บทที่ 3

การบันทึกภาพโดยใช้ระบบการสแคนน์

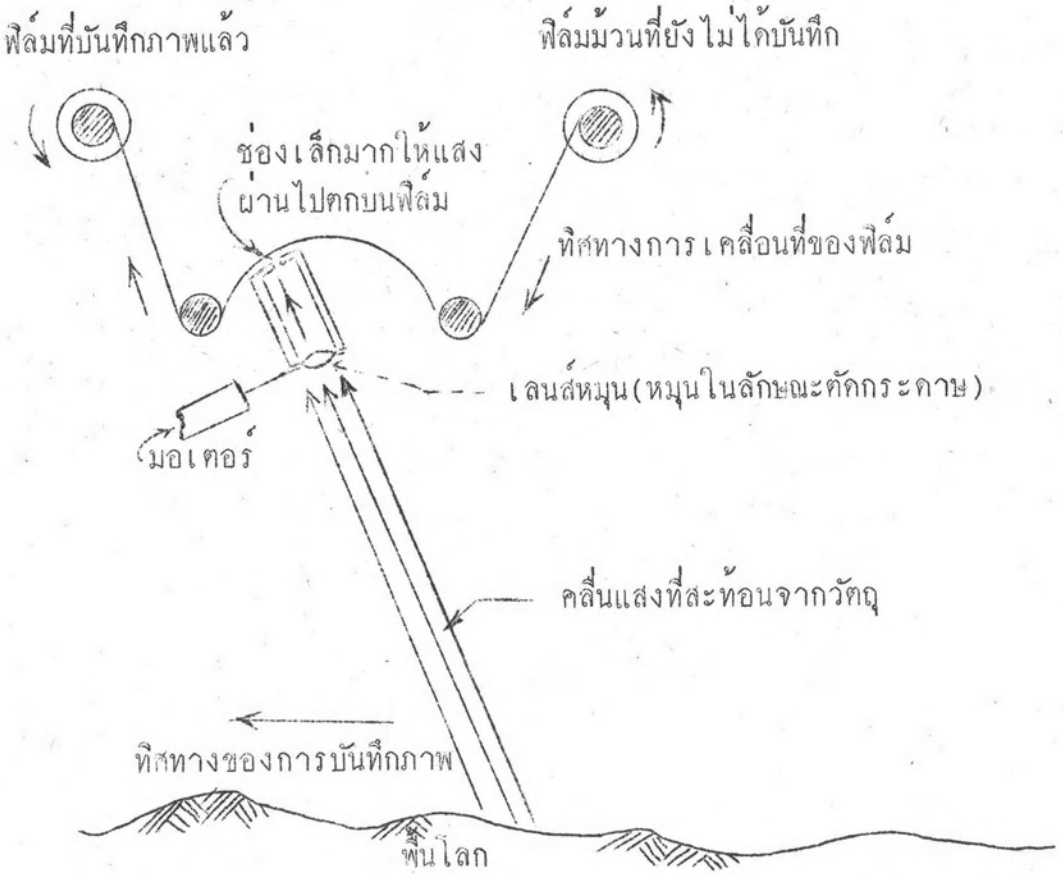
การบันทึกภาพโดยใช้ระบบสแคนน์ (Imaged by Scanning System) เป็นเทคนิคใหม่ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน การบันทึกภาพโดยระบบนี้มีความหมายครอบคลุมย่านแสงทั้งที่สายตามนุษย์มองเห็นและมองไม่เห็น ทั้งที่ใช้กล้องถ่ายภาพธรรมดาและไม่ใช้กล้องถ่ายภาพ

การสแคนน์ (Scanning) หมายถึงการกวาดรับพลังงานแสงจากภูมิประเทศรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าครั้งและ 1 รูปเพื่อไปเก็บไว้ที่เครื่องบันทึกภาพอย่างต่อเนื่อง โดยจะใช้เลนส์หมุน (Rotating lense) กระจกหมุน (Rotating Mirror)หรือเสาอากาศหมุน (Rotating Antenna) เป็นตัวกวาดรับพลังงานแสงก็ได้

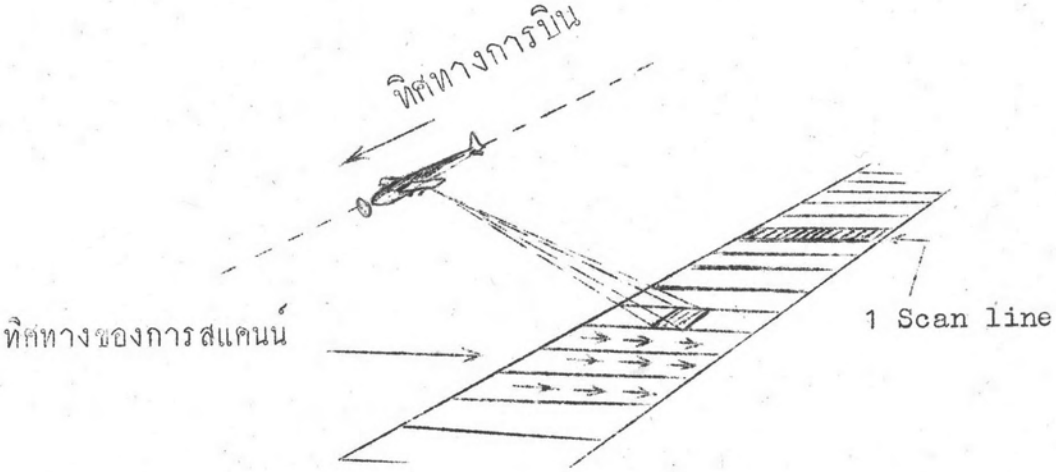
การบันทึกภาพโดยใช้ระบบการสแคนน์จะบันทึกภาพลงบนเทปแม่เหล็กของโทรภาพ (Video tape) โดยบันทึกเป็นสัญญาณอนาลอกหรือบันทึกภาพเป็นข้อมูลเลข binary ลงบนเทปแม่เหล็กเพื่อนำไปประมวลผลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ได้ นอกจากนั้นยังสามารถทำการบันทึกภาพลงบนฟิล์มขาวดำ ฟิล์มสี ได้อีก โดยจะทำการบันทึกภาพจากแถบแสงต่าง ๆ โดยตรง หรือบันทึกจากหลอดภาพรังสีคาโถด (Cathode Ray tube)แล้วแต่กรณีถ้าหากว่าการบันทึกภาพใช้กระจกหรือเลนส์เป็นตัวหมุนสแคนน์เราสามารถทำการบันทึกภาพโดยฟิล์มได้ทั้งสองวิธี แต่ถ้าหากใช้เสาอากาศเป็นตัวหมุนสแคนน์ จะสามารถบันทึกภาพได้เฉพาะจากหลอดภาพรังสีคาโถด เนื่องจากเสาอากาศนั้นรับได้เฉพาะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเท่านั้น

การบันทึกภาพโดยใช้ระบบการสแคนน์นั้นจะเลือกใช้แบบไหน ขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะได้ข้อมูลในแง่ไหน และย่อมจะคำนึงถึงความประหยัดเป็นสำคัญ ส่วนมากที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะใช้ระบบมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์ คือทำการบันทึกภาพหลาย ๆ ย่านแสงในเวลาเดียวกัน ภาพที่ 14 แสดงให้เห็นแบบหนึ่งของการสแคนน์ บันทึกภาพ เป็นการสแคนน์บันทึกภาพด้วยเลนส์หมุนรวมแสง การหมุนของเลนส์ 1 รอบ จะทำให้เกิดภาพบนฟิล์ม 1 Scan line ความเร็วของเครื่องบินหรือยานอวกาศ การหมุนของเลนส์ และการเคลื่อนที่ของฟิล์มจะถูกคำนวณให้มีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี ลักษณะการสแคนน์โดยใช้เครื่องบิน ได้แสดงไว้

อีกในภาพที่ 15 เพื่อให้เกิดความเข้าใจตามสมควร



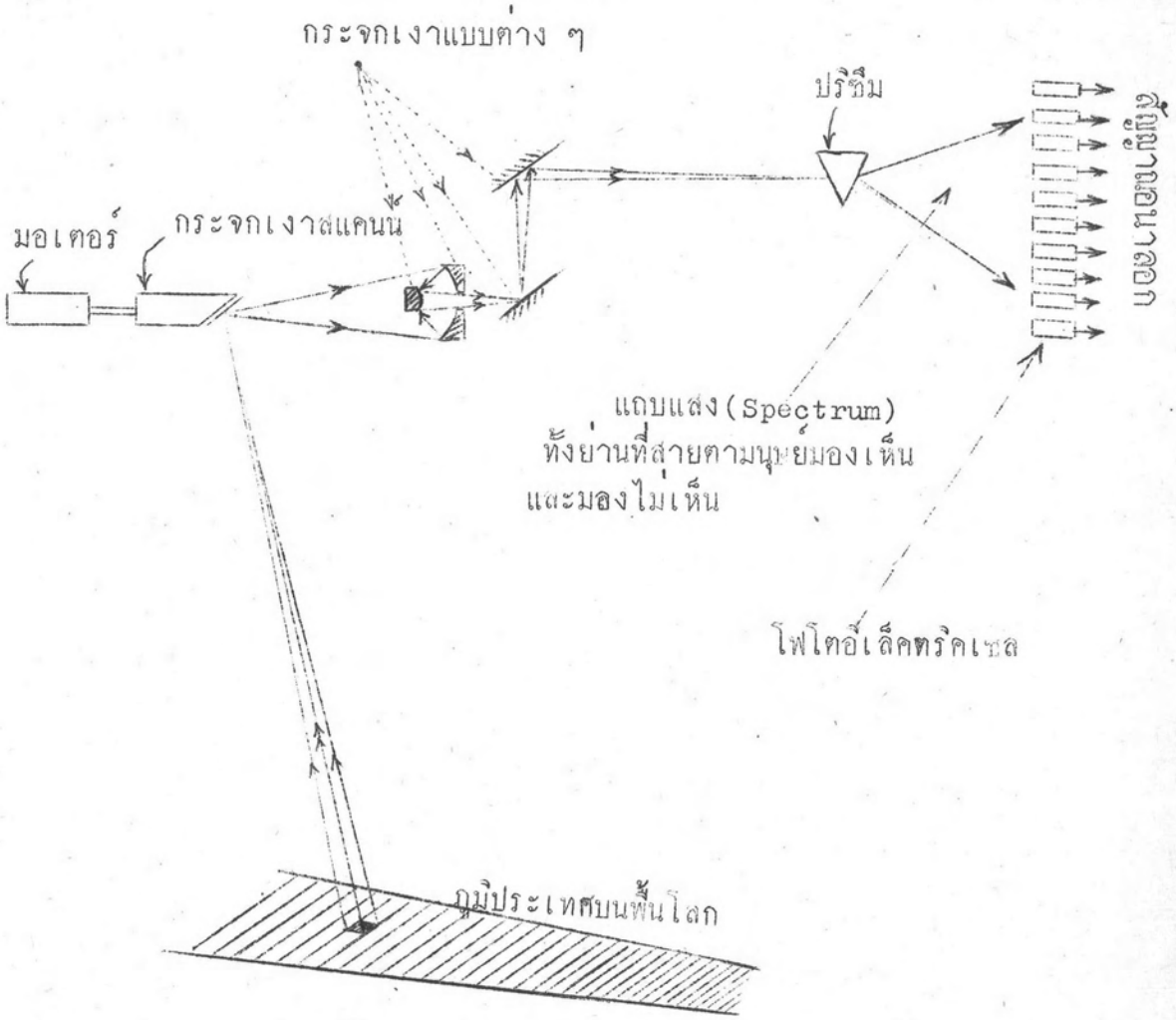
ภาพที่ 14 การบันทึกภาพโดยใช้เลนส์หมุนสแคนน์



ภาพที่ 15 ลักษณะการสแคนน์บันทึกภาพทางเครื่องบิน

3.1 การบันทึกภาพโดยเครื่องมัลติสเปคตรัลสแกนเนอร์ (Imaging by Multispectral Scanner)

การบันทึกภาพโดยเครื่องมัลติสเปคตรัลสแกนเนอร์เริ่มนำเอามาใช้ครั้งแรกในโครงการอพอลโล (Apollo mission) ของประเทศสหรัฐอเมริกา การค้นคว้าและวิจัยสร้างเครื่องบันทึกภาพอันนี้กระทำโดยกลุ่มนักวิจัยขององค์การนาสา (NASA - National Aeronautics and Space Administration) พวกเขาได้รับความสำเร็จอย่างงดงามในการทดลองใช้เครื่องบันทึกภาพระบบนี้ ติดตั้งขึ้นไปกับยานอวกาศอพอลโล 9

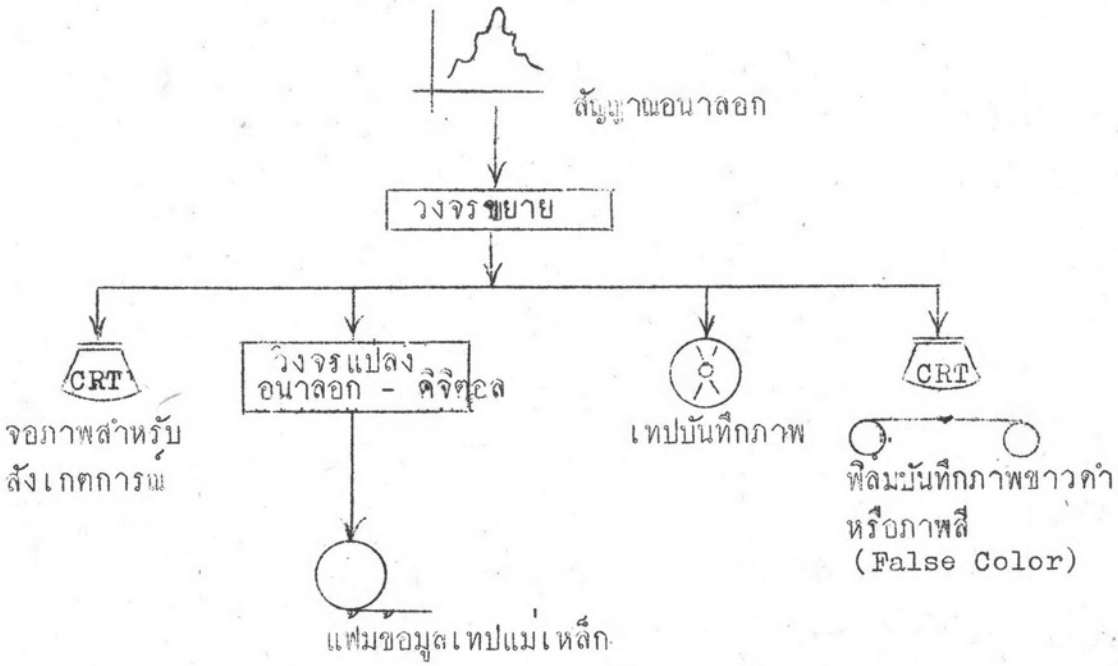


ภาพที่ 16 เครื่องบันทึกภาพระบบมัลติสเปคตรัลสแกนเนอร์อย่างง่าย

เครื่องมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์นั้นมีส่วนประกอบที่ซับซ้อนมาก บริษัทผู้สร้างต่าง ๆ จะผลิตเครื่องบันทึกภาพระบบนี้ออกมาจำหน่ายด้วยรายละเอียด (Specification) ต่าง ๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ ภาพที่ 16 แสดงให้เห็นการทำงานของเครื่องมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์ระบบหนึ่ง

กระจกเงาสำหรับสแคนน์จะหมุนกวาดรังสีย่านต่าง ๆ ทีละ 1 Scan line อย่างต่อเนื่อง แล้วสะท้อนไปยังกระจกเงาต่าง ๆ จนกระทั่งไปตกที่ปริซึมแล้วแยกออกเป็นแถบสีต่าง ๆ (Spectrum) ต่อจากนั้นย่านแสงสีต่าง ๆ ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณอนาลอกโดยใช้หลักการของโฟโต้อีเล็คตริคส์ ย่านแสงที่ตามองไม่เห็นก็เช่นเดียวกัน

ต่อจากนั้นก็จะป้อนสัญญาณแต่ละย่านเข้าเครื่องขยายและนำไปบันทึกไว้เป็นแบบต่าง ๆ ตามที่เห็นในภาพที่ 17



ภาพที่ 17 การบันทึกภาพเป็นข้อมูลแบบต่าง ๆ

สัญญาณอนาลอกที่ได้จากภาคตรวจรับ (Detectors) สัญญาณในย่านต่าง ๆ (Band หรือ Channel) จะถูกขยายให้แรงขึ้นแล้วไปปรากฏบนจอภาพรังสีคาโถด โดยใช้หลักการอันเดียวกันกับหลักการของโทรภาพ ขณะเดียวกันเขาสามารถทำการบันทึกภาพโดยใช้ฟิล์มหมุนบันทึกภาพไว้ด้วยถ้าหากต้องการ และที่สำคัญที่สุดก็คือ การเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นข้อมูลเลข binary แล้วบันทึกไว้บนแฟ้มข้อมูลเทปแม่เหล็ก (Magnetic tape file)

เพื่อนำข้อมูลนี้ไปทำการประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

การบันทึกภาพโดยใช้เครื่องมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์นั้นตามปรกติเขาจะใช้บันทึกภาพในย่านแสงตั้งแต่ ย่านรังสีเหนือม่วงไปจนถึงรังสีใต้แดง คือช่วงประมาณ 0.3 ถึง 14 ไมครอน ในช่วงนี้เขาจะใช้การบันทึกกี่ย่านแสง (Channel) ก็ได้เช่น 4, 6, 8, 10, 12 ฯลฯ เป็นต้น และแต่ละย่านที่ทำการบันทึกจะมีความกว้างของย่านแสงเท่าไรก็ได้ขึ้นอยู่กับรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการทราบ ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นลักษณะของย่านแสงที่ใช้โดยมหาวิทยาลัยมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ.2513

หมายเลข Channel	ความกว้างของย่านแสง (ไมครอน)
1	.40 - .44
2	.44 - .46
3	.46 - .48
4	.48 - .50
5	.50 - .52
6	.52 - .55
7	.55 - .58
8	.58 - .62
9	.62 - .66
10	.66 - .72
11	.72 - .80
12	.80 -1.00

ตารางที่ 4 การใช้ย่านแสงต่าง ๆ สำหรับเครื่องมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์ของมหาวิทยาลัยมิชิแกน สหรัฐอเมริกา

เครื่องมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์ตามปกติจะติดตั้งขึ้นไปกับยานอวกาศและอากาศยานต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันก็คือ ติดตั้งขึ้นไปกับดาวเทียมและเครื่องบิน ในการสำรวจจริงๆ นอกจากจะติดตั้งเครื่องบันทึกภาพระบบมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์แล้ว เขายังติดตั้งระบบการบันทึกภาพแบบอื่นขึ้นไปด้วย เพื่อให้ทราบข้อมูลได้หลายแง่หลายมุมและทำให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

3.2 การส่งดาวเทียมสำรวจทรัพยากรขึ้นโคจรรอบโลก

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ERTS-1 (Earth Resource Technology Satellite 1) นับเป็นดาวเทียมดวงแรกที่ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพระบบมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์ขึ้นไปด้วย ERTS-1 ถูกส่งขึ้นไปโคจรรอบโลกเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ.2515 โดยโคจรรอบโลกจากเหนือมาใต้ ทำมุมประมาณ 80° กับเส้นศูนย์สูตร โคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 914 กิโลเมตร ใช้เวลาโคจรรอบโลก 103 นาทีต่อ 1 รอบ คือโคจรรอบโลก 14 ครั้งในเวลา 1 วัน และจะโคจรกลับมาบันทึกภาพที่จุดเดิมในเวลา 18 วัน การบันทึกภาพ 1 ภาพ จะครอบคลุมเนื้อที่ 185 × 185 กิโลเมตร (1 frame) ภาพที่บันทึกได้มีความเหลื่อมล้ำกัน 10% ทุก ๆ ด้าน ทำการบันทึกภาพทุก ๆ 25 วินาที บันทึกภาพได้เฉพาะตอนกลางวัน ภาพที่ได้มามีมาตราส่วนประมาณ 1:1,000,000 ขนาดของภาพ = 9 × 9 นิ้ว สามารถทำการขยายให้ใหญ่ที่สุดเพื่อศึกษารายละเอียดได้ถึงมาตราส่วน 1:25,000 ขนาด 36 × 36 นิ้ว

อุปกรณ์ที่ติดตั้งขึ้นไปได้แก่เครื่องบันทึกภาพและเครื่องบันทึกข้อมูลในทางอุตุนิยมวิทยา แบ่งออกเป็น 3 ระบบดังต่อไปนี้

ก. ระบบสำหรับประมวลผลเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพ ดิน น้ำ อากาศ และสภาวะแวดล้อมอื่นที่เกิดขึ้นกับโลก

ข. ระบบการรับส่งภาพทางโทรทัศน์ (Television System) ใช้ระบบ Return Beam Vidicon ประกอบด้วยกล้องบันทึกภาพ 3 กล้อง แต่ละกล้องจะทำการบันทึกภาพบริเวณเดียวกัน แต่รับย่านแสง (Band) แตกต่างกันดังนี้

ย่านที่ 1 0.475 - 0.575 ไมครอน คือช่วงแสงสีน้ำเงินและสีเขียว

ย่านที่ 2 0.580 - 0.680 ไมครอน คือช่วงแสงสีแดง

ย่านที่ 3 0.690 - 0.830 ไมครอน คือช่วงใกล้รังสีใต้แดง

ค. ระบบมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์ สำหรับระบบนี้ใช้หลักการสะท้อนคลื่นแสงจากวัตถุเป็นสำคัญ การนับลำดับย่าน เขานับต่อจาก 3 ย่านที่กล่าวมาแล้ว คือ

ย่านที่ 4 0.5 - 0.6 ไมครอน คือช่วงแสงสีเขียวหรือระหว่างเขียวกับน้ำเงิน

ย่านที่ 5 0.6 - 0.7 ไมครอน คือช่วงแสงสีส้มเหลืองจนถึงช่วงแสงสีแดง

ย่านที่ 6 0.7 - 0.8 ไมครอน คือช่วงแสงสีแดงจนถึงช่วงใกล้รังสีใต้แดง

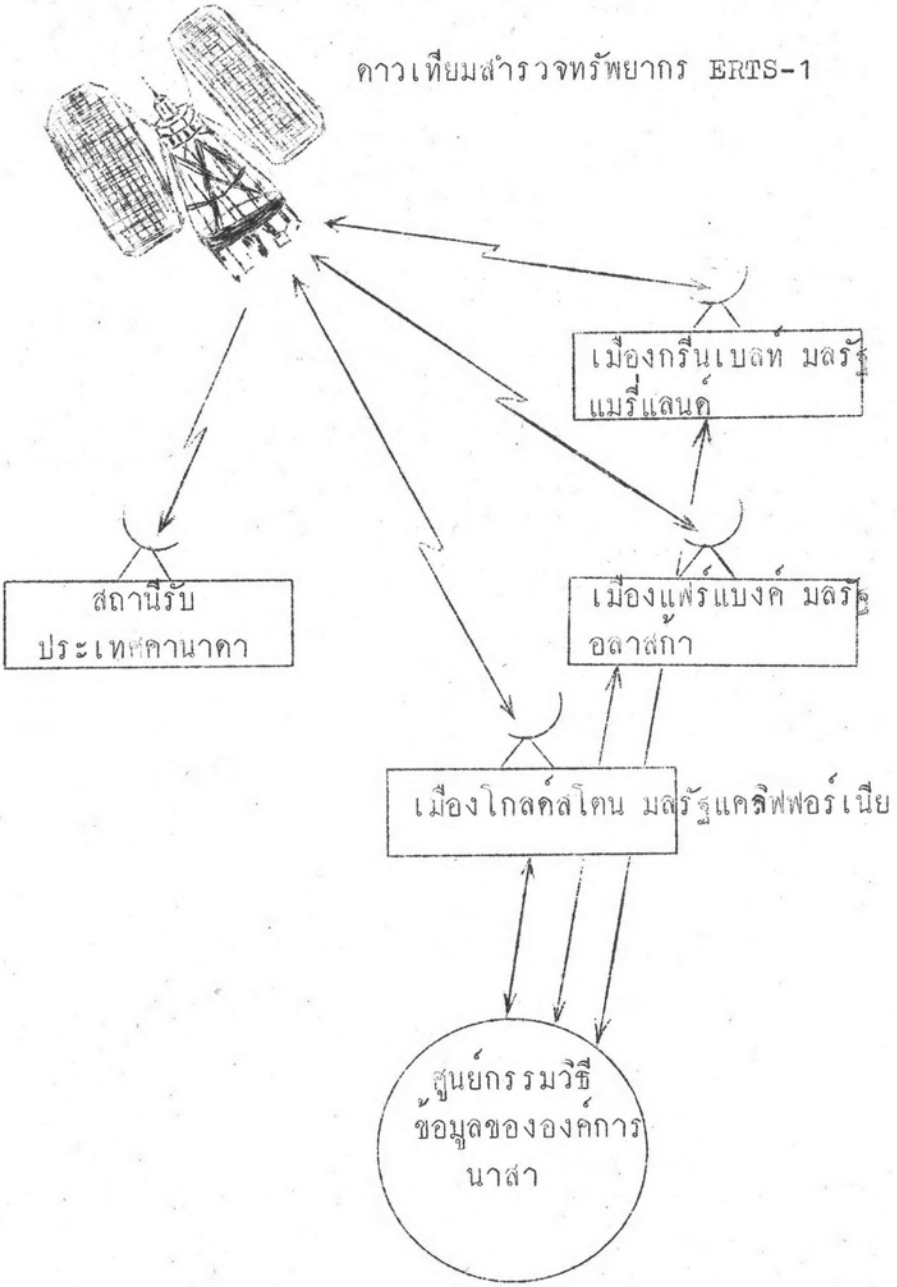
ย่านที่ 7 0.8 - 1.1 ไมครอน คือช่วงรังสีใต้แดง

ข้อมูลหรือภาพที่ได้จากการบันทึกของระบบทั้ง 3 จะถูกส่งโดยระบบการสื่อสาร (Communication System or Information System) มายังสถานีรับต่าง ๆ คือที่เมืองกรีนเบลท์มลรัฐแมรี่แลนด์ เมืองแฟร์แบงค์ มลรัฐอลาสก้า เมืองโกลด์สโตนมลรัฐแคลิฟฟอร์เนียร์ และสถานีรับที่ประเทศแคนาดาอีก 1 แห่ง ข้อมูลจากสถานีรับทั้ง 3 แห่งในสหรัฐอเมริกา จะถ่ายทอดไปยังศูนย์กรรมวิธีข้อมูลขององค์การนาสาเพื่อทำการประมวลผลต่อไป ตามภาพที่ 18

สำหรับประเทศไทยเริ่มใช้ข้อมูลจากดาวเทียมตั้งแต่วันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2514 โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติได้ทำการประสานกับองค์การนาสาของสหรัฐอเมริกา เพื่อขอรับภาพถ่ายและข้อมูลมาใช้ในการศึกษาทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ให้ทันต่อเหตุการณ์ในปัจจุบัน

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรซึ่งโคจรรอบโลกอยู่ทุกวันนี้คือ ERTS-2 ซึ่งส่งขึ้นไปโคจรตั้งแต่วันที่ 22 มกราคม พ.ศ.2516 ซึ่งขณะนี้ได้เปลี่ยนชื่อจาก ERTS -2 เป็น LANDSAT - 2

ตารางที่ 5 แสดงให้เห็นกำหนดการบันทึกภาพพื้นที่ประเทศไทยโดยดาวเทียม LANDSAT-2 ประจำปี พ.ศ.2519 หมายเลขต่าง ๆ XX, XXI, XXII, XXIII,..... คือหมายเลขของวงโคจรที่ดาวเทียมดวงนี้ผ่านประเทศไทย(Thailand Cycle No.) ซึ่ง



ภาพที่ 18 ข่ายการติดต่อสื่อสารของ ERTS-1

แต่ละวงรอบหรือวงโคจรจะกินเวลา 8 วัน ตัวอย่างเช่น Cycle No. XX หมายถึงวงโคจรที่ 20 ที่ดาวเทียมดวงนี้ผ่านประเทศไทย นับตั้งแต่เริ่มส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรรอบโลกซึ่งวงโคจรนี้เริ่มจากวันที่ 15 มกราคม ไปสิ้นสุดวันที่ 22 มกราคม เป็นเวลา 8 วันหลังจากนั้น

วันที่ \ เดือน	ม.ค.	กพ.	มี.ค.	เม.ย.	พค.	มิ.ย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธ.ค.	วันที่ \ เดือน
1	5	XXI		6	XXVI		7	2			4		1
2	6	1		7	1		8	3			5		2
3	7	2		8	2			4			6	XXXVIII	3
4	8	3			3			5	XXIII		7	1	4
5		4			4			6	1		8	2	5
6		5			5	XXVIII		7	2			3	6
7		6			6	1		8	3			4	7
8		7	XXIII		7	2			4			5	8
9		8	1		8	3			5			6	9
10			2			4			6	XXXV		7	10
11			3			5			7	1		8	11
12			4			6	XXX		8	2			12
13			5	XXV		7	1			3			13
14	XX		6	1		8	2			4			14
15	1		7	2			3			5	XXXVII		15
16	2		8	3			4			6	1		16
17	3			4			5	XXXII		7	2		17
18	4			5			6	1		8	3		18
19	5	XXII		6	XXVII		7	2			4		19
20	6	1		7	1		8	3			5		20
21	7	2		8	2			4			6	XXXIX	21
22	8	3			3			5	XXXIV		7	1	22
23		4			4			6	1		8	2	23
24		5			5	XXIX		7	2			3	24
25		6			6	1		8	3			4	25
26		7	XXIV		7	2			4			5	26
27		8	1		8	3			5			6	27
28			2			4			6	XXXVI		7	28
29			3			5			7	1		8	29
30			4			6	XXXI		8	2			30
31			5				1			3			31

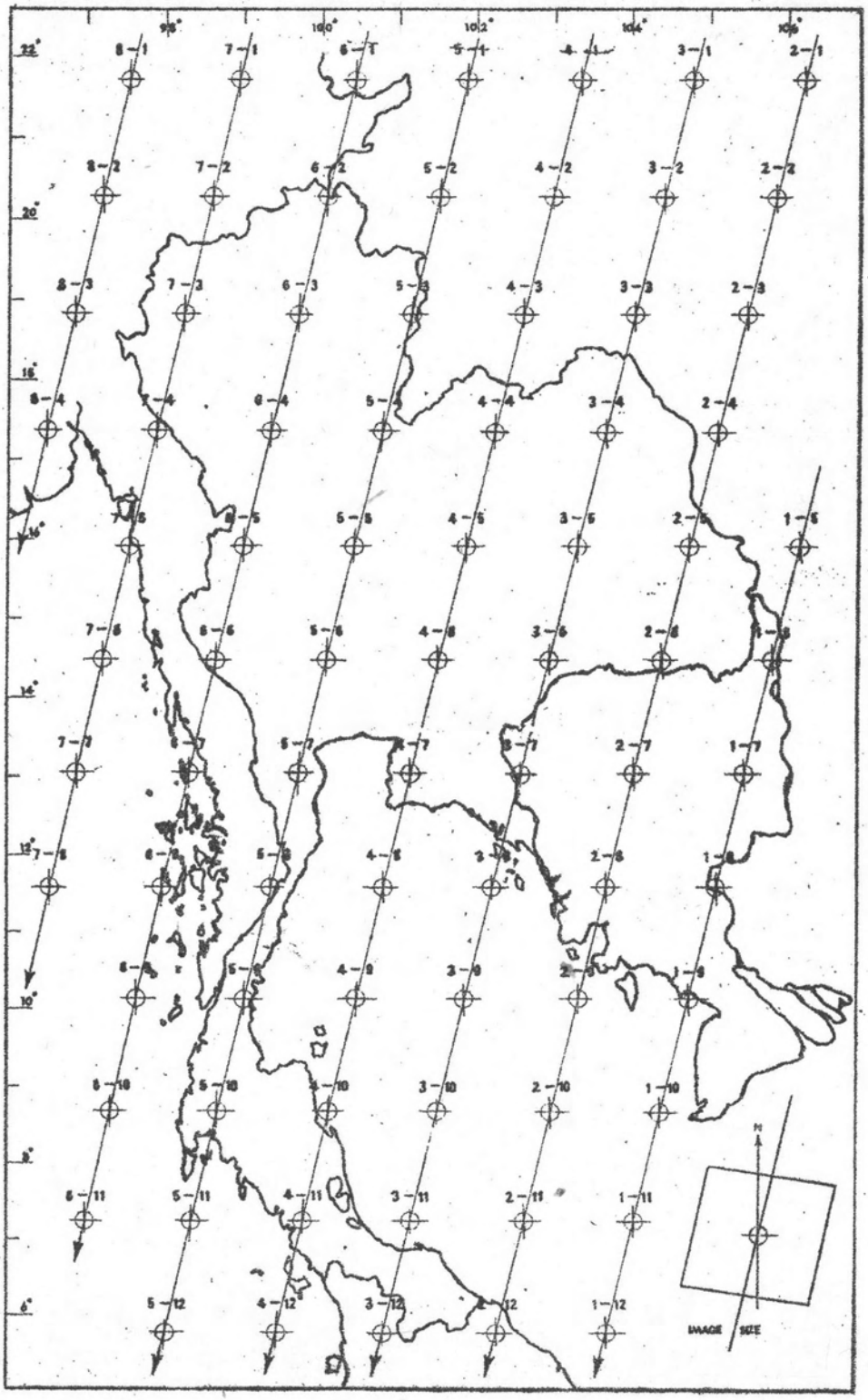
ตารางที่ 5 กำหนดการบันทึกภาพประเทศไทยโดยดาวเทียม LANDSAT - 2

11 วัน ก็จะเริ่มเข้าสู่วันแรกของ Cycle No. XXI ซึ่งครบกำหนด 18 วันพอดีจึงโคจรมาบันทึกภาพที่ตำแหน่งเดิมอีกครั้งหนึ่ง หมายเลข 1 - 8 ที่อยู่ใต้ Cycle No. หมายถึงลำดับวันที่ซึ่งดาวเทียมโคจรผ่านประเทศไทย

ภาพที่ 19 แสดงให้เห็นตำแหน่งของจุดศูนย์กลางที่ดาวเทียมทำการบันทึกภาพเนื่องจากการถ่ายภาพ 1 ภาพ ครอบคลุมเนื้อที่ 185 x 185 ตารางกิโลเมตร ดังนั้นสำหรับประเทศไทยจะต้องใช้ถึง 35 ภาพ (Frame) จึงจะครอบคลุมเนื้อที่ทั้งหมด ตัวเลขที่เขียนนำหน้าแต่ละจำนวนหมายถึงลำดับวันที่ซึ่งดาวเทียมโคจรผ่านประเทศไทย ตัวเลขที่ตามหลังหมายถึงลำดับที่ของภาพถ่าย

การใช้การบันทึกภาพจากดาวเทียม ในช่วงคลื่นแสงต่าง ๆ กันนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาว่าจะเน้นในเรื่องใด เพราะว่าข้อมูลที่ได้รับจากย่านต่าง ๆ จะให้รายละเอียดที่แตกต่างกันไป ในระบบ RBV ภาพที่ได้จากย่านแสงที่ 1 อยู่ในช่วงของแสงสีน้ำเงินและสีเขียวเหมาะสำหรับใช้ศึกษาแหล่งน้ำต่าง ๆ เพราะว่าแหล่งน้ำจะสะท้อนแสงสีเขียวได้มาก ภาพที่ได้จากย่านแสงที่ 2 อยู่ในช่วงแสงสีแดง เหมาะสำหรับใช้ในการศึกษาพื้นที่ลักษณะต่าง ๆ ย่านแสงที่ 3 อยู่ในช่วงรังสีใต้แดง เหมาะสำหรับศึกษาสภาพของป่าไม้และความแตกต่าง ๆ ของอุณหภูมิบนผิวโลก

สำหรับระบบมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์ ภาพที่ได้จะให้รายละเอียดมากกว่าแบบ RBV เพราะว่าทำการบันทึกย่านแสงที่แคบมากขึ้น ภาพที่จะใช้เป็นหลักสำหรับการวิเคราะห์แยกแยะภาพในขณะนี้ คือภาพที่ได้จากเครื่องมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์ ซึ่งย่านแสงที่ 4 อยู่ในช่วงแสงสีเขียวเหมาะในการศึกษาเรื่องแหล่งน้ำ หรือแหล่งที่มีความชื้นต่าง ๆ ย่านแสงที่ 5 อยู่ในย่านแสงสีแดงเหมาะสำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาที่ดิน (Land Use) ย่านแสงที่6 และที่ 7 อยู่ในย่านรังสีใต้แดง ใช้ศึกษาวัสดุต่าง ๆ หรือแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ โดยพิจารณาถึงการส่งรังสีใต้แดงออกมา เช่น แหล่งน้ำจะดูดคลื่นแสงช่วงนี้ไว้เกือบหมดทำให้เป็นส่วนมืดของภาพ แต่พืชปกติจะสะท้อนหรือส่งคลื่นแสงช่วงนี้ออกมาได้มาก ทำให้ปรากฏเป็นส่วนสว่างของภาพ



ภาพที่ 19 แสดงตำแหน่งที่ LANDSAT-2 บันทึกภาพประเทศไทย

3.3 การใช้เครื่องมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์โดยทางเครื่องบิน

นอกจากเครื่องบันทึกภาพแบบมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์จะใช้ติดตั้งไปบนยานอวกาศแล้ว เขายังต้องใช้การบันทึกภาพทางเครื่องบินด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากการบันทึกภาพจากดาวเทียมนั้น ทำการบันทึกในระดับสูงมาก ข้อมูลที่ได้จึงมีรายละเอียดน้อยดังนั้นในการสำรวจจริง ๆ แล้วเขาจะใช้ทั้งการบันทึกภาพโดยดาวเทียมและเครื่องบินควบคู่กันไป

ภาพที่ได้จากการบันทึกโดยเครื่องบินนั้นสามารถทำได้หลายมาตราส่วนซึ่งแบ่งแยกออกได้เป็น 3 พวก คือ

ก. มาตราส่วนใหญ่ คือมาตราส่วน 1:5,000 ถึง 1:10,000

ข. มาตราส่วนกลางคือมาตราส่วน 1:10,000 ถึง 1:20,000

ค. มาตราส่วนเล็ก คือมาตราส่วน 1:20,000 ถึง 1:40,000

เราจะเลือกใช้มาตราส่วนเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความสำคัญของงานและย่อมต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายเป็นสำคัญ

การบันทึกภาพทางเครื่องบินนั้นเมื่อเราไม่กล่าวถึงการบันทึกภาพจากดาวเทียม เราก็สามารถทำการบันทึกจากเครื่องบินอย่างเดียว หรือจะใช้การสำรวจทางภาคพื้นดินไปพร้อม ๆ กันด้วยก็ได้

ภาพที่ 20 และ 21 เป็นการบันทึกภาพในย่านรังสีใต้แดง โดยใช้เครื่องมัลติสเปคตรัลสแคนเนอร์ ทำการบันทึกที่บริเวณเดียวกัน ใช้มาตราส่วนอันเดียวกัน แตกต่างกันตรงที่การบันทึกภาพจากเครื่องบินใช้ฟิล์มสีอินฟราเร็ด (Color-Infrared photograph) ส่วนภาพจากดาวเทียมใช้ฟิล์มสีผสม (Color-Infrared composite image) เราจะเห็นว่าภาพที่ได้จากดาวเทียมนั้นจะมีรายละเอียดน้อย กินความกว้าง ๆ ส่วนภาพที่ได้จากเครื่องบินมีรายละเอียดมากยากแก่การแยกประเภทอย่างกว้าง ๆ ดังนั้น ในการวิเคราะห์แยกแยะภาพจึงต้องใช้ทั้ง 2 อย่างรวมกัน

ภาพที่ 21 แสดงภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวนอร์ฟอร์ค
Norfolk-Portsmouth ในมาตราส่วน 1:250,000

ภาพที่ 22 แสดงภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวนอร์ฟอร์ค
Norfolk - Ports-mouth ในมาตราส่วน 1:250,000