บทปฏิบัติการที่ 1
การผลิตข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจขั้นตอนในการผลิตข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม
2. เพื่อให้ผู้อ่านทราบรายละเอียดต่างๆ ของภาพถ่ายจากดาวเทียมชนิดภาพพิมพ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

1.1 การผลิตข้อมูลดาวเทียม

1.1.1 GICS (Geocoded Image Correction System)

การผลิตข้อมูลดาวเทียมในลักษณะต่าง ๆ ที่มีอยู่ในขณะนี้ ส่วนใหญ่ได้รับการผลิตจากระบบ GICS ซึ่งสามารถผลิตข้อมูลได้ทั้งจากดาวเทียม LANDSAT และ SPOT เป็นฟิล์มต้นฉบับสี, ฟิล์มต้นฉบับขาว-ดำ และเทปข้อมูลคอมพิวเตอร์ (CCT) สำหรับฟิล์ม Quick Look และ Microfiche ของระบบ MQS จะต้องผ่านมาที่ระบบ GICSa ก่อน เพื่อที่ผลิตออกในเป็น Quick Look และ Microfiche. ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการผลิตข้อมูลดาวเทียมดังกล่าวจำเป็นต้องผลิตโดย GICS จึงทำให้ปริมาณข้อมูลที่จะต้องทำการผลิตนั้นมีจำนวนมาก สำหรับการผลิตข้อมูลของระบบ GICS แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) ฟิล์ม แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

ชนิดฟิล์ม	ระบบข้อมูล	แบนด์
ขาว-ดำ 240 มม.	TM (LANDSAT)	1,2,3,4,5,6,7
	MLA (SPOT)	1,2,3
	PLA (SPOT)	1
สี 240 มม.	TM (LANDSAT)	3 แบนด์ (B,G,R)
	MLA (SPOT)	3 แบนด์ (B,G,R)

2) เทปคอมพิวเตอร์ (Computer Compatible Tape, CCT) ผลิตตาม CCRS LGSOWG Format

(a) ลักษณะการจัดเรียงข้อมูล

- BIL (Band Interleaved by Line) หรือ
- BSQ (Band Sequential)

(b) ความหนาแน่นของข้อมูล : 1,600 หรือ 6,250 bpi

(c) ชนิดข้อมูล

ข้อมูล	ชนิดของภาพ	ขนาด pixel (เมตร)	มาตราส่วน	จำนวนเทป (ม้วน) (1600, 6250 bpi)
TM	Full Scene	30	1 : 1,000,000	8,3
	Quadrant	30	1 : 500,000	3,1
	Geocoded	25	1 : 200,000	2,1
MLA	Full Scene	20	1 : 400,000	2,1
	Geocoded	12.5	1 : 200,000	2,1
PLA	Full Scene	10	1 : 400,000	2,1
	Geocoded	6.25	1 : 200,000	2,1

1.1.2 MQS (Micro Quick Look System)

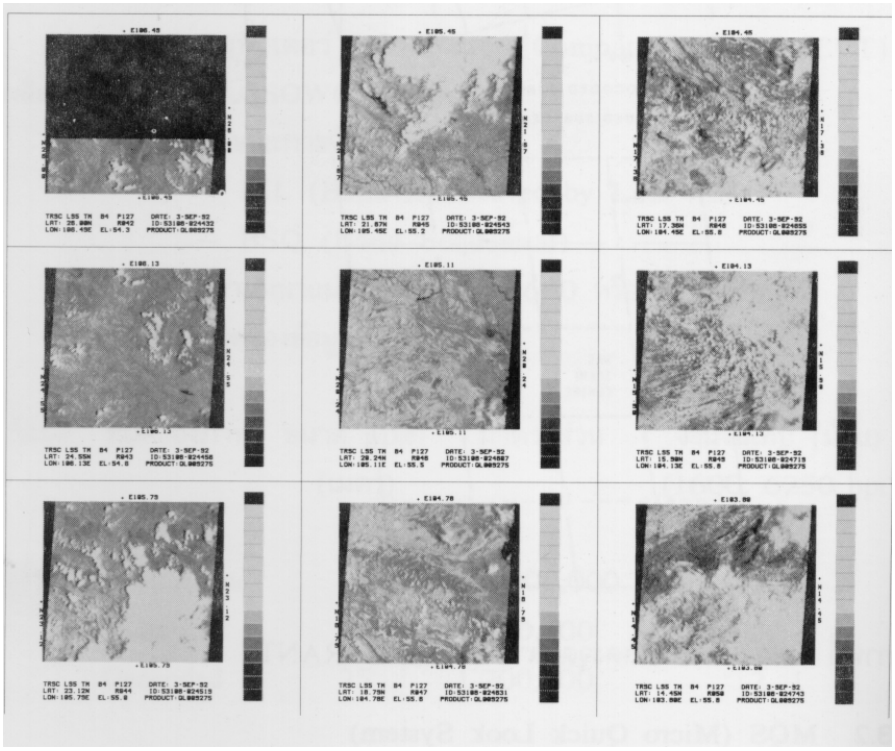
การผลิตข้อมูลดาวเทียมของระบบ MQS นั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยเหลือผู้ใช้ในการเลือกข้อมูลดาวเทียมได้โดยสะดวกและรวดเร็ว เพราะได้เห็นข้อมูลจริง ทำให้ตัดสินใจเลือกข้อมูลได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการ ซึ่งการผลิตในระบบ MSQ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) Quick Look (QL) มีลักษณะที่สำคัญดังนี้

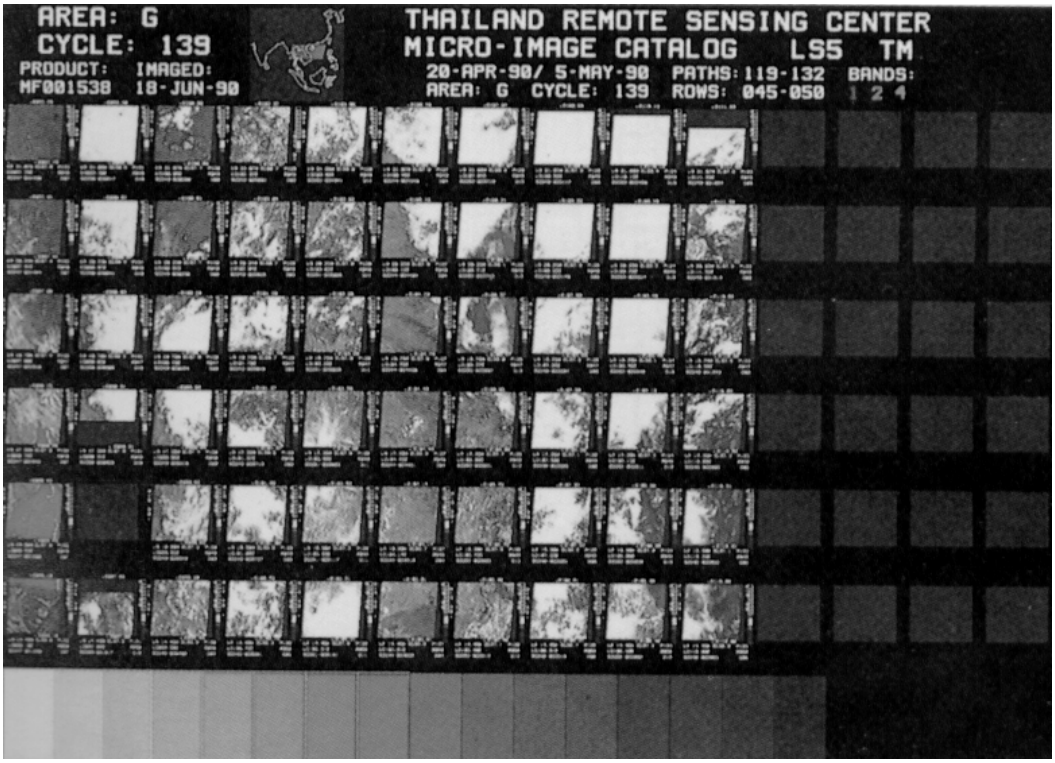
- ฟิล์มขาว-ดำ ขนาด 10 มม.
- QL 1 แผ่นมีฟิล์มขนาด 240 มม. จำนวน 9 ภาพ (ภาพที่ 1)
- ข้อมูล LANDSAT TM ใช้แบนด์ 4 ในการผลิต
- ข้อมูล SPOT MLA ใช้แบนด์ 3 เป็นหลักในการผลิต
- ข้อมูล SPOT PLA ใช้แบนด์ 1 เป็นหลักในการผลิต

2) Microfiche (MF)

- ฟิล์มสี ขนาด 10.5 x 14.5 ซม.
- MF 1 แผ่นภาพสีขนาดเล็ก 84 ภาพ (ภาพที่ 2)
- ข้อมูล LANDSAT TM (1 cycle) ใช้แบนด์ 1, 2, 4 ในการผลิต
- ข้อมูล SPOT MLA (daily) ใช้แบนด์ 1, 2, 3 (สำหรับ PLA ใช้แบนด์ 1)



ข้อมูลแบบ Quick Look ของดาวเทียม LANDSAT-5 บันทึกภาพ เมื่อวันที่ 3 กันยายน 2535 วงโคจรที่ 127 (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2536)



ข้อมูลแบบ Microfiche (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2536)

1.1.3 BPS (Bulk Processing System)

เป็นระบบการผลิตข้อมูล MSS (MultiSpectral Scanner) ซึ่งเป็นข้อมูลแบบเก่า มีรายละเอียด 80 x 80 เมตร ระบบ BPS ผลิตได้ทั้ง CCT, ฟิล์มสีและขาว-ดำ. ในปัจจุบันระบบ MSS ไม่ได้รับความนิยมในการใช้งานแล้ว เนื่องจากมีระบบข้อมูลที่มีรายละเอียดสูงมาแทน เช่น ระบบ TM มีรายละเอียด 30 x 30 เมตร, ดาวเทียม SPOT ระบบ PLA มีรายละเอียด 10 x 10 เมตร และ 20 x 20 เมตร ในระบบ MLA. แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังคงมีการผลิตข้อมูล MSS ต่อไป สำหรับระบบการผลิตข้อมูลแบบ BPS จะทำการผลิตข้อมูล 2 ชนิด คือ

1) ฟิล์ม: ซึ่งมีทั้งเป็นฟิล์มต้นฉบับสี และฟิล์มต้นฉบับขาว-ดำ โดยมีขนาดของภาพที่ผลิตดังนี้

- Full Scene *(S, NS)* ขนาด 1 : 1,000,000 ทุกแบนด์
- Subscene ขนาด 1 : 500,000 ทุกแบนด์
  ขนาด 1 : 250,000 ทุกแบนด์

** S : Standard, NS : Non-Standard*

ฟิล์มสี 3 แบนด์ (BGR), ฟิล์มขาว-ดำ 4 แบนด์

2) เทปคอมพิวเตอร์

รูปแบบการบันทึก	ลักษณะ	ความหนาแน่น
CCRS	BIL	1600 bip
EDC	BSQ	1600 bip
Tellespazeo	BIL	1600 bip

1.1.4 METDAS (Meteorological Data Analysis System)

METDAS เป็นระบบผลิตข้อมูลของดาวเทียม NOAA ซึ่งส่วนการรับสัญญาณและการบันทึกข้อมูลรวมไว้เป็นระบบเดียวกัน การผลิตข้อมูลของ METDAS นี้ผลิตเฉพาะ CCT เท่านั้น รูปแบบการบันทึกเป็นแบบ LAC-1B (Local Area Coverage Level 1B) ความหนาแน่นของข้อมูล 6,250 bip อย่างไรก็ตามถ้าต้องการในรูปของฟิล์มจะต้องนำ CCT. ที่ผลิตได้ไปผลิตเป็นฟิล์มในระบบ GICS (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2536)

การผลิตข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เป็นการผลิตข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT, SPOT, และ NOAA สำหรับดาวเทียม ERS-1 และ JESR-1 มีรายละเอียดดังนี้

(1) ERS-1 : SAR

เป็นระบบผลิตข้อมูลของดาวเทียม ERS-1 โดยนำข้อมูลที่บันทึกไว้บน HDDT (High Density Digital Tape) มาเลือกผลิตตามบริเวณที่ผู้ใช้ต้องการให้อยู่ในรูปของเทปข้อมูลคอมพิวเตอร์ (CCT) หรือในรูปของฟิล์ม (ต้องนำ CCT ไปผลิตที่ระบบ GICS)

(2) JERS-1: SAR/OPS

เป็นนำข้อมูลของดาวเทียม JERS-1 ระบบ SAR (Synthetic Aperture Radar) และ OPS (Optical Sensors) ในรูปของเทปข้อมูลคอมพิวเตอร์ (CCT) ที่ผลิตจากสถานีรับภาคพื้นดิน MOS/JERS-1 มาผลิตเป็นฟิล์มที่ระบบ GICS

1.2 ข้อมูลดาวเทียมชนิดภาพพิมพ์

1.2.1 ดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM

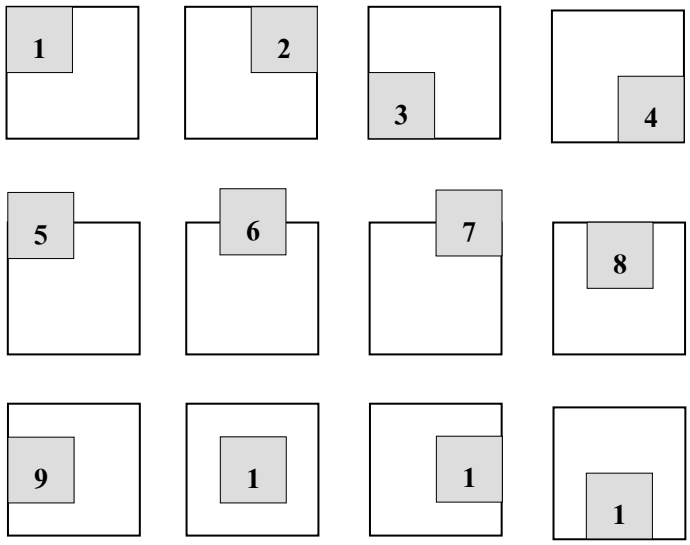
ภาพพิมพ์ชนิดสีและขาว-ดำ ทั้ง 7 แบนด์

ชนิดของภาพ	ขนาดพื้นที่ใช้งาน (ตร.กม.)	มาตราส่วน
Full scene	183 x 172	1 : 1,000,000
		1 : 500,000
		1 : 250,000
Quadrant (ภาพที่1)	94 x 88	1 : 500,000
(1/4 Full scene)		1 : 250,000
		1 : 125,000
Geocoded	41 x 36	1 : 200,000
(Subscene)		1 : 100,000
		1 : 50,000
Geocoded	28 x 28	1 : 200,000
(Map Sheet)		1 : 100,000
		1 : 50,000

1.2.2 ดาวเทียม SPOT

ภาพพิมพ์ชนิด ขาว-ดำ (panchromatic) และภาพสี (Multispectral)

ชนิดของภาพ	ขนาดพื้นที่ใช้งาน (ตร.กม.)	มาตราส่วน
Full scene	64 ถึง 85 x 60	1 : 400,000
		1 : 200,000
		1 : 100,000
Geocoded	28 x 28	1 : 200,000
		1 : 100,000
		1 : 50,000



ภาพพิมพ์ชนิด Quadrant ครอบคุมพื้นที่เป็น ¼ ของ Full scene สามารถเลือกได้ 12 quadrant (quadrant 1-4 เป็น standard และ quadrant 5-12 เป็น offset) (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2536)

1.3 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลดาวเทียม

การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนหรือความเพี้ยนของข้อมูลดาวเทียมที่ให้บริการ เป็นการปรับความเพี้ยนทั้งในเชิงคลื่นและเชิงเรขาคณิต (Radiometric and Geometric Correction) ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้ (ดังแสดงใน ภาพที่ 4)

1.3.1 Bulk Correction Product

ข้อมูลภาพที่ได้จากกระบวนการนี้ จะมีการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงคลื่นและเชิงเรขาคณิต. โดยการขจัดความเพี้ยนเชิงเรขาคณิตแบบ Systematic* อันเนื่องมากจากความผิดพลาดจากการกวาดภาพในลักษณะ along-scan หรือ Across-track direction อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น (ปกติเป็นแบบ Across-track) และข้อมูลภาพยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง Projection (เส้นโครงแผนที่). ทำให้ข้อมูลภาพที่ได้มีลักษณะเหมือนกับข้อมูลดิบ (Raw data). ข้อมูลที่ให้บริการจะเป็นแบบ Full scene และ Quadrant.

1.3.2 Georeference Correction Product

ข้อมูลภาพที่ได้จากกระบวนปรับแก้ความถูกต้องลักษณะนี้ จะมีลักษณะคล้ายกับข้อมูลที่ได้จาก Bulk Correction Product แต่แตกต่างกันตรงที่ ”ระดับในการปรับแก้ความเพี้ยนทางเรขาคณิตหรือความถูกต้องเชิงตำแหน่ง” การปรับแก้ในลักษณะนี้จะปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิตทั้งแบบ along-scan และ across-track direction ซึ่งต่างจาก Bulk Correction Product ที่มีการปรับแก้เพียงแบบ across-track direction เท่านั้น. ดังนั้นจึงทำให้ข้อมูลภาพที่ได้จากการปรับแก้ความถูกต้องในลักษณะนี้ (Georeference Correction Product) มีความถูกต้องทางตำแหน่ง (geometric accuracy) มากกว่าข้อมูลที่ได้จาก Bulk Correction Product. แต่อย่างไรก็ตามยังขึ้นอยู่กับระดับของการปรับแก้ความถูกต้องว่าอยู่ในระดับใด โดยข้อมูลทีได้จากการปรับแก้จากกระบวนการนี้ มีทั้งการปรับแก้เพี้ยนเชิงเรขาคณิตแบบ Systematic หรือ Precision อย่างใดอย่างหนึ่ง.

1.3.3 Geocoded Correction Product

ข้อมูลภาพที่ได้จากการปรับแก้วิธีนี้จะทำให้ภาพที่ได้มีขนาดเล็ก เป็นแบบ Subscene โดยจะมีการแก้ไขความถูกต้องเชิงเรขาคณิต (geometric accuracy) 2 ระดับอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ Systematic หรือ Precision*. เช่นเดียวกันกับการปรับแก้แบบ Georeference Correction ซึ่งความถูกต้องของข้อมูลที่ปรับแก้จะขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างภาพจากดาวเทียมกับบนภูมิประเทศจริงในระหว่างกระบวนการ Rectification ถ้าหากไม่มีการกำหนดจุดควบคุมทางพื้นดิน (No GCP.) ความถูกต้องทางตำแหน่ง (Geometric accuracy) จะขึ้นอยู่กับความคงที่ของดาวเทียม (Spacecraft stability) เช่น การทรงตัว ความสูง อัตราการเคลื่อนที่ของดาวเทียม เป็นต้น ข้อมูลที่ได้จากการปรับแก้ในลักษณะที่ไม่มีการกำหนดจุด GCP. นี้จะเรียกว่า “Systematic geocoded subscene”

แต่ถ้ามีการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดินที่มีตำแหน่งแน่นอน จะทำให้ความถูกต้องในการปรับแก้เชิงเรขาคณิตเพิ่มขึ้น ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้จะเรียกว่า “Precision geocoded subscene” โดยการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

(1) Systematic Correction

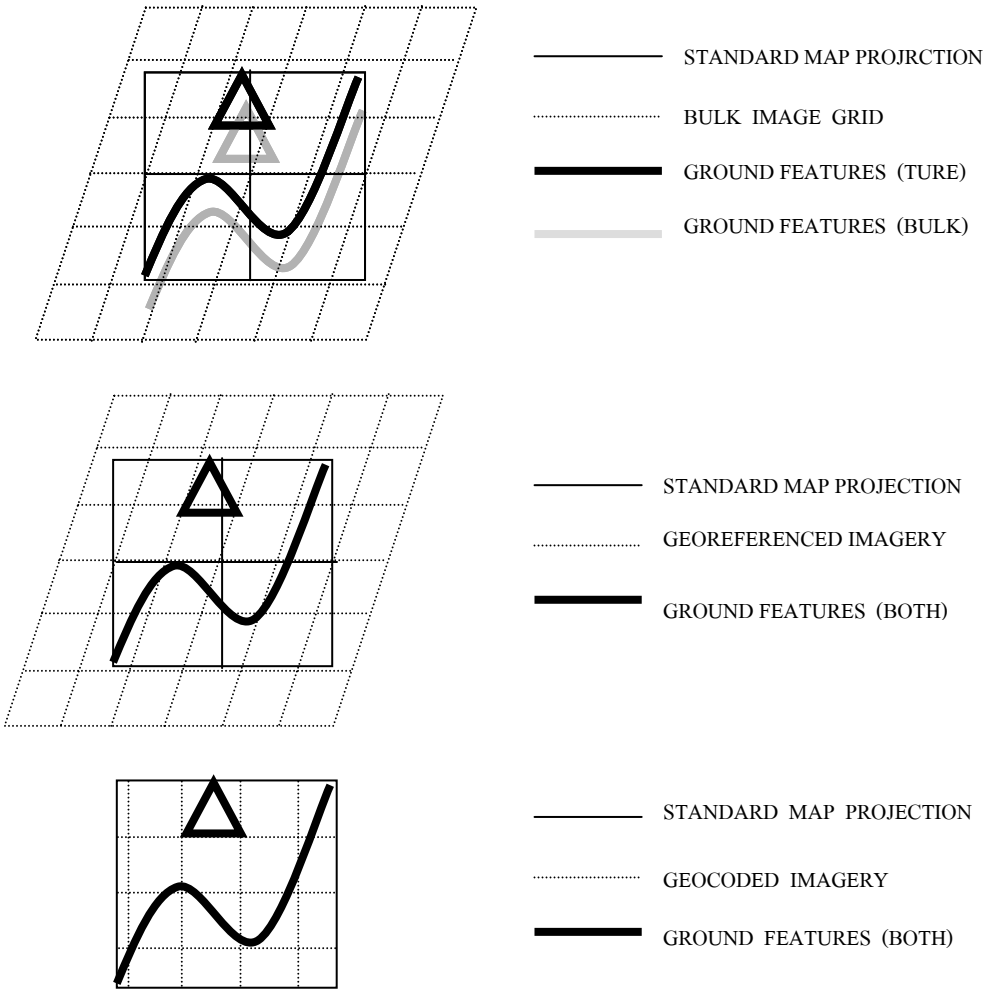
เป็นการแก้ไขเพียงบางส่วน เช่นการปรับภาพให้เอียง เพื่อสอดคล้องกับแนวการกวาดภาพ ซึ่งสถานีรับภาคพื้นดินจะเป็นผู้ทำให้

(2) Precision Correction

การแก้ไขจะอ้างอิงกับสิ่งที่เป็นมาตรฐาน เช่น แผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000 จากนั้นทำการเลือกจุดพิกัด หรือ GCP (Ground Control Point) ที่เห็นเด่นชัดทั้งบนภาพดาวเทียมและแผนที่ภูมิประเทศ จากค่า GCP. เหล่านี้จะช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าพิกัดบนแผนที่ภูมิประเทศ และค่าพิกัดบนภาพดาวเทียม สำหรับใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งให้มีความถูกต้อง

1.4 รายละเอียดขอบภาพ (Annotation)

รายละเอียดขอบภาพ จะแสดงถึงองค์ประกอบและข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาพพิมพ์นั้น ซึ่งเป็นสิ่งหนึ่งที่ผู้แปลตีความข้อมูลภาพดาวเทียมจำเป็นต้องทราบก่อนลงมือทำการแปลตีความ นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการผลิตแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite image map) โดยเป็นความร่วมมือระหว่างกรมแผนที่ทหารและ สทอภ. ในการดำเนินการผลิต ซึ่งแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ข้อมูลดาวเทียมเพิ่มมูลค่า (Value-added) ประเภทหนึ่ง ที่ได้รับการแก้ไขเชิงเรขาคณิต (Geocoded) ให้ตรงกับแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 และ 1:250,000 ของกรมแผนที่ทหาร แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมส่วนใหญ่ผลิตจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 LANDSAT -7 และ IRS พร้อมทั้งแสดงข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ เช่น เส้นทางคมนาคม เส้นลำน้ำ และ ตำแหน่งของสถานที่สำคัญ เป็นต้น จึงทำให้การแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา มีความสะดวกและมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น (จรัณธร, 2546) สำหรับองค์ประกอบที่สำคัญบริเวณขอบภาพถ่ายดาวเทียมชนิดภาพพิมพ์มีดังนี้



ภาพข้อมูลดาวเทียมที่ผ่านขั้นตอนการปรับแก้ความเพี้ยนทั้ง 3 ลักษณะคือ Bulk, Georeference และ Precision Geocoded (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2536)

1.4.1 วัน เดือน ปี ที่ทำการบันทึกภาพ

วันเดือนปี ที่ทำการบันทึกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม จะแสดงถึงฤดูกาลขณะที่ทำการบันทึกภาพนั้น ซึ่งโดยทั่วไป ฤดูกาลมีผลต่อทิศทางและลักษณะของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นโลก ทำให้ข้อมูลที่ปรากฏบนภาพมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น ลักษระการทอดเงา เป็นต้น นอกจากนี้ฤดูกาลยังมีผลต่อการใช้ที่ดินในรอบปีอีกเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหมุนเวียนเพื่อเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจในรอบปีของพื้นที่เกษตรกรรม

นอกจากนี้อายุของภาพทำให้ทราบถึงความเก่าหรือความทันสมัยของภาพ เนื่องจากสภาพพื้นที่หรือปรากฏการณ์บางอย่างมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดพันธุ์พืชที่เพาะปลูก พื้นที่ป่าไม้ ปริมาณตะกอนในแหล่งน้ำผิวดิน เป็นต้น

1.4.2 ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของภาพ

ค่าพิกัดหรือตำแหน่งทางภูมิศาสร์ต่างๆ ที่อยู่ในบริเวณภาพ ไม่ว่าจะเป็นคาพิกัดของจุดกึ่งกลางภาพ (Center point) หรือจุดบันทึกภาพแนวดิ่ง (Nadir point) ที่แสดงเป็นค่าละติจูดและลองติจูด ทำให้ทราบถึงตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของบริเวณที่ภาพนั้นถูกบันทึก ซึ่งทำให้หาข้อมูลภูมิหลังหรือข้อมูลสนับสนุนอื่นๆ ของบริเวณนั้นได้ง่ายขึ้น เช่น แผนที่การใช้ที่ดิน (Land use map) หรือแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map) เป็นข้อมูลพื้นฐานของบริเวณที่บันทึกภาพจากดาวเทียม

1.4.3 ระบบการบันทึกภาพ

เป็นข้อมูลที่บอกถึงความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) และคุณสมบัติเชิงคลื่นของข้อมูลภาพที่บันทึกได้จากระบบที่แตกต่างกัน เช่น ความแตกต่างของความละเอียดเชิงพื้นที่ระหว่าง ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ TM กับระบบ MSS จากดาวเทียม LANDSAT-5 หรือความแตกต่างกันด้านความละเอียดเชิงคลื่น (Spectral resolution) ระหว่างข้อมูลภาพที่บันทึกด้วยระบบ Multispectral (บันทึกในพิสัยช่วงคลื่นที่แคบ) กับข้อมูลภาพที่บันทึกด้วยระบบ Panchromatic (บันทึกในพิสัยช่วงคลื่นที่กว้างกว่า) เป็นต้น

1.4.4 ช่วงคลื่นที่ใช้ในการบันทึกภาพ

เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียมส่วนใหญ่จะผลิตเป็นภาพสีผสม (Color composite) โดยนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจำนวน 3 ช่วงคลื่นมาผสมกัน เพื่อผลิตภาพพิมพ์สีผสมตามต้องการ ดังนั้นผู้ที่นำภาพถ่ายดาวเทียมไปใช้ประโยชน์จึงจำเป็นต้องทราบถึงคุณสมบัติเชิงคลื่นและต้องมีความรู้ความเข้าใจคุณลักษณะการสะท้อนแสงหรือพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าของสิ่งต่างๆ ในแต่ละช่วงคลื่นเป็นอย่างดี เช่น ดาวเทียม LANDSAT-7 ที่บันทึกภาพในระบบ ETM+ มีจำนวน 8 ช่วงคลื่น (ระบบ Multispectral 7 ช่วงคลื่น และ ช่วงคลื่น) โดยการสะท้อนแสงของวัตถุที่ปกคลุมพื้นผิวโลกจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงคลื่น

1.4.5 ตำแหน่งของดวงอาทิตย์

ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ (Sun azimuth หรือ Sun elevation) ในขณะบันทึกข้อมูลภาพ แสดงถึงทิศทางของแสงอาทิตย์และลักษณะการทอดของเงา โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาควบคู่กับ วัน-เดือน-ปี ที่บันทึกภาพจะทำให้มีประโยชน์มากสำหรับการแปลในด้านธรณีวิทยาและธรณีสันฐาน

1.4.6 ขีดแสดงตำแหน่งค่าพิกัด

การเชื่อมโยงขีดแสดงตำแหน่งค่าพิกัด หรือ Mark ต่างๆ เข้าด้วยกัน ในลักษณะเป็นเส้นกริด (Grid) ทำให้ผู้แปลสามารถหาตำแหน่งค่าพิกัดของภาพถ่ายดาวเทียมได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะเมื่อทำการถ่ายทอด (Transfer) จุด หรือทำการซ้อนภาพต่างๆ หรือ ซ้อนภาพกับแผนที่เข้าด้วยกัน (Overlay)

1.4.7 แถบระดับความเข้มสีเทาและแม่สีปฐมภูมิของภาพ

ระดับความเข้มของสีที่ปรากฏอยู่บริเวณขอบด้านล่างของภาพดาวเทียม ใช้ในการเปรียบเทียบระดับความเข้มของสีในภาพกับระดับสีมาตรฐานว่ามีความถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงถึงความแตกต่างกันในด้านความเข้มของสีแต่ละสี โดยปกติระดับความเข้มของสีบริเวณขอบภาพ จะมีความเข้มในระดับต่างๆ 15 ถึง 16 ระดับ เนื่องจากโดยทั่วไปสายตาของมนุษย์สามารถแบ่งแยกระดับความเข้มของสีเทาได้ประมาณ 15 ถึง 16 ระดับเท่านั้น

บรรณานุกรม

จรัณธร บุญญานุภาพ. 2546. การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก. 189 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2536. การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 347 หน้า