ความหลากหลายและการแพร่กระจายของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ บริเวณเกาะสีชังและเกาะขามใหญ่ จังหวัดชลบุรี

Diversity and Distribution of Macroalgae to Mornitor Water Quality Of Sichang Island and Kham Yai Island, Chonburi

พิชิต คำบุรี[1] และอเนก โสภณ[2]
โรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม อ.ท่าวังผา จ.น่าน 55140[1] , สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาลัย เกาะสีชัง จ.ชลบุรี 10120[2]
Email : pichit.bio@gmail.com[1] cu10330@hotmail.com[2]

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากชนิดและการกระจายของสาหร่ายที่พบในบริเวณเกาะสีชัง และเกาะขามใหญ่ จังหวัดชลบุรี จำนวน 4 สถานี คือ สถานีหาดท่าวัง สถานีหาดถ้ำพัง สถานีหาดท่าล่าง และสถานีเกาะขามใหญ่ โดยวัดความยาวหาดแล้วกำหนดแนวสำรวจ (line transect) สุ่มเก็บตัวอย่างทุกระยะ 10 เมตร ตามแนวสำรวจด้วยกรอบตารางสี่เหลี่ยมนับตัวอย่าง (Quadrat) ขนาด 0.50X0.50 ตารางเมตร วางสุ่ม 3 ครั้ง และวัดค่าความลาดชัน ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และเก็บตัวอย่างน้ำนำมาวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำทะเล ผลการสำรวจพบสาหร่ายทั้งหมด 10 สกุล 17 ชนิด จัดเป็นสาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) 7 ชนิด สาหร่ายสีแดง (Division Rhodophyta) 5 ชนิด สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Division Cyanophyta) 3 ชนิดและสาหร่ายสีน้ำตาล (Division Pheophyta) 2 ชนิด พบสาหร่ายเห็ดหูหนู (*Padina* sp.) มีเปอร์เซนต์การครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ สาหร่ายช่อก้านเข็ม (*Amphiroa* sp.) สาหร่ายที่พบบนหาดมีความสัมพันธ์กับค่าความชัน โดยส่วนมากจะพบกระจายตัวอยู่ในช่วงที่มีค่าความลาดชันไม่มาก และอยู่ในช่วง 20- 40 เมตร จากระดับน้ำขึ้นสูงสุด จากค่าพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดจากน้ำทะเล พบว่า บริเวณหาดท่าล่างมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำ นอกจากนี้บริเวณหาดถ้ำพัง และหาดท่าล่างมีปริมาณไนเตรทสูงเกินมาตรฐาน ประเภทที่ 1 ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ และพบว่าในบริเวณหาดท่าล่างนี้มีสาหร่าย *Dictyota* sp. และไม่พบสาหร่ายสีเขียวในแนวสำรวจ ซึ่งอาจมีสาหร่ายที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ แต่จำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

1.บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนและมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง สาหร่ายจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้ด้วยตนเองจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่นเดียวกับพืชทั่วไป มีขนาดเล็กตั้งแต่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จนกระทั่งถึงขนาดใหญ่มีความยาวหลายเมตร เช่นสาหร่ายทะเลหลายชนิด สาหร่ายมีรูปร่างหลายแบบ อาจเป็นเซลล์เดี่ยว (Unicellular) หลายเซลล์รวมกลุ่มกัน(Colony) เป็นเส้นสาย (Filamentous) ที่แตกแขนงและไม่แตกแขนง โครงสร้างรูปท่อ (Siphonous) เป็นทัลลัสที่มีราก ลำต้น และใบคล้ายพืชชั้นสูง โครงสร้างประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (Parenchymatous) สาหร่ายจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติอย่างหนึ่งที่มีความหลากหลายทั้งในทะเล และน้ำจืด ทั้งยังมีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางน้ำ โดยเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น เปลี่ยนสารอนินทรีย์ที่สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ใช้ประโยชน์ รวมถึง การนำมาเป็นอาหาร เช่นสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ ถูกใช้เป็นอาหารของสัตว์เลี้ยง พร้อมกันนั้นมนุษย์ก็นิยมบริโภคสาหร่ายทะเลมานานเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะมีสารอาหารประเภทโปรตีนสูง มีวิตามินและเกลือแร่ นอกจากนั้นสาหร่ายยังมีประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ ที่สำคัญเนื่องจากเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำที่ให้ก๊าซออกซิเจน ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำจึงมีการนำสาหร่ายมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ และใช้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและสาหร่ายหลายชนิดก็ใช้ประโยชน์ทางการแพทย์สามารถรักษาโรคได้

ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของสาหร่ายขนาดใหญ่ ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ คุณภาพของน้ำ บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี เป็นการศึกษาจำนวนและชนิดของการแพร่กระจายสาหร่ายขนาดใหญ่ โดยการเก็บตัวอย่างของสาหร่ายขนาดใหญ่แล้วนำมาระบุชนิดและใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำบริเวณเกาะสีชัง สามารถนำไปพัฒนาเป็นชุดการเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนในรายวิชาชีววิทยาได้

2.วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 กำหนดบริเวณศึกษาในพื้นที่เกาะสีชังและเกาะขามใหญ่ จังหวัดชลบุรี โดยกำหนดจุดสุ่มเก็บตัวอย่างในการเก็บสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมด 4 สถานี กำหนดพื้นที่ วัดความยาว วัดระยะวัดระยะห่างจากฝั่งตามความกว้างของหาดและระยะน้ำลง

2.2 การวัดความยาวและความลาดชันของหาด (Beach profile)

การวัดความยาวและความลาดชันของหาด การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของหาดทรายจาการงอกหรือการถูกกัดเซาะ การวัดความยาวและความลาดชันของหาดทำได้โดยการส่องระดับโดยใช้กล้องส่องระดับหรือใช้สายตาในการวัดระดับ มีรายละเอียดดังนี้

1.วัดความยาวทั้งหมดของหาดตอนบน จากขอบฝั่งไปจนถึงแนวระดับน้ำลงต่ำสุด (low inertial are) เลือกพื้นที่ศึกษาตั้งแต่

หาดตอนบน ไปจนถึงแนวน้ำลงต่ำสุด ทำการเก็บตัวอย่างแนวละ 3 จุด

2. วัดความลาดชัน ใช้คน 2 คน ยืนห่างกันตามแนวเส้นตรงประมาณ 10 เมตร โดยที่คนแรกยืนอยู่ตอนบนของหาดพร้อมกับถือ ไม้วัดเป็นเมตร ตั้งตรง โดยทราบระดับความสูงของไม้วัดของคนแรกและจะเป็นคนกะระยะด้วยสายตา แล้วเล็งตรงไปแนวเส้นของฟ้ากับน้ำทะเล คนที่สองจะยืนถือไม้วัดเช่นเดียวกันให้เลื่อนระดับความสูงขึ้นลงเพื่อให้ได้ระดับกับคนแรก ที่เล็งตรงแนวระดับเส้นขอบฟ้ากับระดับน้ำทะเลคนแรกพร้อมอ่านค่าระดับน้ำนั้นบนไม้วัด หลังจากนั้นคนแรกจะเดินมายืนแทนที่คนที่สองและคนสองจะเดินต่อไปใกล้ทะเลอีก 10 เมตร โดยเดินเป็นแนวเส้นตรงเดียวกันและต้องตั้งฉากกับแนวแผ่นดิน และวัดระดับใหม่ ทำอย่างนี้เรื่อยๆ จนถึงระดับน้ำลงต่ำสุด

3. หาค่าความลาดชัน (slope) ระหว่างจุดต่างๆ ตั้งแต่ระดับน้ำขึ้นสูงสุด ที่กำหนดตายตัวลงไป จนถึงระดับน้ำลงต่ำสุดในขณะนั้น หารด้วยความยาวหาดที่วัด จะหาความชันทุกๆ 10 เมตร ดังนี้

ค่าความชัน =ระดับความสูงในจุดที่ 2 – ระดับความสูงในจุดที่ 1

ความยาวของหาด

2.3 เก็บตัวอย่างสาหร่ายขนาดใหญ่

การเก็บตัวอย่างสาหร่ายบริเวณหาด ในแต่ละสถานีวางกรอบตาราง (Quadrat) ขนาด 0.5x0.5 ตารางเมตร นับจำนวนสาหร่ายในจุดที่ทำการศึกษา เพื่อหาจำนวนและชนิดของสาหร่ายขนาดใหญ่ (percent cover) เลือกเก็บต้นที่สมบูรณ์ มีครบทุกส่วน โดยเฉพาะต้นที่มีอวัยวะสืบพันธุ์ เนื่องจากสาหร่ายบางชนิดบอบบาง ควรแยกใส่ถุงหรือขวดพลาสติก ไม่ควรรวมสาหร่ายขนาดใหญ่สาหร่ายที่เก็บจากแต่ละจุด แยกถุงพลาสติกและใส่ป้ายให้ชัดเจน นับจำนวนชนิดสาหร่ายที่พบบันทึกภาพและบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์ม การจำแนกชนิดสาหร่าย นำสาหร่ายแต่ละชนิดที่เก็บจากบริเวณศึกษา มาระบุชนิดและจำนวน ตามหลักอนุกรมวิธาน

2.4 เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อศึกษาปัจจัยทางเคมีและปัจจัยทางกายภาพ

บันทึกข้อมูลทางกายภาพโดยวัดอุณหภูมิเหนือผิวน้ำและใต้ผิวน้ำ ความลึก ความเค็ม และความเป็นกรดเบสของน้ำ โดยเก็บบริเวณที่สุ่ม 3 จุด ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณศึกษามาวิเคราะห์ที่ระดับความลึก ระดับ 0.5 เมตรจากผิวน้ำ วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ในห้องปฏิบัติการหาปริมาณไนเตรทโดยใช้วิธี Cadmium Reduction Colourimetric method ตามวิธี Sttrickland and Parsons(1972)

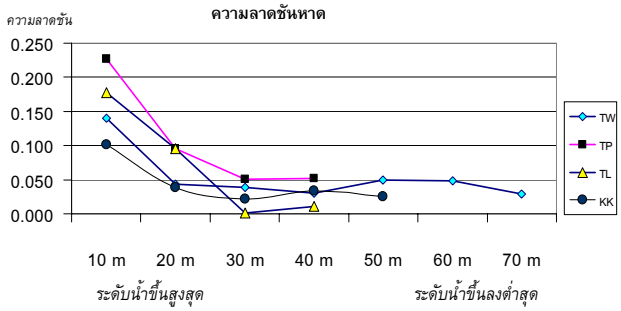
2.4 นำผลการศึกษาในภาคสนาม และรายงานการวิจัย มาสร้างสื่อการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในรายวิชาชีววิทยา ช่วงชั้นที่ 4

3.ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ความชันเฉลี่ยของสถานีที่ศึกษา

ทั้ง 4 หาดมีความชันช่วง 10 เมตรแรกจากระดับน้ำขึ้นสูงสุดค่อนข้างสูง และความชันจะลดต่ำลงและมีค่าใกล้เคียงกันหลังระยะ 30 เมตรจากระดับน้ำขึ้นสูงสุด โดยหาดถ้ำพังมีความชันเฉลี่ยสูงที่สุดและหาดที่เกาะขามมีความชันเฉลี่ยต่ำสุด (ดังรูปที่ 2)

รูปที่ 1 แสดงภาพสถานีที่ทำการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่

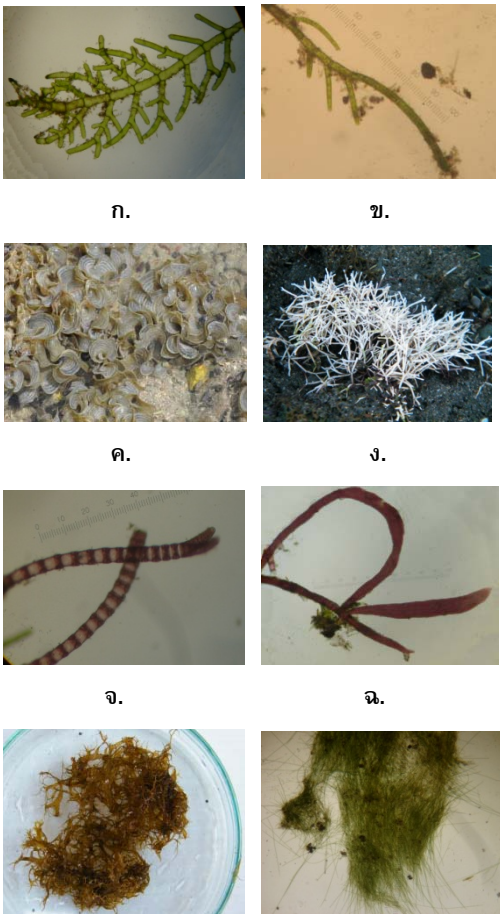


รูปที่ 2 กราฟแสดงความลาดชันเฉลี่ยของสถานีต่างๆ ที่ทำการศึกษา TW=หาดท่าวัง, TP= หาดถ้ำพัง,TL= หาดท่าล่าง, KK= เกาะขามใหญ่

3.2 การสำรวจความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่

จากการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายทะเลที่พบบริเวณชายหาดทั้งสี่แห่งในระหว่างวันที่ 6 – 12 เมษายน 2553 พบสาหร่ายทะเลทั้งสิ้น 4 ดิวิชั่น 10 สกุล 17 ชนิด จัดเป็นสาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) 7 ชนิด (รูปที่ 3 ก.-ข.) สาหร่ายสีแดง (Division Rhodophyta) 5 ชนิด (รูปที่ 3 ง-ฉ) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Division Cyanophyta) 3 ชนิด (รูปที่ 3 ช) และสาหร่ายสีน้ำตาล (Division Pheophyta) 2 ชนิด (รูปที่ 3 ค,ช) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดของสาหร่ายที่พบทั้ง 4 สถานีสำรวจพบว่าบริเวณหาดท่าวังมีความหลากหลายสูงกว่าสถานีอื่นๆ โดยพบสาหร่ายทั้งหมด 16 ชนิด ส่วนบริเวณอื่นๆ สาหร่ายส่วนใหญ่ที่พบเป็นสาหร่ายชนิดเดียวกันกับที่พบบริเวณหาดท่าวังแต่มีอัตราส่วนมากน้อยแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยสาหร่ายที่พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ สาหร่ายเห็ดหูหนู (*Padina* sp.) (รูปที่ 3 ค.) พบปกคลุมคลุมพื้นที่มากที่สุดที่หาดถ้ำพัง และพบสาหร่ายช่อก้านเข็ม (*Amphiroa* sp.) ในปริมาณรองลงมา (รูปที่ 3

ง.) อย่างไรก็ตามสาหร่ายเด่นที่พบในแต่ละบริเวณนั้นมีความแตกต่างกันโดยสาหร่ายเด่นที่หาดท่าวัง หาดถ้ำพัง และหาดท่าล่าง เป็นสาหร่ายเห็ดหูหนู (*Padina* sp.) แต่บริเวณหาดที่เกาะขามใหญ่มีสาหร่ายสีเขียวกลุ่ม *Cladophora* sp. และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-Green Algae) เป็นชนิดพันธุ์เด่น นอกจากนี้ยังมีข้อสังว่าพบสาหร่าย *Dictyota* sp. และไม่พบสาหร่ายสีเขียวในแนวสำรวจ สถานีสำรวจหาดท่าล่าง



ก. ข. ค. ง. จ. ฉ. ช ซ

รูปที่ 3 ภาพสาหร่ายทะเลบางชนิดที่พบในแนวสำรวจ

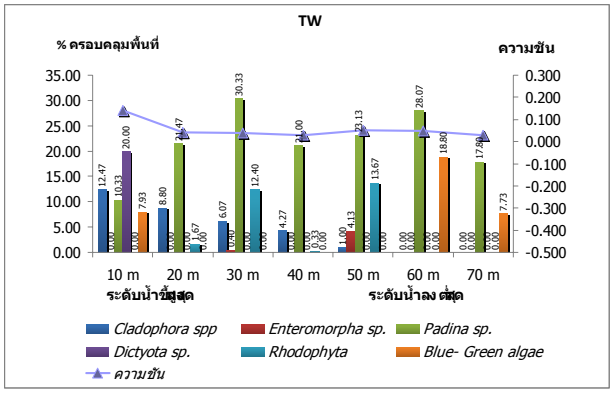
ก) Cladophora sp. 1 ข) Cladophora sp. 2

ค) *Padina* sp. ง) *Amphiroa* sp. จ) *Ceramium* sp.

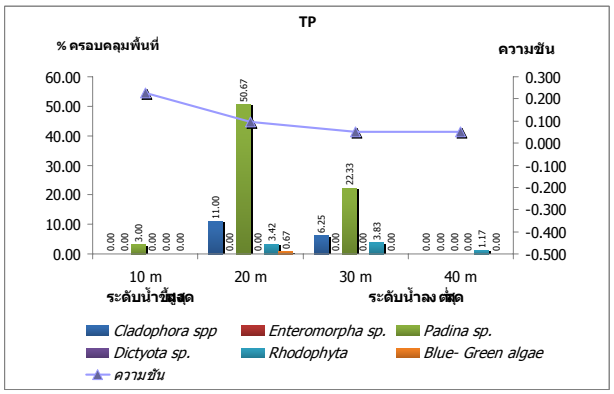
ฉ) *Gacillaria* sp. ช) *Dictyota* sp. ซ) *Spirogyra* sp.

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายของสาหร่ายและระดับความชัน

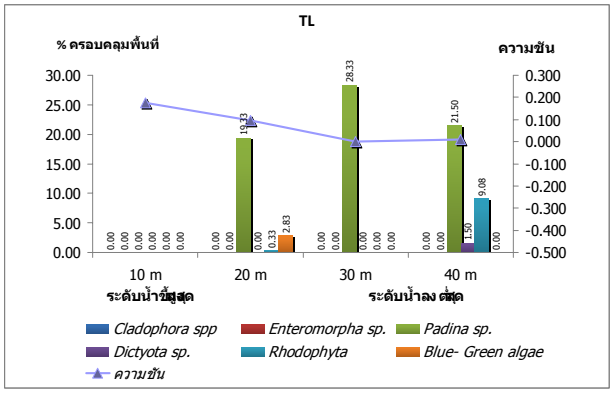
การครอบคลุมพื้นที่ของสาหร่ายตามระยะในแนวการสำรวจเปรียบเทียบกับระดับความลาดชัน (รูปที่ 4) พบว่า สาหร่ายที่พบส่วนมากอยู่ในบริเวณที่มีความลาดชันต่ำ และอยู่ในระดับที่น้ำขึ้นลงปานกลาง ทำให้พบสาหร่ายปริมาณมากทั้งจำนวนชนิดและเปอร์เซ็นต์การครอบครองพื้นที่ในช่วงระยะ 20 – 40 เมตร จากแนวระดับน้ำขึ้นสูงสุด ส่วนสาหร่ายเห็ดหูหนู (*Padina* sp.) ที่เป็นชนิดเด่นนั้น สามารถพบครอบคลุมพื้นที่ได้ตั้งแต่ระยะ 10 เมตรจากแนวระดับน้ำขึ้นสูงสุด แต่ก็ขึ้นกับลักษณะความลาดชันของพื้นที่และลักษณะของหาดด้วยซึ่งเห็นได้จาก ในสถานีสำรวจหาดท่าล่าง และสถานีสำรวจเกาะขามจะไม่พบสาหร่ายเห็ดหูหนูที่ระยะ 10-20 เมตร แสดงให้เห็นว่าความชัน ระดับน้ำขึ้นลง และลักษณะพื้นที่ยึดเกาะมีผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของสาหร่าย ดังนั้นหากสาหร่ายสามารถปรับตัวได้ดีจะสามารถเจริญปกคลุมพื้นที่บนชายหาดได้มากกว่าสาหร่ายชนิดอื่น ดังเช่นสาหร่ายเห็ดหูหนูบนหาดท่าวัง หาดถ้ำพัง และหาดท่าล่าง ส่วนพื้นที่บนเกาะขามใหญ่นั้นมีลักษณะเป็นกรวดขนาดใหญ่ประกอบกับมีคลื่นลมที่ค่อนข้างแรงกว่าชายหาดใน 3 สถานีก่อน จึงทำให้สาหร่ายเด่นบนชายหาดเกาะขามใหญ่เป็นกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน



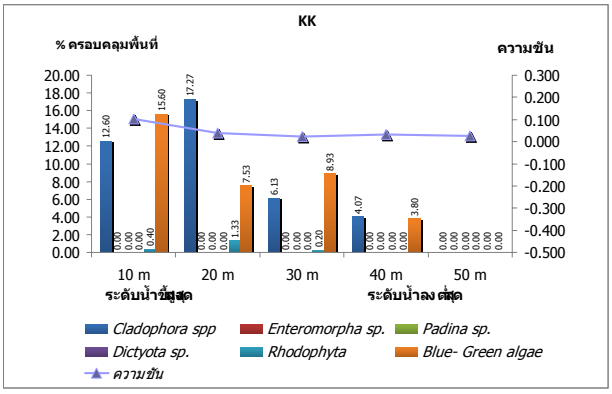
ก) สถานีหาดท่าวัง



ข) สถานีหาดถ้ำพัง



ค) สถานีหาดท่าล่าง



ง) สถานีเกาะขามใหญ่

รูปที่ 4 กราฟแสดงปริมาณสาหร่ายที่พบในแต่ละสถานีเปรียบเทียบกับความลาดชันของชายหาด

3.4 คุณภาพน้ำทะเลและปริมาณไนเตรท

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการ (ตารางที่1) พบว่า น้ำทะเลบริเวณหาดท่าวัง และเกาะขามใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด นอกจากนี้บริเวณหาดท่าวังมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงกว่าสถานีศึกษาอื่นๆ และมีปริมาณไนเตรทไม่มากนักเมื่อเทียบกับหาดถ้ำพังและหาดท่าล่างที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งชุมชน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมบนหาดที่แตกต่างกัน ตลอดจนบริเวณหาดถ้ำพัง และหาดท่าล่างเป็นแหล่งชุมชนที่ระบายน้ำทิ้งสู่ทะเลโดยตรงทำให้มีปริมาณไนเตรทสูง มีค่าความเค็ม และความเป็นกรดด่างแตกต่างจากสถานีศึกษาอื่นๆ

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทะเลบางประการจากบริเวณแหล่งน้ำทิ้งหาดท่าวังและหาดท่าล่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	ปัจจัยคุณภาพน้ำ				
	อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (psu)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	DO (mg/l)	ความเข้มข้นของไนเตรท(µg-at N/l)
หาดท่าวัง	33.6	32.0	8.2	5.67	2.030
หาดถ้ำพัง	32.5	31.3	8.1	5.64	4.700
หาดท่าล่าง	31.0	32.0	8.0	4.47	3.213
หาดเกาะขามใหญ่	31.7	32.4	8.1	5.32	1.320

4.สรุปผล

จากการสำรวจพบสาหร่ายทั้งหมด 10 สกุล 17 ชนิด จัดเป็นสาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) 7 ชนิด สาหร่ายสีแดง (Division Rhodophyta) 5 ชนิด สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Division Cyanophyta) 3 ชนิดและสาหร่ายสีน้ำตาล (Division Pheophyta) 2 ชนิด พบสาหร่ายเห็ดหูหนู (*Padina* sp.) มีเปอร์เซนต์การครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ สาหร่ายซ่อก้านเข็ม (*Amphiroa* sp.) สาหร่ายที่พบบนหาดมีความสัมพันธ์กับค่าความชัน โดยจะพบกระจายตัวอยู่ในช่วงที่มีค่าความลาดชันไม่มากและอยู่ในช่วง 20 - 40 เมตรจากระดับน้ำขึ้นสูงสุด

จากการตรวจวัดน้ำทะเลพบว่าบริเวณหาดท่าล่างมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำ บริเวณหาดถ้ำพัง และหาดท่าล่างมีปริมาณไนเตรทสูงเกินมาตรฐาน ประเภทที่ 1 ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ และพบว่าในบริเวณหาดท่าล่างนี้มีสาหร่าย *Dictyota* sp. และไม่พบสาหร่ายสีเขียวในแนวสำรวจ ซึ่งอาจมีสาหร่ายที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำได้จำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

5.ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในช่วงเวลาต่างๆ ซ้ำในพื้นที่เดิมเพราะสาหร่ายบางชนิดมีระยะเวลาเจริญที่แตกต่างกันการศึกษาในช่วงสั้นทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาหร่ายกับคุณภาพน้ำได้ถูกต้อง
2. ควรศึกษาสาหร่ายที่อยู่ใต้ระดับน้ำขึ้นลง เพราะสาหร่ายดังกล่าวจะสัมผัสกับแหล่งน้ำตลอดเวลา มีโอกาสสัมผัสและสะสมสารพิษ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องความหลากชนิดและการแพร่กระจายของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำบริเวณเกาะสีชังและเกาะขามใหญ่ จังหวัดชลบุรี สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีทั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากบุคลากรและหน่วยงานดังนี้ ขอขอบคุณ รศ.ดร. กัลยา วัฒยากรที่ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณอเนก โสภณ คุณทิพวรรณ ตันฑวนิช คุณสมภพ รุ่งนภา และคุณณิชยา ประดิษฐ์ทรัพย์ นักวิจัยพี่เลี้ยงที่ถ่ายทอดองค์ความรู้ในการทำปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำและคอยช่วยเหลือประสานงานให้ครูมาทำพัฒนาตนเอง และขอคุณเพื่อนครูที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ ในการทำงาน ตลอดจนสถานีวิจัยทรัพยากรทางน้ำ เกาะสีชังและสำนักงานสนับสนุนกองทุนวิจัย(สกว.)ที่มอบโอกาสดีๆให้ครูได้มาพัฒนาองค์ความรู้ในการทำงานเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์การเรียนการสอนแก่ผู้เรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] กรรณิการ์ สิริสิงห. 2525. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. คณะสารธารสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ.

[2] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2543. น้ำ. กรุงเทพฯ, กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

[3] กรมอนามัย. 2520. มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มน้ำใช้. เอกสารวิชาการอนามัยสิ่งแวดล้อม เล่ม 1. กระทรวงสาธารณสุข.

[4] กรมอนามัย. 2534. เกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข.

[5] กรมอนามัย. 2537. คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางเคมี. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข.

[6] ชาญณรงค์ แก้วเล็ก. 2532. การใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำชี. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร

[7] ณัฏฐิกา เหมภัทรสุวรรณ. 2544. นิเวศวิทยาของไดอะตอมในแม่น้ำป่าสัก: ความสัมพันธ์ระหว่างไดอะตอมกับปริมาณน้ำท่า. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

[8] ทัตพร คุณประดิษฐ์. 2543. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

[9] ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. สมาคมวิศกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร.

[10] นันทนา คชเสนี. 2539. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

[11] นพรัตน์ ภานุวนิชชากรณ์. 2545. ความหลากหลายของไดอะตอมในบริเวณพรุบ้านไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

[12] บัญญัติ มณเฑียรอาสน์. 2533. แพลงก์ตอนวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่.

[13] เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2538. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[14] ประเสริฐ ไวยกา. 2541. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

[15] วิไลลักษณ์ กิจจนะพานิช. 2540. คู่มือการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[16] วิจิตร รัตนพาณี, สายสุนีย์ เหลียวเรืองรัตน์ เสาวนีย์ รัตนพาณี. 2533. การศึกษาและการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำจากแหล่งน้ำแม่ปิง. เชียงใหม่ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

[17] สมสุข มัจฉาชีพ. 2538. นิเวศวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, ชลบุรี.

[18] สายสุนีย์ เหลียวเรืองรัตน์, เสาวนีย์ รัตนพาณี และสุนันทา วังกานต์. 2539. การติดตามตรวจสอบคุณภาพของน้ำในแม่ปิงตอนบน, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

[19] APHA, AWWA and WEF. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington DC.

[20] Benavides, M.S 1994. Agal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica with Special Reference to Diatom Organic Pollution and Altitudinal Differentiation. Ph.D. Thesis. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

[21] Blum, J.L. 1960. Agal Population in Flowering Waters. Spec.publs. Pymatuning Lab. Fld Biol.2.II-2I.

[22] Branco, L. H. Z., Necchi, J. O. and Brano, C. C. 1999. Cyanophyceae from Lotic Ecosystem of Sao Paulo State, Southeastern Brazil. Algological Studies, 94, 63-87.

[23] Dillard, G.E. 1966. The seasonal Periodicity of periodicity of *Batrachospermum macrosporum* Mont. and *Audouinella violaceae* (Kuetz.) Ham. In Turkey Creek, Moore County, North Corolina, The Journal of the Mitchell Society, Nov. 204-208

[24] Entwisle, T.J. 1989. Macroalgae in Yarra river basin : Flora and Distribution. Proceeding of the Royal society of Victoria, 101, 1-76.

[25] Flint L. H. 1960. Freshwater red algae of North America. New York, Vamtage Press.

[26] Gardarsky A. 1986. *Cladophora moravica* (Drorak) Comb Nora and *C. basiramosa* Schmidle two interesting rivewine species of the green Filamentous algae from Czechoslovakia. Arch. Hydrobiol, 73,49-77.

[27] Goldman, C. R. and Home, A. J. 1983. Limonogy. McGraw –Hill Book Company, New York.

[28] Hunnam, P. 1982. The living aquarium. Crescent Books York. 240.

[29] Hynes, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Water. Liverpool University Press, Liverpool.

[30] Lewmanomont, K., Okgawa, H.1995. Common seaweed and seagrasses of Thailand. Faculty of Fisheries Kasetsart University. 163.

[31] Necchi, J. O., Pascoalato, D. Branco. L. H. Z. and Branco, C. C. 1997. Stream Macroalgal Flora

from the Northwest Region of Sao Paulo State, Southeastern Brazil. Algological Studies, 84, 91-112

[32] Niiyama Y. 1989. Morphorlogy and Classification of *Cladophora aegagropila* (L.) Rabenborst (Cladophorales, Chlorophyta) in Japanese lark. Journal of Phycologia.

[33] Palmer M. C. 1970. Algae and Water Pollution. London Press, London.

[34] Sheath, R. G. and Cole, R. M. 1992. Biogeography of Stream Macroalgae on North America. J. Phycology, 28, 448-460.

[35] Underwood, G. J. C and Provot, L. 2000. Determining the Environmental Preferences of Four Estuarine Epipelic Diatom Taxa: Growth Across a Range of Salinity, Nitrate and Ammonium Conditions. Eur. J. Phycol, 35, 173-182.

[36] Whitton, B. A., Rott, E. and Friedrich, G. 1991. Use of Algae for Monitoring Rivers. Institute of Botanic, Innsbruck University, Innsbruck.

[37] Wong S. L., Nakamoto L., Wainwriht J. F. 1997. Detection of toxic organometallic complexs in water using algal assays. Arch. Of Environmental Contamination & Toxicology, 32(4), 358-366.