

ระบบนิเวศบก (Terrestrial ecosystem)

สราวุธ คลอวุฒินันต์
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Terrestrial ecosystem

- องค์ประกอบทางกายภาพของระบบนิเวศภาคพื้นทวีปต่าง ๆ เป็นสาเหตุหลักของการเกิดระบบนิเวศชนิดต่าง ๆ
 - สิ่งมีชีวิตวิวัฒนาการเพื่อการดำรงชีวิตในแต่ละสถานที่แตกต่างกันไป
 - ระบบนิเวศต่าง ๆ จึงมีสิ่งมีชีวิตที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกันไป

Terrestrial ecosystem

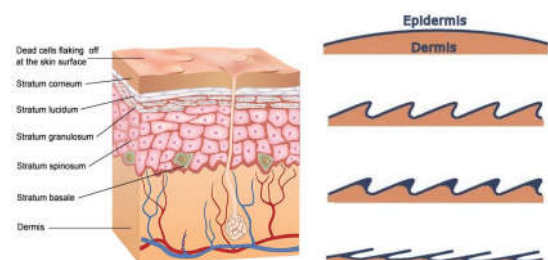
- ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนบก
 - ความชื้น
 - อุณหภูมิ
 - แสง
 - ตัวกลาง (medium)
 - ความต่อเนื่องของถิ่นที่อยู่ (Continuity)
 - ดิน

Terrestrial ecosystem

- ความชื้น
 - น้ำในอากาศหรือความชื้นเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนบก
 - สิ่งมีชีวิตบางกลุ่มวิวัฒนาการให้ดำรงชีวิตในพื้นที่ที่ห่างจากแหล่งน้ำได้

Terrestrial ecosystem

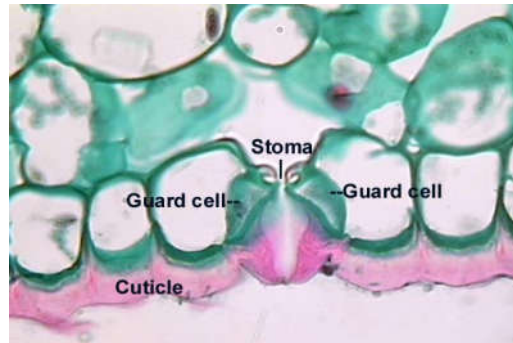
- การพัฒนาสิ่งป้องกันการสูญเสียน้ำ/ความชื้นจึงเป็นพื้นฐานสำคัญของสิ่งมีชีวิตบนบก
 - สัตว์บก
 - การสร้างผิวหนังที่มีชั้นคิวติเคิล
 - การมีอวัยวะที่ดูดซึมน้ำกลับ เช่น ไต



Terrestrial ecosystem

□พืชบก

- สร้างคิวติเคิลปกคลุมใบ
- ควบคุมการเปิด-ปิดปากใบเพื่อควบคุมปริมาณการคายน้ำ



Terrestrial and Aquatic ecosystem

- อุณหภูมิ
 - สิ่งมีชีวิตบนบกต้องปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศในแต่ละช่วงวัน/ฤดูกาล
 - พืชและสัตว์บกมีการพัฒนาโครงสร้าง
 - ระบายความร้อนส่วนเกินในช่วงกลางวัน
 - กักเก็บความร้อนในช่วงที่อุณหภูมิต่ำ

Terrestrial and Aquatic ecosystem

- แก๊ส
 - สิ่งมีชีวิตบนบกมีปัญหาเรื่องการหายใจ และการสังเคราะห์แสงน้อยกว่าในน้ำ
 - มี O_2 และ CO_2 สูง
 - อยู่ในรูปแบบที่นำมาใช้ได้ง่ายกว่า

Terrestrial and Aquatic ecosystem

- Medium
 - บนบกเป็นอากาศ - สมช โดยเฉพาะสัตว์บกต้องการโครงสร้างที่แข็งแรงกว่า
 - ต้องแข็งแรงเพียงพอที่จะปกป้องอวัยวะภายในจากน้ำหนักของตัวเอง
 - เพื่อการเคลื่อนไหว
 - ในน้ำ มีน้ำเป็นตัวกลางช่วยพยุงร่างกาย

Terrestrial and Aquatic ecosystem

- Continuity
 - บนบก มีการแยกเป็นเกาะแก่ง ทวีป
 - ในน้ำ (ทะเล) มีความต่อเนื่องติดต่อกันทั่วโลก
- ดิน
 - ความหลากหลายของชนิดดินบนบก ทำให้เกิดความหลากหลายของพืชและระบบนิเวศ

ดิน (Soil)

- ส่วนประกอบ
 - องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต
 - สารอนินทรีย์ สารอินทรีย์ น้ำ และอากาศ
 - สัดส่วนองค์ประกอบมีอิทธิพลต่อชนิดดิน
 - องค์ประกอบที่มีชีวิต
 - พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดิน

ดิน (Soil)

- หน้าตัดของดิน (Soil profile)
 - O horizon อยู่ที่ผิว ร่วนซุย มีการย่อยสลาย
 - A horizon เป็นแร่ธาตุต่าง ๆ ผสมกับฮิวมัส
 - E horizon เป็นชั้นที่มีสีจาง มีการซึมผ่านของน้ำ
 - B horizon เป็นส่วนที่มีการสะสมดินเหนียว
 - C horizon เป็นชั้นที่เกิดจากการผุพังของชั้นหิน

ดิน (Soil)

- ฮิวมัส (humus)
 - วัตถุอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลาย
 - มีสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีรูปร่าง ไม่สามารถสับย่อนได้
ว่ามาจากพืชหรือสัตว์

O horizon

A horizon

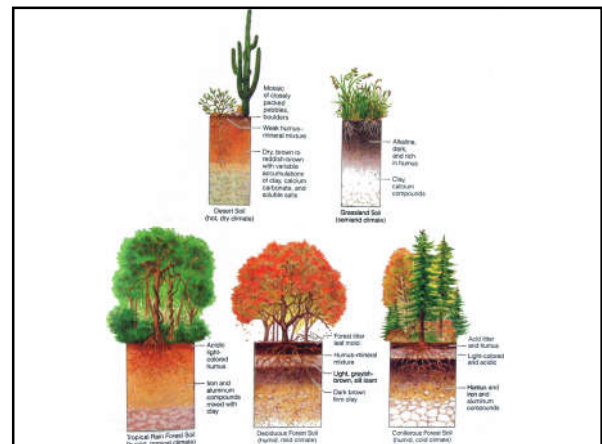
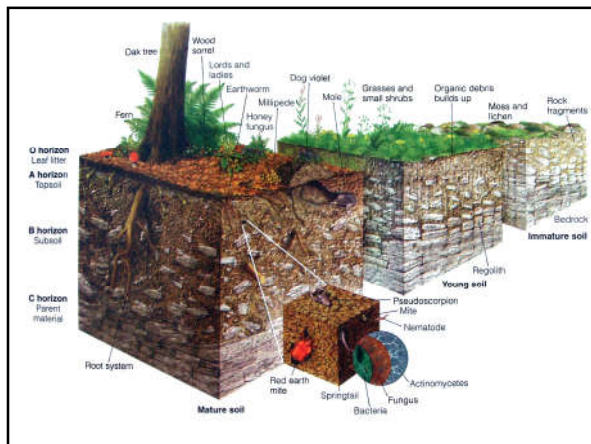
E horizon

B horizon

C horizon



รูปจาก USGS



ปัจจัยที่มีผลต่อระบบนิเวศภาคพื้นทวีป

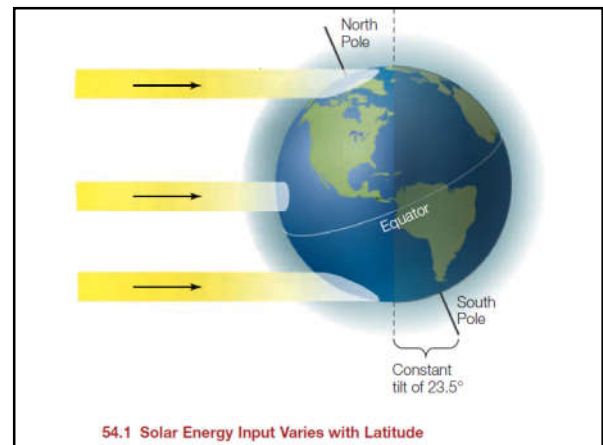
- ระบบนิเวศภาคพื้นทวีปในพื้นที่ต่าง ๆ แตกต่างกันทั้งด้านกายภาพและชีวภาพ
- ความแตกต่างด้านชีวภาพเป็นผลจากปัจจัยทางด้านกายภาพเป็นตัวกำหนดประเภทของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น ๆ เช่นกัน

ปัจจัยที่มีผลต่อระบบนิเวศภาคพื้นทวีป

- ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดชนิดของระบบนิเวศได้แก่
 - แสงอาทิตย์
 - ภูมิอากาศ(Climate)
 - ชนิดของดิน (ดูหัวข้อ ดิน)

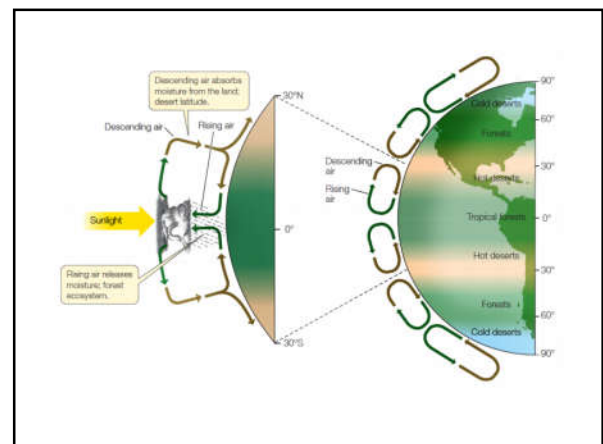
ปัจจัยที่มีผลต่อระบบนิเวศภาคพื้นทวีป

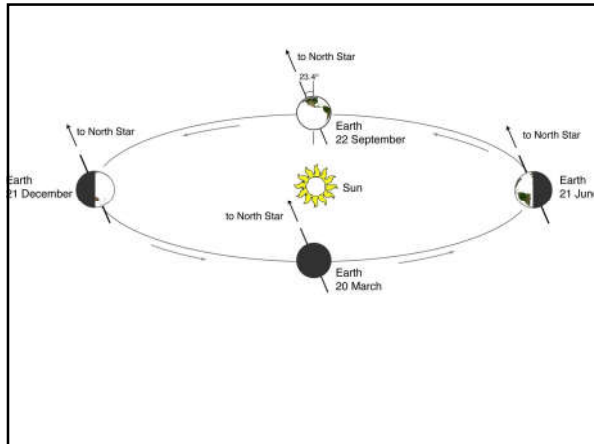
- ภูมิอากาศ ในพื้นที่ต่าง ๆ ของโลกแตกต่างกันตามมุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ และระยะเวลาที่ได้รับแสงในช่วงวัน



ภูมิอากาศ

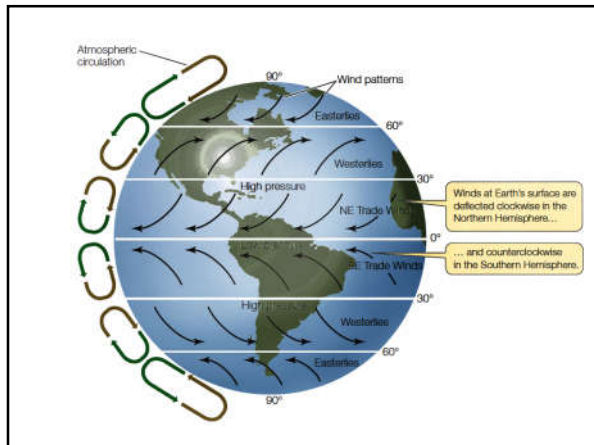
- เกิดจากอิทธิพลของ แสงอาทิตย์ อุณหภูมิ การเคลื่อนที่ของมวลอากาศ และ น้ำ ร่วมกันทำให้บริเวณต่างๆ ของโลกมีลักษณะภูมิอากาศที่แตกต่างกัน
- จากการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ที่แกนโลกเอียง (23.4°) ทำให้เกิดฤดูกาล ความหลากหลายของภูมิอากาศ และ การหมุนเวียนของกระแสลม





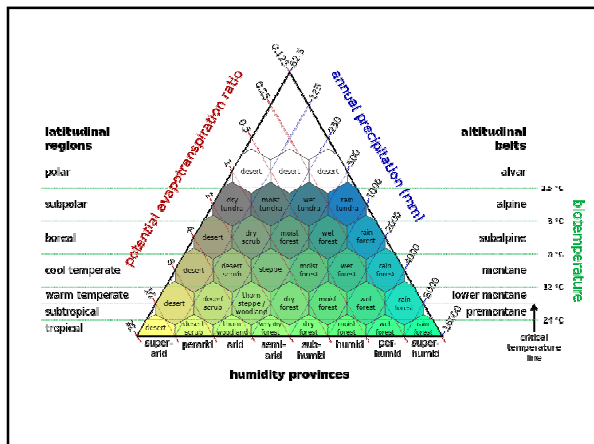
ภูมิอากาศ

- นอกจากมุมตกกระทบที่ทำให้โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันแล้ว การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ที่แกนโลกเอียง (23.5°) ทำให้เกิดฤดูกาล ความหลากหลายของภูมิอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสลม



ภูมิอากาศ

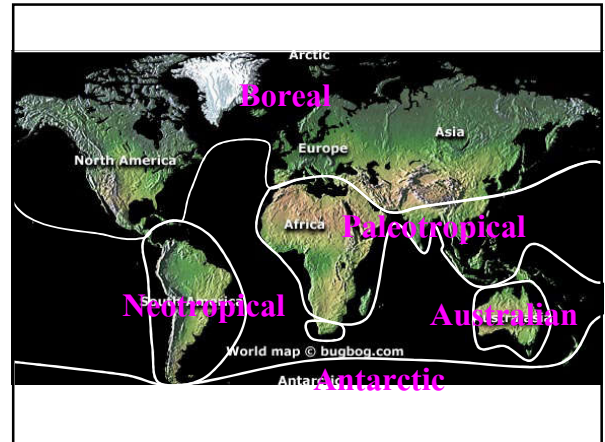
- ชีวนเขตโฮลดริจ (Holdridge life zone)
 - ใช้อุณหภูมิ ความชื้น และการระเหย การคายน้ำของพืช ระดับความสูง และเส้นละติจูดจำแนกระบบนิเวศเขตต่าง ๆ



ภูมิอากาศ VS สภาพอากาศ (Climate) (Weather)

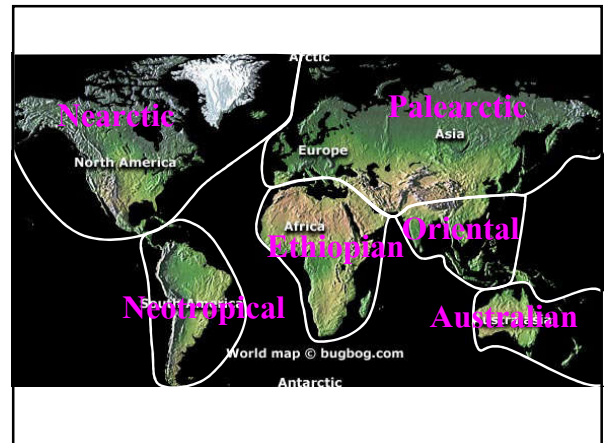
เขตชีวภูมิศาสตร์

- เป็นการแบ่งเขตต่าง ๆ ของโลก โดยยึดจากพันธุ์พืช หรือ พันธุ์สัตว์
- Good (1964) ใช้พันธุ์พืชต่าง ๆ แบ่งภาคพื้นทวีปออกเป็น 6 เขต
 - Boreal, Paleotropical, Neotropical, South Africa, Australian, Antarctic



เขตชีวภูมิศาสตร์

- Alfred Russell Wallace แบ่งเขตชีวภูมิศาสตร์โดยใช้สัตว์บก (Zoogeography) โดยเฉพาะนก และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
 - Palearctic, Ethiopian (Africa), Oriental, Australian, Nearctic, Neotropical



องค์ประกอบของระบบนิเวศ

- Abiotic components
 - สารอนินทรีย์ (Inorganic material)
 - สารอินทรีย์ (Organic material)
 - ปัจจัยกายภาพต่าง ๆ (Physical conditions)

องค์ประกอบของระบบนิเวศ

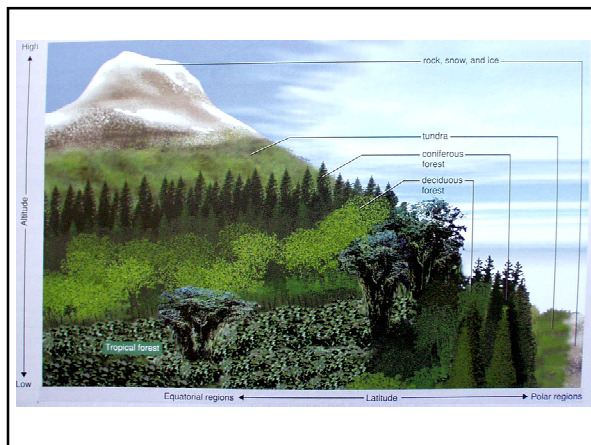
- Biotic components
 - ผู้ผลิต (Primary producer)
 - ผู้บริโภค (Consumer)
 - ผู้ย่อยสลาย (Decomposer)

การทำงานในระบบนิเวศ

- Nutrient cycle
- Energy flow
 - Photosynthesis
 - Respiration
 - Decomposition
 - Formation of particulate detritus
 - Formation of humus
 - Mineralization of humus

การจัดจำแนกระบบนิเวศภาคพื้นทวีป

- มักจำแนกตามพันธุ์พืชที่เป็นพันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่นั้น ๆ เช่น หญ้า ไม้พุ่ม หรือ ไม้ยืนต้น
- การปรากฏของพันธุ์ไม้เด่นนั้น ๆ ได้อิทธิพลจากปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ เช่น ภูมิอากาศ ดิน อุณหภูมิ และความชื้น



ระบบนิเวศภาคพื้นทวีป (Terrestrial Ecosystem)

- ทundra (Tundra)
- ไทก้า (Taiga)
- ทะเลทราย (Desert)
- ทุ่งหญ้าซาวันนา (Savannas)
- ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น (Temperate Grassland)
- ป่าเขตร้อนชื้น (Tropical forest)
- ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น (Temperate deciduous forests)

ทundra

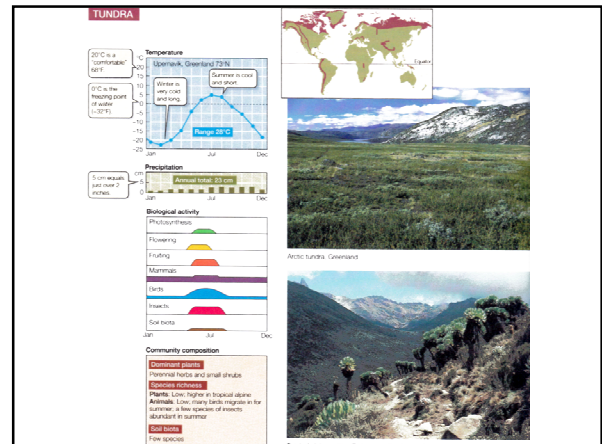
- พบได้ในเขตขั้วโลกเหนือ (Arctic tundra) และบริเวณภูเขาสูง (Alpine tundra)
- ทundra ในเขตขั้วโลกมีพืชอายุสั้นและมีระบบรากตื้น เนื่องจากใต้ดินมีชั้นน้ำแข็งที่ไม่ละลายแม้ในช่วงฤดูร้อน (Permafrost) บริเวณผิวดินหนาไม่กึ่งเซนติเมตรเท่านั้นที่น้ำแข็งจะละลายในช่วงฤดูร้อน

ทundra

- มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 250 mm (ส่วนใหญ่เป็นหิมะ)
- อัตราผลผลิต (productivity) ของระบบต่ำเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ และมีแสงอาทิตย์น้อย โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวอาจไม่ได้รับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน

ทุนดรา

- กิจกรรมของจุลินทรีย์ถูกจำกัดด้วยชั้นดินตื้น และ อุณหภูมิต่ำ
- มีชั้นดินที่ตื้นเป็นปัจจัยที่จำกัดกิจกรรมของ จุลินทรีย์ในดิน การหมุนเวียนสารอาหารจึงเกิด ได้ช้า



ทุนดรา

- พันธุ์ไม้: ไกลเคนส์, sedges
 - พืชที่พบในระบบนิเวศนี้มักมีใบที่มีขนเพื่อกัก ความร้อน พืชบางชนิดมีดอกที่หันตามดวงอาทิตย์เพื่อเก็บความร้อน
- พันธุ์สัตว์:
 - ส่วนใหญ่อพยพมาในหน้าร้อน พวกที่อยู่ถาวร จะมีพื้นที่การหากินที่กว้าง

ทุนดรา

- สัตว์ที่อาศัยอยู่ถาวรจะมีพื้นที่การหากินกว้าง สัตว์ที่อาศัยถาวร เช่น จิ้งจอกขาวโลกเหนือ และ ไก่ป่าหิมะ (Ptarmigan) จะมีขนหนา และมีการผลัดขนที่มีสีแตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ในแต่ละฤดูกาล
- การรบกวนสิ่งแวดล้อมในเขตนี้จะมีผลทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงสูงมาก เพราะพันธุ์ไม้มีการฟื้นตัวได้ช้า



ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

- Evergreen forest
- พบในเขตละติจูดระหว่าง 45° ถึง 70°N หรือ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลที่ต่ำกว่าระบบนิเวศทุนดรา
- พบได้ในแคนาดา อลาสกา ไซบีเรีย และบางส่วนของเขตสแกนดิเนเวีย

ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

- ช่วงฤดูหนาวยาวนาน และอุณหภูมิต่ำถึง -25°C
- ฤดูร้อนสั้นเป็นช่วงที่อากาศอบอุ่น พืชจึงสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้
 - ช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่า 10°C อาจกินเวลาตั้งแต่ 30 ถึง 150 วันต่อปี
- อัตราผลผลิตสุทธิตลอดทั้งปีเฉลี่ยเท่ากับ 7.5 ตันต่อเฮกแตร์

ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

- ปริมาณหยาดน้ำฟ้าอยู่ในช่วง 380-500 มม/ปี
 - ในช่วงฤดูร้อนสูงกว่าฤดูอื่น ๆ
- อาจพบชั้นน้ำแข็งใต้ดินในตอนเหนือของไทกา ที่อุณหภูมิเฉลี่ย -1°C และหิมะหนาถึง 40 ซม
 - ชั้นน้ำแข็งใต้ดินลึก 1.5-3 เมตรใต้ผิวดิน
- อัตราการย่อยสลายในดินค่อนข้างต่ำทำให้มีการสะสมของพีต (Peat)

ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

- ดินในระบบนิเวศไทก้ามักเป็นดิน Podzol
 - มีการชะล้างของแร่ธาตุสูง
 - มีความเป็นกรด
 - ทำให้ดินมีสีจางเหมือนขี้เถ้า
 - ดินในระบบนิเวศไทกาจึงมีแร่ธาตุต่ำ

ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

- พันธุ์พืชในระบบนิเวศไทกาเริ่มมีไม้เนื้อแข็งปรากฏเนื่องจากภูมิอากาศและดินเอื้ออำนวยให้ต้นไม้ขนาดใหญ่เติบโตได้
- พันธุ์พืชที่พบมากได้แก่ สน 4 สกุลหลัก ได้แก่ *Picea* (Spruce) *Abies* (Fir) *Pinus* (Pine) และ *Larix* (Larch)

ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

- พันธุ์ไม้เด่นจะมีเพียงไม่กี่ชนิดในแต่ละพื้นที่และขึ้นค่อนข้างหนาแน่น
- พืชชั้นที่ต่ำลงมาเป็นไม้พุ่มขนาดเล็กเช่น เครนเบอรี่ (Cranberries) บิลเบอรี่ (Bilberries) มอส และ ไลเคนส์

ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

- พันธุ์สัตว์มีความหลากหลายต่ำเมื่อเทียบกับระบบนิเวศอื่น ๆ ในเขตอบอุ่น
- พันธุ์สัตว์ที่เด่นได้แก่ กวางมูซ (Moose) และ กระต่าย (Hare) ซึ่งกินใบพืชเป็นอาหารหลัก เมล็ดสนในโคนสนอาจเป็นอาหารสำหรับสัตว์ต่าง ๆ ได้ เช่น สัตว์ฟันแทะ (Rodents) นก และ แมลงต่าง ๆ

ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

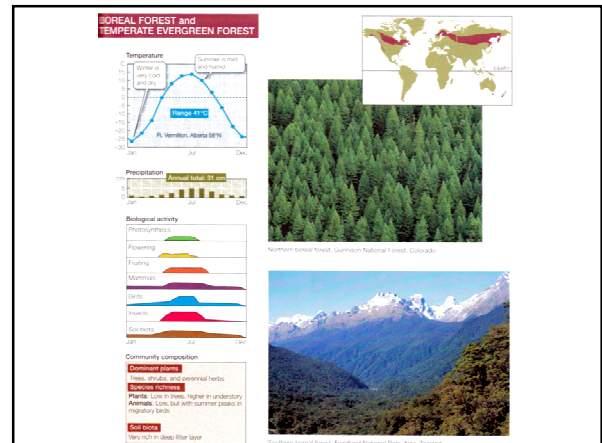
- นกหลายชนิดเป็นสัตว์ท้องถิ่นในระบบนิเวศไทกา เช่น ไก่ป่า (Grouse) นกฮูก นกหัวขวาน นกกินแมลง (Tit) และ กา
- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมขนาดเล็กที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น กระรอก คูน และ กระต่าย เป็นกลุ่มที่เป็นอาหารของสัตว์ที่เป็นผู้ล่าได้แก่ สุนัขจิ้งจอกแดง เพียงพอน หมูป่า หมีสีน้ำตาล และนกฮูก

ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

- แมลงหลายชนิดเป็นสาเหตุของความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ เช่น pine sawflies, spruce budworm และ bark beetle ที่ทำลายต้นสนเมื่อมีประชากรหนาแน่น หากมีสปีชีส์เพียงชนิดเดียวจึงมีความเสี่ยงต่อการถูกทำลายสูง

ไทกา (Taiga) หรือ ป่าเขตเหนือ (Boreal forest)

- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมขนาดเล็กมักมีการจำศีล (Hibernate) ในช่วงฤดูหนาว
 - คูน (Voles) เลมมิ่ง (Lemmings) และหนู จะยังมีกิจกรรมต่าง ๆ อยู่ภายในอุโมงค์ที่มันสร้างขึ้น



ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น (Temperate deciduous forest)

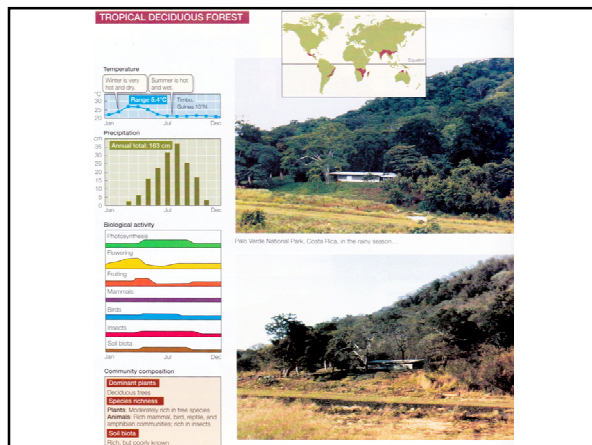
- พบได้บริเวณฝั่งตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือ เอเชียตะวันออก และยุโรป
- อุณหภูมิในเขตนี้มีความแตกต่างระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวสูงมาก
- ปริมาณหยาดน้ำฟ้ามีใกล้เคียงกันตลอดทั้งปี

ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น

- ต้นไม้ที่เป็นพันธุ์ไม้เด่นเป็นพืชที่มีการผลัดใบในช่วงฤดูหนาว และผลิใบใหม่ในช่วงที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม
- จัดเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ในเขตอบอุ่น
- มีต้นไม้ใหญ่หนาที่บ
- พันธุ์สัตว์ที่อาศัยอยู่ถาวรมีจำนวนมาก บางส่วนเป็นสัตว์อพยพ

ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น

- สัตว์ที่อาศัยในถาวรมักมีการสะสมไขมันจำนวนมากและเข้าสู่ภาวะจำศีลในฤดูหนาว ซึ่งมักมีการขุดโพรงเพื่อหลบจำศีล
- แมลงหลายชนิดมีการพักตัว (Diapause) ในช่วงฤดูหนาวซึ่งได้รับสัญญาณจากช่วงแสงที่สั้นลง
- สัตว์ที่พบมากมักเป็นสัตว์ฟันแทะ กวาง หมู



ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น

- การจัดเรียงตัวของพันธุ์พืชในป่าผลัดใบเขตอบอุ่นทำให้เกิดการแบ่งชั้นตามแนวตั้ง
 - แต่ละระดับจะมีถิ่นที่อยู่อาศัยย่อยที่แตกต่างกันออกไป
- การแบ่งชั้นของป่าผลัดใบเขตอบอุ่นสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชั้น

ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น

- 1) ชั้นไม้เรือนยอด (สูง 10-35 เมตร)
- 2) ชั้นไม้พุ่ม (สูงประมาณ 5 เมตร)
- 3) ชั้นเหนือพื้นดิน (พืชตระกูลหญ้าและผัก)
- 4) ชั้นปกคลุมดิน (มอส)

ทะเลทราย

- ทะเลทรายเป็นระบบนิเวศที่มีภูมิอากาศแห้ง มีแหล่งน้ำน้อยและกระจายอยู่ในบางบริเวณ
- อยู่ในบริเวณเส้นรุ้งที่ 30°N และ °S
- ความแห้งแล้งพิจารณาจาก สัดส่วนของปริมาณน้ำฝน ต่อ อัตราการระเหยและการคายน้ำของพืช
 - < 0.03 = พื้นที่นั้นจัดเป็นพื้นที่แห้งแล้งจัด (Hyperarid zone)

ทะเลทราย

- 0.03 - 0.20 = เขตพื้นที่แห้งแล้ง (Arid zone)
- ทะเลทรายบนโลกสามารถแบ่งได้ออกเป็น 5 เขตตามตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ และผลลัพธ์ของอุณหภูมิกับสาเหตุทางภูมิศาสตร์ของความแห้งแล้ง
- 1 ทะเลทรายกึ่งเขตร้อน (Subtropical deserts) เช่น ทะเลทรายซาฮารา (8,600,000 ตร.กม.) ทะเลทรายอะราบีเยน (2,330,000 ตร.กม.)

ทะเลทราย

- 2 ทะเลทรายเขตเงาฝน (Rain shadow deserts) พบบริเวณเขตเงาฝนตามเทือกเขาที่อยู่ตาม เช่น ทะเลทรายพาตาโกเนียและมอนเต (673,000 ตร.กม.) ในอาร์เจนตินา
- 3 ทะเลทรายชายฝั่ง (Coastal deserts) พบตามชายฝั่งมหาสมุทรที่เย็นจัด ซึ่งดึงความชื้นออกจากอากาศ เช่น ทะเลทรายนามิบ (135,000 ตร.กม.) ในนามิเบีย

ทะเลทราย

- 4 ทะเลทรายภายในทวีป (Continental interior deserts) พบในส่วนที่ห่างไกลจากแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น ทะเลทรายโกบี (1,300,000 ตร.กม.)
- 5 ทะเลทรายขั้วโลก (Polar deserts) พบได้ทั้งเขตขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ที่แห้งและเย็น เช่น ทะเลทรายแอนตาร์กติก (1,400,000 ตร.กม.)

ทะเลทราย

- อัตราผลผลิตของระบบนิเวศทะเลทรายต่ำมาก (NPP 0.5-1.5 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี) เนื่องจาก
 - การขาดแคลนน้ำ
 - ความเครียดจากอุณหภูมิที่สูงมากในช่วงกลางวัน
 - ความแปรปรวนของอุณหภูมิ

ทะเลทราย

- สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในทะเลทรายมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถทนอยู่กับสภาพขาดน้ำได้นาน
- วิธีการที่สิ่งมีชีวิตต่างๆ ใช้มี 3 รูปแบบ คือ
 - 1) การหลบหลีกความแห้งแล้ง โดยพยายามหลีกเลี่ยงภาวะที่ทำให้สูญเสียน้ำ เช่น ชอนในเงาไม้ หรือซอกหิน

ทะเลทราย

- 2) ความทนทานต่อความแห้งแล้ง เป็นการปรับตัวให้ทนต่อสภาพขาดน้ำได้
 - ผ่านการถูกคัดเลือกโดยธรรมชาติสำหรับสิ่งมีชีวิตที่มีสรีระและเมแทบอลิซึมที่ทำงานในสภาพน้ำน้อยและใช้น้ำในร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการลดการสูญเสีย การป้องกันการมีความร้อนเกิน

ทะเลทราย

- 3) การป้องกันความแห้งแล้ง เป็นการปรับตัวที่หลีกเลี่ยงภาวะการขาดน้ำ เช่น
 - ❑ กระบองเพชรที่มีการสะสมน้ำในลำต้น
 - ❑ อูฐที่มีการเก็บสะสมน้ำในร่างกายจำนวนมาก

ทะเลทราย

- พันธุ์พืชเด่นในระบบนิเวศทะเลทรายเป็นพืชที่อวบน้ำ เช่น พืชในวงศ์ Cactaceae ได้แก่ กระบองเพชรต่าง ๆ พืชกลุ่มที่พบบ่อยเป็นพืชอายุสั้น มีขนาดเล็ก เช่น พืชในวงศ์ Asteraceae

ทะเลทราย

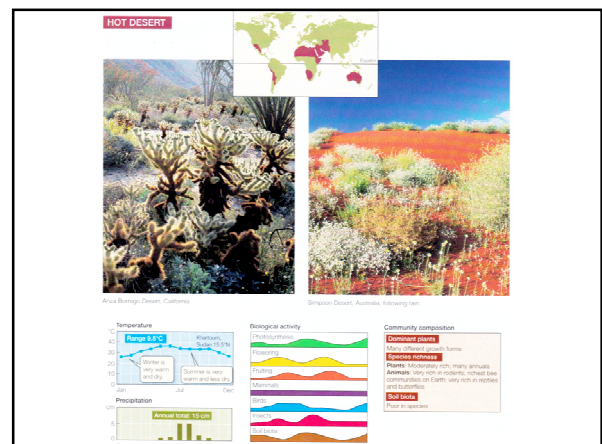
- สัตว์ในทะเลทรายที่หลากหลายที่สุดคือ มด และ ปลวก
- สัตว์ขาข้ออื่น ๆ เช่น ค้างคาวค้างแข็ง แมงมุม และ แมงป่อง เป็นสัตว์ที่พบได้บ่อยในทะเลทรายเช่นกัน
- สัตว์เลื้อยคลานเช่น กิ้งก่า และงู เป็นสัตว์ที่พบได้ปกติในทะเลทราย

ทะเลทราย

- สัตว์อื่น ๆ เช่น ปลา สามารถพบได้ในแหล่งน้ำของโอเอซิส เช่น ปลา *Cyprinodon* sp. ในทะเลทรายของอเมริกาเหนือ รวมถึง หนอนตัวกลม ไร โปรโตซัว และสัตว์ขาข้อขนาดเล็ก
- สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีความหลากหลายค่อนข้างน้อยกว่าสัตว์เลื้อยคลาน

ทะเลทราย

- ความหลากหลายของสัตว์เลื้อยคลานที่มีมากกว่าอาจอธิบายจากผลของการเป็นเอกโตเทอมที่ได้ประโยชน์จากอุณหภูมิภายนอกที่กระตุ้นเมแทบอลิซึมในร่างกาย



ระบบนิเวศทุ่งหญ้าชาวันนา

- เป็นระบบนิเวศที่มีการอยู่ร่วมกันระหว่างไม้ยืนต้นและไม้ล้มลุก
- เป็นทุ่งหญ้าผืนกว้างปกคลุมพื้นที่และมีพืชตระกูลหญ้าเป็นพันธุ์ไม้เด่นขึ้นหนาแน่น เช่น หญ้าคา หญ้าพง หญ้าแฝก ฯ โดยมีต้นไม้ใหญ่และไม้พุ่มที่อาจผลัดใบหรือไม่ผลัดใบกระจายกันห่าง ๆ พบในเขตร้อนที่มีฤดูกาล

ระบบนิเวศทุ่งหญ้าชาวันนา

- หญ้าที่เป็นพันธุ์ไม้เด่นอาจมีปะปนกันหลายชนิด โดยมากจะสูงมากกว่า 1 เมตร
- ทุ่งหญ้าชาวันนาขึ้นในพื้นที่กว้างประมาณร้อยละ 20 ของแผ่นดินบนโลก
- อัตราผลผลิตปฐมภูมิสุทธิสูงถึงร้อยละ 30 ของโลก (19.9 กิโลกรัมคาร์บอนต่อปี) หรือเฉลี่ยประมาณ 7.2 กิโลกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี

ระบบนิเวศทุ่งหญ้าชาวันนา

- อัตราผลผลิตปฐมภูมิสุทธิของหญ้าสูงกว่าไม้ยืนต้นราว 2-3 เท่า อัตราผลผลิตปฐมภูมิสุทธิบางส่วนพืชสะสมอยู่ในรากสะสมอาหารหรือลำต้นใต้ดิน

ระบบนิเวศทุ่งหญ้าชาวันนา

- ทุ่งหญ้าชาวันนาพบได้ในทุกทวีปทั่วโลก โดยเฉพาะในเขตร้อนที่มีอากาศแห้ง เช่น แอฟริกา อเมริกาใต้ และออสเตรเลีย
- ดินในทุ่งหญ้าชาวันนามักเป็นทราย หรือดินร่วนปนทราย ความสามารถในการกักเก็บน้ำต่ำ ขาดธาตุอาหารส่งผลให้การสืบพันธุ์ของพืชเป็นไปได้ยาก

ระบบนิเวศทุ่งหญ้าชาวันนา

- ความหลากหลายทางชีวภาพสูง
 - มีทั้งส่วนที่เป็นไม้ยืนต้น และทุ่งหญ้า
- ขอบเขตของทุ่งหญ้าชาวันนามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน สารอาหาร การรบกวนระบบนิเวศ (ไฟป่า และสัตว์กินพืช) และภาวะภูมิอากาศที่ไม่แน่นอน

ระบบนิเวศทุ่งหญ้าชาวันนา

- ปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 300-2,000 มม. ในฤดูฝน และไม่มีฝนในหน้าแล้ง (อาจนาน 2 – 9 เดือน)
- ในบางกรณีฤดูแล้งอาจมีฤดูฝนแทรก
- ไฟป่ามักเกิดในช่วงหน้าแล้ง

ป่าดิบชื้น

- ขอบเขตของป่าดิบชื้นจึงถูกจำกัดทั้งเส้นละติจูดและระดับความสูง
 - ช่วงละติจูดที่พบป่าดิบชื้นอยู่ในช่วงใกล้ 10° เหนือ – 10° ใต้
- ป่าดิบชื้นขนาดใหญ่พบได้ในทวีปอเมริกา (>3 ล้านตรกม.) แอฟริกา และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ป่าดิบชื้น

- ภูมิอากาศของป่าดิบชื้นมีช่วงความแตกต่างในแต่ละบริเวณค่อนข้างสูง
- ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1,700 - 10,000 มิลลิเมตร
- เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 100 มม ถือว่าเป็นช่วงแล้ง

ป่าดิบชื้น

- ป่าดิบชื้นบางแห่งมีช่วงแล้งนาน 1-4 เดือน
- ช่วงแล้งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวพลักษณ์ (Phenology) ของพืชต่าง ๆ ในป่า เช่น กระตุ้นการออกดอก ออกผล

ป่าดิบชื้น

- บางพื้นที่อาจมีช่วงแล้งครั้งหนึ่งในช่วงหลายปี ซึ่งอาจเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño)
- เอลนีโญอาจทำให้ป่าฝนบางพื้นที่เกิดความแห้งแล้งอย่างรุนแรง ซึ่งกระทบต่อป่าดิบชื้นอย่างสูง ตัวอย่างเช่น ในป่าฝนของมาเลเซีย และอินโดนีเซีย

ป่าดิบชื้น

- อุณหภูมิรอบปีเฉลี่ย $24-28^{\circ}\text{C}$
- ความแตกต่างระหว่างฤดูกาลไม่ชัดเจน
- ไม่มีเดือนใดที่อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า 18°C
- อุณหภูมิเฉลี่ยรายวันอาจแตกต่างกันได้ตั้งแต่ $6-10^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิ มีความแตกต่างกันจากเรือนยอด (อาจถึง 40°C) ถึงพื้นดิน ($25-27^{\circ}\text{C}$)

ป่าดิบชื้น

- แสงอาทิตย์ในป่าดิบชื้นมีน้อยกว่าในป่าเขตร้อนที่อากาศแห้งกว่า เนื่องจากไอน้ำในบรรยากาศเป็นตัวกั้นและดูดซับแสงก่อนที่จะถึงป่า
- ในบริเวณพื้นป่าของป่าดิบชื้นแสงจึงมักมีจำกัด ความเข้มแสงจะลดลงจากชั้นเรือนยอดถึงพื้นดิน เป็นลำดับเป็นผลจากทั้งความชื้นในบรรยากาศและใบไม้จากเรือนยอด

ป่าดิบชื้น

- ชั้นเหนือเรือนยอด (Emergent layer)
 - อยู่สูงที่สุดของป่า อาจสูง 40 – 80 เมตร
 - เป็นชั้นที่ยอดไม้ไม่ติดต่อกันเป็นผืน
 - เรือนยอดมักมีลักษณะคล้ายร่ม
 - เป็นชั้นที่ได้รับแสงอาทิตย์มากที่สุด
 - มักถูกลมที่มีความชื้นต่ำพัด
 - ใบจึงมักมีลักษณะเล็กเรียว

ป่าดิบชื้น

- ชั้นเรือนยอด (Canopy layer)
 - เป็นชั้นที่ยอดไม้มีการเชื่อมต่อกันเป็นผืนติดต่อกัน
 - ได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่
 - แต่ความเข้มแสงจะลดลงในชั้นถัดลงไปอย่างมาก

ป่าดิบชื้น

- ชั้นใต้เรือนยอด (Under storey)
 - เป็นชั้นที่ต่ำจากชั้นเรือนยอดลงมา
 - มีการเชื่อมต่อกันเป็นผืน
 - อากาศในชั้นนี้ไม่ค่อยมีการเคลื่อนไหว ความชื้นสัมพัทธ์จึงสูงเสมอ
 - มีไม้ยืนต้นที่รอการเติบโตอยู่

ป่าดิบชื้น

- เมื่อชั้นเรือนยอดถูกเปิดจะทำให้มีแสงอาทิตย์ส่องมากขึ้น
- ต้นไม้จะเติบโตอย่างรวดเร็วแทนที่ชั้นเรือนยอดที่หายไป
- พันธุ์ไม้ในชั้นนี้หลายชนิดสามารถทนต่อร่มเงา (Shade tolerance) ได้ และสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้เพียงพอในภาวะแสงน้อย

ป่าดิบชื้น

- ชั้น ไม้พุ่ม (Shrub layer)
 - เป็นชั้นที่สูงจากพื้นดินราว 1.5-5 เมตร
 - ความเข้มแสง < 3% เทียบกับชั้นเรือนยอด
 - พืชหลายชนิดมีใบที่ให้น้ำไหลผ่านได้ดี เช่น มีลักษณะเป็นร่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการหายใจ กำจัดน้ำส่วนเกิน และลดการสูญเสียน้ำโดยการคายอาหาร

ป่าดิบชื้น

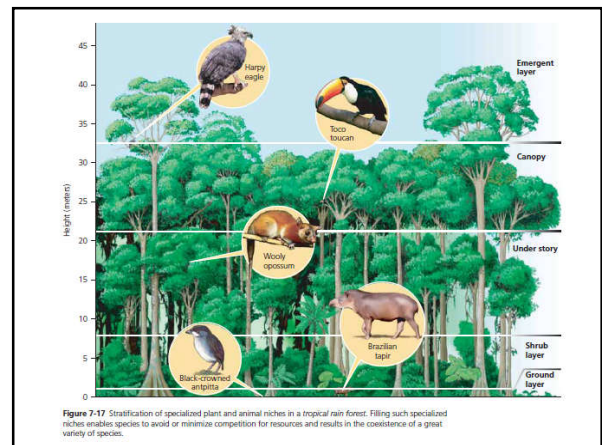
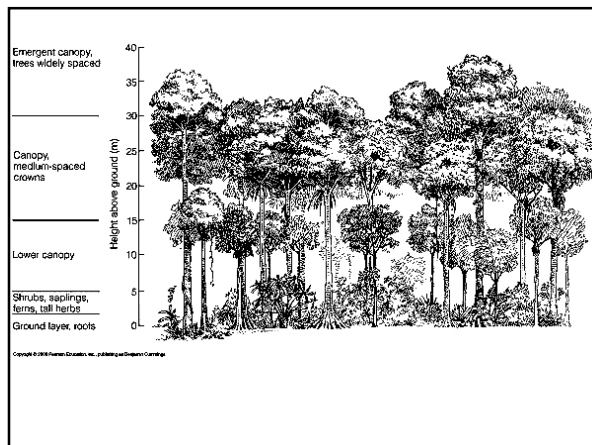
- มีไม้หนุ่มและไม้พุ่มเป็นองค์ประกอบของชั้นนี้
- พืชมักเป็นพวกไม้ในร่มหรือกึ่งร่ม ซึ่งไม่สามารถทนแสงอาทิตย์จ้าได้

ป่าดิบชื้น

- ชั้นพื้นป่า (Forest floor)
 - เป็นชั้นที่พบกล้าไม้ของพืชต่าง ๆ ไม้ล้มลุก หญ้า ไม้พุ่มขนาดเล็ก และเฟิร์น
 - มีแสงอาทิตย์ลดลงเหลือต่ำกว่าร้อยละ 1
 - ความสูงเหนือจากพื้นดินไม่เกิน 1.5 เมตร

ป่าดิบชื้น

- ที่ระดับความสูงไม่เกิน 15 เซนติเมตรอาจจำแนกเป็นชั้นมอส (Moss layer) เนื่องจากมีมอส และไลเคนส์ปกคลุม
- เป็นส่วนที่มีซากพืชซากสัตว์ และกระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้น



ป่าดิบชื้น

- การแบ่งชั้นตามแนวดิ่งทำให้ปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ เช่น แสงอาทิตย์และความชื้นแตกต่างกันในแต่ละส่วนของป่าเช่นกัน
 - ปริมาณแสงจะค่อย ๆ ลดลงจากเรือนยอดถึงพื้นป่า
 - ความชื้นจะสูงกว่าที่พื้นป่าและลดลงในชั้นที่สูงขึ้นไป

ป่าดิบชื้น

- พืชที่ต้องการปริมาณแสงอาทิตย์และความชื้นแตกต่างกันจะอาศัยอยู่ในบริเวณที่เกิดเป็นภูมิอากาศย่อย (Microclimate) ตามไปด้วย

ป่าดิบชื้น

- รากของไม้ใหญ่มีการพัฒนาให้มีความแข็งแรงเป็นพูพอน (buttress root)



ป่าดิบชื้น

- สัตว์และพืชที่พบมีความหลากหลายสูงและวิวัฒนาการจนมีลักษณะเฉพาะในแต่ละถิ่น
- เป็นระบบที่มีศักยภาพในการดักจับสารอาหารสูง
 - Amazonian Vanezuela ทดลองเติม Ca และ P ในดิน ตรวจสอบการดึงเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารได้ถึง 99.9%

ป่าดิบชื้น

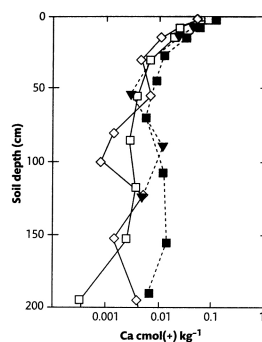
- Nutrient-holding capacity and stocks
 - คาร์บอนในดินเป็นตัวตัดสินความสามารถในการกักเก็บสารอาหาร
 - สามารถใช้เป็นดัชนีความอุดมสมบูรณ์ได้ (index of general fertility)

ป่าดิบชื้น

- พืชและจุลินทรีย์มีการแก่งแย่งสารอาหารทำให้สารอาหารออกจากระบบน้อยมาก
- *ศักยภาพในการเก็บกักสารอาหารสะท้อนความขาดแคลนสารอาหารภายในระบบ
- สารอาหารส่วนใหญ่พบบริเวณ Top soil และวัตถุอินทรีย์ (Organic matter)

ป่าดิบชื้น

- สารอาหารบางตัว เช่น P K และ Ca ลดลงอย่างรวดเร็วตามความลึกของชั้นดิน



(Poszwa *et al.*, 2002)



ป่าดิบชื้น

- โดยทั่วไปในป่าเขตร้อนชื้น รากผอมส่วนใหญ่ Mycorrhiza, soil microbes และ OM จะอยู่เพียง 10-20 cm จากผิวดิน เพื่อดักจับสารอาหารต่าง ๆ ที่เข้าสู่ระบบ
- บริเวณที่ลึกลงไปมักพบเพียงรากแก้วเพื่อดูดซึมน้ำ และสารต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำ

ป่าดิบชื้น

- การเคลื่อนย้ายของสารอาหาร
 - ปลวกและมด
 - การขับถ่ายของเสียของสัตว์ (มี P และสารอื่น ๆ สูง)
 - ราต่าง ๆ สามารถเคลื่อนย้ายสารอาหารได้ไกลหลายเมตร

ป่าดิบชื้น

- Epiphytic bryophytes สามารถดักจับ N ในอากาศ และเปลี่ยนเป็นรูปที่สามารถดูดซึมได้
- การส่งผ่านสารอาหารจากพืชอาจเกิดได้โดย
 - ☐ การกินของสัตว์
 - ☐ การหลั่งสารของพืช
 - ☐ Leaching (the removal of soil materials in solution)
 - ☐ Littering

ป่าดิบชื้น

- เราสามารถอธิบายการนำเข้าสารอาหาร (nutrient inputs) โดยใช้ลิตเตอร์
 - ☐ คุณภาพและปริมาณของลิตเตอร์จะลดลงด้วยสารอาหารในดินที่ลดลงเนื่องด้วยกลไกการอนุรักษ์สารอาหารของพืช
 - ใบมีอายุที่ยาวขึ้น
 - เนื้อเยื่อต่าง ๆ มีการป้องกันตัวดีขึ้น

ป่าดิบชื้น

- การย่อยสลาย (decomposition)
 - Decomposition dynamic สะท้อนถึง intersection ของ stand carbon กับ nutrient cycles
 - สามารถเกิดโดย
 - ☐ Biological process: respiration, transformation
 - ☐ Physical process: fragmentation, weathering, leaching

ป่าดิบชื้น

- เป็นระบบที่มีกัมมัตราการย่อยสลายสูง
- ผู้ย่อยสลายต้องการ C:N ratio ประมาณ 8:1 (ปริมาณ C ที่มากเกินไปจากเนื้อเยื่อพืช โดยเฉพาะเนื้อไม้จะเป็นตัวจำกัดการย่อยสลาย)
- ใน Carbon-rich substrate จุลินทรีย์อาจตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และเคลื่อนย้ายผ่านเห็ดรา

ป่าดิบชื้น

- สารอาหาร (P availability) เป็นตัวจำกัดอัตราการย่อยสลาย
- ในดินของป่าดิบในพื้นที่ต่ำหลายแห่งที่มีอายุมาก และอัตราการย่อยสลายเร็ว แต่เมื่อเพิ่ม P ในระบบ ยังทำให้อัตราการย่อยสลายยังเร็วตามขึ้นไปด้วย

ป่าดิบชื้น

- Litter quality & decomposition
 - Low N – low decomposition rate
 - Tannin rich – low decomposition rate
- After decomposition
 - Leaching
 - ถูกนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ในดิน

ป่าดิบชื้น

- รวมตัวกับ OM หรือ clay
- ถูกนำไปใช้โดยพืช (ผ่านราก) หรือเห็ดราต่าง ๆ
- สิ่งมีชีวิตในดิน (Soil biota)
 - ทำหน้าที่เป็นทั้งแหล่งและที่สะสมของสารอาหาร

ป่าดิบชื้น

- ในดินที่มีคาร์บอนสูง สารอาหารจะสะสมอยู่ในจุลินทรีย์
- มวลชีวภาพของจุลินทรีย์จะลดลง (เช่น ช่วงหน้าแล้ง) สารอาหารจะถูกส่งต่อไปยังพืชมากขึ้น

ป่าดิบชื้น

- ปลวก – ทำให้มีอากาศแทรกในดิน และมีอัตราการย่อยสลายเซลลูโลสเร็วขึ้น
- ไส้เดือน – เมื่อมีจำนวนมากจะทำให้ดินมีฮิวมัสมากขึ้น และทำให้ดินมีอากาศมากขึ้น ทำให้การย่อยสลายเกิดได้มากขึ้น

ป่าดิบชื้น

- การสูญเสียสารอาหาร
 - ในรูปของของแข็ง (อนุภาค) สารละลาย และแก๊ส
 - P ถูกทำให้อยู่ในรูปที่ดูดซึมไม่ได้ ทั้งจากกระบวนการทางเคมีและชีวภาพ

ปาดิบชั้น

- K – สามารถละลายน้ำได้ดี ทำให้สูญเสียไปกับน้ำ (โดยเฉพาะเมื่อปริมาณน้ำฝนมาก)
- N – ในระบบประเภทนี้มี Denitrification สูงกว่า Nitrification
 - ดินสูญเสีย N ผ่าน Denitrification ถึง 24-53%

แผนที่ความหลากหลายทางชีวภาพของโลก (สัตว์มีกระดูกสันหลัง)

