

**การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการติดตาม
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำยม
ระหว่างปี 2531-2552**

**Application of Geoinformatics System for Monitoring Land
Use Changes in Yom River Basin During 1988-2009**

สุภัทรา กิตติชูชัยฤทธิ์¹, ผศ.ดร.สมบัติ อยู่เมือง¹ และผศ.ดร.ศรีเลิศ โชติพันธรัตน์^{1,*}

¹สาขาวิชาโลกศาสตร์ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แขวงพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

*Corresponding author:

E-mail: csriler@gmail.com

บทคัดย่อ

พื้นที่ลุ่มน้ำยม เป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำท่วม ในปี 2538, 2545, 2549, 2554 และประสบปัญหาภัยแล้งอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากไม่มีแหล่งเก็บน้ำขนาดใหญ่ในบริเวณลุ่มน้ำ อีกทั้งมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ในอดีตเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนอยู่อาศัยมากขึ้น ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโทรสัมผัสร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในเชิงพื้นที่ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ในช่วงคลื่นที่ 3-4-5 และทำการออกภาคสนามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการแปลภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าว ในการศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ครั้งนี้ทำการศึกษาระหว่างปี พ.ศ.2531-2552 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ในปีพ.ศ. 2531 เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่พืชไร่ในปีพ.ศ. 2552 มากที่สุดคือ 886.134 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 3.7 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พื้นที่ป่าไม้ที่เปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด ประกอบด้วย นาข้าว พืชไร่ ไม้ยืนต้น เป็นพื้นที่ 1,359.09 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 5.67 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ นอกจากนี้พบว่าพื้นที่เมืองมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น โดยเปลี่ยนจากพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2531 ไปเป็นพื้นที่เมืองในปี พ.ศ. 2552 เป็นพื้นที่ 333.34 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 2.26 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน,ลุ่มน้ำยม, โทรสัมผัส, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Abstract

Yom river basin, one of major river draining to Chao Phaya river, has been flooded many times (i.e., 1995, 2002, 2006 and 2011) and has frequently occurred drought problems because it does not has any large reservoirs to collect large amount of water in rainy season. Another reason why the disaster is more frequent is the increase of land use demand and expansion of deforestation, which is consequently resulted in opening land for agricultural and urbanization purposes. In this study, the spatial patterns of land use changes have been analyzed by integrating Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) techniques. The temporal Landsat-5 TM (bands 5-4-3) imageries covered the Yom River Basin from year 1988-2009 are used to interpret the changes of the land use and also ground survey has been done to validate the interpreted results.

During 1988-2009, about 886.134 km² or 3.7% of Yom River basin area has been changed mainly from forest land to field crops. The total of forest land has been changed to agriculture lands (i.e., field crops, paddy field, perennial field) approx. 1,359.09 km² or 5.67 % of the catchment area. Furthermore, the urban area has been increased approx. 333.34 km² or 2.26 % of the catchment area.

Keywords : GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM / REMOTE SENSING
/ LAND USE CHANGE / YOM RIVER BASIN

บทนำ

การลดลงของพื้นที่ป่า ในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดจากการตัดไม้ทำลายป่าโดยมนุษย์ และการเกิดไฟป่าทำให้สูญเสียทรัพยากรป่าไม้อย่างมหาศาล โดยเฉพาะพื้นที่ป่าต้นน้ำอันเป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญในการดูดซับน้ำ และป้องกันภาวะน้ำท่วมฉับพลัน ตลอดจนภัยพิบัติทางธรรมชาติอื่น เช่น วาตภัย ดินถล่ม น้ำปนตะกอนไหลป่า และการเกิดภาวะแห้งแล้งในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 เกิดการขยายพื้นที่เพื่อตั้งชุมชนขนาดใหญ่ โรงงานอุตสาหกรรม และขยายพื้นที่เกษตร ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าต้นน้ำ การถูกบุกรุกทั้งทางตรงและทางอ้อม (ประชุมพร, 2542) เป็นสาเหตุให้สภาพแวดล้อมของประเทศไทยเสื่อมโทรมลง ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ดิน น้ำ หรืออากาศ ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ลักษณะการเกิดผลกระทบและภัยธรรมชาติต่างๆ มีแนวโน้มรุนแรงและมีความถี่มากขึ้นในปัจจุบัน จากความไม่สมดุลของธรรมชาติที่ก่อให้เกิดฝนที่ไม่ตกต้องตามฤดูกาล ปริมาณและช่วงเวลาของการเกิดน้ำท่าในลุ่มน้ำ ไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำในลุ่มน้ำ เกิดอุทกภัยอย่างรุนแรงในหน้าน้ำ และเกิดความแห้งแล้งที่ยาวนาน ในช่วงหน้าแล้ง(พัฒนศัky, 2550)

ลุ่มน้ำยม เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่โดยประมาณ 23,949 ตร.กม. (กรมชลประทาน, 2553) มีแม่น้ำยมเป็นลำ

น้ำหลัก 1 ใน 4 สาย ที่ไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา อีกทั้งยังเคยมีความอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรทางธรรมชาติ และมีพื้นที่อุทยานแห่งชาติอยู่หลายแห่ง ลุ่มน้ำยมเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาทั้งน้ำท่วมและภัยแล้งอยู่บ่อยครั้ง (อมเรศ, 2546) เนื่องจากไม่มีแหล่งเก็บน้ำขนาดใหญ่ในบริเวณลุ่มน้ำ อีกทั้งมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ในอดีตเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนอยู่อาศัยมากขึ้น (จเร, 2546)

การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เพราะสามารถเห็นภาพรวมของพื้นที่ ให้ความถูกต้องชัดเจนของรายละเอียดสูง (ประชุมพร, 2542) และสามารถเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้ จึงสามารถศึกษาในเชิงพื้นที่ได้อย่างเป็นระบบ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโทรสัมผัส (Remote Sensing) ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) เพื่อกำหนดแนว -ทางการที่จะรองรับการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ อย่างเกิดผลประโยชน์สูงสุดและเป็นไปอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำยม ระหว่างปี พ.ศ. 2531-2552 โดยประยุกต์ใช้

เทคโนโลยีโทรสัมผัส ร่วมกับระบบ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แสดงข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละช่วงเวลา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมข้อมูลนำเข้าในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5TM ศึกษาและแปลความหมายสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละช่วงเวลาที่ทำการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำยมครอบคลุมระหว่าง ดังตารางที่ 1

2. นำเข้าข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM โดยใช้เครื่องอ่านโปรแกรมด้านกระบวนการจัดการภาพจากดาวเทียม Erdas Imagine Version 8.73 3. แปลข้อมูลภาพดาวเทียมเพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี 2531-2550

3.1 แปลความรูปการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพดาวเทียมด้วยสายตาโดยใช้โปรแกรม Erdas Imagine Version 8.7 ด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) ด้วยวิธี ISODATA ก่อนออกภาคสนามสำรวจ และจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธี ความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood)

3.2 นำเข้าข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้มา จัดสร้างเป็นฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) โดยใช้โปรแกรมทาง

4. สุ่มตรวจสอบข้อมูลจากพื้นที่จริงเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการแปลความภาพถ่ายจากดาวเทียม ได้แก่ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัย และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สอบถามข้อมูลเชิงอธิบายจากประชาชนในพื้นที่

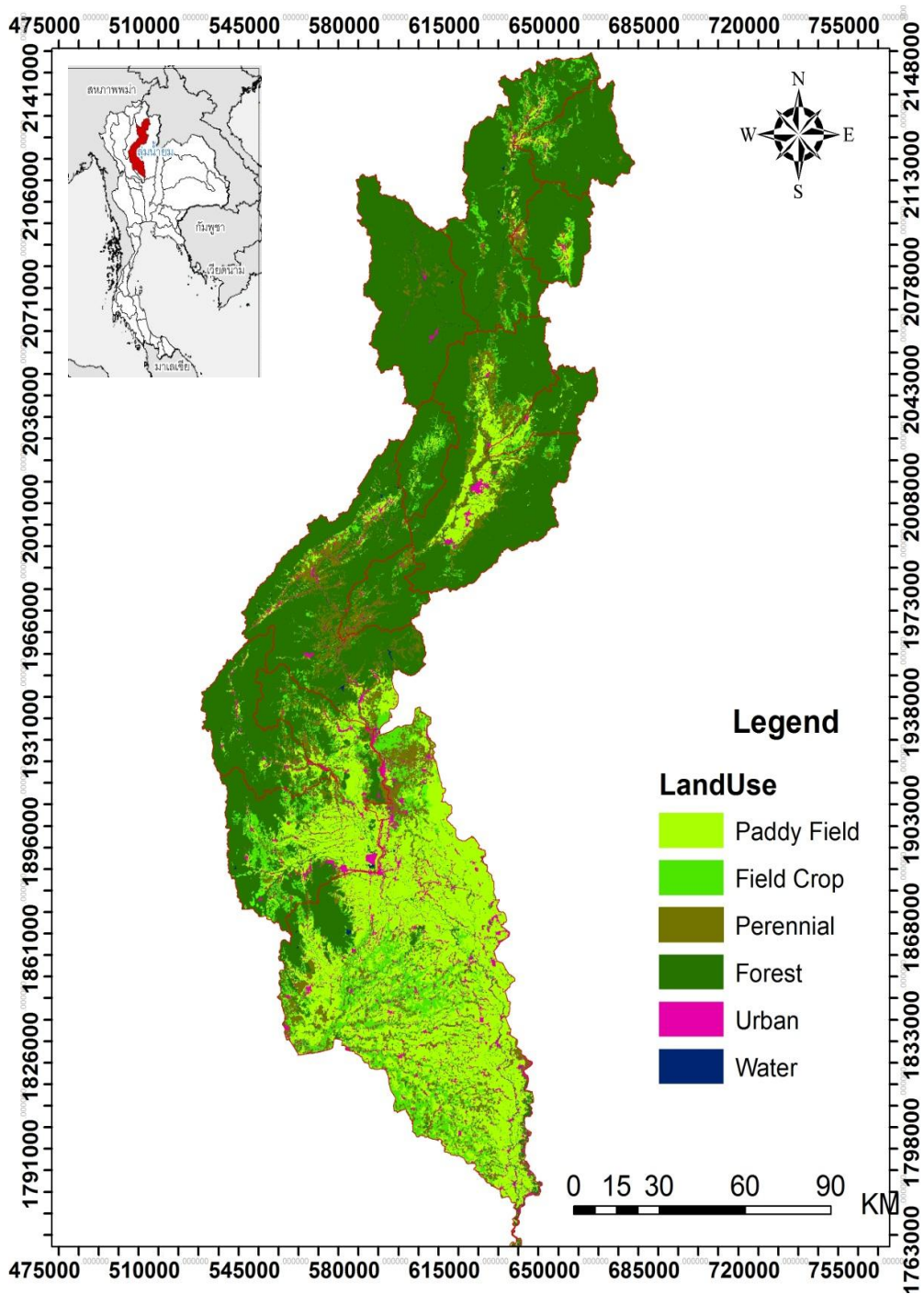
5. นำเข้าข้อมูลพื้นที่รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้มาจัดสร้างเป็นฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) โดยใช้โปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS เพื่อศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 1 ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM (Thematic Mapper) จำนวน 4
ช่วงเวลา

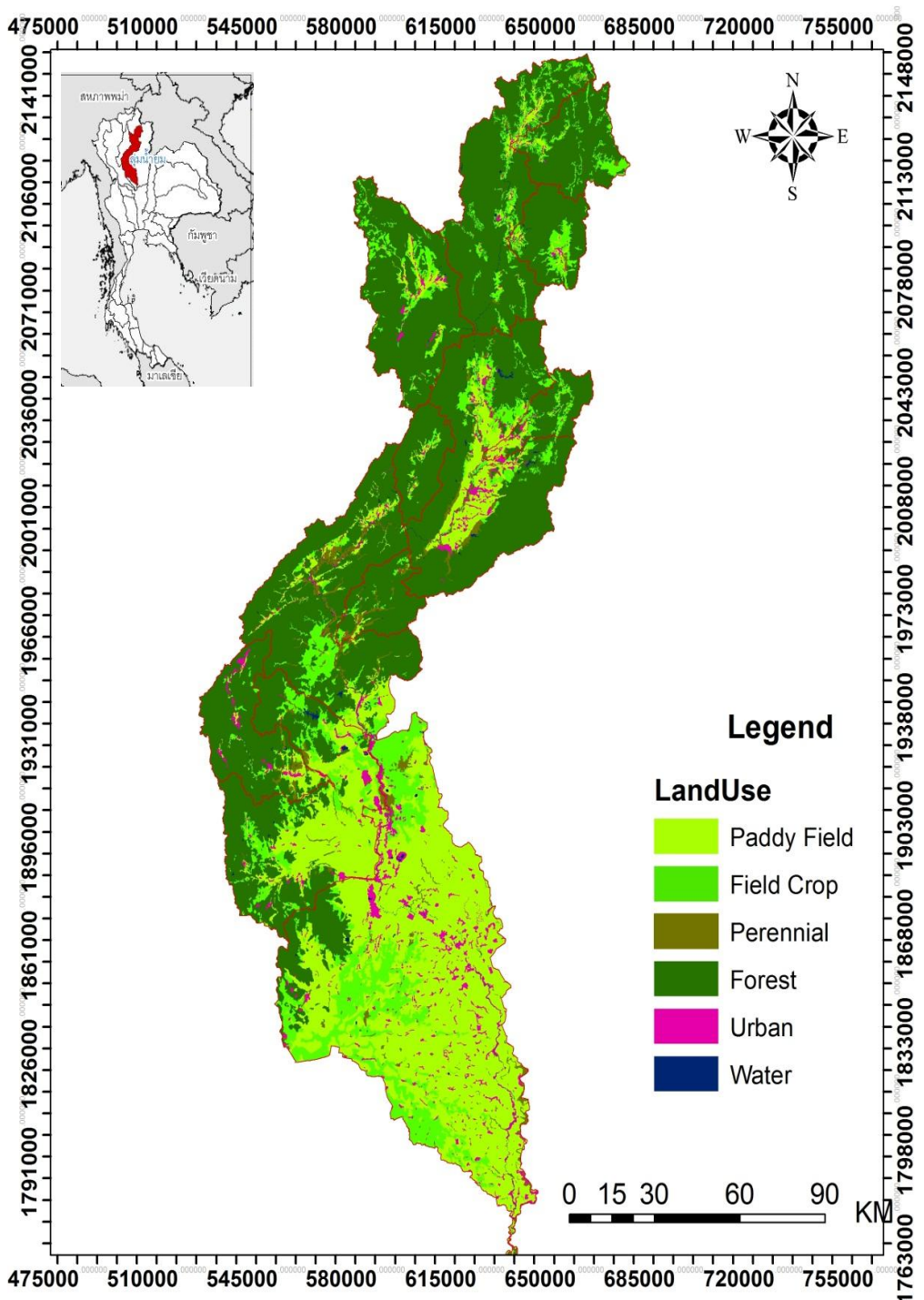
ข้อมูล	ระวางภาพถ่ายดาวเทียม	วันที่บันทึกภาพถ่ายดาวเทียม	ลักษณะข้อมูล	แหล่งข้อมูล
Landsat 5TM Satellite Image resolution 25 m.	Path 130 Row 47 Band5:4:3 (R:G:B)	2531-04-06	Image File	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
	Path 130 Row 48 Band5:4:3 (R:G:B)	2538-04-26		
	Path 130 Row 49 Band5:4:3 (R:G:B)	2546-11-10		
	Path 130 Row 49 Band5:4:3 (R:G:B)	2552-12-12		

ตารางที่ 2 สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยมตั้งแต่ปีพ .ศ.2531-2552

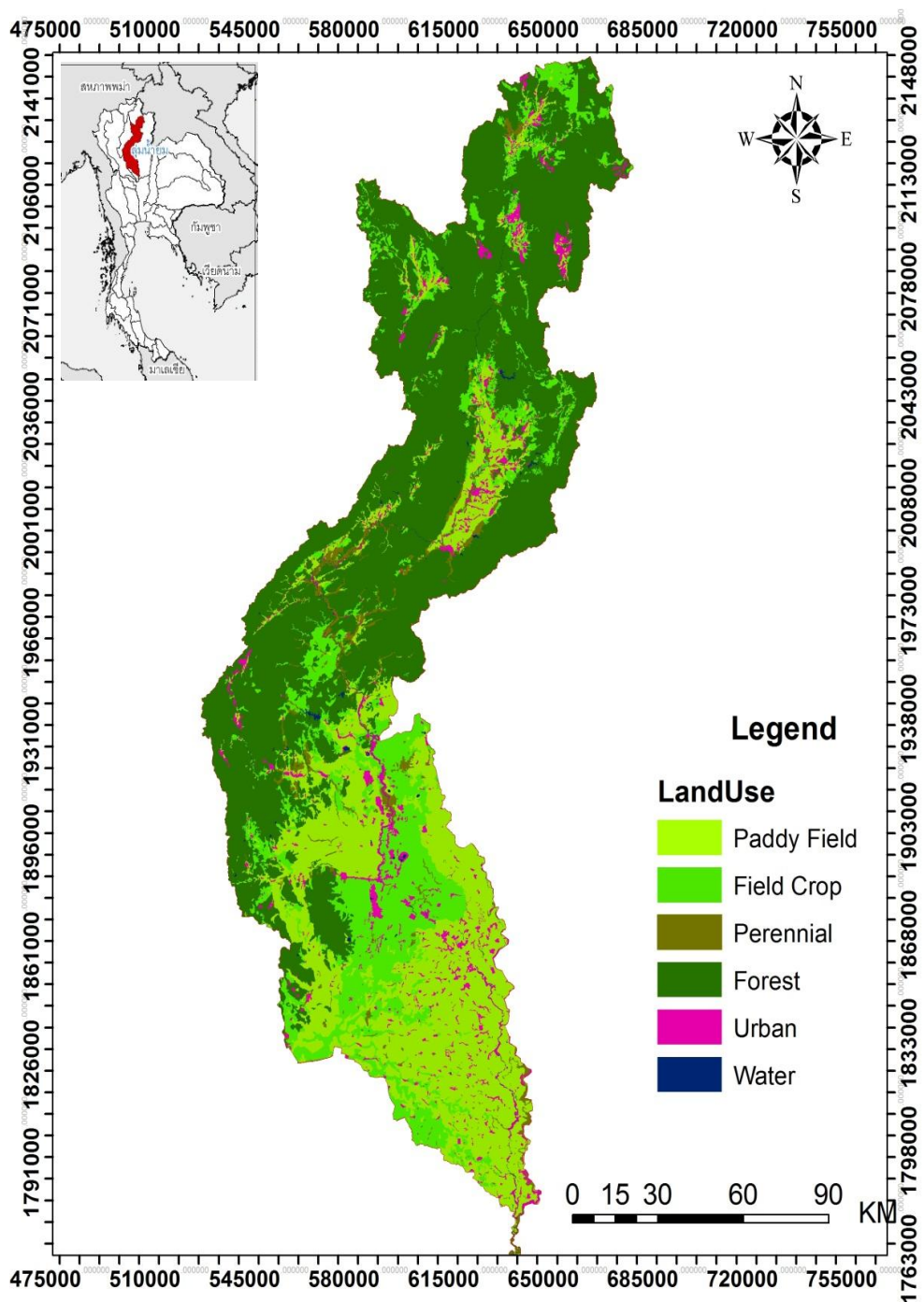
Code	การใช้ที่ดิน	2531		2538		2546		2552	
		ตร.กม.	(%)	ตร.กม.	(%)	ตร.กม.	(%)	ตร.กม.	(%)
A1	นาข้าว	6,237.16	26.04	6,904.51	28.83	6,118.47	25.55	6,334.18	26.45
A2	พืชไร่	2,791.91	11.66	2,999.03	12.52	3,914.12	16.34	3,458.88	14.44
A3	ไม้ยืนต้น	892.17	3.73	603.70	2.52	611.94	2.56	1,166.55	4.87
F	ป่าไม้	13,133.61	54.84	12,462.77	52.04	12,208.98	50.98	11,710.94	48.90
U	เมือง	701.88	2.93	768.35	3.21	893.96	3.73	998.18	4.17
W	Water	191.42	0.80	209.78	0.88	200.68	0.84	279.43	1.17
รวม		23,948.15	100.00	23,948.15	100.00	23,948.15	100.00	23,948.15	100.00



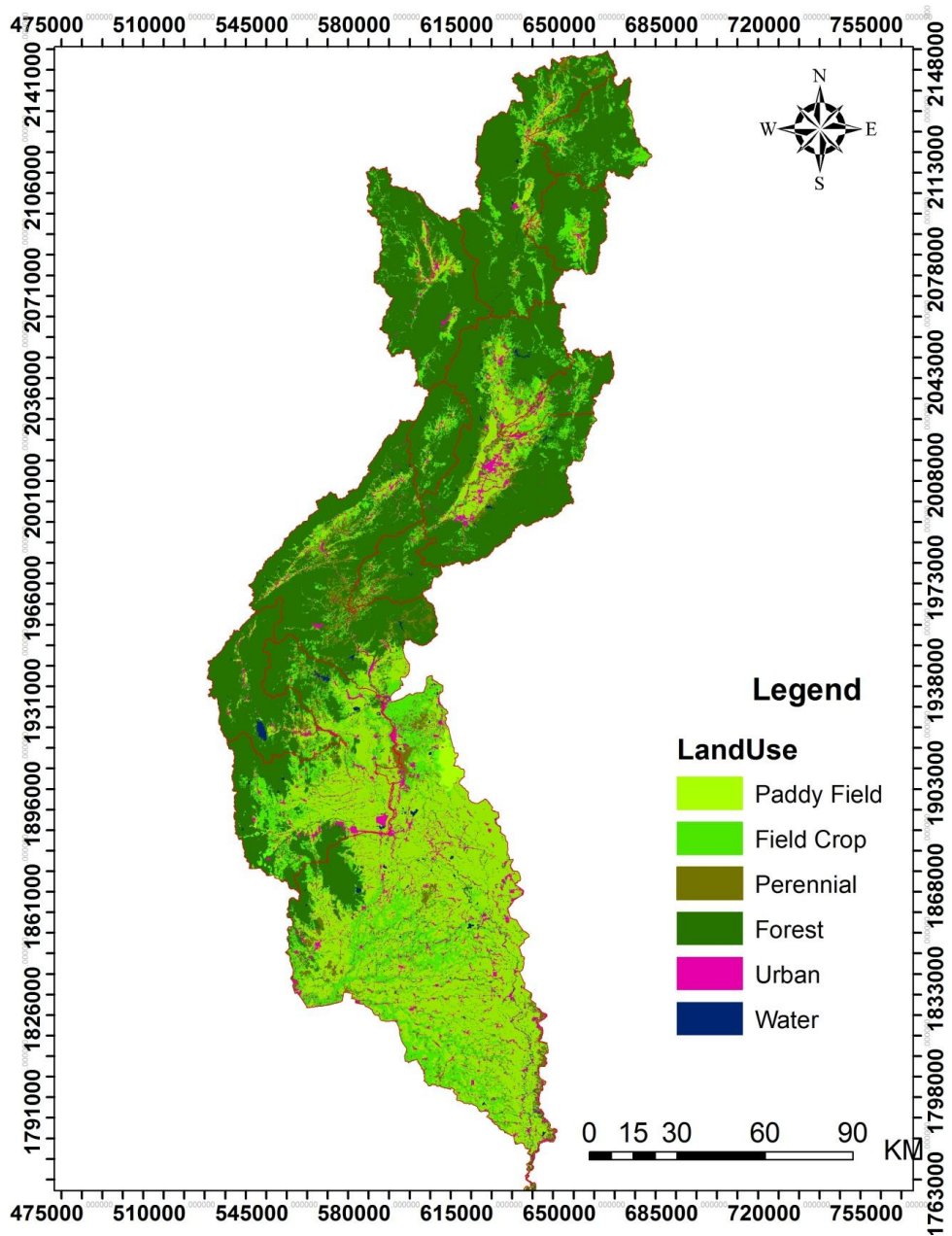
รูปที่ 1 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2531



รูปที่ 2 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2538



รูปที่ 3 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2546



รูปที่ 4 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2552

ตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยมตั้งแต่ปีพ.ศ.2531-
2552 (ตร.กม.)

2552 2531	นาข้าว	พืชไร่	ไม่ย่นต้น	พื้นที่ป่า	ที่อยู่อาศัย	แหล่งน้ำ	พื้นที่รวม
นาข้าว	5,369.41	726.89	52.60	-	77.50	10.75	6,237.16
พืชไร่	401.14	1,845.86	312.44	-	232.47	-	2,791.90
ไม่ย่นต้น	343.12	-	549.05	-	-	-	892.17
พื้นที่ป่า	220.50	886.13	252.46	11,710.94	23.38	40.21	13,133.61
ที่อยู่อาศัย	-	-	-	-	664.84	37.05	701.88
แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	191.42	191.42
พื้นที่รวม	6,334.18	3,458.88	1,166.56	11,710.94	998.18	279.43	23,948.14

ตารางที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยมตั้งแต่ปีพ.ศ.2531-
2552 (%)

2552 2531	นาข้าว	พืชไร่	ไม่ย่นต้น	พื้นที่ป่า	ที่อยู่อาศัย	แหล่งน้ำ	พื้นที่รวม
นาข้าว	22.42	3.04	0.22	-	0.32	0.04	26.04
พืชไร่	1.68	7.71	1.30	-	0.97	-	11.66
ไม่ย่นต้น	1.43	-	2.29	-	-	-	3.73
พื้นที่ป่า	0.92	3.70	1.05	48.90	0.10	0.17	54.84
ที่อยู่อาศัย	-	-	-	-	2.78	0.15	2.93
แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	0.80	0.80
พื้นที่รวม	26.45	14.44	4.87	48.90	4.17	1.17	100.00

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำยมเป็น 6 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่นาข้าว พื้นที่ปลูกพืชไร่ พื้นที่ไม้ยืนต้น พื้นที่อยู่เมืองและพื้นที่แหล่งน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำยมระหว่างปี พ.ศ.2531-2552 เป็นดังนี้ (รูปที่ 1 ถึง 4)

จากรูปที่ 1 ถึง 4 และตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ในปี พ.ศ. 2531 ลุ่มน้ำยมมีพื้นที่ประเภทป่าไม้มากที่สุด โดยมีพื้นที่ 13,133.61 ตร.กม.หรือคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 54.84 ของพื้นที่ทั้งหมด แต่ในปี พ.ศ. 2552 ป่าไม้มีพื้นที่ลดลงเหลือ 11,710.94 ตร.กม.หรือคิดเป็นร้อยละ 48.9 รองลงมคือพื้นที่เกษตรกรรมโดยแบ่งเป็น นาข้าว 6,237.16 ตร.กม.หรือร้อยละ 26.04 พืชไร่ 2,791.91 ตร.กม. หรือร้อยละ 11.66 ไม้ยืนต้น 892.17 ตร.กม.หรือร้อยละ 3.73 ในปี พ.ศ. 2531 และนาข้าว 6,334.18 ตร.กม.หรือร้อยละ 26.45 พืชไร่ 3,458.88 ตร.กม.หรือร้อยละ 14.44 ไม้ยืนต้น 1,166.55 ตร.กม.หรือร้อยละ 4.87 ในปี พ.ศ. 2552 พื้นที่เมือง (ที่อยู่อาศัย หมู่บ้าน สถานที่ราชการ โรงงานต่าง ๆ) มีพื้นที่ 701.88 ตร.กม.หรือร้อยละ 2.93 ในปี พ.ศ. 2531 และ 998.18 ตร.กม.หรือร้อยละ 4.17 ในปี พ.ศ. 2552

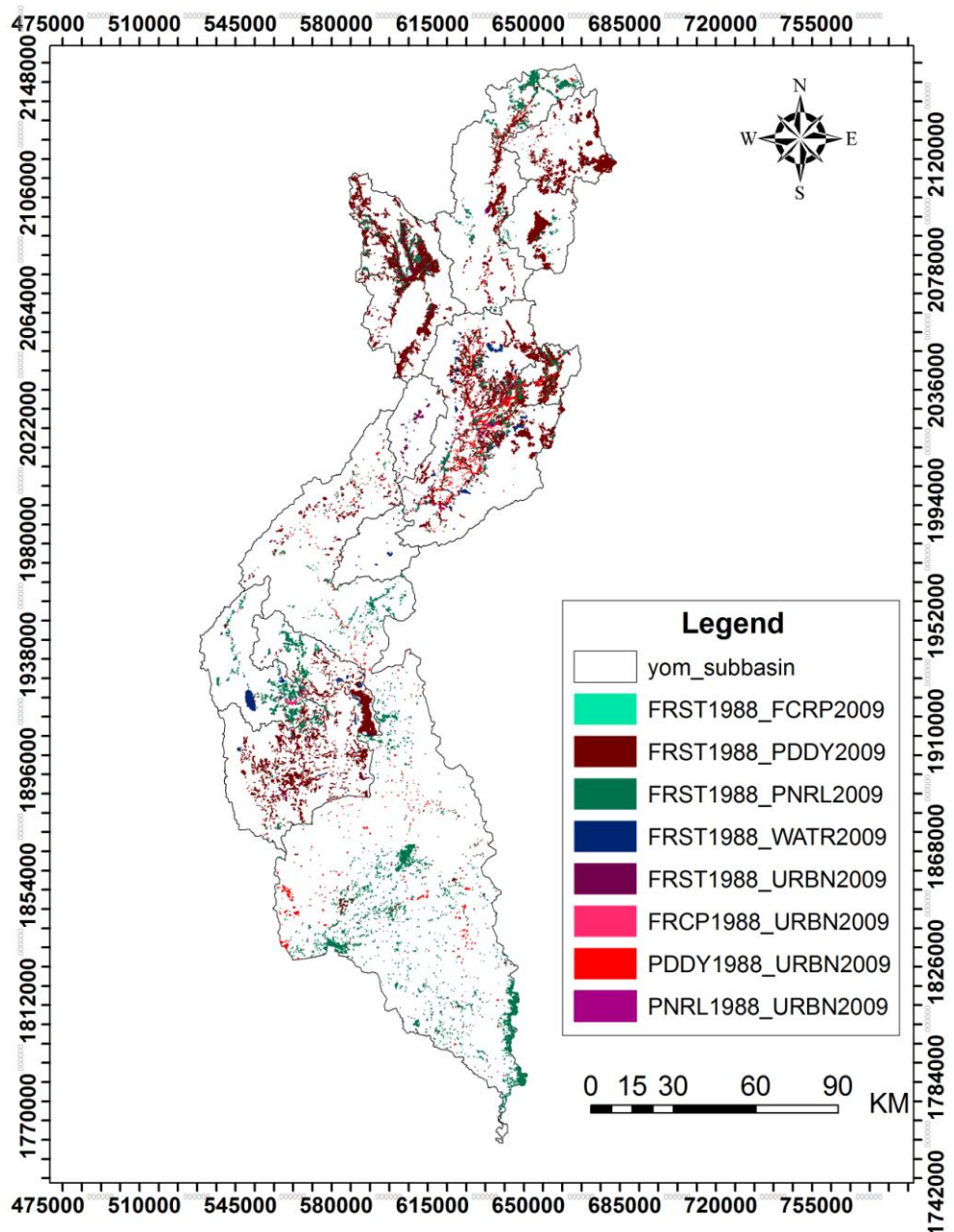
พื้นที่แหล่งน้ำ(แหล่งน้ำธรรมชาติ (และแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น) ในปี พ.ศ. 2531 มีพื้นที่ 191.42 ตร.กม.หรือร้อยละ 0.80

ในปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ 279.43 ตร.กม. หรือร้อยละ 1.17 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม

จากตารางที่ 3-4 และรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ป่าในปีพ.ศ. 2531 เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่พืชไร่ในปี พ.ศ. 2552 มากที่สุด คือ 886.134 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 3.7 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือคิดพื้นที่ป่าที่เปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด (นาข้าว พืชไร่ ไม้ยืนต้น) 1,359.09 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 5.67 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พื้นที่เมืองมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นโดยเปลี่ยนจากพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรม (นาข้าว พืชไร่ ไม้ยืนต้น)ในปี พ.ศ. 2531 ไปเป็นพื้นที่เมืองในปี พ.ศ. 2552 เป็นพื้นที่ 333.34 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 2.26 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

อภิปรายผลและบทสรุป

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยมระหว่างปีพ.ศ. 2531-2552 ส่วนใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด บริเวณด้านบนของพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพเป็นเทือกเขาสูงมีที่ราบระหว่างเขา ซึ่งพื้นที่ป่าบริเวณด้านบนส่วนใหญ่ได้กลายเป็นพื้นที่เกษตรกรรมส่วนด้านล่างของลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่เมือง (พื้นที่อยู่อาศัย และโรงงานอุตสาหกรรม) (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2531-2552

โดยข้อมูลและผลการวิเคราะห์ที่ได้จาก	รูปธรรม มีเป้าหมายในพื้นที่อย่างชัดเจน
การศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็น	เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีประสิทธิภาพ
ข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการสนับสนุนในการ	และยั่งยืนในอนาคต
ตัดสินใจ ในการกำกับ ติดตาม ควบคุม และ	
วางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่ม	
น้ำยม ให้การจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดิน	
ในพื้นที่ลุ่มน้ำมีประสิทธิภาพอย่างเป็น	

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และขอขอบคุณภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในการสนับสนุนเครื่องมือและสถานที่ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จเร ทองด้วง. ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณการใช้น้ำของพืช ต่อสมดุลของน้ำและลักษณะการไหลของน้ำลุ่มน้ำยม, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ,ภาควิชาอนุรักษ-วิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

ประชุมพร นิวัติศยกุล. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการประเมินศักยภาพทรัพยากรน้ำและดิน บริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง ประเทศไทย, วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ,สหสาขาวิชา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542

พัฒนศักดิ์ แสนมาตย์ .การศึกษาคุณลักษณะทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำยม โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-HMS ,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ,ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2550.

อมเรศ บกสุวรรณ .สภาพความแห้งแล้งในลุ่มน้ำยม ,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ,ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.