

การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ริมแม่น้ำโขง จังหวัดเชียงราย โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ Spatial Changes Along the Mekong River Chiang Rai by Object-Oriented Classification

ปาริชาติ ฉวีวงศ์¹ และ วาทีนี ถาวรธรรม^{1,*}

Parichart Chawiwong¹ and Watinee Thavorntam^{1,*}

¹ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประเทศไทย; Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University, Thailand

* Corresponding author email: watinee.thavorntam@cmu.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วยแม่น้ำโขงและการใช้ประโยชน์ที่ดินริมแม่น้ำโขง จังหวัดเชียงราย

วิธีการศึกษา: ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดปานกลางจนถึงความละเอียดสูงด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องด้วยการสำรวจภาคสนาม ข้อมูลคุณลักษณะประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน และ Google Earth โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ระบบเปิด (SAGA GIS และ Q-GIS) ซึ่งไม่เสียค่าใช้จ่าย จากนั้นทำการเปรียบเทียบสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ปี พ.ศ. 2539, 2544, 2550, 2554 และ 2562

ข้อค้นพบ: การศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ริมแม่น้ำโขงพบว่าการเปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กับนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของภูมิภาคและเศรษฐกิจของประเทศ อีกทั้งยังพบว่าในการจำแนกเชิงวัตถุหากใช้ภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงมากจะทำให้ผลลัพธ์มีความถูกต้องตรงกับพื้นที่จริงมากยิ่งขึ้นตามไปด้วย โดยมีความถูกต้องดังนี้ พ.ศ. 2539, 2544, 2550, 2554 และ 2562 มีความถูกต้องตามลำดับดังนี้ 88%, 97.14%, 96.29%, 96.29%, and 98.29%.

การประยุกต์ใช้จากการศึกษา: การศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่บริเวณแม่น้ำโขงตั้งแต่ช่วงที่เริ่มมีการพัฒนาเขื่อนพลังงานไฟฟ้าเขื่อนแรกผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาและแผนที่ที่สามารถสื่อสารให้ภาคประชาชนรับรู้ถึงภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงบริเวณพื้นที่ที่ตนอาศัยอยู่ ซึ่งสามารถนำมาวางแผนการใช้ที่ดินของตนได้ สำหรับภาควิชาการ ภาครัฐ และภาคเอกชน สามารถนำผลการศึกษามาประกอบการวางแผนพัฒนาพื้นที่ให้เหมาะสมกับบริบทของเขตการปกครองที่ตนบริหารในอนาคตได้

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ภาพถ่ายดาวเทียม การจำแนกเชิงวัตถุ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Abstract

Purpose: This study aimed to analyze the spatial changes of the Mekong River and the land use along the Mekong River in Chiang Rai province.

Methods: Spatial changes from medium to high-resolution satellite images were analyzed using object-based classification, followed by accuracy verification through field surveys. Land use characteristics were provided by the Department of Land Development and Google Earth, using open-system geographic information programs (SAGA GIS and Q-GIS) free of charge. The proportions of spatial changes were then compared for the years 1996, 2001, 2007, 2011, and 2019.

Findings: A study of spatial changes along the Mekong River found that the changes are related to the economic development policies of the region and the national economy. It was also found that using very high-resolution satellite images in object-based classification improves accuracy and consistency with the real area. The accuracy rates for the years 1996, 2001, 2007, 2011, and 2019 were 88%, 97.14%, 96.29%, 96.29%, and 98.29%.

Application of this study: The study of spatial changes in the Mekong River area since the development of the first electric power dam provides results and maps that can be communicated to the public sector to increase awareness of the overall picture. These changes can be used for planning land use. For the academic, public, and private sectors, the study results can inform area development planning to suit the context of the administrative area they manage in the future.

Keywords: Spatial Changing, Land Use Change, Satellite Images, Object-Based Classification, Geographic Information System

1. บทนำ

แม่น้ำโขง เชื่อมไฟฟ้าพลังงานน้ำของจีน ระดับน้ำผันผวน ท่าเรือพาณิชย์เชียงแสน สะพานมิตรภาพ ไทย-ลาว (เชียงของ-ห้วยทราย) เชื่อมป้องกันตลิ่ง สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นภายใต้ความร่วมมือทางเศรษฐกิจ GMS ระหว่าง จีน พม่า ไทย และลาว ที่มีนโยบายการส่งเสริมผลักดันให้เกิดเขตเศรษฐกิจพิเศษด้านการค้า อุตสาหกรรมเกษตร การท่องเที่ยว การใช้ทรัพยากรร่วมกัน โดยเน้นเศรษฐกิจเป็นหลัก เมื่อต้องการพัฒนาพื้นที่ที่ย่อมต้องมีการก่อสร้างสาธารณูปโภคต่าง ๆ เพื่อรองรับการเป็นเขตเศรษฐกิจพิเศษ ดังที่ปรากฏคือ สะพานและท่าเรือเพื่อใช้ในการขนส่งสินค้า เส้นทางขนส่งทางบกนั้นทำให้เกิดการตัดถนนตามเส้นทาง R3A ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินตามแนวถนน นอกจากนี้การใช้เส้นทางคมนาคมขนส่งทางน้ำ

จากจีนตอนใต้สู่เอเชียอาคเนย์ จำเป็นต้องอาศัยน้ำในการขนส่ง เหตุนี้เอง ทำให้จีนสร้างเขื่อนขึ้นไม่เพียงแต่ต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้พัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษคุนหมิงเท่านั้น ยังต้องการควบคุมระดับน้ำเพื่อการเดินเรือขนส่งสินค้าขนาดใหญ่ จึงทำให้ระดับน้ำมีความผันผวน เกิดการกัดเซาะของตลิ่งและส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของผู้นคริมนแม่น้ำโขง

หนึ่งในเทคโนโลยีที่สามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงคือเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) ซึ่งสามารถนำภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ในงานด้านการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ได้โดย Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (2009) ได้ให้ความหมายของการรับรู้จากระยะไกลหมายถึง การได้มาของข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดที่อยู่ไกลออกไปโดยปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับวัตถุต่าง ๆ บนผิวโลก

ระบบการตรวจวัดข้อมูล และการบันทึกข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ (1) ระบบพาสซีฟ (Passive system) เป็นการตรวจวัดพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จากการสะท้อน (Reflect) หรือแผ่ (Emitted) จากพื้นผิวดวงอาทิตย์ ซึ่งสามารถให้พลังงานที่ตรวจวัดได้ในช่วงคลื่นตามองเห็น (Visible) และอินฟราเรด (Infrared) เช่น ดาวเทียม Spot, Landsat, Sentinel, THEOS (2) ระบบแอคทีฟ (Active system) เป็นระบบที่มนุษย์สร้างพลังงาน และส่งพลังงานมากระทบวัตถุเป้าหมาย ในช่วงคลื่นไมโครเวฟ เช่น ระบบเรดาร์ (RADAR : Radio Detection and Ranging) เช่น ดาวเทียม RADARSAT, ALOS

National Oceanic and Atmospheric Administration (2023) ได้ยกตัวอย่างประโยชน์ของการรับรู้ระยะไกลที่มีการใช้งานที่หลากหลายในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การใช้งานตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ตรวจสอบการไหลเวียนของมหาสมุทรและระบบกระแสน้ำ วัดอุณหภูมิมหาสมุทรและความสูงของคลื่น และติดตามน้ำแข็งในทะเล ติดตามพายุ แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด และน้ำท่วม เพื่อประเมินผลกระทบจากภัยพิบัติทางธรรมชาติและสร้างกลยุทธ์การเตรียมพร้อมที่จะใช้ก่อนและหลังเหตุการณ์อันตราย ตรวจสอบการใช้ที่ดิน พื้นที่ชุ่มน้ำ ที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า เพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากเมืองมีต่อสิ่งแวดล้อม และช่วยตัดสินใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

สำหรับประเด็นปัญหาแม่น้ำโขง Eye On Earth (2563) ได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่นไมโครเวฟที่สามารถทะลุเมฆหมอกได้และตรวจจับความชื้นได้ดี มาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นผิวดิน บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงตอนบน ปี พ.ศ. 2535-2562 พบว่า บริเวณ มณฑลยูนนานของจีน มีระดับความเปียกชื้นที่สูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยมีปัจจัยจากปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่และน้ำที่ละลายจากหิมะในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือน พ.ค.-ต.ค. และระดับน้ำตั้งแต่ชายแดนประเทศไทย-ลาว ลดต่ำลงจากในอดีตถึง 3 เมตร นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อล่องเข้าสู่ต้นปี พ.ศ. 2555 หลังจากเขื่อนในประเทศจีนเริ่มเปิดดำเนินการ ตัวเลขระดับน้ำจากการวิเคราะห์คาดการณ์กับตัวเลขระดับน้ำที่วัดได้จากสถานีเริ่มมีความไม่สอดคล้องกันหลายปีมากขึ้น โดยเกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกับที่เขื่อนจีนกักเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนและปล่อยน้ำในฤดูแล้ง (BBC Thai, 2020) GISTDA ได้นำภาพถ่ายดาวเทียมมาเปรียบเทียบกันระหว่าง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และพ.ศ. 2564 เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึง

ระดับน้ำที่ลดลงอย่างมากบริเวณจังหวัดเลย เนื่องจากทางลาวมีการเดินหน้าผลิตกระแสไฟฟ้าจากเขื่อนไชยะบุรี (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency, 2021) สำนักทรัพยากรน้ำแห่งชาติได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-7 ปี พ.ศ. 2543 และภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ของปี พ.ศ. 2557 มาประเมินผลกระทบข้ามพรมแดนจากการพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำบนแม่น้ำโขงสายประธาน ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของการกักเซาะของตลิ่งบริเวณพื้นที่ริมฝั่งขวาของแม่น้ำโขงในประเทศไทย จังหวัดเชียงราย มีอัตราการเปลี่ยนแปลงแนวตลิ่งบริเวณฝั่งขวาของแม่น้ำโขง พบว่า มีอัตราการกัดเซาะเฉลี่ย 1.40 เมตร/ปี และอัตราการทับถมเฉลี่ย 1.76 เมตร/ปี พื้นที่ที่มีอัตราการกัดเซาะรุนแรง > 5 เมตร/ปี พบมากในบริเวณตำบลแม่เงิน อำเภอเชียงแสน นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาของทีนครพนมโดยใช้เทคนิคการจำแนกเชิงวัตถุ

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินนั้นสามารถจำแนกตีความจากภาพถ่ายดาวเทียมได้หลายวิธีหนึ่งในวิธีที่มีความน่าสนใจและให้ความถูกต้องสูง คือวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ Object Based Classification ในช่วงปี พ.ศ. 2503 คิดค้นขึ้นโดย Colwell และคณะเพื่อสกัดคุณลักษณะที่โดดเด่นของวัตถุในการตีความภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-1 ด้วยวิธีการแบ่งส่วนภาพ และตั้งแต่วัยปี พ.ศ. 2513 มีการพัฒนาภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงมากยิ่งขึ้นจึงทำให้เกิดการพัฒนาการแบ่งส่วนภาพที่แม่นยำมากยิ่งขึ้นไปด้วยและวิธีนี้ได้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในช่วงปี พ.ศ. 2523 เป็นต้นมา (Blaschke, Kelly & Merschdorf, 2015) ตัวอย่างงานเปรียบเทียบการจำแนกเชิงจุดภาพและการจำแนกเชิงวัตถุในงานของ Amalisan, Rokhmatullah & Hernina (2017) ทำการวิเคราะห์สิ่งปกคลุมดิน (Land Cover) โดยใช้วิธีการจำแนกเชิงจุดภาพและการจำแนกเชิงวัตถุ พื้นที่ศึกษาคือนครโปโก้ จังหวัดชวาตะวันตก ประเทศอินโดนีเซีย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจำแนกประเภทของที่ดินระหว่างวิธีการจำแนกจุดภาพและแบบวัตถุ โดยใช้ภาพ Landsat-5 ปี พ.ศ. 2539 และ Landsat-8 OLI ปี พ.ศ. 2559 ผลการศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างการจำแนกจุดภาพและการจำแนกเชิงวัตถุอยู่ที่ 61.481% และ 82.15% สำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินริมแม่น้ำโขงได้มีงานวิจัยที่ใช้วิธีการจำแนกเชิงวัตถุโดย Thamboona, Som-ard & Bunchai (2019) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและกระบวนการผลิตพืชริมแม่น้ำโขง อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม ช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาระหว่างปี พ.ศ. 2538-2560 โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 ปี พ.ศ. 2538-2547 และเซนติเนล 2 ปี พ.ศ. 2560 การศึกษาครั้งนี้ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่า มีค่าความถูกต้องเป็น 85.31 88.81 และ 92.30 เปอร์เซนต์ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2538 - 2547 มีพื้นที่เบ็ดเตล็ด แหล่งน้ำ และสิ่งปลูกสร้าง เพิ่มขึ้น พื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ ลดลง มีพื้นที่เบ็ดเตล็ด และสิ่งปลูกสร้าง เพิ่มขึ้น แหล่งน้ำ ป่าไม้ และ เกษตรกรรมลดลง

จากการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ริมแม่น้ำโขงดังกล่าวและการใช้ประโยชน์จากการสำรวจระยะไกลและการจำแนกเชิงวัตถุที่มีประโยชน์อย่างมากในการติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ผู้วิจัยจึงสนใจนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ริมแม่น้ำโขงจังหวัดเชียงราย ซึ่งผลการวิจัยนี้จะ

สามารถสนับสนุนให้ชุมชนและภาครัฐนำไปปรับใช้ในการวางแผนการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างเหมาะสมกับบริบททางพื้นที่และวิถีชีวิตของชุมชนในลุ่มน้ำโขง

2. วัตถุประสงค์

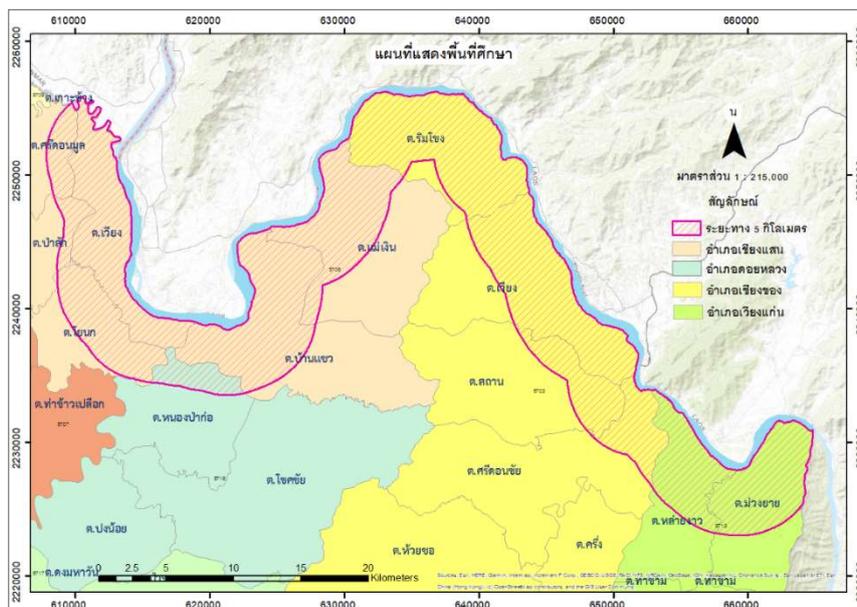
เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและบริเวณริมแม่น้ำโขง จังหวัดเชียงราย

3. วิธีการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ที่ริมแม่น้ำโขง จังหวัดเชียงราย โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ มีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

1) ขอบเขตด้านพื้นที่ งานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในแม่น้ำโขงที่ไหลผ่านจังหวัดเชียงราย ประเทศไทย และแขวงบ่อแก้ว ประเทศลาว ผู้วิจัยไม่ได้ให้ความสำคัญกับเส้นเขตแดนเนื่องจากแม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำนานาชาติ ประชากรทั้งฝั่งไทยและลาวมีการลงมาใช้ประโยชน์ในแม่น้ำ มีการเคลื่อนย้ายไปมาหาสู่กันเป็นประจำ นอกจากนี้ยังมีการใช้ประโยชน์เชิงพื้นที่ของสรรพสัตว์ในลุ่มน้ำโขงด้วย สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินบนแผ่นดินในครั้งนี้นำมาทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแม่น้ำโขง และพื้นที่ระยะทาง 5 กิโลเมตรจากริมตลิ่ง โดยระยะทางอ้างอิงตามโครงการศึกษาผลกระทบและติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมข้ามพรมแดนจากโครงการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำในแม่น้ำโขงสายประธาน ของกรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พื้นที่ศึกษาประกอบด้วยอำเภอเชียงแสน ดอยหลวง เชียงของ และเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ประเทศไทย



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา

2) ขอบเขตเนื้อหา การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในการศึกษาครั้งนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 5 ปี โดยทำการเปรียบเทียบช่วงเวลา ช่วงแรก คือ ปี พ.ศ. 2539-2544 (เขื่อนม่านวานสร้างเสร็จ) ช่วงที่สองคือ ปี พ.ศ. 2544-2550 (เขื่อนต้าเฉาซานสร้างเสร็จ) ช่วงที่สาม คือ ปี พ.ศ. 2550-2554 (เขื่อนวุ่นอองหลง เขื่อนเสี่ยววาน เขื่อนกวงเกาเฉียว เขื่อนนัวตัจู๋ เขื่อนจิงหง สร้างเสร็จ) ช่วงที่สี่ คือ ปี พ.ศ. 2554-2562 (เขื่อนกวงเกาเฉียว เขื่อนเหมี่ยวเว่ย เขื่อนต้าหัวเฉียว เขื่อนหวงเต็ง เขื่อนหลี่ตี้ สร้างเสร็จ)

3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

1) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบออปติคอลจาก <https://earthexplorer.usgs.gov/> ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 Landsat 7 และ Sentinel-2 โดยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat อยู่ในความรับผิดชอบของกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Geological Survey: USGS) โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 ระบบ Thematic Mapper มีความละเอียดของจุดภาพที่ 30x30 เมตร วันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2539 และ Landsat 7 ระบบ Enhance Thematic Plus มีความละเอียดของจุดภาพที่ 30x30 เมตร 1 ภาพแพนโครมาติก (Panchromatic) มีความละเอียดจุดภาพ 15 x 15 เมตร วันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2544, วันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2550 และวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ทั้งสองดาวเทียมมีขนาดพื้นที่ระวางกว้าง 183 กิโลเมตร ยาว 170 กิโลเมตร สำหรับ Sentinel-2 ดำเนินการภายใต้การดูแลของ European Space Agency ระบบบันทึกข้อมูลภาพของ sentinel รองรับ 13 ย่านความถี่แบบ MS จาก visible, near infrared, และ short wave infrared ข้อมูลภาพระดับ High spatial resolution (10-60 m) โดยทำการโคจรถ่ายภาพครอบคลุมทั่วโลก ทั้งภาคพื้นดินและมหาสมุทร มีการบันทึกข้อมูลซ้ำทุกๆ 5 วัน งานวิจัยนี้ใช้ภาพวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 มาทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่

2) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2544, 2550, 2555 และ 2561 จากกรมพัฒนาที่ดิน และการสำรวจภาคสนาม จากการใช้เครื่องมือ GPS เพื่อนำมาทำการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การจัดเตรียมข้อมูล

ทำการเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและปรับแก้พิกัดให้อยู่ในระบบการอ้างอิงตำแหน่งตามพิกัดโลก WGS 1984 UTM Zone 47N แล้วทำการตัดเฉพาะพื้นที่ศึกษา

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมช่วงปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2562 มาทำวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ระบบเปิด ชื่อ SAGA และใช้ โปรแกรม QGIS ในการจัดทำแผนที่ การจำแนกเชิงวัตถุ (Object base image classification) คือการจำแนกข้อมูลที่ปรากฏที่บนภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลคุณลักษณะของวัตถุออกมาเป็นรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) โดยมีหลักการของการจำแนกคือ การแบ่งส่วน (Segmentation) ซึ่งคือการแบ่งกลุ่ม จัดกลุ่มข้อมูล

ออกเป็นหลายพื้นที่ (Region) หรือวัตถุ (Object) บนพื้นฐานของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันหรือมีความสัมพันธ์กัน (Homogenous areas, Relatively homogeneous areas)

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการแบ่งย่อยภาพโดยอิงพื้นที่ (Region based segmentation method) และกระบวนการขยายกลุ่มของจุดภาพ (Region growing technique) ให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยการขยายกลุ่มเริ่มจากกลุ่มของ Pixel ที่เรียกว่า Seed pixels และขยายพื้นที่ไปยัง Neighboring pixel ใกล้เคียงกันที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน (Ruthamnong, 2012)

การแบ่งส่วน (Segmentation) ทำได้โดยใช้อัลกอริทึม 'Seeded region growing algorithm' รูปหลายเหลี่ยมที่เป็นผลลัพธ์นั้นถูกจัดกลุ่มด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised classification) มีการกำหนดจำนวนประเภทข้อมูล (Cluster) และใช้สมการ K-mean ในจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ที่ดิน (SAGA GIS) จากการทดลองใส่ค่าพารามิเตอร์ของ Seed pixels/Seed Points และกำหนดจำนวนประเภทข้อมูล (Cluster) ในแต่ละช่วงเวลา ผู้วิจัยจะต้องใช้ความรู้ทางด้านภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่ศึกษาและเกณฑ์การตีความการสำรวจระยะไกล ประกอบด้วย ลักษณะภูมิประเทศ สี แสงเงา รูปทรง รูปแบบ ในการตีความประเภทการใช้ที่ดินซึ่งได้จากแต่ละกลุ่มและทำการตรวจสอบความถูกต้องจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมกับความละเอียดของภาพดาวเทียมที่สามารถยอมรับได้มากกว่า 85% หากจำนวนกลุ่มที่กำหนดเมื่อนำไปจำแนกแล้วไม่สามารถได้ค่าที่ยอมรับได้ต้องทำการทดลองกำหนดจำนวนกลุ่มใหม่ซ้ำ ๆ จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสม และนำไปใช้วิเคราะห์ต่อไปได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ในการแบ่งส่วนข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแต่ละปี

ภาพถ่ายดาวเทียม	Resolution (m.)	Seed Point Generation	Cluster	Neighbourhood
Landsat-5	30	1	12	4
Landsat-7	15	2	10	4
Landsat-7	15	2	10	4
Landsat-7	15	2	15	4
Sentinel-2	10	2	18	4

3.3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

จากการประมาณจุดภาพตัวอย่างจำนวนน้อยที่สุด ควรนำมาตรวจสอบด้วยสูตรตามหลักการของ Binomial probability theory ดังนี้

$$N = 4(p)(q\sim)/E^2 \quad (\text{Jensen, 2016})$$

N = จำนวนจุดภาพอย่างน้อยที่สุดที่ควรจะใช้สุ่มเป็นตัวอย่าง

p = โอกาสความน่าจะเป็นที่จุดภาพนั้นน่าจะถูกต้อง

q~ = ค่าความแตกต่างระหว่าง 100 – p

E = ร้อยละความผิดพลาดที่ยอมรับได้

ในการศึกษาครั้งนี้ให้โอกาสความน่าจะเป็นที่จุดภาพนั้นน่าจะถูกต้อง เท่ากับ 85% และให้ร้อยละความผิดพลาดที่ยอมรับได้ เท่ากับ 5%

$$N = 4(85)(15)/5^2 = 204 \text{ จุดภาพ}$$

ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อความถูกต้องแม่นยำจึงทำการเพิ่มจุดอ้างอิงเป็น 350 จุด โดยการใช้ภาพถ่ายทางอากาศความละเอียดสูงจาก Google earth และการออกภาคสนามในการกำหนดจุดอ้างอิง

ตารางที่ 2 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2539

ตารางการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2539 จากจุดอ้างอิง											
ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 2	ประเภทการใช้ที่ดินตามการจำแนก									ผลรวมตาม	ความถูกต้อง
	U	A1	A2	A4	A6	F	W	M	M2	พื้นที่จริง	ของผู้ผลิต(%)
U	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25	100
A1	0	68	0	3	1	1	0	1	0	74	91.9
A2	0	2	81	0	0	0	0	0	0	83	97.6
A4	0	0	0	42	0	0	0	0	0	42	100
A6	0	0	0	1	45	0	0	0	0	46	97.83
F	0	0	0	0	1	48	0	0	0	49	97.96
W	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22	100
M	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	100
M2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	100
ผลรวมตามการจำแนก	25	70	81	46	47	49	22	5	5	350	
ความถูกต้องของผู้ใช้(%)	100	97	100	91	96	97.96	100	80	100		
Overall Accuracy = 340/350 = 97.14%											
Kappa Coefficient = 96.6 %											

ตารางที่ 3 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2544

ตารางการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2544 จากจุดอ้างอิง											
ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 2	ประเภทการใช้ที่ดินตามการจำแนก									ผลรวมตาม	ความถูกต้อง
	U	A1	A2	A4	A6	F	W	M	M2	พื้นที่จริง	ของผู้ผลิต(%)
U	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25	100
A1	0	68	0	3	1	1	0	1	0	74	91.9
A2	0	2	81	0	0	0	0	0	0	83	97.6
A4	0	0	0	42	0	0	0	0	0	42	100
A6	0	0	0	1	45	0	0	0	0	46	97.83
F	0	0	0	0	1	48	0	0	0	49	97.96
W	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22	100
M	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	100
M2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	100
ผลรวมตามการจำแนก	25	70	81	46	47	49	22	5	5	350	
ความถูกต้องของผู้ใช้(%)	100	97	100	91	96	97.96	100	80	100		
Overall Accuracy = 340/350 = 97.14%											
Kappa Coefficient = 96.6 %											

ตารางที่ 4 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2550

ตารางการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2550 จากจุดอ้างอิง														
ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 2	ประเภทการใช้ที่ดินตามการจำแนก											ผลรวมตามพื้นที่จริง	ความถูกต้องของผู้ผลิต(%)	
	U	A1	A2	A3	A4	A5	A6	F	W	M	M2			
U	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	100	
A1	0	53	0	0	1	0	0	0	0	1	0	55	96.36	
A2	0	2	66	2	1	0	1	0	0	0	0	72	91.67	
A3	0	0	1	38	0	0	0	0	0	0	0	39	97.44	
A4	0	0	1	1	61	0	0	0	0	0	0	63	97.02	
A5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	96.82	
A6	0	0	1	0	1	0	16	0	0	0	0	18	88.89	
F	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	38	100	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	23	100	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	100	
M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	100	
ผลรวมตามการจำแนก	28	55	69	41	64	4	17	38	23	6	5	350		
ความถูกต้องของผู้ใช้(%)	100	96.36	95.65	92.68	95.31	100	94.12	100	100	83.33	100			
Overall Accuracy = 337/350 = 96.29%														
Kappa Coefficient = 95.7 %														

ตารางที่ 5 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2554

ตารางการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2554 จากจุดอ้างอิง														
ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 2	ประเภทการใช้ที่ดินตามการจำแนก											ผลรวมตามพื้นที่จริง	ความถูกต้องของผู้ผลิต(%)	
	U	A1	A2	A3	A4	A5	A6	F	W	M	M2			
U	26	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	27	96.3	
A1	0	52	2	3	1	0	0	0	0	0	0	58	89.65	
A2	0	2	75	0	0	0	0	0	0	0	0	77	97.4	
A3	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	42	100	
A4	0	0	0	0	49	0	1	0	0	0	0	50	98	
A5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	100	
A6	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	14	100	
F	0	0	0	2	0	0	0	44	0	0	0	46	95.65	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22	100	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	100	
M2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	83.33	
ผลรวมตามการจำแนก	27	54	77	47	50	4	15	44	22	5	5	350		
ความถูกต้องของผู้ใช้(%)	96.3	96.29	97.4	89.36	98	100	93.33	100	100	80	100			
Overall Accuracy = 337/350 = 96.29%														
Kappa Coefficient = 95.69 %														

ตารางที่ 6 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2562

ตารางการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2562 จากจุดอ้างอิง														
ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 2	ประเภทการใช้ที่ดินตามการจำแนก											ผลรวมตามพื้นที่จริง	ความถูกต้องของผู้ผลิต(%)	
	U	A1	A2	A3	A4	A5	A6	F	W	M	M2			
U	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	100	
A1	0	55	2	0	0	0	0	0	0	0	0	57	96.49	
A2	0	1	73	0	2	0	0	0	0	0	0	76	96.05	
A3	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50	100	
A4	0	0	0	1	53	0	0	0	0	0	0	54	98.14	
A5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	100	
A6	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	100	
F	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41	100	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22	100	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	100	
M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	100	
ผลรวมตามการจำแนก	26	56	75	51	55	4	10	41	22	5	5	350		
ความถูกต้องของผู้ใช้(%)	100	98.21	97.33	98.04	96.36	100	100	100	100	100	100			
Overall Accuracy = 344/350 = 98.29%														
Kappa Coefficient = 98 %														

จากตารางที่ 2 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2539 มีความถูกต้องรวมร้อยละ 88 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 85.73 ตารางที่ 3 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2544 มีความถูกต้องรวมร้อยละ 97.14 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 96.60 ตารางที่ 4 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2550 มีความถูกต้องรวมร้อยละ 96.29 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 95.68 ตารางที่ 5 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2554 มีความถูกต้องรวมร้อยละ 96.29 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 95.69 ตารางที่ 6 ความถูกต้องจากจุดอ้างอิง พ.ศ. 2562 ความถูกต้องรวมร้อยละ 98.29 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาร้อยละ 98 ข้อค้นพบสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องพบว่า จุดภาพขนาดใหญ่ เช่น Landsat-5 ขนาดจุดภาพ 30x30 เมตร แสดงรายละเอียดของภาพได้ไม่ค่อยชัดเจนทำให้ค่าความถูกต้องน้อย แตกต่างจากจุดภาพขนาดเล็กของ Landsat-7 ขนาดจุดภาพ 15x15 เมตร และ Sentinel-2 ขนาดจุดภาพ 10x10 เมตร การจำแนกเชิงวัตถุจาก Sentinel-2 มีความถูกต้องมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้

นอกจากนี้ทำการตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งด้วยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกเชิงวัตถุมาซ้อนทับการข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนที่สอดคล้องกันพบว่า ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเก่าที่สุดของการพัฒนาที่ดิน คือ พ.ศ. 2544 จึงนำมาตรวจสอบร่วมกัน พ.ศ. 2539 พบว่า ประเภทการใช้ที่ดินที่สอดคล้องกันมากที่สุดอันดับ 1 คือ F (พื้นที่ป่า) ซ้อนทับกันร้อยละ 92.27 อันดับ 2 คือ A1 (นาข้าว) ซ้อนทับกันร้อยละ 71.92 อันดับ 3 คือ A2 (พืชไร่) ซ้อนทับกันร้อยละ 67.28 เนื่องจากมีความห่างกันของช่วงเวลา ในปี พ.ศ. 2544 มีความสอดคล้องกันมากขึ้น เพราะเป็นปีที่ตรงกันระหว่างสองข้อมูล ประเภทการใช้ที่ดินที่สอดคล้องกันมากที่สุดระหว่าง พ.ศ. 2544 พบว่า อันดับ 1 คือ F (พื้นที่ป่า) ซ้อนทับกันร้อยละ 94.50 อันดับ 2 คือ A2 (พืชไร่) ซ้อนทับกันร้อยละ 79.90 อันดับ 3 คือ A1 (นาข้าว) ซ้อนทับกันร้อยละ 77.96 ปีพ.ศ. 2550 การใช้ประโยชน์ที่ดินสอดคล้องกันมากที่สุด อันดับ 1 คือ F (พื้นที่ป่า)

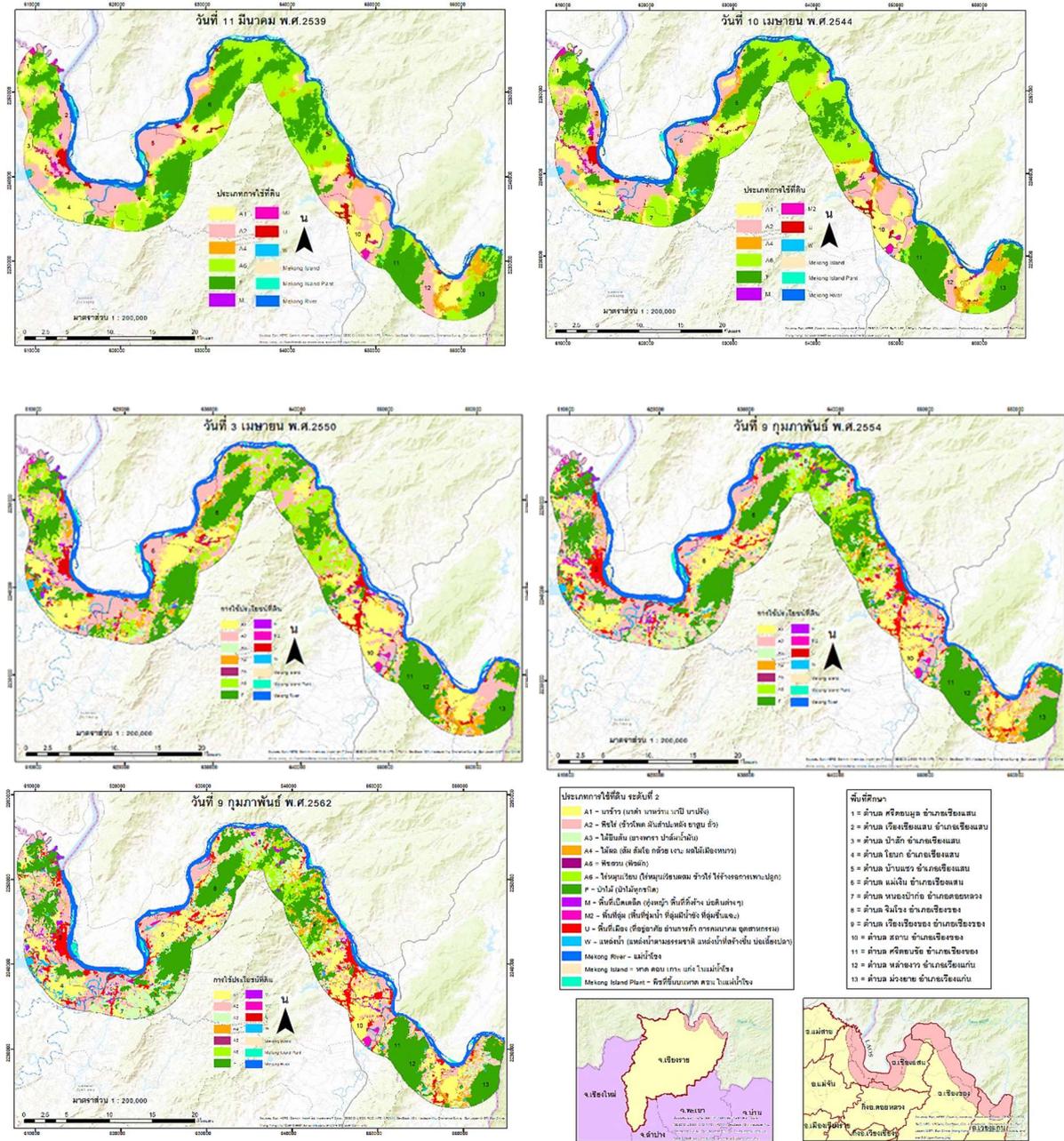
ซ้อนทับกันร้อยละ 99.29 อันดับ 2 คือ U (พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม) ซ้อนทับกันร้อยละ 96.10 อันดับ 3 คือ M (พื้นที่เบ็ดเตล็ด) ซ้อนทับกันร้อยละ 95.72 ประเด็นที่น่าสนใจคือ การใช้ที่ดินประเภท A6 (ไร่นา) ผู้วิจัยจำแนกได้สอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดินน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 4.41 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจำแนกเชิงวัตถุ โดยวิเคราะห์สี (Color) รูปร่าง (Form) ขนาด (Size) รูปแบบ (Pattern) ความหยาบละเอียด (Texture) พร้อมทั้งอ้างอิงกับวิถีชีวิตของคนในพื้นที่ กิจกรรมการใช้ที่ดินเป็นพื้นฐาน อีกทั้งยังทำการตรวจสอบย้อนอดีตผ่านภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงจาก Google earth การออกภาคสนาม ซึ่งต่างจากการจำแนกเชิงจุดภาพแบบกำกับดูแล (Supervised classification) และการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised classification)

ปี พ.ศ. 2554 พบว่า อันดับ 1 คือ F (พื้นที่ป่า) ซ้อนทับกันร้อยละ 99.30 อันดับ 2 คือ M (พื้นที่เบ็ดเตล็ด) ซ้อนทับกันร้อยละ 92.76 อันดับ 3 คือ U (พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม) ซ้อนทับกันร้อยละ 94.48 สำหรับการการใช้ที่ดินประเภท A6 (ไร่นา) ซ้อนทับกับประเภทการใช้ที่ดิน A2 (พืชไร่) ของกรมพัฒนาที่ดินมากที่สุดร้อยละ 96.30 สำหรับปีพ.ศ. 2562 พบว่า อันดับ 1 คือ U (พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม) ซ้อนทับกันร้อยละ 94.26 อันดับ 2 คือ M (พื้นที่เบ็ดเตล็ด) ซ้อนทับกันร้อยละ 95.29 อันดับ 3 คือ A5 (พืชผัก) ซ้อนทับกันร้อยละ 90.30 ในปีนี้ค่อนข้างมีสัดส่วนการซ้อนทับที่ตรงกันมาก แต่สำหรับการใช้ที่ดินประเภท A6 (ไร่นา) ยังคงซ้อนทับกับ A2 (พืชไร่) ของกรมพัฒนาที่ดินมากที่สุดถึง 98.71 การนำข้อมูลจากสองแหล่งมาซ้อนทับกันมีข้อค้นพบว่าการตีความประเภทการใช้ที่ดินนั้นมีความไม่สอดคล้องกันในพื้นที่บางประเภท ดังที่เห็นได้ชัดเจนคือ F (พื้นที่ป่า) A6 (ไร่นา) A2 (พืชไร่) เนื่องจากเทคนิคการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินเป็นคนละประเภท ตามรายละเอียดในปี พ.ศ. 2544

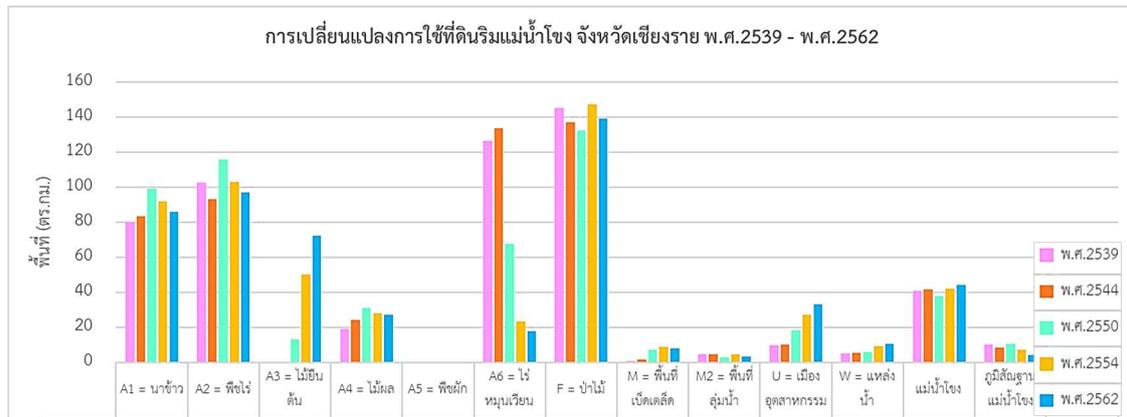
4. ผลการศึกษา

4.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

เมื่อทำการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำผลการตีความที่ได้ในแต่ละช่วงเวลามาทำการซ้อนทับกันเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ดังนี้



ภาพที่ 2 แผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2539-2562



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2539-2562

ตารางที่ 7 ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2539-2562

พ.ศ.	นาข้าว	พืชไร่	ไม้ยืนต้น	ไม้ผล	พืชผัก	ไร่นา	ป่าไม้	เบ็ดเตล็ด	พื้นที่ชุ่มน้ำ	เมือง/อุตสาหกรรม	น้ำ	แม่น้ำ	ภูมิสถาน	พื้นที่
2539	79.85	102.4	0	19.13	0	126.6	145.3	0.75	4.7	9.7	5	40.79	10.26	2.52
2544	83.46	93.38	0	24.13	0	133.7	136.88	1.5	4.7	9.99	5.55	41.69	8.47	3.38
2550	99.01	115.88	13.19	30.78	0.09	67.81	132.23	7.3	2.83	18.35	5.85	37.89	10.69	3.35
2554	91.8	103.17	50.16	28.14	0.2	23.44	147.37	8.7	4.5	27.02	9.37	42.14	6.97	2.4
2562	86.06	96.85	72.12	27.19	0.3	17.86	139.18	7.84	3.1	33.19	10.44	44.16	4.02	4.06

ผลการศึกษากำหนดการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2539 และ พ.ศ. 2544 มีการใช้ที่ดิน 9 ประเภทเท่ากัน โดยผลการจำแนกพบว่า A1 มีพื้นที่เพิ่มมากขึ้น 3.61 ตร.กม. จาก 79.85 ตร.กม. เป็น 83.46 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.74 A2 มีพื้นที่ลดลง 9.02 ตร.กม. จาก 102.40 ตร.กม. เป็น 93.38 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.82 A4 พื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 19.13 ตร.กม. เป็น 24.13 ตร.กม. เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.02 A6 พื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 126.60 เป็น 133.70 ตร.กม. เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.44 F ลดลงจาก 145.30 เป็น 136.88 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.70 M เพิ่มขึ้นจาก 0.75 เป็น 1.50 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.15 M2 พื้นที่ 4.70 ตร.กม. เท่าเดิม U เพิ่มขึ้นจาก 9.70 เป็น 9.90 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.05 W เพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 5.55 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.13

แม่น้ำโขงมีพื้นที่ 40.79 ตร.กม. ภูมิสถานมีพื้นที่ 10.26 ตร.กม. พืชที่ขึ้นบนภูมิสถานมีพื้นที่ 2.52 ตร.กม. ในปีพ.ศ. 2539 สำหรับปีพ.ศ. 2544 แม่น้ำโขงมีพื้นที่ 41.69 ตร.กม. เพิ่มขึ้น 0.9 ตร.กม. ภูมิสถานมีพื้นที่ 8.47 ตร.กม. ลดลง 1.79 ตร.กม. พืชที่ขึ้นบนภูมิสถานมีพื้นที่ 3.38 ตร.กม. เพิ่มขึ้น 0.86 ตร.กม. เนื่องจากภูมิสถานบางพื้นที่ติดกับแผ่นดินและได้เชื่อมเข้ากับแผ่นดินมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในแผ่นดินไปแล้ว จึงทำให้ภูมิสถานในแม่น้ำโขงลดลง

การเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินระหว่าง พ.ศ. 2544 และ พ.ศ. 2550 มีการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นจาก 9 เป็น 11 ประเภท โดยผลการจำแนกพบว่า A1 มีพื้นที่เพิ่มมากขึ้น 15.55 ตร.กม. จาก 83.46 ตร.กม.

เป็น 99.01 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 3.15 A2 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 22.50 ตร.กม. จาก 93.38 ตร.กม. เป็น 115.88 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 4.56 A3 (ไม้ยืนต้น) มีพื้นที่ 13.19 ตร.กม. A4 พื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 24.13 ตร.กม. เป็น 30.78 ตร.กม. เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.34 A5 (พืชผัก) มีพื้นที่ 0.09 ตร.กม. A6 พื้นที่ลดลงอย่างมากจาก 133.70 เป็น 67.81 ตร.กม. ลดลงร้อยละ 13.35 F ลดลงจาก 136.88 เป็น 132.23 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.90 M เพิ่มขึ้นจาก 1.50 เป็น 7.30 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.18 M2 พื้นที่ลดลงจาก 4.70 ตร.กม. เป็น 2.83 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.38 U เพิ่มขึ้นจาก 9.90 เป็น 18.35 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.70 W เพิ่มขึ้นจาก 5.50 เป็น 5.85 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.06

สำหรับปี พ.ศ. 2544 แม่น้ำโขงมีพื้นที่ 41.69 ตร.กม. ภูมิสัณฐานมีพื้นที่ 8.47 ตร.กม. พืชที่ขึ้นบนภูมิสัณฐานมีพื้นที่ 3.38 ตร.กม. ปีพ.ศ. 2550 แม่น้ำโขงมีพื้นที่ 37.89 ตร.กม. ลดลง 3.80 ตร.กม. ภูมิสัณฐานมีพื้นที่ 10.69 ตร.กม. เพิ่มขึ้น 2.22 ตร.กม. พืชที่ขึ้นบนภูมิสัณฐานมีพื้นที่ 3.35 ตร.กม. ลดลง 0.03 ตร.กม. เนื่องจากในปี พ.ศ. 2550 ระดับน้ำลดลงมากโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1.50 เมตร จึงทำให้ภูมิสัณฐานปรากฏในภาพดาวเทียมมากขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับพื้นที่ลุ่มน้ำในแผ่นดินด้วยเพราะน้ำจากแม่น้ำโขงถ้ามีน้ำมากจะไหลหลากเข้ามายังแม่น้ำสาขาย่อย แต่ถ้าน้ำในแม่น้ำโขงน้อยก็จะส่งผลให้พื้นที่ลุ่มน้ำน้อยลงไปด้วย

การเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินระหว่าง พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2554 มีการใช้ที่ดิน 11 ประเภทเท่าเดิม โดยผลการจำแนกพบว่า A1 มีพื้นที่ลดลง 7.21 ตร.กม. จาก 99.01 ตร.กม. เป็น 91.80 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.48 A2 มีพื้นที่ลดลง 12.71 ตร.กม. จาก 115.88 ตร.กม. เป็น 103.17 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 2.60 A3 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 13.19 ตร.กม. เป็น 50.16 ตร.กม. พื้นที่เพิ่มขึ้น 36.97 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 7.50 A4 พื้นที่ลดลงจาก 30.78 ตร.กม. เป็น 28.14 ตร.กม. ลดลงร้อยละ 0.54 A5 พื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 0.09 เป็น 0.2 ตร.กม. เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.02 A6 พื้นที่ลดลงจาก 67.81 เป็น 23.44 ตร.กม. ลดลงร้อยละ 9 F เพิ่มขึ้นจาก 132.23 เป็น 147.37 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 3.03 M เพิ่มขึ้นจาก 7.30 เป็น 8.70 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.40 M2 พื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 2.83 เป็น 4.50 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.34 U เพิ่มขึ้นจาก 18.35 เป็น 27.02 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.75 W เพิ่มขึ้นจาก 5.85 เป็น 9.37 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.71

พ.ศ. 2550 แม่น้ำโขงมีพื้นที่ 37.89 ตร.กม. ลดลง 3.80 ตร.กม. ภูมิสัณฐานมีพื้นที่ 10.69 ตร.กม. พืชที่ขึ้นบนภูมิสัณฐานมีพื้นที่ 3.35 ตร.กม. พ.ศ. 2554 แม่น้ำโขงมีพื้นที่ 42.14 ตร.กม. เพิ่มขึ้น 4.25 ตร.กม. ภูมิสัณฐานมีพื้นที่ 6.97 ตร.กม. ลดลง 3.72 ตร.กม. พืชที่ขึ้นบนภูมิสัณฐานมีพื้นที่ 2.40 ตร.กม. ลดลง 0.95 ตร.กม. เนื่องจากในปี 2554 ระดับน้ำเพิ่มขึ้นมามากโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1.90 เมตร จึงทำให้ภูมิสัณฐานปรากฏในภาพดาวเทียมลดลงซึ่งสัมพันธ์กับพื้นที่ลุ่มน้ำมีเนื้อที่มากขึ้น

การเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินระหว่าง พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2562 มีการใช้ที่ดิน 11 ประเภทเท่าเดิม โดยผลการจำแนกพบว่า A1 มีพื้นที่ลดลง 5.74 ตร.กม. จาก 91.80 ตร.กม. เป็น 86.06 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.17 A2 มีพื้นที่ลดลง 6.32 ตร.กม. จาก 103.17 ตร.กม. เป็น 96.85 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.29 A3 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 50.16 ตร.กม. เป็น 72.12 ตร.กม. พื้นที่เพิ่มขึ้น 21.96 ตร.กม. คิดเป็น

ร้อยละ 4.44 A4 พื้นที่ลดลงจาก 28.14 ตร.กม.เป็น 27.19 ตร.กม. ลดลงร้อยละ 0.95 A5 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 0.20 เป็น 0.30 ตร.กม. เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.02 A6 พื้นที่ลดลงจาก 23.44 เป็น 17.86 ตร.กม. ลดลงร้อยละ 1.13 F ลดลงจาก 147.37 เป็น 139.18 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.67 M ลดลงจาก 8.70 เป็น 7.84 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.17 M2 พื้นที่ลดลงจาก 4.70 เป็น 3.10 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.28 U เพิ่มขึ้นจาก 27.02 เป็น 33.19 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.25 W เพิ่มขึ้นจาก 9.37 เป็น 10.44 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.21

พ.ศ. 2554 แม่น้ำโขงมีพื้นที่ 42.14 ตร.กม. ภูมิฐานมีพื้นที่ 6.97 ตร.กม. พืชที่ขึ้นบนภูมิฐานมีพื้นที่ 2.40 ตร.กม. พ.ศ. 2562 แม่น้ำโขงมีพื้นที่ 44.16 ตร.กม. เพิ่มขึ้น 2.02 ตร.กม. ภูมิฐานมีพื้นที่ 4.02 ตร.กม. ลดลง 2.95 ตร.กม. พืชที่ขึ้นบนภูมิฐานมีพื้นที่ 4.06 ตร.กม. เพิ่มขึ้น 1.66 ตร.กม. เนื่องจากในปี 2562 ระดับน้ำเพิ่มขึ้นมามากโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2 เมตร

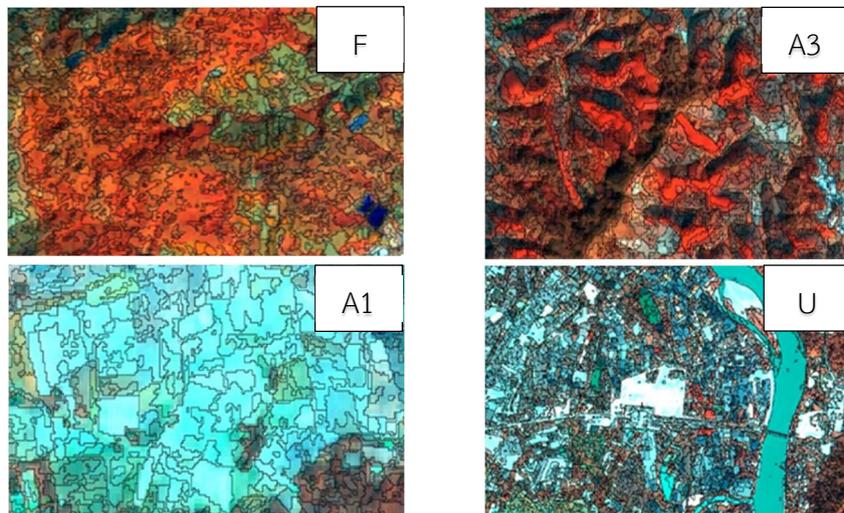
5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินริมแม่น้ำโขง จังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2539-2544 พบว่า การใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ A2 (พืชไร่) ลดลงร้อยละ 1.82 อันดับที่ 2 คือ F (ป่าไม้) ลดลงร้อยละ 1.70 อันดับที่ 3 คือ A6 (ไร่นา) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.44 ช่วงที่สองคือ ปี พ.ศ. 2544-2550 พบว่า การใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ A6 (ไร่นา) ลดลงร้อยละ 13.35 อันดับที่ 2 คือ A2 (พืชไร่) เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.56 อันดับที่ 3 คือ A1 (นาข้าว) เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.15 นอกจากนี้ยังมีประเภทการใช้ที่ดินที่น่าสนใจคือ A3 (ไม้ยืนต้น ได้แก่ ยางพารา ปาล์ม เป็นต้น) ได้ปรากฏในการจำแนกการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 มากถึง 13.19 ตร.กม.คิดเป็นร้อยละ 2.67 และ U (พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม) เพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัว จาก 9.99 เป็น 18.35 ตร.กม. เพิ่มขึ้น 8.36 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.70 จากการจำแนกพบว่าพื้นที่เมืองนั้นขยายตัวจากเมืองเดิมตามแนวยาวไปกับแม่น้ำโขงและทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1020 ช่วงที่สาม พ.ศ. 2550-2554 พบว่า การใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ A6 (ไร่นา) ลดลงร้อยละ 9 อันดับที่ 2 คือ A3 (ไม้ยืนต้น ได้แก่ ยางพารา ปาล์ม เป็นต้น) เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.48 อันดับที่ 3 คือ F (ป่าไม้) เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.04 สำหรับ U (พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม) เพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 18.35 เป็น 27.02 ตร.กม. เพิ่มขึ้น 8.67 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.75 จากการจำแนกพบว่าพื้นที่เมืองมีความหนาแน่นขึ้นและขยายตัวไปตามแนวยาวของแม่น้ำโขงและตามทางหลวงแผ่นดิน นอกจากนี้ยังพบการสร้างท่าเรือพาณิชย์เชียงแสนแห่งที่ 2 และพบว่าเริ่มมีการก่อสร้างพื้นที่ของสะพานมิตรภาพไทย-ลาว แห่งที่ 4 (เชียงของ-ห้วยทราย)

ช่วงที่สี่ พ.ศ. 2554-2562 พบว่า การใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ A3 (ไม้ยืนต้น ได้แก่ ยางพารา ปาล์ม เป็นต้น) เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.40 อันดับที่ 2 คือ F (ป่าไม้) ลดลงร้อยละ 1.67 อันดับที่ 3 คือ A2 (พืชไร่) ลดลงร้อยละ 1.29 สำหรับ U (พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.25 แนวโน้มเปลี่ยนไปตามนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของพื้นที่

6. อภิปรายผล

การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ที่ริมแม่น้ำโขง จังหวัดเชียงราย โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ ใช้หลักการแบ่งส่วนของภาพ (Segmentation) โดยวิเคราะห์สี (Color) รูปร่าง (Form) ขนาด (Size) รูปแบบ (Pattern) ความหยาบละเอียด (Texture) เป็นการจำแนกประเภท Unsupervised ด้วยสมการ K-mean ผลการจำแนกเมื่อตรวจสอบกับจุดอ้างอิงจำนวน 350 จุด ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำสูง คือ พ.ศ. 2539 = 88% พ.ศ. 2544= 97.14% พ.ศ. 2550=96.29% พ.ศ. 2554=96.29% พ.ศ. 2562=98% ค้นพบว่าหากใช้ภาพที่มีขนาดจุดภาพเล็กจะให้ความถูกต้องมากขึ้น เช่น ในปี พ.ศ. 2539 ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ขนาดจุดภาพ 30x30 เมตร ในขณะที่ พ.ศ. 2562 ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ขนาดจุดภาพ 10x10 เมตร ดังตัวอย่างการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินซึ่งสามารถจำแนกจากขอบเขต รูปร่าง ลวดลายของวัตถุต่าง ๆ ได้ค่อนข้างตรงกับความเป็นจริง



ภาพที่ 4 ตัวอย่างผลการจำแนกเชิงวัตถุจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2

นอกจากนี้ วิธีการจำแนกเชิงวัตถุ นั้นให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องแม่นยำในหลายๆพื้นที่ สามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต่างกันได้ออกจากกันมากกว่าวิธี Supervised/Unsupervised เนื่องจากการตรวจจับที่เน้นรูปร่าง ลวดลาย รูปแบบของวัตถุ เช่น งานของ Galletti & Myint (2014) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยจุดภาพและการจำแนกเชิงวัตถุ จากภาพถ่ายดาวเทียม ASTER ในพื้นที่ศึกษาเขตเมืองของมารีโคปาและเมืองแอริโซนา โดยมีการแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ เกษตรที่ใช้งาน เกษตรไม่ได้ใช้งาน โชนสีเขียว นันทนาการ ทะเลทรายเปิดและดินแดง เมืองที่ยังไม่พัฒนาและพื้นที่เขตเมืองที่พัฒนา ผลการศึกษาพบว่าวิธีการเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธีพบว่า วิธีการจำแนกเชิงวัตถุมีค่าความถูกต้องสูงร้อยละ 90.57 ส่วนการจำแนกจุดภาพโดยวิธีการจำแนกแบบกำกับดูแลมีค่าความถูกต้องร้อยละ 65.14 และการจำแนกแบบไม่กำกับดูแลมีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 63.17 จึงเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้ที่นำวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมาประยุกต์ใช้ ยิ่งถ้าใช้ภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงขนาดจุดภาพ

หลักเซนติเมตรจะทำให้สามารถจำแนกประเภทการใช้ที่ดินถึงระดับที่ 3 ได้อีกทั้งงานวิจัยในครั้งนี้อย่างใช้โปรแกรม SAGA ถูกพัฒนาขึ้นโดย Department of Physical Geography, University of Göttingen, Germany ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิดให้บริการโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายแต่สามารถนำมาใช้กับงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน ภาครัฐและภาควิชาการหรือหน่วยงานที่ไม่มีงบประมาณสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมนี้ไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ช่วงพ.ศ. 2539-2544 พบว่า การใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ A2 (พืชไร่) รองลงมาคือ F (ป่าไม้) เปลี่ยนแปลงในทางลดลงส่วน A1 (นาข้าว) และ A6 (ไร่หมุนเวียน) มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มมากขึ้น ช่วงที่สองคือ ปี พ.ศ. 2544-2550 พบว่า การใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ A6 (ไร่หมุนเวียน) ลดลงประมาณหนึ่งเท่าตัว A1 (นาข้าว) และ A2 (พืชไร่) มีพื้นที่เพิ่มขึ้น สำหรับ A3 (ไม้ยืนต้น) ได้แก่ ยางพารา ปาล์ม เป็นต้น ได้ปรากฏเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดสอดคล้องกับนโยบายยางพาราของรัฐบาล ณ ช่วงเวลานั้น โดยในช่วงปี พ.ศ. 2546 เป็นต้นมาคือ ยุค “กระแสตื่นยาง ราคาบูม” พ.ศ. 2546 รัฐบาลได้ยกเลิกนโยบายการควบคุมและลดพื้นที่ปลูกยางพาราที่ใช้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 หันกลับมาใช้นโยบายการส่งเสริมการขยายพื้นที่ปลูกยางโดยเฉพาะการขยายพื้นที่ปลูกยางในพื้นที่ปลูกยางใหม่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ส่งเสริมการขยายพื้นที่เพาะปลูกยางใหม่ ภายใต้โครงการ ดังนี้ - โครงการยางล้านไร่ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2546-2549) เป้าหมาย พื้นที่ 1 ล้านไร่ จากนโยบายดังกล่าว ส่งผลให้พื้นที่ปลูกยางของภาคเหนือเพิ่มขึ้น 861,000 ไร่ (Siripongtugsin, 2011) ช่วงที่สามพ.ศ. 2550-2554 พบว่า การใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดคือ A6 (ไร่หมุนเวียน) รองลงมาคือ A3 (ไม้ยืนต้น ได้แก่ ยางพารา ปาล์ม เป็นต้น) เพิ่มขึ้นประมาณเกือบสามเท่าซึ่งสัมพันธ์กับนโยบายยางพาราที่กล่าวมา ในช่วงนี้อยู่ในโครงการยางล้านไร่ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2550-2553) เป้าหมายเพิ่มพื้นที่ 1 ล้านไร่ทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2542-2554 ราคาขายสูงขึ้นเป็น 127.76 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้รัฐบาลไทยส่งเสริมการเพาะปลูกยาง เกษตรกรที่ปลูกพืชชนิดอื่นและบุคคลทั่วไปจึงหันมาปลูกยางพารา โดยภาคเหนือมีอัตราเพิ่มต่อปีระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2549-2554 สูงสุดที่ 29.54% สำหรับ U (พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม) เพิ่มขึ้นอย่างมากโดยพื้นที่เมืองมีทิศทางการขยายตัวไปตามแนวยาวของแม่น้ำโขงและตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1020 นอกจากนี้ยังพบการสร้างท่าเรือพาณิชย์เชียงแสนแห่งที่ 2 และ พบว่าเริ่มมีการก่อสร้างพื้นที่ของสะพานมิตรภาพไทย-ลาว แห่งที่ 4 (เชียงของ-ห้วยทราย) ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) ที่ออกมาก่อนหน้านี้นี้มีมติให้จัดตั้งเขตเศรษฐกิจพิเศษและผลักดันให้มีการสร้างสะพานข้ามน้ำโขงเพื่อเชื่อมกับถนน R3A ซึ่งเป็นทางหลวงนานาชาติที่เชื่อมโยงระหว่าง ไทย - ลาว - จีน (คุนหมิง) (Wattana, 2021)

ช่วงที่สี่ พ.ศ. 2554-2562 พบว่า การใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ A3 ยังคงเพิ่มขึ้นประมาณ 20 ตร.กม.ถึงแม้ว่าในช่วง พ.ศ. 2555-2558 เป็นช่วงที่ยางราคาต่ำลงมากจนเกือบเท่าต้นทุนคืออยู่ที่ประมาณ 40-60 บาทต่อกิโลกรัม รัฐบาลจึงออกนโยบายลดพื้นที่ปลูกยางพารา ส่งเสริมการลงทุนการแปรรูป การใช้จ่ายภายในประเทศ และการเข้ามาแทรกแซงทางการตลาดของรัฐในการควบคุมราคาขายและโครงการชดเชย

รายได้แก่เกษตรกร ต่อมายุค “ยางล้มตลาด” (พ.ศ. 2559-2561) แน่นนอนว่าช่วงปีก่อนหน้าที่ยางราคาต่ำบวกกับเศรษฐกิจโลกยังไม่ฟื้นตัวมูลค่าการส่งออกลดลงรัฐจึงออกนโยบายเพิ่มปริมาณการใช้ภายในประเทศ โครงการรับซื้อยางจากเกษตรกรและลดปริมาณการผลิต (Siripongtugsin, 2011) ถึงแม้ยางจะราคาตกต่ำแต่ราคาขายต่อกิโลกรัมยังคงมากกว่าผลผลิตทางการเกษตรชนิดอื่นๆ เช่น ข้าวโพด ถั่ว มัน ราคาขายต่อกิโลกรัมยังคงต่ำกว่ายางพารามาก สำหรับ F (ป่าไม้) และ A2 (พืชไร่) ลดลงเล็กน้อยเช่นกัน สำหรับ U (พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม) มีพื้นที่เพิ่มขึ้นตามนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของพื้นที่ ท่าเรือพาณิชย์เชียงแสนแห่งที่ 2 แล้วเสร็จเปิดให้บริการวันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2555 สะพานมิตรภาพไทย-ลาวแห่งที่ 4 เปิดให้บริการพ.ศ. 2556 (Charoenpanyaying & Rudjanakanoknad, 2017) เพื่อเชื่อมโยงการค้าชายแดนการนำเข้าส่งออกสินค้าทางการเกษตร จะพบว่าตามแนวถนน R3A ไปจนถึงสะพานมิตรภาพไทย-ลาวนั้นเกิดการพัฒนาก่อตั้งสินค้าศูนย์กระจายสินค้าจากจีน คล้ายกับการสร้างเมืองขนาดย่อมขึ้นมาใหม่ชื่อ เชียงของ นิว ซิตี้ ปัจจุบันยังเงียบเหงาคล้ายเมืองร้าง

สำหรับแม่น้ำโขงพบว่าระดับน้ำในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2539-2553 ระดับน้ำสูงสุดโดยประมาณคือ 1.9 มีสถานีเชียงแสน ต่ำสุดโดยประมาณคือ 1.1 เมตรที่สถานีเชียงของ แต่ในปี พ.ศ. 2554 ระดับน้ำเพิ่มขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์อยู่ที่ประมาณ 2 เมตร ต่ำสุดคือ 1.15 เมตรที่สถานีเชียงของ ในปี พ.ศ. 2555 ระดับน้ำลดลงในเดือนกุมภาพันธ์อยู่ที่ประมาณ 1.8 เมตรที่สถานีเชียงแสน ต่ำสุดคือ 0.95 เมตรที่สถานีเชียงของ ในปี พ.ศ. 2562 ระดับน้ำเพิ่มขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์อยู่ที่ประมาณ 2.3 เมตรที่สถานีเชียงแสน พบว่าระดับน้ำจะขึ้น ๆ ลง ๆ ประมาณ 20-30 เซนติเมตรขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการเดินเรือขนส่งสินค้า ถ้าหากระดับน้ำขึ้นสูงภูมิสัณฐานที่ปรากฏจะมีพื้นที่ลดลงเพราะถูกน้ำท่วมและมีการใช้ประโยชน์ได้น้อยลงเมื่อระดับน้ำขึ้นสูง นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อเวลาผ่านไปตะกอนที่ถูกแม่น้ำพัดพามาตกลงตามชายฝั่งได้ทับถมกันจนเชื่อมต่อกับแผ่นดินใหญ่พบได้ในพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณพื้นที่ของอาณาจักรคิงส์โรมัน ในอดีตริมฝั่งจะเป็นแม่น้ำและมีหาดดอนต่อมาเมื่อตะกอนได้ถูกพัดพามาตกและเกิดการเชื่อมกันขึ้นและมีการขุดเป็นหนองน้ำปัจจุบันบริเวณนี้ถูกพัฒนามาเป็นแหล่งท่องเที่ยวคือบริเวณเกาะ Donxao Island และพื้นที่เกษตรบริเวณตรงข้ามบ้านสวนดอก ตำบลบ้านแซว อำเภอเชียงแสน สำหรับฝั่งไทยพบการเชื่อมกันของเกาะกับแผ่นดินที่บริเวณพื้นที่เกษตรก่อนถึงบ้านปางของ ตำบลแม่เงิน อำเภอเชียงแสน ระดับน้ำจะสัมพันธ์กับพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่ลุ่มขึ้นและในแผ่นดินหากปีไหนระดับน้ำในแม่น้ำโขงมากก็จะทำให้พื้นที่ลุ่มน้ำท่วมถึงขยายใหญ่มากขึ้นเพราะแม่น้ำโขงจะไหลเข้าไปในแม่น้ำสาขาย่อยเช่น แม่น้ำกก แม่น้ำอิง ซึ่งจะพบพื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่ลุ่มมีน้ำขังตามบริเวณสองฝั่งของแม่น้ำ นอกจากนี้ยังพบว่ามีกรเริ่มสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำโขงเริ่มสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2555 เป็นต้นมาตามแนวตลิ่งแม่น้ำโขงซึ่งสามารถมองเห็นได้จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 จากการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของกลุ่มแม่น้ำโขงจังหวัดเชียงรายพบว่าการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ที่ดินล้วนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งระดับน้ำโขงขึ้น-ลงที่ถูกควบคุมโดยประเทศจีนนั้นได้ส่งผลต่อพื้นที่ชุ่มน้ำในแผ่นดินและการเพิ่มลดของพื้นที่ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ที่ดินที่นั้นได้แปรเปลี่ยนไปภายใต้ความร่วมมือทางเศรษฐกิจอนุ

ภูมิภาคลุ่มน้ำโขง (Greater Mekong Sub-region : GMS) ที่ผลักดันให้เกิดเขตเศรษฐกิจพิเศษโดยให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมการค้าในภาคการเกษตรและระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ซึ่งให้ความสำคัญกับการขนส่งสินค้าระหว่างภูมิภาคซึ่งสามารถมองเห็นและตีความได้จากภาพถ่ายดาวเทียม

การศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุสามารถให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำใกล้เคียงกับความเป็นจริง อีกทั้งยังมีโปรแกรมรหัสเปิดและภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดปานกลางถึงสูงสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และหากพื้นที่ศึกษามีขนาดเล็กระดับตำบลจะใช้เวลาในการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย เหมาะสำหรับทุกภาคส่วนที่ไม่มีงบประมาณหรือมีงบประมาณน้อย หน่วยงานสามารถนำบในส่วนของการจัดซื้อจัดจ้างไปทุ่มเทให้กับภาคประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากโครงการพัฒนาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังเช่นผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ทั้งประชาชน ภาครัฐ ภาคเอกชนสามารถนำไปวางแผนในการจัดการพื้นที่ให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่นั้นๆ ร่วมกันในอนาคตได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ผู้ให้คำแนะนำในทุกขั้นตอนของการทำวิจัย ขอขอบคุณสนับสนุนทุนผู้ช่วยสอนและผู้ช่วยวิจัย จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ขอขอบคุณภาพถ่ายดาวเทียมจาก The United States Geological Survey (USGS) และ European Space Agency (ESA) ที่ให้ประชากรโลกสามารถดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ประโยชน์ทางการศึกษาได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย รวมทั้งโปรแกรม SAGA GIS และ QGIS ที่พัฒนามาให้ใช้ในการศึกษาวิจัยฟรีด้วยเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- Amalisona, B., Rokhmatullah, & Hernina, R. (2017). Land cover analysis by using pixel-based and object-based image classification method in Bogor. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 98, 012005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/98/1/012005>
- BBC Thai. (2020). **Mekong River: satellite data shows Chinese dams hold massive water making the downstream of the Mekong more severely dry.** Retrieved from <https://www.bbc.com/thai/thailand-52276706>
- Blaschke, T., Kelly, M., & Merschdorf, H. (2015). Object-based image analysis: evolution, history, state of the art, and future vision. In *Remote sensing handbook. Volume I, Remotely sensed data characterization, classification, and accuracies* (275–290). Boca Raton: Crc Press.
- Charoenpanyaying, S., Rudjanakanoknad, J. (2017). **Study of cross-border trade and transportation capability after the opening of the 4th THAI-LAO Friendship Bridge (Chiangkhong-Huay Xai).** (In Thai). Retrieved from <http://www.cuti.chula.ac.th/research/437/>

- Galletti, C., & Myint, S. (2014). Land-use mapping in a mixed urban-agricultural arid landscape using object-based image analysis: a case study from Maricopa, Arizona. **Remote Sensing**, *6*(7), 6089–6110. <https://doi.org/10.3390/rs6076089>
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (2009). **Space technology and geoinformatics** (1st ed.). Bangkok: Amarin Printing and Publishing Public Company Limited.
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (2021). **Mekong river crisis from satellite**. (In Thai). Retrieved from https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=1262&lang=TH
- Jensen, J. R. (2016). **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective** (4th ed.). Glenview, IL: Pearson Education, Inc.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2023). **What is remote sensing?**. Retrieved from <https://oceanservice.noaa.gov/facts/remotesensing.html>
- Ruthamnong, S. (2012). **Object-based image analysis**. (In Thai). Retrieved from <https://www.gotoknow.org/posts/492648>
- Siripongtugsin, N. (2011). The impact of the government's rubber policy on rubber plantations in Thailand. (In Thai). **Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University**, *11*(2), 129-140.
- Thamboona, A., Som-ard, J., Bunchai, P. (2019). The land use changes effect on agricultural production process at Mekong riverside in that Phanom district, Nakhon Phanom province. (In Thai). **Science and Technology Journal Ubon Ratchathani University**, *21*(2), 96-109.
- Wattana, T. (2021). **The path to developing border areas into special economic development zones in the case of the Chiang Rai Special Economic Development Zone**. (In Thai). Retrieved from <https://researchcafe.tsri.or.th/special-economic-zone/>