การหมุนเวียนภายในของคาร์บอนในอ่าวไทย

นางสาววลีรัตน์ มูสิกะสังข์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541
ISBN 974-332-356-2
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I18995242

INTERNAL CARBON CYCLING IN THE GULF OF THAILAND

Ms. Waleerat Musikasung

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Marine Science
Department of Marine Science
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1998

ISBN 974-332-356-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหมุนเวียนภายในของคาร์บอนในอ่าวไทย
โดย	นางสาว วลีรัตน์ มูสิกะสังข์
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สุดารา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วัฒยากร)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. จริยา บุญญวัฒน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลวรรณ อุทุมพฤกษ์พร)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

นางสาววลีรัตน์ มูสิกะสังข์ : การหมุนเวียนภายในของคาร์บอนในอ่าวไทย
(INTERNAL CARBON CYCLING IN THE GULF OF THAILAND)
อ. ที่ปรึกษา : ดร. อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, 108 หน้า ISBN 974-332-356-2

การศึกษาปริมาณผลผลิตขั้นต้นโดยใช้คาร์บอน-14 อนินทรีย์คาร์บอนรูปแบบต่างๆในน้ำทะเลด้วยวิธีคำนวณจาก pH กับอัลคาลินิตี้ และอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนด้วยวิธี การเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง จากบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ในเดือนกันยายน-ตุลาคม 2538 และเดือนตุลาคม 2539 พบว่าปริมาณของผลผลิตขั้นต้นในบริเวณที่ศึกษาอยู่ในช่วง 0.20-0.61 กรัมคาร์บอน/ตารางเมตร/วัน โดยพบค่าสูงที่บริเวณผิวน้ำและปริมาณจะลดลงตามความลึก แต่สำหรับสถานีห่างฝั่งที่มีการแบ่งชั้นของน้ำจะพบว่าค่าสูงสุดของผลผลิตขั้นต้น และคลอโรฟิลล์เอ จะสัมพันธ์กันกับชั้นเทอร์โมไคลน์

บริเวณตอนเหนือของอ่าว (เส้นรุ้งที่ 11-12 องศาเหนือ) มีค่าผลผลิตขั้นต้นสูงกว่าบริเวณอื่น การถ่ายเทคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศไปยังน้ำทะเลมีค่าสูงในบริเวณนี้ด้วย ฟลักซ์สุทธิของคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยของพื้นที่ที่ศึกษามีการถ่ายเทจากบรรยากาศลงสู่ทะเลในอัตรา 3.49 โมล/ตารางเมตร/ปี จากการคำนวณสมดุลมวลคาร์บอนในพื้นที่ที่ศึกษา ไม่ได้นำอินทรีย์คาร์บอนในน้ำมาพิจารณา และด้วยขบวนการทางฟิสิกส์ทำให้อนินทรีย์คาร์บอนถูกถ่ายเทจากบริเวณที่ศึกษาออกไปสู่ทะเลจีนใต้ 1.27E+11 โมล/ปี

สำหรับในตะกอน พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อยู่ในช่วง 0.15-1.28% โดยค่าสูงสุดพบที่บริเวณผิวหน้าตะกอน แล้วลดลงตามความลึกของชั้นท่อตะกอน และการกระจายของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ผิวตะกอน ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของผลผลิตขั้นต้นในน้ำ ยกเว้นที่สถานีใกล้เกาะพงันทางฝั่งตะวันตกของพื้นที่ที่ศึกษา นั้นพบมากซึ่งอาจจะเนื่องจากอิทธิพลของกระแสน้ำ

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต วลีรัตน์ มูสิกะสังข์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา
ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C826119 : MAJOR MARINE SCIENCE
KEY WORD:
CARBON CYCLE/ MASS BALANCE MODELLING/ GULF OF THAILAND

WALEERAT MUSIKASUNG : INTERNAL CARBON CYCLING IN THE GULF OF THAILAND. THESIS ADVISOR : ANOND SNIDVONGS, Ph.D.

108 pp. ISBN 974-332-356-2

Primary productivity by ^{14}C method, inorganic carbon estimation using pH and alkalinity, as well as organic carbon in sediment by high temperature combustion of the western Gulf of Thailand were studied in September-October 1995 and October 1996. Primary production was found in the range of 0.20-0.61 gC/m^2/day with the high value at the surface and decreasing with depth. However, where there was stratification in the offshore water column, the highest values of primary productivity and chlorophyll *a* were found near the thermocline level.

In the northern part of the western Gulf (latitude 11-12^0 N), primary productivity was higher than the other parts of the Gulf. The average flux of carbon dioxide from the atmosphere into surface water in the whole study was 3.49 mol/m^2/year. The carbon budget calculation, assuming no organic carbon contribution, revealed that dissolved inorganic carbon was exported by physical process to the South China Sea with the rate of 1.27E+11 mol/year.

Organic carbon content in the sediments was in the range of 0.15-1.28% usually with the highest value at the sediment surface and decreasing with depth in the core. Distribution of organic carbon in the surfical sediment appeared to be correlated with depth integrated primary production in the water column except at the station near Phangan Island in the western Gulf where high organic carbon was found, possibly a result of organic transport by water current.

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต Waleerat Musikasung

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Anond Snidvongs

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสำหรับการให้โอกาสในการศึกษาทางสมุทรศาสตร์เคมี และคำแนะนำทางด้านวิชาการ ตลอดจนการช่วยเหลือทุกอย่างในการศึกษาวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สุดารา, รองศาสตราจารย์ ดร.จริยา บุญญวัฒน์, รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วัฒยากร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลวรรณ อุทุมพฤกษ์พร คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ สำหรับคำแนะนำและการตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.มนุวดี หังสพฤกษ์ สำหรับคำแนะนำต่างๆ

ขอขอบพระคุณ Mr. Rik Wanninkhof, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S.A. สำหรับคำแนะนำเรื่องฟลักซ์คาร์บอนไดออกไซด์ และอนุเคราะห์เอกสารวิชาการที่ไม่ปรากฏในประเทศไทย และขอขอบพระคุณ Professor Keiichi Ohta, มหาวิทยาลัยนาโกยา ประเทศญี่ปุ่น สำหรับคำแนะนำเรื่องอินทรีย์คาร์บอน

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับทุนอุดหนุนโครงการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณขนิษฐา ศรีสุขสวัสดิ์ และคุณบุญสม พรเทพเกษมสันต์ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ สำหรับการอนุเคราะห์ข้อมูลอัตราการตกตะกอนในอ่าวไทย

ขอขอบคุณศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประเทศไทย ที่สนับสนุนการออกเก็บตัวอย่างในบริเวณอ่าวไทย และคุณเพ็ญจันทร์ โรจนอนวัช ที่อนุเคราะห์โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลออริจิน (Origin Version 4.1)

ขอขอบคุณสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำหรับการอนุเคราะห์โปรแกรม Seawatch 3D และคุณสมยศ หล่อวิทยากร สำหรับการช่วยเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ความเร็วลม รวมทั้งคุณระวีวรรณ นุชประมูล ที่อำนวยความสะดวกในการใช้โปรแกรม Seawatch 3D

ขอขอบคุณ อาจารย์ สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย และอาจารย์อนุกูล บูรณประทีปรัตน์, ภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับมิตรภาพและกำลังใจอันมากมาย

ขอขอบคุณ คุณสุดารัตน์ บุญญถิร, คุณภาสกร อินทะโชติ และคุณสุริยัณห์ สาระมูล ในการพิมพ์วิทยานิพนธ์

ขอกราบเท้าขอบพระคุณบิดาและมารดาของข้าพเจ้า สำหรับความช่วยเหลืออันสูงส่ง และกำลังใจอันสูงยิ่ง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ช
สารบัญรูปภาพ..... ฌ
บทที่
1. บทนำ..... 1
2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา..... 6
3. ผลการศึกษา..... 15
4. วิจารณ์ผลการศึกษา..... 48
5. สรุปผลการศึกษา..... 60
รายการอ้างอิง..... 62
ภาคผนวก..... 67
ประวัติผู้ศึกษา..... 108

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ผลผลิตขั้นต้นรวมทั้งหมด (Depth integrated primary production) บริเวณสถานีต่าง ๆ ในอ่าวไทยในระหว่างเดือนกันยายน-ตุลาคม 2538 ในหน่วย (กรัมคาร์บอน/ตารางเมตร/วัน).....20
2. การกระจายของอินทรีย์คาร์บอนในตะกอน (เปอร์เซ็นต์) ที่สถานีต่าง ๆ ของอ่าวไทยในระหว่างเดือนกันยายน-ตุลาคม 2538.....26
3. อินทรีย์คาร์บอนที่ผิวตะกอน (เปอร์เซ็นต์) ของกลุ่มสถานีใกล้ฝั่งและสถานีไกลฝั่ง.....27
4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอินทรีย์คาร์บอน ระหว่างสถานีใกล้ฝั่งกับสถานีไกลฝั่งโดยใช้การวิเคราะห์แบบมีปัจจัยเดียว (1-WAY ANOVA).....27
5. partial pressure ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวน้ำทะเล (μatm) ที่สถานีต่าง ๆ ของอ่าวไทยเดือนกันยายน-ตุลาคม2538.....30
6. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า partial pressure ของคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างกลุ่มสถานีทางเหนือกับสถานีทางใต้ โดยใช้การวิเคราะห์แบบมีปัจจัยเดียว (1-WAY ANOVA)..... 31
7. ฟลักซ์คาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิโมล/ตารางเมตร/ปี) ที่ถ่ายเทผ่าน ที่สถานีต่าง ๆ ของพื้นที่ที่ศึกษา กันยายน-ตุลาคม 2538..... 45
8. อัตราเร็วของกระบวนการต่าง ๆ ของคาร์บอนในพื้นที่ที่ศึกษา.....46
9. ผลผลิตขั้นต้นที่พบในบริเวณเอสทูรี.....47
10. ฟลักซ์คาร์บอนไดออกไซด์ในสถานที่ต่าง ๆ ในหน่วย mol/m^2/yr.....55

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1. สถานีเก็บตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดิน.....6
2. ปริมาณผลผลิตขั้นต้นในน้ำที่วัดได้ (มิลลิกรัมคาร์บอน/ลูกบาศก์เมตร/วัน) ที่สถานีที่ 5, 15, 21, 27 และ 35 ในเดือนตุลาคม 2539.....15
3. สมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับความลึกของพื้นที่ที่ศึกษาเดือนกันยายน-ตุลาคม 2538 โดยแบ่งเป็น 2 สมการ ที่ระดับความลึกน้ำ 40 เมตร.....16
4. สมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลาของพื้นที่ที่ศึกษาในระหว่างเดือนกันยายน-ตุลาคม 2538 โดยแบ่งเป็น 2 สมการ ที่เวลา 12:00 น.....17
5. สมการความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของผลผลิตขั้นต้นกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอต่อความเข้มแสง ของอ่าวไทยในระหว่างเดือนกันยายน-ตุลาคม 2538.....18
6. ผลผลิตขั้นต้นรวมทั้งหมดของอ่าวไทยในระหว่างเดือนกันยายน-ตุลาคม 2538.....19
7. ผลผลิตขั้นต้นทั้งหมดของอ่าวไทย (มิลลิกรัมคาร์บอน/ลูกบาศก์เมตร/วัน) ระหว่างเดือนกันยายน-ตุลาคม 2538.....22
8. อินทรีย์คาร์บอนที่ผิวตะกอน (เปอร์เซ็นต์) บริเวณพื้นที่ที่ศึกษา กันยายน-ตุลาคม 2538.....25
9. อินทรีย์คาร์บอนในตะกอน (%) เดือนกันยายน-ตุลาคม 2538.....28
10. ระดับ partial pressure คาร์บอนไดออกไซด์ (pCO_2) ที่ผิวน้ำทะเล (μatm) บริเวณพื้นทีที่ศึกษา กันยายน-ตุลาคม 2538.....29
11. Partial pressure ของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำทะเล (μatm) เดือนกันยายน-ตุลาคม 2538..... 32
12. ปริมาณไบคาร์บอเนต (มิลลิโมล/ลิตร) ทีผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา กันยายน-ตุลาคม 2538.....34
13. สารละลายไบคาร์บอเนตในน้ำทะเล (mmol/l) เดือนกันยายน-ตุลาคม 2538.....35
14. ปริมาณคาร์บอเนต (มิลลิโมล/ลิตร) ที่ผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา กันยายน-ตุลาคม 2538.....37
15. สารละลายคาร์บอเนตในน้ำทะเล (mmol/l) เดือนกันยายน-ตุลาคม 2538.....38
16. ปริมาณอนินทรีย์คาร์บอนละลายน้ำ (มิลลิโมล/ลิตร) ที่ผิวน้ำทะเล บริเวณพื้นที่ที่ศึกษา กันยายน-ตุลาคม 2538.....40
17. อนินทรีย์คาร์บอนละลายน้ำ (mmol/l) เดือนกันยายน-ตุลาคม 2538.....41
18. ความเร็วลม (เมตร/วินาที) บริเวณ พื้นที่ที่ศึกษากันยายน-ตุลาคม 2538

เหนือผิวหน้าน้ำทะเล 10 เมตรโดยใช้ข้อมูลลม Weather Chart ที่ 600 เมตร มาคำนวณโดยใช้โปรแกรม Seawatch 3D จะได้เป็นความเร็วลมที่สถานีนั้น และเป็นเวลาเดียวกับขณะเก็บตัวอย่าง.....43
19. ฟลักซ์คาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถ่ายเทบริเวณผิวน้ำทะเลในพื้นที่ที่ศึกษา กันยายน-ตุลาคม 2538 (มิลลิโมล/ตารางเมตร/วัน).....44
20. การหมุนเวียนของคาร์บอนภายในอ่าวไทย โดยใช้ข้อมูลลมเดือนกันยายน-ตุลาคม พ.ศ. 2538 ช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....47
21. การกระจายในแนวดิ่งของความเข้มแสง (ลักซ์), คลอโรฟิลด์เอ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร/วัน) ที่สถานีที่ 39 เดือนกันยายน 2538 เวลา 10:50 น.....49
22. การกระจายในแนวดิ่งของความเข้มแสง (ลักซ์), คลอโรฟิลด์เอ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร/วัน) ที่สถานีที่ 43 เดือนกันยายน 2538 เวลา 14:00 น.....49
23. การกระจายในแนวดิ่งของความเข้มแสง (ลักซ์), คลอโรฟิลด์เอ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร/วัน) ที่สถานีที่ 6 เดือนกันยายน 2538 เวลา 11:20 น..... 50
24. การกระจายในแนวดิ่งของความเข้มแสง (ลักซ์), คลอโรฟิลด์เอ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร/วัน) ที่สถานีที่ 35 เดือนกันยายน 2538 เวลา 13:00 น.....50
25. ความสัมพันธ์ของผลผลิตขั้นต้นรวมในน้ำและอินทรีย์คาร์บอนในตะกอน.....54
26. ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์ของคาร์บอนไดออกไซด์และความเร็วลมในพื้นที่ที่ศึกษา เดือนกันยายน-ตุลาคม 2538.....57