การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Phytoplankton Distribution and Water Qualities in Coastal Aquaculture Area at Bandon Bay, Surat Thani Province

บุสยา ปล้องอ่อน และจินตนา สแลน้อย*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

ชัชรี แก้วสุรลิขิต และไพลิน จิตรชุ่ม

ภาควิชาชีวประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Takashi Yoshikawa

Department of Fisheries, School of Marine Science and Technology, Tokai University,

Orido, Shimizu-ku, Shizuoka 424-8610 Japan

Yuki Okamoto and Satoshi Ishikawa

Research Institute for Humanity and Nature,

Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto, 603-8555, Japan

Kazuya Watanabe

Department of Food, Life and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture,

Yamagata University, Wakaba-machi, Tsuruoka City, Yamagata, 9978555, Japan

Bussaya Plongon and Jintana Salaenoi*

Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Chatcharee Kaewsuralikhit and Pailin Jitchum

Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Takashi Yoshikawa

Department of Fisheries, School of Marine Science and Technology, Tokai University,

Orido, Shimizu-ku, Shizuoka 424-8610 Japan

*ผู้รับผิดชอบบทความ : ffisjid@ku.ac.th

DOI 10.14456/tstj.2016.48

Yuki Okamoto and Satoshi Ishikawa

Research Institute for Humanity and Nature,

Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto, 603-8555, Japan

Kazuya Watanabe

Department of Food, Life and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture,

Yamagata University, Wakaba-machi, Tsuruoka City, Yamagata, 9978555, Japan

บทคัดย่อ

การศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเก็บตัวอย่างในฤดูร้อน (มีนาคม พ.ศ. 2557) และฤดูฝน (สิงหาคม พ.ศ. 2556, มิถุนายน พ.ศ. 2557 และกันยายน พ.ศ. 2557) พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 83 ชนิด โดยมีไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักทั้งชนิดและปริมาณในทั้งสองฤดูกาล โดยในฤดูร้อนแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเฉลี่ย $5.6x10^6$ unit/m^3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในสถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าฉาง แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Rhizosolenia pungens*, *Pleurosigma* spp., *Nitzschia* spp., *Rhizosolenia formosa* และ *Surirella* spp. ส่วนในฤดูฝนแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเฉลี่ย $8.0x10^6$ unit/m^3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในสถานีบริเวณปากแม่น้ำตาปี แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Surirella* spp., *Skeletonema* spp., *Coscinodiscus* spp., *Pleurosigma* spp. และ *Nitzschia* spp. ความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกต มีค่าเฉลี่ยสูงในฤดูฝน คือ 0.155±0.084, 0.017±0.011, 0.063±0.072, 0.044±0.048, 0.567±0.269 mg/l ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความมากชนิด ดัชนีความสม่ำเสมอ และดัชนีความหลากหลาย พบค่าอยู่ในช่วง 2.460-3.720, 0.344-0.506, 1.279-2.135 ตามลำดับ

คำสำคัญ : แพลงก์ตอนพืช; คุณภาพน้ำ; อ่าวบ้านดอน

Abstract

The distribution of phytoplankton in coastal aquaculture area at Bandon Bay, Surat Thani Province, was studied during summer (March, 2014) and rainy season (August, 2013, June and September, 2014). The results showed that a total of 83 phytoplankton species were which diatom was dominant in both season. The average cell density of $5.6x10^6$ unit/m^3 was found in summer, highest in Thachang estuary. The dominant species found in the summer were *Rhizosolenia pungens*, *Pleurosigma* spp., *Nitzschia* spp., *Rhizosolenia formosa* and *Surirella* spp. And the average cell density of $8.0x10^6$ unit/m^3 was found in rainy season highest in Tapi estuary. The dominant species found in the rainy season were *Surirella* spp., *Skeletonema* spp., *Coscinodiscus* spp., *Pleurosigma* spp. and *Nitzschia* spp. The concentrations of ammonia, nitrite,

nitrate, orthophosphate and silicate were higher in rainy season (0.155±0.084, 0.017±0.011, 0.063±0.072, 0.044±0.048, 0.567±0.269 mg/l, respectively). The richness index, evenness index and diversity index were in the range of 2.460-3.720, 0.344-0.506, and 1.279-2.135, respectively.

Keywords: phytoplankton; water quality; Bandon Bay

1. บทนำ

อ่าวบ้านดอนเป็นบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางระบบนิเวศสูงแห่งหนึ่งในภาคใต้ของประเทศไทย เป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดีย และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากประเทศจีนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคม ทำให้มีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี [1] เป็นแหล่งรองรับน้ำจืดจากแม่น้ำสายหลัก 2 สาย ได้แก่ แม่น้ำตาปีที่มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 5,900 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และแม่น้ำพุมดวงที่มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 6,600 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ไหลลงสู่อ่าว [2] ทำให้เกิดการผสมกันระหว่างน้ำจืดกับน้ำทะเลก่อให้เกิดตะกอนและธาตุอาหารในปริมาณมาก ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร โดยแพลงก์ตอนพืชสามารถนำธาตุอาหารต่าง ๆ เข้าไปใช้ในกระบวนการที่เกิดขึ้นในเซลล์ โดยผ่านผนังเซลล์ และมีการผลิตสารอินทรีย์สำหรับเป็นแหล่งพลังงานโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งจะเป็นแหล่งอาหารให้สัตว์อื่น ๆ และถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร [3] ทำให้บริเวณนี้มีความเหมาะสมในการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ ที่อยู่อาศัย หลบภัย และแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ เป็นแหล่งทำการประมงชายฝั่งทะเล และการเพาะพันธุ์หอยชนิดต่าง ๆ ที่สร้างรายได้ให้แก่ประเทศเป็นจำนวนมาก จากสถิติการเลี้ยงหอยทะเลประจำปี 2555 รายงานว่าจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีผลผลิตการเลี้ยงหอยทะเลเป็นอันดับสองของประเทศ โดยมีผลผลิตหอยทะเลรวมทั้งสิ้น 26,243.22 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 14.22 ของผลผลิตทั้งหมด [4] แสดงให้เห็นได้ว่าแพลงก์ตอนพืชนับเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและจำเป็นที่สุดอย่างหนึ่งในการเป็นตัวกำหนดอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำ เพราะแพลงก์ตอนพืชจัดเป็นอาหารสำหรับอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนและสัตว์น้ำประเภทกรองกิน (filtered feeder) ได้แก่ กุ้ง ปู และหอย [5] ซึ่งถือว่าแพลงก์-ตอนพืชเป็นอาหารตามธรรมชาติขั้นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต (primary producer) ในแหล่งน้ำที่มีความสำคัญ [6]

มีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอนมาบ้างแล้ว โดยในปี พ.ศ. 2535-2537 นิคม และคณะ [7] ศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอน คลองท่าทอง และคลองราม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ต่อมาในปี พ.ศ. 2546 ธีรยา และประดิษฐ์ [8] ศึกษาการแพร่กระจาย และความชุกชุมของแพลงก์-ตอนบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดสุราษฎร์ธานี ถัดมาในปี 2547 มัณฑนา [9] ศึกษาองค์ประกอบชนิดและการกระจายเชิงเวลาของแพลงก์ตอนพืชในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งจะเห็นได้ว่าการศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืชยังขาดความต่อเนื่อง โดยมีการทิ้งช่วงการศึกษามามากกว่า 10 ปี ข้อมูลต่าง ๆ ที่เคยมีอยู่จึงเป็นข้อมูลที่เก่าและขาดความต่อเนื่องของข้อมูล เมื่อนำไปอ้างอิงเทียบกับการศึกษาวิจัยในปัจจุบัน

ปัจจุบันพื้นที่และระบบนิเวศบริเวณรอบอ่าวบ้านดอนมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของชุมชน บ้านเรือน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม มีการระบายสิ่งปฏิกูล และสารเคมีต่าง ๆ

ลงสู่แหล่งน้ำ ส่งผลกระทบต่อพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่ง ทำให้หอยมีการเจริญเติบโตลดลง และมีอัตราการตายเพิ่มขึ้น การที่ธาตุอาหารและสารเคมีไหลลงสู่อ่าวปริมาณมากเกินความจำเป็นทำให้เกิดเป็นแหล่งน้ำเสื่อมโทรม ส่งผลต่อชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นผู้ผลิตอาหารเบื้องต้นของห่วงโซ่อาหาร [10] และทำให้ศักยภาพของแหล่งเลี้ยงหอยในอ่าวบ้านดอนลดลง [11] ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบชนิด ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างและวิธีการเก็บตัวอย่าง

ศึกษาในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระบุสถานีเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS, global positioning system) แบ่งออกเป็น 12 สถานี กำหนดให้สถานีที่ 1, 2 และ 3 อยู่บริเวณที่มีแม่น้ำท่าทองไหลลงสู่อ่าว สถานีที่ 4, 5 และ 6 อยู่บริเวณที่มีแม่น้ำตาปีไหลลงสู่อ่าว สถานีที่ 7, 8 และ 9 อยู่บริเวณที่มีแม่น้ำท่าฉางไหลลงสู่อ่าว และสถานีที่ 10, 11 และ 12 อยู่บริเวณที่มีแม่น้ำพุมเรียงไหลลงสู่อ่าว โดยในแต่ละบริเวณจะมีการกำหนดสถานีตั้งแต่บริเวณปากแม่น้ำถึงบริเวณห่างฝั่งออกไป (Figure 1)

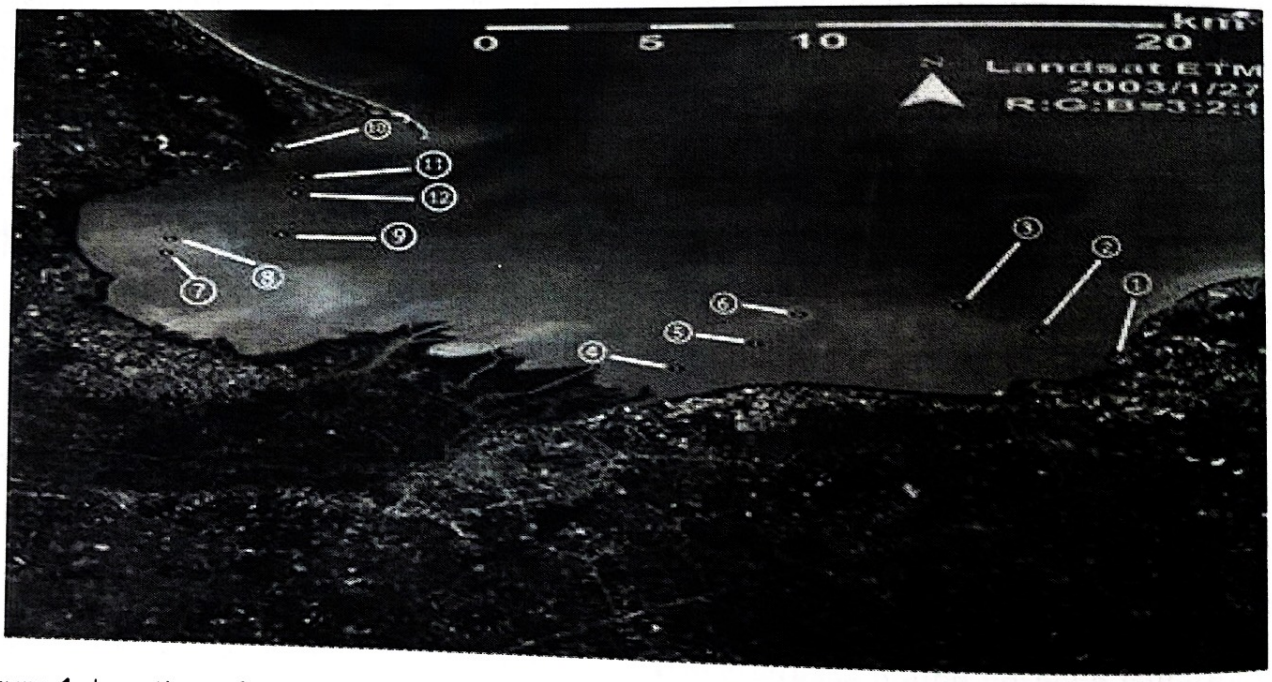

Figure 1 Location of study site and sampling stations in aquaculture area at Bandon Bay, Surat Thani Province (Source: RIHN-AC project, component 3)

เก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง ในรอบปี ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 โดยแบ่งเป็นสองฤดูกาล ได้แก่ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 เป็นตัวแทนของฤดูร้อน เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 และเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 เป็นตัวแทนฤดูฝน (เนื่องจากบริเวณอ่าวบ้านดอนมีฤดูฝนยาวนานถึง 9 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคม และฤดูร้อน 3 เดือน

ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน [1] เพราะฉะนั้นจึงเก็บตัวอย่างในฤดูฝน 3 ครั้ง และฤดูร้อน 1 ครั้ง ส่วนเดือนพฤศจิกายนจนถึงต้นเดือนมกราคมไม่สามารถเข้าพื้นที่ได้ เนื่องจากมีลมมรสุมพัดผ่านพื้นที่ทำให้มีฝนตกหนัก) โดยตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และค่าการนำไฟฟ้าที่ระดับความลึกของน้ำประมาณ 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปร (YSI รุ่น Pro 2030) พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณกลางน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร และเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในแนวดิ่งโดยใช้ถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมโครเมตร หย่อนลงไปตามระดับความลึกของน้ำในแต่ละสถานี โดยคำนวณปริมาตรของน้ำทะเลได้จากสูตร $V= \pi r^2 d$ เมื่อ V คือ ปริมาตรน้ำทั้งหมด (m^3) r คือ รัศมีของปากถุงแพลงก์ตอน (m) และ d คือ ระดับความลึกของน้ำ (m) และรักษาสภาพตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชด้วยน้ำยาฟอร์มัลดีไฮด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 ค่าpH 7 [12]

2.2 การวิเคราะห์ธาตุอาหารและแพลงก์ตอนพืช

วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรท ไนไตรท์ ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกตตามวิธีของ Parsons และคณะ [13] จำแนกชนิด (species) และนับจำนวน ตามวิธีการของลัดดา [14] ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง โดยสุ่มสถานีละ 3 ซ้ำ และคำนวณหาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช หลังจากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) ดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index) และดัชนีความหลากชนิด (richness index) โดยใช้โปรแกรม primer 5

2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในแต่ละฤดูกาล และค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดและคุณภาพน้ำ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 องค์ประกอบและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช

ผลการศึกษาองค์ประกอบของชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอ่าวบ้านดอน พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 83 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 3 ชนิด สาหร่ายสีเขียว 4 ชนิด ไดอะตอม 61 ชนิด ไดโนแฟลกเจลเลต 12 ชนิด ซิลิโคแฟลกเจลเลต 2 ชนิด และคอคโคลิโธฟอริด 1 ชนิด แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นทั้งหมด 28.46×10^6 unit/m^3 มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดในสถานีบริเวณปากแม่น้ำตาปี แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Surirella* spp., *Skeletonema* spp., *Nitzschia* spp., *Pleurosigma* sp. และ *Rhizosolenia pungens* คิดเป็นร้อยละ 85 ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด ซึ่งมีความแตกต่างกับการศึกษาของนิคม และคณะ [7] ที่พบ *Trichodesmium* ร้อยละ 67.40, *Nitzschia* ร้อยละ 15.09, *Chaetoceros* ร้อยละ 5.88, *Oscillatoria* ร้อยละ 5.58, *Coscinodiscus* ร้อยละ 1.53 และ *Pleurosigma* ร้อยละ 1.39 เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น และพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชเพียง 9.8×10^6 unit/m^3 และแพลงก์ตอนชนิดเด่นเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากกว่าร้อยละ 50 ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด และมีความสอดคล้องกับการศึกษาของมัณฑนา [9] พบแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 20.1×10^6 และ 27.8×10^6 unit/m^3 และมีไดอะตอมที่พบตลอดทั้งปี ได้แก่ *Bacteriastrum* spp., *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscos* spp., *Nitzschia* spp. และ *Pleurosigma* spp. และไดโนแฟลกเจลเลต ได้แก่ *Protope-*

ridinium spp. และ *Ceratium* spp.

เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชตามฤดูกาล (Figure 2) พบว่าในฤดูร้อนพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 67 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 3 ชนิด สาหร่ายสีเขียว 2 ชนิด ไดอะตอม 49 ชนิด ไดโนแฟลกเจลเลต 10 ชนิด ซิลิโคแฟลกเจลเลต 2 ชนิด และคอคโคลิโธฟอริด 1 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 5.6×10^6 unit/m^3 ซึ่งมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดในสถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าฉาง และแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Rhizosolenia pungens*, *Pleurosigma* spp., *Nitzschia* spp., *Rhizosolenia formosa* และ *Surirella* spp. ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.03 ของแพลงก์-ตอนพืชที่พบทั้งหมด (Table 1)

Table 1 Dominant species and average amount of phytoplankton

Season	Dominant species	Average amount (10^5 unit/m^3)	Total amount (%)
Summer	*Rhizosolenia pungens*	14.36	32.94
	Pleurosigma spp.	8.10	18.59
	Nitzschia spp.	6.53	15.00
	Rhizosolenia formosa	2.52	5.80
	Surirella spp.	1.17	2.70
Rainy Season	*Surirella* spp.	30.25	37.66
	Skeletonema spp.	17.28	21.51
	Coscinodiscus spp.	5.83	7.27
	Pleurosigma spp.	5.80	7.22
	Nitzschia spp.	5.41	6.74

Figure 2 Phytoplankton abundance in sampling areas at Bandon Bay, Surat Thani Province

ในฤดูฝนพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 68 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 3 ชนิด สาหร่ายสีเขียว 3 ชนิด ไดอะตอม 49 ชนิด ไดโนแฟลกเจลเลต 10 ชนิด ซิลิโคแฟลกเจลเลต 2 ชนิด และคอคโคลิโธฟอริด 1 ชนิด แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 8.0×10^6 unit/m^3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในสถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าทอง และแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Surirella* spp., *Skeletonema* spp., *Coscinodiscus* spp., *Pleurosigma* spp. และ *Nitzschia* spp. ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80.40 ของแพลงก์ตอนพืชที่พบทั้งหมด (Table 1)

ผลการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเฉลี่ยในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูร้อนเช่นเดียวกับการศึกษาของจิรพร [15] เนื่องจากในฤดูฝนมีความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สูงกว่าในฤดูร้อน ได้แก่ ความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกต ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้เป็นธาตุอาหารหลักที่แพลงก์ตอนพืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และมีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวน [16] การผสมของน้ำเค็มและน้ำจืดส่งผลให้ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพเกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง สามารถสังเกตได้จากค่าความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ตรวจวัดได้ (Table 4) และพบว่าไดอะตอมมีความหนาแน่นเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 95 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดที่พบในทั้งสองฤดูกาล แสดงให้เห็นว่าบริเวณนี้มีปริมาณซิลิเกตที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของไดอะตอมได้ตลอดทั้งปี เพราะไดอะตอมต้องการใช้ซิลิเกตเป็นธาตุอาหารหลักในการสร้างโครงร่าง [17] และความเข้มข้นของซิลิเกตของน้ำทะเลหรือปากแม่น้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ชะล้างพื้นดินนำเอาซิลิเกตลงสู่ทะเล จึงอาจกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของซิลิเกตมีบทบาทในการควบคุมการเจริญเติบโตของไดอะตอมมากกว่าไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสในแพลงก์ตอนพืชบางชนิด [18] ซึ่งโดยปกติองค์ประกอบสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชที่พบในทะเล จะพบไดอะตอมเป็นกลุ่มหลัก รองลงมา ได้แก่ ไดโนแฟลกเจลเลต และกลุ่มอื่น ๆ [19] แต่จากการศึกษาของนิคม และคณะ [7] ที่พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพน้ำพบว่าปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่า จึงอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตได้ดี เพราะมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้

เมื่อเปรียบเทียบตามสถานีในบริเวณปากแม่น้ำท่าทอง ปากแม่น้ำตาปี ปากแม่น้ำท่าฉาง และปากแม่น้ำพุมเรียง พบว่าในฤดูฝนมีความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชสูงกว่าในฤดูร้อนในทั้ง 4 บริเวณ เช่นกัน โดยสถานีบริเวณปากแม่น้ำตาปีมีความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชสูงสุด (8.70×10^6 unit/m^3) รองลงมา คือ สถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าฉาง (6.88×10^6 unit/m^3) สถานีบริเวณปากแม่น้ำพุมเรียง (4.70×10^6 unit/m^3) และสถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าทอง (2.47×10^6 unit/m^3) ตามลำดับ (Figure 2)

ซึ่งความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสอดคล้องกับค่าคุณภาพน้ำของสถานีบริเวณปากแม่น้ำตาปีที่มีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนเตรท และซิลิเกตสูงกว่าสถานีบริเวณอื่น ๆ และแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบเป็นไดอะตอมทั้ง 4 บริเวณ ยกเว้นในฤดูร้อนของสถานีในบริเวณปากแม่น้ำท่าทองพบ *Noctiluca* sp. เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่เป็นไดโนแฟลกเจลเลตเพียงชนิดเดียว (Table 2)

นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชและดัชนีความมากชนิด (richness index) มีค่าสูงสุดที่สถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าทองในทั้งสองฤดูกาล ซึ่งมีค่าตรงข้ามกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่มีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณปากแม่น้ำท่าฉางในฤดูร้อน และมีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณปากแม่น้ำตาปีในฤดูฝน ส่วนดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index) และดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) มีค่าสูงในฤดูร้อนที่สถานีบริเวณปากแม่น้ำพุมเรียง และมีค่าสูงในฤดูฝนที่สถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าฉางและสถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าทอง ตามลำดับ (Table 3)

Table 2 Dominant species of phytoplankton during summer and rainy season in aquaculture area at Bandon Bay, Surat Thani Province

Rainy Season			
Thathong estuary	Tapi estuary	Thachang estuary	Pumreang estuary
Surirella spp.	*Surirella* spp.	*Surirella* spp.	*Surirella* spp.
Coscinodiscus spp.	*Skeletonema* spp.	*Nitzschia* spp.	*Coscinodiscus* spp.
Pleurosigma spp.	*Coscinodiscus* spp.	*Pleurosigma* spp.	*Cyclotella* spp.
Nitzschia spp.	*Pleurosigma* spp.	*Cyclotella* spp.	*Pleurosigma* spp.
Cyclotella spp.	*Thalassionema nitzschioides*	*Coscinodiscus* spp.	*Nitzschia* spp.
Summer			
Thathong estuary	Tapi estuary	Thachang estuary	Pumreang estuary
Pleurosigma spp.	*Nitzschia* spp.	*Rhizosolenia pungens*	*Rhizosolenia formosa*
Nitzschia spp.	*Pleurosigma* spp.	*Pleurosigma* spp.	*Surirella* spp.
Cyclotella spp.	*Coscinodiscus* spp.	*Nitzschia* spp.	*Pleurosigma* spp.
Noctiluca sp.	*Pseudonitzschia* sp.	*Coscinodiscus* spp.	*Nitzschia* spp.
Coscinodiscus spp.	*Cyclotella* spp.	*Surirella* spp.	*Pseudosolenia calcaravis*

Table 3 Univariate indices of phytoplankton in each areas at Bandon Bay, Surat Thani Province

Location	Number of species		Richness index		Evenness index		Diversity index	
	Summer	Rainy season	Summer	Rainy season	Summer	Rainy season	Summer	Rainy season
Thathong estuary	57	55	3.72	3.60	0.42	0.47	1.68	1.89
Tapi estuary	56	54	3.44	3.24	0.44	0.43	1.76	1.71
Thachang estuary	41	40	2.46	2.63	0.34	0.58	1.28	2.14
Pumreang estuary	47	54	3.13	3.24	0.51	0.43	1.95	1.71

3.2 คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี (Table 4) เมื่อพิจารณาตามฤดูกาลพบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำ ความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า ความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยสูงในฤดูฝน ซึ่งมีค่าสูงกว่าในฤดูร้อน ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงในฤดูร้อน ทั้งนี้เนื่องจากในฤดูฝนมีการไหลลงของแหล่งน้ำผิวดินที่มีการพัดพาธาตุอาหารที่เกิดจากการไหลผ่านบริเวณแหล่งชุมชน บ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะพื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่มีมากกว่า 1,165 แห่ง ตลอดแนวชายฝั่งอ่าวบ้านดอน [20] ทำให้แหล่งน้ำบริเวณนี้ได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย และไนเตรทมีค่าสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) ตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ในทั้งสองฤดูกาล และออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในฤดูฝน โดยกรมควบคุมมลพิษกำหนดให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียมีค่าไม่เกิน 0.100 mg/l ความเข้มข้นของไนเตรทมีค่าไม่เกิน 0.060 mg/l ความเข้มข้นของ

ฟอสเฟตไม่เกิน 0.045 mg/l และออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่ต่ำกว่า 4 mg/l [21] เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของวราภรณ์ และจินตนา [11] พบว่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ย 26±1 ℃ ความเค็มมีค่าเฉลี่ย 16±0 psu ความเข้มข้นของแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ย 0.04±0.03 mg/l ความเข้มข้นของไนไตรท์มีค่าเฉลี่ย 0.01±0.00 mg/l และความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ย 0.03±0.02 mg/l ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น ส่วนความเข้มข้นของไนเตรทมีค่าเฉลี่ย 0.06±0.00 mg/l มีค่าใกล้เคียงกัน และพบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ย 6.35±0.26 mg/l ซึ่งมีค่าเฉลี่ยลดลง ทั้งนี้แสดงให้ว่าแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอ่าวบ้านดอนมีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนและมีความเข้มข้นของฟอสเฟตเพิ่มขึ้น และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง บ่งชี้ถึงลักษณะสภาวะแวดล้อมที่มีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง

Table 4 Means ± standard error of physico-chemical parameters in aquaculture area at Bandon bay, Surat Thani Province

Variables	Means		Thathong estaury		Tapi estaury		Thachang estaury		Pumreang estaury		Marine water quality
	Summer	Rainy Season	Summer	Rainy Season	Summer	Rainy Season	Summer	Rainy Season	Summer	Rainy Season	standard
Temperature (℃)	29±1	30±2	29±1	30±0	30±2	31±1	28±0	29 ±0	29±0	30±0	an increase shall not exceed 1 ℃ from the natural temperature
Salinity (psu)	16±8	17±1	28±0	19±3	9±4	10±3	11±1	18±4	16±3	22±1	any change shall not exceed 10 % of the minimum salinity
Dissolve oxygen (mg/l)	7.94 ±6.05	3.97 ±2.62	13.37 ±12.68	3.64 ±0.14	6.00 ±0.240	4.36 ±0.01	6.63 ±0.54	4.33 ±0.98	6.58 ±0.18	3.21 ±0.85	not exceed than 4 mg/l
Conductivity (µs/cm)	28.90 ±14.99	29.067 ±1.63	48.28 ±1.97	33.39 ±3.99	15.29 ±8.54	18.80 ±5.51	20.30 ±1.22	31.46 ±6.27	24.71 ±9.04	38.95 ±1.52	-
Ammonium (mg/l)	0.141 ±0.034	0.155 ±0.084	0.118 ±0.008	0.124 ±0.013	0.149 ±0.023	0.180 ±0.058	0.141 ±0.026	0.160 ±0.032	0.155 ±0.062	0.153 ±0.027	not exceed than 0.100 mg/l
Nitrite (mg/l)	0.010 ±0.002	0.017 ±0.011	0.043 ±0.066	0.051 ±0.068	0.008 ±0.000	0.026 ±0.016	0.016 ±0.004	0.018 ±0.004	0.012 ±0.001	0.012 ±0.002	-
Nitrate (mg/l)	0.035 ±0.006	0.063 ±0.072	0.030 ±0.003	0.067 ±0.007	0.031 ±0.004	0.106 ±0.068	0.031 ±0.006	0.037 ±0.016	0.045 ±0.004	0.043 ±0.023	not exceed than 0.060 mg/l
Orthophos-phate (mg/l)	0.006 ±0.007	0.044 ±0.048	0.007 ±0.000	0.032 ±0.005	0.006 ±0.000	0.038 ±0.005	0.006 ±0.002	0.063 ±0.027	0.006 ±0.001	0.045 ±0.003	not exceed than 0.045 mg/l
Silicate (mg/l)	0.232 ±0.019	0.567 ±0.269	0.117 ±0.017	0.384 ±0.049	0.136 ±0.022	0.663 ±0.146	0.311 ±0.061	0.647 ±0.127	0.365 ±0.029	0.573 ±0.014	-

เมื่อพิจารณาตามสถานีในแต่ละบริเวณพบว่าสถานีบริเวณปากแม่น้ำกระเดะและสถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าทองมีความเข้มข้นของแอมโมเนียและไนเตรทในฤดูฝนสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนสถานีบริเวณปากแม่น้ำท่าฉางและสถานีบริเวณปากแม่น้ำพุมเรียงมีความเข้มข้นของแอมโมเนียและความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟตสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แสดงให้เห็นว่าบริเวณปากแม่น้ำท่าฉางและปากแม่น้ำพุมเรียงได้รับ

ปริมาณฟอสเฟตมากกว่าบริเวณอื่น ๆ ซึ่งองค์ประกอบของไนโตรเจนสามารถเข้าสู่ระบบของทะเล โดยแหล่งต่าง ๆ 5 แหล่งหลัก ๆ ได้แก่ จากการไหลลงของแม่น้ำ จากฝนที่ตกลงมา จากการละลายของก๊าซไนโตรเจน จากการละลายของก๊าซแอมโมเนีย และจากการปล่อยออกมาจากดินตะกอน และองค์ประกอบของฟอสฟอรัสในระบบทะเลชายฝั่งนั้น จะได้รับฟอสฟอรัสจากการกัดเซาะจากผิวดินลงสู่ทะเล และการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งบ้านเรือนชุมชน [18] โดยจากการรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเล จังหวัดสุราษฎร์ธานี [22] รายงานว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นและถ่ายทิ้งจากฟาร์มกุ้ง มีปริมาณรวมของไนโตรเจนอินทรีย์ทั้งหมด 4,953.1 กิโลกรัมต่อวัน และมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 182.4 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งปริมาณของเสียเหล่านี้อาจเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้คุณภาพน้ำมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อม

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดที่พบในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอ่าวบ้านดอน (Table 5) พบว่าแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และซิลิเกตอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับปริมาณแอมโมเนีย ไนไตร์ท และซิลิเกต และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความเค็ม และค่าการนำไฟฟ้า กล่าวคือ ในบริเวณที่มีความค็มและค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตร์ท และซิลิเกตมีค่าสูง จะพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีค่าสูง และเมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่มพบว่าสาหร่ายสีเขียวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการนำไฟฟ้า (p=0.981) ไดอะตอมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (p=0.965) และซิลิโคแฟลกเจลเลตมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิของน้ำ (p=0.986) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Table 5 Correlation between phytoplankton and environment factors at Bandon Bay, Surat Thani Province

Environment Factors	Phytoplankton	
	Pearson correlation	Significant
Dissolved Oxygen (mg/l)	-0.156	0.297
Temperature (°C)	0.317	0.030
Salinity (psu)	-0.517*	0.000
Conductivity (µs/cm)	-0.410*	0.005
Ammonia (mg/l)	0.550*	0.000
Nitrite (mg/l)	0.597*	0.000
Nitrate (mg/l)	0.319	0.027
Orthophosphate (mg/l)	0.147	0.317
Silicate (mg/l)	0.445*	0.030

*correlation is significant at the 0.01 level

4. สรุป

การศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีค่าสูงในฤดูฝนมากกว่าในฤดูร้อน และแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ ไดอะตอม ซึ่งเป็นกลุ่มหลักทั้งชนิดและปริมาณ โดยไดอะตอมมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นมากกว่าร้อยละ 95 ในทั้งสองฤดูกาล และจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบในทั้งสอง

ฤดูกาล มีจำนวนใกล้เคียงกัน ซึ่งแพลงก์ตอนพืชที่มีความหนาแน่นสูงในทั้งสองฤดูกาล ได้แก่ *Surirella* spp., *Pleurosigma* spp., *Skeletonema* spp., *Nitzschia* spp. และ *Coscinodiscus* spp. แสดงให้เห็นว่าการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยสังเกตได้จากค่าดัชนีความสม่ำเสมอที่มีค่าใกล้เคียงกัน และค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำสามารถบ่งชี้ได้ว่าคุณภาพน้ำทะเลส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่มีการกำหนดไว้สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นจึงควรมีมาตรการในการจัดการให้คุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่มีการกำหนดไว้ และควรมีมาตรการในการควบคุมการเพิ่มพื้นที่ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งให้มีปริมาณที่เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างยั่งยืน

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก Research Institute for Humanity and Nature (RIHN), Kyoto, Japan ภายใต้โครงการวิจัย Coastal Area Capability Enhancement in Southeast Asia และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2557 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถานีวิจัยประมงศรีราชา สำหรับการอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือสำหรับการศึกษาวิจัย

6. รายการอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ, 2547, รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเล จังหวัดสุราษฎร์ธานี, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

[2] ศูนย์พัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ, 2558, ข้อมูลพื้นฐานจังหวัดสุราษฎร์ธานี, กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 39 น.

[3] Raymont, J.E.G., 1963, Plankton and Productivity in the Oceans, Pergamon Press Ltd., Oxford.

[4] กลุ่มงานวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2557, สถิติการเลี้ยงหอยทะเลประจำปี 2555, เอกสารฉบับที่ 5/2557, ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 31 น.

[5] วันทนา อยู่สุข, 2541, หอยทะเล, พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[6] Boney, A.D., 1975, Phytoplankton, The Camelot Press Ltd., Southampton, 116 p.

[7] นิคม ละอองศิริวงศ์, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, และทองเพชร สันบูกา, 2540, การสำรวจคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอน คลองท่าทอง และคลองราม จ.สุราษฎร์ธานี, เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 23/2550, สถาบันวิจัยประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 28 น.

[8] ธีรยา ช่วยสุรินทร์ และประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ, 2546, การแพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสุราษฎร์ธานี, เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2546, ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

[9] มัณฑนา ภิรมณ์นิ่ม, 2547, องค์ประกอบชนิดและการกระจายเชิงเวลาของแพลงก์ตอนพืชใน

อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี, เอกสารวิชาการฉบับที่ 15/2547, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 28 น.

[10] ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ และธีรยา ช่วยสุรินทร์, 2546, สภาพภูมิอากาศและคุณภาพน้ำบางประการที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่าง พ.ศ. 2539-2540, เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2546, ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

[11] วราภรณ์ หนูดี และจินตนา มหาสวัสดิ์, 2550, ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและดินกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง ในแหล่งเลี้ยงอ่าวบ้านดอนสุราษฎร์ธานี, เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2550, ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 17 น.

[12] ลัดดา วงศ์รัตน์ และ โสภนา บุญญาภิวัฒน์, 2546, คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 270 น.

[13] Parsons, T.R., Maita, Y. and Lalli, C.M., 1992, A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis (4th Ed.), Pergamon Press, Oxford, 173 p.

[14] ลัดดา วงศ์รัตน์, 2544, แพลงก์ตอนพืช, พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 851 น.

[15] จิราพร เจริญวัฒนาพร, 2555, ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณเกาะยาว จังหวัดพังงา, ว.วิทย. มข. 40(1): 111-120.

[16] จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2542, กำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ, คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 77 น.

[17] Mona, H., Malte, E. and Gerhard, D., 2009, Marine Phytoplankton, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 264 p.

[18] เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, 2545, สรีรวิทยาของแพลงก์ตอนพืชทะเล, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[19] Colin, R., 2006, Ecology of Phytoplankton, Cambridge University Press, Cambridge, 535 p.

[20] Methee, K., 2007, Situation Analysis of Mollusc Culture in Bandon Bay and its Contribution to Control Eutrophication, Ph.D. Thesis, Aquaculture and Aquatic Resources Management, Thailand, 130 p.

[21] กรมควบคุมมลพิษ, 2550, ราชกิจจานุเบกษา : มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

[22] กรมควบคุมมลพิษ, 2547, รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเล จังหวัดสุราษฎร์ธานี, คพ. 02-088 เล่มที่ 13/23, กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.