที่แตกต่างกัน ได้แก่ หลุมยุบ หน้าผา กำแพงดิน เสาดิน และตอดิน เป็นภูมิประเทศที่โดดเด่นและแปลกตา ซึ่งมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดมาจากโครงสร้างทางธรณีวิทยาลำดับชั้นหิน โครงสร้างตะกอน ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพบอยู่ในบริเวณที่มีลักษณะเป็นที่ราบระหว่างหุบแคบๆ พบอยู่บริเวณลาดเชิงเขาและบริเวณที่เป็นตะกอนยุค ควอเทอร์นารีที่ยังไม่แข็งตัว ลักษณะดังกล่าวส่งผลต่อทรัพยากรดินแต่ในขณะเดียวกันสามารถนำมาพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีวิทยาได้

## เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. (2550). **ธรณีวิทยาประเทศไทย**. กรมทรัพยากรธรณีกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2544). **พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อรุณการพิมพ์.

\_\_\_\_\_. (2549). **พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. กรุงเทพฯ : (พิมพ์ครั้งที่ 4). โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

Thornbury W. (1969). **Principle of geomorphology**. (2<sup>th</sup> ed). New York: John Wiley & Sons.