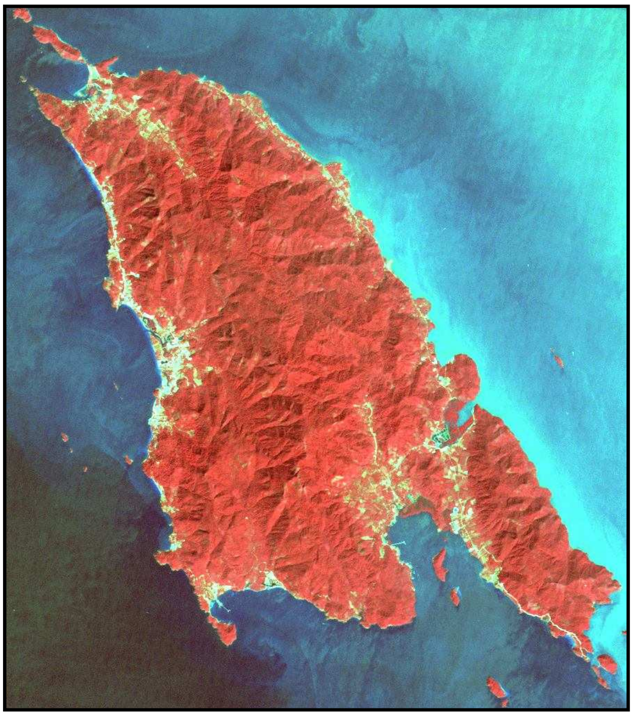
บทที่ 4

ผลของการวิจัย

ในการศึกษาข้อมูลเชิงตัวเลขครอบคลุมพื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด จากดาวเทียม LANDSAT 5-TM ซึ่งได้บันทึกเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549 (ภาพที่ 4.1) โดยใช้ข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Number: DN) ของ Band 1 2 3 4 5 และ 7 ซึ่งข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีขนาดเท่ากับ 894 x 1,009 pixels (รวม 902,046 pixels) โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 25 x 25 เมตร และแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 6 ประเภทคือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าบก ป่าชายเลน เกษตรกรรม ชายหาดและท่าเรือ สิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

ภาพที่ 4.1
ภาพดาวเทียมผสมสีด้วย Band 4 3 2 (R G B)
ครอบคลุมพื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549



<u>คุณลักษณะของหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Training area</u>

หน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Training area คือหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการกำกับการวิเคราะห์/ประเมินประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน และใช้ในการจัดสร้าง Discriminant functions เพื่อการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้หน่วยตัวอย่างสำหรับเป็น Training area รวมทั้งหมดเท่ากับ 23,196 pixels หรือคิดเป็นร้อยละ 2.57 ของจำนวน pixels ทั้งหมดในกรอบพื้นที่ศึกษา ซึ่งคุณลักษณะในภาพรวมของค่า DN ของแต่ละ Band นั้น พบว่า Band 1 มีค่า DN เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 69.0 ในขณะที่ Band 7 มีค่า DN เฉลี่ยน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.3 (ตารางที่ 4.1) แต่เมื่อพิจารณาถึงความผันแปรภายในที่แท้จริงของแต่ละตัวแปรแล้ว จะเห็นว่าหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Training area นั้น จะมีความผันแปรของ Band 5 มากที่สุด โดยมีค่าพิสัย (สูงสุด-ต่ำสุด) เท่ากับ 202.0 (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.2) ในขณะที่ค่า DN ของ Band 2 จะมีค่าพิสัยน้อยที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 53.0 (ตารางที่ 4.1) แต่เมื่อพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลับพบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า DN ของ Band 4 มีค่าสูงสุด สำหรับในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน ซึ่งเป็นค่าร้อยละของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ยแล้ว จะเห็นว่า Band 7 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 89.86 (ตารางที่ 4.1)

เป็นที่น่าสังเกตว่า การกระจายของหน่วยตัวอย่างที่แท้จริงที่แสดงใน Boxplot (ภาพที่ 4.2) นั้น พบว่าในแต่ละ Band นั้น มีหน่วยตัวอย่างจำนวนหนึ่งที่กระจายอยู่นอกกรอบปรกติตามวิธีการจัดสร้าง Boxplot ซึ่งค่าที่กระจายอยู่นอกกรอบ (แสดงด้วยเครื่องหมาย *) เป็นหน่วยตัวอย่างที่มีค่าสูงหรือต่ำมาก เรียกว่า outliers แต่อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาลักษณะของการกระจายในเชิงสถิติ (จาก Interval plot ซึ่งแสดงในภาพที่ 4.3) แล้ว จะเห็นว่า ค่า DN ของแต่ละ Band ซึ่งเป็นค่าแสงสะท้อนของแต่ละช่วงคลื่นนั้น มีความแตกต่างกันหรือแบ่งแยกกันอย่างชัดเจนที่ระดับความมั่นใจ 95% แสดงเป็นนัยถึงระดับของการสะท้อนแสงของวัตถุที่ปรากฏบนพื้นโลกในช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน

สำหรับความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงของค่าแสงสะท้อนของ Band ต่างๆ จากการตรวจสอบด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ หรือ Correlation analysis นั้น พบว่า คู่ของ Band ส่วนใหญ่แล้ว จะมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) ยกเว้น Band 4 กับ Band 3 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.737$) โดยคู่ของ Band ที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้น มีค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ (correlation coefficient: r) อยู่ระหว่าง 0.107-0.927 โดยมีบางคู่ของ Band ที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงผกผัน (r มีค่าติดลบ)

ตารางที่ 4.1
คุณลักษณะทางสถิติของ Band ต่างๆ ของหน่วยตัวอย่าง
ที่ใช้เป็น Training area จากข้อมูลภาพดาวเทียม
LANDSAT 5-TM พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

BAND	Mean	Range	StDev	Variance	CoefVar	Minimum	Median	Maximum
1	**69.0**	77.0	11.65	135.81	16.88	47	66	124
2	28.1	**53.0**	6.77	45.77	24.04	14	26	67
3	23.0	94.0	9.39	88.09	40.80	10	20	104
4	49.2	131.0	**32.84**	1,078.76	66.69	2	51	133
5	37.3	**202.0**	29.75	885.30	79.79	1	29	203
7	**14.3**	99.0	12.83	164.52	**89.86**	0	10	99

เมื่อ Mean คือ ค่าเฉลี่ย — Range คือ ค่าพิสัย
StDev คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) — Variance คือ ค่าความแปรปรวน
Minimum คือ ค่าที่มีค่าน้อยที่สุด — Maximum คือ ค่าที่มีค่ามากที่สุด
CoefVar คือค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of variation) — Median คือ ค่ากลาง
Band คือ ช่วงคลื่นต่างๆ

ตารางที่ 4.2

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าความน่าจะเป็น (p) ของค่า DN
ทั้ง 6 Bands ของ Training area วิเคราะห์รวมกันทุกประเภทการ
ใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM
พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

	Statistic	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5
Band 2	r	0.880				
	p	0.000				
Band 3	r	0.666	0.880			
	p	0.000	0.000			
Band 4	r	-0.589	-0.254	0.002		
	p	0.000	0.000	**0.737**		
Band 5	r	-0.170	0.175	0.503	0.752	
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	
Band 7	r	0.107	0.402	0.710	0.498	0.927
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ภาพที่ 4.2

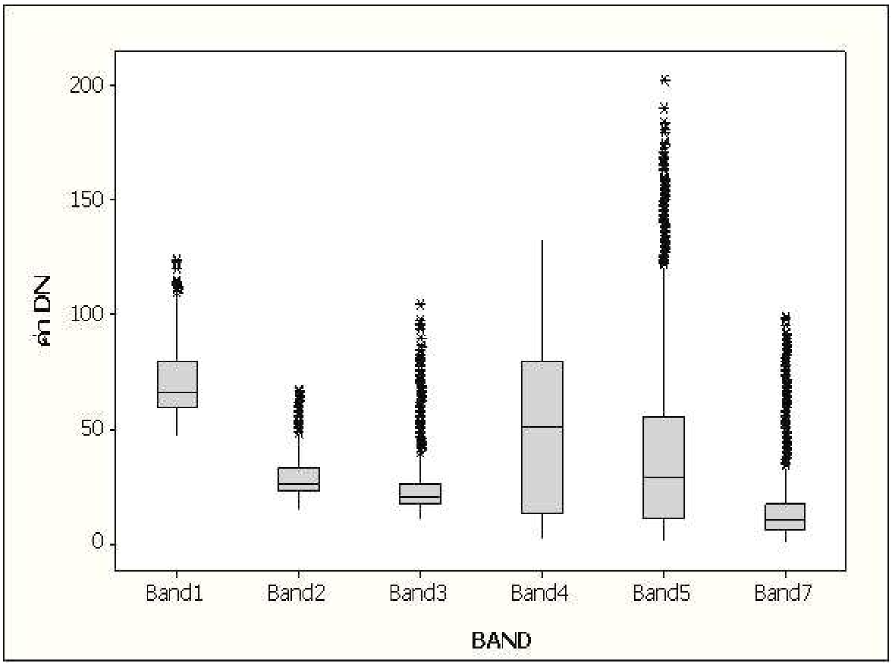
Boxplot ของค่า DN แสดงการกระจายของหน่วย

ตัวอย่าง (pixels) กลุ่ม Training area จากข้อมูล

ภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM

พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด

บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549



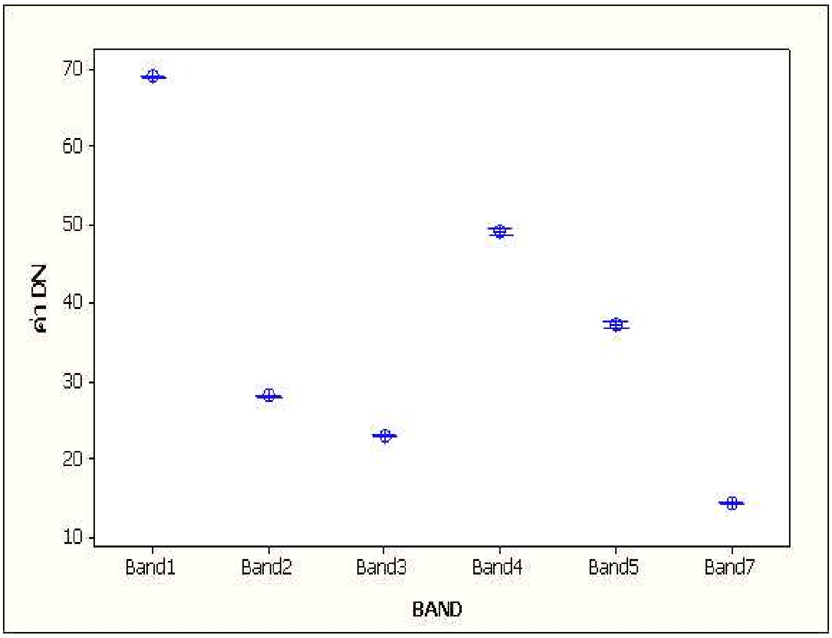
ภาพที่ 4.3

Interval plot ของค่า DN ของหน่วยตัวอย่าง (pixels)

กลุ่ม Training area จากข้อมูลภาพดาวเทียม

LANDSAT 5-TM พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด

บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549



คุณลักษณะของหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Training area จำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

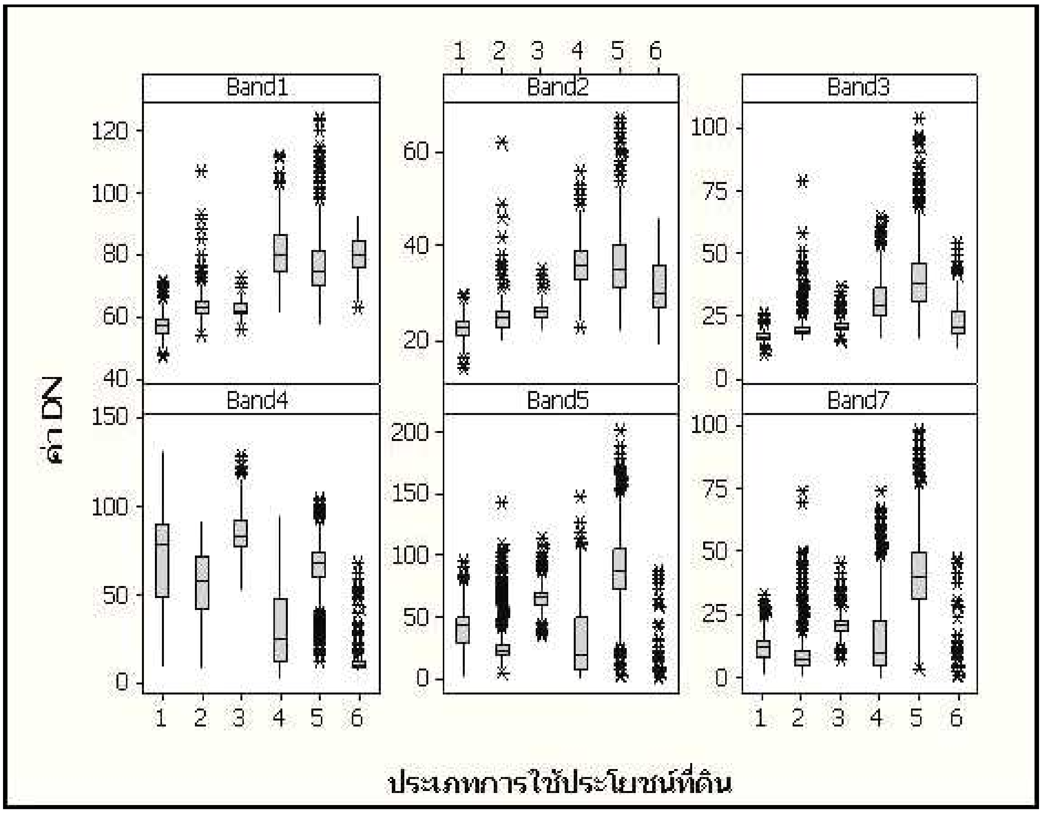
จากหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Training area จำนวน 23,916 หน่วย (ตารางที่ 4.1) นั้น เป็นหน่วยตัวอย่างของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็น ป่าบก ป่าชายเลน เกษตรกรรม ชายหาดและท่าเรือ สิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำ เท่ากับ 8,070 1,628 1,830 1,253 2,740 และ 7,675 pixels หรือคิดเป็นร้อยละ 34.79 7.02 7.89 5.40 11.81 และ 33.09 ของจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3
จำนวนหน่วยตัวอย่าง (pixels) ของ Training area
แต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับจัดสร้าง
Discriminant functions จากข้อมูลภาพดาวเทียม
LANDSAT 5-TM พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**ปี พ.ศ. 2549**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
ป่าบก	8,070	34.79
ป่าชายเลน	1,628	7.02
เกษตรกรรม	1,830	7.89
ชายหาดและท่าเรือ	1,253	5.40
สิ่งปลูกสร้าง	2,740	11.81
แหล่งน้ำ	7,675	33.09
รวม	23,196	100.00

ค่า DN ของหน่วยตัวอย่างในกลุ่มที่ใช้เป็น Training area ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นมีการกระจายมาก โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาจาก Boxplot (ภาพที่ 4.4) จะเห็นว่ามี outliers (เป็นเครื่องหมายดอกจันทร์) อยู่เป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากการกระจายในเชิงสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพที่ 4.5) แล้ว จะเห็นว่า ในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น น่าจะมีความเป็นไปได้ในการจัดแบ่งกลุ่มหรือประเภท ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายในส่วนของการวิเคราะห์ Discriminant ที่เป็นหนึ่งในการวิเคราะห์การจัดแบ่งกลุ่มในเชิงสถิติ

ภาพที่ 4.4
Boxplot ของค่า DN แสดงการกระจายของหน่วยตัวอย่าง
(pixels) กลุ่ม Training area ของแต่ละประเ ภท
การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูลภาพดาวเทียม
LANDSAT 5-TM พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549



ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	1 คือ ป่าบก	2 คือ ป่าชายเลน
	3 คือ เกษตรกรรม	4 คือ ชายหาดและท่าเรือ
	5 คือ สิ่งปลูกสร้าง	6 คือ แหล่งน้ำ

ภาพที่ 4.5

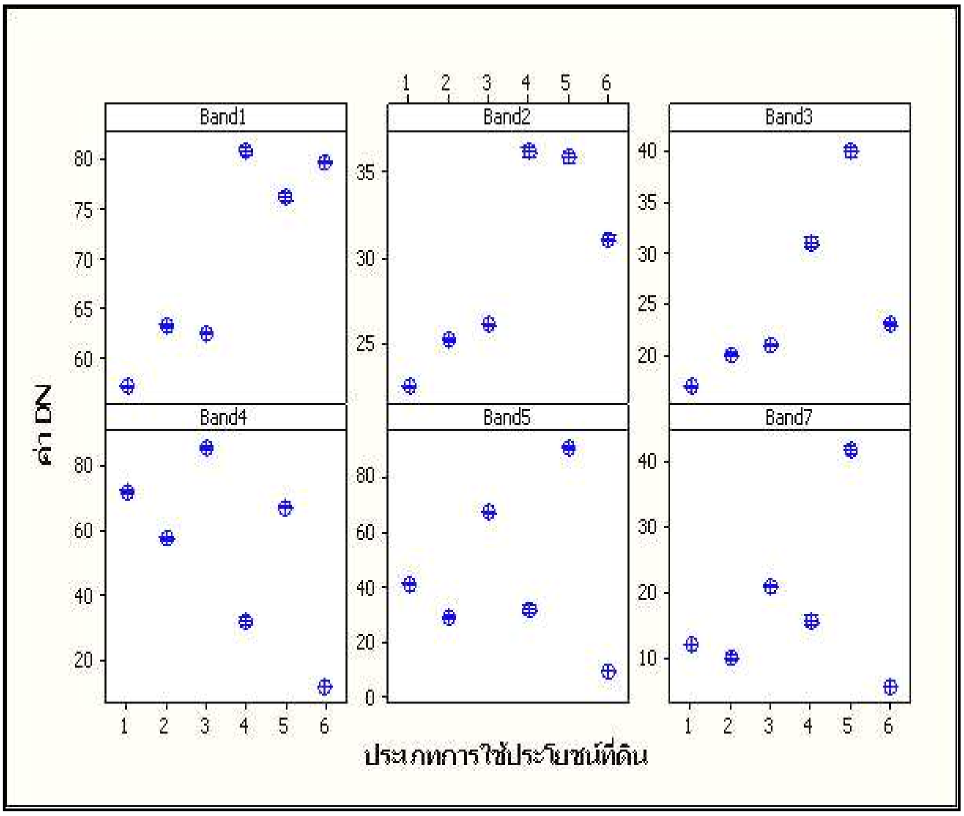
Interval plot ของค่า DN ของหน่วยตัวอย่าง (pixels) กลุ่ม

Training area ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM

พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด

บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549



ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 1 คือ ป่าบก 2 คือ ป่าชายเลน
3 คือ เกษตรกรรม 4 คือ ชายหาดและท่าเรือ
5 คือ สิ่งปลูกสร้าง 6 คือ แหล่งน้ำ

สำหรับความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างค่า DN ของ Band ทั้ง 6 (Band 1 2 3 4 5 และ 7) ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นพบว่า ส่วนใหญ่แล้วมีนัยสำคัญของความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง (พิจารณาจากค่า p ในตารางที่ 4.4-4.9 ซึ่งจะเห็นว่าส่วนใหญ่แล้วค่า p จะมีค่าน้อยกว่า 0.050) โดยมีเพียงบางประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีบางคู่ของ Band ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (มีค่า $p \geq 0.050$) ได้แก่

ในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลนคือคู่ของ Band 2 กับ Band 4 และคู่ของ Band 3 กับ Band 4 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเกษตรกรรมคือคู่ของ Band 4 กับ Band 5 และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินชายหาดและท่าเรือคือคู่ของ Band 1 กับ Band 5 และคู่ของ Band 2 กับ Band 4 แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้คู่ของ Band แต่ละคู่ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นจะมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หากพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ค่า r ในตารางที่ 4.4-4.9) จะเห็นว่าในบางประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น บางคู่ของ Band มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ เช่น ในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลนระหว่าง Band 1 กับ Band 4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียง -0.211 เท่านั้น (เครื่องหมายลบแสดงถึงความสัมพันธ์แบบผกผัน) ซึ่งเมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้ว จะเห็นว่า ความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงระหว่าง Band ต่างๆ ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบป่าชายเลน เกษตรกรรม ชายหาดและ ท่าเรือ และสิ่งปลูกสร้างนั้น มีความแตกต่างกันมาก (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.4

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าความน่าจะเป็น (p)

ของค่า DN ระหว่าง Band ของ Training area

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน**ป่าบก** จากข้อมูล

ภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM

พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด

บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

	Statistic	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5
Band 2	r	0.744				
	p	0.000				
Band 3	r	0.708	0.873			
	p	0.000	0.000			
Band 4	r	0.565	0.857	0.799		
	p	0.000	0.000	0.000		
Band 5	r	0.561	0.849	0.834	0.932	
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	
Band 7	r	0.519	0.787	0.794	0.831	0.930
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 4.5

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าความน่าจะเป็น (p)

ของค่า DN ระหว่าง Band ของ Training area

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน**ป่าชายเลน**

จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM

พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด

บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

	Statistic	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5
Band 2	r	0.811				
	p	0.000				
Band 3	r	0.787	0.888			
	p	0.000	0.000			
Band 4	r	**-0.211**	0.005	-0.044		
	p	0.000	**0.839**	**0.076**		
Band 5	r	0.44	0.627	0.722	0.357	
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	
Band 7	r	0.571	0.701	0.818	0.157	0.938
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 4.6

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าความน่าจะเป็น (p)

ของค่า DN ระหว่าง Band ของ Training area

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน**เกษตรกรรม**

จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM

พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด

บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

	Statistic	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5
Band 2	r	0.572				
	p	0.000				
Band 3	r	0.629	0.720			
	p	0.000	0.000			
Band 4	r	-0.135	0.230	-0.124		
	p	0.000	0.000	0.000		
Band 5	r	0.479	0.576	0.667	-0.004	
	p	0.000	0.000	0.000	**0.873**	
Band 7	r	0.504	0.521	0.720	-0.222	0.878
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 4.7

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าความน่าจะเป็น (p)

ของค่า DN ระหว่าง Band ของ Training area

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน**ชายหาดและท่าเรือ**

จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM

พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด

บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

	Statistic	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5
Band 2	r	0.827				
	p	0.000				
Band 3	r	0.373	0.671			
	p	0.000	0.000			
Band 4	r	-0.229	-0.008	0.525		
	p	0.000	**0.767**	0.000		
Band 5	r	-0.000	0.116	0.635	0.833	
	p	**0.996**	0.000	0.000	0.000	
Band 7	r	0.117	0.174	0.648	0.705	0.957
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 4.8

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าความน่าจะเป็น (p)

ของค่า DN ระหว่าง Band ของ Training area

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน**สิ่งปลูกสร้าง**

จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM

พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด

บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

	Statistic	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5
Band 2	r	0.932				
	p	0.000				
Band 3	r	0.881	0.961			
	p	0.000	0.000			
Band 4	r	0.121	0.257	0.287		
	p	0.000	0.000	0.000		
Band 5	r	0.473	0.589	0.697	0.468	
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	
Band 7	r	0.674	0.74	0.814	0.312	0.919
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 4.9

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าความน่าจะเป็น (p)

ของค่า DN ระหว่าง Band ของ Training area

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน**แหล่งน้ำ**

จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM

พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด

บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

	Statistic	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5
Band 2	r	0.920				
	p	0.000				
Band 3	r	0.842	0.941			
	p	0.000	0.000			
Band 4	r	0.583	0.658	0.753		
	p	0.000	0.000	0.000		
Band 5	r	0.340	0.355	0.429	0.797	
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	
Band 7	r	0.319	0.306	0.373	0.682	0.785
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 4.10
ค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุดและสูงสุด
ของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเฉพาะที่มีนัยสำคัญทางสถิติ
ระหว่าง Band ต่างๆ ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM
พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน**	
	ค่าต่ำสุด	**ค่าสูงสุด**
ป่าบก	0.519	0.932
ป่าชายเลน	0.157	0.938
เกษตรกรรม	0.124	0.878
ชายหาดและท่าเรือ	0.117	0.957
สิ่งปลูกสร้าง	0.121	0.961
แหล่งน้ำ	0.306	0.941

<u>คุณลักษณะของหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Reference data</u>

หน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็น Reference data คือหน่วยตัวอย่างที่นำมาใช้ในการตรวจสอบความสามารถในการนำไปใช้ได้จริง (Validation) ของผลการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งโดยหลักการแล้ว ควรเป็นหน่วยตัวอย่างที่ต่างจากหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็นฐานสำหรับการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือที่เรียกว่ากลุ่มหน่วยตัวอย่าง Training area ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้หน่วยตัวอย่างสำหรับเป็น Reference data รวมทั้งหมดเท่ากับ 9,135 pixels หรือคิดเป็นร้อยละ 1.01 ของจำนวน pixels ทั้งหมดในกรอบพื้นที่ศึกษา ซึ่งคุณลักษณะในภาพรวมของค่า DN ของแต่ละ Band นั้น พบว่า Band 1 มีค่า DN เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 70.1 ในขณะที่ Band 7 มีค่า DN เฉลี่ยน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.2 (ตารางที่ 4.11)

สำหรับความผันแปรภายในที่แท้จริงของแต่ละตัวแปร (หรือ Band) แล้ว Band 5 มีความผันแปรมากที่สุด โดยมีค่าพิสัยเท่ากับ 208.0 ส่วนค่า DN ของ Band 2 จะมีค่าพิสัยน้อยที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 71.0 (ตารางที่ 4.11) และเมื่อพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงการกระจายโดยรอบค่าเฉลี่ยนั้น พบว่า Band ที่มีค่ามากที่สุดคือ Band 5 มีค่าเท่ากับ 35.22 ส่วน Band ที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดคือ Band 2 มีค่าเท่ากับ 8.06

ตารางที่ 4.11
คุณลักษณะทางสถิติของ Band ต่างๆ ของหน่วยตัวอย่าง
ที่ใช้เป็น Reference data จากข้อมูลภาพดาวเทียม
LANDSAT 5-TM พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

BAND	Mean	Range	StDev	Variance	CoefVar	Minimum	Median	Maximum
1	70.1	84.0	11.77	138.56	16.79	48	66	132
2	29.5	71.0	8.06	64.94	27.32	16	27	87
3	25.7	117.0	13.16	173.15	51.21	11	21	128
4	53.3	127.0	28.83	831.36	54.12	2	62	129
5	45.2	208.0	35.22	1240.57	77.90	0	36	208
7	18.2	106.0	16.72	279.43	92.09	0	12	106

เมื่อ Band คือ ช่วงคลื่นต่างๆ　Mean คือ ค่าเฉลี่ย　Range คือ ค่าพิสัย
StDev คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน　Variance คือ ค่าความแปรปรวน　Minimum คือ ค่าที่มีค่าน้อยที่สุด
Maximum คือ ค่าที่มีค่ามากที่สุด　Median คือ ค่ากลาง　CoefVar คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่า DN ของแต่ละ Band เปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มของหน่วยต่างที่ใช้เป็น Training area (ตารางที่ 4.1) และ Reference data (ตารางที่ 4.11) แล้ว จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันในระดับหนึ่ง โดยในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น Reference data นั้นจะมีค่าเฉลี่ยของค่า DN ในทุกๆ Band สูงกว่า แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบกับค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดแล้ว จะเห็นว่ามีช่วงที่ซ้อนทับกัน (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12
ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าสูงสุด (Maximum)
ของค่า DN ในแต่ละ Band ของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง
ที่ใช้เป็น Training area และ Reference data
จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM
พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

BAND	Training area			Reference data		
	Mean	Minimum	Maximum	Mean	Minimum	Maximum
1	69.0	47	124	70.1	48	132
2	28.1	14	67	29.5	16	87
3	23.0	10	104	25.7	11	128
4	49.2	2	133	53.3	2	129
5	37.3	1	203	45.2	0	208
7	14.3	0	99	18.2	0	106

เมื่อ Band คือ ช่วงคลื่นต่างๆ Mean คือ ค่าเฉลี่ย
Minimum คือ ค่าน้อยที่สุด Maximum คือ ค่ามากที่สุด

สำหรับหน่วยตัวอย่าง Reference data ที่ได้กล่าวถึงนี้ แบ่งออกเป็นหน่วยตัวอย่างของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบป่าบก ป่าชายเลน เกษตรกรรม ชายหาดและท่าเรือ สิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำโดยแต่ละประเภทมีจำนวนเท่ากับ 1,488 1,518 1,749 1,083 1,598 และ 1,699 pixels หรือคิดเป็นร้อยละ 16.29 16.62 19.15 11.86 17.49 และ 18.60 ของจำนวน pixels ตัวอย่างที่ใช้เป็น Reference data ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13

จำนวนหน่วยตัวอย่าง (pixels) ของ Reference data แต่ละประเภท
การใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่นำมาตรวจสอบความสามารถการใช้
ประโยชน์ได้จริง (Validation) จากข้อมูลภาพดาวเทียม
LANDSAT 5-TM พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2549	
	จำนวน	ร้อยละ
ป่าบก	1,488	16.29
ป่าชายเลน	1,518	16.62
เกษตรกรรม	1,749	19.15
ชายหาดและท่าเรือ	1,083	11.86
สิ่งปลูกสร้าง	1,598	17.49
แหล่งน้ำ	1,699	18.60
รวม	**9,135**	**100.00**

สำหรับการกระจายของหน่วยตัวอย่างจำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่ม Reference data ที่จะนำไปใช้ในการตรวจสอบการใช้ได้จริงของ Discriminant functions (Validation) นั้น มีความสอดคล้องกับการกระจายของหน่วยตัวอย่างในกลุ่ม Training area ที่จำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตารางที่ 4.14)

ตารางที่ 4.14
ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าสูงสุด (Maximum) ของ
หน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Training area และ Reference data
จำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูล
ภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM
พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

Band	**ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน**	Training area			Reference data		
		Mean	Minimum	Maximum	Mean	Minimum	Maximum
1	1	57.2	47.0	72.0	56.6	48.0	64.0
	2	63.3	54.0	107.0	62.9	56.0	80.0
	3	62.5	56.0	73.0	62.8	56.0	89.0
	4	80.8	61.0	112.0	79.0	61.0	117.0
	5	76.2	57.0	124.0	81.7	59.0	132.0
	6	79.8	63.0	93.0	79.3	64.0	93.0
2	1	22.5	14.0	30.0	21.7	16.0	27.0
	2	25.2	20.0	62.0	24.9	21.0	35.0
	3	26.1	22.0	35.0	26.2	21.0	44.0
	4	36.2	23.0	56.0	34.5	23.0	58.0
	5	35.9	22.0	67.0	40.5	23.0	87.0
	6	31.1	19.0	46.0	30.2	19.0	42.0
3	1	17.0	10.0	26.0	16.4	11.0	21.0
	2	20.1	15.0	79.0	19.2	14.0	36.0
	3	21.0	15.0	37.0	21.7	15.0	59.0
	4	31.0	16.0	65.0	28.1	12.0	77.0
	5	39.9	16.0	104.0	47.6	16.0	128.0
	6	23.1	12.0	54.0	21.6	13.0	36.0

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

Band	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	Training area			Reference data		
		Mean	Minimum	Maximum	Mean	Minimum	Maximum
4	1	71.6	10.0	133.0	63.2	10.0	122.0
	2	57.4	9.0	93.0	58.9	7.0	95.0
	3	85.3	53.0	130.0	78.4	49.0	125.0
	4	31.9	2.0	96.0	28.7	2.0	102.0
	5	67.3	13.0	105.0	72.6	10.0	129.0
	6	11.9	7.0	68.0	11.3	8.0	16.0
5	1	41.2	3.0	96.0	36.8	8.0	67.0
	2	29.1	6.0	145.0	26.2	6.0	78.0
	3	67.5	36.0	115.0	65.3	32.0	146.0
	4	31.9	1.0	149.0	26.0	0.0	153.0
	5	90.8	3.0	203.0	100.3	7.0	208.0
	6	9.5	1.0	89.0	9.2	4.0	15.0
6	1	12.2	2.0	34.0	11.1	2.0	23.0
	2	10.2	1.0	75.0	8.5	2.0	31.0
	3	21.1	8.0	46.0	21.3	10.0	74.0
	4	15.8	0.0	75.0	12.2	0.0	68.0
	5	41.8	4.0	99.0	47.8	4.0	106.0
	6	5.6	1.0	48.0	5.6	1.0	10.0

<u>ค่าความถูกต้องจากการประมาณด้วยหน่วยตัวอย่าง Training area (Verification)</u>

จากการประเมินความถูกต้องของหน่วยตัวอย่าง (จากตารางคำนวณความผิดพลาดในการประมาณ ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางผนวก ก) ที่ใช้เป็นฐานในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการต่างๆ (Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood และการใช้ Discriminant functions ที่มีตัวแปรอิสระต่างๆ กัน) ซึ่งถือว่าเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการประเมิน (Verification) โดยตรวจสอบด้วยการประมาณหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็นฐานในการวิเคราะห์นั้นเอง พบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) ของผลจากการประเมินด้วยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood นั้น มีค่าสูงสุดโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 91.15 (การกระจายของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทจากการประมาณโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข) รองลงมาคือการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ Discriminant functions ที่มีค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 87.03 และ การจำแนกโดยใช้ Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมเพียงอย่างเดียวเป็นตัวแปรอิสระ มีค่าความถูกต้องโดยรวมน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 82.33 (ตารางที่ 4.15) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ที่พบว่าการจำแนกโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood นั้น จะให้ค่า Kappa สูงสุดเท่ากับ 0.8812 และการจำแนกโดยใช้ Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมเป็นตัวแปรอิสระเพียงอย่างเดียวนั้น จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa น้อยที่สุดเท่ากับ 0.7681 (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.15
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) ของการจำแนก
ประเภทโดยประมาณ ด้วยหน่วยตัวอย่าง
Training area (Verification) จากข้อมูล
ภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM
พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

วิธีการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**ค่า** Overall accuracy (%)
- จำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood	91.15
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่า DN ดั้งเดิมเป็นตัวแปรอิสระ	82.33
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ	87.03
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่า DN ดั้งเดิมและค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ	86.42

ตารางที่ 4.16

ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa (Kappa coefficient) ของการจำแนก
ประเภทโดยประมาณ ด้วยหน่วยตัวอย่าง Training area
(Verification) จากข้อมูลภาพดาวเทียม
LANDSAT 5-TM พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

วิธีการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa**
- จำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood	0.8812
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่า DN ดั้งเดิมเป็นตัวแปรอิสระ	0.7681
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ	0.8267
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่า DN ดั้งเดิมและค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ	0.8209

สำหรับในส่วนของค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้จากการประมาณของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น พบว่าค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตเฉลี่ยของทุกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการจัดจำแนกประเภทโดยวิธีการ Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood มีค่าสูงสุดโดยมีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 85.06 รองลงมาเป็นค่าความถูกต้องจากการประมาณด้วย Discriminant functions ที่มีค่า DN และดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรร่วมกัน โดยมีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 80.98 (สำหรับ Discriminant functions ที่ใช้ตัวแปรประเภทต่างๆ ที่กำหนดในการศึกษา แสดงในผนวก ค) ในขณะที่ค่าความถูกต้องจากการประมาณด้วย Discriminant functions ที่มีค่า DN และดัชนีเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งนั้น มีค่าค่อนข้างต่ำ โดยมีความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 77.84 และ 77.89 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17)

ทั้งนี้ในส่วนของค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้นั้น พบว่าจากการประมาณโดยวิธีการ Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood มีค่าสูงสุดโดยมีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 85.23 รองลงมาเป็นความถูกต้องที่ได้จากการประมาณประเภทโดยใช้ Discriminant functions ที่มีค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปร มีค่าเท่ากับร้อยละ 79.25 และค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้จากการประมาณด้วย Discriminant functions ที่มีค่า DN เป็นตัวแปรอิสระนั้น มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 72.79 (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.17

ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy) และค่าความถูกต้อง

ในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy) ของหน่วยตัวอย่าง Training area

ที่ใช้ในการจัดสร้าง Discriminant functions (Verification)

จากการประมาณด้วยวิธีการต่างๆ

Producer's Accuracy								User's Accuracy							
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน *	**ชนิดการจำแนกประเภทข้อมูล**				**ค่าเฉลี่ย**	STD	CV	**ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ***	**ชนิดการจำแนกประเภทข้อมูล**				**ค่าเฉลี่ย**	STD	CV
	Supervised	Disscriminant functions							Supervised	Disscriminant functions					
		DN	Indices	DN และ Indices						DN	Indices	DN และ Indices			
1	**91.88**	76.74	85.26	90.33	86.05	6.822	0.079	1	97.82	94.93	91.43	97.84	95.51	3.041	0.032
2	**90.91**	83.85	60.23	69.33	76.08	13.869	0.182	2	74.79	48.28	62.70	79.95	66.43	14.095	0.212
3	88.36	87.70	80.97	**94.57**	87.90	5.561	0.063	3	**70.24**	58.60	64.43	66.11	64.85	4.826	0.074
4	56.34	45.09	50.12	**82.70**	58.56	16.737	0.286	4	**84.25**	48.50	69.19	33.35	58.82	22.431	0.381
5	83.32	80.18	**90.89**	52.85	76.81	16.594	0.216	5	87.37	91.16	90.61	98.64	91.95	4.766	0.052
6	99.57	93.46	**99.86**	96.11	97.25	3.047	0.031	6	96.93	95.25	97.14	98.26	96.90	1.242	0.013
ค่าเฉลี่ย	85.06	**77.84**	**77.89**	**80.98**	**80.44**	3.414	0.042	**ค่าเฉลี่ย**	85.23	**72.79**	**79.25**	**79.03**	**79.07**	**5.083**	**0.064**
STD	15.034	17.068	18.966	16.917	13.271			STD	11.266	23.342	15.441	25.933	17.468		
CV	0.177	0.219	0.244	0.209	0.165			CV	0.132	0.321	0.195	0.328	0.221		

* ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 1 คือ ป่าบก 2 คือ ป่าชายเลน 3 คือ เกษตรกรรม 4 คือ ชายหาดและท่าเรือ 5 คือ สิ่งปลูกสร้าง 6 คือ แหล่งน้ำ STD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน CV คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร

โดยเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งกำหนดให้ประเภทของค่าความถูกต้อง (ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้) และวิธีการประมาณประเภทเป็นปัจจัยหลัก โดยมีประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น Blocking factor แล้ว จะเห็นว่า ค่าความถูกต้องของปัจจัยหลักทั้งสองปัจจัย ซึ่งรวมถึงปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งสอง (ทั้งในส่วนของวิธีการประมาณประเภท และประเภทของค่าความถูกต้อง) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.050$) (ตารางที่ 4.18) แต่สำหรับในส่วนของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งใช้เป็น Blocking factor ที่ได้แสดงในตารางเดียวกันนั้น กลับพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p=0.000$) โดยเมื่อทำการตรวจสอบต่อไปด้วยวิธีการ Tukey Simultaneous test ที่ระดับความมั่นใจ 95.0% แล้วพบว่า ค่าความถูกต้องโดยเฉลี่ยของการประมาณแหล่งน้ำนั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นชายหาดและท่าเรือ ป่าชายเลน และพื้นที่เกษตรกรรม ($p<0.050$ ในตารางที่ 4.19) และค่าความถูกต้องโดยเฉลี่ยของการประมาณพื้นที่ที่เป็นสิ่งปลูกสร้างนั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับค่าความถูกต้องจากการประมาณพื้นที่ชายหาดและท่าเรือ และในส่วนของค่าเฉลี่ยจากการประมาณพื้นที่ชายหาดนั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับป่าบก (ตารางที่ 4.19)

จากผลการตรวจสอบที่พบว่าค่าความถูกต้องจากการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้านี้นั้น เมื่อพิจารณาในรายประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและวิธีการประมาณนั้น พบว่า มีความผันแปรกันไป ทั้งนี้ ถึงแม้ว่าการประมาณโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood จะมีค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้สูงสุด (ตารางที่ 4.17) แต่กลับพบว่าการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ชายหาดและท่าเรือด้วย Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมและดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรร่วมกันจะให้ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตในการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเกษตรกรรม และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินชายหาดและท่าเรือได้ดีกว่า ซึ่งให้ค่าความถูกต้องในการประมาณในระดับผู้ผลิตสูงถึงร้อยละ 94.57 และ 82.70 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17) และในขณะเดียวกันประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินสิ่งปลูกสร้าง และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแหล่งน้ำนั้น พบว่าการประมาณด้วย Discriminant functions ที่มีค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระนั้น จะให้ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตสูงกว่าโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 90.89 และ 99.86 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17) และสำหรับความถูกต้องในระดับผู้ใช้นั้น พบว่าการประมาณด้วย Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมและดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระร่วมกันจะให้ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ของการประมาณ

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าบก ป่าชายเลน สิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำได้ดีกว่าการประมาณด้วยวิธีการอื่นๆ โดยมีค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้เท่ากับร้อยละ 97.84 79.95 98.64 และ 98.26 ตามลำดับ ในขณะที่การประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยวิธีการ Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood นั้น ให้ความถูกต้องในระดับผู้ใช้ของการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และชายหาดได้ดีที่สุด โดยมีค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้เท่ากับร้อยละ 70.24 และ 84.25 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.18
การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต
(Producer's Accuracy) และค่าความถูกต้องระดับผู้ใช้
(User's Accuracy) จากการประเมินประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ของหน่วยตัวอย่าง Training area โดยกำหนดให้วิธีการ
จำแนกประเภทข้อมูลและประเภทของ
ค่าความถูกต้องเป็นปัจจัยหลัก
โดยให้ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
เป็น Blocking factor

Source	DF	SS	MS	F	P
วิธีการจำแนกประเภท (I)	3	603.6	201.2	1.18	0.331
ประเภทค่าความถูกต้อง (A)	1	22.5	22.5	0.13	0.719
I*A	3	71.2	23.7	0.14	0.936
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (LU)	5	7,760.9	1,552.2	9.1	0.000
Error	35	5,968.9	170.5		
รวม	47	14,427			

ตารางที่ 4.19
ระดับนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความถูกต้อง
ในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy) และค่าความถูกต้อง
ระดับผู้ใช้ (User's Accuracy) ของหน่วยตัวอย่าง
Training area จากการเปรียบเทียบแบบจับคู่ระหว่าง
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งเป็นผล
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน

		ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน					
		6	5	4	3	2	1
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	6		0.3937	0.0000	0.0344	0.0045	0.9262
	5	0.3937		0.0047	0.8212	0.3575	0.9211
	4	0.0000	0.0047		0.0991	0.4052	0.0003
	3	0.0344	0.8212	0.0991		0.9685	0.2606
	2	0.0045	0.3575	0.4052	0.9685		0.0528
	1	0.9262	0.9211	0.0003	0.2606	0.0528	

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 1 คือ ป่าบก 2 คือ ป่าชายเลน
3 คือ เกษตรกรรม 4 คือ ชายหาดและท่าเรือ
5 คือ สิ่งปลูกสร้าง 6 คือ แหล่งน้ำ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า Discriminant functions ที่นำตัวแปรผสมระหว่างค่า DN ดั้งเดิมกับค่าดัชนีมาใช้ร่วมกัน มีค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตในการจำแนกประเภทได้ดี โดยเฉพาะประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ชายหาดและท่าเรือ อาจจะมีผลมาจากค่า DN ดั้งเดิมมีการแบ่งแยกประเภทลักษณะของสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลกได้ในระดับหนึ่งแล้ว (ภาพที่ 4.3) ยังมีปัจจัยสนับสนุนจากค่าดัชนีประเภทต่างๆ ที่ช่วยดึงลักษณะเด่นของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินให้แตกต่างกันอย่างชัดเจนขึ้น นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการใช้ Discriminant functions ที่ใช้ค่า DN ดั้งเดิมเป็นตัวแปรอิสระ และที่มีค่าดัชนีเป็นตัวแปรอิสระ จะให้ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ส่วนค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้นั้น การจำแนกประเภทการใช้ Discriminant functions โดยใช้ตัวแปรผสมระหว่างค่า DN ดั้งเดิม

กับค่าดัชนีร่วมกัน สามารถให้ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ในหลายระดับของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและมีเกณฑ์ค่าความถูกต้องอยู่ในระดับสูง และมีความผันแปรน้อยเป็นที่น่าพอใจ น่าจะเป็นแนวทางในการนำ Discriminant functions โดยใช้ตัวแปรประเภทต่างๆ จากการศึกษามาใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จึงเป็นแนวทางที่สะดวกต่อการประเมิน/การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ดิน และสามารถนำมาใช้ในการจำแนกได้ เนื่องจากค่าความถูกต้องต่างๆ อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และเมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของทั้งค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต และค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้พบว่า ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้ที่ได้จากวิธีการประเมินประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ กัน (4 วิธีที่ได้กล่าวถึงข้างต้น) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และพิจารณาจากความผันแปรของค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy) ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการใช้ Discirminant functions ที่ได้จากค่าตัวแปรต่างๆ และจากวิธีจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood ในภาพรวมค่าความถูกต้องของการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินอยู่ในระดับที่สูงและมีค่าความผันแปรน้อย (ตารางที่ 4.18) ทั้งนี้ ในการตรวจสอบส่วนนี้ ซึ่งเรียกว่า การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการประมาณโดยทำการตรวจสอบจากหน่วยตัวอย่างที่ใช้เป็นฐานเองเท่านั้น (Training area) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว มักจะให้ความถูกต้องสูง เนื่องจากลักษณะหรือรูปแบบของความแตกต่างของหน่วยตัวอย่างที่จำแนกตามกลุ่มหรือประเภทนั้น ถูกนำไปใช้เป็นฐานการประมาณ ดังนั้น เมื่อนำไปประมาณหน่วยตัวอย่างเหล่านั้นเอง ก็จะทำให้มีความถูกต้องมาก ดังนั้น จำเป็นต้องมีการสอบกับหน่วยตัวอย่างที่แตกต่างออกไป ซึ่งเรียกว่า การตรวจสอบการใช้ได้จริงของการประมาณ หรือ Validation ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

<u>ค่าความถูกต้องจากการประมาณด้วยหน่วยตัวอย่าง Reference data (Validation)</u>

จากการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการต่างๆ ที่ได้กล่าวถึงข้างต้น (จากตารางคำนวณความผิดพลาดในการประมาณ ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางผนวก ง) ได้ทำการตรวจสอบกับหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของหน่วยตัวอย่างที่เรียกว่า Reference data ตามกระบวนการตรวจสอบการใช้ได้จริงของวิธีการประมาณ ซึ่งผลการตรวจสอบการใช้ได้จริงนี้ พบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) จากการประมาณกลุ่มหรือประเภทโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood นั้น มีค่าสูงสุดโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 84.93

รองลงมาคือค่าความถูกต้องที่ได้จากการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วย Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 80.42 และ การจำแนกโดยใช้ Discriminant functions ที่มีค่าดัชนีต่างๆ เพียงอย่างเดียวเป็นตัวแปรอิสระ โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 79.40 (ตารางที่ 4.20) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ Kappa (ตารางที่ 4.21) โดยพบว่าการจำแนกโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood นั้น จะให้ค่า Kappa สูงสุดเท่ากับ 0.8179 และการจำแนกโดยใช้ Discriminant functions ที่มีค่าดัชนีต่างๆ เพียงอย่างเดียวเป็นตัวแปรอิสระเพียงอย่างเดียวนั้น จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.7501

ตารางที่ 4.20
ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) ของการจำแนกประเภท
โดยประมาณ ด้วยหน่วยตัวอย่าง Reference data (Validation)
จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM
พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด
บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม 2549

วิธีการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**ค่า** Overall accuracy (%)
- จำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood	84.93
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่า DN ดั้งเดิมเป็นตัวแปรอิสระ	80.42
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ	79.40
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่า DN ดั้งเดิมและค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ	79.67

ตารางที่ 4.21

ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa (Kappa coefficient) ของการจำแนกประเภท

โดยประมาณ ด้วยหน่วยตัวอย่าง Reference data (Validation)

จากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5-TM

พื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด บันทึกวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549

วิธีการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa
- จำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood	0.8179
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่า DN ดั้งเดิมเป็นตัวแปรอิสระ	0.7630
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ	0.7501
- จำแนกประเภทข้อมูลด้วย Discriminant functions โดยใช้ค่า DN ดั้งเดิมและค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ	0.7550

สำหรับค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้จากการประมาณหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Reference data ด้วยวิธีการแบบต่างๆ ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.22 ซึ่งหากพิจารณาในภาพรวม (ไม่พิจารณาแยกวิธีการ ดังแสดงในภาพที่ 4.6) จะเห็นว่า ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ของแต่ละวิธีการในการประมาณนั้น จะมีค่าสูงกว่าค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต และในขณะเดียวกัน การประมาณโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood จะให้ค่าความถูกต้องสูงสุด และลดหลั่นลงไปตามวิธีการประมาณจากการใช้ Discriminant functions ทีมีค่า DN ดั้งเดิม ค่า DN ดั้งเดิมและดัชนีต่างๆ ร่วมกัน และดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยในระดับผู้ผลิตเท่ากับร้อยละ 83.22 78.00 78.00 และ 76.20 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยในระดับผู้ใช้มีแนวโน้มของความแตกต่างในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 85.27 80.52 79.81 และ 79.72 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6 และ ตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.22

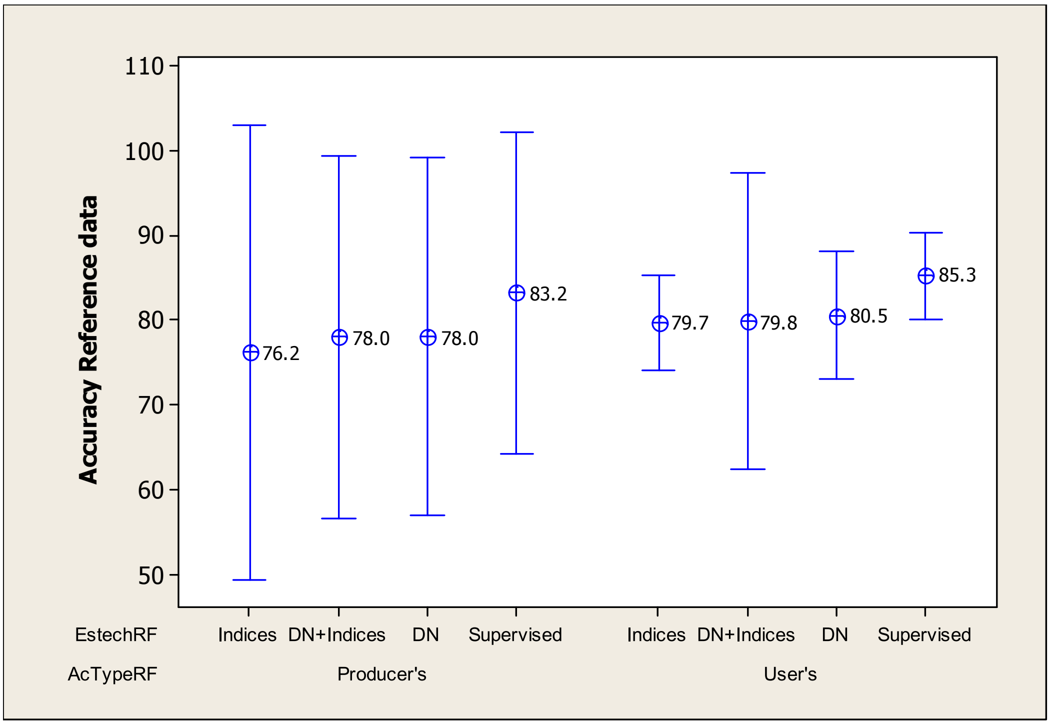
ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy) และค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy) ของหน่วยตัวอย่าง Reference data ที่ใช้ในการตรวจสอบความสามารถในการนำไปใช้ได้จริง (Validation) ของ Discriminant functions จากการประมาณด้วยวิธีการต่างๆ

Producer's Accuracy								User's Accuracy							
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน *	**ชนิดการจำแนกประเภทข้อมูล**				**ค่าเฉลี่ย**	STD	CV	**ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน** *	**ชนิดการจำแนกประเภทข้อมูล**				**ค่าเฉลี่ย**	STD	CV
	Supervised	Disscriminant functions							Supervised	Disscriminant functions					
		DN	Indices	DN และ Indices						DN	Indices	DN และ Indices			
1	**95.23**	74.19	78.23	87.16	83.70	9.403	0.112	1	85.26	74.29	72.75	**85.84**	79.54	6.978	0.088
2	**90.05**	87.29	75.96	85.11	84.60	6.106	0.072	2	77.76	72.92	82.77	**86.71**	80.04	5.995	0.075
3	75.64	83.53	87.02	**91.14**	84.33	6.577	0.078	3	**93.23**	84.01	77.69	79.54	83.62	6.936	0.083
4	50.32	39.89	26.87	**53.46**	42.64	12.004	0.282	4	**85.56**	79.27	79.73	48.25	73.20	16.880	0.231
5	88.11	85.42	**89.11**	51.50	78.54	18.091	0.230	5	84.92	92.67	88.45	**97.28**	90.83	5.341	0.059
6	99.94	97.65	**100.00**	99.65	99.31	1.117	0.011	6	**84.86**	79.95	76.95	81.24	80.75	3.277	0.041
ค่าเฉลี่ย	83.22	**78.00**	**76.20**	**78.00**	**78.85**	3.029	0.038	**ค่าเฉลี่ย**	85.27	**80.52**	**79.72**	**79.81**	**81.33**	2.648	0.033
STD	18.079	20.124	25.643	20.398	19.063			STD	4.902	7.187	5.402	16.657	5.775		
CV	0.217	0.258	0.337	0.261	0.242			CV	0.057	0.089	0.068	0.209	0.071		

* ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 1 คือ ป่าบก 2 คือ ป่าชายเลน 3 คือ เกษตรกรรม 4 คือ ชายหาดและท่าเรือ 5 คือ สิ่งปลูกสร้าง 6 คือ แหล่งน้ำ STD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน CV คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร

ภาพที่ 4.6

Interval plot แสดงการกระจายของค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและ
ระดับผู้ใช้จากการประมาณหน่วยตัวอย่างในกลุ่ม Reference data
ด้วยวิธีการประมาณประเภทกลุ่มแบบต่างๆ



เมื่อ	EstechRF	คือ วิธีการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
	ACTypeRF	คือ ค่าความถูกต้อง
	Indics	คือ การวิเคราะห์ Discriminant analysis ที่มีค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ
	DN+Indics	คือ การวิเคราะห์ Discriminant analysis ที่มีค่า DN ดั้งเดิมกับค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรร่วมกัน
	DN	คือ การวิเคราะห์ Discriminant analysis ที่มีค่า DN ดั้งเดิม เป็นตัวแปรอิสระ
	Supervised	คือ วิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood
	Producer's	คือ ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต
	User's	คือ ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้

แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยทั้งในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้และการประมาณประเภทหรือกลุ่มด้วยวิธีการต่างๆ นั้น มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยกำหนดให้ประเภทของค่าความถูกต้องและวิธีการประมาณเป็นปัจจัยหลัก และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น Blocking factor) โดยมี

ค่า $p \geq 0.050$ (ตารางที่ 4.23) สำหรับค่าความถูกต้องของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p=0.000$ ตารางที่ 4.23)

โดยเมื่อทำการตรวจสอบแบบคู่ (pairwise comparison) ด้วยวิธี Tukey Simultaneous test ที่ระดับความมั่นใจ 95% พบว่ามีเฉพาะค่าความถูกต้องของการประมาณพื้นที่ชายหาดเท่านั้น ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากค่าความถูกต้องจากการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบอื่นๆ (ค่า $p<0.050$ ในตารางที่ 4.24) และเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.22 แล้ว จะเห็นว่าค่าความถูกต้องจากการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่ชายหาดนั้น มีค่าต่ำที่สุดทั้งในรูปแบบของค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้

ตารางที่ 4.23

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความถูกต้อง จากการประมาณประเภทของหน่วยตัวอย่างกลุ่ม Reference data โดยกำหนดให้วิธีการจำแนกประเภทและประเภทของค่าความถูกต้องเป็นปัจจัยหลัก และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น Blocking factor

Source	DF	SS	MS	F	P
วิธีการจำแนกประเภท (I)	3	286.2	95.4	0.57	0.639
ประเภทค่าความถูกต้อง (A)	1	73.6	73.6	0.44	0.512
I*A	3	5.2	1.7	0.01	0.999
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (LU)	5	5,070.9	1,014.2	6.05	0.000
Error	35	5,868	167.7		
รวม	47	11,303.9			

ตารางที่ 4.24
ระดับนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความถูกต้องในการจำแนก
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยประเภทของค่าความถูกต้อง
เป็นปัจจัยหลัก และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น Blocking factor
ของหน่วยตัวอย่างในกลุ่ม Reference data โดยการเปรียบเทียบ
แบบจับคู่ ด้วยวิธี Tukey Simultaneous test
ที่ระดับความมั่นใจ 95%

		ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน					
		6	5	4	3	2	1
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	6		0.9607	0.0003	0.9345	0.8383	0.7834
	5	0.9607		0.0027	1.0000	0.9991	0.9968
	4	0.0003	0.0027		0.0037	0.0074	0.0099
	3	0.9345	1.0000	0.0037		0.9998	0.9991
	2	0.8383	0.9991	0.0074	0.9998		1.0000
	1	0.7834	0.9968	0.0099	0.9991	1.0000	

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 1 คือ ป่าบก 2 คือ ป่าชายเลน
3 คือ เกษตรกรรม 4 คือ ชายหาดและท่าเรือ
5 คือ สิ่งปลูกสร้าง 6 คือ แหล่งน้ำ

เมื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้ของวิธีการประมาณประเภทต่างๆ นั้นพบว่า ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตจากหน่วยตัวอย่างในทุกวิธีการประมาณในกลุ่มของ Reference data นั้น มีแนวโน้มที่จะให้ค่าน้อยกว่าจากการประมาณหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Training area ทั้งนี้ยกเว้นในส่วนของการประมาณด้วย Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมเป็นตัวแปรอิสระ (ตารางที่ 4.25) แต่ในส่วนของค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้นั้น พบว่า การประมาณในกลุ่มของหน่วยตัวอย่างที่เป็น Reference data นั้น จะให้ค่าสูงกว่าในทุกๆ วิธี แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าความถูกต้องที่ได้จากการประมาณหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Training area และ Reference data โดยกำหนดให้

กลุ่มของหน่วยตัวอย่าง ประเภทของค่าความถูกต้อง และวิธีการประมาณเป็นปัจจัยหลัก (3 ปัจจัยหลัก) และให้ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น Blocking factor แล้วพบว่า ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยบนพื้นฐานของปัจจัยหลักทั้งสามปัจจัย รวมถึงปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยหลักทั้งสามนั้น มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.050$) (ตารางที่ 4.26) แต่ในส่วนของค่าความถูกต้องเฉลี่ยของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งกำหนดให้เป็น Blocking factor นั้น กลับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p=0.000$) (ตารางที่ 4.26) โดยประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบชายหาดและท่าเรือนั้น มีค่าความถูกต้องจากการประมาณประเภทแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบอื่นๆ (ตารางที่ 4.27) และรวมถึงค่าความถูกต้องจากการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบแหล่งน้ำที่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับค่าความถูกต้องจากการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นป่าชายเลน ($p=0.008$ ในตารางที่ 4.27)

ตารางที่ 4.25

ค่าความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยในระดับผู้ผลิต และระดับผู้ใช้ ด้วยการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้วยวิธีการต่างๆ จากหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Training area และ Reference data

ประเภทค่าความถูกต้อง	**ประเภทกลุ่มข้อมูล**	Supervised (Maximum Likelihood)	Discriminant functions		
			DN	Indices	DN และ Indices
Producer's Accuracy	Training area	85.06	77.84	77.89	80.98
	Reference data	83.22	**77.99**	76.20	78.00
User's Accuracy	Training area	85.23	72.79	79.25	79.03
	Reference data	85.26	80.52	79.72	79.81

เมื่อ Producer's Accuracy คือ ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต
User's Accuracy คือ ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้
Supervised คือ วิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood
DN คือ การวิเคราะห์ Discriminant analysis ที่มีค่า DN ดั้งเดิม เป็นตัวแปรอิสระ
Indics คือ การวิเคราะห์ Discriminant analysis ที่มีค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ
DN+Indics คือ การวิเคราะห์ Discriminant analysis ที่มีค่า DN ดั้งเดิมกับค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรร่วมกัน

ตารางที่ 4.26

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความถูกต้องของวิธีการจำแนกประเภท ประเภทค่าความถูกต้อง และประเภทของหน่วยตัวอย่าง โดยกำหนดให้ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น Blocking factor

Source	DF	SS	MS	F	P
วิธีการจำแนกประเภท (I)	3	784.7	261.6	1.5	0.222
ประเภทค่าความถูกต้อง (A)	1	7.4	7.4	0.04	0.838
ประเภทหน่วยตัวอย่าง (T)	1	2.7	2.7	0.02	0.902
I*A	3	45.5	15.2	0.09	0.967
I*T	3	105.1	35	0.2	0.896
A*T	1	88.7	88.7	0.51	0.478
I*A*T	3	30.9	10.3	0.06	0.981
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (LU)	5	11,576.6	2,315.3	13.26	0.000
Error	75	13,092.0	174.6		
รวม	95	25,733.5			

ตารางที่ 4.27

ระดับนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความถูกต้อง ในการจำแนกประเภท
การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยวิธีของการจำแนก ประเภทของค่าความถูกต้อง
และประเภทของหน่วยตัวอย่าง เป็นปัจจัยหลัก และประเภท
การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น Blocking factor ของหน่วย
ตัวอย่าง Reference data โดยการเปรียบเทียบแบบจับคู่
วิธี Tukey Simultaneous test ที่ระดับความมั่นใจ 95%

		ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน					
		6	5	4	3	2	1
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	6		0.3917	0.0000	0.0584	0.0075	0.6180
	5	0.3917		0.0000	0.9368	0.5638	0.9992
	4	0.0000	0.0000		0.0002	0.0023	0.0000
	3	0.0584	0.9368	0.0002		0.9783	0.7897
	2	0.0075	0.5638	0.0023	0.9783		0.3440
	1	0.6180	0.9992	0.0000	0.7897	0.3440	

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 1 คือ ป่าบก 2 คือ ป่าชายเลน
3 คือ เกษตรกรรม 4 คือ ชายหาดและท่าเรือ
5 คือ สิ่งปลูกสร้าง 6 คือ แหล่งน้ำ

<u>ความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ Discriminant โดยใช้ค่าดัชนีต่างๆ ในการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน</u>

หากพิจารณาจากค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ของหน่วยตัวอย่างในกลุ่ม Reference data ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความถูกต้องในภาพรวมของการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแล้ว จะเห็นว่าการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ Discriminant ที่มีค่า DN ดั้งเดิม ค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ และค่า DN ดั้งเดิมกับค่าดัชนีต่างๆ ร่วมกันเป็นตัวแปรอิสระนั้น จะให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ต่ำกว่าค่าที่ได้จากการประมาณประเภทหรือกลุ่มโดยวิธี Supervised Classification ด้วย

เทคนิค Maximum Likelihood ที่เป็นวิธีการที่ใช้กันโดยทั่วไปและมีอยู่ในชุดโปรแกรมในเชิงพาณิชย์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข แต่อย่างไรก็ตามค่าทั้งหมดนั้นมีความแตกต่างกันไม่มากนัก (ตารางที่ 4.20 และ 4.21) โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ระหว่าง 79.67-84.93 ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa นั้น มีค่าอยู่ระหว่าง 0.7501-0.8179 และเมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างในเชิงสถิติของค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้แล้ว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.23) โดยค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตเฉลี่ยจากทุกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น มีค่าเท่ากับร้อยละ 76.20-83.22 และในส่วนของค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 79.72-86.27 (ตารางที่ 4.22) ซึ่งแสดงถึงความเป็นไปได้ของการนำวิธีการวิเคราะห์ Discriminant มาใช้ในการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพดาวเทียม

นอกจากนี้ จากตารางที่ 4.25 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้ของหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Training area และ Reference data แสดงให้เห็นว่า ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ของหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Reference data นั้น มีแนวโน้มสูงกว่าค่าความถูกต้องประเภทเดียวกันในการประมาณหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Training area ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นฐานในการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

รวมทั้งหากพิจารณาจากตารางที่ 4.22 ซึ่งแสดงค่าความถูกต้องของการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการต่างๆ จากหน่วยตัวอย่างในกลุ่มของ Reference data นั้น จะเห็นว่า Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิม ค่าดัชนีต่างๆ และทั้งค่า DN ดั้งเดิมกับค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระร่วมกันนั้น จะให้ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตและระดับผู้ใช้ของบางประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินสูงกว่าการประมาณโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood ที่ใช้กันโดยทั่วไป เช่น Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมร่วมกับค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ จะให้ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตของการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่เกษตรกรรมและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินชายหาดและท่าเรือสูงกว่าค่าประมาณโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood และในขณะเดียวกันการประมาณโดยใช้ Discriminant functions ที่มีค่าดัชนีต่างๆ เพียงอย่างเดียวเป็นตัวแปรอิสระ จะให้ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิตในการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแหล่งน้ำและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินสิ่งปลูกสร้างสูงกว่า

และจากตารางเดียวกันนั้น (ตารางที่ 4.22) หากพิจารณาถึงความถูกต้องในระดับผู้ใช้ ซึ่งเป็นการนำผลการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินไปใช้แล้ว จะเห็นว่าการใช้ Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมกับค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระร่วมกันนั้น จะให้ค่าความถูกต้องในการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าบก ป่าชายเลน และสิ่งปลูกสร้างสูงกว่าการประมาณโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดข้างต้น จะเห็นว่า Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมและ/หรือค่าดัชนีต่างๆ ร่วมกันเป็นเป็นตัวแปรอิสระนั้น มีความเป็นไปได้ในการนำไปประยุกต์ใช้กับการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งให้ความถูกต้องที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป รวมทั้งในบางประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น การประมาณด้วย Discriminant functions ที่มีค่า DN ดั้งเดิมและ/หรือค่าดัชนีต่างๆ ร่วมกันเป็นตัวแปรอิสระ จะให้ค่าความถูกต้องสูงกว่า โดยเฉพาะค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ ซึ่งเป็นผู้ที่นำผลการแปลและตีความข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ และที่สำคัญที่สุดคือ ค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ซึ่งเป็นตัวชี้วัดถึงประสิทธิภาพในภาพรวมของการประมาณประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งถึงแม้ว่าค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ที่ได้จาก Discriminant functions ที่มีตัวแปรอิสระที่แตกต่างกันนั้นจะมีค่าต่ำกว่าค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ที่ได้จากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยวิธี Supervised Classification ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood ที่ใช้กันโดยทั่วไป แต่เมื่อพิจารณาจากระดับของการยอมรับได้บนพื้นฐานของค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ซึ่ง Landis and Koch (1977) ได้จัดแบ่งระดับของการยอมรับได้ของค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ออกเป็น 6 ระดับคือ ต่ำมาก (poor) ค่อนข้างต่ำ (slight) พอประมาณ (fair) ปานกลาง (moderate) ค่อนข้างสูง (substantial) และสูงมาก (almost perfect) โดยในแต่ละระดับนั้น มีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa อยู่ระหว่าง น้อยกว่า 0.00 0.00-0.20 0.21–0.40 0.41–0.60 0.61–0.80 และ 0.81–1.00 ตามลำดับแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa จากการศึกษาครั้งนี้ (จากการประมาณหน่วยตัวอย่างของหน่วยตัวอย่างที่เป็น Reference data โดยใช้ Discriminant functions ที่มีตัวแปรอิสระต่างๆ กัน) นั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.7501–0.7630 ซึ่งอยู่ในระดับของการยอมรับได้ “ค่อนข้างสูง (substantial)”