KKU Res J. 2011; 16(5): 444-453
http://resjournal.kku.ac.th

ชนิดและการกระจายซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตที่ผิวตะกอนดินในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

Species and Distribution of Phytoflagellate Cysts in Surface Sediment at Kungkraban Bay, Chanthaburi Province

ลำจียก ปะสุรัมย์[1], ชลี ไพบูลย์กิจกุล[1], ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ[2] และดุสิต ศรีวิไล[3]*

Lamjiak Pasuram[1], Chalee Paibulkichakul[1], Thaithaworn Lirdwitayaprasit[2] and Dusit Srivilai[3]*

[1]*คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา*

[2]*ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

[3]*สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี*

**Correspondent author: pchalee@buu.ac.th*

Received April 29, 2008
Accepted May 1, 2011

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดและการกระจายซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลต ในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนจังหวัดจันทบุรี โดยการเก็บตัวอย่างที่ผิวตะกอนดินจำนวน 13 สถานี ภายในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนจำนวน 9 สถานี และบริเวณชายฝั่งนอกอ่าวหน้าศูนย์ศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนจำนวน 4 สถานี ระหว่างวันที่ 17-19 กรกฎาคม พ.ศ. 2548 เพื่อศึกษาการกระจายซีสต์ในช่วงต้นของฤดูฝน และระหว่างวันที่ 9-12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2548 เพื่อศึกษาการกระจายซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตในช่วงปลายของฤดูฝน ผลการศึกษาพบเฉพาะซีสต์ในกลุ่ม Dinoflagellate เพียงกลุ่มเดียว ซึ่งมีทั้งสิ้น 12 ชนิด แบ่งออกเป็นอันดับ Gonyaulacales, Peridiniales, Gymnodiniales และไม่สามารถจำแนกชนิดได้ 1 ชนิด ซีสต์ชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Protoperidinium* sp.1 ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบ่อยในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Protoperidinium* sp.1, *Protoperidinium* sp.2, *Lingulodinium polyedrum*, *Pheoplykrikos hartmannii*, *Spiniferites bulloideus* และ *Spiniferites mirabilis* ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตมีการกระจายและความชุกชุมแตกต่างกันตามช่วงของฤดูกาลและสถานีศึกษา พบในช่วงปลายของฤดูฝนมีความชุกชุมมากกว่าในช่วงต้นของฤดูฝน ทั้งจำนวนชนิดและความชุกชุม ซึ่งพบเฉพาะบริเวณสถานีชายฝั่งนอกอ่าว

Abstract

Species composition and distribution of phytoflagellate cysts in the surface soil sediment were investigated at 13 stations around Kungkraban Bay. Nine stations were located inside the bay and the other four outside. Two cruises were operated in this study. The first cruise was conducted during 17-19 July, 2005 which represented the early rainy season samples. The second cruise was conducted during 9-12 November, 2005 which

represented the late rainy season samples. Twelve types of cysts were found and all were Dinoflagellate cysts of which belong to the orders of Gonyaulacales, Peridiniales and Gymnodiniales and one unclssified cyst type. The dominant species were cyst of *Protoperidinium* sp.1 and the most common species were *Protoperidinium* sp.1, *Protoperidinium* sp.2, *Lingulodinium polyedrum*, *Pheopolykrikos hartmannii*, *Spiniferites bulloideus* and *S. mirabilis.* Dinoflagellate cysts were widely found in almost all stations. The abundance and diversity of dinoflagellate cysts during in late rainy season were higher than the early rainy season. This observation was clearly observed in the samples collected from the outside bay stations.

คำสำคัญ: ซีสต์ ไฟโตแฟลกเจลเลต อ่าวคุ้งกระเบน
Keywords: cyst, phytoflagellate, Kungkraban Bay

1. บทนำ

ไฟโตแฟลกเจลเลตเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวที่มีความสำคัญมากต่อระบบนิเวศหลายประการ ทั้งในด้านของการเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (primary production) ให้แก่ผู้บริโภคขนาดเล็กไปถึงผู้บริโภคที่มีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในบริเวณชายฝั่งซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม พบใน Order Dinophyceae และ Order Raphidophyceae เป็นต้นเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (red tide) ส่งผลให้คุณภาพน้ำบริเวณดังกล่าวเสื่อมโทรม เนื่องจากสภาวะการขาดออกซิเจนซึ่งเป็นผลเสียต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น รวมทั้งปัญหาการปนเปื้อนของชีวพิษในสัตว์น้ำที่มีสาเหตุจากแพลงก์ตอนพืชที่สร้างพิษในบางชนิดอาจมีความรุนแรงทำให้ผู้บริโภคเสียชีวิต

นอกจากนี้ยังพบว่าแพลงก์ตอนพืชทั้งสองกลุ่มสามารถสร้างซีสต์ (resting cyst) ได้ในช่วงการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ซึ่งจะเกิดเมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิต (1) ซึ่งมีบทบาทสำคัญหลายประการทั้งในแง่การเป็นกลไกการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของแพลงก์ตอนพืช บทบาทการกระจายไปยังบริเวณต่าง ๆ และเป็นกลไกการหลบหลีกต่อสภาวะไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิต เพื่อให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานจนกว่าจะถูกกระตุ้นด้วยสภาวะที่เหมาะสมแล้วเจริญเป็นเซลล์ใหม่ออกมา ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีซ้ำแล้วซ้ำอีกในบริเวณที่มีการสะสมของซีสต์ (cyst bed) นอกจากเป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีแล้วยังรวมถึงการปนเปื้อนพิษในสัตว์ทะเลในบริเวณที่มีการสะสมซีสต์ได้ แม้ว่าในบริเวณนั้นจะไม่มีปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเกิดขึ้นเลยก็ตาม โดยพบว่าซีสต์จะมีความเป็นพิษมากกว่าเซลล์ปกติประมาณ 10 เท่า (2) Lirdwitayaprasit (3) รายงานว่ามีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของ *Chattonella* sp. และ *Heterosigma* sp. ในบางบ่อของพื้นที่การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จังหวัดจันทบุรี ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีส่งผลต่อกุ้งทำให้กุ้งเครียดและไม่กินอาหาร ผู้เลี้ยงกุ้งแก้ปัญหาโดยการระบายน้ำเปลี่ยนสีออกและสูบน้ำทะเลจากช่องจ่ายน้ำเพื่อทำการเจือจางเซลล์แพลงก์ตอนพืชในบ่อ การจัดการดังกล่าวเป็นการจัดการที่ผิดเพราะแพลงก์ตอนทั้งสองชนิดสามารถสร้างซีสต์และสะสมในผิวตะกอนดินในพื้นที่ดังกล่าวแล้วกลับมางอกเป็นเซลล์ใหม่ (germinate) ล่องลอยอยู่ในน้ำ เมื่อเจอสภาวะที่เหมาะสมและทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีกระจายไปหลาย ๆ พื้นที่

ที่มีการนำน้ำจากคลองชลประทานมาใช้ในการเพาะเลี้ยง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการกระจายของแพลงก์ตอนพืชที่สามารถสร้างซีสต์ได้ นอกจากนี้มีรายงานว่าทั้ง *Chattonella* sp. และ *Heterosigma* sp. เป็นแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอันตรายมากในประเทศญี่ปุ่น ทำให้ปลาตายเป็นจำนวนมาก เมื่อเกิดการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชทั้งสองชนิด (4) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาชนิดและการกระจายของซีสต์แพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน เพื่อเป็นตัวประเมินสภาพพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี

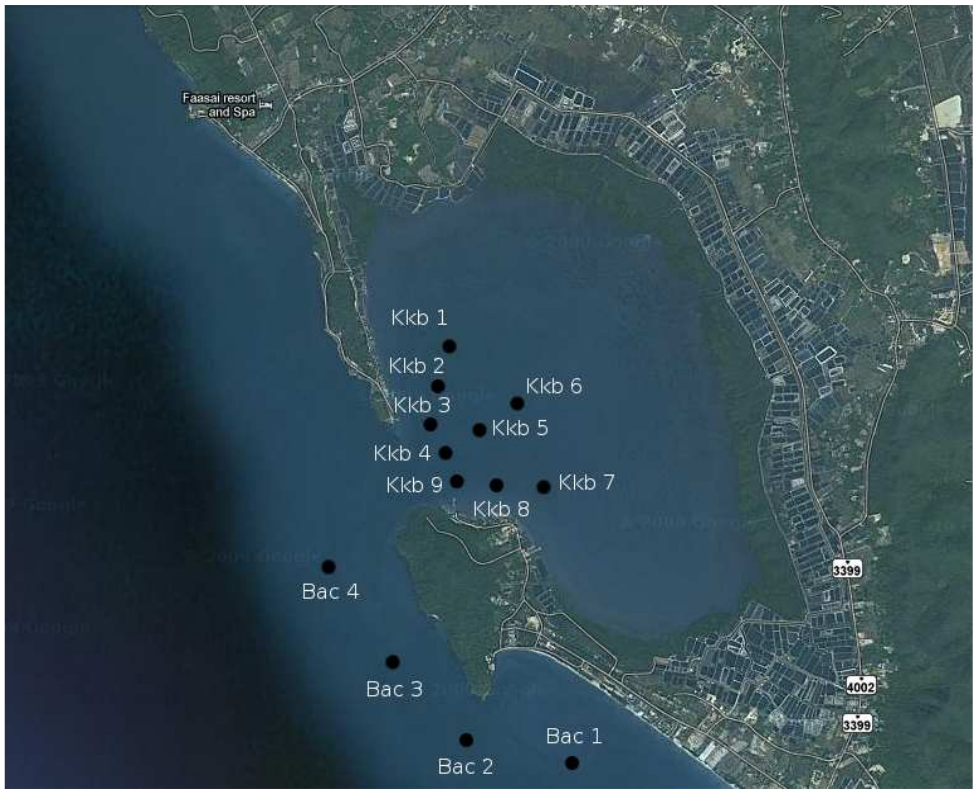
2. วิธีการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน

เก็บตัวอย่างตะกอนดินในบริเวณสถานีในอ่าวคุ้งกระเบนจำนวน 13 สถานี (รูปที่ 1) โดยอุปกรณ์เก็บตะกอนดินแบบ TFO gravity core กว้าง 2.2 เซนติเมตร ยาว 141 เซนติเมตร ที่มีท่อเก็บตัวอย่างดินทำจากพลาสติก polycarbonate ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ทำการเก็บตัวอย่างโดยเลือกเดือนที่เป็นตัวแทนของฤดูฝน 2 ครั้ง เดือนกรกฎาคม 2548 ตัวแทนในช่วงต้นของฤดูฝนและเดือนพฤศจิกายน 2548 ตัวแทนในช่วงปลายของฤดูฝน เก็บรักษาตัวอย่างไว้ในฟอร์มาลินที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ทุกสถานีเก็บตัวอย่างทำการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ ได้แก่ ความลึก อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเค็ม

2.2 การรวบรวมตัวอย่างของซีสต์ของแพลงก์ตอนพืช

ทำการรวบรวมตัวอย่างของซีสต์ของแพลงก์ตอนพืชจากตะกอนดิน โดยใช้ sieving technique ดัดแปลงจากวิธีของ Matsuoka et al. (5) โดยเตรียมตะแกรงร่อนต่อเนื่อง 2 ชั้น นำตะกอนที่ยังคงตกค้างบนตะแกรงขนาด 20



รูปที่ 1. ตำแหน่งเก็บตัวอย่างในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

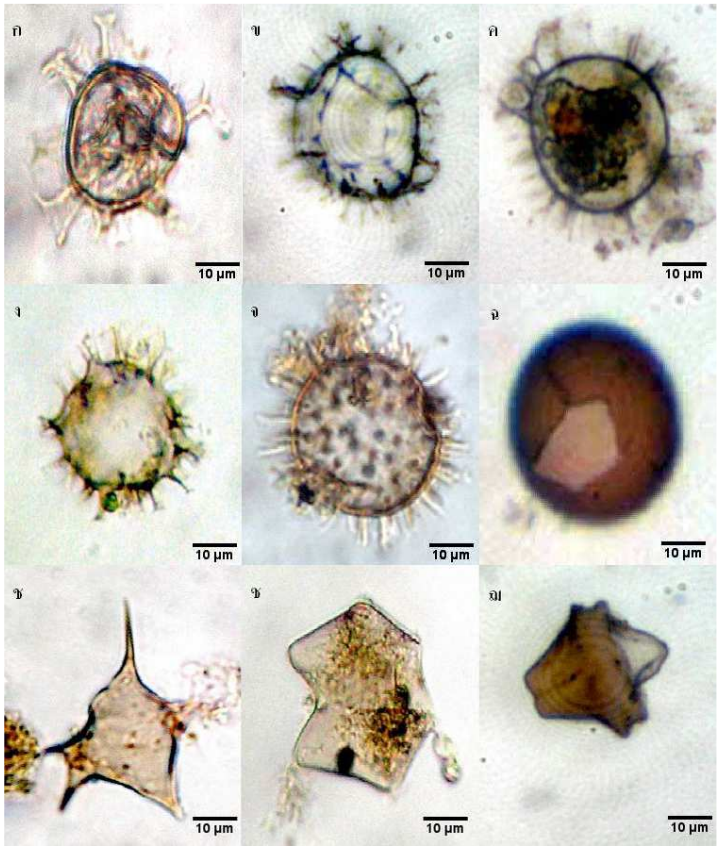
ตารางที่ 1. ชนิดของซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตทั้งหมดที่พบบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน

Scientific name	Palaeontological name	Synonym
Order Gonyaulacales		
Gonyaulax scrippsae Kofoid	*Spiniferiferites bulloideus*	
Gonyaulax cf. *spiniferita*	*Spiniferiferites ramosus*	
Gonyaulax Spiniferites mirabilis (Rossignal) Sarjeant	*Spiniferites mirabillis*	
Lingulodinium polyedrum (Stein) Dodge	*L. machaerophorum*	*G. polyedra*
Order Peridiniales		
Protoperidinium sp.1	*Brigantedinium majusculum*	
Protoperidinium sp.2		
Protoperidinium compressum	*Stelladinium stellatum*	*P. compressum*
Protoperidinium oblongum (Aurivillius) Parke et Dodge	*Votadinium calvum*	*P. oblongum*
Protoperidinium subinerme (Paulsen) Loeblich	*Selenopemphix alticinctum*	*P. subinerme*
Protoperidinium divaricatum (Meunier) Matsuoka et al.	*Xandarodinium variabile*	
Order Gymnodiniales		
Pheopolykrikos hartmannii (Zimmerman) Matsuoka and Fukuyo		
Uncertain Family		
Phytoflagellate cyst Type A		

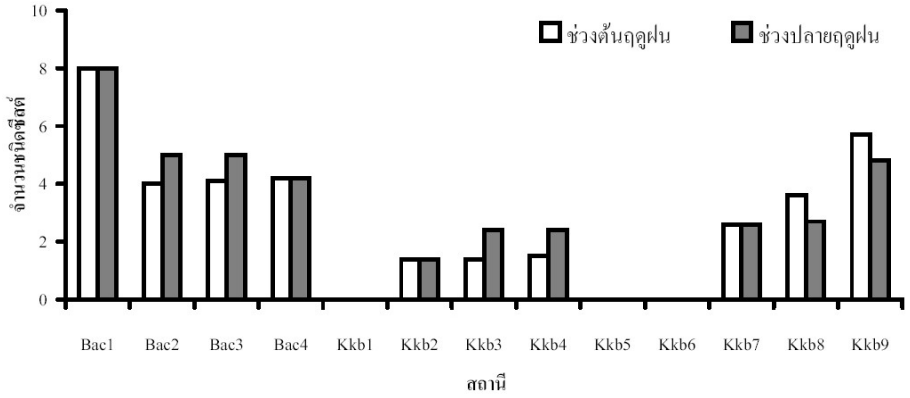
ไมโครเมตร มาทำ panning รวมตะกอนหนักแล้วดูดเอาส่วนน้ำใสๆ มาใส่ใน conical tube ปรับปริมาตรสุดท้ายให้ได้ 10 มิลลิลิตร เพื่อนำไปสังเกตศึกษาลักษณะทางสัณฐานของซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง พร้อมทั้งบันทึกภาพเพื่อเปรียบเทียบกับเอกสารและจำแนกชนิดโดยอาศัยหลักการจำแนกชนิดของ (5-8) โดยลักษณะที่นำมาพิจารณา ได้แก่ รูปร่างของสี และโครงสร้างต่างๆ ที่ปรากฏบนผนังซีสต์ และตำแหน่งของช่องเปิด (archeopyte) ที่เกิดจากการสร้างเซลล์ใหม่จากที่ซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลต

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

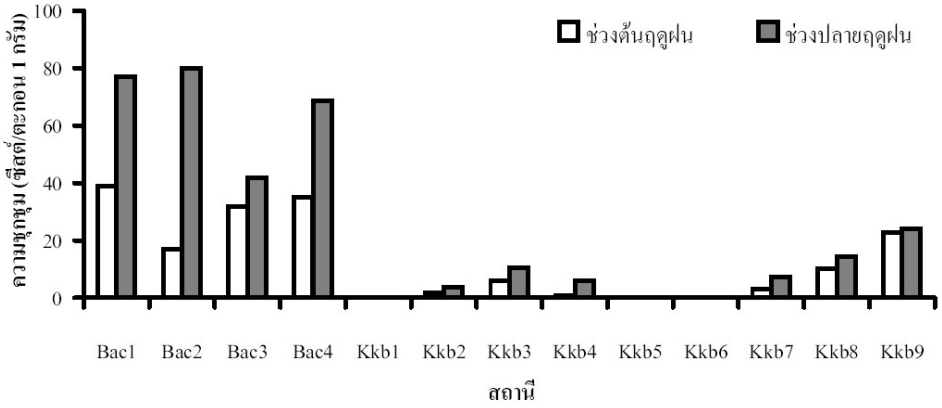
การศึกษาชนิดและการกระจายซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี พบซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตของทั้งสิ้น 12 ชนิด (ตารางที่ 1 และรูปที่ 2-3) ซึ่งพบเฉพาะในกลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลตเท่านั้น ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต ที่พบในช่วงต้นฤดูฝน พบทั้งสิ้น 8 ชนิด พบกระจายโดยทั่วไปบริเวณชายฝั่งนอกอ่าวและภายในอ่าว ยกเว้นสถานี Kkb 1, Kkb 5 และ Kkb 6 ซึ่งไม่พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตเลย ความชุกชุมของซีสต์ในบริเวณนี้มีค่าต่ำมากระหว่าง 0-39 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม บริเวณที่พบความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตสูงได้แก่ บริเวณสถานีชายฝั่งนอกอ่าว ซึ่งมีความลึกมากกว่า 4 เมตร ได้แก่ Bac 1, Bac 3 และ Bac 4 โดยมีความชุกชุม 39, 32 และ 35 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าภายในอ่าวมีความชุกชุมสูง ได้แก่ Kkb 9 โดยมีความชุกชุม 23 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม และบริเวณที่มีความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตต่ำ ได้แก่ สถานีส่วนใหญ่ภายในอ่าว ได้แก่ Kkb 2, Kkb 3, Kkb 4 และ Kkb 7 ซึ่งแต่ละสถานีพบซีสต์ ระหว่าง 1-6 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม และไม่พบซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตใน Kkb 1, Kkb 5 และ Kkb 6 (รูปที่ 4) โดยตัวอย่างซีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็นเปลือกเปล่าในขณะที่ตัวอย่างซีสต์มีชีวิต พบจำนวนน้อย



บริเวณสถานี Bac 1, Kkb 2, Kkb 3 และ Kkb 4 Kkb 7 ซึ่งแต่ละสถานีพบซีสต์ ระหว่าง 1-6 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม และไม่พบซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตใน Kkb 1, Kkb 5 และKkb 6 (รูปที่ 4) โดยตัวอย่างซีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็นเปลือกเปล่า ในขณะที่ตัวอย่างซีสต์มีชีวิต พบจำนวนน้อย บริเวณสถานี Bac 1, Kkb 2, Kkb 3 และ Kkb 4 ซีสต์มีชีวิต พบจำนวนน้อยบริเวณสถานี Bac 1, Kkb 2, Kkb 3 และ Kkb 4 ซีสต์มีชีวิตที่พบได้แก่ *Protoperidinium* sp.1 และ *Lingulodinium polyedrum* เป็นซีสต์ชนิดเด่น (dominant species) ชนิดและการกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณช่วงปลายของฤดูฝน ชนิดและการกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตพบทั้งสิ้น 10 ชนิด โดยพบกระจายทั้งชายฝั่งนอกอ่าวและภายในอ่าว ยกเว้นสถานี Kkb 1, Kkb 5 และ Kkb 6 ที่ไม่พบซีสต์เลย ความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณนี้มีค่าระหว่าง 0-80 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม โดยบริเวณที่พบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตสูง ได้แก่ บริเวณสถานีชายฝั่งนอกอ่าวซึ่งมีความลึกมากกว่า 4 เมตร ได้แก่ Bac 1, Bac 2 และ Bac 4 โดยมีความชุกชุม



รูปที่ 3. จำนวนชนิดซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในช่วงต้นฤดูฝนและช่วงปลายฤดูฝน



รูปที่ 4. จำนวนรวมของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบช่วงต้นฤดูฝนและช่วงปลายฤดูฝน

77, 80 และ 68 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าภายในอ่าวบริเวณที่พบความชุกชุมต่ำ ได้แก่ สถานีส่วนใหญ่ภายในอ่าว Kkb 1, Kkb 3, Kkb 4 และ Kkb 7 มีความชุกชุมอยู่ระหว่าง 4-11 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม ตามลำดับ (รูปที่ 4) โดยตัวอย่างซีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็นเปลือกเปล่า ในขณะที่ตัวอย่างซีสต์มีชีวิตของไดโนแฟลกเจลเลต พบในจำนวนน้อยบริเวณสถานี Kkb 2 เท่านั้นและไม่พบในสถานีอื่นๆ ซีสต์มีชีวิตได้แก่ *Gonyaulax spinifera* และ *G. scrippsae* ชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตมีการกระจายและพบบ่อยในเกือบทุกสถานี ได้แก่ *Lingulodinium polyedrum*, *Protoperi-dinium* sp. 1 และ *Pheopolykrikos hartmannii* เป็นชนิดเด่น เพราะมีความชุกชุมสูงสุดเมื่อเทียบกับซีสต์ชนิดอื่น

จากผลการศึกษาปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพและเคมีบางประการพบว่า อุณหภูมิของน้ำตลอดการศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 30.0-30.5 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละสถานีระหว่างช่วงของการเก็บตัวอย่าง แต่พบว่าในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงปลายของฤดูฝนมีการกระจายของซีสต์มากกว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงต้นของฤดูฝน โดยการศึกษาในครั้งนี้เห็นความแตกต่างได้ชัดเจนในสถานีบริเวณชายฝั่งทั้งในแง่ชนิดและความชุกชุม ส่วนภายในอ่าวมีความแตกต่างกันในแง่ของความชุกชุม โดยพบว่ามีความชุกชุมมากที่สถานี Kkb 7, Kkb 8 และ Kkb 9 อาจเนื่องมาจากลักษณะการไหลเวียนของกระแสน้ำภายในอ่าวที่มีการไหลตามและทวนเข็มนาฬิกา จึงทำให้เกิดการทับถมของอนุภาคตะกอน

เบาบริเวณด้านในอ่าวคุ้งกระเบนบริเวณสถานี Kkb 7, Kkb 8 และ Kkb 9 และมีการกระจายมากกว่าบริเวณสถานีอื่นๆ ภายในอ่าว ยกเว้นสถานีที่ Kkb 1, Kkb 5 และ Kkb 6 ซึ่งไม่พบการกระจายของซีสต์ในการศึกษาในครั้งนี้เลย ส่วนด้านความหลากหลายของชนิดจะมีความแตกต่างกันตามสถานี โดยในสถานีที่ Kkb 2, Kkb 3 และ Kkb 4 พบว่าในช่วงเดือนกรกฎาคมมีความหลากหลายของชนิดน้อยกว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน ในขณะที่สถานี Kkb 7, Kkb 8 และ Kkb 9 พบว่าในช่วงเดือนกรกฎาคมมีความหลากหลายของชนิดมากกว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน ส่วนในสถานีที่ Kkb 1, Kkb 5 และ Kkb 6 ไม่พบว่ามีการกระจายของซีสต์เลย ทั้งสองช่วงของการเก็บตัวอย่าง อาจเนื่องจากลักษณะการไหลเวียนของกระแสน้ำรวมถึงการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาการขึ้นลงของน้ำทะเล โดยในการเก็บตัวอย่างครั้งแรกเป็นการเก็บในช่วงน้ำลงตอนกลางวันและน้ำขึ้นในช่วงกลางคืน จึงทำให้อนุภาคเข้ามาเกิดการสะสมที่ส่วนบริเวณสถานี Kkb 7, Kkb 8 และ Kkb 9 มากกว่าบริเวณอื่นๆ ภายในอ่าว ส่วนในช่วงการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เป็นการเก็บในช่วงน้ำลงตอนกลางคืนและน้ำขึ้นในช่วงกลางวันโดยมีมวลของกระแสน้ำจากนอกอ่าวเข้ามาทำให้เกิดการนำพาตะกอนกระจาย จึงทำให้พบซีสต์ในบริเวณสถานี Kkb 2, Kkb 3 และ Kkb 4 บ้างแต่มีความชุกชุมน้อย

การศึกษาครั้งนี้พบว่ามีการกระจายของซีสต์บริเวณชายฝั่งนอกอ่าวมากกว่าภายในอ่าวทั้งสองของช่วงการศึกษาอาจเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของอ่าว ซึ่งอ่าวคุ้งกระเบนมีลักษณะเป็นอ่าวกึ่งปิดทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องการแลกเปลี่ยนมวลน้ำระหว่างภายในอ่าวและชายฝั่งที่บริเวณปากอ่าว รวมภายในอ่าวเวลาน้ำลงก็จะลงจนถึงปากอ่าวจึงทำให้มีการนำเอาอนุภาคตะกอนเบาออกสู่นอกอ่าวได้มาก ส่วนบริเวณภายนอกอ่าวมีลักษณะเป็นทะเลเปิด จึงได้รับอิทธิพลจากการพัดพาของตะกอนมากับมวลน้ำโดยตรง ที่อาจจะมีการพัดพาอนุภาคตะกอนเบามาด้วย เช่น การศึกษาของ Joyce et al. (9) ทำการศึกษาเปรียบเทียบความชุกชุมของซีสต์ บริเวณชายฝั่งทะเลนอกอ่าว Lambert ใกล้ระบบ upwelling กับภายในอ่าว Saldanha โดยสถานีนอกอ่าว Lambert ทำการเก็บตัวอย่าง 3 สถานี จำแนกได้ 32 ชนิด มีความชุกชุมระหว่าง 1,726-1,863 ซีสต์/มิลลิลิตรของตะกอนรวม ในขณะที่สถานีภายในอ่าว Saldanha ทำการเก็บตัวอย่าง 32 สถานี จำแนกซีสต์ได้ 21 ชนิด ซึ่งมีความชุกชุมค่อนข้างต่ำในอัตรา 116 ซีสต์/มิลลิลิตรของตะกอนรวม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบการกระจายบริเวณชายฝั่งนอกอ่าวมากกว่าภายในอ่าวนอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะของดินตะกอนมีผลต่อการกระจายของซีสต์ของการศึกษาในครั้งนี้ โดยพบว่ามีความชุกชุมของซีสต์ส่วนใหญ่ในสถานีที่มีลักษณะดินตะกอนเป็นดินโคลนหรือโคลนปนทรายเล็กน้อย ซึ่งเป็นสถานีส่วนใหญ่ของชายฝั่งนอกอ่าวและในสถานีที่ Kkb 7, Kkb 8 และ Kkb 9 ทั้งสองช่วงของการเก็บตัวอย่าง และมีการกระจายในบริเวณที่มีลักษณะดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายและเปลือกหอยเป็นสถานีส่วนใหญ่ภายในอ่าว แต่พบว่ามีความชุกชุมในปริมาณที่น้อยทั้งชนิดและความชุกชุมสอดคล้องกับรายงานของ Lirdwitayaprasit (3) ที่รายงานว่าลักษณะพื้นท้องทะเลที่เป็นดินโคลนหรือโคลนปนทรายเล็กน้อยจะมีความชุกชุมมากกว่าบริเวณที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ เช่น ทรายหรือทรายปนเปลือกหอย ส่วนปัจจัยอื่นๆ เช่น ความเค็มและความเป็นกรด-ด่าง และระดับความลึก โดยพบว่าบริเวณที่ทำการศึกษามีความเค็มอยู่ที่ระหว่าง 28-30 psu (practical salinity unit) ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 7.90-8.22 และระดับความลึกตลอดการศึกษาระหว่าง 1.35-5.94 เมตร โดยพบว่าในช่วงเดือนกรกฎาคมจะมีความเค็มต่ำและค่าความเป็นกรด-ด่าง จะสูง ในขณะเดือน

พฤศจิกายนมีค่าความเค็มสูงและค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ เนื่องจากในเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงต้นของฤดูฝนทำให้ได้รับอิทธิพลจากน้ำฝนที่ถูกชะล้างเอาตะกอนและแร่ธาตุบนฝั่งลงมาด้วย ในขณะที่เดือนพฤศจิกายนจะได้รับอิทธิพลจากน้ำด้านนอกอ่าวอย่างเดียว

ชนิดและความชุกชุมซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลต ที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบนในครั้งนี้ ทำการจำแนกชนิดซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลต ในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน พบซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตทั้งหมดบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนมีทั้งสิ้น 12 ชนิด แบ่งออกในอันดับ Gonyaulacales 4 ชนิด อันดับ Peridiniales 6 ชนิด และอันดับ Gymnodiniales 1 ชนิด โดยจำแนกในระดับชนิดได้ 8 ชนิด จำแนกในระดับสกุล 3 ชนิด และไม่สามารถจำแนกชนิดได้ 1 ชนิด โดยพบว่าซีสต์จะมีการกระจายแตกต่างกันตามสถานีและช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่าง โดยพบว่าสถานีชายฝั่งมีแนวโน้มความชุกชุมสูงกว่าสถานีภายในอ่าวทั้งสองช่วงการศึกษา และพบว่าในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงปลายของฤดูฝน มีความชุกชุมมากกว่าในเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงต้นของฤดูฝนทั้งในแง่ของชนิดและความชุกชุม โดยซีสต์ที่พบเป็นชนิดเด่นการศึกษาในครั้งนี้ คือ *Protoperidinium* sp.1 ซีสต์ที่พบเสมอทั้ง 2 ครั้งของการศึกษา ได้แก่ *Spiniferites bulloideus*, *Spiniferites mirabillis*, *Lingulodinium polyedrum*, *Protoperidinium* sp.1, *Protoperidinium* sp.2 และ *Pheopolykrikos hartmannii* นอกจากนี้ยังมีชนิดที่สามารถพบได้ในบางช่วงของการศึกษา ได้แก่ *Spiniferites ramosus*, *Protoperidinium compressum*, *Protoperidinium oblongum*, *Protoperidinium subinerme*, *Protoperidinium divaricatum* และ Phytoflagellate Type A โดยเป็นซีสต์ของ Phytoflagellate ในกลุ่ม Dinoflagellate เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในบริเวณที่ทำการศึกษาไม่พบซีสต์ของ Raphidophyceae (*Chattonella* sp. และ *Heterosigma* sp.) เช่น Lirdwitayaprasit เมื่อปี ค.ศ. 1993 (3) ทำการศึกษาบริเวณอ่างศิลาศรีราชาและแหลมฉบัง พบซีสต์ทั้งสิ้น 30 ชนิด ตรงกับการศึกษาในครั้งนี้มี 7 ชนิด ได้แก่ *Spiniferites bulloideus*, *Spiniferites mirabillis*, *Lingulodinium polyedrum*, *Protoperidinium* sp.1, *Protoperidinium* sp.2, *Pheopolykrikos hartmannii*, *Protoperidinium oblongum* และ *Protoperidinium subinerme* โดยมีความชุกชุมทั้ง 2 ฤดูกาล ที่ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร ในขณะที่การศึกษาของ Lirdwitayaprasit เมื่อปี ค.ศ. 1997 (10) พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตทั้งสิ้น 20 ชนิด และตรงกับการศึกษาครั้งนี้ 3 ชนิด ได้แก่ *Spiniferites bulloideus*, *Spiniferites ramosum* และ *Lingulodinium polyedrum* ทั้งนี้พื้นที่เก็บตัวอย่างอยู่ห่างไกลจากชายฝั่งซึ่งมีระดับความลึกมากกว่า 30 เมตร ซึ่งพบว่ามีความชุกชุมมากกว่าการศึกษาในครั้งนี้ อาจเนื่องจากมีระดับน้ำที่ลึกกว่าทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีอุณหภูมิต่ำ ออกซิเจนน้อย จากการได้รับอิทธิพลของความเข้มแสงน้อยที่มีผลต่อการงอกของซีสต์ ตลอดจนช่วยลดการรบกวนที่ผิวหน้าตะกอนดิน จากอิทธิพลของคลื่นลมและกิจกรรมการประมง รวมทั้งลักษณะโครงสร้างอาจมีผลต่อการลอยตัวอยู่ในมวลน้ำนานจึงมีโอกาสในการถูกพัดพาออกห่างชายฝั่งมากกว่าซีสต์ที่ไม่มีโครงสร้าง เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Anderson et al. (11)

การกระจายซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลต ในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนพบว่ามีจำนวนระหว่าง 0-80 ซีสต์ต่อตะกอน 1 กรัม ความชุกชุมของซีสต์เฉลี่ย 18 ซีสต์ต่อตะกอน 1 กรัม ในช่วงต้นของฤดูฝน และ 33 ซีสต์ต่อตะกอน 1 กรัม ในช่วงปลายของฤดูฝน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในเขตนี้ เช่น การศึกษาของ Srivilai เมื่อปี ค.ศ. 2002 (6) ที่ศึกษาชนิดและความชุกชุมของซีสต์ของไดโน-แฟลกเจลเลตบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และแหลมฉบัง พบว่ามี

ความชุกชุมของซีสต์เท่ากับ 0-128 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม ความชุกชุมเฉลี่ย 43 ซีสต์/ตะกอน 1กรัม ในฤดูแล้ง และ 21 ซีสต์/ตะกอน 1 กรัม ในฤดูฝน และ Lirdwitayaprasit (10) ศึกษาการกระจายซีสต์ของโดโนแฟลกเจลเลตในน่านน้ำไทยและมาเลเซียในปี ค.ศ. 1997 พบว่ามีความชุกชุมซีสต์เท่ากับ 12-56 ซีสต์/ตะกอน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเมื่อเทียบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในเขตอบอุ่นและเขตหนาว พบว่าบริเวณที่ศึกษาครั้งนี้มีความชุกชุมของซีสต์ค่อนข้างต่ำมากกว่า เช่นจากการศึกษาของ Lee and Matsuoka (12) ที่ทำการศึกษาในประเทศเกาหลีและญี่ปุ่น พบว่า ซีสต์มีค่าความชุกชุม 500 ซีสต์/ตะกอน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่การศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Matsuoka et al. (5) พบว่าในชายฝั่งเขตร้อนจะมีค่าความชุกชุมของซีสต์ต่ำกว่าในชายฝั่งเขตอบอุ่นและเขตหนาว เนื่องจากมีอัตราการตกตะกอนสูงกว่าจึงทำให้มีการสะสมที่ผิวตะกอน

4. สรุป

ความชุกชุมของซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณนี้จะมีค่าสูงในบริเวณที่มีลักษณะตะกอนดินเป็นโคลนหรือโคลนปนทรายและความชุกชุมของซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตสูง มีแนวโน้มพบในบริเวณสถานีชายฝั่งมากกว่าสถานีภายในอ่าว ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าฤดูกาลมีอิทธิพลต่อทั้งความหลากหลายความชุกชุมและการกระจายของซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณนี้เฉพาะในบริเวณชายฝั่งนอกอ่าว โดยพบเฉพาะซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต อันดับ Peridinisles, Gonyaulacales และ Gymnodiniales มีการกระจายอยู่ในบริเวณกว้างทั้งบริเวณชายฝั่งนอกอ่าวและภายในอ่าว การกระจายไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ช่วงของฤดูฝน แต่ปริมาณความชุกชุมช่วงปลายของฤดูฝนค่อนข้างสูงกว่า และเมื่อพิจารณาจากชนิดและความชุกชุมซีสต์ของไฟโตแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีความชุกชุมค่อนต่ำเมื่อเทียบกับการศึกษาในเขตที่มีปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเสมอๆ ดังนั้นอ่าวคุ้งกระเบนจึงไม่เป็นแหล่งสะสมซีสต์ที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีที่มีสาเหตุจากไฟโตแฟลกเจลเลตชนิดที่สร้างซีสต์ได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณอิงอร ทองคำดี เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เจ้าหน้าที่สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยราชมงคล ภาคตะวันออก เจ้าหน้าที่ศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี และเจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกระหว่างการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

(1) Nechring S. *Gymnodinium catelnetum* Graham (Dinophyceae) in Europe: A growing problem. J Plankton Res. 1993; 15: 85-102.

(2) Dale BC, Yentsch CM, Hurst JW. Toxicity in resting cyst of the red tide dinoflagellate *Gonyaulax excavata* from deeper water coastal sediments. Science. 1978; 201: 1223-4.

(3) Lirdwitayaprasit T. Roles and distribution of cyst. In: Marine fishery division, Department of fisheries and water quality management bureau, Pollution control department, editors. Workshop lesson on red tide. Bangkok: Eastern marine fisheries research and development center; 1993. p. 28–31. Thai.

(4) Marine fishery division, Department of fisheries and water quality

management bureau, Pollution control department. Bangkok: Eastern marine fisheries research and development center; 1993. Thai.

(5) Matsuoka K, Fukuyo Y, Yoshida M. Technical guide for modern dinoflagellate cyst study. Japan: WESTPEC-HAB/WESTPEC/IOC; 2000.

(6) Srivilai D. Species and abundance of dinoflagellate cysts in the surface sediment of Angsila, Siracha, and Laem Chabang areas [Thesis]. Bangkok: Department of marine science, Chulalongkorn University; 2002. Thai.

(7) Lirdwitayaprasit T. Biochemical Processes during the cyst Formation of Marine Phytoflagellates [Dissertation]. Japan: Ehime University; 1990.

(8) Matsuoka K, Mizushima K, Fujii R. Atlas of modern dinoflagellate cyst for "Dinoflagellate Cyst Mapping". Japan: Nagasaki University; 2004.

(9) Joyce LB, Pitcher GC, Randt AD, Monteiro PMS. Dinoflagellate cysts from surface sediments of Saldanha Bay, South Africa: An indication of the potential risk of harmful algal blooms. Harmful Algae. 2005; 4: 309-18.

(10) Lirdwitayaprasit T, editors. Distribution of Dinoflagellate cysts in the surface sediment of Thailand and East coast of the Peninsular Malaysia. Proceeding of the first technical seminar on Marine Fishry resources survey in the south China sea Area I: Gulf of Thailand and east coast of Peninsular Malaysia; 1997 Nov; Bangkok: 1997.

(11) Anderson DM, Taylor CD, Armbust EV. The effect of darkness and anaerobiosis on dinoflagellate cyst germination. Limnol Oceanogr. 1987; 32(2): 340-51.

(12) Lee JB, Matsuoka K. Dinoflagellate cysts in surface sedimaents of southern Korean water. In: Yasumoto T, Oshima Y, Fukuyo Y, editors. Harmful and toxic algal blooms. France: Intergoverment Oeanography Commission of UNESCO; 1996. p. 173-8.