บทที่ 4

ผลของการวิจัย

การประยุกต์ใช้โลจิสติกรีเกรสชั่นในการจำแนกและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข SPOT-4 ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 20 เมตร ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี (อำเภอเมืองกาญจนบุรี อำเภอบ่อพลอย อำเภอพนมทวน อำเภอท่าม่วง และอำเภอด่านมะขามเตี้ย) ที่ได้ทำการบันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2549 และวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2551 โดยใช้ข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Number: DN) ที่มีอยู่ในแต่ละจุดภาพ (Pixel) ของทั้ง 4 แบนด์ (Band) ทั้งสองช่วงเวลา มาทำการจำแนกและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีผลการศึกษาดังนี้

การกำหนดและแบ่งหน่วยตัวอย่างสำหรับใช้เป็น Training Area และ Reference Data

สำหรับจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งในกลุ่ม Training Area และกลุ่ม Reference Data ที่เป็นค่า DN เมื่อจำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละช่วงเวลานั้น มีจำนวนหน่วยตัวอย่างจากการสุ่มทั้งหมด 11,792 หน่วยตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งหน่วยตัวอย่างในปี พ.ศ. 2549 นั้น การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เบ็ดเตล็ด มีจำนวนหน่วยตัวอย่างมากที่สุดจำนวน 2,885 หน่วยตัวอย่าง (ร้อยละ 24.47) รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้จำนวน 2,666 หน่วยตัวอย่าง (ร้อยละ 22.61) และพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง มีจำนวนหน่วยตัวอย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 1,852 หน่วยตัวอย่าง (ร้อยละ 15.71) สำหรับหน่วยตัวอย่างในปี พ.ศ. 2551 นั้น การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรมมีจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 2,692 หน่วยตัวอย่าง (ร้อยละ 22.83) รองลงมาคือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด ส่วนพื้นที่ป่าไม้มีจำนวนหน่วยตัวอย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 2,000 หน่วยตัวอย่าง (ร้อยละ 16.96)

ตารางที่ 4.1

จำนวนหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data

แต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูลภาพดาวเทียม

SPOT-4 ในปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2551

พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2551	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ป่าไม้	2,666	22.61	2,000	16.96
เกษตรกรรม	2,389	20.26	2,692	22.83
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	1,852	15.71	2,335	19.80
แหล่งน้ำ	2,000	16.96	2,303	19.53
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	2,885	24.47	2,462	20.88
รวม	11,792	100.00	11,792	100.00

คุณลักษณะของหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Training Area

หน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Training Area คือ หน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ประเภทและการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และใช้ในการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติกเพื่อใช้ในการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งการศึกษานี้ใช้หน่วยตัวอย่างสำหรับ Training Area ทั้งหมด 11,792 หน่วยตัวอย่าง ซึ่งคุณลักษณะโดยรวมของค่า DN ในแต่ละ Band เมื่อทำการเปรียบเทียบของทั้งสองช่วงเวลานั้น พบว่าค่าเฉลี่ย DN ในปี พ.ศ. 2549 แบนด์ 3 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 144.9 ในขณะที่แบนด์ 1 ของปี พ.ศ. 2549 มีค่า DN เฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 94.7 (ตารางที่ 4.2) ส่วนค่าเฉลี่ยสูงสุดในปี พ.ศ. 2551 นั้น แบนด์ 4 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 139.5 ในขณะที่แบนด์ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 101.0 (ตารางที่ 4.3)

เมื่อพิจารณาจากลักษณะการกระจายข้อมูลของหน่วยตัวอย่างในกลุ่ม Training Area ของแต่ละตัวแปรนั้น แสดงให้เห็นว่าในแบนด์ 4 ของทั้งสองช่วงเวลามีความผันแปรมากที่สุด โดยมีค่าพิสัย (Range) เท่ากับ 241 และ 235 ตามลำดับ ซึ่งค่าพิสัยนั้นเป็นค่าที่บอกถึงช่วงของข้อมูลจากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุดว่ามีช่วงกว้างมากน้อยเพียงไร (ตารางที่ 4.2 และ 4.3) ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังแสดงให้เห็นว่าในแบนด์ 4 ของทั้งสองช่วงเวลานั้นมีค่าสูงสุดคือ 57.35 และ 60.88 ตามลำดับ รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of Variation) ซึ่งเป็นค่าร้อยละของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ยนั้น แสดงให้เห็นว่าในแบนด์ 4 ของทั้งสองช่วงเวลามีค่าสูงสุดเท่ากับ 42.65 และ 43.64 นอกจากนี้หากพิจารณาจากค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของค่า Confidences Interval (CI) นั้นปรากฏว่า ค่าในแต่ละแบนด์ในทั้งสองช่วงเวลามีค่าที่แบ่งแยกกันอย่างชัดเจน ซึ่งค่า CI นี้สามารถอธิบายได้ว่า หากข้อมูลไม่มีการซ้อนทับกันแล้วนั้นแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 4.2 และ 4.3)

ตารางที่ 4.2
คุณลักษณะทางสถิติของแบนด์ต่าง ๆ ของหน่วยตัวอย่าง
ที่ใช้เป็น Training Area จากข้อมูลภาพดาวเทียม
SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี
บันทึกวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2549

BAND	Mean	Range	StDev	CoefVar	95% CI for Mean	
					Lower	Upper
1	94.7	179	31.38	33.14	94.1	95.3
2	101.2	221	32.74	32.34	100.6	101.8
3	**144.9**	179	27.24	18.80	144.4	145.4
4	134.5	241	**57.35**	**42.65**	133.4	135.5

เมื่อ Band คือ ช่วงคลื่นต่าง ๆ
Mean คือ ค่าเฉลี่ย
Range คือ ค่าพิสัย
StDev คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
CoefVar คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of Variation)
Lower คือ ค่าต่ำสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95
Upper คือ ค่าสูงสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.3

คุณลักษณะทางสถิติของแบนด์ต่าง ๆ ของหน่วยตัวอย่าง
ที่ใช้เป็น Training Area จากข้อมูลภาพดาวเทียม
SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี
บันทึกวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2551

Band	Mean	Range	StDev	CoefVar	95% CI for Mean	
					Lower	Upper
1	104.8	223	36.21	34.57	104.1	105.4
2	105.3	212	32.56	30.91	104.8	105.9
3	101.0	196	17.11	16.94	100.7	101.3
4	**139.5**	235	**60.88**	**43.64**	138.4	140.6

เมื่อ Band คือ ช่วงคลื่นต่าง ๆ

Mean คือ ค่าเฉลี่ย

Range คือ ค่าพิสัย

StDev คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

CoefVar คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of Variation)

Lower คือ ค่าต่ำสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Upper คือ ค่าสูงสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการสังเกตการกระจายของหน่วยตัวอย่างทั้งสองช่วงเวลาดังแสดงใน Boxplot (ภาพที่ 4.1) นั้น พบว่าค่า DN ในแต่ละแบนด์มีส่วนที่ซ้อนทับกันโดยพิจารณาจากช่วงความยาวของ Boxplot ที่ไม่แบ่งแยกจากกันอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังมีหน่วยตัวอย่างจำนวนหนึ่งที่มีการกระจายอยู่นอกขอบเขตของ Boxplot (ดังแสดงในเครื่องหมายดอกจัน) ซึ่งเป็นหน่วยตัวอย่างที่มีค่าสูงและต่ำมาก เรียกว่า Outliers (ยกเว้นหน่วยตัวอย่างในแบนด์ 4 ปี พ.ศ. 2551) แต่เมื่อพิจารณาจาก Interval Plot (ภาพที่ 4.2) ซึ่งแสดงถึงลักษณะของการกระจายเชิงสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั้น พบว่าค่า DN ในแต่ละแบนด์ซึ่งเป็นค่าของการสะท้อนแสงในแต่ละช่วงคลื่นสามารถแบ่งแยกกันอย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงระดับของปริมาณแสงในแต่ละช่วงเวลาที่ตกลงมาและการสะท้อนแสงของวัตถุที่ปกคลุมพื้นผิวโลกแต่ละชนิดมีความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน

สำหรับความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงของค่า DN ของแบนด์ต่าง ๆ ของทั้งสองช่วงเวลาโดยการตรวจสอบการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis: r) ปรากฏว่าคู่ของแบนด์ทุกคู่ในทั้งสองช่วงเวลานั้น มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p = 0.000$) (ตารางที่ 4.4 และ 4.5) โดยในปี พ.ศ. 2549 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.063-0.938 และในปี พ.ศ. 2551 มีค่าระหว่าง 0.225-0.925 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าเป็นบวกนั้น แสดงว่าทุกแบนด์มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กล่าวได้คือ หากแบนด์หนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอีกแบนด์หนึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ในทำนองเดียวกัน ถ้าหากแบนด์หนึ่งมีค่าลดลงจะทำให้อีกแบนด์หนึ่งมีค่าลดลงตามไปด้วย ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใดที่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ (0) แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างแบนด์นั้นน้อย หรือกล่าวได้ว่า หากแบนด์ใดแบนด์หนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้อีกแบนด์หนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นตาม แต่การเพิ่มขึ้นดังกล่าวนั้นจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่เป็นเส้นตรง แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใดมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง (1) แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างแบนด์นั้นมาก ซึ่งหมายความว่า หากแบนด์ใดแบนด์หนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้อีกแบนด์หนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย และการเพิ่มขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นเส้นตรง

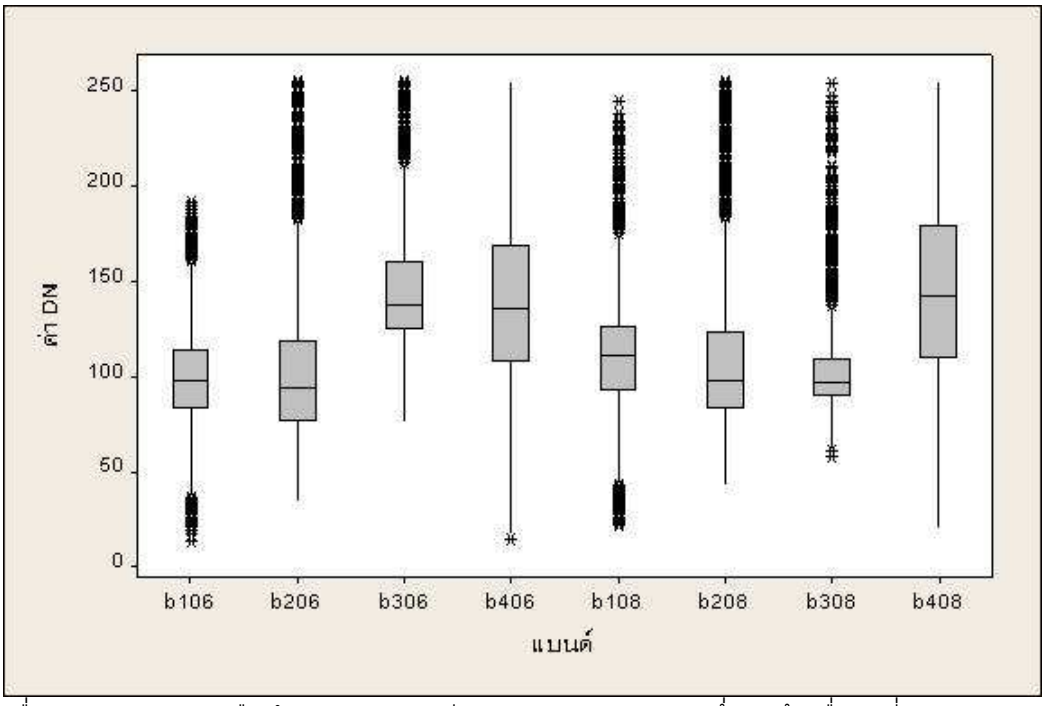
ภาพที่ 4.1

Boxplot แสดงการกระจายของหน่วยตัวอย่างของค่า DN

กลุ่ม Training Area จากข้อมูลภาพดาวเทียม

SPOT-4 ในปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2551

พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี



เมื่อ b106-b406 คือ ข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT-4 เชิงตัวเลข ซึ่งบันทึกเมื่อวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2549 (2006)

b108-b408 คือ ข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT-4 เชิงตัวเลข ซึ่งบันทึกเมื่อวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2551 (2008)

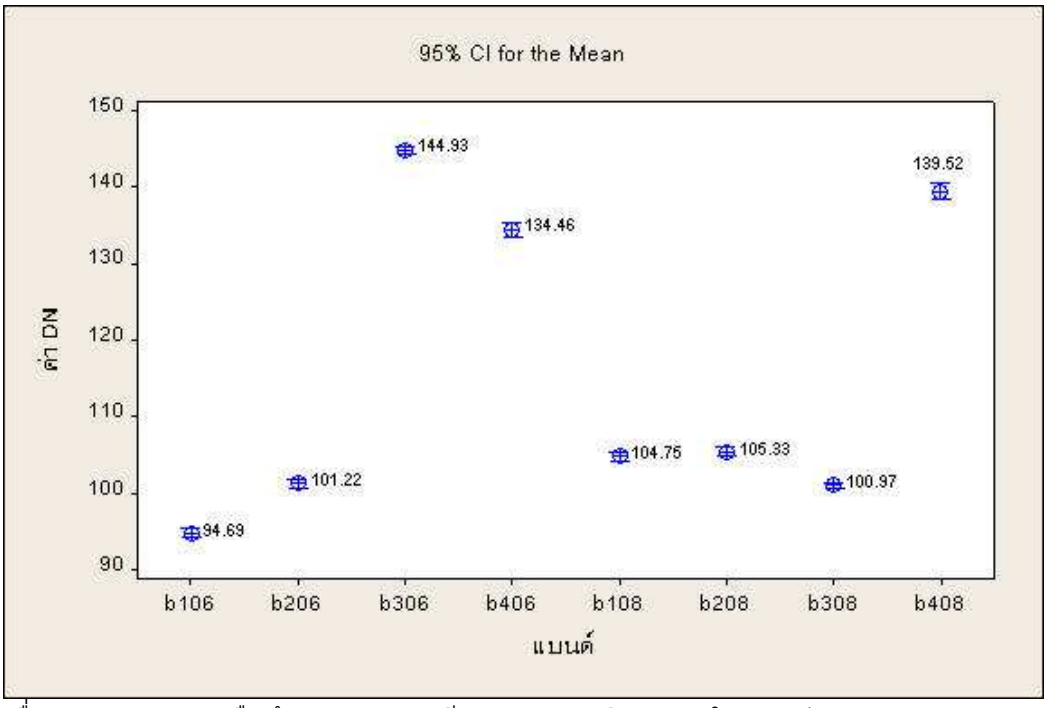
ภาพที่ 4.2

Interval Plot ของค่า DN ของหน่วยตัวอย่าง (Pixels)

กลุ่ม Training Area จากข้อมูลภาพดาวเทียม

SPOT-4 ในปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2551

พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี



เมื่อ b106-b406 คือ ข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT-4 เชิงตัวเลข ในแบนด์ 1 2 3 และ 4

ซึ่งบันทึกเมื่อวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2549 (2006)

b108-b408 คือ ข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT-4 เชิงตัวเลข ในแบนด์ 1 2 3 และ 4

ซึ่งบันทึกเมื่อวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2551 (2008)

ตารางที่ 4.4
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าความน่าจะเป็น (p) ของค่า DN
กลุ่ม Training Area ทั้ง 4 แบนด์ จากข้อมูลภาพดาวเทียม
SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี
บันทึกวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2549

	Statistic	Band 1	Band 2	Band 3
Band 2	r	0.208		
	p	0.000		
Band 3	r	0.063	0.938	
	p	0.000	0.000	
Band 4	r	0.714	0.565	0.332
	p	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 4.5
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าความน่าจะเป็น (p) ของค่า DN
กลุ่ม Training Area ทั้ง 4 แบนด์ จากข้อมูลภาพดาวเทียม
SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี
บันทึกวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2551

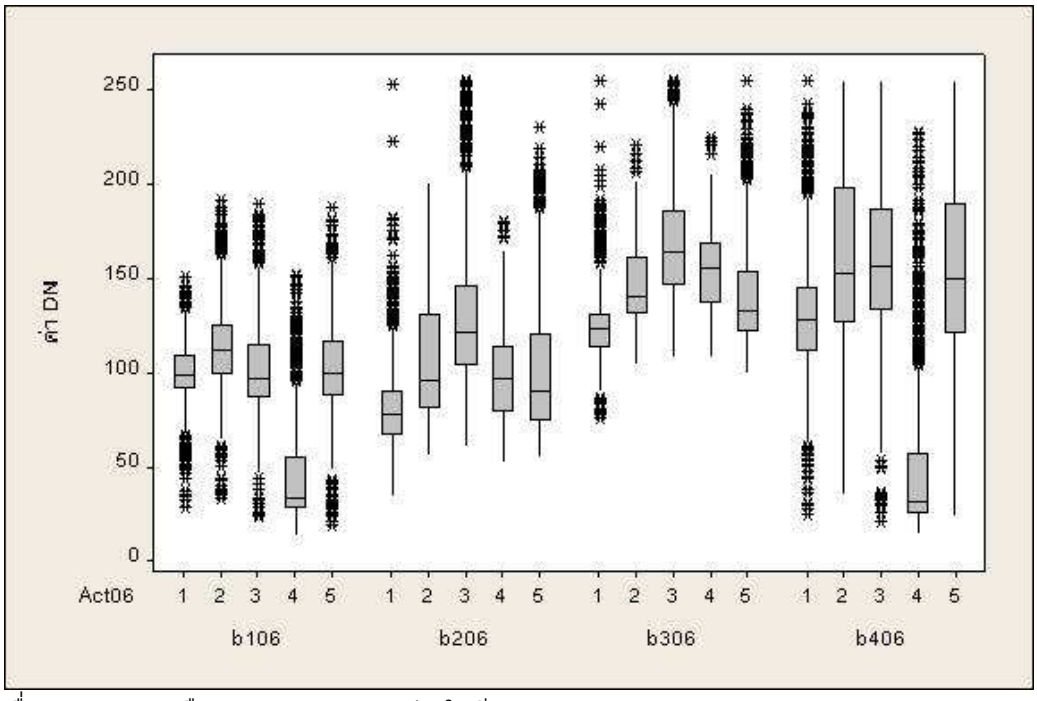
	Statistic	Band 1	Band 2	Band 3
Band 2	r	0.323		
	p	0.000		
Band 3	r	0.225	0.925	
	p	0.000	0.000	
Band 4	r	0.711	0.723	0.530
	p	0.000	0.000	0.000

พจณิชา ดุลยการัณย์ (2546) กล่าวไว้ว่า ในการพิจารณาเลือกแบนด์ที่เหมาะสมเพื่อนำมาผสมสีภาพดาวเทียมนั้น ควรเลือกแบนด์ที่มีความสัมพันธ์กันน้อย เพราะจะทำให้เห็นความแตกต่างของการใช้ประโยชน์ที่ดินดีกว่าแบนด์ที่มีความสัมพันธ์กันมากมาผสมสีเพื่อแสดงภาพดาวเทียม ดังนั้นจึงควรเลือกแบนด์ 2 หรือแบนด์ 3 มาผสมสีภาพดาวเทียม SPOT ร่วมกับแบนด์ 1 และ 4 เพื่อจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างแบนด์ 2 และแบนด์ 3 ของทั้งสองช่วงเวลานั้น แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันสูงถึง 0.938 ในปี พ.ศ. 2549 และ 0.925 ในปี พ.ศ. 2551 (ตารางที่ 4.4 และ 4.5)

เมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของค่า DN กลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area จำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งสองช่วงเวลาจากการสร้าง Boxplot (ภาพที่ 4.3 และ 4.5) นั้น พบว่ามีความผันแปรสูงมาก แสดงให้เห็นว่าค่า DN ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันในแต่ละแบนด์นั้น จะมีช่วงความยาวของ Boxplot ที่ซ้อนทับกัน ไม่สามารถแบ่งแยกกันได้อย่างชัดเจน โดยมีเพียงค่า DN ของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำในแบนด์ 1 และ 4 ของทั้งสองช่วงเวลาเท่านั้นที่สามารถแบ่งแยกได้อย่างชัดเจน และนอกจากนี้ หน่วยตัวอย่างส่วนใหญ่มีการกระจายของข้อมูลนอกขอบเขต Boxplot (ดังแสดงในเครื่องหมายดอกจัน) ยกเว้นหน่วยตัวอย่างของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรมในแบนด์ 2 และ 4 และการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เบ็ดเตล็ดในแบนด์ 4 ของข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีการบันทึกข้อมูลในปี พ.ศ. 2549 แต่เมื่อพิจารณาจาก Interval Plot ซึ่งแสดงถึงค่ากลางและการกระจายที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั้น (ภาพที่ 4.4 และ 4.6) ปรากฏว่าค่า DN ของหน่วยตัวอย่างส่วนใหญ่เมื่อจำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละแบนด์ สามารถแบ่งแยกกันได้อย่างชัดเจนในระดับหนึ่ง และมีแนวโน้มการกระจายของทั้งสองช่วงเวลาเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ภาพที่ 4.3

Boxplot แสดงคุณลักษณะของค่า DN ของหน่วยตัวอย่าง
แต่ละประเภทในกลุ่ม Training Area จากข้อมูลภาพ
ดาวเทียม SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี
บันทึกวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2549



เมื่อ b106 คือ ค่า DN ของแบนด์ 1 ในปี พ.ศ. 2549

b206 คือ ค่า DN ของแบนด์ 2 ในปี พ.ศ. 2549

b306 คือ ค่า DN ของแบนด์ 3 ในปี พ.ศ. 2549

b406 คือ ค่า DN ของแบนด์ 4 ในปี พ.ศ. 2549

1 คือ ป่าไม้

2 คือ เกษตรกรรม

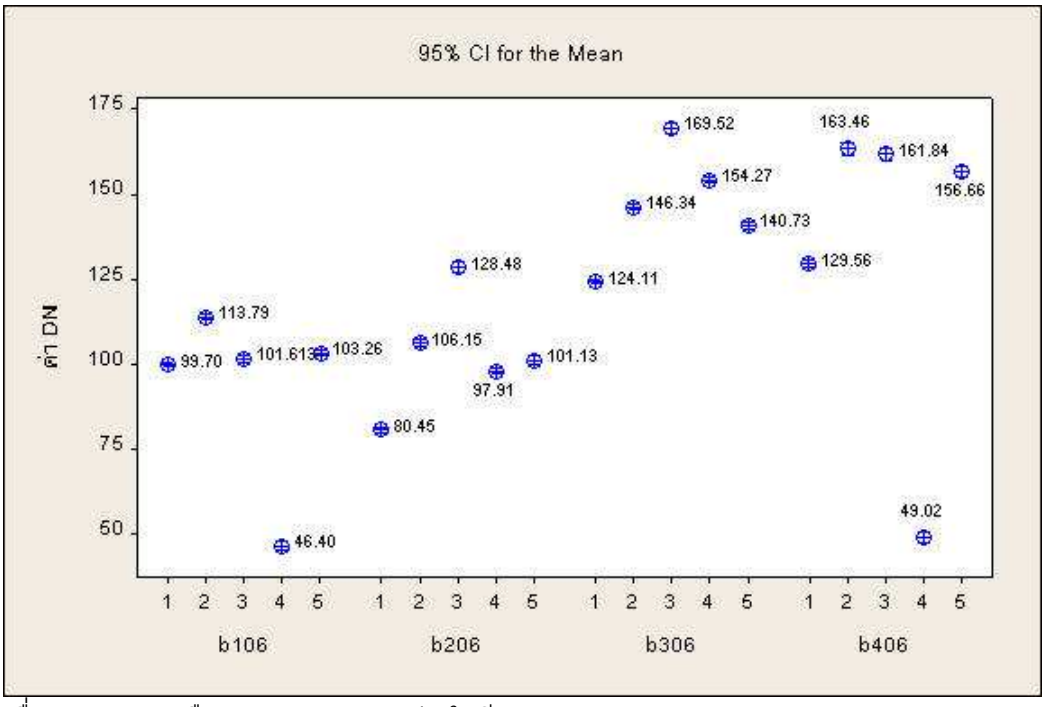
3 คือ เมืองและสิ่งปลูกสร้าง

4 คือ แหล่งน้ำ

5 คือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด

ภาพที่ 4.4

Interval Plot แสดงการกระจายของค่า DN ของหน่วยตัวอย่าง
ในแต่ละประเภทในกลุ่ม Training Area จากข้อมูลภาพ
ดาวเทียม SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี
บันทึกวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2549



เมื่อ b106 คือ ค่า DN ของแบนด์ 1 ในปี พ.ศ. 2549

b206 คือ ค่า DN ของแบนด์ 2 ในปี พ.ศ. 2549

b306 คือ ค่า DN ของแบนด์ 3 ในปี พ.ศ. 2549

b406 คือ ค่า DN ของแบนด์ 4 ในปี พ.ศ. 2549

1 คือ ป่าไม้

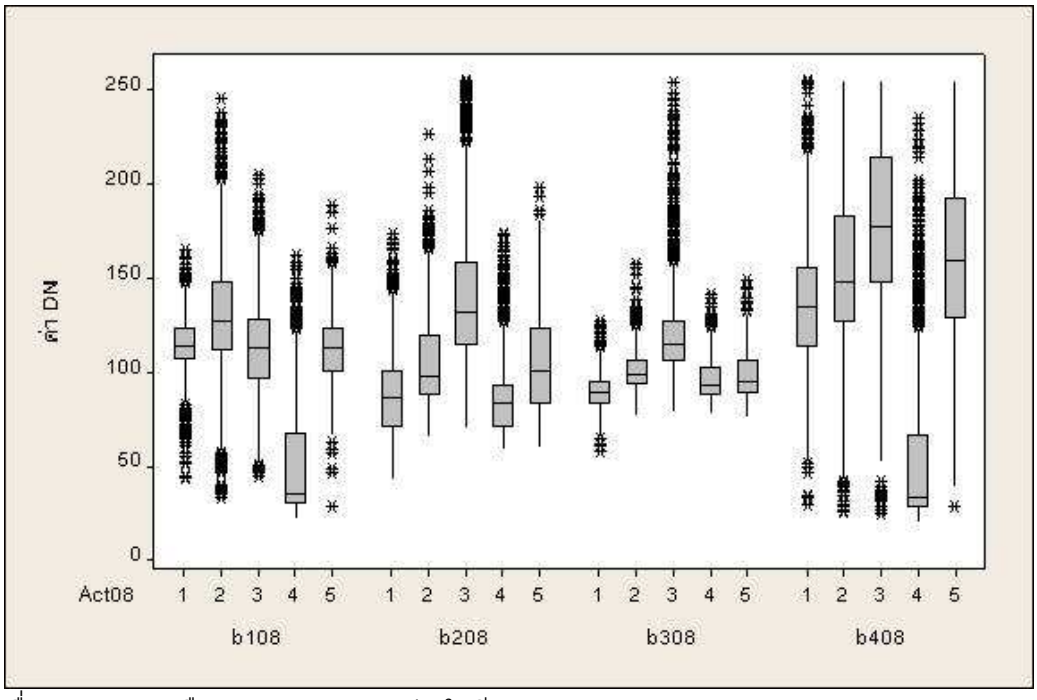
2 คือ เกษตรกรรม

3 คือ เมืองและสิ่งปลูกสร้าง

4 คือ แหล่งน้ำ

5 คือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด

ภาพที่ 4.5
Boxplot แสดงคุณลักษณะของค่า DN ของหน่วยตัวอย่าง
แต่ละประเภทในกลุ่ม Training Area จากข้อมูลภาพ
ดาวเทียม SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี
บันทึกวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2551



เมื่อ b108 คือ ค่า DN ของแบนด์ 1 ในปี พ.ศ. 2551
b208 คือ ค่า DN ของแบนด์ 2 ในปี พ.ศ. 2551
b308 คือ ค่า DN ของแบนด์ 3 ในปี พ.ศ. 2551
b408 คือ ค่า DN ของแบนด์ 4 ในปี พ.ศ. 2551
1 คือ ป่าไม้
2 คือ เกษตรกรรม
3 คือ เมืองและสิ่งปลูกสร้าง
4 คือ แหล่งน้ำ
5 คือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด

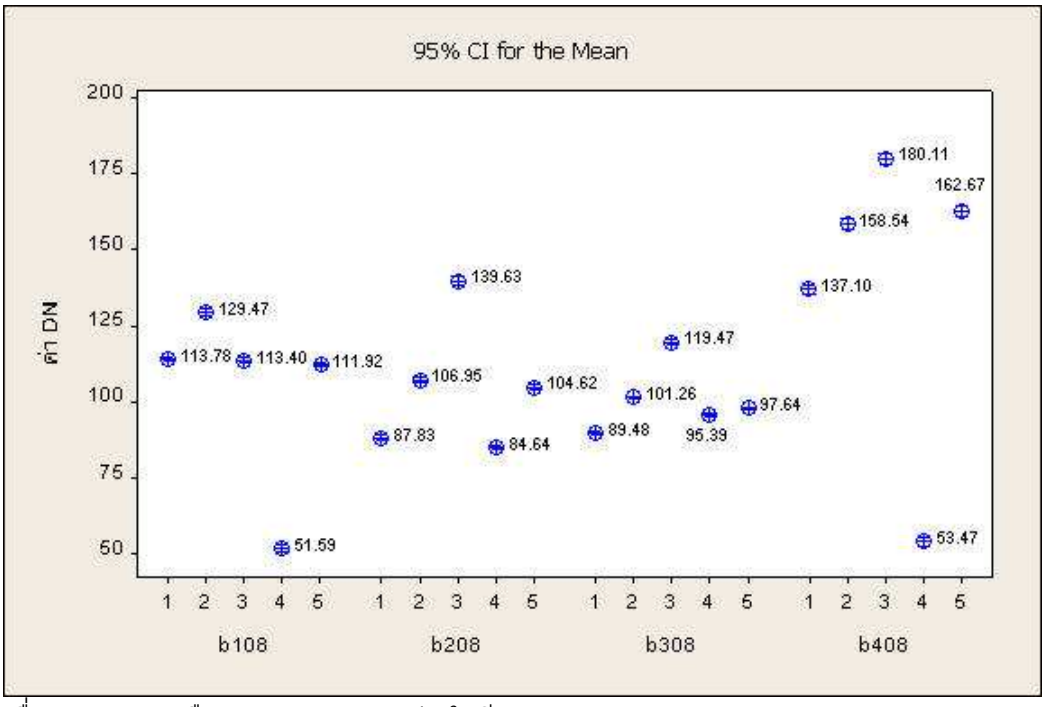
ภาพที่ 4.6

Interval Plot แสดงการกระจายของค่า DN ของหน่วยตัวอย่าง

ในแต่ละประเภทในกลุ่ม Training Area จากข้อมูลภาพ

ดาวเทียม SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี

บันทึกวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2551



เมื่อ b108 คือ ค่า DN ของแบนด์ 1 ในปี พ.ศ. 2551

b208 คือ ค่า DN ของแบนด์ 2 ในปี พ.ศ. 2551

b308 คือ ค่า DN ของแบนด์ 3 ในปี พ.ศ. 2551

b408 คือ ค่า DN ของแบนด์ 4 ในปี พ.ศ. 2551

1 คือ ป่าไม้

2 คือ เกษตรกรรม

3 คือ เมืองและสิ่งปลูกสร้าง

4 คือ แหล่งน้ำ

5 คือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด

คุณลักษณะของหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Reference Data

สำหรับหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Reference Data ซึ่งเป็นหน่วยตัวอย่างสำหรับใช้ในการตรวจสอบการใช้ประโยชน์ได้จริง (Validation) นั้น จากการวิเคราะห์ผลการประมาณการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งควรเป็นหน่วยตัวอย่างที่ต่างจากหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็นฐานในการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area ซึ่งในการศึกษานี้ได้ใช้จำนวนหน่วยตัวอย่าง Reference Data รวมทั้งหมด 11,792 หน่วยตัวอย่าง โดยปี พ.ศ. 2549 นั้นในแบนด์ 3 มีค่า DN เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 144.7 และค่า DN เฉลี่ยในแบนด์ 1 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 94.7 ในขณะที่ค่า DN เฉลี่ยในปี พ.ศ. 2551 นั้น แบนด์ 4 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 139.7 และแบนด์ 3 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 100.9 (ตารางที่ 4.6 และ 4.7)

จากการกระจายของข้อมูลของหน่วยตัวอย่างที่เป็น Reference Data นั้น ในปี พ.ศ. 2549 (ตารางที่ 4.6) แบนด์ 4 จะมีความผันแปรมากที่สุด โดยมีค่าพิสัยเท่ากับ 239 ส่วนแบนด์ 1 มีค่าพิสัยน้อยที่สุดเท่ากับ 172 และเมื่อพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานนั้นในแบนด์ 4 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 57.30 ส่วนแบนด์ 3 มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 26.86 และนอกจากนี้ ในแบนด์ 4 ยังมีค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปรมากที่สุดเท่ากับ 42.55 ส่วนแบนด์ 3 มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 18.57 สำหรับการกระจายของข้อมูลในปี พ.ศ. 2551 (ตารางที่ 4.7) นั้นพบว่าแบนด์ 4 มีค่าพิสัย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปรมากที่สุดเท่ากับ 236 60.83 และ 43.55 ตามลำดับ โดยแบนด์ 3 มีความผันแปรน้อยที่สุดทั้งค่าพิสัย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร โดยมีค่าเท่ากับ 197 17.45 และ 17.29 ตามลำดับ นอกจากนี้ ในแต่ละแบนด์ของทั้งสองช่วงเวลายังมีค่า CI ต่ำสุดและสูงสุดที่แบ่งแยกกันอย่างชัดเจน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.6
คุณลักษณะทางสถิติของแบนด์ต่าง ๆ ของหน่วยตัวอย่าง
ที่ใช้เป็น Reference Data จากข้อมูลภาพดาวเทียม
SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี
บันทึกวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2549

Band	Mean	Range	StDev	CoefVar	95% CI for Mean	
					Lower	Upper
1	94.7	172	31.25	32.99	94.2	95.3
2	101.1	218	32.57	32.21	100.5	101.7
3	**144.7**	178	26.86	18.57	144.2	145.1
4	134.7	239	**57.30**	**42.55**	133.6	135.7

เมื่อ Band คือ ช่วงคลื่นต่าง ๆ
Mean คือ ค่าเฉลี่ย
Range คือ ค่าพิสัย
StDev คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
CoefVar คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of Variation)
Lower คือ ค่าต่ำสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95
Upper คือ ค่าสูงสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.7

คุณลักษณะทางสถิติของแบนด์ต่าง ๆ ของหน่วยตัวอย่าง
ที่ใช้เป็น Reference Data จากข้อมูลภาพดาวเทียม
SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี
บันทึกวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2551

Band	Mean	Range	StDev	CoefVar	95%CI for Mean	
					Lower	Upper
1	104.9	216	36.21	34.51	104.3	105.6
2	105.2	212	32.84	31.20	104.7	105.8
3	100.9	197	17.45	17.29	100.6	101.3
4	**139.7**	236	**60.83**	**43.55**	138.6	140.8

เมื่อ Band คือ ช่วงคลื่นต่าง ๆ

Mean คือ ค่าเฉลี่ย

Range คือ ค่าพิสัย

StDev คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

CoefVar คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of Variation)

Lower คือ ค่าต่ำสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Upper คือ ค่าสูงสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ความแตกต่างของความผันแปรระหว่างกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของความผันแปรระหว่างกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data ของค่า DN แต่ละแบนด์ดังแสดงในตารางที่ 4.8 นั้น ปรากฏว่าทั้งค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสูงสุด-ต่ำสุดของค่า CI ของค่า DN ในแต่ละแบนด์ระหว่างกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data ทั้งสองช่วงเวลานั้น พบว่ามีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มของค่าต่าง ๆ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างไม่มีความแตกต่างของความผันแปรของข้อมูล ซึ่งถือว่าเป็นคุณลักษณะของกลุ่มหน่วยตัวอย่างที่ดีและเหมาะสมในการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

เมื่อพิจารณาภาพรวมของค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่าง ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของแบนด์ 1 2 และ 4 ในปี พ.ศ. 2551 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของค่า DN ในปี พ.ศ. 2549 แต่ค่าเฉลี่ยของค่า DN ของแบนด์ 3 ปี พ.ศ. 2549 ในกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 144.9 และ 144.7 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

สำหรับความแตกต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละแบนด์ของทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างนั้น (ตารางที่ 4.8) ในแบนด์ 4 ของทั้งกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data ทั้งสองช่วงเวลามีค่ามากที่สุด โดยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปี พ.ศ. 2551 ของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 60.88 รองลงมาเป็นค่าของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Reference Data ในปีเดียวกัน

ส่วนค่า CI ในแบนด์ 3 ของทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างในปี พ.ศ. 2549 มีค่าสูงสุดและต่ำสุดมากกว่าในแบนด์อื่น โดยค่า CI ของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area มีค่าอยู่ระหว่าง 144.4-145.4 และค่าของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Reference Data มีค่าอยู่ระหว่าง 144.2-145.1 ซึ่งค่าเฉลี่ยในแบนด์ 3 ของทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างในปี พ.ศ. 2549 มีค่ามากที่สุดเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8

คุณลักษณะทางสถิติต่าง ๆ ของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area

และ Reference Data ของค่า DN แต่ละแบนด์

จากข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT-4

พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี

ปี พ.ศ.	band	Training Area				Reference Data			
		Mean	StDev	95% CI for Mean		Mean	StDev	95% CI for Mean	
				Lower	Upper			Lower	Upper
2549	1	94.7	31.38	94.1	95.3	94.7	31.25	94.2	95.3
	2	101.2	32.74	100.6	101.8	101.1	32.57	100.5	101.7
	3	**144.9**	27.24	**144.4**	**145.4**	**144.7**	26.86	**144.2**	**145.1**
	4	134.5	57.35	133.4	135.5	134.7	57.30	133.6	135.7
2551	1	104.8	36.21	104.1	105.4	104.9	36.21	104.3	105.6
	2	105.3	32.56	104.8	105.9	105.2	32.84	104.7	105.8
	3	101.0	17.11	100.7	101.3	100.9	17.45	100.6	101.3
	4	139.5	**60.88**	138.4	140.6	139.7	**60.83**	138.6	140.8

เมื่อ Band คือ ช่วงคลื่นต่าง ๆ

Mean คือ ค่าเฉลี่ย

StDev คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

Lower คือ ค่าต่ำสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Upper คือ ค่าสูงสุดของค่า Confidence Interval (CI) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สำหรับการเปรียบเทียบความผันแปรระหว่างกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data ของค่า DN จำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2551 ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และ 4.10 นั้น ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสูงสุด-ต่ำสุดของค่า CI ของค่า DN แต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data แต่ละช่วงเวลานั้น มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มของค่าต่าง ๆ ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบความแตกต่างของความผันแปรระหว่างกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data ของค่า DN ในแต่ละแบนด์ นับว่าเป็นคุณลักษณะของหน่วยตัวอย่างที่ดีและเหมาะสมในการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากทั้งสองหน่วยตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างของความผันแปรของข้อมูล

หากพิจารณาค่าเฉลี่ยจำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2549 ทั้งกลุ่มของหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data (ตารางที่ 4.9) ปรากฏว่า ในแบนด์ 1 และ 4 นั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรม (2) มีค่าสูงที่สุด ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง (3) มีค่าสูงที่สุดในแบนด์ 2 และ 3 ซึ่งสอดคล้องกับค่า CI เช่นเดียวกัน สำหรับค่าเฉลี่ยจำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2551 ทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างนั้น (ตารางที่ 4.10) พบว่าทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง (3) มีค่าสูงสุดในแบนด์ 2 3 และ 4 ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ (1) ในกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area มีค่าสูงที่สุดในแบนด์ 1 และพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง (3) มีค่าสูงที่สุดในกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Reference Data โดยที่ค่าสูงสุด-ต่ำสุดของค่า CI มีทิศทางเดียวกันกับค่าเฉลี่ยเช่นเดียวกัน

ส่วนการเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างในปี พ.ศ. 2549 นั้น (ตารางที่ 4.9) ปรากฏว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำ (4) มีค่าสูงสุดในแบนด์ 1 ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง (3) ในแบนด์ 2 และ 3 และพื้นที่เบ็ดเตล็ด (5) ในแบนด์ 4 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด หากพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในปี พ.ศ. 2551 ดังแสดงในตารางที่ 4.10 นั้น ปรากฏว่ามีเพียงแบนด์ 1 เท่านั้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำ(4) มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่าง ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง (3) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในแบนด์ 2 3 และ 4 ทั้งกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data

ตารางที่ 4.9

คุณลักษณะทางสถิติต่าง ๆ ของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area

และ Reference Data ของค่า DN แต่ละประเภท

การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูลภาพดาวเทียม

SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี

บันทึกวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2549

แบนด์	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	Training Area				Reference Data			
				95% CI for Mean				95% CI for Mean	
		Mean	StDev	Lower	Upper	Mean	StDev	Lower	Upper
1	1	99.7	15.89	99.1	100.3	99.9	15.44	99.4	100.5
	2	113.8	21.11	112.9	114.6	113.5	21.43	112.6	114.3
	3	101.6	23.82	100.5	102.7	101.8	22.71	100.8	102.9
	4	46.4	27.49	45.2	47.6	46.7	27.90	45.5	47.9
	5	103.3	22.13	102.5	104.0	103.1	22.45	102.3	103.9
2	1	80.5	19.69	79.7	81.2	80.5	18.61	79.8	81.2
	2	106.2	29.61	105.0	107.3	106.5	29.63	105.3	107.7
	3	128.5	37.91	126.8	130.2	126.9	38.45	125.1	128.6
	4	97.9	20.95	97.0	98.8	97.8	20.83	96.9	98.7
	5	101.1	34.17	99.9	102.4	101.6	34.50	100.3	102.8
3	1	124.1	15.62	123.5	124.7	124.1	14.79	123.5	124.7
	2	146.3	20.24	145.5	147.2	146.4	20.53	145.6	147.2
	3	169.5	32.24	168.1	171.0	167.3	32.14	165.8	168.7
	4	154.3	20.27	153.4	155.2	154.2	20.10	153.3	155.0
	5	140.7	25.47	139.8	141.7	141.1	25.67	140.2	142.1
4	1	129.6	28.88	128.5	130.7	129.8	27.60	128.8	130.9
	2	163.5	44.32	161.7	165.2	164.1	44.49	162.3	165.9
	3	161.8	40.64	160.0	163.7	161.5	40.51	159.7	163.4
	4	49.0	37.31	47.4	50.7	49.3	37.69	47.7	51.0
	5	156.7	47.65	154.9	158.4	156.7	48.05	154.9	158.5

ตารางที่ 4.10

คุณลักษณะทางสถิติต่าง ๆ ของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area

และ Reference Data ของค่า DN แต่ละประเภท

การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูลภาพดาวเทียม

SPOT-4 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี

บันทึกวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2551

แบนด์	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	Training Area				Reference Data			
				95% CI for Mean				95% CI for Mean	
		Mean	StDev	Lower	Upper	Mean	StDev	Lower	Upper
1	1	113.8	14.54	113.1	114.4	113.6	14.70	113.0	114.3
	2	129.5	29.02	128.4	130.6	128.7	29.20	127.6	129.8
	3	113.4	23.87	112.4	114.4	114.7	23.91	113.8	115.7
	4	51.6	30.74	50.3	52.8	51.9	30.95	50.6	53.2
	5	111.9	16.28	111.3	112.6	112.2	16.67	111.5	112.8
2	1	87.8	20.11	87.0	88.7	87.6	19.56	86.7	88.4
	2	107.0	26.95	105.9	108	107.1	26.93	106.1	108.1
	3	139.6	35.87	138.2	141.1	139.6	37.45	138.1	141.2
	4	84.6	17.74	83.9	85.4	84.7	17.74	83.9	85.4
	5	104.6	25.95	103.6	105.6	104.2	25.71	103.2	105.2
3	1	89.5	9.37	89.1	89.9	89.4	9.03	89.0	89.8
	2	101.3	11.05	100.8	101.7	101.2	11.13	100.8	101.6
	3	119.5	22.87	118.5	120.4	119.6	24.17	118.6	120.6
	4	95.4	9.84	95.0	95.8	95.3	9.76	94.9	95.7
	5	97.6	11.77	97.2	98.1	97.6	11.58	97.1	98.0
4	1	137.1	33.69	135.6	138.6	137.2	33.50	135.8	138.7
	2	158.5	43.66	156.9	160.2	159.0	44.15	157.3	160.6
	3	180.1	44.98	178.3	181.9	180.1	45.22	173.3	181.9
	4	53.5	39.95	51.8	55.1	53.6	39.75	52.0	55.3
	5	162.7	43.72	160.9	164.4	162.7	42.98	161.0	164.4

และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยกำหนดให้ข้อมูลกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data เป็นปัจจัยหลัก และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น Blocking Factor (ตารางที่ 4.11) นั้น พบว่าค่า DN ของทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งในปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2551 จากลักษณะดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะต่าง ๆ ทางสถิติของทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างมีความสัมพันธ์กัน ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่า DN แต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 4 แบนด์ ในทั้งสองช่วงเวลานั้น ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แสดงให้เห็นว่าค่า DN ที่ใช้เป็นหน่วยตัวอย่างในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถแบ่งแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 4.11
ค่า F และค่าความน่าจะเป็น (P) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน
กำหนดให้กลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data
เป็นปัจจัยหลัก และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
เป็น Blocking Factor

Band	Factor	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2551	
		F	P	F	P
1	กลุ่มหน่วยตัวอย่าง	0.02	0.884	0.30	0.583
	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	6,057.97	0.000	7,313.71	0.000
2	กลุ่มหน่วยตัวอย่าง	0.07	0.797	0.07	0.790
	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	1,484.45	0.000	3,119.52	0.000
3	กลุ่มหน่วยตัวอย่าง	0.80	0.371	0.03	0.868
	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	2,270.57	0.000	2,943.34	0.000
4	กลุ่มหน่วยตัวอย่าง	0.15	0.694	0.09	0.770
	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	5,942.29	0.000	6,678.97	0.000

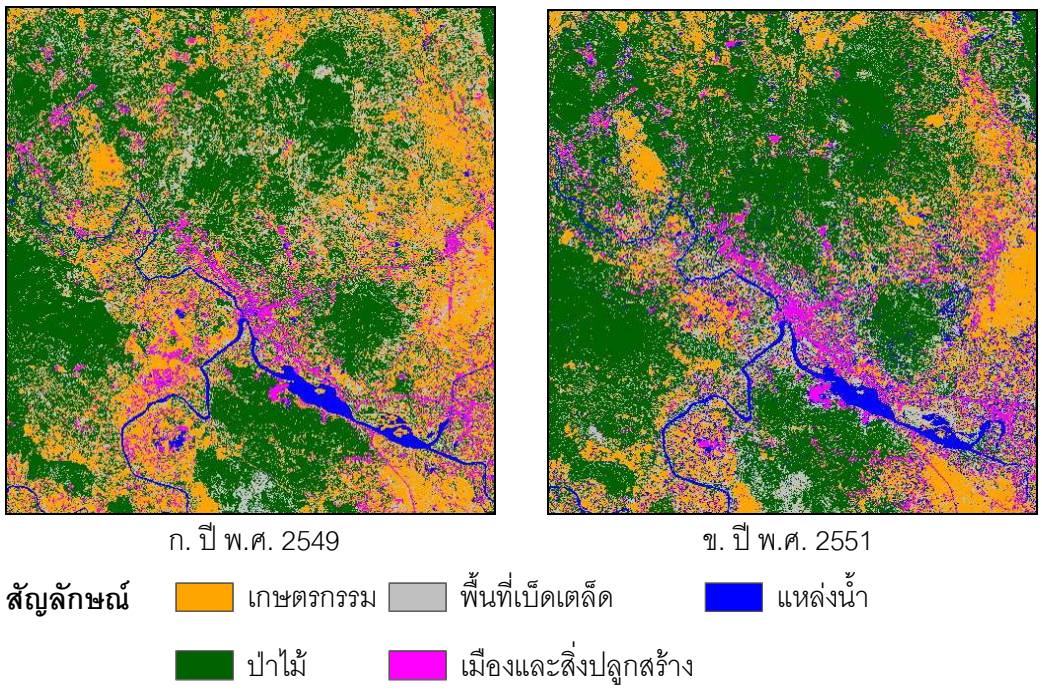
การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สำหรับการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น ได้ทำการแบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 วิธีการ คือ การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีผสม (Hybrid Classification) และการประยุกต์ใช้โลจิสติกรีเกรสชั่นในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากนั้นทำการประเมินความถูกต้องของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area ที่ใช้เป็นฐานในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Verification) และตรวจสอบการใช้ประโยชน์ได้จริง (Validation) กับกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Reference Data ซึ่งได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีผสม

จากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีผสม (ภาพที่ 4.7) แล้วประเมินความถูกต้องของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง (จากตารางคำนวณค่าความผิดพลาดในการประมาณที่ได้แสดงในตารางภาคผนวก ก และ ข) ที่ใช้เป็นฐานในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีผสม จากข้อมูลภาพดาวเทียมในปี พ.ศ. 2549 (ตารางที่ 4.12) พบว่ามีค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy) อยู่ระหว่าง 23.13-85.27 โดยสามารถจำแนกเป็นพื้นที่ป่าไม้ได้ถูกต้องสูงสุดเท่ากับร้อยละ 85.27 ในขณะที่พื้นที่เบ็ดเตล็ดเป็นประเภทที่มีค่าความถูกต้องต่ำสุดเพียงร้อยละ 23.13 สำหรับค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy) นั้นมีค่าความถูกต้องอยู่ระหว่างร้อยละ 44.10-95.11 โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 95.11 ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่มีค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ต่ำสุดคือป่าไม้มีค่าเท่ากับร้อยละ 44.10 สามารถอธิบายได้ว่า ในจำนวนหน่วยตัวอย่างที่ถูกประมาณจำนวน 100 หน่วยตัวอย่างนั้น สามารถประมาณเป็นแหล่งน้ำได้อย่างถูกต้องถึง 95.11 หน่วยตัวอย่าง แต่สามารถประมาณได้เป็นพื้นที่ป่าไม้เพียง 44.10 หน่วยตัวอย่าง เมื่อพิจารณาถึงความผันแปรของค่าความถูกต้องระหว่างประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงให้เห็นว่าค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตมีความผันแปรมากกว่าค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 55.53 และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.4442 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ที่อยู่ในช่วง 0.4-0.8 นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ (Landis & Koch, 1977)

ภาพที่ 4.7
การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีผสม
จากข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT-4 ในปี พ.ศ. 2549
และปี พ.ศ. 2551 พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี



ตารางที่ 4.12
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy)
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy)
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)
และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa กลุ่มหน่วยตัวอย่าง
Training Area (Verification) ที่จำแนก
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีผสม

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2551	
	Producer's	User's	Producer's	User's
ป่าไม้	**85.27**	44.10	**86.87**	54.07
เกษตรกรรม	66.13	45.26	62.27	54.18
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	31.80	78.45	47.87	79.60
แหล่งน้ำ	71.33	**95.11**	67.60	**80.16**
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	23.13	51.41	43.47	54.38
Overall Accuracy (%)	55.53		61.61	
Kappa	0.4442		0.5622	

ส่วนผลของการตรวจสอบค่าความถูกต้องในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขในปี พ.ศ. 2551 นั้น การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้มีค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตสูงสุด ส่วนพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีค่าความถูกต้องต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 86.87 และ 43.47 ตามลำดับ เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เบ็ดเตล็ดเป็นลักษณะที่มีความหลากหลาย ซึ่งเป็นได้ทั้งพื้นที่หินโผล่ ไม้พุ่ม พื้นที่ชุ่มน้ำ หรือพื้นที่ทิ้งร้างที่ไม่ได้มีการใช้ประโยชน์ใด ๆ ตลอดจนที่ทิ้งขยะ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546) ดังแสดงคำอธิบายประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินไว้ในตารางที่ 3.1 จึงมีค่า DN ที่ค่อนข้างกว้าง ทำให้มีค่าความถูกต้องต่ำสุด สำหรับค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 54.07-80.16 ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 80.16 รองลงมาคือ เมืองและสิ่งปลูกสร้างมีค่าเท่ากับร้อยละ 79.60 ส่วนพื้นที่เบ็ดเตล็ด เกษตรกรรม และป่าไม้ มีค่าความถูกต้องใกล้เคียงกันคือ

ร้อยละ 54.38 54.18 และ 54.07 ตามลำดับ โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 61.61 และมีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.5622 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้

หากพิจารณาผลของการตรวจสอบค่าความถูกต้องในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งสองช่วงเวลาแล้ว สามารถกล่าวได้ว่าค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้มีค่าสูงสุดถึงร้อยละ 85.27 และ 86.87 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12) ส่วนพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีค่าความผิดพลาดค่อนข้างมาก โดยมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นถูกจำแนกรวมเป็นพื้นที่เบ็ดเตล็ดสูงทั้งสองช่วงเวลา ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เบ็ดเตล็ดนั้นมีลักษณะที่ค่อนข้างหลากหลาย จึงทำให้ค่า DN มีความผันแปรมากและมีค่าที่ซ้อนกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น สำหรับค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 95.11 และ 80.16 ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้มีค่าความผิดพลาดในการจำแนกค่อนข้างมาก เมื่อพิจารณาค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ในปี พ.ศ. 2551 มีค่าความถูกต้องสูงกว่าปี พ.ศ. 2549

เมื่อตรวจสอบการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง (Validation) ของการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีผสมดังแสดงตารางคำนวณค่าความผิดพลาดของการใช้ประโยชน์ได้จริงของฟังก์ชั่นที่ได้แสดงในตารางภาคผนวก ค และ ง พบว่าค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตในปี พ.ศ. 2549 (ตารางที่ 4.13) มีค่าอยู่ระหว่าง 24.27-83.93 และในปี พ.ศ. 2551 มีค่าอยู่ระหว่าง 45.40-87.80 โดยพื้นที่ป่าไม้มีค่าสูงสุดและพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีค่าต่ำสุดในทั้งสองช่วงเวลา สำหรับค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้นั้น ในปี พ.ศ. 2549 มีค่าอยู่ระหว่าง 43.97-94.90 และปี พ.ศ. 2551 มีค่าอยู่ระหว่าง 55.57-84.13 โดยแหล่งน้ำมีค่าสูงสุดและป่าไม้มีค่าต่ำสุดทั้งสองช่วงเวลา ส่วนค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ในปี พ.ศ. 2549 มีค่าเท่ากับร้อยละ 55.48 และ 0.4435 และปี พ.ศ. 2551 มีค่าเท่ากับร้อยละ 64.99 และ 0.5623 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy)
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy)
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)
และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa กลุ่มหน่วยตัวอย่าง
Reference Data (Validation) ที่จำแนก
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีผสม

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2551	
	Producer's	User's	Producer's	User's
ป่าไม้	**83.93**	43.97	**87.80**	55.57
เกษตรกรรม	64.93	44.78	66.73	59.06
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	32.33	78.23	47.60	83.22
แหล่งน้ำ	71.93	**94.90**	77.40	**84.13**
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	24.27	51.63	45.40	56.89
Overall Accuracy (%)	55.48		64.99	
Kappa	0.4435		0.5623	

2. การประยุกต์ใช้โลจิสติกรีเกรสชั่นในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สำหรับการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติกด้วยการวิเคราะห์โลจิสติกรีเกรสชั่นด้วยโปรแกรม MINITAB ซึ่งใช้การวิเคราะห์แบบ Binary Logistic Regression โดยการกำหนดให้ค่า DN ของทั้งสองช่วงเวลาเป็นตัวแปรอิสระ (ในปี พ.ศ. 2549 มีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร และในปี พ.ศ. 2551 มีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปรเช่นเดียวกัน จากข้อมูลภาพดาวเทียมในแบนด์ 1 2 3 และ 4) และกำหนดให้ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นตัวแปรตาม ดังแสดงฟังก์ชั่นโลจิสติกที่ใช้ในการจำแนกในตารางที่ 4.14 แล้วตรวจสอบความถูกต้องของการประเมินประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Verification) และตรวจสอบการใช้ประโยชน์ได้จริง (Validation) ของฟังก์ชั่นที่ได้จัดสร้างขึ้น

ตารางที่ 4.14
ฟังก์ชั่นโลจิสติกจากการวิเคราะห์โลจิสติกรีเกรสชั่น
เพื่อการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
พื้นที่บางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี

ปี พ.ศ.	ฟังก์ชั่นโลจิสติก
2549	$LU(1) = 11.8469 + 0.0128B_1 + 0.0641B_2 - 0.1504B_3 + 0.0002B_4$
	$LU(2) = -4.9589 + 0.0300B_1 - 0.0156B_2 - 0.0040B_3 + 0.0175B_4$
	$LU(3) = -10.8475 - 0.0077B_1 - 0.0536B_2 + 0.0888B_3 + 0.0155B_4$
	$LU(4) = -1.9804 - 0.0120B_1 - 0.0223B_2 + 0.0611B_3 - 0.0499B_4$
	$LU(5) = 0.6850 + 0.0002B_1 + 0.0089B_2 - 0.0362B_3 + 0.0168B_4$
2551	$LU(1) = 14.4905 + 0.0051B_1 + 0.0419B_2 - 0.2379B_3 + 0.0135B_4$
	$LU(2) = -4.1659 + 0.0413B_1 + 0.0068B_2 - 0.0218B_3 - 0.0021B_4$
	$LU(3) = -12.6521 - 0.0083B_1 - 0.0159B_2 + 0.1206B_3 + 0.0080B_4$
	$LU(4) = -0.1198 - 0.0280B_1 - 0.0478B_2 + 0.0988B_3 - 0.0343B_4$
	$LU(5) = 4.3803 - 0.0187B_1 - 0.0140B_2 - 0.0746B_3 + 0.0344B_4$

เมื่อ LU(1) คือ ค่า Logit ในการจำแนกเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีประเภทป่าไม้

LU(2) คือ ค่า Logit ในการจำแนกเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม

LU(3) คือ ค่า Logit ในการจำแนกเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเมืองและสิ่งปลูกสร้าง

LU(4) คือ ค่า Logit ในการจำแนกเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำ

LU(5) คือ ค่า Logit ในการจำแนกเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เบ็ดเตล็ด

B_1 คือ ค่า DN ของแบนด์ 1

B_2 คือ ค่า DN ของแบนด์ 2

B_3 คือ ค่า DN ของแบนด์ 3

B_4 คือ ค่า DN ของแบนด์ 4

โดยนำค่า Logit ที่ได้จากตารางที่ 4.14 ทำการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นดังสูตรการคำนวณค่าความน่าจะเป็นดังที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 สูตรที่ (3)

ผลจากการวิเคราะห์โลจิสติกรีเกรสชั่นเพื่อจัดสร้างฟังก์ชั่นและตรวจสอบค่าความถูกต้องของการประเมินด้วยการประมาณกลุ่มหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็นฐานในการวิเคราะห์นั่นเอง (จากตารางคำนวณค่าความผิดพลาดในการประเมินในตารางภาคผนวก จ และ ฉ) พบว่าค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตในปี พ.ศ. 2549 (ตารางที่ 4.15) มีค่าอยู่ระหว่าง 32.11-86.25 และปี พ.ศ. 2551 มีค่าอยู่ระหว่าง 41.92-85.15 ซึ่งแหล่งน้ำมีค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตสูงสุดในทั้งสองช่วงเวลา โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 86.25 และ 85.15 ตามลำดับ ส่วนค่าความถูกต้องของพื้นที่เกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2549 และพื้นที่เบ็ดเตล็ดในปี พ.ศ. 2551 มีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 32.11 และ 41.92 ตามลำดับ อันเนื่องมาจากความหลากหลายของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ในปี พ.ศ. 2549 มีค่าความถูกต้องอยู่ระหว่าง 35.58-88.10 และในปี พ.ศ. 2551 มีค่าระหว่าง 39.94-89.54 โดยพื้นที่แหล่งน้ำมีค่าความถูกต้องสูงสุดในทั้งสองช่วงเวลาเช่นกัน โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 88.10 และ 89.54 ตามลำดับ สำหรับค่าความถูกต้องโดยรวมนั้น ในปี พ.ศ. 2549 มีค่าเท่ากับ 54.96 และมีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.4300 ส่วนค่าความถูกต้องโดยรวมในปี พ.ศ. 2551 มีค่าเท่ากับ 59.60 และมีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.4938 โดยอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

ตารางที่ 4.15
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy)
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy)
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)
และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa กลุ่มหน่วยตัวอย่าง
Training Area (Verification) ที่ใช้การจัดสร้าง
ฟังก์ชั่นโลจิสติกเพื่อจำแนกประเภท
การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2551	
	Producer's	User's	Producer's	User's
ป่าไม้	74.76	51.77	53.10	54.94
เกษตรกรรม	32.11	50.16	54.23	56.63
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	50.16	63.80	64.80	60.35
แหล่งน้ำ	**86.25**	**88.10**	**85.15**	**89.54**
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	36.98	35.58	41.92	39.94
Overall Accuracy (%)	54.96		59.60	
Kappa	0.4300		0.4938	

จากการตรวจสอบการใช้ประโยชน์ได้จริงของวิธีการประมาณ (จากตารางคำนวณค่าความผิดพลาดของการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงของฟังก์ชั่นในตารางภาคผนวก ช และ ซ) ซึ่งผลของการตรวจสอบการใช้ได้จริงนี้ (ตารางที่ 4.16) พบว่าในปี พ.ศ. 2549 มีค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตอยู่ระหว่าง 31.10-86.25 และในปี พ.ศ. 2551 มีค่าความถูกต้องอยู่ระหว่าง 44.19-86.02 โดยแหล่งน้ำมีค่าความถูกต้องมากสุดในทั้งสองช่วงเวลา ส่วนค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้นั้นในปี พ.ศ. 2549 มีค่าความถูกต้องอยู่ระหว่าง 34.38-87.61 และในปี พ.ศ. 2551 มีค่าอยู่ระหว่าง 41.07-89.84 โดยแหล่งน้ำมีค่าความถูกต้องสูงสุดในทั้งสองช่วงเวลาเช่นเดียวกัน สำหรับค่าความถูกต้องโดยรวมในปี พ.ศ. 2549 มีค่าเท่ากับร้อยละ 53.78 และมีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.4148 ส่วนค่าความถูกต้องโดยรวมในปี พ.ศ. 2551 มีค่าเท่ากับร้อยละ 60.00 และมีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa

เท่ากับ 0.4987 นอกจากนี้ค่าความถูกต้องทั้งในระดับผู้ผลิต ระดับผู้ใช้ ค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ในปี พ.ศ. 2551 ยังมีค่าความถูกต้องที่สูงกว่าในปี พ.ศ. 2549

ตารางที่ 4.16
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy)
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy)
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)
และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa กลุ่มหน่วยตัวอย่าง
Reference Data (Validation) ที่ใช้การจัดสร้าง
ฟังก์ชั่นโลจิสติกเพื่อจำแนกประเภท
การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2551	
	Producer's	User's	Producer's	User's
ป่าไม้	73.59	51.54	53.25	56.38
เกษตรกรรม	31.10	47.90	53.86	56.16
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	46.44	61.21	63.85	60.44
แหล่งน้ำ	**86.25**	**87.61**	**86.02**	**89.84**
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	36.46	34.38	44.19	41.07
Overall Accuracy (%)	53.78		60.00	
Kappa	0.4148		0.4987	

3. การประยุกต์ใช้โลจิสติกรีเกรสชั่นกับการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สำหรับผลของการประยุกต์ใช้โลจิสติกรีเกรสชั่นกับการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น เมื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ระหว่างการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินวิธีผสมกับการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติกทั้งที่ได้จากการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตารางที่ 4.17) และที่ได้จากการตรวจสอบการใช้ประโยชน์ได้จริง (ตารางที่ 4.18) นั้น ปรากฏว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมสูงสุดเท่ากับร้อยละ 64.99 ของการจำแนกวิธีผสมในปี พ.ศ. 2551 โดยทั้งสองวิธีการมีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ระหว่าง 53.78-64.99 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ Kappa โดยรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.4148-0.5623 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ที่อยู่ในช่วง 0.4-0.8 นั้นถือเป็นค่าที่ยอมรับได้ (Landis & Koch, 1977)

นอกจากนี้วิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินวิธีผสมมีค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ในทั้งสองช่วงเวลามากกว่าวิธีการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติกเพียงเล็กน้อย สำหรับค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ของข้อมูลในปี พ.ศ. 2551 นั้น ยังมีค่าสูงกว่าข้อมูลในปี พ.ศ. 2549 เนื่องจากค่า DN ของทั้งกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data ในแต่ละแบนด์ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2551 มีค่าการกระจายของข้อมูลน้อยกว่าในปี พ.ศ. 2549 (ดังแสดงคุณลักษณะทางสถิติต่าง ๆ ไว้ในตารางที่ 4.9 และ 4.10) และนอกจากนี้ ข้อมูลค่า DN ของทั้งสองกลุ่มหน่วยตัวอย่างของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2551 ยังมีการซ้อนทับกันที่น้อยกว่า จึงเป็นสาเหตุให้การจำแนกประเภทข้อมูลในปี พ.ศ. 2551 มีความถูกต้องมากกว่าในปี พ.ศ. 2549

ตารางที่ 4.17
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)
และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa กลุ่มหน่วยตัวอย่าง
Training Area (Verification) ด้วยวิธีการ
จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
วิธีการต่าง ๆ

วิธีการจำแนกประเภท	Overall		Kappa	
	2549	2551	2549	2551
การจำแนกประเภทข้อมูลวิธีผสม	55.53	61.61	0.4442	0.5622
การจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติก	54.96	59.60	0.4300	0.4938

ตารางที่ 4.18
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)
และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa กลุ่มหน่วยตัวอย่าง
Reference Data (Validation) วิธีการ
จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
วิธีการต่าง ๆ

วิธีการจำแนกประเภท	Overall		Kappa	
	2549	2551	2549	2551
การจำแนกประเภทข้อมูลวิธีผสม	55.48	64.99	0.4435	0.5623
การจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติก	53.78	60.00	0.4148	0.4987

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ในเบื้องต้นนั้น ได้จัดสร้างสมการการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยไม่จำแนกประเภท ณ จุดเริ่มต้น (ตารางที่ 4.19) ของกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area ซึ่งมีจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ 11,792 หน่วยตัวอย่าง แบ่งเป็นหน่วยตัวอย่างที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงและมีการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 11,562 และ 230 หน่วยตัวอย่างตามลำดับ (ตารางที่ 4.20) พบว่ามีค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงร้อยละ 5.67 ซึ่งหมายถึง ในพื้นที่ที่ถูกประมาณไปเป็นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 100 หน่วยตัวอย่างนั้น สามารถประมาณเป็นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้องเพียง 5.67 หน่วยตัวอย่าง

ตารางที่ 4.19
ฟังก์ชั่นโลจิสติกจากการวิเคราะห์โลจิสติกรีเกรสชั่นเพื่อตรวจสอบ
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยไม่จำแนกประเภท
ณ จุดเริ่มต้น

ฟังก์ชั่นโลจิสติก
chn = -4.7882 + 0.0186B106 - 0.0239B206 - 0.0044B306 + 0.0203B406 + 0.0131B108 + 0.0266B208 - 0.0090B308 - 0.0140B408

เมื่อ chn คือ ค่า Logit ที่มีการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
B106 คือ ค่า DN ของแบนด์ 1 ในปี พ.ศ. 2549
B206 คือ ค่า DN ของแบนด์ 2 ในปี พ.ศ. 2549
B306 คือ ค่า DN ของแบนด์ 3 ในปี พ.ศ. 2549
B406 คือ ค่า DN ของแบนด์ 4 ในปี พ.ศ. 2549
B108 คือ ค่า DN ของแบนด์ 1 ในปี พ.ศ. 2551
B208 คือ ค่า DN ของแบนด์ 2 ในปี พ.ศ. 2551
B308 คือ ค่า DN ของแบนด์ 3 ในปี พ.ศ. 2551
B408 คือ ค่า DN ของแบนด์ 4 ในปี พ.ศ. 2551

โดยนำค่า Logit ที่ได้จากตารางข้างต้นทำการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นตามสูตรในบทที่ 2 สูตรที่ (3)

ตารางที่ 4.20
แมทริกซ์ค่าความผิดพลาดของการตรวจสอบค่าความถูกต้อง
ของการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติก กลุ่มหน่วยตัวอย่าง
Training Area (Verification) เพื่อตรวจสอบ
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
โดยไม่จำแนกประเภท ณ จุดเริ่มต้น

		ข้อมูลหน่วยตัวอย่าง (Training Area)			
		ไม่เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนแปลง	รวม	User's Accuracy
การจำแนกประเภทข้อมูล (Classified Data)	ไม่เปลี่ยนแปลง	9,617	113	9,730	98.84
	เปลี่ยนแปลง	1,945	117	2,062	**5.67**
	รวม	11,562	230	11,792	
	Producer's Accuracy	83.18	50.87		
Overall Accuracy (%) = 82.55					

ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดค่าของตัวแปรที่ใช้ในการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติกใหม่ โดยการนำกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area ชุดเดิม มาทำการจัดแบ่งประเภทข้อมูลออกเป็นแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2549 เป็นหลัก (ข้อมูลจำนวนหน่วยตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 4.1) จากนั้นจึงทำการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติกจำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ จุดเริ่มต้น และคำนวณค่าความน่าจะเป็นดังสูตรที่ (3) ในบทที่ 2 ตามที่ได้กล่าวถึงแล้ว และตรวจสอบค่าความถูกต้องตามลำดับขั้นตอนต่อไป

สำหรับผลจากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดังแสดงในตารางที่ 4.21 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ เกษตรกรรม เมืองและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่เบ็ดเตล็ด มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จึงได้มีการนำมาจัดสร้างฟังก์ชั่นเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 4.22) ตามขั้นตอนและวิธีการศึกษาต่อไป ส่วนพื้นที่แหล่งน้ำจากข้อมูลทั้งกลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training Area และ Reference Data นั้น ไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จึงไม่ได้มีการนำมาดำเนินการในการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติก

ตารางที่ 4.21

แมทริกซ์จำนวนหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติก
เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ที่มีการจำแนกประเภท ณ จุดเริ่มต้น

		ปี พ.ศ. 2551						คุณลักษณะ	
	LU	1	2	3	4	5	รวม	เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
ปี พ.ศ. 2549	1	2,000	95	296	0	275	2,666	2,000	666
	2	0	2,000	109	93	187	2,389	2,000	389
	3	0	122	1,730	0	0	1,852	1,730	122
	4	0	0	0	2,000	0	2,000	2,000	0
	5	0	475	200	210	2,000	2,885	2,000	885
	รวม	2,000	2,692	2,335	2,303	2,462	11,792	9,730	2,062

เมื่อ LU คือ ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1 คือ พื้นที่ป่าไม้

2 คือ พื้นที่เกษตรกรรม

3 คือ พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง

4 คือ แหล่งน้ำ

5 คือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด

ตารางที่ 4.22
ฟังก์ชั่นโลจิสติกจากการวิเคราะห์โลจิสติกรีเกรสชั่นเพื่อการตรวจสอบ
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการจำแนกประเภท
ณ จุดเริ่มต้น

ฟังก์ชั่นโลจิสติก
LU(1) = -15.4628 - 0.0513B106 - 0.1518B206 + 0.0679B306 + 0.0390B406 + 0.0459B108 + 0.0197B208 + 0.0834B308 + 0.0168B408
LU(2) = -6.4503 + 0.0353B106 - 0.0682B206 - 0.0116B306 + 0.0173B406 - 0.0544B108 + 0.0529B208 + 0.0893B308 - 0.0175B408
LU(3) = -1.7804 + 0.0164B106 + 0.1046B206 - 0.1043B306 + 0.0392B406 + 0.0666B108 - 0.1604B208 + 0.0876B308 - 0.0373B408
LU(5) = -16.4775 + 0.0198B106 - 0.0754B206 + 0.1275B306 + 0.0027B406 + 0.0350B108 + 0.0379B208 + 0.0038B308 - 0.0374B408

เมื่อ LU(1) คือ ค่า Logit ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ที่เป็นป่าไม้

LU(2) คือ ค่า Logit ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ที่เป็นเกษตรกรรม

LU(3) คือ ค่า Logit ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ที่เป็นเมืองและสิ่งปลูกสร้าง

LU(5) คือ ค่า Logit ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ที่เป็นเป็นพื้นที่เบ็ดเตล็ด

B106 คือ ค่า DN ของแบนด์ 1 ในปี พ.ศ. 2549

B206 คือ ค่า DN ของแบนด์ 2 ในปี พ.ศ. 2549

B306 คือ ค่า DN ของแบนด์ 3 ในปี พ.ศ. 2549

B406 คือ ค่า DN ของแบนด์ 4 ในปี พ.ศ. 2549

B108 คือ ค่า DN ของแบนด์ 1 ในปี พ.ศ. 2551

B208 คือ ค่า DN ของแบนด์ 2 ในปี พ.ศ. 2551

B308 คือ ค่า DN ของแบนด์ 3 ในปี พ.ศ. 2551

B408 คือ ค่า DN ของแบนด์ 4 ในปี พ.ศ. 2551

โดยนำค่า Logit ที่ได้จากตารางที่ 4.22 มาวิเคราะห์ความน่าจะเป็นดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 สูตรที่ (3)

จากผลการจัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติกจากทั้ง 4 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินดังที่ได้กล่าวมาแล้วมาทำการประมาณการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภทนั้น ปรากฏว่า มีค่าความถูกต้องโดยรวมของการประมาณอยู่ระหว่าง 84.89-98.97 (ตารางที่ 4.23) และมีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa อยู่ระหว่าง 0.5154-0.9123 โดยพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ ป่าไม้ มีค่าเท่ากับ 89.80 และ 0.7088 สำหรับค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตมีค่าอยู่ระหว่าง 45.50-99.83 โดยสามารถประมาณพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างถูกต้องสูงสุดถึงร้อยละ 99.83 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการประมาณการเปลี่ยนแปลงไปเป็นประเภทอื่นมีค่าความถูกต้องต่ำสุด เนื่องจากการจำแนกเป็นพื้นที่เกษตรกรรมนั้นเป็นลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร ซึ่งมีความหลากหลายมาก โดยเป็นทั้งที่นา ไร่อ้อย ไร่มันสำปะหลัง ไร่ข้าวโพด และในที่นานั้นยังมีสภาพที่แตกต่างกัน ทั้งที่นาที่มีการไถเพื่อเตรียมการปลูก การดำนา นาข้าวที่ใกล้เก็บเกี่ยว ตลอดจนนาข้าวหลังเก็บเกี่ยวแล้ว เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546) นอกจากนี้ยังมีค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้อยู่ระหว่าง 77.63-99.08 ซึ่งสามารถประมาณเป็นพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างถูกต้องมากที่สุดถึงร้อยละ 99.08 ส่วนค่าความถูกต้องในการประมาณพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นนั้นมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 77.63

ตารางที่ 4.23
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy)
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy)
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)
และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa กลุ่มหน่วยตัวอย่าง
Training Area (Verification) ที่ใช้ในการ
จัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติกเพื่อตรวจสอบ
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน		Producer's	User's	Overall	Kappa
ป่าไม้	เปลี่ยนแปลง	69.82	86.75	89.80	0.7088
	ไม่เปลี่ยนแปลง	96.45	90.56		
เกษตรกรรม	เปลี่ยนแปลง	45.50	77.63	88.99	0.5154
	ไม่เปลี่ยนแปลง	97.45	90.19		
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	เปลี่ยนแปลง	86.89	97.25	**98.97**	**0.9123**
	ไม่เปลี่ยนแปลง	**99.83**	**99.08**		
พื้นที่อื่น ๆ	เปลี่ยนแปลง	64.75	82.21	84.89	0.6223
	ไม่เปลี่ยนแปลง	93.80	85.74		

สำหรับผลจากการตรวจสอบการใช้ประโยชน์ได้จริงของฟังก์ชั่นโลจิสติกที่ได้จากการประมาณ ดังแสดงในตารางที่ 4.24 นั้น ปรากฏว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ระหว่าง 85.44-99.24 และมีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa อยู่ระหว่าง 0.4928-0.9361 โดยพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างมีค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์ Kappa สูงสุด ส่วนค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตมีค่าอยู่ระหว่าง 41.13-99.88 โดยพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมีค่าความถูกต้องสูงสุด ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าความถูกต้องต่ำสุด อันเนื่องมาจากความหลากหลายของลักษณะพื้นที่เกษตรกรรม และค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้นั้นมีค่าความถูกต้องอยู่ระหว่าง 82.05-99.31 โดยพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงยังคงมีค่าความถูกต้องสูงสุดเช่นเดียวกันกับค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต

ตารางที่ 4.24
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy)
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy)
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)
และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa กลุ่มหน่วยตัวอย่าง
Reference Data (Validation) ที่ใช้การ
จัดสร้างฟังก์ชั่นโลจิสติกเพื่อตรวจสอบ
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน		Producer's	User's	Overall	Kappa
ป่าไม้	เปลี่ยนแปลง	73.27	86.37	90.44	0.7312
	ไม่เปลี่ยนแปลง	96.15	91.53		
เกษตรกรรม	เปลี่ยนแปลง	41.13	82.05	88.95	0.4928
	ไม่เปลี่ยนแปลง	98.25	89.56		
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	เปลี่ยนแปลง	90.16	98.21	**99.24**	**0.9361**
	ไม่เปลี่ยนแปลง	**99.88**	**99.31**		
พื้นที่อื่น ๆ	เปลี่ยนแปลง	65.99	83.07	85.44	0.6369
	ไม่เปลี่ยนแปลง	94.05	86.21		