ความถูกต้องของแผนที่นาข้าวที่ผลิตโดยใช้ข้อมูล LANDSAT-5 TM ซึ่งบันทึกในปีต่างกัน

Accuracies of Paddy Field Maps Generated Using LANDSAT-5 TM Data Acquired in Different Years

*นิติยาภรณ์ ณ นคร (Nitiyaporn Na Nagara)**
*ดร.เริงศักดิ์ กตเวทิน (Dr. Roengsak Katawatin)***
*ดร.สุนันทา กิ่งไพบูลย์ (Dr. Sunanta Kingpiboon)****
*สมศักดิ์ สุขจันทร์ (Somsak Sukchan)*****

บทคัดย่อ

ในการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ระยะไกลนาข้าวสามารถแยกออกจากสิ่งปกคลุมดินชนิดอื่นได้เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะการสะท้อน และการแผ่รังสี ซึ่งมีผลมาจากความชื้น ด้วยเหตุนี้การใช้ข้อมูลที่บันทึกในปีที่มีปริมาณฝนต่างกันอาจให้ผลที่แตกต่างกัน การศึกษานี้ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล LANDSAT-5 TM ที่บันทึกในช่วงคลื่นต่าง ๆ ในช่วงเปลี่ยนแปลงระหว่างฤดูฝนเป็นฤดูแล้ง ของปีฝนมาก (2543) ฝนปานกลาง (2541) และฝนน้อย (2535) ด้วยวิธี Maximum Likelihood เพื่อทำแผนที่นาข้าว ผลการศึกษาแสดงว่าเทคนิคการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูล TM 5 แบนด์ 3,4,5,6,7 ที่บันทึกในปีฝนปานกลางมีความเหมาะสมมากที่สุด กล่าวคือได้แผนที่ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA = 82%, ค่า overall accuracy = 91%, ค่า producer's accuracy และ user's accuracy ของชั้นนาข้าว = 95% และ 94% ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่า จากการใช้วิธีเดียวกันนี้ไม่มีข้อมูลที่บันทึกในปีใดสามารถใช้แยกนาข้าวชนิดต่าง ๆ ออกจากกันได้

Abstract

In the digital classification of remotely sensed data, paddy fields can be distinguished from other land cover types because of the differences in their spectral characteristics due to the soil moisture contents. Therefore, the use of remotely sensed data acquired in different years having different amount of rainfall may yield different results. In this study, the use of LANDSAT-5 TM data acquired in the transition

* *นักศึกษาปริญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
** *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
*** *รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
**** *นักสำรวจดิน 7 กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*

between rainy and dry seasons of the years with high amount of rainfall (2000), intermediate amount of rainfall (1998) and low amount of rainfall (1992) were investigated for their appropriateness when used in paddy fields mapping. The results have shown that the use of 5 bands of TM data (bands 3,4,5, 6,7) acquired in the year with intermediate rainfall when classified using Maximum Likelihood method was the most appropriate. The map generated using this technique had the following statistics : KAPPA statistic = 82%, overall accuracy = 91% and producer's accuracy and user's accuracy of the paddy class were 95% and 94%, respectively. In addition, no technique investigated in this study could be used to distinguished different types of paddy fields.

คำสำคัญ : การรับรู้ระยะไกล การทำแผนที่นาข้าว แลนด์แซด-5 ทีเอ็ม
Key words : remote sensing, paddy field maps, LANDSAT-5 TM

บทนำ

ข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญ สองในสามส่วนของประชากรโลกที่อาศัยอยู่ในทวีปเอเชียบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ในปัจจุบันข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการผลิตในเชิงพานิชมากขึ้นจากแต่ก่อนที่เป็นการปลูกเพื่อยังชีพ จึงทำให้ข้าวมีความสำคัญในทางสังคม นโยบายทางการเมือง และปัจจัยทางเศรษฐกิจมากขึ้น ในประเทศไทยข้าวเป็นพืชหลักที่ส่งออกไปยังตลาดโลกประมาณ 4 ล้านตันต่อปี ดังนั้นการตัดสินใจในการปลูกข้าวของเกษตรกรอาจจะขึ้นอยู่กับความต้องการข้าวอย่างแท้จริง ราคาข้าว และความสามารถในการผลิตข้าวที่มีแต่ละรอบปลูก ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นไปตามสภาพแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ, ภูมิอากาศ, ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น นอกจากนี้ปัจจัยที่บ่งชี้ในการปลูกข้าวอีกอย่าง คือพื้นที่ที่จะใช้ปลูกข้าว และการคาดการณ์ปริมาณผลผลิตในพื้นที่นั้น ซึ่งปัจจัยบ่งชี้ข้างต้นเป็นพื้นฐานในการใช้ประกอบการตัดสินใจวางแผนการผลิตและปรับปรุงเทคนิคการปลูกข้าวในรอบปลูกต่อไป ดังนั้นข้อมูลแผนที่นาข้าวจึงเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

การทำแผนที่นาข้าวอาจทำได้โดยการใช้ข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ระยะไกล (remotely sensed data) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง และหากนำมาใช้อย่างเหมาะสมจะสามารถจัดทำแผนที่ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกลมีหลากหลาย ทั้งที่บันทึกโดย optical sensors และ microwave sensors ซึ่งจะให้ข้อมูลที่มีลักษณะต่างกัน ข้อมูลที่บันทึกโดย optical sensors เป็นข้อมูลที่โดยทั่วไปมีราคาถูกกว่า แต่การใช้ข้อมูลดังกล่าวสำหรับทำแผนที่นาข้าวมีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ การมีเมฆปกคลุมในปริมาณสูงในช่วงฤดูปลูก ทำให้มีโอกาสใช้ข้อมูลที่บันทึกในเวลานี้ได้น้อยมาก เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวจึงมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ข้อมูลที่บันทึกในช่วงเปลี่ยนแปลงระหว่างฤดูฝน-ฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-ธันวาคม) ซึ่งมีปัญหาการปกคลุมของเมฆน้อยกว่า เพื่อวัตถุประสงค์เดียวกันนี้ Katawatin and Sukchan (2002) ใช้ข้อมูล LANDSAT-5 TM ซึ่งบันทึกกลางเดือนพฤศจิกายน ในการทำแผนที่นาข้าว โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Maximum Likelihood พบว่าข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้ทำแผนที่นาข้าวที่มีความถูกต้องประมาณ 80% ซึ่งนับว่าเป็นแผนที่ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ระดับหนึ่ง แต่วิธีดังกล่าวยังไม่สามารถแยกนาข้าวชนิดต่างๆ (เช่น นาลุ่ม, นาดอน, ฯลฯ) ออกจากกันได้

นาข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีหลายลักษณะ ได้แก่ นาลุ่ม (lower paddy), นาดอน (upper paddy) และนาระหว่างเนิน (gully-type paddy) KKU-FORD Cropping Systems Project, 1987 Katawatin and Sukchan, 2002 ; ซึ่งแตกต่างกันทางด้านระบอบความชื้น (moisture regime) และความสามารถในการผลิต (productivity) ความแตกต่างในด้านความชื้นของดิน ในทางทฤษฎีแล้วเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งใช้แยกที่นาออกจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นๆ รวมทั้งใช้แยกที่นาแต่ละแบบบนข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ระยะไกลได้ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า สิ่งปกคลุมที่ดินชนิดต่างๆ นั้นจะมีความแตกต่างด้านความชื้นชัดเจนเพียงใด ข้อมูลที่บันทึกในปี และช่วงเวลาที่นาข้าวแบบต่างๆ และสิ่งปกคลุมดินชนิดอื่นๆ มีความแตกต่างของความชื้นชัดเจน อาจใช้ทำแผนที่นาข้าวได้ดีกว่าข้อมูลที่บันทึกในปีอื่น

จากเหตุผลข้างต้นจึงได้ทำการศึกษาเรื่องนี้ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการคือ (1) เพื่อให้ทราบถึงความถูกต้องของแผนที่นาข้าวที่ผลิตโดยใช้ข้อมูล LANDSAT-5 TM ซึ่งบันทึกในปีต่างกัน คือ ปีที่มีฝนมาก ปีที่มีฝนปานกลาง และปีที่มีฝนน้อย (2) ความถูกต้องของการแยกนาข้าวประเภทต่างๆ จากการใช้ข้อมูล LANDSAT-5 TM ในข้อ 1 และ (3) ระบุว่าข้อมูลที่บันทึกในปีฝนมาก ฝนปานกลาง และฝนน้อย ปีใดสามารถทำแผนที่นาข้าวได้ดีที่สุด ซึ่งค่าความถูกต้องที่ได้ตามวัตถุประสงค์ทั้งสามประการนี้จะช่วยให้สามารถเลือกข้อมูลจากดาวเทียมที่เหมาะสมในการทำแผนที่นาข้าวได้ดียิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และบางส่วนอยู่ในเขตตำบลโพนงาม อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เนื่องจากการศึกษานี้ใช้รูปถ่ายทางอากาศซึ่งบันทึกในปีต่างกัน ดังนั้นพื้นที่ศึกษาจะแตกต่างกันไปบ้างเล็กน้อยในแต่ละปี อย่างไรก็ตามพื้นที่ศึกษาก็จะครอบคลุมอยู่ในบริเวณละติจูดที่ 16 องศา 15 ลิปดาเหนือ ถึง 16 องศา 30 ลิปดาเหนือ และลองติจูดที่ 102 องศา 45 ลิปดาตะวันออก ถึง 103 องศาตะวันออก

วิธีการ

การศึกษานี้เป็นการทำแผนที่นาข้าว โดยใช้ข้อมูล LANDSAT-5 TM ซึ่งบันทึกในปีที่ฝนมาก ฝนปานกลาง และฝนน้อย เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกข้อมูลจากดาวเทียมที่เหมาะสม สำหรับทำแผนที่นาข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีวิธีการดำเนินการ 3 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเพื่อกำหนดปีที่ฝนมาก ฝนปานกลาง และฝนน้อยประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

(1) วิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 18 ปี จากสถานีตรวจวัดน้ำฝน 2 แห่ง ซึ่งอยู่ใกล้กันกับพื้นที่ศึกษาในรัศมีไม่เกิน 20 กิโลเมตร คือสถานีตรวจวัดน้ำฝนอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และสถานีตรวจวัดน้ำฝนหมวดพืชไร่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการวิเคราะห์นี้ใช้เพื่อกำหนดปีที่ฝนมาก ฝนปานกลาง และฝนน้อย สำหรับพื้นที่ศึกษา ซึ่งจากรายงานของ รัศมี (2542) หมายถึง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมากกว่า 1,400 มิลลิเมตร, 1,200-1,400 มิลลิเมตร และน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตร ตามลำดับ

(2) จากข้อ 1 เลือกข้อมูล LANDSAT-5 TM ซึ่งบันทึกในปีที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ฝนปานกลาง และฝนน้อย เพื่อทำแผนที่นาข้าวในงานวิจัยนี้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมโดยใช้เทคนิคต่างๆ ในคอมพิวเตอร์

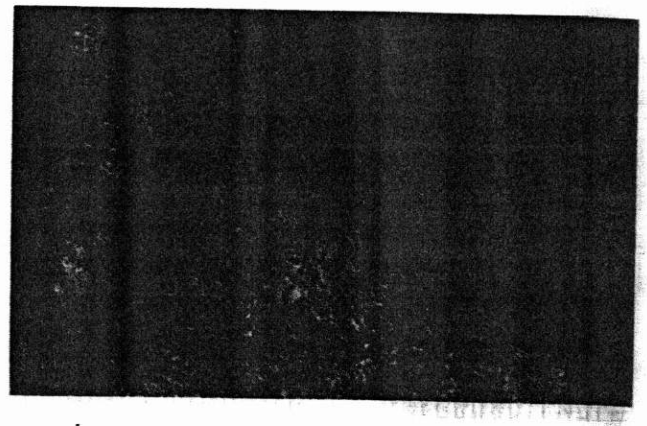
(1) แบบแผนการจำแนกนาข้าว เพื่อให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของการแยกนาข้าวประเภทต่างๆ จากการใช้ข้อมูล LANDSAT-5 TM การศึกษาครั้งนี้จึงใช้แบบแผนในการจำแนกนาข้าว 4 แบบ (ตารางที่ 1) แบบแผนการจำแนกแบบที่ 1 แบ่งเป็น 7 ชั้น (class) โดยจำแนกนาข้าวเป็น 3 ชั้น ตามความแตกต่างของสภาพพื้นที่ปลูกข้าว แบบที่ 2 แบ่งเป็น

5 ชั้น จำแนกให้นาข้าวมี 1 ชั้น โดยการรวมนาลุ่ม นาระหว่างเนิน และนาดอนเข้าด้วยกัน แบบที่ 3 แบ่งเป็น 4 ชั้น จำแนกนาข้าวเป็น 2 ชั้น คือนาอื่นๆ (นาระหว่างเนิน รวมกับนาดอน) และนาลุ่ม ส่วนพืชอื่นๆ เป็นการรวมของ ป่า, พืชสวน และพืชไร่ แบบที่ 4 แบ่งเป็น 3 ชั้น ให้นาข้าวมี 1 ชั้น โดยการรวมนาลุ่ม นาระหว่างเนิน และนาดอนเข้าด้วยกัน นอกจากนั้นเป็นพืชอื่นๆ (ได้จากการรวมป่า, พืชสวน และพืชไร่) และน้ำ

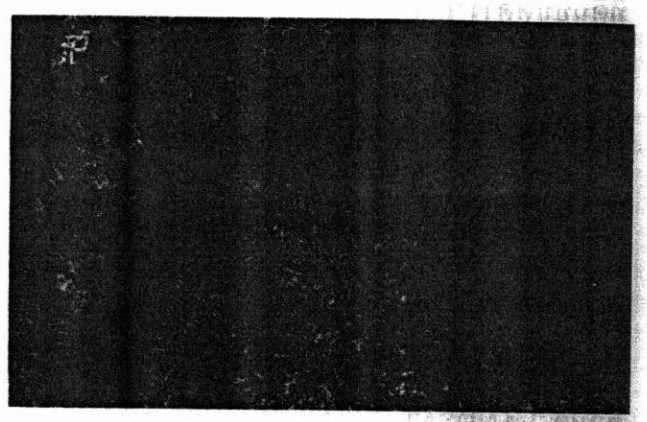
(2) แผนที่อ้างอิง (reference map) แผนที่อ้างอิงได้มาจากการแปลรูปถ่ายทางอากาศขาว-ดำ มาตราส่วน 1:15,000 บันทึกเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2543 และรูปถ่ายทางอากาศขาว-ดำ มาตราส่วน 1:15,000 บันทึกเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2535 โดยแปลจากลักษณะสิ่งปกคลุมดิน, ความสูงต่ำของพื้นที่บนพื้นฐานของแบบแผนการจำแนก แบบที่ 1 (7 ชั้น) คือ 1. นาลุ่ม 2. นาระหว่างเนิน 3. นาดอน 4. ป่า 5. พืชสวน 6. พืชไร่ 7. น้ำ โดยตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขแผนที่อ้างอิงนี้จากผลการสำรวจภาคสนามและปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางภูมิศาสตร์ด้วยแผนที่ภูมิประเทศ ส่วนแผนที่อ้างอิงสำหรับแบบแผนการจำแนกแบบที่ 2 (5 ชั้น) แบบที่ 3 (4 ชั้น) และแบบที่ 4 (3 ชั้น) ได้จากการรวมกลุ่มของการจำแนกบางชั้นของแผนที่ในแบบที่ 1

การศึกษานี้จะให้ความสำคัญกับสิ่งปกคลุมที่ดินที่เกี่ยวกับการเกษตร จึงได้ตัดพื้นที่บางส่วนออก ได้แก่ ถนน แม่น้ำ แหล่งชุมชน และพื้นที่อื่นๆ

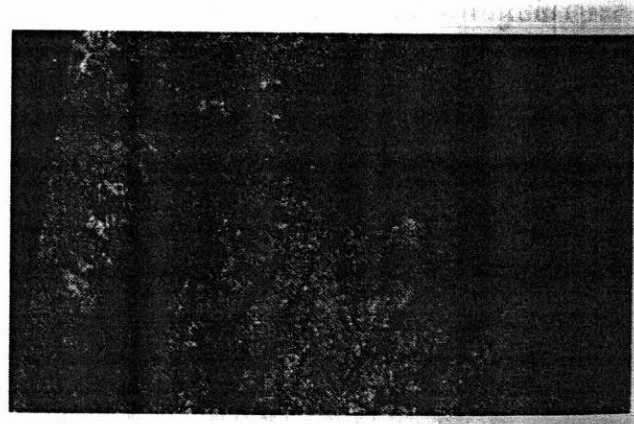
(3) ข้อมูลจาก LANDSAT-5 TM จากผลการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเบื้องต้น ดังที่อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.1 ช่วยให้สามารถกำหนดและเลือกข้อมูล LANDSAT-5 TM ในปีที่ฝนมากซึ่งใช้ข้อมูลที่บันทึกเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2543 ปีฝนปานกลางใช้ข้อมูลที่บันทึกเมื่อ 14 พฤศจิกายน 2541 และปีฝนน้อยใช้ข้อมูลที่บันทึกเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2535



ภาพที่ 1 ภาพสีผสมจากข้อมูล LANDSAT-5 TM ที่บันทึกในปีฝนมาก



ภาพที่ 2 ภาพสีผสมจากข้อมูล LANDSAT-5 TM ที่บันทึกในปีฝนปานกลาง



ภาพที่ 3 ภาพสีผสมจากข้อมูล LANDSAT-5 TM ที่บันทึกในปีฝนน้อย

ตารางที่ 1 แบบแผนการจำแนกพื้นที่ศึกษาตามลักษณะสิ่งปกคลุมดินทั้ง 4 แบบ

แบบที่1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
A1 : นาลุ่ม	A1: นาข้าว (นาทุกชนิด)	A1 : นาลุ่ม	A1 : นาข้าว (นาทุกชนิด)
A2 : นาระหว่างเนิน	F : ป่า	A2 : นาอื่นๆ (A2,A3)	P2 : พืชอื่นๆ (F,P1,P2)
A3 : นาดอน	P1 : พืชสวน	P2 : พืชอื่นๆ (F,P1,P2)	W : น้ำ
F : ป่า			
P2 : พืชไร่			
W : น้ำ			
P1 : พืชสวน			
W : น้ำ			
P2 : พืชไร่			
W : น้ำ			

สำหรับการศึกษาขั้นต่อไป ข้อมูลทั้ง 3 ชุดข้างต้นบันทึกในช่วงเวลาซึ่งอยู่ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้ง

จากข้อมูลดั้งเดิม (original data) ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของพิกัดภูมิศาสตร์ โดยใช้แผนที่อ้างอิงเป็นต้นแบบ และปรับขนาดของ pixel (resample) เป็น 25 เมตร

(4) การทำแผนที่นาข้าว

ศึกษาการทำแผนที่นาข้าวตามแบบแผนการจำแนกทั้ง 4 แบบที่ระบุข้างต้นโดยใช้การจำแนกแบบ Supervised Classification วิธี Maximum Likelihood โดยมีพื้นที่ตัวอย่าง (training area) ของข้อมูลวันที่ 13 พฤศจิกายน 2535 ทั้งหมด 202 จุด และมีพื้นที่ทดสอบ (test area) 140 จุด ของข้อมูลวันที่ 14 พฤศจิกายน 2541 และวันที่ 3 พฤศจิกายน 2543 มีพื้นที่ตัวอย่างทั้งหมด 141 จุด และมีพื้นที่ทดสอบ (test area) 140 จุด ซึ่งพื้นที่ตัวอย่างเหล่านี้ได้จากแผนที่อ้างอิงที่สร้างจากรูปถ่ายทางอากาศ ซึ่งบันทึกในปีเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ร่วมกับการสำรวจภาคสนาม

3. ตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ที่สร้างโดยใช้ข้อมูลและเทคนิคต่างๆ ในส่วนที่ 2

การตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้ตารางความคลาดเคลื่อน (error matrix หรือ confusion matrix) และจากตารางดังกล่าวคำนวณค่าทางสถิติต่างๆ ได้แก่ ค่า producer's accuracy, user's accuracy, ค่า overall accuracy (ความถูกต้องโดยรวม), ค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่า Z statistic (Campbell, 1996.; Congalton, 1999) ผลที่ได้จากการตรวจสอบความถูกต้องจะทำให้ทราบถึง (1) ความถูกต้องของแผนที่นาข้าวที่ผลิตโดยใช้ข้อมูล LANDSAT-5 TM ซึ่งบันทึกในปีต่างกัน คือ ปีที่มีฝนมาก ปีที่มีฝนปานกลาง และปีที่มีฝนน้อย (2) ความถูกต้องของการแยกนาข้าวประเภทต่างๆ จากการใช้ข้อมูล LANDSAT-5 TM ในข้อ 1 และ (3) ระบุว่าข้อมูลที่บันทึกในปีฝนมาก ฝนปานกลาง และฝนน้อย ปีใดสามารถทำแผนที่นาข้าวได้ดีที่สุด ซึ่งค่าความถูกต้องที่ได้ตามวัตถุประสงค์ทั้งสามประการนี้จะช่วยให้สามารถเลือกข้อมูลจากดาวเทียมที่เหมาะสมในการทำแผนที่นาข้าวได้ดียิ่งขึ้น

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การกำหนดปีฝนมาก ฝนปานกลาง และฝนน้อย

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนในข้อ 2.2.1 สามารถกำหนดได้ว่าปีที่ฝนมาก ฝนปานกลาง และฝนน้อย คือ พ.ศ. 2543, พ.ศ. 2541 และพ.ศ. 2535 ตามลำดับ

การประเมินความถูกต้องของแผนที่

การประเมินความถูกต้องของแผนที่นาข้าวที่ผลิตโดยข้อมูล LANDSAT-5 TM ซึ่งบันทึกในปีต่างกัน และใช้แบบแผนในการจำแนกนาข้าวต่างกัน ด้วยการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากแผนที่อ้างอิงในตารางความคลาดเคลื่อน และคำนวณค่าทางสถิติต่างๆ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA, ค่า Z statistic, ค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy), ค่า producer's accuracy และค่า user's accuracy ดังนี้

1. ปีฝนมาก (2543)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ซึ่งอยู่ในช่วง 16%-56% จากการรายงานของ Landis and Koch (1977) อธิบายว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA มากกว่า 80% แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าอยู่ระหว่าง 40-80% แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และต่ำกว่า 40% อยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นความถูกต้องของแผนที่ซึ่งได้จากการใช้ข้อมูลในปีฝนมากจะอยู่ในช่วง ปานกลาง ถึง ต่ำ

การเปรียบเทียบแบบแผนการจำแนกแต่ละแบบ

เมื่อเปรียบเทียบแผนที่ซึ่งผลิตโดยใช้แบบแผนการจำแนกต่างๆ พบว่าแผนที่ที่ได้จากการจำแนกตามแบบแผนที่ 4 มีความถูกต้องสูงสุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมสูงกว่าแผนที่ซึ่งได้จากวิธีการจำแนกตามแบบแผนที่ 3 อยู่เล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ และทั้งสองแบบแผนมีความถูกต้องของแผนที่สูงกว่าแบบแผนที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญ โดยแบบแผนการจำแนกที่ 1 และ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมต่ำ คือมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ในช่วง 16-48% และค่าความถูกต้องโดยรวม 24.33-60.88% เนื่องจากแบบแผนที่ 1 และ 2 เป็นแบบแผนที่ไม่มีการรวมพืชอื่นๆ เป็นชั้นเดียวกัน จึงทำให้ค่าความถูกต้องต่ำกว่าแบบแผนที่ 3 และ 4 ที่ได้รวมพืชอื่นๆ เป็นชั้นเดียวกัน ในที่นี้จึงนำเสนอเฉพาะแบบแผนที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นแบบแผนที่มีความถูกต้องสูงสุด (ตารางที่ 2)

เปรียบเทียบผลการใช้ชุดข้อมูลแบนด์ต่างๆเมื่อใช้ร่วมกับแบบแผนที่ 3 และ 4

จากแบบแผนที่ 3 ใช้ชุดข้อมูล 7 แบนด์ จะมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมดีกว่าชุดข้อมูล 5 และ 6 แบนด์ อยู่เล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (กลุ่ม a) ในการใช้ชุดข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA 55% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และดีกว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ในชุดข้อมูลแบบ 1,2,3 และ 4 แบนด์ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าความถูกต้องโดยรวมของชุดข้อมูล 5,6 และ 7 แบนด์ อยู่ระหว่าง 67.11-67.84% ซึ่งสูงกว่าชุดข้อมูลแบบ 1,2,3 และ 4 แบนด์ เนื่องจากค่า transformed divergence ของชุดข้อมูล 5,6 และ7 แบนด์มีค่า 1.07-1.99 ซึ่งมากกว่าในชุดข้อมูล 1,2,3 และ 4 แบนด์ที่มีค่า 0.33-1.98 จึงทำให้ชุดข้อมูล 5,6 และ 7 แบนด์มีความถูกต้องมากกว่าชุดข้อมูล 1,2,3 และ 4 แบนด์ ซึ่งค่าเฉลี่ย transformed divergence หมายถึง ค่าทางสถิติที่บอกให้ทราบถึงระดับการแยกจากกันระหว่างชั้น (class) ต่างๆ ในชุดข้อมูลจากพื้นที่ตัวอย่าง และค่านี้ยังช่วยในการคัดเลือกข้อมูลที่บันทึกในช่วงคลื่นต่างๆ ค่า transformed divergence ที่มีค่าระหว่าง 1.9-2.0 แสดงว่าความแยกจากกันระหว่างชั้นอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าระหว่าง 1.0-1.8 อยู่ในเกณฑ์ต่ำ และหากมีค่าน้อยกว่า 1.0 อยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก (Lillesand and Kiefer, 2000) ดังนั้นในแบบแผนที่ 3 เมื่อใช้ชุดข้อมูล 5,6 และ 7 แบนด์ จะให้ผลดีที่สุด

จากแบบแผนที่ 4 ใช้ชุดข้อมูล 6 แบนด์ จะมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมดีกว่าชุดข้อมูล 7 แบนด์ อยู่เล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (กลุ่ม a) ในการใช้ชุดข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA อยู่ในช่วง 55-56% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และดีกว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA จากชุดข้อมูลแบบ 1,2,3,4 และ 5 แบนด์ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าความถูกต้องโดยรวมของชุดข้อมูล 6 และ 7 แบนด์อยู่ระหว่าง

75.50-75.92% ซึ่งดีกว่าค่าความถูกต้องโดยรวมของชุดข้อมูลแบบ 1,2,3,4 และ 5 แบนด์ เนื่องจากค่า transformed divergence ของชุดข้อมูล 6 และ 7 แบนด์มีค่า 1.32-1.99 ซึ่งมากกว่าในชุดข้อมูล 1,2,3,4 และ 5 แบนด์ที่มีค่า 0.53-1.98 จึงทำให้ชุดข้อมูล 6 และ 7 แบนด์มีความถูกต้องมากกว่าชุดข้อมูล 1,2,3,4 และ 5 แบนด์ ดังนั้นในแบบแผนที่ 4 เมื่อใช้ชุดข้อมูล 6 และ 7 แบนด์ จะให้ผลดีที่สุด ในการเปรียบเทียบขั้นต่อไปจึงใช้เฉพาะชุดข้อมูลที่มีจำนวนแบนด์น้อยสุดกับมากสุด ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน (กลุ่ม a)

เปรียบเทียบชุดข้อมูลที่มีจำนวนแบนด์น้อยสุด กับมากสุดที่ให้ผลใช้ได้ จากแบบแผนการจำแนกที่ 3 และ 4 โดยใช้ค่า producer's accuracy และ user's accuracy

จากการประเมินความถูกต้องของแผนที่ที่ได้จากการใช้แบบแผนการจำแนกที่แตกต่างกัน และชุดข้อมูลแบนด์ต่างๆ พบว่าแผนที่จากการจำแนกตามแบบแผนที่ 3 โดยใช้ชุดข้อมูล 5 แบนด์ คือ แบนด์ 2,4,5,6,7 (เทคนิคที่ 1) กับแผนที่ที่ได้จากการจำแนกตามแบบแผนที่ 3 โดยใช้ชุดข้อมูล 7 แบนด์ คือแบนด์ 1,2,3,4,5,6,7 (เทคนิคที่ 2) มีค่าความถูกต้องสูงทั้งสองเทคนิคและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือเทคนิคที่ 1 มีค่า producer's accuracy และค่า user's accuracy ของนาอื่นๆ 83,58% ตามลำดับ มีค่า producer's accuracy และค่า user's accuracy ของนาลุ่ม 58,86% ตามลำดับ เทคนิคที่ 2 มีค่า producer's accuracy และค่า user's accuracy ของนาอื่นๆ 81,59% ตามลำดับ ค่า producer's accuracy และค่า user's accuracy ของนาลุ่ม 61,84% ตามลำดับ จึงสามารถใช้เทคนิคที่ 1 แทนเทคนิคที่ 2 ได้ เนื่องจากการใช้ข้อมูลที่มีจำนวนแบนด์น้อยจะเป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล เพื่อความรวดเร็วในการวิเคราะห์และประหยัดพื้นที่ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Lillesand and Kiefer, 2000) จากค่า producer's accuracy และ user's accuracy การใช้ชุดข้อมูลตามเทคนิคที่ 1 และ 2 นี้ไม่สามารถแยกนาออกจากพืชอื่นได้ และไม่สามารถแยกนาเป็นประเภทต่างๆ ได้

จากแบบแผนที่ 4 ใช้ชุดข้อมูล 6 แบนด์ คือ แบนด์ 2,3,4,5,6,7 (เทคนิคที่ 1) กับการจำแนกแบบที่ 4 โดยใช้ชุดข้อมูล 7 แบนด์ คือแบนด์ 1,2,3, 4,5,6,7 (เทคนิคที่ 2) มีค่าความถูกต้องสูงทั้งสองเทคนิคและไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าแผนที่นาข้าวจากเทคนิค 1 ค่า producer's accuracy ของนาข้าว 79% และค่า user's accuracy ของนาข้าว 87%

ตารางที่ 2 ความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ของแผนที่ที่ได้จากแบบแผนการจำแนกที่ 3 และ 4 โดยใช้ชุดข้อมูลต่างกัน ด้วยวิธี Maximum Likelihood ในปีฝนมาก (2543)

แบบแผนการจำแนก	จำนวนแบนด์ในชุดข้อมูล	สัมประสิทธิ์[1] KAPPA(%)	ความถูกต้องโดยรวม(%)
แบบแผนที่ 3	5	27 *h	43.67
(4Class)	4,7	41 *e	56.05
	2,4,5	51 *c	63.89
	2,4,5,7	50 *c	63.07
	2,4,5,6,7	55 *a	67.11
	2,3,4,5,6,7	55 *a	67.74
	1,2,3,4,5,6,7	55 *a	67.84
แบบแผนที่ 4	7	26 *h	59.88
(3Class)	5,7	32 *g	62.14
	3,5,7	38 *f	64.05
	3,5,6,7	41 *e	66.69
	2,4,5,6,7	53 *b	73.78
	2,3,4,5,6,7	56 *a	75.92
	1,2,3,4,5,6,7	55 *a	75.50

[1]*แผนที่ซึ่งได้จากวิธีการนั้นดีกว่าแผนที่ที่ได้จากการจัดให้ pixel อยู่ในชั้นต่าง ๆ โดยวิธีการสุ่มที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[a,b,c,e,f,g,h] ตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 ความถูกต้องของการจำแนกนาข้าวโดยใช้ชุดข้อมูล 6 แบนด์ (2,3,4,5,6,7) และ 7 แบนด์ (1,2,3,4,5,6,7) จากแบบแผนที่ 4 ด้วยวิธี Maximum Likelihood

ชุดข้อมูลแบนด์ต่าง ๆ	producer's accuracy (%)	user's accuracy (%)
6 (2,3,4,5,6,7) นาข้าว	79	87
7 (1,2,3,4,5,6,7) นาข้าว	78	87

เทคนิค 2 ค่า producer's accuracy ของนาข้าว 78% และค่า user's accuracy ของนาข้าว 87% จึงสามารถใช้เทคนิคที่ 1แทนเทคนิคที่ 2 ได้ จากค่า producer's accuracy และ user's accuracy การใช้ชุดข้อมูลตามเทคนิคที่ 1 และ 2 สามารถแยกนาออกจากพืชอื่นได้ระดับหนึ่ง (ตารางที่ 3)

2. ปีฝนปานกลาง (2541)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA อยู่ในช่วง 22%-84% ดังนั้นความถูกต้องของแผนที่ที่ได้จากการใช้ข้อมูลในปีฝนปานกลางจะอยู่ในช่วง ดี ถึง ต่ำ

การเปรียบเทียบแบบแผนการจำแนกแต่ละแบบ

เมื่อเปรียบเทียบแผนที่ซึ่งผลิตโดยใช้แบบแผนการจำแนกต่าง ๆ พบว่าแผนที่ที่ได้จากการจำแนกตามแบบแผนที่ 4 มีความถูกต้องสูงสุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมสูงกว่าแผนที่ซึ่งได้จากวิธีการจำแนกตามแบบแผนที่ 1,2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ โดยแบบแผนที่ 1,2 และ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมต่ำ คือมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPAในช่วง 38-78% และค่าความถูกต้องโดยรวม 54.53-97.90% เนื่องจากแบบแผนที่ 1,2 และ 3 เป็นแบบแผนที่ไม่มีการรวมพืชอื่น ๆ และนาเป็นชั้นเดียวกัน จึงทำให้ค่าความถูกต้องต่ำกว่าแบบแผนที่ 4 ที่ได้รวมพืชอื่น ๆ และนาเป็นชั้นเดียวกัน ในที่นี้จึงนำเสนอเฉพาะแบบแผนที่ 4 ซึ่งเป็นแบบแผนที่มีความถูกต้องสูงสุด (ตารางที่ 4)

เปรียบเทียบผลการใช้ชุดข้อมูลแบนด์ต่าง ๆ เมื่อใช้ร่วมกับแบบแผนการจำแนกที่ 4

จากการใช้ชุดข้อมูล 7 แบนด์ จะมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมดีกว่าชุดข้อมูล 5 และ 6 แบนด์ อยู่เล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (กลุ่ม a) ในการใช้ชุดข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA อยู่ในช่วง 82-84% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และดีกว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ในชุดข้อมูลแบบ 1,2,3 และ 4 แบนด์ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ระหว่าง 91.06-91.72% และจะดีกว่าค่าความถูกต้องโดยรวมในชุดข้อมูล 1,2,3, และ 4 แบนด์ เนื่องจากค่า transformed divergence ของชุดข้อมูล 5,6 และ 7 แบนด์ มีค่า 1.99-2.00 ซึ่งมากกว่าชุดข้อมูล 1,2,3, และ 4 แบนด์ที่มีค่า 1.70-2.00 จึงทำให้ชุดข้อมูล 5,6 และ 7 แบนด์ มีความถูกต้องมากกว่าชุดข้อมูล 1,2,3, และ 4 แบนด์ ดังนั้นในแบบแผนที่ 4 เมื่อใช้ชุดข้อมูล 5,6 และ 7 แบนด์จะให้ผลดีที่สุด ในการเปรียบเทียบขั้นต่อไปจึงใช้เฉพาะชุดข้อมูลที่มีจำนวนแบนด์น้อยสุด กับมากสุด ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน (กลุ่ม a)

เปรียบเทียบชุดข้อมูลที่มีจำนวนแบนด์น้อยสุด กับมากสุดที่ให้ผลใช้ได้ จากแบบแผนการจำแนกที่ 4 โดยใช้ค่า producer's accuracy และ user's accuracy

จากการประเมินความถูกต้องของแผนที่ที่ได้จากการใช้แบบแผนการจำแนกที่แตกต่างกัน และชุดข้อมูลแบนด์ต่าง ๆ พบว่าแผนที่ที่ได้จากการจำแนกตามแบบแผนที่ 4 โดยใช้ชุดข้อมูล 5 แบนด์ คือแบนด์ 3,4,5,6,7 (เทคนิคที่ 1) กับแผนที่ที่ได้จากการจำแนกตามแบบแผนที่ 4 โดยใช้ชุดข้อมูล 7 แบนด์ คือแบนด์ 1,2,3,4,5,6,7 (เทคนิคที่ 2) มีค่าความถูกต้องสูงทั้งสองเทคนิคและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือเทคนิค ที่ 1 มีค่า producer's accuracy ของนาข้าว 95% และค่า user's accuracy ของนาข้าว 94% ส่วนแผนที่นาข้าวจากเทคนิคที่ 2 มีค่า producer's accuracy ของนาข้าว 95% และค่า user's accuracy ของนาข้าว 95% จึงสามารถใช้เทคนิคที่ 1 แทนเทคนิคที่ 2 ได้ การใช้ชุดข้อมูลตามเทคนิคที่ 1 และ 2 สามารถแยกนาออกจากพืชอื่น ๆ ได้ดี (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์ KAPPAของแผนที่ที่ได้จากแบบแผนการจำแนกที่ 4 โดยใช้ชุดข้อมูลต่างกัน ด้วยวิธี Maximum Likelihood ในปีฝนปานกลาง (2541)

แบบแผนการจำแนก	จำนวนแบนด์ในชุดข้อมูล	สัมประสิทธิ์[1] KAPPA(%)	ความถูกต้องโดยรวม(%)
แบบแผนที่ 4 (3Class)	7	60 *f	80.97
	4,7	73 *d	86.91
	3,4,7	80 *b	89.99
	3,4,5,7	78 *b	89.24
	3,4,5,6,7	82 *a	91.06
	1,3,4,5,6,7	83 *a	91.36
	1,2,3,4,5,6,7	84 *a	91.72

[1*] แผนที่ซึ่งได้จากวิธีการนั้นดีกว่าแผนที่ที่ได้จากการจัดให้ pixel อยู่ในชั้นต่างๆ โดยวิธีการสุ่มที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[a,b,d,f] ตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5 ความถูกต้องของการจำแนกนาข้าวโดยใช้ชุดข้อมูล 5 แบนด์ (3,4,5,6,7) และ 7 แบนด์ (1,2,3,4,5,6,7) จากแบบแผนที่ 4 ด้วยวิธี Maximum Likelihood

ชุดข้อมูลแบนด์ต่างๆ	producer's accuracy (%)	user's accuracy (%)
5 (3,4,5,6,7) นาข้าว	95	94
7 (1,2,3,4,5,6,7) นาข้าว	95	95

3. ปีฝนน้อย (2535)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA อยู่ในช่วง 38%-74% ดังนั้นความถูกต้องของแผนที่ที่ได้จากการใช้ข้อมูลในปีฝนน้อยจะอยู่ในช่วงปานกลาง ถึงต่ำ

การเปรียบเทียบแบบแผนการจำแนกแต่ละแบบ

เมื่อเปรียบเทียบแผนที่ซึ่งผลิตโดยใช้แบบแผนการจำแนกต่างๆ พบว่าแผนที่ที่ได้จากการจำแนกตามแบบแผนที่ 4 มีความถูกต้องสูงสุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมสูงกว่าแผนที่ที่ได้จากวิธีการจำแนกตามแบบแผนที่ 2 อยู่เล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ และทั้งสองแบบแผนมีความถูกต้องของแผนที่สูงกว่าแบบแผนที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ โดยแบบแผนที่ 1 และ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์

KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมต่ำ คือมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA อยู่ในช่วง 38-60% และค่าความถูกต้องโดยรวม 50.33-71.28% เนื่องจากแบบแผนที่ 1 และ 3 เป็นแบบแผนที่ไม่มีการรวมนาเป็นชั้นเดียวกัน จึงทำให้ค่าความถูกต้องต่ำกว่าแบบแผนที่ 4 และ 2 ที่ได้รวมนาเป็นชั้นเดียวกัน ในที่นี้จึงนำเสนอเฉพาะแบบแผนที่ 4 และ 2 ซึ่งเป็นแบบแผนที่มีความถูกต้องสูงสุด (ตารางที่ 6)

เปรียบเทียบผลการใช้ชุดข้อมูลแบนด์ต่าง ๆ เมื่อใช้ร่วมกับแบบแผนการจำแนกที่ 2 และ 4

จากแบบแผนที่ 2 ใช้ชุดข้อมูล 7 แบนด์ จะมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมดีกว่าชุดข้อมูล 4,5 และ 6 แบนด์ อยู่เล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (กลุ่ม a) ในการใช้ชุดข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA อยู่ในช่วง 72-73% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และดีกว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ในชุดข้อมูลแบบ 1,2 และ 3 แบนด์ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความถูกต้องโดยรวมอยู่ระหว่าง 82.02-82.43% ซึ่งดีกว่าค่าความถูกต้องโดยรวมในชุดข้อมูลแบบ 1,2 และ 3 แบนด์ เนื่องจากค่า transformed divergence ของชุดข้อมูล 4,5,6 และ 7 แบนด์มีค่า 0.48-2.00 ซึ่งมากกว่าชุดข้อมูล 1,2, และ 3 แบนด์ที่มีค่า 0.09-2.00 จึงทำให้ชุดข้อมูล 4,5,6 และ 7 แบนด์ มีความถูกต้องมากกว่าชุดข้อมูล 1,2, และ 3 แบนด์ ดังนั้นในแบบแผนที่ 2 เมื่อใช้ชุดข้อมูล 4,5,6 และ 7 แบนด์ จะให้ผลดีที่สุด จากแบบแผนที่ 4 ใช้ชุดข้อมูล 7 แบนด์ จะมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA และค่าความถูกต้องโดยรวมดีกว่าชุดข้อมูล 4,5 และ 6 แบนด์ อยู่เล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (กลุ่ม a) ในการใช้ชุดข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นมีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA อยู่ในช่วง 72-74% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และดีกว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ในชุดข้อมูลแบบ 1,2 และ 3 แบนด์ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ระหว่าง 84.77-86.17% ซึ่งดีกว่าค่าความถูกต้องโดยรวมในชุดข้อมูลแบบ 1,2 และ 3 แบนด์ เนื่องจากค่า transformed divergence ของชุดข้อมูล 4,5,6 และ 7 แบนด์มีค่า 1.89-2.00 ซึ่งมากกว่าชุดข้อมูล 1,2, และ 3 แบนด์ที่มีค่า 1.40-2.00 จึงทำให้ชุดข้อมูล 4,5,6 และ 7 แบนด์ มีความถูกต้องมากกว่าชุดข้อมูล 1,2, และ 3 แบนด์ ดังนั้นในแบบแผนที่ 4 เมื่อใช้ชุดข้อมูล 4,5,6 และ 7 แบนด์ จะให้ผลดีที่สุด ในการเปรียบเทียบขั้นต่อไปจึงใช้เฉพาะชุดข้อมูลที่มีจำนวนแบนด์น้อยสุด กับมากสุดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน (กลุ่ม a)

เปรียบเทียบชุดข้อมูลที่มีจำนวนแบนด์น้อยสุด กับมากสุดที่ให้ผลใช้ได้ จากแบบแผนการจำแนกที่ 2 และ 4 โดยใช้ค่า producer's accuracy และ user's accuracy

จากการประเมินความถูกต้องของแผนที่ที่ได้จากการใช้แบบแผนการจำแนกที่ต่างกัน และชุดข้อมูลแบนด์ต่าง ๆ พบว่าแผนที่จากการจำแนกตามแบบแผนที่ 2 โดยใช้ชุดข้อมูล 4 แบนด์ คือแบนด์ 2,4,5, 7 (เทคนิคที่ 1) กับ แผนที่ที่ได้จากการจำแนกจากแบบแผนที่ 2 โดยใช้ชุดข้อมูล 7 แบนด์ คือแบนด์ 1,2,3,4, 5,6,7 (เทคนิคที่ 2) มีค่าความถูกต้องสูงทั้งสองเทคนิคและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือเทคนิคที่ 1 มีค่า producer's accuracy ของนาข้าว 83% และค่า user's accuracy ของนาข้าว 95% เทคนิคที่ 2 มีค่า producer's accuracy ของนาข้าว 82% และค่า user's accuracy ของนาข้าว 93% จึงสามารถใช้เทคนิคที่ 1 แทนเทคนิคที่ 2 ได้ จากค่า producer's accuracy และ user's accuracy การใช้ชุดข้อมูลตามเทคนิคที่ 1 และ 2 สามารถแยกนาออกจากพืชอื่น ๆ ได้ (ตารางที่ 7)

การแบบแผนที่ 4 โดยใช้ชุดข้อมูล 4 แบนด์ คือแบนด์ 2,4,5,7 (เทคนิคที่ 1) กับ แผนที่ที่ได้จากการจำแนกตามแบบแผนที่ 4 โดยใช้ชุดข้อมูล 7 แบนด์ คือแบนด์ 1,2,3,4,5,6,7 (เทคนิคที่ 2) มีค่าความถูกต้องสูงทั้งสองเทคนิคและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือเทคนิคที่ 1 มีค่า producer's accuracy ของนาข้าว 91% และค่า user's accuracy ของนาข้าว 86%

ตารางที่ 6 ความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ของแผนที่ซึ่งได้จากแบบแผนการจำแนกที่ 2 และ 4 โดยใช้ชุดข้อมูลต่างกัน ด้วยวิธี Maximum Likelihood ในปีฝนน้อย (2535)

แบบแผนการจำแนก	จำนวนแบนด์ในชุดข้อมูล	สัมประสิทธิ์[1] KAPPA(%)	ความถูกต้องโดยรวม(%)
แบบแผนที่ 2	7	50 *f	67.07
(5Class)	2,7	61 *d	74.42
	2,5,7	67 *b	78.71
	2,4,5,7	73 *a	82.38
	2,4,5,6,7	73 *a	82.36
	1,2,4,5,6,7	73 *a	82.43
	1,2,3,4,5,6,7	2 *a	82.02
แบบแผนที่ 4	7	64 *c	75.57
(3Class)	4,7	65 *c	81.39
	4,5,7	66 *b	82.32
	2,4,5,7	74 *a	86.17
	2,4,5,6,7	72 *a	85.04
	1,2,4,5,6,7	72 *a	84.77
	1,2,3,4,5,6,7	73 *a	85.38

[1*] แผนที่ซึ่งได้จากวิธีการนั้นดีกว่าแผนที่ที่ได้จากการจัดให้ pixel อยู่ในชั้นต่าง ๆโดยวิธีการสุ่มที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[a,b,c,d,f] ตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 ความถูกต้องของการจำแนกนาข้าวโดยใช้ชุดข้อมูล 4 แบนด์ (2,4,5,7) และ 7 แบนด์ (1,2,3,4,5,6,7) จากแบบแผนที่ 2 และ 4 ด้วยวิธี Maximum Likelihood

แบบแผนการจำแนก	ชุดข้อมูลแบนด์ต่าง ๆ	producer's accuracy (%)	user's accuracy (%)
แบบที่ 2	4 (2,4,5,7) นาข้าว	83	95
	7 (1,2,3,4,5,6,7) นาข้าว	82	93
แบบที่ 4	4 (2,4,5,7) นาข้าว	91	86
	7 (1,2,3,4,5,6,7) นาข้าว	88	88

เทคนิคที่ 2 มีค่า producer's accuracy ของนาข้าว 88% และค่า user's accuracy ของนาข้าว 88% จึงสามารถใช้เทคนิคที่ 1 แทนเทคนิคที่ 2 ได้ จากค่าproducer's accuracy และ user's accuracy การใช้ชุดข้อมูลตามเทคนิคที่ 1 และ 2 สามารถแยกนาออกจากพืชอื่น ๆ ได้ (ตารางที่ 7)

เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA กับค่า Z statistic เปรียบเทียบแผนที่ที่ได้จากวิธีการนั้น ๆ ว่าดีกว่าวิธีการสุ่มหรือไม่ พบว่าค่า Z statistic ของทั้ง 3 ปี ในทุกแบบแผนการจำแนก และในทุกชุดข้อมูลมีค่านัยสำคัญดีกว่าวิธีการสุ่ม (แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

สรุปและวิจารณ์

ความถูกต้องของแผนที่นาข้าวที่ผลิตโดยข้อมูล LANDSAT-5 TM ซึ่งบันทึกในปีต่างกัน

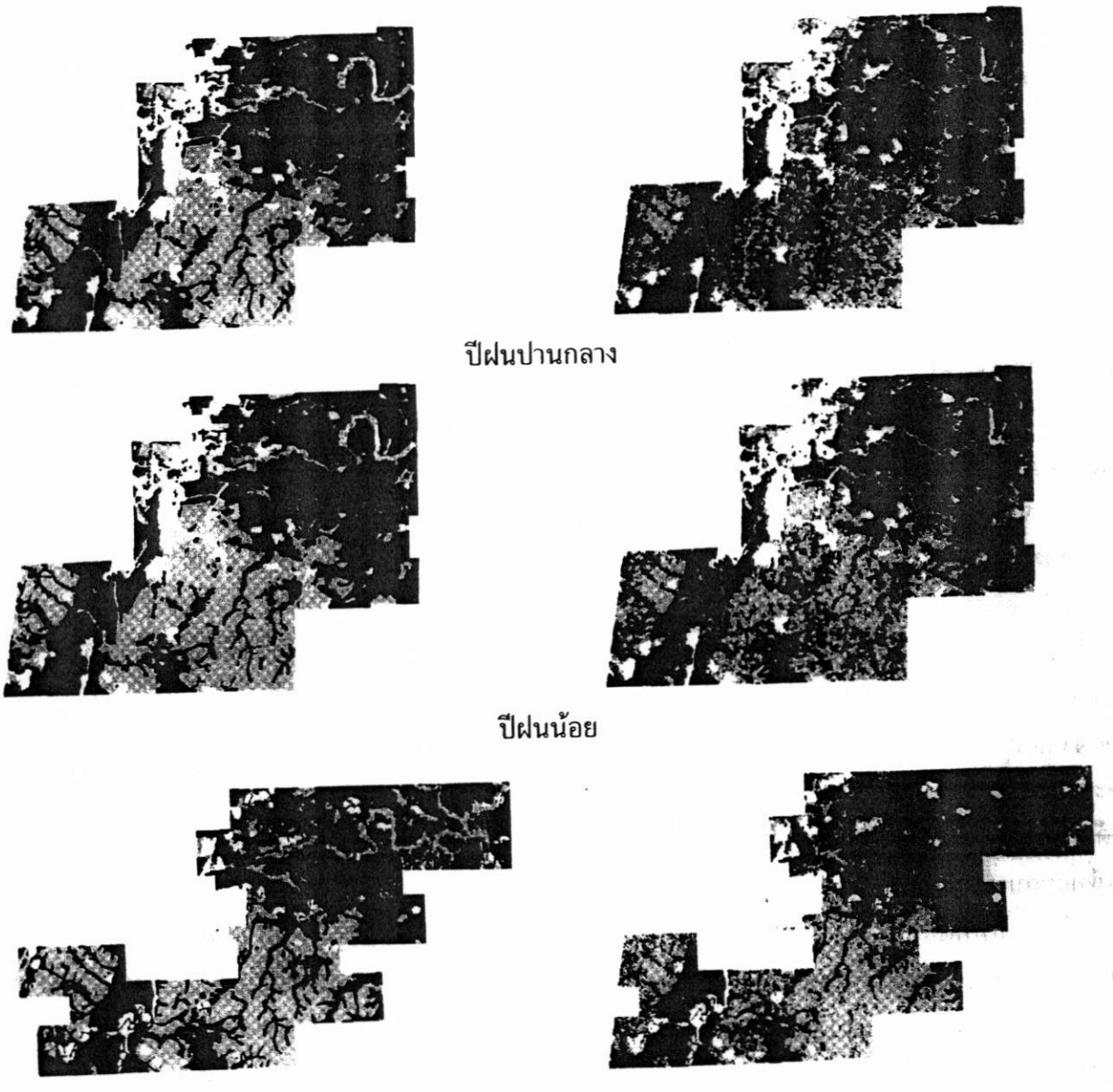
จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA, ค่าความถูกต้องโดยรวม, ค่า Z statistic, ค่า producer's accuracy และค่า user's accuracy พบว่าแผนที่นาข้าวที่ผลิตโดยใช้ข้อมูลในปีฝนปานกลาง (1,200-1,400 ม.ม.) มีความถูกต้องสูงที่สุด รองลงมาคือแผนที่ที่ผลิตจากข้อมูลในปีฝนน้อย (น้อยกว่า 1,200 ม.ม.) และข้อมูลในปีฝนมาก (มากกว่า 1,400 ม.ม.) ตามลำดับ (ภาพที่ 4) และไม่มีข้อมูลชุดใดเลยที่สามารถใช้เพื่อแยกนาข้าวชนิดต่าง ๆออกจากกันได้

แผนที่ที่ผลิตจากข้อมูลที่บันทึกในปีฝนปานกลาง (14 พฤศจิกายน 2541) เมื่อจำแนกตามแบบแผนที่ 4 (นาข้าว 1 ชั้น) โดยใช้ชุดข้อมูล 5 แบนด์ (แบนด์ 3,4,5,6,7) ซึ่งปรากฏว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA 82% ค่าความถูกต้องโดยรวม 91.06% ค่า producer's accuracy และ user's accuracy ของนาข้าว 95%, 94% ตามลำดับ เนื่องจากในปีนี้จะมีความแตกต่างด้านความชื้นชัดเจน นอกจากนี้ค่าเฉลี่ย transformed divergence มีค่า 1.99 จึงสรุปได้ว่าในปีนี้มีการจำแนกนาข้าวออกจากพื้นที่อื่น ๆ ได้ดีกว่าปีอื่น

ปีฝนน้อย (13 พฤศจิกายน 2535) เมื่อจำแนกตามแบบแผนที่ 2 และ 4 (แบบแผนที่ 2 และ 4 ให้นาข้าวเป็น 1 ชั้น) โดยใช้ชุดข้อมูล 4 แบนด์ (แบนด์ 2,4,5,7) ทั้งสองแบบแผน ปรากฏว่าในแบบแผนที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA 73% ค่าความถูกต้องโดยรวม 82.38% ค่า producer's accuracy และ user's accuracy ของนาข้าว 83%, 95% ตามลำดับ ส่วนในแบบแผนที่ 4 มีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA 74% ค่าความถูกต้องโดยรวม 86.17% ค่า producer's accuracy และ user's accuracy ของนาข้าว 91%, 86% ตามลำดับ เนื่องจากปีนี้ความแตกต่างด้านความชื้นไม่เด่นชัดเท่าปีฝนปานกลาง นอกจากนี้ค่าเฉลี่ย transformed divergence ของแบบแผนที่ 2 มีค่า 1.96 แบบแผนที่ 4 มีค่า 1.95 ซึ่งน้อยกว่าปีฝนปานกลาง แต่ในปีนี้ยังสามารถแยกนาข้าวออกจากพื้นที่อื่นได้ซึ่งความถูกต้องที่ได้จะไม่ดีเท่าที่ปีฝนปานกลาง

ปีฝนมาก (3 พฤศจิกายน 2543) เมื่อจำแนกตามแบบแผนที่ 3 (นาข้าว 2 ชั้น) โดยใช้ชุดข้อมูล 5 แบนด์ (แบนด์ 2,4,5,6,7) และแบบแผนที่ 4 (นาข้าว 1 ชั้น) ใช้ชุดข้อมูล 6 แบนด์ (แบนด์ 2,3,4,5,6,7) ปรากฏว่าในแบบแผนที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA 55% ค่าความถูกต้องโดยรวม 67.11% ค่า producer's accuracy และ user's accuracy ของนาลุ่ม 58%, 86% ตามลำดับ ค่า producer's accuracy และ user's accuracy ของนาอื่น ๆ 83%, 58% ในแบบแผนที่ 4 มีค่าสัมประสิทธิ์ KAPPA 56% ค่าความถูกต้องโดยรวม 75.92 % ค่า producer's accuracy และ user's accuracy ของนาข้าว 79%, 87% ตามลำดับ เนื่องจากในปีนี้มีปริมาณน้ำมากและพื้นที่ที่เป็นนาลุ่มและที่ลุ่มจะเกิดน้ำท่วมขัง นอกจากนี้ค่าเฉลี่ย transformed divergence ของแบบแผนที่ 3 มีค่า 1.58 จึงไม่สามารถแยกนาลุ่มออกจากนาอื่น ๆได้ แบบแผนที่ 4 มีค่า 1.65 จึงพอที่จะแยกนาข้าวออกจากพื้นที่อื่น ๆ ได้

ภาพที่ 4 แผนที่นาข้าวที่ผลิตจากข้อมูล LANDSAT-5 TM ที่บันทึกในปีฝนมาก ฝนปานกลาง และฝนน้อย เปรียบเทียบกับแผนที่อ้างอิง



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

รัศมี หนานสายออ. 2542. **การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Campbell, J.B. 1996. **Introduction to Remote Sensing.** The Guilford Press. : NewYork.

Congalton, R.G., and Green, K. 1999. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices.** Lewis Publishing. : New York.

Katawatin, R., and Sukchan, S. 2002. **Mapping paddy fields in Northeast Thailand using Remotely Sensed Data.** Proceedings of the International Symposium on the 17th World congress of soil science. 14-21 August 2002. Bangkok, Thailand.

KKU-FORD Cropping systems project. 1982. **An Agroecosystem Analysis of Northeast Thailand.** KhonKaen University, Thailand.

Landis, J., and Koch, G. 1997. **The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data.** Biometrics. 33: 159-174.

Lillesand, T.M., and Kiefer, R.W. 2000. **Remote Sensing and Image Interpretation.** John Wiley & Sons, Inc.: USA.