

บทที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ความหมายของนิเวศวิทยา

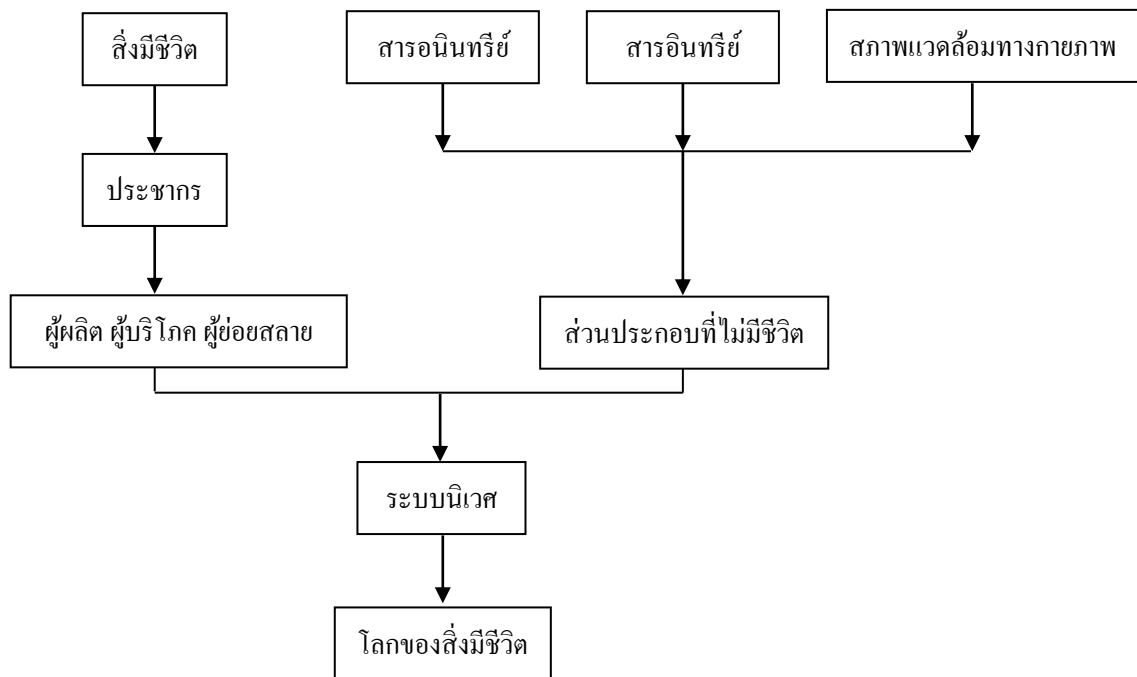
นิเวศวิทยา (ecology) มาจากคำภาษากรีกสองคำคือ Eco (okios) หมายถึง ที่อยู่หรือบ้าน กับ ology ซึ่งแปลว่า ศึกษา รวมความแล้วหมายถึง ศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาเรื่องบ้าน ซึ่งบ้านในที่นี้หมายถึงธรรมชาติ หรือการศึกษาที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ที่มีต่อกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ในแง่ของอิทธิพลของทั้งสองสิ่งที่มีต่อกันและกันนั่นเอง

ระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ หมายถึง ระบบที่มีความสลับซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันและการกระทำร่วมกัน ไม่ว่าจะป็นระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันหรือกับสิ่งไม่มีชีวิตในพื้นที่หรืออาณาเขตหนึ่งอาณาเขตใด และจะเป็นระบบเปิด เพราะว่ามี การถ่ายทอดพลังงานและแร่ธาตุไปสู่หรือได้จากระบบอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียงหรือห่างไกลอีกด้วย สารและแร่ธาตุอาหารจะเป็นสะพานเชื่อมระหว่างระบบนิเวศแต่ละระบบเข้าด้วยกัน

องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ลักษณะโครงสร้างหรือองค์ประกอบของระบบนิเวศนั้นมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนใหญ่ คือ องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic component) และองค์ประกอบที่มีชีวิต (Biotic component) โดยมีรายละเอียดแต่ละองค์ประกอบดังนี้ (รูปที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของระบบนิเวศ (ดัดแปลงจาก ปรีชาและนางลักษณ์, 2544)

1) องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต แบ่งเป็น 3 พวก

1.1 สารอนินทรีย์ เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและออกซิเจน เป็นต้น

1.2 สารอินทรีย์ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และวิตามิน เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้เกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะ พืช และสัตว์

1.3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น ความเค็ม และความเป็นกรดหรือด่าง ภูมิประเทศ เป็นต้น ซึ่งจะมีผลต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

2) องค์ประกอบที่มีชีวิต แบ่งเป็น 3 พวก คือ

2.1 ผู้ผลิต (producer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้ด้วยตนเองจาก

2.2 ผู้บริโภค (consumer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ เรียกว่า เฮเทอโรโทรฟ (Heterotroph) ซึ่งจะใช้สารอาหารจากผู้ผลิตอีกทีหนึ่ง ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 พวก

2.2.1 ผู้บริโภคชั้นปฐมภูมิ หรือผู้บริโภคอันดับ 1 (primary consumer) คือ พวกที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivores) ได้แก่ สัตว์เคี้ยวเอื้อง แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) คือ พวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กต้องส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ สามารถลอยน้ำได้ และพวกโปรโตซัว สัตว์หน้าดินหรือเบนทอส (benthos) เป็นต้น

2.2.2 ผู้บริโภคชั้นทุติยภูมิ หรือผู้บริโภคอันดับ 2 (secondary consumer) คือ พวกที่กินสัตว์กินพืชอีกทีหนึ่ง คือ สัตว์ผู้กินผู้บริโภคปฐมภูมินั่นเอง เรียกได้อีกอย่างว่าผู้บริโภค (carnivores) ได้แก่ เสือ นกบางชนิด และแมลงที่เป็นผู้ล่าขนาดใหญ่ เป็นต้น

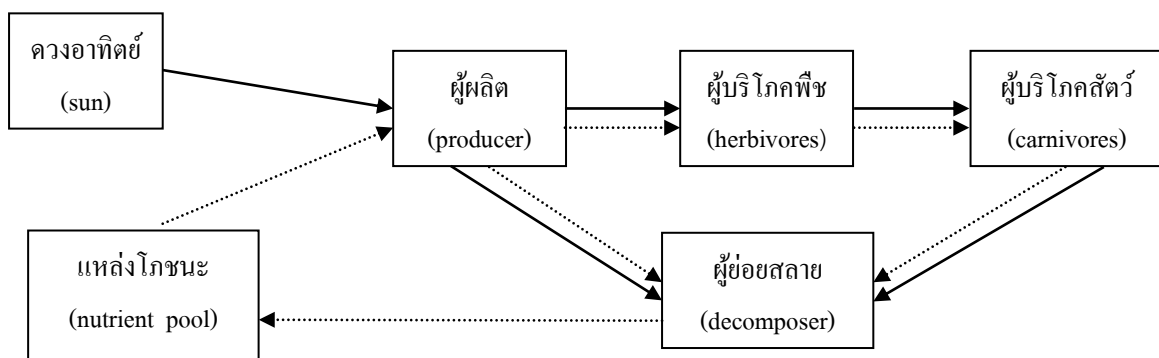
2.2.3 ผู้บริโภคชั้นตติยภูมิ หรือผู้บริโภคอันดับ 3 (tertiary consumer) คือ ผู้บริโภคที่กินผู้บริโภคทุติยภูมิอีกทีหนึ่ง ซึ่งจัดเป็นผู้บริโภคสัตว์ เช่นเดียวกับผู้บริโภคทุติยภูมิ เช่น แมวที่กินนก ซึ่งกินแมลงกินพืชอีกทีหนึ่ง (พืช คือ ผู้ผลิต แมลง คือ ผู้บริโภคปฐมภูมิ นก คือ ผู้บริโภคทุติยภูมิ และแมวคือ ผู้บริโภคตติยภูมิ)

2.3 ผู้ย่อยสลาย (decomposer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่สร้างอาหารเองไม่ได้ เช่น แบคทีเรีย (Bacteria) เห็ดรา (Fungi) มีหน้าที่ช่วยทำลายหรือย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ให้เน่าเปื่อยผุพัง ให้เป็นสารโมเลกุลเล็กแล้วดูดซึมเข้าไปใช้เป็นอาหาร

การทำงานของระบบนิเวศ

การทำงานของระบบนิเวศเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆในระบบ โดยความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต จะทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานและอาหารตามลำดับขั้นของการกิน การหมุนเวียนของแร่ธาตุ และแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน จะเป็นความสัมพันธ์ระดับประชากร เช่น การอยู่ร่วมกันเป็นฝูงของสัตว์ชนิดเดียวกัน และการอาศัยอยู่ร่วมกันระหว่างสัตว์หลายชนิดโดยมิได้เบียดเบียนซึ่งกันและกัน หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ ดังนั้นการศึกษาลักษณะการทำงานของระบบนิเวศ ทำให้สามารถเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และผลกระทบของมนุษย์ต่อระบบนิเวศได้

1. การถ่ายทอดพลังงานและสารอาหาร



- ▶ แสดงทิศทางการไหลของพลังงาน (energy flow) เป็นแบบ unidirectional หรือ non cyclic
(หัวลูกศรเป็นผู้รับการถ่ายทอดพลังงาน)
-▶ แสดงทิศทางการไหลของสารเป็นแบบ cyclic หรือ miceral cyclic
(หัวลูกศรหมายถึงผู้บริโภ�หรือผู้รับการถ่ายทอดสาร)

รูปที่ 3.2 แสดงทิศทางการไหลของสารและพลังงาน

1.2 ความสัมพันธ์เชิงอาหาร

ความสัมพันธ์เชิงอาหารขึ้นอยู่กับขนาดของชุมชนว่ามีขนาดเล็กหรือใหญ่ และมีจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตมากน้อยอย่างไร ถ้าหากชุมชนนั้นมีขนาดใหญ่และมีจำนวนของสิ่งมีชีวิตมาก ความสัมพันธ์เชิงอาหารจะยุ่งยากและซับซ้อนมาก แต่ถ้าหากชุมชนนั้นมีขนาดเล็กและมีจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตน้อย ความสัมพันธ์เชิงอาหารจะเป็นแบบง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากนัก ความสัมพันธ์เชิงอาหารแบ่งออกเป็น

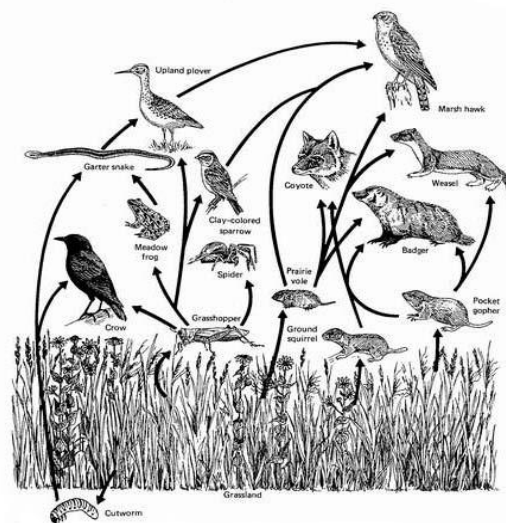
1) โซ่อาหาร (food chain) คือ ลักษณะที่มีการกินกันเป็นทอดๆ และมีลักษณะเป็นเส้นตรง สิ่งมีชีวิตหนึ่งมีการกินอาหารเพียงชนิดเดียวเท่านั้น สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีหน้าที่เชิงอาหารตามลำดับ เช่น โซ่อาหาร เป็น

ผักกาดขาว —————▶ แมลงกินพืช —————▶ กบ —————▶ งู —————▶ เขี้ยว

โดยอาจแบ่งเป็น

- 1.1) โซ่อาหารแบบจับกิน (predator chain)
- 1.2) โซ่อาหารแบบปรสิต (parasitic chain)
- 1.3) โซ่อาหารแบบเศษอินทรีย์ (detritus chain)

2) สายใยอาหาร (food web) ประกอบด้วยห่วงโซ่อาหารหลายห่วงโซ่เชื่อมโยงกันและมีความสัมพันธ์กันไม่ว่าพืชหรือสัตว์ที่อยู่ในระดับต่ำจะเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตในระดับสูงหลายชนิด ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในชุมชนส่วนใหญ่อยู่ในรูปใยอาหาร ลักษณะที่สำคัญของใยอาหารจึงมีความสลับซับซ้อนและช่วยรักษาสมดุลของธรรมชาติ ความสัมพันธ์ในลักษณะการกินที่เกี่ยวโยงกันและมีความซับซ้อนนี้เรียกว่า สายใยอาหาร (food Web) หรือข่ายใยอาหาร



1.3 ความสัมพันธ์ระดับประชากรในระบบนิเวศ

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กัน 2 ลักษณะ คือ

- 1) **สัมพันธ์ในพวกหรือชนิดเดียวกัน (intraspecific relationship)** มีทั้งที่ได้ประโยชน์และเสียประโยชน์ เช่น การรวมฝูงกันของปลา
- 2) **สัมพันธ์ในพวกที่ต่างชนิดกัน (interspecific relationship)** แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

2.1 การอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยที่ทั้งสองฝ่ายได้รับประโยชน์ (+, +) หรือฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์ (+, 0) โดยไม่มีฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดเสียประโยชน์ (-)

2.2 การอยู่ร่วมกันแบบเป็นปฏิปักษ์ต่อกัน (antagonism)

การอยู่ร่วมกันแบบปฏิปักษ์ จะมีฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ (+, - หรือ 0, -) หรือทั้งสองฝ่ายเสียประโยชน์ (-, -) แบ่งออกเป็น

2.2.1 การแสวงผลประโยชน์ (exploitation : +, -) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์และอีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ แบ่งออกเป็น

(1) ภาวะปรสิต (parasitism : +, -) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายหนึ่งเรียกว่าปรสิต (parasite) ซึ่งเป็นฝ่ายได้รับประโยชน์และอีกฝ่ายหนึ่งเรียกว่าผู้ถูกอาศัย (host) ซึ่งเป็นฝ่ายที่เสียประโยชน์

2.2.2 ภาวะมีการแข่งขัน (competition : -, -) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ต้องแข่งขันแย่งกัน ทำให้ทั้งสองฝ่ายเสียประโยชน์ด้วยกันทั้งคู่ การแข่งขันนี้อาจเกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันที่อยู่ในแหล่งเดียวกัน เพราะต้องการใช้วัตถุดิบชนิดเดียวกัน เช่น อาหาร ที่อยู่อาศัย และแสงสว่าง เป็นต้น

- (1) การแข่งขันกันเป็นหัวหน้าฝูงในฤดูผสมพันธุ์ซึ่งต้องต่อสู้กันทำให้ได้รับบาดเจ็บล้มตายได้
- (2) การแข่งขันกันเกาะหินของหอยนางรม และเพรียงหิน ซึ่งต้องการที่เกาะแบบเดียวกัน

2.2.3 การต่อต้าน หรือการสร้างสารทำลายกัน (antibiosis : 0, -) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายหนึ่งไม่ได้รับประโยชน์ แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ โดยที่ฝ่ายหนึ่งสร้างสารมาทำลายอีกฝ่ายหนึ่ง เช่น

(1) การอยู่ร่วมกันของรา (*Penicillium notatum*) และแบคทีเรีย โดยราจะสร้างสารเพนิซิลลิน (penicillin) ออกมาฆ่าแบคทีเรีย จะเห็นได้ว่าราไม่ได้รับประโยชน์โดยตรง แต่แบคทีเรียเสียประโยชน์ แต่ราอาจได้รับประโยชน์โดยอ้อมโดยที่เมื่อแบคทีเรียตายไป ทำให้ผู้ที่แบ่งอาหารลดน้อยลงและทำให้ราได้รับอาหารมากขึ้น ทำให้โคโลนีของราเจริญได้ดีขึ้น

(2) สาหร่ายสีเขียว (*Chlorella vulgaris*) สามารถสร้างสารยับยั้งการเจริญเติบโตของไดอะตอม (*Nitzschia frustulum*) และสารจากไดอะตอม ก็สามารถลดอัตราการแบ่งตัวของสาหร่ายสีเขียวชนิดนี้ได้

2.3 การอยู่ร่วมกันแบบเป็นกลาง (neutralism : 0, 0)

เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยไม่มีความเกี่ยวข้องกันโดยตรง ทำให้ไม่มีการได้เปรียบและเสียเปรียบเกิดขึ้น แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้ว อาจมีความเกี่ยวข้องกันบ้าง เช่น เสือกับหญ้า โดยที่เสือไม่กินหญ้าแต่สัตว์ที่เป็นอาหารเสือหลายชนิด กินหญ้าเป็นอาหาร เช่น วัว กวาง ฯลฯ ดังนั้นในทางอ้อมแล้ว เสือกับหญาก็มีความเกี่ยวข้องกันอยู่บ้าง

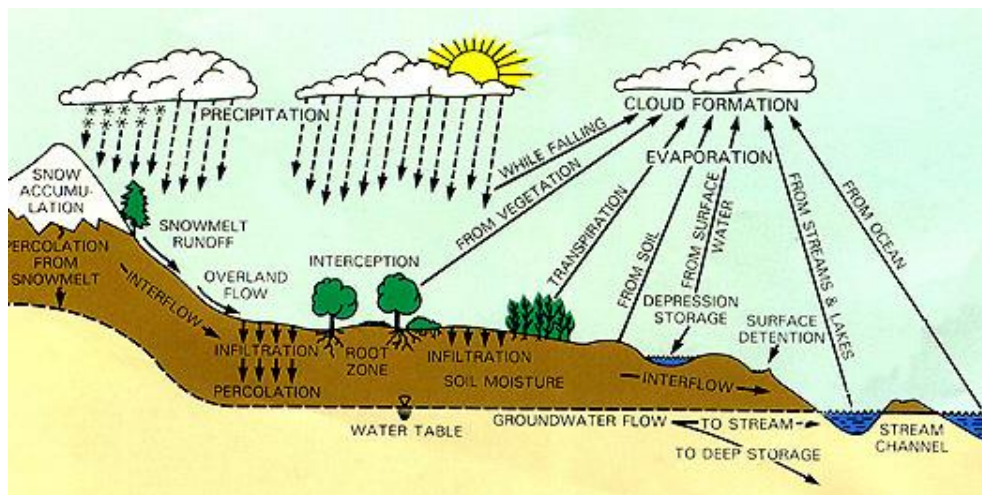
1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะแวดล้อมทางกายภาพกับสิ่งมีชีวิต

ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต มีดังนี้

1. แสง
2. อุณหภูมิ
3. ก๊าซ ที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต คือ
 - 3.1) ก๊าซออกซิเจน
 - 3.2) คาร์บอนไดออกไซด์
4. แร่ธาตุ แร่ธาตุที่สำคัญได้แก่
 - 1) ไนโตรเจน (nitrogen)
 - 2) ฟอสฟอรัส (phosphorus)
 - 3) โพแทสเซียม (potassium)
 - 4) แคลเซียม (calcium)
 - 5) กำมะถัน (sulphur)
5. ความเค็ม
6. น้ำและความชื้น
7. กระแสลม
8. ความเป็นกรด-เบส

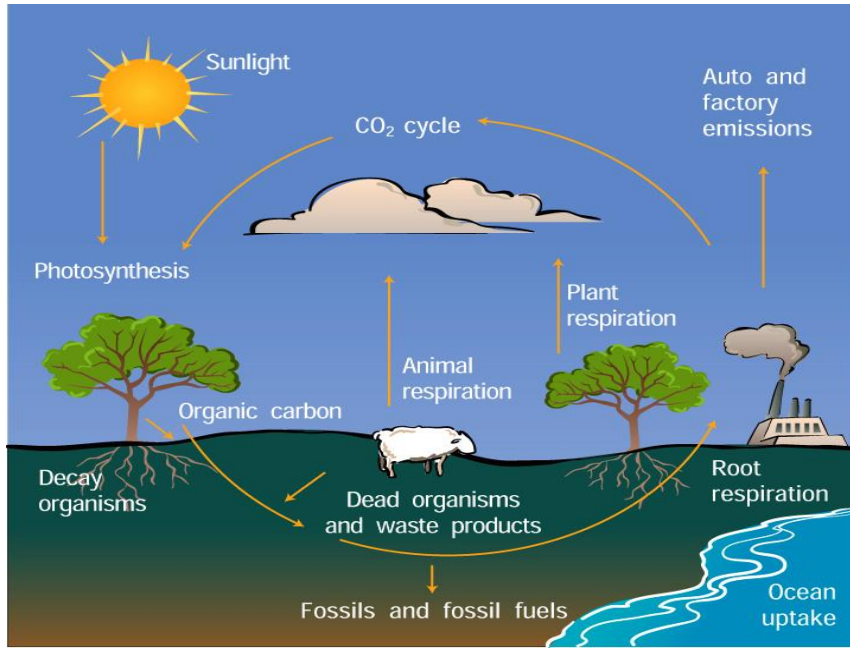
การหมุนเวียนของแร่ธาตุในระบบนิเวศ

วัฏจักรของน้ำ (hydrological cycle หรือ water cycle)



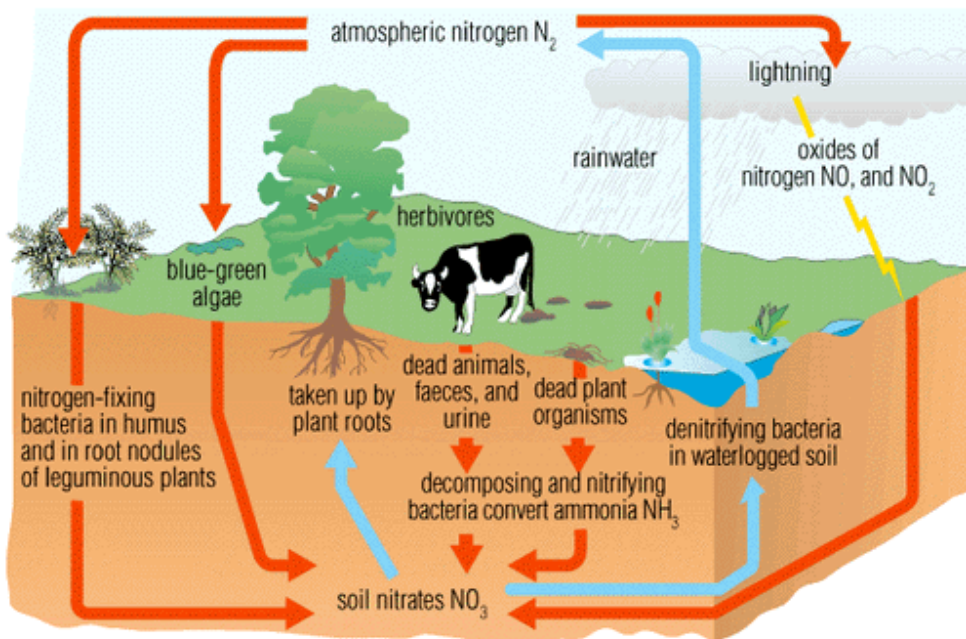
รูปที่ 1 แสดงวัฏจักรของน้ำ (water cycle)

วัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle)



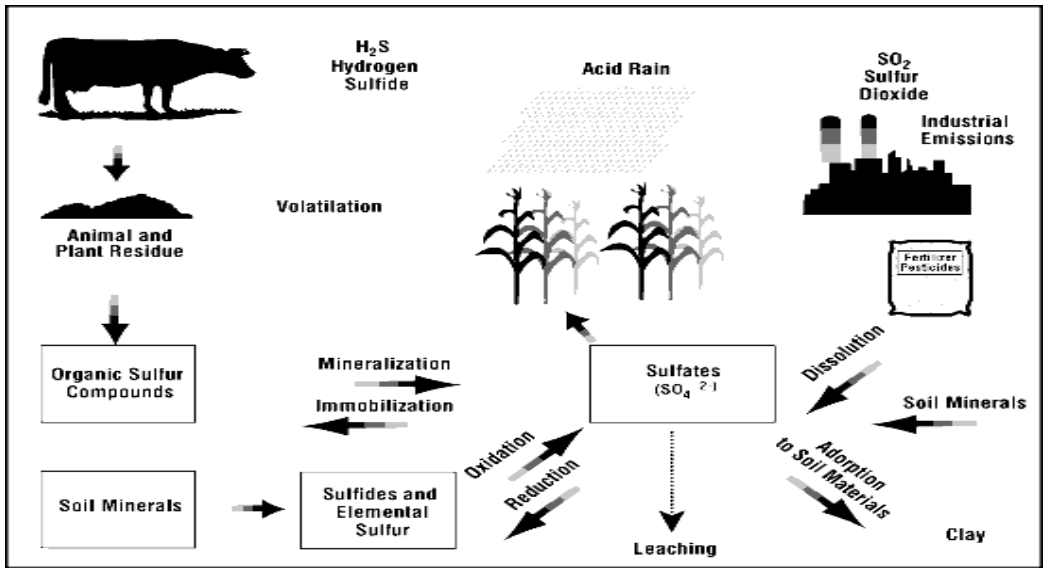
รูปที่ 2 แสดงวัฏจักรของคาร์บอน (carbon cycle)

วัฏจักรไนโตรเจน (nitrogen cycle)



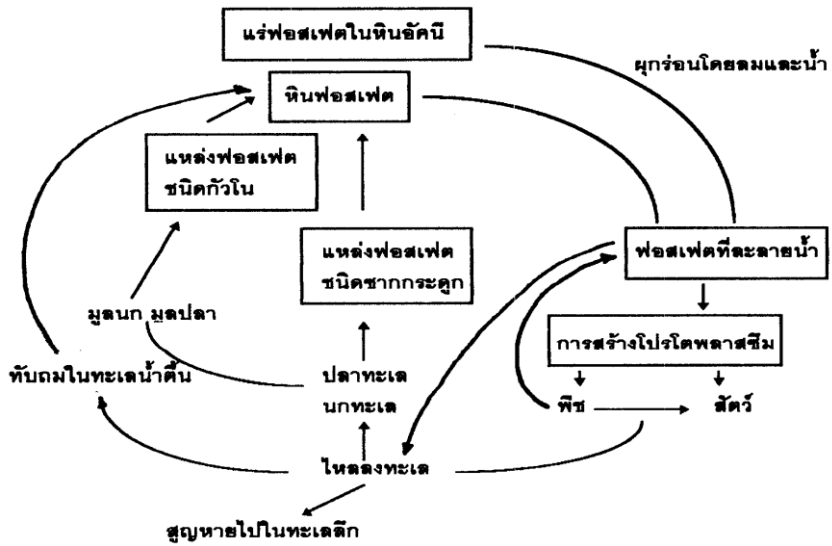
รูปที่ 3 แสดงวัฏจักรไนโตรเจน (nitrogen cycle)

วัฏจักรกำมะถัน (Sulfur cycle)



รูปที่ 4 แสดงวัฏจักรกำมะถัน (Sulfur cycle)

วัฏจักรของฟอสฟอรัส (phosphorus cycle)



รูปที่ 3.5 แสดงวัฏจักรของฟอสฟอรัส (phosphorus cycle)

การเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศ

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) หมายถึง กระบวนการที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตพวกใดพวกหนึ่งเข้าครอบครองแทนที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตอีกพวกหนึ่งในบริเวณแหล่งที่อยู่เดียวกันอย่างมีลำดับขั้น เมื่อระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจนกระทั่งได้กลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุดยอด (climax community) ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ต่อไป เกิดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสภาวะสมดุล การเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่สามารถจำแนกตามลักษณะท้องที่ได้เป็น

1. การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ (primary succession)

คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เริ่มจากบริเวณที่ไม่มีกลุ่มสิ่งมีชีวิตใดๆ อยู่ก่อนเลย เพราะเป็นบริเวณท้องที่ที่เกิดใหม่ เช่น สันทรายที่โผล่จากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกหรือหินละลายจากภูเขาไฟ (lava) ที่เพิ่งเย็นตัวลงเมื่อเวลาผ่านไปนับพันปีหรือหมื่นปี

2. การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ (secondary succession)

คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เริ่มจากบริเวณที่เคยมีสิ่งมีชีวิตอยู่ก่อนแล้วแต่ถูกทำลายไป เช่น การสร้างเขื่อน การพังทลายของภูเขา การเกิดภูเขาไฟระเบิด ทำให้ผิวโลกเปลี่ยนแปลงและสิ่งมีชีวิตบริเวณนั้นตายลง การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิจะเกิดขึ้นได้รวดเร็วกว่าแบบปฐมภูมิ เพราะความอุดมสมบูรณ์ของอาหารมีมากกว่า วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิโดยปกติจะเริ่มจากการเป็นทุ่งหญ้าแล้วเปลี่ยนสภาพไปเป็นป่าละเมาะหรือป่าไม้พุ่ม ในที่สุดก็จะกลายเป็นป่าไคลแมกซ์ (climax forest) ซึ่งเป็นขั้นที่สมบูรณ์แล้ว

หนังสืออ่านประกอบ

เอกสารประกอบการสอนวิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อม (120-101) จัดทำโดย คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม, 2552 . โรงพิมพ์จามจรี โปรดักส์

คำถามท้ายบท

1. นักศึกษาลองยกตัวอย่าง ห่วงโซ่อาหารมาคนละ 1 ห่วงโซ่ พร้อมทั้งอธิบายว่าสิ่งมีชีวิตใดเป็นผู้ผลิต ผู้บริโภคอันดับหนึ่ง และผู้บริโภคขั้นสุดท้าย
2. นาย ก เป็นเพื่อนร่วมห้องของ นาย ข แต่นาย ข ไม่เคยช่วยงานนาย ก เลย ถามว่าความสัมพันธ์ของนาย ก และ นาย ข เป็นแบบใด
3. จากวัฏจักรที่นักศึกษาได้เรียนรู้มา นักศึกษาคิดว่าเป็นวัฏจักรใดก่อให้เกิดปัญหาโลกร้อนมากที่สุด
4. เหตุใด การที่เกษตรกรปลูกพืชติดกับนาทุ่ง นาเกลือ จึงมีผลกระทบต่อผลผลิตของเกษตรกร
5. การเปลี่ยนแปลงแบบปฐมภูมิ ต่างกับ ทุติยภูมิอย่างไร