

## บทที่ 2

### อาณาบริเวณของน้ำในทะเลสาบ

(A limnologic perspective)

นักชลธิวิทยาได้มีความสนใจเกี่ยวกับประวัติ, การจัดจำแนก, ของทะเลสาบ, ชนิดของสารที่แขวนลอย และตกตะกอน, และลักษณะของน้ำมีความเป็นมาอย่างไร

#### การกำเนิดและการตายของทะเลสาบ (Birth and Death of lake)

Birth lake คือทะเลสาบเกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติทางธรณีวิทยา ที่เกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อน้ำมาขัง

Death lake คือทะเลสาบ เมื่อกระแสน้ำที่มีอยู่ค่อย ๆ หายไปโดยทางธรรมชาติ มีพวกสิ่งของ, กิ่งไม้, ใบไม้, พร้อมทั้งทรากของสิ่งมีชีวิต มาทับถมกันมากขึ้น ทำให้น้ำในทะเลสาบเสีย, ดินเหนียว ในที่สุดสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในทะเลสาบตาย

ต่อมา death lake ค่อย ๆ เปลี่ยนมาเป็นดินในที่สุด เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า Succession

#### ขอบเขตบริเวณทะเลสาบ (lake region) แบ่งออกได้

1. Littoral zone เป็นบริเวณที่ตื้นเขินที่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ และมีกระแสคลื่นลมพัดปะทะตามบริเวณชายฝั่ง ทำให้เกิดการพังทลายของชายฝั่ง มีพวกสัตว์ต่าง ๆ จำนวนมากทับถม บริเวณนี้มีแสงส่องผ่านทะลุ และมีพวกพันธุ์ไม้น้ำขึ้นได้แก่พวก emergent, floating, submerged vegetations มีพวก benthose ที่อยู่ตามชายฝั่ง รวมเป็นกลุ่ม community ซึ่งได้แยกจากพวกที่อยู่ลึกถัดไป zone นี้ยังแบ่งออกได้

1.1 Eulittoral zone คือ บริเวณที่ระดับน้ำขึ้นลงในเวลาเดียวกัน และมีกระแสคลื่นพัดปะทะกันเกิดขึ้น

1.2 Sub littoral zone คือบริเวณที่ถัดมาจาก eulittoral ลงไป มีพวกวัตถุที่ตกตะกอนเป็น เม็ดสวยงาม, แสงส่องทะลุผ่านเข้าไปได้เล็กน้อย เมื่อเทียบกับ eulittoral ที่มีแสงส่องผ่านทะลุเข้าไปมากกว่า ไม่มีพวกพันธุ์ไม้ขนาดใหญ่, มี oxygen จำนวนมาก, organism บาง species น้อยกว่า eulittoral ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นอยู่

ในบางทะเลสาบที่เก่าแก่จะพบซากของ gastropods และ pelecypods ใน eulittoral และจะพบมากขึ้นใน sublittoral จึงได้พบสาเหตุการตายของหอย เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงในส่วน ที่ลึกในฤดูหนาว ใน sublittoral zone

2. Profundal Zones เป็นบริเวณที่ถัดต่อไปจาก sublittoral zone จนถึงก้นพื้นทะเลสาบ, มีอุณหภูมิเย็นอยู่ในระดับเดียวกัน หรือใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่  $O_2$  มีจำนวนน้อย, มี  $CO_2$ ,  $CH_4$  มาก, pH สูง, แสงส่องทะลุผ่านน้อยมาก, พบพวก benthose อาศัยอยู่ และ heterotrophic organisms ดูจาก Fig.2-1

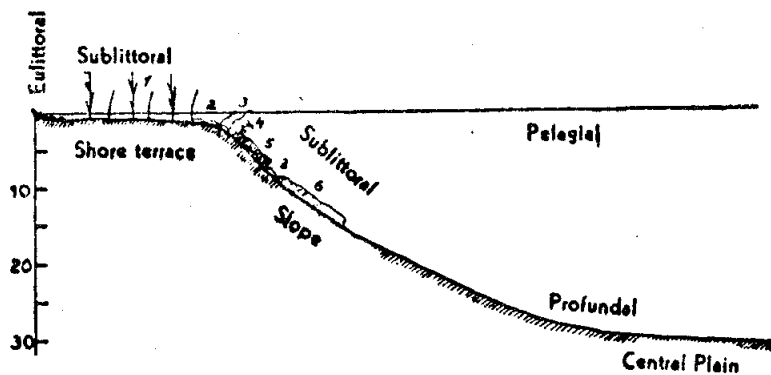


Fig. 2-1 The shore profile of Lunzer Untersee; vertical scale exaggerated 2X. 1, quaking beds of *Phragmites* and *Scirpus*; 2, *Chara*; 3, *Potamogeton natans*; 4, *Potamogeton praelongus*; 5, *Elodea*; 6, *Fontinalis*.

Open-water Zone หรือ limnetic zone หรือ pelagic zone คือบริเวณชายฝั่ง มีพวกพันธุ์ไม้น้ำ, plankton, animals,  $O_2$  อยู่มาก, แสงส่องทะลุผ่านทำให้เกิดขบวนการสังเคราะห์แสง บริเวณนี้ที่มีพวก phototrophic algae ซึ่งเป็น primary producer, ได้เำเอา organic carbon โดยมีแสงเป็นตัวกระตุ้น เปลี่ยนมาเป็น organic compound เรียกบริเวณนี้ว่า Trophogenic zone บริเวณที่ถัดลงไปเป็นชั้นที่แสงส่องทะลุผ่านน้อยมาก เรียกบริเวณนี้ว่า tropholytic zone พวกสิ่งที่มีชีวิตในชั้นนี้จะไม่มีขบวนการสังเคราะห์แสง และมักจะตายเนื่องจากมีแก๊สพิษ เช่น  $NH_3$ ,  $CO_2$  มาก ดูจาก Fig 2-2

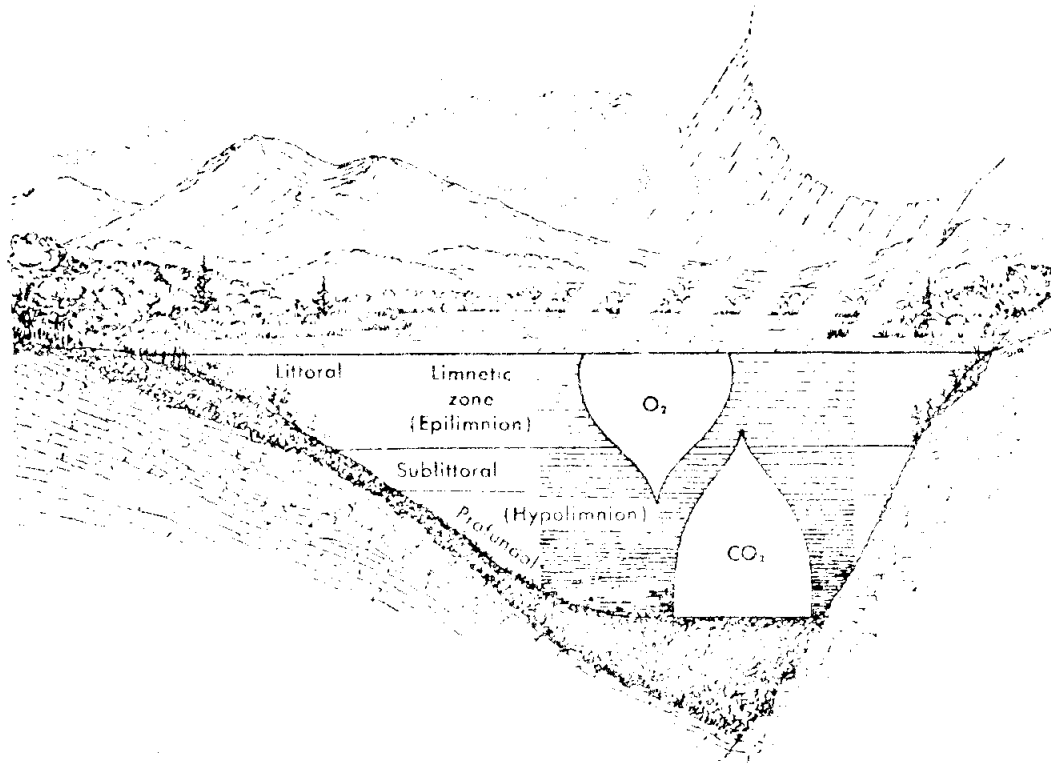


Fig. 2-2 Lake zones: benthic regions, littoral, sublittoral, profundal; open-water or limnetic zone, including well-lighted epilimnion.  $O_2$  profile represents trophogenic zone;  $CO_2$  profile represents tropholytic zone.

## พืชที่พบตามชายฝั่ง (The Shore Flora)

พวกพืชชั้นสูงที่พบตามแหล่งน้ำได้แก่ พวก mash, พืชน้ำ, pterophyte และ mosses มันมีส่วนประกอบคล้ายกัน คือขนาดและรูปร่างที่จะขยายออกไป คล้ายกับพวก micro flora

### พันธุ์ไม้น้ำที่พบในบริเวณ littoral zone

1. **Zone of emergent vegetation** หมายถึงบริเวณที่มีพืชอาศัยอยู่กลางน้ำ, มีรากอยู่ในพื้นดิน, ใบโผล่เหนือน้ำ เช่น พวกบัวหลวง, บัวสาหร่าย และอื่น ๆ

2. **Zone of floating vegetation** หมายถึงบริเวณที่มีพวกพืชลอยน้ำ, รากไม่เจริญลงในดิน, เช่น แหนเป็ด, แหนแดง, จอก และอื่น ๆ

3. **Zone of submerge vegetation** หมายถึงบริเวณที่มีพวกพืชอาศัยอยู่ใต้น้ำ, มีรากเจริญอยู่ในดิน ลำต้นอยู่กลางน้ำ, ใบอยู่บริเวณน้ำ เช่นพวกสาหร่ายทั่วไป ได้แก่ สาหร่ายพวงพะยอม, สาหร่ายข้าวเหนียว, สาหร่ายฉัตร และอื่น ๆ

### รายละเอียดพันธุ์ไม้น้ำ

1. บัวสาหร่าย (*Cabomba caroliniana*) เป็นพันธุ์ไม้น้ำมีเหง้า, รอบ ๆ ต้นมีเมือกคลุม, ใบใต้น้ำเป็นหยักแฉก ๆ, ดอกเกิดตามขอบใบ, เป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อ, regular, sepal 3, petal 3, 4, 5, stamen มีมาก, ovary ตั้งแต่ 2 ขึ้นไปแยกจากกัน, ovule มีภายในช่อหนึ่ง ๆ 2-3 ovule, Indehiscent fruit

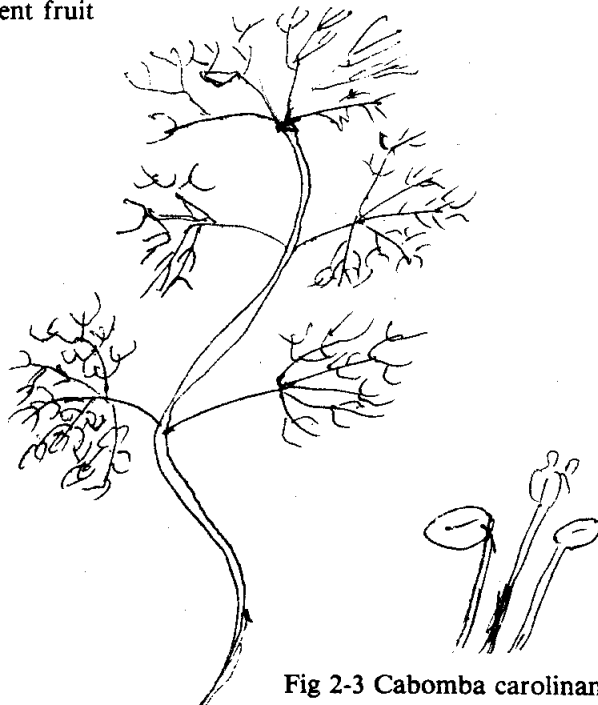


Fig 2-3 *Cabomba caroliniana*

2. บัวหลวง (*Nelumbo nucifera*) มีลักษณะ

root	เป็นแบบ fibrous root
stem	” Tabular stem
leaf	” simple leaf และใหญ่ - มี petiole ติดอยู่ที่กลางใบ - pinnate - ขนาด 15 ซม. หรือกว้างกว่า
flower	เป็นแบบ สมบูรณ์, receptacle ใหญ่ ดันเข้ามาเหนือชั้น calyx และ corolla ซึ่งมี pistil- มากบน receptacle, stamen มาก sepal และ petal มีลักษณะคล้ายกัน แยกดูลำบาก superior ovary, gynoecium แบบ radiate disk
Fruit	” round และ aggregate fruit

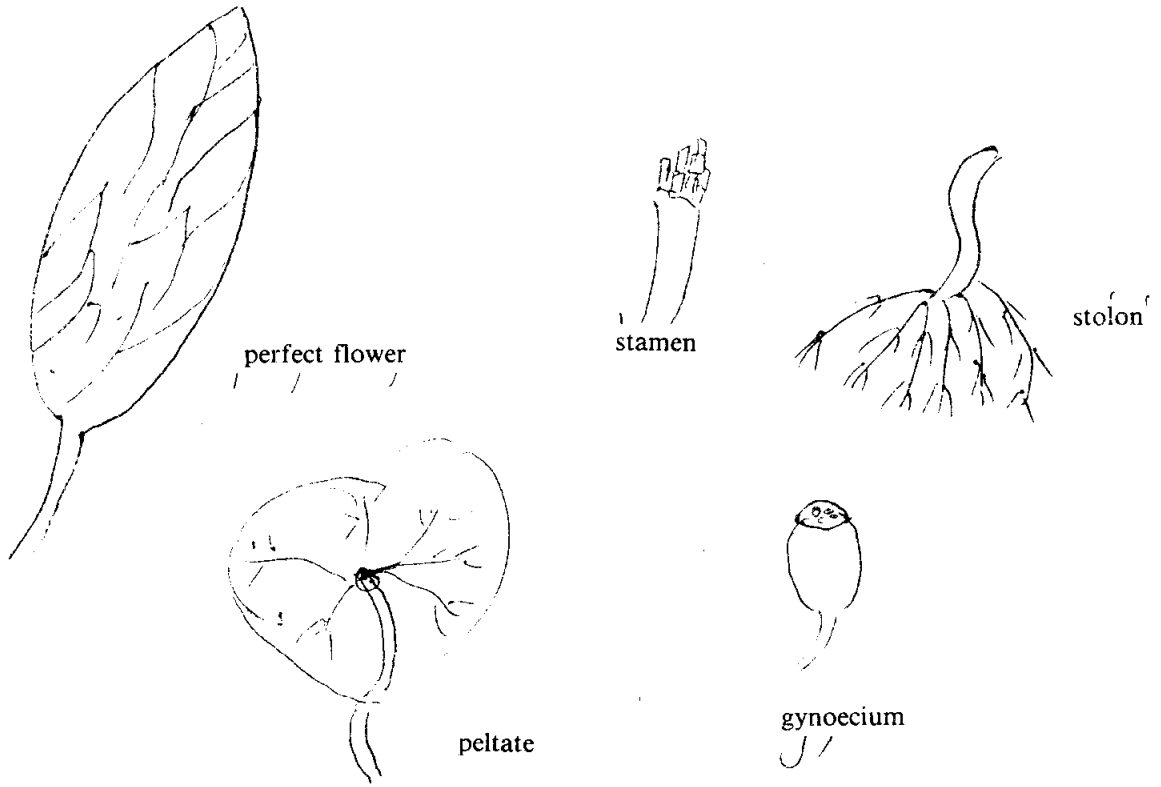


Fig. 2-4 *Nelumbo nucifera*

3. แหนเป็ด (*Lemna polyrhiza*) มีลักษณะ

floating herb, รากมีหลายเส้น, thallus ไม่มีใบ, ดอกขนาดเล็ก, male stamen 1,2, filament ขนาดเล็ก ตอนกลางบางที่หนา, female flower ovary สั้น ไม่มีก้านติดกับ thallus, 1 carpel, ovule 1-7

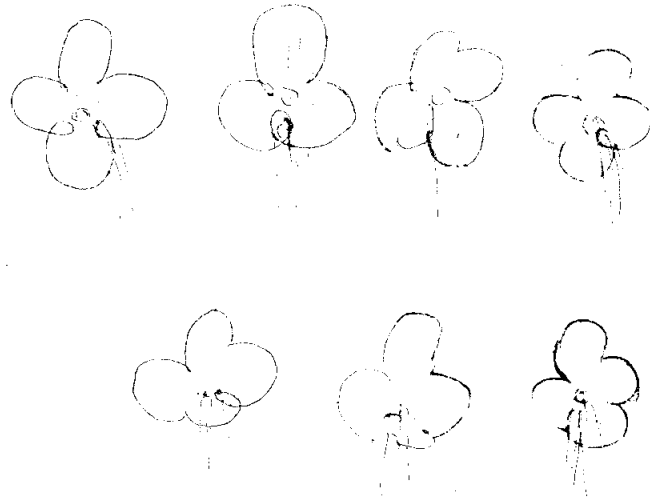


Fig.2-5 *Lemna polyrhiza*

4. แหนแดง (*Azolla pinnata*) มีลักษณะ

เป็น small free floating aquatic herb, stem เจริญ, filamentous root. leaf มี 2 ใบ, upper leaf เหนือหน้า, เขียว และมีขนและมีใบใต้น้ำอีกใบหนึ่ง

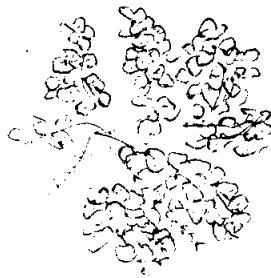


Fig.2-6 *Azolla pinnata*

5. จอก (*Pistia stratiotes*) มีลักษณะ

เป็น floating aquatic herb, ยาวขาวใส, หัวกลมยาวเป็นเหง้า ใบเรียงเป็นวง, obovate, สีเขียวสด, spadix มี spathe คลุม flower perfect ตอนบนเป็นตัวผู้ ตอนโคนเป็นดอกตัวเมีย 1 carpel หรือหลาย ๆ carpel fruit เป็นแบบ capsule



Fig.2-7 *Pistia stratiotes*

6. สาหร่ายพวงกะโด (*Ceratophyllum demersum*) มีลักษณะ

- perenial, rootless aquatic herb, submerged บางที่ floating
- stem เต็มไปด้วยใบ, ตัวใบมี 2 หรือเป็นคู่ ขั้วหนึ่ง ๆ มีคู่หรือ 3 ใบ
- ดอกแยกเพศ ตัวผู้ตัวเมียอยู่ต้นเดียวกัน calyx อ่อนแยกเป็นแฉกเล็ก ๆ ดอกตัวเมียไม่มีก้านดอก สันติดกับ calyx 1 cell 1 carpel 1 ovule มี 1 เมล็ด

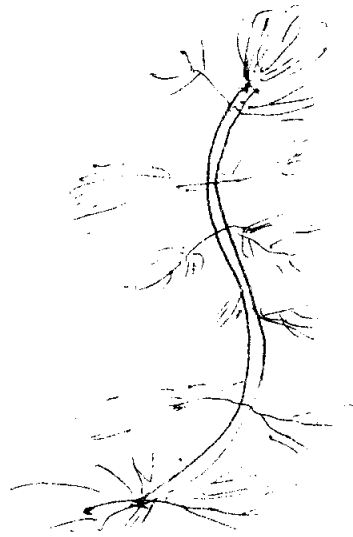


Fig.2-8 *Ceratophyllum demosum*

7. สาหร่ายข้าวเหนียว (*Utricularis flexuosa*) มีลักษณะ

- floating aquatic herb, submerged ลำต้นเรียวยาว
- ใบมี bladder จับสัตว์
- ดอกยาว 5-12 ซม. เหนือน้ำ, pedicel ยาว 0.8-1.0 ซม., sepal 2, oblong 2 ม.ม. สีน้ำเงิน  
ปนเหลือง lip บน entire, lip ส่างใหญ่, lip บน มี 3 lobe
- stamen 2 ติดกับ corolla tube
- ovary superior, 1 carpel ovule มีมาก
- fruit แบบ capsule



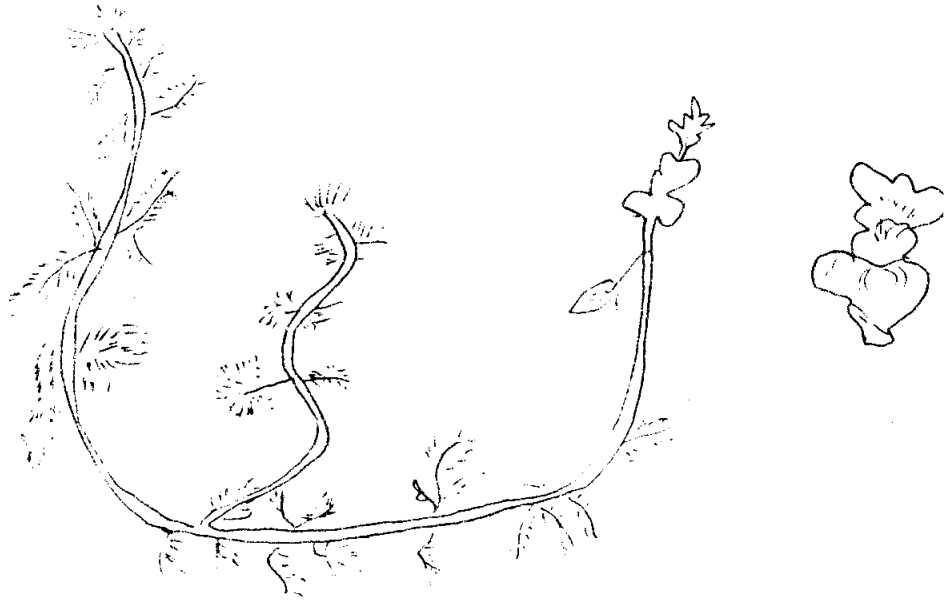


Fig.2-9 *Utricularia flexuosa*

8. สาหร่ายฉัตร (*Limnophila heterophylla*) มีลักษณะ  
 aquatic herb, submerged, stem เรียวยาว ใบ opposit หรือ whorled, sepal สั้น, ovate  
 with accurate tip  
 stamen 4 ก้านเกสรติดกับ corolla tube ovary superior, 2 carpel, 2 locule, fruit แตก  
 แบบ capsule



Fig.2-10 *Limnophylla heterophylla*

กระแส น้ำที่ไหลเข้าและออกจากทะเลสาบทำให้ทะเลสาบแบ่งออกได้ดังนี้

1. exoheric หมายถึง ทะเลสาบที่มีน้ำไหลเข้าและออก
2. endoheric หมายถึง ทะเลสาบที่มีน้ำไหลเข้าไม่มีน้ำไหลออก
3. arheric หมายถึง ทะเลสาบที่ไม่มีน้ำไหลเข้า

เมื่อดูกระแส น้ำที่ไหลเข้าและออกจากทะเลสาบ จะทำให้ทะเลสาบแบ่งออกได้ 2 ชนิดด้วย

กัน คือ

1. opened lake หมายถึง ทะเลสาบที่มีน้ำไหลออก มันก็คือ exoheric นั่นเอง
2. closed lake หมายถึง ทะเลสาบที่ไม่มีน้ำไหลเข้าและออก มันก็คือ arheric

ชนิดของทะเลสาบ (Lake Typology) แบ่งออกได้ 2 ชนิด ได้แก่ Oligotrophy, Eutro-

phy

**Oligotrophy** หมายถึง

1. ทะเลสาบที่ลึก
2. ชั้น epilimnion น้อยกว่าชั้น Hypolimnion
3. น้ำมีสีน้ำเงินหรือเขียวใส
4. มี nutrient น้อย
5. มีวัตถุที่ตกตะกอนที่ก้นพื้นน้ำน้อย,  $Ca^{++}$  น้อย
6. มี  $O_2$  น้อย
7. พันธุ์ไม้ที่อยู่มากตามชายฝั่งน้อย
8. phytoplankton น้อย
9. พวก organism ที่อยู่บนพื้นน้ำมีความต้านทานต่อออกซิเจนน้อย
10. benthose น้อย
11. พบ organism ชื่อ Tanytarsus sp. และไม่พบ Chaoborus sp.

**Eutrophy** หมายถึง

1. ทะเลสาบตื้น
2. ชั้น epilimnion มากกว่าชั้น Hypolimnion
3. น้ำมีสีเขียว, เหลือง, น้ำตาลแกมเขียว
4. มี nutrients มาก  $Ca^{++}$  มีมาก

5. มี O<sub>2</sub> มาก
6. มีพันธุ์ใต้น้ำตามชายฝั่งมาก
7. มี phytoplankton มาก
8. benthose มีน้อย
9. พบ organism ชื่อ Chironomus sp. และ Chaoborus sp.
10. ไม่พบปลาที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำในชั้น hypolimnion

**Eutrophication** หมายถึง ขบวนการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นใน eutrophy ที่ทำให้มี productivity สูง, species เกิดการเปลี่ยนแปลง, O<sub>2</sub> เพิ่มมากขึ้น, plant nutrient เพิ่มมากขึ้น, น้ำลดลง, ปลาเพิ่มมากขึ้น

จากผลของการเกิดขบวนการ eutrophication โดยมนุษย์ ทำให้เกิดคำว่า Stairchment lake หมายถึงทะเลสาบที่มีน้ำอยู่ในระหว่างความอุดมสมบูรณ์ หรือไม่มีมีความอุดมสมบูรณ์

ถ้ามนุษย์หรือสัตว์ก็ตามไปทำลายธรรมชาติเช่น โค่นต้นไม้ในป่า จะมีผลกระทบกระเทือนต่อสภาพความเป็นอยู่ของมนุษย์หรือสัตว์ เพราะจะทำให้เกิดสภาพอากาศแห้งแล้ง, ฝนตกน้อย ไม่เป็นไปตามฤดูกาล อาจเร็วหรือช้า นอกจากนี้ทะเลสาบก็จะถูกกระทบกระเทือนด้วย เป็นต้นว่า เมื่อมีพายุหรือลมพัดแรง ทำให้เกิดการพังทะลายบริเวณขอบของทะเลสาบ เกิดการทับถมของวัตถุ, ดิน, ทรายสิ่งสกปรกหักพัง, ความอุดมสมบูรณ์จะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่อุดมสมบูรณ์

แหล่งกำเนิดของ bog (bog = moor ซึ่งเป็นคำมาจากภาษายุโรป) ต้องพิจารณาถึง

1. น้ำจากบรรยากาศ
2. ความชื้นในบรรยากาศสูง
3. ผลผลิตของพืชที่บดขยี้

Raised bog (Hoch moor) มักจะเกิดจากทะเลสาบเก่า ๆ ที่มีการเปลี่ยนไป มีระดับน้ำต่ำ (Fig.2-11) เกิดการทับถมของ sediment และ peat ที่จมลงในน้ำทำให้ทะเลสาบตื้นเขินชั้นพันธุ์ใต้น้ำตามชายฝั่งมีมากขึ้นในกลางทะเลสาบ และในที่สุดปกคลุมผิวทั้งหมด มีต้นไม้ใหม่เกิดขึ้นมากมาย เมื่อ sediment สูงขึ้น ๆ จนถึงผิวน้ำจะกลายเป็น marsh ในขณะเดียวกันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางสภาวะฟิสิกส์เคมีของสภาพแวดล้อมจะมี CO<sub>2</sub> เกิดขึ้นมาก จากการนำเปื่อยทับถมและตลอดผลของ humic colloids, pH ของน้ำที่เริ่มเป็นต่ำค่อย ๆ เป็นกลาง ต่อมาเปลี่ยนเป็นกรด

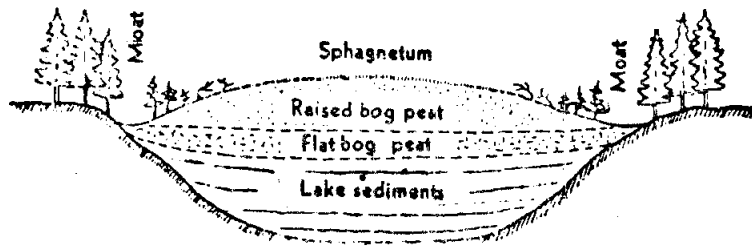


Fig. 2-11. Cross section through a raised bog that has arisen from a small lake.

Flat bog ที่กั้นพื้นน้ำเป็นพวก cypera peat และน้ำมี  $p^H$  ประมาณ 6 ความเป็นกรดเริ่มสูง โดยพวก Sphagnum sp., Teres sp, Platyphyllum sp, ซึ่งมันจะเจริญทั่วผิวน้ำ และสร้างลักษณะรูปร่างของ Sphagnum peat raised bog การเปลี่ยนระยะของ raised bog นี้ ผิวน้ำยังไม่โค้งนูน เรียก intermediate bog หรือ transition bog

Quaking bog หมายถึง bog ที่มีพืชแรกเริ่มในทะเลสาบปกคลุม ซึ่งมีรากชั่วคราวในก้นพื้นน้ำ พืชดูยังกับว่าลอยเป็นแพ มีรากของพืชพันกันอยู่ ขยายจากชายฝั่งไปยังกลางทะเลสาบ เช่น bog ของ Lunzer Obersee

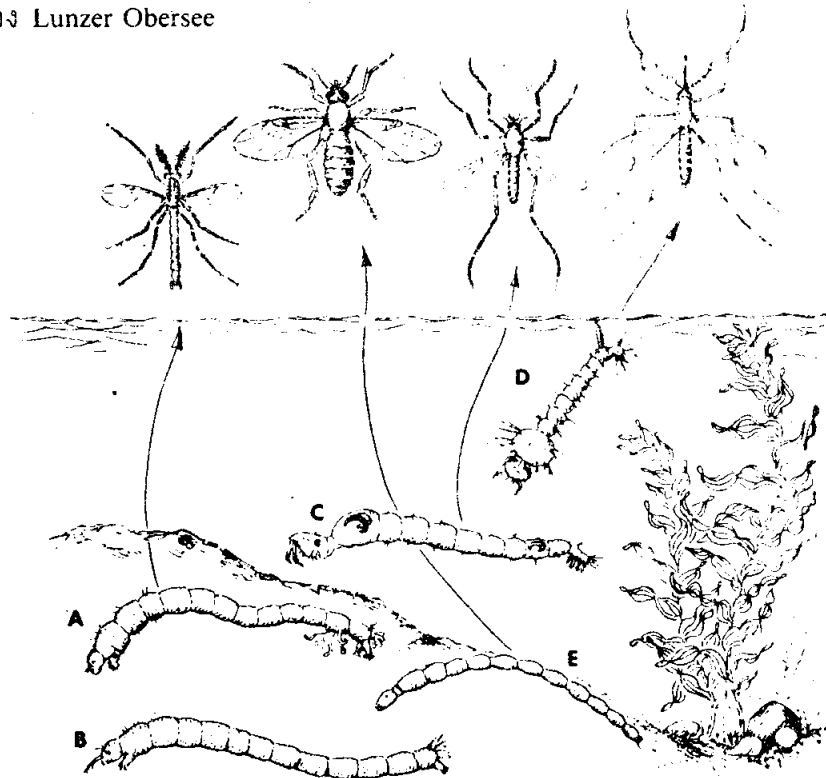


Fig. 2-12. Some aquatic flies from different families: the adults superficially similar; the larvae quite different. A, *Chironomus*, Chironomidae; B, *Tanytarsus*, Chironomidae; C, *Chaoborus*, Chaoboridae; D, *Culex*, Culicidae; E, *Culicoides*, Heleidae. The pondweed is *Potamogeton richardsonii*.

## Bog lake และ Dystrophy

Bog lake คือทะเลสาบไม่มีน้ำไหลเข้า, น้ำตื้น, มี nutrient น้อย, ความเป็นกรดของน้ำสูง มี  $p^H = 3.5-4.5$ , มีผลผลิตต่ำ, ไม่มีกระแสไหลออก มี humic material มาก dissolved electrolytes มีมาก เช่น หินปูน น้ำมีสีเหลืองหรือน้ำตาล

Dystrophy หมายถึง bog lake ที่ไม่ค่อยมี  $Ca^{++}$  มากพอ, น้ำมีสภาพความเป็นกรด, น้ำมีสีน้ำตาล, ความขุ่นใสของน้ำน้อย เนื่องจากมีสารแขวนลอย, มี  $O_2$  น้อย, มีอาหารน้อย, มีพันธุ์ไม้ใต้น้ำน้อย, มีผลผลิตน้อย, มีทรากของพวก heterotrophic จากภายนอกเข้ามา

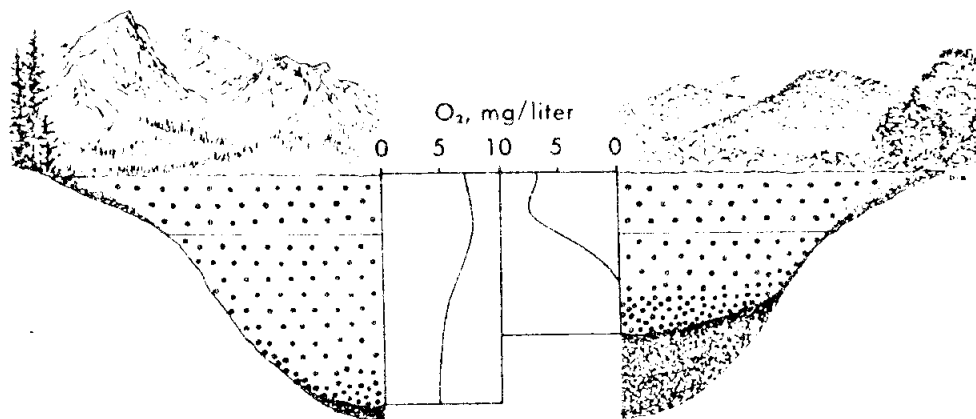


Fig. 2-13. Two morphologically different types of lakes: oligotrophic lake at left; eutrophic lake at right. Epilimnion volumes and sestonic particles (dark circles) same in both lakes; hypolimnion volumes differ and oxygen profiles differ. Oligotrophic E/H volume ratio small; eutrophic E/H volume ratio larger.

### ผลผลิตแรกเริ่มและการจำแนกทะเลสาบ

(Primary productivity and lake classification)

ผลผลิตแรกเริ่ม (primary productivity) หมายถึงสิ่งที่มีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง มากกว่าที่จะนำอาหารจากภายนอกเข้ามา

การแบ่งทะเลสาบ (lake classification) แบ่งออกตามความอุดมสมบูรณ์ โดยยึดถือ Carbon-มีมากน้อยเพียงไรเป็นหลัก และผลผลิตของสิ่งที่มีชีวิตสร้างขึ้น โดยอาศัยแสงเป็นหลักในอัตราเท่าไร แบ่งออกได้ดังนี้

1. **Oligotrophic lake** มีจำนวน Carbon 7-25 กรัม ต่อปีทุก ๆ พื้นผิวหน้าทะเลสาปทุก ๆ ตารางเมตร
2. **Eutrophic lake** มีจำนวน Carbon 75-250 กรัมต่อปีทุก ๆ พื้นผิวหน้าทะเลสาปทุก ๆ ตารางเมตร
3. **Polluted lake** มีจำนวน Carbon 350-700 กรัมต่อปีทุก ๆ พื้นผิวหน้าทะเลสาปทุก ๆ ตารางเมตร
4. **Mesotrophic lake** มีจำนวน Carbon 25-75 กรัมต่อปีทุก ๆ พื้นผิวหน้าทะเลสาปทุก ๆ ตารางเมตร

### วัตถุที่อยู่ก้นพื้นทะเลสาป (Lake sediments)

Profundal sediment มักจะประกอบด้วยสารอินทรีย์ และเกลือแร่ของ allochthonous และ autochthonous ส่วนประกอบของ autochthonous ที่ไม่มีชีวิตเป็นพวก silica ของ diatom, spicules ของฟองน้ำ, และ  $\text{CaCO}_3$  ที่ตกตะกอน นอกจากนี้ยังพบพวก nutrients เช่น ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส มีมาก ปริมาณฟอสฟอรัสมักอยู่ร่วมกับเหล็ก, อะลูมิเนียม และแคลเซียม

ใน oligotrophic lake มักพบพวกเกลือแร่ประจำ, พวกสิ่งที่มีชีวิตน้อย เนื่องจากว่ามี  $\text{O}_2$  น้อย

ใน eutrophic lake มักพบ Gytija ซึ่งได้แก่ ส่วนผสมของทรากของสิ่งที่มีชีวิต, และมีพืช, algae, โครงร่างส่วนประกอบของ diatom, arthropods, plankton ต่อมาก็คือ Gytija ซึ่งแปลว่า dung และ mud หมายถึงดินโคลนที่มีส่วนผสมดังกล่าวข้างต้นที่พื้นทะเลสาป

Mud lake ใน Florida มีพวก organic sediment มาก ประกอบด้วยพวก Chironomids Sapropel เป็นดินที่มีส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ มีสีดำ, น้ำ, ไฮโดรเจนซัลไฟด์, มีเทน, เฟอร์รัส ซัลไฟด์

ในทะเลสาปหลาย ๆ แห่งมี sapropel อยู่เหนือ copropel ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน ประจำวันโดยการเกิด organic pollution

Ooze หมายถึง sediments ทั้งหมดซึ่งจมอยู่ที่ก้นพื้นน้ำ ซึ่งมีส่วนประกอบบางส่วนเป็นอินทรีย์สาร, บางส่วนเป็นอนินทรีย์สาร ได้มาจากภายนอกบ้าง, ภายในบ้าง ของ autochthonous และ Allochthonous

ทะเลสาบที่มีน้ำไหลเข้าน้อยบนผิวน้ำ จะมี autochthonous sediment, ขณะที่แม่น้ำ, ทะเลสาบมีน้ำไหลเข้ามามาก จะมี allochthonous sediments มาก

Marl หมายถึง sediment ที่อยู่ตามชั้นของชายฝั่ง มีลักษณะสีเทาปนขาวเป็นชั้นหนาประกอบไปด้วย 90-95% ของแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้มาจากพืช, เปลือกหอย

ส่วนประกอบที่สำคัญของอินทรีย์สารของ sediment จาก Lunzer Untersee lake อธิบายถึงความแตกต่างของ shore sediment และ deep water sediment ดูจาก Table 2-1

Table 2-1

	Certain plain (33 เมตร) %	Shore terrace (1 เมตร) %
SiO <sub>2</sub>	34	5
CaO	11	51
MgO	6	1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12	3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7	
Less on Ignition CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , CO <sub>2</sub> และ	31	43
Organic matter		

จาก Table 2-1 นี้จะไม่เหมือนกันกับในทะเลสาบอื่น ๆ เพราะส่วนประกอบของ sediment อาจแตกต่างกันไป

Dystrophic sediments หมายถึง sediments ที่อยู่ใน dystrophy เรียกว่า 'dy' คล้าย copropel ของน้ำที่มี acid humus มากใน eutrophy Brown humus ของ dy มีคาร์บอนต่อไนโตรเจนมากกว่า 10 แต่ใน copropel น้อยกว่า 10 ต่อมาความหมายของ dy ได้มีการเปลี่ยนไปเรื่อย จนกระทั่งได้ความหมายว่า sediment ที่มีสีน้ำตาล, humic acid ซึ่งรวมถึงแคลเซียม, แมกนีเซียม และส่วนประกอบของอินทรีย์สารมากมาย

Valves เป็นชั้น sediment ระหว่างชั้น Inorganic sediment และ organic sediment

Stratified sediment คือ ชั้นของทะเลสาบ จะมีสารอินทรีย์ และอนินทรีย์จมอยู่หลาย ๆ ปี ในที่ปราศจากสิ่งที่มีารบกวน

Sediments and paleolimnologic implication ได้มีการสำรวจ sediments โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า sediment corer เครื่องมือนี้สามารถนำเอาใจกลางของ sediment ลึกหลาย ๆ เมตรขึ้นมา ทำให้ทราบถึงจุดกำหนดพื้นดินชั้นล่างของทะเลสาบ ประกอบไปด้วย สิ่งที่ไม่มีชีวิต และแร่ธาตุ อินทรีย์สารจะถูก oxidized โดย aerobic bacteria จากทราบกเน่าเปื่อย ดูจาก Fig.2-14

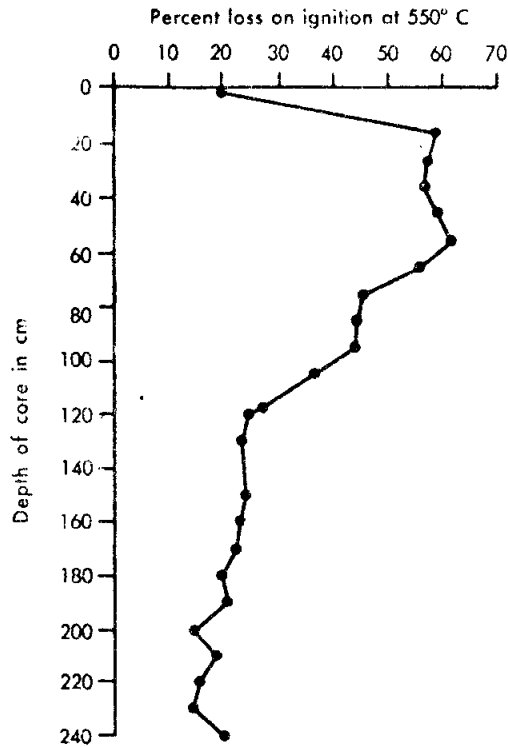


Fig. 2-14. Results of combustion of sediments from a core from Potato Lake, Arizona, showing percentages lost on ignition. Lower part of curve represents inorganic sediments; upper part of curve represents organic sediments. (Modified from Whiteside 1965.)

การแลกเปลี่ยนระหว่าง sediments และน้ำไหล (The exchange between sediments and free water) จะมีผลทำให้เกิดการแบ่งชั้นของอินทรีย์สาร, เพิ่มจำนวนออกซิเจนให้เพียงพอต่อสิ่งที่มีชีวิตที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น และยังทำให้การทับถมของการสลายตัวของอินทรีย์สารจมลงหรือไม่จมลง



เมื่อวัตถุอยู่บน ooze แล้ว ก็มีการแลกเปลี่ยนพวกวัตถุที่บังเกิดใน hypolimnion ขณะที่สิ่งที่มีชีวิตเพิ่มขึ้น ในอุณหภูมิต่ำลง

ใน Oligotrophic lake มีการเปลี่ยนแปลงใน sediment ไม่เพียงแต่การสร้าง mineral จาก materials แต่ก็ยังมีการทับถมของ allochthonous organic sediments

ใน eutrophic lake  $O_2$  จะหายไปในพื้นที่ hypolimnion ขณะเกิด stagnation พวก anaerobic จะเปลี่ยนแปลงให้เป็น minerals แต่ก็ยังรักษาสารที่เหลืออยู่ที่คงเดิม

การแพร่กระจายของน้ำในแผ่นดิน (Distribution of water in Inland) แบ่งออกได้

1. Lotic water คำว่า lotic มาจากคำว่า lotus แปลว่า washed (Running water)
2. Lentic water คำว่า lentic มาจากคำว่า lenis แปลว่า calm (Standing water)

Running water หมายถึงกระแสน้ำที่ไหลบริเวณ eulittoral zone ของทะเลสาบ กระแสน้ำที่เกิดจากกระแสน้ำขึ้น ทำให้อุณหภูมิของน้ำเคลื่อนขึ้นเคลื่อนลง มีมวลน้ำขึ้นมาแทนที่ใหม่ เมื่อตรวจคุณสมบัติทางฟิสิกส์ และเคมีไม่เหมือนเก่า ความเร็วของกระแสน้ำวัดด้วย current meter, ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความร้อนถูกบันทึกโดย galvanometer กระแสน้ำทำให้เกิดการหายใจใน eutrophication นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างกระแสน้ำที่อยู่ต้นน้ำกับกระแสน้ำที่อยู่ตอนปลายน้ำ

### การเปรียบเทียบกระแสน้ำที่อยู่ต้นน้ำกับที่อยู่ปลายน้ำ

	กระแสน้ำที่อยู่ต้นน้ำ	กระแสน้ำที่อยู่ปลายน้ำ
จุดเริ่มต้น	ต้นน้ำ	ปลายน้ำ
ปริมาณการไหล	มาก	น้อย
อุณหภูมิของน้ำ	เรียงตัวไม่เป็นระเบียบมาก	เรียงตัวไม่เป็นระเบียบน้อย
พ.ท.ถูกพังทะลาย	มาก	น้อย ตกตะกอน

Standing water คือ น้ำที่อยู่นิ่ง ๆ เคลื่อนไหวโดยกระแสนลม หรือสิ่งที่มีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ

สถานะของ Running water ดูได้จากคุณสมบัติทางฟิสิกส์, เคมี และชีวะ

1. ทางฟิสิกส์ การเคลื่อนไหวของน้ำไปทางเดียวกันตลอด, การไหลเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งน้ำ และ factor อื่น ๆ เป็นต้นว่า บางแห่งไหลเร็ว บางแห่งไหลช้า การเคลื่อนไหวของน้ำเคลื่อนไหวไม่เท่ากัน ผิวหน้าเร็วกว่าผิวล่าง อุณหภูมิเท่ากันตลอด ไม่มี thermal stratification ความขุ่นใสขึ้นอยู่กับทางที่กระแสน้ำผ่านว่าเป็นโคลน, หิน, ทราย, ถ้าผ่านโคลนน้ำจะขุ่น ถ้าผ่านทรายน้ำจะใส ความสามารถของแสงที่จะทะลุผ่านขึ้นอยู่กับความขุ่นใสของน้ำ

2. ทางเคมี มีแก๊สละลายอยู่ในน้ำอยู่ทุกระดับความลึก ถ้าน้ำไหลตลอดเวลาจะมี  $O_2$  ทั่วไปหมด ความสามารถของน้ำที่จะละลายพวก materials ขึ้นอยู่กับชนิดของ materials นั้น ๆ  $p^H$  เสมอตลอดเวลาค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย เนื่องจากไม่มี  $CO_2$  อุดหนุนอยู่

3. ทางชีวะ กระแสน้ำไหลจะพัดพาเอง plankton จากต้นน้ำมาที่ปลายน้ำ ส่วน benthose มันจะอยู่คงที่ สิ่งที่มีชีวิตต้องพยายามต่อสู้กับกระแสน้ำเป็นอย่างมาก ถ้ากระแสน้ำไหลแรง สิ่งที่มีชีวิตขนาดใหญ่ เช่น ปลา ก็จะสามารถว่ายอยู่ได้ ถ้ากระแสน้ำไหลช้าจะพบพวก ปลา, แมลง, crustaceans, plankton อยู่

สถานะของ standing water ก็ดูได้จากคุณสมบัติทางฟิสิกส์, เคมี และชีวะ

1. ทางฟิสิกส์ การเคลื่อนไหวของน้ำไม่ค่อยมี ถ้ามีก็มักเกิดจากกระแสลมที่ผิวหน้า ผิวล่างไม่เคลื่อนไหว อุณหภูมิใกล้เคียงกับอากาศ ความขุ่นใส (turbidity) ขึ้นกับ plankton, สารแขวนลอยในน้ำ, พื้นท้องน้ำว่าเป็นโคลนหรือทราย ความสามารถของแสง ถ้าน้ำใสแสงส่องทะลุผ่านลงไปไม่มาก ถ้าขุ่นแสงจะส่องผ่านทลุน้อย

2. ทางเคมี แก๊สที่ละลายในน้ำมี  $O_2$  มากพอ,  $CO_2$  และ decomposed gas ไม่ค่อยมี, ถ้าอยู่ที่ลึก ๆ โกล่พื้นท้องน้ำอาจมีมาก พวกสารที่ละลายอยู่ในน้ำขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิศาสตร์, ฤดูกาล  $p^H$  ในน้ำตั้งแต่ 4.4-9.4, น้ำแต่ละแห่ง  $p^H$  จะต่างกัน

3. ทางชีวะ Organism ที่พบตามชายฝั่งมักจะมีที่ littoral และ profundal zone เท่านั้น พบพวกพืชน้ำ, algae มาก, plankton เช่น diatom, desmid, protozoa, rotifer ความอุดมสมบูรณ์ขึ้นอยู่กับ factor อื่น ๆ , ถ้าใส่ปุ๋ยน้ำจะอุดมสมบูรณ์มาก