แพลงก์ตอนที่มากับน้ำอับเฉาและการประเมินผลกระทบบริเวณท่าเรือจังหวัดชลบุรี

นางสาวรัตนาภรณ์ อาณาประโยชน์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546
ISBN 974-17-4930-9
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INTRODUCED PLANKTON IN BALLAST WATER AND ITS IMPACT ASSESSMENT AT CHON BURI PORT

Miss Rattanaporn Anaprayot

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science (Inter-department)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2003

ISBN 974-17-4930-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แพลงก์ตอนที่มากับน้ำอับเฉาและการประเมินผลกระทบบริเวณท่าเรือจังหวัดชลบุรี
โดย	นางสาวรัตนาภรณ์ อาณาประโยชน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กีระนันทน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. อาจอง ประทัตสุนทรสาร)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์)

…… อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์)

…… กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิติธรรมยง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รัตนาภรณ์ อาณาประโยชน์: แพลงก์ตอนที่มากับน้ำอับเฉาและการประเมินผลกระทบบริเวณท่าเรือจังหวัดชลบุรี (INTRODUCED PLANKTON IN BALLAST WATER AND ITS IMPACT ASSESSMENT AT CHON BURI PORT) อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: อาจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์; 86 หน้า. ISBN 974-17-4930-9

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแพลงก์ตอนที่มากับน้ำอับเฉาโดยการเก็บตัวอย่างน้ำ 11 ตัวอย่างจากเรือเดินระหว่างประเทศ 6 ลำ ที่เข้ามาเทียบท่าเรือแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน 2545 พร้อมเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณท่าเทียบเรือ B3 เพื่อการเปรียบเทียบ ทำการกรองตัวอย่างทั้งหมดด้วยตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมครอน นอกจากนั้นได้ทำการวัดอุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และความเป็นกรดด่างของน้ำด้วย ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนที่ปะปนมากับน้ำอับเฉา 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.V. JAVA BRIGDE PANAMA 1 ตัวอย่าง และจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA 2 ตัวอย่าง ซึ่งจำแนกเป็นแพลงก์ตอนพืช 3 อาณาจักร 65 สกุล และแพลงก์ตอนตอนสัตว์ 2 อาณาจักร 5 กลุ่ม ทั้งนี้ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชโดยเฉลี่ยของ 3 ตัวอย่าง คือ 3.94×10^6, 5.69×10^6 และ 0.22×10^6 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ และความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์โดยเฉลี่ยของ 3 ตัวอย่าง คือ 47.6×10^3, 84.0×10^3 และ 5.4×10^3 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่พบในบริเวณท่าเรือมีความหนาแน่นโดยเฉลี่ย 0.4×10^6 และ 26.6×10^3 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นในน้ำอับเฉา ได้แก่ *Ceratium* sp., *Ulothrix* sp.และ *Oscillatoria* sp. ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นในน้ำอับเฉา คือ ตัวอ่อนระยะ Nauplius ของ Copepod และกุ้ง, *Difflugia* sp., *Tintinnopsis* sp. และ *Leptocylindus* sp.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....
ปีการศึกษา 2546 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4389092920 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: BALLAST WATER / INTRODUCED SPECIES / LAEM CHABANG PORT/ PHYTOPLANKTON / ZOOPLANKTON

RATTANAPORN ANAPRAYOT: INTRODUCED PLANKTON IN BALLAST WATER AND ITS IMPACT ASSESSMENT AT CHONBURI PORT.
THESIS ADVISOR: SUCHANA CHAVANICH, Ph.D.,
THESIS CO-ADVISER; VORANOP VIYAKARN, Ph.D., 86 pp. ISBN. 974-17-4930-9

Eleven ballast water samples were collected from 6 vessels at Laem Chabang port, Chonburi province during July to November 2002 to investigate the diversity and abundance of phytoplankton and zooplankton. In addition, the water sample from B3 pier was collected for comparison. All water samples were filtered through plankton net with pore size of 20 micron. Temperature, salinity, DO and pH were also measured in each sample. The results showed that phytoplankton and zooplankton were found in 3 ballast water samples; 1 sample from M.V. JAVA BRIGDE PANAMA and 2 samples from M.S.PERTH BRIGDE PANAMA. There were 3 divisions with 65 genera of phytoplankton and 2 phyla with 5 subclasses of zooplankton in the ballast water samples. The average densities of phytoplankton were $3.94x10^6$, $5.69x10^6$ and $0.22x10^6$ cell/l, respectively. Meanwhile, the average densities of zooplankton were $47.6x10^3$, $84.0x10^3$ and $5.4x10^3$ cell/l, respectively. However, the water sample from B3 pier contained $0.4x10^6$ cell/l of phytoplankton and $26.6x10^3$ cell/l of zooplankton. The dominant genus of phytoplankton in ballast samples were *Ceratium* sp., *Ulothrix* sp. and *Oscillatoria* sp. While the dominant groups of zooplankton in samples were Nauplius larvae, *Difflugia* sp., *Tintinnopsis* sp. and *Leptocylindus* sp.

Field of study Environmental Science Student's signature……
Academic year 2003 Advisor's signature……...
Co-advisor's signature……..

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าไม่ได้แรงบันดาลใจจากอาจารย์ ดร.สุชนา ชวนิชย์ พร้อมกันนั้นยังมีคำปรึกษาดีๆ จากอาจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์ และคณาจารย์ทั้งหลาย รวมถึงคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อันได้แก่ อาจารย์ ดร. อาจอง ประทัตสุนทรสาร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิติธรรมยง จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

อนึ่ง การดำเนินงานวิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากพี่ๆ เจ้าหน้าที่บริษัทเดินเรือระหว่างประเทศ ได้แก่ บริษัท พีแอนด์โอ เน็ดลอยด์ จำกัด, บริษัท สยามเภตรา จำกัด และบริษัท เค-ลาย จำกัด เพื่อขออนุญาตขึ้นไปเก็บตัวอย่าง ขอขอบคุณพี่ๆ ทุกท่านที่สละเวลาคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกทุกอย่าง

งานวิจัยจะสำเร็จลงไม่ได้ถ้าขาดทุนวิจัยจากทบวงมหาวิทยาลัยและบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณพ่อ แม่ พี่ น้องและเพื่อนทุกคนที่ให้กำลังใจและผลักดันงานวิจัยชิ้นนี้จนสำเร็จ

จึงขอขอบคุณทุกๆ ท่านอีกครั้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…….. ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…… จ
กิตติกรรมประกาศ……... ฉ
สารบัญ…… ช
สารบัญตาราง……... ฌ
สารบัญภาพ…….. ฎ
บทที่ 1 บทนำ……... 1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……... 3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย…… 17
บทที่ 4 ผลการวิจัย..... 21
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย..... 46
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 58
รายการอ้างอิง…….. 61
ภาคผนวก…… 67
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์…… 86

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 2.1 ประเภทของเรือเดินระหว่างประเทศและถังอับเฉา..... 4
ตารางที่ 2.2 ปริมาตรน้ำอับเฉาของเรือเดินระหว่างประเทศที่จดทะเบียนในประเทศไทย..... 4
ตารางที่ 2.3 ปริมาตรน้ำอับเฉาจากเรือต่างประเทศที่เข้าเทียบท่าเรือในประเทออสเตรเลีย..... 8
ตารางที่ 2.4 จำนวนชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในน้ำทะเลและน้ำกร่อยในพื้นที่ต่างๆของโลก..... 10
ตารางที่ 2.5 ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานในประเทศไทย..... 11
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตที่รุกรานสิ่งแวดล้อมใหม่..... 13
ตารางที่ 3.1 จำนวนเรือเดินระหว่างประเทศที่เข้าเทียบท่าเรือแหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2539–2546 จำแนกตามประเภทของเรือ..... 20
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือเดินระหว่างประเทศและน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3. 23
ตารางที่ 4.2 สกุลของแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำอับเฉาที่เก็บจากเรือเดินระหว่างประเทศและน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3..... 25
ตารางที่ 4.3 กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำอับเฉาที่เก็บจากเรือเดินระหว่างประเทศและน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3..... 29
ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติของน้ำอับเฉาและน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3ที่ทำการศึกษา..... 39
ตารางที่ 4.5 สมการถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติบางประการของน้ำอับเฉาและความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ในแต่ละตัวอย่าง..... 40
ตารางที่ 5.1 ข้อมูลแพลงก์ตอนที่พบในน้ำอับเฉาในประเทศไทยและต่างประเทศ..... 48
ตารางที่ 5.2 ข้อมูลแพลงก์ตอนพืชที่พบในบริเวณอ่าวไทยตอนใน..... 52
ตารางที่ 5.3 ข้อมูลแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบริเวณอ่าวไทยตอนใน..... 53
ตารางที่ 5.4 กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับชนิดพันธุ์ต่างถิ่น..... 56
ตารางที่ 5.5 ระบบบำบัดน้ำอับเฉาเพื่อลดหรือกำจัดซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่เป็นพิษ..... 57

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของถังอับเฉาในเรือแต่ละประเภท..... 5
ภาพที่ 2.2 ภาพตัดขวางของถังอับเฉาในเรือเดินระหว่างประเทศ..... 6
ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการสูบถ่ายน้ำอับเฉา..... 7
ภาพที่ 3.1 แผนผังท่าเทียบเรือในบริเวณท่าเรือแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี..... 20
ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งที่เรือทำการสูบน้ำอับเฉา..... 24
ภาพที่ 4.2 ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้งสามและในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3..... 31
ภาพที่ 4.3 ความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์ในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้งสามและในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3..... 31
ภาพที่ 4.4 ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้งสามและในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3..... 32
ภาพที่ 4.5 แพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.V.JAVA BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 6) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณแหลมฉบัง..... 33
ภาพที่ 4.6 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.V.JAVA BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 6) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณแหลมฉบัง..... 33
ภาพที่ 4.7 แพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 7) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณประเทศญี่ปุ่น..... 34
ภาพที่ 4.8 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 7) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณประเทศญี่ปุ่น..... 34
ภาพที่ 4.9 แพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 11) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณท่าเรือโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น..... 35
ภาพที่ 4.10 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 11) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณท่าเรือโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น..... 35
ภาพที่ 4.11 แพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบริเวณท่าเทียบเรือ B3..... 36
ภาพที่ 4.12 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบริเวณท่าเทียบเรือ B3..... 36
ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชกับความเค็มของน้ำอับเฉา.... 41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชกับอุณหภูมิของน้ำอับเฉา.... 41
ภาพที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอับเฉา..... 42
ภาพที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์กับความเค็มของน้ำ..... 42
ภาพที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์กับอุณหภูมิของน้ำอับเฉา... 43
ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอับเฉา..... 43
ภาพที่ 4.19 สกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำอับเฉาและน้ำทะเลที่ท่าเทียบเรือ B3..... 45
ภาพที่ 4.20 สกุลแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำอับเฉาและน้ำทะเลที่ท่าเทียบเรือ B3..... 45

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเดินเรือสินค้าระหว่างประเทศเริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้น ส่งผลให้รูปแบบและชนิดของเรือมีความหลากหลายมากขึ้น และจากการที่มีจำนวนเรือเดินระหว่างประเทศเทียบท่าเป็นจำนวนมากนั้น ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมามากมาย เช่น การปนเปื้อนของน้ำมันและสารเคมี การเคลื่อนย้ายหรือเข้ามาของชนิดพันธุ์ในสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือที่เรียกว่าชนิดพันธุ์ต่างถิ่น (exotic species) เป็นต้น ปัญหาดังที่กล่าวมา หากไม่ได้รับการแก้ไขหรือป้องกันอาจก่อให้เกิดการลุกลามกลายเป็นปัญหาการรุกรานของชนิดพันธุ์ได้

การสูบน้ำอับเฉา (ballast water) เข้าไปในถังน้ำอับเฉา (ballast tank) ของเรือมีวัตถุประสงค์เพื่อทำหน้าที่ถ่วงสมดุลขณะเดินทาง ซึ่งน้ำอับเฉาดังกล่าวจะถูกปล่อยทิ้งเมื่อเรือเดินทางมาถึงท่าเรือปลายทางเพื่อทำการบรรทุกสินค้าต่อไป ในการสูบน้ำเข้าหรือปล่อยออกแต่ละครั้ง จะมีการนำองค์ประกอบอื่นๆ เข้ามาพร้อมกับน้ำในบริเวณนั้นด้วย เช่น หิน ดิน ทราย หรือแม้กระทั่งสิ่งมีชีวิตนับพันๆชนิด (Carlton, 1995) กรณีที่น้ำอับเฉานำชนิดพันธุ์จากสิ่งแวดล้อมอื่นเข้ามาและเป็นชนิดพันธุ์ที่ไม่เคยปรากฏในถิ่นนั้นมาก่อนซึ่งจัดเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นนั้น บางชนิดสามารถเพิ่มและขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วทำให้อาจเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นได้ ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ได้ทำการศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจัง พบว่าชนิดพันธุ์เหล่านี้เมื่อเข้ามาในสิ่งแวดล้อมใหม่สามารถส่งผลกระทบที่ชัดเจนต่อระบบนิเวศ ระบบเศรษฐกิจ และต่อสุขภาพของมนุษย์ (Hay *et al*., 1997) สำหรับผลกระทบต่อระบบนิเวศนั้นเป็นการทำลายห่วงโซ่อาหารเนื่องจากสัตว์ที่เข้ามาอาจเป็นผู้ล่าทำให้ชนิดพันธุ์ท้องถิ่น (native species) ลดปริมาณลง (Strayer *et al.,* 1998, Grosholz *et al.,* 2000) จนกลายเป็นชนิดพันธุ์ที่รุกราน (invasive species) และบางชนิดอาจส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ เช่น กรณีศึกษาการเข้ามาของ zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) ที่มากับน้ำอับเฉาในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า ระบบประปา และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆมากมาย (O'Neil, 1997) นอกจากนี้ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่น แบคทีเรีย *Vibrio cholerae* ซึ่งก่อให้เกิดโรค cholera ที่พบในหอยนางรมและทางเดินอาหารของปลาในสหรัฐอเมริกา (McCarthy and Khambaty, 1994)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 จำแนกแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่มากับน้ำอับเฉาเรือเดินระหว่างประเทศ

1.2.2 คาดการณ์แนวโน้มผลกระทบของแพลงก์ตอนที่เข้ามากับน้ำอับเฉา

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

คาดการณ์แนวโน้มและทิศทางผลกระทบของแพลงก์ตอนที่เข้ามากับน้ำอับเฉาเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการหามาตรการและแนวทางป้องกันต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำอับเฉา (ballast water)

การเดินเรือระหว่างประเทศในสมัยโบราณ อาศัยการถ่วงดุลเรือด้วยตัวอับเฉา (ballast solid) ซึ่งส่วนใหญ่ทำจากหิน และเมื่อมีการขนสินค้าจนเต็มลำเรือ จะทำการทิ้งตัวอับเฉาลงน้ำ แต่เนื่องจากการใช้ตัวอับเฉาทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่ และไม่สะดวกในการขนถ่าย ทำให้รูปแบบการถ่วงดุลเรือเปลี่ยนเป็นการใช้น้ำจากบริเวณท่าเรือนั้นแทน ซึ่งเรียกว่า น้ำอับเฉา (ballast water) และทำการปล่อยน้ำทิ้งเมื่อต้องขนสินค้าขึ้นเรือ ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น จากการเปลี่ยนรูปแบบการถ่วงดุลเรือจากของแข็งเป็นน้ำ จึงต้องอาศัยพื้นที่ในการเก็บซึ่งเรียกว่าถังอับเฉา (ballast tank) ซึ่งทำหน้าที่บรรจุและลำเลียงน้ำที่สูบขึ้นมาจากบริเวณท่าเรือต้นทางไปจนถึงท่าเรือปลายทาง ทั้งนี้เนื่องจากเรือเดินระหว่างประเทศมีหลายประเภท เช่น เรือบรรทุกสินค้าหรือสินค้าตู้ เรือบรรทุกแก๊สเหลว เรือบรรทุกสินค้าประมงห้องเย็น เป็นต้น ทำให้เรือแต่ละประเภทมีลักษณะถังอับเฉาที่แตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 2.1; ภาพที่ 2.1; ภาพที่ 2.2) ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นน้ำอับเฉาจึงทำหน้าที่ในการถ่วงและดุลเพื่อให้เรืออยู่ในสภาวะสมดุลระหว่างเดินทาง ซึ่งในการเดินทางครั้งหนึ่งจะทำการสูบน้ำจากท่าเรือต้นทางเข้าไปในถังปริมาตรมากหรือน้อย ขึ้นกับประเภทและขนาดของเรือ เช่น เรือจดทะเบียนในประเทศไทยที่มีความยาว 183 เมตร บรรจุน้ำอับเฉาได้ 18,000 ลูกบาศก์เมตร ขณะที่เรือจากต่างประเทศบางลำอาจบรรจุน้ำอับเฉาได้ถึง 72,600 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 2.2) หลังจากเรือเข้าเทียบท่าเพื่อรอบรรทุกสินค้า จะทำการปล่อยน้ำอับเฉาเพื่อให้เรือมีน้ำหนักเบาและสามารถบรรทุกสินค้าต่อไปได้ (ภาพที่ 2.3) จากการสำรวจเรือจากต่างประเทศที่เข้าเทียบท่าเรือบริสเบน รัฐควีนแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของน้ำอับเฉาอยู่ระหว่างร้อยละ 30 – 40 ของน้ำหนักเรือโดยรวม (ตารางที่ 2.3)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 ประเภทของเรือเดินระหว่างประเทศและถังอับเฉา

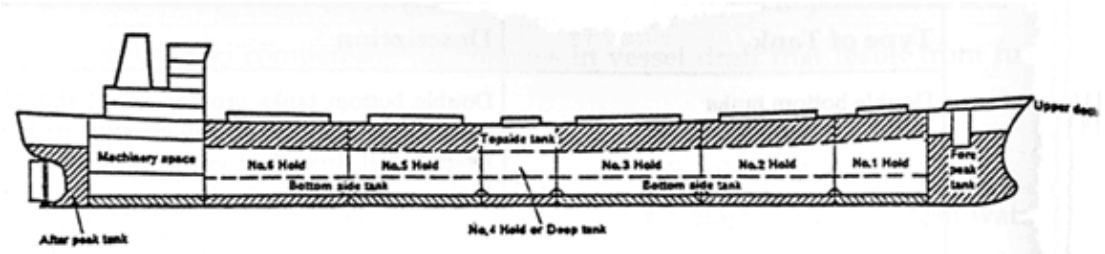
ประเภทของเรือเดินระหว่างประเทศ	ชนิดของถังอับเฉา
เรือสินค้าทั่วไป	ถังคู่ด้านใต้ท้องเรือ พบได้ในเรือส่วนใหญ่
เรือน้ำมัน	ถังคู่ด้านใต้ที่แยกกันหรือถังด้านข้างกราบเรือ
เรือสารเคมี	ถังคู่ด้านใต้ท้องเรือหรือด้านข้าง
เรือไม้	ถังคู่ด้านใต้ มักมีตัวอับเฉา (ballast solid) ไว้ถ่วงดุลเรือหลังจากมีการถ่ายสินค้าออก
เรือสินค้าเทกอง	ถังคู่ด้านใต้
เรือสินค้าตู้	ถังคู่ขนาดใหญ่ใต้ท้องเรือตลอดความยาวเรือ
เรือ Ro-Ro	ถังคู่ใต้ท้องเรือและถังชนิดอื่น

ที่มา : Walters (1996)

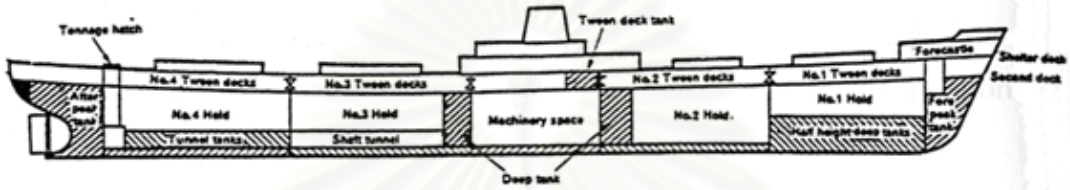
ตารางที่ 2.2 ปริมาตรน้ำอับเฉาของเรือเดินระหว่างประเทศที่จดทะเบียนในประเทศไทย

ประเภทเรือ	ขนาดเรือ ยาวxกว้างxลึก (ม.xม.xม.)	น้ำหนัก (ตันกรอส)	ปริมาตรน้ำอับเฉา (ลบ.ม.)
บรรทุกแก๊สเหลว	60.30x10.00x4.60	797	170.20
บรรทุกผลิตภัณฑ์น้ำมัน	60.00x9.80x4.40	690	345.12
บรรทุกสินค้าประมงห้องเย็น	74.50x13.20x7.25	1,753	425.92
บรรทุกสินค้าประมงห้องเย็น	81.73x13.00x7.63	2,285	609.12
บรรทุกสิ้นค้าประมงห้องเย็น	81.73x13.00x7.65	2,285	620.62
บรรทุกแก๊สเหลว	93.35x14.40x6.0	2,480	709.96
บรรทุกแก๊สเหลว	93.44x14.40x6.0	2,698	763.70
บรรทุกสินค้า	98.18x18.00x13.00	5,480	890.03
บรรทุกสินค้า	98.00x18.80x12.90	5,521	1,118.16
บรรทุกสินค้า	110.15x18.23x9.20	4,887	1,382
บรรทุกสินค้า	114.10x19.60x13.20	7,659	2,048.07
บรรทุกสินค้า	155.23x22.80x13.20	13,251	3,037.10
บรรทุกสินค้าตู้	171.41x2.00x13.60	15,533	6,702.30
บรรทุกสินค้า	182.70x28.40x14.90	20,904	17,832.19

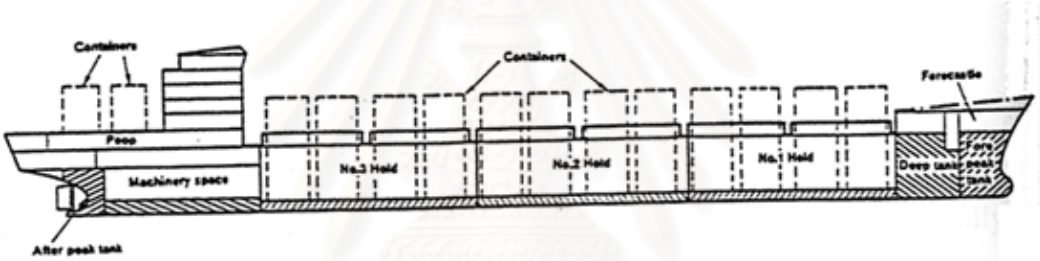
ที่มา : สัมภาษณ์ สราวุธ หนองบัว (12 กุมภาพันธ์ 2545)



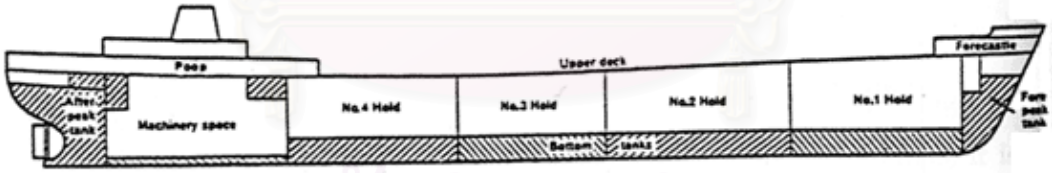
เรือสินค้าเทกอง (bulk carrier ship)



เรือสินค้าทั่วไป (general cargo ship)



เรือสินค้าตู้ (container ship)

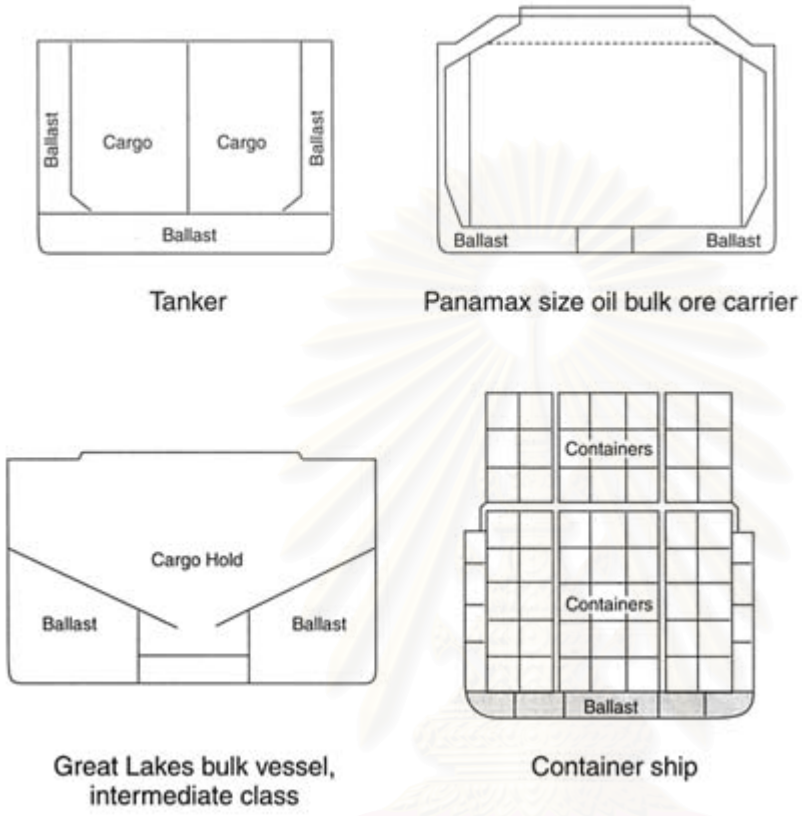


เรือบรรทุกแร่ (ore carrier ship)

ที่มา : Walters (1996)

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของถังอับเฉาในเรือแต่ละประเภท

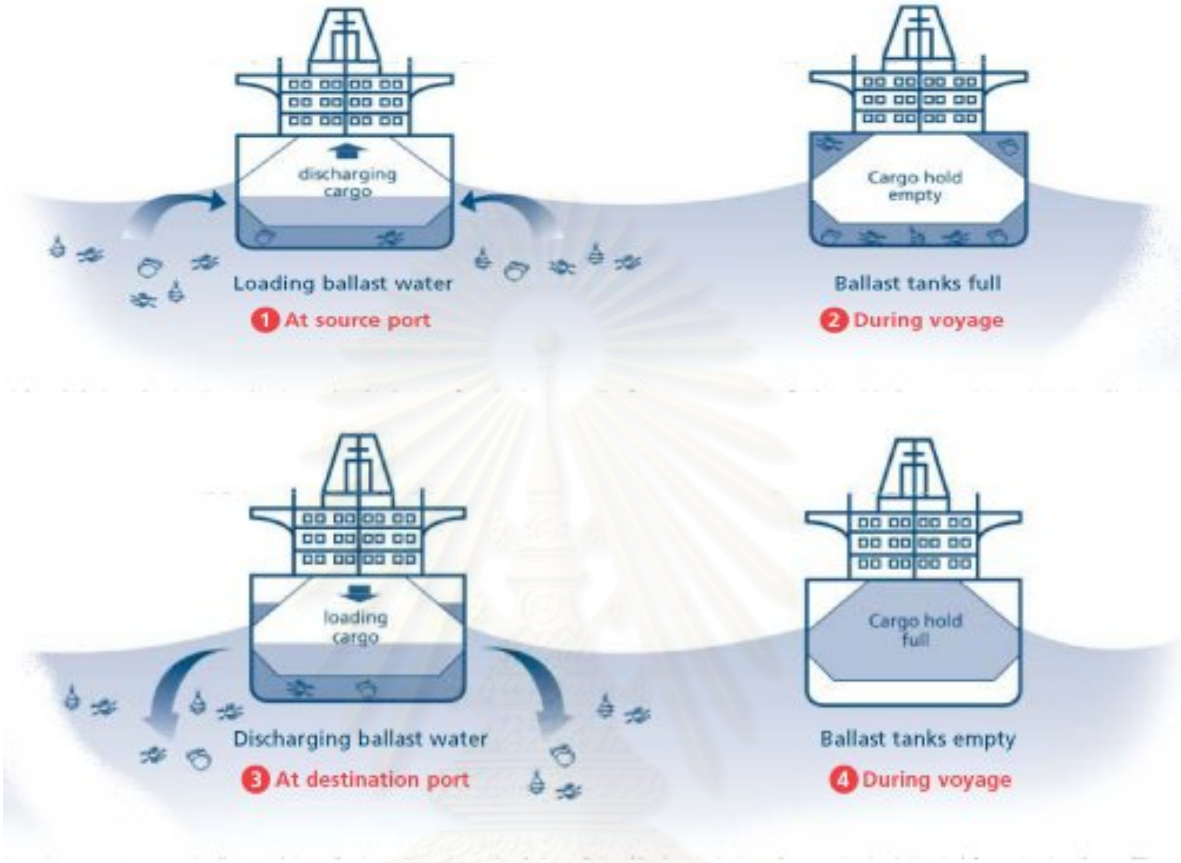
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา: National Research Council (1996)

ภาพที่ 2.2 ภาพตัดขวางของถังอับเฉาในเรือเดินระหว่างประเทศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : Global ballast water management programme (2000)

ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการสูบถ่ายน้ำอับเฉา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 ปริมาตรน้ำอับเฉาจากเรือต่างประเทศที่เข้าเทียบท่าเรือในประเทศออสเตรเลีย

ประเภทของเรือ	น้ำหนักรวมของเรือ(ตัน)	น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำอับเฉา (ตัน)	ร้อยละของน้ำหนัก	น้ำหนักสูงสุดของน้ำอับเฉา (ตัน)	ร้อยละของน้ำหนัก
เรือสินค้าเทกอง (bulk carrier)	250,000	75,000	30	113,000	45
เรือสินค้าเทกอง (bulk carrier)	150,000	45,000	30	67,000	45
เรือสินค้าเทกอง (bulk carrier)	70,000	25,000	36	40,000	57
เรือสินค้าเทกอง (bulk carrier)	35,000	10,000	30	17,000	49
เรือบรรทุกน้ำมัน (oil tanker)	100,000	40,000	40	45,000	45
เรือบรรทุกสินค้า (product tanker)	40,000	12,000	30	15,000	38
เรือสินค้าตู้ (container ship)	40,000	12,000	30	15,000	38
เรือสินค้าตู้ (container ship)	15,000	5,000	30	-	-
เรือสินค้าทั่วไป (general cargo ship)	17,000	6,000	35	-	-
เรือสินค้าทั่วไป (general cargo ship)	8,000	3,000	38	-	-
เรือ Ro-Ro (RoRo pass ferry)	3,000	<1,000	-	-	-

ที่มา: Port of Brisbane Corporations (1999)

2.2 ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น (introduced species, alien species, exotic species, non-native species หรือ nonindigenous species) หมายถึง ชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่เข้ามายึดครองและดำรงชีพอยู่ในสิ่งแวดล้อมหนึ่งที่ไม่เคยมีประวัติการปรากฏในสิ่งแวดล้อมนั้นมาก่อน (อุทิศ กุฎอินทร์, 2540) ทั้งนี้อาจรวมถึง ชนิดพันธุ์ที่เกิดขึ้นในที่ที่แตกต่างจากพื้นที่การกระจายตามธรรมชาติ (นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.) ซึ่งการจำแนกว่าชนิดพันธุ์ใดเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นนั้น จำเป็นที่ต้องทราบก่อนว่าชนิดใดเป็นชนิดพันธุ์ท้องถิ่น (native species) โดยหมายถึง ชนิดพันธุ์ที่อยู่ในถิ่นที่อยู่อาศัยเป็นเวลาหลายพันปี และมีอาณาเขตที่แน่นอน (Washington sea grant program, 1998) ในมลรัฐวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นิยามพืชและสัตว์ชนิดพันธุ์ท้องถิ่นไว้ดังนี้ คือ สิ่งมีชีวิตดั้งเดิมที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นก่อนที่จะมีการอพยพเข้ามาตั้งรกรากของชาวยุโรปในช่วงปลายปี ค.ศ. 1700 ข้อมูลชนิดพันธุ์ต่างถิ่นทั้งในน้ำทะเลและน้ำกร่อยของต่างประเทศแสดงในตารางที่ 2.4 และข้อมูลชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่พบการศึกษาในประเทศไทย แสดงในตารางที่ 2.5

2.3 กลไกการเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

สามารถแบ่งโดยอาศัยความเกี่ยวข้องของมนุษย์ได้ ดังนี้

2.3.1 การชักนำเข้ามาโดยมนุษย์ไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง อันเนื่องมาจากปัจจัยตามธรรมชาติ เช่น กระแสลมหรือฝนเป็นตัวพัดพาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหรือละอองเกสรไปตกในที่ที่ไกลออกไป มีรายงานว่า โรติเฟอร์ 1 ชนิดสามารถแพร่กระจายโดยลม และอีก 4 ชนิดที่แพร่กระจายโดยฝน (Jenkins and Underwood, 1998) พายุที่รุนแรงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถพัดพาสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ เช่น ปลาและเต่าเคลื่อนย้ายไปอีกที่หนึ่งได้ นอกจากนั้นสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ เช่น ปลาและนกน้ำ มีโอกาสพาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเคลื่อนย้ายไปในสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ เช่นกัน (Jenkins and Underwood, 1998) จากการศึกษาพบว่าเป็ดป่า (*Anas platyrhynchos*) เป็นพาหะในการเคลื่อนย้ายตัวอ่อนของ zebra mussel เข้าสู่ Great Lake โดยอยู่ภายในระบบทางเดินอาหารและติดมากับขน ซึ่งการติดมาตามขนนั้นมีโอกาสในการรอดของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นสูง (Johnson and Carlton, 1996)

ตารางที่ 2.4 จำนวนชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในน้ำทะเลและน้ำกร่อยในพื้นที่ต่างๆของโลก

สถานที่	จำนวนชนิดพันธุ์
United States	
Coos Bay, Oregon	298
Pearl Harbor, Hawaii	93
Ala Wai Yacht Harbor, Hawaii	57
Barbers Point, Hawaii	45
Honolulu, Hawaii	73
Keahi Lagoon, Hawaii	52
Kewalo Basin, Hawaii	49
San Francisco Bay, California	212
Chesapeake Bay, Maryland	116
Puget Sound, Washington	52
Baltic Sea	96
New Zealand	167
United Kingdom	50
Black Sea	35
Mediterranean Sea	240
Australia (1990)	62
Australia (2000)	210
Port Philip Bay, Victoria	99
Darwin, Northern Territory	5
Pt Hedland, Western Australia	16
Fremantle, Western Australia	33
Bunbury, Western Australia	12
Mackay, Queensland	12
Hay Point, Queensland	10
Newcastle, New South Wales	25
Eden, New South Wales	24

ที่มา: Hewitt and Martin (2001)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.5 ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานในประเทศไทย

ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น	ชื่อวิทยาศาสตร์	ถิ่นกำเนิด	ลักษณะการเข้ามาในประเทศไทย
ผักตบชวา	*Eichhornia crassipes*	ทวีปอเมริกาใต้	นำเข้ามาปลูกเพื่อความสวยงามในวังสระปทุม
จอก	*Pistia stratiotes*	ทวีปอเมริกากลาง	-
ผักเป็ดน้ำ	*Alternanthera philoxeroides*	ทวีปอเมริกาใต้	-
ไมยราบยักษ์	*Mimosa pigra*	ทวีปอเมริกา	นำเมล็ดเข้ามาจากอินโดนีเซียเพื่อใช้เป็นปุ๋ยสดในไร่ยาสูบ จ.เชียงใหม่ เมื่อพ.ศ. 2490
ผกากรอง	*Lantana camera*	ประเทศเม็กซิโก	นำเข้ามาเป็นไม้ประดับ
สาบเสือ	*Chromolaena odorata*	ทวีปอเมริกากลาง	เมล็ดติดมากับน้ำอับเฉาจากเรือสินค้าหมู่เกาะเวสต์อินเดีย ที่เทียบท่าเรือสิงคโปร์ ช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 1
สาบหมา	*Ageratian adenophorum*	ทวีปอเมริกากลาง	ระบาดเข้ามาจากพม่าและตอนใต้ของจีนในช่วงไม่เกิน 30 ปีที่ผ่านมา
เพลี้ยไฟไทรคิวบา	*Gainaikothrips ficorum*	ประเทศคิวบา	เข้ามาไทย พ.ศ. 2510
แมลงหวี่ขาวขดลวด	*Aleurodicus disperses*	ทวีปอเมริกากลาง	เข้ามาไทย พ.ศ. 2524
เพลี้ยไก่ฟ้ากระถิน	*Heteropsylla cubana*	-	ระบาดจากทวีปอเมริกากลางและเม็กซิโก เข้ามาไทย พ.ศ. 2529
หอยทากยักษ์แอฟริกา	*Achatina fulica*	ฝั่งตะวันออกของแอฟริกา	ระบาดจากมาเลเซีย พ.ศ. 2454
หอยเชอร์รี่	*Pomacea canaliculata*	ทวีปอเมริกาใต้	เพื่อเพาะเลี้ยงเป็นอาหารสัตว์ ซึ่งต่อมาไม่คุ้มทุน จึงปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

ที่มา: นโยบายและสิ่งแวดล้อม (ม.ป.ป.)

2.3.2 การชักนำเข้ามาโดยมนุษย์ ซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้เป็นอีก 2 ประเภท คือ

2.3.2.1 นำเข้ามาโดยเจตนา (intentional introduction) เป็นการนำเข้าโดยตั้งใจ เช่น การนำเข้าสัตว์เลี้ยง เนื่องจากมีลักษณะที่แปลกหรือสวยงาม เหมาะกับการเลี้ยงหรือเพาะขยายพันธุ์เชิงพาณิชย์ต่อไป ประเทศไทยได้มีการนำเข้าสัตว์หรือพืชจากต่างประเทศ เช่น อีกัวน่าที่มีต้นกำเนิดจากแถบประเทศทางอเมริกาใต้ เต่าญี่ปุ่นที่มีต้นกำเนิดจากประเทศอเมริกาหรือผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) จากประเทศอินโดนีเซีย ทั้งนี้ลักษณะดังกล่าวได้ก่อให้เกิดปัญหาขึ้นตามมา เช่น กรณีผักตบชวาที่มีต้นกำเนิดจากอเมริกาใต้ โดยนำเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซีย เพื่อปลูกในวังสระประทุม ซึ่งต่อมาได้มีการขยายและแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็วซึ่งปัจจุบันพบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่นเดียวกับหอยเชอร์รี่ที่นำเข้ามาจากญี่ปุ่นและฟิลิปปินส์เพื่อเลี้ยงเป็นอาหารและประดับในตู้ปลา ซึ่งต่อมาแพร่ขยายไปในธรรมชาติจนกลายเป็นศัตรูที่สำคัญของข้าวและพืชไร่ต่างๆ (ประยงค์ อัฒจักร, 2540; นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.)

2.3.2.2 การนำเข้ามาโดยไม่ได้เจตนา (unintentional introduction) กล่าวคือ อาจมีชนิดพันธุ์ต่างถิ่นถูกนำเข้ามาอยู่ในสภาวะแวดล้อมใหม่จากพาหนะที่ใช้ในการขนถ่ายและลำเลียงชนิดพันธุ์ให้เข้ามาอยู่ในสภาวะแวดล้อมใหม่ ซึ่งกรณีเข้ามากับเรือเดินระหว่างประเทศอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) ลักษณะที่ปะปนมากับน้ำอับเฉาเรือเดินระหว่างประเทศ จากการศึกษาของ Chu *et al*. (1997) โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้งสิ้น 12 ตัวอย่างจากเรือที่มาจากมหาสมุทรแปซิฟิก พบชนิดพันธุ์ทั้งสิ้น 81 ชนิด และพบว่าจำนวนชนิดพันธุ์จะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นของน้ำอับเฉา ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวยืนยันว่าน้ำอับเฉาเป็นตัวการสำคัญสำหรับการนำชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเข้ามาในประเทศ โดยเฉพาะเส้นทางเดินเรือที่มีความแตกต่างทางระบบนิเวศของจุดหมายปลายทาง เช่น กรณีเมืองท่าติดทะเลและเมืองท่าปากแม่น้ำ หรือน่านน้ำในเขตร้อนกับเขตหนาว (Ricciardi and Rasmussen, 1998) ทั้งนี้ชนิดพันธุ์ที่นำเข้ามาและสามารถแพร่กระจายจนกลายเป็นชนิดพันธุ์ที่รุกราน อาจหมายถึง ชนิดพันธุ์นั้นคุกคามระบบนิเวศ แหล่งที่อยู่อาศัยหรือชนิดพันธุ์อื่นๆ (National Research Council, 1996; Ruiz *et al.,* 1997; Chavanich, 2003)

(2) ลักษณะที่ติดมากับด้านนอกเรือสินค้า (hull fouling) เช่น Coutts (1999) ได้ทำการศึกษาเรือเดินระหว่างประเทศจำนวน 21 ลำที่เข้าเทียบ Bell Bay และ Long Reach ทางตอนเหนือของแทสมาเนีย ประเทศออสเตรเลีย ระหว่างช่วงเดือนตุลาคม 1996 – สิงหาคม 1997 โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 จุดจากลำเรือ คือ ส่วนหัว กลาง และท้ายเรือ ซึ่งแต่ละจุดนั้นเก็บตัวอย่างใน 3 ระดับความสูง คือ ความสูงที่ระดับน้ำ ตอนกลาง และตอนล่างเรือ ผลการศึกษาพบถึง 65 taxa โดยแบ่งเป็นสัตว์ 9 อาณาจักร (phylum) และพืช 5 อาณาจักร (division) ในจำนวนนี้มีชนิดพันธุ์ 4 ชนิดที่มาจากต่างประเทศ คือ *Megabalanus rosa, Megabalanus tintinnabulum,*

Balamus reticulatus และ *Watersipora arcuata* ซึ่งการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Yan and Huang (1993) พบว่ามีชนิดพันธุ์ถึง 78 ชนิดที่ติดมากับข้างลำเรือเข้าสู่ประเทศฮ่องกง

ในกรณีการเคลื่อนย้ายชนิดพันธุ์ที่ติดมากับด้านนอกเรือเดินระหว่างประเทศนั้น ปัจจุบันมีแนวโน้มการพบที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ปะปนมากับน้ำอับเฉาซึ่งมีแนวโน้มการพบที่มากขึ้น เนื่องจากมีการปรับปรุงน้ำยาเคลือบผิวเรือเพื่อให้ลดความเสี่ยงต่อการยึดเกาะของชนิดพันธุ์ได้ อีกทั้งระยะเวลาในการจอดเทียบท่าในแต่ละครั้งสั้นลง ทำให้ชนิดพันธุ์มีโอกาสยึดเกาะกับลำเรือได้น้อยลง (Coutts, 1999)

ชนิดพันธุ์ที่นำเข้ามาและสามารถแพร่ระบาดจนรุกรานได้นั้น มีหลายปัจจัยที่มีผลเกื้อหนุนให้ชนิดพันธุ์นั้นๆตั้งรกรากและคุกคามระบบนิเวศในที่สุด (Williamson, 1996) โดย Ricciardi and Rasmussen (1998) ได้สรุปถึงสิ่งมีชีวิตที่นำเข้ามาและกลายเป็นสิ่งมีชีวิตที่รุกราน ต้องมีคุณสมบัติดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตที่รุกรานสิ่งแวดล้อมใหม่

1. มีปริมาณและการกระจายตัวสูง
2. มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย
3. มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง
4. วงจรชีวิตสั้น
5. การเจริญเติบโตรวดเร็ว
6. สามารถสืบพันธุ์ได้เร็ว
7. มีอัตราการเกิดสูง
8. กินอาหารที่หลากหลาย
9. ชอบอยู่เป็นกลุ่ม
10. มีกลไกการกระจายตัวตามธรรมชาติได้เร็ว
11. มีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมของมนุษย์

ที่มา : Ricciardi and Rasmussen (1998)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 วิวัฒนาการของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น (introduced species evolution)

ช่วงระยะของการวิวัฒนาการของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น สามารถแบ่งออกมาได้ ดังนี้

2.4.1 ช่วงระยะการนำเข้ามาของชนิดพันธุ์ (introduction phase) ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น กระแสลม น้ำ หรือติดมากับสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ (Jenkins and Underwood, 1998) รวมถึงการนำเข้ามาโดยมนุษย์ทั้งแบบตั้งใจ (ประยงค์ อัฒจักร, 2540; นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.) และโดยไม่ตั้งใจ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

2.4.2 ช่วงระยะการปรับตัว (adaptation phase) เมื่อชนิดพันธุ์ต่างถิ่นได้เข้ามาอยู่ในสิ่งแวดล้อมใหม่ จำต้องผ่านกระบวนการปรับตัวเพื่อให้สามารถอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมนั้นได้ ซึ่งอาจจะเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับการอยู่รอดของชนิดพันธุ์ ทั้งนี้ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นบางชนิดที่อ่อนแอไม่สามารถแข่งขันกับชนิดพันธุ์ท้องถิ่นได้ต้องสูญพันธุ์ไปในที่สุด ในทางกลับกันชนิดพันธุ์ต่างถิ่นใด สามารถแข่งขันกับชนิดพันธุ์ท้องถิ่นได้ก็จะอยู่รอดและสามารถขยายพันธุ์ต่อไปได้

2.4.3 ช่วงระยะการสถาปนาตนเอง (establishment phase) เป็นช่วงระยะที่ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นสามารถปรับตัวในสิ่งแวดล้อมใหม่ได้แล้ว โดยอาจจะสถาปนาตัวเองโดยอยู่ร่วมกับชนิดพันธุ์ท้องถิ่น หรืออาจแย่งชิงปัจจัยทางนิเวศวิทยาของชนิดพันธุ์ท้องถิ่นจนอาจกลายเป็นชนิดพันธุ์ที่เป็นอันตรายได้

2.4.4 ช่วงระยะการเป็นชนิดพันธุ์พื้นเมือง (naturalization phase) เป็นช่วงเวลาที่ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเข้ามาในสิ่งแวดล้อมใหม่จนผ่านการปรับตัวและสถาปนาตนเองแล้ว และแพร่กระจายปะปนกับชนิดพันธุ์พื้นเมือง กลมกลืนไปราวกับเป็นชนิดพันธุ์พื้นเมืองไปด้วย ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน คือ ชนิดพันธุ์พืชที่ขึ้นกลมกลืนกันในธรรมชาติจนไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นมาก่อน

2.5 ผลกระทบของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

จากการศึกษาอย่างต่อเนื่องในต่างประเทศ พบว่ามีปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากชนิดพันธุ์ที่นำเข้ามาสู่สิ่งแวดล้อมใหม่มีด้วยกันหลายด้าน ซึ่งอาจจำแนกได้ดังต่อไปนี้ คือ

2.5.1 ผลด้านบวก โดยส่วนใหญ่เกิดจากเจตนาของมนุษย์ที่นำชนิดพันธุ์นั้นเข้ามา

2.5.1.1 ด้านการเกษตร ในกรณีที่มีการนำชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเพื่อเข้ามาทำการปราบศัตรูพืช ยกตัวอย่างการนำเข้าด้วงงวงผักตบชวา (water hyacinth weevil) 2 ชนิด คือ *Neochetina eichhorniae* และ *Neochetina bruchi* รวมทั้งผีเสื้อกลางคืนผักตบชวา (water

hyacinth moth; *Sameodes albiguttalis*) สู่ประเทศไทยเพื่อมาใช้กำจัดผักตบชวาที่แพร่กระจายอย่างรวดเร็วจนเป็นสาเหตุให้เกิดการความไม่สะดวกทั้งการจราจรทางน้ำและบดบังแสงที่ส่องลงใต้ผิวน้ำ (บรรพต ณ ป้อมเพชร, 2539)

2.5.1.2 ด้านเศรษฐกิจ เป็นการนำชนิดพันธุ์เข้ามาเพาะขยายพันธุ์ จนสามารถส่งออกขายทำกำไรให้กับเกษตรกรและนำรายได้ให้กับประเทศได้ เช่น ยางพารา ซึ่งได้มีการนำเมล็ดยางป่าจากประเทศบราซิล เข้ามาเพาะปลูกในประเทศไทยจนสามารถผลิตและแปรรูปเป็นวัตถุดิบเพื่อส่งออกขายทั่วโลกถึงร้อยละ 90 ของโลก การเพาะขยายพันธุ์สัตว์น้ำอย่างปลาเทร้า ปลาแซลมอน ซึ่งโดยปกติจะเป็นชนิดพันธุ์ที่อาศัยในเขตเมืองหนาว นำเข้ามาเพาะขยายพันธุ์ในเขตที่มีอากาศค่อนข้างเย็นดังภาคเหนือของไทย หรือแม้กระทั่งการผลิตยาควินินร้อยละ 95 จากต้นควินินในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองในประเทศเอกวาดอร์ ทั้งหมดเป็นตัวอย่างของการนำชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเข้ามาเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ (นโยบายและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.)

2.5.2 ผลด้านลบ ส่งผลกระทบที่ชัดเจนได้ดังนี้

2.5.2.1 ด้านเศรษฐกิจ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น ไฟฟ้า และประปา โดยเฉพาะในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกามีการศึกษาการกระจายของ zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) ที่ติดมากับน้ำอับเฉาเรือเดินระหว่างประเทศ ซึ่งพบครั้งแรกในปี 1988 ต่อมาการกระจายพันธุ์ได้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณ Great Lake หอยชนิดนี้เป็นชนิดพันธุ์ท้องถิ่นที่พบบริเวณทะเลดำ ในยุโรปตะวันออก (Center for Aquatic Resource Studies, 2002) โดยตัวอ่อนหอยจะเข้าไปยึดเกาะสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น ท่อน้ำในระบบประปา ก่อให้เกิดการอุดตันและเสียหาย รวมถึงส่งผลต่อระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า การกัดกร่อนเรือหรือทุ่นลอย ซึ่งจากการศึกษาของ O'Neil (1997) พบว่ามูลค่าความเสียหายทั้งหมดประมาณ 69 ล้านเหรียญสหรัฐ โดยโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้านิวเคลียร์ได้รับผลกระทบมากที่สุด

2.5.2.2 ด้านระบบนิเวศ เมื่อชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเข้ามาในสิ่งแวดล้อมใหม่ๆ บางชนิดสามารถแพร่ขยายพันธุ์และรุกรานต่อสิ่งแวดล้อมนั้นๆ หรือทำลายห่วงโซ่อาหาร จนกลายเป็นผู้ล่า ดังกรณี zebra mussel ในแม่น้ำ Hudson บริเวณ Great lake ทำให้ประชากรสัตว์ที่อาศัยบริเวณพื้นทะเลรวมถึงมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชลดลงถึงร้อยละ 80 (Strayer *et al.*,1998) หรือตัวอย่างของปูเขียว (green crab, *Carcinus maenas*) ซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในอ่าวแคลิฟอเนีย ที่ทำให้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 20 ชนิดมีปริมาณลดลง (Grosholz *et al.*, 2000) นอกจากนั้นได้มีการคิดค้นแบบจำลองเพื่อทำนายความเสี่ยงของ zebra mussel ต่อประชากรหอยท้องถิ่น โดยเก็บข้อมูลจากเรือ 120 ลำ ในทะเลสาบ Illinois โดยใช้ปริมาตรน้ำอับเฉาในแต่ละ

เที่ยว ระยะทางเดินเรือ ขนาดและตำแหน่งของทะเลสาบเป็นปัจจัยในการศึกษา (Schneider *et al.*,1998) ทั้งนี้จากตัวอย่างดังกล่าวทำให้ทราบว่าชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เป็นชนิดพันธุ์รุกรานอาจทำให้ประชากรของชนิดพันธุ์ท้องถิ่นลดจำนวนลงทั้งในด้านชนิดและปริมาณ ซึ่งหมายถึงส่งผลต่อความหลากหลายของชนิดพันธุ์ท้องถิ่นได้

2.5.2.3 ด้านสุขภาพของมนุษย์ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เข้ามาในสิ่งแวดล้อมใหม่ อาจเป็นพาหะในการนำเชื้อโรคเข้าสู่สิ่งแวดล้อมนั้นได้ (Hallegraeff, 1998) เช่น แบคทีเรีย *Vibrio cholerae* O1 ที่ก่อให้เกิดโรค cholera ในมนุษย์ พบในหอยนางรมและทางเดินอาหารของปลาใน Mobile Bay, Alabama ปี 1991 โดยพบว่าแบคทีเรียชนิดนี้ปะปนมากับน้ำอับเฉาจากเรือเดินระหว่างประเทศที่มาจากละตินอเมริกาเข้าสู่สหรัฐอเมริกา (McCarthy and Khambaty, 1994)

2.6 การศึกษาชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ปะปนมากับน้ำอับเฉาในประเทศไทย

การศึกษาผลกระทบของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในประเทศไทยได้ดำเนินมาเป็นเวลานาน โดยส่วนใหญ่มุ่งเน้นชนิดพันธุ์ที่นำเข้ามาที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ทั้งแบบตั้งใจและไม่ตั้งใจดังที่กล่าวไปแล้ว ในส่วนของการเข้ามาของชนิดพันธุ์พร้อมกับกิจกรรมการเดินเรือนั้น จากสถิติจำนวนเรือเดินระหว่างประเทศที่เข้ามาเทียบท่าในประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี ทำให้ปริมาณน้ำอับเฉาที่ถ่ายออกมาก่อนการบรรทุกสินค้ามีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีบทลงโทษที่เข้มงวดต่อผู้กระทำการปล่อยน้ำในบริเวณท่าเรือนั้น ส่งผลให้มีโอกาสเสี่ยงในการที่ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นจะเข้ามาสู่ประเทศไทยเป็นไปได้สูง นอกจากนั้นยังไม่มีข้อมูลหรืองานวิจัยเพื่อรองรับปัจจัยเสี่ยงดังกล่าวมาก่อน อาจเนื่องจากไม่มีกรณีศึกษาที่ส่งผลกระทบที่ชัดเจนดังกรณีในต่างประเทศ (McCarthy and Khambaty, 1994; O'Neil, 1997; Hallegraeff, 1998; Strayer *et al.,* 1998; Grosholz *et al.,* 2000) การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาในระยะต้นของประเทศไทยเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการเตรียมพร้อมและหาวิธีป้องกันปัญหาจากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคตต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือเดินระหว่างประเทศที่เข้าเทียบท่าเรือแหลมฉบัง ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นท่าเรือสำคัญที่ได้ก่อสร้างขึ้นเพื่อรองรับแผนพัฒนาชายฝั่งตะวันออกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (2525- 2529) และฉบับที่ 6 (2530- 2534) ทั้งนี้เนื่องจากท่าเรือแห่งนี้เป็นท่าเรือขนาดใหญ่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อีกทั้งระยะทางไม่ไกลจากกรุงเทพฯ และประเทศใกล้เคียง จึงทำให้ท่าเรือแหลมฉบังมีศักยภาพในการรองรับเรือเดินระหว่างประเทศได้เป็นอย่างดี (Leam Chabang Port, n.d.) มีประเภทและจำนวนเรือเดินระหว่างประเทศที่เข้าเทียบท่าเรือแหลมฉบังระหว่าง พ.ศ. 2539 – 2546 ดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยพบว่าเรือส่วนใหญ่เป็นเรือที่เดินทางมาจากประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา จีนและฮ่องกง

ทำการเก็บตัวอย่างจากเรือเดินระหว่างประเทศ รวมทั้งสิ้น 6 ลำ ได้แก่ M.V.RATTANA THIDA, P&O NEDLLOYD BARENTSZ, P&O NEDLLOYD CHICAGO, M.V.JAVA BRIGDE PANAMA และ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA ในขณะที่อีก 1 ลำ ไม่ทราบชื่อ จากบริษัทเดินเรือระหว่างประเทศจำนวน 3 บริษัท คือ บริษัท พีแอนด์โอ เน็ดลอยด์ จำกัด จำนวน 2 ลำ, บริษัท เค-ลาย จำกัด จำนวน 3 ลำ และบริษัท สยามเภตรา จำกัด จำนวน 1 ลำ ที่เข้าเทียบท่า B3 (บริษัท เค-ลาย จำกัด และบริษัท สยามเภตรา จำกัด) และท่า B5 (บริษัทพี แอนด์โอ จำกัด) ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างน้ำอับเฉารวมทั้งสิ้น 11 ตัวอย่าง ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2545 นอกจากนั้นทำการเก็บข้อมูลรายละเอียดของเรือ ได้แก่ ชนิด ลักษณะ ขนาด พร้อมทั้งรายละเอียดของน้ำอับเฉา เช่น ปริมาตรน้ำ วันที่และสถานที่สูบน้ำเข้า เป็นต้น

3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำอับเฉา

ภายหลังจากที่ได้รับอนุมัติเพื่อทำการเก็บตัวอย่างน้ำอับเฉาจากบริษัทเรือเดินระหว่างประเทศแล้ว ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำอับเฉาจากท่อน้ำทิ้งบริเวณถังเก็บน้ำอับเฉาใต้ท้องเรือเพื่อนำมาจำแนกชนิดแพลงก์ตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.2.1 เก็บตัวอย่างน้ำอับเฉาจากท่อน้ำทิ้งของถังอับเฉาที่ต้องการบริเวณใต้ท้องเรือ โดยการถ่ายน้ำผ่านท่อดังกล่าวบรรจุลงในขวดเก็บตัวอย่าง

3.2.2 ตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพของตัวอย่างน้ำที่เก็บ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยเครื่องวัด DO-Salino-Temperature Meter และความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัด pH Meter

3.2.3 กรองตัวอย่างน้ำดังกล่าวด้วยตาข่ายกรองแพลงก์ตอน (plankton net) ที่มีขนาดตา 250 μm สำหรับตัวอย่างที่ 1- 5 และขนาดตา 20 μm สำหรับตัวอย่างที่ 6- 11

3.2.4 เก็บรักษาตัวอย่างด้วยฟอร์มาลีนที่เจือจางกับน้ำในอัตราส่วน 1: 9 (Hewitt and Martin, 2001)

3.2.5 ทั้งนี้ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3 โดยใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 5 ลิตร นำมากรองและเก็บรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอนโดยวิธีเดียวกัน เพื่อใช้ประกอบการเปรียบเทียบตัวอย่างที่พบในถังอับเฉาเรือ

3.3 การนับและจำแนกแพลงก์ตอน

สุ่มตัวอย่างแพลงก์ตอนจากขวดเก็บตัวอย่าง โดยการเขย่าขวดเบาๆ เพื่อให้แพลงก์ตอนทั้งหมดกระจายตัวภายในขวดอย่างสม่ำเสมอ แล้วจึงใช้ปิเปตดูดตัวอย่างครั้งละ 1 มิลลิลิตร ลงบนสไลด์นับตัวอย่าง (Sedgwick rafter cell) ทำการนับจำนวนและจำแนกตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวกลับ (Inverted microscope) ทั้งนี้ ใช้เอกสารการจำแนกตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชของ ลัดดา วงศ์รัตน์ (2539), Shiroto (1966), Tomas (1997) และ Yamaji (1969) และการจำแนกแพลงก์ตอนสัตว์ของ ลัดดา วงศ์รัตน์ (2541), Shiroto (1966) และ Yamaji (1969) ประกอบการศึกษา บันทึกจำนวนและชนิดที่พบ ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อนับจำนวนแพลงก์ตอนซ้ำ 5 ครั้ง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติบางประการของตัวอย่างน้ำอับเฉาและน้ำทะเลจากท่าเทียบเรือ B3 กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ด้วยสมการถดถอย (regression statistics)

3.4.2 เปรียบเทียบจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาและในตัวอย่างน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3 โดยการวิเคราะห์ความแปรเปลี่ยนของจำนวนชนิดแพลงก์ตอนที่พบด้วย ANOVA

3.5 การวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูล

3.5.1 รวบรวมข้อมูลแพลงก์ตอนที่พบในบริเวณอ่าวไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2518 – 2545) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลแพลงก์ตอนที่ได้จากตัวอย่างน้ำอับเฉา

3.5.2 รวบรวมข้อมูลทางด้านกฎหมายสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือระหว่างประเทศของต่างประเทศ ในส่วนของการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉา (อ้างอิงจาก International Maritime Organization: IMO) และของประเทศไทย (จากพระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย พ.ศ. 2456) รวมทั้งเปรียบเทียบข้อกำหนด บังคับและโทษของผู้กระทำผิด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 จำนวนเรือเดินต่างประเทศที่เข้าเทียบท่าเรือแหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2539 – 2546 จำแนกตามประเภทของเรือ

รายการจำนวนเรือเทียบท่า (เที่ยว)	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546 (ต.ค. 45–ม.ค. 46)
เรือตู้สินค้า(container carriers)	1,905	2,415	2,653	2,824	3,291	3,678	3,813	2,788
เรือสินค้าทั่วไป(general cargo)	278	193	173	177	173	122	131	92
เรือ Ro-Ro (Roll on-Roll off)	105	157	123	204	208	207	202	213
เรือสินค้าเทกอง (bulk carriers)	71	99	101	95	112	149	170	92
เรือโดยสาร (passenger)	19	11	9	11	150	149	165	68
เรือลำเลียง (barge)	119	40	91	63	230	350	311	194
เรืออื่นๆ	462	310	317	375	549	478	880	685
รวม	2,959	3,225	3,467	3,749	4,713	5,133	5,672	4,132

ที่มา : ท่าเรือแหลมฉบัง (2546)

ที่มา: Leam Chabang port (n.d.)

ภาพที่ 3.1 แผนผังท่าเทียบเรือในบริเวณท่าเรือแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉา

ข้อมูลเรือเดินระหว่างประเทศจำนวน 6 ลำ ที่เข้าเทียบท่าเรือแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ได้แสดงในตารางที่ 4.1 พบว่าเรือส่วนใหญ่มีเส้นทางการเดินเรือจากประเทศญี่ปุ่น ผ่านน่านน้ำประเทศต่างๆ มายังประเทศไทย ในจำนวนนี้มีเพียง 2 ลำ ที่ออกเดินทางจากประเทศสหรัฐอเมริกา ผ่านประเทศญี่ปุ่น และมาประเทศไทย โดยประมาณการสูบน้ำอับเฉาจากบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ ใกล้ประเทศญี่ปุ่นดังภาพที่ 4.1

จากตัวอย่างน้ำอับเฉา 11 ตัวอย่าง พบแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่ปะปนอยู่ 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 6, 7 และ 11 จากเรือเดินระหว่างประเทศ 2 ลำ ได้แก่ M.V. JAVA BRIGDE PANAMAและ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA โดยแพลงก์ตอนที่พบจำแนกได้เป็นแพลงก์ตอนพืช 3 อาณาจักร (division) 65 สกุล (genus) ดังนี้ (ตารางที่ 4.2)

1) อาณาจักร Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) จำนวน 1 ชั้น (class) ได้แก่
   ชั้น Chyanophyceae พบ 3 สกุล
2) อาณาจักร Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) จำนวน 2 ชั้น ได้แก่
   ชั้น Chlorophyceae พบ 11 สกุล
   ชั้น Euglenophyceae พบ 2 สกุล
3) อาณาจักร Chromophyta จำนวน 5 ชั้น ได้แก่
   ชั้น Bacillariophyceae (ไดอะตอม) พบ 37 สกุล
   ชั้น Chrysophyceae พบ 1 สกุล
   ชั้น Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลกเจลเลต) พบ 1 สกุล
   ชั้น Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) พบ 9 สกุล
   ชั้น Cryptophyceae (คริปโตโมแนต) พบ 1 สกุล

ในขณะที่พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสิ้น 2 อาณาจักร (phylum) 5 กลุ่ม (subclass) (ตารางที่ 4.3) ได้แก่

1) อาณาจักร Protozoa จำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่
   กลุ่ม Rhizopoda พบ 1 สกุล
   กลุ่ม Spirotricha พบ 5 สกุล

2) อาณาจักร Arthropoda จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่ม Copepoda

กลุ่ม Malacostraca

กลุ่ม Ostracoda

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

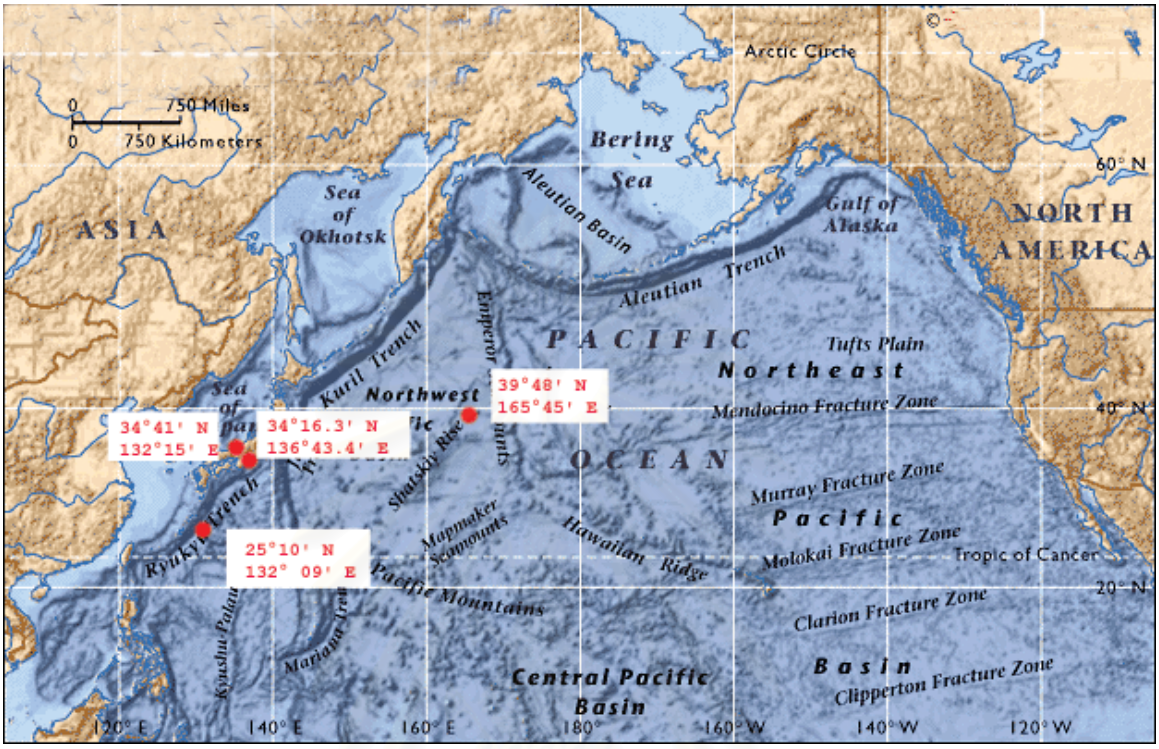
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือเดินระหว่างประเทศและน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3

ตัวอย่างที่	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)	วันที่สูบน้ำอับเฉา (วัน/เดือน/ปี)	แหล่งที่สูบน้ำ	ตำแหน่งที่สูบน้ำ		ชื่อเรือ	บริษัท	ท่าเรือต้นทางหลัก	ปริมาตรตัวอย่างน้ำอับเฉา(cm^3)
				ละติจูด	ลองจิจูด				
1	18/7/2002	5/7/2002	AGO WAN/JP	34°16.3' N	136°43.4' E	M.V.RATTANA	SIAM PATRA	JP	2850
2	24/7/2002	-	KOBE/JP	34°41' N	132°15' E	-	K-LINE	JP	4800
3	31/7/2002	23/7/2002	NORTH PACIFIC OCEAN	25°10' N	132° 09' E	P&O NEDLLOYD BARENTSZ	P&O NEDLLOYD	US	4850
4	31/7/2002	20/7/2002	EAST JP	39°48' N	165°45' E	P&O NEDLLOYD BARENTSZ	P&O NEDLLOYD	US	3980
5	31/7/2002	-	MID ATLANTIC (TAICON)	-	-	P&O NEDLLOYD CHICAGO	P&O NEDLLOYD	-	1500
6	1/9/2002	1/9/2002	LEAM CHABANG	-	-	M.V.JAVA BRIGDE PANAMA	K-LINE	JP	9300
7	15/9/2002	-	JP	-	-	M.S.PERTH BRIGDE PANAMA	K-LINE	JP	2500
8	22/9/2002	17/9/2002	HK	-	-	M.V. JAVA BRIGDE PANAMA	K-LINE	JP	1425
9	22/9/2002	11/9/2002	SHIMIZU/JP	-	-	M.V.JAVA BRIGDE PANAMA	K-LINE	JP	1475
10	22/9/2002	10/9/2002	TOKYO PORT/JP	-	-	M.V.JAVA BRIGDE PANAMA	K-LINE	JP	1500
11	5/10/2002	29/9/2002	TOKYO PORT/JP	-	-	M.S.PERTH BRIGDE PANAMA	K-LINE	JP	2580
B3	22/9/2002	-	-	-	-	-	-	-	5000

หมายเหตุ: JP ย่อมาจาก Japan, TH ย่อมาจาก Thailand, HK ย่อมาจาก Hong Kong, PH ย่อมาจาก Philippines

" – " = ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ดัดแปลงจาก North Pacific Ocean Atlas (n.d.)

ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งที่เรือทำการสูบน้ำอับเฉา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 สกุลของแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำอับเฉาที่เก็บจากเรือเดินระหว่างประเทศและน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3

Division	Class	Order	Sub-order	Family	Genus	ตัวอย่างที่ 6	ตัวอย่างที่ 7	ตัวอย่างที่ 11	ตัวอย่าง B3
Cyanophyta	Cyanophyceae	Nostocales		Oscillatoriaceae	*Oscillatoria*	-	+	-	+
					Spirulina	-	-	+	-
				Nostocaceae	*Raphidiopsis*	-	-	+	-
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales		Chlorrococcaceae	*Golenkinia*	+	-	-	-
				Hydrodictyaceae	*Pediastrum*	-	-	+	-
				Oocystaceae	*Closteriopsis*	+	-	-	-
					Selenastrum	-	-	+	-
					Tetraedron	-	-	+	-
				Scenedesmaceae	*Scenedesmus*	-	-	+	-
		Chlorellales			*Chodotella*	-	-	+	-
		Ulotrichales		Ulotrichaceae	*Geminella*	+	+	+	-
					Ulothrix	+	+	+	+
		Zygnematales		Desmidiaceae	*Closterium*	-	-	+	-
					Staurastrum	-	-	+	-
	Euglenophyceae	Euglenales		Euglenaceae	*Phacus*	-	-	+	-
					Strombomonas	-	-	+	-
Chromophyta	Bacillariophyceae	Biddulphiales	Coscinodiscineae	Thalassiosiraceae	*Cyclotella*	-	+	+	-
					Detonula	-	+	-	-
					Lauderia	+	-	-	-
					Minidiscus	-	-	+	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

Division	Class	Order	Sub-order	Family	Genus	ตัวอย่างที่ 6	ตัวอย่างที่ 7	ตัวอย่างที่ 11	ตัวอย่าง B3
Chromophyta (cont.)	Bacillariophyceae (cont.)	Biddulphiales (cont.)	Coscinodiscineae (cont.)	Thalassiosiraceae (cont.)	*Planktoniella*	-	+	-	-
					Skeletonema	-	+	-	-
					Thalassiosira	-	+	-	-
				Melosiraceae	*Melosira*	-	+	+	+
				Leptocylindraceae	*Leptocylindrus*	-	-	+	-
				Coscinodiscaceae	*Coscinodiscus*	+	+	+	+
				Hemidiscaceae	*Actinocyclus*	-	+	-	-
				Asterolampraceae	*Asteromphalus*	-	+	-	-
			Rhizosoleniineae	Rhizosoleniaceae	*Guinadia*	+	+	+	-
					Rhizosolenia	+	+	+	+
					Dactyliosolen	+	-	-	-
			Biddulphiineae	Hemiaulaceae	*Eucampia*	+	-	-	-
					Hemiaulus	+	+	-	+
				Biddulphiaceae	*Biddulphia*	-	-	+	-
				Chaetoceraceae	*Bacteriastrum*	+	+	-	+
					Chaetoceros	+	+	+	+
				Eupodiscaceae	*Odontella*	+	+	-	+
					Triceratium	-	-	+	-
			Fragilariineae	Fragilariaceae	*Diatoma*	-	-	+	-
					Fragilaria	-	-	+	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

Division	Class	Order	Sub-order	Family	Genus	ตัวอย่างที่ 6	ตัวอย่างที่ 7	ตัวอย่างที่ 11	ตัวอย่าง B3
Chromophyta (cont.)	Bacillariophyceae (cont.)	Biddulphiales (cont.)	Fragilariineae (cont.)	Fragilariaceae (cont.)	*Synedra*	+	-	-	-
				Thalassionemataceae	*Thalassionema*	-	+	-	+
					Thalassiothrix	+	+	+	-
				Climacospheniaceae	*Climacosphenia*	-	-	+	-
			Bacillariineae	Achnanthaceae	*Achnanthes*	-	-	+	-
					Coccocneis	-	-	+	-
				Mastogloiaceae	*Mastogloia*	-	+	+	-
				Cymbellaceae	*Anomoeneis*	-	-	+	-
				Naviculaceae	*Navicula*	-	-	+	-
					Pleurosigma	-	-	+	-
				Bacillariaceae	*Nitzshia*	-	+	-	-
				Rhopalodiaceae	*Epithemia*	-	+	-	+
					Surirella	-	+	-	-
	Chrysophyceae	Ochromonadales		Dinobryaceae	*Dinobryon*	-	-	+	-
	Dictyochophyceae	Dictyochales		Dictyochophyceae	*Dictyocha*	-	+	+	-
	Dinophyceae	Dinophysiales		Dinophysiaceae	*Dinophysis*	+	+	-	+
					Ornithocercus	+	-	-	-
		Gonyaulacales		Ceratiaceae	*Ceratium*	+	+	+	+
				Goniodomaceae	*Pyrodinium*	-	+	+	-
				Gonyaulacaceae	*Gonyaulax*	+	+	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

Division	Class	Order	Sub-order	Family	Genus	ตัวอย่างที่ 6	ตัวอย่างที่ 7	ตัวอย่างที่ 11	ตัวอย่าง B3
Chromophyta (cont.)	Dinophyceae (cont.)	Gonyaulacales (cont.)		Pyrophacaceae	*Pyrophacus*	+	+	+	-
		Peridiniales		Peridiniaceae	*Peridinium*	-	-	+	-
				Protoperidiniaceae	*Protoperidinium*	+	+	-	+
		Blastodiniales		Oodiniaceae	*Dissodinium*	-	-	+	-
	Cryptophyceae	Cryptomonadales		Hemiselmidaceae	*Protochrysis*	-	+	+	+

("+" = สกุลที่พบ; "-" = สกุลที่ไม่พบ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำอับเฉาที่เก็บจากเรือเดินระหว่างประเทศและน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3

Phylum	Subphylum	Class	Subclass	Superorder	Order	Family	Genus	ตัวอย่างที่ 6	ตัวอย่างที่ 7	ตัวอย่างที่ 11	ตัวอย่าง B3
Protozoa	Plasmodroma	Sarcodina	Rhizopoda		Testacida	Difflugiidae	*Difflugia*	+	+	-	+
	Ciliophora	Ciliata	Spirotricha		Tintinnida	Tintinnididae	*Leprotintinnus*	-	+	-	+
						Codonellidae	*Tintinnopsis*	+	+	+	+
						Codonellopsidae	*Codonellopsis*	+	+	-	+
						Cyttarocylidae	*Favella*	-	+	+	+
						Tintinnidae	*Amphorellopsis*	-	+	-	-
Arthropoda		Crustacea	Copepoda					+	+	+	+
			Malacostraca	Eucarida	Decapoda			+	+	+	+
			Ostracoda					+	-	-	-

("+" = สกุลที่พบ; "-" = สกุลที่ไม่พบ)

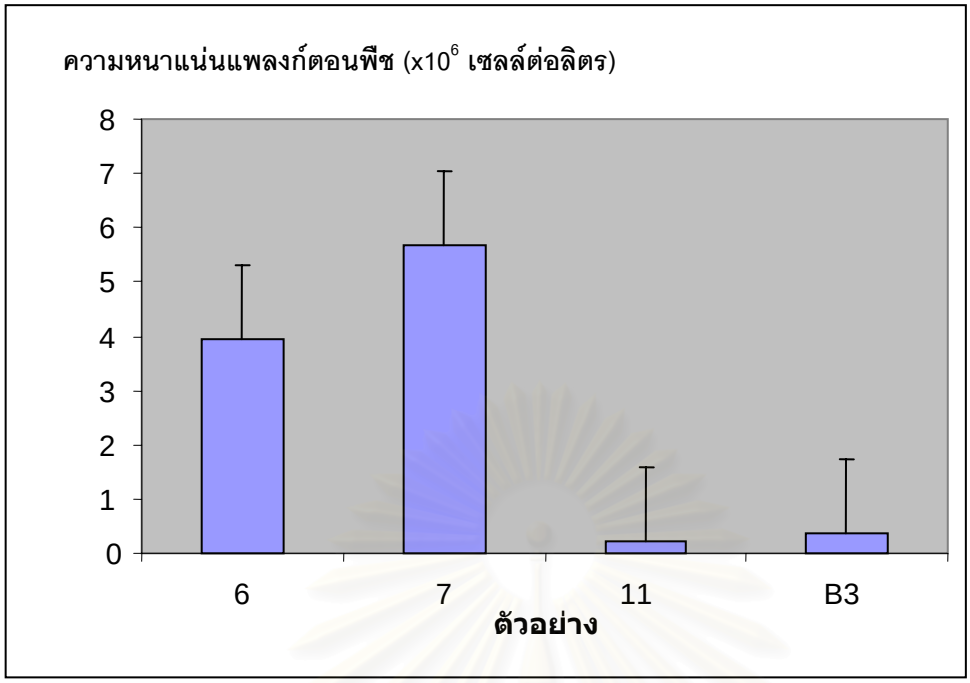
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉา

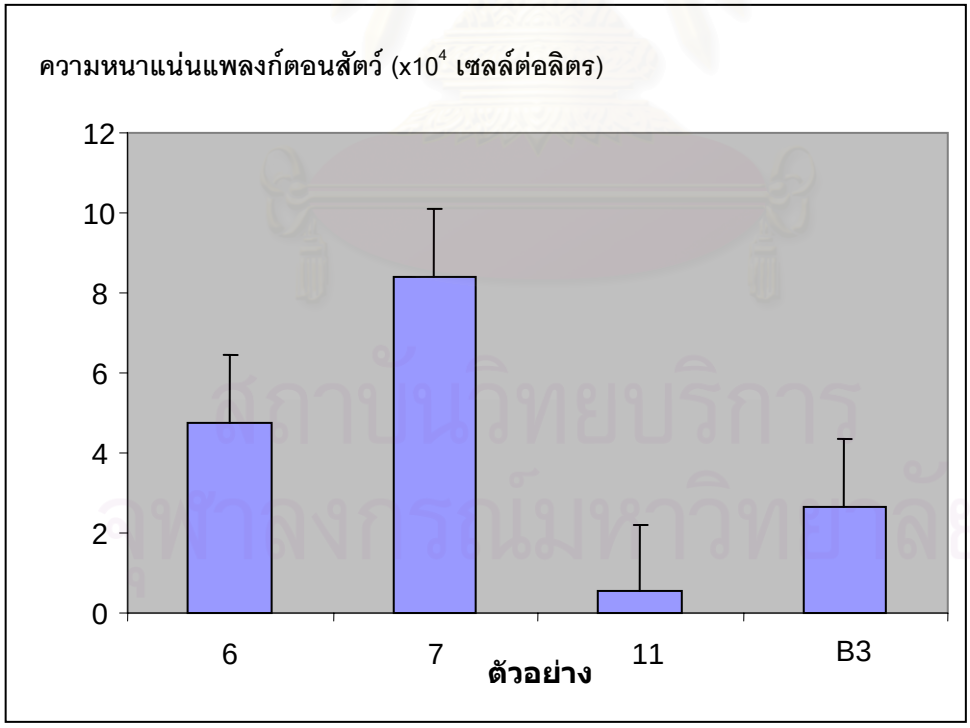
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้งหมด พบว่า ตัวอย่างที่ 6 มีแพลงก์ตอนพืชรวม 25 สกุล ที่ความหนาแน่นเฉลี่ย $3.9x10^6$ เซลล์ต่อลิตร แพลงก์ตอนสัตว์ 5 กลุ่ม ที่ความหนาแน่นเฉลี่ย $47.6x10^3$ เซลล์ต่อลิตร ตัวอย่างที่ 7 มีแพลงก์ตอนพืชรวม 33 สกุล ที่ความหนาแน่นเฉลี่ย $5.7x10^6$ เซลล์ต่อลิตร แพลงก์ตอนสัตว์ 4 กลุ่ม ที่ความหนาแน่นเฉลี่ย $84.0x10^3$ เซลล์ต่อลิตร และตัวอย่างที่ 11 มีแพลงก์ตอนพืชรวม 44 สกุล ที่ความหนาแน่นเฉลี่ย $0.2x10^6$ เซลล์ต่อลิตร แพลงก์ตอนสัตว์ 3 กลุ่ม ที่ความหนาแน่นเฉลี่ย $5.4x10^3$ เซลล์ต่อลิตร ในขณะที่ตัวอย่างน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3 พบแพลงก์ตอนพืชรวม 16 สกุล ที่ความหนาแน่นเฉลี่ย $0.4x10^6$ เซลล์ต่อลิตร และแพลงก์ตอนสัตว์ 4 กลุ่ม ที่ความหนาแน่นเฉลี่ย $26.6x10^3$ เซลล์ต่อลิตร (ภาพที่ 4.2; ภาพที่ 4.3) เมื่อเปรียบเทียบสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบทั้ง 4 ตัวอย่าง (ภาพที่ 4.4) มีทั้งสิ้น 5 สกุล คือ *Ceratium*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus, Rhizosolenia* และ *Ulothrix* ซึ่งจัดเป็นแพลงก์ตอนกลุ่มสาหร่ายสีเขียว (*Ulothrix* sp.) กลุ่มไดอะตอม (*Chaetoceros* sp., *Coscinodiscus* sp., *Rhizosolenia* sp.) และกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (*Ceratium* sp.) สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบทั้ง 4 ตัวอย่าง คือ ตัวอ่อนระยะ Nauplius ของ Copepod และกุ้ง , Copepod, Tintinnid และ *Tintinnopsis* spp.

รายละเอียดของสกุลแพลงก์ตอนพืชและกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่พบจากตัวอย่างน้ำอับเฉา 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 6 ที่มีการสูบน้ำอับเฉาเข้าน้ำจากบริเวณแหลมฉบัง จากเรือ M.V. JAVA BRIGDE PANAMA กับตัวอย่างที่ 7 ที่มีการสูบน้ำอับเฉาจากประเทศญี่ปุ่น และตัวอย่างที่ 11 ที่มีการสูบน้ำอับเฉาจากท่าเรือโตเกียว จากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA รวมทั้งตัวอย่างน้ำทะเลที่ทำการเก็บจากบริเวณท่าเทียบเรือ B3 แหลมฉบัง แสดงในภาพที่ 4.5 – 4.12

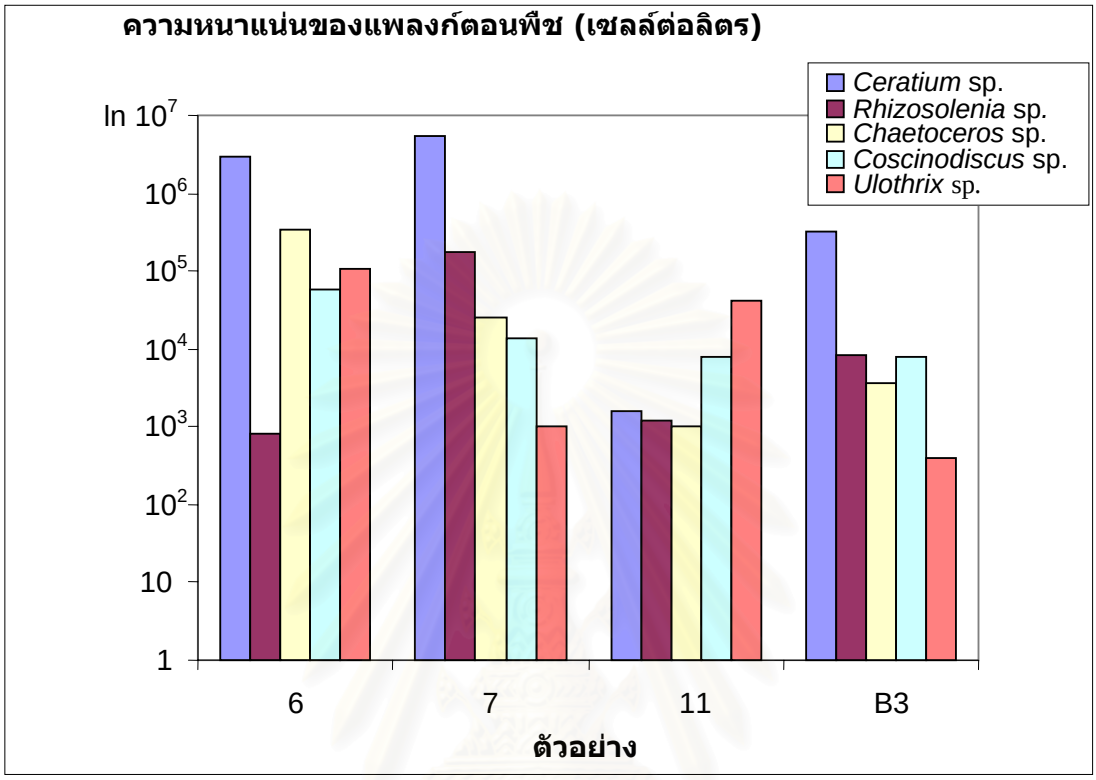
โดยตัวอย่างที่ 6 จากเรือ M.V. JAVA BRIGDE PANAMA พบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น ได้แก่ *Ceratium* sp. ร้อยละ 75.34 ($3.0 x10^6$ เซลล์ต่อลิตร) และพบ *Eucampia zodiacus*, *Odontella longicruris* และ *Ornithocercus quadratus* น้อยที่สุด ที่ร้อยละ 0.01 (400 เซลล์ต่อลิตร) ดังภาพที่ 4.5 ขณะที่แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ Nauplius ของ Copepod และกุ้ง ประมาณร้อยละ 31.76 ($14.8 x10^3$เซลล์ต่อลิตร) รองลงมา ได้แก่ *Difflugia accuminata* ร้อยละ 27.04 ($12.6x10^3$ เซลล์ต่อลิตร) และพบ *Codonellopsis* sp. และ Tintinnid น้อยที่สุด ร้อยละ 0.86 ($400 x10^3$ เซลล์ต่อลิตร) ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.2 ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้งสามและในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3

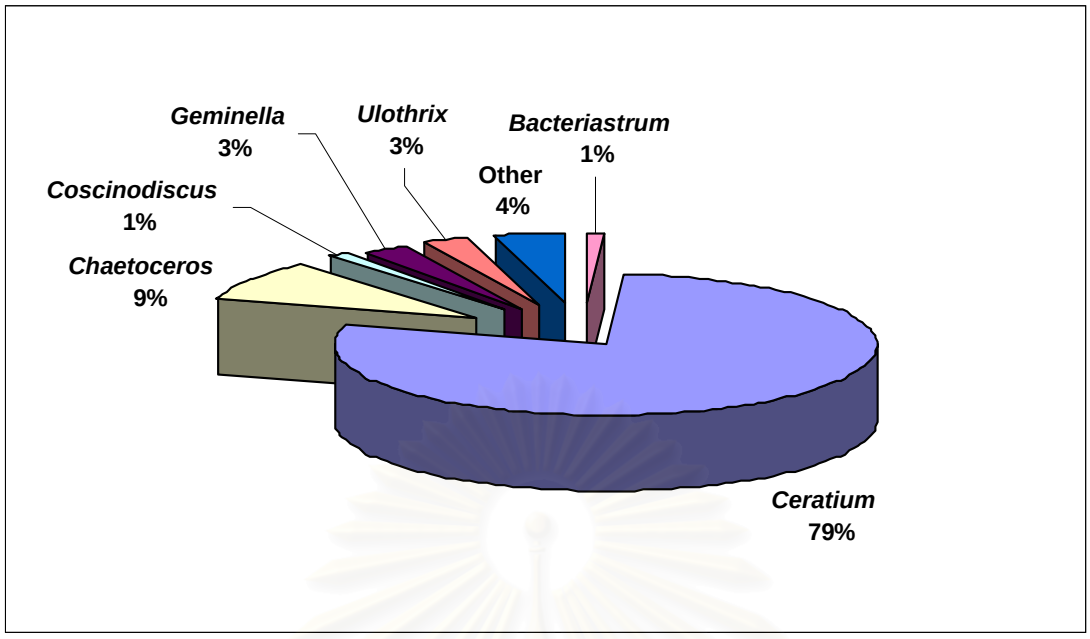


ภาพที่ 4.3 ความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์ในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้งสามและในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3

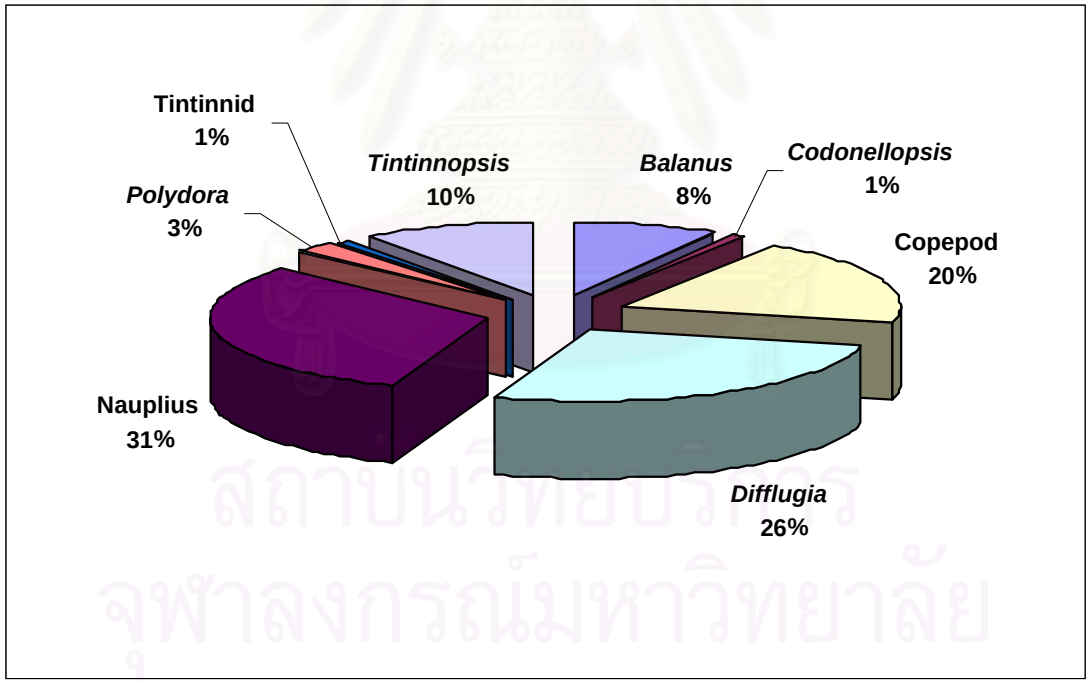


ภาพที่ 4.4 ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้งสามและในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3

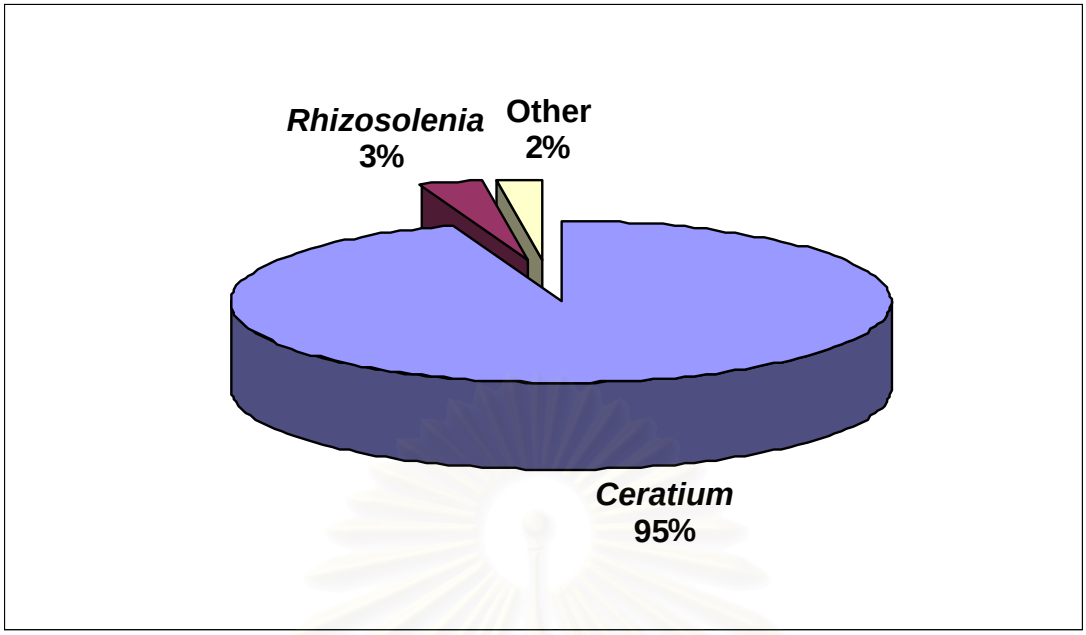
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



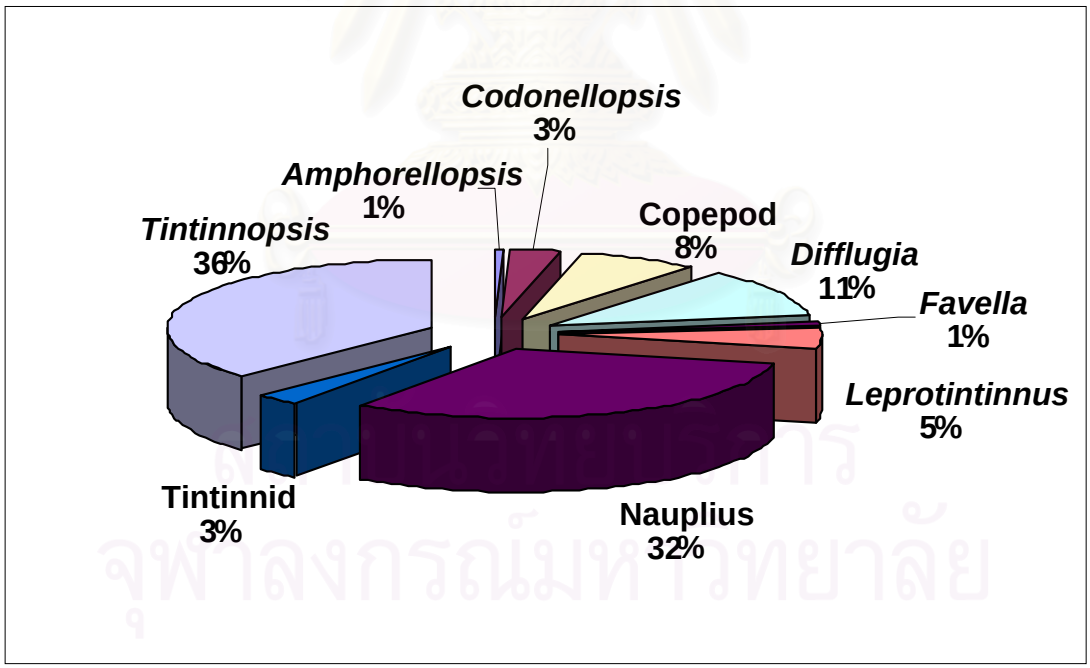
ภาพที่ 4.5 แพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.V.JAVA BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 6) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณแหลมฉบัง



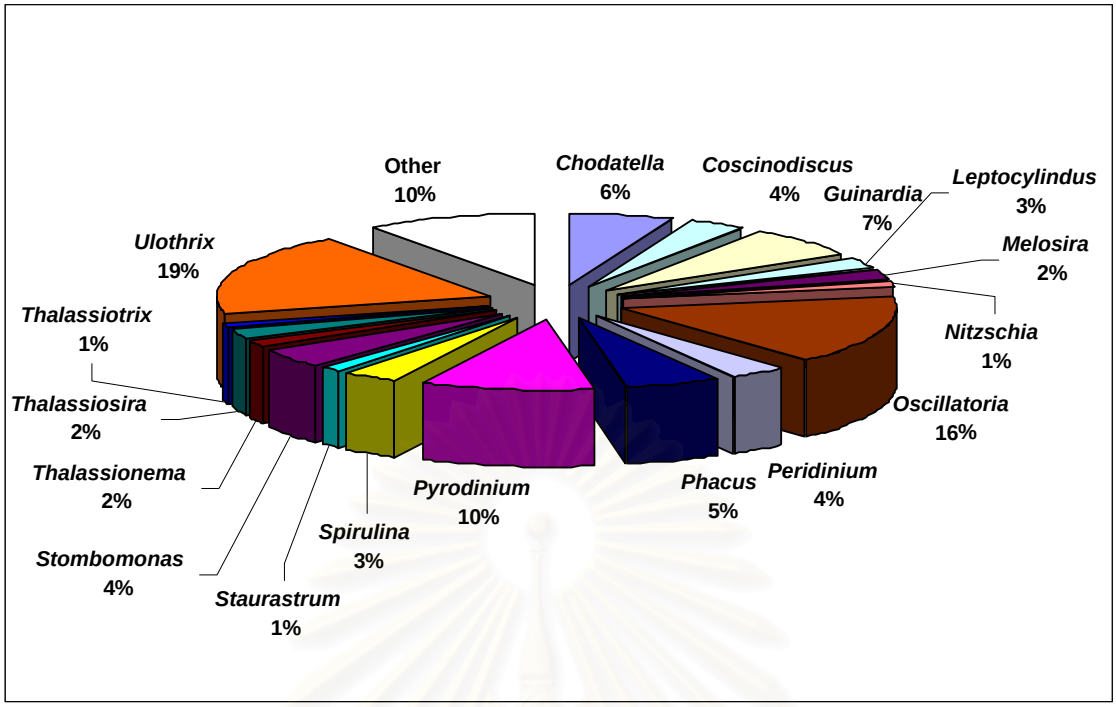
ภาพที่ 4.6 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.V.JAVA BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 6) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณแหลมฉบัง



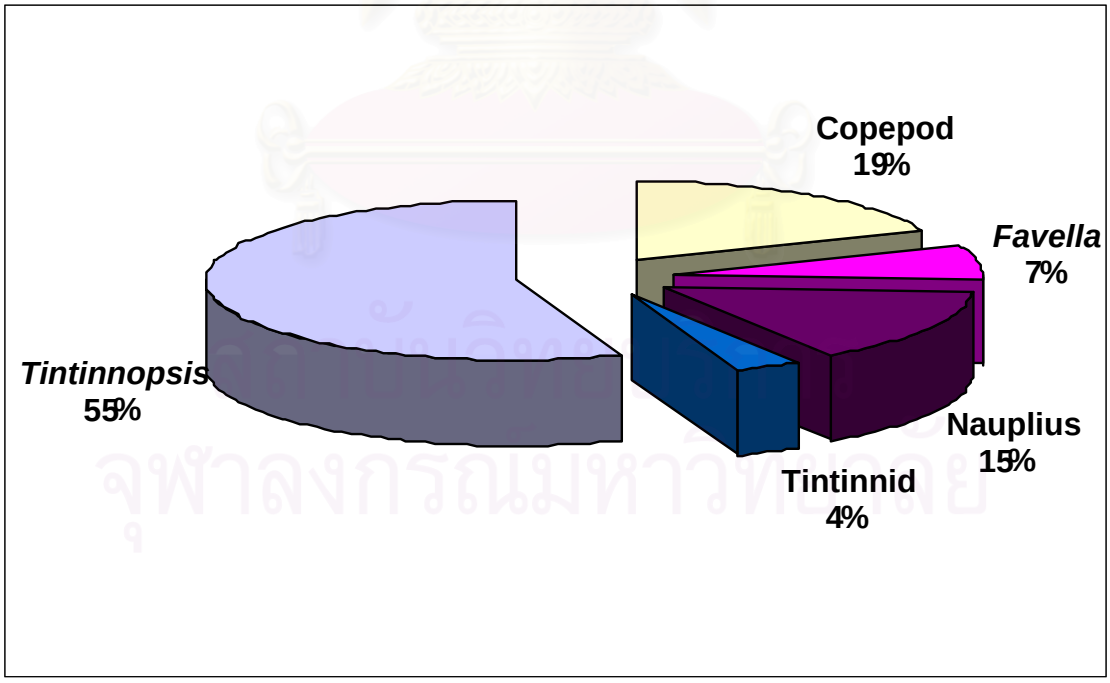
ภาพที่ 4.7 แพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 7) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณประเทศญี่ปุ่น



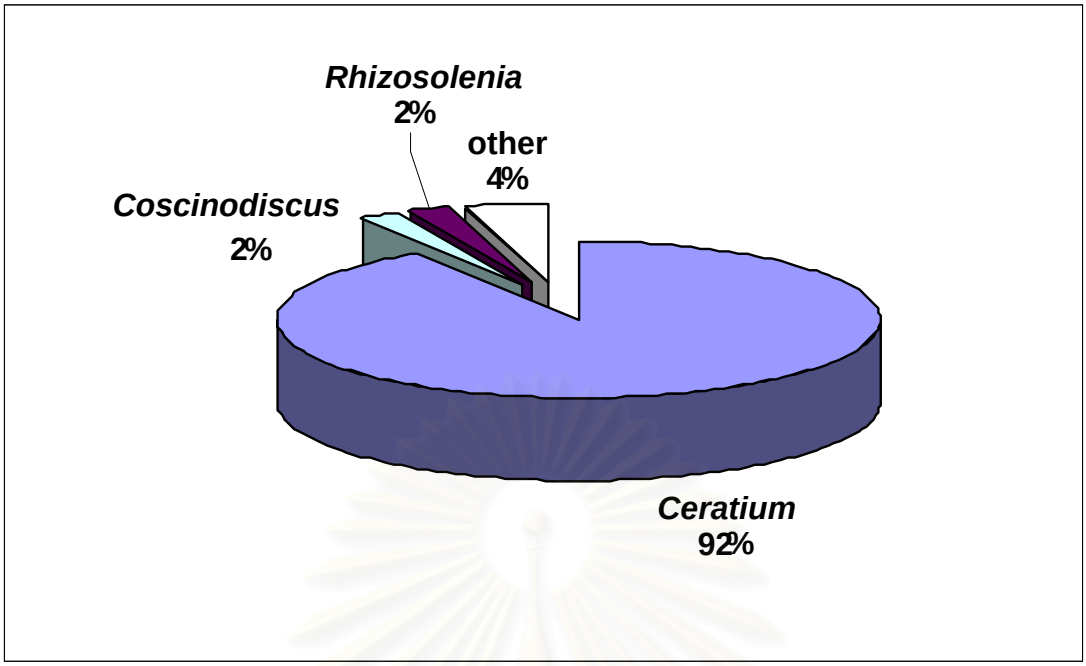
ภาพที่ 4.8 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 7) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณประเทศญี่ปุ่น



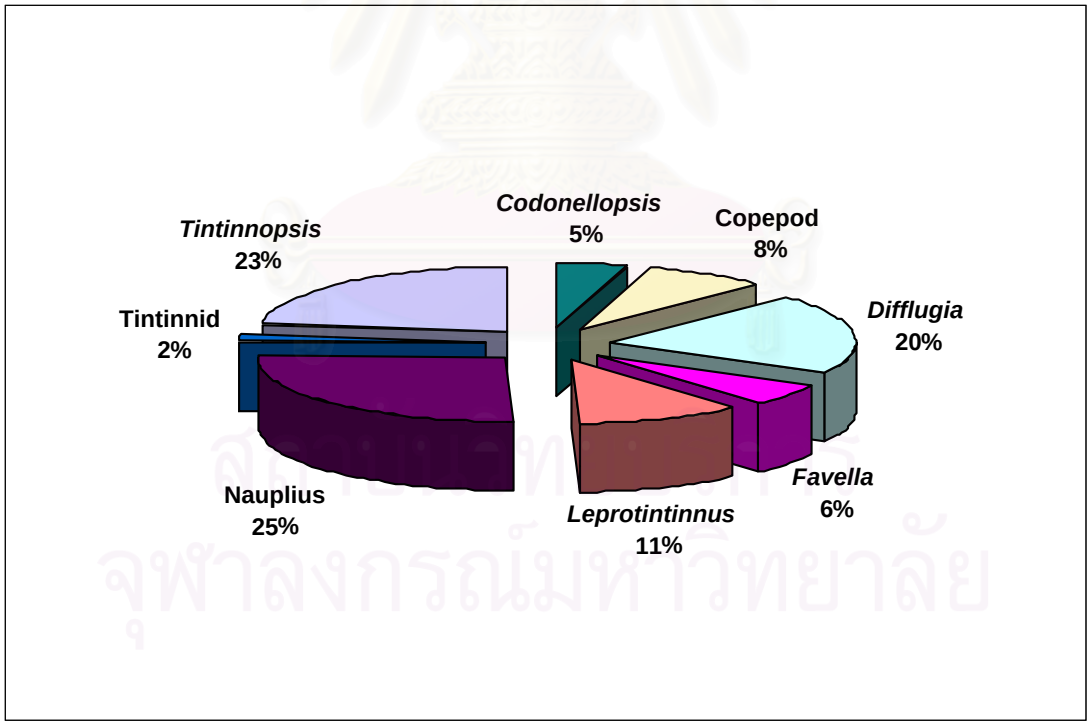
ภาพที่ 4.9 แพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 11) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณท่าเรือโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น



ภาพที่ 4.10 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 11) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณท่าเรือโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น



ภาพที่ 4.11 แพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบริเวณท่าเทียบเรือ B3



ภาพที่ 4.12 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบริเวณท่าเทียบเรือ B3

ตัวอย่างที่ 7 จากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA พบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ *Ceratium* sp. เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 6 ซึ่งพบร้อยละ 94.25 (5.4 x10^6 เซลล์ต่อลิตร) และพบ *Actinocyclus* sp., *Asteromphalus* sp., *Dictyocha* sp., *Epithermia* sp., *Planktoniella* sp., *Skeletonema* sp., *Surirella* sp. และ *Thalassiothrix* sp. น้อยที่สุดที่ความหนาแน่น 200 เซลล์ต่อลิตร (ภาพที่ 4.7) ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุด คือ *Tintinnopsis* sp. ร้อยละ 30.73 (25.2 x10^3 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมา คือ Nauplius ของ Copepodและกุ้ง ร้อยละ 26.10 (21.4 x10^3 เซลล์ต่อลิตร) และพบ *Favella* sp. น้อยที่สุด ร้อยละ 0.73 (0.6x10^3เซลล์ต่อลิตร) ดังภาพที่ 4.8

ตัวอย่างที่ 11 จากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA พบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ *Ulothrix* sp. ร้อยละ 22.66 (41.6 x10^3 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมา คือ *Oscillatoria* sp. ร้อยละ 19.17 (35.2 x10^3 เซลล์ต่อลิตร) และพบ *Achnanthes* sp., *Anomoeoneis* sp., *Minidiscus* sp., *Coconeis* sp., *Cyclotella* sp., *Dictyocha* sp., *Dissodinium* sp., *Fragilaria* sp. และ *Raphisiopsis* sp. น้อยที่สุด ที่ร้อยละ 0.11 (0.2x10^3 เซลล์ต่อลิตร) ดังภาพที่ 4.9 ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุด คือ *Tintinnopsis* sp. ร้อยละ 55 (6.8 x10^3 เซลล์ต่อลิตร) และที่พบน้อยที่สุด คือ Tintinnid ร้อยละ 1.64 (0.2x10^3 เซลล์ต่อลิตร) ดังภาพที่ 4.10

สำหรับตัวอย่างน้ำทะเลที่เก็บจากบริเวณท่าเทียบเรือ B3 พบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ *Ceratium* sp. ประมาณร้อยละ 90.36 (0.2 x10^6 เซลล์ต่อลิตร) ชนิดที่พบน้อยที่สุด คือ *Hemiaulus* sp. และ *Peridinium* sp. ซึ่งพบประมาณร้อยละ 0.04 (0.1x10^3 เซลล์ต่อลิตร) ดังภาพที่ 4.11 ในขณะเดียวกันแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุด คือ Nauplius ของ Copepodและกุ้ง ร้อยละ 23.57 (3.7x10^3 เซลล์ต่อลิตร) พบรองลงมา คือ *Difflugia* sp. ร้อยละ 18.47 (2.9 x10^3 เซลล์ต่อลิตร) และพบน้อยที่สุด คือ Tintinnid ร้อยละ 3.18 (0.2x10^3 เซลล์ต่อลิตร) ดังภาพที่ 4.12

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแพลงก์ตอนกับคุณสมบัติบางประการของน้ำอับเฉา

จากการศึกษาคุณสมบัติบางประการของน้ำอับเฉา 11 ตัวอย่างจากเรือทั้ง 6 ลำ พบว่าอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 27.2 - 32.9 °C โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.4 °C ความเป็นกรด-ด่างของน้ำอยู่ในช่วง 6.78 - 8.52 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.96 ความเค็มของน้ำอยู่ในช่วง 0.1- 33.9 ส่วนในพันส่วน โดยมีความเค็มเฉลี่ย 21.1 ส่วนในพันส่วน ในขณะที่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง

1.20 - 8.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.30 มิลลิกรัมต่อลิตร และความต้านทานไฟฟ้าในช่วง 19.03 - 51.30 ms โดยมีค่าเฉลี่ย 33.65 ms (ตารางที่ 4.4) จากการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของตัวอย่างน้ำอับเฉากับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ในเชิงสถิติด้วยสมการถดถอย (regression statistics) พบว่าความเค็มและอุณหภูมิของน้ำอับเฉาไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในขณะที่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาค่า R^2 ของสมการเชิงเส้นซึ่งเท่ากับ 0.3714 ทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ที่เด่นชัดนัก (ตารางที่ 4.5; ภาพที่ 4.13 - 4.18)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติของน้ำอับเฉาและน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3 ที่ทำการศึกษา

ตัวอย่างที่	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความเค็ม (ppt)	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(mg/l)	ความต้านทานไฟฟ้า(ms)
1	28.7	8.07	33.9	2.55	-
2	30.7	7.91	28.9	4.74	-
3	30.4	8.08	33.6	5.90	51.30
4	30.0	7.96	14.7	6.10	24.43
5	28.8	8.06	15.9	6.30	26.22
6	29.5	8.44	11.2	8.50	19.03
7	31.0	8.52	30.0	7.40	-
8	27.2	8.22	33.2	5.13	50.20
9	27.2	8.26	13.8	4.98	47.17
10	27.3	6.78	16.7	1.20	27.12
11	32.9	7.30	0.1	5.55	23.70
B3	27.5	8.25	12.4	5.05	43.73

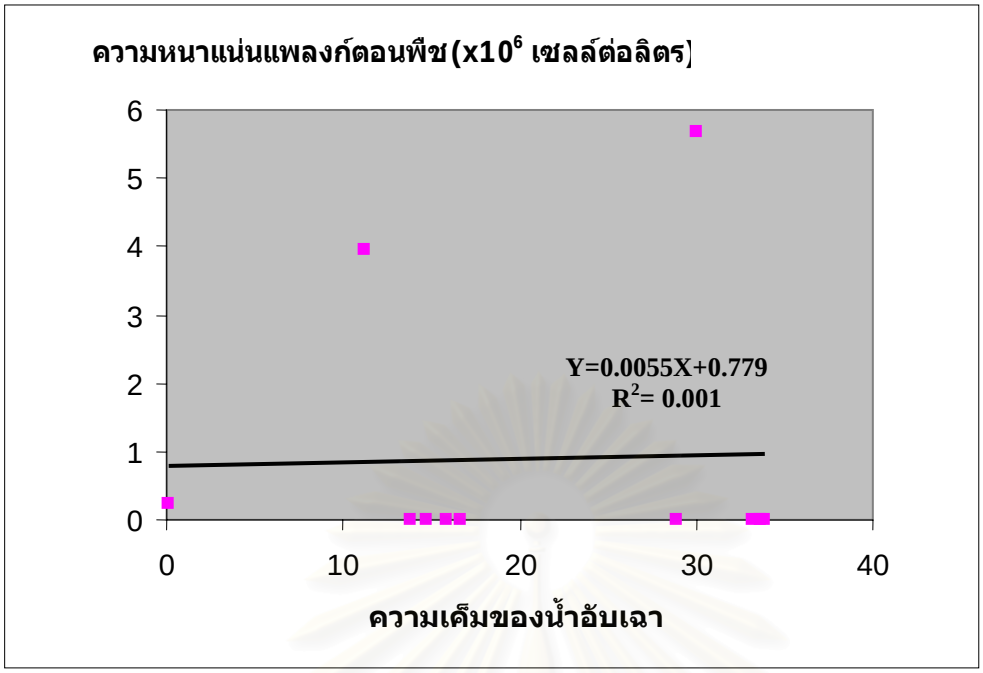
" – " = ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

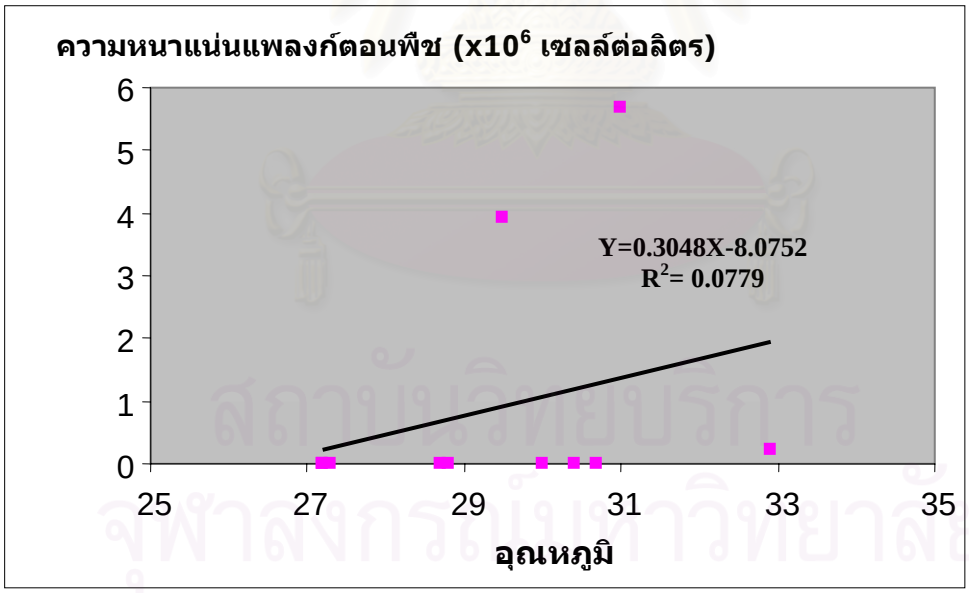
ตารางที่ 4.5 สมการถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติบางประการของน้ำอับเฉาและความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ในแต่ละตัวอย่าง

พารามิเตอร์		p	สมการถดถอย	R^2
X	Y			
ความเค็ม	ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืช	0.9264	y = 0.0055x + 0.779	0.001
อุณหภูมิ	ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืช	0.4058	y = 0.3048x - 8.0752	0.0779
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืช	0.0465	y = 0.5916x - 2.2425	0.3714
ความเค็ม	ความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์	0.8784	y = 0.0128x + 0.9762	0.0027
อุณหภูมิ	ความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์	0.3565	y = 0.4705x - 12.599	0.095
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	ความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์	0.0588	y = 0.7933x - 2.9625	0.3419

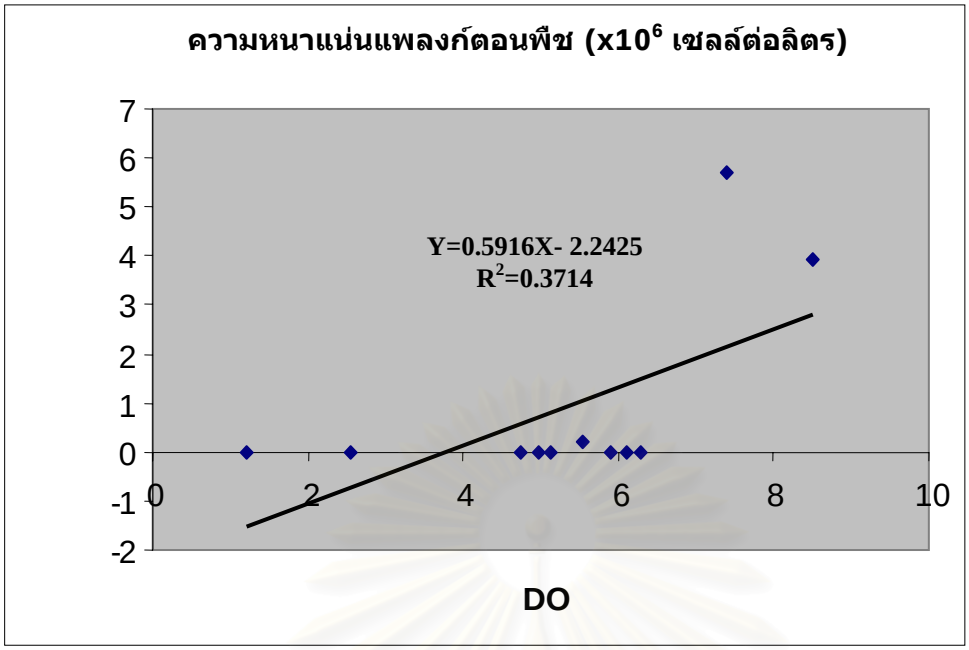
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



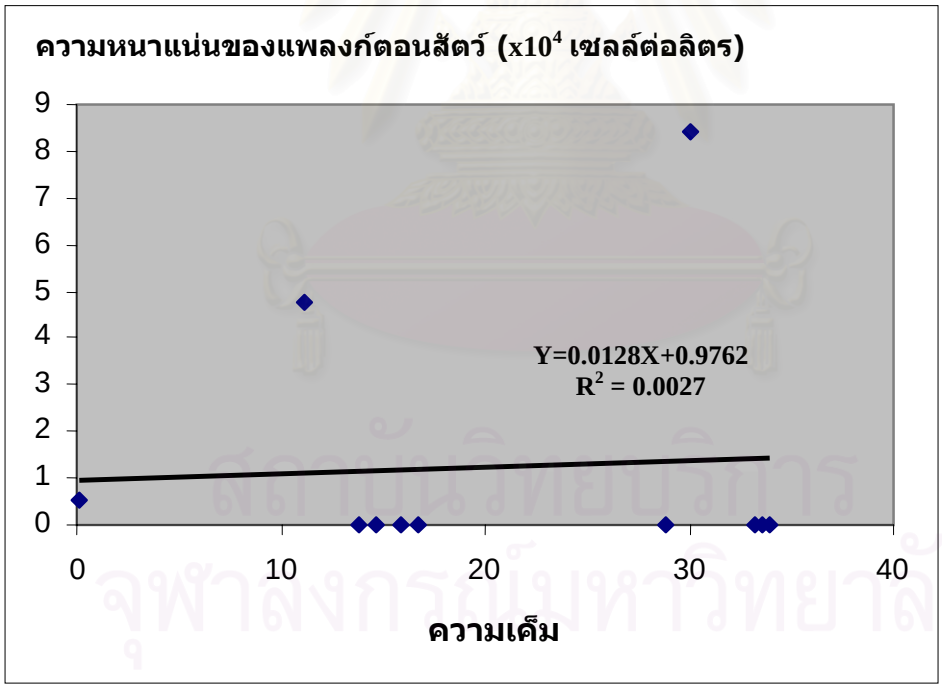
ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชกับความเค็มของน้ำอับเฉา



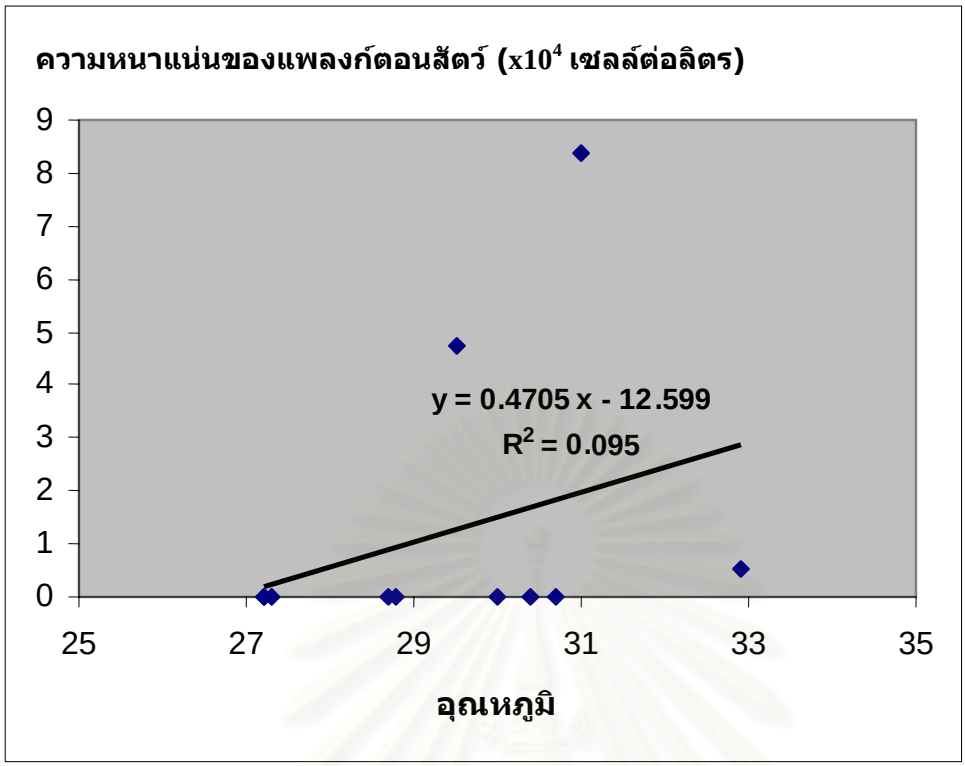
ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชกับอุณหภูมิของน้ำอับเฉา



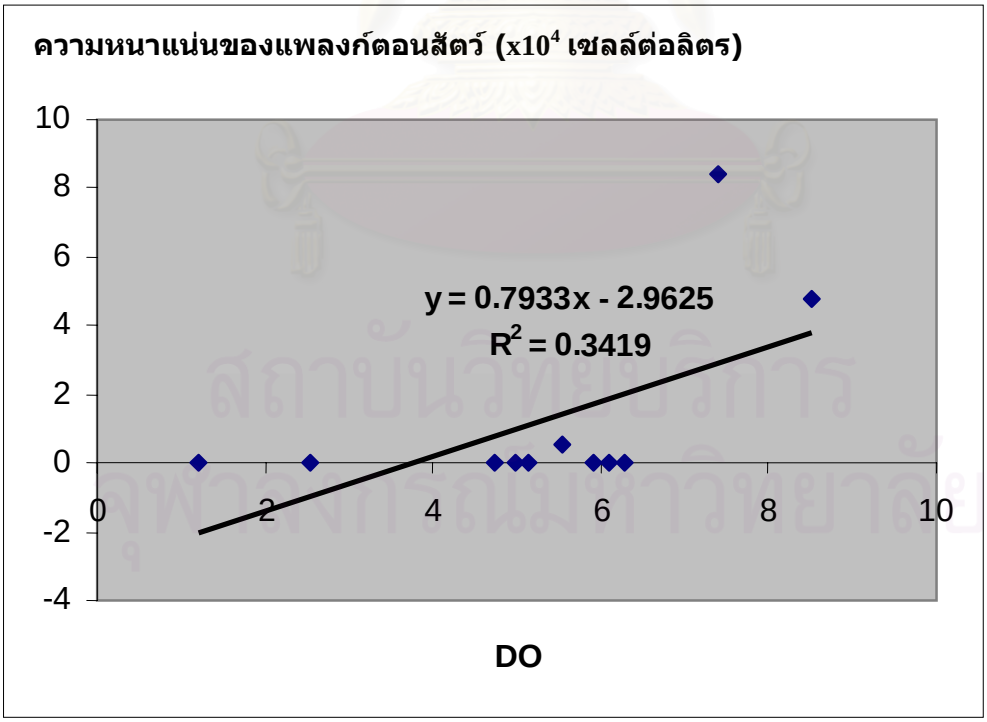
ภาพที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอับเฉา



ภาพที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์กับความเค็มของน้ำ



ภาพที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์กับอุณหภูมิของน้ำอับเฉา

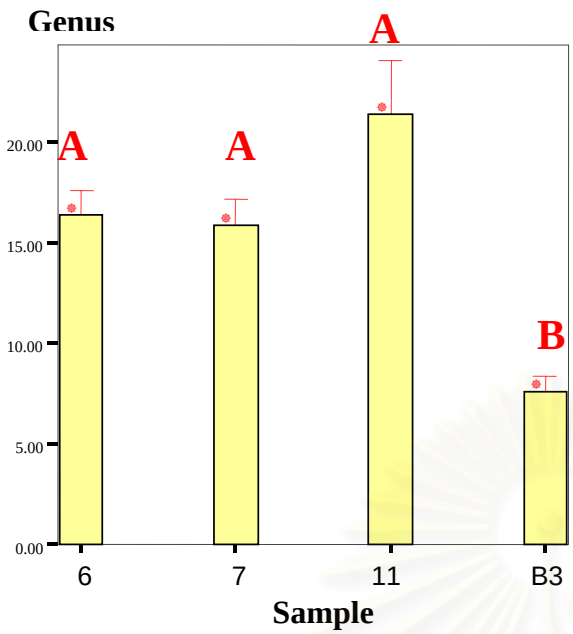


ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอับเฉา

4.4 ความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้ง 3 ตัวอย่างและน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3

เมื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนในน้ำอับเฉาทั้งสามกับน้ำทะเลในท่าเทียบเรือ B3 (ภาพที่ 4.19; ภาพที่ 4.20) ในเชิงสถิติด้วย ANOVA พบว่าจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชในน้ำอับเฉาทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างกับสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำทะเลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 4.19 ในขณะที่จำนวนสกุลของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำอับเฉาตัวอย่างที่ 11 มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับน้ำอับเฉาตัวอย่างที่ 6, 7 และตัวอย่างน้ำทะเลในท่าเทียบเรือ B3 (ภาพที่ 4.20)

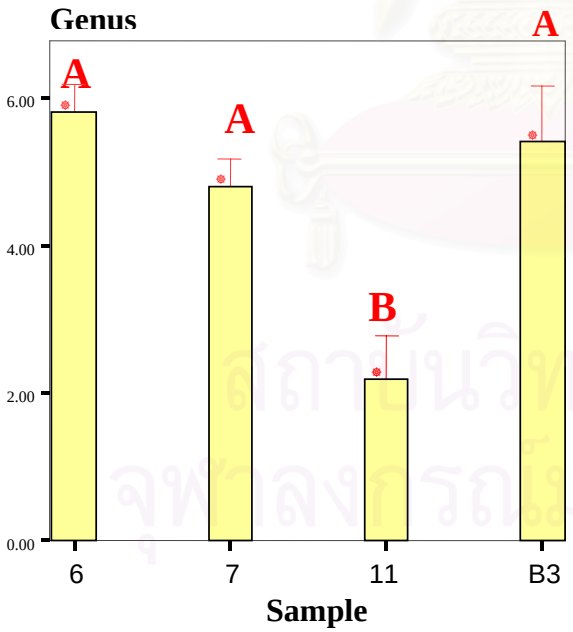
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แสดงน้ำตัวอย่างที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p< 0.05) กับตัวอย่างน้ำอื่นๆ

(A = น้ำตัวอย่างที่มีจำนวนสกุลแพลงก์ตอนไม่แตกต่างกัน, B = น้ำตัวอย่างที่มีจำนวนสกุลแพลงก์ตอนที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

ภาพที่ 4.19 สกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำอับเฉาและน้ำทะเลที่ท่าเทียบเรือ B3



แสดงน้ำตัวอย่างที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p< 0.05) กับตัวอย่างน้ำอื่นๆ

(A = น้ำตัวอย่างที่มีจำนวนสกุลแพลงก์ตอนไม่แตกต่างกัน, B = น้ำตัวอย่างที่มีจำนวนสกุลแพลงก์ตอนที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

ภาพที่ 4.20 สกุลแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำอับเฉาและน้ำทะเลที่ท่าเทียบเรือ B3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการวิจัย

5.1 แพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉา

จากการศึกษาตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้ง 11 ตัวอย่างจากเรือเดินระหว่างประเทศ 6 ลำ พบแพลงก์ตอนพืช 65 สกุล และแพลงก์ตอนสัตว์ 5 กลุ่มในตัวอย่างน้ำอับเฉา 3 ตัวอย่างที่มากับเรือ 2 ลำ โดยเป็นน้ำอับเฉาที่สูบจากบริเวณแหลมฉบังและประเทศญี่ปุ่น โดยตัวอย่างที่ 1- 5 ที่สูบน้ำอับเฉาจากบริเวณประเทศญี่ปุ่นและมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือนั้น ไม่พบตัวอย่างแพลงก์ตอนใดๆ ทั้งสิ้น อาจเนื่องมาจากเป็นการกรองตัวอย่างน้ำอับเฉาผ่านตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดตา 250 ไมครอน ซึ่งทำให้แพลงก์ตอนที่มีขนาดเล็กกว่า 250 ไมครอนที่อาจจะอยู่ในน้ำอับเฉาหลุดรอดไปได้ ในขณะเดียวกันแพลงก์ตอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 250 ไมครอนอาจไม่สามารถหลุดรอดจากแผ่นกรองของเครื่องสูบน้ำที่ใช้สูบถ่ายน้ำอับเฉาของเรือเดินระหว่างประเทศตามปกติได้ ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างน้ำตั้งแต่ตัวอย่างที่ 6 เป็นต้นมา จึงได้ลดขนาดของตาข่ายแพลงก์ตอนลงจนเหลือ 20 ไมครอน อย่างไรก็ตามไม่พบแพลงก์ตอนในตัวอย่างที่ 8 - 10 เช่นกัน ซึ่งต่างก็เป็นตัวอย่างน้ำอับเฉาจากเรือ M.V.JAVA BRIGDE PANAMA อาจเนื่องมาจากแพลงก์ตอนไม่สามารถหลุดรอดจากแผ่นกรองของเครื่องสูบน้ำได้ อีกทั้งเป็นตัวอย่างน้ำอับเฉาที่เก็บมาจากบริเวณมวลน้ำด้านบนของถังอับเฉา จึงเป็นไปได้ว่าแพลงก์ตอนและสัตว์ต่างๆ อาจตกตะกอนอยู่ที่ก้นถังหรือลอยอยู่ในระดับชั้นต่างๆของมวลน้ำ (Forward and Hettler, 1992) เมื่อเปรียบเทียบปริมาตรของตัวอย่างน้ำอับเฉาที่ 6 - 11 กับปริมาตรของตัวอย่างน้ำอับเฉาที่เก็บจากบริเวณผิวน้ำของการศึกษาในต่างประเทศ (Gollasch *et al*., 2003) พบว่าในตัวอย่างที่ 8 - 10 มีปริมาตรน้ำประมาณ 1.5 ลิตร ซึ่งน้อยกว่าในตัวอย่างที่ 6, 7, 11 และตัวอย่างน้ำอับเฉาของการศึกษาในต่างประเทศ (12 ลิตร) จึงทำให้ตัวอย่างที่ 8 - 10 ไม่พบแพลงก์ตอนใดๆ นอกจากนี้อาจมีสาเหตุมาจากระยะเวลาที่สูบน้ำอับเฉาเข้ามาเก็บในถังอับเฉาเป็นเวลานาน (ประมาณ 1-2 สัปดาห์) แพลงก์ตอนบางชนิดจึงไม่สามารถอยู่รอดได้

จากการเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 6 ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำอับเฉาที่สูบจากบริเวณแหลมฉบังจากเรือ M.V.JAVA BRIGDE PANAMA ที่เข้าเทียบท่าเรือ B3 ในวันเดียวกันกับที่สูบน้ำเข้า กับตัวอย่างน้ำทะเลที่เก็บจากท่าเทียบเรือ B3 โดยตรง พบว่าแพลงก์ตอนที่พบในน้ำอับเฉาจากตัวอย่างที่ 6 มีจำนวนสกุลแพลงก์ตอนที่พบแตกต่างกับในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3 (ภาพที่ 4.19) โดยแพลงก์ตอนในตัวอย่างที่ 6 มีจำนวนสกุลที่มากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากแพลงก์ตอนบางสกุล เช่น

Geminella sp., *Golenkinia* sp., *Gonyaulax* sp., *Guinardia* sp. อาจเป็นแพลงก์ตอนที่ติดอยู่ในถังอับเฉาก่อนที่จะมีการสูบน้ำจากบริเวณแหลมฉบัง ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนที่มาจากบริเวณน่านน้ำอื่น อย่างไรก็ตามตัวอย่างน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3 เป็นตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบริเวณผิวน้ำในปริมาตรทั้งหมด 5 ลิตร ซึ่งอาจทำให้แพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างเป็นปริมาณที่น้อยกว่าแพลงก์ตอนที่คาดว่าจะพบจริงในบริเวณท่าเทียบเรือได้เช่นกัน

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในต่างประเทศ (ตารางที่ 5.1) พบว่าชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนโดยรวมที่พบจากการศึกษาครั้งนี้ค่อนข้างน้อยอาจเนื่องมาจาก

1) ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนกับคุณสมบัติบางประการของน้ำอับเฉา ปัจจัยทางกายภาพในน้ำอับเฉาอาจทำให้แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่อยู่ในถังมีชนิดที่ต่างกัน ซึ่งปัจจัยดังกล่าว ได้แก่

1.1) แสง เนื่องจากในถังอับเฉาเป็นสภาวะปิดทึบ ไม่มีแสงเล็ดลอดเข้ามา จึงทำให้ภายในตัวถังมืดอยู่ตลอดเวลา แพลงก์ตอนจึงมีการกระจายตัวในระดับความลึกต่างๆของถังอับเฉาในลักษณะที่แตกต่างออกไปจากสภาพตามธรรมชาติ ดังการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในระดับความลึกต่างๆของถังอับเฉาโดย Murphy *et al*. (2002) ที่พบตัวอ่อนปู (crab zoea) บริเวณผิวหน้าน้ำมากที่สุด อาจกล่าวได้ว่า ด้วยลักษณะของถังอับเฉาที่ไม่มีแสง จะกระตุ้นให้แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดนี้ขึ้นมาบริเวณผิวน้ำเหมือนเป็นเวลากลางคืน (Murphy *et al*.,2002)

1.2) อาหาร เนื่องจากมีการสูบน้ำเป็นจำนวนมากจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติเข้ามาในถังอับเฉา ทำให้ชนิดพันธุ์ที่ติดเข้ามาด้วยนั้นถูกตัดออกจากสายใยอาหาร (Food web)ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ส่งผลให้พฤติกรรมการกินอาหารที่แตกต่างออกไปจากเดิม ยังพบว่าอาหารส่งผลถึงการกระจายตัวในแนวดิ่งของแพลงก์ตอนด้วย (Forward and Hettler, 1992) นอกจากนั้นปัจจัยเรื่องแสงยังมีผลต่อการสร้างอาหารของแพลงก์ตอนพืช ทำให้แพลงก์ตอนพืชไม่สามารถสร้างอาหารได้ตามปกติ บางชนิดจำเป็นต้องปรับตัวให้อยู่ในระยะพักตัว เช่น กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตที่ปรับตัวให้อยู่ในรูปซิสต์ (McCarthy and Crowder, 2000)

1.3) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสภาพถังเป็นสภาวะที่ปิดทึบ ดังนั้นเมื่อมีการสูบน้ำจากท่าเรือต้นทางมาสูบในท่าเรือปลายทาง โดยเฉพาะจากบริเวณที่มีความแตกต่างทางภูมิศาสตร์อย่างชัดเจน เช่น ท่าเรือในเขตร้อนและท่าเรือในเขตหนาว ทำให้มวลน้ำเกิดการผสม อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนได้ ทำให้แพลงก์ตอนบางชนิดที่มีอาศัยอยู่ในอุณหภูมิน้ำที่จำกัดในช่วงหนึ่ง ไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปได้ (Gollasch *et al*., 2000)

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลแพลงก์ตอนที่พบในน้ำอับเฉาในประเทศไทยและต่างประเทศ

ประเทศ	ท่าเรือ	กลุ่มแพลงก์ตอน	แพลงก์ตอนกลุ่มเด่น	ที่มา
สหรัฐอเมริกา	Coos Bay, Oregon	แพลงก์ตอนพืช 16 อาณาจักร (division), แพลงก์ตอนสัตว์ 3 อาณาจักร (phylum)	Crustacean, Polychaete, Annelid and Flatworm	Carlton and Geller (1993)
สหรัฐอเมริกา	Port of Morehead city, North Carolina	แพลงก์ตอนพืช 342 ชนิด	Division Cyanophyta, Dinoflagellata, Bacillariophyta, Chlorophyta	McCarthy and Crowder (2000)
ออสเตรเลีย	Southeastern Australia	แพลงก์ตอนสัตว์ 11 กลุ่ม	Bivalve larvae, Crab zoea	Murphy *et al* (2002)
ไทย	ท่าเรือแหลมฉบัง	แพลงก์ตอนพืช 65 สกุล, แพลงก์ตอนสัตว์ 5 กลุ่ม	แพลงก์ตอนพืช *Ceratium* sp., *Oscillatoria* sp. และ *Ulothrix* sp. แพลงก์ตอนสัตว์ Nauplius, Copepod, และ *Tintinnopsis* spp.	การศึกษาครั้งนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการที่ปัจจัยทั้งหมด ได้แก่ แสง, อาหาร และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว อาจมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนที่พบในน้ำอับเฉา ด้วยเหตุผลดังที่ได้กล่าวข้างต้นแตกต่างจากผลการศึกษาครั้งนี้ที่ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนกับปัจจัยทั้งสามนั้น เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพของน้ำ ดังในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ส่งผลต่อความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอน ทำให้อุณหภูมิไม่มีความสัมพันธ์กับความชุกชุมของแพลงก์ตอน (โสภณา บุญญาภิวัฒน์, 2523) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติอื่น เช่น ความเค็ม จะเห็นว่าในตัวอย่างที่ 7 (จากเรือ M.S. PERTH BRIGDE PANAMA) ค่าความเค็มของน้ำมีค่า 30.0 ส่วนในพันส่วน ซึ่งเป็นระดับความเค็มในช่วงน้ำทะเล (ความเค็มเฉลี่ย 35 ส่วนในพันส่วน) ส่วนตัวอย่างที่ 6 (จากเรือ M.V. JAVA BRIGDE PANAMA) วัดระดับความเค็มได้ 11.2 ส่วนในพันส่วน ซึ่งจัดเป็นระดับความเค็มในช่วงน้ำกร่อย (5-20 ส่วนในพันส่วน) และตัวอย่างที่ 11 (จากเรือ M.S. PERTH BRIGDE PANAMA ลำเดียวกับตัวอย่างที่ 7) ความเค็มของน้ำมีค่า 0.1 ส่วนในพันส่วน ซึ่งเป็นระดับความเค็มในช่วงน้ำจืดนั้น เมื่อพิจารณาถึงแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในแต่ละตัวอย่าง พบว่าในตัวอย่างที่ 6 และ 7 มี *Ceratium* sp. เป็นแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น และ Copepod เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น ส่วนตัวอย่างน้ำอับเฉาที่ 11 มี *Ulothrix* sp. และ *Oscillatoria* sp. ทั้งนี้ เนื่องจาก *Ceratium* sp. เป็นแพลงก์ตอนที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็ม จากการศึกษาความชุกชุมไมโครแพลงก์ตอนบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาของโสภณา บุญญาภิวัฒน์ (2523) พบว่าแพลงก์ตอนพืชสกุล *Ceratium* และ *Nautiluca* จะพบได้ในสภาวะที่น้ำมีความเค็มสูง นอกจากนี้เมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น ไมโครแพลงก์ตอนจะชุกชุมขึ้น แต่ถ้าระดับความเค็มสูงเกินไป ไมโครแพลงก์ตอนจะมีปริมาณน้อยลง (โสภณา บุญญาภิวัฒน์, 2523) และจากการศึกษาของวิชญา กันบัว (2541) ซึ่งทำการศึกษาความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลน ที่คลองสิเภา จังหวัดตรัง พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมและแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเค็ม โดยบริเวณที่มีความเค็มสูงจะมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมและไดอะตอมสูง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์กับคุณภาพน้ำในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนของ ละออศรี ตีระเตชา (2524) พบการเปลี่ยนแปลงของจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่มีสัดส่วนโดยตรงกับความเค็มของน้ำ โดยบริเวณใกล้ปากแม่น้ำที่มีความเค็มสูงจะมีจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์สูงกว่าบริเวณที่ไกลจากปากแม่น้ำ ซึ่งตรงกับการศึกษาความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลน อำเภอสิเภา จังหวัดตรังพบว่า ความเค็มของน้ำมีอิทธิพลต่อปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณนั้น ช่วงที่มีความเค็มของน้ำสูงจะพบแพลงก์ตอนสัตว์สูงตามไปด้วย โดยเฉพาะกลุ่ม Copepod (ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง, 2541)

2) วิธีการเก็บตัวอย่าง เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำผ่านท่อขนาดเล็ก ทำให้ไม่สามารถศึกษาสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ เช่น สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เนื่องจากไม่สามารถผ่านรูปากท่อออกมาได้ และภายในถังอับเฉาเป็นระบบปิด จึงไม่มีอิทธิพลจากสภาวะตามธรรมชาติ เช่น กระแสลมและแสงแดด ทำให้มวลน้ำมีสภาพนิ่ง สิ่งมีชีวิตต่างๆอาจพบกระจายทั้งในบริเวณตอนกลางหรือก้นถังอับเฉาเหมือนลักษณะตอนกลางคืน (Forward and Hettler, 1992) ซึ่งเปรียบเทียบกับวิธีการเก็บตัวอย่างในต่างประเทศด้วยถุงลากแพลงก์ตอน โดยทำการเปิดฝาถังอับเฉาและลากถุงในระดับแนวดิ่ง (Hewitt and Martin, 2001) หรือการเก็บตัวอย่างด้วยขวดเก็บตัวอย่างที่ความลึกในระดับต่างๆ ของน้ำอับเฉา (Gollasch *et al*., 2003) ทำให้อาจจะได้ปริมาณแพลงก์ตอนที่มากกว่าอย่างไรก็ตาม วิธีการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการเก็บจากท่อโดยตรง ทำให้ทราบถึงปริมาณแพลงก์ตอนที่คาดว่าจะหลุดออกมาได้จริงตามวิธีการปล่อยน้ำอับเฉาโดยทั่วไปของเรือ ซึ่งเปรียบเสมือนว่าแพลงก์ตอนเหล่านี้เป็นตัวแทนแพลงก์ตอนที่ถูกปล่อยออกมาตามปกติพร้อมกับน้ำอับเฉา

แพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาจากการศึกษาครั้งนี้อาจถือเป็นตัวแทนของแพลงก์ตอนที่มีโอกาสปล่อยออกมากับน้ำอับเฉาได้ เนื่องจากโดยปกติเรือจะทำการถ่ายน้ำอับเฉาโดยการสูบน้ำจากเครื่องสูบน้ำออกมาจากถังเพื่อปล่อยสู่ข้างลำเรือ ซึ่งสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ที่อยู่ในน้ำอับเฉาอาจจะติดแผ่นกรองของเครื่องสูบน้ำ ทำให้โอกาสที่จะหลุดออกมาภายนอกเป็นไปได้ยาก ดังนั้นสิ่งมีชีวิตที่ออกมาได้นั้น ส่วนใหญ่จะเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก หรือตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน (National Research Council, 1996; Hay and Tanis, 1998) โดยปกติ International Maritime Organization (IMO) อนุญาตให้มีการปล่อยน้ำทิ้งได้โดยมีสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดมากกว่า 50 ไมครอนหลุดลอดออกมาได้

จากการสำรวจพบว่าในตัวอย่างน้ำอับเฉาที่เก็บได้มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูงเมื่อเทียบกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ อาจเนื่องมาจากแพลงก์ตอนพืชมีขนาดเล็ก พบได้ในเกือบทุกพื้นที่ และสามารถอยู่รอดได้มากกว่าแม้ในที่สภาวะไม่เหมาะสม เช่น ที่มืดอย่างในถังอับเฉา ด้วยการปรับตัวให้อยู่ในสภาวะซิสต์ (dormant cyst) เช่น *Chaetoceros* sp. และ *Odonella* sp. (Hallegraeff and Bolch, 1992) จึงทำให้แพลงก์ตอนพืชจัดเป็นกลุ่มที่มีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเคลื่อนย้ายด้วยน้ำอับเฉามากที่สุด (McCarthy and Crowder, 2000) MacIsaac *et al*. (2002) ได้เสนอแบบจำลองอัตราการรอดชีวิตของแพลงก์ตอนในถังอับเฉาที่บรรจุน้ำจืดเปรียบเทียบกับถังที่บรรจุน้ำทะเลช่วงระหว่างการเดินเรือจากท่าเรือต้นทางถึงท่าเรือปลายทาง พบว่าอัตราการรอดชีวิตของแพลงก์ตอนในถังทั้ง 2 แบบจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และแพลงก์ตอนที่อยู่ในถังน้ำทะเลจะลดลงอย่างรวดเร็วกว่าแพลงก์ตอนที่อยู่ในถังน้ำจืดด้วย จะได้ว่า

เวลาที่น้ำอับเฉาที่สูบเข้ามาอยู่ในถังอับเฉาเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดชีวิตของแพลงก์ตอน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้แพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาที่ 6 และ 7 มีความหนาแน่นแพลงก์ตอนสูงอาจเนื่องมาจากระยะเวลาที่น้ำอับเฉาถูกสูบเข้ามาในถังอับเฉานั้นเป็นระยะเวลาช่วงสั้นๆ (ประมาณ 1 วัน) ในขณะที่ตัวอย่างน้ำอับเฉาที่ 11 ซึ่งทำการสูบน้ำอับเฉามาเป็นเวลา 7 วันแล้วนั้น พบความหนาแน่นแพลงก์ตอนน้อยที่สุด สำหรับตัวอย่างน้ำอับเฉาที่ 8- 10 เป็นตัวอย่างน้ำอับเฉาที่เก็บมาจากถังอับเฉาที่แตกต่างกันของเรือ M.V. JAVA BRIGDE PANAMA โดยตัวอย่างทั้ง 3 ไม่พบแพลงก์ตอน อาจเพราะระยะเวลาที่ทำการสูบน้ำอับเฉาแต่ละตัวอย่างพบว่าตัวอย่างที่ 8, 9 และ 10 ทำการสูบน้ำมาเป็นเวลา 6, 12 และ 13 วัน ตามลำดับ ทำให้แพลงก์ตอนบางชนิดไม่สามารถอยู่รอดได้

5.2 เปรียบเทียบสกุลแพลงก์ตอนที่พบในน้ำอับเฉาและอ่าวไทยตอนใน

จากการรวบรวมแพลงก์ตอนที่พบในอ่าวไทยตอนในตั้งแต่พ.ศ. 2518 - 2545 (ตารางที่ 5.2; ตารางที่ 5.3) พบว่าโดยบริเวณปากแม่น้ำและอ่าวไทยตอนในนั้น แพลงก์ตอนพืชที่พบในปริมาณสูง คือ กลุ่มไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลต ทั้งนี้แปรผันตามฤดูกาลด้วย ในขณะที่แพลงก์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่พบ Copepod เป็นจำนวนมาก ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสอดคล้องกับผลการรวบรวมข้อมูลแพลงก์ตอน โดยแพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉา พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มสาหร่ายสีเขียว และกลุ่มไดโนแฟลก เจลเลต ในขณะที่แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น คือ กลุ่ม Nauplius กลุ่ม Copepod และกลุ่ม Protozoa เมื่อพิจารณาตัวอย่างที่ 6, 7 และ 11 พบแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น คือ *Ceratium* sp., *Ulothrix* sp. และ *Oscillatoria* sp. ซึ่งโดยทั่วไปกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Ceratium*, *Dinophysis*, *Gonyaulax*, *Peridiopsis*, *Prorocentrum* และ *Protoperidinium* โดยส่วนใหญ่จะมีการกระจายได้ทั่วไป (Cosmopolitan) จากรายงานของพรศิลป์ ผลพันธิน (2530) ได้ศึกษาการกระจายของไดโนแฟลกเจลเลตบริเวณอ่าวไทยพบแพลงก์ตอนดังกล่าว ซึ่งการเก็บตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้พบว่า *Ceratium* sp. เป็นแพลงก์ตอนสกุลเด่น แต่ความหนาแน่นที่พบจะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับในอ่าวไทย

5.3 คาดการณ์แนวโน้มผลกระทบของแพลงก์ตอนที่เข้ามากับน้ำอับเฉา

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าน้ำอับเฉาที่ปล่อยออกมาจากเรือเดินระหว่างประเทศแม้ในปริมาตรน้อยก็สามารถพบความหนาแน่นแพลงก์ตอนบางชนิดค่อนข้างสูง เช่น *Ceratium* sp.

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลแพลงก์ตอนพืชที่พบในบริเวณอ่าวไทยตอนใน

สถานที่	ระยะเวลา	จำนวนสกุลแพลงก์ตอน	ความหนาแน่น (เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร)	แพลงก์ตอนกลุ่มเด่น	ที่มา
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	เม.ย. 2519- 2520	55 สกุล	2.1×10^{6}	*Chaetoceros* sp., *Skeletonema* sp.	โสภณา บุญญาภิวัฒน์ (2523)
แหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี	2529, 2532, 2534	57 สกุล	0.19×10^{6}- 241.94×10^{6}	*Chaetoceros* sp., *Rhizosolenia* sp., *Bacteriastrum* sp., *Thalassiothrix* sp., *Nitzschia* sp., *Thalassionema* sp.	ประยูร สุรตระกูล (2537)
อ่าวไทย	_	88 สกุล	214×10^{3}- 33520 $x10^{3}$	*Chaetoceros* sp., *Rhizosolenia* sp., *Coscinodiscus* sp., *Bacteriastrum* sp., *Ceratium* sp.	Boonyapiwat (1999)
อ่าวตราด จังหวัดตราด	8 มี.ค., 11 มี.ค. 2544	50 สกุล	0.4- 1×10^{5}	*Oscillatoria* sp., *Nitzschia* sp.	กมลทิพย์ ภูษิตกิตติคุณ (2544)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 ข้อมูลแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบริเวณอ่าวไทยตอนใน

สถานที่	ระยะเวลา	จำนวนกลุ่มแพลงก์ตอน	ความหนาแน่น (เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร)	แพลงก์ตอนสกุลเด่น	ที่มา
ปากแม่น้ำท่าจีน	มี.ค., ส.ค., ธ.ค. 2522, เม.ย. 2523	23 กลุ่ม	_	Calanoid Copepod, Decapod larvae	ละออศรี ตีระเตชา(2524)
อ่าวไทยตอนใน	2518-2519	15 กลุ่ม	_	Copepod, Appendicularia, Chaetognaths	สุนีย์ สุวภีพันธ์ (2524)
แหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี	_	30 กลุ่ม	92- 5.8 x 10^4	Copepod, Nauplius, Castropod, Cladocera, Appendicularia, Bivalves	สาธิต โกวิทวที และคณะ (2530)
แหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี	ม.ค. 2532- ธ.ค. 2532	8 อาณาจักร (phylum) 12 กลุ่ม	1.4- 6.6 x 10^4	Copepod, Annelids, Bivalves	จิตรา ตีระเมธี (2536)
อ่าวไทย	4 ก.ย.- 4 ต.ค. 1995, 23 เม.ษ.- 23 พ.ค. 1996	34 กลุ่ม 238 ชนิด	36- 3,413 (ก.ย.-พ.ย.), 91- 1,514(มี.ค.-พ.ค.)	Copepod, Chaetognatha, Ostracoda	Jivaluk (1999)
อ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี	มิ.ย. 2544- พ.ค. 2545	6 อาณาจักร (phylum) 19 กลุ่ม	101x10^4	*Tintinnopsis* sp.	ลิขิต ชูชิตและคณะ (2546)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนาแน่น $3.0x10^6$ เซลล์ต่อลิตรและ $5.4 x10^6$ เซลล์ต่อลิตร ในตัวอย่างน้ำอับเฉาที่ 6 และ 7 ตามลำดับ *Ulothrix* sp. ($41.6 x10^3$ เซลล์ต่อลิตร) *Oscillatoria* sp. ($35.2 x10^3$ เซลล์ต่อลิตร) *Tintinnopsis* sp. ($25.2 x10^3$ เซลล์ต่อลิตร) เป็นต้น จึงอาจเป็นไปได้ว่าถ้ามีการปล่อยน้ำอับเฉาในปริมาตรที่สูงขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดเรือและความจุของถังอับเฉา ความหนาแน่นแพลงก์ตอนก็จะมากขึ้นตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ คาดการณ์กำลังการส่งออกและนำเข้าสินค้าทางเรือเดินระหว่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นดังรายงานทางสถิติการดำเนินงานของท่าเรือแหลมฉบังตั้งแต่ปี 2539 – 2546 (ตารางที่ 3.1) จึงเป็นไปได้ว่าเมื่อมีเรือเดินระหว่างประเทศเข้าเทียบท่าในไทยมากขึ้น จะมีการสูบและถ่ายน้ำอับเฉาในท่าเรือสูงขึ้น เป็นผลให้เกิดการเคลื่อนย้ายชนิดพันธุ์กันอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน ในระยะยาวถ้าชนิดพันธุ์ที่ถูกนำเข้ามาในสิ่งแวดล้อมใหม่เกิดมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมนั้นได้ ย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้นไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง จากการสำรวจแพลงก์ตอนในตัวอย่างน้ำอับเฉาเรือเดินระหว่างประเทศ พบว่าแพลงก์ตอนส่วนใหญ่สามารถพบได้ทั่วไปในบริเวณอ่าวไทย ทำให้เมื่อมีการปล่อยลงสู่น่านน้ำประเทศไทย อาจไม่ก่อให้เกิดผลกระทบที่ชัดเจนหรือรุนแรงนัก

5.4 กฎและระเบียบข้อบังคับด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยน้ำอับเฉา

กฎและระเบียบข้อบังคับเรื่องการปล่อยน้ำอับเฉาขององค์กรทางทะเลระหว่างประเทศเพื่อเป็นการป้องกันและลดการเกิดปัญหาการถ่ายโอนชนิดพันธุ์ที่เข้ามากับน้ำอับเฉา ได้แก่ International Maritime Organization (IMO), International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) และ International Council for Exploration of the Seas (ICES) โดย IMO เป็นองค์กรที่มีคณะกรรมการที่มาจาก 30 องค์กรและ 70 ประเทศทั่วโลก ได้กำหนดให้เรือเดินระหว่างประเทศต้องทำการสูบน้ำอับเฉาในบริเวณมหาสมุทร (Mid-ocean ballast water exchanged) ที่มีระยะห่างจากชายฝั่งอย่างน้อย 200 ไมล์ทะเล และอยู่ในเขตเศรษฐกิจจำเพาะ (the exclusive economic zone) ทั้งมีความลึกอย่างน้อย 500 เมตร และความเค็มต้องไม่น้อยกว่า 30 ส่วนในพันส่วน ด้วยข้อสมมติฐานที่สอดรับกับการสูบน้ำอับเฉาบริเวณดังกล่าว เนื่องจากรูปแบบของสิ่งมีชีวิตจากกลางมหาสมุทรปรับตัวให้อยู่รอดได้ยากในบริเวณท่าเรือ อีกทั้งสัตว์พื้นทะเลซึ่งเป็นตัวที่สามารถแพร่กระจายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว จนกลายเป็นตัวรุกรานตามชายฝั่งหรือแหล่งน้ำต่างๆ จะพบได้น้อยในน้ำจากบริเวณกลางมหาสมุทร (Hay and Tanis, 1998) นอกจากนี้ MARPOL และ ICES ยังเป็นองค์กรที่วางนโยบายและแผนการดำเนินงานสอดคล้องกับ IMO โดยองค์กรหลังมุ่งเน้นการวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีการบำบัดน้ำอับเฉาก่อนที่จะมีการปล่อยลงท่าเรือปลายทางเพื่อรองรับแผนปฏิบัติการลดความเสี่ยงและ

ผลกระทบจากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นต่อไป โดยปกติจะมีแผ่นกรองสำหรับกรองสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ไม่ให้ผ่านไปได้ แต่อาจมีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหลุดออกมาได้ นอกจากนี้ก็ยังมีกระบวนการใช้ความร้อนจนถึงระดับที่หยุดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ หรืออาจเป็นการใช้สารเคมีทำลายสิ่งมีชีวิตได้ ซึ่งยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆอย่างต่อเนื่อง สำหรับนานาประเทศที่ตระหนักถึงผลกระทบของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น เช่น อังกฤษ แคนาดา และอเมริกา เป็นต้น ได้มีการวางกรอบและนโยบายการแก้ปัญหารวบรวมไว้ดังตารางที่ 5.4 เมื่อพิจารณาแนวโน้มผลกระทบในระยะยาว องค์กรทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization: IMO) ได้มีการบังคับให้ประเทศสมาชิกทำการสูบถ่ายน้ำอับเฉากันในบริเวณทะเลเปิด (no ballast on board: NOBOB) เพื่อให้อัตราการอยู่รอดของชนิดพันธุ์ในถังอับเฉาเกิดได้น้อยลง สำหรับในบางประเทศได้มีการวิจัยเพื่อคิดค้นวิธีป้องกันและแก้ไขปัญหาการเคลื่อนย้ายชนิดพันธุ์ไปสู่สิ่งแวดล้อมใหม่นั้น โดยการลดจำนวนชนิดพันธุ์ที่ติดมากับน้ำอับเฉาก่อนที่จะมีการถ่ายออกไป เช่น การใช้ความร้อน สารเคมี ระบบฟลูออเรสเซนต์ฆ่าเชื้อ เป็นต้น (ตารางที่ 5.5) แม้กระทั่งการพยายามคิดค้นแบบจำลองเพื่อประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการรุกรานของชนิดพันธุ์ (MacIsaac *et al*., 2002) หากประเทศเหล่านี้มีการคิดค้นวิจัยระบบบำบัดน้ำอับเฉาจนใช้กันอย่างแพร่หลาย และสามารถกำหนดเป็นข้อบังคับหรือข้อตกลงร่วมกันในระหว่างประเทศคู่ค้า ย่อมส่งผลให้โอกาสที่ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นจะหลุดออกมาในประเทศเหล่านี้เป็นไปได้ยากขึ้น

ในส่วนของประเทศไทยได้มีกฎหมายและพระราชบัญญัติบางฉบับที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยทิ้งน้ำอับเฉาในบริเวณท่าเรือ เช่น พระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย พ.ศ. 2456 ที่ยังไม่ได้มีมาตรการและบทลงโทษสำหรับการทิ้งน้ำอับเฉา เพราะยังเน้นที่การห้ามปล่อยน้ำมัน สารเคมีหรือน้ำทิ้งที่มีความสกปรกลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้ปัจจุบันเรือยังสามารถปล่อยน้ำอับเฉาออกมาก่อนถึงบริเวณท่าเรือ ซึ่งจากการศึกษาการเปรียบเทียบจำนวนสกุลแพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาที่ 6 และน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3 ทำให้สันนิษฐานว่าอาจจะมีแพลงก์ตอนที่มาจากแหล่งน้ำอื่นเข้าสู่ประเทศไทย ดังนั้นหากมีการปล่อยน้ำอับเฉาในบริเวณก่อนเข้าท่าเทียบเรือจึงมีโอกาสเสี่ยงที่ชนิดพันธุ์ที่ปะปนมากับน้ำอับเฉาจะหลุดออกมาในบริเวณนั้นได้ ในอนาคตจึงจำเป็นต้องออกกฎข้อบังคับและเพิ่มบทลงโทษสำหรับการทิ้งน้ำอับเฉาลงแหล่งน้ำเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดได้ต่อไป

ตารางที่ 5.4 กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

ประเทศ	กฎหมายและข้อบังคับ
แคนาดา	พัฒนานโยบายชนิดพันธุ์ต่างถิ่นทางน้ำแห่งชาติเพื่อเน้นผลกระทบและการเคลื่อนย้ายของชนิดพันธุ์ทั้งในและนอกแคนาดา
เอสโตเนีย	จัดทำแผนการอนุรักษ์ธรรมชาติเพื่อเสนอต่อสภา ในปี 2003
ฝรั่งเศส	จัดระเบียบใหม่โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ ป้องกันและระวังชนิดพันธุ์ทางน้ำที่มาจากประเทศที่สาม
เยอรมัน	ได้มีการร่วมมือการพัฒนาระเบียบปฏิบัติของ IMO
อิตาลี	รัฐมนตรีกระทรวงสิ่งแวดล้อมได้ร่วมมือกับศูนย์วิจัยด้านสิ่งแวดล้อมทางทะเลในโรม (ICRAM) เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการกำหนดเขตปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพพิเศษในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน
นิวซีแลนด์	มีแผนรองรับ 2 แบบ คือ The hazardous substances and new organism act 1996 และ The biosecurity act 1993
อังกฤษ	มีการเพิ่มรายชื่อชนิดพันธุ์ที่เกี่ยวข้องใน The import of live fish (England and Wales) act 1980 ซึ่งจะมีผลบังคับใช้ในปี 2003
สหรัฐอเมริกา	มีนโยบายชนิดพันธุ์ต่างถิ่นแห่งชาติประกาศใช้ในพื้นที่ต่างๆ เช่น แมรี่แลนด์ มิชิแกน โอเรกอนและอื่นๆ

ที่มา: Advisory committee on the marine environment (2003)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.5 ระบบบำบัดน้ำอับเฉาเพื่อลดหรือกำจัดซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่เป็นพิษ

วิธีการบำบัด	ปริมาณที่บำบัด	ชนิดพันธุ์ที่บำบัด
ทางเคมี		
คลอรีน	500 ppm, 24 ชั่วโมง	*Gymnodinium catenatum*
ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์	100 ppm, 96 ชั่วโมง	*Alexandrium catenella*
	150 ppm, 48 ชั่วโมง	*Alexandrium sp.*
	2500 ppm, 24 ชั่วโมง	*A. catenella*
	2500 – 5000 ppm, 24 ชั่วโมง	*G. catenatum*
ทางกายภาพ		
กระตุ้นด้วยไฟฟ้า	100 V, 5 วินาที	*Alexandrium sp.*
	7.5 V/ cm^2, 5 วินาที	*G. catenatum*
	5 V/ cm^2, 5 วินาที	*A. catenella*
ความร้อน	35 – 37.5°C, 1 – 2 ชั่วโมง	*G. catenatum*
	40 – 45 °C, 30 – 90 วินาที	*G. catenatum*
	45 °C, 3 นาที	*Alexandrium sp.*
	38 °C, 4.5 ชั่วโมง	*A. catenella*

หมายเหตุ: ppm = part per minute, V = Volt

ที่มา: Hallegraeff (1998)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. ตัวอย่างน้ำอับเฉา 11 ตัวอย่างจากเรือเดินระหว่างประเทศ 6 ลำ ที่มาจากประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา พบแพลงก์ตอนทั้งหมด 3 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างที่ 6 จากเรือ M.V. JAVA BRIGDE PANAMA ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณ แหลมฉบัง ตัวอย่างที่ 7 จากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณประเทศญี่ปุ่น และตัวอย่างที่ 11 จากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณท่าเรือโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

2. แพลงก์ตอนที่พบในน้ำอับเฉาทั้ง 3 ตัวอย่าง แบ่งเป็นแพลงก์ตอนพืช 3 อาณาจักร (division) 65 สกุล มีความหนาแน่นเฉลี่ย $3.9x10^6$, $5.7x10^6$ และ $0.2x10^6$ เซลล์ต่อลิตร ซึ่งมีกลุ่มไดอะตอมมากที่สุด 37 สกุล รองลงมา คือ กลุ่มสาหร่ายสีเขียว 13 สกุล ส่วนแพลงก์ตอนพืชในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3 มีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.4 $x10^6$ เซลล์ต่อลิตร และแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำอับเฉาทั้ง 3 ตัวอย่างพบทั้งหมด 2 อาณาจักร (phylum) 5 กลุ่ม (subclass) มีความหนาแน่นเฉลี่ย 47.6 $x10^3$, 84.0 $x10^3$ และ 5.4 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3 มีความหนาแน่นเฉลี่ย 26.6 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร

3. แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นในแต่ละตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 6 พบ *Ceratium* sp. หนาแน่น 3.0 $x10^6$ เซลล์ต่อลิตร ตัวอย่างที่ 7 พบ *Ceratium* sp. หนาแน่น 5.4 $x10^6$ เซลล์ต่อลิตร และตัวอย่างที่ 11 พบ *Ulothrix* sp. หนาแน่น 41.6 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร รองลงมา คือ *Oscillatoria* sp. หนาแน่น 35.2 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร ส่วนตัวอย่างน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3 พบ *Ceratium* sp. หนาแน่น 0.2 $x10^6$ เซลล์ต่อลิตร

4. แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นในแต่ละตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 6 มี Nauplius หนาแน่น 14.8 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร รองลงมา คือ *Difflugia accuminata* หนาแน่น 12.6 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร ตัวอย่างที่ 7 มี *Tintinnopsis* sp. หนาแน่นถึง 25.2 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร รองลงมา คือ Nauplius ของ Copepodและกุ้ง พบหนาแน่น 21.4 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร และตัวอย่างที่ 11 มี *Leptocylindus* sp. หนาแน่น 6.8 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร ส่วนในตัวอย่างน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3 มี Nauplius ของ Copepod และกุ้ง หนาแน่น 3.7 $x10^3$ เซลล์ต่อลิตร

5. แพลงก์ตอนพืชสกุลที่พบน้อยในแต่ละตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 6 มี *Eucampia zodiacus*, *Odontella longicruris* และ *Ornithocercus quadratus* หนาแน่น 400 เซลล์ต่อลิตร

ตัวอย่างที่ 7 มี *Actinocyclus* sp., *Asteromphalus* sp., *Dictyocha* sp., *Epithermia* sp., *Planktoniella* sp., *Skeletonema* sp., *Surirella* sp. และ *Thalassiothrix* sp. หนาแน่น 200 เซลล์ต่อลิตร และตัวอย่างที่ 11 มี *Achnanthes* sp., *Anomoeoneis* sp., *Minidiscus* sp., *Coconeis* sp., *Cyclotella* sp., *Dictyocha* sp., *Dissodinium* sp., *Fragilaria* sp. และ *Raphisiopsis* sp. หนาแน่น 200 เซลล์ต่อลิตร ส่วนตัวอย่างน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3 มี *Hemiaulus* sp. และ *Peridinium* sp. หนาแน่น 100 เซลล์ต่อลิตร

6. แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบน้อยในแต่ละตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 6 พบ *Codonellopsis* sp. และ Tintinnid หนาแน่น 400 เซลล์ต่อลิตร ตัวอย่างที่ 7 พบ *Favella* sp. หนาแน่น 600 เซลล์ต่อลิตร และตัวอย่างที่ 11 พบ Tintinnid หนาแน่น 200 เซลล์ต่อลิตร ส่วนในตัวอย่างน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3 พบ Tintinnid หนาแน่น 200 เซลล์ต่อลิตร

7. จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำอับเฉาจากเรือเดินระหว่างประเทศทั้ง 11 ตัวอย่าง พบว่าอุณหภูมิน้ำในช่วง 27.2- 32.9 $^{\circ}$C โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.4 $^{\circ}$C ความเป็นกรด-ด่างของน้ำอยู่ในช่วง 6.78 - 8.52 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.96 ความเค็มของน้ำอยู่ในช่วง 0.1 - 33.9 ส่วนในพันส่วน โดยมีความเค็มเฉลี่ย 21.1 ส่วนในพันส่วน ในขณะที่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 1.20 - 8.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.30 มิลลิกรัมต่อลิตร และความต้านทานไฟฟ้าในช่วง 19.03 - 51.30 ms โดยมีค่าเฉลี่ย 33.65 ms

8. สกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉา 3 ตัวอย่าง เป็นสกุลเดียวกับที่พบในน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3 มีทั้งสิ้น 5 สกุล คือ *Ceratium* sp., *Chaetoceros* sp., *Coscinodiscus* sp., *Rhizosolenia* sp. และ *Ulothrix* sp. ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนกลุ่มสาหร่ายสีเขียว (*Ulothrix* sp.) กลุ่มไดอะตอม (*Chaetoceros* sp., *Coscinodiscus* sp., *Rhizosolenia* sp.) และกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (*Ceratium* sp.)

9. แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้ง 3 ตัวอย่างและน้ำทะเลบริเวณท่าเทียบเรือ B3 คือ Nauplius ของ Copepod และกุ้ง, Copepod, Tintinnid และ *Tintinnopsis* sp.

10. แพลงก์ตอนพืชที่พบในปริมาณสูงบริเวณปากแม่น้ำและอ่าวไทยตอน คือ กลุ่มไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลต แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น คือ Copepod ในขณะที่แพลงก์ตอนพืชที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉา คือ กลุ่มไดอะตอมมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มสาหร่ายสีเขียว และกลุ่มไดโนแฟลก เจลเลต แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น คือ Copepod และ Protozoa

11. แนวโน้มผลกระทบของแพลงก์ตอนที่เข้ามากับน้ำอับเฉาในประเทศไทยนั้น ยังไม่เห็นผลกระทบที่ชัดเจน เนื่องจากความหนาแน่นแพลงก์ตอนที่พบในตัวอย่างยังมีน้อย และแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นเป็นแพลงก์ตอนที่พบได้ทั่วไป รวมถึงในประเทศไทย เมื่อพิจารณาจำนวนเรือเดินระหว่างประเทศที่เข้ามาเทียบท่าเรือแหลมฉบังที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายชนิดพันธุ์อย่าง

ต่อเนื่อง ซึ่งหากไม่ได้ป้องกันและเตรียมแผนการรองรับปัญหาที่จะเกิดขึ้น ชนิดพันธุ์เหล่านั้นย่อมส่งผลกระทบต่อประเทศไทยได้ในที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ในประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลยืนยันที่แน่นอนว่าสิ่งมีชีวิตชนิดพันธุ์ท้องถิ่นมีอะไรบ้าง ทำให้จากการศึกษาข้อมูลแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ ต้องอาศัยการเทียบเคียงข้อมูลย้อนหลังจากผู้ที่เคยทำการศึกษาวิจัยมาแล้วตั้งแต่เมื่อ 30 กว่าปีก่อน และเปรียบเทียบข้อมูลแพลงก์ตอนในต่างประเทศ ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจเกิดการคลาดเคลื่อน

2. จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้เราทราบข้อมูลพื้นฐานของแพลงก์ตอนที่พบในประเทศไทยและที่พบในน้ำอับเฉา ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไปว่าแพลงก์ตอนที่พบนั้นมีโอกาสอยู่รอดในน้ำอับเฉาได้นานเพียงใด เมื่อมีการถ่ายน้ำในสิ่งแวดล้อม แพลงก์ตอนหรือตัวอ่อนของสัตว์จะมีโอกาสอยู่รอดและสามารถแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ ซึ่งในต่างประเทศได้มีการศึกษาอัตราการรอดชีวิตของแพลงก์ตอนในน้ำอับเฉา และเสนอแบบจำลองเพื่อประเมินความเสี่ยงของแพลงก์ตอนที่เป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นต่อสิ่งแวดล้อมนั้นๆได้ (MacIsaac *et al*., 2002)

3. จากการสอบถามข้อมูลลูกเรือเดินระหว่างประเทศ พบว่าในทางปฏิบัติประเทศไทยยังให้ความสำคัญกับการปล่อยสิ่งปฏิกูลต่างๆ เช่น น้ำทิ้ง น้ำมันหรือสิ่งที่ก่อให้เกิดมลภาวะในช่วงระยะเวลาสั้นๆได้อย่างชัดเจน ซึ่งยังไม่ครอบคลุมถึงการปล่อยน้ำอับเฉาที่อาจมีสิ่งมีชีวิตแปลกปลอมในต่างถิ่นติดมาด้วย ทำให้ยังเป็นช่องทางที่การถ่ายโอนสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นตั้งแต่สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอย่างแพลงก์ตอน ไปจนกระทั่งสัตว์มีกระดูกสันหลังยังเป็นไปได้สูง ในอนาคตจึงจำเป็นต้องส่งเสริมให้มีการศึกษาเรื่องนี้กันอย่างจริงจังเพื่อให้ทราบเส้นทางการเดินทางของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น ทั้งให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องตั้งแต่เรื่องระบบกฎหมายและมีระบบการจัดการดูแลที่เข้มงวดขึ้น เพื่อให้ผู้ปฏิบัติร่วมมือป้องกันอย่างจริงจังมากขึ้น (Chavanich, 2003)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมลทิพย์ ภูษิตกิตติคุณ. 2544. การกระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด. โครงการเสริมประสบการณ์การเรียนการสอน คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิตรา ตีระเมธี. 2536. การเปลี่ยนแปลงประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ บริเวณฝั่งทะเลภาคตะวันออก บริเวณแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี และบริเวณมาบตาพุด จังหวัดระยอง. เอกสารวิจัย เลขที่ 51/2536. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. 16 หน้า.

ท่าเรือแหลมฉบัง, กองแผนงาน. 2546. สถิติการดำเนินงานของท่าเรือแหลมฉบัง [on line]. มาจาก: http://www.lcp.pat.or.th/index_about_pri.htm.

บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2540. ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น: การควบคุมโดยชีววิธี. ใน บรรพต ณ ป้อมเพชร (บรรณาธิการ). รายงานการประชุมวิชาการชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในประเทศไทย :85- 98. 24- 26 ตุลาคม 2539. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพ.

ประยงค์ อัฒจักร. 2540. ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในประเทศไทย. วารสารสิ่งแวดล้อม. 2(7) (มกราคม- กุมภาพันธ์): 17-22.

ประยูร สุรตระกูล. 2537. การเปลี่ยนแปลงประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี. วารสารวาริชศาสตร์. 1(1): 67-71.

พรศิลป์ ผลพันธิน. 2530. อนุกรมวิธานและการกระจายของไดโนแฟลกเจลเลตในครอบครัว Dinophysiaceae, Gonyaulacaceae และ Peridiniaceae ในอ่าวไทย. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ละออศรี ตีระเตชา. 2524. แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2539. แพลงก์ตอนพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: 699 หน้า.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2541. แพลงก์ตอนสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: 787 หน้า.

ลิขิต ชูชิต, จำลอง โตอ่อน และเฉลิมชัย อยู่สำราญ. 2546. การเปลี่ยนแปลงประชากรแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ในช่วงปี 2544-2545. การประชุมทางวิชาการ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41. 3-7 กุมภาพันธ์ 2546.

วิชญา กันบัว. 2541. ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, สำนักงาน. ม.ป.ป. กองประสานงานจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กลุ่มงานทรัพยากรชีวภาพ. ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน. กรุงเทพมหานคร : กลุ่มงานทรัพยากรชีวภาพ กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.

ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง. 2541. แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง โดยเน้นกุ้งและปูวัยอ่อน. ปริญญาวิทยาปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สาธิต โกวิทวที, เนาวรัตน์ เอี่ยมสุโร และสมพงศ์ ดุลจินดาชบาพร. 2530. การเปลี่ยนแปลงประชากรแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก บริเวณแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี. ใน จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ (บรรณาธิการ). ประมวลการประชุมวิชาการทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ :312- 329. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สราวุธ หนองบัว. วิศวกร 4 กรมเจ้าท่า. สัมภาษณ์, 12 กุมภาพันธ์ 2545.

สุนีย์ สุวภีพันธ์. 2524. แพลงก์ตอนสัตว์ในอ่าวไทย. วารสารการประมง. ปีที่ 34 เล่มที่ 2 (มีนาคม): 201-217.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2523. ดัชนีความแตกต่างและความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วารสารการประมง. ปีที่ 33 เล่ม 3 (พฤษภาคม): 289- 302.

อุทิศ กุฎอินทร์. 2540. ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น. ใน บรรพต ณ ป้อมเพชร (บรรณาธิการ). รายงานการประชุมวิชาการชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในประเทศไทย :44-51. 24- 26 ตุลาคม 2539. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพ.

ภาษาอังกฤษ

Advisory committee on the marine environment. 2003. Report of the working group on introductions and transfers of marine organisms. International Council for the Exploration of the Sea. 26- 28 Mar. 2003. Vancouver, Canada.

Boonyapiwat, S. 1999. Distribution, abundance and species composition of phytoplankton in the South China Sea, area I: Gulf of Thailand and East coast of

Peninsular Malaysia. In: Proceedings of the first technical seminar on marine fishery resources survey in the South China Sea, area I: Gulf of Thailand and Peninsular Malaysia. Southeast Asian Fisheries Development Center: 111- 134. 24- 26 Nov. 1997. Bangkok, Thailand.

Carlton, J.T. 1995. Understanding marine biodiversity: A research agenda for the nation. National academy press, Washington, D.C. 128 pp.

Carlton, J.T. and Geller, 1993. Ecological Roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. Science. 261: 78 – 82.

Center for Aquatic Resource Studies. 2002. The Biological Resources Division. The U.S Geological Survey [on line]. Available from: http://nas.er.usgs.gov/zebra.mussel/docs/sp_account.html#HDR1. (2002, Sep 14)

Chavanich, S. 2003. Aquatic non-indigenous species: patterns and current status. Journal of Environmental Research. 25(2) : 75- 84.

Chu, K.H., Tam, P.H., Fung, C.H. and Chen, Q.C. 1997. A biological survey of ballast water in container ships entering Hong Kong. Hydrobiologia. 352(1): 201 – 206.

Coutts, A. D. M. 1999. Hull fouling as a modern vector for marine biological invasions: investigation of merchant vessels visiting northern Tasmania. Master's thesis. Faculty of Fisheries and Marine Environment, Australian Maritime College.

Forward, R. B. and Hettler, W. F. 1992. Effects of feeding and predator exposure on photoresponses during diel vertical migration of brine shrimp larvae. Limmology and Oceanography. 37(6): 1261- 1270.

Global ballast water management programme. International Maritime Organism [on line]. (2000). Available from: http://globallast.imo.org/index.asp?page=problem.htm&menu=true. [2003, Oct 10]

Gollasch, S., Dammer, M., Lenz, J. and Andres, H.G. 2000. Survival of tropical ballast water organisms during a cruise from the Indian Ocean to the North Sea. Journal of Plankton Research. 22: 923- 937.

Gollasch, S., Rosenthal, H., Botnen, H., Crncevic, M., Gilbert, M., Hamer, J., Hulsmann, N., Mauro, C., McCann, L., Minchin, D., Özturk, B., Robertson, M., Sutton, C. and Villac, M.C. 2003. Comparison of ship sampling techniques. In Raaymakers, S. (eds.) 1st International workshops on guidelines and standards on ballast water

sampling. Globallast monograph series no. 9. IMO, London: 156 pp. 7-11 Apr. 2003. Rio De Janeiro, Brazil.

Grosholz, E.D., Ruiz, M., Dean, C.A. and Shirley, K.A. 2000. The impacts of a nonindigenous marine predator in a California bay. Ecology. 81(5): 1206- 1224.

Hallegraeff, G.M. 1998. Transport of toxic dinoflagellates via ships' ballast water: bioeconomic risk assessment and efficacy of possible ballast water management strategies. Marine Ecology Progress Series, 168: 297- 309.

Hallegraeff, G.M. and Bolch, C.J. 1992. Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships' ballast water: implication for plankton biogeography and aquaculture. Journal of Plankton Research. 14: 1067 – 1084.

Hay, C.H. and Tanis, D. 1998. Mid-ocean ballast water exchange: procedures, effectiveness, and verification. Examination of efficiency of ballast water exchange practices and degree of ship compliance with NZ ballast-water mandatory controls and voluntary guidelines. Submitted to Ministry of Fisheries, New Zealand.

Hay, C.H., Handley, S.J., Dodgshun, T., Taylor, M. and Gibbs, W. 1997. Cawthorn's ballast water research programme final report 1996-97. Report to MAF Policy.

Hewitt, C.L. and Martin, R.B. 2001. Revised protocols for baseline port surveys for introduced marine species: survey design, sampling protocols and specimen handling. Centre for research on introduced marine pests. Technical report no. 22. CSIRO Marine research, Hobart, Australia: 46 pp.

Jenkins, D.G. and Underwood, M.O. 1998. Zooplankton may not disperse readily in wind, rain, or waterfowl. Hydrobiologia. 387/388: 15-21.

Jivaluk, J. 1999. Distribution, abundance and composition of zooplankton in the South China sea, area I: Gulf of Thailand and east coast of peninsular Malaysia. In: Proceeding of the first technical seminar on marine fishery resources survey in the South China sea, area I: Gulf of Thailand and east coast of peninsular Malaysia. Southeast Asian Fisheries Development Center: 256- 284. 24- 26 Nov. 1997. Bangkok, Thailand.

Johnson, L.E. and Carlton, J.T. 1996. Post-establishment spread in large-scale

invasions: dispersal mechanisms of the zebra mussel *Dreissema polymorpha.* Ecology. 77: 1686-1690.

Leam Chabang Port, Chonburi, Thailand [on line]. (n.d.). Available from: http://www.lcp.pat.or.th. [2002, Dec 13]

MacIsaac, H.J., Robbins, T.C. and Lewis, M.A. 2002. Modeling ships' ballast water as invasion threats to the Great Lakes. Canadian Journal Fishery Aquatic Science. 59: 1245-1256.

McCarthy, H.P. and Crowder, L.B. 2000. An overlooked scale of global transport: phytoplankton species richness in ships' ballast water. Biological Invasion. 2: 321- 322.

McCarthy, S.A. and Khambaty, F.M. 1994. International dissemination of epidemic *Vibrio cholerae* by cargo ship ballast and other nonpotable waters. Applied and environmental microbiology. 60(7): 2597- 2601.

Murphy, K.R., Ritz, D. and Hewitt, C.L. 2002. Heterogeneous zooplankton distribution in a ship's ballast tanks. Journal of Plankton Research. 24(7): 729- 734.

National Research Council. 1996. Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water. National academy press, Washington, D.C.141 pp.

North Pacific Ocean Atlas. Hort, Rinehart and Winston [on line]. (n.d.). Available from: http://go.hrw.com/atlas/norm_htm/npacific.htm. (2003, Dec 11)

O'Neill, Jr. C. R. 1997. Economic Impact of Zebra Mussels -- Results of the 1995 National Zebra Mussel Information Clearinghouse Study. Great Lakes Research Review. 3(1): 35 – 42.

Port of Brisbane Corporations. Queensland, Australia [on line]. (1999). Available from: http://www.portbris.com.au/environ/docs/ballas/ball4.htm. (2003, Oct 24)

Ricciardi, A. and Rasmussen, J.B. 1998. Predicting the identity and impact of future biological invaders: a priority for aquatic resource management. Canadian Journal Fishery Aquatic Science. 55: 1759 – 1765.

Ruiz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D. and Hines, A.H. 1997. Global invasion of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extend and consequences. American Zoologist. 37: 619 -630.

Schneider, D.W., Ellis, C.D. and Cummings, K.S. 1998. A transportation model assessment of the risk to native mussel communities from zebra mussel spread. Conversation Biology. 12(4): 788 -800.

Shiroto, A. 1966. The Plankton of south Vietnam. Japan. Overseas technical cooperation agency. 598 pp.

Strayer, D., Smith, L. and Hunter, D.1998. Effect of the zebra mussel (*Dreissena polymorph*) invasion on the macro benthos of the freshwater tidal Hudson River. Canadian Journal of Zoology. 76: 419-425.

Tomas, C.R. 1997. Identifying marine phytoplankton. U.S. Academic Press. 858 pp.

Walters, S. 1996. Ballast Water, Hull Fouling and Exotic Marine Organism Introductions via Ships - A Victorian Study. EPA [on line]. Available from: http://www.parliament.vic.gov.au/enrc/ballast/default.htm#TopOfPage. (2003, Oct 10)

Washington Sea Grant Program. 1998. Bio-invasions: Breaching Natural Barriers. A Washington Sea Grant Program Publication. University of Washington, Seattle. 19 pp.

Williamson, M. 1996. Biological invasions. UK. Chapman& Hall. 228 pp.

Yamaji, I. 1969. Illustration of the marine plankton of Japan. Japan. Hoikusha publishing Co.Ltd: 369 pp.

Yan, S.K. and Huang, Z.G. 1993. Biofouling of ships in Daya bay, China. In: The marine biology of the south china sea (ed. Morton, B.). Proceedings of the First International Conference on the marine biology of Hong Kong and the south China sea, Hong Kong. 28 Oct – 3 Nov. 1990. Hong Kong. Hong Kong University Press.

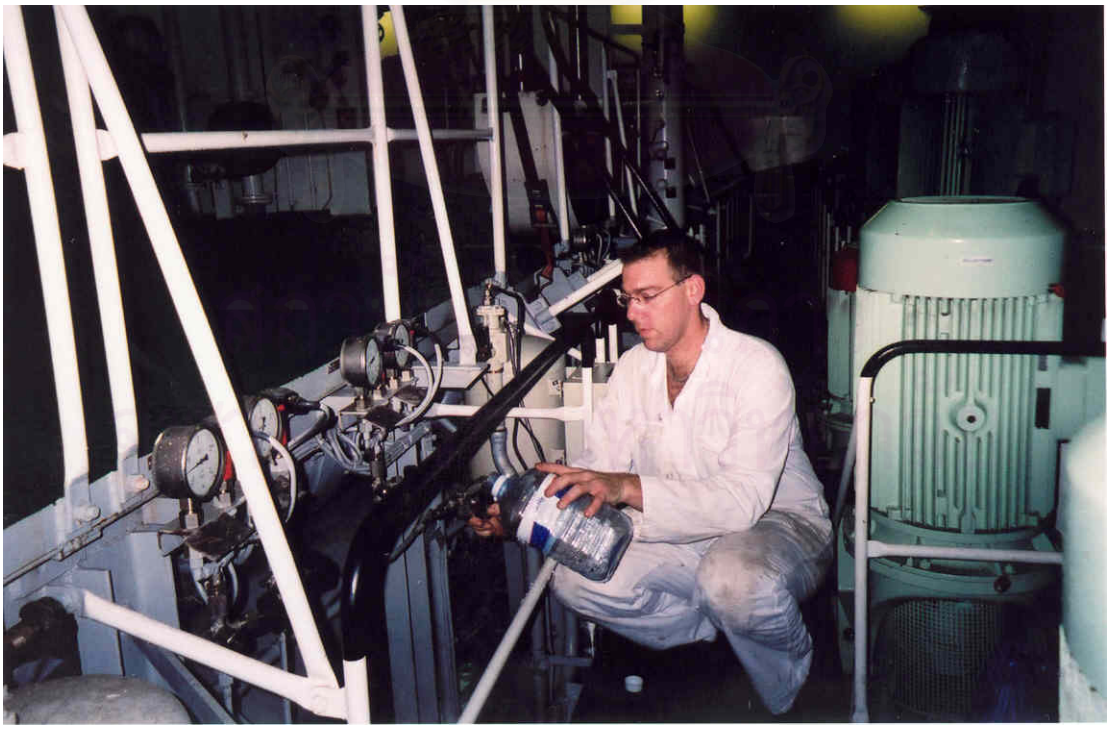
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การเก็บตัวอย่างน้ำอับเฉาจากส่วนท้องเรือเดินระหว่างประเทศ



ภาคผนวก ข

ตาราง ก แพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำอับเฉาจากเรือ M.V.JAVA BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 6) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณแหลมฉบัง

แพลงก์ตอนพืช	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Bacteriastrum delicatulum	-	-	74	30	70	34.8	34,800
Bacteriastrum spp.	-	18	92	30	78	43.6	43,600
Ceratium spp.	1,624	1,943	2,375	4,156	4,780	2,975.60	2,975,600
Chaetoceros curvisetus	-	225	64	8	24	64.2	64,200
Chaetoceros debilis	-	-	18	12	12	8.4	8,400
Chaetoceros diversus	-	26	45	40	50	32.2	32,200
Chaetoceros muelleri	-	-	8	-	-	1.6	1,600
Chaetoceros peruvianus	-	33	33	2	14	16.4	16,400
Chaetoceros socialis	*2*	2	6	-	-	2	2,000
Chaetoceros spp.	182	708	400	150	266	341.2	341,200
Closteriopsis longissima	38	14	-	-	-	10.4	10,400
Coscinodiscus sp.	94	37	27	48	76	56.4	56,400
Dactyliosolen phuketensis	-	3	14	-		3.4	3,400
Dinophysis caudata	40	11	16	42	66	35	35,000
Eucampia zodiacus	2	-	-	-	-	0.4	400
Geminella sp.	-	45	104	202	138	97.8	97,800
Golenkinia sp.	8	9	1	-	-	3.6	3,600
Gonyaulax sp.	-	3	4	28	20	11	11,000
Guinardia sp.	10	22	20	30	48	26	26,000
Hemiaulus sinensis	-	-	1	4	-	1	1,000
Laudaria sp.	4	-	13	24	14	11	11,000

ตาราง ก (ต่อ)

แพลงก์ตอนพืช	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Odontella longicruris	-	-	-	-	2	0.4	400
Ornithocercus quadratus	-	-	-	1	1	0.4	400
Planktoniella sp.	-	-	-	-	4	0.8	800
Protochrysis sp.	-	-	1	3	0	0.8	800
Protoperidium sp.	-	8	9	3	-	4.0	4,000
Pyrophacus horologium	1	2	3	-	-	1.2	1,200
Rhizosolenia spp.	-	6	-	12	22	8	800
Synedra acus	-	10	18	20	32	16	16,000
Thalassiothrix spp.	20	25	32	36	44	31.4	31,400
Ulothrix sp.	114	116	102	120	94	109.2	109,200
Total	2,139	3,266	3,480	5,001	5,855	3,948.2	3,941,000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำอับเฉาจากเรือ M.V.JAVA BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 6) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณแหลมฉบัง

แพลงก์ตอนสัตว์	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Codonellopsis sp.	1	-	-	-	1	0.4	400
Copepod	8	5	6	16	12	9.4	9,400
Difflugia accuminata	0	9	12	24	18	12.6	12,600
Nauplius	15	16	13	17	13	14.8	14,800
Ostracod	5	3	5	7	-	4	4,000
Tintinnid	1	-	-	-	1	0.4	400
Tintinnopsis spp.	5	5	1	4	9	4.8	4,800
Polydora ciliata	2	4				1.2	1,200
Total	37	42	37	68	54	47.6	47,600

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค แพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 7) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณประเทศญี่ปุ่น

แพลงก์ตอนพืช	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Actinocyclus octonarius	-	1	-	-	-	0.2	200
Asteromphalus elegans	-	1	-	-	-	0.2	200
Bacteriastrum elongatum	-	1	-	-	-	0.2	200
Bacteriastrum furcatum	-	1	-	-	-	0.2	200
Bacteriastrum spp.	-	2	-	4	2	1.6	1,600
Ceratium spp.	5,053	2,542	6,402	7,416	5,408	5,364.20	5,364,200
Chaetoceros affinis	-	-	-	2	-	0.4	400
Chaetoceros costatus	-	-	-	2	-	0.4	400
Chaetoceros curvisetus	10	-	-	2	2	2.8	2,800
Chaetoceros debilis	3	-	-	20	-	4.6	4,600
Chaetoceros decipiens	-	1	-	-	-	0.2	200
Chaetoceros diversus	17	9	10	-	34	14	14,000
Chaetoceros lorenzianus	-	4	-	-	-	0.8	800
Chaetoceros peruvianus	10	-	-	-	-	2	2,000
Chaetoceros spp.	40	14	10	26	36	25.2	25,200
Coscinodiscus asterromphalus	-	3	-	-	-	0.6	600
Coscinodiscus radiatus	-	4	-	-	-	0.8	800
Coscinodiscus sp.	3	7	18	18	24	14	14,000
Cyclotella sp.	-	-	4	-	-	0.8	800
Cyst*(Dinoflagellate)*	7	10	-	-	-	3.4	3,400
Detonula pumila	7	-	-	-	-	1.4	1,400
Dictyocha sp.	-	-	1	-	-	0.2	200

ตาราง ค (ต่อ)

แพลงก์ตอนพืช	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Dinophysis caudata	20	6	11	22	22	16.2	16,200
Epithermia alata	-	1	-	-	-	0.2	200
Geminella sp.	-	1	3	2	2	1.6	1,600
Guinardia sp.	-	-	1	12	-	2.6	2,600
Hemiaulus sinensis	-	1	-	-	-	0.2	200
Mastrogloia braunii	-	-	-	2		0.4	400
Mastrogloia sp.	-	-	1	2	-	0.6	600
Melosira sp.	7	1	1	-	4	2.6	2,600
Nitzshia sp.	-	-	-	-	4	0.8	800
Odontella mobiliensis	3	-	2	-	-	1	1,000
Oscillatoria sp.	-	2	-	14	4	4	4,000
Planktoniella sp	-	-	1	-	-	0.2	200
Protochrysis sp.	7	1	11	6	4	5.8	5,800
Protoperidinium grande	-	5	-	-	-	1	1,000
Protoperidinium oceanicum	-	1	-	-	-	0.2	200
Protoperidinium spp.	17	9	-	100	28	30.8	30,800
Protoperidinum curtipes	-	3	-	-	-	0.6	600
Pyrodinium sp.	-	7	-	-	-	1.4	1,400
Pyrophacus horologium	-	-	2	10	2	2.8	2,800
Rhizosolenia sp.	120	57	176	264	268	177	177,000
Skeletonema costatum	-	-	1	-	-	0.2	200
Surirella elegan	-	1	-	-	-	0.2	200

ตาราง ค (ต่อ)

แพลงก์ตอนพืช	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Thalassionema frauenfeldii	-	1	-	2	2	1	1,000
Thalassionema nitzshioides	3	-	1	-	2	1.2	1,200
Thalassiosira sp.	-	-	-	2	-	0.4	400
Thalassiothrix sp.	-	-	1	-	-	0.2	200
Ulothrix sp.	-	-	-	5	-	1	1,000
Total	5,327	2,697	6,657	7,933	5,848	5,692.4	5,692,400

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ง แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 7) ที่สูบน้ำอับเฉาบริเวณประเทศญี่ปุ่น

แพลงก์ตอนสัตว์	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Amphorellopsis acuta	-	2	-	-	-	0.4	400
Codonellopsis sp.	-	-	-	10	-	2	2,000
Copepod	-	-	14	6	6	5.2	5,200
Difflugia acuminata	-	-	-	22	16	7.6	7,600
Favella sp.	3	-	-	-	-	0.6	600
Leprotintinnus sp.	1	-	2	10	4	3.4	3,400
Nauplii	27	8	18	30	24	21.4	21,400
Tintinnid	-	5	5	-	-	2	2,000
Tintinnopsis bermudensis	-	-	31	-	-	6.2	6,200
Tintinnopsis cyclindriata	10	8	-	-	-	3.6	3,600
Tintinnopsis schotti	-	-	-	2	4	1.2	1,200
Tintinnopsis spp.	30	11	47	-	38	25.2	25,200
Tintinnopsis subacula	-	-	3	-	-	0.6	600
Tintinnopsis tubuosa	7	-	3	-	-	2	2,000
Tintinnopsis lindeni	3	-	10	-	-	2.6	2,600
Total	81	34	133	80	92	84	8,4000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง จ แพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 11) ที่สูบน้ำอับเฉาจากบริเวณท่าเรือโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

แพลงก์ตอนพืช	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Achnanthes maewensis	1	-	-	-	-	0.2	200
Anomoeoneis sp.	-	-	-	-	1	0.2	200
Arthrodesmus arcuatus	-	-	4	-	1	1	1,000
Biddulphia biddulphiana	-	2	-	-	-	0.4	400
Ceratium spp.	3	1	2	-	2	1.6	1,600
Chaetoceros diversus	-	-	-	-	1	0.2	200
Chaetoceros peruviannus	-	1	-	-	-	0.2	200
Chaetoceros tenuissimus	-	-	-	-	3	0.6	600
Chodatella subsalsa	12	16	16	19	7	14.0	14,000
Climacosphenia moniligera	-	-	6	-		1.2	1,200
Closterium sp.	-	9	-	-	-	1.8	1,800
Cocconeis sp.	1	-	-	-	-	0.2	200
Coscinodiscus spp.	9	10	10	-	10	7.8	7,800
Cyclotella stelligera	-	-	-	-	1	0.2	200
Dictyocha sp.	-	-	-	-	1	0.2	200
Dinobryon sp.	-	-	-	1	2	0.6	600
Dissodinium sp.	-	-	-	2	-	0.4	400
Fragilaria capucina	-	-	-	-	1	0.2	200
Geminella sp.	1	2	4	-	2	1.8	1,800
Guinardia striata	7	33	12	25	-	15.4	15,400
Leptocylindrus danicus	-	-	-	-	4	0.8	800

ตาราง จ (ต่อ)

แพลงก์ตอนพืช	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Leptocylindrus sp.	12	16	2	-	-	6	6,000
Mastrogloia sp.	-	-	-	-	5	1	1,000
Melosira sp.	-	1	-	-	19	4	4,000
Minidiscus trioculatua	-	1	-	-	-	0.2	200
Nuvicula sp.	-	-	2	-	-	0.4	400
Nitzschia closterium	-	-	-	-	3	0.6	600
Nitzschia spp.	2	-	2	-	11	3	3,000
Oscillatoria sp.	21	30	24	43	58	35.2	35,200
Pediastrum duplex	-	1	-	-	-	0.2	200
Pediastrum simplex	1	1	-	-	-	0.4	400
Pediastrum sp.	-	-	-	3	1	0.8	800
Peridinium sp.	-	4	-	-	35	7.8	7,800
Phacus longicauda	3	-	-	-	-	0.6	600
Phacus spp.	5	9	10	20	16	12	12,000
Pleurosigma sp.	-	-	2	-	-	0.4	400
Protochrysis sp.	-	-	-	2	-	0.4	400
Pyrodinium sp.	14	17	56	26	-	22.6	22,600
Pyrophacus horologium	-	-	-		2	0.4	400
Raphisiopsis mediterranea	-	-	-	-	1	0.2	200
Rhizosolenia spp.	-	-	-	-	6	1.2	1,200
Scenedesmus sp.	1	-	6	-	-	1.4	1,400
Selenastrum sp.	-	-	-	-	2	0.4	400

ตาราง จ (ต่อ)

แพลงก์ตอนพืช	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Spirulina sp.	9	8	12	-	9	7.6	7,600
Staurastrum paradoxum	-	1	4	4	3	2.4	2,400
Stombomonas gibberosa	-	-	14	3	5	4.4	4,400
Stombomonas sp.	-	5	18	8	14	9	9,000
Tetraedron sp.	-	-	2	3	-	1	1,000
Thalassionema nitzshioides	-	6	6	3	6	4.2	4,200
Thalassiosira sp.	9	12	4	-	-	5	5,000
Thalassiotrix sp.	2	-	2	-	8	2.4	2,400
Triceratium alternans	-	-	-	-	1	0.2	200
Ulothrix sp.	40	48	58	31	31	41.6	41,600
Total	153	234	278	193	272	226	226,000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ช แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำอับเฉาจากเรือ M.S.PERTH BRIGDE PANAMA (ตัวอย่างที่ 11) ที่สูบน้ำอับเฉาจากบริเวณท่าเรือโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

แพลงก์ตอนสัตว์	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Copepod	1	2	2	-	-	1	1,000
Favella sp.	-	-	2	-	-	0.4	400
Nauplius	3	-	-	1	-	0.8	800
Tintinnid	1	-	-	-	-	0.2	200
Tintinnopsis sp.	6	-	2	5	2	3	3,000
Total	11	2	6	6	2	5.4	5,400

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ซ แพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำตัวอย่างที่เก็บจากท่าเรือแหลมฉบังบริเวณท่าเทียบเรือ B3

แพลงก์ตอนพืช	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Bacteriastrum sp.	-	-	1	1	4	1.2	1200
Ceratium sp.	111	920	265	141	220	331.4	331,400
Chaetoceros curvisetus	-	-	1	-	-	0.2	200
Chaetoceros decipien	-	-	-	1	-	0.2	200
Chaetoceros diversus	1	4	1	2	-	1.6	1,600
Chaetoceros lacinosus	3	-	-	-	-	0.6	600
Chaetoceros lorenzianus	-	1	3	-	-	0.8	800
Chaetoceros peruvinus	1	-	-	-	-	0.2	200
Chaetoceros spp.	5	5	5	3	-	3.6	3,600
Coscinodiscus sp.	5	21	9	1	3	7.8	7,800
Cyst *(Dinoflagellate)*	-	-	2	-	-	0.4	400
Diatoma sp.	1	-	1	1	1	0.8	800
Dinophysis sp.	-	5	-	-	-	1	1000
Epithemia gigantea	-	2	-	-	-	0.4	400
Hemiaulus sp.	-	-	-	-	1	0.2	200
Melosira sp.	-	3	-	1	-	0.8	800
Odontella mobiliensis	1	-	1	-	-	0.4	400
Oscillatoria sp.	2	-	-	-	-	0.4	400
Protoperidinium sp.	-	1	-	4	-	1.0	1000
Protochrysis sp.	-	-	-	1	-	0.2	200
Pseudosolenia sp.	3	5	-	-	-	1.6	1600
Rhizosolenia sp.	10	7	12	9	3	8.2	8,200
Ulothrix sp.	2	-	-	-	-	0.4	400
Total	145	974	301	165	232	363.4	363,400

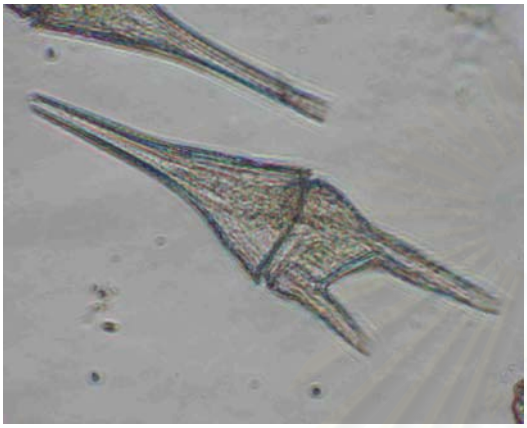
ตาราง ฎ แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำตัวอย่างที่เก็บจากท่าเรือแหลมฉบังบริเวณท่าเทียบเรือ B3

แพลงก์ตอนสัตว์	จำนวน(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)						จำนวน (เซลล์ต่อลิตร)
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
Codonellopsis americana	-	5	-	-	-	1	1000
Copepod	1	1	1	5	1	1.8	1,800
Difflugia acuminata	3	15	3	1	-	4.4	4,400
Favella sp.	1	4	-	1	-	1.2	1200
Leprotintinnus sp.	1	3	4	3	1	2.4	2,400
Nauplius	4	7	3	9	5	5.6	5,600
Tintinnid	-	2	-	-	-	0.4	400
Tintinnopsis cyclindriata	2	17	-	-	-	3.8	3,800
Tintinnopsis tubulosa	-	5	-	-	-	1	100
Tintinnopsis spp.	2	22	-	-	1	5	5,000
Total	14	81	11	19	8	26.6	26,600

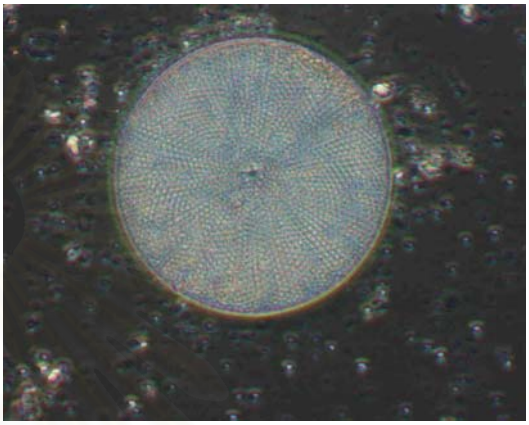
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

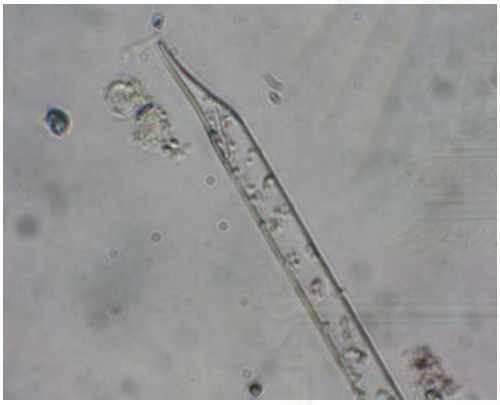
สกุลของแพลงก์ตอนพืชในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้ง 3 ตัวอย่างและในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3



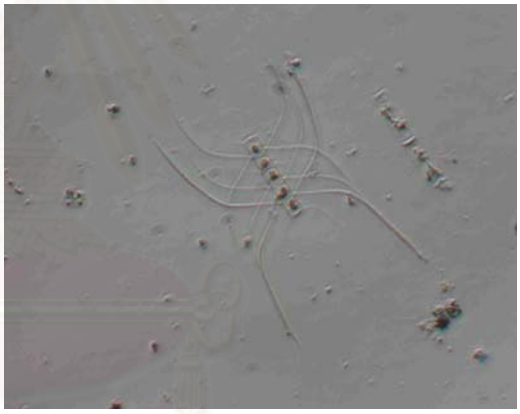
Ceratium sp.



Coscinodiscus sp.



Rhizosolenia sp.



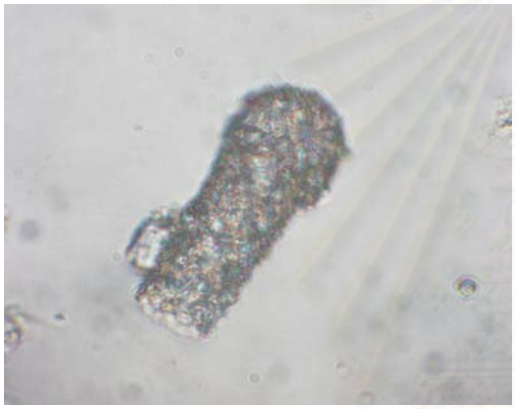
Chaetoceros sp.

Ulothrix sp.

แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่พบในตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้ง 3 ตัวอย่างและในน้ำทะเลท่าเทียบเรือ B3

Nauplius

Copepod



Tintinnopsis sp.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

Multiple Comparisons (Phytoplankton)

Dependent Variable: genus
Tukey HSD

(I) sample	(J) sample	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	.60000	2.32594	.994	-6.0546	7.2546
	3.00	-5.00000	2.32594	.180	-11.6546	1.6546
	4.00	8.80000(*)	2.32594	.008	2.1454	15.4546
2.00	1.00	-.60000	2.32594	.994	-7.2546	6.0546
	3.00	-5.60000	2.32594	.116	-12.2546	1.0546
	4.00	8.20000(*)	2.32594	.013	1.5454	14.8546
3.00	1.00	5.00000	2.32594	.180	-1.6546	11.6546
	2.00	5.60000	2.32594	.116	-1.0546	12.2546
	4.00	13.80000(*)	2.32594	.000	7.1454	20.4546
4.00	1.00	-8.80000(*)	2.32594	.008	-15.4546	-2.1454
	2.00	-8.20000(*)	2.32594	.013	-14.8546	-1.5454
	3.00	-13.80000(*)	2.32594	.000	-20.4546	-7.1454

* The mean difference is significant at the .05 level.

Multiple Comparisons (Zooplankton)

Dependent Variable: genus
Tukey HSD

(I) sample	(J) sample	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	1.00000	.76811	.575	-1.1976	3.1976
	3.00	3.60000(*)	.76811	.001	1.4024	5.7976
	4.00	.40000	.76811	.953	-1.7976	2.5976
2.00	1.00	-1.00000	.76811	.575	-3.1976	1.1976
	3.00	2.60000(*)	.76811	.018	.4024	4.7976
	4.00	-.60000	.76811	.862	-2.7976	1.5976
3.00	1.00	-3.60000(*)	.76811	.001	-5.7976	-1.4024
	2.00	-2.60000(*)	.76811	.018	-4.7976	-.4024
	4.00	-3.20000(*)	.76811	.004	-5.3976	-1.0024
4.00	1.00	-.40000	.76811	.953	-2.5976	1.7976
	2.00	.60000	.76811	.862	-1.5976	2.7976
	3.00	3.20000(*)	.76811	.004	1.0024	5.3976

* The mean difference is significant at the .05 level.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

รัตนาภรณ์ อาณาประโยชน์ เกิดเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2521 จบการศึกษาระดับมัธยมปลายที่โรงเรียนสตรีวิทยา จากนั้นจึงเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ภาควิชาชีวเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จนจบการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2543 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สหสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีเดียวกัน ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ได้รับทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัยและทบวงมหาวิทยาลัย และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทในปี พ.ศ. 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย