

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีผลต่อกระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง
อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม

The Land Use Changes Effect to Agricultural Production Process at Makong Riverside in
That Phanom District, Nakhon Phanom Province

อภิศักดิ์ ทำบุญ จตุรงค์ สมอาจ* และ ไพบุลย์ บุญไชย
Apisak Thamboona Jaturong Som-ard* and Piboon Bunchai

ภาควิชาภูมิศาสตร์พัฒนาเพื่อการจัดการทรัพยากร คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences,
Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham Province, 44150

*E-mail: Jaturong.somard@gmail.com

Received: Apr 30, 2018

Revised: Aug 16, 2018

Accepted: Sep 05, 2018

บทคัดย่อ

การพัฒนาริมฝั่งแม่น้ำโขงส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการเกษตร การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และกระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม ช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาระหว่างปี 2538-2560 โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 ปี 2538 2547 และเซนติเนล 2 ปี 2560 จำแนกและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุร่วมกับการใช้แบบสัมภาษณ์เชิงพรรณนาเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงจำนวน 60 คน ด้วยวิธีแบบเจาะจงเชิงพื้นที่ พบว่า แผนที่การใช้ที่ดิน 3 ปี มีความถูกต้องเป็น 85.31 88.81 และ 92.30 เปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี 2538-2547 มีพื้นที่เบ็ดเตล็ด แหล่งน้ำ และสิ่งปลูกสร้าง เพิ่มขึ้นร้อยละ 20.79 19.54 9.67 ตามลำดับ พื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ ลดลงร้อยละ 32.50 17.50 ตามลำดับ ปี 2547-2560 มีพื้นที่เบ็ดเตล็ด และสิ่งปลูกสร้าง เพิ่มขึ้นร้อยละ 43.51 6.45 ตามลำดับ แหล่งน้ำ ป่าไม้ และเกษตรกรรม ลดลงร้อยละ 32.34 11.42 6.24 ตามลำดับ จากการสัมภาษณ์พบว่า พื้นที่การเกษตรลดลงซึ่งสอดคล้องกับผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเนื่องจากตลิ่งถูกกัดเซาะ ส่งผลต่อกระบวนการเพาะปลูกพืชที่เข้มข้นเพราะพื้นที่มีจำกัด ใช้ทุนและเทคโนโลยีสูง และความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้น ขณะอดีตเป็นการผลิตแบบยังชีพ เพราะผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน ผลลัพธ์สามารถใช้ในการวางแผนพัฒนาการปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงให้มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม แลนด์แซท 5 เซนติเนล 2 กระบวนการผลิตพืช

Abstract

The development at Mekhong riverside have affected to plant the production of farmers. The objectives of this study were to analyze the land use changes and the process of agricultural production at Mekong riverside, That Phanom district, Nakhon Phanom province during before and after developmental projects. The instruments used the satellite images of Landsat 5 in 1995 and 2004, Sentinel-2 in 2017 to classify using the Object-based Image Analysis (OBIA) technique and the described interviewing of 60 farmers who plant at Mekong riverside using stratified sampling. As the results, the accuracy of land use map in three years were 85.31, 88.81, and 92.30 percent. That the land use changes during 1995 to 2004 consisted of miscellaneous lands, water sources, residences and buildings increased 20.79%, 19.54%, and 9.67% respectively. Agricultural lands and forest areas decreased by 32.50%, and 17.50% respectively. Subsequently, during 2004 to 2017, there were miscellaneous areas, residences and buildings increased to 43.51%, and 6.45% respectively. Water sources, forest and agriculture decreased to 32.34%, 11.42%, and 6.24% respectively. From interviewing that agricultural lands were decreased because the bank river was eroded and buildings were increased. These led to agricultural process and intensive cultivation due to having limitation, high capital, high technology and the demand of the market has increased. The production process became commercial production. While in the past, the production process was subsistence production which is

mainly for household consumption. This study can be used to manage, plan, and develop agricultural cultivation at the Mekong riverside.

Keywords: Land use changes; Object-based Image Analysis; Landsat 5; Sentinel 2; Plant production process

1. บทนำ

แม่น้ำโขงเป็นหนึ่งในแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่และมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากบริเวณริมแม่น้ำโขงมีพื้นที่น้ำท่วมถึงบริเวณกว้าง ทำให้มีทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลายและมีความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะดินตะกอนสะสมที่เกิดจากกระแสน้ำหลากบนริมฝั่งแม่น้ำในช่วงฤดูฝน [1], [2] ซึ่งตะกอนดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และแร่ธาตุสำคัญเหมาะแก่การเพาะปลูกพืชทางการเกษตร อีกทั้งยังรักษาความชุ่มชื้นและร่วนซุยดิน ทำให้ง่ายต่อการเตรียมดินเพื่อเพาะปลูกพืช พื้นที่บริเวณริมฝั่งแม่น้ำโขงจึงเป็นแหล่งผลิตพืช สร้างมูลค่าให้ประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณที่ริมฝั่งแม่น้ำ [3]

เกษตรริมฝั่งแม่น้ำโขงมีกิจกรรมเพาะปลูกจากอดีตที่ไม่ปรากฏแน่ชัด ความรู้ในการปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ [4] โดยเริ่มแรกชาวบ้านมีการเพาะปลูกบนริมฝั่งแม่น้ำโขงและมีชักชวนกันมาตั้งถิ่นฐานบริเวณริมฝั่งแม่น้ำโขง เพราะเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพและทรัพยากรเอื้อต่อการดำรงชีวิต [5] ดังนั้นการปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำจึงเป็นกิจกรรมหลักของการทำการเกษตรแบบระยะสั้นตามฤดูกาล

ปัจจุบันชาวบ้านมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเพาะปลูกเนื่องจากได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงการต่าง ๆ ประกอบด้วย 1) การสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำโขงเพื่อเป็นแหล่งผลิตไฟฟ้า ปี 2539 2) การปรับปรุงแม่น้ำโขงเพื่อการเดินเรือเชิงพาณิชย์ดำเนินการตั้งแต่ปี 2544-2547 3) การก่อสร้างท่าเทียบเรือ และ 4) การพัฒนาพื้นที่ริมตลิ่งเพื่อป้องกันตลิ่งทรุดตัว ส่งผลกระทบต่อการทำเกษตรริมฝั่งแม่น้ำโขง เช่น ทำให้เกิดน้ำขึ้น-ลงผิดธรรมชาติ ชาวบ้านไม่สามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำ ทำให้เกิดความเสียหายพื้นที่เกษตรริมฝั่งและตลิ่งถูกกระแสน้ำกัดเซาะ ส่งผลต่อการสูญเสียพื้นที่การเกษตร ชาวบ้านจึงมีการปรับเปลี่ยนวิถีทำการเกษตรเพื่อลดผลกระทบ [6], [7] นอกจากนี้ยังมีการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรช่วยในกระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำหลังมีการเปลี่ยนแปลง [8]

อำเภอธาตุพนมเป็นอำเภอในจังหวัดนครพนมที่มีแม่น้ำโขงไหลผ่าน มีกิจกรรมการทำเกษตรริมฝั่งแม่น้ำโขงเป็นกิจกรรมเศรษฐกิจที่สำคัญ เพราะเป็นอาชีพหลักที่สร้างรายได้ให้กับชาวบ้านและเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญต่อประชาชนในประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตามริมฝั่งแม่น้ำโขงบริเวณอำเภอธาตุพนมได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะตลิ่งเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ทางโค้งน้ำ ทำให้ชาวบ้านต้องสูญเสียที่ดินเพื่อ

เพาะปลูกพืชทางการเกษตร ส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกพืชลดลง [9] อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของหน้าดินพื้นที่ริมฝั่ง

เพราะปริมาณตะกอนดินสะสมลดลง ทำให้ชาวบ้านมีการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อใช้ในการบำรุงพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น [10]

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล การศึกษางานวิจัยของ วิทยา เต่าสา [11], คำโก ธรรมวงศ์ และคณะ [12], และทิฆัมพร เต็ดขุนทด [13] วิเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยภาพถ่ายดาวเทียม STOP-5 ALOS และKONOS พบว่า พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ต่อลักษณะกายภาพทางพื้นที่ เพราะช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ การศึกษารูปแบบการทำเกษตรริมโขงจากอดีตจนถึงปัจจุบันพบว่า ปัญหาการเพาะปลูกพืชบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำโขงมีข้อจำกัดการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลให้กิจกรรมการเพาะปลูกลดลง [14] และศึกษาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการเกษตรริมโขงด้วยแบบสอบถามและสัมภาษณ์ พบว่า ที่ดินริมฝั่งไม่มีเอกสารสิทธิ์ที่ชัดเจน การเกษตรเป็นการเกษตรระยะสั้น และช่วงเวลาเพาะปลูกเกิดขึ้นหลังน้ำลด [15] แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่เกิดช่วงพัฒนาลุ่มน้ำโขงที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเพาะปลูกด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกลวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (Object-based Image Analysis: OBIA) ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล 2 ที่มีความละเอียดเชิงจุดภาพสูง ซึ่งให้ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การศึกษานี้จึงวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินริมฝั่งแม่น้ำโขง และศึกษากระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขง ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 ปี 2538 2547 และเซนติเนล 2 ปี 2560 โดยการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (OBIA) เพื่อทราบรูปแบบการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2 ช่วงปี และสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชเกี่ยวกับกระบวนการผลิตพืชช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำด้วยวิธีการเจาะจงเชิงพื้นที่ เพื่อทราบกระบวนการเพาะปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง ผลลัพธ์จากการศึกษาสามารถใช้ในการจัดการ วางแผน และพัฒนากิจกรรมทางการเกษตรริมฝั่งแม่น้ำโขงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำโขง อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนมช่วงปี 2538-2547 และปี 2547-2560

- เพื่อศึกษากระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงในช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขง

3. ขอบเขตของงานวิจัย

3.1 ข้อมูลด้านพื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เลือกพื้นที่อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม มีพื้นที่ทั้งหมด 345.66 ตารางกิโลเมตร มีเขตการปกครอง 12 ตำบล มีตำบลที่มีเขตติดต่อกับแม่น้ำโขง 7 ตำบล ได้แก่ ดอนนางหงส์ ธาตุพนม น้ำก่ำ แสนพัน ธาตุพนมเหนือ นาถ่อน และกลางทุ่ง สามารถแสดงพื้นที่ศึกษาดัง Figure 1

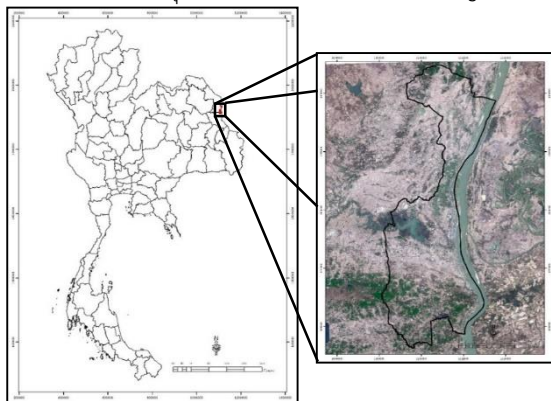


Figure 1 Study area

3.2 ข้อมูลด้านเนื้อหา

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีผลต่อกระบวนการเพาะปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงมีเนื้อหาประกอบด้วย

3.2.1 การวิเคราะห์การใช้ที่ดินด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 ปี 2538 ปี 2547 และภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล 2 ปี 2560 ทำการจำแนกด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (OBIA) และทำการกำหนดประเภทการใช้ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง เกษตรกรรม ป่าไม้ แหล่งน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด

3.2.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง โดยทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีเมตริกซ์ และกำหนดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินออกเป็น 2 ช่วง คือ ปี 2538-2547 เป็นช่วงก่อนมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขง และปี 2547-2560 ช่วงหลังมีโครงการพัฒนา

3.2.3 การศึกษากระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างปานกลาง (Semi structural interviews/ moderated structural interviews) ทำการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เพาะปลูกด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบจุด (Point

samplings) พื้นที่อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม จำนวน 60 คน

4. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การศึกษานี้มีขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วยรวบรวมข้อมูล จัดเตรียม และวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1.1 โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนภาพถ่ายดาวเทียม และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

4.1.2 โปรแกรม Quantum GIS (QGIS) เพื่อใช้ในการจำแนกการใช้ที่ดิน

4.1.3 เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) เพื่อใช้กำหนดตำแหน่งบนโลกเพื่อตรวจสอบความถูกต้องแผนที่การใช้ที่ดิน

4.1.4 แบบสัมภาษณ์ ใช้เพื่อสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงที่มีการเพาะปลูกพืชช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขง จำนวน 60 คน โดยสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเจาะจงเชิงพื้นที่

4.2 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีผลต่อกระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 บันทึกวันที่ 15 มกราคม ปี 2538 และวันที่ 26 มกราคม ปี 2547 มีความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร และเซนติเนล 2 บันทึกวันที่ 4 มกราคม ปี 2560 ความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร ข้อมูลภาพถ่ายที่รวบรวมครั้งนี้อยู่ในช่วงเวลาเดียวกันและเป็นช่วงฤดูกาลที่มีการทำเกษตรทุกพื้นที่ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถใช้เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

4.2.2 แผนที่ภูมิประเทศ ใช้เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งภาพถ่ายดาวเทียม และใช้ประกอบการออกภาคสนามเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

4.2.3 ข้อมูลจากการออกภาคสนามประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างปานกลางจำนวน 60 ชุด และจุดตำแหน่งตรวจสอบความถูกต้อง

4.3 การจัดเตรียมข้อมูล

4.3.1 ทำการดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 ปี 2538 2547 จากสำนักธรณีวิทยาของสหรัฐอเมริกา และภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล 2 ปี 2560 จากองค์การอวกาศยุโรป เลือกข้อมูลช่วงเวลาที่เกิดการทำการเพาะปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง เดือนมกราคมถึงเมษายน และครอบคลุมพื้นที่ศึกษา [15]

4.3.2 การปรับแก้เชิงรังสี (Radiometric Correction) เป็นการปรับแก้ค่าความบิดเบือนเชิงรังสีที่เกิดจากข้อบกพร่องของค่าเชิงคลื่น เช่น การรบกวนชั้นบรรยากาศ ทำให้ไม่สามารถบอกเห็นวัตถุอย่างชัดเจน การปรับแก้เชิงรังสีครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แปลงค่าข้อมูลเชิงตัวเลขให้กลับมาเป็นค่าความส่องสว่างข้อมูลที่คำนวณ ณ เครื่องตรวจจับ (DN to-satellite Spectral Radiance: L) 2) ปรับแก้รังสีระหว่างชั้น 4.3.3 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) เพื่อปรับแก้ค่าความบิดเบือนเชิงตำแหน่ง เพื่อให้ตำแหน่งวัตถุเดียวกันในภาพตรงกับวัตถุจริงบนพื้นโลก การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการแบบปรับภาพกับจุดควบคุมทางพื้นดิน (Image to map) อ้างอิงพิกัดจากแผนที่ภูมิประเทศ ชุดลำดับ L7018 มาตราส่วน 1:50,000 [17]

4.3.4 การรวมช่วงคลื่นภาพถ่ายดาวเทียม (Bands composite) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและตัดภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 การจำแนกการใช้ที่ดิน

การศึกษานี้ทำการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (OBIA) มีรายละเอียดดังนี้ [18], [19]

4.4.1.1 การแบ่งแยกวัตถุในภาพ (Image segmentation) เป็นกระบวนการแยกวัตถุจากจุดภาพบนข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีการ Multi-resolution segmentation โดยอาศัยเกณฑ์การแบ่งแยกลักษณะวัตถุที่เหมือนกันเข้าด้วยกัน (Homogeneous) ด้วยการพิจารณาเกณฑ์การแยกวัตถุประกอบด้วย 3 ค่าพารามิเตอร์ คือ ขนาด (Scale parameter) รูปร่าง (Shape) และความบีบอัด (Compactness) บนพื้นฐานการแยกด้วยค่าช่วงคลื่นได้แก่ สีน้ำเงิน (Blue: B) แดง (Red: R) เขียว (Green: G) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared: NIR) [20], [21] จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยนำผลการแยกข้อมูลวัตถุไปเปรียบเทียบกับข้อมูลภาคสนามเพื่อเลือกเกณฑ์การแบ่งแยกข้อมูลวัตถุภาพที่เหมาะสมที่สุด [22]

4.4.1.2 จำแนกข้อมูลวัตถุ (Image Object Classification) นำข้อมูลที่ได้จากการแยกวัตถุมาจำแนกด้วยวิธีการแบบภูมิภาคที่มีค่าข้างเคียงที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor) โดยการเลือกพื้นที่หรือวัตถุตัวอย่างที่มีความแน่นอน ตัวอย่างที่เลือกจะถูกพิจารณาด้วยวิธีการกลุ่มสมาชิกเดียวกัน (Membership function) ด้วยข้อมูลค่าช่วงคลื่น (Spectral information) [23] ซึ่งเป็นวิธีการจำแนกกลุ่มจากค่าสถิติความน่าจะเป็นค่าช่วงคลื่นเฉลี่ย ได้แก่ ช่วงคลื่น R: G: B: NIR นอกจากนี้ยังมีการใช้ค่าความสว่างและค่าดัชนีการเจริญเติบโตพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index: NDVI) แต่ละวัตถุของประเภทการใช้ที่ดิน และนำค่าวัตถุพื้นที่ตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับค่าข้างเคียงที่ใกล้ที่สุดด้วยการตัดสินใจการเป็นสมาชิกเดียวกันซึ่งมีค่ามากกว่า 0.8

บรรยากาศโลกกับดวงอาทิตย์ (TOA reflectance) 3) ปรับแก้ค่าการสะท้อนบนพื้นผิว (Surface of reflectance) เป็นการปรับเพื่อให้ได้ค่าสะท้อนจริงบนพื้นผิว [16] เพื่อให้ได้ข้อมูลจุดภาพถ่ายที่มีคุณภาพ และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลภาพได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

เพื่อให้มีการจำแนกอย่างมีประสิทธิภาพ กลุ่มที่เหมือนกันจะถูกรวมเป็นภูมิภาคเดียวกัน ส่วนความแปรปรวนจากค่าการสะท้อนของวัตถุที่คล้ายกันทำให้การจำแนกมีความคลาดเคลื่อน ทำให้ต้องปรับแก้ข้อมูลด้วยวิธีการรวมและปรับปรุงวัตถุด้วยวิธีการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual assessment) โดยอ้างอิงจากข้อมูลภาคสนาม [24], [18]

4.4.2 การออกสำรวจภาคสนาม นำแผนที่การใช้ที่ดินมาตรวจสอบความถูกต้องจากการออกภาคสนาม โดยอาศัยแผนที่ภูมิประเทศจากกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1: 50,000 ร่วมกับเครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) เก็บข้อมูลจุดตำแหน่งตรวจสอบ และกำหนดจุดตัวอย่าง (Sampling points) ด้วยวิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified random sampling) โดยสัดส่วนจำนวนจุดตัวอย่างถูกกระจายตามสัดส่วนของพื้นที่ในแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน ซึ่งดำเนินการดังสมการ (1) [25] และได้จุดตัวอย่างทั้งหมด 143 จุด เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง ดังสมการที่ 1

$$N = \frac{B \Pi_i (I - \Pi_i)}{b_i^2} \quad (1)$$

เมื่อ N คือ จำนวนจุดตัวอย่าง Π_i คือ สัดส่วนพื้นที่ของ Class ที่ I จากทั้งหมด K ที่มีสัดส่วนเข้าใกล้ 50 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด b_i คือ ความถูกต้องแม่นยำที่ต้องการ (เช่น 5 เปอร์เซ็นต์) ของ Class นั้น ๆ B คือ ค่าที่ได้จากตารางการกระจายแบบ X^2 (the upper (a/k) X 100 percentile) และ K คือ จำนวน Class 4.4.3 การตรวจสอบความถูกต้องแผนที่การใช้ที่ดินจากข้อมูลภาคสนามด้วยวิธีการจำแนกแบบเมทริกซ์ความผิดพลาด (Error Matrix) เพื่อประเมินความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) ความถูกต้องสำหรับผู้จำแนก (Producer's accuracy) และความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งาน (User's accuracy) [26], [27] เพื่อได้แผนที่การใช้ที่ดินที่มีความถูกต้อง

4.4.4 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยนำแผนที่การใช้ที่ดินปี 2538 2547 และ 2560 ที่ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ประกอบด้วย 2 ช่วง คือระหว่างก่อนโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขงปี 2538-2547 และหลังโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขงปี 2547-2560 จากนั้นทำการซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis) ด้วยวิธีการแบบตารางเมทริกซ์ (Change detection matrix)

[17], [28], [29] เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีผลต่อกิจกรรมการเพาะปลูกพืช

4.4.5 ทำการวิเคราะห์กระบวนการเพาะปลูกพืชริมแม่น้ำโขง เก็บข้อมูลภาคสนามและการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชช่วงก่อนและหลังโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขง จำนวน 60 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์ประกอบ 10 ด้าน

5. ผลการวิจัย

5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ก่อนการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (OBIA) ได้ทำการแบ่งแยกข้อมูลวัตถุการศึกษาครั้งนี้ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง โดยการกำหนดเกณฑ์ค่าพารามิเตอร์ของภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 ปี 2538 2547 พบว่า ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด คือ 8 (ขนาด; Scale parameter) 0.2 (รูปร่าง; Shape) และ 0.4 (ความบีบอัด; Compactness) และเกณฑ์ค่าพารามิเตอร์ภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล 2 ปี 2560 ค่าที่เหมาะสมที่สุดเป็น 10 (ขนาด; Scale parameter) 0.3 (รูปร่าง; Shape) และ 0.3 (ความบีบอัด; Compactness) เนื่องจากเป็นค่าที่สามารถแยกข้อมูลวัตถุที่แตกต่างกันออกจาก

คือ ชนิดพืชสวนที่เพาะปลูก ช่วงฤดูเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิต เครื่องมือที่ใช้

ผลิตพืช การเตรียมแปลงเพาะปลูก การเตรียมเมล็ดพันธุ์ การเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด การดูแลรักษาพืช การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี การเก็บเกี่ยวผลผลิตพืช และการจัดการผลผลิต ทำการวิเคราะห์ในลักษณะการบรรยายปรากฏการณ์ สถานการณ์ และการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตพืชริมแม่น้ำโขง กันได้อย่างชัดเจน เช่น เสาของวัดถูกกับพื้นที่ทางการเกษตร (แสดงผลดัง Figure 3)

การจำแนกการใช้ที่ดินบริเวณริมแม่น้ำโขง ปี 2538 2547 และปี 2560 ทำการตรวจสอบความถูกต้องแผนที่การใช้ที่ดิน พบว่า ปี 2538 2547 และปี 2560 มีค่าความถูกต้องโดยรวมเป็น 85.31 88.81 และ 92.30 เปอร์เซนต์ แผนที่การใช้ที่ดินปี 2560 มีความถูกต้องสูงกว่าปี 2538 และ 2547 เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล 2 ที่ใช้ในการวิเคราะห์มีความละเอียดเชิงจุดภาพ ค่าช่วงคลื่น และค่ารังสีที่ละเอียดมีประสิทธิภาพกว่าภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 นอกจากนี้การจำแนกแบบ OBIA ให้ความถูกต้องของผลลัพธ์การจำแนกการใช้ที่ดินกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูงและข้อมูลที่อยู่ในช่วงเวลาช่วงเวลาเดียวกัน ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน สามารถแสดงแผนที่การใช้ที่ดินดัง Figure 3



Figure 2 Methodology

Table 1 The result of accuracy assessment in 2538

ประเภทการใช้ที่ดินตามสภาพจริง	ประเภทการใช้ที่ดินจากผลการจำแนก						ผลรวมตามพื้นที่จริง	ความถูกต้องของผู้ใช้ (%)
	ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่		
		อยู่อาศัย	เกษตรกรรม	แหล่งน้ำ	ป่าไม้	เบ็ดเตล็ด		
ประเภทการใช้ที่ดินตามสภาพจริง	พื้นที่อยู่อาศัย	26	1	0	1	0	28	92.86
	พื้นที่เกษตรกรรม	0	28	0	3	1	32	87.50
	พื้นที่แหล่งน้ำ	0	2	29	2	1	34	85.29
	พื้นที่ป่าไม้	0	3	2	21	0	26	80.77
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	1	2	1	1	18	23	78.26
รวมผลตามการจำแนก		27	36	32	28	20	143	
ความถูกต้องของผู้ผลิต (%)		96.30	77.78	90.63	75.00	90.00		

Overall Accuracy = 120/141=85.31

จาก Table 1 และ Table 2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินปี 2538 และปี 2547 พบว่า

ค่าความถูกต้องของผู้จำแนกและผู้ใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 85.31 และ 88.81 เปอร์เซ็นต์

Table 2 The result of accuracy assessment in 2547

ประเภทการใช้ที่ดินตามสภาพจริง	ประเภทการใช้ที่ดินจากผลการจำแนก						ผลรวมตามพื้นที่จริง	ความถูกต้องของผู้ใช้ (%)
	ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่		
		อยู่อาศัย	เกษตรกรรม	แหล่งน้ำ	ป่าไม้	เบ็ดเตล็ด		
ประเภทการใช้ที่ดินตามสภาพจริง	พื้นที่อยู่อาศัย	26	1	0	2	0	29	89.66
	พื้นที่เกษตรกรรม	0	33	0	2	0	35	94.29
	พื้นที่แหล่งน้ำ	0	1	33	2	1	37	89.19
	พื้นที่ป่าไม้	1	1	2	20	0	24	83.33
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	1	2	0	0	15	18	83.33
รวมผลตามการจำแนก		28	38	35	26	16	143	
ความถูกต้องของผู้ผลิต (%)		92.85	86.84	94.29	76.92	93.75		

Overall Accuracy = 127/143=88.81%

จาก Table 3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2560 พบว่า ค่าความถูกต้องของผู้จำแนกและผู้ใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 92.30% ซึ่งถือว่า

มีความถูกต้องมากที่สุดเนื่องจากวัตถุในภาพถ่ายเซนติเนล 2 มีความละเอียดของจุดภาพ ทำให้การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุมีความถูกต้องในการจำแนกค่อนข้างสูง

Table 3 The result of accuracy assessment in 2560

ประเภทการใช้ที่ดินตามสภาพจริง	ประเภทการใช้ที่ดินจากผลการจำแนก						ผลรวมตามพื้นที่จริง	ความถูกต้องของผู้ใช้ (%)
	ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่		
		อยู่อาศัย	เกษตรกรรม	แหล่งน้ำ	ป่าไม้	เบ็ดเตล็ด		
ประเภทการใช้ที่ดินตามสภาพจริง	พื้นที่อยู่อาศัย	28	1	0	0	0	29	96.55
	พื้นที่เกษตรกรรม	0	33	0	0	1	34	97.05
	พื้นที่แหล่งน้ำ	0	1	28	3	0	32	87.50
	พื้นที่ป่าไม้	0	2	1	19	0	22	86.36
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	1	1	0	0	24	26	92.30
รวมผลตามการจำแนก		29	38	31	22	27	143	
ความถูกต้องของผู้ผลิต (%)		96.55	86.84	90.32	86.36	96.30		

Overall Accuracy = 132/143=92.30%

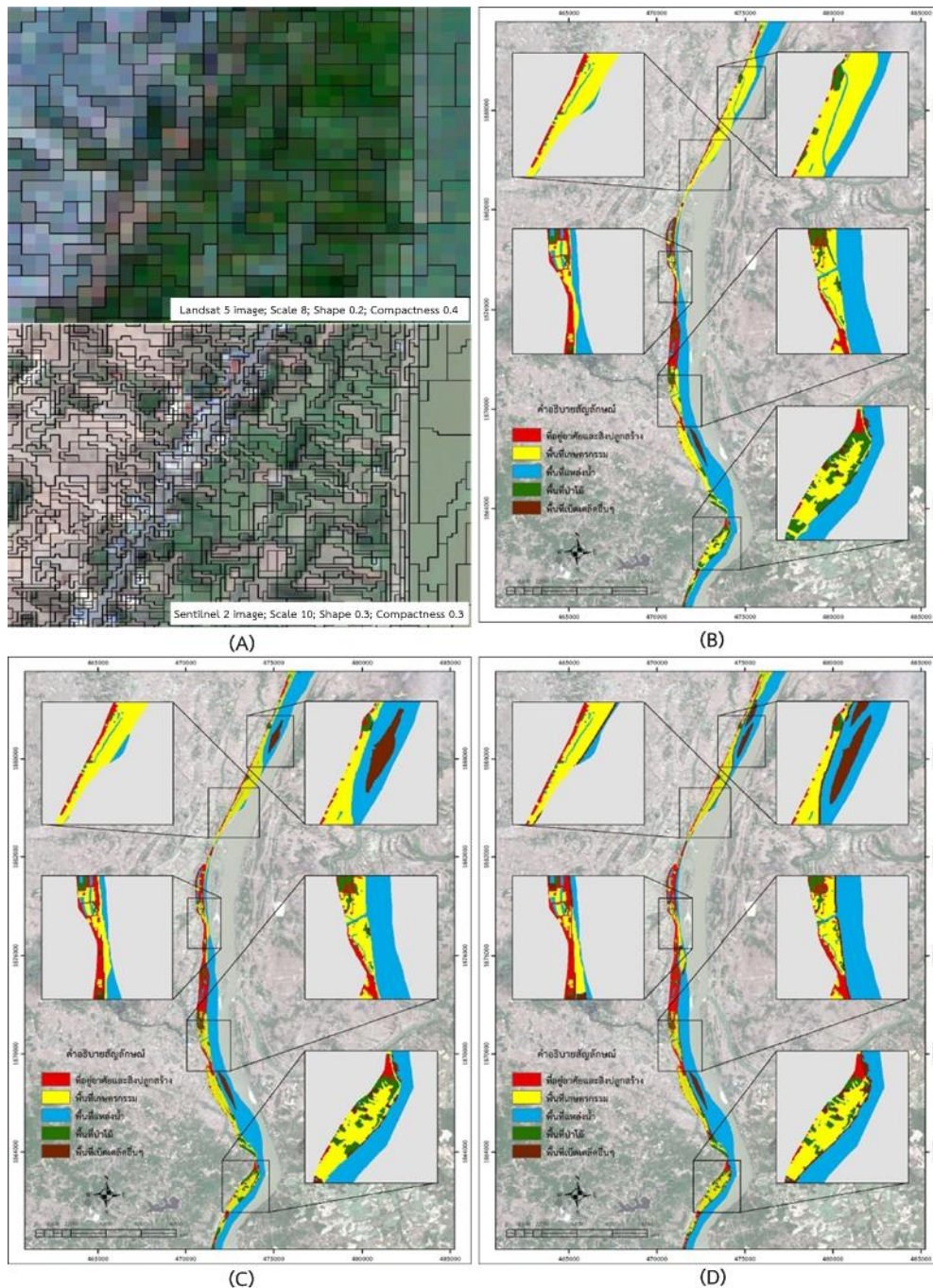


Figure 3 The land use maps (A) Rule for segmentation (B) Land use in 2538 (C) 2547 และ (D) 2560

การใช้ที่ดินปี 2538 สามารถจำแนกออกเป็น 5 ประเภท โดยเรียงพื้นที่การใช้ที่ดินจากมากไปหาน้อย พบว่า พื้นที่แหล่งน้ำมีการใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ 10,169 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.64 รองลงมาคือพื้นที่เกษตรกรรม 6,092 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 29.74 พื้นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง 1,992 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.72 พื้นที่ป่าไม้ 1,550 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.59 และพื้นที่เบ็ดเตล็ด 680 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.31 พื้นที่การใช้ที่ดินประเภทแหล่งน้ำมีพื้นที่มากที่สุดส่วนใหญ่เป็นพื้นที่แหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำโขงและลำน้ำ

ก่ำ มีการใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมการเกษตร อุปโภคและบริโภค รองลงมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมพบมากบริเวณตำบลน้ำก่ำ แสนพัน และดอนนางหงส์ เนื่องจากการเกษตรเป็นอาชีพหลักของประชาชน ทำให้มีการเพาะปลูกค่อนข้างมาก นอกจากนี้พื้นที่บริเวณริมตลิ่งแม่น้ำโขงยังมีความเหมาะสมต่อการทำเกษตรประเภทผัก เพราะมีปุ๋ยตะกอนที่ไหลมาจากน้ำมีการสะสม จึงทำให้มีพื้นที่การเกษตรบริเวณริมตลิ่งมีค่อนข้างมากบริเวณตำบลน้ำก่ำ

การใช้ที่ดินปี 2547 ทำการแบ่งการใช้ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท โดยเรียงพื้นที่การใช้ที่ดินจากมากไปหาน้อย พบว่า พื้นที่แหล่งน้ำมีการใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ 10,656 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 52.02 รองลงมาคือพื้นที่เกษตรกรรม 5,252 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 25.79 พื้นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง 2,233 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.90 พื้นที่เบ็ดเตล็ด 1,198 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.85 และพื้นที่ป่าไม้ 1,114 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.44 พื้นที่การใช้ที่ดินแหล่งน้ำมากที่สุด ส่วนใหญ่เป็นแม่น้ำโขงและลำน้ำก่ำ ซึ่งเป็นแม่น้ำสายน้ำสำคัญ รองลงมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเนื่องจากเป็นอาชีพหลักสร้างรายได้ให้กับประชาชน โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกยาสูบที่เกษตรกรมีการปลูกมากที่สุดในปีนี้ เพราะมีโรงงานมาตั้งอยู่ในอำเภอและมีการสนับสนุนให้มีการปลูก นอกจากนี้พื้นที่ตำบลน้ำก่ำยังมีการปลูกพืชสวนประเภทต่าง ๆ เช่น พริก หอมแบ่ง หอมแดง ผักชี มะเขือเทศ พักทอง ผักกาดจ้อน ผักกาดขาว กวางตุ้ง และกะหล่ำปลี

การใช้ที่ดินปี 2560 ทำการแบ่งแยกการใช้ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท โดยเรียงพื้นที่การใช้ที่ดินจากมากไปหาน้อย พบว่า พื้นที่แหล่งน้ำมีการใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ 10,013 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 42.89 รองลงมาคือพื้นที่

เกษตรกรรม 5,158 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 25.18 พื้นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง 2,362 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 11.53 พื้นที่เบ็ดเตล็ด 2,063 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.07 และพื้นที่ป่าไม้ 887 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.33 การใช้ที่ดินที่มีพื้นที่มากที่สุดยังเป็นพื้นที่แหล่งน้ำ คือ แม่น้ำโขง ลำน้ำก่ำ และคลองชลประทาน เป็นสายน้ำสำคัญเพื่อใช้ในการเกษตรและการประมง นอกจากนี้ยังมีการใช้คลองชลประทานเพื่อกิจกรรมการเกษตร รองลงมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งยังเป็นกิจกรรมหลักของประชาชนในพื้นที่ มีการใช้ประโยชน์พื้นที่เพาะปลูกที่เข้มข้นเพิ่มขึ้น เพราะพื้นที่สัดส่วนลดลงเพราะถูกจำกัดการใช้ประโยชน์

เนื่องจากการสร้างพนังกั้นตลิ่งทรุดตลอดแนวแม่น้ำโขง ทำให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อขยายพื้นที่เพาะปลูก แต่ยังเหลือป่าที่ชุมชนอนุรักษ์ไว้ใช้ประโยชน์เพื่อยึดเหนี่ยวจิตใจและเก็บหาของป่า

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินสามารถแบ่งออกได้ 2 ช่วงเวลา ตามโครงการที่มีผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลง ช่วงปี 2538-2547 และช่วงปี 2547-2560 แสดงดัง Figure 4

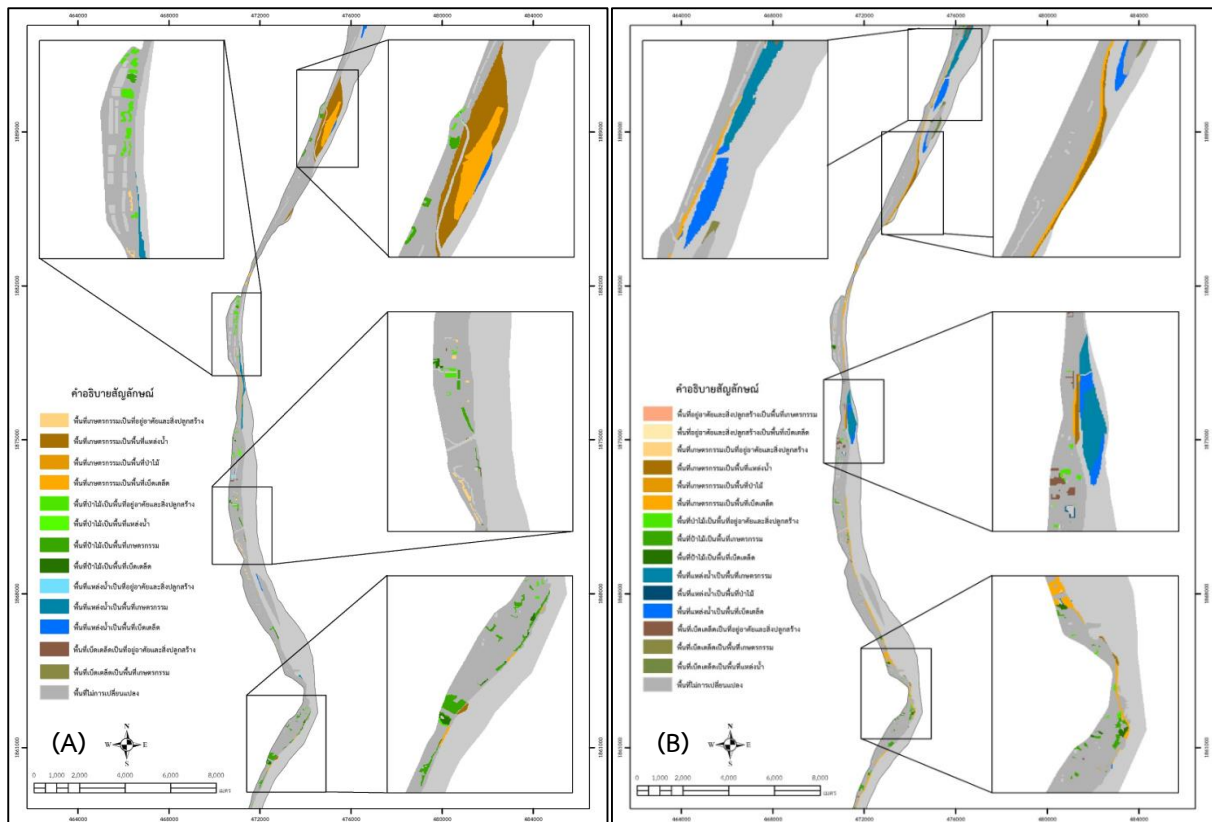


Figure 4 Land use change maps during 2538 - 2547(A) and 2547 - 2560 (B)

Table 4 The result of land use change during 2538 - 2547

ประเภทการใช้ที่ดิน (ไร่)			ปี พ.ศ. 2547			รวม
ปี พ.ศ. 2538	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่แหล่งน้ำ	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	
ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	1,992	-	-	-	-	1,992
พื้นที่เกษตรกรรม	64	4,934	-	714	380	6,092
พื้นที่ป่าไม้	155	213	1,114	19	49	1,550
พื้นที่แหล่งน้ำ	10	132	-	9,923	104	10,169
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	12	3	-	-	665	680
รวม	2,233	5,282	1,114	10,656	1,198	20,483

จาก Table 4 พบว่า จากปี 2538 ถึง 2547 มีพื้นที่เกษตรกรรมมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ปี 2547 มีพื้นที่ลดลงมากถึง 810 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.50 รองลงมาคือพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากปี 2538 ถึง 518 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 20.79 พื้นที่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้นถึง 487 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 19.54 พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือเพียง 436 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 17.50 และพื้นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้น 241 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.67 สรุปได้ว่า พื้นที่ทางการเกษตรมีสัดส่วนที่ลดลงมากที่สุดเนื่องจากกระแสการกักตุนพื้นที่เกษตรกรรมริมตลิ่งแม่น้ำโขง ทำให้พื้นที่เกษตรกรรมเดิมถูกเปลี่ยนมาเป็นพื้นที่แหล่งน้ำ และเกิดเป็นดอนทรายในตำบลดอนนางหงส์และตำบลแสนพัน นอกจากนี้พื้นที่เกษตรบางที่ยังถูกเปลี่ยนมาเป็นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้างตามแนวเส้นทางหลวงหมายเลข 212 และมีการขยายพื้นที่อยู่อาศัยบริเวณรอบ ๆ หมู่บ้าน ส่งผลให้พื้นที่เกษตรกรรมมีจำนวนลดลง ประชาชนเกิดความต้องการใช้ประโยชน์พื้นที่ทำเกษตรกรรม ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ในบริเวณตำบลน้ำก่ำ และพื้นที่ป่าไม้ที่อยู่บริเวณริมตลิ่งแม่น้ำโขงถูกรุกตลอดแนว เพื่อเตรียมก่อสร้างพนังกั้นตลิ่งให้สภาพป่าเสื่อมโทรมค่อนข้างมาก

จาก Table 5 พบว่า จากปี 2547 ถึง 2560 มีพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดในปี 2560 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นมากถึง 865 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 43.51 รองลงมาคือพื้นที่แหล่ง

น้ำมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากปี 2547 เหลือเพียง 643 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.34 พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือเพียง 227 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 11.42 พื้นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้น 129 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.49 และพื้นที่เกษตรกรรมลดลง 124 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.24 จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินช่วงปี 2547-2560 สรุปได้ว่า ปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง คือ การสร้างพนังกั้นตลิ่งตลอดแนวริมฝั่งแม่น้ำโขง อำเภอธาตุพนม ประกอบกับกระแสการกักตุนตลิ่งอย่างรุนแรงในช่วงอดีตที่ผ่านมา ทำให้ประชาชนที่ใช้ประโยชน์พื้นที่ทำเกษตรกรรมได้รับความเดือดร้อน เนื่องจากพื้นที่ทำเกษตรกรรมมีจำนวนพื้นที่ลดลง นอกจากนี้ยังเกิดการทับถมของดินตะกอนที่มากับกระแสน้ำโขง ทำให้เกิดเป็นพื้นที่ดอนทรายมีลักษณะเป็นทุ่งหญ้าเพิ่มขึ้นบริเวณพื้นที่ตำบลดอนนางหงส์และตำบลแสนพัน พื้นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้างมีความหนาแน่นมากขึ้นตามแนวเส้นทางหลวงหมายเลข 212 และขยายที่อยู่อาศัยบริเวณรอบ ๆ หมู่บ้าน เนื่องจากอำเภอธาตุพนมเป็นโรงแรม รีสอร์ท ส่งผลให้พื้นที่เกษตรกรรมมีจำนวนลดลง สถานที่ท่องเที่ยวแห่งหนึ่งที่มีประชาชนเดินทางมาท่องเที่ยวเป็นจำนวนมากทำให้เกิดความต้องการด้านที่พักอาศัย ถึงแม้จะมีการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพราะต้องการขยายพื้นที่ทำการเกษตร แสดงดัง Figure 4

Table 5 The result of land use change during 2547 - 2560

ประเภทการใช้ที่ดิน (ไร่)			ปี พ.ศ. 2560			รวม
ปี พ.ศ. 2547	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่แหล่งน้ำ	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	
ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	2,229	2	-	-	2	2,233
พื้นที่เกษตรกรรม	37	4,401	8	202	634	5,282
พื้นที่ป่าไม้	48	146	871	-	49	1,114
พื้นที่แหล่งน้ำ	-	543	8	9,725	380	10,656
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	48	66	-	86	998	1,198
รวม	2,362	5,158	887	10,013	2,063	20,483

5.2 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง ช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขง

การวิเคราะห์กระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขง ใช้วิธีการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง จำนวน 60 คน มีผลลัพธ์ดังนี้

การศึกษากระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงช่วงก่อนมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำ พบว่า มีลักษณะการผลิตเพื่อยังชีพเนื่องจากผลิตเพื่อบริโภคเป็นหลักและเหลือจะขายยังตลาดชุมชน มีพื้นที่เพาะปลูกมีการกระจายตัวอยู่ตามริมแม่น้ำโขง นอกจากนี้ด้านทุนผลิตต่อหน่วยพื้นที่ค่อนข้างต่ำ เพราะอาศัยปัจจัยการผลิตภายในครัวเรือน เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์เอง การใช้น้ำหมักชีวภาพแทนการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี เป็นต้น ด้านแรงงานมีการใช้เป็นแรงงานคนภายในครอบครัวเพื่อการเพาะปลูก ปัจจุบันเป็นระบบการผลิตเพื่อการค้า การทำเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักและสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร ด้านการใช้พื้นที่เพาะปลูกมีข้อจำกัดในการใช้ที่ดินเนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมถูกกระแสน้ำโขงกัดเซาะ เพราะกระแสน้ำมีการไหลผิดปกติทำให้พื้นที่เกษตรลดน้อยลง ส่งผลให้กิจกรรมการเพาะปลูกมีความเข้มข้นมากขึ้น มีการเพาะปลูกตลอดทั้งปี ประกอบกับบริเวณริมตลิ่งถูกเปลี่ยนมาเป็นพื้นที่สร้างพนังกั้นตลิ่งทรุด ส่งผลให้เกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกลดลง ด้านการใช้เงินลงทุนผลิตต่อต่อหน่วยพื้นที่สูง เนื่องจากเกษตรกรนำเทคโนโลยีทางการเกษตรเข้ามาช่วยในการผลิตพืช เช่น การซื้อเมล็ดพันธุ์ การจ้างรถไถแทนการใช้แรงงานคน การซื้ออุปกรณ์ดูแลรักษาพืช ซื้อปุ๋ยเคมีและสารเคมี รวมถึงการจ้างแรงงานเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น ทำให้วิถีชีวิตการเพาะปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

จากผลการศึกษาช่วงฤดูกาลเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงในช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขง จากนั้นรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตมาจัดทำปฏิทินการเพาะปลูก (Figure 5) จากอดีตเกษตรกรเริ่มมีการปลูกพืชในเดือนพฤษภาคมเนื่องจากเป็นช่วงระดับน้ำในแม่น้ำโขงเริ่มลดลง มีการใช้พื้นที่บริเวณริมตลิ่งเพาะปลูกพืชช่วงเดือนสิงหาคม-ธันวาคม เกษตรกรทำการเพาะปลูกพืชได้แก่ พริก มะเขือเทศ และฟักทอง เนื่องจากเป็นพืชให้ผลผลิตซ้ำจึงเพาะปลูกไว้ต้นฤดู ส่วนฟักทองเก็บเกี่ยวได้ในเดือนมีนาคม-เมษายน เมื่อเข้าสู่เดือนมกราคม-มีนาคมจะเพาะปลูกพืชสวนอายุสั้น ได้แก่ กะหล่ำปลี ผักกาดขาว คะน้า ผักชี และแตงกวา เนื่องจากสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็ว ประกอบกับ

เป็นพืชที่เจริญเติบโตดีในอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ส่วนเดือนเมษายน-พฤษภาคม เกษตรกรไม่มีการเพาะปลูกพืชเพื่อพักหน้าดิน พื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินและสภาพอากาศไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก แต่เกษตรกรบางรายยังทำการปลูกพืชสวน ได้แก่ ข้า ตะไคร้ โหระพา แมงลัก และมะละกอ ไว้บริเวณพื้นที่สวนรอบบ้าน สามารถดูแลได้ง่ายและเพื่อรอเริ่มฤดูเพาะปลูกใหม่ การเพาะปลูกยังไม่เข้มข้น มีการเพาะปลูกพืชตามฤดูกาลเพราะอาศัยประโยชน์จากธรรมชาติ

ปัจจุบันเกษตรกรมีกิจกรรมเพาะปลูกตลอดทั้งปี มีการนำพันธุ์พืชเข้ามาปลูกเพิ่มขึ้น ประกอบด้วย หอมแดง กระเทียม ผักกาดหอม ขึ้นฉ่าย ผักกวางตุ้ง มะเขือเปราะ เนื่องจากพื้นที่มีจำกัดและผลผลิตเป็นที่ต้องการของตลาด โดยเริ่มทำการเพาะปลูกพืชในเดือนกรกฎาคมเพราะเป็นช่วงระดับน้ำลดลง มีการปลูกผักบุงจิ้นและผักกวางตุ้ง เพราะใช้เงินลงทุนต่ำ และเสี่ยงต่อความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วมน้อย เดือนสิงหาคม-ธันวาคมมีการเพาะปลูกพืชผัก ได้แก่ พริก มะเขือเทศ หอมแบ่ง และฟักทอง เป็นพืชฤดูเดียวและให้ผลผลิตซ้ำจึงเพาะปลูกไว้ต้นฤดู ทั้งยังเป็นช่วงที่ตลาดมีความต้องการผลผลิตและให้ราคาสูง เดือนมกราคม-เมษายน เกษตรกรเพาะปลูกพืชสวนอายุสั้นในรูปแบบของการปลูกพืชหมุนเวียน ได้แก่ หอมแดง กระเทียม กะหล่ำปลี ผักกาดขาว ผักกาดหอม ขึ้นฉ่าย คะน้า ผักชี และแตงกวา เนื่องจากสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็ว ประกอบกับเป็นพืชที่เจริญเติบโตดีในอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน เกษตรกรทำการปลูกพืชสวน ได้แก่ ข้า ตะไคร้ โหระพา แมงลัก มะเขือเปราะ และมะละกอ ไว้บริเวณพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำที่มีลักษณะทางกายภาพเป็นพื้นที่สูงและพื้นที่สวนรอบบ้าน เพื่อง่ายต่อการดูแล นอกจากนี้การทำการเกษตรยังเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรทำให้เกิดความต้องการผลผลิตตลอดทั้งปี เพื่อสร้างรายได้ให้กับครอบครัว

ดังนั้น จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ดินพบว่า พื้นที่การเกษตรมีจำนวนพื้นที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดการใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูก ขณะที่ผลการสัมภาษณ์ พบว่า พื้นที่การเกษตรลดลงอย่างต่อเนื่องส่งผลให้กิจกรรมการเพาะปลูกที่เข้มข้นในปัจจุบัน มีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและอุปกรณ์ทางการเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น แสดงรายละเอียดดัง Figure 5

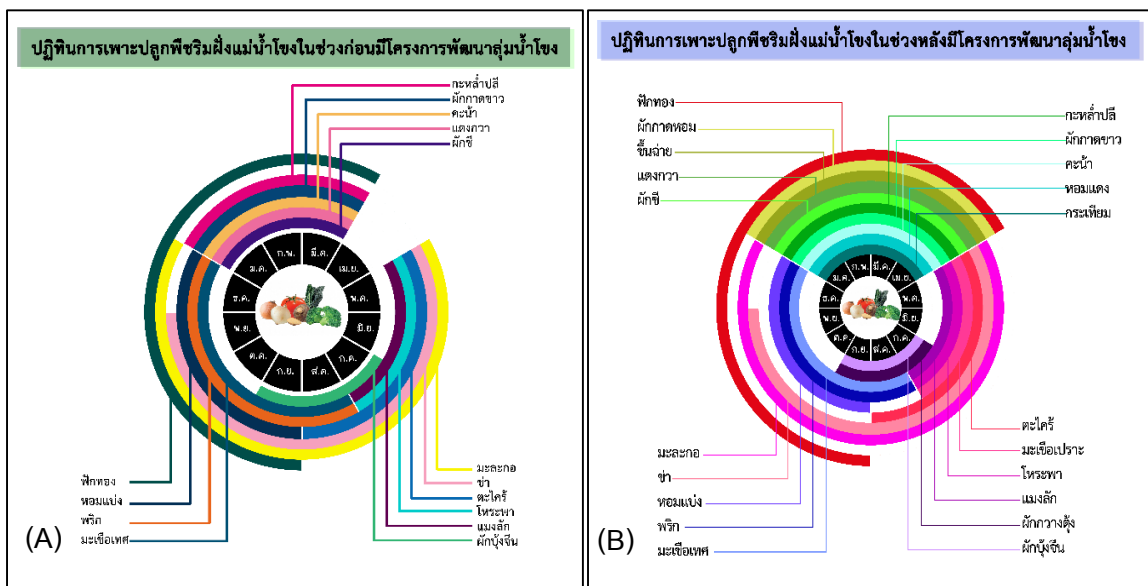


Figure 5 The calendar for planting crop closed Makong riverside before (A) and (B) after developmental projects

6. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและกระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุและเปรียบเทียบตารางเมตริกซ์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชริมฝั่งแม่น้ำโขง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบจุด จำนวน 60 คน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การจำแนกแผนที่การใช้ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (OBIA) พบว่า แผนที่การใช้ที่ดินปี 2538 2547 และปี 2560 มีความถูกต้องโดยรวมเป็น 85.31 88.81 และ 92.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ความถูกต้องค่อนข้างสูง โดยเฉพาะแผนที่การใช้ที่ดิน ปี 2560 มีความถูกต้องสูงที่สุดเนื่องจากใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล 2 เนื่องจากข้อมูลมีความละเอียดของจุดภาพสูง สามารถแยกวัตถุออกจากกันได้ อย่างถูกต้อง ทำให้การจำแนกมีความถูกต้องสูง เพราะวิธีการจำแนกเชิงวัตถุทำการแยกข้อมูลวัตถุของภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ [18] จากปี 2538-2547 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมากที่สุดเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ลดลง เนื่องจากมีโครงการพัฒนาต่าง ๆ ในลุ่มน้ำโขง ทำให้กระแสน้ำมีการไหลผิดปกติ ส่งผลต่อการพังทลายของตลิ่ง กรมทรัพยากรน้ำ [9] ได้วิเคราะห์กระแสน้ำโขงที่มีผลต่อการกัดเซาะและมีพื้นที่

ตะกอนลดลง นอกจากนั้นพื้นที่ริมแม่น้ำโขงทางฝั่งอำเภอธาตุพนมส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นทางโค้งน้ำ มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดการพังทลาย ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการกัดเซาะของกระแสน้ำ [30] ส่วนการเปลี่ยนแปลงปี 2547-2560 พบว่าพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนมากที่สุดคือพื้นที่เบ็ดเตล็ด ได้แก่ พื้นที่ตะกอนดินสะสม และพังกันการกัดเซาะ การเพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นพื้นที่พังกันตามแนวฝั่งแม่น้ำโขง เพราะมีการสร้างคันปี 2553 [31] นอกจากนั้นพื้นที่ริมตลิ่งเพื่อทำการเกษตรยังลดลงเพราะพังกันค่อนข้างสูงทำให้น้ำน้ำขึ้นน้ำใช้เพื่อการเพาะปลูกค่อนข้างยาก

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินช่วงก่อนและหลังมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขงส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตพืชริมฝั่งแม่น้ำโขงเพราะจากปี 2538-2560 พื้นที่การใช้ที่ดินประเภทการเกษตรมีการลดลงใน 2 ช่วงปี คิดเป็นร้อยละ 32.50 และ 32.34 ซึ่งมีจำนวนพื้นที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง จากการกัดเซาะริมตลิ่งส่งผลให้ปัจจุบันการทำกิจกรรมเพาะปลูกพืชมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อดีตเกษตรกรรมมีระบบการผลิตเพื่อยังชีพ ผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือนเป็นหลัก ถ้าเหลือจะนำมาขายยังตลาดชุมชนนอกจากนี้การใช้เงินลงทุนผลิตต่อหน่วยพื้นที่ต่ำ แรงงานที่ใช้เป็นสมาชิกในครอบครัว ใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีในท้องถิ่น ใช้ปุ๋ยจากธรรมชาติเป็นหลัก ไม่มีการใช้สารเคมีเพาะปลูกในระยะเวลานั้น ๆ แต่ปัจจุบันเกษตรกรรมมีการเพาะปลูกกลายเป็นการผลิตเพื่อการค้า มีความต้องการให้ผลิตในปริมาณมากขึ้น ทำให้เกษตรกรนำเทคโนโลยีขั้นสูงเข้า

มาช่วยในการผลิตพืช ใช้เงินต่อหน่วยพื้นที่สูง มีระบบชลประทาน และพื้นที่เพาะปลูกพืชมีจำกัดเนื่องจากพื้นที่เกษตรโดนกัดเซาะ และมีการสร้างพนังกั้นตลิ่งทรุดขึ้น นอกจากนี้จากการสัมภาษณ์ [8] พบว่า การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกยังสอดคล้องกับผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เพราะพื้นที่เกษตรกรรมลดลง ส่งผลให้เกษตรกรมีระยะเวลาเพาะปลูกตลอดทั้งปี

การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสามารถใช้สนับสนุนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคม นอกจากนี้ยังตอบสนองในการจัดการวางแผน และพัฒนาพื้นที่ทางด้านกิจกรรมมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [32] การศึกษาครั้งนี้เป็นพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อแสดงผลกระทบทางพื้นที่ที่ส่งผลต่อกิจกรรมการเกษตรริมฝั่งแม่น้ำโขง ซึ่งพบว่าผลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ทางการเกษตรในทิศทางที่ลดลงสามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เนื่องจากการเกษตรกรรมของประชาชนมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำการเกษตรจากอดีตจนถึงปัจจุบัน แผนที่มีการเปลี่ยนแปลงจึงช่วยสนับสนุนการอธิบายผลกระทบของกระบวนการผลิตพืชริมโขงได้อย่างมีเหตุผลและชัดเจน

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะพื้นที่ทางโค้งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะริมฝั่งแม่น้ำโขง การศึกษาครั้งต่อไปควรทำการศึกษาการเกษตรริมโขงที่มีลักษณะทางกายภาพพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา วางแผนและบริหารจัดการพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำโขงของหน่วยงานภาครัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง

Reference

- [1] The network of Thai people in 8 Mekong provinces. (2017). **The summary of situation of Mekong River for the people living in the Mekongbasin**. Bangkok. (in Thai)
- [2] Mekong River Commission Pegasys Consulting. (2016). **Natural Resources**. Retrieved February 6, 2018, from <http://www.mrcmekong.org/mekongbasin/natural-resources/>. (in Thai)
- [3] Foundation for Ecological Recovery, Environmental Conservation Organization and Mekong Community Institute, Ubon Ratchathani province. (2012). **Mekong River Community in Ubon Ratchathani: Community Education Report on Potential for Adaptation from Large-scale Projects and Global Warming**. 1st edition. Bangkok. Heinrich Boll Foundation. (in Thai)
- [4] Department of water resources. (2015). **The study of erosion converge the river bank, 2015**. Retrieved December 17, 2017. From <http://www.tnmcstudy.org/Joomla/index.php/2uncategorised/184-2558-4-9>. (in Thai)
- [5] Living River Siam Association and Pak Chom-Chiang Kan Village Network (2011). **Ecology, social, and folk culture of Lower Mekong Basin around Pak Chom District and Chiang Khan District, Loei Province**. Retrieved December 5, 2017, from http://www.livingriversiam.org/4rivertran/4mk/mek_info3.pdf (in Thai)
- [6] Natural Resource Conservation Network and Mekong-Lanna culture (2004). **Dam in China with ecological and social impacts on the Mekong River**. Bangkok. (in Thai)
- [7] Sumatr. (2004). **Boat: Relation People with Khong Revier**. Retrieved December 10, 2017, from http://www.livingriversiam.org/4rivertran/4mk/mek_a5.html (in Thai)
- [8] Baisorn. (2017, August 17). Interview. **Plant Production at Mekong riverside**.
- [9] Department of water resources. (2015). **The study of erosion converges the river bank, 2015**. Retrieved December 17, 2017. From <http://www.tnmcstudy.org/Joomla/index.php/2uncategorised/184-2558-4-9>. (in Thai)

- [10] Chithathai. and Somsak. (2008). **Pesticide application behaviors of crop growing farmers in agricultural area along Mekong river case study Thatphanom district, Nakorn Phanom province.** Bangkok. Ministry of Science and technology. *(in Thai)*
- [11] Wittaya. (2009). **Agricultural Land Use Changes and Peasants' Adaptation: A Case Study of Sai Mun Village, Nongprue Sub-district, Phanat Nikhom District, Chon Buri Province.** Chiang Mai: Master of Science (Geography), Chiang Mai University. *(in Thai)*
- [12] Khamko, Thaworn, and Yaowarate. (2011). **Land use change and some driving force factors a case study: Sanokmongkhoun Village group, Comphet District, Luang Prabang Province, Lao PDR.** Chiang Mai: Multiple Cropping
- [13] Thikhumpon. (2013). **The study of livelihood with land use change, Samut Songkharm Province.** Master thesis of Arts Program, Program of public and private management, Public and private management, Silpakorn University. *(in Thai)*
- [14] H. Nesbitt, R. Johnston and Mak Solieng. (2004). **Mekong River water: will river flows meet future agriculture needs in the Lower Mekong Basin?. Proceedings of a CARDI International Conference.** 86-88.
- [15] Pichit. (2012). **Agriculture practice for Mekong ecosystems of Samrong village, Sam Rong sub-district, Pho Sai district, Ubonratchatani province.** Bangkok, The Thailand research fund (TRF). *(in Thai)*
- [16] U.S. Geological Survey. (2018). **How is radiance calculated.** Retrieved December 5, 2017, from <https://landsat.usgs.gov/how-radiance-calculated>.
- [17] Wasan. (2012). **Prediction of Land use change in Changwat Phuket.** Bangkok: Master of Science degree in Geography at, Srinakharinwirot University. *(in Thai)*
- [18] Som-ard, J., Hossain, M. D., Ninsawat, S., and Veerachitt, V. (2018). **Pre-harvest Sugarcane Yield Estimation Using UAV-Based RGB Images and Ground Observation.** *Sugar Tech:* 1-13.
- [19] Thitaporn. (2013). **An Object-Based Classification using THEOS imagery: Case study Nonthaburi.** Department of Geography, Faculty of [12] Khamko, Thaworn, and Yaowarate. (2011). **Land use change and some driving force factors a case study: Sanokmongkhoun Village group, Comphet District, Luang Prabang Province, Lao PDR.** Chiang Mai: Multiple Cropping. f Arts, Chulalongkorn University. *(in Thai)*
- [20] Immitzer, M., Vuolo, F., & Atzberger, C. (2016). **First experience with Sentinel-2 data for crop and tree species classifications in central Europe.** *Remote Sensing* 8(3): 166.
- [21] Singha, M., Wu, B., & Zhang, M. (2016). **An object-based paddy rice classification using multi-spectral data and crop phenology in Assam, Northeast India.** *Remote Sensing* 8(6): 479.
- [22] Singha, M., Wu, B., & Zhang, M. (2016). **Object-based paddy rice mapping using HJ-1A/B data and temporal features extracted from time series MODIS NDVI data.** *Sensors* 17(1): 10.
- [23] Khamphilung, S. (2017). **Shape- Based Descriptions to Classify Na Dun Cultural Settlement using Object- Based Image Analysis.** *International Journal of Geoinformatics* 13(2).
- [24] Blaschke, T. (2010). **Object based image analysis for remote sensing.** *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing* 65(1): 2-16.
- [25] Sompron. (2008). **Optimum ddigital change detection techniques for land use and land cover monitorng, Pakthong Chai District, Nakhon Ratchasima Province.** Degree of Master of Science in Geoinformatics, Suranaree University of technology. *(in Thai)*

- [26] Tobthong. (2012). **Land use and land cover Extraction of THEOS data using Object-oriented classification.** Geoinformatics program Faculty of Computer science and information technology Rambhai barni, Rajabhat Universiy. *(in Thai)*
- [27] Banko, G. (1998). **A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data and of methods including remote sensing data in forest inventory.**
- [28] Singh, A. (1989). Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. **International journal of remote sensing** 10(6): 989-1003.
- [29] Veldkamp, A., & Lambin, E. F. (2001). **Predicting land-use change.**
- [30] Decha. (2013). **Bank Erosion Disaster, Pho Sa sub-district, Muang district, Ang Thong province.** Pratum Thani: Office of Mineral Resources Region 3 (Pathum Thani) Department of Mineral Resources. *(in Thai)*
- [32] Robila, S. A. (2006, June). Use of Remote Sensing Applications and its Implications to the Society. In 2006 IEEE **International Symposium on Technology and Society** (pp. 1-6). IEEE.
- [31] Department of Public Works and Town & Country Planning. (2011), **Procurement Notice.** Retrieved January 14, 2018. From http://www.dpt.go.th/eprocurementv3/victor/dptauuction_victor.php?page=143 *(in Thai)*