การประเมินทรัพยากรป่าไม้และที่ดินแบบเร่งด่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง

Rapid Assessment of Forest and Land Resource in Mekong River Basin

ชื่อหัวหน้าโครงการ	ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์	ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 โทร. 0-4334-8268 โทรสาร. 0-4334-8600
ชื่อผู้ร่วมโครงการ	รัศมี สุวรรณวีระกำธร สถาพร ไพบูลย์ สุพรรณี ปลัดศรีช่วย ฐาปณี คำชัย ณกร วัฒนกิจ	

ABSTRACT

The objective of this study is to explore the forest and land resources at reconnaissance level with SPOT data. The study area covers the areas with 50 km. along the Mekhong river starting from Muk Dahan province to Champasak Lao PRD. The hierarchical approach to the stratification of the land area was first taken SPOT images taken on December 2005-January 2006 were used. The methodology procedures included the threshold of XS3, NDVI and supervised classification for classifying water body, vegetation and the other themes of land use type respectively. We conducted the ground investigation to determine the classes of land use and its relation to land form. The information obtained can be used to identify the training areas for higher accuracy. The outputs from this study are maps showing areas of different land uses and potentialities of using SPOT/ THEOS data and technique used in assessing forest and land resources.

คำสำคัญ : Supervised Classification, Image Settellite, Landuse, Makhong River Basin

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินศักยภาพของดาวเทียม THEOS หรือ SPOT ต่อการประยุกต์ใช้สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ 2 ฝั่งริมน้ำโขง (ประเทศไทยและ สปป. ลาว) ข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 2, 4, 5 ที่บันทึกภาพช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548-เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 จำนวน 20 ภาพ และข้อมูลแผนที่จากกรมแผนที่ทหาร พื้นที่ศึกษาเลือกพื้นที่ 2 ฝั่งแม่น้ำโขง (ฝั่งประเทศไทยและประเทศลาว) โดยห่างจากแม่น้ำโขงไปข้างละ 50 กิโลเมตร จุดเริ่มต้นที่อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร ไปจนถึงเมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวดำเนินการวิจัยโดยแยกกลุ่มการจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ในแต่ละประเภทจึงแยกย่อยออกไป เรียกว่าเทคนิคการลำดับขั้นตอน (Hierarchy) โดยจำแนกพื้นที่น้ำและไม่ใช่น้ำโดยใช้ XS 3 (Near Infrared) และใช้ NDVI ในการจำแนกพืชพรรณและไม่ใช่พืชพรรณ ตลอดจนการสร้างหน้ากากครอบคลุมในระบบนิเวศบางอย่าง เช่น ป่าริมน้ำ จากนั้นจำแนกค่าจุดภาพข้อมูลด้วยวิธีการจำแนกภาพแบบควบคุม (Supervised Classification) ร่วมกับการสำรวจภาคสนาม

ผลการศึกษาพบว่าสามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 10 ประเภท คือ พื้นที่อยู่อาศัย นาข้าว พืชไร่ ป่าผลัดใบ ป่าไม่ผลัดใบ พื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติ ป่าริมน้ำ หาดทราย พื้นที่หินโผล่ แหล่งน้ำ รวมทั้งพื้นที่ไม่จำแนก (เมฆและเงา) คิดเป็นร้อยละ 0.31, 24.31, 9.08, 48.71, 8.65, 1.45, 2.88, 0.01, 0.18, 3.21 และ 1.21 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ จากนั้นได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องจากการสำรวจภาคสนาม รวมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูง การใช้ประโยชน์ที่ดิน และภูมิสัณฐานด้วย

1. บทนำ

การพัฒนาประเทศหรือพื้นที่ใดก็ตามให้สัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้นั้น ก็ควรสร้างแผนการพัฒนาบนพื้นฐานข้อมูลข้อสนเทศที่ทันสมัยและมากพอ เพราะข้อมูลเหล่านี้ได้ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารเชิงพื้นที่ได้เป็นอย่างดี ในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินก็เช่นกัน ควรสร้างแผนจากข้อมูลที่สะท้อนจากพื้นที่จริงเป็นหลัก แต่การให้ได้มาซึ่งข้อมูลเหล่านี้ในอดีตที่ผ่านมาค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน และยิ่งเป็นพื้นที่ห่างไกลหรือเข้าถึงพื้นที่ได้ลำบาก ก็ยิ่งต้องใช้เวลานานกว่าจะได้ข้อมูลเหล่านี้มา ซึ่งอาจจะไม่ทันกับสถานการณ์ที่มีการแข่งขันการใช้ประโยชน์ที่ดินค่อนข้างสูงในปัจจุบันนี้ จึงได้แผนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน นอกจากนี้รัฐบาลได้เน้นการค้าขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า รัฐบาลจำเป็นที่จะต้องทราบถึงปริมาณสินค้าเกษตรก่อน นั่นก็หมายความว่าต้องมีข้อมูลพื้นที่ปลูกพืชแต่ละชนิด แต่การให้ได้มาซึ่งข้อมูลเหล่านี้หรือประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินก็มีหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีข้อดีและข้อด้อยต่างกัน เช่น 1) วิธีการสำรวจรังวัดจากพื้นที่จริง วิธีการนี้ใช้งบประมาณและเวลามาก เหมาะสำหรับพื้นที่ศึกษาเล็กๆ เช่น พื้นที่โครงการ หรือแปลงเกษตรกร 2) ตีความหมายจากรูปถ่ายทางอากาศ วิธีการนี้จะใช้เวลาในกระบวนการจัดเตรียมรูปถ่ายค่อนข้างนาน (4-6 ปี จึงได้มีการบินสำรวจ) นอกจากนี้รูปถ่ายทางอากาศ 1 รูปบันทึกสภาพพื้นที่ได้ครอบคลุมประมาณ 2-3 ตารางกิโลเมตร (รูปถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1 : 15,000) ถ้านำมาใช้ศึกษากับพื้นที่ขนาดใหญ่ระดับภูมิภาคหรือจังหวัด จะต้องใช้รูปถ่ายทางอากาศเป็นจำนวนมากมาต่อกัน โอกาสที่จะเกิดปัญหาการต่อภาพ (Mosaic) ก็มากตามไปด้วย รวมทั้งต้องใช้เวลาในกระบวนการจัดเตรียมรูปถ่ายนาน ส่วนวิธีที่ 3) เป็นการตีความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียม นับว่าวิธีการนี้ได้รับความนิยมในหลายๆ ประเทศ เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมให้รายละเอียดสภาพพื้นที่ศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และบันทึกข้อมูลได้เป็นบริเวณกว้าง รวมทั้งพื้นที่ซึ่งยากต่อการเข้าถึง นอกจากนี้สามารถบันทึกข้อมูลซ้ำในพื้นที่เดิมโดยใช้เวลาไม่นานนัก และมีระบบบันทึกข้อมูลทั้งแบบ Optic Sensor และ Active Sensor การบันทึกข้อมูลก็สามารถบันทึกได้หลายช่วงคลื่น (Multi-Spectral) หรือบันทึกช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) ทำให้มีข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายประเภทให้เลือกใช้ประโยชน์ตามต้องการ

ประเทศไทยก็เป็นหนึ่งในหลายประเทศที่ได้มีการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้จนก่อให้เกิดประโยชน์แก่ประเทศในหลายๆ ด้าน เช่น ด้านทรัพยากรป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งน้ำ เหล่านี้เป็นต้น ด้วยความต้องการใช้ข้อมูลภายในประเทศมีมาก และรัฐบาลได้ให้ความสำคัญต่อการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่มาสนับสนุนการจัดทำแผนพัฒนาประเทศ รัฐบาลจึงได้ลงนามว่าจ้างประเทศฝรั่งเศสพัฒนาดาวเทียมสำหรับประเทศไทยขึ้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรดวงแรกของประเทศไทย มีชื่อว่า ดาวเทียม THEOS ย่อมาจาก Thailand Earth Observation Satellite จะถูกปล่อยสู่วงโคจรในช่วงกลางปี พ.ศ. 2550 นี้ เพื่อทำหน้าที่บันทึกข้อมูลสภาพพื้นผิวโลก ดาวเทียม THEOS มีระบบบันทึกข้อมูลพื้นผิวได้ทั้งในระบบหลายช่วงคลื่น (Multi-Spectral) และช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) ให้รายละเอียดความแยกชัดของวัตถุบนพื้นที่ (Resolution) ที่ระดับ 2 เมตรและ 10 เมตร ตามลำดับ

ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้เห็นความสำคัญถึงการนำข้อมูลจากดาวเทียม THEOS มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ จึงได้เสนอโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ 2 ฝั่งแม่น้ำโขง โดยคาดหวังว่าจะได้องค์ความรู้การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม THEOS เพื่อสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งการเปรียบเทียบสภาพนิเวศทั้ง 2 ฝั่งแม่น้ำโขง

2. วัตถุประสงค์/เป้าหมายหลัก

เพื่อประเมินศักยภาพของดาวเทียม THEOS หรือ SPOT ต่อการประยุกต์ใช้สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ 2 ฝั่งแม่น้ำโขง (ประเทศไทยและประเทศลาว)

3. ขอบเขตการดำเนินการ

พื้นที่ศึกษาได้เลือกพื้นที่ 2 ฝั่งแม่น้ำโขง (ฝั่งประเทศไทยและประเทศลาว) โดยห่างจากแม่น้ำโขงไปข้างละ 50 กิโลเมตร จุดเริ่มต้นที่อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร ไปจนถึงเมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (ดังภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่ศึกษา

4. การทบทวนเอกสาร/การตรวจเอกสาร

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้วิธีลำดับขั้นตอน โดยแยกกลุ่มการจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ในแต่ละประเภทจึงแยกย่อยต่อไป ซึ่งกระบวนการนี้อาจเรียกได้ว่าลำดับขั้นตอน (Hierarchy) หรือบางครั้งจะเรียกว่าเทคนิคการตัดสินใจแบบกิ่งก้านของต้นไม้ (Decision-Tree Technique) วิธีการนี้ได้มีผู้ศึกษาวิจัยเป็นจำนวนมาก โดยอาจจะแบ่งเป็นลักษณะลำดับขั้นตอนที่มีหลายระดับ ตั้งระดับ 2, 3, 4, 5 แล้วแต่ความละเอียด หลังจากนั้นก็มีการจำแนกแบบ Supervised Classification (Safavian, S.R., & Landgrebe, D., 2002)

จากค่าของจุดภาพ นอกจากจะทำการ Supervised Classification แล้ว ในบางกรณีสามารถใช้ค่าของจุดภาพในแต่ละ band แยกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ (Jensen, R., 1986) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจำแนกและความต้องการในรายละเอียด ในบางกรณีอาจใช้เพียง NDVI เพื่อจำแนกพืชพรรณป่าไม้ หรือในบางกรณีก็สามารถใช้ TM 4 ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) แยกพื้นที่น้ำออกจากผืนแผ่นดิน เพราะช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ดูดกลืนน้ำอย่างสมบูรณ์ หากต้องการแยกในลำดับขั้นต่อไป เช่น น้ำขุ่น ลึก ตื้น ก็สามารถที่จะใช้ band อื่นๆ ประกอบด้วย (ชรัตน์, 2540)

ภูมิสัณฐานของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความสัมพันธ์กับชนิดของดิน (Scholten, et al. 1973) ซึ่งเป็นทรัพยากรที่กำหนดการใช้ประโยชน์ของที่ดิน ในพื้นที่ภูเขา เชิงเขา มักพบหินโผล่ การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านเกษตรกรรมไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรัง ยกเว้นในที่ราบเชิงเขาที่มีดินลึก ส่วนพื้นที่นอกเขตภูเขาจะมีพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด ที่ดอนระบายน้ำดี ใช้ในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล ที่ลุ่มสามารถรับน้ำได้จากที่ดอน ใช้ในการทำนา ส่วนในพื้นที่ที่ราบน้ำท่วมถึง การใช้ที่ดินจะเป็นไม้พุ่มหรือป่าบุ่งป่าทาม น้ำท่วมไม่มากนักใช้ในการทำนาปลูกข้าว ในพื้นที่แอ่งสกลนครจะพบดินที่เป็นปัญหามาก ไม่ว่าจะเป็นดินเค็มหรือดินลูกรัง ดินลูกรังในที่ดอนสภาพแห้งแล้ง ดินตื้น สภาพการใช้ที่ดินยังคงสภาพเป็นป่าเต็งรังแคระ ในพื้นที่ประเทศไทย ในพื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่มีป่าเต็งรังปรากฏเป็นหย่อมๆ มีต้นไม้กระจัดกระจายประมาณ 10-20 ต้น/ไร่ ส่วนในเขตสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สภาพป่าเป็นผืนใหญ่ แต่เป็นป่าทุติยภูมิครอบคลุมพื้นที่มากกว่าประเทศไทย ไม้ขนาดใหญ่แทบจะไม่เหลือ

ทั้งสองฝั่งของแม่น้ำโขงวัตถุต้นกำเนิดของดินส่วนใหญ่เป็นตะกอนลำน้ำ (Alluvium) อันเกิดจากองค์ประกอบที่เป็นหินทรายเป็นหลัก ทั้งสองฝั่งโขงมีลักษณะดินคล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถประยุกต์ข้อเขียนของ Moor mann et al. 1964 เพื่อประเมินสภาพทรัพยากรดินและความสัมพันธ์กับภูมิสัณฐานได้

5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ใช้ข้อมูลภาพเชิงเลขภาพถ่ายดาวเทียม SPOT ในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม ซึ่งเป็นภาพหลังฤดูฝน ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต ใช้วิธีลำดับขั้นตอนในการจำแนกเพื่อจำแนกจากระดับสูงไปยังระดับต่ำ ในระดับสูงจะทำการแยกประเภทที่ง่ายก่อน ในแต่ละระดับจะพิจารณาใช้วิธีการตัดสินใจที่เหมาะสมในแต่ละเรื่อง ได้แก่ การตัดแบ่งค่าของจุดภาพ (Thresholding หรือ Density Slicing) การวิเคราะห์ NDVI และการวิเคราะห์ภาพแบบควบคุม (Supervised) การตรวจสอบความถูกต้อง ทำการวิเคราะห์สถิติและสำรวจภาคสนามจนกระทั่งได้แผนที่ที่น่าเชื่อถือได้ นอกจากนี้ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินภูมิสัณฐานกับระดับความสูง โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000

ขั้นตอนการศึกษาประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ซึ่งแสดงในภาพที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

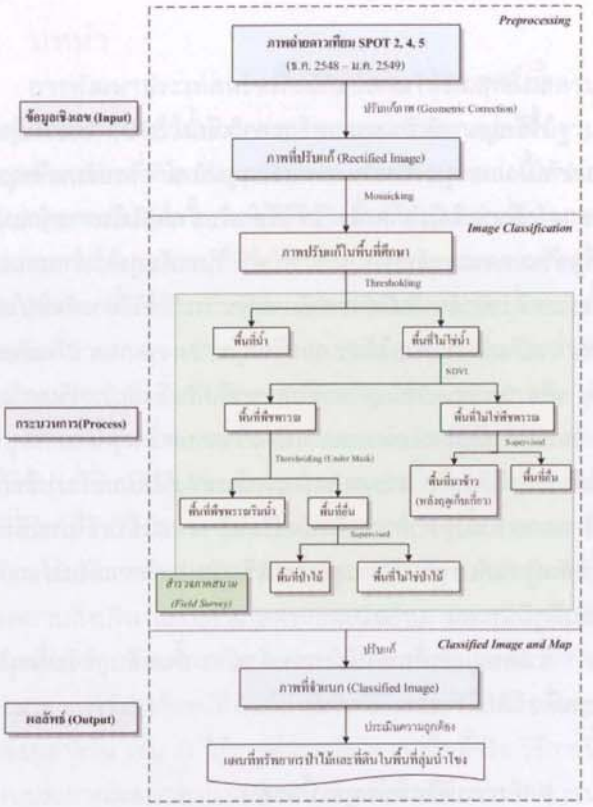
5.1.1 การประมวลผลข้อมูลก่อนการจำแนก (Preprocessing)

1) การนำเข้าภาพถ่ายดาวเทียม ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 2, 4, 5 ที่บันทึกภาพช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548-เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 สู่โปรแกรม Geomatica V9.1 โดยภาพถ่ายดาวเทียม SPOT มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

2) การปรับแก้ภาพ (Geometric Correction)

ปรับแก้พิกัดตำแหน่ง (Coordinate Transformation)

ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตที่เกิดขึ้น ปรับพิกัดตำแหน่งของภาพให้ถูกต้องตามพิกัดแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 ชุด L7071 ของกรมแผนที่ทหาร โดยในการศึกษานี้กำหนดระบบพิกัดตำแหน่งเป็นแบบ UTM 48 (Universal Transverse Mercator) ให้กับข้อมูลเชิงตัวเลขของภาพถ่ายดาวเทียมให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษา ซึ่งในที่นี้ใช้ด้วยกัน 2 วิธี ได้แก่



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนวิธีการศึกษา

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียม SPOT ที่ใช้ในการศึกษา

K-J	วันที่ถ่ายภาพ			Mode
	SPOT 2	SPOT 4	SPOT 5	
269316	02/01/2006			XS 20 เมตร
269317	02/01/2006			XS 20 เมตร
269318	02/01/2006			XS 20 เมตร
270316		05/02/2006		XI 20 เมตร
270317		05/02/2006		XI 20 เมตร
270318		05/02/2006		XI 20 เมตร
270319		05/02/2006		XI 20 เมตร
271317			19/12/2005	HJ 10 เมตร
271318			19/12/2005	HJ 10 เมตร
271319	06/01/2006			XS 20 เมตร
271320			15/01/2006	HJ 10 เมตร
272318			10/01/2006	HJ 10 เมตร
272319	07/12/2005			XS 20 เมตร
272320			10/01/2006	HJ 10 เมตร
272321			10/01/2006	HJ 10 เมตร
273321		21/02/2006		XI 20 เมตร
272317		01/02/2006		XI 20 เมตร
273318			14/01/2006	HJ 10 เมตร
273319			05/02/2006	HJ 10 เมตร
273320			05/02/2006	HJ 10 เมตร

- ใช้ภาพดาวเทียมที่แก้ไขแล้วอ้างอิง (Image to Image)

บริเวณพื้นที่ประเทศลาวเลือกใช้วิธี Image to Image ในการอ้างอิงกับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ซึ่งปรับแต่งให้ถูกต้องตามพิกัดภูมิศาสตร์แล้ว

- ใช้แผนที่อ้างอิง (Image to Map)

บริเวณพื้นที่ประเทศไทยเลือกใช้วิธี Image to Map ในการอ้างอิงกับข้อมูลแผนที่จากกรมแผนที่ทหาร

ประมาณค่าภาพ (Resampling)

หลังจากการแก้ไขความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตแล้ว ทำการประมาณค่าของจุดภาพเพื่อปรับภาพที่มีหลายระดับของความแยกชัด (Resolution) ด้วยวิธีการใช้ค่าของจุดภาพที่ใกล้ที่สุด (Nearest Interpolation)

5.1.2 การจำแนกภาพ (Image Classification)

ในการจำแนกภาพด้วยวิธีลำดับขั้นตอนนี้ดำเนินการจำแนกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินจากง่ายไปยากตามภาพที่ 5.1

1) การจำแนกภาพพื้นแผ่นดินและน้ำ

จากข้อมูลภาพได้ดำเนินการสุ่มค่าตัวเลขในจอภาพจากข้อมูล XS3 เพื่อแยกพื้นที่น้ำและพื้นที่ไม่ใช่น้ำจากค่าของจุดภาพโดยวิธีสุ่มเพื่อหาค่าต่ำสุดและสูงสุดในส่วนที่เป็นน้ำ ส่วนค่าอื่นๆ เป็นพื้นที่ไม่ใช่น้ำ

2) จำแนกพื้นที่พืชพรรณและไม่ใช่พืชพรรณ

ในขั้นตอนนี้ใช้การวิเคราะห์ด้วย NDVI

$$NDVI = \frac{XS3 - XS2}{XS3 + XS2}$$

โดย NDVI คือ Normalized Difference of Vegetation Index

XS3 คือ ข้อมูลในช่วงคลื่น Near Infrared

XS2 คือ ข้อมูลในช่วงคลื่น Visible Red

และจากการวิจัยได้ปรับค่าข้อมูลภาพให้เป็นข้อมูล 8 bit โดยใช้สมการ

$$NDVI\ (8\ bit) = (((XS3 - XS2)/(XS3 + XS2)))*128) + 127.5$$

ในขั้นตอนนี้สามารถแยกพืชพรรณออกจากพื้นที่ที่ไม่ใช่พืชพรรณได้ สำหรับพืชพรรณที่เป็นป่าริมน้ำสร้างหน้ากากที่มีการกำหนดจากระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมรอบๆ พื้นที่

3) จำแนกพื้นที่ด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม

พื้นที่อื่นๆ นอกเหนือจากในข้อ 1) และ 2) ได้ดำเนินการวิเคราะห์แบบควบคุมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง

ในการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างต้องมีแผนการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินก่อน หลังจากนั้นทำการเลือกพื้นที่ตัวอย่างในภาพโดยเลือกแต่ละชั้นจำแนกมาให้ครอบคลุม หรือกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างเหล่านี้ได้นำไปทดสอบความแยกจากกันโดยใช้ Transformed Divergence เมื่อทดสอบแล้วหากสถิติของกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างแยกจากกันดีแล้ว จะได้กลุ่มข้อมูลเชิงสถิติ (Signature Set) ซึ่งเป็นตัวแทนของชั้นการจำแนก

การสำรวจภาคสนาม

การสำรวจภาคสนามมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพพื้นที่ ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทำการสำรวจภาคสนามจำนวน 2 ครั้ง เพื่อเก็บตัวอย่างข้อมูลในแต่ละประเภท เช่น พื้นที่อยู่อาศัย นาข้าว พืชไร่ ป่าไม่ผลัดใบ ป่าผลัดใบ แหล่งน้ำ โดยการใช้แบบสำรวจที่ดัดแปลงจาก GLOVEESAR (Hendaeson, F.M., and Lewis, A.J. 1998) โดยครั้งที่หนึ่งได้สำรวจในพื้นที่แม่น้ำโขงตอนล่าง ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี และแขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ระหว่างวันที่ 5-7 มกราคม พ.ศ. 2550 โดยทำการสำรวจทั้งสิ้น 13 จุด รายละเอียดตำแหน่งหลัก 5 จุด คือ P001, P002, P004, P006 และ P010 และรายละเอียดตำแหน่งรอง 8 จุด คือ P003, P005, P007, P008, P009, P011, P012 และ P013 (ตารางที่ 2)

ครั้งที่สองได้ทำการสำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลังจากที่มีการจำแนกภาพ โดยทำการสำรวจในพื้นที่จังหวัดมุกดาหาร ระหว่างวันที่ 30-31 มกราคม พ.ศ. 2550 โดยทำการสำรวจทั้งสิ้น 18 จุด รายละเอียดตำแหน่งหลัก 15 จุด คือ P001, P002, P003, P004, P005, P006, P007, P008, P011, P012, P013, P014, P016, P017 และ P018 รายละเอียดตำแหน่งรอง 3 จุด คือ P009, P010, และ P015 (ตารางที่ 3)

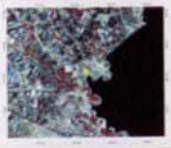
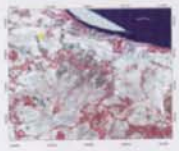
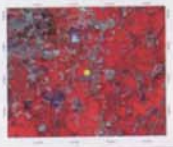
การจำแนกชั้นการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ใช้ Maximum likelihood เพื่อจัดจุดภาพลงในชั้นของการจำแนก

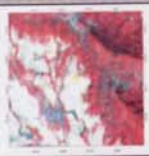
4) การตรวจสอบความถูกต้อง

- เปรียบเทียบผลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

ตารางที่ 2 แสดงตำแหน่งตัวอย่างจุดสำรวจในการออกภาคสนามครั้งที่ 1

ตำแหน่ง	ภาพถ่ายดาวเทียม	ภาพถ่ายพื้นที่
P001 (นาข้าว) X: 527542 m.E Y: 1477725 m.N		
P002 (แหล่งน้ำ) X: 538274 m.E Y: 1477148 m.N		
P004 (สิ่งก่อสร้าง) X: 550722 m.E Y: 1472825 m.N		
P006 (เศษหินทราย) X: 582700 m.E Y: 1469564 m.N		
P010 (สวนป่า) X: 597339 m.E Y: 1463224 m.N		

ตารางที่ 3 แสดงตำแหน่งตัวอย่างจุดสำรวจในการออกภาคสนามครั้งที่ 2

ตำแหน่ง	ภาพถ่ายดาวเทียม	ภาพถ่ายพื้นที่
P002 (นาข้าว) X: 429259 m.E Y: 1518157 m.N		
P003 (ป่าผลัดใบ) X: 431248 m.E Y: 1513717 m.N		
P007 (พืชไร่) X: 450443 m.E Y: 1506312 m.N		
P008 (พื้นที่หินโผล่) X: 479147 m.E Y: 1511699 m.N		
P011 (ป่าเบญจพรรณ) X: 426482 m.E Y: 1523749 m.N		

6. ผลการดำเนินงาน

6.1 ผลการวิเคราะห์ภาพ

จากการจำแนกภาพโดยวิธีลำดับขั้นตอนพบว่า ในขั้นตอนที่แยกน้ำจากพื้นแผ่นดิน พบว่าค่า XS3 สำหรับน้ำมีค่าระหว่าง 0-40 ในขั้นตอนนี้จึงสามารถทำแผนที่แหล่งน้ำผิวดิน และได้ใช้ NDVI แยกพื้นที่ที่ครอบคลุมด้วยพืชพรรณพบว่า NDVI ที่เป็นพืชทั้งป่าไม้ พืชไร่ และอื่นๆ มีค่า NDVI > 90 ส่วนสิ่งปกคลุมดินอื่นๆ มีค่า NDVI ต่ำกว่า 90

ในกรณีที่ค่า NDVI > 90 ได้แยกพืชพรรณที่เป็นพืชพรรณริมน้ำออกจากพืชพรรณอื่นๆ โดยอาศัยการจัดทำแนวกันชนจากริมฝั่งน้ำ เป็นระยะทางที่มีระบบนิเวศของพืชพรรณริมน้ำ และอยู่ในพื้นที่น้ำท่วมถึง

ในพื้นที่อื่นๆ นอกจากนี้ได้ทำการจำแนกแบบควบคุม ซึ่งได้แก่พื้นที่ป่าไม้ พืชไร่ นาข้าว และอื่นๆ ผลของการเลือกพื้นที่ตัวอย่างหลังจากทดสอบความแยกจากกันแล้วมี Signature Set ดังนี้

ตารางที่ 4 Signature Set ของขั้นการจำแนกโดยวิธี Supervised

Class	Channel	Mean	Std. Dev.	Samples
C1	1	86.96014	8.44427	
	2	34.50512	3.69232	22379
	3	55.67738	3.67806	
C2	1	106.57079	8.18830	
	2	37.34257	4.56716	12339
	3	58.39566	4.20419	
C3	1	115.90150	13.00324	
	2	43.50232	3.16591	5594
	3	63.65624	3.60580	
C4	1	89.13620	7.07707	
	2	55.59735	5.84603	5367
	3	68.56847	4.40139	
C5	1	109.66839	9.22324	
	2	33.07519	3.55444	31691
	3	56.22284	3.76349	
C6	1	109.79887	9.08792	
	2	86.11196	8.59674	42853
	3	93.33599	7.33787	
C7	1	125.68306	8.80698	
	2	67.52824	8.83448	3152
	3	82.87151	6.83886	
C8	1	131.40819	12.11942	
	2	113.34313	15.72052	3028
	3	117.66314	12.85177	
C9	1	104.05903	14.15071	
	2	89.77382	13.04238	1711
	3	97.45880	13.19132	

หมายเหตุ *C1-C4 = ป่าประเภทผลัดใบ, C5 = ป่าประเภทไม่ผลัดใบ, C6 = นาข้าว, C7-C9 = พืชไร่*

จากการวิเคราะห์ Transformed Divergence ระหว่าง Class แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 Transformed Divergence ระหว่าง Class

Class	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	0.000000	-	-	-	-	-	-	-	-
C2	1.074788	0.000000	-	-	-	-	-	-	-
C3	1.739884	0.924729	0.000000	-	-	-	-	-	-
C4	1.986664	1.958608	1.952213	0.000000	-	-	-	-	-
C5	1.357866	0.771447	1.720806	1.999921	0.000000	-	-	-	-
C6	2.000000	2.000000	2.000000	1.914790	2.000000	0.000000	-	-	-
C7	1.999280	1.972822	1.987211	1.948256	1.999950	1.972752	0.000000	-	-
C8	2.000000	2.000000	2.000000	1.999926	2.000000	1.604793	1.914639	0.000000	-
C9	2.000000	2.000000	2.000000	1.974144	2.000000	1.033612	1.978619	1.141749	0.000000

หมายเหตุ *C1-C4 = ป่าประเภทผลัดใบ, C5 = ป่าประเภทไม่ผลัดใบ, C6 = นาข้าว, C7-C9 = พืชไร่*

จากการศึกษาได้แยกพืชไร่ออกเป็น 3 Class เนื่องจากพืชไร่หรือพืชอื่นๆ หลายประเภทมีระยะเวลาการปลูก การเก็บเกี่ยว ตลอดจน Biomass ที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีค่าที่มีความแตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตาม Class C-7-C9 มีความแยกชัดไม่ดีนัก เนื่องจากปัญหาดังกล่าวและน่าจะรวมกันได้

การวิเคราะห์สถิติของขั้นการจำแนกได้อาศัย Confusion Matrix พบว่ามีค่า Kappa Coefficient 0.94436 ค่า Average Accuracy 83.18% ค่า Overall Accuracy 94.51% ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่า Confusion Matrix

Class	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	86.04	6.14	1.60	0.42	4.22	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	9.39	59.11	10.58	0.10	20.14	0.00	0.41	0.19	0.00
C3	0.09	17.13	79.32	1.61	0.45	0.00	0.45	0.00	0.00
C4	0.22	0.13	3.04	93.31	0.00	1.45	0.22	0.00	0.95
C5	5.11	9.00	1.38	0.01	83.67	0.00	0.03	0.00	0.00
C6	0.00	0.00	0.00	1.13	0.00	87.26	0.81	3.92	6.85
C7	0.00	0.06	1.27	0.16	0.00	0.22	95.88	1.05	0.00
C8	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	9.81	0.69	70.51	13.90
C9	0.18	0.00	0.06	0.41	0.00	17.53	0.35	3.51	76.68

หมายเหตุ *C1-C4 = ป่าประเภทผลัดใบ, C5 = ป่าประเภทไม่ผลัดใบ, C6 = นาข้าว, C7-C9 = พืชไร่*

6.2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีจำแนกข้อมูลแบบเร่งด่วน พบว่าสามารถจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ทั้งหมด 10 ประเภท คือ ป่าผลัดใบ ป่าไม่ผลัดใบ นาข้าว พืชไร่ ป่าริมน้ำ พื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติ หาดทราย พื้นที่หินโผล่ พื้นที่เมือง และแหล่งน้ำ

ภาพที่ 3 แผนที่การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเร่งด่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง

ผลจากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถคำนวณออกมาในรูปของพื้นที่ได้ดังนี้

ตารางที่ 7 แสดงผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทของพื้นที่จากการจำแนก	พื้นที่(ตร.กม.)	ร้อยละ
นาข้าว	7,522.29	24.31
พืชไร่	2,811.11	9.08
ป่าไม่ผลัดใบ	2,678.02	8.65
ป่าผลัดใบ	15,074.95	48.71
ป่าริมน้ำ	892.49	2.88
พื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติ	447.84	1.45
หาดทราย สันทราย	4.11	0.01
พื้นที่หินโผล่	57.13	0.18
พื้นที่เมือง	93.68	0.31
น้ำ	991.72	3.21
เมฆ	236.11	0.76
เงาเมฆ	140.71	0.45
รวม	**30,950.16**	**100.00**

ผลวิเคราะห์จากตารางที่ 7 พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าผลัดใบมีมากที่สุด รองลงมาคือนาข้าวและพืชไร่ คิดเป็นร้อยละ 48.71, 24.31, 9.08 ตามลำดับ

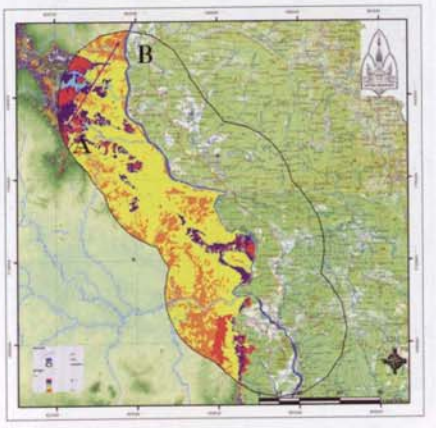
6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูง การใช้ประโยชน์ที่ดิน และภูมิสัณฐาน

เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ทำการวิจัยได้อ้างอิงข้อมูลตัวอย่างของประเทศไทยเป็นหลัก โดยการสุ่มตัวอย่างพื้นที่ที่มีความหลากหลายของพืชพรรณมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูง การใช้ประโยชน์ที่ดิน และภูมิสัณฐาน ใช้เป็นตัวแทนข้อมูลของพื้นที่ฝั่งประเทศลาว ดังนี้

6.3.1 พื้นที่ตัวอย่างที่ 1

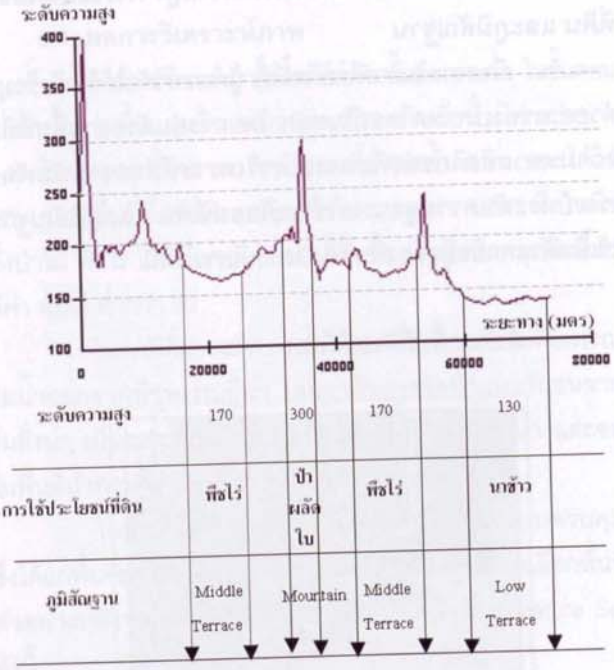
ภาพที่ 4.1 ระดับความสูง

ภาพที่ 4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน



ภาพที่ 4.3 ภูมิสัณฐาน

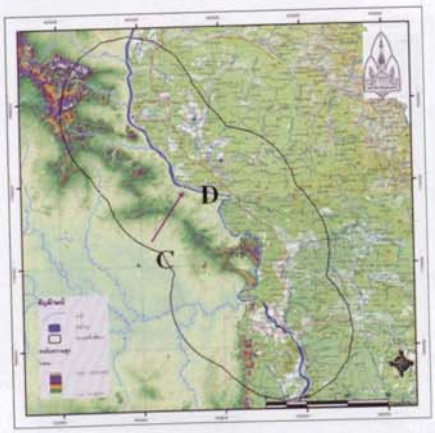
ภาพตัดขวาง A - B



จากภาพตัดขวาง A-B พบว่าระดับความสูงมีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมไปถึงลักษณะภูมิสัณฐาน การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท

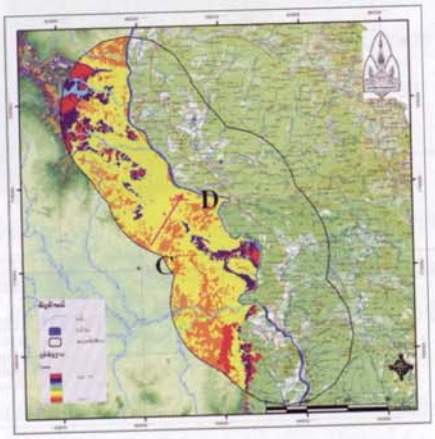
- นาข้าว จะพบที่ระดับความสูงประมาณ 130 เมตร หรือระดับใกล้เคียง ซึ่งลักษณะภูมิสัณฐานของพื้นที่จะเป็นที่ราบขั้นบันไดระดับต่ำ (Low Terrace)
- พืชไร่ จะพบที่ระดับความสูงประมาณ 170 เมตร หรือระดับใกล้เคียง ซึ่งจะมีมากแถบบริเวณเชิงเขาตามที่ราบขั้นบันไดระดับกลาง (Middle Terrace)
- ป่าไม้ จะพบในระดับความสูง 200-300 เมตร พบหนาแน่นบนแถบภูเขาสูง ป่าส่วนใหญ่ในภูมิภาคนี้ ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง

6.3.2 พื้นที่ตัวอย่างที่ 2



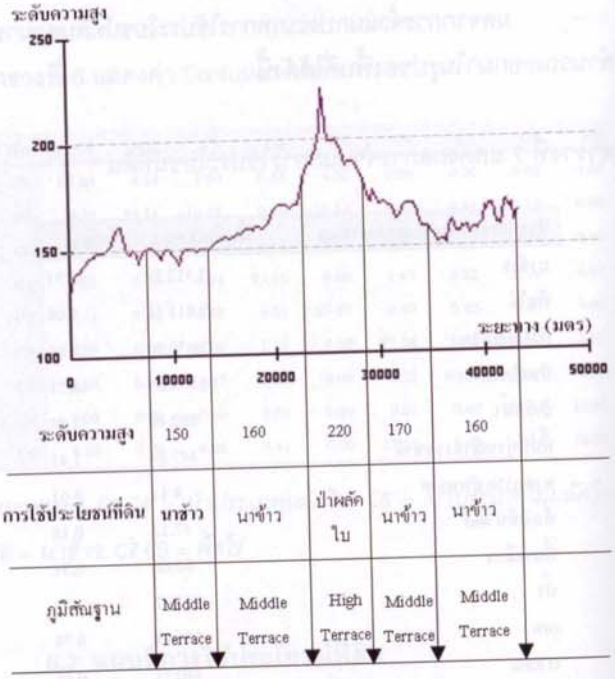
ภาพที่ 5.1 ระดับความสูง

ภาพที่ 5.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน



ภาพที่ 5.3 ภูมิสัณฐาน

ภาพตัดขวาง C-D



จากภาพตัดขวาง C-D พบว่า

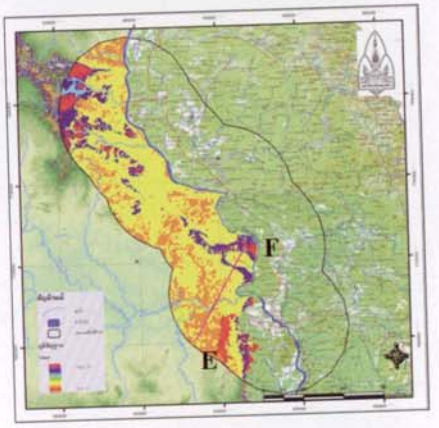
- นาข้าว ส่วนใหญ่จะเป็นนาดอน ซึ่งจะพบที่ระดับความสูงประมาณ 150-160 เมตร ลักษณะภูมิสัณฐานของพื้นที่จะเป็นที่ราบขั้นบันไดระดับกลาง (Middle Terrace)

• ป่าไม้ จะพบในระดับความสูง 220 เมตร ป่าส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะภูมิสัณฐานแบบที่ราบขั้นบันได ระดับสูง (High Terrace) ซึ่งอาจจะเป็นป่าไม้แบบพุ่มขนาดเล็ก หรือป่าเต็งรังที่กระจายทั่วไปในพื้นที่

6.3.3 พื้นที่ตัวอย่างที่ 3

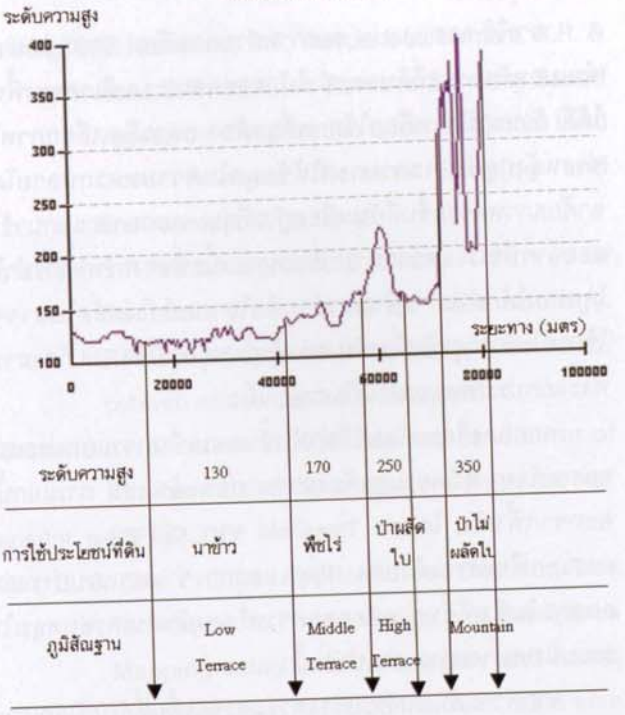
ภาพที่ 6.1 ระดับความสูง

ภาพที่ 6.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน



ภาพที่ 6.3 ภูมิสัณฐาน

ภาพตัดขวาง E-F



จากภาพตัดขวาง E-F พบว่า

• นาข้าว จะพบที่ระดับความสูงประมาณ 130-150 เมตร ซึ่งลักษณะภูมิสัณฐานของพื้นที่จะเป็นที่ราบขั้นบันไดระดับต่ำ (Low Terrace)

• พืชไร่ จะพบที่ระดับความสูงประมาณ 170 เมตร หรือระดับใกล้เคียง ซึ่งจะมีมากแถบบริเวณเชิงเขาตามที่ราบขั้นบันไดระดับกลาง (Middle Terrace)

• ป่าไม้ จะพบป่าประเภทผลัดใบที่ระดับความสูง 250 เมตร และป่าประเภทไม่ผลัดใบจำพวกป่าดิบแล้งหนาแน่นตามแถบภูเขาสูง (Mountain)

7. สรุปผล

การใช้ Multispectal ของภาพถ่ายดาวเทียม SPOT สามารถจำแนกทรัพยากรที่ดินและป่าไม้ ตลอดจนระบบนิเวศของพื้นที่ได้ดี ถ้าหากมีการเลือกใช้ภาพที่ถูกต้อง กล่าวคือ เลือกภาพในช่วงหลังฤดูฝน จะสามารถให้ข้อมูลในความหลากหลายโดยอาศัยสภาพความชื้นที่ยังเหลืออยู่ในที่ลุ่ม จะสามารถแยกนาข้าวออกจากพืชไร่ และสามารถที่จะทราบเนื้อที่ของทรัพยากรป่าไม้โดยรวมได้ ส่วนการจำแนกป่าผลัดใบจากป่าไม่ผลัดใบอาจจะใช้ภาพในช่วงฤดูแล้งเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม การใช้ DEM ก็สามารถที่จะแยกประเภทของป่าได้ในระดับหนึ่ง

จากการศึกษาโดยวิธีลำดับขั้นตอนเป็นการแยกประเภทอย่างกว้างๆ ที่มีความถูกต้องมากมาก่อนแล้ว เช่น การแยกน้ำออกจากพื้นดิน โดยค่า Threshold จาก XS3 (Near Infrared) การแยกพืชพรรณด้วยค่า NDVI และการจำแนกแบบประเภทควบคุมในพื้นที่อื่นๆ ตลอดจนการสร้างหน้ากากครอบคลุมในระบบนิเวศบางอย่าง เช่น ป่าริมน้ำ

จากความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของพื้นที่กับภูมิสัณฐาน เราสามารถหาความสัมพันธ์ประเภทการใช้ที่ดินกับลักษณะของพื้นที่ได้

จากข้อมูลภาคสนามพบว่า ในพื้นที่ศึกษาพบพื้นที่ป่าประมาณ 50% ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ส่วนใหญ่จะอยู่ในฝั่งขวาบริเวณของแม่น้ำโขง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศไทย มักจะพบป่าประเภทที่ไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์นัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรังแคระซึ่งเกิดในพื้นที่ดินลูกรัง ส่วนดินลึกจะพบป่าที่ค่อนข้างสมบูรณ์ในฝั่งซ้ายของแม่น้ำโขง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว แม้จะมีพื้นที่ป่าครอบคลุมพื้นที่มาก แต่ส่วนใหญ่จะเป็นป่าทุติยภูมิ (Secondary Forest) ซึ่งหลงเหลือปล่อยทิ้งจากการตัดต้นไม้ขนาดใหญ่ไปนานแล้ว แม้ว่าในภาพถ่ายดาวเทียมมี Biomass ของต้นไม้จำนวนมาก แต่ก็เป็นเพียงต้นไม้ขนาดเล็ก สำหรับประเทศไทยจะมีไม่มากนัก เป็นประเภทต้นไม้เกิดในที่ดอนที่นาทั่วไป ส่วนพื้นที่ป่าในประเทศไทยในเขตอุทยานแห่งชาติหรือป่าอนุรักษ์ยังมีความอุดมสมบูรณ์สูง

ข้อสังเกตจากการศึกษาในพื้นที่พบว่า ในเขตริมสองฝั่งโขงซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสูงกว่า 1,600 มิลลิเมตรต่อปี แต่สภาพของดินโดยทั่วไปไม่ได้เอื้ออำนวยต่อดินแบบเกษตรกรรมเท่าไร เพราะมีดินที่เป็นปัญหามาก เช่น ดินลูกรัง ดินทรายจัด และดินเค็ม ขณะเดียวกันในลำดับขั้นสูงได้แบ่งพื้นที่เป็นแบบกว้างๆ แล้วเมื่อมาถึงพื้นที่ขนาดเล็กทำให้ความผิดพลาดที่เกิดน้อยลงตามลำดับ

8. ปัญหา/อุปสรรค

เนื่องจากข้อมูลภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์มาจากหลายวันที่ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

9. ข้อเสนอแนะ

ในการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ ในดินลูกรังตื้น ควรจะสงวนเป็นป่าไม้ดั้งเดิมไว้ หรือใช้สำหรับปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นพืชรากตื้น ไม่ควรเปิดหน้าดินเพื่อใช้ดินลูกรังสำหรับการก่อสร้าง จะทำให้อายุการใช้ประโยชน์ได้ชั่วกาลนาน ส่วนพื้นที่ดินแล้งควรจะปลูกพืชตามเดิม หรือพืชที่สามารถลดระดับน้ำใต้ดิน และควรมีมาตรการพิเศษถ้ามีการทำนาเกลือ