

การแปรผันความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ ($p\text{CO}_2$) ในอ่าวไทยตอนใน

ประนิตตา เฟ็งจิว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

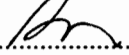
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

พฤษภาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ประนิดดา เฟ็งจิว ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.ถนอมศักดิ์ บุญภักดี)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล จริตकर)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตตา บุญภักดี)

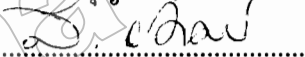
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต)

.....กรรมการ

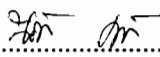
(ดร.ถนอมศักดิ์ บุญภักดี)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล จริตकर)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตตา บุญภักดี)

.....กรรมการ

(ดร.นรินทร์รัตน์ คงจันทร์ตรี)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)

วันที่ 19 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2555

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม
พิชิตวิทยาและการบริหารจัดการสารเคมี ประจำปีการศึกษา 2552

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่ง จาก ดร.ถนอมศักดิ์ บุญภักดี อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมถวิล จริตควร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูตา บุญภักดี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ทำให้วิทยานิพนธ์นี้ถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.นรินทร์รัตน์ คงจันทร์ตรี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมพิษวิทยา และการบริหารจัดการสารเคมี จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณสถานีอุตุนิคมวิทยาเกาะสีชัง และกรมชลประทานที่เอื้อเฟื้อข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณนายสันติ บุญขวัญ และนางสาวศิริพรเพ็ญ อ่อนปานกุล ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลบางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ และโครงการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำเรือสำรวจวิจัยเกษตรศาสตร์1 ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม

ขอขอบคุณนางสาวน้ำทิพย์ บุญขวาง นายสันติ บุญขวัญ นางสาวศิริพร อ่อนปานกุล นางสาวณัทธมน สุทร โสม และนางสาวนิตยา เกิดแก้ว ที่ช่วยเก็บตัวอย่างอย่างแข็งขัน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งญาติพี่น้องที่เป็นกำลังใจสำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแด่ บุษภารี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ประนิตดา เพ็งจิว

52910159: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: อ่าวไทยตอนใน/ ความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์/ ฟลักซ์ของ
คาร์บอนไดออกไซด์

ประณิตดา เพ็งจิว: การแปรผันความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ ($p\text{CO}_2$) ในอ่าวไทย
ตอนใน (VARIATIONS OF PARTIAL PRESSURE CARBON DIOXIDE IN THE INNER
GULF OF THAILAND) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ถนอมศักดิ์ บุญภักดี, D.Agr.Sc.,
สมถวิล จริตควร, Ph.D., ชูตา บุญภักดี, Ph.D. 62 หน้า. ปี พ.ศ. 2555.

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในอ่าวไทยตอนใน ทั้งหมด 22 สถานี ในระหว่างเดือนสิงหาคม
2552 ถึงเดือนมีนาคม 2554 รวม 5 ครั้ง เพื่อศึกษาการแปรผันความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์
($p\text{CO}_2$) โดยคำนวณ $p\text{CO}_2$ จาก pH อุณหภูมิ ความเค็ม และสภาพต่างทั้งหมด พบว่า $p\text{CO}_2$ ที่ระดับ
ผิวน้ำทะเลของอ่าวไทยตอนในมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในช่วง 103.7-270.3 μatm ในฤดูแล้ง
(20-24 มีนาคม 2553 และ 1-5 มีนาคม 2554) และ 49.2-590.1 μatm ในฤดูฝน (30 สิงหาคม-
3 กันยายน 2552, 18-22 พฤศจิกายน 2552 และ 7-11 กันยายน 2553) และในพื้นที่ใกล้ชายฝั่งจะมี
 $p\text{CO}_2$ ($177.2 \pm 85.3 \mu\text{atm}$) สูงกว่าบริเวณที่ห่างฝั่ง ($149.5 \pm 50.7 \mu\text{atm}$) และอ่าวไทยตอนในเป็นแหล่ง
ดูดซับ CO_2 จากบรรยากาศ โดยมีการถ่ายเท CO_2 จากบรรยากาศลงสู่อ่าวไทยตอนใน ในอัตรา
 -49.65×10^3 ตัน/ปี (-0.12 โมล/ตารางเมตร/ปี)

52910159: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc.

(ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: INNER GULF OF THAILAND/ PARTIAL PRESSURE OF CO₂ (*p*CO₂)/
FLUXES OF CO₂

PRANITDA PENG-NGEIW: VARIATIONS OF PARTIAL PRESSURE CARBON
DIOXIDE IN THE INNER GULF OF THAILAND. ADVISORY COMMITTEE:
THANOMSAK BOONPHAKDEE, D.Agr.Sc., SOMTHAWIN JARITKHUAN, Ph.D., CHUTA
BOONPHAKDEE, Ph.D. 62 P. 2012.

Water samplings taken from 22 stations in the Inner Gulf of Thailand were performed totally 5 times from August 2009 to March 2011 to investigate variation of partial pressure carbon dioxide (*p*CO₂). Salinity, temperature, pH and total alkalinity were used to calculate values of *p*CO₂. Sea surface *p*CO₂ in the dry season (20-24 March 2010 and 1-5 March 2011) varied from 103.7 to 270.3 μatm while those values of the wet season (30 August- 3 September 2009, 18-22 November 2009 and 7-11 September 2010) showed wider range from 49.2 to 590.1 μatm. The values of *p*CO₂ were higher (177.2±85.3 μatm) in nearshore and rivermouth stations than those in offshore stations (149.5±50.7 μatm). It can be concluded that the Inner Gulf of Thailand serves as a sink for atmospheric CO₂. The net flux of CO₂ in the Inner Gulf of Thailand was estimated as an ocean uptake of -49.65×10³ tons of carbon per year (-0.12 mol/m²/year).

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 วัฏจักรคาร์บอน.....	3
2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำ.....	4
2.3 ความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์.....	7
2.4 การแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างมหาสมุทรกับบรรยากาศ.....	8
2.5 ความเป็นค่า.....	10
2.6 อ่าวไทยตอนใน.....	11
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
3.1 พื้นที่ศึกษา.....	16
3.2 ระยะเวลาที่ดำเนินการศึกษา.....	16
3.3 อุปกรณ์และสารเคมี.....	17
3.4 วิธีการเก็บตัวอย่าง.....	17

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.5 การวิเคราะห์สภาพค่างทั้งหมด.....	18
3.6 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์.....	18
3.7 วิธีคำนวณฟลักซ์สุทธิของคาร์บอนไดออกไซด์.....	19
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	20
4 ผลการวิจัย.....	21
4.1 ปริมาณน้ำท่า.....	21
4.2 คุณภาพน้ำ.....	23
4.3 $p\text{CO}_2$ ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	27
4.4 การเปลี่ยนแปลงตามความลึกของ $p\text{CO}_2$ ในอ่าวไทยตอนใน.....	29
4.5 ฟลักซ์ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	31
4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	33
5 อภิปรายและสรุปผล.....	34
5.1 คุณภาพน้ำ.....	34
5.2 $p\text{CO}_2$ ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	35
5.3 การเปลี่ยนแปลงตามความลึกของ $p\text{CO}_2$ ในอ่าวไทยตอนใน.....	39
5.4 ฟลักซ์ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	42
5.5 ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในอ่าวไทยตอนใน.....	43
5.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	46
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	47
5.8 ข้อเสนอแนะ.....	47
บรรณานุกรม.....	48
ภาคผนวก.....	54
ผลงานเผยแพร่วิชาการจากงานวิจัย.....	55
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4-1 ฤดูกาล และช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในอ่าวไทยตอนใน.....	22
4-2 คุณภาพน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	24
4-3 $p\text{CO}_2$ ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	27
4-4 ฟลักซ์สุทธิของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	31

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 วัฏจักรคาร์บอนและปริมาณการเคลื่อนย้ายคาร์บอนในธรรมชาติ.....	4
2-2 คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำ ในรูปของกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และคาร์บอเนต (CO_3^{2-})	5
2-3 การหมุนเวียนของคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ในน้ำทะเล.....	6
2-4 การแพร่ของคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศสู่น้ำ.....	8
2-5 การเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ.....	9
2-6 การแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างมหาสมุทรกับบรรยากาศ.....	10
2-7 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH, Dissolved CO_2 , CO_3^{2-} (คาร์บอเนต) และ HCO_3^- (ไบคาร์บอเนต) ในน้ำทะเล	11
2-8 แผนที่อ่าวไทยตอนใน.....	12
3-1 แผนที่และจุดเก็บตัวอย่างในอ่าวไทยตอนใน.....	16
4-1 ปริมาณน้ำท่ารวมที่ไหลลงสู่อ่าวไทยตอนใน.....	22
4-2 ความเค็มที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	25
4-3 สภาพต่างทั้งหมดที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	26
4-4 pCO_2 ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	28
4-5 จุดเก็บตัวอย่างที่ใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงตามความลึกของ pCO_2 ในน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	29
4-6 การเปลี่ยนแปลงตามความลึกของ pCO_2 ในอ่าวไทยตอนใน.....	30
4-7 ฟลักซ์สุทธิของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	32
5-1 pCO_2 ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	38
5-2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และ pCO_2 ของน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	41
5-3 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศในบริเวณชายฝั่งทะเลของทวีปยุโรป ทะเล Aegean ชายฝั่งทะเลของอลาสกา ชายฝั่งทะเลตะวันตกของแคนาดา และอ่าวไทยตอนใน.....	44
5-4 ความสัมพันธ์ระหว่าง pCO_2 และฟลักซ์ของ CO_2 ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	45
5-5 ความสัมพันธ์ระหว่าง pCO_2 และ pH ที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนใน.....	46