

การประยุกต์ใช้เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและแบบจำลองมาร์คอฟ เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ในลุ่มน้ำมูล จังหวัดศรีสะเกษ

Application of Remote Sensing and Markov Model to Predict Land Use Change in Moon Basin, Sisaket Province

วัชรพงษ์ แสงนิล¹ สุรลภย์ ภูภักดิ์² กฤษณัยน์ เจริญจิตร³ จารุวรรณ วงบุตดี¹

Wacharapong Saengnil¹ Suralob Bhubak² kitsanai Charoenjit³ Jaruwan Wongbutdee¹

Received: 6 April 2016; Accepted: 28 June 2016

บทคัดย่อ

การทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนพัฒนาพื้นที่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ระบบการรับรู้จากระยะไกลและแบบจำลองมาร์คอฟ จำแนกและเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ที่ดินในแต่ละช่วงเวลา และเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ในลุ่มน้ำมูล จังหวัดศรีสะเกษ วิธีดำเนินการวิจัยโดยรวบรวมภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM พ.ศ. 2550, 2552 และภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI พ.ศ. 2557 ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธี Maximum Likelihood จำแนกพื้นที่เป็น 7 รูปแบบ วิเคราะห์คาดการณ์การใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟ (Markov Model) ในอนาคตอีก 5 ปี (พ.ศ. 2562) ผลการศึกษาพบว่าในปี พ.ศ. 2562 คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาข้าว 514.33 ตารางกิโลเมตร (45.29%) รองลงมาคือ พืชสวน 281.61 ตารางกิโลเมตร (24.80%) และพืชไร่ 116.30 ตารางกิโลเมตร (10.24%) ตามลำดับ

คำสำคัญ: แบบจำลองมาร์คอฟ การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำมูล

Abstract

Information about changes in land use is useful in the development and planning of areas. This a research applied remote sensing technique and the Markov model to classify patterns of change in land use and to predict the proportion of land use change in the River Moon basin in Sisaket province. Landsat satellite image 5 TM of 2005 and 2007 and Landsat 8 OLI of 2014 were classified by the method of maximum likelihood. The Markov model calculated transition probability matrix to predict changes in land use in 2019. The results of the Markov model showed that, in 2019, 514.33 square kilometers (45.29%) will be paddy, 281.61 square kilometers (24.80%) will be orchards, and 116.30 square kilometer (10.24%) will be field crops.

Keywords: Markov model, Land Use, Moon Basin

¹ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

² คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

³ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

¹ College of Medicine and Public Health, Ubonratchathani University E-mail: wacharapong_s@yahoo.com

² Faculty of Agriculture, Ubonratchathani University

³ Faculty of Geoinformatics, Burapha University

วิเคราะห์ข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน (Land use Classification)

การกำหนดประเภทข้อมูลเป็นการกำหนดจำนวนและคุณลักษณะของประเภทข้อมูลก่อนที่จะทำการแปลหรือตีความข้อมูล เพื่อให้ครอบคลุมลักษณะการใช้ที่ดิน ดำเนินการจำแนกรูปแบบการใช้ที่ดิน ในช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2550, 2552 และ 2557 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลแบบการจำแนกผสมผสาน (Hybrid Classification) ระหว่างการแปลตีความด้วยสายตา (Visual Interpretation) และการแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Assisted Interpretation) ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธี Maximum Likelihood จำแนกพื้นที่เป็น 7 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้, นาข้าว, พืชไร่, พืชสวน, ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง, แหล่งน้ำ, และพื้นที่อื่นๆ เช่น ทรายนและพื้นที่ว่าง

ตรวจสอบถามถูกต้อง

ตรวจสอบผลการแปลและตีความข้อมูลดาวเทียมให้มีความถูกต้อง โดยวิธีการกรองภาพ (Image Filtering) เพื่อขจัดจุดภาพที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ขนาดเล็กๆ ปะปนอยู่ในกลุ่มของข้อมูลประเภทอื่น (Noise) ช่วยทำให้ข้อมูลมีความต่อเนื่องขึ้น พร้อมทั้งการตรวจสอบจากภาคสนามด้วยเครื่อง GPS ให้ตรงกับพื้นที่จริงมากที่สุด

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (Change detection of land use)

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน ตามช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2550, 2552 และ 2557 จากการแปลตีความข้อมูลดาวเทียมและจำแนกรูปแบบการใช้ที่ดินมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคซ้อนทับข้อมูล (Overlay technique) และนำมาสร้างตารางการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยกำหนดรูปแบบการใช้ที่ดิน 7 ประเภท

การคาดการณ์การใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองมาร์คอฟแบบจำลอง Markov เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือสิ่งปกคลุมดินใน 2 ช่วงระยะเวลา⁷ และพิจารณาโอกาสของการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในอีกช่วงเวลานี้ ซึ่งอยู่ในรูปของ Transition Probability Matrix ดังสมการที่ 1

$$V_{t+1} = V_t * P_{ij} \quad \text{สมการที่ 1}$$

$$\text{โดยที่ } P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mm} \end{bmatrix}$$

V_t สัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงเวลาถัดไป
 P_{ij} โอกาสของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากระยะที่ 1

ไปเป็นระยะที่ 2 ($i, j = 1, 2, \dots, m$)

การคาดการณ์การใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟ (Markov Model) และแบบจำลอง Cellular automata⁸ โดยการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (Change detection of Land Use) ระหว่าง ปี พ.ศ. 2550, 2552 และ 2557 มาเป็นฐานในการวิเคราะห์เพื่อหาโอกาสความน่าจะเป็น (Probability) ต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในแต่ละประเภท มาสร้างตารางเมตริกซ์ และการถ่ายโอน (Transition) เพื่อจำแนกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตอีก 5 ปี (ปี พ.ศ. 2562)

ผลการวิจัย

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM และ Landsat 8 OLI พบว่า ในปี พ.ศ. 2550 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาข้าว 561.02 ตารางกิโลเมตร (49.40%) รองลงมาคือ พืชสวน 223.92 ตารางกิโลเมตร (19.72%) (Figure 2) ปี พ.ศ. 2552 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาข้าว 475.35 ตารางกิโลเมตร (41.86%) รองลงมาคือ พืชสวน 330.54 ตารางกิโลเมตร (29.11%) พืชไร่ 109.60 ตารางกิโลเมตร (9.65%) ตามลำดับ (Figure 3) และในปี พ.ศ. 2557 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาข้าว 583.42 ตารางกิโลเมตร (51.37%) พืชสวน 250.40 ตารางกิโลเมตร (22.05%) และพืชไร่ 97.80 ตารางกิโลเมตร (8.61%) ตามลำดับ (Figure 4) (Table 1)

เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2550 กับ พ.ศ. 2552 พบว่ารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนเป็นพืชไร่ 12.91 ตารางกิโลเมตร (1.14%) นาข้าว มีการเปลี่ยนแปลงเป็นพืชสวน 168.60 ตารางกิโลเมตร (14.85%) (Table 2)

สำหรับการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2552 กับ พ.ศ. 2557 พบว่ารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนเป็นพืชไร่ 17.51 ตารางกิโลเมตร (1.54%) พืชสวน 6.53 ตารางกิโลเมตร (0.57%) และนาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพืชสวน 55.70 ตารางกิโลเมตร (4.90%) และชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง 34.03 ตารางกิโลเมตร (2.99%) (Table 3)

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2562

ผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2562 โดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2552 และ ปี พ.ศ. 2557 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ความน่า

เป็น (Table 4) ผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ. 2562 คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาข้าว 514.33 ตารางกิโลเมตร (45.29%) รองลงมาคือ พืชสวน 281.61 ตารางกิโลเมตร (24.80%) และพืชไร่ 116.30 ตารางกิโลเมตร (10.24%) ตามลำดับ (Table 5, Figure 5)

อภิปรายผล

ลุ่มน้ำมูล จังหวัดศรีสะเกษเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เศรษฐกิจ ซึ่งประกอบด้วยการปลูกข้าว ทำไร่ และสวนรวมไปถึงชุมชนเมืองที่เริ่มมีการขยายตัวของกิจกรรมต่างๆ และเป็นชุมชนเมืองมีประชากรหนาแน่น จากการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM พื้นที่เกษตรกรรมปลูกข้าวมีการลดลงในปี พ.ศ. 2552 และเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2557 จากการสำรวจภาคสนามพื้นที่ในลุ่มน้ำมูลจะมีเขื่อนราษีไศล ซึ่งจะกั้นน้ำไหลลงสู่ประชาชนส่วนใหญ่จะมีการปลูกข้าวนาปี และนาปรังทำให้มีพื้นที่ทางการเกษตรกรรมมาก สำหรับพืชสวนมีพื้นที่มากในปี พ.ศ. 2552 แต่ลดลงในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งส่วนใหญ่จะทำเกษตรกรรมปลูกพริก มะนาว กระเทียม และหอมแดง เป็นต้น ทำให้พื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และภูมิอากาศซึ่งเกษตรกรรมมีการปรับชนิดของการปลูกพืชทำให้พื้นที่นาบางส่วนมีการจัดทำสวนพริก หรือพืชระยะสั้นเพื่อรอรับการปลูกข้าวในฤดูกาลต่อไป ทำให้มีการประกอบอาชีพทางการเกษตรกรรมอย่างต่อเนื่อง สำหรับพื้นที่ชุมชน/ สิ่งปลูกสร้างมีการขยายตัวและมีมากขึ้น ซึ่งจากแผนพัฒนาจังหวัดศรีสะเกษปี 2553 - 2556 มีพันธกิจ มุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจและการท่องเที่ยวจึงคาดว่าจะมีการขยายพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและการสร้างถนนมากขึ้น

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในอนาคต ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLC⁶ ซึ่งเหมาะสมต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการบริหารจัดการน้ำ⁹ ผ่านการจำแนกผสมผสาน (Hybrid Classification) ระหว่างการแปลตีความด้วยสายตา (Visual Interpretation) และการแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Assisted Interpretation) ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธี Maximum Likelihood โดยใช้ปี พ.ศ. 2557 เป็นฐานในการวิเคราะห์คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ไปอีก 5 ปี คือ พ.ศ. 2562 โดยอาศัยเทคนิคของการวิเคราะห์แบบปริมาณการเปลี่ยนแปลงจากแบบจำลอง Markov Chain และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเซลล์

รอบข้างที่มีผลต่อสถานะของเซลล์ตรงกลาง โดยใช้แบบจำลอง Cellular Automata ในการอธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่^{10,11} ซึ่งจากการคาดการณ์การใช้พื้นที่พบว่าในปี พ.ศ. 2562 มีพื้นที่พืชสวน พืชไร่ และป่าไม้เพิ่มขึ้นเป็น 31.21, 18.50 และ 10.85 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับแผนการพัฒนาจังหวัดศรีสะเกษ ปีพ.ศ. 2557-2560¹² ด้านการพัฒนาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนาและฟื้นฟูแหล่งน้ำ การรักษาดูแลและคุ้มครองป่าไม้ และการสร้างเครือข่ายจิตอาสาพิทักษ์สิ่งแวดล้อม รวมถึงการพัฒนาสภาพความเป็นอยู่ของชุมชน

การใช้เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลและแบบจำลอง Markov เป็นการดำเนินงานโดยใช้ข้อมูล 2 ชุดตามช่วงเวลา เพื่อกำหนดความน่าจะเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในอนาคต และเป็นประโยชน์มากในการมองภาพพื้นที่บริเวณกว้าง ประหยัดงบประมาณในการสำรวจทั้งพื้นที่ ซึ่งหากในอนาคตการคาดการณ์ถูกต้องจะเป็นข้อมูลที่ช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจ การวางแผน และการเฝ้าระวังการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไป

สรุป

การใช้เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทำให้ได้ข้อมูลบริเวณกว้างสามารถช่วยในการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และติดตามการเปลี่ยนแปลงที่ดินได้ และยังสนับสนุนการคาดการณ์การใช้ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง Markov ซึ่งดำเนินงานโดยใช้ข้อมูล 2 ชุดตามช่วงเวลา เพื่อกำหนดความน่าจะเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่ แต่ทั้งนี้ควรมีข้อมูลที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยเทคนิค Markov และการตรวจสอบความถูกต้องภาคสนามมากขึ้น หรือปัจจัยอื่นๆ เช่น ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และพฤติกรรมของประชาชนเข้ามาประกอบในการวิเคราะห์จะทำให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2557 และขอบคุณ Mr. Robert Tremayne สำนักวิทยุเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ตรวจสอบภาษาอังกฤษ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานจังหวัดศรีสะเกษ. แผนการดำเนินงานของจังหวัด. [ออนไลน์] 2555 [อ้างอิง: 20 ส.ค. 2555]: เข้าถึงได้จาก URL: <http://www.sisaket.go.th/index1.php>.

- [2] ประสงค์ สงวนธรรม, สุระ พัฒนเกียรติ และอุษาวดี ผาภูหลายแดง. การประยุกต์ใช้แบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์อัตโนมัติ เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำวาง. การประชุมวิชาการ การแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติประจำปี 2549, ประเทศไทย, 5-8 พฤศจิกายน 2549; กรุงเทพฯ; 2549. หน้า 1-11.
- [3] สุระ พัฒนเกียรติ และกฤษณ์ชัย เจริญจิตร. การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางสังคมและแบบจำลองมาร์คอฟ-เซลลูลาร์อัตโนมัติ เพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนกลาง ประเทศไทย. การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2551, ประเทศไทย, 21-23 มกราคม 2552; กรุงเทพฯ; 2551. 1-15.
- [4] Ratmanee, M. Bhaktikul, K. and Eamsiri, A. Developing model of landscape change using remote sensing technique and markov model for upper Lumta Kong basin, Nakorn Ratchasima province, Thailand. *Environment and Natural Resources Journal* 2007; 5(1): 22-34.
- [5] Praveen, S. Kabiraj, S. Bina T. Application of a hybrid Cellular Automaton-Markov (CA-Markov) Model in Land-Use Change Prediction: A Case Study of Saddle Creek Drainage Basin, Florida. *Applied Ecology and Environmental Sciences* 2013; 1(6): 126-132.
- [6] USGS. [Online] 2014. Available on: <http://www.usgs.gov/>.
- [7] Behera, M.D. Borate, S.N. Panda, S.N. Behera, P.R. and Roy, P.S. Modelling and analyzing the watershed dynamics using Cellular Automata (CA)-Markov model-A geo-information based approach. *Earth System Science* 2012; 121(4): 1011-24.
- [8] Yang, X. Zheng, X.Q. and Chen, R. A Land Use Change Model: Integrating Landscape Pattern Indices and Markov-CA. *Ecological Modelling* 2014; 238: 1-7.
- [9] สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). คู่มือการใช้งานระบบสืบค้นข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 (Catalog Dissemination System; CDS). ฝ่ายผลิตและคลังข้อมูลมาตรฐาน สำนักปฏิบัติการดาวเทียม, กรุงเทพมหานคร. 2557.
- [10] Eastman, J.R. *IDRISI Andes Guide to GIS and Image Processing*. Clark Labs, Clark University, USA. 2006.
- [11] วสันต์ ออวัฒนา. การคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในจังหวัดภูเก็ต. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2555.
- [12] จังหวัดศรีสะเกษ. [ออนไลน์] 2558. แผนพัฒนาจังหวัดศรีสะเกษ ปี 2557-2560. เข้าถึงได้จาก URL: <http://123.242.184.7/plan/plan4y.pdf>.

Table 1 Types of Land use

Types of Land use	2007		2009		2014	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Forest Land	45.30	3.99	53.24	4.69	42.05	3.70
Field Crops	93.45	8.23	109.60	9.65	97.80	8.61
Mixed Orchard	223.92	19.72	330.54	29.11	250.40	22.05
Paddy field	561.02	49.40	475.35	41.86	583.42	51.37
Water bodies	75.67	6.66	75.20	6.62	63.01	5.55
Bare land/ sand	107.20	9.44	63.90	5.63	25.37	2.23
Urban and build-up Land	29.07	2.56	27.80	2.45	73.58	6.48
Total	1,135.63	100.00	1,135.63	100.00	1,135.63	100.00

Table 2 Compare land use change between year 2007 and 2009

	2009 Forest Land		Field Crops		Mixed Orchard		Paddy field		Water bodies		Bare land/ sand		Urban and build-up Land	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Forest Land	28.06	2.47	12.91	1.14	1.69	0.15	0.35	0.03	1.61	0.14	0.57	0.05	0.08	0.01
Field Crops	14.04	1.24	32.78	2.89	26.10	2.30	8.50	0.75	6.86	0.60	4.17	0.37	1.22	0.11
Mixed Orchard	8.71	0.77	32.99	2.90	87.48	7.70	72.54	6.39	5.52	0.49	13.40	1.18	3.20	0.28
Paddy field	0.43	0.04	8.76	0.77	168.60	14.85	335.04	29.50	8.13	0.72	32.10	2.83	7.95	0.70
Water bodies	0.49	0.04	3.84	0.34	8.50	0.75	12.37	1.09	45.04	3.97	2.65	0.23	2.75	0.24
Bare land/ sand	1.46	0.13	14.17	1.25	31.62	2.78	40.09	3.53	7.32	0.64	8.99	0.79	3.50	0.31
Urban and build-up Land	0.13	0.01	4.10	0.36	6.57	0.58	6.42	0.57	0.65	0.06	2.12	0.19	9.07	0.80

Table 3 Compare land use change between year 2009 and 2014

	2014 Forest Land		Field Crops		Mixed Orchard		Paddy field		Water bodies		Bare land/ sand		Urban and build-up Land	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²
Forest Land	26.73	2.35	17.51	1.54	6.53	0.57	1.36	0.12	0.44	0.04	0.25	0.02	0.42	0.04
Field Crops	11.40	1.00	44.46	3.91	34.86	3.07	9.83	0.87	2.02	0.18	1.13	0.10	5.91	0.52
Mixed Orchard	2.55	0.22	21.35	1.88	129.96	11.44	147.81	13.02	0.99	0.09	12.27	1.08	15.57	1.37
Paddy field	0.31	0.03	6.40	0.56	55.70	4.90	366.82	32.30	5.25	0.46	6.79	0.60	34.03	3.00
Water bodies	0.47	0.04	2.71	0.24	2.32	0.20	16.07	1.41	51.57	4.54	0.08	0.01	2.07	0.18
Bare land/ sand	0.51	0.04	4.19	0.37	17.74	1.56	32.08	2.82	0.67	0.06	4.69	0.41	4.02	0.35
Urban and build-up Land	0.07	0.01	1.20	0.11	3.29	0.29	9.51	0.84	2.02	0.18	0.16	0.01	11.55	1.02

Table 4 Transition probability of land use change between year 2014 and 2019

2014 \ 2019	Forest Land	Field Crops	Mixed Orchard	Paddy field	Water bodies	Bare land/ sand	Urban and build-up Land
Forest Land	0.6040	0.2947	0.0660	0.0081	0.0123	0.0131	0.0017
Field Crops	0.1864	0.4317	0.2274	0.0682	0.0288	0.0447	0.0128
Mixed Orchard	0.0275	0.1467	0.4931	0.2344	0.0098	0.0747	0.0138
Paddy field	0.0025	0.0183	0.2748	0.5973	0.0297	0.0596	0.0177
Water bodies	0.0086	0.0392	0.0193	0.1028	0.7776	0.0131	0.0393
Bare land/ sand	0.0101	0.0450	0.4889	0.2706	0.0033	0.1754	0.0066
Urban and build-up Land	0.0057	0.0811	0.2137	0.4668	0.0285	0.0552	0.1491

Table 5 Prediction of land use in 2019

Types of Land use	Km ²	%
Forest Land	52.90	4.66
Field Crops	116.30	10.24
Mixed Orchard	281.61	24.80
Paddy field	514.33	45.29
Water bodies	69.34	6.11
Bare land/ sand	33.73	2.97
Urban and build-up Land	67.42	5.94
Total	1,135.63	100.00

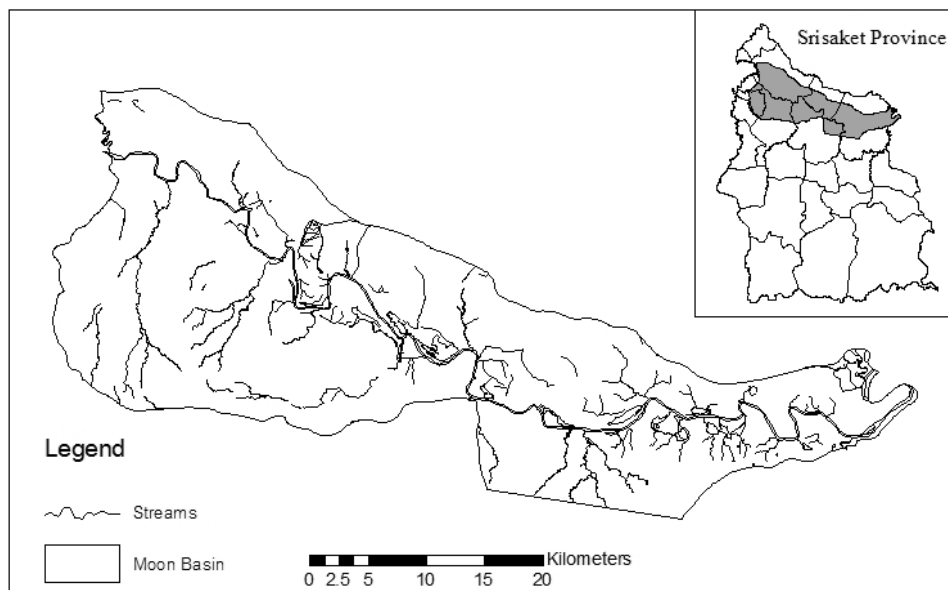


Figure 1 Moon Basin, Sisaket Province

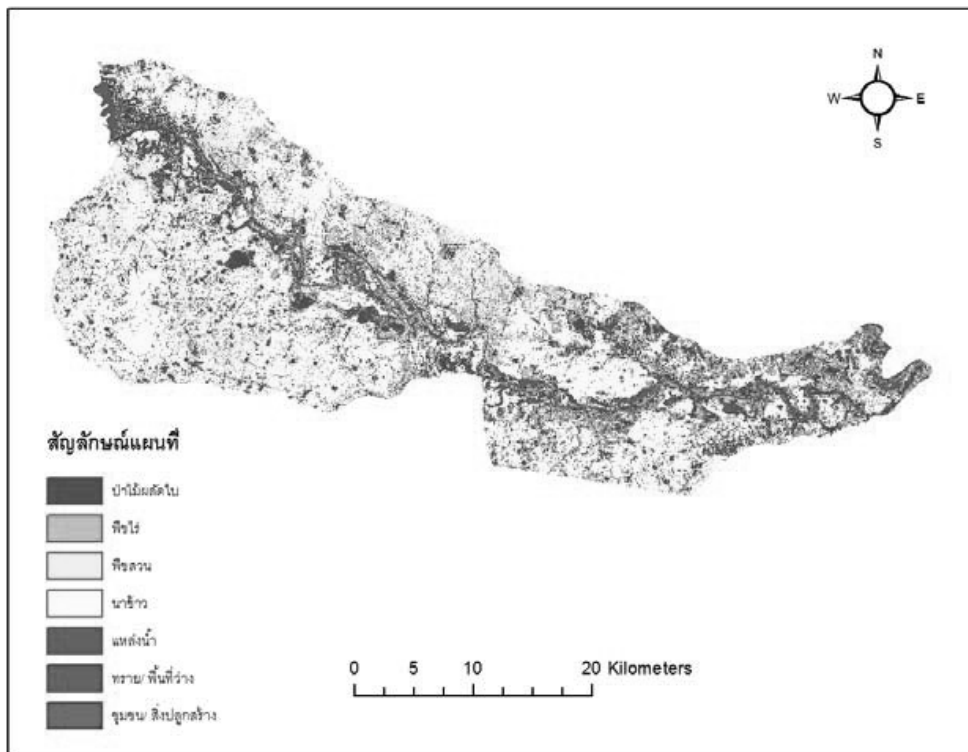


Figure 2 Land use in 2007

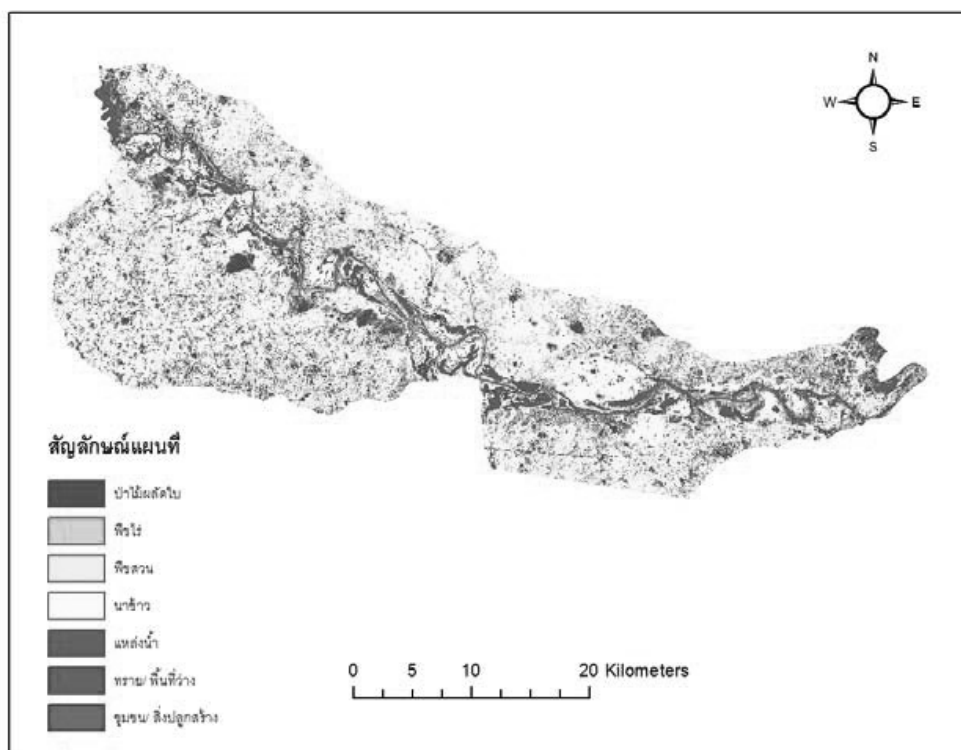


Figure 3 Land use in 2009

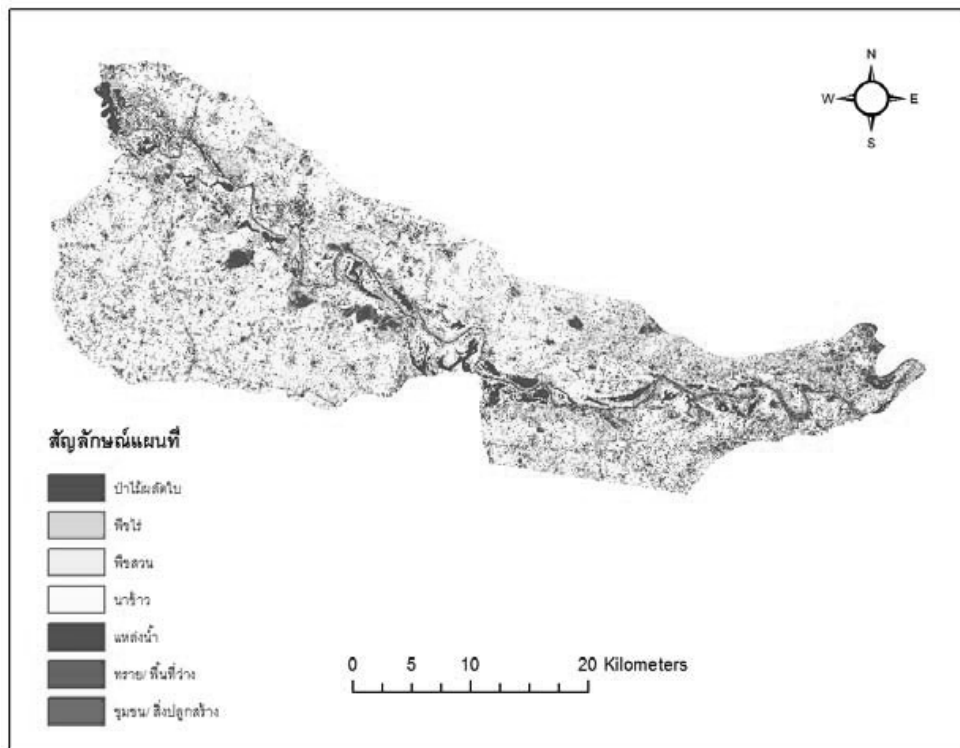


Figure 4 Land use in 2014

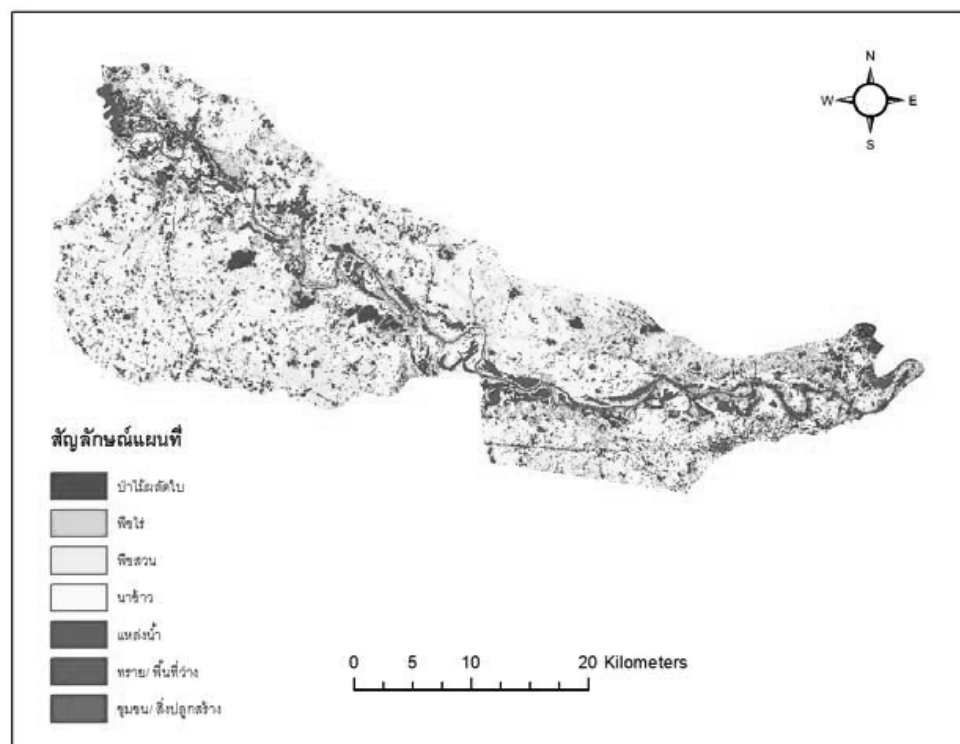


Figure 5 Prediction of Land use in 2019