สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

เอกสารประกอบการสอน

วิชา 223318 รีโมทเซนซิ่งและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เบื้องต้น
(Introduction Remote Sensing and Geographic In formation System)

อัฌชา ก.บัวเกษร
ภาควิชาภูมิศาสตร์

ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา

ISBN 974-573-695-3

คำนำ

เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ ผู้เรียบเรียงได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชา 223318 รีโมทเซนซิ่งและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เบื้องต้น (Introduction to Remote Sensing and Geographic Information System) สำหรับนิสิตภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา และผู้สนใจทั่วไปได้ศึกษาค้นคว้า เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิเคราะห์และแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา รวมทั้งความรู้พื้นฐานในการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ผู้เรียบเรียงได้บรรจุรายละเอียดเกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย หลักการเบื้องต้นของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม หลักการทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา และหลักการเบื้องต้นของการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ ประเภทเอกสารประกอบการสอน จากคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีงบประมาณ 2541

ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้คงเป็นประโยชน์แก่นิสิตและผู้สนใจทั่วไป ที่จะนำเอกสารประกอบการสอน ไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตาและการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ผู้เรียบเรียงขอขอบพระคุณดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม ผู้อำนวยการส่วนข้อมูลภูมิศาสตร์และดาวเทียม สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุก ๆ ท่าน ที่ทำให้การจัดทำเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

อัฌชา ก.บัวเกษร
ภาควิชา ภูมิศาสตร์
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	
ข้อมูลรายวิชาและการสอน	1
1. ชื่อวิชา	1
2. จำนวนหน่วยกิต	1
3. คำอธิบายรายวิชา	1
4. ความมุ่งหมายของรายวิชา	1
5. แผนการสอน	1
6.วัสดุและอุปกรณ์การเรียนการสอน	4
7. การประเมินผล	4
8. สารบัญเรื่องที่สอน/จำนวนคาบ	5
บทที่ 1 การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย	6
1. ความมุ่งหมายของบทเรียน	6
2. เนื้อหาบทเรียน	6
3. วิธีสอนและกิจกรรม	6
4. สื่อการสอน	6
5. การวัดผลและการประเมินผล	6
การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย	7
1. คำนำ	7
2. ความเป็นมาของการดำเนินงานสำรวจทรัพยกรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย	7
3.รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติดาวเทียมต่าง ๆ ที่สถานีรับสัญญาณดาวเทียมในประเทศไทย ที่ดำเนินการการรับสัญญาณดาวเทียมอยู่ในปัจจุบัน	11
4. ประโยชน์จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ	16
5. สรุป	21
บทที่ 2 หลักการเบื้องต้นของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม	23
1. จุดมุ่งหมายของบทเรียน	23
2. เนื้อหาในบทเรียน	23
3. วิธีสอนและกิจกรรม	23

เรื่อง	หน้า
4. สื่อการสอน	23
5. การวัดผลและการประเมินผล	23
หลักการเบื้องต้นของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม	24
1. คำนำ	24
2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	25
3. แหล่งพลังงานและการแผ่รังสี	27
4. ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานในชั้นบรรยากาศ	29
5. ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับพื้นผิวโลก	31
6. การสะท้อนช่วงคลื่นของพืช ดินและน้ำ	33
7. คุณสมบัติของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นต่าง ๆ	37
บทที่ 3 หลักการทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ	43
1. ความมุ่งหมายของบทเรียน	43
2. เนื้อหาในบทเรียน	43
3. วิธีสอนและกิจกรรม	43
4. สื่อการสอน	43
5. การวัดผลและการประเมินผล	43
หลักการทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ	44
1. คำนำ	44
2. ประเภทของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ	44
3. วิวัฒนาการและความเป็นไปได้ในอนาคต	66
4. สรุป	68
บทที่ 4 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา	70
1. ความมุ่งหมายของบทเรียน	70
2. เนื้อหาในบทเรียน	70
3. วิธีสอนและกิจกรรม	70
4. สื่อการสอน	70
5. การวัดผลและการประเมินผล	70
เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา	71
1. คำนำ	71
2. ข้อมูลภาพในลักษณะรูปภาพ	71

เรื่อง หน้า

3. ฟิล์มสี 72
4. ลักษณะโครงสร้างของฟิล์มสี 73
5. ส่วนประกอบของฟิล์มสี 74
6. เครื่องวิเคราะห์ภาพ Procom II 74
บทที่ 5. เทคนิคและการดำเนินงานแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา 83
1. ความมุ่งหมายของบทเรียน 83
2. เนื้อหาในบทเรียน 83
3. วิธีสอนและกิจกรรม 83
4. สื่อการสอน 83
5. การวัดผลและการประเมินผล 83
เทคนิคและการดำเนินงานแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา 84
1. คำนำ 84
2. การแปลความหมายของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม 84
3. คุณสมบัติของผู้แปลตีความภาพถ่ายดาวเทียม 88
4. หลักในการแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียม 89
5. การดำเนินงานแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา 91
6. สรุปขั้นตอนการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา 93
บทที่ 6 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 99
1. ความมุ่งหมายของบทเรียน 99
2. เนื้อหาในบทเรียน 99
3. วิธีสอนและกิจกรรม 99
4. สื่อการสอน 99
5. การวัดผลและการประเมินผล 99
ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 100
1. คำนำ 100
2. ความหมายคำว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 100
3. องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 101
4. ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 110
5. ตัวแทนในการจัดเก็บข้อมูลในเชิงภูมิศาสตร์ 111
6. การจัดการข้อมูล 116

เรื่อง หน้า

7. การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล 117

บรรณานุกรม 126

สารบัญ

ภาพ ตาราง แผนภูมิและแผนที่

ภาพ หน้า

ภาพที่ 1.1 สถานีรับสัญญาณข้อมูลดาวเทียม LANDSAT และ SPOT 9
ภาพที่ 1.2 สถานีรับสัญญาณข้อมูลดาวเทียม MOS-1 10
ภาพที่ 1.3 ดาวเทียม LANDSAT-5 12
ภาพที่ 1.4 ดาวเทียม SPOT และระบบการถ่ายภาพแนวตรงและแนวเฉียง 13
ภาพที่ 1.5 ดาวเทียม MOS-1 14
ภาพที่ 1.6 ดาวเทียม ERS-1 15
ภาพที่ 1.7 ดาวเทียม JERS-1 16
ภาพที่ 2.1 กระบวนการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม 25
ภาพที่ 2.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยคลื่นไฟฟ้า (E) และคลื่นแม่เหล็ก (M) ที่ตั้งฉากกับทิศทางของการเคลื่อนที่ 26
ภาพที่ 2.3 การกระจายของพลังงานจากเทหวัตถุสีดำในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ 29
ภาพที่ 2.4 แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นที่สั้นที่สุด 31
ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์การสะท้อนช่วงคลื่นแสงของพืช ดิน และน้ำ 33
ภาพที่ 2.6 การสะท้อนช่วงคลื่นของพืชที่สัมพันธ์กับลักษณะโครงสร้างของใบ และช่วงคลื่นของระบบการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม 36
ภาพที่ 3.1 ดาวเทียม NOAA 46
ภาพที่ 3.2 ระบบอุปกรณ์สำรวจข้อมูลและการโคจรของดาวเทียม MOS-1 49
ภาพที่ 3.3 ดาวเทียม MOS-1 มีระบบอุปกรณ์สำรวจข้อมูล 4 ระบบ 50
ภาพที่ 3.4 ระบบ MESSR (Multispectral Electronic Self Scanning Radiometer) 51
ภาพที่ 3.5 ระบบ VTIR (Visible Thermal Infrared Radiometer) 52
ภาพที่ 3.6 ระบบ MSR (Microwave Scanning Radiometer) 53
ภาพที่ 3.7 ระบบ MSS และระบบ TM ของดาวเทียม LANDSAT 4-5 57
ภาพที่ 3.8 ดาวเทียม SPOT 59
ภาพที่ 3.9 อุปกรณ์ระบบ HRV ของดาวเทียม SPOT 61
ภาพที่ 3.10 ความสามารถในการบันทึกภาพได้ถึง 7 แนวที่เส้นศูนย์สูตร และ 11 แนวโคจรที่ละติจูด 45 องศา 62

ภาพ หน้า

ภาพที่ 3.11 ระบบการถ่ายภาพแนวดิ่งของดาวเทียม SPOT 62
ภาพที่ 3.12 ระบบการถ่ายภาพแนวตรงและแนวเฉียงของดาวเทียม SPOT 62
ภาพที่ 3.13 ระบบการถ่ายภาพแนวเฉียงทำให้สามารถศึกษาเป็นภาพสามมิติได้ 63
ภาพที่ 3.14 ความสามารถในการบันทึกภาพจากวงโคจรข้างเคียง 63
ภาพที่ 3.15 ดาวเทียม ERS-1 65
ภาพที่ 3.16 ดาวเทียม JERS-1 66
ภาพที่ 3.17 ดาวเทียม TRMM 67
ภาพที่ 3.18 ดาวเทียม ADEOS 68
ภาพที่ 4.1 ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นกับคุณลักษณะในการดูดกลืนแสงซึ่งผ่านแสงสี ของฟิลเตอร์สี Additive Primary และ Subtractive Primary 73
ภาพที่ 4.2 แสดงภาพหน้าตัดของฟิล์มสี 74
ภาพที่ 4.3 ลักษณะของเครื่อง PROCOM II 75
ภาพที่ 4.4 แสดงการติดตั้งเลนส์บนแท่น 76
ภาพที่ 4.5 แสดงส่วนของเครื่อง PROCOM II ที่ใช้ใส่ฟิล์ม 80
ภาพที่ 5.1 สรุปขั้นตอนการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา 93
ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา ประเภท การใช้ที่ดินที่เป็นที่นา 94
ภาพที่ 5.3 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา ประเภท การใช้ที่ดินที่เป็นพืชไร่ 95
ภาพที่ 5.4 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา ประเภท การใช้ที่ดินที่เป็นป่าไม้ 96
ภาพที่ 5.5 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา ประเภท การใช้ที่ดินที่เป็นสิ่งปลูกสร้างและแหล่งน้ำ 97
ภาพที่ 5.6 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา ประเภท การใช้ที่ดินที่เป็นไม้ผล ไม้ยืนต้น 98
ภาพที่ 6.1 คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้จัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 102
ภาพที่ 6.2 เครื่องวาดแผนที่ (Plotter) 103
ภาพที่ 6.3 เครื่องลากขอบเขตแผนที่ (Digitizer) 103
ภาพที่ 6.4 เครื่องกวาดภาพ (Scanner) 104
ภาพที่ 6.5 รูปแบบของสัญลักษณ์ จุด เส้น และพื้นที่ 111

ภาพ หน้า

ภาพที่ 6.6 ข้อมูลแบบ Vecter 112
ภาพที่ 6.7 ข้อมูลแบบ Raster 112
ภาพที่ 6.8 ข้อมูลแบบ Raster และ Vecter เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่จริง 113
ภาพที่ 6.9 Run -Length Encoding ของข้อมูล Raster 114
ภาพที่ 6.10 รูปแบบของ Quadtree 115
ภาพที่ 6.11 การจัดการข้อมูลแบบ Quadtree Model 116
ภาพที่ 6.12 ความสัมพันธ์ข้อมูลแผนที่กับ Data base 117
ภาพที่ 6.13 ข้อมูล GIS ในแต่ละ Layer และ Attributes 118
ภาพที่ 6.14 การต่อภาพด้านข้างก่อนที่จะนำไปซ้อนกับข้อมูลอื่น 119
ภาพที่ 6.15 ความผิดพลาดเกิดจากการ Digitize 119
ภาพที่ 6.16 การเกิด Sliver 120
ภาพที่ 6.17 การทำ Line Coordinate Thining 120
ภาพที่ 6.18 การเชื่อมโยงของตาราง Attributes ทั้งสองตารางโดยวิธี Relational join 121
ภาพที่ 6.19 การรวมประเภทข้อมูลบางประเภทเข้าด้วยกัน 122
ภาพที่ 6.20 การซ้อนข้อมูลแบบโดยการคูณและบวก 122
ภาพที่ 6.21 การค้นหารายละเอียดภายในรัศมี 5 กม. 123
ภาพที่ 6.22 Line in polygon and Point in polygon 123
ภาพที่ 6.23 Topographic functions 123
ภาพที่ 6.24 Thiessen หรือ Voronoi polygons 124
ภาพที่ 6.25 Interpolation 124
ภาพที่ 6.26 Buffer Zone 125

ตาราง

ตารางที่ 2.1 ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่างๆ 34
ตารางที่ 2.2 ศักยภาพของภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ LANDSAT ระบบ MSS รายละเอียด 80 เมตร 39
ตารางที่ 2.3 ศักยภาพของภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ LANDSAT ระบบ TM รายละเอียด 30 เมตร 40
ตารางที่ 2.4 ศักยภาพของดาวเทียม MOS-1 ระบบ MESSR รายละเอียด 50 เมตร 41

ตาราง หน้า

ตารางที่ 2.5 ศักยภาพของดาวเทียม SPOT ระบบ Multispectral Mode 41
ตารางที่ 2.6 ศักยภาพของดาวเทียม SPOT ระบบ Panchromatic Mode 41
ตารางที่ 2.7 ภาพสีผสมของดาวเทียม LANDSAT-TM 42
ตารางที่ 3.1 โครงการดาวเทียม LANDSAT 55
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของดาวเทียม LANDSAT 56
ตารางที่ 4.1 พิสัยของกำลังขยายของเลนส์ที่ใช้กับเครื่อง Procom II 77
ตารางที่ 4.2 แสดงพิสัยของเลนส์ขนาด 60-300 mm. 79
ตารางที่ 4.3 แสดงพิสัยกำลังขยายของเลนส์ขนาด 28-80 mm. 79
ตารางที่ 5.1 แสดงการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม 90
ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของข้อมูลแบบ Raster และ Vecter 113

แผนภูมิ

แผนภูมิที่ 6.1 องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ที่สำคัญของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 102
แผนภูมิที่ 6.2 องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์หลักๆ ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 105
แผนภูมิที่ 6.3 การนำเข้าข้อมูล 105
แผนภูมิที่ 6.4 องค์ประกอบฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ 106
แผนภูมิที่ 6.5 การส่งออกข้อมูล 107
แผนภูมิที่ 6.6 การแปลงรูปข้อมูล 108

แผนที่

แผนที่ 3.1 แผนที่แนวโคจร LANDSAT 4-5 ครอบคลุมประเทศไทย 58
แผนที่ 3.2 แนวโคจรของดาวเทียม SPOT จุด 0 คือจุดกึ่งกลางภาพ 64

ข้อมูลรายวิชาและการสอน

1. ชื่อรายวิชา

รหัสวิชา 223318 วิชารีโมทเซนซิ่งและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เบื้องต้น (Introduction to Remote Sensing and Geographic Information System)

2. จำนวนหน่วยกิต 2(1 - 2 - 3)

3. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาทฤษฎีและหลักการของรีโมทเซนซิ่ง การได้มาซึ่งข้อมูลดาวเทียม ฝึกปฏิบัติใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม การตรวจสอบความถูกต้องลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ศึกษาวิธีการใช้ เครื่องมือและการจัดการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

4. ความมุ่งหมายของรายวิชา

4.1 สามารถอธิบายทฤษฎีและหลักการของรีโมทเซนซิ่งได้
4.2 อธิบายลักษณะของข้อมูลดาวเทียมได้
4.3 สามารถแยกแยะข้อมูลดาวเทียมประเภทต่าง ๆ ได้
4. 4 สามารถใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมได้
4.5 สามารถจัดทำ พื้นที่ตัวอย่างในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมได้
4.6 สามารถใช้เครื่องมือและการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้
4.7 สามารถจัดทำพื้นที่ตัวอย่างในการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้

5. แผนการสอน

สัปดาห์ที่	เนื้อหาวิชา	กิจกรรมการเรียนการสอน
1-3 คาบที่ 1-8	**บทที่ 1** การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย	1. บรรยายความเป็นมาของการสำรวจทรัพยากรธรรมด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

สัปดาห์ที่	เนื้อหาวิชา	กิจกรรมการเรียนการสอน
		2. บรรยายคุณสมบัติของดาวเทียมต่าง ๆ และประโยชน์จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ 3. อภิปรายตอบข้อซักถามจากนิสิต
3-6 คาบที่ 9-16	**บทที่ 2** หลักการเบื้องต้นของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม	1. บรรยายความหมายของการสำรวจข้อมูลดาวเทียม 2. บรรยายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 3. บรรยายแหล่งพลังงานและการแผ่รังสี 4. บรรยายการสะท้อนของช่วงคลื่นของพืช ดินและน้ำ 5. แจกแบบทดสอบและมอบหมายงานให้นิสิต 6. อภิปรายตอบข้อซักถามจากนิสิต
6-7 คาบที่ 17-21	**บทที่ 3** หลักการทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ	1. บรรยายการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม 2. บรรยายประเภทของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ 3. บรรยายวิวัฒนาการและความเป็นไปได้ในอนาคตของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ 4. แจกแบบทดสอบและมอบหมายงานแก่นิสิต 5. อภิปรายตอบข้อซักถามจากนิสิต
8 คาบที่ 22-24	**สอบกลางภาคเรียน**	
9 คาบที่ 25-27	**บทที่ 3 (ต่อ)**	

สัปดาห์	เนื้อหาวิชา	กิจกรรมการเรียนการสอน
10-12 คาบที่ 28-34	**บทที่ 4** เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา	1. บรรยายข้อมูลภาพดาวเทียมในลักษณะรูปภาพและฟิล์ม 2. บรรยายลักษณะโครงสร้างของฟิล์ม 3. บรรยายส่วนประกอบของฟิล์ม 4. อธิบายการใช้เครื่องแปลภาพดาวเทียมด้วยสายตา (PROCOM-2) 5. ให้นิสิตฝึกแปลภาพดาวเทียมด้วยสายตาจากภาพดาวเทียมและมอบหมายงาน 6. ให้นิสิตฝึกแปลภาพดาวเทียมด้วยสายตาจากฟิล์มและเครื่อง PROCOM-2 และมอบหมายงานแก่นิสิต 7. อภิปรายตอบข้อซักถามจากนิสิต
12-13 คาบที่35-38	**บทที่ 5** เทคนิคและการดำเนินงานแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา	1. บรรยายการแปลความหมายลักษณะของผู้แปลตีความภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา 2. แนะนำเทคนิคการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา 3. นิสิตฝึกปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย 4. อภิปรายและตอบข้อซักถามจากนิสิต
13-15 คาบที่ 39-45	**บทที่ 6** ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์	1. บรรยายความหมายองค์ประกอบประเภทข้อมูลตัวแทนในการจัดเก็บข้อมูล การจัดการข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 2. การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 3. นิสิตฝึกปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย 4. อภิปรายตอบข้อซักถามจากนิสิต

สัปดาห์ที่	เนื้อหาวิชา	กิจกรรมการเรียนการสอน
16 คาบที่ 46-48	**สอบปลายภาคเรียน**	

6. วัสดุและอุปกรณ์การเรียนการสอน

6.1 ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบทีเอ็ม มาตราส่วน 1 : 50,000 PATH - ROW 129 - 51 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดชลบุรีจำนวน 6 ระวาง

6.2 แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7017 มาตราส่วน 1 : 50,000 จำนวน 6 ระวาง

6.3 ภาพโพซิติฟฟิล์มของดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบทีเอ็มมาตราส่วน 1 : 1,000,000 PATH - ROW 129-51 บันทึกภาพ 3 ช่วงเวลา จำนวน 3 ภาพ

6.4 ภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติประเภทต่าง ๆ

6.5 เครื่องแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา (PROCOM-2) จำนวน 2 เครื่อง

6.6 เครื่องลากขอบเขตแผนที่ (Digitize) จำนวน 3 เครื่อง

6.7 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำนวน 11 เครื่อง

6.8 เครื่องกวาดภาพ (Scanner) จำนวน 1 เครื่อง

6.9 ซอฟต์แวร์การจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำนวน 11 ชุด

6.10 เครื่องพิมพ์แผนที่สีขนาด A4 จำนวน 1 เครื่อง

6.11 ภาพโปร่งใสสีแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมประเภทต่าง ๆ จำนวน 12 ภาพ

6.12 เครื่องกำหนดพิกัดบนผิวโลกด้วยดาวเทียมจำนวน 3 เครื่อง

7. การประเมินผล

7.1 สังเกตพฤติกรรมโดยยึดแนวทางของกระบวนการกลุ่มเป็นหลัก (ทักษะพิสัย)ได้แก่

7.1.1 การวางแผนการทำงาน

7.1.2 การแบ่งงานในกลุ่ม

7.1.3 การรับฟังความคิดเห็นของสมาชิก

7.1.4 การติดตามและการปรับปรุงงาน

7.1.5 บรรยากาศในการทำงาน

7.2 สังเกตพฤติกรรมเป็นรายบุคคล (ทักษะพิสัย) ได้แก่

7.2.1 ความสนใจ

7.2.2 การแสดงความคิดเห็น

7.2.3 การอาสาตอบคำถาม

7.2.4 การยอมรับฟังผู้อื่น

7.2.5 การทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย

7.3 ตรวจสอบผลงานโดยพิจารณาจาก

7.3.1 ความถูกต้องของเนื้อหา

7.3.2 ความปราณีตเรียบร้อย

7.3.3 ความครอบคลุมของเนื้อหาสาระสำคัญ

7.3.4 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

7.4 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (พุทธิพิสัย) โดยการใช้

7.4.1 ข้อทดสอบแบบปรนัย

7.4.2 ข้อทดสอบแบบอัตนัย

7.5 ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตลอดภาคเรียน (จิตพิสัย) โดยพิจารณาจาก

7.5.1 มีวินัยและความรับผิดชอบ

7.5.2 มีความขยันและซื่อสัตย์

7.5.3 มีน้ำใจและความเสียสละ

7.5.4 มีความตั้งใจและสนใจการเรียน

7.5.5 มีความสนใจและพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

8. สารบัญเรื่องที่สอน/จำนวนคาบ

เรื่อง	จำนวนคาบ
บทที่ 1 การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย	8 คาบ
บทที่ 2 หลักการเบื้องต้นของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม	8 คาบ
บทที่ 3 หลักการทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ	8 คาบ
บทที่ 4 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา	7 คาบ
บทที่ 5 เทคนิคและการดำเนินงานแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา	4 คาบ
บทที่ 6 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์	7 คาบ

บทที่ 1

การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

1. ความมุ่งหมายของบทเรียน

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในประเทศไทย

1.2 เพื่อให้ผู้เรียนทราบความเป็นมาของการดำเนินงานสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

1.3 เพื่อให้ผู้เรียนทราบรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติดาวเทียมต่าง ๆ

1.4 เพื่อให้ผู้เรียนทราบประโยชน์จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ

2. เนื้อหาบทเรียน

2.1 คำนำ

2.2 ความเป็นมาของการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

2.3 รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติดาวเทียมต่าง ๆ ที่สถานีรับสัญญาณในประเทศไทยที่ดำเนินการรับสัญญาณอยู่ในปัจจุบัน

2.4 ประโยชน์จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ

3. วิธีสอนและกิจกรรม

3.1 บรรยายในชั้นเรียน

3.2ให้ผู้เรียนศึกษาจากวีดีทัศน์เรื่องการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

3.3 ให้ผู้เรียนศึกษาภาพดาวเทียมประเภทต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

3.4 ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

3.5 ให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมของประเทศไทย

4. สื่อการสอน

4.1 ภาพดาวเทียมประเภทต่าง ๆ

4.2 เทปวีดีทัศน์เรื่องการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

4.3 หนังสือ " จากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย " ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

4.4 หนังสือ " ธรณีสัณฐานจากห้วงอวกาศ " ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

4.5 แผ่นใสประกอบการบรรยายพร้อมเครื่องฉายข้ามศีรษะ

5. การวัดผลและการประเมินผล

5.1 สังเกตพฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม (ทักษะพิสัย)

5.2 สังเกตพฤติกรรมเป็นรายบุคคล (ทักษะพิสัย)

5.3 ตรวจสอบผลงานจากรายงาน

5.4 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ข้อทดสอบแบบปรนัยและอัตนัย (พุทธิพิสัย)

5.5 ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตลอดภาคเรียน (จิตพิสัย)

การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

1. คำนำ

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ขององค์การนาซ่า ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 14 กันยายน 2514 ภายใต้การดำเนินงานและประสานงานของกองสำรวจทรัพยากร-ธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และได้ดำเนินการจัดตั้งสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติและดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ที่เขตลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2524 ต่อมาในปลายปี พ.ศ. 2530 สถานีรับสัญญาณดาวเทียม ได้รับการปรับปรุงให้สามารถรับข้อมูลจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูงได้ และในปี พ.ศ. 2535 สถานีรับสัญญาณดาวเทียม ได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพเพิ่มเติม ให้สามารถรับข้อมูลจากดาวเทียมที่ถ่ายภาพโดยระบบเรดาร์ได้ นับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อประเทศไทยในการนำข้อมูลจากดาวเทียมไปใช้ ในการศึกษาพัฒนาประเทศอย่างกว้างขวางในสาขาวิชาต่างๆ เช่น การเกษตร ป่าไม้ การใช้ที่ดิน ธรณีวิทยา อุทกวิทยา และแหล่งน้ำ ตลอดจนการติดตามสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ยังได้ให้สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พัฒนาการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งจะอำนวยประโยชน์มากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ

2. ความเป็นมาของการดำเนินงานสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

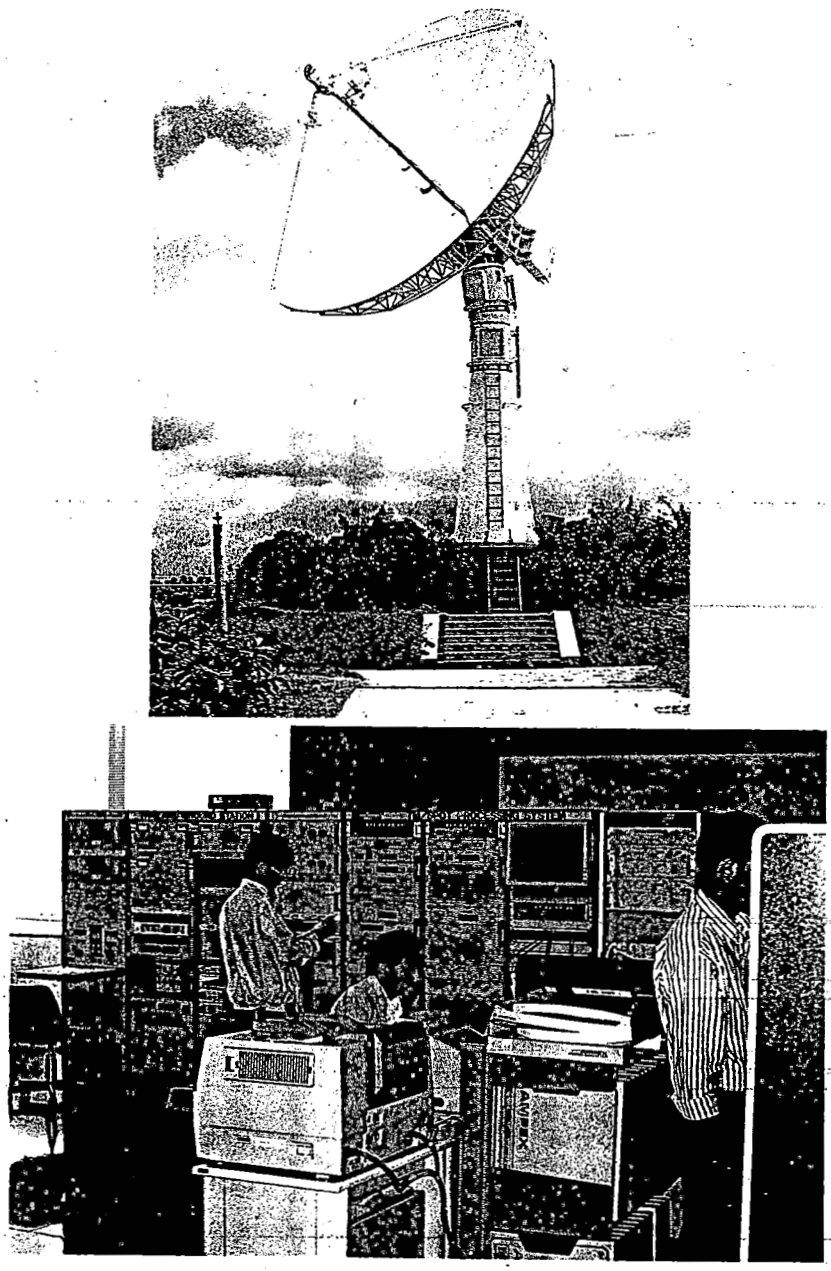
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นอย่างยิ่ง ปัจจุบันวิทยาการของการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม (Remote Sensing) เป็นวิทยาการหนึ่งที่อำนวยประโยชน์มากแก่มนุษย์ชาติ ประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าวจึงได้เริ่มดำเนินโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2514 โดยเริ่มจากดาวเทียม LANDSAT และได้พัฒนาก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ มีการขยายขอบเขตการใช้ภาพจากดาวเทียมในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม การดำเนินงานของประเทศไทยมุ่งเน้นการใช้ประโยชน์เป็นสำคัญ จึงมีคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการประสานงานการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม เป็นแกนกลางในการกำหนดนโยบายการประสานงานและการถ่ายทอดเทคโนโลยี กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้ดำเนินงานตามนโยบายคณะกรรมการแห่งชาติฯ โดยรับผิดชอบในการประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ที่นำข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติไปใช้ในหลายสาขา อาทิ ป่าไม้ การใช้ที่ดิน การเกษตร ธรณีวิทยา สมุทรศาสตร์ อุทกวิทยาและแหล่งน้ำ ภูมิศาสตร์และสิ่ง

แวดล้อม เป็นต้น โดยการให้บริการข้อมูลจากดาวเทียมแก่หน่วยงานผู้ใช้ หน้าที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การถ่ายทอดเทคโนโลยี Remote Sensing โดยมีการจัดฝึกอบรมสัมมนาและจัดพิมพ์เผยแพร่ข่าวสารแก่บุคคลทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ.

ในปลายปี พ.ศ. 2524 ประเทศไทยได้จัดตั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียมภาคพื้นดินขึ้น เพื่อรับข้อมูลโดยตรงจากดาวเทียมLANDSATและNOAAโดยเริ่มปฏิบัติการรับสัญญาณดาวเทียม LANDSAT - 2 ในระบบ MSS เป็นครั้งแรก และได้ขยายขอบเขตการบริการข้อมูลออกไปอย่างกว้างขวางทั้งในประเทศและต่างประเทศ สถานีรับสัญญาณดาวเทียมของประเทศไทยนับเป็นสถานีสัญญาณดาวเทียมแห่งแรกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่มีรัศมีการรับสัญญาณไปได้ไกลถึง 2,500 กิโลเมตร ซึ่งนอกจากจะครอบคลุมประเทศเพื่อนบ้านทั้งหมดแล้ว ยังรับสัญญาณได้ไกลถึงประเทศศรีลังกาทั้งหมด ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของเนปาล สาธารณรัฐประชาชนจีนตอนใต้แม่น้ำแยงซีเกียงลงมา ฟิลิปปินส์เกือบทั้งประเทศ ยกเว้นด้านตะวันออกของเกาะมินดาเนา ตลอดจนเกาะคาลิมันตันของอินโดนีเซีย เกาะชวา และเกาะสุมาตรา.

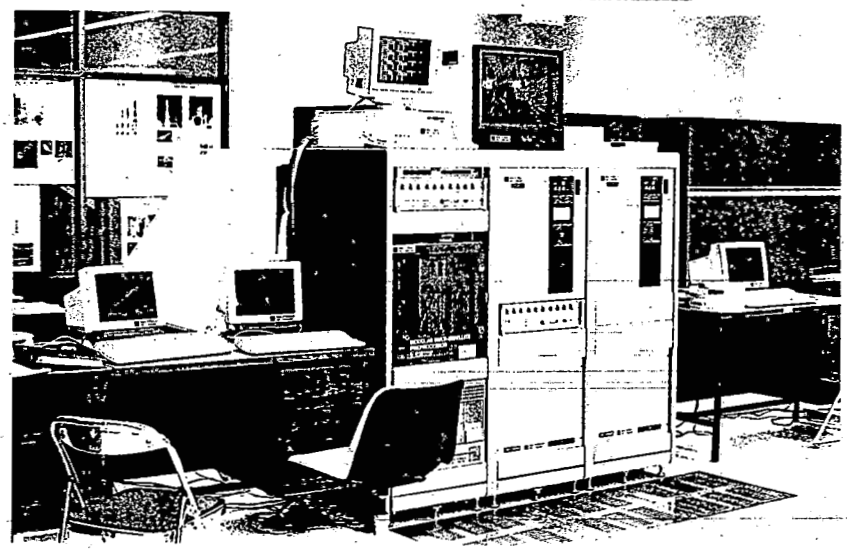
ในปลายปี พ.ศ. 2530 สถานีรับสัญญาณดาวเทียมได้รับการพัฒนาปรับปรุงให้มีขีดความสามารถในการรับสัญญาณข้อมูลรายละเอียดสูง คือ ข้อมูลThematic Mapper (TM) ของดาวเทียม LANDSAT-5 ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูล 30 เมตร x 30 เมตร และข้อมูล High Resolution Visible (HRV) จากดาวเทียม SPOT ของฝรั่งเศส ซึ่งมีรายละเอียดของภาพ (Resolution) 20 เมตร x 20 เมตรในภาพสี และ 10 เมตร x 10 เมตรในภาพขาวดำ นอกจากนี้สถานีรับสัญญาณดาวเทียม ยังรับสัญญาณดาวเทียม MOS-1 (Marine Observation Satellite) ของญี่ปุ่น ที่มีรายละเอียดข้อมูล 50 เมตร x 50 เมตร ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้นกว่าแต่เดิมมาก.

นับเป็นพระมหากรุณาธิคุณเป็นล้นพ้น ที่ใต้ฝ่าละอองธุลีพระบาทสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงสนพระทัยในวิทยาการของการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล โดยได้ทรงนำข้อมูลจากดาวเทียมมาใช้ศึกษาการใช้ที่ดินบริเวณจังหวัดนราธิวาส และตั้งแต่ประเทศไทยเริ่มก่อตั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียม สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้เสด็จฯ เป็นองค์ประธานในพิธีเปิดสถานีรับสัญญาณดาวเทียมสำรวทรัพยากรธรรมชาติเป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ 21 กันยายน 2525 พิธีเปิดสถานีรับสัญญาณดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM และดาวเทียม SPOT เมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม 2531 และพิธีเปิดสถานีรับสัญญาณดาวเทียม MOS-1 เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2531.



ภาพที่1.1 สถานีรับสัญญาณข้อมูลดาวเทียม LANDSAT และ SPOT

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วย ดาวเทียม, **การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม,** 2536.



ภาพที่1.2 สถานีรับสัญญาณข้อมูลดาวเทียม MOS-1

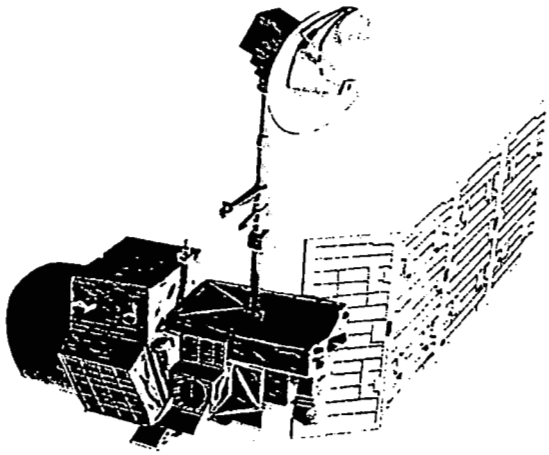
ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กองสำรวจ ทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, 2536

3. รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติดาวเทียมต่างๆ ที่สถานีรับสัญญาณดาวเทียมในประเทศไทยที่ดำเนินการรับสัญญาณดาวเทียมอยู่ในปัจจุบัน

การที่ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น มีรายละเอียดข้อมูลสูงขึ้น มีส่วนกระตุ้นให้มีการใช้ข้อมูลอย่างกว้างขวาง ดังนั้นจึงควรจะทราบรายละเอียดเกี่ยวกับดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงต่างๆ ที่สถานีรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งประเทศไทยรับได้ พอสรุปเป็นสังเขป ดังนี้ :-

3.1 ดาวเทียม LANDSAT

โครงการดาวเทียม LANDSAT เดิมเคยเป็นโครงการขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) ต่อมาได้มีการโอนกิจการ ดาวเทียม LANDSAT ให้ EOSAT ซึ่งเป็นบริษัทเอกชนเพื่อดำเนินการในเชิงพาณิชย์ ระบบเก็บข้อมูล MSS (Multispectral Scanner) ของดาวเทียม LANDSAT มี 4 ช่วงคลื่น คือ แบนด์ 4 ให้รายละเอียดเกี่ยวกับความตื้นลึกของน้ำ และการกระจายของตะกอน แบนด์ 5 ให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศ ทางน้ำ ถนน แหล่งชุมชน การใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ ป่าไม้ พื้นที่เพาะปลูก แบนด์ 6 และ 7 ให้รายละเอียดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างพื้นดินกับพื้นน้ำ พื้นที่น้ำท่วม ธรณีสัณฐาน ธรณีโครงสร้าง ข้อมูล MSS 1 ภาพ ครอบคลุมพื้นที่ 185 x 185 ตารางกิโลเมตร มีรายละเอียดข้อมูล 80 x 80 เมตร ระบบเก็บข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT อีกระบบหนึ่งที่ได้รับการปรับปรุงให้ได้รายละเอียดดีกว่า MSS คือระบบ TM มี 7 ช่วงคลื่น ช่วงคลื่นที่1 หรือแบนด์ 1 ใช้ในการทำแผนที่บริเวณชายฝั่ง ความแตกต่างระหว่างดินกับพืชพรรณ แบนด์ 2 ใช้ประเมินความแข็งแรงของพืช แบนด์ 3 ใช้แยกชนิดของพืชพรรณ แบนด์ 4 ใช้กำหนดปริมาณของมวลชีวภาพ(Biomass),และจำแนกแหล่งน้ำ แบนด์ 5 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นของดิน ความแตกต่างระหว่างเมฆกับหิมะ แบนด์ 6 ใช้หาแหล่งความร้อน แบนด์ 7 ใช้จำแนกชนิดของหิน และการทำแผนที่แสดงบริเวณ Hydrothermal รายละเอียดของข้อมูล 30 x 30 เมตร ในอนาคตดาวเทียม LANDSAT จะได้รับการพัฒนาโดยการติดตั้งระบบ Enhanced Thematic Mapper(ETM) ซึ่งแต่ละแบนด์เลือก Gain ได้ 2 แบบ, คือ Low Gain กับ High Gain และเพิ่ม Panchromatic Band ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 15 x 15 ตารางเมตร

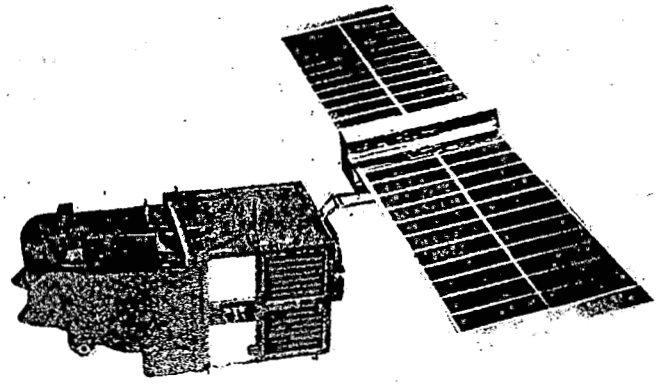


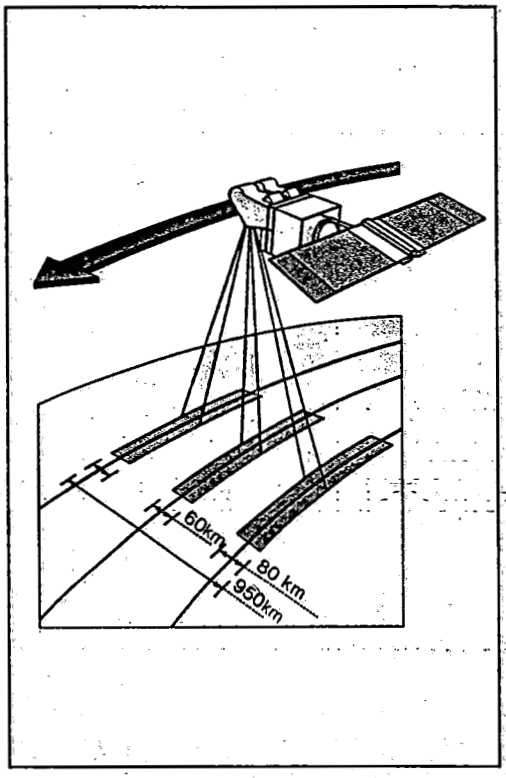
ภาพที่ 1.3 ดาวเทียม LANDSAT -5

ที่มา : Remote Sensing Technology Center of Japan

3.2 ดาวเทียม SPOT

ดาวเทียม SPOT (Le Systeme Probatoire d'Observation de la Terre) อยู่ในความรับผิดชอบของสถาบันอวกาศแห่งชาติฝรั่งเศส (Centre National d'Etudes Spatiales:CNES) ร่วมกับประเทศในกลุ่มยุโรป อุปกรณ์เก็บข้อมูลของ SPOT ประกอบด้วย High Resolution Visible (HRV) จำนวน 2 กล้อง คือ ระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Mode) มี 3 ช่วงคลื่นให้รายละเอียด 20 x 20 ตารางเมตร และระบบช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) ให้รายละเอียด 10 x 10 ตารางเมตร. สมรรถนะของ HRV ที่สำคัญประการหนึ่ง คือ สามารถถ่ายภาพแนวเฉียงและนำมาศึกษาในลักษณะ 3 มิติ ซึ่งให้รายละเอียดความลึกและความสูงของวัตถุ อันเป็นประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ในเชิงรายละเอียดได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ข้อมูลจาก SPOT นำไปใช้ศึกษาการสำรวจพื้นที่และแยกชนิดของป่ารวมทั้งไฟป่า การทำแผนที่การใช้ที่ดิน ธรณีวิทยา อุทกวิทยา แหล่งน้ำ สมุทรศาสตร์และชายฝั่ง การพังทลายและการตกตะกอน ตลอดจนติดตามการประเมินผลสิ่งแวดล้อมและมลภาวะ การขยายตัวเมือง และการตั้งถิ่นฐาน ดาวเทียม SPOT-2 ได้ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจร เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2533.





ภาพที่ 1.4 ดาวเทียม SPOT และระบบการถ่ายภาพแนวตรงและแนวเฉียง

ที่มา : Remote Sensing Technology Center of Japan

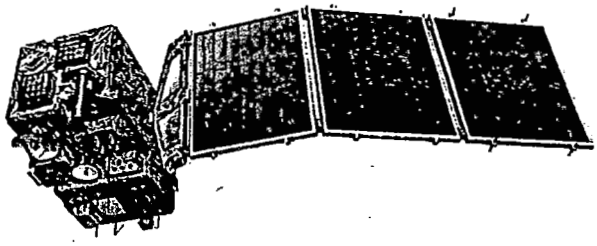
3.3 ดาวเทียม MOS-1

ดาวเทียม MOS-1 (Marine Observation Satellite) ขององค์การพัฒนาอวกาศแห่งชาติญี่ปุ่น (National Space Development Agency, NASDA), มีอุปกรณ์เก็บข้อมูล 3 ระบบ คือ

1) Multispectral Electronic Self Scanning Radiometer (MESSR) มี 4 ช่วงคลื่น, ให้รายละเอียดของภาพ 50x50 เมตรใช้สำรวจทรัพยากรธรรมชาติเช่นเดียวกับข้อมูล MSSของดาวเทียม LANDSAT.

2) Visible and Thermal Infrared Radiometer (VTIR) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิต่างๆ ในทะเลอันเป็นประโยชน์ต่อการประมง และข้อมูลการปกคลุมของเมฆและไอน้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพยากรณ์อากาศ.

3) Microwave Scanning Radiometer (MSR) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณไอน้ำ ปริมาณน้ำ ลมทะเล การแผ่ปกคลุมของหิมะ และน้ำแข็งในทะเล.

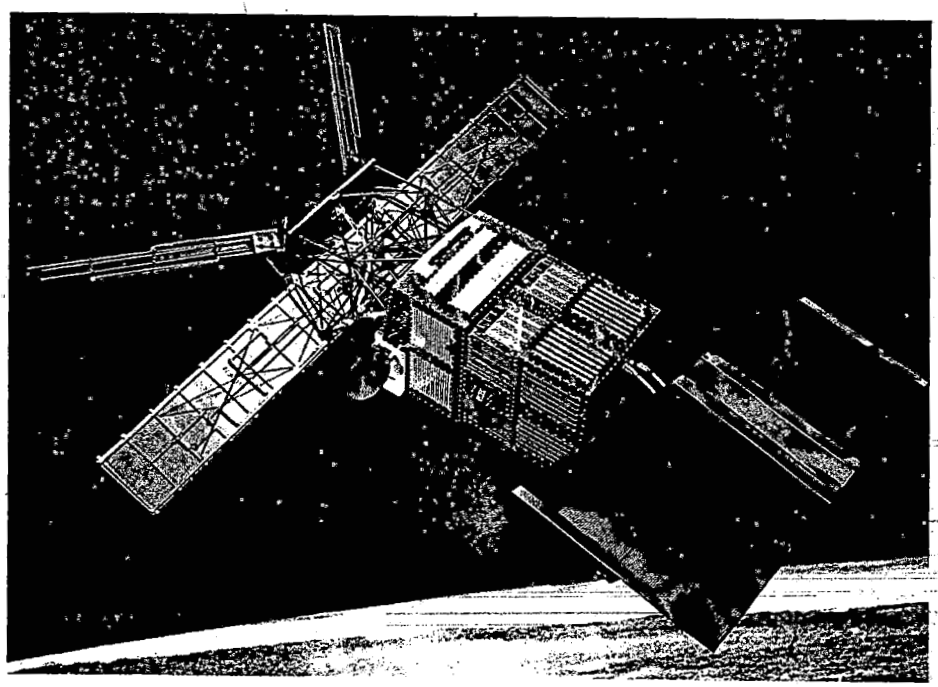


ภาพที่ 1.5 ดาวเทียม MOS-1

ที่มา : Remote Sensing Technology Center of Japan

3.4 ดาวเทียม ERS-1

ดาวเทียม ERS-1 (Earth Resource Satellite) พัฒนาโดยองค์การอวกาศแห่งยุโรป (European Space Agency), และได้ส่งขึ้นโคจรเป็นผลสำเร็จเมื่อ 17 กรกฎาคม 2534 มีคุณสมบัติพิเศษในการบันทึกข้อมูลแบบ Active Sensor คือ เรดาร์ สามารถถ่ายภาพทะลุเมฆและวัตถุบางชนิดได้. บันทึกข้อมูลในช่วงคลื่น Microwave คือ 1 มิลลิเมตร ถึง 1 เมตร และความถี่ 300 ถึง 0.3GHz โดยแบ่งเป็น 3 ช่วงคลื่น คือ X band C band และ L band รายละเอียดของภาพมีขนาด 25 x 25 เมตร. การสะท้อนช่วงคลื่นของข้อมูลจากดาวเทียม ERS-1 จะขึ้นกับคุณสมบัติความเรียบและความขรุขระของผิวหน้าวัตถุเป็นสำคัญ เรียบจะให้ค่าการสะท้อนต่ำ ขณะที่ความขรุขระจะให้ค่าสะท้อนสูงขึ้นตามส่วน แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณามุมตกกระทบ (Incident Angle) ขณะที่บันทึกข้อมูล.

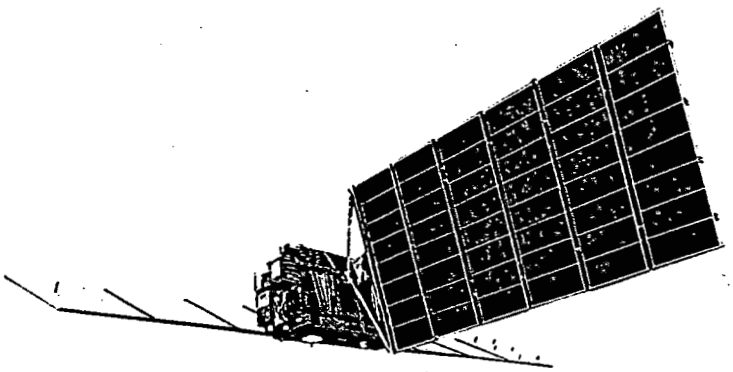


ภาพที่ 1.6 ดาวเทียม ERS-1

ที่มา : Remote Sensing Technology Center of Japan

3.5 ดาวเทียม JERS-1

องค์การพัฒนาอวกาศแห่งชาติญี่ปุ่น (NASDA) ได้พัฒนาโครงการระบบดาวเทียมที่ถ่ายภาพทะลุเมฆได้ โดยใช้เรดาร์ ชื่อว่าดาวเทียม JERS-1(Japan Earth Resources Satellite)ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2535 นับเป็นดาวเทียมรุ่นใหม่ที่มีสมรรถนะสูง โดยมีอุปกรณ์ถ่ายภาพทะลุเมฆที่เรียกว่า Synthetic Aperture Radar (SAR) แล้วยังมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า Optical Sensors(OPS) ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้ใช้ CCD (Charge Coupled Device) ในการรับแสงสะท้อนจากพื้นผิวโลก แยกออกเป็น 7 ช่วงคลื่น ตั้งแต่ช่วงคลื่นที่มองเห็นด้วยตา (Visible) จนถึงช่วงอินฟราเรด โดยมีรายละเอียดของภาพถึง 18 เมตร x 24 เมตร, และสามารถถ่ายภาพในระบบสามมิติตามแนวโคจรได้ด้วย. (สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์. 2536 : 1-6)



ภาพที่ 1.7 ดาวเทียม JERS-1

ที่มา : Remote Sensing Technology Center of Japan

4. ประโยชน์จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ในสาขาวิชาต่างๆ

ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ได้เอื้ออำนวยประโยชน์อย่างยิ่งต่อหน่วยงานราชการต่างๆ ในการนำข้อมูลไปใช้ศึกษาวิจัย เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร กรมป่าไม้ กรมพัฒนาที่ดิน กรมทรัพยากรธรณี สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมชลประทาน กรมแผนที่ทหาร

ฯลฯ รวมทั้งมหาวิทยาลัยทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค โดยได้มีการใช้ประโยชน์จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในสาขาต่างๆ ดังนี้ :-

4.1 ด้านป่าไม้

กรมป่าไม้ได้นำข้อมูลจากดาวเทียมไปใช้ศึกษาหาพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศและติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ โดยเฉพาะพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร การสำรวจหาพื้นที่ป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์และป่าเสื่อมโทรมทั่วประเทศ การใช้ภาพดาวเทียมศึกษาหาบริเวณพื้นที่ที่ควรจะทำการปลูกสร้างสวนป่าทดแทนบริเวณป่าที่ถูกบุกรุกแผ้วถาง การศึกษาหาสภาพการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้ทุกระยะ 3 ปี นอกจากนี้ ยังมีโครงการร่วมกันในระหว่างหน่วยงานต่างๆ เช่น สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และองค์การต่างประเทศ ร่วมมือกันทำการศึกษาและวิจัยงานด้านป่าไม้โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยดำเนินงาน. (ธงชัย จารุพัฒน์, 2536 : 201-205)

4.2 ด้านการใช้ที่ดิน

ด้วยเหตุที่การใช้ที่ดินของประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอๆ โดยมีการกำหนดลักษณะการใช้ที่ดินว่าควรเป็นไปในรูปใด เช่น ทำการเกษตรกรรม ก่อสร้างอาคารบ้านเรือนหรือจัดสร้างสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น ดังนั้น ข้อมูลจากดาวเทียมจึงถูกนำมาใช้โดยกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน ตลอดจนจัดทำแผนที่แสดงขอบเขตการใช้ที่ดินแต่ละประเภท การนำข้อมูลจากดาวเทียมมาใช้ มีทั้งวิธีการแปลด้วยสายตาและการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้ประหยัดเวลา และลดอัตรากำลังคนในการทำงาน อีกทั้งปัจจุบันดาวเทียมได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ได้แก่ ข้อมูลรายละเอียดสูงจากดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM และข้อมูลดาวเทียม SPOT ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอและมีความรวดเร็วทันกับความต้องการ จึงเป็นแรงจูงใจที่จะทำให้มีผู้ใช้ข้อมูลมากขึ้น โครงการทางด้านการใช้ที่ดิน ได้แก่ การศึกษาการใช้ที่ดินจังหวัดนราธิวาสโดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ การสำรวจสภาพการใช้ที่ดินระดับภาค การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณป่าพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาสโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม การประเมินการชะล้างพังทลายของดินบริเวณบางส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมSPOTและLANDSAT.(มนู โอมะคุปต์, 2536 : 224-225)

4.3 ด้านการเกษตร

การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมด้านการเกษตร ส่วนใหญ่ใช้ศึกษาหาพื้นที่เพาะปลูก ความชื้นในดิน การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ การประเมินความเสียหายจากศัตรูพืช การคาดคะเนผลผลิต เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ทันต่อเหตุการณ์และมีความต่อเนื่อง ประกอบด้วยดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM

ดาวเทียม SPOT และ MOS-1 สามารถให้ข้อมูลที่มีรายละเอียดสูง จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูลจากดาวเทียมยิ่งขึ้น และเนื่องจากมีการถ่ายภาพซ้ำที่เดิมทุกๆ 16 วันของดาวเทียม LANDSAT และทุก 26 วัน ของดาวเทียม SPOT ทำให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของสภาพพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว

กรมวิชาการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้นำข้อมูลดาวเทียมไปใช้ประโยชน์ในโครงการต่างๆ เช่นการใช้ภาพจากดาวเทียม LANDSAT ติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่นาข้าวภาคกลาง ศึกษาหาผลผลิตข้าว การสำรวจพื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศไทย การศึกษาความเป็นไปได้ของการประมาณพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันในบริเวณภาคใต้และการกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพของการเกษตรโดยการแปลภาพด้วยสายตาจากดาวเทียม SPOT. ผลจากการพัฒนาข้อมูลดาวเทียมในระบบเรดาร์ จะมีส่วนช่วยอย่างสำคัญในการศึกษา สำรวจและติดตามข้อมูลทางด้านการเกษตรได้ทุกฤดูกาล. (สุพรรณ กาญจนสุธรรม, 2536 : 186-189)

4.4 ด้านธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน

การนำข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในงานด้านนี้ จะมีลักษณะและวิธีการแตกต่างไปจากการแปลข้อมูลด้านอื่นๆ เช่น ป่าไม้ การใช้ที่ดินและเกษตรกรรม ซึ่งอาศัยแต่เพียงปัจจัยการแปลภาพพื้นฐานก็สามารถศึกษาข้อมูลเหล่านั้น แต่การแปลความหมายทางธรณีวิทยาและธรณีสัณฐานจะอาศัยวิธีการอ่านข้อมูลที่เห็นได้โดยตรง เช่นลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางน้ำ ลักษณะการใช้ที่ดิน ตลอดจนสีที่ปรากฏขึ้นในภาพ มาประมวลร่วมกันแล้วจึงแปลความหมายทางด้านธรณีสัณฐานและธรณีวิทยาอีกขั้นหนึ่ง ประกอบกับภาพดาวเทียมในปัจจุบัน คือภาพจากดาวเทียม SPOT มีคุณสมบัติในการศึกษาดูภาพสามมิติ จึงทำให้สามารถศึกษาลักษณะภูมิประเทศได้ดี นอกจากนี้ภาพถ่ายจากดาวเทียมเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้เมื่อหน่วยทางธรณีวิทยาและธรณีสัณฐานมีขนาดใหญ่ ทำให้มองเห็นโครงสร้างทั้งหมดได้ในเวลาเดียวกัน.(พงศ์พิศน์ ปิยะพงศ์,2536 : 1-2)

กรมทรัพยากรธรณี ได้นำข้อมูลดาวเทียมมาใช้ในการทำแผนที่ธรณีวิทยา โดยได้ทำแผนที่ธรณีโครงสร้างทั้งประเทศ มาตราส่วน 1:2,500,000, 1:1,000,000 และ 1:50,000, ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ เช่น การหาแหล่งแร่ แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติ แหล่งน้ำบาดาล การสร้างเขื่อน เป็นต้น จะเห็นได้ว่าบทบาทข้อมูลจากดาวเทียม จะมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ ต่อการทำแผนที่ธรณีวิทยา เนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็ว ข้อมูลที่ได้รับทันสมัยอยู่เสมอ เมื่อมีการวิจัยและพัฒนาข้อมูลที่ได้รับด้วยเทคนิคต่างๆ เพื่อให้ได้รับรายละเอียดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ กรมทรัพยากรธรณีได้ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม สำรวจหาแหล่งน้ำบาดาลและน้ำใต้ดินในหินแข็งของภาคตะวันออก และสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ในบริเวณภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคเหนือ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ศึกษาวิจัยเพื่อให้ทราบถึงสภาพทางธรณีวิทยาทั่วไปเฉพาะแห่ง เช่น การใช้ภาพจากดาวเทียมสำรวจข้อมูลทางธรณีวิทยาบริเวณขอบโคราช.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินการใช้ภาพจากดาวเทียมเพื่อทำแผนที่ธรณีสัณฐานทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

มหาวิทยาลัยของแก่น ได้วิจัยเรื่องการศึกษาธรณีสัณฐานวิทยาของการสะสมตัวของเม็ดตะกอนโดยลมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยภาพจากดาวเทียม.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ศึกษาการแพร่กระจายทางภูมิศาสตร์ของแหล่งแร่บริเวณรอบแอ่งเชียงใหม่ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม. (สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์, 2536 : 9-10)

4.5 ด้านอุทกวิทยา

การศึกษาในด้านอุทกวิทยา อาจรวมถึงการศึกษาที่เกี่ยวกับ "อุทกภาค" ซึ่งหมายถึงน้ำทั้งบนบก ในทะเล น้ำบนดินและใต้ผิวดิน รวมไปถึงปริมาณคุณภาพการไหล การหมุนเวียน ตลอดจนองค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับน้ำ การใช้น้ำและมลภาวะในน้ำ เป็นต้น สำหรับแหล่งน้ำบนดิน ภาพถ่ายจากดาวเทียมจะให้ข้อมูลแหล่งที่ตั้ง รูปร่าง ขนาดได้เป็นอย่างดี ถ้าหากขนาดของแหล่งน้ำไม่เล็กจนเกินไป เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติที่จะดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตั้งแต่ความยาวช่วงคลื่น 0.7 ไมครอนขึ้นไปไว้ได้เกือบทั้งหมด ดังนั้นภาพในช่วงคลื่นอินฟราเรด (0.7 - 1 ไมครอน) จะแสดงขอบเขตบริเวณที่เป็นน้ำบนผิวดินได้เด่นชัด และนำมาศึกษาขอบเขตน้ำผิวดินได้ดีกว่าช่วงคลื่นอื่นๆ (รัศมี สุวรรณวีระกำธร, 2536 : 3-5)

กรมชลประทาน ได้นำข้อมูลจากดาวเทียมไปใช้ในการวิจัยเรื่อง การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการชลประทาน บริเวณพื้นที่ชลประทานของโครงการเกษตรชลประทานพิษณุโลก ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อติดตามการประเมินผลการส่งน้ำบริเวณโครงการฯ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพิจารณาวางแผนด้านการจัดสรรน้ำ การปรับปรุงระบบชลประทานที่ใช้งานอยู่ให้เหมาะสม.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้วิจัยเรื่อง การใช้ภาพดาวเทียมศึกษาการใช้น้ำและการบำรุงรักษาเขื่อน อ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านวิศวกรรมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ (สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์, 2536 : 9)

4.6 ด้านสมุทรศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้ศึกษาเกี่ยวกับตะกอนในทะเลและคุณภาพของน้ำบริเวณชายฝั่ง โดยสังเกตจากระดับความขุ่นของน้ำ ซึ่งปรากฏในภาพจากดาวเทียม LANDSAT โครงการที่ศึกษา ได้แก่ การแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอยบริเวณรอบเกาะภูเก็ต ซึ่งเป็น

บริเวณที่มีการทำเหมืองแร่ดีบุก จากเทคนิคการเน้นภาพจากดาวเทียม ทำให้แยกระดับความขุ่นของตะกอนได้ นอกจากการศึกษาตะกอนในทะเลแล้ว ยังได้ศึกษาการแพร่กระจายตัวของตะกอนในบริเวณปากแม่น้ำต่างๆ ของอ่าวไทยตอนบน ปากแม่น้ำเจ้าพระยา บางปะกง และท่าจีน ข้อมูลดาวเทียม SPOT ให้ประโยชน์ในการศึกษาด้านสมุทรศาสตร์และชายฝั่ง การพังทลายและการตกตะกอน สำหรับ MOS-1 มีระบบเก็บข้อมูล VTIR ซึ่งมีช่วงคลื่น Visible Thermal Infrared สามารถทะลุผ่านน้ำ ประมาณ 40 - 50 เมตรได้ นับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งในทางสมุทรศาสตร์ และการประมง. (ดาราศรี ดาวเรือง , 2536 :23-25)

4.7 ด้านอุทกภัย

จากการที่ภาคใต้ของประเทศไทย ได้ประสบปัญหาน้ำท่วมทำความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน โดยเฉพาะที่อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้มีหลายหน่วยงานที่ให้ความสนใจที่จะนำข้อมูลดาวเทียมมาใช้ในการสำรวจสภาพน้ำท่วม เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตบริเวณน้ำท่วม ตลอดจนผลกระทบจากน้ำท่วม การทำแผนที่แสดงขอบเขตบริเวณน้ำท่วมมักทำได้ด้วยความลำบาก เนื่องจากจะมีขอบเขตบริเวณกว้างขวาง ไม่สะดวกต่อการทำรังวัดด้วยเครื่องมือสำรวจภูมิประเทศทั่วๆไป และจะเปลี่ยนแปลง โดยจะไหลลงสู่บริเวณที่ต่ำกว่าอยู่ตลอดเวลา ข้อมูลดาวเทียมจะทำให้สามารถบันทึกบริเวณน้ำท่วมในขณะนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ติดตามสภาพน้ำท่วมได้เป็นขั้นตอน และสามารถนำข้อมูลมาศึกษาเพื่อหาทางควบคุมป้องกันสภาพน้ำท่วมในปีต่อๆ ไปได้ การศึกษาผลกระทบและความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม โดยการเปรียบเทียบบริเวณก่อนและหลังน้ำท่วม ทำให้ทราบถึงสภาพเสียหายได้อย่างแม่นยำ (สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์ , 2536 :11)

4.8 ด้านการทำแผนที่

กรมแผนที่ทหารได้ทดลองใช้ภาพจากดาวเทียม SPOT แก้ไขแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ให้ทันสมัย ซึ่งเป็นโครงการหนึ่งภายใต้ความช่วยเหลือจากองค์การ CIDA (Canadian International Development Agency) โดยนำข้อมูลจากดาวเทียม SPOT ที่มีรายละเอียดสูง มาใช้ในการแก้ไขแผนที่ ระยะแรกของโครงการนี้ ได้แก้ไขแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 โดยทำการแก้ไขแผนที่ 4 ระวาง คือ ส่วนหนึ่งเป็นบริเวณ จังหวัดเชียงใหม่ อีกส่วนหนึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกซึ่งนับว่าได้ผลดี เนื่องจากข้อมูลดาวเทียม SPOT สามารถนำมาใช้งานในทางปฏิบัติ เพื่อแก้ไขรายละเอียดทางราบได้ดี ขณะนี้กรมแผนที่ทหารได้ดำเนินการแก้ไขแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม SPOT ไปแล้วเป็นจำนวน 258 ระวาง (สมเกียรติ อัยสานนท์, 2536 : 232)

กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ได้นำข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติไปใช้ศึกษาวิจัยในหลายด้านเช่นกัน ซึ่งมีทั้งที่ดำเนินการศึกษาวิจัยเอง ร่วมกับหน่วยงานอื่น และโครงการที่ได้รับ

ความช่วยเหลือจากต่างประเทศ นอกจากนี้ ได้ให้ความสนับสนุนหน่วยงานอื่นๆ โดยจัดหาข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงมาบริการแก่หน่วยงานผู้ใช้ และจัดหาทุนอุดหนุนการวิจัยให้แก่หน่วยงานต่างๆ อีกด้วย ในแต่ละปีคิดเป็นจำนวนประมาณ 8-10 ทุน สำหรับปี 2531 มีโครงการที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย 8 โครงการ ในการนี้ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงสนพระทัยการใช้ข้อมูลจากดาวเทียม และทรงเป็นผู้หนึ่งที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย เพื่อดำเนินการศึกษาความถูกต้องของแผนที่การใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง ซึ่งจำแนกโดยคอมพิวเตอร์บริเวณจังหวัดนราธิวาส และยังได้ทรงพระกรุณาให้ความสนพระทัยในการเป็นผู้บรรยายพิเศษ เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ในการสัมมนา "ดาวเทียมกับประเทศไทย" ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดขึ้นเมื่อ วันที่ 19 สิงหาคม 2531 ในโอกาสงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

สำหรับในปี 2532 มีโครงการวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย 5 โครงการ โดยมีโครงการวิจัยของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ด้วยโครงการหนึ่ง โครงการนี้เป็นโครงการเกี่ยวกับการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการพัฒนาพื้นที่เกษตรในอำเภอพัฒนานิคม และอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการวางแผนการใช้ที่ดินในบริเวณดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งจะเป็นแบบฉบับในการพัฒนาพื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ ของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี (สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์, 2536 : 11)

5. สรุป

ประเทศไทยได้นำข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ มาใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในหลายสาขา และได้สร้างองค์กรและบุคลากรที่มีความสามารถในการนำเทคโนโลยีมาใช้อย่างมีประสิทธิผล การมีสถานีรับสัญญาณดาวเทียมภาคพื้นดินจากดาวเทียม ซึ่งสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงต่างๆ ได้แก่ LANDSAT, SPOT, MOS-1, ERS-1 และ JERS-1 ย่อมเป็นข้อได้เปรียบอย่างยิ่งสำหรับประเทศไทย ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และในการใช้ประโยชน์จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติแต่ละดวง ซึ่งล้วนมีสมรรถนะการถ่ายทอดรายละเอียดสูงเกือบเท่าภาพถ่ายทางอากาศ แต่มีความสามารถถ่ายภาพได้หลายๆช่วงคลื่น ย่อมเป็นตัวสำคัญที่ก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในด้านการวางแผนการใช้ที่ดิน การจัดการป่าไม้ การประเมินพื้นที่เพาะปลูก การพยากรณ์ผลผลิตทางเกษตร เป็นต้น อย่างไรก็ตามข้อมูลจากดาวเทียมสามารถนำมาผสมผสานกับข้อมูลอื่น เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลจากการสำรวจภาคพื้นดินฯลฯ ในการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) เพื่อให้ได้ประโยชน์เต็มที่ ซึ่งขณะนี้ได้มี

การพัฒนางานด้าน GIS อย่างแพร่หลายในประเทศที่พัฒนาแล้ว สำหรับประเทศไทยการวิจัยและพัฒนางานด้าน GISได้มีการดำเนินการในหลายหน่วยงาน หากได้มีการประสานงานและร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆ อย่างเต็มที่แล้วประเทศไทยก็พร้อมที่จะก้าวไปข้างหน้าด้วยความมั่นคง ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดอรรถประโยชน์สูงสุดสำหรับการพัฒนาชาติไทย

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

บทที่ 2

หลักการเบื้องต้นของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม

1. ความมุ่งหมายของบทเรียน

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนรู้ความหมายของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม

1.2 เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1.3 เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงแหล่งพลังงานและการแผ่รังสี

1.4 เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงปฏิสัมพันธ์ของพลังงานในชั้นบรรยากาศ

1.5 เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับพื้นโลก

1.6 เพื่อให้ทราบถึงการสะท้อนช่วงคลื่นของพืช ดิน และน้ำ

1.7 เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นต่าง ๆ

2. เนื้อหาในบทเรียน

2.1 คำนำ

2.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.3 แหล่งพลังงานและการแผ่รังสี

2.4 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานในชั้นบรรยากาศ

2.5 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับพื้นผิวโลก

2.6 การสะท้อนช่วงคลื่นของพืช ดิน และน้ำ

2.7 คุณสมบัติของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นต่าง ๆ

3. วิธีสอนและกิจกรรม

3.1 บรรยายในชั้นเรียนโดยใช้ภาพแผ่นใสสีประกอบคำบรรยาย

3.2 ให้ผู้เรียนศึกษาจากวิดีทัศน์ เรื่องการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

3.3 ให้ผู้เรียนศึกษาวิเคราะห์จากหนังสือจากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย

3.4 ให้ผู้เรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการสะท้อนของวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกจากภาพถ่ายดาวเทียม

4. สื่อการสอน

4.1 แผ่นใสสีประกอบการบรรยายพร้อมเครื่องฉายข้ามศีรษะ

4.2 เทปวีดีทัศน์เรื่องการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

4.3 หนังสือ "จากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย" ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

4.4 หนังสือ "ธรณีสัณฐานจากห้วงอวกาศ" ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

5. การวัดผลและการประเมินผล

5.1 สังเกตพฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม (ทักษะพิสัย)

5.2 สังเกตพฤติกรรมเป็นรายบุคคล (ทักษะพิสัย)

123347
621.3678
ร5220
ฉ.3

5.3 ตรวจสอบผลงานจากรายงาน

5.4 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ข้อทดสอบแบบปรนัยและอัตนัย (พุทธิพิสัย)

5.5 ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตลอดภาคเรียน (จิตพิสัย)

หลักการเบื้องต้นของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม

1. คำนำ

การสำรวจข้อมูลจากดาวเทียมเป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้ อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal)

องค์ประกอบที่สำคัญของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียมคือ คลื่นแสงที่เป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์หรือเป็นพลังงานจากตัวเอง ซึ่งระบบการสำรวจข้อมูลดาวเทียมโดยอาศัยพลังงานแสงธรรมชาติ เรียกว่า Passive Remote Sensing ส่วนระบบบันทึกที่มีแหล่งพลังงานที่สร้างขึ้นและส่งไปยังวัตถุเป้าหมาย เช่น ระบบเรดาร์ เรียกว่า Active Remote Sensing

การสำรวจข้อมูลจากดาวเทียมประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ

1) การได้รับข้อมูล (Data Acquisition) โดยอาศัย

1.1) แหล่งพลังงาน คือ ดวงอาทิตย์

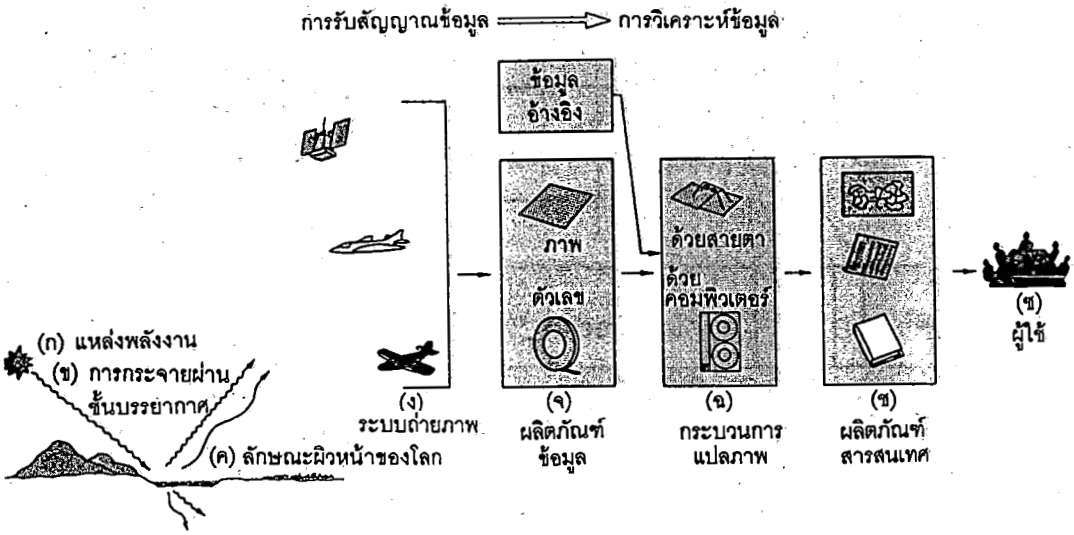
1.2) การเคลื่อนที่ของพลังงาน

1.3) ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับพื้นผิวโลก

1.4) ระบบการบันทึกข้อมูล

1.5) ข้อมูลที่ได้รับทั้งในแบบข้อมูลเชิงตัวเลขและรูปภาพ

2) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา (Visual Interpretation) และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Digital Analysis) (สุรชัย รัตนเสริมพงศ์,2536:89)



ภาพที่ 2.1 กระบวนการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.2538

2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นพลังงานต่อเนื่องที่มีค่าความยาวช่วงคลื่นหลายเมตร ถึงเศษส่วนของพันล้านเมตร (Nanometers) ซึ่งเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศในลักษณะเป็นคลื่นเท่าความเร็วของแสง 299,792.458 กิโลเมตร/ วินาที หรือ $3*10^8$ เมตร/วินาที

แสงสว่างที่กำเนิดจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นในรูปสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแผ่พลังงานไปตามทฤษฎีของคลื่น ที่มีการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิค (Harmomic) ซึ่งมีช่วงซ้ำและจังหวะเท่ากันในเวลาหนึ่งมีความเร็วเท่าแสง (c) ระยะทางจากยอดคลื่นถึงยอดคลื่นถัดไปเรียกว่าความยาวคลื่น (λ) และจำนวนยอดคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดคงที่จุดหนึ่งต่อหน่วยเวลาเรียกว่าความถี่คลื่น (f) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเร็วคลื่น คือ

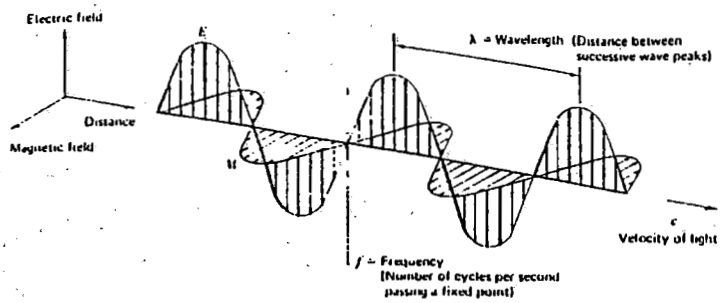
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ = ความยาวคลื่น

c = ความเร็วของคลื่นมีค่าคงที่ $3x10^8$ เมตร/วินาที

f = ความถี่คลื่น รอบ/วินาที หรือ Hertz

ความยาวคลื่นและความถี่คลื่นมีความสัมพันธ์กันแบบผกผัน คือ ความยาวคลื่นมาก ความถี่น้อย ความยาวคลื่นมีหน่วยวัดทั่วไป คือ ไมโครมิเตอร์ หรือไมครอน [Micrometer (um) Micron = (u) = 0.000001 เมตร = 10^{-6}] นาโนมิเตอร์ [Nanometer (nm) = 10^{-9} เมตร]



ภาพที่ 2.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยคลื่นไฟฟ้า (E) และคลื่นแม่เหล็ก (M) ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.2538

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งได้ตามความยาวช่วงคลื่นที่เรียกว่า แบนด์ (Band) ตั้งแต่ช่วงคลื่นสั้นที่สุดในแถบรังสีแกมม่า (Gamma Ray) มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 10^{-6} เมตร จนถึงช่วงคลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่นหลายกิโลเมตร ดังนั้นความยาวช่วงคลื่นใน ภาพที่2.4 จึงแสดงในมาตราส่วนของ ล็อกการิทึม ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วยช่วงคลื่นตามลำดับ คือ รังสีแกมมา เอ็กซเรย์ อุลตราไวโอเลต ช่วงคลื่นแสงสว่าง อินฟราเรด ไมโครเวฟ และวิทยุ

ช่วงคลื่นแสงที่ใช้ประโยชน์ในการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง Optical Wavelength คือ 0.3-14 um ซึ่งสามารถถ่ายภาพและบันทึกภาพด้วยฟิล์มถ่ายรูปและอุปกรณ์บันทึกภาพ (Scanner) ในช่วงคลื่นแสงสว่างที่เป็นช่วงคลื่นแคบ ที่มีผลตอบสนองต่อตามนุษย์ตั้งแต่ 0.3-0.7 um แบ่งได้ 3 ช่วง คือ สีน้ำเงิน, สีเขียว, และสีแดง ช่วงคลื่นถัดไปเป็นอินฟราเรดที่แบ่งเป็น 2 ช่วงกว้างๆ คือ อินฟราเรดใกล้หรืออินฟราเรดสะท้อนแสงระหว่าง 0.7-3 um และอินฟราเรดความร้อนระหว่าง 3-15 um ช่วงคลื่นที่มีความยาวต่ำกว่า 15 um คือ ช่วงอินฟราเรดลงมา มักเรียกเป็นความยาวคลื่น ส่วนที่เหนือขึ้นไปเรียกเป็นความถี่ คือ จำนวนรอบต่อวินาที หรือเฮิรท์ซ(Hertz) ส่วนความยาวคลื่นไมโครเวฟ เรดาร์ และคลื่นวิทยุ เรียกชื่อตามระดับความถี่ จากความถี่ต่ำสุด (ELF) ถึงความถี่สูงสุด (EHF) นอกจากนี้ ในช่วงไมโครเวฟของคลื่นเรดาร์ยังมีช่วงKaแบนด์(ประมาณ 1 um) x แบนด์(ประมาณ 5 um)และ L แบนด์ (20 um)(สุพรรณ คาญจนสุธรรม,2537 :13-14)

3. แหล่งพลังงานและการแผ่รังสี (Energy Sources and Radiation)

แสงสว่างเป็นรูปหนึ่งของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแผ่รังสีเป็นไปตามทฤษฎีของคลื่น ส่วนพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้น สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีอนุภาค (Particle Theory) กล่าวคือ การแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยหน่วยอิสระที่เรียกว่าโฟตอน (Photon) หรือควอนต้า (Quanta) พลังงานแต่ละควอนต้าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ของคลื่น ดังนี้

$E = hf$

E = พลังงาน 1 Quantum, Joules

h = ค่าคงที่ของพลังค์ (Planck Constant) 6.626×10^{-34} J.sec

f = ค่าความถี่คลื่น

หรือ $= \frac{hc}{\lambda}$

พลังงานเป็นสัดส่วนผกผันกับความยาวคลื่น คือ ความยาวคลื่นมากให้พลังงานต่ำ ซึ่งมีความสำคัญในการสำรวจข้อมูลระยะไกล เช่น ไมโครเวฟจากพื้นโลก จะยากต่อการบันทึกมากกว่าพลังงานในช่วงคลื่นสั้นกว่า ฉะนั้น การบันทึกพลังงานช่วงคลื่นยาว ต้องบันทึกพลังงานในบริเวณกว้างและใช้เวลานานพอ

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สำคัญที่สุดของการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม อย่างไรก็ตาม สสารทุกชนิดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าองศาสัมบูรณ์ (0^0 K หรือ -273 C^0) สามารถเปล่งหรือแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น วัตถุพื้นผิวโลกถือว่าเป็นแหล่งพลังงานที่ขนาดและส่วนประกอบของช่วงคลื่นแตกต่างกันไป พลังงานแผ่ออกมามากน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของพื้นผิววัตถุ โดยสามารถคำนวณได้จากกฎของ Stefan-Boltzmann ดังนี้

$W = T^4$

W = พลังงานที่เปล่งจากพื้นผิววัตถุ Wm^{-2}

= Stefan-Bolzmann Constant, 5.6697×10^{-8} Wm^{-2} $^0K^{-4}$

T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ของวัตถุ (^{0}K)

พลังงานทั้งหมดที่แผ่จากวัตถุจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิสมบูรณ์กำลัง 4 ดังนั้น พลังงานที่แผ่ออกมาจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยความจริงกฎนี้จะใช้กับเทหวัตถุสีดำ (Black Body) ซึ่งหมายถึง "วัตถุหรือมวลๆ หนึ่งที่สามารถดูดกลืนพลังงานทั้งหมดที่กระทบและจะแผ่พลังงานในปริมาณที่

มากที่สุดที่ทุกๆ อุณหภูมิ" เทหวัตถุสีดำจึงเป็นสิ่งสมมติฐานขึ้น เพราะไม่มีสสารใดๆ ในโลกที่มีคุณสมบัติดังกล่าว แต่มีสภาพใกล้เคียงเท่านั้น

พลังงานที่แผ่ออกมาจะแปรผันกับอุณหภูมิของวัตถุและความยาวช่วงคลื่น ซึ่งสามารถคำนวณหาพลังงานต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่สำหรับความยาวคลื่นที่กำหนดจากกฎของ Planck

$$W_\lambda = C_1 \lambda^{-5} [\exp (C_2 / \lambda T) - 1]^{-1}$$

C_1 = ค่าคงที่ $3.74 \times 10^{-16} Wm^2$

C_2 = ค่าคงที่ $1.44 \times 10^{-2}\ m^0K$

$T = {}^0K$

W = พลังงานที่มีความยาวคลื่น

นอกจากนี้ เมื่อทราบอุณหภูมิสามารถคำนวณหาความยาวคลื่นที่ให้พลังงานสูงสุด จากกฎการแทนที่ของ Wien (Wien's Displacement Law)

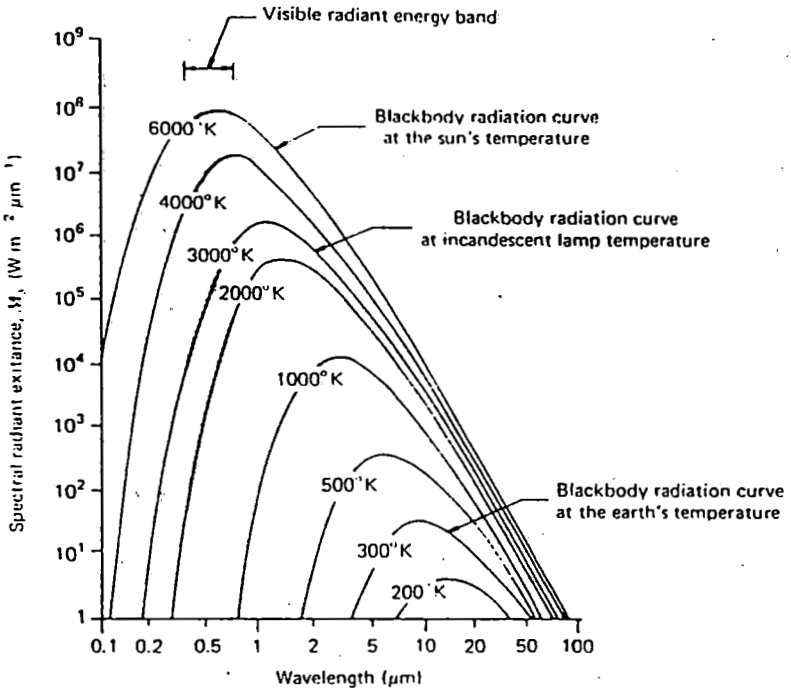
$$m = C/T$$

m = ความยาวคลื่นให้พลังงานสูงสุด

$C = 2.898 \times 10^{-3}\ m^0K$

$T = {}^0K$

จากสมการสรุปได้ว่า อุณหภูมิของพื้นผิวโลกประมาณ 300^0K แผ่พลังงานสูงสุดที่ความยาวคลื่นประมาณ 9.7 um การแผ่รังสีนี้มีความสัมพันธ์กับความร้อนผิวโลก จึงมักเรียกรังสีที่แผ่ออกมานี้ว่าอินฟราเรดความร้อน ซึ่งไม่สามารถมองเห็นและถ่ายภาพได้ด้วยกล้องธรรมดา ต้องใช้ Radiometer หรือ Scanner ดวงอาทิตย์มีพลังงานสูงสุดที่ความยาวคลื่นประมาณ 0.5 um ในช่วงคลื่นสีเขียวซึ่งตามนุษย์และฟิล์มถ่ายภาพสามารถรับช่วงคลื่นนี้ได้ (สุรชัย รัตนเสริมพงศ์,2536:91-92)



ภาพที่ 2.3 การกระจายของพลังงานจากเทหวัตถุสีดำในช่วงอุณหภูมิต่างๆ

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.2538

4. ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานในชั้นบรรยากาศ (Energy Interactions in the Atmosphere)

คลื่นแสงเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศสู่ผิวโลก แล้วสะท้อนกลับสู่บรรยากาศอีกครั้ง ก่อนที่จะถูกบันทึกโดยอุปกรณ์สำรวจ บรรยากาศของโลกจึงเป็นตัวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นแสงในด้านทิศทาง ความเข้มตลอดจนความยาวและความถี่ช่วงคลื่น เพราะชั้นบรรยากาศประกอบด้วยฝุ่นละออง ไอน้ำ และก๊าซต่างๆ ทำให้เกิดปฏิกิริยากับคลื่นแสง 3 กระบวนการคือ 1) การกระจัดกระจายของแสง 2) การดูดซับ และ 3) การหักเห ทำให้ปริมาณแสงตกกระทบผิวโลกน้อยลง

4.1 การกระจัดกระจาย (Scattering)

การกระจัดกระจาย เกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคเล็กๆ ในบรรยากาศมีทิศทางการกระจายไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคและความยาวช่วงคลื่นซึ่งแยกได้ 3 ประเภท

1) Rayleigh Scatter เกิดขึ้นเมื่อขนาดของอนุภาคมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าความยาวช่วงคลื่นที่ตกกระทบ ทำให้เกิดสภาวะหมอกควัน ความคมชัดของภาพลดลง.

2) Mie Scatter เกิดขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคของบรรยากาศ มีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่น เช่น น้ำ ไอน้ำ ฝุ่นละออง ซึ่งเกิดในความยาวช่วงคลื่นยาวกว่าแบบแรก

3) Nonselective Scatter เกิดขึ้นเมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางอนุภาคมีขนาดใหญ่กว่าความยาวช่วงคลื่นที่ตกกระทบ เช่น หยดน้ำ โดยทั่วไปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-10 um สะท้อนคลื่นแสงสว่างและอินฟราเรดเกือบเท่ากัน ซึ่งในช่วงคลื่นแสงสว่างปริมาณคลื่นสีต่างๆ คือ น้ำเงิน, เขียว และแดง สะท้อนทิศทางเท่ากัน ทำให้มองเห็นเมฆเป็นสีขาว

4.2 การดูดกลืน (Absorption)

การดูดกลืนทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน การดูดกลืนพลังงานจะเกิดขึ้นที่ความยาวช่วงคลื่นบางช่วงโดยเฉพาะก๊าซที่มีความสามารถดูดกลืนเป็นพิเศษ คือ

1) ก๊าซออกซิเจนและโอโซน ดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่อัลตราไวโอเลตลงมาถูกดูดกลืนจนหมดในบรรยากาศชั้นสูง ระหว่าง 23-30 กิโลเมตร ส่วนช่วงคลื่น 0.1-0.3 um ถูกดูดกลืนโดยก๊าซโอโซนในชั้นโอโซนโพสเฟียร์ บางส่วนสะท้อนกลับสู่อวกาศ ทำให้ไม่มีรังสีเหล่านี้เล็ดลอดมายังผิวโลกเลย

2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีการดูดกลืนมากในช่วงคลื่นประมาณ 15 um ในชั้นสตราโตสเฟียร์ชั้นล่าง

3) ไอน้ำ ส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ในชั้นโทรโปสเฟียร์ ซึ่งอยู่ส่วนล่างของชั้นบรรยากาศ ระดับต่ำกว่า 10 กิโลเมตร สามารถดูดกลืนพลังงานจากดวงอาทิตย์ และโลกได้ดีที่สุดเกือบทุกช่วงคลื่น ยกเว้นช่วงคลื่นต่ำกว่า 0.7 um ลงไป และดูดกลืนสูงสุดในช่วงคลื่นประมาณ 6 um

การดูดกลืนพลังงานเกิดขึ้นทั้งในช่วงคลื่นสั้นและช่วงคลื่นยาว แต่ก็มีบางช่วงคลื่นที่สามารถทะลุทะลวงหรือผ่านชั้นบรรยากาศลงมาที่ผิวโลกได้ เรียกว่า หน้าต่างบรรยากาศ (Atmospheric Window) ซึ่งปรากฏในช่วงคลื่นแสงสว่าง คือ 0.3-0.7 um และช่วงคลื่นอินฟราเรดสะท้อนและอินฟราเรดความร้อนยกเว้น 9.6 um ซึ่งดูดกลืนโดยก๊าซโอโซน หน้าต่างบรรยากาศเหล่านี้มีประโยชน์ต่อการพิจารณาเลือกระบบอุปกรณ์บันทึกภาพให้สัมพันธ์กับการตอบสนองของช่วงคลื่นต่างๆ

4.3 การหักเห (Atmospheric Refraction)

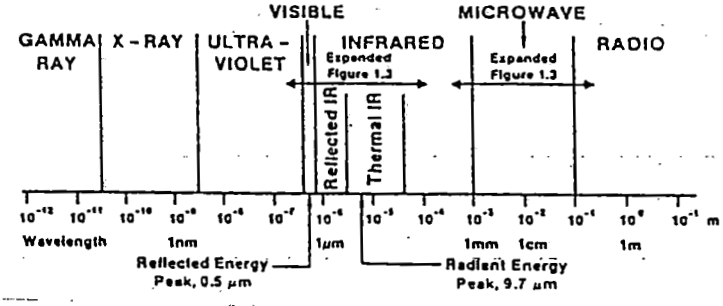
การหักเหเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางผ่านบรรยากาศที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ซึ่งปริมาณการหักเหกำหนดโดยค่าดัชนีหักเห ที่เป็นอัตราส่วนระหว่างความเร็วของแสงในสูญญากาศกับความเร็วของแสงในชั้นบรรยากาศนั้น ทำให้มีผลต่อความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่ปรากฏบนภาพแต่สามารถปรับแก้ได้โดยกระบวนการปรับแก้ภาพภายหลัง (สุพรรณ กาญจนสุธรรม,2537 : 16-18)

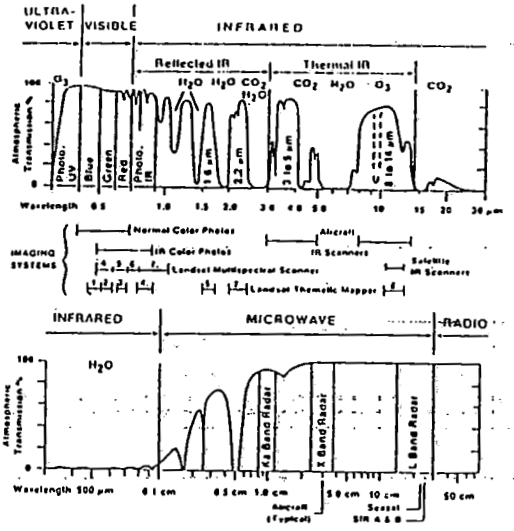
5. ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับพื้นผิวโลก (Energy Interaction with Earth Surface Features)

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านชั้นบรรยากาศมาตกกระทบบนพื้นผิวโลก จะเกิดปฏิกิริยาหลัก 3 อย่าง คือ การสะท้อนพลังงาน (Reflection = E_R) การดูดกลืนพลังงาน (Absorption = E_A) และการส่งผ่านพลังงาน (Transmission = E_T) อันเป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญในการสำรวจข้อมูลดาวเทียม ที่วัตถุบนพื้นผิวโลกมีพลังงานที่บันทึกด้วยอุปกรณ์สำรวจ ในปริมาณแตกต่างกันตามคุณสมบัติของวัตถุนั้นๆ จากสมการความสมดุลของพลังงาน (Energy Balance Equation) มีดังนี้

$$E_I(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_T(\lambda)$$

$E_I(\lambda)$ = พลังงานที่ได้รับ





ภาพที่ 2.4 แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นที่สั้นที่สุดตั้งแต่รังสีแกมมา เอกซเรย์ อัลตาไวโอเลต ช่วงแสงสว่าง อินฟราเรด ไมโครเวฟ และคลื่นวิทยุ ส่วนภาพล่างเป็นส่วนขยายรายละเอียดของช่วงคลื่นที่ใช้ประโยชน์ด้านการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียมโดยแสดงความสัมพันธ์ของการแผ่พลังงานผ่านชั้นบรรยากาศและระบบการบันทึกภาพในแต่ละช่วงคลื่นต่างๆ

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.2538

5.1 การสะท้อนพลังงาน (Reflection)

การสะท้อนพลังงานจะแปรผันไปตามลักษณะพื้นผิวโลก ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุเป็นองค์ประกอบ เช่น ลักษณะพื้นผิว มุมตกกระทบของแสง ความสามารถและอัตราการสะท้อนแสงผิว การสะท้อนเกิดขึ้นได้ 3 ลักษณะ คือ

1) การสะท้อนกลับหมดในทิศทางตรงกันข้าม เกิดในกรณีพื้นผิวราบเรียบมักเกิดกับแสงในช่วงคลื่นยาว

2) การสะท้อนแบบกระจาย เกิดจากพื้นผิวค่อนข้างขรุขระ มักเกิดในช่วงคลื่นแสงสว่าง

3) การสะท้อนแบบผสม เป็นลักษณะการเกิดจริงตามธรรมชาติ โดยรวมการสะท้อนสอง อย่างข้างต้นรวมกัน

การสะท้อนของพื้นโลกสามารถวัดเป็นตัวเลขได้ โดยวัดสัดส่วนของพลังงานสะท้อนจากพลังงานที่มากระทบ ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของความยาวคลื่นและเรียกว่า Spectral Reflectance (R)

$$R(\lambda) = \frac{E_R(\lambda)}{E_I(\lambda)} \times 100\%$$

5.2 การดูดซับพลังงาน (Absorption)

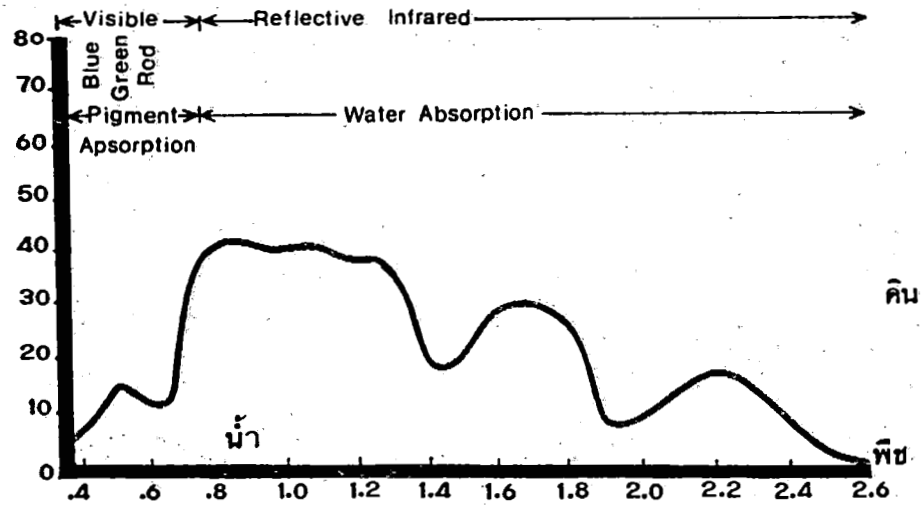
การดูดซับพลังงานของผิวโลกเกิดขึ้นเช่นเดียวกับชั้นบรรยากาศ ปริมาณการดูดซับขึ้นอยู่กับคุณสมบัติพื้นผิวตามความยาวช่วงคลื่น เมื่อเกิดการดูดซับพลังงานแล้ว จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปความร้อน ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นและเป็นต้นกำเนิดพลังงาน การแผ่พลังงานในช่วงอินฟราเรด หรืออินฟราเรดความร้อนสามารถตรวจวัดได้ทั้งกลางวันและกลางคืน จึงเป็นประโยชน์ในการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม

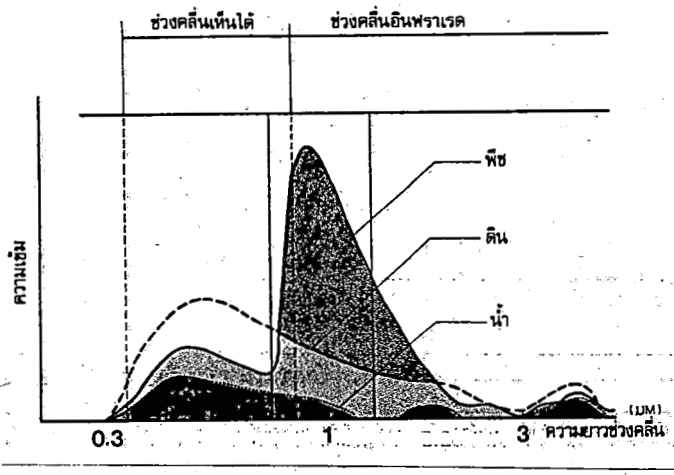
5.3 การส่งผ่าน (Transmission)

ปฏิกิริยาต่อเนื่องกับการดูดซับพลังงานที่ถูกถ่ายทอดต่อไป ค่าการส่งผ่านรังสีของมวลๆหนึ่ง คือ สัดส่วนปริมาณพลังงาน ณ จุดซึ่งพลังงานเคลื่อนที่ไปต่อพลังงานที่ตกกระทบทั้งหมด ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของพื้นผิวและความยาวช่วงคลื่น

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อกระทบพื้นผิวใดๆ จะเกิดปรากฏการณ์ทั้งสามลักษณะ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของการสะท้อนพลังงานของวัตถุแต่ละชนิดกับความยาวช่วงคลื่น เรียกว่า ลายเซ็นเชิงคลื่น (Spectral Signature) ซึ่งช่วยในการเลือกช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลในสาขาต่างๆ (สุรชัย รัตนเสริมพงศ์, 2536 : 97-99)

6. การสะท้อนช่วงคลื่นของพืช ดิน และน้ำ (Spectral Reflectance of Vegetation, Soil, and Water)





ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์การสะท้อนช่วงคลื่นแสงของพืช ดิน และน้ำ

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.2538

6.1 พืช

ในช่วงคลื่นแสงสว่าง คลอโรฟิลล์ของใบพืชดูดกลืนพลังงานที่ช่วงความยาวคลื่น 0.45 um และ 0.65 um สะท้อนพลังงานที่ช่วงความยาวคลื่น 0.5 um ตาของมนุษย์สามารถมองเห็นใบพืชสีเขียว เพราะใบพืชดูดกลืนแสงสีน้ำเงิน และสีแดง และสะท้อนสีเขียว หากว่าใบพืชมีอาการผิดปกติ เช่น แห้งเหี่ยว หรือปริมาณคลอโรฟิลล์ ลดลงทำให้การสะท้อนที่คลื่นสีแดงสูงขึ้น

ในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (0.7-1.3 um) ใบพืชสะท้อนพลังงานสูงประมาณ 50% การสะท้อนพลังงานของพืชที่ความยาวคลื่นในช่วงอินฟราเรดใกล้ ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของใบพืชที่แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ทำให้สามารถจำแนกชนิดของพืชได้ แม้ว่าการสะท้อนพลังงานของใบพืชในช่วงคลื่นแสงสว่างจะใกล้เคียงกัน ในทำนองเดียวกัน การสะท้อนพลังงานที่ความยาวคลื่นอินฟราเรดใกล้ของพืชที่มีอาการผิดปกติทางใบจะแตกต่างไปจากการสะท้อนที่ความยาวคลื่นเดียวกันของพืชที่สมบูรณ์ ดังนั้น ระบบการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียมที่บันทึกค่าสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้สามารถจะใช้สำรวจอาการผิดปกติของพืชได้

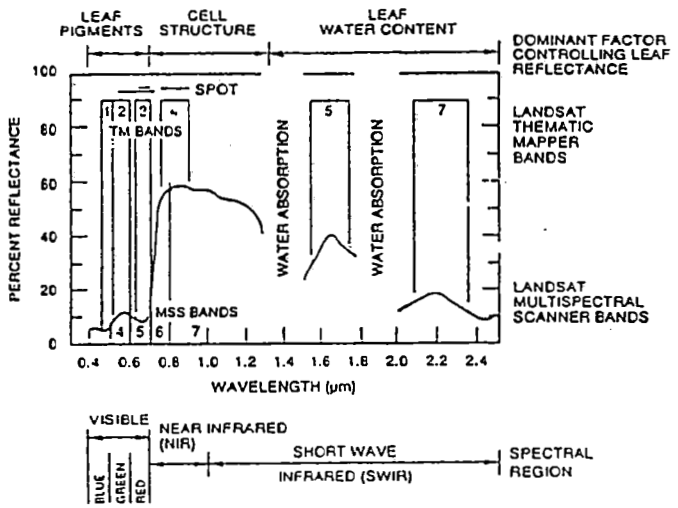
ในช่วงคลื่นที่มีขนาดสูงกว่า 1.3 um พลังงานส่วนใหญ่จะถูกดูดกลืนหรือสะท้อนโดยใบพืชแทบจะไม่มีการทะลุทะลวง มักมีค่าต่ำลงที่ 1.4, 1.9 และ 2.7 um เพราะว่าน้ำในใบพืชจะดูดกลืนคลื่นความยาวดังกล่าว เรียกว่า Water Absorption Bands และค่าจะสูงขึ้นที่ความยาวคลื่น 1.6 และ 2.2 um ตลอดช่วงความยาวคลื่นสูงกว่า 1.3 um ค่าการสะท้อนพลังงานของใบพืชจะแปรผันกับปริมาณน้ำทั้งหมดในใบพืช

ตารางที่ 2.1 ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่างๆ

ช่วงคลื่น	ความยาวช่วงคลื่น	รายละเอียด
รังสีแกมมา (Gamma ray)	< 0.03 um	รังสีแกมมาถูกดูดซับทั้งหมดโดยบรรยากาศชั้นบนจึงไม่ได้ใช้ในการสำรวจข้อมูลระยะไกล
รังสีเอ็กซเรย์ (X-ray)	0.03-3.0 um	รังสีเอ็กซเรย์ดูดซับทั้งหมดโดยชั้นบรรยากาศเช่นกัน
อัลตราไวโอเลต (Ultraviolet)	0.03-0.04 um	ช่วงคลื่นสั้นกว่า 0.3 um ถูกดูดซับทั้งหมด โดยโอโซน (O_3) ในชั้นบรรยากาศชั้นบน
Photographic UV Band	0.3-0.4 um	ช่วงคลื่นสามารถผ่านชั้นบรรยากาศ สามารถถ่ายภาพด้วยฟิล์มถ่ายรูป แต่การกระจายในชั้นบรรยากาศเป็นอุปสรรคมาก
ช่วงคลื่นแสงสว่าง (Visible)	0.4-0.7 um	บันทึกด้วยฟิล์มและอุปกรณ์บันทึกภาพได้ รวมทั้งช่วงคลื่นที่โลกมีการสะท้อนพลังงานสูงสุด (Reflected Energy Peak) ที่ 0.5 um

		ช่วงคลื่นแคบที่มีผลตอบสนองสายตามนุษย์แบ่งได้ 3 ช่วงย่อย คือ 0.4-0.5 um สีน้ำเงิน 0.5-0.6 um สีเขียว 0.6-0.7 um สีแดง
อินฟราเรด (Infrared)	0.7-1.00 um	มีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุตามความยาวคลื่นและการส่งผ่านชั้นบรรยากาศมีการดูดซับในบางช่วงคลื่น
อินฟราเรดสะท้อน (Reflected IR Band)	0.7-3.0 um	สะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับช่วงความร้อนของวัตถุช่วงคลื่น 0.7-0.9 um สามารถถ่ายรูปด้วยฟิล์มเรียกว่า Photographic IR Band
อินฟราเรดความร้อน (Thermal IR Band)	3-5 um, 8-14 um	การบันทึกภาพต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ เช่น Scanners ไม่สามารถบันทึกภาพได้ทั้งระบบ Active และ Passive
ไมโครเวฟ (Microwave)	0.1-30 um	ช่วงคลื่นยาวสามารถทะลุผ่านหมอก เมฆ และฝนได้ บันทึกภาพได้ทั้งระบบ Active และ Passive
เรดาร์ (Radar)	0.1-30 um	ระบบ Active มีความยาวช่วงคลื่นต่างๆ เช่น Ka แบนด์ (10 mm),X แบนด์ (30mm) และ L แบนด์ (25 cm)
วิทยุ (Radio)	<30 cm	ช่วงคลื่นที่ยาวที่สุด บางครั้งมีเรดาร์อยู่ในช่วงนี้ด้วย

ที่มา : สุรชัย รัตนเสริมพงศ์.หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล. 2536 : 101-103.



ภาพที่ 2.6 การสะท้อนช่วงคลื่นของพืชที่สัมพันธ์กับลักษณะโครงสร้างของใบและช่วงคลื่นของระบบการสำรวจข้อมูลจากดาวเทียม

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.2538

6.2 ดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนพลังงานของดินกับความยาวคลื่นมีความแปรปรวนน้อย การสะท้อนของดินนั้นไม่ขึ้นกับความยาวช่วงคลื่น แต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยบางอย่าง เช่น ความชื้นในดิน, เนื้อดิน, ความขรุขระของพื้นที่, ปริมาณเหล็กออกไซด์และอินทรีย์วัตถุในดิน ปัจจัยดังกล่าวมีความสลับซับซ้อนแปรผันง่าย และมีความเกี่ยวข้องกันเอง เช่น ความชื้นในดินสูง ความขรุขระและอินทรีย์วัตถุในดินสูง ตลอดจนการมีเหล็กออกไซด์ในดิน จะลดค่าการสะท้อนของดินลง เช่นที่ความยาวคลื่นแสงสว่าง

6.3 น้ำ

การสะท้อนพลังงานของน้ำมีลักษณะที่แตกต่างจากลักษณะของวัตถุอื่นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ สามารถเขียนเส้นขอบเขตของน้ำได้อย่างง่ายดาย น้ำที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกมีหลายสภาพด้วยกัน เช่น น้ำขุ่น, น้ำใส, น้ำมีวัชพืชปะปน จะมีค่าแตกต่างกัน บางครั้งพื้นที่ที่รองรับน้ำอาจจะมีผลต่อการสะท้อนพลังงานของน้ำ

น้ำใสดูดกลืนพลังงานเล็กน้อยที่ช่วงคลื่นต่ำกว่า 0.6 um การส่งผ่านพลังงานจะเกิดขึ้นสูงในช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน และเขียว แต่น้ำที่มีตะกอนหรือสิ่งเจือปน การสะท้อนและการส่งผ่านพลังงานจะเปลี่ยนไป เช่น น้ำตะกอนดินแขวนลอยจะสะท้อนพลังงานในช่วงแสงสว่างมากกว่าน้ำใส ถ้ามีสารคลอโรฟิลล์ในน้ำมากขึ้น การสะท้อนช่วงคลื่นสีน้ำเงินจะลดลง และเพิ่มขึ้นในช่วงคลื่นสีเขียว (สุรชัย รัตนเสริมพงศ์,2536:100-104)

7. คุณสมบัติของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่น ต่างๆ

7.1 ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่บันทึกด้วยระบบกล้องหลายช่วงคลื่น มีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากกล้องถ่ายภาพธรรมดา คือ

1) ข้อมูลอยู่ในลักษณะตัวเลข (Digital Data) ที่มีความละเอียดของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นแสง (Gray Level) 256 ระดับ ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่มีปริมาณมากเหล่านี้ไปผลิตเป็นภาพขาวดำและภาพสีผสม ตลอดจนนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2) ข้อมูลที่ได้บันทึกสามารถส่งมายังสถานีรับภาคพื้นดินได้ทันที

3) สามารถบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นที่กล้องธรรมดาบันทึกไม่ได้ตลอดจนข้อมูลที่ได้รับมีรายละเอียดภาพ (Spatial Resolution) สูงตั้งแต่ 10 เมตร ขึ้นไป

7.2 ภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติเป็นภาพที่มีลักษณะพิเศษตามคุณสมบัติของดาวเทียม ที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติพอสรุปได้ดังนี้

1) การบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง (Synoptic view) ภาพจากดาวเทียมภาพหนึ่งๆ ครอบคลุมพื้นที่กว้าง ทำให้ได้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่องในระยะเวลาการบันทึกภาพสั้นๆ สามารถศึกษาสภาพแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณกว้างขวางต่อเนื่องในเวลาเดียวกันทั้งภาพ เช่น ดาวเทียม LANDSAT ระบบ MSS และ TM หนึ่งภาพคลุมพื้นที่ 170x185 กม^2 หรือ 31,450 ตร.กม. ภาพจาก SPOT คลุมพื้นที่ 3,600 ตร.กม. MOS ระบบ MESSR คลุมพื้นที่ 10,000 ตร.กม.

2) การบันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่น (Multispectral) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติมีระบบกล้องที่บันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่นในบริเวณเดียวกันทั้งในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น และช่วงคลื่นนอกเหนือสายตามนุษย์ ทำให้แยกวัตถุต่างๆ บนพื้นโลกได้อย่างชัดเจน เช่น ระบบ MSS และMESSR มี 4 ช่วงคลื่น ระบบ TM มี 7 ช่วงคลื่น ระบบ HRV ขาวดำและสีมี 1 และ 3 ช่วงคลื่นตามลำดับ

3) การบันทึกภาพบริเวณเดิม (Repetitive Coverage) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติมีวงโคจรจากเหนือลงใต้ และกลับมายังจุดเดิมในเวลาท้องถิ่นอย่างสม่ำเสมอ และในช่วงเวลาที่แน่นอน เช่น LANDSAT ทุกๆ 16 วัน MOS ทุกๆ 17 วัน SPOT ทุกๆ 26 วัน ทำให้ได้ข้อมูลบริเวณเดียวกันหลายๆ ช่วงเวลาที่ทันสมัย สามารถเปรียบเทียบและติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ บนพื้นโลกได้เป็นอย่างดี และช่วยให้มีโอกาสที่จะได้ข้อมูลที่ไม่มีเมฆปกคลุม

4) การให้รายละเอียดหลายระดับจากดาวเทียม มีผลดีในการเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาด้านต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ เช่น ภาพจากดาวเทียม SPOT ขาวดำรายละเอียด 10 เมตร สามารถศึกษาตัวเมือง เส้น

ทางคมนาคมระดับหมู่บ้าน ส่วนภาพสีรายละเอียด 20 เมตร ศึกษาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เฉพาะจุดเล็กๆ และแหล่งน้ำขนาดเล็ก ภาพระบบ TM รายละเอียด 30 เมตร ศึกษาสภาพการใช้ที่ดินระดับจังหวัด

5) การให้ภาพสีผสม (False Color Composite) ภาพจากดาวเทียมสีขาวดำหนึ่งภาพในหลายช่วงคลื่นสามารถนำมาซ้อนทับกันได้ครั้งละ 3 แบนด์ โดยทำให้แต่ละแบนด์ที่เป็นสีขาวดำกลายเป็นสีบวก (Additive Primary Color) 3 สีหลัก คือ สีน้ำเงิน (Blue)สีเขียว (Green) และสีแดง (Red) เมื่อนำมาซ้อนทับกัน ทำให้ได้ภาพจากดาวเทียมสีผสมปรากฏสีต่างๆ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีสี คือ การซ้อนทับของแม่สีบวกแต่ละคู่จะให้แม่สีลบ (Subtractive Primary Color) คือ สีเหลือง (Yellow) สีบานเย็น (Magenta) สีฟ้า (Cyan) ดังนี้

สีแดง (R) + สีเขียว (G)	>	สีเหลือง (Yellow)
สีแดง (R) + สีน้ำเงิน (B)	>	สีบานเย็น (Magenta)
สีน้ำเงิน (B) + สีเขียว (G)	>	สีฟ้า (Cyan)
สีน้ำเงิน (B) + สีเขียว (G) + สีแดง (R)	>	สีขาว (White)
สีเหลือง (Y) + สีบานเย็น (M) + สีฟ้า (C)	>	สีดำ (Black)

6) การเน้นคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) ภาพจากดาวเทียมต้นฉบับสามารถนำมาปรับปรุงคุณภาพให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากค่าระดับสีเทาของฮิสโตแกรมของภาพจากดาวเทียม โดยทั่วไปนิยมใช้ 2 วิธี คือ การขยายค่าความเข้มระดับสีเทาให้กระจายจนเต็มช่วง เรียกว่า Linear Contrast Stretch และ Non-Linear Contrast Stretch โดยให้มีการกระจายข้อมูลของภาพดาวเทียมในแต่ละค่าความเข้มให้มีจำนวนประชากรใกล้เคียงกัน เรียกว่า Histogram Equalization Stretch (กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม , 2536 : 105-106)

ตารางที่ 2.2 ศักยภาพของภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ LANDSAT ระบบ MSS รายละเอียด 80 เมตร

ช่วงคลื่น (channel)	ความยาวคลื่น (Wavelength Band) (ไมครอน)	ศักยะการใช้ประโยชน์ (Potential Application)
(4) 1	0.50-0.60	สามารถผ่านทะลุน้ำได้มากกว่าช่วงคลื่นอื่น ใช้ในการตรวจตะกอนหรือความขุ่นข้นในน้ำ แสดงความแตกต่างของพืชพันธุ์สีเขียวกับสิ่งปกคลุมอื่น ใช้บอกลักณษะโครงสร้างทางธรณีวิทยาได้ด้วย
(4) 1	0.50-0.60	สามารถดูความแตกต่างของสิ่งที่คนสร้างขึ้น กับลักษณะความสูงต่ำของภูมิประเทศ (Topographic Features) ใช้สำหรับแยกประเภทของพืชพันธุ์สีเขียวเมื่อรวมอยู่กับสิ่งปกคลุมหลายๆ อย่าง
(6) 3	0.70-0.80	เหมาะสำหรับใช้ดูความแตกต่างของลักษณะการใช้ที่ดิน และใช้ตรวจปริมาณมวลชีวสีเขียวได้ (Green Biomass)
(7) 4	0.8-1.1	ใช้ดูความแตกต่างของส่วนที่เป็นน้ำกับส่วนที่ไม่เป็นน้ำได้ดีใช้แยกความแตกต่างระหว่างพืชพันธุ์กับดินได้แสดงธรณีสัณฐานและโครงสร้างทางธรณีวิทยา

ที่มา: สุรชัย รัตนเสริมพงศ์.หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล. 2536 : 107.

ตารางที่ 2.3 ศักยภาพของภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ LANDSAT ระบบ TM รายละเอียด 30 เมตร

ช่วงคลื่น (Channel)	ความยาวคลื่น (Wavelength Band) (ไมครอน)	ศักยะการใช้ประโยชน์ (Potential Application)
1	0.45-0.52	ใช้ตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่ง ใช้ดูความแตกต่าง หรือใช้แยกประเภทต้นไม้ชนิดผลัดใบและไม่ผลัดใบออกจากกัน ใช้ดูความแตกต่าง หรือแยกดินจากพืชพันธุ์ต่างๆ มีความไวต่อการมีหรือไม่มีคลอโรฟีลล์
2	0.52-0.60	แสดงการสะท้อนพลังงานสีเขียวจากพืชพันธุ์ที่เจริญเติบโตแล้ว
2	0.52-0.60	ใช้แยกความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟีลล์ในพืชพันธุ์ชนิดต่างๆกัน
4	0.52-0.60	ใช้ตรวจวัดปริมาณมวลชีวะ ใช้ดูความแตกต่างของน้ำและส่วนไม่ใช้น้ำ
4	1.55-1.75	ใช้ตรวจความชื้นในพืชใช้ดูความแตกต่างของหิมะกับเมฆ
6	10.40-12.50 (รายละเอียด 120 เมตร)	ใช้ตรวจความเหี่ยวเฉาอันเนื่องจากความร้อนในพืช ใช้ดูความแตกต่างของความร้อนบริเวณที่ศึกษา และใช้ดูความแตกต่างของความชื้นของดิน
7	1.55-1.75	ใช้ตรวจความร้อนในน้ำ ใช้แยกประเภทแร่ธาตุ และดินชนิดต่างๆ

ที่มา: สุรชัย รัตนเสริมพงศ์.หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล. 2536:108.

ตารางที่ 2.4 ศักยภาพของดาวเทียม MOS ระบบ MESSR รายละเอียด 50 เมตร

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมครอน)	ศักยะการใช้ประโยชน์
1	0.51-0.59	ศึกษาพืช น้ำ และตะกอน
2	0.61-0.69	แยกประเภทความหนาแน่นของป่า ศึกษาสิ่งก่อสร้าง
2	0.72-0.80	ศึกษาพืช ธรณีสัณฐาน
4	0.80-1.10	ศึกษาดิน ธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน แยกน้ำและสิ่งที่ไม่ใช่น้ำ

ที่มา: สุรชัย รัตนเสริมพงศ์.หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล. 2536:109.

ตารางที่ 2.5 ศักยภาพของดาวเทียม SPOT ระบบ Multispectral Mode

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมครอน)	รายละเอียดของภาพ (เมตร)	ศักยะการใช้ประโยชน์
1	0.50-0.59	20	ศึกษาพืช น้ำ และตะกอน
2	0.61-0.68	20	แยกป่าไม้ และสิ่งก่อสร้าง
3	0.79-0.89	20	ศึกษาภูมิประเทศ ดิน และธรณีวิทยา แยกส่วนที่เป็นน้ำและไม่เป็นน้ำ

ที่มา: สุรชัย รัตนเสริมพงศ์.หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล. 2536:109.

ตารางที่ 2.6 ศักยภาพของดาวเทียม SPOT ระบบ Panchromatic Mode

ความยาวคลื่น (ไมครอน)	รายละเอียดของภาพ (เมตร)	ศักยะการใช้ประโยชน์
0.51-0.73	10	ความสามารถคล้ายรูปถ่ายทางอากาศ

ที่มา: สุรชัย รัตนเสริมพงศ์.หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล. 2536:110.

การผสมภาพจากดาวเทียมให้เป็นภาพสีนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการขยายรายละเอียดเฉพาะเรื่องให้ชัดเจน สามารถจำแนกหรือมีสีแตกต่างจากสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปแล้วสีผสมมาตรฐานที่รู้จักกันทั่วไป คือ การผสมสีให้พืชพรรณปรากฏเป็นสีแดง ดังนี้

ระบบ MSS แบนด์ 4 (สีน้ำเงิน) แบนด์ 5 (สีเขียว) และแบนด์ 7 (สีแดง) หรือ MSS 4-5-7/B-G-R

ระบบ TM แบนด์ 2 (สีน้ำเงิน) แบนด์ 3 (สีเขียว) และแบนด์ 4 (สีแดง) หรือ TM 2-3-4/B-G-R

ระบบ MLA แบนด์ 1(สีน้ำเงิน) แบนด์ 2 (สีเขียว) และแบนด์ 3 (สีแดง) หรือ MLA 1-2-3/B-G-R

ระบบ MESSR แบนด์ 4 (สีน้ำเงิน) แบนด์ 2 (สีเขียว)และแบนด์ 1 (สีแดง) หรือ MESSR 4-2-1/ B-G-R

นอกจากนี้ ภาพระบบ TM ที่มีรายละเอียดภาพ 30 เมตร จำนวน 6 แบนด์ (ยกเว้นแบนด์ 6) สามารถผสมสีให้รายละเอียดความแตกต่างตามวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัยด้านต่างๆ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2.7 ภาพสีผสมของ LANDSAT - TM

ภาพ	แบนด์/น้ำเงิน เขียว แดง	คุณสมบัติ
TM	123/BGR	ให้สีธรรมชาติ คือ พืชพรรณเป็นสีเขียว ใช้ศึกษาความขุ่นข้นของตะกอน น้ำตื้น และพื้นที่ชายฝั่ง
TM	345/BGR	พืชพรรณเป็นสีเขียว ให้รายละเอียดความแตกต่างของความชื้นของดิน มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ดินและพืชพรรณ
TM	345/BGR	พืชพรรณสีแดงและส้ม แสดงขอบเขตพื้นดิน และน้ำ แยกป่าชายเลน (สีส้ม) ออกจากป่าบก (สีแดง) ให้ลักษณะคลองระบายน้ำ
TM	254/BGR	พืชพรรณสีแดง แยกพื้นที่สวนยางพารา (สีส้มและชมพู) ได้ชัดเจน
TM	754/BGR	พืชพรรณสีแดงให้รายละเอียดความชื้นที่แตกต่างตามลักษณะพื้นที่
TM	124/BGR	พืชสีแดง ให้รายละเอียดตะกอนขุ่นบริเวณชายฝั่ง

ที่มา: สุรชัย รัตนเสริมพงศ์.หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล. 2536:111.

บทที่ 3

หลักการทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

1. ความมุ่งหมายของบทเรียน

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนทราบหลักการทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

1.2 เพื่อให้ผู้เรียนทราบประเภทของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

1.3 เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงวิวัฒนาการและความเป็นไปได้ในอนาคต

2. เนื้อหาในบทเรียน

2.1 คำนำ

2.2 ประเภทของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

2.3 วิวัฒนาการและความเป็นไปได้ในอนาคต

3. วิธีสอนและกิจกรรม

3.1 บรรยายในชั้นเรียนโดยใช้ภาพแผ่นใสสีประกอบคำบรรยาย

3.2 ให้ผู้เรียนศึกษาจากวิดีทัศน์ เรื่องการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

3.3 ให้ผู้เรียนศึกษาวิเคราะห์จากหนังสือจากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย

3.4 ให้ผู้เรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการสะท้อนของวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกจากภาพถ่ายดาวเทียม

4. สื่อการสอน

4.1 แผ่นใสสีประกอบการบรรยายพร้อมเครื่องฉายข้ามศีรษะ

4.2 เทปวีดีทัศน์เรื่องการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมในประเทศไทย

4.3 หนังสือ "จากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย" ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

4.4 หนังสือ "ธรณีสัณฐานจากห้วงอวกาศ" ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

5. การวัดผลและการประเมินผล

5.1 สังเกตพฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม (ทักษะพิสัย)

5.2 สังเกตพฤติกรรมเป็นรายบุคคล (ทักษะพิสัย)

5.3 ตรวจสอบผลงานจากรายงาน

5.4 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ข้อทดสอบแบบปรนัยและอัตนัย (พุทธิพิสัย)

5.5 ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตลอดภาคเรียน (จิตพิสัย)

หลักการทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

1. คำนำ

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติจะโคจรอยู่เหนือชั้นบรรยากาศที่ระดับสูงมากกว่า 150 กิโลเมตร (ระดับที่ปราศจากแรงเหนี่ยวของชั้นบรรยากาศ) โดยมีลักษณะวงโคจรแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ :-

1) วงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun-synchronous) ซึ่งเป็นลักษณะการโคจรที่สอดคล้องกับการโคจรของดวงอาทิตย์ โดยจะผ่านแนวละติจูดหนึ่ง ๆ ที่เวลาท้องถิ่นเดียวกัน ดาวเทียมประเภทนี้ มักจะโคจรที่ระดับความสูงระหว่าง 300-1,500 กิโลเมตร มีวงโคจรใกล้ขั้วโลก ตัวอย่างเช่น ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เช่น TIROS, NIMBUS ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เช่น LANDSAT, SPOT ฯลฯ.

2) วงโคจรแบบอยู่กับที่ (Geosynchronous หรือ Geostationary) เป็นการโคจรในลักษณะที่สอดคล้องกับการหมุนของโลก ทำให้ดูเหมือนดาวเทียมลอยนิ่งอยู่เหนือตำแหน่งหนึ่ง ๆ บนผิวโลก จึงเป็นดาวเทียมที่ใช้ประโยชน์ในการสื่อสาร เช่น INTELSAT, DOMSAT, หรือใช้สำรวจอุตุนิยมวิทยาระดับภูมิภาค เช่น ดาวเทียม METEOSAT ซึ่งลอยตัวอยู่เหนืออ่าวกินี ที่ระดับสูง 22,500 กิโลเมตร และสามารถถ่ายภาพคลุมทั้งซีกโลกส่วนนั้น โดยปกติดาวเทียม Geostationary นี้ จะกระจายอยู่เหนือแนวศูนย์สูตร และมีระยะห่างกันประมาณ 70 องศา ในปัจจุบันมีทั้งดาวเทียมที่เป็นของสหรัฐอเมริกา องค์การอวกาศยุโรป ญี่ปุ่น และสหภาพรัสเซีย

2. ประเภทของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

หากพิจารณาลักษณะการใช้ประโยชน์ของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติแล้ว สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทกว้าง ๆ คือ :-

2.1 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Satellittes)

2.2 ดาวเทียมสำรวจสมุทรศาสตร์ (Sea Satellittes)

2.3 ดาวเทียมสำรวจแผ่นดิน (Land Satellites)

2.1 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

วัตถุประสงค์ของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ที่กำหนดโดย National Operational Meteorological Satellite System (NOMSS) คือ :-

- เพื่อถ่ายภาพชั้นบรรยากาศของโลกเป็นประจำวัน

- เพื่อได้ภาพต่อเนื่องของบรรยากาศโลก และเพื่อเก็บและถ่ายทอดข้อมูลจากสถานีภาคพื้นดิน
- เพื่อทำการหยั่งตรวจอากาศของโลกเป็นประจำวัน

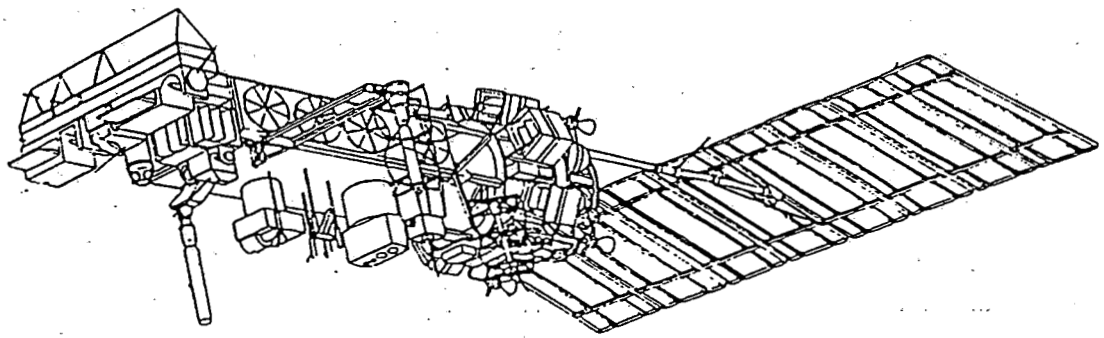
อย่างไรก็ดี ภาพถ่ายจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ยังสามารถนำมาใช้ในการศึกษาทางด้านปฐพีวิทยาและสมุทรศาสตร์ได้เป็นอย่างดี, ทำให้การใช้ประโยชน์เป็นไปอย่างกว้างขวางกว่าที่ผ่านมา ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่ ดาวเทียม TIROS (Television and Infrared Radiometer Observation Satellite) ดาวเทียม ITOS (Improved TIROS Operational Satellite) ดาวเทียมในชุด ITOS ที่ประสบผลสำเร็จ จะได้รับการขนานนามใหม่เป็นชุดดาวเทียม NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) นอกจากนี้ ก็มีดาวเทียม SMS / GOES (Synchronous Meteorological Satellite / Geostationary Operational Environmental Satellite) ดาวเทียม NIMBUS และดาวเทียม GMS.

1) ดาวเทียม NOAA/TIROS

ดาวเทียม NOAA และดาวเทียม TIROS เป็นดาวเทียมที่มีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ที่มีระดับสูงประมาณ 1,450 กิโลเมตร ดาวเทียมชุดแรก คือ TIROS-1 ซึ่งดวงแรกคือTIROS-1 ได้ขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ พ.ศ. 2503 ดาวเทียมชุดต่อมา คือ ITOS ซึ่งเริ่มปฏิบัติการในปี 2513 ประกอบด้วย ITOS-1 และ NOAA 1-5 ทำการถ่ายภาพด้วยระบบ VHRR (Very High Resolution Radiometer) ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น คือ 0.6-0.7 ไมโครมิเตอร์และช่วงคลื่นที่สองเป็นช่วงคลื่นความร้อน 10.5 - 12.5 ไมโครมิเตอร์ ถ่ายภาพวันละ 2 ครั้งขนาดภาพกว้าง 3,400 กิโลเมตร ให้รายละเอียดภาพ 1 กิโลเมตร นอกจากนี้มีระบบ VTPR (Vertical Temperature Profile Radiometer)ใช้หยั่งวัดอุณหภูมิในขั้นบรรยากาศและระบบ SR (Scanning Radiometer) ซึ่งคล้ายคลึงกัน VHRR แต่มีรายละเอียดภาพหยาบกว่า (4 และ 8 กิโลเมตร).

ดาวเทียม TIROS-N เป็นดาวเทียมชุดที่ 3 ที่ส่งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2521 ดวงถัดมา คือ NOAA-6 จนถึงปัจจุบัน คือ NOAA-11 ดาวเทียมชุดนี้โคจรที่ระดับสูงประมาณ 830 กิโลเมตร ประกอบด้วยระบบ AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) ถ่ายภาพในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น 2 ช่วงคลื่น และช่วงคลื่นความร้อน 2 ช่วงคลื่น ได้แก่ 0.55-0.90 ไมโครมิเตอร์ 0.725-1.0 ไมโครมิเตอร์ 10.5-11.5 ไมโครมิเตอร์ และ 3.55-3.93 ไมโครมิเตอร์ นอกจากนี้ ยังได้มีการเพิ่มช่วงคลื่นความร้อนช่วงที่ 3 เพื่อใช้ในการหาค่าอุณหภูมิผิวหน้า ตั้งแต่ดาวเทียม NOAA-7 เป็นต้นมา ระบบ TOVS (TIROS Operational Vertical Sounder) เป็นอีกระบบ ที่สำคัญ และใช้ในการคำนวณหาค่าอุณหภูมิของชั้นบรรยากาศในแนวดิ่ง แยกได้เป็น 3 ระบบย่อย คือ HRIR (High Resolution Infrared Radiometer) SSU (Stratospheric Sounding Unit) และ MSU (Microwave Sounding Unit)

สำหรับดาวเทียม 4 ดวงสุดท้ายในชุด TIROS-N/NOAA A-G คือ NOAA 8-11 เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า ดาวเทียม Advanced TIROS-N (ATN) ซึ่งมีการเพิ่มอุปกรณ์ Search and Rescue (SAR) Solar Backscatter Ultra-Violet (SBUV) และ Earth Radiation Budget Sensing System (ERBSS).



ภาพที่ 3.1 ดาวเทียม NOAA
ที่มา สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

2) ดาวเทียม NIMBUS

ดาวเทียมชุดนี้จัดว่าเป็นดาวเทียมเพื่อการวิจัยและพัฒนามากกว่าที่จะเป็นดาวเทียมปฏิบัติการเหมือนดาวเทียม TIROS ดาวเทียม NIMBUS-1 เริ่มปฏิบัติการเมื่อปี พ.ศ. 2507 และดวงสุดท้าย คือ NIMBUS-7 ส่งขึ้นในปี พ.ศ. 2521 แม้ว่าจะเป็นดาวเทียมที่ใช้ประโยชน์หลักทางด้านอุตุนิยมวิทยา แต่สำหรับดวงสุดท้ายได้บรรทุกเครื่องมือที่ใช้สำรวจสภาพแวดล้อมในชั้นบรรยากาศและสมุทรศาสตร์อีกด้วย เช่น เครื่อง Coastal Zone Color Scanner (CZCS) ถ่ายภาพ ใน 7 ช่วงคลื่น สำหรับใช้ในการศึกษาคลอโรฟิลล์ และสารสีเหลือง ตลอดจนอุณหภูมิผิวหน้าทะเล.

4) ดาวเทียม Defense Meteorological Satellite Program (DMSP)

เป็นดาวเทียมทางการทหาร ซึ่งดวงแรกขึ้นสู่วงโคจรตั้งแต่ พ.ศ. 2509 แต่ได้มีการเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณชนในราวปลายปี พ.ศ. 2515 DMSP เป็นดาวเทียมแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ ถ่ายภาพด้วยกล้องวิดิคอน ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ภาพมีรายละเอียดประมาณ 3 กิโลเมตร นอกจากนี้ ยังมีอุปกรณ์ที่ถ่ายภาพ

ใน 2 ช่วงคลื่น คือ 0.4-4 ไมโครมิเตอร์ (ช่วงพลังงานจากดวงอาทิตย์) และ 8.0 - 12.0 ไมโครมิเตอร์ (พลังงานจากโลก) มีรายละเอียดภาพประมาณ 200 เมตร การถ่ายภาพในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น สามารถกระทำได้แม้ในเวลากลางคืน เช่น ภาพแสดงแสงสียามค่ำคืน การใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ รวมถึงการดูไฟป่า ภูเขาไฟระเบิด แหล่งน้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ.

5) ดาวเทียม SMS/GOES

SMS/GOES (Synchronous Meteorological Satellite / Geostationary Operational Environmental Satellite) เป็นดาวเทียมประจำถิ่นอยู่ที่ระดับความสูง 35,000 กิโลเมตร ดาวเทียม SMS-1, SMS-2, GOES-1, GOES-2, และ GOES-3, เข้าสู่วงโคจรเมื่อเดือนพฤษภาคม 2517, กุมภาพันธ์ 2518, ตุลาคม 2518, มิถุนายน 2520 และมิถุนายน 2521 โดยมีตำแหน่งเหนือแนวศูนย์สูตรที่ลองจิจูด 45° W, 130° W, 126° W, 107 W , 90° W ตามลำดับ. เครื่องมือหลัก คือ VISSR (Visible and Infrared Spin-Scan Radiometer) ถ่ายภาพของซีกโลกในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นทั้งหมด 8 ช่วงคลื่น ได้ในทุก ๆ 30 นาที และช่วงคลื่นความร้อน 2 ช่วงคลื่น ในเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน โดยมีรายละเอียดภาพ 800 เมตร และ 8 กิโลเมตร ตามลำดับ ภาพหนึ่งๆ จะคลุมเนื้อที่ในรัศมีจากละติจูด 60 องศาเหนือ ถึง 60 องศาใต้

GOES-4 ถึง -7 (พ.ศ. 2523 จนถึงปัจจุบัน) เป็นดาวเทียมที่ได้รับการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น คือ มีระบบ VISSR (Visible and Infrared Spin-Scan Radiometer Atmospheric Sounder) ที่ทำงานในลักษณะถ่ายภาพสลับในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นและความร้อน และให้ข้อมูลโครงสร้างการกระจายตัวของอุณหภูมิและไอน้ำในลักษณะ 3 มิติด้วย ดาวเทียมทั้ง 4 ดวง อยู่ที่ตำแหน่ง 43° W, 108° W, 134° W, 74.3° W ตามลำดับ.

สำหรับในย่านมหาสมุทรแปซิฟิคนี้ ดาวเทียมที่ทำหน้าที่เหมือน GOES คือ ดาวเทียมGMS ของญี่ปุ่น ซึ่งประเทศไทยได้ใช้ประโยชน์อย่างมากในการพยากรณ์อากาศ.

2.2 ดาวเทียมสำรวจสมุทรศาสตร์

แม้ว่าดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และดาวเทียมประเภทอื่นๆ จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูลซึ่งสามารถนำมาใช้ในการศึกษาด้านสมุทรศาสตร์ได้ดีพอสมควร โดยส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์ประเภท IR Radiometer แต่ดาวเทียมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในงานสมุทรศาสตร์อย่างแท้จริงดวงแรก คือ ดาวเทียม SEASAT.

1) ดาวเทียม SEASAT (2521)

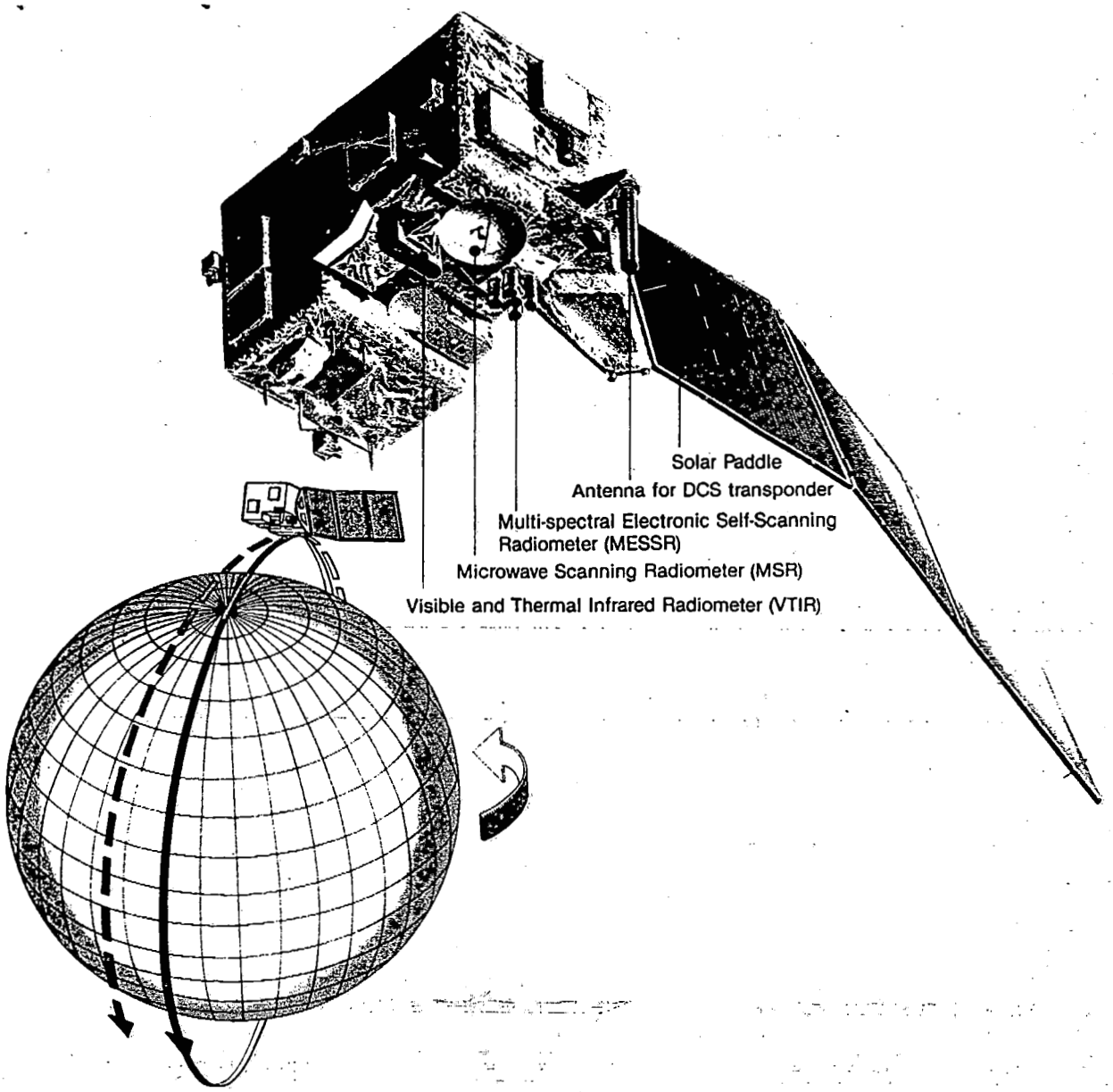
โคจรที่ระดับความสูง 800 กิโลเมตร ในลักษณะวงโคจรใกล้ขั้วโลก ได้รับการออกแบบให้สามารถถ่ายภาพสลับกันระหว่างกลางวันและกลางคืนทุก ๆ 36 ชั่วโมง บริเวณถ่ายภาพครอบคลุมมหาสมุทรต่าง ๆ ถึงร้อยละ 95 เป็นที่น่าเสียดายว่าหลังจากปฏิบัติงานได้เพียง 99 วันก็เกิดการขัดข้องของเครื่องมือ เป็น

เหตุให้ดาวเทียมหมดสภาพการปฏิบัติงานภายในระยะเวลาอันสั้น แต่แม้กระนั้นก็ดี จากการศึกษาข้อมูลที่ได้ก็ทำให้บรรดานักสมุทรศาสตร์เริ่มประจักษ์ถึงแนวทางใหม่ ในการสำรวจทางสมุทรศาสตร์ โดยอาศัยดาวเทียม ซึ่งก่อนหน้านี้ยังเป็นที่คลางแคลงอยู่อย่างมาก.

เครื่องมือส่วนใหญ่เป็นระบบไมโครเวฟ ที่มีขีดความสามารถตลอดจนการประยุกต์ใช้ในการศึกษาต่าง ๆ เช่น ระบบ SAR (Synthetic Aperture Radar) ซึ่งใช้ช่วงคลื่น L-band (25 เซนติเมตร) ถ่ายภาพในแนวกว้าง 100 กิโลเมตร ในแนวเฉียงจาก 230 ถึง 330 กิโลเมตรจากแนวโคจร มีรายละเอียดภาพ 25 เมตร ภาพถ่ายเรดาร์ดังกล่าวให้รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นผิวหน้าน้ำ (Surface wave) และคลื่นใต้ผิวน้ำ (Internal wave) ซึ่งเป็นประโยชน์ทางด้านสมุทรศาสตร์มาก ระบบที่น่าสนใจระบบที่สอง คือ Altimeter ซึ่งใช้วัดระดับสูงของดาวเทียม สามารถนำมาศึกษาหาความสูงของคลื่น (Wave height) และรูปร่างของจีออยด์ (Geoid) ความละเอียดที่ได้สูงถึง 0.5 ถึง 1 เมตร ในการศึกษาความสูงของคลื่น และ 10 เซนติเมตร ในการศึกษาจีออยด์ นอกจากนี้ยังมี Radiometer ที่ถ่ายภาพทั้งช่วงคลื่นที่ตามองเห็นและความร้อน ให้รายละเอียดของภาพ 7 กิโลเมตร ส่วน Microwave Radiometer ใช้สำหรับศึกษาน้ำแข็งทะเล ไอน้ำในชั้นบรรยากาศ อุณหภูมิผิวหน้าทะเล และความเร็วลมที่มีขนาดปานกลางถึงขนาดสูง โดยถ่ายภาพในแนวกว้าง 1,000 กิโลเมตร ทุก ๆ 36 ชั่วโมง ให้รายละเอียดภาพ 25 กิโลเมตรสำหรับน้ำแข็งและ 125 กิโลเมตร สำหรับอุณหภูมิ ระบบสุดท้าย คือ Scatterometer สำหรับวัดความเร็วลมผิวหน้าทะเลที่มีขนาดต่ำถึงปานกลาง ถ่ายภาพในแนวกว้าง 1,200 กิโลเมตร คลุมทั่วโลกทุก ๆ 36 ชั่วโมง. (ดาราศรี ดาวเรือง, 2536 : 20-24)

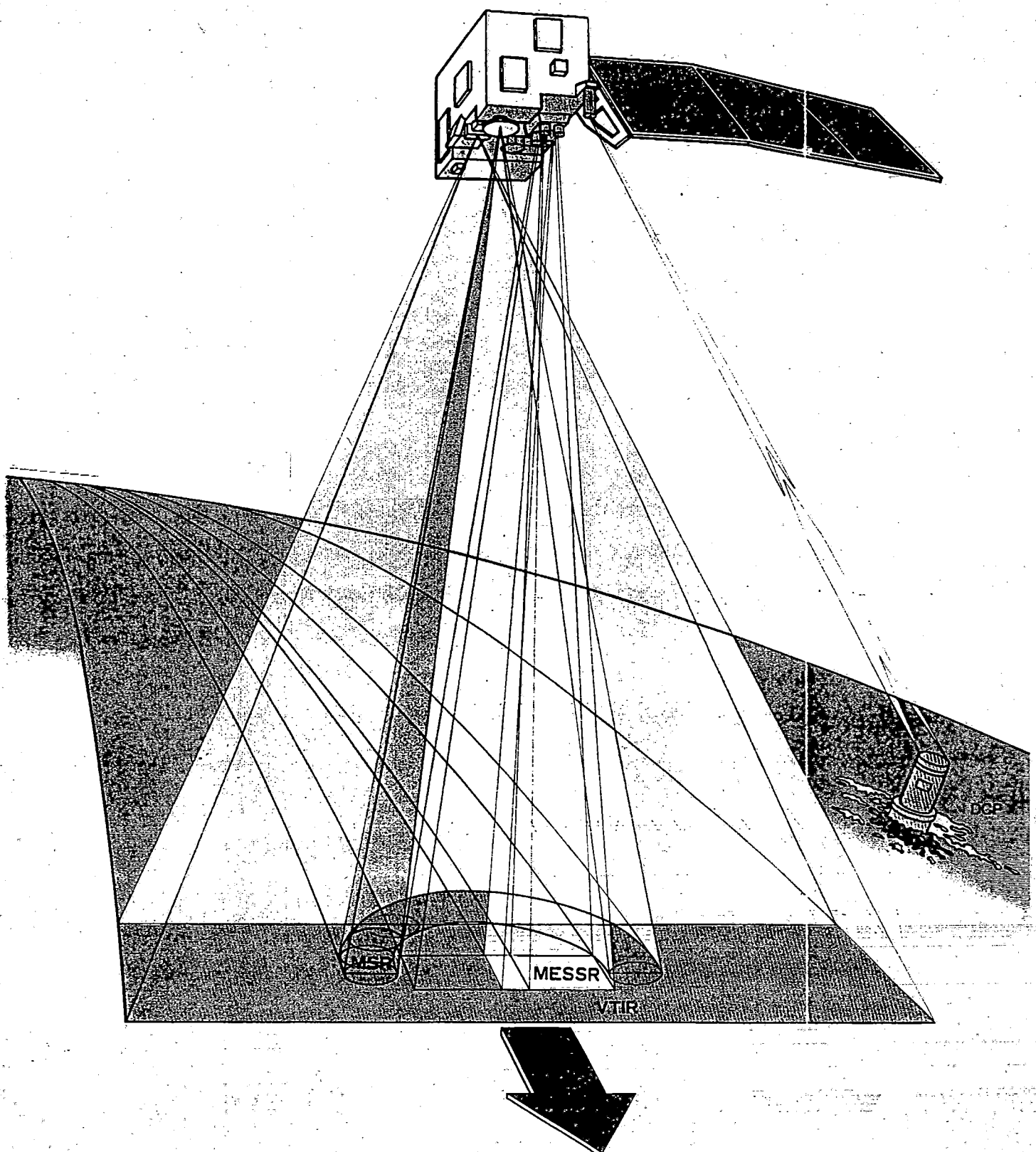
2) ดาวเทียม MOS-1

ดาวเทียม MOS-1 (Marine Observattion Satellite) เป็นดาวเทียมสำรวจพื้นพิภพและสมุทรศาสตร์ ได้ส่งขึ้นไปโคจรเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2530 โคจรสูงจากพื้นโลก 909 กิโลเมตร ในลักษณะ sun synchronous ทำมุมเอียง 99 องศา โดยจะทำการสำรวจข้อมูลและถ่ายภาพระหว่างเวลาท้องถิ่น 10.00-11.00 น.ทุกวัน และจะโคจรกลับมาสำรวจบริเวณเดิมทุก 17 วัน วันหนึ่งโคจร 14 รอบ 1 รอบใช้เวลา 103 นาที ดาวเทียม MOS-1 มีระบบอุปกรณ์สำรวจข้อมูล 4 ระบบ คือ



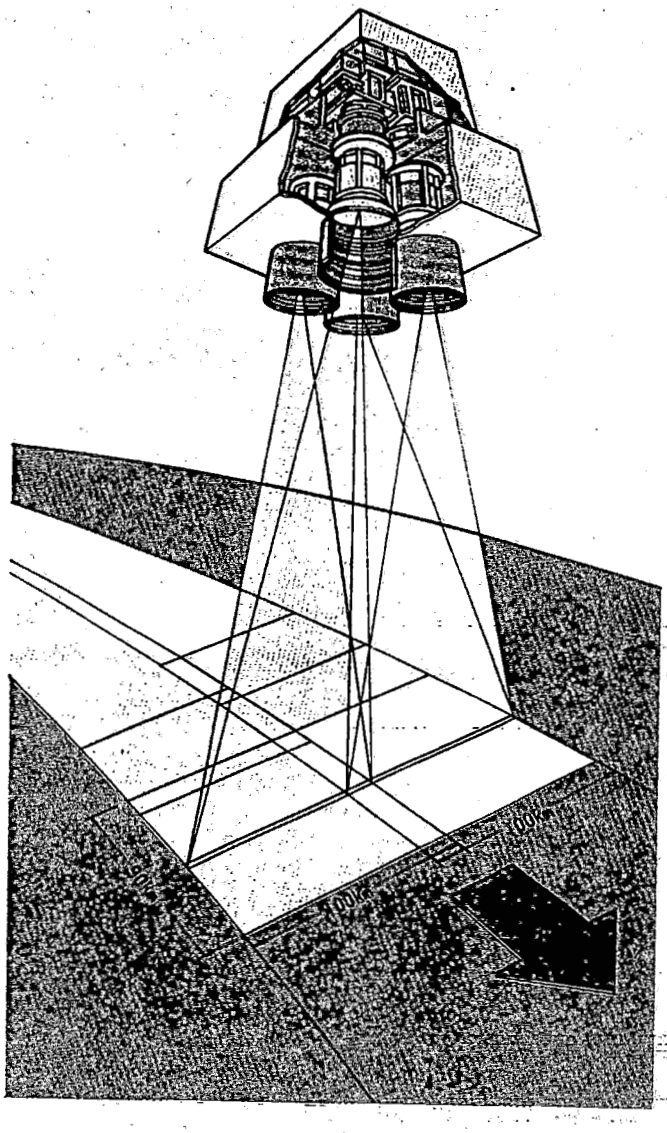
ภาพที่ 3.2 ระบบอุปกรณ์สำรวจข้อมูลและการโคจรของดาวเทียม MOS-1

ที่มา : Earth Observation Center.1991.



ภาพที่ 3.3 ดาวเทียม MOS-1 มีระบบอุปกรณ์สำรวจข้อมูล 4 ระบบ

ที่มา : Earth Observation Center.1991.

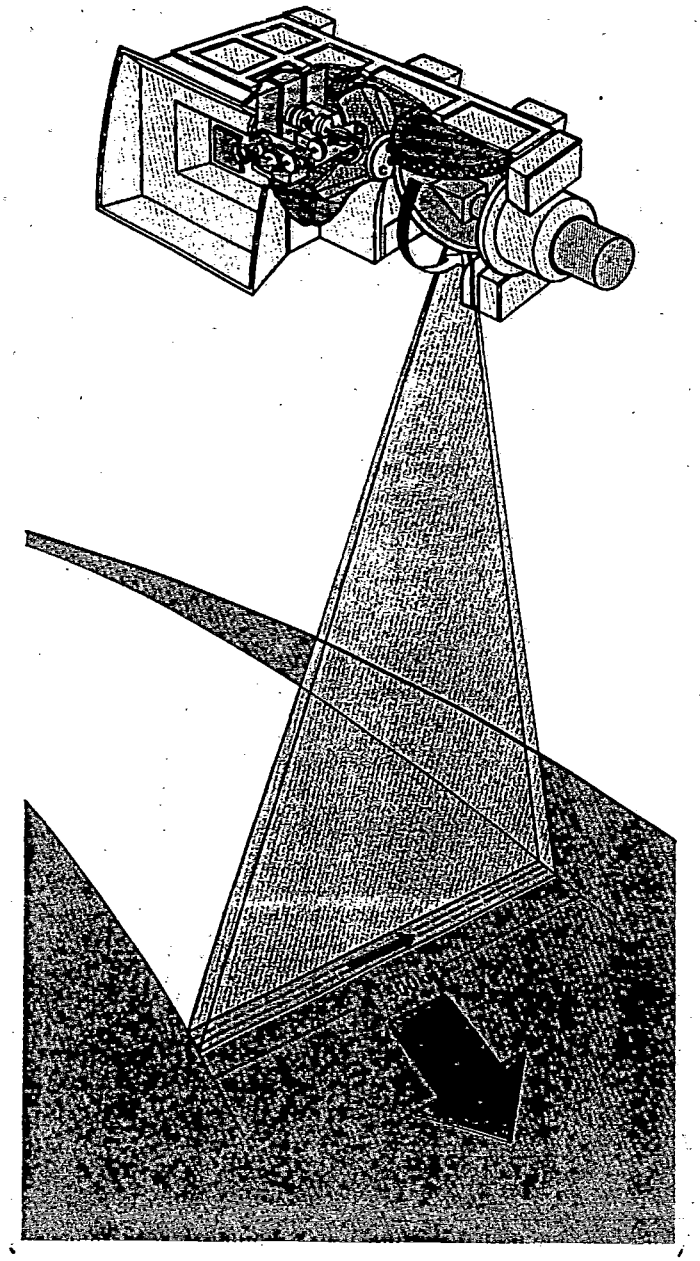


ภาพที่ 3.4 MESSR (Multi-spectral Electronic Self-Scanning Radiometer)

ที่มา : Earth Observation Center.1991.

2.1) MESSR (Multi-spectral Electronic Self-Scanning Radiometer)

บันทึกภาพใน 4 ช่วงคลื่น Visible 2 ช่วงคลื่น และ Near IR 2 ช่วงคลื่น มีความยาวช่วงคลื่น เช่นเดียวกับระบบ MSS ของดาวเทียม LANDSAT ระบบถ่ายภาพของ MESSR ประกอบด้วยกล้อง 2 ชุด แต่ละชุดมีกล้องถ่ายภาพ 2 ตัว ตัวหนึ่ง ๆ ถ่ายภาพ 2 ช่วงคลื่น ระบบถ่ายภาพเป็นแบบ Push Broom Scanning โดยมี Depector 2,048 ตัว สำหรับถ่ายภาพในระยะทางกว้าง 100 กิโลเมตร มีรายละเอียดข้อมูลเท่ากับ 50 เมตร (บทที่ 2 ตารางที่ 2.4)

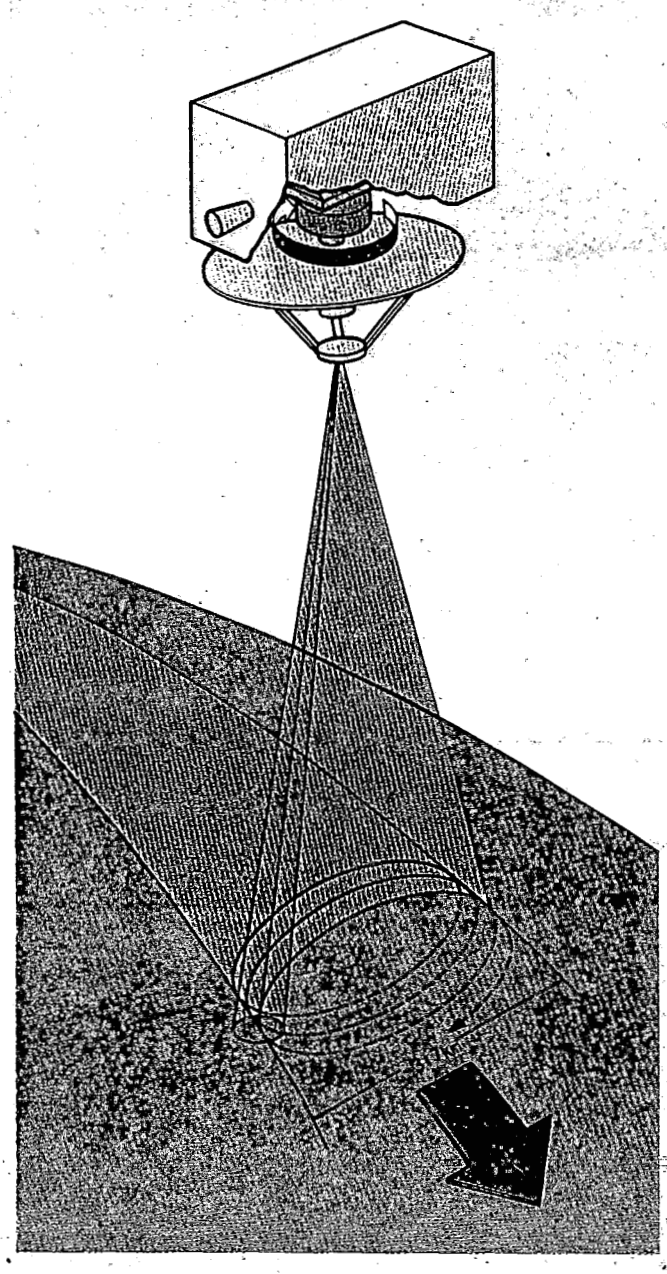


ภาพที่ 3.5 VTIR (Visible Thermal Infrared Radiometer)

ที่มา : Earth Observation Center.1991.

2.2) VTIR (Visible Thermal Infrared Radiometer)

บันทึกภาพใน 4 ช่วงคลื่น เป็นVisible 1 ช่วงคลื่นและ Thermal IR 3 ช่วงคลื่น ระบบถ่ายภาพเป็นแบบ Mirror Scan โดยใช้กระจกแบบหมุนรอบ (Rotating Mirror) จะวาดภาพในขนาด 1,500 x 1,500 กิโลเมตร โดยที่ในช่วง Visible จะมีรายละเอียด 900 เมตร ส่วนในช่วง Thermal IR จะมีรายละเอียด 2,700 เมตร ระบบนี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิต่าง ๆ ในทะเล การปกคลุมของเมฆและไอน้ำ



ภาพที่ 3.6 MSR (Microwave Scanning Radiometer)

ที่มา : Earth Observation Center.1991.

2.3) MSR (Microwave Scanning Radiometer)

ถ่ายภาพด้วยระบบ Passive Microwave Radiometer ทำการบันทึกข้อมูลในช่วงความถี่ 23 GHz และ 31 GHz โดยจะวาดภาพในลักษณะ Conical Scan ความกว้างช่วงถ่ายภาพ 317 กิโลเมตร และจะบันทึกภาพตลอดแนวความยาวของ Track ซึ่งมีความยาวสูงสุด 5,000 กิโลเมตร โดยที่ในช่วงความถี่ 23 GHz จะมีรายละเอียด 30 กิโลเมตร และในช่วงความถี่ 31 GHz มีรายละเอียด 10 กิโลเมตร ระบบนี้ให้ประโยชน์ในการสำรวจปริมาณไอน้ำและน้ำในบรรยากาศ ลมทะเล ตลอดจนการแผ่ปกคลุมของหิมะและของน้ำแข็งในทะเล

2.4) DCS (Data Collection System)

เป็นระบบสำหรับเก็บข้อมูลทางด้านสมุทรศาสตร์พร้อมทั้งยังสามารถวัดตำแหน่งของ DCP (Data Collection Platform) เช่น ตำแหน่งของเรือหรือทุ่นได้ด้วย

สถานีรับสัญญาณดาวเทียม MOS-1 ทั่วโลกทั้งในปัจจุบันและที่จะจัดตั้งในอนาคตอันใกล้นี้มี 9 แห่ง คือ ประเทศญี่ปุ่นที่ Hatoyama, Showa Base และ Kumamote: ของ ESA (European Space Agency) ที่ Tromso, Fucino, Maspalomas, Kiruna: ประเทศออสเตรเลีย ที่ Alice Springs และในประเทศไทยที่กรุงเทพฯ สำหรับสถานีรับสัญญาณดาวเทียม MOS-1 ในประเทศไทยตั้งในบริเวณสถานีรับสัญญาณดาวเทียมแลนด์แซทซึ่งจะรับข้อมูล 3 ระบบ คือ MESSR, VTIR และ MSR ซึ่งเป็นระบบรับและบันทึกข้อมูล (สุพรรณ กาญจนสุธรรม, 2535 : 26-30)

ระบบอุปกรณ์สำรวจข้อมูลของดาวเทียม MOS-1

1. จานอวกาศ (Antenna) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เมตร รับสัญญาณในช่วง X-band (8 GHz) สำหรับข้อมูล MESSR และ VTIR และรับสัญญาณในช่วง S-band (2.2 GHz)สำหรับข้อมูล MSR.

2. ระบบบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูล MESSR, VTIR, MSR, TLM (Telemetry Data)และ Time Signal ลงใน HDDT ขนาด 28 Tract โดยจะบันทึกข้อมูล MESSR และ VTIR ด้วยอัตราเร็ว 8.78 Mbps (High Data Rate)ส่วน MSR และ TLM ด้วยอัตรา 2,000 bpsและ 1,024 bps (Low Data Rate) .

3. อุปกรณ์แสดงภาพ (Quick Look Display Equipment)

- Image Display สำหรับแสดงภาพขณะที่รับสัญญาณ ซึ่งจะเป็นภาพจากระบบใดระบบหนึ่ง คือ MESSR หรือ VTIR หรือ MSR โดยที่ข้อมูล MESSR จะสามารถแสดงเป็นภาพสีผสมจาก 3 แบนด์ ส่วน VTIR และ MSR จะเป็นภาพสีเท็จ (Pseudo colour) ของแบนด์ใดแบนด์หนึ่ง

- อุปกรณ์ถ่ายภาพ สามารถถ่ายภาพข้อมูลจากระบบใดระบบหนึ่ง คือ MESSR หรือVTIR หรือ MSR ซึ่งภาพที่ถ่ายนี้อาจเป็นคนละภาพกับที่แสดงบนจอภาพก็ได้

2.3 ดาวเทียมสำรวจแผ่นดิน

1) ดาวเทียม LANDSAT

โครงการดาวเทียม LANDSAT เดิมเป็นโครงการขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) ต่อมาได้มีการโอนกิจการดาวเทียม LANDSAT ให้ EOSAT ซึ่งเป็นบริษัทเอกชนเพื่อดำเนินการในเชิงพาณิชย์

ความสูงของวงโคจรของ LANDSAT คือ 920 กิโลเมตร โดยผ่านเส้นศูนย์สูตรที่มุม 99 องศา จำนวนรอบของการโคจรต่อหนึ่งวันคือ 14 รอบ (หนึ่งรอบกินเวลา 103 นาที) และกลับมาที่เดิมบนจุดต่าง ๆ ของโลกเวลาเดิมคือ 9.30 น. ของเวลาท้องถิ่นในทุก ๆ 16 วัน การคงที่และการสม่ำเสมอในการกลับมายังจุดเดิมในเวลาเดิม ทำให้ได้ข้อมูลที่อยู่ในเวลาเดียวกันทุกครั้ง ซึ่งเป็นการง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 3.1 โครงการดาวเทียม LANDSAT

	อายุการทำงาน	ประเภท Sensor
LANDSAT-1	ส่งขึ้น 22 มกราคม 2515 หมดอายุ 6 มกราคม 2522	MSS, RBV
LANDSAT-2	ส่งขึ้น 22 กรกฎาคม 2515 หมดอายุ 22 มกราคม 2523	MSS, RBV
LANDSAT-3	ส่งขึ้น 5 มีนาคม 2521 หมดอายุ 25 กุมภาพันธ์ 2525	MSS, RBV
LANDSAT-4	ส่งขึ้น 16 กรกฎาคม 2525 หมดอายุ	MSS, TM
LANDSAT-5	ส่งขึ้น 1 มีนาคม 2527 หมดอายุ	MSS, TM

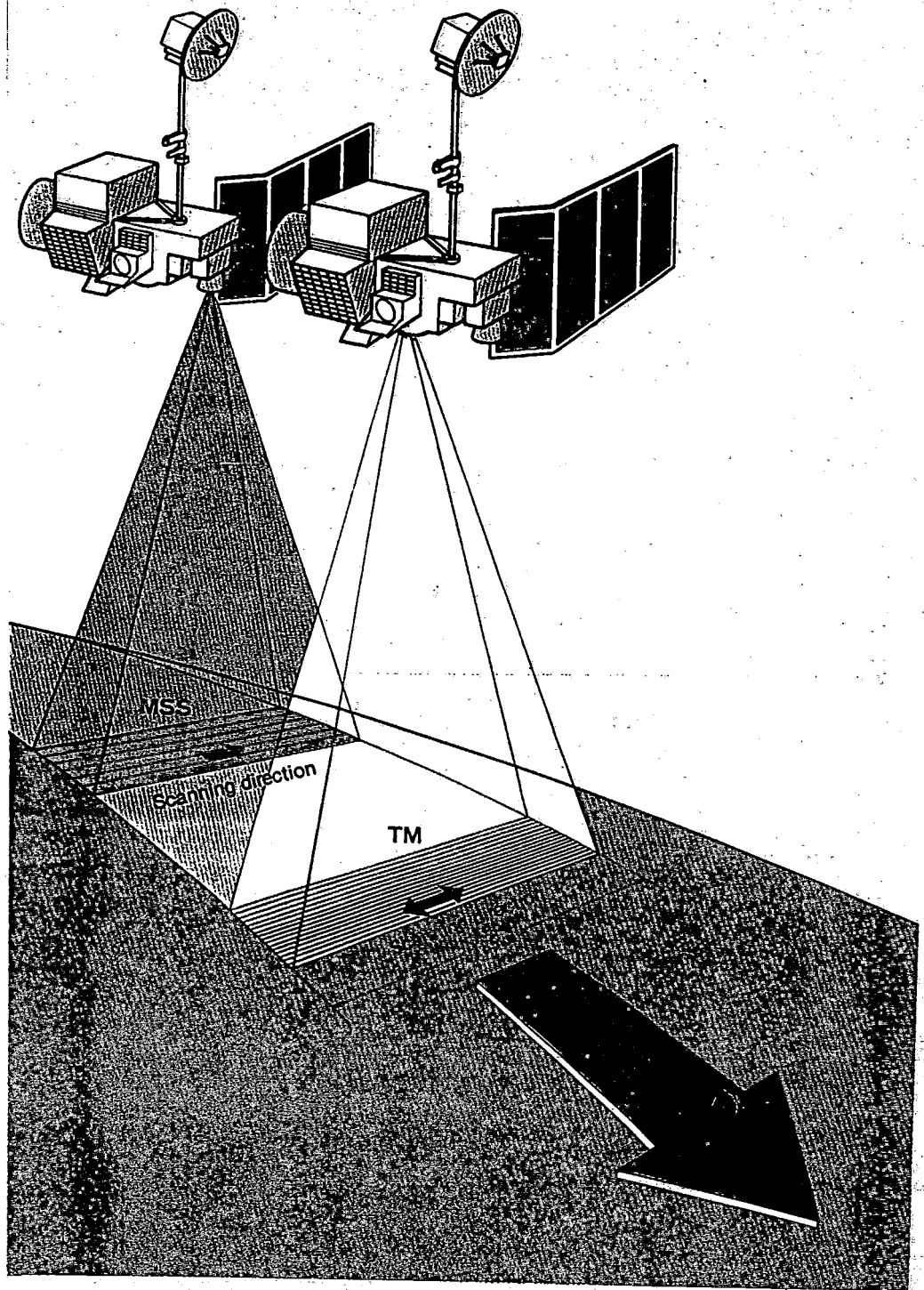
ที่มา สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของดาวเทียม LANDSAT

รายละเอียด	ดาวเทียมแลนด์แซทดวงที่	
	1,2,3	4,5
ความสูง	920 กม.	705 กม.
เวียนทำมุม	99 องศา	98 องศา
ใช้เวลารอบละ	103 นาที (14 รอบ/วัน)	99 นาที (14.5 รอบ/วัน)
ระยะห่างระหว่างวงโคจร	2760 กม.	2752 กม.
กลับมาซ้ำที่เดิม	18 วัน	16 วัน
เวลาที่ผ่านเส้นศูนย์สูตร (ท้องถิ่น)	8.50-9.30 น.	9.45 น.
ประเภทของ sensor	MSS, RBV	MSS, TM
ครอบคลุมพื้นที่	185 ตร.กม.	185 ตร.กม.
ภาพซ้อนกันด้านข้าง	14%	7.6%
เวลาของแต่ละ path ที่ติดกัน	1 วัน	7 วัน

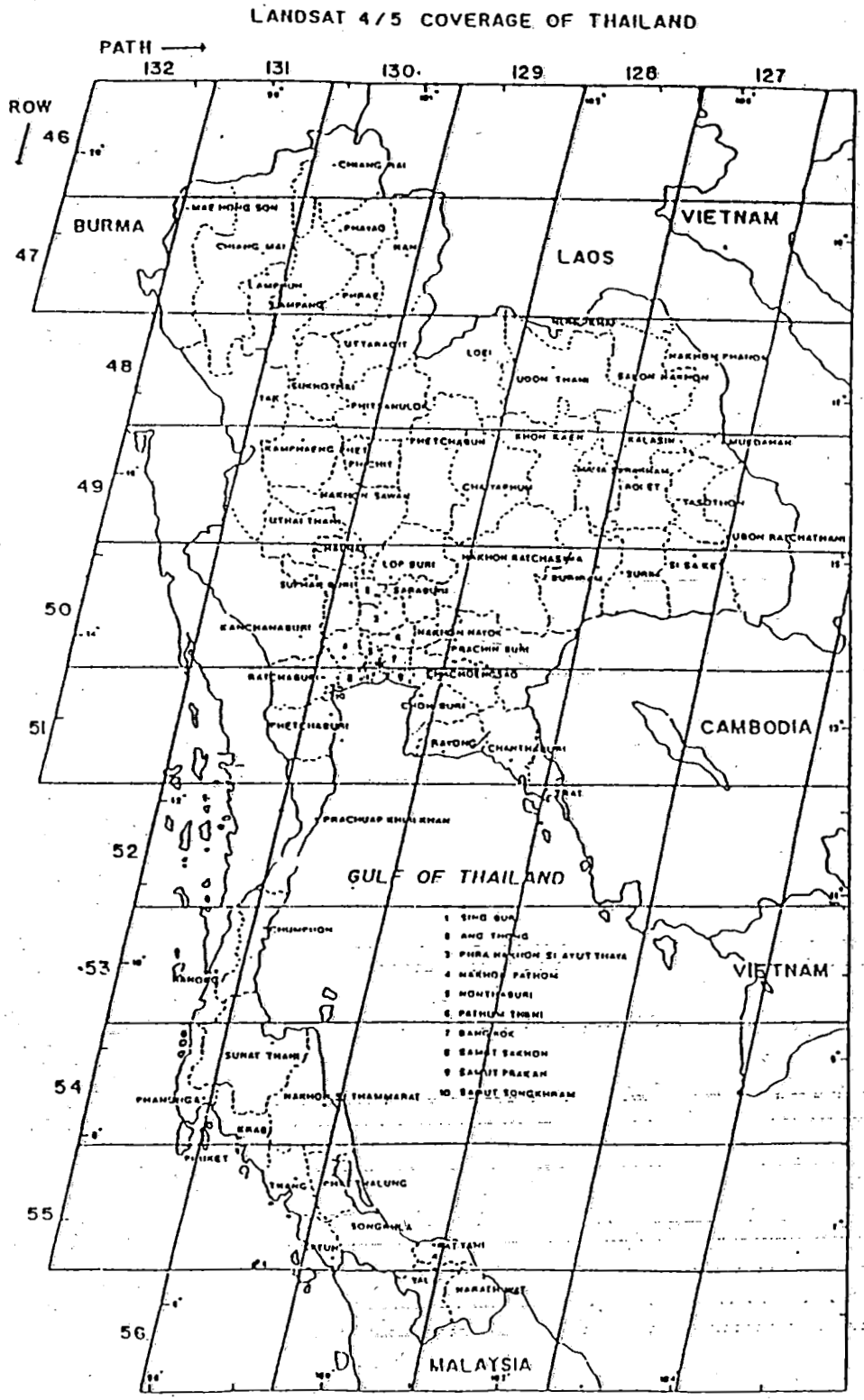
ที่มา สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

ผิวของโลกซึ่งได้รับการสำรวจและบันทึกโดย LANDSAT ในแต่ละวันรวม 14 แนวนั้นจะอยู่ห่างกัน 2,800 กิโลเมตรที่เส้นศูนย์สูตร แนวผ่านแต่ละแนวนั้นเครื่องมือจะมองเห็นความกว้าง 185 กิโลเมตร (115 ไมล์) ในวันต่อไปดาวเทียมจะโคจรผ่านในทางทิศตะวันตกห่างออกไปจากจุดเดิม 170 กิโลเมตรที่เส้นศูนย์สูตร โดยมีความกว้างของแนวเป็น 185 กิโลเมตรเช่นเดย ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ได้พื้นที่ซ้ำกัน 14 เปอร์เซนต์ ที่เส้นศูนย์สูตร ซึ่งทำให้อย่างน้อยระยะทาง 15 กิโลเมตร ของแต่ละด้านของแนวโคจรได้รับการสำรวจซ้ำกัน พื้นที่ที่ซ้ำกันหรือOverlap นี้จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับการเพิ่มของเส้นขนานที่ (Latitude) โดยจะเพิ่มขึ้น 19% เส้นขนานที่ 20 องศา และ 34% ที่เส้นขนานที่ 40 องศา ข้อได้เปรียบที่สำคัญของการ Overlap นี้ ก็อยู่ตรงที่ว่ามีโอกาสสองครั้งใน 2 วัน ที่จะได้ข้อมูลในส่วนของพื้นที่ Overlap (สุพรรณ กาญจนสุธรรม, 2536 : 9-14)



ภาพที่ 3.7 ระบบ MSS และ TM ของดาวเทียม LANDSAT 4-5

ที่มา : Earth Observation Center. 1991.

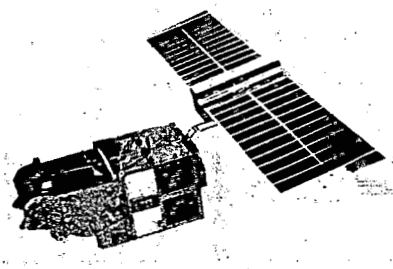


แผนที่ 3.1 แผนที่แนวโคจร LANDSAT 4 และ 5 ครอบคลุมประเทศไทย

ที่มา : คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ . 2538

2) ดาวเทียม SPOT

ดาวเทียม SPOT (Le System Probatoire D' Observation De La Terre) อยู่ในความรับผิดชอบของสถาบันอวกาศแห่งชาติฝรั่งเศส (Centre National d' Dtudes Spatiales :CNDS) ร่วมกับประเทศในกลุ่มยุโรป อุปกรณ์เก็บข้อมูลของ SPOT ประกอบด้วย High Resolution Visible (HRV) จำนวน 2 กล้อง คือ ระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Mode)มี 3 ช่วงคลื่น ให้รายละเอียด 20 x 20 เมตร (บทที่ 2 ตารางที่ 2.5) และระบบช่วงคลื่นเดียว(Panchromatic Mode) ให้รายละเอียด 10 x 10 เมตร (บทที่ 2 ตารางที่ 2.6) สมรรถนะ HRV ที่สำคัญประการหนึ่ง คือสามารถถ่ายภาพแนวเฉียงและนำมาศึกษาได้ในลักษณะ 3 มิติ ซึ่งให้รายละเอียดความลึกและความสูงของวัตถุได้ อันเป็นประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ในเชิงรายละเอียดได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ข้อมูลจาก SPOT นำไปใช้ศึกษาการสำรวจพื้นที่และแยกชนิดของป่า รวมทั้งไฟป่า การทำแผนที่ การใช้ที่ดิน ธรณีวิทยา อุทกวิทยา แหล่งน้ำ สมุทรศาสตร์และชายฝั่ง การพังทลายและการตกตะกอน ติดตามการประเมินผลสิ่งแวดล้อมและมลภาวะ การขยายตัวเมือง และการตั้งถิ่นฐาน ในอนาคตดาวเทียม SPOT - 3 และ 4 จะใช้ตัวบันทึกข้อมูลซึ่งเป็นChargeCoupled Device (CCD) ที่ทำในฝรั่งเศส และจะเพิ่มอีก 1 ช่วงคลื่นในอินฟราเรดใกล้ เพื่อประโยชน์ในการติดตามพืชเกษตร โดยมีรายละเอียดของภาพ 20 เมตร ระบบการรับข้อมูลของดาวเทียม SPOT 1 และ 2 จะแทนที่ด้วยช่วงคลื่น 0.61-0.68 ไมครอน ซึ่งมีรายละเอียด 10 เมตร นอกจากนี้มีอุปกรณ์ใหม่คือ Vegetation ให้ข้อมูลเกี่ยวกับพืชพรรณ โดยภาพนี้ได้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดกว้าง 2,000 กิโลเมตร และมีรายละเอียดของภาพดีกว่า 1 กิโลเมตร ใน 4 ช่วงคลื่นเหมือน HRV (ใน SPOT - 3 และ 4)



ภาพที่ 3.8 ดาวเทียม SPOT

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. 2536.

ระบบการถ่ายภาพ การใช้กระจกที่สามารถบังคับได้ (Sterable Mirror) ดาวเทียม SPOT จึงสามารถถ่ายภาพในระบบที่แตกต่างกันได้ 2 ระบบ คือ

1. ระบบการถ่ายภาพในแนวดิ่ง (Nadir Viewing) อุปกรณ์ HRV ทั้งสองชุดสามารถถ่ายภาพครอบคลุมแนวถ่ายที่อยู่ชิดกันได้ ในลักษณะเช่นนี้แนวถ่ายทั้งหมดจะมีความกว้าง 117 กิโลเมตร มีพื้นที่ซ้อนกันด้านข้าง 3 กิโลเมตร ส่วนบริเวณศูนย์สูตรแนวถ่ายที่อยู่ชิดกันกว้างประมาณ 108 กิโลเมตร ดังนั้น การถ่ายภาพครอบคลุมทั่วโลก จึงสามารถทำได้ด้วยการปรับกล้องในลักษณะนี้

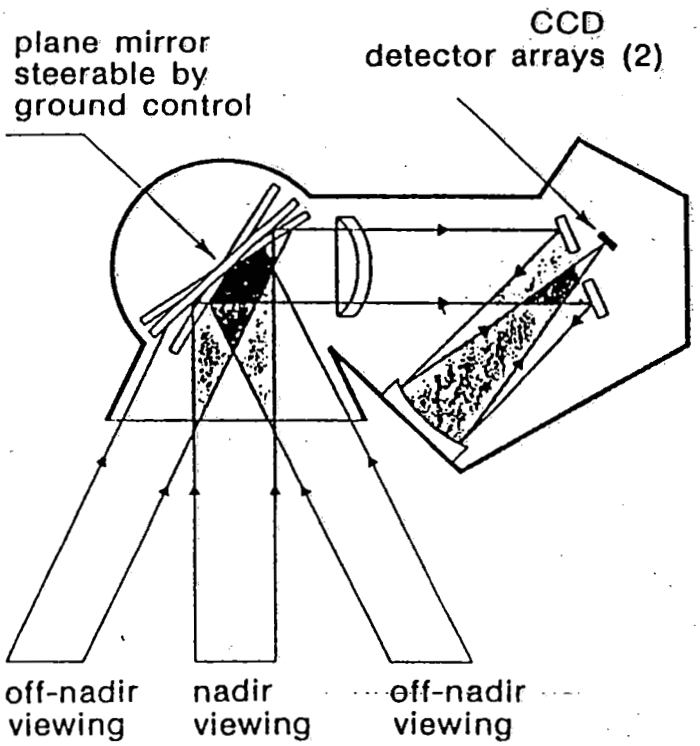
2. ระบบการถ่ายภาพแนวเฉียง (Off Nadir Viewing) ระบบนี้ใช้วิธีการปรับกระจกที่ใช้ปฏิบัติการให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยการควบคุมจากพื้นดิน ก็จะสามารถตรวจสอบพื้นที่ใดก็ได้ตามที่ต้องการซึ่งอยู่ในแนวกว้าง 950 กิโลเมตร พาดกลางแนวโคจรของดาวเทียมได้ ซึ่งพื้นที่ที่จะสำรวจนั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ตรงกลางแนวโคจร

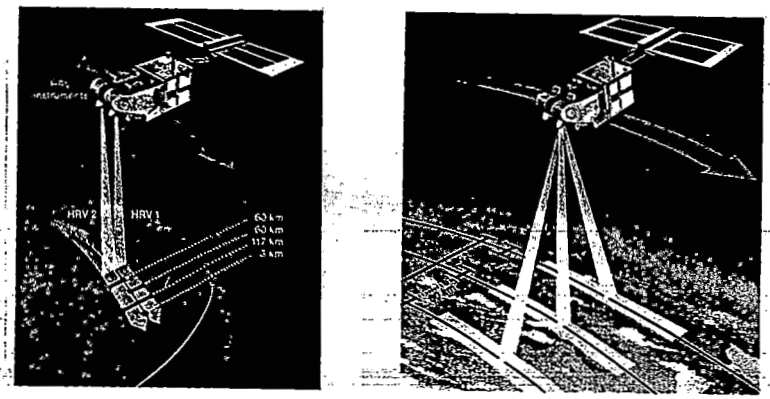
ความกว้างของแนวถ่ายภาพทั้งสองแนวจะแตกต่างกัน การถ่ายภาพในแนวดิ่งมีความกว้าง 60 กิโลเมตร และแนวเฉียงกว้าง 80 กิโลเมตร

คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในดาวเทียม จะเป็นตัวควบคุมระบบโปรแกรมในการบันทึกข้อมูลทั้งหมด การบันทึกข้อมูลทั้งสองวิธีจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องกัน รวมทั้งเปลี่ยนแปลงทิศทางการถ่ายภาพของอุปกรณ์

การโคจรกลับมาบริเวณเดิมทุกๆ26วัน นี้เป็นช่วงระยะเวลาไม่เพียงพอสำหรับการสังเกตและติดตามปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่บนผิวโลก แต่โดยคุณสมบัติพิเศษของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลนี้ สามารถถ่ายภาพเฉียงได้ถึง 7 แนวโคจร ในบริเวณศูนย์สูตรและ 11 แนวโคจรในเขตละติจูด 45 องศา ฉะนั้น การศึกษาติดตามการเปลี่ยนพื้นที่ที่สนใจสามารถดำเนินการได้จากข้อมูลบริเวณนั้นทุก ๆ 5 วัน

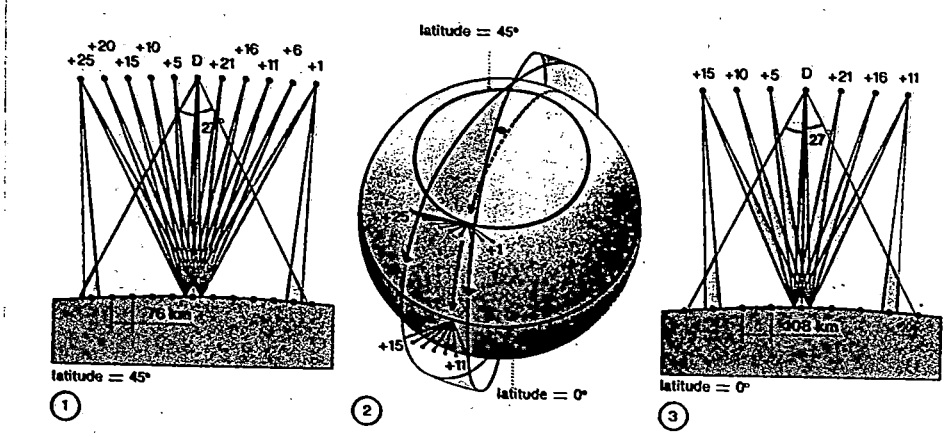
ความสามารถสำคัญอีกประการหนึ่งของอุปกรณ์ HRV ในการถ่ายภาพแนวเฉียงทำให้ข้อมูลที่ได้เป็นภาพซ้อน สามารถนำมาศึกษาในลักษณะสามมิติ ซึ่งภาพที่ได้เกิดจากมุมถ่ายภาพของการโคจร 2 แนว โดยทั่วไปแล้ว อัตราส่วนระหว่างระยะห่างของวงโคจรทั้งสอง กับความสูงจากพื้นโลกของดาวเทียมมีค่า 0.75 ที่บริเวณศูนย์สูตร 0.50 ที่เขตละติจูด 45 องศา (สุพรรณ กาญจนสุธรรม, 2536 : 16-20)





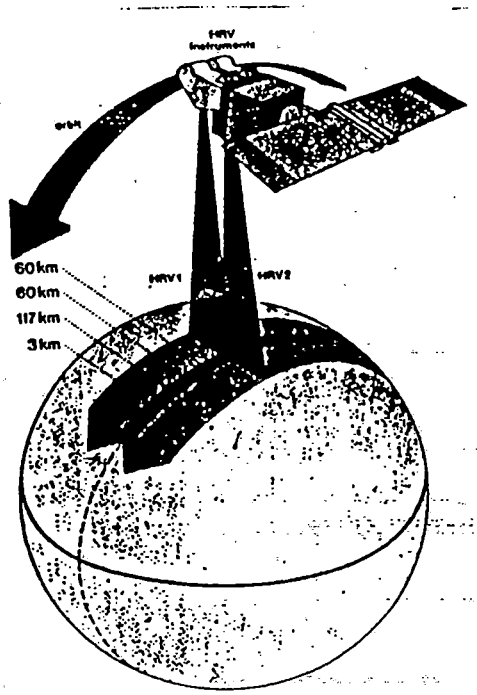
ภาพที่ 3.9 อุปกรณ์ระบบ HRV และการโคจรบันทึกภาพ ของดาวเทียม SPOT

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม. 2536

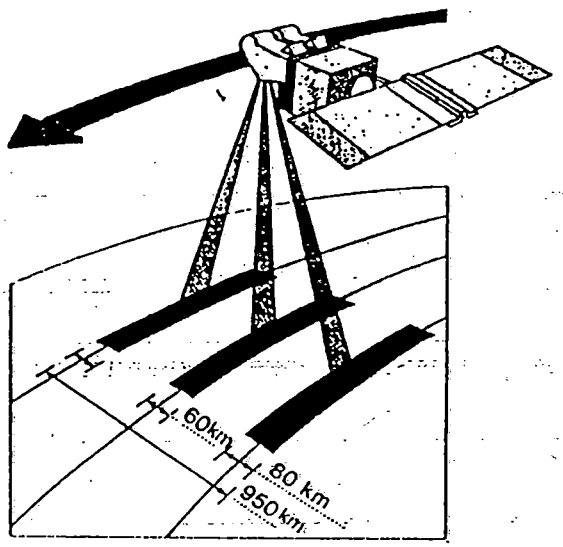


ภาพที่ 3.10 ความสามารถในการบันทึกภาพได้ถึง 7 แนวที่เส้นศูนย์สูตร และ 11 แนวโคจรที่ละติจูด 45 องศา

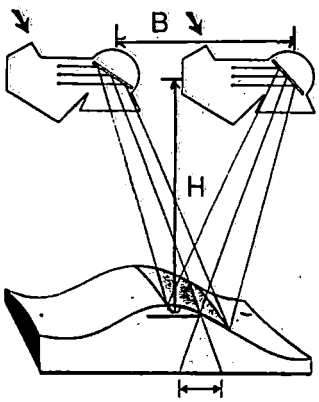
ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม, 2536



ภาพที่ 3.11 ระบบการถ่ายภาพแนวดิ่งของดาวเทียม SPOT

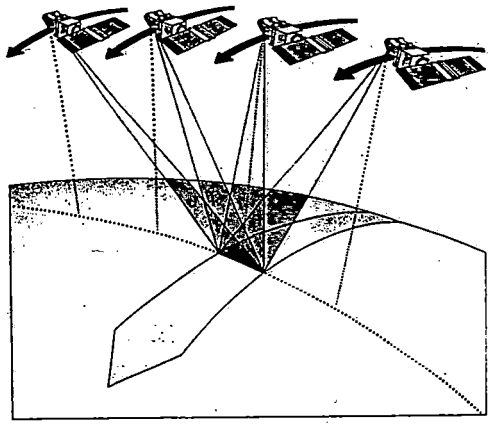


ภาพที่ 3.12 ระบบการถ่ายภาพแนวตรงและแนวเฉียงของดาวเทียม SPOT

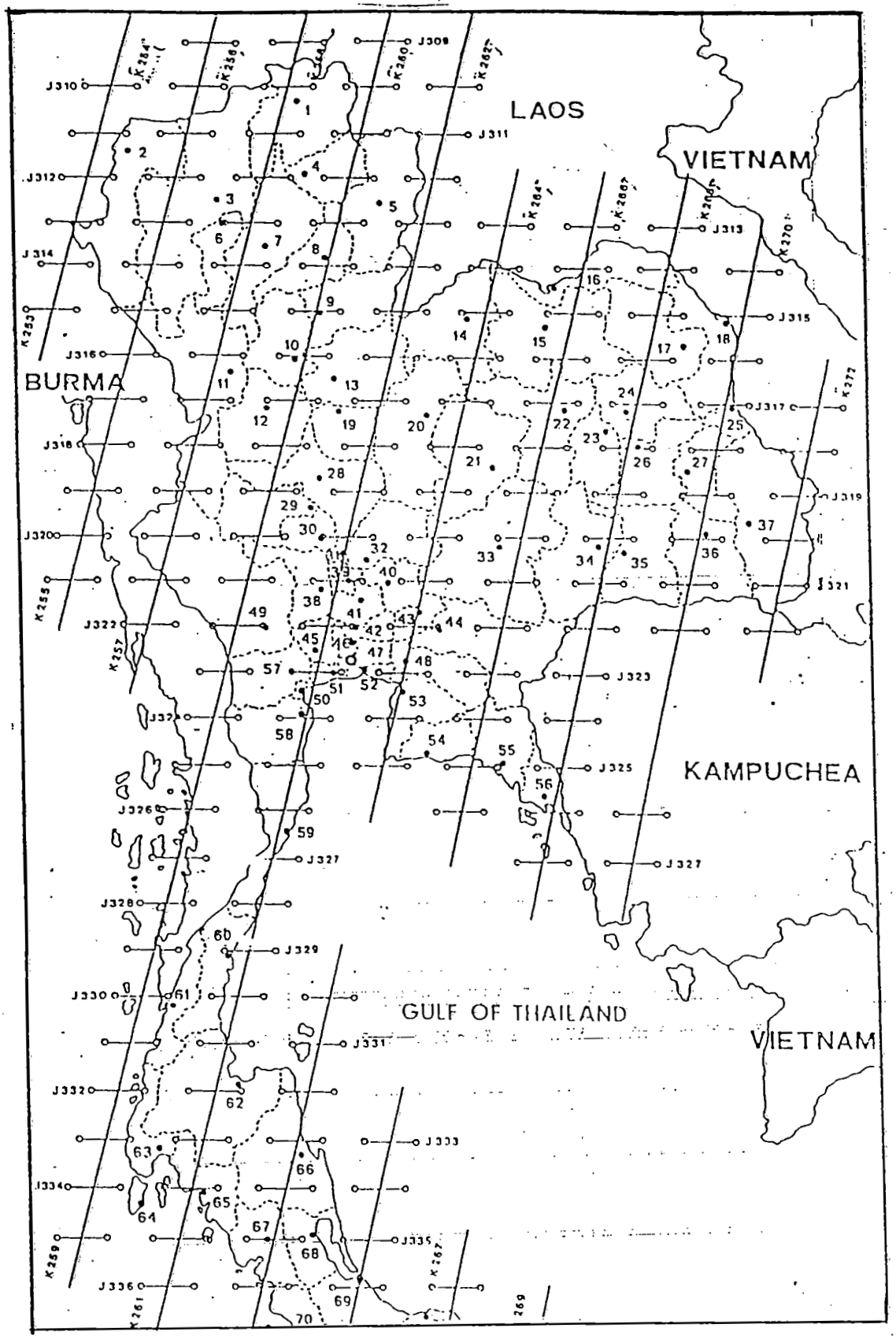


ภาพที่ 3.13 ระบบการถ่ายภาพแนวเฉียงทำให้สามารถศึกษาเป็นภาพสามมิติได้

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม, 2536



ภาพที่ 3.14 ความสามารถในการบันทึกภาพจากวงโคจรข้างเคียง

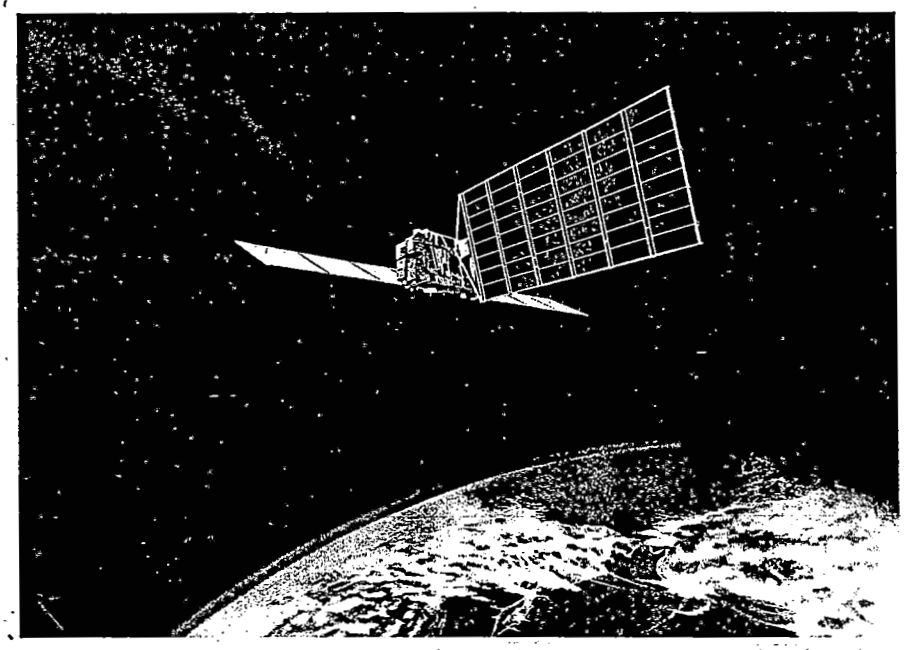


แผนที่ 3.2 แนวโคจรของดาวเทียม SPOT จุด o คือจุดกึ่งกลางภาพ

ที่มา สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

3) ดาวเทียม ERS-1

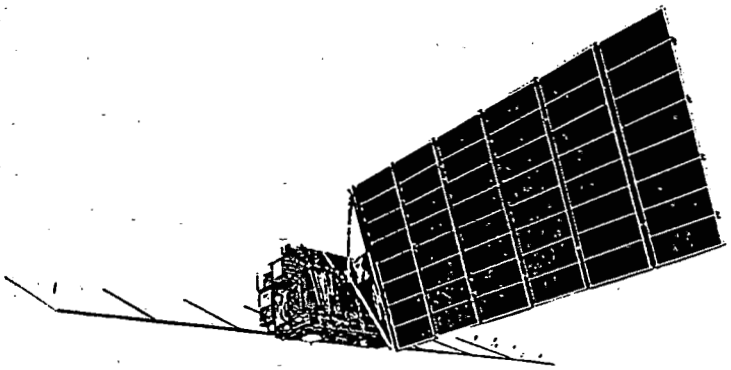
ERS-1 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติชุดแรก ที่องค์การอวกาศยุโรปได้พัฒนาและส่งขึ้นโคจรเมื่อวันที่ 17กรกฎาคม 2534 ใช้ศึกษาทางด้านสมุทรศาสตร์ ทั้งชายฝั่งและทะเลลึกได้ดีเช่นเดียวกับ SEASAT ดาวเทียมนี้โคจรในลักษณะสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ที่ระดับสูง 780 กิโลเมตร และย้อนกลับที่เดิมทุก 3 วัน ระบบที่ใช้ คือ SAR ซึ่งเป็นระบบเรดาร์ถ่ายภาพมีแนวกว้าง 100 กิโลเมตร รายละเอียดภาพ 30 เมตร OCM (Ocean Color Monitor) ถ่ายภาพ 10 ช่วงคลื่นจาก 0.4-11.5 ไมโครมิเตอร์ รายละเอียดภาพ 400 เมตร นอกจากนี้จะเป็นระบบ IMRS (Imaging Microwave Radiometer Scattterometer) ที่ 2 ความถี่ ใช้วัดทิศทางความเร็วลม และ Altimeter สำหรับศึกษาสภาวะท้องทะเล สำหรับ ERS-2 จะได้พัฒนาให้มีระบบ MSS มี 5 ช่วงคลื่น ถ่ายภาพมีแนวกว้าง 200 กิโลเมตร รายละเอียดภาพ 30 เมตร.



ภาพที่ 3.15 ดาวเทียม ERS-1
ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,
การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. 2536.

4) ดาวเทียม JERS-1

JERS-1 เป็นดาวเทียมที่ส่งขึ้นสู่วงโคจรโดยประเทศญี่ปุ่นเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2535 โคจรที่ระดับสูง 568 กิโลเมตร มีอุปกรณ์คล้ายคลึงกับของดาวเทียม ERS-1 ของยุโรป คือ SAR ถ่ายภาพเป็นแนวกว้าง 75 กิโลเมตร และให้รายละเอียดภาพถึง 18 เมตร นอกจากนี้เป็นแบบถ่ายภาพในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นและอินฟราเรดใกล้ พร้อมทั้งความสามารถถ่ายภาพสามมิติ ภาพมีรายละเอียดประมาณ 18 x 24 เมตร.



ภาพที่ 3.16 ดาวเทียม JERS-1
ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. 2536.

3. วิวัฒนาการและความเป็นไปได้ในอนาคต

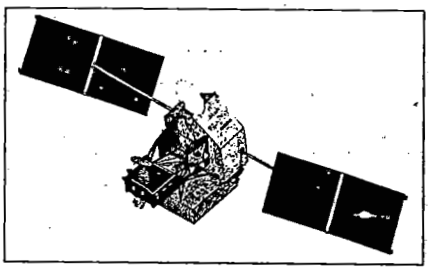
ความสำเร็จของดาวเทียมต่าง ๆ นับร้อยดวง ที่โคจรสำรวจโลกเรานั้น ไม่ทำให้กิจกรรมด้านวิจัยและพัฒนาดาวเทียมหยุดอยู่กับที่ ตรงกันข้ามความทะเยอทะยานที่จะสร้างระบบใหม่ ๆ ที่ใช้ประโยชน์ได้แยบยลกว่าเก่าได้เพิ่มมากขึ้น แม้ว่าบรรดาดาวเทียมที่ได้กล่าวถึงตั้งแต่ต้นจนบัดนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นดาวเทียมที่บริหารโดยประเทศสหรัฐอเมริกา มิใช่จะหมายความว่าประเทศอื่น ๆ จะปราศจากซึ่งเทคโนโลยีแขนงนี้ กล่าวได้ว่ากลุ่มประเทศยุโรปที่ร่วมในองค์การอวกาศแห่งยุโรป (European Space Agency) เป็นกลุ่มหนึ่งซึ่งกำลังมุ่งศึกษาด้านนี้อย่างจริงจัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศฝรั่งเศสซึ่งก้าวเข้าสู่วงการนี้หลังสหรัฐอเมริกาเป็นเวลานาน แต่ดูเสมือนว่าขณะนี้จะเป็นคู่แข่งที่น่ากลัวสำหรับสหรัฐอเมริกา ประเทศรัสเซียเป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีพัฒนาการด้านนี้อยู่ตลอดเวลา ตัวอย่างเช่น ดาวเทียม COSMOS (1963) ทางภาคพื้นเอเชียประเทศญี่ปุ่น เป็นประเทศแนวหน้าอยู่ในปัจจุบัน โครงการที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งซึ่งกำลังได้รับการพัฒนาโดยประเทศต่าง ๆ เพื่อส่งขึ้นปฏิบัติการในอนาคต และบางส่วนได้ส่งขึ้นปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว.

3.1 ดาวเทียม RADARSAT

ดาวเทียมนี้ประเทศแคนนาดาได้ส่งขึ้นโคจรประมาณปี พ.ศ.2537 เพื่อศึกษาสภาพน้ำแข็งในบริเวณมหาสมุทรอาร์กติกที่ขั้วโลกเหนือและพืชพรรณในเขตศูนย์สูตรเครื่องมือสำรวจจะเป็นระบบเรดาร์ ซึ่งมีประโยชน์ในการถ่ายภาพทะลุเมฆ โคจรที่ระดับสูง 792 กิโลเมตร แนวโคจรปกติ 16วัน แต่สามารถถ่ายภาพบริเวณขั้วโลกจากแนวละติจูด 71.5° เหนือขึ้นไปได้เป็นประจำวัน และระหว่างละติจูด 50°-71.5° เหนือ ได้ทุก 3 วัน รายละเอียดของภาพอยู่ในช่วง 8 เมตร ถึง 100 เมตร.

3.2 ดาวเทียม TRMM หรือ Tropical Rainfall Measurement Mission ของสหรัฐอเมริกา

เป็นดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาที่กำหนดได้ส่งขึ้นปฏิบัติการใน พ.ศ. 2537 โคจรที่ระดับ 300 กิโลเมตร ประกอบด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพในช่วงคลื่นตามองเห็น และความร้อน ระบบถ่ายภาพไมโครเวฟตลอดจนเรดาร์ มีรายละเอียดมาก 1 กิโลเมตร 10 กิโลเมตร และ 4 กิโลเมตร ตามลำดับ.

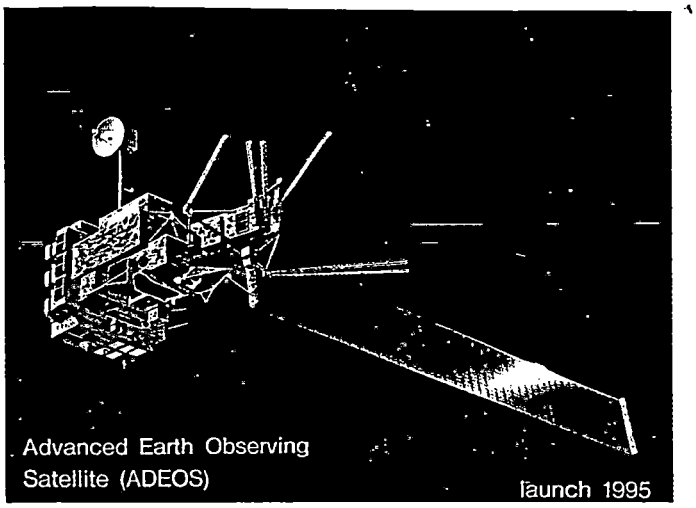


ภาพที่ 3.17 ดาวเทียม TRMM

ที่มา : Remote Sensing Technology Center of Japan

3.3 ดาวเทียม ADEOS

เป็นดาวเทียมอีกดวงหนึ่งของประเทศญี่ปุ่นได้ส่งขึ้นสู่วงโคจรในปี พ.ศ. 2538 ที่ระดับโคจร 800 กิโลเมตร วงโคจร 41 วัน โดยมีรอบโคจรย่อย 3 วัน ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 2 ชนิด คือ OCTS (Ocean Colour and Temperature Scanner) ถ่ายภาพ 12 ช่วงคลื่น จากที่ตามองเห็นจนถึงคลื่นความร้อน รายละเอียดภาพ 700 เมตร แนวถ่ายภาพกว้าง 1,500 กิโลเมตร อีกระบบ คือ AVNIR (Advanced Visible and Near IR Radiometer) ถ่ายภาพ 4 ช่วงคลื่น ในช่วงคลื่นตามองเห็น ถึงอินฟราเรดใกล้ ให้ภาพที่มีรายละเอียด 16 เมตรแนวถ่ายภาพกว้าง 80 กิโลเมตร.



ภาพที่ 3.18 ดาวเทียม ADEOS

ที่มา : Earth Observation Center

3.4 ดาวเทียม SEOS (Synchronous Earth Observing Satellite)

เป็นดาวเทียมที่คล้ายคลึงกับGOES แต่มีลักษณะพิเศษ คือ สามารถถ่ายภาพซูมสำหรับบางท้องที่ และให้รายละเอียดที่ใกล้เคียง หรืออาจจะดีกว่าของดาวเทียม LANDSAT ประโยชน์คือ ใช้ในการติดตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น พายุรุนแรง น้ำท่วม และไฟป่า.

3.5 ดาวเทียม MMS (Multimission Modular Spacecraft)

การทำงานอยู่ในลักษณะดาวเทียมพี่เลี้ยง ประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นแกนกลาง ซึ่งสามารถบรรทุกบรรดา Module สำหรับพลังงานระบบควบคุมการโคจร และอุปกรณ์การเก็บข้อมูลที่ต้องการ อุปกรณ์นี้จะเปลี่ยนแปลงได้ในแต่ละโครงการ.

3.6 ดาวเทียม STEREOSAT

มีวัตถุประสงค์ทางด้านธรณีวิทยา ประะกอบด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพ 2 ตัว ทำมุม 45° - 60° ซึ่งกันและกัน และถ่ายภาพในทิศทางด้านหน้าและด้านหลังของดาวเทียม รายละเอียดภาพประมาณ 10-15 เมตร เป็นดาวเทียมที่อาจจะส่งขึ้นโคจรในลักษณะของ MMS หรืออาจจะเป็นดาวเทียมชุด AEM เช่น HCMM ก็ได้เช่นกัน. (ดาราศรี ดาวเรือง, 2536 : 4-13)

4. สรุป

เป็นที่น่าสังเกตว่าการพัฒนาดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในอนาคตนั้นจะเน้นด้านความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล การปรับปรุงด้านรายละเอียดของภาพ (Resolution) ให้ได้ดียิ่งขึ้น เช่นประมาณ 10 เมตร ของดาวเทียม SPOT ซึ่งนับได้ว่านำหน้าดาวเทียมอื่นๆ อยู่ขณะนี้ นอกจากนี้ ยังมีแนวโน้มที่จะสร้างดาว

เทียมชำนาญพิเศษสำหรับใช้ในการศึกษาในแต่ละสาขาวิชา อย่างไรก็ดี การพัฒนาด้านกระบวนการข้อมูลและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องดำเนินควบคู่กันไป เพื่อให้มีสมรรถภาพที่สามารถจะรับและใช้ประโยชน์ข้อมูลดาวเทียม ที่จะเพิ่มขึ้นอย่างมากมายได้ทันต่อเหตุการณ์ สำหรับประเทศไทย ได้มีการนำเทคโนโลยีด้านนี้มาใช้ประโยชน์ค่อนข้างกว้างขวาง เริ่มจากการศึกษาวิจัย จนปัจจุบันเข้าสู่ขั้นปฏิบัติการในการนำสารสนเทศจากภาพถ่ายดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ ตลอดจนเสนอต่อผู้บริหารระดับสูงเพื่อช่วยในการตัดสินใจ นอกจากนี้ ยังมีกิจกรรมร่วมในด้านการประยุกต์ใช้ข้อมูลในส่วนภูมิภาคและระหว่างภูมิภาค เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศอาเซียนซึ่งมีวัฒนธรรมและความเป็นอยู่คล้ายคลึงกัน ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ซึ่งกันและกัน และด้วยความคาดหวังที่กลุ่มประเทศอาเซียนจะร่วมกันพัฒนาดาวเทียมที่เหมาะจะใช้ในเขตศูนย์สูตรโดยเฉพาะ และเพื่อให้กิจการร่วมด้านอวกาศเป็นกิจกรรมที่ยังประโยชน์แก่มนุษยชาติโดยส่วนรวมอย่างแท้จริง

บทที่ 4

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

1. ความมุ่งหมายของบทเรียน

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

1.2 เพื่อให้ผู้เรียนทราบข้อมูลภาพในลักษณะรูปภาพ

1.3 เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักฟิล์มสีของภาพถ่ายดาวเทียม

1.4 เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักลักษณะโครงสร้างของฟิล์มสี

1.5 เพื่อให้ผู้เรียนทราบส่วนประกอบของฟิล์ม

1.6 เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักวิธีใช้เครื่องวิเคราะห์ภาพ Procom II

2. เนื้อหาในบทเรียน

2.1 คำนำ

2.2 ข้อมูลภาพในลักษณะรูปภาพ

2.3 ฟิล์มสี

2.4 ลักษณะโครงสร้างของฟิล์มสี

2.5 ส่วนประกอบของฟิล์มสี

2.6 เครื่องวิเคราะห์ภาพ Procom II

3. วิธีสอนและกิจกรรม

3.1 บรรยายในชั้นเรียนโดยใช้ภาพแผ่นใสสีประกอบคำบรรยาย

3.2 เข้าห้องปฏิบัติการแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักวิธีใช้เครื่องวิเคราะห์ภาพ Procom II

3.3 ให้ผู้เรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องวิเคราะห์ภาพ Procom II

4. สื่อการสอน

4.1 แผ่นใสสีประกอบการบรรยายพร้อมเครื่องฉายข้ามศีรษะ

4.2 เครื่องวิเคราะห์ภาพ Procom II

4.3 ภาพ Positive Film ของดาวเทียม LANDSAT - 5 ระบบ TM มาตราส่วน 1 : 1,000,000 จำนวน 3 ภาพ

5. การวัดผลและการประเมินผล

5.1 สังเกตพฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม (ทักษะพิสัย)

5.2 สังเกตพฤติกรรมเป็นรายบุคคล (ทักษะพิสัย)

5.3 ตรวจสอบผลงานจากรายงาน

5.4 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ข้อทดสอบแบบปรนัยและอัตนัย (พุทธิพิสัย)

5.5 ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตลอดภาคเรียน (จิตพิสัย)

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

1. คำนำ

ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์นั้น มีอยู่สองประเภท คือ ในลักษณะข้อมูลรูปถ่ายและในลักษณะข้อมูลภาพเชิงตัวเลข สิ่งที่นำมาเสนอในข้อมูลทั้งสองรูปแบบก็คือระดับการสะท้อนแสง หรือการแผ่รังสีของสิ่งปกคลุมและพื้นผิวต่างๆ ของโลกตามสภาพความเป็นจริง ซึ่งตรวจวัดได้ด้วยอุปกรณ์สำรวจ เราจะเรียกข้อมูลนี้ว่าข้อมูลเบื้องต้น หรือข้อมูลดิบ ซึ่งยังคงมีความไม่สม่ำเสมอของระดับสัญญาณแสงบนภาพ อันเนื่องมาจากความแตกต่างในระดับความไวของตัวตรวจวัดซึ่งมักจะมากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไปในอุปกรณ์สำรวจ นอกจากนี้ ยังขึ้นกับทิศทางการถ่ายภาพอีกด้วย เช่น ในระบบกวาดถ่ายภาพ (Scanning) ซึ่งถ่ายภาพทั้งในการกวาดไปข้างหน้าและกวาดถอยหลัง ดังตัวอย่างระบบ TM ของดาวเทียม LANDSAT ความคลาดเคลื่อนของแสงเหล่านี้จะเป็นไปในลักษณะสม่ำเสมอและมีระบบ เช่น ลักษณะลายเส้นแนวขวางที่พบในระบบกวาดภาพ และลักษณะเป็นแถบในแนวตั้ง สำหรับระบบกวาดนิ่ง (Push broom) ความคลาดเคลื่อนอีกแบบหนึ่ง คือ ความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งหรือทางเรขาคณิต ทำให้เกิดความบิดเบี้ยวของรูปร่าง ความบิดเบี้ยวนี้เป็นอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ขณะดาวเทียมถ่ายภาพ รวมทั้งความไม่สม่ำเสมอในการทรงตัวของดาวเทียมเอง ในลักษณะการโคลงเคลงและการส่ายตัวตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของระดับและความเร็วในการโคจร อย่างไรก็ดี เราสามารถที่จะปรับความคลาดเคลื่อนทางแสงและเรขาคณิตได้ ด้วยกรรมวิธีทางข้อมูลโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ข้อมูลภาพดีขึ้น

ในบางกรณีข้อมูลภาพจากดาวเทียม อาจมีลักษณะที่ปราศจากความคมชัด และไม่ให้ความแตกต่างระหว่างพื้นผิวต่างประเภทที่ชัดเจน อาจด้วยสาเหตุจากสภาพการส่องสว่างที่ไม่ดีพอ หรือความขุ่นมัวในชั้นบรรยากาศ ตลอดจนคุณสมบัติการสะท้อนแสงที่ใกล้เคียงกัน การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพในกรณีนี้กระทำได้โดยวิธีการเน้นภาพ เพื่อดึงหรือเน้นรายละเอียดที่ต้องการให้ทราบเด่นชัดขึ้นมา วิธีการดังกล่าวจะแตกต่างกันไปขึ้นกับประเภทและลักษณะของข้อมูล

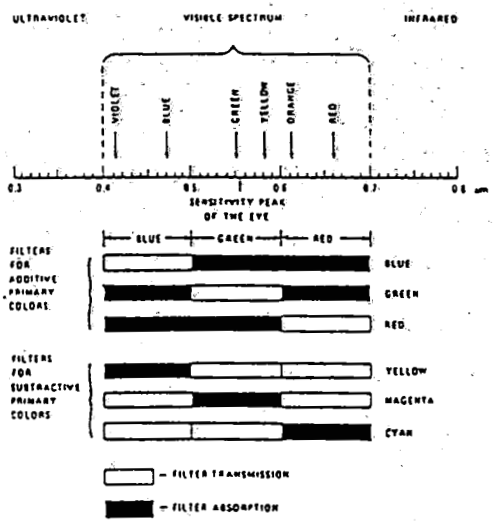
2. ข้อมูลภาพในลักษณะรูปถ่าย

การบันทึกสัญญาณภาพจากดาวเทียมโดยสถานีรับสัญญาณภาพดาวเทียมภาคพื้นดินนั้น สัญญาณจะได้รับการเปลี่ยนเป็นตัวเลข แล้วบันทึกลงบนเทปความหนาแน่นสูง เพื่อถ่ายทอดเป็นข้อมูลรูปถ่ายหรือข้อมูลภาพเชิงตัวเลข ภายหลังในการผลิตข้อมูลรูปถ่ายข้อมูลตัวเลข จะถูกเปลี่ยนเป็นระดับสีเทาแล้วบันทึกลงบนฟิล์มต้นฉบับ เพื่อนำไปอัดขยายในห้องแล็ปให้อยู่ในลักษณะตามความต้องการของผู้ใช้ต่อไป รูปถ่ายของแต่ละช่วงคลื่นของการถ่ายภาพจึงอยู่ในลักษณะภาพขาว-ดำ โดยมีระดับสีเทาเป็นตัวบ่งชี้ถึงค่าการสะท้อนแสง

จากสีขาว ซึ่งแสดงค่าการสะท้อนสูงสุด คือ 100 % จนถึงสีดำ ซึ่งมีค่าการสะท้อน 0 % (นั่นคือเกิดการดูดกลืน 100 %) ที่ช่วงคลื่นนั้น ๆ การทำภาพสีซึ่งเป็นการเน้นภาพประเภทหนึ่ง สามารถทำได้โดยการให้สีแต่ละช่วงคลื่นเลียนแบบระบบธรรมชาติ แล้วนำภาพที่ให้แสงสีแล้วนั้นมารวมกันอย่างน้อย 3 ภาพ จะเกิดเป็นภาพสีผสมขึ้น โดยปกติแล้วเรามักนิยมใช้แสงสีน้ำเงิน เขียว และแดง สำหรับช่วงคลื่นสั้นและยาวขึ้นมาตามลำดับของแสงในย่านที่ตามองเห็นจนถึงอินฟราเรด ภาพที่ได้จะมีลักษณะเหมือนภาพสีอินฟราเรด คือ พืชพรรณต่าง ๆ จะปรากฏเป็นสีแดง เนื่องมาจากปฏิกิริยาการสะท้อนสูงที่ช่วงคลื่นยาว ภาพที่พืชสีแดงนี้เราเรียกว่า "ภาพสีเท็จ" (False Colour Composite - FCC) และมีประโยชน์ในการใช้แยกพืชพรรณ อย่างไรก็ดีเราสามารถเลือกใช้รูปแบบการผสมด้วยการสลับสีหรือสลับช่วงคลื่นโดยไม่มีขอบเขตจำกัดขึ้นอยู่กับว่าต้องการจะเน้นลักษณะใดบนภาพขึ้นมา ยิ่งมีมากช่วงคลื่น โอกาสที่เราจะมีภาพสีผสมสำหรับใช้ประโยชน์ต่าง ๆ กันก็จะมีมากขึ้นด้วย.

3. ฟิล์มสี

สายตาของมนุษย์สามารถที่จะทำการแยกแยะลำดับชั้นของสี (Shade of Color) ได้ดีกว่าการแยกระดับความเข้มของสีเทา (Tone of Gray) คุณสมบัติที่สำคัญนี้ ทำให้ภาพสีเช่นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในด้านการบันทึกข้อมูล ทั้งโดยการบันทึกจากเครื่องบิน (Aerial Color Photograph) และการบันทึกในรูปของภาพถ่ายหลายช่วงคลื่นจากดาวเทียม (Multiband Satellite Image) ความรู้ความเข้าใจของมนุษย์ในด้านการมองเห็นแสงสีได้นั้น จนถึงปัจจุบันนี้ก็ยังไม่มีการกล่าวอธิบายได้อย่างกระจ่างชัด โดยทั่วไปแล้วการที่คนเรามองเห็นเป็นแสงสีได้นั้น เกิดจากการที่วัตถุต่าง ๆ สะท้อนพลังงานออกมาในรูปของแสงสีที่อยู่ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (หรือ Visible Light) จากภาพที่ 4.1 จะสามารถอธิบายได้ว่า สีขาวที่ตาของคนเรามองเห็นได้นั้น สามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 6 ช่วงชั้นสี โดยแต่ละช่วงคลื่นบอกให้เราทราบถึงจุดกลางของแต่ละสี ตาของมนุษย์สามารถรับรู้เป็นสีต่าง ๆ โดยประกอบและผสมผสานกับความเข้มของสีสามสี คือ สีน้ำเงิน เขียว และแดง ซึ่งทั้งสามสีนี้เรียกว่า "สีขั้นพื้นฐาน" (Additive Primaries Color)



ภาพที่ 4.1 ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นกับคุณลักษณะในการดูดกลืนแสง ซึ่งผ่านแสงสีของฟิลเตอร์สี Additive Primary และ Subtractive Primary.

ที่มา : สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ . 2538

ในภาพที่ 4.1 แสดงให้เห็นคุณสมบัติของฟิลเตอร์ต่าง ๆ ในแต่ละฟิลเตอร์สี เราสามารถที่จะสร้างภาพสีโดยการฉายแสงให้ผ่านฟิลเตอร์สีขั้นพื้นฐานแต่ละสีและให้ผ่านฟิล์มโพซิตีฟขาว-ดำ ลงบนพื้นรับภาพสีเดียวกัน ภาพที่ปรากฏออกมาก็จะเกิดเป็นภาพสีธรรมชาติได้ ตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจนในกรณีนี้คือโทรทัศน์สี หลักการสร้างภาพสีของโทรทัศน์ เป็นการสร้างจุดกำเนิดสีแต่ละสีให้อยู่ในจุดใกล้เคียงกัน ตาคนเราไม่สามารถจะแยกแยะความห่างของแต่ละสีที่ส่งเป็นจุดแต่ละจุดได้ ความเข้มของสีขั้นพื้นฐานแต่ละสีบนจุดภาพจุดหนึ่งก็จะส่งให้เกิดสีต่าง ๆ กันขึ้นมาได้

4. ลักษณะโครงสร้างของฟิล์มสี

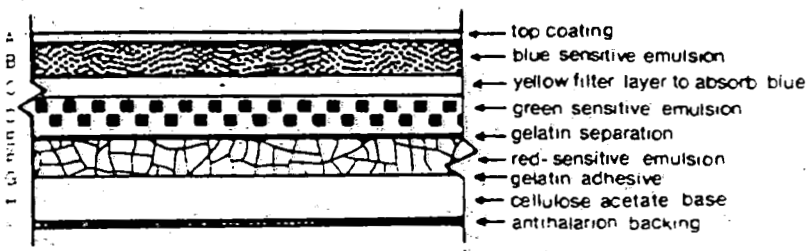
ส่วนประกอบที่สำคัญของฟิล์มสี ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ต่างออกไปจากฟิล์มขาว-ดำก็คือ "เยื่อไวแสง" (Emulsion) ที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ 3 ชั้น แต่ละชั้นออกแบบมาสำหรับบันทึกภาพเฉพาะแสงสีขั้นพื้นฐาน (Primary Colors) 3 สีคือ สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียว ชั้นละ 1 สี ฟิล์มสีจึงรู้จักกันทั่วๆ ไปว่า "Integral Tripack" เมื่อฟิล์มสีผ่านกระบวนการถ่ายและล้างฟิล์มแล้ว Emulsion ทั้ง 3 ชั้นจะถูกสร้างภาพขึ้นมาก่อน แล้วแต่ละชั้นก็จะถูกย้อม (Dyed) เป็นสีขั้นพื้นฐาน ต่อจากนั้น ส่วนของเม็ดเงินที่บแสงจะถูกชะล้างออกไป เหลือไว้แต่

เพียงสีทั้ง 3 ซึ่งเรียงติดต่อกันเป็นชั้น ๆ แม่สีขั้นพื้นฐานทั้ง 3 สีในแต่ละชั้นนี้จะรวมกันออกมาเป็นสีของภาพบนฟิล์ม

5. ส่วนประกอบของฟิล์มสี

ฟิล์มสี Positive ที่ผ่านการถ่ายและกระบวนการล้างฟิล์มแล้ว จะมีสีตรงตามธรรมชาติ ในระหว่างกระบวนการล้างฟิล์ม ภาพ Negative จะถูกกลับเป็นภาพ Positive และถูกย้อมสี (Dye) เป็นสีขั้นพื้นฐาน (Primary Color) เม็ดเงินจะถูกกัดออกไป เมื่อมองดูภาพสีทั้ง 3 ชั้น ผสมกันก็จะมองเห็นเป็นภาพ Positive ถูกต้องตามธรรมชาติ

ส่วนประกอบของฟิล์มสี Positive ที่เพิ่มขึ้นมาก็คือ Yellow Filter เป็นฟิลเตอร์สีเหลือง ทำหน้าที่ดูดกลืนแสงสีน้ำเงินที่อาจผ่านเข้ามาในชั้นที่มีอยู่ถัดไป และเพิ่มชั้น Gelatin Layer ที่ช่วยแบ่งแยก Emulsion ที่ไวต่อแสงสีแดง และสีเขียวออกจากกัน (ธงชัย สิมกิ่ง, 2536 : 127-130)



ภาพที่ 4.2 แสดงภาพหน้าตัดของฟิล์มสี
ที่มา : สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ . 2538

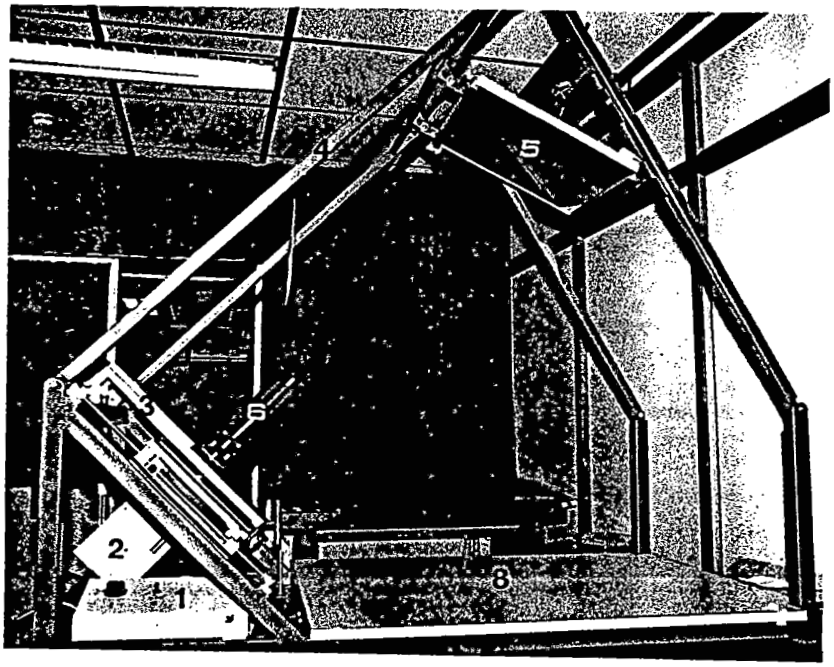
6. เครื่องวิเคราะห์ภาพ Procom II

6.1 ลักษณะโดยทั่วไป

Procom II เป็นเครื่องมือแบบตั้งโต๊ะที่มีความแข็งแรงทนทาน จึงช่วยให้ผู้ใช้สามารถขยายและวิเคราะห์กลุ่มข้อมูล และสามารถจะผสมผสานหรือซ้อนทับข้อมูล 2 กลุ่ม ให้อยู่ในมาตราส่วนเดียวกันได้

เครื่องมือนี้ประกอบด้วย เครื่องฉายภาพ (Projector) เครื่องเป่าลม (Blower) ที่ใส่ข้อมูล (Data Carrier) เลนส์ขยาย (Zoom Lens) แผ่นสะท้อนที่ทำให้เกิดการหักเห (Beam Deffector) กล่องควบคุม (Control

Box) พื้นที่ทำงาน (Working Surface) และกรอบสำหรับโยงยึด (Supporting Frame) ดังแสดงในรูปที่ 4.3 เครื่องฉายภาพจะส่องแสงไปยังแผ่นใสที่ใส่ไว้ในที่ใส่ข้อมูล ซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลแล้วยังสามารถหมุนเคลื่อนที่ไปได้ใน 2 ทิศทาง ในแนวราบซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเคลื่อนภาพให้อยู่ในบริเวณที่ต้องการ และพื้นผิวกระจกของแผ่นสะท้อนแสง จะทำการสะท้อนภาพให้ปรากฏบนพื้นที่ทำงาน



ภาพที่ 4.3 ลักษณะของเครื่อง Procom II

1. กล่องภาพควบคุม
2. เครื่องฉายภาพ
3. ที่ติดตั้งกล้องบันทึกภาพ
4. กรอบยึด
5. แผ่นสะท้อนทำให้เกิดการหักเหของแสง
6. เลนส์ขยายภาพ
7. ที่สำหรับใส่ข้อมูล
8. พื้นที่ทำงาน

Procom II เป็นเครื่องมือที่ออกแบบให้สะดวกต่อการใช้งาน การที่ไม่ต้องมองผ่านกล้องช่วยให้สามารถมองได้มุมกว้าง และปฏิบัติงานได้นานขึ้น คือ 6-8 ชั่วโมง โดยไม่เกิดอาการปวดตา การควบคุมสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และพื้นที่ทำงานที่มีขนาดกว้าง ช่วยให้สะดวกในการใช้แผนที่ ภาพที่ได้จากเครื่องฉายภาพที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ทำงานจะให้ภาพที่สว่างชัดเจน ไม่มีเงามัว

การปรับเครื่องมือ หรือการเคลื่อนที่ของที่ใส่ข้อมูล (Data Carrier) จะสัมพันธ์กับภาพที่ปรากฏบนพื้นที่ทำงาน ตามแนวความยาวของพื้นที่ทำงาน เรียกว่า แกน X และความกว้างเป็นแกน Y

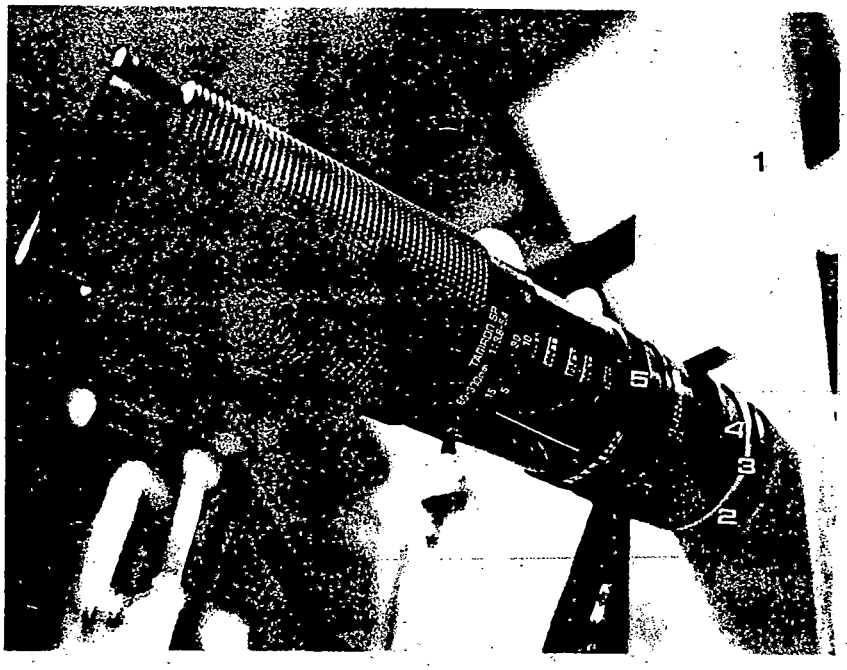
เครื่องมือ Procom II นี้ได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้มีการแกว่งของภาพน้อยที่สุด เครื่องฉายภาพและเครื่องเป่าลม จะยึดติดอยู่กับแผ่นเหล็กที่ยึดติดกับโครงอย่างแข็งแรง อย่างไรก็ตาม บางครั้งภาพที่ฉายออกมาอาจจะสั่นซึ่งอาจเกิดเนื่องจากเครื่องเป่าลมไปชนกับที่ใส่ข้อมูล หรือว่าเปิดเครื่องเป่าลมแรงเกินไป นอกจากนี้การเลือกโต๊ะวางเครื่องมือที่มีความแข็งแรงจะช่วยลดการสั่นสะเทือนในระหว่างที่ทำงานลงได้

6.2 เลนส์ที่จะใช้กับเครื่อง Procom II

1) เลนส์มาตรฐาน

โดยทั่วไปจะใช้เลนส์มาตรฐานขนาด 60-300 mm. สวมเข้ากับ Adaptor ที่สามารถใส่ได้ 2 ทาง และมีที่ยึดกับตัวเลนส์เป็นลักษณะแบบเขี้ยว (EL-Ring) ซึ่งติดตั้งอยู่บนแท่นที่มีลักษณะเป็นวงแหวน การใส่เลนส์ทำได้โดยง่าย โดยการหมุนให้จุดสีแดงที่อยู่บน Adaptor และ EL-Ring อยู่ตรงกัน แล้วค่อยหมุนเลนส์ตามเข็มนาฬิกาจนกระทั่งได้ยินเสียงดังคลิ๊ก ซึ่งหมายถึงอยู่ในตำแหน่งที่ล็อคเรียบร้อยแล้ว การถอดเลนส์เก็บก็ทำได้โดยการกดปุ่มล็อคบน EL-Ring และหมุนเลนส์ทวนเข็มนาฬิกา

เลนส์ขนาด 60-300 mm. จะให้กำลังขยายระหว่าง 6 เท่า ถึง 28 เท่า ถ้าใช้ภาพมาตราส่วน 1:1,000,000 เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT แบบโปร่งใส จะสามารถขยายได้เป็นมาตราส่วน 1:160,000 ถึง 1:35,000



ภาพที่ 4.4 แสดงการติดตั้งเลนส์บนแท่น

1. แท่นสำหรับใส่เลนส์ 2. แท่นเป็นรูปวงแหวน 3.EL-Ring
4. Adaptor - ที่สามารถสวมได้ 2 ทิศทาง 5. ฐานของเลนส์ขยาย

2) การใช้เลนส์ Teleconverter

เลนส์ที่มีความยาวโฟกัส 60-300 mm. นั้น สามารถจะเพิ่มกำลังขยายให้เป็นขนาด 3 เท่า ถึง 14 เท่า ได้ โดยใช้เลนส์ Teleconverter ขนาด 2 เท่า ใส่เข้าไปในระหว่างเลนส์ 60-300 mm. วิธีการมีดังต่อไปนี้ คือ

1 ถอด Adaptor 2 หัวออก โดยการกดปุ่มล็อค ซึ่งอยู่ที่ฐานของเลนส์และหมุนทวนเข็มนาฬิกา จนกระทั่งหลุดออก

2 ปรับปุ่มเขียวบนเลนส์ให้ตรงกับปุ่มเขียวที่อยู่บน Teleconverter แล้วดันเบา ๆ พร้อมๆ กับหมุน Teleconverter ในลักษณะตามเข็มนาฬิกา จนกระทั่งได้ยินเสียงคลิ๊กเบาๆ

3 หมุนสลักสีดำ 2 ตัว ที่อยู่บน Teleconverter ให้ตรงกับล็อคที่อยู่บนเลนส์ แล้วสวมเลนส์กับ Teleconverter เข้าด้วยกัน

4 เอาตัว Adaptor 2 หัวมาใส่ โดยการหมุนให้ปุ่มเขียวบนตัวสวมตรงกับปุ่มเขียวที่อยู่บน Teleconverter แล้วหมุนตามเข็มนาฬิกาจนมีเสียงดังคลิ๊กเบา ๆ และเข้าล็อค

5 หมุนสลักสีดำของตัว Adaptor ให้ตรงกับล็อคของ Teleconverter เพื่อให้เข้าสลักแน่นเป็นชิ้นเดียวกัน

6 ตัว Adaptor ซึ่งมีที่สวม 2 ทางถูกออกแบบให้ล็อคเลนส์ไว้ที่รูรับแสง (Aperture) ที่เล็กที่สุดคือf32 ซึ่งลักษณะนี้จะไม่ใช้กับเครื่องProcom II หลังจากที่สวม Adaptor กับ Teleconverter หรือเลนส์แล้วต้องตรวจสอบก่อนว่าวงแหวนของรูรับแสง (Aperture ring) ถูกล็อคอยู่หรือไม่โดยการหมุนดูถ้าหากวงแหวนหมุนไม่ได้ให้ปลดล็อคโดยกดปุ่มดำที่อยู่บนตัว Adaptor และลองหมุนวงแหวนของรูรับแสงทวนเข็มนาฬิกา

7 สวมเลนส์ลงบนแท่นรับเลนส์ตามปกติ

3) พิสัยของกำลังขยาย

เลนส์ประเภทอื่น ๆ อาจจะนำมาใช้กับเครื่อง Procom II ได้ ถ้าสามารถสวมเข้ากับที่สวมของ Minolta หรือตัว Adaptor ตัวอย่างเช่น Lens Tamron ขนาด 28-80 mm. สามารถนำมาใช้ช่วยในการเพิ่มพิสัยในการขยายหรืออาจจะเพิ่มโดยการใช้ฉากหรือผนังเป็นตัวรองรับภาพที่สะท้อนออกมา

ตารางที่ 4.1 พิสัยของกำลังขยายของเลนส์ที่ใช้กับเครื่อง Procom II

ชนิดของเลนส์	พิสัยของกำลังขยาย	พิสัยของมาตราส่วน*
TAMRON 60-300 mm.	6-28 เท่า	1:160,000-1:35,000
เมื่อใช้ Teleconverter 2 เท่า	3-14 เท่า	1:320,000-1:70,000
TAMRON 28-80 mm.	29-73 เท่า	1:35,000-1:12,000
เมื่อใช้กับ Teleconverter 2 เท่า	15-36 เท่า	1:75,000-1:25,000

* เมื่อฟิล์มที่ใช้ฉากภาพมีขนาดมาตราส่วน 1:1,000,000

4) การปรับแผ่นรับแสงสะท้อนที่ทำให้เกิดการหักเห

แผ่นสะท้อนแสงที่ทำให้เกิดการหักเหของแสงสามารถปรับได้ 2 วิธีวิธีแรกเป็นการปรับแบบง่ายๆ และรวดเร็ว และให้ค่าความถูกต้องเป็นที่ยอมรับได้ในการใช้เครื่อง Procom II สำหรับวิธีที่สอง จะใช้ในกรณีที่ต้องการความถูกต้องที่แท้จริง

ในการปรับแก้ข้อควรระวังคือ อย่าสัมผัสผิวหน้าของแผ่นสะท้อนแสง สารอลูมินั่มที่ฉาบอยู่บนผิวหน้าของแผ่นนี้จะมีคุณสมบัติในการทำให้ภาพไม่บิดเบี้ยว แต่จะเกิดริ้วรอยได้ง่ายเมื่อโดนรอยนิ้วมือ

การปรับแผ่นสะท้อนแสงทำได้โดยการหมุนใน 2 ทิศทาง ได้แก่ การปรับในแกน X คือ การเอียงแผ่นให้เข้าหา หรือเอียงออกห่างจากเลนส์โดยการคลายเกลียวที่ปุ่มปรับแกน X และเมื่อปรับได้เรียบร้อยแล้วหมุนปุ่มให้แน่น ส่วนการปรับในแกน Y ก็คือการคลายปุ่มปรับแกน Y และปรับโดยหมุนให้อยู่ในรูปที่ต้องการโดยการเอียงให้ได้ระยะที่ต้องการ แล้วหมุนปรับเกลียวให้แน่น มีวิธีการปรับอยู่ 2 วิธี คือ

1 การปรับแบบปกติ

ใส่เลนส์ 60-300 mm. บนแท่นใส่เลนส์ และปรับให้อยู่บนระยะความยาวโฟกัสที่สั้นที่สุด (60 mm.) เปิดเครื่องฉายภาพและดับไฟในห้องให้มืด ปรับแกน X และหมุนจนแสงสะท้อนตกลงบนพื้นที่ทำงาน ปรับแสงที่สะท้อนมาให้มีความคมชัด และสามารถเห็นขอบของพื้นที่ที่แสงตกลงมาได้อย่างชัดเจน จากนั้นทำการปรับแผ่นสะท้อนแสงในแนว Y จนกระทั่งระยะจาก a-b และ c-d มีค่าเท่ากัน ซึ่งแสดงว่าแผ่นสะท้อนแสงได้ถูกปรับให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องสามารถปฏิบัติงานได้ โดยทั่วไปแล้วการปรับแบบนี้จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากภาพเอียงมากที่สุดประมาณ 1/4 องศา ซึ่งจะไม่ก่อผลกระทบกระเทือนต่อการใช้งาน

2 การปรับอย่างให้ค่าเที่ยงตรงที่สูงสุด (Precise Alignment)

วิธีการนี้จะเริ่มจากใส่เลนส์ 60-300 mm.. บนแท่นใส่เลนส์ แล้วปรับให้ความยาวโฟกัสอยู่ในระยะไกลที่สุด คือ 300 mm. เปิดเครื่องฉายภาพปิดไฟในห้องให้มืด แล้วปรับแผ่นสะท้อนแสงในแนว X จนแสงที่สะท้อนตกลงพื้นที่ทำงาน แล้วใส่แผ่นใสสำหรับปรับค่าลงตรงกลางของที่ใส่ข้อมูล จากนั้นปรับวงกลมที่ปรากฏบนแผ่นปรับค่าให้อยู่ตรงส่วนกลางของลำแสงที่สะท้อนตกลงมาบนพื้นที่ทำงาน และใช้กระจกเล็ก ๆ วางบนพื้นที่ทำงาน เพื่อให้สะท้อนภาพที่หักเหลงมาให้ย้อนกลับไป แล้วจึงปรับให้วงกลมที่สะท้อนย้อนกลับไปนั้นให้มีขนาดพอดีกลับหน้าเลนส์ ซึ่งทดสอบได้โดยการใช้กระดาษขาวปิดเลื่อนไปมาบริเวณหน้าเลนส์ และปรับจนมีความถูกต้องตรงกันแล้ว จึงหมุนปุ่มปรับให้แน่น เป็นอันเสร็จการปรับแบบละเอียด

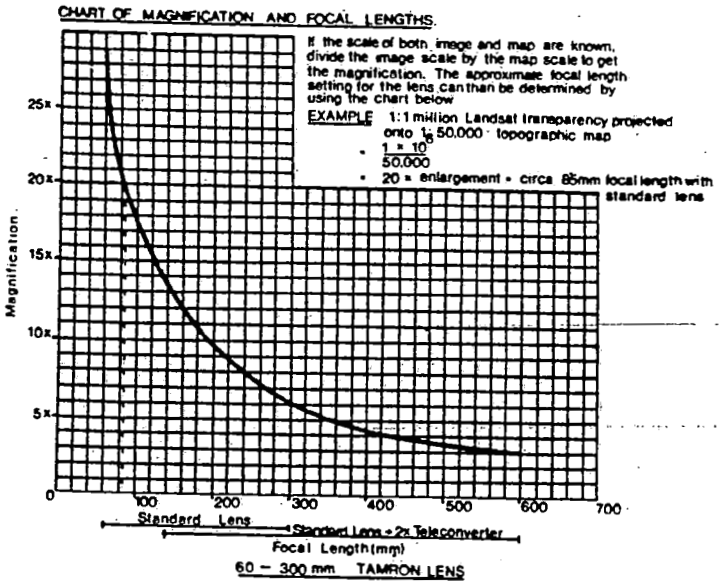
5) การควบคุมเครื่อง Procom -2

1 การควบคุมความเข้มของแสง

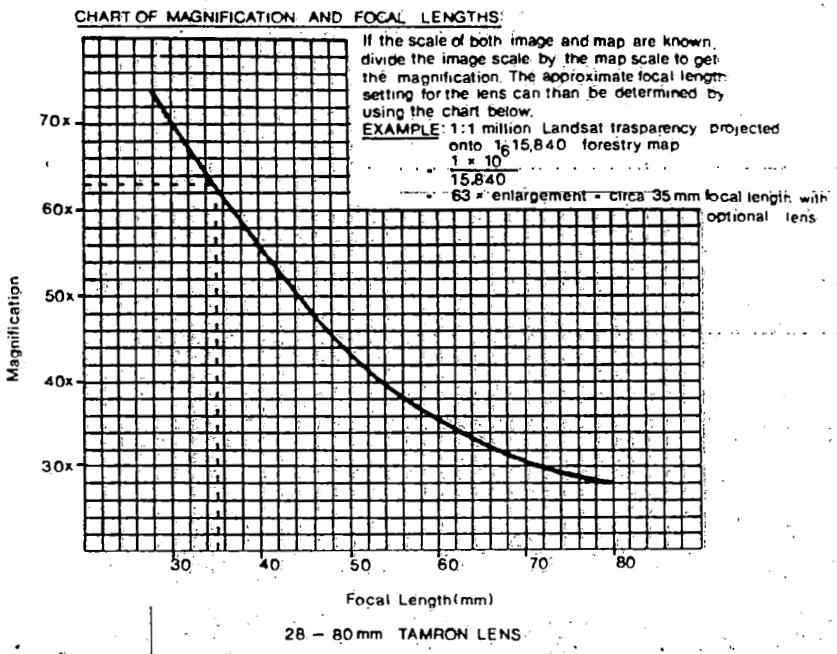
ความเข้มของลำแสงที่ส่องออกมาสามารถควบคุมได้ 2 วิธี คือ วิธีปกติเป็นการควบคุมอย่างง่าย ๆ โดยการปรับสวิทซ์ที่อยู่ด้านหลังของเครื่องฉาย ซึ่งปรับให้แสงสลัวหรือแสงจ้าได้ สำหรับการปรับอย่าง

ละเอียดทำได้โดยการปรับรูรับแสงของเลนส์ โดยปกติรูรับแสงนี้จะตั้งไว้ให้เปิดแสงเข้ามาได้มากที่สุด โดยมักจะตั้งไว้ที่ f 3.8 ถ้าปิดรูรับแสงลง 2 ระดับ ความเข้มของแสงที่เข้ามาจะลดลงไปครึ่งหนึ่ง สำหรับการแปลภาพทั่วไป จำเป็นต้องเปิดให้รูรับแสงกว้างเพื่อให้แสงเข้ามากที่สุด แต่ในกรณีที่ภาพมีสีอ่อนหรือแผ่นใสที่มีแต่ลายเส้นก็จำเป็นต้องลดความเข้มของแสงลงไม่ให้จ้ามากเกินไป ภาพที่มีขอบภาพเป็นสีมืดมาก ๆ อาจมีผลให้รูรับแสงเล็กลง และมีผลให้ขนาดของภาพที่ปรากฏบนพื้นที่ทำงานเล็กลงตามไปด้วยซึ่งในลักษณะเช่นนี้จะต้องเลื่อนภาพ บริเวณที่จะใช้แปลให้อยู่กึ่งกลางของบริเวณที่แสงฉายออกมา

ตารางที่ 4.2 แสดงพิสัยของเลนส์ขนาด 60-300 mm.



ตารางที่ 4.3 แสดงพิสัยกำลังขยายของเลนส์ขนาด 28-80 mm.



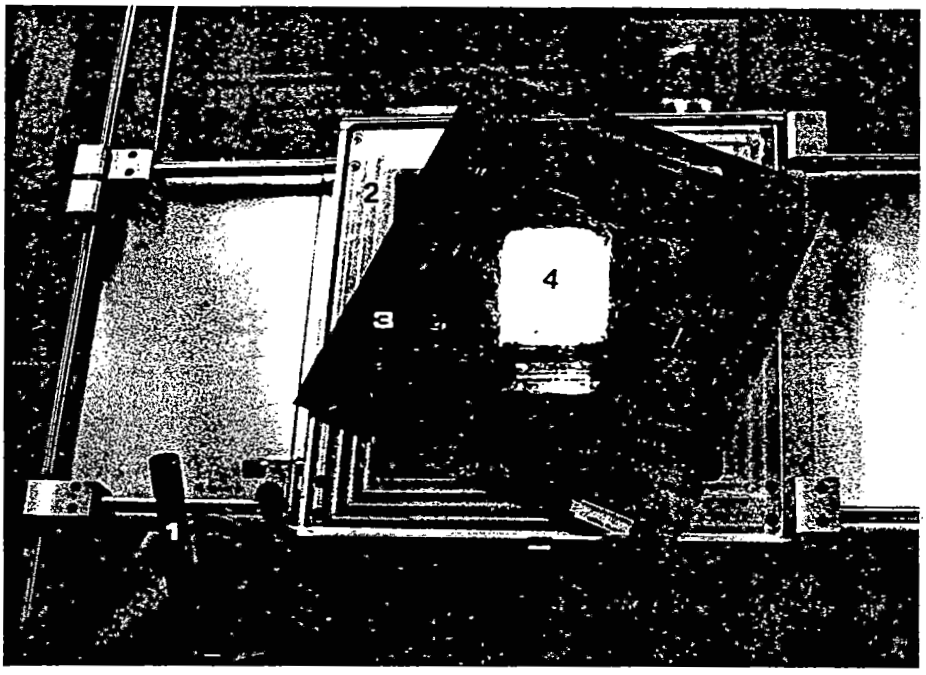
ที่มา : สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ . 2538

2 ข้อมูลและที่ใส่ข้อมูล

ที่ใส่ข้อมูลเครื่อง Procom II ได้ถูกออกแบบให้สามารถใส่ฟิล์มที่มีขนาด 30 ซม. ได้อย่างสะดวก สำหรับฟิล์มที่มีขนาดใหญ่กว่านี้อาจใช้วิธีการถ่ายย่อยลงมา หรือถ่ายเป็นสไลด์ขนาด 35 มม.

ก่อนที่จะใส่ฟิล์มเข้าไปในที่ใส่ข้อมูล ให้ยกแท่นที่ยึดเลนส์ขึ้นและล็อคโดยใช้หมุดให้เรียบร้อย (ภาพที่ 4.5) แล้วยกแผ่นกระจกแผ่นบนขึ้นแล้วใส่แผ่นฟิล์มโปร่งแสงเข้าไป โดยให้สามารถอ่านข้อความได้แล้วจึงปิดกระจกแผ่นบนและคลายล็อคแท่นที่ยึดเลนส์

การปรับแผ่นฟิล์ม สามารถปรับได้ทั้งในแนว X และแนว Y โดยการเคลื่อนที่ใส่ข้อมูลสำหรับข้อมูลที่มีขนาดเล็ก เช่น แผ่นสไลด์ขนาด 35 มม. หรือไมโครฟิช ควรจะใช้เทปติดกับกระจกแผ่นบนเพื่อป้องกันการเลื่อน



ภาพที่ 4.5 แสดงส่วนของเครื่อง Procom II ที่ใช้ใส่ฟิล์ม

1. มือจับขอบที่ใส่ข้อมูล
2. ที่ใส่ข้อมูล
3. แผ่นโปร่งใส
4. บริเวณที่แสงจะส่องผ่าน

3 เครื่องเป่าลม

เครื่องเป่าลมจะมีสวิทซ์ปิด-เปิดอยู่ที่แผงควบคุม ในการเปิดเครื่องฉายภาพเพื่อทำงาน ควรเปิดเครื่องเป่าลมด้วยทุกครั้งเพื่อไม่ให้เครื่องร้อนจัด เพราะความร้อนส่งผลถึงฟิล์มข้อมูลให้เกิดการขยายตัวด้วย

6) วิธีการใช้เครื่อง Procom II

1 การปิด-เปิดเครื่อง

- การเปิดเครื่อง

ตั้งสวิทซ์ควบคุมด้านหลังของเครื่องฉายไว้ที่พัดลม (Fan) เปิดเครื่องฉายภาพและตรวจว่าพัดลมทำงานหรือไม่ จากนั้นเปิดเครื่องเป่าลมโดยปรับความแรงตามที่ต้องการ และปรับแสงของเครื่องฉายภาพให้อยู่ในระดับความสว่างที่ต้องการ

- การปิดเครื่อง

หมุนสวิทซ์เครื่องฉายภาพไปที่พัดลม ปิดเครื่องเป่าลม และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เพื่อให้ระบบถ่ายภาพเย็นตัวลง จากนั้นปิดสวิทซ์บนแผงควบคุม

2 การขยาย (ZOOM) และการปรับความคมชัด (FOCUS)

โดยทั่วไปเลนส์ 60-300 mm. จะช่วยให้สามารถปรับระดับการขยายได้หลายระดับ การขยายตัวจะทำได้โดยการดึงวงแหวนปรับระยะคมชัด (Focus Ring) ถ้าดึงขึ้นให้มีขนาดยาวออกมา ภาพที่ได้จะมีขนาดย่อลง และถ้ากดลงไปให้ความยาวของจุดโฟกัสลดลง ภาพที่ได้จะมีขนาดใหญ่ขึ้น การหมุนตัวของวงแหวนจะช่วยในการปรับความคมชัดของภาพให้ชัดเจน

3 การเคลื่อนย้ายภาพ

ที่ใส่ข้อมูลของเครื่อง Procom II จะสามารถเคลื่อนที่ในทิศทางต่างๆ ได้ตามต้องการ ซึ่งทำให้ผู้แปลสามารถเลื่อนภาพดูสภาพพื้นที่โดยทั่วไปได้อย่างรวดเร็ว

ในการแปลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ผู้แปลสามารถที่จะเอียงที่ใส่ข้อมูลได้เล็กน้อย เพื่อให้สัมพันธ์กับมุมถ่ายภาพ และถ้าใส่ฟิล์มให้ทิศเหนือขนานไปกับความกว้างของโต๊ะแล้ว ก็สามารถที่จะแปลข้อมูลทั้งภาพได้ในคราวเดียวกัน โดยไม่ต้องขยับข้อมูลใหม่

4 การซ้อนภาพดาวเทียมบนแผนที่

1) กรณีทั่ว ๆ ไป

การปรับภาพดาวเทียมจากเครื่องฉายภาพให้ซ้อนทับลงตัวพอดีกับแผนที่ กระทำได้โดยการปรับแท่นวางแผ่นฟิล์มข้อมูล ให้บริเวณพื้นที่ที่ต้องการฉายลงบนโต๊ะในตำแหน่งที่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน จากนั้นจึงขยับแผนที่หรือแผ่นฟิล์มข้อมูลให้อยู่ในทิศทางเดียวกัน กำหนดจุดอ้างอิงที่เห็นได้ชัดเจน เช่น ทะเล สาป ถนน และลักษณะภูมิประเทศอื่น ๆ ทั้งบนแผนที่และภาพดาวเทียมที่ฉายบนโต๊ะ ทำการปรับมาตราส่วน (Zoom) และปรับความชัดเจน (Focus) จนกระทั่งจุดอ้างอิงบนภาพดาวเทียมมีขนาดใกล้เคียงกับจุดบนแผนที่ แล้วขยับแผนที่ให้จุดอ้างอิงดังกล่าวอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน ทั้งบนแผนที่และภาพดาวเทียม และปรับมาตราส่วนโดยละเอียดอีกครั้ง จนกระทั่งข้อมูลจากภาพดาวเทียมซ้อนทับกับข้อมูลบนแผนที่พอดีทุกจุด

วิธีดังกล่าว เป็นการปรับความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของภาพดาวเทียม ให้สอดคล้องกับแผนที่ โดยทั่วไปวิธีการนี้ ใช้ได้ผลดีกับแผนที่ข้อมูลในแนวระนาบ อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก เนื่องจากแผนที่พื้นฐานเก่า และต้องมีการปรับปรุงแก้ไขใหม่

2) การซ้อนทับกันของข้อมูลเฉพาะส่วน

โดยปกติภาพดาวเทียมจะมีความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ซึ่งทำให้ไม่สามารถทำการซ้อนทับภาพดาวเทียมบนแผนที่ได้พอดีสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ ในกรณีเช่นนี้ การซ้อนทับกันของภาพดาวเทียมและแผนที่ กระทำได้โดยประมาณ ดังข้อ 1) หลังจากนั้นจึงทำการซ้อนทับสำหรับพื้นที่เฉพาะส่วนย่อย ๆ แล้วทำการแปลภาพเฉพาะส่วนย่อยเท่านั้น ช่องตารางกริด ยู ที เอ็ม บนแผนที่นั้นมีประโยชน์สำหรับใช้เป็นแนวทางในการแปลภาพที่ละส่วนอย่างเป็นระบบ และหากมาตราส่วนของภาพดาวเทียม (หรือภาพถ่ายทางอากาศ) ไม่คงที่ จะต้องใช้วิธีการซ้อนทับกันเฉพาะส่วนตลอดเวลา

3) การปรับมาตราส่วนและกำลังขยาย

โดยทั่วไปกำลังขยายและมาตราส่วน สามารถคำนวณได้จากความยาวโฟกัสของเลนส์มาตราส่วนและกำลังขยายที่ถูกต้องคำนวณได้ 2 วิธีการ คือ :-

- ปรับมาตราส่วนให้เท่ากับแผนที่ซึ่งได้มาตรฐาน
- ใช้แผ่นปรับมาตราส่วนที่ทำขึ้นต่างหาก หรือแผ่นตารางกริดที่รู้ขนาดแน่นอน สำหรับทำการปรับมาตราส่วน

แผ่นตารางกริดอาจจะใช้สำหรับการปรับความถูกต้องในเชิงเรขาคณิต ของเลนส์ หรือใช้ปรับในกรณีที่วิธีการฉายภาพไม่เป็นมาตรฐาน (บริษัท เอิร์ท อินเทลลิเจนซ์ เทคโนโลยีส์ จำกัด, เอกสารประกอบการใช้เครื่อง Procom II , 2538.)

บทที่ 5

เทคนิคและการดำเนินงานแปลภาพถ่ายด้วยสายตา

1. ความมุ่งหมายของบทเรียน

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงเทคนิคและการดำเนินงานแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

1.2 เพื่อให้ผู้เรียนรู้หลักการแปลความหมายของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

1.3 เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงคุณสมบัติของผู้แปลตีความภาพถ่ายดาวเทียม

1.4 เพื่อให้ผู้เรียนรู้หลักในการแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียม

1.5 เพื่อให้ผู้เรียนรู้ถึงวิธีการดำเนินการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

1.6 เพื่อให้ผู้เรียนรู้ขั้นตอนการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

2. เนื้อหาในบทเรียน

2.1 คำนำ

2.2 การแปลความหมายของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

2.3 คุณสมบัติของผู้แปลตีความภาพถ่ายดาวเทียม

2.4 หลักในการแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียม

2.5 การดำเนินการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

2.6 สรุปขั้นตอนการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

3. วิธีสอนและกิจกรรม

3.1 บรรยายในชั้นเรียนโดยใช้แผ่นใสฉายประกอบคำบรรยาย

3.2 เข้าห้องปฏิบัติการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาด้วยเครื่อง Procom II

3.3 ให้ผู้เรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเทคนิคและการดำเนินงานแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

4. สื่อการสอน

4.1 แผ่นใสประกอบการบรรยายพร้อมเครื่องฉายข้ามศีรษะ

4.2 เครื่องวิเคราะห์ภาพ Procom II

4.3 ภาพ Positive Film ของดาวเทียม LANDSAT - 5 ระบบ TM มาตราส่วน 1 : 1,000,000 จำนวน 3 ภาพ

5. การวัดผลและการประเมินผล

5.1 สังเกตพฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม (ทักษะพิสัย)

5.2 สังเกตพฤติกรรมเป็นรายบุคคล (ทักษะพิสัย)

5.3 ตรวจสอบผลงานจากรายงาน

5.4 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ข้อทดสอบแบบปรนัยและอัตนัย (พุทธิพิสัย)

5.5 ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตลอดภาคเรียน (จิตพิสัย)

เทคนิคและการดำเนินงานแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

1. คำนำ

ในการวางแผนการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศนั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากหลายสาขา (Multi Disciplinary) ทั้งทางด้านกายภาพ (Physical) ชีวภาพ (Biological) เศรษฐกิจสังคม(Socio Economics) ตลอดจนนโยบายของรัฐมาประกอบในการพิจารณา ในการวางแผนบริหารทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อให้ทราบถึงข้อเท็จจริงของสภาวะการณ์ในปัจจุบัน (Present situation) ของทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มีมากน้อยเพียงใด อยู่ที่ไหน มีสภาพและคุณภาพอย่างไร ข้อมูลเบื้องต้นเหล่านี้จำเป็นอย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสาเหตุของปัญหาและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต หากไม่แก้ไขให้ทันท่วงที ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับสภาพการเปลี่ยนแปลง (Changing) ของทรัพยากรดิน ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรน้ำ การขยายตัวของชุมชน การพัฒนาด้านสาธารณูปโภค แสดงถึงการเคลื่อนไหว (Dynamic) ของเศรษฐกิจสังคม ตลอดจนการขาดดุลย์ของธรรมชาติในลักษณะของมลภาวะ (Pollution) ของทรัพยากรดินและน้ำได้เป็นอย่างดี ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ จำเป็นต้องแปลตีความโดยผู้แปลตีความที่มีประสบการณ์ในการแปล จึงจะสามารถเปลี่ยนข้อมูลจากภาพมาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative) และข้อมูลในเชิงคุณภาพ (Qualitative) ได้ (ประสพชัย นามลาพุทธา.2536:113)

2. การแปลความหมายของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตาจากภาพถ่ายดาวเทียมแบ่งออกได้เป็นดังนี้ คือ

2.1 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น (Raw Data)

เป็นขั้นตอนของการกำหนดแนวทาง โครงเรื่อง จุดมุ่งหมาย ขอบเขตของการศึกษา และวิธีการในการศึกษา หัวข้อที่ทำการศึกษาอาจเป็นหัวข้อที่มีสิ่งที่น่าสนใจ หรือเป็นหัวข้อที่กำลังเป็นปัญหาอยู่ หรืออาจจะเป็นการศึกษาเพื่อติดตามผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น หลังจากกำหนดจุดที่จะทำการศึกษาแล้ว เอกสารงานวิจัยหรือบทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำการศึกษา เป็นสิ่งที่จะต้องทำการรวบรวม เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการศึกษาทางด้านนี้ที่ได้เคยมีการศึกษามา นอกจากนี้ก็เป็นการจัดเตรียมข้อมูลที่จะใช้ในการศึกษา ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศบริเวณที่ทำการศึกษา ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่เฉพาะสาขา เช่น แผนที่ดิน แผนที่ธรณีวิทยา สถิติข้อมูลต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำท่วมฯลฯ เป็นต้น

2.2 การจัดเตรียมแผนที่ฐาน (Base Map) และจัดเตรียมภาพถ่ายดาวเทียม

เป็นขั้นดำเนินการจัดทำแผนที่ฐาน (Base Map) โดยคัดลอกรายละเอียดที่จำเป็น เช่น แนวเส้นทางลำน้ำ ที่ตั้งตัวเมือง และแหล่งชุมชน จากแผนที่ภูมิประเทศตามมาตราส่วนที่ต้องการลงบนแผ่นฟิล์มเขียนแบบ การจัดทำแผนที่ฐานนี้จะเป็นประโยชน์ในการควบคุมมาตราส่วนของแผนที่ที่แปลงมาจากภาพถ่ายดาวเทียมให้เป็นมาตราส่วนเดียวกันตลอดไม่บิดเบี้ยว เมื่อทำการแปลภาพโดยผ่านเครื่องมือขยายภาพ นอกจากนี้การจัดทำแผนที่ฐาน ยังช่วยในการกำหนดขอบเขตบริเวณที่จะศึกษาให้ชัดเจน เพราะในแผนที่ภูมิประเทศจะบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับเขตชุมชน หย่อมหมู่บ้าน อำเภอ จังหวัด ตลอดจนระดับความสูงไว้ กรรมวิธีที่ใช้ในการย่อ-ขยายมาตราส่วนนั้น นอกจากใช้ Map-O-Graph, Pantograph แล้ว อีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมมากเพราะสะดวกและประหยัดเวลา คือ การถ่ายย่อด้วยเครื่องถ่ายสำเนา ในบางกรณีที่ต้องการลายละเอียดจากแผนที่มากๆ การคัดลอกทำได้ไม่สะดวก ก็อาจจะนำแผนที่ไปถ่ายทำให้อยู่ในรูป Dia-Positive ก็ได้ แล้วจึงลงขอบเขตที่-ต้องการลงในฟิล์ม

2.3 การแปลข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม

หลังจากเตรียมทุกอย่างพร้อมแล้ว ก็ถึงขั้นการแปลข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม วิธีการแปลข้อมูลขึ้นอยู่กับประเภทของภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ ในกรณีที่เลือกใช้ภาพขาว-ดำ หรือภาพสีผสม(False Color Composition) โต๊ะแสงเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นในการศึกษาถ้าเลือกใช้ฟิล์ม เครื่องมือที่จำเป็นก็คือ เครื่องมือแปลภาพ Procom II โดยทั่วไปเรามักใช้ภาพถ่ายทั้งสองชนิดประกอบกัน ในการศึกษาการแปลภาพถ่ายบนโต๊ะแสงความสว่างของโต๊ะแสงจะต้องพอเพียงที่จะสามารถมองภาพถ่ายได้ชัดเจน เครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์คือแว่นขยายจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์รายละเอียดของภาพได้มากยิ่งขึ้น เช่น ในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางในบางช่วงของเส้นทาง ข้อมูลอาจถูกบังโดยเงาของต้นไม้ ซึ่งการมองด้วยตาเปล่าจะเห็นว่าข้อมูลในช่วงนั้นขาดหายไปไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ แต่ถ้าใช้แว่นขยายส่องดู เราจะพบความแตกต่างของ Tone สีในภาพถ่ายที่พอจะสามารถวิเคราะห์แนวของเส้นทางที่ขาดหายไปนั้นได้ แต่เนื่องจากบริเวณขอบของภาพถ่ายมักจะมีความคลาดเคลื่อนไม่เป็นมาตราส่วนเดียวกับบริเวณตอนกลางของภาพ ฉะนั้น เราต้องปรับแก้ให้มาตราส่วนของภาพถ่ายตรงกับมาตราส่วนของแผนที่ฐาน วิธีการที่นิยมใช้คือ การเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนโดยยึดจุดบังคับ (Control Point) ซึ่งได้แก่ จุดตัดของถนน คลองชลประทาน จุดแยกสาขาของแม่น้ำ ฯลฯ โดยคัดเลือกจุดที่จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือคลาดเคลื่อนตามธรรมชาติน้อยที่สุด

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Procom II สามารถทำการแปลภาพได้ โดยภาพถ่ายและแผนที่ฐาน ไม่จำเป็นต้องมีมาตราส่วนเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อใส่ฟิล์มในช่องสำหรับฉายภาพแล้ว เครื่องจะฉายภาพไปปรากฏบนแผ่นสะท้อนภาพ ซึ่งเป็นกระจกเงาและตกกระทบบนพื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการ โดยใช้แผ่นฟิล์มเขียนแบบซึ่งได้จัดทำแผนที่ฐานแล้ว เป็นหลักในการปรับมาตราส่วน หรืออาจจะแปลลงบนแผ่นแผนที่ภูมิประเทศได้โดย

ตรง ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวก ง่ายต่อการวิเคราะห์ ตลอดจนสามารถควบคุมมาตราส่วนของภาพได้เป็นอย่างดี ลักษณะของข้อมูลที่ปรากฏบนภาพถ่ายจากดาวเทียมในบางประเภทยากต่อการแปลความหมาย เช่น ลักษณะของข้อมูลที่ปรากฏบนภาพคล้ายกับแหล่งน้ำ แต่เมื่อพิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศแล้วปรากฏว่าเป็นบริเวณสันเขา จึงควรพิจารณาไว้ก่อนว่า ไม่ใช่แหล่งน้ำอาจจะเป็นบริเวณที่ถูกเผา หรือเงาเมฆ ฯลฯ การแปลภาพโดยใช้เครื่อง Procom II มีข้อดี คือสามารถวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียมชนิดฟิล์มสีซึ่งเกิดจากข้อมูลในหลายช่วงคลื่นทำให้การวิเคราะห์เป็นไปโดยง่ายและสะดวก แต่มีข้อเสียก็คือ ต้องคอยควบคุมมาตราส่วนของภาพที่ถ่ายทอดลงบนแผนที่อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากต้องทำการวิเคราะห์ภาพทีละส่วน ทำให้ต้องขยับภาพบ่อยครั้ง การวิเคราะห์ภาพควรจะเริ่มวิเคราะห์จากสิ่งที่ง่ายไปหายาก โดยเริ่มแปลส่วนที่เป็นแม่น้ำ แหล่งน้ำ สวน เพราะค่าความแตกต่างของระดับสีจะแตกต่างจากบริเวณพื้นที่ประเภทอื่นๆ มาก หลังจากนั้นจึงแยกภูเขา ที่ราบ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม เส้นทาง คลองชลประทาน แหล่งชุมชน ฯลฯ จนกระทั่งถึงรายละเอียดชนิดของพืชที่เพาะปลูก ในบางกรณีการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียมจะเลือกข้อมูลที่บันทึกในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างที่ปรากฏในแต่ละฤดูกาล

สำหรับการจัดเตรียมภาพถ่ายดาวเทียมนั้น เมื่อเราเลือกภาพในช่วงเวลาที่ต้องการได้แล้ว ขั้นต่อไปนี้ต้องตัดสินใจ คือ จะเลือกใช้ภาพถ่ายชนิดใด จะใช้ภาพขาว-ดำ หรือฟิล์มสี สำหรับเครื่องมือที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน การเลือกใช้ภาพสีผสมโปร่งใสจะสามารถใช้ในการศึกษาได้สะดวกกว่าภาพประเภทอื่นๆ ยกเว้นในการศึกษาบางสาขา เช่น การศึกษาเกี่ยวกับเส้นทางควรใช้ภาพขาว-ดำ จะทำให้มีความสะดวกและประหยัดเวลามากกว่าฟิล์มสี เพราะแผนที่มักจะมีขนาดใหญ่มาก

ในกรณีที่จะศึกษาเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น การศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่ปลูกอ้อย การศึกษาการขยายตัวของตะกอนในแหล่งน้ำ การแจ้งจุดประสงค์ในการศึกษาแก่ศูนย์บริการข้อมูล จะช่วยให้ทางศูนย์บริการข้อมูล สามารถคัดเลือกฟิล์มและจัดทำภาพที่จะแสดงข้อมูลนั้นๆ ได้อย่างเด่นชัดยิ่งขึ้น อันจะทำให้การศึกษาวิเคราะห์เป็นไปอย่างสมบูรณ์ถูกต้องยิ่งขึ้น

การแปลความหมายของรูปถ่ายจากดาวเทียม ค่อนข้างจะแตกต่างจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งบินถ่ายในระดับต่ำเราจึงมองเห็นสิ่งต่างๆ ตามลักษณะรูปร่างของสิ่งนั้นๆ เช่น การมองเห็นเรือนยอดของต้นไม้ บ้านเป็นหลัง ตลอดจนถนนหนทางและคูคลองได้อย่างชัดเจน ในขณะที่ภาพถ่ายจากดาวเทียมซึ่งได้จากการโคจรถ่ายภาพในระดับสูงมาก สิ่งที่ปรากฏ คือ ค่าการสะท้อนแสงของสิ่งนั้น ที่แตกต่างไปจากสิ่งที่อยู่ข้างเคียง เมื่อนำค่าการสะท้อนแสงที่ช่วงคลื่นต่างๆ มาประกอบกันเพื่อที่จะดูลายเซ็นเส้นเชิงคลื่น ก็จะสามารถบอกได้ว่าสิ่งนั้นๆ คืออะไร องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้การแยกแยะทำได้ดีขึ้น คือ รายละเอียด หรือขนาดของจุดภาพ ยิ่งขนาดของจุดภาพเล็กการตีความจะทำได้ดีและมีความถูกต้องสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับพื้นผิวต่างๆ ที่มีขนาดเล็ก เพราะจะเน้นให้เห็นรูปลักษณ์ต่างๆ ชัดเจนขึ้น ดังนั้น ในการแปลความหมายจากภาพจึงมักอาศัยหลักเกณฑ์ต่างๆ ต่อไปนี้

1) ลักษณะความแตกต่างทางแสง (Spectral Characteristics)

เป็นความแตกต่างที่นอกจากจะขึ้นกับคุณสมบัติในการสะท้อนแสงของวัตถุแต่ละช่วงคลื่นแล้ว ยังขึ้นกับลักษณะพื้นผิวนั้นๆ ว่ามีความสม่ำเสมอมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ยังอยู่ภายใต้อิทธิพลของมุมมองถ่ายภาพ ซึ่งจะสัมพันธ์กับมุมสูงของดวงอาทิตย์อีกด้วย ทำให้เกิดความแตกต่างในลักษณะดังนี้

1.1 ระดับความเข้ม(Density) สำหรับในภาพขาว-ดำจะเป็นความแตกต่างในระดับความเข้มสีเทาจากสีขาวซึ่งมีการสะท้อนแสงสูง จนถึงสีดำซึ่งการสะท้อนต่ำมากเข้าใกล้ศูนย์ เป็นการแสดงถึงความสามารถในการดูดกลืนพลังงานในระดับที่มากกว่าการสะท้อน ในกรณีของข้อมูลภาพตัวเลขจะแสดงความแตกต่างในความเข้มจากค่า 225 ลงมาถึง 0 และจะทำให้เกิดเป็นความแตกต่างของสี ตลอดจนระดับความเข้มของสี ถ้านำภาพแต่ละแบนด์ที่แสดงความแตกต่างเหล่านี้มารวมกันเป็นภาพสี

1.2 ระดับความหยาบ-ละเอียด (Texture) เป็นความแตกต่างตามสภาพของพื้นผิว ซึ่งจะมีทั้งลักษณะราบเรียบ ขรุขระ ตลอดจนความสม่ำเสมอที่ปรากฏในความราบเรียบและขรุขระนั้นๆ ลักษณะที่เห็นบนภาพจะสัมพันธ์โดยตรงกับระดับความเข้ม โดยจะแสดงถึงความละเอียดและหยาบของเนื้อภาพในอัตราที่มากน้อยแตกต่างกันไป ลักษณะดังกล่าวนี้ จะมีส่วนช่วยในการแยกพื้นผิวที่มีระดับความเข้มเหมือนกัน แต่มีความหยาบละเอียดแตกต่างกัน ซึ่งอาจเรียกได้อีกอย่างว่า เป็นระดับความเข้มที่จุลภาคที่ต่างกัน

1.3 การเกิดเงา (Shadow) เป็นปรากฏการณ์ที่สัมพันธ์กับมุมของดวงอาทิตย์ ทำให้พื้นผิวบางส่วนได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์น้อยมาก หรือถูกบดบังจนไม่ได้รับแสงเลย ตามความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศ ก่อให้เกิดเป็นเงาหรือส่วนมืด เน้นให้เห็นความสูงต่ำของภูมิประเทศ จึงมีประโยชน์สำหรับการศึกษาด้านธรณีสัณฐาน แต่ในขณะเดียวกัน ก็เกิดการสูญเสียรายละเอียดของภาพในส่วนที่ถูกบดบังด้วยเงานั้น

2) ลักษณะความแตกต่างทางพื้นที่ (Spatial Characteristics)

2.1 รูปร่าง (Shape) เป็นลักษณะที่ปรากฏตามรูปร่างของสภาพพื้นผิว เช่น ลักษณะคดเคี้ยวของแม่น้ำ ที่ต่างไปจากลักษณะเส้นตรงของคลองขุดหรือถนน ตลอดจนลักษณะเป็นแปลงของพื้นที่เพาะปลูก เป็นต้น

2.2 ขนาด (Size) อาจอยู่ในหน่วยของความยาว ความกว้าง ความสูงและเนื้อที่ และอยู่ในสัดส่วนที่สัมพันธ์กับระดับบินถ่ายภาพของดาวเทียม ในการแปลความมักจะต้องพิจารณาขนาดและรูปร่างประกอบกัน

2.3 รูปแบบการกระจายตัว (Distribution) ได้แก่ ลักษณะการจัดตัว หรือเรียงตัวของพื้นผิวประเภทต่างๆ อันเป็นลักษณะค่อนข้างเฉพาะตัว เช่น ผืนนา หรือ ลักษณะภูมิประเทศอื่นๆ ได้แก่ รูปแบบการระบายน้ำ ดินตะกอนรูปพัด และที่ราบชายฝั่ง เป็นต้น

2.4 ความสัมพันธ์กับตำแหน่งและขนาดเทียบกับสิ่งข้างเคียง (Location) ทั้งนี้เพราะพื้นผิวบางประเภทและต้นไม้บางอย่าง จะพบอยู่ในลักษณะภูมิประเทศจำเพาะของมัน เช่น ความแตกต่างของชนิดป่า

ตามระดับความสูงของพื้นที่ หรือป่าชายเลนที่พบตามหาด ปากแม่น้ำและชายฝั่ง ตัวอย่างที่อาจเห็นได้ชัดอีกประการหนึ่ง คือ ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งแร่กับโครงสร้างทางธรณีวิทยา

2.5 รายละเอียดของภาพ หรือ ขนาดของจุดภาพ (Resolution) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์สำรวจ และจะเป็นตัวกำหนดขนาดของรูปร่างของพื้นที่ที่ปรากฏบนภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงเพื่อประกอบการวินิจฉัยตีความด้วยเสมอไป

3) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา (Temporal Characteristics)

จากความสามารถของดาวเทียม ในการย้อนมาถ่ายภาพซ้ำทุกๆ หนึ่งช่วงเวลา ที่กำหนดอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เราสามารถที่จะนำภาพแต่ละระยะเวลามาศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อนำไปเทียบเคียงกับลักษณะของพื้นผิวและทรัพยากรตามปัจจัยต่างๆได้ เช่น พืชและป่าไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีการผลัดใบ ซึ่งจะมีลักษณะต่างไปจากขณะที่มีใบเขียวชอุ่ม หรือพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งจะมีฤดูเพาะปลูกและฤดูเก็บเกี่ยว เราสามารถที่จะแยกชนิดพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว และอ้อย ได้จากฤดูเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน ความแห้งแล้งและความชุ่มชื้น เป็นลักษณะที่ขึ้นกับฤดูกาลเช่นกัน การคัดเลือกภาพของช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม จะช่วยให้สามารถแยกแยะประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างซับซ้อนได้ และยังมีประโยชน์ในการตรวจวัดดูการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรธรรมชาติตลอดจนภัยธรรมชาติต่างๆ (ธงชัย ลิมกิ่ง, 2536:142-147)

3. คุณสมบัติของผู้แปลตีความภาพถ่ายดาวเทียม (Interpreter Characteristics)

การแปลตีความต้องอาศัยความรู้หลายสาขา (Multidisciprlinary) มาประกอบกันเพื่อวินิจฉัยสิ่งที่ถูกต้อง การที่แปลตีความโดยทั่วไป นักแปลภาพที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้

3.1 ความรู้ภูมิหลัง (Background)

การวินิจฉัยหรือแปลตีความพื้นที่ใดก็ตาม หากผู้แปลตีความมีความรู้และประสบการณ์ในด้านนั้นอยู่แล้ว ย่อมจะได้เปรียบกว่าบุคคลที่มาจากสาขาอื่น เช่น ผู้แปลที่ทำงานมาจากสาขาป่าไม้โดยทั่วไปแล้วจะแปลตีความในพื้นที่ป่าไม้ได้ดีกว่าบุคคลที่มาจากสาขาอื่น เนื่องจากมีความรู้ ภูมิหลังและประสบการณ์เกี่ยวกับธรรมชาติและพื้นที่มาก่อนนั้นเอง

3.2 ความสามารถของสายตา (Visual Activity)

การแปลตีความจำเป็นต้องอาศัยความสามารถของสายตาของผู้แปลเป็นองค์ประกอบด้วย เนื่องจากการวินิจฉัยภาพ จำเป็นต้องพิจารณารายละเอียดที่ปรากฏในภาพ ในลักษณะของสี (Color) ลายเนื้อภาพ

(Texture) ความเข้มของสี (tone) ผู้มีสายตาดีกว่าย่อมสามารถจำแนกพื้นที่ได้ดีกว่า หรือผู้แปลตีความที่มีอายุมากขึ้นประสิทธิภาพในการแปลตีความจะด้อยลง

3.3 ความสามารถของจิตใจ (Mental Activity)

ความสามารถของจิตใจมีความสัมพันธ์กับภูมิหลัง ประสบการณ์ ความรัก การเป็นคนใจเย็น รอบคอบ ชอบสังเกต จะเป็นผู้ที่มีความสามารถแปลภาพได้ดี การแปลตีความมีลักษณะเช่นเดียวกับผู้ดูพระเครื่อง บุคคลเหล่านี้จะมีความรู้รายละเอียดถึงพระเครื่องแต่ละรุ่นว่ามีส่วนประกอบเฉพาะ หรือตำหนิที่ผู้สร้างพระเครื่องรุ่นนั้นกำหนดไว้ ส่วนใหญ่มักจะเป็นคนใจเย็นและช่างสังเกตเป็นพิเศษ จึงมั่นใจและวินิจฉัยได้อย่างถูกต้อง ความสามารถของจิตใจจึงเป็นคุณสมบัติอีกประการหนึ่งของผู้แปลตีความที่ดี

3.4 ประสบการณ์ (Experience)

ผู้แปลตีความที่มีประสบการณ์ เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของบริเวณที่ดำเนินงานแปลภาพถ่าย จะสามารถวินิจฉัยสิ่งที่ปรากฏในภาพได้ดีกว่าผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ ประสบการณ์ดังกล่าวสามารถแสวงหาได้จากการศึกษา การเดินทาง การท่องเที่ยว การชอบสังเกตและจดจำ ตลอดทั้งต้องมีความสนใจและมีนิสัยชอบอีกด้วย ความผิดพลาดจากการแปลตีความ หากนำมาวิเคราะห์ถึงความผิดพลาดแล้ว จะทำให้ผู้แปลตีความสามารถนำมาประยุกต์ ในการวินิจฉัยข้อมูลในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้อย่างถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

4. หลักในการแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียม (Principle for Interpretation)

หลักในการแปลตีความเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงานมากที่สุด ควรดำเนินงานตามลำดับดังนี้

4.1 แปลตีความจากสิ่งที่เห็นชัดเจน เข้าใจและวินิจฉัยจากง่ายที่สุดไปหายากที่สุด (Easy to Difficulty) เพื่อหลีกเหลี่ยงความรู้สึกท้อใจเบื่อหน่าย ในการแปลตีความสิ่งที่ยาก และสงสัยควรแปลตีความในตอนหลัง

4.2 แปลตีความจากสิ่งที่คุ้นเคยหรือพบเห็นในชีวิตประจำวันหรือสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่มีความรู้น้อยภายหลัง (Around to Far) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของผู้แปลตีความ

4.3 แปลตีความจากเรื่องทั่วๆ ไป เป็นกลุ่มใหญ่ แล้วจึงพิจารณาแยกรายละเอียดในแต่ละประเภท ในลักษณะที่เรียกว่าแปลตีความจากหยาบไปหาละเอียด (Zone to Sub -Zone) ควรเริ่มจากประเภทการใช้ที่ดินระดับ I (level I) เช่น พื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่ทำการเกษตร พื้นที่ป่าไม้ ก่อนแล้วจึงจำแนกออกเป็นประเภทการใช้ที่ดินระดับ II (level II) เช่นจำแนกพื้นที่ทำการเกษตรออกเป็น นาข้าว พืชไร่ และพืชสวน หลังจากนั้นจึง

จำแนกออกเป็นระดับ III (level III) เช่นจำแนกพืชสวนออกเป็น เงาะ ทุเรียน มะม่วง ต่อไปในตารางที่ 5.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.1 แสดงการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม

ประเภทการใช้ที่ดิน	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3
แหล่งชุมชน	ที่อยู่อาศัย	หมู่บ้าน ตัวเมือง	
สาธารณูปโภค	เส้นทางคมนาคม	ถนน ทางรถไฟ	ถนนลาดยาง
		สนามบิน	ถนนลูกรัง
แหล่งน้ำ	แม่น้ำ บึง หนอง และอ่างเก็บน้ำ	-	-
พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่เพาะปลูก	ที่นา พืชไร่ ทุ้งหญ้า	อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด อื่นๆ
พื้นที่ป่าไม้	ป่าไม้	ป่าทึบ ป่าโปร่ง	ป่าดงดิบ ป่าเบญพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าชายเลน ป่าปลูก ป่าเสื่อมโทรม

ที่มา : ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม. 2535.

4.4 แปลตีความเรียงลำดับให้เป็นระบบให้ครบวงจร (Complete Cycle) เป็นแต่ละประเภท ๆ ไป ไม่ควรสลับไปสลับมาปะปนกัน เพราะจะทำให้รายละเอียดของข้อมูลไม่ต่อเนื่องกัน หรืออาจจะขาดหายไปได้

4.5 แปลตีความโดยใช้ปัจจัยหรือข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันอันเป็นพื้นฐาน ที่จะวินิจฉัยข้อมูลได้อย่างถูกต้อง (Data Association) เช่น การแปลตีความของแหล่งน้ำ ซึ่งมีวัตถุประสงค์สร้างไว้เพื่อการเพาะปลูกจะมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่ต้องการน้ำ เช่น หากเป็นที่เนินพื้นที่รับน้ำควรเป็นพืชสวน หากเป็นพื้นที่ราบที่รับน้ำควรเป็นนาข้าว หรือพืชผักสวนครัวเป็นต้น ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสร้างอ่างเก็บน้ำ (ประสพชัย นามลาพุทธา,2536:117-119)

5. การดำเนินงานแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา สามารถจำแนกหรือแบ่งหมวดหมู่ประเภทข้อมูลที่จะแปลได้อย่างกว้างๆ และมีความแม่นยำค่อนข้างสูง แต่จะเสียเวลาในการคิดคำนวณพื้นที่ และการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินการได้นี้

5.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการแปล

1. ข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 ชนิดฟิล์มโพสิติฟสีผสม มาตราส่วน 1:1,000,000 ระบบ TM รายละเอียดของภาพ 30 x 30 เมตร

2. เครื่อง Procom II ที่ใช้ในการขยายฟิล์มสีผสมให้ได้มาตราส่วนตามที่ต้องการ

3. แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งเป็นแผนที่ฐาน (Base Map)

4. อุปกรณ์เครื่องเขียนแผนที่และอื่นๆ

5.2 ขั้นตอนการดำเนินงานในการแปล

1. การเตรียมข้อมูล ที่จะใช้ในการแปล ได้แก่ การเลือกตรวจสอบและการสั่งซื้อฟิล์มโพสิติฟสีผสมให้ครอบคลุมพื้นที่ แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 และอุปกรณ์เครื่องเขียน

2. การเลือกข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการแปลวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม เช่น การกำหนดพื้นที่ที่สงสัยตามลักษณะของสี ความหนาแน่นที่ปรากฏให้กระจายทั่วพื้นที่ ก่อนออกภาคสนาม เกณฑ์ในการเลือกได้แก่ เลือกพื้นที่ที่มีความเหมือนกันและคล้ายคลึงกัน หรือพื้นที่ที่มีความแตกต่างจากพื้นที่อื่น ๆ เป็นต้น

3. การแปลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจำแนกการใช้ที่ดิน การแปลภาพเพื่อตีความหมายของวัตถุหรือพื้นที่ต่างๆบนภาพถ่ายดาวเทียมนั้น จะต้องอาศัยคุณสมบัติหลายอย่างประกอบกันในการวินิจฉัยจะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นไปได้ยาก เพราะลักษณะต่างๆ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในการแปลภาพเพื่อจำแนกประเภทพื้นที่ ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องความแตกต่างในเรื่องชนิดและระดับสี ความแน่นทึบของภาพและระดับความหยาบละเอียด นอกจากนี้แล้วยังจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลอื่นๆ เช่น ภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ สำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน เพื่อให้นิสิตได้ศึกษาครั้งนี้ซึ่งได้จำแนกออกเป็น 6 ประเภทกว้างๆ ตามตัวอย่างการแปลและการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา ที่แนบท้ายและถ้าพื้นที่ใดมีลักษณะเด่นหรือแตกต่างไปจากพื้นที่อื่นๆ จะจำแนกรายละเอียดไว้ดังนี้

3.1 นาข้าว (Ri)	หมายถึง พื้นที่ที่ใช้ในการทำนา ซึ่งขณะนั้นอาจจปลูกข้าวหรือไม่ก็ตาม ปรากฏอยู่ในสภาพพื้นที่ราบลุ่ม
3.2 พืชไร่ (Up)	หมายถึง สภาพพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืชไร่ต่างๆ เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง

อ้อยโรงงาน สับปะรดและอื่น ๆ พื้นที่ที่พบจะอยู่ในบริเวณที่มีความลาดชันน้อย ถึงปานกลาง

3.3 ไม้ผล ไม้ยืนต้น (Tr) หมายถึง สภาพพื้นที่ที่ใช้ทำสวนผลไม้หรือปลูกไม้ยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และรวมถึง ต้นไม้ที่ขึ้นตามริมแม่น้ำ ลำคลอง และถนน

3.4 ป่าไม้ (Fo) หมายถึง พื้นที่ที่มีป่าไม้ขึ้นคลุม ได้แก่ บริเวณพื้นที่ที่มีความ ลาดชัน เช่น เนินเขาและภูขา

3.5 แหล่งน้ำ (Wa) หมายถึง พื้นที่ที่เป็นแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึงธรรมชาติ และอ่างเก็บน้ำ

3.6 พื้นที่อื่นๆ (Ot) หมายถึง พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง แหล่งชุมชนหมู่บ้านพื้นที่รกร้างซึ่งไม่ได้ใช้ประโยชน์ ถนน และอื่นๆ

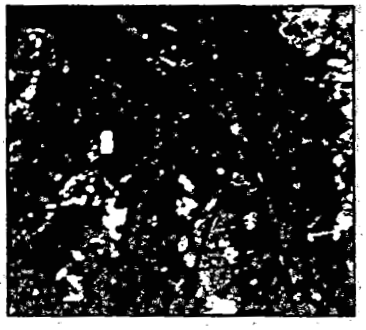
4. การทำแผนที่ต้นร่าง เป็นการคัดรายละเอียดขอบเขตการใช้พื้นที่หนึ่งๆ ที่ได้จากการแปลแล้วเขียนเครื่องหมายแผนที่ของพื้นที่นั้นๆ กำกับไว้ เพื่อสะดวกในการตรวจสอบภาคพื้นดินในภูมิประเทศจริง เครื่องหมายแผนที่ ได้แก่ ทิศเหนือ มาตราส่วน พิกัดภูมิศาสตร์ ชื่อแผนที่และสัญลักษณ์ต่างๆ นอกจากนี้ควรระบุวัน ที่ เดือน ปี ของภาพที่ทำการแปล ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการสอบถามข้อมูลการเพาะปลูก กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูกในพื้นที่เดิม

5.3 การตรวจสอบพื้นที่ และการทำแผนที่ต้นฉบับ

เป็นการนำแผนที่ต้นร่างที่ได้แปลแล้วออกตรวจสอบภาคสนามอีกครั้งหนึ่ง ว่าพื้นที่ที่แปลตรงกับความเป็นจริงหรือไม่เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขแผนที่ต้นร่างให้ถูกต้องรายละเอียดบางอย่างอาจต้องตัดทิ้งหรือเพิ่มเติม หลังจากนั้นจึงเริ่มคัดลอกแผนที่ใหม่ เพื่อจัดทำเป็นแผนที่ที่สมบูรณ์ และคำนวณพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภทที่ได้จำแนกไว้ เป็นข้อมูลด้านสถิติ

6. สรุปขั้นตอนการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา

ภาพที่ 5.1 สรุปขั้นตอนการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา



ภาพสีผสม

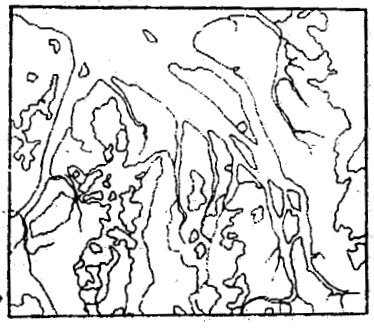
1. การเตรียมข้อมูล

* ภาพถ่ายดาวเทียมสีผสม
* ฟิล์มโพสิดิฟสีผสม
* แผนที่ภูมิศาสตร์ 1:50,000, 250,000

2. ขั้นตอนการแปลวิเคราะห์

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อจำแนกประเภทข้อมูล

* คุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัตถุ
* ลักษณะทรวดทรงของวัตถุ
* สภาพเปลี่ยนแปลตามฤดูกาลของวัตถุ

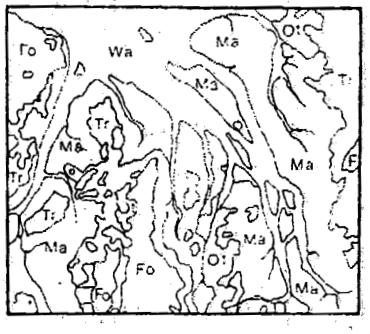


ข้อมูลสนับสนุนในการแปล

* เครื่องมือที่ใช้ในการแปล
* แผนที่ภูมิประเทศ
* การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

3. การทำแผนที่ต้นร่าง

* คัดลอกขอบเขตประเภทข้อมูล
* เขียนสัญญลักษณ์แทนประเภทข้อมูล
* ชื่อแผนที่ ทิศ มาตราส่วน และพิกัด
* วันที่/เดือน/ปี ของภาพที่แปล



การตรวจสอบความถูกต้อง

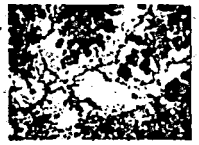
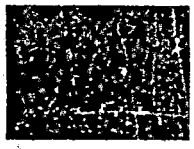
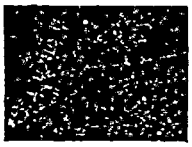
4. การทำแผนที่ต้นฉบับ

* แก้ไขข้อมูลให้ทันสมัย
* ตรวจสอบข้อผิดพลาดก่อนส่งพิมพ์
* การคำนวณแผนที่

รายงาน

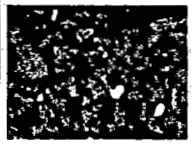
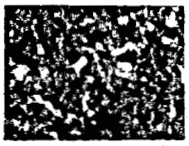
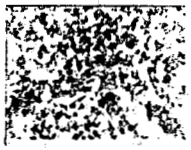
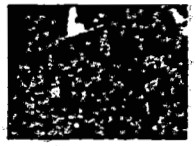
ที่มา : ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม. 2535.

ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา

ประเภทการใช้ที่ดิน	ลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม		ลักษณะที่พบในภาคพื้นดิน
	สี	รูปร่าง ขนาด และความละเอียด	
ที่นา		พื้นผิวภาพเรียบสม่ำเสมอ และ/หรือค่อนข้างเรียบ รูปแบบเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีขนาดแปลงเล็ก ๆ ในพื้นที่เขตชลประทานจะมีสีเข้มกว่าในที่ดอน เนื่องจากมีความชื้น	
	เทาดำ, ดำ		ที่นาเก็บเกี่ยวแล้วเผาเตรียมพื้นที่เพาะปลูก
	ขาว-เหลือง เทาอมเขียว, น้ำตาลอ่อน		ที่นาที่เก็บเกี่ยวแล้วปล่อยทิ้งไว้เหลือตอซังแห้ง
	สีน้ำเงิน และสีฟ้าถึงสีฟ้าเข้ม		ที่นาที่มีน้ำขัง, ช่วงเก็บเกี่ยวแล้ว
	ชมพูอ่อน, ม่วง		ที่นาที่เพิ่งเก็บเกี่ยวตอซังยังสดอยู่
	ชมพู		ที่นาที่เก็บเกี่ยวแล้ว มีการแตกใบใหม่ยังอยู่ในช่วงเก็บเกี่ยว
	ชมพู, แดง		ที่นาที่ปลูกข้าวอยู่ในช่วงเจริญเติบโตเต็มที่หรือช่วงทำนาปรัง

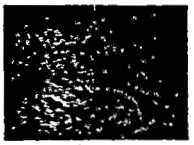
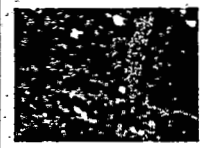
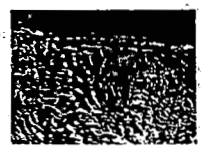
ที่มา : ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม. 2535.

ภาพที่ 5.3 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา

ประเภทการใช้ที่ดิน	ลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม		ลักษณะที่พบในภาคพื้นดิน
	สี	รูปร่าง ขนาด และความละเอียด	
พืชไร่ 	แดงเข้ม แดงชมพู	พื้นผิวภาพค่อนข้างเรียบมีรูปแบบเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าแต่มีขนาดใหญ่กว่าที่นา ความแตกต่างจะอยู่ที่สภาพพื้นที่และชนิดพืช ส่วนสีที่ปรากฏโดยทั่วไป ระยะไถพรวนจะมีสีขาว ถ้ามีพืชปกคลุมจะมีสีแดง และระยะเก็บเกี่ยวจะมีสีน้ำตาล หรือสีเหลือง	อ้อยในระยะก่อนเก็บเกี่ยวหรือกำลังเก็บเกี่ยว
	น้ำตาล-เหลือง หรือ แดง-น้ำตาล		ข้าวโพด - ข้าวฟ่าง
	แดงส้ม, น้ำตาล-เหลือง		มันสำปะหลัง
	น้ำตาล-แดง		ฝ้าย - ข้าวฟ่าง
	แดง หรือ น้ำตาลเข้ม		ยาสูบ
	แดงมีจุดประขาวหรือดำ		พืชที่มีเก็บเกี่ยวและเตรียมพื้นที่ปลูกโดยการเผา ผสมกับพื้นที่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยว

ที่มา : ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม. 2535.

ภาพที่ 5.4 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา

ประเภทการใช้ที่ดิน	ลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม		ลักษณะที่พบในภาคพื้นดิน
	สี	รูปร่าง ขนาด และความละเอียด	
ป่าไม้ 	แดงเข้ม	ลักษณะความหยาบละเอียดของภาพ ทำให้ผืนผิวที่ปรากฏขรุขระและหยาบมาก	ป่าทึบ
	น้ำตาลแดงปนเทา	พื้นผิวค่อนข้างละเอียดและขรุขระ	ป่าโปร่ง
	แดง,น้ำตาล, ชมพู	พื้นผิวค่อนข้างเรียบ	ป่าปลูก
	น้ำตาล, แดง	ผิวเรียบสม่ำเสมอ, รูปร่างไม่แน่นอน	ป่าชายเลน
	แดง, น้ำตาล	พื้นผิวค่อนข้างสม่ำเสมอ รูปร่างไม่แน่นอน กระจายไปเป็นย่อม ๆ	ป่าละเมาะ, ที่รกร้าง
	น้ำตาล-เหลือง	พื้นผิวภาพค่อนข้างเรียบ	ป่าที่มีการบุกรุกทำลาย

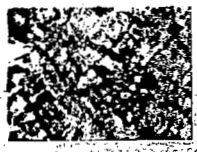
ที่มา : ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม. 2535.

ภาพที่ 5.5 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา

ประเภทการใช้ที่ดิน	ลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม		ลักษณะที่พบในภาคพื้นดิน
	สี	รูปร่าง ขนาด และความละเอียด	
สิ่งปลูกสร้าง	ขาว - ฟ้าถึงสีน้ำเงิน	พื้นผิวค่อนข้างหยาบ, ขรุขระ รูปร่างไม่แน่นอน	ตัวเมือง, แหล่งชุมชน
	น้ำตาล-เหลืองชมพู	พื้นผิวเรียบสม่ำเสมอ	สนามบิน
	เทา,ฟ้าอมเทา, ขาว	พื้นผิวค่อนข้างเรียบเป็นแนวยาว ๆ	ถนนลาดยาง, ถนนลูกรัง
แหล่งน้ำ	ดำ,น้ำเงินเข้ม	ผิวเรียบสม่ำเสมอ, รูปร่างไม่แน่นอน	อ่างเก็บน้ำ
	น้ำเงิน, ฟ้า	ผิวเรียบสม่ำเสมอ รูปร่างไม่แน่นอน	แม่น้ำ, คลอง
	ชมพูเข้ม แดงเข้ม, แดง	ผิวเรียบสม่ำเสมอ รูปร่างไม่แน่นอน	ป่า, หนอง, ที่มีพืชน้ำปกคลุม

ที่มา : ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม. 2535.

ภาพที่ 5.6 ตัวอย่างการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา

ประเภทการใช้ที่ดิน	ลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม		ลักษณะที่พบในภาคพื้นดิน
	สี	รูปร่าง ขนาด และความละเอียด	
ไม้ผลไม้ยืนต้น	น้ำตาลแดงและแดงเข้ม	พื้นผิวภาพค่อนข้างหยาบขรุขระ มีรูปร่างไม่แน่นอน	สวนผสม
	แดง, แดงเข้ม	พื้นผิวค่อนข้างเรียบ	ยางพารา, ปาล์มน้ำมัน
อื่น ๆ	ดำ-น้ำเงินเข้ม	พื้นผิวเรียบ มีรูปร่างเป็นตาราง สี่เหลี่ยมขนาดเล็ก	นากุ้ง, นาเกลือ
	ขาว,ฟ้าอมเทา	พื้นผิวเรียบสม่ำเสมอ	ที่เหมืองร้าง, พื้นที่ไม่มีไม้ปกคลุม
	น้ำตาล, เหลือง	ผิวเรียบสม่ำเสมอ	ทุ่งหญ้า

ที่มา : ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม. 2535.

บทที่ 6

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

1. ความมุ่งหมายของบทเรียน

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจความหมายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

1.2 เพื่อให้ผู้เรียนทราบองค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

1.3 เพื่อให้ผู้เรียนทราบประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

1.4 เพื่อให้ผู้เรียนทราบตัวแทนในการจัดเก็บข้อมูลในเชิงภูมิศาสตร์

1.5 เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงวิธีการจัดการข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

2. เนื้อหาในบทเรียน

2.1 คำนำ

2.2 ความหมายคำว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.3 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.4 ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.5 ตัวแทนในการจัดเก็บข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์

2.6 การจัดการข้อมูล

2.7 การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล

3. วิธีสอนและกิจกรรม

3.1 บรรยายในชั้นเรียนโดยใช้แผ่นใสฉายประกอบการบรรยาย

3.2 เข้าห้องปฏิบัติการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

3.3 ให้ผู้เรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

4. สื่อการสอน

4.1 แผ่นใสประกอบการบรรยายพร้อมเครื่องฉายข้ามศีรษะ

4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ในการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

4.3 โปรแกรมในการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

4.4 เครื่องลากขอบเขตแผนที่ (Digitizer)

4.4 เครื่องพิมพ์แผนที่ (Plotter)

5. การวัดผลและการประเมินผล

5.1 สังเกตพฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม (ทักษะพิสัย)

5.2 สังเกตพฤติกรรมเป็นรายบุคคล (ทักษะพิสัย)

5.3 ตรวจสอบผลงานจากรายงาน

5.4 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ข้อทดสอบแบบปรนัยและอัตนัย (พุทธิพิสัย)

5.5 ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตลอดภาคเรียน (จิตพิสัย)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
(Geographic Information System)

1. คำนำ

ในทศวรรษที่ผ่านมาได้ตื่นตัวมากในการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ GIS) มาจัดการหรือบริหารเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวได้มีมาช้านานแล้ว ส่วนใหญ่จะเป็นการดำเนินงานด้วยมือ (Manual) กล่าวคือ ข้อมูลในแผนที่หรือเรียกว่าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) นำมาถ่ายทอดลงบนแผ่นใสและปรับมาตราส่วนให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันแล้วนำมาซ้อนกัน (Overlay) ซึ่งวิธีการนี้ใช้ได้กับพื้นที่เล็ก ๆ และมีข้อมูลน้อย ๆ ต่อมาได้มีการพัฒนาเอาคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการจัดการระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ คอมพิวเตอร์นั้นสามารถจัดการหรือวิเคราะห์กับข้อมูลที่มีปริมาณมากและหลากหลาย เป็นที่ทราบกันอยู่แล้ว คอมพิวเตอร์จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์

นอกเหนือจากการวางแผนจะใช้ข้อมูลอะไรบ้างทำการวิเคราะห์แล้ว ในส่วนของซอฟตแวร์ยังมีความยุ่งยากและซับซ้อนในการใช้งาน ซึ่งจะสัมพันธ์กับบุคลากรที่ปฏิบัติงานในด้านนี้ มีไม่พอเพียงโดยเฉพาะในการวางแผนจัดการเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จะต้องผสมผสานกับข้อมูลดาวเทียม (Remote Sensing) ทำให้บุคลากรด้านนี้มีน้อยอยู่แล้วน้อยลงไปอีก

2. ความหมายคำว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

คำว่า ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ แม้แต่ในภาษาไทยเองก็มีใช้อยู่หลายคำ เช่น สารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ เป็นต้น ในภาษาอังกฤษเองก็มีหลายคำ เช่น Geo - Information System, Spatial Information System, Land Information System และ Geographic Information System หรือ GIS เป็นต้น ในที่นี้ขอใช้คำว่า Geographic information System หรือ GIS คำว่า Geo หมายถึง โลก (Earth), Graphy คือ ชี้ให้เห็นถึงขบวนการของการเขียน (Indicates process of writing) Geography คือ การเขียนหรือบรรยายเกี่ยวกับโลก (Writing about the earth) Information คือ ความรู้บนวัตถุซึ่งสามารถใช้ในขบวนการตัดสินใจ (Decision making process) หรือความต้องการในการติดต่อสื่อสาร (Communication need) คำว่า GIS ได้มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ให้ความหมายไว้ เช่น ตามคำจำกัดความของ Burrough (1988) ได้ให้คำนิยามของGIS คือ ชุดเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Collecting) เรียกค้นข้อมูล (Retrieving) การแปลงข้อมูล (Transforming) และแสดงผล (Didplaying) ให้ตรงกับวัตถุประสงค์นี้คงไว้ และได้มีนักวิทยาศาสตร์อีกหลายท่านได้ให้คำจำกัดความ GIS ไว้ในทำนองเดียวกัน กล่าวโดยสรุป GIS จะต้องประกอบด้วย

2.1 Data input คือการป้อนข้อมูลต่าง ๆให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปข้อมูลแผนที่มีอยู่แล้ว ข้อมูลจากภาคสนามและข้อมูลจากเครื่องบันทึกภาพ เป็นต้น ข้อมูลที่ป้อนแล้วสามารถจะเก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งเรียกว่า Geographic data base ซึ่งจะสามารถแก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ

2.2 Geographic data base คือเป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลไว้ ข้อมูลในทางภูมิศาสตร์ที่จัดเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) คือข้อมูลที่ทราบตำแหน่งทางพื้นดินสามารถอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ได้ (Geo reference)

2. ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non spatial data) คือข้อมูลที่เกี่ยวกับคุณลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่นั้น ๆ (Associated attributes) เช่น ข้อมูลผู้ถือครองที่ดิน ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะเศรษฐกิจ เป็นต้น

2.3 Transformation หรือ Data Analysis คือ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูล Spatial data มาซ้อนกัน (Overlay) ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยให้สัมพันธ์กับข้อมูล Non spatial data

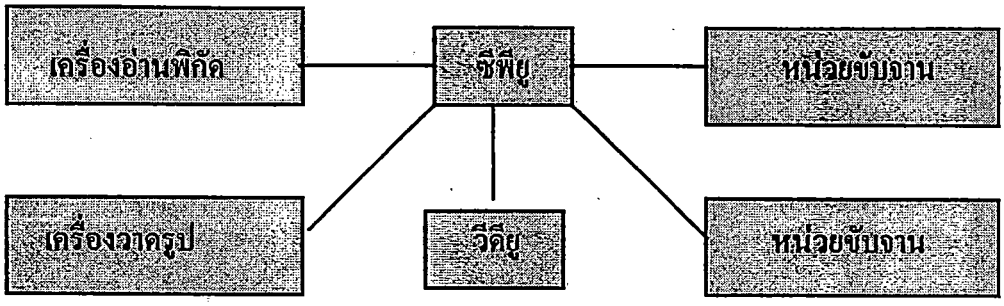
2.4 Data display คือการแสดงผลข้อมูล ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของตัวเลข หรือ ข้อมูลภาพ (Graphic) ซึ่งอาจจะแสดงผลทาง Printer หรือ Plotter (แก้ว นวลฉวีและสุพรรณ กาญจนสุธรรม,2535 : 29 - 30)

3. องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 อย่าง ได้แก่ องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์และหน่วยงานหรือตัวบุคคล องค์ประกอบทั้งสามนี้ต้องสมดุลกัน ถ้าต้องการให้ระบบทำงานเป็นที่น่าพอใจ

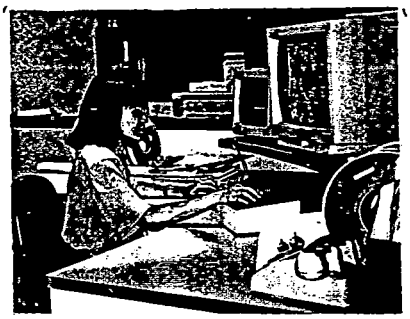
3.1 องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์

องค์ประกอบของฮาร์ดแวร์ทั่วไปที่ใช้สำหรับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แสดงอยู่ในแผนภูมิที่ 6.1 คอมพิวเตอร์หรือ หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit - CPU)เชื่อมต่อกับหน่วยขับจานบันทึกข้อมูล ซึ่งมีที่ว่างสำหรับเก็บข้อมูลหรือโปรแกรม เครื่องลากขอบเขตแผนที่ (Digitizer) หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ใช้สำหรับแปลงข้อมูลจากแผนที่และเอกสารเป็นรูป Digital แล้วส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์แผนที่ (Plotter) หรือเครื่องมือแสดงผลแบบอื่น ๆ เพื่อนำเสนอผลจากการประมวลผลข้อมูล ส่วนเครื่องขับเทปใช้สำหรับการบันทึกข้อมูล หรือ โปรแกรมบนเทปแม่เหล็ก หรือสำหรับการสื่อสารกับระบบอื่น ๆ การสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยผ่านทางระบบเครือข่ายของสารรับส่งข้อมูลพิเศษหรือของสายโทรศัพท์ โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า โมเด็ม (Modem) ผู้ใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์รอบข้าง (Peripheral) โดยผ่านทางจอ (VDU) หรือบางครั้งเรียกว่า เครื่องปลายทาง (Terminal) (ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ, 2537 : 15 -16)



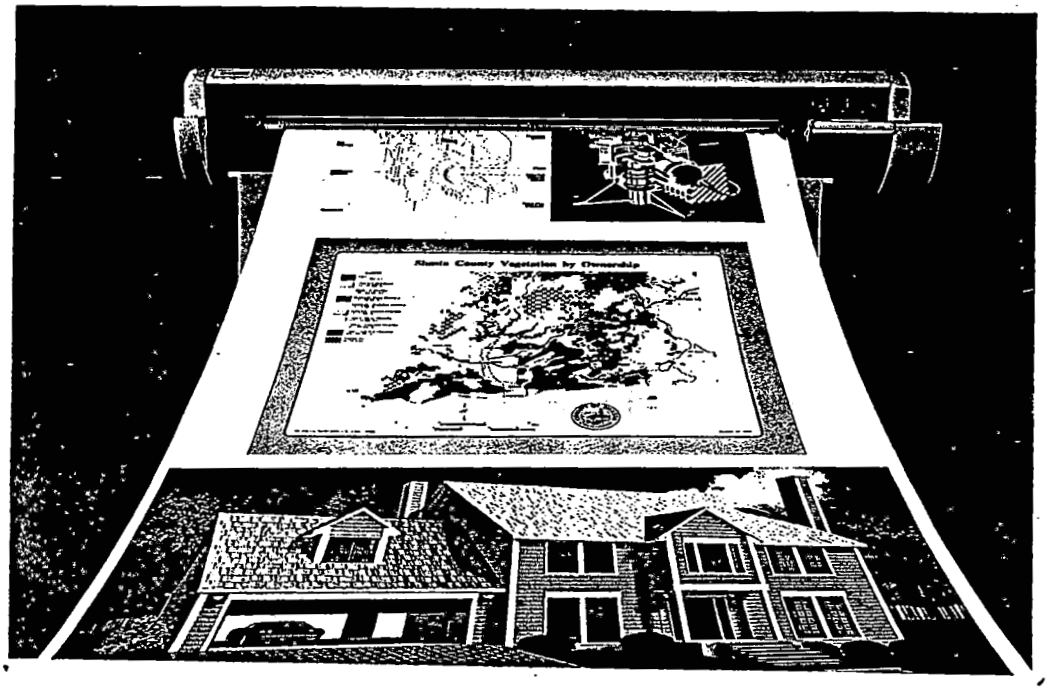
แผนภูมิที่ 6.1 องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ที่สำคัญของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้นจะแตกต่างกับเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่ใช้ในงานทางด้านประมวลข้อมูลด้านอื่น ๆ บ้าง โดยเฉพาะหน่วยความจำหลัก (Main Memory) ต้องไม่น้อยกว่า 5 MB จะต้องประกอบด้วย Math Coprocessor ซึ่งเป็น Chip พิเศษตัวหนึ่งที่จัดทำขึ้นเพื่อช่วยในการประมวลผลเลขจำนวนมาก หรือ เลขที่มีจุดทศนิยม จอภาพก็เป็นสิ่งที่ควรพิจารณา ปัจจุบันจอภาพที่ใช้อย่างน้อยควรจะเป็น Super VGA (Video graphics Adapter) มีรายละเอียดจอภาพขนาด 800 x 600 จุด หรือถ้าใช้จอภาพที่มีรายละเอียดมากกว่านี้จะทำให้มีประสิทธิภาพของการทำงานได้ดียิ่งขึ้น



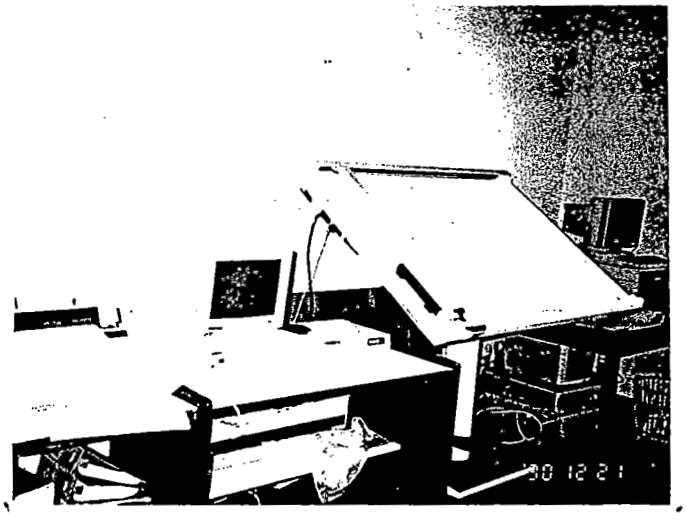
ภาพที่ 6.1 คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้จัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

เครื่องวาดหรือเครื่องพิมพ์ที่ใช้ส่วนมากจะเป็นแบบ Ink ใช้วิธีพ่นหมึกวาดหัวฉีด (Ink jet) ชนิดเป็นสี ส่วนเครื่องพิมพ์ (Plotter) เป็นเครื่องมือสำหรับแสดงผลในรูป Graphic หรือ ลายเส้น เครื่องพิมพ์สามารถลากเส้นได้หลายสี ผู้ใช้ต้องการจะให้วาดสีอะไรขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรม กระดาษที่ใช้วาดตั้งแต่ A4 ไปจนถึง A0

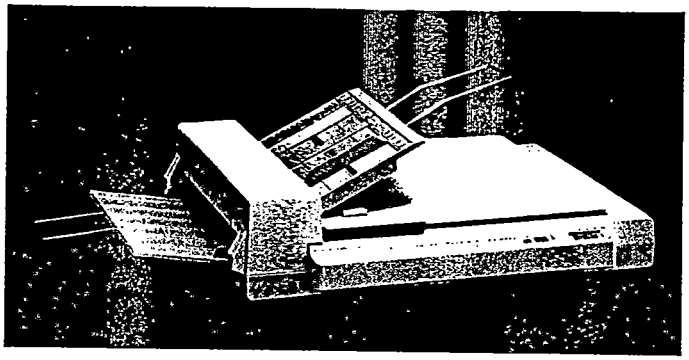


ภาพที่ 6.2 เครื่องพิมพ์แผนที่ (Plotter)

เครื่องลากขอบเขตแผนที่ (Digitizer) เป็นเครื่องถ่ายทอดขอบเขตต่างๆบนแผนที่ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่เสียเวลามากขั้นตอนหนึ่ง ในปัจจุบันได้พยายามใช้เครื่องกวาดภาพ (Scanner) มาทดแทน แต่มีข้อจำกัดอีกมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านงบประมาณ



ภาพที่ 6.3 เครื่องลากขอบเขตแผนที่ (Digitizer)



High speed image scanner

ภาพที่ 6.4 เครื่องกวาดภาพ (Scanner)

นอกจากนี้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ต้องคำนึงหน่วยความจำ (Hard disk) ที่สามารถจะเก็บข้อมูลไว้อย่างเพียงพอ หรือใช้ CD - ROM เป็นสื่อในการบันทึกข้อมูล หรืออาจจะใช้ Tape drive ในการอ่านและเขียนข้อมูลจากเทปแม่เหล็ก (แก้ว นวลฉวีและสุพรรณ กาญจนสุธรรม,2535 : 31 -33)

3.2 องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์

ชุดซอฟต์แวร์สำหรับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ประกอบด้วยมอดูลทางเทคนิคพื้นฐาน 5 หน่วย (แผนภูมิที่ 6.2) มอดูลพื้นฐานเหล่านี้เป็นระบบย่อย สำหรับ

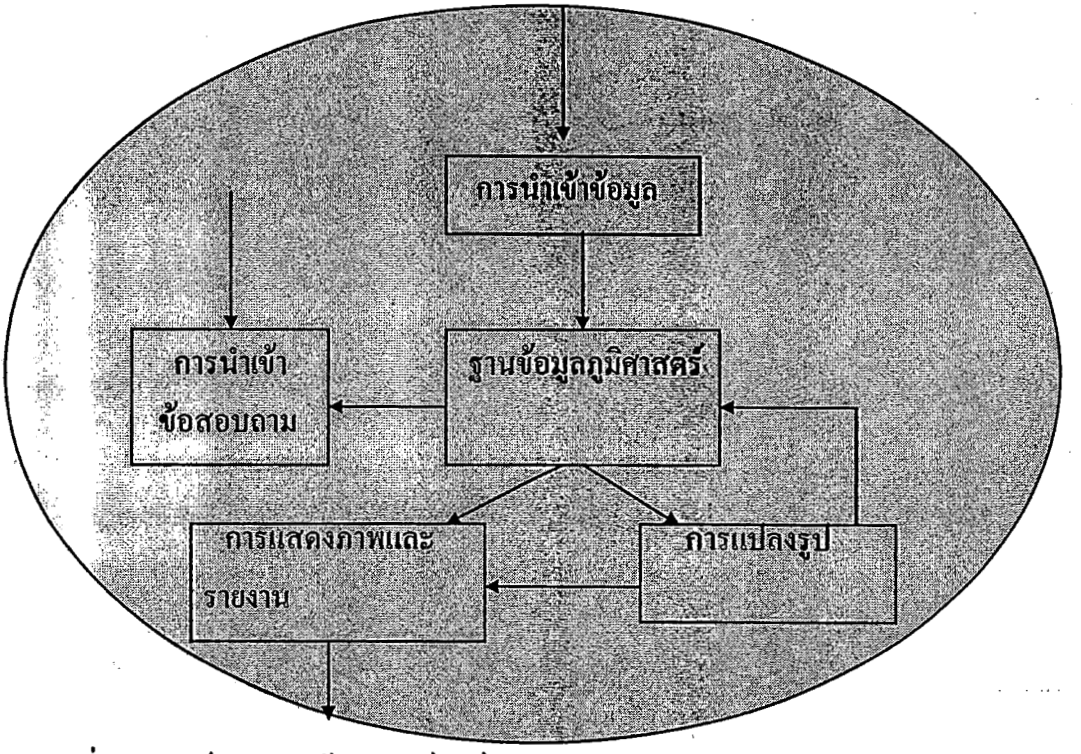
1) การนำเข้าข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้อง

2) เก็บข้อมูลและจัดการฐานข้อมูล

3) แสดงผลข้อมูลและการนำเสนอ

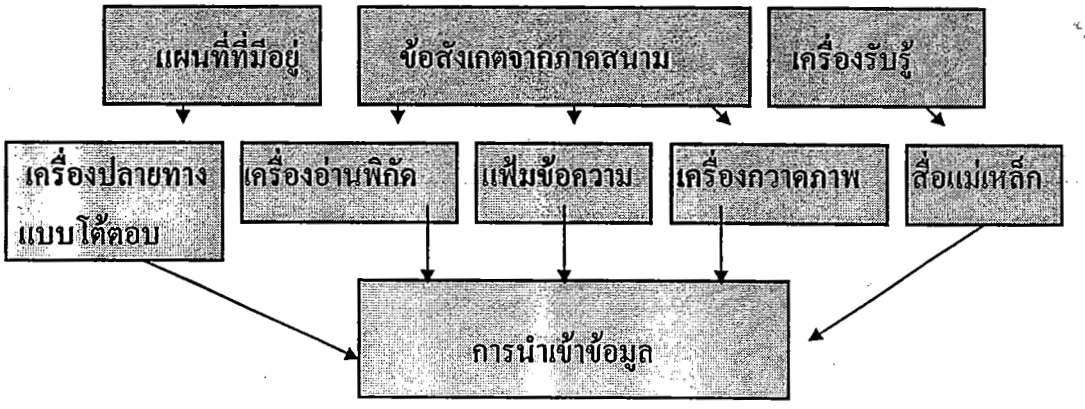
4) แปลงข้อมูล

5) โต้ตอบกับผู้ใช้



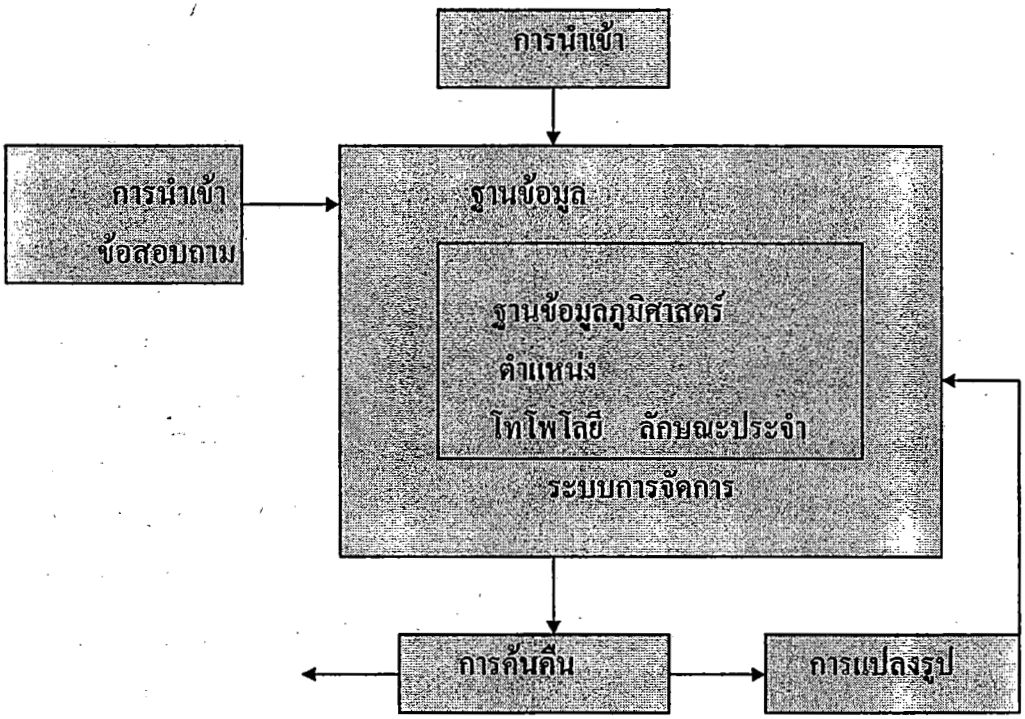
แผนภูมิที่ 6.2 องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์หลัก ๆ ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การนำข้อมูลเข้า (แผนภูมิที่ 6.3) หมายรวมถึงการแปลงข้อมูลทุกรูปแบบ ซึ่งอาจได้จากแผนที่ การสำรวจภาคสนาม เครื่องรับรู้ (ซึ่งรวมถึงภาพถ่ายทางอากาศ ดาวเทียมและเครื่องบันทึก) ให้อยู่ในรูป Digital ที่เข้ากันได้ มีเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์หลายอย่างซึ่งผลิตขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์นี้ ได้แก่ เครื่องปลายทางแบบโต้ตอบ จอภาพ เครื่องอ่านพิกัดรายการข้อมูลในแฟ้มข้อความ เครื่องกวาดภาพ (Scanner) (ในดาวเทียมหรือในเครื่องบินใช้สำหรับบันทึกข้อมูลโดยตรง แต่เครื่องกวาดภาพก็ใช้สำหรับแปลงข้อมูลแผนที่และภาพถ่ายได้ด้วย) หรือเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลซึ่งบรรจุอยู่ในสื่อแม่เหล็ก เช่น เทป ดรัมและจานแม่เหล็ก สำหรับการรับข้อมูล และการตรวจสอบข้อมูลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการสร้างฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์



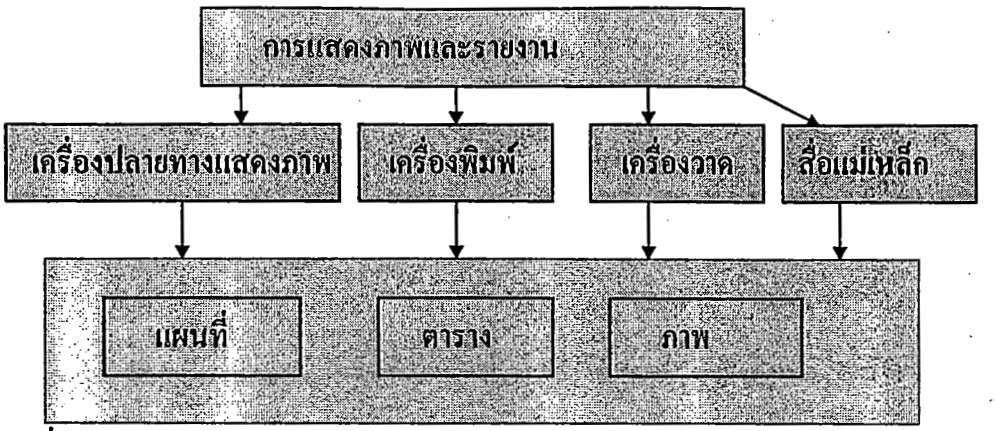
แผนภูมิที่ 6.3 การนำเข้าข้อมูล

การเก็บข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์และการจัดการฐานข้อมูล (แผนภูมิที่ 6.4) เป็นเรื่องของวิธีการซึ่งใช้กับข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งความเชื่อมโยงและลักษณะประจำต่าง ๆ ขององค์ประกอบทางภูมิศาสตร์ (จุด เส้น พื้นที่ ซึ่งใช้แทนสิ่งต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก) โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเป็นโครงสร้างและเป็นระบบให้สอดคล้องกับการที่จะนำข้อมูลไปจัดการโดยใช้คอมพิวเตอร์ และให้สอดคล้องกับทัศนะของผู้ใช้ด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับจัดการระบบฐานข้อมูลเรียกว่า ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS)



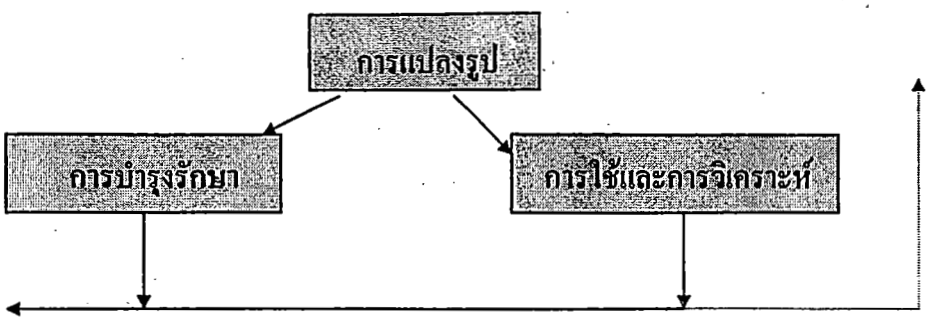
แผนภูมิที่ 6.4 องค์ประกอบฐานข้อมูลภูมิศาสตร์

การแสดงผลข้อมูลและการนำเสนอ (แผนภูมิที่ 6.5) เป็นเรื่องของการแสดงข้อมูล และการรายงานผลการวิเคราะห์ต่อผู้ใช้ ข้อมูลอาจนำเสนอในรูปของแผนที่ ตาราง และรูป (กราฟและผัง) โดยวิธีการต่าง ๆ ตั้งแต่การแสดงภาพซึ่งตรวจทางจอภาพ ตลอดจนการแสดงผลด้วยเครื่องพิมพ์ หรือ เครื่องวาดรูปบนกระดาษหรือฟิมพ์จนถึงข้อมูลที่บันทึกในรูป Digital บนสื่อแม่เหล็ก



แผนภูมิที่ 6.5 การส่งออกข้อมูล

การแปลงข้อมูล (แผนภูมิที่ 6.6) หมายรวมถึงวิธีการดำเนินการ 2 ประเภทได้แก่ (1) การแปลงเพื่อลบส่วนที่ผิดพลาดออกจากข้อมูล หรือการปรับให้ทันสมัยหรือการจับคู่กับข้อมูลชุดอื่น (2) วิธีการวิเคราะห์หลายรูปแบบที่สามารถใช้กับข้อมูล เพื่อตอบคำถามในเรื่องของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ การแปลงข้อมูลสามารถทำกับข้อมูลทางพื้นที่และข้อมูลที่ไม่อิงพื้นที่ โดยอาจดำเนินการร่วมกันหรือแยกกันก็ได้ วิธีการแปลงข้อมูลมีมากมายหลายแบบ เช่น การเปลี่ยนมาตราส่วน การปรับข้อมูลตามเส้นโครงแผนที่ใหม่ การค้นคืนข้อมูล การคำนวณพื้นที่และความยาว เส้นแนวเขต วิธีการแปลงข้อมูลเหล่านี้เป็นวิธีทั่วไป ซึ่งควรจะมีในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในรูปแบบใดก็ตาม การแปลงข้อมูลแบบอื่น ๆ ส่วนใหญ่มักจะใช้เพื่อการใช้งานที่เฉพาะเจาะจงมาก และการเพิ่มส่วนนี้ไว้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มักจะเป็นไปตามข้อเรียกร้องของผู้ใช้ระบบ สรุปได้ว่าการแปลงข้อมูลแบบต่าง ๆ ที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน การใช้งานที่เหมาะสมที่สุด การใช้ผิดประเภท และวิธีการที่นำเอาการแปลงข้อมูลแบบง่าย ๆ ชุดหนึ่งมาใช้ร่วมกัน เพื่อให้ได้แบบจำลองทางภูมิศาสตร์หรือทางพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางพื้นที่บางประเภทและการแปลงข้อมูล ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อความแน่ใจว่าฐานข้อมูลถูกต้องครบถ้วนแล้ว (ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ, 2537 : 16 - 19)



แผนภูมิที่ 6.6 การแปลงรูปข้อมูล

3.3 หน่วยงานหรือตัวบุคคล

ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เทคโนโลยีนี้จะต้องผสมผสานเทคโนโลยีทางด้าน Remote Sensing และ GIS เข้าด้วยกันขณะนี้ประเทศไทยก็กำลังตื่นตัวในเรื่องนี้เป็นอย่างมากทั้งในส่วนราชการ เอกชน และสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ผู้ที่มีความรู้ในเทคโนโลยีเหล่านี้ดีจึงได้เปรียบกว่าผู้อื่น หน่วยงานหรือส่วนราชการที่จะใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์อย่างสมบูรณ์แบบนั้นควรจะประกอบด้วยบุคคลต่าง ๆ ดังนี้

1) ผู้จัดการหรือผู้อำนวยการหรือหัวหน้า บุคคลที่ทำงานในตำแหน่งนี้ควรมีความรู้กว้าง ๆ เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบ GIS ตลอดจนขีดความสามารถและข้อจำกัดของฐานข้อมูลในหน่วยงานของตนมีความชำนาญในการบริหารบุคคลและหางบประมาณมาสนับสนุนหน่วยงานของตน

2) นักวิเคราะห์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (System Analysis) เป็นผู้มีความรู้เกี่ยวกับระบบ GIS เป็นอย่างดี สามารถออกแบบฐานข้อมูลพร้อมด้วยวิธีการใช้ สามารถถ่ายทอดความต้องการของผู้ใช้ออกมาเป็นวิธีการดำเนินงานให้ได้ผล

3) ผู้จัดการฐานข้อมูล เป็นผู้ที่รับผิดชอบเกี่ยวกับฐานข้อมูลทั้งในรูปของ Spatial และ Non spatial และสื่อในการเก็บข้อมูลตลอดจนพัฒนาและบริหารการทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์

4) ผู้ปฏิบัติงานอาวุโส เป็นผู้ปฏิบัติงานตามแผนของผู้วิเคราะห์ระบบ GIS และสามารถใช้ระบบ GIS ให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์เป็นผู้วางแผนการทำงานและดูแลระบบคอมพิวเตอร์

5) ผู้ทำแผนที่ เป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในงานแผนที่ เป็นผู้ที่จะให้การสนับสนุนต่อการใช้ระบบ GIS ในสองลักษณะ คือ การป้อนข้อมูลและแสดงผลเป็นแผนที่ ในส่วนที่เกี่ยวกับการป้อนข้อมูลต้องมีการรวบรวมข้อมูลจากหลายแห่ง เช่น จากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลดาวเทียม เป็นต้น ส่วนในเรื่องการแสดงผลนั้น จะต้องออกแบบแผนที่ให้ดี ซึ่งต้องอาศัยความรู้ด้าน Graphics ช่วยในการควบคุมคุณภาพด้วย

6) ผู้ป้อนข้อมูล (Data Entry) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้และการทำงานของระบบ GIS โดยเฉพาะในแง่ของการป้อนข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ เช่น การ Digitize ข้อมูลแผนที่ การแก้ไข การป้อนข้อมูลชนิด Attributes ต่าง ๆ ซึ่งจะต้องมีรายละเอียดมากมาย ผู้ป้อนข้อมูลจะสร้างฐานข้อมูลตามการ

วางแผนของผู้ปฏิบัติงานอาวุโส หรือผู้วิเคราะห์ระบบด้วย

7) ผู้บำรุงรักษา เป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมดรวมทั้ง Hardware และ Software เป็นผู้ที่ทำให้ระบบงานแและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ดำเนินไปเป็นปกติ

8) โปรแกรมเมอร์ เป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับการทำงานของระบบ GIS สามารถเขียนโปรแกรมต่างๆ ได้ เช่น FORTRAN, BASIC และ PASCAL เป็นต้น และภาษาอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันสามารถเขียนโปรแกรมทำงานเฉพาะอย่างได้ เช่น โปรแกรมในการแก้ไขข้อมูล โปรแกรมอ่านข้อมูลในเทปแม่เหล็ก เป็นต้น

9) ผู้ใช้ (Users) ผู้ใช้มีความสำคัญมากเพราะหากขาดผู้ใช้แล้วก็จะไม่มีระบบ GIS ผู้ใช้จะต้องมีความรู้และความเข้าใจในความสามารถ และขีดจำกัดของงานตน ต้องรู้ในสิ่งที่ตนต้องการ ผู้ใช้ต้องได้รับการเอาใจใส่และต้องได้รับการถ่ายทอดวิชาด้วย หากผู้ใช้มีความรู้มากก็จะเป็นผลดีแก่ผู้ปฏิบัติเอง

ได้มีผู้รวบรวมปัญหาต่าง ๆ ที่ทำให้การทำงานของระบบ GIS ไม่ประสบผลเท่าที่ควรสรุปได้ดังนี้

1. ได้รับการฝึกฝนมาไม่ดี หรือไม่พอที่จะปฏิบัติงาน
2. เอกสารเกี่ยวกับระบบไม่ดี หรือไม่ครบถ้วน
3. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ไม่ให้ผลดังที่คาดหวังไว้
4. การติดตั้งระบบ (System) และการเริ่มต้นช้าเกินไป
5. การป้อนข้อมูลมีความล่าช้า และราคาสูงเกินคาดไว้
6. ราคาของระบบฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการบำรุงรักษาสูงขึ้นกว่าที่คิด
7. การสนับสนุนลูกค้าเป็นไปอย่างล่าช้าและไม่เพียงพอ
8. ระบบป้องกันและปกป้องเครื่องไม่ทำงาน ทำให้เกิดสูญเสียข้อมูลระหว่างการทำงาน
9. ซอฟต์แวร์ไม่เอื้ออำนวยต่อการแก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถทำงานได้มากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับหน่วยงานที่ใช้ GIS

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้น สามารถกระทำด้วยมือ (Manual) และใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีข้อดีและข้อเสียในการใช้ดังนี้

ข้อดีในการใช้คอมพิวเตอร์

1. ข้อมูลที่มีจำนวนมหาศาลที่จัดเก็บอยู่ในรูปของแผนที่หรือเอกสารต่าง ๆ สามารถจัดให้อยู่ในสื่อคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก เช่น เทปแม่เหล็ก, Compact disk และ Floppy disk เป็นต้น
2. สามารถค้นข้อมูลได้รวดเร็ว
3. การปรับแก้จะเสียค่าใช้จ่ายน้อยและรวดเร็ว
4. สามารถจัดเก็บข้อมูลได้หลายแบบ เช่น กำหนดพิกัดที่ตั้ง จัดระยะและพื้นที่ แปลงข้อมูลในแบบต่าง ๆ ฯลฯ
5. สามารถนำมาใช้ทดสอบกับแบบจำลอง (Model) ต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

ข้อเสียในการใช้คอมพิวเตอร์

1. การแปลงข้อมูลจากแผนที่ให้อยู่ในรูปของตัวเลข (Digital) โดยใช้เครื่อง Digitizer จะต้องใช้เวลามาก ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการพัฒนา Scanner ขึ้น ก็ยังมีข้อจำกัดอีกมาก และราคาค่อนข้างสูง

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการจัดทำ GIS มีราคาค่อนข้างสูงทั้ง Hardware และ Sofrware การบำรุงรักษาและจะต้องอยู่ในห้องปรับอากาศ

3. การจัดทำแผนที่หรือการทำงานส่วนใหญ่จะดำเนินการโดยองค์การที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ Output ที่ได้นั้นไม่สามารถเข้ากับหน่วยงานอื่น ๆ การแลกเปลี่ยนข้อมูลดำเนินการได้ยาก (แก้ว นวลฉวีและสุพรรณ กาญจนสุธรรม, 2535 : 36 -42)

4. ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

สุพรรณ กาญจนสุธรรม (2535 : 70 - 86) ได้กล่าวถึงประเภทข้อมูลในระบบ GIS ไว้ว่า คำว่าข้อมูล (Data) หมายถึง ค่าสังเกตุ ค่าจากการจัด การบันทึกคุณสมบัติของวัตถุ ค่าต่าง ๆ เหล่านี้ไม่มีความหมาย ถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดีจะต้องเกี่ยวข้องกับงานที่ทำ มีความแม่นยำถูกต้อง (Accuracy) และทันต่อเหตุการณ์ ข้อมูลที่ได้แปลความหมายแล้วเรียกว่า Information หรือ สารสนเทศ ผู้บริหารอาจจะนำข้อมูลที่บันทึกไว้มากลั่นกรองเป็นสารสนเทศก่อน เช่น โดยการหาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับอดีตหาความเบี่ยงเบนและความแปรปรวน เป็นต้น ความสำคัญของสารสนเทศทำให้ผู้บริหารเข้าใจในการดำเนินงานของตนเอง และเมื่อทราบแล้วก็สามารถตัดสินไปว่าจะต้องทำอะไรต่อไป ในทางภูมิศาสตร์แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo - referenced) ทางภาคพื้นดิน ซึ่งแตกต่างกับระบบ MIS (Managemant Information System) หรือระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเป็นระบบงานคอมพิวเตอร์ ซึ่งผสมผสานกับการทำงานด้วยมือ เพื่อจัดทำข่าวสารข้อมูลหรือสารสนเทศสำหรับผู้บริหารในการตัดสินใจจะเห็นว่าระบบ MIS นั้น ไม่จำเป็นต้องอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

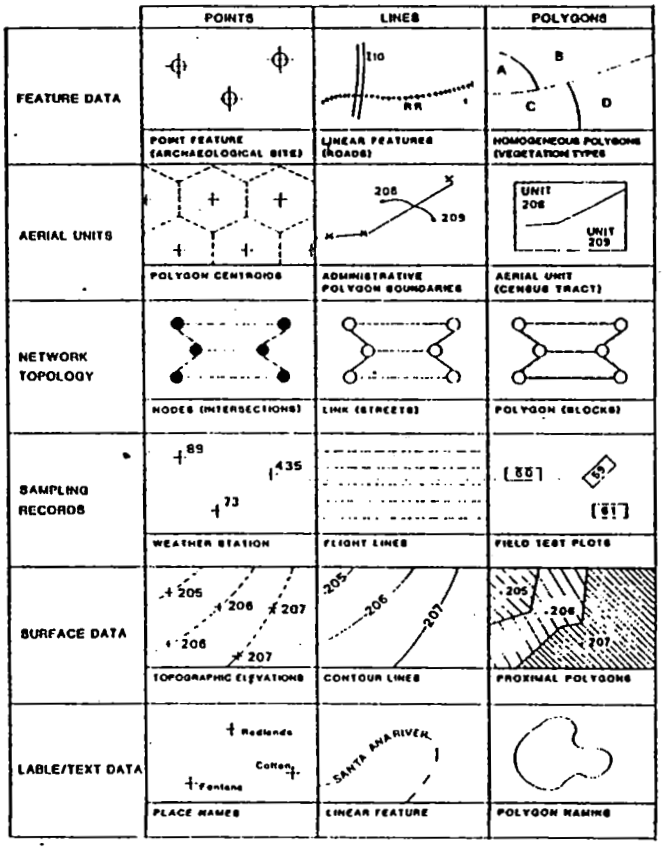
4.2 ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non-spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น ๆ (Attribues) ได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดินและข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

ข้อมูลในเชิงพื้นที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ คือ

จุด (Point) ได้แก่ ที่ตั้งหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จุดตัดของถนน แม่น้ำ เป็นต้น

- เส้น (Line) ได้แก่ ถนน ลำคลอง แม่น้ำ

- พื้นที่ หรือเส้นรอบรูป (Area or polygons) ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกพืช พื้นที่ป่า ขอบเขตอำเภอจังหวัด เป็นต้น

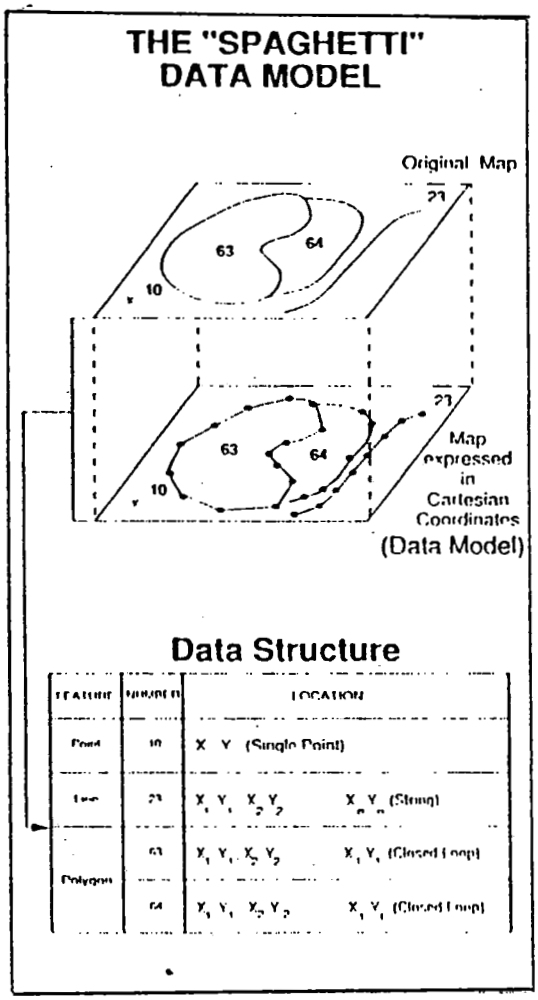


ภาพที่ 6.5 รูปแบบของสัญญลักษณ์ จุด เส้น และพื้นที่

ที่มา สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

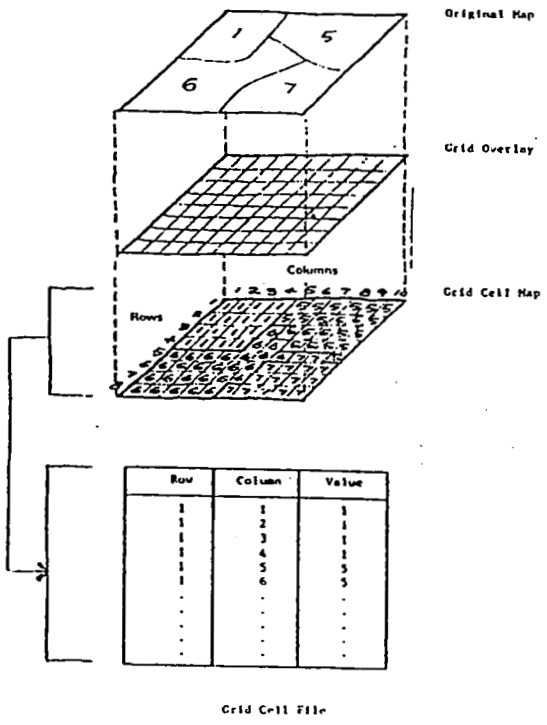
5. ตัวแทนในการจัดเก็บข้อมูลในเชิงภูมิศาสตร์แบ่งเป็น 2 ประเภท

5.1 Vector respresentation ตัวแทนของเวคเตอร์นี้อาจแสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ซึ่งถูก-กำหนดโดยจุดพิกัด ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็เป็นเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดพิกัดเริ่มต้นและจะพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกับจุดพิกัดเริ่มต้น ข้อมูลเวคเตอร์ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น



ภาพที่ 6.6 ข้อมูลแบบ Vector หรือเรียกว่า Spaghetti data Model

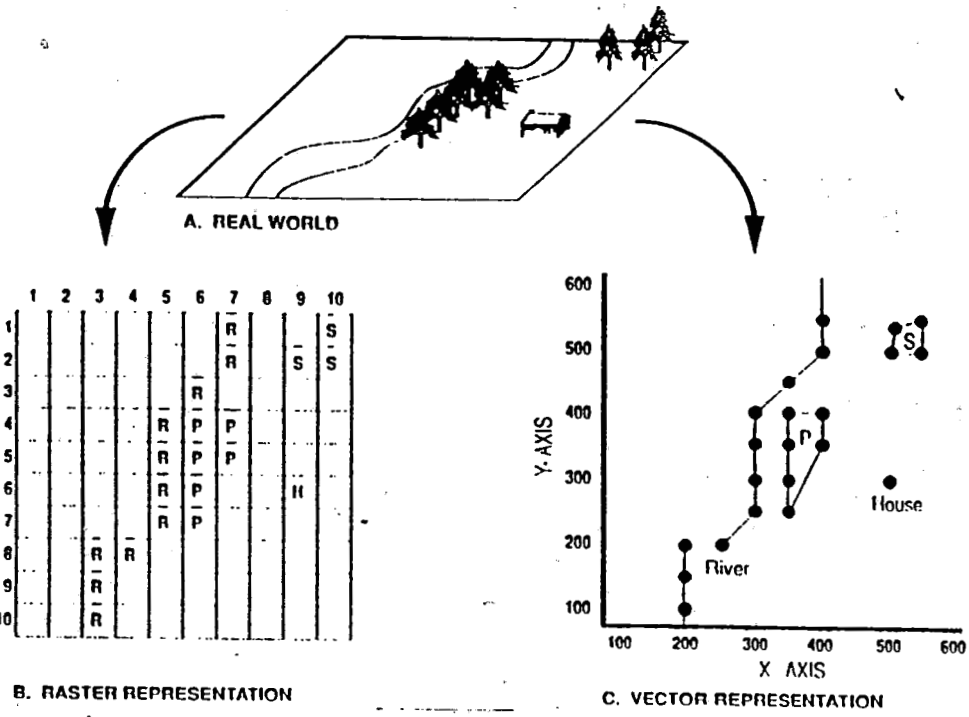
ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536



ภาพที่ 6.7 ข้อมูลแบบ Rester หรือ grid cell

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

5.2 Raster or grid respresentation คือ จุดของเซลที่อยู่ในแต่ละช่วงสี่เหลี่ยม (grid) โครงสร้างของ Raster ประกอบด้วยชุดของ grid cell หรือ pixel หรือ pixture element cell แต่ละ cell อ้างอิงโดยแถวและสดมภ์ภายใน grid cell จะมีตัวเลขหรือภาพข้อมูล Raster หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Tassellated



ภาพที่ 6.8 ข้อมูล Raster และ Vector เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่จริง

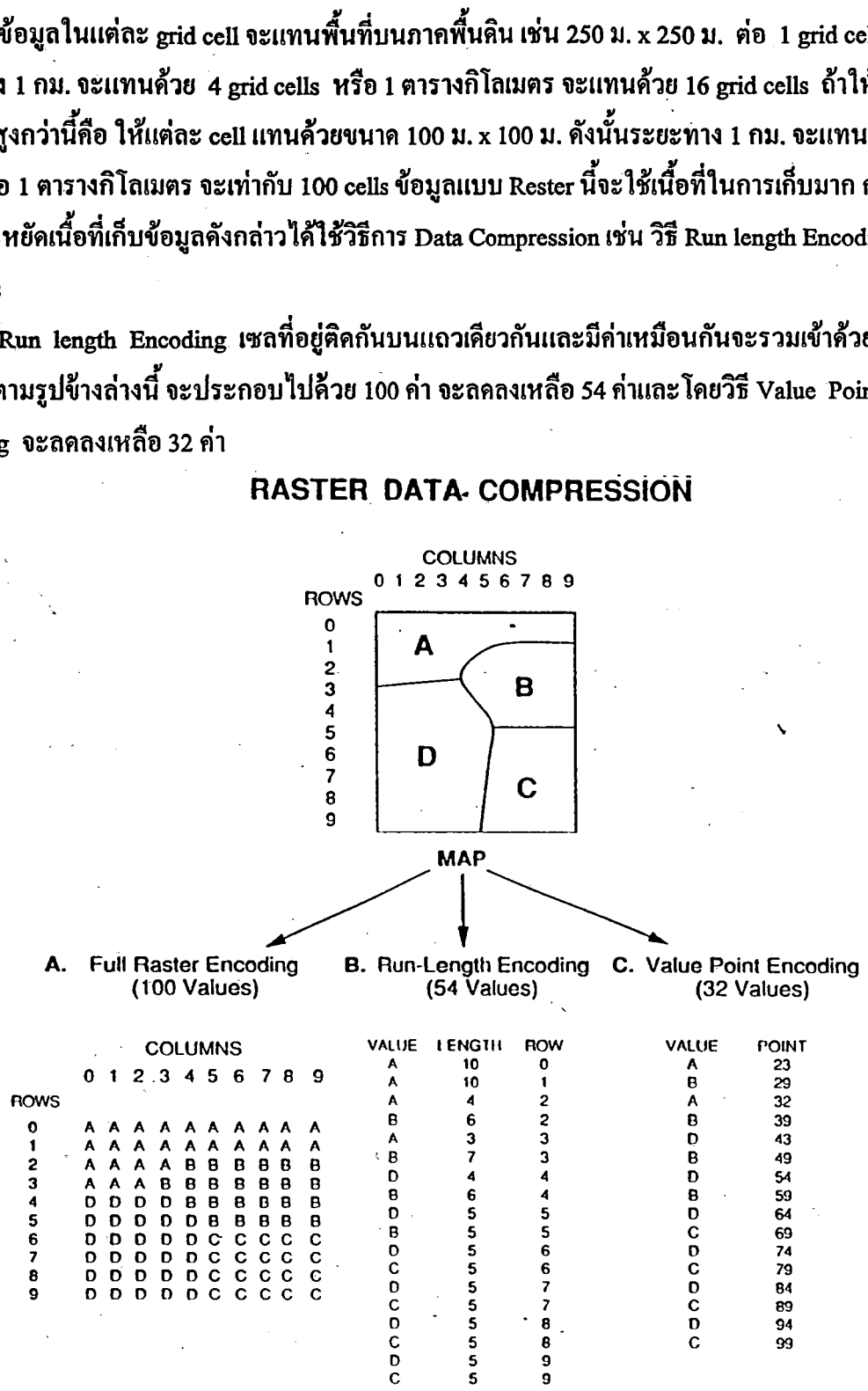
ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของข้อมูลแบบ Raster และ Vector

Raster respressentation	Vector respresentation
ข้อดี 1. โครงสร้างของข้อมูลไม่ซับซ้อน 2. การซ้อนข้อมูล (Overlay) กระทำได้โดยง่ายและถูกต้อง 3. ง่ายต่อการจัดการกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ที่ซับซ้อน 4. สามารถจัดการและเน้นข้อมูลภาพ (Digital Image) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	**ข้อดี** 1.สามารถจัดการเก็บข้อมูลมากกว่าแบบ Rester 2. เหมาะสำหรับข้อมูลเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล Network 3. ข้อมูลแบบเวคเตอร์เหมาะสำหรับข้อมูลแบบภาพที่ใกล้เคียงกับแผนที่ที่ทำด้วยมือ
ข้อเสีย 1. เก็บข้อมูลได้มากกว่าข้อมูลแบบเวคเตอร์และมักจะประสบปัญหาในการทำงาน 2. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับ Topology ยากที่จะชี้ชัด 3. ขอบเขตที่แสดงออกมาจะเหลี่ยมไม่แน่ชัด	**ข้อเสีย** 1. โครงสร้างของข้อมูลจะซับซ้อนกว่าแบบ Raster 2. การซ้อนข้อมูลดำเนินการได้ยาก 3. ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ซับซ้อน 4. การจัดการและเน้นข้อมูลภาพดำเนินการไม่มีประสิทธิภาพ

ข้อมูลในแต่ละ grid cell จะแทนพื้นที่บนภาคพื้นดิน เช่น 250 ม. x 250 ม. ต่อ 1 grid cell ดังนั้น ระยะทาง 1 กม. จะแทนด้วย 4 grid cells หรือ 1 ตารางกิโลเมตร จะแทนด้วย 16 grid cells ถ้าให้รายละเอียดสูงกว่านี้คือ ให้แต่ละ cell แทนด้วยขนาด 100 ม. x 100 ม. ดังนั้นระยะทาง 1 กม. จะแทนด้วย 10 cells หรือ 1 ตารางกิโลเมตร จะเท่ากับ 100 cells ข้อมูลแบบ Rester นี้จะใช้เนื้อที่ในการเก็บมาก การที่จะลดหรือประหยัดเนื้อที่เก็บข้อมูลดังกล่าวได้ใช้วิธีการ Data Compression เช่น วิธี Run length Encoding และ Quatrees

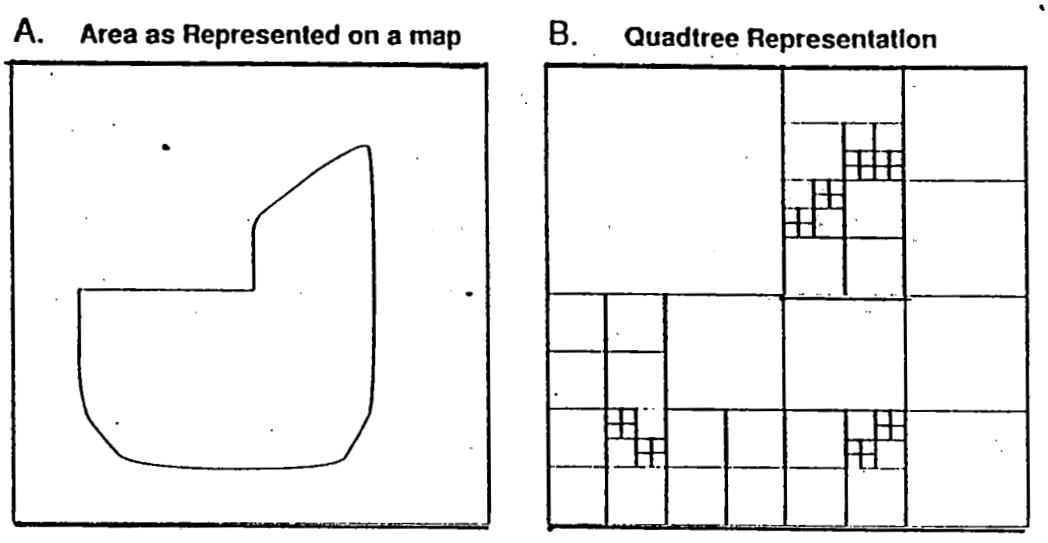
Run length Encoding เซลที่อยู่ติดกันบนแถวเดียวกันและมีค่าเหมือนกันจะรวมเข้าด้วยกันซึ่งเรียกว่า Run ตามรูปข้างล่างนี้ จะประกอบไปด้วย 100 ค่า จะลดลงเหลือ 54 ค่าและโดยวิธี Value Point Encoding จะลดลงเหลือ 32 ค่า



ภาพที่ 6.9 Run - Length Encoding ของข้อมูล Raster

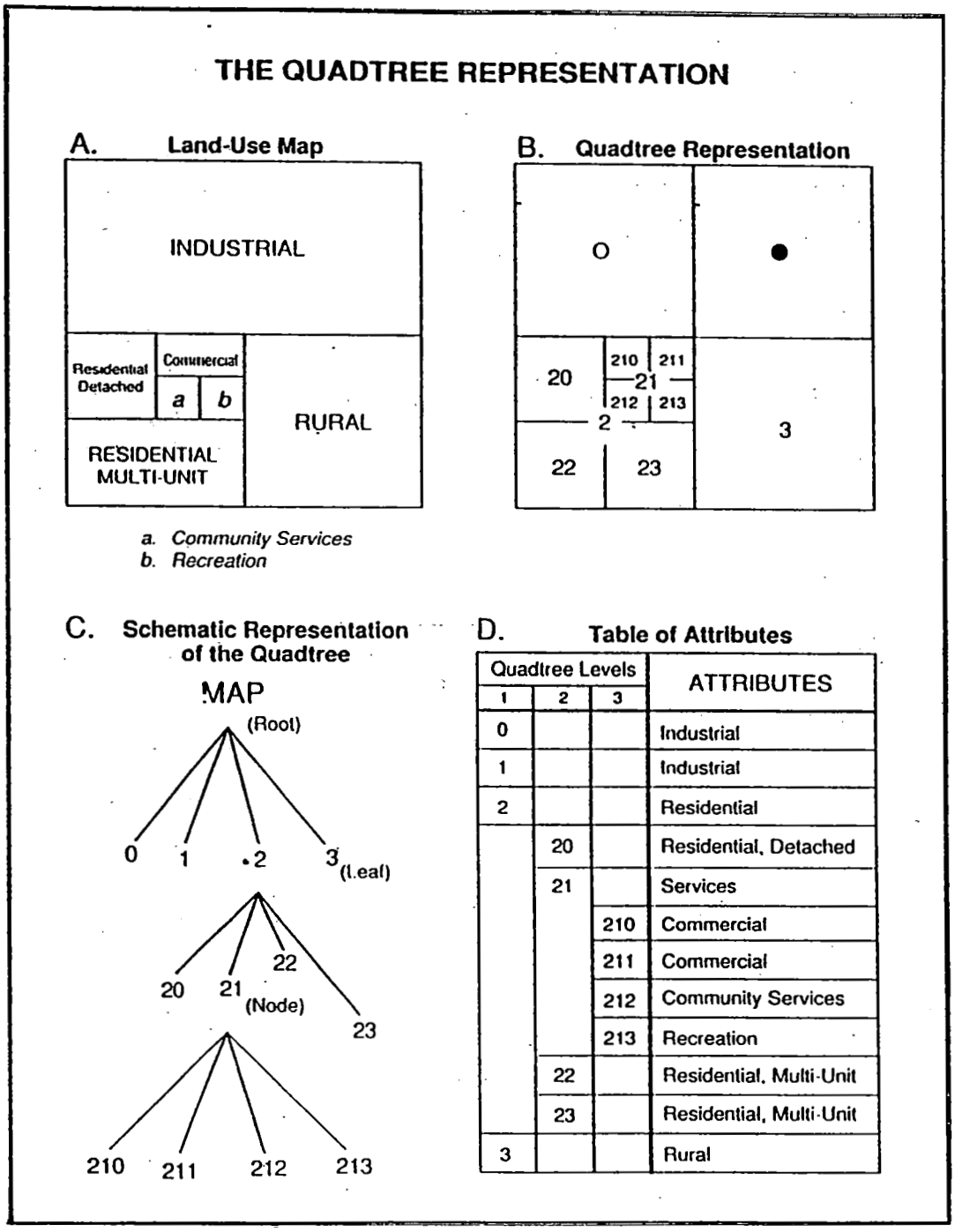
ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

Quadtrees วิธีนี้จะแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 Quadrants ในขนาดที่เท่า ๆ กันไปเรื่อย ๆ cell ใดที่ Homogeneous แล้วหมายถึงมีเพียงประเภทข้อมูลเดียวก็จะหยุดแบ่ง จะแบ่ง cell อื่น ๆ เป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กันไปเรื่อย ๆ



ภาพที่ 6.10 รูปแบบของ Quadtrees จะแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กันไปเรื่อย
ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

การแบ่งแบบ Quadtrees จะเริ่มต้นที่ Root แล้วแตกเป็น leaf และ node ดังในภาพที่ 6.11 ส่วน C ในส่วน A นั้นแสดงถึงข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ที่ดินในบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมและแตกแขนงตามรายละเอียดในส่วน B และ D ซึ่งโดยปกติแล้ว Quadtree levels จะมีทั้งหมด 15 levels หมายถึงจะประกอบด้วยจำนวนกริดทั้งหมด 32,768 x 32,768 ช่อง หรือ 1,073,741,824 ช่อง



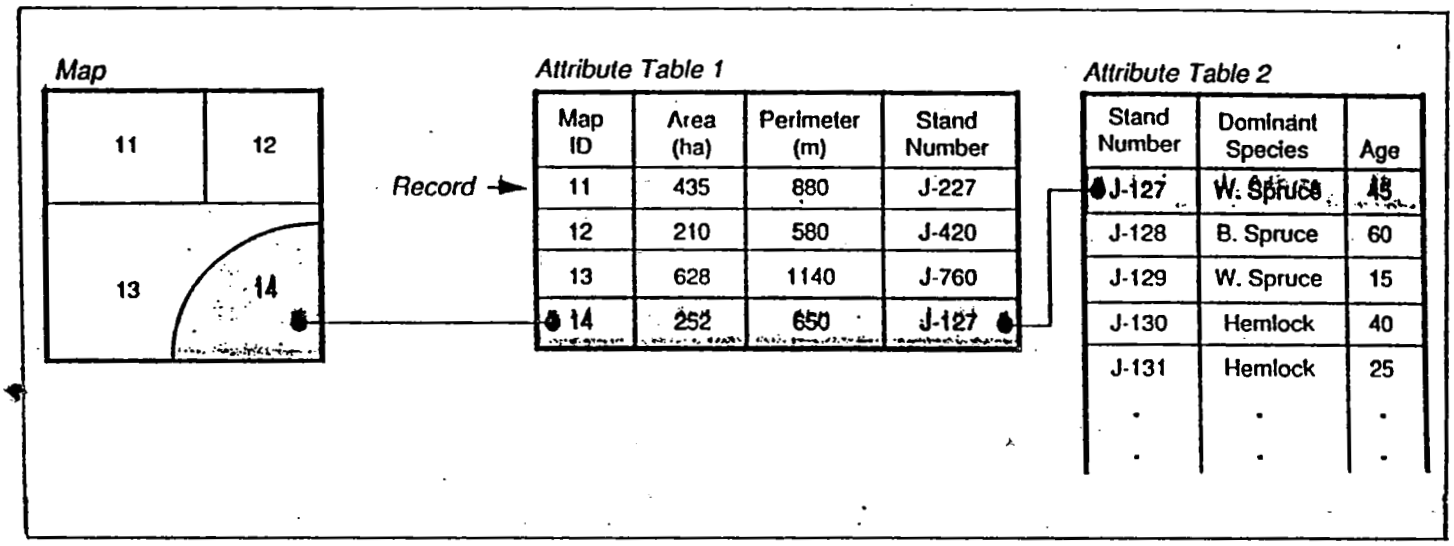
ภาพที่ 6.11 การจัดการข้อมูลแบบ Quadtree Model

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

6. การจัดการข้อมูล (Data management)

คำว่า Data base หรือฐานข้อมูล คือ ที่รวมของแฟ้มข้อมูล (File) และจะเขียนข้อมูล (Record) ที่มีความสัมพันธ์กัน การใช้ฐานข้อมูลนั้นจำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์ ซึ่งเรียกว่า DBMS (Data Base Management

System) ฐานข้อมูลทำให้ข้อมูลรวมกันอยู่ที่เดียว สามารถใช้รวมกันได้ซึ่งเป็นการลดความซ้ำซ้อน และการค้นหาข้อมูลได้สะดวก

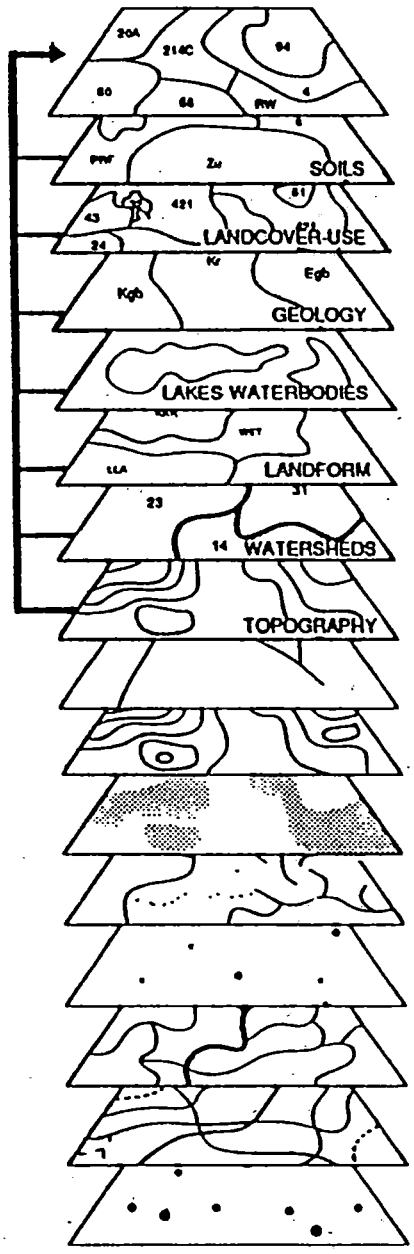


ภาพที่ 6.12 ความสัมพันธ์ข้อมูลแผนที่กับ Data Base

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม.2536

7. การจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล (Data Manipulation and Analysis)

ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในเชิงพื้นที่จะเก็บเป็นชั้น ๆ เรียกว่า Themes หรือ Data Layers ส่วนข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ ซึ่งอยู่ในรูปของ Attribute จะเก็บไว้ในฐานข้อมูล

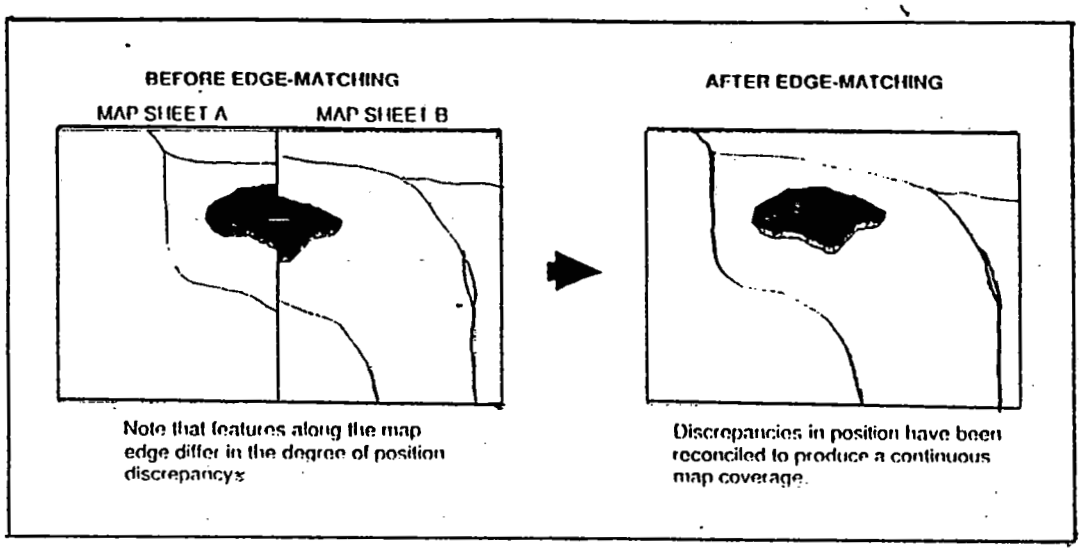


LAYER NAME:	ATTRIBUTES:
TERRAIN UNITS (polygons) Input Scale: 1:50,000 to 1:100,000	•Soil Types Component Texture Depth Slope Drainage Erosion pH Nitrogen Phosphorus Potassium •Landcover/Use Dominant Species Canopy Closure Stem Denisity Mid-Story DBH •Geology •Lakes and Waterbodies •Landform •Watershed Basin •Topography Type
FAULT (lines) Input Scale: 1:50,000 to 1:100,000	• Type • Name • Hazard
ELEVATION (lines and points) Input Scale: 1:50,000 to 1:100,000	• Elevation
SLOPE-ASPECT (polygons) Input Scale: 1:50,000 to 1:100,000 Derived from ELEVATIONS	• Slope • Aspect • Surface-area
STREAMS (lines) Input Scale: 1:50,000 to 1:100,000	• Name • Type • Width • Periodicity • Order
WELLS-GAUGING STATIONS (points) Input Scale: 1:50,000 to 1:100,000	• Well Number • Gauging Station Number • Springs • Basin Number
OWNERSHIP/ADMINISTRATIVE (polygons) Input Scale: 1:50,000 to 1:100,000	• Owner(s) • Township/Range • Section • County • Local Districts • State Districts • National Districts • Mineral Leases
TRANSPORTATION LINES (lines) (Roads, railroads, etc.) Input Scale: 1:50,000 to 1:100,000	• Name • Type • Width
SETTLEMENT/POINTS OF INTEREST (points) Input Scale: 1:50,000 to 1:100,000	• Type • Description (house, historic, archaeological)

ภาพที่ 6.13 ข้อมูล GIS ในแต่ละ Layer และ Attributes

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

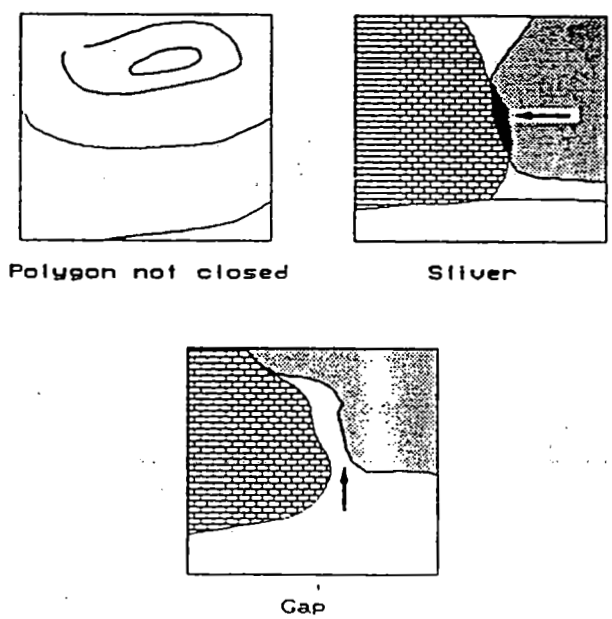
ข้อมูลที่จะนำมาซ้อนกัน บางทีจะต้องแก้ไขความผิดพลาดทางเราขาคณิตก่อน (Geomertric Correction) หรือแผนที่ที่ต่อกันด้านข้างจะไม่ต่อกันสนิท ต้องใช้วิธี Edge Matching ก่อน



ภาพที่ 6.14 การต่อภาพด้านข้างก่อนที่จะนำไปซ้อนกับข้อมูลอื่น

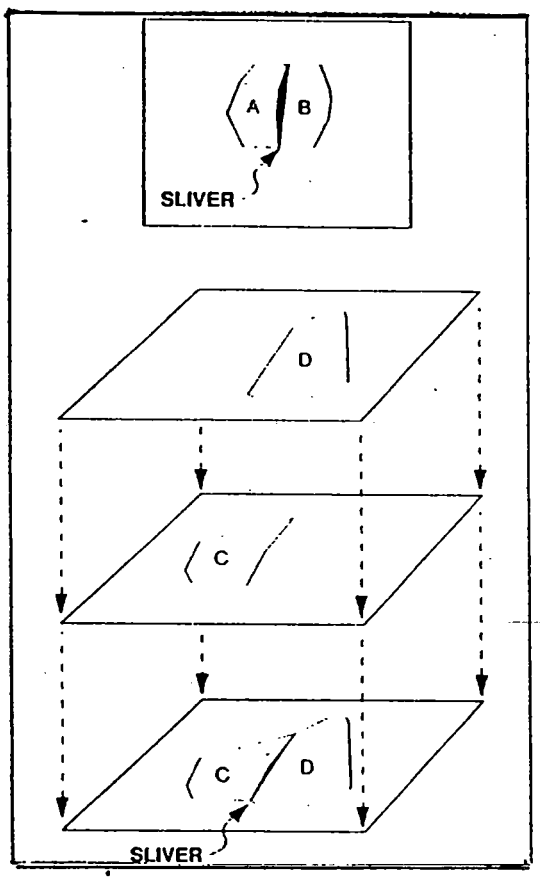
ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

การเกิด Slivers หรือ Splinters ซึ่งเกิดจากการ Digitize ข้อมูล 2 ประเภท เมื่อนำมาซ้อนกันจะทับกัน (Overlap) การแก้ไขโดยการทำ Line Snapping ส่วนการทำ Line Coordinate Thinning คือการ Digitize ข้อมูลแล้วจำนวนจุดมากเกินไปต้องลดให้น้อยลง



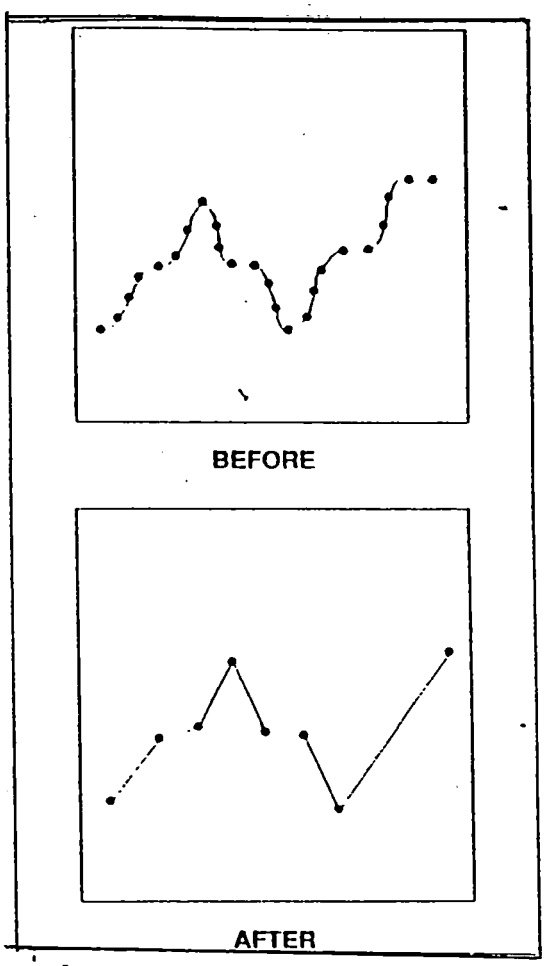
ภาพที่ 6.15 ความผิดพลาดเกิดจากการ Digitize

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536



ภาพที่ 6.16 การเกิด Sliver

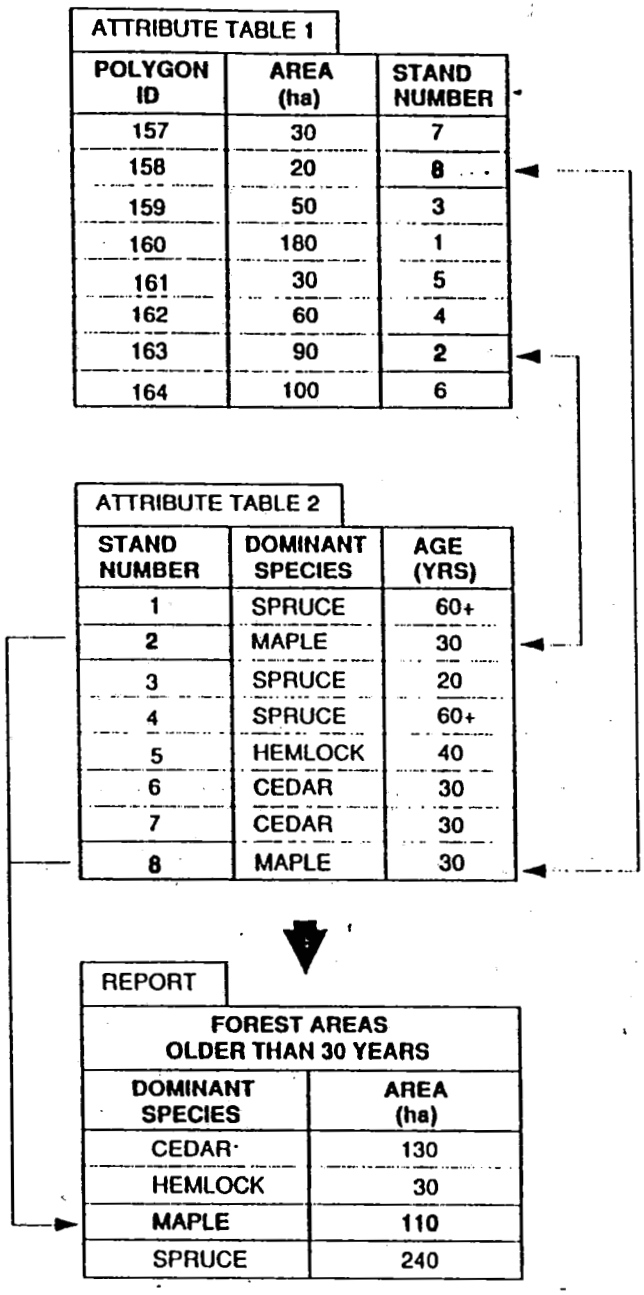
ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม.2536



ภาพที่ 6.17 การทำ Line Coordinate Thining

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม.2536

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล Non Spatial นั้น โดยให้ข้อมูลแต่ละระเบียนสามารถเชื่อมโยงกันได้ โดยวิธีที่เรียกว่า File Matching หรือ Address Matching เช่น มีข้อมูลเกี่ยวกับ Attribute อยู่ 2 ตาราง คือ ในรายงานจะต้องทราบพื้นที่ต้น Maple ที่มีอายุมากกว่า 30 ปี มีพื้นที่เท่าใด ซึ่งจะต้องใช้ Common Data Field คือ Stand Number เพื่อเรียกหาข้อมูลจาก Attribute ของทั้ง 2 ตาราง วิธีการนี้เรียกว่า Relational Join (ภาพที่ 6.18)



ATTRIBUTE TABLE 1

POLYGON ID	AREA (ha)	STAND NUMBER
157	30	7
158	20	8
159	50	3
160	180	1
161	30	5
162	60	4
163	90	2
164	100	6

ATTRIBUTE TABLE 2

STAND NUMBER	DOMINANT SPECIES	AGE (YRS)
1	SPRUCE	60+
2	MAPLE	30
3	SPRUCE	20
4	SPRUCE	60+
5	HEMLOCK	40
6	CEDAR	30
7	CEDAR	30
8	MAPLE	30

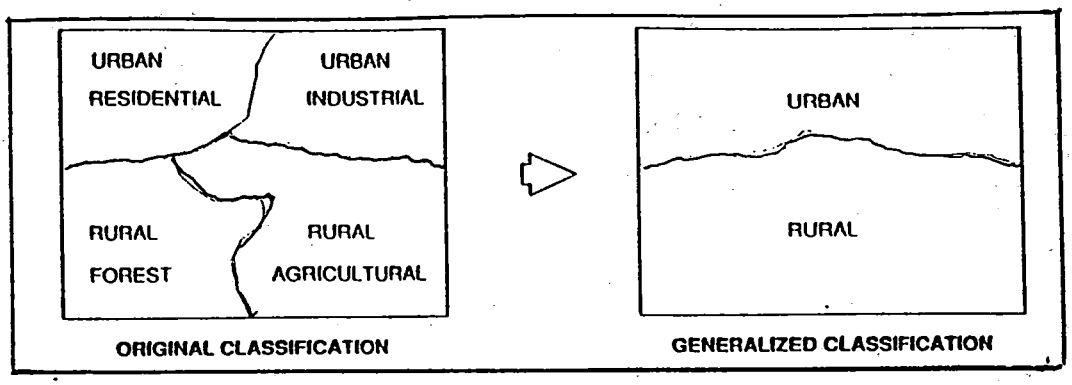
REPORT

FOREST AREAS OLDER THAN 30 YEARS	
DOMINANT SPECIES	AREA (ha)
CEDAR	130
HEMLOCK	30
MAPLE	110
SPRUCE	240

ภาพที่ 6.18 การเชื่อมโยงของตาราง Attribute ทั้ง 2 ตาราง โดยวิธี Relational Join

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

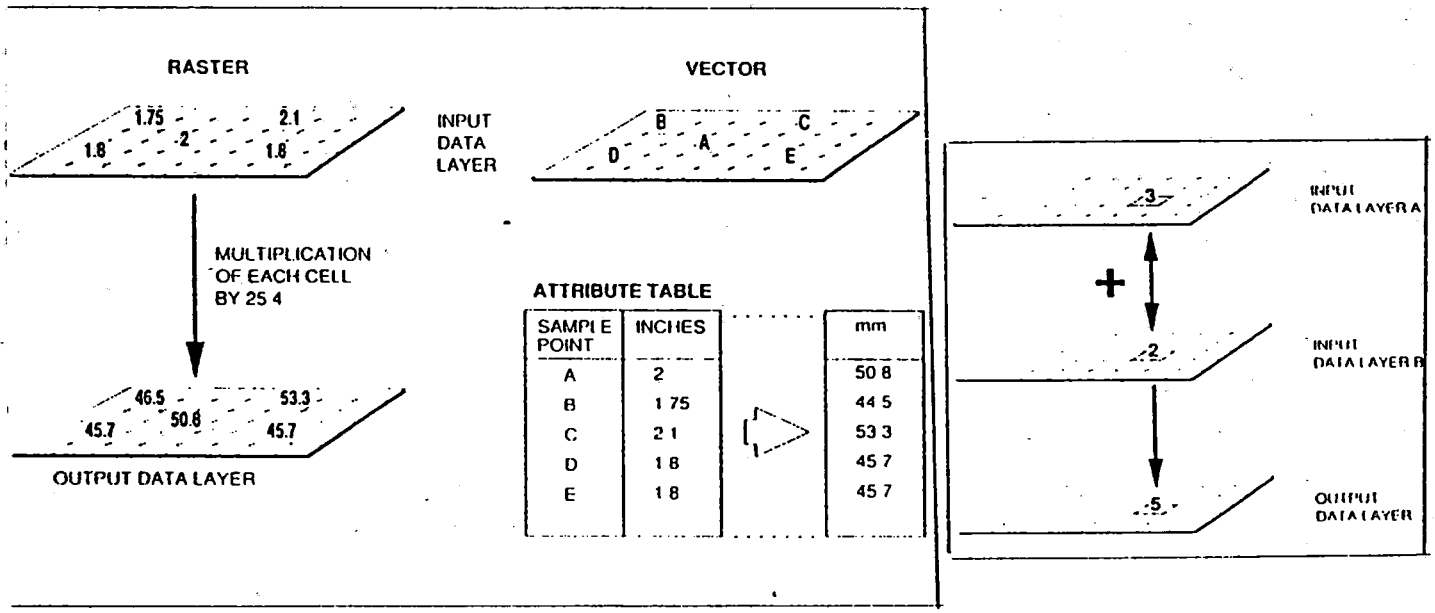
ข้อมูลที่จะนำมาอาจจะต้องมีการจำแนกประเภทข้อมูลก่อน ซึ่งเรียกว่า Classification ข้อมูลที่จำแนกแล้วมีความหลากหลายจำเป็นจะต้องลดประเภทข้อมูลบ้าง เรียกวิธีการนี้ว่า Generalization หรือ Map Dissolve โดยการรวมกลุ่มประเภทข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ดังใน (ภาพที่ 6.19)



ภาพที่ 6.19 การรวมประเภทข้อมูลบางประเภทเข้าด้วยกัน

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

การซ้อนประเภทข้อมูล อาจจะใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์คือ บวก ลบ คูณ หาร ในการซ้อนดังตัวอย่างข้างล่างนี้ (ภาพที่ 6.20)

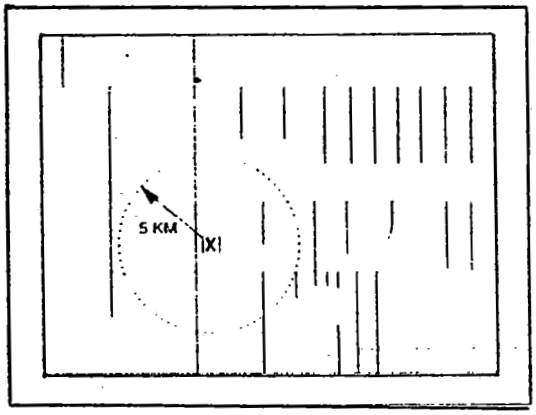


ภาพที่ 6.20 การซ้อนข้อมูลแบบ โดยการคูณและบวก

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

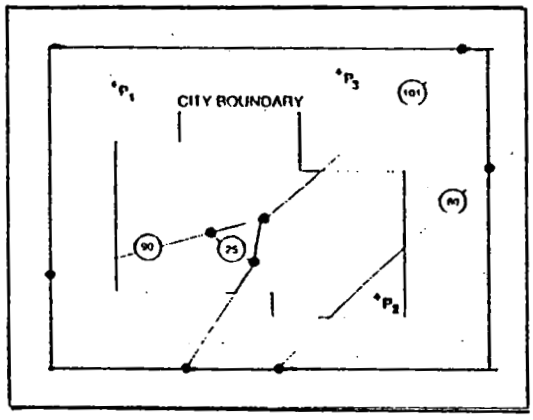
นอกจากนี้ยังมีวิธีการต่าง ๆ อีกมาก เช่น

- Search เพื่อหาพื้นที่ที่ต้องการในรัศมีที่กำหนด

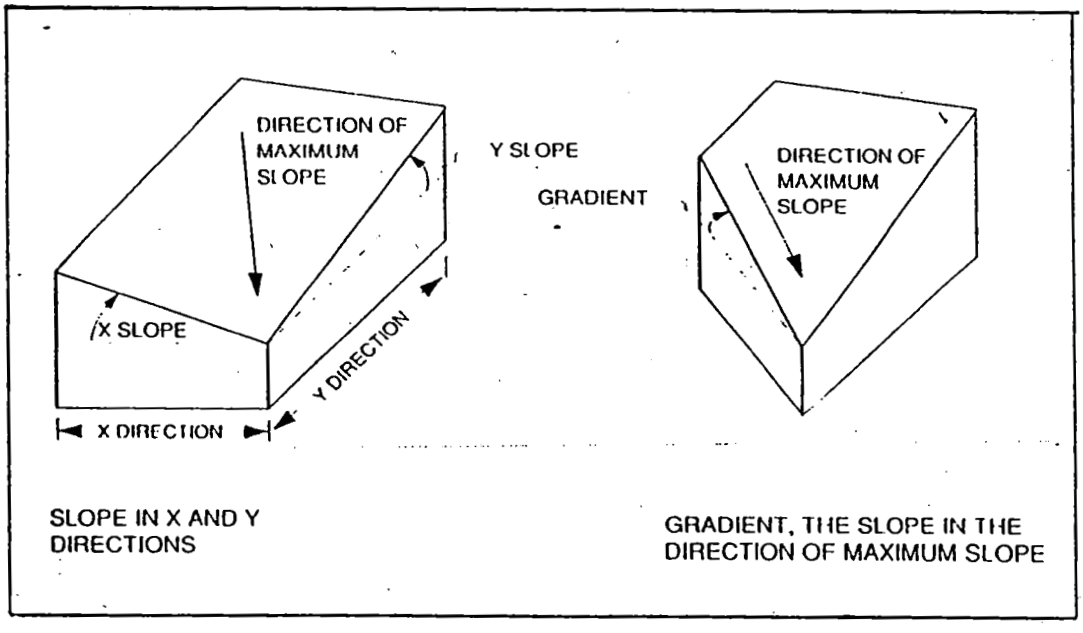


ภาพที่ 6.21 การค้นหารายละเอียดภายในรัศมี 5 กม.

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

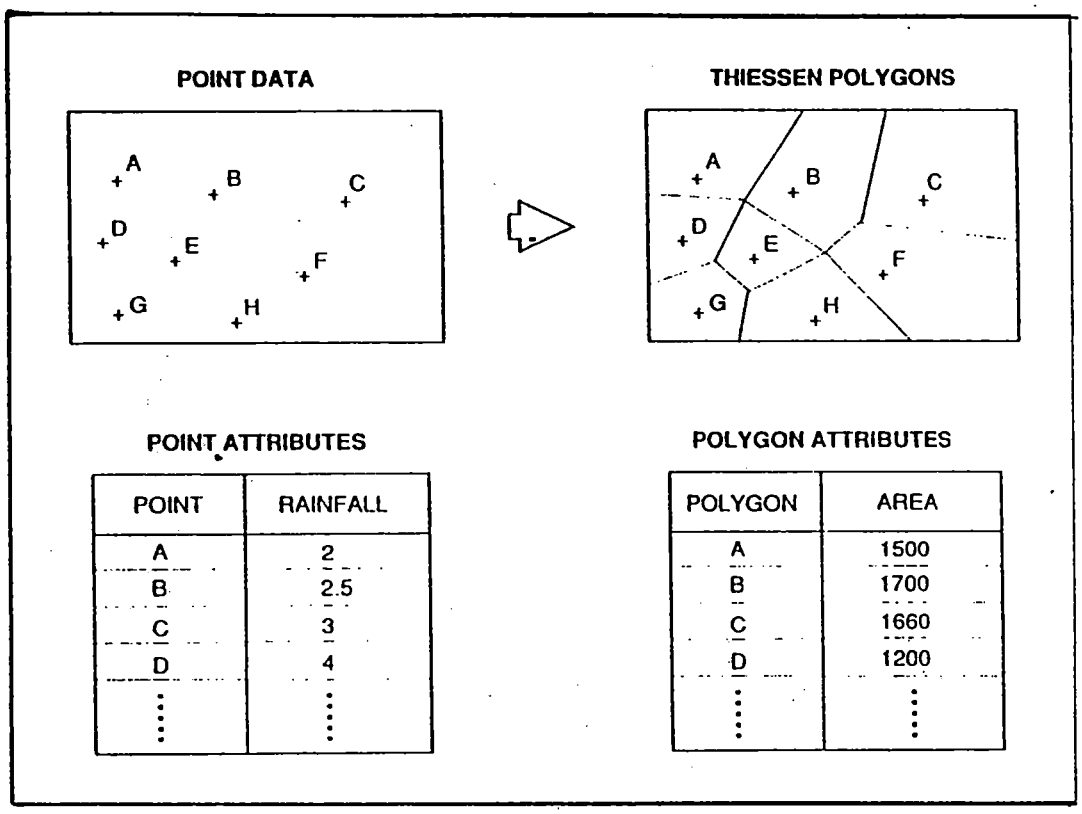


ภาพที่ 6.22 Line in polygon and Point in polygon



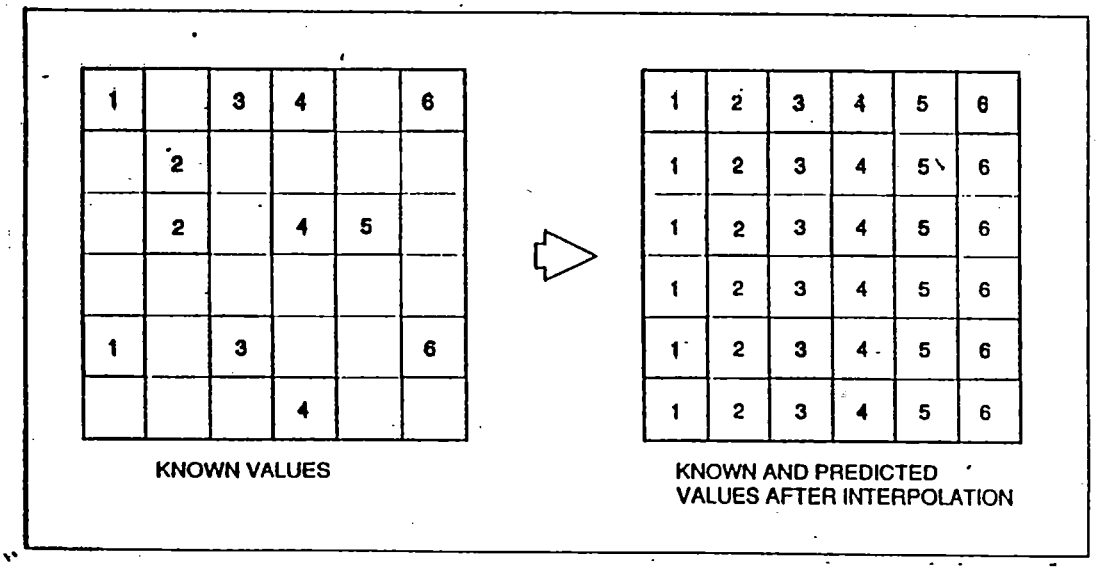
ภาพที่ 6.23 Topographic Functions ได้แก่ Slope Aspect และ Gradient (Maximun Slope)

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536



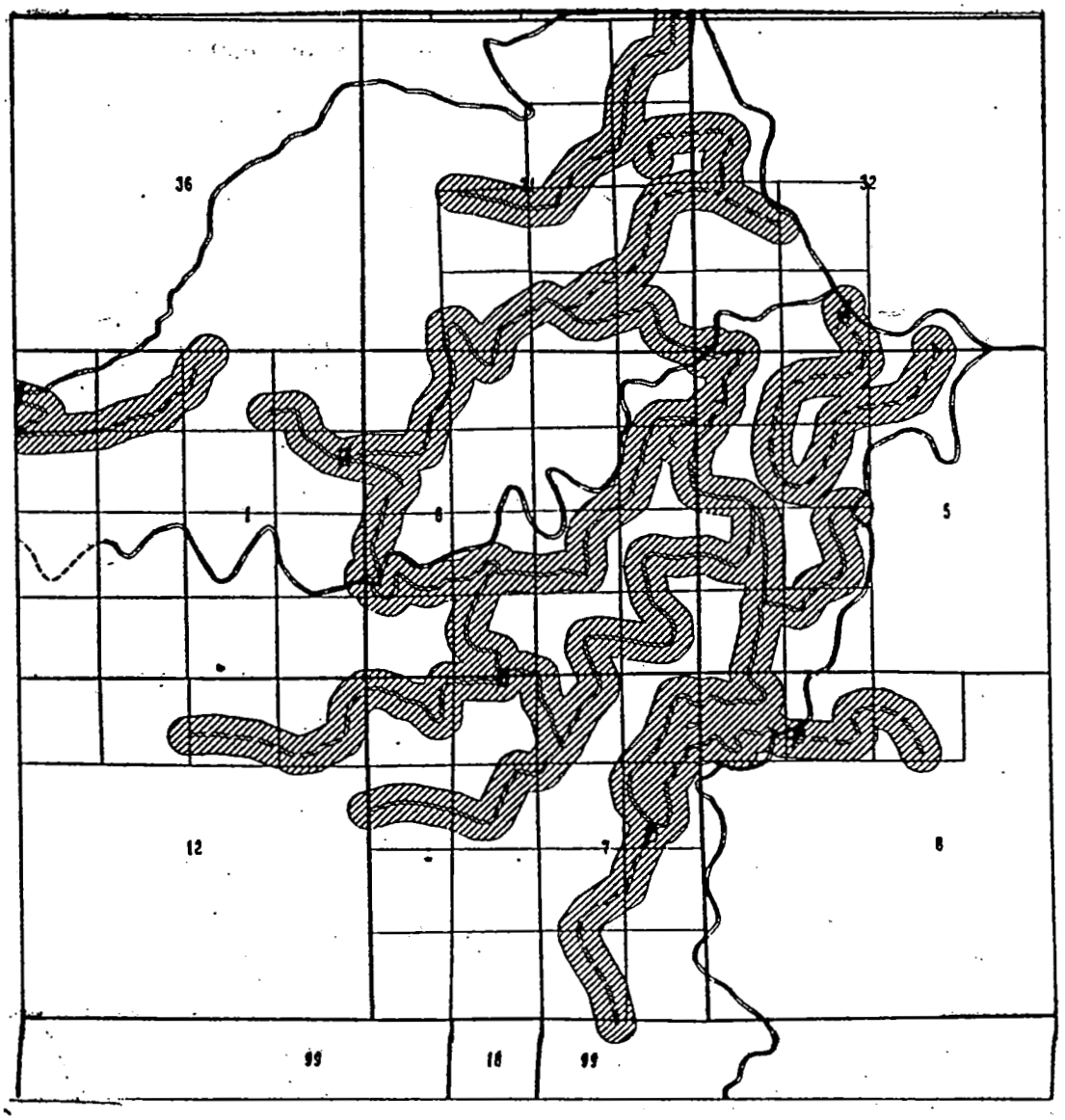
ภาพที่ 6.24 Thiessen หรือ Voronoi polygons คือการกำหนดพื้นที่ในแต่ละจุดที่กำหนดให้

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536



ภาพที่ 6.25 Interpolation คือการพยากรณ์ค่าที่ไม่รู้

ที่มา : สุพรรณ.กาญจนสุธรรม . 2536



ภาพที่ 6.26 Buffer Zone คือพื้นที่ที่ห่างจากประเภทข้อมูลที่กำหนดให้ บางที่เรียก Corridor

ที่มา : สุพรรณ กาญจนสุธรรม . 2536

บรรณานุกรม

เกษตรและสหกรณ์,กระทรวง.สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม.2535.แผนที่ทรัพยากรการเกษตรจากข้อมูลด้าวเทียม เล่มที่ 1 กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

แก้ว นวลฉวีและสุพรรณ กาญจนสุธรรม.2535.สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการเรียนการสอน. วารสารภูมิศาสตร์ 17(3) 29 - 45.

คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,สำนักงาน.2538.จากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

——— กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.2536.การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย.

ดาราศรี ดาวเรือง,2536.วิวัฒนาการของการสำรวจทรัพยากรโลกด้วยดาวเทียม.การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ธงชัย จารุพัฒน์.2536.การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้านป่าไม้.การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ธงชัย สิมกิ่ง.2536.เทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมชนิดภาพโปร่งใสด้วยสายตา.การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ประสพชัย นามลาพุทธา. 2536.การแปลตีความข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา. การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

พงศ์พิศน์ ปิยะพงศ์.2536. การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการศึกษาด้านธรณีสัณฐานวิทยา. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา " การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการพัฒนาและการจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม".ระหว่างวันที่ 8 -10 กันยายน 2536 ณ.ห้องวิภาวดี โรงแรมเซ็นทรัลพลาซ่า กรุงเทพมหานคร.

มนู โอมะคุปต์.2536.การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้านการใช้ที่ดิน.การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

รัศมี สุวรรณวีระกำธร. 2536. การจำลองอุทกวิทยาและสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการลุ่มน้ำขนาดเล็ก. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา " การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการพัฒนาและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม". ระหว่างวันที่ 8 -10 กันยายน 2536 ณ.ห้องวิภาวดี โรงแรมเซ็นทรัลพลาซ่ากรุงเทพมหานคร.

ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ. 2537.ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการประเมินค่าทรัพยากรที่ดิน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สมเกียรติ อัยสานนท์.2536.การแก้ไขแผนที่ให้ทันสมัยโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม.การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์.2536.การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุพรรณ กาญจนสุธรรม.2536.การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้านการเกษตร.การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

——— หลักการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.(เอกสารอัดสำเนา)

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์. 2536. หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล . การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เอิร์ท อินเทล ลิเจนซ์,บริษัท.2538.เอกสารประกอบการใช้เครื่อง PROCOM -2 (เอกสารอัดสำเนา)

Aronoff,Stan.1989.**Geographic information System : A Management Perspective .** Ottawa : WDL Publication.

Burrough,P.A.1988.**Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment .** NewYork : Clarendon Press.

Lillesand,T.M. and Kiefer R.W.1979.**Remote Sensing and Image Interpretation.** NewYork : Jhon Willey & Sons.

Schowengert, R.A. 1983. **Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing .**NewYork : Academic Press.

Swain,P.H. and Davis,S.M.1978. **Remote Sensing : Thequantitative Approach.** NewYork : McGraw - Hill Book Company.

Vander Zee, D. 1985. **An Introduction to Geographic Information Systems .** International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.