



บทที่ 1

บทนำ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากธาตุหนึ่ง และถูกจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมผลผลิตทางชีววิทยาในแหล่งน้ำที่เรียกว่า limiting factor ฟอสฟอรัสเป็นธาตุ 1 ใน 20 ธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชรวมทั้งสาหร่าย (Reynolds, 1978) และเป็นธาตุที่มีปริมาณน้อยที่สุดในแหล่งน้ำเมื่อเทียบกับ คาร์บอน, ไนโตรเจน และออกซิเจน อนินทรีย์ฟอสเฟตในรูปของออร์โธฟอสเฟตซึ่งเป็นรูปที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ได้ (reactive) จะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเทียบกับฟอสฟอรัสรูปอื่น ๆ (Wetzel, 1975)

ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบหลักในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตต้องการฟอสฟอรัสเพื่อใช้ในขบวนการเมตาโบลิซึม ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำจะพบในสิ่งมีชีวิตพวกที่แขวนลอยอยู่และพวกสาหร่ายหรือพืชเล็ก อัตราค่าลึงผลผลิตทางชีววิทยาของทะเลสาบจะสัมพันธ์กับการนำเข้ามาของฟอสฟอรัสจากแหล่งภายนอกมาสู่วงจรของฟอสฟอรัสในทะเลสาบ ฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสจึงมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำมากจากการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่แล้วปัญหาของแหล่งน้ำที่เกิดจากฟอสฟอรัสมักเกิดจากที่แหล่งน้ำได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณสูงเกินไปเป็นส่วนใหญ่ ถ้าฟอสฟอรัสเข้าสู่แหล่งน้ำมากเกินไปแหล่งน้ำนั้นจะเกิดการเสื่อมโทรมได้ (Lee, 1973) เนื่องจากฟอสฟอรัสปริมาณมากนี้จะไปเร่งการเจริญเติบโตของพืชน้ำให้ขยายตัวเพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็วอันอาจก่อให้เกิดแหล่งน้ำเกิดการคั่งเขินได้ หรือเมื่อพืชเหล่านั้นตายลงอาจเกิดการขาดออกซิเจนก่อให้เกิดภาวะน้ำเสียได้ เป็นต้น การที่ฟอสฟอรัสมีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับธาตุอาหารตัวอื่น ๆ เนื่องมาจากสิ่งมีชีวิตมีความต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำแต่ไม่สามารถขาดได้ ถ้าแหล่งน้ำใดขาดฟอสฟอรัส ผลผลิตทางชีววิทยาของแหล่งน้ำนั้นก็ต่ำหรือลดลง โดยเฉพาะถ้าแหล่งน้ำนั้นเป็นแหล่งของผลผลิตทางประมงซึ่งควรจะมีผลผลิตสัตว์น้ำสูง แต่เมื่อมีฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำกว่าปริมาณที่เหมาะสม ผลผลิตของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำนั้นอาจลดลงได้

ฟอสฟอรัสมีทั้งส่วนที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์และ สารอนินทรีย์ ซึ่งบาง ส่วนสิ่งมีชีวิตก็ไม่สามารถนำไปใช้ได้ (Wentz และ Lee, 1969) ดังนั้น การศึกษาในเรื่องนี้จึงมุ่งเน้นเกี่ยวกับปริมาณฟอสฟอรัสในทะเลสาบสงขลาส่วนที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ได้ซึ่งจะมีความสำคัญมาก ฟอสฟอรัสส่วนที่สิ่งมีชีวิตใช้ได้นี้มีทั้งในรูปของ สารละลาย (Reactive Dissolved Phosphorus) ฟอสฟอรัสที่ถูกกักขังอยู่กับสารแขวนลอย (Reactive Particulate Phosphorus) และฟอสฟอรัสที่ยึดอยู่กับตะกอนของแหล่งน้ำ (Available Phosphorus in Sediment) รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงในต่างฤดูกาลของปริมาณฟอสฟอรัสส่วนนี้ด้วย ซึ่งอาจจะ เป็นพื้นฐานในงานวิจัยอื่น ๆ ได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงปริมาณฟอสฟอรัสที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ในทะเลสาบสงขลา
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในต่างฤดูกาลของฟอสฟอรัสที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ในทะเลสาบสงขลา
3. เพื่อศึกษาปัจจัยทางฟิสิกส์และ เคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาณฟอสฟอรัสดังกล่าว
4. เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่สิ่งมีชีวิตใช้ได้ที่กักขังบนตะกอนกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในทะเลสาบสงขลา
5. เพื่อ เป็นข้อมูลพื้นฐานในการหากล้างผลึกของ ทะเลสาบสงขลาต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการศึกษาถึงปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนที่สิ่งมีชีวิตใช้ได้ รวมทั้งการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสส่วนนี้ในต่าง ฤดูกาลของทะเลสาบสงขลาจะทำให้ได้ ข้อมูลที่จะบอกให้ทราบถึงสภาวะ ฟอสฟอรัสในทะเลสาบสงขลาได้ นอกจากนี้ การศึกษาผลผลิตปฐมภูมิและปัจจัยทางฟิสิกส์-เคมีต่าง ๆ ของน้ำควบคู่กันไปด้วย เช่น ความเป็นกรด-ด่าง, ความเค็ม เป็นต้น จะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยเหล่านี้กับปริมาณฟอสฟอรัสและข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับจะสามารถนำไป เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ถึงความอุดมสมบูรณ์ของทะเลสาบสงขลาได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ในทางการประมงของทะเลสาบต่อไป

การสำรวจเอกสาร

1. ทะเลสาบสงขลา

1.1 ลักษณะโดยทั่วไป

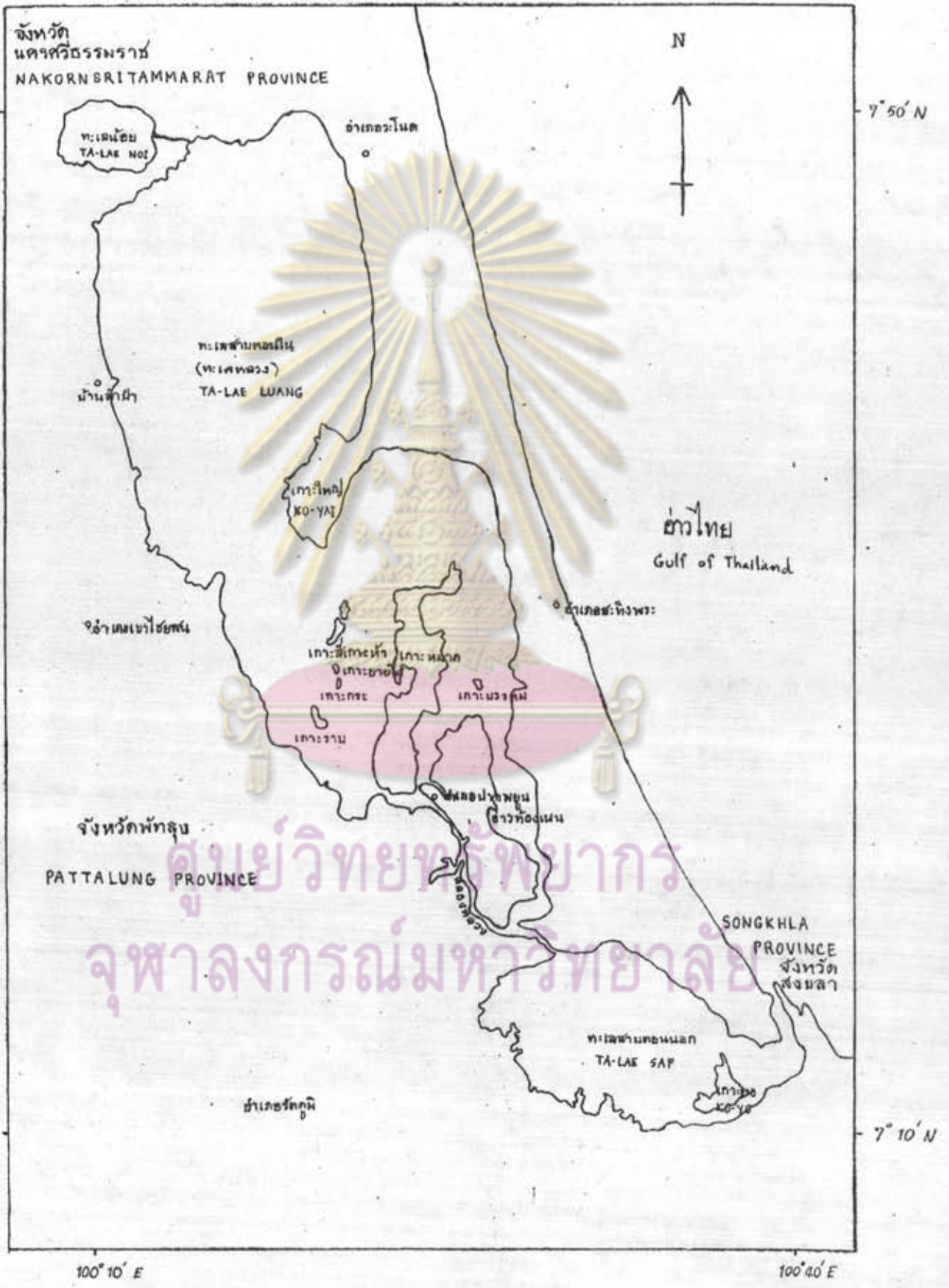
ทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบเปิดติดต่อกับอ่าวไทยตอนล่างและเป็นทะเลสาบเปิดที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสงขลาและพัทลุง มีพื้นที่ประมาณ 1,040 ตารางกิโลเมตร มีความลึกเฉลี่ย 2 เมตร ลักษณะของทะเลสาบเป็นที่ลุ่มต่ำ ใต้น้ำจากแม่น้ำลำคลองหลายสายที่อยู่โดยรอบ กัน-ทะเลสาบมีลักษณะแบนคล้ายกระทะ แบ่งออกได้เป็น 3 เขต คือ ทะเลสาบตอนล่าง (ทะเลนอก) ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 220 ตารางกิโลเมตร ทะเลสาบตอนบน (ทะเลหลวง) มีพื้นที่ประมาณ 780 ตารางกิโลเมตร และทะเลน้อยมีพื้นที่ประมาณ 40 ตารางกิโลเมตร (สิริ ทุกชีวินาศ, 2527)

ทะเลสาบสงขลามีลักษณะเกือบจะเป็นทะเลสาบปิดที่อยู่ในแผ่นดิน (Closed Inland Sea) เพราะทางออกของทะเลสาบสู่อ่าวไทยทรงบริเวณอำเภอเมืองสงขลามีสลักษณะเป็นทางน้ำแคบมีความกว้างเพียงประมาณ 350 เมตร (รูป 1.1) การที่ทะเลสาบสงขลาอยู่ติดกับทะเลน้ำเค็มโดยมีพื้นดินแคบ ๆ กันขวาง (ซึ่งเป็นดินหินในยุคควอเทอร์นารีอันเป็นตะกอนกรวดทรายและปะการังใต้น้ำที่ทับถมกันมาเป็นเวลานาน) และยกสูงชันเป็นแนวสันทราย (Sand Dune) กว้างประมาณ 5 กิโลเมตร และยาวประมาณ 75 กิโลเมตร ทำให้สันนิษฐานได้ว่าทะเลสาบสงขลาเคยเป็นอ่าวของทะเลเปิดมาก่อน แต่ต่อมาอิทธิพลลมและกระแสน้ำทำให้เกิดสันทรายขึ้นแยกทะเลสาบสงขลาออกจากทะเลเปิดเกือบตลอดแนว คงเหลือแค่เพียงทางน้ำแคบ ๆ ที่เป็นทางเชื่อมต่อกับทะเลเปิดเท่านั้น (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2524)

1.2 สภาพปัจจุบันของทะเลสาบสงขลา

ทะเลสาบตอนนอกเชื่อมต่อกับทะเลอ่าวไทย โดยทางน้ำซึ่งกว้าง 350 เมตร จึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงและความเค็มของน้ำทะเล ทั้งในทางชลศาสตร์และระบบนิเวศวิทยา และเชื่อมโยงถึงทะเลสาบตอนอื่น ๆ ด้วย

รูป 1.1 แสดงลักษณะและที่ตั้งของทะเลสาบสงขลา



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเค็มของน้ำในทะเลสาบมีลักษณะ เป็นแบบผสมกันอย่างดี (well-mixed) เนื่องจากทะเลสาบมีความลึกไม่มากนัก ประกอบกับมีคลื่นลมแรงทำให้มีการผสมกันอย่างทั่วถึงตลอดความลึก ความเค็มของน้ำจะลดลงอย่างรวดเร็วตามระยะทางที่ห่างจากทะเลเปิดในลักษณะ Exponential เช่นที่พบในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณสะพานพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก ถ้าถือระดับความเค็ม 0.5 ส่วนในพันเป็นค่าสูงสุดที่ยอมให้ได้สำหรับน้ำจืด บริเวณที่น้ำเค็มจะแผ่ เข้าไปในทะเลสาบวัดจากทางออกสู่ทะเลเปิด เป็นระยะทางเฉลี่ยประมาณ 70 กิโลเมตร ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญต่อความเค็มของน้ำในทะเลสาบ ปริมาณน้ำจืดที่ทะเลสาบได้รับมีประมาณ 5,780 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2524)

ระบบนิเวศน์ของทะเลสาบสงขลาแบ่งออกได้เป็น 3 ระบบย่อย ที่เชื่อมโยงกันโดยใช้ความเค็มของน้ำเป็นเกณฑ์ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2524) ได้แก่

1.2.1 ระบบนิเวศน์น้ำเค็ม คือบริเวณทะเลสาบตอนนอก ถึงมีชีวิตในบริเวณนี้มีทั้งประเภทที่อยู่ประจำและประเภทที่มาพักในบางช่วงของชีวิต เช่น กุ้งก้ามกราม เป็นต้น น้ำจะมีการผสมกันในแนวตั้งอย่างทั่วถึงเนื่องจากมีความลึกเฉลี่ยไม่มากนัก ทำให้คุณภาพของน้ำและแพลงก์ตอนพืชมีลักษณะ เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันตลอดความลึก

1.2.2 ระบบนิเวศน์น้ำกร่อย คือบริเวณทะเลสาบตอนนอกบาง ส่วนและทะเลสาบตอนใน (ทะเลหลวง) ตอนล่าง

1.2.3 ระบบนิเวศน์น้ำจืด คือบริเวณทะเลสาบตอนใน (ทะเลหลวง) ตอนบน บริเวณนี้จะมีพื้นที่น้ำขึ้นอยู่ค่อนข้างหนาแน่นจนกลายเป็นบริเวณน้ำคั้น และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของนกน้ำถึง 109 ชนิด หรือกว่า 100,000 ตัว (สถาบันวิจัย-วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2525)

ระบบของทะเลสาบมีการปรับระบบนิเวศน์ตามฤดูกาลในแต่ละปี ความสภาพภูมิอากาศ ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปในช่วงต่าง ๆ ของปี เนื่องจากลมมรสุม ซึ่งมีอิทธิพลต่อความสมดุลของการ ระเหยกับปริมาณน้ำฝนและมีอิทธิพลต่อการขนส่งและผสมกันใต้น้ำ แม้ว่าลมนั้นจะมีความเร็วต่ำมาก (2-3 เซนติเมตรต่อวินาที) (Ilaco และ

Haskoning, 1972)

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง กันยายน ระบายน้ำต่ำสุดเฉลี่ยในเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม จะต่ำกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 350 มิลลิเมตร เนื่องจากมีการระเหยสูงและฝนตกน้อย

เดือนเมษายน พฤษภาคม ตุลาคม และพฤศจิกายน จะเป็นช่วงเปลี่ยนทิศทางการลม ลมในช่วงนี้จะมีทิศทางต่าง ๆ กัน มีความเร็วอยู่ประมาณ 1-27 นอต

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึง มีนาคม ลมในช่วงนี้มีความเร็วประมาณ 27 นอต ระบายน้ำสูงสุดเฉลี่ยวัดได้ 270 มิลลิเมตร เทียบระดับน้ำทะเลเฉลี่ยในเดือนธันวาคมเนื่องจากมีปริมาณฝนตกสูง และการระเหยต่ำ (Newell, 1985)

1.3 ลักษณะทางธรณีวิทยาและงานทรัพยากรธรรมชาติ

จากรายงานการศึกษาข้อมูลทรัพยากรสิ่งแวดล้อมน้ำทะเลสาบสงขลาของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2524) รายงานถึงลักษณะทางธรณีวิทยาในเขตลุ่มน้ำทะเลสาบว่าประกอบด้วยหิน 2 ประเภท คือ หินอัคนี และหินชั้นหินแปร หินอัคนีพบอยู่ทางฝั่งตะวันตกของพื้นที่บริเวณเทือกเขาบรรทัด ส่วนหินชั้นหินแปรซึ่งมีอยู่หลายชุดคือ ชุดทุ่งสง ชุดกาญจนบุรี ชุดราชบุรี ชุด marine จะพบบริเวณรอบทะเลสาบ ทรัพยากรดินในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำจืดแยกออกในระดับดินอนุภาคใหญ่ได้ 10 กลุ่ม ทรัพยากรที่สำคัญในเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้แก่ ดินบุก วัสดุแพร้ม แบริท์ และกะกั่ว ซึ่งพบมากในบริเวณพื้นที่ทางฝั่งตะวันตกของทะเลสาบสงขลา ทรัพยากรแร่เหล่านี้มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจในลุ่มน้ำเป็นอย่างมาก ผลผลิตของดินบุก วัสดุแพร้ม และแบริท์ คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละต่อผลผลิตแร่ทั่วประเทศเท่ากับ 2.97 19.84 และ 1.16 ตามลำดับ

1.4 น้ำที่ไหลลงสู่ระบบลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

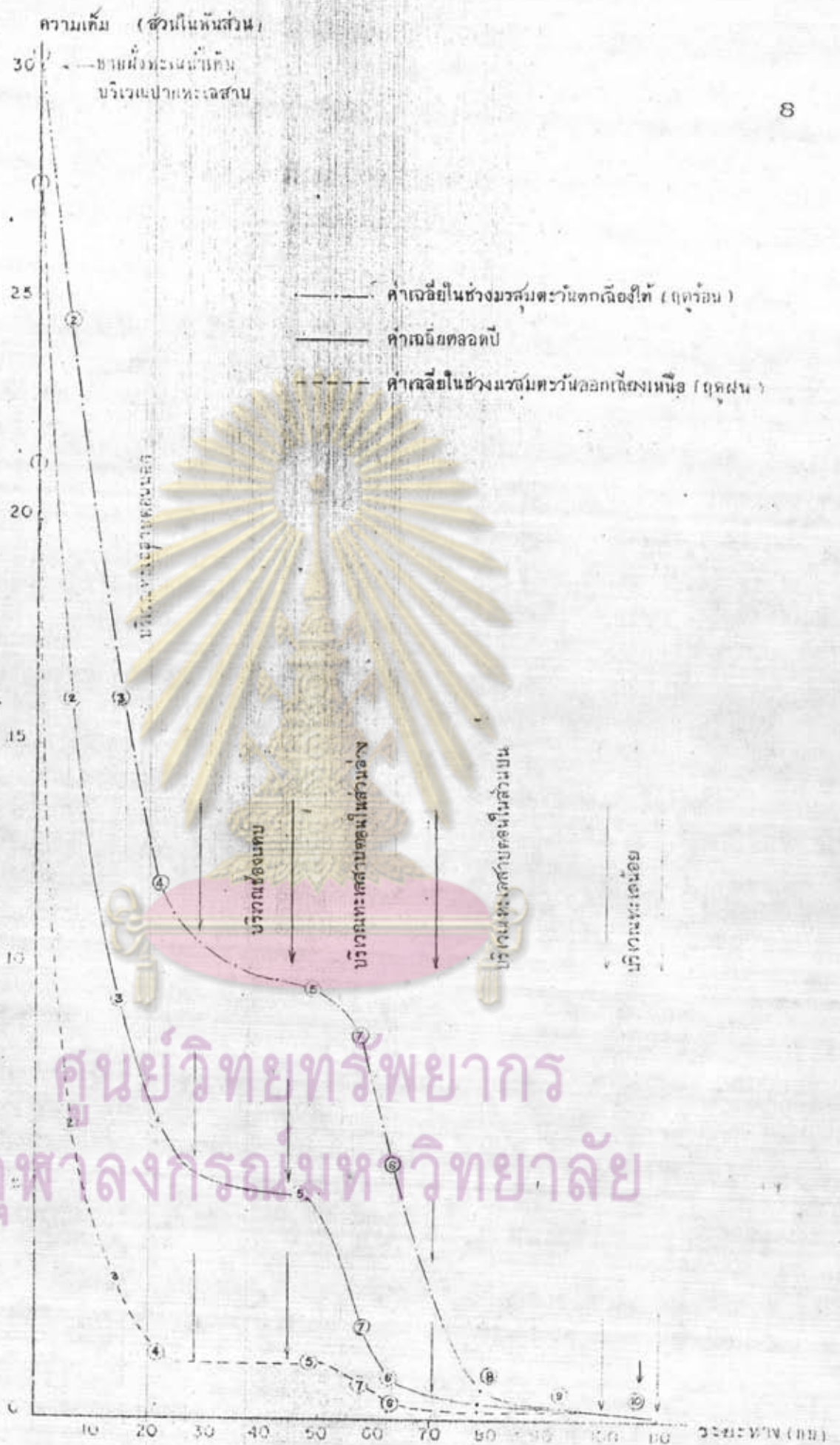
น้ำที่ไหลลงสู่ระบบลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาทั้งหมดมาจากน้ำฝนที่ตกในบริเวณลุ่มน้ำ แล้วไหลลงสู่ตัวทะเลสาบโดยผ่านลำน้ำที่สำคัญ 5 สาย คือ คลองอู่ตะเภา คลองท่า คลองรัทภูมิ คลองพุ่มพ้อ และคลองท่าแค ปริมาณน้ำท่าทั้งหมดที่ไหลลงสู่ทะเลสาบ

สงขลามีบางส่วนใช้ไปในการผลักดันน้ำเค็มที่จะไหลเข้าสู่ตัวทะเลสาบซึ่งจะต้องใช้ปริมาณน้ำไม่ต่ำกว่า 116 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ดังนั้นปริมาณน้ำท่าที่อาจนำไปใช้ประโยชน์ทางคานอื่นได้จึงมีประมาณ 4,146 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี น้ำฝนทั้งหมดที่ตกลงในพื้นที่ลุ่มน้ำในที่ลุ่มจะไหลตามลำน้ำสาขาต่าง ๆ ลงสู่ทะเลสาบ ส่วนใหญ่ของลำน้ำจะไหลจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออกสู่ทะเลสาบสงขลา

อิทธิพลของปริมาณน้ำฝน โดยที่ปริมาณน้ำฝนเป็นปรากฏการณ์กับปริมาณน้ำจืดที่ระบายลงสู่ทะเลสาบ ดังนั้นความเค็มของน้ำที่จุดใดจุดหนึ่งในทะเลสาบจึงขึ้นกับปริมาณน้ำฝนด้วย จากรูป 1.2 จะเห็นได้ว่าบริเวณทะเลสาบตอนนอกและทะเลสาบตอนใน ส่วนล่างตั้งแต่จุดที่ 1 ถึงจุดที่ 6 เป็นบริเวณที่ความเค็มของน้ำเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำฝนมากที่สุด เช่น จุดที่ 2 ความเค็มเฉลี่ยในฤดูแล้งสูงถึง 24.4 ส่วนในพันส่วน ลดลงเหลือเพียง 6.5 ส่วนในพันส่วน ในฤดูฝน โดยมีความเฉลี่ยทั้งปี 16.0 ส่วนในพันส่วน ประเด็นที่ควรสังเกตุคือในช่วงระหว่างจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 5 ความแตกต่างระหว่างความเค็มในฤดูฝนกับความเค็มเฉลี่ยทั้งปีมีค่าใกล้เคียงกับความแตกต่างระหว่างความเค็มในฤดูร้อนกับความเค็มเฉลี่ยทั้งปี ส่วนที่จุด 6, 7 และ 8 นั้น ความเค็มเฉลี่ยทั้งปีจะมีค่าใกล้เคียงกับความเค็มในฤดูฝนแต่จะต่างจากค่าความเค็มในฤดูร้อนมาก อย่างไรก็ตามอิทธิพลของปริมาณน้ำฝนจะลดน้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทางจนหมดไปมากที่สุดเมื่อถึงจุดที่ 10 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2524)

1.5 คุณสมบัติทางฟิสิกส์-เคมีของน้ำในทะเลสาบสงขลา

1.5.1 ความเค็ม (Salinity) การเปลี่ยนแปลงของความเค็มในรอบปีมีความสัมพันธ์กับฤดูฝนและฤดูแล้ง (Narong, 1978-9; Institute of Scientific and Technological Research, Danai, 1983; ONEB, 1984) ทะเลสาบสงขลาจะเป็นน้ำเค็มเกือบทั้งปีมีความเค็มเกือบ 35 ส่วนในพันส่วนที่บริเวณใกล้ปากทะเลสาบ ตอนกลางของทะเลสาบ ความเค็มเปลี่ยนแปลงตลอดปีตั้งแต่ใกล้ศูนย์จนถึง 20-30 ส่วนในพันส่วน คณัย (2521) รายงานว่าความเค็มของน้ำในทะเลสาบสงขลาจะสูงขึ้นเล็กน้อยหลังจากมีกา รชุกของปากทะเลสาบแต่จะไม่มีผลกระทบที่ร้ายแรงแก่อย่างใดต่อผลผลิตของทะเลสาบสงขลาตอนนอก ทะเลสาบสงขลาตอนนอกเป็นบริเวณที่มีชบวนการผสมระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็มเกิดขึ้นและมีค่าความเค็มอยู่ในช่วงกว้าง อย่างไรก็ตาม



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จตุรภาคีกรมทรัพยากร

รูปที่ 1.2 การผันแปรความเค็มตามระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเลน้ำจืดตรงปากทะเลสาบ

ก็ความส่วนใหญ่แล้วความเค็มจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5-15 ส่วนในพันส่วน เกือบตลอดปี (Newell, 1985) ณรงค์ (2523) รายงานถึงความเค็มเฉลี่ยในรอบปีของน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอกว่ามีค่าอยู่ประมาณ 28 ± 4 ส่วนในพันส่วน ไพโรจน์ และคณิต (2526) ทำการศึกษานิวเคลียสในทะเลสาบพบค่าความเค็มสูงสุดของทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีค่า 34 ส่วนในพันส่วนในเดือนตุลาคม และต่ำสุดมีค่า 0.64 ส่วนในพันส่วนในเดือน ธันวาคม ความเค็มสูงสุดของทะเลสาบสงขลาตอนกลาง (ทะเลหลวงตอนล่าง) มีค่า 20 ส่วนในพันส่วนในเดือนตุลาคมและต่ำสุดมีค่า 0.5 ส่วนในพันส่วนในเดือนมกราคมและ สิงหาคม บริเวณเหนือปากพูนขึ้นมาเกลือที่เข้าไปกับกระแสน้ำส่วนใหญ่เนื่องมาจากขบวนการผสมมากกว่าการลำเลียงเข้าไปโดยตรงของน้ำขึ้นน้ำลง (Newell, 1985) ทะเลสาบตอนในเป็นเขตน้ำจืดและน้ำกร่อยมีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 0-3 ส่วนในพันส่วน แต่โดยส่วนใหญ่แล้วเกือบตลอดปีทะเลสาบตอนในจะเป็นน้ำจืด โภษะชัย และเพราพรพรณ (2527) รายงานว่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยในทะเลสาบสงขลาตอนนอกเท่ากับ 13.68 ส่วนในพันส่วน ทะเลสาบตอนในส่วนล่าง 4.57 ส่วนในพันส่วน และทะเลสาบตอนในส่วนบน 0.154 ส่วนในพันส่วน

1.5.2 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง (Narong, 1978-9; Institute of Scientific and Technological Research, 1981; ONEB, 1984) ส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 4-8 ส่วนในล้านส่วน ดังนั้นจะเห็นว่าทะเลสาบสงขลาจะไม่เกิดสภาพขาดออกซิเจน โภษะชัย และเพราพรพรณ (2527) วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำโดยเฉลี่ย ปริมาณออกซิเจนที่ผิวน้ำของทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีค่าตลอดปีเท่ากับ 3.60-9.95 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณออกซิเจนที่ผิวน้ำของทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีค่าตลอดปีเท่ากับ 3.10-9.40 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณออกซิเจนที่ผิวน้ำของทะเลสาบตอนในส่วนล่างมีค่าตลอดปีเท่ากับ 3.70-12.85 ส่วนในล้านส่วน และที่ผิวน้ำมีค่าตลอดปีเท่ากับ 4.60-12.45 ส่วนในล้านส่วน เขตทะเลสาบตอนในส่วนบนบริเวณผิวน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ตลอดปีเท่ากับ 4.40-10.00 ส่วนในล้านส่วน ที่ผิวน้ำมีค่าตลอดปีเท่ากับ 3.30-12.90 ส่วนในล้านส่วน

1.5.3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทะเลสาบสงขลาโดยทั่วไป

มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกับน้ำทะเลที่รุกเข้าไปในทะเลสาบ ไพโรจน์ และคณิศ (2526) รายงานว่า ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีค่าคลอคิดีอยู่ในช่วง 6.44-8.44 และค่าความเป็นกรด-ด่างของทะเลสาบตอนในมีค่าคลอคิดีอยู่ในช่วง 6.38-8.65

1.5.4 ปริมาณฟอสเฟต รายงานของ Narong (1978-9), Institute of Scientific and Technological Research (1981), NEB (1984) กล่าวว่าปริมาณฟอสฟอรัสในทะเลสาบสงขลาอยู่ในช่วง 0.1-0.2 ส่วนในล้านส่วน Newell (1985) รายงานว่าส่วนใหญ่การหาปริมาณฟอสเฟตในทะเลสาบจะไม่ได้ทำการกรองน้ำก่อนซึ่งจะทำให้มีค่าสูงกว่าเมื่อนำน้ำไปกรองก่อนประมาณ 2 เท่า และจากรายงานพบว่าปริมาณซากุอาหารในทะเลสาบจะมีค่าสูงซึ่งทำให้พืชน้ำสามารถเจริญเติบโตได้โดยไม่เกิดการขาดซากุอาหาร

ระดับฟอสเฟตที่ละลายน้ำพบว่ามีค่าประมาณ 10 เท่าของฟอสฟอรัสที่ถูกนำไปใช้ต่อวันของแพลงตอนพืช (ไพโรจน์ และคณะ, 2523) สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติรายงานว่าความเข้มข้นของฟอสเฟตทั้งหมดในน้ำของทะเลสาบสงขลามีค่าระหว่าง 0.01-0.70 ส่วนในล้านส่วน ฟอสเฟตส่วนที่ละลายน้ำมีค่าระหว่าง 0.01-0.34 ส่วนในล้านส่วน

2. ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ

2.1 ความสำคัญของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ

ฟอสฟอรัสเป็นซากุอาหารที่มีความสำคัญมากต่อพืชน้ำเพราะฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของโมเลกุลของสิ่งมีชีวิต เช่น กรดนิวคลีอิก และ adenosine triphosphate (ATP) ซึ่งเป็นสารสำคัญอย่างยิ่งในขบวนการสร้างและเคลื่อนย้ายพลังงาน สารประกอบของมันยังมีบทบาทที่สำคัญในขบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งถือเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำด้วย ความเข้มข้นของสารประกอบฟอสฟอรัสที่ถูกนำไปใช้จะควบคุมการเจริญเติบโตของพืชน้ำนั่นก็คือจะเป็นตัวควบคุมผลผลิตของแหล่งน้ำด้วย (Vollenweider, 1968) อนินทรีย์ฟอสฟอรัสและฟอสฟอรัสที่แขวนลอยอยู่จะมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำธรรมชาติอย่างมากในแง่ของการควบคุมความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ

(Lee, 1973) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำระดับหนึ่งจะทำให้แปลงทอนพีชเจริญเติบโตได้ดี (Mackereth, 1953) ความเข้มข้นนี้จะสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในสาหร่ายชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะมีค่าต่างกันไป (Lund, 1970) จะเห็นว่าผลผลิตทางชีวของระบบนิเวศน์จะถูกควบคุมโดยฟอสฟอรัสเพราะเมื่อปริมาณฟอสฟอรัสสูงขึ้นไม่ว่าจะจากแหล่งใดจะทำให้ประชากรแปลงทอนพีชเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก (Reynolds, 1978)

อย่างไรก็ตาม ขณะที่ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญซึ่งจำกัดผลผลิตของพีชน้ำแต่ก็มีไขทุกแหล่งน้ำ มีแหล่งน้ำหลายแหล่งที่ไนโตรเจนหรือธาตุอาหารตัวอื่น ๆ เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพีช ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเหล่านั้นไม่ปรากฏว่าควบคุมผลผลิตทางชีวโดยตรง (Golterman, 1973) การทำนายว่าแหล่งน้ำนี้ถูกควบคุมการเจริญเติบโตของพีชโดยไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสอาจทำนายได้โดยอาศัยอัตราส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในสิ่งมีชีวิตซึ่งค่อนข้างจะเป็นค่าคงที่ (Lee, 1973) แหล่งน้ำที่ถูกจำกัดผลผลิตโดยธาตุอื่นที่ไม่ใช่ฟอสฟอรัสอาจเป็นเพราะมีฟอสฟอรัสอยู่มากเกินไป เพราะถ้ามีการดึงฟอสฟอรัสออกจากแหล่งน้ำส่วนหนึ่งจะทำให้ฟอสฟอรัสเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพีชน้ำได้ (Golterman, 1973; Rohlich (1969), Lund (1972), Porter (1975) อ้างตาม Reynolds, 1978) รายงานต่าง ๆ เหล่านี้สรุปไว้ว่าเราไม่สามารถนำข้อมูลฟอสฟอรัสจากแหล่งน้ำหนึ่งไปทำนายผลของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำอื่น ๆ ได้

2.2 รูปของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ

ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำมีรูป (forms) ต่าง ๆ รูปที่มักพบในแหล่งน้ำเป็นรูปที่อยู่ในสภาวะออกซิไดส์ (Oxidized state) โดยทั่วไปแหล่งน้ำจะมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในความเข้มข้นสูงกว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมาก (Hutchinson, 1957; Armstrong, 1972) แคลอโรไฟต์เพคโอออนเท่านั้นที่สามารถถูกนำไปใช้ได้โดยตรงโดยเซลล์พีช ส่วนรูปอื่น ๆ เมื่อจะถูกนำไปใช้ต้องถูกไฮโดรไลซ์ก่อนโดยเอนไซม์ที่สร้างขึ้นภายในพีชนั้น (Fogg, 1973) ในเขตกึ่งเมืองและเขตกึ่งทรกกรรมจะปล่อยฟอสฟอรัสปริมาณมากลงสู่แหล่งน้ำแก่ส่วนใหญ่ของฟอสฟอรัสเหล่านี้อยู่ในรูปที่พีชไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันที เช่น ในรูปสารแขวนลอยหรือรูปอินทรีย์ฟอสฟอรัส เป็นต้น (Lee, 1973) อนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่มักพบในแหล่งน้ำจะอยู่ในรูปอนินทรีย์ของไฮโปสเฟคโอออน ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-})

และอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่พบมากจะเป็นส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิต (Reynolds, 1978) อนินทรีย์ออร์โธฟอสเฟตที่อยู่ในสารละลายและถูกขั้มบนสารแขวนลอยจะทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วกับกรดโมลิบเดียม แต่ส่วนที่เหลือซึ่งได้แก่อินทรีย์ฟอสเฟตโมเลกุลใหญ่หรือสารประกอบอินทรีย์ที่ถูกไฮโดรไลซิง่ายจะทองถูกเปลี่ยนให้เป็นออร์โธฟอสเฟตก่อนจึงจะทำปฏิกิริยาได้ (Armstrong, 1972) ดังที่กล่าวมานี้ทำให้พอสฟอรัสต่าง ๆ ของพอสฟอรัสในแหล่งน้ำได้ 4 รูปใหญ่ ๆ คือ

2.2.1 อนินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายน้ำ

พอสฟอรัสในรูปนี้ ได้แก่ ออร์โธฟอสเฟตซึ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติพบว่า $H_2PO_4^-$ และ HPO_4^{2-} มีมากกว่า PO_4^{3-} และ H_3PO_4 (Armstrong 1972) นอกจากนั้นพอสเฟตโมเลกุลใหญ่จักเป็นอนินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายน้ำด้วย (Wetzel, 1975)

2.2.2 อินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ

พอสฟอรัสส่วนนี้เป็นส่วนของสารอินทรีย์ที่สลายออกมาจากเซลล์สิ่งมีชีวิต เช่น phosphoproteins, phospholipids เป็นต้น

2.2.3 อินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ถูกขั้มบนสารแขวนลอย

สารแขวนลอยจะประกอบด้วยพอสฟอรัสที่ไม่ละลายน้ำ เช่น พอสฟอรัสที่ยึดอยู่กับเหล็ก, แคลเซียม และอะลูมิเนียม พอสฟอรัสในรูปนี้จะละลายได้มากขึ้นหรือน้อยลงจะขึ้นกับความเข้มข้นของสารละลาย (Armstrong, 1972)

2.2.4 อินทรีย์ฟอสฟอรัสที่แขวนลอยในน้ำ

พอสฟอรัสส่วนนี้คือสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งมีชีวิตที่เพิ่งตายลงแขวนลอยอยู่ในน้ำรวมทั้งสารประกอบในเซลล์ที่ออกมาภายนอกเมื่อเซลล์แตก พอสฟอรัสรูปนี้จะมีปริมาณมากที่สุดที่แหล่งน้ำ (Wetzel, 1975) อินทรีย์ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเฉื่อยและจะถูกเปลี่ยนเป็นรูปอนินทรีย์โดยขบวนการที่ช้ามาก (Cooke และ Williams, 1973)

ปริมาณพอสฟอรัสทั้งหมดในแหล่งน้ำจะอยู่ในรูปอินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นส่วนใหญ่ ซึ่ง 70% จะเป็นรูปสารแขวนลอย และที่เหลือคือรูปของสารละลายและคอลลอยด์

อนินทรีย์ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำจะมีปริมาณน้อยกว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมาก และส่วนที่ละลายน้ำก็จะมีปริมาณต่ำมากคือเพียง 2-3% ของฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่านั้น แหล่งน้ำบางแห่งอาจมีเปอร์เซ็นต์อนินทรีย์ฟอสเฟตในรูปออร์โธฟอสเฟตจริง ๆ น้อยกว่า 5% ในน้ำ (Wetzel, 1975)

2.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ

ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในน้ำธรรมชาติมีค่าตั้งแต่ต่ำกว่า 1 ไมโครกรัม/ลิตร ถึงระดับที่สูงกว่า 200 มิลลิกรัม/ลิตรในทะเลสาบน้ำเค็ม ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำผิวน้ำที่ไม่มีการปนเปื้อนมีค่าระหว่าง 10-50 ไมโครกรัม/ลิตร บริเวณผิวน้ำน้ำทะเลที่มีแสงแดดเพียงพอจะทำให้ปริมาณฟอสเฟตมีค่าสูงกว่า 30 ไมโครกรัม/ลิตร (Armstrong, 1972) ฟอสฟอรัสทั้งหมดในแหล่งน้ำจะมีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะทางธรณีเคมีของพื้นที่ด้วย ดังนั้นปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดจะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของทะเลสาบ (Vollenweider, 1968) เช่นที่อาทหนึ่งในทะเลสาบ Edward มีฟอสเฟตอิสระสูงถึง 0.08 มิลลิกรัม/ลิตร (Golterman, 1973) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่สิ่งมีชีวิตใช้ได้ในอังกฤษโดยทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.1-1,000 ไมโครกรัม/ลิตร (Reynolds, 1978)

ตะกอนจากทะเลโดยทั่วไปจะมีฟอสฟอรัสประกอบอยู่ 1% และจะแลกเปลี่ยนกับน้ำเหนือตะกอนซึ่งจะมีความสำคัญในด้านการกักตุนของน้ำนั้น

ความเข้มข้นวิกฤตของออร์โธฟอสเฟตที่อาจทำให้น้ำในทะเลสาบเน่าเสียคือ 10 ไมโครกรัม/ลิตร (Sawyer และคณะ (1945), Vollenweider (1968) อ้างตาม Lee, 1973)

2.4 แหล่งที่มาของ ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ

ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำได้มาจากการสีกกร่อนของแร่ฟอสฟอไรต์ (phosphorites) แร่นี้ถูกสร้างขึ้นจากการสีกกร่อนของหินอัคนี (Golterman, 1973; Reynolds, 1978) การสีกกร่อนของเปลือกโลกและการไหลของน้ำผิวน้ำจะนำฟอสฟอรัสลงสู่แอตมูรีในรูปของแร่ซากุทีแฉวนลอยในรูปของฟอสเฟตที่ละลายน้ำ (Aston, 1980)

ในเอสทูรี ฟอสฟอรัสจะถูกสร้างขึ้นจากน้ำตั้งจากบ้านเรือนและจากโรงงานที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (Lee, 1973; Aston, 1980) ในเขตที่ไม่มีกิจกรรมของคนพบว่าเมื่อไอพอสเฟตละลายน้ำอยู่ 20-30 ไมโครกรัม/ลิตร นอกจากนั้นเมื่อสังเกตว่าความเข้มข้นสูงสุดของฟอสฟอรัสจะสัมพันธ์กับปริมาณใบไม้ที่ร่วง (Cowen และ Lee, 1971) ผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เป็นแหล่งกำเนิดของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำอีกแหล่งหนึ่งและทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงตอนพืช (Stewart และ Alexander, 1971; Armstrong, 1972) นอกจากนั้นยาปราบศัตรูพืชพวกที่มีฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบที่หลงเหลืออยู่จากการเกษตรก็เป็นแหล่งที่มาของฟอสฟอรัสซึ่งจะก่อให้เกิดมลภาวะได้ แหล่งที่มาอีกแหล่งหนึ่งที่สำคัญคือ เอ็นไซม์ที่ถูกปล่อยออกมาจากสิ่งมีชีวิตซึ่งจะอยู่ในรูปอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (Fogg, 1973)

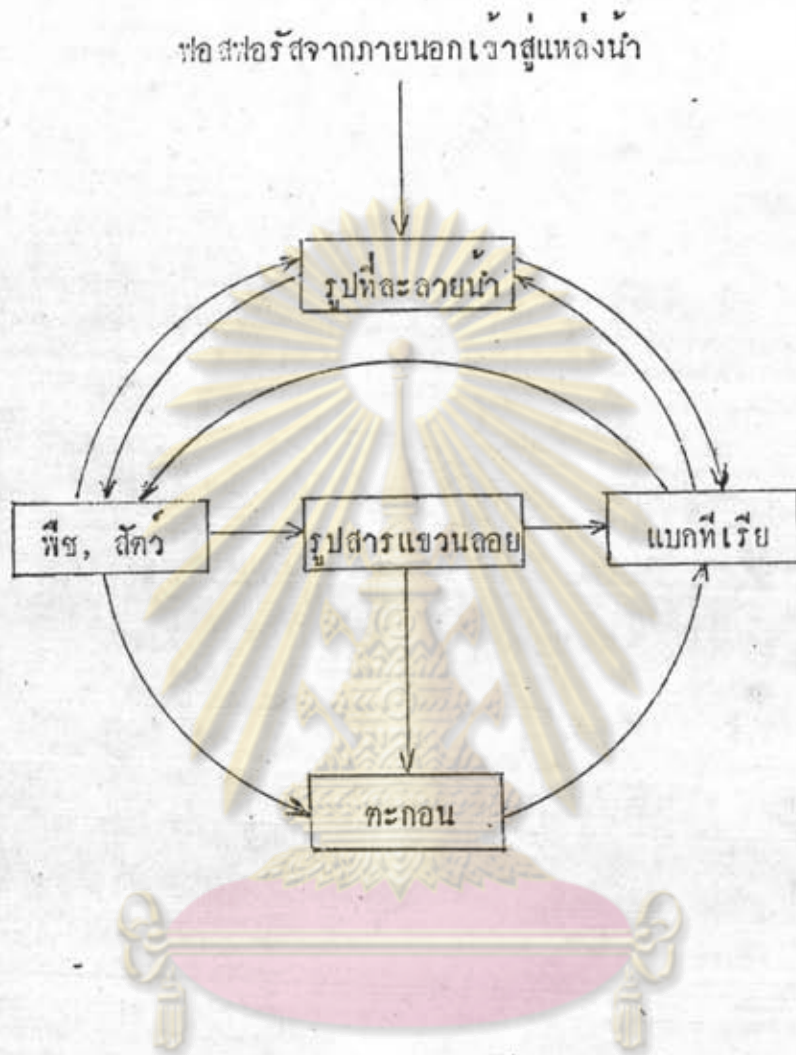
2.5 วงจรฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ

วงจรฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำประกอบไปด้วยสิ่งมีชีวิตและฟอสฟอรัสรูปต่าง ๆ ได้แก่ รูปที่ละลายน้ำ รูปที่ถูกกักขังบนสารแขวนลอย และรูปที่ถูกกักขังบนตะกอน (รูป 1.3) จะขอแยกกล่าวแต่ละองค์ประกอบของวงจรดังนี้

2.5.1 สิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจะนำฟอสฟอรัสไปใช้ในการเจริญเติบโตและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงก็จะให้ฟอสฟอรัสกลับคืนสู่แหล่งน้ำในรูปสารแขวนลอยและตะกอน

การนำฟอสฟอรัสไปใช้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น แสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น ในกรณีที่ความเข้มข้นของแสงสูงสุดปัจจัยที่สำคัญคืออุณหภูมิ การนำไปใช้จะถูกยับยั้งโดยขบวนการสังเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่สามารถดำเนินไปได้ นอกจากนั้นโซเดียมไอออนจะมีผลอย่างมากในการนำฟอสเฟตไปใช้ได้มากขึ้น (Fogg, 1973) แสงจะกระตุ้นการนำฟอสเฟตไปใช้ การกระตุ้นจะน้อยลงในที่ ๆ มีคาร์บอนไดออกไซด์ การขาดออกซิเจนไม่มีผลต่อการนำฟอสเฟตไปใช้ในที่ ๆ มีแสง แต่จะทำให้ลดอัตราการนำไปใช้ลงในที่มืด (Kyllin, 1966 อ้างตาม Fogg, 1973) ความเป็นกรด-ด่างก็มีผลต่อการนำฟอสเฟตไปใช้ เช่นกันพบว่ามีค่าที่เหมาะสมที่สุดในการนำ



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 1.3 วงจรผัสสโอรสในแหล่งน้ำ (ดัดแปลงจากมโนทัศน์ หังสพฤกษ์, 2526)

ฟอสฟอรัสไปใช้คือความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 (Mackereth, 1953) นอกจากนี้
แหล่งคอนที่ระงับฟอสเฟตไปใช้ได้แล้วยังสามารถทำ pyrophosphate ไปใช้ได้อีก
ด้วย (Galloway และ Krause, 1963)

สำหรับแต่ละชนิดมีขีดจำกัดในการนำสารประกอบเชิง
ซ้อนฟอสเฟตไปใช้เช่น Scenedesmus spp. สามารถนำเหล็กฟอสเฟตที่ไม่ละลายน้ำ
ไปใช้ได้แต่ไม่สามารถนำแคลเซียมฟอสเฟตไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ (Golterman,
1973) ในขณะที่สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวบางชนิดสามารถนำแคลเซียมฟอสเฟตไปใช้ได้
(Bose และคณะ, 1971)

การนำฟอสฟอรัสไปใช้โดยสิ่งมีชีวิตยังมีความสัมพันธ์กับ
ฤดูกาลในแหล่งน้ำด้วย เพราะฤดูกาลจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและชีว
ของแหล่งน้ำ (Reynold, 1978)

2.5.2 ฟอสฟอรัสรูปต่าง ๆ

ฟอสฟอรัสที่สิ่งมีชีวิตใช้ได้ในวงจรฟอสฟอรัสมี 3 รูปคือ
รูปที่ละลายน้ำ รูปที่ถูกขั้มบนสารแขวนลอย และรูปที่ถูกขั้มบนตะกอน ฟอสฟอรัสที่ละลาย
น้ำและที่ถูกขั้มบนสารแขวนลอยส่วนหนึ่งจะถูกสิ่งมีชีวิตนำไปใช้โดยตรง (Berman,
1969) และส่วนหนึ่งจะถูกตะกอนลงสู่พื้นทะเลสาบที่บวมรวมกับฟอสฟอรัสในตะกอนของ
ทะเลสาบ

ฟอสฟอรัสที่ถูกขั้มบนตะกอนของทะเลสาบจะถูกใช้โดย
แบคทีเรียในตะกอน (Maire, 1974) และบางส่วนจะถูกสาหร่ายนำไปใช้ (Golterman
และคณะ, 1969) กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจะมีความสัมพันธ์กับฟอสฟอรัสในตะกอนโดย
ที่ตะกอนจะเป็นตัวเก็บกักฟอสฟอรัสและจะมีการเปลี่ยนรูปเป็นรูปที่ขั้มบนขึ้นโดยจับกับเหล็ก
แคลเซียม และสารอินทรีย์ (Golterman, 1973; Reynolds, 1978; Aston, 1980)
และจะถูกปล่อยออกมาในเวลาที่เหมาะสม (Lee, 1970; Maire, 1974) เมื่อ
ฟอสฟอรัสหลุดออกจากตะกอนที่เคยยึดไว้ก็จะละลายเข้าสู่ น้ำเมื่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัส
ในน้ำสูงเกินไป ตะกอนจะถูกขั้มฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น (Pomeroy และคณะ, 1965;
Upchurch และคณะ, 1974) ทำให้ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเกิดสมดุล ซึ่งจะชอกล่าาราย
ละเอียดในหัวข้อต่อไป

จะเห็นว่าภายในวงจรพอสฟอรัสจะมีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างพอสฟอรัสรูปต่าง ๆ ทำให้เกิดการควบคุมความเข้มข้นของพอสฟอรัสในน้ำให้คงที่อยู่ที่ระดับหนึ่งซึ่งจะเป็นระดับที่สมดุลกับอัตราการนำพอสฟอรัสไปใช้โดยสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

2.6 การแลกเปลี่ยนพอสฟอรัสระหว่างน้ำกับตะกอน

การแลกเปลี่ยนพอสฟอรัสระหว่างน้ำกับตะกอนเป็นส่วนหนึ่งของวงจรพอสฟอรัสในน้ำธรรมชาติซึ่งมีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (Pomeroy และคณะ, 1965) ทำให้เกิดการควบคุมความเข้มข้นของพอสฟอรัสในน้ำให้คงที่อยู่ที่ระดับหนึ่ง

การแลกเปลี่ยนพอสฟอรัสที่ตะกอนมีหน้าขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ หลายอย่างด้วยกันคือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม อุณหภูมิ ค่า redox potential รวมทั้งอัตราการนำพอสฟอรัสเข้าสู่แหล่งน้ำและระดับผลผลิตทางชีวภาพในแหล่งน้ำด้วย (Pomeroy และคณะ, 1965; Thomas, 1970; Mortimer, 1971; Wetzel, 1975; Reynolds, 1978; Aston, 1980) จากเอกสารต่าง ๆ รายงานว่า

การดูดซับพอสเฟตที่ผิวหน้าของของแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ความเป็นกรด-ด่าง มีค่า 3-7 (Jitt, 1959) ฉะนั้นการปล่อยพอสเฟตออกจากสารละลายในน้ำจืดและน้ำกร่อยจะสูงกว่าในน้ำทะเล แต่ Macpherson และคณะ (1958) พบว่าสภาพเป็นกรดจะเพิ่มการละลายพอสฟอรัสเข้าไปในน้ำได้เล็กน้อย

ในกรณีที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิคงที่ การดูดซับพอสเฟตจะลดลงเมื่อซาลินิตี้เพิ่มขึ้น (Carritt and Goodgal, 1954) และ Upchurch และคณะ (1974) ศึกษาพอสฟอรัสที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ได้ในตะกอนของ Pamlico estuary พบว่าพอสฟอรัสในตะกอนลดลงเนื่องจากซาลินิตี้ของน้ำเหนือตะกอนเพิ่มขึ้น

การออกซิเดชันของตะกอนในชั้นที่ไม่มีออกซิเจนจะนำไปสู่การปล่อยพอสเฟตออกจากสารละลายระหว่างตะกอนแสดงว่าในชั้นตะกอนที่ขาดออกซิเจนพอสเฟตจะสามารถละลายเข้าไปในน้ำระหว่างตะกอนและโดยขบวนการแพร่และการพา (advection) พอสเฟตจำนวนนั้นก็สามารถเคลื่อนสู่ตะกอนผิวหน้าได้ (Bray และคณะ, 1973) การเคลื่อนย้ายพอสเฟตจากสารละลายระหว่างตะกอนในสภาพมีออกซิเจนอาจเนื่องจากการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำคือ $Fe^{3+}PO_4^{3-}$ (Upchurch, 1974)

การแลกเปลี่ยนฟอสฟอรัสที่ผิวหน้าของตะกอนนี้ทำให้ตะกอนเปรียบ
เหมือนมีระบบบัฟเฟอร์ในการควบคุมความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในน้ำเหนือตะกอนนั้น ระบบ
บัฟเฟอร์ระหว่างน้ำกับตะกอนจะเข้มข้นมากในวงจรของฟอสเฟตในเอสทูรีที่มีการนำเข้า
ของฟอสเฟตสูง บางครั้งไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสเฟตในเอสทูรีที่ความ
เค็มต่าง ๆ กัน อาจเนื่องมาจาก 2 สาเหตุคือ ความเข้มข้นของอนินทรีย์ฟอสเฟตในแม่น้ำ
และในน้ำทะเลที่ไหลเข้าสู่เอสทูรีมีความใกล้เคียงกัน และอิทธิพลของการเป็นบัฟเฟอร์ซึ่ง
จะรักษาระดับความเข้มข้นของฟอสเฟตในเอสทูรี (Aston, 1980) ให้อยู่ที่ประมาณ 37
ไมโครกรัม-ฟอสฟอรัส/ลิตร (Butler และ Tibbitts, 1972) ส่วนในแหล่งน้ำจืดก็จะมี
มีระบบบัฟเฟอร์ของฟอสเฟตคล้ายคลึงกับที่เกิดในเอสทูรี คือจะมีการปล่อยฟอสเฟตที่
ละลายอยู่ในน้ำออกมาและถูกกักขังโดยผิวหน้าของซากุในรูปของแข็ง การปล่อยออกจะขึ้น
อยู่กับความเข้มข้นของฟอสเฟตในสารละลายและพื้นที่ผิวของซากุที่ถูกขัง (Carritt
และ Goodgal, 1954) Butler และ Tibbitts (1972) รายงานว่าบัฟเฟอร์ของ
ฟอสเฟตของน้ำในเอสทูรีอยู่ในช่วงประมาณ 22-46 ไมโครกรัม-ฟอสฟอรัส/ลิตร และสรุป
ไว้ว่าบัฟเฟอร์ดังกล่าวมีความสำคัญในการควบคุมฟอสฟอรัสในเอสทูรีและจะมีบทบาทสำคัญ
เมื่อมีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่เอสทูรีและมีบทบาทต่อตะกอนในการยึดฟอสฟอรัสเหล่านี้ไว้ ตะกอน
จะปล่อยฟอสเฟตเมื่อความเข้มข้นในน้ำลดลงต่ำกว่า 1 ไมโครโมล/ลิตร และจะรับฟอสเฟต
เมื่อความเข้มข้นในน้ำมีมากกว่า 3-4 ไมโครโมล/ลิตร (Rochford, 1951) การแลกเปลี่ยน
เปลี่ยนจะดำเนินไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องกันไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย