

ชนิดและความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในผิวดตะกอนดินบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบัง



นายดุสิต ศรีวิไล

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล


คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-172-956-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SPECIES AND ABUNDANCE OF DINOFLAGELLATE CYSTS IN THE SURFACE SEDIMENT
OF ANG SILA, SI RACHA, AND LAEM CHABANG AREAS



Mr. Dusit Srivilai

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Marine Science

Department of Marine Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-172-956-1

ดุสิต ศรีวิไล : ชนิดและความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในผิวตะกอนดิน
บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบัง. (SPECIES AND ABUNDANCE OF
DINOFLAGELLATE CYSTS IN THE SURFACE SEDIMENT OF ANG SILA,
SI RACHA, AND LAEM CHABANG AREAS)

อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์, จำนวนหน้า 122 หน้า.
ISBN 974-172-956-1.

การศึกษาชนิดและความชุกชุมของไดโนแฟลกเจลเลตบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและ
แหลมฉบัง โดยเก็บตัวอย่างผิวตะกอนดิน จำนวน 14 สถานี ทำการเก็บ 2 ครั้ง โดยเรือ
จุฬาริวิจัย ระหว่างวันที่ 3 ถึง 5 เดือนกุมภาพันธ์ 2545 เพื่อศึกษาความชุกชุมซีสต์ในฤดูแล้ง และ
วันที่ 7 ถึง 9 กันยายน 2545 เพื่อศึกษาความชุกชุมซีสต์ในฤดูฝน ผลการตรวจวิเคราะห์พบซีสต์ทั้ง
สิ้น 30 ชนิด โดยสามารถจำแนกชนิดได้ 28 ชนิดในกลุ่ม Gymnodiniales, Gonyaulacales,
Peridinales และไม่สามารถจำแนกชนิดได้ 2 ชนิด ซีสต์ชนิดเด่นที่พบได้แก่ *Pheopolykrikos*
hartmannii และ *Pyrophacus steinii* ชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบ่อยในการศึกษา
ครั้งนี้ ได้แก่ *Pheopolykrikos hartmannii*, *Gonyaulax spinifera* (*Spiniferites mirabilis*),
Lingulodinium polyedrum, *Pyrophacus steinii*, *Protoperidinium pentagonum* และ *P.*
leonis โดยจัดทำรูปและคำบรรยายลักษณะต่าง ๆ ของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบพร้อมทั้ง
จัดทำเป็นกุญแจสำหรับการจำแนกชนิดซีสต์ที่พบในบริเวณนี้

ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตมีการกระจายกว้างพบได้เกือบทุกสถานี โดยมีความ
ชุกชุมแตกต่างกันไปตามฤดูกาลและสถานีศึกษา ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในฤดูแล้งมี
ความชุกชุมมากกว่าฤดูฝนทั้งในแง่ชนิดและจำนวนซีสต์ บริเวณที่พบความชุกชุมซีสต์ของ
ไดโนแฟลกเจลเลตสูงทั้งสองฤดูกาลได้แก่ สถานีที่มีระดับความลึกมากกว่า 10 เมตรในบริเวณ
อ่างศิลาและบางพระ ในขณะที่บริเวณที่พบการสะสมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตต่ำทั้งสองฤดู
กาลได้แก่ สถานีส่วนใหญ่ในบริเวณแหลมฉบัง

ภาควิชา..... ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา.....

4272280523 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEY WORD: DINOFLAGELLATE CYSTS / ABUNDANCE / ANG SILA /
SI RACHA / LAEM CHABANG

DUSIT SRIVILAI : SPECIES AND ABUNDANCE OF DINOFLAGELLATE CYSTS IN
THE SURFACE SEDIMENT OF ANG SILA, SI RACHA, AND LAEM CHABANG
AREAS. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. THAITHAWORN
LIRDWITTAYAPRASIT, Ph.D. 122 pp. ISBN 974-172-956-1.

Study on species and abundance of dinoflagellate cysts in the surface sediment has been conducted by Chulavijai research vessel at 14 stations around Ang Sila, Si Racha, and Laem Chabang areas. Two cruises were operated for this study. The first cruise was conducted during the period of February 3 – 5, 2002 that represented the dry season samples. The second cruises was conducted during the period of September 7 – 9, 2002 that represented the rainy season samples. Thirty types of cysts were found of which 28 cysts belonged to order Gonyaulacales, Gymnodiniales and Peridiniales and two unknown cyst types. The dominant species were cysts of *Pheopolykrikos hartmannii* and *Pyrophacus steinii* and the most common species were *Pheopolykrikos hartmannii*, *Gonyaulax spinifera* (*Spiniferites mirabilis*), *Lingulodinium polyedrum*, *Pyrophacus steinii*, *Protoperidinium pentagonum*, and *P. leonis*. The illustration, description and the key for cyst identification in this area have also been prepared.

Dinoflagellate cysts were widely found in almost stations of the study area. Total numbers of dinoflagellate cysts in dry season was higher than rainy season. The abundance of dinoflagellate cysts in both two seasons was high at the stations with deeper than 10 meter around Ang Sila and Bang Pra Areas and low abundance at the station near Laem Chabang areas.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดีโดยได้รับความกรุณาอย่างสูงจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์ ที่ได้กรุณาให้คำอบรม คำตักเตือน คำปรึกษา คำแนะนำตลอดจนความรู้และแนวทางอันเป็นประโยชน์ยิ่งในการทำงานวิจัย รวมทั้งได้กรุณาช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จเรียบร้อย จึงขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ. ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมถวิล จริตควร และท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ ที่ได้กรุณารับเป็นกรรมการสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณสมภพ รุ่งสุภา คุณชลธยา ทรงรูป และพี่ ๆ พนักงานประจำเรือจุฬาริวิจัย ศูนย์ฝึกนักศึกษาเกาะสีชังทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ตลอดจนช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา รวมถึงคำแนะนำ เอกสารและความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในหลายประการ

ขอบพระคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้องๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุนและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้กำลังใจ สนับสนุนในด้านต่าง ๆ อย่างดียิ่งตลอดมา รวมทั้งครู – อาจารย์ทุกท่านที่ได้เคยสั่งสอนอบรมและให้ความรู้ จนงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและสามารถสำเร็จการศึกษาได้ตามที่ตั้งใจ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฉ

บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วิธีดำเนินการศึกษา.....	21
3. ผลการศึกษา.....	28
4. อภิปรายผลการศึกษา.....	98
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	113
รายการอ้างอิง.....	116
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	122

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. ปัจจัยสภาพแวดล้อมบางประการในบริเวณสถานี่ศึกษา.....	29
2. ชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตทั้งหมดที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบัง.	30
3. ชนิดซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบโดยการแยกเซลล์เดี่ยวและทำการงอกเซลล์ใหม่ ในหลุมเพาะเลี้ยง.....	69
4. การกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตชนิดต่าง ๆ ที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และแหลมฉบังในฤดูแล้ง	72
5. การกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตชนิดต่าง ๆ ที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และแหลมฉบังในฤดูฝน	76
6. ระยะเวลา dormancy period ของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิด.....	101
6. ชนิดซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และแหลมฉบังเปรียบเทียบกับการศึกษาในบริเวณอื่น ๆ	104

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. วงจรชีวิตและการสร้างซีสต์ในไดโนแฟลกเจลเลต.....	4
2. รูปทรงแบบต่าง ๆ ของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลต.....	12
3. ภาพเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏบนซีสต์และเซลล์ในระยะปกติ ของไดโนแฟลกเจลเลต.....	13
4. รูปทรงและสัดส่วนของโครงสร้างบนพื้นผิวของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตแบบ proximate, proximochorate และ chorate.....	14
5. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium leonis</i>	14
6. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium divaicatum</i>	15
7. ซีสต์ของ <i>Gonyaulax scrippsae</i>	15
8. โครงสร้างผนังของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต.....	16
9. ลักษณะของผนังและโครงสร้างต่าง ๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวซีสต์.....	17
10 ช่องเปิดแบบต่าง ๆ ที่พบในซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต.....	18
11.ซีสต์ของ <i>Gonyaulax spinifera</i>	19
12.ซีสต์ของ <i>Diplopelta parva</i>	19
13 ซีสต์ของ <i>Pheopolykrikos hartmannii</i>	20
14 ซีสต์ของ <i>Polykrikos schartzii</i>	20
15 สถานีเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และแหลมฉบัง.....	21
16 ซีสต์ของ <i>Pheopolykrikos hartmannii</i>	33
17.ซีสต์ของ <i>Polykrikos schwartzii</i>	34
18.ซีสต์ของ <i>Polykrikos</i> sp.....	35
19.ซีสต์ของ <i>Alexandrium</i> sp.....	37
20.ซีสต์ของ <i>Gonyaulax scrippsae</i>	38
21.ซีสต์ของ <i>Gonyaulax spinifera</i> (<i>Spiniferites membranaceus</i>).....	39
22.ซีสต์ของ <i>Gonyaulax spinifera</i> (<i>Spiniferites mirabilis</i>).....	40
23.ซีสต์ของ <i>Lingulodinium polyedrum</i>	41
24.ซีสต์ของ <i>Pyrophacus steinii</i>	42
25.ซีสต์ของ <i>Spiniferites</i> sp1.....	43

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
26. ซีสต์ของ <i>Spiniferites</i> sp2.....	44
27. ซีสต์ของ <i>Spiniferites</i> sp3.....	45
28. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium compressum</i>	47
29. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium latissimum</i>	48
30. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium leonis</i>	49
31. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium oblongum</i>	50
32. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium caudicans</i>	52
33. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium pentagonum</i>	53
34. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium subinerme</i>	54
35. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium conicum</i>	55
36. ซีสต์ของ <i>Diplopelta parva</i>	56
37. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium</i> sp1.....	57
38. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium</i> sp2.....	58
39. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium</i> sp3.....	59
40. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium</i> sp4.....	60
41. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium</i> sp5.....	61
42. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium</i> sp6.....	62
43. ซีสต์ของ <i>Protoperidinium</i> sp7.....	63
44. รูปซีสต์ Unknown sp1.....	64
45. รูปซีสต์ Unknown sp2.....	65
46. จำนวนชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	71
47. จำนวนรวมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	71
48. สัดส่วนตัวอย่างมีชีวิตและเปลือกเปล่าของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบ ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังในฤดูแล้ง.....	74
49. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยรวม และซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม Gymnodinales.....	80
50. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Pheopolykrikos hartmannii</i> และ <i>Polykrikos schwartzii</i>	81

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
51. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Polykrikos</i> sp. และ ซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม <i>Gonyaulacales</i>	82
52. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Lingulodinium polyedrum</i> และ <i>Pyrophacus steinii</i>	83
53. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Gonyaulax scrippsae</i> และ <i>Gonyaulax spinifera</i> (<i>Spiniferites mirabilis</i>).....	84
54. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Gonyaulax spinifera</i> (<i>Spiniferites membranaceus</i>) <i>Aleaxandrium</i> sp. และ <i>Spiniferites</i> sp.1.....	85
55. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Spiniferites</i> sp.2, <i>Spiferites</i> sp.3, และซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม <i>Peridinales</i>	86
56. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Protoperidinium leonis</i> และ <i>Protoperidinium pentagonum</i>	87
57. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Protoperidinium compressum</i> และ <i>Protoperidinium</i> sp.6	88
58. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Protoperidinium oblongum</i> และ <i>Protoperidinium</i> sp.7.....	89
59. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Protoperidinium subinermis</i> และ <i>Protoperidinium conicum</i>	90
60. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Protoperidinium latissimum</i> และ <i>Diplopelta parva</i>	91
61. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Protoperidinium</i> sp. 2 และ <i>Protoperidinium</i> sp. 3.....	92
62. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ <i>Protoperidinium claudicans</i> , <i>Protoperidinium</i> sp.1, <i>Protoperidinium</i> sp.4 และ <i>Protoperidinium</i> sp.5.....	93
63. ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ Unknown 1 และ Unknown sp. 2	94
64. ความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยรวมกับลักษณะตะกอนดิน ของสถานีศึกษา.....	97

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

65. ความลึกของบริเวณสถานีศึกษากับความชุกชุม

และการกระจายของสัตว์ของไดโนเสาร์ที่เจดเจด..... 109



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไดโนแฟลกเจลเลตเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อระบบนิเวศทางทะเลในหลายประการ ทั้งในแง่ของการเป็นส่วนหนึ่งของผลผลิตขั้นต้นในทะเล (primary production) และมีอิทธิพลในด้านสิ่งแวดล้อมในทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณชายฝั่งซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังจะพบอยู่เสมอ ๆ ว่า ไดโนแฟลกเจลเลตในหลายสกุลเป็นสาเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (red tide) เป็นสาเหตุให้คุณภาพน้ำบริเวณนั้นเสื่อมโทรมเนื่องจากสภาวะการขาดออกซิเจน ซึ่งเป็นผลเสียต่อสัตว์น้ำที่อาศัยในบริเวณนั้น และปัญหาการปนเปื้อนของชีวพิษในสัตว์น้ำในกรณีที่เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวมีสาเหตุมาจากไดโนแฟลกเจลเลตที่สามารถสร้างพิษได้ ซึ่งในบางชนิดมีความรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต

ไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิดมีการสร้างซีสต์ (resting cyst) ในช่วงการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศซึ่งจะเกิดเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิต (Nehring, 1993) โดยมีบทบาทสำคัญหลายประการ ได้แก่ เป็นกลไกการถ่ายทอดและพัฒนาพันธุกรรมของไดโนแฟลกเจลเลต บทบาทในการกระจายไปในบริเวณต่าง ๆ และเป็นกลไกการหลบหลีกต่อสภาวะซึ่งไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตและทำให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานจนกว่าจะถูกกระตุ้นให้เกิดการงอกเป็นเซลล์ปกติออกมาเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีซ้ำแล้วซ้ำอีกในหลายบริเวณที่มีความชุกชุมของซีสต์ (seed bed) อยู่เป็นจำนวนมากทั่วโลก

ปัจจุบันพบว่าไดโนแฟลกเจลเลตน้ำเค็มมากกว่า 80 ชนิด สามารถสร้างซีสต์ได้ (Matsuoka and Fukuyo, 2000) แม้ว่าจะเป็นจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตทั่วโลกที่มีมากกว่า 2000 ชนิดแต่ก็มีความสำคัญ เนื่องจากในจำนวนนี้มากกว่า 16 ชนิดเป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีโดยมี 7 ชนิดสามารถสร้างสารพิษและเป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี รวมถึงการปนเปื้อนพิษในสัตว์ทะเลในบริเวณที่มีความชุกชุมของซีสต์ได้ แม้ว่าในบริเวณนั้นจะไม่มีปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเกิดขึ้นเลยก็ตาม (Matsuoka and Fukuyo, 2000) นอกจากนี้ไดโนแฟลกเจลเลตที่สร้างสารพิษบางกลุ่มมีการกระจายและก่อปัญหาในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลกอันเนื่องมาจากการนำพาเอาซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตมากับ

ตะกอนและน้ำอับเฉาเร็ว (Hallegraeff, 1993) สำหรับประเทศไทยบริเวณชายฝั่งอ่างศิลา บางแสน ศรีราชา – เกาะสีชังเป็นบริเวณหนึ่งซึ่งมีรายงานการพบไดโนแฟลกเจลเลตในสกุลที่สร้าง ซีสต์และสารพิษได้ (พรศิลป์ ผลพันธุ์, 2530; ชลธยา ทรงรูป, 2541; Fukuyo et al.,1988) ประกอบกับบริเวณศรีราชา – เกาะสีชังและแหลมฉบังมีแนวร่องน้ำ และการจอตอดสมของเรือ ขนส่ง สินค้าระหว่างประเทศอยู่เป็นจำนวนมาก จึงเป็นบริเวณหนึ่งที่น่าจะมีการตรวจสอบและ ติดตามการเปลี่ยนแปลงของไดโนแฟลกเจลเลต โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีความสามารถในการสร้าง สารพิษ ซึ่งการศึกษาชนิด ความชุกชุมและการกระจายของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตจะเป็นอีกวิธี หนึ่งที่ทำให้ทราบการกระจายของไดโนแฟลกเจลเลต ตลอดจนทราบแหล่งสะสมซีสต์ของ ไดโนแฟลกเจลเลตเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึง พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี โดยเฉพาะปรากฏการณ์ที่มีสาเหตุมาจากไดโนแฟลกเจลเลตชนิดที่สร้างสารพิษ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาชนิด ความชุกชุม และแหล่งสะสมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตใน บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบัง
2. เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีใน บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบัง
3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาด้านนิเวศวิทยาของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณ บริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบัง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงชนิด การกระจายและแหล่งสะสมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณ อ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบัง
2. ใช้เป็นข้อมูลในการประเมินถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเพื่อการออกแบบระบบติดตามและ ฝ้าระวังการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบัง
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาด้านนิเวศวิทยาของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณ อ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังและการศึกษาด้านอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

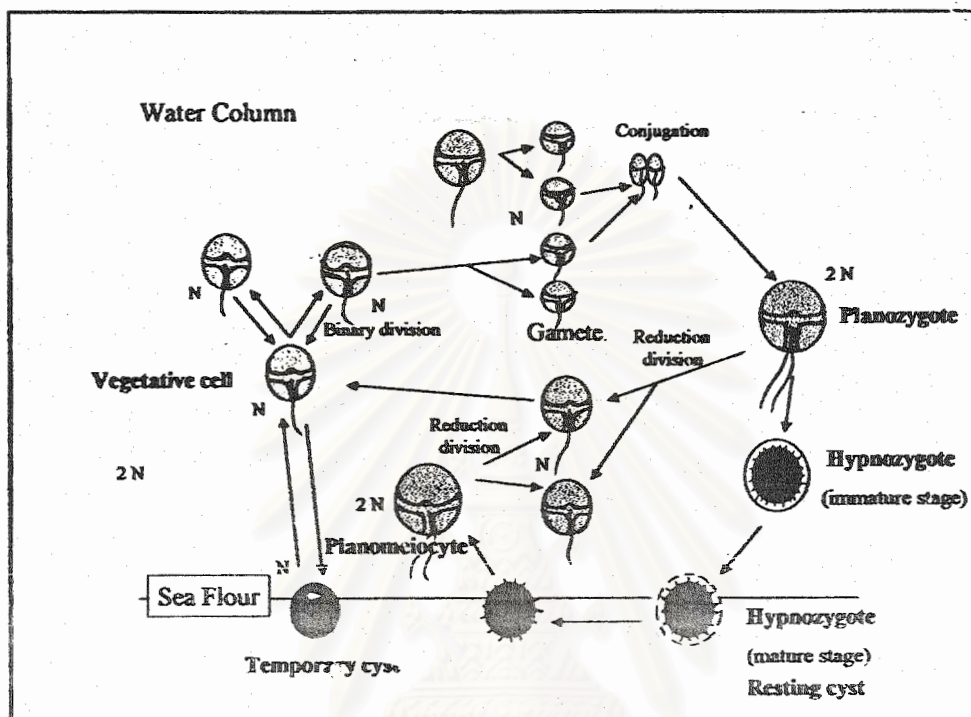
การสร้างซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต

ไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิดจะมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมโดยการเปลี่ยนรูปร่างและรูปแบบการดำรงชีวิตจากเซลล์ที่สามารถเคลื่อนที่โดยใช้แฟลกเจลลาและดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนอยู่ในมวลน้ำไปสู่เซลล์ที่ไม่มีแฟลกเจลลาและไม่เคลื่อนที่จมลงสู่ผิวหน้าตะกอนดิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ temporary cyst และ resting cyst

temporary cyst คือเซลล์ที่สูญเสียแฟลกเจลลาเนื่องจากการถูกรบกวนหรือการพบกับความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอย่างกะทันหัน เช่น การปั่นป่วนของมวลน้ำเนื่องจากคลื่นลม การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างฉับพลันและการอยู่ในบริเวณที่มีความหนาแน่นเซลล์สูง เมื่อเซลล์พบกับสภาวะเหล่านี้จะมีการสลัดแฟลกเจลลาทิ้งและเปลี่ยนรูปร่างเป็นทรงกลม ผิวเรียบมีผนังโปร่งใส ในพวกที่มีเปลือกบางชนิดอาจมีการสลัดเปลือกทิ้งอีกด้วย เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงกลับมาในภาวะที่เหมาะสมอีกครั้ง temporary cyst จะสามารถเปลี่ยนรูปร่างกลับไปสู่เซลล์ปกติที่สามารถเคลื่อนที่ได้ (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

ในขณะที่ resting cyst คือเซลล์ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) โดยการรวมตัวกันของเซลล์สืบพันธุ์ 2 เซลล์ เกิดเป็นเซลล์ปกติที่มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ในระยะปกติและมี longitudinal flagella 2 เส้น เรียกเซลล์ในระยะนี้ว่า planozygote เซลล์ในระยะนี้จะสามารถเคลื่อนที่และลอยลอยอยู่ในมวลน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจะสลัดแฟลกเจลลาแล้วจึงเปลี่ยนรูปร่างเข้าสู่เซลล์ในระยะที่เคลื่อนที่ไม่ได้ เรียกเซลล์ในระยะนี้ว่า hypnozygote หรือ resting cyst และจมตัวลงสู่พื้นทะเลในที่สุด โดยปกติแล้ว คำว่า ซีสต์มักจะหมายถึง resting cyst (Matsuoka and Fukuyo, 2000) ไดโนแฟลกเจลเลตจะใช้เวลาในการดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะซีสต์นี้ไปอีกระยะหนึ่งเพื่อการพัฒนาทางสรีระจนมีความสมบูรณ์เต็มที่ (maturation) พร้อมทั้งจะงอกเป็นเซลล์ปกติต่อไป (germinate) เรียกระยะเวลานี้ว่า dormancy period ในไดโนแฟลกเจลเลตแต่ละชนิดจะมีระยะ dormancy period แตกต่างกันไป เมื่อซีสต์ผ่านขั้นตอนการพัฒนาทางสรีระวิทยาโดยสมบูรณ์แล้วหากสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญ ซีสต์จะยังคงอยู่ในสภาวะเดิมได้เป็นเวลานาน เมื่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมเหมาะสมก็จะกระตุ้นให้เกิดการงอกเป็นเซลล์ปกติและดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนต่อไป (Kremp and Anderson, 2000) นอกจากนี้ซีสต์สามารถคงอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิและออกซิเจนต่ำได้เป็นเวลานานโดยไม่มีการงอก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การได้รับแสงและการถูกพัดพาขึ้นมาสู่มวลน้ำจะเป็นปัจจัยภายนอกในกระตุ้นให้เกิดการงอกเป็นเซลล์ระยะปกติ

(Matsuoka and Fukuyo, 2000) ในระหว่างที่อยู่ในสถานะที่เป็นซีสต์นี้จะถูกกระแสน้ำพัดพาไปยังบริเวณต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับอนุภาคตะกอนเบาต่าง ๆ



รูปที่ 1 วงจรชีวิตและการสร้างซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและการงอกเป็นเซลล์ปกติ (germination) ของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสภาวะการขาดแคลนธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งการขาดแคลนไนโตรเจน (Anderson et al., 1984; Pfister, 1975-1977; Pfister and Anderson, 1987; Walker and Steidinger, 1979) และสภาวะการขาดแคลนฟอสฟอรัส (Blanco, 1995) เป็นปัจจัยหลักในการเหนี่ยวนำให้เกิดการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและการสร้างซีสต์ในไดโนแฟลกเจลเลตเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ปัจจัยอื่นทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพมีผลน้อยมาก และมีผลต่อไดโนแฟลกเจลเลตเพียงบางชนิดเท่านั้น ดังในการศึกษาของ Anderson และคณะ (1984) พบว่าการรบกวนต่าง ๆ (disturbance) รวมถึงสภาวะอุณหภูมิและความเข้มแสงที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของไดโนแฟลกเจลเลตเกือบจะไม่มีผลต่อการสร้างซีสต์เลยหากไดโนแฟลกเจลเลตเหล่านั้นอยู่ในสภาวะที่มีสารอาหารพอเพียงและจะเข้ามาอิทธิพลร่วมแต่น้อยมากกับสภาวะการขาดแคลนสารอาหาร เช่น ในการศึกษาของ Watanabe และคณะ (1982) พบว่า ซีสต์

ของ *Scrippsiella trochoidea* จะมีจำนวนลดลงเมื่อความเข้มแสงลดลง แต่อย่างไรก็ดีผลการลดลงดังกล่าวเป็นผลจากการลดลงของจำนวนเซลล์และอัตราการเติบโตเนื่องจากภาวะไม่เหมาะสม โดยการเกิดซิสต์จะเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อจำนวนเซลล์ในระยะปกติและเช่นเดียวกับการศึกษาอื่น ๆ คือการเกิดซิสต์จะเกิดขึ้นน้อยในสภาวะที่มีธาตุอาหารพอเพียง

ในขณะที่การเกิดการงอกเป็นเซลล์ปกติ (germination) ของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต นั้นเกี่ยวข้องและได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการ ทั้งจากปัจจัยทางชีวภาพภายในของซิสต์เองและปัจจัยทางกายภาพภายนอกจากสิ่งแวดล้อม โดยปัจจัยทางชีวภาพภายใน ได้แก่ ความยาวนานของ dormancy period ซึ่งมีระยะเวลาแตกต่างกันไปตามชนิดของไดโนแฟลกเจลเลต ซิสต์ที่ยังไม่ผ่านพ้นช่วงระยะ dormancy period จะยังไม่มีคุณสมบัติพร้อมและไม่สามารถงอกออกเป็นเซลล์ปกติได้ นอกจากนี้ระบบนาฬิกาทางชีวภาพ (biological clock) ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ และยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดถึงกลไกและอิทธิพลต่อการงอกเป็นเซลล์ปกติของไดโนแฟลกเจลเลต ในบางครั้งแม้ว่าซิสต์จะผ่านพ้น dormancy period แล้วก็ไม่อาจงอกเป็นเซลล์ปกติได้แม้ว่าปัจจัยสภาพแวดล้อมขณะนั้นอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก็ตาม (Anderson and Keafer, 1987; Perez et al., 1998; Rengerfors and Anderson, 1998)

ในส่วนปัจจัยทางกายภาพภายนอกพบว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมงอกเป็นเซลล์ปกติของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต (Anderson and Morell, 1979; Bravo and Anderson, 1994; Pfiester and Anderson, 1987) เช่นการงอกเป็นเซลล์ปกติในซิสต์ของ *Scrippsiella hangoei* จะถูกยับยั้งที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่า 9 องศาเซลเซียสซึ่งสอดคล้องกับในการศึกษาทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม (Bravo and Anderson, 1994)

ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลได้แก่ออกซิเจนและปริมาณแสง โดยพบว่าการงอกเป็นเซลล์ปกติของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ในภาวะขาดออกซิเจน (anoxia) (Anderson et al., 1987, Rengefor and Anderson, 1998) แต่อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิดสามารถงอกเป็นเซลล์ปกติได้แม้ในภาวะที่มีออกซิเจนต่ำมาก เช่น ผลการศึกษาของ Rengefor และ Anderson (1998) พบว่า *Ceratium hirundinella* แม้ว่าจะถูกบ่มเพาะในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำเพียง 5 % ก็ยังสามารถงอกเป็นเซลล์ปกติได้ไม่แตกต่างกับสภาวะออกซิเจนปกติ

ในส่วนของแสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่อิทธิพลต่อการงอกเป็นเซลล์ปกติของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต โดยภาวะที่ไม่มีแสงจะมีผลต่ออัตราการงอกเป็นเซลล์ปกติของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตหลายชนิด (Anderson et al., 1987; Cannon, 1993; Rengerfors and Anderson, 1998) เช่นการงอกเป็นเซลล์ปกติของ *Scrippsiella* sp. และ *Gonyaulax tamarensis*

(*Alexandrium tamarense*) มีอัตราการงอกเป็นเซลล์ปกติในภาวะที่มีแสงมากกว่าในภาวะมืดถึง 3 เท่า และการงอกเป็นเซลล์ปกติของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิดจะถูกยับยั้งโดยสมบรูณ์อย่างสมบรูณ์ในสภาวะไม่มีแสง เช่น ในซีสต์ของ *Gonyaulax polyedra* (*Lingulodinium polyedrum*) (Anderson et al., 1987; Binder and Anderson, 1986; Rengefors and Anderson, 1998) อย่างไรก็ตามพบว่าใน *G. rugosum* มีอัตราการงอกไม่แตกต่างกันในสภาวะมีแสงและไม่มีแสง (Anderson et al., 1987)

บทบาทและความสำคัญของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลต

สำหรับบทบาทและความสำคัญของซีสต์นั้นมีหลายประการ ได้แก่

1. เป็นกลไกการถ่ายทอดและปรับปรุงพันธุกรรมในไดโนแฟลกเจลเลต
2. เป็นการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมทำให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นเวลานาน
3. มีบทบาทในการกระจายไปยังบริเวณต่าง ๆ โดยการพัดพาของกระแสน้ำ สิ่งมีชีวิตและการถูกนำพาไปกับน้ำและตะกอนในถังอับเฉา (ballast tank) ของเรือขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ
4. เป็นจุดเริ่มต้นหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีแล้วซ้ำอีกบริเวณที่มีความชุกชุมตัวของซีสต์ (seed bed) เนื่องจากการเกิดการงอกเซลล์ปกติออกมาพร้อม ๆ กันเป็นจำนวนมากในขณะสภาพแวดล้อมเหมาะสม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีที่พบในหลาย ๆ บริเวณทั่วโลก (Hallegraeff, 1993) นอกจากนี้การเกิดซีสต์ยังมีบทบาทในการยุติปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีอีกด้วย โดยการรวมตัวกันของเซลล์สืบพันธุ์ 2 เซลล์เกิดเป็น planozygote และเปลี่ยนแปลงเป็น hypnozygote หรือ resting cyst แล้วจมตัวลงสู่พื้นทำให้จำนวนเซลล์ระยะปกติในมวลน้ำลดลง (Anderson, 1984)
5. ซีสต์สามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนพิษในสัตว์ทะเลได้เช่นเดียวกับเซลล์ในระยะปกติแม้ว่าในบริเวณนั้นจะไม่มีปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเกิดขึ้นก็ตาม โดยพบว่าซีสต์จะมีความเป็นพิษมากกว่าเซลล์ปกติประมาณ 10 เท่า (Dale et al., 1978)

การศึกษาของ Hallegraeff (1993), Wall (1975) และ Anderson (1984) พบว่าการกระจายและความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีและการปนเปื้อนของสารพิษในสัตว์น้ำประเภทหอยที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ๆ ในกรณีที่เกิดปรากฏการณ์เหล่านั้นมีสาเหตุมาจากไดโนแฟลกเจลเลตที่สร้างสารพิษ ซึ่งนอกจากจะทำความเสียหายให้กับอุตสาหกรรมประมงแล้วยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ที่บริโภคอาหารทะเลที่มีการปนเปื้อนพิษเหล่านั้นด้วย

จากความสำคัญดังกล่าวนี้เองทำให้มีการศึกษาถึงการกระจายและความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลกมากขึ้นเพื่อหาบริเวณที่มีความชุกชุมของซีสต์อยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน ออกแบบระบบติดตามเฝ้าระวังและเตือนภัยล่วงหน้า เพื่อป้องกันและบรรเทาความเสียหายที่อาจเกิดตามมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น

Kim (1991) ศึกษาการกระจายของซีสต์ในบริเวณ Chinhee Bay ประเทศเกาหลีใต้ซึ่งเป็นบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีโดยไดโนแฟลกเจลเลตอยู่เสมอ เพื่อการทำแผนที่และแบบจำลองในการทำนาย รวมถึงศึกษาบทบาทของซีสต์ต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในบริเวณนี้ โดยพบซีสต์ทั้งหมด 24 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นชนิดที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี 6 ชนิดและมีการพบชนิดที่สร้างพิษสาเหตุของ PSP toxin ได้แก่ *A. tamarense*

Bolch และ Hallegraef (1990) ศึกษาซีสต์จากตะกอนดินในบริเวณ Tasmanian estuaries พบซีสต์ทั้งหมด 34 ชนิด และมีการพบ *G. catenatum* ซึ่งเป็นไดโนแฟลกเจลเลตที่สามารถสร้างสารพิษและเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของพิษอัมพาตในหอย (PSP) ในหลายบริเวณ นอกจากนี้ยังพบซีสต์ที่มีลักษณะคล้าย *A. tamarense* ซึ่งเป็นไดโนแฟลกเจลเลตที่สร้างสารพิษกระจายอยู่ทั่วไปเช่นกัน

Ellegraad และคณะ (1994) สืบค้นซีสต์ในตัวอย่างตะกอนบริเวณน้ำ Denis water จาก 2 บริเวณ คือที่ Oresund และ Aarhus bay เป็นครั้งแรกในบริเวณนี้ ผลการสำรวจพบซีสต์ของ *G. catenatum* ซึ่งเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนพิษอัมพาตในหอย (Paralytic Shellfish Poisoning: PSP) ที่เกิดขึ้นในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลกและซีสต์ที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ 5 ชนิด ซึ่งไม่เคยมีรายงานพบมาก่อนในบริเวณนี้

Nehring (1994) ศึกษาการกระจายของซีสต์ในตะกอนดินจากบริเวณ Kiel Bight ในทะเล Baltic พบซีสต์ทั้งสิ้น 25 ชนิดและจำแนกไม่ได้ 4 ชนิด ในจำนวนนี้พบเป็นชนิดที่สร้างสารพิษ ได้แก่ *A. excavatum* / *tamarense* group และ *A. minutum* และพบ *G. catenatum* ซึ่งไม่มีเคยมีรายงานการพบเซลล์ในระยะปกติในเขต North European Water มาก่อน นอกจากนี้ยังพบตัวอย่างซีสต์มีชีวิตและเปลือกเปล่าซีสต์ของ *Peridinium dalei* *Protoperidinium denticulatum* และ *P. punctulatum* ซึ่งให้เห็นว่าไดโนแฟลกเจลเลตเหล่านี้มีการกระจายอยู่ในมวลน้ำทั่วไปแม้จะไม่มีเคยมีรายงานพบเซลล์ในระยะปกติก็ตาม

Peperzok และคณะ (1996) ศึกษาการกระจายของซีสต์ในบริเวณ Dutch continental shelf (North sea) โดยเน้นที่ *Alexandrium* spp. และ *G. catenatum* เนื่องจากในช่วงไม่กี่สิบปีที่ผ่านมาทั้ง *Alexandrium* spp. และ *Gymnodinium* spp. มีการกระจายอย่างกว้างขวางในแถบ

ยุโรปแต่ในบริเวณนี้ยังไม่มีข้อมูลมากนัก ผลการศึกษาพบ *G. catenatum* เกือบทุกสถานี ในขณะที่ *Alexandrium* spp. พบจำนวนน้อยเพียง 1 – 2 สถานีเท่านั้น

Carrales และ Crisostomo (1996) ศึกษาความชุกชุมของซีสต์ของ *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* ซึ่งเป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีและทำความเสียหายให้กับอุตสาหกรรมประมงใน Asia – pacific ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาในบริเวณ Manila Bay จาก 6 บริเวณรอบ ๆ ชายฝั่ง พบว่ามีการกระจายทั่วไป โดยพบซีสต์มีชีวิตได้ในทุกสถานีและพบได้ตลอดปี แสดงให้เห็นว่าบริเวณเหล่านี้มีความชุกชุมของซีสต์สูงและอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในน่านน้ำบริเวณนี้ได้

ปัจจุบันพบว่าการเกิดปรากฏการณ์เปลี่ยนสีของไดโนแฟลกเจลเลตที่เป็นพิษโดยเฉพาะในสกุล *Alexandrium* *Gymnodinium* และ *Pyrodinium* โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสกุล *Alexandrium* พบว่ามีการกระจายอย่างกว้างขวาง และบางชนิดในสกุลนี้เป็นสาเหตุของการเกิด PSP ในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลกและมีความถี่ของการเกิดและการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว (Hallegraeff and Bolch, 1991) โดยสาเหตุเกิดจากการกระจายของไดโนแฟลกเจลเลตเหล่านี้มาในรูปของซีสต์ที่ติดมากับตะกอนและน้ำอับเฉาเรือ (ballast water) ในเรือขนส่งสินค้าระหว่างประเทศจากบริเวณประเทศต้นทางที่มีปัญหามาสูบริเวณชายฝั่งทะเลและสามารถเติบโตเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในบริเวณเขตรูรีและชายฝั่งของประเทศปลายทาง (Hallegraeff and Bolch, 1992) เพราะได้รับสารอาหารจากน้ำทิ้งและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ (Hallegraeff and Bolch, 1991)

สำหรับในประเทศไทยปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในอ่าวไทยเกิดขึ้นเป็นประจำแถบทุกฤดูกาลในบริเวณชายฝั่ง โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบว่าเป็นสาเหตุของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ได้แก่ *Noctiluca scintillans* *Trichodesmium erythraeum* และสาหร่ายในกลุ่ม Diatom (สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2538; สมบัติ อินคง และ สมภพ รุ่งสุภา, 2536) *Ceratium furca*, *C. fusus* และ *Dinophysis caudata* (สมบัติ อินคง และ สมภพ รุ่งสุภา, 2536) แม้ว่าสาหร่ายทั้งหมดที่พบไม่ใช่ไดโนแฟลกเจลเลตชนิดที่มีการสร้างซีสต์ แต่จากรายงานการศึกษาและสำรวจแพลงก์ตอนในหลายคณะ (ชลธยา ทรงรูป, 2541; พรศิลป์ ผลพันธ์, 2530; Fukuyo et al., 1988) พบว่ามีไดโนแฟลกเจลเลตหลายชนิดที่มีการสร้างซีสต์กระจายอยู่ในหลายบริเวณในอ่าวไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบางชนิดสามารถสร้างสารพิษและเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนพิษในสัตว์ทะเลจากบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลก เช่น ไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* ดังรายงานของ พรศิลป์ ผลพันธ์ (2530) Fukuyo และคณะ (1988) ซึ่งพบว่ามี *Alexandrium* ในน่านน้ำไทย 4 ชนิด ได้แก่ *A. cohoticula*, *A. Fraterculus*, *A. leei* และ *A. tamarensis* ซึ่งต่อมา

จัดเป็นชนิดใหม่คือ *A. tamiyavanichi* นอกจากนี้ภายหลังมีการค้นพบ *A. minutum* ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่จังหวัดสมุทรปราการโดย Matsuoka และคณะ (1998) โดยพบในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจังหวัดสมุทรสาคร

ชลธยา ทรงรูป (2541) รายงานการพบ *Alexandrium* ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและปากแม่น้ำระยองและในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอีก 6 แห่ง โดยพบ *A. tamarens* อยู่ทั่วไปในขณะที่ *A. minutum* พบเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาเพียงแห่งเดียว

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยตรงในประเทศไทยที่ผ่านมา มีเพียง 2 รายงาน ได้แก่ การศึกษาของสมถวิล จริตควรร และ สมภพ รุ่งสุภา (2540) ศึกษาซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่อาจเป็นสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต 2 ชนิด ได้แก่ *Pheopolykrikos hartmannii* มีการกระจายในทุกสถานีและพบบ่อยที่สุดที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง และ *Scrippsiella trochoidea* ซึ่งพบเพียงครั้งเดียวบริเวณชายฝั่งบางแสน

Lirdwitayaprasit (1997) ศึกษาการกระจายของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในน่านน้ำไทยและมาเลเซีย โดยการเก็บตัวอย่างตะกอนดินจาก 48 ในอ่าวไทยจนถึงชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมมาเลเซีย พบซีสต์ 20 ชนิด ในกลุ่ม Goniolacoid Tuberculodinioid และ Peridinioid โดยทั้งหมดพบในความหนาแน่นต่ำ 12 – 96 ซีสต์/ตะกอน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรและพบซีสต์ในระดับความลึกมากกว่า 30 เมตร โดยมี *Spiniferites* spp. (*Gonyaulax* spp.) พบทั้งส่วนบนและล่างของอ่าว ในขณะที่ *Protoperdinium* spp. พบมากในส่วนบนของอ่าว

ปัจจัยที่มีผลต่อความชุกชุมและการกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต

อัตราการตกตะกอนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต โดยพบว่าส่วนใหญ่ความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในผิวตะกอนดินในชายฝั่งเขตร้อนจะมีค่าต่ำกว่าที่พบในชายฝั่งของเขตอบอุ่นและเขตนานเนื่องจากมีอัตราการตกตะกอนสูงกว่าและพบการสะสมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่ผิวตะกอนดินต่ำ (Matsuoka et al., 2000)

ฤดูกาลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความชุกชุมและการกระจายของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต โดยพบว่าความหลากหลายและความชุกชุมของซีสต์จะมีค่าสูงในช่วงอุณหภูมิต่ำ เช่น Kim (1991) ศึกษาการกระจายของซีสต์ในบริเวณ Chinhae Bay ประเทศเกาหลีใต้ซึ่งเป็นบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีโดยไดโนแฟลกเจลเลตอยู่เสมอ พบว่าความชุกชุมของซีสต์มีสูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคมซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและมีความหนาแน่นต่ำในเดือน

กรกฎาคมซึ่งมีอุณหภูมิสูง เช่นเดียวกับในผลการศึกษาของ Lee และ Matsuoka (1996) ซึ่งทำการศึกษาในบริเวณเดียวกันพบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในช่วงฤดูหนาวมีค่ามากกว่าในฤดูร้อน สอดคล้องกับรายงานของการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในบริเวณนี้ ซึ่งมักจะเกิดในช่วงฤดูร้อนเนื่องจากภาวะดังกล่าวเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการงอกเป็นเซลล์ปกติของไดโนแฟลกเจลเลต (Anderson and Morell, 1979; Bravo and Anderson, 1994; Pfister and Anderson, 1987) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารและความเค็มอัน มีผลมาจากอิทธิพลของฤดูกาลก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต เช่นในการศึกษาของ An และคณะ (1992) พบว่าบริเวณอ่าว Vilaine Bay ประเทศฝรั่งเศสในช่วงที่มีความเค็มต่ำและปริมาณสารอาหารสูงที่เกิดจากการพัดพาลมมากับน้ำจากแม่น้ำในช่วงฤดูฝน จะทำให้ความชุกชุมไดโนแฟลกเจลเลตในมวลน้ำเพิ่มขึ้นและซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม *Scrippsiella* และ *Gonyaulax* ซึ่งมีการเจริญเติบโตได้ดีในภาวะความเค็มต่ำจะมีการงอกเป็นเซลล์ปกติในช่วงนี้ นอกจากนี้ความปั่นป่วนของมวลน้ำและคลื่นลมอันเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการรบกวนและการฟุ้งของผิวหน้าตะกอนดิน และอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งในการเพิ่มโอกาสการงอกเป็นเซลล์ปกติของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลต (Kremp, 2001) ดังการศึกษาของ Carrales และคณะ (1996) พบซีสต์ของ *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* ในบริเวณ Manila Bay มีการกระจายทั่วไปและพบได้ตลอดปี แต่ความชุกชุมจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูและมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งต่อปัจจัยทางกายภาพของมวลน้ำที่เกิดจากอิทธิพลของลมมรสุม

ปัจจัยต่อมาที่มีผลต่อการกระจายและความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต ได้แก่ การกระจายและความชุกชุมของเซลล์ในระยะปกติ โดยบริเวณที่มีความชุกชุมของเซลล์ในระยะปกติสูงจะมีแนวโน้มพบความชุกชุมของซีสต์สูงเช่นเดียวกัน (Lewis, 1988) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีประวัติการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีของไดโนแฟลกเจลเลตชนิดนั้น ดังในการศึกษาของ Hallegraeff (1993), Wall (1975) และ Anderson (1984) พบว่าการกระจายและความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในบริเวณนั้น ดังเช่นในการศึกษาของ Lee และ Matsuoka (1996) ศึกษาเปรียบเทียบการกระจายของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตจาก 2 บริเวณ คือ Chinhae Bay และ Masan ซึ่งเป็นบริเวณที่มักจะเกิดการปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเสมอ ๆ กับบริเวณช่องแคบ Korean Strait ซึ่งไม่ค่อยพบปรากฏการณ์ดังกล่าว พบว่าในบริเวณ Chinhae Bay และ Masan มีความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของซีสต์มากกว่าบริเวณช่องแคบ Korean Strait ซึ่งเกิดจาก

การที่บริเวณ Chinhae Bay และ Masan มีการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในบริเวณบ่อยครั้งกว่า

จากผลการศึกษาของ Lewis (1988), Anderson และ Keafer (1985), Wall และคณะ (1977), Nehring (1996) และ Yamaguchi และคณะ (1996) ให้ผลการศึกษาสอดคล้องกันและโดยพบว่าความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคโคลนในตะกอนดิน กล่าวคือ ความชุกชุมของซีสต์จะมีค่าสูงในบริเวณที่มีลักษณะเป็นโคลนหรือโคลนปนทรายมากกว่าบริเวณที่มีอนุภาคตะกอนขนาดใหญ่ เช่น ทรายหรือทรายปนเปลือกหอย

ระดับความลึกและระยะห่างจากชายฝั่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความชุกชุมและการกระจายของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบางบริเวณเช่นกัน โดยมีแนวโน้มพบความชุกชุมในบริเวณสถานีนอกชายฝั่งซึ่งมีระดับน้ำลึกมากกว่าบริเวณชายฝั่ง เนื่องจากที่ผิวตะกอนดินมีระดับอุณหภูมิและออกซิเจนต่ำเป็นเหตุให้ซีสต์ไม่สามารถงอกเป็นเซลล์ปกติได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีการแยกชั้นของมวลน้ำตามฤดูกาล ซึ่งเป็นผลทำให้พื้นที่องทะเลไม่ถูกรบกวนและป้องกันการฟุ้งของตะกอน ดังรายงานของ Nehring (1995) และ Peperzok และคณะ (1996) ซึ่งพบความชุกชุมซีสต์ในบริเวณศึกษาในสถานีใกล้ฝั่งมีค่ามากกว่าสถานีใกล้ฝั่งเนื่องจากมีระดับน้ำลึกและผิวตะกอนดินได้รับการรบกวนน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม Kremp (2000) ศึกษาการกระจายและพลวัตประชากรของซีสต์ของ *Scrippsiella hangoei* ที่พบในทะเล Baltic ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างชุกชุมซีสต์กับความลึกของสถานีศึกษาโดยรวม แต่มีความชุกชุมของซีสต์เพิ่มตามระดับความลึกในบางบริเวณเท่านั้น

รูปร่างและลักษณะของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสะสมในผิวตะกอนได้เช่นกัน เนื่องจากรูปร่างและความหนาแน่นของซีสต์จะส่งผลต่อความเร็วของอัตราการจมตัว โดยซีสต์ที่มีโครงสร้างบนพื้นผิวจะมีอัตราการจมตัวต่ำกว่าพวกที่ไม่มีโครงสร้าง และมีโอกาสถูกพัดพาไปยังบริเวณอื่น ๆ โดยกระแสน้ำง่ายกว่า ดังการศึกษาของ Anderson และ Lively (1986) พบว่าการหายไปของ spine ของ *Scrippsiella trochoidea* จะทำให้ อัตราเร็วในการจมตัวลดลง 37 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ซีสต์บางชนิดสามารถสร้างเมือกหรือสารเคมีในการช่วยยึดเกาะอนุภาคต่าง ๆ ในตะกอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการยึดเกาะให้ดียิ่งขึ้นได้

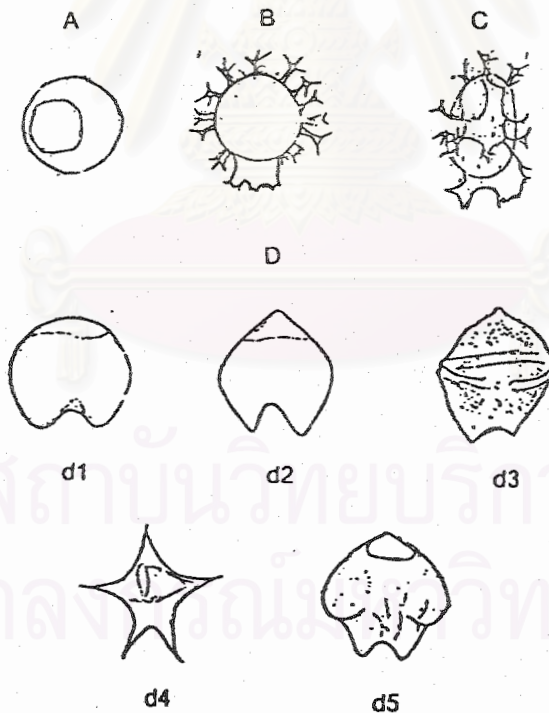
การจำแนกชนิดซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต

ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต ได้แก่ รูปร่างและลวดลาย (shape and ornamentation) โครงสร้างและสีเส้นของผนัง รูปแบบและตำแหน่งของรูเปิดซึ่งเกิดจากการงอกเป็นเซลล์ปกติ (archeopyle)

อย่างไรก็ดีการจำแนกชนิดของซีสต์ไม่อาจพิจารณาเพียงลักษณะใดลักษณะหนึ่งเท่านั้น แต่ต้องอาศัยการพิจารณาหลายลักษณะร่วมกัน ดังนี้

1. รูปร่างและลักษณะทั่วไปของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต

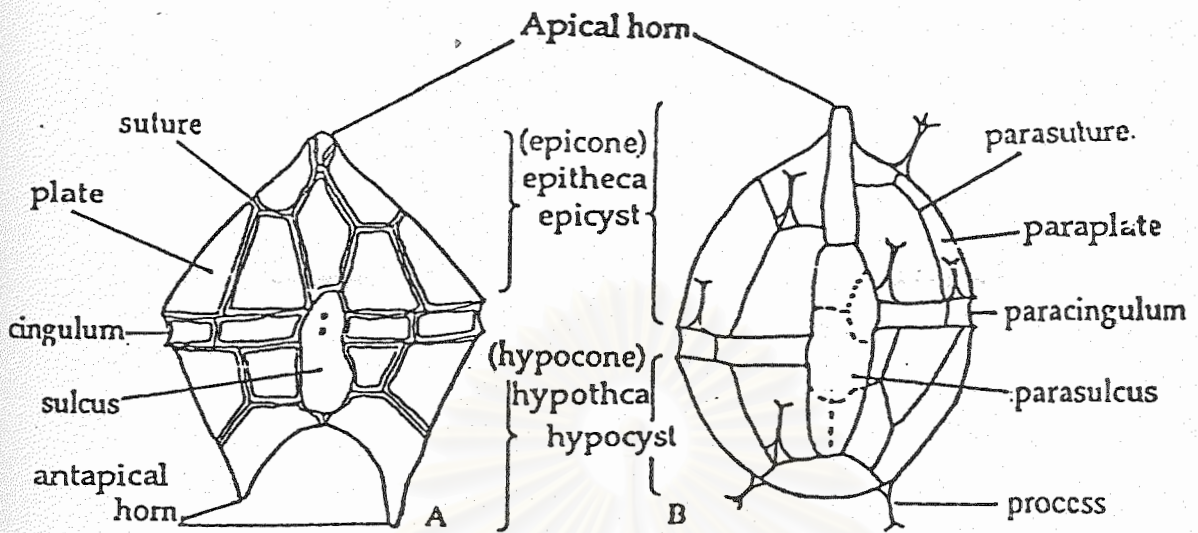
โดยทั่วไปซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตจะมีรูปร่างเป็นทรงกลม ทรงรีรูปไข่ หรือรูปทรงแบบ peridinioid (รูปที่ 2) มีพื้นผิวของผนังภายนอกแตกต่างกันไป ตั้งแต่มีพื้นผิวราบเรียบหรือบนพื้นผิวมีร่องรอยและลักษณะบางประการเช่นเดียวกับตอนอยู่ในระยะเซลล์ปกติ (theca cell) ไปจนถึงมีหนามหรือโครงสร้างที่งอกออกมาบนพื้นผิว (process) โดยบริเวณ ร่องรอยหรือลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวซีสต์เหล่านี้จะมีชื่อเรียกคล้ายคลึงกับลักษณะที่เรียกขณะเป็นเซลล์ปกติ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2 รูปทรงแบบต่าง ๆ ของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลต : A : spherical, B : ovoidal, C : ellipsoidal,

D : peridinioid d1 - 5, d1 : cordate, d2 : rhombic, d3 : pentagonal, d4 : stellate,

d5 : peridinioid (ดัดแปลงจาก Wall and Dale, 1968)



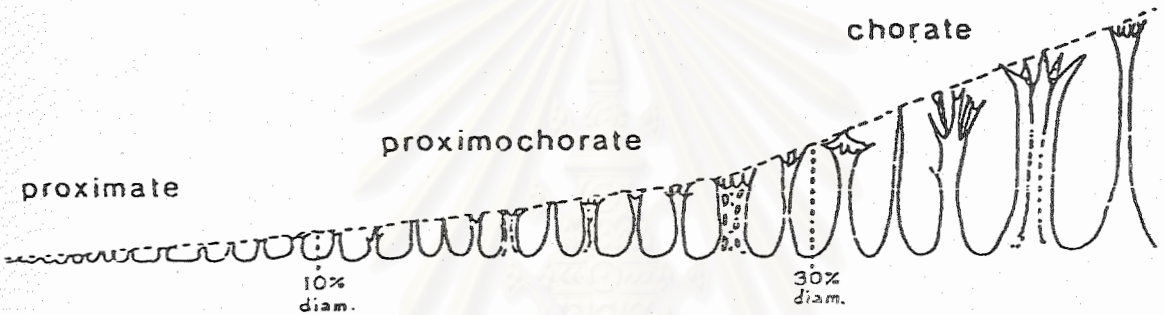
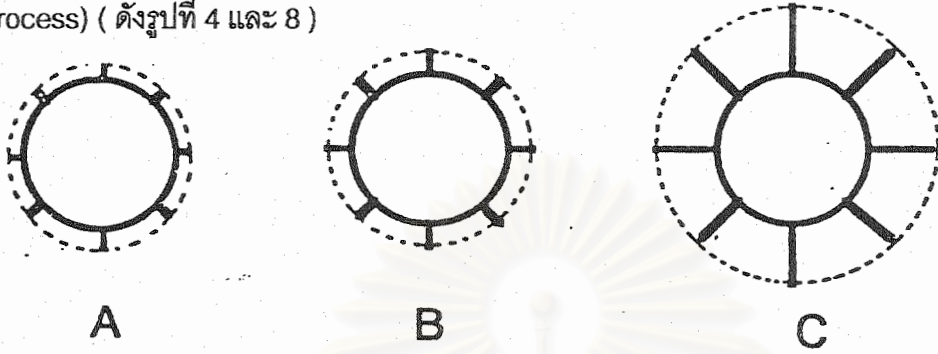
รูปที่ 3 ภาพเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏบนซิสต์และเซลล์ในระยะปกติของไดโนแฟลกเจลเลต
 A : เซลล์ในระยะปกติ (theca cell) , B : ซิสต์ (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

คำนิยามเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ในการจำแนกซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต

<i>Epicyst</i>	บริเวณส่วนบนของซิสต์เหนือ paracingulum ขึ้นไป
<i>Hypocyst</i>	บริเวณส่วนล่างของซิสต์ใต้ paracingulum ลงมา
<i>Apical, Apex</i>	ส่วนบนสุดของซิสต์
<i>Antapical, Antapex</i>	ส่วนล่างสุดของซิสต์
<i>Paracingulum, Paragirdle</i>	ร่องตามขวางหรือร่องที่โค้งเป็นวงกลมรอบซิสต์
<i>Parasulcus</i>	ร่องตามยาวที่บริเวณตรงกลางด้าน ventral
<i>Paraplate</i>	ร่องรอยที่มีลักษณะคล้ายแผ่นเปลือกเกิดจากแผ่นเปลือกของไดโนแฟลกเจลเลตที่มีแผ่นเปลือกหุ้ม
<i>Parasuture</i>	รอยต่อที่เกิดจาก paraplate ที่อยู่ใกล้เคียงกัน
<i>Horn</i>	ส่วนที่ยื่นออกจากบริเวณ apical และ antapical
<i>Process</i>	โครงสร้าง ปุ่ม หนามหรือสิ่งที่ยื่นออกมา ที่ปรากฏบนผิวซิสต์
<i>Archeopyle</i>	รูเปิดที่เกิดจากการงอกออกเป็นเซลล์ปกติ
<i>Peridinioid</i>	รูปร่างของซิสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่ประกอบด้วย 1 apical และ antapical boss

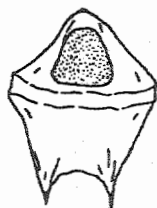
2. สัณฐานของซีสต์

ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามตำแหน่งของซีสต์ที่เกิดขึ้นภายใน planozygote และสัดส่วนความสูงของโครงสร้างที่งอกออกมาและปรากฏบนพื้นผิวซีสต์ (process) (ดังรูปที่ 4 และ 8)



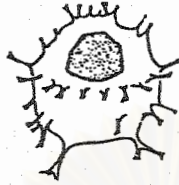
รูปที่ 4 รูปทรงและสัดส่วนของโครงสร้างบนพื้นผิวของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตแบบ proximate, proximochorate และ chorate (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

1. Proximate cyst : ซีสต์มีปริมาตรเป็นครึ่งหนึ่งถึงหนึ่งในสามโดยประมาณของ planozygote และในซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิดจะยังคงปรากฏร่องรอยและลวดลายบางประการบนผิว ได้แก่ รูปร่างและการเรียงตัวของ paraplate paracingulum parasulcus ส่วนใหญ่ซีสต์มีผนังเรียบและมีชั้นเดียว รูปทรงของซีสต์มีรูปร่างหลายแบบ ตั้งแต่ทรงกลม ทรงรีรูปไข่ รูปทรงแบบ peridinioid ในบางชนิดอาจมีตุ่ม สัน หนามหรือโครงสร้างบนพื้นผิวแต่จะมีความสูงไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของเส้นผ่านศูนย์กลางซีสต์ (รูปที่ 4A, 8A, 8D) เช่น ซีสต์ของ *Protoperidinium leonis* ซึ่งมีผิวเรียบและยังมีร่องรอย paragidie ที่บริเวณระหว่างส่วน epicyst และ hypocyst



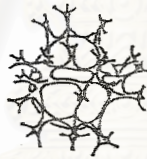
รูปที่ 5 ซีสต์ของ *Protoperidinium leonis* (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

2. Proximochorate cyst : มีลักษณะเช่นเดียวกับ proximate cyst คือ ส่วนใหญ่มีรูปร่างทรงกลมหรือทรงรีรูปไข่ มีตุ่ม หนามหรือโครงสร้างบนพื้นผิวโดยจะมีความสูงอยู่ระหว่าง 10 - 30 เปอร์เซ็นต์ของเส้นผ่านศูนย์กลางซิสต์ (รูปที่ 4B, 8C) เช่นซิสต์ของ *Protoperidinium divaicatum* เป็นต้น



รูปที่ 6 ซิสต์ของ *Protoperidinium divaicatum* (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

3. Chorate cyst : ลักษณะเด่น คือ ส่วนมากจะมีโครงสร้างและรูปร่างใกล้เคียงขึ้นมาที่พื้นผิวซึ่งจะมีโครงสร้างบนพื้นผิวหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับชนิดและมีความสูงจากพื้นผิวมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของเส้นผ่านศูนย์กลางซิสต์ โดยส่วนใหญ่ซิสต์มีรูปร่างเป็นทรงกลมหรือทรงรีรูปไข่ (รูปที่ 4C, 8B) เช่น *Gonyaulax scrippsae* เป็นต้น



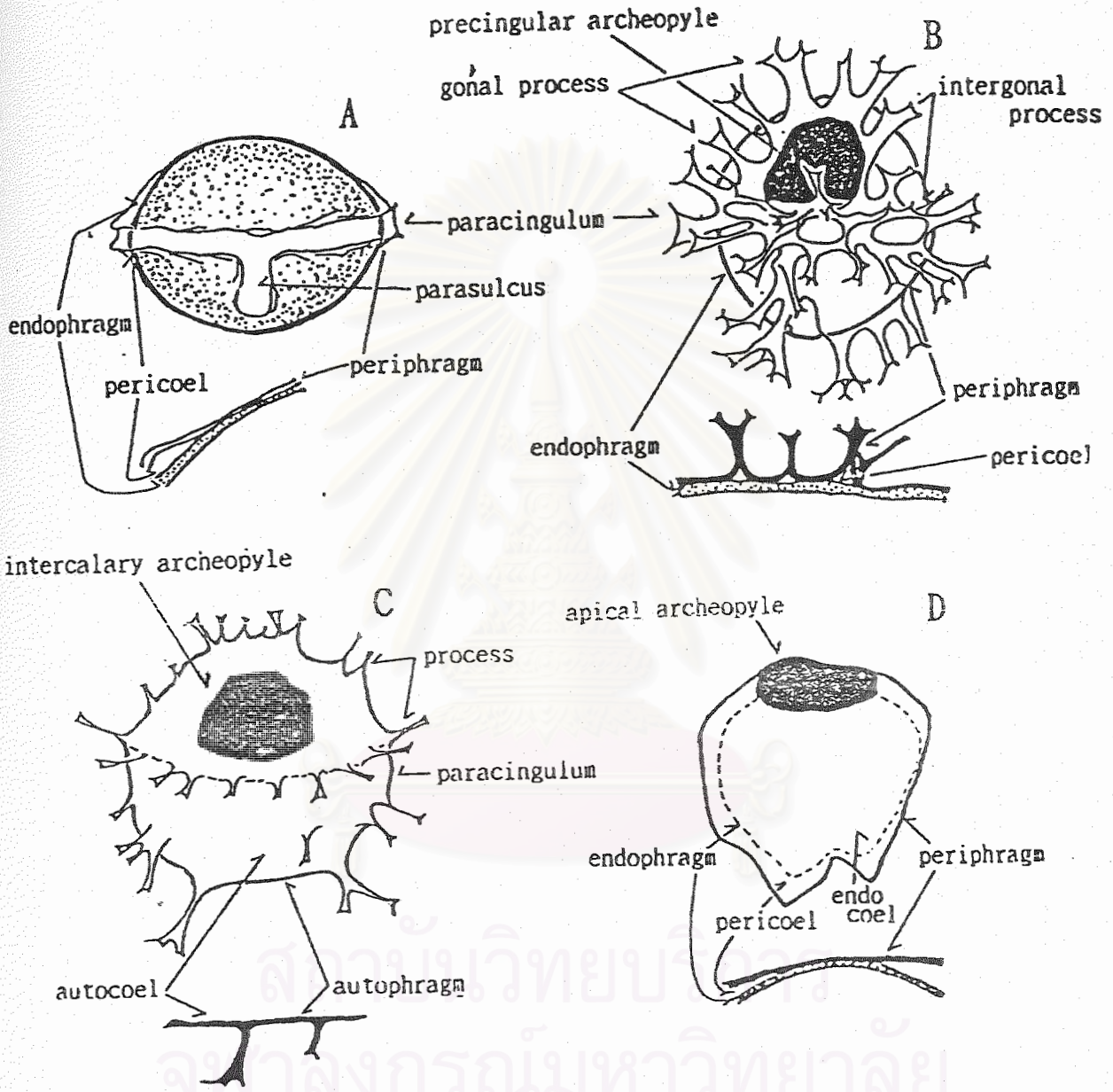
รูปที่ 7 ซิสต์ของ *Gonyaulax scrippsae* (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

3. โครงสร้างและสีสังผนัง

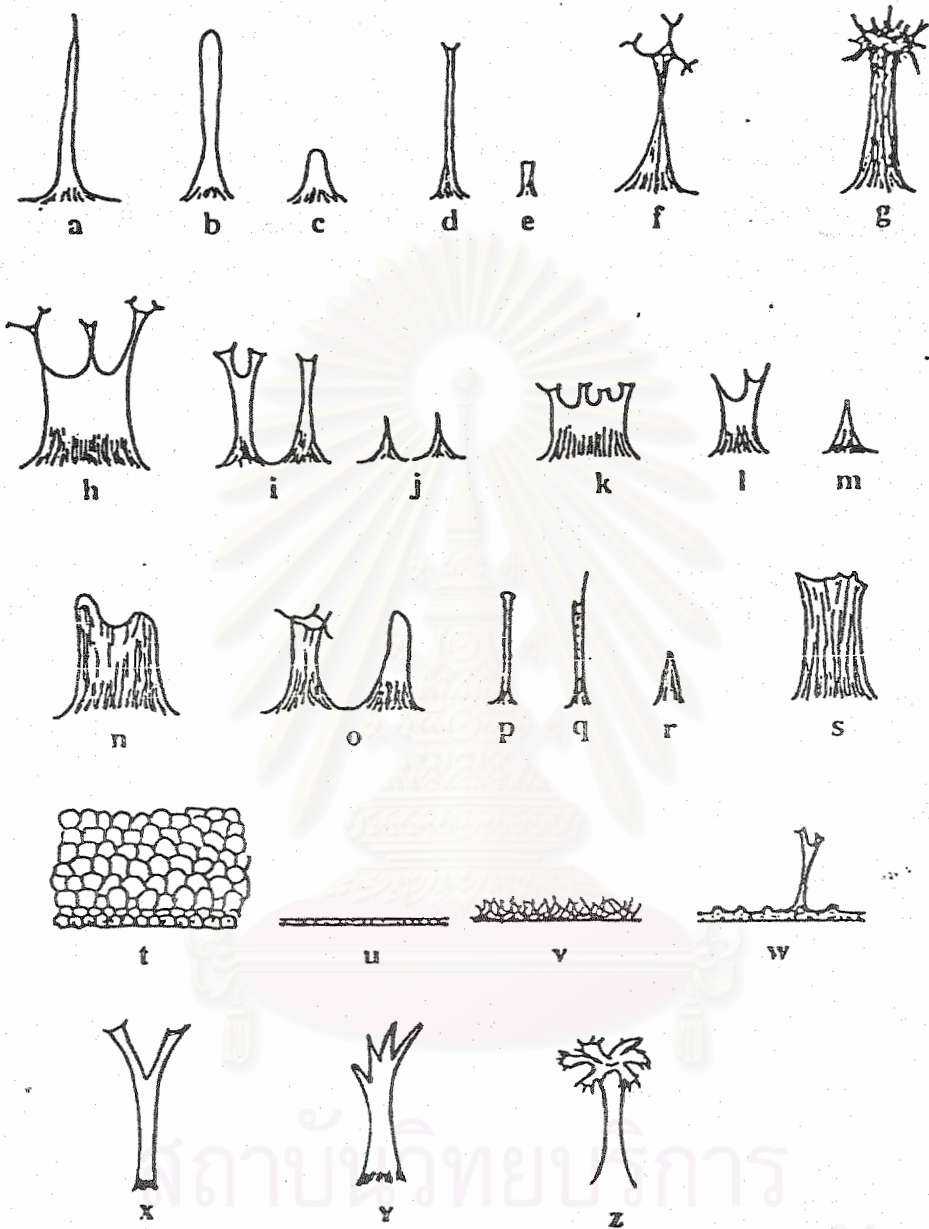
ผนังของซิสต์จะประกอบผนัง 1, 2 หรือ 3 ชั้น (รูปที่ 8) และเป็นสารประเภท bio - polymer องค์ประกอบคล้ายคลึง sporopollenin ของ spores และ pollen grains ที่พบในพืชชั้นสูง แต่อย่างไรก็ดียังมีซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิด เช่นซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Scripsiella* มีผนังเซลล์เป็นแคลเซียมคาร์บอเนต นอกจากนี้สีสังผนังยังแตกต่างกันไป ได้แก่ โปร่งใส สีเหลืองอ่อน สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาล สีน้ำตาลเข้ม สำหรับซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่มที่เป็นแคลเซียมคาร์บอเนต เช่น ใน *Scripsiella trochoidea* จะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำในตัวอย่างซิสต์ที่มีชีวิต

4. ลักษณะและโครงสร้างต่างๆที่ปรากฏบนผิวซิสต์

เป็นลักษณะที่มีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างยิ่งในการจำแนกชนิด ดังแสดงรายละเอียดของลักษณะต่าง ๆ ตามรูปที่ 9



รูปที่ 8. โครงสร้างผนังของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต, A : proximate cyst ที่ประกอบด้วยผนังเซลล์ 2 ชั้น, B : chorate cyst ที่ประกอบด้วยผนังเซลล์ 2 ชั้นและมีโครงสร้างบนพื้นผิว, C : proximochorate ที่ประกอบด้วยผนังเซลล์ 1 ชั้น, D : proximate cyst ที่มีผนังชั้นเดียว (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

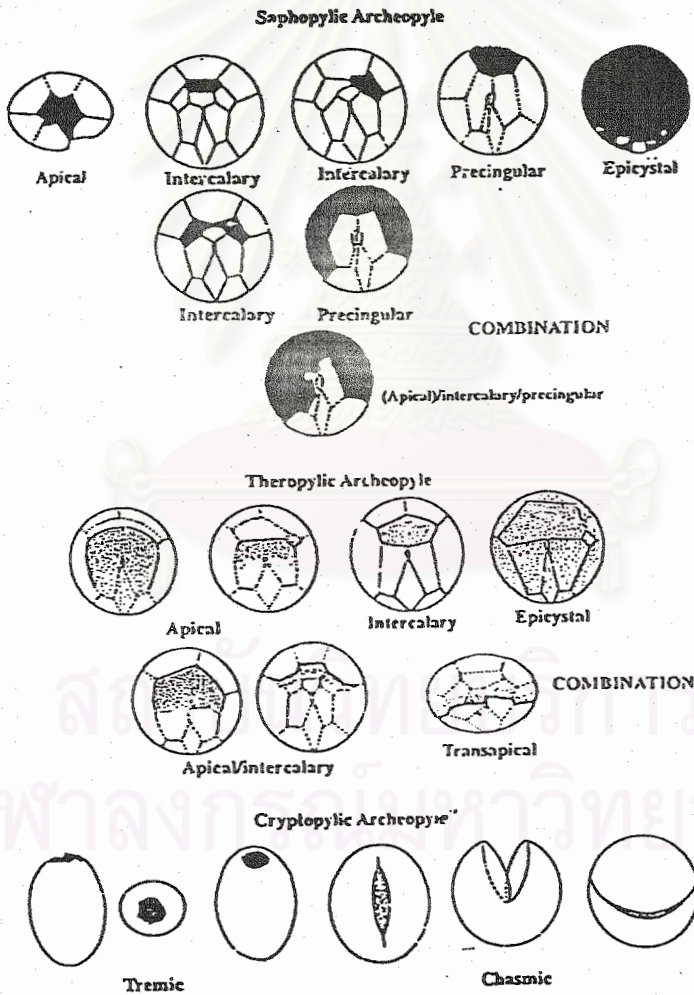


รูปที่ 9. ลักษณะของผนังและโครงสร้างต่าง ๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวซีสต์

A : acuminate, B : bulbous, C : exvexate, D : capitate, E : cylindrical, F : trifurcate, G : orthogonal, H : vallate, I : oblate, J : conical, K : hystricate, L : antleriform, M : conical with striations at the proximal base, N : machicolate, O : patulate and exvexate, P : capitate, Q : cylindrical, R : conical, S : membranaceous, T : microreticulate, U : psilate, V : fibrous, W : scabrate, X : bifurcate, Y : digitate, Z : arboriform (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

5. ช่องเปิดที่เกิดจากการงอกเป็นเซลล์ปกติ (Archeopyle)

หมายถึงช่องเปิดที่เกิดภายหลังการงอกเป็นเซลล์ปกติ มีตำแหน่งของการเกิดแตกต่างกันไปและสามารถนำมาใช้ในการจำแนกชนิดของซีสต์ได้ ตำแหน่งดังกล่าว ได้แก่ apical, intercalary, precingular และ hypocystal หรือช่องเปิดที่เกิดจากหลายบริเวณร่วมกัน (combination) แต่อย่างไรก็ดีการใช้ตำแหน่งของ archeopyle นี้ไม่สามารถใช้กับซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่ม Gymnodiniales ได้เนื่องจากเซลล์ในระยะปกติจะไม่ได้ปกคลุมด้วยเปลือก ดังนั้น Matsuoka (1985) จึงกำหนดลักษณะของ archeopyle ขึ้นมาใหม่ ซึ่งสามารถใช้ได้กับทั้งไดโนแฟลกเจลเลตที่มีเปลือกหุ้มและชนิดที่ไม่มีเปลือกหุ้ม (Matsuoka and Fukuyo, 2000) ดังแสดงในรูปที่ 10.



รูปที่ 10. ช่องเปิดแบบต่าง ๆ ที่พบในซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

1. Saphopylic archeopyle

เป็นลักษณะช่องเปิดที่มีความสอดคล้องกับการจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกที่ปรากฏบนผิวซีสต์ และส่วนที่เป็นฝาของช่องเปิดจะหลุดออกไปจากตัวซีสต์ทำให้เกิดเป็นช่องเปิดลักษณะคล้ายรู โดยช่องเปิดนี้ยังสามารถแบ่งออกเป็นเป็นอีกหลายประเภทย่อยตามตำแหน่งของช่องเปิด คือ apical, intercalary, precingular หรือ ช่องเปิดที่เกิดจากการหลุดของแผ่นเปลือกมากกว่า 1 แผ่น รวมกันก็ได้ ไดโนแฟลกเจลเลตที่มีรูเปิดแบบนี้ก็ได้แก่ กลุ่ม Peridinales และ Gonyaulacales เช่น ซีสต์ของ *Gonyaulax spinifera* เป็นต้น



รูปที่ 11. ซีสต์ของ *Gonyaulax spinifera* (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

2. Theropylic archeopyle

เป็นลักษณะช่องเปิดที่มีความสอดคล้องกับการจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกที่ปรากฏบนผิวซีสต์ เช่นกัน แต่ส่วนที่เป็นฝาของช่องเปิดจะยังคงติดอยู่ทำให้เกิดเป็นช่องเปิดลักษณะคล้ายรูที่ยังคงมีฝาปิด ไดโนแฟลกเจลเลตที่มีช่องเปิดแบบนี้ก็ได้แก่ กลุ่ม Diplopsalid และ Calciodinalid เช่น ซีสต์ของ *Diplopelta parva* เป็นต้น



รูปที่ 12. ซีสต์ของ *Diplopelta parva* (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

3. Cryptopylic archeopyle

เป็นลักษณะช่องเปิดที่มีลักษณะคล้ายรู หรือรอยฉีกขาด เกิดขึ้นในไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่มที่ไม่มีเปลือกหุ้ม โดย ไดโนแฟลกเจลเลตที่มีช่องเปิดแบบนี้ก็ได้แก่ กลุ่ม Gymnodinialean และ Gonyaulacean โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะย่อยได้แก่

- Chasmic คือช่องเปิดที่มีลักษณะเป็นคล้ายช่อง / รอยฉีก เช่น ซีสต์ของ *Pheopolykrikos hartmannii* เป็นต้น



รูปที่ 13. ซีสต์ของ *Pheopolykrikos hartmannii* (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

- Tremic คือช่องเปิดที่มีลักษณะเป็นรูที่มีขอบไม่เรียบ เช่น ซีสต์ของ *Polykrikos schwartzii*



รูปที่ 14. ซีสต์ของ *Polykrikos schwartzii* (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

นอกจากนี้ยังมี ไดโนแฟลกเจลเลตบางกลุ่มที่อาจไม่มี archeopyle ใด ๆ ให้เห็นเนื่องจาก ความหยุดหยุนหรือเปราะบางของผนังซีสต์โดยธรรมชาติ ซึ่งพวกที่มี archeopyle แบบนี้ได้แก่ *Alexandium* sp., *Peridinium faeroense* และ *Enciculifera imariense* (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

บทที่ 2

วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาชนิดและความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และแหลมฉบังครั้งนี้ประกอบด้วยการศึกษา 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการเก็บตัวอย่างในภาคสนาม และในส่วนที่ 2 คือการศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

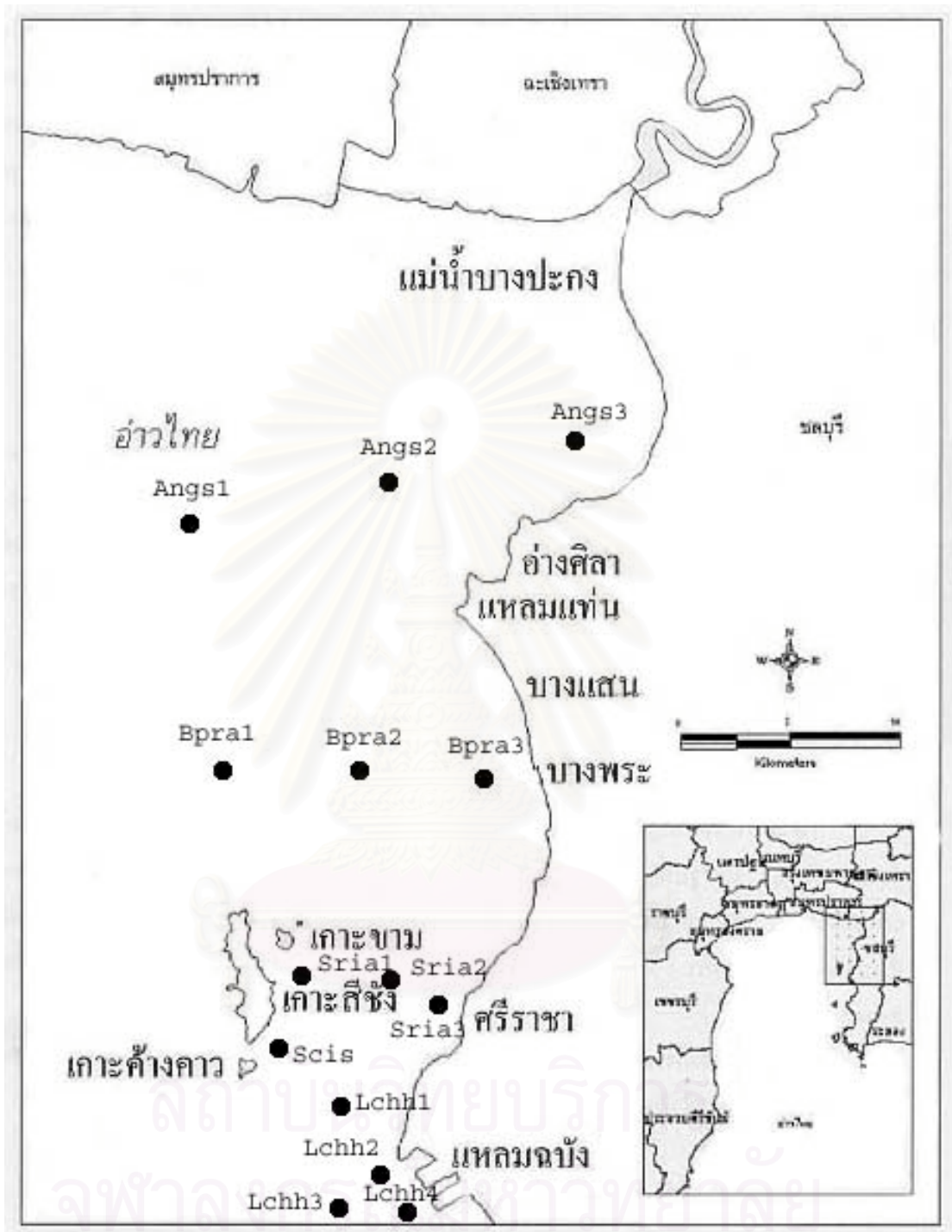
1. สถานที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่างในภาคสนาม

กำหนดสถานที่เก็บตัวอย่างตั้งแต่บริเวณอ่างศิลาจนถึงศรีราชา-เกาะสีชังและแหลมฉบัง โดยพิจารณาจากข้อมูลการกระจายของเซลล์ในระยะปกติ (motile cell) ของไดโนแฟลกเจลเลตชนิดที่สามารถสร้างซีสต์ได้ตามรายงานของ พรศิลป์ ผลพันธิน (2530), Fukuyo และคณะ (1988) ประกอบกับบริเวณเหล่านี้ในบางบริเวณมีระดับน้ำลึกซึ่งคาดว่าอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณนี้สูง เนื่องจากมีการรบกวนผิวตะกอนดินจากกิจกรรมทางการประมงน้อย มีแนวร่องน้ำและเป็นช่องทางผ่านหรือจุดเรือสินค้าระหว่างประเทศซึ่งทำให้อาจมีการรับเอาซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตต่างถิ่นเข้ามาโดยผ่านทางน้ำและตะกอนที่ถูกปล่อยออกมาจากถังอับเฉาของเรือขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ โดยในแต่ละบริเวณกำหนดจุดเก็บตัวอย่างเป็นแนวยาวจากชายฝั่งออกสู่ทะเลตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงบริเวณศรีราชา-เกาะสีชังและแหลมฉบัง รวมทั้งสิ้น 14 สถานี ดังรูปที่ 8

ทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 2 ครั้ง โดยเรือจุฬาริวิจัย ดังนี้

ครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 3 – 5 กุมภาพันธ์ 2545 เพื่อศึกษาการกระจายของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในช่วงฤดูแล้ง

ครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างในช่วงระหว่างวันที่ 7 – 9 กันยายน 2545 เพื่อศึกษาการกระจายของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในช่วงฤดูฝน



รูปที่ 15. สถานีเก็บตัวอย่างตะกอนดินบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา-เกาะสีชังและแหลมฉบัง

1.1 การเก็บซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในผิวน้ำตะกอนดิน

ทำการเก็บตัวอย่างซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในตะกอนดินของบริเวณที่ทำการศึกษาด้วยอุปกรณ์เก็บตะกอนดินแบบ gravity corer ที่มีท่อเก็บตัวอย่างดินทำจากพลาสติก PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร โดยทิ้งให้ตกอย่างอิสระและปักลงบนผิวน้ำตะกอนดินใต้น้ำ ทำการเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำในแต่ละสถานี

นำตัวอย่างตะกอนดินที่ได้มาทำการดูดน้ำที่อยู่เหนือผิวน้ำตะกอนดินทิ้งด้วยความระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งของผิวน้ำตะกอน โดยยังคงเหลือปริมาณน้ำเหนือผิวน้ำดินความสูง 2 เซนติเมตร แล้วดูดน้ำทะเลในส่วนดังกล่าวใส่ลงในภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่างตะกอนดินที่เตรียมไว้ ตัดตัวอย่างเฉพาะผิวน้ำตะกอนดินหนา 2 เซนติเมตร โดยพิจารณาจากอัตราการตกตะกอนในบริเวณนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 123.8 – 151.2 มิลลิกรัม / ตารางเซนติเมตร (Srisuksawad and Rungsupha, 2000) แล้วแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน แยกใส่ในภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่างดินที่บรรจุน้ำเหนือตะกอนดินไว้ในตอนแรก

1.1.1 ส่วนที่หนึ่งทำการห่อด้วยกระดาษฟลอยด์ให้มิดชิดเพื่อป้องกันแสงแล้วเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำ เพื่อเก็บรักษาซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตให้คงอยู่ในสภาพมีชีวิตสำหรับการทำการกรองออกเป็นเซลล์ปกติและเพาะเลี้ยงขยายจำนวนเพื่อการจำแนกชนิดของเซลล์ในสภาวะปกติในห้องปฏิบัติการ

1.1.2 สำหรับส่วนที่สองจะถูกตรึงสภาพด้วยฟอร์มอลินที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ป้องกันการงอกเป็นเซลล์ปกติของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่มีชีวิตก่อนจะนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานและนับจำนวนในห้องปฏิบัติการต่อไป

1.2 การวัดค่าปัจจัยทางกายภาพบางประการ

ทำการวัดปัจจัยทางกายภาพเบื้องต้นบางประการ ได้แก่ ความลึก อุณหภูมิ และความเค็ม ในแต่ละบริเวณที่ศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การวิเคราะห์ชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตจากตัวอย่างที่ผ่านการตรึงสภาพด้วยฟอร์มาลิน

2.1 การเตรียมตัวอย่างซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตจากตะกอนดิน

ทำความสะอาดและรวบรวมตัวอย่างของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตจากตะกอนดินในข้อ

1.1.2 โดยใช้ sieving technique ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Matsuoka และ Fukuyo (2000) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 เตรียมตะแกรงร่อนต่อเนื่อง 2 ชั้น โดยชั้นบนมีขนาดตา 125 ไมโครเมตร และชั้นล่างมีขนาดตา 20 ไมโครเมตร สุ่มตัวอย่างตะกอนดินโดยใช้ท่อพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร กดลงบนผิวตะกอนในภาชนะ แล้วนำตัวอย่างตะกอนดินที่ติดมาที่ปลายท่อมาซึ่งน้ำหนักให้ได้น้ำหนัก 1 กรัม ใส่ลงในปิเก็ตที่มีน้ำทะเลซึ่งผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไป sonicate ด้วยเครื่อง sonicator แบบ อ่างแช่ขนาด 2 ลิตร (Bransonic model B1210E-DTH) เป็นเวลา 3 นาที เทตัวอย่างลงบนตะแกรงร่อนแล้วทำการฉีดล้างตะกอนที่ค้างอยู่บนตะแกรงแต่ละชั้นด้วยการฉีดน้ำทะเลกรองด้วยกระบอกฉีดน้ำอย่างระมัดระวัง

2.1.2 นำตะกอนที่ยังคงตกค้างอยู่บนตะแกรงชั้นล่างขนาดตา 20 ไมโครเมตร มาเติมด้วยน้ำทะเลที่ผ่านการกรองแล้วปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 30 มิลลิลิตร เพื่อนำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงต่อไป

2.2 การศึกษาพื้นฐานวิทยาและการจำแนกชนิดซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต

นำตัวอย่างซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่ได้จากการรวบรวมตามข้อที่ 2 .1 โดยดูดูน้ำทะเลที่มีตัวอย่างซีสต์ที่รวบรวมได้ประมาณ 0.5 มิลลิลิตร มาใส่ใน counting chamber ที่มีน้ำทะเลกรองประมาณ 1 มิลลิลิตร แล้วจึงนำไปสังเกตและศึกษาลักษณะทางสัณฐานของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง พร้อมทั้งบันทึกภาพ เพื่อเปรียบเทียบกับเอกสารและจำแนกชนิดโดยอาศัยหลักการจำแนกชนิดของ Matsuoka และ Fukuyo (2000) เป็นหลัก ประกอบกับผลที่ได้จากการจำแนกชนิดจากเซลล์ที่ผ่านการงอกเป็นเซลล์ปกติ (germination) และเพาะเลี้ยง โดยลักษณะที่นำมาพิจารณา ได้แก่ รูปร่างของซีสต์ สีสัน และโครงสร้างต่าง ๆ ที่ปรากฏบนผนังซีสต์ ตลอดจนจุดลักษณะและตำแหน่งของช่องเปิด (archoeopyle) ที่เกิดจากการงอกเป็นเซลล์ปกติของซีสต์

2.3 การนับจำนวนซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในตะกอนดิน

นำตัวอย่างตะกอนดินที่ผ่านการคงสภาพด้วยฟอร์มาลินและรวบรวมได้ตามข้อที่ 2 มา นับจำนวนซิสต์ที่พบโดยดูน้ำทะเลที่มีตัวอย่างซิสต์ใส่ลงใน sedgewick - rafter ความจุ 1 มิลลิลิตร แล้วนับจำนวนซิสต์โดยตรงภายใต้กล้องจุลทรรศน์หัวกลับ มีหน่วยเป็นจำนวนซิสต์ / ตะกอน (เปียก) 1 กรัม โดยนับทั้งสิ้น 30 มิลลิลิตร เป็นหนึ่งชั่วโมงทำการศึกษาศถานีละ 3 ชั่วโมง

2.4 การนับจำนวนซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium*

สำหรับการนับจำนวนซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* ใช้เทคนิคการย้อมสี fluorescent dye method โดยใช้ calcofluor white M2R ตามวิธีของ Yamaguchi และคณะ (1996) แล้วทำการนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ epifluorescence โดยใช้แสง UV - light excitation ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 เตรียม stock solution ของ calcofluor white M2R ด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 1 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร

2.4.2 นำตัวอย่างตะกอนที่เตรียมได้ตามข้อ 2.2 ปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร มาตรึงสภาพด้วย glutaraldehyde 1 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำตัวอย่างไปแกว่งแยก (centrifuge) ที่ความเร็ว 700 x g เป็นเวลา 15 นาทีที่อุณหภูมิห้อง

2.4.3 เทของเหลวส่วนใสเหนือตะกอนทิ้งแล้วเติมด้วย Methanal เย็น 10 มิลลิลิตร ลงไปแทนที่แล้วนำไปเก็บในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 วัน

2.4.4 เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างดังกล่าวมาแกว่งแยก เทของเหลวส่วนใสแล้วแทนที่ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร

2.4.5 เติม stock solution ของ calcofluor white M2R ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปแกว่งแยกและล้างเอาสีย้อมออกด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้งแล้วปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 5 มิลลิลิตร เพื่อนำไปสังเกตและนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ epifluorescence โดยใช้แสง UV - light excitation

3. การศึกษาชนิดของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยใช้ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการตรึงสภาพ

3.1 การศึกษาชนิดของซิสต์ไดโนแฟลกเจลเลตเบื้องต้นโดยทดสอบการงอกเซลล์ปกติในหลอดทดลอง (germination tube)

สุ่มตัวอย่างตะกอนดินจากตัวอย่างในข้อ 1.1.1 ด้วยท่อพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักเปียกโดยใช้กระดาษฟลอยด์ให้ได้ประมาณ 1 กรัม ถ่ายลงในหลอดทดลอง

ตั้งทิ้งไว้ในตุ่มตะกอน แล้วทำการดูดน้ำทะเลส่วนที่ใสเหนือตัวอย่างตะกอนดินออก แล้วเติมน้ำทะเลกรองใหม่ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงไปแทนที่ นำไปตั้งทิ้งไว้ในตุ่มมัลติเวลล์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด ทำการดูดน้ำทะเลเหนือตะกอนดินดังกล่าวเพื่อนำไปตรวจสอบเซลล์ปกติที่เกิดขึ้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมกับใส่น้ำทะเลที่ผ่านการกรองใหม่ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงไปแทนที่ ทำการทดลองและสังเกตเช่นนี้ติดต่อกันเป็นเวลา 2 – 4 สัปดาห์ โดยในแต่ละสัปดาห์ทำการตรวจสอบ 3 ซ้ำ

3.2 การศึกษาชนิดของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตโดยการแยกเซลล์เดี่ยวและทำการงอกเซลล์ปกติในหลุมเพาะเลี้ยง

3.2.1 นำตัวอย่างซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่เก็บในสภาพมีชีวิตซึ่งรวบรวมได้ในขั้นตอนที่ 2.1 แล้วดูดน้ำทะเลที่มีตัวอย่างซีสต์ที่รวบรวมได้ดังกล่าวประมาณ 0.5 มิลลิลิตร มาใส่ใน counting chamber ที่มีน้ำทะเลกรองประมาณ 1 มิลลิลิตร

3.2.2 นำมาแยกเซลล์เดี่ยวของซีสต์ซึ่งทราบชนิดแล้ว (โดยการเปรียบเทียบกับเอกสาร) และยังมีชีวิต ภายใต้กล้องจุลทรรศน์หัวกลับโดยใช้เทคนิคหลอดแก้วปลายแหลมตามวิธีของ Matsuoka และ Fukuyo (2000) โดยพิจารณาคัดเลือกซีสต์ที่ยังคงมีองค์ประกอบและอาหารสะสมอยู่ภายใน (accumulation body) ล้างเซลล์ที่ละเซลล์ประมาณ 3 ครั้งด้วยอาหารสูตร f/10 ซึ่งเตรียมได้จากการเติมอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร F (Guillard and Ryther, 1962) 1 มิลลิลิตร ลงในน้ำทะเลฆ่าเชื้อ 10 มิลลิลิตร จากนั้นดูดซีสต์ที่ต้องการใส่ลงในจานหลุมพลาสติก (24 well cell culture cluster) ซึ่งมีอาหารสูตร f/10 บรรจุอยู่หลุมละ 1 มิลลิลิตร แล้วนำเข้าไปบ่มเพาะในตุ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ความเข้มแสงประมาณ 3000 ลักซ์ และช่วงมืด : สว่าง เท่ากับ 12 : 12 ชั่วโมง สังเกตการเกิดเซลล์ปกติทุกวันเป็นเวลา 2 – 4 อาทิตย์ติดต่อกันด้วยกล้องจุลทรรศน์หัวกลับ

3.2.3 เมื่อพบการงอกและการแบ่งของเซลล์ปกติในมวลน้ำในหลุมมากพอจึงถ่ายเซลล์บางส่วนไปยังหลอดทดลองและขวดกั้นกลมเพื่อเก็บเป็น stock culture นำไปเพาะเลี้ยงต่อในตุ่มเพาะและแยกเซลล์บางส่วนมาทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐาน และจำแนกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์อีกครั้ง เพื่อยืนยันว่าผลที่ได้ตรงกับชนิดที่ได้จากการจำแนกด้วยลักษณะของซีสต์หรือไม่ โดยลักษณะต่าง ๆ ของเปลือกซีสต์จะถูกนำมาใช้ประกอบการพิจารณาในการจำแนกชนิดด้วย ในกรณีที่พบซีสต์ที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ชัดเจนโดยพิจารณาจากลักษณะของซีสต์เพียงอย่างเดียว จะถูกนำมาทำการงอกเพื่อจำแนกชนิดจากเซลล์ที่ได้เช่นเดียวกับในข้อ 2.6.1 – 2.6.3 เช่นกัน

4. การจัดทำกฎแฉจำแนกชนิดซีสต์ที่พบ

ทำการรวบรวมลักษณะต่าง ๆ ทางสัณฐานของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบจากการศึกษาและวิเคราะห์ชนิดในข้อ 2 และ 3 จัดทำกฎแฉการจำแนกชนิดซีสต์ที่พบ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3 ผลการศึกษา

1. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพบางประการ

อุณหภูมิน้ำตลอดการศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 29.2 – 30.2 องศาเซลเซียส โดยในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้งมีอุณหภูมิต่ำกว่า การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นฤดูฝนเล็กน้อย

ระดับความลึกของบริเวณต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาอยู่ระหว่าง 3.2 – 24.4 เมตร โดยมีความลึกที่สุดที่บริเวณระหว่างเกาะสี่ซังกับแหลมฉับัง (Lchh 1) ซึ่งเป็นแนวร่องน้ำและเส้นทางเดินเรือของเรือขนส่งสินค้าโดยมีความลึก 24.4 เมตร และความลึกตื้นสุดที่บริเวณชายฝั่งอ่างศิลาโดยมีระดับความลึก 3.2 เมตร

ลักษณะตะกอนดินส่วนใหญ่เป็นดินโคลนหรือโคลนปนทราย ยกเว้นสถานีศึกษาบริเวณแหลมฉับังทั้ง 3 สถานี (Lchh1 Lchh2 Lchh3) มีลักษณะตะกอนดินเป็นทรายปนโคลน ชายฝั่งบางพระ (Bpra3) และหน้าเกาะสี่ซัง (Sria1) มีลักษณะเป็นทรายปนโคลนและทรายหยาบปนเปลือกหอยตามลำดับ

ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางกายภาพบางประการแสดงในตารางที่ 1

2. ชนิดและสัณฐานวิทยาที่ได้จากการศึกษาตัวอย่างที่ผ่านการตรึงสภาพของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยการรวบรวมด้วยวิธี sieving method และตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง

การศึกษาชนิดและสัณฐานวิทยาของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉับัง โดยศึกษาจากคำบรรยายและเปรียบเทียบรูปภาพจากเอกสารรายงานการศึกษา ของ Matsuoka และ Fukuyo (2000) Fukuyo และคณะ (1990) Wall และ Dale (1968) และ Bolch และ Hallegraeff (1990) เป็นหลัก พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตทั้งสิ้น 30 ชนิด แบ่งออกเป็นไดโนแฟลกเจลเลตในอันดับ Gymnodiniales 3 ชนิด อันดับ Gonyaulacales 7 ชนิดและอันดับ Peridiniales 12 ชนิด โดยสามารถจำแนกได้ในระดับชนิด 16 ชนิด จำแนกได้ในระดับสกุล 12 ชนิดและไม่สามารถจำแนกชนิดได้ 2 ชนิด รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ปัจจัยสภาพแวดล้อมบางประการในบริเวณสถานีศึกษา

สถานีศึกษา	พิกัดภูมิศาสตร์	ความลึก (m)		อุณหภูมิน้ำ (°C)		ลักษณะตะกอนดิน
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
Angs1	N 13° 18.900 E 100°40.000	19.0	17.0	29.2	30.2	โคลนสีน้ำตาลอ่อน
Angs2	N 13° 19.673 E 100°49.337	15.9	14.2	29.3	30.3	โคลนเหลวสีน้ำตาล
Angs3	N 13° 20.070 E 100°54.706	3.7	3.2	29.3	30.0	โคลนเหลวสีน้ำตาล
Bpra1	N 13° 12.411 E 100° 51.984	16.6	14.7	29.8	30.1	โคลนสีน้ำตาล
Bpra2	N 13° 13.312 E 100°53.510	11.0	9.7	29.9	30.1	โคลนสีเขียว
Bpra3	N 13° 13.966 E 100°54.815	8.0	6.7	29.9	29.8	ทรายปนโคลน
Sria1	N 13° 08.877 E 100°49.637	12.4	12.7	29.8	29.9	ทรายหยาบปนเปลือกหอย
Sria2	N 13° 10.162 E 100°52.141	15.8	12.7	29.7	30.0	โคลนปนทราย
Sria3	N 13° 10.391 E 100°54.153	4.0	4.8	29.8	30.1	โคลนสีเขียว
Scis	N 13° 07.147 E 100°49.830	18.4	17.5	29.7	30.0	โคลน
Lchh1	N 13° 07.300 E 100°51.700	24.4	23.0	29.7	30.0	โคลนเหลวสีน้ำตาล
Lchh2	N 13° 03.708 E 100°52.521	7.6	7.5	29.8	30.1	ทรายละเอียดปนโคลนสีน้ำตาล
Lchh3	N 13° 13.439 E 100° 51.888	15.0	15.5	29.7	30.2	ทรายละเอียดปนโคลนสีน้ำตาล
Lchh4	N 13° 02.157 E 100°53.199	8.6	8.0	29.7	30.2	ทรายละเอียดปนโคลนสีน้ำตาล

หมายเหตุ : เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 3 – 5 กุมภาพันธ์ 2545

: เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 7 – 9 กันยายน 2545

ตารางที่ 2 ชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตทั้งหมดที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา-เกาะสีชัง และแหลมอับัง

Name	Paleontological name	Synonym
Order Gymnodiniales		
<i>Pheopolykrikos hartmannii</i> (Zimmerman) Matsuoka at Fukuyo		
<i>Polykrikos schwartzii</i> Butschi		
<i>Polykrikos</i> sp.		
Order Gonyaulacales		
<i>Alexandrium</i> sp.		
<i>Gonyaulax scrippsae</i> Kofoid	<i>Spiniferites bulloideus</i>	
<i>Gonyaulax spinifera</i> complex (Claparede et Lachman) Diesing		
<i>Spiniferites membranaceus</i> (Rossignal) Sarjeant	<i>Spiniferites membranaceus</i>	
<i>Spiniferites mirabilis</i> (Rossignal) Sarjeant	<i>Spiniferites mirabilis</i>	
<i>Lingulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge	<i>L. Machaerophorum</i>	<i>G. polyedra</i>
<i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall et Dale	<i>Tuberculodinium vancompoae</i>	<i>P. horologiam</i>
<i>Spiniferites</i> sp.1		
<i>Spiniferites</i> sp.2		
<i>Spiniferites</i> sp.3		
Order Peridinales		
<i>Protoperidinium compressum</i> (Abe') Balech	<i>Stelladinium stellatum</i>	<i>Peridinium stella</i>
<i>Protoperidinium latissimum</i> (Kofoid) Balech		<i>P. latissimum</i>

ตารางที่ 2 ชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตทั้งหมดที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา-เกาะสีชัง และแหลมฉบัง (ต่อ)

Name	Paleontological name	Synonym
<i>Protopteridium leonis</i> (Pavillard) Balech	<i>Quinquecuspis concretum</i>	<i>P. leonis</i>
<i>Protopteridium oblongum</i> (Aurivillius) Parke et Dodge	<i>Votadinium calvum</i>	<i>P. oblongum</i>
<i>Protopteridium claudicans</i> (Paulsen) Balech	<i>Votadinium spinosum</i>	<i>P. claudicans</i>
<i>Protopteridium pentagonum</i> (Gran) Balech	<i>Trivalentinium capitatum</i>	<i>P. pentagonum</i>
<i>Protopteridium subinermis</i> (Paulsen) Loeblich	<i>Selenopemphix alticinctum</i>	<i>P. subinermis</i>
<i>Protopteridium conicum</i> (Gran) Balech	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>P. conicum</i>
<i>Diplopelta parva</i> (Abe') Matsuoka		<i>Dissodinium parvum</i>
<i>Protopteridium</i> sp.1		
<i>Protopteridium</i> sp.2		
<i>Protopteridium</i> sp.3		
<i>Protopteridium</i> sp.4		
<i>Protopteridium</i> sp.5		
<i>Protopteridium</i> sp.6		
<i>Protopteridium</i> sp.7		
Unknown		
Unknown 1		
Unknown 2		

ลักษณะต่าง ๆ ของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและ
แหลมฉบัง มีรายละเอียดดังนี้

Order Gymnodiniales

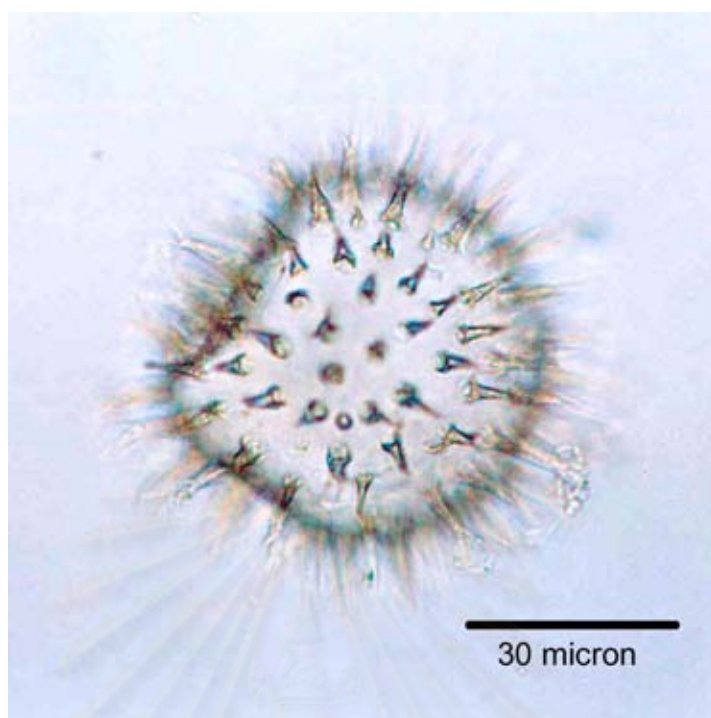
ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นทรงกลม (spherical) จนถึงรูป
ทรงรีรูปไข่ (ovoidal / ellipsoidal)

พื้นผิวผนังซีสต์เรียบหรืออาจมีโครงสร้าง (process) ลวดลายบนพื้นผิว ผนังซีสต์เป็น
สารอินทรีย์ (organic wall) ที่มีสีน้ำตาลอ่อนและสีน้ำตาล ในขณะที่สีน้ำตาลเข้มพบได้น้อย ซีสต์
ส่วนใหญ่มีผนังชั้นเดียว (single layer) หรืออาจมีสองชั้น (two layer) ได้ในบางชนิดแต่พบได้น้อย

รูเปิดที่เกิดจากการงอกออกเป็นเซลล์ปกติ (archeopyle) แบบ cryptopylic archeopyle
ซึ่งยังสามารถพบได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ chasmic archeopyle และ tremic archeopyle

สำหรับซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่มนี้ที่พบ ได้แก่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 16 ซีสต์ของ *Pheopolykrikos hartmannii* (Zimmerman) Matsuoka et. Fukuyo

Synonym: *Polykrikos hartmannii*

Paleontological name : -

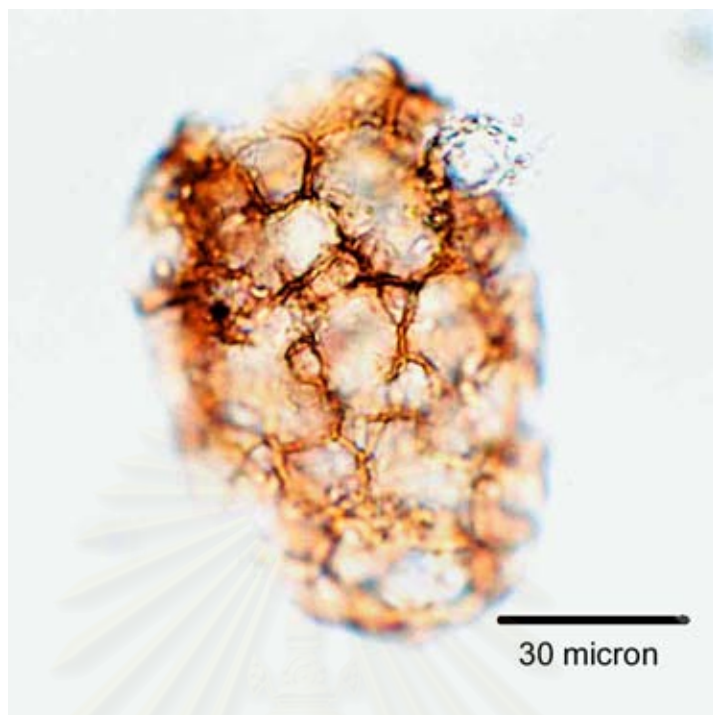
Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 6; Fukuyo และคณะ (1990) หน้า 68 รูป E – F; Bolch and Hallegraeff (1990) รูป 32

ลักษณะรูปร่างซีสต์ :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 – 55 ไมโครเมตร ผนังซีสต์ใส ไม่มีสี บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) ลักษณะเป็นหนามรูปกรวยที่โคนของหนามมีร่องรอยเป็นแถบขนานกัน (conical with striations at proximate base) (รูป 9M) มีความยาวหนามประมาณ 10 – 12 ไมโครเมตร มีช่องเปิดที่เกิดจากการงอกออกเป็นเซลล์ปกติ (archeopyle) แบบ chasmic archeopyle

บริเวณที่พบ

พบชุกชุมบริเวณอ่างศิลา และมีการกระจายกว้างตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในทั้ง 2 ฤดูกาล



รูปที่ 17 ซีสต์ของ *Polykrikos schwartzii* Butschi

Synonym: -

Paleontological name : -

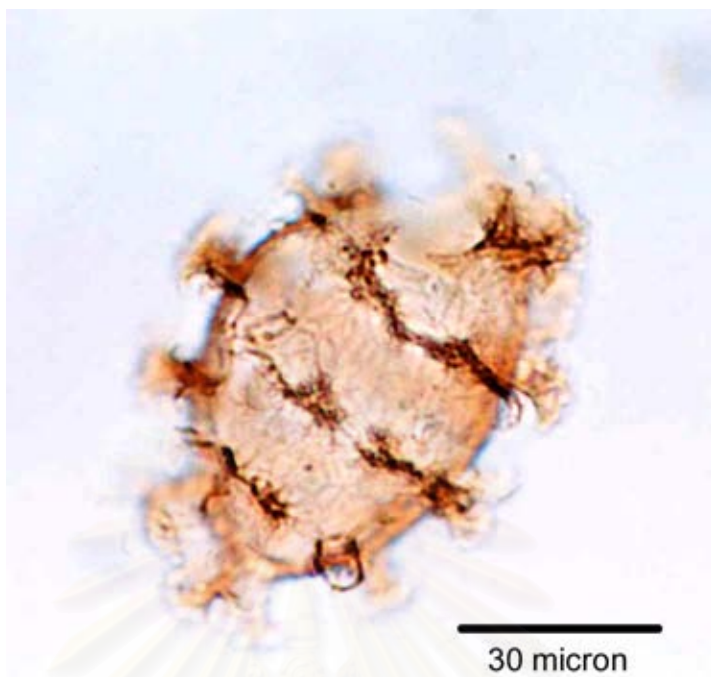
Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 7; Fukuyo และคณะ (1990) หน้า 70 รูป E – H

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงรีรูปไข่ ที่มีความยาวของเซลล์ค่อนข้างมากจนบางครั้งมีรูปทรงคล้ายทรงกระบอกที่มีปลายมน มีความกว้าง 47 – 52 ไมโครเมตร และมีความยาว 65 – 80 ไมโครเมตร ผนังซีสต์มีน้ำตาลอ่อน บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) แบบ orthogonal (รูปที่ 9G) ยาวติดต่อกันคล้ายเส้นกำแพงสานเป็นร่างแหปกคลุมทั่วทั้งบนผิวซีสต์ มีช่องเปิด (archeopyle) แบบ tremic archeopyle ที่บริเวณปลายด้านใดด้านหนึ่งของซีสต์

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในฤดูแล้ง แต่มีความชุกชุมต่ำ



รูปที่ 18 ซีสต์ของ *Polykrikos* sp.

Synonym: -

Paleontological name: -

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงรีรูปไข่หรือทรงกระบอกที่มีปลายมนเช่นเดียวกับ *Polykrikos schwartzii* แต่มีขนาดเล็กกว่าเล็กน้อย มีความกว้าง 40 ไมโครเมตร และความยาว 70 ไมโครเมตร ผนังซีสต์มีน้ำตาลอ่อน บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) แบบ orthogonal (รูปที่ 9G) เช่นเดียวกับ *Polykrikos schwartzii* แต่พบว่ามีลักษณะการเรียงตัวแตกต่างออกไป โดยไม่มีการเรียงตัวสานกันเป็นร่างแหแต่มีลักษณะการเรียงตัวคล้ายกำแพงยาวติดต่อกันตามแนวขวางเป็นแนวนานกันรอบ ๆ เซลล์ 3 – 4 แถว พื้นผิวซีสต์ไม่เรียบมีลักษณะเป็นตุ่มกระจายปกคลุมบนพื้นผิว มีช่องเปิด (archoeopyle) แบบ tremic archoeopyle ที่บริเวณปลายด้านใดด้านหนึ่งของซีสต์

บริเวณที่พบ

พบบริเวณอ่างศิลาช่วงในฤดูแล้งเท่านั้น และพบน้อยมากในการศึกษาครั้งนี้

Order Gonyaulacales

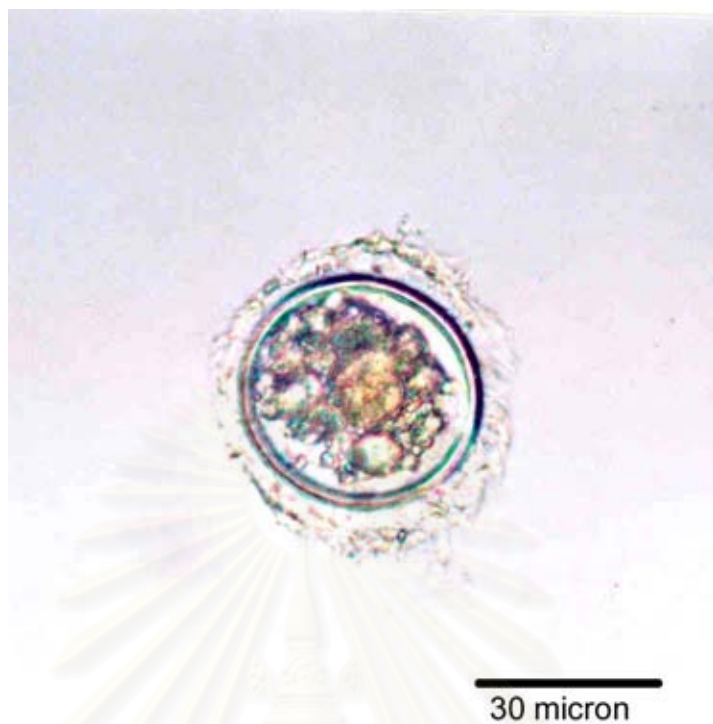
ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้มีรูปร่างเป็นทรงกลมจนถึงทรงรีรูปไข่
พื้นผิวผนังซีสต์เรียบหรืออาจมีโครงสร้าง (process) ลวดลายบนพื้นผิว ผนังซีสต์เป็น
สารอินทรีย์ (organic wall) ผนังโปร่งใส ไม่มีสี ผนังซีสต์มี 2 ชั้น (two layer)

มีรูเปิดที่เกิดจากการงอกออกเป็นเซลล์ปกติ (archeopyle) แบบ saphopylic มีตำแหน่งที่
intercalary precingular หรือ combination

สำหรับซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่มนี้ที่พบ ได้แก่



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 19 ซีสต์ของ *Alexandrium* sp.

Synonym : -

Paleontological name : -

ลักษณะรูปร่าง :-

รูปทรงของซีสต์ค่อนข้างเป็นทรงกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ ไม่มีโครงสร้างใด ๆ บนพื้นผิว ผนังโปร่งใสไม่มีสี บนเซลล์ปกคลุมด้วยสารเมือก (gelatinous material) ภายในมีอาหารสะสมมีเหลืองอย่างชัดเจน (yellow spot)

บริเวณที่พบ

พบบริเวณอ่างศิลาช่วงในฤดูแล้งเท่านั้น และพบน้อยมากในการศึกษาครั้งนี้



รูปที่ 20 ซีสต์ของ *Gonyaulax scrippsae* Kofoid

Synonym : *Spiniferites bulloideus*

Paleontological name : *Spiniferites bulloideus*

Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 10; Fukuyo และคณะ (1990) หน้า 100 รูป E – H;

Wall และ Dale (1968) แผ่นที่ 1 รูป 15

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลมจนถึงทรงรีรูปไข่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 - 32 ไมโครเมตร ผนังซีสต์โปร่งใส ไม่มีสี บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) ค่อนข้างยาว ยาวประมาณ 10 – 12 ไมโครเมตร เป็นแบบ bifurcate trifurcate (รูปที่ 9X และ 9F) ที่มีปลายแยกออกเป็น 2 แฉก (bifid) มีช่องเปิดที่เกิดจากการงอกเซลล์ปกติ (archeopyle) แบบ saphopylic archeopyle ที่บริเวณ precingular

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อย่างศิลาจนถึงแหลมฉบัง โดยมีความชุกชุมในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝน



รูปที่ 21 ซีสต์ของ *Gonyaulax spinifera complex*. (Claparede et Lachman) Diesing

Synonym : *Spiniferites membranaceus*

Paleontological name : *Spiniferites membranaceus* (Rossignol) Sarjeant

Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 11 รูป 6; Bolch and Hallegraeff (1990) รูป 3

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลมหรือทรงรีรูปไข่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 - 35 ไมโครเมตร ผนังซีสต์โปร่งใส ไม่มีสี บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) หลายแบบ ได้แก่ process ที่มีลักษณะเป็นเสาคู่ bifurcate trifurcate (รูปที่ 9X และ 9F) ที่มีปลายแตกออกเป็น 2 แฉก (bifid) และที่บริเวณ antapical มี process ที่มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายผนัง (parasutural septa) แบบ membranous (รูปที่ 9S) มีช่องเปิดที่เกิดจากการงอกเซลล์ปกติ (archeopyle) แบบ saphopylic archeopyle ที่บริเวณ precingular archeopyle

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อย่างศิลาจนถึงครีตราช้างทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน แต่มีความชุกชุมต่ำ



รูปที่ 22 ซีสต์ของ *Gonyaulax spinifera* (Claparede et Lachman) Diesing

Synonym : *Spiniferites mirabilis*

Paleontological name : *Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjeant

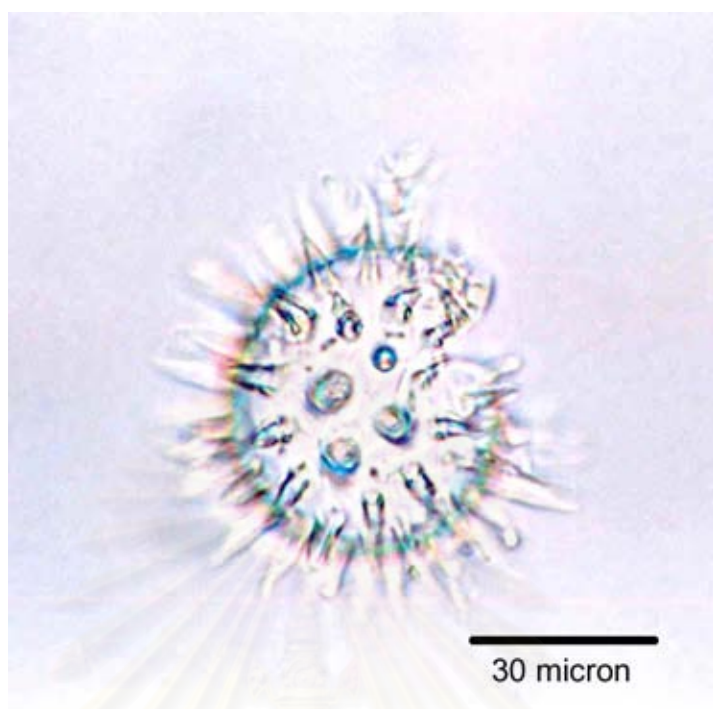
Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 11 รูป 4; Bolch and Hallegraeff (1990) รูป 4

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลมหรือทรงรีรูปไข่ เช่นเดียวกับ *G. scrippsae* และ *Spiniferites membranaceus* แต่มีขนาดใหญ่กว่า โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 - 43 ไมโครเมตร ผนังซีสต์ โปร่งใส ไม่มีสี บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) หลายแบบ ได้แก่ bifurcate trifurcate (รูปที่ 9X และ 9F) และมีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นแผ่น (parasutural septa) ได้แก่ vallate และ antleriform (รูปที่ 9H และ 9L) ยาว 8 - 10 ไมโครเมตร บนพื้นผิว มีช่องเปิดที่เกิดจากการงอกเป็นเซลล์ปกติ (archeopyle) แบบ saphopylic archeopyle ที่บริเวณ precingular archeopyle

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อ้างศิลาจนถึงแหลมฉบังในฤดูแล้ง ในขณะที่ฤดูฝนพบในบริเวณอ้างศิลาถึงบางพระ



รูปที่ 23 ซีสต์ของ *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge

Synonym : *Gonyaulax polyedra*, *L. machaerophorum*

Paleontological name : *L. machaerophorum*

Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 9; Fukuyo และคณะ (1990) หน้า 108 รูป H;

Wall และ Dale (1968), แผ่นที่ 1 รูป 18

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลมจนถึงทรงรีรูปไข่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 - 45 ไมโครเมตร ผนังซีสต์โปร่งใสไม่มีสี บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) แบบ acuminate bulbous (รูปที่ 9A และ 9B) ยาวประมาณ 10 - 15 ไมโครเมตร และ evexate (รูปที่ 9C) ยาว 7 - 8 ไมโครเมตร ปกคลุมอยู่ทั่วทั้งผิวซีสต์ มีช่องเปิด (archeopyle) แบบ combination archeopyle จึงทำให้ตัวอย่างซีสต์ที่พบส่วนใหญ่ไม่ค่อยสมบูรณ์นัก เนื่องจากลักษณะของรูเปิดดังกล่าวเอื้อให้เกิดการแตกหักของเปลือกได้ง่าย

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังทั้ง 2 ฤดูกาล



รูปที่ 24 ซีสต์ของ *Pyrophacus steinii* (Schiller) Wall et Dale

Synonym : *Pyrophacus horologium* var *steinii*

Paleontological name : *Tuberculodinium vancompoae*

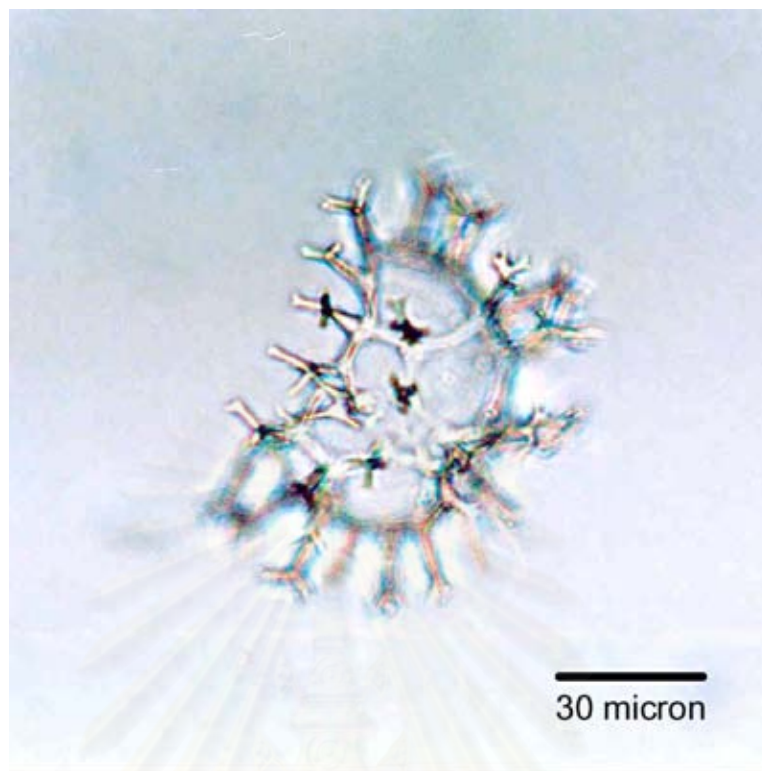
Fukuyo และคณะ (1990) หน้า 116 รูป G - H

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เมื่อมองจากด้านบนเป็นรูปวงกลม ในขณะที่หากมองจากด้านข้างจะมีรูปทรงคล้ายเลนส์ แบบแบบ dorsal ventral มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 70 - 90 ไมโครเมตร ผนังซีสต์โปร่งใส ไม่มีสี บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) แบบ barrel ซึ่งมีลักษณะคล้ายถังเบียร์ ยาวประมาณ 12 - 15 ไมโครเมตร ที่มีปลายแผ่ออกและเชื่อมต่อกันคล้ายหลังคาปกคลุมอยู่ทั่วทั้งผิวซีสต์ อันเป็นลักษณะเฉพาะสำหรับซีสต์ชนิดนี้ ช่องเปิด (archeopyle) แบบ saphopylic archeopyle

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อย่างศิลาจนถึงแหลมฉบังทั้ง 2 ฤดูกาล



รูปที่ 25 ซีสต์ของ *Spiniferites* sp1.

Synonym : -

Paleontological name : -

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์ทรงรีรูปไข่และมีขนาดค่อนข้างใหญ่ คือ มีความกว้างประมาณ 50 ไมโครเมตร ยาว 55 ไมโครเมตร ผนังซีสต์โปร่งใส ไม่มีสี บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) หลายแบบ ได้แก่ bifurcate และ trifurcate (รูปที่ 9X และ 9F) ยาว 13 - 15 ไมโครเมตร นอกจากนี้ยังมีรูปแบบในการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ (tabulation) แต่เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ตัวอย่างซีสต์ที่พบ พบในจำนวนน้อยมากและได้รับความเสียหายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ไม่สามารถสังเกตในรายละเอียดต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ถูกต้องและครบถ้วนพอในการจำแนกชนิดได้

บริเวณที่พบ

พบบริเวณอ่างศิลาในฤดูแล้ง



รูปที่ 26 ซีสต์ของ *Spiniferites* sp2.

Synonym : -

Paleontological name : -

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลมและมีขนาดค่อนข้างใหญ่ คือ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 - 60 ไมโครเมตร ผนังซีสต์โปร่งใส ไม่มีสี บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) หลายแบบ ได้แก่ bifurcate trifurcate และ digitate (รูปที่ 9X 9F และ 9Y) ยาว 17 - 18 ไมโครเมตร เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ตัวอย่างซีสต์ที่พบ พบในจำนวนน้อยมากและได้รับความเสียหายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ไม่สามารถสังเกตในรายละเอียดต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ถูกต้องและครบถ้วนพอในการจำแนกชนิดได้

บริเวณที่พบ

พบบริเวณอ่างศิลาในฤดูแล้ง



รูปที่ 27 ซีสต์ของ *Spiniferites* sp3.

Synonym : -

Paleontological name : -

ลักษณะรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลมหรือเกือบกลม และมีขนาดค่อนข้างใหญ่ คือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 ไมโครเมตร ผนังซีสต์โปร่งใส ไม่มีสี บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) แบบ arboriform (รูปที่ 9Z) ยาว 10 - 13 ไมโครเมตร เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ตัวอย่างซีสต์พบในจำนวนน้อย ทำให้ไม่สามารถสังเกตในรายละเอียดต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ถูกต้องและครบถ้วนพอในการจำแนกชนิดได้

บริเวณที่พบ

พบบริเวณอ่างศิลาในฤดูแล้ง

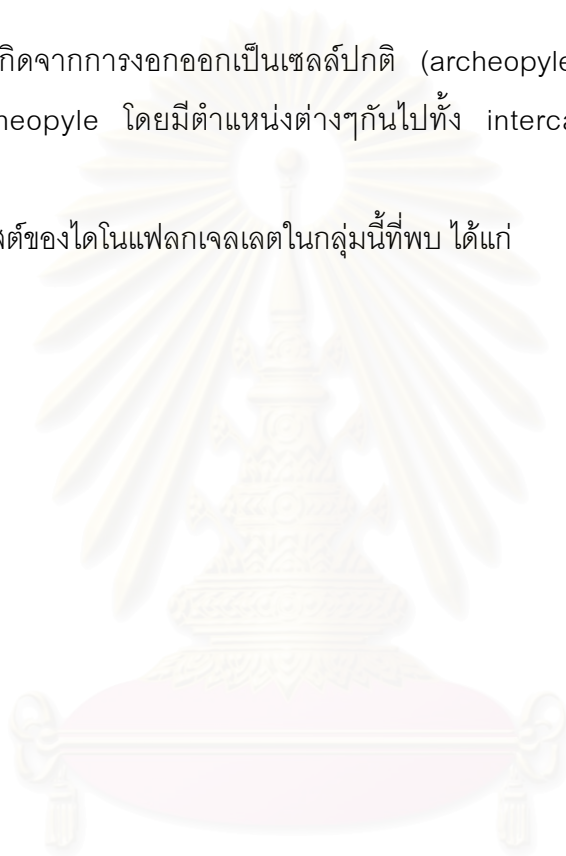
Order Peridinales

ส่วนใหญ่ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่มนี้มีรูปร่างหลากหลาย ได้แก่ ทรงกลม เกือบเป็นทรงกลม ทรงรีรูปไข่ รูปไต รูปหัวใจ รูปดาว รูปทรงห้าเหลี่ยม

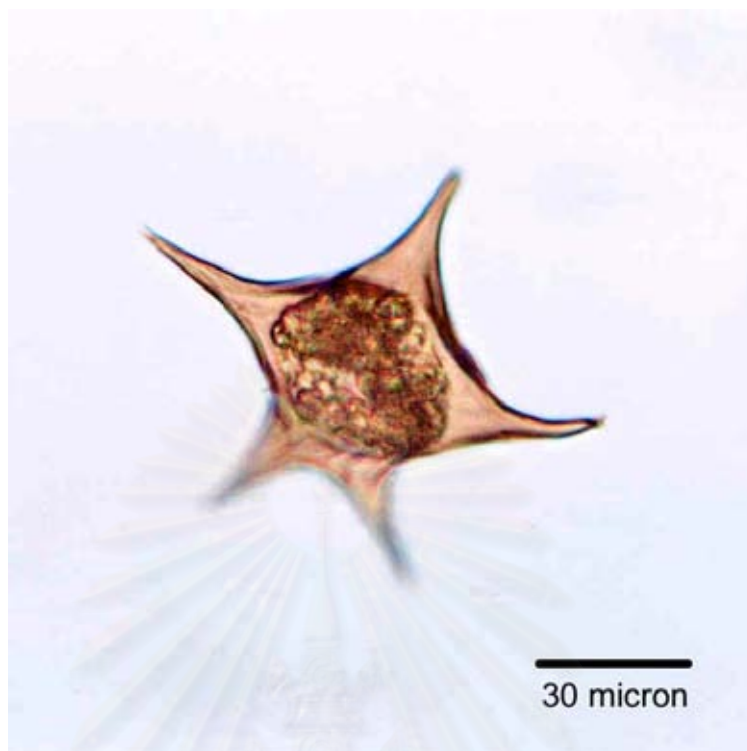
พื้นผิวผนังซีสต์เรียบหรืออาจมีโครงสร้าง (process) ลวดลายบนพื้นผิว ผนังซีสต์เป็นสารอินทรีย์ (organic wall) มีสีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลไปจนถึงสีน้ำตาลเข้ม ส่วนใหญ่มีผนังชั้นเดียว (single layer)

มีรูเปิดที่เกิดจากการงอกออกเป็นเซลล์ปกติ (archeopyle) แบบ saphopylic และ theropylic archeopyle โดยมีตำแหน่งต่างๆกันไปทั้ง intercalary precingular หรือ combination

สำหรับซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่มนี้ที่พบ ได้แก่



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 28 ซีสต์ของ *Protoperidinium compressum* (Abe') Balech

Synonym : *Peridinium Stellatum*

Paleontological name : *Stelladinium stellatum*

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปดาว (stellate) เนื่องจากที่ส่วน epicyst มีขนาดใหญ่กว่า hypocyst และประกอบด้วย 1 apical horn และ 2 lateral horn ในขณะที่ส่วน hypocyst มี antapical horn 2 อัน มีลักษณะเรียวยาวคล้ายเข็ม แบบแบบ dorsal ventral มีขนาดความกว้างจากปลาย lateral horn ด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งยาว 90 - 115 ไมโครเมตร ยาว 100 - 110 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ มีสีน้ำตาลอ่อน มีช่องเปิด (archoepyle) แบบ saphopylic archoepyle ที่บริเวณ intercalary archoepyle

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อย่างคิลาจนถึงแหลมฉบังทั้ง 2 ฤดูกาล



รูปที่ 29 ซีสต์ของ *Protoperidinium latissimum* (Kofoid) Balech

Synonym : *Peridinium latissimum*

Paleontological name :

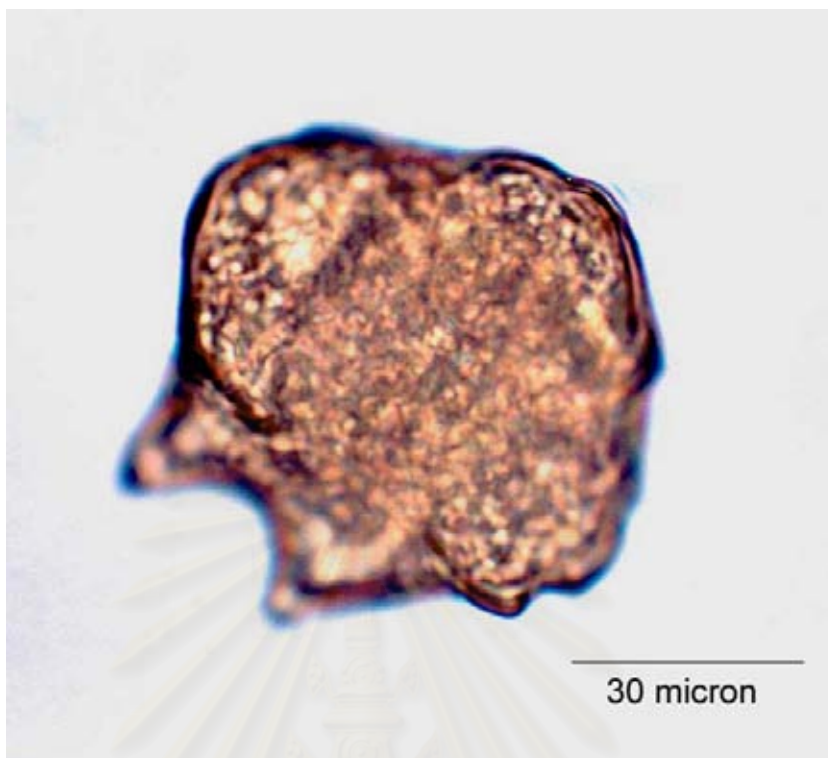
Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 21 รูปที่ 10; Wall และ Dale (1968) แผ่นที่ 2 รูปที่ 6 – 7

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์คล้ายรูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุ่น แบบแบบ dorsal ventral มีความยาว 130 ไมโครเมตร และกว้าง 95 ไมโครเมตร ผนังซีสต์มีผิวเรียบ บางและมีสีน้ำตาลอ่อนที่ epicyst เป็น conical ในส่วน hypocyst แยกออกเป็น 2 antapical horn ที่มีขนาดไม่ใหญ่นักเมื่อเปรียบเทียบกับรูปร่างโดยรวมของซีสต์ มีเปิดแบบ intercalary archeopyle ขนาดใหญ่ที่บริเวณด้านหน้าของ apex

บริเวณที่พบ

พบกระจายบริเวณอ่างศิลาทั้ง 2 ฤดูกาลแต่มีความชุกชุมต่ำ



รูปที่ 30 ซีสต์ของ *Protoperidinium leonis* (Pavillard) Balech

Synonym : *Peridinium leonis*

Paleontological name : *Quinquecuspis concretum*

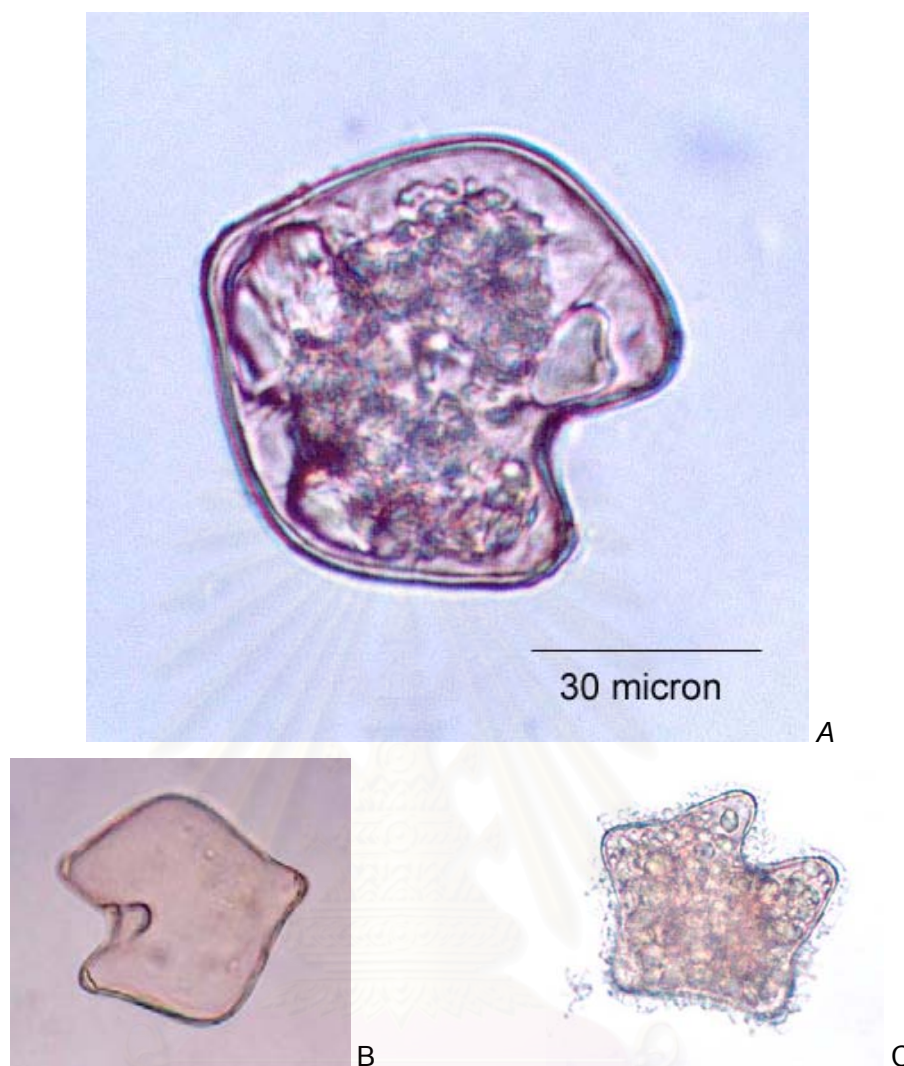
Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 21 รูปที่ 13 – 15; Fukuyo และคณะ (1990) หน้า 150 รูป G – I; Bolch and Hallegraeff (1990) รูป 20; Wall และ Dale (1968) แผ่นที่ 2 รูป 18 - 21

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปห้าเหลี่ยมแบนแบบ dorsal ventral มีความกว้าง 62 - 65 ไมโครเมตร ยาว 70 - 72 ไมโครเมตร ผนังซีสต์มีผิวเรียบ บางและมีสีน้ำตาลที่ epicyst มีลักษณะเป็น conical ที่ตำแหน่งของ paragirdle มีลักษณะเป็นสันนูนเด่นขึ้นมาจากพื้นผิวซีสต์ และปรากฏเป็นร่องรอยของ ventral parasulcus มีช่องเปิดที่เกิดจากการงอกเซลล์ปกติแบบ intercalary archeopyle

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในทั้ง 2 ฤดู



รูปที่ 31 A – C ซีสต์ของ *Protoperidinium oblongum* (Aurivillius) Balech

Synonym : *Peridinium oblongum*, *Protoperidinium latidosale*

Paleontological name : *Votadium calvum*

Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 21 รูปที่ 12; Bolch และ Hallegraeff (1990) รูป 19;
Wall และ Dale (1968), แผ่นที่ 1 รูป 22 – 29.

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปหัวใจหรือรูปขนมเปียกปูน แบบแบบ dorsal ventral ความกว้าง 53 - 70 ไมโครเมตร ยาว 60 - 70 ไมโครเมตร ผนังซีสต์มีผิวเรียบ บางและมีสีน้ำตาลอ่อนในเปลือกเปล่า (empty cyst) ในขณะที่ในตัวอย่างซีตส์มีชีวิต (living) จะดูมีความหนามากกว่า

เพราะมี สารเมือก (gelatinous material) บนพื้นผิว นอกจากนี้ในเปลือกเปล่าของบางตัวอย่างจะยังคงมีร่องรอยของ parasulcus ที่ส่วน hypocyst และแบ่งส่วน hypocyst ออกเป็น 2 antapical lobe ชัดเจน มีช่องเปิด (archeopyle) แบบ intercalary archeopyle ขนาดใหญ่ที่บริเวณด้านหน้าของ apex จนบางครั้งทำให้ซีสต์มีปลายดุ้ง

อย่างไรก็ดีจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ซีสต์ของ *P. oblongum* ที่พบมีรูปทรงที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะและสัดส่วนของบริเวณ apical horn และ antapical horn ทั้ง 2 ด้าน

แบบที่ 1. ส่วนของ apical horn และ antapical horn มีปลายกลมมนมาก และสัดส่วนความกว้างใกล้เคียงกับความยาวทำให้รูปทรงโดยรวมของซีสต์มีลักษณะคล้ายรูปหัวใจคว่ำมากกว่าแบบอื่น ๆ (รูปที่ 31 A)

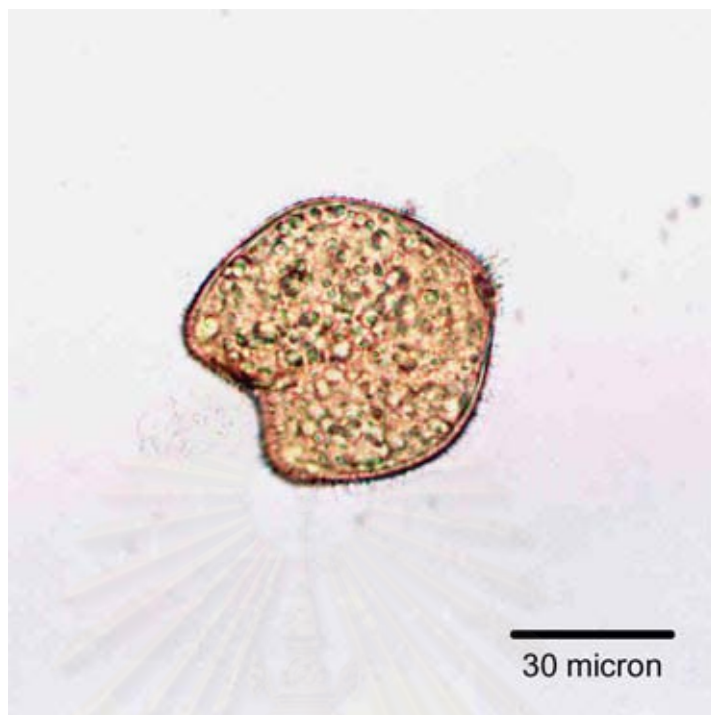
แบบที่ 2. ส่วนของ apical horn และ antapical horn มีปลายกลมปานกลางและแคบกว่าแบบที่ 1 แบ่งออกเป็น lobe อย่างชัดเจน ทำให้รูปทรงโดยรวมของซีสต์มีลักษณะใกล้เคียงสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมากกว่ารูปหัวใจคว่ำในเปลือกเปล่าของบางตัวอย่างจะพบร่อง parasulcus ที่ส่วน hypocyst และแบ่งส่วน hypocyst ออกเป็น 2 antapical lobe ชัดเจน (รูปที่ 31 B)

แบบที่ 3. เป็นแบบที่พบน้อยกว่า 2 แบบแรก โดยบริเวณ ส่วน epicyst แบ่งออกเป็นสามบริเวณอย่างค่อนข้างชัดเจน คือส่วน lateral lobe 2 ส่วนและ apical lobe 1 ส่วน hypocyst แบ่งออกเป็น 2 antapical lobe อย่างชัดเจนเช่นเดียวกัน ทำให้รูปทรงโดยรวมมีลักษณะคล้ายรูป 5 เหลี่ยม (รูปที่ 31 C)

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในทั้ง 2 ฤดูกาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 32 ซีสต์ของ *Protoperidinium claudicans* (Paulsen) Balech

Synonym : *Peridinium claudicans*

Paleontological name : *Votadium spinosum*

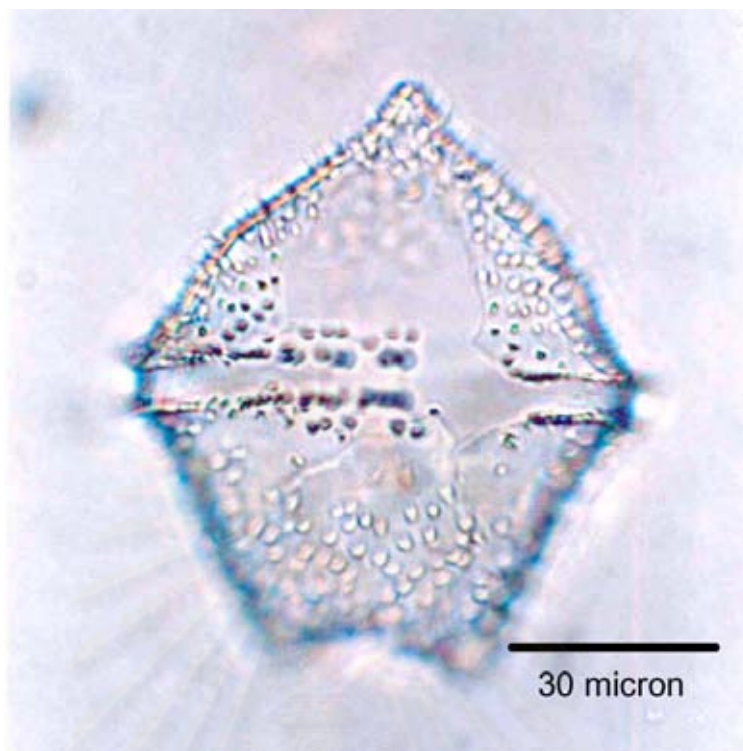
Bolch and Hallegraeff (1990) รูป 25; Wall และ Dale (1968) แผ่นที่ 1 รูป 30

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปหัวใจ แบบแบบ dorsal ventral ความยาว 60 – 70 ไมโครเมตร กว้าง 60 ไมโครเมตร มีขนาดและลักษณะคล้ายคลึงกับ *Protoperidinium oblongum* ในแบบที่ 1 แต่บนผนังซีสต์ปกคลุมด้วยหนามสั้น ๆ ยาวประมาณ 1 ไมโครเมตรเป็นจำนวนมาก มีร่อง antapical sulcus ลึกและแบ่ง antapical ออกเป็น 2 lobe ที่มีขนาดไม่เท่ากัน มีช่องเปิด (archeopyle) เกิดจากการหลุดของ 2 intercalary paraplate เกิดเป็น intercalary archeopyle ขนาดใหญ่ที่บริเวณด้านหน้าของ apex จนบางครั้งทำให้ซีสต์มีปลายดัดวน

บริเวณที่พบ

พบบริเวณอ่างศิลาในฤดูแล้ง



รูปที่ 33 ซีสต์ของ *Protoperidinium pentagonum* (Gran) Balech

Synonym : *Peridinium pentagonum*

Paleontological name : *Trinovatedinium capotatum*

Bolch and Hallegraeff (1990) รูป 15; Wall และ Dale (1968) แผ่นที่ 2 รูป 8 – 10

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงห้าเหลี่ยม เนื่องจากที่ส่วน epicyst มี apical boss ที่ hypocyst มี antapical horn 2 อัน แบบแบบ dorsal ventral ความกว้าง 60 - 70 ไมโครเมตร ยาว 80 - 85 ไมโครเมตร ผนังซีสต์โปร่งใสไม่มีสี บนพื้นผิวและปกคลุมด้วยหนามขนาดเล็กและสันมีร่อง paracingulum และ parasulcus บนพื้นผิวอย่างชัดเจนอันเนื่องมาจากการเรียงตัวของหนามหรือปุ่มสั้น ๆ ช่องเปิดที่เกิดจากการงอกเซลล์ปกติแบบ saphopylic intercalary archeopyle

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อย่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในทั้ง 2 ฤดูกาล



รูปที่ 34 ซีสต์ของ *Protoperidinium subinerme* (Paulsen) Loeblich

Synonym : *Peridinium subinerme*

Paleontological name : *Selenopemphix alticinatum*

Bolch and Hallegraeff (1990), รูป 16, Wall และ Dale (1968), แผ่นที่ 2 รูป 22 – 24

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปวงรีเมื่อมองจากด้านบน หรือเลนส์เมื่อมองจากด้านข้าง แบบแบบ dorsal ventral ยาว 50 ไมโครเมตร กว้าง 45 – 50 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ มีสีน้ำตาลอ่อน ระหว่าง apical และ antapical จะมีร่อง paragirdle ที่กว้างและลึก แบ่ง epicyst และ hypocyst ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ หรือใกล้เคียงกัน epicyst เป็น conical ที่มีผิวเว้าเล็กน้อย มีช่องเปิด (archoepyle) แบบ saphopylic archeopyle ที่บริเวณ Intercalary ตรงกลางของ dorsal surface

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อาร์กติกจนถึงแหลมฉบังในฤดูแล้ง แต่พบน้อยในฤดูฝน



รูปที่ 35 ซีสต์ของ *Protoperidinium conicum* (Gran) Balech

Synonym : *Peridinium conicum*

Paleontological name : *Selenipemphix quanta*

Matsuoka และ Fukuyo (2000) แผ่นที่ 20 รูปที่ 7 – 9; Bolch and Hallegraeff (1990) รูป 14;

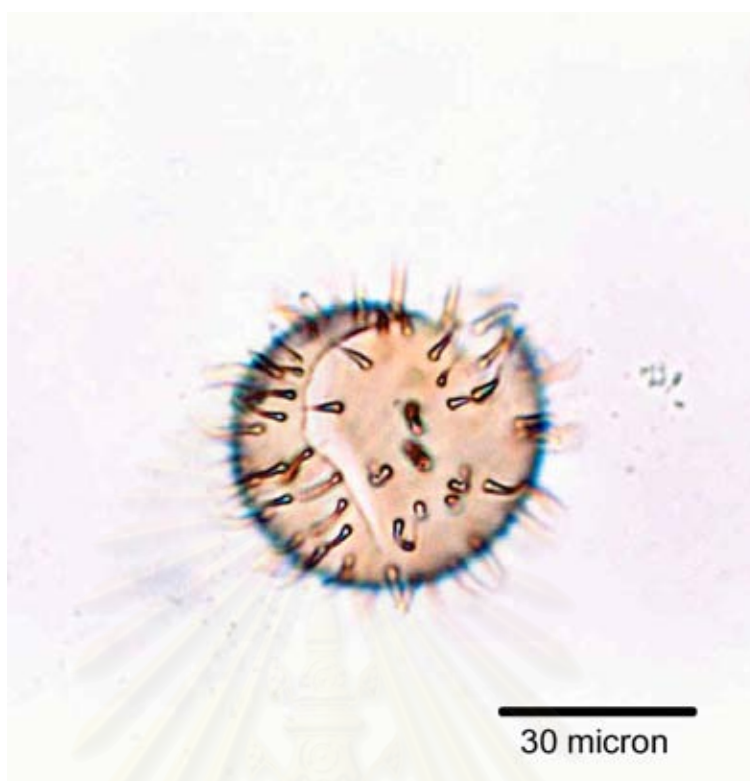
Wall และ Dale (1968) แผ่นที่ 2 รูป 3 – 5

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปคล้ายไตหรือเมล็ดถั่ว แบบแบบ dorsal ventral ยาว 40 - 43 ไมโครเมตร กว้าง 40 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ มีสีน้ำตาลอ่อน ปกคลุมด้วยหนาม ยาวประมาณ 13 ไมโครเมตร เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีแถวของหนามในแนวรอยต่อระหว่าง apical และ antapical เรียงตัวขนานกันตามแนว paragirdle แบ่ง epicyst และ hypocyst ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ หรือใกล้เคียงกัน ที่บริเวณปลายยอด (apical apex) และปลายสุดของส่วน Antapical มีกระจุกของหนามเช่นเดียวกัน มีช่องเปิดแบบ Intercalary อยู่ตรงกลางของ dorsal surface

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อย่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในฤดูแล้ง แต่พบน้อยในฤดูฝน



รูปที่ 36 ซีสต์ของ *Diplopelta parva* (Abe) Matsuoka

Synonym : *Dissodinium parvum*

Paleontological name : -

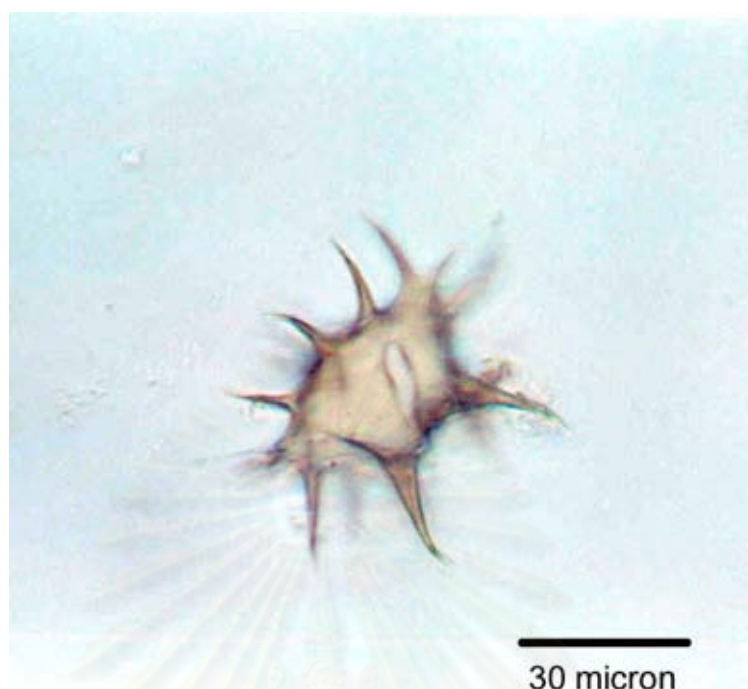
Matsuoka และ Fukuyo (2000) รูปที่ 17-1; Fukuyo และคณะ (1990) หน้า 156 รูป E – F

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ และปกคลุมด้วยโครงสร้าง (process) แบบเป็นหนามที่มีลักษณะโค้งขนาดประมาณ 5 - 7 ไมโครเมตร ผนังมีสีน้ำตาลอ่อน มีช่องเปิด (archoeopyle) แบบ chasmic archoeopyle

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อย่างคิลาจนถึงแหลมฉบังในฤดูแล้ง แต่มีความชุกชุมต่ำ



รูปที่ 37 ซีสต์ของ *Protoperidinium* sp. 1

Synonym : -

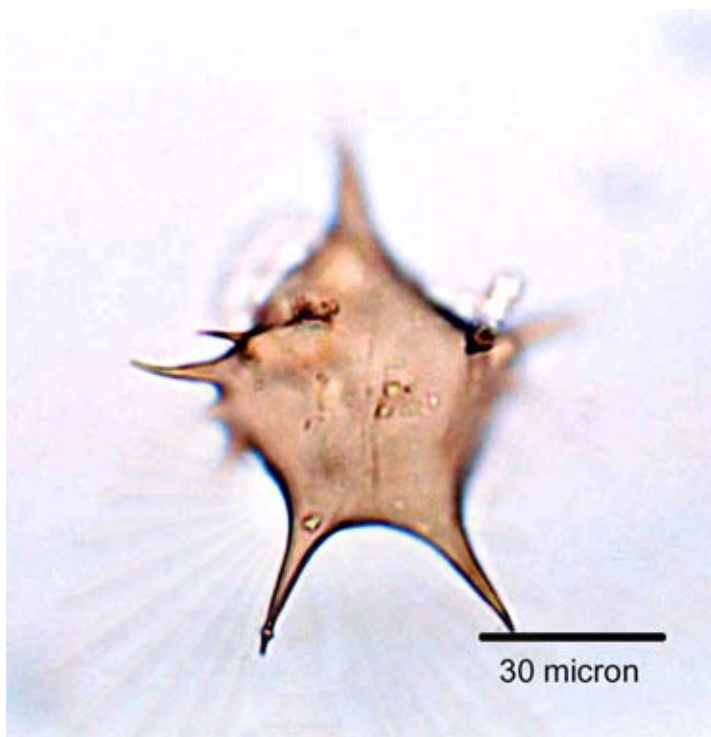
Paleontological name : -

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปดาว มีลักษณะใกล้เคียงกับ *Protoperidinium compressum* แต่ขนาดเล็กกว่า มีความกว้าง 70 ไมโครเมตร ยาว 80 ไมโครเมตร นอกจากนี้ที่บริเวณ epicyst มีหนามลักษณะเดียวกับ lateral horn 10 – 11 อัน ยาวประมาณ 15 - 18 ไมโครเมตร เรียงตัวในแนวขนานแนวเดียวกับ lateral horn โดยรอบตัวซีสต์ ในขณะที่ส่วน hypocyst มี antapical horn 2 อัน ที่มีลักษณะเรียวคล้ายเข็ม แบบแบบ dorsal ventral ผนังซีสต์เรียบ มีสีน้ำตาล มีช่องเปิดที่เกิดจากการงอกเซลล์ปกติ (archeopyle) แบบ saphopylic archeopyle ที่บริเวณ Intercalary

บริเวณที่พบ

พบเฉพาะบริเวณอ่างศิลาในฤดูแล้ง



รูปที่ 38 ซีสต์ของ *Protoperidinium* sp. 2

Synonym :

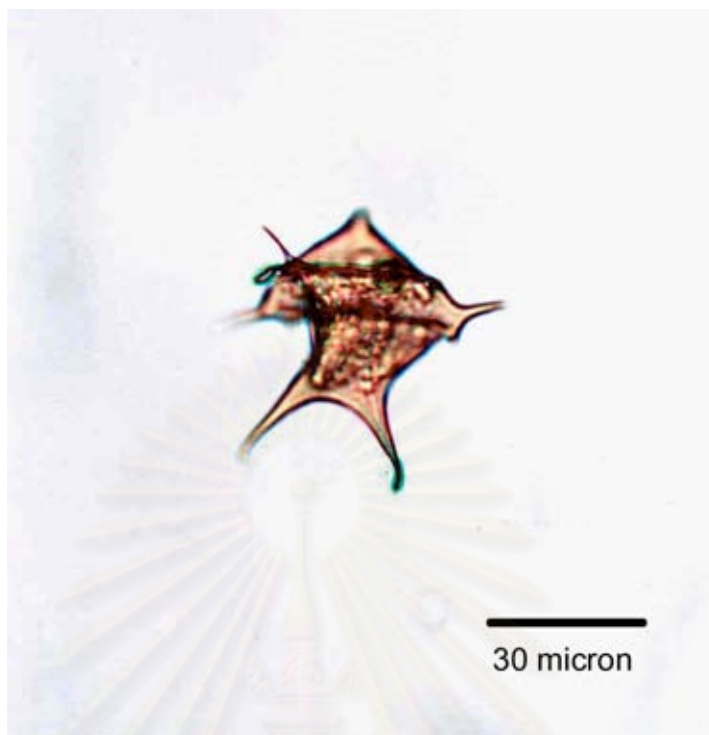
Paleontological name :

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปร่างของซีสต์เป็นรูปดาว มีลักษณะใกล้เคียงกับ *Protoperidinium compressum* แต่แตกต่างกันที่บริเวณ epicyst มีนามลักษณะเดียวกับ lateral horn ที่มีขนาดเล็กและสั้นเมื่อเทียบกับตัวซีสต์ ยาวประมาณ 12 - 15 ไมโครเมตรที่มุมทั้งสองด้าน และมีนามขนาดเล็กและสั้นยาว 3 - 6 ไมโครเมตร จำนวน 8 - 9 อัน เรียงตัวห่าง ๆ กันในแนวขนานแนวเดียวกับ lateral horn โดยรอบตัวซีสต์ ในขณะที่ส่วน hypocyst มี antapical horn 2 อันที่มีลักษณะคล้ายเข็ม แบบแบบ dorsal ventral ยาว 80 - 81 ไมโครเมตร กว้าง 65 - 68 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ มีสีน้ำตาล มีช่องเปิดเนื่องมาจากการงอกเซลล์เป็นปกติ (archoepyle) แบบ saphopylic archoepyle ที่บริเวณ intercalary

บริเวณที่พบ

พบในบริเวณอ่างศิลาและบางพระในฤดูแล้ง



รูปที่ 39 ซีสต์ของ *Protoperidinium* sp. 3

Synonym : -

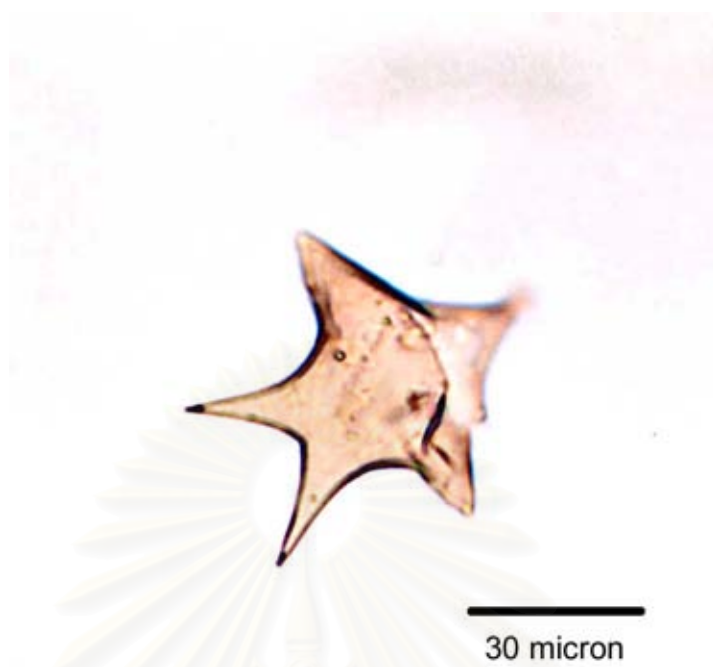
Paleontological name : -

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปดาว แบบแบบ dorsal ventral ยาว 40 ไมโครเมตร กว้าง 40 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ มีสีน้ำตาลอ่อน ส่วน epicyst มี 1 apical horn ขนาดเล็กและไม่เด่นชัดนักและมี lateral horn 2 อันที่มีลักษณะคล้ายเข็ม และมีหนามขนาดเล็กและสั้นขนาด 2 – 4 ไมโครเมตร จำนวน 5 – 6 อันเรียงตัวห่าง ๆ กันในแนวขนานแนวเดียวกับ lateral horn โดยรอบตัวซีสต์ ในขณะที่ส่วน hypocyst มี antapical horn 2 อัน

บริเวณที่พบ

พบเฉพาะบริเวณอ่างศิลาในฤดูแล้ง



รูปที่ 40 ซีสต์ของ *Protoperidinium* sp. 4

Synonym : -

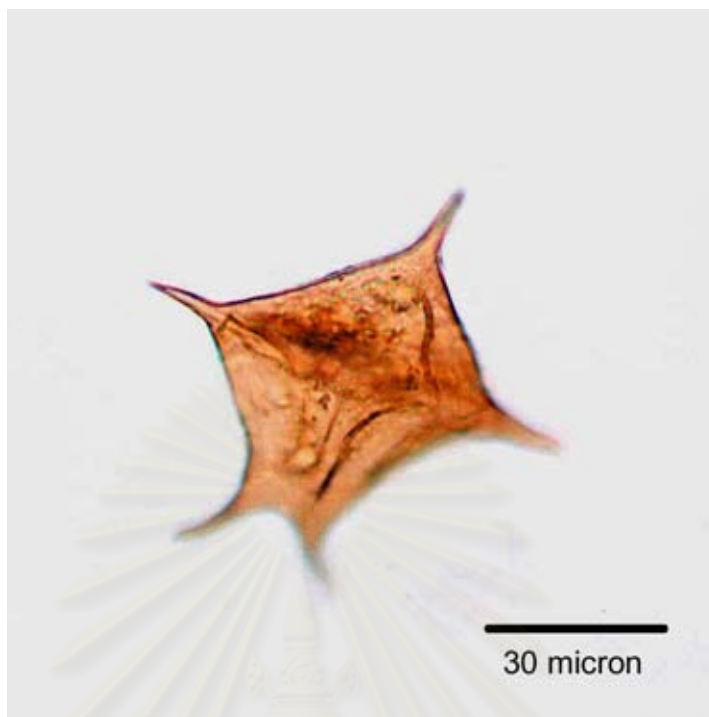
Paleontological name :

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปดาว มีลักษณะใกล้เคียงกับ *Protoperidinium compressum* แต่มีขนาดเล็กกว่า คือ ยาว 50 ไมโครเมตร กว้าง 48 ไมโครเมตร แบบแบบ dorsal ventral บริเวณ epicyst มี apical horn 1 อัน ในส่วนของ lateral horn มีลักษณะแผ่กว้าง ไม่เรียวกเล็กเหมือนในลักษณะเดียวกับ lateral horn ของ *P. compressum* ในขณะที่ส่วน hypocyst มี antapical horn 2 อัน ที่มีลักษณะคล้ายเข็ม ผนังซีสต์เรียบ มีสีน้ำตาลอ่อน มีช่องเปิด (archeopyle) แบบ saphopylic archeopyle ที่บริเวณ intercalary

บริเวณที่พบ

พบเฉพาะบริเวณอ่างศิลาในฤดูแล้ง



รูปที่ 41 ซีสต์ของ *Protopteridinium* sp. 5

Synonym : -

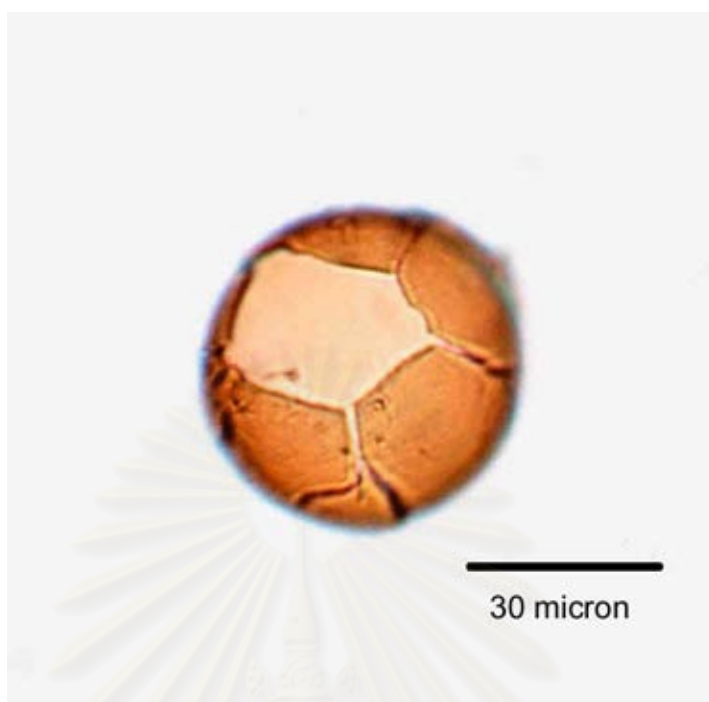
Paleontological name : -

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นรูปห้าเหลี่ยมหรือรูปดาว แบบแบบ dorsal ventral ยาว 60 ไมโครเมตร กว้าง 62 ไมโครเมตร ที่ส่วน epicyst มี 1 apical horn และ 2 lateral horn ในขณะที่ส่วน hypocyst มี 2 antapical horn โดยหนามทั้งหมดค่อนข้างสั้นและเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับตัวซีสต์ ยาว 10 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ มีสีน้ำตาล

บริเวณที่พบ

พบเฉพาะบริเวณอ่างศิลาในฤดูแล้ง



รูปที่ 42 ซีสต์ของ *Protoperidinium* sp.6

Synonym :

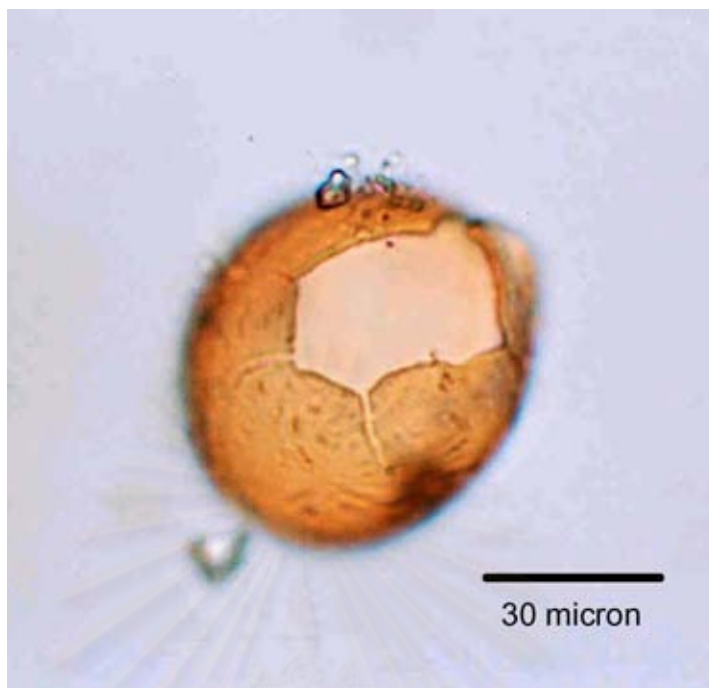
Paleontological name :

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 – 45 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ ไม่มีโครงสร้างใด ๆ มีสีน้ำตาล มีช่องเปิดเป็นรูสี่เหลี่ยมคางหมู

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในทั้ง 2 ฤดู



รูปที่ 43 ซีสต์ของ *Protoperidinium* sp.7

Synonym :

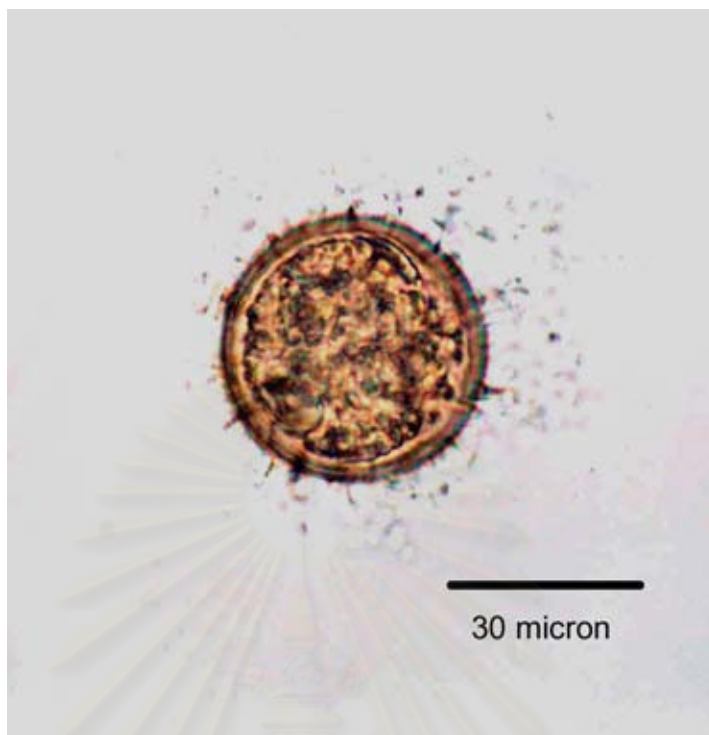
Paleontological name :

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 - 55 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ ไม่มีโครงสร้างใด ๆ มีสีน้ำตาล มีช่องเปิดเป็นรูปหกเหลี่ยมที่มีความยาว

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อย่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในฤดูแล้ง แต่มีความซุกซุ่มต่ำ



รูปที่ 44 ซีสต์ของ Unknown sp.1

Synonym : -

Paleontological name : -

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลม ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 ไมโครเมตร ผังซีสต์เรียบ มีสีน้ำตาล บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) เป็นหนามสั้น ๆ แบบ conical ที่มีความยาวไม่มากนัก ประมาณ 3 - 4 ไมโครเมตร กระจายตัวอยู่บนพื้นผิวในระยะห่าง ๆ กัน

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในฤดูแล้ง แต่มีความชุกชุมต่ำ



รูปที่ 45 Unknown 2

Synonym : -

Paleontological name : -

ลักษณะและรูปร่าง :

รูปทรงของซีสต์เป็นทรงกลม ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 ไมโครเมตร ผนังซีสต์เรียบ โปร่งใส มีสีน้ำตาล บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้าง (process) เป็นแบบ bifid ที่มีความยาวไม่มากนัก ประมาณ 5 ไมโครเมตร กระจายตัวอยู่บนพื้นผิวในระยะห่าง ๆ กัน

บริเวณที่พบ

พบกระจายกว้างตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในฤดูแล้ง แต่มีความซุกซุ่มต่ำ

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานต่าง ๆ ได้รวบรวม และจัดทำกุญแจในการจำแนกชนิดซีสต์ที่พบในบริเวณนี้ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะที่พบในซีสต์ต่างชนิดกัน

3. กุญแจการจำแนกชนิดซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา – เกาะสีชังและแหลมฉบัง

หากไม่มีโครงสร้าง (process) บนพื้นผิวซีสต์ให้ทำการจัดจำแนกโดยใช้แนวทางการทำแนกตามข้อ 3.1

มีโครงสร้าง (process) บนพื้นผิวซีสต์ให้ทำการจัดจำแนกโดยใช้แนวทางการทำแนกตามข้อ 3.2

3.1 ผิวซีสต์เรียบ

A. มีรูปร่างแบบ peridinioid

1. รูปร่างเป็นรูปหัวใจ *Protoperidinium oblongum*
2. รูปร่างซีสต์เป็นรูปห้าเหลี่ยม มี antapical แฉก
 - 2.1 มี paracingulum ที่มีลักษณะเป็นสัน เห็นได้ชัดเจน *P. leonis*
 - 2.2 ไม่มีร่อง paracingulum *P. latissimum*
3. รูปร่างซีสต์เป็นรูปดาว
 - 3.1 ขนาดใหญ่กว่า 70 ไมโครเมตร lateral horn ยาว *P. compressum*
 - 3.2 ขนาดเล็กกว่า 70 ไมโครเมตร
 - 3.2.1 Lateral horn เรียวเล็กและสั้นมากเมื่อเทียบกับตัวซีสต์ *Protoperidinium* sp.5
 - 3.2.2 Lateral horn แผ่กว้างมีลักษณะคล้าย lobe มากกว่า horn *Protoperidinium* sp.4

B. มีรูปร่างเป็นทรงกลม

1. ซีสต์ถูกปกคลุมด้วยเมือก ผนังเซลล์ใส *Alexandrium* sp.
2. ซีสต์มีสีน้ำตาล ขนาด 42- 45 ไมโครเมตร รูเปิดรูปหกเหลี่ยมที่มีด้านกว้างยาว *Protoperidinium* sp.6
3. ซีสต์มีสีน้ำตาล ขนาด 47 – 55 ไมโครเมตร รูเปิดรูปหกเหลี่ยมที่มีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมู *Protoperidinium* sp.7

C. รูปทรงเป็นกรวย 2 อันประกบกัน มีร่อง paragirdle กว้างและลึก

P. subinermis

3.2 บนพื้นผิวซีสต์มีโครงสร้างหรือหนาม

A. ผนังซีสต์มีสีน้ำตาล

1. ซีสต์มีรูปร่างแบบ peridinioid
 - 1.1 ซีสต์มีรูปร่างเป็นรูปหัวใจ ที่มีหนามปกคลุมทั่วไป มี 2 antapical lobe ที่ไม่เท่ากัน

P. claudicans
 - 1.2 ซีสต์มีรูปร่างเป็นรูปดาว
 - 1.2.1 ซีสต์มีขนาด 40 - 42 ไมโครเมตร มีแถวหนามสั้น ๆ เรียงตัวเป็นแนวรอบตัวซีสต์

Protoperidinium sp.3
 - 1.2.2 ซีสต์มีขนาดใหญ่กว่า 70 ไมโครเมตร
 - 1.2.2.1 หนามและ lateral horn มีขนาดใกล้เคียงกันมาก

Protoperidinium sp.1
 - 1.2.2.2 หนามมีขนาดเล็กกว่า lateral horn

Protoperidinium sp.2
2. ซีสต์มีรูปร่างเป็นรีรูปไข่ถึงทรงกระบอก
 - 2.1 Process สานตัวเป็นร่างแหปกคลุมทั่วทั้งผิวซีสต์

Polykrikos schwartzii
 - 2.2 Process เรียงตัวเป็นกำแพงยาวติดต่อกัน และขนาน 3 - 4 แถวรอบเซลล์ซีสต์

Polykrikos sp.
3. ซีสต์มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่ว, รูปไต มีแถวของหนามเรียงตัวเป็นแนว บริเวณขอบร่อง paragirdle เห็นได้ชัดเจน

Protoperidinium conicum
4. ซีสต์มีรูปร่างเป็นทรงกลม
 - 4.1 หนามเป็นแบบ conical ที่มีลักษณะโค้งเป็นจำนวนมากเรียงตัวปกคลุมทั่วซีสต์

Diplopelta parva
 - 4.2 หนามเป็นแบบ conical ลักษณะตรง เรียงตัวห่างกันบนผิวซีสต์

Unknown sp.1

B. ผนังซีสต์ใส ไม่มีสี

1. ซีสต์มีรูปร่างเป็นรูปห้าเหลี่ยม มีหนามสั้น ๆ กระจายอยู่ทั่วไป และเรียงตัวเป็นแนว paracircle และ parasulcus
P. pentagonum

2. ซีสต์มีรูปร่างเป็นทรงกลม หรือรูปไข่

2.1 ประกอบด้วยหนามแบบ conical acuminate และ evexate

2.1.1 มีหนามแบบ conical ที่มีรอยขนานที่โคน *Pheopolykrikos hartmannii*

2.1.2 มีหนามแบบ acuminate evaxate และ bulbous *Lingulodinium polyedrum*

2.2.2. มีหนามแบบ bulbous ที่มีลักษณะคล้ายถังเบียร์ ที่ปลายบานออกและมีเยื่อเชื่อมต่อกันคล้ายหลังคา
ปกคลุมซีสต์ทั้งหมด *Pyrophacus steinii*

2.2 ประกอบด้วยโครงสร้างทั้งแบบแท่งและที่มีลักษณะเป็นแผ่น

2.2.1 โครงสร้างเป็นแบบ bifurcate trifurcate vallate และ antheriform

Spiniferites mirabilis

2.2.2 โครงสร้างเป็นแบบ bifurcate trifurcate และ membranaceous ที่บริเวณ antapical

S. membranaceous

2.3 ประกอบด้วยโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นแท่งเท่านั้น

2.3.1 มีขนาดเล็ก 25 – 30 ไมโครเมตร มีโครงสร้างแบบ bifid หรือ bifurcate เท่านั้น

Unknown 2

2.3.2 ขนาด 30 – 32 ไมโครเมตร มีเฉพาะ bifurcate และ trifurcate เท่านั้น

Gonyaulax scrippsae

2.3.3 มีขนาด 50 ไมโครเมตร มีโครงสร้างแบบ arboriform *Spiniferites sp3*

2.3.3 มีขนาด 50 ไมโครเมตร มีโครงสร้างแบบ bifurcate trifurcate และ digitate

Spiniferites sp2

2.3.4 มีขนาด 50 ไมโครเมตร มีโครงสร้างแบบ bifurcate trifurcate

Spiniferites sp1

4. ผลการตรวจสอบชนิดซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยใช้ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการตรึงสภาพ

4.1 ผลการตรวจสอบชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยทำการงอกในหลอดทดลอง (germination tube)

จากการศึกษาชนิดของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตด้วยการนำตะกอนมาบ่มเพาะในตู้เลี้ยงแพลงก์ตอนไม่พบว่ามีการงอกเซลล์ปกติในระยะปกติ (motile cell) ของไดโนแฟลกเจลเลตในมวลน้ำ

4.2 ผลการตรวจสอบชนิดของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตโดยการแยกเซลล์เดี่ยวและทำการงอกเซลล์ปกติในหลุมเพาะเลี้ยง

จากสังเกตการงอกของซีสต์ที่ทำการแยกเซลล์เดี่ยวและทำการงอกในหลุมที่มีอาหารเลี้ยงแพลงก์ตอนและบ่มเพาะในตู้เลี้ยงแพลงก์ตอนของตัวอย่างซีสต์มีดังแสดงในตารางที่ 3 ไม่พบว่ามี การงอกเซลล์ปกติในระยะปกติ (motile cell) ของไดโนแฟลกเจลเลตในมวลน้ำ

ตารางที่ 3 ชนิดซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบโดยการแยกเซลล์เดี่ยวและทำการงอกเซลล์ปกติในหลุมเพาะเลี้ยง

ชนิดของไดโนแฟลกเจลเลต	จำนวน (เซลล์)	ผลการศึกษา	ระยะเวลาในการสังเกต
<i>Gonyaulax spinifera</i>	12	ไม่พบการงอกเซลล์ระยะปกติ	4 – 8 สัปดาห์
<i>G. scrippsae</i>	4	ไม่พบการงอกเซลล์ระยะปกติ	6 – 8 สัปดาห์
<i>Pyrophacus steinii</i>	9	ไม่พบการงอกเซลล์ระยะปกติ	6 – 8 สัปดาห์
<i>Protoperdinium compressum</i>	7	ไม่พบการงอกเซลล์ระยะปกติ	7 – 8 สัปดาห์
<i>P. leonis</i>	9	ไม่พบการงอกเซลล์ระยะปกติ	6 – 7 สัปดาห์
<i>P. oblongum</i>	18	ไม่พบการงอกเซลล์ระยะปกติ	7 – 8 สัปดาห์

5. ผลการนับจำนวนซีสต์ในสกุล *Alexandrium* โดยเทคนิคการย้อมสี

จากการศึกษาชนิดของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* ด้วยเทคนิคการย้อมสี ไม่พบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium*

6. ชนิด ความชุกชุมและการกระจายของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา-เกาะสีชังและแหลมฉบังตลอดระยะเวลาการศึกษา

จากการศึกษาตัวอย่างตะกอนดินพบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตทั้งสิ้น 30 ชนิด โดยมีจำนวนชนิดและการกระจายแตกต่างกันตามสถานีศึกษาและฤดูกาล ดังแสดงในรูป 46, 47 และ 49

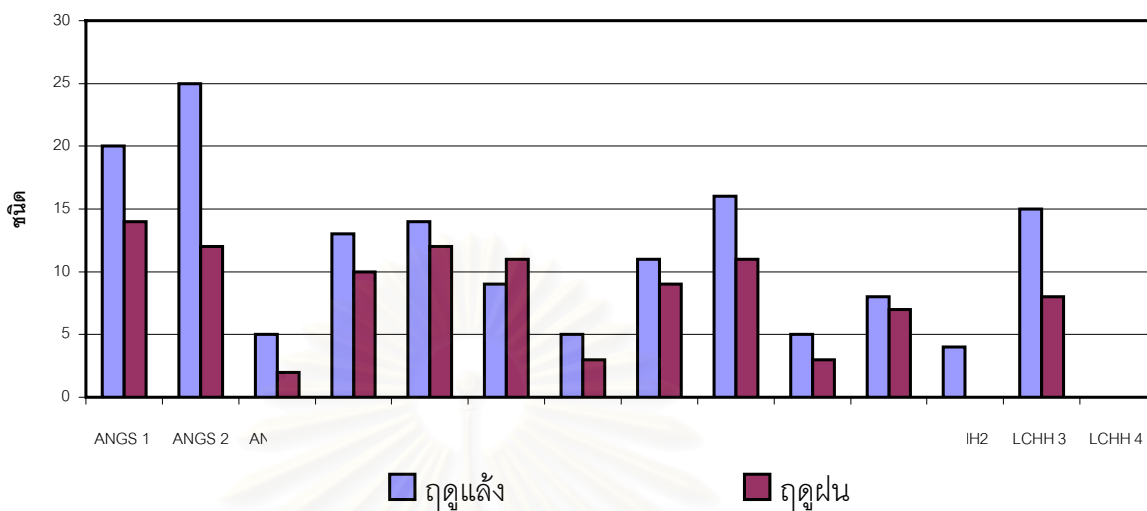
6.1 ชนิดและความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในฤดูแล้ง

ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตพบทั้งสิ้น 30 ชนิด โดยพบกระจายอยู่ทั่วไป ยกเว้นสถานี Lchh4 ซึ่งเป็นบริเวณด้านหลังของเขื่อนกั้นคลื่นของท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งไม่พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตเลย

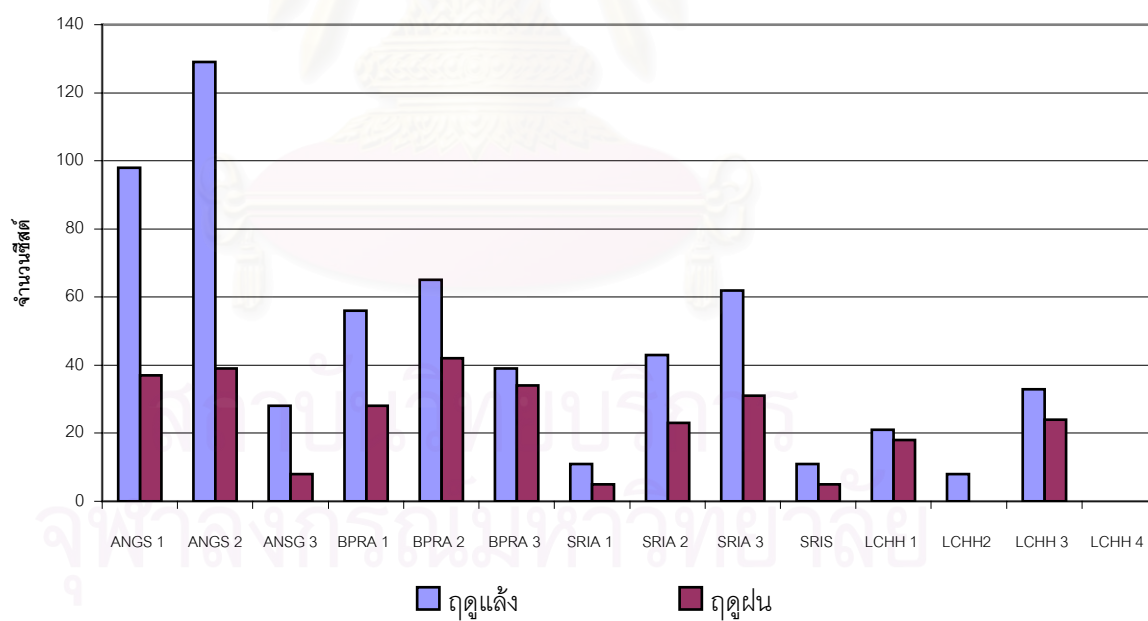
ความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณนี้มีค่าระหว่าง $0 - 128 \pm 57$ ซีสต์ / ตะกอน (เปียก) 1 กรัม โดยบริเวณที่พบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตสูงได้แก่ สถานีศึกษาบริเวณอ่างศิลาและบางพระซึ่งมีความลึกมากกว่า 10 เมตร ได้แก่ สถานี Angs 2 Angs 1 และ Bpra 2 โดยมีความหนาแน่นเท่ากับ 128 ± 57 , 98 ± 43 และ 65 ± 38 ซีสต์ / ตะกอน (เปียก) 1 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่บริเวณที่พบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตต่ำได้แก่ สถานีส่วนใหญ่ในบริเวณแหลมฉบัง ได้แก่ สถานี Lchh 2 ซึ่งพบซีสต์เพียง 8 ± 6 ซีสต์ / ตะกอน (เปียก) 1 กรัม และไม่พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตเลยในสถานี Lchh 4 (ตารางที่ 4)

โดยตัวอย่างซีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็นเปลือกเปล่า ในขณะที่ตัวอย่างซีสต์มีชีวิตของไดโนแฟลกเจลเลตพบในจำนวนน้อยบริเวณสถานี Angs 1 Angs 2 Bpra 1 Bpra 2 Bpra 3 Sria 3 และ Lchh3 (รูปที่ 48) เท่านั้นและไม่พบในสถานีอื่น ๆ ซีสต์มีชีวิตที่พบได้แก่ *Gonyaulax spinifera* *G. scrippsae* *Pyrophacus steinii* *Properidinium compressum* *P. leonis* และ *P. oblongum*

ชนิดของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่มีการกระจายกว้างและพบบ่อยในเกือบทุกสถานี (common species) ได้แก่ *Pheopolykrikos hartmannii* *Gonyaulax scrippsae* *G. spinifera* complex (*Spiniferites mirabilis*) *Lingulodinium polyedrum* *Pyrophacus steinii*, *Protoperidinium pentagonum* *P. leonis* *P. oblongum* *P. subinermis* *P. conicum* และ *Protoperidinium* sp.6 โดยมี *Pyrophacus steinii* และ *Pheopolykrikos hartmannii* เป็นซีสต์ชนิดเด่น (dominant species) เนื่องจากพบว่ามีความชุกชุมสูงสุดเมื่อเทียบกับซีสต์ชนิดอื่น ๆ



รูปที่ 46. จำนวนชนิดซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝน



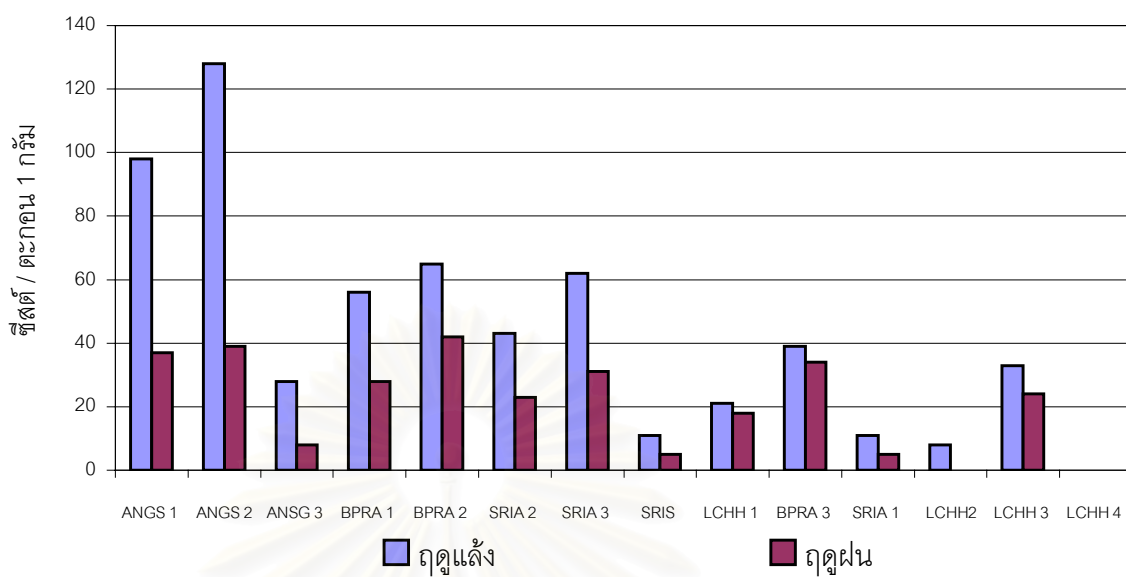
รูปที่ 47. จำนวนรวมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝน

ตารางที่ 4 ความชุกชุมและการกระจายของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตชนิดต่าง ๆ ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังช่วงฤดูแล้ง

ชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตซีสต์	Angs 1	Angs 2	Angs 3	Bpra 1	Bpra 2	Bpra 3	Sria 1	Sria 2	Sria 3	Scis	Lchh 1	Lchh 2	Lchh 3	Lchh 4	รวม
<i>Pheopolykrikos hartmannii</i>	21 ± 9	17 ± 7	-	5 ± 1	5 ± 3	10 ± 3	-	3 ± 3	8 ± 5	-	3 ± 3	-	3 ± 3	-	75 ± 37
<i>Polykrikos schwartzii</i>	1 ± 1	-	-	1 ± 1	-	-	-	-	1 ± 1	-	-	-	3 ± 2	-	6 ± 5
<i>Polykrikos sp.</i>	1 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ± 1	-	2 ± 2
<i>Alexandrium sp.</i>	-	2 ± 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 ± 2
<i>G. scrippsae</i>	5 ± 2	4 ± 1	-	9 ± 2	1 ± 1	2 ± 2	1 ± 1	9 ± 6	7 ± 3	3 ± 3	3 ± 2	-	2 ± 2	-	46 ± 26
<i>Gonyaulax spinifera complex - M</i>	7 ± 4	10 ± 4	-	6 ± 4	-	-	-	-	-	1 ± 0	-	1 ± 1	-	-	25 ± 14
<i>G. spinifera complex</i>	1 ± 1	2 ± 2	7 ± 5	-	9 ± 7	-	2 ± 2	2 ± 2	3 ± 2	3 ± 3	3 ± 1	-	1 ± 1	-	33 ± 26
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	6 ± 5	15 ± 2	-	14 ± 7	6 ± 4	5 ± 4	-	4 ± 3	7 ± 4	-	-	-	1 ± 0	-	58 ± 29
<i>Pyrophacus steinii</i>	17 ± 5	10 ± 6	9 ± 4	1 ± 1	14 ± 4	11 ± 7	5 ± 4	7 ± 2	10 ± 6	-	1 ± 1	4 ± 2	3 ± 2	-	92 ± 44
<i>Spiniferites 1</i>	1 ± 0	-	-	-	1 ± 0	-	-	-	-	-	-	-	4 ± 2	-	6 ± 2
<i>Spiniferites 2</i>	-	1 ± 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ± 0
<i>Spiniferites 3</i>	-	1 ± 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ± 0
<i>Protoperidinium compressum</i>	2 ± 0	2 ± 2	-	-	1 ± 0	-	-	1 ± 1	1 ± 1	-	1 ± 1	1 ± 1	-	-	9 ± 6
<i>P. leonis</i>	8 ± 4	6 ± 2	2 ± 1	1 ± 1	9 ± 6	1 ± 1	-	10 ± 3	5 ± 2	3 ± 2	3 ± 2	-	2 ± 2	-	50 ± 26
<i>P. latissimum</i>	-	4 ± 4	-	-	-	-	-	-	1 ± 0	-	-	-	3 ± 1	-	8 ± 5
<i>P. oblongum</i>	1 ± 1	7 ± 5	-	9 ± 7	3 ± 2	3 ± 2	-	1 ± 1	9 ± 5	-	-	-	-	-	33 ± 23
<i>P. claudicans</i>	1 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ± 1
<i>P. pentagonum</i>	13 ± 4	17 ± 4	8 ± 6	3 ± 2	9 ± 5	2 ± 2	2 ± 0	2 ± 2	1 ± 0	1 ± 1	3 ± 2	2 ± 2	1 ± 1	-	64 ± 31
<i>P. subinerme</i>	3 ± 0	2 ± 2	-	2 ± 2	3 ± 2	-	-	-	3 ± 2	-	3 ± 0	-	3 ± 3	-	19 ± 11

ตารางที่ 4 ความชุกชุมและการกระจายของชีสดีไดโนแฟลกเจลเลตชนิดต่าง ๆ ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

ชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตชีสดี	Angs 1	Angs 2	Angs 3	Bbra 1	Bpra 2	Bpra 3	Sria 1	Sria2	Sria 3	Scis	Lchh 1	Lchh 2	Lchh 3	Lchh4	รวม
<i>P. conicum</i>	1 ± 0	2 ± 1	-	3 ± 2	1 ± 1	1 ± 0	-	2 ± 2	1 ± 0	-	-	-	-	-	11 ± 6
<i>Protoferidinium</i> sp. 1	-	3 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 ± 1
<i>Protoferidinium</i> sp. 2	2 ± 1	-	-	-	2 ± 2	4 ± 3	-	-	-	-	-	-	-	-	8 ± 6
<i>Protoferidinium</i> sp. 3	-	3 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 ± 1
<i>Protoferidinium</i> sp. 4	-	3 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 ± 1
<i>Protoferidinium</i> sp. 5	-	3 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ± 1	-	3 ± 1
<i>Protoferidinium</i> sp. 6	2 ± 0	4 ± 4	2 ± 2	1 ± 1	-	-	1 ± 1	-	2 ± 1	-	-	-	3 ± 2	-	15 ± 11
<i>Protoferidinium</i> sp. 7	4 ± 3	5 ± 2	-	1 ± 1	-	-	-	2 ± 2	1 ± 1	-	-	-	2 ± 2	-	15 ± 11
<i>Diplopelta parva</i>	1 ± 1	2 ± 2	-	-	1 ± 1	-	-	-	2 ± 2	-	-	-	-	-	6 ± 6
Unknown 1	-	3 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 ± 1
Unknown 2	1 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 + 1
รวม	98 ± 43	128 ± 57	28 ± 18	56 ± 32	65 ± 38	39 ± 24	11 ± 8	43 ± 27	62 ± 35	11 ± 9	20 ± 12	8 ± 6	33 ± 25	0	602 ± 336



รูปที่ 64. ความชุกชุมของซีสตร์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยรวมกับลักษณะตะกอนดินในสถานี่ศึกษา

ANGS 1, ANGS 2, ANGS 3, BPRA 1, BPRA 2, SRIA 2 และ SRIS มีลักษณะตะกอนดินเป็นโคลน

LCHH 1, BPRA 3, SRIA 1, LCHH 2, LCHH 3 และ LCHH 4 มีลักษณะตะกอนดินเป็นทราย

6.2 ชนิดและความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในช่วงฤดูฝน

ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตพบทั้งสิ้น 19 ชนิด โดยพบกระจายอยู่ทั่วไป ยกเว้นสถานี Lchh 2 และ Lchh 4 ซึ่งได้แก่บริเวณแหลมฉบังด้านหน้าและด้านหลังของเขื่อนกันคลื่น ที่ไม่พบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตเลย (ตารางที่ 5)

ความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณนี้มีค่าต่ำมาก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง $0 - 39 \pm 29$ ซีสต์ / ตะกอน (เปียก) 1 กรัม โดยพบบริเวณที่พบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตสูงได้แก่ สถานีบริเวณอ่างศิลาและบางพระ ได้แก่ สถานี Bpra 2 Angs 2 และ Angs 1 โดยมีความหนาแน่นเท่ากับ 39 ± 29 , 37 ± 28 และ 34 ± 24 ซีสต์ / ตะกอน (เปียก) 1 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่บริเวณที่พบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตต่ำได้แก่ สถานีส่วนใหญ่ในบริเวณแหลมฉบัง อันได้แก่ สถานี Lchh 2 และ Lchh 4 ซึ่งไม่พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตเลย

ชนิดของซีสต์ไดโนแฟลกเจลที่มีการกระจายกว้างและพบบ่อยในเกือบทุกสถานีได้แก่ *Pheopolykrikos hartmannii* *Gonyaulax spinifera* complex (*Spiniferites mirabilis*) *Lingulodinium polyedrum* *Pyrophacus steinii* *Protoperidinium pentagonum* *P. leonis* *P. oblongum* และ *Protoperidinium* sp.6

6.3 การกระจายซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตตลอดช่วงการศึกษา

การกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยรวม พบว่ามีการกระจายกว้างและพบได้เกือบทุกสถานีแต่มีปริมาณความชุกชุมแตกต่างกันในระหว่างฤดู ดังแสดงในรูป 49 A และ 49 B

กลุ่ม Gymnodinales โดยภาพรวมพบว่ามีการกระจายอยู่ในเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่ อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบัง โดยพบการกระจายไม่แตกต่างกันในทั้ง 2 ฤดูกาล และมีความชุกชุมใกล้เคียงกันในทุกสถานี ยกเว้น Angs 1 และ Angs 2 อ่างศิลาซึ่งมีความชุกชุมสูงกว่าบริเวณอื่น (รูปที่ 49 C และ D) ชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่ม Gymnodinales ที่พบบ่อยในการศึกษาทั้ง 2 ฤดูกาล ได้แก่ *Pheopolykrikos hartmannii* คือพบใน 9 – 10 สถานีจาก 14 สถานี ครอบคลุมตั้งแต่บริเวณอ่างศิลาถึงแหลมฉบัง โดยมีปริมาณสูงสุดในฤดูแล้งในบริเวณอ่างศิลา และมีแนวโน้มความชุกชุมมากในสถานีใกล้ชายฝั่งตลอดคัล้องกันทั้งสองฤดูกาล (รูปที่ 50 A และ B) ในขณะที่ *Polykrikos schwartzii* พบน้อย เพียง 4 สถานีในฤดูแล้ง และพบเพียง 1 สถานีในฤดูฝนเท่านั้น (รูปที่ 50 C และ D) สำหรับ *Polykrikos* sp. พบน้อยมาก เพียง 1 ครั้งจากสถานี Lchh 3 ในช่วงฤดูแล้งสถานี Lchh3 บริเวณแหลมฉบัง (รูปที่ 51 A)

ตารางที่ 5 ความชุกชุมและการกระจายของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตชนิดต่าง ๆ ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังช่วงฤดูฝน

ชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตซีสต์	ANGS 1	ANGS 2	ANGS 3	BPRA 1	BPRA 2	BPRA 3	SRIA 1	SRIA 2	SRIA 3	SCIS	LCHH 1	LCHH 2	LCHH 3	LCHH 4	รวม
<i>Pheopolykrikos hartmannii</i>	2 ± 2	7 ± 5	-	4 ± 3	6 ± 1	7 ± 5	-	2 ± 2	6 ± 5	-	2 ± 2	-	3 ± 2	-	39 ± 27
<i>Polykrikos schwartzii</i>	-	-	-	1 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ± 1
<i>Polykrikos</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alexandrium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. scrippsae</i>	-	1 ± 1	-	5 ± 3	-	2 ± 2	-	-	2 ± 0	-	-	-	-	-	10 ± 6
<i>Gonyaulax spinifera</i> complex - M	1 ± 1	4 ± 3	-	-	1 ± 1	-	1 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	7 ± 6
<i>G. spinifera</i> complex	5 ± 4	2 ± 1	2 ± 2	1 ± 1	2 ± 2	1 ± 1	-	1 ± 1	1 ± 0	1 ± 1	2 ± 1	-	2 ± 2	-	20 ± 16
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	3 ± 2	4 ± 3	-	1 ± 1	2 ± 2	1 ± 1	-	5 ± 4	1 ± 1	-	-	-	-	-	17 ± 14
<i>Pyrophacus steinii</i>	7 ± 2	6 ± 4	6 ± 3	6 ± 4	8 ± 2	4 ± 2	2 ± 2	1 ± 1	4 ± 3	2 ± 2	2 ± 2	-	4 ± 3	-	52 ± 30
<i>Spiniferites 1</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spiniferites 2</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spiniferites 3</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium compressum</i>	2 ± 2	2 ± 2	-	-	1 ± 1	6 ± 5	-	2 ± 2	-	-	3 ± 3	-	-	-	16 ± 15
<i>P. leonis</i>	1 ± 1	5 ± 4	-	-	3 ± 2	2 ± 1	-	6 ± 5	2 ± 2	-	1 ± 1	-	5 ± 3	-	25 ± 19
<i>P. latissimum</i>	1 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ± 1
<i>P. oblongum</i>	3 ± 2	1 ± 1	-	6 ± 4	-	2 ± 2	-	1 ± 1	6 ± 5	-	-	-	1 ± 1	-	20 ± 16
<i>P. claudicans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. pentagonum</i>	4 ± 4	2 ± 1	-	1 ± 1	2 ± 2	4 ± 4	2 ± 2	2 ± 2	3 ± 2	2 ± 2	5 ± 4	-	1 ± 1	-	28 ± 25

ตารางที่ 5 ความชุกชุมและการกระจายของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตชนิดต่าง ๆ ในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังช่วงฤดูฝน (ต่อ)

ชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตซีสต์	Angs 1	Angs2	Angs 3	Bpra 1	Bpra 2	Bpra 3	Sria 1	Sria 2	Sria 3	Scis	Lchh 1	Lchh 2	Lchh 3	Lchh 4	รวม
<i>P. subinermis</i>	1 ± 1	-	-	-	10 ± 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11 ± 6
<i>P. conicum</i>	-	-	-	2 ± 2	1 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 ± 3
<i>Protoferidinium</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoferidinium</i> sp. 2	3 ± 2	4 ± 3	-	-	-	-	-	-	4 ± 1	-	-	-	-	-	11 ± 6
<i>Protoferidinium</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ± 1	-	1 ± 1
<i>Protoferidinium</i> sp. 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoferidinium</i> sp. 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoferidinium</i> sp. 6	2 ± 2	1 ± 1	-	-	-	4 ± 1	-	3 ± 1	1 ± 1	-	3 ± 3	-	7 ± 5	-	21 ± 14
<i>Protoferidinium</i> sp. 7	2 ± 2	-	-	1 ± 1	3 ± 2	1 ± 1	-	-	-	-	-	-	-	-	7 ± 6
<i>Diplopelta parva</i>	-	-	-	-	3 ± 3	-	-	-	1 ± 1	-	-	-	-	-	4 ± 4
Unknown 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unknown 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	37 ± 28	39 ± 29	8 ± 5	28 ± 21	42 ± 24	34 ± 24	5 ± 5	23 ± 19	31 ± 21	5 ± 5	18 ± 16	0	24 ± 18	0	294 ± 215

กลุ่ม Gonyaulacales โดยภาพรวมพบว่ามีการกระจายอยู่ในเป็นบริเวณกว้าง ตั้งแต่อย่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในทั้ง 2 ฤดูกาล โดยความชุกชุมในฤดูแล้งตั้งแต่อย่างศิลาจนถึงศรีราชา มีปริมาณค่อนข้างสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ในช่วงการศึกษาเดียวกันและในฤดูฝน (รูปที่ 51 B และ C) โดยชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบ่อยที่ในการศึกษาทั้ง 2 ฤดูกาลได้แก่ *Lingulodinium polyedrum* และ *Pyrophacus steinii* คือพบ ใน 8 และ 10 สถานี จาก 14 สถานีตามลำดับ โดย *Lingulodinium polyedrum* มีปริมาณโดยรวมไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละสถานีและช่วงเวลาศึกษา ยกเว้น สถานี Angs 1 และ Bpra 1 ซึ่งมีความชุกชุมซีสต์มากกว่าในฤดูฝนอย่างชัดเจน (รูปที่ 52 A และ B) ในขณะที่ *Pyrophacus steinii* มีความชุกชุมสูงกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้งและมีการกระจายมากในแถบอย่างศิลาถึงศรีราชา (รูปที่ 52 C และ D) สำหรับชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบ่อยรองลงมาได้ *Gonyaulax scrippsae* (รูปที่ 53 A และ B) และ *Gonyaulax spinifera* (*Spiniferites mirabilis*) (รูปที่ 53 C และ D) โดยมีลักษณะการกระจายกว้างและพบบ่อยในช่วงฤดูแล้ง อีกทั้งปริมาณที่พบในฤดูแล้งจะมีใกล้เคียงหรือค่ามากกว่าในฤดูฝน นอกจากนี้ *Gonyaulax spinifera* (*Spiniferites membranaceus*) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับ *Spiniferites mirabilis* แต่พบมีการกระจายน้อยกว่า โดยพบมากในบริเวณอย่างศิลาถึงบางพระเท่านั้น โดยพบปริมาณมากในฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน (รูปที่ 54 A และ B)

สำหรับซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบน้อยถึงน้อยมากได้แก่ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* sp. และ *Spiniferites* sp. โดยพบน้อยมาก เพียง 1 - 3 สถานี ช่วงฤดูแล้งเท่านั้นได้แก่ *Alexandrium* sp. (รูปที่ 54 C) *Spiniferites* sp.1 พบในสถานี Angs1 Bpra 2 และ Lchh 3 (รูปที่ 54 D) *Spiniferites* sp.2 (รูปที่ 55 A) และ *Spiniferites* sp.3 (รูปที่ 55 B) พบที่สถานี Angs 2

กลุ่ม Peridinales โดยภาพรวม พบว่ามีการกระจายเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่อย่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในทั้ง 2 ฤดูกาล โดยความชุกชุมในฤดูแล้งตั้งแต่บริเวณอย่างศิลาจนถึงศรีราชา มีปริมาณค่อนข้างสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ในช่วงการศึกษาเดียวกันและในฤดูแล้ง (รูปที่ 55 C และ D)

ชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบ่อยที่ในการศึกษาทั้ง 2 ฤดูกาล ได้แก่ *Protoperidinium leonis* และ *P. pentagonum* โดย *P. leonis* มีแนวโน้มพบมากในสถานีที่ห่างไกลชายฝั่งและพบในบริเวณกว้างตั้งแต่ อย่างศิลาถึงศรีราชาในฤดูฝน ปริมาณโดยรวมไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละสถานีและช่วงเวลาศึกษา ยกเว้น สถานี Angs 1 Bpra 2 และ Sria 2 ซึ่งมีความชุกชุมซีสต์มากกว่าในฤดูฝนเล็กน้อย (รูปที่ 56 A และ B) ในขณะที่ *P. pentagonum* มีความชุกชุมสูงกว่าเล็กน้อยในช่วงฤดูแล้ง และมีการกระจายมากในแถบอย่างศิลา (รูปที่ 56 C และ D)

สำหรับชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบ่อยรองลงมาได้ *P. compressum* *P. oblongum* *P. subinerme* *P. conicum* *Protopteridinium* sp.6 และ *Protopteridinium* sp.7

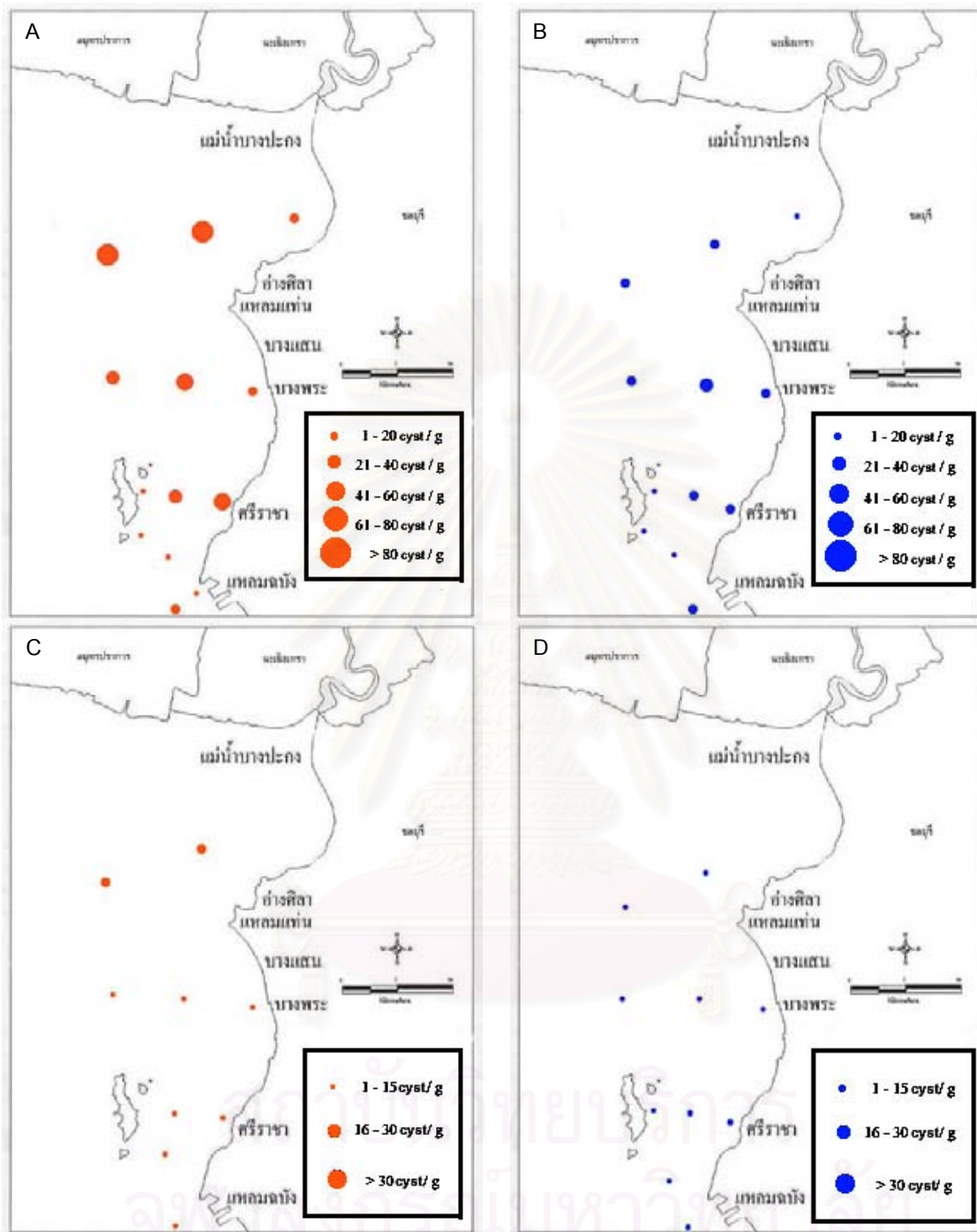
P. compressum และ *Protopteridinium* sp.6 มีลักษณะของการกระจายคล้ายคลึงกัน คือพบมีขอบเขตการกระจายกว้างตั้งแต่บริเวณอ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในทั้ง 2 ฤดู โดยปริมาณใกล้เคียงกันทั้งในแต่ละสถานีศึกษาของช่วงเวลาศึกษาเดียวกันและต่างฤดูกาล (รูปที่ 57 A - D) ในขณะที่ชีสต์ของ *P. oblongum* พบกระจายกว้างตั้งแต่อ่างศิลาถึงศรีราชาหรือแหลมฉบังทั้ง 2 ฤดู แต่ปริมาณความชุกชุมบางสถานีในฤดูแล้งมากกว่า (รูปที่ 58 A และ B)

กลุ่มต่อมาได้แก่ชีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่มีกระจายค่อนข้างกว้างในฤดูแล้งแต่พบน้อยในฤดูฝน ได้แก่ *Protopteridinium* sp.7 (รูปที่ 58 C และ D) *P. subinerme* (รูปที่ 59 A และ B) และ *P. conicum* (รูปที่ 59 C และ D) มีการกระจายกว้าง ตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงศรีราชาหรือแหลมฉบังในฤดูแล้ง ในขณะที่ในฤดูฝนพบมีการกระจายบริเวณอ่างศิลาจนถึงบางพระเท่านั้น

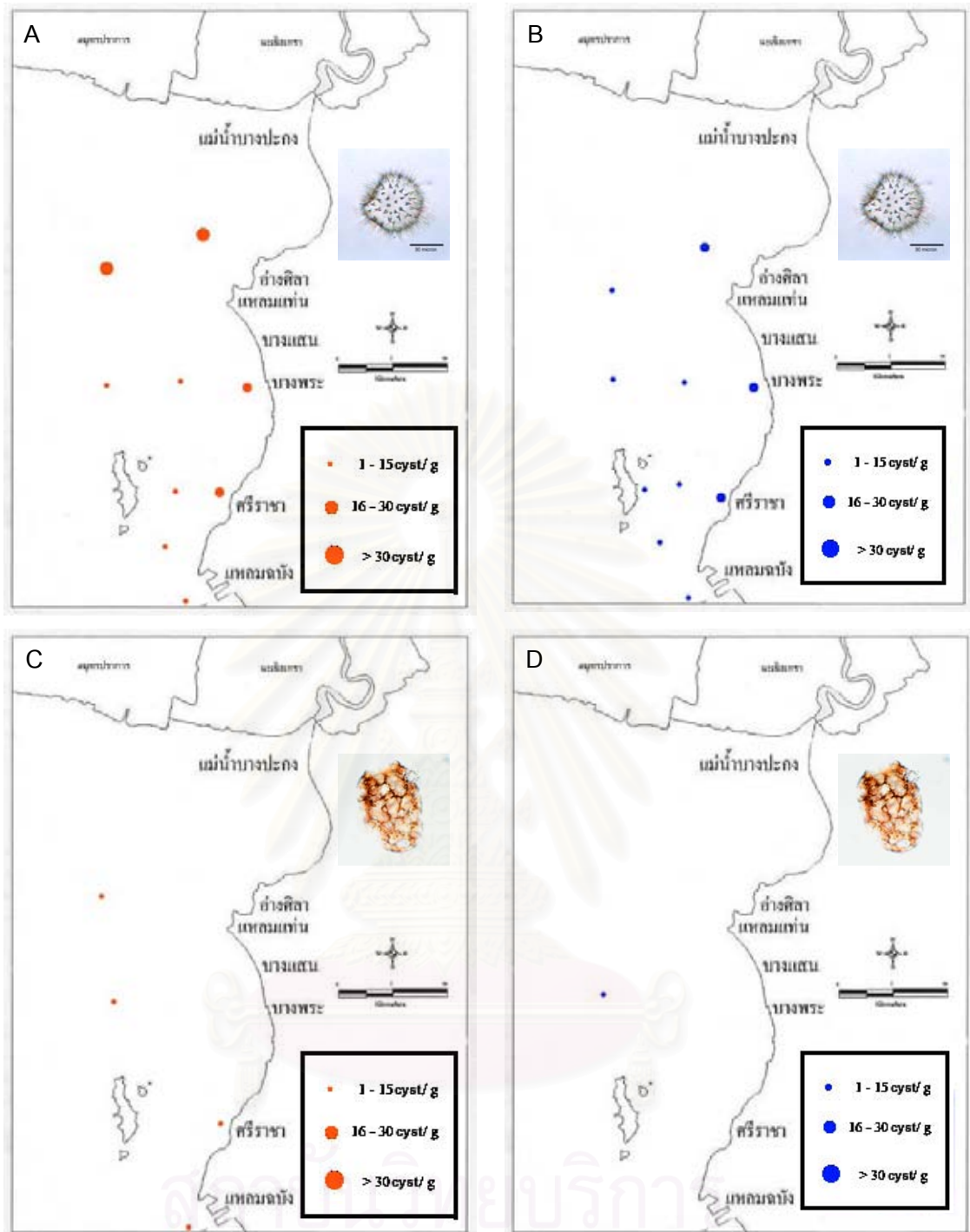
Protopteridinium latissimum (รูปที่ 60 A และ B) *Diplopelta parva* (รูปที่ 60 C และ D) *Protopteridinium* sp.2 (รูปที่ 61 A และ B) *Protopteridinium* sp.3 (รูปที่ 61 C และ D) พบเพียง 1 - 3 ในแต่ละฤดูกาล โดยทั้งหมดจะพบที่ Angs 1 หรือ 2 ในช่วงฤดูแล้ง และมีการกระจายในบริเวณอื่น ๆ อีกเล็กน้อย

สำหรับชีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบน้อยถึงน้อยมากได้แก่ชีสต์ *Protopteridinium claudicans* (รูปที่ 62 A) *Protopteridinium* sp.1 (รูปที่ 62 B) *Protopteridinium* sp.4 (รูปที่ 62 C) *Protopteridinium* sp.5 (รูปที่ 62 D) เนื่องจากพบเฉพาะบริเวณสถานี Angs 2 ในช่วงฤดูแล้ง

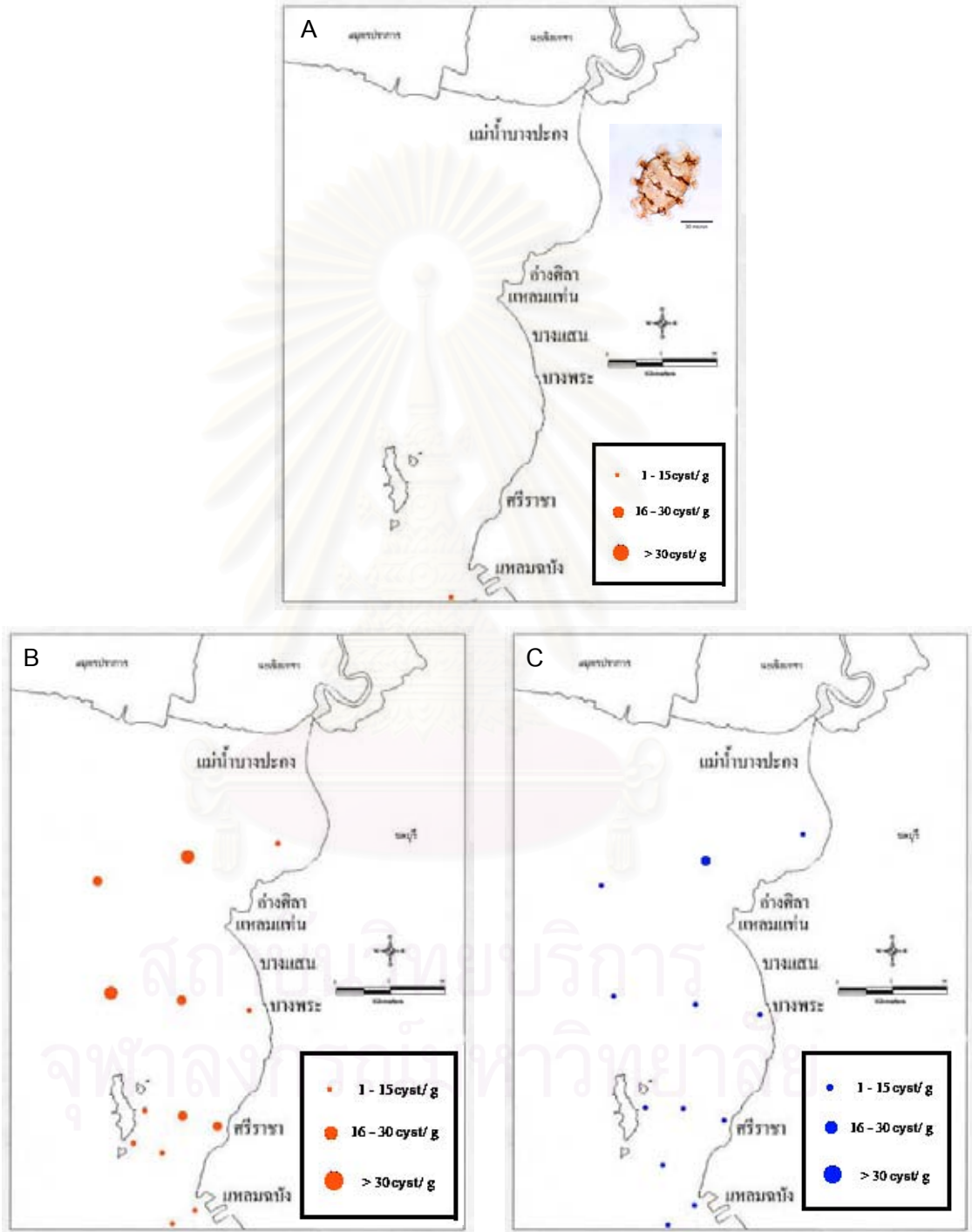
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



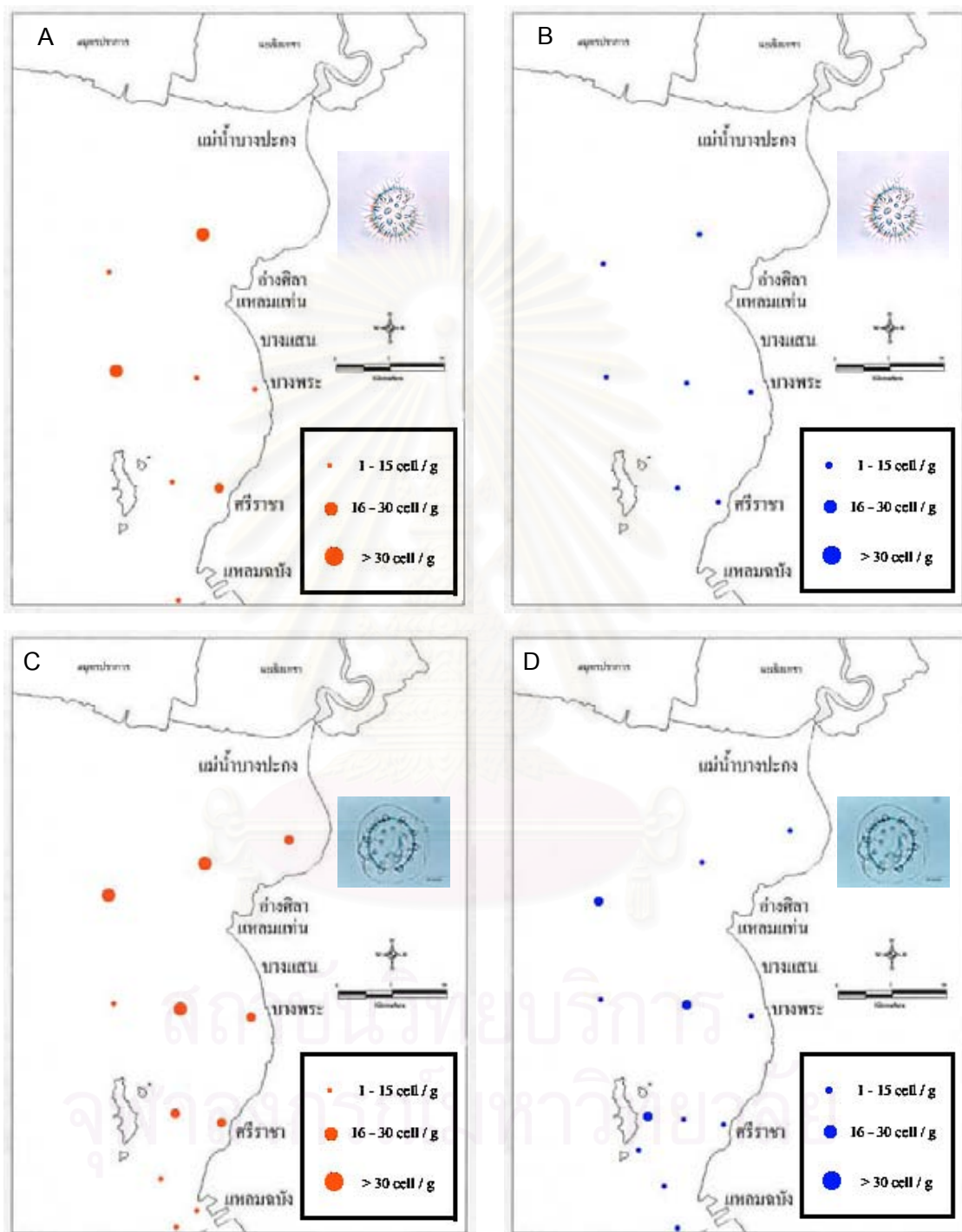
รูปที่ 49. A และ B ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ไดโนแฟลกเจลเลตโดยรวมที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ
C และ D ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม Gymnodiniales
ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ



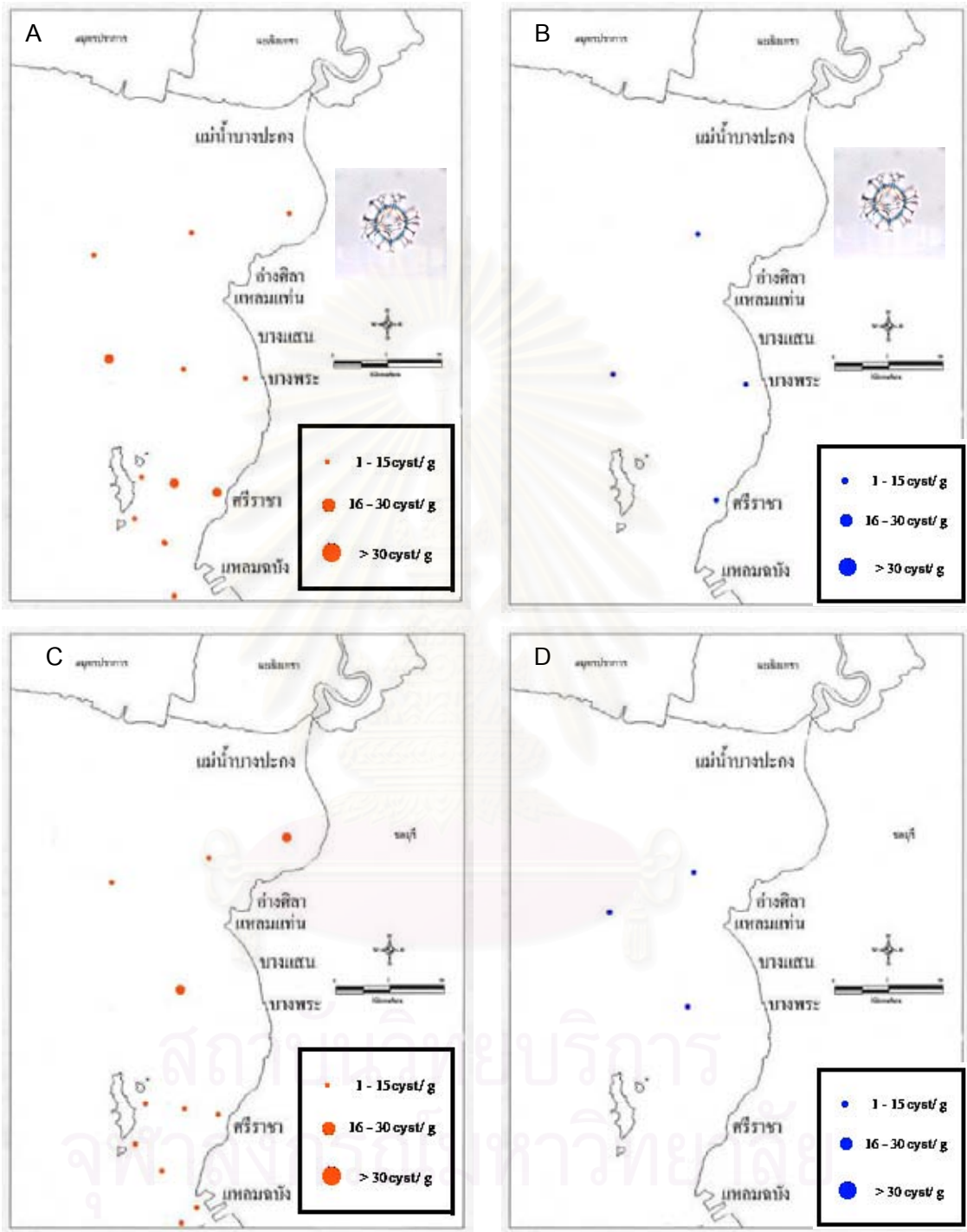
รูปที่ 50. A และ B ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ของ *Pheopolykrikos hartmannii* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ
C และ D ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ของ *Polykrikos schwartzii* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ



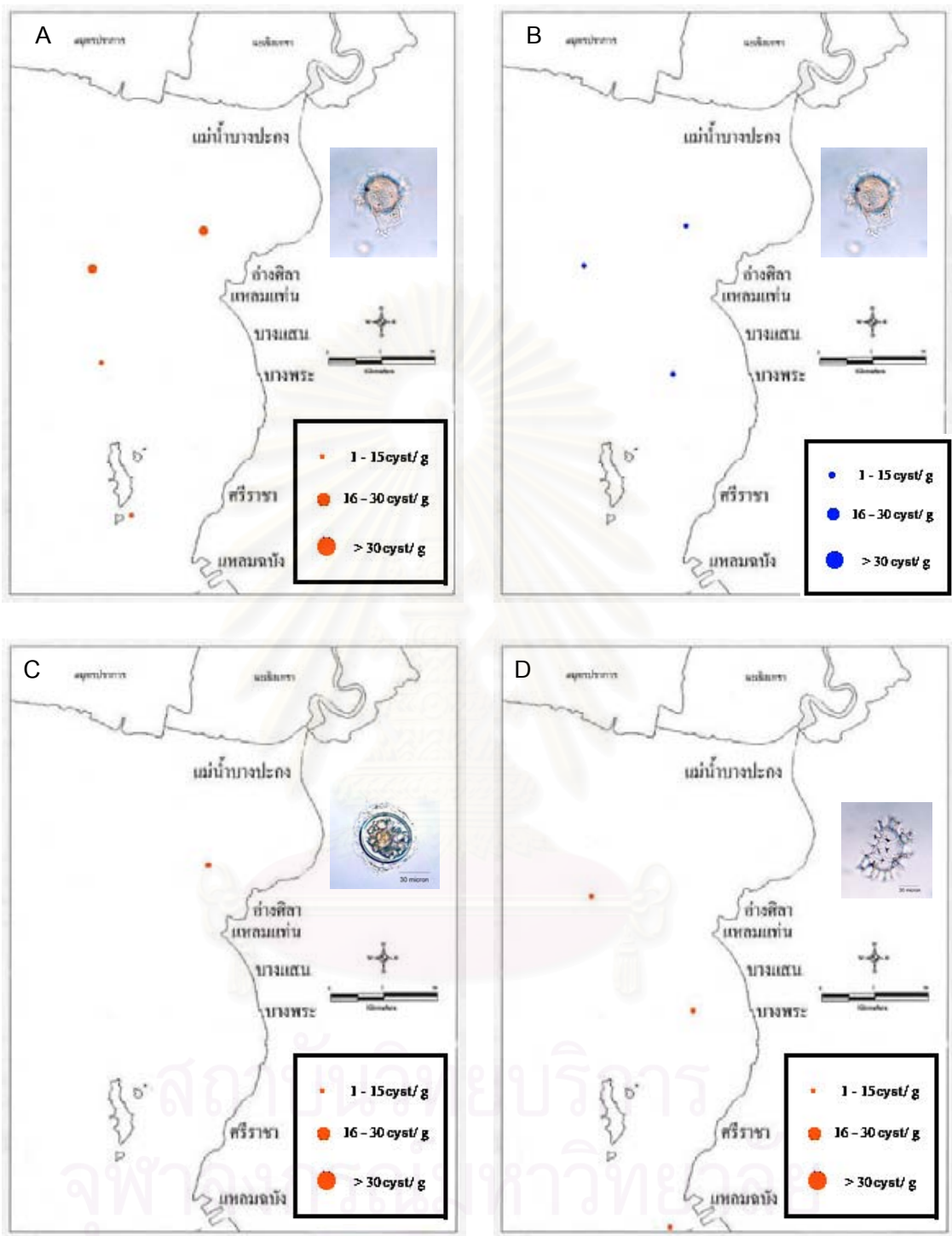
รูปที่ 51. A ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ของ *Polykrikos* sp. ที่พบในถดู่แฉ่ง
B และ C ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม Gonyaulacales
ที่พบในถดู่แฉ่งและถดู่ฝนตามลำด้าบ



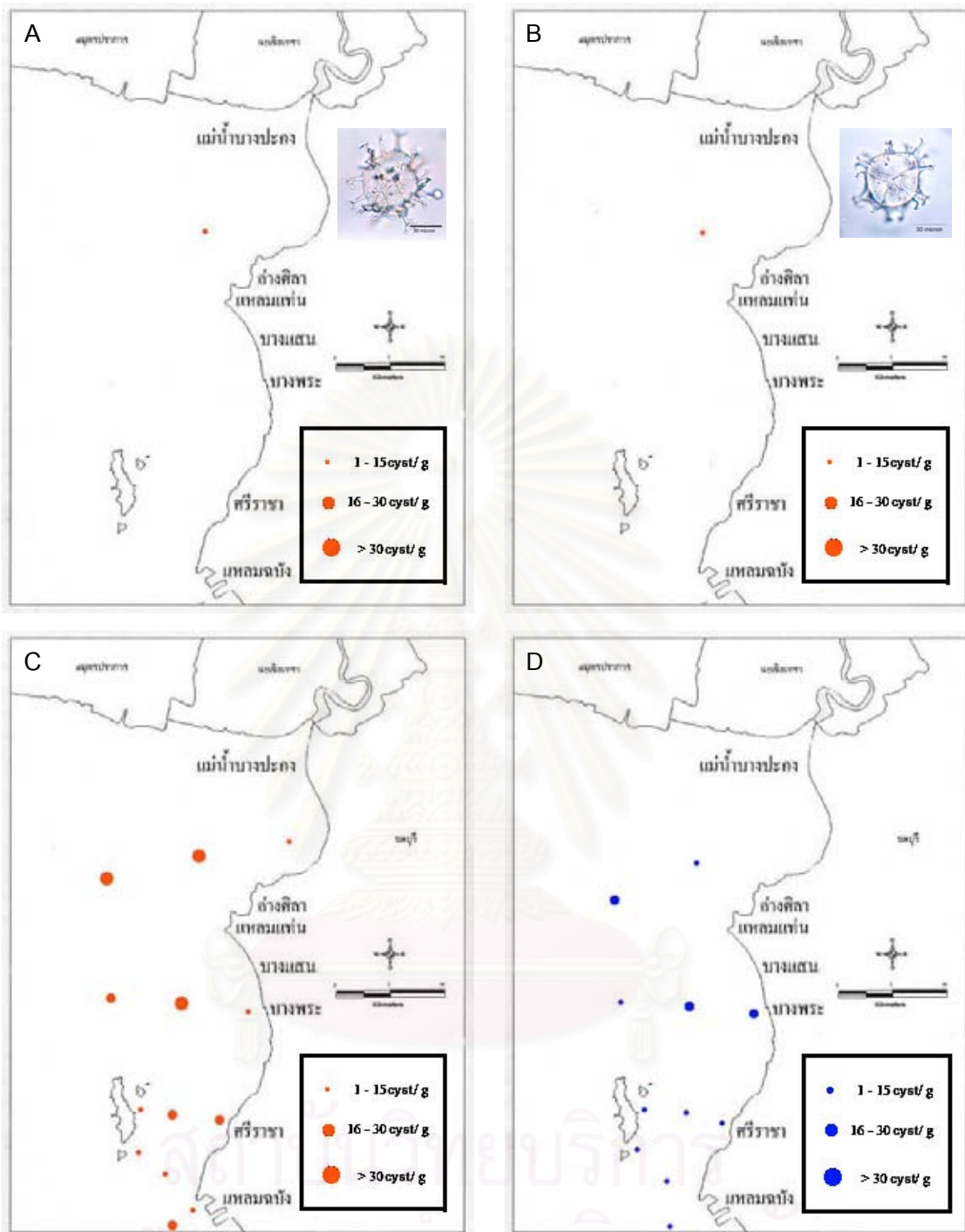
รูปที่ 52. A และ B ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Lingulodinium polyedrum* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ
C และ D ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Pyrophacus steinii* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ



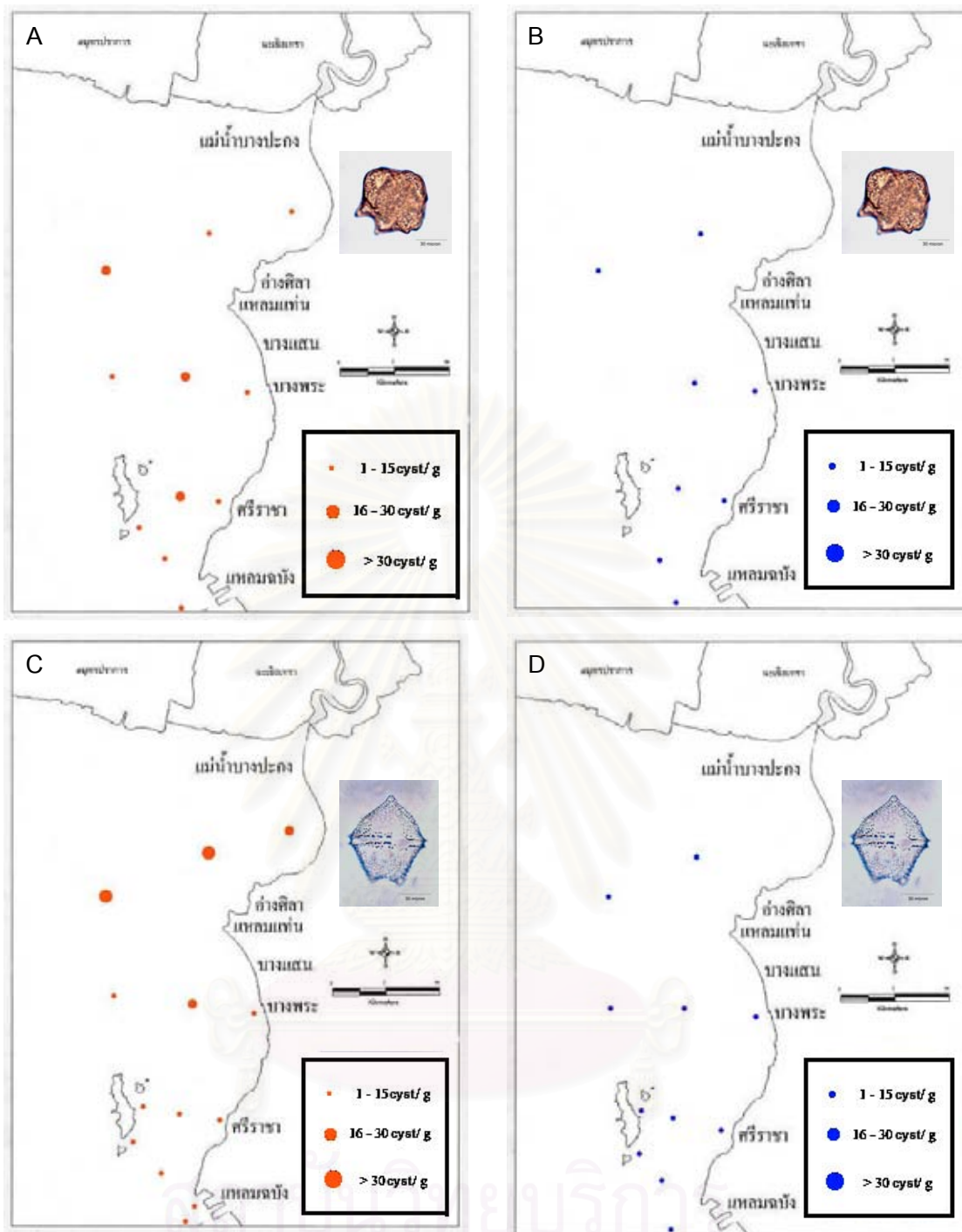
รูปที่ 53. A และ B ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Gonyaulax scrippsae* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ
C และ D ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Spiniferes mirabilis* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ



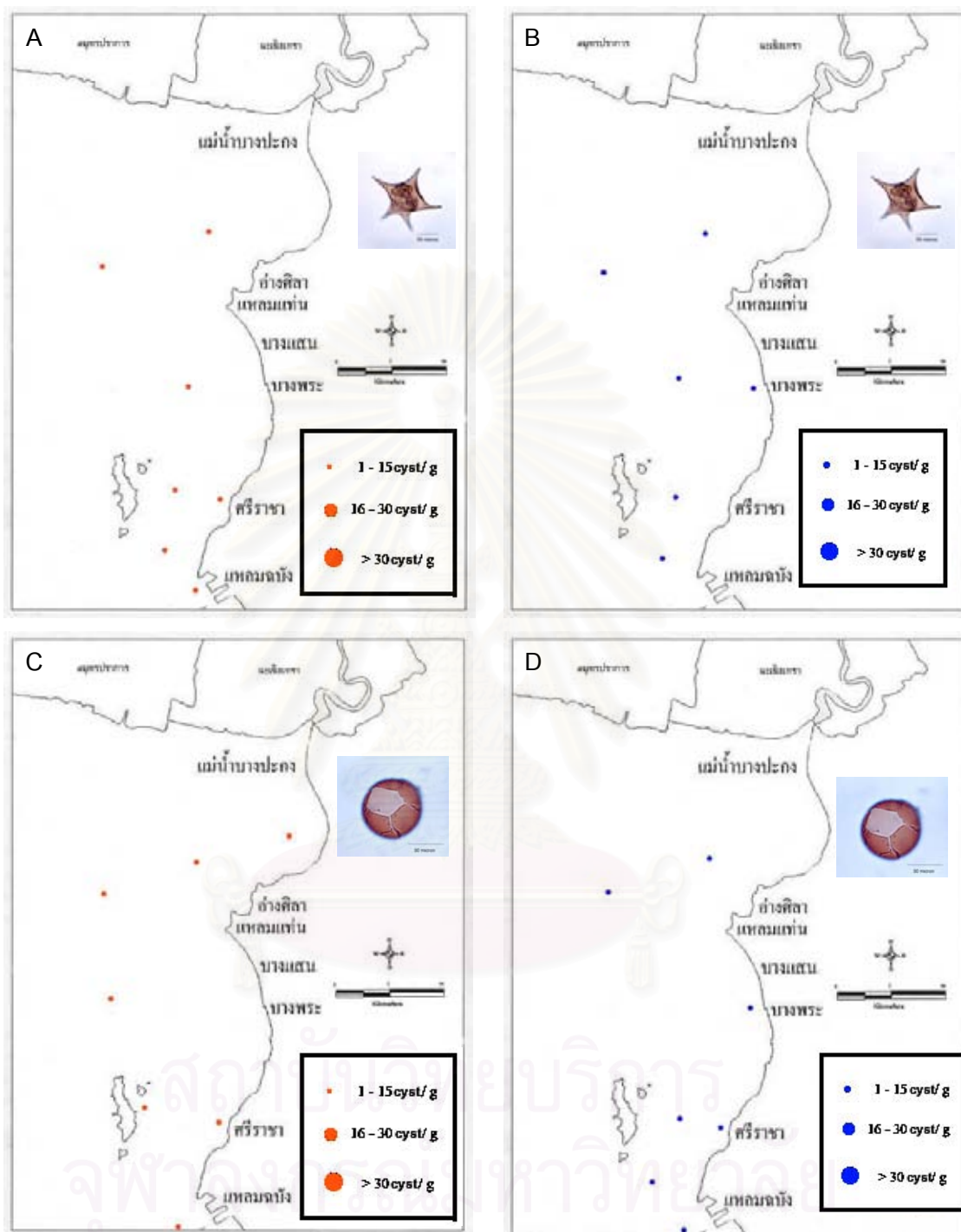
รูปที่ 54. A และ B ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ของ *Spinerites membranaceus* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ
 C ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ของ *Alexandrium sp.* ที่พบในฤดูแล้ง
 D ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ของ *Spinerites sp1*. ที่พบในฤดูแล้ง



รูปที่ 55. A ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Spiniferites* sp.2 ที่พบในฤดูแล้ง
 B ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Spiniferites* sp.3 ที่พบในฤดูแล้ง
 C และ D ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม Peridiniids
 ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ

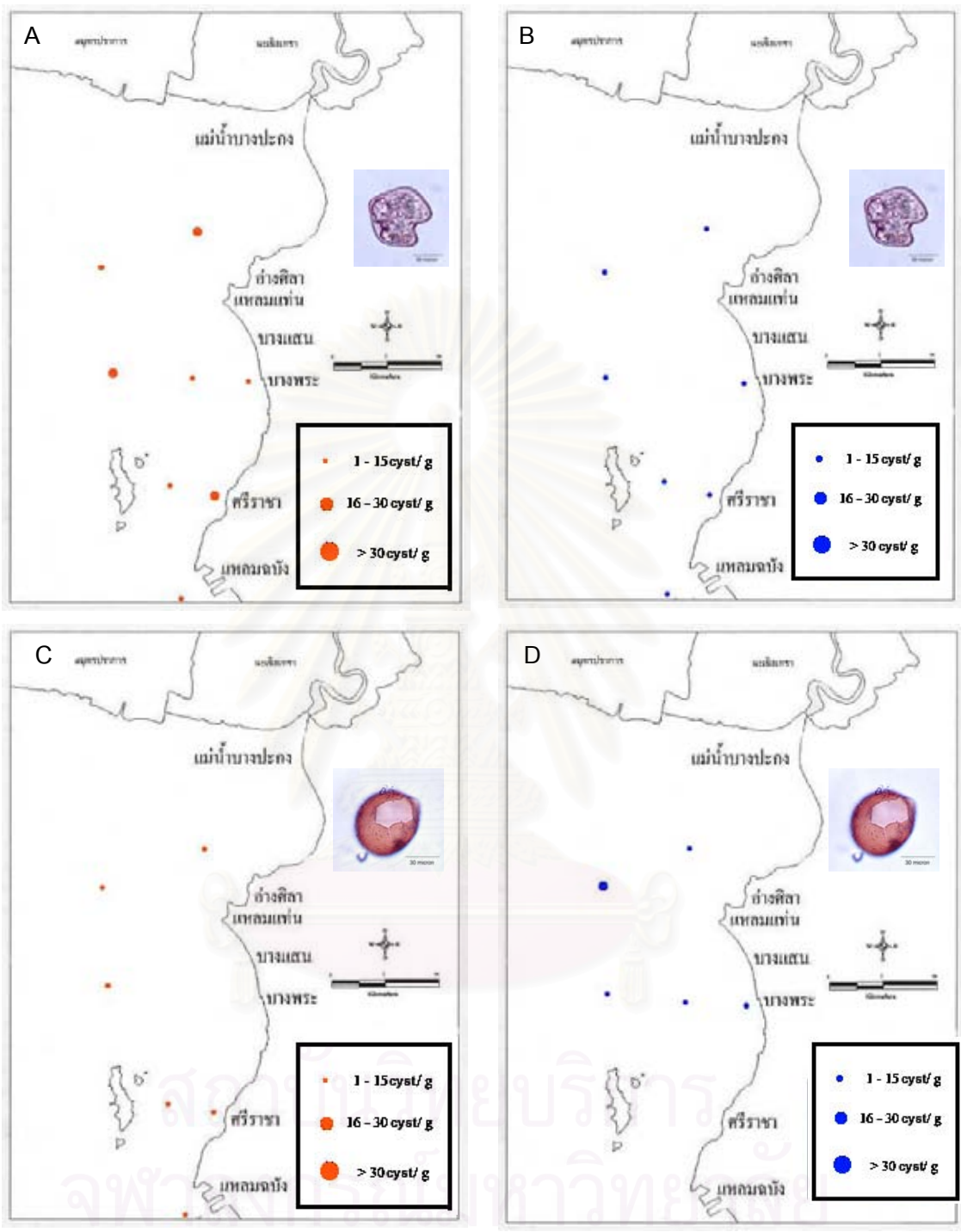


รูปที่ 56. A และ B ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ *Protoperidinium leonis* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ
C และ D ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ *P. pentagonum* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ



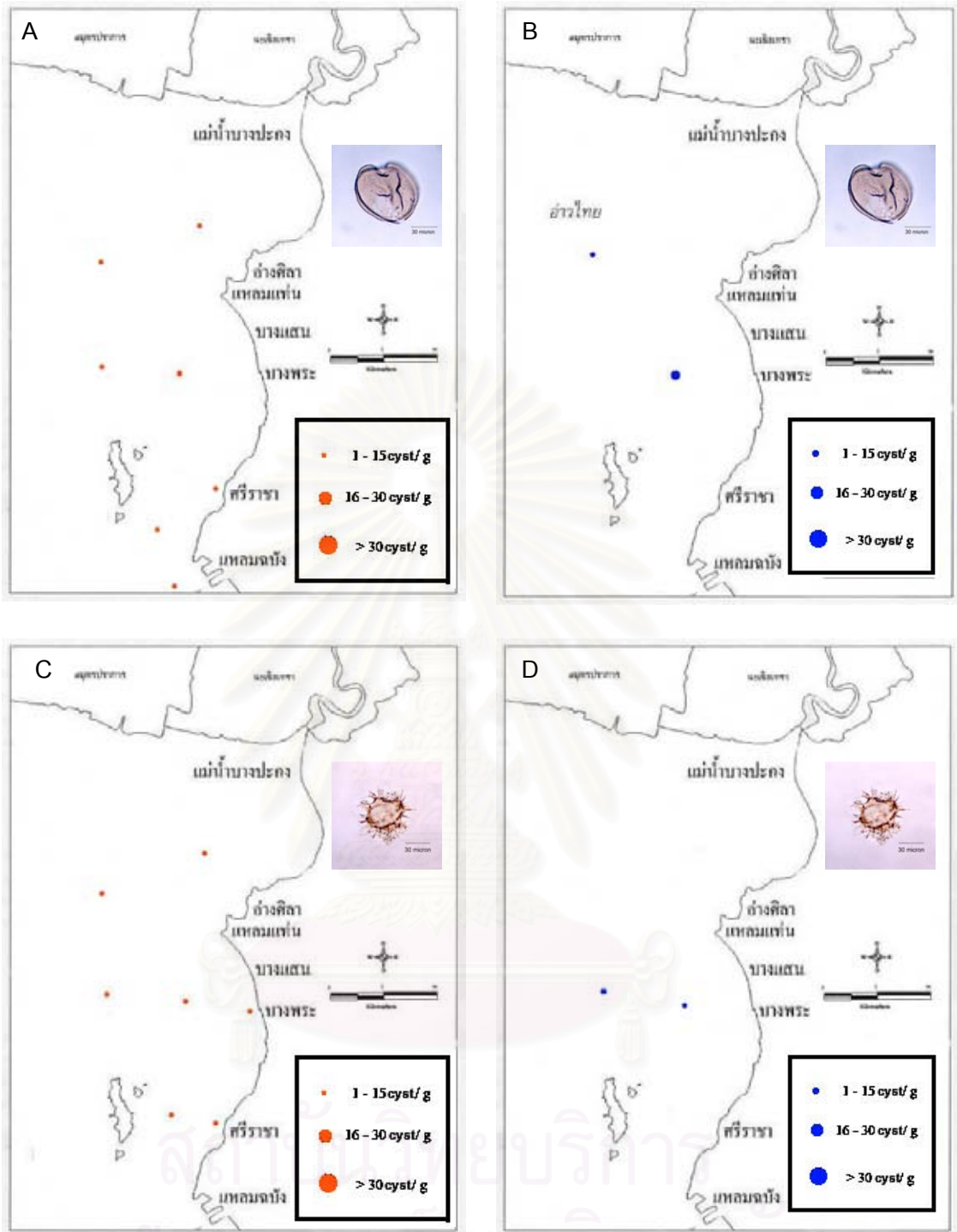
รูปที่ 57. A และ B ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ของ *Protoperidinium compressum* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ

C และ D ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ของ *Protoperidinium* sp.6 ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ

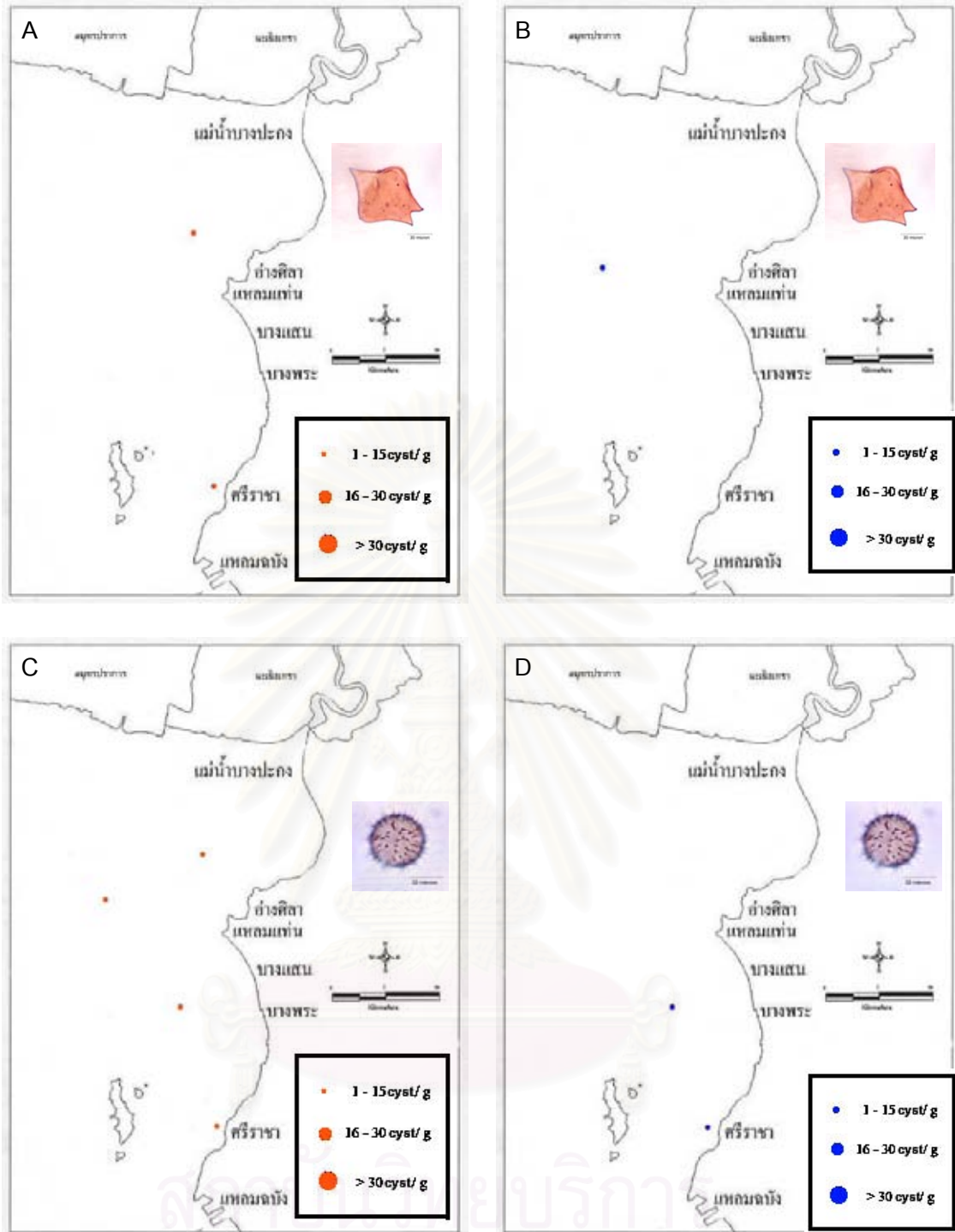


รูปที่ 58. A และ B ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Protoeridinium oblongum* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ

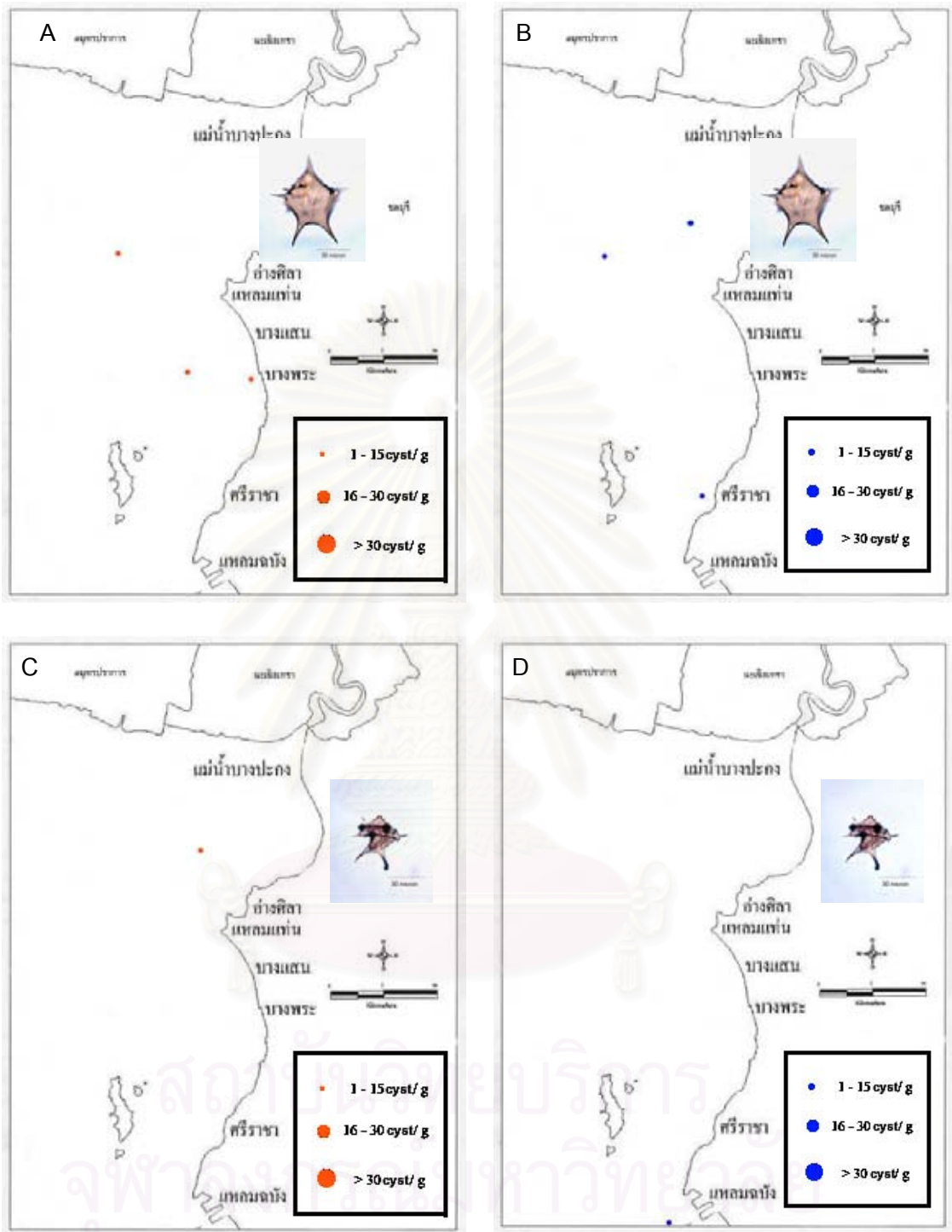
C และ D ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Protoeridinium sp.7* ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ



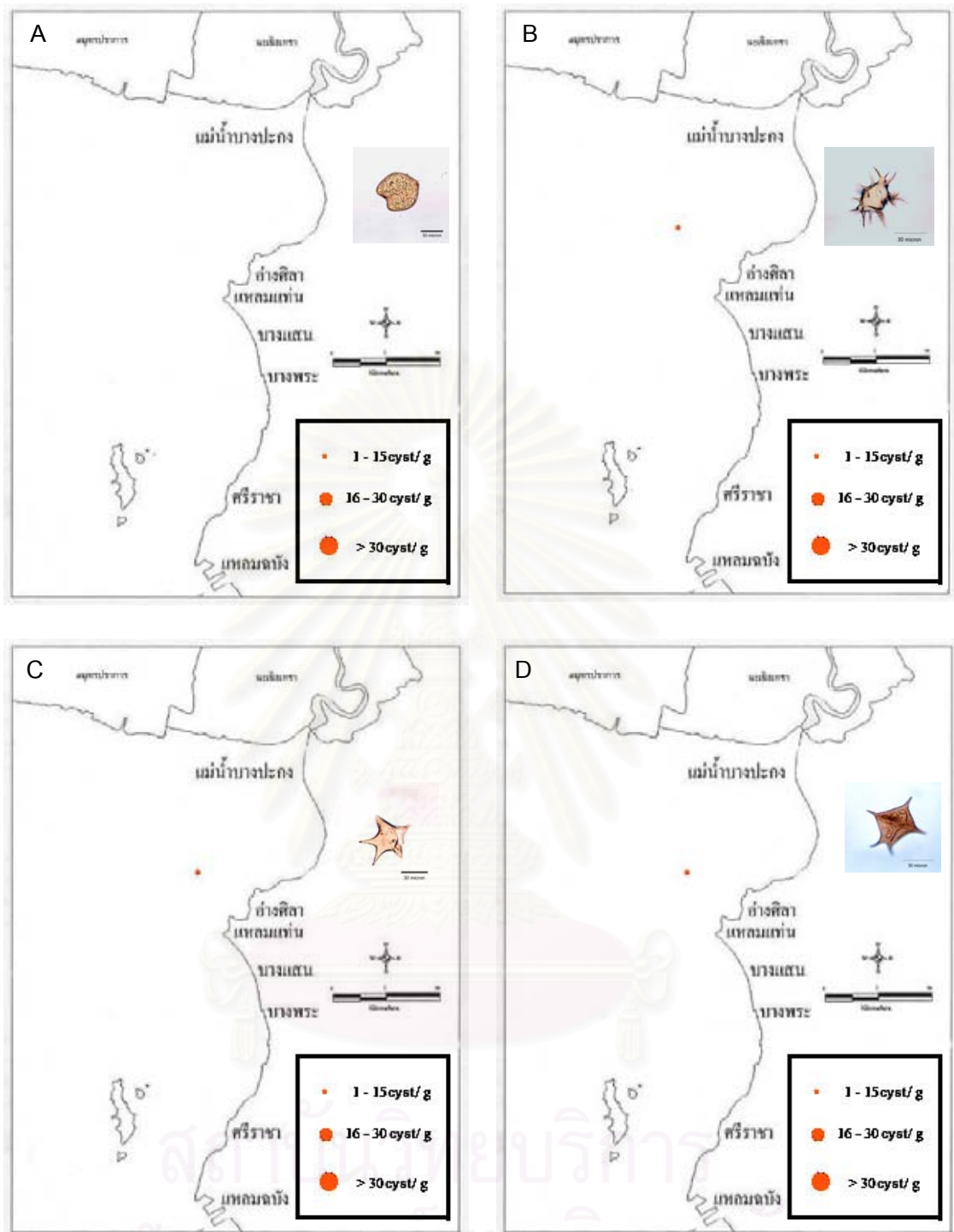
รูปที่ 59. A และ B ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Protoperidinium subinermis* ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ
 C และ D ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *P. conicum* ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ



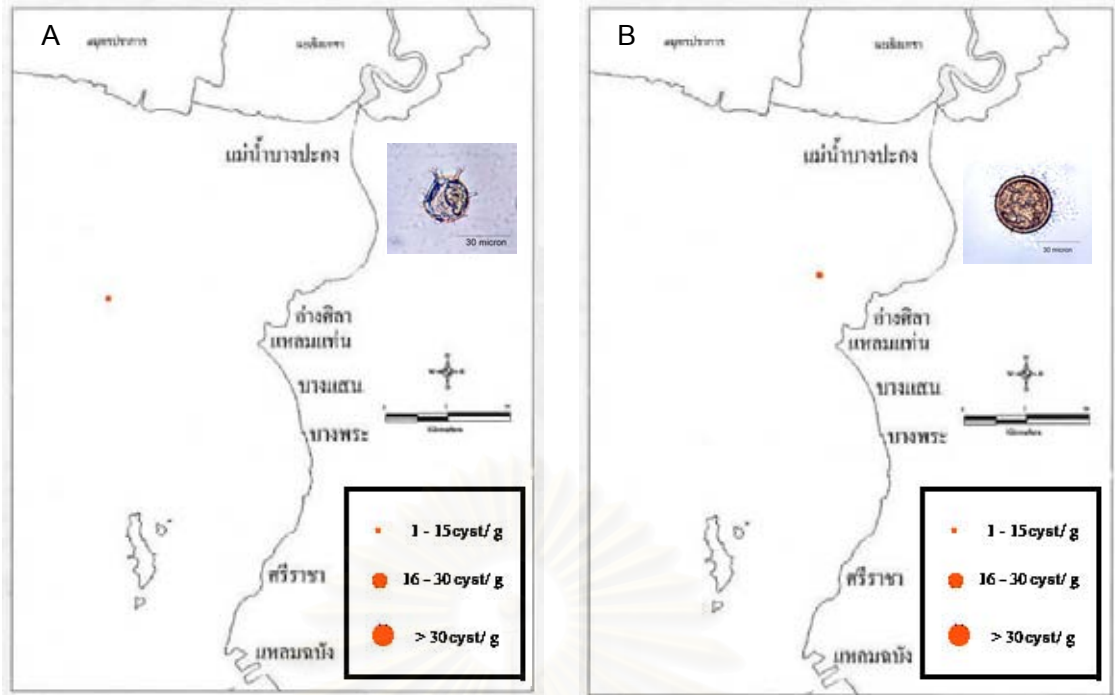
รูปที่ 60. A และ B ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Protoperidinium latissimum* ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ
C และ D ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Diplopelta parva* ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ



รูปที่ 61. A และ B ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Protoperidinium* sp.2 ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ
 C และ D ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ของ *Protoperidinium* sp.3 ที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ



รูปที่ 62 A. ความชุกชุมและการกระจายซิสต์ *Protoperidinium claudicans* ที่พบในฤดูแล้ง
 B. ความชุกชุมการกระจายซิสต์ *Protoperidinium* sp.1 ที่พบในฤดูแล้ง
 C. ความชุกชุมการกระจายซิสต์ *Protoperidinium* sp.4 ที่พบในฤดูแล้ง
 D. ความชุกชุมการกระจายซิสต์ *Protoperidinium* sp.5 ที่พบในฤดูแล้ง



รูปที่ 63 A . ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ Unknown sp.1 ที่พบในกูดูแล้ง

B. ความชุกชุมและการกระจายชีสต์ Unknown sp.2 ที่พบในกูดูแล้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. อิทธิพลปัจจัยทางกายภาพบางประการที่มีผลต่อการกระจายและความชุกชุมของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลต

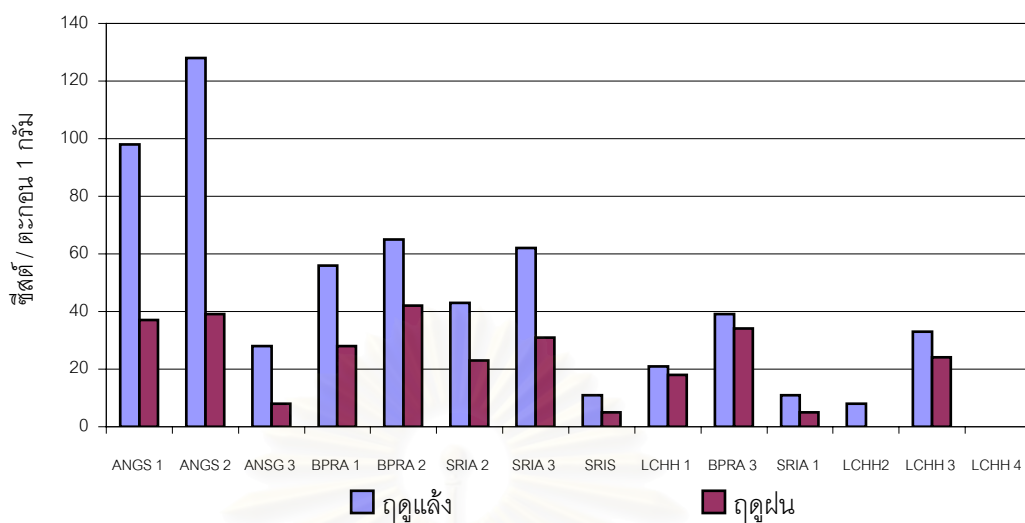
ปัจจัยทางกายภาพบางประการที่ได้มีการศึกษาควบคู่ไปกับการเก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ อุณหภูมิ ลักษณะตะกอนดินและความลึก

อุณหภูมิในช่องที่ทำการศึกษาพบว่าอยู่ในช่วง 29.2 – 30.2 องศาเซลเซียส โดยไม่มีความแตกต่างกันของระดับอุณหภูมิในแต่ละสถานีศึกษาในแต่ละช่วงการศึกษาเดียวกันและมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยระหว่างฤดูกาล โดยความชุกชุมของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตมีความชุกชุมในช่วงฤดูแล้งซึ่งมีระดับอุณหภูมิต่ำกว่าฤดูฝนเล็กน้อย

ลักษณะตะกอนดินส่วนใหญ่เป็นดินโคลนหรือโคลนปนทราย ยกเว้นสถานีศึกษาบริเวณแหลมฉบังทั้ง 3 สถานี ได้แก่ สถานี Lchh1 Lchh2 และ Lchh3 ซึ่งมีลักษณะตะกอนดินเป็นทรายเป็นโคลน ชายฝั่งบางพระ (Bpra3) และหน้าเกาะสีชัง (Sria1) มีลักษณะเป็นทรายเป็นโคลนและทรายหยาบปนเปลือกหอยตามลำดับ โดยความชุกชุมซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณเหล่านี้จะมีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณสถานีศึกษาอื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะพื้นตะกอนดินเป็นโคลนหรือโคลนปนทราย (ดังรูปที่ 43)

ความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตมีแนวโน้มพบในบริเวณสถานีห่างฝั่งมากกว่าสถานีใกล้ฝั่ง อันได้แก่ สถานี Angs 1 Angs 2 Bpra 1 และ Bpra 2 สำหรับบริเวณอ่างศิลาและบางพระ ในขณะที่บริเวณอื่น ๆ มีความสัมพันธ์ไม่ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบความลึกของบริเวณสถานีศึกษาทั้งกับความชุกชุมซีสต์ พบว่าความชุกชุมของซีสต์มีความแปรผันระหว่างสถานีสูงและมีแนวโน้มความชุกชุมสูงสถานีบริเวณที่มีความลึกมากกว่า 10 เมตรในสถานีอ่างศิลาและบางพระ

อย่างไรก็ดีพบความแตกต่างอย่างชัดเจนของความชุกชุมของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตระหว่างสถานีศึกษาภายในบริเวณแหลมฉบังบริเวณด้านหน้าและหลังของเขื่อนกันคลื่น (Lchh2 และ Lchh4) ซึ่งพบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตมากที่สุดเพียง 8 ซีสต์ / ตะกอนเปียก 1 กรัมในช่วงฤดูแล้ง และไม่พบซีสต์เลยในฤดูฝน ในขณะที่บริเวณสถานีศึกษา Lchh 4 ซึ่งได้แก่ บริเวณด้านนอกของแหลมฉบังพบความชุกชุมซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตได้ในทั้ง 2 ฤดูกาล



รูปที่ 64. ความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยรวมกับลักษณะตะกอนดินในสถานศึกษา

ANGS 1 ANGS 2 ANGS 3 BPRA 1 BPRA 2 SRIA 2 และ SRIS มีลักษณะตะกอนดินเป็นโคลน
LCHH 1 BPRA 3 SRIA 1 LCHH 2 LCHH 3 และ LCHH 4 มีลักษณะตะกอนดินเป็นทราย

บทที่ 4

อภิปรายผลการศึกษา

1. ลักษณะสัณฐานวิทยาและการจำแนกชนิดซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบัง

การศึกษาและจำแนกชนิดของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และแหลมฉบังทำได้ค่อนข้างยาก ต้องอาศัยการศึกษาและเปรียบเทียบกับเอกสารและงานวิจัยในต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการศึกษาด้านนี้ในประเทศไทยยังมีผู้ทำการศึกษาน้อยมาก นอกจากนี้ในการพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ เพื่อการจำแนกชนิดให้ได้ถูกต้องและแม่นยำต้องอาศัยความชำนาญในการสังเกตอย่างยิ่ง

1.1 ซีสต์ที่มีรูปร่างลักษณะจำเพาะสามารถจำแนกชนิดได้ง่าย ได้แก่ *Pyrophacus steinii* *Protoferidinium subinerme* และ *P. pentagonum* เนื่องจากมีลักษณะของโครงสร้างที่มีรูปร่างเฉพาะตัว โดยมีโครงสร้างหนามเป็นแบบ bulbose มีลักษณะคล้ายถึงเป็ยร์ที่บริเวณปลายแผ่ออกและเชื่อมต่อกันคล้ายหลังคาปกคลุมอยู่ทั่วทั้งซีสต์อันเป็นลักษณะที่ไม่พบในซีสต์ชนิดอื่น ๆ ที่พบในบริเวณนี้ ส่วน *Protoferidinium subinerme* เป็นซีสต์มีความเป็นเอกลักษณ์ในด้านรูปร่าง เนื่องจากเมื่อมองจากทางด้านข้างซีสต์จะมีรูปร่างคล้ายกรวย 2 อันประกบกันโดยมีร่องหรือแถบ paragirdle ที่มีความกว้างคั่นอยู่ระหว่างกรวยทั้งสองซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พบในซีสต์ชนิดอื่น ๆ ที่พบในบริเวณนี้เช่นกัน ในขณะที่ *P. pentagonum* แม้ว่าจะมีรูปทรงของซีสต์เป็นรูปห้าเหลี่ยมเช่นเดียวกับซีสต์หลาย ๆ ชนิด แต่เนื่องจากมีผนังใสและมีตุ่มขนาดเล็กกระจายอยู่บนพื้นผิว ในขณะที่ซีสต์ชนิดอื่นที่มีรูปทรงคล้ายกันจะมีสีน้ำตาลและมีผิวเรียบทำให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างชนิดได้ชัดเจน

1.2 ซีสต์ที่มีลักษณะสัณฐานใกล้เคียงกันและสามารถจำแนกได้ถึงระดับชนิดและสกุล

1.2.1 กลุ่มของซีสต์ที่มีโครงสร้าง (Process) ที่เป็นหนามรูปกรวยซึ่งได้แก่ *Pheopolykrikos hartmannii* *Lingulodinium polyedrum* *Protoferidinium conicum* *Diplopelta parva* และ Unknown sp.1

Pheopolykrikos hartmannii และ *Lingulodinium polyedrum* มีรูปร่างเป็นทรงกลมหรือทรงรูปไข่ที่มีผนังใส ไม่มีสีเช่นเดียวกันแต่มีความแตกต่างที่ลักษณะของหนาม โดย *P. hartmannii* จะมีหนามรูปกรวย (conical) เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ *L. polyedrum* จะประกอบด้วยหนามหลายแบบทั้ง conical, acuminate และ bulbose นอกจากนี้ *L. polyedrum* ยังมีรูเปิด (archeopyle) แบบ combination ส่วน *P. hartmannii* เป็นแบบ tremic archeopyle

Protoperidinium conicum *Diplopelta parva* และ Unknown sp.1 เป็นกลุ่มที่มีผนังสีน้ำตาล แต่มีความแตกต่างกันในลักษณะและการเรียงตัวของหนามบนพื้นผิวซีสต์ โดย *P. conicum* มีลักษณะการเรียงตัวของหนามอย่างมีรูปแบบ โดยเฉพาะแถวของหนามบริเวณแนวขอบ paragirdle ซึ่งเป็นลักษณะเด่นซึ่งสังเกตได้ง่าย ส่วน *Diplopelta parva* และ Unknown sp.1 แม้ว่าจะมีหนามกระจายอยู่ทั่วไปบนพื้นคล้ายคลึงกัน แต่สามารถแยกความแตกต่างได้จากลักษณะของหนามซึ่ง *Diplopelta parva* จะมีหนามที่มีลักษณะโค้ง ในขณะที่ และ Unknown sp.1 ลักษณะตรง

1.2.2 กลุ่มของซีสต์ที่มีโครงสร้างแบบ fercate ได้แก่ *Gonyaulax scrippsae* *Spiferites membranaceus* *S. mirabilis* *Spiniferites* sp.1 – 3 และ Unknown 2

โดย *G. scrippsae* สามารถแยกจากชนิดอื่นได้ง่ายโดยมีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเสาเท่านั้น ในขณะที่ *S. membranaceus* และ *S. mirabilis* มีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นแผ่น แต่มีความแตกต่างกันในลักษณะและตำแหน่งของโครงสร้าง โดย *S. membranaceus* มีโครงสร้างแบบ membraneus ที่บริเวณ antapical ส่วน *S. mirabilis* มีโครงสร้างแบบ vallate และ antheriform

ส่วน *Spiniferites* sp.1 – 3 มีขนาดใหญ่กว่า *Gonyaulax scrippsae* *Spiferites membranaceus* และ *S. mirabilis* อย่างเห็นได้ชัด โดย *Spiniferites* sp.1 มีโครงสร้างแบบ bifercate และ trifercate ส่วน *Spiniferites* sp.2 นอกจากโครงสร้างทั้งสองแบบแล้วยังพบโครงสร้างแบบ digitale ในขณะที่ *Spiniferites* sp.3 จะเป็นโครงสร้างแบบ arboriform

Unknown sp.3 มีลักษณะของโครงสร้างที่มีปลายแยกออกเป็น 2 แฉก เช่นกัน แต่มีขนาดเล็กมากเพียง 25 ไมโครเมตรเท่านั้น

1.2.3 กลุ่มของซีสต์ที่มีรูปร่างแบบ peridinioid ได้แก่ *Protoperidinium oblongum* *P. claudicans* *P. leonis* และ *P. latissinum*

Protoperidinium oblongum *P. claudicans* มีรูปทรงเป็นรูปหัวใจ แต่บริเวณ antapical lobe ของ *P. claudicans* ทั้ง 2 ข้างจะมีขนาดไม่เท่ากัน นอกจากนั้นบนพื้นผิวยังปกคลุมด้วยหนามสั้น ในขณะที่ *P. oblongum* มี antapical lobe 2 ข้างเท่ากันและมีผิวเรียบ

P. leonis และ *P. latissinum* มีรูปทรงเป็นรูปห้าเหลี่ยมเช่นเดียวกัน แต่ *P. leonis* ปรากฏสันที่บริเวณ paragirdle อย่างชัดเจนในขณะที่ *P. latissinum* ไม่มีลักษณะดังกล่าว

1.2.4 ซีสต์ที่มีรูปร่างเป็น ทรงรีหรือทรงกระบอก มีโครงสร้างซึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอน ได้แก่ *Polykrikos schwartzii* และ *Polykrikos* sp. ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียงลักษณะการ

เรียงตัวของโครงสร้างบนพื้นผิว โดย *Polykrikos schwartzii* มีการเรียงตัวเป็นร่างแหปกคลุมบนผิว แต่ *Polykrikos* sp. เรียงตัวขนานกัน

1.2.5 ซีสต์ที่มีรูปร่างเป็นรูปดาวเป็นกลุ่มที่มีความซับซ้อนและมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก ต้องอาศัยการสังเกตในรายละเอียดค่อนข้างมาก โดยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1.2.5.1 กลุ่มที่มีผิวเรียบและอาศัยขนาดและลักษณะของ lateral horn ในการจำแนกชนิด ซีสต์ในกลุ่มนี้ได้แก่ *Protopteridinium compressum* ซึ่งมีขนาดซีสต์และ lateral horn ใหญ่กว่าซีสต์ชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มนี้อย่างชัดเจน ส่วน *Protopteridinium* sp.5 มี lateral horn เรียวเล็กเมื่อเทียบกับตัวซีสต์ และ *Protopteridinium* sp.4 มี lateral horn กว้างมากจนมีลักษณะคล้าย lobe มากกว่า

1.2.5.2 กลุ่มที่หนามที่บริเวณแนวเดียวกับ lateral horn และต้องอาศัยขนาดของหนาม lateral horn และในการจำแนกชนิด ซีสต์ในกลุ่มนี้ได้แก่ *Protopteridinium* sp.3 ซึ่ง หนามสั้น ๆ เรียงตัวแนวเดียวกับ lateral horn และมีขนาดเล็กกว่าซีสต์ชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มนี้ อย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ *Protopteridinium* sp.1 จะมีขนาดของ lateral horn และหนามมีขนาดใหญ่และใกล้เคียงกัน ส่วน *Protopteridinium* sp.2 มีขนาดของหนามเล็กกว่า lateral horn

1.2.6 ซีสต์ที่มีรูปร่างกลมหรือเกือบกลมและไม่มีโครงสร้างบนพื้นผิว ได้แก่ *Alexandrium* sp. ซึ่งผนังใสไม่มีสี และปกคลุมด้วยสารเมือก *Protopteridinium* sp.6 และ *Protopteridinium* sp.7 ผนังมีสีน้ำตาล เช่นเดียวกันแต่มีความแตกต่างกันที่รูเปิด (apophysis) โดยรูเปิดของ *Protopteridinium* sp.6 เป็นรูปหกเหลี่ยมที่มีความยาว ในขณะที่ *Protopteridinium* sp. เป็นรูปหกเหลี่ยมที่มีลักษณะใกล้เคียงสี่เหลี่ยมคางหมู

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะคำบรรยายของซีสต์ที่พบและสามารถจำแนกชนิดถึงระดับชนิด และสกุลกับเอกสารและรายงานของ Matsuoka และ Fukuyo (2000) Bolch และ Hallegraeff (1990) Wall และ Dale (1988) และ Fukuyo และคณะ (1990) พบว่าลักษณะและสัณฐานของ ซีสต์ที่พบมีความสอดคล้องกัน

2. ผลการตรวจสอบชนิดซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตตัวอย่างที่ไม่ผ่านการตรึงสภาพ

จากการแยกเซลล์เดี่ยวของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตและทำการงอกเซลล์ปกติในหลุมที่มีอาหารเลี้ยงแพลงก์ตอนและบ่มเพาะในตู้เลี้ยงแพลงก์ตอนของตัวอย่างซีสต์มีชีวิตรูปไม่พบว่ามี การงอกเซลล์ในระยะปกติ (motile cell) ของไดโนแฟลกเจลเลตในมวลน้ำ ซึ่งการศึกษากการงอกเซลล์ ปกติของซีสต์เป็นวิธีหนึ่งที่ยืนยันความถูกต้องของชนิดจากการจำแนกโดยใช้ลักษณะทาง สัณฐานทำให้ไม่สามารถยืนยันความถูกต้องของชนิดของซีสต์ที่ได้จากการจำแนกโดยอาศัย

ลักษณะพื้นฐานของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตได้ และในการศึกษาโดยทำการงอกในหลอดทดลองก็ไม่พบการงอกเป็นเซลล์ปกติเช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปัจจัยหลายประการ อันได้แก่ สภาวะแวดล้อมที่ใช้ในการทำการงอกในครั้งนี้ไม่เหมาะสมต่อการงอกออกเป็นเซลล์ปกติของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณนี้ นอกจากนี้ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและคาดว่าอาจมีผลต่อการงอกเซลล์ดังกล่าว ได้แก่ ระยะ dormancy period ของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบและนำมาทำการงอกในหลุมเพาะเลี้ยง ซึ่ง ไดโนแฟลกเจลเลตแต่ละชนิดจะมีระยะเวลาดังกล่าวแตกต่างกันไป ดังตัวอย่างในตารางที่ 6 โดยระยะเวลา dormancy period ที่พบอาจมีระยะเวลายาวนานกว่าระยะเวลาที่ใช้สังเกตผลการงอกครั้งนี้ซึ่งใช้เวลา 4 – 8 สัปดาห์

ตารางที่ 6 ระยะเวลา Dormancy period ของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิด (Matsuoka and Fukuyo, 2000)

ชนิด	Dormancy period
<i>Gymnodinium catenatum</i>	2 สัปดาห์
<i>Pyrodinium bahamense var. compressum</i>	2.5 – 3 เดือน
<i>P. bahamense var. bahamense</i>	6 สัปดาห์
<i>Alexandrium catenella</i>	10 วัน
<i>A. tamarense</i>	1 – 6 เดือน
<i>A. hiranoi</i>	หลายวัน
<i>Pyrophacus steinii</i>	หลายสัปดาห์
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	25 วัน

ระยะเวลาในการ sonicate ที่ใช้ในครั้งนี้อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การงอกเซลล์ปกติของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตไม่ประสบผลสำเร็จ โดยจากการสังเกตพบว่าหลังการ sonicate น้ำทะเลที่มีตะกอนและตัวอย่างซีสต์มีอุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย ซึ่งอาจส่งผลต่อสรีระภายในซีสต์ แต่อย่างไรก็ดีผลการศึกษากการงอกเซลล์ปกติโดย ทำการงอกเซลล์ปกติในหลอดทดลองซึ่งใช้ตัวอย่าง

ตะกอนดินซึ่งไม่ผ่านขั้นตอนการ sonicate ก็ไม่พบการงอกเซลล์ปกติของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตเช่นเดียวกัน

3. ผลการนับจำนวนซีสต์ในสกุล *Alexandrium* โดยเทคนิคการย้อมสี

จากการศึกษาชนิดของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* ด้วยเทคนิคการย้อมสีไม่พบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* แต่พบในส่วนการตรวจสอบชนิดและนับจำนวนโดยวิธี sieving method ซึ่งพบซีสต์ของ *Alexandrium* sp. เพียง 2 ซีสต์ที่บริเวณอ่างศิลา สถานี Angs 2 ในช่วงฤดูแล้ง Yamaguchi และคณะ (1996) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาวิธีการนี้ขึ้นได้รายงานระดับต่ำสุดของการตรวจหาซีสต์ในสกุล *Alexandrium* โดยเทคนิคการย้อมสีนี้ไว้ที่ระดับความหนาแน่นซีสต์เท่ากับ 20 ซีสต์ / ตะกอนเปียกหนัก 1 กรัม ในขณะที่ผลการศึกษาในครั้งนี้พบความชุกชุมของซีสต์ทุกชนิดมากที่สุดเพียง 128 ซีสต์ / ตะกอน 1 กรัมและพบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* ต่ำมากเพียง 2 ซีสต์ / ตะกอน 1 กรัม เท่านั้นจากบริเวณอ่างศิลาในช่วงฤดูแล้งจึงอาจเป็นสาเหตุที่ตรวจไม่พบซีสต์ *Alexandrium* โดยวิธีการนี้ได้

4. ชนิดและความชุกชุมของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา และแหลมฉบัง

ซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตทั้งหมดที่พบในบริเวณนี้มีทั้งสิ้น 30 ชนิด ใน 3 กลุ่มคือ Gymnodiniales, Gonyaulacales และ Peridinales โดยชนิดซีสต์และความ ชุกชุมจะมีค่าแตกต่างกันไปตามฤดูกาลและสถานีศึกษา ชนิดของซีสต์ที่พบเสมอ ๆ ในการศึกษาทั้ง 2 ครั้งได้แก่ *Pheopolykrikos hartmannii*, *Gonyaulax spinifera* (*Spiniferites mirabilis*), *Lingulodinium polyedrum*, *Pyrophacus steinii*, *Protoperidinium pentagonum*, *P. leonis* โดยเป็นซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบมีการกระจายในบริเวณต่าง ๆ ของโลก ดังตารางที่ 7 ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของ สมถวิล จริตควร และ สมภพ รุ่งสุภา (2540) ซึ่งศึกษาซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่อาจเป็นสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย โดยรายงานพบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตเพียง 2 ชนิด คือ และ *Scrippsiella trochoidea* และ *Pheopolykrikos hartmannii* โดย *P. hartmannii* เป็นซีสต์ที่พบบ่อยและมีการกระจายกว้างและพบชุกชุมบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงสอดคล้องกับผลการศึกษาคั้งนี้ ในขณะที่ *Scrippsiella trochoidea* พบน้อยมากและพบเพียงหนึ่งครั้งบริเวณบางแสน แต่ผลการศึกษาคั้งนี้ไม่พบซีสต์ของ *Scrippsiella trochoidea*

ตารางที่ 7. ชนิดและการกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณต่าง ๆ

ชนิดของซีสต์	เขตร้อน				เขตอบอุ่น		เขตหนาว
	ไทย ¹	อินเดีย ²	อินโดนีเซีย ³	กัวเตมาลา ⁴	เกาหลีใต้ ⁵	ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ⁶	สวีเดน ⁷
<i>Cochlodinium</i> sp.	-	-	-	-	+	+	-
<i>Gymnodinium catenatum</i>	-	+	-	-	-	+	-
<i>Gyrodinium</i> sp.	-	-	-	-	+	+	-
<i>Pheoplykrikos hartmannii</i>	+	+	-	-	+	-	-
<i>Polykrikos kofoidii</i>	-	-	-	-	+	-	-
<i>P. schwartzii</i>	+	+	-	-	+	+	+
<i>Wososzynskia</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-
<i>Gonyaulax digitalis</i>	-	+	-	-	-	-	+
<i>G. scrippsae</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>G. spinifera</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>G. verior</i>	-	+	+	-	-	-	+
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	+	-	-	+	+	-	+
<i>Protoceratium reticulatum</i>	-	-	-	+	+	-	+
<i>Alexandrium</i> sp.	+	-	-	-	-	+	+
<i>Pyrodinium bahamense</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>Pyrophacus steinii</i>	+	-	+	-	+	-	-

ตารางที่ 7. ชนิดและการกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณต่าง ๆ (ต่อ)

ชนิดของซีสต์	เขตร้อน				เขตอบอุ่น		เขตหนาว
	ไทย ¹	อินเดีย ²	อินโดนีเซีย ³	กัวเตมาลา ⁴	เกาหลีใต้ ⁵	ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ⁵	สวีเดน ⁶
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	-	+	-	-	+	+	+
<i>Scrippsiella</i> sp.	-	-	+	+	+	+	-
<i>Pentaptheridium tyrrhenium</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Protoperidinium americanum</i>	-	+	+	-	-	+	+
<i>P. avellanum</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>P. claudicans</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>P. compressum</i>	+	+	+	-	+	+	+
<i>P. conicoides</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>P. conicum</i>	+	-	+	+	+	+	+
<i>P. denticulatum</i>	-	-	-	+	+	+	-
<i>P. divaricatum</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>P. excentricum</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>P. latissimum</i>	+	+	-	-	+	-	-
<i>P. leonis</i>	+	-	+	-	+	+	+
<i>P. minutum</i>	-	+	-	-	+	+	+

ตารางที่ 7. ชนิดและการกระจายชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณต่าง ๆ (ต่อ)

ชนิดของชนิด	เขตร้อน				เขตอบอุ่น		เขตหนาว
	ไทย ¹	อินเดีย ²	อินโดนีเซีย ³	กัวเตมาลา ⁴	เกาหลีใต้ ⁵	ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ⁶	สวีเดน ⁷
<i>P. oblongum</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. pentagonum</i>	+	+	-	-	+	+	+
<i>P. punctulatum</i>	-	-	-	-	+	+	+
<i>P. subinerve</i>	+	+	+	-	-	+	+
<i>Diplopelta parva</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>D. symmetrica</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Diplosalis lenticulatum</i>	-	+	+	+	+	-	+
<i>Diplosalis</i> sp.	-	+	-	+	-	-	+
<i>Diplosalopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+
<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>	-	+	+	+	+	+	+

1. การศึกษาครั้งนี้

2. Godhe et al., 2000.

3. Matsuoka et al., 1996.

4. Loessener et al., 1996.

5. Kim, 1991 และ Lee and Matsuoka, 1996

6. Bolch and Hallegraeff, 1990.

7. Presson et al., 2000.

Lirdwitayaprasit (1997) ศึกษาการกระจายซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในน่านน้ำไทยและมาเลเซียพบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตทั้งสิ้น 20 ชนิด และตรงกับการศึกษาครั้งนี้ 5 ชนิด ได้แก่ *Gonyaulax scrippsae* *G. spinifera* complex *G. polyedra* (*Lingulodinium polyedrum*) *Pyrophacus steinii* และ *Protoperidinium pentagonum* โดยมีความชุกชุมซีสต์เท่ากับ 12 – 56 ซีสต์ / ตะกอน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งนี้พื้นที่ศึกษาเก็บตัวอย่างอยู่ห่างไกลชายฝั่งและอยู่ในบริเวณตั้งแต่กลางอ่าวไทยลงไปซึ่งมีระดับความลึกมากกว่า 30 เมตร ซึ่งเมื่อพิจารณาความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตแต่ละชนิดที่พบเหมือนกัน พบว่ามีความชุกชุมของซีสต์ค่อนข้างสูงกว่าที่พบในการศึกษาครั้งนี้ อาจมีสาเหตุจากธรรมชาติของระดับน้ำที่ลึกกว่า ซึ่งช่วยลดการรบกวนผิวหน้าตะกอนดินอันสืบเนื่องจากอิทธิพลของคลื่นลมและกิจกรรมทางการประมงอีกด้วย (Lirdwitayaprasit, 1997)

ความชุกชุมซีสต์ที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังมีความชุกชุมระหว่าง 0 – 128 ± 57 ซีสต์ / ตะกอน 1 กรัม ความชุกชุมเฉลี่ย 43 ซีสต์ / ตะกอน 1 กรัม ในฤดูแล้ง และ 21 ซีสต์ / ตะกอน 1 กรัม ในฤดูฝน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณชายฝั่งในบริเวณอื่น ๆ ในเขตร้อน เช่น การศึกษาของ Godhe และคณะ (2000) ซึ่งศึกษาชนิดและความชุกชุมซีสต์บริเวณปากแม่น้ำ Nethravathi และชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของอินเดีย พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตทั้งสิ้น 43 ชนิด และมีความชุกชุมเฉลี่ย 95 ซีสต์ / ตะกอน 1 กรัม และในการศึกษาของ Loessener และคณะ (1996) พบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตจากบริเวณชายฝั่งแปซิฟิกประเทศกัวเตมาลา 20 ชนิด และมีความชุกชุม 132 ซีสต์ / ตะกอน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และการศึกษาของ Matsuoka และคณะ (2000) ศึกษาซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในตะกอนจากอ่าว Jakarta Bay ประเทศอินโดนีเซียโดยเน้นที่ *Pyrodinium hamamense* พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต 25 ชนิด โดยมีความชุกชุมเพียง 3 – 58 ซีสต์ / ตะกอน 1 กรัมเท่านั้น และความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในชายฝั่งของเขตอบอุ่นและเขตร้อน เช่น เกาหลีและญี่ปุ่น ซึ่งมีค่ามากกว่า 500 ซีสต์ / ตะกอน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (Lee and Matsuoka, 1994) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากอัตราการตกตะกอน (Sedimentation rate) ของชายฝั่งเขตร้อนมีค่าสูงกว่าชายฝั่งในเขตอบอุ่น ทำให้ความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตมีค่าต่ำกว่า (Matsuoka et al., 2000) ซึ่ง Srisuksawas และ Rongsupha (2002) ได้รายงานอัตราการตกตะกอนในบริเวณแหลมแท่นซึ่งอยู่ใกล้เคียงอ่างศิลาและบริเวณแหลมฉบังมีค่าสูงถึง 123.8 และ 151.2 มิลลิกรัม / ตารางเซนติเมตร / ปี

อย่างไรก็ดีแม้ว่าซีสต์ที่พบในบริเวณนี้จะถูกพบในความชุกชุมต่ำมากแต่มีความหลากหลายของชนิดซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลต โดยพบว่ามีความหลากหลายของชนิดสูงกว่าการศึกษาของ Kim (1991) ที่พบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตบริเวณอ่าว Chinhae bay 24 ชนิด และผลการศึกษาของ Lee และ Matsuoka (1996) ซึ่งพบการกระจายซีสต์ในเกาหลีใต้เพียง 16 ชนิด นอกจากนี้จำนวนชนิดที่พบยังใกล้เคียงกับซีสต์ที่พบบริเวณ Tasmania ประเทศออสเตรเลีย โดยการศึกษาของ Bolch และ Hallegraef (1990) ซึ่งพบซีสต์ 34 ชนิดและตรงกับการศึกษาในครั้งนี้ถึง 14 ชนิด อย่างไรก็ตามผลการศึกษาครั้งนี้มีความหลากหลายของชนิดซีสต์ที่พบต่ำกว่าบริเวณชายฝั่งประเทศอินเดียโดย Godhe และคณะ (2000) ที่ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต 43 ชนิด และในการศึกษาของ Persson และคณะ (2000) พบความหลากหลายของซีสต์ที่สวีเดนถึง 54 ชนิด ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานความชุกชุมของซีสต์ในเขตร้อนจะมีค่าต่ำกว่าเขตในอบอุ่น (Masuoka et al., 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีการรบกวนตะกอนเนื่องจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่ำ

นอกจากนี้ องค์ประกอบชนิดพบที่มีความคล้ายคลึงกัน คือ ซีสต์กลุ่มที่พบเสมอ ได้แก่ ซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Gonyaulax* spp. และ *Protoberidinium* spp. และ ชนิดซีสต์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้การกระจายอย่างกว้าง และถูกพบในบริเวณอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน แสดงไว้ในตารางที่ 7

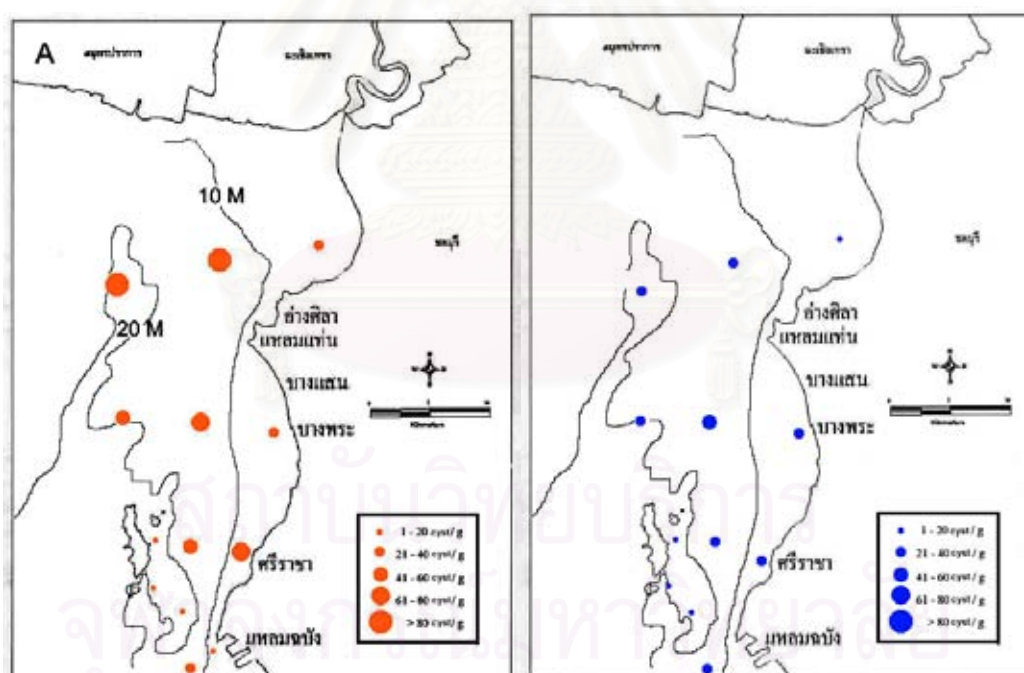
6. อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมบางประการต่อความชุกชุมและการกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต

6.1 ลักษณะตะกอนดินและความลึกของสถานีศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าความชุกชุมซีสต์ที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังในสถานีศึกษาที่มีลักษณะตะกอนดินเป็นโคลนหรือโคลนปนทรายมีค่าสูงกว่าสถานีศึกษาที่มีลักษณะตะกอนดินเป็นทราย สอดคล้องกับการศึกษาของ Yamaguchi และคณะ (1996), Lewis (1988), Anderson และ Keafer (1985), Wall และคณะ (1977) และ Nechring (1996) ซึ่งพบว่าความชุกชุมของซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคโคลนในตะกอนดิน

นอกจากนี้ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตสามารถพบซีสต์ได้ในระดับความลึกตั้งแต่ 3.2 - 24.4 เมตร เช่นเดียวกับในการศึกษาของ Gode และคณะ (2000) พบซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศอินเดียตั้งแต่ความลึกเพียง 2 เมตรจน

ถึง 32 เมตร ส่วนความชุกชุมของซิสต์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีแนวโน้มพบชุกชุมสูงในสถานีที่มีระดับความลึกมากกว่า 10 เมตรสำหรับในบริเวณอ่างศิลาถึงศรีราชา แต่สถานีศึกษาบริเวณแหลมฉบังจะไม่พบลักษณะดังกล่าว (รูปที่ 49) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kremp (2000) ซึ่งศึกษาการกระจายและพลวัตประชากรของซิสต์ของ *Scrippsiella hangoei* ในทะเล Baltic และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างชุกชุมซิสต์กับความลึกของสถานีศึกษาโดยรวมแต่มีความชุกชุมซิสต์เพิ่มตามระดับความลึกในบางบริเวณเท่านั้นและมีผลการศึกษาค้นคว้าคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Nehring (1995) และ Paperzak และคณะ (1996) ซึ่งพบความชุกชุมซิสต์ในสถานีนอกชายฝั่งมีค่ามากกว่าสถานีใกล้ฝั่งเนื่องจากมีระดับน้ำลึกและซึ่งช่วยลดการรบกวนและการฟุ้งของตะกอนดินอันเนื่องมาจากอิทธิพลของคลื่นลม ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งในการเพิ่มโอกาสในการงอกเป็นเซลล์ปกติของซิสต์ไดโนแฟลกเจลเลต (Kremp, 2001) นอกจากนี้การฟุ้งของตะกอนจะทำให้ซิสต์ถูกพาขึ้นสู่ผิวน้ำและถูกพัดพาไปยังบริเวณอื่น ๆ โดยกระแสน้ำมีผลทำให้มีความชุกชุมต่ำลง (Matsuoka and Fukuyo, 2000)



รูปที่ 49. ความลึกของบริเวณศึกษากับความชุกชุมและการกระจายของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลต

- A. ความชุกชุมและการกระจายของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในฤดูแล้ง
- B. ความชุกชุมและการกระจายของซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในฤดูฝน

อย่างไรก็ดีความชุกชุมซีสต์ที่พบในบริเวณอ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังค่ามีค่าต่ำเฉลี่ยเพียง 43 ซีสต์ / กรัมในฤดูแล้ง และ 21 ซีสต์ / กรัมในฤดูฝน อาจมีสาเหตุมาจากบริเวณมีอัตราการตกตะกอนสูง คือ 123.8 และ 151.2 มิลลิกรัม / ตารางเซนติเมตร / ปี ในบริเวณแหลมแท่นและแหลมฉบังตามลำดับ (Srisuksawas and Rungsupha, 2002) ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยความชุกชุมของซีสต์จะมีค่าต่ำในบริเวณที่มีอัตราการตกตะกอนสูง (Matsuoka et al., 2000) นอกจากนี้บริเวณเหล่านี้ระดับน้ำตื้น ได้รับความอิทธิพลจากคลื่นลมและกระแสน้ำ นอกจากนี้ยังเป็นบริเวณที่มีกิจกรรมต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดการรบกวนและทำให้เกิดการฟุ้งของตะกอน อันได้แก่ การเป็นที่จอดทอดสมอและทางเดินของเรือสินค้าระหว่างประเทศ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความชุกชุมซีสต์ในบริเวณนี้มีค่าต่ำ โดยผลการศึกษาของ Srisuksawas และ Rungsupha (2002) พบว่าบริเวณแหลมแท่นและบริเวณศรีราชาถึงแหลมฉบัง มีชั้น surface mixing layer ลึกถึง 13.5 และ 8.5 เซนติเมตรซึ่งแสดงให้เห็นว่าบริเวณดังกล่าวมีการรบกวนและมีอัตราการฟุ้งของผิวหน้าตะกอนดินสูงและอาจทำให้พบความชุกชุมของซีสต์ต่ำดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

มีข้อสังเกตสำหรับสถานีบริเวณแหลมฉบัง Lchh 2 – 4 ที่อยู่ใกล้กันมากแต่ มีความชุกชุมที่ต่างกันอย่างสิ้นเชิง โดยสถานีที่อยู่ด้านนอกของท่าเรือ (Lchh 3) จะมีความชุกชุมมากกว่า สถานีในท่า Lchh 2 และ 4 สันนิษฐานว่าเกิดจากอิทธิพลการเข้าออกของเรือสินค้าระหว่างประเทศทำให้ทั้งสองสถานีดังกล่าวซึ่งอยู่ใกล้เส้นทางทางการเดินทางของเรือทำให้เกิดการรบกวนของผิวหน้าตะกอนสูงและมีผลให้ความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตมีค่าต่ำหรือไม่พบการสะสมซีสต์เลยในบริเวณนี้ ดังจะสังเกตได้ขณะที่เรือสินค้าระหว่างประเทศแล่นผ่านน้ำทะเลในบริเวณสถานีทั้งสองจะมีน้ำขุ่นอย่างเห็นได้ชัด

6.2 อิทธิพลอุณหภูมิต่ำ ความเค็มและของลมมรสุม

ผลการศึกษาพบว่าในช่วงการศึกษาระหว่างวันที่ 3 – 5 กุมภาพันธ์ 2545 ซึ่งเป็นตัวแทนการกระจายซีสต์ในฤดูแล้งมีความหลากหลายทั้งในแง่ชนิดและความชุกชุมซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตสูงกว่าการศึกษาในช่วงวันที่ 7 – 9 กันยายน 2545 ซึ่งเป็นตัวแทนการกระจายซีสต์ในช่วงฤดูฝนอย่างชัดเจน โดยมีการกระจายอยู่เป็นบริเวณกว้างพบได้ในเกือบทุกสถานี ในขณะที่จำนวนชนิดของซีสต์ที่พบในฤดูฝนจะลดลงเหลือเพียง 19 ชนิดและมีความชุกชุมลดลงอย่างเห็นได้ชัดและมีขอบเขตการกระจายลดลงในบางชนิด จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าฤดูกาลอาจจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อทั้งความหลากหลาย ความชุกชุมและการกระจายซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณนี้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lee และ Matsuoka

(1996), Kim (1991) ซึ่งศึกษาการกระจายซีสต์ในน่านน้ำประเทศเกาหลี พบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในช่วงฤดูหนาวมีค่ามากกว่าในฤดูร้อน และ Kremp (2000) ศึกษาพลวัตประชากรซีสต์ของ *Scrippsiella hangoei* ในทะเล Baltic โดยรายงานผลการศึกษาสอดคล้องกัน คือความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณพื้นที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยมีความชุกชุมมากในที่มีอุณหภูมิต่ำและเกิดการงอกออกเป็นเซลล์ปกติเมื่อเข้าสู่ฤดูใบไม้ผลิซึ่งมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นซึ่งภาวะดังกล่าวเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการงอกเป็นเซลล์ปกติของไดโนแฟลกเจลเลต (Anderson and Morell, 1979; Bravo and Anderson, 1994; Pfiester and Anderson, 1987)

ปัจจัยต่อที่มีผลต่อความชุกชุมซีสต์ ได้แก่ ความชุกชุมของเซลล์ในระยะปกติของไดโนแฟลกเจลเลต ซึ่งมักมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมตามฤดูกาล ดังผลการศึกษาของ Anderson (1984) Hallegraef (1993) และ Wall (1975) พบว่าการกระจายและความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีและบริเวณที่มีความชุกชุมของซีสต์สูงมักเป็นบริเวณที่มีประวัติการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีโดยไดโนแฟลกเจลเลตที่สร้างซีสต์ได้ เช่นเดียวกับในการศึกษาของ Lewis (1988) ซึ่งพบว่า *Lingulodinium polyedrum* และ *Scrippella* sp. จะมีความชุกชุมสูงในบริเวณที่มีความหนาแน่นของเซลล์ในระยะปกติสูง ซึ่งความชุกชุมของเซลล์ในระยะปกติจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารและความเค็มอันมีผลมาจากอิทธิพลของฤดูกาล

ซึ่งจากผลการศึกษาค้นคว้าทั้ง 2 ฤดูให้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน คือความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณอ่างศิลาและบางพระมีค่าสูงกว่าในบริเวณอื่น ๆ ในช่วงฤดูการศึกษาเดียวกัน ในขณะที่บริเวณบางพระถึงศรีราชามีความหลากหลายของชนิดใกล้เคียงกันและสูงกว่าบริเวณแหลมฉบังเล็กน้อย โดยซึ่งอาจเกิดจากบริเวณนี้มีความหนาแน่นของเซลล์ในระยะปกติสูงกว่าในบริเวณศรีราชาและแหลมฉบัง ดังการศึกษาของ หมั่น โพธิ์วิจิตร และ อัจฉรา มโนเวชพันธ์ (2524), หมั่น โพธิ์วิจิตร และ อัจฉรา มโนเวชพันธ์ (2527), พรศิลป์ ผลพันธ์ (2530) ซึ่งรายงานว่ไดโนแฟลกเจลเลตมีการกระจายทั่วไปในบริเวณนี้ แต่พบหนาแน่นใกล้บริเวณปากแม่น้ำเนื่องจากในบริเวณนี้มีปริมาณสารอาหารสูงกว่า สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ สมภพ และคณะ (1995 – 1998) ซึ่งพบว่าปริมาณสารอาหารโดยเฉพาะไนเตรทในบริเวณอ่างศิลาถึงบางพระมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณ ศรีราชาและแหลมฉบังทั้งสองฤดูกาล

และปริมาณสารอาหารในช่วงฤดูฝนในบริเวณต่างมีแนวโน้มมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งปัจจัยดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การศึกษาในครั้งนี้พบความชุกชุมของซีสต์ของ

ไดโนแฟลกเจลเลตในช่วงฤดูฝนมีค่าน้อยกว่าที่พบในฤดูแล้ง เนื่องจากอิทธิพลของสารอาหาร เพราะในช่วงการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (7 – 10 กันยายน 2545) เป็นช่วงฤดูฝนซึ่งอยู่ในช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงจะปริมาณสารอาหารสูงเนื่องจากการถูกพัดพาลงมาจากแผ่นดินของแม่น้ำ ประกอบกับเป็นช่วงเวลาที่มึนอุณหภูมิสูงกว่า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งในการงอกออกเป็นเซลล์ปกติในไดโนแฟลกเจลเลต (Anderson and Morell, 1979; Bravo and Anderson, 1994; Pfister and Anderson, 1987) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ พรศิลป์ ผลพันธิน (2530) ซึ่งศึกษาชนิดและการกระจายเซลล์ในระยะปกติของไดโนแฟลกเจลเลตในอ่าวไทยรวมถึงในบริเวณนี้ พบว่ามีผลการศึกษาสอดคล้องกัน โดยปริมาณและความชุกชุมของเซลล์ระยะปกติของไดโนแฟลกเจลเลตสูงในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งซึ่งได้รับอิทธิพล จากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ในช่วงเวลาดังกล่าวจะไม่มีฝนตกปริมาณสารอาหารที่ถูกพัดพาลงมาจากแม่น้ำมีน้อย เป็นผลให้จำนวนไดโนแฟลกเจลเลตในมวลน้ำลดลงเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมและอาจเป็นปัจจัยเหนี่ยวนำให้เกิดการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและการสร้างซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณนี้ จึงพบความชุกชุมซิสต์มากกว่าในฤดูฝนสอดคล้องกับการของ An และคณะ (1992) พบว่าบริเวณอ่าว Vilaine bay ประเทศฝรั่งเศสในช่วงที่มีความเค็มต่ำและปริมาณสารอาหารที่เกิดจากการพัดพาลงมากับน้ำจากแม่น้ำในช่วงฤดูฝนสูง จะทำให้ความชุกชุมไดโนแฟลกเจลเลตในมวลน้ำเพิ่มขึ้นและซิสต์พวกไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม *Scripsiella* และ *Gonyaulax* ซึ่งมีการเจริญเติบโตดีในภาวะความเค็มต่ำจะมีการงอกในช่วงนี้ นอกจากนี้ความปั่นป่วนของมวลน้ำและคลื่นลมอันเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการรบกวนและการฟุ้งของผิวหน้าตะกอนดินอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งในการเพิ่มโอกาสการงอกเป็นเซลล์ปกติของซิสต์ ไดโนแฟลกเจลเลตได้เช่นกัน (Kremp, 2001) เช่นการศึกษาของ Carrales และ คณะ (1996) พบว่าซิสต์ของ *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* ในบริเวณ Manila bay มีการกระจายทั่วไปและพบได้ตลอดปีแต่ความชุกชุมจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูและมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งต่อปัจจัยทางกายภาพของมวลน้ำที่เกิดจากอิทธิพลของลมมรสุม

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

1. ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบริเวณอ่างศิลา ศรีราชา – เกาะสีชังและแหลมฉบัง

พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตทั้งสิ้น 30 ชนิด แบ่งออกเป็นไดโนแฟลกเจลเลตในอันดับ Gymnodiniales 3 ชนิด อันดับ Gonyaulacales 7 ชนิดและอันดับ Peridinales 12 ชนิด โดยสามารถจำแนกได้ในระดับชนิด 16 ชนิด จำแนกได้ในระดับสกุล 12 ชนิดและไม่สามารถจำแนกชนิดได้ 2 ชนิด

2. ความชุกชุมซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบ

ความชุกชุมซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบมีค่าแตกต่างกันไปตามฤดูกาลและสถานีศึกษา ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในช่วงฤดูแล้งมีความชุกชุมมากกว่าในฤดูฝน ทั้งในแง่ความหลากหลายของชนิดและจำนวนซีสต์ที่พบในแต่ละสถานีศึกษา พบซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในฤดูแล้งทั้งสิ้น 30 ชนิด มีความชุกชุมระหว่าง $0 - 128 \pm 57$ ซีสต์ / ตะกอน 1 กรัม ในขณะที่พบซีสต์ของ ไดโนแฟลกเจลเลตในฤดูฝนเพียง 19 ชนิด มีความชุกชุมระหว่าง $0 - 39 \pm 29$ ซีสต์ / ตะกอน 1 กรัม

ชนิดของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่เสมอทั้ง 2 ฤดูกาล ได้แก่ *Pheopolykrikos hartmannii* *Gonyaulax spinifera* (*Spiniferites mirabilis*) *Lingulodinium polyedrum* *Pyrophacus steinii* *Protoperidinium pentagonum* และ *P. leonis*

บริเวณที่พบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตสูงได้แก่ สถานีที่มีความลึกมากกว่า 10 เมตร บริเวณอ่างศิลาและบางพระ ในขณะที่บริเวณที่พบความชุกชุมของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตต่ำ ได้แก่ สถานีส่วนใหญ่ในบริเวณแหลมฉบังสอดคล้องกันทั้งสองฤดูกาล

3. การกระจายซีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตตลอดช่วงการศึกษา

การกระจายของซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตโดยรวม พบว่ามีการกระจายกว้างและพบได้เกือบทุกสถานี แต่มีปริมาณความชุกชุมแตกต่างกันในระหว่างฤดูกาล

ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่ม Gymnodiniales มีการกระจายอยู่ในเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบัง โดยพบการกระจายไม่แตกต่างกันในทั้ง 2 ฤดูกาล ในขณะที่ซีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม Gonyaulacales และ Peridinales มีการกระจายอยู่เป็นบริเวณกว้าง

อ่างศิลาจนถึงแหลมฉบังในทั้ง 2 ฤดูกาลเช่นเดียวกัน แต่มีปริมาณความชุกชุมในหน้าแล้งบริเวณ อ่างศิลาจนถึงศรีราชาค่อนข้างสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ทั้งในช่วงการศึกษาเดียวกันและในฤดูแล้ง

4. อิทธิพลของของปัจจัยแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อความชุกชุมและการกระจายชีสต์ ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบ

อุณหภูมิอยู่ในช่วง 29.2 – 30.2 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันของระดับอุณหภูมิ ในแต่ละสถานีศึกษาของช่วงการศึกษาเดียวกันและมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยระหว่างฤดูกาล ความชุกชุมของชีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตมีความชุกชุมในช่วงฤดูแล้งซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าฤดูฝนเล็กน้อย

ความชุกชุมชีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณเหล่านี้จะมีค่าสูงในบริเวณที่มีลักษณะ ตะกอนดินเป็นโคลนหรือโคลนปนทราย

ความชุกชุมของชีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตสูงมีแนวโน้มพบในบริเวณสถานีห่างฝั่งที่มีความลึกมากกว่า 10 เมตร ในบริเวณอ่างศิลาและบางพระ ในขณะที่บริเวณอื่น ๆ ไม่ชัดเจน

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ฤดูกาลอาจจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อทั้งความหลากหลาย ความชุกชุมและการกระจายของชีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณนี้ เนื่องพบความชุกชุมของชีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในช่วงฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าในฤดูแล้งในทุกสถานีศึกษา

5. แหล่งสะสมและพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี

เมื่อพิจารณาจากชนิดและความชุกชุมชีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในในบริเวณ อ่างศิลา ศรีราชาและแหลมฉบังในครั้งนี้ พบว่ามีความชุกชุมต่ำมากจึงไม่เป็นแหล่งสะสมชีสต์ (cyst bed) ที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีที่มีสาเหตุมาจากไดโนแฟลกเจลเลตชนิดที่สร้าง ชีสต์เช่นในต่างประเทศได้

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างเพียง 2 ครั้งเพื่อเป็นตัวแทนการกระจายชีสต์ ใน 2 ฤดูกาลเท่านั้น ดังนั้นผลการศึกษานี้จึงอาจได้ข้อมูลไม่ครบถ้วนทั้งในแง่ชนิด ความชุกชุม การกระจายและการเปลี่ยนแปลงของชีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตในแต่ละช่วงเวลาของปี ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาและเก็บข้อมูลอย่างโดยเพิ่มระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างให้มากขึ้นและควรมีการ เก็บตัวอย่างเซลล์ระยะปกติควบคู่ไปด้วย

2. เนื่องจากพฤติกรรมการกระจายและความชุกชุมของชีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตจะคล้ายคลึงกับพฤติกรรมการกระจายและความชุกชุมของอนุภาคตะกอนซึ่งได้รับอิทธิพลโดยตรงจากลักษณะของพื้นที่และการไหลวนของกระแสน้ำ แต่เนื่องจากข้อมูลกระแสน้ำในระดับพื้นที่ในบริเวณนี้มีน้อยจึงขาดข้อมูลในการอธิบายพฤติกรรมการกระจายและความชุกชุมของชีสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณที่ทำการศึกษา จึงควรได้มีการศึกษาถึงข้อมูลลักษณะพื้นที่และกระแสน้ำในบริเวณนี้เพิ่มเติม เพื่อนำมาประกอบการอธิบายได้ดีและถูกต้องยิ่งขึ้น

3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของปัจจัยที่มีผลต่อการงอกออกเป็นเซลล์ปกติ (germination) ของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในบริเวณนี้ ซึ่งอาจมีผลต่อความชุกชุมของชีสต์ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ชลธยา ทรงรูป. 2541. สัณฐานวิทยาและการสร้างพิษของไดโนแฟลกเจลเลตสกุล Alexandrium บริเวณอ่าวไทยตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรศิลป์ ผลพันธ์. 2530. อนุกรมวิธานและการแพร่กระจายของไดโนแฟลกเจลเลตในครอบครัว Dinophyceae , Gonyaulacaceae และ Perridiniaceae ในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมบัติ อินคง และ สมภพ รุ่งสุภา. 2536. แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่ทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีแถบชายฝั่งทะเลของไทย. การประชุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20.
- สมถวิล จริตควร และ สมภพ รุ่งสุภา. 2540. การศึกษาซีสต์อันอาจเป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย
- สุนีย์ สุวภีพันธ์. 2539. การเกิดน้ำเปลี่ยนสีและการวิจัยน้ำเปลี่ยนสีในน่านน้ำไทย, สุนีย์ สุวภีพันธ์ และ ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์ บรรณาธิการ, น้ำเปลี่ยนสี, 1-11. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน กองประมงทะเล,
- โสภณา บุญญาวิวัฒน์. 1999. ชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่าวไทย, ผลงานการสัมมนาวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ ครั้งที่ 3, 1-6. : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,
- หมั่น โพธิ์จิตร และ อัจฉรา มโนเวชพันธ์. 2524. ความชุกชุมและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในน่านน้ำไทย, สุทธิชัย เตมียวณิชย์, บรรณาธิการ, การสัมมนาครั้งที่ 2 การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย, 127-136. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- หมั่น โพธิ์จิตร และ อัจฉรา มโนเวชพันธ์. 2527. แพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย, การสัมมนาครั้งที่ 3 การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย, 229-246. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ภาษาอังกฤษ

- An, K.H. 1992. Dinoflagellate cyst changes and winter environmental conditions in Vlainie Bay, southern Brittany (France). Botanica Mariana. 35 (1) : 61-67.
- Anderson, D.M. 1980. Effect of temperature conditioning on development and

- germination of *Gonyaulax tamarensis* (Dinophyceae) Hypnozygote. J. Phycol. 16 : 166-172.
- Anderson, D.M. 1984. Shellfish toxicity and dorman cyst. Ragulis, E.P., Amer. Chem. Soc. Symposium series, 125-138.
- Anderson, D.M. and Keafer, B.A. 1985. Dinoflagellate resting cyst dynamic in coastal and estuarine waters . Anderson, D.M., White, A.W. and Baden, D. G., Toxic Dinoflagellate, 219-224. New York. Elsevier,
- Anderson, D. M. and Keafer. 1987. An endogenous clock in the toxic marine dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis*. Nature 325 : 616-617.
- Anderson, D.M, Kulis, D.M. and Binder, B.J. 1984. Sexuality and cyst formation in the dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis*, I cyst yield in batch cultures. J. Phycol 20 : 418-425.
- Anderson, D.M., Kulis, D.M., Orrphanos, J.A. and Ceurvels, A.R. 1982. Distribution of toxic dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis* in the Southern New England region. Estuarine Coastal Shelf Science 14 : 445 - 458.
- Anderson, D.M. and Morell, F.M.M. 1979. The seeding of two red tide blooms by germination of benthic *Gonyaulax tamarensis* hypnocyst. Estuarine Coastal Marine Science 8 : 279-293.
- Anderson, D.M., Taylor, C. D. and Binder, B.J. 1987. The effect of darkness and anareobiosis on dinoflagellate cyst germination. Limnol. Oceanogr. 32 : 340-351.
- Bimder, B.J. and Anderson, D.M. 1986. Green light mediated photomorphogenesis in a dinoflagellate resting cyst. Nature. 322 : 659-661.
- Balech, E. 1994. Three new species of the genus *Alexandrium* (Dinophyceae). American Microscopical Society 113 (2) : 216-220.
- Blanco, J. 1995. Cyst production in four species of neritic dinoflagellates. J. Plankton Res 17(1) : 165-182.
- Bolch, C.J.S. 1997. The use of sodium polytungstate for the separation and concentration of living dinoflagellate cysts from marine sediments. Phycologia 36 (6) : 472-478.

- Bolch, C.J.S., and Hallegraeff, G.M. 1990. Dinoflagellate cysts in recent sediments from the Tasmania Australia. Botanica Mariana 33 : 173-192.
- Bravo, I and Anderson, D.M. 1994. The effect of temperature, growth medium and darkness on excystment and growth of toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* from Northwest Spain. J. Plankton Res. 16 : 513-525.
- Cannon, J. 1993. Germination of toxic dinoflagellate, *Alexandrium minutum* from sediment of the Port River, South Australia. Smayda, T. and Shimizu, Y., Toxic Plankton Blooms in the Sea. 103-112. : Elsevier,
- Carrales, R.A, Reyes, M and Martin, M. 1995. Note on encystment and excystment of *Pyrodinium bahamense var. compressum* in vitro. Lassus, P. et.al., Harmful Marine Algae Blooms, 573-578. : Technique et Documentation-Lavoisier,
- Corrales, R.A., and Crisostomo, R. 1996. Variation of *Pyrodinium* cyst density in Manila bay, Philippine. Yasumoto, T, Oshima, Y, and Fukuyo, Y, Harmful and Toxic Algal Blooms, 181-184. Intergovernment Oceanography Commission of UNESCO 1996
- Dale, B. 1983. Dinoflagellate resting cyst ' benthic plankton. Frywell, G.A., Survival Strategy of Algae, 69-136. Cambridge. Cambridge University Press.
- Dale, B.C., Yentsch, C.M. and Hurst, J.W. 1978. Toxicity in resting cyst of the red tide dinoflagellate *Gonyaulax excavata* from deeper water coastal sediments. Science 201 : 1223-1224.
- Ellegraard, M., Christensen, N.F. and Moestrup, O. 1993. Temperature and salinity effect on germination of non chain strain of *Gymnodinium catenatum* (Dinophyceae) established from recent sediments in the Sound (Oresound), Denmark. J. Phycol. 29 : 418-426.
- Ellegraard, M., Christensen, N.F. and Moestrup, O. 1994. Dinoflagellate cysts from recent Danish marine sediments. J. Plankton. Res 17 (2) : 283-302.
- Fukuyo, Y., Watanabe, M.M. and Watanabe, M. 1982. Encystment and excystment of red-tide flagellate II. Seasonality on excystment of *Protogonyaulax tamarensis* and *Protogonyaulax catenella*. Research report from the National Institute for Environment Studies 30 : 43-52.
- Fukuyo, Y., Pholpunthin, P., and Yoshida, M. 1988. *Protogonyaulax* (Dinophyceae) in

- Gulf of Thailand. Bull. Plankt. Soc 35 : 9-20.
- Fukuyo, Y, Takano, H., Chihara, M. and Matsuoka, K. 1990. Red tide organism in japan :
An Illustrated taxonomic guide. Japan: Uchida Rokakuho.
- Guillard, R.R.L. and Ryther, J.H. 1962. Studies on marine planktonic diatoms. J.
Microbiology 8 : 229-239.
- Godhe, A., Karunasagar, I, Karunasagar, I. and Karlson, B. 2000. Dinoflagellate cysts in
recent sediments from the SW India. Botanica Mariana 43 : 39-48.
- Hallegraff, G.M. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global
increase. Phycologia 32(2) : 79-99.
- Hallegraff, G.M. and Bolch, C.J. 1991. Transport of toxic dinoflagellate cysts via ships'
ballast water. Marine Pollution Bulletin 22(1) : 27-30.
- Hallegraff, G.M. and Bolch, C.J. 1992. Transport of diatom and dinoflagellate resting
spores in ship' ballast water : implication for plankton biogeography and
aquaculture. J. Plankton Res 10 : 533-541.
- Kanitha Srisuksawad and Sompop Rungsupha. 2002. Sedimentation rate and cysts
studies in sediment cores from the Eastern coasts of the Gulf of Thailand. IAEA /
RCA regional technical workshop on radiometric dating/cysts analysis techniqe
for harmful algal blooms management. Chonburi, Thailand : 7 – 10 January
2002,
- Kim, H.G. 1991. The distribution and role of benthic cyst on the dinoflagellate blooms in
chinhae bay In recent approaches on red tide. . Park, J.S. and Kim, H.G,
Proceeding of 1990 Korean-French seminar on red tide 1991, 99-120.
- Kremp, A. 2000. Distribution, Dynamic and in situ seeding potential of *Scrippsiella*
hangoei (Dinophyceae) cyst population from the Baltic sea. J. Plankton Res 22
(11) : 2155-2169.
- Kremp, A. and Anderson, D.M. 2000. Factor regulating germination of resting cysts of
the spring bloom dinoflagellate *Scrippsiella hangoei* from the Northern Baltic sea.
J. Plankton Research 22 : 1131-1137.
- Lee, J.B., and Matsuoka, K. 1996. Dinoflagellate cysts in surface sediments of southern
Korean water. Yasumoto, T, Oshima, Y, and Fukuyo, Y, Harmful and Toxic Algal

- Blooms, 173-176. Intergovernment Oceanography Commission of UNESCO 1996
- Lewis, J. 1988. Cyst and sediment : *Gonyaulax polyedra* (*Lingulodinium machaeophorum*) in Loch creran. J. Mar. Biol. Assoc. UK. 68 : 701-704.
- Lirdwitayaprasit, T. 1997. Distribution of Dinoflagellate cysts in the surface sediment of the South China sea, Area I : Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. Proceedings of the first technical seminar on marine fishery resources survey in the South China sea, 294-309. Training department, Southeast Asian Fisheries Development Center,
- Matsuoka, K. and Fukuyo, Y. 1994. Geographical distribution of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* Graham in Japanese coastal waters. Botanica Marina 37 : 495-503.
- Matsuoka, K., Fukuyo, Y., and Yoshida, M. 1998. *Alexandrium minutum* Halm collected from aquaculture pond in tropical to subtropical coastal waters. S. Sudara, Proceeding of the 8th Joint Seminar on Marine Science, 85-95. Thailand.
- Matsuoka, K., Fukuyo, Y., and Yoshida, M. 2000. Technical guide for modern dinoflagellate cyst study WESTPEC-HAB/WESTPEC/IOC
- Nching, S. 1993. *Gymnodinium catenatum* Graham (Dinophyceae) in Europe : a growing problem. J. Plankton. Res 15 (1) : 85-102.
- Nehring, S. 1994. Spatial distribution of dinoflagellate resting cysts in recent sediments of Kiel Bight, Germany (Baltic Sea). Ophelia 39 : 137-158.
- Parez, C.C., Roy, S, Levasseur, M. and Anderson, D.M. 1998. Control germination of *Alexandrium tamarense* (Diniphyceae) cysts from lower ST. Lawrence esturie (Canada). J. Phycol. 34 : 242-249.
- Peperzak, L., Verreussel, R., Zanneveld, K.A.F., Zevenboom, W., and Dijkema, R. 1996. The distribution of dinoflagellate cysts on the dutch continental shelf (North sea) with emphasis on *Alexandrium* spp. And *Gymnodinium catenatum*. Yasumoto, T, Oshima, Y, and Fukuyo, Y, Harmful and Toxic Algal Blooms, 169-172: Intergovernment Oceanography Commission of UNESCO 1996,
- Persson, A., Godhe, A. and Karlson, B. 2000. Dinoflagellate cysts in recent sediments from the West Coast of Sweden. Botanica Mariana 43 : 69-79.

- Pfiester, LA. 1975. Sexual reproduction in *Peridinium cinctum cf ovoptanum* (Dinophyceae). J. Phycol 11 : 259-265.
- Pfiester, LA. 1976. Sexual reproduction in *Peridinium willei* (Dinophyceae). J. Phycol 12 : 234-238.
- Pfiester, LA, and Anderson, DM. 1977. Sexual reproduction in *Peridinium gatuensis* (Dinophyceae). J. Phycol 13 : 92-95.
- Pfiester, LA, and Anderson, DM. 1987. Dinoflagellate reproduction. Taylor, F.J.R. The biology of dinoflagellate 611-648. Oxford : Blackwell Scientific Publication.
- Pholpunthin, P., Fukuyo, Y, and Nimura, Y. 1999. Life history of marine dinoflagellate *Pyrophacus steinii*(Shiller) Wall et Dale. Botanica Marina 42 : 189-197.
- Rengefor, K and Anderson, D.M. 1998. Environmental and endogenous regulation of cyst germination in two fresh water dinoflagellates . J. Phycol 34 : 568-577.
- Walker, L.M. and Steidinger, K.A. 1979. Sexual reproduction in the toxic dinoflagellate *Gonyaulax minilata*. J. Phycol 15 : 312-315.
- Wall, D. 1975. Taxonomy and cysts of red tide dinoflagellate., Toxic Dinoflagellate blooms, 245-265. Proc. Int. Conf.(1st). Mass. Sci. Technol. Found.
- Wall, D. and Dale, B. 1968. Modern dinoflagellate cysts and evolution of the Peridinales. Micropaleontology 14 : 265-304.
- Watanabe, M.M., Watanabe,M. and Fukuyo, Y. 1982. *Scrippsiella trochoidea* : Encystment and excystment of red tide flagellate induction of encystment of *Scrippsiella trochoidea* . Report of the national Institute of Environmental studies 30 : 27-42.
- Yamuguchi, M, Itakura, S. Wagasaki, and Imai, I. 1996. Distribution and abundance of resting cysts of the toxic dinoflagellates *Alexandrium tamarense* and *A. catenella* in sediments of the eastern Seto inland sea, Japan. Yasumoto, T, Oshima, Y, and Fukuyo, Y. Harmful Algal Blooms, 177-180. : Intergovernment Oceanography Commission of UNESCO 1996.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายดุสิต ศรีวิไล เกิดเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2519 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จังหวัด กรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2537 และสำเร็จปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวาริชศาสตร์ จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ในปีการศึกษา 2541 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542 ระหว่างศึกษาได้รับทุนยกเว้น ค่าธรรมเนียมพิเศษเฉพาะสาขาในปีการศึกษา 2543 และ 2544



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย