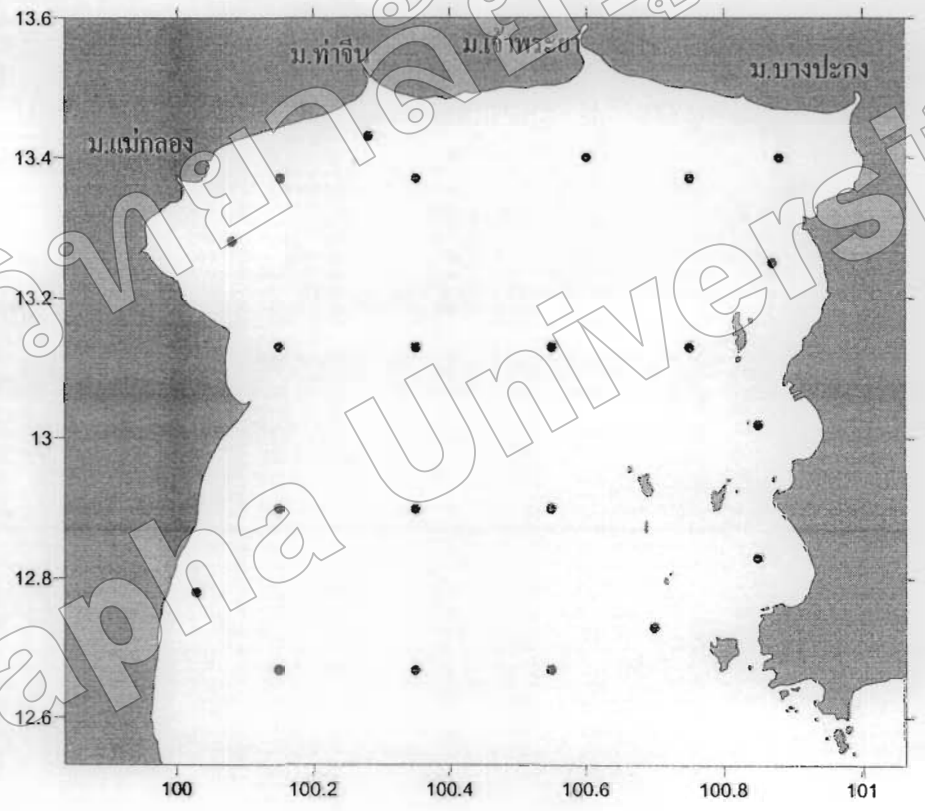
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

ศึกษาการแปรผันความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ (pCO_2) ในอ่าวไทยตอนใน โดยเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 22 สถานี ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แผนที่และจุดเก็บตัวอย่าง (•) ในอ่าวไทยตอนใน

3.2 ระยะเวลาที่ดำเนินการศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 ครั้ง ได้แก่ ระหว่างวันที่ 30 สิงหาคม-3 กันยายน 2552, 18-22 พฤศจิกายน 2552, 20-24 มีนาคม 2553, 7-11 กันยายน 2553 และ 1-5 มีนาคม 2554 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.3 อุปกรณ์และสารเคมี

3.3.1 อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่าง

3.3.1.1 กระบอกเก็บน้ำ (Van Dorn Water Sampler)

3.3.1.2 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.3.2.1 เครื่องวัดคุณภาพน้ำ Multi-Parameter Probes (YSI Sonde v6600)

3.3.2.2 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง pH Meter (HANNA; HI 98185)

3.3.2.3 เครื่องไทเทรตแบบจอแสดงผล (Digital Titrator)

3.3.2.4 ปิเปตแบบอัตโนมัติ (Auto Pipette)

3.3.2.5 ปั๊มสูญญากาศ (Suction Pump)

3.3.2.6 ปากคีบ (Stainless Steel Forceps)

3.3.2.7 กระดาษกรองใยแก้ว GF/F

3.3.3 อุปกรณ์เครื่องแก้วพื้นฐาน เช่น บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ ขวดปรับปริมาตร กระบอกตวง และ ฯลฯ

3.3.4 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.3.4.1 น้ำกลั่นปราศจากไอออน (Deionization Water)

3.3.4.2 กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล

3.4 วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 22 สถานี แต่ละสถานีเก็บน้ำที่ 5 ระดับความลึกจากผิวน้ำ คือ 0.5, 2, 5 และ 10 เมตร และที่ระดับความลึกเหนือพื้นท้องทะเล 1 เมตร โดยใช้กระบอกเก็บน้ำ (Water Sampler) แบบ Van Dorn ความจุ 5 ลิตร พร้อมทั้งตรวจวัดพารามิเตอร์น้ำ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH Meter (HANNA; HI 98185), อุณหภูมิ และความเค็ม โดยใช้ Multi- Parameter Probes (YSI Sonde v6600) หลังจากนั้นทำการกรองน้ำตัวอย่างผ่านกระดาษกรองใยแก้ว GF/F เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสภาพด่างทั้งหมด (Total Alkalinity) ความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ และฟลักซ์สุทธิของคาร์บอนไดออกไซด์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.5 การวิเคราะห์สภาพด่างทั้งหมด (Total Alkalinity) โดยวิธี potentiometric titration

สภาพด่างทั้งหมดหาได้จากการนำน้ำทะเลตัวอย่างที่ผ่านการกรองมาไทเทรตด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล (N) โดยใช้การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำตัวอย่างเป็นตัวบอกจุดยุติ (Souza, Gomes, Freitas, Andrade, & Knoppers, 2009) ซึ่งจุดยุติของการไทเทรตอยู่ที่ความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 4.5 ที่ความเป็นกรด-ด่างนี้ คาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตจะเปลี่ยนเป็นกรดคาร์บอนิก ดังสมการ (Strickland & Parsons, 1977)

$$CO_3^{2-} + H^+ \longrightarrow HCO_3^- \quad (pH\ 8.3)$$

$$HCO_3^- + H^+ \longrightarrow H_2CO_3 \quad (pH\ 4.5)$$

สภาพด่างทั้งหมดสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$TA = (Vt \times N \times 50{,}000)/Vs$$

TA หมายถึง สภาพด่างทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

Vt หมายถึง ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

N หมายถึง ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรต (นอร์มอล)

Vs หมายถึง ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

3.6 การวิเคราะห์ความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ (Partial Pressure of CO_2; pCO_2) (Lewis & Wallace, 1998)

pCO_2 คำนวณได้จากค่าสภาพด่างทั้งหมด ความเค็ม อุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CO_2sys ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก http://cdiac.ornl.gov/

หลักการทำงานของโปรแกรม CO_2sys คือประมวลผลข้อมูลโดยอาศัยหลักการความสัมพันธ์ที่ pCO_2 ในน้ำทะเลจะแปรผันตามอุณหภูมิ และแปรผกผันกับสภาพด่างทั้งหมด ความเค็ม และความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำทะเล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.7 วิธีคำนวณฟลักซ์สุทธิของคาร์บอนไดออกไซด์ (Net Flux of CO_2; *F*) (Weiss, 1974)

ฟลักซ์สุทธิของ CO_2 สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$F = k \times K_H \times \Delta pCO_2$$

F หมายถึง ฟลักซ์สุทธิของ CO_2 (มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวัน)

k หมายถึง Transfer Velocity ของ CO_2 (เซนติเมตรต่อชั่วโมง): ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (Wanninkhof & McGillis, 1999)

$$k = 0.31(W_{10})^2(Sc/660)^{-0.5}$$

W_{10} หมายถึง ความเร็วลม (Wind Speed) วัดที่ระดับความสูงเหนือน้ำทะเลปานกลาง 10 เมตร (เมตรต่อวินาที); ใช้ข้อมูลจากการตรวจวัด ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาเกาะสีชัง จ.ชลบุรี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554)

Sc หมายถึง Schmidt Number ของ CO_2 และน้ำ; มีค่าเท่ากับ 410 (Isidoro-Martinez, 2010)

K_H หมายถึง solubility ของ CO_2 ในน้ำทะเล (โมลต่อกิโลกรัมต่อ atm)

ΔpCO_2 หมายถึง ผลต่างของ pCO_2 ที่ผิวน้ำทะเลกับ pCO_2 ในบรรยากาศ (โมลต่อกิโลกรัมต่อ atm)

<u>หมายเหตุ</u> เนื่องจากไม่มีการศึกษาปริมาณ pCO_2 ในบรรยากาศของอ่าวไทยตอนใน รวมถึงพื้นที่ใกล้เคียงในเขตอินโดแปซิฟิก (Indo-Pacific) ยกเว้นการศึกษาของ Zhai et al. (2005) ที่รายงาน pCO_2 ในตอนเหนือของทะเลจีนใต้ ว่ามีค่าเท่ากับ 360 µatm จึงนำค่าดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณครั้งนี้

ผลที่ได้จากการคำนวณฟลักซ์สุทธิของ CO_2 กรณีที่มีค่าเป็นบวกแสดงว่าแหล่งน้ำนั้นเป็นแหล่งปลดปล่อย CO_2 ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นหมายถึงปริมาณของ CO_2 ที่แพร่จากแหล่งน้ำออกสู่บรรยากาศ ในทางตรงกันข้ามถ้ามีค่าเป็นลบ แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นเป็นแหล่งดูดซับ CO_2 ค่าที่ได้จากการคำนวณจะหมายถึงปริมาณของ CO_2 ในบรรยากาศที่แพร่ลงสู่แหล่งน้ำ จากนั้นคำนวณฟลักซ์สุทธิของ CO_2 ในบริเวณอ่าวไทยตอนใน โดยนำค่าฟลักซ์สุทธิมาเทียบกับพื้นที่ผิวหน้าน้ำทะเล (8,966 ตารางกิโลเมตร) ซึ่งคำนวณจากแผนที่กรมอุทกศาสตร์ (2547)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.8.1 ทำการทดสอบความแตกต่างของ pCO_2 ในแต่ละฤดูกาลที่ทำการศึกษา โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of Variance: ANOVA) พร้อมทั้งทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วย One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

3.8.2 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ความเค็ม สภาพด่างทั้งหมด และผลผลิตขั้นต้น (สันติ บุญขวัญ; ยังไม่เผยแพร่) กับ pCO_2 ในน้ำทะเลด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University