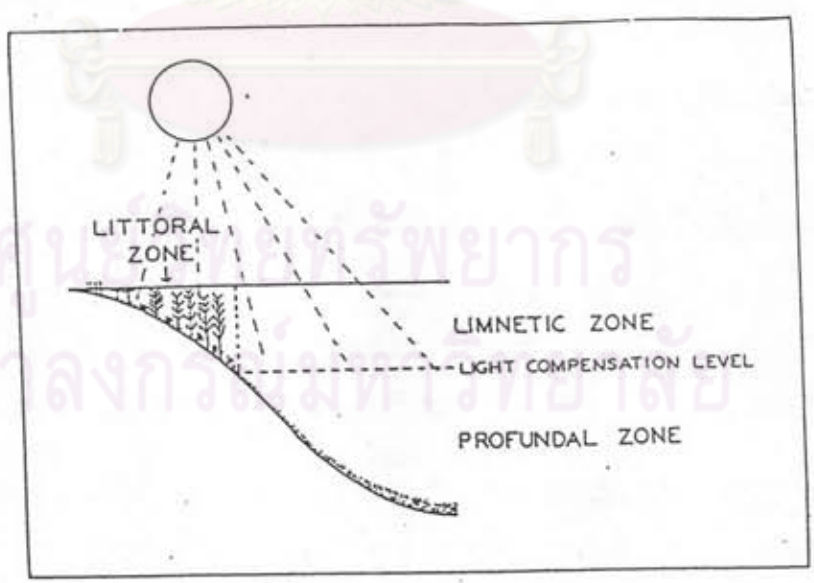
บทที่ 2

ทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบของระบบนิเวศน์ทางน้ำ

พื้นที่ผิวของโลกมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ จะถูกปกคลุมด้วยน้ำซึ่งส่วนใหญ่มากกว่า 97 เปอร์เซ็นต์จะเป็นมหาสมุทร ส่วนที่เหลือจะเป็นบริเวณแหล่งน้ำจืด ซึ่งหมายถึงน้ำแข็งขั้วโลกและธารน้ำแข็ง (>75 %) น้ำใต้ดิน (22 %) ทะเลสาป (<0.3 %) และแม่น้ำ (<0.003 %) (Goldmaman และ Horne, 1983 อ้างถึงใน Tate, 1986)

ระบบนิเวศน์น้ำจืดมีการศึกษากันในวิชาชลธีวิทยา (Limnology) ซึ่งจะแบ่งแหล่งน้ำจืดออกเป็น 2 ชนิด คือ ระบบนิเวศน์น้ำนิ่ง (lentic ecosystem) และระบบนิเวศน์น้ำไหล (lotic ecosystem) ซึ่งระบบนิเวศน์ทั้งสองนี้มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ระบบนิเวศน์น้ำนิ่งได้แก่ ทะเลสาป (lake) สระน้ำ (pond) หนอง (bog) บึง (swamp) ส่วนระบบนิเวศน์น้ำไหลได้แก่ น้ำตก (waterfall) ลำธาร (stream) คลอง (canal) และแม่น้ำ (river)



ภาพที่ 3 แสดงการแบ่งอาณาเขตของระบบนิเวศน์น้ำนิ่ง (Smith, 1990)

โครงสร้างของระบบนิเวศน์น้ำนิ่ง

Odum (1985) แบ่งอาณาเขตของระบบนิเวศน์น้ำนิ่งออกเป็น 3 บริเวณดังแสดงในภาพที่ 3 ได้แก่

1. บริเวณแหล่งน้ำตื้น (littoral zone) ซึ่งเป็นบริเวณที่แสงสามารถส่องผ่านลงไปถึงข้างล่างได้ พืชที่ขึ้นได้ส่วนมากจะเป็นพวกมีรากยึดดิน (rooted plants)

2. บริเวณแหล่งน้ำเปิด (open-water zone หรือ limnetic zone) ซึ่งเป็นบริเวณที่ปริมาณความเข้มของแสงจะลดลงตามความลึกที่เพิ่มขึ้น สังคมในบริเวณนี้ส่วนมากจึงมีพวกแพลงค์ตอน (plankton) เนคตอน (nekton) และเนียสตอน (neuston) เล็กน้อย

3. บริเวณแหล่งน้ำลึก (profundal zone) เป็นบริเวณที่แสงไม่สามารถส่องผ่านลงไปได้ มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่จำนวนน้อยส่วนมากจะเป็นพวกจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobe)

ธรรมชาติของสังคมในบริเวณแหล่งน้ำตื้น

สังคมของสิ่งมีชีวิตในบริเวณแหล่งน้ำประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต 2 จำพวกด้วยกัน คือ ผู้ผลิต (producer) และผู้บริโภค (consumer)

1. ผู้ผลิต (producer) ในบริเวณแหล่งน้ำตื้นผู้ผลิตจะมี 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ พืชที่มีรากหรือพืชที่มีเมล็ด (rooted plant or seeded plant) แพลงค์ตอนพืช (phytoplankton) หรือพืชสีเขียวที่ลอยน้ำ ส่วนใหญ่จะเป็นพวกสาหร่าย (algae) และแหนเป็ด (Lemna sp.) ซึ่งจะไม่มีรากยึดเกาะกับพื้นท้องน้ำ บางแหล่งน้ำพืชเหล่านี้จะรวมกันต่อเนื่องเป็นผืนใหญ่บนผิวน้ำในฤดูกาลที่เหมาะสม ชนิดของพืชน้ำที่ขึ้นได้ในบริเวณแหล่งน้ำตื้นจะมีความแตกต่างกันตามความลึก (Coker, 1954) แบ่งออกเป็น 3 เขต ได้แก่

1.1 เขตที่มีพืชพ้นผิวน้ำ (zone of emergent vegetation) พืชเหล่านี้มีการสังเคราะห์แสงอยู่เหนือผิวน้ำ ดังนั้นกาซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบจะได้รับจากอากาศ ส่วนวัตถุดิบอื่น ๆ จะได้จากใต้ผิวน้ำ พืชน้ำที่มีรากจะหมุนเวียนสารอาหารไปสู่ส่วนที่ลึกในดะกอนที่ไม่มีออกซิเจน ดังนั้นจึงเป็นเขตที่มีประโยชน์ในการส่งเสริมให้เป็นแหล่งอาหารของระบบนิเวศน์พืชพวกนี้ได้แก่ ธูปฤาษี (Typha sp.) จะเป็นผู้ผลิตที่พบมากหรืออาจเรียกได้ว่าเป็นพืชที่มีหน้าที่นี้โดยเฉพาะ นอกจากนี้ยังมีพวกต้นกก (Scirpus sp.) บอน (Sagittaria sp.) ต้นอ้อ (Sparganium sp.) พืชที่โผล่พ้นผิวน้ำจะอยู่บริเวณชายฝั่งที่ชื้นแฉะและเป็นเขตที่มีความสัมพันธ์ระหว่างพื้นดินและพื้นน้ำ พืชพวกนี้จะถูกใช้เป็นแหล่งอาหารและแหล่งที่อยู่อาศัยสำหรับสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำและเป็นเส้นทางเดินเข้าออกระหว่างแหล่งน้ำและพื้นดินสำหรับการดำรงชีวิตของแมลงในน้ำ

1.2 เขตที่มีพืชมีรากและพืชที่มีใบลอยอยู่ผิวน้ำ (zone of rooted plant and floating leaved plant) ได้แก่บัว (Nymphaea sp.) ผักตบชวา (Eichornia sp.) แหนเป็ด (Lemna sp.) เขตนี้จะคล้ายกันกับเขตแรก แต่การสังเคราะห์แสงบริเวณผิวน้ำจะมีประสิทธิภาพมากกว่า และภายใต้ใบของพืชจะเป็นที่อยู่และวางไข่ของสัตว์ต่าง ๆ ได้

1.3 เขตที่มีพืชจมน้ำ (zone of submergent vegetation) พืชในเขตนี้จะมีรากยึดอยู่กับที่ มีใบค่อนข้างบางเพื่อสำหรับช่วยในการแลกเปลี่ยนสารอาหารที่อยู่ในน้ำ คิปลีน้ำ (Potamogeton sp.) จะเป็นพืชที่พบมากในเขตนี้ นอกจากนี้ยังมีพวกสาหร่ายเส้นด้าย (Najas sp.) สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum sp.) รวมทั้งสาหร่ายข้าวเหนียว (Utricularia sp.)

พืชทุกชนิดที่พบในบริเวณแหล่งน้ำตื้นจะมีความสำคัญเป็นผู้ผลิตขั้นต้น คือเป็นแหล่งอาหารสำหรับสัตว์กินพืช โดยเฉพาะพวกที่โผล่พ้นผิวน้ำจะมีความสามารถสูง (Penfound, 1956; Westlake, 1963 อ้างถึงใน Odum, 1985) พืชพวกนี้สามารถเจริญได้ดีในเขตร้อนจนบางครั้งเรียกได้ว่าเป็น วัชพืช (weed) เนื่องจากเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือและการประมง

2. ผู้บริโภค (consumer) ในบริเวณแหล่งน้ำตื้นเปรียบเสมือนบ้านของสัตว์หลายชนิด โดยเฉพาะสัตว์ที่อาศัยอยู่กับพืชน้ำ (periphyton) ได้แก่ หอย ตัวอ่อนแมลง โรติเฟอร์ (rotifer) หนอนตัวแบน (flat worm) ไฮดรา (hydra) ซึ่งจะอาศัยอยู่ตามลำต้นและใบของพืชน้ำ หอยและตัวอ่อนแมลงจะกินพืชน้ำซึ่งถือว่าเป็นผู้บริโภคขั้นแรก (Primary consumer) จะได้รับอาหารจากซากพืชที่ตายแล้ว ตัวอ่อนของแมลง (midge larvae) จะเป็นพวกกินสัตว์ (carnivore) อีกกลุ่มหนึ่งที่เป็นทั้งผู้บริโภคขั้นแรกและขั้นที่สองซึ่งจะพบอยู่ตามตะกอนท้องน้ำและซากเน่าเปื่อย เช่น ตัวอ่อนแมลงปอ กุ้ง ไอโซปอด (isopod) ตัวอ่อนแมลง (mayfly nymph) และถ้าลึกลงไปในโคลนจะพบพวกหนอนตัวกลม (annelid) ไคโรโนมิด (chironomid)

สัตว์ที่ว่ายน้ำได้ (nekton) ในบริเวณแหล่งน้ำตื้นได้แก่ แมลงปีกแข็ง ซึ่งเป็นพวกกินพืชหรือผู้ย่อยสลาย นอกจากนี้ยังมีสัตว์มีกระดูกสันหลังเลื้อยคลาน เช่น กบ เต่า งู ก็จะพบได้ในบริเวณนี้ ตัวอ่อนของกบและคางคกเป็นผู้บริโภคขั้นแรกที่สำคัญที่ชอบกินสาหร่ายและซากพืช ในขณะที่ตัวเต็มวัยจะเป็นผู้บริโภคขั้นที่สอง

ปลาสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ในบริเวณแหล่งน้ำลึกและแหล่งน้ำเปิด แต่ส่วนใหญ่ของช่วงชีวิตจะอาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำตื้น ส่วนแพลงค์ตอนสัตว์ (zooplankton) ในบริเวณแหล่งน้ำตื้นนั้นจะมีลักษณะแตกต่างจากบริเวณแหล่งน้ำเปิด บางชนิดจะเกาะตามพืชน้ำหรืออาศัยอยู่บนผิวท้องน้ำ แพลงค์ตอนสัตว์ที่สำคัญในแหล่งน้ำตื้นคือ พวกที่ว่ายน้ำได้ช้า เช่น ไรน้ำ (daphnia)

โคพีพอด (copepod) ออสตราคอด (ostracod) และโรติเฟอร์ (rotifer) พวกสุดท้ายที่อาศัยในแหล่งน้ำดื้นคือพวกที่ว่ายอยู่บนผิวน้ำ (neuston) แมลงผิวน้ำที่สามารถพบได้ เช่น แมลงปีกแข็ง แมงมุมน้ำ รวมทั้งโปรโตซัวและจุลินทรีย์ที่ลอยเป็นแผ่นบางบนผิวน้ำ

ธรรมชาติของสังคมในบริเวณแหล่งน้ำเปิด

แพลงค์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตขั้นแรกในบริเวณแหล่งน้ำเปิดประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียว ซึ่งจะทำให้แหล่งน้ำนั้นมีสีเขียวไปด้วย ซึ่งส่วนใหญ่จะมีรูปร่างที่ปรับตัวเพื่อที่จะสามารถลอยน้ำได้ดี การแพร่กระจายของแพลงค์ตอนพืชส่วนใหญ่ นอกจากจะขึ้นกับความเข้มแสงแล้วยังขึ้นกับปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำ เช่น สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ (anabaena sp.) จะมีมากหากในแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณไนโตรเจนละลาย (dissolved nitrogen) อยู่สูง

แพลงค์ตอนสัตว์ที่พบในแหล่งน้ำเปิด ได้แก่ โคพีพอด (copepod) คลาโดเซอร์แรน (cladoceran) และโรติเฟอร์ (rotifer) แพลงค์ตอนสัตว์เหล่านี้จะกรองเอาแบคทีเรีย ชิ้นส่วนของพืช และแพลงค์ตอนพืชเป็นอาหาร สำหรับสัตว์ที่ว่ายน้ำได้ส่วนใหญ่หมายถึงปลาจะมีคล้ายกันทั้งแหล่งน้ำดื้นและแหล่งน้ำเปิด

ธรรมชาติของสังคมในบริเวณแหล่งน้ำลึก

เนื่องจากในบริเวณนี้แสงไม่สามารถส่องผ่านลงมาถึงได้ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่จะได้รับอาหารและออกซิเจนจากบริเวณแหล่งน้ำดื้นและแหล่งน้ำเปิด สังคมสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเชื้อราและแบคเรีย ซึ่งจะพบมากที่บริเวณระหว่างโคลนและน้ำที่มีการสะสมของอินทรีย์วัตถุที่มาจากการย่อยสลายบนผิวน้ำ แล้วค่อย ๆ จมลงพร้อมกับจะมีการปลดปล่อยสารอาหารออกมาด้วย (Kleerekoper, 1953 อ้างถึงใน Smith, 1990) สัตว์เหล่านี้จะพยายามปรับตัวเพื่อที่จะสามารถทนต่อสภาพที่มีออกซิเจนต่ำได้ แต่แบคทีเรียบางชนิดจะสามารถอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนได้และทำให้เกิดกาซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogensulfide) และมีเธน (methane)

กระบวนการย่อยสลายของพืชน้ำ

ผลผลิตของพืชน้ำจะเป็นแหล่งอินทรีย์วัตถุที่สำคัญของแหล่งน้ำทั่วไป โดยเฉพาะจะเป็นอาหารให้กับผู้กินซาก(detritivore) ที่สำคัญอย่างมากในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของพืชน้ำ (Cattaneo และ kalff,1980) และกำลังมีการย่อยสลาย โดยจะมีการปลดปล่อยสารประกอบที่ละลายน้ำได้ลงสู่แหล่งน้ำ สารประกอบที่จากการย่อยสลายจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานที่ ส่วนประกอบของพืช และสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจน ในขณะที่พืชลอยน้ำและพืชจมน้ำหลายชนิดจะมีการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว ส่วนพืชที่โผล่พ้นผิวน้ำจะมีโครงสร้างส่วนส่วนประกอบที่ทำให้อัตราการย่อยสลายช้าลงโดยเฉพาะพืชน้ำที่มีส่วนประกอบของไฟเบอร์ (fibre

content) อยู่จำนวนมาก (Godshalk และ Wetzel, 1978a, 1978b) เมื่อเนื้อเยื่อที่มีการย่อยสลายตกลงสู่ก้นตะกอนของแหล่งน้ำภายใต้สภาพไร้ออกซิเจน เกิดปฏิกิริยารีดักชัน(reduction) ทำให้อัตราการย่อยสลายลดลงอย่างมาก (Wetzel และ Likens, 1979)

กระบวนการย่อยสลายของซากอินทรีย์จะเกี่ยวข้องกับผลผลิตของระบบนิเวศน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งสิ่งมีชีวิตจำพวกแบคเรียจะมีบทบาทมากที่สุด โดย Godlewska-Lipowada (1973) ได้ศึกษากระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในแหล่งน้ำจืด พบว่า กระบวนการทางเคมีของการย่อยสลายมีอยู่ 2 ขั้นตอนที่สำคัญคือ

1. กระบวนการไฮโดรไลซิส (hydrolysis process) ทำให้สารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนถูกเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบโมเลกุลเดี่ยวอย่างง่าย

2. กระบวนการออกซิเดชัน (oxidation process) ของสารประกอบอย่างง่ายรวมกับสารบางอย่างจนได้คาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide) แอมโมเนีย (ammonia) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogensulfide) ฟอสเฟต (phosphate) และสารประกอบอย่างง่ายอื่น ๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้โดยแบคทีเรียและแพลงค์ตอนพืช โดยทั้งสองกระบวนการนี้จะเกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ โดยมีเอนไซม์จากเซลแบคทีเรียออกมาย่อยสลายซากอินทรีย์ และจะมีความเฉพาะเจาะจงกับสาร (sustrate) บางอย่างเท่านั้น

อย่างไรก็ตามในกระบวนการที่เกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์นั้น มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุที่มีส่วนประกอบที่สำคัญในสิ่งมีชีวิตและในระบบนิเวศน์ทางน้ำ (Willoughby, 1976) กล่าวคือ จุลินทรีย์จะเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารจากในรูปของอินทรีย์สารไปอยู่ในรูปของอนินทรีย์สาร ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญที่เกิดขึ้น คือ

1. การตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน (N_2) ที่เป็นกาซมาอยู่ในรูปของแอมโมเนียที่เป็นอนินทรีย์สาร (NH_4-N) โดยการกระทำของจุลินทรีย์จำพวกหนึ่งได้แก่ Azotobactor sp. สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว(Anabeana sp.) และอีกวิธีหนึ่งคือเกิดจากการย่อยสลายของซากอินทรีย์ เปลี่ยนรูปไนโตรเจนที่เป็นอินทรีย์สารของเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตมาเป็นอนินทรีย์สารซึ่งอยู่ในรูปของแอมโมเนีย ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย โดยกระบวนการที่เรียกว่า nitrogen mobilization หรือ ammonification แบคทีเรียพวกนี้ ได้แก่ Bacillus sp. Micrococcus sp. และ Pseudomonas sp.

2. กระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนรูปของแอมโมเนียไปเป็นไนไตรท์ (NO_2) และไนเตรท (NO_3) ซึ่งจะเกิดกระบวนการนี้ได้ในสภาพที่มี

ออกซิเจนเท่านั้น เกิดจากการกระทำของแบคทีเรียจำพวก Nitrosomonas sp. ที่จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนแอมโมเนียไปเป็นไนไตรท์ หลังจากนั้นแบคทีเรียจำพวก Nitrobacter sp. จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนไนไตรท์ไปเป็นไนเตรท

3. กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) หรือหมายถึงกระบวนการหายใจโดยไนเตรท (nitrate respiration) ของแบคทีเรียหลายชนิดเช่น Spirillum sp. Bacillus sp. Denitrobacillus sp. Achromobacter sp. เป็นต้น ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้สามารถที่จะใช้ไนเตรทได้โดยเปลี่ยนเป็นออกซิเจนก่อน แล้วจึงนำเอาไปใช้ในการหายใจดังนั้นผลผลิตที่ได้ในรูปของสารประกอบไนโตรเจนจะมีปริมาณของออกซิเจนลดน้อยลง

Kennish (1986) รายงานว่าการย่อยสลายของซากอินทรีย์โดยผู้กินซากในแหล่งน้ำนั้นมี 3 ขั้นตอนที่สำคัญคือ

1. ขั้นตอนทางเคมี (orthochemical) เช่น การชะล้าง และการดูดซับ
2. ขั้นตอนโดยจุลินทรีย์ยึดเกาะ (microbial attack)
3. ขั้นตอนการสลายทางกล (mechanical breakdown)

กระบวนการย่อยสลายของพืชน้ำทั้งสามขั้นนั้นแสดงให้เห็นในภาพที่ 4 ซึ่งในช่วงแรกของการย่อยสลายมวลของซากพืชจะลดลง เนื่องจากการชะล้างไปเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ซากของสาหร่าย (algae detritus) จะมีการสูญเสียของมวลโดยการชะล้างเร็วกว่าซากพืชชั้นสูง (vascular plant) ดังนั้นการย่อยสลายของซากพืชส่วนประกอบทางเคมีของพืชจึงมีบทบาทสำคัญ

สารประกอบของพืชจำพวกสารที่ละลายได้หรือสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนสูง จะมีการย่อยสลายได้เร็วกว่าพืชที่มีสารประกอบจำพวกเซลลูโลส (cellulose) และ ลิกนิน (lignin) อยู่มาก นอกจากนี้การสลายตัวออกของคาร์บอนจากซากพืช (carbon efflux) จะอยู่ในช่วงอัตรา 40-60 มิลลิกรัมต่อวันในช่วงแรกของการย่อยสลาย (ประมาณ 10 วัน) ดังนั้นน้ำหนักของซากพืชจะลดลงไปประมาณ 2-6 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อวันแล้วแต่ชนิดของพืช ซึ่งการชะล้างจะทำให้น้ำหนักของพืชหายไป 50-75% ในช่วงหนึ่งปีแรก (Romarov, 1968)

ต่อมาจะมีแบคทีเรียและเชื้อราเข้ามาย่อยสลาย เปลี่ยนอนุภาคของอินทรีย์วัตถุไปเป็นอินทรีย์วัตถุที่ละลายได้ โดยมีเอนไซม์ออกจากเซลจุลินทรีย์มาย่อยสลาย แล้วนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและการหายใจ ซึ่งแบคทีเรียจะเป็นพวกแรกที่เข้ามาทำการย่อยสลายและต่อมาก็จะเป็นพวกเชื้อรา เช่น พวก Hyphomycetes (Tonwsend, 1980; Willougby, 1976) สาหร่าย ซิลิเอท (ciliate) แฟลกเจลเลท (flagellate) และผู้กินซากขนาดใหญ่(larger grazer) ตามลำดับ นอกจากนี้แบคทีเรียที่เจริญบนผิวของซากอินทรีย์ (epiphytic bacteria) จะถูกกิน

โดยโปรโตซัว หอย ตัวอ่อนแมลง และผู้กินซาก (Baker, 1988) ส่วนเชื้อราจะทำหน้าที่ในการย่อยสลายเซลลูโลสและลิกนิน

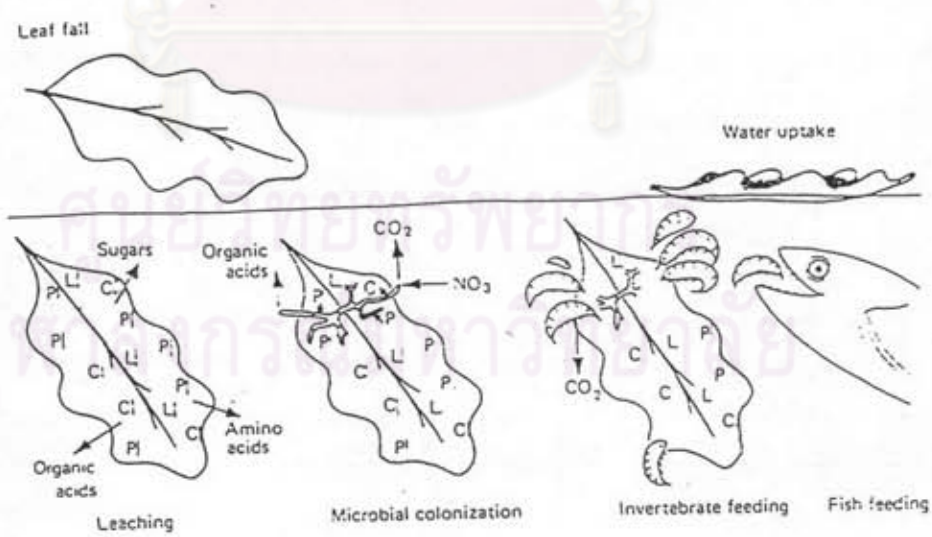
ในขั้นตอนสุดท้ายของการย่อยสลายจะถูกกระทำโดยผู้กินซาก ซึ่งมี 3 ชนิด คือ

1. พวกบดและฉีก (shredder and grinder) โดยจะเคี้ยวอนุภาคของซากอินทรีย์ให้มีขนาดเล็กลง

2. พวกกินตะกอน (deposit feeder) จะเลือกกินเฉพาะอนุภาคเล็ก ๆ ของซากอินทรีย์ในตะกอน

3. พวกกินโดยการกรอง (filter feeder) โดยที่พวกนี้จะกรองกินอนุภาคของซากอินทรีย์ที่ลอยอยู่ในน้ำ บางครั้งอาจกินแบคทีเรียด้วย

จากการศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของผู้กินซากในการย่อยสลายของพืชน้ำ ผู้กินซากจะมีอิทธิพลทำให้มีอัตราการย่อยสลายเร็วขึ้นมากกว่าการย่อยสลายที่ไม่มีผู้กินซากเข้ามาช่วยในขั้นตอนนี้ (Townsend,1980) และสิ่งขับถ่าย (feces) ของผู้กินซากที่ถ่ายออกมาจะถูกนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ได้อีก ดังนั้นสารอาหารจากอนุภาคของซากอินทรีย์จะสามารถหมุนเวียนได้โดยผู้กินซาก



ภาพที่ 4 แสดงกระบวนการย่อยสลายของพืชน้ำ P=protein, C=cellulose, L=lignin (Willoughby, 1976)

ในกระบวนการย่อยสลายนั้นน้ำหนักแห้งของพืชที่หายไปจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก โดยเฉพาะช่วง 2-3 สัปดาห์แรก เมื่อซากอินทรีย์นั้นได้สัมผัสกับน้ำ (Howard และ Junk,1976) ทั้งนี้อัตราการย่อยสลายของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณของพืชและช่วงระยะเวลาของการจมอยู่ในน้ำ และอัตราการย่อยสลายจะลดลงเมื่อถึงขั้นตอนสุดท้ายของการย่อยสลาย โดยทั่วไปครึ่งชีวิตของการย่อยสลายของพืชน้ำจะอยู่ในช่วง 4-12 เดือน ขึ้นกับชนิดของพืชแต่ละชนิด (Dykyjova และ Kvet, 1978)

Kulshreshtha และ Gopal (1982a,1982b) อ้างถึงใน Gopal et al.(1982) ศึกษาการย่อยสลายของพืชจมน้ำและพืชลอยน้ำในห้องปฏิบัติการรวม 5 ชนิด พบว่ามีอัตราการย่อยสลายต่างกันเรียงลำดับจากเร็วไปช้าคือ สาหร่ายเส้นด้าย (Najas major) สาหร่ายพุงชะโด (ceratophyllum echinatum) สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla vericillata) ดีปลีน้ำ (Potamogeton pectinatus) และจอกหูหนู (Azolla pinnata) ตามลำดับและมีการสลายธาตุอาหารโซเดียม (Na) และโปแตสเซียม (K) ออกมาเร็วกว่าแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) สำหรับฟอสฟอรัส (P) และไนโตรเจน (N) ออกมาช้าที่สุด และการสลายสารอาหารออกจากเนื้อเยื่อพืชเหล่านี้จะเกิดอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์แรก สำหรับการย่อยสลายของพืชที่โผล่พ้นน้ำพบว่าผักไผ่น้ำ (Polygonum glabrum) มีอัตราการย่อยสลายเร็วกว่าต้นกก (Scirpus macronatus) คือจะมีน้ำหนักหายไป 37 % ของน้ำหนักแห้งเดิม ในขณะที่ต้นกกจะมีน้ำหนักแห้งหายไปเพียง 6 % ของน้ำหนักแห้งเดิมภายในระยะเวลา 15 วันและพืชทั้งสองชนิดจะมีน้ำหนักแห้งหายไปมากกว่า 50 % ภายใน 3-4 เดือน โดยมีการสลายธาตุโซเดียมและโปแตสเซียมออกมาก่อนตามด้วยแมกนีเซียมและฟอสฟอรัส นอกจากนี้ Pieczynska (1972) อ้างถึงใน Wetzel (1975) พบว่าน้ำหนักแห้งของดีปลีน้ำ (Potamogeton lucens) จะสูญเสียไปประมาณ 6-92 % ของน้ำหนักเดิมภายในระยะเวลา 7-14 วัน เท่านั้น

Godshalk และ Wetzel (1978c) ได้ศึกษาการย่อยสลายของพืชน้ำ 3 จำพวก ในบริเวณที่แสงส่องถึงของทะเลสาป พบว่าอัตราการย่อยสลายของพืชน้ำทั้ง 3 จำพวกนี้มีความแตกต่างกันเรียงลำดับจากเร็วไปช้าคือ พืชที่มีใบลอยน้ำ (floating-leaved) จะย่อยสลายเร็วที่สุด และพืชที่อยู่จมน้ำ(submerged) จะย่อยสลายได้เร็วปานกลาง ส่วนพืชน้ำที่โผล่พ้นน้ำ(emerged) จะมีการย่อยสลายช้าที่สุด ทั้งนี้เนื่องมีผลมาจากส่วนประกอบและโครงสร้างของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยเฉพาะส่วนประกอบของไฟเบอร์ (fiber component)

ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายของพืชน้ำ ที่สำคัญ ได้แก่

1. ปริมาณออกซิเจน โดยกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic) จะมีการใช้ออกซิเจนมากในช่วงแรกของการย่อยสลาย ซึ่งประมาณว่าจะใช้ในปริมาณ 50-70 % ของน้ำหนักแห้งของพืชที่ย่อยสลาย ในช่วงหนึ่งปีแรก (Chase และ Ferullo,1957 อ้างถึงใน Dickinson และ Pugh, 1974) และภายในสภาพไร้ออกซิเจน (anaerobic) จะเกิดขึ้นในชั้นผิวของตะกอนเพียงลึกลงไป 2-3 มิลลิเมตร (Tate, 1986) ซึ่งจะมีผลทำให้อัตราการย่อยสลายช้าลง (Wetzel และ Likens, 1979)

2. อุณหภูมิ จะมีผลในขั้นตอนการย่อยสลายตามแต่ละฤดูกาลแตกต่างกัน จากการศึกษาของ Dykyjova และ Kvet (1978) รายงานว่า อัตราการย่อยสลายของพืชน้ำในช่วงฤดูร้อนจะมีอัตราเร็วกว่าการย่อยสลายในช่วงฤดูหนาว โดยเฉพาะจะมีการสลายธาตุคาร์บอนและฟอสฟอรัสออกมาในปริมาณที่มากกว่าด้วย นอกจากนี้ Rutter (1940) อ้างถึงใน Payne (1986) ยังพบว่า เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงทำให้อัตราการย่อยสลายในแหล่งน้ำในเขตร้อน (tropic) จะมีอัตราเร็วกว่าการย่อยสลายในเขตอบอุ่น (temperate) ถึงประมาณ 4-9 เท่าตัว นอกจากนี้ Godshalk และ Wetzel (1978a, 1978b, 1978c) ยังรายงานว่า อุณหภูมิจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคของสาร (particulate matter) ไปเป็นอินทรีย์สารที่ละลายน้ำได้ (dissolved orgonic matter) ในขณะที่ปริมาณออกซิเจนจะมีผลต่ออัตราการย่อยสลายและการเปลี่ยนอินทรีย์สารที่ละลายน้ำไปเป็นกาซคาร์บอนไดออกไซด์

3. ความเป็นกรดด่าง เนื่องจากการที่ค่าความเป็นกรดด่างจะมีความเฉพาะเจาะจงต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำแต่ละชนิด คือ สำหรับเชื้อราจะเจริญได้ที่ pH เท่ากับ 5.0 สำหรับแบคทีเรียเจริญได้ที่ pH เท่ากับ 6.8 และแอคติโนมัยซิส (actinomycete) เจริญได้ที่ pH เท่ากับ 7.2 (Willoughby, 1976) และความเป็นกรดจะทำให้อัตราการย่อยสลายช้าลงอย่างมาก (Rai และ Hill, 1980 อ้างถึงใน Payne, 1986; Schoeberg et.al.,1990)

4. แสง ปริมาณความเข้มของแสงจะขึ้นอยู่กับความลึกของแหล่งน้ำ ในบริเวณที่มีแสงส่องถึง (littoral zone) จะเป็นบริเวณที่มีการเจริญเติบโตของพืชน้ำ และมีการย่อยสลายมากเป็นแหล่งอินทรีย์คาร์บอนให้กับแหล่งน้ำ (Benner et. al., 1988) แต่ในบริเวณที่มีแสงส่องลงมาได้น้อยจะมีการย่อยสลายน้อย (Rai และ Hill, 1980 อ้างถึงใน Payne, 1986) พืชน้ำเหล่านี้จะสลายอินทรีย์วัตถุที่ละลายได้ลงในน้ำ และจะถูกนำไปใช้โดยตรงจากสัตว์ต่าง ๆ ในรูปของอนุภาคของเนื้อเยื่อ และบางส่วนจะถูกย่อยสลายต่อไป โดยการกระทำของจุลินทรีย์ (Wetzel,1975)

สำหรับวิธีการศึกษาการย่อยสลายของซากพืชในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ (wetlands) ในภาคสนามนั้น Chamie และ Richardson (1978) ได้เสนอวิธีการศึกษากิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายทั้งทางตรงและทางอ้อมไว้ 5 วิธี คือ

1. การวัดปริมาณเอนไซม์ (enzyme assay method) ซึ่งจะอยู่ในรูปของจำนวนและมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ (Macfadyen, 1970: Skujins, 1973)

2. การวัดอุณหภูมิ (thermal measurement) โดยวัดอุณหภูมิที่เกิดจากการสลายซากอินทรีย์โดยใช้กัลวานอมิเตอร์ (galvanometer) หรือเทอร์มิสเตอร์ (thermister) (Mina, 1962)

3. การวัดเอทีพี (ATP assays) จากจำนวนและมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ (Ausmus และ Edwards, 1972; Parkinson et al., 1971)

4. การวัดการแลกเปลี่ยนกาซหรือการหายใจ(gas exchange or respiration) โดยวัดการใช้กาซออกซิเจนหรือการปล่อยกาซคาร์บอนไดออกไซด์ (Chapman, 1971; Sorokin และ Kadota, 1972; Ivason, 1971)

5. การวัดอัตราการหายไปของพืชจากถุงตาข่าย (mesh bag) หรือใช้วัสดุอื่น ๆ (Boyd, 1970; Mason และ Bryant, 1975; Rosswall, 1973; Van, 1971)

วิธีการทั้งสามวิธีแรกแม้จะเป็นวิธีที่ดี แต่ไม่มีความเหมาะสมกับการศึกษาในสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำ การวัดอัตราการหายใจก็จะไม่เป็นผลดีสำหรับบริเวณที่มีอินทรีย์วัตถุมาก เพราะจะวัดได้เฉพาะกระบวนการย่อยสลายที่ใช้ออกซิเจนเท่านั้น ไม่รวมถึงกระบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งมีส่วนสำคัญในระบบนิเวศน์ทางน้ำ สำหรับวิธีการที่ใช้ถุงตาข่าย (litter bag) จะใช้พืชน้ำที่ทราบจำนวนแน่นอนที่คัดเลือกมาใส่ในถุงตาข่าย ซึ่งวิธีนี้จะใช้ได้ดีในบริเวณที่เป็นป่า (Shanks และ Olson, 1961) เขตทุนดรา (Heal และ French, 1974) เขตทุ่งหญ้า (Clarks, 1970) และพื้นที่ลุ่มน้ำ (Boyd, 1970; Reader และ Stowart, 1972)

<u>สภาพโดยทั่วไปของบึงบอระเพ็ด</u>

บึงบอระเพ็ดตั้งอยู่ที่เส้นรุ้งที่ 15'41" ถึง 15'45" เหนือ และเส้นแวงที่ 100'10" ถึง 100'23" ตะวันออก เป็นแหล่งน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดของภาคกลาง มีเนื้อที่ผิวน้ำทั้งหมด 132,737 ไร่ ตั้งอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์ในท้องที่ 3 อำเภอคืออำเภอเมือง อำเภอชุมแสง และอำเภอท่าตะโก ซึ่งแต่เดิมเป็นที่ราบลุ่มได้รับปริมาณน้ำฝนจากธรรมชาติ และน้ำป่าจากที่ราบสูงทางทิศตะวันออก ซึ่งจะไหลลงสู่บึงทางคลองท่าตะโก คลองสายลำโพง คลองบอน และห้วยหิน แล้วไหลออกสู่แม่น้ำน่านทางคลองบอระเพ็ด

ในปี พ.ศ. 2470 กรมประมงได้ดำเนินการสร้างประตูระบายน้ำและฝายน้ำล้น เพื่อกักเก็บน้ำไว้ที่ระดับ +23.8 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งเพาะขยายพันธุ์ปลาของภาคกลาง โดยกรมประมงได้ประกาศเขตหวงห้ามการจับสัตว์น้ำเป็น 2 เขต คือ เขตที่ 1 ทางด้านทิศใต้มีเนื้อที่ 38,850 ไร่ เป็นเขตห้ามทำการประมงโดยเด็ดขาด และเขตที่ 2 ทางด้านทิศเหนือมีเนื้อที่ 93,887 ไร่ เป็นเขตทำการประมงโดยใช้เครื่องมือในพิกัด (ปลอดประสพ, 2515) จนกระทั่งปี พ.ศ. 2502 ปรากฏว่าผลผลิตปลาได้ลดต่ำลง กรมประมงจึงได้ดำเนินการปรับปรุงผลผลิตของปลาในบึง โดยวิธีการควบคุมระดับน้ำ (water level manipulation) ซึ่งปรากฏว่าผลผลิตปลาเพิ่มขึ้นในระยะเวลา 3-4 ปี แต่หลังจากนั้นแล้วผลผลิตปลาก็เริ่มลดลงอีก กรมประมงจึงได้ระบายน้ำออกเป็นครั้งที่สองในปี พ.ศ. 2515 จนระดับน้ำลดลงถึงระดับ +20.00 รทก. นานหนึ่งเดือนครึ่ง และได้มีการศึกษาว่าวิธีการนี้สามารถเพิ่มผลผลิตปลาได้จริง (Suraswadi, 1976)

จากการศึกษาและสำรวจชีวะและการประมงในบึงบอระเพ็ดของเข็มชาติและสุชิน พ.ศ. 2513 พบว่า บึงบอระเพ็ดมีผลผลิตปลาจำนวนเฉลี่ย 15.1 กิโลกรัมต่อไร่ โดยทำการสำรวจในช่วงของเดือนตุลาคม 2512 ถึงเดือนกันยายน 2513 มีความลึกเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร ความโปร่งใส 16-50 ซม. อุณหภูมิอากาศ 26.4-31.0 'c อุณหภูมิน้ำ 26.5-30.0 'c ออกซิเจนที่ผิวน้ำระหว่าง 2.5-12.6 ppm และที่ผิวดินมีระหว่าง 2.2-9.4 ppm ความเป็นกรดด่าง 7.0-7.8 ในด้านความอุดมสมบูรณ์ของจุลินทรีย์นั้น พบว่ามีแพลงค์ตอนอยู่ในปริมาณ 7,468 มก/ลบ.ม. โดยเป็นแพลงค์ตอนพืชร้อยละ 60 และประเภทแพลงค์ตอนสัตว์ร้อยละ 40 มีปริมาณสัตว์หน้าดินเป็นน้ำหนัก 1,200 มก.ต่อ ลบ.ม. แพลงค์ตอนพืชที่พบมีทั้ง blue green และgreen algae และ diatom แพลงค์ตอนสัตว์ได้แก่ rotifer Cladocera copepod และ Nauplii สำหรับสัตว์หน้าดินที่พบ ได้แก่ พวกตัวอ่อนแมลง หอยฝาเดียว และ หอยสองฝา

สุชิน และ สืบพงษ์ (2515) ได้สำรวจพันธุ์ไม้น้ำในบึงบอระเพ็ดช่วงระหว่างปี 2514-2515 พบว่า มีพันธุ์ไม้น้ำต่างๆ 44 ชนิด แบ่งเป็น submerged 4 ชนิด emerged 31 ชนิด floating 6 ชนิด และเป็นพวกพันธุ์ไม้น้ำที่อาศัยอยู่บนแพของวัชพืชอีก 2 ชนิด

Junk (1973) รายงานสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ไม้น้ำในบึงบอระเพ็ด ว่ามีผลต่อการแพร่กระจายตัวของอ้อซึ่งไม่พบพืชพวกนี้ที่ระดับน้ำเกิน 60 ซม. กระแสน้ำและกระแสลมมีผลต่อพืชที่เจริญอยู่บริเวณผิวน้ำ (floating plant) เช่น จอกหูหนู และผักตบชวา

ปราโมทย์ (2518) อ้างถึงใน อมรรัตน์ (2527) ได้ทำการศึกษาสมบัติของน้ำในบึงบอระเพ็ดในรอบปี พ.ศ.2517 พบว่า มีออกซิเจนในน้ำ 3 ppm มีค่า alkalinity 90 ppm

มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.5-7.9 ความโปร่งใส 60-130 ซม. อุณหภูมิเฉลี่ย 30 'c ความกระด้างของน้ำ 40-70 ppm

Suraswadi (1976) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ในบึงบอระเพ็ดหลังมีการลดระดับน้ำลง พื้นน้ำจะถูกแยกเป็นส่วน ๆ ระดับน้ำลดลง 2-3 ม. เมื่อน้ำท่วมแถบชายฝั่งจะมีความลึกเฉลี่ย 3-4 ม. และที่บริเวณคลองเดิมมีความลึกเฉลี่ย 6 ม. บริเวณแหล่งน้ำเปิดจะมีโคลนสีดำน้ำตาล ค่าโปร่งใสอ่านได้ 0.6-1.8 ม. ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.6-7.9 ปริมาณออกซิเจนละลาย 3.0-8.0 mg/l การนำไฟฟ้า 109-107 umho/cm ปริมาณน้ำฝน 1,210 มม. อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดเดือนธันวาคม 12 'c ในเดือนพฤษภาคม 34 'c

ปลอดประสพ (2525) พบว่า ในช่วงระหว่างเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายนระดับน้ำในบึงมีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 321 ซม. มีค่าความโปร่งใส 212 ซม. อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 27.8 'c ออกซิเจนในน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 mg/l ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 21.11 mg/l ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.68 พบวัชพืชน้ำ 21 ครอบครัว 42 ชนิด

โอภาส และศิริพร (2525)อ้างถึงในเอนก (2527) ได้สำรวจพันธุ์ไม้น้ำในบึงบอระเพ็ดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2523 ถึงตุลาคม 2524 พบว่า ในบริเวณพื้นน้ำ (open water zone) เป็นบริเวณที่มีพืชอยู่ใต้น้ำหรือมีพืชปริ่มน้ำ พืชที่พบได้มากในบริเวณนี้ได้แก่ ดีปลีน้ำ (potamageton crispus) และสาหร่ายข้าวเหนียว (Utriculata surea) พืชที่พบรองลงมาได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata) และสาหร่ายฉัตร(Limnophila heterophylla) บริเวณพืชลอยน้ำ (floating weed zone) เป็นบริเวณที่มีพืชที่ลอยอยู่เหนือน้ำ พืชเด่นที่พบในบริเวณนี้ได้แก่จอกหูหนู (Salvinia cucullata) และผักตบชวา (Eichhornia crassipes) พืชที่พบรองลงมา ได้แก่ หญ้าแพรกน้ำ (Pseudoraphis spinescens) ตามบริเวณเกาะ (islet) เป็นเกาะที่อยู่กลางบึงหรือเกาะที่อยู่ใกล้ ๆ กับฝั่งน้ำซึ่งน้ำอาจจะท่วมในฤดูที่มีน้ำมากพืชเด่นในบริเวณนี้ได้แก่ ลาเจียก (Coix aquatica)และอ้อ (Arunclo donax) พืชที่พบรองลงมาได้แก่ หญ้าขน (Brachiaria mutica) บริเวณป่าพรุ (swamp forest) เป็นบริเวณที่อยู่ริมฝั่งน้ำจะท่วมในบางฤดูกาลมีต้นไม้หลายชนิดที่ขึ้นอยู่ในบริเวณนี้ ต้นไม้ที่พบมากได้แก่ สนุ่น (Salix tetrasperma) และบริเวณทุ่งนา (paddy field) เป็นบริเวณรอบ ๆ บึง ซึ่งมักจะปลูกข้าวในฤดูฝน ส่วนฤดูอื่น ๆ อาจจะปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หรือทิ้งไว้เป็นทุ่งหญ้า

วราภรณ์ (2526) อ้างถึงในอมรรัตน์ (2527) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงค์ตอนระหว่างเดือนกันยายน 2524 ถึงเดือนกรกฎาคม 2525 พบว่า แพลงค์ตอนพืชที่พบทั้งหมด 64 สกุล เป็นพวก Chlorophyta 39 สกุล Chrysophyta 13 สกุล Cyanophyta 9 สกุล

Euglenophyta 3 สกุล และ Pyrrophyta 1 สกุล แพลงค์ตอนชนิดที่พบมากและบ่อยครั้งที่สุด คือ Oscillatoria sp. ส่วนแพลงค์ตอนสัตว์มี Rotifer มากที่สุดจำนวน 17 สกุล Protozoa 3 สกุล และพวก Crustacean จำพวก Cladoceran copepod และ ostracod

อมรรัตน์ (2527) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำในบึงบอระเพ็ด พบว่า มีความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ความลึกของน้ำมีค่า 106-438 ซม. ความโปร่งใส 113-193 ซม. อุณหภูมิ 18-31 'c ออกซิเจน 0.8-6.6 มก./ล. คาร์บอนไดออกไซด์ 6.2-16.8 มก./ล. ความกระด้าง 65.8-89.6 มก./ล. ความเป็นด่าง 90.5-128.7 มก./ล. ความเป็นกรดด่าง 7.1-7.6 ความนำไฟฟ้า 174.1-253.4 uhom/cm

บุญยืน และยงยุทธ (2528) อ้างถึงในเข็มชาติ (2535) ศึกษาพันธุ์ไม้น้ำในบึงบอระเพ็ด พบว่า มี 33 ครอบครัว มี 69 สกุล และ 93 ชนิด โดยจัดเป็นกลุ่ม ๆ รวม 4 กลุ่มคือ กลุ่มพืชที่ขึ้นใต้น้ำ (submerged) 11 ชนิด กลุ่มพืชที่ลอยน้ำ (floating) 15 ชนิด กลุ่มพืชที่โผล่พ้นน้ำ (emerged) 41 ชนิด และกลุ่มขึ้นตามชายฝั่ง (marginal) 26 ชนิด

เข็มชาติ (2535) สำรวจชีวประมงในบึงบอระเพ็ด ในช่วงเดือนมิถุนายน 2535 ภายหลังที่มีการลดระดับน้ำในช่วงฤดูแล้ง พบว่า พื้นที่ผิวน้ำขณะสำรวจมีประมาณ 20,000 ไร่ ที่ระดับน้ำ +20.69 รทก. ความลึกเฉลี่ย 1.63 ม. พบพันธุ์ปลา 36 ชนิด 14 ครอบครัวจากเดิม 148 ชนิด มีผลผลิตปลา 5.24 กิโลกรัมต่อไร่ แพลงค์ตอนทั้งหมด 39 ชนิด เป็นพวกแพลงค์ตอนพืช 23 ชนิด และพวกแพลงค์ตอนสัตว์ 16 ชนิด ปริมาณเฉลี่ยรวม 35.27×10^3 ตัวต่อลิตร gross primary productivity เท่ากับ 2.815 $gc/m^2/day$ มีสมบัติทางกายภาพคือ อุณหภูมิ 30 'c ความโปร่งใส 35-40 ซม. ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.6-7.8 ออกซิเจนละลาย 8.8-11.5 มก./ล. ความเป็นด่าง 100-111 มก./ล. ความกระด้าง 65-72 มก./ล. ฟอสฟอรัสน้อยกว่า 0.01 มก./ล. ไนเตรต 1.1-1.8 มก./ล. ความนำไฟฟ้า 0.28-0.32 mS/cm ค่า BOD 8 มก./ล. และพบพันธุ์ไม้น้ำ 33 ชนิด 26 สกุล 18 ครอบครัว ชนิดที่พบมาก 4 ชนิดคือ บัวหลวง (Nelumbo nucifera) คีปลีน้ำ (Potamogeton malaianus) บัวสาย (Nymphaea lotus) และเทา (Spirogyra sp.)