

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจในหลักการของการผสมสีด้วยแม่สีแสงบวกและแม่สีแสงลบ
2. เพื่อให้ผู้อ่านทราบถึงคุณสมบัติของภาพสีผสมจากข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงเลขที่ได้จากดาวเทียมดวงต่างๆ

2.1 บทนำ

ในการแสดงข้อมูลจากดาวเทียมออกมาเป็นภาพสีนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะการแสดงผลภาพจากดาวเทียมที่อยู่ ในรูปของช่วงความแตกต่างของสี (Range of different colors) จะช่วยในการแปลตีความด้วยสายตาได้ดีกว่าภาพ ระดับสีเทา (Tone of gray) เนื่องจากตามปกติสายตาของมนุษย์สามารถที่จะแยกแยะลำดับชั้นของสี (Shade of color) ได้ดีกว่าการแยกระดับความเข้มของสีเทา คุณสมบัติที่สำคัญนี้ ทำให้ภาพสีเป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในด้านการ แสดงภาพหรือการผลิตข้อมูลภาพจากดาวเทียม

2.2 การผสมแสงสีแบบบวก (Additive color composite)

โดยทั่วไปแล้วการที่คนเรามองเห็นเป็นแสงสีได้นั้น เกิดจากการที่วัตถุต่างๆ สะท้อนพลังงานออกมาในรูป ของแสงสีที่อยู่ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (visible light) หรือ ช่วงคลื่นแสงสว่าง (Visible Wavelength) มีความยาวช่วง คลื่นระหว่าง $0.4-0.7 \mu\text{m}$ ช่วงคลื่นนี้จะมีผลตอบสนองต่อสายตาของมนุษย์ ซึ่งแสงสีขาวที่ตาของคนเรามองเห็นได้นั้น สามารถแบ่งได้ 3 ช่วงสีหลัก คือ $0.4-0.5 \mu\text{m}$ (Blue), $0.5-0.6 \mu\text{m}$ (Green) และ $0.6-0.7 \mu\text{m}$ (Red) และจะแบ่งออกเป็น 6 ช่วงชั้นสีย่อย คือ Violet, Indigo, Blue, Green, Yellow, Orange และ Red โดยแต่ละช่วงคลื่นบอกให้เราทราบถึงจุด กลางของแต่ละสี ตาของมนุษย์สามารถรับรู้เป็นสีต่างๆ โดยประกอบและผสมผสานกับความเข้มของสีสามสี คือ สีน้ำเงิน (blue), เขียว (green) และแดง (red) ซึ่งทั้งสามสีนี้เรียกว่า แม่สีขั้นพื้นฐาน (Additive Primaries Color)

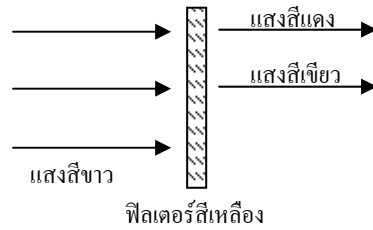
ถ้าฉายแสงสีแดง เขียว เข้ม และน้ำเงิน เข้ม ไปรวมกันบนจอสีขาว โดยปรับความเข้มของแสงสีทั้งสามให้ พอเหมาะ จะพบว่าบริเวณที่แสงสีทั้งสามซ้อนกันจะปรากฏเป็นสีขาว และถ้าปรับความเข้มของแสงสีทั้งสาม ให้มี อัตราส่วนต่างๆ กัน ก็สามารถผลิตสีต่างๆ ที่ต้องการได้ เช่น ถ้าต้องการให้เกิดสีเหลือง (yellow) ต้องใช้แสงสีแดงผสม กับแสงสีเขียวในปริมาณเท่าๆ กัน (ภาพที่ 1) ถ้าต้องการให้เกิดสีฟ้า (cyan) ต้องใช้แสงสีน้ำเงิน ผสมกับแสงสีเขียว ถ้า ต้องการให้เกิดสีบานเย็นหรือสีม่วงแดง (magenta) ต้องใช้แสงสีแดงผสมกับแสงสีน้ำเงินในปริมาณเท่าๆ กัน การ ผสมแสงสีแบบนี้เรียกว่า การผสมสีแบบบวก (Additive color composite) ดังแสดงในภาพที่ 2

2.3 การผสมแสงสีแบบลบ (Subtractive color composite)

เมื่อแสงสีขาว เช่น แสงแดดตกกระทบฟิลเตอร์สี ฟิลเตอร์สีจะดูดกลืนแสงสีบางสีไว้และจะยอมให้แสงสีซึ่ง มีสีตรงข้ามกับแสงสีที่ถูกดูดกลืนส่องผ่านไปได้ เช่น ฟิลเตอร์สีเหลือง จะดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและยอมให้แสงสีเขียว และแดงผ่านไปได้ ฟิลเตอร์สีม่วงแดงจะดูดกลืนแสงสีเขียวและยังสามารถดูดกลืนแสงสีน้ำเงินได้เกือบ 50 % และ

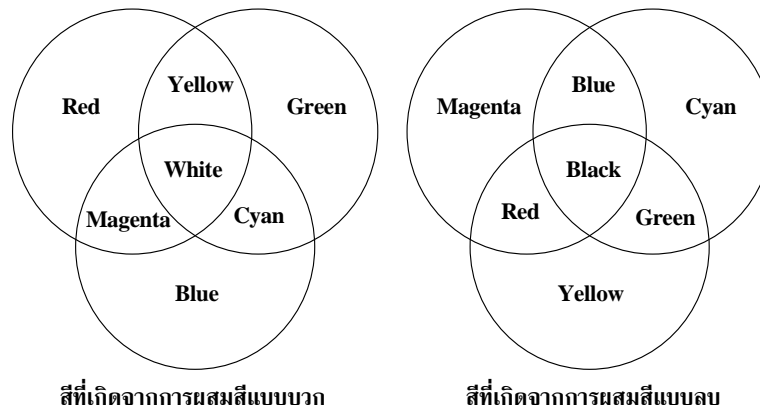
ดูคลื่นแสงสีแดงเล็กน้อย
เล็กน้อย

และฟิลเตอร์สีฟ้านอกจากจะดูคลื่นแสงสีแดงแล้วยังดูคลื่นแสงสีน้ำเงินและสีเขียว



ภาพแสดงการทะลุผ่านของแสงสีขาวเมื่อผ่านฟิลเตอร์สีเหลือง

เมื่อนำฟิลเตอร์สีฟ้า ม่วงแดง และสีเหลือง มาวางซ้อนกันบนกระจกของโต๊ะแสงที่มีหลอดไฟขาวแสง เมื่อมองดูปรากฏว่าบริเวณที่ฟิลเตอร์สีเหลืองซ้อนสีม่วงแดงจะเห็นเป็นสีแดง, สีเหลืองซ้อนสีฟ้าเห็นเป็นสีเขียว, สีม่วงแดงซ้อนสีฟ้าเห็นเป็นสีน้ำเงิน และบริเวณที่ฟิลเตอร์ทั้งสามแผ่นซ้อนกัน จะเห็นเป็นสีดำ การทำให้เกิดสีโดยวิธีดังกล่าวนี้เรียกว่าการผสมสีแบบลบ (Subtractive color composite) ดังแสดงในภาพที่ 2.2



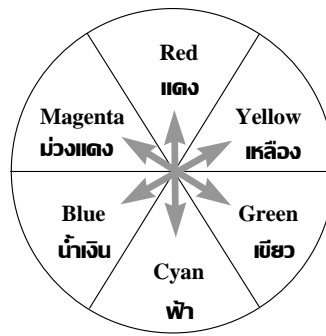
ภาพแสดงการผสมแสงสีแบบบวก และการผสมแสงสีแบบลบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถอธิบายได้ว่า ตามธรรมชาติแล้วแสงสีในสเปกตรัมประกอบไปด้วยแม่สี 2 กลุ่มคือ

(1) แม่สีบวกหรือแม่สีปฐมภูมิ (Additive primaries color) ประกอบไปด้วยสีแดง (red) เขียว (green) และน้ำเงิน (blue) เมื่อผสมกันทั้ง 3 สีนี้ แล้วก็จะกลายเป็นสีขาว

(2) แม่สีลบ หรือสีทุติยภูมิ (Subtractive primaries color or secondary color) ประกอบด้วย 3 สี คือ สีฟ้า (cyan) สีม่วงแดง (magenta) และ เหลือง (yellow) โดยเกิดจากการผสมกันของแม่สีบวก เมื่อผสมกันทั้ง 3 สีนี้ แล้วก็จะกลายเป็นสีดำ

ส่วนแสงสี 2 แสงสีที่ผสมกันบนจอสีขาวแล้วได้สีขาว แสงสีแต่ละแสงสี เรียกว่า สีเติมเต็มหรือสีตรงข้าม (Complementary color) คือ แสงสีน้ำเงินเป็นสีเติมเต็มของสีเหลือง แสงสีแดงเป็นสีเติมเต็มของสีฟ้า แสงเขียวเป็นสีเติมเต็มม่วงแดง ซึ่งสามารถนำมาวางเรียงกันตามโทนสีในวงล้อของสี ดังแสดงในภาพที่ 3



แสดงวงล้อของสี (color wheel)

ภาพแสดงสีเติมเต็มหรือสีตรงข้าม (Complementary color)

2.4 การบันทึกข้อมูลช่วงคลื่นต่างๆ และการนำไปใช้ประโยชน์

2.4.1 การบันทึกช่วงคลื่นของดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM (Thematic Mapper)

Band No.	Wavelength Interval (micron; μm)	Spectral Response	Resolution (meter)	Potential Application
1	0.45 - 0.52	Blue-Green	30	ใช้ตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่ง, ใช้ดูความแตกต่างหรือใช้แยกประเภทดินไม้ชนิดผลัดใบและไม่ผลัดใบออกจากกัน, หรือแยกดินจากพืชพรรณต่าง ๆ
2	0.52 - 0.60	Green	30	แสดงการสะท้อนพลังงานสีเขียวจากพืชพรรณที่เจริญเติบโตเต็มที่, ประเมินความแข็งแรงของพืช
3	0.63 - 0.69	Red	30	ใช้แยกความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชพันธุ์ชนิดต่าง ๆ
4	0.76 - 0.90	Near IR	30	ใช้ตรวจวัดปริมาณมวลชีวภาพ, ดูความแตกต่างของน้ำและส่วนที่ไม่ใช่น้ำ
5	1.55 - 1.75	Middle IR	30	ใช้ตรวจความชื้นในพืช, ดูความแตกต่างระหว่างเมฆ, หิมะ และน้ำแข็ง
6	10.40 - 12.50	Thermal IR	120	ใช้ตรวจการเหี่ยวเฉาอันเนื่องมาจากความร้อนในพืช, ใช้ดูความแตกต่างของความร้อนบริเวณที่ศึกษา และใช้ดูความแตกต่างของความชื้นของดิน
7	2.08 - 2.35	Middle IR	30	ใช้ตรวจความร้อนในน้ำ, ใช้แยกประเภทแร่ธาตุ และดินชนิดต่าง ๆ

2.4.2 ดาวเทียม SPOT ระบบ Multispectral Mode (MLA : XS)

Band No.	Wavelength Interval (micron; μm)	Spectral Response	Resolution (meter)	Potential Application
1	0.50 - 0.59	Green	20	ศึกษา ความแข็งแรงของพืช, น้ำ และตะกอน
2	0.61 - 0.68	Red	20	แยกชนิดป่าไม้และขอบเขตของสิ่งก่อสร้าง
3	0.79 - 0.89	Near IR	20	ศึกษาภูมิประเทศ ดิน และธรณีวิทยา, แยกส่วนที่เป็นน้ำและไม่ใช่น้ำ

2.4.3 ดาวเทียม SPOT ระบบ Panchromatic Mode (PLA or PAN)

Band No.	Wavelength Interval (micron; μm)	Spectral Response	Resolution (meter)	Potential Application
1	0.51 - 0.73	Visible	10	ความสามารถคล้ายรูปถ่ายทางอากาศขาว-ดำ

2.4.4 การประยุกต์ใช้ข้อมูลระบบ TM ในแต่ละช่วงคลื่น ของดาวเทียม LANDSAT 4 และ LANDSAT 5

Band No.	Wavelength Interval (micron; μm)	Spectral Response	Resolution (meter)
1	0.45-0.52 (Blue)	30	สามารถทะลุน้ำได้โดยเฉพาะบริเวณที่ขุ่นน้อย เป็นประโยชน์ในการทำแผนที่บริเวณชายฝั่ง แสดงความแตกต่างระหว่างดินและพืชพรรณ ความแตกต่างระหว่างป่าผลัดใบและป่าไม่ผลัดใบ เช่น ป่าสน (การดูคลื่นแสงของคลอโรฟิลล์) และแสดงดินประเภทต่างๆ
2	0.52-0.60 (Green)	30	ให้รายละเอียดค่าการสะท้อนสีเขียวเป็นประโยชน์ในการหาอัตราการเจริญเติบโตของพืช การประเมินความแข็งแรงของพืช (สูงสุดที่ 0.55 ไมโครเมตร) ประเมินการตกตะกอน และสามารถทะลุน้ำที่ค่อนข้างขุ่นได้
3	0.63-0.69 (Red)	30	ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการดูคลื่นแสงของคลอโรฟิลล์ของพืช ช่วยในการแยกชนิดของพืชพรรณ
4	0.76-0.90 (Near IR)	30	ช่วยในการกำหนดปริมาณมวลชีวะ (Biomass) และศึกษาความเครียดของพืชพรรณ (เช่น ขาดน้ำ, แผลงทำลาย) รวมทั้งดูความแตกต่างของส่วนที่เป็นน้ำและไม่ใช่น้ำ
5	1.55-1.75 (Middle IR)	30	ให้รายละเอียดปริมาณความชื้นของพืชพรรณและความชื้นของดิน พืชที่มีความเครียด (stress) และแร่ธาตุ ตลอดจนเป็นประโยชน์ในการแยกความแตกต่างระหว่างหิมะกับเมฆ
6	10.4- 12.5 (Thermal IR)	120	ใช้หาอุณหภูมิของพื้นผิว จำแนกแหล่งชุมชน จำแนกบริเวณที่ถูกเผาไหม้จากแหล่งน้ำ และการหาแหล่งความร้อน
7	2.08-2.35 (Middle IR)	30	มีศักยภาพในการจำแนกชนิดของหินในการหาแหล่งแร่ธาตุ จำแนกชนิดของดิน และจำแนกบริเวณหรือแหล่งน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงทางอุณหภูมิจ (Hydrothermally altered zones)

2.4.5 การประยุกต์ใช้ข้อมูลระบบ PLA (Panchromatic Mode) ของดาวเทียม SPOT 1 ถึง 4

Band No.	Wavelength Interval (micron; μm)	Spectral Response	Resolution (meter)
1	0.51-0.73 (Green-NIR)	10	ความสามารถคล้ายภาพถ่ายทางอากาศ เนื่องจากมีความละเอียดของพื้นที่มาก โดยเฉพาะข้อมูลเชิงเส้น ทำให้สามารถนำไปศึกษาด้านการทำแผนที่ได้

2.5 การสร้างภาพสีผสมจากข้อมูลดาวเทียม

ข้อมูลภาพจากดาวเทียมสีขาวดำ (tone of gray) ในแต่ละช่วงคลื่น (แบนด์) สามารถนำมาซ้อนทับกันได้ครั้งละ 3 แบนด์ โดยทำให้แต่ละแบนด์ที่เป็นสีขาวดำแทนด้วยแม่สีบวก (Additive Primary Color) 3 สีหลัก คือ สีแดง เขียว และน้ำเงิน เมื่อนำมาซ้อนทับกันจะได้ภาพที่เป็นภาพสีผสม (Color Composite) ปรากฏเป็นสีต่างๆ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีสี คือ การซ้อนทับของแม่สีบวกแต่ละคู่จะให้แม่สีลบ (Subtractive Primary Color) คือ สีเหลือง (Yellow) บานเย็น (Magenta) และฟ้า (Cyan)

การผสมข้อมูลภาพจากดาวเทียม 3 แบนด์ ให้เป็นภาพสีผสมนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการขยายรายละเอียดเฉพาะเรื่องให้ชัดเจน สามารถจำแนกหรือมีสีแตกต่างจากสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปแล้วภาพดาวเทียมสีผสมเท็จมาตรฐาน (Standard False Color Composite) ที่รู้จักกันทั่วไปคือ การผสมสีให้พืชพรรณปรากฏเป็นสีแดง โดยมีหลักการดังนี้คือ แทนข้อมูลดาวเทียมที่บันทึกในช่วงคลื่นสีเขียว (green) ด้วยสีน้ำเงิน (blue), ข้อมูลดาวเทียมที่บันทึกในช่วงคลื่นสีแดง (red) แทนด้วยสีเขียว (green) และข้อมูลดาวเทียมที่บันทึกในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (near infrared) แทนด้วยสีแดง (red) ตัวอย่างของการผสมข้อมูลภาพจากดาวเทียม 3 แบนด์ ให้เป็นภาพดาวเทียมสีผสมเท็จมาตรฐาน ดังเช่น

- ระบบ MSS ของดาวเทียม LANDSAT แบนด์ 4, แบนด์ 5 และ แบนด์ 7 จะแทนด้วยสี น้ำเงิน (B), เขียว (G) และแดง (R) ตามลำดับ
- ระบบ TM ของดาวเทียม LANDSAT แบนด์ 2, แบนด์ 3 และ แบนด์ 3 จะแทนด้วยสี น้ำเงิน (B), เขียว (G) และแดง (R) ตามลำดับ
- ระบบ MLA ของดาวเทียม SPOT แบนด์ 1, แบนด์ 2 และ แบนด์ 3 จะแทนด้วยสี น้ำเงิน (B), เขียว (G) และแดง (R) ตามลำดับ
- ระบบ MESSR ของดาวเทียม NOAA แบนด์ 4, แบนด์ 2 และ แบนด์ 1 จะแทนด้วยสี น้ำเงิน (B), เขียว (G) และแดง (R) ตามลำดับ

สำหรับภาพจากดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ที่มีรายละเอียดภาพ 30 เมตร จำนวน 6 แบนด์ (ยกเว้นแบนด์ 6) สามารถนำมาผสมสีให้เป็นภาพสีผสมต่างๆ (Non-Standard Color Composite) โดยจะให้รายละเอียดความแตกต่างตามวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัยด้านต่างๆ ซึ่งพอสรุปได้ดังตารางที่ 1.

ตารางการสร้างภาพสีผสมของดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM

แบนด์ / BGR	คุณสมบัติ
1 2 3	ให้ภาพสีผสมแบบธรรมชาติ (Natural Color Composite) คือ พืชพรรณเป็นสีเขียว ใช้ศึกษาความชุ่มชื้นของตะกอน น้ำตื้น และพื้นที่ชายฝั่ง
2 3 4	ให้สีผสมเท็จแบบมาตรฐาน (Standard False Color Composite) พืชพรรณปรากฏเป็นสีแดง น้ำเป็นสีน้ำเงิน และพื้นที่เปิดโล่งจะปรากฏเป็นสีขาว
3 4 5	พืชพรรณเป็นสีเขียว ให้รายละเอียดความแตกต่างของความชื้นของดิน มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ดินและพืชพรรณ
3 5 4	พืชพรรณเป็นสีแดงและสีส้ม แสดงขอบเขตพื้นดิน และน้ำ แยกป่าชายเลน (สีส้ม) ออกจากป่าบก (สีแดง) ให้ลักษณะคลองระบายน้ำ
2 5 4	พืชพรรณสีแดง แยกพื้นที่สวนยางพารา (สีส้มและชมพู) ได้ชัดเจน
7 5 4	พืชพรรณสีแดง ให้รายละเอียดความชื้นที่แตกต่างตามลักษณะพื้นที่
1 2 4	พืชพรรณสีแดง ให้รายละเอียดตะกอนบริเวณชายฝั่ง

บรรณานุกรม

ศุทธิณี คนตรี. 2542. ความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจจากระยะไกล. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

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