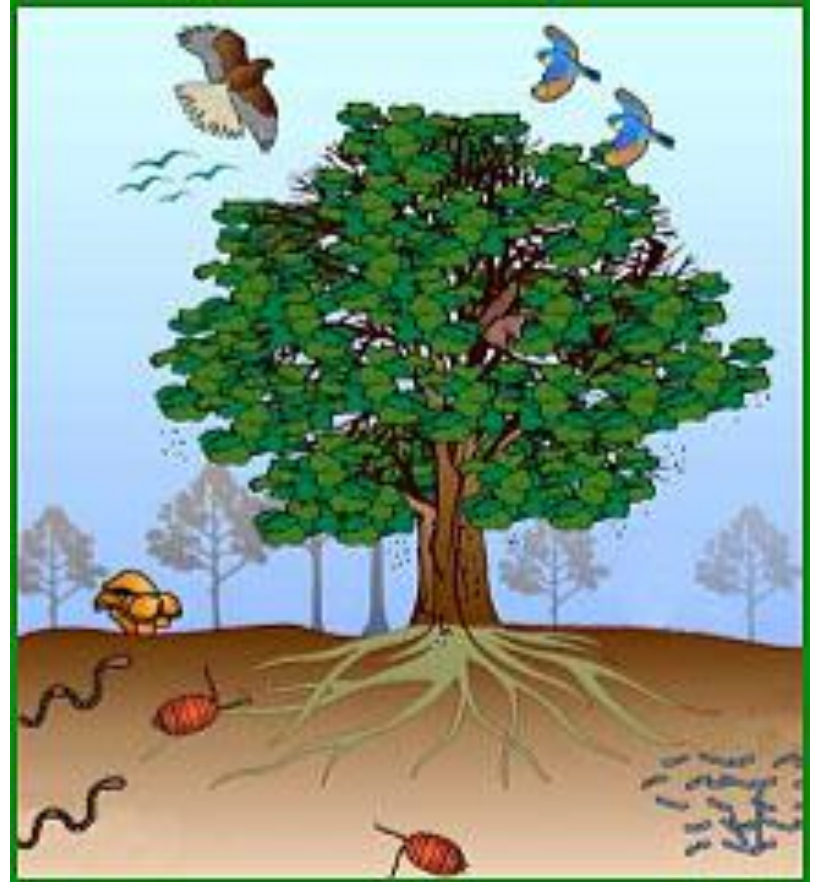


# ระบบนิเวศ



# ความหมาย ของระบบนิเวศ

- ระบบนิเวศ หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในหน่วยพื้นที่หนึ่ง



# องค์ประกอบของระบบนิเวศ

1. ส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic component) แบ่งได้เป็น 3 ประเภท
  - 1.1 อนินทรีย์สาร เช่น คาร์บอนไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และออกซิเจน เป็นต้น
  - 1.2 อินทรีย์สาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และฮิวมัส เป็นต้น
  - 1.3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น แสง อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเค็มและความชื้น เป็นต้น



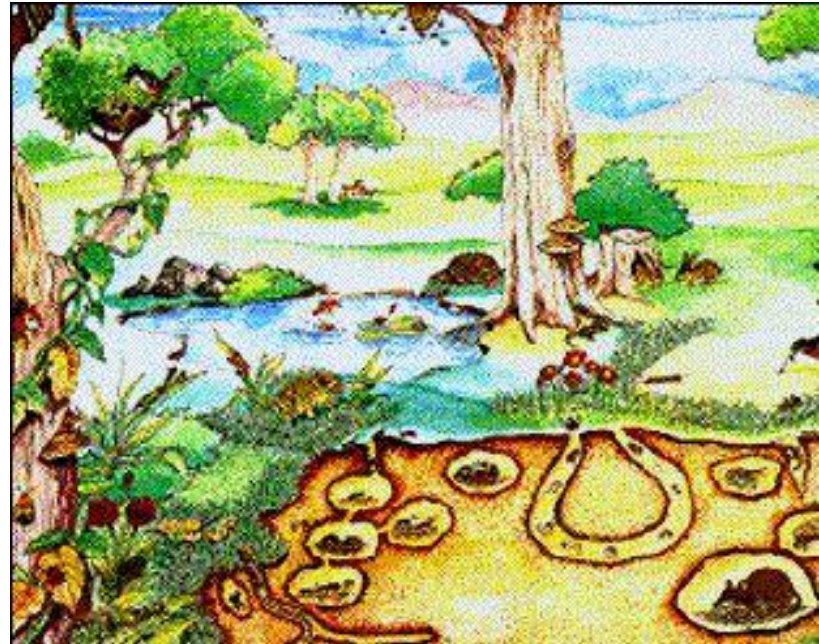
# องค์ประกอบของระบบนิเวศ

2. ส่วนประกอบที่มีชีวิต (Biotic component) ได้แก่ พืช สัตว์ และมนุษย์ ซึ่งแบ่งตามลำดับขั้นในการบริโภค (trophic level) ได้เป็น 3 ระดับ คือ

2.1 ผู้ผลิต (producer)

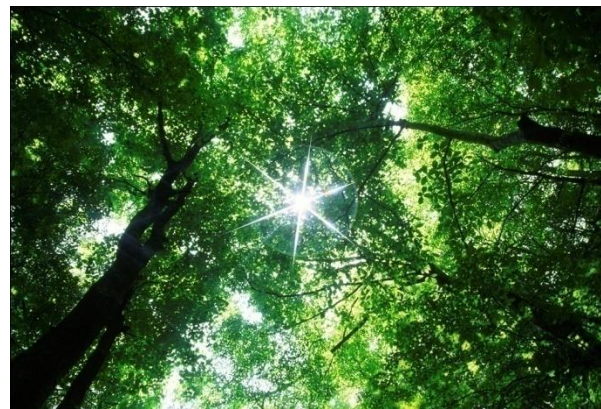
2.2 ผู้บริโภค (consumer)

2.3 ผู้ย่อยสลาย (decomposer)



# ผู้ผลิต (producer)

- คือ พวกที่สามารถนำเอาพลังงานจากแสงอาทิตย์มาสังเคราะห์ อาหารขึ้นได้เอง (autotroph) จากแร่ธาตุและสารที่มีอยู่ตามธรรมชาติ
- ได้แก่ พืชสีเขียว แพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรียบางชนิด
- พวกผู้ผลิตนี้มีความสำคัญมาก เพราะเป็นส่วนเริ่มต้นและเชื่อมต่อระหว่างส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิตกับส่วนที่มีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศ



# ผู้บริโภค (consumer)

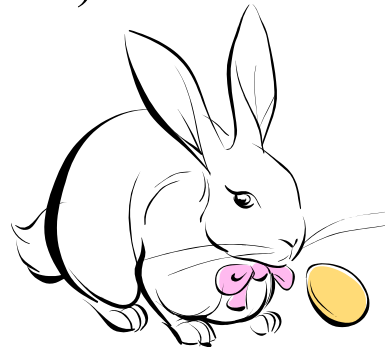
- คือสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ด้วยตนเอง (heterotroph) ดำรงชีวิตอยู่ด้วยการกินสิ่งมีชีวิตอื่น ได้แก่สัตว์ต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็นชั้นๆ ดังนี้ผู้บริโภค

สัตว์กินพืช (herbivores) เช่น กระทิง วัว ม้า ตั๊กแตน เป็นต้น

สัตว์กินสัตว์ (carnivores) เช่น เสือ สิงโต หมาป่า งู เป็นต้น

สัตว์กินทั้งสัตว์และพืช (omnivores) เช่น ไก่ คน นก เต่า เป็นต้น

สัตว์กินซาก (detritivore) เช่น แร้ง แมลงวัน ไส้เดือนดิน เป็นต้น



# ผู้ย่อยสลาย (decomposer)

- ได้แก่ รา แบคทีเรีย/จุลินทรีย์ อาศัยอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่นที่ตายไปแล้ว โดยการย่อยสลายสารประกอบเชิงซ้อนเหล่านั้น (อินทรีย์สาร) เสียก่อนแล้ว จึงดูดซึมส่วนที่ย่อยสลายได้ไปใช้เป็นสารอาหารบางส่วนส่วนที่เหลือจะปลดปล่อยออกไปสู่ดินเป็นประโยชน์แก่ผู้ผลิตต่อไป



# ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ

## 1. ภาวะพึ่งพา ( Mutualism )

สัญลักษณ์ : เมื่ออยู่ด้วยกัน +,+ เมื่อแยกจากกัน -,-

หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด โดยต่างก็ได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน หากแยกกันอยู่จะไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ เช่น

ไลเคนส์ ( Lichens), โพรโทซัวในลำไส้ปลวก ,แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์, สาหร่ายซูแซนเทลลีกับปะการัง





# ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน ( Protocooperation)

- สัญลักษณ์ : เมื่ออยู่ด้วยกัน  $+,+$  เมื่อแยกจากกัน  $0,0$
- หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด โดยก็ได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน แม้แยกกันอยู่ก็สามารถดำรงชีวิตได้ตามปกติ เช่น แมลงกับดอกไม้, นกเอี้ยงกับควาย เป็นต้น



# ภาวะอิงอาศัยหรือภาวะเกื้อกูล (Commensalism)

- สัญลักษณ์ : เมื่ออยู่ด้วยกัน  $+ , 0$  เมื่อแยกจากกัน  $- , 0$   
หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด โดยฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์  
อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ เช่น ฉลามกับเหาฉลาม  
พืชอิงอาศัย (epiphyte) บนต้นไม้ใหญ่



# ภาวะปรสิต (Parasitism)

- สัญลักษณ์ : เมื่ออยู่ด้วยกัน +,- เมื่อแยกจากกัน -,0
- หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด โดยฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ เรียกว่า ปรสิต (parasite) อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์เรียกว่าผู้ถูกอาศัย (host) เช่น เห็บ เหา ไร หมัด บนร่างกายสัตว์  
พยาธิ ในร่างกายสัตว์



# ภาวะล่าเหยื่อ (Predation)

- สัญลักษณ์ : เมื่ออยู่ด้วยกัน +,- เมื่อแยกจากกัน -,+
- หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตโดยฝ่ายหนึ่งจับอีกฝ่ายหนึ่งเป็นอาหาร เรียกว่า ผู้ล่า (**predator**) ส่วนฝ่ายที่ถูกจับเป็นอาหารหรือถูกล่า เรียกว่า เหยื่อ (**prey**) เช่น กบกับแมลง เหยี่ยวกับหนู เป็นต้น



# ภาวะแข่งขัน (Competition)

- สัญลักษณ์ : เมื่ออยู่ด้วยกัน -,- เมื่อแยกจากกัน 0,0
- หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่มีการแย่งปัจจัยในการดำรงชีพเหมือนกันจึงทำให้เสียประโยชน์ทั้งสองฝ่าย เช่น เสือ, สิงโต, สุนัขป่าแย่งชิงกันครอบครองที่อยู่อาศัยหรืออาหารพืชหลายชนิดที่เจริญอยู่ในบริเวณเดียวกัน เป็นต้น



# การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

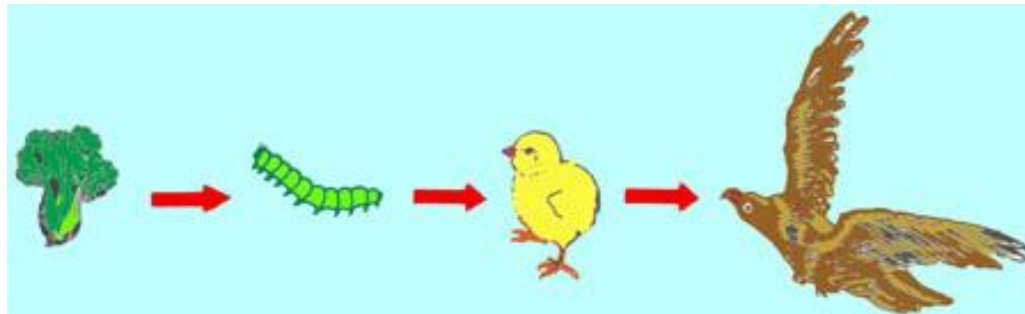
1. ห่วงโซ่อาหาร (food chain) คือ การกินต่อกันเป็นทอดๆ มีลักษณะเป็นเส้นตรง สิ่งมีชีวิตหนึ่งมีการกินอาหารเพียงชนิดเดียว ซึ่งเขียนเป็นลูกศรต่อกัน แบ่งออกเป็น 3 แบบ

1.1 ห่วงโซ่อาหารแบบจับกิน (Predator chain)

1.2 ห่วงโซ่อาหารแบบย่อยสลาย หรือแบบเศษอินทรีย์

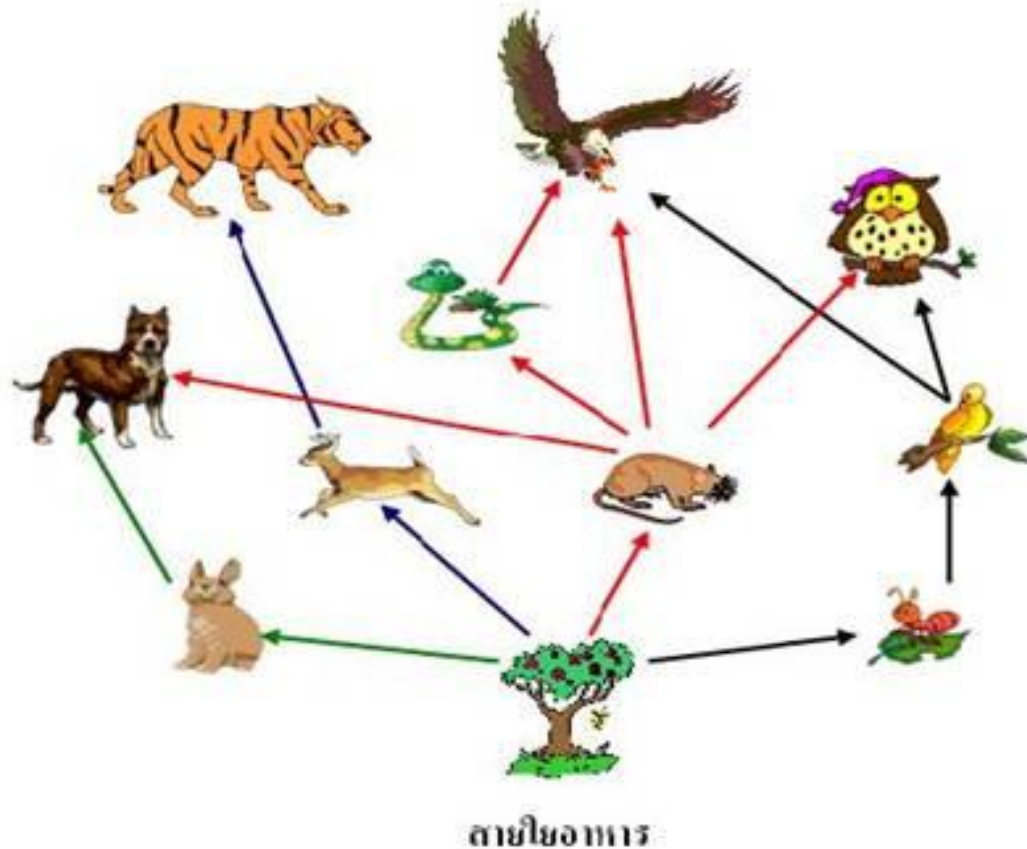
(Saprophytic chain or detritus chain)

1.3 ห่วงโซ่อาหารแบบพาราสิต (Parasitic chain)



# สายใยอาหาร (Food web)

- สายใยอาหาร หมายถึง การถ่ายทอดพลังงานเคมีในรูปอาหารระหว่างสิ่งมีชีวิตหลายๆ ชนิดมารวมกัน ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานที่ซับซ้อน



# พีรามิดอาหาร (Food pyramid)

- การถ่ายทอดพลังงานสามารถอธิบายในรูปของแผนภาพรูปแท่งซ้อนๆ กัน โดยให้ผู้ผลิตเป็นแท่งอยู่ระดับต่ำสุด และสิ่งมีชีวิตที่ลำดับของอาหารสูงขึ้นไปจะอยู่สูงขึ้นไปตามลำดับชั้น ทำให้ได้พีรามิด แบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่

พีรามิดแสดงจำนวน (Pyramid of number)

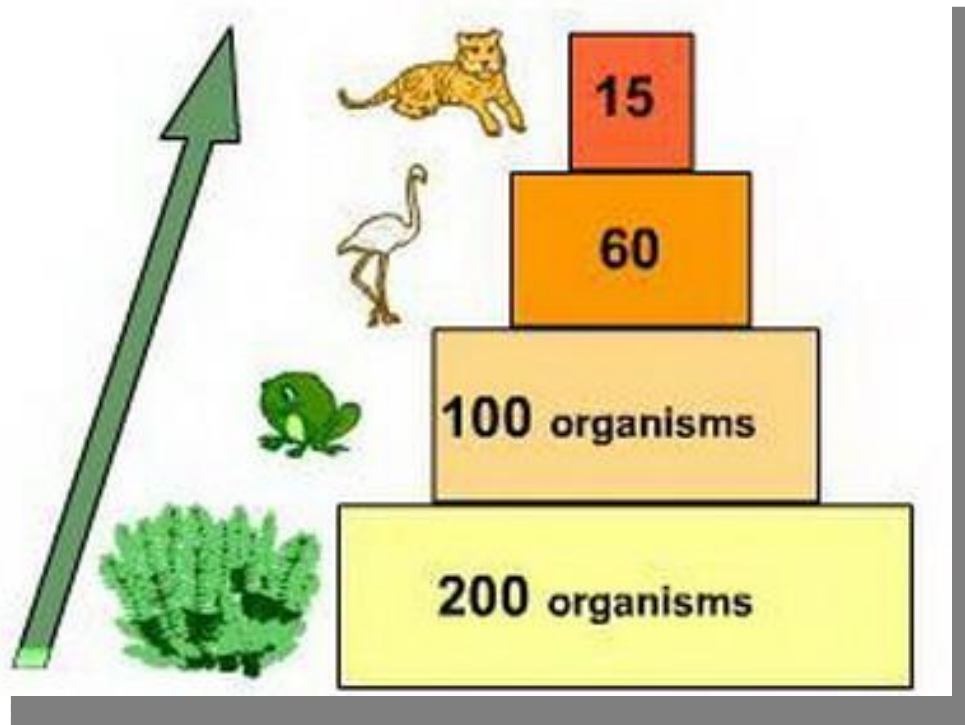
พีรามิดน้ำหนักหรือมวลของสิ่งมีชีวิต (Pyramid of biomass)

พีรามิดแสดงพลังงาน (Pyramid of Energy)



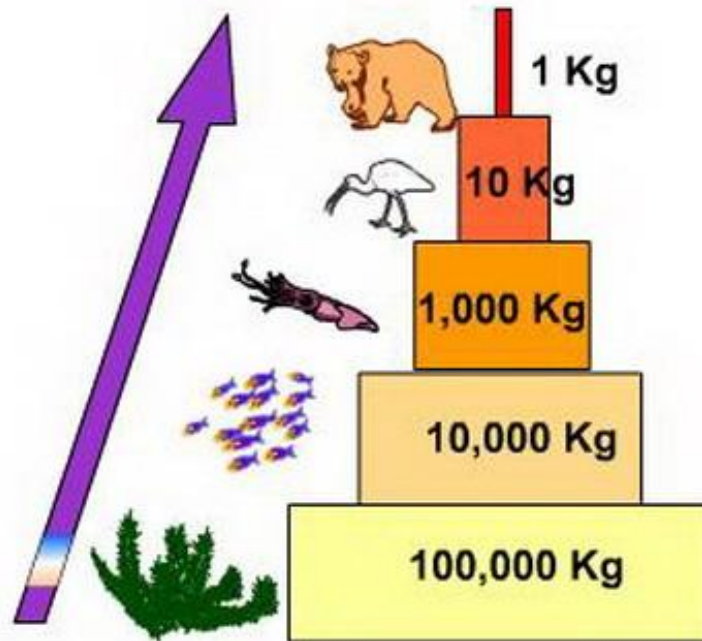
# พีระมิดแสดงจำนวน (Pyramid of number)

ใช้จำนวนของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ มาสร้างพีระมิด มีหน่วยเป็นจำนวนต่อตารางเมตร วัดได้ด้วยวิธีการนับ



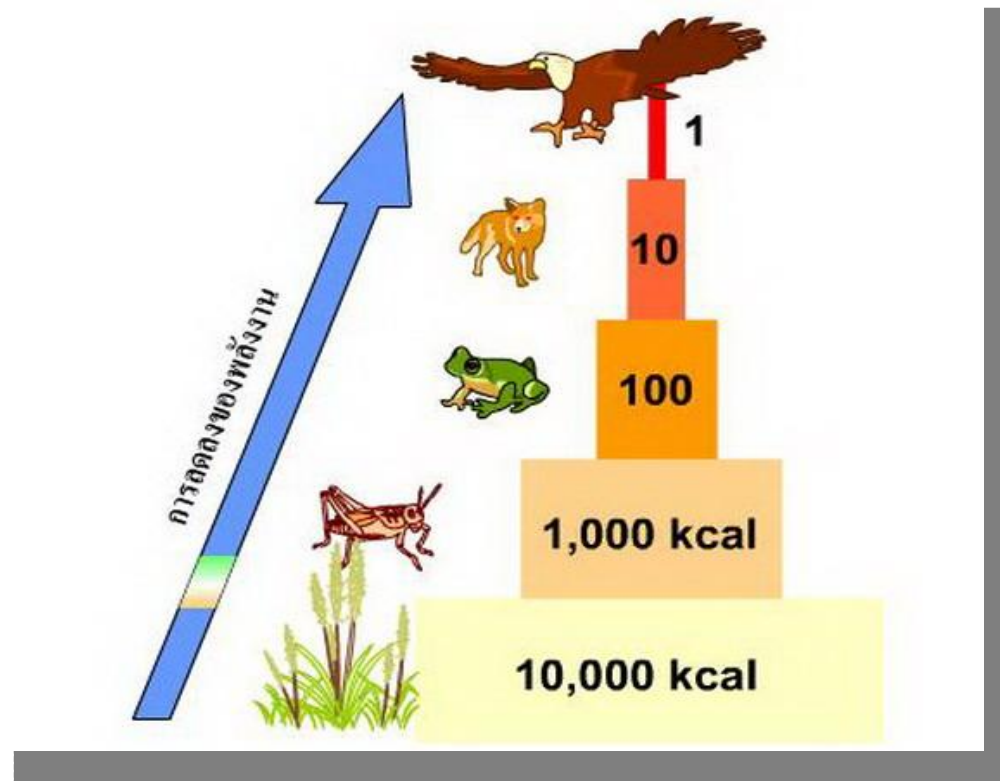
# พีระมิดมวลของสิ่งมีชีวิต (Pyramid of mass)

ใช้มวลชีวภาพหรือเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดในรูปของ  
น้ำหนักแห้งมาสร้างพีระมิด มีหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร



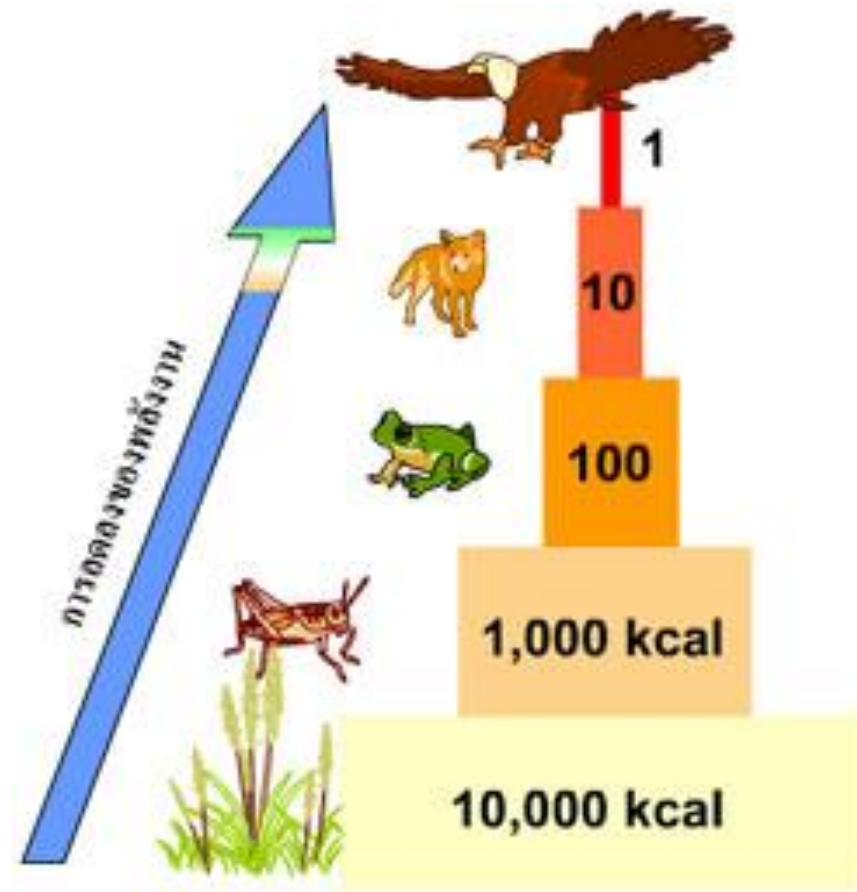
# พีระมิดพลังงานของสิ่งมีชีวิต (Pyramid of energy)

เป็นพีระมิดที่ใช้ปริมาณพลังงานของแต่ละลำดับชั้นอาหาร  
มาสร้างพีระมิด มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรีต่อตารางเมตรต่อปี

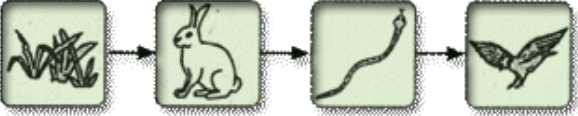
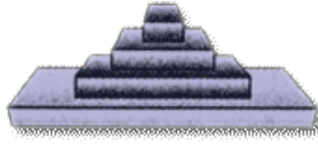

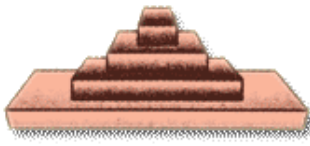

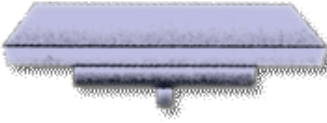
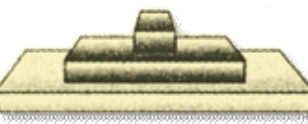
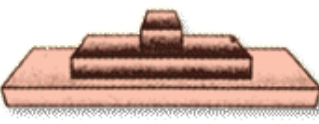

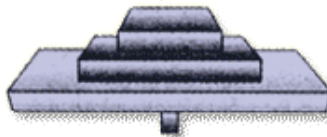
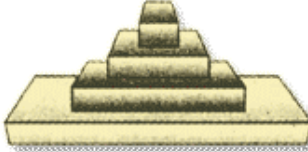
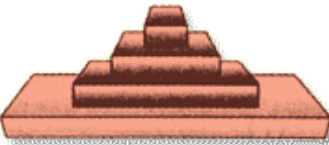

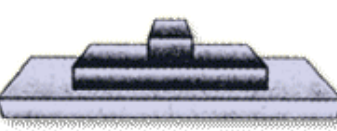
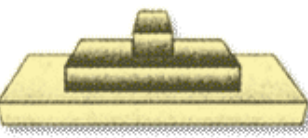
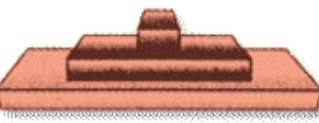


# กฎสิบเปอร์เซ็นต์ (Ten percent law)

- “กฎ 10 เปอร์เซ็นต์” มีใจความสรุปว่า “พลังงานศักย์ที่สะสมในรูปเนื้อเยื่อของผู้บริโภคแต่ละลำดับชั้นจะน้อยกว่า พลังงานศักย์ที่สะสมในเนื้อเยื่อผู้บริโภคลำดับชั้นต่ำกว่าที่ติดกันลงมาประมาณ 10 เท่า”



# พีรามิดอาหาร (Food pyramid)

ห่วงโซ่อาหาร	พีระมิดจำนวน	พีระมิดมวล	พีระมิดพลังงาน
 <p>หญ้า      กระต่าย      งู      เหยี่ยว</p>			
 <p>ต้นไม้      เพลี้ย      ปรสิต</p>			
 <p>ต้นไม้      เพลี้ย      เต่าทอง      นก</p>			
 <p>หญ้า      ม้าลาย      ปรสิต</p>			

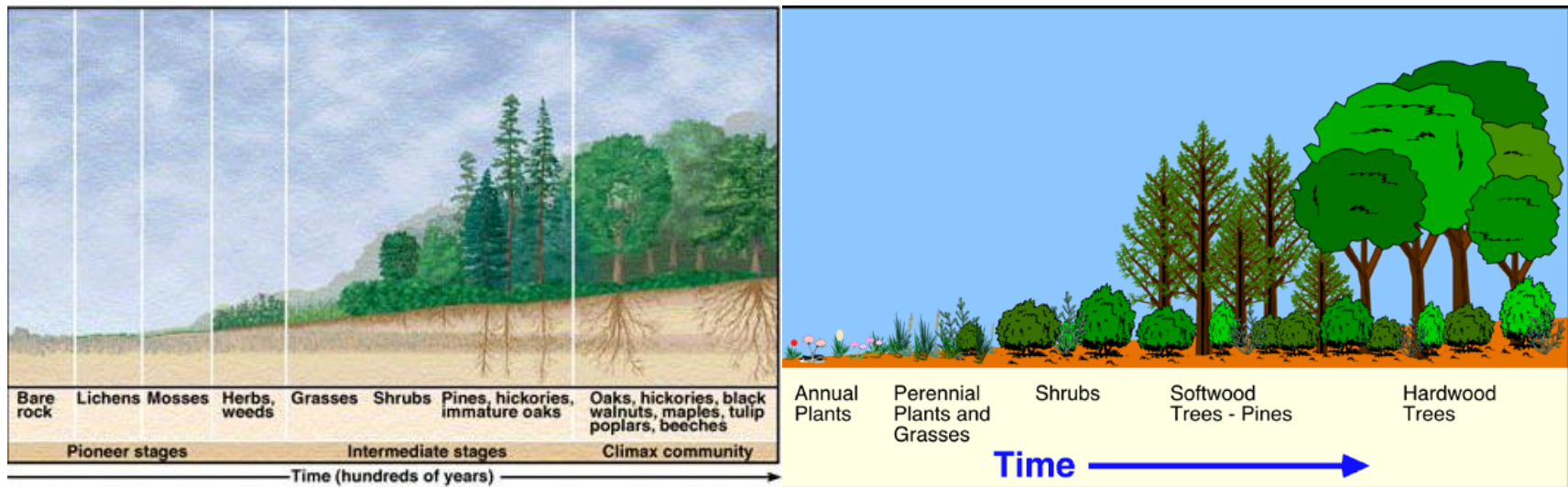
# การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ (Ecological Succession)

- คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ เช่น มีสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้น เกิดชุมชนใหม่ มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนชนิดของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในชุมชนแห่งนั้นไปด้วย
- สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนระบบนิเวศมี 4 ประการ คือ
  1. ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา (Geological Cycle)
  2. ปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศอย่างรุนแรง ทำให้เกิดภัยวิบัติต่าง ๆ
  3. ปัจจัยจากการกระทำของมนุษย์ (Human Factor)
  4. ปฏิกริยาของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อแหล่งที่อยู่อาศัย

# การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ (Ecological Succession)

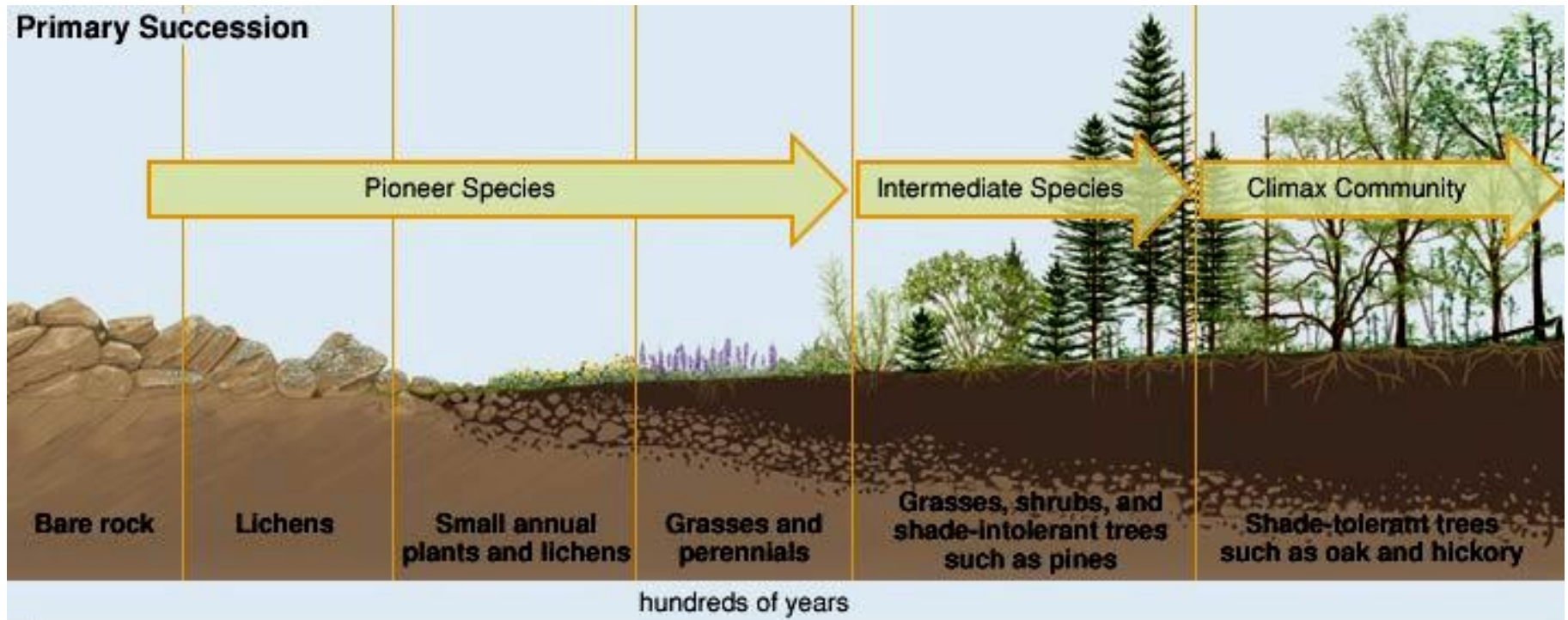
การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศอาจจำแนกเป็น 2 ชั้น ได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ขั้นปฐมภูมิ (Primary succession)
2. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ขั้นทุติยภูมิ (Secondary succession)



# การเปลี่ยนแปลงแทนที่ขั้นปฐมภูมิ (Primary Succession)

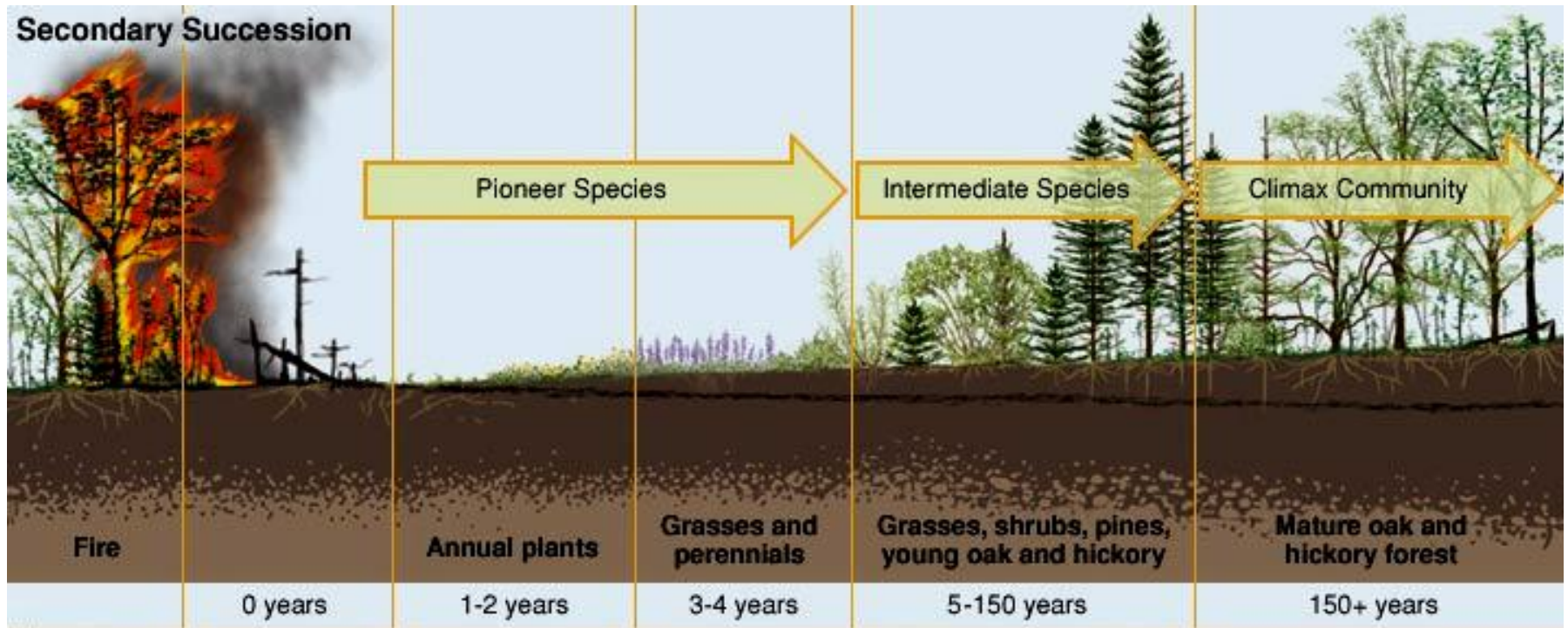
- เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในแหล่งที่ไม่เคยปรากฏสิ่งมีชีวิตใด ๆ มาก่อน เช่น บริเวณภูเขาไฟระเบิดใหม่ การเกิดแหล่งน้ำใหม่ เราเรียกสิ่งมีชีวิตชนิดแรกนี้ว่า **ผู้บุกเบิก (Pioneer succession)**





# การเปลี่ยนแปลงแทนที่ขั้นทุติยภูมิ (Secondary Succession)

- เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในแหล่งที่เคยมีสิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ก่อนแล้วแต่ถูกทำลายไป จึงมีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ขึ้นใหม่เพื่อกลับเข้าสู่สภาพสมดุล สิ่งมีชีวิตที่เข้าไปอยู่ใหม่ไม่จำเป็นต้องมีการปรับตัวมากนัก เพราะอาศัยอินทรีย์สารในระบบนิเวศเดิม



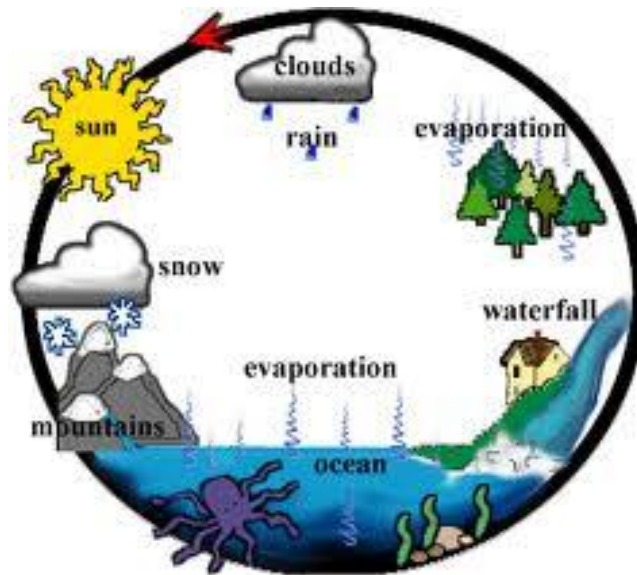
# ประโยชน์ของระบบนิเวศ

1. ด้านการพักผ่อนหย่อนใจ
2. คุณค่าทางด้านการสร้างแหล่งที่อยู่อาศัย (Habitat)
3. ทางการศึกษาสภาวะแวดล้อม สภาพของระบบนิเวศหรือองค์ประกอบแต่ละส่วนของระบบนิเวศ
4. ทางการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์
5. คุณค่าทางด้านการอนุรักษ์



# วัฏจักรของสาร (Biogeochemical cycle)

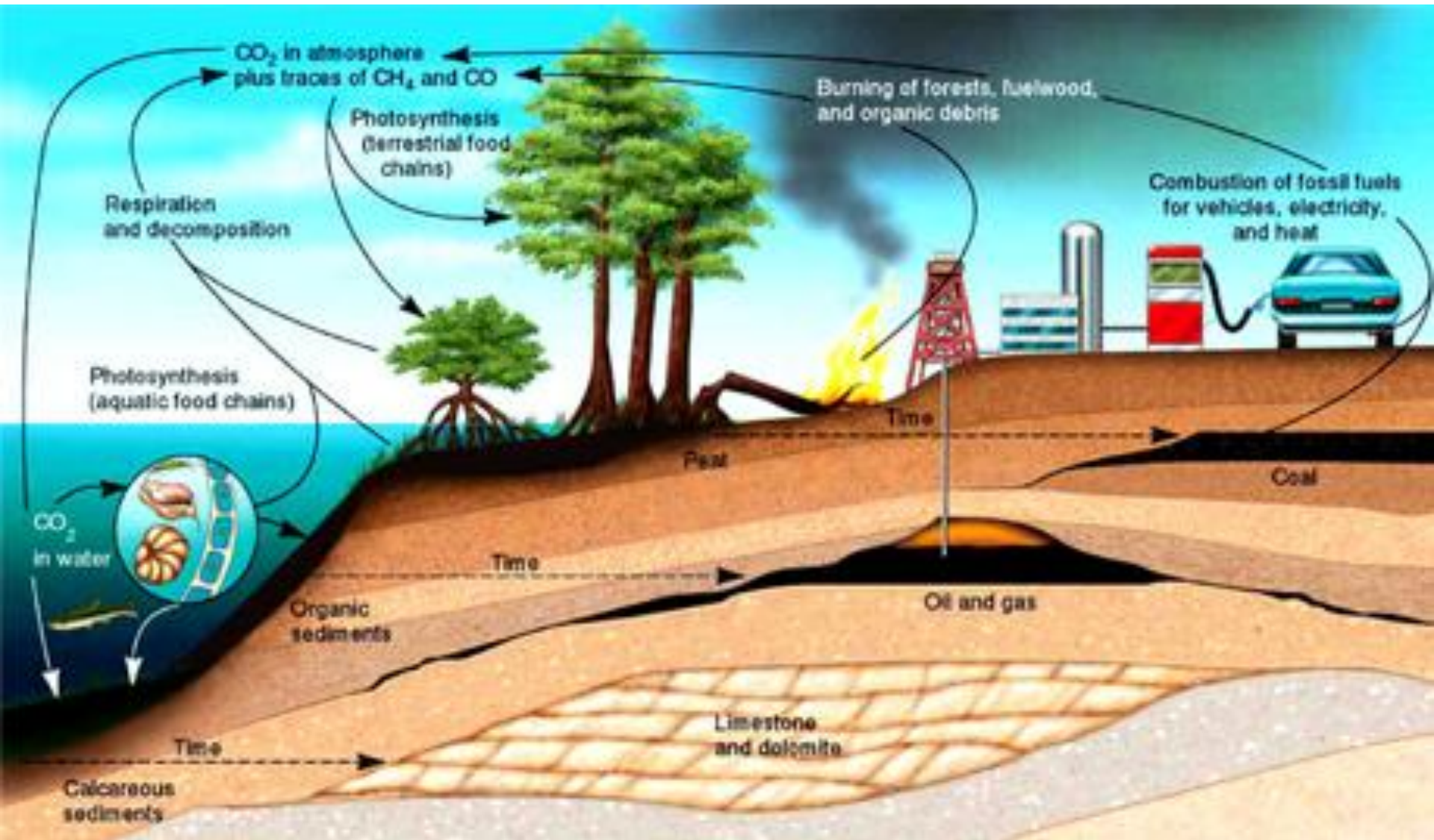
- หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสารหนึ่งไปอีกสารหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลง ของสารจากสารหนึ่ง ไปยังอีกสารหนึ่ง โดยการเปลี่ยนตำแหน่งจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่ง หนึ่งหรือจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปยังอีกชนิดหนึ่ง แต่ในที่สุดจะหมุนเวียนกลับไปยังสภาพเดิมอีก



# วัฏจักรคาร์บอน (Carbon cycle)

- หมายถึง การที่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศถูกนำเข้าสู่สิ่งมีชีวิตหรือออกจากสิ่งมีชีวิตคืนสู่บรรยากาศ
- แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ในบรรยากาศและน้ำถูกนำเข้าสู่สิ่งมีชีวิตผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ( $\text{CO}_2$ ) จะถูกเปลี่ยนเป็นอินทรีย์สารต่อมาอินทรีย์สารที่พืชสะสมไว้บางส่วนถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคในระบบต่างๆ โดยการกิน  $\text{CO}_2$  ออกจากสิ่งมีชีวิตคืนสู่บรรยากาศและน้ำได้หลายทาง ได้แก่ การหายใจของพืชและสัตว์ การย่อยสลายสิ่งขับถ่ายของสัตว์และซากพืชซากสัตว์ การเผาไหม้ของถ่านหิน น้ำมัน และคาร์บอนเนต

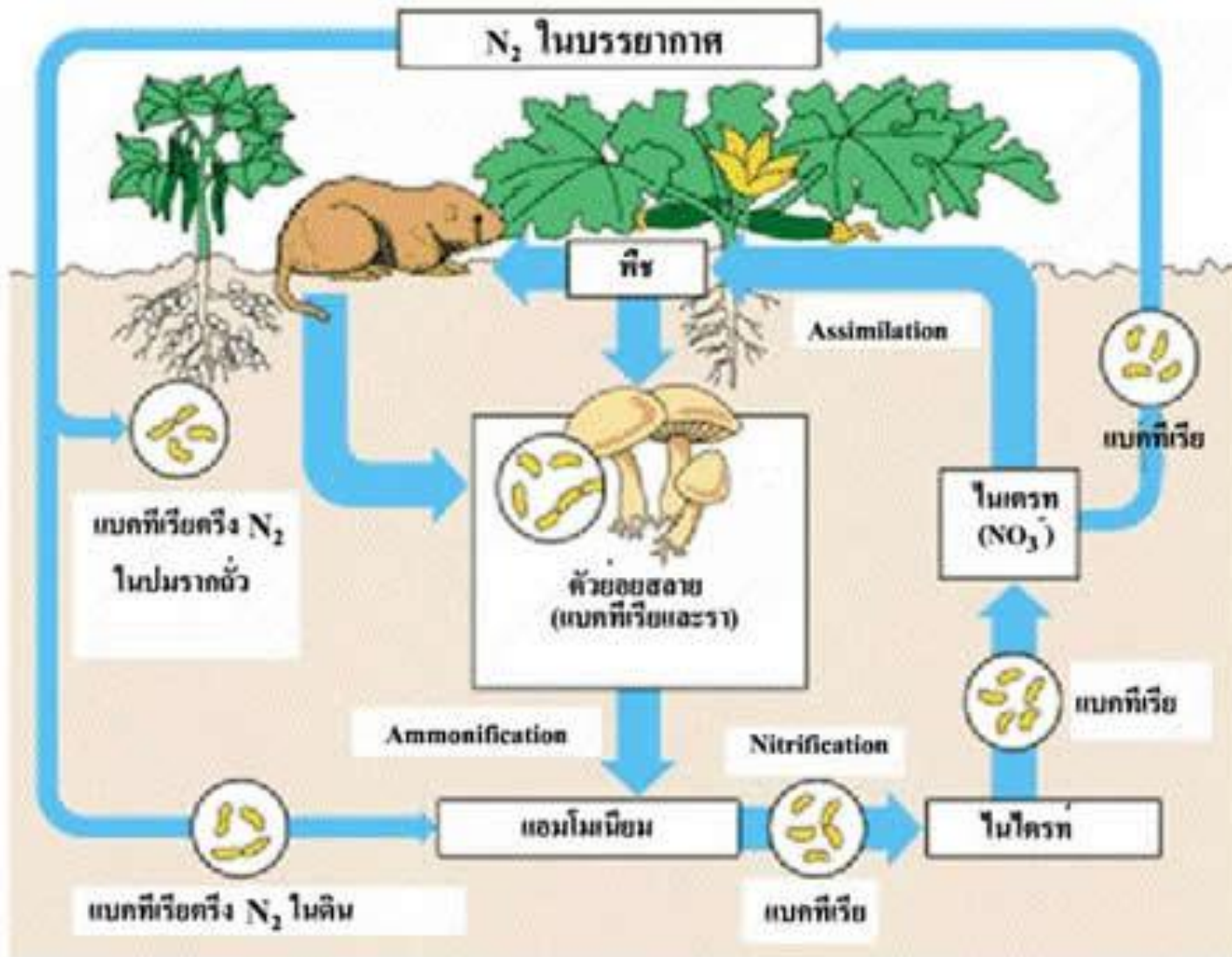
# วัฏจักรคาร์บอน (Carbon cycle)



# วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle)

- วัฏจักรนี้จึงประกอบด้วยขบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixation) ขบวนการสร้างแอมโมเนีย (Ammonification) ขบวนการสร้างไนเตรด (Nitrification) และขบวนการสร้างไนโตรเจน (Denitrification) ขบวนการเหล่านี้จะต้องอาศัยแบคทีเรีย จุลินทรีย์อื่นๆ จำนวนมาก พืชจะดูดซึมสารประกอบไนโตรเจน แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นโปรตีน ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

# วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle)



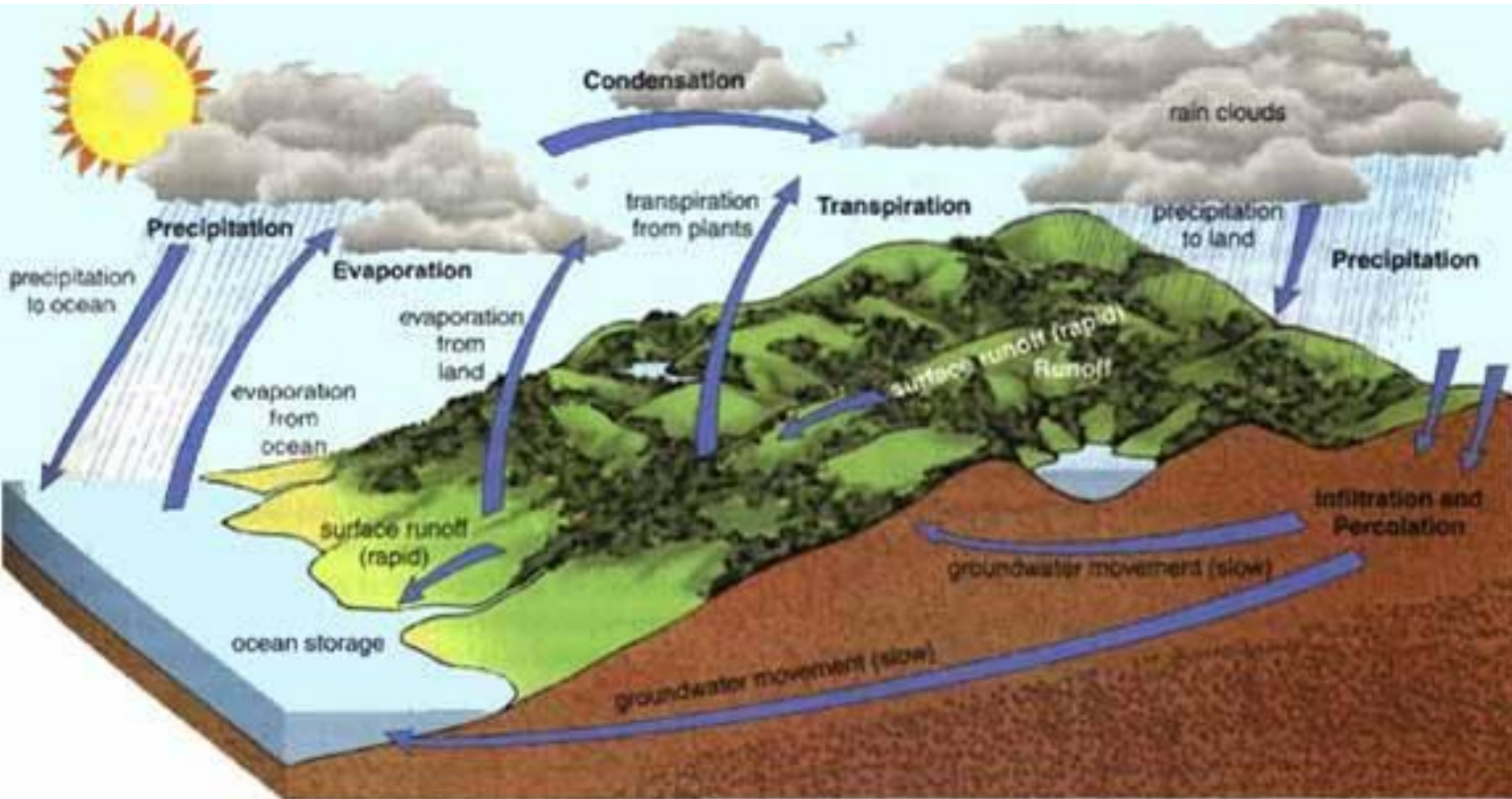
# วัฏจักรน้ำ (Water cycle)

วัฏจักรน้ำของน้ำแบ่งได้ 2 แบบ ดังนี้

1. **วัฏจักรสั้น (Short cycle)** เป็นวัฏจักรที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มจากพื้นน้ำ และพื้นดินระเหย กลายเป็นไอลอยขึ้นไปในบรรยากาศแล้วกลั่นตัว กลายตกลงมาเป็นน้ำฝนหมุนเวียนกลับ สู่พื้นดินและพื้นน้ำต่อไป
2. **วัฏจักรยาว (Long cycle)** เป็นวัฏจักรที่เกี่ยวกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรนี้เริ่มจากน้ำ ซึ่งอยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ น้ำที่ได้จากการคายน้ำของพืชจากการหายใจ จากร่างกายของพืชและสัตว์ เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง ในน้ำในร่างกายจะระเหยกลายเป็นไอลอยตัวอยู่ในบรรยากาศแล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตกลงมาเป็นฝน หมุนเวียนกลับคืนสู่พื้นน้ำพื้นดิน และสิ่งมีชีวิตอีกด้วย หมุนเวียนเป็นวัฏจักรอย่างนี้เรื่อยไป



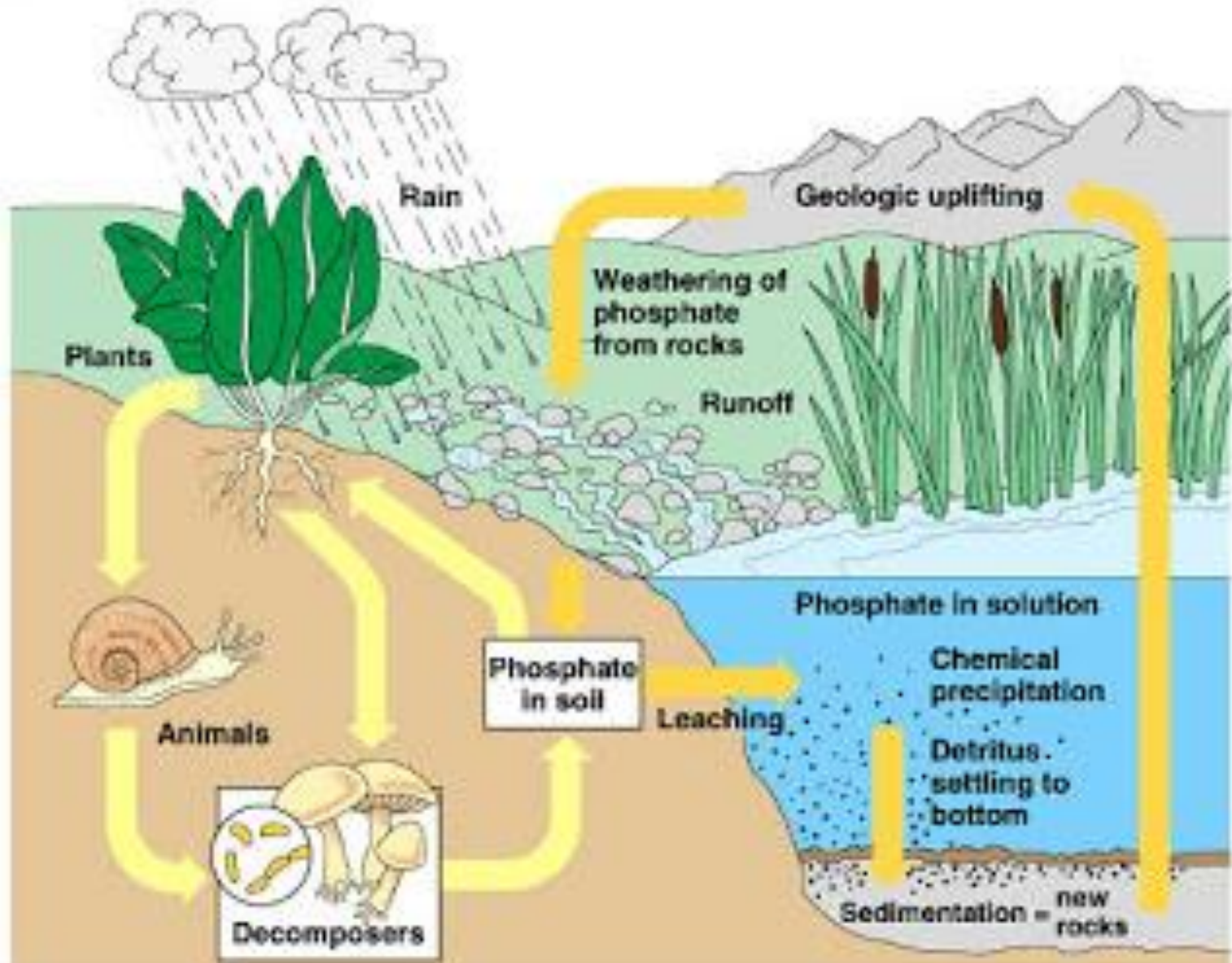
# วัฏจักรน้ำ (Water cycle)



# วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus cycle)

- ฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เพราะเป็นองค์ประกอบของ DNA, RNA และ ATP ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่ฟอสเฟต เมื่อถูกกัดกร่อนโดยน้ำและกระแสลมปะปนอยู่ในดิน แล้วถูกน้ำชะล้างให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้และถ่ายทอดไปในระบบนิเวศตามห่วงโซ่อาหาร นอกจากพืชแล้วสิ่งมีชีวิตในทะเลนำมาใช้ถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร เมื่อสัตว์พวกนี้ตายลง เกิดการสะสมในมูลสัตว์ส่วนที่ละลายน้ำได้จะถูกพัดพาไปหมด คงเหลือไว้แต่ธาตุฟอสฟอรัสที่สลายตัวยาก นำมาใช้ไม่ได้ จากนั้นจะเริ่มวัฏจักรใหม่อีก

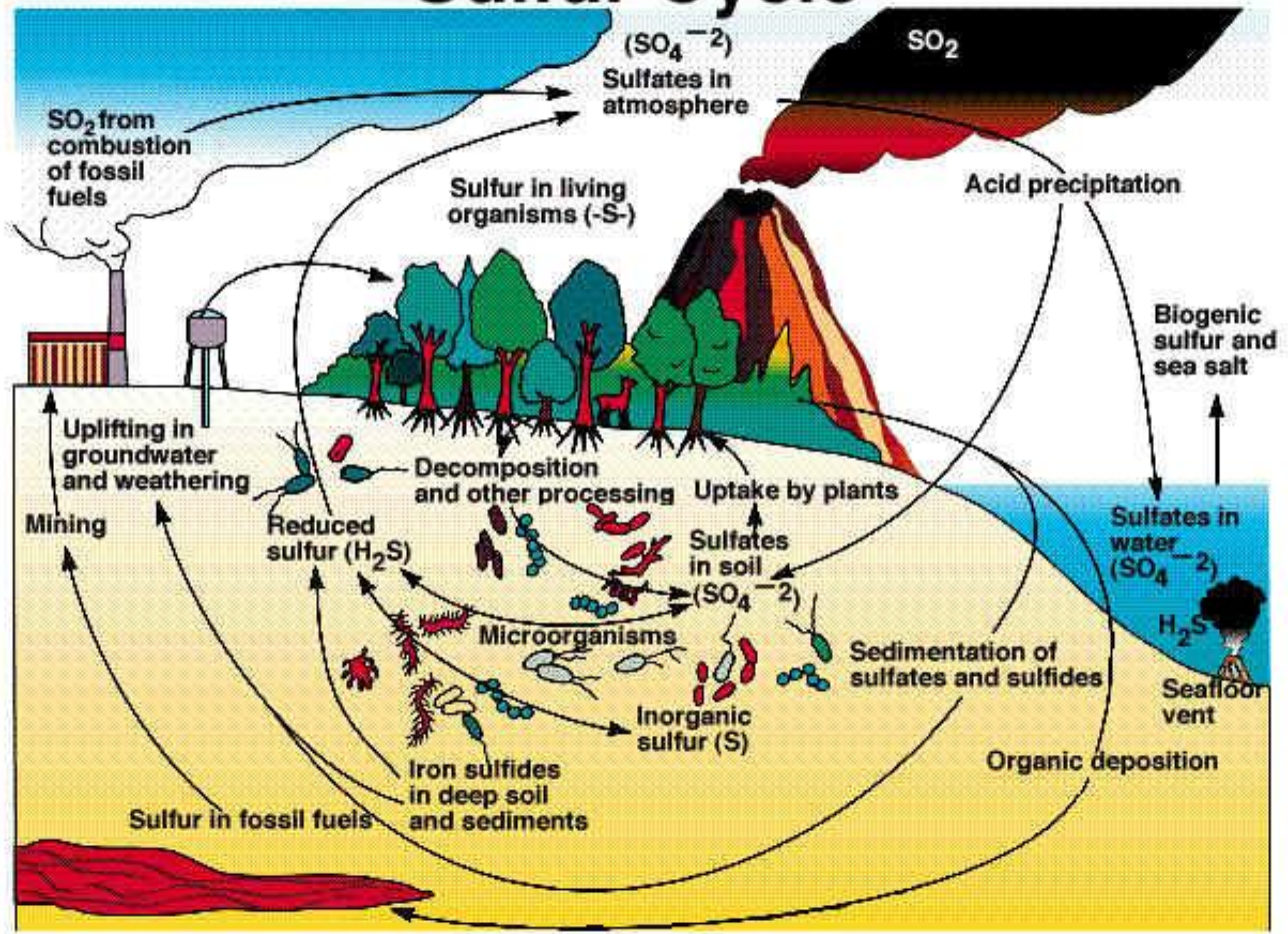
# วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus cycle)



# วัฏจักรซัลเฟอร์ (Sulfur Cycle)

สารประกอบอินทรีย์ในพืชและสัตว์จะถูกย่อยสลายเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยปฏิกิริยาของแบคทีเรียและถูกเปลี่ยนต่อจนกลายเป็นซัลเฟต ซึ่งพืชจะนำกลับไปใช้ได้กักมันในซากของพืชและสัตว์บางส่วนจะถูกสะสมและถูกตรึงไว้ในถ่านหิน และน้ำมันปิโตรเลียม เมื่อมีการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ได้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $\text{SO}_2$ ) เมื่อแก๊สนี้อยู่ในบรรยากาศจะรวมตัวกับละอองน้ำตกลงมาเป็นเม็ดฝนของกรด กักมันหรือกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ซึ่งจะกัดและทำให้ สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ สึกกร่อนและเป็นอันตรายต่อการหายใจของคน

# Sulfur Cycle



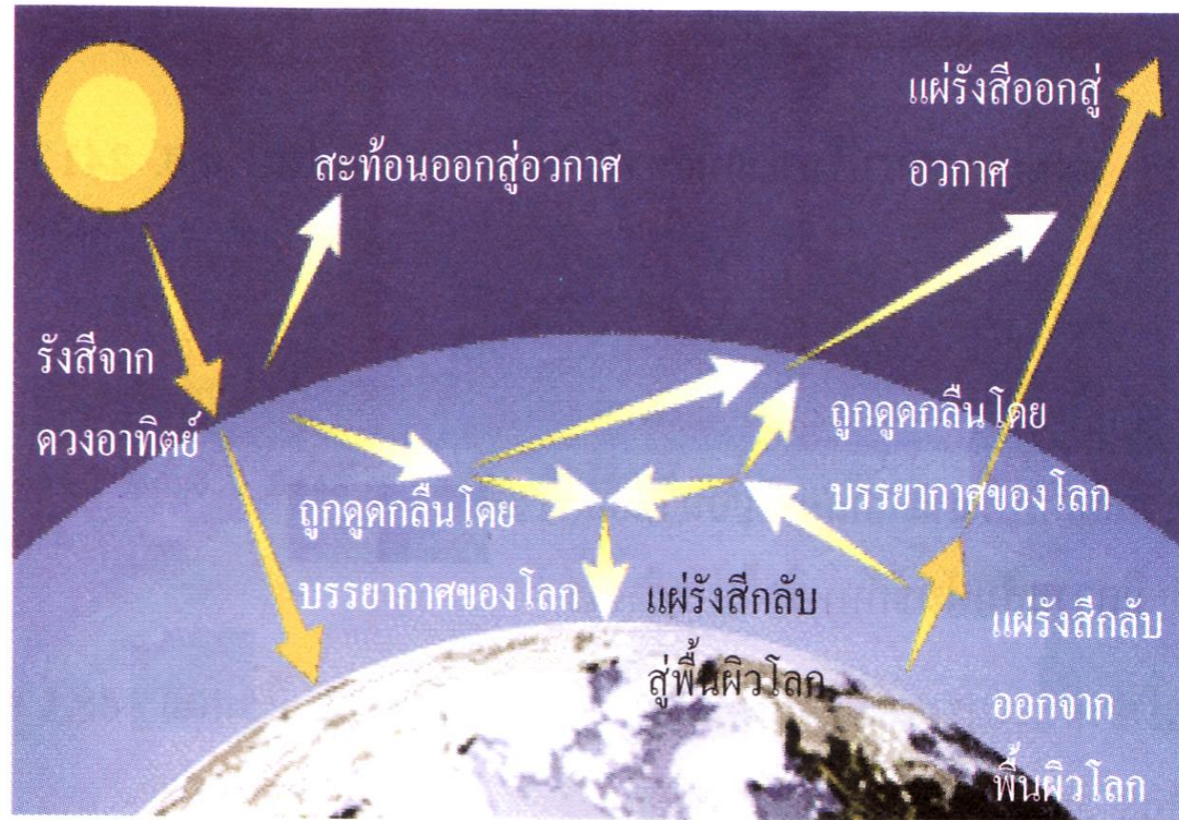
# ภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น

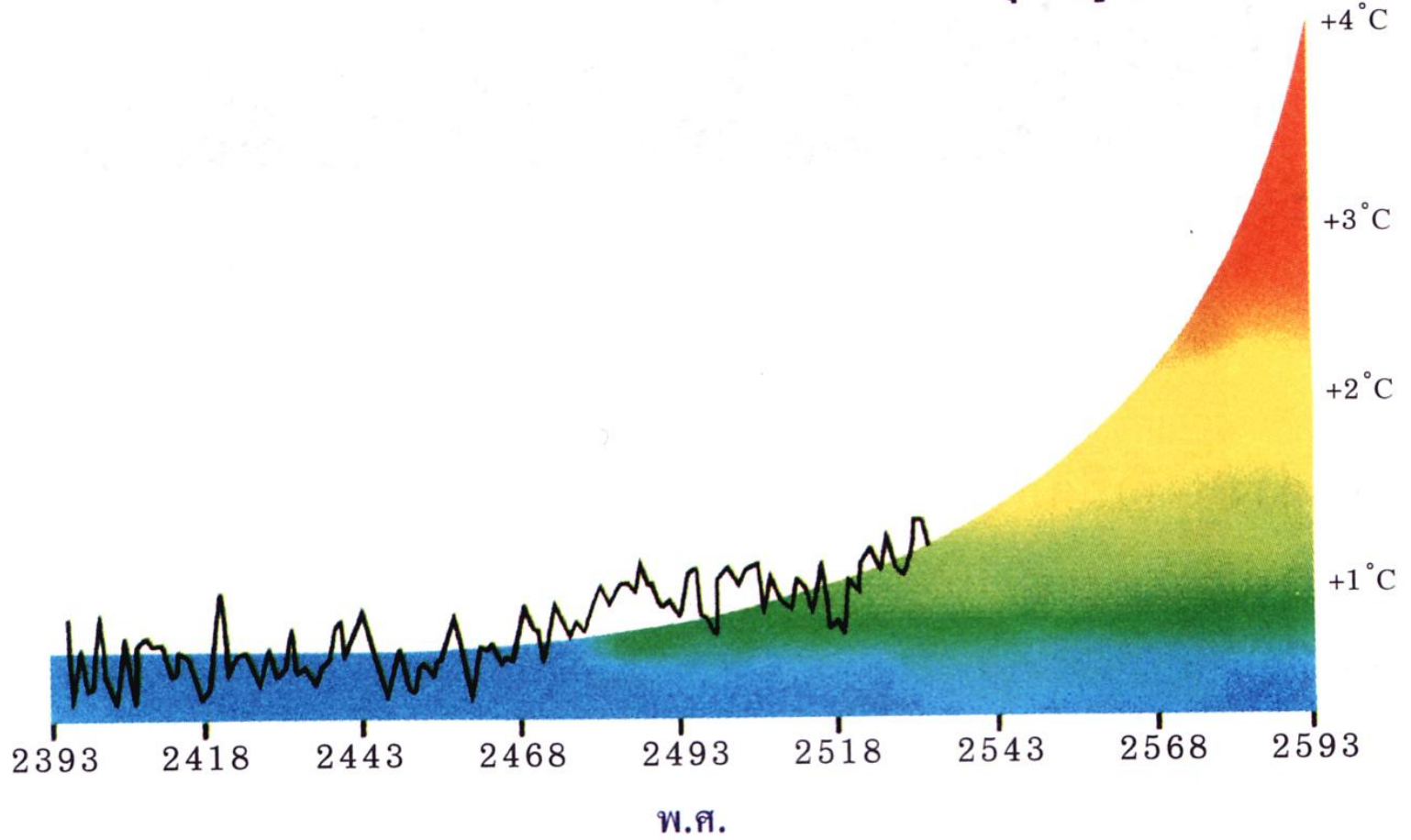


# ปรากฏการณ์เรือนกระจก

หมายถึง การที่ชั้นบรรยากาศ  
ของโลกยอมให้รังสีคลื่นสั้น  
จากดวงอาทิตย์มายังโลก  
แต่จะดูดกลืนรังสีของโลก  
ไม่ให้ออกนอกบรรยากาศ

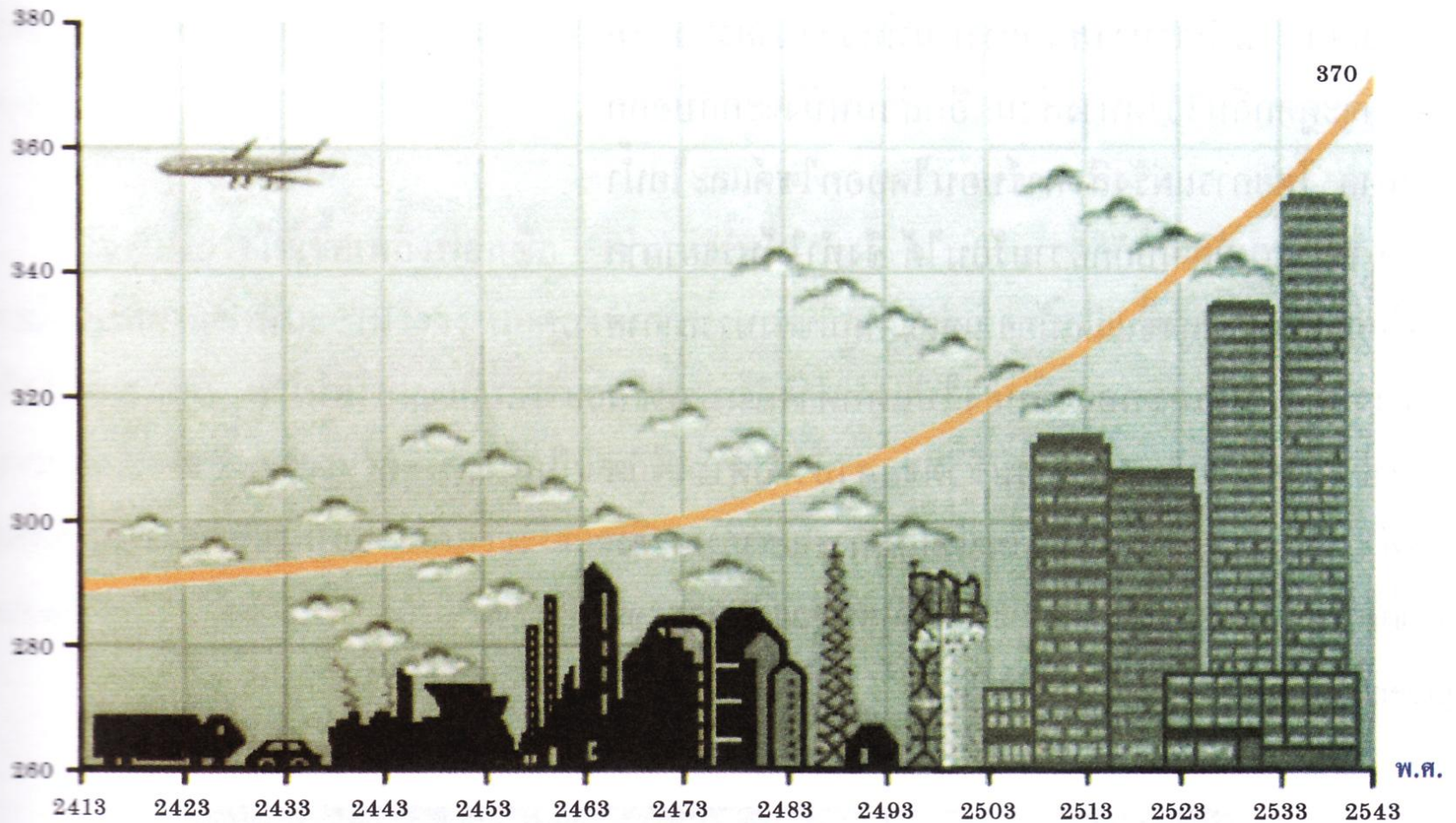


# อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป (°C)





# ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)



# ๗ แก๊สเรือนกระจก

1. **แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์** เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โรงงานอุตสาหกรรม และการตัดไม้ทำลายป่า



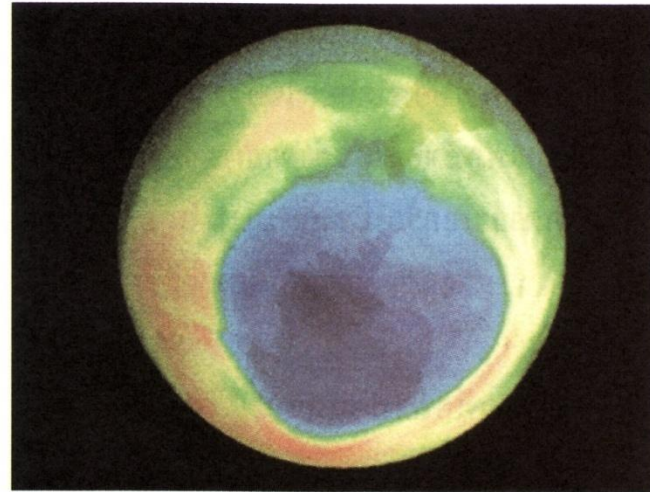
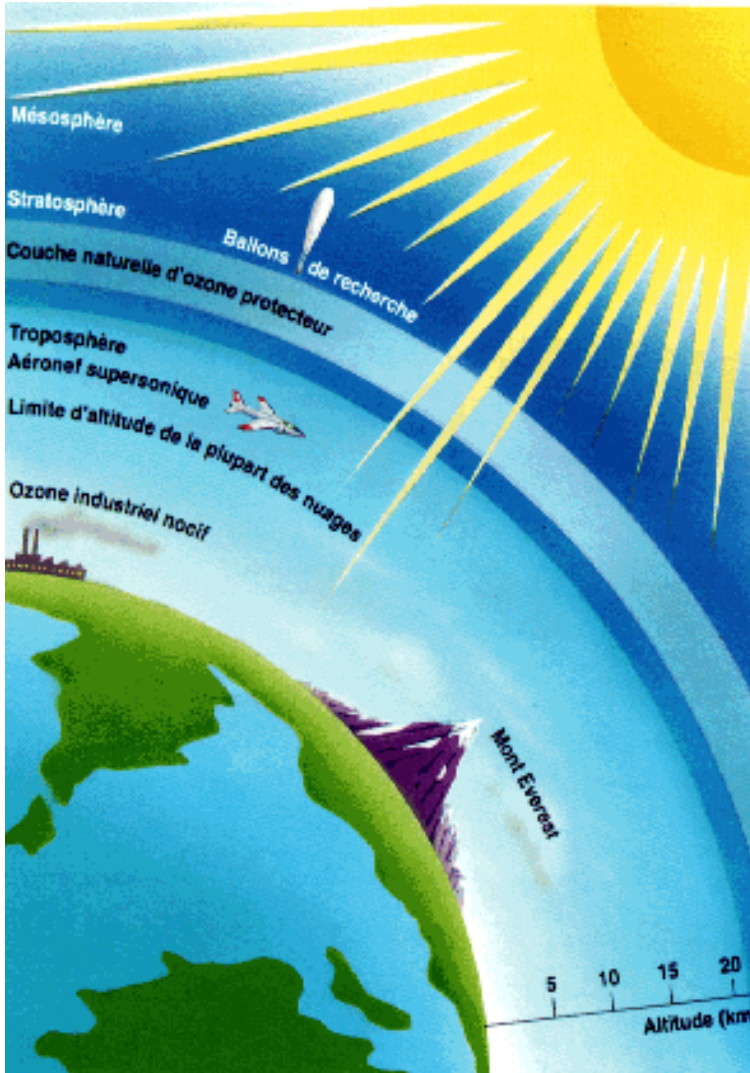
2. **แก๊สมีเทน** เกิดจากการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ที่มีน้ำขัง เช่น นาข้าว



3. **แก๊สไนตรัสออกไซด์** เกิดจากอุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริก ในกระบวนการผลิต และการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการเกษตรกรรม



# การทำลายชั้นโอโซน



ภาพ 1.29 รอยรั่วของโอโซนในบรรยากาศเหนือทวีปแอนตาร์กติกา

สาร CFCs ทำลายชั้นโอโซน





**STOP**  
**global warming**

[blogs.sanook.com/gootum](http://blogs.sanook.com/gootum)



**REPAIR**  
**REJECT**



- ที่มา

- <http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi1/ecosystem/b3.htm>
- [http://www.thaigoodview.com/library/contest2551/science03/09/2/ecosystem/html/topic01\\_1.html](http://www.thaigoodview.com/library/contest2551/science03/09/2/ecosystem/html/topic01_1.html)
- <http://surattana64.blogspot.com/p/ecosystem.html>
- <http://eduvc.oas.psu.ac.th/~user18/content%202.html>
- [http://www.rmuti.ac.th/user/thanyaphak/Web%20EMR/Web%20IS%20Environment%20gr.2/T\\_6/6\\_2.HTM](http://www.rmuti.ac.th/user/thanyaphak/Web%20EMR/Web%20IS%20Environment%20gr.2/T_6/6_2.HTM)
- <http://www.thaigoodview.com/library/contest2551/science03/26/2/ecology/content/cycle.html>