การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวด้วยข้อมูลระยะไกล ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว

ถาวร อ่อนประไพ[1]
สิทธิเดช ณ เชียงใหม่[1]
และ เมธี เอกะสิงห์[1]

คำนำ

การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวสามารถทำได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกลประเภทต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพถ่ายทางอากาศจนถึงข้อมูลดิจิตอลจากสัญาณภาพดาวเทียมชนิดต่างๆ ซึ่งมีความละเอียดแตกต่างกัน การเลือกใช้ประเภทของข้อมูลระยะไกลและวิธีการจัดการขึ้นอยู่กับขนาดและภูมิประเทศของพื้นที่เป้าหมาย วัตถุประสงค์ ตลอดจนทรัพยากรและงบประมาณที่มีอยู่ ในกรณีที่ต้องการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวบริเวณที่ราบกว้างใหญ่ ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM และ SPOT จะมีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย

Barrs and Prathapar (1994) ได้พัฒนาวิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากวิธีการเดิม คือ การจำแนกจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศมาเป็นการจำแนกจากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT (แบนด์ 3, 4, 5) โดยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม (unsupervised classification) โดยใช้วิธีคำนวณแบบ Neareast neighbor ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวได้ง่ายกว่าและสามารถให้ความถูกต้องมากกว่า 90% โดยข้อมูลแบนด์ที่ 3 (0.63-0.69 μm) ให้ข้อมูลเด่นชัดในการแยกชนิดพืชพันธุ์ (vegetation types) ออกจากกัน แบนด์ที่ 4 อยู่ในช่วงคลื่น near infrared (0.76-0.90 μm) ใช้จำแนกชนิดพืชและความหนาแน่นของพืช แบนด์ที่ 5 อยู่ในช่วงคลื่น middle-infrared (1.55-1.75 μm) ให้ข้อมูลพืชที่มีความชื้นแตกต่างกันและข้อมูลดิน นอกจากนี้ถ้าใช้วิธีการดังกล่าวข้างต้นกับข้อมูลแบนด์ 1, 2, 3 และ 5 เพื่อการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว สามารถแก้ปัญหาการจำแนกพื้นที่ที่มีค่าการสะท้อนที่ใกล้เคียงกันได้

วิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวที่ให้รายละเอียดมากที่สุดควรใช้ข้อมูลอย่างน้อยสองช่วงเวลา ช่วงแรกคือช่วงเวลาที่มีการปลูกข้าว ช่วงที่สองคือช่วงที่ข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ (Rao and Mohankumar, 1994) โดยเฉพาะนาข้าวจะมีค่าการสะท้อนที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายนกับเดือนกันยายน (Tennakoon et al., 1992) นอกจากนั้น การใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Principle Components Analysis (PCA) กับข้อมูลหลายช่วงเวลาสามารถช่วยเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกได้ (Panigrahy and Shamar, 1995) การจำแนกชนิดหรือผลผลิตของข้าวสามารถประเมินได้จากความหนาแน่นของพืชพันธุ์ โดยพิจารณาจากพัฒนาการ

[1] ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ของพืชพันธุ์ตามวงจรชีวิตด้วยการประเมินค่าดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) ซึ่งเป็นการคำนวณค่าการสะท้อนระหว่างช่วงคลื่น visible และ near infrared นอกจากนั้น Miyazato et al. (1992) ได้ทดสอบ 2 วิธีการจำแนกคือ multilevel slice และ band ratio ให้ข้อมูลการจำแนกที่มีความถูกต้องไม่ต่างจากการใช้ข้อมูลจำนวน 3 หรือ 4 แบนด์อย่างเด่นชัด ด้วยเหตุนี้การกำหนดแบนด์และจำนวนแบนด์ในการจำแนกจึงมีความสำคัญต่อการลดต้นทุนและลดเวลาในการวิเคราะห์

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Tennakoon et al. (1992) ได้พบว่าปัญหาหลักของการนำเข้าข้อมูล LANDSAT-TM เพื่อจำแนกคือปริมาณเมฆที่ปกคลุมพื้นที่ศึกษาและค่าความชื้นจากการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลกระทบต่อการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าว นอกจากปัญหาดังกล่าวแล้ว จากประสบการณ์ในการจำแนกพื้นที่การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทยยังพบว่าการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในบริเวณร่องเขาและพื้นที่ปลูกข้าวไร่ไม่สามารถแยกออกจากพื้นที่ข้างเคียงได้อย่างชัดเจน (ถาวร และคณะ, 2540) เนื่องจากค่าการสะท้อนที่ใกล้เคียงกันและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย เช่น แปลงนาข้าวระหว่างหุบเขาที่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยวหรือเก็บเกี่ยวแล้วและพื้นที่นาข้าวบริเวณร่องเขาที่เก็บเกี่ยวแล้วและมีการเตรียมดินปลูกพืชฤดูสอง รวมทั้งพื้นที่ปลูกข้าวไร่ปล่อยทิ้งร้างในฤดูแล้ง ลักษณะดังกล่าวทำให้ค่าความถูกต้องของผลการจำแนกพื้นที่ดังกล่าวจากข้อมูลภาพดาวเทียมเพียงอย่างเดียวมีค่าต่ำ

การนำข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภทอื่นมาประกอบกับข้อมูลภาพดาวเทียมสามารถทำให้การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณภูมิประเทศที่เป็นภูเขา (Janssen et al., 1990) การใช้ข้อมูลความสูงภูมิประเทศสามารถช่วยให้จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรังมีความถูกต้องเพิ่มขึ้นจาก 65.3% เป็น 77.5% เมื่อใช้วิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม และเพิ่มเป็น 84.3% เมื่อจำแนกแบบควบคุม (supervised classification) และความถูกต้องของการจำแนกเพิ่มขึ้นอีกถ้าใช้ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่และระบอบความชื้นของดิน (Eiumnoh and Shretha, 2000)

อย่างไรก็ตามการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวโดยใช้ข้อมูลระยะไกลที่ผ่านมา ยังไม่ได้ครอบคลุมบริเวณร่องนาขนาดเล็กระหว่างหุบเขาที่มีค่าการสะท้อนรังสีที่ใกล้เคียงกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ซึ่งจะต้องใช้ข้อมูลอื่นที่ได้จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เช่น ระยะทางจากลำน้ำและความลาดชันของพื้นที่เพื่อประกอบการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม ดังนั้นจึงต้องการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวสำหรับการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกข้าวในสภาพภูมิประเทศที่หลากหลาย

วิธีการศึกษา

กรรมวิธีก่อนการจำแนกรายละเอียดข้อมูล

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการก่อนการวิเคราะห์กรรมวิธีข้อมูลและการจำแนกรายละเอียดข้อมูล ซึ่งต้องกระทำทุกครั้งเพื่อความถูกต้องของรายละเอียดในเชิงตำแหน่งและความชัดเจนของข้อมูล ได้แก่ การจัดการรายละเอียดข้อมูล (data arrangement) การปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนในเชิงตำแหน่ง (image rectification) กรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล (image enhancement) และการตรวจสอบภาคสนาม

รายละเอียดข้อมูลจากระยะไกลและการจัดการข้อมูล

ข้อมูลระยะไกลที่ใช้ในการศึกษาคือข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM (Thematic Mapper) ทั้งหมด 7 ช่วงคลื่น (bands) ขนาดรายละเอียด (resolution) 30 เมตร จำนวน 2 ช่วงเวลา เพื่อศึกษาพื้นที่ปลูกข้าวนาปีช่วงหนึ่งและพื้นที่ข้าวนาปรังอีกช่วงหนึ่ง ซึ่งพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ประกอบด้วยข้อมูลขนาด Bulk full scene (185×172 ตารางกิโลเมตร) จำนวน 2 ภาพ อยู่ใน path 131, row 46-48 บันทึกข้อมูลเมื่อ 16 พ.ย. 2540 สำหรับวิเคราะห์พื้นที่ข้าวนาปี และอีกจำนวน 2 ภาพ บันทึกข้อมูลเมื่อ 18 มี.ค. 2541 สำหรับวิเคราะห์พื้นที่ข้าวนาปรัง ส่วนพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลก ข้อมูลอยู่ใน path 129, row 48-49 และ path 130, row 48-49 จำนวน 2 ภาพ ซึ่งบันทึกข้อมูลเมื่อ 4 และ 11 ธ.ค. 2540 สำหรับวิเคราะห์พื้นที่ข้าวนาปี และอีกจำนวน 2 ภาพ บันทึกข้อมูลเมื่อ 10 และ 17 มี.ค. 2541 สำหรับวิเคราะห์พื้นที่ข้าวนาปรัง

ข้อมูลภาพดาวเทียมทั้งหมดได้จัดซื้อจากกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จัดเก็บแบบ BSQ (Band Sequential) อยู่ในเทป Exabyte ขนาด 8 มิลลิเมตร โดยนำเข้าโปรแกรม ER Mapper เพื่อการจัดการข้อมูลพื้นฐานและการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง ข้อมูลต้นฉบับ (raw data) ขนาด 1 Bulk full scene จำนวน 7 ช่วงคลื่น มีขนาด 280 MB ทั้งนี้ยังไม่นับรวมข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตาม เทคนิคและวิธีการวิเคราะห์ของโปรแกรม ER Mapper ที่โครงการฯ ได้นำมาใช้ นับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในเรื่องของการประหยัดเนื้อที่ในระหว่างกรรมวิธีวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีของ Virtual dataset (ER Mapper, 1995)

ข้อมูลเมื่อถูกนำเข้าได้ถูกจัดการข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับตัวข้อมูลภาพคือพื้นหลักฐาน (datum) เป็น Indian75 ระบบพิกัด NUTM (North/Universal Transverse Mercator) กริดโซนที่ 47, ขนาดข้อมูลภาพ (row, column) เท่ากับ 6920×5728 โดยมีขนาดจุดภาพ (cell size) เท่ากับ 30 เมตร

การปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนในเชิงตำแหน่ง

ขั้นตอนการปรับแก้เชิงตำแหน่งใช้วิธีการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Errors, RMSE) แบบ Image to map rectification โดยการวางจุดควบคุมภาคพื้น (Ground Control Points, GCPs) ให้กระจายทั่วทั้งพื้นที่ข้อมูลภาพเป็นอย่างน้อยจำนวน 50 จุด (source data) ซึ่งอ้างอิงค่าพิกัดตำแหน่งจากแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร (reference data) หรือไม่เช่นนั้นอาจได้มาจากการสำรวจรังวัดพิกัดในภาคสนามด้วยระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) หรือจากพิกัดของข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่ทำการปรับแก้แล้ว โดยวิธีนี้ใช้สำหรับการปรับแก้เชิงตำแหน่งของข้อมูลสำหรับการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปรัง ค่าความคลาดเคลื่อนที่ถูกปรับจะคำนวณได้จากชุด GCPs ด้วย Least mean square regression ผลการคำนวณจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่นำมาประกอบการคำนวณหาค่า RMSE ด้วยสมการโพลีโนเมียล ซึ่งค่า RMSE จะเป็นค่าระบุเกณฑ์การยอมรับได้ของความถูกต้องเชิงตำแหน่งในการปรับแก้แต่ละภาพ (Jensen, 1986) โดยทั่วไปค่า RMSE ไม่ควรเกินขนาดรายละเอียดของข้อมูลภาพนั้น เช่น น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 เมตรในกรณีข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM เป็นต้น

การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล

ขั้นตอนของการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลเป็นการทำให้ข้อมูลภาพมีความชัดเจนด้วยวิธีการจัดค่าและปรับปรุงค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของข้อมูลในแต่ละแบนด์ (digital number, DN) ให้มีความสัมพันธ์และการกระจายตัวที่ดีขึ้น เช่น การแบ่งค่าข้อมูลให้อยู่ในช่วงชั้นที่เหมาะสม (density slicing) หรือการสร้างภาพดัชนี (index image) เพื่อเน้นข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ภาพดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) เป็นต้น สำหรับวิธีการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพจากดาวเทียมเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวของโครงการฯ ในขั้นต้นใช้การสร้างข้อมูลภาพสีผสม (color combination) โดยเลือกข้อมูลในช่วงคลื่นที่มีคุณสมบัติเด่นชัดสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกข้าวและการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ จำนวน 3 ช่วงคลื่น ผ่านแม่สีแสงหลัก (primary color) คือ แดง (red), เขียว (green) และน้ำเงิน (blue) เช่น 5,4,3/R,G,B หรือ 4,3,2/R,G,B เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลภาพที่เด่นชัด และถือเป็นขั้นตอนหนึ่งของการปรับปรุงคุณภาพข้อมูล อีกขั้นตอนหนึ่งของการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลที่นำมาใช้คือการพิจารณาค่าความถี่สะสม (histogram) ของการสะท้อนช่วงคลื่นและปรับให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมด้วยวิธี Linear stretching และ Histogram equalization แล้วแต่กรณี ซึ่งจะเป็นผลให้ค่าข้อมูลในภาพมีการกระจายออกในสัดส่วนที่ต่อเนื่องเท่าๆ กันบนพื้นฐานของสมการเส้นตรง (linear equation) และที่ไม่ใช่เส้นตรง (non-linear equation) ตามลำดับ เพื่อสร้างเป็นภาพใหม่ที่ชัดเจนกว่า (Jensen, 1986)

การตรวจสอบภาคสนาม

การตรวจสอบภาคสนามเป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับงานจำแนกรายละเอียดข้อมูลจากระยะไกล โครงการฯ ได้ดำเนินการในส่วนนี้เป็นระยะสำหรับพื้นที่ศึกษาทั้งสองจังหวัด ข้อมูลภาคสนามที่จำเป็นคือ ก่อนการจำแนกรายละเอียดข้อมูลเพื่อตรวจสอบลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นและตำแหน่งที่สัมพันธ์กันกับข้อมูล และหลังการจำแนกรายละเอียดข้อมูลเพื่อการประเมินค่าความถูกต้อง การตรวจสอบภาคสนามอาศัยเทคนิควิธีการของการรังวัดตำแหน่งพิกัดด้วยดาวเทียม GPS ประกอบกับแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 และการปรับแก้ตำแหน่งให้มีความถูกต้องแม่นยำขึ้น (differential correction) ด้วยโปรแกรม Pathfinder ที่ช่วยจัดการข้อมูลพิกัดในงานรังวัดตำแหน่งนี้ (Trimble Navigation, 1992)

การจำแนกรายละเอียดข้อมูล

ในการศึกษาเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวด้วยข้อมูลระยะไกลนี้ใช้วิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุมที่อาศัยการคำนวณเพื่อจำแนกรายละเอียดด้วยชุดค่าสถิติของตัวข้อมูลภาพทั้งภาพเอง โดยใช้เทคนิค ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) กับทุกชุดข้อมูลที่ทำการจำแนก รายละเอียดผลการจำแนกได้แสดงไว้ในผลการศึกษา

กรรมวิธีหลังการจำแนกรายละเอียดข้อมูล

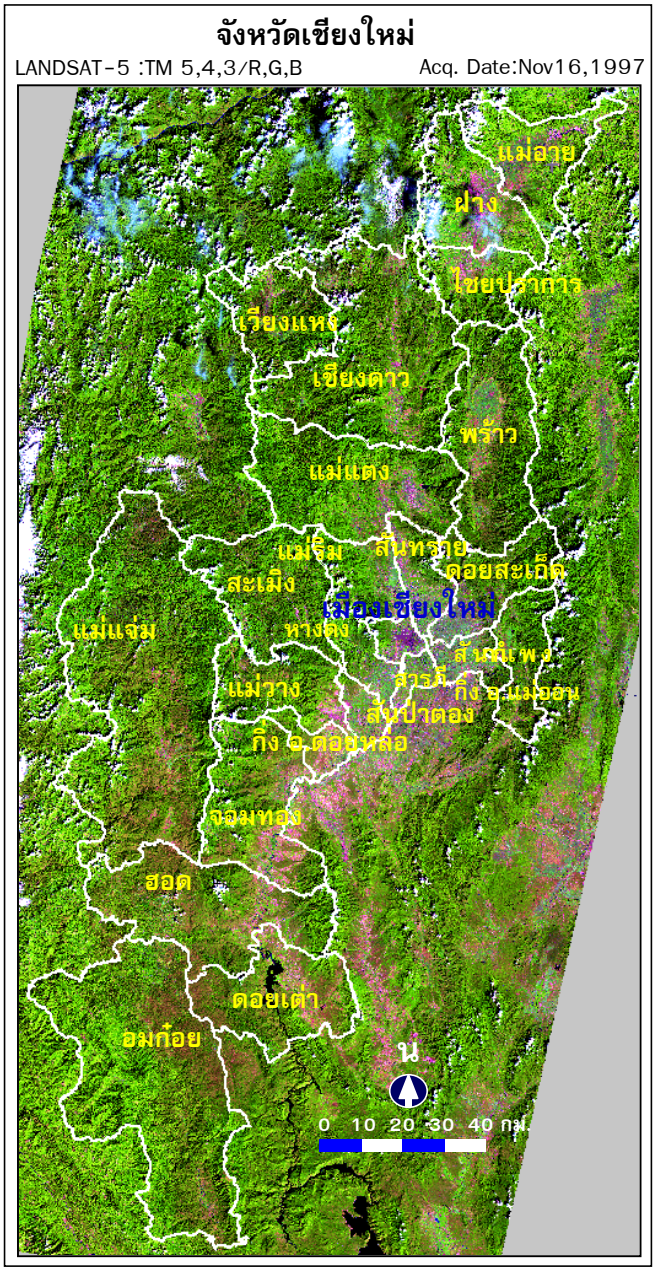
กรรมวิธีนี้กระทำหลังจากการจำแนกรายละเอียดเสร็จสมบูรณ์แล้ว ซึ่งขั้นตอนประกอบด้วยการปรับปรุงค่าความถูกต้องของข้อมูลโดยใช้เทคนิคและวิธีการของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เข้าช่วยในการวิเคราะห์ และขั้นตอนของการประเมินค่าความถูกต้อง (accuracy assessment) ซึ่งใช้วิธีการ Error Matrix (Lillesand and Kiefer, 1994) และ Kappa statistics (Congalton, 1991) ทำการประเมินแผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินและพื้นที่ปลูกข้าวฉบับสมบูรณ์ ซึ่งได้รายงานในผลการศึกษาต่อไป

ผลการศึกษา

การทดสอบข้อมูลภาพดาวเทียม

จากการตรวจเอกสารและทดสอบการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลด้วยการทำข้อมูลภาพสีผสมในชุดข้อมูลต่างๆ และเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (training area) เพื่อสร้างค่าข้อมูลสถิติตัวอย่างของชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน และ scatterplots เพื่อพิจารณาลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นของข้อมูลในเบื้องต้น พบว่าโดยทั่วไปข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ในช่วงคลื่น 3, 4 และ 5 (รูปที่ 5-1 และรูปที่ 5-2) มีศักยภาพในการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวได้ดีเมื่อเทียบกับช่วงคลื่นอื่นๆ ในข้อมูลเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามมีข้อน่าสังเกตจากรายงานการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวที่ผ่านมา

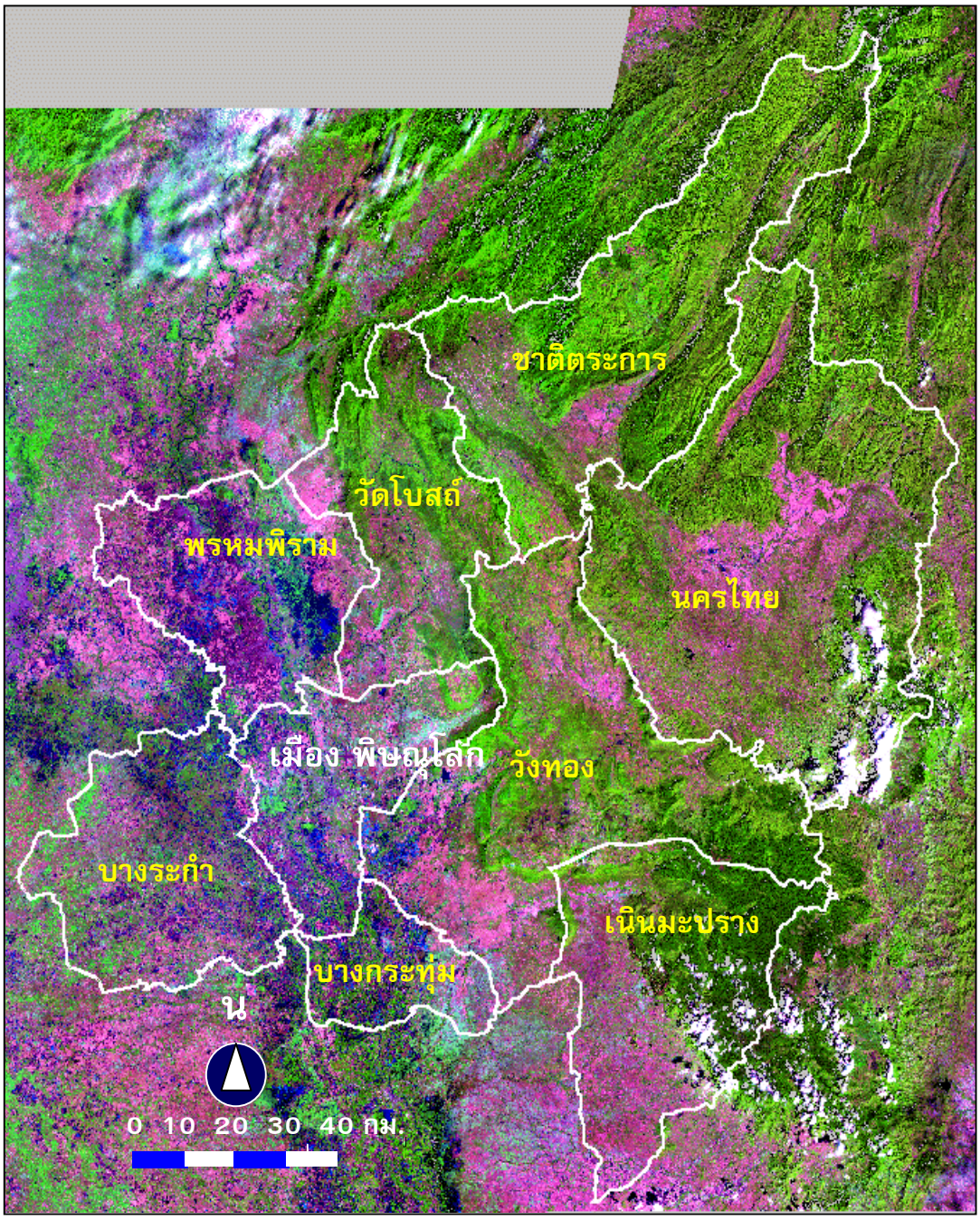
คือส่วนใหญ่เป็นการจำแนกข้อมูลในพื้นที่นาผืนใหญ่และบางแห่งลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นระหว่างพื้นที่ปลูกข้าวจึงมีการซ้ำซ้อนกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ไม่มากนัก ซึ่งมีส่วนคล้ายคลึงกับสภาพพื้นที่ศึกษาในจังหวัดพิษณุโลก แต่มีส่วนแตกต่างกับพื้นที่ศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงชันซึ่งมีการปลูกข้าวจำนวนมากอยู่ในพื้นที่ราบระหว่างหุบเขาและร่องเขาขนาดเล็ก



รูปที่ 5-1 ข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ที่ใช้จำแนกพื้นที่ข้าวนาปีของจังหวัดเชียงใหม่ บันทึกข้อมูลเมื่อ 16 พ.ย. 2540

จังหวัดพิษณุโลก

LANDSAT-5 :TM 5,4,3/R,G,B Acq. Date: Dec4-11,1997



รูปที่ 5-2 ข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ที่ใช้ในการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปีของจังหวัดพิษณุโลก บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 4-11 ธ.ค. 2540

ตารางที่ 5-1 ตัวอย่างข้อมูลสถิติของภาพจากดาวเทียมที่เลือกช่วงคลื่นเพื่อการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปี จังหวัดเชียงใหม่

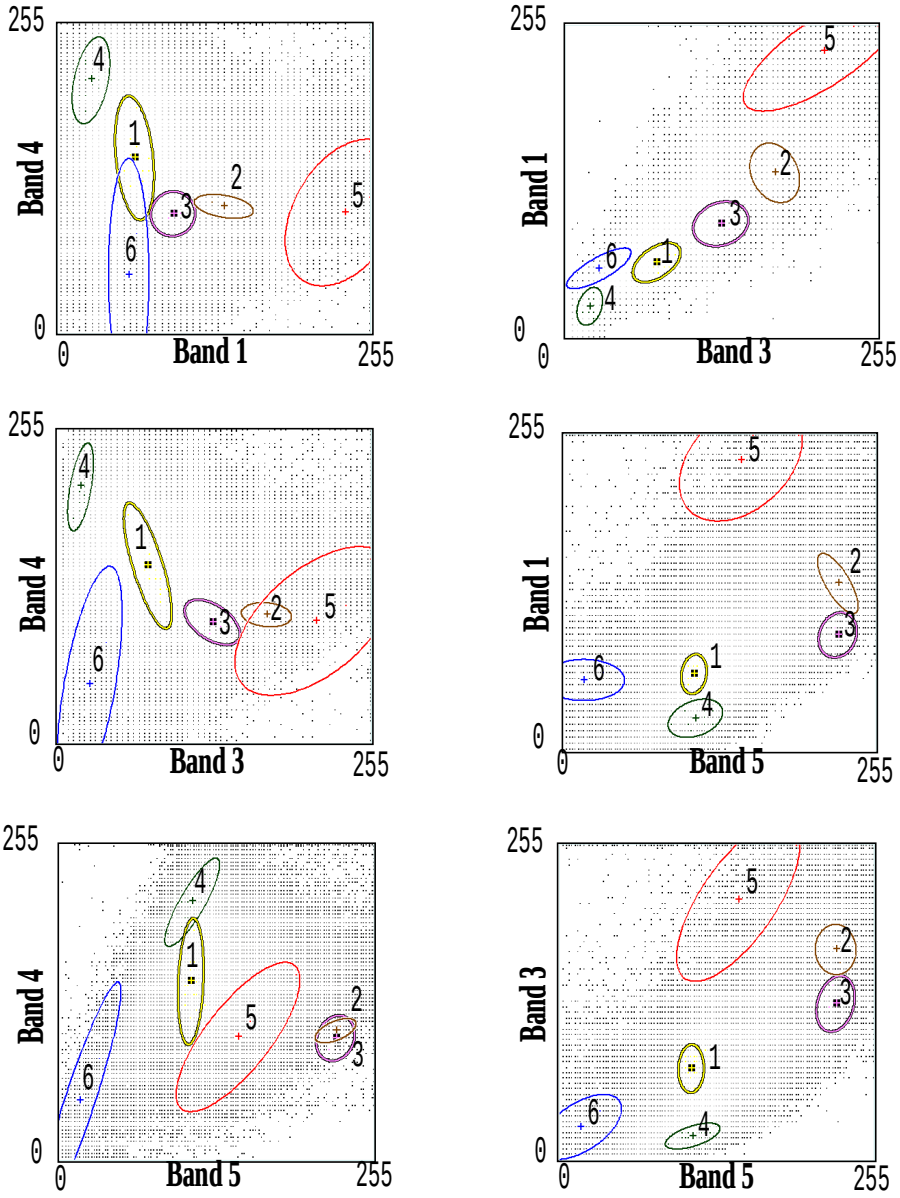
Uni variance	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
Area (ha)	3238477.92	3238878.24	3235740.48	3237069.60	3237936.48	3168053.28	3237518.88
Minimum	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Maximum	255.000	255.000	255.000	255.000	255.000	255.000	255.000
Mean	71009	30.191	20.607	66.834	63.390	26.564	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	0.956	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

การวิเคราะห์เลือกช่วงคลื่นของข้อมูลภาพดาวเทียม

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นภายในแต่ละแบนด์และระหว่างแบนด์ของชุดข้อมูลเอง กระทำเพื่อคัดเลือกช่วงคลื่นข้อมูลที่สามารถใช้ประโยชน์ในการจำแนกได้จริง และเป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Jensen, 1986) การศึกษาใช้วิธีการเลือกข้อมูลโดยพิจารณาจากค่าข้อมูลสถิติและจากรูปแบบ scatterplot ที่เป็นค่าความถี่สะสมแบบกราฟิกประกอบกับคุณสมบัติการสะท้อนช่วงคลื่นของวัตถุ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งอยู่ใน path 131, row 46-48 บันทึกข้อมูลเมื่อ 16 พ.ย. 2540 ข้อมูลที่น่าพิจารณาสำหรับการวิเคราะห์จากจำนวน 7 แบนด์คือ ช่วงคลื่น 1, 3, 4 และ 5 โดยขั้นแรกพิจารณาจากค่าความแปรปรวน (variance) ค่าสูงๆ อันแสดงถึงความหลากหลายของข้อมูลคือ 1404.69, 1173.27, 762.92 และ 1079.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 5-1) ช่วงคลื่นที่มีความหลากหลายมากกว่าในชุดเป็นช่วงคลื่นที่จะให้ผลการจำแนกที่ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตามมิได้หมายความว่าจะสามารถจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวได้ดีที่สุด เนื่องจากค่าความหลากหลายนั้นอาจเกิดจากค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ด้วยก็ได้ ค่าที่พิจารณาเป็นลำดับต่อมาคือค่าความแปรปรวนร่วม (covariance) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างแบนด์ที่แสดงความคล้ายคลึงกันและแตกต่างกันของข้อมูลแต่ละคู่ เช่น ช่วงคลื่น 1:4 (cov.704.42, r 0.680), 1:5 (cov.=1025.76, r=0.833), 4:5 (cov.=788.57, r=0.869) เป็นต้น ลักษณะความสัมพันธ์ของคู่ข้อมูลที่จะนำมาจำแนกร่วมกันไม่ควรมีความคล้ายคลึงกันมากเกินไป (ค่า r เข้าใกล้ 1) ควรมีความแตกต่างกันบ้าง แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาคุณสมบัติการสะท้อนช่วงคลื่นของคู่นั้นด้วย ขั้นที่สองพิจารณาจากความซ้ำซ้อนของการสะท้อนช่วงคลื่นระหว่างพื้นที่ปลูกข้าวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ด้วยวิธีแบบกราฟิกและช่วยในการเลือกโดยการใช้ scatterplots (รูปที่ 5-3) ทั้งนี้พิจารณาจากตัวอย่างการกระจายและการซ้อนทับของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นในแต่ละแบนด์ กล่าวคือค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทหนึ่งในแต่ละช่วงคลื่นและระหว่างช่วงคลื่นที่มีลักษณะซ้อนทับกับค่าการสะท้อนของการใช้ประโยชน์ที่ดินอีกประเภทหนึ่งจะมีโอกาสจำแนกผิดพลาดได้ง่ายกว่าค่าการสะท้อนที่เป็นอิสระซ้อนทับกับข้อมูลอื่นๆ น้อย หรือที่ดีที่สุดคือไม่ซ้อนทับเลย สุดท้ายโดยพิจารณาจากคุณสมบัติของข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจำแนกพื้นที่นาข้าว ได้แก่ ข้อมูลความแตกต่างระหว่างดินกับพืชพรรณและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่บันทึกได้จากช่วงคลื่นที่ 1 และ 3 (visible ; 0.45-0.52 μm, 0.63-0.69 μm) ข้อมูลพืชพรรณจากช่วงคลื่นที่ 4 (near-infrared ; 0.76-0.90 μm) และข้อมูลความชื้นในดินและในพืชพรรณจากช่วงคลื่นที่ 5 (middle-infrared ; 1.55-1.74 μm) ทำให้สรุปรูปแบบชุดข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพสีผสมได้ 3 รูปแบบคือ 5,4,3/R,G,B 1,5,4,3/R,G,B, intensity และ 1,5,3/R,G,B ตามลำดับ



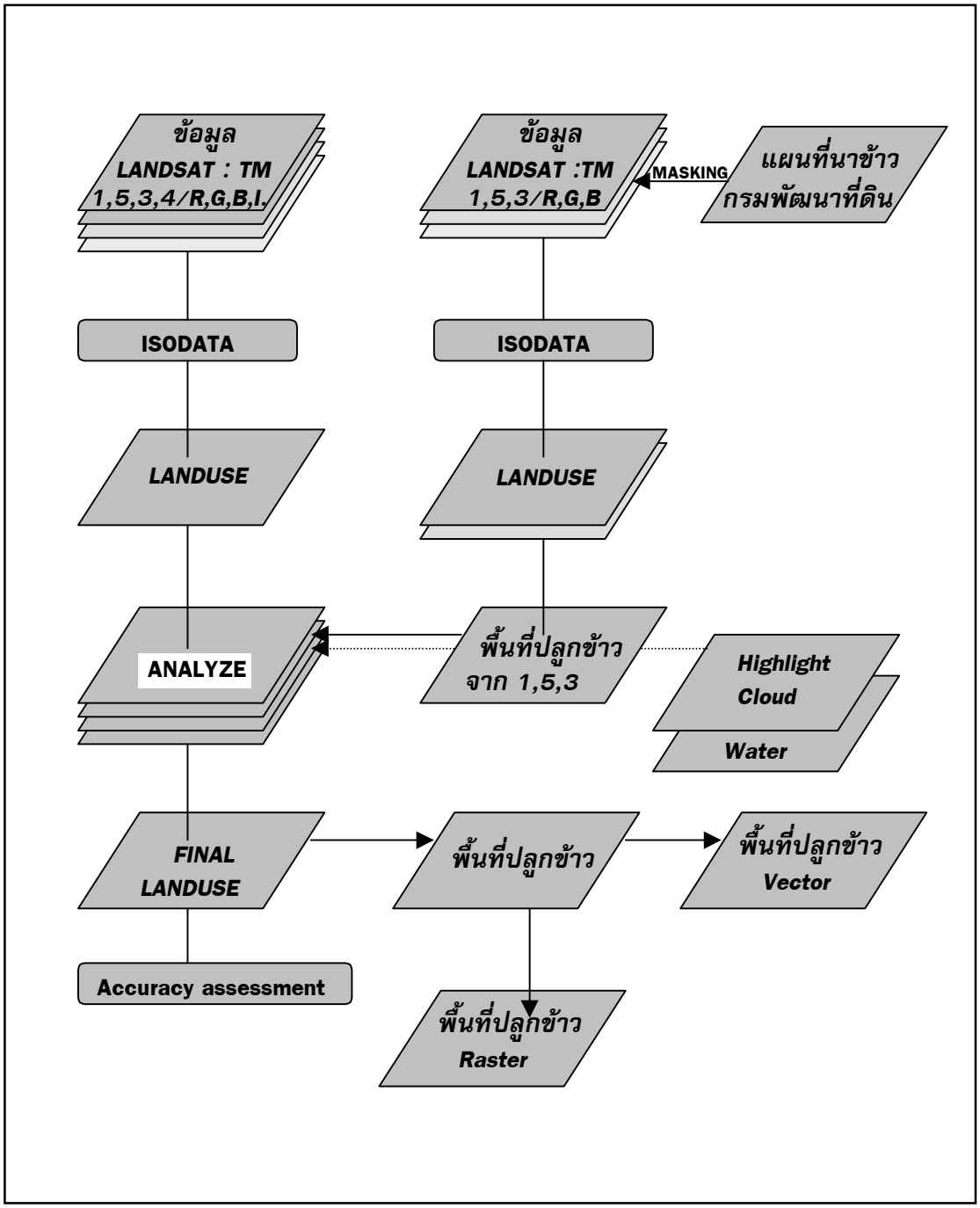
คำอธิบายความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนในแต่ละช่วงคลื่น

หมายเลข	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	หมายเลข	การใช้ประโยชน์ที่ดิน
1	นาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว	2	นาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้วปลูกพืชฤดูที่สอง
3	พืชไร่และพื้นที่อื่นๆ	4	ป่าไม้และไม้ยืนต้น
5	ชุมชน ตัวเมือง	6	แหล่งน้ำ

รูปที่ 5-3 ตัวอย่าง Scattergram แสดงค่าสะท้อนช่วงคลื่นของพื้นที่นาข้าวและการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ด้วยช่วงคลื่น 1, 5, 4 และ 3 จากข้อมูล LANDSAT-5 ระบบ TM ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 16 พ.ย. 2540

การเลือกข้อมูลชุดแรก (5,4,3/R,G,B) เพื่อการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวเป็นไปตามการพิจารณาค่าสถิติของข้อมูลและลักษณะ scatterplots ตามที่กล่าวไว้ในข้างต้น โดยที่ชุดที่สอง (1,5,4,3/R,G,B,intensity) เพิ่มช่วงคลื่นที่ 1 เข้ามา เนื่องจากประการแรกพิจารณาข้อมูลทั้งหมดโดยรวมแล้ว ช่วงคลื่นที่ 1 มีค่าแสดงความหลากหลายของข้อมูลมากที่สุดซึ่งจะเป็นส่วนสนับสนุนในการจำแนกให้ดีขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินทั่วไป เช่น ชุมชน ตัวเมือง หมู่บ้าน ถนน และแหล่งน้ำ เป็นต้น และประการที่สองโดยคุณสมบัติของข้อมูลในช่วงคลื่น visible ซึ่งช่วงคลื่นที่ 1 สามารถที่จะแยกพืชพรรณออกจากพื้นดินที่ว่างเปล่าหรือที่มีพืชน้อยกว่าได้เป็นอย่างดี เช่น พื้นที่นาข้าวที่อยู่ระหว่างการเก็บเกี่ยวกับนาข้าวที่เก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นแล้ว สำหรับข้อมูลชุดที่สาม (1,5,3/R,G,B) ใช้เพื่อจำแนกรายละเอียดพื้นที่ปลูกข้าวโดยเฉพาะโดยพิจารณาตัดช่วงคลื่นที่ 4 ออกไป ด้วยเหตุผลที่ค่าการสะท้อนคลื่นแสงของพื้นที่ปลูกข้าวมีความใกล้เคียงและซ้ำซ้อนอยู่กับพื้นที่พืชไร่บางชนิด เนื่องจากข้อมูลภาพดาวเทียมเป็นช่วงหลังของการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เพิ่งผ่านพ้นไปแล้วของพื้นที่พืชทั้งสองชนิด เมื่อพิจารณาลักษณะการสะท้อนคลื่นแสงที่เกี่ยวกับพืชพรรณในช่วงคลื่นที่ 4 จึงไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งเป็นเหตุผลที่ข้อมูลช่วงคลื่นที่ 4 มีส่วนทำให้การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในส่วนที่ซ้ำซ้อนกับพื้นที่พืชไร่ดังกล่าวไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน สรุปคือช่วงคลื่นที่ 4 ไม่มีประโยชน์สำหรับการจำแนกพื้นที่ในลักษณะนี้และเป็นการเสียเวลาสำหรับการจำแนกอีกด้วย

ในการเตรียมข้อมูลก่อนการจำแนกได้นำเข้าข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำรวจโดยกรมพัฒนาที่ดินในปี 2528 (จังหวัดพิษณุโลก) และปี 2532 (จังหวัดเชียงใหม่) ใน GIS พร้อมทั้งแยกพื้นที่นาข้าวในปีสำรวจดังกล่าวออกเป็นชั้นข้อมูลเฉพาะ เพื่อนำมาครอบ (masking) ลงบนข้อมูลช่วงคลื่น 1,5,3/R,G,B ซึ่งใช้จำแนกข้าวนาปี แล้วทำการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวภายในบริเวณดังกล่าว ทั้งนี้มีสมมติฐานว่าไม่มีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปีระหว่างปี 2528 หรือ 2532 ถึงปี 2540 แต่ในทางตรงกันข้ามคาดว่าพื้นที่ปลูกข้าวจะมีขนาดลดลงเนื่องจากการขยายตัวของชุมชนและมีการทิ้งที่นาว่างเปล่ามากขึ้น นอกจากนี้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำรวจในปี 2528 และ 2532 ได้ใช้ภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:15,000 เป็นพื้นฐานในการทำแผนที่ซึ่งสามารถจำแนกขอบเขตของนาข้าวออกจากการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นได้ชัดเจน ความถูกต้องของแผนที่ในปีการสำรวจนั้นจึงมีค่อนข้างสูง ดังนั้น การใช้ชั้นข้อมูลดังกล่าวมาช่วยในการจำแนกจึงสามารถลดความสับสนของค่าการสะท้อนรังสีระหว่างนาข้าวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นได้ นอกจากนี้ยังเป็นการปรับปรุงชั้นข้อมูลที่มีอยู่ให้ทันสมัยยิ่งขึ้น จากนั้นนำมาวิเคราะห์ร่วมกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่จำแนกได้จากข้อมูลชุด 1,5,4,3/R,G,B,intensity แผนที่แสดงข้อมูลเมฆและแผนที่แสดงแหล่งน้ำทางน้ำที่ได้จาก Highlight cloud และ Highlight water (ER Mapper, 1998) ตามลำดับ (รูปที่ 5-4) ทำการกำจัดเมฆออกและตรวจสอบยืนยันพื้นที่แหล่งน้ำ ผลการวิเคราะห์จะได้เป็นแผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินรวมกับพื้นที่ปลูกข้าวที่สมบูรณ์ จากนั้นนำไปประเมินค่าความถูกต้องและแปลงข้อมูลให้เป็นแผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวที่อยู่ในรูปแบบราสเตอร์ (raster) และแบบเวกเตอร์ (vector) ต่อไป



รูปที่ 5–4 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวของโครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดพิษณุโลก

สำหรับการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาทั้งสองจังหวัดนั้นใช้ช่วงคลื่นชุด 5,4,3/R,G,B โดยนำข้อมูลพื้นที่นาข้าวที่ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินมาครอบก่อนแล้วจึงทำการจำแนกรายละเอียด

การจำแนกรายละเอียดข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ทุกชุดข้อมูลใช้วิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุมที่อาศัยการคำนวณเพื่อจำแนกรายละเอียดด้วยชุดค่าสถิติของตัวข้อมูลภาพทั้งภาพเอง โดยใช้เทคนิค ISODATA กำหนดจำนวนชั้นข้อมูลเริ่มต้น (No. of class) เท่ากับ 150 ชั้น และทำการคำนวณซ้ำ (No. of iteration) เป็นจำนวน 100 ครั้ง เปอร์เซ็นต์ความคงที่ของผลการจำแนก (percent of unchanged) เท่ากับ 98% ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูลเท่ากับ 0.1 และความแตกต่างของ MDM (Hodgson, 1988) เท่ากับ 0.3 จากนั้นจึงแจกแจงและยุบรวมชั้นข้อมูลลงจนได้จำนวนชั้นของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต้องการ ผลการทดสอบครั้งหลังสุดพบว่าการใช้ข้อมูลในการจำแนกช่วงคลื่นชุด 1,5,4,3/R,G,B,intensity ให้ผลการจำแนกในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ ที่หลากหลายมากกว่าการใช้ช่วงคลื่นชุดอื่นๆ แต่ในขณะเดียวกันการจำแนกด้วยช่วงคลื่นชุด 1,5,3/R,G,B ให้ผลการจำแนกในส่วนของพื้นที่ปลูกข้าวที่แยกออกจากการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ได้ดีกว่าข้อมูลชุด 5,4,3/R,G,B และ 1,5,4,3/R,G,B, intensity

สำหรับการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปรังใช้วิธีการจำแนกเช่นเดียวกับการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปี แต่จะใช้เฉพาะข้อมูลชุด 5,4,3/R,G,B ที่ถูกครอบโดยชั้นข้อมูลพื้นที่นาข้าวที่ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินก่อน แล้วจึงทำการจำแนก

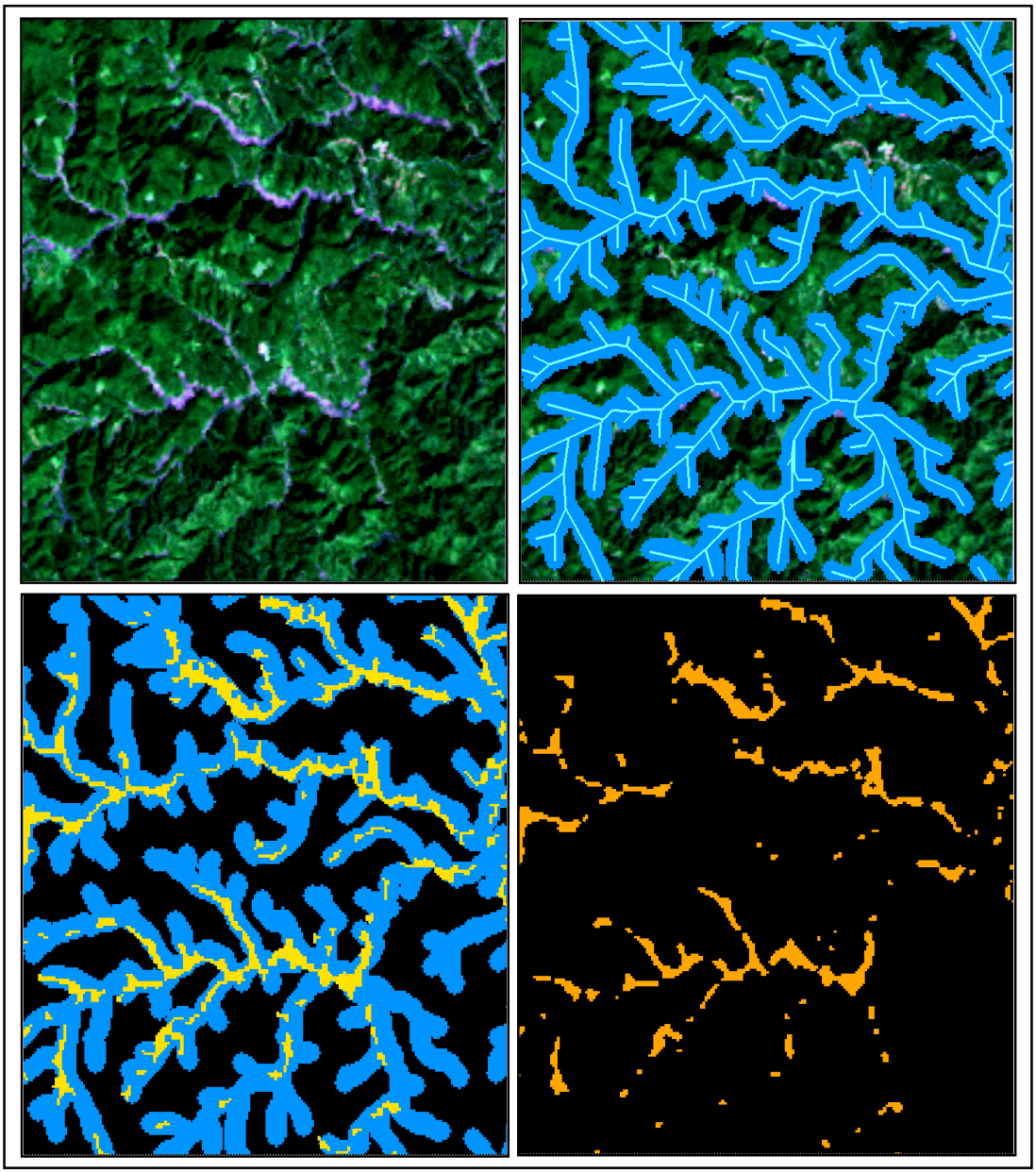
การปรับปรุงค่าความถูกต้องของข้อมูล

ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและพื้นที่นาข้าวของพื้นที่ศึกษาทั้งสองจังหวัดที่ผ่านกระบวนการจำแนกรายละเอียดแล้วนั้น ถูกนำไปผ่านกระบวนการขจัดข้อมูลจุดภาพเล็กๆ ที่ไม่มีความหมายในการแสดงผลเป็นพื้นที่ปลูกข้าวทิ้งไปในระดับหนึ่งด้วยวิธีการ Majority filtering จากนั้นข้อมูลจะถูกแปลงจากข้อมูลแบบราสเตอร์เป็นแบบเวกเตอร์เพื่อการปรับปรุงค่าความถูกต้องของแผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวโดยใช้เทคนิคและวิธีการของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ การแปลงข้อมูลประเภท .ers โดยใช้วิธีส่งออกจากโปรแกรม ER Mapper เป็นข้อมูลภาพแบบ Band Interleave by Line (.bil) เพื่อนำเข้าโปรแกรม ARC/INFO เป็น coverage และ grid ตามลำดับ พื้นที่ปลูกข้าวที่ถูกวิเคราะห์แบ่งออกได้ 3 กลุ่ม โดยที่กลุ่มแรกคือพื้นที่ข้าวนาปีในพื้นที่ราบขนาดใหญ่ เช่น แอ่งเชียงใหม่และพื้นที่ราบจังหวัดพิษณุโลก กลุ่มที่สองคือพื้นที่ข้าวนาปีในพื้นที่ราบระหว่างหุบเขา ซึ่งอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ และกลุ่มสุดท้ายคือพื้นที่ข้าวนาปรังของทั้งสองจังหวัด

พื้นที่ข้าวนาปีในจังหวัดเชียงใหม่ที่ได้จากการจำแนกถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนด้วย ข้อมูลสภาพภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) ส่วนแรกเป็นพื้นที่ข้าวนาปีที่อยู่ต่ำกว่าระดับความสูง 550 เมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ข้าวนาปีในพื้นที่ราบขนาดใหญ่ต่อเนื่องกันต่ำกว่า 2 ไร่ จะถูกขจัดออกไปเพื่อให้ความสะดวกในการใช้แผนที่ ส่วนที่สองเป็นนาข้าวที่อยู่สูงกว่าระดับความสูง 550 เมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ข้าวนาปีในพื้นที่ราบระหว่างหุบเขา พื้นที่ดังกล่าวยังอาจมีพื้นที่พืชไร่และการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นปะปนอยู่ ดังนั้นจึงทำการแยกแยะนาข้าวออกจากพื้นที่เหล่านั้นโดยกระบวนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ใน GIS โดยนำพื้นที่นาข้าวในส่วนที่สองไปซ้อนทับกับทางน้ำที่ถูกขยายออกไปด้านข้างข้างละ 120 เมตร (stream buffer) แล้วเก็บข้อมูลนาข้าวที่อยู่ในเขต Buffer ไว้ (รูปที่ 5-5) พื้นที่นาดังกล่าวถือว่าเป็นนาข้าวในร่องเขาขนาดเล็กที่มักจะอยู่ขนาบไปกับทางน้ำในร่องเขาขนาดเล็ก จากนั้นจึงนำพื้นที่นาข้าวขนาดใหญ่ (ส่วนที่หนึ่ง) และในพื้นที่นาขนาดเล็กระหว่างหุบเขา (ส่วนที่สอง) มารวมกัน เป็นแผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวนาปีของจังหวัดเชียงใหม่ แล้วแปลงให้อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ สุดท้ายทำการปรับเส้นขอบเขตพื้นที่ปลูกข้าวให้มีความเหมาะสมโดยพยายามรักษารูปร่างและเนื้อที่ให้ใกล้เคียงกับผลการจำแนกมากที่สุด สำหรับพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลกส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ข้าวนาปีในพื้นที่ราบขนาดใหญ่ ซึ่งใช้วิธีการปรับปรุงค่าความถูกต้องและการแปลงข้อมูลเป็นรูปแบบเวกเตอร์เช่นเดียวกัน การแปลงข้อมูลด้วยวิธีดังกล่าวนอกจากเป็นการตรวจสอบและปรับค่าความถูกต้องแล้ว ยังเป็นการประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลด้วย

การจัดสร้างแผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าว

แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาทั้งสองจังหวัดเมื่อผ่านขั้นตอนการปรับค่าความถูกต้องแล้ว ในทางปฏิบัติจะได้รับการจัดทำเป็นแผนที่ใน 2 รูปแบบ คือแบบราสเตอร์และแบบเวกเตอร์ (รูปที่ 5-6) ข้อมูลแบบราสเตอร์จะถูกนำกลับไปซ้อนทับ (overlay) กับแผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จำแนกได้จากข้อมูลชุด 1,5,4,3/R,G,B, intensity เพื่อนำไปประเมินค่าความถูกต้องต่อไป แผนที่ที่ได้มีจำนวน 4 ชุด ได้แก่ (1) แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินรวมพื้นที่ข้าวนาปีของจังหวัดเชียงใหม่ (2) แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินรวมพื้นที่ข้าวนาปีของจังหวัดพิษณุโลก (3) แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินรวมพื้นที่ข้าวนาปรังของจังหวัดเชียงใหม่ และ (4) แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินรวมพื้นที่ข้าวนาปรังของจังหวัดพิษณุโลก สำหรับแผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาทั้งสองจังหวัดที่เป็นแบบเวกเตอร์ได้ถูกนำไปใช้ร่วมกับโปรแกรมเชื่อมโยงเพื่อประเมินผลผลิตข้าวต่อไป



(ก)	(ข)
(ค)	(ง)

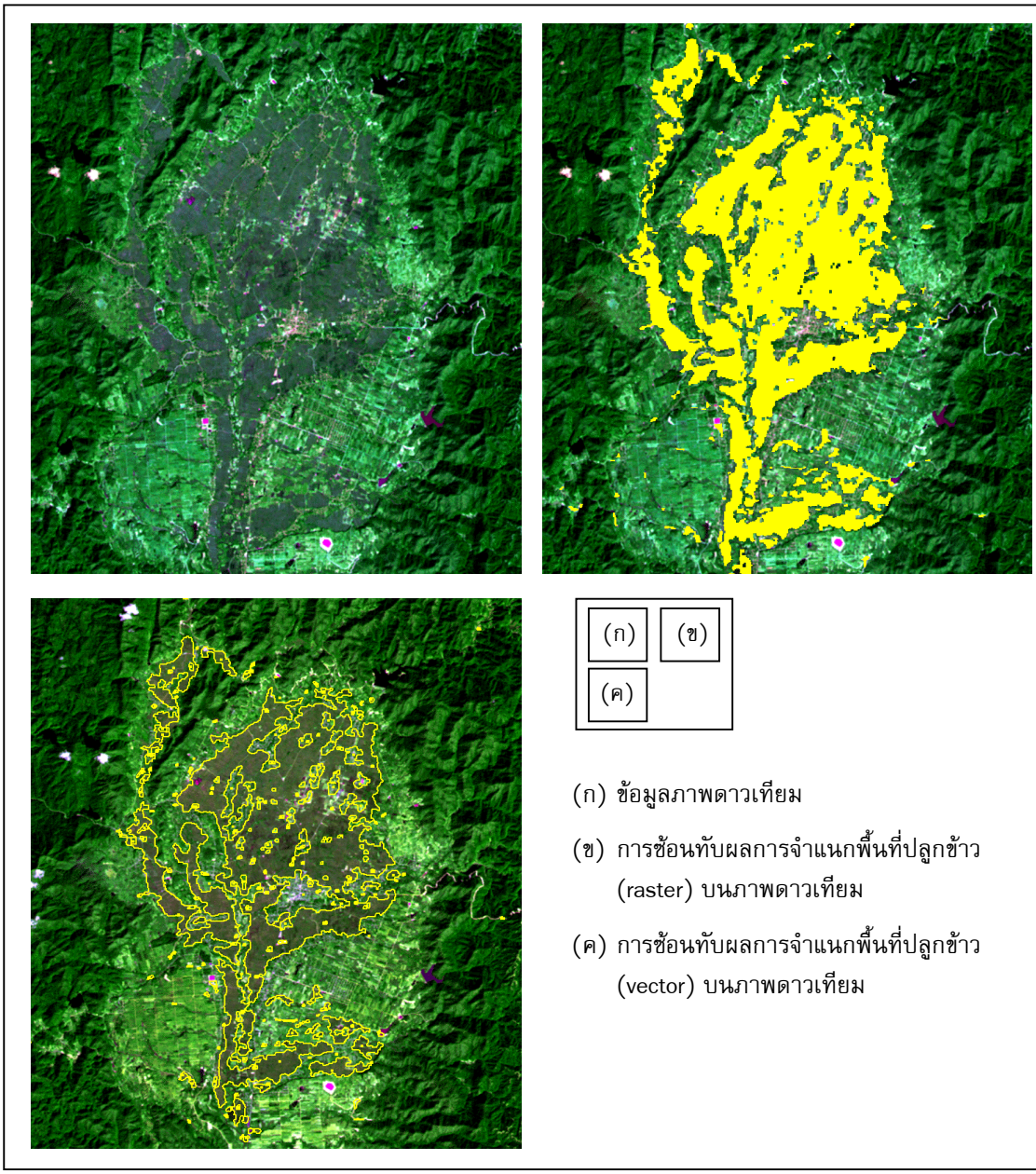
(ก) ข้อมูลภาพดาวเทียมสีผสม 1,5,3/R,G,B

(ข) การซ้อนทับทางน้ำที่ขยายข้าง (stream buffer) 120 เมตร

(ค) พื้นที่ปลูกข้าวที่อยู่ภายใน stream buffer 120 เมตร

(ง) พื้นที่ปลูกข้าวในร่องเขาขนาดเล็กจากผลการวิเคราะห์

รูปที่ 5-5 ขั้นตอนการจำแนกนาข้าวในร่องเขาขนาดเล็กด้วยวิธีการซ้อนทับบนสองฟากทางน้ำที่มีขนาดกว้างด้านละ 120 เมตร



รูปที่ 5–6 ข้อมูลจากผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจัดเก็บแบบราสเตอร์และเวกเตอร์หลังกรรมวิธีข้อมูล เมื่อนำไปซ้อนทับลงบนข้อมูลภาพดาวเทียม

ผลการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปี

ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ความพยายามที่จะจำแนกแปลงนาขนาดเล็กในร่องเขาเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากเกษตรกรในชุมชนที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ต้องพึ่งแปลงนาดังกล่าวเพื่อการผลิตข้าว ความมั่นคงในการผลิตอาหารของชุมชนจึงขึ้นอยู่กับแปลงนาเหล่านี้ด้วย ดังนั้นการประเมินความมั่นคงของการผลิตอาหารของชุมชนบนที่สูงจะมีความถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงถ้าการจำแนกแปลงนาเหล่านี้มีความถูกต้องสูง จากการจำแนกรายละเอียดพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการดังกล่าวข้างต้น จึงสามารถจัดสร้างเป็นแผนที่ข้อมูลเชิงตัวเลขที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินรวมกับพื้นที่ปลูกข้าวนาปีของพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ (รูปที่ 5-7 และรูปที่ 5-8) ได้พื้นที่ปลูกข้าวนาปีในพื้นที่ราบขนาดใหญ่และที่ราบระหว่างหุบเขา รวมทั้งสิ้น 494,146 ไร่ (ตารางที่ 5-2)

ตารางที่ 5-2 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทและพื้นที่ปลูกข้าวนาปีของพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 16 พ.ย. 2540

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)
ข้าวนาปี	494,146
พืชไร่และพื้นที่รกร้าง	620,871
ป่าไม้และไม้ยืนต้น	12,501,618
พื้นที่ชุมชนผสมไม้ผล	143,681
แหล่งน้ำ	60,068
รวมทั้งสิ้น	**13,820,385**

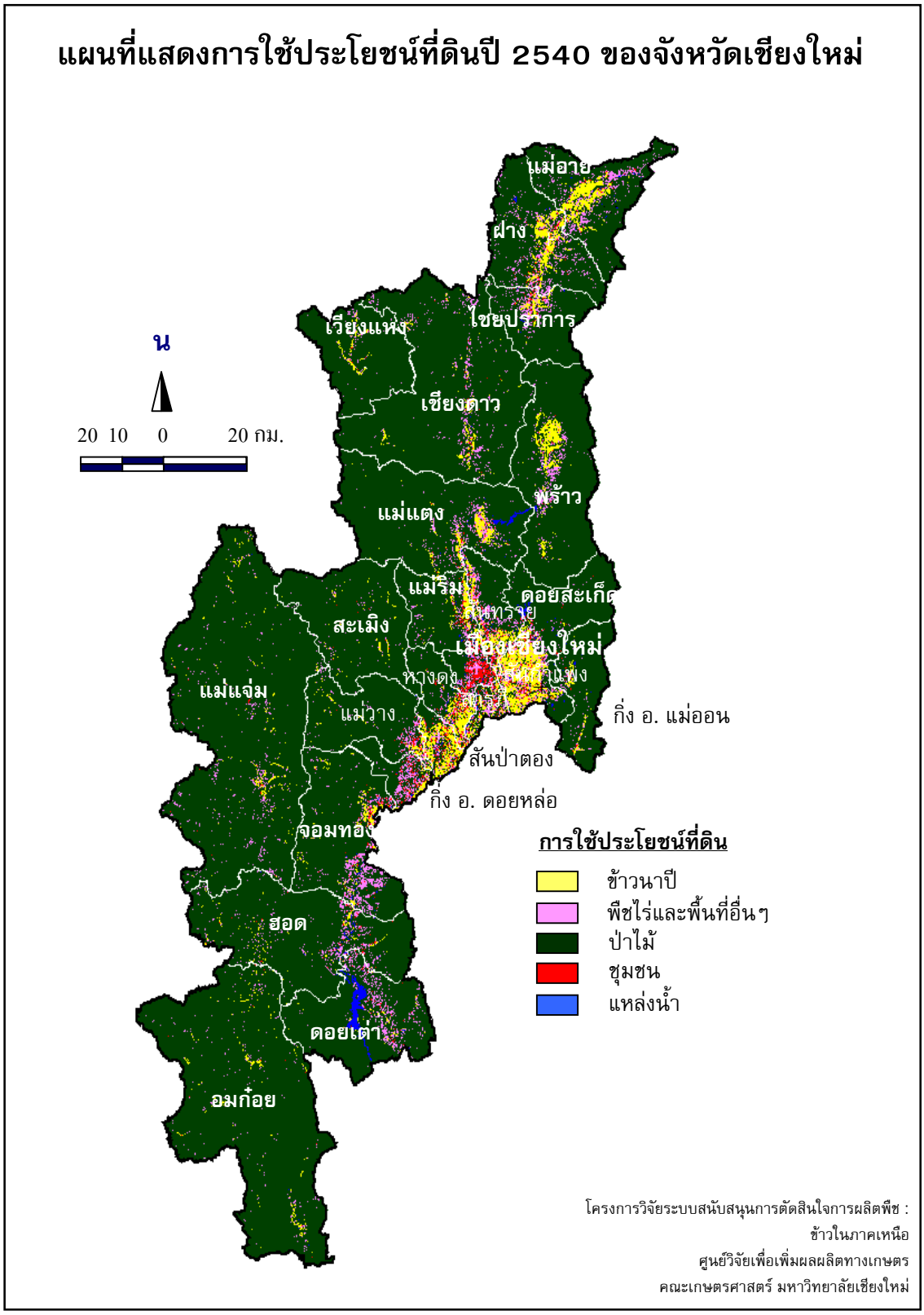
ในขณะที่การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปีของพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลกมีปัญหาที่แตกต่างจากจังหวัดเชียงใหม่ โดยที่พื้นที่ปลูกข้าวของจังหวัดพิษณุโลกสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ พื้นที่ที่ปลูกข้าวได้ครั้งเดียวต่อปีซึ่งอาศัยน้ำฝนเป็นหลักและพื้นที่ที่สามารถปลูกข้าวได้ตลอดปี โดยพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่อยู่บนพื้นที่ราบที่กว้างใหญ่ ไม่มีความลาดชัน ซึ่งอาศัยน้ำชลประทานและโครงการสูบน้ำด้วยพลังไฟฟ้า ตลอดจนบางส่วนที่อาศัยน้ำบาดาลจากบ่อตอกของตนเอง แต่ปัญหาจะอยู่ที่พื้นที่ปลูกข้าวของจังหวัดพิษณุโลกที่เป็นพื้นที่ที่สามารถทำนาได้ตลอดปีมักเกิดน้ำท่วมในฤดูน้ำหลากเนื่องจากสภาพพื้นที่ที่ราบและต่ำ เกษตรกรจึงเริ่มปลูกข้าวไม่พร้อมกันทีเดียว ทั้งนี้แล้วแต่ประสบการณ์ที่ได้รับและการคาดคะเนของเกษตรกรในพื้นที่ว่าในปีนั้นๆ จะเกิดน้ำท่วมหรือไม่ เกษตรกรที่ไม่ต้องการเสี่ยงจึงเริ่มปลูกข้าวล่าช้ากว่าในบางพื้นที่ และเมื่อถึงฤดูการเก็บเกี่ยว พื้นที่ที่เริ่มลงมือปลูกก่อนก็จะทำการเก็บเกี่ยวก่อน ในขณะที่บางพื้นที่ข้าวเพิ่งเริ่มจะสุกไปจนกระทั่งบางพื้นที่ข้าวเริ่มจะเจริญเติบโต การดำเนินการที่ไม่พร้อมกันเช่นที่กล่าวมานี้ มีผลทางด้านกายภาพซึ่งทำให้ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของพื้นที่นาข้าวปีที่ต้องการคำนวณหามีความ

แตกต่างกันในหลายระดับ ซึ่งวิธีการจำแนกข้อมูลเพื่อแก้ปัญหานี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะค่าการสะท้อนช่วงคลื่นในแต่ละระยะของการปลูกข้าวในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดพิษณุโลก แล้วนำมาคำนวณร่วมกันเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาปีทั้งหมด ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปีของพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลก (รูปที่ 5-9 และรูปที่ 5-10) ได้พื้นที่ปลูกข้าวนาปีรวมทั้งสิ้น 1,197,864 ไร่ (ตารางที่ 5-3)

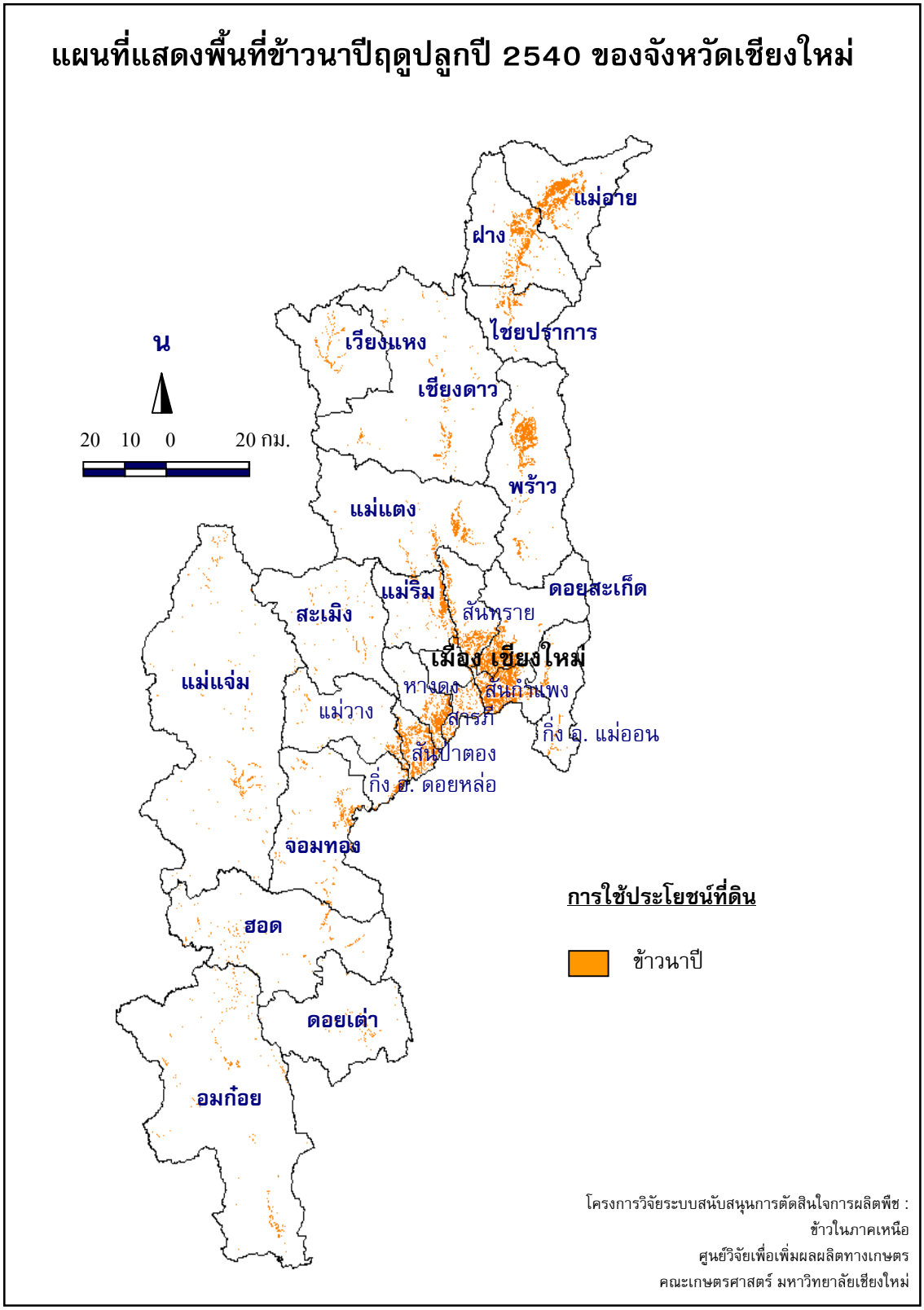
ตารางที่ 5-3 พื้นที่การใช้ประโยชน์แต่ละประเภทและพื้นที่ปลูกข้าวนาปีของพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลกที่จำแนกได้จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM บันทึกข้อมูลเมื่อ 4-11 ธ.ค. 2540

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)
ข้าวนาปี	1,197,864
ป่าไม้และไม้ยืนต้น	3,377,637
พืชไร่และพื้นที่รกร้าง	1,462,464
สวนไม้ผลผสมชุมชน	318,429
ชุมชนและตัวเมือง	58,266
แหล่งน้ำ	194,841
รวมทั้งสิ้น	**6,609,501**

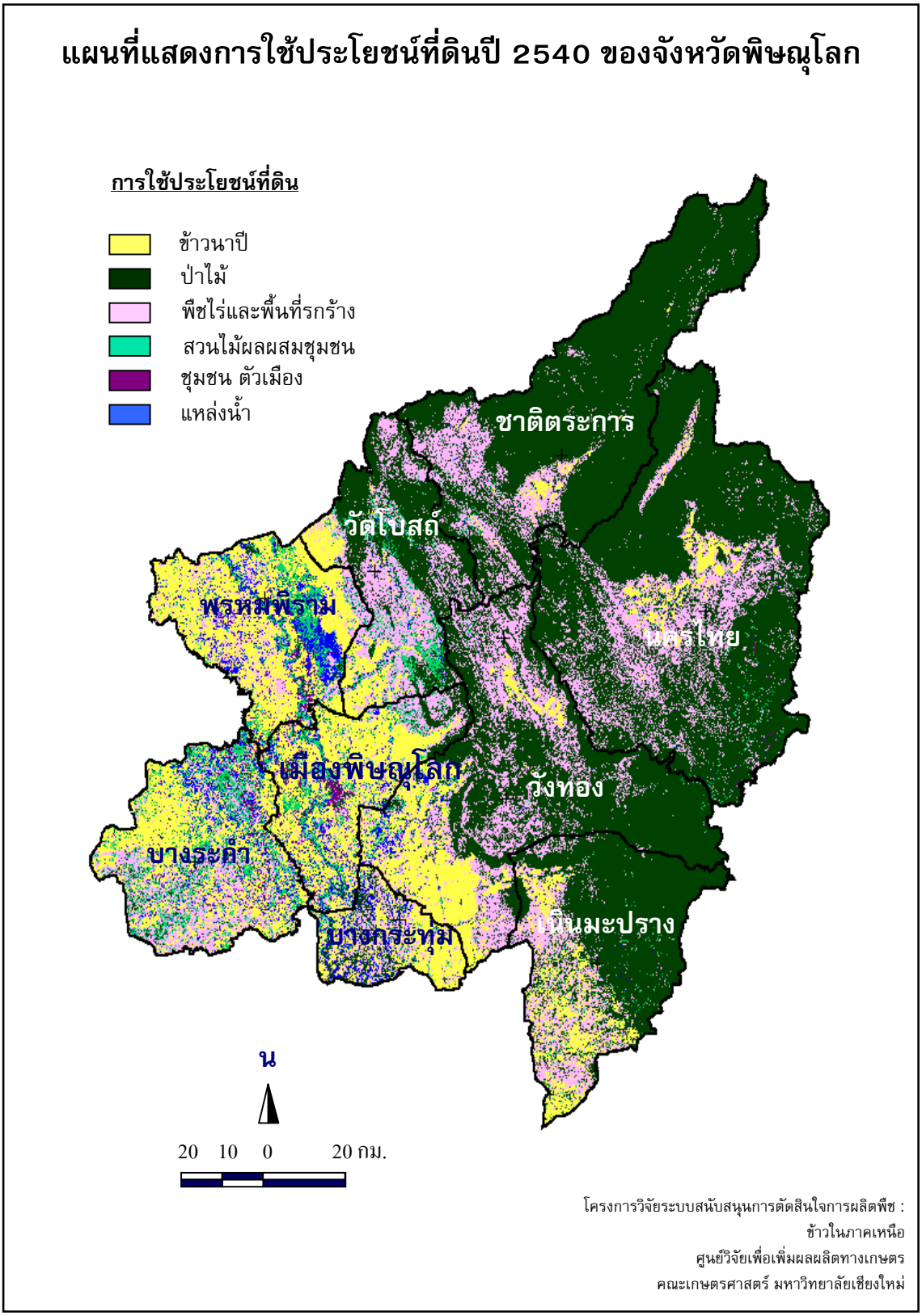
การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงบทบาทของข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ อย่างชัดเจน นอกเหนือจากข้อมูลภาพดาวเทียม โดยเฉพาะการจำแนกแปลงนาขนาดเล็กในสภาพพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูง ซึ่งลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันมากมีส่วนทำให้ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันมีค่าใกล้เคียงกันและไม่เป็นระเบียบ หากใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเพียงอย่างเดียวจะทำให้ผลการจำแนกได้พื้นที่ที่ไม่ต่อเนื่องครบถ้วน การใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ เช่น ข้อมูลสภาพภูมิประเทศเชิงตัวเลข (DEM) ช่วยในการสร้างทางน้ำลำดับต่างๆ ซึ่งอาจไม่ปรากฏในแผนที่ทำให้การวิเคราะห์แปลงนาในร่องเขามีความแม่นยำขึ้น เนื่องจากแปลงนาเหล่านั้นมักอยู่สองฟากลำน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้การใช้วิธีการขยายพื้นที่ขอบเขตตามลำน้ำ และการใช้ข้อมูลค่ารูปร่างและขนาดของพื้นที่จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ใน GIS ยังเป็นกรรมวิธีที่ช่วยแยกแยะแปลงนาขนาดเล็กที่มีรูปร่างเรียวไปตามลำน้ำออกจากพื้นที่การเกษตรอื่นได้ดี เช่น พื้นที่ปลูกพืชไร่หรือข้าวไร่ เพราะพื้นที่เหล่านี้มักมีรูปร่างที่ไม่เรียวเหมือนแปลงนาในร่องเขา



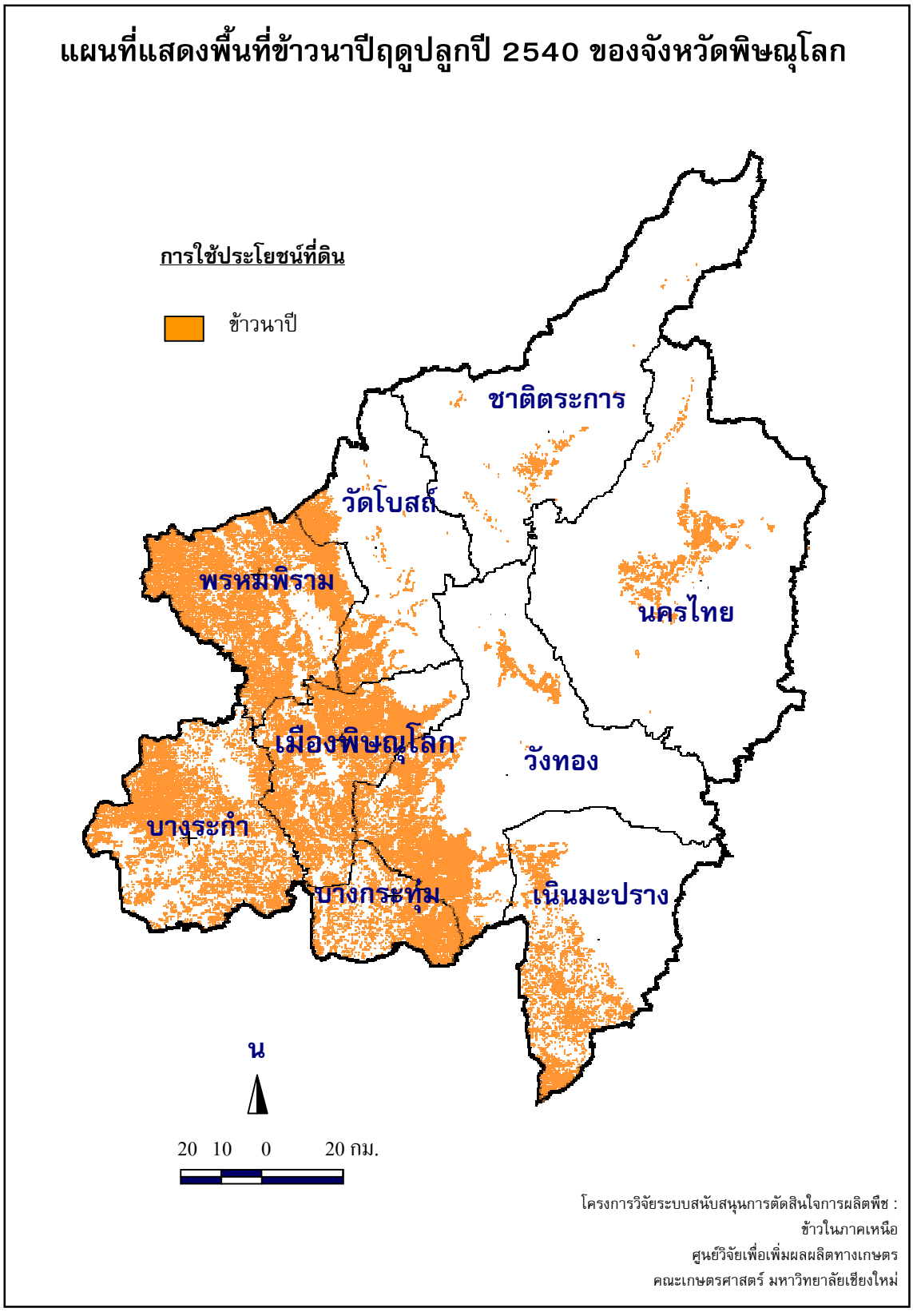
รูปที่ 5-7 การใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ช่วงคลื่น 1, 3, 4 และ 5 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 16 พ.ย. 2540



รูปที่ 5-8 พื้นที่ปลูกข้าวนาปีของจังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ช่วงคลื่น 1, 3 และ 5 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 16 พ.ย. 2540



รูปที่ 5-9 การใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดพิษณุโลกที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ช่วงคลื่น 1, 3, 4 และ 5 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 4-11 ธ.ค. 2540



รูปที่ 5-10 พื้นที่ปลูกข้าวของจังหวัดพิษณุโลกที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ช่วงคลื่น 1, 3 และ 5 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 4-11 ธ.ค. 2540

ผลการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปรัง

ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ไม่มีความซับซ้อนเท่ากับการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปี สาเหตุเนื่องจากสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในขณะช่วงฤดูปลูกข้าวนาปรัง (กุมภาพันธ์–เมษายน) ในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่ไม่มีกิจกรรมทางการเกษตรมากนัก ในบางพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่มีการปลูกพืชหลังข้าวบ้างแทนการปลูกข้าวนาปรัง เช่น หอม กระเทียม ถั่วเหลือง เป็นต้น แต่ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของพืชเหล่านี้ไม่มีความซ้ำซ้อนกับค่าของพื้นที่ข้าวนาปรังแต่อย่างใด ผลการจำแนกได้พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ (รูปที่ 5-11 และรูปที่ 5-12) รวมทั้งสิ้น 31,359 ไร่ (ตารางที่ 5-4)

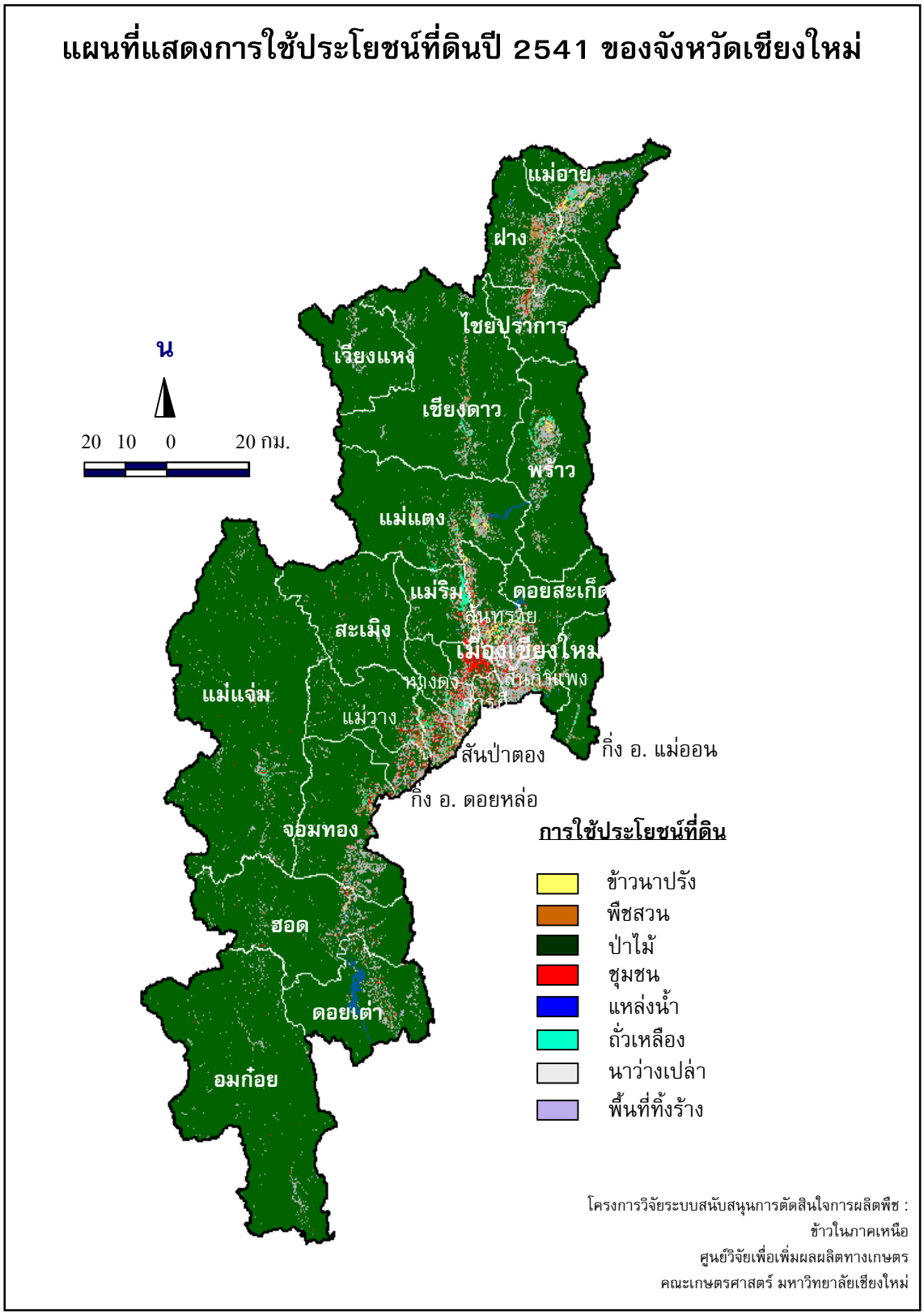
สำหรับการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปรังในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลกค่อนข้างที่จะซับซ้อนมากกว่าการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปรังของจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีสาเหตุมาจากกรณีการปลูกข้าวนาปีที่ไม่พร้อมกันดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งพื้นที่ที่ทำการปลูกข้าวนาปีแรกสุดจะเก็บเกี่ยวก่อน และหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวนาปีแล้วเสร็จจะมีการเตรียมพื้นที่และเอาน้ำเข้านาทันทีเพื่อปลูกข้าวนาปรังในช่วงต่อไป และทำเช่นนี้ไล่กันมาในแต่ละพื้นที่ ความไม่พร้อมกันนี้ทำให้ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของข้าวนาปรังในบางส่วนจะซ้ำซ้อนกับพื้นที่น้ำขังที่เตรียมพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังและซ้ำซ้อนกับค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของแหล่งน้ำจริง ตลอดจนซ้ำซ้อนกับพื้นที่น้ำขังบางส่วนในเขตชลประทานนเรศวรในพื้นที่ทุ่งสาน ซึ่งการจำแนกยังคงถือตามค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของพื้นที่ข้าวนาปรังเป็นหลักและรวมกับพื้นที่น้ำขังบางส่วนที่คาดว่าเป็นการเตรียมการปลูกข้าวนาปรังจริงๆ อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์หาพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังของจังหวัดพิษณุโลกจะพบว่าข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปส่วนหนึ่ง ด้วยลักษณะการปลูกข้าวของจังหวัดพิษณุโลกภายในแต่ละปีที่เป็นแบบต่อเนื่องดังที่กล่าวมาแล้ว จะมีการปลูกข้าวนาปรังครั้งที่หนึ่งทันทีเมื่อเสร็จสิ้นจากการเก็บเกี่ยวข้าวนาปี และเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวนาปรังครั้งที่หนึ่งเสร็จก็จะทำการปลูกข้าวนาปรังครั้งที่สองต่อไปอีกจนถึงฤดูกาลทำนาปีอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งแต่ละพื้นที่จะคาบเกี่ยวกันเรื่องวันปลูกและวันเก็บเกี่ยว ปัญหาที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่ข้าวนาปรังคือข้อมูลไม่สามารถครอบคลุมค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังให้ครบทุกระยะได้ ซึ่งมีผลทำให้การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลกขาดหายไปบางส่วน โดยส่วนที่ขาดหายไปจะเป็นช่วงการปลูกข้าวนาปรังในระหว่างเดือนมีนาคมจนถึงมิถุนายน (ก่อนการทำนาปีครั้งใหม่) ผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลก (รูปที่ 5-13 และรูปที่ 5-14) ได้พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังรวมทั้งสิ้น 203,274 ไร่ (ตารางที่ 5-5)

ตารางที่ 5-4 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทและพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 18 มี.ค. 2541

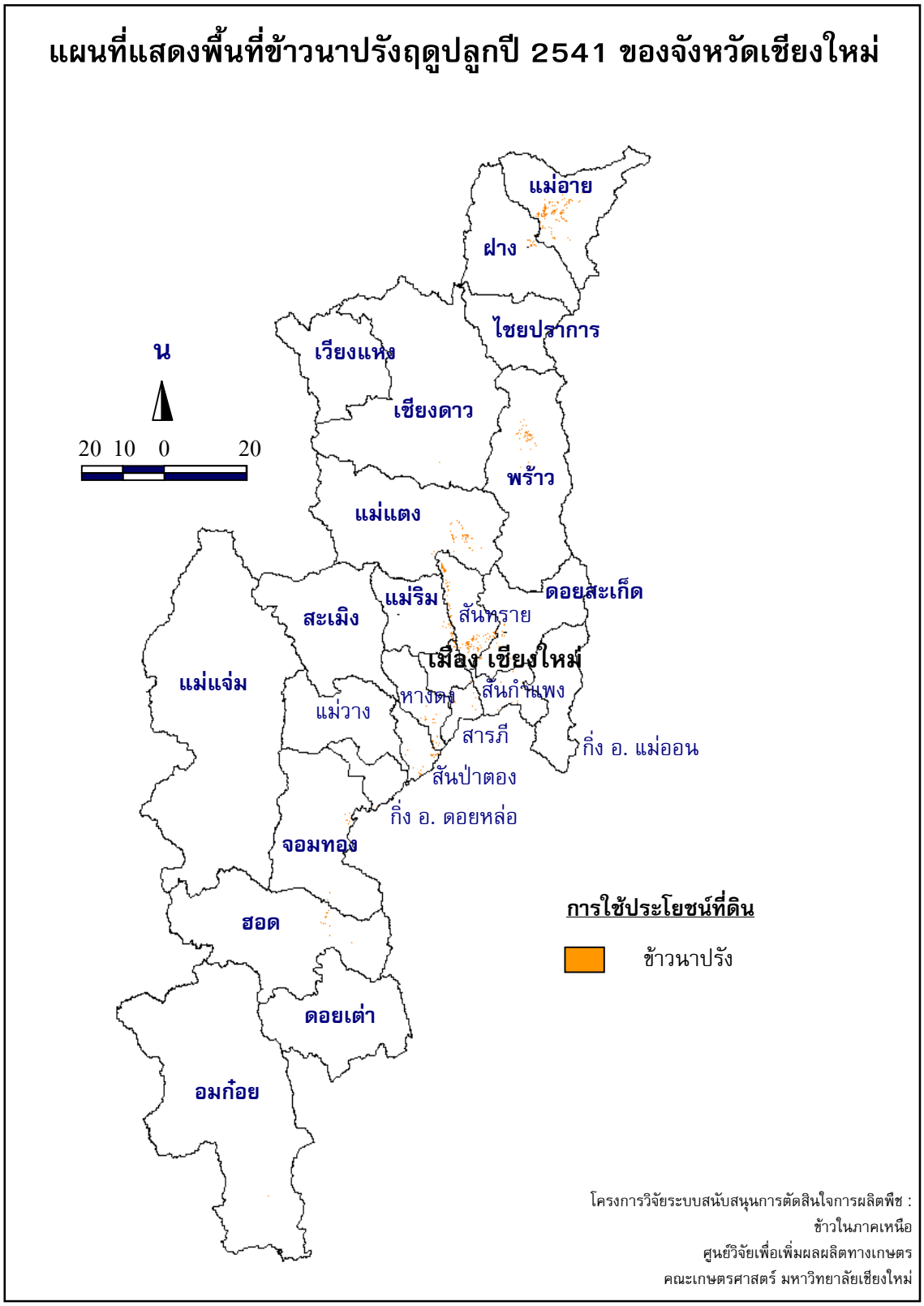
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)
ข้าวนาปรัง	31,359
ถั่วเหลือง	84,306
พืชสวน	331,356
ที่นาว่างเปล่า	47,125
พื้นที่อื่นๆ	620,871
ป่าไม้และไม้ยืนต้น	12,501,619
ชุมชน	143,681
แหล่งน้ำ	60,069
รวมทั้งสิ้น	**13,820,385**

ตารางที่ 5-5 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทและพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลกที่จำแนกได้จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 10-17 มี.ค. 2541

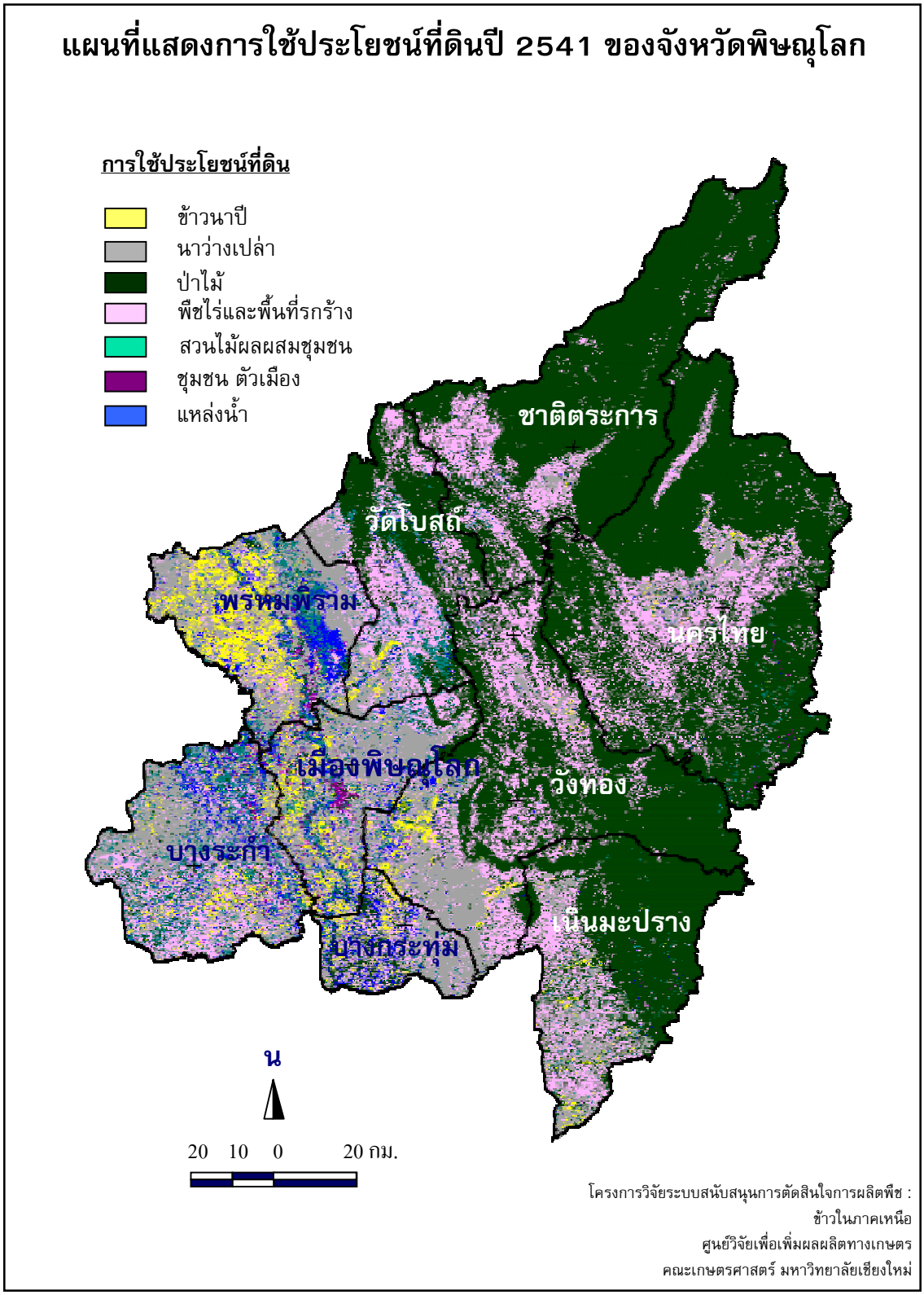
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)
ข้าวนาปรัง	203,274
ที่นาว่างเปล่า	994,590
ป่าไม้และไม้ยืนต้น	3,377,637
พื้นที่รกร้าง	1,462,464
สวนไม้ผลผสมป่าชุมชน	318,429
ชุมชนและตัวเมือง	58,266
แหล่งน้ำ	194,841
รวมทั้งสิ้น	**6,609,501**



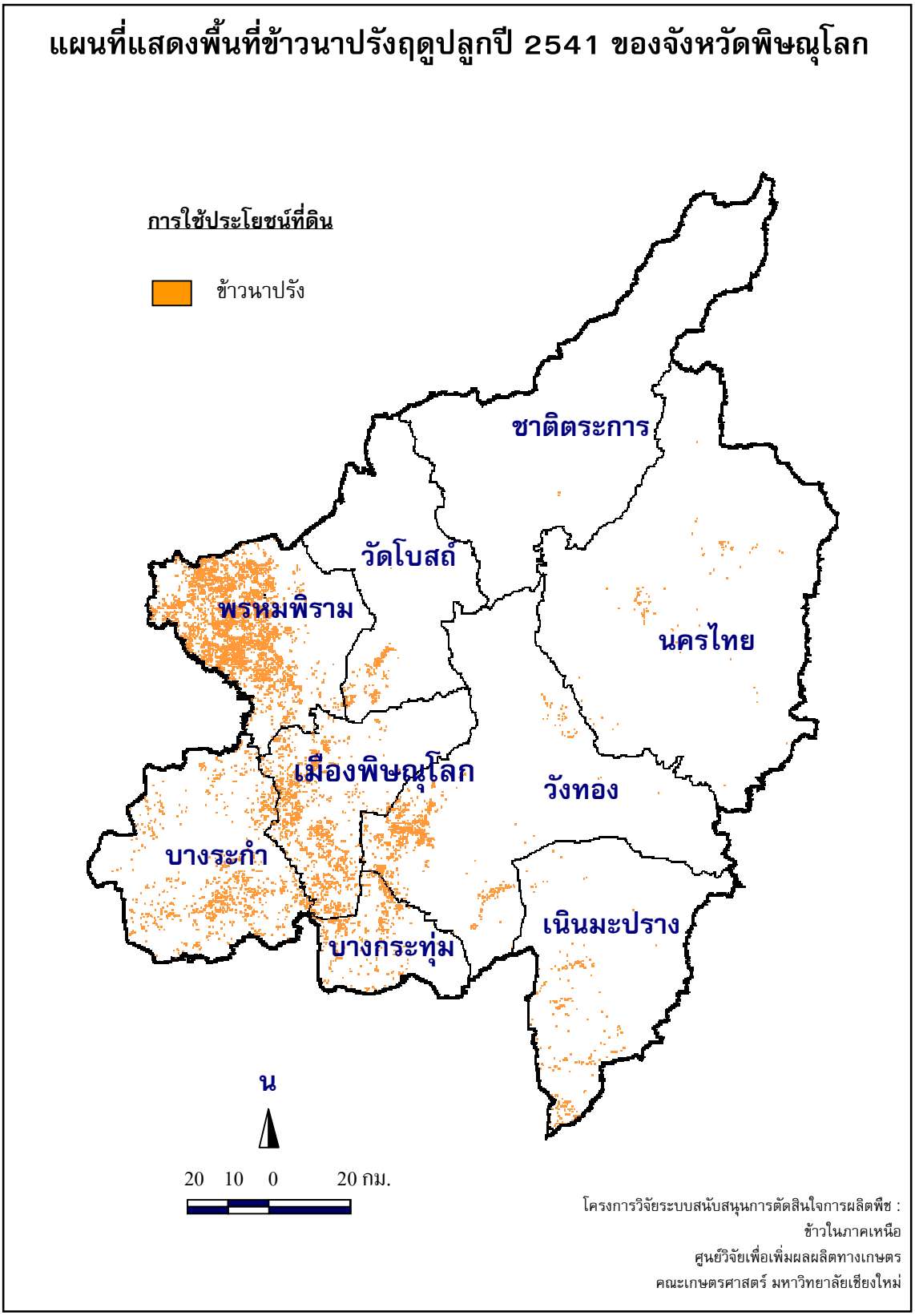
รูปที่ 5-11 การใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ช่วงคลื่น 1, 3, 4 และ 5 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 18 มี.ค. 2541



รูปที่ 5-12 พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังจังหวัดเชียงใหม่ที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ช่วงคลื่น 5, 4 และ 3 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 18 มี.ค. 2541



รูปที่ 5-13 การใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดพิษณุโลกที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ช่วงคลื่น 1, 3, 4 และ 5 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 10-17 มี.ค. 2541



รูปที่ 5-14 พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังของจังหวัดพิษณุโลกที่จำแนกได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ช่วงคลื่น 1, 3 และ 5 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 10-17 มี.ค. 2541

ผลการประเมินค่าความถูกต้องในการจำแนก

การประเมินค่าความถูกต้องของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังซึ่งได้ดำเนินการโดยวิธีการต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ด้วยวิธีการ Error Matrix (Lillesand and Kiefer, 1994) และ Kappa statistics (Congalton, 1991) โดยแผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวนาปีที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลชุด 1,5,3/R,G,B จะถูกซ้อนทับลงบนแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยทำการประเมินแยกเป็นค่าความถูกต้องในแต่ละชนิดของการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมทั้งพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและข้าวนาปรังของพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่และพิษณุโลก

ผลของการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและข้าวนาปรังในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ที่เป็นพื้นที่ราบขนาดใหญ่และที่ราบในหุบเขา และจังหวัดพิษณุโลกซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาบนที่ราบขนาดใหญ่ พบว่าการจำแนกโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยวิธีแบบไม่ควบคุม โดยใช้ช่วงคลื่นชุด 1,3 และ 5 ให้ความถูกต้องมากที่สุด รายละเอียดมีดังนี้

ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรวมกับข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวนาปีที่จำแนกจากข้อมูลภาพดาวเทียมชุด 1,5,4,3/R,G,B,intensity และ 1,5,3/R,G,B ตามลำดับ มีค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) 95.3% มีค่า Overall kappa เท่ากับ 0.93 โดยพื้นที่ปลูกข้าวนาปีมีค่าความถูกต้องของ Producer's accuracy 99.3%, User's accuracy 97.8% และ Conditional kappa เท่ากับ 0.96 (ตารางที่ 5-6) สำหรับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรวมกับข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังที่จำแนกจากข้อมูลภาพดาวเทียมชุด 1,5,4,3/R,G,B,intensity และ 5,4,3/R,G,B ตามลำดับ มีค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) 92.7% ค่า Overall kappa เท่ากับ 0.91 โดยพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังมีค่าความถูกต้องของ Producer's accuracy 97.2%, User's accuracy 96.4% และ Conditional kappa เท่ากับ 0.96 (ตารางที่ 5-7)

ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลก แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรวมกับข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวนาปีที่จำแนกจากชุดข้อมูลภาพดาวเทียมเช่นเดียวกับจังหวัดเชียงใหม่คือ 1,5,4,3/R,G,B,intensity และ 1,5,3/R,G,B ตามลำดับ มีค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) 87.1% มีค่า Overall kappa เท่ากับ 0.87 โดยพื้นที่ปลูกข้าวนาปีมีค่าความถูกต้องของ Producer's accuracy 90.9%, User's accuracy 94.4% และ Conditional kappa เท่ากับ 0.81 (ตารางที่ 5-8) สำหรับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรวมกับข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังจำแนกจากข้อมูลภาพดาวเทียมชุด 1,5,4,3/R,G,B,intensity และ 5,4,3/R,G,B ตามลำดับ มีค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) 86.2% มีค่า Overall kappa เท่ากับ 0.83 โดยพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังมีค่าความถูกต้องของ Producer's accuracy 86.7%, User's accuracy 84.1% และ Conditional kappa เท่ากับ 0.81 (ตารางที่ 5-9)

ตารางที่ 5-6 ผลการประเมินค่าความถูกต้องของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2540 จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปี

การใช้ที่ดิน	1	2	3	4	5	รวม
1	904	12	2	6	0	924
2	4	305	5	16	0	330
3	0	17	290	7	0	314
4	2	12	3	347	0	364
5	0	0	12	0	146	158
รวม	910	346	312	376	146	2090

คำอธิบาย

หมายเลข	ประเภทการใช้ที่ดิน
1	นาปี
2	พืชไร่/พื้นที่อื่นๆ
3	ป่าไม้
4	ชุมชน
5	แหล่งน้ำ

Overall accuracy = 95.3% **Kappa statistics** = 0.93

ประเภทการใช้ที่ดิน	Producer's accuracy	User's accuracy	Conditional Kappa
นาปี	= 99.3%	= 97.8%	= 0.96
พืชไร่/พื้นที่อื่นๆ	= 88.2%	= 92.4%	= 0.91
ป่าไม้	= 93.0%	= 92.4%	= 0.91
ชุมชน	= 92.3%	= 95.3%	= 0.94
แหล่งน้ำ	= 100.0%	= 92.4%	= 0.91

ตารางที่ 5-7 ผลการประเมินค่าความถูกต้องของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2541 จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง

การใช้ที่ดิน	1	2	3	4	5	6	รวม
1	215	7	1	0	0	0	223
2	0	238	0	0	0	31	269
3	0	9	290	8	0	7	314
4	0	0	0	347	0	17	364
5	0	0	8	0	150	0	158
6	6	7	3	20	0	345	381
รวม	221	261	302	375	150	400	1709

คำอธิบาย

หมายเลข	ประเภทการใช้ที่ดิน
1	นาปรัง
2	นาว่างเปล่า/พื้นที่ทิ้งร้าง
3	ป่าไม้
4	ชุมชน
5	พืชไร่และพืชสวน
6	แหล่งน้ำ

Overall accuracy = 92.7% **Kappa statistics** = 0.91

ประเภทการใช้ที่ดิน	Producer's accuracy	User's accuracy	Conditional Kappa
นาปรัง	= 97.2%	= 96.4%	= 0.96
นาว่างเปล่า/พื้นที่ทิ้งร้าง	= 91.1%	= 88.4%	= 0.86
ป่าไม้	= 96.0%	= 92.3%	= 0.91
ชุมชน	= 92.5%	= 95.3%	= 0.94
พืชไร่/พืชสวน	= 100.0%	= 94.9%	= 0.94
แหล่งน้ำ	= 86.2%	= 90.5%	= 0.88

ตารางที่ 5-8 ผลการประเมินค่าความถูกต้องของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2540 จังหวัดพิษณุโลก เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปี

การใช้ที่ดิน	1	2	3	4	5	6	รวม
1	170	-	8	-	5	4	187
2	-	35	1	3	-	-	39
3	2	3	26	-	-	-	31
4	-	8	1	26	-	-	35
5	5	-	-	-	21	1	27
6	3	-	-	-	1	27	31
รวม	180	46	36	29	27	32	350

คำอธิบาย

หมายเลข	ประเภทการใช้ที่ดิน
1	นาปี
2	ป่าไม้/ไม้ยืนต้น
3	พืชไร่/พื้นที่ทิ้งร้าง
4	สวนไม้ผล/หมู่บ้าน
5	ชุมชน/สิ่งก่อสร้าง
6	แหล่งน้ำ

Overall accuracy = 87.1% **Kappa statistics** = 0.87

ประเภทการใช้ที่ดิน	Producer's accuracy	User's accuracy	Conditional kappa
นาปี	= 90.9%	= 94.4%	= 0.81
ป่าไม้/ไม้ยืนต้น	= 89.7%	= 76.0%	= 0.88
พืชไร่/พื้นที่ทิ้งร้าง	= 83.8%	= 72.2%	= 0.82
สวนไม้ผล/หมู่บ้าน	= 74.2%	= 89.6%	= 0.72
ชุมชน/สิ่งก่อสร้าง	= 77.7%	= 77.7%	= 0.76
แหล่งน้ำ	= 87.1%	= 84.3%	= 0.86

ตารางที่ 5-9 ผลการประเมินค่าความถูกต้องของแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2541 จังหวัดพิษณุโลก เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง

การใช้ที่ดิน	1	2	3	4	5	6	7	รวม
1	85	1	-	-	5	4	3	98
2	5	85	-	7	-	-	-	97
3	2	-	30	-	3	-	-	35
4	-	2	3	30	-	-	-	35
5	1	-	2	-	26	1	-	30
6	4	-	-	-	1	25	-	30
7	4	-	-	-	-	-	21	25
รวม	180	88	35	37	35	30	24	350

คำอธิบาย

หมายเลข	ประเภทการใช้ที่ดิน
1	นาปรัง
2	นาว่างเปล่า
3	ป่าไม้/ไม้ยืนต้น
4	พืชไร่/พื้นที่ทิ้งร้าง
5	สวนไม้ผล/หมู่บ้าน
6	ชุมชน/สิ่งก่อสร้าง
7	แหล่งน้ำ

Overall accuracy = 86.2% **Kappa statistics** = 0.83

ประเภทการใช้ที่ดิน	Producer's accuracy	User's accuracy	Conditional kappa
นาปรัง	= 86.7%	= 84.1%	= 0.81
นาว่างปล่า	= 87.6%	= 96.5%	= 0.83
ป่าไม้/ไม้ยืนต้น	= 85.7%	= 85.7%	= 0.84
พืชไร่/พื้นที่ทิ้งร้าง	= 85.7%	= 81.0%	= 0.84
สวนไม้ผล/หมู่บ้าน	= 86.6%	= 74.2%	= 0.85
ชุมชน/สิ่งก่อสร้าง	= 83.3%	= 83.3%	= 0.82
แหล่งน้ำ	= 84.0%	= 87.5%	= 0.83

สรุป

การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและข้าวนาปรังในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่และพิษณุโลก ได้ใช้เทคนิคกรรมวิธีข้อมูลภาพจากดาวเทียมของระบบข้อมูลระยะไกลทำการจำแนกค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดต่างๆ รวมทั้งพื้นที่ปลูกข้าว และใช้เทคนิคของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ช่วยในการปรับปรุงค่าความถูกต้องของข้อมูลให้มีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังได้ใช้ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินที่ได้สำรวจไว้เดิมนำมาเป็นฐานในการช่วยวิเคราะห์พื้นที่ปลูกข้าวด้วย

ผลการจำแนกรายละเอียดด้วยข้อมูลภาพจากดาวเทียมสามารถสรุปได้คือข้อมูลที่ต้องการใช้ในการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปีจะมี 2 ชุดคือ ชุดแรกใช้ช่วงคลื่น 1, 3, 4 และ 5 สำหรับการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยทั่วไป และชุดที่สองใช้ช่วงคลื่น 1, 3 และ 5 สำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปีโดยเฉพาะ ส่วนการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังใช้ข้อมูลช่วงคลื่น 3, 4 และ 5 เพียงอย่างเดียว

ผลการประเมินค่าความถูกต้องของวิธีการจำแนกด้วยค่า Conditional kappa ของพื้นที่ปลูกข้าวจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปีได้ค่าความถูกต้องเท่ากับพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังคือ 0.96 สำหรับจังหวัดพิษณุโลกได้ค่าความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปีเท่ากับพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังเช่นเดียวกันคือ 0.81 ดังนั้นผลการจำแนกจึงสามารถนำไปจัดทำเป็นแผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและพื้นที่ข้าวนาปรัง เพื่อนำไปใช้ในการประมาณการณ์ผลผลิตของข้าวในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ถาวร อ่อนประไพ, เมธี เอกะสิงห์ และ สิทธิเดช ณ เชียงใหม่. 2540. การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ปลูกข้าวด้วยข้อมูลภาพจากดาวเทียม. หน้า 46-43. *ใน* เมธี และคณะ. รายงานความก้าวหน้า ฉบับที่ 1 งวดแรก (1 เมษายน-30 กันยายน 2540) โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Barrs, H.D., and S.A. Prathapar. 1994. An inexpensive and effective basis for monitoring rice areas using GIS and remote sensing. Australian Journal of Experimental Agriculture. 34:1079-83.

Congalton, R.G. 1991. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. Remote Sens. Environ. 37:35-46.

Eiumnoh, A. and R. Shrestha. 2000. Application of DEM data to Landsat image classification : Evaluation in a tropical wet-dry landscape of Thailand. PE&RS. 66 (3):297-304.

ER Mapper. 1995. ER Mapper V.5.5 Reference. Earth Resource Mapping Pty. Ltd., San Diego, CA.

ER Mapper. 1998. ER Mapper V.6.0 Reference. Earth Resource Mapping Pty. Ltd., San Diego, CA.

Janssen, L.F., J. Jaarsma and E. van der Linder. 1990. Integrating topographic data with remote sensing for land-cover classification. PE&RS. 56(11):1503-1506.

Janssen, L.F. and H. Middelkoop. 1992. Knowledge-based crop classification of a LANDSAT Thematic Mapper image. Int. J. Remote Sensing. 13(15):2827-2837.

Jensen, J.R. 1986. Introductory Digital Image Processing : A Remote Sensing Perspective. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. NJ.

Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer, 1994. Digital Image Processing : Remote Sensing and Image Interpretation. 3rd ed. John Wiley&Sons Inc., USA. p.611-618.

Miyazato, M., E. Ishiguro., Y. Hidaka, M. Sato, S. Yoshida, and J. Y. Chen. 1992. Estimation of the area of rice paddy field using satellite data by multi level slice method and band ratio method. Field Crop Abstracts. 47(9):113-119.

Panigrahy, S. and S.A. Sharma. 1995. Mapping of crop rotation using multidate Indian remote sensing satellite digital data. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 52(2):85-91.

Rao, P.P.N. and A. Mohankumar. 1994. Cropland inventory in the command area of Krishnarajasagar Project using satellite data. Int. J. Remote Sensing. 15(6):1295-1305.

Tennakorn, S.B., V.V.N. Murty, and A. Eiumnoh. 1992. Estimation of crop area and grain yield of rice using remote sensing data. Int. J. Remote Sensing. 13(3):427-439.

Trimble Navigation. 1992. Operating the GPS Pathfinder Basic Receivers. Trimble Navigation Ltd., CA.

กลับสู่เมนูหลัก กลับสู่สารบัญ