บทที่ 5
อภิปรายผลและสรุป

คุณภาพน้ำโดยทั่วไป

ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็มค่า และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (ภาพที่ 6 ข-ง) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะทางจากต้นน้ำ (สถานีบางขนาก) สู่เอสทูรี (สถานี B6) ทั้ง 4 ช่วงฤดูกาล ส่วนอุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงตามระยะทางจากต้นน้ำสู่เอสทูรีในทั้ง 4 ช่วงฤดูกาล ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทั้ง 4 ช่วงฤดูมีความแตกต่างกัน อุณหภูมิตลอดฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในต้นฤดูแล้งต่ำกว่าทุกช่วงฤดูกาล ความเค็มตลอดฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน ส่วนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแต่ละฤดูไม่แตกต่างกัน หรืออาจกล่าวได้ว่าคุณภาพน้ำในบริเวณบางปะกงเอสทูรีไม่แตกต่างจากที่เคยมีผู้ศึกษามาก่อนหน้านี้ (ตารางที่ 5) นอกจากนี้พบว่าคุณภาพน้ำโดยทั่วไปของบางปะกงเอสทูรียังอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าค่ามาตรฐานของแหล่งน้ำประเภทที่ 3 (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) ยกเว้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบางสถานีเท่านั้นที่ต่ำกว่าเกณฑ์ (สถานีบางขนาก บางปะกง และวัดบน) สามารถอภิปรายผลจากการศึกษาในครั้งนี้โดยสรุปได้ดังนี้

1. อุณหภูมิ

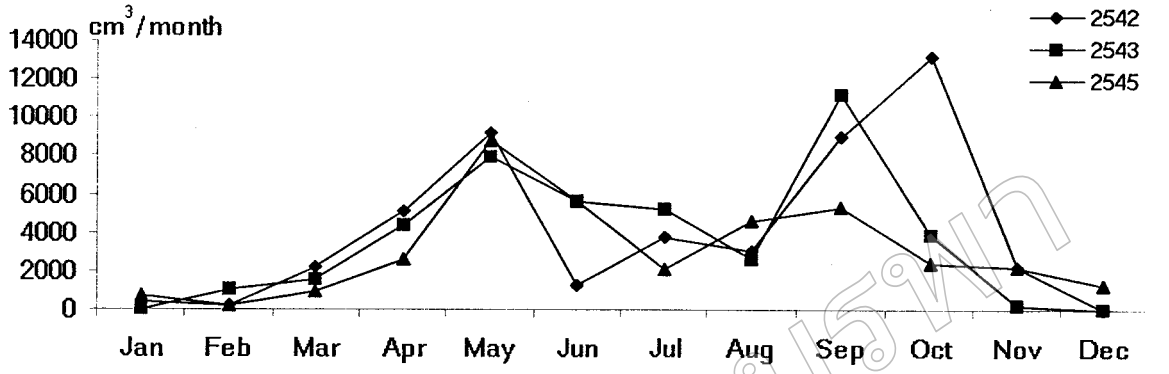
อุณหภูมิน้ำมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามเวลา การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิน้ำเปรียบเทียบระหว่าง 4 ช่วงฤดู ใน 11 สถานี พบว่าอุณหภูมิน้ำในทุกๆ สถานีของทั้ง 4 ช่วงฤดูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) กล่าวคืออุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในปลายฤดูแล้ง (เมษายน) และต้นฤดูฝน (มิถุนายน) จะสูงกว่าปลายฤดูฝน (กันยายน) และต้นฤดูแล้ง (ธันวาคม) ประมาณ 2 $^{\circ}$C แต่เมื่อพิจารณาตลอดฤดูฝนและฤดูแล้ง จะพบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของทั้ง 2 ฤดูแทบจะไม่แตกต่างกัน (ค่าเฉลี่ยฤดูฝน 30.55 $^{\circ}$C ฤดูแล้ง 30.33 $^{\circ}$C) (รูปที่ 6 ก) ซึ่งสอดคล้องกับ เกศินี กิจกำแหง (2543) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในปี พ.ศ. 2542 แล้วรายงานว่า อุณหภูมิน้ำในฤดูฝน (ค่าเฉลี่ย31.7 $^{\circ}$C) มีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง (ค่าเฉลี่ย 29.3 $^{\circ}$C) แต่ สุวรรณา ภานุตระกูล, ฉลวย มุสิกะ และไพฑูรย์ มกกงไผ่ (2543) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำโดยทั่วไปในแม่น้ำบางปะกง ปี พ.ศ. 2543 แล้วรายงานว่าในฤดูแล้งอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำบางปะกงจะสูงกว่าในฤดูฝน ดังนั้นจึงน่าจะเป็นไปได้ที่อุณหภูมิน้ำในแต่ละปีและแต่ละฤดูมีความแตกต่างกันเป็นเพราะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำตามอุณหภูมิอากาศของแต่ละฤดูกาลซึ่งแตกต่างกันในแต่ละปี และเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้กับที่ได้เคยมีผู้ทำการศึกษาไว้ก่อนแล้วในช่วงเวลาเดียวกันจะพบว่าอุณหภูมิน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 5)

2. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณบางปะกงเอสทูรี เปรียบเทียบระหว่าง 4 ช่วงฤดู ใน 11 สถานี (ภาพที่ 6 ง) พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในทุก ๆ สถานีของทั้ง 4 ช่วงฤดู ไม่แตกต่างกัน ($p > .05$) ไม่สอดคล้องกับการศึกษาในบริเวณบางปะกงเอสทูรีของ พิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) และเกศินี กิจกำแหง (2543) ซึ่งพบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าในฤดูแล้ง และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้กับที่ได้เคยมีผู้ทำการศึกษาไว้ก่อนแล้วในช่วงเวลาเดียวกัน จะพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีแนวโน้มลดต่ำลง (ตารางที่ 5) จากการศึกษาพบว่าช่วงต้นฤดูแล้ง (ธันวาคม) สถานี บางขนาก บางปะกง และวัดบน มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่าค่ามาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3 (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) สอดคล้องกับการศึกษาของสุวรรณา ภานุตระกูล และคณะ (2543) ซึ่งพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ในสถานที่ 2 (ท่าเรือบางคล้า) และสถานีที่ 3 (ตลาดท่าใหม่) ในฤดูแล้งมีต่ำกว่าค่ามาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3

3. ความเป็นกรด – ด่างของน้ำ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างของน้ำเปรียบเทียบระหว่าง 4 ช่วงฤดู ใน 11 สถานี (ภาพที่ 6 ค) พบว่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในทุก ๆ สถานีของทั้ง 4 ช่วงฤดูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) เกศินี กิจกำแหง (2543) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างของน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง แสดงถึงการได้รับอิทธิพลเนื่องจากฤดูกาล โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างของน้ำมีแนวโน้มลดต่ำลงตามปริมาณน้ำฝนและน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งในน้ำฝนจะประกอบด้วยแก๊สที่ละลายน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคาร์บอนไดออกไซด์ จึงทำให้น้ำฝนมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน ๆ ดังนั้นเมื่อฝนตกลงในแม่น้ำ จึงมีผลทำให้น้ำนั้นมีความเป็นกรด – ด่างลดลงด้วย (Schlesinger, 1991) รวมถึงปริมาณอินทรียสารที่ถูกพัดพามากับน้ำฝนเป็นจำนวนมากนั้น เมื่อเกิดการเน่าสลายก็มีผลทำให้ความเป็นกรด – ด่างของน้ำลดลงได้ (พิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ, 2541) นั่นหมายถึงฤดูฝนมีโอกาสที่ความเป็นกรด – ด่างของน้ำจะมีค่าต่ำกว่าในฤดูแล้ง ตรงกับการรายงานของฉลวย มุสิกะ (2544) ที่ได้รายงานว่า ในฤดูแล้ง ความเป็นกรด – ด่างของน้ำในแม่น้ำบางปะกงมีค่าสูงกว่าฤดูฝน แต่จากการศึกษาในครั้งนี้ไม่เป็นเช่นนั้น โดยกลับพบว่าตลอดฤดูฝน ค่าความเป็นกรด- ด่างของน้ำโดยเฉลี่ยสูงกว่าฤดูแล้งเพียงเล็กน้อย อาจเป็นเพราะปริมาณน้ำฝนและน้ำฝนในช่วงระยะที่ทำการเก็บข้อมูลมีปริมาณน้อยกว่าปีก่อน ๆ (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ในรอบปี 2542, 2543 และ 2545

4. ความเค็มน้ำ

การกระจายของความเค็มน้ำในแม่น้ำบางปะกง (ภาพที่ 6 ข) มีความแปรปรวนสูง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงความเค็มน้ำขึ้นอยู่กับเวลาและสถานที่ โดยจะเห็นว่าในสถานีต้นน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลาตั้งแต่ต้นฤดูฝนจนถึงต้นฤดูแล้ง ปริมาณน้ำฝนมาก (ภาพที่ 16) น้ำทะเลไม่สามารถรุกล้ำเข้าไปได้ในระยะทางไกล ๆ จึงพบน้ำในแม่น้ำมีค่าความเค็มต่ำ (ความเค็มเข้าใกล้ศูนย์) แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งค่าความเค็มของสถานีตอนในของแม่น้ำกับสถานีตอนนอกซึ่งได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลไม่มีความแตกต่างมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีน้อย ดังนั้นน้ำทะเลจึงสามารถรุกล้ำเข้าไปได้ถึงภายในแม่น้ำได้ระยะทางไกล ๆ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกรมควบคุมมลพิษ (2538) ที่รายงานว่าในฤดูแล้งน้ำทะเลหนุนขึ้นไปตามลำน้ำบางปะกงเป็นเวลา 3 – 6 เดือน และขึ้นไปถึงจังหวัดปราจีนบุรี นอกจากนี้ยังตรงกับรายงานการศึกษาในแม่น้ำบางปะกงของพรทิพย์ งามสกุล (2535) และธิดาพร หรบรรพ์ (2540) ที่พบว่าระยะทางที่น้ำทะเลสามารถรุกล้ำเข้าไปในแม่น้ำได้นั้น สามารถเข้าไปได้ถึงต้นน้ำบางปะกง ขณะที่สถานีที่อยู่ในทะเลการกระจายของความเค็มน้ำมีความแปรปรวนน้อย ทั้งนี้เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลตลอดเวลา ดังนั้นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มน้ำ ได้แก่ น้ำขึ้นน้ำลง ลักษณะทางกายภาพของน้ำในแม่น้ำและปากแม่น้ำ การระเหยของน้ำ ปริมาณฝนที่ตกลงมา รวมถึงปริมาณน้ำที่ไหลออกด้วย (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, 2522 และ Boonphakdee et al., 1999) ลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มชี้ให้เห็นว่าน้ำในบางปะกงเอสทูรีมีการผสมผสานแบบ Well mixed โดยที่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลสูงซึ่งถูกควบคุมโดยปริมาณน้ำฝน เป็นลักษณะที่คล้ายคลึงกับแม่น้ำในเขตมรสุม (มนุวดี หังสพฤกษ์, 2532)

ตารางที่ 5 แสดงเปรียบเทียบค่าต่ำสุด – สูงสุดของคุณภาพน้ำในบริเวณบางปะกงเอสทูรีจากการศึกษาครั้งนี้กับที่เคยมีผู้ศึกษา

	เม.ย. 45[1]	มิ.ย. 45[1]	ก.ย. 45[1]	ธ.ค.45[1]	มี.ค.43[2]	ก.ค.43[2]	มิ.ย.-ต.ค.41[3]	ธ.ค.41-เม.ย.42[3]	มี.ค.39[2]	ก.ค.39[2]
อุณหภูมิ (°C)	30.3-33.1	30.0–32.7	29.2–30.8	27.8-30.7	29-33	29-31	30.0-34.6	25.9-34.5	27-32	27-28.4
ความเค็ม (psu)	8.7-30.1	0.2–32.7	0.1–26.7	0.1-32.7	8.0-32.5	0-0.5	0.4-24.0	26.6-32.7	11-34	0-4
ความเป็นกรด-ด่าง	7.2-8.0	7.5-8.2	7.1–8.1	6.7-7.9	7.2-7.7	6.0-7.0	6.8-7.8	7.2-8.1	7.3-7.8	6.6-7.8
ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	3.3-5.4	3.2- 5.3	3.3-5.8	2.6-5.7	2.9-7.1	4.4-6.4	3.4-10.0	3.9-6.8	4.4-7.6	4.0-6.7

หมายเหตุ 1. การศึกษาครั้งนี้

2. สุวรรณา ภาณุตระกูล (2543)

3. เกศินี กิจกำแหง (2543)

4. กรมเจ้าท่า (2539)

Burapha University มหาวิทยาลัยบูรพา

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ ในดินตะกอนและอนุภาคแขวนลอย

1. ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ

ปริมาณฟอสเฟตในบริเวณบางปะกงเอสทูรี (ภาพที่ 7) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เด่นชัด โดยมีการเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดเวลา เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสเฟตของแต่ละฤดูกาล พบว่ามีค่าแตกต่างกันมาก คือมีค่าสูงที่สุดในต้นฤดูฝน และค่าต่ำที่สุดในปลายฤดูแล้ง การกระจายของฟอสเฟตในต้นฤดูฝน มีค่าสูงขึ้นจากต้นแม่น้ำจนถึงสถานีที่เริ่มออกสู่ทะเล (ค่าสูงมากในสถานี B2) หลังจากนั้นมีค่าลดลง ขณะเดียวกันการกระจายของฟอสเฟตในปลายฤดูฝนมีแนวโน้มเป็นลักษณะเช่นเดียวกันกับต้นฤดูฝนแต่มีปริมาณต่ำกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะตลอดทั้งฤดูฝนมีการเติมฟอสเฟตเข้ามาอย่างต่อเนื่องตลอดระยะทาง โดยมากับน้ำทิ้งจากชุมชนและอุตสาหกรรม ซึ่งมีสารทำความสะอาด (Detergents) ปะปนอยู่ ชี้ให้เห็นว่าปริมาณน้ำจืดจากแผ่นดินมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฟอสเฟตในแม่น้ำบางปะกงในแง่ของการเพิ่มเติมธาตุอาหาร ส่วนในช่วงต้นฤดูแล้งฟอสเฟตมีการกระจายไม่แน่นอน แต่พบว่ามีปริมาณมากบริเวณตอนกลางของแม่น้ำและลดลงเมื่อออกสู่ทะเล อาจเป็นเพราะถูกเจือจางด้วยน้ำทะเล และการนำไปใช้โดยสิ่งมีชีวิต ขณะที่ช่วงปลายฤดูแล้งฟอสเฟตมีการกระจายน้อยมาก ค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้ก็ต่ำที่สุดในรอบปี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนมีน้อย ขณะเดียวกันมีแรงหนุนจากน้ำทะเลที่สามารถหนุนขึ้นไปถึงสถานีต้นน้ำในฤดูนี้

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสรวมทั้งหมดที่ละลายน้ำ พบว่าช่วงเวลาตั้งแต่ต้นแล้งไปจนถึงต้นฝนมีค่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นปลายฝนที่พบมีปริมาณต่ำที่สุดและต่ำกว่าทุกฤดูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสบริเวณปากแม่น้ำนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่นำฟอสฟอรัสจากบริเวณต้นน้ำลงสู่ปากแม่น้ำ การดูดซับและการปลดปล่อยจากตะกอนและสารแขวนลอยในน้ำ การขับถ่ายและการย่อยสลายอินทรีย์สารโดยสิ่งมีชีวิตก็สามารถก่อให้เกิดการกลับคืนมาของอนินทรีย์สารออกสู่มวลน้ำ การนำไปใช้โดยแพลงก์ตอนพืชเพื่อการเจริญเติบโต การรบกวนตะกอนโดยสิ่งมีชีวิต หรือกระบวนการทางกายภาพ เช่นคลื่น ลม การผสมผสานของมวลน้ำ และปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในดินตะกอน สามารถซึมออกจากตะกอนออกสู่ชั้นน้ำทะเลเป็นต้น (กัลยา อำนวย, 2525; สุวัจน์ ธัญรส, 2536) จากการศึกษา อธิบายได้ว่าภายหลังการพัดพาเอามวลน้ำที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงลงสู่ปากแม่น้ำตั้งแต่ต้นฤดูฝนจะผ่านขบวนการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และเคมีของดินตะกอน กลายเป็นแร่ฟอสฟอรัส (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2539) จึงทำให้พบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ละลายน้ำต่ำที่สุดใน

ปลายฤดูฝน หลังจากนั้นฟอสฟอรัสส่วนที่ละลายน้ำจะสามารถถูกย่อยสลายโดยการทำงานของแบคทีเรียเปลี่ยนเป็นรูปอนินทรีย์ฟอสฟอรัสส่วนที่ละลายน้ำได้ กระบวนการนี้เกิดขึ้นได้ทั้งในน้ำและในดินตะกอน โดยความสำคัญของแบคทีเรียในการ สร้างอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินตะกอนมีมากกว่าในน้ำ ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินตะกอนจะถูกแลกเปลี่ยนโดยกระบวนการแพร่สู่น้ำข้างบนได้ จึงเป็นเหตุผลสนับสนุนการตรวจพบฟอสฟอรัสส่วนที่ละลายน้ำมีปริมาณมากตั้งแต่ต้นแล้งไปจนถึงต้นฝน แต่ขณะเดียวกันปลายแล้งมีการตรวจพบว่ามีปริมาณฟอสเฟตต่ำที่สุด อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำทะเลที่อาจแยกฟอสเฟตออกจากน้ำ โดยการดูดซับไว้บนผิวของเศษแร่ธาตุ โดยการดูดซับจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532)

2. ฟอสฟอรัสในดินตะกอน

จากการตรวจวัดปริมาณฟอสฟอรัสในดินตะกอน (ภาพที่ 12) จะเห็นได้ว่า มีการแพร่กระจายแตกต่างกันน้อยมากในแต่ละฤดูกาล เมื่อเปรียบเทียบกับการแพร่กระจายในน้ำหรือในอนุภาคแขวนลอย กล่าวคือ ในทุกฤดูกาล ปริมาณฟอสฟอรัสในดินตะกอนมีค่าสูงที่สุดที่สถานีวัดบน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าบริเวณนี้อาจเป็นพื้นที่ที่มวลน้ำจืดจากแม่น้ำและมวลน้ำเค็มจากทะเลเกิดการผสมผสานกัน (Mixing Zone) และด้วยแรงปะทะกันของกระแสน้ำทั้งสอง ทำให้ฟอสฟอรัสจับตัวเป็นอนุภาคใหญ่ขึ้นและตกลงสะสมอยู่ที่พื้น ทำให้บริเวณนี้พบว่ามีฟอสฟอรัสรวมในดินมากกว่าบริเวณอื่น ๆ นอกจากนี้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินตะกอนที่ตรวจวัดได้ในแต่ละฤดูกาลยังมีความแตกต่างกันน้อยมาก ยกเว้นในตอนต้นฤดูฝนที่พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินตะกอนที่ตรวจวัดได้มีค่าต่ำที่สุดในรอบปี ทั้งนี้เนื่องจากต้นฤดูฝน ปริมาณฟอสฟอรัสที่มากับน้ำฝนหลากยังน้อยมาก ประกอบกับเวลาช่วงชีวิตในแม่น้ำสั้น การย่อยสลายสารอินทรีย์ยังอาจจะเกิดได้ไม่สมบูรณ์

3. ฟอสฟอรัสในรูปอนุภาคแขวนลอย

การกระจายของปริมาณฟอสฟอรัสในรูปอนุภาคแขวนลอย (รูปที่ 14) ช่วงต้นฤดูฝนมีค่าสูงขึ้นจากสถานีต้นน้ำจนถึงสถานีบางปะกงและเริ่มลดลงในสถานีที่เริ่มออกสู่ทะเล (สถานีวัดบน) การกระจายในลักษณะนี้คล้ายกับการกระจายของปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำในช่วงเวลาเดียวกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากการมีปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่ละลายน้ำมากในแต่ละบริเวณและช่วงเวลาดังกล่าว จึงส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปของอนุภาคแขวนลอยมากตามไปด้วย แต่ปริมาณที่ตรวจวัดได้ในรูปอนุภาคแขวนลอย ที่สถานีต้นน้ำมีค่ามากกว่าสถานีที่ออกสู่ทะเล ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่ละลายน้ำที่พบว่าในสถานีที่อยู่ตอนกลางของแม่น้ำกลับมีค่าสูงกว่าสถานีต้นน้ำและสถานีที่ออกสู่ทะเล ส่วนตอนปลายฤดูฝนปริมาณฟอสฟอรัสในอนุภาคแขวนลอยมีการกระจายไม่แน่นอน ทางสถานีต้นน้ำและมีแนวโน้มลดลงในสถานีที่ออกทะเล

การมีลักษณะกระจายแบบไม่แน่นอน ในสถานีต้นน้ำเป็นเพราะสถานีทางต้นน้ำ น้ำมีความเค็มต่ำการถูกเจือจางด้วยน้ำทะเลไม่มี นอกจากนี้ปริมาณฟอสฟอรัสที่ตรวจพบยังขึ้นอยู่กับสถานที่โดยบริเวณที่มีแหล่งชุมชนหนาแน่น ได้แก่สถานีท่าใหม่และบริเวณที่มีการทำการประมงอยู่มากได้แก่สถานีวัดบน ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปอนุภาคแขวนลอยมีค่ามากกว่าบริเวณอื่น ๆ ขณะที่ในช่วงต้นฤดูแล้ง ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปอนุภาคแขวนลอยมีการกระจายไม่แน่นอน เกือบตลอดลำน้ำอาจเป็นเพราะช่วงเวลานี้ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปอนุภาคแขวนลอยขึ้นอยู่กับสถานที่มากกว่าอิทธิพลจากน้ำหลากหรือน้ำทะเล แต่ในช่วงปลายฤดูแล้งปริมาณฟอสฟอรัสในรูปอนุภาคแขวนลอยที่ตรวจพบได้ตลอดลำน้ำมีปริมาณต่ำมากและแทบไม่พบเลยในบางสถานี และเป็นค่าต่ำสุดที่ตรวจพบได้ในรอบปี ทั้งนี้เป็นเพราะการที่น้ำทะเลสามารถหนุนขึ้นไปถึงยังสถานีต้นน้ำได้โดยไม่มีอิทธิพลจากน้ำฝนเลย ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่แขวนลอยถูกเจือจางด้วยน้ำทะเล ดังนั้น จะเห็นได้ว่าในรอบปีที่ทำการศึกษาครั้งนี้ ปริมาณความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ตรวจวัดบริเวณบางปะกงเอสทูรีมีค่ามากที่สุดทั้งในรูปที่ละลายน้ำ ในอนุภาคแขวนลอยและในดินตะกอน ในช่วงต้นฤดูฝน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นไนโตรเจนที่ละลายในน้ำ ในดินตะกอนและอนุภาคแขวนลอย

1. ไนโตรเจนที่ละลายน้ำ

ปริมาณแอมโมเนียมี (ภาพที่ 10) แนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล เมื่อเข้าฤดูฝนปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มสูง และจะสูงมากขึ้นตามปริมาณน้ำฝน จากนั้นปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้ง โดยในช่วงปลายฤดูฝนจะสังเกตเห็นว่าปริมาณแอมโมเนียมีลักษณะการกระจายไม่แน่นอน และค่าที่ตรวจวัดได้ยังเป็นค่าที่สูงที่สุดในรอบปีอีกด้วย ที่เป็นเช่นนี้เพราะในช่วงเวลาตั้งแต่ต้นฤดูฝน น้ำฝนได้ชะล้างพื้นที่บนบกลงสู่แม่น้ำ และถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียในขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นได้สารแอมโมเนีย จึงทำให้พบความเข้มข้นของแอมโมเนียในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้งมาก ประกอบกับเวลาช่วงชีวิตของน้ำในฤดูฝนจะสั้น (Short Residence Time) เนื่องจากมีน้ำฝนผลักดันให้ออกสู่ปากแม่น้ำตลอดเวลา ทำให้การออกสิไดซ์สารอินทรีย์และแอมโมเนียไปเป็นไนไตร์ทและไนเตรทยังไม่สมบูรณ์ จึงพบปริมาณไนไตร์ทและไนเตรทที่ไม่สูงเท่าในฤดูแล้ง ขณะที่ในฤดูแล้งการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดำเนินไปแล้วค่อนข้างสมบูรณ์ แอมโมเนียส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตร์ทและไนเตรท จึงพบแอมโมเนียได้ต่ำตลอดฤดูแล้ง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียในบริเวณบางปะกงเอสทูรีในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา พบว่าไม่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงตามสถานีอย่างเด่นชัด เนื่องจากไม่เพียงเฉพาะอิทธิพลจากการชะล้างพัดพามากับน้ำฝนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่เกิดจากการอิทธิพลภายนอก เช่น การได้รับจากน้ำทะเลเข้ามาเพิ่มเติม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของธิดาพร หรบรรพ์ (2540) ว่าปริมาณแอมโมเนียในแม่น้ำบางปะกงมีค่าสูงมากทางตอนใน และปริมาณแอมโมเนียกลับสูงมากขึ้นอีกครั้งในสถานีที่เป็นปากแม่น้ำ (สถานีวัดบน)) ซึ่งในบริเวณดังกล่าวพบว่ามีกิจกรรมทางการประมง เช่นการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังอยู่มาก ผลจากการให้อาหารและการขับถ่ายของปลาอาจส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียในบริเวณนี้สูงขึ้นและอีกส่วนหนึ่งอาจได้จากการปลดปล่อยออกมาจากดินตะกอนภายในปากแม่น้ำ

ปริมาณไนไตร์ท (ภาพที่ 8) มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ไม่สามารถบอกแนวโน้มได้ โดยจะพบปริมาณไนไตร์ทสูงในช่วงต้นฤดูฝน แสดงถึงอิทธิพลของน้ำฝนที่ไหลเข้าสู่ในแม่น้ำ รวมทั้งการได้รับเพิ่มจากน้ำทิ้งและสิ่งปฏิกูลจากชุมชนบ้านเรือนและฟาร์มปศุสัตว์ ทำให้ปริมาณไนไตร์ทสูงมากในช่วงนี้ แต่ต้นฤดูแล้ง ก็ยังพบว่ามีปริมาณไนไตร์ทสูงด้วย อาจเนื่องมาจากการได้รับไนไตร์ทเพิ่มขึ้นภายในแม่น้ำเอง โดยการปลดปล่อย (Oxidation) ออกมาจากตะกอนและอินทรียสาร โดยแบคทีเรีย (Valiela, 1995) มากกว่าจากน้ำฝนที่ไหลบ่า เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวปริมาณน้ำฝนมีน้อย นอกจากนี้จะพบว่าปริมาณไนไตร์ทในปลายฤดูแล้งมีลักษณะการกระจายของค่าความเข้มข้นใกล้เคียงกันตลอดตั้งแต่ต้นน้ำจนกระทั่งออกสู่ทะเล ทั้งนี้น่าจะเกิดจากมีปริมาณน้ำเค็มสูงมากโดยมีลักษณะเป็นมวลน้ำเดียวกันเกือบตลอดลำน้ำ น้ำเค็มจึงเข้าไปเจือจาง ขณะที่ปริมาณไนไตร์ทที่ตรวจวัดได้ในต้นฤดูแล้ง มีค่าสูงในบริเวณตอนกลางของแม่น้ำและลดลงตามระยะทางออกสู่ทะเล จึงเห็นได้ว่าปริมาณไนไตร์ทของฤดูแล้งในแม่น้ำบางปะกง ไม่มีความสัมพันธ์กับความเค็ม แต่ขึ้นอยู่กับการการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ไนโตรเจนมากกว่า ในทำนองเดียวกัน ตลอดฤดูฝนปริมาณไนไตร์ทมีค่าต่ำมาก และเป็นค่าที่สม่ำเสมอตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงบริเวณก่อนปากแม่น้ำ และมีค่าเพิ่มขึ้นในบริเวณที่เป็นปากแม่น้ำ และปริมาณกลับลดลงเมื่อมีการออกสู่ทะเลมากขึ้น เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนมีมาก Residence Time ของน้ำสั้น ของเสียต่าง ๆ ถูกผลักดันออกไปจากแม่น้ำได้ก่อนที่ขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียจะเกิดขึ้น จึงทำให้บริเวณในแม่น้ำตรวจพบไนไตร์ทได้ในปริมาณที่ต่ำมาก ขณะเดียวกันของเสียที่ถูกผลักดันออกจากแม่น้ำจะถูกพาไปกองทับในบริเวณปากแม่น้ำ บวกกับมวลน้ำเค็มที่ดันเข้ามาทำให้มีขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นในบริเวณนี้ ผลของการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยขบวนการทางเคมีซึ่งเป็นกระบวนการที่พบว่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำบริเวณปากแม่น้ำมาก (Aston, 1980) เป็นการยืนยันถึงการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ไนโตรเจนบริเวณนี้ โดยอยู่ในขั้นที่แอมโมเนียถูกเปลี่ยนเป็นไนไตร์ท

ปริมาณไนเตรท (ภาพที่ 9) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงตามฤดูกาล คือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนและลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้ง โดยในช่วงต้นฤดูฝนพบปริมาณไนเตรทสูง เป็นเพราะได้รับอิทธิพลจากการชะล้างพัดพามากับน้ำฝน ซึ่งจะชะล้างเอาปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรกรรม ขยะ สิ่งปฏิกูลจากชุมชนบ้านเรือน และอินทรีย์สารลงสู่แม่น้ำแล้วไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ จากนั้นแบคทีเรียจะทำการย่อยสลายกลายเป็นไนเตรทโดยกระบวนการไนตริฟิเคชั่น แต่เมื่อเข้าสู่ปลายฤดูฝนปริมาณไนเตรทมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้ช่วงเวลาดังกล่าวสารอินทรีย์ไนโตรเจนที่มากับปริมาณน้ำฝนกำลังถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียในขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นได้สารแอมโมเนียมากกว่า สารอินทรีย์ไนโตรเจนจึงถูกเปลี่ยนรูปให้มาอยู่ในรูปของไนเตรทมากขึ้น ขณะที่ปลายฤดูแล้งปริมาณไนเตรทที่ตรวจวัดได้มีค่าลดต่ำลงอีกครั้งน่าจะเป็นผลมาจากการที่ไนเตรทถูกใช้ไปในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช

ปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำ (ภาพที่ 11) ความแตกต่างระหว่างฤดูของปริมาณไนโตรเจนที่ละลายในน้ำในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการ ชะล้างผิวดินหลังจากฝนตก และจากการย่อยสลายของอินทรีย์สารจากแม่น้ำ สอดคล้องกับการศึกษาพฤติกรรมของสารอาหารไนโตรเจนในป่ายชายเลนบ้านบางโรง จังหวัดภูเก็ตของ ปิ่นศักดิ์ สุรัสวดี (2546) ที่รายงานว่า ปริมาณไนไตร์ทและไนเตรทที่ละลายน้ำในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่าความเข้มข้นของสารอาหารไนโตรเจนที่ละลายน้ำในบริเวณบางปะกงเอสทูรีสามารถตรวจวัดได้ในรูปของแอมโมเนียและไนเตรท มากกว่าในรูปไนไตรท์ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้คาดว่าเป็นอิทธิพลของน้ำหลากที่พัดพาแอมโมเนีย และไนเตรทจากภาคกสิกรรมมากกว่า ส่วนการพบไนไตร์ทมีปริมาณต่ำ อาจเนื่องจากไนไตร์ทเป็นตัวกลางของการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นและปฏิกิริยาเดไนตริฟิเคชั่น ดังนั้นจึงพบปริมาณไนไตร์ทค่อนข้างต่ำและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2. ปริมาณไนโตรเจนในดินตะกอน

ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในดินตะกอน (รูปที่ 13) แตกต่างกันตามฤดูกาล โดยพบว่ามีการสะสมในดินตะกอนมากที่สุดในเดือนธันวาคมและน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน ทั้งนี้ผลมาจากอิทธิพลของน้ำฝนในปีที่ทำการศึกษาซึ่งมีปริมาณมากที่สุดในเดือนพฤษภาคมและยังคงมากต่อมาถึงเดือนมิถุนายน การไหลบ่าของมวลน้ำจะไปกวนตะกอนให้ฟุ้งกระจายกลับขึ้นสู่มวลน้ำได้ (Re-Suspension) จึงส่งผลให้ตรวจพบปริมาณไนโตรเจนในดินตะกอนได้น้อยในฤดูฝน จากนั้นปริมาณน้ำฝนที่ลดลงตั้งแต่เดือนตุลาคม ทำให้มีอินทรีย์และอนินทรีย์ไนโตรเจนที่ถูกพามากับมวลน้ำมีโอกาสตกลงสู่พื้นท้องน้ำได้ จึงเป็นโอกาสที่พบไนโตรเจนในดินตะกอนได้สูง นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนที่มากผลักดันให้ตรวจพบไนโตรเจนในดินตะกอนทุกฤดูกาล มีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะทางที่ออกสู่ทะเล

ปริมาณไนโตรเจนในรูปอนุภาคแขวนลอย (รูปที่ 15) ในฤดูแล้งพบมากกว่าฤดูฝน และทุกฤดูกาล ในสถานีต้นน้ำค่าความเข้มข้นมีแนวโน้มต่ำกว่าสถานีในทะเล การที่ฤดูแล้งพบปริมาณไนโตรเจนในรูปอนุภาคแขวนลอยมากกว่าในฤดูฝน เป็นเพราะเวลาช่วงชีวิตของน้ำในแม่น้ำในฤดูแล้งจะยาวขึ้น (Long Residence Time) ทำให้แบคทีเรียมีเวลาย่อยสลายสารอินทรีย์ออกมาเป็นสารประกอบไนโตรเจนมากขึ้น ส่วนปริมาณไนโตรเจนในรูปอนุภาคแขวนลอยที่พบมากขึ้นในสถานีในทะเลน่าจะเป็นเพราะผลจากการผลักดันของน้ำในแม่น้ำ จากการศึกษาในครั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในบริเวณบางปะกงเอสทูรีขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่พัดพาเอามวลน้ำที่มีปริมาณไนโตรเจนเข้าสู่แม่น้ำ การดูดซับและการปลดปล่อยจากตะกอน การขับถ่ายและการย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนโดยสิ่งมีชีวิตสามารถก่อให้เกิดการกลับคืนมาของอนินทรีย์สารออกสู่มวลน้ำ ดังจะเห็นได้ว่าสารอาหารไนโตรเจนที่ตรวจวัดได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะพบว่ามีการละลายในน้ำมากกว่าการสะสมอยู่ในดินตะกอน หรือในรูปของอนุภาคแขวนลอย เป็นผลมาจากการมีเวลาช่วงชีวิตของน้ำในแม่น้ำที่ยาวนานขึ้น (Long Residence Time) เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มีปริมาณน้อยกว่าทุกปีที่ผ่านมาและมีน้ำทะเลหนุน การชะล้างของเสียจากฝั่งลงสู่แหล่งน้ำน่าจะลดลงด้วย เวลาช่วงชีวิตของน้ำที่ยาวขึ้นทำให้แบคทีเรียมีเวลาปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนจากตะกอนได้มากขึ้น

พฤติกรรมของธาตุอาหารฟอสฟอรัสและไนโตรเจนในบริเวณบางปะกงเอสทูรี

1. พฤติกรรมของฟอสฟอรัสในบริเวณบางปะกงเอสทูรี

การศึกษาพฤติกรรมของฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ ในบริเวณบางปะกงเอสทูรี โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำกับความเค็มของน้ำ พบว่าฟอสฟอรัสในบริเวณบางปะกงเอสทูรีมีพฤติกรรมเป็นแบบไม่อนุรักษ์ ทั้งนี้จะเห็นได้จากการที่มีพฤติกรรมการแพร่กระจายที่สัมพันธ์กับขบวนการทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ กล่าวคือค่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในฤดูที่มีน้ำฝนมาก และลดลงในฤดูที่มีน้ำฝนน้อยตามลำดับ ขณะเดียวกันค่าความเข้มข้นยังสูงขึ้นในบริเวณที่เป็นปากแม่น้ำ ทั้งนี้น่าจะเกิดจากการผสมกันของน้ำจืดกับน้ำเค็ม และโดยการดูดซับบนตะกอนแขวนลอยหรือการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจากตะกอนดินหรือสารแขวนลอย หรืออาจกล่าวได้ว่าความเข้มข้นที่สูงขึ้นในบริเวณปากแม่น้ำอาจจะเกิดจากการ Regenerate ฟอสฟอรัสจากตะกอนแขวนลอยที่มีสารอินทรีย์คาร์บอนสูง หรือบริเวณปากแม่น้ำน่าจะเป็น Source ของฟอสฟอรัส แต่หลังจากนั้นมีค่าลดลงอีกครั้งเมื่อมีการเข้าสู่ทะเล ทั้งนี้เป็นเพราะการเพิ่มขึ้นของความเค็มก็เป็นการลดการดูดซับอีกทางหนึ่ง อันเนื่องมาจากการแก่งแย่งพื้นที่ดูดซับโดยแอนไอออนตัวอื่นที่มีมากในน้ำทะเล (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532)

2. พฤติกรรมของไนโตรเจนในบริเวณบางปะกงเอสทูรี

ไนไตรท์ในแม่น้ำบางปะกง พบว่ามีพฤติกรรมแบบอนุรักษ์ ซึ่งตรงกับการศึกษาของพรทิพย์ งานสกุล (2525) ที่ได้ศึกษาพฤติกรรมของไนโตรเจนในแม่น้ำบางปะกงแล้วรายงานว่ามีลักษณะเป็นแบบอนุรักษ์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ ปัญญานีย์ พราพงษ์ (2535) ซึ่งได้ทำการศึกษาในบริเวณแม่น้ำฝนจีน พบว่าไนไตรท์มีลักษณะพฤติกรรมเป็นแบบอนุรักษ์เช่นกัน โดยในฤดูที่มีน้ำฝนน้อยกราฟมีลักษณะเพิ่มขึ้นบริเวณตอนกลางของแม่น้ำ และลดลงเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ ขณะเดียวกันในฤดูที่มีน้ำฝนมาก กราฟมีลักษณะเพิ่มขึ้นบริเวณตอนกลางของแม่น้ำ และลดลงเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำเช่นกัน แต่มีค่าความเข้มข้นสูงกว่า โดยอาจเกิดการปนเปื้อนจากชุมชน จากโรงงานอุตสาหกรรม จากภาคการเกษตรและอาจเกิดจากกระบวนการ Nitrification โดยอินทรีย์ไนโตรเจนถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแอมโมเนียโดยแบคทีเรียบางชนิด จากนั้นแอมโมเนียจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ และไนเตรท โดยแบคทีเรียพวก Nitromonas และ Nitrobactor ตามลำดับ

ไนเตรทในแม่น้ำบางปะกง พบว่ามีพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์ เนื่องจากกราฟไม่เป็นไปตามเส้นเจือจางตามทฤษฎี ซึ่งค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้มีความแปรปรวนค่อนข้างมากในแต่ละสถานี ขณะที่แอมโมเนียส่วนที่ละลายน้ำมีพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์ โดยกราฟมีลักษณะโค้งขึ้นและลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ามีการนำเข้าของแอมโมเนียทางตอนกลางของแม่น้ำ โดยอาจเกิดจากบริเวณนี้ได้รับสารอินทรีย์จากชุมชน ทำให้สารอินทรีย์ถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียและเชื้อราบางชนิด ซึ่งจะได้สารประกอบที่มีแอมโมเนียเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Eyre and Twigg (1995) ที่ทำการศึกษาใน Richmond River Estuary โดยพบลักษณะการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนียเนื่องมาจากการ Mineralization ของสารอินทรีย์เช่นกัน

ความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสฟอรัสและ ไนโตรเจนที่ละลายน้ำ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนที่ละลายน้ำในรูปของอัตราส่วนระว่างไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (N : P) โดยไนโตรเจนที่ละลายน้ำประกอบด้วย ค่าแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำประกอบด้วยฟอสเฟต ผลจากการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 6

พบว่าในต้นฤดูแล้งค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส เท่ากับ 9.8 : 1 ตอนปลายฤดูแล้งค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส เท่ากับ 4.2 : 1 ตอนต้นฤดูฝนค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส เท่ากับ 14.7 : 1 และตอนปลายฤดูฝนค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส เท่ากับ 46.4 : 1

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตลอดระยะฤดูแล้งพบว่าค่าไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 16 แสดงว่าไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช อาจเนื่องมาจากที่ปริมาณน้ำฝนมีน้อยในฤดูแล้ง ทำให้ปริมาณไนโตรเจนถูกพัดพามากับน้ำฝนมีน้อย รวมถึงอาจได้รับปริมาณฟอสฟอรัสเข้าสู่แม่น้ำและปากแม่น้ำโดยการปล่อยทิ้งจากชุมชนบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปนเปื้อนของผงซักฟอกสูง หรือการปนเปื้อนจากภาคกสิกรรมการที่มีการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต จึงทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ขณะที่แม้ว่าในต้นฤดูฝนจะพบว่าค่าไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสมีค่าต่ำกว่า 16 แสดงว่าไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ทั้งนี้อาจเป็นช่วงเริ่มต้นของการพัดพา แต่เมื่อถึงตอนปลายฤดูฝนกลับพบว่าค่าไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสมีค่าสูงกว่า 16 มาก ซึ่งเป็นการแสดงว่าฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ทั้งนี้เนื่องมาจากการได้รับอิทธิพลจากการชะล้างมากับน้ำฝนมีมาก ซึ่งได้ชะพาเอาไนโตรเจนจากแหล่งต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำทำให้มีปริมาณไนโตรเจนเข้าสู่แม่น้ำสูง ผลของการที่ปริมาณไนโตรเจนในช่วงปลายฤดูฝนมีสูงมากจึงอาจเป็นส่วนหนึ่งที่สนับสนุนการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Red Tide)

ตารางที่ 6 อัตราส่วนระว่างไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (N : P) ในบางปะกงเอสทูรีในรอบปี 2545

ฤดู	N : P
ต้นฤดูแล้ง	9.8
ปลายฤดูแล้ง	4.2
ต้นฤดูฝน	14.7
ปลายฤดูฝน	46.4

ผลการศึกษาในครั้งนี้คล้ายคลึงกับกับการศึกษาบริเวณปากแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี (สมภพ เหลืองกังวานกิจ, 2541) พบว่า อัตราส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าในฤดูฝน โดยในฤดูแล้งและฤดูฝนพบมีค่าเท่ากับ 18 และ 37 ตามลำดับ ซึ่งกล่าวได้ว่าทั้งสองฤดูกาลฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ส่วนการศึกษาของพรทิพย์ งามสกุล (2535) ในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง พบว่าค่าไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในฤดูแล้งและฤดูฝนเท่ากับ 26 และ 31 ตามลำดับ แสดงว่าทั้งสองฤดูกาลฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชเช่นกัน แต่จากการศึกษาของปัญญานีย์ พราพงษ์ (2535) ในแม่น้ำฝนจีน พบว่าค่าไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสเฉลี่ยในฤดูแล้งและฤดูฝนเท่ากับ 5 และ 7

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตามลำดับ แสดงว่าทั้งสองฤดูกาลไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารอาหารฟอสฟอรัสและไนโตรเจนและคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามเกณฑ์ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ผลการศึกษาดังตารางที่ 4 ดังนี้

1. ปริมาณฟอสเฟต มีแนวโน้มความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับอุณหภูมิน้ำ กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิน้ำสูงขึ้น อาจมีแนวโน้มที่จะพบปริมาณฟอสเฟตสูงด้วย แต่ปริมาณฟอสเฟตอาจมีแนวโน้มความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับ ความเค็มน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอชของน้ำ โดยถ้าพบความเค็มน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอชของน้ำต่ำ อาจมีแนวโน้มที่จะพบปริมาณฟอสเฟตสูง เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียบนผิวดินตะกอนทำหน้าที่ย่อยสลายได้ดีขึ้นจึงมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเคลื่อนย้ายฟอสเฟตจากที่อยู่บนผิวตะกอนเป็นรูปที่ละลายน้ำ ขณะเดียวกันความเป็นกรด – ด่างของน้ำซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟตในแม่น้ำ โดยจะเป็นปัจจัยควบคุมการดูดซับและปลดปล่อยฟอสเฟตร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนต หรือดูดซับไปกับดินตะกอนมากขึ้นด้วย (Bostrom et al., 1988) จึงทำให้พบปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำลดลงเมื่อน้ำมีความเป็นกรด – ด่างเพิ่มสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงอาจกล่าวได้ว่า การสูญเสียปริมาณฟอสเฟตจากมวลน้ำจะเกิดในแม่น้ำและน้ำกร่อยได้มากกว่าในน้ำทะเล เนื่องจากน้ำในแม่น้ำมีความเป็นกรด – ด่างต่ำกว่าในทะเล

2. ปริมาณไนไตร์ท และไนเตรท อาจมีแนวโน้มความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับอุณหภูมิน้ำ กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิน้ำสูงขึ้น อาจมีแนวโน้มที่จะพบปริมาณไนไตร์ทสูง และอาจมีแนวโน้มความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับ ความเค็มน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอชของน้ำ โดยถ้าพบความเค็มน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอชของน้ำสูงขึ้น อาจมีแนวโน้มที่จะพบปริมาณไนไตร์ทต่ำลง กล่าวคือเมื่อน้ำในแม่น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ขวนการไนตริฟิเคชั่นและเดไนตริฟิเคชั่น เกิดขึ้นสมบูรณ์เร็วขึ้น เป็นผลให้สารอาหารไนโตรเจนเปลี่ยนมาอยู่ในรูปไนไตร์ทและไนเตรทมากขึ้น โดยกระบวนการไนตริฟิเคชัน ขณะที่เมื่อน้ำในแม่น้ำมีความเป็นกรด – ด่างต่ำ การออกซิเดชันกับไฮโดรเจนอิออน ทำให้แอมโมเนียเปลี่ยนรูปมาเป็น ไนไตร์ทและไนเตรทมากขึ้น นอกจากนี้แล้วยังพบว่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำมีผลต่อการดูดซับและปลดปล่อยปริมาณไนเตรทบนผิวดินอีกด้วย สอดคล้องกับการศึกษาใน Pomotac River (Seitzinger, 1987) พบว่าการดูดซับไนเตรทบนผิวตะกอนดินจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเป็นกรด – ด่างของน้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าความเป็นกรด- ด่างของน้ำเพิ่มมากขึ้นปริมาณไนเตรทอาจมีแนวโน้มน้อยลงได้ และถ้าความเป็นกรด – ด่างต่ำลงก็จะพบปริมาณไนเตรทเพิ่มขึ้นเนื่องจากการคายออกจากดินตะกอน นอกจากนั้นเมื่อปริมาณไนเตรทที่มากับน้ำฝนไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากการผสมผสานระหว่างน้ำแม่น้ำกับน้ำทะเล ก็จะทำให้ปริมาณไนเตรทที่มีมากในน้ำจืดถูกเจือจางด้วย

น้ำทะเลที่มีปริมาณไนเตรทต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Rysgaard et al., (1999) ที่พบว่ากระบวนการไนตริฟิเคชันจะถูกควบคุมโดยความเค็มของน้ำที่เพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้การเปลี่ยนอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นไนเตรทตามกระบวนการไนตริฟิเคชันนั้นลดลงเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นนั่นเอง

3. ปริมาณแอมโมเนีย อาจมีแนวโน้มความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับออกซิเจนละลายน้ำและพีเอชของน้ำ กล่าวคือ ถ้าออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอชของน้ำสูงขึ้น อาจมีแนวโน้มที่จะพบปริมาณแอมโมเนียสูง และอาจมีแนวโน้มความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับ อุณหภูมิน้ำ และความเค็มน้ำ โดยถ้าพบอุณหภูมิน้ำ และความเค็มน้ำของน้ำสูงขึ้น อาจมีแนวโน้มที่จะพบปริมาณแอมโมเนียต่ำ เมื่อออกซิเจนละลายในน้ำมีปริมาณสูง แบคทีเรียจำพวกใช้ออกซิเจนสามารถเปลี่ยนรูปสารประกอบไนโตรเจนให้อยู่ในรูปแอมโมเนียได้มากขึ้น เมื่อธาตุอาหารมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเป็นการผลักดันให้แพลงก์ตอนพืชมีการสังเคราะห์แสงมากขึ้น ผลที่ตามมาคือเป็นการเพิ่มออกซิเจนสู่แหล่งน้ำ และยังทำให้พีเอชของน้ำเพิ่มตามไปด้วย

สรุปผลการศึกษา

1. ปริมาณฟอสฟอรัสไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามเวลา แต่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามสถานที่ โดยพบว่ามีแนวโน้มของปริมาณลดลงตามระยะทางจากแม่น้ำออกสู่ทะเล และอาจเกิดการกจับตัวอันเป็นอนุภาคสะสมอยู่ที่พื้นท้องน้ำ ทำให้พบปริมาณฟอสฟอรัสในดินตะกอนมาก

2. ปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียและไนเตรทมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในฤดูฝนและลดลงเมื่อเข้าฤดูแล้ง ในขณะที่ไนไตร์ทมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามสถานที่ โดยพบว่ามีแนวโน้มลดลงตามระยะทางจากแม่น้ำออกสู่ทะเล

3. พฤติกรรมของฟอสฟอรัสและไนโตรเจนที่ละลายน้ำ ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝนพบว่าปริมาณฟอสฟอรัส แอมโมเนีย ไนไตร์ท และไนเตรท มีพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์

4. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจน พบว่า ในฤดูแล้งไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ส่วนในฤดูฝนฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช นอกจากนี้พบว่าปริมาณฟอสฟอรัส ไนไตร์ท และไนเตรทอาจมีแนวโน้มความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับอุณหภูมิน้ำและอาจมีแนวโน้มมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับ ความเค็มน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอชของน้ำ ขณะที่แอมโมเนียอาจมีแนวโน้มความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอชของน้ำ และอาจมีแนวโน้มความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับ อุณหภูมิน้ำ และความเค็มน้ำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University