การประยุกต์ใช้ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์สำหรับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินพื้นที่ชุ่มน้ำ: เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง**

Application of Landscape Metrics for Analyzing Land Use/Land Cover Changes on Wetland: Bueng Khong Long Non-Hunting Area**

จิระเดช มาจันแดง*

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Jiradech Majandang*

Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mahasarakham University

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนก ติดตาม และประเมินสถานะของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงและพื้นที่โดยรอบ จังหวัดบึงกาฬ ระหว่างปี พ.ศ. 2543 ถึง 2554 โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5-TM ผลการจำแนกพบว่าในปี พ.ศ. 2543 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่พืชไร่ (30.91 เปอร์เซ็นต์) ส่วนในปี พ.ศ. 2554 เป็นพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล (56.39 เปอร์เซ็นต์) เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2543 ที่มีอยู่เพียง 19.60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพื้นที่พืชไร่ในปี พ.ศ. 2554 พบเหลือเพียง 0.42 เปอร์เซ็นต์ โดยพื้นที่พืชไร่ในปี พ.ศ. 2543 ส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนให้เป็นพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลในปี พ.ศ. 2554 ถึง 73.48 ตารางกิโลเมตรหรือคิดเป็นร้อยละ 96.63 ของพื้นที่พืชไร่ในปี พ.ศ. 2543 จากการประเมินสถานะของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์พบสถานภาพการเปลี่ยนแปลงอยู่ 4 รูปแบบ ประกอบด้วย 1) ช่วงของการแตกกระจาย คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 2) ช่วงของการหดตัว คือ พื้นที่นา 3) การลดจำนวนลง คือ พื้นที่พืชไร่และพื้นที่ป่า และ 4) การรวมตัวของพื้นที่เฉพาะ คือ พื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล ส่วนพื้นที่แหล่งน้ำเป็นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

คำสำคัญ : ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ พื้นที่ชุ่มน้ำ เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: Jiradech_m@hotmail.com

**งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Abstract

The objective of this study is to classify, monitor, and assess land use/land cover (LU/LC) change in the Bueng Khong Long non-hunting area and the surrounding area of Bueng Kan province between the years 2000 and 2011, based on Landsat-5 TM imagery. As a result, the highest of LU/LC in year 2000 was field crop area (30.91 %) while the highest of LU/LC in year 2011 was trees and fruit trees (56.39 %) that increased from 19.60 % in 2000. Field crop area in year 2011 occupied only 0.42 %; field crop area in 2000 was chargerd to be fruits and trees area in 2011 (about 73.48 km^2 or 96.63 % of the field crop area in 2000). In summary, LU/LC change with landscape index consisted of 4 patterns: 1) fragmentation phase such as community area, 2) shrinkage phase such as paddy field, 3) attrition stage such as field crop area and forest area, and 4) the especially aggregated area such as perennial and orchard area. Reservoir was not so much changed.

Keywords : Landscape Metrics, Wetland, Bung Khong Long Non-Hunting Area

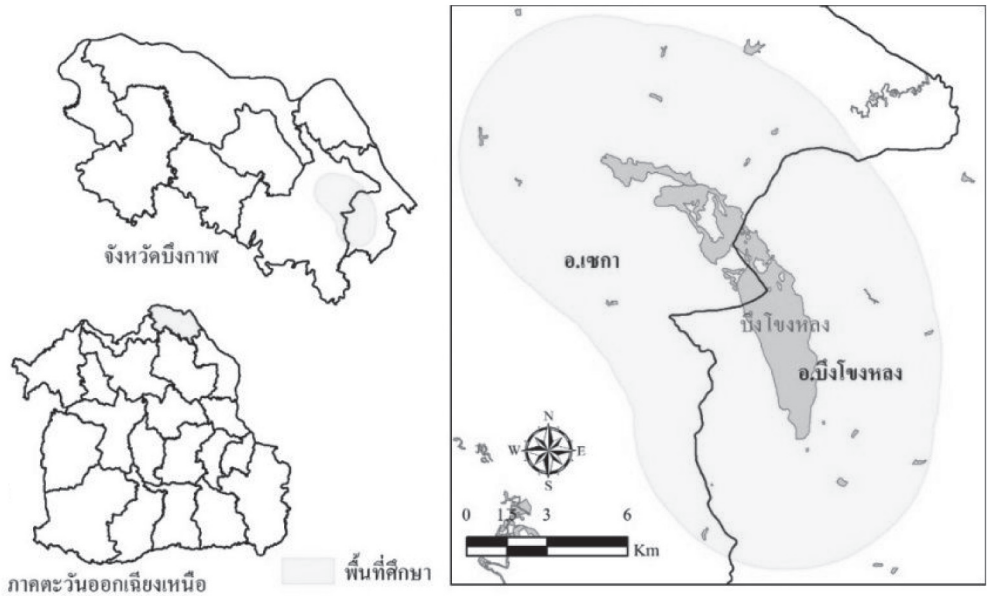
บทนำ

พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญอย่างมาก และมีการให้บริการของระบบนิเวศ (Ecosystem Services) ในหลากหลายรูปแบบ (Ehrenfeld, 2000; Mitsch & Gosselink, 2000, Semilitsch & Bodie, 1998; Tabacchi et al., 1998) พื้นที่ชุ่มน้ำบางแห่งยังมีความสำคัญทางอุทกวิทยา โดยช่วยควบคุมและรักษาระดับน้ำในธรรมชาติ ชะลอการไหลบ่าของน้ำ ช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดินรวมทั้งชายฝั่ง (Choowaew, 1993) เป็นพื้นที่เติมน้ำบาดาล (Groundwater Recharge Area) ที่มีความสำคัญ (Ehrenfeld, 2000; Tiner, 2003) และยังเป็นแหล่งความหลากหลายทางกายภาพและชีวภาพที่สำคัญต่อวงจรชีวิตของทั้งพืชและสัตว์ต่างๆ (Youprom et al., 2012) นอกจากนี้พื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติที่เป็นป่าพรุยังมีประสิทธิภาพในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสีย (Thongphrom, 2014) ปัจจุบันพื้นที่ชุ่มน้ำเริ่มถูกคุกคามจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพอย่างต่อเนื่อง พื้นที่ชุ่มน้ำบางส่วนถูกคุกคามและทำลาย บางส่วนก็ถูกเปลี่ยนแปลงสภาพไป เพื่อใช้ในกิจกรรมการพัฒนาด้านต่างๆ โดยการพัฒนาส่วนใหญ่ ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศโดยรวมทั้งระบบ จึงส่งผลกระทบกับวิถีชีวิตของชุมชนที่ต้องพึ่งพาอาศัยพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น การไหลของน้ำไม่สม่ำเสมอ ไม่มีพื้นที่รองรับน้ำท่วม เป็นต้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่โดยรอบ โดยเฉพาะพื้นที่เกษตรกรรมบางชนิดที่มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในปริมาณสูง ก็อาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำได้

พื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง จังหวัดบึงกาฬ เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ถูกจัดให้เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศลำดับที่ 1098 (Ramsar Site No. 1098) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำชนิดต่างๆ โดยเฉพาะปลาที่มีหลากหลายชนิด (Jiwyam, 2010) จากการส่งเสริมการปลูกยางพาราของหน่วยงานภาครัฐ ทำให้พื้นที่พืชไร่และพื้นที่นาที่อยู่โดยรอบเริ่มถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ปลูกยางพารา และอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำภายในพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงในอนาคต จากการปนเปื้อนของปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในสวนยางพารา ดังนั้นการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่โดยรอบ จึงเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการอนุรักษ์และฟื้นฟู รวมทั้งการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำไม่ให้ถูกทำลาย โดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำนั้น จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่สามารถให้ข้อมูลเชิงพื้นที่ของพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความถูกต้องและทันต่อเหตุการณ์

จากองค์ความรู้ด้านภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics) หรือที่เรียกว่า 3S ประกอบด้วย การรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing, RS) ระบบการหาตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (Global Positioning System, GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) โดยการรับรู้จากระยะไกลเป็นการสำรวจข้อมูลของสิ่งต่างๆ บนพื้นผิวโลก โดยไม่ต้องมีการสัมผัสวัตถุหรือสิ่งที่ต้องการสำรวจโดยตรง แต่อาศัยข้อมูลภาพที่ได้จากอุปกรณ์บันทึกภาพ (Sensor) ซึ่งเป็นการตรวจวัดการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากพื้นที่หรือวัตถุที่ต้องการตรวจวัดขึ้นไปกระทบอุปกรณ์บันทึกภาพ แล้วนำภาพที่ได้มาตีความตามวัตถุประสงค์ต่อไป ระบบการหาตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกเป็นการระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลกโดยอาศัยการคำนวณความถี่สัญญาณนาฬิกาจากดาวเทียมที่โคจรอยู่รอบโลก ที่ทราบตำแหน่งแน่นอน ทำให้ระบบนี้สามารถบอกตำแหน่ง ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลก ส่วนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบการรวบรวม จัดเก็บ ปรับปรุง วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์ โดยอาศัยเทคนิคหรือกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ได้สารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ทั้งนี้ในปัจจุบันได้มีการนำเอาองค์ความรู้ด้านภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในงานด้านการจัดการพื้นที่ และสิ่งแวดล้อมอย่างแพร่หลาย เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดิน ป่าไม้ น้ำ ธรณีวิทยา และนิเวศวิทยา เป็นต้น รวมถึงการจัดทำแผนที่และการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำ (Baker et al., 2006; Behera et al., 2012; Huili et al., 2011; Peng et al., 2010; Sakane et al., 2011) และการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่โดยรอบ (Esbah et al., 2010; Yan-mei et al., 2009)

พื้นที่ศึกษาคือพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงและพื้นที่โดยรอบในรัศมี 5 กิโลเมตร ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเซกา และอำเภอบึงโขงหลง จังหวัดบึงกาฬ (ภาพที่ 1) โดยอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดบึงกาฬ มีอาณาเขตครอบคลุมพิกัดเชิงพื้นที่ระหว่าง 385988 ถึง 403714 ตะวันออก และ 1981000 ถึง 2001818 เหนือ ในระบบพิกัด WGS 84 zone 48 มีพื้นที่ศึกษาทั้งหมดประมาณ 246.03 ตารางกิโลเมตร



ภาพที่ 1 พื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงและพื้นที่โดยรอบ 5 กิโลเมตร

บึงโขงหลงถือเป็นแหล่งประมงที่สำคัญของจังหวัดบึงกาฬ ปลาที่ถูกจับได้มีไม่ต่ำกว่า 62 ชนิด จาก 21 วงศ์ จำนวน 41 สกุล โดยปลาที่จัดอยู่ในวงศ์ Cyprinidae เป็นกลุ่มของปลาที่ถูกจับได้มากที่สุด (Jiwyam, 2010) นอกจากนี้ยังเป็นที่พักอาศัยของนกอพยพมากกว่า 30 ชนิด ในช่วงฤดูหนาว ตามเส้นทางนกอพยพเอเชียตะวันออก (The Eastern Asia Flyway) (Office of Environmental Policy and Planning, 2002)

ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำเอาองค์ความรู้ด้านภูมิสารสนเทศ มาประยุกต์ใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง และทำการประเมินสถานภาพและการเปลี่ยนแปลงจากดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ เนื่องจากค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์มีค่าเป็นเชิงปริมาณ ทำให้ง่ายต่อการประเมินและตีความสถานะภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จากค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีผลกระทบกับพื้นที่ชุ่มน้ำน้อยที่สุด เช่น การกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสม ทั้งในส่วนของการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ชุมน้ำและการใช้พื้นที่โดยรอบ ใช้เป็นข้อมูลในการประเมินปริมาณตะกอนดินที่ไหลลงสู่พื้นที่ชุมน้ำจากการชะล้างพังทลายของดิน เป็นต้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่นา พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ 2554 ของพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงและพื้นที่โดยรอบในรัศมี 5 กิโลเมตร

2. เพื่อประเมินสถานะของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ของพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงและพื้นที่โดยรอบในรัศมี 5 กิโลเมตร

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5-TM ที่ทำการบันทึกในปี พ.ศ. 2543 และ 2554 เพื่อทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุม โดยอาศัยข้อมูลภาพถ่ายออร์โทสี (Color Orthophoto) ปี พ.ศ. 2543 ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์มาตราส่วน 1:4,000 และข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามด้วยเครื่อง GPS เป็นข้อมูลอ้างอิงในการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในปี พ.ศ. 2543 และ 2554

2. การเตรียมข้อมูล

ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5-TM เพื่อให้ตำแหน่งของจุดภาพตรงกับตำแหน่งที่แท้จริงบนพื้นผิวโลก ด้วยวิธีการอ้างอิงข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม กับข้อมูลภาพออร์โทสีของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (Image to Map) จำนวน 30 จุด และลดขนาดจุดภาพเป็น 25x25 เมตร (Sriyaphon & Choengthong, 2013)

ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสีเพื่อให้ภาพที่ได้จากการบันทึกคนละช่วงเวลา มีมาตรฐานของการสะท้อนเหมือนหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด (Normalize Image Data) อาศัยทฤษฎี Dark-Objected Subtraction โดยเลือกตำแหน่งจุดภาพที่ไม่ว่าจะบันทึกในช่วงเวลาใดควรจะมีค่าการสะท้อนเท่ากันเสมอ ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกจุดภาพที่อยู่ภายในบึงโขงหลง ที่พิกัด 397214 E และ 1990611 N ในระบบพิกัด WGS 84 zone 48

สร้างพื้นที่แนวกันชน (Buffer) ในรัศมี 5 กิโลเมตร จากขอบของพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง เพื่อให้ได้ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา จากนั้นนำข้อมูลขอบเขตพื้นที่ศึกษาที่ได้ มาตัดข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตและเชิงรังสีแล้ว เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่แสดงเฉพาะบริเวณพื้นที่ศึกษา

คัดเลือกชั้นข้อมูลที่มีรายละเอียดที่เด่นชัด เหมาะสมสำหรับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมากที่สุด โดยใช้เทคนิคการคำนวณค่า Optimum Index Factor (OIF) พัฒนาโดย Chavez et al. (1982) ด้วยการหาค่าสัดส่วนของผลรวมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลรวมค่าสัมบูรณ์ของ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการจัดหมู่ข้อมูลจากดาวเทียม 3 แบนด์ ค่า OIF สูงสุดบ่งบอกถึงการจัดหมู่ระหว่างแบนด์ที่ดีที่สุด และมีความแตกต่างของข้อมูลระหว่างแบนด์สูงสุด แต่มีค่าความซ้ำซ้อนน้อยที่สุด ค่า OIF สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^{3} S_k}{\sum_{j=1}^{3} |r_j|} \quad (1)$$

S_k คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบนด์ที่ k
k คือ แบนด์ที่ใช้ในการคำนวณ
r_j คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 2 แบนด์จากการจัดหมู่ 3 แบนด์
j คือ คู่ของแบนด์ที่ใช้ในการคำนวณ

ผลการคำนวณค่า OIF ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 TM ปี พ.ศ. 2554 พบว่าค่า OIF ของการจัดกลุ่มระหว่างแบนด์ 4 5 7 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 22.46 และในปี พ.ศ. 2543 ค่า OIF ของการจัดกลุ่มระหว่างแบนด์ 4 5 7 มีค่ามากที่สุดเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเท่ากับ 28.42 ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้เลือกใช้แบนด์ 4 5 7 ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของทั้ง 2 ช่วงเวลา

3. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินหลักๆ ของพื้นที่ ประกอบด้วย พื้นที่นา พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยมีคำนิยามของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทดังนี้

3.1 พื้นที่นา หมายถึง พื้นที่ที่มีการทำนาทั้งในส่วนของนาปีและนาปรัง

3.2 พื้นที่พืชไร่ หมายถึง พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเพาะปลูกพืชไร่ชนิดต่างๆ เช่น มันสำปะหลัง อ้อย รวมไปถึงพื้นที่แปลงที่ไถพรวนเตรียมเอาไว้แต่ยังไม่มีการปลูก

3.3 พื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล หมายถึง พื้นที่ไม้ยืนต้นที่มนุษย์ปลูก ได้แก่ ยูคาลิปตัส ยางพารา และพื้นที่ไม้ผลต่างๆ

3.4 พื้นที่ป่าไม้ หมายถึง พื้นที่ป่าธรรมชาติ คือ ป่าประเภทผลัดใบ ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าละเมาะ ป่าชุมชน รวมถึงไม้ยืนต้นที่พบตามแม่น้ำด้วย

3.5 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง หมายถึง เขตชุมชน อาคาร บ้านเรือน ที่พักอาศัย สถานที่ราชการ โรงงานอุตสาหกรรม

3.6 พื้นที่แหล่งน้ำ หมายถึง แหล่งน้ำผิวดิน ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติและเป็นแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม (Supervised Classification) โดยกำหนดพื้นที่ตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ให้กับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจากข้อมูลภาพออร์โทสี มาตราส่วน 1:4,000 มีขนาดเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 6,250 ตารางเมตร (10 จุดภาพ) และมีจำนวนพื้นที่ตัวอย่างของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินไม่น้อยกว่า 10 พื้นที่ตัวอย่าง โดยเลือกใช้การจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิค Maximum Likelihood

4. การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

กำหนดจำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินความถูกต้อง โดยคำนวณจากสมการแบบ Worst-Case Multinomial Distribution ที่สมมติให้ประเภทหนึ่งประเภทใดมีสัดส่วนที่เข้าใกล้หรือมีพื้นที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา (Congalton & Green, 2009) ดังนี้

$$N = \frac{B}{4b^2} \tag{2}$$

N คือ จำนวนจุดตัวอย่าง

b คือ ความถูกต้องแม่นยำที่ต้องการ (เช่น 10 เปอร์เซ็นต์) ของประเภทนั้นๆ

B คือ ค่าที่ได้จากตารางการกระจายแบบ χ^2 (the Upper (a/k) * 100 Percentile) ที่ 1 Degree of Freedom

ตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก โดยใช้ตารางเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) ระหว่างผลการจำแนกกับข้อมูลอ้างอิงหรือข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม แล้วประเมินความถูกต้องด้วยค่าสัมประสิทธิ์ Kappa จากสมการ

$$\hat{K} = \frac{N\sum_{i=1}^{k} n_{ii} - \sum_{i=1}^{k}\left(n_{i+} \times n_{+i}\right)}{N^2 - \sum_{i=1}^{k}\left(n_{i+} \times n_{+i}\right)} \tag{3}$$

$\hat{K}$ คือ สัมประสิทธิ์ Kappa ของความสอดคล้อง

k คือ จำนวนของแถว หมายถึง ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในเมทริกซ์

n_{ii} คือ จำนวนของจุดอ้างอิงในแถว *i* และคอลัมน์ *i*

n_{i+} คือ ผลรวมนอกแนวทแยงมุมของแถว *i*

n_{+I} คือ ผลรวมนอกแนวทแยงมุมของคอลัมน์ *i*

N คือ จำนวนจุดอ้างอิงทั้งหมด

5. การประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2543 และ 2554 โดยอาศัยตารางเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงของทั้งสองช่วงเวลา (Change Detection Matrix) เพื่อให้ทราบความเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแบบ From-To คือสามารถบอกได้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นประเภทใด หรือเพิ่มขึ้นมาจากประเภทใด

6. การประเมินสถานภาพการเปลี่ยนแปลงจากดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์

ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ (Landscape Metrics) ในการศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์จำนวน 4 ดัชนีด้วยกัน ประกอบด้วย เปอร์เซนต์ภูมิทัศน์ (Percentage of Landscape, PLAND) จำนวนพื้นที่เฉพาะ (Patch Number, PN) ค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่เฉพาะ (Mean Patch Size, MPS) และค่าเฉลี่ยดัชนีรูปร่าง (Mean Shape Index, MSI) ซึ่งเป็นดัชนีหลักที่ใช้วิเคราะห์สถานภาพของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Leitao & Ahern, 2002) ว่าอยู่ในสถานะใด (Forman, 1995) เช่น การแตกกระจาย (Fragmentation) การหดตัว (Shrinkage) การลดจำนวนลง (Attrition) เป็นต้น จากการตีความค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ในแต่ละดัชนีร่วมกัน เช่น หากพื้นที่ใดมี ค่า PLAND PN และ MPS ลดลง แสดงว่าอยู่ในระยะของการลดจำนวนลง เป็นต้น

6.1 PLAND เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละประเภทที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่ต่อพื้นที่ทั้งหมด เพื่อวิเคราะห์การปรากฏของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละประเภทว่ามีพื้นที่มากน้อยเพียงไร (Leitao et al., 2006; McGarigal & Marks, 1995) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$PLAND_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A} \times 100 \quad (4)$$

$PLAND_i$ คือ เปอร์เซนต์ภูมิทัศน์หรือเปอร์เซ็นต์พื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทที่ i

a_{ij} คือ พื้นที่ของพื้นที่เฉพาะที่ j ของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทที่ i

A คือ พื้นที่ทั้งหมดของภูมิทัศน์

6.2 PN เป็นจำนวนของพื้นที่ (ไม่ใช่ขนาดพื้นที่) ในแต่ละประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่พบในพื้นที่ศึกษา เป็นดัชนีที่ใช้ในการตรวจวัดการแตกกระจายของพื้นที่เฉพาะ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้พื้นที่เฉพาะขนาดใหญ่แตกหรือแยกออกเป็นพื้นที่ขนาดเล็กๆ และอาจส่งผลคุกคามต่อความหลายหลายทางชีวภาพของพื้นที่ (Forman, 1995; McGarigal & Marks, 1995) จำนวนพื้นที่เฉพาะยังสามารถบ่งชี้ถึงการเคลื่อนที่ของชนิดพันธุ์และสารอาหารที่เกิดขึ้นภายในภูมิทัศน์ได้อีกด้วย เนื่องจากหากพื้นที่เฉพาะมีจำนวนมากนั้นแสดงว่ามีขอบเขตระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทต่างๆ

ค่อนข้างมาก ดังนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นๆ จึงเปรียบเสมือนกำแพงกั้นและขัดขวางไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น (Leitao et al., 2006) PN ของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$PN = \sum_{i=1}^{n} P_i \quad (5)$$

PN คือ จำนวนพื้นที่เฉพาะ
P_i คือ พื้นที่เฉพาะชนิดที่ *i*

6.3 MPS เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงขนาดพื้นที่โดยเฉลี่ยของพื้นที่เฉพาะในแต่ละประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยขนาดพื้นที่ของพื้นที่เฉพาะจะมีผลต่อปริมาณมวลชีวภาพ ผลผลิตปฐมภูมิ และสารอาหารที่กักเก็บไว้ต่อพื้นที่ รวมถึงจำนวนและความหลากชนิดของสิ่งมีชีวิตด้วย นอกจากนี้ MPS ยังเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการแตกกระจายของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จากการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในสองช่วงเวลา หาก PN ที่ได้มีค่าคงที่หรือเพิ่มขึ้น แต่ MPS มีค่าลดลงแสดงว่าเริ่มมีการแตกกระจายของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น (McGarigal & Marks, 1995) MPS สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{n_i} \quad (6)$$

MPS คือ ค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่เฉพาะ
a_{ij} คือ พื้นที่ของพื้นที่เฉพาะที่ *j* ของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทที่ *i*
n_i คือ จำนวนพื้นที่เฉพาะของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทที่ *i*

6.4 MSI เป็นค่าตรวจวัดลักษณะรูปร่างโดยเฉลี่ยของพื้นที่เฉพาะในแต่ละประเภทของสิ่งปกคลุมดิน ค่าเฉลี่ยดัชนีรูปร่างจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบของพื้นที่เฉพาะ (Edge) ว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด ยิ่งพื้นที่เฉพาะมีรูปร่างที่ซับซ้อนมากเท่าใดบริเวณขอบพื้นที่ก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยบริเวณขอบพื้นที่จะเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากพื้นที่เฉพาะอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียง ทั้งในส่วนของความอุดมสมบูรณ์ จำนวนประชากร และโครงสร้างของสังคมสิ่งมีชีวิต หากมีพื้นที่ขอบเพิ่มมากขึ้นก็จะส่งผลให้เกิดแหล่งที่อยู่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (Forman, 1995; McGarigal & Marks, 1995) MSI สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^{n} \frac{p_{ij}}{2\sqrt{\pi \times a_{ij}}}}{n_i} \quad (7)$$

MSI คือ ค่าเฉลี่ยดัชนีรูปร่าง

p_{ij} คือ ความยาวเส้นรอบพื้นที่ของพื้นที่เฉพาะที่ *j* ของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทที่ *i*

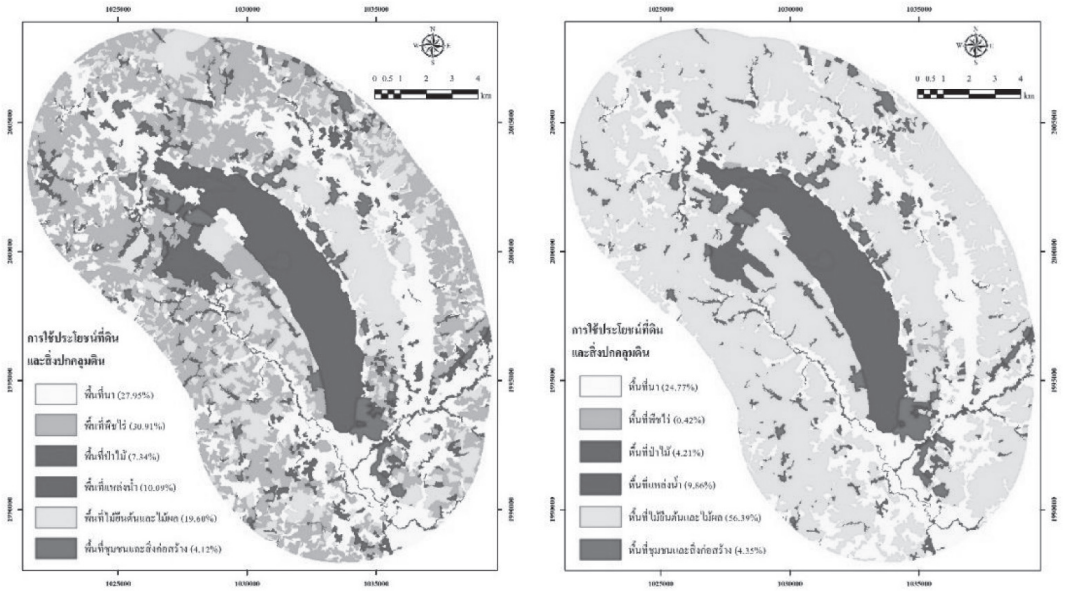
a_{ij} คือ พื้นที่ของพื้นที่เฉพาะที่ *j* ของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทที่ *i*

n_i คือ จำนวนพื้นที่เฉพาะของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทที่ *i*

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5-TM ปี พ.ศ. 2543 พบว่าพื้นที่พืชไร่เป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีพื้นที่มากที่สุด โดยมีพื้นที่ประมาณ 76.04 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 2ก) ส่วนผลการจำแนกปี พ.ศ. 2554 พบว่าพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีพื้นที่มากที่สุด โดยมีพื้นที่ประมาณ 138.72 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 2ข) เมื่อเปรียบเทียบแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินระหว่างปี พ.ศ. 2543 และปี พ.ศ. 2554 พบว่าพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเพิ่มขึ้น ประกอบด้วย พื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล และพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง ส่วนพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีการเปลี่ยนแปลงลดลง ได้แก่ พื้นที่นา พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่แหล่งน้ำ



ก. ข.

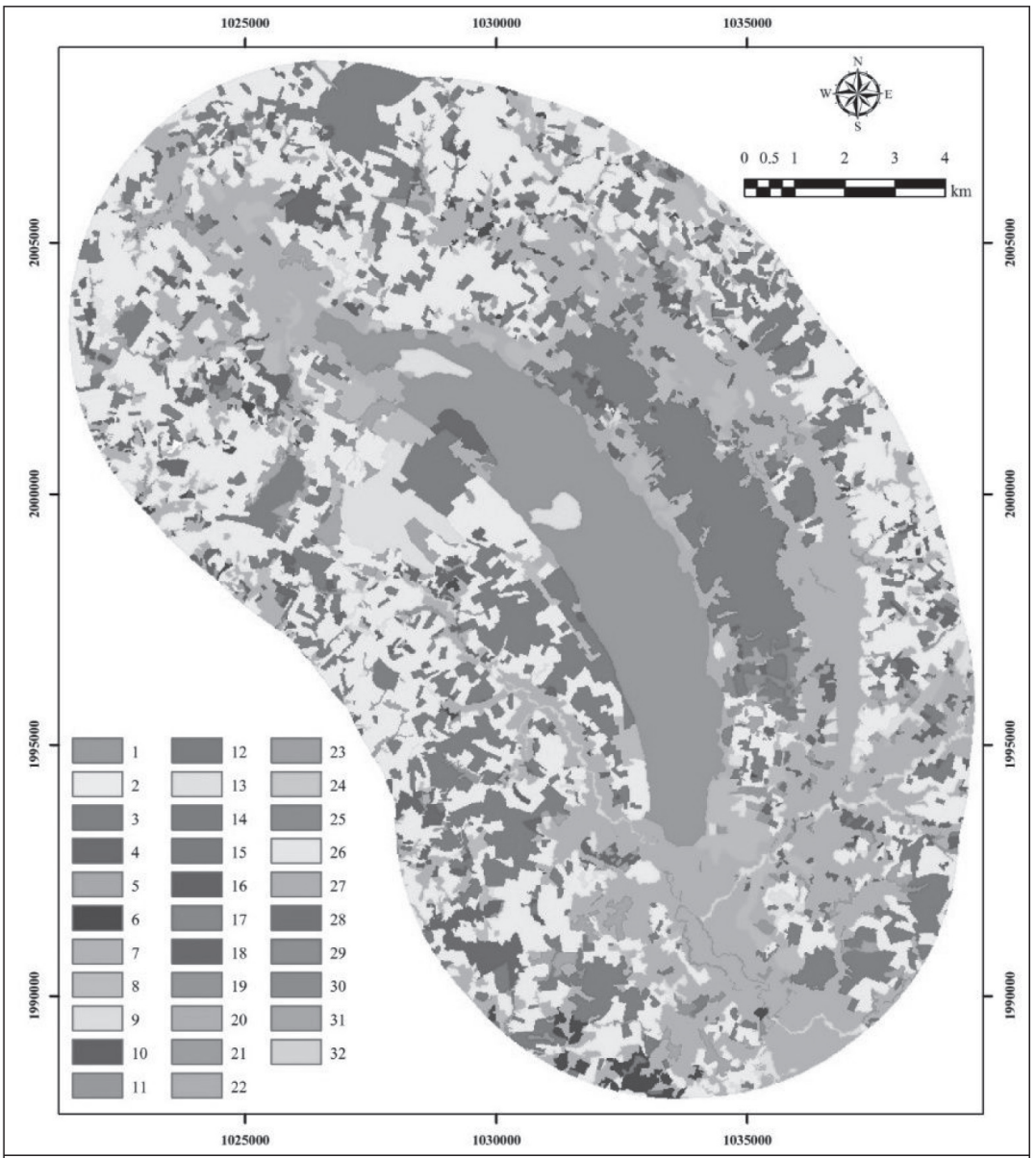
ภาพที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ก) ปี พ.ศ. 2543 และ ข) ปี พ.ศ. 2554

2. ความถูกต้องของการจำแนก

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนก ใช้จุดตัวอย่างในการตรวจสอบเท่ากันคือ 150 จุด แต่มีตำแหน่งของจุดตัวอย่างแตกต่างกันเนื่องจากมีการกระจายตัวของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทแตกต่างกันผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2543 มีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 84.38 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการประเมินความถูกต้องในปี พ.ศ. 2554 มีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 84.40 เปอร์เซ็นต์

3. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ผลการประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2543 และ 2554 (ภาพที่ 3) โดยใช้ตารางเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงของทั้งสองช่วงเวลา (ตารางที่ 1) คอลัมน์ของเมทริกซ์แสดงข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2554 และแถวแสดงข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2543 พบว่าประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีการเปลี่ยนแปลงสูงมีอยู่ 2 ประเภทคือ พื้นที่พืชไร่ และพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล โดยพื้นที่พืชไร่จะมีพื้นที่ลดลงจาก 76.04 ตารางกิโลเมตร เมื่อปี พ.ศ. 2543 เหลือเพียง 1.03 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2554 ลดลงถึง 75.01 ตารางกิโลเมตร ส่วนพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลจะมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 48.21 ตารางกิโลเมตร จากปี พ.ศ. 2543 เป็น 138.72 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2554 เพิ่มขึ้นถึง 90.51 ตารางกิโลเมตร จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามพบว่าพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลส่วนใหญ่ของปี พ.ศ. 2554 เป็นพื้นที่ปลูกยางพาราเกือบทั้งหมด



คำอธิบายสัญลักษณ์ (A1-นา, A2-พืชไร่, A3-ไม้ยืนต้นและไม้ผล, F-ป่าไม้, U-ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง, W-แหล่งน้ำ)

1 W-W	6 A2-A1	11 A2-U	16 A2-F	21 F-U	26 A2-A2	31 A1-W
2 A2-A3	7 A1-A1	12 A3-U	17 A1-A2	22 A1-F	27 U-A1	32 W-U
3 A3-A3	8 U-U	13 F-F	18 A1-U	23 A3-W	28 U-A3	
4 A1-A3	9 A2-W	14 W-A1	19 F-A1	24 F-A2	29 A3-A2	
5 F-A3	10 W-A3	15 A3-A1	20 A3-F	25 W-F	30 F-W	

ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2543 และ 2554

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินระหว่างปี พ.ศ. 2543 และปี พ.ศ. 2554

การเปลี่ยนแปลง (พื้นที่: ตร.กม.)		การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2554						รวม
		พื้นที่นา	พื้นที่พืชไร่	พื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง	พื้นที่แหล่งน้ำ	
การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2543	พื้นที่นา	57.88	0.16	10.49	0.04	0.15	0.07	68.77
	พื้นที่พืชไร่	1.86	0.05	73.48	0.22	0.36	0.07	76.04
	พื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล	0.14	0.67	47.25	0.07	0.05	0.04	48.21
	พื้นที่ป่าไม้	0.59	0.14	7.05	10.00	0.18	0.04	18.00
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง	0.03	0.00	0.20	0.00	9.92	0.00	10.14
	พื้นที่แหล่งน้ำ	0.45	0.00	0.26	0.02	0.06	24.04	24.83
รวม		60.94	1.03	138.72	10.35	10.71	24.25	246.00

4. สถานภาพและการเปลี่ยนแปลงของดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์

ในปี พ.ศ. 2543 พบว่าพื้นที่พืชไร่เป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่า PLAND สูงที่สุดคือ 30.91 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) รองลงมาเป็นพื้นที่นามีค่า PLAND เท่ากับ 27.95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง มีค่า PLAND เท่ากับ 19.60 10.09 7.34 และ 4.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากค่า PLAND แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2543 การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่พืชไร่ โดยพบกระจายตัวอยู่โดยรอบพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง ส่วนพื้นที่นามีขนาดเป็นอันดับสอง โดยพื้นที่นาขนาดใหญ่ที่มีความต่อเนื่องกัน จะพบในบริเวณทางทิศตะวันออกของพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง

ส่วนค่า PLAND ที่วิเคราะห์ได้จาก ปี พ.ศ. 2554 พบว่าพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลเป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่า PLAND สูงที่สุดคือ 56.39 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นพื้นที่นามีค่า PLAND เท่ากับ 24.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่พืชไร่ มีค่า PLAND เท่ากับ 9.86 4.35 4.21 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากค่า PLAND แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลเป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีพื้นที่มากที่สุด ในปี

พ.ศ. 2554 โดยมีพื้นที่พืชไร่เป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีพื้นที่น้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาค่า PLAND เปรียบเทียบกันระหว่าง ปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2554 พบว่าพื้นที่พืชไร่ในปี พ.ศ. 2543 ได้ถูกเปลี่ยนให้เป็นพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลในปี พ.ศ. 2554 เกือบทั้งหมด ส่วนค่า PLAND ของพื้นที่นา พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของขนาดในพื้นที่ดังกล่าวมีไม่มากนัก

ตารางที่ 2 ค่าเปอร์เซนต์ภูมิทัศน์ (PLAND) จำนวนพื้นที่เฉพาะ (PN) ค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่เฉพาะ (MPS) และค่าเฉลี่ยดัชนีรูปร่าง (MSI) ของพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2554

ประเภท	ปี พ.ศ. 2543				ปี พ.ศ. 2554			
	PLAND (%)	PN	MPS (ha)	MSI (m/m^2)	PLAND (%)	PN	MPS (ha)	MSI (m/m^2)
พื้นที่นา	27.95	528	13.03	1.70	24.77	495	12.31	1.70
พื้นที่พืชไร่	30.91	270	28.16	2.07	0.42	11	9.32	1.77
พื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผล	19.60	410	11.76	1.71	56.39	214	64.82	1.67
พื้นที่ป่าไม้	7.34	398	4.53	1.72	4.21	288	3.59	1.68
พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง	4.12	57	17.79	1.93	4.35	66	16.23	1.90
พื้นที่แหล่งน้ำ	10.09	464	5.35	1.43	9.86	468	5.18	1.43

จากค่า PN และ MPS ที่ลดลง แต่ค่า PLAND ใกล้เคียงกันในปี พ.ศ. 2554 ของพื้นที่นา เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2543 แสดงว่าพื้นที่เฉพาะของพื้นที่นาเริ่มมีขนาดลดลง หรืออยู่ในช่วงของการหดตัวของพื้นที่

พื้นที่พืชไร่ และพื้นที่ป่าไม้เป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่อยู่ในระยะของการลดจำนวนลง โดยจะมีขนาดพื้นที่ จำนวนแห่งและขนาดแต่ละแห่งของพื้นที่เฉพาะลดลง เนื่องจากมีค่า PLAND PN และ MPS ลดลง

พื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลเป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีการรวมตัวของพื้นที่เฉพาะ จากค่า PN ที่ลดลง แต่ MPS มีค่าเพิ่มมากขึ้น แสดงว่าพื้นที่เฉพาะในแต่ละแห่งมีขนาดเพิ่มมากขึ้นและมีการเชื่อมต่อกันทำให้จำนวนของพื้นที่เฉพาะมีปริมาณลดลง แต่มีค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่เฉพาะเพิ่มมากขึ้น ส่วนค่า MSI ที่มีค่าค่อนข้างต่ำแสดงว่ารูปร่างของพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลมีความซับซ้อนไม่มากนัก

พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง มีค่า PN เพิ่มขึ้น แต่ค่า MPS ลดลง แสดงว่าอยู่ในระยะที่เริ่มมีการแตกกระจายของพื้นที่เฉพาะ โดยมีจำนวนของพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างที่มีขนาดเล็กเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าจำนวนพื้นที่เฉพาะเพิ่มขึ้น แต่ค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่เฉพาะลดลง นอกจากนี้พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างยังมีค่า MSI ค่อนข้างสูงแสดงว่าลักษณะรูปร่างของพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างมีความซับซ้อนมากกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นๆ ส่วนพื้นที่แหล่งน้ำ จะมีค่า PN และ MPS ใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าพื้นที่แหล่งน้ำเป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่น้อยมาก

จากการสำรวจภาคสนามพบว่าพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกยางพารา จากนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการปลูกยางพาราเพื่อยกระดับรายได้และความมั่นคงให้แก่เกษตรกรในแหล่งปลูกยางใหม่ และราคายางพาราที่สูง ทำให้เกษตรกรเปลี่ยนจากการปลูกพืชไร่เป็นการปลูกยางพาราเป็นจำนวนมาก แตกต่างจากการศึกษาของ Keson & Wongsai (2013) พบว่าในพื้นที่จังหวัดกระบี่และพังงามีพื้นที่ปลูกยางพาราลดลงถึง 40% และ 32% ตามลำดับ โดยพื้นที่ปลูกยางพาราที่ลดลงส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากนโยบายของรัฐบาลในปี พ.ศ. 2542 ให้ปลูกปาล์มน้ำมันแทนยางพาราในเขตที่ไม่เหมาะสม และนโยบายสนับสนุนให้นำปาล์มน้ำมันผลิตเป็นพลังงานทดแทน ในปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2572 รวมถึงราคาปาล์มน้ำมันอยู่ในเกณฑ์ดีจึงทำให้เกษตรกรหันมาปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จะเห็นว่านโยบายของรัฐที่ส่งเสริมในแต่ละพื้นที่และราคาพืชผลทางการเกษตร มีผลต่อการตัดสินใจเปลี่ยนชนิดของพืชที่ปลูกของเกษตรกร ส่วนพื้นที่นาจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ปลูกยางพาราไม่มากนัก เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของพื้นที่นาส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่มและมีน้ำขังในช่วงหน้าฝนจึงไม่เหมาะที่จะทำการปลูกยางพารา อีกทั้งวิธีชีวิตของประชาชนในท้องถิ่นส่วนใหญ่ยังต้องการสงวนพื้นที่นาไว้เพื่อปลูกข้าวไว้รับประทานในครอบครัว เนื่องจากยางพาราเป็นไม้ยืนต้นที่ต้องการการดูแลรักษาอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกษตรกรบางรายมีการใช้ปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณสูง หากสารเคมีเหล่านี้ถูกชะล้างลงไปในพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงก็อาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำภายในบึงได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเข้าไปจัดการและให้ความรู้แก่เกษตรในการลดปริมาณการใช้สารเคมีต่างๆ เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำภายในพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงน้อยที่สุด นอกจากนี้ค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ในส่วนของพื้นที่ป่าไม้ยังบ่งบอกว่าพื้นที่ป่าไม้อยู่ในช่วงการลดจำนวนลงจากการบุกรุกอย่างต่อเนื่อง จึงต้องมีการเฝ้าระวังและเข้าไปบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่ให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพิ่มมากขึ้น

สรุปผลการทดลอง

ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5-TM สามารถใช้ในการจำแนกและติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้เป็นอย่างดี ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่ได้อยู่ในรูปแบบตารางเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงของสองช่วงเวลา สามารถบอกความเปลี่ยนแปลงแบบ From-To ได้ อย่างไรก็ดีเนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5-TM มีความละเอียดเชิงพื้นที่ไม่มากนัก อีกทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดินและ

สิ่งปกคลุมดินบางส่วนมีค่าการสะท้อนเหมือนหรือใกล้เคียงกันมาก จึงส่งผลให้การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินบางประเภทมีความถูกต้องไม่มากนัก และสามารถทำการจำแนกได้เฉพาะประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินหลักๆ เท่านั้น หากต้องการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้นและมีความถูกต้องสูงขึ้น ควรใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง หรือภาพถ่ายทางอากาศในการจำแนก

ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ที่คำนวณได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำมาประเมินสถานะและการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสถานะภาพของการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษามีอยู่ 3 รูปแบบ ประกอบด้วย ช่วงของการแตกกระจาย คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง จากการขยายตัวของพื้นที่อยู่อาศัยของประชาชนในพื้นที่ ช่วงของการหดตัว คือ พื้นที่นา จากการที่พื้นที่นาบางส่วนถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น แต่บางส่วนก็ยังเป็นพื้นที่นาเหมือนเดิมทำให้มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก และช่วงของการลดจำนวนลง คือ พื้นที่พืชไร่และพื้นที่ป่า เนื่องจากพื้นที่บางส่วนหรือบางพื้นที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นเป็นจำนวนมาก ส่วนพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลเป็นพื้นที่ที่มีการรวมตัวของพื้นที่เฉพาะ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นมาเป็นพื้นที่ไม้ยืนต้นและไม้ผลจำนวนมาก ทำให้เกิดการรวมตัวกันของพื้นที่เฉพาะขึ้น และพื้นที่แหล่งน้ำเป็นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ต่ำ มีน้ำท่วมขัง จึงไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นได้ จากการนำองค์ความรู้ด้านภูมิสารสนเทศ โดยเฉพาะการรับรู้จากระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ทำให้การคำนวณค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ทำได้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ลักษณะของดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์เองที่เป็นค่าเชิงปริมาณ ทำให้ง่ายต่อการประเมินและตีความ ดังนั้นดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์และติดตามสถานะภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงและพื้นที่โดยรอบ โดยเป็นเพียงการติดตามสถานภาพความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่เท่านั้น เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินให้เหมาะสมและมีผลกระทบต่อคุณภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำน้อยที่สุด จึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในการศึกษาครั้งต่อไป

References

Baker, C., Lawrence, R., Montagne, C. & Patten, D. (2006). Mapping Wetlands and Riparian Areas Using Landsat ETM+ Imagery and Decision-Tree-Based Models. *Wetlands,* 26 (2), 465-474.

Behera, M.D., Chitale, V.S., Shaw, A., Roy, P.S. & Murthy, M.S.R. (2012). Wetland Monitoring, Serving as an Index of Land Use Change-A Study in Samaspur Wetlands, Uttar Pradesh, India. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing,* 40 (2), 287-297.

Chavez, P. S., Guptill, S. C. & Bowell, J. A. (1982). Statistical Method for Selecting Landsat MSS Ratios. *Journal of Applied Photographic Engineering,* 8 (1), 23-30.

Choowaew, S. (1993). Wetland Conservation and Sustainable Development. *Journal of Ecology,* 20 (2), 51-63. (in Thai)

Congalton, R. G. & Green, K. (2009). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices.* Baco Raton : CRC Press.

Ehrenfeld, J.G. (2000). Evaluating wetlands within an urban context. *Ecological Engineering,* 15, 253-265.

Esbah, H., Deniz, B., Kara, B. & Kesgin, B. (2010). Analyzing landscape changes in the Bafa Lake Nature Park of Turkey using remote sensing and landscape structure metrics. *Environmental Monitoring & Assessment,* 165 (1-4), 617-632.

Forman, R. T. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology,* 10 (3), 133-142.

Huili, G., Cuicui, J., Demin, Z. & Na, L. (2011). Scale Issues of Wetland Classification and Mapping Using Remote Sensing Images: A Case of Honghe National Nature Reserve in Sanjiang Plain, Northeast China. *China Geography Science,* 21 (2), 230-240.

Jiwyam, W. (2010). *A Study on Water Quality and Status of Fishery Resources for Conservation of Wetland: Bung Khong Long, Nong Khai Province.* Nong Khai : Khon Kaen University, Nong Khai Campus. (in Thai)

Keson, J. & Wongsai, S. (2013). Land-use change in the Andaman Triangle provinces, Thailand. *Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand,* 14 (2), 58-66. (in Thai)

Leitao, A. B. & Ahern, J. (2002). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape & Urban Planning,* 59, 65–93.

Leitao, A. B., Miller, J., Ahern, J. & McGarigal, K. (2006). *Measuring landscapes: A planner's handbook.* Washington, DC : Island Press.

McGarigal, K. & Marks, B. J. (1995). *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure.* Portland: USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

Mitsch, W.J. & Gosselink. J.G. (2000). The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics,* 35, 25-33.

Office of Environmental Policy and Planning. (2002). *Biodiversity in Bung Khong Long Non-Hunting Area.* Bangkok : Ministy of Science Technology and Environment. (in Thai)

Peng, G., ZhenGuo, N., Xiao, C., KuiYi, Z., DeMin, Z., JianHong, G., Lu, L., XiaoFeng, W., DanDan, L., HuaBing, H., Yi, W., Kun, W., WenNing, L., XianWei, W., Qing, Y., ZhenZhong, Y., YuFang, Y., Zhan, L., DaFang, Z., YaoBin, C., HuiZhen, Z. & Jun, Y. (2010). China's wetland change (1990–2000) determined by remote sensing. *Science China Earth Science,* 53, 1036-1042

Sakane, N., Alvarez, M., Becker, M., Bohme, B., Handa, C., Kamiri, H.W., Langensiepen, M., Menz, G., Misana, S., Mogha, G.N., Moseler, B.M., Mwita, E.J., Oyieke, H.A. & van Wijk, M.T. (2011, September 13). Classification, Characterisation, and Use of Small Wetlands in East Africa. *Wetlands,* 31(6), 1103-1116.

Semilitsch, R.D. & Bodie, R. (1998). Are small, isolated wetlands expendable?. *Conservation Biology,* 12, 1129-1133.

Sriyaphon, C. & Choengthong, S. (2013). Land Use Changes Impact Five Types in Khao Sok National Park Area, on Streamflow, Suspended Sediment and Some Water Quality Parameters in Khlong Sok, Surat Thani Province. *SDU Research Journal Sciences and Technology,* (6) 2, 115-126. (in Thai)

Tabacchi, E., Correll, D.L., Hauer, R., Pinay, G., Planty-Tabacchi, A. & Wissmar. R. C. (1998). Development, maintenance and role of riparian vegetation in the river landscape. *Freshwater Biology,* 40, 497-516.

Thongphrom, S. (2014). Efficiency of Peat Swamp Forest as Natural Wetland for Wastewater Treatment of Ban Mai Khao Community, Thalang District in Phuket Province. *SDU Research Journal Sciences and Technology,* (7) 3, 1-15. (in Thai)

Tiner, R.W. (2003). Geographically isolated wetlands of the United States. *Wetlands,* 23, 494-516.

Yan-mei, C., Ji-xi, G., Yin-cui, H. & Shi-hai, L. (2009). *Change of Landscape Patterns in the Huihe National Nature Reserve, Hulun Buir, Inner Mongolia, Northern China.* In 2009 International Conference on Environmental Science and Information Application Technology. [On-line serial]. Available: DOI 10.1109/ESIAT.2009.244

Youprom, P., Panich-pat, T. & Prommi, T. (2012). Water Quality Assessment in Wetlands at Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus Using Aquatic Insects. *SDU Research Journal Sciences and Technology,* (5) 1, 23-34. (in Thai)

ผู้เขียน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระเดช มาจันแดง

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

e-mail: Jiradech_m@hotmail.com