บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษาสามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

1. คุณภาพน้ำโดยเฉพาะปริมาณสารอาหารที่ละลายน้ำในบริเวณชายหาดบางแสนมีปริมาณแตกต่างกันระหว่างวันหยุดและวันทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงให้เห็นว่าปริมาณนักท่องเที่ยวที่มีมากในช่วงวันหยุด (9100 คน/วัน) ส่งผลทำให้มีปริมาณสารอาหารในน้ำมีปริมาณมากขึ้น ทั้งนี้อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของนักท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นในบริเวณชายหาด เช่น การว่ายน้ำ การแล่นเรือและสกู้ตเตอร์ในเขตน้ำตื้น ซึ่งจะทำให้เกิดการปั่นป่วนของมวลน้ำเกิดการปลดปล่อยสารอาหารที่สะสมอยู่ในตะกอนดินออกมาสู่น้ำ ส่งผลให้ปริมาณสารอาหารในน้ำเพิ่มสูงขึ้น

นอกจากนี้การที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาในพื้นที่เป็นจำนวนมากในวันหยุดแม้ว่าจะไม่ใช่การเข้ามาพักค้างแรมในบริเวณชายหาด แต่กิจกรรมของนักท่องเที่ยวที่นิยมการรับประทานอาหารบนชายหาด ก็อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยของเสียลงสู่น้ำทะเลบริเวณชายหาดโดยตรงในรูปของการล้างภาชนะหรือทำความสะอาดพื้นที่รวมถึงการอาบน้ำชำระร่างกายของนักท่องเที่ยว

2. ชนิดและปริมาณแพลงค์ตอนพืช

จากการศึกษาในระยะเริ่มต้นที่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำคือเมื่อปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสูงจะพบปริมาณออกซิเจนสูงซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชที่ให้ออกซิเจนในแหล่งน้ำมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Shirota (1966) อ้างโดย ธิดารัตน์ น้อยรักษา และสุพัตรา ตะเหลบ (2549) แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะสลายตัว และเมื่อแพลงก์ตอนพืชบางส่วนตาย แบคทีเรียจะย่อยสลายโดยต้องใช้ออกซิเจน ส่งผลทำให้น้ำเริ่มเน่า สิ่งมีชีวิตทั้งในน้ำ และสัตว์หน้าดิน เช่น ไส้เดือนดิน หอยทับทิม ปูเสฉวน หอยเสียบ ปูม้า ปลา เริ่มขาดอากาศหายใจและตายเป็นจำนวนมาก

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงค์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำที่มีสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ ความเค็ม ความโปร่งแสง ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณสารแขวนลอย และความเข้มข้นของสารอาหาร(แอมโมเนีย ไนเตรต และฟอสเฟต) พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์กับความเค็มของน้ำทะเลและปริมาณสารแขวนลอยในทางเดียวกัน ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ความโปร่งแสง และปริมาณสารอาหาร (แอมโมเนีย ไนเตรต และฟอสเฟต) ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

ความเค็มมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากความเค็มของน้ำเป็นปัจจัยที่จำกัดต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช (ลัดดา วงรัตน์, 2542.) จากการศึกษาพบว่าความหนาแน่นของแพลงก์

ตอนพืชสูงในช่วงเวลาที่มีความเค็มสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจุมพล สงวนสิน และคณะ (2548) กล่าวว่าในบริเวณใดหรือช่วงเวลาใดที่มีความเค็มสูงแล้วจะพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากกว่าในขณะที่มีความเค็มต่ำ

ปริมาณสารแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูงในช่วงเวลาที่มีปริมาณสารแขวนลอยสูง เนื่องจากปริมาณสารแขวนลอยบางส่วนคือปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่มีอยู่ในมวลน้ำ

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์เอ และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชขึ้นกับองค์ประกอบของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช ช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างและการรวมกลุ่มของประชากรแพลงก์ตอนพืช รวมถึงการเปลี่ยนแปลงในรอบวันและในช่วงน้ำขึ้น-น้ำลง (กรมควบคุมมลพิษ และสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, 2545) แพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอไม่เท่ากัน เช่น *Noctiluca scintillans* 1 เซลล์มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอสูงกว่า *Ceratium furca* 1 เซลล์ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้คลอโรฟิลล์เอเป็นตัววัดมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชได้ทุกชนิด แต่สามารถใช้คลอโรฟิลล์เอเป็นตัววัดมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในบางชนิดได้

ความโปร่งแสงและปริมาณสารอาหาร (แอมโมเนีย ไนเตรต และฟอสเฟต)ไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกับความโปร่งแสงและปริมาณสารอาหารขึ้นกับปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นด้วย ขัดแย้งกับการศึกษาของโสภณา บุญญาภิวัฒน์ (2521) พบว่าความโปร่งแสงมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชคือน้ำที่มีความโปร่งแสงสูงจะพบปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูงด้วย และในบริเวณที่มีปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงโดยเฉพาะไนเตรท ถ้าตรวจพบในน้ำมีมากแล้วจะพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากด้วย

2.2 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

รูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแพลงก์ตอนพืช โดยพบว่าเมื่อแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม (*Chaetoceros* spp.) มีความหนาแน่นมาก ก็จะพบว่าไดโนแฟลกเจลเลต (*Noctiluca scintillans* และ *Ceratium furca*) จะมีความหนาแน่นสูงขึ้นตามไปด้วย โดยจะมี time delay ประมาณ 3 – 5 วัน ทั้งนี้เนื่องจากแพลงก์ตอนกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถได้รับสารอินทรีย์ทั้งจากการสังเคราะห์แสงและดูดสารอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิตอื่น(mixotroph) เช่น จุกไดอะตอมเข้าสู่เซลล์เพื่อไปใช้ในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนส่งผลให้ไดอะตอมมีจำนวนลดลงจนถึงระดับหนึ่ง เมื่อไดโนแฟลกเจลเลตมีจำนวนลดลงแล้วหากมีสภาพปัจจัยที่เหมาะสมไดอะตอมก็จะกลับมามีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นอีกครั้ง

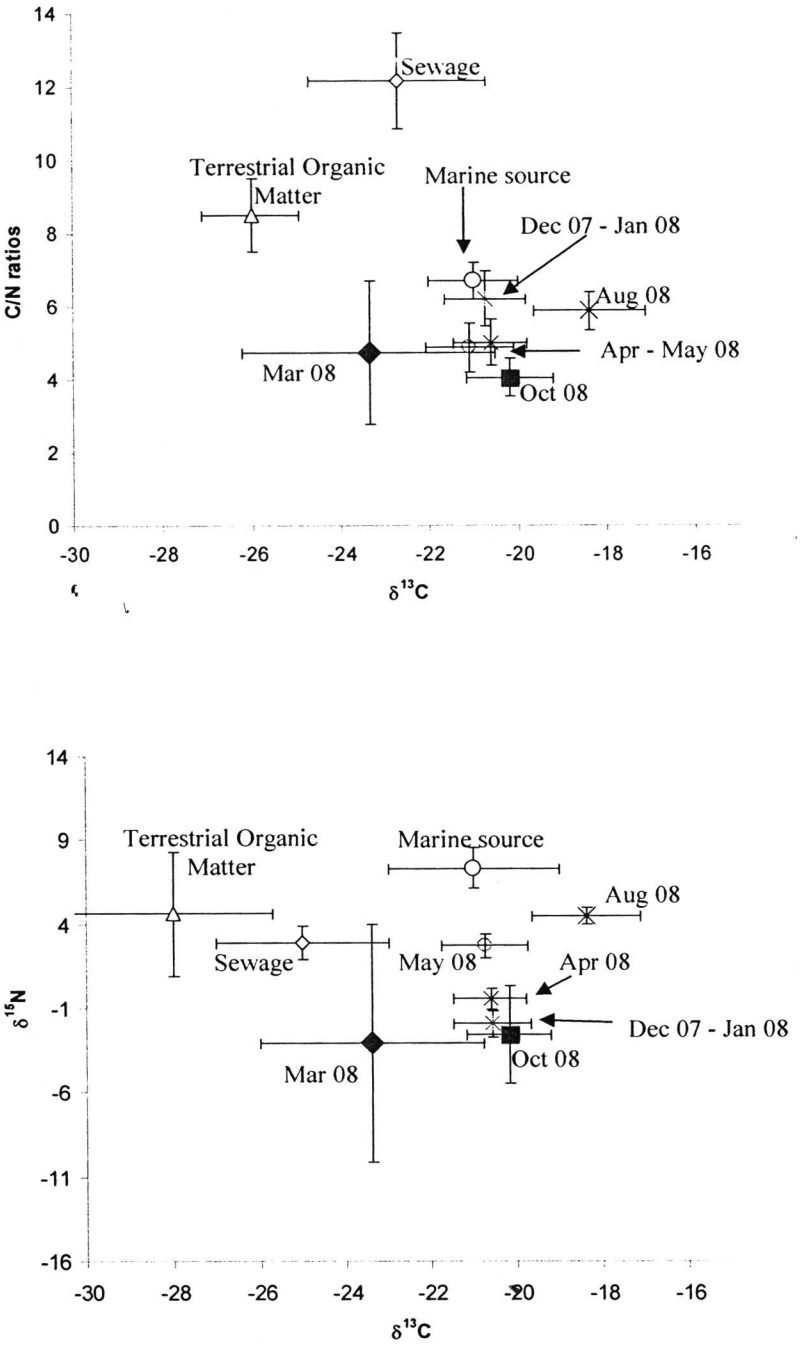
ซึ่งการเพิ่มขึ้นของไดอะตอมนั้นจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ และปริมาณของสารอาหารที่เหมาะสม ทั้งนี้หากพิจารณาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนของไดอะตอมในบริเวณชายหาดบางแสน ดังในตารางที่ 5.1 จะพบว่าปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ จะมีอิทธิพลอย่างมากในการเจริญเติบโตของไดอะตอมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Spearman's Rho Correlation) ระหว่างปริมาณแพลงตอนพืชชนิดที่เป็นสาเหตุของการเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม

ชนิดของแพลงตอนพืช / ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม	Ceratium	Chaetoceros	Noctiluca	Chl a
NH3	0.271*	-0.086	0.007	0.277**
NO3	0.174	0.067	0.061	-0.116
DON	-0.319**	-0.607**	0.000	0.101
TN	-0.453**	-0.573**	0.168	0.384**
PN	-0.528**	-0.164*	0.262*	0.433**
DIP	0.691**	0.688**	0.398**	0.206**
TP	0.196	0.474**	0.689**	0.217**
PP	-0.188	0.195*	0.441**	0.353**
DOP	-0.363**	-0.367**	0.084	0.180*
DO	0.341**	-0.216**	0.097	-0.069
Temp	0.483**	0.409**	0.182	0.276**
pH	0.256*	0.004	-0.215	-0.157
Salinity	-0.296*	-0.113	-0.403**	-0.540**
DIN/DIP	-0.485**	-0.683**	-0.392**	0.232**
TN/TP	-0.367**	-0.225**	-0.128	0.188*
PN/PP	-0.204*	-0.485**	-0.226	-0.106

** มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 5.2 แผนภูมิแหล่งที่มาของสารอินทรีย์และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอโซโทปเสถียรของคาร์บอนไนโตรเจน และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ในตัวอย่างแพลงค์ตอนพืชขณะที่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี

1. แหล่งที่มาของสารอินทรีย์ในปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีและผลกระทบจากนักท่องเที่ยว

เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอโซโทปเสถียรของคาร์บอน ไอโซโทปเสถียรของคาร์บอนและอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ในตัวอย่างแพลงค์ตอนพืชขณะที่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี ดังแสดงในรูปที่ 5.1 พบว่า $\delta^{13}C$ $\delta^{15}N$ และ C/N ในตัวอย่างแพลงค์ตอนพืชขณะที่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีนั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -20.5 ± 1.6, -0.5±4.9 และ 5.3 ± 1.15 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับ $\delta^{13}C$ $\delta^{15}N$ และ C/N ที่มีในแพลงค์ตอนพืชที่มาจากทะเล (Andrew et al, 1998; Goni et al, 2005) นอกจากนี้แล้วเมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยกับคลอโรฟิลล์ เอ (POC/chl a) ในตะกอนอินทรีย์แขวนลอยพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.6 ± 35.4 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 200 แสดงให้เห็นอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยในน้ำนั้น เป็นคาร์บอนที่เกิดจากการสร้างขึ้นโดยแพลงค์ตอนพืช (Boonphakdee et al, 2008) มิใช่มาจากของเสียจากมนุษย์ ซึ่งCifuentes et al(1996)ได้รายงานว่ามีค่ามากกว่า 800

ดังนั้นจึงสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่ากิจกรรมการท่องเที่ยวในบริเวณชายหาดบางแสนและวอนนภามิได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในพื้นที่นี้แต่อย่างไร