



วิทยานิพนธ์

การประยุกต์การสำรวจระยะไกล เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลง
การใช้ที่ดินและดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณเขตเตอร์
แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง

**Application of Remote Sensing for Land Use Change Prediction
and Normalized Difference Vegetation Index in Mae-Huad
Sector of Mae-Ngao Demonstration Forest, Amphoe Ngao,
Changwat Lampang**

นายอดิศร สารวงศ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๑



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์)

ปริญญา

การจัดการป่าไม้

การจัดการป่าไม้

สาขา

ภาควิชา

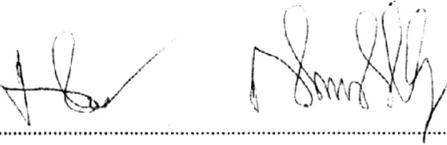
เรื่อง การประยุกต์การสำรวจระยะไกล เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณเซกเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง

Application of Remote Sensing for Land Use Change Prediction and Normalized Difference Vegetation Index in Mae-Huad Sector of Mae-Ngao Demonstration Forest, Amphoe Ngao, Changwat Lampang

นามผู้วิจัย นายอดิศร สารวงศ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

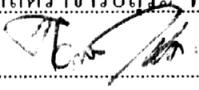
ประธานกรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสงค์ สงวนธรรม, วท.ม.)

กรรมการ

( รองศาสตราจารย์สุระ พัฒนเกียรติ, วท.ค.)

กรรมการ

( รองศาสตราจารย์คอรัก มารอด, D.Sci.)

หัวหน้าภาควิชา

( รองศาสตราจารย์สันติ สุขสอาด, วท.ค.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์วินัย อวองหนาม, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 1 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์การสำรวจระยะไกล เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน
และดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณเขตเตอร์แม่หวด
ของป่าสาธิตแม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง

Application of Remote Sensing for Land Use Change Prediction and Normalized Difference
Vegetation Index in Mae-Huad Sector of Mae-Ngao Demonstration Forest, Amphoe Ngao,
Changwat Lampang

โดย

นายอดิศร สารวงศ์

เสนอ

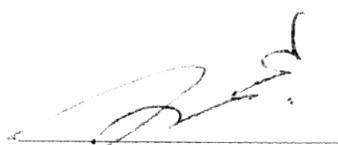
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์)

พ.ศ. 2551

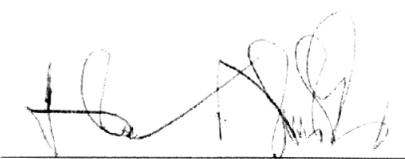
อดิศร สารวงศ์ 2551: การประยุกต์การสำรวจระยะไกล เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่จาว อำเภอจาว จังหวัด ลำปาง ปรินญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาการจัดการป่าไม้ ภาควิชาการจัดการป่าไม้ ปรธานกรรกรที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสงค์ สงวนธรรม, วท.ม. 97 หน้า

การศึกษาเรื่องการใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณป่าสาธิตแม่จาว เขตเตอร์แม่หวด อำเภอจาว จังหวัดลำปาง ใช้การ วิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองมาร์คอฟ และเซลล์ู ลาดอโตมาตา เพื่อศึกษารูปแบบและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2548 และคาดการณ์การ ใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 รวมถึงการศึกษาดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ.2548

จากการศึกษา พบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษามีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 284,324.91 ไร่ รูปแบบการใช้ที่ดินมี 12 ประเภท คือ นาข้าว พืชไร่ ไม้ผลและ ไม้ยืนต้น ป่าเสื่อมโทรม ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง สวน ป่า ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประ โยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2536-2542 มีพื้นที่เปลี่ยนแปลงรวมทั้งสิ้น 14,479.88 ไร่ โดยพื้นที่พืชไร่ มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าเสื่อม โทรม พื้นที่ไม้ผลและ ไม้ยืนต้น และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ในขณะที่พื้นที่ป่าเบญจพรรณมีพื้นที่ลดลงมากที่สุด รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่สวนป่า และนาข้าว ตามลำดับ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2542-2548 มีพื้นที่เปลี่ยนแปลงรวมทั้งสิ้น 28,052.75 ไร่ โดยพื้นที่ป่าเสื่อม โทรม มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาเป็นพื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ไม้ผลและ ไม้ยืนต้น พื้นที่สวนป่า และพื้นที่อื่น ๆ ในขณะที่พื้นที่ ป่าเบญจพรรณมีพื้นที่ลดลงมากที่สุด รองลงมาเป็น ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำ จากการทดสอบความ ถูกต้องของแบบจำลอง พบว่า มีความถูกต้อง 70.54 เปอร์เซ็นต์ และจากการเปรียบเทียบการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 จากข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และ 2542 และ ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2542 และ 2548 เป็นฐาน ในการดำเนินการวิเคราะห์ พบว่า ผลลัพธ์ของการคาดการณ์ที่ได้ไม่แตกต่างกัน สำหรับการจำแนกดัชนีความ แตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณมีค่าอยู่ระหว่าง -0.12 – 0.68 โดย ค่าเฉลี่ยดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณของพื้นที่ป่าดิบเขามีค่าสูงที่สุด รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่า เบญจพรรณ พื้นที่อื่น ๆ พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ไม้ผลและ ไม้ยืนต้น พื้นที่ชุมชนและ สิ่งปลูกสร้าง พื้นที่พืชไร่ พื้นที่นาข้าว พื้นที่สวนป่า และพื้นที่แหล่งน้ำ



ลายมือชื่อนิสิต



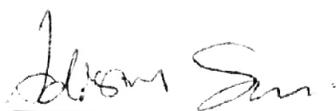
ลายมือชื่อประธานกรรมการ

21 / เมษ / 51

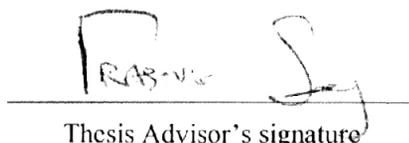
Adisorn Sanwong 2008: Application of Remote Sensing for Land Use Change Prediction and Normalized Difference Vegetation Index in Mae-Huad Sector of Mae-Ngao Demonstration Forest, Amphoe Ngao, Changwat Lampang. Master of Science (Forestry), Major Field: Forest Management, Department of Forest Management. Thesis Advisor: Assistant Professor Prasong Sanguantam, M.Sc 97 pages.

The study of the Application of Remote Sensing for Land Use Change Prediction and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was conducted at the Mae-Huad Sector, Mae-Ngao demonstration Forest, Amphoe Ngao, Changwat Lampang. The satellite data was created and analyzed using the Geographic Information System to prepare the information of land use area in 1993, 1999 and 2005. The Markov Chain Model and Markov Cellular Automata techniques were introduced in order to study the changing land use area between 1993-1999 and 1999-2005 and to predict further change for 2011. In a separate study the NDVI value was calculated using satellite data for land use type in 2005.

The study site covered 284,324.91 area of rai. It found that there were 12 different land use types, such as rice field, field crop, orchard, degraded forest, dry evergreen forest (DE), hill evergreen forest (HE) mixed deciduous forest (MD), dry dipterocarp forest (DD), forest plantation, residential area, water area and others. The total change of land use area between 1993-1999 was 14,392.58 rai. The largest increase was in field crop area followed by degraded forest, orchard and residential area. The largest reduction was in MD, followed by DD, DE, forest plantations and rice field. The total change of land use area between 1999-2005 was 28,052.75 rai. The largest increase was in degraded forest followed by rice field, field crop, DD, DE, orchard, forest plantation and others. The largest reduction was in MD, followed by residential area and water area. The model used for this study is 70.54 % accurate. Using information from 1993, 1999 and 2005, the predicted land use for 2011 shows no significant difference. The NDVI value of 2005 was in the range of -0.12 – 0.68, with HE showing the largest average value followed by DE, MD, other area, degraded area, DD, orchard, residential area, field crop, rice field, forest plantation and water areas.



Student's signature



Thesis Advisor's signature

21 / April / 2008

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ได้นั้น เพราะได้รับความกรุณาจากหลาย ๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสงค์ สงวนธรรม ในฐานะประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ได้ให้แนวทาง คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ รองศาสตราจารย์สุระ พัฒนเกียรติ ในฐานะกรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ซึ่งเป็นผู้ที่คอยกระตุ้นและให้แนะนำต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ รองศาสตราจารย์ดอกรัก มารอด ในฐานะกรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มให้ข้อคิด และคำแนะนำเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่ให้ความช่วยเหลือเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล พีปาน วน.49 พีบอย วน.57 ที่ช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึง น้องอัญญ วน.65 น้องแมว วน.65 และน้องๆ วนศาสตร์รุ่น 68 ที่ช่วยเก็บข้อมูลภาพสนาม ซึ่งทำให้การวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้อง ที่ได้ให้กำลังใจ การสนับสนุนเงินทุนในด้านการศึกษาดำเนินการด้วยดีเสมอมา และคอยเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้า ตั้งแต่ต้นตลอดมา

อดิศร สารวงศ์
กุมภาพันธ์ 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	25
อุปกรณ์	25
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	35
สรุปและข้อเสนอแนะ	86
สรุป	86
ข้อเสนอแนะ	87
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	89
ภาคผนวก	92

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การประเมินค่าความถูกต้องของผลการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2548	40
2	การจำแนกการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่แกว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2536 2542 และ 2548	41
3	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2536 – 2542	50
4	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่แกว อำเภองาว จังหวัดลำปางระหว่างปี พ.ศ. 2536 – 2542	51
5	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2548	58
6	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่แกว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2548	59
7	ค่าความน่าจะเป็น (probability) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยใช้แบบจำลองมาร์คอฟ	62
8	ค่าการถ่ายโอน (transition area) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยใช้แบบจำลองมาร์คอฟ	63
9	ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟ และเซลล์ลูลาอโตมาตา	64
10	การประเมินค่าความถูกต้องการคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548 ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลล์ลูลาอโตมาตา	67
11	ความแตกต่างระหว่างข้อมูลจากแบบจำลอง กับข้อมูลการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	68
12	ค่าความน่าจะเป็น (probability) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของช่วงเวลาปี พ.ศ. 2536 และ ปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานการวิเคราะห์	72
13	ค่าความน่าจะเป็น (probability) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของช่วงเวลาปี พ.ศ. 2542 และ ปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานการวิเคราะห์	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ค่าการถ่ายโอน (transition area) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของช่วงเวลาปี พ.ศ. 2536 และ ปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานการวิเคราะห์	74
15	ค่าการถ่ายโอน (transition area) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของช่วงเวลาปี พ.ศ. 2542 และ ปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานการวิเคราะห์	75
16	ผลการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 โดยข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 และข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานการวิเคราะห์	76
17	การประเมินค่าความถูกต้องการคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลล์อัตโนมัติ ระหว่างการใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 และข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานการวิเคราะห์	79
18	ค่าทางสถิติดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง	84
ตารางผนวกที่		
1	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 – 2542	93
2	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2542 – 2548	94
3	ประเภทการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง	97

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษาวิจัย	24
2	ขั้นตอนการศึกษาการจำแนกและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน	29
3	ขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมของแบบจำลองสำหรับคาดการณ์การใช้ที่ดิน	32
4	ขั้นตอนการศึกษาการเปรียบเทียบการกำหนดช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554	33
5	แผนที่การใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2536	42
6	แผนที่การใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2542	43
7	แผนที่การใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2548	44
8	แผนที่แสดงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2536- 2542	52
9	แผนที่แสดงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2542- 2548	60
10	แผนที่การใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการคาดการณ์	65
11	เปรียบเทียบระหว่างแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลล์อโตมาตา (ก) กับแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีผสมผสาน (ข)	69
12	เปรียบเทียบระหว่างแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลล์อโตมาตา โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ (ก) กับแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 ที่ได้จากการใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ (ข)	77
13	ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2548	85

การประยุกต์การสำรวจระยะไกล เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน
และดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณเขตเตอร์แม่หวด
ของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอหวด จังหวัดลำปาง

**Application of Remote Sensing for Land Use Change Prediction and Normalized
Difference Vegetation Index in Mae-Huad Sector of Mae-Ngao Demonstration
Forest, Amphoe Ngao, Changwat Lampang**

คำนำ

ในอดีตประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีความสำคัญในด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์ เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ประกอบกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการดำเนินนโยบายของรัฐบาลในการสนับสนุนและส่งเสริมกิจกรรมการพัฒนาต่าง ๆ ทั้งในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ทำให้มีความต้องการในการใช้พื้นที่เพื่อประกอบกิจกรรมดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น มีการบุกรุกเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินกันอย่างกว้างขวาง ทำให้เกิดปัญหาวิกฤตทางสิ่งแวดล้อมติดตามมา เช่น การชะล้างพังทลายของดิน การเกิดภาวะภัยแล้ง น้ำท่วม และแผ่นดินถล่ม ดังนั้น การจัดการการใช้ที่ดินในพื้นที่ดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมุ่งเน้นให้มีรูปแบบที่เหมาะสมต่อศักยภาพและหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ แต่การจัดการดังกล่าวจะต้องประเมินรูปแบบของการใช้ที่ดินในปัจจุบันและแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถสนับสนุนการจัดการดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง เพราะการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินของพื้นที่จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาพอสมควร ดังนั้น การทราบข้อมูลล่วงหน้าจะเป็นการเตรียมการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอหวด จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญกับวิถีการดำเนินชีวิตของชุมชนท้องถิ่น มีการใช้ที่ดินในพื้นที่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งปัจจุบันประชากรในพื้นที่เพิ่มขึ้น รวมถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่บีบบังคับ เป็นผลทำให้เกิดปัญหาการใช้ที่ดินในพื้นที่ ได้แก่ ปัญหาเรื่องดินและน้ำเสื่อมโทรม ปัญหาทรัพยากรป่าไม้ และสัตว์ป่าลดลงและเสื่อมสภาพเนื่องจากการบุกรุกพื้นที่ โดยสาเหตุของปัญหาเกิดเนื่องจากมนุษย์

พยายามปรับสภาพแวดล้อมให้เป็นที่ไปตามความต้องการ ทำให้รูปแบบการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา

ดังนั้นการนำเทคโนโลยีด้านการสำรวจระยะไกล โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม มาประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีและหลักการของมาร์คอฟ (markov) และเซลลูลาอโตมาตา (cellular automata) เพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงและคาดการณ์ใช้ประโยชน์ที่ดิน น่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยสร้างข้อมูลพื้นฐาน เพื่อใช้ในการวางแผนการจัดการการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอหาง จังหวัดลำปาง ในปี พ.ศ. 2536 2542 และ 2548 โดยการแปลตีความด้วยดาวเทียม
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเหมาะสมของแบบจำลอง และคาดการณ์การใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอหาง จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2554
3. เพื่อจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ตามรูปแบบการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548

การตรวจเอกสาร

1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ที่ดิน ในทางวิชาการด้านทรัพยากรที่ดิน หมายถึง ชีวมณฑลบนพื้นผิวโลกประกอบด้วย ชั้นบรรยากาศ ชั้นดิน ชั้นหิน ลักษณะความลาดเทของพื้นที่ ลักษณะทางอุทกวิทยา พืช สัตว์ และผลที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ทั้งในอดีตและปัจจุบัน

ที่ดิน ตามประมวลกฎหมายที่ดิน พ.ศ. 2497 มาตรา 1 และตามพระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 มาตรา 4 (1) ได้บัญญัติความหมายของคำว่า “ที่ดิน” ไว้เหมือนกันว่า “ที่ดิน” หมายถึง พื้นที่ดินทั่วไป และให้หมายความถึง ภูเขา ห้วย หนอง คลอง บึง บาง ลำน้ำ ทะเลสาบ เกาะ และที่ชายทะเลด้วย

กล่าวโดยสรุปคือ ที่ดิน หมายถึง พื้นที่ดินทั่วไปบนพื้นผิวโลก ไม่ว่าที่ดินนั้นจะเป็นที่ดินประเภทใด จะอยู่เหนือน้ำหรือใต้น้ำก็ถือเป็นที่ดินทั้งสิ้น แต่ส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินขึ้นไปหรือลึกลงไปจากพื้นผิวดินนั้นเราไม่ถือว่าเป็นที่ดิน แต่เป็นแดนกรรมสิทธิ์

ดังนั้น จึงสามารถกล่าวได้ว่า การใช้ประโยชน์ที่ดิน หมายถึง การนำที่ดินมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตามวัตถุประสงค์และความต้องการในด้านต่าง ๆ เช่น การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม การก่อสร้างสาธารณูปโภค และใช้เป็นที่ก่อสร้างที่อยู่อาศัย เป็นต้น

2. การวางแผนการใช้ที่ดิน

อภิชาติ (2535) กล่าวว่า การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินที่เหมาะสมเป็นหลักในการเพิ่มพูนความอุดมสมบูรณ์ของดิน ไปด้วย พื้นที่หนึ่ง ๆ อาจจะมีวัตถุประสงค์หลักอย่างหนึ่ง ในขณะที่เดียวกันต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ ตลอดจนระยะเวลาในการใช้ที่ดิน และการบำรุงรักษา ดิน ไปด้วย จึงจะทำให้เกิดผลดีทางด้านเศรษฐกิจ คุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพช่วยในการอธิบายศักยภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ดินดีจะทำให้ผลผลิตสูง ในขณะที่ดินเลวให้ผลผลิตต่ำ ยกตัวอย่างเช่น ดินของป่าเต็งรังเป็นดินที่มีการระบายน้ำเร็ว ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ เป็นดินที่มีคุณภาพดีต่อป่าเต็งรัง แต่อาจจะเป็นพื้นที่ดินที่เลวสำหรับป่าอื่น ๆ หรือพืชผลทางการเกษตรกรรม

เป็นต้น ดังนั้น ความเข้าใจเกี่ยวกับสมรรถนะของดิน ความเหมาะสมของเทคโนโลยี และความ เป็นไปได้ของการใช้พื้นที่ดิน จะเป็นตัวกำหนดในการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสม การเพิ่มของ ประชากรเป็นต้น เหตุของปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความอดอยากเป็นแรงบีบบังคับให้ ประชากรตัดไม้ทำลายป่า ตลอดจนวิธีการตัดแล้วเผา เพื่อใช้พื้นที่ในการเกษตรกรรม ดังนั้น เพื่อที่จะให้เข้าใจถึงปัญหาในแต่ละพื้นที่ ความขัดแย้งกันระหว่างนักวางแผนและหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐบาลจะต้องหลีกเลี่ยง ควรจะพิจารณาถึงทางเลือกในการใช้ที่ดินเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดต่าง ๆ

3. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน หมายถึง การใช้ที่ดินในกิจกรรมต่าง ๆ บนพื้นที่ดิน และทำสิ่งปลูก สร้างขึ้นเพื่อสนองประโยชน์ทั้งทางตรง และทางอ้อมแก่มนุษย์

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีรายละเอียดดังนี้

1. การจำแนกตามสมบัติทางชีวกายภาพของที่ดินเฉพาะอย่าง เช่น การจำแนกสังคมพืชป่า ไม้ การจำแนกลักษณะแผ่นดิน เป็นต้น ข้อมูลจากการจำแนกเหล่านี้ใช้สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานใน การประเมินที่ดิน การวางแผนใช้ที่ดิน และการค้นคว้าวิจัย

2. การจำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ การจำแนกตามการใช้ที่ดินปัจจุบัน โดยอาศัยข้อมูลจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมพร้อมตรวจสอบกับพื้นที่จริง การจำแนกสมรรถนะของที่ดินและการจำแนกความเหมาะสมของที่ดิน (ดรรรชนี, 2531)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2538) ได้แบ่งระบบการจำแนกสภาพการใช้ ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมผิวดินตามที่พจนานุกรมข้อมูลกำหนดไว้ดังนี้

1. พื้นที่ป่าไม้ หมายถึง พื้นที่ป่าไม้ทุกประเภทที่พบ พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ป่าไม้ถูก ทำลายแต่ยังมีสภาพเป็นป่าไม้อยู่ และสวนป่า

2. พื้นที่เกษตรกรรม หมายถึง พื้นที่นา ไม้ยืนต้น พืชไร่ทุกประเภท รวมทั้งพื้นที่เพาะปลูก ในขณะนั้น แม้ว่าจะเป็นพื้นที่ที่ได้จากการทำลายป่า

3. พื้นที่อยู่อาศัย หมายถึง หมู่บ้าน ชุมชน สถานที่ราชการ

4. แหล่งน้ำ หมายถึง แม่น้ำ ลำน้ำสายหลัก แหล่งน้ำที่มีมนุษย์สร้างขึ้น เช่น บ่อน้ำ อ่างเก็บน้ำ

4. การสำรวจระยะไกล (remote sensing)

Swain and David (1978) ได้ให้คำจำกัดความของการสำรวจจากระยะไกลไว้ว่าเป็นศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ การวัดที่ระยะห่างจากวัตถุ โดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุนั้น ซึ่งในการวัดของระบบการสำรวจจากระยะไกลเกือบทั้งหมดเป็นการวัดพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สะท้อนมาจากวัตถุที่สนใจ

สุวิทย์ (2527) กล่าวว่า เป็นการวัดหรือตรวจสอบคุณสมบัติของวัตถุบนโลก โดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุนั้นโดยตรง การสำรวจระยะไกลทางด้านเทคโนโลยี หมายถึง การใช้เครื่องบินหรือดาวเทียมเป็นยานสำรวจ (platform) สำหรับติดตั้งเครื่องมือ เพื่อจะศึกษาสิ่งที่อยู่ไกลออกไป คือ ทรัพยากรบนพื้นโลกนั่นเอง อุปกรณ์ที่ติดตั้งเรียกว่า Remote Sensor หรือ Sensor ซึ่งใช้วัดพลังงานที่สะท้อนหรือปล่อยออกมาจากทรัพยากรบนโลกโดยอาศัยคุณสมบัติพิเศษของแต่ละทรัพยากรที่สะท้อนหรือปล่อยออกมาเพื่อที่จะทราบว่า ทรัพยากรนั้นคืออะไร มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ประสงค์ (2528) กล่าวว่า การสำรวจระยะไกล เป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ว่าด้วยการศึกษาข้อมูลจากระยะไกล โดยผ่านกระบวนการเก็บบันทึกข้อมูล (recording) ด้วยเครื่องมือเก็บบันทึกข้อมูล (sensor) ที่ทำการติดตั้งบนยานพาหนะ ข้อมูลดังกล่าวจะส่งผ่านหรือถ่ายทอดสัญญาณข้อมูล (data transmission) ไปยังแหล่งจัดระเบียบข้อมูล เพื่อทำการประมวลผลข้อมูล (data processing) และส่งไปยังผู้รับต่อไป

Lillesand and Kiefer (1994) ได้กล่าวไว้ว่า การสำรวจจากระยะไกล เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ของการได้รับข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องมือที่ดำเนินการ โดยไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น

ดาราศาสตร์ (2536) รายงานว่า การศึกษาสภาพของโลกจากการสำรวจจากระยะไกล เริ่มขึ้นเมื่อได้มีการประดิษฐ์คิดค้นกล้องถ่ายภาพในปี พ.ศ. 2369 ซึ่งถือได้ว่าเป็นการประมวลผลการสำรวจ และการบันทึกอันเป็นศาสตร์ในการสำรวจจากระยะไกลเข้าไว้ด้วยกัน เมื่อมีการคิดค้นเกี่ยวกับชนิดของฟิล์มทำให้ขอบเขตการถ่ายภาพขยายออกไปนอกย่านแสงที่ตามองเห็น ศาสตร์ว่าด้วยการสำรวจจากระยะไกล โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากดาวเทียม ได้รับการขนานนาม และรู้จักกันอย่างแพร่หลายในปี พ.ศ. 2503 ซึ่งถือว่าเข้าสู่ยุคดาวเทียมอย่างแท้จริง

ในการได้มาซึ่งข้อมูลภาพ (image data) จากดาวเทียมประเภทต่าง ๆ ระบบการสำรวจจากระยะไกล Landsberg and Gower (1997) ได้กล่าวไว้ว่า โดยปกติเครื่องมือที่ติดตั้งบนดาวเทียมเป็นเครื่องวัดแบบพาสซีฟ (passive sensor) วัดรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ส่งออก หรือสะท้อนจากพื้นผิวโลก เมื่อโลกรับพลังงานและความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่เข้าสู่ชั้นบรรยากาศ สาเหตุจากรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อผ่านชั้นบรรยากาศจะถูกดูดกลืนไว้ (absorption) สะท้อนกลับ (reflectance) และเกิดการกระจัดกระจาย (scattering) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับเมฆ น้ำ ก๊าซ ฝุ่นละออง และอนุภาคอื่น ๆ ในบรรยากาศ ส่วนรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหลือเมื่อผ่านสู่พื้นผิวโลกจะถูกทำการดูดกลืน สะท้อน และกระจัดกระจาย พลังงานรังสี (คลื่นสั้น) ในรูปแบบต่าง ๆ เมื่อพื้นผิวโลกดูดกลืนพลังงานของรังสีคลื่นสั้นไว้แล้ว หลังจากนั้นจะปล่อยออกมาในรูปแบบรังสีคลื่นยาว Howard (1991) กล่าวว่ารังสีที่สะท้อนจากพื้นผิวโลกในลักษณะต่าง ๆ ผู้เครื่องวัดของการสำรวจระยะไกล มีประมาณ 8-15 เปอร์เซ็นต์ของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้าสู่ชั้นบรรยากาศ หรือโดยเฉลี่ยประมาณ $0.228 \text{ cal/cm}^2 / \text{min}$ โดยพบว่าสะท้อนหิมะประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ป่าไม้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ดินชื้นประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ หรือน้ำประมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์

ข้อมูลภาพที่ได้จากพลังงานแสงที่สะท้อนสู่เครื่องวัด จะถูกเก็บอยู่ในรูปข้อมูลดิจิทัล โครงสร้างของข้อมูลจะเป็นตารางกริด แต่ละช่องกริดของข้อมูลภาพมักเรียกว่าจุดภาพ หรือ “pixel” โดยในแต่ละจุดภาพแสดงค่าตัวเลขจำนวนเต็มบวกที่เรียกว่า ตัวเลขดิจิทัล (Digital Number - DN) ซึ่งค่าเหล่านี้อาจเป็นตัวแทนของค่าการแผ่รังสี (radiance หรือ spectral brightness หรือ reflectance value) ในข้อมูลดาวเทียม หรืออาจจะเป็นค่าระดับความสูง (elevation) ค่าความลาดชัน (slope gradient) ก็ได้ (กาญจนาภิเษกร, 2541) โดยข้อมูลภาพที่ได้แม้ไม่แสดงว่าได้บ่งบอกโดยตรงเกี่ยวกับค่าตัวแปรของสิ่งที่สนใจต่าง ๆ แต่ข้อมูลภาพจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่สนใจนั้น ๆ ทำให้เครื่องวัดรังสีที่สะท้อนจากสภาพพื้นผิวโลกในช่วงของความยาวช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นผิวโลกลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย

ข้อมูลภาพจากดาวเทียมแต่ละประเภท ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ กันอย่างมากมาย เช่น ข้อมูลภาพที่ได้จากดาวเทียม LANDSAT และดาวเทียม NOAA ของประเทศสหรัฐอเมริกา ดาวเทียม SPOT ของประเทศฝรั่งเศส ตลอดจนดาวเทียมของประเทศต่าง ๆ เช่น ประเทศในแถบยุโรป ญี่ปุ่น อินเดีย รัสเซีย และจีน เป็นต้น แต่ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ในด้านเกี่ยวกับดิน น้ำ พืชเกษตร และป่าไม้ ข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT ยังเป็นที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายมากกว่าของดาวเทียมชนิดอื่น ๆ ตามที่กล่าวมา

5. ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงคลื่นกับการปกคลุมของพืชพรรณ

ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงคลื่นกับการปกคลุมของพืชพรรณมีหลายลักษณะ เช่น การทำอัตราส่วน (ratioing) เพื่อหาลักษณะทางธรณีวิทยา และการทำค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (normalized difference vegetation index : NDVI) สำหรับการหาความแตกต่างของพืชพรรณ (vegetation monitoring) หรือเป็นช่วงบ่งชี้ถึงความหนาแน่นของมวลชีวภาพ ยิ่งค่า NDVI มีค่ามากก็จะมีความหนาแน่นของพืชพรรณมาก (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540) ปกติค่า NDVI เป็นสมการอย่างง่ายที่ใช้ข้อมูลดาวเทียมสองช่วงคลื่น ถ้าช่วงคลื่นหนึ่งเป็นช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น (visible : VIS) และอีกช่วงคลื่นหนึ่งคือช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (nearinfrared : NIR) ดังนั้น NDVI คือ อัตราส่วนระหว่าง

$$\frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$$

$$NIR + VIS$$

สมการที่สร้างขึ้นทั้งหมดสร้างขึ้นจากช่วงคลื่นใหม่ของภาพที่บรรจุจุดภาพต่อจุดภาพ คือ ค่า NDVI ของภาพ แต่โดยปกติค่า NDVI มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1 และค่าของจุดภาพอื่นมีค่าเท่ากับ 8 บิต ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีค่าอยู่ในช่วง 0 – 255 เนื่องจากดัชนีความเป็นพืชพรรณของพืชจะมีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ของพืชพรรณ ซึ่งสะท้อนอย่างมากในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ใบพืชสีเขียวมีการสะท้อนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยในช่วง 0.5 – 0.7 ไมครอน (เขียวถึงแดง) และประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 0.7 – 1.3 ไมครอน (อินฟราเรดใกล้) ซึ่งเห็นได้ชัดจากระดับชั้นบรรยากาศที่เหมาะสม แต่บางส่วนจะมีความแตกต่างตามการให้แสงสว่างและความลาดชันของพื้นผิว

6. การแปลตีความหมาย และการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การแปลตีความหมาย และการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image interpretation and analysis) มีการดำเนินการได้ 2 วิธีการ คือการแปลตีความหมายด้วยสายตา (visual interpretation) ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative) ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นค่าได้แน่นอนอาจจะออกมาในรูปของ ดี เลว หรือเปอร์เซ็นต์ กล่าวคือการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาไม่สามารถวัดออกมาเป็นเชิงปริมาณได้ทันที และการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงตัวเลข (digital analysis and processing) ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative) (สุพรรณ, 2536)

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา (visual interpretation) หรือการแปลตีความหมาย (photographic interpretation) หมายถึง การวินิจฉัย (identification) ว่าสิ่งที่เห็นควรเป็นสิ่งใด หรือน่าจะเป็นอะไร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิเคราะห์ (analyze) อย่างมีระบบเพื่อจะนำข้อมูล (data) และสารสนเทศ (information) จากหลายด้านมาประกอบกันเพื่อช่วยระบุว่าสิ่งที่เห็นในภาพนั้นน่าจะเป็นอะไรในพื้นที่จริง การแปลภาพถ่ายดาวเทียมจะอาศัยลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม คือ รูปร่าง (shape) รูปแบบการจัดเรียง (pattern) สี (color) ที่ตั้ง (site) และสิ่งแวดล้อมข้างเคียง (site and environment) เป็นปัจจัยสำคัญในการแปลตีความ นักแปลภาพที่ดีควรมีคุณสมบัติ ความรู้ภูมิหลัง (background) ความสามารถของสายตา (visual acuity) ความสามารถของจิตใจ (mental acuity) และประสบการณ์ (experiance) (ประสพชัย, 2536)

6.2 การวิเคราะห์ และประมวลผลเชิงตัวเลข (digital analysis and processing) จะเป็นการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าทางสถิติ หรือทฤษฎีทางสถิติเป็นข้อตัดสินใจ กระบวนการวิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลดาวเทียม สามารถแยกออกดังนี้

6.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนทำการวิเคราะห์ (preprocessing) ประกอบด้วย กระบวนการปรับแก้ความผิดพลาดทางคลื่น (radiometric correction) การแก้ไขความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (geometric correction) ของภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงกับข้อเท็จจริงบนผิวโลก

6.1.2 การเน้นภาพ หรือการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image enhancement) จะประกอบด้วยกระบวนการ ปรับแก้ระดับสีเทา (stretching) การกรองข้อมูล (spatial filtering) เพื่อความชัดเจนของข้อมูล

6.1.3 การแปลงค่าของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image transformation) เป็นการรวบรวมข้อมูลจากหลายช่วงคลื่นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ เช่น การหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ (spectral or band ratio) และ principal components analysis

6.1.4 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image classification) การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นขบวนการที่อาศัยค่าสถิติช่วยในการจัดกลุ่มและจำแนกประเภทข้อมูล อาทิเช่น ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุดของกลุ่ม (variance) เป็นต้น การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปมี 2 วิธีการได้แก่

1. การจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (supervised classification) การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีนี้ ผู้วิเคราะห์ข้อมูลจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือพอที่จะบอกได้ว่า พื้นที่ที่ทำการศึกษามีการใช้ที่ดินประเภทใดบ้าง ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิเคราะห์ต้องเป็นผู้ทำการกำหนดกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง (training area) ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณค่าสถิติของกลุ่มข้อมูลตัวอย่างและใช้เป็นดัชนีในการจำแนกหรือจัดข้อมูลที่ไม่ทราบ (unknown pixel) ให้อยู่ในกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการตัดสินใจ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

2. การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (unsupervised classification) การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีนี้ผู้วิเคราะห์ข้อมูลอาจไม่จำเป็นจะต้องมีความรู้หรือความคุ้นเคยกับพื้นที่ที่ทำการศึกษาก่อนที่จะทำการจำแนกประเภทข้อมูล ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่างของแต่ละประเภทข้อมูลให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพียงแต่กำหนดพื้นที่ข้อมูลตัวอย่างรวมซึ่งมีค่าการสะท้อนกลับของคลื่นหลากหลายและครอบคลุมทุกกลุ่มข้อมูล แต่หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่ละประเภทและต้องให้คำจำกัดความหรือความหมายของข้อมูลแต่ละประเภท ดังนั้นผู้วิเคราะห์จำเป็นต้องออกสำรวจข้อมูลภาคสนามบริเวณพื้นที่ศึกษาหรืออาจสอบถามจากผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ศึกษาก็ได้ (รัชมี, 2530)

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมากก่อนทำการแปล วิเคราะห์ หรือจำแนกประเภทข้อมูล คือ การเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (multitemporal approach) เนื่องจากวัตถุแต่ละชนิดอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล หรือช่วงเวลา ดังนั้นการวิเคราะห์ จำแนกประเภทข้อมูล หรือติดตามการเปลี่ยนแปลง (monitoring) จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจากหลายช่วงเวลามาใช้ในการเปรียบเทียบ

เพื่อความถูกต้อง และชัดเจนมากยิ่งขึ้น การเปลี่ยนแปลงตามช่วงคลื่น (multispectral approach) เนื่องจากวัตถุแต่ละชนิดจะมีการสะท้อน หรือดูดซึมพลังงานแตกต่างกัน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลช่วงคลื่นเดียวอาจจะจำแนกประเภทข้อมูลได้ไม่คืบค้ำ จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลหลายช่วงคลื่น มาวิเคราะห์หรือมาผสมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้น ระดับความหยาบละเอียดของข้อมูล (multilevel or multistage approach) เนื่องจากข้อมูลที่ไ้จากการสำรวจระยะไกลมีระดับความหยาบ ละเอียดแตกต่างกัน เช่นข้อมูลที่ไ้จากดาวเทียม LANDSAT TM5 มีความละเอียด 30 x 30 เมตร ข้อมูลดาวเทียม SPOT มีความละเอียด 20 x 20 เมตร ดังนั้นในการวิเคราะห์หรือจำแนกข้อมูล ควรจะมีระดับที่เหมาะสมกับข้อมูล ซึ่งทั้งการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยสายตา และวิเคราะห์ เทปบันทึกข้อมูลจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนที่เหมือนกันยกเว้นวิธีการแปล และวัสดุที่ใช้แตกต่างกัน ขั้นตอนต่างๆสรุปได้ดังนี้ (สุพรรณ, 2536)

1. ตรวจสอบข้อมูล และรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน
2. เก็บข้อมูลภาคพื้นดิน
3. แปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยสายตา หรือเครื่องคอมพิวเตอร์
4. จัดทำแผนที่
5. ตรวจสอบความถูกต้องทางภาคพื้นดิน

7. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

7.1 นิยามและความหมาย

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ “ระบบสารสนเทศ” และคำว่า “ทางภูมิศาสตร์” เป็นคำคุณศัพท์ของคำว่า “ภูมิศาสตร์” ซึ่งสุวิทย์ (2542) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบสำหรับนำเข้า การเก็บ การเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์ และการแสดงผลทางข้อมูลภูมิศาสตร์ หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) โดยนำข้อมูลเหล่านี้แสดงใน ลักษณะของจุด เส้น และพื้นที่รูปปิด ที่ควบคู่กันไป ข้อมูลคุณลักษณะ (attribute) ซึ่งแสดงลักษณะ เฉพาะตัวของแต่ละรูปแบบ

สุระ (2546) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือ หรือวิธีการที่ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการแสดงผลข้อมูลจากสภาพความเป็นจริงด้วยการอ้างอิงจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป โดยข้อมูลอ้างอิงภายใต้จุดพิกัดเดียวกัน จะเป็นข้อมูลทั้งในรูปของข้อความ รูปภาพ โดยถูกสร้างให้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ

กล่าวโดยสรุป ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ที่ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ เพื่อใช้สำหรับจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะให้สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์อย่างถูกต้องตามลักษณะพื้นที่ที่จริง และมีความเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบ สามารถใช้เป็นตัวแทนพื้นที่จริงในการศึกษาเพื่อให้มีทางเลือกประกอบการตัดสินใจ

7.2 การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล

เนื่องจากข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้ความถูกต้องในทางตำแหน่งสูง สามารถช่วยผู้วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูลแผนที่ปรากฏในภาพได้ดียิ่งขึ้นทำให้เพิ่มความถูกต้องเมื่อนำมาใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล และเกิดความทันสมัยมากขึ้น ทำให้การแปลภาพง่ายและอาจเพิ่มความถูกต้องมากขึ้น ซึ่งข้อมูลที่นำมาประมวลเข้าด้วยกันนั้นมาจากหลายแหล่งได้โดยไม่จำกัดวิธีการรวมเข้าด้วยกัน สามารถรวมข้อมูลหลายช่วงเวลาเข้าด้วยกัน (multitemporal data merging) และรวมภาพข้อมูลเข้ากับข้อมูลเสริม (merging of image data with ancillary data) ตลอดจนสามารถรวมเข้ากับข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศได้อีกด้วย

สรุปได้ว่า การสำรวจระยะไกล เป็นกระบวนการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ที่ปรากฏต่าง ๆ โดยรับข้อมูลจากเครื่องบินที่ข้อมูลที่ส่งผ่านมายังแหล่งจัดระเบียบข้อมูลนำมาวิเคราะห์โดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุนั้น โดยอาศัยขบวนการทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์ปัจจุบันนับว่าเป็นวิทยาการที่มีบทบาทสำคัญมากในการศึกษาทุก ๆ ด้าน เช่น การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการทรัพยากรป่าไม้ และทางด้านสมุทรศาสตร์ เป็นต้น ตลอดจนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัยตลอดเวลาสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือตัดสินใจและวางแผนการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.3 แบบจำลองในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สุระ (2546) กล่าวว่าแบบจำลอง (model) หมายถึง ลักษณะของการคัดเลือกหรือจำแนกรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาในลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative model) ซึ่งจะใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการ สามารถนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ในด้านการจัดการ การตัดสินใจ การจำแนกความเหมาะสม เป็นต้น แบบจำลองที่นำมาประยุกต์ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย

7.3.1 แบบจำลองเชิงแนวคิด (concept model) เป็นแบบจำลองแสดงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ และการดำเนินการของปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำเสนอในรูปแบบผัง แสดงระบบดำเนินงานหลัก ขบวนการต่าง ๆ และความสัมพันธ์เชิงคุณภาพของปัจจัยที่นำมาใช้เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลที่สมบูรณ์

7.3.2 แบบจำลองเชิงแผนที่ (cartographic model) เป็นแบบจำลองที่นำเสนอในรูปแบบของการอธิบายโดยใช้แผนที่ที่เป็นสื่อ นิยมใช้ในการจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมในเรื่องถิ่นอาศัย โดยพิจารณาจากปัจจัยแวดล้อมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า

7.3.3 แบบจำลองเชิงฐานกฎเกณฑ์ (Rule-Based model) เป็นแบบจำลองที่ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ มาประยุกต์ใช้เชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประด้วยกฎเกณฑ์ ที่เกี่ยวกับฐานข้อมูลในการประเมินสารสนเทศเชิงตัวเลข กฎเกณฑ์เกี่ยวกับแผนที่ในการประเมินความแปรผันของแผนที่ประเภทต่าง ๆ และกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า หรือค้นคิดเพื่อประเมินองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

7.3.4 แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) เป็นแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณ และวิเคราะห์ให้ได้ผลลัพธ์ ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบจำลองเชิงสถิติ ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และสุ่มตัวอย่างปัจจัยตั้งแต่หนึ่งปัจจัยหรือมากกว่า ส่วนแบบจำลองคงตัว ไม่จำเป็นต้องใช้ค่าปัจจัยจากการสุ่มแบบจำลองทั้งสองนี้เป็นไปได้ทั้งแบบคงที่ แบบที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยมีปัจจัยที่เป็นส่วนประกอบอย่างน้อยหนึ่งปัจจัย แบบจำลองคณิตศาสตร์สามารถใช้ประยุกต์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยตรง หรือสามารถแยกดำเนินการในส่วนการคำนวณแล้วนำมาเชื่อมโยงกับระบบ

สารสนเทศภูมิศาสตร์ในภายหลังก็ได้ โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะเป็นส่วนจัดการข้อมูลในทางสถิติเพื่อกำหนดเป็นองค์ประกอบของการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม

8. การใช้ Markov Chain Model คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สุพรรณิ (2546) กล่าวว่า Markov Chain Model เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นตัวบอกแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต โดยกลไกของ Markov Chain คือการศึกษาความเป็นไปได้จากสถานะหนึ่งไปอีกสถานะหนึ่งในเวลาต่อมา ในการศึกษาจำเป็นต้องทราบการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงระยะเวลา ห่างกันพอประมาณเพื่อที่จะใช้ในการพิจารณาโอกาสของการเปลี่ยนแปลง (Probability) ของการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบต่างๆ จากระยะเวลาหนึ่งไปยังอีกระยะเวลาหนึ่ง แล้วคำนวณการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระยะเวลาที่ต้องการ ดรชณี (2531) กล่าวว่า การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยรูปแบบ Markov Chain ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากประเภทหนึ่งไปเป็นอีกประเภทหนึ่งและสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคาดคะเนการใช้ที่ดินในอนาคตได้ สำหรับนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการที่ดินได้โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีขอบเขตการใช้ที่ดินชัดเจน

Watcharakitti *et al.* (1979) กล่าวว่า กลไกของ Markov Chain คือการศึกษาความเป็นไปได้ (probability, P_{ij}) ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนแปลงไปในค่าใกล้เคียงหรือการเคลื่อนที่จากสถานะหนึ่ง (i) ไปอีกสถานะหนึ่ง (j) ในเวลาต่อมา ในที่ซึ่งตำแหน่ง i และ j เดียวกัน ในการศึกษาจำเป็นต้องทราบการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลาห่างกันพอประมาณ เพื่อใช้ในการพิจารณาโอกาสของการเปลี่ยนแปลง ของการใช้ที่ดินรูปแบบต่างๆ จากระยะเวลาหนึ่งไปยังอีกระยะเวลาหนึ่ง โดยนำโอกาสการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอยู่ในรูปของ Matrix คูณกับสัดส่วน (proportion) ของเนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในระยะที่ 2 เท่ากับระยะห่างที่ 1 ปฏิบัติเช่นนี้ต่อไปจะได้ระยะที่ 4, 5 จนถึงช่วงเวลาที่ต้องการ สำหรับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ในการประเมินหาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามวิธีของ Markov Chain ดังแสดงในสมการ

$$(V_{jx}) \times (P_{jk}) = [V_1 \ V_2 \ V_3 \dots \ V_m] \times \begin{bmatrix} P_{1,1} & P_{1,2} & P_{1,3} \dots & P_{1,m} \\ P_{2,1} & P_{2,2} & P_{2,3} \dots & P_{2,m} \\ P_{3,1} & P_{3,2} & P_{3,3} \dots & P_{3,m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m,1} & P_{m,2} & P_{m,3} \dots & P_{m,m} \end{bmatrix} = [V_1 \ V_2 \ V_3 \dots \ V_m]_1$$

เมื่อ $(V_{jx}) \times (P_{jk}) =$ สัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงเวลาถัดไป

$$\begin{aligned} (P_{jk}) &= f[\text{กิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน}] \\ &= \text{โอกาสของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากระยะที่ 1 เป็นระยะที่ 2} \\ &\quad \text{ซึ่งอยู่ในรูปของ matrix} \end{aligned}$$

$V_j =$ สัดส่วนของการใช้ที่ดินในระยะที่ 2 ซึ่งอยู่ในรูปของ vector

$j =$ ชนิดของการใช้ประโยชน์ที่ดินระยะที่ 1

$k =$ ชนิดของการใช้ประโยชน์ที่ดินระยะที่ 2

สุพรรณิ (2546) กล่าวถึงข้อดี ของการใช้ Markov Chain Model ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินว่า มีรูปแบบการใช้ที่ดินที่ง่าย ไม่ใช้ Matrix ที่ซับซ้อน ต้องการข้อมูลเพียงอย่างเดียว สามารถใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และง่ายในการดำเนินงานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ว่ามีแนวโน้มเช่นไร ซึ่งสามารถนำแบบจำลองนี้ไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต เพื่อจะรองรับปัญหาและจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การใช้ Markov Chain Model นั้นมีข้อจำกัด คือไม่สามารถอธิบายปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการลดลงของพื้นที่ได้ ทำนายการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตอันสั้น มีเงื่อนไขว่า ในการสำรวจการใช้ที่ดินจะต้องกำหนดพื้นที่ให้ชัดเจนในช่วงเวลาที่สม่ำเสมอ และการสำรวจพื้นที่แต่ละประเภทห้ามซ้อนทับกัน (discrete number of state) เพราะจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำนาย ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินซึ่งถ้าหากว่าในช่วงเวลาปีใดไม่ได้เก็บข้อมูลตามกำหนดจะเกิดความผิดพลาดทางข้อมูลได้หรือไม่เป็นที่ยอมรับ

Miller *et al.* (1978) ประยุกต์ใช้ Makov Chain ศึกษาการลดลงของป่าเขตร้อนในพื้นที่ตอนเหนือของประเทศไทยพบว่า แบบจำลองสามารถชี้ให้เห็นทิศทางการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินทั่วไป แต่ไม่ให้รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ แบบจำลองไม่สามารถแยกแยะพื้นที่มีสัดส่วนของการลดลงของป่าได้มากนัก และไม่สามารถใช้ทำนายรูปแบบการลดลงของป่าในระยะยาวได้

สรุปได้ว่า Makov Chain Model เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำหลักการของความเป็นไปได้ มาใช้กับเหตุการณ์ที่สุ่มเลือกขึ้นมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด เพื่อประเมินค่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต และคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตต้องมีแนวโน้มไปลักษณะเดียวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาที่สุ่มเลือกขึ้นมาสามารถใช้ร่วมกับข้อมูลการสำรวจระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ว่ามีแนวโน้มเช่นไร แต่อย่างไรก็ตามการใช้ Makov Chain Model เป็นเพียงวิธีการหาแนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินในโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ อธิบายอย่างคร่าว ๆ ได้ แต่ในสภาพความเป็นจริงอาจไม่ปฏิบัติตามแนวโน้มที่ทำได้

8.1 การใช้ Makov Cellular Automata สร้างแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

Tommaso and Norman (1978) กล่าวว่า cellular automata เป็นการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ร่วมกับแนวความคิดทางฟิสิกส์เป็นหลักในการปฏิบัติงาน และให้คำจำกัดความว่า cellular automaton คือเซลล์ย่อย ๆ ที่อยู่รวมกัน แสดงพื้นที่ในรูปของตารางสี่เหลี่ยมที่เรียกว่ากริดหรือเซลล์ แต่ละเซลล์คือ หนึ่งหน่วยข้อมูล สามารถเปลี่ยนรูปแบบได้ รูปแบบของเซลล์ใหม่ จะถูกกำหนดจากเซลล์แวดล้อมที่มีลักษณะเป็นตารางขนาด 3x3 ซึ่งจะเคลื่อนที่ไปที่ละเซลล์จนครบทั้งพื้นที่ และจะคำนวณซ้ำตามจำนวนระยะเวลาที่กำหนด การศึกษาลักษณะการทำงานดังกล่าว cellular automaton จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นทฤษฎีในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ในอนาคต

8.2 Markov Cellular Automata

Pontius (2000) กล่าวว่า Markov Cellular Automata หรือ CA_Markov คือ การนำหลักการของ Cellular Automata และ Markov Change มาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อคาดการณ์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้วยโปรแกรมประมวลผลข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเซลล์ จะพิจารณาจากโอกาสของการเปลี่ยนแปลง (The transition area) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการ Markov Chain ร่วมกับ CA filter ของพื้นที่แวดล้อมที่อยู่ติดกัน (ขนาด 5*5 neighborhood) ซึ่งหลักการการทำงานของ CA_Markov มีดังนี้

1) กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลของ CA_Markov จะใช้ข้อมูลโอกาสของการเปลี่ยนแปลง ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov Chain Analysis ร่วมกับ CA filter ขนาด 5*5 neighborhood เพื่อหาความน่าจะเป็นของประเภทสิ่งปกคลุมดินในช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา

2) CA filter จะเคลื่อนที่ซ้อนทับกับข้อมูลของปีที่เริ่มทำการศึกษาไปที่ละเซลล์จนครบทั้งพื้นที่ศึกษา จากนั้นจะเริ่มเคลื่อนที่ซ้อนทับที่ละเซลล์อีกครั้ง และจะเคลื่อนที่วนซ้ำไปเรื่อยๆ เป็นจำนวนรอบเท่ากับช่วงระยะเวลาที่ต้องการศึกษา เช่น ต้องการคาดการณ์ในระยะเวลาอีก 10 ปีข้างหน้า กระบวนการพิจารณาจะเริ่ม และทำการวนซ้ำจนครบ 10 รอบ เป็นต้น

3) ในการวนซ้ำแต่ละครั้ง ประเภทของสิ่งปกคลุมดินจะมีการเปลี่ยนแปลง หรือคงสภาพเดิมนั้น ขึ้นอยู่กับประเภทของสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่โดยรอบตามทฤษฎี “The game of life” และโอกาสของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Mark Chain Analysis

4) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการ ผลลัพธ์ที่ได้คือแผนที่สิ่งปกคลุมดิน ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงและพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งสามารถบอก ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้สามารถวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตได้

สรุปได้ว่า กระบวนการทำงาน CA_Markov ประกอบด้วยสองส่วนที่สำคัญ คือ CA filter ขนาด 5x5 neighborhood และสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov Chain Analysis ซึ่งใช้คาดการณ์ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพิจารณาทีละ pixel ภายในพื้นที่ศึกษา กระบวนการพิจารณาเริ่มและทำการวนซ้ำจนครบจำนวนรอบที่กำหนด การเปลี่ยนแปลงหรือคงสภาพเดิมของพื้นที่ขึ้นอยู่กับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่โดยรอบตามทฤษฎี “The game of life” ร่วมกับสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov Chain ซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จะแสดงเป็นแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

สถานที่ทำการศึกษา

ป่าสาธิตแมงาวเซกเตอร์แม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นหน่วยจัดการ (sector) หนึ่งในจำนวน 4 หน่วยจัดการของป่าสาธิตแมงาว อำเภองาวจังหวัดลำปาง มีข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. ตำแหน่งและที่ตั้ง

ป่าสาธิตเซกเตอร์แม่หวด อยู่บริเวณสองด้านของถนนทางหลวงหมายเลข 1 หรือถนนพหลโยธิน ช่วงระหว่างจังหวัดพะเยา-ลำปาง ในท้องที่ตำบลบ้านหวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง อยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 18 องศา 30 ลิปดา ถึง 18 องศา 54 ลิปดา เหนือ และเส้นลองจิจูดที่ 99 องศา 50 ลิปดา ถึง 100 องศา ตะวันออก ดังภาพที่ 3 ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	จรด ป่าสาธิตเซกเตอร์แม่หวด
ทิศใต้	จรด อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง
ทิศตะวันออก	จรด ป่าสาธิตเซกเตอร์แม่ตีบ
ทิศตะวันตก	จรด เขตอำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง

2. ประวัติการจัดตั้ง

จากการที่กรมป่าไม้มีนโยบายที่จะปรับปรุงป่าโครงการชั่วคราวให้เป็นป่าโครงการถาวร จึงมอบให้ Sir. Harry Champion ผู้เชี่ยวชาญจาก FAO เป็นผู้สำรวจข้อมูลเบื้องต้นและจัดวางแผนการดำเนินงานระยะเวลา 10 ปี (2504-2514) ซึ่งต่อมาได้มีการแก้ไข ปรับปรุง ให้สอดคล้องกับแผนนโยบายของกรมป่าไม้มากยิ่งขึ้น โดยความร่วมมือระหว่าง กรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เสนอโครงการต่อกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2507 ให้เป็นป่าโครงการเพื่อการสาธิตได้ การดำเนินงานได้แบ่งพื้นที่ดำเนินการเป็น 4 หน่วยจัดการคือ (sector) คือ (1) หน่วยจัดการป่าสาธิตแม่หวด (2) หน่วยจัดการป่าสาธิตแม่แหง (3) หน่วยจัดการป่าสาธิตแม่ตีบ (4) หน่วยจัดการป่าสาธิตแมงาว ซึ่งการดำเนินงานจะยึดหลักของ Sir. Harry Champion ในการจัดการให้ป่ามีผลผลิตสม่ำเสมอตลอดไป (sustained yield management) โดยแบ่งแผนการดำเนินการเป็น หน่วยโครงการไม้สัก (teak working circle) และหน่วยโครงการไม้กระยาเลย (non-teak working circle) ซึ่งใช้วันวัฒนธรรม

ระบบเลือกตัด (selection system) ควบคู่กับการตัดไม้บำรุงป่า (improvement felling) ซึ่งเรียกว่าวิธี selection cum improvement felling

หน่วยจัดการป่าสาธิตแม่หวด เป็นหน่วยจัดการที่นักวิจัยได้ให้ความสนใจในการค้นคว้าวิจัยมาก เนื่องจากเป็นหน่วยจัดการที่มีการคมนาคมสะดวก ประกอบกับชนิดพืชพรรณ และ การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่มีความหลากหลายเหมาะแก่การศึกษา อีกทั้งยังมีหน่วยงานราชการต่างๆ ในพื้นที่อีกมาก เช่น ศูนย์เพาะชำกล้าไม้ภาคเหนือ สวนสัตว์ภูบาลแม่หวด ศูนย์บำรุงพันธุ์ไม้ สัก ศูนย์ปราบศัตรูพืชป่าไม้ สำนักงานหน่วยจัดการป่าสาธิตแม่หวดของกรมป่าไม้ หน่วยทำไม้ด้วยเครื่องจักรกลและโครงการทำไม้ด้วยสายเคเบิลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ และสถานีฝึกนิสิต คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นต้น

3. ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศของบริเวณป่าสาธิตเซกเตอร์แม่หวด เป็นภูเขาสูงสลับที่ราบ บริเวณสองฟากถนนพหลโยธินตั้งแต่บ้านหวด หมู่ที่ 2 ตำบลบ้านหวด ถึงอำเภอจางจะเป็นที่ราบ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยปานกลางประมาณ 300-400 เมตร ความลาดชันโดยเฉลี่ยน้อยกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ ไกลออกไปจากถนนพหลโยธินทางทิศตะวันออก และทิศตะวันตกจะเป็นภูเขาสูงชันขึ้นเรื่อยๆ โดยทางทิศตะวันตกจะมีความลาดชัน และความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ยสูงกว่าทางทิศตะวันออก กล่าวคือทางทิศตะวันตกจะมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ยอยู่ในช่วง 400-1,200 เมตร มีความลาดชันประมาณ 16-80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทางทิศตะวันออกจะมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ยอยู่ในช่วง 400-700 เมตร และมีความลาดชันประมาณ 16-60 เปอร์เซ็นต์

4. ลักษณะภูมิอากาศ

4.1 ลักษณะอุณหภูมิ มีลักษณะภูมิอากาศแบบเขตร้อนชื้นลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบระหว่างเทือกเขาจึงทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวในฤดูร้อน และอากาศหนาวจัดในฤดูหนาวโดยฤดูกาล แบ่งออกเป็น 3 ฤดู

ฤดูร้อน ได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะมีอากาศร้อนในเวลา กลางวัน อุณหภูมิอยู่ในช่วง 30-41.6 องศาเซลเซียส ระยะเวลาเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง กลางเดือนพฤษภาคม

ฤดูฝน มีฝนตกสม่ำเสมอ เนื่องมาจากร่องความกดอากาศต่ำ โดยได้รับอิทธิพลจากลม มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อุณหภูมิในเวลากลางวันเฉลี่ยประมาณ 31-33 องศาเซลเซียส ระยะเวลาเริ่ม ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนตุลาคม

ฤดูหนาว ได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีสภาพ อากาศหนาวเย็น อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 8-10 องศาเซลเซียส ระยะเวลาเริ่มตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ และจะเย็นจัดในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

4.2 ลม ในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม ลมพัดไม่รุนแรง มีการพัดจากทุกทิศทาง ไม่ แตกต่างกันมากนัก ลมสงบอยู่ในเกณฑ์ 50 เปอร์เซ็นต์ของลมทั้งหมด ช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือน สิงหาคม ลมพัดมาจากทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้มากกว่าทิศอื่น ลมสงบอยู่ในเกณฑ์ 60 เปอร์เซ็นต์ของลมทั้งหมด

4.3 ปริมาณน้ำฝน จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีอำเภอจาง จังหวัดลำปาง ในรอบ 10 ปี (พ.ศ. 2538-2547) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,225.43 มิลลิเมตร โดยช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนกันยายน จะมีฝนตกชุก และจะตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคม โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 257.32 มิลลิเมตร สำหรับช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะเป็นช่วงที่แห้งแล้งที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 3.57 มิลลิเมตร

5. ลักษณะทางธรณี

5.1 ธรณีสัณฐานและวัตถุดินกำเนิดดินของบริเวณป่าสาธิตเซกเตอร์แม่หวด สามารถแบ่ง ออกได้เป็น 2 แบบ คือ

5.1.1 สภาพธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเก่า (old alluvial terrace) ซึ่งมีลักษณะของพื้นที่เป็นแบบลูกคลื่นลอนลาด ถึงคลื่นลาดชัน เกิดจากการทับถมของตะกอนลำ

น้ำที่มีอายุเก่าแก่กว่าตะกอนลำน้ำปัจจุบัน วัตถุที่ถูกพัดพามาทับถมไว้ในยุคนี้ ประกอบด้วยก้อนกรวด หินมน้ำใหญ่ ปะปนภายในชั้นดิน

5.1.2 สภาพธรณีสัณฐานที่เกิดจากพื้นที่ผิวที่เสียดสีค้ำจางจากการกัดกร่อนบน หินดินดาน หินทรายแป้ง หินทราย หินกรวดมน และหินปูน ซึ่งมีลักษณะพื้นที่เป็นแบบลูกคลื่น ลอนลาดจนถึงสภาพภูมิประเทศที่เป็นเทือกเขา ลักษณะของธรณีสัณฐานนี้พบมากที่สุดในจังหวัด ลำปาง ดินที่เกิดอยู่บนสภาพภูมิประเทศที่เสียดสีค้ำจางจากการกัดกร่อนของหินดินดาน หินทราย แป้ง และหินปูน จะมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ส่วนดินที่เกิดจากหินทราย ส่วนใหญ่มักจะมีเนื้อดิน เป็นดินทราย ความลึกของดินเหล่านี้มักสัมพันธ์กับสภาพพื้นที่ที่ดินเกิดอยู่ บริเวณที่มีความลาดชัน สูง ดินส่วนใหญ่เป็นดินตื้นเขิน และบริเวณที่มีความลาดชันต่ำ ดินที่พบส่วนใหญ่จะเป็นดินลึก

5.2 ลักษณะดิน จากรายงานการสำรวจดินของกรมพัฒนาที่ดิน บริเวณป่าสาธิตแม่หวด ประกอบไปด้วยชุดดินดังต่อไปนี้

5.2.1 หน่วยผสมของดินตะกอนหลายชนิด (alluvial complex)

5.2.2 ดินชุดแม่สาย (Mae Sai series)

5.2.3 ดินชุดหางดง (Hang Dong series)

5.2.4 ดินชุดกำแพงแสน (Kumphaeng Saen series)

5.2.5 ดินชุดห้างฉัตร (Hang Chat series)

5.2.6 ดินชุดแม่ริม (Mae Rim series)

5.2.7 ดินชุดสะตึก

5.2.8 ดินชุดมวกเหล็ก (Muak Lek series)

5.2.9 ดินชุดงาว (Ngao series)

5.2.10 ดินชุดท่ายาง (Tha Yang series)

5.2.11 พื้นดินหิน โส่ และพื้นดินก้อนหิน โส่ (rock land and stony land)

5.2.12 หน่วยผสมของพื้นที่ที่มีความลาดชันซับซ้อน (slope complex)

6. ลักษณะพืชพรรณ

ลักษณะพืชพรรณในพื้นที่ป่าสาธิตเขตกเตอร์แม่หวด แบ่งออกได้ดังนี้ คือ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้ง โดยมีสวนสัตว์ภูบาลกระจายอยู่ทั่วพื้นที่

6.1 ป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest) ที่พบมีทั้งเป็นป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักและไม่มีไม้สัก พบโดยรอบ และทางเทือกเขาตอนกลางของพื้นที่ พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ สัก (*Tectona grandis* Linn.) แดง (*Xylocarpus xylocarpa* Craib & Hutch.) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus* kurz.) รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyre ex. Roth) มะค่าโมง (*Azelia xylocarpa* Roxb.) เก็ดแดง (*Dalbergia dongnaiensis* pierre.) เป็นต้น

6.2 ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) พบอยู่ทางตอนใต้และทางตอนกลางของพื้นที่ พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ เต็ง (*Shorea obtusa* Wall.) รัง (*Shorea siamensis* Miq.) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) พะยอม (*Shorea floribunda* G.Don) เป็นต้น

6.3 ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) มักพบอยู่ตามหุบห้วยบริเวณความสูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 500 เมตร พันธุ์ไม้สำคัญที่พบได้แก่ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea* Pierre.) กระบาก (*Anisoptera costata* Korth.) หมี่เหม็น (*Litsea glutinosa* Juss) กะเบาเกล็ด (*Hydnocarpus ilicifolia* King.) เป็นต้น

6.4 สวนป่าสัก เป็นพื้นที่ที่มีการปลูกสักอย่างเป็นแถวเป็นแนว และมีระยะห่างระหว่างต้น และแถวสม่ำเสมอ ลักษณะการจัดการจะมีเทคนิคทางวนวัฒนวิธีเข้ามาเกี่ยวข้องและหวังผลประโยชน์ในรูปแบบผลผลิตทางเศรษฐกิจมากกว่าที่จะปล่อยให้เป็นป่าธรรมชาติ

6.5 พื้นที่เกษตรกรรม การใช้ประโยชน์จะเป็นไปในลักษณะของการปลูกพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด ยาสูบ พักทอง เป็นต้น โดยพื้นที่เกษตรดังกล่าวเป็นการจัดสรรการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยไม่มี การออกเอกสารสิทธิ์ให้ นอกจากนี้บางแห่งยังเป็นสวน เช่น สวนกล้วย มะม่วง ลิ้นจี่ ฯลฯ

6.6 ไร่ร้าง เป็นพื้นที่ที่ได้รับการแผ้วถางเพื่อใช้ทำการเกษตร แต่ปัจจุบันถูกปล่อยให้ว่าง โดยไม่ได้รับการใช้ประโยชน์แต่อย่างใด ทำให้พืชพวกหญ้า เช่น สาบเสือ หญ้าคอมมิวนิสต์ ขึ้นปกคลุม

6.7 ไร่ พบในพื้นที่ป่าเบญจพรรณขึ้น มีหลากหลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ ไร่ไร่ ไร่รวก ไร่บง ไร่ชางนวล ไร่เฮียะ ไร่ป่า และไร่ข้าวหลาม โดยไร่เหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อชาวบ้านมาก ทั้งด้านที่เป็นอาหาร และเพิ่มรายได้ให้แก่ชาวบ้าน

6.8 บริเวณรอยต่อระหว่างป่าสองชนิด (ecotone) บริเวณนี้จะมีพันธุ์ไม้ของป่าทั้งสองชนิด ขึ้นปะปนกันเห็นได้ชัดบริเวณป่าเบญจพรรณผสมเต็งรังที่ไม่ถูกไฟไหม้ติดต่อกันเป็นระยะเวลาหลายปี ป่านี้ก็จะกลายเป็นป่าเบญจพรรณในเวลาต่อมา

7. สัตว์ป่า

ป่าสาริตเขตเตอร์แม่หวดมีลักษณะเป็นภูเขาสูงมีป่าไม้ปกคลุมทั่วไปเป็นที่อยู่อาศัยของ สัตว์ป่าหลายชนิด แต่ในปัจจุบันป่าในพื้นที่นี้ถูกรายถูกร้างทิ้งไว้แล้วจนลดจำนวนลงอย่างมาก จน บางชนิดไม่พบเห็นอีกเลย เช่น วัวแดง กระทิง ลิง ชะนี เป็นต้น เท่าที่พบได้ในปัจจุบัน เช่นกระรอก บ่าง กระแต หู กระต่าย ตุ่น ค้างคาว หมูป่า กิ้งก่า ไก่ป่า งู นกอีกหลายชนิด โดยเฉพาะนกหัวขวาน นกแซงแซว ที่พบได้ง่าย เป็นต้น อาจกล่าวได้ว่าปัจจุบันสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ของป่าแห่งนี้ ได้หมดสิ้นแล้ว

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat -5 TM ครอบคลุมบริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิต
แม่่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปางบันทึกเมื่อ ปี พ.ศ. 2536 ปี พ.ศ. 2542 และ ปี พ.ศ. 2548
2. ข้อมูลพื้นฐานในรูปแบบดิจิทัลที่ปรับปรุงจากข้อมูลและแผนที่มาตราส่วนหลัก
1: 50,000 ได้แก่
 - 2.1 สภาพภูมิประเทศ ปี พ.ศ. 2547 ของกรมแผนที่ทหาร
 - 2.2 การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และ 2542 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
 - 2.3 พื้นที่ป่า ปี พ.ศ. 2543 และ 2547 ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
3. เครื่องบอกพิกัดด้วยดาวเทียม (Global Positioning System, GPS)
4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
5. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมระบบปฏิบัติการ

วิธีการ

1. การจำแนกการใช้ที่ดิน

1.1 การนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

นำเข้าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ที่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอวัง จังหวัดลำปาง โดยเลือกข้อมูลภาพที่บันทึกในช่วงเวลาใกล้เคียงกันมากที่สุด ใน ปี พ.ศ. 2536 2542 และ 2548 มาทำการตัดภาพให้มีขอบเขตครอบคลุมพื้นที่ศึกษา

1.2 การปรับแก้ข้อมูลภาพทางเรขาคณิต (geometric correction)

ปรับแก้ข้อมูลภาพทางเรขาคณิต (geometric correction) ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ด้วยวิธีการประมวลผลภาพเพื่อปรับแก้ข้อมูลภาพ โดยกระบวนการ Map to Image Registration เพื่อทำให้ตำแหน่งของจุดภาพเข้ากับระบบแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 โดยใช้จุดควบคุมทางภาคพื้นดิน (GCP : ground control point) ทำให้ขนาดของจุดภาพใหม่ มีขนาดเท่ากับ 25 x 25 เมตร จากนั้นผสมสีให้กับข้อมูลภาพในช่วงคลื่นที่เน้นพืชพรรณให้ชัดเจน และทำการเน้นภาพให้เหมาะสมกับการแปลภาพด้วยสายตา

1.3 การแปลและวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม

1.3.1 ทำการแปลภาพและวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat -5 TM ประกอบกับข้อมูลการใช้ที่ดินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ด้วยวิธีผสมผสาน (hybrid classification) ระหว่างการแปลด้วยสายตา (visual Interpretation) คือ ดำเนินการตีความการใช้ประโยชน์ที่ดินเบื้องต้นจากภาพโดยอาศัยหลักการตีความหมาย ได้แก่ รูปร่างวัตถุ ขนาดวัตถุ สีวัตถุ ความหยابละเอียดของวัตถุ เงาวัตถุ รูปแบบวัตถุที่อยู่ และสิ่งที่อยู่ใกล้เคียง และการแปลด้วยคอมพิวเตอร์ (automated interpretations) คือ จำแนกข้อมูลภาพ (image classification) ด้วยวิธี กำกับดูแล (supervised classification) โดยใช้ตัวจัดแบ่งชั้นแบบ Maximum Likelihood และแบบไม่กำกับดูแล (unsupervised classification) โดยใช้วิธี Clustering Algorithm เพื่อช่วยในการตีความข้อมูลภาพให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และจำแนกลักษณะ

การใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ในการศึกษาคั้งนี้ ได้ใช้ระบบการกำหนดประเภทข้อมูลการใช้ที่ดินของ กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ปี 2542 เป็นมาตรฐาน โดยกำหนดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น 12 ประเภท ได้แก่ นาข้าว พืชไร่ ไม้ผลและไม่ยืนต้น ป่าเสื่อมโทรม ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง สวนป่า ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ

1.3.2 การวิเคราะห์หลังการจำแนกประเภทข้อมูล (post classification) ตกแต่งผลการ แปลและตีความข้อมูลดาวเทียมให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น โดยวิธีการกรองภาพ (image filtering) เพื่อ ขจัดจุดภาพที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ขนาดเล็ก ๆ ปะปนอยู่ในกลุ่มของข้อมูลประเภทอื่น (noise) ช่วย ทำให้มีความต่อเนื่องของประเภทข้อมูลตามความเป็นจริง

1.3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของการแปลและจำแนกข้อมูลภาพ (classification accuracy) ในการศึกษาคั้งนี้ใช้ วิธี Confusion Matrix Accuracy โดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากการ วิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมกับการออกสำรวจในภาคสนาม (ground truth) วิธีสุ่มตัวอย่างแบบจุด สามารถประมาณจำนวนจุดภาพตัวอย่างจำนวนน้อยที่สุดที่ควรนำมาตรวจสอบตามหลักการของ Binomial Probability Theory (Congalton and Green, 1998) จากนั้นจึงปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้มีความถูกต้องในระดับที่เหมาะสม ซึ่งกำหนดความถูกต้องไว้ที่มากกว่าร้อยละ 80 (สำนักงาน นโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548)

1.3.4 นำข้อมูลที่ได้ทำการตรวจสอบค่าความถูกต้องแล้ว มาทำการปรับแก้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ให้ถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด คำนวณพื้นที่การใช้ที่ดินแต่ละประเภทที่ได้ทำการจำแนก

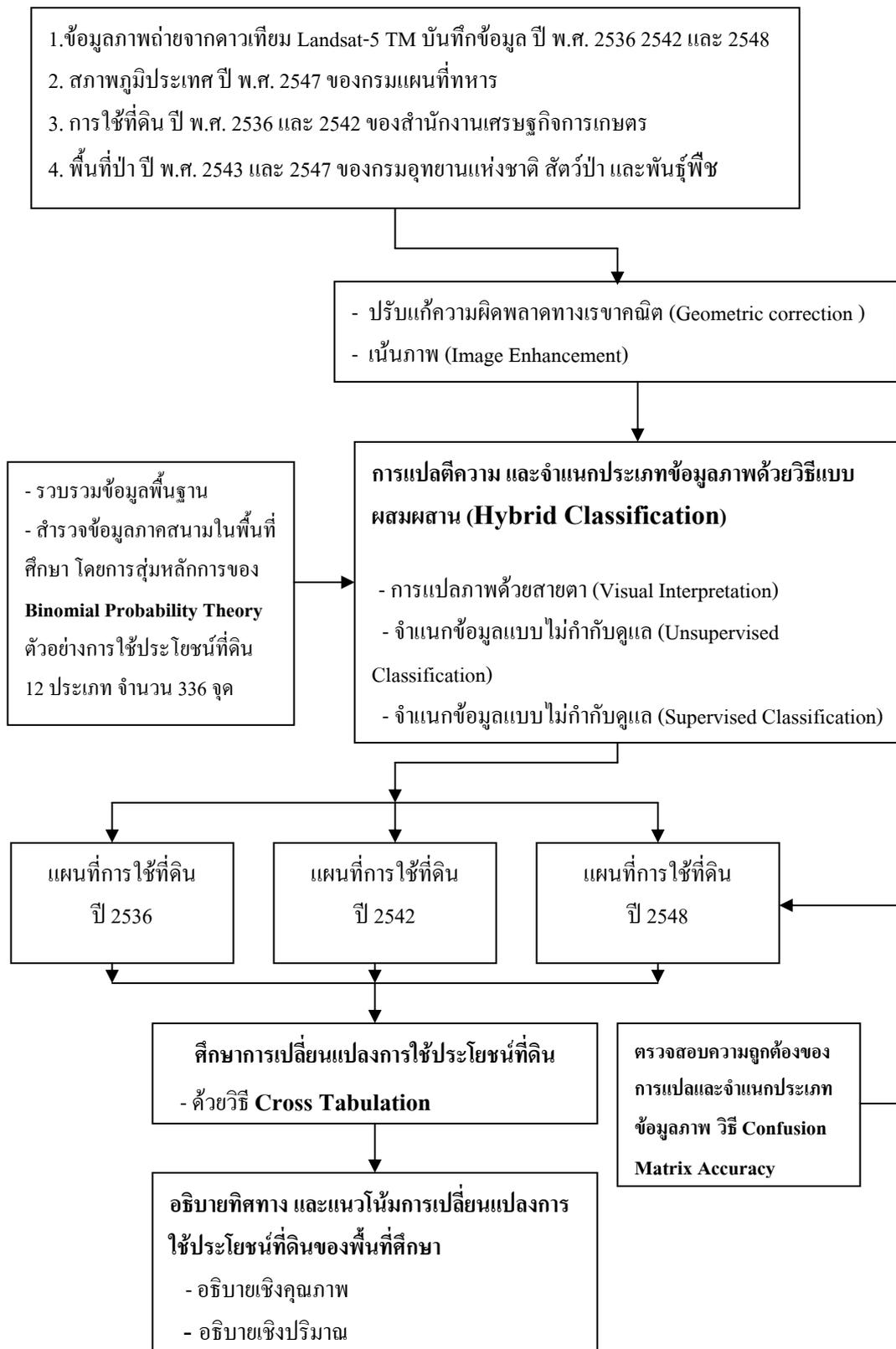
1.3.5 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมาอธิบายของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2536 2542 และ 2548 ซึ่งการนำเสนอจะอยู่ในรูปแบบ คำบรรยาย และตารางข้อมูล

2. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

2.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง โดยทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่าง ปี พ.ศ. 2536-2542 ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2548 โดยวิธี Cross Tabulation

2.2 จำนวนพื้นที่การใช้ที่ดินแต่ละประเภท และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2536-2542 และระหว่างปี พ.ศ. 2542-2548

2.3 นำข้อมูลที่ได้จากการจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอธิบายสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา เพื่อหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากอดีตถึงปัจจุบัน ซึ่งการนำเสนอจะอยู่ในรูปแบบคำบรรยาย และตารางข้อมูล ซึ่งขั้นตอนการศึกษาแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการศึกษาการจำแนกและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

3. การศึกษาความถูกต้องของแบบจำลองสำหรับคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณ เขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอวัง จังหวัดลำปาง

3.1 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด
อำเภอวัง จังหวัดลำปาง ใน ปี พ.ศ. 2548 แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1.1 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงด้วยแบบจำลองมาร์คอฟ

เป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูล 2 ชุด ที่กำหนดช่วงเวลาเป็นการเฉพาะ
ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2536 และ 2542 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์
ค่าความน่าจะเป็น (probability) และค่าการถ่ายโอน (Transition) เพื่อจำแนกข้อมูลการเปลี่ยนแปลง
การใช้ที่ดินที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2548

3.1.2 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองเซลลูลาร์ออโตมาตา

เป็นการนำเอาค่าความน่าจะเป็นและค่าการถ่ายโอนที่คำนวณได้จากแบบจำลอง
มาร์คอฟ มาจำแนกเพื่อจัดชั้นของแต่ละพิกเซล (pixel) ตามหลักการของเซลลูลาร์ออโตมาตา โดยให้
ความสำคัญในปัจจัยหลักของพิกเซลใกล้เคียง (nearest neighbour majority approach) จากการสร้าง
ตาราง เมตริก (matrix) ในการคำนวณ ขนาด 5 x 5 พิกเซล เพื่อจัดทำแผนที่การใช้ที่ดินในปี พ.ศ.
2548

3.2 การประเมินค่าความถูกต้องจากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วย
แบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์ออโตมาตา

3.2.1 นำข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ.2548 ที่ได้จากการคาดการณ์ มาเปรียบเทียบกับ
ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีผสมผสาน
(Hybrid Classification) เพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ
Confusion Matrix

3.2.2 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของข้อมูลการใช้ที่ดินที่ได้จากการคาดการณ์กับ
ข้อมูลการใช้ที่ดินที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีผสมผสาน (Hybrid

Classification) เพื่อใช้เป็นแบบจำลองในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ในอนาคต ซึ่งขั้นตอนการศึกษาแสดง ได้ดังภาพที่ 5

4. การเปรียบเทียบการกำหนดช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่ลาว อำเภอลำปาง

4.1 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่ลาว อำเภอลำปาง ใน ปี พ.ศ. 2554 แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1.1 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงด้วยแบบจำลองมาร์คอฟ

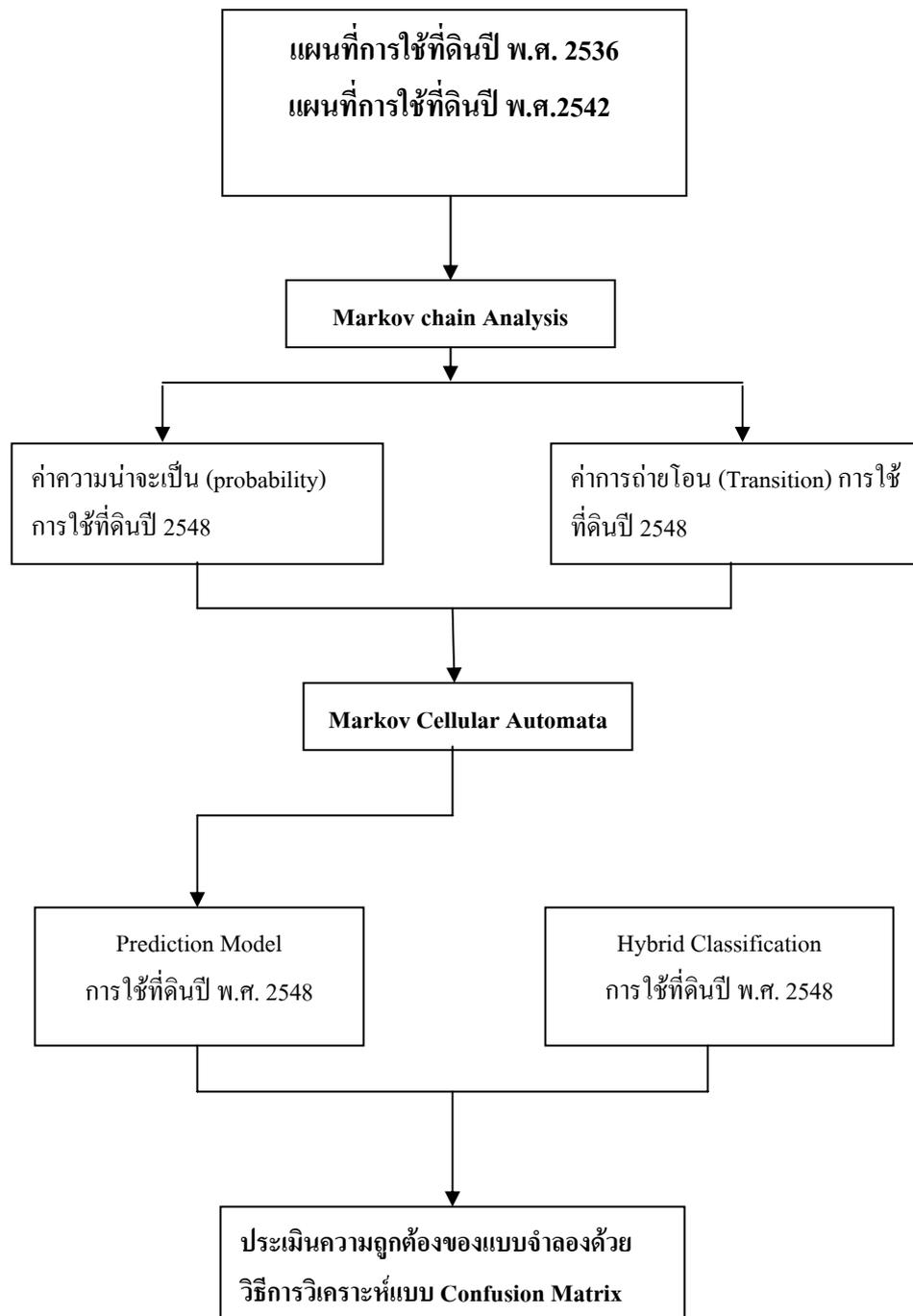
เป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูล 2 ชุด ที่กำหนดช่วงเวลาเป็นการเฉพาะ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2536 และ 2542 และข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2542 แล 2548 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็น (probability) และค่าการถ่ายโอน (Transition) เพื่อจำแนกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554

4.1.2 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองเซลลูลาร์อโตมาตา

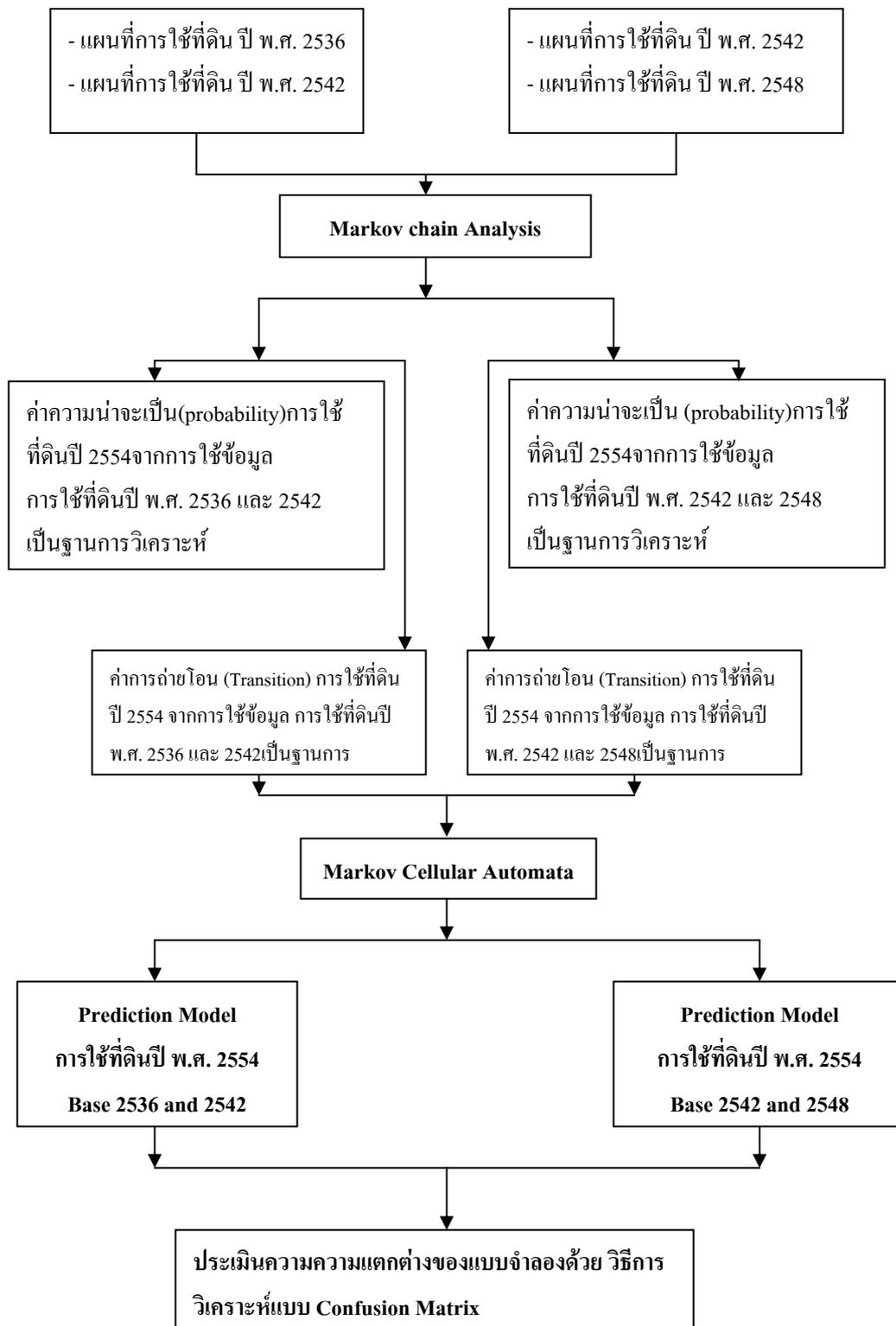
เป็นการนำเอาค่าความน่าจะเป็นและค่าการถ่ายโอนที่คำนวณได้จากแบบจำลอง มาร์คอฟ มาจำแนกเพื่อจัดชั้นของแต่ละพิกเซล (pixel) ตามหลักการของเซลลูลาร์อโตมาตา โดยให้ความสำคัญในปัจจัยหลักของพิกเซลใกล้เคียง (nearest neighbour majority approach) จากการสร้าง ตาราง เมตริก (matrix) ในการคำนวณ ขนาด 5 x 5 พิกเซล เพื่อจัดทำแผนที่การใช้ที่ดินใน ปี พ.ศ. 2554

4.2 การประเมินค่าความแตกต่างของการกำหนดช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลง การใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์อโตมาตา

นำผลการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 ที่ได้จากการนำข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และ 2542 เป็นฐานในการวิเคราะห์ มาเปรียบเทียบกับผลการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 ที่ได้จากการนำข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2542 และ 2548 เป็นฐานในการวิเคราะห์ เพื่อ วิเคราะห์ความถูกต้อง ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Confusion Matrix



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมของแบบจำลองสำหรับคาดการณ์การใช้ที่ดิน



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการศึกษาการเปรียบเทียบการกำหนดช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554

5. การเปลี่ยนแปลงความเป็นพืชพรรณป่าไม้ บริเวณป่าสาธิตเม่งาวเขตเตอร์แม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง

5.1 การหาค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ

นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงคลื่นสีแดงและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ของปี พ.ศ. 2548 ที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา สร้างข้อมูลดัชนีความแตกต่างพรรณพืช โดยใช้สูตร ดังนี้

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } NDVI &= \text{ดัชนีความแตกต่างพรรณพืช} \\ R &= \text{ค่าการสะท้อนแสงของคลื่นสีแดง} \\ IR &= \text{ค่าการสะท้อนแสงของคลื่นอินฟราเรดใกล้} \end{aligned}$$

5.3 การจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ

5.3.1 นำดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ทำการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณตามรูปแบบการใช้ที่ดินแต่ละประเภท โดยการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์(automated interpretations) คือจำแนกข้อมูลภาพ (image classification) ด้วยวิธี กำกับดูแล (supervised classification) โดยใช้ตัวจัดแบ่งชั้นแบบ Maximum Likelihood และแบบไม่กำกับดูแล (unsupervised classification) โดยใช้วิธี Clustering Algorithm เพื่อช่วยในการตีความข้อมูลภาพให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และจำแนกลักษณะการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดประเภทการใช้ที่ดินเป็น 12 ประเภท ได้แก่ นาข้าว พืชไร่ ไม้ผลและไม่ยืนต้น ป่าเสื่อมโทรม ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง สวนป่า ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ

5.3.3 นำผลการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ไปวิเคราะห์อธิบาย รูปแบบดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณในการใช้ที่ดินแต่ละประเภท ซึ่งการนำเสนอจะอยู่ในรูปแบบคำบรรยาย และตารางข้อมูล

ผลและวิจารณ์ผล

การประยุกต์การสำรวจระยะไกล เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอองาว จังหวัดลำปาง มีรายละเอียด ดังนี้

1. การจำแนกการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอองาว จังหวัดลำปาง

ผลการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2536 2542 และ 2548 บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอองาว จังหวัดลำปาง จังหวัดลำปาง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 284,324.91 ไร่ หรือ 454.92 ตารางกิโลเมตร จากการแปลภาพและจำแนกข้อมูลภาพสามารถจำแนกประเภทการใช้ที่ดินได้ 12 ประเภท และตรวจสอบค่าความถูกต้องของแผนที่การใช้ที่ดินของ พ.ศ. 2548 ด้วยวิธีสร้างตาราง Confusion Matrix พบว่ามีค่าความถูกต้องของผลการจำแนกโดยรวม (overall accuracy) มีค่าเท่ากับ 87.43 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) ของพื้นที่นาข้าว พืชไร่ ไม้ผลและไม้ยืนต้น ป่าเสื่อมโทรม ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง สวนป่า ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ เท่ากับ 95.74 93.48 75.00 82.05 85.19 100.00 79.63 90.91 81.08 86.96 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) ของพื้นที่นาข้าว พืชไร่ ไม้ผลและไม้ยืนต้น ป่าเสื่อมโทรม ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง สวนป่า ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ เท่ากับ 90.00 86.00 90.00 84.21 92.00 90.00 86.00 88.24 85.71 90.91 100.00 และ 71.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาการใช้ที่ดินบริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอองาว จังหวัดลำปาง สามารถสรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 2 ภาพที่ 5 6 และ 7)

1.1 นาข้าว

นาข้าวจากการสำรวจ พบกระจายตามพื้นที่ราบทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา ส่วนใหญ่เป็นนาดำ โดยจะทำนาในช่วงฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม หลังจากฤดูทำนาพื้นที่ดังกล่าวจะเปลี่ยนไปปลูกพืชไร่ชนิดอื่นแทน เช่น ถั่ว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย เป็นต้น โดยอาศัยน้ำจากธรรมชาติ ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่านาข้าว มีเนื้อที่ประมาณ 22,873.78 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 8.04 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า นา

ข้าว มีเนื้อที่ประมาณ 22,789.43 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 8.02 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 นาข้าว มีเนื้อที่ประมาณ 24,950.69 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 8.78 ของพื้นที่ศึกษา

1.2 พืชไร่

พืชไร่ จากการสำรวจ พบกระจายตามพื้นที่ราบและพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำทางตอนเหนือและตอนกลางของพื้นที่ศึกษา พืชไร่ส่วนใหญ่ที่พบเป็นพืชที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ในหนึ่งฤดูกาล เช่น ถั่ว ข้าวโพดฟักอ่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย เป็นต้น โดยทำการเพาะปลูกในช่วงฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า พืชไร่ มีเนื้อที่ประมาณ 7,884.97 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.77 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า พืชไร่ มีเนื้อที่ประมาณ 11,864.74 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.17 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 พืชไร่ มีเนื้อที่ประมาณ 13,988.18 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.92 ของพื้นที่ศึกษา

1.3 ไม้ผลและไม้ยืนต้น

ไม้ผลและไม้ยืนต้น จากการสำรวจ พบกระจายทั่วไปในพื้นที่ศึกษา ส่วนใหญ่พบตามหัวไร่ท้ายนา บริเวณที่อยู่อาศัย และริมแม่น้ำ โดยส่วนใหญ่เป็นสวนผลไม้ ประกอบด้วย สวนลำไย สวนลิ้นจี่ สวนส้ม และสวนผลไม้รวม ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า ไม้ผลและไม้ยืนต้น มีเนื้อที่ประมาณ 445.47 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.16 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า ไม้ผลและไม้ยืนต้น มีเนื้อที่ประมาณ 1,318.74 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.46 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 ไม้ผลและไม้ยืนต้น มีเนื้อที่ประมาณ 2,358.52 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.83 ของพื้นที่ศึกษา

1.4 ป่าเสื่อมโทรม

เป็นพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายโดยมนุษย์ เช่นทำไร่เลื่อนลอย ไฟป่า มีลักษณะเป็นพื้นที่ที่เป็นที่สูง ที่โล่งไม่มีต้นไม้ พื้นที่หินโผล่ พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมขึ้นอยู่ของต้นไม้พบกระจายทั่วไปในพื้นที่ศึกษา ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า ป่าเสื่อมโทรม มีเนื้อที่ประมาณ 648.89 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.23 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า ป่าเสื่อมโทรม มีเนื้อที่ประมาณ 2,691.46 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.95 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 ป่าเสื่อมโทรม 8,490.73 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.99 ของพื้นที่ศึกษา

1.5 ป่าดิบแล้ง

เป็นสังคมพืชที่พบกระจายทั่วไปตามบริเวณภูเขาสูง ทางด้านทิศตะวันตก และทิศใต้ของพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบตามบริเวณหุบห้วย ร่องห้วย ที่มีความสูงตั้งแต่ 300 -700 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พันธุ์ไม้สำคัญที่พบได้แก่ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea* Pierre.) กระบาก (*Anisoptera costata* Korth.) หมี่เหม็น (*Litsea glutinosa* Juss) กะเบาคลัก (*Hydnocarpus ilicifolia* King.) เป็นต้น ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า ป่าดิบแล้ง มีเนื้อที่ประมาณ 4,799.44 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.69 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า ป่าดิบแล้ง มีเนื้อที่ประมาณ 3,739.03 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.32 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 ป่าดิบแล้ง มีเนื้อที่ประมาณ 4,948.40 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.74 ของพื้นที่ศึกษา

1.6 ป่าดิบเขา

เป็นสังคมพืชที่พบกระจายทั่วไปตามบริเวณภูเขาสูง ที่มีความสูงตั้งแต่ 700-1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ โดยพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ที่เป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ก่อ จากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า ป่าดิบเขา มีเนื้อที่ประมาณ 1,273.61 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.45 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า ป่าดิบเขา มีเนื้อที่ประมาณ 1,273.15 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.45 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 ป่าดิบเขา มีเนื้อที่ประมาณ 1,275.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.45 ของพื้นที่ศึกษา

1.7 ป่าเบญจพรรณ

เป็นสังคมพืชที่พบกระจายทั่วไปทั่วทุกพื้นที่ศึกษา ที่เป็นที่ราบ เนินเขา ที่ลาดชันสูง ภูเขาสูง ที่มีความสูงตั้งแต่ 300 จากระดับน้ำทะเลปานกลางขึ้นไป แต่จะพบมากที่สุดที่บริเวณตอนกลาง และด้านทิศตะวันออก ของพื้นที่ศึกษา พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ สัก (*Tectona grandis* Linn.) แดง (*Xylia xylocarpa* Craib & Hutch.) ประคู้ (*Pterocarpus macrocarpus* kurz.) รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyre ex. Roth) มะค่าโมง (*Azelia xylocarpa* Roxb.) เก็ดแดง (*Dalbergia dongnaiensis* pierre.) เป็นต้น ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า ป่าเบญจพรรณ มีเนื้อที่ประมาณ 200,389.88 ไร่, คิดเป็นร้อยละ 70.48 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า ป่าเบญจพรรณ มีเนื้อที่ประมาณ 196,825.05 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 69.23 ของพื้นที่ศึกษา

และ ปี พ.ศ. 2548 ป่าเบญจพรรณ มีเนื้อที่ประมาณ 182,985.96 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 64.35 ของพื้นที่ศึกษา

1.8 ป่าเต็งรัง

เป็นสังคมพืชที่พบกระจายเป็นหย่อม ๆ บริเวณยอดเขาติดกับ ป่าเบญจพรรณ ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 500 - 1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบกระจายทั่วไปบริเวณที่ราบ เนินเขาที่มีความลาดชันต่ำ ทางตอนกลางของพื้นที่ พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ เต็ง (*Shorea obtusa* Wall.) รัง (*Shorea siamensis* Miq.) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) พะยอม (*Shorea floribunda* G.Don) เป็นต้น ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า ป่าเต็งรัง มีเนื้อที่ประมาณ 11,124.26 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.91 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า ป่าเต็งรัง มีเนื้อที่ประมาณ 9,481.67 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.33 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 ป่าเต็งรัง มีเนื้อที่ประมาณ 10,813.41 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.80 ของพื้นที่ศึกษา

1.9 สวนป่า

พบกระจายทั่วไปตามบริเวณที่ราบตอนกลางที่มีความสูง 200-400 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าปลูกเพื่อทดแทนป่าเสื่อมโทรม โดยมากเป็นสวนป่าไม้สัก ที่มีการปลูกอย่างเป็นแถวเป็นแนว และมีระยะห่างระหว่างต้น และแถวสม่ำเสมอ ลักษณะการจัดการจะมีเทคนิคทางวนวัฒนวิธีเข้ามาเกี่ยวข้องและหวังผลประโยชน์ในรูปผลผลิตทางเศรษฐกิจมากกว่าที่จะปล่อยให้เป็นป่าธรรมชาติ ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า สวนป่า มีเนื้อที่ประมาณ 32,122.57 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 11.30 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า สวนป่า มีเนื้อที่ประมาณ 31,235.31 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.99 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 สวนป่า มีเนื้อที่ประมาณ 31,720.35 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 11.16 ของพื้นที่ศึกษา

1.10 ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

ประกอบด้วยสิ่งก่อสร้าง ที่อยู่อาศัย หมู่บ้าน สถานที่ราชการ และสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ จากการสำรวจพบว่ามีหมู่บ้านอยู่ในพื้นที่ศึกษาจำนวน 12 หมู่บ้าน คือ บ้านจำปุย บ้านขุนแม่หวาด

บ้านปางหละ บ้านแม่พร้าว บ้านห้วยทาก บ้านหวด บ้านร่องคำ บ้านหากเขียว บ้านสบเอิบ บ้าน
 อ่อน บ้านห้วยหก และบ้านป่าเมี่ยง ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ.
 2536 พบว่า ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีเนื้อที่ประมาณ 2,692.92 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.95 ของพื้นที่
 ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีเนื้อที่ประมาณ 3,037.24 ไร่ คิดเป็นร้อยละ
 1.07 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีเนื้อที่ประมาณ 2,662.80 ไร่ คิด
 เป็นร้อยละ 0.94 ของพื้นที่ศึกษา

1.11 แหล่งน้ำ

เป็นพื้นที่ที่ปรากฏอยู่น้อยมาก แหล่งน้ำส่วนใหญ่ที่พบเป็นแหล่งน้ำที่เกิดจากมนุษย์
 สร้างขึ้น ส่วนแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่ศึกษานั้นมีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นด้วยข้อมูล
 ภาพถ่ายดาวเทียม ผลจากการแปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า แหล่ง
 น้ำ มีเนื้อที่ประมาณ 23.21 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า แหล่งน้ำ มี
 เนื้อที่ประมาณ 23.21 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 แหล่งน้ำ มีเนื้อที่
 ประมาณ 12.36 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.004 ของพื้นที่ศึกษา

1.12 พื้นที่อื่น ๆ

เป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถจำแนกให้อยู่ในประเภทการใช้ที่ดินประเภทใดได้ ผลจากการ
 แปลและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2536 พบว่า พื้นที่อื่น ๆ มีเนื้อที่ประมาณ 45.92
 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.02 ของพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2542 พบว่า พื้นที่อื่น ๆ มีเนื้อที่ประมาณ 45.89 ไร่
 คิดเป็นร้อยละ 0.02 ของพื้นที่ศึกษา และ ปี พ.ศ. 2548 พื้นที่อื่น ๆ มีเนื้อที่ประมาณ 144.73 ไร่ คิด
 เป็นร้อยละ 0.05 ของพื้นที่ศึกษา

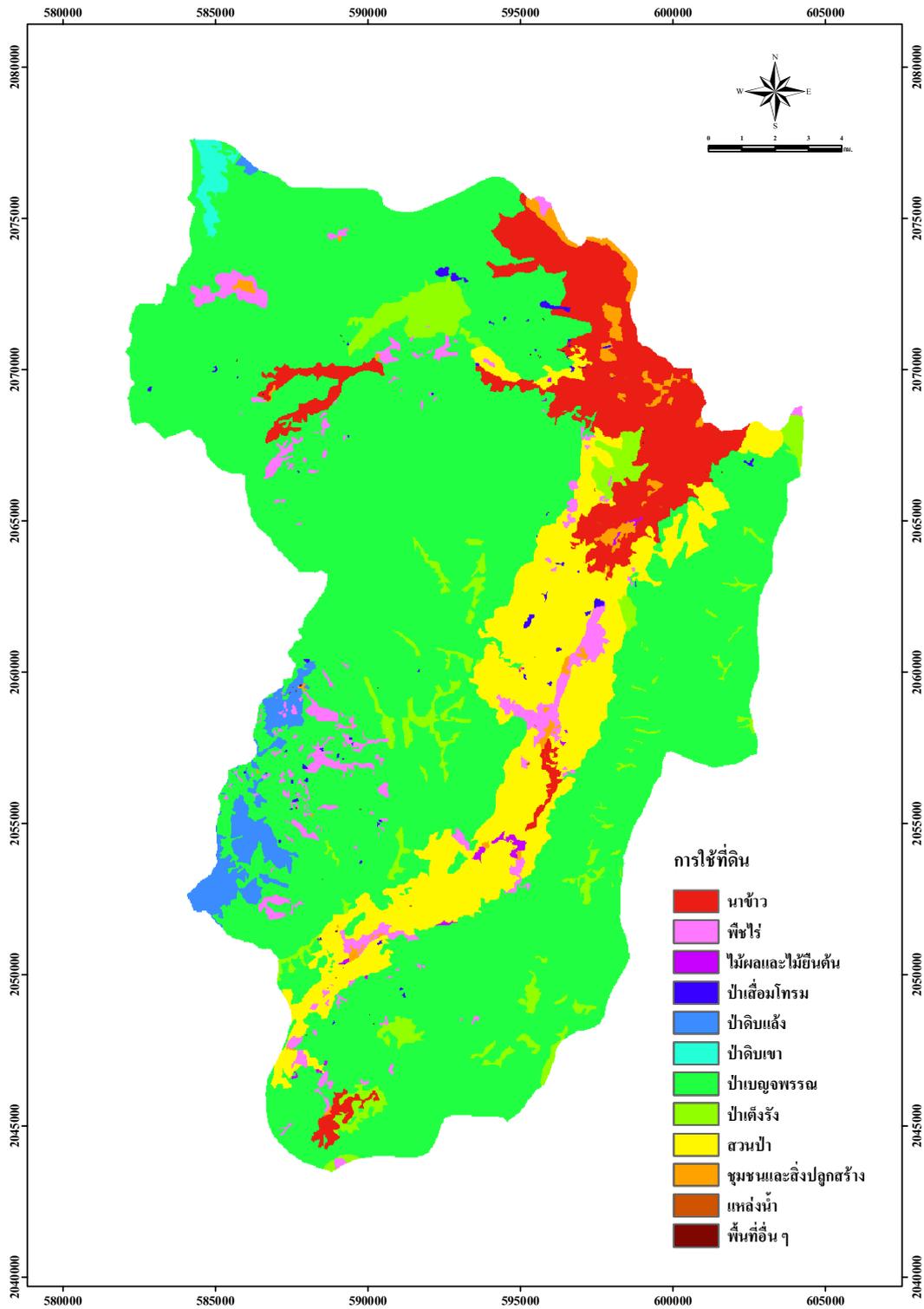
ตารางที่ 1 การประเมินค่าความถูกต้องของผลการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2548

		ข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างอ้างอิง (Reference Data)												User's Accuracy (%)	
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12	ผลรวม	
ผลการจำแนกประเภท (Classification Data)	Class1	45	3	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	50	90.00
	Class2	2	43	1	-	-	-	2	-	2	-	-	-	50	86.00
	Class3	-	-	18	-	1	-	-	-	1	-	-	-	20	90.00
	Class4	-	-	-	32	-	-	3	1	-	2	-	-	38	84.21
	Class5	-	-	1	-	23	-	-	-	1	-	-	-	25	92.00
	Class6	-	-	1	-	1	18	-	-	-	-	-	-	20	90.00
	Class7	-	-	2	1	-	-	43	1	2	1	-	-	50	86.00
	Class8	-	-	-	3	-	-	1	30	-	-	-	-	34	88.24
	Class9	-	-	1	-	2	-	2	-	30	-	-	-	35	85.71
	Class10	-	-	-	-	-	-	1	1	-	20	-	-	22	90.91
	Class11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	8	100.00
	Class12	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	10	14	71.43
	ผลรวม		47	46	24	39	27	18	54	33	37	23	8	10	366
Producer's Accuracy (%)		95.74	93.48	75.00	82.05	85.19	100.00	79.63	90.91	81.08	86.96	100.00	100.00		

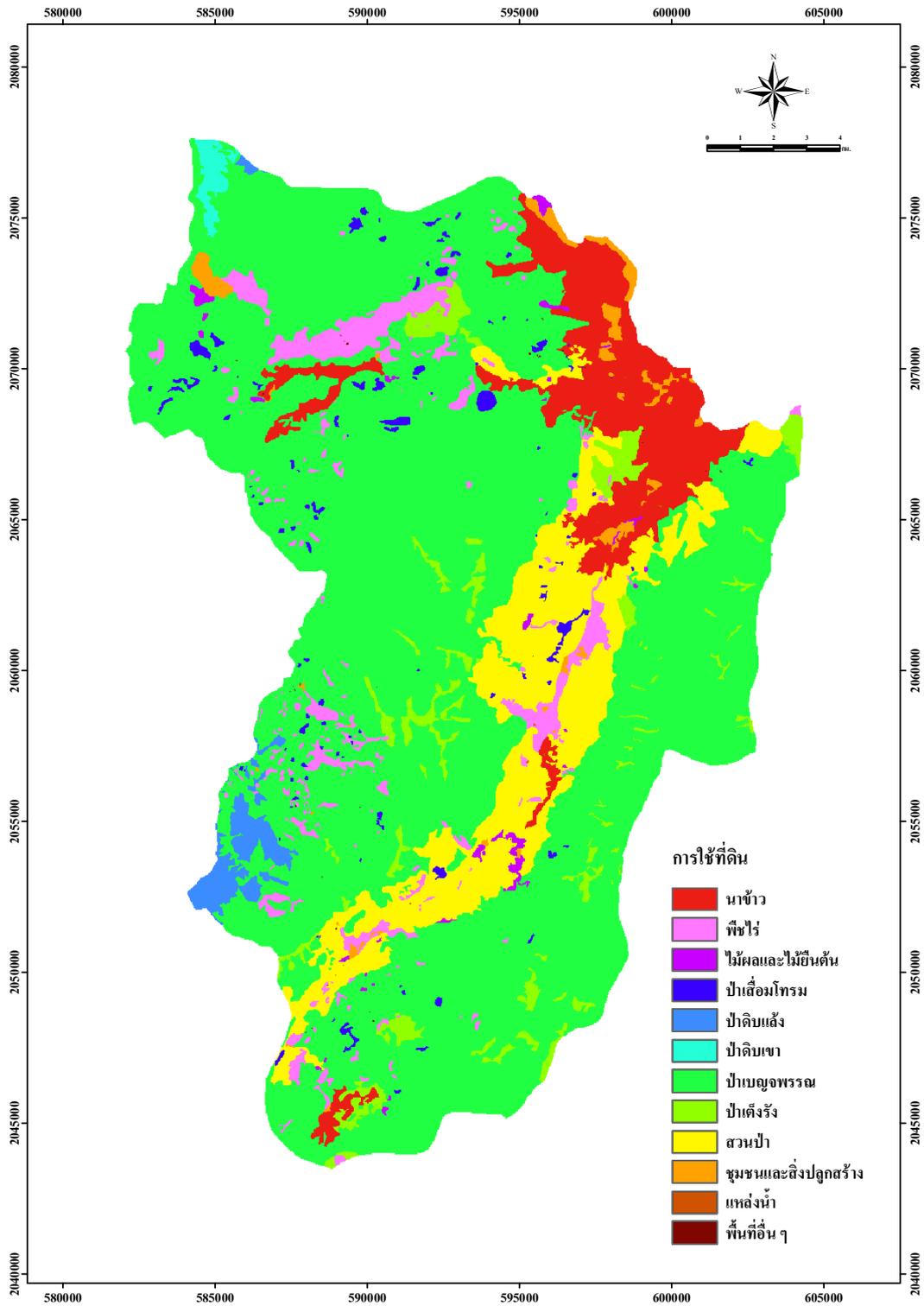
หมายเหตุ Overall classification accuracy = 87.43 % และ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3

ตารางที่ 2 การจำแนกการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2536 2542 และ 2548

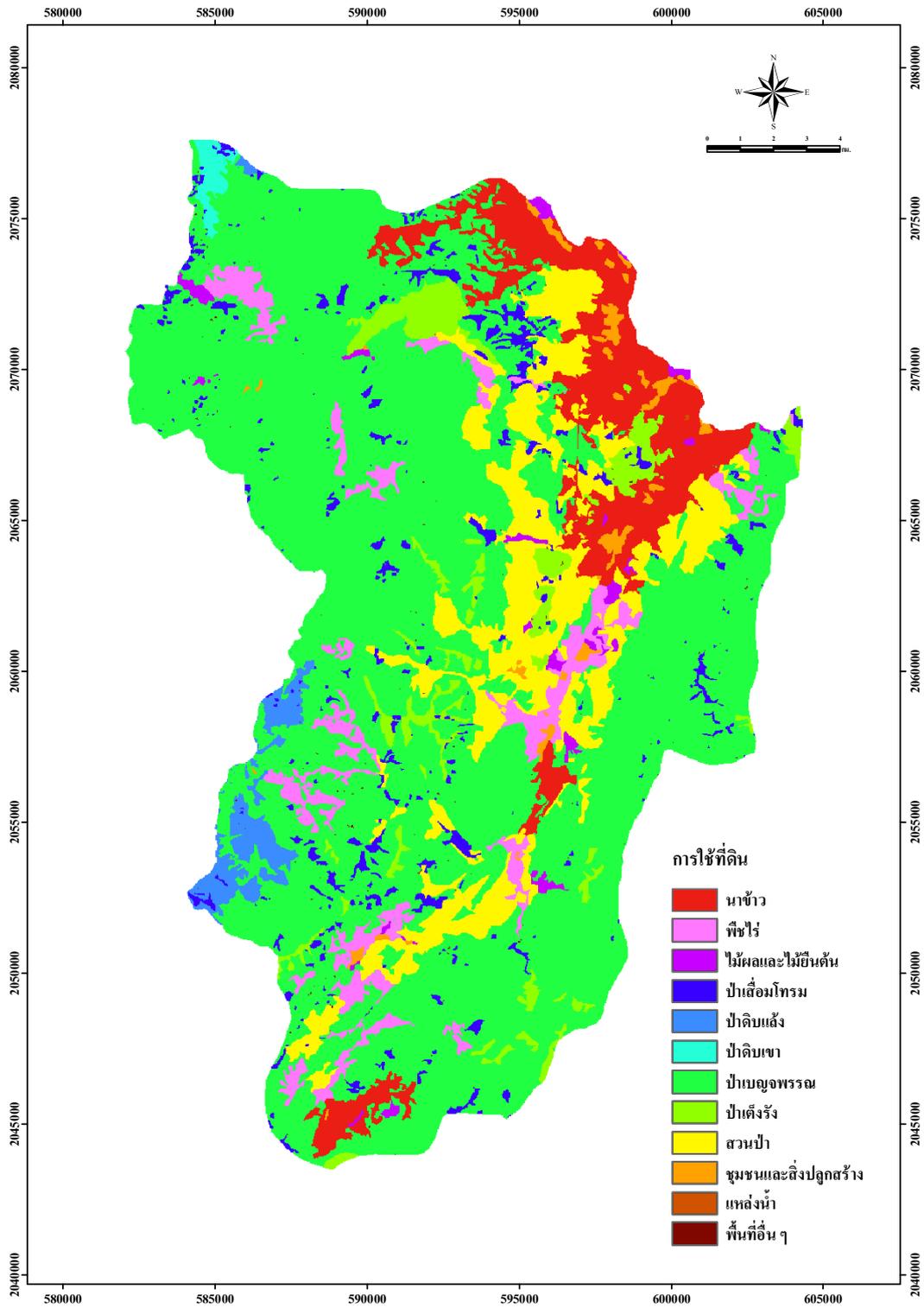
ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2536			ปี พ.ศ. 2542			ปี พ.ศ. 2548		
	ไร่	ตร.กม	ร้อยละ	ไร่	ตร.กม	ร้อยละ	ไร่	ตร.กม	ร้อยละ
นาข้าว	22,873.78	36.60	8.04	22,789.43	36.46	8.02	24,950.69	39.92	8.78
พืชไร่	7,884.97	12.62	2.77	11,864.74	18.98	4.17	13,988.18	22.38	4.92
ไม้ผล ไม้ยืนต้น	445.47	0.71	0.16	1,318.74	2.11	0.46	2,358.52	3.77	0.83
ป่าเสื่อมโทรม	648.89	1.04	0.23	2,691.46	4.31	0.95	8,490.73	13.59	2.99
ป่าดิบแล้ง	4,799.44	7.68	1.69	3,739.03	5.98	1.32	4,948.40	7.92	1.74
ป่าดิบเขา	1,273.61	2.04	0.45	1,273.15	2.04	0.45	1,275.78	2.04	0.45
ป่าเบญจพรรณ	200,389.88	320.62	70.48	196,825.05	314.92	69.23	182,958.96	292.73	64.35
ป่าเต็งรัง	11,124.26	17.80	3.91	9,481.67	15.17	3.33	10,813.41	17.30	3.80
สวนป่า	32,122.57	51.40	11.30	31,235.31	49.98	10.99	31,720.35	50.75	11.16
ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	2,692.92	4.31	0.95	3,037.24	4.86	1.07	2,662.80	4.26	0.94
แหล่งน้ำ	23.21	0.04	0.01	23.21	0.04	0.01	12.36	0.02	0.00
พื้นที่อื่น ๆ	45.92	0.07	0.02	45.89	0.07	0.02	144.73	0.23	0.05
รวม	284,324.91	454.92	100.00	284,324.91	454.92	100.00	284,324.91	454.92	100.00



ภาพที่ 5 แผนที่การใช้ที่ดิน บริเวณเขตอัตรแม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2536



ภาพที่ 6 แผนที่การใชที่ดิน บริเวณเขตลุ่มน้ำของป่าสาธิตแมงาว อําเภองาว จังหวัดลําปาง
ปี พ.ศ. 2542



ภาพที่ 7 แผนที่การใชที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาชิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง

ปี พ.ศ. 2548

2. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง

ผลการศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง ระหว่างข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินระหว่าง ปี พ.ศ. 2536- 2542 และระหว่าง ปี 2542 – 2548 โดยใช้วิธีการ Cross Tabulation ได้ผลการศึกษา ดังนี้

2.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่าง ปี พ.ศ. 2536 – 2542

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2536-2542 โดยสามารถสรุปลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษาได้ดังนี้ (ตารางที่ 3 และ 4 ภาพที่ 8)

2.1.1 นาข้าว

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่นาข้าว ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่าพื้นที่นาข้าวมีแนวโน้มลดลงน้อยมาก โดยลดลงประมาณ 84.36 ไร่ หรือเฉลี่ย 14.06 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่นาข้าวยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 22,150.99 ไร่ โดยลดลงเป็นป่าเบญจพรรณมีเนื้อที่ประมาณ 621.47 ไร่ และพื้นที่พืชไร่ คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 92.22 ไร่

2.1.2 พืชไร่

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่พืชไร่ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่าพื้นที่พืชไร่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงมาก โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 3,979.77 ไร่ หรือเฉลี่ย 663.30 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่พืชไร่ยังคงสภาพมีเนื้อที่ประมาณ 6,230.05 ไร่ โดยเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 2,991.90 ไร่ รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่สวนป่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่นาข้าว คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,611.88 ไร่, 578.55 ไร่, 245.13 ไร่ และ 92.22 ไร่ ตามลำดับ

2.1.3 ไม้ผลและไม้ยืนต้น

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่าพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 873.28 ไร่ หรือเฉลี่ย 145.55 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 411.59 ไร่ โดยเพิ่มขึ้นจากพื้นที่พืชไร่คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 570.05 ไร่ รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม และพื้นที่ป่าเบญจพรรณ คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 169.86 ไร่ และ 141.48 ไร่ ตามลำดับ

2.1.4 ป่าเสื่อมโทรม

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงป่าเสื่อมโทรม ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่าป่าเสื่อมโทรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 2,042.57 ไร่ หรือเฉลี่ย 340.43 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 371.20 ไร่ โดยเพิ่มจากพื้นที่ป่าเบญจพรรณมากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,921.80 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่สวนป่า คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 368.08 ไร่

2.1.5 ป่าดิบแล้ง

จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบแล้งในช่วงระยะเวลาดังแต่ ปี พ.ศ. 2536 – 2542 พบว่า พื้นที่ป่าดิบแล้งมีแนวโน้มลดลงทุกปี โดยลดลงประมาณ 1,060.41 ไร่ หรือเฉลี่ย 176.74 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พบว่า พื้นที่ป่าดิบแล้งยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 3,726.63 ไร่ โดยลดลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,039.75 ไร่

2.1.6 ป่าดิบเขา

จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบเขาในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536 – 2542 พบว่า ป่าดิบเขามีพื้นที่ป่าดิบมีแนวโน้มคงที่ โดยในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ ทั้งนี้สาเหตุอาจเกิดจากพื้นที่ป่าดิบเขาอยู่ห่างไกลจากชุมชน รวมถึงอยู่ในพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงชันไม่มีความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุก จึงทำให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพเลยในพื้นที่

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าดิบเขาไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นการใช้ที่ดินประเภทใด ๆ เลย

2.1.7 ป่าเบญจพรรณ

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่าป่าเบญจพรรณมีแนวโน้มลดลงทุกปีในอัตราที่สูง โดยลดลงประมาณ 3,564.83 ไร่ หรือเฉลี่ย 594.14 ไร่ต่อปี ทั้งนี้สาเหตุจากการลดลงเกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เป็นพืชเกษตรและถูกแปลงสภาพเป็นสวนป่าของรัฐในบริเวณที่เป็นป่าเสื่อมโทรม โดยพบว่าพื้นที่บริเวณป่าเบญจพรรณที่มีความลาดชันต่ำโดยเฉพาะบริเวณบ้านอ่อน บ้านสบเอิบ บ้านขุนแม่หวาด มีการบุกรุกพื้นที่เพื่อทำการเกษตรสูงมากกว่าบริเวณอื่น

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าเบญจพรรณคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 194,534.65 ไร่ ลดลงเป็นพืชไร่มากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 2,991.90 ไร่ รองลงมาเป็นป่าเสื่อมโทรม ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง นาข้าว และไม้ผลและไม้ยืนต้น คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,921.80 ไร่, 415.06 ไร่, 346.41 ไร่ และ 141.48 ไร่ ตามลำดับ

2.1.8 ป่าเต็งรัง

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเต็งรัง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่าป่าเต็งรังมีแนวโน้มจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลง โดยลดลงประมาณ 1,642.59 หรือเฉลี่ย 273.76 ไร่ ต่อปี การลดลงของพื้นที่ป่าเต็งรังส่วนใหญ่กระจายอยู่ตามบริเวณที่มีความลาดชันต่ำใกล้กับบริเวณชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จะแปลสภาพเป็นพื้นที่เกษตรกรรม

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าเต็งรัง คงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 9,476.36 ไร่ ลดลงเป็นพื้นที่พืชไร่คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,611.88 ไร่

2.1.9 สวนป่า

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่สวนป่า ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่า สวนป่ามีแนวโน้มลดลง โดยลดลงประมาณ 887.27 ไร่ หรือเฉลี่ย 147.88 ไร่ต่อปี โดยที่พื้นที่สวนป่าจะถูกบุกรุกเพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะบริเวณ บ้านแม่พร้าว บ้านห้วยทาก และบ้านขุนแม่หวด เป็นบริเวณที่มีการบุกรุกพื้นที่มากที่สุด

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่สวนป่าคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 30,966.00 ไร่ โดยลดลงเป็นพื้นที่พืชไร่มากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 578.55 ไร่ รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม และพื้นที่นาข้าว คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 368.08 ไร่ และ 178.06 ไร่ ตามลำดับ

2.1.10 ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่าพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 344.32 ไร่ หรือเฉลี่ย 57.39 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 2,413.47 ไร่ โดยเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ป่าเบญจพรรณ 415.06 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่พืชไร่ คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 206.72 ไร่

2.1.11 แหล่งน้ำ

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่แหล่งน้ำ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่า ช่วงเวลาดังกล่าว พื้นที่แหล่งน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่

2.1.12 พื้นที่อื่น ๆ

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อื่น ๆ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2542 พบว่า ช่วงเวลาดังกล่าว พื้นที่อื่น ๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่

สรุปได้ว่า จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในระหว่าง ปี พ.ศ. 2536 – 2542 ของพื้นที่ศึกษา มีพื้นที่เปลี่ยนแปลงรวมทั้งสิ้น 14,479.88 ไร่ โดยพื้นที่พืชไร่ มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือ เพิ่มขึ้น 3,979.77 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง โดยเพิ่มขึ้น 2,042.57 ไร่, 873.28 ไร่ และ 344.32 ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ป่าเบญจพรรณมีพื้นที่ลดลงมากที่สุด คือ 3,564.83 ไร่ รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่สวนป่า และนาข้าว โดยลดลง 1,642.59 ไร่, 1,060.41 ไร่, 887.27 ไร่ และ 84.36 ไร่ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ประชากรในพื้นที่มีการบุกพื้นที่ป่า โดยเฉพาะป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้ง เพื่อทำการเกษตร ซึ่งเห็นได้จากการลดลงและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ของพื้นที่ป่าเบญจพรรณ และพื้นที่พืชไร่ แสดงให้เห็นว่า ในพื้นที่ศึกษาอาจมีประชากรเพิ่มขึ้น สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่บีบบังคับ จึงทำให้มีการขยายพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2536 – 2542

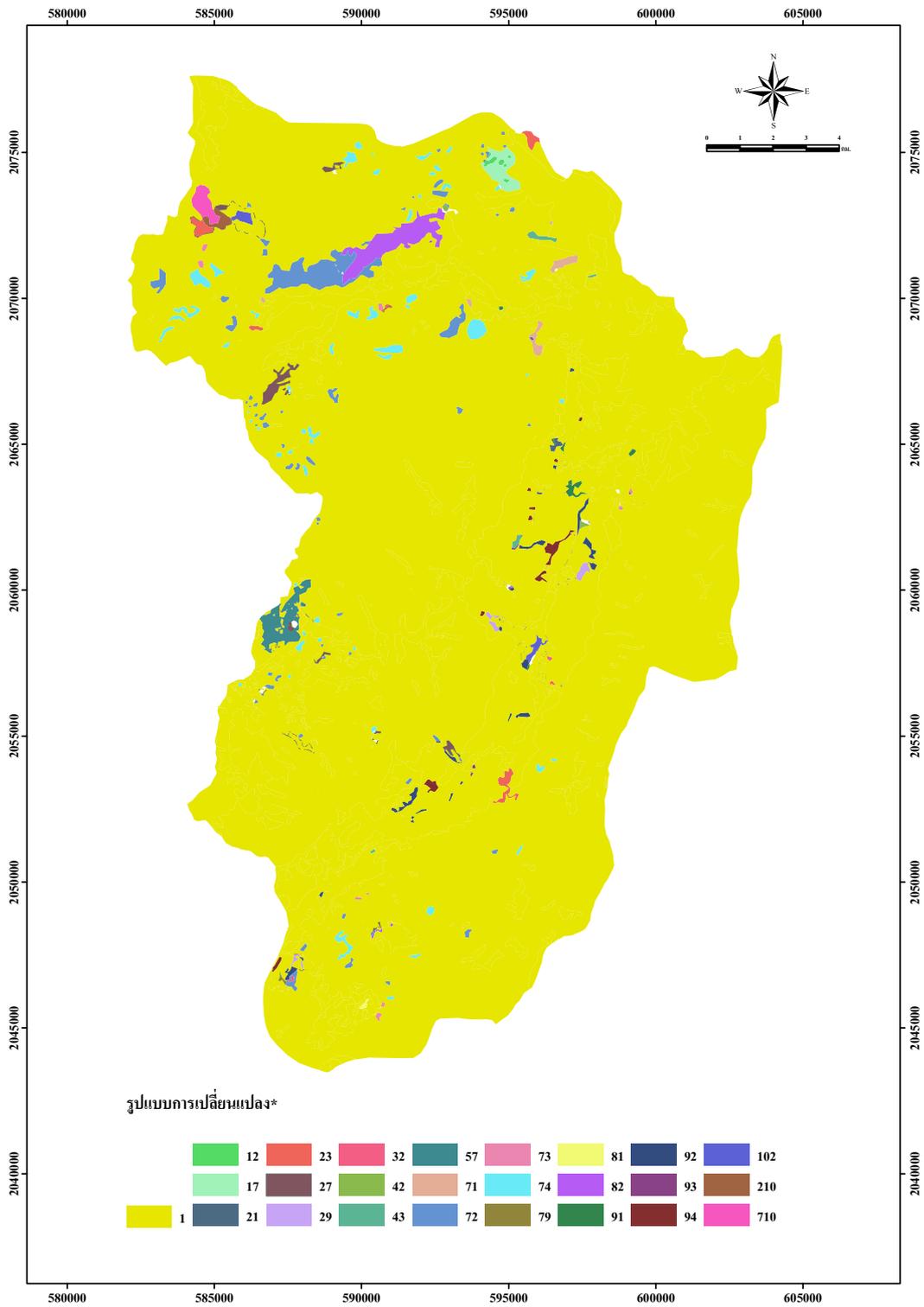
ประเภทของการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)			(%) เปลี่ยนแปลง ของพื้นที่ ทั้งหมด
	ปี พ.ศ. 2536	ปี พ.ศ. 2542	เปลี่ยนแปลง	
นาข้าว	22,873.78	22,789.43	- 84.36	0.58
พืชไร่	7,884.97	11,864.74	+3,979.77	27.48
ไม้ผลและไม้ยืนต้น	445.47	1,318.74	+873.28	6.03
ป่าเสื่อมโทรม	648.89	2,691.46	+2,042.57	14.11
ป่าดิบแล้ง	4,799.44	3,739.03	-1,060.41	7.32
ป่าดิบเขา	1,273.61	1,273.15	-0.46	0.00
ป่าเบญจพรรณ	200,389.88	196,825.05	-3,564.83	24.62
ป่าเต็งรัง	11,124.26	9,481.67	-1,642.59	11.34
สวนป่า	32,122.57	31,235.31	-887.27	6.13
ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	2,692.92	3,037.24	+344.32	2.38
แหล่งน้ำ	23.21	23.21	0.00	0.00
พื้นที่อื่น ๆ	45.92	45.89	-0.03	0.00
รวม	284,324.91	284,324.91	14,479.88	100.00

หมายเหตุ * เครื่องหมาย + หมายถึงพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น และ - หมายถึงพื้นที่ลดลง

ตารางที่ 4 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตออร์เม้นท์ของป่าสาธิตแม่จาง อำเภองาว จังหวัดลำปางระหว่างปี พ.ศ. 2536 – 2542

		การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2542 (ไร่)												
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12	ผลรวม
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2536 (ไร่)	Class1	22,150.99	92.22	0.00	3.02	0.00	0.00	621.47	1.46	3.28	1.35	0.00	0.00	22,873.78
	Class2	62.87	6,230.05	570.05	26.91	9.74	0.00	563.75	0.00	214.34	206.72	0.00	0.53	7,884.97
	Class3	0.00	30.42	411.59	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00	445.47
	Class4	4.26	52.03	169.86	371.20	0.00	0.00	29.54	0.00	20.21	0.00	0.00	1.79	648.89
	Class5	0.00	32.22	0.00	0.12	3,726.63	0.00	1,039.75	0.00	0.00	0.64	0.00	0.08	4,799.44
	Class6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,270.90	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,273.61
	Class7	346.41	2,991.90	141.48	1,921.80	1.36	2.25	194,534.65	3.85	30.14	415.06	0.00	0.20	200,389.88
	Class8	30.34	1,611.88	0.00	0.00	0.00	0.00	5.68	9,476.36	0.00	0.00	0.00	0.00	11,124.26
	Class9	178.06	578.55	24.90	368.08	0.00	0.00	6.68	0.00	30,966.00	0.00	0.00	0.30	32,122.57
	Class10	16.49	245.13	0.32	0.00	0.00	0.00	16.99	0.00	0.50	2,413.47	0.00	0.00	2,692.92
	Class11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.21	0.00	23.21
	Class12	0.00	0.35	0.53	0.32	1.30	0.00	0.21	0.00	0.21	0.00	0.00	42.99	45.92
ผลรวม		22,789.43	11,864.74	1,318.74	2,691.46	3,739.03	1,273.15	196,825.05	9,481.67	31,235.31	3,037.24	23.21	45.89	284,324.91

หมายเหตุ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3



ภาพที่ 8 แผนที่แสดงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2536- 2542

หมายเหตุ *รูปแบบการเปลี่ยนแปลงอธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 1

2.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่าง ปี พ.ศ. 2542 – 2548

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2542-2548 โดยสามารถสรุปลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษาได้ดังนี้ (ตารางที่ 5 และ 6 ภาพที่ 9)

2.2.1 นาข้าว

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่นาข้าว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่าพื้นที่นาข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงมากเมื่อเทียบกับช่วงเวลา ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2542 โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 2,161.26 ไร่ หรือเฉลี่ย 360.21 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่นาข้าวยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 15,476.33 ไร่ โดยเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ป่าเบญจพรรณมากที่สุดมีเนื้อที่ประมาณ 5,851.00 ไร่ รองลงมาพื้นที่สวนป่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่พีชไร้ พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม และพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,697.37 ไร่, 852.40 ไร่, 506.14 ไร่, 361.70 ไร่, 117.62 ไร่ และ 72.44 ไร่ ตามลำดับ

2.2.2 พีชไร้

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่พีชไร้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่าพื้นที่พีชไร้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงมาก โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 2,123.44 ไร่ หรือเฉลี่ย 353.91 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่พีชไร้ยังคงสภาพมีเนื้อที่ประมาณ 2,954.53 ไร่ โดยเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 6,933.54 ไร่ รองลงมาเป็น พื้นที่สวนป่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น และพื้นที่นาข้าว คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 2,633.73 ไร่, 420.72 ไร่, 302.48 ไร่, 273.41 ไร่, 247.36 ไร่ และ 214.48 ไร่ ตามลำดับ

2.2.3 ไม้ผลและไม้ยืนต้น

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่าพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 1,039.77 ไร่ หรือเฉลี่ย 173.30 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 296.73 ไร่ โดยเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ป่าเบญจพรรณมากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 715.42 ไร่ รองลงมาเป็น พื้นที่สวนป่า พื้นที่นาข้าว พื้นที่ ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่พืชไร่ และพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 690.05 ไร่, 205.19 ไร่, 182.03 ไร่, 167.88 ไร่ และ 63.19 ไร่ ตามลำดับ

2.2.4 ป่าเสื่อมโทรม

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงป่าเสื่อมโทรม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่าป่าเสื่อมโทรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 5,799.28 ไร่ หรือเฉลี่ย 966.5 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 174.33 ไร่ โดยเพิ่มจากพื้นที่ป่าเบญจพรรณมากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 6,610.70 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่สวนป่า พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่นาข้าว และพื้นที่ป่าดิบแล้ง คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 831.77 ไร่, 271.82 ไร่, 220.05 ไร่, 183.82 ไร่ และ 163.34 ไร่ ตามลำดับ

2.2.5 ป่าดิบแล้ง

จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบแล้งในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536 – 2542 พบว่า พื้นที่ป่าดิบแล้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 1,209.36 ไร่ หรือเฉลี่ย 201.56 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พบว่า พื้นที่ป่าดิบแล้งยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 3,526.00 ไร่ โดยเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ป่าเบญจพรรณคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,313.43 ไร่

2.2.6 ป่าดิบเขา

จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบเขาในช่วงระยะเวลาดังตั้ง ปี พ.ศ. 2542 – 2548 พบว่า ป่าดิบเขามีพื้นที่ป่าดิบมีแนวโน้มคงที่ โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงพื้นที่คล้ายคลึงกับในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2536 – 2542

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าดิบเขาไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นการใช้ที่ดินประเภทใด ๆ เลย

2.2.7 ป่าเบญจพรรณ

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่าป่าเบญจพรรณมีแนวโน้มลดลงทุกปีในอัตราที่สูง โดยลดลงประมาณ 13,866.09 ไร่ หรือเฉลี่ย 2,311.02 ไร่ต่อปี จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวมีอัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่สูงมากเมื่อเทียบกับระยะเวลาในช่วง 6 ปี ที่ผ่านมา

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าเบญจพรรณ คงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 160,362.24 ไร่ ลดลงเป็นสวนป่ามากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 14,675.10 ไร่ รองลงมาเป็นที่พืชไร่ พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่นาข้าว ป่าดิบแล้ง พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่อื่น ๆ พื้นที่ป่าเต็งรัง และชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 6,933.54 ไร่, 6,610.70 ไร่, 5,851.00 ไร่, 1,313.43 ไร่, 715.42 ไร่ 103.88 ไร่, 101.16 ไร่ และ 88.99 ไร่ ตามลำดับ

2.2.8 ป่าเต็งรัง

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเต็งรัง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่าป่าเต็งรังมีแนวโน้มจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 1,331.74 หรือเฉลี่ย 221.96 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าเต็งรัง คงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 6,573.90 ไร่ โดยเพิ่มขึ้นจากพื้นที่พืชไร่มากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ

1,755.34 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่สวนป่า พื้นที่นาข้าว และพื้นที่ป่าเบญจพรรณ คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 1,304.71 ไร่, 1,028.73 ไร่ และ 101.16 ไร่ ตามลำดับ

2.2.9 สวนป่า

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่สวนป่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่าสวนป่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 485.05 ไร่ หรือเฉลี่ย 80.84 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่สวนป่าคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 13,099.96 ไร่ โดยเพิ่มขึ้นจากเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณมากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 14,675.10 ไร่ รองลงมาเป็น พื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น และพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 2,147.34 ไร่, 603.27 ไร่, 513.27 ไร่, 337.23 ไร่ และ 310.6 ไร่ ตามลำดับ

2.2.10 ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่าพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีแนวโน้มลดลง โดยลดลงประมาณ 374.44 ไร่ หรือเฉลี่ย 62.41 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างยังคงสภาพเดิมมีเนื้อที่ประมาณ 1,124.36 ไร่ โดยลดลงเป็นพื้นที่นาข้าวมากที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 933.97 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่พืชไร่ พื้นที่สวนป่า และป่าเบญจพรรณ คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 241.80 ไร่, 211.55 ไร่ และ 88.99 ไร่ ตามลำดับ

2.2.11 แหล่งน้ำ

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่แหล่งน้ำ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่าพื้นที่แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ลดลง โดยลดลงประมาณ 10.84 ไร่ หรือเฉลี่ย 1.81 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่แหล่งน้ำลดลง เป็นพื้นที่นาข้าวและพื้นที่พืชไร่ คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 14.49 ไร่ และ 4.94 ไร่ ตามลำดับ

2.2.12 พื้นที่อื่น ๆ

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อื่น ๆ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2542-2548 พบว่า พื้นที่อื่น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 94.84 ไร่ หรือเฉลี่ย 15.81 ไร่ต่อปี

จากผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่า พื้นที่อื่น ๆ เพิ่มขึ้น จากพื้นที่ป่าเบญจพรรณ และพื้นที่สวนป่า คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 103.88 ไร่ และ 19.33 ไร่ ตามลำดับ

สรุปได้ว่า จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในช่วง ปี พ.ศ. 2542 – 2548 ของ พื้นที่ศึกษา มีพื้นที่เปลี่ยนแปลงรวมทั้งสิ้น 28,052.75 ไร่ โดยพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 5,799.28 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ไม้ผลและไม่ยืนต้น พื้นที่สวนป่า และพื้นที่อื่น ๆ โดยเพิ่มขึ้น 2,161.26 ไร่, 2,123.44 ไร่, 1,331.74 ไร่, 1,209.36 ไร่, 485.05 ไร่ และ 98.84 ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ พื้นที่ป่าเบญจพรรณมีพื้นที่ลดลงมากที่สุด คือ 13,866.09 ไร่ รองลงมาเป็น ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำ โดยลดลง 374.44 ไร่ และ 10.84 ไร่ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ ที่ดินในช่วงเวลานี้ มีลักษณะคล้ายคลึงกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2536-2542 แต่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ค่อนข้างสูงกว่า โดยเฉพาะการลดลงอย่างรวดเร็วของ ป่าเบญจพรรณ และการเพิ่มของพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่นาข้าว และพื้นที่พืชไร่ ซึ่งสาเหตุของการ ลดลงของพื้นที่นั้นช่วงเวลาดังกล่าวหน่วยงานของรัฐที่ทำหน้าที่ดูแลรับผิดชอบพื้นที่ส่วนใหญ่ พื้นที่ศึกษา คือ กรมป่าไม้ มีการแบ่งแยกโครงสร้างการบริหารเป็นผลทำให้หน่วยงานของกรมป่า ไม้ที่ดูแลรักษาพื้นที่เกิดความสับสนในพื้นที่รับผิดชอบของตนเอง เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพ ในการดูแลรักษาพื้นที่ลดลงประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าว สภาพเศรษฐกิจไม่ดี เป็นผลทำให้ ราคาพืชผลทางการเกษตรตกต่ำ จึงทำให้มีการขยายพื้นที่ป่าไม้เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2548

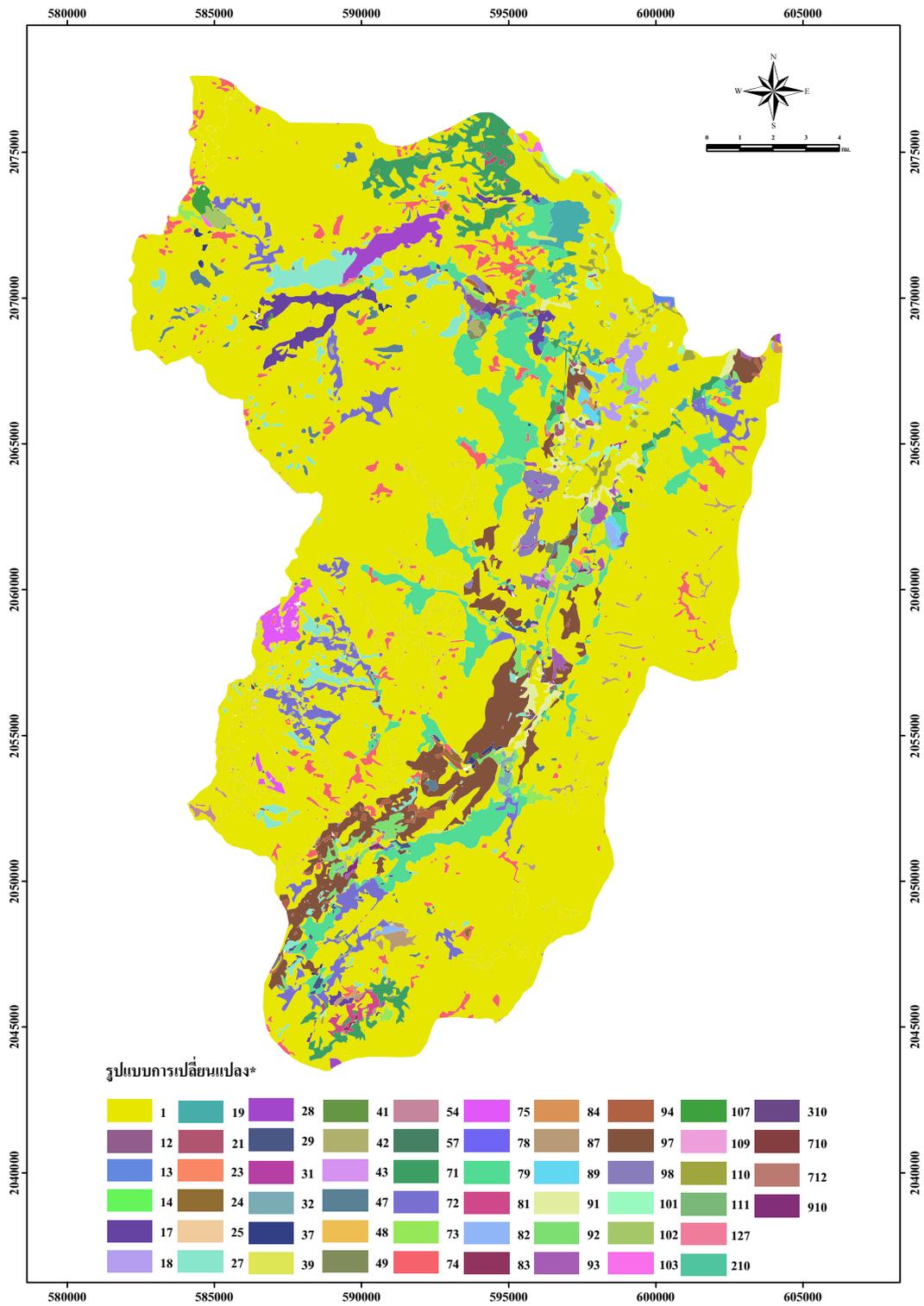
ประเภทของการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)			(%) เปลี่ยนแปลง ของพื้นที่ ทั้งหมด
	ปี พ.ศ. 2542	ปี พ.ศ. 2548	เปลี่ยนแปลง	
นาข้าว	22,789.43	24,950.69	+2,161.26	7.58
พืชไร่	11,864.74	13,988.18	+2,123.44	7.45
ไม้ผลและไม้ยืนต้น	1,318.74	2,358.52	+1,039.77	3.65
ป่าเสื่อมโทรม	2,691.46	8,490.73	+5,799.28	20.35
ป่าดิบแล้ง	3,739.03	4,948.40	+1,209.36	4.24
ป่าดิบเขา	1,273.15	1,275.78	+2.63	0.01
ป่าเบญจพรรณ	196,825.05	182,958.96	-13,866.09	48.65
ป่าเต็งรัง	9,481.67	10,813.41	+1,331.74	4.67
สวนป่า	31,235.31	31,720.35	+485.05	1.70
ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	3,037.24	2,662.80	-374.44	1.31
แหล่งน้ำ	23.21	12.36	-10.84	0.04
พื้นที่อื่น ๆ	45.89	144.73	+98.84	0.35
รวม	284,324.91	284,324.91		100.00

หมายเหตุ * เครื่องหมาย + หมายถึงพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น และ - หมายถึงพื้นที่ลดลง

ตารางที่ 6 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณเขตออร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่จาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2548

		การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548 (ไร่)												
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12	ผลรวม
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2542 (ไร่)	Class1	15,476.33	214.48	205.19	183.82	0.00	0.00	2,581.12	1,028.83	2,147.34	933.97	12.36	4.46	22,789.43
	Class2	361.70	2,954.53	167.88	271.82	87.58	0.00	5,415.06	1,755.34	603.27	241.80	0.00	5.53	11,864.74
	Class3	72.44	247.36	296.73	12.13	0.00	0.00	318.15	1.68	337.23	32.86	0.00	0.27	1,318.74
	Class4	117.62	273.41	63.19	174.33	1.55	0.00	1,688.33	40.19	310.61	18.90	0.00	3.32	2,691.46
	Class5	0.00	1.24	0.00	163.34	3,526.00	0.00	40.45	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	3,739.03
	Class6	0.00	0.00	0.00	2.62	0.00	1,262.86	6.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	1,273.15
	Class7	5,851.00	6,933.54	715.42	6,610.70	1,313.43	12.92	160,362.24	101.16	14,675.10	88.99	0.00	103.88	196,825.05
	Class8	506.14	302.48	38.02	220.05	0.00	0.00	1,319.13	6,573.90	513.27	0.00	0.00	4.20	9,481.67
	Class9	1,697.37	2,633.73	690.05	831.77	0.00	0.00	10,733.19	1,304.71	13,099.96	221.55	0.00	19.33	31,235.31
	Class10	852.40	420.72	182.03	15.60	16.08	0.00	393.69	3.50	25.37	1,124.36	0.00	0.00	3,037.24
	Class11	14.49	4.94	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	23.21
	Class12	1.20	1.75	0.00	4.55	3.76	0.00	21.98	4.11	8.13	0.38	0.00	0.01	45.89
ผลรวม	24,950.69	13,988.18	2,358.52	8,490.73	4,948.40	1,275.78	182,958.96	10,813.41	31,720.35	2,662.80	12.36	144.73	284,324.91	

หมายเหตุ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3



ภาพที่ 9 แผนที่แสดงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2542- 2548

หมายเหตุ *รูปแบบการเปลี่ยนแปลงอธิบายรายละเอียดที่ตารางผนวกที่ 2

3. การศึกษาความเหมาะสมของแบบจำลองสำหรับคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บริเวณ เขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง

3.1 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548

จากการคาดการณ์แนวโน้มการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของ 2 ช่วงเวลา คือ ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ค่าความน่าจะเป็น (probability) และค่าการถ่ายโอน (transition) ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟ แสดงในตารางที่ 7 และ 8 นำค่าการถ่ายโอน (transition) และค่าความน่าจะเป็น (probability) เพื่อใช้คาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548 ด้วยแบบจำลองเซลล์ลวดาอโตมาตา

ผลจากการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ด้วยแบบจำลอง พบว่า พื้นที่นาข้าว มีเนื้อที่ประมาณ 22,699.61 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.98 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่พืชไร่ มีเนื้อที่ประมาณ 14,898.54 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.24 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น มีเนื้อที่ประมาณ 2,745.44 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.97 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม มีเนื้อที่ประมาณ 3,813.96 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.34 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าดิบแล้ง มีเนื้อที่ประมาณ 2,895.85 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.02 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าดิบเขา มีเนื้อที่ประมาณ 1,247.39 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.44 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีเนื้อที่ประมาณ 194,298.41 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 68.34 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าเต็งรัง มีเนื้อที่ประมาณ 8,062.79 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.84 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่สวนป่า มีเนื้อที่ประมาณ 30,561.71 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.75 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีเนื้อที่ประมาณ 3,049.07 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.07 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่ประมาณ 17.53 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่อื่น ๆ มีเนื้อที่ประมาณ 34.60 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาแสดงตารางที่ 9 และผังภาพที่ 10

ตารางที่ 7 ค่าความน่าจะเป็น (probability) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยใช้แบบจำลองมาร์คอฟ

		การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548											
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2542	Class1	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class2	0.01	0.79	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00
	Class3	0.00	0.07	0.93	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class4	0.01	0.08	0.26	0.57	0.00	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
	Class5	0.00	0.01	0.00	0.00	0.78	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class7	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class8	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class9	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00
	Class10	0.01	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00
	Class11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	Class12	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00

หมายเหตุ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3

ตารางที่ 8 ค่าการถ่ายโอน (transition area) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยใช้แบบจำลองมาร์คอฟ

		การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548											
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2542	Class1	39,252.00	166.00	0.00	4.00	0.00	0.00	1,098.00	2.00	8.00	1.00	0.00	0.00
	Class2	167.00	16,653.00	1,529.00	74.00	27.00	0.00	1,517.00	0.00	566.00	551.00	0.00	0.00
	Class3	0.00	153.00	2,179.00	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class4	29.00	389.00	1,224.00	2,749.00	0.00	0.00	240.00	0.00	141.00	0.00	0.00	12.00
	Class5	0.00	46.00	0.00	0.00	5,181.00	0.00	1,436.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
	Class6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,244.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class7	599.00	5,218.00	245.00	3,347.00	1.00	4.00	339,731.00	6.00	54.00	730.00	0.00	0.00
	Class8	47.00	2,437.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	14,346.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class9	308.00	1,009.00	44.00	639.00	0.00	0.00	12.00	0.00	53,520.00	0.00	0.00	0.00
	Class10	35.00	491.00	1.00	0.00	0.00	0.00	36.00	0.00	2.00	4,809.00	0.00	0.00
	Class11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.00	0.00
	Class12	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	74.00

หมายเหตุ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3

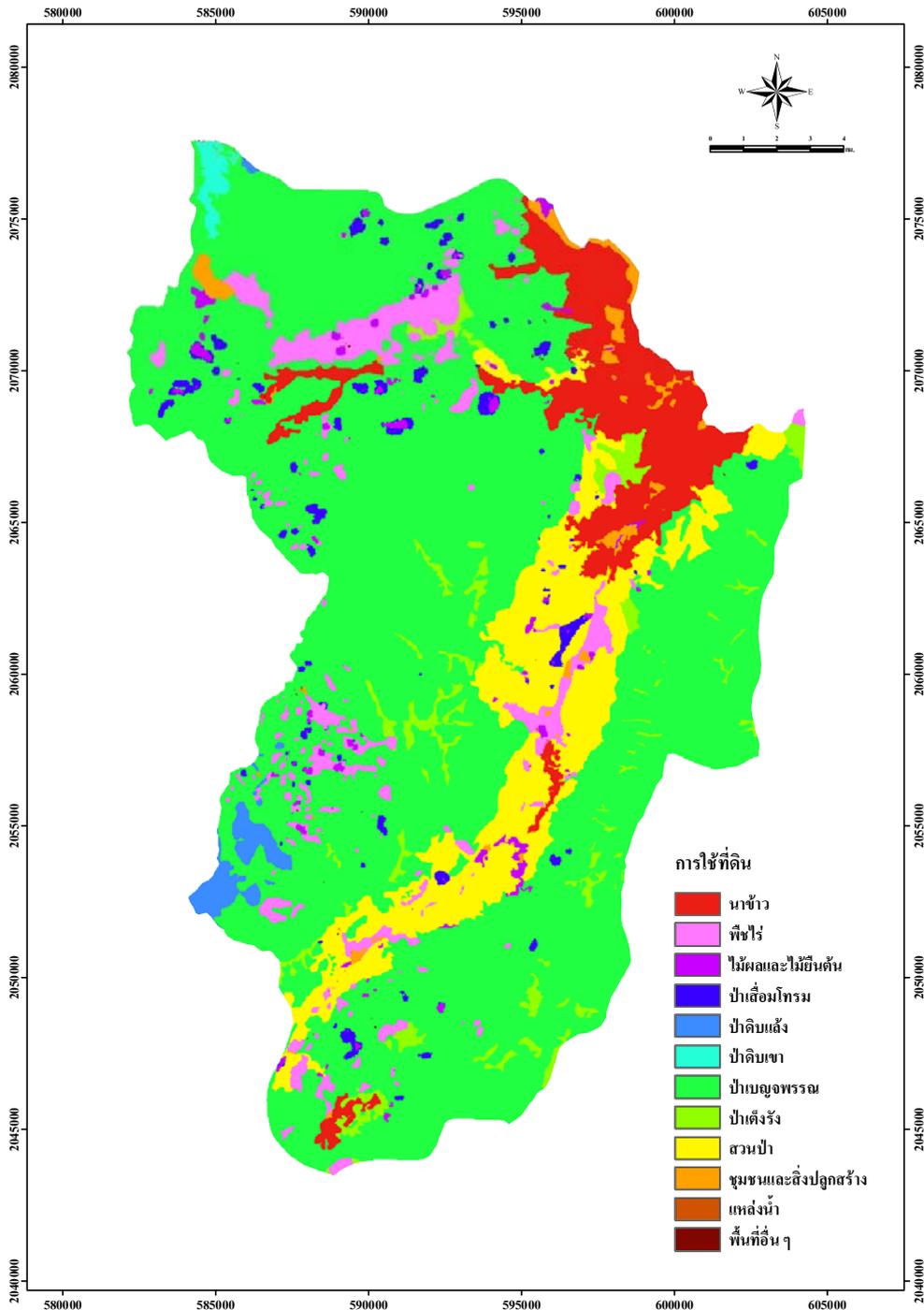
ตารางที่ 9 ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและ
เซลลูลาร์อโตมาตา

ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่		
	ไร่	ตร.กม.	ร้อยละ
นาข้าว	22,699.61	36.32	7.98
พืชไร่	14,898.54	23.84	5.24
ไม้ผลและไม้ยืนต้น	2,745.44	4.39	0.97
ป่าเสื่อมโทรม	3,813.96	6.10	1.34
ป่าดิบแล้ง	2,895.85	4.63	1.02
ป่าดิบเขา	1,247.39	2.00	0.44
ป่าเบญจพรรณ	194,298.41	310.88	68.34
ป่าเต็งรัง	8,062.79	12.90	2.84
สวนป่า	30,561.71	48.90	10.75
ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	3,049.07	4.88	1.07
แหล่งน้ำ	17.53	0.03	0.01
พื้นที่อื่น ๆ	34.60	0.06	0.01
รวม	284,324.91	454.92	100.00

3.2 การประเมินความถูกต้องของการคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548

ผลการศึกษาการประเมินความถูกต้องของการคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548 โดยการเปรียบเทียบ ระหว่างแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลอง มาร์คอฟและเซลลูลาร์อโตมาตา กับแผนที่การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการจำแนกข้อมูล ดาวเทียมด้วยวิธี ผสมผสาน พบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) เท่ากับ 70.54 เปอร์เซ็นต์ ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) ของพื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าเบญจพรรณ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่สวนป่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ เท่ากับ 62.21 24.14 12.99 1.45 55.05 95.48 86.26 50.34 40.69 42.32 0.00 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ความถูกต้องของผู้ใช้ (user' accuracy) ของพื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าเบญจพรรณ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่สวนป่า

พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ เท่ากับ 68.38 22.66 11.16 3.22 94.06 97.66 81.23 67.52 42.23 36.92 0.00 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รายละเอียดการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกภาพ แสดงตามตารางที่ 10



ภาพที่ 10 แผนที่การใช้ที่ดิน บริเวณเขตกเตอร์แม่หวดของป่าสาชิตแมงาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการลาดการณ์

เมื่อนำข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาอโตมาตา กับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีผสมผสาน มาทำการเปรียบเทียบกัน พบว่า พื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าเบญจพรรณ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่สวนป่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ มีพื้นที่แตกต่างกัน เท่ากับ 2,251.07 ไร่ 910.36 ไร่ 386.93 ไร่ 4,676.77 ไร่ 2,052.54 ไร่ 28.39 ไร่ 11,339.45 ไร่ 2,750.63 ไร่ 1,158.64 ไร่ 386.27 ไร่ 5.17 ไร่ และ 110.13 ไร่ ตามลำดับ หรือร้อยละ 8.64 3.49 1.48 17.95 7.88 0.11 43.52 10.56 4.45 1.48 0.02 และ 0.42 ของความแตกต่างทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 11 และภาพที่ 11) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างระหว่างพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม และพื้นที่ป่าเบญจพรรณที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาอโตมาตากับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีผสมผสาน มีความแตกต่างกันมาก อาจเป็นเพราะว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความผันแปรต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากปัจจัยต่าง ๆ ค่อนข้างสูง เป็นผลทำให้ผลการคาดการณ์มีความคลาดเคลื่อนที่สูงตามไปด้วย ดังนั้นควรหาปัจจัยด้านอื่น ๆ เข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ จึงจะทำให้ผลการคาดการณ์มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า จากการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาอโตมาตา กับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีผสมผสาน พบว่า การใช้ที่ดินต่างกันประมาณ 26,056.35 ไร่ โดยค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) เท่ากับ 70.54 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาอโตมาตา จึงเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ และสามารถนำมาใช้ในการศึกษาและคาดการณ์การใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษาในช่วงเวลาอื่น ๆ ต่อไป

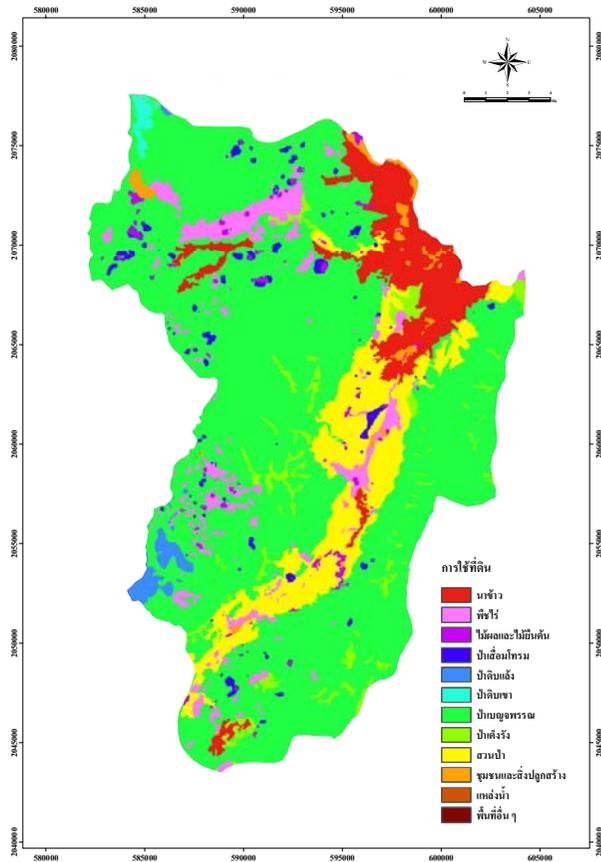
ตารางที่ 10 การประเมินค่าความถูกต้องการคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548 ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลล์ลาอโตมาตา

		การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม												User's	
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12	ผลรวม	Accuracy (%)
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการคาดการณ์จากแบบจำลอง	Class1	15,522.80	218.50	205.44	179.92	0.00	0.77	2,434.91	1,027.66	2,146.19	948.55	12.15	2.73	22,699.61	68.38
	Class2	476.20	3,376.67	175.06	433.10	132.50	0.00	6,622.48	2,668.38	823.22	185.34	0.00	5.60	14,898.54	22.66
	Class3	77.34	416.99	306.43	115.12	0.31	1.42	1,219.30	119.73	404.81	83.21	0.00	0.79	2,745.44	11.16
	Class4	201.17	341.88	86.11	122.80	4.69	0.00	2,508.73	47.30	478.98	20.30	0.00	1.99	3,813.96	3.22
	Class5	0.00	1.68	0.00	161.23	2,723.91	0.00	7.12	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92	2,895.85	94.06
	Class6	0.00	0.00	0.00	9.24	0.00	1,218.16	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	1,247.39	97.66
	Class7	5,752.62	6,480.40	692.33	6,341.97	2,055.93	40.06	157,827.79	205.81	14,481.32	74.03	0.00	71.15	194,298.41	81.23
	Class8	497.20	194.34	40.04	131.52	0.00	0.21	1,320.32	5,443.60	432.34	0.00	0.00	3.23	8,062.79	67.52
	Class9	1,585.98	2,528.81	650.84	799.68	0.39	0.36	10,569.69	1,288.75	12,905.68	215.29	0.00	15.59	30,561.71	42.23
	Class10	830.66	443.04	176.85	13.79	17.10	12.13	400.36	2.70	25.59	1,126.83	0.00	0.00	3,049.07	36.96
	Class11	9.98	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00	3.53	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	17.53	0.00
	Class12	0.39	2.11	0.00	3.01	2.55	0.21	15.56	3.10	7.61	0.00	0.00	0.08	34.60	0.22
ผลรวม	24,950.69	13,988.18	2,358.52	8,490.73	4,948.40	1,275.78	182,958.96	10,813.41	31,720.35	2,662.80	12.36	144.73	284,324.91		
Producer's															
Accuracy (%)		62.21	24.14	12.99	1.45	55.05	95.48	86.26	50.34	40.69	42.32	0.00	0.05		

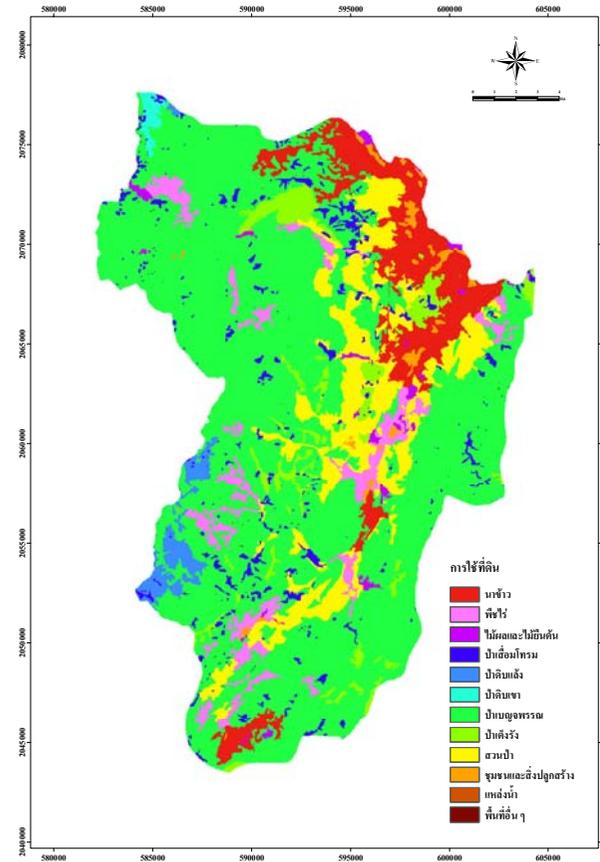
หมายเหตุ Overall accuracy = 70.54 % และ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3

ตารางที่ 11 ความแตกต่างระหว่างข้อมูลจากแบบจำลอง กับข้อมูลการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ประเภทของการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)			
	ข้อมูลดาวเทียม	แบบจำลอง	ค่าความแตกต่าง	(%) เปลี่ยนแปลงของพื้นที่ทั้งหมด
นาข้าว	24,950.69	22,699.61	2,251.07	8.64
พืชไร่	13,988.18	14,898.54	910.36	3.49
ไม้ผล ไม้ยืนต้น	2,358.52	2,745.44	386.93	1.48
ป่าเสื่อมโทรม	8,490.73	3,813.96	4,676.77	17.95
ป่าดิบแล้ง	4,948.40	2,895.85	2,052.54	7.88
ป่าดิบเขา	1,275.78	1,247.39	28.39	0.11
ป่าเบญจพรรณ	182,958.96	194,298.41	11,339.45	43.52
ป่าเต็งรัง	10,813.41	8,062.79	2,750.63	10.56
สวนป่า	31,720.35	30,561.71	1,158.64	4.45
ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	2,662.80	3,049.07	386.27	1.48
แหล่งน้ำ	12.36	17.53	5.17	0.02
พื้นที่อื่น ๆ	144.73	34.60	110.13	0.42
รวม	284,324.91	284,324.91	26,056.35	100.00



(ก)



(ข)

ภาพที่ 11 เปรียบเทียบระหว่างแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์อโตมาตา (ก) กับแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากงานภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีผสมผสาน (ข)

4. การเปรียบเทียบการกำหนดช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่า ลาซิดแม่ขาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2554

4.1 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554

จากการคาดการณ์แนวโน้มการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของ 2 ช่วงเวลา คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ และข้อมูลการใช้ที่ดินของ 2 ช่วงเวลา ระหว่างปี พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ค่าความน่าจะเป็น (probability) แสดงในตารางที่ 12 และ 13 และค่าการถ่ายโอน (transition) ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟ แสดงในตารางที่ 14 และ 15 นำค่าการถ่ายโอน (transition) และค่าความน่าจะเป็น (probability) เพื่อใช้คาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 ด้วยแบบจำลองเซลล์สุทธาอโตมาตา

ผลจากการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของ 2 ช่วงเวลา คือ ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ พบว่า พื้นที่นาข้าว มีเนื้อที่ประมาณ 22,721.65 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.99 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่พืชไร่ มีเนื้อที่ประมาณ 19,047.78 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.70 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น มีเนื้อที่ประมาณ 7,085.76 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.49 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม มีเนื้อที่ประมาณ 4,768.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.68 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าดิบแล้ง มีเนื้อที่ประมาณ 1,830.91 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.64 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าดิบเขา มีเนื้อที่ประมาณ 1,245.15 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.44 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีเนื้อที่ประมาณ 188,120.99 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 66.16 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าเต็งรัง มีเนื้อที่ประมาณ 5,957.96 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.10 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่สวนป่า มีเนื้อที่ประมาณ 29,348.36 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.32 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีเนื้อที่ประมาณ 4,144.46 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.46 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่ประมาณ 17.44 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่อื่น ๆ มีเนื้อที่ประมาณ 35.70 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ศึกษา และผลจากการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของ 2 ช่วงเวลา คือ ปี พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ พบว่า พื้นที่นาข้าว มีเนื้อที่ประมาณ 25,696.07 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.04 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่พืชไร่ มีเนื้อที่ประมาณ 13,719.81 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.83 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น มีเนื้อที่ประมาณ 1,720.38 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.61 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม มีเนื้อที่ประมาณ 2,827.86 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.99 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าดิบแล้ง มีเนื้อที่ประมาณ 3,875.73 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.36 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าดิบเขา มีเนื้อที่ประมาณ 997.46 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.35 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่า

เบญจพรรณ มีเนื้อที่ประมาณ 194,789.03 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 68.51 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ป่าเต็งรัง มีเนื้อที่ประมาณ 8,857.21 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.12 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่สวนป่า มีเนื้อที่ประมาณ 29,073.44 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.23 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีเนื้อที่ประมาณ 2,739.73 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.96 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่ประมาณ 17.45 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่อื่น ๆ มีเนื้อที่ประมาณ 10.72 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาแสดงตารางที่ 16 และดั่งภาพที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าความน่าจะเป็น (probability) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของช่วงเวลาปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานการวิเคราะห์

		การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554											
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2542	Class1	0.91	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class2	0.02	0.52	0.16	0.01	0.00	0.00	0.17	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00
	Class3	0.00	0.15	0.81	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class4	0.01	0.16	0.46	0.19	0.00	0.00	0.11	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00
	Class5	0.00	0.02	0.00	0.00	0.47	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class7	0.01	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	Class8	0.01	0.29	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.62	0.01	0.01	0.00	0.00
	Class9	0.02	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00
	Class10	0.02	0.20	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.72	0.00	0.00
	Class11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
	Class12	0.00	0.03	0.04	0.02	0.05	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.77

หมายเหตุ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3

ตารางที่ 13 ค่าความน่าจะเป็น (probability) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของช่วงเวลาปี พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานการวิเคราะห์

		การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554											
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548	Class1	0.49	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.22	0.06	0.12	0.04	0.00	0.00
	Class2	0.06	0.10	0.01	0.03	0.01	0.00	0.55	0.14	0.08	0.02	0.00	0.00
	Class3	0.08	0.13	0.06	0.02	0.00	0.00	0.44	0.04	0.20	0.02	0.00	0.00
	Class4	0.07	0.07	0.01	0.03	0.01	0.00	0.65	0.03	0.12	0.01	0.00	0.00
	Class5	0.00	0.01	0.00	0.05	0.81	0.00	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	Class6	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.90	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class7	0.05	0.05	0.01	0.03	0.01	0.00	0.73	0.01	0.10	0.00	0.00	0.00
	Class8	0.08	0.04	0.01	0.03	0.00	0.00	0.32	0.44	0.08	0.00	0.00	0.00
	Class9	0.08	0.08	0.02	0.03	0.00	0.00	0.50	0.06	0.22	0.01	0.00	0.00
	Class10	0.31	0.11	0.04	0.01	0.01	0.00	0.27	0.03	0.06	0.16	0.00	0.00
	Class11	0.43	0.06	0.01	0.02	0.00	0.00	0.31	0.06	0.07	0.03	0.01	0.00
	Class12	0.04	0.07	0.01	0.04	0.08	0.00	0.54	0.08	0.13	0.00	0.00	0.01

หมายเหตุ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3

ตารางที่ 14 ค่าการถ่ายโอน (transition area) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของช่วงเวลาปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานการวิเคราะห์

		การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554											
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2542	Class1	39,252.00	166.00	0.00	4.00	0.00	0.00	1,098.00	2.00	8.00	1.00	0.00	0.00
	Class2	167.00	16,653.00	1,529.00	74.00	27.00	0.00	1,517.00	0.00	566.00	551.00	0.00	0.00
	Class3	0.00	153.00	2,179.00	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class4	29.00	389.00	1,224.00	2,749.00	0.00	0.00	240.00	0.00	141.00	0.00	0.00	12.00
	Class5	0.00	46.00	0.00	0.00	5,181.00	0.00	1,436.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
	Class6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,244.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class7	599.00	5,218.00	245.00	3,347.00	1.00	4.00	339,731.00	6.00	54.00	730.00	0.00	0.00
	Class8	47.00	2,437.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	14,346.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Class9	308.00	1,009.00	44.00	639.00	0.00	0.00	12.00	0.00	53,520.00	0.00	0.00	0.00
	Class10	35.00	491.00	1.00	0.00	0.00	0.00	36.00	0.00	2.00	4,809.00	0.00	0.00
	Class11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.00	0.00
	Class12	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	74.00

หมายเหตุ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3

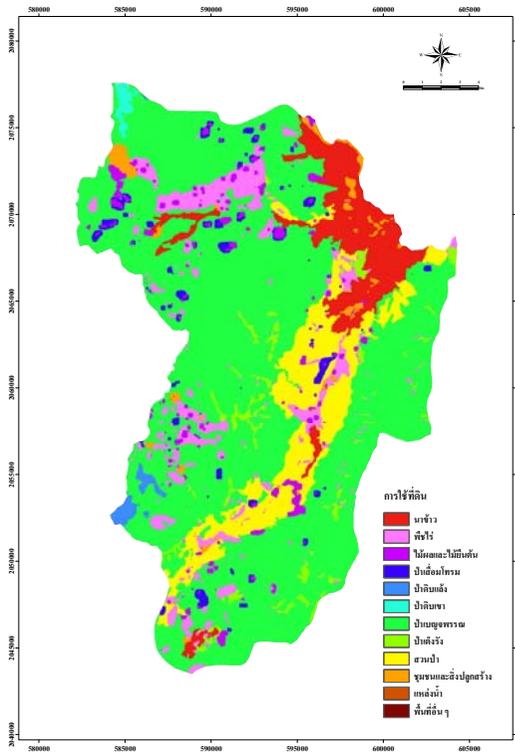
ตารางที่ 15 ค่าการถ่ายโอน (transition area) ของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินของช่วงเวลาปี พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานการวิเคราะห์

		การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554											
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2548	Class1	21,595.00	1,322.00	590.00	606.00	48.00	1.00	9,956.00	2,863.00	5,312.00	1,942.00	16.00	11.00
	Class2	1,514.00	2,407.00	319.00	702.00	292.00	3.00	13,682.00	3,426.00	2,112.00	396.00	0.00	13.00
	Class3	345.00	524.00	264.00	94.00	14.00	0.00	1,822.00	182.00	810.00	97.00	0.00	2.00
	Class4	996.00	1,066.00	205.00	476.00	108.00	3.00	9,730.00	509.00	1,758.00	131.00	0.00	8.00
	Class5	32.00	68.00	10.00	392.00	7,043.00	0.00	1,043.00	9.00	80.00	3.00	0.00	7.00
	Class6	4.00	6.00	1.00	30.00	1.00	2,030.00	161.00	1.00	9.00	0.00	0.00	1.00
	Class7	16,586.00	15,686.00	2,241.00	10,632.00	4,113.00	167.00	236,658.00	4,644.00	32,900.00	1,062.00	5.00	172.00
	Class8	1,575.00	827.00	137.00	508.00	31.00	1.00	6,075.00	8,393.00	1,596.00	68.00	1.00	12.00
	Class9	4,423.00	4,466.00	1,029.00	1,581.00	182.00	6.00	28,085.00	3,442.00	12,554.00	583.00	2.00	32.00
	Class10	1,445.00	500.00	191.00	59.00	39.00	0.00	1,280.00	161.00	301.00	760.00	1.00	1.00
	Class11	9.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00
	Class12	11.00	17.00	3.00	9.00	21.00	0.00	136.00	20.00	35.00	1.00	0.00	0.00

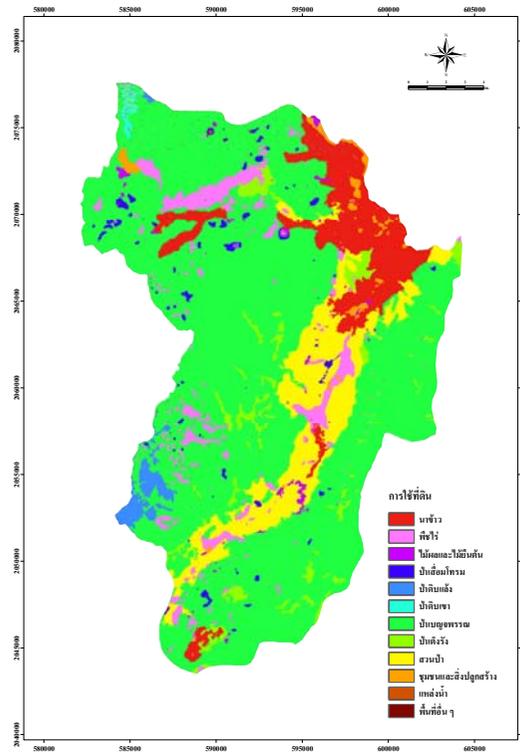
หมายเหตุ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3

ตารางที่ 16 ผลการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 โดยข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 และข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานการวิเคราะห์

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2554 (ปี พ.ศ. 2536 และ 2542 เป็นฐาน)			ปี พ.ศ. 2554 (ปี พ.ศ. 2542 และ 2548 เป็นฐาน)		
	ไร่	ตร.กม	ร้อยละ	ไร่	ตร.กม	ร้อยละ
นาข้าว	22,721.65	36.35	7.99	25,696.07	41.11	9.04
พืชไร่	19,047.78	30.48	6.70	13,719.81	21.95	4.83
ไม้ผลไม้ยืนต้น	7,085.76	11.34	2.49	1,720.38	2.75	0.61
ป่าเสื่อมโทรม	4,768.75	7.63	1.68	2,827.86	4.52	0.99
ป่าดิบแล้ง	1,830.91	2.93	0.64	3,875.73	6.20	1.36
ป่าดิบเขา	1,245.15	1.99	0.44	997.46	1.60	0.35
ป่าเบญจพรรณ	188,120.99	300.99	66.16	194,789.03	311.66	68.51
ป่าเต็งรัง	5,957.96	9.53	2.10	8,857.21	14.17	3.12
สวนป่า	29,348.36	46.96	10.32	29,073.44	46.52	10.23
ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	4,144.46	6.63	1.46	2,739.73	4.38	0.96
แหล่งน้ำ	17.44	0.03	0.01	17.45	0.03	0.01
พื้นที่อื่น ๆ	35.70	0.06	0.01	10.72	0.02	0.00
รวม	284,324.91	454.92	100.00	284,324.91	454.92	100.00



(ก)



(ข)

ภาพที่ 12 เปรียบเทียบระหว่างแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลล์ลาออตโตมาตา โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ (ก) กับแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 ที่ได้จากการใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ (ข)

4.2 การประเมินค่าความแตกต่างของการกำหนดช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์อโตมาตา

ผลการศึกษาการประเมินค่าความแตกต่างของการกำหนดช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์อโตมาตา โดยการเปรียบเทียบระหว่างแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์อโตมาตา ด้วยการนำข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และ 2542 เป็นฐานในการวิเคราะห์ กับแผนที่การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์อโตมาตา ด้วยการนำข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2542 และ 2548 เป็นฐานในการวิเคราะห์ พบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) เท่ากับ 90.70 เปอร์เซ็นต์ ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) ของพื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าเบญจพรรณ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่สวนป่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ เท่ากับ 86.50 81.30 85.62 59.10 47.24 97.99 93.86 63.86 94.13 97.34 97.96 และ 92.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) ของพื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าเบญจพรรณ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่สวนป่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ เท่ากับ 97.82 58.56 20.79 35.05 99.98 78.50 97.19 94.93 93.25 64.36 98.02 และ 27.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รายละเอียดการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกภาพแสดงดังตารางที่ 17

สรุปการศึกษาการประเมินค่าความแตกต่างของการกำหนดช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์อโตมาตา บริเวณเขตเตอร์แม่หวาดของป่าสาธิตแม่หวาด อำเภองาว จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2554 พบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) เท่ากับ 90.30 เปอร์เซ็นต์ หรือมีความแตกต่างกัน 9.70 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าถึงแม้จะใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 หรือข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 ผลลัพธ์ของการคาดการณ์การใช้ที่ดินที่ได้ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 17 การประเมินค่าความถูกต้องการคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลล์ลาอโตมาตา ระหว่างการใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 และข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานการวิเคราะห์

การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานการวิเคราะห์															
		Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	Class9	Class10	Class11	Class12	ผลรวม	User's Accuracy (%)
การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 เป็นฐานการวิเคราะห์	Class1	22,225.90	3.81	4.39	0.27	26.63	0.00	0.11	41.90	373.50	44.95	0.21	0.00	22,721.65	97.82
	Class2	141.95	11,153.63	53.29	37.15	61.43	0.00	4,746.84	2,693.84	152.14	7.47	0.05	0.00	19,047.78	58.56
	Class3	122.26	1,805.73	1,472.93	1,067.02	2.24	0.00	1,985.62	236.74	388.21	4.91	0.10	0.00	7,085.76	20.79
	Class4	35.58	11.30	122.36	1,671.28	5.57	0.00	2,398.71	0.34	523.59	0.02	0.00	0.00	4,768.75	35.05
	Class5	0.10	0.00	0.00	0.00	1,830.56	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	1,830.91	99.98
	Class6	32.66	0.56	0.92	6.44	42.83	977.46	31.81	94.04	46.91	11.51	0.00	0.00	1,245.15	78.50
	Class7	2,955.24	68.14	14.67	38.98	1,882.42	14.73	182,769.57	122.55	186.70	1.34	0.00	0.65	188,120.99	97.19
	Class8	28.97	18.85	12.50	0.00	0.00	0.00	233.27	5,655.79	8.58	0.00	0.00	0.00	5,957.96	94.93
	Class9	58.84	521.93	9.24	1.42	0.46	3.94	1,373.02	10.22	27,366.69	2.59	0.00	0.00	29,348.36	93.25
	Class10	94.00	134.43	30.09	2.07	15.45	1.33	1,175.24	0.98	23.05	2,666.95	0.00	0.17	4,144.46	64.36
	Class11	0.14	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	0.00	17.44	98.02
	Class12	0.42	1.21	0.00	3.24	7.44	0.00	8.84	0.56	4.08	0.00	0.00	9.90	35.70	27.74
ผลรวม	25,696.07	13,719.81	1,720.38	2,827.86	3,875.73	997.46	194,789.03	8,857.21	29,073.44	2,739.73	17.45	10.72	284,324.91		
Producer's Accuracy (%)	86.50	81.30	85.62	59.10	47.24	97.99	93.86	63.86	94.13	97.34	97.96	92.32			

หมายเหตุ Overall accuracy = 90.70 % และ Class 1-12 อธิบายรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 3

5. การจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอาง จังหวัดลำปาง

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอาง จังหวัดลำปาง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 284,324.91 ไร่ หรือ 454.92 ตารางกิโลเมตร จากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ สามารถจำแนกประเภทการใช้ที่ดินได้ 12 ประเภท สามารถสรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 18 และภาพที่ 13)

1.1 นาข้าว

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า นาข้าว มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง -0.12 ถึง 0.60 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.24 และ 0.18 ตามลำดับ ในกรณีที่บางบริเวณของพื้นที่นาข้าวมีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณต่ำกว่าศูนย์ นั้นอาจเป็นเพราะว่าบริเวณพื้นที่นาข้าวถูกเก็บเกี่ยวผลผลิตออกจากพื้นที่ เป็นผลทำให้พื้นที่เปิดโล่งจึงทำให้ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณของพื้นที่นาข้าวบริเวณดังกล่าวมีค่าต่ำกว่าศูนย์

1.2 พืชไร่

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า พืชไร่ มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง -0.09 ถึง 0.59 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.25 และ 0.17 ตามลำดับ และพบว่า นาข้าว มีเนื้อที่ประมาณ 24,950.69 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 8.78 ของพื้นที่ศึกษา ในกรณีที่บางบริเวณของพื้นที่พืชไร่มีค่าความแตกต่างของมีค่าต่ำกว่าศูนย์ นั้นอาจเป็นเพราะว่าบริเวณพื้นที่ดังกล่าวมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตออกจากพื้นที่และเตรียมพื้นที่เพื่อการเพาะปลูกพืชรอบใหม่ เป็นผลทำให้พื้นที่เปิดโล่งจึงทำให้ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณของพื้นที่มีค่าต่ำกว่าศูนย์

1.3 ไม้ผลและไม้ยืนต้น

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า ไม้ผลและไม้ยืนต้น มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง -0.07 ถึง 0.61 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.27 และ 0.17 ตามลำดับ ในกรณีที่บางบริเวณของพื้นที่พืชไร่มีความแตกต่างของมีค่าต่ำกว่าศูนย์ นั้น เหตุผลอาจเป็นเช่นเดียวกับกรณีของพื้นที่พืชไร่

1.4 ป่าเสื่อมโทรม

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า ป่าเสื่อมโทรม มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง -0.10 ถึง 0.50 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.20 และ 0.15 ตามลำดับ

1.5 ป่าดิบแล้ง

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า ป่าดิบแล้ง มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง 0.27 ถึง 0.63 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.45 และ 0.09 ตามลำดับ

1.6 ป่าดิบเขา

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า ป่าดิบเขา มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.62 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.48 และ 0.07 ตามลำดับ

1.7 ป่าเบญจพรรณ

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า ป่าเบญจพรรณ มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.68 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.34 และ 0.17 ตามลำดับ

1.8 ป่าเต็งรัง

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า ป่าเต็งรัง มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.54 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.28 และ 0.13 ตามลำดับ

1.9 สวนป่า

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า สวนป่า มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.51 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.21 และ 0.15 ตามลำดับ

1.10 ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง -0.06 ถึง 0.58 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.26 และ 0.16 ตามลำดับ

1.11 แหล่งน้ำ

ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า แหล่งน้ำ มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง -0.02 ถึง 0.38 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.18 และ 0.10 ตามลำดับ

1.12 พื้นที่อื่น ๆ

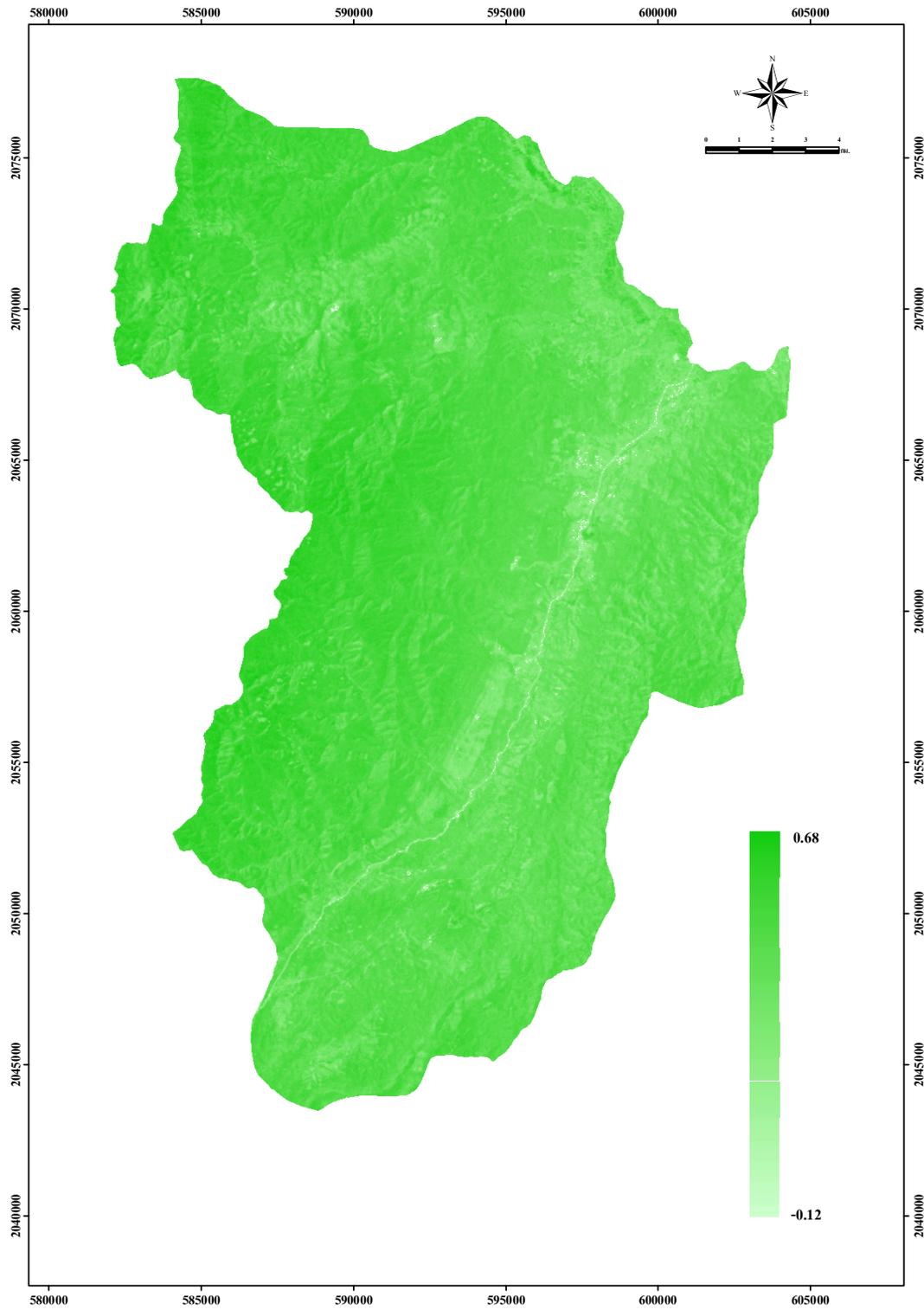
ผลจากการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 พบว่า พื้นที่อื่น ๆ มีค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ อยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.57 โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.33 และ 0.12 ตามลำดับ

สรุปจากการศึกษาการจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณในบริเวณเซกเตอร์แม่
 หวดของป่าสาธิตแม่ขาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง พบว่า ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณมีค่าอยู่
 ระหว่าง $-0.12 - 0.68$ ซึ่งค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณที่ต่ำกว่าศูนย์นั้นพบตามบริเวณพื้นที่
 นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และ
 พื้นที่แหล่งน้ำ เป็นต้น ในพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ป่าไม้ เช่น พื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าเบญจ
 พรรณ พื้นที่ป่าเต็งรัง และพื้นที่สวนป่า ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณจะมีค่ามากกว่าศูนย์
 สำหรับบริเวณที่มีค่าต่ำสุดของดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณต่ำที่สุด คือ พื้นที่นาข้าว รองลงมา
 เป็น พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ป่า
 เสื่อมโทรม พื้นที่ป่าเบญจพรรณ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่สวนป่า พื้นที่อื่น ๆ พื้นที่ป่าดิบแล้ง และพื้นที่
 ป่าดิบเขา ตามลำดับ ส่วนบริเวณที่มีค่าสูงสุดของดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณสูงที่สุด คือ พื้นที่
 ป่าเบญจพรรณ รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่นาข้าว
 พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่อื่น ๆ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่สวน
 ป่า และพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ และบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยของดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณสูง
 ที่สุด คือ พื้นที่ป่าดิบเขา รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าเบญจพรรณ พื้นที่อื่น ๆ พื้นที่ป่าเต็งรัง
 พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่พืชไร่ พื้นที่นาข้าว พื้นที่สวนป่า พื้นที่
 ป่าเสื่อมโทรม และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยมีค่าเท่ากับ 0.48 0.45 0.34 0.33 0.28 0.27 0.26 0.25 0.24
 0.21 0.20 และ 0.18 ตามลำดับ

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณในบริเวณพื้นที่ศึกษา ไม่
 สามารถจำแนกพื้นที่การใช้ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงควรหาค่าความสัมพันธ์
 ระหว่างช่วงคลื่นในรูปแบบอื่น ๆ ร่วมในการจำแนกด้วย ซึ่งจะช่วยให้สามารถจะทำให้จำแนกพื้นที่
 ได้อย่างชัดเจนและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 18 ค่าทางสถิติดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ปี พ.ศ. 2548 บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของ
ป่าสาธิตแม่ถาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง

ประเภทการใช้ที่ดิน	ค่าทางสถิติดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ			
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
นาข้าว	-0.12	0.60	0.24	0.18
พืชไร่	-0.09	0.59	0.25	0.17
ไม้ผลและไม้ยืนต้น	-0.07	0.61	0.27	0.17
ป่าเสื่อมโทรม	-0.01	0.59	0.20	0.15
ป่าดิบแล้ง	0.27	0.63	0.45	0.09
ป่าดิบเขา	0.34	0.62	0.48	0.07
ป่าเบญจพรรณ	0.00	0.68	0.34	0.17
ป่าเต็งรัง	0.02	0.54	0.28	0.13
สวนป่า	0.09	0.51	0.21	0.15
ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	-0.06	0.58	0.26	0.16
แหล่งน้ำ	-0.02	0.38	0.18	0.10
พื้นที่อื่น ๆ	0.09	0.57	0.33	0.12



ภาพที่ 13 ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาहितแมงาว อำเภอกาว
จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2548

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. จากการแปลและจำแนกข้อมูลดาวเทียมบริเวณเซกเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่ถาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง พบว่าบริเวณดังกล่าวมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 454.92 ตารางกิโลเมตร หรือ 284,324.91 ไร่ มีรูปแบบการใช้ที่ดิน 12 ประเภท คือพื้นที่นาข้าว พืชไร่ ไม้ผลและไม้ยืนต้น ป่าเสื่อมโทรม ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง สวนป่า ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ ตามลำดับ

2. จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่าง ปี พ.ศ. 2536 – 2542 ของพื้นที่ศึกษา มีพื้นที่เปลี่ยนแปลงรวมทั้งสิ้น 14,479.88 ไร่ โดยพื้นที่พืชไร่ มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือ เพิ่มขึ้น 3,979.77 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง โดยเพิ่มขึ้น 2,042.57 ไร่, 873.28 ไร่ และ 344.32 ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ป่าเบญจพรรณมีพื้นที่ลดลงมากที่สุด คือ 3,564.83 ไร่ รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่สวนป่า และนาข้าว โดยลดลง 1,642.59 ไร่, 1,060.41 ไร่, 887.27 ไร่ และ 84.36 ไร่ ตามลำดับ

3. จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในช่วง ปี พ.ศ. 2542 – 2548 ของพื้นที่ศึกษา มีพื้นที่เปลี่ยนแปลงรวมทั้งสิ้น 28,052.75 ไร่ โดยพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 5,799.28 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่สวนป่า และพื้นที่อื่น ๆ โดยเพิ่มขึ้น 2,161.26 ไร่, 2,123.44 ไร่, 1,331.74 ไร่, 1,209.36 ไร่, 485.05 ไร่ และ 98.84 ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ป่าเบญจพรรณมีพื้นที่ลดลงมากที่สุด คือ 13,866.09 ไร่ รองลงมาเป็น ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำ โดยลดลง 374.44 ไร่ และ 10.84 ไร่ ตามลำดับ

4. การเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลอง มาร์คอฟและเซลล์ออตโตมาตา กับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีผสมผสาน พบว่า การใช้ที่ดินต่างกันประมาณ 26,056.35 ไร่ โดยค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) เท่ากับ 70.54 เปอร์เซ็นต์

5. การประเมินค่าความแตกต่างของการกำหนดช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลองมาร์คอฟและเซลลูลาร์อโตมาตา บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอาง จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2554 พบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) เท่ากับ 90.30 เปอร์เซ็นต์ หรือมีความแตกต่างกัน 9.70 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ถึงแม้จะใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 หรือข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2548 เป็นฐานดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2554 ผลลัพธ์ของการคาดการณ์การใช้ที่ดินที่ได้ไม่แตกต่างกัน

6. การจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณในบริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอาง จังหวัดลำปาง พบว่า ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณมีค่าอยู่ระหว่าง -0.12 – 0.68 และบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยของดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณสูงที่สุด คือ พื้นที่ป่าดิบเขา รองลงมาเป็น พื้นที่ป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าเบญจพรรณ พื้นที่อื่น ๆ พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่พืชไร่ พื้นที่นาข้าว พื้นที่สวนป่า พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยมีค่าเท่ากับ 0.48 0.45 0.34 0.33 0.28 0.27 0.26 0.25 0.24 0.21 0.20 และ 0.18 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

โดยการศึกษาครั้งนี้ ได้แยกข้อเสนอแนะออกเป็น 2 ส่วน

1. ข้อเสนอแนะต่อการกำหนดนโยบาย มาตรการ และแนวทางในการจัดการหรือแก้ไขปัญหาการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าในบริเวณ เขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่หวด อำเภอาง จังหวัดลำปาง จากผลการศึกษาครั้งนี้

1.1 สภาพป่าที่ถูกทำลายบนพื้นที่เพิ่มมากขึ้น จึงควรที่จะมีการตั้งหน่วยพิทักษ์ป่าหรือหน่วยจัดการต้นน้ำเพิ่มขึ้น และร่วมมือกับประชาชนให้มีส่วนร่วมในพื้นที่ในการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำ ตลอดจนปลูกจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ โดยการ

(1) ควรจะประกาศให้ประชาชนที่อาศัยรอบพื้นที่หรือบนพื้นที่ศึกษา ทราบถึงแนวเขตพื้นที่ป่า พร้อมทั้งอธิบายข้อเสียและผลกระทบต่างๆ จากการเข้าไปบุกรุกพื้นที่ป่า

(2) ส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ดินและน้ำให้ประชาชน พร้อมทั้งสร้างทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีต่อการอนุรักษ์และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

(3) พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่รกร้างว่างเปล่า ทุ่งหญ้า และ พื้นที่ที่ไม่มีการใช้ที่ดิน ควรจะมีการเข้าไปปลูกป่าทดแทน เพื่อให้พื้นที่กลับมามีสภาพเป็นป่าดั้งเดิม

2. ข้อเสนอแนะจากการนำผลและเทคนิควิธีการไปประยุกต์ใช้ต่อ

2.1 ข้อจำกัดจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม เนื่องจากค่าการสะท้อนและระดับสีของพื้นที่ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และสวนป่า มีค่าและระดับสีใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับ พื้นที่นาข้าว และพื้นที่พืชไร่ ทำให้การจำแนกต้องขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้วิจัย ซึ่งมีผลต่อความถูกต้องของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้นการตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จริง ต้องเลือกจุดที่เป็นตัวแทนใจกลางพื้นที่ ไม่ควรอยู่บนถนน และควรเลือกใช้ข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อทำการวิเคราะห์

2.2 จากการศึกษาเป็นการนำปัจจัยทางกายภาพมาใช้ในหาความ แนวมืด ทิศทาง การใช้ประโยชน์ที่ดินเท่านั้น ดังนั้นหากนำปัจจัยอื่น ๆ เช่น ด้านเศรษฐกิจและสังคม เข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย จะทำให้การศึกษามีความถูกต้องยิ่งขึ้น

2.3 การปรับแก้ข้อมูลภาพทางเรขาคณิต (Geometric Correction) จะต้องปรับแก้ให้ตำแหน่งของจุดภาพแต่ละช่วงเวลาตรงกันมากที่สุดเพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลเชิงตัวเลข (digital number) ที่จะนำมาวิเคราะห์ ซึ่งหาความสัมพันธ์ และผลต่างระหว่างภาพเปลี่ยนแปลงไป

2.4 การจำแนกดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ นอกจากจะใช้ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ควรหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างช่วงคลื่นในรูปแบบอื่น ๆ ร่วมในการจำแนกด้วย จึงจะทำให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2.5 สำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคต นอกจากการนำเอาปัจจัยทางกายภาพ มาใช้ในคาดการณ์แนวมืดการเปลี่ยนแปลง แล้วควรนำปัจจัยด้านอื่น ๆ มาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย ซึ่งจะทำให้การคาดการณ์มีความถูกต้องมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กาญจน์เขจร ชูชีพ. 2541. หลักการเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจระยะไกล เล่ม 1. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดรรรชนี เอมพันธุ์. 2531. หลักการใช้ที่ดินเบื้องต้น. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดาราศรี ดาวเรือง. 2536. วิวัฒนาการของการสำรวจทรัพยากรโลกด้วยดาวเทียม, น. 15-35. ใน สุวิทย์ วัฒนชัยเศรษฐ, ผู้รวบรวม. การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- ประสพชัย นามาทุธา. 2536. การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- ประสงค์ สงวนธรรม. 2528. คู่มือปฏิบัติการหลักการแปลและวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียม. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รัศมี สุวรรณวีระกำจร. 2530. การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์. กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- สุพรรณ กานจนสุธรรม. 2536. การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- สุพรรณิ ทักษิณสัมพันธ์. 2546. การใช้ Markov Chain Model ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน. ใน รายงานการสัมมนา สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุระ พัฒนเกียรติ. 2546. ระบบสารสนเทศในทางนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม, คณะสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.

สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ. 2527. การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. เอกสารโรเนียว การฝึกอบรมการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล ครั้งที่ 9. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สุวิทย์ อ่องสมหวัง. 2542. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางด้านป่าไม้. ส่วนวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2538. จากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. คำบรรยายเรื่องการสำรวจระยะไกล. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการปรับปรุงการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและข้อเสนอแนะมาตรการการใช้ที่ดิน ในเขตลุ่มน้ำปิง-วัง ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2528. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

อภิชาติ ภัทธรรม. 2535. การป่าไม้และการพัฒนาทางเศรษฐกิจ. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Congalton, R.G. and K. Green. 1998. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices.** Lewis, New York.

Howard, J.A. 1991. **Remote Sensing of Forest Resources.** Chapman & Hall, London.

- Landsber, J.J. and S.T. Gower. 1997. **Applications of Physiological Ecology to Forest Management** . Academic Press, California, San Diego.
- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1994. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 3rd ed. John Wiley & Sun, Inc., New York.
- Miller, L.D., K. Nualchwee and C. Tom. 1978. analysis of the Dynamics of Shifing Cultivation in the Topical forest of Nortern Thailand using Landscape Modeling and Classification of Landsat Imagery. pp. 1167-1185. **In Proceedings of the 20th International Symposium on Remote Sensing of Environment 20-26 April 1978**. ERIM, Ann Arbor, MI.
- Ponitus, R.G. 2000. Quantification error versus location error in comparison of categorical maps. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. 66(8): 1011-1016.
- Swain, P.H. and S.M. Davis. 1978. **Remote Sensing: The Quantitative Approach**. McGrawHill, Inc., New York.
- Tommaso Toffoli and Norman Margolus. 1987. **Cellular automata machines: a new environment for modeling**. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.
- Wacharakitti, S., K. Eadkeo, P. interchandra, N. Ruangpanit, U. Kutintara and A . Pataratuma. 1979. **Nampong Enviromental Management Research Project: Land Use; Working Document Number 3**. The Mekong Secretar

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2536 – 2542

รหัส	รูปแบบการเปลี่ยนแปลง
1	พื้นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
12	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
17	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
21	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
23	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น
27	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
29	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า
32	พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
42	พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
43	พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น
57	พื้นที่ป่าดิบแล้งเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
71	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
72	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
73	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น
74	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
79	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า
81	พื้นที่ป่าเต็งรังเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
82	พื้นที่ป่าเต็งรังเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
91	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
92	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
93	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น
94	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
102	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
210	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
710	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

ตารางผนวกที่ 2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2542 – 2548

รหัส	รูปแบบการเปลี่ยนแปลง
1	พื้นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
12	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
13	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น
14	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
17	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
18	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเต็งรัง
19	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า
21	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
23	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น
24	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
25	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าดิบแล้ง
27	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
28	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเต็งรัง
29	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า
31	พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
32	พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
37	พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
39	พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า
41	พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
42	พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
43	พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น
47	พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
48	พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเต็งรัง
49	พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า
54	พื้นที่ป่าดิบแล้งเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
57	พื้นที่ป่าดิบแล้งเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
71	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว

ตารางผนวกที่ 2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2542 – 2548 (ต่อ)

รหัส	รูปแบบการเปลี่ยนแปลง
72	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
73	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม่ยืนต้น
74	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
75	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าดิบแล้ง
78	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเต็งรัง
79	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า
81	พื้นที่ป่าเต็งรังเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
82	พื้นที่ป่าเต็งรังเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
83	พื้นที่ป่าเต็งรังเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม่ยืนต้น
84	พื้นที่ป่าเต็งรังเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
87	พื้นที่ป่าดิบแล้งเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
89	พื้นที่ป่าเต็งรังเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า
91	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
92	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
93	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม่ยืนต้น
94	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
97	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
98	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเต็งรัง
101	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่นาข้าว
102	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่พืชไร่
103	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลและไม่ยืนต้น
107	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
109	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า
110	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
111	พื้นที่นาข้าวเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่แหล่งน้ำ
127	พื้นที่อื่น ๆ เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณ
210	พื้นที่พืชไร่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

ตารางผนวกที่ 2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2542 – 2548 (ต่อ)

รหัส	รูปแบบการเปลี่ยนแปลง
310	พื้นที่ไม้ผลและไม้ยืนต้นเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
710	พื้นที่ป่าเบญจพรรณเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
910	พื้นที่สวนป่าเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

ตารางผนวกที่ 3 ประเภทการใช้ที่ดิน บริเวณเขตเตอร์แม่หวดของป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว
จังหวัดลำปาง

รหัส	ประเภทการใช้ที่ดิน
Class 1	นาข้าว
Class 2	พืชไร่
Class 3	ไม้ผลและไม้ยืนต้น
Class 4	ป่าเสื่อมโทรม
Class 5	ป่าดิบแล้ง
Class 6	ป่าดิบเขา
Class 7	ป่าเบญจพรรณ
Class 8	ป่าเต็งรัง
Class 9	สวนป่า
Class 10	ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
Class 11	แหล่งน้ำ
Class 12	พื้นที่อื่น ๆ

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายอดิศร สารวงศ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	17 เมษายน 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดเลย
ประวัติการศึกษา	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วนศาสตร์)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการป่าไม้
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมป่าไม้
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-