บทที่ 2

ทฤษฎี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นิเวศน์วิทยาของแหล่งน้ำจืด

แหล่งน้ำจืดเป็น habitat ที่ใหญ่รองลงมาจากทะเลและพื้นดิน ใน biosphere แหล่งที่จัดว่าเป็นน้ำจืดนี้จะมีค่าความเค็มน้อยกว่า 0.05 ppt. น้ำทั้งหมดบนผิวโลกมีประมาณ 1.3-1.4 พันล้านลูกบาศก์กิโลเมตร เป็นน้ำจืดเพียง 0.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่ามีน้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำทะเลซึ่งมีถึง 97.5 เปอร์เซ็นต์ แต่แหล่งน้ำจืดก็ให้ผลผลิตสูงมากเมื่อเทียบในอัตราส่วนของปริมาตรที่เท่ากัน habitat แบบแหล่งน้ำจืดมีตัวกลาง เป็นน้ำจืดซึ่งเป็นลักษณะเด่น ตัวกลางนี้เป็นแหล่งซึ่งพืชและสัตว์ใช้เป็นที่อยู่อาศัย หาอาหารรับแร่ธาตุและก๊าซต่าง ๆ น้ำจึงเป็นตัวกลาง ซึ่งเกิดการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำจืด

Habitat แบบแหล่งน้ำจืด จำแนกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

ก) แหล่งน้ำนิ่ง (Lentic habitat or Standing-water) หมายถึง habitat ที่มีกระแสน้ำนิ่ง ได้แก่ ทะเลสาบ บ่อ หนอง บึงต่าง ๆ และอ่างเก็บน้ำ

ข). แหล่งน้ำไหล (Lotic habitat or Running-water) หมายถึง habitat ที่มีกระแสน้ำไหล ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลองต่าง ๆ

แหล่งน้ำนิ่งที่สำคัญได้แก่ ทะเลสาบ บ่อ หนอง (marsh) บึง (swamp) อ่างเก็บน้ำ (reservoir) และที่น้ำท่วม (flood plain) แหล่งน้ำต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วจะมีลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) แตกต่างกันไป ซึ่งจะทำให้สมบัติของน้ำและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่แตกต่างกันไป ซึ่งมีผลร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย

ประเภทของอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำ (reservoir) เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นโดยมนุษย์จากการสร้างเขื่อนกั้นทางเดินของน้ำ ทำให้น้ำถูกยกระดับสูงขึ้น และท่วมพื้นที่เป็นจำนวนมากตามลักษณะภูมิประเทศ การสร้างอ่างเก็บน้ำทำให้ระบบนิเวศน์เปลี่ยนแปลงไปโดยฉับพลัน เช่น แหล่งน้ำไหลเปลี่ยนสภาพเป็นแหล่งน้ำนิ่ง ป่าไม้เปลี่ยนสภาพเป็นอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น

ประเภทของอ่างเก็บน้ำ อาจแบ่งได้ดังนี้

ก) Flood-control Reservoir เป็นอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ราบ ลักษณะของเขื่อนที่สร้างไม่สูง และใหญ่นัก ส่วนใหญ่มักสร้างขวางกั้นแม่น้ำ สำธาร เช่น เขื่อนเจ้าพระยา

ข) Storage Reservoir เป็นอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บกักน้ำใช้ในการชลประทาน เช่น เขื่อนเพชรบุรี หรือสร้างขึ้นเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้อุปโภคบริโภค เช่น อ่างเก็บน้ำบางพระ

ค) Hydro- electric Reservoir เป็นอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ ฯลฯ ตัวเขื่อนมักสร้างกั้นทางน้ำที่ไหลผ่านช่องเขา เขื่อนมีลักษณะสูงและแข็งแรง สามารถเก็บกักน้ำได้เป็นปริมาณมาก

ง) Multi - purpose Reservoir เป็นอ่างเก็บน้ำที่มีวัตถุประสงค์ใช้งานหลาย ๆ ชนิดดังกล่าวมาแล้ว ลักษณะเขื่อนจะมีขนาดใหญ่และกั้นแม่น้ำสายสำคัญ เช่น เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เป็นต้น

<u>การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในอ่างเก็บน้ำ</u>

ลักษณะโดยทั่วไปของอ่างเก็บน้ำ จะมีความลาดชันของฝ่ายทั้งสูง ซึ่งมีผลให้พันธุ์ไม้น้ำและสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำมีน้อย จะมีเฉพาะพวก floating plant จำนวนมากมากกว่า organisms อื่น ๆ Plankton จึงเป็นผลผลิตขั้นปฐม (primary productivity) ที่สำคัญ ซึ่งจะมีมากเฉพาะตอนผิวบนของชั้นน้ำเท่านั้น ลักษณะพื้นดินที่อยู่ก้นท้องน้ำด้านล่างของอ่างเก็บน้ำจะมีตะกอนอยู่มาก ทำให้มี H_2S อยู่สูง สัตว์น้ำที่สำคัญ ได้แก่ พวก nekton ซึ่งได้แก่ ปลา ซึ่งจะมีทั้งชนิด carnivorous และ plankton feeder. ในระยะแรก ๆ ของการใช้อ่างเก็บน้ำ ผลผลิตด้านประมง (yield) จะสูงมาก และจะตกต่ำลงเรื่อย ๆ ในระยะ 5-6 ปีต่อมา ในระยะ 2 ปีแรก จะมีสัตว์น้ำพวก carnivorous เจริญเติบโตดีแล้วจะลดลงตามลำดับ

เรื่องของอ่างเก็บน้ำมีความสัมพันธ์อย่างซับซ้อนกับศาสตร์แขนงต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพ เคมีและชีววิทยา การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและสัมพันธภาพที่เกิดขึ้นในอ่างเก็บน้ำพึงจะ

เริ่มต้นเมื่อประมาณ 60 ปีเท่านั้น ดังนั้นความรู้ที่ได้รับจึงยังอยู่ในวงจำกัด ในหลาย ๆ ประเทศจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้ากันอย่างจริงจังถึงการเปลี่ยนแปลงในอ่างเก็บน้ำ พร้อมทั้งปัญหาและการแก้ไขรวมตลอดถึงการบริหารอ่างเก็บน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประเทศต่าง ๆ เหล่านี้ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา รุสเซีย โปแลนด์ เยอรมันนี สวีเดน เชโกสโลวาเกีย กานา โรดีเซีย แซมเบีย และอินเดีย เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยเรา อ่างเก็บน้ำนับว่าเป็นของใหม่เพราะเพิ่งมีการก่อสร้างกันเมื่อประมาณ 20 ปีมานี้เอง การศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลง และวิกฤตการณ์ต่าง ๆ ในอ่างเก็บน้ำยังอยู่ในระยะเริ่มต้นเท่านั้น ประกอบกันกับมีอุปสรรคหลาย ๆ อย่าง เช่น ด้านความรู้ งบประมาณ และกำลังคนที่มีประสิทธิภาพ การศึกษาค้นคว้าจึงเป็นไปอย่างล่าช้า ดังนั้นเพื่อที่จะปรับปรุงและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องอาศัยความรอบรู้ถึงปรากฏการณ์ปฏิกิริยา ตลอดจนถึงสัมพันธภาพต่าง ๆที่เกิดขึ้นหลังจากการปิดเขื่อนกักเก็บน้ำเป็นพื้นฐาน ซึ่งโดยปกติแล้วการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะเกิดขึ้นในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน จะผิดแผกแตกต่างกันอยู่บ้างก็เป็นเพียงส่วนปลีกย่อยเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงและวิกฤตการณ์ในอ่างเก็บน้ำแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อใหญ่ ๆ คือ

1) การเปลี่ยนแปลงหลังการสร้างเขื่อน การสร้างเขื่อนก่อให้เกิดอิทธิพลหลายอย่างที่เป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะ และสมบัติเดิมของแหล่งน้ำนั้น ๆ สมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปนี้อาจเนื่องมาจากสมบัติของแหล่งน้ำเดิม หรือเป็นผลกระทบจากการปิดและเปิดเขื่อนเพื่อระบายน้ำ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีทั้งผลดีและผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพวกแพลงตอนพืช แพลงตอนสัตว์และสัตว์หน้าดินที่อยู่ตามพื้นท้องน้ำ รวมทั้งการเจริญเติบโต แพร่พันธุ์และการกินอาหารของปลาทั้งในอ่างเก็บน้ำ และในแม่น้ำที่รับน้ำจากเขื่อน ตามปกติแล้วการเปลี่ยนแปลงสมบัติของน้ำดังกล่าวขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมเป็นสำคัญ ซึ่งได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศอันเป็นที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ถูกน้ำท่วม สมบัติของน้ำที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ รวมตลอดถึงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาค้นคว้า และวิจัยถึงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหลังจากการปิดเขื่อน เพื่อให้ได้ข้อมูลเหล่านี้เป็นพื้นฐาน ในการประเมินผลกระทบ เพื่อจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขและทำการจัดการบริหารงานเพื่อให้อ่างเก็บน้ำนั้น ๆ ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งเพื่อการประมงและเพื่อประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ต่อไป

2) การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น

ก) การแบ่งแยกชั้นตามความแตกต่างของอุณหภูมิ เมื่อมีการสร้างเขื่อนขวางกั้นทางเดินของน้ำ จะมีผลทำให้กระแสน้ำค่อย ๆ ลดความเร็วลงจนเกือบหยุดนิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นคุ้งน้ำ และใกล้ ๆ กับตัวเขื่อน จนเป็นเหตุให้น้ำในอ่างเก็บน้ำนั้นได้รับพลังงานจากแสงแดดนานขึ้นจนทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น โดยเฉพาะในอ่างเก็บน้ำที่มีความลึกไม่มากนัก กรณีสำหรับอ่างเก็บน้ำที่มีความลึกมาก ๆ แสงแดดจะไม่สามารถส่องถึงบริเวณพื้นท้องน้ำที่ลึก ๆ ได้ ทำให้อุณหภูมิของน้ำนั้นมีความแตกต่างกัน โดยน้ำส่วนบนนั้นจะร้อนที่สุด จากนั้นอุณหภูมิของน้ำจะค่อย ๆ ลดลงตามระดับความลึก และจะเย็นที่สุดที่บริเวณพื้นท้องน้ำ ความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำดังกล่าวจะนำไปสู่การแบ่งแยกของชั้นน้ำ (thermal stratification) ของมวลน้ำแยกออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นบน (epilimnion) ชั้นกลาง (metalimnion or thermocline) และชั้นล่าง (hypolimnion) การแบ่งแยกชั้นของน้ำในอ่างเก็บน้ำ มีลักษณะแตกต่างกันออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศของอ่างเก็บน้ำ ลักษณะของภูมิอากาศ ความลึก พื้นที่ผิวน้ำทั้งหมดรวมทั้งตำแหน่งของท่อระบายน้ำและส่มปัติของน้ำที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ การแบ่งแยกชั้นน้ำในอ่างเก็บน้ำดังกล่าวเกิดขึ้นได้ทั้งในฤดูร้อนและฤดูหนาว ระหว่างที่เกิดการแบ่งแยกชั้นนี้จะไม่มีการหมุนเวียนของน้ำระหว่างชั้น ทำให้ปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำชั้นล่างถูกใช้หมดไป เนื่องมาจากการหายใจของสัตว์น้ำ และจากปฏิกิริยาเคมีของการสลายตัวของอินทรียวัตถุต่าง ๆ โดยปราศจากการทดแทน ในขณะเดียวกันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ในสภาวะการขาดแคลนก๊าซออกซิเจนเช่นนี้จะก่อให้เกิดก๊าซพิษอีกหลายชนิด เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และแอมโมเนีย เป็นต้น ซึ่งจะเป็นอันตรายโดยตรงต่อชีวิตของสัตว์น้ำ

ข) การระเหย (Evaporation) เนื่องจากพื้นที่ผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำได้เพิ่มขึ้นอย่างมากจากสภาพที่เป็นอยู่เดิม ประกอบกับอุณหภูมิของน้ำก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย จึงมีผลทำให้มวลน้ำในอ่างเก็บน้ำมีอัตราการระเหยมากขึ้น การสูญเสียน้ำโดยการระเหยนี้มีผลทำให้ความเข้มข้นของแร่ธาตุต่าง ๆ และสิ่งแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งอาจจะทำให้น้ำขุ่นเพิ่มมากขึ้น และมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น ลักษณะเช่นนี้อาจเป็นอุปสรรคขวางกั้นการส่องทะลุของแสงแดดทำให้การเจริญเติบโตของแพลงตอนพืชและสาหร่าย (algae) ลดลงไปและสามารถนำไปสู่การแบ่งแยกชั้นของมวลน้ำตามความหนาแน่นอีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้นจะทำให้น้ำมีรสหรือกลิ่นไม่เหมาะที่จะใช้ประโยชน์ในครัวเรือนหรือแม้แต่เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ และยังเร่งอัตรา

การตกตะกอนมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

ค) การตกตะกอน (Sedimentation) การสร้างเขื่อนขวางกั้นทางเดินของน้ำทำให้กระแสน้ำลดความเร็วลงมาก หรือเกือบจะหยุดนิ่ง ในสภาวะเช่นว่านี้น้ำไม่อาจพยุงสิ่งแขวนลอยหรือสิ่งเจือปนอยู่ต่อไปอีกได้ ก็จะเกิดการตกตะกอน และมีปริมาณสูงขึ้นในบริเวณใกล้เขื่อน ผลของการตกตะกอนที่ทับถมกันมาก ๆ ในอ่างเก็บน้ำไม่เพียงแต่จะมีผลต่ออายุการใช้ประโยชน์จากอ่างเก็บน้ำเท่านั้น แต่ยังมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์อีกด้วย เช่น ทำลายแหล่งวางไข่ของปลาโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาที่วางไข่ตามพื้นที่เป็นหินหรือกรวด หรือแม้แต่ชนิดที่ขุดหลุมวางไข่ตามพื้นท้องน้ำ และทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์หน้าดินทำให้สัตว์หน้าดินมีปริมาณลดน้อยลง ซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของปลาที่อาศัยอยู่ตามพื้นท้องน้ำเพราะขาดอาหาร นอกจากนี้ตะกอนที่เป็นอินทรียวัตถุจะเป็นตัวการที่สำคัญทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ในระหว่างการเน่าเปื่อยผุพังจนอาจเป็นอันตรายต่อปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ยิ่งไปกว่านั้นตะกอนเมื่อตกทับถมกันมาก ๆ จนอัดแน่น จะกลายเป็นฉนวนขวางกั้นการแลกเปลี่ยนแร่ธาตุอาหารระหว่างพื้นท้องน้ำชั้นล่าง เมื่อขาดการหมุนเวียนของแร่ธาตุต่าง ๆ ในอ่างเก็บน้ำผลผลิตของอ่างเก็บน้ำก็จะลดลง ในทางตรงกันข้ามหากตะกอนมีแร่ธาตุเจือปนอยู่มาก และสามารถละลายน้ำได้ดี ก็จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืช และสาหร่ายมากยิ่งขึ้น ก็อาจจะทำให้อ่างเก็บน้ำนั้น ๆ มีผลผลิตสูงขึ้น

ง) การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ (Water - level fluctuation) ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำจะแตกต่างกันไปตามฤดูกาลและฝนแปรไปแต่ละปี ปกติแล้วระดับน้ำจะสูงสุดในฤดูฝนและจะต่ำสุดในฤดูร้อนสำหรับเขตร้อน หรือมีระดับสูงสุดในฤดูใบไม้ผลิและต่ำสุดในฤดูใบไม้ร่วงสำหรับเขตอบอุ่น การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำดังกล่าวนับว่าเป็นผลดี และผลเสียต่อการประมงกล่าวคือ เมื่อระดับน้ำลดลงจะทำให้พื้นท้องน้ำถูกแสงแดดตากจนดินบริเวณพื้นท้องน้ำแห้ง พืชและสัตว์ที่เป็นอาหารปลาซึ่งอาศัยอยู่ในบริเวณนี้จะถูกทำลาย ทำให้ปริมาณอาหารปลามีน้อยลง อีกทั้งลดพื้นที่ในการวางไข่ของปลาหลายชนิดที่มีนิสัยชอบวางไข่ในที่ตื้น รวมทั้งลดแหล่งพักเพื่อที่ใช้ป้องกันรักษาตัว ใช้หาอาหารและหลบซ่อนศัตรูของลูกปลาอีกด้วย ในทางตรงกันข้ามพื้นดินที่ถูกแสงแดดตากจนแห้งแล้วนี้จะมีการสลายตัวของอินทรียวัตถุและแร่ธาตุต่าง ๆ เมื่อถูกน้ำท่วมในฤดูฝนแร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ บางส่วนจะละลายอยู่ในน้ำและพร้อมที่จะถูกนำไปใช้ เพื่อการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืชและสาหร่าย ในขณะเดียวกันเมื่อน้ำเอ่อท่วมทุ่งหญ้า สุมทุมพุ่มไม้ที่ขึ้นอยู่ตามชายฝั่งและบริเวณที่เคยตื้นเขินในฤดูแล้ว จะกลายเป็นแหล่งที่

เหมาะสมสำหรับการวางไข่ของปลาหลายชนิด และเมื่อพืชเหล่านั้นตายไปก็จะเน่าเปื่อยผุพังและสลายตัวกลายเป็นแร่ธาตุต่างๆ ละลายลงสู่แหล่งน้ำ ในระยะนี้แหล่งน้ำจะมีความอุดมสมบูรณ์สูง และมีผลต่อการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืช และแพลงตอนสัตว์ให้มีปริมาณสูงขึ้น มีผลทำให้อ่างเก็บน้ำนั้น ๆ มีความอุดมไปด้วยอาหารของปลาวัยอ่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อบรรดาลูกปลาซึ่งฟักออกมาเป็นตัวอ่อนก็สามารถกินอาหารได้โดยตรง ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำยังใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมหรือทำลายพันธุ์ไม้น้ำ ตลอดจนการกำจัดพันธุ์ปลาที่ไม่ต้องการได้อีกด้วย

3) การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งแบ่งออกเป็น

ก) ออกซิเจน ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดในระยะแรกของการปิดเขื่อนกักเก็บน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากออกซิเจนถูกใช้ไปในปฏิกิริยาการเน่าเปื่อยสลายตัวของต้นหญ้า และพุ่มไม้ที่ถูกน้ำท่วม รวมทั้งพวกอินทรียวัตถุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ ต่อจากนั้นปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยการได้รับเพิ่มเติมจากอากาศ และจากขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวตามปกติ มีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำมีพอเพียงกับความต้องการของสัตว์น้ำ ยกเว้นในกรณีที่เกิดมีการแบ่งแยกชั้นน้ำซึ่งในสภาวะเช่นนี้น้ำชั้นล่าง มักจะเกิดการขาดแคลนก๊าซออกซิเจน หรือถูกสัตว์น้ำใช้หมดไปทั้งนี้เนื่องจากว่าไม่มีก๊าซออกซิเจนถูกผลิตออกมาทดแทนส่วนที่ถูกใช้หมดไป ในสภาวะเช่นนี้จะเป็นอันตรายต่อปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ จนถึงแก่ชีวิตได้

ข) คาร์บอนไดออกไซด์ ปกติแล้วปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอ่างเก็บน้ำมีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอ่างเก็บน้ำที่ตื้น ๆ แต่ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีมากที่สุดในมวลน้ำชั้นล่างของอ่างเก็บน้ำที่มีการแบ่งแยกของชั้นมวลน้ำเป็นเวลานาน ๆ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เพียงแต่เป็นตัวการที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเท่านั้น แต่ยังมีบทบาทสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์เกินพอ (eutrophication) ของแหล่งน้ำอีกด้วย (Kuentzel, 1969; King, 1967; Goldman, Porcella et al; 1972) จากการศึกษาพบว่าปริมาณผลผลิตขั้นต้น (primary production) ของอ่างเก็บน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าหากปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีมากเกินไปก็จะเป็นอันตรายโดยตรงต่อสัตว์น้ำจนถึงชีวิตได้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอ่างเก็บน้ำขึ้นอยู่กับขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำและการหายใจของสัตว์น้ำ ซึ่งทั้งสองขบวนการนี้ จะมีความสัมพันธ์กับสภาพความเป็นกรดเป็น

ด่างของน้ำ (hydrogen - ion concentration)

ค) ไนโตรเจน สารประกอบของไนโตรเจนในอ่างเก็บน้ำเกิดขึ้นทั้งในรูปสารละลายอินทรียวัตถุหรืออนินทรียวัตถุ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรทและในรูปของธาตุไนโตรเจน อย่างไรก็ตามมีแต่แอมโมเนีย กับไนเตรทเทียง 2 ชนิดเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของบักเตรี แพลงตอนพืชและสาหร่าย Neel (1967) ได้รายงานว่าปริมาณของไนเตรทในอ่างเก็บน้ำจะลดน้อยลงในระหว่างที่แพลงตอนพืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีปริมาณมากอย่างหนาแน่น ในทำนองเดียวกันถ้าแอมโมเนียมีปริมาณมากขึ้นจะทำให้การเจริญเติบโตของแพลงตอนพืชลดลง ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าพืชไม่สามารถใช้ไนโตรเจนได้โดยตรงจากแอมโมเนีย แต่จะใช้ได้โดยตรงทันทีจากสารประกอบไนเตรทจึงทำให้มีความสัมพันธ์แบบตรงกันข้ามกันระหว่างสารประกอบทั้งสองกับปริมาณของแพลงตอนพืช

ง) ฟอสฟอรัส ปริมาณของธาตุฟอสฟอรัสในอ่างเก็บน้ำจะเพิ่มมากขึ้นทุก ๆ ปี ตามอายุของอ่างเก็บน้ำ ฟอสฟอรัสนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ ปกติแล้วจะพบว่าจะมีการเจริญเติบโตอย่างเหลือเฟือของแพลงตอนพืชและสาหร่ายพร้อม ๆ กับปริมาณของฟอสฟอรัสได้ลดน้อยลง หรือเป็นไปในทางตรงกันข้าม (Neel, 1967) นอกจากนี้บักเตรียังมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตสารละลายฟอสฟอรัสในน้ำ

4) การเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยา ซึ่งแบ่งออกเป็น

ก) แพลงตอนพืช (Phytoplankton) หลังจากการปิดเยื่อนกักเก็บน้ำจะมีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ของแพลงตอนพืชชนิดที่อาศัยอยู่ในหนองบึง บ่อ (lacustrine species) โดยเฉพาะในระยะ 2-3 ปีแรกของการเก็บน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากถูกกักขังอยู่ในอ่างเก็บน้ำเป็นเวลานานและมีอุณหภูมิสูง ความขุ่นลดน้อยลงเป็นผลให้แสงแดดสามารถส่องทะลุลงไปได้ลึก และแหล่งน้ำก็มีความอุดมสมบูรณ์ด้วยธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตแพลงตอนพืชในอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะของสภาวะแวดล้อมและฤดูกาลเป็นสำคัญ จากหลักฐานพบว่าในเขตอบอุ่นปริมาณแพลงตอนพืชจะลดต่ำมากในฤดูหนาว และกลางฤดูร้อน ส่วนปริมาณแพลงตอนพืชสูงสุดจะพบในฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วง ด้วยเหตุว่าในฤดูหนาวและกลางฤดูร้อนน้ำในอ่างเก็บน้ำจะเกิดการแบ่งชั้น จึงไม่มีการหมุนเวียนระหว่างมวลน้ำชั้นล่างกับมวลน้ำชั้นบน ทำให้ขาดการหมุนเวียนของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืชในอ่างเก็บน้ำ

ซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตลดต่ำลง ในทางตรงกันข้ามในฤดูใบไม้ผลิ และฤดูใบไม้ร่วงจะมีการหมุนเวียนของมวลน้ำ (turnover) เกิดขึ้นซึ่งมวลน้ำจะนำเอาอาหารแร่ธาตุต่าง ๆ จากพื้นท้องน้ำหมุนเวียนสู่ชั้นมวลน้ำเบื้องบนที่มีแสงแดดส่องถึง จึงทำให้แพลงตอนพืชมีการเจริญเติบโตขึ้นอย่างมากมาย ส่วนในเขตร้อนจะพบว่ามีปริมาณของแพลงตอนพืชสูงสุดในช่วงหลังฤดูฝนกับหลังฤดูหนาว และมีปริมาณน้อยมากในช่วงฤดูฝนกับในช่วงฤดูหนาว (Khan and Siddique, 1971) ทั้งนี้เนื่องจากว่าในภูมิภาคแถบนี้มีฝนตกชุกในฤดูฝนทำให้น้ำในอ่างเก็บน้ำขุ่นมาก และจะลดอัตราการส่องทะลุลงไปของแสงแดดสู่พื้นท้องน้ำ ส่วนในฤดูหนาวน้ำจะมีอุณหภูมิต่ำไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืช จึงเป็นเหตุทำให้มีผลผลิตลดน้อยลง

ข) แพลงตอนสัตว์ (Zooplankton) การเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ของแพลงตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำ มีความแตกต่างกันออกไปตามภูมิประเทศ สมบัติของน้ำและฤดูกาล โดยทั่วไปแล้วการเพิ่มจำนวนของแพลงตอนสัตว์เกิดขึ้นหลังจากการปิดกั้นเขื่อนไม่นานนัก และจะเกิดขึ้นชุกชุมในบริเวณใกล้ ๆ กับตัวเขื่อน โดยเกิดขึ้นหลังจากมีแพลงตอนพืชเกิดขึ้นอย่างเหลือเฟือ ทั้งนี้เข้าใจว่าเป็นเพราะมีอาหารอุดมสมบูรณ์เพียงพอกับการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์การเพิ่มขึ้นหรือลดลงทั้งชนิดและปริมาณจำนวนของแพลงตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งจะแตกต่างกันออกไปตามสภาวะแวดล้อมภายในอ่างเก็บน้ำนั้น ๆ เท่าที่มีอยู่ ปรากฏพบว่าปริมาณแพลงตอนสัตว์ที่มีความชุกชุมมากที่สุด เริ่มจากบริเวณกึ่งกลางอ่างเก็บน้ำลงมาจนถึงตัวเขื่อน นอกจากนี้ยังพบว่า แม้แต่ชนิดของแพลงตอนสัตว์ในแต่ละช่วงของอ่างเก็บน้ำก็ยังมีความแตกต่างกัน ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปในช่วงแรกของหนึ่งในสามของอ่างเก็บน้ำจะมีพวกโรติเฟอร์ (rotifers) มากที่สุดและมีปริมาณไม่มากนัก ในช่วงที่สองจะพบว่ามีพวก Cladocerans และ Copepods จะมีชุกชุมขึ้น ส่วนในช่วงสุดท้ายบริเวณใกล้กับตัวเขื่อนจะอุดมสมบูรณ์ไปด้วยแพลงตอนสัตว์พวก Cladocerans โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวก Daphnia ในช่วงนี้จะมีผลผลิตของแพลงตอนสัตว์สูงที่สุด

ค) สัตว์หน้าดิน (Benthos) การเปลี่ยนแปลงของชนิด และปริมาณของสัตว์หน้าดินภายในอ่างเก็บน้ำ เริ่มด้วยสัตว์หน้าดินจำพวกที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหลเดิมก่อนสร้างเขื่อนจะล้มตาย และลดปริมาณลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งสูญหายไปในที่สุด ในขณะเดียวกันพวกสัตว์หน้าดินที่อาศัยอยู่ในน้ำนิ่ง เช่น Chironomids, Oligochetes และ Cladocerans จะทวีจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว (Rzoska, 1966) ความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์-

หน้าดินภายในอ่างเก็บน้ำยึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นท้องน้ำ (substrates) ชีววิทยาของสัตว์หน้าดินแต่ละชนิด ปริมาณที่ถูกกิน (predation) และสมบัติของน้ำทั้งทางด้านกายภาพและทางเคมี แต่โดยทั่ว ๆ ไป พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศน์วิทยาของอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มที่จะลดความชุกชุมของสัตว์หน้าดินไม่ทางตรงก็ทางอ้อม

ง) พืชน้ำ (Aquatic vegatation) การเจริญเติบโตของพืชน้ำรุกล้ำเข้าไปในอ่างเก็บน้ำพร้อม ๆ กับการบีดเขื่อนกั้นน้ำ ทั้งในบริเวณชายฝั่งหรือ ที่ตื้นริมฝั่งหรืออาณาเขตบริเวณที่แสงแดดส่องถึงพื้นท้องน้ำ และที่ผิวน้ำจะมีพืชชนิดลอยน้ำเกิดขึ้นทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณคุ้งน้ำ พืชเหล่านี้จะแผ่ขยายอาณาเขตปกคลุมมากยิ่งขึ้นตามอายุของอ่างเก็บน้ำ เมื่อเกิดขึ้นจนมีปริมาณมากเกินพอจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้ประโยชน์จากอ่างเก็บน้ำเป็นต้นว่า กีดขวางทางสัญจรทางน้ำ และการพักผ่อนหย่อนใจ ลดปริมาตรของอ่างเก็บน้ำด้วยการแทนที่น้ำ และเพิ่มการระเหยของน้ำจากใบ ลดพื้นที่ทำการประมงและเป็นอุปสรรคต่อการใช้เครื่องมือจับปลาบางประเภท เช่น เครื่องมือประเภทอวน เป็นต้น ในบริเวณที่มีพันธุ์ไม้น้ำขึ้นอยู่หนาแน่นจะทำให้การเจริญเติบโตของแพลงตอนพืชลดลงเพราะขาดแสงแดดในการสังเคราะห์แสง พืชน้ำเหล่านี้เมื่อตายลงไปก็จะเน่าเปื่อยผุพังสลายตัวเป็นเหตุให้แหล่งน้ำนั้น ๆ เกิดการขาดแคลนออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เพราะใช้ในการสลายตัวของพืชน้ำที่ตาย เมื่อแหล่งน้ำขาดออกซิเจนมาก ๆ จะเป็นอันตรายต่อปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ได้ อย่างไรก็ตามพันธุ์ไม้น้ำนั้นก็มีประโยชน์หลายอย่างเป็นต้นว่า เป็นแหล่งสำหรับวางไข่ของปลาหลายชนิดเป็นที่หลบซ่อนศัตรูของลูกปลาวัยอ่อน อีกทั้งยังเป็นแหล่งสะสมอาหารตามธรรมชาติของปลาอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากพันธุ์ไม้น้ำเป็นที่เกาะและเป็นที่อยู่อาศัยของสาหร่ายบางชนิด (periphyton) และสัตว์น้ำขนาดเล็ก ๆ ที่เป็นอาหารของปลาเท่ากับว่าพันธุ์ไม้น้ำเหล่านี้จึงเป็นแหล่งผลิตอาหารของปลาเพิ่มมากขึ้นอีกอย่างหนึ่งด้วย

จ) ปลา (Ichthyofauna) การสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำมีผลทำให้ชนิด และปริมาณของปลาผันแปรเปลี่ยนไปจากเดิม เป็นที่ปรากฏแน่ชัดว่าปลาชนิดต่าง ๆ ที่ชอบอาศัยอยู่ในน้ำนิ่ง (limnophilic species) เช่น พวกที่ชอบอาศัยอยู่ใน หนอง บึง บ่อ หรือทะเลสาบจะมีการเจริญเติบโตดีมาก และทวีจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ตรงกันข้ามกับปลาที่ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหล (rheophilic species) เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย จะมีปริมาณลดลงมากหรือหายสาบสูญไปในที่สุด สภาวะเช่นนี้เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมภายในอ่างเก็บน้ำว่ามีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ของปลาชนิดนั้น ๆ

มากน้อยเพียงใด มีปลาหลายชนิดเช่นกันที่เยื่อนนั้นกลายเป็นสิ่งกีดขวางกั้นการอพยพเดินทางขึ้นลงลำน้ำ เพื่อหาอาหารหรือวางไข่ผสมพันธุ์ และอีกประการหนึ่งเยื่อนก็เป็นตัวการก่อให้เกิดการตกตะกอนทับถมทำลายแหล่งวางไข่ของปลาตามพื้นท้องน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาที่ชอบวางไข่ตามก้อนกรวดหรือก้อนหิน ถ้าหากมีตะกอนมาทับถมกันมาก ๆ จนเป็นอันตรายต่อสัตว์หน้าดินแล้วก็มีผลทำให้ปลาบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาที่หากินตามหน้าดิน (benthophagous fish) มีอาหารไม่พอเพียงต่อการเจริญเติบโต และแพร่พันธุ์ ก็จะทำให้ปลาที่อาศัยอยู่ในสภาวะแวดล้อมเช่นว่านี้ มีจำนวนลดน้อยลงไปทุก ๆ ปีหรืออาจจะสูญพันธุ์ไปเลยก็อาจมีได้ อย่างไรก็ดีสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปดังกล่าวนักสับมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ของปลาอีกมากชนิด โดยเฉพาะปลาชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำนิ่งซึ่งจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงและทวีจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ภายในระยะ 2-3 ปีแรกหลังจากการปิดกั้นเยื่อน ในระยะนี้อ่างเก็บน้ำจะให้ผลผลิตสูงมาก อย่างไรก็ดีความชุกชุมของปลาแต่ละขนาดหรือแต่ละอายุจะขึ้นอยู่กับจำนวนปีของการเก็บน้ำ (filling period) ถึงระดับสูงสุดตามโครงการ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าการกักเก็บน้ำกินเวลานาน 3 ปีอ่างเก็บน้ำแห่งนี้จะชุกชุมไปด้วยปลาเพียง 3 ขนาดเท่านั้นหลังจากนั้นความชุกชุมของปลาแต่ละขนาดหรือแต่ละปีจะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสภาวะแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ ปริมาณปลาจะเพิ่มมากขึ้นในปีน้ำมาก และผลการจับจะสูงขึ้นในปีต่อมา แต่ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับชนิดของปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและอายุของปลาที่สามารถเข้าทดแทนประชากรปลาในแหล่งทำการประมงของอ่างเก็บน้ำเป็นสำคัญ

ผลผลิตของปลา (fish production) ในอ่างเก็บน้ำจะเพิ่มสูงสุดภายในระยะ 2-3 ปีแรกหลังจากการปิดเยื่อนกั้นน้ำ จากนั้นผลผลิตจะเริ่มลดลงอย่างรวดเร็ว บางครั้งอาจลดลงต่ำมาก และอาจคงที่อยู่ในระดับนั้นเรื่อย ๆ ไป แต่บางกรณีผลผลิตที่ลดลงแล้วนั้นอาจจะเพิ่มขึ้นจนถึงประมาณครึ่งหนึ่งของผลผลิตสูงสุดในระยะแรก Kimsey (1958) ได้ทำการศึกษาและรายงานว่าการที่ผลผลิตของปลาลดลงจากปีแรก ๆ อย่างมากมายนั้น เนื่องมาจากการลดน้อยถอยลงของความอุดมสมบูรณ์ของอ่างเก็บน้ำ อันเป็นผลเนื่องมาจากเหตุผลหลายประการ คือ

1) ความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในอ่างเก็บน้ำถูกใช้หมดไป เนื่องมาจากขบวนการสร้างสรรผลิตผลทางชีววิทยา (biological synthesis) โดยปราศจากการทดแทนจากแหล่งอื่น ๆ หรือถ้ามีก็น้อยมาก

2) อาหารธาตุ (nutrient) บางส่วนต้องสูญเสียไปด้วยการทับถมของตะกอน (sediment) อยู่ใต้พื้นท้องน้ำ ซึ่งทั้งพืชและสัตว์ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

3) การสูญเสียอาหารธาตุไปจากแหล่งน้ำ ในรูปของผลการสับทางด้านการประมง

4) เกิดจากการสูญเสียอาหารธาตุไปกับน้ำที่ระบายออก (discharge) จากอ่างเก็บน้ำ ทั้งเพื่อการชลประทานและเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า

ยิ่งไปกว่านั้น ผลผลิตของปลาในอ่างเก็บน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นประจำทุก ๆ ปี เนื่องมาจากอิทธิพลการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมภายในอ่างเก็บน้ำ ความยาวของห่วงโซ่อาหารของปลาโดยเฉพาะชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและประสิทธิภาพของการบริหารงานอ่างเก็บน้ำเพื่อการพัฒนาการประมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013298