

# รายงานวิจัย



**การประยุกต์ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR  
เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน**  
**Application of AIRSAR data to land use  
and land cover identification**

โดย

**พร้อมจิตร ตระกูลดิษฐ์  
วัลย์รัตน์ วรรณปิยะรัตน์  
สุเทพ ชูศิริตันพันธ์  
ดำรง บัวประดับกุล**

รายงานฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

(องค์การมหาชน)

กันยายน 2545

# รายงานวิจัย

การประยุกต์ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดินและ  
สิ่งปกคลุมดิน

Application of AIRSAR Data to Land Use / Land Cover Identification

โดย

พร้อมจิตร ตระกูลดิษฐ์  
วัลย์รัตน์ วรรณปิยะรัตน์  
สุเทพ ชูติรัตนพันธุ์  
ดำรง บัวประดับกุล

รายงานฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

(องค์การมหาชน)

กันยายน 2545

## บทคัดย่อ

ในปี พ.ศ. 2539 ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการ Pacific Rim ซึ่งเป็นโครงการหนึ่งในการสำรวจพิภพ แห่งองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) โดยใช้ชื่อโครงการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศระบบเรดาร์ AIRSAR ในประเทศไทย และกรมพัฒนาที่ดินได้รับเชิญให้เข้าร่วมโครงการนี้โดยใช้ชื่อโครงการการประยุกต์ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุม

ข้อมูลที่ใช้ในโครงการได้แก่ข้อมูลเรดาร์ POLSAR L band และ P band การโพลาไรซ์คลื่นแบบ HH VV และ HV ดำเนินการในพื้นที่ศึกษา 2 แห่ง คือ จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดนราธิวาส โดยได้ทำการทดสอบกรรมวิธีการกรองสัญญาณรบกวน การเน้นข้อมูลให้คมชัด การผลิตภาพสีผสม และการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ผลจากการทดสอบการกรองสัญญาณรบกวนพบว่า การกรองแบบลี (Lee Filter) ขนาดกรอบหน้าต่างตัวกรอง 7x7 จำนวนการกรองซ้ำ 2 ครั้ง สามารถกรองสัญญาณได้ดี การผลิตภาพสีผสมโดยใช้ข้อมูลต่างโพลาไรซ์ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของพื้นที่ได้เด่นชัดกว่าการใช้ข้อมูลคลื่นเดี่ยว ภาพขาวดำ นอกจากนี้การทำ data fusion ระหว่างข้อมูลเรดาร์กับข้อมูลระบบออปติคช่วยเน้นข้อมูลทำให้สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างป่าชายเลน ไม้ยืนต้น นาข้าว นาเกลือ และหมู่บ้านได้ชัดเจน

อนึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ได้พบว่าข้อมูลช่วงคลื่น L band HH polarization ใช้ศึกษาความแตกต่างของชนิดพืชได้ เมื่อเลือกใช้ข้อมูลร่วมกับระบบออปติคที่เหมาะสม ส่วนข้อมูล P band HH VV และ HV polarization มีประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาพื้นที่ป่าพรุและพื้นที่ลุ่ม

## ABSTRACT

In 1996, Thailand's participation in the Pacific Rim, as a part of NASA's Mission to Planet Earth (MTPE) Program, was titled "AIRSAR Thailand Project". The Land Development Department was invited to do the research work under the project entitled "Application of AIRSAR data to land use and land cover identification"

POLSAR data used in this project were collected over 2 study sites, Phetchaburi and Narathiwat provinces, at 2 radar wavelengths : L-band and P-band, in 3 polarization combinations : HH, WV and HV. Radar data were processed by several speckle filtering, images enhancement, color composite imaging techniques and visually interpreted for land use / land cover identification.

Results from filtering method showed that the Lee filter at window size 7 x 7 with repetitive filtering gave a good result. Making color composite images by using 3 radar polarizations enhanced surface characteristics that superior to single polarized black-white image. Also, data fusion between radar and optical images resulted in qualitative color images that suitable to identify mangrove forest, perennial trees, rice paddies, salt farm , and villages.

In addition, the HH polarized L-band AIRSAR images have proved to be useful to distinguish among crop types when combined with appropriated optical data. The HH, WV, HV polarized P-band data have a great advantage for identification of swamp forest and wetland.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่  
กรุณาให้ข้อมูลและทุนสนับสนุนงานวิจัยในโครงการนี้ กรมพัฒนาที่ดินที่อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ที่จำเป็น  
ในการปฏิบัติงานจนเกิดผลสำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
<b>1. บทนำ</b>	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
<b>2. วรรณกรรมและงานที่เกี่ยวข้อง</b>	4
<b>3. วิธีการดำเนินการวิจัย</b>	5
3.1 อุปกรณ์การวิจัย	5
3.2 วิธีการวิจัย	6
3.3 สถานที่ดำเนินการ	7
<b>4. ผลการวิจัย</b>	8
4.1 การขยายค่าความเข้มของจุดภาพ	10
4.2 ผลการขจัดสัญญาณรบกวนหรือจุดกระในภาพเรดาร์ AIRSAR	10
4.3 การเน้นภาพเพิ่มความคมชัดให้กับภาพเรดาร์	17
4.4 การผลิตภาพสีผสม	17
4.5 ผลการสำรวจภาคสนาม	19
4.6 การวิเคราะห์สิ่งปกคลุมดิน/การใช้ที่ดิน	19
<b>5. บทสรุป</b>	29
<b>6. เอกสารอ้างอิง</b>	30
ภาคผนวก	32

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	แสดงค่าความเข้มของข้อมูล AIRSAR ช่วงคลื่น L band บริเวณพื้นที่ศึกษา จังหวัดเพชรบุรี	11
ตารางที่ 2	ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band การโพลาไรซ์คลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี	11
ตารางที่ 3	ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band และ P band การโพลาไรซ์คลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส	12
ตารางที่ 4	ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Gamma Map filter ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band การโพลาไรซ์คลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี	14
ตารางที่ 5	เปรียบเทียบผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Gamma Map filter ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band และ P band โพลาไรซ์คลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส	15
ตารางที่ 6	เปรียบเทียบผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Kuan filter ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band และ P band โพลาไรซ์คลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส	16

## สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี	9
รูปที่ 2	ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส	9
รูปที่ 3	ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band พื้นที่ศึกษา จังหวัดเพชรบุรี เน้นภาพแบบ Mode filter	18
รูปที่ 4	ภาพดาวเทียม Landsat TM แบนด์ 4 5 3 เน้นภาพ Linear Stretch	18
รูปที่ 5	ภาพสีผสมเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band โพลาริซชันแบบ HH WV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส	20
รูปที่ 6	ภาพสีผสมเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band โพลาริซชันแบบ HH WV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส	20
รูปที่ 7	ภาพสีผสมระหว่างภาพดาวเทียม Landsat TM และภาพเรดาร์ AIRSAR พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี	21
รูปที่ 8	กราฟแสดงซิกเนเจอร์ระนาบคลื่น L band และ P band HH polarization ของสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี	23
รูปที่ 9	ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band โพลาริซชันแบบ HH กรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี	24
รูปที่ 10	ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น P band โพลาริซชันแบบ WV กรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส	27
รูปที่ 11	ภาพสีผสมเรดาร์ P band WV polarize=สีแดง HV polarize=สีเขียว HH polarize=สีน้ำเงิน	27
รูปที่ 12	ภาพสีผสมระหว่างภาพดาวเทียม Landsat แบนด์ 4=สีแดง AIRSAR L band=สีเขียว AIRSAR vv polarize =สีน้ำเงิน	28



## สารบัญภาคผนวก

	หน้า	
รูปภาคผนวกที่ 1	พื้นที่นาข้าว กำลังออกรวง จังหวัดเพชรบุรี ถ่ายภาพวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2539	33
รูปภาคผนวกที่ 2	พื้นที่นาข้าว บริเวณที่น้ำขัง มีต้นตาลเรียงรายรอบกระตงนา	33
รูปภาคผนวกที่ 3	ไม้ยืนต้นส่วนใหญ่เป็นมะพร้าว มีไม้ผลพวกกล้วย มะม่วง ปลูกแซม	34
รูปภาคผนวกที่ 4	ไม้ผลผสมได้แก่ กล้วย มะม่วง ขนุน	34
รูปภาคผนวกที่ 5	ป่าชายเลน มีแสมและเสม็ดขึ้นอยู่และมีน้ำท่วมขังที่พื้นผิวดินเลน	35
รูปภาคผนวกที่ 6	ป่าจากในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี	35
รูปภาคผนวกที่ 7	ป่าพรุถูกทำลายจังหวัดนครราชสีมา	36
รูปภาคผนวกที่ 8	พื้นที่ทำนาเกลือ	36
รูปภาคผนวกที่ 9	พื้นที่เลี้ยงกุ้ง	37
รูปภาคผนวกที่ 10	หมู่บ้านที่ปลูกไม้ผลรอบๆพื้นที่	37

## คำย่อและสัญลักษณ์

AIRSAR	- Airborne Synthetic Aperture Radar
C – band	- 5.7 cm wavelength
HH	- Horizontal Transmit and Horizontal receive
HV	- Horizontal Transmit and vertical receive
JPL	- Jet Propulsion Laboratory
L – band	- 25 cm wavelength
NASA	- The National Aeronautics and Space Administration
P – band	- 68 cm wavelength
Pac Rim	- The Pacific Rim
POLSAR	- Polarimetric SAR
RADAR	- Radio Detection and Ranging
SIR – A	- Space Shuttle Imaging Radar – A
TOPSAR	- Topographic SAR
VV	- Vertical transmit and vertical receive.

# การประยุกต์ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

## 1. บทนำ

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลเรดาร์ AIRSAR เป็นอุปกรณ์สำรวจพื้นที่ที่สามารถบันทึกข้อมูลพื้นผิวโลก แสดงได้เป็นภาพ โดยที่สามารถบันทึกข้อมูลได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน ทุกสภาพอากาศ อุปกรณ์ AIRSAR ถูกติดตั้งบนเครื่องบินดัดแปลง NASA DC-8 บริเวณด้านหลังปีกเครื่องบินซึ่งบินเหนือพื้นที่สำรวจด้วยความสูงประมาณ 8 กิโลเมตร ความเร็ว 215 เมตรต่อวินาที AIRSAR สร้างโดย Jet Propulsion Laboratory (JPL) แห่งองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) และเป็นหน่วยงานดำเนินการบริหารโครงการนี้ AIRSAR เป็นเทคโนโลยีเรดาร์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบ และแสดงให้เห็นถึงศักยภาพเทคโนโลยีเรดาร์สมัยใหม่ และเพื่อบันทึกข้อมูลสำหรับการพัฒนา เทคนิคกรรมวิธีข้อมูลเรดาร์ (RADAR processing) และการใช้ประโยชน์ในสาขาต่างๆ

ประเทศไทยได้เข้าร่วมในโครงการ Pacific Rim AIRSAR Deployment ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ โครงการ NASA's Mission to Planet Earth (MTPE) Program ซึ่งได้ทำการบินถ่ายภาพด้วยเรดาร์ครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 ในประเทศสหรัฐอเมริกา หลังจากนั้นได้ดำเนินการถ่ายภาพในปีต่อๆมาทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง สำหรับ PacRim ในประเทศไทยใช้ชื่อว่า "โครงการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศระบบเรดาร์ AIRSAR ในประเทศไทย" (PacRim AIRSAR Thailand Project) ดำเนินการโดยกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ซึ่งปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็นสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) เริ่มต้นดำเนินโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ทำหน้าที่ประสานงานกับองค์การ JPL แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ด้านการบินถ่ายภาพระบบเรดาร์ในประเทศไทย และประสานงานกับหน่วยงานราชการของประเทศไทย โดยสนับสนุนให้เข้าร่วมโครงการและดำเนินงานวิจัยในสาขาต่างๆ

กรมพัฒนาที่ดินเป็นหน่วยงานหนึ่งที่ได้เข้าร่วมในโครงการ PacRim ตั้งแต่เริ่มโครงการในปี พ.ศ. 2539 เป็นต้นมา โดยได้เสนอโครงการวิจัยการใช้ภาพถ่ายเรดาร์ AIRSAR ทำการศึกษาวิจัยด้านการใช้ที่ดิน สิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ศึกษา 2 แห่ง คือ บริเวณจังหวัดเพชรบุรี และ จังหวัดนราธิวาส เริ่มดำเนินการสำรวจภาคพื้นดินในพื้นที่ศึกษาครั้งแรกเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2539 ในวันและเวลาเดียวกับที่มีการบินถ่ายภาพ สำหรับขบวนการกรรมวิธีข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงการ Pacific Rim AIRSAR เป็นโครงการบินถ่ายภาพทางอากาศระบบเรดาร์ ซึ่งสามารถถ่ายภาพพื้นผิวได้ทุกสภาพอากาศ เนื่องจากคุณสมบัติการทะลุทลวงของคลื่นเรดาร์ ผ่านชั้นเมฆ ฝน ในบรรยากาศ และยังสามารถถ่ายภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ในการบินถ่ายภาพพื้นที่ศึกษา เครื่องบินที่ได้รับการติดตั้งอุปกรณ์เรดาร์ทางด้านข้างบริเวณตอนใต้ของปีก เยื้องไปทางส่วนหลังของเครื่องบินดัดแปลง DC-8 (modified DC-8) จะบินถ่ายพื้นที่ศึกษาด้วยมุมมองด้านข้าง (side-looking radar) จากทางทิศใต้ บินเฉียงขึ้นทางทิศเหนือ เลียบชายฝั่งอ่าวไทยเป็นแนวบินกว้างประมาณ 10 กิโลเมตร การบันทึกภาพแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ระบบแรกเรียกว่า "POLARSAR" ซึ่งจะบันทึกสัญญาณภาพด้วยความยาวช่วงคลื่นเรดาร์ C แบนด์ (5.7 เซนติเมตร) L แบนด์ (25 เซนติเมตร) และ P แบนด์ (68 เซนติเมตร) มีการโพลาไรซ์คลื่น (polarization) ทั้งในแนวตั้งและแนวราบ ส่วนระบบที่สองเป็นระบบการวัดแบบแทรกสอด (interferometry) ซึ่งบันทึกข้อมูลแบบ cross-track (TOPSAR) และ along-track (ATI)

ประโยชน์ของข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ทั้งสองระบบสำหรับประเทศไทยคือการบันทึกความแตกต่างของภูมิประเทศ สิ่งปกคลุมดิน และคุณสมบัติพื้นผิวที่เกี่ยวข้องกับความชื้น นอกจากนี้การบันทึกข้อมูลที่มีการโพลาไรซ์คลื่นแตกต่างกันจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับความแตกต่างของสิ่งปกคลุมดิน การใช้ที่ดิน การจำแนกชนิดพืช การประเมินชีวมวล (biomass) โดยเฉพาะข้อมูล ATI สามารถใช้ศึกษาทิศทางและความเร็วของกระแสคลื่นในทะเลและมหาสมุทร การศึกษาพื้นที่ชุ่มน้ำและการจำแนกป่าพรุ การศึกษาติดตามพื้นที่เสี่ยงภัย (hazard monitoring) การทำแผนที่แสดงสภาพทางธรณีวิทยา นอกจากนี้ภาพถ่ายหรือข้อมูล TOPSAR ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข-DEM (Digital Elevation Model) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในงานทำแผนที่เส้นชั้นความสูง และยังใช้วิเคราะห์เพื่อประเมินความสูงของเรือนยอดต้นไม้ โดยเฉพาะในพื้นที่ป่าที่ไม่สามารถเข้าไปสำรวจได้อีกด้วย

ด้วยประโยชน์ของข้อมูล AIRSAR ดังกล่าว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาที่ดินเพื่อศึกษาพื้นที่เกษตรกรรมและการใช้ที่ดินในบริเวณที่ประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินชายฝั่ง เช่น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าพรุในจังหวัดนราธิวาส และบริเวณรอบๆจังหวัดเพชรบุรี ที่สภาพป่าชายเลนที่สมบูรณ์และพื้นที่เกษตรกรรมบางแห่งถูกเปลี่ยนแปลง นำไปใช้เพาะเลี้ยงกุ้ง ซึ่งเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศและเกิดผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียง

สำหรับพื้นที่ยากต่อการเข้าไปสำรวจภาคพื้นดิน และมีปัญหาการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศ ดังเช่น พื้นที่ป่าพรุโต๊ะแดง ในเขตอำเภอระแงะ อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส นับเป็นพื้นที่ป่าพรุสมบูรณ์ที่เหลือเพียงแห่งเดียวในประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันได้ถูกบุกรุกทำลาย มีการตัดไม้ป่าไปใช้

ประโยชน์ มีปัญหาไฟไหม้ป่าติดต่อกันเป็นระยะเวลาชานาน นอกจากนี้มีการระบายน้ำออกจากพื้นที่ป่า ล้วนก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์ของป่าพรุ การที่จะศึกษาสภาพพื้นที่และติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ให้ทันเหตุการณ์ เพื่อหาวิธีหรือกำหนดมาตรการควบคุมสถานการณ์ มักล่าช้าเนื่องจากอุปสรรคของการเข้าถึงพื้นที่ วิธีการสำรวจในปัจจุบันที่อาศัยการแปลรูปถ่ายทางอากาศ มักได้ข้อมูลที่ไม่ตรงกับสภาพปัจจุบัน การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมในระบบออปติก (optic) ประสบปัญหาไม่ได้ภาพพื้นที่ที่ชัดเจน เนื่องจากสภาพอากาศที่มีเมฆ ฝนเกือบตลอดปี ดังนั้นข้อมูลเรดาร์ AIRSAR จึงน่าจะเป็นข้อมูลภาพถ่ายที่เหมาะสมสำหรับใช้ศึกษาสภาพพื้นที่ดังกล่าวได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ทดสอบ ศักยภาพของข้อมูลเรดาร์ AIRSAR และพัฒนาวิธีการประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อการสำรวจและจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ทดลอง

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

ภาพถ่ายเรดาร์ AIRSAR เป็นภาพที่ได้มาจากการบันทึก 2 ระบบพร้อมกัน โดยที่แต่ละระบบมีความแตกต่างกันทั้งในด้านความยาวช่วงคลื่น ความถี่คลื่นเรดาร์ที่ใช้ และการโพลาไรซ์คลื่น ซึ่งทำให้ภาพหรือข้อมูลที่ได้มีลักษณะแตกต่างกัน ในการนำมาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องมีกรรมวิธีข้อมูลและเทคนิคการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ประโยชน์ตามต้องการที่แตกต่างกัน ดังนั้นขอบเขตการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดให้มีการทดสอบดำเนินการกรรมวิธีภาพถ่ายเรดาร์ AIRSAR โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูล POLSAR เพื่อทดสอบศักยภาพของข้อมูลในการนำมาวิเคราะห์การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกในการใช้ประโยชน์ข้อมูล จึงทำการทดลองนำข้อมูลระบบออปติกมาใช้ร่วมกับภาพถ่ายเรดาร์ AIRSAR อีกด้วย

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การบินถ่ายภาพทางอากาศระบบเรดาร์ AIRSAR เป็นการบินเพื่อบันทึกข้อมูลพร้อมกันทีเดียว 3 ช่วงคลื่นเรดาร์ใน 2 ระบบ คือ POLSAR และ TOPSAR และมีการโพลาไรซ์คลื่นทั้งแนวราบและแนวตั้ง ซึ่งผลที่ได้คือภาพต่างโพลาไรซ์ 12 แบบ คือ HH WV HV และ VH สำหรับช่วงคลื่น C band L band และ P band นับว่าเป็นครั้งแรกของประเทศไทยที่นักวิจัยจะได้นำข้อมูลที่มีความหลากหลายเช่นนี้มาศึกษา แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูล L band และ P band เท่านั้น มาทดสอบศักยภาพของข้อมูลในแง่มุมต่างๆ และเป็นการศึกษาเพื่อพัฒนา เพิ่มพูนศักยภาพของนักวิจัยในการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากเรดาร์ ซึ่งถือว่าเป็นการพัฒนาด้านบุคลากรตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 นอก

จากนี้ยังเป็นการเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศ แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ รวมถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากประเทศที่พัฒนาแล้ว

## 2. วรรณกรรมและงานที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้ข้อมูลรีโมทเซ็นซิงในแถบประเทศเมืองร้อน มักประสบปัญหาทางด้านการปกคลุมของเมฆเหนือพื้นที่ที่สนใจอยู่เป็นประจำ โดยเฉพาะในเขตใกล้ศูนย์สูตร ดังเช่น บริเวณภาคใต้ของประเทศไทยที่มักจะมีเมฆปกคลุมเกือบตลอดปี เป็นอุปสรรคต่อการบินถ่ายภาพพื้นที่ การวิเคราะห์รูปถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายจากดาวเทียมจึงต้องเปลี่ยนจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่บ้านทีกในช่วงคลื่นระบบออปติค มาเป็นช่วงคลื่นในระบบเรดาร์ที่มีศักยภาพในการทะลุทลวงอนุภาคขนาดใหญ่ในชั้นบรรยากาศได้ดีกว่า ภาพที่ได้จึงปราศจากเมฆปกคลุม นำมาใช้วิเคราะห์พื้นที่ได้ตามต้องการ

ประเทศไทยได้ดำเนินโครงการประยุกต์ใช้ภาพเรดาร์อยู่หลายโครงการ เช่น โครงการใช้ภาพเรดาร์ SIR-A (Space Shuttle Imaging Radar-A) โครงการ ERS-1 โครงการ GlobeSAR และโครงการ JERS-1 เป็นต้น ส่วนใหญ่ข้อมูลเรดาร์เป็นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกบนดาวเทียม ตัวอย่างเช่น ภาพเรดาร์ SIR-A บันทึกได้จากกระสวยอวกาศเมื่อปี 2532 และได้มีการนำมาศึกษาศักยภาพของข้อมูลที่บ้านทีกช่วงคลื่น L band (พรัอมจิตร และ วลัยรัตน์, 2532) ด้านการจำแนกการใช้ที่ดิน แต่เนื่องจากภาพที่นำมาใช้ เป็นภาพที่ยังไม่มีการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลให้คมชัด จึงใช้จำแนกพื้นที่ได้อย่างกว้างๆ เท่านั้น

ในเวลาต่อมามีหลายหน่วยงานราชการที่ให้ความสนใจข้อมูลเรดาร์ L band เพื่อใช้ศึกษาพืชพรรณในพื้นที่เกษตรกรรม เช่น กรมพัฒนาที่ดินได้ใช้ภาพเรดาร์ JERS-1 ศึกษาสิ่งปกคลุมดินและการใช้ที่ดิน (วลัยรัตน์, 2540, วลัยรัตน์ และ พรัอมจิตร, 2542) ผลที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าภาพเรดาร์ L band ใช้วิเคราะห์พื้นที่เกษตรกรรม ชุมชน และแหล่งน้ำได้ดี นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานอื่นอีก ได้แก่ กรมการผังเมือง กรมประมง สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นต้น

มีรายงานการศึกษาภาพเรดาร์เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดินในต่างประเทศ (Kasischke, E.S. et al., 1991, Wang, Y. et al., 1993, Ulaby, F.T. et al., 1994, Wang, Y. et al., 1994) โดยได้ทำการศึกษา backscatter ของระบบเรดาร์จากการบินถ่ายบนเครื่องบิน และจาก platform อื่นๆ ซึ่งผลที่ได้รับแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับช่วงคลื่น ความถี่เรดาร์ที่ใช้ และการโพลาไรซ์คลื่น

นอกเหนือจากศักยภาพในการใช้วิเคราะห์สิ่งปกคลุมดินแล้ว สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการใช้ข้อมูลเรดาร์คือ คุณภาพของข้อมูลที่ดีและเหมาะสม สามารถตอบสนองของวัตถุประสงค์ในการใช้ข้อมูลของ

นักวิจัยได้ การปรับปรุงคุณภาพข้อมูลเรดาร์ด้านคลื่นสัญญาณรบกวน ด้วยการกรองสัญญาณ และเน้นภาพให้คมชัด (วลัยรัตน์, 2540, Li,1988, Palaganas,1993) นับเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องกระทำก่อนนำมาศึกษาวิจัย เพื่อให้สามารถวิเคราะห์หาลักษณะภูมิประเทศได้อย่างถูกต้อง โกลด์เคียงสภาพเป็นจริงมากที่สุด

สำหรับการใช้ประโยชน์จากข้อมูลเรดาร์ในสาขาอื่นๆ ได้แก่ การศึกษาพื้นที่ป่าไม้ (Dobson, M.C. et al.,1991, Ranson, K.J. and G.Sun,1994) การศึกษาเกี่ยวกับดิน (Yisok,O., K. Sarabandi, F.T.Ulaby,1992) โดยการสร้างรูปแบบจำลองจากการศึกษาการกระจัดกระจายกลับคลื่น (RADAR backscattering) เพื่อวิเคราะห์สภาพพื้นผิวดิน การใช้ภาพเรดาร์ตรวจวัดความชื้นในดิน (Dobson, M.C. and F.T.Ulaby,1986, Dubois,P.C., J. van Zyl, and T.Engman,1995) ผลของการศึกษาวิจัยเหล่านี้เป็นประโยชน์สำหรับนักวิจัยรุ่นต่อมาที่จะนำมาประยุกต์ และพัฒนาวิธีการเพื่อให้ได้ผลตอบสนองตามความต้องการ

### 3. วิธีดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 อุปกรณ์การวิจัย ประกอบด้วย

3.1.1 ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR 32 บิต (bits) บันทึกภาพเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2539 บริเวณพื้นที่ศึกษา จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดนครราชสีมา บันทึกภาพเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2539 ข้อมูลที่ใช้ คือ

POLSAR ช่วงคลื่น P band (68 ซม) โพลาไรซ์คลื่น 3 แบบคือ P-VV P-HH และ P-HV

ช่วงคลื่น L band (25 ซม) โพลาไรซ์คลื่น 3 แบบคือ L-VV L-HH และ L-HV

3.1.2 ข้อมูลดาวเทียม Landsat-TM บันทึกเมื่อเดือนมีนาคม 2543

3.1.3 แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000

3.1.4 ข้อมูลการใช้ที่ดินจังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดนครราชสีมา ปี 2540

3.1.5 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล PCI EASI/PACE และ ENVI

3.1.6 เครื่องระบุพิกัดตำแหน่ง (Global Positioning System-GPS)

3.1.7 อุปกรณ์สนามอื่นๆ ได้แก่ เข็มทิศ กล้องถ่ายรูป

### 3.2 วิธีการวิจัย

แบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนกรรมวิธีข้อมูล (data processing) การสำรวจภาคสนาม (ground truth survey) และ ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis)

#### 3.2.1 กรรมวิธีข้อมูล

การเตรียมข้อมูลเรดาร์ AIRSAR โดยการบีบอัด (compress) ข้อมูลทั้งหมดที่เป็น 32 บิต ให้เป็นข้อมูล 8 บิต จากนั้นทำการหมุนภาพ  $180^{\circ}$  เพื่อให้ภาพพื้นที่ศึกษามีทิศเหนือ -ใต้ ทิศตะวันออก-ตะวันตก สอดคล้องกับความเป็นจริง ตรงตามแผนที่ภูมิประเทศ

การเน้นภาพให้คมชัด (Image enhancement) แบ่งการเน้นภาพเป็น 2 ครั้ง โดยครั้งแรกหลังจาก compress ข้อมูลแล้วทำการขยายค่าความเข้มสัญญาณ แบบ Linear และครั้งที่สองหลังจากกรองสัญญาณรบกวนแล้วจึงทำการเน้นภาพเรดาร์ AIRSAR อีกครั้ง และทำการเน้นภาพจาก Landsat TM ด้วย สำหรับภาพเรดาร์ทดสอบใช้วิธี เน้นขอบแบบ Edge sharpening และ Mode filtering ส่วนภาพ Landsat TM ใช้ 2 วิธี คือ Linear stretch และ Equalization

การลดสัญญาณรบกวน (Noise) หรือจุดกระ (speckle) ในข้อมูลภาพเรดาร์ โดยใช้วิธีการลดความถี่สูง ซึ่งทำการทดลองใช้การกรองแบบเฉพาะ (Specific filtering) คือ

3.2.1.1 Lee filtering ขนาดกรอบหน้าต่าง (window) ที่ใช้ได้แก่  $7 \times 7$  และ  $11 \times 11$

3.2.1.2 Gamma Map filtering ขนาดกรอบหน้าต่าง (window) ที่ใช้ได้แก่  $7 \times 7$  และ  $11 \times 11$

3.2.1.3 Kuan filter ขนาดกรอบหน้าต่าง (window) ที่ใช้ได้แก่  $5 \times 5$  และ  $7 \times 7$

การแก้ไขความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต หรือ ความผิดพลาดของตำแหน่งภูมิประเทศ (geometric correction) โดยการเลือกจุดบังคับภาคพื้นดิน (ground control point) จากภาพถ่ายเทียม Landsat และตรงพิกัดภาพกับพิกัดตำแหน่งบนแผนที่ภูมิประเทศ จนกระทั่งได้ค่าความผิดพลาด Root Mean Square Error -RMS ไม่เกิน 0.5

การปรับขนาดของจุดภาพ หรือ pixel ให้มีขนาดเท่ากับจุดภาพเรดาร์ (10 เมตร) โดยขบวนการ resampling แล้วทำการตรงภาพ Landsat กับภาพเรดาร์เข้าด้วยกัน

การซ้อนข้อมูลเพื่อให้เกิดเป็นภาพสีผสม (color composite) ดังนี้

- ซ้อนข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ต่างโพลาไรซ์ เป็นการนำข้อมูลเรดาร์ในช่วงคลื่น



L band และ P band โพลาริซแบบ HH VV และ HV มาซ้อนทับเพื่อให้เกิดเป็นภาพสี เน้นข้อมูลบริเวณที่ต้องการให้เด่นชัดขึ้น ตา มคุณสมบัติการตอบสนองของโพลาริซคลื่นเรดาร์ของวัตถุพื้นผิว

- ซ้อนข้อมูลต่างระบบเข้าด้วยกัน (data fusion) โดยทำการแปลงค่า spectral ของภาพดาวเทียมจากระบบแม่สี สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ให้เป็นค่า Intensity Hue Saturation (IHS) แล้วเลือกนำข้อมูลเรดาร์มาแทนที่ Intensity และเลือกภาพ Landsat เช่น ช่วงอินฟราเรดใกล้ (แบนด์ 4) แทนที่ Hue ภาพจากแบนด์ 3 หรือ แบนด์ 5 มาแทนที่ Saturation ขบวนการ data fusion จะช่วยเน้นข้อมูลภาพบริเวณที่สนใจให้เด่นชัดดีกว่าการใช้ข้อมูลระบบเดียว ภาพสีที่ได้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ภาพต่อไป

### 3.2.2 การสำรวจภาคสนาม

ตรวจสอบพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของสิ่งปกคลุมดินหรือการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาที่สามารถวิเคราะห์ได้จากภาพเรดาร์ ศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะพืชพรรณและภูมิประเทศกับลักษณะที่ปรากฏให้เห็นในภาพในเชิงซิกเนเจอร์ระนาบคลื่น (polarization signatures) เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ภาพเรดาร์ AIRSAR และใช้สำหรับภาพในระบบเรดาร์จาก platform อื่นอีกด้วย

### 3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.3.1 ดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band และ P band ที่โพลาริซคลื่นต่างๆกัน คือ HH VV และ HV เพื่อการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน และการใช้ที่ดิน

3.2.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์ภาพสีผสมที่เกิดจากการใช้ภาพต่างโพลาริซ

3.2.3.3 ศึกษาและวิเคราะห์ภาพสีผสมที่เกิดจากการใช้ภาพต่างระบบร่วมกัน คือ ระบบเรดาร์และระบบออปติค

## 3.3 สถานที่ดำเนินการ

พื้นที่ใช้ศึกษา แบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ซึ่งมีความแตกต่างกันคือ

3.3.1 บริเวณพื้นที่ศึกษา จังหวัดเพชรบุรี ในเขตอำเภอบ้านแหลม และอำเภอเมืองระหว่างละติจูด  $13^{\circ} 00'$  เหนือ และ  $13^{\circ} 30'$  และลองจิจูด  $99^{\circ} 45'$  และ  $100^{\circ} 00'$  ตะวันออกครอบคลุมเนื้อที่ประมาณ 152,500 ไร่ (244 ตารางกิโลเมตร) ลักษณะพื้นที่ ส่วนใหญ่เป็นที่ราบติดชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา มีแม่น้ำเพชรบุรีเป็นแม่น้ำสำคัญไหลผ่านพื้นที่ศึกษา ในแนวเหนือ-ใต้ การเกษตรกรรมส่วนใหญ่เป็นการทำนาข้าวบนที่ราบลุ่มสองฝั่งแม่น้ำเพชรบุรี พื้นที่ชายฝั่งมีสภาพเป็นป่าเลนหรือป่าชายเลน ซึ่งปัจจุบันประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณ

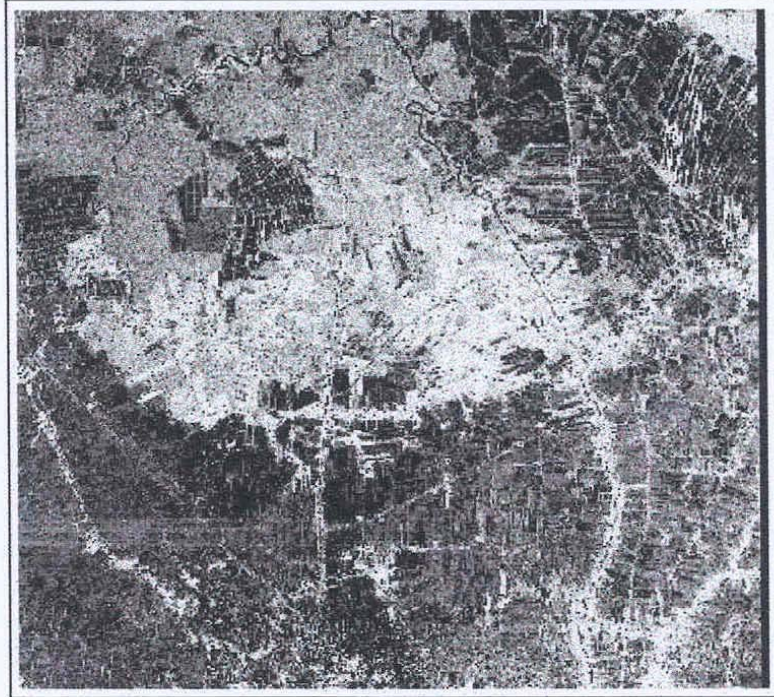
ชายฝั่ง สภาพป่าชายเลนที่สมบูรณ์และพื้นที่การเกษตรบางแห่ง ถูกแปรสภาพไปเพื่อทำนากุ้ง และนาเกลือ (รูปที่ 1) ส่วนบริเวณล้นริมฝั่งสองฝั่งเป็นเขตชุมชนที่อยู่อาศัย ปศุกรรมไม่ผสมผสานกับไม้ยืนต้น

3.3.2 พื้นที่ป่าพรุโต๊ะแดง ทางทิศตะวันออกของจังหวัดนราธิวาสติดแนวชายฝั่งทะเล พื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตอำเภอระแงะ อำเภอตากใบ อำเภอสุไหงปาดี และกิ่งอำเภอเจาะไอร้อง ป่าพรุโต๊ะแดง ปัจจุบัน ได้รับการประกาศเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ นับเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ 1 ใน 61 แห่งของประเทศที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ และอยู่ในระหว่างดำเนินการเสนอให้เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ RAMSAR site ที่มีความสำคัญระดับโลก

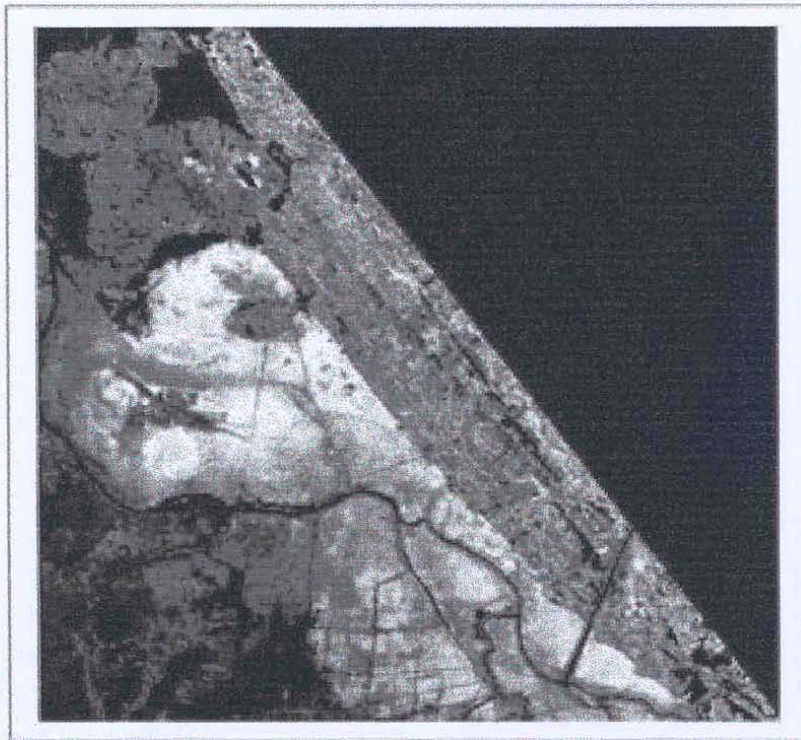
บริเวณพื้นที่รอบๆป่าพรุโต๊ะแดง ด้านทิศตะวันออกเป็นที่ราบชายฝั่งทะเล (รูปที่ 2) ด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษาเป็นที่เนิน ส่วนบริเวณเชิงเขาปกคลุมด้วยป่าไม้และยางพารา ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้

#### 4. ผลการวิจัย

ในการทดสอบศักยภาพของข้อมูลภาพเรดาร์ AIRSAR นั้น ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลจากการดำเนินการวิธีข้อมูลต่างๆกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพข้อมูลที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาวิเคราะห์หาลิงปกคลุมดินและการใช้ที่ดิน กรรมวิธีข้อมูลดังกล่าวได้แก่ การขยายค่าความเข้มภาพ การลดหรือการขจัดสัญญาณรบกวนที่เป็นจุดกระในภาพเรดาร์ การเพิ่มความคมชัดให้กับภาพเรดาร์เพื่อให้สามารถจำแนก หรือแปลภาพได้อย่างถูกต้อง และขบวนการทำเป็นภาพสีผสมเพื่อนำรายละเอียดข้อมูลให้เด่นชัดขึ้น หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ภาพเรดาร์ช่วงคลื่นต่างๆกันที่มีการโพลาไรซ์ต่างกันด้วย



รูปที่ 1 ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี



รูปที่ 2 ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส

#### 4.1 การขยายค่าความเข้มของจุดภาพ

ภาพเรดาร์ AIRSAR ทั้ง L band และ P band ที่ใช้ศึกษา เป็นภาพที่มีการบันทึกต่างโพลาไรซ์กัน คือมีทั้งการรับ-ส่งคลื่นในแนวราบหรือแนวนอน (HH) แนวตั้งหรือแนวตั้ง (VV) และรับส่งต่างโพลาไรซ์ (HV) ซึ่งแบบหลังนี้สัญญาณที่ได้รับจะมีความแรงต่ำกว่ากรณีที่ใช้โพลาไรซ์เหมือนกัน (พลเอกอรรถ, 2541) ดังนั้นภาพเรดาร์ AIRSAR จึงเป็นภาพที่ค่อนข้างมืด การขยายค่าความเข้มทำให้ได้ภาพมีความสว่าง สามารถเห็นรายละเอียดในภาพได้ (ตารางที่ 1)

#### 4.2 ผลการขจัดสัญญาณรบกวนหรือจุดกระในภาพเรดาร์ AIRSAR

ลักษณะจุดกระที่กระจัดกระจายในภาพเรดาร์เกิดจาก signal fading เป็นการรบกวนการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบอิสระ เป็นผลให้เกิดจุดภาพที่มีความสว่างกว่าค่าความเข้มของข้อมูลจุดภาพนั้นจริง (Lee, 1987) จุดภาพที่มีความสว่างมากนี้เรียกว่า "speckle" หรือจุดกระนั่นเอง การขจัดหรือลดสัญญาณรบกวนให้เหลือน้อยมากที่สุด จะช่วยให้สามารถมองเห็นวัตถุต่างๆ ในภาพเรดาร์ได้คล้ายกับภาพถ่ายในระบบออปติก คือความเข้มสีวัตถุมีความกลมกลืนกัน ซึ่งการกรองสัญญาณรบกวนนี้เรียกว่า "spatial filters" ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกวิธีการกรองไว้ 3 แบบ ได้ผลลัพธ์แตกต่างกันดังนี้

##### 4.2.1 ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee filtering

การกรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee โดยการประมาณค่าความเข้มของสัญญาณด้วยการทำให้ความผิดพลาดกำลังสองต่ำสุด\* การแทนค่าของจุดภาพหาได้จากค่าสถิติเฉพาะภายในหน้าต่างตัวกรอง (window) ณ บริเวณที่มีความสม่ำเสมอ ความแปรปรวน ( $\sigma$ ) จะมีค่าต่ำลงเข้าใกล้ 0 หรือเท่ากับ 0 ความเข้มสัญญาณจุดภาพเป้าหมายตรงกลางหน้าต่างตัวกรองจะมีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยภาพ (mean) แต่ในบริเวณที่มีความแปรปรวน ความเข้มไม่สม่ำเสมอ การกรองแบบ Lee จะช่วยให้ความเข้มของสัญญาณเข้าใกล้ความเข้มเดิมของจุดเป้าหมาย

ผลจากการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee ที่ดีที่สุด (ตารางที่ 2) นอกเหนือจากการกำหนดขนาดหน้าต่างตัวกรองที่เหมาะสมแล้ว จำนวนครั้งของการกรองซ้ำยังมีผลต่อการลดจำนวนจุดกระ และสงวนค่าความเข้มของสัญญาณ แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มจำนวนครั้งของการกรองจะเป็นการเพิ่มเวลาในการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน

---

\*เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการความร่วมมือด้านการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมระบบเรดาร์ ERS-1 ระหว่างประชาคมยุโรปกับภูมิภาคอาเซียน ISBN 974-8027-98-8

ตารางที่ 1 แสดงค่าความเข้มของข้อมูล AIRSAR ช่วงคลื่น L band บริเวณพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี

โพลาไรซ์	ค่าความเข้มเดิม		ค่าความเข้มที่ขยาย	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
HH	0.071	0.252	50.290	52.207
VV	0.050	0.158	63.825	56.388
HV	0.008	0.021	62.336	59.347

ตารางที่ 2 ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band การโพลาไรซ์คลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี

โพลาไรซ์	ขนาดหน้าต่าง ตัวกรอง	จำนวนครั้ง	ค่าความเข้มเดิม		ค่าความเข้มหลัง การกรอง	
			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
HH	7x7	1	50.29	52.21	49.73	41.60
		2			49.25	40.34
	11x11	1			49.70	40.02
		2			49.20	38.90
VV	7x7	1	63.83	56.39	63.29	44.75
		2			63.81	43.41
	11x11	1			63.27	43.03
		2			62.77	41.88
HV	7x7	1	62.34	59.35	61.76	48.94
		2			61.27	47.59
	11x11	1			61.71	47.22
		2			61.21	46.00

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าขนาดหน้าต่างตัวกรองขนาด 7x7 และ 11x11 ให้ผลการกรองสัญญาณรบกวนไม่แตกต่างกันมาก ถ้าไม่คำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการประมวลผลแล้วขนาดหน้าต่าง 11x11 จะได้ค่าความแปรปรวนน้อยกว่าและมีค่าเฉลี่ยความเข้มเข้าใกล้ค่าเดิม ส่วนจำนวนครั้งของการกรองซ้ำ 2 ครั้ง จะได้ผลลัพธ์ดีกว่าการกรองสัญญาณครั้งเดียว

สรุปผลจากตารางที่ 2 ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี การกรองสัญญาณรบกวนด้วยขนาดหน้าต่างตัวกรอง 7x7 ได้ผลดีใกล้เคียงกับการกรองด้วยขนาดหน้าต่าง 11x11

ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee filter ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาสในพื้นที่ที่พู่ (ตารางที่3) โดยทำการทดลองกรองด้วยขนาดหน้าต่างกรอง 5x5 และ 7x7 พบว่าการกรองสัญญาณรบกวนด้วยขนาดหน้าต่างตัวกรอง 7x7 ได้ผลลัพธ์ดีกว่าขนาดหน้าต่างตัวกรอง 5x5 ทุกโพลาไรซ์คลื่น

ตารางที่ 3 ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band และ P band การโพลาไรซ์คลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส

ช่วงคลื่น	โพลาไรซ์	ขนาดหน้าต่าง ตัวกรอง	ค่าความเข้มเดิม		ค่าความเข้มหลัง การกรอง	
			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
L	HH	5x5	88.97	75.70	88.30	62.12
		7x7			88.27	60.72
	VV	5x5	102.81	77.24	102.15	61.55
		7x7			102.12	60.06
	HV	5x5	100.93	73.16	100.20	54.52
		7x7			100.15	52.65
P	HH	5x5	90.03	82.88	89.22	63.73
		7x7			89.13	61.91
	VV	5x5	99.37	86.91	98.68	69.12
		7x7			99.61	67.34
	HV	5x5	100.23	77.79	99.61	53.47
		7x7			99.57	51.15

#### 4.2.2 ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Gamma Map filtering

ตัวกรองแบบนี้ใช้แบบจำลองที่ซับซ้อนเพื่อหาสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variance) เพื่อมาเป็นค่ากำหนดลักษณะการกรอง ซึ่งลักษณะของการกรองจะแบ่งออกได้ตามช่วงค่าที่กำหนด คือ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีค่าต่ำกว่าช่วงค่าที่กำหนด จะใช้ตัวกรองเฉลี่ยเพื่อกรองสัญญาณรบกวนให้เรียบ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีค่าสูงกว่าช่วงค่าที่กำหนด จะคงค่าของจุดภาพไว้ เพราะถือว่าความเข้มของสัญญาณนี้เป็นตัวแทนที่แท้จริง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ที่มีค่าอยู่ระหว่างช่วงทั้งสองที่กล่าวมาแล้ว ตัวกรองจะทำการกรองสัญญาณโดยการตรวจสอบพื้นที่รอบๆจุดเป้าหมายเสียก่อนแล้วจึงทำการกรอง จะเห็นว่าการกรองแบบ Gamma Map นั้นมีความซับซ้อน สิ้นเปลืองเวลา คอมพิวเตอร์ค่อนข้างมากทีเดียว

ตัวอย่างการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Gamma Map filter ช่วงคลื่น L band ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี (ตารางที่ 4) เห็นได้ชัดว่าการกรองสัญญาณรบกวนแบบนี้ จะได้ค่าเฉลี่ยของจุดภาพใหม่ใกล้เคียงกับค่าเดิมมาก แต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือความแปรปรวนค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกรกรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee filter

เปรียบเทียบผลลัพธ์จากการใช้หน้าต่างตัวกรองที่ต่างกันจากตารางที่ 4 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยและค่าของความแปรปรวน เมื่อกรองด้วยขนาดหน้าต่างต่าง 7x7 ไม่แตกต่างกับขนาดหน้าต่าง 11x11

เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการกรองซ้ำในแต่ละขนาดหน้าต่างตัวกรอง สำหรับข้อมูลทุกๆโพลาริซ พบว่าการกรองซ้ำ 2 ครั้งได้ผลดีกว่าการกรองครั้งเดียว

เป็นที่น่าสังเกตว่าการกรองซ้ำของตัวกรองที่ขนาดหน้าต่าง 7x7 และ 11x11 ได้ผลเหมือนกัน จึงอาจสรุปได้จากตารางที่ 4 ว่าการกรองด้วย Gamma Map filter พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี ใช้ขนาดตัวกรอง 7x7 ทำการกรองซ้ำ 2 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ดีกว่าใช้ขนาดตัวกรอง 11x11

ส่วนผลการกรองสัญญาณรบกวนในพื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาสโดยใช้ Gamma Map พบว่าในพื้นที่ที่เป็นที่ลุ่ม สภาพเป็นป่าพรุ ลักษณะพื้นที่ที่มีความแตกต่างจากพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี การกรองด้วยขนาดหน้าต่างตัวกรอง 5x5 และ 7x7 ไม่มีความแตกต่างกัน สามารถเลือกใช้ขนาดตัวกรองขนาดใดก็ได้ จะไม่ทำให้คุณภาพของข้อมูลด้อยลงไป (ตารางที่ 5)

#### 4.2.3 ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Kuan filtering

การกรองสัญญาณรบกวนแบบนี้คิดขึ้นโดย Kuan โดย assume ว่าข้อมูลทุกๆจุดภาพมีการกระจายแบบ Gaussian ซึ่งการกำหนดเช่นนี้ยังไม่ค่อยถูกต้องนักในบางกรณี ซึ่งผลที่ได้จากการกรองแบบ Kuan ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาสแสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 4 ผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Gamma Map filter ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band การโพลาไรซ์คลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี

โพลาไรซ์	ขนาดหน้า ต่างตัวกรอง	จำนวนครั้ง	ค่าความเข้มเดิม		ค่าความเข้มหลัง การกรอง	
			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
HH	7x7	1	50.29	52.21	50.41	48.64
		2			50.36	47.31
	11x11	1			50.33	48.69
		2			50.29	47.40
VV	7x7	1	63.83	56.39	64.29	51.86
		2			64.27	50.38
	11x11	1			64.31	51.82
		2			64.30	50.40
HV	7x7	1	62.34	59.35	62.82	55.03
		2			62.71	53.58
	11x11	1			62.87	54.88
		2			62.77	53.44



ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Gamma Map filter ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band และ P band โพลาไรซ์คลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัด นราธิวาส

ช่วงคลื่น	โพลาไรซ์	ขนาดหน้า ต่างตัวกรอง	ค่าความเข้มเดิม		ค่าความเข้มหลัง การกรอง	
			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
L	HH	5x5	88.97	75.70	92.90	67.18
		7x7			92.80	66.72
	VV	5x5	102.81	77.24	107.67	66.37
		7x7			107.76	65.74
	HV	5x5	100.93	73.16	106.44	60.73
		7x7			106.60	59.88
P	HH	5x5	90.03	82.88	93.98	72.66
		7x7			93.76	72.37
	VV	5x5	99.37	86.91	103.63	76.81
		7x7			103.52	76.52
	HV	5x5	100.23	77.79	106.14	62.24
		7x7			105.98	61.99

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลการกรองสัญญาณรบกวนแบบ Kuan filter ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band และ P band โพลาริซัคลื่น HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส

ช่วงคลื่น	โพลาริซั	ขนาดหน้า ต่างตัวกรอง	ค่าความเข้มเดิม		ค่าความเข้มหลัง การกรอง	
			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
L	HH	5x5	88.97	75.70	88.88	61.97
		7x7			88.87	60.54
	VV	5x5	102.81	77.24	102.72	61.14
		7x7			102.71	59.71
	HV	5x5	100.93	73.16	100.80	54.31
		7x7			100.78	52.39
P	HH	5x5	90.03	82.88	89.86	63.47
		7x7			89.81	61.58
	VV	5x5	99.37	86.91	99.25	68.99
		7x7			99.22	67.18
	HV	5x5	100.23	77.79	100.15	53.38
		7x7			100.12	51.05

#### 4.3 การเน้นภาพเพิ่มความคมชัดให้กับภาพเรดาร์

การเน้นภาพ หมายถึงการเน้นให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้นหลังจากที่กรองสัญญาณรบกวนแล้ว จะมีผลทำให้ภาพผลลัพธ์มีแนวโน้มลดลงตามสัดส่วนของขนาดตัวกรองที่เพิ่มขึ้น เกิดความมืดหรือไม่ชัดเจนของรายละเอียดบริเวณพื้นที่ที่มีความหยาบละเอียดของภาพสูง

การเน้นภาพของการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกได้เป็นการเน้นภาพเรดาร์ AIRSAR และการเน้นภาพระบบออปติค คือข้อมูลดาวเทียม Landsat 5 ระบบ Thematic Mapper ที่นำมาใช้ร่วมกับภาพเรดาร์ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล

##### 4.3.1 ผลการเน้นภาพเรดาร์ AIRSAR

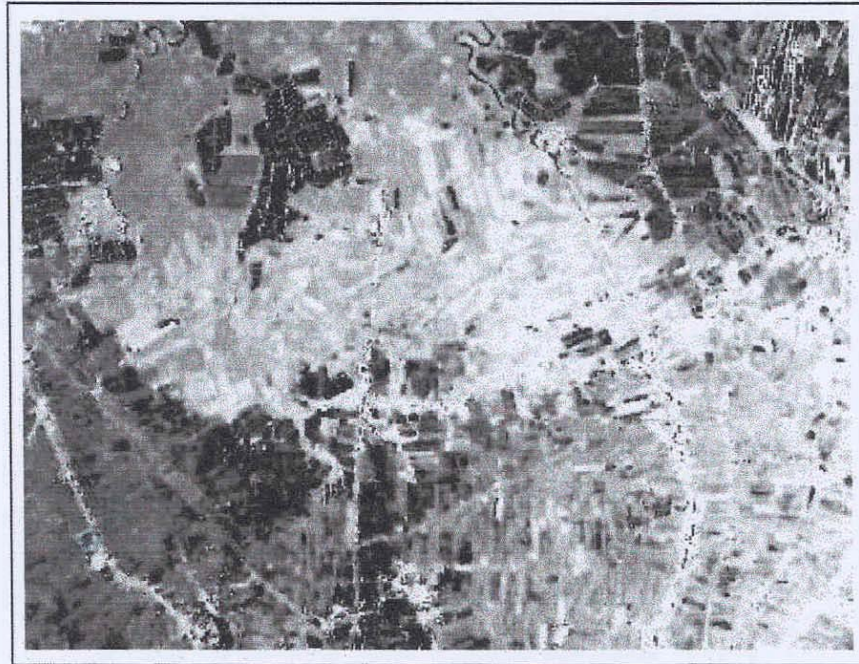
ผลจากการทดสอบใช้การเน้นภาพด้วยวิธี Edge Sharpening และ Mode filtering เพื่อให้วัตถุที่มีความแตกต่างทางด้านทิศทางและเส้นขอบ มีความเด่นชัดมากขึ้น ทั้ง 2 วิธีที่ใช้ทำให้วัตถุในภาพมีเส้นขอบชัดเจนขึ้น แต่ค่าความเข้มเฉลี่ยของภาพเปลี่ยนแปลงไป แต่เมื่อศึกษาจาก histogram พบว่าวิธี Mode filtering มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยความเข้มคงเดิมและค่าความแปรปรวนเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อยเท่านั้น จึงเลือกใช้วิธีนี้สำหรับดำเนินการศึกษาในขั้นตอนต่อไป (รูปที่ 3)

##### 4.3.2 การเน้นภาพ Landsat TM

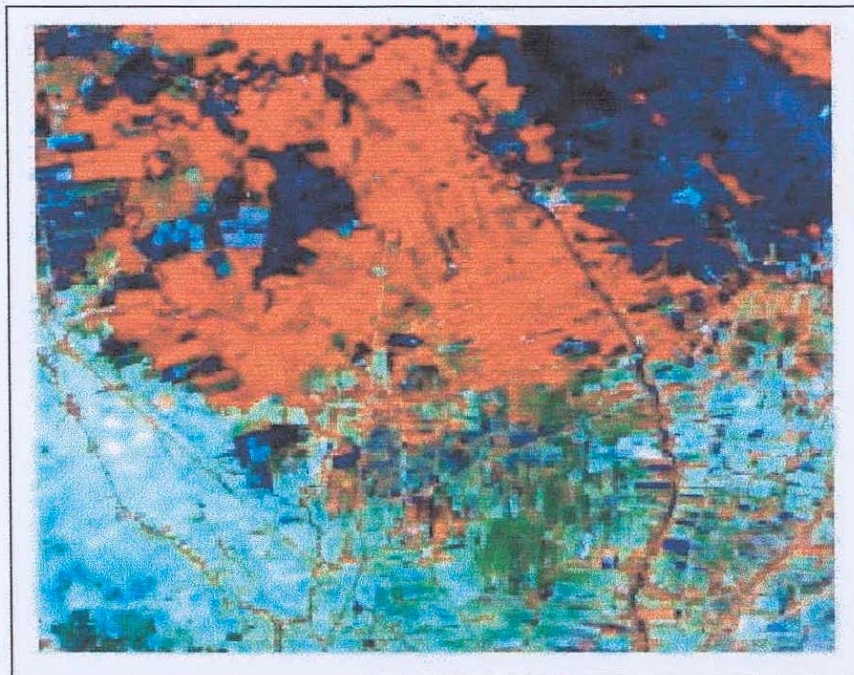
ภาพดาวเทียม Landsat TM ซึ่งทดสอบนำมาใช้เฉพาะในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี เท่านั้น นำข้อมูลช่วงคลื่นสีแดง (แบนด์ 3) 1 ช่วงคลื่น และช่วงอินฟราเรดใกล้ (แบนด์ 4 และ 5) 2 ช่วงคลื่นมาเน้นภาพ 2 วิธีคือ Linear Stretch และ Equalization จากการศึกษพบว่า การเน้นแบบ Linear Stretch ทำให้มองเห็นวัตถุในภาพ หรือสิ่งปกคลุมดินมีความแตกต่างทั้งด้านสีและความหยาบละเอียดภาพ เหมาะสำหรับการดูด้วยสายตาและเหมาะสำหรับนำไปวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ (รูปที่ 4) ส่วนการทำการเน้นแบบ Equalization ทำให้ภาพมีความสว่างมาก โดยเฉพาะพื้นที่นาข้าวซึ่งครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษา

#### 4.4 การผลิตภาพสีผสม

การผลิตภาพสีผสมก็เพื่อให้มองเห็นภาพเรดาร์เป็นภาพสีได้ เนื่องจากภาพเรดาร์ AIRSAR บันทึกไว้ในลักษณะคลื่นเดียว แต่มีการกระจายคลื่นแบบ horizontal polarization และ vertical polarization ทั้งด้านส่งและด้านรับ ทำให้ภาพเรดาร์แต่ละช่วงคลื่นและแต่ละโพลาไรซ์มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ตอบสนองของคลื่นแต่ละโพลาไรซ์ของวัตถุพื้นผิว ดังนั้นการนำข้อมูลภาพเรดาร์แต่ละโพลาไรซ์มาซ้อนกัน ผ่านระบบการกำเนิดภาพสี คือสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จะได้ภาพสีผสมที่มีความแตกต่างด้านสีของเนื้อวัตถุในภาพดีกว่าการมองภาพเดี่ยว



รูปที่ 3 ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band พื้นที่ศึกษา จังหวัดเพชรบุรี เน้นภาพแบบ Mode filter



รูปที่ 4 ภาพดาวเทียม Landsat TM แบนด์ 4 5 3 เน้นภาพ Linear Stretch

ภาพสีที่เกิดจากการนำข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band ที่ผ่านการกรองแล้วมาซ้อนทับกัน (รูปที่ 5) โดยใช้ HH polarization ผ่านแสงสีแดง VV polarization ผ่านแสงสีเขียว และ HV polarization ผ่านแสงสีน้ำเงิน ทำให้เกิดความแตกต่างของสีสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษาจังหวัดนครราชสีมา อย่างไรก็ตามก็มีความแตกต่างของสีจะเปลี่ยนไปและรายละเอียดในภาพก็จะต่างกันออกไปเมื่อเลือกใช้ช่วงคลื่นเรดาร์ P band (รูปที่ 6)

ส่วนภาพสีผสมที่เกิดจากการซ้อน (merge) ภาพเรดาร์กับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM (รูปที่ 7) ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี เกิดจากการใช้ภาพเรดาร์ AIRSAR ที่ผ่านการกรองด้วยฟิลเตอร์ Lee filter (หน้าตาตัวกรอง 11x11) และได้ทำการ resampling จุดภาพให้มีขนาดเดียวกันกับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat คือ 10 x 10 เมตร นำภาพเรดาร์ L band ไว้ที่ layer สีแดง นำข้อมูลดาวเทียม Landsat แบนด์ 4 ไว้ใน layer สีเขียว และนำข้อมูลดาวเทียม Landsat แบนด์ 3 ไว้ที่ layer สีน้ำเงิน ทำให้ได้ภาพสีที่มีความแตกต่างของการใช้ที่ดินเด่นชัด ดีกว่าภาพเรดาร์คลื่นเดียวที่แสดงเป็นภาพขาวดำเท่านั้น

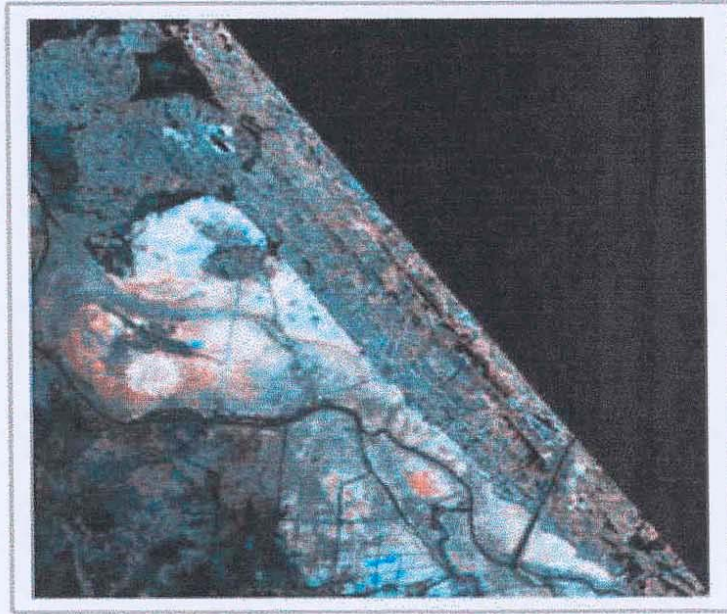
#### 4.5 ผลการสำรวจภาคสนาม

การสำรวจสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ได้ทราบประเภทการใช้ที่ดินได้ถูกต้อง ณ จุดสำรวจที่ตำแหน่งตรงกันกับในภาพเรดาร์ AIRSAR และภาพถ่ายดาวเทียม Landsat นอกจากการกำหนดประเภทการใช้ที่ดินได้ถูกต้องแล้ว การสำรวจพื้นที่ยังช่วยให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่ต่อลักษณะการเกิดภาพ เช่น ความหยابละเอียดของจุดภาพ ความสว่างและความเข้มในภาพ ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ภาพในขั้นตอนต่อไป

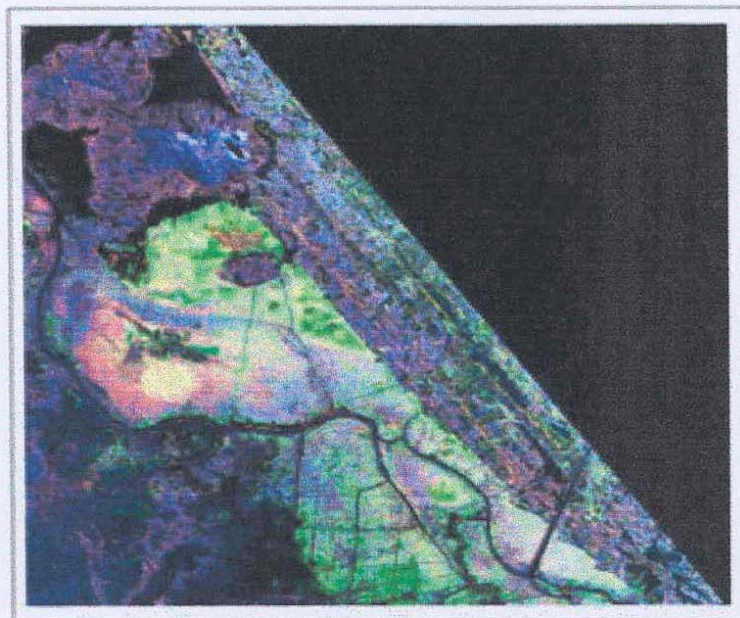
ภาพจากการสำรวจพื้นที่ที่เป็นตัวแทนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อเดือนธันวาคม 2539 ของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง แสดงไว้ในภาคผนวก ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นที่เหล่านี้คือ นาข้าว (ช่วงออกรวง) นาข้าว (ช่วงเจริญเติบโต) ไม้ยืนต้น (มะพร้าว) ไม้ผลผสม ป่าชายเลน (แสม และ จาก) ป่าพรุ (เสม็ด) นาเกลือ นาทุ่ง และ หมู่บ้าน

#### 4.6 การวิเคราะห์สิ่งปกคลุมดิน/การใช้ที่ดิน

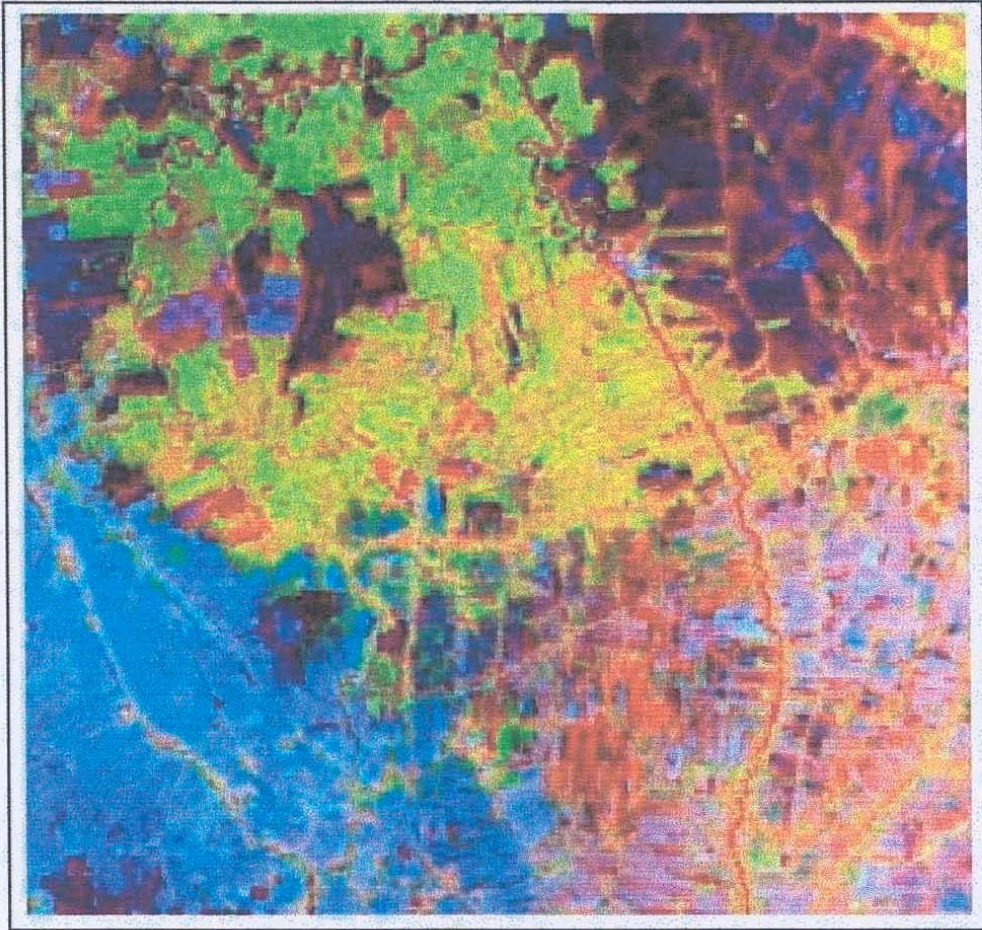
การวิเคราะห์สิ่งปกคลุมดินในครั้งนี้เป็น การวิเคราะห์ภาพเรดาร์ AIRSAR ด้วยสายตา ในแต่ละช่วงคลื่นและวิเคราะห์ภาพในลักษณะภาพสีผสม สำหรับการวิเคราะห์ภาพเรดาร์แล้วส่วนใหญ่เป็นการวิเคราะห์ความหยابละเอียดของภาพซึ่งหมายถึงการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของ



รูปที่ 5 ภาพสีผสมเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band โพลาริไรซ์แบบ HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส



รูปที่ 6 ภาพสีผสมเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น P band โพลาริไรซ์แบบ HH VV และ HV พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส



รูปที่ 7 ภาพสีผสมระหว่างภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM และภาพเรดาร์ AIRSAR  
พื้นที่ศึกษาจังหวัด เพชรบุรี

วัตถุเป้าหมายที่ก่อให้เกิดการแปรของความเข้มสัญญาณเรดาร์ โดยหลักการแล้วถ้าวัตถุเป้าหมายเป็นเนื้อเดียวกันจะไม่แสดงลักษณะความหยابละเอียด เช่น บริเวณแหล่งน้ำ เป็นต้น

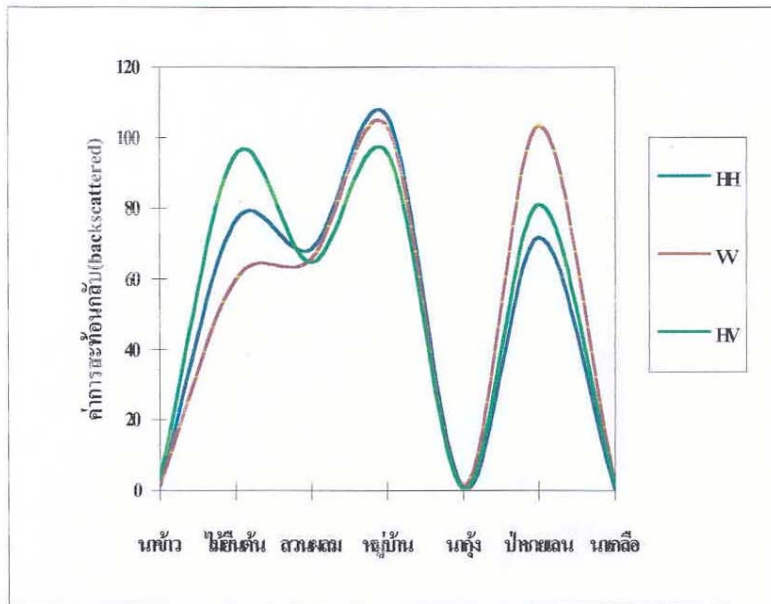
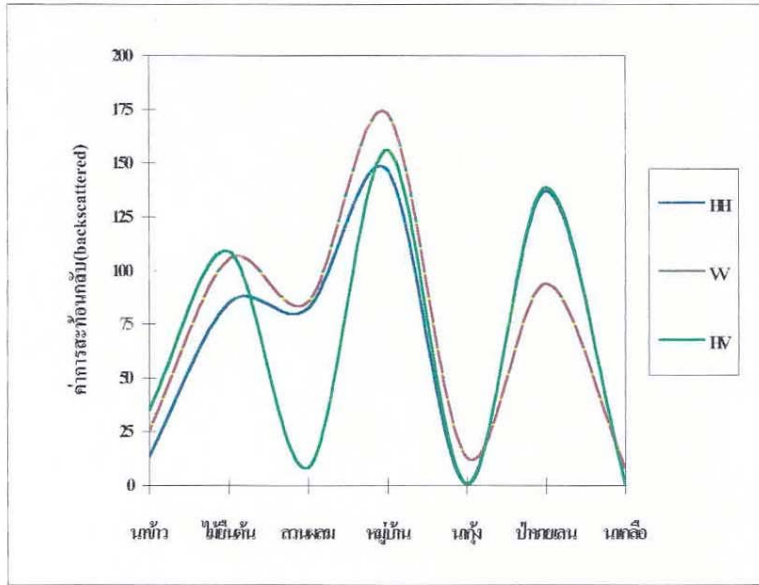
ข้อมูล AIRSAR มีคุณสมบัติที่เด่นกว่าระบบเรดาร์อื่นคือ การเก็บข้อมูลหลายช่วงคลื่นและหลายโพลาไรซ์ ข้อมูลที่ได้จึงเป็นอิสระต่อกัน ทำให้ผู้วิจัยสามารถใช้รูปแบบเชิงคลื่น (spectral pattern) มาวิเคราะห์ความแตกต่างของวัตถุเป้าหมายในพื้นที่เดียวกันได้ ความแตกต่างเชิงคลื่นเป็นความแตกต่างของสัญญาณที่สะท้อนกลับมาจากวัตถุเป้าหมาย แปรเปลี่ยนไปตามคุณสมบัติวัตถุคือคุณสมบัติพื้นผิวที่มีการตอบสนองต่อความยาวช่วงคลื่นเรดาร์ การโพลาไรซ์คลื่น คุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุรวมทั้งความชื้นหรือปริมาณน้ำที่มีในวัตถุ มุมตกกระทบของสัญญาณเรดาร์ที่มีต่อลักษณะความลาดเอียงของพื้นผิววัตถุ

ผลจากการศึกษาภาพเรดาร์ AIRSAR ระหว่างช่วงคลื่น L band และ P band ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี พบว่า ข้อมูล L band ให้รายละเอียดการใช้ที่ดินในภาพดีกว่า P band ทุกๆโพลาไรซ์ (รูปที่ 8) จึงได้ทำการวิเคราะห์ความหยابละเอียดและความเข้มของสัญญาณของทุกประเภทการใช้ที่ดินจากภาพ L band ที่ทำการสำรวจในพื้นที่ ดังนี้

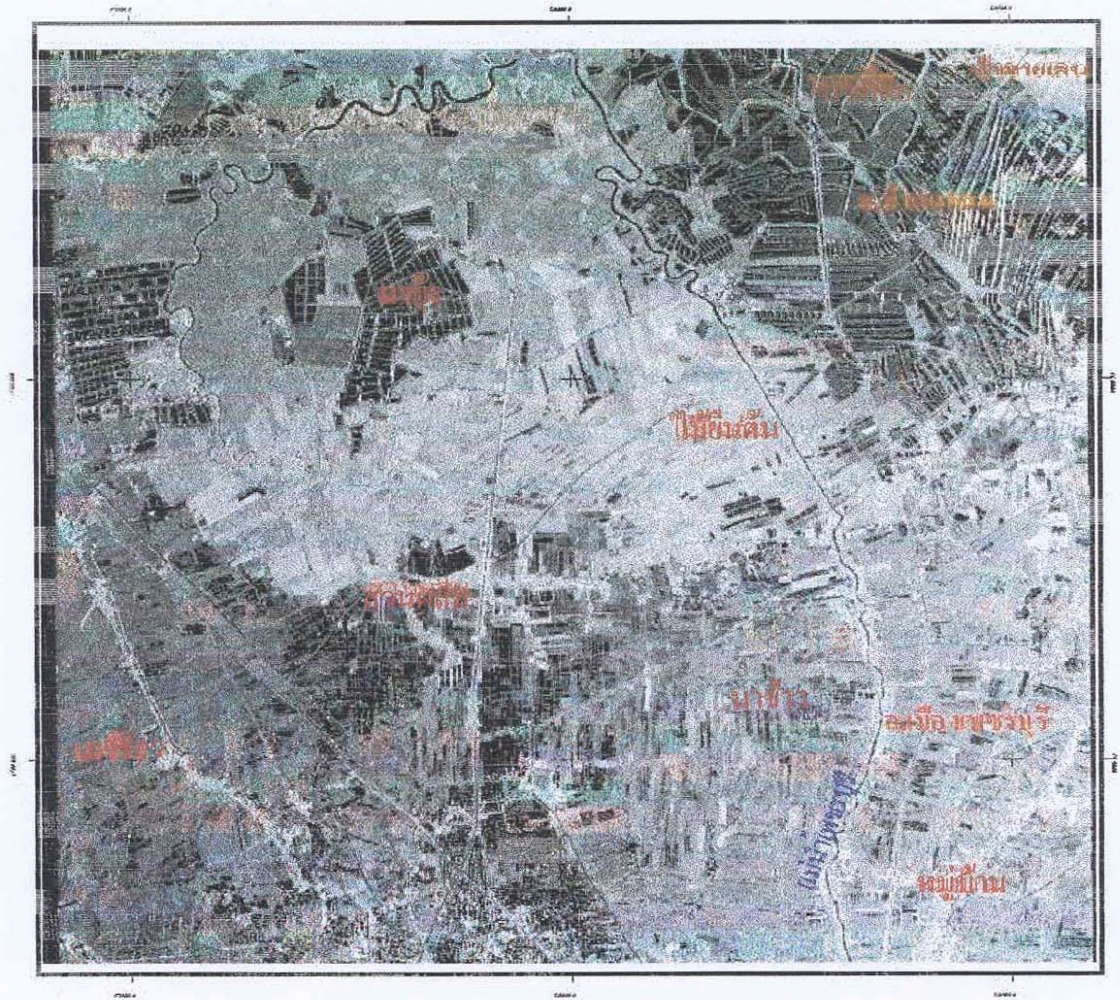
**พื้นที่นาข้าว** เนื่องจากการบันทึกภาพเรดาร์ AIRSAR ของพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี บันทึกเมื่อเดือนธันวาคม 2539 เป็นช่วงที่ข้าวเจริญเติบโตเต็มที่และกำลังออกรวง ใกล้เก็บเกี่ยว แต่ในบางพื้นที่ยังมีข้าวที่ยังโตไม่เต็มที่ ภาพเรดาร์จึงแสดงลักษณะพื้นที่ของข้าวทั้งสองบริเวณแตกต่างกัน (รูปที่ 9) บริเวณที่ข้าวออกรวงแล้วจะมีความสว่างปานกลาง มีสีเทา การสะท้อนสัญญาณเรดาร์ปานกลาง มีความหยابละเอียดภาพปานกลาง พบได้สองฝั่งแม่น้ำเพชรบุรีบริเวณด้านซ้ายและขวาของภาพ การสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของพื้นที่นี้น่าจะมีอิทธิพลส่วนหนึ่งมาจากต้นตาลที่มีอยู่มากมายตามคันนา ส่วนนาข้าวตอนกลางของภาพมีสีด้ามืดกว่า เป็นบริเวณของพื้นที่นาซึ่งยังมีน้ำขังอยู่บ้างและไม่ค่อยมีต้นตาลมากนัก จึงแสดงลักษณะ "พื้นเรียบ" ต่อคลื่นเรดาร์ ที่ทำให้สัญญาณเรดาร์ที่ตกกระทบสะท้อนออกจากเครื่องรับสัญญาณ บริเวณนาข้าวจึงมีสีด้า การจำแนกพื้นที่นา นอกจากจะแปลได้จากสีของภาพแล้วยังต้องดูลักษณะรูปทรงแปลงนาประกอบการแปลภาพด้วย นับว่าการแปลภาพขาว-ดำ คลื่นเดี่ยวค่อนข้างยาก หากสามารถใช้ภาพสี (รูปที่ 7) ก็จะสามารถจำแนกพื้นที่นาได้ดีขึ้น

**พื้นที่ไม่ยืนต้น** ส่วนใหญ่จะเป็นมะพร้าว มีหมากบ้าง และมีไม้ผลบางชนิดปลูกผสมอยู่ด้วย เช่น มะม่วง กัลยัญ พื้นที่นี้จะมีสีสว่างมาก บริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษาเป็นผืนใหญ่ มีขอบเขตของแปลงไม่ชัด เว้นแต่ในบางที่ปลูกไม้แน่นหนาจะเห็นแนวแปลงยาวอยู่หลาย





รูปที่ 8 กราฟแสดงซิกเนเจอร์ระยะนาบคลื่น L band และ P band HH polarization ของสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี



รูปที่ 9 ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น L band โพลาไรซ์คลื่นแบบ HH กรองสัญญาณรบกวนแบบ Lee พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี

แห่ง จากการสำรวจในพื้นที่พบว่า เป็นการปลุกมะพร้าวบนพื้นที่ยกทรง ะหว่างร่องมีน้ำขังทุกแปลง มะพร้าวจะสะท้อนสัญญาณเรดาร์ค่อนข้างสูงในช่วงคลื่น L band โพลาริซชันแบบ HV ในรูปที่ 7 จะเห็นบริเวณปลุกมะพร้าวและไม่ย่นต้นอื่น ๆ มีสีเหลืองแตกต่างจากนาข้าวและนาทุ่งที่อยู่ข้างเคียง

**ไม้ผลผสม** ลักษณะสวนผสมจะมีการปลูกไม้ผลหลายชนิด ได้แก่ กัลย มะม่วง ขนุน และอาจมีไม้ยืนต้น เช่น มะพร้าวแซมบ้าง ลักษณะสวนผสมที่แม้ว่าจะมีพืชปลูกอยู่หลายชนิด มีรูปร่างและขนาดความสูงของพืชแตกต่างกัน แต่ผลการสะท้อนสัญญาณเรดาร์โดยรวมไม่แตกต่างจากไม้ยืนต้น ในการวิเคราะห์เชิงคลื่นพบว่าไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น แต่สิ่งที่พอจะบ่งบอกได้คือบริเวณปลูกไม้ผลตามหมู่บ้านสองฝั่งคลองหรือถนนมีรูปแบบเด่นชัด มีสีสว่างซึ่งเกิดจากแนวหมู่บ้านที่ทำมุมกับแนวส่งสัญญาณเรดาร์จนทำให้เกิดการสะท้อนสัญญาณสูง

**ป่าชายเลน** ผลจากการสำรวจภาคพื้นดินบริเวณป่าเลนซึ่งแยกเป็น 2 พื้นที่คือพื้นที่ริมชายฝั่งทะเลอ่าวไทย เป็นป่าไม้ที่ขึ้นในดินเลน น้ำทะเลท่วมถึง มีสภาพป่าไม่ค่อยสมบูรณ์นัก มีไม้เสมขึ้นอยู่ไม่ค่อยหนาแน่น นอกจากเสมแล้วมีเสม็ดและไม้โกงกางอยู่บ้าง พื้นล่างของป่ามีน้ำขังในภาพเรดาร์ AIRSAR จะเห็นป่าชายเลนดังกล่าวอยู่ที่มุมบนขวาของภาพ ป่าชายเลนจะมีความสว่างและมีความหยาบของเนื้อภาพมากในช่วงคลื่น L band การโพลาริซชันแบบ HH HV แต่จะมีสีมืดกว่าในภาพที่โพลาริซชันแบบ VV

ส่วนป่าชายเลนที่อยู่ด้านในแผ่นดินฝั่งซ้ายของแม่น้ำเพชรบุรีบริเวณตอนกลาง ส่วนบนของภาพเรดาร์เป็นป่าจากซึ่งเป็นป่าขึ้นในน้ำกร่อย ต้นจากขึ้นอยู่หนาแน่นมาก มีขนาดความสูงและขนาดพื้นที่ไม่ใกล้เคียงกัน มีการสะท้อนสัญญาณเรดาร์ปานกลาง ในภาพจะมีสีเทาและมีความละเอียดของเนื้อภาพสม่ำเสมอในทุกๆ โพลาริซชัน ทำให้สามารถวิเคราะห์พื้นที่นี้ได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามการลากเส้นขอบเขตแบ่งพื้นที่นี้จากพืชใกล้เคียงไม่มากนัก แต่เมื่อนำภาพระบบออปติคมาใช้ร่วมกัน ทำเป็นภาพสีผสมดังรูปที่ 7 บริเวณนี้จะมีสีเขียวที่แตกต่างจากไม้ยืนต้นใกล้เคียงชัดเจนมาก

**ป่าพรุ** เป็นป่าเกิดจากอิทธิพลของสภาพพื้นดินที่มีน้ำจืดท่วมขังติดต่อกันนานๆ บางครั้งอาจจะเรียกว่าป่าน้ำท่วม มีพันธุ์ไม้หลายหลากชนิด และหลายขนาดลดหลั่นกันลงมา แบ่งเป็นไม้ยืนต้นชั้นบน ชั้นรอง และชั้นล่าง ป่าพรุโต๊ะแดงในจังหวัดนราธิวาสเป็นป่าที่มีอาณาเขตกว้างใหญ่ไพศาลมากที่สุดในประเทศและเป็นป่าผืนสุดท้ายที่เหลืออยู่ในประเทศไทย แต่เนื่องจากได้มีการเข้าไป

พัฒนาในพื้นที่ มีการก่อตั้งนิคมสหกรณ์ ชุดคลองระบายน้ำออกจากพื้นที่ป่าพรุ ทำให้ป่าพรุโต๊ะแดงเสื่อมสภาพลงอย่างรวดเร็ว (รูปที่ 10) เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของพีชในป่าพรุ เมื่อไม้ใหญ่ถูกทำลายพีชที่ขึ้นมาทดแทนได้แก่ ไม้เสม็ดขึ้นปกคลุมกลุ่มเดี่ยวล้วนๆ การวิเคราะห์ภาพจะเห็นความแตกต่างของป่าพรุเสม็ด เป็นภาพที่มีความสว่างปานกลาง สีเทาไม่สม่ำเสมอ เป็นรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน ในภาพเรดาร์ AIRSAR จะเห็นความแตกต่างในภาพ P band ชัดเจนกว่า L band คลื่น P band จะมีศักยภาพในการทะลุทลวงพื้นผิวได้ดีกว่า L band ข้อมูลที่ได้จึงสะท้อนคุณสมบัติพื้นผิวล่างต่ำจากยอดไม้ลงไปอยู่ที่พื้นผิวน้ำ ทำให้ง่ายต่อการอธิบายการเปลี่ยนแปลงพื้นผิว

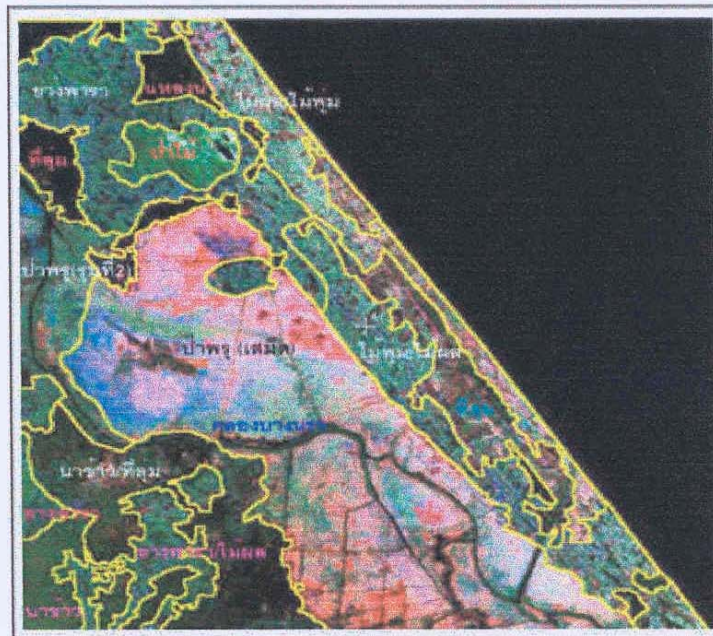
เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่สมบูรณ์ขึ้น จึงทำการวิเคราะห์ภาพสีผสมของคลื่นเรดาร์ P band ระหว่างการโพลาไรซ์คลื่นทั้งสาม คือ ให้ VV-สีแดง HV-สีเขียว HH-สีน้ำเงิน (รูปที่ 11) พื้นที่พรุเสม็ดอยู่บริเวณตอนบนสุดของป่าพรุโต๊ะแดง เหนือนิคมสหกรณ์บีเหล็ก ภายในพรุเสม็ดแสดงความแตกต่างของสี 3 สีซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของพื้นผิวที่แตกต่างกัน บริเวณที่มีไม้เสม็ดลำต้นสูงค่อนข้างสม่ำเสมอจะสนองตอบคลื่น P band HH polarize ปานกลาง ในภาพจะมีสีฟ้าหรือน้ำเงินอ่อน ส่วนบริเวณที่ไม่มีเสม็ดไม่หนาแน่นนักและยังมีน้ำท่วมขัง ไม้พื้นล่างมีพวกหญ้าและกกต่างๆขึ้นอยู่ จะเห็นเป็นสีชมพูเข้ม และสำหรับพื้นที่สภาพผิวดินแห้งกว่า มีพันธุ์ไม้อื่นหลายชนิด ทั้งไม้ยืนต้นและไม้พุ่มจะมีสีเขียวในภาพสีผสม เห็นได้ชัดบริเวณยางพาราและไม้ผลรอบๆป่าพรุ เป็นต้น

นาเกลือ บริเวณนาเกลือเป็นส่วนที่ลุ่มติดกับป่าชายเลนที่ถูกเปลี่ยนแปลงเดิมมาทำนาเกลือ ซึ่งบริเวณนี้เห็นได้ชัดมากในภาพเรดาร์แม้จะวิเคราะห์จากช่วงคลื่นเดี่ยว นาเกลือจะแสดงพื้นผิวเรียบเนื่องจากพื้นผิวของน้ำ จึงไม่มีสัญญาณเรดาร์สะท้อนกลับ ทำให้บริเวณนี้มีสีดำ ยกเว้นคันดินขอบแปลงจะสว่าง มีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างไปจากพื้นที่ปลูกข้าว อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์นาเกลืออาจผิดพลาดได้เพราะนาเกลือจะมีสภาพคล้ายนาข้าวที่เพิ่งเริ่มต้นปลูก การศึกษาภาพสีผสมจะช่วยให้จำแนกได้ถูกต้อง รูปที่ 7 พื้นที่นาข้าวสีฟ้า แดงปนม่วงแดง ส่วนนาเกลือมีสีน้ำเงินเข้มและฟ้าขอบแปลงสีแดง

นาุ้ง ภาพเรดาร์แสดงพื้นที่นาุ้งได้ชัดเจนมาก แสดงรูปขอบแปลงและเห็นขอบบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นสีเหลืองส้มผืนผ้าและสีเหลืองมจตุรัสที่มีขนาดเล็กแตกต่างจากนาเกลือ บ่อุ้งในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรีจะอยู่ตอนกลางพื้นที่และด้านซ้าย ในส่วนที่เป็นป่าชายเลนมาก่อน ภาพจากระบบออปติกและภาพสีผสมจะมีรายละเอียดบ่อุ้งน้อยกว่า

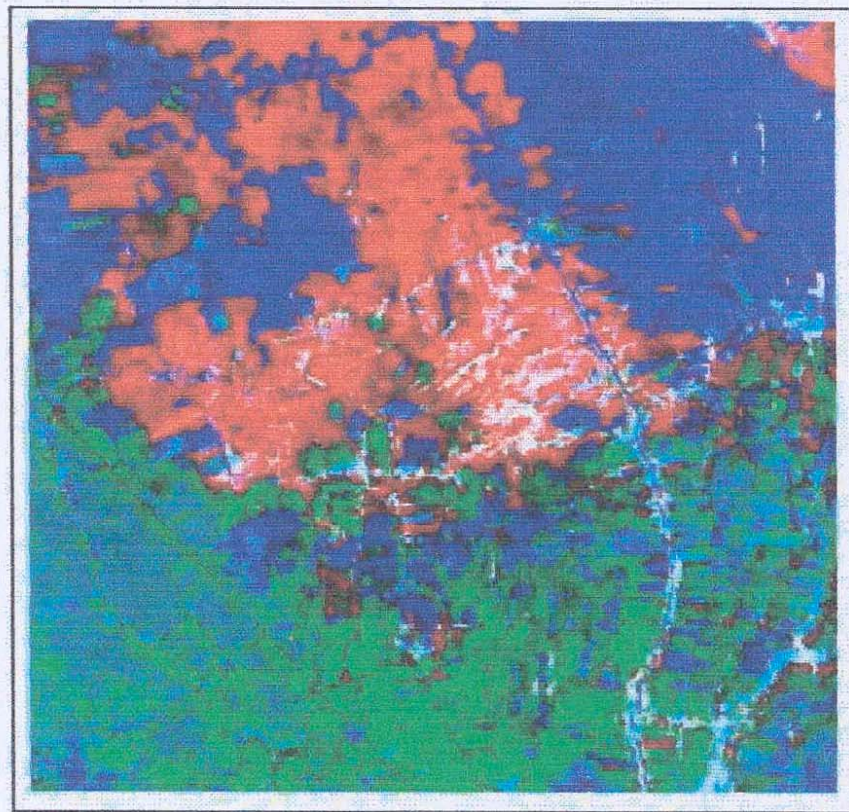


รูปที่ 10 ภาพเรดาร์ AIRSAR ช่วงคลื่น P band โพล่าไรซ์คลื่นแบบ W กรองสัญญาณ  
รบกวนแบบ Lee พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส



รูปที่ 11 ภาพสีผสมเรดาร์ P band VV polarize = สีแดง HV polarize = สีเขียว  
HH polarize = สีน้ำเงิน

หมู่บ้าน เรียงรายสองฝั่งคลอง แม่น้ำ และถนน เป็นหมู่บ้านที่ปลูกไม้ผลรอบบ้านตามลักษณะของหมู่บ้านของไทย ภาพเรดาร์จึงแสดงความเข้มสัญญาณที่สะท้อนมาจากหลังคาบ้านและไม้ผลรวมกัน ความหยابละเอียดของภาพบริเวณนี้ช่วยให้สามารถวิเคราะห์พื้นที่นี้ได้ สำหรับภาพสีผสมที่ใช้ภาพเรดาร์ L band ข้อมูล Landsat แบนด์ 4 และ 3 มาใช้ ดังรูปที่ 7 ไม่ช่วยให้เห็นความแตกต่างของสีเหลืองระหว่างหมู่บ้านและพื้นที่ปลูกมะพร้าว การทำภาพผสมสีใหม่ (รูปที่ 12) โดยใช้ภาพเรดาร์ VV polarization มาแทนแบนด์ 3 จะทำให้หมู่บ้านมีสีแตกต่างเด่นชัดขึ้น



รูปที่ 12 ภาพสีผสมระหว่างภาพดาวเทียม Landsat แบนด์ 4=สีแดง AIRSAR L band HH polarize=สีเขียว AIRSAR vv polarize=สีน้ำเงิน

## 5. บทสรุป

การศึกษาข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ครั้งนี้นับเป็นการศึกษาครั้งแรกเพื่อทดสอบศักยภาพข้อมูลเรดาร์ 2 ช่วงคลื่น คือ ช่วงคลื่น L band ความยาวคลื่น 25 ซม. ช่วงคลื่น P band ความยาวคลื่น 68 ซม. ที่มีการโพลาไรซ์คลื่น 3 แบบคือ HH VV และ HV มีขนาดจุดภาพ 10 เมตร ผลจากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าภาพเรดาร์ช่วงคลื่น L band แสดงรายละเอียดของพันธุ์ไม้และสิ่งปกคลุมดินได้ดีกว่าภาพช่วงคลื่น P band แต่ภาพเรดาร์ P band แสดงความแตกต่างของพื้นผิวดินได้ดีกว่าภาพ L band การบันทึกภาพที่มีการโพลาไรซ์คลื่นต่างกันมีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ความแตกต่างของสิ่งปกคลุมดินและพื้นผิวดิน โดยการนำภาพต่างโพลาไรซ์มาทำเป็นภาพสีผสมจะทำให้สามารถจำแนกการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาได้ดีกว่าการวิเคราะห์ภาพขาวดำ นอกจากนี้การนำภาพในระบบออปติคมาใช้ร่วมกับภาพเรดาร์อย่างเหมาะสมช่วยให้มีการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้ถูกต้องมากขึ้น

## 6. เอกสารอ้างอิง

- พร้อมจิตร์ ตระกูลดิษฐ์ และ วลัยรัตน์ วรรณปิยะรัตน์. 2532. การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานเรดาร์ที่สะท้อนจากการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ทางตอนใต้ของประเทศไทย. รายงานวิจัยกองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 21 หน้า.
- วลัยรัตน์ วรรณปิยะรัตน์. 2540. การวิเคราะห์ข้อมูล SARของดาวเทียม JERS-1 เพื่อการจัดทำคู่มือการแปลภาพด้วยสายตา เอกสารวิชาการกองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 28 หน้า.
- วลัยรัตน์ วรรณปิยะรัตน์. 2540. การวิเคราะห์สิ่งปกคลุมดินโดยใช้ภาพเรดาร์ JERS-1 เอกสารวิชาการกองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 20 หน้า.
- วลัยรัตน์ วรรณปิยะรัตน์. 2540. เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลเรดาร์ JERS-1 เพื่อการวิเคราะห์การใช้ที่ดิน เอกสารวิชาการกองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 23 หน้า.
- วลัยรัตน์ วรรณปิยะรัตน์ และ พร้อมจิตร์ ตระกูลดิษฐ์. 2542. การศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณหนองละหานโดยใช้ข้อมูล JERS-1. เอกสารวิชาการเลขที่ 03/01/42 กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 34 หน้า.
- Dobson, M.C., K. McDonald, F. T. Ulaby, and T. Sharik, 1991. Relating the temporal change observed by AIRSAR to surface and canopy properties of northern mixed conifer and hardwood forests of northern Michigan. Proceedings of the third Airborne Synthetic Aperture Radar (AIRSAR) Workshop, p.p. 34-43 Publication 91-30, May 23-24, 1991, Pasadena, California.
- Dubois, P.C. J.van Zyl, and T. Engman, 1995. Measuring soil moisture with imaging radars. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, Vol. 33 No. 4 p.p. 915-926.
- Kasischke, E.S., L. L. Bourgeau-Chavez, N. L. Christensen, and M.C. Dobson, 1991. The relationship between above-ground biomass and radar backscatter as observed in airborne-SA imagery. Proceedings of the third



Airborne Synthetic Aperture Radar (AIRSAR) Workshop, p.p. 11-21 Publication 91-30, May23-24, 1991, Pasadena, California.

- Li, C. 1988. **Two adaptive filters for speckle reduction in SAR images using the variance ratio**. International Journal of Remote Sensing 9(4):641-653.
- Oh, Y., K. Sarabandi and F.T.Ulaby., 1992 An empirical model and on inversion Technique for radar scattering from bare soil surfaces. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, vol. 30, no. 2, pp370\_381.
- Palaganas, M.P., 1993. Land cover mapping using Synthetic Aperture Radar (SAR). Proceedings of workshop on SAR data analysis and application, Bangkok,Thailand.
- Ranson, K.J. and Guoqing Sun, 1994. **Mapping biomass of a northern forest using multifrequency SAR data**. IEEE Trans. On Geosci. And Remote Sensing, Vol. 32, No. 2, p.p. 388-396.
- Ranson, K.J. and Guoqing Sun, 1994. Northern forest classification using temporal multifrequency and multipolarimetric SAR images. Remote Sensing of Environment, Vol. 47, No. 2, p.p. 142-153.
- Wang, Y., F. S. Kasischke, J. M. Melack, F. W. Davis, and N. L. Christensen, Jr., 1994. The effects of changes in Loblolly pine biomass and soil moisture on ERS-1 SAR backscatter. Remote Sensing of Environment, Vol. 49, No.1, p.p. 25-31.
- Wang, F. S., F. W. Davis, and J. M. Melack, 1993. **Simulated and observed backscatter at P-band, L-band, and C-band from Ponderosa pine stands**. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing of Environment, Vol.31, No.4, p.p. 871-879.

ภาคผนวก



รูปภาคผนวกที่ 1 พื้นที่นาข้าว กำลังออกรวง จังหวัดเพชรบุรี ถ่ายภาพวันที่ 6 ธันวาคม 2539



รูปภาคผนวกที่ 2 พื้นที่นาข้าว บริเวณที่น้ำท่วมขัง มีต้นตาลเรียงรายรอบกระตงนา



รูปภาคผนวกที่ 3 ไม้ยืนต้นส่วนใหญ่เป็นมะพร้าว มีไม้ผลพวกกล้วย มะม่วงปลุกแซม



รูปภาคผนวกที่ 4 ไม้ผลผสม ได้แก่ กล้วย มะม่วง ขนุน



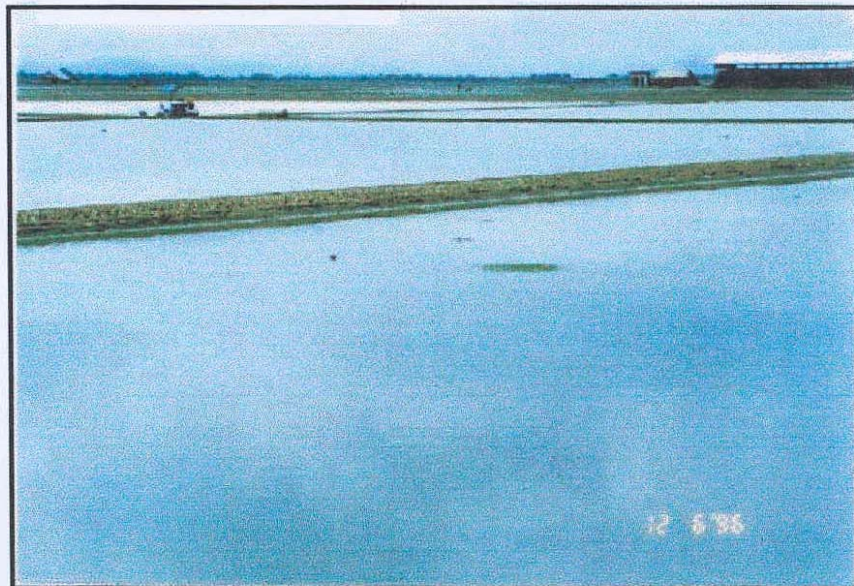
รูปภาคผนวกที่ 5 ป่าชายเลน มีแสมและเสม็ดขึ้นอยู่และมีน้ำท่วมขังที่พื้นผิวดินเลน



รูปภาคผนวกที่ 6 ป่าจากในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบุรี



รูปภาคผนวกที่ 7 ป่าพรุถูกทำลาย จังหวัดนราธิวาส



รูปภาคผนวกที่ 8 พื้นที่ทำนาเกลือ



รูปภาคผนวกที่ 9 พื้นที่เลี้ยงกุ้ง



รูปภาคผนวกที่ 10 หมู่บ้านที่ปลูกไม้ผลรอบๆพื้นที่

โดย

พร้อมจิตร ตระกูลดิษฐ์

วัลย์รัตน์ วรรณปิยะรัตน์

สุเทพ ชูศิริตันพันธุ์

ดำรง บัวประดับกุล

รายงานฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

(องค์การมหาชน)

กันยายน 2545