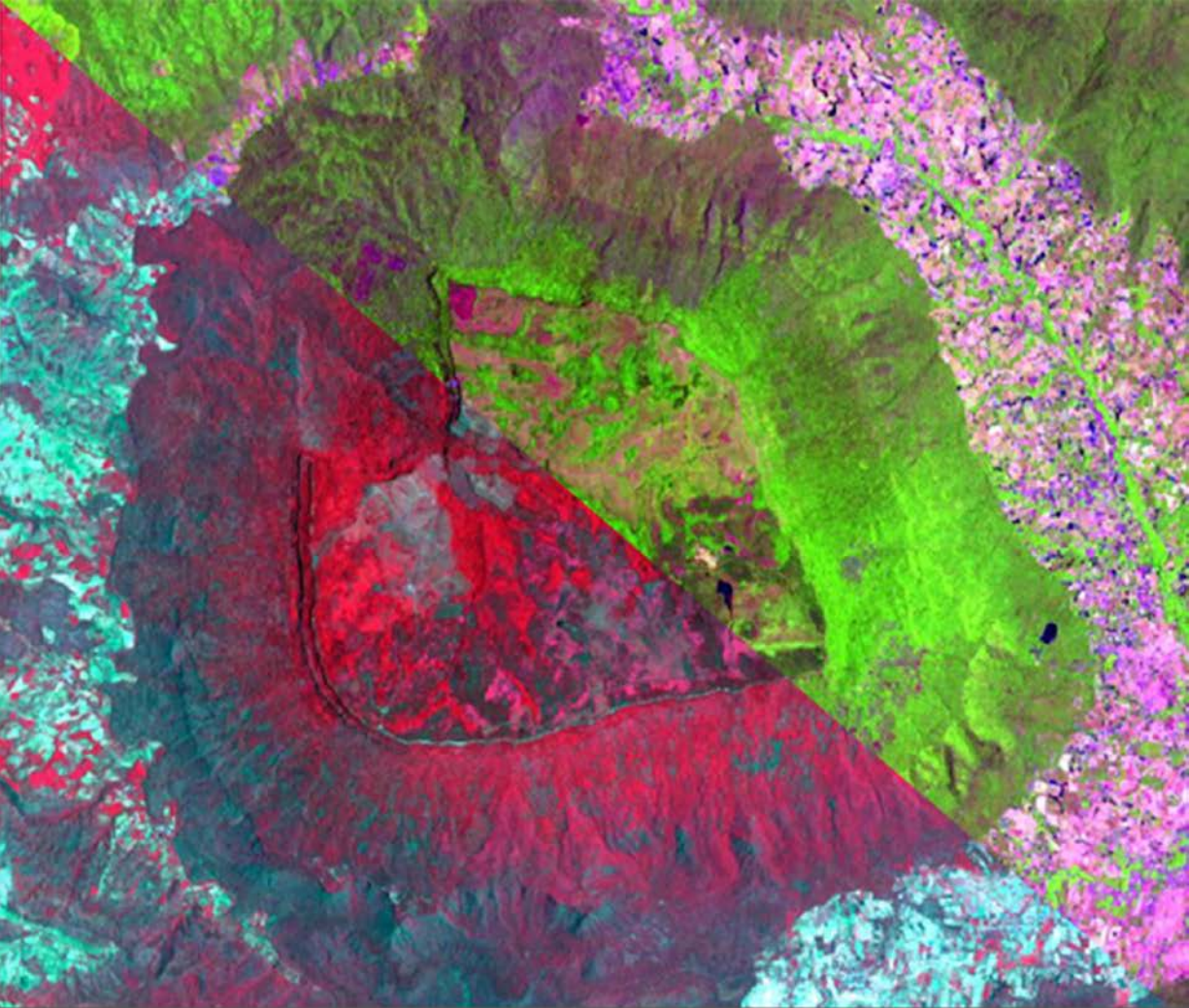




การสำรวจทรัพยากรป่าไม้โดยใช้ ภาพถ่ายเทียม

Satellite Imagery for Forest Resource Survey



วีระภาส คุณรัตนศิริ
ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์

การสำรวจทรัพยากรป่าไม้โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม

Satellite Imagery for Forest Resource Survey

วีระภาส คุณรัตนสิริ

Weeraphart Khunrattanasiri

พิมพ์ครั้งที่ 1

First Edition

ภาควิชาการจัดการป่าไม้

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Forest Management

Faculty of Forestry, Kasetsart University

คำนำ

ตำรา “การสำรวจทรัพยากรป่าไม้โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม” เขียนขึ้นเพื่อใช้สำหรับเป็นตำราอ่านประกอบการเรียนการสอนรายวิชา 01304553 การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (satellite imagery for resources survey) ที่เปิดสอนในระดับบัณฑิตศึกษา ของภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อให้นิสิตหรือบุคคลทั่วไปที่สนใจได้ใช้เป็นแหล่งศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลด้วยภาพถ่ายดาวเทียมในด้านการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ซึ่งองค์ความรู้ด้านนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งในโลกปัจจุบัน ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าตำราเล่มนี้สามารถเปิดมุมมอง สอนทฤษฎี และแนวความคิดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ภูมิสารสนเทศให้แก่ผู้อ่านได้ไม่มากนัก

ผู้เขียนขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สงคราม ธรรมมิญช อดีตเลขานุการรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ Prof. Dr. Dr. h.c. Dieter R Pelz อดีตหัวหน้าภาควิชา Forest Biometry, Prof. Dr. Barbara Koch หัวหน้าภาควิชา Remote Sensing and Landscape Information Systems, University of Freiburg สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ ภัทรธรรม อดีตหัวหน้าภาควิชาการจัดการป่าไม้ รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ สุขสอาด และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจน์เขจร ชูชีพ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ ที่ได้สั่งสอน อบรมและถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้และการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ลุ่มลึกและหลากหลายในช่วงเวลาที่ผ่านมา ก่อนมาเป็นจุดเริ่มต้นของงานเขียนและเรียบเรียงตำราฉบับนี้ กำลังใจที่สำคัญที่สุดในการเขียนตำราเล่มนี้เกิดจากส่วนที่เล็กที่สุดของสังคมนั่นคือ ครอบครัว “คุณรัตนสิริ”

“ตราบไผ่ผืนป่ายังขึ้นอยู่บนพื้นที่ การแผนที่วนกรต้องรู้”

วีระภาส คุณรัตนสิริ

13 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	vii
สารบัญภาพ	ix
เกริ่นนำ	xiii
บทที่ 1 ทรัพยากรป่าไม้	1
1.1 ทรัพยากรป่าไม้ของโลก	1
1.2 ทรัพยากรป่าไม้ของประเทศไทย	14
1.3 สรุป	20
บทที่ 2 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้	23
2.1 ความหมายและคำศัพท์เกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้	23
2.2 ประวัติการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของประเทศไทย	33
2.2.1 Camp-unit System	34
2.2.2 Modified Camp-unit System	36
2.2.3 Point sampling	39
2.2.4 Unit System	40
2.2.5 L Form	43
2.2.6 THAIFORM	45
2.2.7 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	48
2.3 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในต่างประเทศ	51
2.3.1 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในสหพันธ์สาธารณรัฐ เยอรมนี	51

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในสาธารณรัฐฟินแลนด์	55
2.3.3 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในสหรัฐอเมริกา	57
2.4 สรุป	59
บทที่ 3 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ด้วยภาพถ่ายทางอากาศ	62
3.1 หลักการและทฤษฎีภาพคณิต	62
3.1.1 ความหมายของภาพคณิต	62
3.1.2 ประเภทของกล้องบันทึกภาพถ่ายทางอากาศ	65
3.1.3 ประเภทของภาพถ่ายทางอากาศ	67
3.1.4 มาตรฐานและระยะทางในภาพถ่ายทางอากาศ	71
3.1.5 รายละเอียดที่มีปรากฏในภาพถ่ายทางอากาศ	74
3.1.6 โครงการบินถ่ายทำภาพถ่ายทางอากาศของประเทศ ไทย	79
3.1.7 ประโยชน์ของภาพถ่ายทางอากาศ	86
3.2 การใช้งานภาพถ่ายทางอากาศในการป่าไม้	87
3.2.1 ประวัติการใช้งานภาพถ่ายทางอากาศในการป่าไม้	87
3.2.2 การอ่าน แพล และตีความหมายภาพถ่ายทาง อากาศในการป่าไม้	89
3.2.3 การใช้ภาพถ่ายทางอากาศในการสำรวจทรัพยากร ป่าไม้	100
3.3 สรุป	108
บทที่ 4 หลักการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	110
4.1 เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ	111
4.1.1 นิยามและความสำคัญของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ	111

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2 ประโยชน์ของการรับรู้ระยะไกล	115
4.2 หลักการและทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม	119
4.2.1 ความหมายของการรับรู้ระยะไกล	119
4.2.2 กระบวนการของการรับรู้ระยะไกล	121
4.2.3 ระบบการรับรู้ระยะไกล	125
4.2.4 การสะท้อนแสงของวัตถุที่ปรากฏในภาพดาวเทียม	128
4.2.5 หลักการพื้นฐานของการประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม	132
4.2.6 การแสดงผลข้อมูลภาพดาวเทียม	137
4.2.7 องค์ประกอบสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม	141
4.3 ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ	149
4.3.1 ดาวเทียม Landsat	149
4.3.2 ดาวเทียม Sentinel-1	173
4.3.3 ดาวเทียม Sentinel-2	175
4.3.4 ดาวเทียมไทยโชต	180
4.4 สรุป	186
บทที่ 5 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ด้วยภาพดาวเทียม	188
5.1 ลักษณะของพืชพรรณที่ปรากฏบนข้อมูลภาพดาวเทียม	189
5.2 การแปลงค่า DN ไปเป็นหน่วยเชิงกายภาพ	193
5.2.1 การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่บันทึกด้วยระบบบันทึกข้อมูล OLI และ TIRS	193

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2.2 การสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหนือชั้นบรรยากาศ ของระบบบันทึกข้อมูล OLI	194
5.2.3 อุณหภูมิความสว่างเหนือชั้นบรรยากาศของระบบ บันทึกข้อมูล TIRS	196
5.3 ดัชนีพืชพรรณ	196
5.3.1 ดัชนีพืชพรรณแบบสัดส่วน	197
5.3.2 ดัชนีพืชพรรณ NDVI	200
5.3.3 ดัชนีพืชพรรณ SAVI	202
5.3.4 ดัชนีพืชพรรณ GNDVI	203
5.3.5 ดัชนีพืชพรรณ TVI	204
5.3.6 ดัชนีพืชพรรณ StVI	204
5.3.7 ข้อพึงระวังในการใช้ดัชนีพืชพรรณทางการป่าไม้	205
5.4 มวลชีวภาพ	207
5.5 การประยุกต์ดัชนีพืชพรรณในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้	218
5.6 สรุป	229
บทที่ 6 การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย	231
6.1 การจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยก่อนปี พ.ศ. 2543	235
6.2 การจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2543 - 2551	244
6.3 การจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยหลังปี พ.ศ. 2551	250
6.4 สรุป	268
บทที่ 7 การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจัดทำข้อมูลการใช้ที่ดินป่าไม้	270
7.1 การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลน	271

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.1.1 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย	272
7.1.2 การเตรียมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม	275
7.1.3 เทคนิคและวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลน	277
7.2 การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับแบบจำลองเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ	280
7.2.1 ทฤษฎีและกรอบแนวคิดของระบบสารสนเทศที่ดิน	281
7.2.2 แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	286
7.2.3 การเตรียมข้อมูลและการจัดทำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม	293
7.2.4 การประยุกต์แบบจำลอง CLUE-S คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินป่าสงวนแห่งชาติของจังหวัดน่าน	295
7.3 สรุป	302
เอกสารอ้างอิง	305
อภิธานศัพท์	327
ดัชนีค้นคำ	335
ประวัติผู้เขียน	349

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ประเทศที่มีพื้นที่ป่าไม้สูงที่สุด 10 อันดับแรก ปี พ.ศ. 2563	8
2	ประเทศที่มีอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้รายปีสูงที่สุด 10 อันดับแรก ระหว่างปี พ.ศ. 2553 - 2563	9
3	ประเทศที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้รายปีสูงที่สุด 10 อันดับแรก ระหว่างปี พ.ศ. 2553 - 2563	10
4	สถิติข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2531 - 2560	14
5	ความหนาแน่นและปริมาตรไม้ต่อพื้นที่จำแนกตามชนิดป่า	17
6	ขนาดของแปลงตัวอย่างและรายละเอียดของการวัดข้อมูลต้นไม้สำหรับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้แบบ Unit System	42
7	ขนาดของแปลงตัวอย่างและรายละเอียดของการวัดข้อมูลต้นไม้สำหรับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	50
8	รูปแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของชาติของสาธารณรัฐ ฟินแลนด์	55
9	รายละเอียดโครงการบินถ่ายภาพทางอากาศที่สำคัญของประเทศไทย	79
10	ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับที่ 1 และ 2 ตามมาตรฐานข้อกำหนด FGDS ของชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	95
11	รายละเอียดขององค์ประกอบที่ใช้สำหรับการตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม	147
12	รายละเอียดแถบความถี่และวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8	167

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ความยาวช่วงคลื่นกลางและความละเอียดจุดภาพของดาวเทียม Sentinel-2	179
14	รายละเอียดของระบบบันทึกข้อมูลของดาวเทียมไทยโชต	183
15	พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2516 - 2562	234
16	ความหมายของชนิดป่าและวิธีการที่ใช้สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล	257
17	ขนาดพื้นที่ป่าแต่ละชนิดของประเทศไทยปี พ.ศ. 2560 - 2561	265
18	การแบ่งกลุ่มแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินที่นิยมใช้ในปัจจุบัน	289

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้สุทธิ ระหว่างปี พ.ศ. 2533 - 2563	5
2	สัดส่วนและการกระจายของพื้นที่ป่าไม้โลกตามโซนภูมิอากาศ ปี พ.ศ. 2563	6
3	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้สุทธिरายปี จำแนกตามภูมิภาค ระหว่างปี พ.ศ. 2533 - 2563	7
4	พื้นที่ป่าไม้โลกจำแนกตามสัดส่วนพื้นที่ป่าไม้ที่เติบโตตาม ธรรมชาติและป่าปลูก ปี พ.ศ. 2563	11
5	การเปลี่ยนแปลงสุทธिरายปีของพื้นที่ป่าไม้ที่เติบโตตามธรรมชาติ กับพื้นที่สวนป่าและป่าปลูก ระหว่างปี พ.ศ. 2533 - 2563	11
6	รูปทรงของแปลงตัวอย่างสำรวจทรัพยากรป่าไม้	30
7	รูปแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้แบบ Camp-unit System	35
8	รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้แบบ Camp-unit System	37
9	รูปแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้แบบ Modified Camp-unit System	39
10	รูปแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้แบบ Unit System	41
11	รูปแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้แบบ L Form	45
12	การออกแบบแปลงตัวอย่างสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของโครงการ THAIFORM	48
13	การออกแบบแปลงตัวอย่างสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของกรม อุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	50
14	รูปแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของชาติ NFI 2012 ของ สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	การออกแบบแปลงตัวอย่างสำรวจทรัพยากรป่าไม้ NFI 2012 ของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี	54
16	ตัวอย่างการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายภายในพื้นที่หกเหลี่ยมของรัฐ Minnesota สหรัฐอเมริกา	58
17	กล้องบันทึกภาพแบบแอนะล็อก Zeiss RMK TOP 15	66
18	กล้องบันทึกภาพแบบดิจิทัล Leica รุ่น DMC III	67
19	รูปแบบการถ่ายภาพทางอากาศ	69
20	ภาพถ่ายทางอากาศตั้ง โครงการ VAP61 บันทึกภาพบริเวณ อำเภอเกาะยาว จังหวัดพังงา	70
21	ภาพถ่ายทางอากาศเฉียงสูง บันทึกภาพบริเวณมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร	70
22	เรขาคณิตของการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศ	72
23	พื้นที่ส่วนซ้อนทับของภาพถ่ายทางอากาศภายในแนวการบิน เดียวกันและระหว่างแนวการบิน	74
24	ภาพถ่ายทางอากาศโครงการที่สำคัญของประเทศไทย	85
25	แผ่นช่วยการอ่าน แพล และตีความหมายภาพถ่ายทางอากาศ	103
26	ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบภูมิสารสนเทศและ การใช้ประโยชน์	112
27	การติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้โดยใช้ภาพดาวเทียม Landsat 5 บริเวณจังหวัดแพร่	116
28	การติดตามความเสียหายของพื้นที่ป่าไม้จากไฟป่า โดยใช้ภาพ ดาวเทียม Sentinel-2 บริเวณอุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย	117

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
29	กระบวนการรับรู้ระยะไกล	121
30	สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า	125
31	ระบบการรับรู้ระยะไกลแบบ Passive	126
32	ระบบการรับรู้ระยะไกลแบบ Active	127
33	รูปแบบการสะท้อนแสงของวัตถุ	130
34	การแสดงผลข้อมูลภาพดาวเทียมดิจิทัลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	134
35	หลักการบันทึกข้อมูลด้วยระบบหลายช่วงคลื่น	135
36	การผสมสีโดยใช้แม่สีแบบ RGB	138
37	การผสมสีข้อมูลภาพดาวเทียม 3 แถบความถี่แบบ R3 G2 B1	139
38	การผสมสีภาพดาวเทียม Landsat 8 ระบบบันทึกข้อมูล Operational Land Imager	142
39	การเปรียบเทียบความแตกต่างของความละเอียดจุดภาพ	144
40	หลักการทำงานของ Scan Line Corrector ที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียม Landsat 7	164
41	แถบความถี่ในการบันทึกข้อมูลของระบบบันทึกข้อมูลที่ติดตั้งบนดาวเทียม Landsat 7 และ Landsat 8	168
42	ดาวเทียม Landsat 1 - 9	172
43	โหมดการบันทึกข้อมูลภาพของดาวเทียม Sentinel-1	174
44	ลักษณะการบันทึกข้อมูลภาพของดาวเทียม Sentinel-2	176
45	รายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าการสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากพื้นผิวโลก	178

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
46	แถบความถี่ในการบันทึกข้อมูลของระบบบันทึกข้อมูลที่ตั้งบนดาวเทียม Landsat 7 Landsat 8 และ Sentinel-2	178
47	แถบความถี่ของระบบบันทึกข้อมูลของดาวเทียมไทยโชต	182
48	แผนภูมิการตอบสนองของพีชพรรณในแต่ละความยาวคลื่น	190
49	การหาสัดส่วนภาพเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาความแตกต่างของค่า DN เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศ	199
50	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศผิวดินและอุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2393 - 2561	209
51	การเปรียบเทียบของแปลงตัวอย่างสำรวจทรัพยากรป่าไม้กับขนาดจุดภาพของข้อมูลภาพดาวเทียม	224
52	ร้อยละพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2516 - 2562	235
53	การใช้เทคนิคการแบ่งส่วนภาพร่วมกับดัชนีพีชพรรณในการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2555 - 2556	253
54	ภาพดาวเทียม Sentinel-2 ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562	267
55	การปรับแก้ไขความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต วิธี image to map registration	277
56	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8	278
57	องค์ประกอบของระบบสารสนเทศ	283
58	โครงสร้างพื้นฐานของระบบสารสนเทศที่ดิน	285

เกริ่นนำ

ตำราเล่มนี้เขียนและเรียบเรียงสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 01304553 การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ได้ใช้สำหรับอ่านประกอบการเรียนการสอนในชั้นเรียนหรือใช้สำหรับศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง ตำรามีรายละเอียดครอบคลุม 7 หัวข้อ ได้แก่

บทที่ 1 ทรัพยากรป่าไม้ อธิบายถึงความสำคัญและสถานการณ์ของทรัพยากรป่าไม้ของโลกและทรัพยากรป่าไม้ของประเทศไทยในปัจจุบัน เพื่อสร้างความรู้และความเข้าใจให้แก่ผู้อ่านก่อนเรียนรู้ในบทต่อไป

บทที่ 2 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ได้อธิบายถึงความหมายและคำศัพท์เกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ มีการบรรยายถึงประวัติการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของประเทศไทย รวมถึงมีการนำเสนอประวัติและเทคนิคการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในต่างประเทศ ได้แก่ สาธารณรัฐเยอรมนี สาธารณรัฐฟินแลนด์ และสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีประวัติการการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ที่ยาวนานและเป็นที่ยอมรับ

บทที่ 3 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ด้วยภาพถ่ายทางอากาศ ถือได้ว่าเป็นวิทยาการทางด้านการรับรู้ระยะไกลที่เกิดขึ้นมานับร้อยปี มีการใช้งานในหลากหลายสาขาวิชาโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้ในด้านป่าไม้ บทนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีภาพคณิต รวมถึงการนำภาพถ่ายทางอากาศมาใช้ในการศึกษาวิจัยทางด้านป่าไม้

บทที่ 4 หลักการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพดาวเทียม นำเสนอรายละเอียดของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ หลักการที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลสภาพดาวเทียม และประวัติการพัฒนาดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน

บทที่ 5 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม เป็นเนื้อหาสำคัญบทหนึ่งของตำราเล่มนี้ โดยจะนำเสนอลักษณะของพืชพรรณที่ปรากฏบนข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมให้พร้อมสำหรับการวิเคราะห์โดยการแปลงค่า DN ไปเป็นหน่วยเชิงกายภาพ มีการนำเสนอเกี่ยวกับดัชนีพืชพรรณที่สังเคราะห์ขึ้นได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม มีการแสดงเนื้อหาเกี่ยวกับมวลชีวภาพ และสุดท้ายคือการประยุกต์ดัชนีพืชพรรณในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้และการประเมินหาปริมาณมวลชีวภาพ เพื่อได้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในพื้นที่ป่าไม้

บทที่ 6 การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศ ไทย ได้นำเสนอประวัติของการจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปี พ.ศ. 2562 โดยการจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 เป็นต้นมา เป็นผลงานการดำเนินการของห้องปฏิบัติการระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทรัพยากรป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ผู้เขียนรับผิดชอบอยู่จึงนำเสนอรายละเอียดเพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจได้ศึกษาเรียนรู้ โดยแบ่งช่วงเวลาในการจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยออกเป็น 3 ช่วง คือ การดำเนินการก่อนปี พ.ศ. 2543 การดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2543 - 2551 และการดำเนินการหลังจากปี พ.ศ. 2551 โดยในแต่ละช่วงเวลามีรายละเอียดของเทคนิคและวิธีการในการจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ที่แตกต่างกันออกไป

บทที่ 7 การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจัดทำข้อมูลการใช้ที่ดินป่าไม้ เป็นการนำเสนอรายละเอียดของโครงการที่ได้ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทรัพยากรป่าไม้ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลน ดำเนินการร่วมกับกองอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับแบบจำลองเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ดำเนินการร่วมกับสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ ผู้อ่านจะได้ทราบถึง

รายละเอียดของเทคนิคและวิธีการในการดำเนินการ เพื่อปรับใช้ในการศึกษาวิจัยของผู้อ่านได้ในอนาคต

เนื้อหาบางส่วนของตำราเล่มนี้ได้รับการอนุเคราะห์หนังสือและสื่อสิ่งพิมพ์จากกัลยาณมิตรหลากหลายท่านที่จะขอเอ่ยนามไว้เพื่อแสดงความขอบคุณ

คุณสมยศ แสงนิล

นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ

กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

คุณกรต์ มนัสศรีสุขใส

นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ

กรมป่าไม้

คุณวิษณุ ดำรงค์ศักดิ์ศิริ

นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ

กรมป่าไม้

พันโทศัพพันธุ์ นาคเสน

กรมแผนที่ทหาร

สำหรับการศึกษาเนื้อหาในตำราเล่มนี้ควรเริ่มอ่านตั้งแต่บทที่ 1 ไปเรื่อยจนถึงบทสุดท้าย เนื่องจากผู้เขียนได้ลำดับหมวดหมู่ไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว แต่หากผู้อ่านมีพื้นฐานในด้านการสำรวจทรัพยากรป่าไม้และการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมอยู่ก่อนสามารถพิจารณาเลือกอ่านเฉพาะในบทที่ต้องการศึกษาย่อมได้ สำหรับคำถามท้ายบทมีไว้เพื่อทวนสอบผลสัมฤทธิ์ในการอ่านเพื่อให้ผู้อ่านได้ทราบว่าตนเองสามารถทำความเข้าใจและจดจำเนื้อหาในบทดังกล่าวได้ดีมากน้อยเพียงใด

บทที่ 1 ทรัพยากรป่าไม้

ป่าไม้ตามที่ปรากฏในพระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช 2484 มาตรา 4 คือ ที่ดินที่ยังมิได้มีบุคคลได้มาตามกฎหมายที่ดิน แต่สำหรับความหมายทางวิชาการ สมคิด (2515) กล่าวว่า ป่า คือ พื้นดินที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืช ไม่ว่าจะเป็นต้นไม้ ไม้พุ่ม หญ้า หรือพืชอย่างอื่นที่ใช้พืชเกษตร ในทางนิเวศวิทยานิยมเรียกป่าว่า สังคมพืชคลุมดิน (vegetation cover type) ซึ่งอาจรวมตั้งแต่พื้นที่ที่เป็นลานหินปกคลุมด้วยมอสและพืชขนาดเล็ก ห่มหญ้า ไปจนถึงป่าใหญ่ที่ประกอบด้วยต้นไม้สูงถึง 50 เมตร

ป่าไม้ถือเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ เนื่องจากปัจจัยสี่ที่มนุษย์ต้องการ โดยในแต่ละภูมิภาคของโลกมีปริมาณของทรัพยากรป่าไม้มากน้อยแตกต่างกันออกไป เนื่องจากความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นการศึกษาทางด้านวนศาสตร์จึงควรเริ่มต้นจากการดูข้อมูลมหภาคที่แสดงปริมาณทรัพยากรป่าไม้ในแต่ละพื้นที่ทั่วโลกให้เข้าใจเสียก่อนที่จะศึกษารายละเอียดในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.1 ทรัพยากรป่าไม้ของโลก

องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO) ได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้บนพื้นผิวโลกในช่วงระยะเวลาทุก ๆ 5 ถึง 10 ปี และนำเสนอรายละเอียดไว้ในรายงานการประเมินทรัพยากรป่าไม้โลก (Global Forest Resources Assessments: FRA) อย่างสม่ำเสมอ รายงานของ FRA ฉบับแรก ถูกเผยแพร่ เมื่อปี พ.ศ. 2491 โดยในขณะนั้นข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในรายงาน FRA ให้ความสำคัญในเรื่องของการประเมินปริมาณของไม้เป็นหลักและมีเพียง FAO หน่วยงานเดียวในการรวบรวมและจัดทำข้อมูล ล่าสุดรายงานการประเมินทรัพยากรป่าไม้โลกปี พ.ศ. 2563 (FRA 2020) ได้เกิดขึ้นจากความร่วมมือกันระหว่าง FAO Forestry Department และประเทศที่เป็นสมาชิก FAO รวมถึง

องค์กรระหว่างประเทศอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยขั้นตอนในการจัดทำรายงาน FRA 2020 ได้รับการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญจากนานาประเทศที่เข้าร่วมการประชุมที่จัดขึ้น ณ เมือง Joensuu สาธารณรัฐฟินแลนด์ เมื่อปี พ.ศ. 2560 และคณะที่ปรึกษาของ FRA (FAO, 2020)

FAO (2016) ได้อธิบายความสำคัญของการมีพื้นที่ป่าไม้ไว้ 4 ประการ ได้แก่

- 1) พื้นที่ป่าไม้ทำให้ลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ของโลกทำหน้าที่ดูดซับและตรึงคาร์บอนไว้ในรูปของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพใต้พื้นดิน
- 2) พื้นที่ป่าไม้เป็นสถานที่สำคัญสำหรับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ
- 3) พื้นที่ป่าไม้เป็นแหล่งให้บริการทางด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ (environmental services) เช่น การมีน้ำเพื่อบริโภคและอุปโภคที่สะอาด การบรรเทาความรุนแรงของภัยพิบัติทางธรรมชาติ การพักผ่อนหย่อนใจ การให้บริการทางด้านวัฒนธรรมและความเชื่อทางจิตวิญญาณ
- 4) พื้นที่ป่าไม้ของโลกทำให้การดำรงชีวิตของมนุษยชาติมีความยั่งยืน และส่งเสริมโอกาสทางด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้เป็นแหล่งผลิตไม้และของป่าที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศด้อยพัฒนาที่ไม้ป่ายังคงเป็นแหล่งพลังงานหลักในการใช้ชีวิตของประชากร

สำหรับการจำแนกพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งให้เป็นพื้นที่ป่าไม้นั้น FAO (2012) ได้ให้คำนิยามไว้ว่า “ที่ดินที่มีขนาดครอบคลุมมากกว่า 0.5 เฮกตาร์ หรือเท่ากับ 3.125 ไร่ โดยมีต้นไม้ที่มีความสูงมากกว่า 5 เมตร มีการปกคลุมของเรือนยอดมากกว่าร้อยละ 10 ไม่รวมถึงที่ดินที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมหรือชุมชนเมือง” และเพื่อให้ทุกภาคส่วนได้เข้าใจถึงนิยามของพื้นที่ป่าไม้ดังกล่าว FAO จึงได้จัดทำคำอธิบายเพิ่มเติมไว้ดังนี้

1) พิจารณาจากการขึ้นอยู่ของต้นไม้และต้องไม่ปรากฏว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินในลักษณะอื่น โดยที่ต้นไม้ควรเป็นชนิดพันธุ์ตามแหล่งกำเนิดและควรมีความสูงของต้นไม้ตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไป

2) ให้พิจารณารวมถึงพื้นที่ที่มีไม้อายุน้อย (young trees) ที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การเป็นต้นไม้ แต่คาดว่าจะมีการปกคลุมของเรือนยอดได้ตั้งแต่ร้อยละ 10 และมีความสูงของต้นไม้ตั้งแต่ 5 เมตร และรวมถึงพื้นที่ที่ไม่มีต้นไม้ขึ้นอยู่ เนื่องจากต้นไม้ได้ถูกตัดออกหมด (clear cutting) ตามหลักการจัดการป่าไม้หรือเกิดจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ และคาดการณ์ว่าจะมีการเติบโตทดแทนขึ้นมาได้อีกครั้งภายในระยะเวลา 5 ปี หรือในบางพื้นที่อาจจะมียาวนานมากกว่า 5 ปี โดยต้องพิจารณาเงื่อนไขบางประการด้วย

3) ให้พิจารณารวมถึงถนนในพื้นที่ป่าไม้ แนวกันไฟ หรือพื้นที่เปิดโล่งขนาดเล็ก พื้นที่ป่าไม้ในอุทยานแห่งชาติ พื้นที่สงวนทางธรรมชาติ และพื้นที่คุ้มครองที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม หรือสถานที่ตามความเชื่อทางจิตวิญญาณ

4) ให้พิจารณารวมพื้นที่แนวกันลม พื้นที่กำบังต้นไม้ และพื้นที่ที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่เป็นแนวยาว มีขนาดของพื้นที่มากกว่า 0.5 เฮกตาร์และความกว้างของพื้นที่มากกว่า 20 เมตร

5) ให้พิจารณารวมถึงพื้นที่ที่เคยทำไร่เลื่อนลอยและมีการเติบโตของต้นไม้ทดแทน โดยคาดว่าจะมีการปกคลุมของเรือนยอดได้ร้อยละ 10 และมีความสูงของต้นไม้เกิน 5 เมตร ในอนาคต

6) ให้พิจารณารวมถึงพื้นที่ป่าชายเลนในเขตน้ำขึ้นลง ไม่ว่าจะได้รับการจำแนกเป็นพื้นที่บกหรือไม่ก็ตาม

7) ให้พิจารณารวมถึงพื้นที่สวนยางพารา สวน Cork Oak และสวนต้นคริสต์มาส

8) ให้พิจารณารวมถึงพื้นที่ที่มีไผ่และปาล์มขึ้นอยู่ โดยมีการปกคลุมของเรือนยอดได้ตั้งแต่ร้อยละ 10 และมีความสูงตั้งแต่ 5 เมตร