

## บทที่ 6

### ระบบนิเวศภูเขา

รูปพรรณสัณฐานโดยทั่วไปของภูเขานั้นคือ พื้นที่ที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลและมีการเปลี่ยนแปลงเส้นชั้นความสูงอย่างรวดเร็ว ทำให้ภูเขามีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากบริเวณพื้นที่ราบที่อยู่โดยรอบ เราสามารถเห็นภูเขาได้อย่างชัดเจนจากพื้นที่ราบรอบ ๆ โดยใช้ความสูงเป็นตัวแบ่ง การเปลี่ยนแปลงระดับสูงอย่างรวดเร็วของภูเขานี้เองเป็นสาเหตุทำให้ลักษณะอากาศของภูเขาเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเหมือนเป็นการจำลองลักษณะอากาศของโลกจากบริเวณเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลก ดังนั้นภูเขาจึงเปรียบเสมือนแบบจำลองของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนโลกนี้

ลักษณะทางนิเวศวิทยาของภูเขานั้นจะแตกต่างกันไปตามระดับความสูง ความชัน ทิศทางและรูปร่างของภูเขา ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับลักษณะทางนิเวศของพื้นที่ราบที่อยู่โดยรอบ จะพบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ที่สำคัญเมื่อเราย่อโลกลงมาดูจะพบว่าบทบาทของภูเขาที่พบเปรียบได้กับนักบุกเบิกชั้นแนวหน้าและเป็นที่เก็บทรัพย์สมบัติอันล้ำค่าทางธรรมชาติวิทยาอันยิ่งใหญ่ สาเหตุก็เพราะอากาศที่เย็นจัด บริเวณที่สูงเป็นตัวจำกัดและกำหนดขอบเขตการมีชีวิตของสิ่งมีชีวิต ประการต่อมาบริเวณยอดเขาโดยเฉพาะยอดเขาของภูเขาที่อยู่โดดเดี่ยว จะพบพืชพรรณเฉพาะถิ่นขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากหลากหลายชนิด และประการสุดท้ายภูเขาเป็นที่พึ่งพิงของมนุษย์เช่นเดียวกับเป็นที่พึ่งให้กับพืชพรรณธรรมชาติและสัตว์ป่า และยังเป็นที่ยิ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ทางธรรมชาติที่ปรากฏอยู่บนพื้นโลกเราทุกวันนี้

ระบบนิเวศภูเขา (Mountain Ecosystem) คือระบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตบนภูเขาที่มีความสลับซับซ้อนของพืชและสัตว์ซึ่งแปรผันไปตามระดับความสูง ลักษณะหิน ดิน สภาพภูมิอากาศ และมนุษย์ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 27 ของโลก (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2552) เป็นแหล่งสืบทอดพันธุกรรมซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารและยารักษาโรค นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งต้นน้ำ

ลำธารที่สำคัญในการผลิตน้ำจืดหล่อเลี้ยงชีวิตมนุษย์ที่จำเป็นต่อการอุปโภคบริโภค เพื่อการเกษตร อุตสาหกรรม และการผลิตกระแสไฟฟ้า ร้อยละ 22 ของระบบนิเวศภูเขาเป็นพื้นที่ที่มีความเปราะบางและง่ายต่อการถูกคุกคาม พื้นที่ภูเขาหลายแห่งเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงหรือเป็นพื้นที่วิกฤติทางความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ทั้งพืชและสัตว์เฉพาะถิ่นและชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่าระบบนิเวศภูเขามีความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สูงกับพื้นที่ต่ำในเชิงของทรัพยากรน้ำและดิน รวมทั้งมีความหลากหลายทางวัฒนธรรมในระดับสูง โดยเฉพาะบทบาทของชุมชนพื้นเมือง และท้องถิ่นที่จะมีวิถีชีวิตสอดคล้องกับการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศภูเขา อาจกล่าวได้ว่าระบบนิเวศภูเขาเป็นระบบนิเวศที่มีความสลับซับซ้อน มีความอุดมสมบูรณ์ของพันธุ์พืชและสัตว์ซึ่งแปรผันตามระดับความสูง ลักษณะทางธรณีวิทยา และสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 6.1 ตัวอย่างภูเขาสูงในประเทศไทยที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ

อันดับ	ยอดเขา	ที่ตั้ง	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ลักษณะธรณีสัณฐาน	ป่าไม้ที่มีลักษณะเด่นในพื้นที่
1	ดอยอินทนนท์	จังหวัดเชียงใหม่	2,565	ภูเขาหินแกรนิต	ป่าดิบเขา
2	ดอยผ้าห่มปก	จังหวัดเชียงใหม่	2,285	ภูเขาหินแกรนิต	ป่าดิบเขา
3	ดอยเชียงดาว	จังหวัดเชียงใหม่	2,194	ภูเขาหินปูน	ป่าดิบเขา (สังคมพืชกึ่งอัลไพน์)
4	ดอยลังกาหลวง	จังหวัดเชียงราย-เชียงใหม่-ลำปาง	2,030	ภูเขาหินแกรนิต	ป่าดิบเขา
5	เขาโมโกจู	จังหวัดนครสวรรค์	1,960	ภูเขาหินแกรนิต	ป่าดิบเขา
6	เขาหลวง	จังหวัดนครศรีธรรมราช	1,835	ภูเขาหินแกรนิต	ป่าดิบเขา/ ป่าดิบชื้น
7	ดอยปู่	จังหวัดเชียงใหม่	1,685	ภูเขาหินแกรนิต	ป่าดิบเขา
8	เขาสอยดาวใต้	จังหวัดจันทบุรี	1,675	ภูเขาหินแกรนิต	ป่าดิบชื้น/ ป่าดิบเขา
9	ภูหลวง	จังหวัดเลย	1,573	ภูเขาหินทราย	ป่าสนเขา
10	ภูกระดึง	จังหวัดเลย	1,316	ภูเขาหินทราย	ป่าสนเขา

ประเทศไทยมีพื้นที่ภูเขาประมาณ 150,322.45 ตารางกิโลเมตร หรือ 93,951,533 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 29.3 ของพื้นที่ประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2552) โดยมีภูเขาประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ภูเขาหินปูน ภูเขาหินแกรนิต ภูเขาหินทราย ในประเทศไทยพบพื้นที่ภูเขาและระบบนิเวศภูเขาในทั่วทุกภาค โดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระบบนิเวศภูเขายังเป็นต้นกำเนิดของแหล่งน้ำสำคัญของประเทศ เช่น แม่น้ำปิง แม่น้ำน่าน แม่น้ำตาปี แม่น้ำมูล แม่น้ำชี เป็นต้น การเสื่อมสภาพของระบบนิเวศภูเขาจึงส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำจืด การทำลายระบบนิเวศภูเขา ยังส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารและผลผลิตที่ได้จากแหล่งทรัพยากรแห่งนี้ด้วย

## 1. ปัจจัยที่ทำให้เกิดระบบนิเวศภูเขา

การเกิดระบบนิเวศภูเขาในประเทศไทยเกิดขึ้นจากหลายปัจจัยที่ทำหน้าที่ส่งเสริมอันก่อให้เกิดเป็นระบบนิเวศขึ้น ซึ่งจะแปรผันไปตามสภาพภูมิศาสตร์ ได้แก่ ระดับความสูง ความลาดชัน ลักษณะหิน ลักษณะดิน สภาพภูมิอากาศ กระแสลม ภัยธรรมชาติและมนุษย์

**1. ระดับความสูง (Elevation)** ระดับความสูงเป็นเขตกำหนดพื้นที่ของสิ่งมีชีวิต กล่าวคือระดับความสูงที่ต่างกันจะพบพืชและสัตว์แตกต่างกันไป ประเภทป่าจะเปลี่ยนไปจากป่าผลัดใบในระดับต่ำ จนถึงป่าไม่ผลัดใบในระดับสูงทั้งที่เขตนั้นมีฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิจะลดลงตามความสูงที่เพิ่มขึ้นในอัตรา 6.4 องศาเซลเซียส ต่อ 1,000 เมตร ทำให้ที่สูงมีอากาศหนาวเย็น ฝนตกชุกทำให้ดินมีความชื้นสูงจึงพบพื้นที่ป่าประเภทไม่ผลัดใบ เช่น ป่าดิบเขาในภาคเหนือและสามารถพบพืชในเขตอบอุ่นกระจายตัวลงมาในหุบอมบริเวณเล็ก ๆ เช่น ยอดดอยอินทนนท์ที่มีการกระจายตัวของพืชและสัตว์จากเทือกเขาหิมาลัย ดอยเชียงดาวพบสังคัมพืชกึ่งอัลไพน์ เป็นต้น

**2. ความลาดชัน (Slope)** ความลาดชันเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดป่าประเภทต่าง ๆ ในระบบนิเวศภูเขา พืชและสัตว์บางชนิดจะอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีลักษณะความลาดชันแตกต่างกัน เช่น เลียงผา กวางผา สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้บริเวณหน้าผาที่มีลักษณะสูงชัน

หรือพืชจำพวกค้อ สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณหน้าผาหินปูนของดอยเชียงดาวที่มีความลาดชันสูง

**3. ลักษณะหิน (Lithology)** การกระจายตัวของหินในประเทศไทยอาจพิจารณาจากลักษณะเด่นในพื้นที่ได้ดังนี้คือ บริเวณที่ราบภาคกลางมีวัสดุต้นกำเนิดจากตะกอนในยุคควอเทอนารี จะพบสังคมพืชหลายประเภท เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง บริเวณที่ราบสูงภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นกลุ่มหินตะกอนเนื้อทรายทำให้ปรากฏลักษณะเป็นดินทรายเป็นหลัก ซึ่งอุ้มน้ำเลวทำให้มีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารต่ำ พบป่าผลัดใบประเภทป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้งเป็นส่วนมาก

**4. ลักษณะดิน (Soil)** จากการสลายตัวของหินทำให้เกิดดินลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ เขตภูเขาสูงภาคเหนือและตะวันตกในบริเวณที่มีลักษณะชั้นดินตื้น มีหินและกรวดปะปนอยู่มาก ไม่สามารถรักษาความชุ่มชื้นไว้ในฤดูแล้ง จะพบป่าผลัดใบในระดับต่ำไปจนถึงป่าดิบเขาในระดับสูง บริเวณที่ดินตะกอนร่วนความลึกค่อนข้างละเอียดโดยเฉพาะที่ราบริมน้ำจะพบป่าเบญจพรรณ บริเวณดินลึกที่มีความอุดมสมบูรณ์เก็บความชุ่มชื้นไว้ได้ดีจะพบป่าประเภทไม่ผลัดใบ เขตที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นดินเหนียวและดินเหนียวปนทรายแป้ง จะพบป่าที่ลุ่มต่ำ เขตตะวันออกเฉียงเหนือพบตะกอนลำนํ้าอยู่บ้างแต่ส่วนใหญ่เกิดจากตะกอนตกร้างและตะกอนเชิงเขาของหินอัคนีและหินแปร มีลักษณะค่อนข้างหยาบ ดินปนทรายร่วนจนถึงดินปนทรายหยาบ พบป่าดิบชื้นไปจนถึงป่าดิบเขาในระดับสูง ภาคใต้เป็นลักษณะดินปนทรายร่วนและตะกอนตามลำนํ้าใหญ่ ๆ จะพบป่าชายหาดและป่าชายเลนเป็นส่วนมาก ส่วนบริเวณที่ภูเขาที่มีดินลึกมีความอุดมสมบูรณ์เก็บความชุ่มชื้นไว้ได้ดีจะพบป่าไม่ผลัดใบจำพวกป่าดิบชื้นและป่าดิบเขา ในเขตที่ราบสูงตะวันออกเฉียงเหนือพบลักษณะดินทรายจัดมีเนื้อค่อนข้างหยาบเป็นส่วนใหญ่ ส่วนมากเป็นดินปนทรายหรือดินลูกรังมีชั้นดินตื้น จะพบป่าเต็งรัง ป่าแดง แต่หากเป็นดินเหนียวมีดินลึกสามารถเก็บรักษาความชุ่มชื้นได้ดี เช่น บริเวณที่ลุ่มหุบเขาและลำห้วยจะพบป่าไม่ผลัดใบ ในประเทศไทยหากเป็นบริเวณภูเขาสูงโดยเฉพาะบริเวณที่มีความสูงไม่เกิน 1,000 เมตร สภาพป่าก็จะเปลี่ยนไปเป็นป่าดิบเขา ส่วนบริเวณดินตื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมักพบเป็นป่าสนเขา

**5. สภาพภูมิอากาศ (Climate)** สภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดป่าประเภทต่าง ๆ ในระบบนิเวศภูเขาของประเทศไทย ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากลมมรสุมทำให้มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น สามารถแบ่งออกเป็นสองบริเวณหลักคือ บริเวณที่มีฝนตกหนักตลอดปี ปริมาณฝนเฉลี่ย 2,000 – 2,500 มิลลิเมตรต่อปี มีอุณหภูมิสูงสม่ำเสมอ และไม่มีฤดูแล้งที่ชัดเจน คือ บริเวณภาคใต้และภาคตะวันออก จะพบป่าไม่ผลัดใบประเภทป่าดิบชื้น ป่าดิบเขาปกคลุมอยู่ทั่วไป ส่วนพื้นที่อื่นที่มีฝนตกน้อย มีปริมาณฝนเฉลี่ย 1,300 – 1,400 มิลลิเมตรต่อปี และมีฤดูกาลที่ชัดเจน มีฤดูแล้งที่อากาศเย็นและแห้งแล้งในเดือนพฤศจิกายนไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูร้อนในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และฤดูฝนที่ยาวนานถึง 6 เดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จะพบป่าผลัดใบขึ้นปกคลุมในพื้นที่ประเภทป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง

**6. กระแสลม (Wind)** กระแสลมที่พัดผ่านบริเวณที่พืชเจริญเติบโตจะส่งผลทำให้ลักษณะของต้นพืชบริเวณนั้นมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือลักษณะของพืชจะแคระแกรน มีลำต้นและกิ่งหักงอ ผิดแปลกไปจากเดิม มักเกิดขึ้นในบริเวณที่มีลมพัดแรงอยู่ตลอดเวลาโดยเฉพาะบริเวณหน้าผาสูงสามารถพบเห็นได้ชัดเจน เช่น บริเวณหน้าผาโดยรอบภูกระดึง จะพบสนสองใบที่มีลักษณะของลำต้นแคระแกรนและมีกิ่งที่หักงอไปตามกระแสลมเพื่อปรับสภาพให้ต้านทานกระแสลมแรงที่พัดมาปะทะกับแนวหน้าผาอยู่ตลอดเวลา

**7. ภัยธรรมชาติ (Natural Hazard)** ภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศภูเขา เช่น ไฟป่า ช่วยในการเปลี่ยนแปลงประเภทของป่าไปจากเดิม โดยเฉพาะป่าผลัดใบที่มีใบไม้ร่วงหล่นปกคลุมพื้นที่ในหน้าแล้ง เป็นเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดไฟไหม้เป็นประจำทุกปี จึงทำให้ป่าประเภทนี้มีการปรับตัวให้เข้ากับไฟโดยจะมีเปลือกหนาและรากที่แข็งแรงทนไฟได้จึงจะสามารถรอดจากไฟป่าได้ โดยเฉพาะในป่าเต็งรังเป็นสังคมพืชที่อยู่คู่กับไฟป่าที่เรียกว่า Fire Climax Community หากเกิดไฟไหม้เป็นเวลานานสังคมพืชก็จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นป่าดิบแล้ง โดยเฉพาะบริเวณเขตเชื่อมต่อ (Ecotone) ระหว่างป่าดิบแล้งกับป่าเต็งรัง แต่ถ้าเกิดไฟไหม้ในป่าดิบแล้งเป็นประจำป่าเต็งรังก็จะเข้าไปแทนที่เช่นกัน ในป่าเบญจพรรณ ไฟป่าจะทำให้ไม้สักคงความเป็นไม้เด่นในป่าชนิดนี้ได้เนื่องจากความต้องการแสงสว่างมาก เมื่อเกิดไฟไหม้จึงทำให้ป่าโปร่งมีแสงสว่างมากขึ้น ขณะเดียวกันเมื่อเกิดไฟป่า

บ่อขี้เถ้าทำให้ต้นไม้อื่นตายไม่สามารถเจริญเติบโตได้จึงทำให้ป่าสักเจริญเติบโตได้ดีกว่าไม้ชนิดอื่น นอกจากนี้ไฟป่ายังมีภัยธรรมชาติประเภทอื่น ๆ ที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศภูเขา เช่น การเกิดโคลนถล่ม หลุมยุบ น้ำท่วม เป็นต้น

**8. มนุษย์ (Human)** มนุษย์เป็นตัวการที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของป่าไม้ประเภทต่าง ๆ ในระบบนิเวศภูเขา เช่น การตัดไม้ทำลายป่าที่สมบูรณ์ตามธรรมชาติทำให้เปลี่ยนแปลงจากป่าดิบไปเป็นทุ่งหญ้าโล่งที่มีความแห้งแล้ง การตัดถนน การสร้างเขื่อน การระเบิดหินภูเขาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง ล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศภูเขาแทบทั้งสิ้น

## 2. โครงสร้างระบบนิเวศภูเขา

ระบบนิเวศภูเขา คือ ระบบที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอยู่ในบริเวณภูเขา ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเองและสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตที่เป็นสภาพแวดล้อมในอาณาบริเวณของภูเขา

ระบบนิเวศภูเขา ก็เช่นเดียวกับระบบนิเวศอื่น ๆ ภายในขอบเขตของระบบนิเวศภูเขา จะประกอบขึ้นด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต

### 2.1 องค์ประกอบที่มีชีวิต

โดยในส่วนขององค์ประกอบที่มีชีวิตนั้น สิ่งมีชีวิตหลักของระบบนิเวศภูเขา ประกอบด้วยพันธุ์พืชและสัตว์ป่า ซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในธรรมชาติได้อย่างเหมาะสมและเมื่อพิจารณาถึงการปรับตัวของพันธุ์พืชแล้ว จะพบว่าพืชมีการปรับตัวเพื่อตอบสนองความต้องการของแสงแดดเพื่อการสังเคราะห์แสง และการปรุงอาหาร โดยสามารถจำแนกพันธุ์พืชในระบบนิเวศภูเขา ดังนี้

**1. ไม้เด่น (Dominant)** เป็นกลุ่มของพืชซึ่งมีความสามารถและประสิทธิภาพในการปรับตัวเพื่อการแย่งชิงแสงแดดได้ดีที่สุดในระบบนิเวศภูเขา กล่าวคือสามารถพัฒนาการเจริญเติบโตทางความสูงได้ดีกว่ากลุ่มพืชอื่น ๆ ทำให้พืชในกลุ่มไม้เด่นนี้มีลักษณะลำต้นเปราะ

ตรง และมีความสูงมากที่สุด สามารถแผ่ขยายพุ่มเรือนยอดของตนเองปกคลุมพุ่มเรือนยอดของต้นไม้อื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวางเพื่อรองรับแสงแดดอย่างเต็มที่

**2. ไม้ร่อง (Co-dominant)** ในขณะที่ไม้เด่นแผ่ขยายพุ่มเรือนยอดและพัฒนาความสูงจนอยู่ในระดับที่เหนือกว่าพันธุ์ไม้กลุ่มอื่น ๆ ในระบบนิเวศภูเขา ไม้ร่องจะเป็นกลุ่มของพันธุ์ไม้ที่มีการพัฒนาความสูงและแผ่ขยายพุ่มเรือนยอดในระดับรองลงมา โดยไม้ร่องจะได้รับแสงแดดที่ส่องลอดระหว่างพุ่มเรือนยอดของไม้เด่น ทำให้ได้รับแสงน้อยกว่าไม้เด่น ในขณะที่เดียวกันการแผ่ขยายของพุ่มเรือนยอดของไม้ร่องถูกกีดกันโดยไม้เด่น ทำให้การแผ่ขยายของพุ่มเรือนยอดถูกจำกัดขอบเขตไว้ในระดับหนึ่ง ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มไม้เด่นในลักษณะการเปิดช่องว่างระหว่างต้น จะทำให้พันธุ์ไม้ในกลุ่มไม้ร่องได้รับแสงแดดเต็มที่ และจะพัฒนาตนเองขึ้นไปเป็นไม้เด่นทดแทนในระยะเวลาอันเหมาะสม

**3. ไม้ชั้นกลาง (Intermediate)** ภายใต้อากาศที่ชื้นไม้เด่นและไม้ร่อง ซึ่งมีการพัฒนาความสูงและการแผ่ขยายของพุ่มเรือนยอดเพื่อรองรับแสงแดดอย่างเต็มที่แล้ว ยังมีกลุ่มพืชที่มีการปรับตัวเองเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในระบบนิเวศที่ถูกเบียดบังแสงแดดส่วนใหญ่ไปแล้วที่เรียกว่า กลุ่มพืชไม้ชั้นกลาง ทั้งนี้ด้วยข้อจำกัดดังกล่าวไม้ชั้นกลางส่วนใหญ่จึงมีการปรับตัวเองให้เป็นพืชทนร่มได้ดี แต่ยังคงลักษณะความพร้อมในการเจริญเติบโตขึ้นทดแทนไม้ร่อง ในขณะที่ไม้ร่องสามารถพัฒนาตนเองขึ้นไปเป็นไม้เด่นในระบบนิเวศป่าไม้แล้ว

**4. ไม้พื้นล่าง (Underground)** อาจกล่าวได้ว่า พันธุ์ไม้ในระดับไม้เด่น ไม้ร่อง และไม้ชั้นกลางทุกต้นในระบบนิเวศมีพื้นฐานการพัฒนามาจากไม้พื้นล่างนี้เอง เพราะไม้พื้นล่างประกอบด้วยพันธุ์ไม้ 2 ลักษณะคือ ลูกไม้ (Seedling) และไม้พุ่มและไม้ล้มลุก (Herb and Shurb) โดยลูกไม้จะเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นไปเป็นไม้ชั้นกลาง ไม้ร่องและไม้เด่นตามลำดับ ส่วนไม้พุ่มและไม้ล้มลุกนั้นจะเป็นกลุ่มของพืชที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวกับการเจริญเติบโตค่อนข้างจำกัด โดยไม่สามารถพัฒนาความสูงและการแผ่ขยายของพุ่มเรือนยอดให้ทัดเทียมและทดแทนกลุ่มพืชไม้เด่น ไม้ร่อง และไม้ชั้นกลางได้ จึงจัดอยู่ในกลุ่มของไม้พื้นล่างเท่านั้น

อย่างไรก็ตามในสภาพความเป็นจริงแล้วนั้น ระบบนิเวศภูเขาอาจจะประกอบด้วยพันธุ์ไม้ไม่ครบทุกระดับชั้นและในแต่ละระดับชั้นจะประกอบด้วยชนิดพันธุ์



ปริมาณสัดส่วน และการกระจายของพันธุ์ไม้ที่แตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของพืช เช่น ชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของดินและแร่ธาตุ ภายใตดิน ปริมาณแสง ความชื้น ลักษณะภูมิประเทศ เป็นต้น

องค์ประกอบที่มีชีวิตอีกส่วนหนึ่งของระบบนิเวศภูเขา คือ สิ่งมีชีวิตในกลุ่มของ สัตว์ป่า ซึ่งครอบคลุมถึงสัตว์ทุกชนิด ที่ดำรงชีวิตเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศ ทั้งนี้ อาจ จำแนกกลุ่มของสัตว์ป่าตามระดับความสูงและลักษณะการดำรงชีวิตของสัตว์ป่าได้ดังนี้

### 1. สัตว์ป่าที่หากินในระดับสูงกว่าพุ่มเรือนยอดไม้ (Above the Canopy)

เป็นกลุ่มของสัตว์ป่าที่หาอาหารโดยการบินอยู่ในอากาศในระดับสูงกว่าพุ่มเรือนยอดไม้ เพื่อ จับเหยื่อซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัตว์จำพวกแมลงและนกขนาดเล็กเป็นอาหาร เช่น นกกินแมลง นก เหยี่ยว และค้างคาวกินแมลงชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

### 2. สัตว์ป่าที่หากินบนพุ่มเรือนยอดไม้ (Top of the Canopy) อาจกล่าวได้

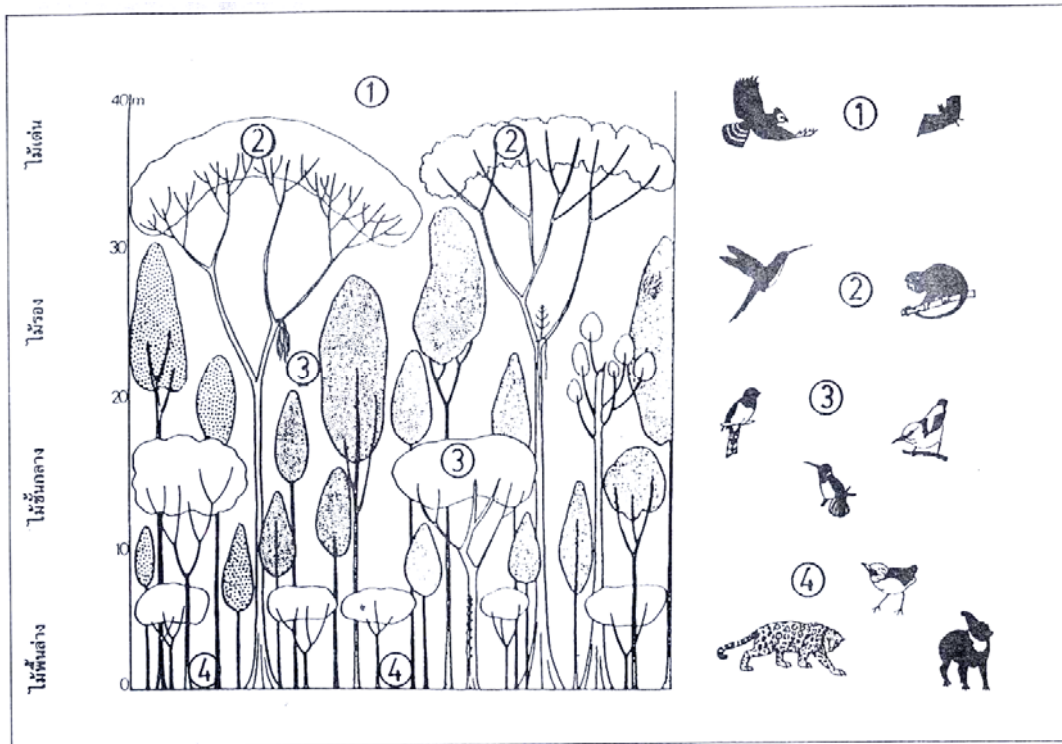
ว่าสัตว์ป่าในกลุ่มนี้ เป็นสัตว์ป่าที่หากินอยู่ในระดับสูงของยอดไม้ โดยส่วนใหญ่จะเป็นสัตว์ป่า จำพวกนกและสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนมที่กินยอดอ่อนและผลไม้ รวมทั้งน้ำหวานของดอกไม้และ แมลงที่หากินตามพุ่มเรือนยอดไม้ เช่น ชะนี ค่าง นกเขาชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

### 3. สัตว์ป่าที่หากินบริเวณกลางพุ่มเรือนยอดไม้ (Middle of the Canopy)

บริเวณพุ่มเรือนยอดไม้ส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณที่มีสัตว์ป่าอาศัยอยู่ค่อนข้างหนาแน่น เนื่องจาก เป็นบริเวณที่มีอาหารค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลไม้และยอดอ่อน รวมทั้งเป็น บริเวณที่มีความปลอดภัยสูง สัตว์ป่าสามารถใช้ความรกรทึบของพุ่มใบบริเวณพุ่มเรือนยอดไม้ เป็นที่กำบังสายตาจากสัตว์ผู้ล่าและความรุนแรงของแสงแดดในตอนกลางวันได้ดี จึงพบว่า สัตว์ป่าที่หากินบริเวณกลางพุ่มเรือนยอดไม้นี้ประกอบด้วยสัตว์ป่าที่สามารถบินหรือร่อนได้ (Middle of Canopy Flying Animal) เช่น นกชนิดต่าง ๆ ค้างคาว บ่าง และกระรอกบิน เป็นต้น และสัตว์ป่าที่บินไม่ได้ (Middle Canopy Scansorial Animal) ซึ่งประกอบด้วยสัตว์ป่า จำพวกเลื้อยคลานด้วยน้ำนมที่กินพืช หรือกินพืชและสัตว์เป็นอาหาร เช่น ลิงลม ชะมด อีเห็น เป็นต้น

**4. สัตว์ป่าที่หากินตามพื้นดิน (Ground Animal)** เป็นกลุ่มของสัตว์ป่าที่มีรูปแบบในการหาอาหารหลากหลายรูปแบบที่สุด โดยสัตว์ป่าทั้งหมดจะหาอาหารในบริเวณต่าง ๆ ตามพื้นดินและในบางกรณี พบว่าสัตว์ป่าในกลุ่มอื่น ๆ จะร่วมหากินกับสัตว์ป่าในกลุ่มนี้ตามพื้นดินด้วย สัตว์ป่าในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์เลี้ยงลูกและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่มย่อยตามขนาดของร่างกาย คือ สัตว์ป่าขนาดใหญ่ (Large Animal) เช่น ช้างป่า วัวแดง กระทิง แรด เป็นต้น และสัตว์ป่าขนาดเล็ก (Small Animal) เช่น เก้ง กระต่ายป่า กระเจิง กบ เขียด รวมทั้งนกกระทา ไก่ป่า ซึ่งเป็นสัตว์ป่าจำพวกนกที่หากินตามพื้นดิน เป็นต้น

ถึงแม้ว่าจะการจำแนกองค์ประกอบที่มีชีวิตในระบบนิเวศออกเป็นสิ่งมีชีวิตจำพวกพันธุ์พืชและสัตว์ป่า รวมทั้งมีการแบ่งระดับการพัฒนาของพืช และกลุ่มของสัตว์ป่าเป็นระดับและกลุ่มต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว แต่พันธุ์พืชและสัตว์ป่าเหล่านั้น มิได้แบ่งแยกตนเองอย่างเด็ดขาด แต่จะอยู่คละเคล้าปะปนกันในระหว่างระดับและกลุ่มต่าง ๆ และเมื่อพิจารณาในภาพรวมจะพบว่าความหลากหลายในการผสมผสานระหว่างพันธุ์พืชและสัตว์ป่าจะเกิดขึ้นทั้งในแนวตั้งและแนวราบ กล่าวคือ เมื่อพิจารณาตามระดับความสูงจากพื้นดิน พันธุ์พืชที่ต่างระดับกันจะมีการรูกล้ำกันบ้าง ในขณะที่เดียวกันสัตว์ป่าที่หาอาหารในระดับสูงที่แตกต่างกันอาจจะหากินแพร่กระจายในระดับเดียวกันได้ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาตามแนวราบ พันธุ์พืชและสัตว์ป่าที่อยู่ในระบบนิเวศที่แตกต่างกัน จะมีพื้นที่ส่วนหนึ่งที่พันธุ์พืชและสัตว์ป่าปะปนกันที่เรียกว่า รอยต่อของระบบนิเวศ (Ecotone) นั่นเอง แต่เนื่องจากสัตว์ป่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่และการปรับตัวเพื่อการมีชีวิตได้ดี ดังนั้นจึงพบว่าในพื้นที่หรือระบบนิเวศเดียวกัน สัตว์ป่าจะมีการปรับตัวเพื่อหลีกเลี่ยงการแก่งแย่งและป้องกันความขัดแย้งกันในเรื่องของปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ด้วยการแบ่งเวลาหากินในพื้นที่เดียวกัน จึงไม่ถือว่าเป็นเรื่องแปลกประหลาด ถ้าในบริเวณกลางพุ่มเรือนยอดไม่ในช่วงเวลากลางวันจะพบสัตว์ป่าจำพวกลิงและนกกินผลไม้ แต่ในพื้นที่เดียวกันจะพบสัตว์ป่าจำพวกลิงลมและค้างคาวในช่วงเวลากลางคืน



รูปที่ 6.1 การดำรงชีวิตของสัตว์ป่าตามระดับความสูงของเรือนยอดไม้ในระบบนิเวศภูเขา

## 2.2 องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต

ในส่วนขององค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศภูเขาจะประกอบขึ้นด้วยความหลากหลายแบบและมากด้วยสถานภาพของปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่รวมเรียกว่า ชีวบริเวณ หรือชีวลัย โดยจำแนกเป็นส่วนที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ หรือส่วนที่เป็นพื้นดิน พื้นน้ำและอากาศโดยรอบนั่นเอง

เมื่อพิจารณาในภาพรวมขององค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศแล้ว อาจจัดรวมกลุ่มขององค์ประกอบดังกล่าวซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการกำหนดลักษณะของระบบนิเวศดังนี้

1. **สภาพภูมิอากาศ** ครอบคลุมถึงพลังงานจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นในบรรยากาศและหยาดน้ำฟ้า ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของบรรยากาศเหนือผิวโลก และด้วยความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศดังกล่าวนี้เอง ทำให้เกิดความแตกต่างในส่วนต่าง ๆ ของโลกโดยแบ่งโลกออกเป็นเขตต่าง ๆ ตามลักษณะภูมิอากาศ คือ เขตหนาว เขตอบอุ่น และเขตร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้เกิดความแตกต่างหลากหลายของระบบนิเวศบนโลก

2. **ดิน** เนื่องจากดินเป็นองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในลักษณะของการเป็นที่ยึดเหนี่ยว แหล่งสะสมอาหาร และเป็นที่อยู่อาศัยของพันธุ์พืชและสัตว์ป่า ดังนั้นคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจึงมีอิทธิพลในลักษณะขององค์ประกอบของระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณธาตุอาหารในดิน ความชื้น อุณหภูมิ ช่องว่างภายในดิน การจับตัว การดูดซึมน้ำ ความร่วนซุย และความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารในดิน

3. **สภาพภูมิประเทศ** เป็นองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตที่มีอิทธิพลอย่างสูงต่อการกำหนดขอบเขตของระบบนิเวศ รวมทั้งรูปแบบในการปรับตัวขององค์ประกอบที่มีชีวิตในระบบนิเวศ โดยอาจจำแนกการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิประเทศที่สำคัญเป็น 2 ลักษณะคือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศในลักษณะเป็นวงจร เช่น การขึ้นลงของน้ำทะเล เป็นต้น และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศในลักษณะไม่เป็นวงจร เช่น การกัดเซาะพังทลาย การทับถม เป็นต้น ทั้งนี้การดำรงชีวิตของพันธุ์พืชและสัตว์ป่า ย่อมมีความสัมพันธ์โดยตรงและโดยอ้อมกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิประเทศทั้งในลักษณะเป็นวงจรและไม่เป็นวงจร

4. **ไฟ** มีส่วนสำคัญต่อการดำรงอยู่ของระบบนิเวศบางระบบ รวมทั้งมีอิทธิพลต่อการปรับปรุงคุณภาพองค์ประกอบที่มีชีวิตภายในระบบนิเวศ โดยไฟจะมีส่วนในการกำจัดพันธุ์พืชและสัตว์ป่าที่ไม่มีคุณภาพ และส่งเสริมการดำรงชีวิตของพันธุ์พืชและสัตว์ป่าที่แข็งแรง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าไฟจะเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการคัดเลือกตามธรรมชาติ เพื่อให้ได้ องค์ประกอบที่มีชีวิต ที่มีคุณภาพและส่งผลให้ระบบนิเวศมีคุณภาพดีตามไปด้วย

ด้วยความแตกต่างขององค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตนี้เองทำให้สิ่งมีชีวิตทั้งพันธุ์พืชและสัตว์ป่าต้องมีการปรับตัวและพัฒนาให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติสุขในระบบนิเวศอย่างไรก็ตามรูปแบบและขีดความสามารถของสิ่งมีชีวิตในการปรับตัวนี้ย่อมแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะและระดับวิวัฒนาการของพันธุ์พืชและสัตว์ป่า องค์ประกอบของปัจจัยแวดล้อม ฤดูกาล ฯลฯ โดยอาจเรียกรวมกันว่า “**ปัจจัยจำกัด (Limiting Factor)**” ทั้งนี้ปัจจัยจำกัดจะเป็นลักษณะพิเศษของระบบนิเวศที่ควบคุมและจำกัดขอบเขตการแพร่กระจายของพันธุ์พืชและสัตว์ป่ารวมทั้งกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

หนึ่งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยแวดล้อม มิได้เกิดขึ้นเฉพาะในลักษณะความสัมพันธ์ทางตรงเท่านั้น แต่อาจจะเกิดขึ้นในลักษณะความสัมพันธ์ทางอ้อมด้วย ดังนั้น จึงไม่อาจปฏิเสธได้ว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับองค์ประกอบใด ๆ ในระบบนิเวศย่อมส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ในระบบนิเวศนั้น แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นอาจจะเป็นไปในลักษณะส่งเสริมสนับสนุน หรือขัดขวางทำลายความสมดุลขององค์ประกอบในระบบนิเวศ เช่น การเกิดไฟป่าในระบบนิเวศป่าเต็งรัง ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดปัจจัยหนึ่งที่สามารถทำให้ระบบนิเวศป่าเต็งรังยังคงสภาพความสมดุลไว้ได้ แต่ผลที่เกิดขึ้นจากการเกิดไฟไหม้ป่า นั้น ทำให้พันธุ์พืชในระดับไม้พื้นล่างได้รับอันตรายจากความร้อนของไฟป่า ในขณะเดียวกันผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นคือ ไฟป่ากลับทำหน้าที่เป็นผู้รักษาความสะอาดของพื้นป่า เนื่องจากไฟป่าจะเผาทำลายเศษไม้ ปลายไม้ที่ขัดขวางการงอกของเมล็ดไม้ ทำให้เมล็ดไม้มีโอกาสงอกและดำรงชีวิตต่อไปได้ และเมื่อเกิดไฟป่าในปีต่อ ๆ ไป พันธุ์พืชจะมีการปรับตัวสร้างเปลือกให้มีความหนา เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟป่าด้วย นอกจากนี้ในบริเวณที่เกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง ขณะที่ยังไม่มีเมล็ดไม้งอกขึ้นมาเพื่อเป็นการแพร่กระจายการครอบครองพื้นที่ของพันธุ์ไม้ จะพบว่าไม้พันธุ์พืชจำพวกหญ้าแพร่กระจายเข้าไปทดแทน ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ดังกล่าว คือ พื้นที่ทุ่งหญ้าจะขยายขอบเขตเพิ่มมากขึ้นและขัดขวางการแพร่กระจายของพันธุ์พืชป่าเต็งรัง ผลกระทบทางอ้อมในอีกด้านหนึ่งคือ เป็นการเพิ่มปริมาณอาหารแก่สัตว์ป่าจำพวกสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่หญ้าแตกใบอ่อนที่เรียกว่า “หญ้าระบัดใหม่” จะเป็นการเพิ่มอาหารที่มีคุณภาพ ปริมาณ และคุณค่าของสารอาหารแก่สัตว์

ป่าซึ่งจากสถานภาพดังกล่าวนี้ อาจกล่าวได้ว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบนิเวศ จะเป็นไปทั้งในลักษณะส่งเสริม สนับสนุน และขัดขวางทำลายในเวลาเดียวกัน เป็นต้น

### 3. หน้าที่ของระบบนิเวศภูเขา

จากโครงสร้างของระบบนิเวศภูเขาดังกล่าวข้างต้น สามารถจำแนกบทบาทหน้าที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ต่อกันภายในระบบนิเวศได้ ทั้งนี้ บทบาทหน้าที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะที่แตกต่างกัน คือ การถ่ายเทพลังงาน และการหมุนเวียนธาตุอาหาร

#### 3.1 การถ่ายเทพลังงาน

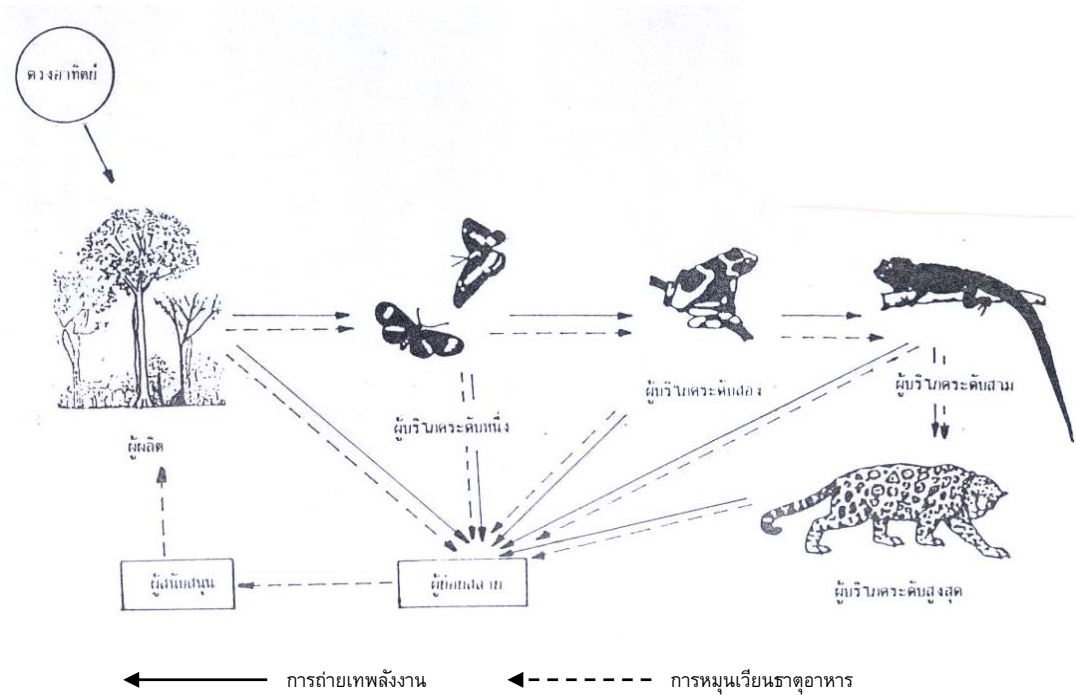
การดำรงคงอยู่ของระบบนิเวศภูเขานั้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากความสมดุลในการถ่ายเทพลังงานระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ องค์ประกอบที่มีชีวิตภายในระบบนิเวศทุกองค์ประกอบย่อมต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีวิต เจริญเติบโตและขยายพันธุ์เพื่อครอบครองพื้นที่ภายในระบบนิเวศ โดยแหล่งกำเนิดของพลังงานที่สำคัญที่สุดของทุก ๆ ระบบนิเวศบนโลกคือ “ดวงอาทิตย์” และเมื่อพลังงานจากดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่ระบบนิเวศแล้ว องค์ประกอบที่มีชีวิตภายในระบบนิเวศจะมีบทบาทหน้าที่ของตนเองที่แตกต่างกันในกระบวนการถ่ายเทพลังงาน

โดยเหตุที่เรื่องราวเกี่ยวกับพลังงานในระบบนิเวศเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับกระบวนการถ่ายเท ซึ่งแตกต่างจากร่างกายของธาตุอาหารซึ่งเป็นลักษณะการหมุนเวียน ดังนั้น เมื่อดวงอาทิตย์ส่งผ่านพลังงานมายังป่าไม้และสัตว์ป่าในรูปของพลังงานรังสีแล้ว พลังงานดังกล่าวนี้จะถูกถ่ายเทต่อไปตามลำดับขั้นของการบริโภค โดยต้องมีการเปลี่ยนรูปพลังงานไปอยู่ในรูปที่เหมาะสมต่อการบริโภค ซึ่งผลสุดท้ายพลังงานส่วนหนึ่งจะถูกใช้ไปเพื่อการดำรงชีวิต เจริญเติบโต และขยายพันธุ์ขององค์ประกอบที่มีชีวิตในระบบนิเวศ รวมทั้งบางส่วนจะสูญเสียไปในรูปพลังงานความร้อนระหว่างการถ่ายเทพลังงานไปตามลำดับขั้นของการบริโภค

### 3.1.1 ผู้ผลิต

ในส่วนของผู้ผลิตนั้น อาจกล่าวได้ว่า ผู้ผลิตเป็นตัวจักรสำคัญที่สุดในการเริ่มต้นความสัมพันธ์ในลักษณะของการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ รวมทั้งเป็นกลไกในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ทั้งนี้ผู้ผลิตจะมีคุณลักษณะและความสามารถอันเป็นเอกลักษณ์ที่แตกต่างจากกลุ่มของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ กล่าวคือ ผู้ผลิต ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะหมายถึงกลุ่มของสิ่งมีชีวิตจำพวกพืช จะมีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ อนินทรีย์สารและอินทรีย์สารภายในระบบนิเวศให้เป็นสารประกอบทางเคมี ที่เป็นแหล่งรวมของพลังงานสะสมไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยอาศัยสีเขียวที่มีอยู่เฉพาะในกลุ่มผู้ผลิตที่เรียกว่าสารโคโรฟิล (chlorophyll) และเรียกกระบวนการดังกล่าวนี้ว่า “การสังเคราะห์แสง” (Photosynthesis)

ความลับของพืชผู้ผลิตที่สามารถแปรเปลี่ยนพลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์และนำมาใช้ประโยชน์ในระบบนิเวศ อันเป็นจุดเริ่มต้นของความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตนั้นคือ พันธุ์พืชจะมีเม็ดสีสังเคราะห์แสง (Photosynthetic Pigment) การกระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณใบและยอดอ่อน ซึ่งเม็ดสีสังเคราะห์แสงนี้จะดูดซึมรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง โดยต้องอาศัยวัตถุดิบอีกส่วนหนึ่งจากสารอาหารในดินและอากาศ เพื่อร่วมกันทำปฏิกิริยาชีวเคมีเพื่อสร้างอินทรีย์วัตถุในการเก็บสะสมพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปของแป้งและน้ำตาล อย่างไรก็ตามในส่วน of พืชนั้นจะมีการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีวิตและเจริญเติบโตโดยพืชจะได้พลังงานมาจากกระบวนการหายใจ เพื่อเผาผลาญแป้งและน้ำตาลให้ปลดปล่อยพลังงานออกมา นอกจากนี้พืชยังนำพลังงานส่วนหนึ่งไปใช้ในการขยายพันธุ์ เพื่อเพิ่มจำนวนและขยายการครอบครองพื้นที่ และพลังงานส่วนที่เหลือจะถูกเก็บสะสมกักตุนไว้ในรูปผลผลิตในเนื้อเยื่อตามส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ราก ผล เมล็ด หัว ใบ เป็นต้น โดยพลังงานที่เก็บสะสมไว้นี้เป็นพลังงานที่เปลี่ยนแปลงจากพลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานเคมีมีในรูปแป้ง และน้ำตาล นั่นเอง



รูปที่ 6.2 การถ่ายเทพลังงานและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศภูเขา

### 3.1.2 ผู้บริโภค

ตัวจักรสำคัญที่มีบทบาทหน้าที่ต่อเนื่องจากผู้ผลิตในระบบภูเขา คือ สิ่งมีชีวิตในกลุ่มของผู้บริโภค (Consumer) ซึ่งโดยทั่วไปจะครอบคลุมถึงกลุ่มของสัตว์ป่าที่ไม่สามารถสร้างอาหารและสังเคราะห์พลังงานสะสมได้ด้วยตนเอง จำเป็นต้องดำรงชีวิตด้วยการบริโภคผลผลิตของพืชเพื่อนำพลังงานที่พืชสะสมไว้นั้นมาใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง แต่เนื่องจากผู้บริโภคมีความสัมพันธ์กับผู้ผลิตในหลายลักษณะ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ดังนั้น จึงจำแนกกลุ่มผู้บริโภคออกเป็นกลุ่มย่อย ดังนี้

1. **สัตว์มั่งสวัริติ** เป็นกลุ่มของสัตว์ป่าที่มีการพัฒนาระบบการย่อยอาหารให้สามารถย่อยผลผลิตของพืชเพื่อปลดปล่อยพลังงานเคมีที่สะสมไว้ในรูปของเนื้อเยื่อสัตว์ ดังนั้น สัตว์ป่าในกลุ่มนี้จึงเป็นสัตว์ป่าที่กินพืชเป็นอาหารเท่านั้น เช่น แมลงชนิดต่าง ๆ กระต่าย เก้ง กวาง กระเจง ช้าง เป็นต้น โดยบทบาทหน้าที่หลักของสัตว์กินพืชคือ การดึง



พลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ถูกเก็บสะสมในพืชผู้ผลิตในรูปของพลังงานเคมีให้เข้าสู่ร่างกายเพื่อการดำรงชีวิต เจริญเติบโตและขยายพันธุ์ รวมทั้งเป็นผู้เชื่อมโยงการถ่ายทอดพลังงานไปสู่ผู้บริโภคในกลุ่มอื่น ๆ ต่อไป เพื่อให้ระบบนิเวศสามารถดำรงอยู่ได้

โดยเหตุที่เนื้อเยื่อของพืชย่อยได้ยากกว่าเนื้อเยื่อของสัตว์ ดังนั้น สัตว์กินพืชจึงมีการพัฒนาระบบการย่อยอาหารในหลายลักษณะ สัตว์ป่าหลายชนิดมีลำไส้ยาวและสลับซับซ้อน เพื่อให้มีเวลาการย่อยอาหารได้นานขึ้น สัตว์ป่าหลายชนิดมีแบคทีเรียช่วยย่อยอาหารอยู่ภายในกระเพาะอาหาร นอกจากนี้สัตว์ป่าจำพวกสัตว์กีบหรือสัตว์เคี้ยวเอื้อง จะมีกระเพาะอาหารที่แยกออกจากกันเป็น 4 ส่วน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยอาหาร โดยกระเพาะอาหาร 2 ส่วนแรกทำหน้าที่เป็นที่เก็บกักอาหารที่กินเข้าไป อาหารจะถูกบดให้นุ่มโดยกล้ำเนื้อ และผสมผสานกับน้ำในกระเพาะอาหารโดยมีแบคทีเรียช่วยทำให้อาหารอ่อนนุ่มลง หลังจากนั้นสัตว์จะสำรอกอาหารออกมาเคี้ยวบดให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่ง ก่อนจะกลืนกลับเข้าสู่กระเพาะอาหารส่วนที่ 3 และ 4 และเข้าสู่ลำไส้ต่อไป ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า สัตว์กินพืชนี้จะเป็นกลุ่มของสัตว์ป่าที่ต้องมีระบบการย่อยอาหารที่มีประสิทธิภาพสูงจึงจะสามารถนำพลังงานที่เก็บสะสมในพืชออกมาใช้ประโยชน์ได้ บางกรณีจะเรียกสัตว์กินพืชพวกนี้ว่าเป็นผู้บริโภคระดับหนึ่ง

**2. สัตว์กินเนื้อ** อาหารหลักของสัตว์ป่าในกลุ่มนี้คือ เนื้อสด โดยสัตว์ป่าในกลุ่มนี้จะกินสัตว์กินพืชเป็นอาหาร ซึ่งเป็นการถ่ายทอดพลังงานจากผู้ผลิตมายังผู้บริโภคระดับหนึ่ง ไปสู่สัตว์กินเนื้อซึ่งถือเป็นผู้บริโภคระดับสอง และหากผู้บริโภคระดับสองนี้ถูกบริโภคโดยสัตว์กินเนื้ออื่น ๆ อีก จะเรียกสัตว์กินเนื้อในระดับต่อ ๆ มาตามระดับการบริโภค เช่น ผู้บริโภคระดับสาม ระดับสี่ เป็นต้น จนกระทั่งถึงกลุ่มของสัตว์กินเนื้อระดับสุดท้ายที่เรียกว่าผู้บริโภคระดับสูงสุด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วผู้บริโภคระดับสูง จะมีจำนวนน้อยกว่าผู้บริโภคในระดับต่ำ แต่จะมีความเฉลียวฉลาดและความแข็งแรงมากกว่า

สัตว์ป่าในกลุ่มของสัตว์กินเนื้อส่วนใหญ่จะเป็นสัตว์ป่าที่ร่างกายขนาดใหญ่กว่าและแข็งแรงกว่าสัตว์กินพืช รวมทั้งจะมีการพัฒนาระบบย่อยอาหารให้สามารถย่อยเนื้อเยื่อของสัตว์ เพื่อปลดปล่อยพลังงานเพื่อการดำรงชีวิตได้ดี มีลำไส้ค่อนข้างสั้น โดยการ

วิวัฒนาการของสัตว์ป่าในกลุ่มนี้จะเป็นไปในลักษณะการวิวัฒนาการเพื่อการล่า เช่นมีเล็บอันแหลมคม สายตาดี จมูกรับกลิ่นได้ดี มีเขี้ยวหรืออาวุธในการล่า เป็นต้น

**3. สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์** สัตว์ป่าในกลุ่มนี้เป็นสัตว์ป่าที่มีความสามารถในการปรับตัวเพื่อการดำรงชีวิตได้ดี และมีโอกาสในการรอดตายได้สูงกว่าสัตว์ป่าในสองกลุ่มแรก เนื่องจากเป็นสัตว์ป่าที่สามารถกินพืชและสัตว์ป่าเป็นอาหารได้ ดังนั้น เมื่อกลุ่มของสิ่งมีชีวิตใดขาดแคลนไปจากระบบนิเวศ สัตว์ป่ากลุ่มนี้สามารถเปลี่ยนแปลงไปกินอาหารในอีกกลุ่มหนึ่งได้ทันที โดยสัตว์ป่าจะมีการพัฒนาระบบการย่อยอาหารให้สามารถย่อยเนื้อเยื่อพืชและเนื้อเยื่อสัตว์เพื่อปลดปล่อยพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 3.1.3 ผู้ย่อยสลาย

องค์ประกอบที่มีชีวิตภายในระบบนิเวศภูเขา นอกจากกลุ่มของผู้ผลิต และผู้บริโภคดังที่ได้กล่าวในรายละเอียดไว้แล้วนั้น ในระบบนิเวศยังประกอบขึ้นด้วยกลุ่มของสิ่งมีชีวิตอีกกลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า **ผู้ย่อยสลาย** ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในรูปแบบต่าง ๆ ให้กลับกลายเป็นธาตุอาหารกลับคืนสู่ดินและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้พืชสามารถนำกลับไปใช้ประกอบในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยผู้ย่อยสลายจะได้รับการถ่ายทอดพลังงานจากการย่อยสลายซากหรือของเสียจากสิ่งมีชีวิตในกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคในระดับต่าง ๆ และถือว่าเป็นการปลดปล่อยพลังงานที่เริ่มต้นจากผู้ผลิต ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคระดับต่าง ๆ ให้กลับคืนสู่ธรรมชาติอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้กลุ่มของสิ่งมีชีวิตจำพวกผู้ย่อยสลายนี้ จำแนกตามลักษณะของซากพืชหรือของเสียจากสิ่งมีชีวิตดังนี้

**1. ซากสัตว์** สัตว์ป่าที่ทำหน้าที่ย่อยสลายซากสัตว์เรียกว่า สัตว์กินซาก เช่น นกแร้ง นกตะกรุม หมาใน หมาจิ้งจอก นกนางนวล เป็นต้น โดยพบว่าซากสัตว์จะเป็นแหล่งสำคัญของพลังงานภายในระบบนิเวศ เมื่อสัตว์ตายลงแล้ว กระบวนการย่อยสลายซากสัตว์จะเริ่มต้นขึ้นโดยสัตว์กินซากจะทำการย่อยชิ้นส่วนขนาดใหญ่ให้เล็กลง หลังจากนั้นจึงเป็นขั้นตอนของการย่อยซากสัตว์โดยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจำพวก แบคทีเรียและเชื้อราต่อไป

**2. มูลสัตว์** สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กบางชนิดได้รับพลังงานจากการบริโภคมูลสัตว์ในรูปแบบต่าง ๆ เนื่องจากสัตว์แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพการย่อยอาหารแตกต่างกัน มูล

สัตว์บางชนิดจึงยังคงเป็นแหล่งสะสมพลังงานสำหรับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ตัวอ่อนของแมลงใช้มูลสัตว์เป็นแหล่งอาหารในการบริโภคที่สำคัญ

**3. ต้นไม้ที่ตายแล้ว** เช่นเดียวกับกรณีของมูลสัตว์ ต้นไม้ที่ตายแล้วนี้เป็นแหล่งอาหารของสัตว์จำพวกแมลงบางชนิดได้ รวมทั้งพืชจำพวกเห็ด รา จะสามารถดูดซึมธาตุอาหารซึ่งเป็นแหล่งสะสมพลังงานของพืชเพื่อใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้

**4. ใบไม้และกิ่งไม้แห้ง** เป็นชิ้นส่วนของพืช เฉพาะส่วนที่ง่ายต่อการย่อยสลาย โดยจะทับถมอยู่บริเวณผิวดิน ซึ่งจะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตจำพวกไส้เดือน แบคทีเรียและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่น ๆ

เมื่อประยุกต์รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศภูเขาในลักษณะการถ่ายทอดพลังงาน โดยใช้หญ้าคาเป็นตัวแทนของผู้ผลิต ตั๊กแตนเป็นตัวแทนของผู้บริโภคระดับหนึ่ง ไก่ป่า อีเห็นและเสือดาว เป็นตัวแทนของผู้บริโภคระดับสองสาม และระดับสูงสุดในระบบนิเวศตามลำดับ และมีแบคทีเรียเป็นตัวแทนของผู้ย่อยสลาย จะพบความสัมพันธ์ที่เริ่มต้นจากหญ้าคาจะทำการสังเคราะห์แสง เพื่อเก็บสะสมพลังงานส่วนเกินไว้ในรูปของแป้งและน้ำตาลตามส่วนต่าง ๆ และเมื่อตั๊กแตนกินใบหญ้าคา ตั๊กแตนจะได้รับการถ่ายทอดพลังงานจากพืชเข้าไปเก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อ จนกระทั่งไก่ป่าจับตั๊กแตนกินเป็นอาหาร พลังงานเริ่มต้นจากหญ้าคาที่ถ่ายทอดต่อไปยังตั๊กแตนจะถูกถ่ายทอดและสะสมอยู่ในไก่ป่า อย่างไรก็ตาม ไก่ป่าอาจจะถูกอีเห็นกินเป็นอาหารต่อไปอีก และอีเห็นก็อาจจะถูกเสือดาวกินเป็นอาหาร ดังนั้นทิศทางการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศที่เริ่มต้นจากหญ้าคาจะถูกถ่ายทอดไปยังตั๊กแตน ไก่ป่า อีเห็น และเสือดาวตามลำดับ และเมื่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทุกชนิดตายลง แบคทีเรียซึ่งทำหน้าที่ผู้ย่อยสลายจะได้รับพลังงานดังกล่าว และเมื่อแบคทีเรียตายลงจะเป็นการปลดปล่อยพลังงานออกนอกระบบนิเวศไป ทิศทางความสัมพันธ์ในลักษณะนี้เรียกว่า ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain)

อย่างไรก็ตาม ภายในระบบนิเวศภูเขานั้น สิ่งมีชีวิตในแต่ละกลุ่ม ย่อมมีจำนวนชนิดพันธุ์มากกว่า 1 ชนิดพันธุ์ เช่น พันธุ์พืชซึ่งเป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศประกอบด้วย ไม้เต็ง ไม้รอม ไม้ชั้นล่าง และไม้พื้นล่าง และสัตว์ป่าประกอบด้วยสัตว์ป่าที่กินในระดับสูงกว่า พุ่มเรือนยอดไม้ สัตว์ป่าที่หากินบนพุ่มเรือนยอดไม้ สัตว์ป่าที่หากินบริเวณกลางพุ่มเรือนยอด

ไม้ และสัตว์ป่าที่หากินตามพื้นดิน เป็นต้น ทำให้เกิดความสัมพันธ์ในลักษณะการถ่ายทอดพลังงานด้วยการบริโภคตามลำดับชั้นที่มีสิ่งมีชีวิตในระดับการบริโภคเดียวกันมากกว่า 1 ชนิด พันธุ์เข้ามาเกี่ยวข้อง และเรียกความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ว่า ช่ายใยอาหาร (Food Web) โดยอาจกล่าวได้ว่า ช่ายใยอาหารคือห่วงโซ่อาหารที่เข้ามาเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยสิ่งมีชีวิตในระดับการบริโภคเดียวกันเป็นตัวร่วม เช่น จากกรณีการประยุกต์รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศป่าไม้และสัตว์ป่านั้น ในส่วนของผู้ผลิต อาจประกอบด้วย หญ้าคา และหญ้าชนิดอื่น ๆ นอกจากตักแตนแล้ว อาจจะเป็นจิ้งหรีดและแมลงต่าง ๆ ส่วนสัตว์ที่กินตักแตน จิ้งหรีดและแมลง อาจจะเป็นไก่ป่า ตู๊กแกป่า กระแต และสัตว์ที่มากินไก่ป่า ตู๊กแกป่าและกระแต อาจเป็นชะมด อีเห็น พังพอน ในขณะที่สัตว์ป่าที่กินชะมด อีเห็น พังพอน อาจจะเป็นเสือดำ สุนัขจิ้งจอก เป็นต้น โดยจะเห็นได้ว่าในแต่ละระดับของการถ่ายทอดพลังงานจะประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิดและถ่ายทอดพลังงานในลักษณะช่ายใยอาหาร

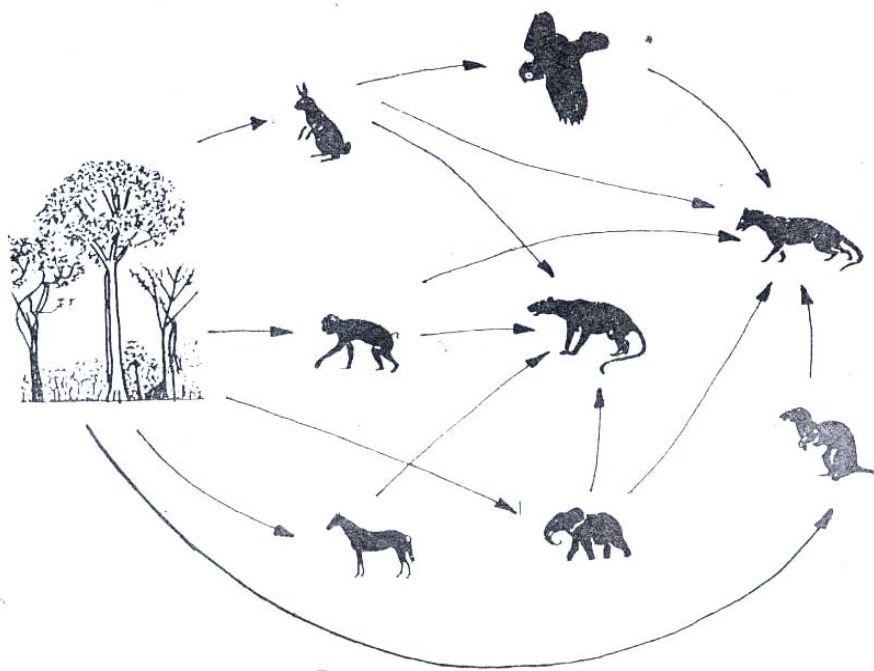
### 3.2 การหมุนเวียนธาตุอาหาร

ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งพืชจะแปรเปลี่ยนพลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานเคมี และเก็บสะสมไว้ในรูปของแป้งและน้ำตาลส่วนต่าง ๆ นั้นพืชจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำและธาตุอาหารที่มีอยู่ภายในระบบนิเวศ เป็นองค์ประกอบในกระบวนการสังเคราะห์แสงด้วย แต่บทบาทหน้าที่ของน้ำและธาตุอาหารจะเป็นไปในลักษณะ “การหมุนเวียน” โดยมีองค์ประกอบที่เข้ามาเกี่ยวข้องในการหมุนเวียนประกอบด้วย ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สับสุนุน ซึ่งในส่วนของผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายนั้น ได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้วในตอนต้น ส่วนผู้สับสุนุนนั้น โดยทั่วไปจะหมายถึงดินซึ่งเป็นแหล่งรวมของธาตุอาหาร นั่นเอง

ธาตุอาหารที่มีความสำคัญที่สุดชนิดหนึ่งสำหรับสิ่งมีชีวิต คือ น้ำ โดยผู้ผลิตในระบบนิเวศจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นการส่งผ่านและลำเลียงธาตุอาหารชนิดอื่น ๆ เพื่อใช้ร่วมในกระบวนการสังเคราะห์แสง รวมทั้งเป็นปัจจัยสำคัญในการหมุนเวียนของเลือดเพื่อนำอาหารไปสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของสัตว์ซึ่งเป็นผู้บริโภคในระบบนิเวศด้วย และจากการศึกษาสิ่งมีชีวิตใน

ระบบนิเวศพบว่าร่างกายของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด จะมีปริมาณน้ำอยู่ในร่างกายประมาณร้อยละ 46-92 ของน้ำหนักตัว

ด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวของน้ำซึ่งสามารถดำรงอยู่ได้ทั้งในสถานะของแข็งของเหลว และก๊าซ ดังนั้นจึงมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงและหมุนเวียนธาตุอาหาร โดยน้ำจะทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายสารอาหารเพื่อการดูดซึมเข้าสู่รากพืช เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนธาตุอาหารอื่นๆ ต่อไป อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าน้ำในโลกนี้จะมีปริมาณมากมายมหาศาล แต่ในหลายกรณี ระบบนิเวศภูเขาอาจประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำในหลายลักษณะ เช่นปริมาณน้ำมากเกินไป ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ คุณภาพน้ำไม่เหมาะสม เป็นต้น และเมื่อพิจารณาวัฏจักรของน้ำ จะพบว่า ในหลายขั้นตอนของวัฏจักรน้ำ อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อระบบนิเวศดังกล่าวข้างต้นได้



รูปที่ 6.3 ข่ายใยอาหารในระบบนิเวศภูเขา

วัฏจักรของน้ำนั้น เริ่มต้นจากน้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำผิวดิน ทะเล มหาสมุทร และที่อยู่อาศัยเกิดการระเหยกลายเป็นไอน้ำขึ้นไปเป็นเมฆบนท้องฟ้า และเมื่อกระทบความเย็นของบรรยากาศเบื้องบน จะกลั่นตัวกลายเป็นหยาดน้ำฟ้าตกลงสู่พื้นผิวโลกในรูปของฝน น้ำค้าง ลูกเห็บ หิมะ ทั้งนี้ส่วนหนึ่งจะตกลงสู่ทะเลและมหาสมุทร แต่อีกส่วนหนึ่งจะตกลงสู่พื้นผิวดิน และซึมลงไปใต้ดินกลายเป็นน้ำใต้ดิน น้ำพุ น้ำซับ สู่ลำห้วย ลำธาร คลอง แม่น้ำ ทะเล และมหาสมุทร และจะเริ่มต้นการหมุนเวียนต่อไปอีก ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การแพร่กระจายของน้ำในระบบนิเวศต่าง ๆ นั้น ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วและทิศทางลมที่จะพัดพาไอน้ำ และเมฆฝนให้ไปอยู่ในบริเวณต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับระยะห่างไกลจากมหาสมุทร อัตราการระเหยของน้ำผิวดิน และการคายระเหยของพืชในระบบนิเวศ

เมื่อพิจารณาบทบาทหน้าที่ และความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิต และไม่มีชีวิตภายในขอบเขตของระบบนิเวศภูเขา จะพบว่า ทุกองค์ประกอบย่อมมีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง หากองค์ประกอบใด ๆ ขาดหายไป หรือเสื่อมคุณภาพหรือเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด ๆ ก็ตาม จะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ทั้งหมดโดยไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ นอกจากนี้การถ่ายเทพลังงานและการหมุนเวียนของธาตุอาหารย่อมมีความสอดคล้องและเป็นไปในลักษณะทิศทางเดียวกันตลอดเวลา หากแต่มีความแตกต่างในรายละเอียด กล่าวคือในส่วนของการถ่ายเทพลังงานจะมีดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่และสำคัญที่สุดสำหรับระบบนิเวศทุกระบบบนพื้นพิภพเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด ส่วนการหมุนเวียนของธาตุอาหารนั้น จะมีผู้สนับสนุน หรือแหล่งรวมของธาตุอาหาร เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด โดยจะทำหน้าที่เป็นแหล่งรวมของพลังงานและธาตุอาหารของสมาชิกทั้งหมดในระบบนิเวศภูเขา

ความแตกต่างอีกประการหนึ่งระหว่างการถ่ายเทพลังงานและการหมุนเวียนธาตุอาหาร คือ การถ่ายเทพลังงานนั้นเป็นความสัมพันธ์ในลักษณะไหลผ่าน พลังงานที่ส่งผ่านจากดวงอาทิตย์ เมื่อเข้าสู่กระบวนการถ่ายเทพลังงาน โดยเริ่มต้นจากพืช ผู้ผลิตไปสู่สัตว์กินพืช สัตว์กินเนื้อ ซึ่งเป็นผู้บริโภคตามลำดับชั้น และเมื่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตายลง พลังงานจะถูกปลดปล่อยและไม่มีการสะสมอยู่ในระบบนิเวศ ส่วนการหมุนเวียนธาตุอาหารนั้น เป็นกระบวนการหมุนเวียนโดยธาตุอาหารต่าง ๆ จะมีรูปแบบการหมุนเวียนที่แตกต่างกันไปตาม

ธรรมชาติของธาตุอาหารและความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศ โดยการหมุนเวียนธาตุอาหารจะเริ่มต้นขึ้นเมื่อพืช สังเคราะห์แสงและเก็บพลังงานไว้ในรูปพลังงานเคมีในสารอินทรีย์จำพวกแป้งและน้ำตาล ทั้งนี้ธาตุอาหารจะถูกถ่ายทอดต่อไปตามลำดับขั้นของการบริโภค แต่เมื่อสิ่งมีชีวิตทั้งหมดตายลง ผู้ย่อยสลายจะดำเนินการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์เพื่อเปลี่ยนให้เป็นธาตุอาหารที่พืชจะนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อสร้างสารอินทรีย์เก็บสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ต่อไปได้อีก ซึ่งความแตกต่างจากกรณีนี้คือ พลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปตามลำดับขั้นของการบริโภคนั้น เมื่อมีการบริโภคติดต่อกันไปเรื่อย ๆ ปริมาณพลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคต่อเนื่องนั้นจะลดลงตลอดเวลา จึงทำให้ผู้บริโภคในระดับสูง จำเป็นต้องบริโภคอาหารปริมาณมาก เพื่อให้ได้ปริมาณพลังงานเพียงพอต่อการดำรงชีวิตของตนเอง ซึ่งการบริโภคอาหารในปริมาณนี้เอง เมื่อพิจารณาในส่วนของกระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหาร จะพบว่าปริมาณมลสารหรือสารพิษต่าง ๆ ที่เข้าสู่กระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหารจะสะสมเพิ่มมากขึ้นจากพืชสู่ผู้บริโภคในทุกระดับ และจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อผู้บริโภคอยู่ในระดับสูงขึ้น ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าการถ่ายเทพลังงานจะลดปริมาณพลังงานลงเมื่อลำดับขั้นของการบริโภคเพิ่มมากขึ้น แต่การสะสมของมลสารหรือสารพิษจะเพิ่มมากขึ้นตามลำดับขั้นของการบริโภค ซึ่งหากมีการสะสมมลสาร หรือสารพิษมากขึ้น ๆ สัตว์ป่าซึ่งเป็นผู้บริโภคในระดับต่าง ๆ อาจจะตาย หรือไม่สามรถดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ในระบบนิเวศได้ จะทำให้ระบบนิเวศสูญเสียความสมดุลและก่อให้เกิดความเสียหายต่อเนื่องอีกมากมาย

กรณีความสัมพันธ์ระหว่างหญ้าคา ต๊กแตน ไก่ป่า อีเห็นและเสือซึ่งเป็นตัวแทนของสิ่งมีชีวิตในระดับการบริโภคต่าง ๆ ในระบบนิเวศ จะพบว่า เมื่อต๊กแตนกินหญ้าคาเป็นอาหารนั้น ตลอดอายุขัยของต๊กแตนต้องกินหญ้าคาเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในด้านหนึ่งแล้ว ต๊กแตนจะได้พลังงานจากหญ้าคา แต่ในอีกด้านหนึ่ง มลสารหรือสารพิษในหญ้าคาจะถูกถ่ายทอดและสะสมในต๊กแตนในปริมาณหนึ่งที่ไม่ทำให้ต๊กแตนตายในทันที แต่เมื่อต๊กแตนถูกบริโภคโดยไก่ป่า และไก่ป่าถูกบริโภคโดยอีเห็นแล้ว การบริโภคนั้น ๆ จะมีลักษณะเดียวกับต๊กแตนบริโภคหญ้าคา มลสารหรือสารพิษจะสะสมในไก่ป่า และอีเห็นในปริมาณมากขึ้น ๆ และเมื่อเสือบริโภคอีเห็น จะได้รับการสะสมมลสารหรือสารพิษมากที่สุด และเมื่อสิ่งมีชีวิตทั้งหมดตายลงแล้ว ผู้ย่อยสลายไม่สามารถทำลายความเป็นพิษของมลสารหรือสารพิษ

ดังกล่าวได้ แต่จะถูกสะสมกักตุนไว้ในผู้สนับสนุนและรอคอยให้พืชดึงเข้าสู่ระบบการหมุนเวียนธาตุอาหารต่อไป

**โดยสรุป** เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบและลักษณะต่าง ๆ ภายในขอบเขตของระบบนิเวศนั้น เป็นเรื่องราวที่มีความละเอียดลึกซึ้ง จำเป็นอย่างยิ่งต้องให้ความสำคัญและได้รับการจัดการที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถคงสภาพความสัมพันธ์ดังกล่าวไว้ได้ หรือในกรณีที่มีความสัมพันธ์ถูกรบกวน หรือกระทบกระเทือนในลักษณะที่อาจจะนำมาซึ่งการเสียความสมดุลของความสัมพันธ์แล้ว ควรจะได้มีการนำมาตรการต่าง ๆ เข้ามาจัดการให้ความสัมพันธ์ดำเนินอย่างถูกต้องเหมาะสม ทั้งนี้ผลประโยชน์สุดท้ายที่สังคมมนุษย์พึงได้รับจากการรักษาความสมดุลขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ คือ การอยู่ดีมีสุขและการดำรงชีวิตที่สมบูรณ์แบบของสมาชิกในสังคมมนุษย์นั่นเอง

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศในลักษณะของการถ่ายเทพลังงานและการหมุนเวียนของธาตุอาหารพบว่า องค์ประกอบทุกชนิดจะมีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงอยู่ของระบบนิเวศ หากองค์ประกอบภายในระบบนิเวศถูกกระทบกระเทือน หรือเกิดความเสียหายในชนิด ปริมาณ สัดส่วน การกระจาย และคุณภาพขององค์ประกอบแล้ว ย่อมเป็นการทำลายหรือขัดขวางการถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนธาตุอาหารโดยตรง ซึ่งจะส่งผลเสียหายต่อระบบนิเวศและสังคมมนุษย์โดยส่วนรวม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ต้องประยุกต์หลักการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการจัดการระบบนิเวศให้เหมาะสมและดำรงอยู่ได้ ทั้งนี้ หลักการที่จะถูกนำมาใช้ในการจัดการระบบนิเวศนั้น ต้องเป็นหลักการที่เอื้อประโยชน์ต่อระบบนิเวศ มนุษย์ และสิ่งแวดล้อม โดยมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและเป็นที่ยอมรับของสาธารณชน



## 4. ประเภทป่าไม้ในระบบนิเวศภูเขา

ประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมที่เกื้อหนุนให้เกิดสังคมป่าไม้ในลักษณะป่าเขตร้อน (Tropical Forest) อันมีเอกลักษณ์ของโครงสร้างสังคมพืชค่อนข้างแน่นทึบ ประกอบขึ้นด้วยพันธุ์ไม้หลากหลายชนิดที่มีการปรับตัวและวิวัฒนาการให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในพื้นที่ที่มีความแตกต่างในลักษณะของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ลม สภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูง ที่ราบลุ่ม ทิวเขา ลักษณะดินลูกรัง ททรายจัด รวมทั้งความแตกต่างที่เกี่ยวข้องกับชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตและไฟป่า ทำให้สามารถจำแนกประเภทของป่าไม้เป็น 2 ประเภทคือ ป่าไม้ผลัดใบ (Evergreen Forest) และป่าผลัดใบ (Deciduous Forest) ซึ่งป่าไม้ทั้ง 2 ประเภทนี้ ยังมีความแตกต่างที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อย ทำให้จำแนกลักษณะของป่าไม้ในระบบนิเวศภูเขาออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้

### 4.1 ป่าไม้ผลัดใบ (Evergreen Forest)

1. ป่าดิบ ป่าดงดิบ ป่าดิบชื้น (Moist Evergreen Forest) อาจกล่าวได้ว่าป่าดิบชื้นที่แท้จริงในประเทศไทยนั้นจะพบเฉพาะในจังหวัดต่าง ๆ ทางภาคใต้และบริเวณจังหวัดระยอง ตรัง จันทบุรี ในภาคตะวันออกเท่านั้น เพราะบริเวณดังกล่าวจะมีปัจจัยแห่งชีวิตที่เหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของป่าดิบชื้น กล่าวคือ เป็นบริเวณที่มีฝนตกมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี และตกติดต่อกันเป็นเวลานาน นอกจากนี้ บริเวณดังกล่าวยังเป็นพื้นที่ที่มีความสูงไม่เกิน 600 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลมาตรฐาน ดินมีลักษณะร่วนและมีการระบายน้ำดี โดยทั่วไปแล้วจะพบป่าดิบชื้นกระจายอยู่ตามบริเวณหุบเขา ริมน้ำลำธาร และแหล่งน้ำต่าง ๆ

ลักษณะของป่าดิบชื้น มักเป็นป่ารกทึบ ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ครบทุกระดับชั้นขึ้นเบียดเสียดกันอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้แลดูเขียวชอุ่มตลอดปีและด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้เอง ต้นไม้ในป่าดิบชื้นจึงมีลักษณะเปราะตรง ลำต้นขนาดใหญ่ เพราะต้องมีการแก่งแย่งปัจจัยเกี่ยวกับแสงเพื่อให้อาจดำรงชีวิตอยู่ได้นั่นเอง ดังนั้น จึงไม่เป็นสิ่งแปลกประหลาดหากจะพบต้นไม้ขนาดใหญ่และมีความสูงถึง 30-40 เมตร

พันธุ์ไม้เด่นซึ่งถือว่าเป็นพันธุ์ไม้ดัชนีของป่าดิบชื้นคือ พันธุ์ไม้ในวงศ์ไมยาง เช่น ยางยุง ยางวาด ตะเคียนทอง สยาขาว ตะเคียนรอก แอ็ก กะบาก เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบพันธุ์ไม้ในวงศ์อื่น ๆ อีกมากมาย เช่น หลุมพอ ดินเบ็ดแดง สะตอ เงาะป่า กระท้อน ก่อเดือย เป็นต้น ไม้ชั้นรองในป่าดิบชื้นหลายชนิด เป็นไม้ที่ให้ผลที่กินได้ เช่น ส้มแขก มังคุดป่า ชะมวง มะพูด มะไฟ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาถึงไม้ชั้นกลาง และไม้พื้นล่างในป่าดิบชื้น จะพบว่าพันธุ์ไม้ในวงศ์ปาล์มมีชนิดมากที่สุดไบบรรดาป่าไม้ทั้งหมดของประเทศไทย เช่น กระจ่าง ค้อ หลาวชะโอนเขา และหวายในสกุลต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งจะพบพันธุ์ไม้ดัชนีอีกกลุ่มหนึ่งของป่าดิบชื้น นั่นคือพันธุ์ไม้จำพวกไม้เถาวัลย์ ซึ่งภายในป่าดิบชื้นนั้นเถาวัลย์จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมักเลื้อยขึ้นสูงปกคลุมถึงเรือนยอดไม้เด่น ได้แก่ ส้มเสี้ยว เถาไฟ ชงโคดำ กระไดลิง ถลกบาตร คุย คุยช้าง โมกเครือ ขม้น สะบ้า บ้าช้าง หางไหลแดง

อนึ่ง ป่าดิบชื้นเป็นแหล่งรวมของพันธุ์ไม้จำพวกสมุนไพรรักษาโรคและกล้วยไม้ที่สำคัญ เช่น อบเชย พันธุ์ไม้ในวงศ์ขิงข่า เอื้องกุหลาบพวง เอื้องปากเปิด เอื้องสาย ข้ำหลวง หลังลาย เป็นต้น สัตว์ป่าที่พบในป่าดิบชื้น ได้แก่ กระซู่ สมเสร็จ ช้างป่า เสือโคร่ง เสี่ยงผา เก้งหม้อ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามป่าดิบชื้นนั้นอาจพบได้ในบางบริเวณของประเทศไทย นอกเหนือจากภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว ทั้งนี้ป่าดิบชื้นอาจเกิดขึ้นได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ในบริเวณที่มีความสูงระหว่าง 600-900 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐาน และปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อย แต่ดินต้องมีความสามารถในการเก็บกักน้ำและความชื้นได้ดี แต่โครงสร้างของพันธุ์ไม้ป่าดิบชื้นในพื้นที่ดังกล่าวนี้ จะมีลักษณะที่แตกต่างจากป่าดิบชื้นที่แท้จริงในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยอาจเรียกว่าป่าดิบชื้นระดับสูง (Upper Tropical Rain Forest) เช่นบริเวณลาดเขาที่มีความชื้นสูงในจังหวัดกาญจนบุรี อุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ไปจนถึงจังหวัดทางภาคเหนือ และบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น

พันธุ์ไม้เด่นในป่าดิบชื้นระดับสูง ได้แก่ ยางปาย ยางแข็ง ยางแดง กระบาก มะมื่น โปธินิก จำปีป่า จันท์ป่า กระพุ่ม ฯลฯ รวมทั้งพันธุ์ไม้ก่อและพันธุ์ไม้สนในสกุลไม้สน

ด้วย ปัจจุบันป่าดิบชื้นในภาคใต้ของประเทศไทยได้ถูกทำลายไปมากจนเหลือพื้นที่ป่าขนาดใหญ่อยู่ไม่กี่แห่งเท่านั้น บริเวณที่สามารถพบป่าดิบชื้น ได้แก่ เขาสวก จังหวัดสุราษฎร์ธานี ป่าคลองแสง จังหวัดระนอง เป็นต้น

**2. ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest)** ในพื้นที่ที่มีระดับความสูงอยู่ในระดับเดียวกับป่าดิบชื้น คือมีความสูงของพื้นที่ประมาณ 300-600 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐาน แต่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่าป่าดิบชื้น คือมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี จะพบกลุ่มของสังคมพืชที่เรียกว่าป่าดิบแล้ง ซึ่งมีการแพร่กระจายตามพื้นที่ราบหรือหุบเขาทั่วประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณตอนบนของเทือกเขาถนนธงชัย จากจังหวัดชุมพรขึ้นไปจนถึงภาคเหนือ ลักษณะโดยทั่วไปของป่าดิบแล้งนั้น พบว่า องค์ประกอบของพันธุ์ไม้บางส่วนเป็นพันธุ์ไม้ผลัดใบเข้ามาผสมบ้าง ทำให้พื้นที่ป่าในช่วงฤดูแล้ง จะพบเศษไม้ใบไม้ที่เกิดจากการผลัดใบของพันธุ์ไม้ผลัดใบดังกล่าวมากกว่าป่าดิบชื้น นอกจากนี้ป่าดิบแล้งสามารถคงสภาพความเป็นป่าดิบแล้งได้ เนื่องจากมีฤดูกาลที่แห้งแล้งต่อเนื่องกันอย่างน้อยสามเดือน ดินลึกแต่ไม่สามารถเก็บกักน้ำได้มากนัก จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้พันธุ์พืชที่เป็นไม้ผลัดใบสามารถรอดแทรกเข้ามาอยู่ภายในป่าชนิดนี้ได้บ้าง อย่างไรก็ตามตามพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ของป่าดิบแล้งนี้ ยังคงสภาพความรกริบและเขียวชอุ่มได้ตลอดปี แต่ความรกริบจะน้อยกว่าป่าดิบชื้น ทั้งนี้เพราะป่าดิบแล้งประกอบด้วยพันธุ์ไม้ 3 ระดับความสูงเท่านั้น โดยพันธุ์ไม้เด่นที่เป็นดัชนีของป่าดิบแล้งได้แก่ ตะเคียนหิน เคี่ยมคะนอง ยางแดง กะบาก รวมทั้งมีพันธุ์ไม้ผลัดใบขึ้นผสมด้วย เช่น มะค่าโมง ตะแบกใหญ่ สมพง ปออีแก้ง เป็นต้น ส่วนพันธุ์ไม้ระดับรอง ได้แก่ พลองใบเล็ก พลองใบใหญ่ กัดลิ้น ค้างคาว กระเบาหลัก ผืนต้น ข่อยหนาม

พันธุ์ไม้ชั้นกลางซึ่งส่วนใหญ่จะขึ้นปะปนกับลูกไม้ของไม้เด่นและไม้รอง ประกอบด้วยจอบแจ หัสศุณ กระตูก่าง หนามคนทา มะไฟ ชมพูป่า รวมทั้งพันธุ์ไม้เถาหลายชนิด เช่น หวายขม หวายขริง หมามุ่ม สะแกเครือ เครือออน เครืองูเห่า บอระเพ็ด เล็บมือนาง เป็นต้น รวมทั้งจะพบพันธุ์ไม้จำพวกกล้วยไม้และพืชเกาะยึดต่าง ๆ ซึ่งเป็นลักษณะของพันธุ์ไม้ที่พบในป่าดิบทุกชนิด เช่น กุหลาบ พวง เข็มขาว เอื้องตาควาย เอื้องหวอดพราหม จุกโรพีนี้ ไช่มุก นมเมีย เป็นต้น

ป่าดิบแล้งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยที่สำคัญของชนิดพันธุ์สัตว์บกในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ สัตว์ป่าที่พบในป่าดิบแล้งได้แก่ ลิงอ้ายเงี้ยว ชะนี มงกุฎ กระตัง เนื้อทราย ไก่ฟ้าพญาลอ วัวแดง หมีควาย ลิงลม ลิงกัง เป็นต้น บริเวณที่พบป่าดิบแล้งในประเทศไทย เช่น ป่าเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ป่าทับลาน จังหวัดปราจีนบุรี และภูเขี้ยว จังหวัดชัยภูมิ

**3. ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest)** ในพื้นที่ที่อยู่สูงขึ้นไปกว่าป่าดิบชื้น และป่าดิบแล้ง จะพบป่าดิบเขา ซึ่งมีลักษณะเฉพาะของพื้นที่คือ เป็นพื้นที่ที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐานระหว่าง 1,000-1,200 เมตร ขึ้นไป ซึ่งลักษณะภูมิอากาศจะหนาวเย็นและมีความชื้นในอากาศค่อนข้างสูงตลอดปี ปริมาณน้ำฝนรายปีอยู่ระหว่าง 1,000-2,000 มิลลิเมตรต่อปี ดังนั้นจึงไม่พบพันธุ์ไม้ในวงศ์ไม้ยางในป่าดิบเขา แต่พบพันธุ์ไม้อื่นที่มีการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพปัจจัยดังกล่าว ทั้งนี้ ป่าดิบเขาจะพบแพร่กระจายอยู่บริเวณยอดเขาสูงทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น บริเวณยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ท่วมแสงหลวง จังหวัดพิษณุโลก ภูกระดึง จังหวัดเลย เป็นต้น

โครงสร้างของพันธุ์ไม้ในป่าดิบเขา ประกอบด้วยพันธุ์ไม้เด่น และพันธุ์ไม้ชั้นกลางเท่านั้น โดยพันธุ์ไม้เด่น ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ดัชนีของป่าดิบเขา คือพันธุ์ไม้ก่อ เช่น ก่อก้างต่าง ก่อแดง ก่อหน้า ก่อพวก ก่อเดือย ก่อแป้น ก่อแหลม ก่อตลับ ก่อสีเสียด เป็นต้น รวมทั้งมะขามป้อมดง พญาไม้ สนสามพันธุ์ มณฑาทอຍ ส่วนพันธุ์ไม้ในระดับไม้ชั้นกลางประกอบด้วย จ๊ะเมียง เมียง เมียงตอย กุหลาบแดง กุหลาบขาว ดอกสามสี คำแดง กวมแดง ขมิ้นต้น นอกจากนี้ ในบริเวณที่แสงแดดสามารถส่องทะลุผ่านชั้นเรือนยอดไม้เด่นและไม้ชั้นกลาง จะพบพันธุ์ไม้จำพวกมอส และเฟิร์นชนิดต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะพื้นป่ามีความชื้นตลอดปีนั่นเอง

**4. ป่าสนเขา (Tropical Pine Forest หรือ Coniferous Forest)** อาจพบได้ในพื้นที่ที่อยู่ในระดับสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐานระหว่าง 200-1,800 เมตรขึ้นไป จึงเห็นได้ว่า ป่าสนเขาจะอยู่ในพื้นที่ระดับความสูงเท่ากันหรือต่ำกว่าป่าดิบเขา แต่พื้นที่ของป่าสนเขานั้นค่อนข้างแห้งแล้งกว่า หรือเป็นพื้นที่ซึ่งดินเก็บน้ำไม่ดี ในประเทศไทยมักพบป่าสนเขาในบริเวณภาคเหนือในจังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง เพชรบูรณ์และภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือในจังหวัดเลย ศรีสะเกษ สุรินทร์ และอุบลราชธานีโดยจะพบแพร่กระจาย อยู่ตามหุบเขาและที่ราบสูง ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าป่าสนเขาเป็นป่าไม้ที่จำแนกโดยอาศัยชนิด พันธุ์ไม้เป็นหลักเพียงอย่างเดียว กล่าวคือ พันธุ์ไม้หลักของป่าประเภทนี้ คือสนสองใบ และสน สามใบ เป็นสำคัญ

อย่างไรก็ตาม ป่าสนเขามิได้เกิดและดำรงอยู่ตามลำพังเท่านั้น ในบางกรณี อาจพบพันธุ์ไม้อื่น ๆ ที่เป็นพันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่ด้วย โดยสามารถจำแนกลักษณะย่อยของป่า สนเขาเป็น 2 ลักษณะ คือ **ป่าสนผสมก้อ (Oak Pine Sub-community)** และ**ป่าสนผสมเต็ง รัง (Dipterocarp Pine Sub-community)** โดยป่าสนผสมก้อนั้น จะมีพันธุ์ไม้จำพวกก้อ เป็นไม้เดิม และไม้สนกระจัดกระจายโดยทั่วไป ส่วนป่าสนผสมเต็งรังนั้น จะมีโครงสร้างป่า คล้ายคลึงกับป่าเต็งรัง แต่มีไม้สนปรากฏเป็นเรือนยอดไม้ ระดับไม้เด่นในพื้นที่กระจัดกระจาย ทั่วไปด้วย

พันธุ์ไม้เด่นในป่าสนเขา ประกอบด้วยสนสองใบ (*Pinus merkusii*) และสน สามใบ ส่วนพันธุ์ไม้ชั้นรองประกอบด้วย ก้อแอบ ก้อสีเสียด ก้อแหลม ก้อเดือย ก้อแป้น ก้อน้ำ ก้อหม่น ก้ายาน สลักป่า หว่า นอกจากนี้พันธุ์ไม้ชั้นกลางประกอบด้วย มั่นปลา ส้ม อ้อบแอ็บ เบ็งตอย ประงเขา หัวแหวน

พืชชั้นล่างที่พบเป็นพวกหญ้าต่าง ๆ ซึ่งมักเกิดไฟป่าขึ้นในหน้าแล้ง สัตว์ป่า ที่พบในป่าสนเขา ได้แก่ กระแต กระต่าย กระต่ายป่า เสียงผา หมูป่า เป็นต้น ตัวอย่างพื้นที่ป่า สนเขาที่มีลักษณะเด่นในประเทศไทย เช่น ภูกระดึง ภูหลวงจังหวัดเลย ภูสอยดาวจังหวัด อุตรดิตถ์ และทุ่งแสลงหลวง จังหวัดพิษณุโลก เป็นต้น

## 4.2 ป่าผลัดใบ (Deciduous Forest)

1. **ป่าเบญจพรรณ ป่าผสมผลัดใบ (Mixed Deciduous Forest)** เป็นป่าผลัด ใบที่มีพันธุ์ไม้หลายชนิดขึ้นปะปนกันเป็นไม้เด่นในพื้นที่ ลักษณะโดยทั่วไปของป่าเบญจพรรณ นั้น มักเป็นป่าโปร่ง ดินเป็นดินร่วนลึกและอาจจะมีหินโผล่เป็นแห่ง ๆ ระดับความสูงของพื้นที่ ป่าเบญจพรรณอยู่ระหว่าง 50-800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐาน ปริมาณ น้ำฝนเฉลี่ยรายปีต่ำกว่า 1,600 มิลลิเมตรต่อปี และมีการแบ่งฤดูกาลเป็น 3 ฤดูอย่างชัดเจน

โดยมีช่วงแห้งแล้งนานกว่า 3 เดือนในแต่ละปี ซึ่งทำให้พื้นที่ที่ภูมิอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง พันธุ์ไม้จึงต้องปรับตัวด้วยการผลัดใบทิ้งในช่วงฤดูแล้ง สำหรับประเทศไทยนั้นป่าเบญจพรรณ พบกระจายกระจายทั่วไปในแทบทุกภาคของประเทศ ยกเว้นภาคใต้

ป่าเบญจพรรณสามารถจำแนกเป็นป่าเบญจพรรณที่มีไม้สัก (Mixed Deciduous Forest with Teak) และป่าเบญจพรรณที่ไม่มีไม้สัก (Mixed Deciduous Forest without Teak) ซึ่งพันธุ์ไม้เด่นในป่าเบญจพรรณนอกเหนือจากไม้สักแล้ว ยังพบพันธุ์ไม้จำพวก แดง มะค่า ประดู่ ชิงชัน ส่วนพันธุ์ไม้รองได้แก่ กระพี้เขาควาย ฉนวน ขะเจี๊ยะ พี้จัน กระโดน ส้าน เปล้าหลวง เสลา ตะแบกใหญ่ รกฟ้า ตะแบกเลือด ขี้าย สมอไทย จั้วป่า มะกอก ช้อ ทองหลวง เป็นต้น โดยอาจจะพบพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ เช่น มะม่วงป่า มะเกลือ ตะโก มะหาด เป็นต้น

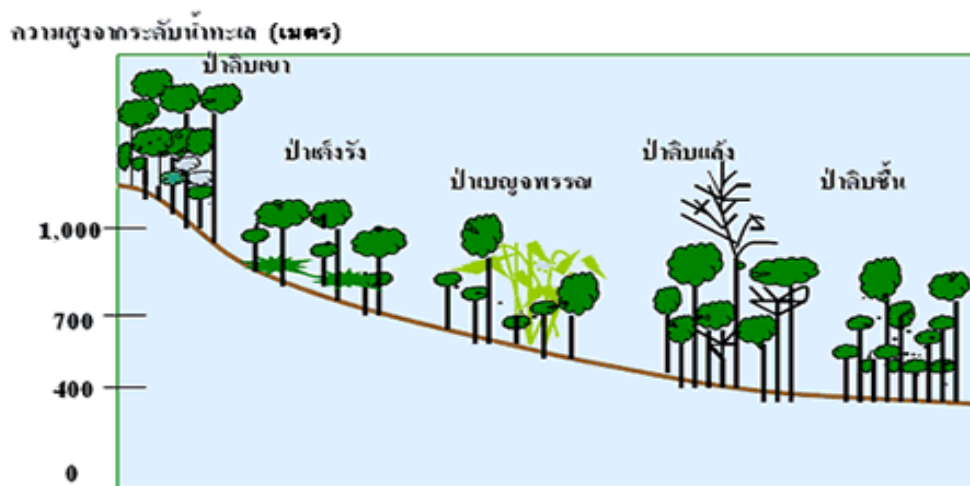
นอกจากนี้ ยังอาจพบไม้รอง ซึ่งเป็นดัชนีของป่าชนิดนี้ที่สำคัญ คือ ไม้ไผ่ ชนิดต่าง ๆ เช่น ไผ่ป่า ไผ่บง ไผ่ขำหลาม ไผ่ซาง ไผ่รวก ไผ่ไร่ เป็นต้น ส่วนสัตว์ป่าที่พบในป่าเบญจพรรณ ได้แก่ เสือไฟ เสือดาว แมวดาว หมีควาย หมีหมา งูจงอาง เป็นต้น ในฤดูแล้ง พื้นที่ป่ามักมีลักษณะป่าเป็นป่าโปร่งพื้นดินถูกปกคลุมด้วยใบไม้แห้งซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดไฟป่าเช่นเดียวกับป่าเต็งรัง

## 2. ป่าเต็งรัง ป่าแพะ ป่าโคก ป่าแดง (Deciduous Dipterocarp Forest)

เป็นป่าไม้ผลัดใบที่มีองค์ประกอบของพันธุ์ไม้ 3 ระดับชั้น โดยชั้นการจัดกระจายสลับไปกับป่าเบญจพรรณ ที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐาน ระหว่าง 100-1,000 เมตร แพร่กระจายตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีไปตามเทือกเขาด้านทิศตะวันตกของประเทศไปจนถึงจังหวัดเชียงราย แต่มีการแพร่กระจายมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในบริเวณที่ราบสูงและที่ภูเขาสูง ดินเป็นทรายและลูกรังมีสีค่อนข้างแดงและมีลักษณะแห้งแล้ง พันธุ์ไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง พื้นป่าไม่รกทึบ แต่จะมีพันธุ์ไม้จำพวกหญ้าชนิดต่าง ๆ

พันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่ป่าเต็งรัง ประกอบด้วย เต็งรัง เหียง พลวง ยางกราด และในบางพื้นที่อาจพบได้ก้อแพะ ก้อหมี รวมทั้งพันธุ์ไม้ชนิดต่าง ๆ ที่พบในป่าเบญจพรรณ แต่มีขนาดแคระแกรนกว่า ส่วนพันธุ์ไม้รองจะมีลักษณะเป็นไม้พุ่ม เช่น แสลงใจ มะขามป้อม ยอเถื่อน ติ้ว เป็นต้น สำหรับพันธุ์ไม้พื้นล่าง มักประกอบขึ้นด้วยหญ้าเพ็ก ใจด ปอเต่าให้ ประ

ส่วนสัตว์ป่าที่พบในป่าเต็งรัง ป่าแดง ป่าแพะ ได้แก่ กระต๊อง วัวแดง เม่นหางพวง แมวดาว หม่าจิ้งจอก นกยูง ตะกวด เป็นต้น



รูปที่ 6.4 ภาพตัดขวางประเภทของป่าไม้ในระบบนิเวศภูเขาของประเทศไทย

## ลักษณะป่าไม้บนภูเขา



ป่าดิบเขาท่ามกลางหมอกบนดอยปุย  
จังหวัดเชียงใหม่



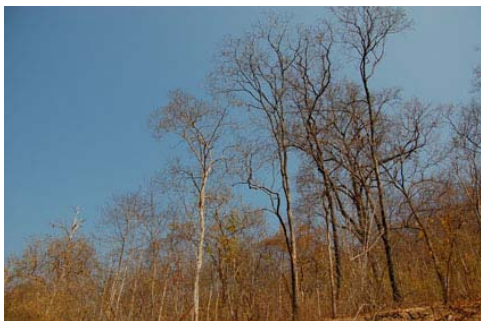
อากาศที่หนาวเย็นและชุ่มชื้นตลอดปีทำให้  
ป่าดิบเขานยอดดอยอินทนนท์  
มีมอส ไลเคน และเฟออยลม อิงอาศัยอยู่ด้วย



สนสองใบบนภูกระดึง  
จังหวัดเลย



ป่าเบญจพรรณในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว  
จังหวัดเพชรบูรณ์



ป่าเต็งรังผลัดใบหน้าแล้งร่วงปกคลุมพื้นดิน  
เป็นสาเหตุของการเกิดไฟป่า



ป่าดิบแล้งมีลักษณะโปร่งและชุ่มชื้น  
น้อยกว่าป่าดิบชื้น

## รูปที่ 6.5 ประเภทป่าไม้ในระบบนิเวศภูเขา



ตารางที่ 6.2 ประเภทป่าในระบบนิเวศภูเขา

ประเภทป่าไม้	ลักษณะสิ่งแวดล้อม	ตัวอย่างชนิดพันธุ์ไม้
<p><b>ป่าไม้ผลัดใบ</b></p> <p>1. ป่าดิบ ป่าดงดิบ ป่าดิบชื้น (Moist Evergreen Forest)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 2,000 ม.ม./ปี และตกติดต่อกันเป็นเวลานาน</li> <li>- ความสูงของพื้นที่ไม่เกิน 600 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐาน</li> <li>- มักเป็นป่ารกทึบ มีพันธุ์ไม้ครบทุกระดับชั้น ขึ้นเบียดเสียดกันอย่างหนาแน่น</li> <li>- แพร่กระจายบริเวณภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศ บริเวณหุบเขา ริมลำห้วยลำธาร</li> </ul>	<p>พันธุ์ไม้มีลักษณะเปราะตรง ลำต้นสูงใหญ่ เช่น ยางยูด ยางวาด ตะเคียนทอง</p> <p>ตะเคียนรากหลุมพอ สะตอ เงาะป่า ระกำ ค้อ ส้มเสี้ยว เถาไฟ กระไดลิง โมงเครือ สะบ้า อบเชย เป็นต้น</p>
<p>2. ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปริมาณน้ำฝนระหว่าง 1,000 - 1,500 ม.ม./ปี</li> <li>- สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐานระหว่าง 300 - 600 เมตร</li> <li>- ดินลึกแต่การระบายน้ำดี</li> <li>- ความรกรทึบของพืชนาน้อยกว่าป่าดิบชื้น และมีพันธุ์ไม้ 3 ระดับชั้น</li> <li>- แพร่กระจายบริเวณที่ราบ หุบเขา บริเวณตอนบนเทือกเขาถนนธงชัย จ.ชุมพร ถึงภาคเหนือ</li> </ul>	<p>ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ 3 ระดับชั้น ที่มีพันธุ์ไม้ผลัดใบขึ้นผสมด้วย เช่น มะค่าโมง กะบาก ตะแบกใหญ่ สมพง กัดลิ้น ตะเคียนหิน จอแจ หมามู่ย เครือออน บอระเพ็ด มะไฟ หนามขน เป็นต้น</p>

ประเภทป่าไม้	ลักษณะสิ่งแวดล้อม	ตัวอย่างชนิดพันธุ์ไม้
3 ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปริมาณน้ำฝนรายปีระหว่าง 1,000-2,000 ม.ม.อากาศหนาวเย็นและความชื้นสูงตลอดปี</li> <li>- อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐานระหว่าง 1,000-1,200 เมตร</li> <li>- องค์ประกอบพันธุ์ไม้เพียง 2 ระดับชั้น</li> <li>- แพร่กระจายบริเวณยอดเขาสูงภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</li> </ul>	<p>ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ก้อและไม้อื่น ๆ เช่น ก้อแดง ก้อก้างต่าง ก้อน้ำ ก้อพวง ก้อเด็ดย ก้อแหลม ก้อสีเสียด มะขามป้อม พญาไม้ เมียง เมียงดอย กุหลาบแดง กุหลาบขาว คำแดง เป็นต้น</p>
4 ป่าสนเขา (Tropical Pine Forest or Coniferous Forest)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐานระหว่าง 200 -1,800 เมตร โดยทั่วไปจะอยู่ระดับเดียวกับป่าดิบเขา แต่พื้นที่ค่อนข้างแห้งแล้ง</li> <li>- ดินเก็บน้ำไม่ดี</li> <li>- แพร่กระจายอยู่ตามหุบเขาและที่ราบสูงในบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</li> </ul>	<p>พันธุ์ไม้หลักของป่าสนเขา คือ สนสองใบ สนสามใบ โดยมีพันธุ์ไม้ประกอบอื่น ๆ เช่น ก้อแอบ ก้อสีเสียด ก้อแหลม ก้อเด็ดย ก้อแป้น ก้อน้ำ ก่ายาน เป็นต้น</p>

ประเภทป่าไม้	ลักษณะสิ่งแวดล้อม	ตัวอย่างชนิดพันธุ์ไม้
<p><b>ป่าผลัดใบ</b></p> <p>1. ป่าเบญจพรรณ ป่าผสมผลัดใบ (Mixed Deciduous Forest)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ป่าโปร่ง ดินร่วนลึก ระดับความสูงระหว่างระหว่าง 50 - 800 เมตร</li> <li>- หนี้น้ำทะเลปานกลางมาตรฐาน</li> <li>- ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีต่ำกว่า 1,600 ม.ม.</li> <li>- อากาศค่อนข้างแห้งแล้งนานกว่า 3 เดือนในรอบปี</li> <li>- การแพร่กระจายในภาคกลาง ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</li> </ul>	<p>พันธุ์ไม้ผลัดใบ เช่น สัก แดง ประดู่ สมอพิภพ ผาเสี้ยน กระพี้เขาควาย ชิงชัน ฉนวน เปล้าหลวง เสลา ตะแบกใหญ่ รกฟ้า ช้าย สมอไทย จั้วป่า ช้อ ทองหลวง เป็นต้น</p> <p>โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ไม้วงศ์ไม้ชนิดต่าง ๆ</p>
<p>2. ป่าเต็งรัง ป่าแพะ ป่าโคก ป่าแดง (Deciduous Dipterocarp Forest)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พบขึ้นสลับกับป่าเบญจพรรณ ที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมาตรฐาน ระหว่าง 100 - 1,000 เมตร ดินเป็นลูกรัง</li> <li>- พื้นป่าไม้รกทึบ</li> <li>- แพร่กระจายบริเวณทิศตะวันตกเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ</li> </ul>	<p>พันธุ์ไม้ 3 ระดับ เช่น เต็ง รัง เหียง พลวง ยางกราด ก่อแพะ ก่อหมี แสลงใจ มะขามป้อม ยอเถื่อน เป็นต้น</p> <p>พันธุ์ไม้พื้นล่างจำพวก หญ้าเพ็กโจด ปอเต่าให้ ประง</p>

## 5. ปัญหาที่พบในระบบนิเวศภูเขา

ปัญหาที่พบในระบบนิเวศภูเขา คือการทำลายพื้นที่ป่าบนภูเขาที่ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ โดยสามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. การขยายตัวของชุมชนเมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์เข้ามาในเขตภูเขา
2. โครงการก่อสร้างต่าง ๆ ที่รุกรานพื้นที่ป่าบนภูเขา เช่น การตัดถนน การสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ การทำเหมืองแร่ เป็นต้น
3. การลักลอบล่าสัตว์และเก็บหาของป่า การตัดไม้ทำลายป่า ทำไร่เลื่อนลอย บุกรุกแผ้วถางป่าพื้นที่ต้นน้ำเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจ
4. การเปลี่ยนแปลงจากภัยธรรมชาติ เช่น ไฟป่า ดินโคลนถล่ม หลุมยุบ น้ำท่วม เป็นต้น ภัยธรรมชาติเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศภูเขาได้ทั้งสิ้น
5. แนวเขตอนุรักษ์ไม่ชัดเจน ทับซ้อนกับพื้นที่ทำกินและเกิดความขัดแย้งกับชุมชนโดยรอบพื้นที่
6. การระเบิดหินบนภูเขาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง เป็นการทำลายพื้นที่ภูเขาอย่างรวดเร็วและง่ายดาย
7. การรุกรานของพืชชนิดพันธุ์ต่างถิ่น เป็นภัยคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศภูเขา เนื่องจากพืชและสัตว์บางชนิดมีพฤติกรรมคุกคามสิ่งมีชีวิตชนิดดั้งเดิม ซึ่งอาจทำให้สูญพันธุ์ได้ ตัวอย่างพืชและสัตว์ต่างถิ่น เช่น สาบเสือ หญ้าคา กระจับปี่ ยักษ์ บัวตอง ปลาซ็อกเกอร์ กิ้งก่ายักษ์ นกชนิดต่าง ๆ
8. ปัญหาจากการท่องเที่ยวส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศภูเขา เช่น การบุกรุกพื้นที่เพื่อพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว การสร้างรีสอร์ท ที่พักและสิ่งอำนวยความสะดวกรองรับนักท่องเที่ยวทำให้เกิดความเสื่อมโทรมจากปริมาณนักท่องเที่ยวที่ใช้พื้นที่และขยะมูลฝอยที่ทิ้งไว้
9. การใช้พื้นที่ของนายทุน ผู้มีอิทธิพล หรือหน่วยงานรัฐในป่าหรือภูเขาตามธรรมชาติ เช่นการทำสวนป่า ศูนย์วิจัย แปลงทดลองการเกษตร บ้านพักตากอากาศ เป็นต้น

10. การปนเปื้อนสารพิษในพืช สัตว์ และทรัพยากรบนภูเขาจากการทำเหมืองแร่ หรือ การเกษตรกรรมต่าง ๆ

### ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศภูเขา



การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์รุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ป่า ส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบนิเวศภูเขา



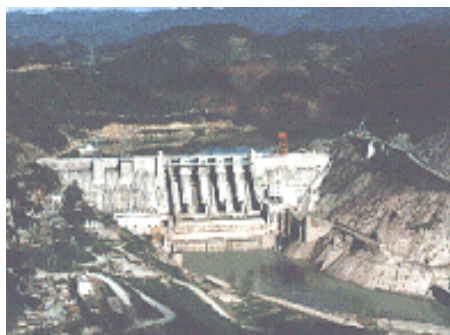
การท่องเที่ยวเป็นอีกกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของระบบนิเวศภูเขา



การตัดถนนผ่านพื้นที่ภูเขาส่งผลกระทบต่อ การสูญเสียระบบนิเวศภูเขา



ดินโคลนถล่มเป็นภัยจากธรรมชาติที่ทำให้เกิดการพังทลายของดินและป่าไม้บนภูเขา



การสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ทำให้เกิดน้ำท่วม พื้นที่ป่าที่สำคัญบนภูเขา



ไฟป่า ภัยธรรมชาติที่เป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศภูเขา

### รูปที่ 6.6 ปัญหาที่พบในระบบนิเวศภูเขา

## 6. แนวทางป้องกันและแก้ปัญหา

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศภูเขา สามารถใช้แนวทางป้องกันและแก้ปัญหาได้หลายวิธี สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาทรัพยากร ส่งเสริมการเฝ้าระวังและปลูกจิตสำนึกให้กับประชาชนในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง
2. จัดสรรที่ดินทำกินให้ประชาชนที่ไม่มีที่ดินทำกินเพื่อเป็นการป้องกันการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตรและอยู่อาศัย
3. ตรวจสอบแนวเขตอนุรักษ์ที่ทับซ้อนกับพื้นที่ทำกินให้มีความชัดเจน
4. ปลูกป่าทดแทนในพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายไป
5. ใช้มาตรการทางกฎหมายในการป้องกัน ปราบปรามและแก้ไขปัญหาอย่างจริงจัง
6. ลดการก่อสร้างของมนุษย์ที่ไม่มีความจำเป็นหรือหากมีความจำเป็นควรมีการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (EIA) ในพื้นที่โครงการก่อนเสมอ
7. ควบคุมการนำเข้าและปราบปรามชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เป็นภัยคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพพื้นถิ่นดั้งเดิม
8. ควบคุมปริมาณนักท่องเที่ยว และการจัดการท่องเที่ยวที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ซึ่งเป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน้อยที่สุด
9. ศึกษาวิจัยถึงวิธีการในการป้องกันและแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศภูเขา
10. ส่งเสริมหลักสูตรการเรียนการสอนในทุกๆระดับเพื่อให้เห็นถึงความสำคัญของระบบนิเวศภูเขาและปัญหาที่เกิดขึ้น