

## บทที่ 4

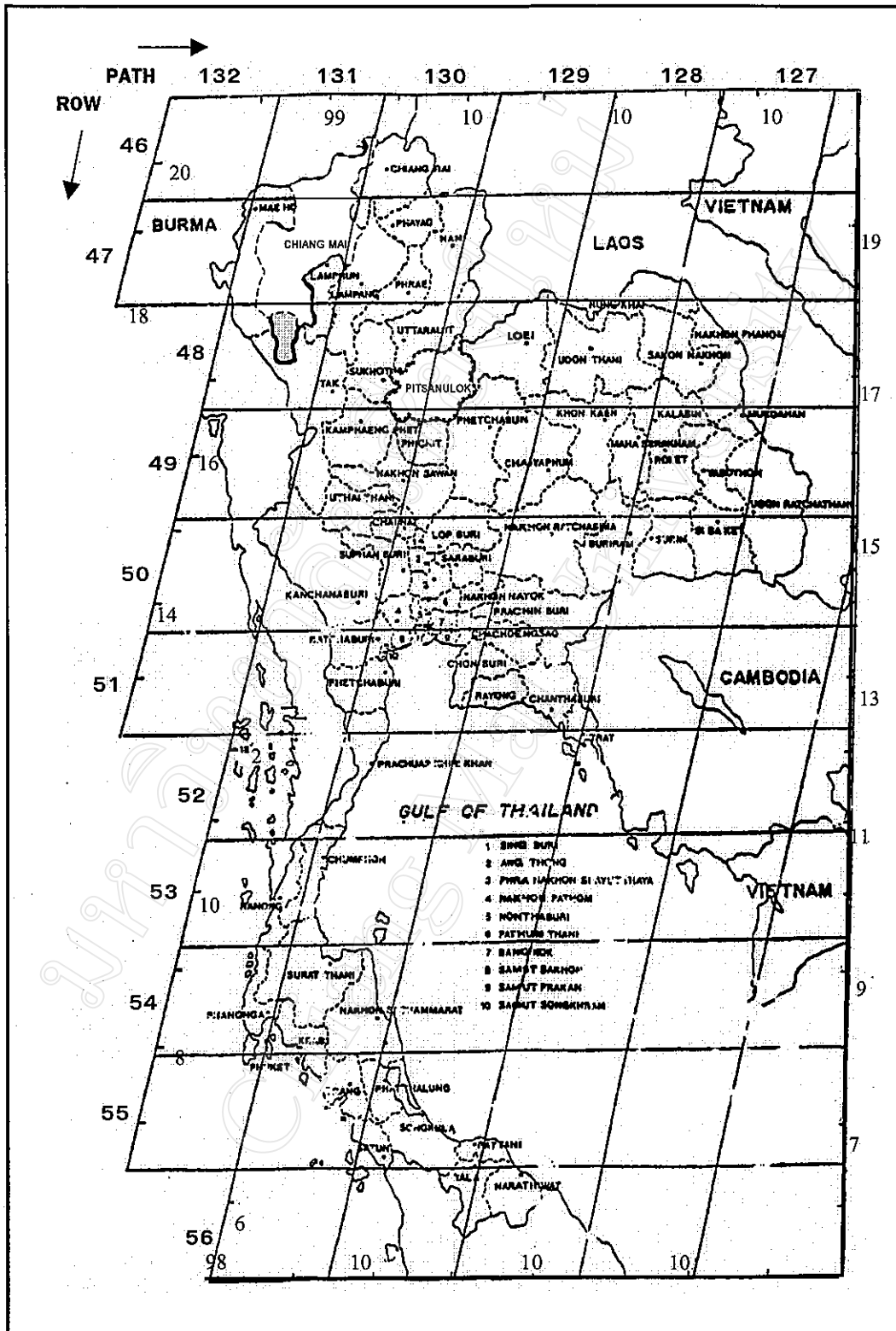
### ผลการศึกษา

#### 4.1 การเลือกข้อมูลภาพดาวเทียม

การตรวจสอบข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ในบริเวณอำเภออมก๋อย ใน path 131, row 48) (รูปที่ 6) พบว่าตลอดฤดูกาลปลูกข้าวนาปีระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงปลายเดือนตุลาคมมีท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมข้อมูลภาพมากกว่า 90 % ในทุกปีตั้งแต่ปี 2531 – 2539 (รูปที่ 7) อย่างไรก็ตามโอกาสที่มีเมฆคลุมท้องฟ้าน้อยกว่า 20 % ในครึ่งเดือนแรกของเดือนพฤศจิกายนเป็นเวลาเก็บเกี่ยวข้าวในบริเวณตอนล่างของจังหวัดเชียงใหม่ จากผลการตรวจสอบดังกล่าวประกอบกับการพิจารณาความทันสมัยของข้อมูลภาพ และเปรียบเทียบจากปฏิทินการปลูกพืชจังหวัดเชียงใหม่ (รูปที่ 8) พบว่าข้อมูลภาพดาวเทียมบันทึกวันที่ 16 พฤศจิกายน 2540 มีการปกคลุมของเมฆน้อยกว่า 20 % และยังคงอยู่ในช่วงปลายฤดูการปลูกข้าวนาปี

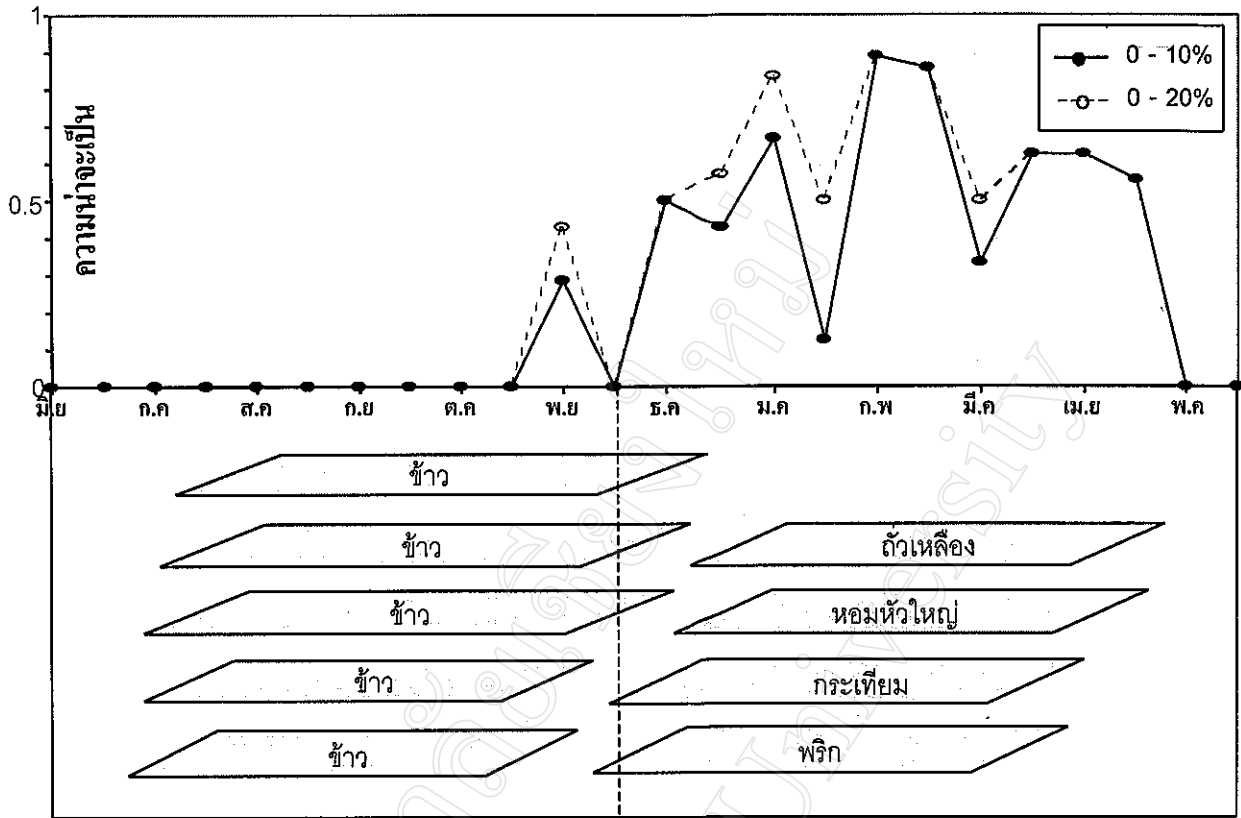
#### 4.2 การปรับแก้เชิงตำแหน่งของข้อมูลภาพจากดาวเทียม (Image Rectification)

การปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของข้อมูลภาพดาวเทียม ใช้วิธีการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน RMSE และการปรับแก้โดยสมการโพลีโนเมียล อาศัยข้อมูลที่ใช้เป็นสำหรับการปรับแก้คือ ชุดจุด GCP ของข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่ต้องการปรับแก้ (Source data) และ ชุด GCPs ของจุดอ้างอิง (Reference data) ซึ่งได้มาจากแผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลภาคสนามที่สำรวจพิกัดตำแหน่งจาก GPS และจากข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่ปรับแก้และรู้ค่าพิกัดที่ถูกต้องแล้ว ซึ่งการกำหนดพิกัดจากข้อมูลภาพจากดาวเทียมเป็นวิธีการที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากที่สุด จากนั้นคำนวณด้วยวิธี Polynomial Rectification เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่ไม่มีระบบพิกัดอ้างอิง หรือมีระบบพิกัดที่ไม่ถูกต้องไปสู่ระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) ที่มีความถูกต้องเชิงตำแหน่ง (รูปที่ 9)

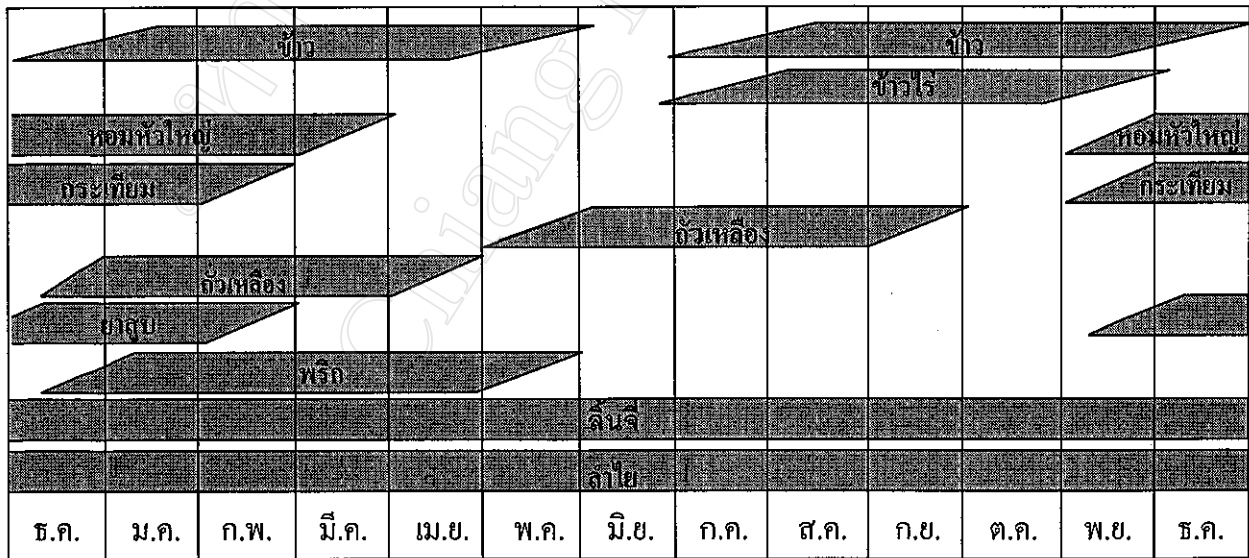


รูปที่ 6 ที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา อำเภอมกน้อย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ตรงกับ Path131, Row 48

ของข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM



รูปที่ 7 โอกาสที่มีเมฆปกคลุมท้องฟ้าน้อยกว่า 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ใน จ. เชียงใหม่ตอนล่าง



รูปที่ 8 ระบบการปลูกพืชเกษตรที่สำคัญและมีผลต่อการวิเคราะห์ค่าการสะท้อนแสงในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียม เพื่อการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวของจังหวัดเชียงใหม่



การกำหนดจุดควบคุมคุณภาพพื้นดินจำนวน 50 จุด เพื่อปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง



ภาพถ่ายเทียมที่ได้รับการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งแล้ว

รูปที่ 9 การปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพถ่ายเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปี อ. อมก๋อย จ. เชียงใหม่

### 4.3 การจัดการข้อมูลภาพดาวเทียมก่อนการจำแนก

การเลือกช่วงคลื่นจากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ณ ตำแหน่ง path 131 row 48 เป็นการศึกษาความสัมพันธ์และคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละช่วงคลื่น (band selection) ที่คาดว่าจะช่วยในการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวที่ซับซ้อนออกจากพื้นที่ปลูกพืชไร่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ การกำหนดช่วงคลื่นที่เข้าทำการวิเคราะห์พิจารณาองค์ประกอบ 2 ประการ

ประการแรกพิจารณาจากค่าสถิติที่เป็นตัวแทนของค่าการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของข้อมูลแต่ละช่วงคลื่น (ตารางที่ 1) จากผลการตรวจสอบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของแต่ละช่วงคลื่น พบว่าช่วงคลื่นที่ 1, 3, 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 37.5, 34.2, 27.6 และ 32.8 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าช่วงคลื่นที่ 2, 6 และ 7 (24.0, 10.0 และ 21.0 ตามลำดับ) แสดงถึงความแปรปรวนของค่าการสะท้อนพลังงานที่สูงของช่วงคลื่นที่ 1, 3, 4 และ 5 เมื่อนำช่วงคลื่นดังกล่าวมาจำแนกจะให้ผลการจำแนกที่ดีกว่าช่วงคลื่น 2, 6 และ 7 แต่อย่างไรก็ตาม มิได้หมายความว่าสามารถจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวได้ดีที่สุด เนื่องจากค่าความหลากหลายนั้นอาจเกิดจากค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ด้วยก็ได้ ค่าที่พิจารณาต่อมาคือค่าความแปรปรวนร่วม (co-variance) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างแบนด์ที่แสดงความคล้ายคลึงกันและแตกต่างกันของช่วงคลื่นแต่ละคู่ เช่นช่วงคลื่น 1:3 (cov.1230.5,  $r=0.96$ ), 3:4 (671.1,  $r=0.71$ ), 3:5 (cov.967.91,  $r=0.86$ ), 1:4 (cov.704.4,  $r=0.68$ ), 1:5 (cov.1025.8,  $r=0.83$ ) และ 4:5 (cov.788.6,  $r=0.87$ ) เป็นต้น ลักษณะความสัมพันธ์ของคู่ข้อมูลที่จะนำมาจำแนกร่วมกันควรมีความคล้ายคลึงกันต่ำ แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาคูสมบัติการสะท้อนช่วงคลื่นของกลุ่มนั้นด้วย นอกจากนั้นสามารถตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติโดยอาศัยการแสดงในรูปแบบกราฟฟิคคือการใช้ histogram (รูปที่ 10) และ scatterplots (รูปที่ 11) ทั้งนี้เพื่อแสดงการกระจายและการซ้อนทับของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นในแต่ละแบนด์ กล่าวคือหาก histogram มีช่วงค่าข้อมูลกว้าง และ scatterplot มีการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูลสูง หมายถึงค่าข้อมูลสองช่วงคลื่นนั้นๆ มีความสัมพันธ์ต่ำ สามารถให้ข้อมูลที่มีความหลากหลายและมีความเหมาะสมในการนำมาจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดีกว่ากลุ่มข้อมูลที่มีการกระจายตัวต่ำ

ประการที่สองพิจารณาจากคุณสมบัติของข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจำแนกพื้นที่นาข้าว ได้แก่ข้อมูลความชื้น พืชพรรณและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่บันทึกได้จากช่วงคลื่นที่ 1 และ 3 (visible; 0.45-0.52  $\mu\text{m}$ , 0.63-0.69  $\mu\text{m}$ ) ข้อมูลพืชพรรณจากช่วงคลื่นที่ 4 (near-infrared; 0.76-0.90  $\mu\text{m}$ ) และข้อมูลความชื้นในดินและความแตกต่างของพืชพรรณจากช่วงคลื่นที่ 5 (middle-infrared; 1.55-1.74  $\mu\text{m}$ ) จากนั้นต้องตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูล โดยพิจารณาจากภาพสีผสมหลายช่วงคลื่น

**ตารางที่ 1** ข้อมูลสถิติของภาพจากดาวเทียม ที่ใช้เลือกช่วงคลื่นเพื่อจำแนกพื้นที่ข้าวนาปี อ. หนองย

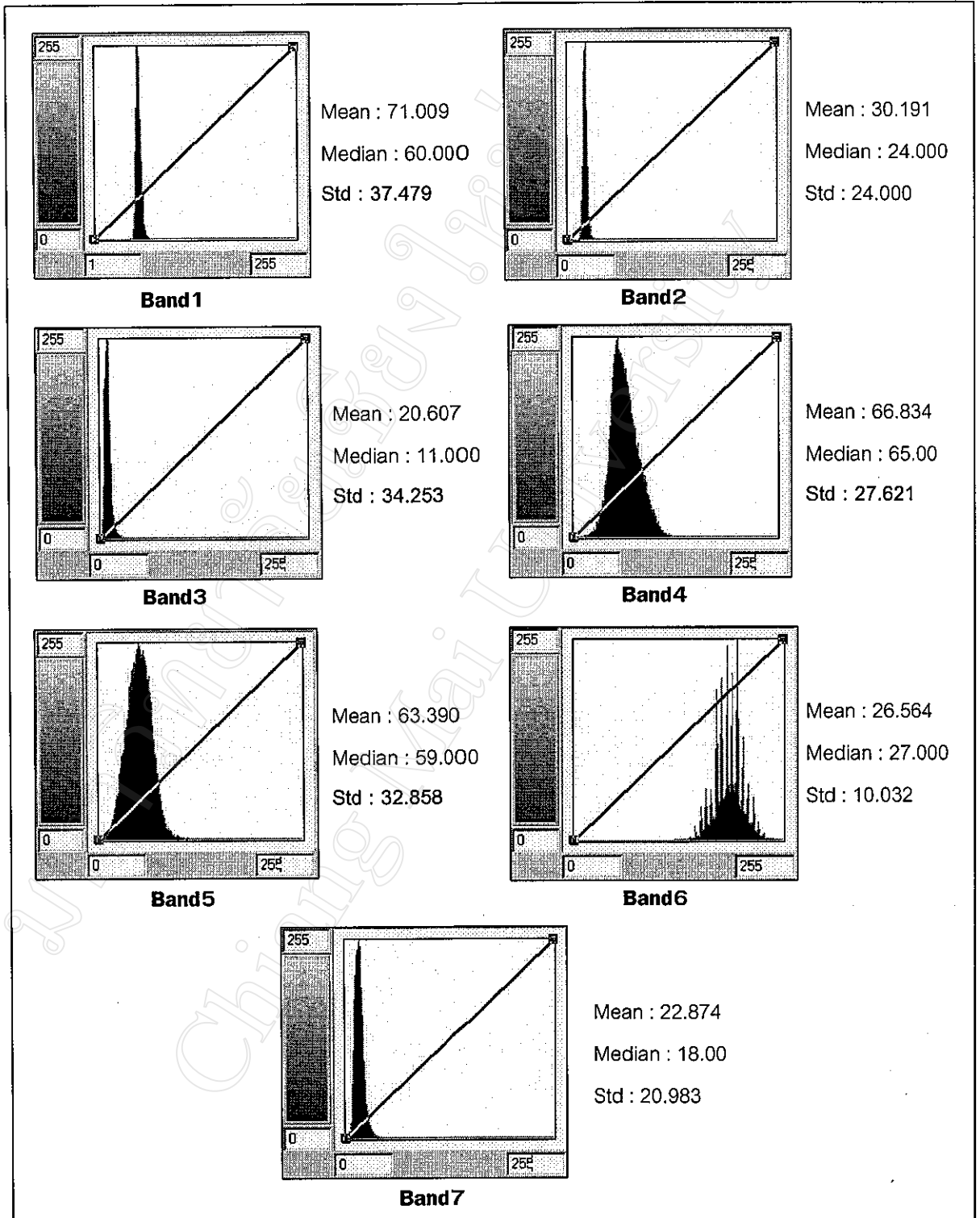
Uni variance	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
Area (Ha.)	3238477.92	3238878.24	3235740.48	3237069.60	3237936.48	3168053.28	3237518.88
Minimum	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Maximum	255.000	255.000	255.000	255.000	255.000	255.000	255.000
Mean	71.009	30.191	20.607	66.834	63.390	26.564	22.874
Median	60.000	24.000	11.000	65.000	59.000	27.000	18.000
Std. Dev.	37.479	24.000	34.253	27.621	32.858	10.032	20.983

Correlation	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
Band1	1.000	0.940	0.959	0.680	0.833	-0.169	0.877
Band2	0.940	1.000	0.978	0.731	0.853	0.000	0.898
Band3	0.959	0.978	1.000	0.709	0.860	-0.065	0.905
Band4	0.680	0.731	0.709	1.000	0.869	0.053	0.736
Band5	0.833	0.853	0.860	0.869	1.000	0.039	0.916
Band6	-0.169	0.000	-0.065	0.053	0.039	1.000	0.106
Band7	0.877	0.898	0.905	0.736	0.916	0.106	1.000

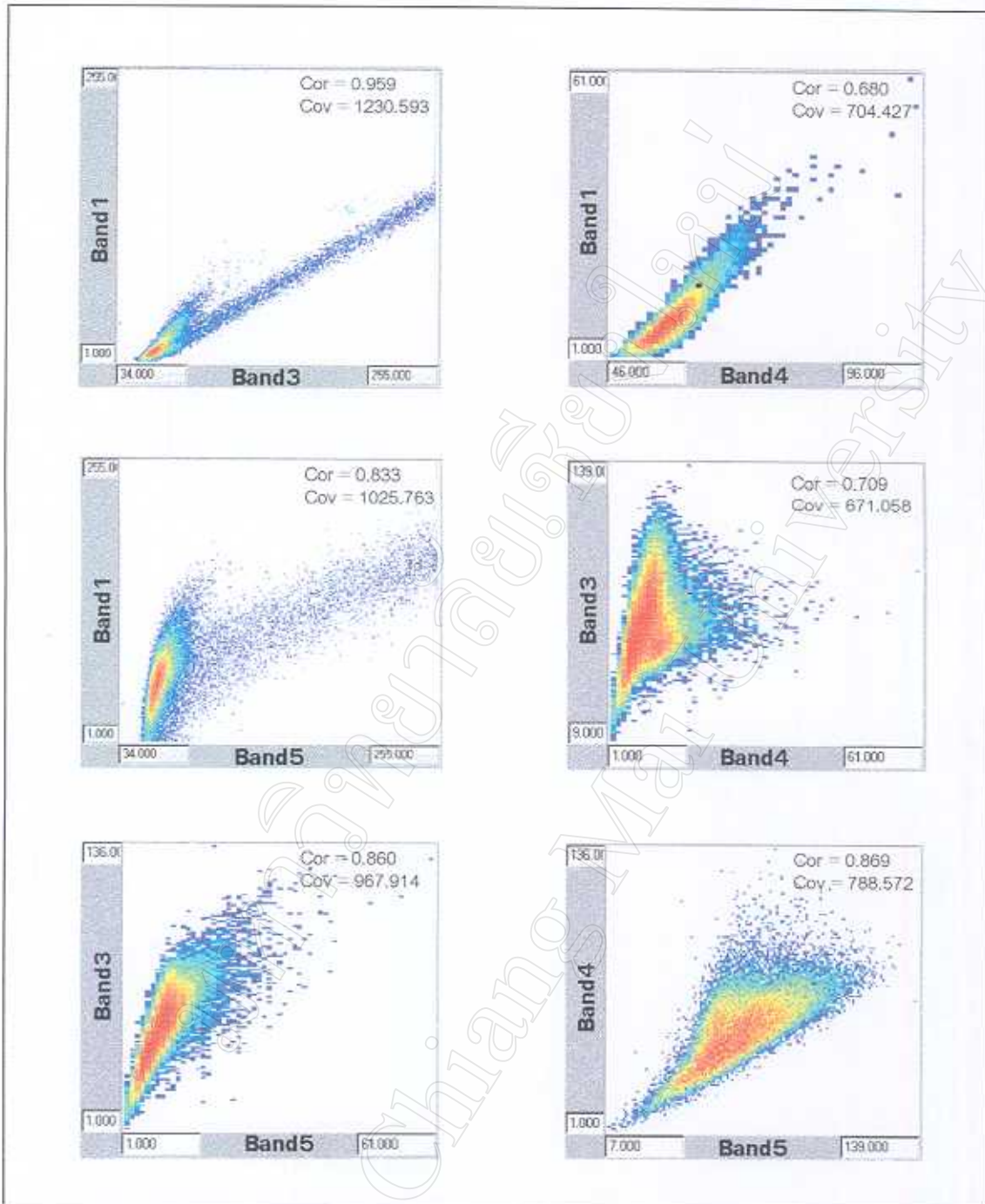
  

Covariance	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
Band1	1404.693	854.216	1230.593	704.427	1025.763	-63.386	689.595
Band2	854.216	588.271	812.280	489.697	679.602	0.106	456.779
Band3	1230.593	812.280	1173.271	671.058	967.914	-22.336	650.436
Band4	704.427	489.697	671.058	762.920	788.572	14.555	426.706
Band5	1025.763	679.602	967.914	788.572	1079.624	12.849	631.791
Band6	-63.386	0.106	-22.336	14.555	12.849	100.642	22.227
Band7	689.595	456.779	650.436	426.706	631.791	22.227	440.289



รูปที่ 10 ข้อมูลสถิติของภาพจากดาวเทียมในรูปแบบ histogram เพื่อช่วยเลือกช่วงคลื่นเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปี อ. อมก๋อย จ. เชียงใหม่





รูปที่ 11 ข้อมูลสถิติของภาพจากดาวเทียมในรูปแบบ scatterplot เพื่อช่วยเลือกช่วงคลื่นเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปี อ. อมก๋อย จ. เชียงใหม่

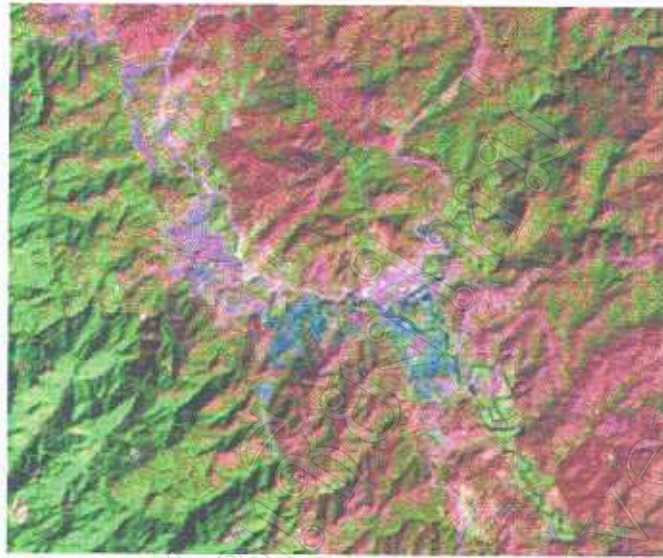


(band combination) เพื่อแสดงแสดงความแตกต่างของพื้นที่ปลูกข้าวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ จากผลการผสมภาพสีหลายช่วงคลื่นและการปรับความคมชัดด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear transformation) โดยการยืดค่า DN ของข้อมูลช่วงใดช่วงหนึ่ง (2 ค่า) ออกเป็น 0 – 255 ตามลำดับ พบว่าสามารถกำหนดรูปแบบชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ และจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพสีผสมได้ 2 รูปแบบคือ 1,5,4,3/RGBIntensity และ 1,5,3/RGB

การเลือกข้อมูลชุดแรก (1,5,4,3/R,G,B,intensity) (รูปที่ 12 ก.) เพื่อเป็นส่วนสนับสนุนในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยทั่วไป เนื่องจากข้อมูลภาพ 1543/RGBIntensity สามารถแสดงความแตกต่างของ ตัวเมือง หมู่บ้าน ถนน และแหล่งน้ำ ได้อย่างชัดเจน ทั้งสามารถที่จะแยกพืชพรรณออกจากพื้นดินที่ว่างเปล่า หรือที่มีพืชน้อยกว่าได้เป็นอย่างดี สำหรับข้อมูลชุดที่สอง (1,5,3/R,G,B) (รูปที่ 12 ข.) ใช้เพื่อจำแนกรายละเอียดพื้นที่ปลูกข้าวโดยเฉพาะ โดยพิจารณาตัดช่วงคลื่นที่ 4 ออกไป ด้วยเหตุผลที่ค่าการสะท้อนคลื่นแสงของพื้นที่ปลูกข้าวมีความใกล้เคียงและซับซ้อนอยู่กับพื้นที่พืชไร่บางชนิด เนื่องจากข้อมูลภาพดาวเทียมเป็นช่วงระหว่างการเก็บเกี่ยวผลผลิต เมื่อพิจารณาลักษณะการสะท้อนคลื่นแสงที่เกี่ยวกับพืชพรรณในช่วงคลื่นที่ 4 จึง ก่อให้เกิดความสับสน ซึ่งเป็นเหตุผลที่ข้อมูลช่วงคลื่นที่ 4 มีส่วนทำให้การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในส่วนที่ซับซ้อนกับพื้นที่พืชไร่ดังกล่าวไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน

#### 4.4 การจัดการข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศก่อนการจำแนก

นำภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:50,000 บันทึกข้อมูลเดือนธันวาคม 2539 โดยกรมแผนที่ทหารแปลงเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขโดยวิธีการกราดภาพในระดับความละเอียดที่ 200 dpi (dot per inch) ทั้งหมดจำนวน 62 ภาพ ครอบคลุมพื้นที่อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่กำหนดค่าความส่องสว่างอยู่ในช่วง 50-90 และค่าความคมชัดอยู่ในช่วง 55-70 ข้อมูลภาพที่อยู่ในแนวบินเดียวกัน (รูปที่ 13) ต้องกำหนดค่าดังกล่าวให้เท่ากัน เนื่องจากมีผลต่อค่าสถิติของแต่ละภาพ จากนั้นตัดกรอบภาพออกและเก็บข้อมูลภายใน fiducial mark เท่านั้น เพื่อสะดวกในขั้นตอนการเชื่อมต่อภาพ การปรับแก้ความถูกต้องของภาพถ่ายทางอากาศ (orthorectification) อาศัยองค์ประกอบทั้งหมดสามองค์ประกอบด้วยกันคือ ข้อมูลค่าความสูง (z) ได้จากแผนที่ภูมิประเทศเชิงตัวเลข ค่าพิกัด (x, y) ได้จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 หรือข้อมูลภาพดาวเทียมที่ได้รับการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งแล้ว สุดท้ายคือข้อมูลการปรับแก้กล้องที่ทำการบันทึกภาพ จากนั้นใช้คำสั่ง Ortho and geocoding wizard ภายในโปรแกรม ER Mapper (ER Mapper, 1998) เพื่อปรับแก้ความถูกต้องในแนวแกน X, Y และ Z แสดงผลการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งเชิงสถิติดังตัวอย่างตารางที่ 2 ข้อมูลแต่ละภาพที่ได้รับการปรับแก้แล้วใช้พื้นที่ในการจัดเก็บ 3.4 Mb จากนั้นทำการเชื่อมต่อภาพ



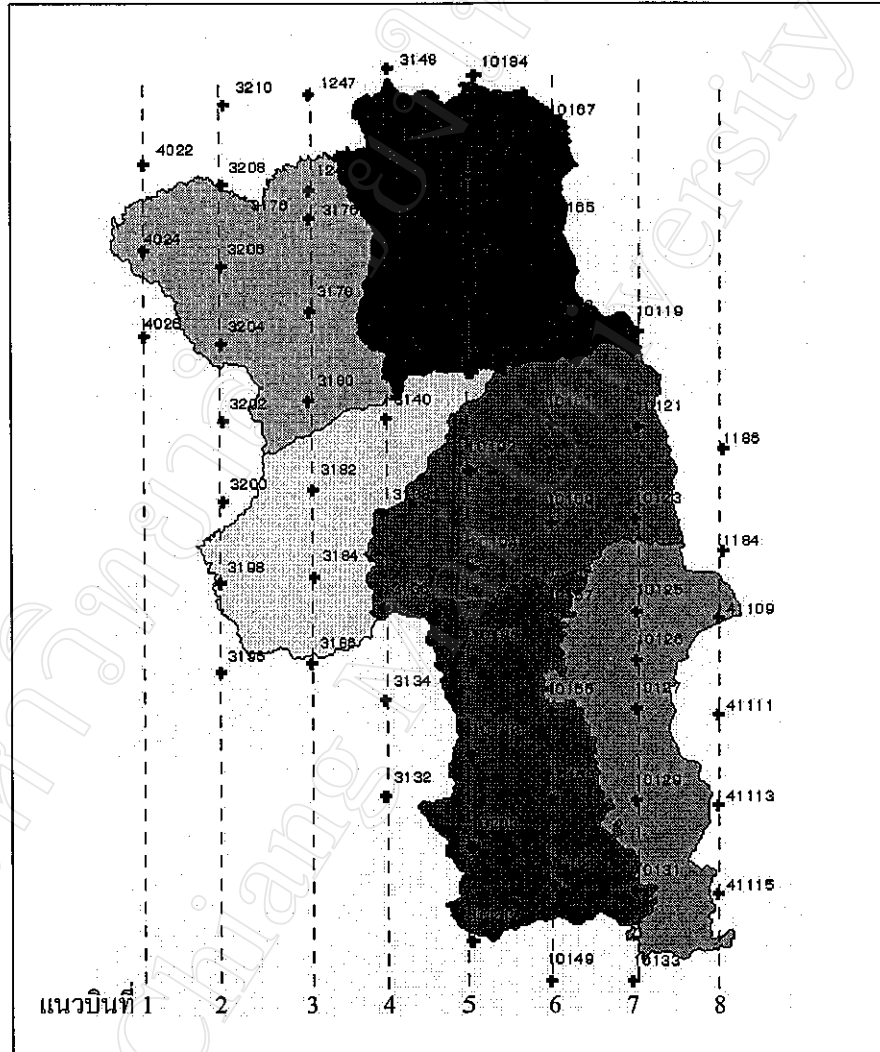
ก. ภาพดาวเทียมสีผสมช่วงคลื่น 5431/RGBIntensity



ข. ภาพดาวเทียมสีผสมช่วงคลื่น 153/RGB

รูปที่ 12 ภาพดาวเทียมสีผสม ก) ช่วงคลื่น 5431/RGBIntensity เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ  
ข) 153/RGB เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าว บริเวณอำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

โดยใช้คำสั่ง Image balancing wizard (ER Mapper, 1998) และเพื่อปรับความคมชัดให้มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งภาพ (รูปที่ 15) ข้อมูลภาพที่เชื่อมต่อกันแล้วใช้พื้นที่ในการจัดเก็บ 150 Mb



รูปที่ 13 ภาพแนวการบินที่ภาพถ่ายทางอากาศพร้อมหมายเลขภาพ บริเวณ อ.อมก๋อย จ. เชียงใหม่

## ตารางที่ 2 ผลการปรับแก้ความถูกต้องของภาพถ่ายทางอากาศ

GCPs for dataset : F:\Air\_project\ERS\fr10196.ers

Total number of GCPs : 9

Number turned on : 9          Warp order : 0

GCP CORRECTED map projection details:

Map Projection : NUTM47

Datum : INDIAN75

Rotation : 0

Name	Cell-X	Cell-Y	To-X	To-Y	To-Z	RMS
1	426.522	402.805	427562.287	1941918.756	1116	0.866
2	1139.793	286.284	432573.514	1942802.022	892	1.131
3	1694.286	268.176	436570.889	1942969.427	801	1.579
4	573.942	799.547	428567.279	1939159.864	1095	1.328
5	1141.870	734.527	432582.210	1939612.874	794	1.982
6	1623.232	585.735	436124.253	1940715.464	674	0.554
7	301.465	1619.249	426631.905	1933431.231	1094	1.070
8	1187.657	1126.410	432894.855	1936799.067	775	1.307
9	1751.637	1373.401	437155.200	1934888.997	486	0.387

RMS error report:

Warp Type - OrthoRectification

# Exterior Orientation Parameters:

# Angular units are in radians

# Attitude omega 0.0003523065

# Attitude phi 0.0045251748

# Attitude kappa -0.0004518487

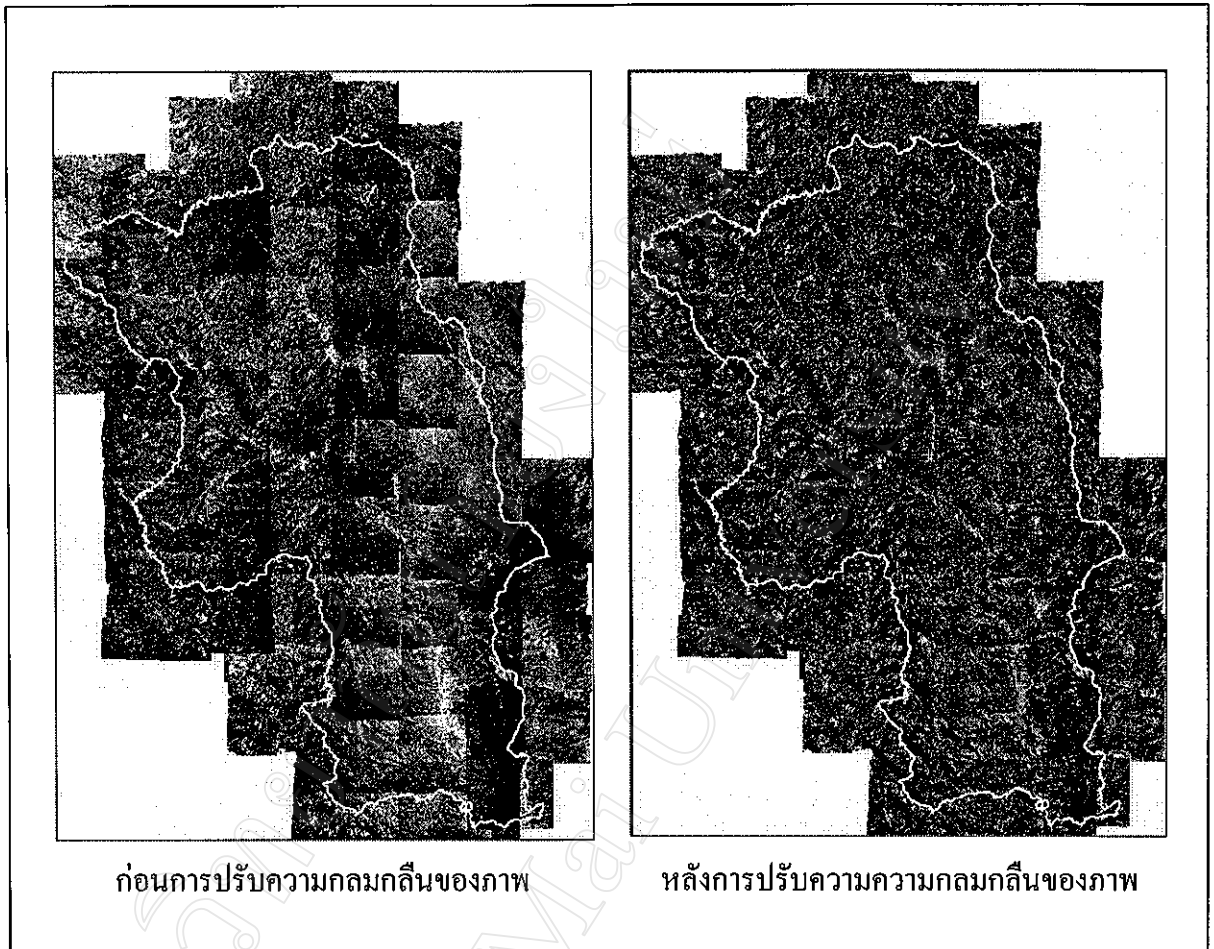
# Exposure Center X 430922.8295130

# Exposure Center Y 1938386.5859910

# Exposure Center Z 9499.4415546

**Average RMS error : 1.134**

Total RMS error : 10.207



รูปที่ 14 การปรับความคมชัดของภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณพื้นที่ศึกษา อ. อมก๋อย จ. เชียงใหม่

#### 4.5 ผลการจำแนกรายละเอียดข้อมูล (Image classification)

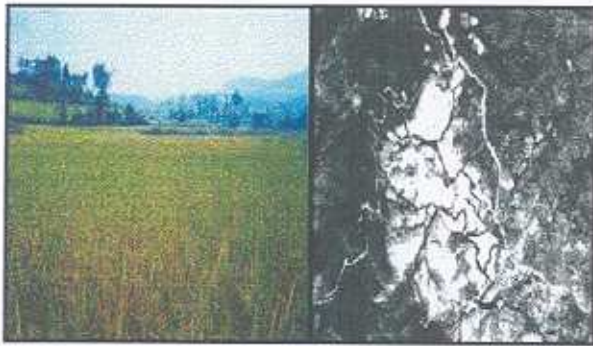
การแปลภาพด้วยสายตา (วิธีการที่ 1) มีขั้นตอนการแปลภาพที่ยุ่งยากและซับซ้อน ประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างภาพซ้อน (background image) การสร้างโครงสร้างเวกเตอร์ (coverage) การนำเข้าข้อมูลด้วยการดิจิทัลไทม์ที่ละส่วน ใช้เวลาในการจำแนก 30 ชั่วโมง ภายในพื้นที่ 2,764 ตารางกิโลเมตร ซึ่งขนาดของภาพในแต่ละส่วนต้องมีความละเอียดในระดับที่สามารถจำแนกได้ การแก้ไขตรวจสอบความถูกต้องของเส้นขอบเขตพื้นที่ปลูกข้าวโดยอาศัยโปรแกรม ARC/INFO ทำให้ต้องใช้เวลาในการจำแนกในพื้นที่ขนาดใหญ่ หรือพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลายและซับซ้อน แต่วิธีการนี้สามารถแสดงขอบเขตของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งในที่ราบ และพื้นที่ร่องเขาได้ชัดเจน และมีความถูกต้อง โดยพิจารณาจากสีของภาพที่เป็นสีขาว เนื้อละเอียด และมีรูปร่างเรียงวางตัวไปตามร่องเขา (ตารางที่ 3 และรูปที่ 15) อย่างไรก็ตามค่าการสะท้อนในระดับสีเทาของพื้นที่ปลูกข้าวไร่ พื้นที่พืชไร่ และพื้นที่รกร้างมีค่าใกล้เคียงกันทำให้ยากต่อการจำแนกด้วยสายตา ทำให้ความถูกต้องของผลการจำแนกโดยภาพรวมมีค่าต่ำด้วย ข้อดีของการจำแนกด้วยวิธีการนี้คือมีขั้น

ตอนที่ไม้ขู่ขากจับซ้อนและใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อย ส่วนข้อเสียคือใช้เวลานานในการจำแนก และคุณภาพของการแปลมีคุณภาพไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้จำแนกและคุณภาพของภาพถ่ายทางอากาศ ผลการจำแนกแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท (รูปที่ 16-21) คือนาข้าว ข้าวไร่ พืชไร่และพื้นที่อื่นๆ ป่าไม้ ชุมชน และแหล่งน้ำ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 คำอธิบายลักษณะการสะท้อนคลื่นแสงของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ จากภาพถ่ายทางอากาศเพื่อใช้ประกอบการจำแนกด้วยสายตาประกอบรูปที่ 15

การใช้ที่ดิน	สี	ความสว่าง	เนื้อภาพ	ตำแหน่ง	รูปร่าง
นาข้าว (ก)	ขาว	สว่าง	ละเอียด	ที่ราบลุ่ม	วางตัวตามร่องเขาขนาดกลางและใหญ่
ข้าวไร่ (ข)	เทา	ปานกลาง	หยาบปานกลาง	ยอดเขาและไหล่เขา	พื้นที่เปิดวงรีถึงเป็นแนวยาวตามไหล่เขา
ข้าวในร่องเขา(ค)	ขาว	ปานกลาง	ละเอียด	ร่องเขา	วางตัวเป็นแนวยาวตามร่องเขาขนาดเล็ก
พืชไร่ (ง)	เทา	สว่างถึงปานกลาง	หยาบมาก	ไหล่เขาและเนินเขา	รูปสี่เหลี่ยมถึงเป็นวงรีตามลักษณะเนินเขา
ชุมชน (จ)	เทา	สว่าง	หยาบมาก	เนินเขาและที่ราบต่ำ	รูปเหลี่ยมวางตัวติดถนนและยอดเขา
ป่าไม้ (ฉ)	ดำ-เทา	มืด	หยาบปานกลางถึงมาก	ภูเขา	พื้นที่กว้างครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่

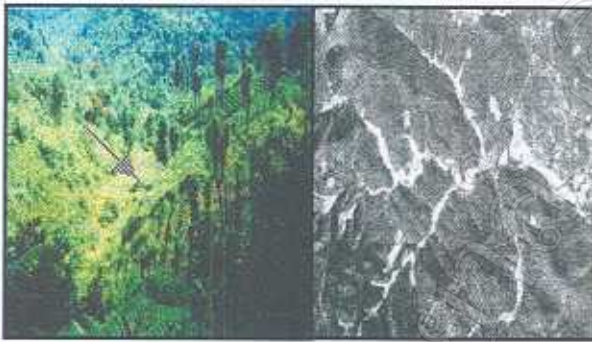




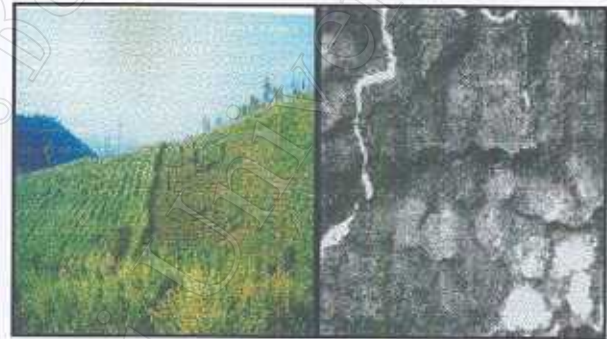
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

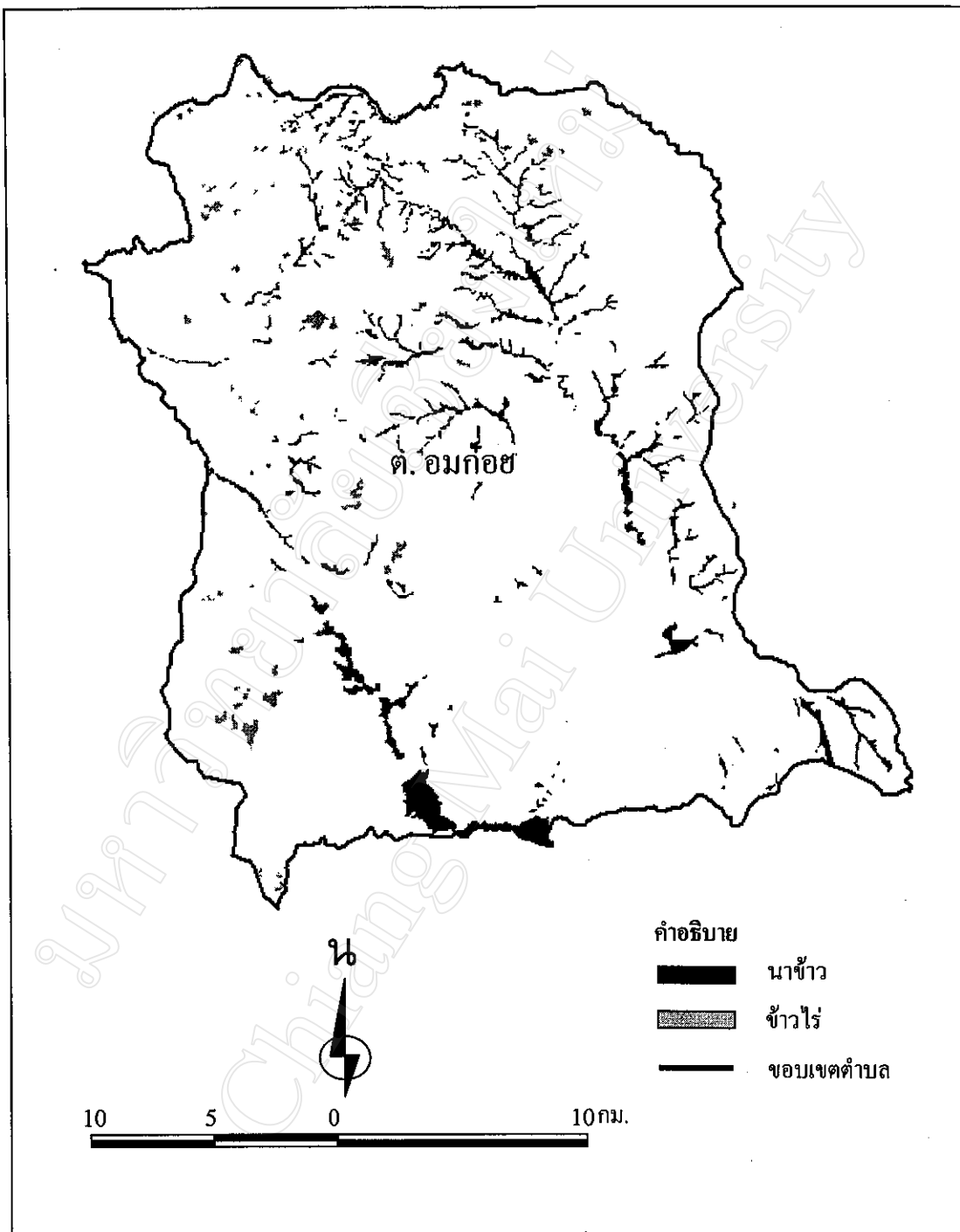


(จ)

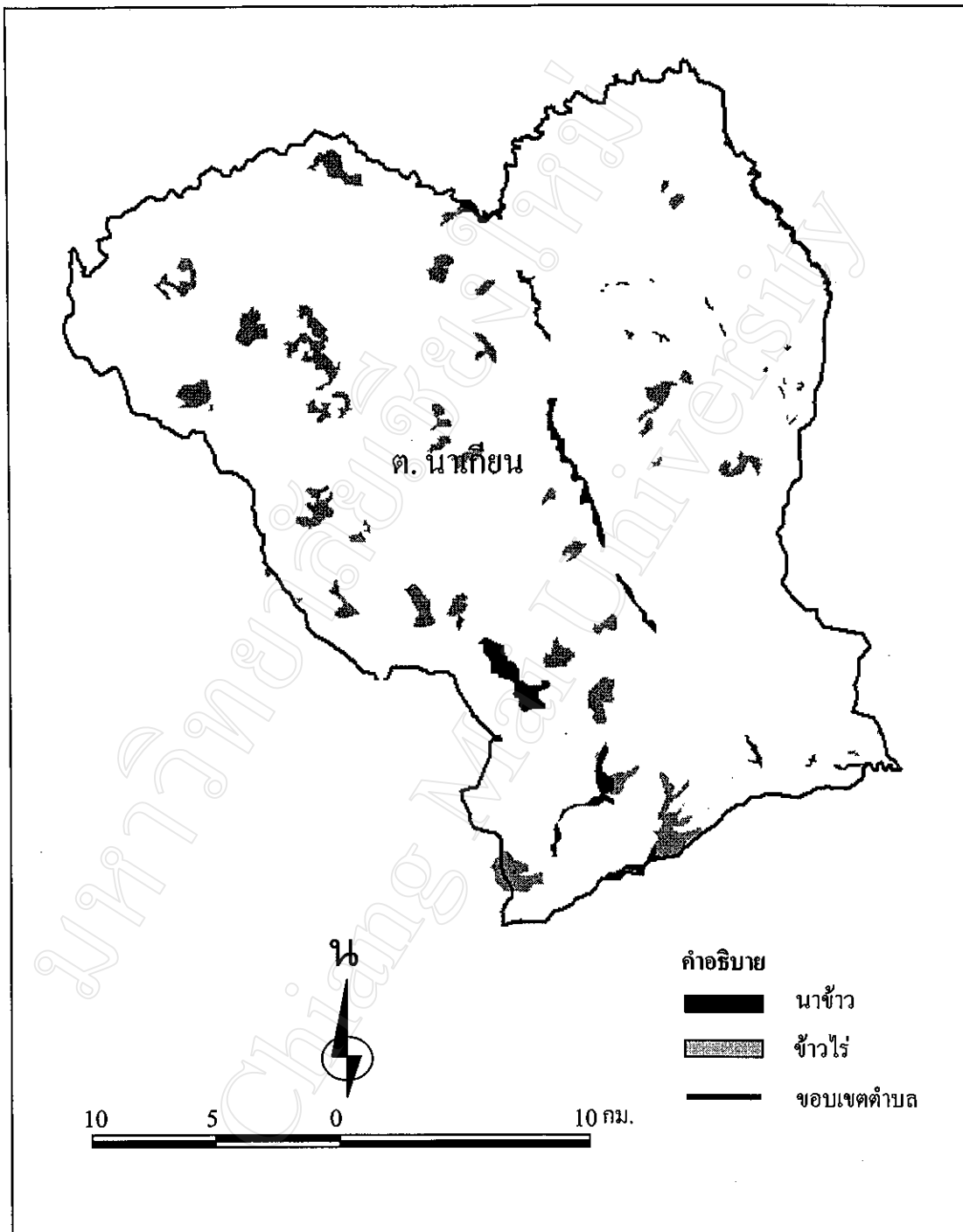


(ฉ)

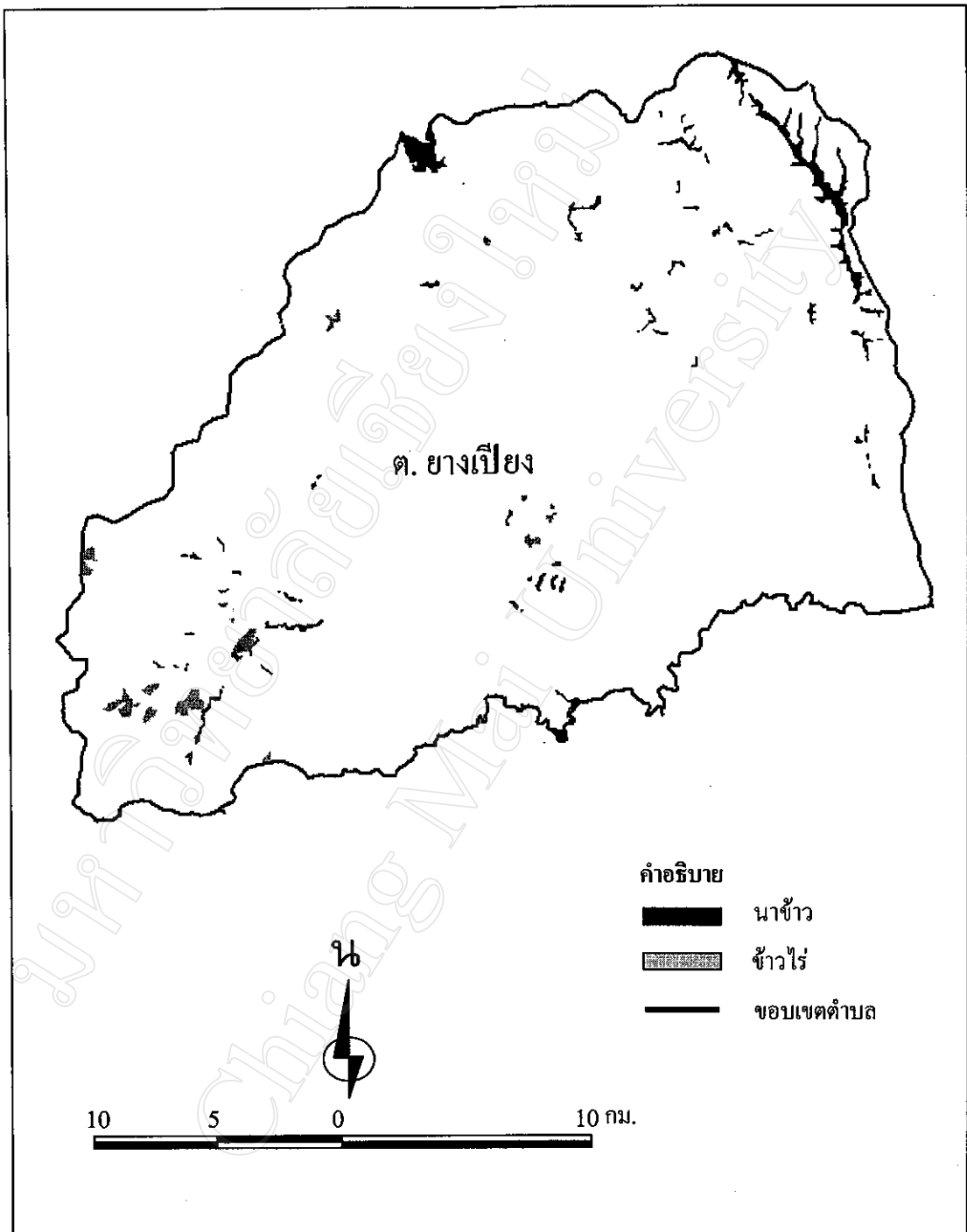
รูปที่ 15 ภาพคู่แสดงประเภทการใช้ที่ดินและลักษณะที่ปรากฏในภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:50,000 บริเวณอำเภออมก๋อย (ก) พื้นที่ปลูกข้าว (ข) พื้นที่ปลูกข้าวไร่ (ค) พื้นที่ปลูกข้าวในร่องเขา (ง) พื้นที่ปลูกพืชไร่ (จ) พื้นที่ชุมชน (ฉ) ป่าไม้



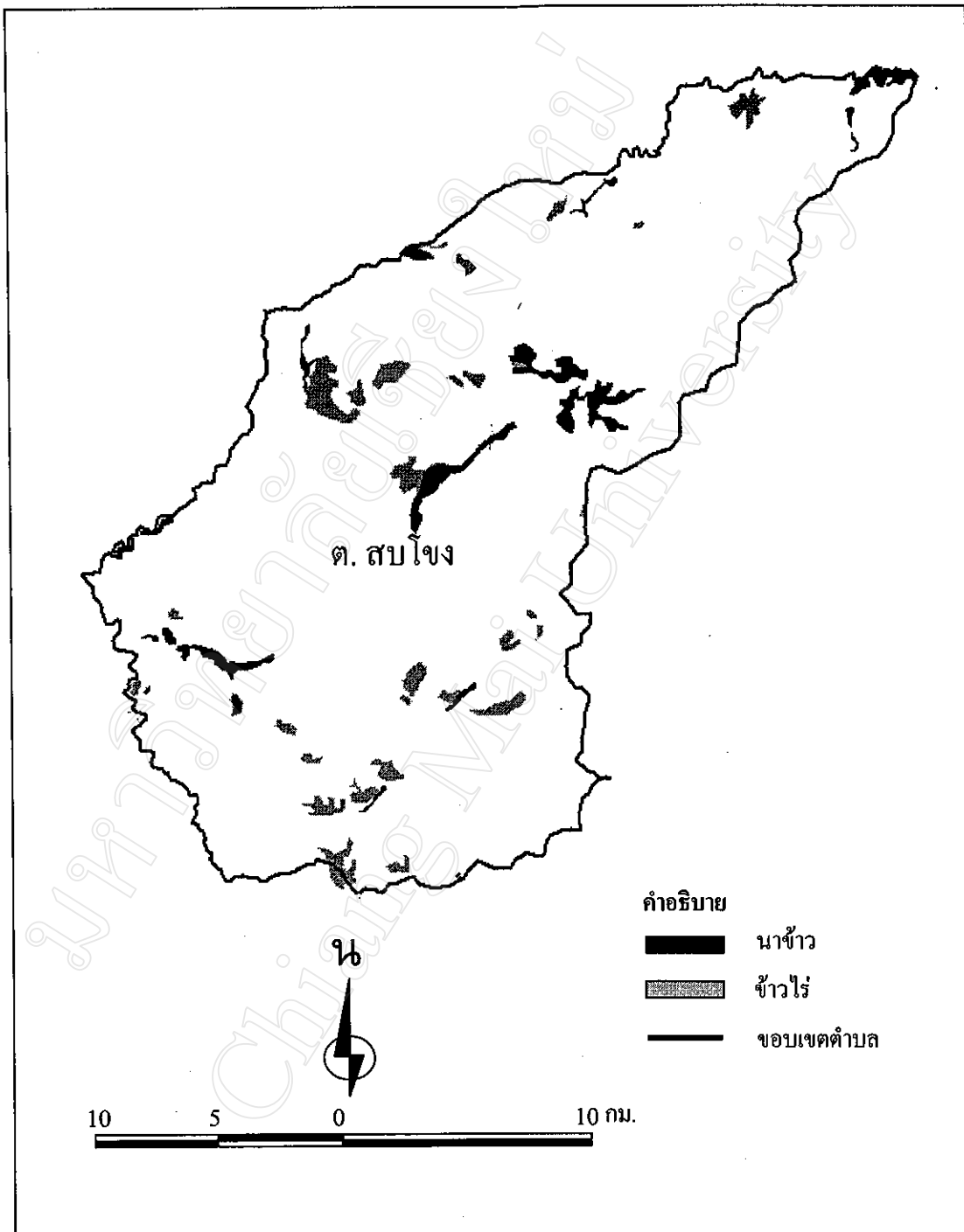
รูปที่ 16 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2539 ต.อมก๋อย อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่  
ที่จำแนกได้จากภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา



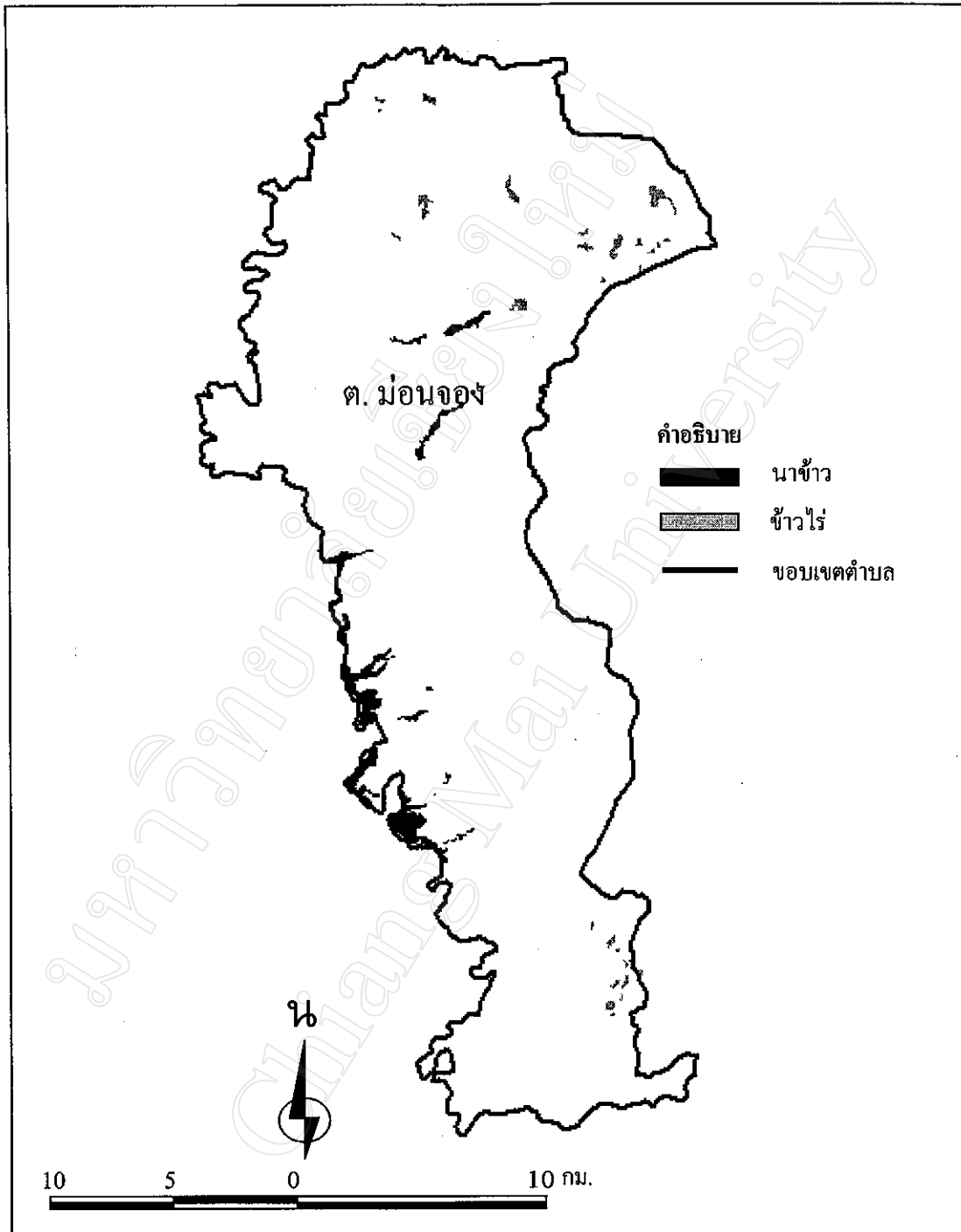
รูปที่ 17 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2539 ต.นาเกียน อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่  
ที่จำแนกได้จากภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา



รูปที่ 18 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2539 ต.ยางเปียง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่  
ที่จำแนกได้จากภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา

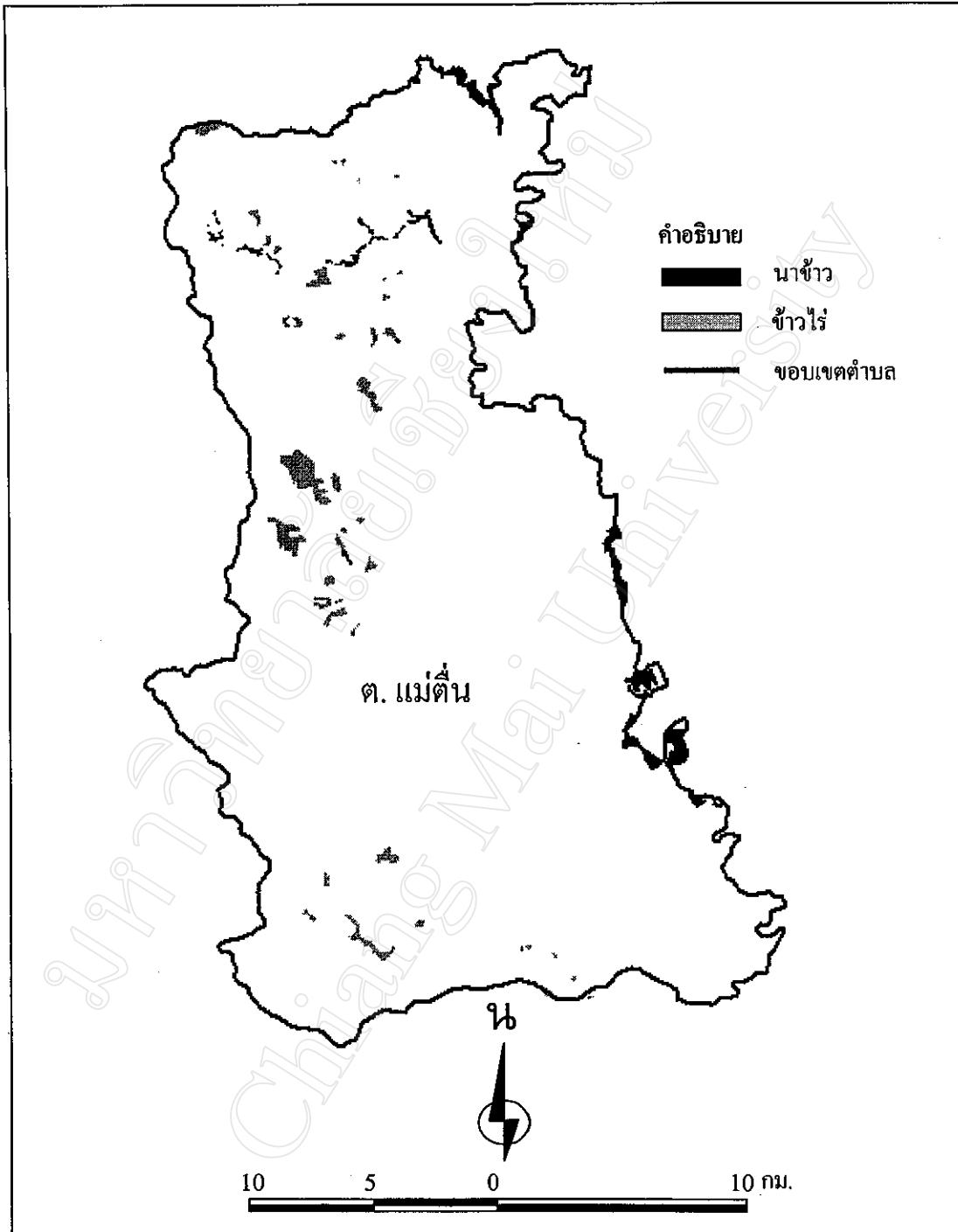


รูปที่ 19 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2539 ต.สบโขง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่  
ที่จำแนกได้จากภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา



รูปที่ 20 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2539 ต.ม่อนจอง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่  
ที่จำแนกได้จากภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา





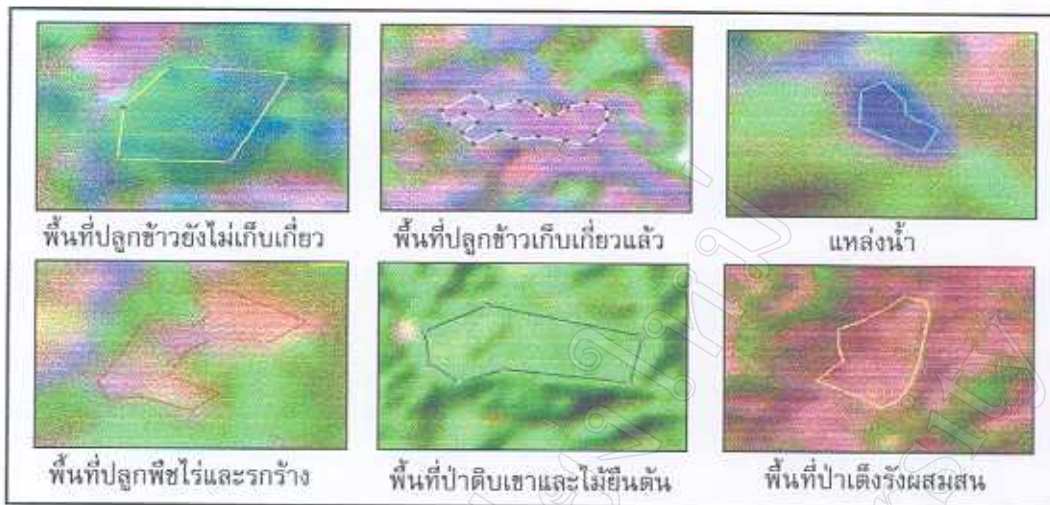
รูปที่ 21 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2539 ต.แม่ต๋ืน อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่  
ที่จำแนกได้จากภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา

ตารางที่ 4 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณ อ. อมก๋อย จ. เชียงใหม่ ด้วยวิธีการที่ 1  
(แปลภาพถ่ายทางอากาศด้วยสายตา)

การใช้ที่ดินตำบล	อมก๋อย	นาเกียน	ยางเปียง	สบโขง	ม่อนจอง	แม่ตื่น	รวม (ไร่)
ข้าว	12,104	2,905	3,345	2,310	4,321	4,621	29,606
ข้าวไร่	2,213	1,896	1,855	2,122	1,301	2,214	11,601
พืชไร่พื้นที่อื่นๆ	4,623	1,312	5,626	523	7,806	7,235	27,125
ป่าไม้	325,536	276,783	312,090	228,858	234,654	280,302	1,658,225
ชุมชน	842	56	210	44	62	43	1,257

ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพียงอย่างเดียวด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม (วิธีการที่ 2) แบ่งขั้นตอนการจำแนกออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินทุกประเภทยกจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่น 5431/RGBIntensity พบว่า จำนวนของพื้นที่ตัวอย่าง (training site) แปรผันตรงกับความหลากหลายของค่าการสะท้อนและความซับซ้อนของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ ช่วงเวลาที่ดาวเทียมทำการบันทึกข้อมูล จากการพิจารณาภาพและปฏิทินการปลูกพืช และข้อมูลการสำรวจภาคสนามในพื้นที่ศึกษา สามารถกำหนดพื้นที่ตัวอย่างจำนวน 6 พื้นที่ (รูปที่ 22) เพื่อนำไปคำนวณค่าทางสถิติที่เป็นตัวแทนของ training site แสดงค่าตัวอย่างดังตารางที่ 5 การจำแนกในขั้นแรกเน้นความถูกต้องของข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยทั่วไป ส่วนขั้นตอนที่สอง ต้องการปรับปรุงความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่นที่ 1, 3 และ 5 แบ่งพื้นที่ออกเป็นสองส่วน

ส่วนแรกคือพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่ จำแนกโดยการนำขอบเขตของพื้นที่ปลูกข้าวที่แยกจากชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำรวจโดยกรมพัฒนาที่ดินในปี 2532 ของจังหวัดเชียงใหม่มาครอบ (masking) เพื่อแยกข้อมูลภาพถ่ายในพื้นที่ปลูกข้าวของกรมพัฒนาที่ดินมาทำการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่ ทั้งนี้มีสมมุติฐานว่าไม่มีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวมาปีระหว่างปี 2532 ถึงปี 2540 แต่ในทางตรงกันข้ามคาดว่าพื้นที่ปลูกข้าวจะมีขนาดลดลง เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนและมีการทิ้งที่ว่างเปล่ามากขึ้น นอกจากนี้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำรวจในปี 2532 ได้ใช้ภาพถ่ายทางอากาศ มาตรฐาน 1:15,000 เป็นพื้นฐานในการทำแผนที่ ช่วยให้สามารถจำแนกขอบเขตของนาข้าวออกจากการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นได้ชัดเจน ความถูกต้องของแผนที่ในปีการสำรวจนั้นจึงมีค่อนข้างสูง ดังนั้นการใช้ชั้นข้อมูลดังกล่าวมาช่วยในการจำแนกจึงสามารถลดความสับสนของค่าการสะท้อนรังสีระหว่างนาข้าวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นได้



รูปที่ 22 พื้นที่ตัวอย่าง (training site) สร้างขึ้นเพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

นอกจากนี้ยังเป็นการปรับปรุงชั้นข้อมูลที่มีอยู่ให้ทันสมัยยิ่งขึ้น โดยมีวิธีการปรับปรุงข้อมูลภายในโปรแกรม ARC/INFO ด้วยวิธีการเชื่อมค่อนน้ำให้เป็นผืนเดียวกัน เพื่อแยกพื้นที่นาขนาดใหญ่ โดยใช้เงื่อนไขที่จะต้องมียพื้นที่มากกว่า 200 ไร่ และค่ารูปร่างมากกว่า 56 แล้วจัดเก็บเป็นชั้นข้อมูลนาขนาดใหญ่

ส่วนที่สองคือ การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็กจากการนำภาพดาวเทียมช่วงคลื่น 1, 3 และ 5 ไปซ้อนทับกับทางน้ำที่ถูกขยายออกไปด้านข้าง ๆ ละ 120 เมตร (stream buffer) ซึ่งกำหนดจากการวิเคราะห์ที่ไกลที่สุดจากขอบแปลงนาข้าวในร่องเขาถึงตำแหน่งเส้นทางน้ำ เพื่อเก็บข้อมูลนาข้าวที่อยู่ในเขต stream buffer ไว้ (รูปที่ 23) เนื่องจากโดยธรรมชาติของพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็กในบริเวณร่องเขามักอยู่ติดและขนานไปกับทางน้ำ นอกจากนั้นวิธีการดังกล่าวเป็นการขจัดค่าการสะท้อนคลื่นแสงที่สับสนกับนาข้าวบนเชิงเขาและยอดเขาที่ห่างออกไป จากนั้นจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวบริเวณร่องเขาด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม ข้อมูลที่จำแนกได้จะถูกขจัดจุดภาพเล็ก ๆ ที่ไม่มีความจำเป็นในการแสดงผลเป็นพื้นที่ปลูกข้าวทั้งไปในระดับหนึ่งด้วยวิธีการ Majority Filter ขนาดหน้าต่างการคำนวณเท่ากับ 3x3 ด้วยวิธีการนี้พื้นที่นาขนาดเล็กจะถูกจัดรวมกลุ่มกันมากขึ้น จากนั้นหาขนาดของพื้นที่ด้วยการแปลงให้อยู่ในรูปแบบ GRID (ESRI, 1994a) ภายในโปรแกรม ARC/INFO โดยใช้คำสั่ง AREA เพื่อขจัดพื้นที่ต่อเนื่องกันที่ต่ำกว่า 2 ไร่ออกไป กำหนดให้พื้นที่ปลูกข้าวที่มีขนาดเล็กที่สุดเท่ากับ 2 ไร่ แล้วทำการเชื่อมค่อนน้ำขนาดเล็กในร่องเขาให้เป็นผืนต่อเนื่องกัน (expand and shrink) จากนั้นนำข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวทั้งสองส่วนไปรวมกับผลการจำแนกจากขั้นตอนที่หนึ่ง เพื่อสร้างข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดในรูปของแผนที่ (รูปที่ 24-29) และตารางสรุปผลการจำแนก (ตารางที่ 6)

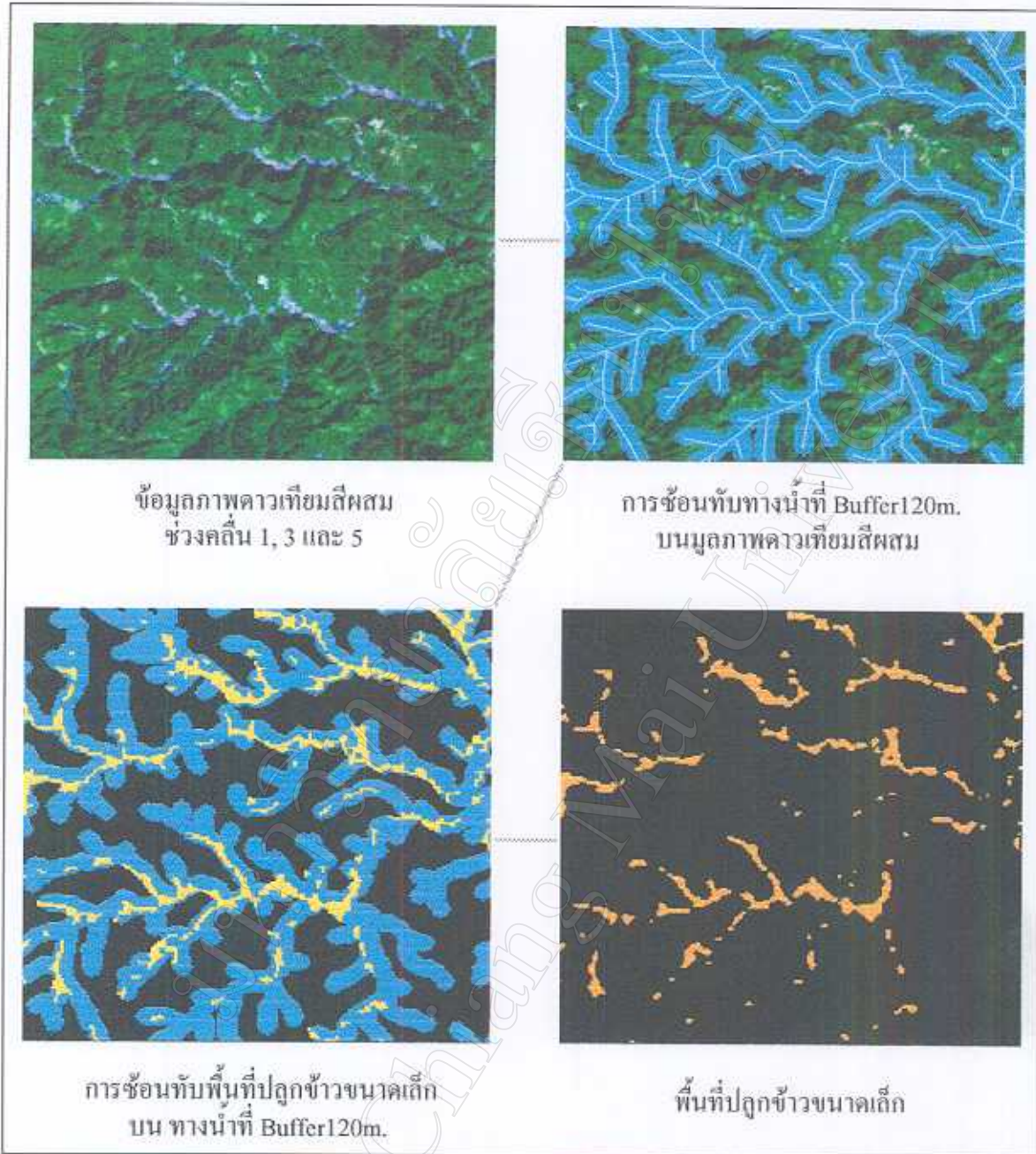
ตารางที่ 5 ผลการคำนวณค่าสถิติของพื้นที่ตัวอย่างพื้นที่ปลูกข้าวในที่ราบลุ่ม

**STATISTICS FOR DATASET: *trainings.ers* (using *trainings.ers* classes/regions)**

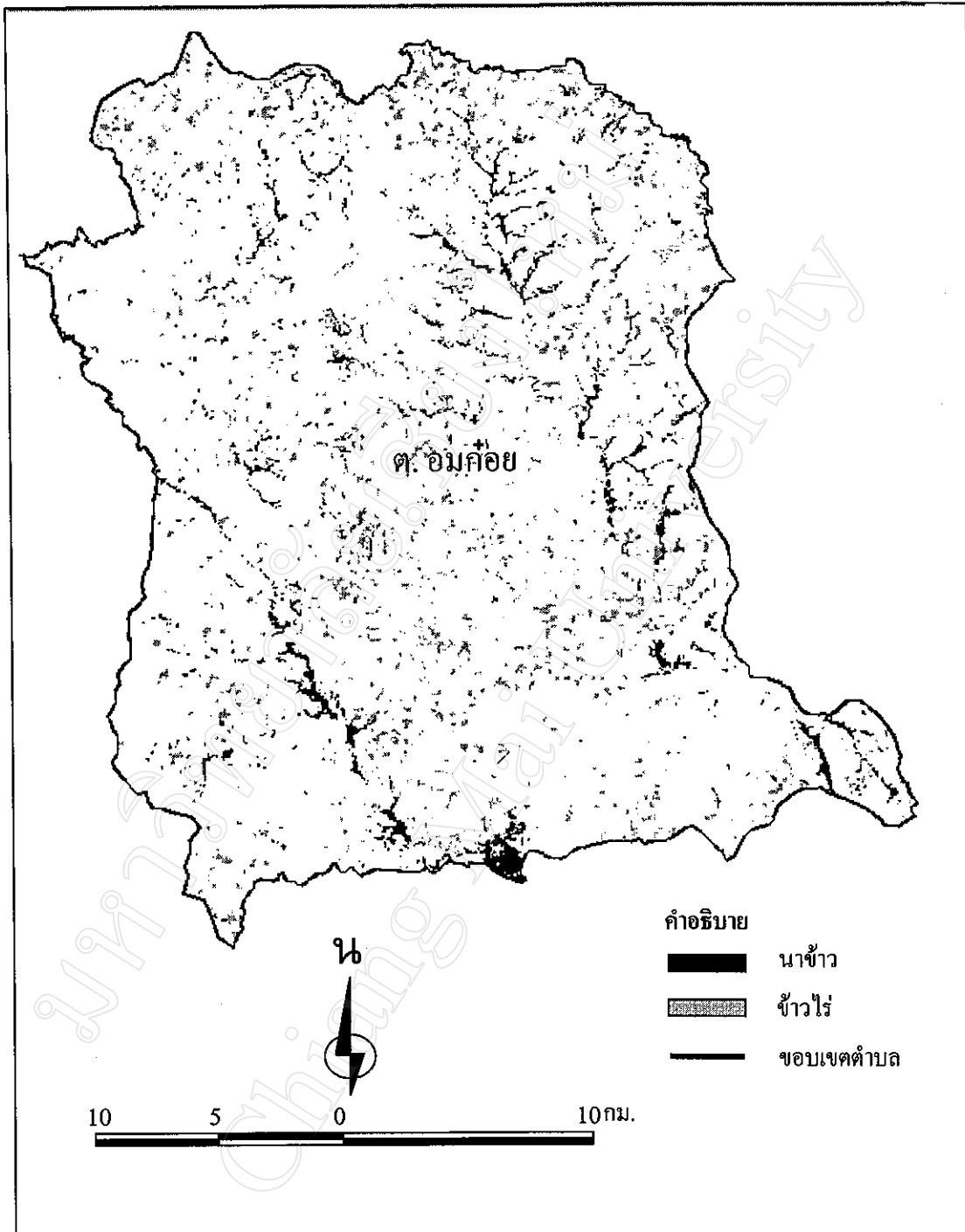
**REGION: *Lowland Rice***

	<u>Band1</u>	<u>Band2</u>	<u>Band3</u>
Non-Null Cells	176	176	176
Minimum	74.000	127.000	112.000
Maximum	94.000	231.000	142.000
Mean	83.545	166.455	127.455
Median	84.000	167.000	132.000
Std. Dev.	6.605	32.223	12.101
Std. Dev. (n-1)	6.624	32.315	12.136
Corr. Eigenval.	1.406	1.069	0.524
Cov. Eigenval.	1069.142	127.131	39.145
<b>Correlation Matrix</b>	<u>Band1</u>	<u>Band2</u>	<u>Band3</u>
Band1	1.000	0.084	0.208
Band2	0.084	1.000	0.384
Band3	0.208	0.384	1.000
Determinant	0.789		
<b>Corr. Eigenvectors</b>	<u>PC1</u>	<u>PC2</u>	<u>PC3</u>
Band1	-0.242	0.882	0.404
Band2	0.640	0.458	0.617
Band3	-0.729	0.110	0.675
<b>Covariance Matrix</b>	<u>Band1</u>	<u>Band2</u>	<u>Band3</u>
Band1	43.873	17.927	16.727
Band2	17.927	1044.273	150.727
Band3	16.727	150.727	147.273
Determinant	5320662.545		
<b>Cov. Eigenvectors</b>	<u>PC1</u>	<u>PC2</u>	<u>PC3</u>
Band1	-0.015	0.226	0.974
Band2	-0.987	0.154	0.051
Band3	0.161	0.962	0.221



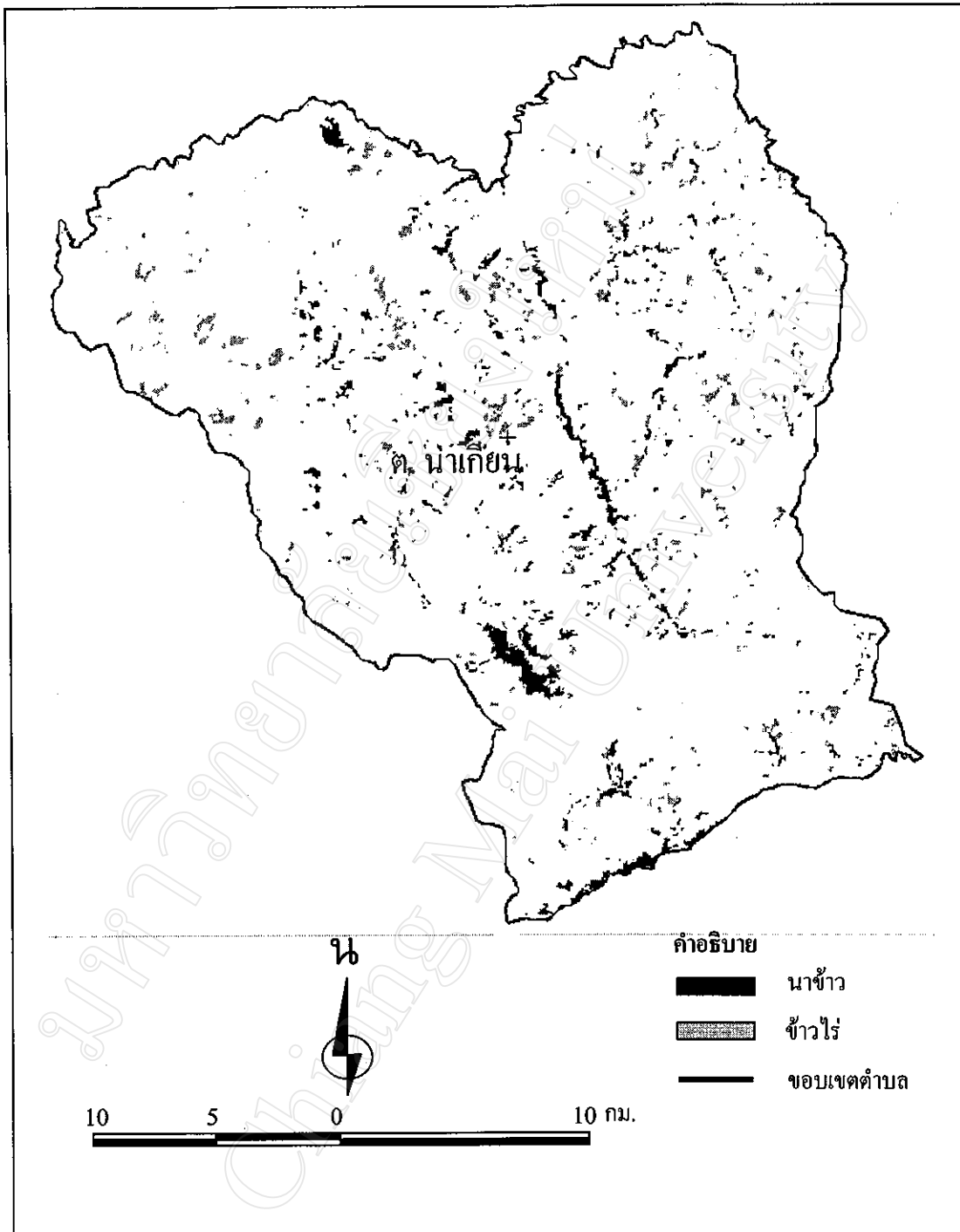


รูปที่ 23 การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็กด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับข้อมูลภาพดาวเทียมและ stream buffer

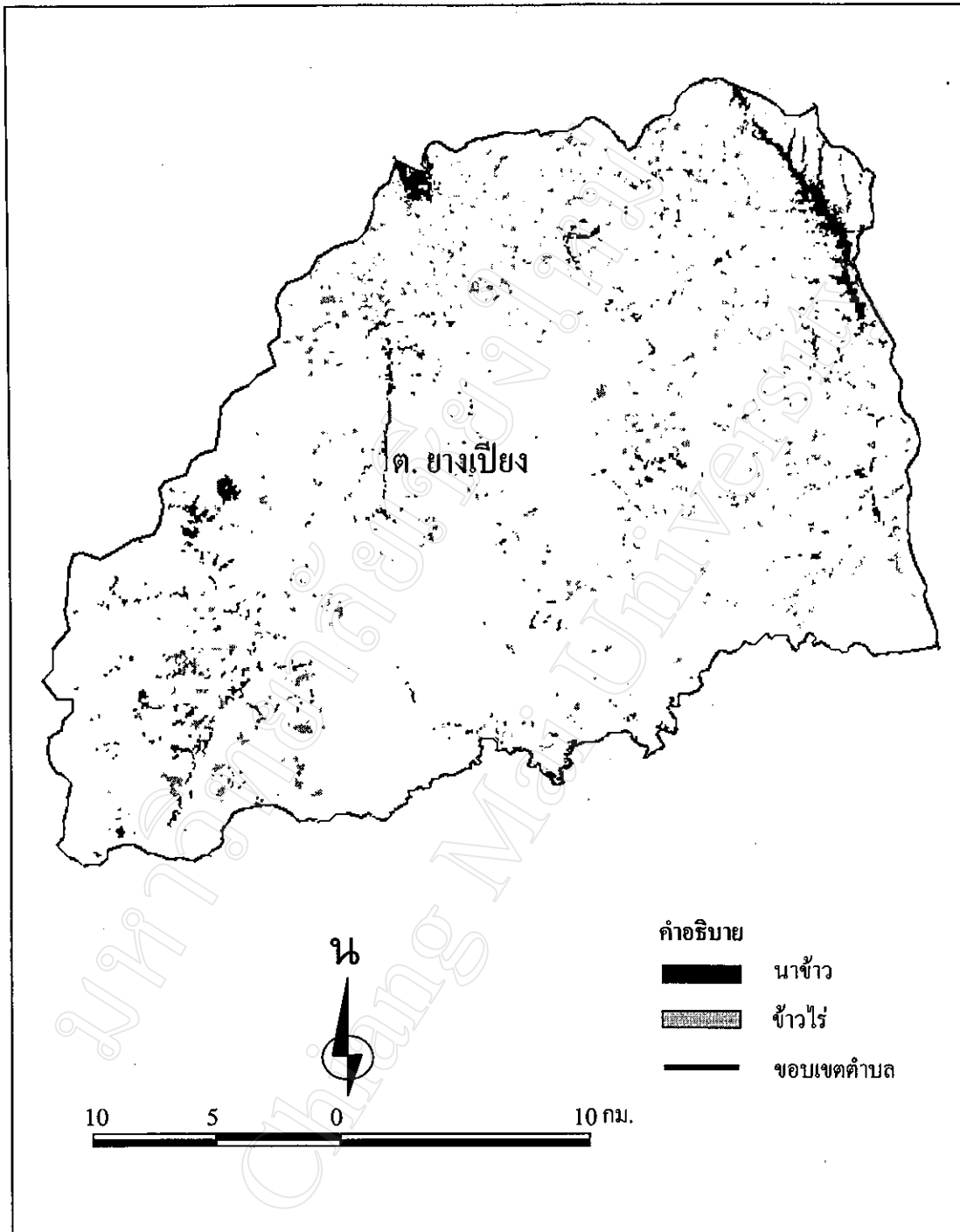


รูปที่ 24 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.อมก้อย อ.อมก้อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม

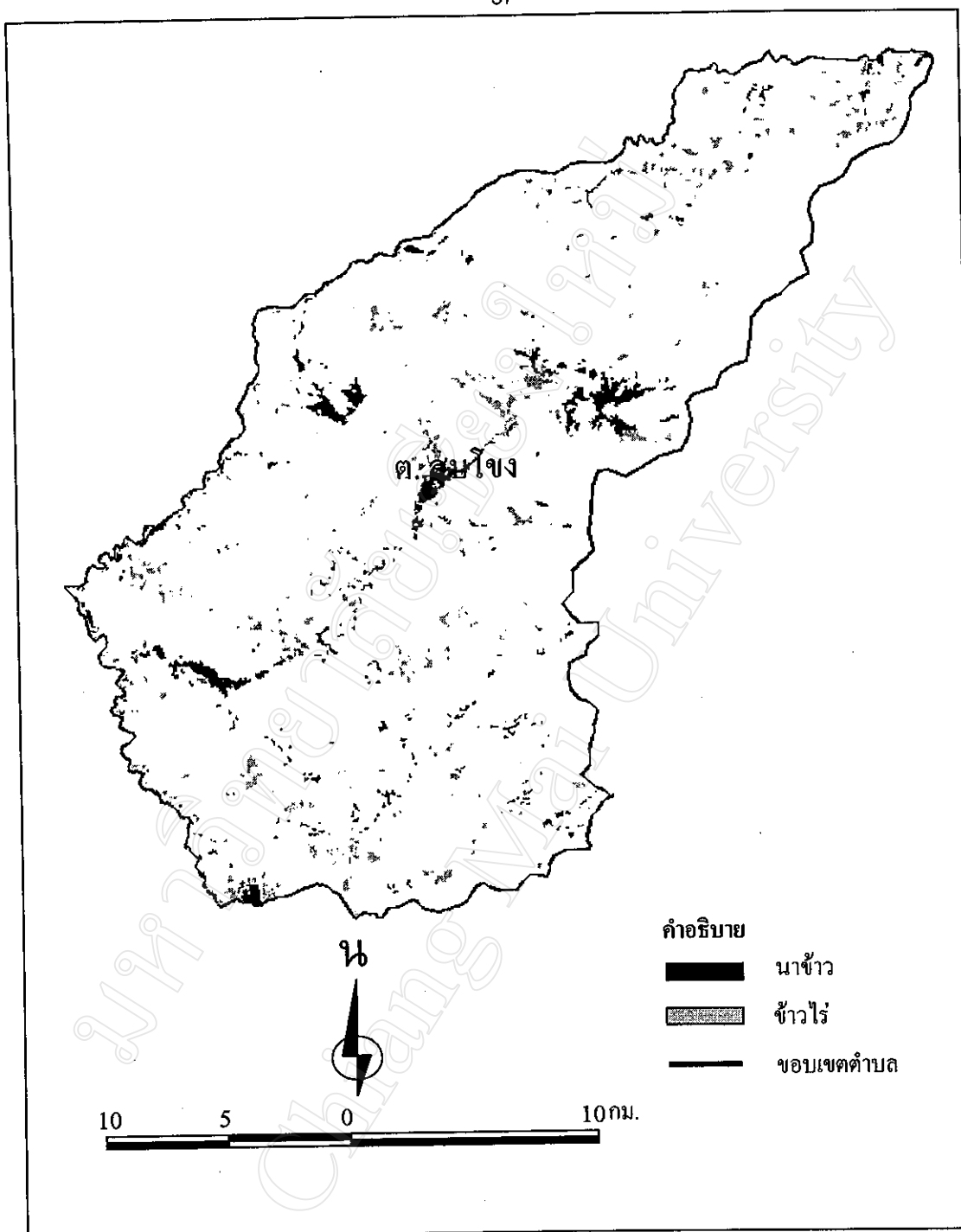




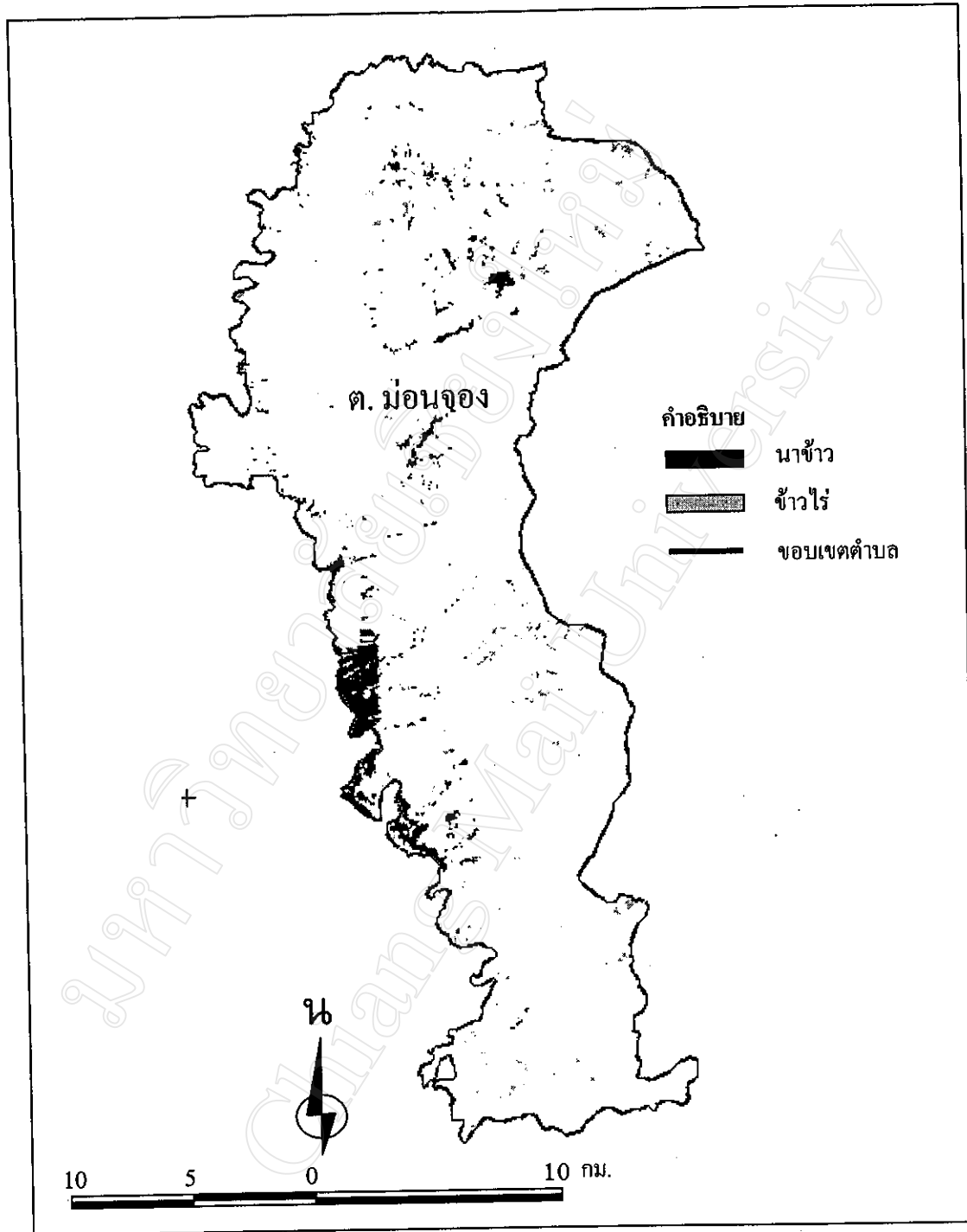
รูปที่ 25 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.นาเกษม อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



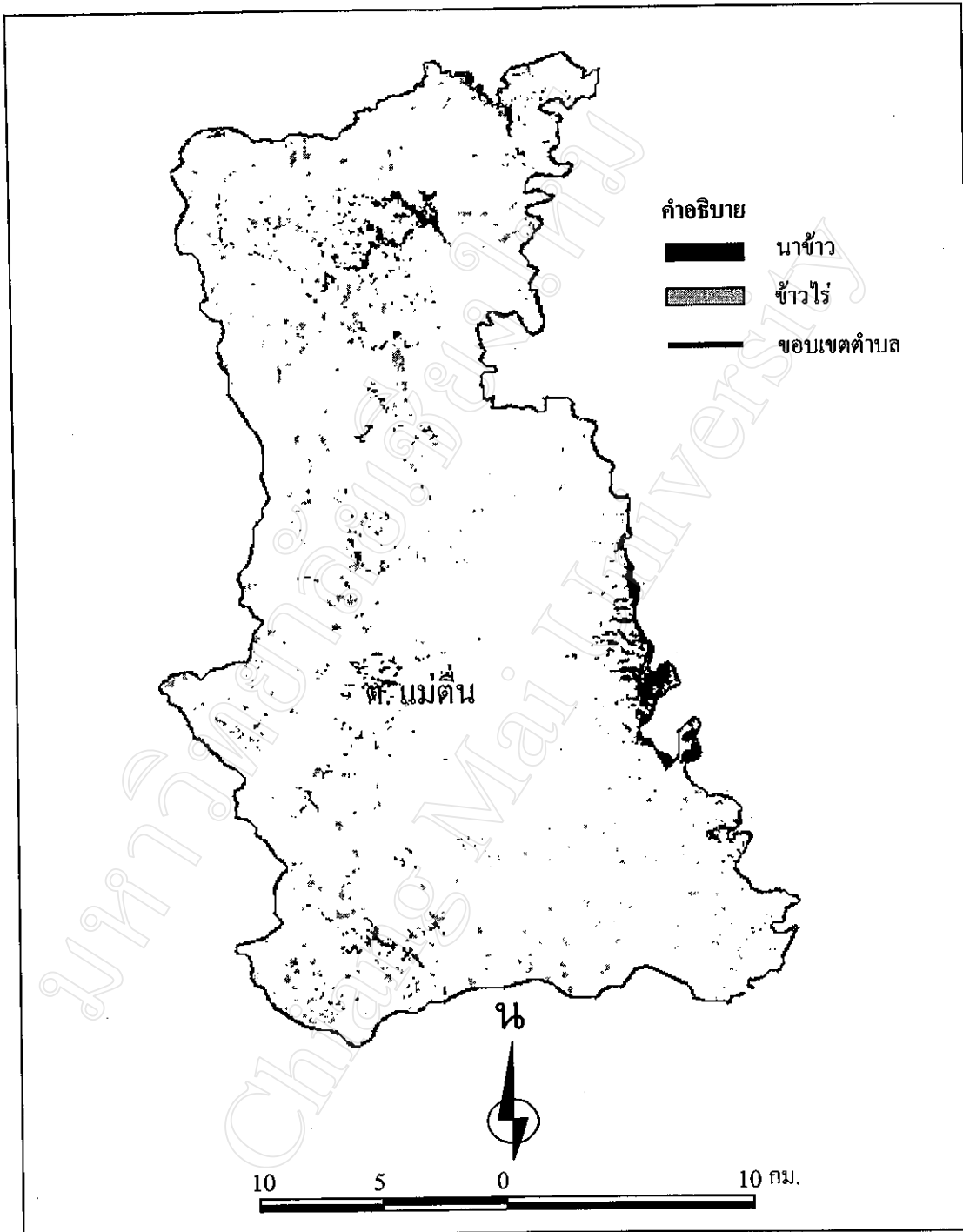
รูปที่ 26 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.ยางเปียง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



รูปที่ 27 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.สบโขง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



รูปที่ 28 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.ม่อนจอง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



รูปที่ 29 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.แม่ต๋น อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม

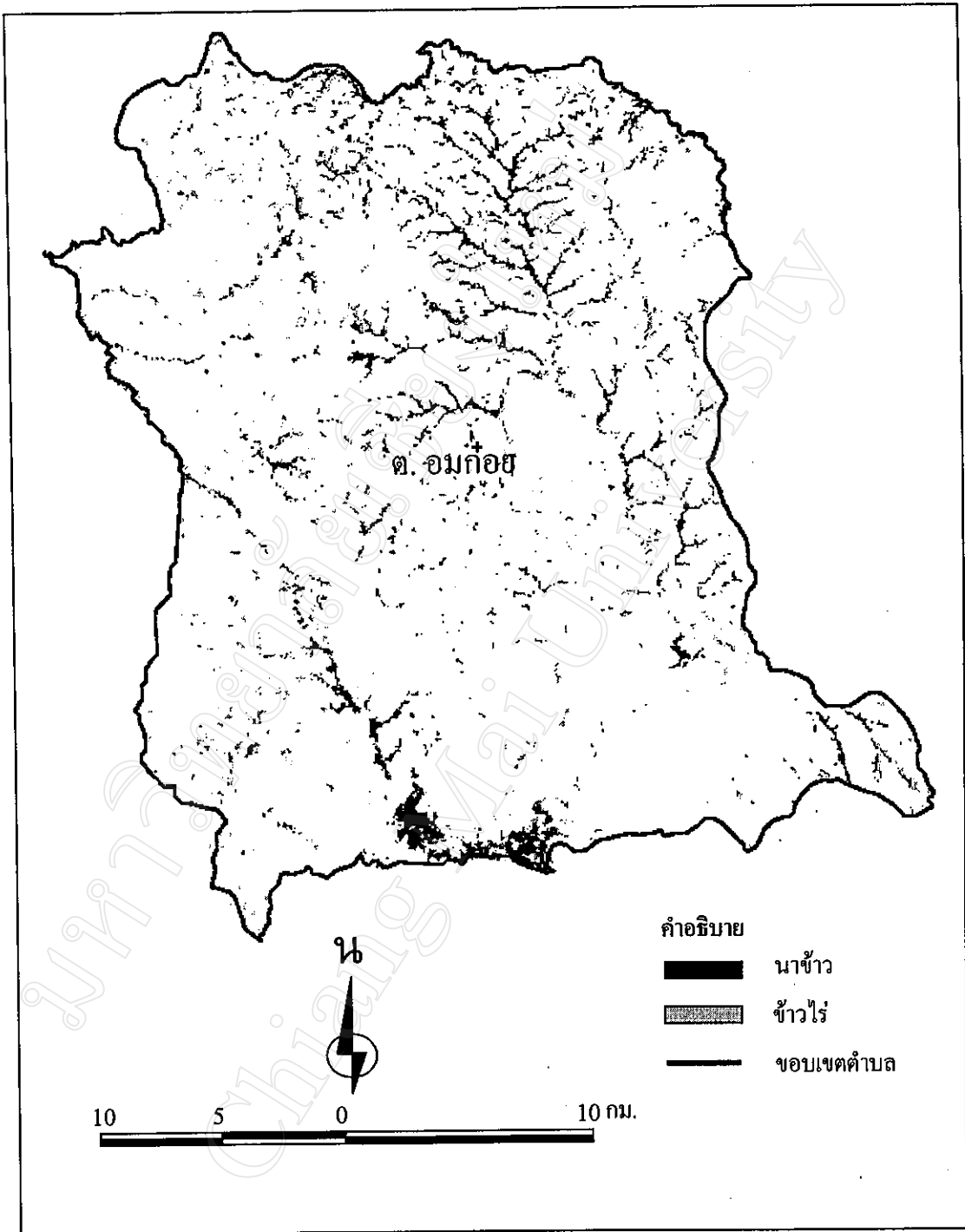
ตารางที่ 6 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินวิธีการที่ 2 (จำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมแบบควบคุม)

การใช้ที่ดินตำบล	อมก๋อย	นาเกียน	ยางเปียง	สบโขง	มอนจอง	แม่ตื่น	รวม (ไร่)
ข้าว	14,850	3,078	3,438	2,997	4,725	4,905	33,993
ข้าวไร่	3,726	2,142	1,809	2,349	1,467	2,394	13,887
พืชไร่พื้นที่อื่นๆ	4,842	1,476	4,338	495	7,659	7,506	26,316
ป่าไม้	324,621	275,868	311,175	227,943	233,739	279,387	1,652,733
ชุมชน	630	18	117	9	54	27	885

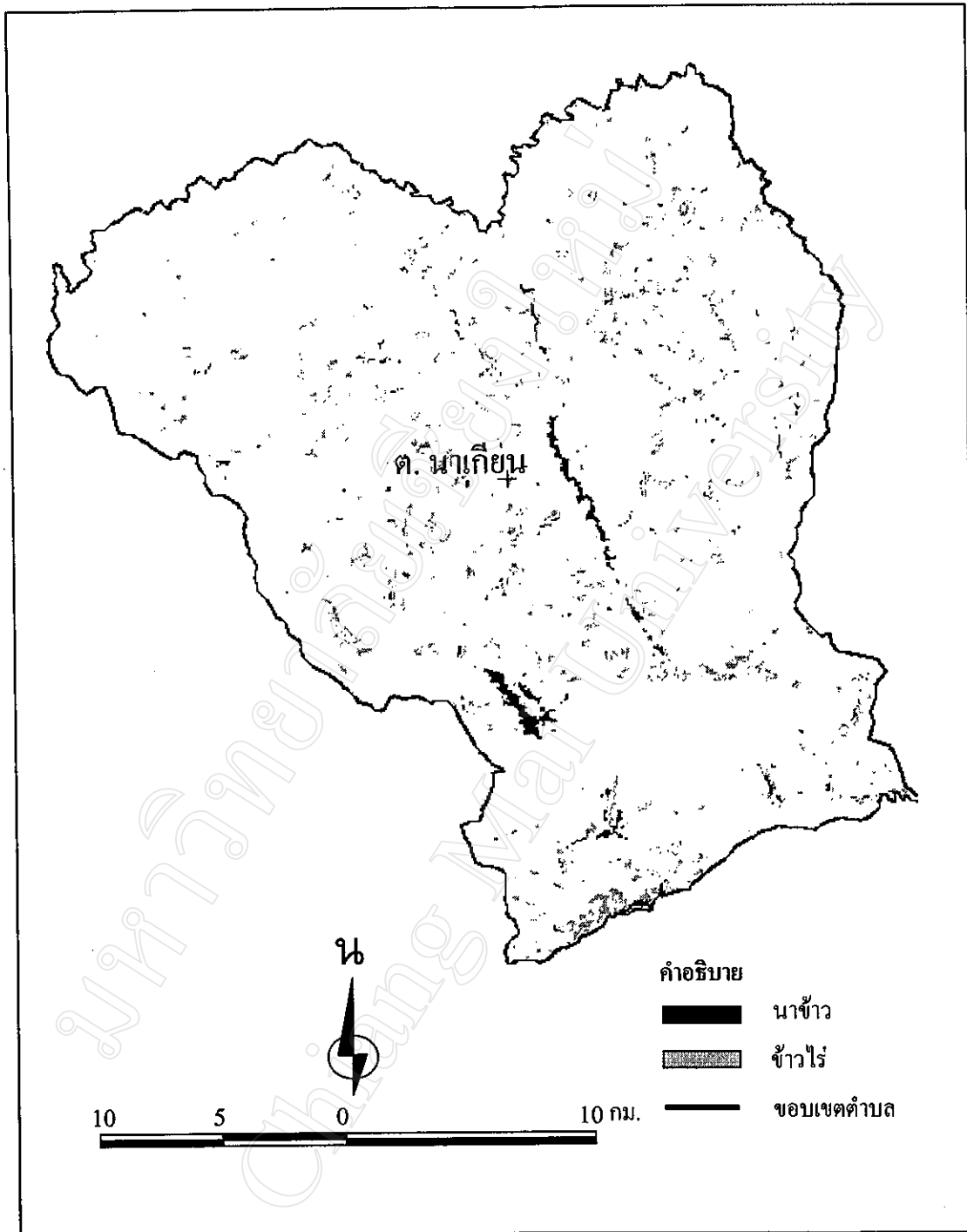
ส่วนการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพดาวเทียมเพียงอย่างเดียว ด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม (unsupervised classification) (วิธีการที่ 3) แบ่งขั้นตอนการจำแนกออกเป็น 2 ขั้นตอนเช่นเดียวกับวิธีการที่สอง เพียงแต่เปลี่ยนวิธีการเป็นการจำแนกแบบไม่ควบคุม ผลการศึกษาพบว่าวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุมสามารถจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ละเอียดกว่าการจำแนกแบบควบคุม เนื่องจากสามารถกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลในการจำแนกและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หากกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลมากขึ้นและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลดต่ำลงจะทำให้ความละเอียดของผลการจำแนกสูงขึ้น ในขณะที่ข้อจำกัดของการจำแนกแบบควบคุมคือสามารถจำแนกรายละเอียดได้มากที่สุดเท่ากับจำนวนของพื้นที่ตัวอย่างที่สร้างขึ้นเท่านั้น

การจำแนกแบบไม่ควบคุมต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่า การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในขั้นตอนแรกกำหนดจำนวนครั้งในการทำซ้ำ เท่ากับ 100 ครั้ง เปอร์เซ็นต์ความคงที่ของผลการจำแนก เท่ากับ 98% จำนวนกลุ่มข้อมูลที่กำหนดให้โปรแกรมจำแนก เท่ากับ 150 ชั้นข้อมูล ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูล เท่ากับ 0.1 และความแตกต่างที่น้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูล เท่ากับ 0.3 ส่วนการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในขั้นตอนที่สองคือ กำหนดจำนวนครั้งในการทำซ้ำ เท่ากับ 100 ครั้ง เปอร์เซ็นต์ความคงที่ของผลการจำแนก เท่ากับ 98% จำนวนกลุ่มข้อมูลที่กำหนดให้โปรแกรมจำแนก เท่ากับ 100 ชั้นข้อมูล เนื่องจากจำแนกข้อมูลภายในพื้นที่ขนาดเล็ก ทำให้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูลและความแตกต่างที่น้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลเท่าเดิม ข้อเสียของการจำแนกด้วยวิธีนี้คือ ใช้เวลานานในขั้นตอนการจัดกลุ่มชั้นข้อมูลทั้งหมดให้รวมอยู่ในกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก ซึ่งต้องอาศัยการรู้จักพื้นที่และข้อมูลภาคสนามเป็นสำคัญ ผลการจำแนกแสดงดังตารางที่ 7 (รูปที่ 30-35)

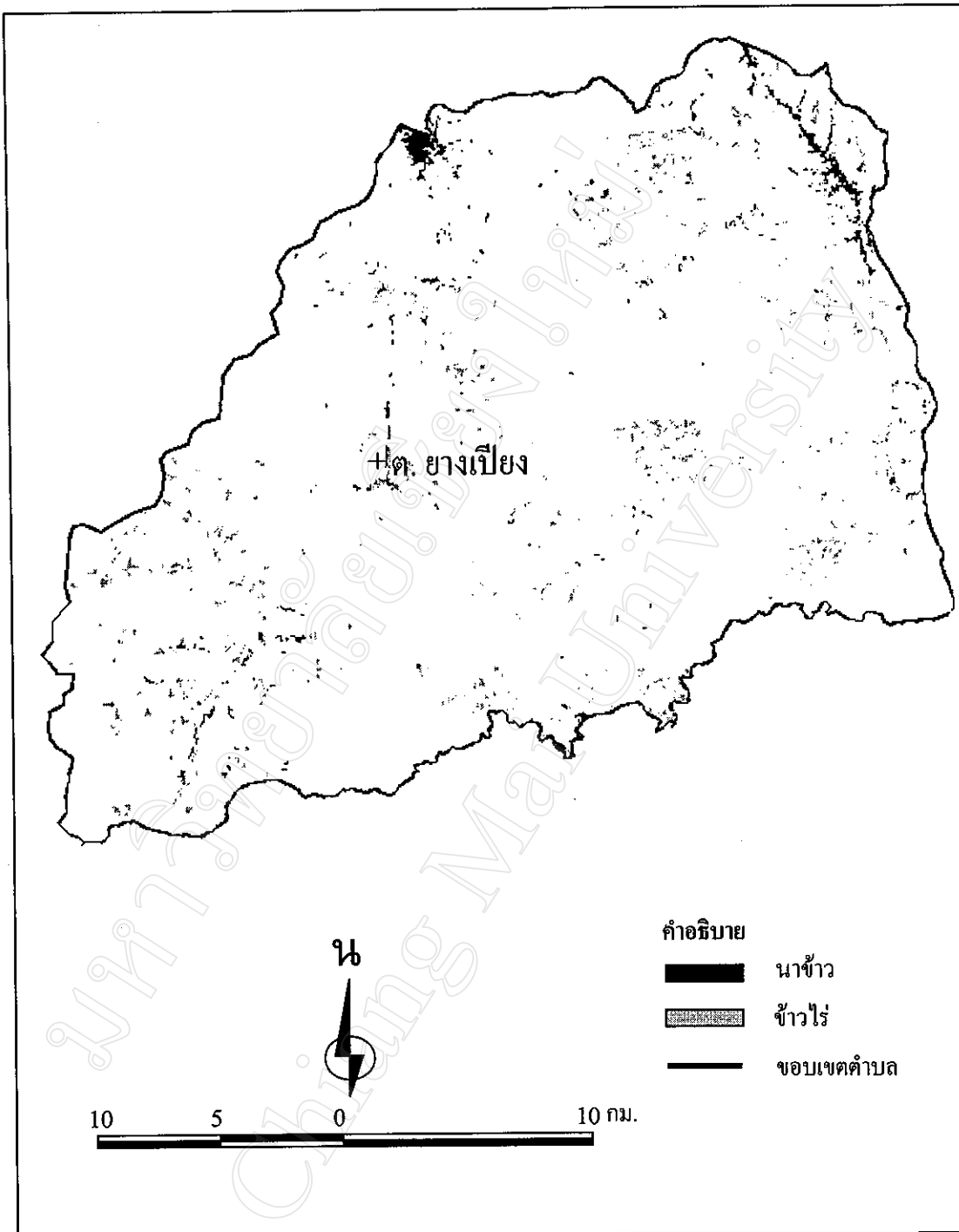




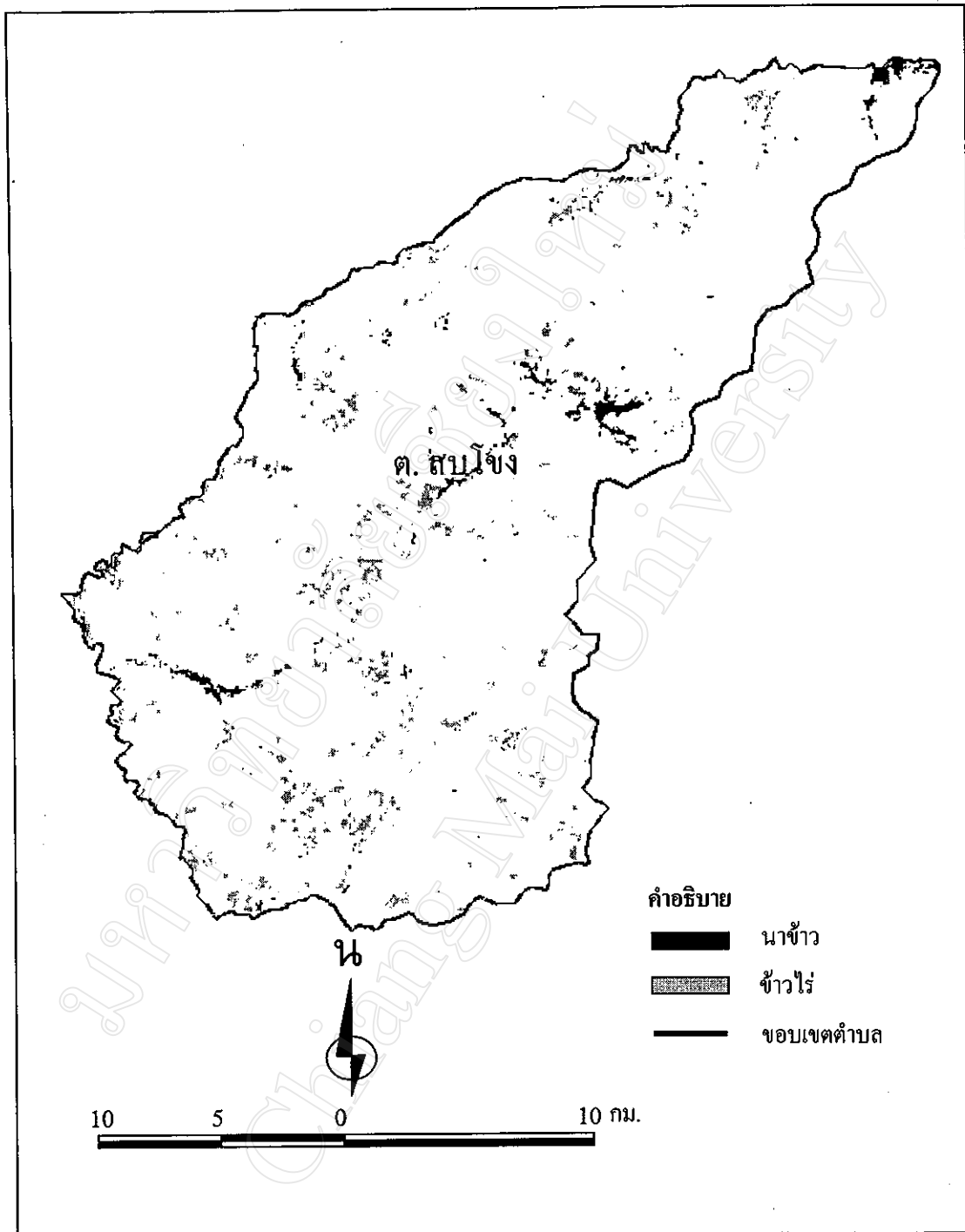
รูปที่ 30 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ด.อมก้อย อ.อมก้อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม



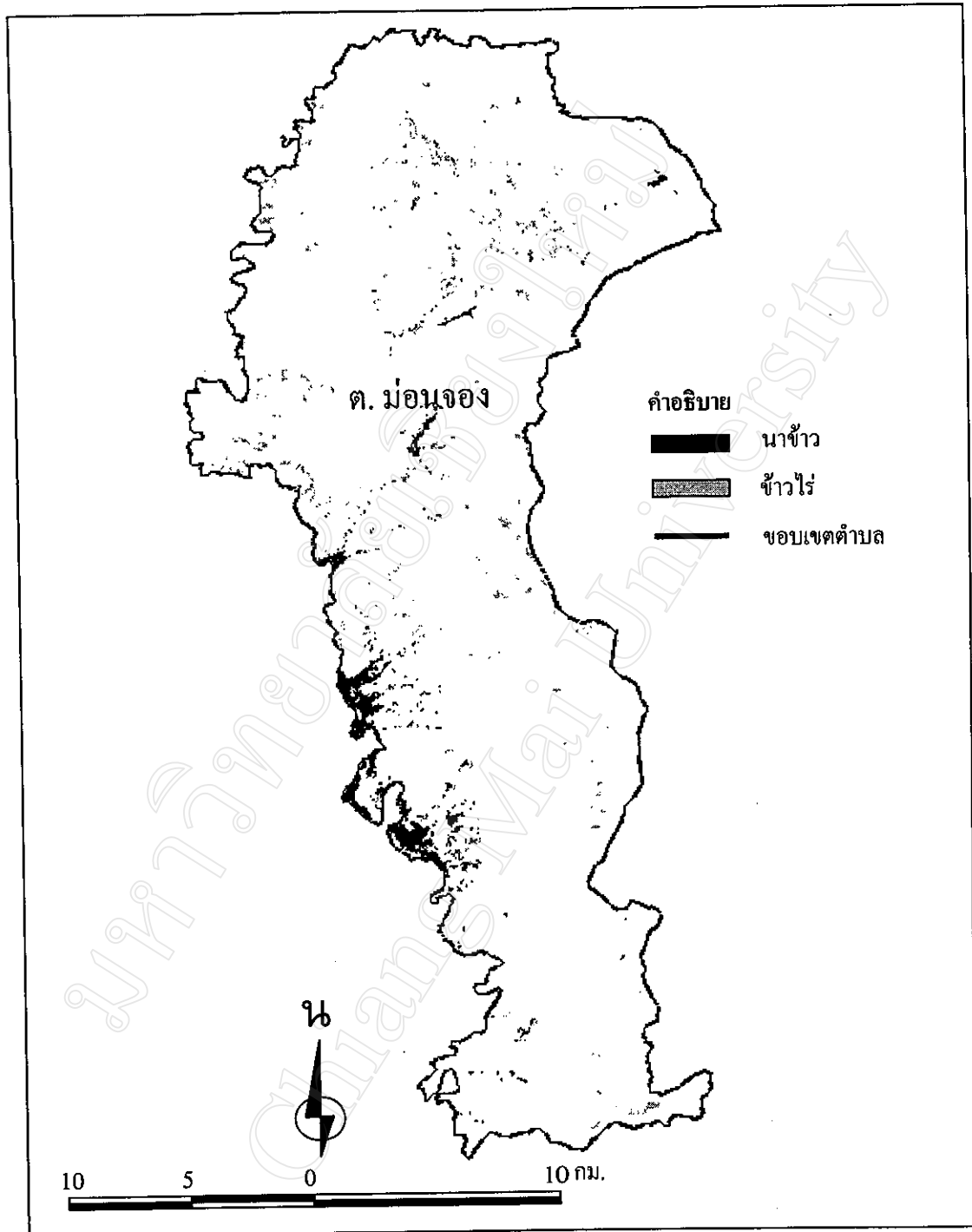
รูปที่ 31 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.นาเกียน อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม



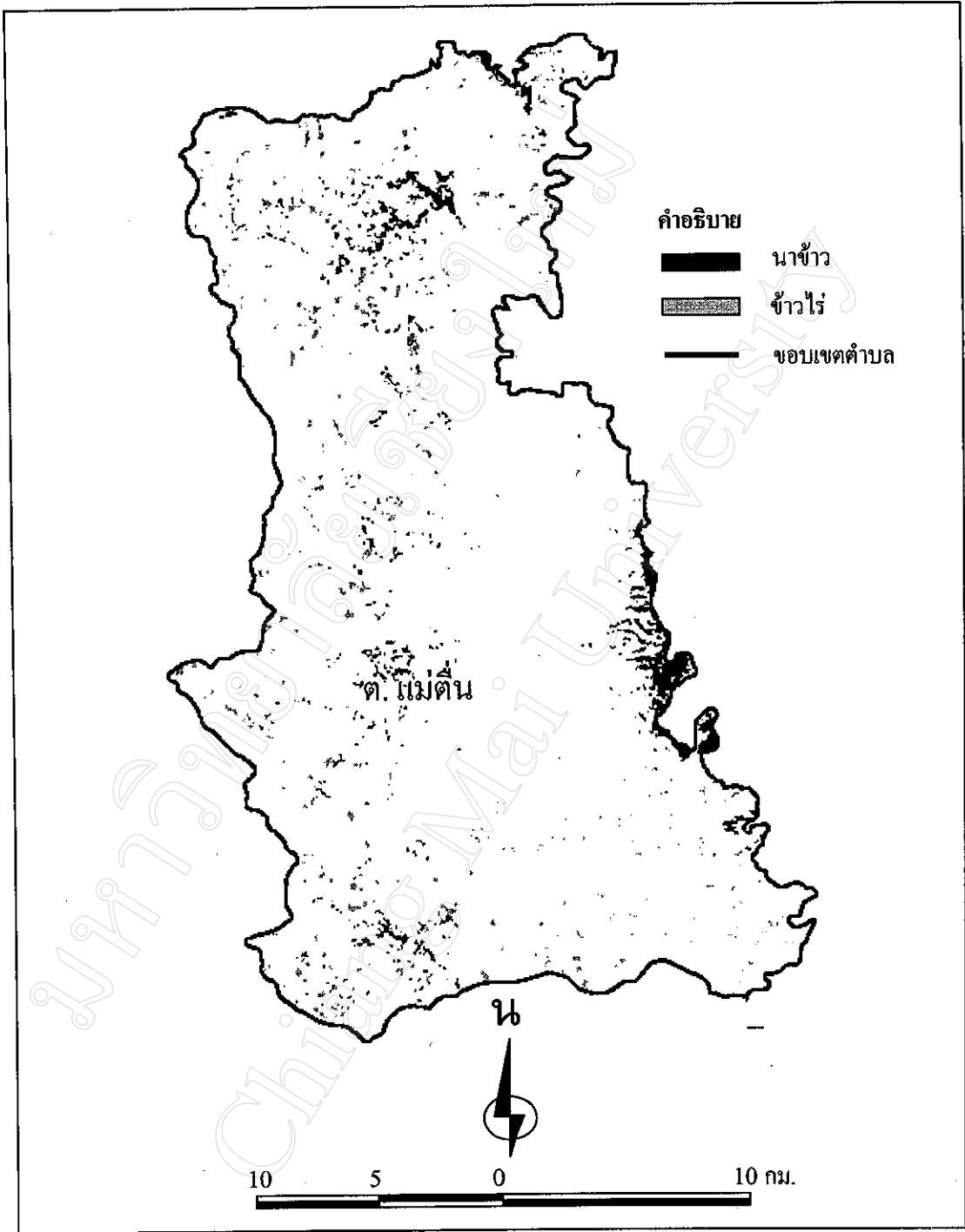
รูปที่ 32 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.ยางเปียง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม



รูปที่ 33 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.สบโขง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม



รูปที่ 34 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.ม่อนจอง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม



รูปที่ 35 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.แม่ต๋ืน อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม

ตารางที่ 7 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินวิธีการที่ 3 (จำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมไม่แบบควบคุม)

การใช้ที่ดินตำบล	อมก๋อย	นาเกียน	ยางเปียง	สบโขง	ม่อนจอง	แม่ตื่น	รวม (ไร่)
ข้าว	12,384	8,037	6,732	5,274	6,345	7,947	46,719
ข้าวไร่	4,770	2,907	2,124	2,349	864	1,728	14,742
พืชไร่พื้นที่อื่นๆ	5,049	702	4,833	567	8,460	8,388	27,999
ป่าไม้	325,854	270,936	307,071	225,594	231,921	276,129	1,637,505
ชุมชน	630	18	117	9	54	27	885

ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียม ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม (วิธีการที่ 4) มีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่บันทึกต่างช่วงเวลามาช่วยในการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวไร่ จากการสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวไร่ พบว่าการใช้พื้นที่เพื่อปลูกข้าวไร่บริเวณอำเภออมก๋อยมีลักษณะเป็นไร่นาหมุนเวียน พื้นที่ที่ถูกใช้เพื่อปลูกข้าวไร่ในปีกลายจะถูกปล่อยให้ทิ้งร้างในฤดูปลูกปีปัจจุบัน ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวไร่ในฤดูปลูกปีปัจจุบันจะบุกเบิกใหม่จากพื้นที่ป่าไม้ที่เคยปลูกข้าวไร่ในช่วงสามถึงสี่ปีก่อน จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้นำข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศบันทึกข้อมูลต่างช่วงเวลามาช่วยในการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวไร่ร่วมกับข้อมูลภาพจากดาวเทียม

ขั้นตอนแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงความแตกต่างของพื้นที่ที่ถูกใช้และพื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้น จากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการแยกกลุ่มข้อมูลตามการสะท้อนคลื่นแสงที่กำหนด (density slicing) ออกเป็น 2 กลุ่มดังกล่าว โดยกำหนดค่าสะท้อนที่ใช้ในการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วนเท่ากับ 120 เพื่อแสดงพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2539 จากนั้นนำมาวิเคราะห์เชิงซ้อนทับร่วมกับข้อมูลภาพจากดาวเทียม (พ.ย.40) ที่ถูกแยกเป็น 2 กลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินแล้วเช่นเดียวกันด้วยช่วงคลื่นที่ 3 (red visible, 0.63-0.69  $\mu\text{m}$ ) ผลการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นหน่วยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 4 ประเภทคือ (1) พื้นที่เกษตรกรรมร้าง ซึ่งเป็นผลมาจากพื้นที่เกษตรปี 39 กลายเป็นพื้นที่ป่าไม้ปี 40 (2) พื้นที่เกษตรถาวร ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรทั้งในปี 39 และปี 40 (3) พื้นที่เกษตรที่ถูกเปิดใหม่ เกิดจากพื้นที่ป่าไม้ปี 39 กลายเป็นพื้นที่เกษตรปี 40 และ (4) พื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้นถาวร พื้นที่เกษตรที่ถูกเปิดใหม่ในปี 2540 เป็นตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อปลูกข้าวไร่ และพื้นที่ปลูกพืชไร่บางส่วนและพื้นที่ที่มีการขยายเขตถนน จากนั้นนำเข้าโปรแกรม ARC/INFO เพื่อแยกพื้นที่ปลูกข้าวไร่และพื้นที่ปลูกพืชไร่ออกจากถนนโดยใช้หลักเกณฑ์ว่าพื้นที่ข้าวไร่ต้องมีขนาดน้อยกว่า 150 ไร่ ค่ารูปร่างมากกว่า 15 จากนั้นจึงนำพื้นที่ปลูกข้าวไร่และพืชไร่ไปครอบ (mask) ลงบนข้อมูลภาพดาวเทียมในช่วงคลื่น 1,3 และ 5 เพื่อทำการจำแนกภายใต้

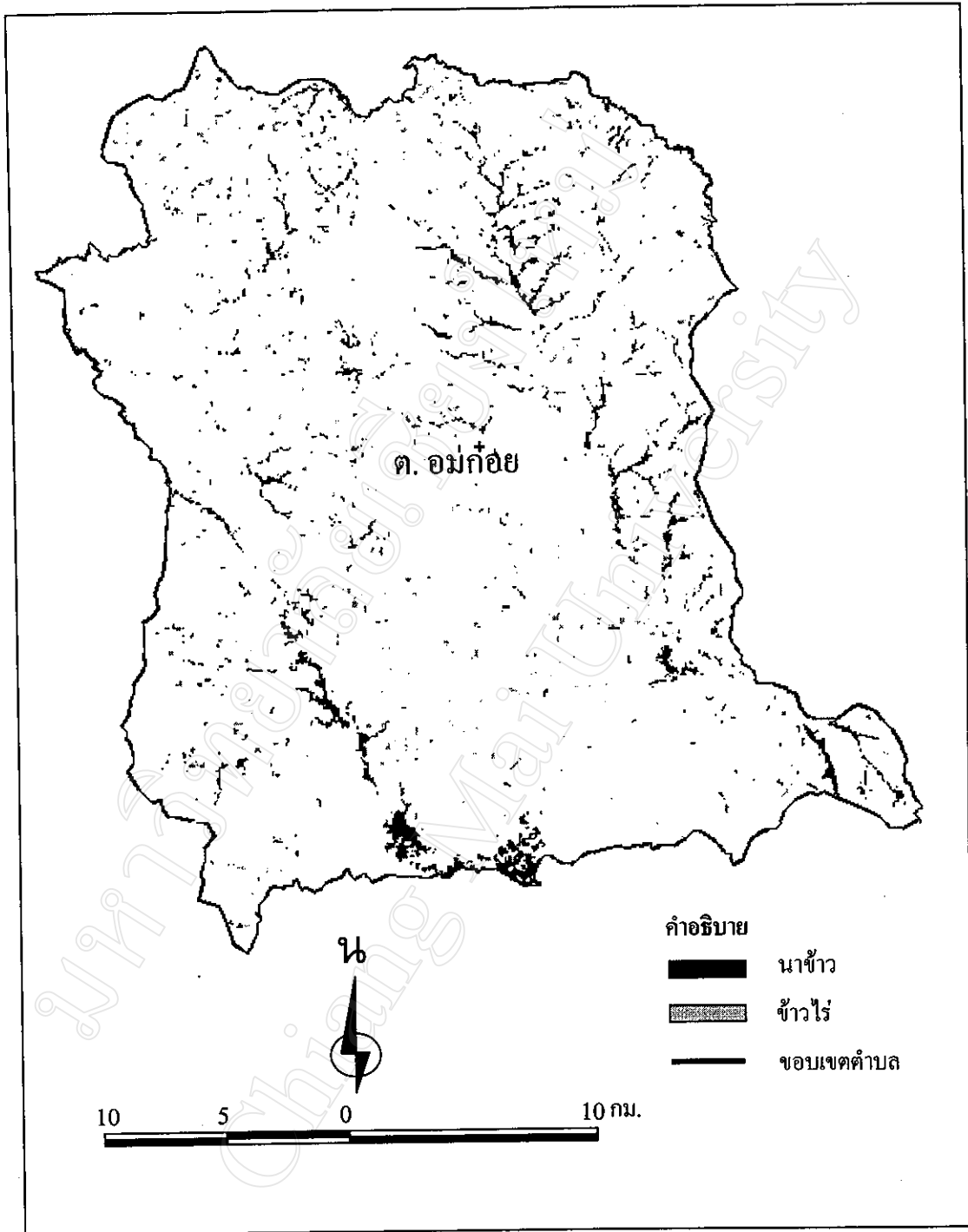


ในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อลดความซับซ้อนของค่าการสะท้อนของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น จากนั้นจึงจัดกลุ่มเท่ากับจำนวนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต้องการ ขั้นตอนสุดท้ายคือการรวมผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก พื้นที่ปลูกข้าวไร่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นเข้าด้วยกัน (รูปที่ 36-41) จากการศึกษาด้วยวิธีการนี้สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในร่องเขา และพื้นที่ปลูกข้าวไร่ได้มากกว่าวิธีการที่ 1, 2 และ 3 (ตารางที่ 8)

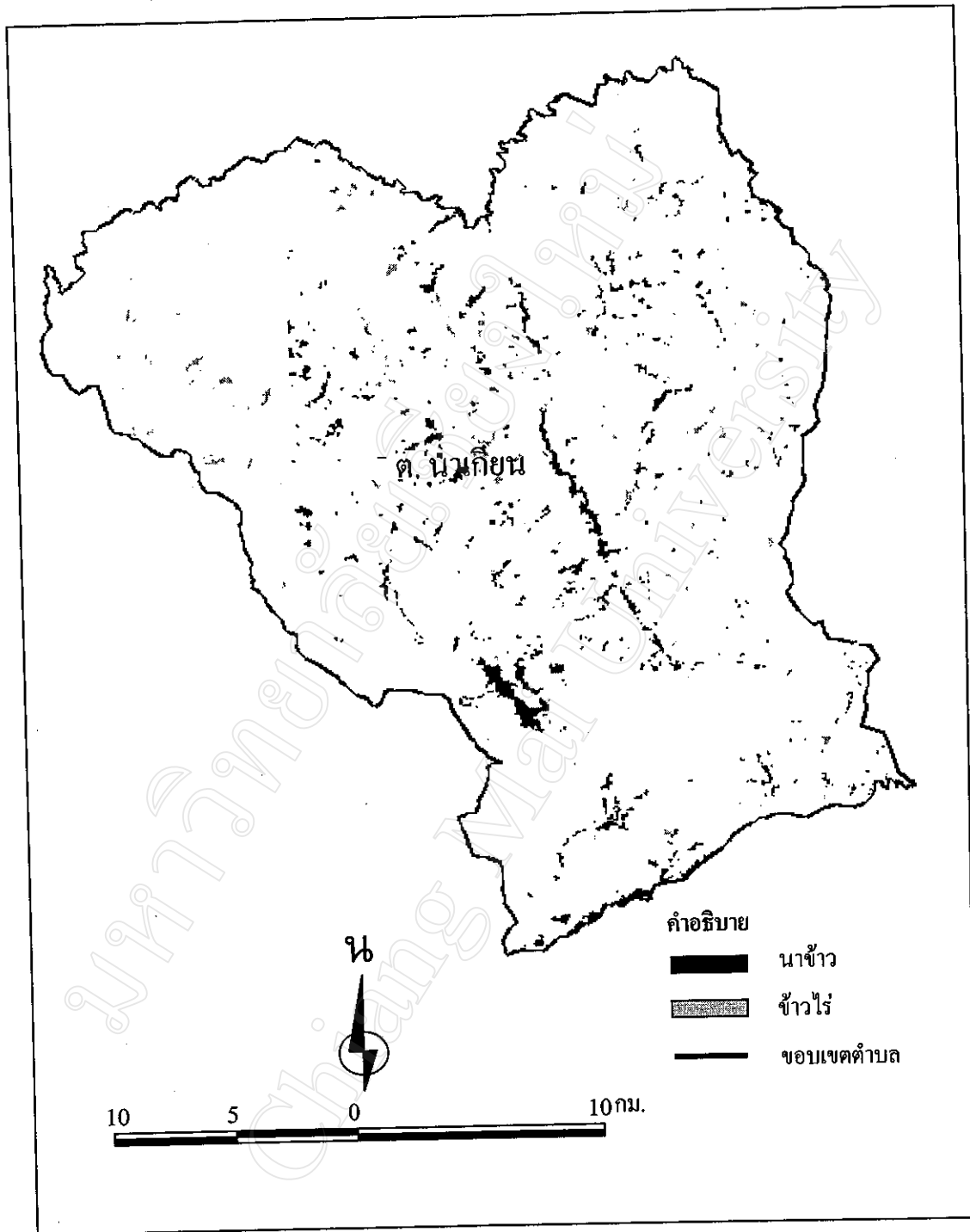
ตารางที่ 8 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการที่ 4 (วิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศแบบควบคุม)

การใช้ที่ดินตำบล	อมก๋อย	นาเกียน	ยางเปียง	สบโขง	ม่อนจอง	แม่ตื่น	รวม (ไร่)
ข้าว	12,429	8,037	6,741	5,283	6,345	7,956	46,791
ข้าวไร่	4,023	2,250	1,872	2,538	1,494	2,610	14,787
พืชไร่พื้นที่อื่นๆ	4,950	1,485	5,004	495	7,740	7,740	27,414
ป่าไม้	326,637	270,792	307,143	225,468	232,011	275,886	1,637,937
ชุมชน	630	18	117	9	54	27	885

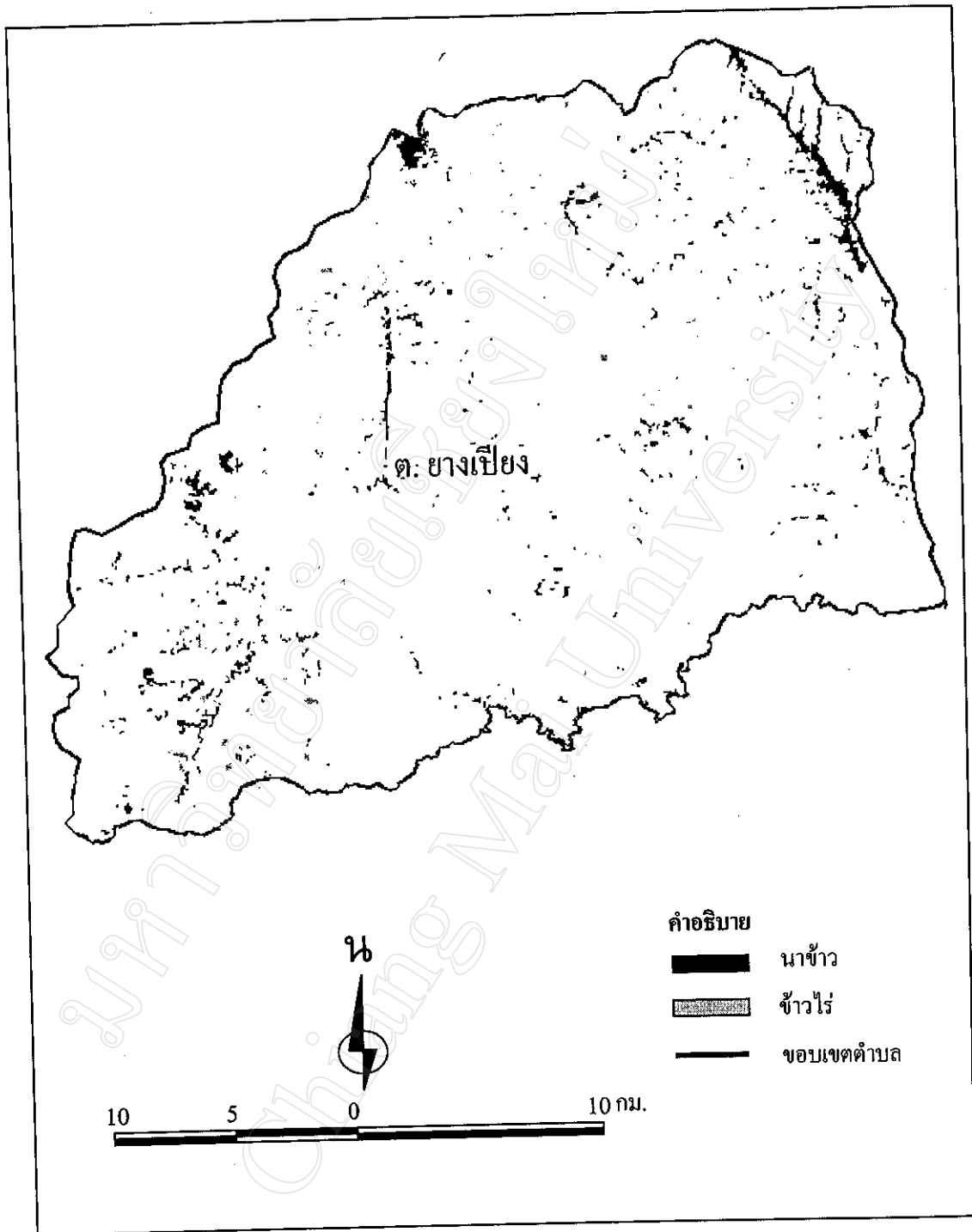
ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม (วิธีการที่ 5) เป็นวิธีการที่รวบรวมขั้นตอนการจำแนกที่มีประสิทธิภาพในการจำแนก ประการแรกคือการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลายด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยกำหนดจำนวนครั้งในการทำซ้ำเท่ากับ 100 ครั้ง เปอร์เซ็นต์ความคงที่ของผลการจำแนกเท่ากับ 98% จำนวนกลุ่มข้อมูลที่กำหนดให้โปรแกรมจำแนกเท่ากับ 150 ชั้นข้อมูล ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูล เท่ากับ 0.1 และความแตกต่างที่น้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลเท่ากับ 0.3 ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยแก้ปัญหาผลการจำแนกที่สับสนจากวิธีการจำแนกแบบควบคุม (Environment Remote Sensing Center. 1995) ประการที่สองคือการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่โดยอาศัยขอบเขตของพื้นที่ปลูกข้าวที่แยกจากชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำรวจโดยกรมพัฒนาที่ดินในปี 2532 ด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม กำหนดจำนวนครั้งในการทำซ้ำเท่ากับ 100 ครั้ง ส่วนเปอร์เซ็นต์ความคงที่ของผลการจำแนกเท่ากับ 98% จำนวนกลุ่มข้อมูลที่กำหนดให้โปรแกรมจำแนกเท่ากับ 100 ชั้นข้อมูล ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูล และความแตกต่างที่น้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูล กำหนดเท่าเดิม ประการที่สามคือ การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็กโดยจำแนกภาพใน stream



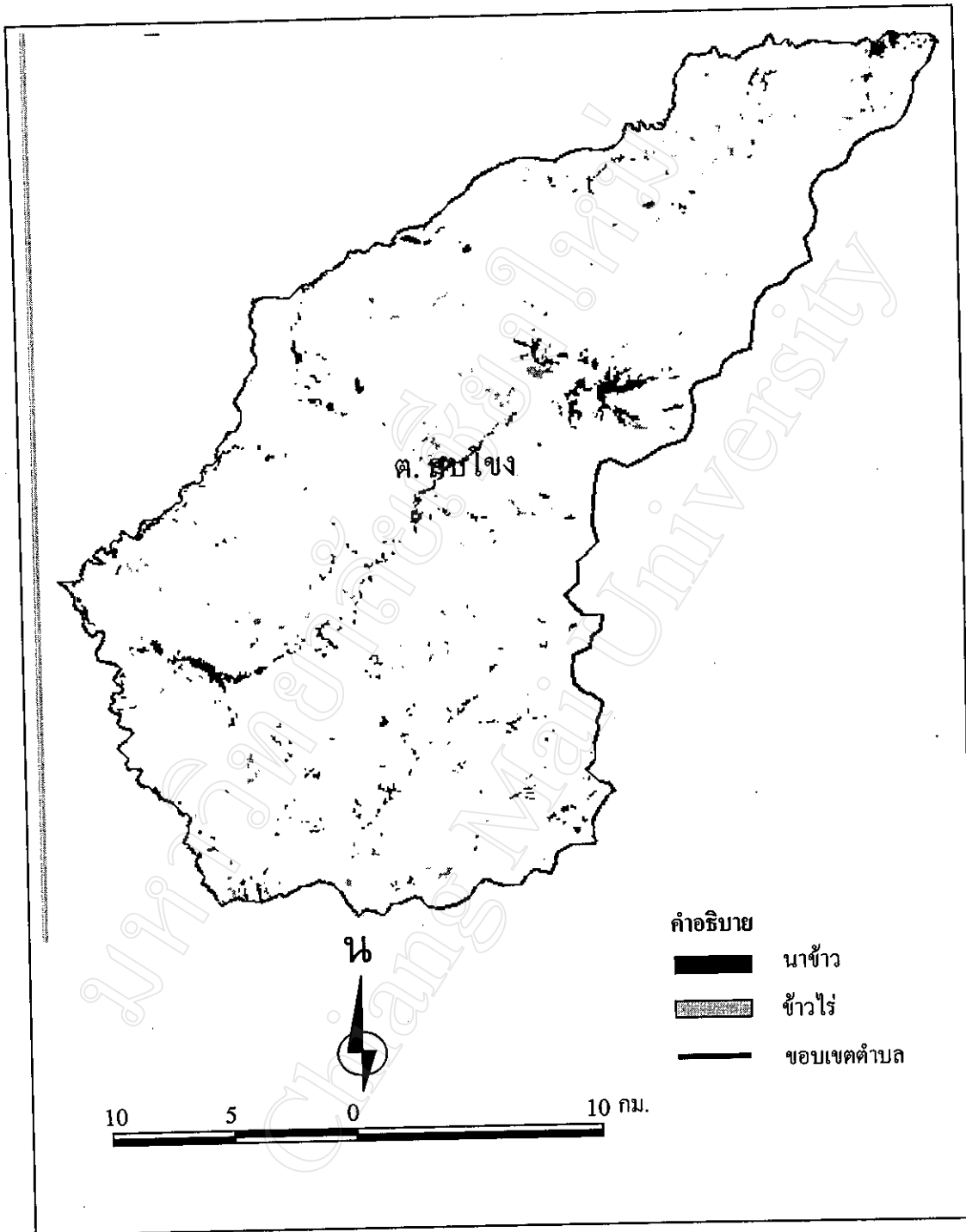
รูปที่ 36 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.อมก๋อย อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



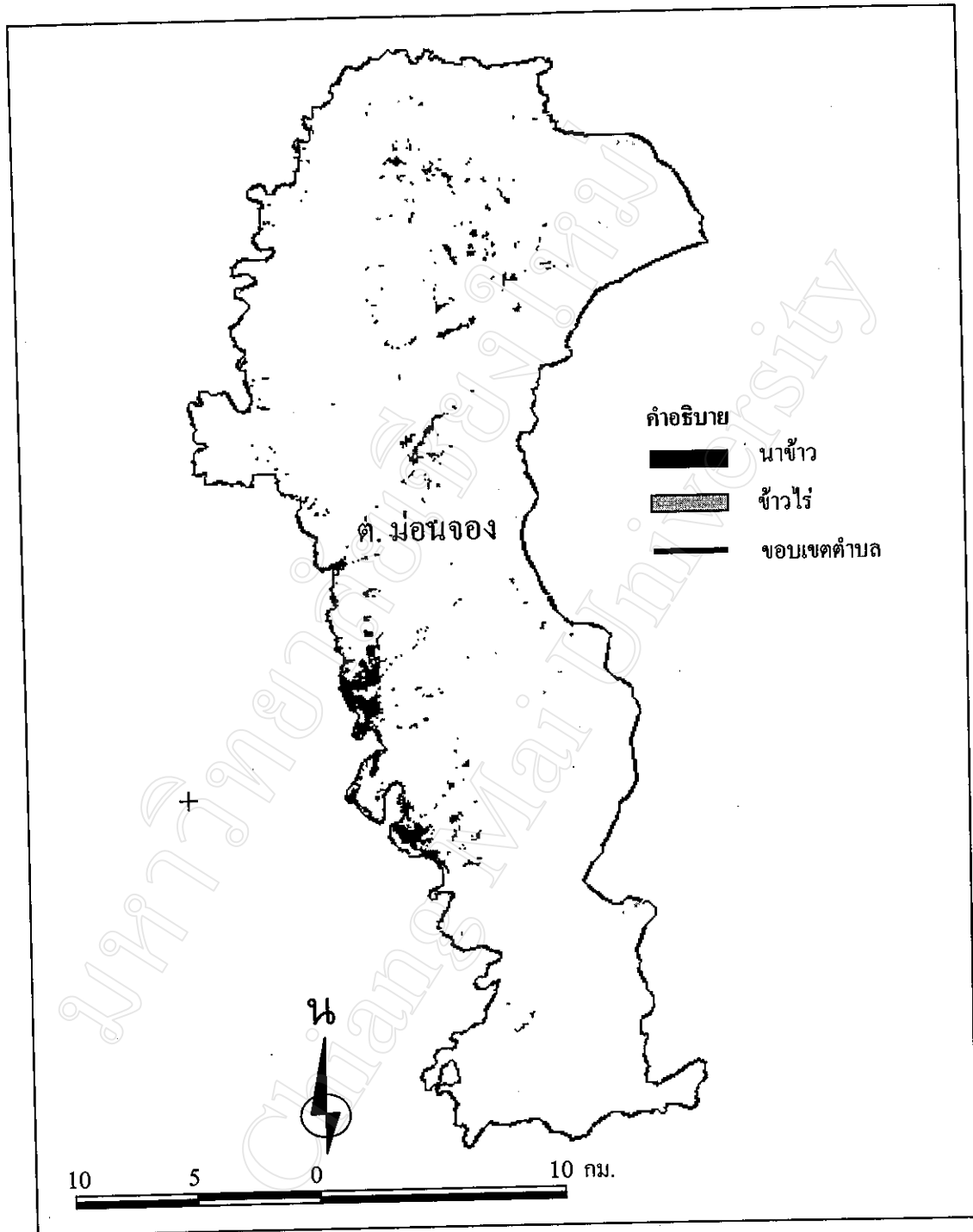
รูปที่ 37 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.นาเกียน อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



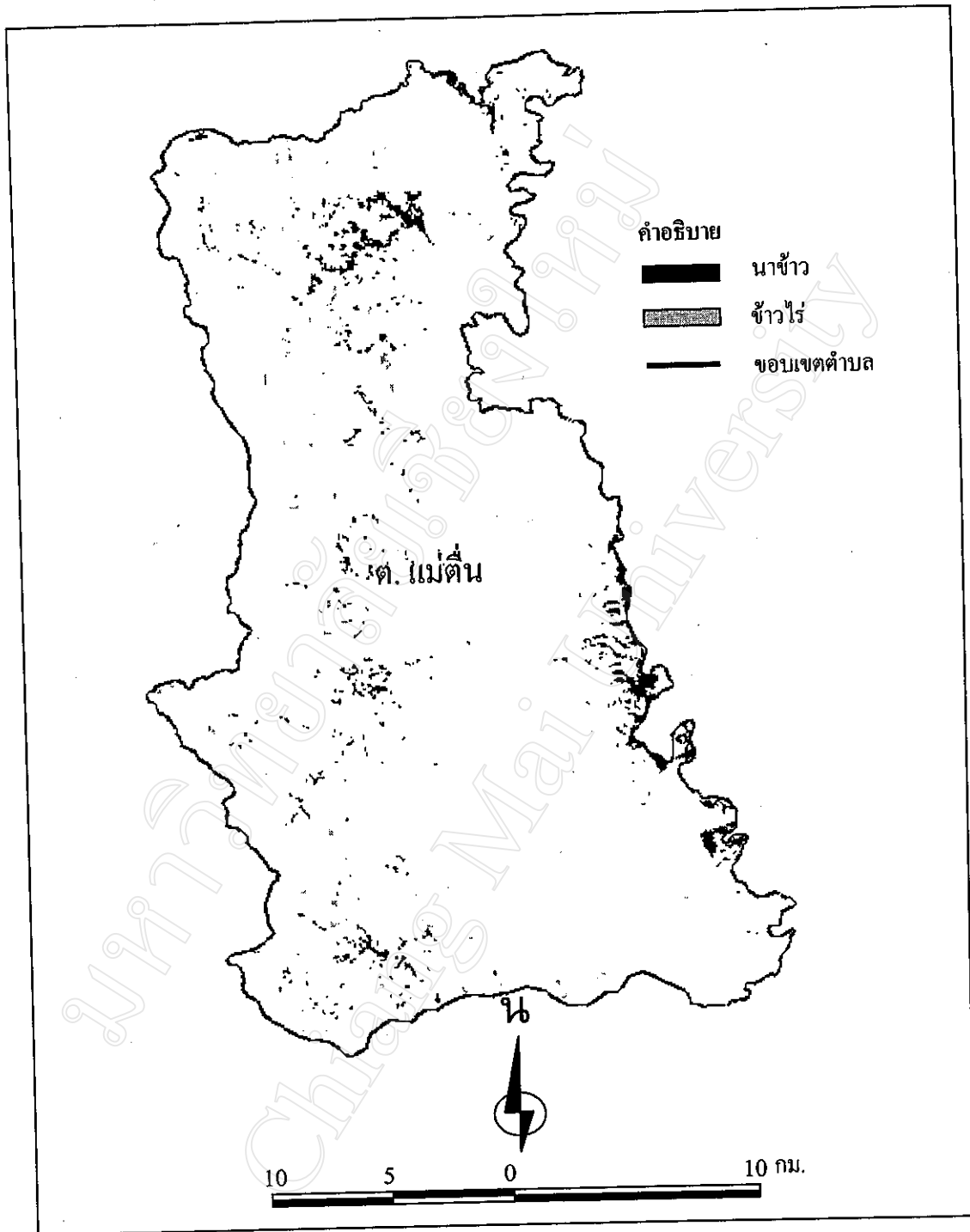
รูปที่ 38 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.ยางเปียง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



รูปที่ 39 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.สบโขง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



รูปที่ 40 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.ม่อนจอง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



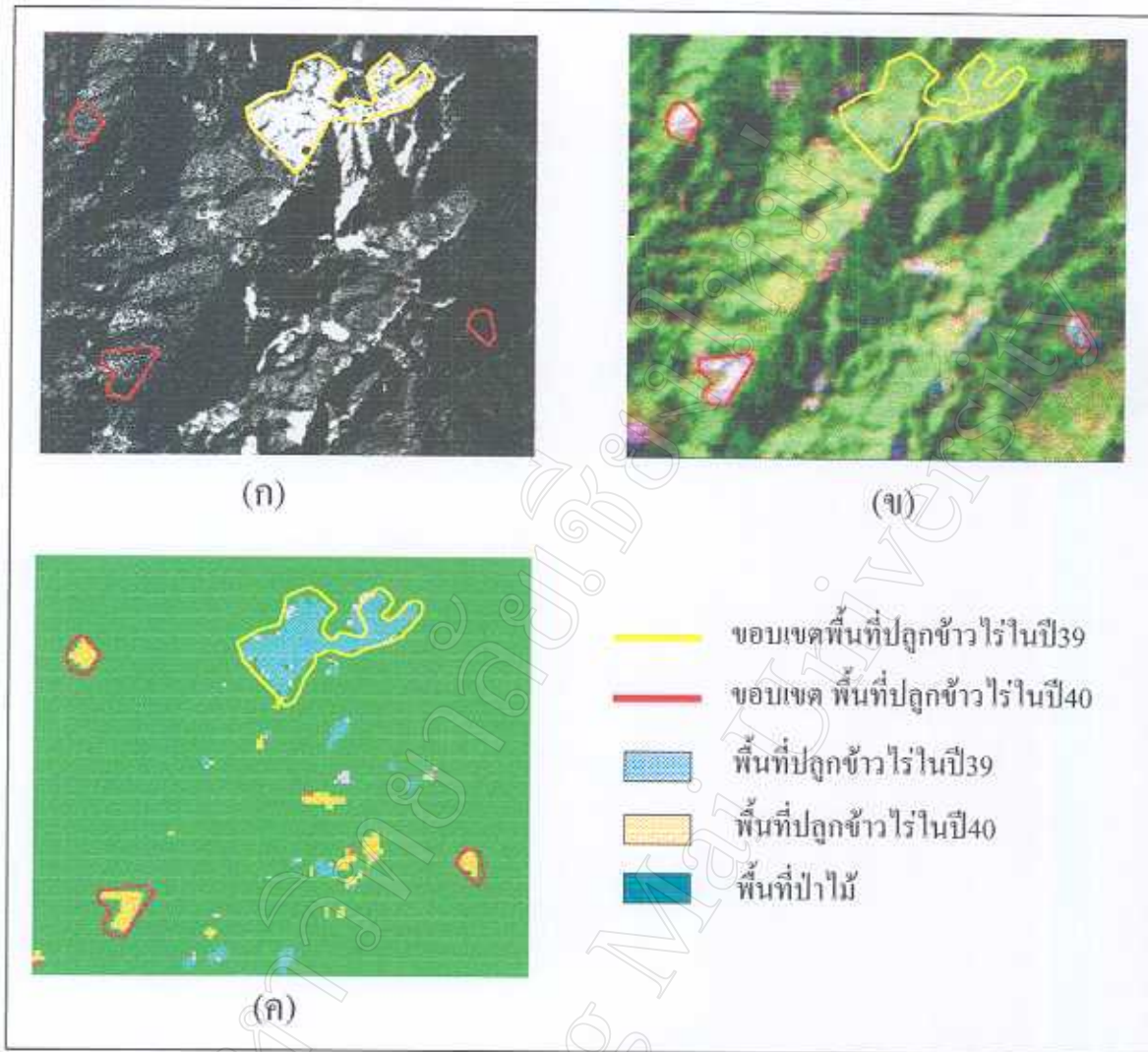
รูปที่ 41 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.แม่ต๋น อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายที่เชื่อมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม



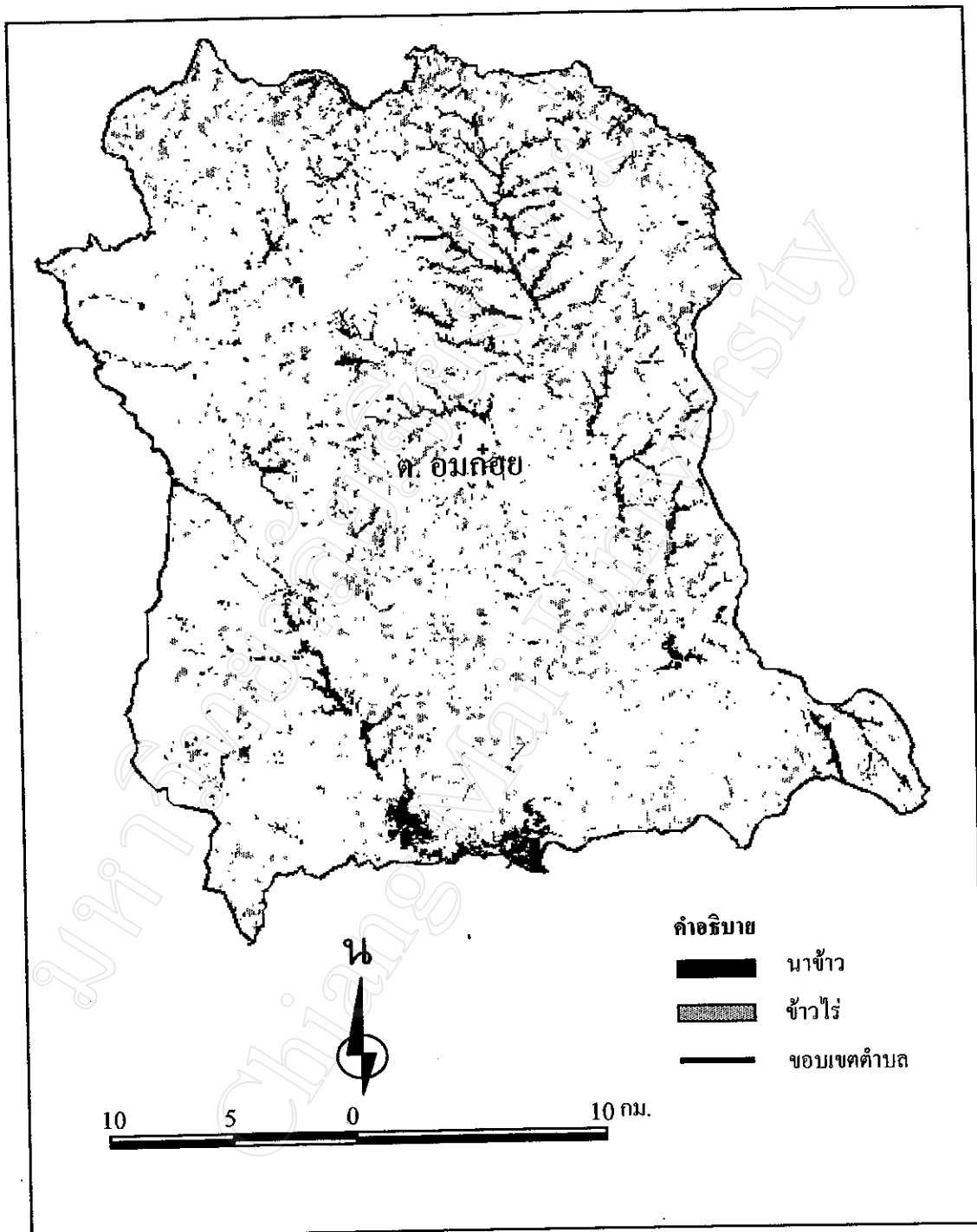
buffer พบว่าสามารถจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวได้มากกว่าวิธีการที่ 1, 2, 3 และ 4 (ตารางที่ 9) ประการสุดท้ายคือการการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวไร่โดยการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ พบว่าความละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศสามารถแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงการปลูกข้าวไร่ได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 42) ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงดังรูปที่ 43-48 สามารถแยกเป็นแผนที่แสดงแหล่งปลูกข้าวดังรูปที่ 24

ตารางที่ 9 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการที่ 5 (วิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศแบบไม่ควบคุม)

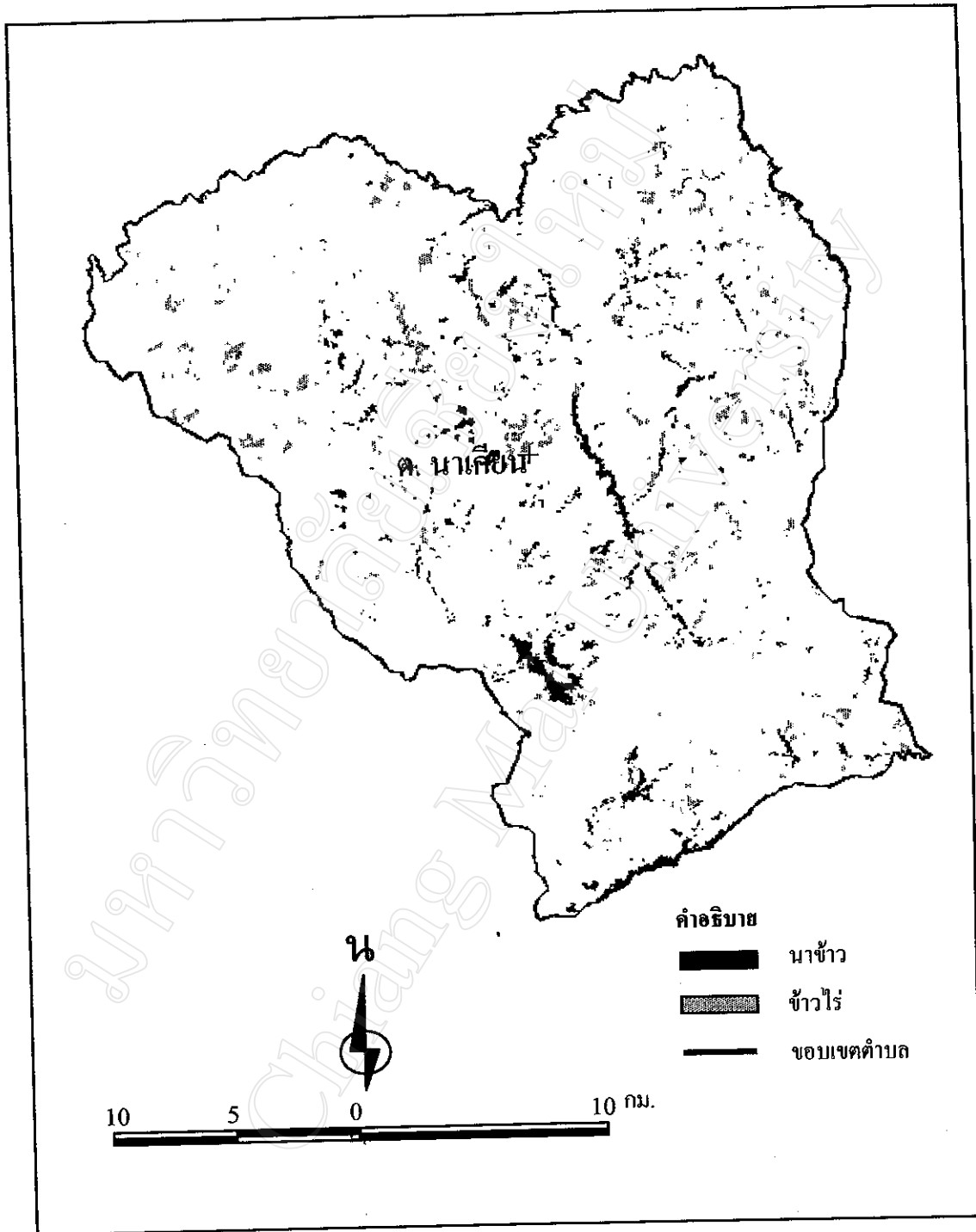
การใช้ที่ดินตำบล	อมก๋อย	นาเกียน	ยางเปียง	สบโขง	ม่อนจอง	แม่ต๋น	รวม(ไร่)
ข้าว	11,484	8,118	7,011	5,796	6,948	7,713	47,070
ข้าวไร่	4,770	2,907	2,124	2,349	1476	2,619	16,245
พืชไร่พื้นที่อื่นๆ	4,932	1,638	4,995	486	7299	7,560	26,910
ป่าไม้	327,600	270,477	306,891	224,973	231867	276,300	1,638,108
ชุมชน	630	18	117	9	54	27	885



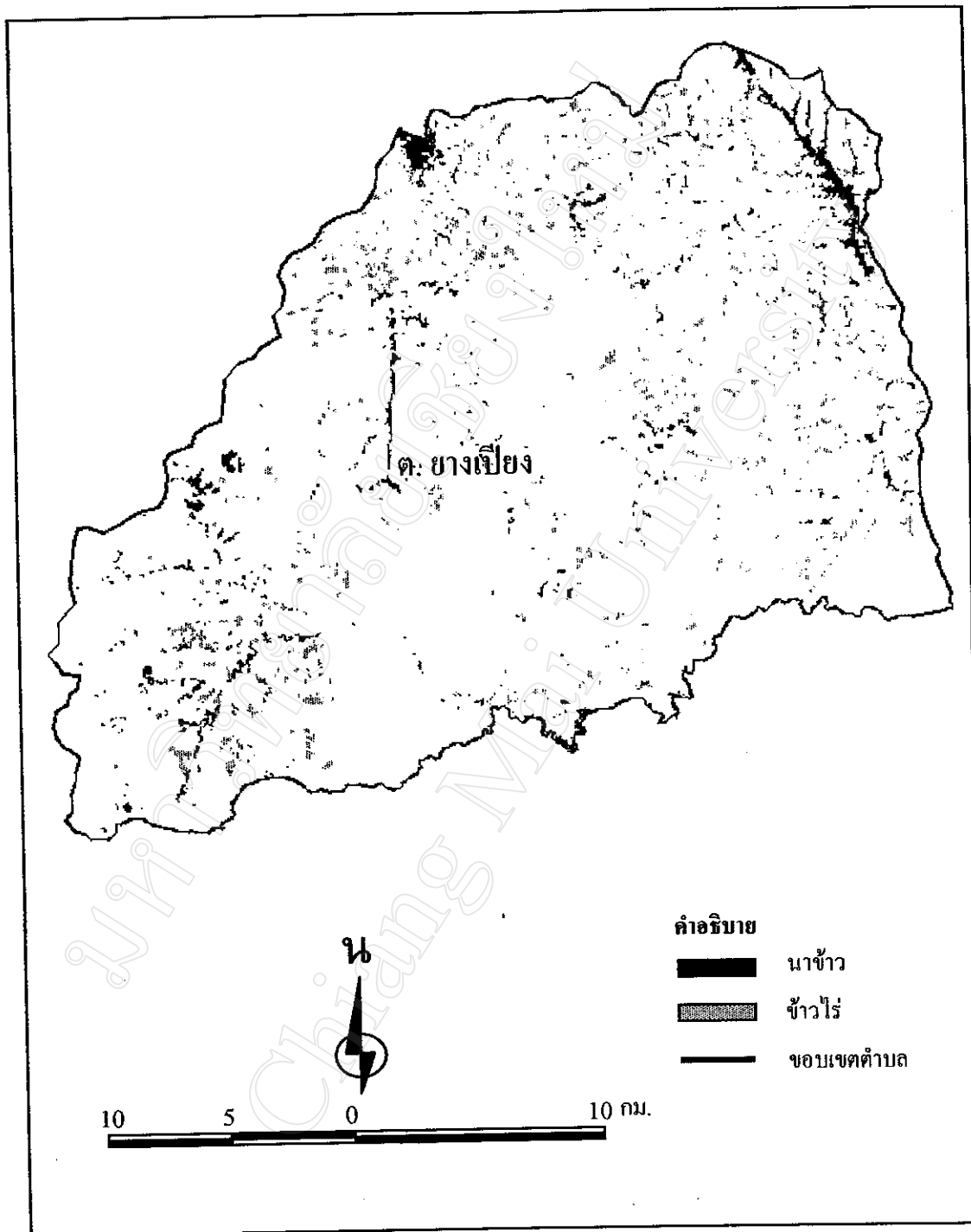
รูปที่ 42 : ภาพการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวไร ปี พ.ศ. 2539 และปี พ.ศ. 2540 ในพื้นที่อำเภออมก๋อย  
วิเคราะห์ภาพถ่ายเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ ( ก) บนภาพถ่ายทางอากาศ (ข) บนภาพถ่าย  
เทียม และ (ค) ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวไรในพื้นที่ศึกษา



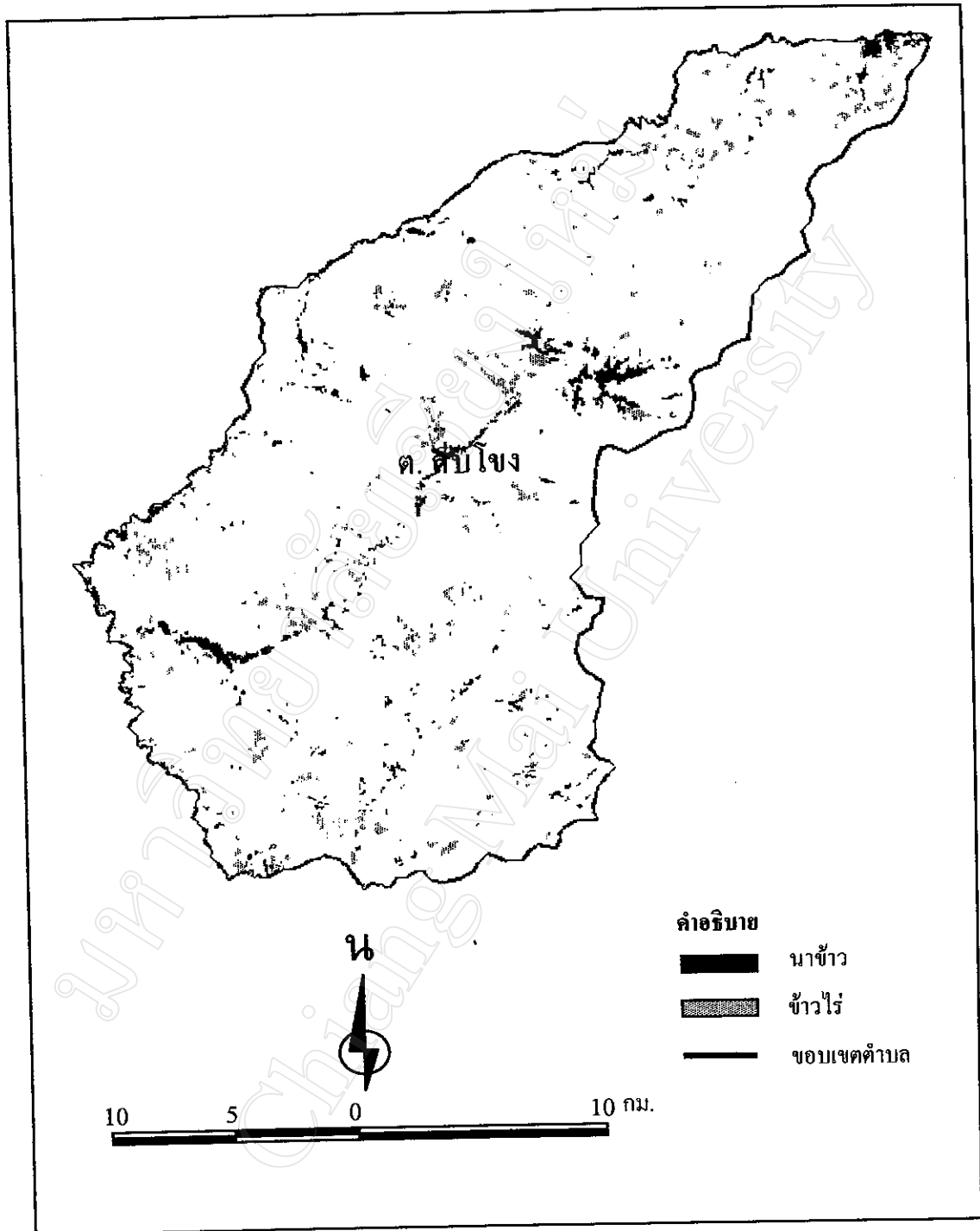
ปีที่ 43 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.อมก๋อย อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม



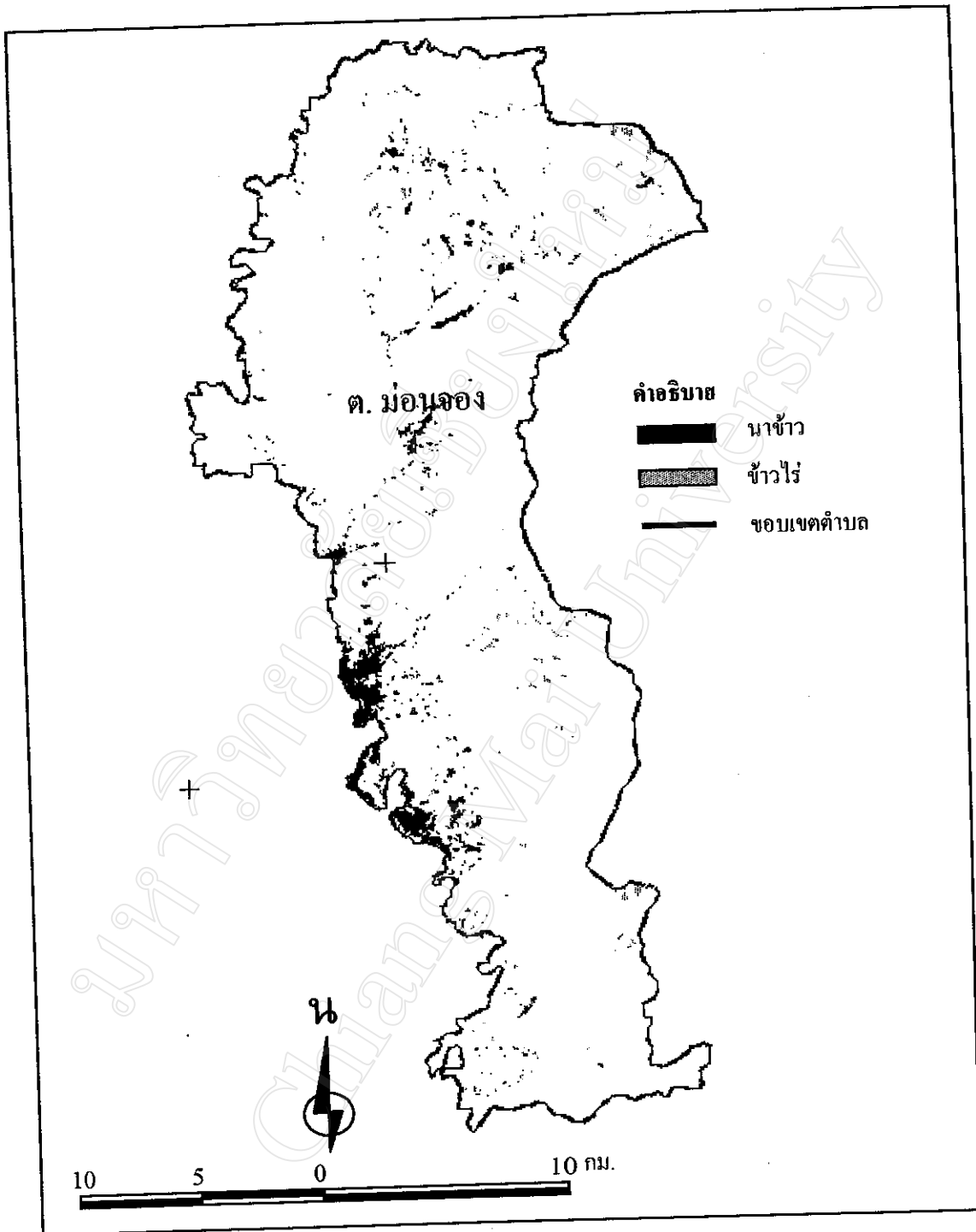
รูปที่ 44 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.นาเกียน อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม



รูปที่ 45 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ด.ขางเปียง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม

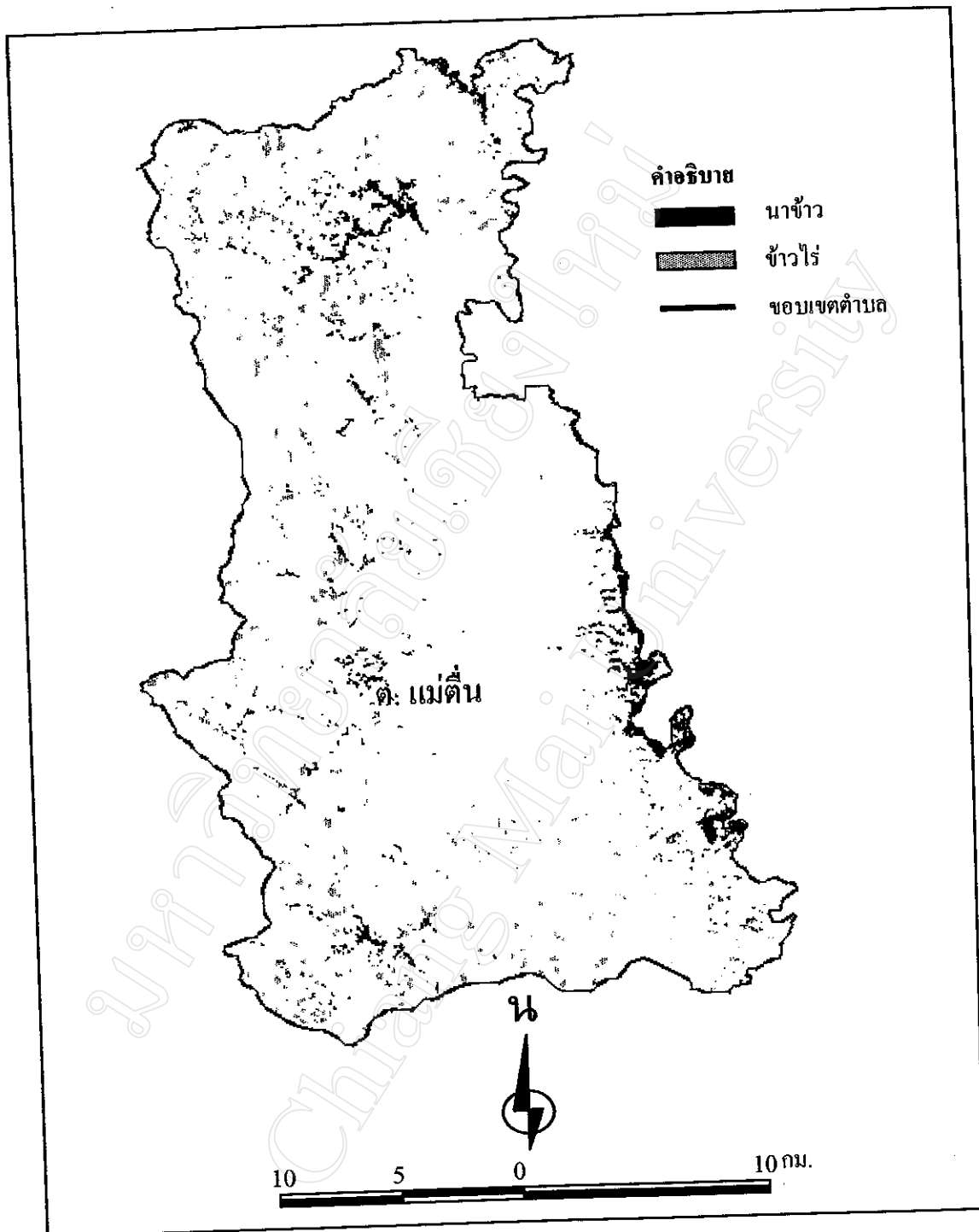


รูปที่ 46 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ค.สบโขง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม



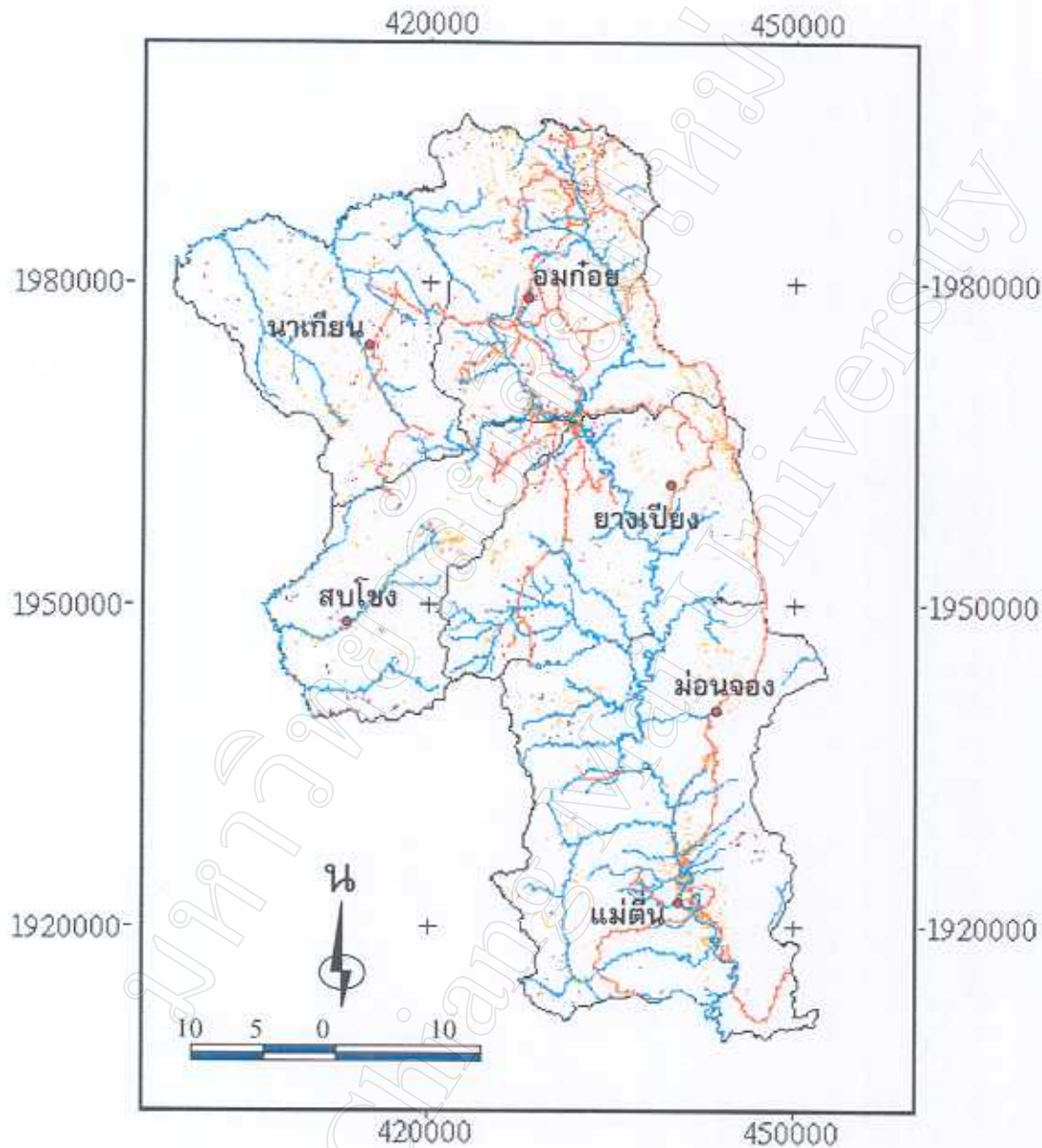
รูปที่ 47 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ต.ม่อนจอง อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม





รูปที่ 48 พื้นที่เพาะปลูกข้าวปี 2540 ด.แม่ต๋น อ.อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายที่เชื่อมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม

## แผนที่พื้นที่ปลูกข้าว อำเภอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่



### คำอธิบาย

- ข้าวนาปี
- ข้าวไร่ปี 40
- ถนน
- แอ่งน้ำ
- ตำบล

แหล่งข้อมูล : LANDSAT-5 ระบบ TM  
บันทึก 16 พ.ย. 2540  
Projection : UTM47/N  
วันที่ผลิต : ตุลาคม 2543  
ผู้ผลิต : สิทธิเดช ณ เชียงใหม่

วิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จากนั้นแปลงเป็นข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์

รูปที่ 49 แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวของอำเภอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

#### 4.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำแนก (Accuracy assessment)

การประเมินค่าความถูกต้องของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ทำกรจำแนกด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วใช้วิธีการ Error Matrix (Lillesand and Kiefer, 1994.) และ Kappa statistics (Congalton, 1991) จากผลการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวพบว่า การจำแนกโดยการแปลภาพถ่ายทางอากาศด้วยสายตา ให้ความถูกต้องต่ำที่สุด มีค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) 79.2% (ตารางที่ 10) มีค่า overall kappa เท่ากับ 0.72 โดยพื้นที่ปลูกข้าวนาปีมีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตแผนที่ (producer's accuracy) สำหรับข้าวนาปีเท่ากับ 91.2% และข้าวไร่เท่ากับ 78.7% สำหรับความถูกต้องในแง่ของผู้ใช้แผนที่ (user's accuracy) พบว่าข้าวนาปีมีค่าเท่ากับ 85.7% และข้าวไร่เท่ากับ 74.1% ผลของการวิเคราะห์สถิติแบบป่าพบว่า conditional kappa ข้าวนาปีเท่ากับ 0.77, และข้าวไร่เท่ากับ 0.68 ค่าสถิติของวิธีการจำแนกวิธีที่ 2, 3 และ 4 ปรากฏในตารางที่ 11, 12 และ 13 ตามลำดับ ส่วนการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวด้วยวิธีการวิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศให้ความถูกต้องสูงที่สุด โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 91.8% มีค่า overall kappa เท่ากับ 0.89 โดยความถูกต้องของพื้นที่ปลูกข้าวนาปีในแง่ผู้ผลิตแผนที่ มีค่าเท่ากับ 93.9% และข้าวไร่เท่ากับ 89.9% เมื่อตรวจสอบค่าความถูกต้องในแง่ของผู้ใช้พบว่า ข้าวนาปีมีความถูกต้อง 93.9% และข้าวไร่เท่ากับ 94.1% โดยมี conditional kappa ของข้าวนาปีเท่ากับ 0.90 และข้าวไร่เท่ากับ 0.92 (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 10 ผลการประเมินความถูกต้องของการแปลภาพถ่ายทางอากาศด้วยสายตา

การใช้ที่ดิน	ข้าว	ข้าวไร่	พืชไร่	ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	ชุมชน	รวม
ข้าว	156	8	6	12	0	182
ข้าวไร่	6	63	12	0	4	85
พืชไร่	3	6	44	7	2	62
ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	6	3	5	70	8	92
ชุมชน	0	0	8	3	44	55
รวม	171	80	75	92	58	476
Overall accuracy	79.2 %		Kappa statistics		0.72	
Producer's accuracy	ข้าวนาปี 91.2%		ข้าวไร่ 78.7%			
User's accuracy	85.7%		74.1%			
Conditional kappa	0.77		0.68			

ตารางที่ 11- ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจาก  
การจำแนกภาพดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM ด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม

การใช้ที่ดิน	ข้าว	ข้าวไร่	พืชไร่	ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	ชุมชน	รวม
ข้าว	163	6	5	8	0	182
ข้าวไร่	3	66	8	4	4	85
พืชไร่	2	5	48	3	4	62
ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	4	2	2	75	9	92
ชุมชน	0	1	7	2	45	55
รวม	172	80	70	92	62	476
Overall accuracy	83.4 %		Kappa statistics		0.77	
Producer's accuracy	ข้าวนาปี		ข้าวไร่			
	94.7%		82.5%			
User's accuracy	89.5%		77.6%			
Conditional kappa	0.83		0.73			

ตารางที่ 12 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจาก  
การจำแนกภาพดาวเทียม Landsat ระบบ TM ด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม

การใช้ที่ดิน	ข้าว	ข้าวไร่	พืชไร่	ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	ชุมชน	รวม
ข้าว	167	3	4	8	0	182
ข้าวไร่	2	71	7	2	3	85
พืชไร่	1	4	52	3	2	62
ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	3	4	1	76	8	92
ชุมชน	0	1	6	1	47	55
รวม	173	80	67	90	59	476
Overall accuracy	86.76 %		Kappa statistics		0.823	
Producer's accuracy	ข้าวนาปี		ข้าวไร่			
	96.5%		85.5%			
User's accuracy	91.8%		83.5%			
Conditional kappa	0.87		0.80			

ตารางที่ 13 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม

การใช้ที่ดิน	ข้าว	ข้าวไร่	พืชไร่	ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	ชุมชน	รวม
ข้าว	169	3	4	6	0	182
ข้าวไร่	3	75	2	3	2	85
พืชไร่	2	5	53	1	1	62
ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	3	3	4	73	9	92
ชุมชน	1	2	5	2	45	55
รวม	178	88	68	85	56	476
Overall accuracy	87.2 %		Kappa statistics		0.829	
Producer's accuracy	ข้าวนาปี	ข้าวไร่				
	94.9%	85.2%				
User's accuracy	92.8%	88.2%				
Conditional kappa	0.89	0.86				

ตารางที่ 14 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม

การใช้ที่ดิน	ข้าว	ข้าวไร่	พืชไร่	ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	ชุมชน	รวม
ข้าว	171	7	2	2	0	182
ข้าวไร่	5	80	0	0	0	85
พืชไร่	1	0	55	6	0	62
ป่าไม้&ไม้ยืนต้น	5	2	2	76	7	92
ชุมชน	0	0	0	0	55	55
รวม	182	89	59	84	62	476
Overall accuracy	91.8 %		Kappa statistics		0.89	
Producer's accuracy	ข้าวนาปี	ข้าวไร่				
	93.9%	89.8%				
User's accuracy	93.9%	94.1%				
Conditional kappa	0.90	0.92				

#### 4.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวด้วยวิธีการต่างๆ

การประเมินประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการพิจารณาจาก ราคาของข้อมูล ระยะเวลาในการประมวลผล ความซับซ้อนของวิธีการ พื้นที่ในการจัดเก็บและความถูกต้องของผลการจำแนก (ตารางที่ 15) พบว่าวิธีการแปลภาพด้วยสายตาซึ่งงบประมาณในการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศจากแผนที่เส้นชั้นความสูงจำนวน 5 แผนที่ เพื่อใช้ในขั้นตอนการปรับแก้ความถูกต้อง เป็นเงินจำนวน 750 บาท และข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเท่ากับ 4,960 บาท เมื่อคำนวณราคาข้อมูลต่อพื้นที่พบว่า เป็นวิธีการที่มีราคาถูกที่สุด (2.07 บาท/ตรกม.) และใช้พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลน้อยที่สุด (450 MB) ใช้เวลาในการจำแนกน้อยที่สุด (274 ชั่วโมง) แต่ต้องอาศัยผู้ที่มีทักษะจำแนกและรู้จักพื้นที่เป็นอย่างดี แม้จะเป็นวิธีการที่จำแนกพื้นที่ปลูกข้าวได้อย่างดี แต่ไม่สามารถจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ทุกประเภทเนื่องจากภาพมีระดับสีเทาทำให้ความถูกต้องโดยรวมมีค่าต่ำ ส่วนวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพดาวเทียมเพียงอย่างเดียวอาศัยข้อมูลที่มีราคาสูงในระดับปานกลาง (18.23 บาท/ตรกม.) ใช้เวลาในการปรับปรุง การปรับแก้และการจำแนกข้อมูลรวดเร็วกว่าวิธีการอื่น (188 ชั่วโมง) ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล (550 MB) ความถูกต้องของแผนที่พื้นที่ปลูกข้าวอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเทียบกับวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งวิธีการนี้อาศัยข้อมูลที่ระยะไกลสองประเภททำให้ราคาของข้อมูลสูงกว่า (20.30 บาท/ตรกม.) และเพิ่มระยะเวลาในการเตรียมและการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพถ่ายทางอากาศรวมเป็น 299 ชั่วโมง และมีขั้นตอนในการจำแนกมากขึ้นทำให้ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลสูงที่สุด (1 GB) แต่เป็นวิธีการที่สามารถปรับปรุงความถูกต้องผลการจำแนกของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ทุกประเภทและพบว่าวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุมให้ความถูกต้องของแผนที่สูงกว่า เนื่องจากสามารถกำหนดความละเอียดของการจำแนกได้สูงกว่า ด้วยการลดหรือเพิ่มจำนวนครั้งในการทำซ้ำ เปรียบเช่นค่าความคงที่ของผลการจำแนก จำนวนกลุ่มข้อมูลที่กำหนดให้โปรแกรมจำแนก ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูล และความแตกต่างที่น้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูล

วิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการจำแนกได้ ประการแรกคือ การลดระยะเวลาในการเตรียมข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ โดยเลือกภาพที่มีความคมชัดสามารถแสดงข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวและการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างชัดเจน จากนั้นนำเข้าด้วยอุปกรณ์กราฟิกภาพที่มีประสิทธิภาพ สามารถลงไว้ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลภายหลังการนำเข้า ทั้งความถูกต้องเชิงตำแหน่งและค่าระดับสีเทา ประการที่สอง การใช้แผนที่แสดงตำแหน่งภาพถ่าย (photo index) ในขั้นตอนการปรับแก้ความถูกต้องของภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อช่วยในการกำหนดจุดควบคุมให้มีความเชื่อมโยงระหว่างภาพที่ต่อ

เนื่องและกระจายภายในภาพ ส่งผลให้ลดปัญหาการเกิดภาพซ้อนในขั้นตอนการเชื่อมต่อและปรับความคมชัดของภาพถ่าย ประการที่สาม การเลือกข้อมูลภาพดาวเทียมที่บันทึกข้อมูลในช่วงเวลาที่ข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ทำให้สามารถแสดงความแตกต่างของค่าการสะท้อนรังสีบริเวณพื้นที่ปลูกข้าวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นได้อย่างชัดเจน อันจะช่วยเพิ่มความถูกต้องของผลการจำแนกสูงขึ้น ประการที่สี่ลดระยะเวลาการปรับแก้ความถูกต้องของภาพดาวเทียมโดยการอ้างอิงพิกัดจากข้อมูลภาพดาวเทียม หรือแผนที่ในรูปแบบข้อมูลภาพเชิงตัวเลขที่ได้รับการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งไว้แล้ว ประการสุดท้ายคือ การใช้โปรแกรมที่ช่วยลดพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลภาพระหว่างการประมวลผล ซึ่งจะช่วยให้วิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อย่างไรก็ตามภาพถ่ายทางอากาศมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถเลือกข้อมูลตามวันและเวลาในการบันทึกข้อมูลตามที่ต้องการได้ ต้องใช้ข้อมูลภาพที่บันทึกไว้แล้ว รวมทั้งมีขั้นตอนในการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพที่มีความคมชัดต่ำ ทำให้ต้องเพิ่มขึ้นขั้นตอนในการเตรียมข้อมูล ในกรณีที่มีข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลขอยู่แล้วจะช่วยลดระยะเวลาและงบประมาณในการเตรียมข้อมูล สามารถนำข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศมาช่วยในการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพดาวเทียมให้มีความถูกต้องสูงขึ้น หากไม่มีข้อมูลดังกล่าววิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพดาวเทียมเพียงอย่างเดียวเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถผลิตข้อมูลแหล่งปลูกข้าวที่มีความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้ รวมทั้งใช้ระยะเวลาและงบประมาณที่ต่ำกว่า เนื่องจากการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศในระดับจังหวัดหรือระดับภาคต้องใช้เวลานาน ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บสูง อาศัยอุปกรณ์โปรแกรมและบุคลากรเฉพาะในการทำงานเป็นจำนวนมาก



ตารางที่ 15 ตารางแสดงประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกต่างๆ

หัวข้อการพิจารณา	วิธีการจำแนก				
	แปลด้วยสายตา	จำแนกภาพดาวเทียม		จำแนกจากภาพดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ	
		แบบควบคุม	แบบไม่ควบคุม	แบบควบคุม	แบบไม่ควบคุม
<b>เวลาในการประมวลผล</b>					
- การเตรียมข้อมูล	10	8	8	18	18
- การเตรียม DEM	72			72	72
- การปรับแก้ความถูกต้อง	80	16	16	96	96
- การปรับปรุงคุณภาพภาพ	10	8	8	18	18
- การสำรวจครั้งที่ 1	80	80	80	80	80
- การแปลภาพด้วยสายตา	30	-	-	-	-
- การกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง	-	8	-	8	-
- การจำแนกข้อมูลเชิงตัวเลข	-	10	10	15	15
- การจัดกลุ่มข้อมูล	-	2	8	3	12
- การแก้ไขข้อมูล	16	8	8	12	12
- การสำรวจครั้งที่ 2	40	40	40	40	40
- การตรวจสอบความถูกต้อง	8	8	8	8	8
<b>รวม</b>	<b>274 ชั่วโมง</b>	<b>188 ชั่วโมง</b>	<b>186 ชั่วโมง</b>	<b>298 ชั่วโมง</b>	<b>299 ชั่วโมง</b>
<b>ความซับซ้อนในการประมวลผล</b>	<b>8 ขั้นตอน</b>	<b>11 ขั้นตอน</b>	<b>10 ขั้นตอน</b>	<b>12 ขั้นตอน</b>	<b>11 ขั้นตอน</b>
<b>ความถูกต้อง (Kappa statistic)</b>	<b>0.72</b>	<b>0.77</b>	<b>0.83</b>	<b>0.82</b>	<b>0.89</b>
<b>เนื้อที่ในการจัดเก็บ (Mb)</b>	<b>450 MB</b>	<b>550 MB</b>	<b>550 MB</b>	<b>1 GB</b>	<b>1 GB</b>
<b>ราคาข้อมูล (บาท/ตรกม.)</b>	<b>2.07</b>	<b>18.23</b>	<b>18.23</b>	<b>20.30</b>	<b>20.30</b>

#### 4.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวในระดับจังหวัดเชียงใหม่

สำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวระดับจังหวัดนั้น จะเลือกวิธีการวิเคราะห์แบบใดขึ้นอยู่กับว่ามีข้อมูลภูมิประเทศเชิงตัวเลขหรือไม่ หากไม่มีข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพถ่ายเทียมเพียงอย่างเดียว ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบไม่ควบคุมจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลขต้องอาศัยข้อมูลแผนที่เส้นชั้นความสูง อุปกรณ์ในการนำเข้า โปรแกรมที่ใช้ในการทำงาน รวมถึงบุคลากรในการผลิตแบบจำลองที่ต้องใช้งบประมาณและขั้นตอนที่เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการจำแนกด้วยวิธีนี้อาศัยเวลา และขั้นตอนการจำแนกที่น้อยกว่าวิธีการวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลภาพถ่ายเทียม รวมทั้งความถูกต้องของผลการจำแนกด้วยวิธีการนี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เมื่อขยายผลการศึกษาระดับพื้นที่ปลูกข้าว จากข้อมูลภาพถ่ายเทียมเพียงอย่างเดียวด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบไม่ควบคุมในระดับจังหวัด พบว่าผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในปีของจังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2540 (547,035 ไร่) มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2540) (587,294 ไร่) เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวระหว่างปี 2532-2540 ด้วยวิธีการซ้อนทับใน GIS พบว่ามีการขยายตัวของพื้นที่ปลูกข้าวในร่องเขาขนาดเล็ก อันเนื่องมาจากการขยายพื้นที่ทำกินของเกษตรกรบนพื้นที่สูง โดยการบุกเบิกพื้นที่ในร่องเขาบริเวณติดกับทางน้ำขนาดเล็ก หรือบริเวณที่มีน้ำเพียงพอแก่การปลูกข้าวในฤดูฝนเพื่อปลูกข้าวในปี (รูปที่ 50) ในทางตรงกันข้ามกลับมีการลดลงของพื้นที่ปลูกข้าวบริเวณแอ่งที่ราบลุ่มเชียงใหม่-ลำพูน (รูปที่ 51) พื้นที่ที่มีการลดลงของพื้นที่ปลูกข้าวอย่างเห็นได้ชัด คือ อำเภอเมือง อำเภอแมริม อำเภอสันทราย อำเภอดอยสะเก็ดและอำเภอสันกำแพงมีการลดลงของพื้นที่ปลูกข้าวเนื่องจากการขยายตัวของชุมชน ส่วนอำเภอหางดง สารภี และสันป่าดองพบว่าส่วนใหญ่พื้นที่นาข้าวจะถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ปลูกไม้ผล

เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวในระดับจังหวัดระหว่างผลการจำแนกและแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2532 พบว่าส่วนใหญ่มีพื้นที่ลดลง (ตารางที่ 16) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการขยายตัวของพื้นที่ชุมชน การปลูกไม้ผลแทนการปลูกข้าว หรือการปลูกพืชอื่น ยกเว้นอำเภออมก๋อย เนื่องจากการขยายตัวของพื้นที่ปลูกข้าวในร่องเขาขนาดเล็ก อันเป็นผลมาจากการขยายตัวของประชากรบนพื้นที่สูง จะเห็นได้ว่าการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวจำเป็นต้องอาศัยวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลระยะไกล เพื่อปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งปลูกข้าวในระดับแปลงได้

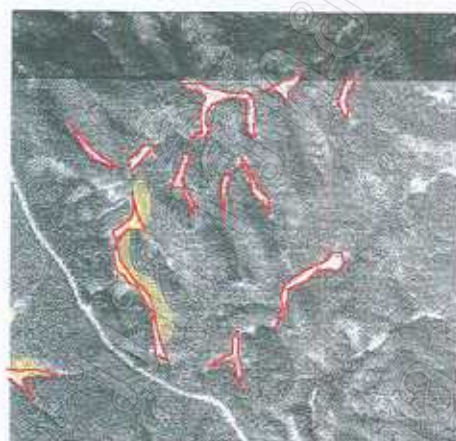
อย่างแม่นยำ และมีความทันสมัยอยู่เสมอ รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวได้อย่าง  
ทันทั่วทั้ง อันจะเป็นประโยชน์ในการประมาณการณ์ผลผลิตและการวางแผนการผลิตข้าวต่อไป



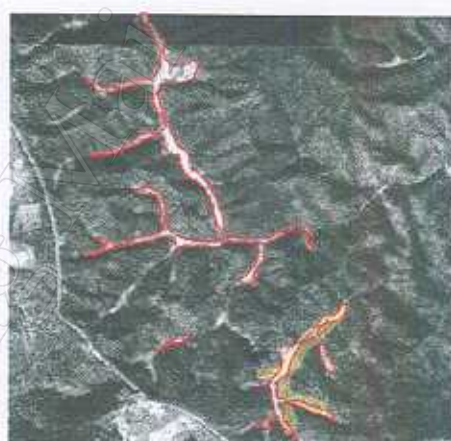
ก.



ข.

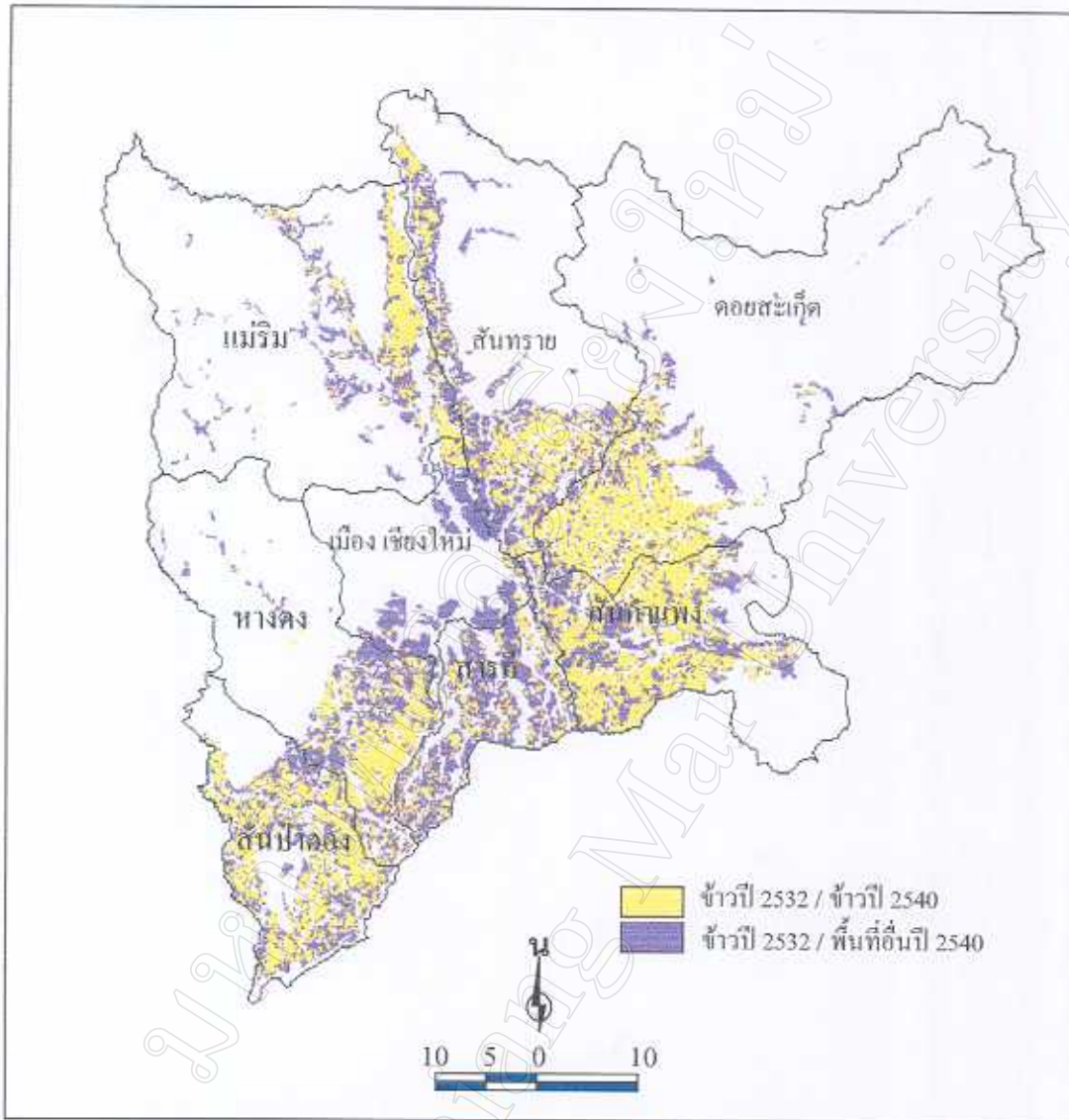


ค.



ง.

รูปที่ 50 การเปรียบเทียบพื้นที่ปลูกข้าวที่ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2532 (—) และผล  
การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีแบบไม่ควบคุม (—) (ก) ตำบลอมก๋อย (ข) ตำบลยาง  
เปียง (ค) ตำบลนาเกียน (ง) ตำบลสบโขง



รูปที่ 51 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวระหว่างปี 2532 และปี 2540 ในที่ราบลุ่มเชียงใหม่ วิเคราะห์จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปีพ.ศ. 2532 และ ผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ปีพ.ศ. 2540

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวทุกอำเภอของจังหวัดเชียงใหม่

อำเภอ	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2532 (ไร่)	ผลการจำแนก (ไร่)	เปลี่ยนแปลง (ไร่)
จอมทอง	42187	17666	-24521
เชียงดาว	25748	15122	-10626
ไชยปราการ	32282	10563	-21719
คอกเต่า	12835	4520	-8315
คอกสะเก็ด	61185	50377	-10808
คอกหล่อ(กิ่งอำเภอ)	16581	6915	-9666
ฝาง	83239	38518	-44721
พร้าว	54885	36887	-17998
เมือง	21529	3258	-18271
แม่แจ่ม	30164	18520	-11644
แม่แตง	41232	22438	-18794
แม่ริม	41219	19266	-21953
แม่วาง	25245	11103	-14142
แม่ออน(กิ่งอำเภอ)	20453	7476	-12977
แม่อาว	62192	40504	-21688
เวียงแหง	12788	8692	-4096
สะเมิง	16098	6866	-9232
สันกำแพง	79841	56998	-22843
สันทราย	61316	29817	-31499
สันป่าตอง	61856	41699	-20157
สารภี	43608	14601	-29007
หางดง	47205	27137	-20068
อมก๋อย	25181	47070	+21889
ฮอด	27477	11022	-16455
รวม	946344	547035	-399309