หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4

## วิจารณ์ผลการศึกษา

### 4.1 การกระจายของธาตุอาหาร และความเค็มในบริเวณคลองหงาว

4.1.1 ความเค็ม ในฤดูฝนการกระจายของความเค็มลดลงจากปากคลองไปยังต้นคลอง และมีความแตกต่างของความเค็มมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีน้ำจืดจากแผ่นดินไหลลงสู่คลองหงาว การกระจายตามแนวดิ่ง ระหว่างน้ำระดับผิวและระดับล่าง จะแตกต่างกันอย่างชัดเจน จากสถานีที่ 7 ออกไปสู่บริเวณปากคลอง เนื่องจากสถานีที่ 7 เป็นบริเวณปากคลองเล็ก ๆ ซึ่งมีน้ำจืดไหลลงสู่บริเวณนี้มีปริมาณมาก ทำให้เกิดความแตกต่างของความเค็ม ระหว่างชั้นน้ำค่อนข้างชัดเจน น้ำระดับล่างมีความเค็มสูงกว่าน้ำระดับผิว เนื่องจากน้ำทะเลมีความหนาแน่นกว่าน้ำจืด หรืออาจจะเกิดจากมวลน้ำ จากทะเลบริเวณใกล้เคียง เช่น มวลน้ำจากแม่น้ำกระบุรี มีการเคลื่อนตัวเข้ามาในบริเวณคลองหงาว ทำให้เกิดการแบ่งชั้นเกิดขึ้นได้ช่วงระยะทำการศึกษาครั้งนั้น ส่วนในฤดูแล้งการเปลี่ยนแปลงตามระยะทางมีการเปลี่ยนแปลงน้อย (ความแตกต่างของความเค็มตามระยะทางน้อย) เนื่องจากฤดูแล้งปริมาณน้ำจืดจากแผ่นดินไหลลงสู่คลองหงาวมีปริมาณน้อยมากดังนั้นการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากการกระจายของความเค็มส่วนการกระจายความแนวดิ่งมวลน้ำที่น้ำระดับผิวและน้ำระดับล่างเกือบจะไม่แตกต่างกัน แสดงว่ามวลน้ำในบริเวณคลองหงาวในฤดูแล้งม่มีการแบ่งชั้นของน้ำ มวลน้ำมีการผสมผสานกันดีซึ่งตรงกับการศึกษาของ Wattayakorn et al.(1990) โดยการศึกษา CTD profile ใน 1 รอบวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงในเดือนมีนาคม 2531

ความเค็มระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งจะพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ฤดูฝนมีความเค็มระหว่าง 0-28 ppt ส่วนฤดูแล้งความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 28-35 ppt เนื่องจากในฤดูฝนมีมีปริมาณน้ำจืดไหลลงสู่คลองหงาว ในปริมาณที่มากกว่าในฤดูแล้ง ซึ่งช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำจืดไหลลงสู่คลองหงาวน้อยมาก หรือเกือบไม่มีเลย

4.1.2 ไนไตรท์ ลักษณะการกระจายของไนไตรท์ในฤดูฝนจากสถานีบริเวณต้นคลองไปยังสถานีที่ 7 มีลักษณะเพิ่มขึ้นและจะลดลงเมื่อออกไปสู่บริเวณปากคลองนั้นแสดงว่าจากต้นคลองไปยังสถานีที่ 7 ได้รับไนไตรท์เพิ่มจากแหล่งที่ผ่านมา เมื่อพิจารณาจากสภาพพื้นที่ (รูปที่ 2.1) สถานีที่ 7 อยู่บริเวณปากคลองเล็ก ๆ ซึ่งคลองนี้เป็นบริเวณที่มีน้ำจืดจากแผ่นดินลงสู่คลองหงาวมากที่สุด ดังนั้นการได้รับเพิ่ม สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากประมาณน้ำจืดที่ไหลลงจากสถานีที่ 7 หรืออีกสาเหตุหนึ่งจากกระบวนการทางชีวภาพ เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่น การดึง $N_2$ ในอากาศโดยแพลงค์ตอนพืชเป็นต้น ในบริเวณคลองหงาวเป็นไปได้ที่จะได้รับไนไตรท์เพิ่มจากแผ่นดิน โดยน้ำจืดที่ไหลลงสู่คลองหรือจากป่าชายเลน ส่วนในฤดูแล้งการกระจายของไนไตรท์มีลักษณะลดลงเมื่อออกสู่ทะเลโดยที่ฤดูนี้จะมีน้ำจืดลงมาผสมกับน้ำทะเลน้อยมาก ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของไนไตรท์ตามคลองเกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนไหวของน้ำขึ้นน้ำลง กระบวนการหมุนเวียนของน้ำและกระบวนการทางชีวภาพ (Aston, 1980)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 ฤดูกาลจะพบว่า ความเข้มข้นของไนไตรท์ ในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0-1.2 µg-at/l ที่ผิวหน้าน้ำและ 0.0-1.6 µg-at/l ที่น้ำระดับล่าง และมีความเข้มข้นสูงกว่าในฤดูแล้งซึ่งมีผิวหน้าน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0-0.4 µg-at/l และ 0.0-0.1 µg-at/l ที่น้ำระดับล่าง เนื่องจากอิทธิพลของน้ำจืดจากแผ่นดินนำธาตุอาหารพวกไนไตรท์ลงสู่คลองหงาว ส่วนในฤดูแล้งบริเวณนี้จะได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดน้อยมาก การศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของไนไตรท์ในเอสทูรี ส่วนมากจะทำการศึกษาในเขตอบอุ่น ซึ่งส่วนใหญ่พบว่าฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและการกระจาย เช่นการศึกษา ของ Smith et al (1986) ศึกษาใน Four League Bay พบว่าไนไตรท์มีค่าสูงสุดในฤดูร้อน และน้อยที่สุดในฤดูหนาว เช่นเดียวกับการศึกษาของ Dane et al (1986) ศึกษาใน North Inlet, Sonth Carolina พบว่าฤดูกาลมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหาร ธาตอาหารจะมีค่าสูงสุดในฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อน และต่ำสุดในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ร่วง เนื่องจากน้ำจืดจากแผ่นดิน ปริมาณน้ำฝน และกระบวนการทางชีวภาพ

การเปลี่ยนแปลงตามแนวดิ่งของไนไตรท์ ทั้ง 2 ฤดูกาลมีลักษณะคล้ายกันและความแตกต่างความเข้มข้นของไนไตรท์ระหว่างน้ำผิวหน้าและน้ำส่วนล่างมีน้อย เนื่องจากมวลน้ำในคลองหงาว มีการผสมผสานค่อนข้างดี แม้จะมีการแบ่งชั้นน้ำเกิดขึ้นบางช่วงเวลา เช่นในเดือนตุลาคม ที่ความเค็มสูง

4.1.3 ไนเตรท ในฤดูฝนลักษระการกระจายของไนเตรท จากต้นคลองไปยังปากคลองมีลักษณะลดลงตามระยะทางที่ออกสู่ทะเล นั้นแสดงว่ามีการสูญเสียหรือเคลื่อนย้ายของไนเตรทออกจากระบบนั้นซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Limpasaichol (1980) ศึกษาในป่าชายเลนอ่าวน้ำบ่อ จังหวัดภูเก็ต พบว่าความเข้มข้นของไนเตรทมีลักษณะลดลงเมื่อออกสู่ทะเล อาจเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการทางกายภาพการผสมของมวลน้ำ กระบวนการทางเคมีเกิดการดูดซับบนผิวตะกอน การถูกรีดิวซ์ กระบวนการทางชีวภาพเช่น การนำไปใช้ของแพลงค์ตอนพืช ซึ่งการที่จะอธิบายได้ว่าเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการทางกายภาพเพียงอย่างเดียว หรือมีกระบวนการทางเคมีและชีวะเกิดขึ้นในระบบ นั้นลักษณะพฤติกรรมของสารจะบอกได้ ซึ่งจะอภิปรายในหัวข้อต่อไปเกี่ยวกับพฤติกรรม Fcnselius (1981) พบว่าความเข้มข้นของไนเตรท เกือบเป็น 0 เมื่อมีการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืชอย่างรวดเร็ว และ De Sousa (1983) พบว่ามีการสูญเสียของไนเตรทค่อนข้างสูงในบริเวณที่มีความเค็มสูงใน Mondovi Estuary เนื่องจากกระบวนการทางชีวภาพ ส่วนในฤดูแล้งความเข้มข้นสูงที่บริเวณต้นคลองและลดลงเมื่อออกสู่บริเวณปากคลองแสดงให้เห็นว่ามีการสูญเสียของไนเตรทส่วนที่ละลายน้ำออกจากระบบ ซึ่งการลดลงของไนไตรท์ในฤดูแล้งนี้ ไม่ได้เกิดขึ้นจากกระบวนการผสมผสานของน้ำจืดเและน้ำทะเล เพราะในฤดูแล้งบริเวณคลอง จะมีปริมาณน้ำจืดลงสู่น้อยมาก หรือไม่มีเลย ดังนั้นการสูญเสียเกิดจากกระบวนการทางชีวภาพ หรือทางเคมีเท่านั้น

และจากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของไนเตรทในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0-2.6 µg-at/l และ 0.0-3.1 µg-at/l ที่ระดับผิวหน้า และน้ำระดับล่างตามลำดับ มีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง ซึ่งมีความเข้มข้นของไนเตรท ระหว่าง 0.0-0.2 µg-at/l ที่น้ำผิวหน้าและน้ำระดับล่างเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำจืดจากแผ่นดิน เพราะฤดูฝนปริมาณน้ำจืดไหลลงสู่คลองหนาวปริมาณมากกว่าในฤดูแล้งมากซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการศึกษา Dame et al. (1986) พบว่าความเข้มข้นของไนเตรทสูงในฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อนและต่ำในช่วงฤดูหนาวและฤดูใบไม้ร่วงเนื่องจากปริมาณน้ำจืดจากแผ่นดิน ปริมาณน้ำฝนและกระบวนการทางชีวภาพ และการศึกษาของ Schemel and Hager (1986) ศึกษาใน Sacramento River และใน San Francisco Bay พบว่าการเปลี่ยนแปลงการกระจายของไนเตรทเป็นผลจากการแปรเปลี่ยนของปริมาณน้ำที่เข้ามาจากแม่น้ำและการเคลื่อนย้ายเข้ามาของแพลงค์ตอนพืช การกระจายตามแนวดิ่งของไนเตรทในฤดูฝน ความแตกต่างของไนเตรทที่น้ำระดับผิวหน้าและน้ำระดับล่างค่อนข้างเห็นชัดเจนไนเตรทที่ระดับผิวหน้าสูงกว่าในน้ำระดับล่าง เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำจืดจากแผ่นดิน และ

น้ำฝนทำให้มีการแบ่งชั้นน้ำ (เช่นในเดือนตุลาคม) และน้ำจืดจะอยู่ผิวบน ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูง ส่วนความแตกต่างของไนเตรทในน้ำ 2 ระดับในฤดูแล้งพบว่าไม่แตกต่างกันชัดเจน เนื่องจากมีการผสมผสานเป็นอย่างดีของมวลน้ำ

4.1.4 ไนโตรเจนรวม ที่ทำการศึกษาครั้งนี้เป็นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในรูปอนินทรีย์ และอินทรีย์สารทั้งส่วนที่ละลายน้ำ และส่วนที่เกาะอยู่กับตะกอนแขวนลอย ลักษณะการกระจายตามระยะทางพบว่าในฤดูฝน ในเดือนกันยายน มีลักษณะแนวโน้มลดลง เมื่อมีทิศทางออกสู่ทะเล และเกิดเนื่องจากการผสมของน้ำจืดและน้ำทะเล หรือกระบวนการทางเคมี เช่นการดูดซับของตะกอนที่พื้นดินข้างล่าง ตะกอนแขวนลอย ส่วนในฤดูแล้งและในเดือนกันยายนการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างไม่แน่นอน ขึ้น ๆ ลง ๆ ความเข้มข้นของไนโตรเจนรวม ช่วงฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูแล้งค่าเฉลี่ย 38.7 µg-at/l ที่น้ำระดับผิวและ 40.7 µg-at/l ที่น้ำระดับล่าง สูงกว่าในฤดูแล้งซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 31.7 µg-at/l และ 32.9 µg-at/lที่น้ำระดับผิวและน้ำระดับล่างตามลำดับเนื่องจากปริมาณน้ำจืดไหลลงสู่คลองหงาวในช่วงฤดูฝนมีมากกว่าในช่วงฤดูแล้งมีการชะล้างปริมาณไนโตรเจนจากแผ่นดินลงสู่คลองหงาวค่อนข้างสูง การกระจายตามแนวดิ่งความแตกต่างของไนโตรเจนระหว่างน้ำระดับผิวหน้ากับน้ำระดับล่างแตกต่างกันชัดเจนทั้งช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ส่วนใหญ่น้ำระดับล่างจะมีความเข้มข้นสูงกว่าน้ำระดับผิวทั้งนี้เพราะน้ำระดับล่างมีปริมาณอินทรีย์ และอนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปตะกอนสารแขวนลอย และสิ่งมีชีวิตมากกว่าน้ำระดับผิวหน้า ดังนั้นไนโตรเจนซึ่งวัดในรูปอนินทรีย์และอินทรีย์สารทั้งละลายน้ำ และไม่ละลายน้ำที่น้ำระดับล่างจึงสูงกว่าที่น้ำระดับผิวหน้า

4.1.5 ฟอสเฟต การกระจายตามระยะทางของฟอสเฟต ในคลองหงาวในช่วงฤดูฝนในเดือนกันยายน มีลักษณะค่อนข้างคงที่ มีค่าระหว่าง 0.05-0.1 µg-at/l ส่วนในเดือนตุลาคมการกระจายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากบริเวณต้นคลองออกสู่ปากคลอง และที่สถานี 13 ฟอสเฟตมีความเข้มข้นค่อนข้างสูงกว่าสถานีอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 0.69 µg-at/l เนื่องจากสถานี 13 เป็นสถานีที่เข้าลึกเข้าไปมีลักษณะเป็นแอ่งขัง ทำให้บริเวณนั้นมีปริมาณฟอสเฟตค่อนข้างสูงกว่าสถานีอื่น ๆ ส่วนสถานีที่ 1-12 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-0.3 µg-al/l ปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-0.3 µg-at/l ลักษณะแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีทิศทางออกสู่ทะเล

การเพิ่มขึ้นของฟอสเฟตในบริเวณคลองหงาว เนื่องด้วยมีการคายออกของตะกอน Eastman and Church (1984) ทำการศึกษาใน เอสทูรีของแม่น้ำ Delaware พบว่ามีการเติมฟอสเฟตในช่วงความเค็มต่ำ โดยกระบวนการเกิดเป็นตะกอนแขวนลอยขึ้นมาใหม่ได้มีผู้

ทำการศึกษากันมากเกี่ยวกับกระบวนการดูดซึมและคายออกของฟอสเฟตจากตะกอนดิน ซึ่งพบว่าจะขึ้นกับ ชนิด ปริมาณ และขาดของตะกอนเช่นการศึกษาของ Aston and Hewitt (1987) ศึกษาในบริเวณ Walton Backwater พบว่าขนาดของอนุภาคเป็นตัวควบคุมการกระจายฟอสฟอรัสในดินตะกอน และจากการศึกษาของลัดดา แก้วศรีประกาย (2528) พบว่าดินตะกอนธรรมชาติมีแนวโน้มจะคายฟอสเฟตสู่น้ำทะเล หรือการเพิ่มขึ้นของฟอสเฟตในระบบเกิดจากของเสียจากบ้านเรือนลงสู่บริเวณคลองหงาว แต่คิดว่ามีอิทธิพลน้อยกว่าการคายออกของตะกอน เพราะบ้านเรือนที่อาศัยอยู่บริเวณนี้เป็นเพียงชุมชนเล็ก ๆ และมีอาชีพทำการประมง ส เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของฟอสเฟตในฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่าความเข้มข้นมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนใหญ่อยู่ในพิกัด 0.1-0.3 µg-at/l ยกเว้นสถานี 13 ในเดือนตุลาคม แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำจืดจากแผ่นดินมีอิทธิพลค่อนข้างน้อยต่อความเข้มข้นของฟอสเฟตในคลองหงาวซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าในฤดูฝน ปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่คลองหงาวมีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นของฟอสเฟตในบริเวณคลองหรือความเข้มข้นของน้ำจืดที่ลงสู่คลองมีค่าสูงแต่มีกลไกควบคุมให้ความเข้มข้นของฟอสเฟตในคลองในช่วง 0.1-0.3 µg-at/l ซึ่งเป็นความเข้มข้นของฟอสเฟตในคลองในช่วงฤดูแล้งที่ไม่มีการผสมของน้ำจืด กลไกนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการบัฟเฟอร์ของตะกอน ซึ่งจะมีการดูดซับกลับไปกลับมาบนผิวตะกอนแขวนลอย ซึ่งในฤดูฝนนั้นปริมาณตะกอนในน้ำค่อนข้างสูง ค่าความขุ่นใสน้อยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-1.5 ม.มีลักษณะสอดคล้องกับการศึกษา Butler and Tibbie (1792) ใน Tamar Estuary พบว่าเมื่อปริมาณดินตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงขึ้น มันจะควบคุมระดับของฟอสเฟตในน้ำโดยการดึงฟอสเฟตที่มีมากในน้ำออกและจะปลดปล่อยฟอสเฟต เมื่อในน้ำมีฟอสเฟตน้อย เป็นผลให้เกิด buffering อยู่ในช่วง 22-46 µg P/l และการศึกษาของ De Sousa (1983)ศึกษาใน Mondovi Estuary พบว่าฟอสเฟตมีค่าต่ำที่ความเค็มต่ำและมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อความเค็มสูงขึ้น และฟอสเฟตไม่ได้แสดงถึงความแตกต่างอย่างชัดเจน แสดงว่ามีกลไกของ phosphate buffering ของดินตะกอนในเอสทูรีซึ่งเป็นไปได้ที่ในฤดูฝนมีการเกิดบัฟเฟอร์ของฟอสเฟตขึ้น ซึ่งจะสรุปได้แน่นอนเมื่อทราบความเข้มข้นของปริมาณของฟอสเฟตในน้ำจืดที่ลงสู่คลองหงาวมีค่ามากกว่าในน้ำทะเลในคลองหงาวในอัตราค่อนข้างสูง

การกระจายตามแนวดิ่งของฟอสเฟตทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีลักษณะคล้ายกัน ความเข้มข้นของฟอสเฟตที่ระดับผิวหน้าและระดับล่างแตกต่างกันไม่มากนัก เนื่องจากน้ำมีการผสมผสานกันดี

4.1.6 ฟอสฟอรัสรวม การกระจายของฟอสฟอรัสรวมตามระยะทางค่อนข้างคงที่ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยจากสถานีที่ 13 (ต้นคลอง) ไปยังสถานีที่ 1 (ปากคลอง) ตามทิศทางออกสู่ทะเล ทั้ง 2 ช่วงฤดูกาล และพบว่า สถานีที่ 7 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวม ค่อนข้างสูง เนื่องจากบริเวณนี้เป็นแหล่งที่น้ำจืดจากแผ่นดินลงสู่คลองหงาว ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมในช่วงฤดูฝนสูงกว่า ช่วงฤดูแล้ง (ความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสฟอรัสรวมในฤดูฝนเท่ากับ 2.8 , 3.6 µg-at/l ที่น้ำระดับผิวหน้าและระดับล่างตามลำดับ ขณะที่ช่วงฤดูแล้ง ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมมีค่า 0.9 µg-at/l และ 1.0 µg-at/l ที่น้ำระดับผิวหน้าและระดับล่างตามลำดับ การที่มีความเข้มข้นสูงกว่าเนื่องจาก อิทธิพลของน้ำจืดจากแผ่นดิน ซึ่งจะมีการชะล้างตะกอนลงคลองหงาวในปริมาณค่อนข้างสูง การกระจายตามแนวดิ่ง ในฤดูฝนจะเห็นความแตกต่างของฟอสฟอรัสรวมที่ระดับน้ำ 2 ระดับ ค่อนข้างชัดเจน และส่วนใหญ่น้ำระดับล่างจะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่าที่ผิวน้ำ เพราะว่าน้ำระดับล่างจะมีตะกอนแขวนลอยของฟอสฟอรัสสูงและฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปตะกอนแขวนลอย มากกว่าในรูปสารละลายน้ำ

จากการศึกษาการกระจายของธาตุอาหารตามระยะทางและผลการศึกษาคุณภาพน้ำ พอจะสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ ในการจัดการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์ของป่าชายเลนให้ได้ประโยชน์ สูงสุด พอจะกล่าวได้ว่า

- คุณภาพน้ำที่ทำการสำรวจในบริเวณคลองหงาวใช้เป็นตัวบ่งชี้ (indicator) บอกถึงการกระจายของพันธุ์ไม้ได้ว่าบริเวณใดมีพรรณไม้ชนิดใด การกระจายของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนจะขึ้นกับคุณภาพทางเคมีของน้ำ เช่น ความเค็ม และใช้เป็นตัวบ่งชี้หรือบอกได้ว่าสภาพของน้ำในป่าชายเลนอยู่ในลักษณะดีหรือไม่ดี มีความอุดมสมบูรณ์มากน้อยแค่ไหนจากการศึกษาคุณภาพน้ำในคลองหงาวยังอยู่ในสภาพดีมีความอุดมสมบูรณ์ แสดงถึงว่าบริเวณป่าชายเลนคลองหงาวเป็นป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์ การทำลายยังเกิดขึ้นน้อย

- การทราบถึงคุณภาพน้ำ สามารถช่วยในการจัดการ การอนุรักษ์ หรือการปลูกป่าเสริมในป่าชายเลนได้เหมาะสมว่าบริเวณใดเหมาะสมกับการปลูกเสริมของพันธุ์ไม้ชนิดใด รวมทั้งการทำการประมงในป่าชายเลนโดยให้มีการทำลายป่าน้อยที่สุด เช่นการเลี้ยงปลาในกะชังควรจะเลี้ยงปลาชนิดใด และบริเวณใดที่เหมาะสมให้ได้ผลผลิตดี และคุณภาพน้ำไม่ถูกทำลาย

4.2 ลักษณะพฤติกรรมของธาตุอาหารไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

4.2.1 ไนไตรท์ จากการศึกษาพบว่าในฤดูฝนพฤติกรรมของไนไตรท์ในคลองหงาว มีลักษณะเป็นแบบอนุรักษ์ในเดือนกันยายน แสดงว่าการลดลงของไนไตรท์ เกิดจากการผสมของน้ำจืดและน้ำทะเลเพียงอย่างเดียว แต่ในเดือนตุลาคมพบว่าไนไตรท์มีพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์ มีลักษณะการเพิ่มขึ้นในระบบ เนื่องจากการได้รับเพิ่มจากแผ่นดิน จากน้ำจืดที่ไหลลงสู่คลอง หรือจากป่าชายเลนเอง เมื่อพิจารณาจากสภาพพื้นที่และความเค็มที่มีความเข้มข้นของไนไตรท์สูง คือ ความเค็มบริเวณสถานีที่ 7 เป็นแหล่งที่น้ำจืดลงสู่คลองหงาวมากที่สุดเป็นการเพิ่มไนไตรท์จากภายนอกเข้าสู่ระบบและกระบวนการอื่น ๆ ที่จะมีผลต่อการเพิ่มของไนไตรท์ ได้แก่กระบวนการทางชีวะภาพ โดยการตรึงไนโตรเจนจากอากาศลงสู่น้ำ การรีดิวซ์ ไนเตรท จากตะกอน เป็นต้น จะเห็นว่าในฤดูฝน ช่วง 2 เดือน ไนไตรท์มีพฤติกรรมไม่เหมือนกัน พบว่าช่วงทำการศึกษาในเดือนกันยายน ปริมาณฝนตกค่อนข้างน้อยกว่า น้ำจืดที่เข้าสู่บริเวณคลองหงาวค่อนข้างน้อย ส่วนในช่วงฤดูแล้งไนไตรท์ไม่มีความสัมพันธ์กับความเค็ม และลดลงหรือเพิ่มขึ้นของไนไตรท์ ไม่ได้เกิดจาก การผสมน้ำจืดและน้ำทะเล เพราะในช่วงฤดูแล้ง น้ำจืดลงสู่คลองค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย

4.2.2 ไนเตรท ในฤดูฝน พฤติกรรมของไนเตรทพบว่าในช่วงเดือนกันยายน ไนเตรทมีพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์ มีลักษณะการเคลื่อนย้ายหรือสูญเสียออกจากระบบดังนั้นการลดลงของไนเตรทในเดือนกันยายน ไม่ได้เกิดจากการผสมของน้ำจืดและน้ำทะเลเพียงอย่างเดียว แต่มีกระบวนการอื่นเกิดขึ้น เช่น กระบวนการทางเคมี เช่น การดูดซับของไนเตรทโดยตะกอน หรือถูกรีดิวซ์โดยแบคทีเรีย, กระบวนการนำไปใช้ของแพลงค์ตอนพืช De Sonsa (1983) ทำการศึกษาพฤติกรรมไนเตรทใน Mondovi Estuary ในช่วงก่อนมรสุมเป็นแบบไม่อนุรักษ์โดยพบว่ามีการสูญเสียไนเตรทจากสารละลาย การสูญเสียไนเตรทค่อนข้างสูง ในบริเวณที่มีความเค็มสูงเนื่องจากกระบวนการทางชีวะภาพ การศึกษาของ Mackenize and Leatherland (1966) พบว่าไนเตรทในเอสทูรีของแม่น้ำ Clude ประเทศสกอตแลนด์ มีพฤติกรรมเป็นแบบไม่อนุรักษ์เป็นส่วนใหญ่ และการศึกษาของ Sharp et al. (1986) พบว่าพฤติกรรมของไนเตรทใน Delaware Estuary มีพฤติกรรมเป็นแบบไม่อนุรักษ์ในลักษณะการลดลง เนื่องจากมีการใช้ไนเตรทโดยแพลงค์ตอนพืชที่บริเวณปากเอสทูรี กระบวนการที่สำคัญอีกกระบวนการหนึ่งต่อการลดลงของไนเตรทคือ กระบวนการ denitrification Aston (1980) พบว่าจะมีการลดลง

ของไนเตรท เนื่องจากกระบวนการ denitrification ที่น้ำระดับล่าง เมื่อน้ำอยู่ในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำไนเตรทจะถูกรีดิวซ์เปลี่ยนเป็นไนไตรท์และก๊าซไนโตรเจนได้ในที่สุด เมื่อพิจารณาดูคุณภาพน้ำในบริเวณคลองหงาว ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าปกติ 5.4-6 mg/lและ 5.4-6.2 mg/l ที่น้ำระดับผิวและน้ำระดับล่าง ซึ่งไม่ได้อยู่ในสภาพขาดออกซิเจนในน้ำดังนั้นการลดลงของไนเตรทในคลองหงาว ไม่ได้เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการ denitrification ส่วนเดือนตุลาคมพบว่า พฤติกรรมของไนเตรทเป็นแบบอนุรักษ์ในช่วงความเค็มสูงซึ่งคล้ายกับพฤติกรรมของไนเตรทในแม่น้ำ Columbia จากการศึกษาของ Stefanson and Richards (1963), Pennock (1987) ศึกษาใน Delaware และ Sharp et al. (1986) ศึกษาพฤติกรรมของไนเตรทในเอสทูรี ของแม่น้ำ Dalaware เหมือนกันแต่มีพฤติกรรมต่างกันเมื่อทำการศึกษาในช่วงเวลาต่างกัน ดังนั้นลักษณะพฤติกรรมของไนเตรทในบริเวณเดียวกันแต่ช่วงเวลาต่างกันจะมีลักษณะพฤติกรรมของสารก็แตกต่างกันไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในคลองหงาว ส่วนพฤติกรรมของไนเตรทในฤดูแล้งพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับความเค็ม การกระจายที่มีแนวโน้มลดลงนั้นไม่ได้เกิดจากกระบวนการทางกายภาพ จากการผสมของมวลน้ำจืดและน้ำทะเลแต่จะมีกระบวนการทางกายภาพอื่น เช่น กระแสน้ำ น้ำขึ้น-น้ำลง หรือกระบวนการทางเคมี และชีวภาพข้างต้นที่กล่าวมาเป็นตัวการต่อลักษณะการกระจายของไนเตรท ที่ลดลงเมื่อออกสู่ทะเล

4.2.3 ไนโตรเจนรวม ศึกษาพบว่าในช่วงฤดูฝน ในเดือนกันยายนมีพฤติกรรมแบบอนุรักษ์ และมีแนวโน้มลักษณะลดลงเมื่อออกสู่ทะเล นั้นแสดงว่าการลดลงของไนโตรเจนรวม ตามระยะทางและความเค็มนั้นเป็นผลเนื่องจากกระบวนการทางกายภาพเท่านั้น ส่วนเดือนตุลาคมการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนโตรเจนรวมไม่มีความสัมพันธ์กับความเค็ม ส่วนในช่วงฤดูแล้งไนโตรเจนรวม ก็ไม่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับความเค็ม นั้นคือการกระจายของไนโตรเจนรวม ไม่ได้เกิดขึ้นเนื่องจากการผสมของน้ำทะเล และน้ำจืด แต่ว่ากิจกรรมอย่างอื่นเกิดขึ้นในระบบด้วย กระบวนการทางเคมีหรือชีวภาพ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

4.2.4 ฟอสเฟต จากการศึกษาพบว่าในฤดูฝน การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสเฟตไม่มีความสัมพันธ์กับความเค็มที่เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของฟอสเฟตที่ละลายในน้ำบริเวณความเค็มต่าง ๆ กันไม่แตกต่าง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น มีลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาในเอสทูรี แม่น้ำโคลัมเบีย โดย Steffanson และ Richards (1963) พบว่าปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำ บริเวณความเค็มต่าง ๆ ไม่แตกต่าง เขาอธิบายว่าอาจเป็นเพราะ 2 สาเหตุใหญ่ คือ ปริมาณฟอสเฟตที่ละลายในแม่น้ำโคลัมเบียมีค่าใกล้เคียงกัน

หรือเกิดกระบวนการบัฟเฟอร์ของฟอสเฟตบนตะกอน ซึ่งจะมีการดูดซับกลับไปกลับมาบนผิวตะกอน ควบคุมปริมาณฟอสเฟตุในสารละลาย ซึ่งในคลองหงาวอาจจะเกิด 2 ลักษณะนี้ คือ ความเข้มข้นของฟอสเฟตุในน้ำจืดที่ลงสู่คลองหงาว มีค่าใกล้เคียงกับฟอสเฟตของน้ำทะเลในคลองหงาว หรือ

เกิดกระบวนการบัฟเฟอร์ของฟอสเฟตขึ้นดังที่ได้กล่าวมาแล้วในการอภิปรายการกระจายของฟอสเฟตตามระยะทาง การศึกษาพฤติกรรมของฟอสเฟตในประเทศไทยที่ทำการศึกษาในบริเวณเอสทูรีแม่น้ำเจ้าพระยา โดยกัลยา อำนวย (2519) และลัดดา แก้วศรีประกาย (2528)พบว่าฟอสเฟตมีลักษณะพฤติกรรมแบบอนุรักษ์ ซึ่งตรงข้ามกันในคลองหงาว พฤติกรรมของฟอสเฟตไม่สัมพันธ์กับความเค็ม

4.2.5 ฟอสฟอรัสรวม ในฤดูฝนความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสรวมกับความเค็มมีความสัมพันธ์ไม่เป็นเส้นตรงข้อมูลค่อนข้างกระจายทั้งช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม การศึกษาฟอสฟอรัสรวม ศึกษาทั้งในสภาพอินทรีย์และอนินทรีย์ ทั้งสภาพละลายน้ำและสภาพไม่ละลายน้ำเกาะบนตะกอนแขวนลอย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารจึงมีลักษณะค่อนข้างจะแปรปรวนตามความเค็ม และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมไม่ได้เกิดจากกระบวนการทางกายภาพจากการผสมของน้ำจืดและน้ำเค็ม ส่วนในฤดูแล้งพบว่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไม่มีความสัมพันธ์กับความเค็มเช่นกัน และในฤดูแล้งนี้ปริมาณน้ำจืดลงสู่คลองหงาวค่อนข้างน้อย การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมในคลองหงาวจึงมีลักษณะคล้ายกัน ตามระยะทาง

จากการศึกษาลักษณะพฤติกรรมเป็นแบบอนุรักษ์ หรือไม่อนุรักษ์ นั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ ในป่าชายเลน ได้ดังนี้

- ถ้าเราทราบถึงว่า ธาตุอาหารในบริเวณนั้น มีพฤติกรรมอย่างไรในช่วงไหนบ้าง จะทำให้ระมัดระวัง และวางแผนการจัดการ การใช้ประโยชน์ และการอนุรักษ์ป่าชายเลน และคุณภาพน้ำในบริเวณนั้นได้ถูกต้องยิ่งขึ้น เช่น การที่เราทราบว่าคลองหงาว ในเดือนกันยายน มีพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์ นั้นแสดงว่ามีกิจกรรมเกิดขึ้นที่ทำให้ไนเตรทลดลง เนื่องจากการนำไปใช้ประโยชน์ของแพลงค์ตอนพืช บริเวณนั้นค่อนข้างสมบูรณ์เหมาะที่จะทำการเพาะเลี้ยง หรือเป็นแหล่งที่สัตว์น้ำชุกชุม แต่ถ้ามองมุมกลับ ถ้ามีกระบวนการทางชีวภาพเกิดขึ้นในคลองหงาวค่อนข้างสูงในเดือนกันยายนมากกว่าในเดือนตุลาคม ซึ่งมีพฤติกรรมแบบอนุรักษ์ ถ้ามีปริมาณธาตุอาหาร

ลงมาสู่บริเวณนี้ค่อนข้างสูง ก็จะทำให้เกิดการเติบโต ของแพลงค์ตอนพืชอย่างรวดเร็ว ทำให้คุณภาพน้ำเสียด้วย ซึ่งจะมีผลต่อพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำ ที่อาศัยอยู่ในบริเวณ

- ถ้าเราทราบฟอสเฟตในคลองหงาว มีลักษณะบัฟเฟอร์เกิดขึ้นในฤดูฝน และตะกอนมีผลต่อการเพิ่มและลดความเข้มข้นฟอสเฟตในน้ำ ดังนั้นควรวางแผนการจัดการใช้ป่าชายเลนโดยให้สัมปทาน หรือใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบริเวณใดได้ปริมาณเท่าใด จึงจะเหมาะสมเพราะการทำลายป่าชายเลน จะทำให้ปริมาณตะกอนลงสู่แหล่งน้ำมากขึ้น ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฟอสเฟต

- ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการใช้ประโยชน์หรือการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณคลองหงาว

## 4.3 การเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารและความเค็มตามวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง

4.3.1 ความเค็ม ปริมาณความเค็มจะเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง ความเข้มข้นจะลดลงขณะที่น้ำกำลังลง (ebb tide)จะเพิ่มขึ้นในช่วงน้ำกำลังขึ้น (flood tide) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับการศึกษาของ Moreos and Messick (1973) ที่ Suez Canal พบว่ากระแสน้ำขึ้นน้ำลงจะเป็นตัวกำหนดการกระจายของความเค็ม คือ ขณะที่น้ำกำลังลง ปริมาณน้ำน้อยลง (ระดับน้ำน้อยลง) กระแสน้ำลง (ebb current) จะเป็นตัวนำเกลือจากคลองไปสู่ปากคลอง ซึ่งปริมาณเกลือบริเวณในคลองจะน้อยลง การเคลื่อนไหวของน้ำขึ้นน้ำลงเป็นลักษณะ progressive wave และกระแสน้ำขึ้น (flood current)จะเป็นตัวขนส่งน้ำที่มีปริมาณเกลือสูงกว่าเข้ามาสู่ปากคลองและเข้าไปในคลอง ความแตกต่างของความเค็มในช่วงระหว่างน้ำเกิดและน้ำตายแตกต่างกันไม่มาก

4.3.2 ธาตุอาหาร ไนโตรเจน ไนไตรท์ ไนเตรท และไนโตรเจนรวม มีความเข้มข้นสูงขณะที่น้ำลงและความเข้มข้นต่ำขณะที่น้ำขึ้น ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นขณะที่น้ำกำลังลงและลดลงขณะที่น้ำกำลังขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาที่ North Inlet South Carolina โดย Dame et al.(1986) อิทธิพลที่สำคัญคือ กระแสน้ำขึ้นน้ำลง ลักษณะเดียวกันกับความเค็ม แต่ตรงข้ามที่ปริมาณธาตุอาหารในคลอง จะมีปริมาณลดลงเมื่อออกสู่ทะเล ซึ่งปริมาณของธาตุอาหารในคลองสูงกว่าน้ำบริเวณปากคลองหรือในทะเล ดังนั้นลักษณะการเปลี่ยนแปลงจึงตรงข้ามกับความเค็ม ความแตกต่างของธาตุไนโตรเจน ระหว่างช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย

ค่อนข้างชัดเจน ช่วงน้ำเกิดความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนสูงกว่าในช่วงน้ำตาย เช่นเดียวกับที่ทำการศึกษาใน North Inlet ของ South Carolina โดย Kjerfve and Malullar (1980) เนื่องจากในช่วงน้ำเกิด พื้นที่น้ำในคลองหงาวจะท่วมเข้าไปถึงบริเวณป่าชายเลน ดังนั้นการได้รับเพิ่มปริมาณธาตุอาหารจึงสูงขึ้น ขณะที่น้ำตายระดับจะอยู่เฉพาะในบริเวณลำคลองเท่านั้นไม่ท่วมเข้าไปถึงบริเวณที่เป็นป่าไม้

4.3.4 ธาตุอาหารฟอสฟอรัสมีการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงเช่นเดียวกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารไนโตรเจน ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจะเพิ่มขึ้นขณะที่น้ำกำลังลงและลดลงขณะที่น้ำกำลังขึ้น แต่มีการเปลี่ยนแปลงบางขณะที่น้ำกำลังขึ้น ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นและลดลงในขณะที่น้ำกำลังลง (รูป 3.16 ก) ซึ่งอาจจะเนื่องจากมีกระบวนการทางเคมีหรือทางชีวภาพบางอย่าง ที่ทำให้ความเข้มข้นของฟอสเฟตในคลองและทะเลข้างนอกมีการเปลี่ยนแปลงได้

## 4.4 ฟลักซ์ของธาตุอาหารบริเวณปากคลองหงาว

จากการศึกษา 2 ระยะเวลา คือ ฤดูฝนและฤดูแล้ง ศึกษา 4 วัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงต่อฤดูกาล

4.4.1 อัตราการไหลของน้ำ (water flux) ช่วงฤดูฝนอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 33.9 $m.^3 s^{-1}$ และช่วงฤดูแล้งอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 33.5 $m.^3 s^{-1}$ ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างใกล้เคียง ถึงแม้ว่าในฤดูฝนจะมีน้ำจากแผ่นดิน และปริมาณน้ำฝนลงสู่คลองมีปริมาณเฉลี่ย $0.45 \times 10^6$ $m.^3$/tidal cycle แต่มีปริมาตรน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำในคลองเฉลี่ยระดับน้ำปานกลาง ซึ่งมีค่าประมาณ $5.1 \times 10^6$ $m.^3$ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำในคลองจะขึ้นกับระดับน้ำขึ้นน้ำลงมากกว่า เมื่อพิจารณาพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง เฉลี่ยช่วงฤดูฝนเท่ากับ 2.3 เมตร ซึ่งช่วงฤดูแล้วมีค่า 2.3 เมตรเช่นเดียวกัน ระดับน้ำเฉลี่ยจากระดับน้ำลงต่ำสุด 2.3 เมตรซึ่งเท่ากันทั้ง 2 ฤดูกาล ความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยมีค่า 2.8 และ 3.0 $cm.\ s^{-1}$ ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ ซึ่งจากลักษณะดังกล่าว จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นมีค่าใกล้เคียงกันใน 2 ฤดูกาล ซึ่งจากการคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำ $Q = AV$ เมื่อค่า A และ V ของทั้ง 2 ฤดูกาลใกล้เคียงกัน สรุปได้ว่า อิทธิพลของฤดูกาลไม่มีผลต่อฟลักซ์การไหลของน้ำในบริเวณคลองหงาว ซึ่งตรงข้ามกับการศึกษาของ Dame et

al. (1986) ซึ่งพบว่า ฤดูกาลมีอิทธิพลต่ออัตราการไหลของน้ำใน North Inlet, South Carolina ในฤดูร้อนมีค่าน้อยกว่าในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ เนื่องจากปริมาณน้ำจืดจากแผ่นดิน ปริมาณน้ำฝนและอิทธิพลของลม Northeast ทำให้ระดับน้ำใน North Inlet เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ

อัตราการไหลสุทธิของน้ำในคลองหงาวเท่ากับ $2.7 \times 10^8$ $m.^3 yr^{-1}$ (คำนวนโดยใช้ค่าเฉลี่ยจาก 8 เดือนในฤดูฝน และ 4 เดือนในฤดูแล้ง) น้อยกว่าอัตราการไหลสุทธิของน้ำใน North Inlet (Dame et al.,1986) มีค่าเท่ากับ $9.9 \times 10^8$ $m.^7 yr.^{-1}$ และใน Fjord เป็นเอสทูรีในลักษณะ Marsh estuarine ทางชายฝั่งตะวันตกของ Ireland มีอัตราการไหลสุทธิของน้ำ $5.8 \times 10^8$ $m.^3 yr^{-1}$ (Terenec et al.,1984) จาก 3 ลักษณะของเอสทูรี North Inlet (marsh estuarine system), Fjord ทางชายฝั่งตะวันตกของ Ireland ( Fjord estuarine system ) และคลองหงาว ( Mangrove estuarine system) อัตราการไหลสุทธิของน้ำเฉลี่ยในช่วงปีทั้ง 3 แหล่งมีทิศทางออกสู่ทะเล

เปรียบเทียบอัตราการไหลสุทธิของน้ำ ณ ปากคลองหงาว ระหว่างช่วงน้ำเกิดและน้ำตายพบว่าช่วงน้ำเกิดมีค่าเฉลี่ย $48.3$ $m.^3 s^{-1}$ และ $50.8$ $m.^3 s.^{-1}$ ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับมากกว่าช่วงน้ำตายซึ่งมีค่าเฉลี่ย $19.5$ $m.^3 s.^{-1}$ และ $20.2$ $m.^3 s.^{-1}$ ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ เนื่องจากช่วงน้ำเกิดระดับน้ำค่อนข้างสูง และมีความเร็วเฉลี่ย $4.3$ $cm. s.^{-1}$ สูงกว่าช่วงน้ำตายซึ่งมีค่าเฉลี่ย $3.2$ $cm. s.^{-1}$

4.4.2 ฟลักซ์เกลือที่คลองหงาว พบว่าในช่วงฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ย $8.6 \times 10^7$ $kg. day^{-1}$ สูงกว่าช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย $1.8 \times 10^7$ $kg. day^{-1}$ เนื่องจากในฤดูฝนคลองหงาวได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดทำให้เกิดการเจือจางของเกลือ ความเข้มข้นของเกลือในฤดูฝนน้อยกว่าในฤดูแล้ง ฟลักซ์ของเกลือจึงน้อยกว่า ฟลักซ์เกลือช่วงน้ำเกิดสูงกว่าช่วงน้ำตายทั้ง 2 ฤดูกาล เนื่องจากพิสัยของระดับน้ำและความเร็วของกระแสน้ำ ซึ่งมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำ ทิศทางของฟลักซ์เกลือมีทิศทางออกสู่ทะเล ทั้งช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง

4.4.3 ฟลักซ์ของไนโตรเจน ฟลักซ์ของไนเตรท ไนไตรท์ และไนโตรเจนรวม ในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง (ตารางที่ 3.6) เมื่อพิจารณาอัตราการไหลของน้ำช่วงฤดูฝน และฤดูแล้งมีอัตราการไหลของน้ำใกล้เคียงกัน ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ที่สำคัญทำให้ฟลักซ์ของธาตุอาหารไนโตรเจนสูงขึ้น คือความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นจากการไหลลง

ของน้ำจืดจากแผ่นดิน ปริมาณน้ำฝนและจากป่าชายเลนในฤดูฝนจะสอดคล้องกับการศึกษาการกระจายของธาตุอาหาร จากที่กล่าวเบื้องต้นมาแล้ว พบว่าปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในฤดูฝนมีมากกว่าฤดูแล้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kjerfve and Mckellar(1980) และ Dame et al. (1986) พบว่าฟลักซ์ของธาตุอาหาร มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเนื่องมาจากความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงขึ้นและระดับน้ำสูงขึ้นใน North Inlet จากการศึกษาฟลักซ์ของไนโตรเจนในบริเวณ Rhode River (Jordan et al.,1983), North Inlet (Dame et al.,1986) และในคลองหงาวเปรียบเทียบกัน ดังนี้คือ

| | North Inlet | Rhode River | คลองหงาว |
|---|---|---|---|
| ไนโตรเจนรวม | $1.0 \times 10^6$ | $-7.8 \times 10^3$ | $3.9 \times 10^5$ |
| ไนไตรท์+ไนเตรท ($kg..day^{-1}$) | $2.1 \times 10^4$ | $-2.3 \times 10^2$ | $1.8 \times 10^4$ |

ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวเหล่านี้ จะพบว่าฟลักซ์ของไนโตรเจนใน North Inlet และคลองหงาวมีลักษณะเดียวกัน คือ มีทิศทางออกสู่ทะเล และมีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ใน Rhode River ฟลักซ์ของไนโตรเจนมีทิศทางเข้าสู่เอสทูรี Rhode River Estuary จะเป็นเอสทูรีที่ประกอบด้วย High marsh, Low marsh และ Mud flat ซึ่งจะมีพื้นที่ Mud flat เป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณธาตุอาหารบริเวณนี้มีน้อยกว่าอีกสองบริเวณดังกล่าว ลักษณะของ Mud flat จะเป็นลักษณะดินตะกอนส่วนใหญ่ ดินตะกอนจะมีการดูดซับธาตุอาหารไว้บนตะกอน และผลผลิตจากบริเวณนี้ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นลักษณะของเอสทูรีแบบ Mud flat จะเป็น sink ของธาตุอาหาร (Jordan et al., 1983)

ในการเปรียบเทียบฟลักซ์ของธาตุอาหารไนโตรเจนระหว่างน้ำเกิดและน้ำตายในคลองหงาว พบว่า ช่วงน้ำเกิดมีค่าสูงกว่าช่วงน้ำตาย เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในช่วงน้ำเกิดสูงกว่าปริมาณธาตุอาหารในช่วงน้ำตาย (ตารางที่ 3.6)

- ฟลักซ์ของฟอสฟอรัส พบว่าฟลักซ์ของฟอสฟอรัสรวมและฟอสเฟต มีปริมาณใกล้เคียงกัน ทั้งช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง (ตารางที่ 3.6) เนื่องจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าปริมาณฟอสเฟตมีค่าใกล้เคียงกัน ช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง เปรียบเทียบฟลักซ์สุทธิของธาตุอาหารฟอสฟอรัสในระบบเอสทูรี ที่แตกต่างกัน 3 ระบบ

| | North Inlet (Dame et al., 1986) | Rhode River (Jordan et al., 1983) | คลองหงาว |
|---|---|---|---|
| ฟอสฟอรัสรวม ($kg..day^{-1}$) | $7.3 \times 10^4$ | $-5.8 \times 10^2$ | $3.5 \times 10^4$ |
| ฟอสเฟต ($kg..day^{-1}$) | $4.0 \times 10^4$ | +70 | $1.1 \times 10^4$ |

ฟลักซ์ของฟอสฟอรัสในระบบเอสทูรีที่มีพืช (ป่าชายเลนและ marsh) จะมีฟลักซ์สุทธิของธาตุอาหารฟอสฟอรัสสูงกว่า เอสทูรีที่มีลักษณะ mud flat เช่นบริเวณ Rhod River จะมีฟลักซ์สุทธิของฟอสฟอรัสรวม ทิศทางเข้าสู่เอสทูรี แต่ฟอสเฟตมีทิศทางออกสู่ทะเล

ฟลักซ์ของธาตุอาหารในแม่น้ำที่ได้รับน้ำเสียจะมีปริมาณสูง เช่นในแม่น้ำ Tyne ฟลักซ์ของฟอสฟอรัสที่ออกสู่ทะเลเท่ากับ 5 ตันต่อวัน และไนโตรเจน 0.5 ตันต่อวัน (Jame and Head, 1972)

เอสทูรีที่มีลักษณะสภาพแวดล้อมและภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ลักษณะของการขนส่งธาตุอาหารก็จะแตกต่างกันทั้งปริมาณและทิศทาง จากที่ได้แสดงฟลักซ์สุทธิของธาตุอาหารในเอสทูรี 3 แหล่งที่มีโครงสร้างทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน จะพบว่าป่าชายเลนคลองหงาวซึ่งมีลักษณะสภาพแวดล้อมเป็นไม้ใหญ่ปกคลุม และ North Inlett ซึ่งเป็นเอสทูรีแบบ marsh คือมีพวกหญ้าปกคลุม ลักษณะของเอสทูรีทั้ง 2 แบบนี้ จะเป็นแหล่งกำเนิดและขนส่งธาตุอาหาร ออกสู่ชายฝั่งทะเล ซึ่งธาตุอาหารเหล่านั้นอาจจะมาจากภายนอกเอสทูรี โดยการนำพามาของน้ำจืดหรือจากการสร้างขึ้นเองภายในเอสทูรี จากการศึกษาครั้งนี้กล่าวได้ว่า ป่าชายเลนคลองหงาวเป็นแหล่งให้ธาตุอาหาร (source) แก่ชายฝั่งทะเลด้านนอก โดยแหล่งอาหารนั้นมาจากป่าชายเลนโดยตรง เพราะพบว่า ในฤดูแล้ง ป่าชายเลนคลองหงาวยังมีลักษณะการขนออกของธาตุอาหารออกสู่ชายฝั่ง ถึงแม้ว่าป่าชายเลนคลองหงาวจะได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดน้อยมาก หรือเกือบไม่ได้รับเลย ส่วนเอสทูรีแบบ mud flat เช่น Rhode River Estuary พบว่ามีลักษณะตรงข้ามกับผลการศึกษาในคลองหงาว กล่าวคือ mud flat estuary จะมีลักษณะเป็นแหล่งกักเก็บธาตุอาหาร (sink) ไว้ภายในเอสทูรี (ฟลักซ์มีทิศทางเข้าสู่เอสทูรี) อาจจะเนื่องมาจากตะกอน เช่น จากการศึกษาของ Limpsaichol (1980) ได้ศึกษานิเวศวิทยาบางประการบริเวณอ่าวน้ำบ่อ จังหวัดภูเก็ต พบว่า ไนเตรทจะมีการถูกปลดปล่อยออกมาจาก

แร่ธาตุ และถูกดูดซับด้วยตะกอนแขวนลอย และจากการศึกษาของ Butler and Tibbite (1972) ศึกษาในบริเวณ Tamar estuary พบว่าปริมาณดินตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงขึ้น มันจะดึงฟอสฟอรัสที่มีมากในน้ำออกมา ดังนั้นอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ mud flat , มีลักษณะของการเก็บกักธาตุอาหารไว้

ปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีอิทธิพลต่อฟลักซ์ได้แก่ ลักษณะน้ำขึ้น-น้ำลง น้ำเกิด น้ำตาย ฤดูกาลของผลผลิตเบื้องต้น และน้ำจืดจากแผ่นดิน

การศึกษาฟลักซ์ครั้งนี้ เป็นการศึกษาฟลักซ์ที่เปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงเท่านั้น ไม่สามารถศึกษาทั้งระบบว่ามีปริมาณเข้าและออกในบริเวณป่าชายเลนคลองหงาว เนื่องจากมีอุปกรณ์เครื่องมือและแรงงานจำกัด

จากการศึกษาฟลักซ์ของธาตุอาหารและเกลือครั้งนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษานิเวศนวิทยาของป่าชายเลน และการจัดการ การใช้ประโยชน์ และการอนุรักษ์ได้ดังนี้

- จากผลศึกษาฟลักซ์ของเกลือมีทิศทางออกสู่ทะเลนั้นแสดงว่าในบริเวณป่าชายเลนมีปริมาณเกลือและขนส่งออกจากป่าชายเลนสู่ทะเล เกลือในป่าชายเลนนั้นได้มาจากพวกเกลือที่สะสมอยู่ในดิน ใบไม้ ต้นไม้ในบริเวณป่าชายเลน โดย evapotranspiration จึงมีการกักเก็บเกลืออยู่ในดินและใบไม้ของพรรณไม้ในป่าชายเลน

- ฟลักซ์สุทธิของธาตุอาหาร จากการศึกษาพบว่า ป่าชายเลนคลองหงาวเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์มีการขนส่งออกของธาตุอาหารไปยังบริเวณชายฝั่ง หรือกล่าวว่าเป็นแหล่งสำคัญของธาตุอาหารบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดระนอง ดังนั้นควรจะได้มีการควบคุมและป้องกัน มิให้เกิดการทำลายอย่างเคร่งครัด หรือวางแผนการใช้ประโยชน์ว่าควรจะใช้ในพื้นที่เท่าใดที่จะไม่ทำให้ป่าชายเลนขาดความอุดมสมบูรณ์