4

แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทย

นาย สมชาย ศรีปัญญาวิชญ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-569-627-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15666

MATHEMATICAL MODEL OF WIND-DRIVEN CIRCULATION IN THE GULF OF THAILAND

Mr. Somchai Sripunyawitchya

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Marine Science

Graduate School

Chulalongkorn University

ISBN 974-569-627-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทย

MATHEMATICAL MODEL OF WIND-DRIVEN CIRCULATION IN THE GULF OF THAILAND

โดย นายสมชาย ศรีปัญญาวิชญ์

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ เจษฎา จิราภรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เจษฎา จิราภรณ์)

.... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ อัปสรสุดา ศิริพงศ์)

.... กรรมการ

(ดร.วิไลวรรณ อุทุมพฤกษ์พร)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมชาย ศรีปัญญาวิชญ์ : แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทย (MATHEMATICAL MODEL OF WIND-DRIVEN CIRCULATION IN THE GULF OF THAILAND) อ.ที่ปรึกษา : อาจารย์เจษฎา จิราภรณ์, 115 หน้า.

แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทยในวิจัยนี้ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำนายโครงสร้างของการไหลเวียนใน 3 มิติ ของน้ำที่เกิดจากลม และแสดงการแพร่กระจายตัวของความเค็มจากน้ำที่ไหลออกจากแม่น้ำสายต่างๆบริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยวิธีการทางคณิตศาสตร์แบบไฟไนท์ดิฟเฟอร์เรนท์ (Finite Different)

ผลลัพธ์จากการประมวลผลพบว่า การไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทย เป็นลักษณะแบบเข้าและออกในระดับที่ต่างกัน ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีการไหลของน้ำเข้าทางด้านบนและออกทางด้านล่าง และช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีการไหลของน้ำออกทางด้านบนและเข้าทางด้านล่าง โดยกระแสน้ำมีการเบี่ยงเบนไปจากทิศทางของกระแสลมเล็กน้อย ความแตกต่างของการแพร่กระจายตัวของความเค็มในช่วงมรสุมทั้งสองฤดูมีเพียงเล็กน้อย

SOMCHAI SRIPUNYAWITCHYA : MATHEMATICAL MODEL OF WIND-DRIVEN CIRCULATION IN THE GULF OF THAILAND. THESIS ADVISOR : MR.JESADA JIRAPORN,M.E. 115 PP.

A three dimensional computer model of wind-driven circulation in the Gulf of Thailand was developed for predicting current and salinity.

It is found that the circulation is in the form of vertical Circulation or exchange of surface and bottom watermass. During the southwest monsoon, the surface current follows the wind direction into the Gulf while the bottom current goes in the opposite direction. During the northeast monsoon, the surface current flows out of the Gulf while the bottom current flows into the Gulf. the directions of surface current are slightly deviated from the direction of the wind. The salinity distributions during the two monsoons are slightly different.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์เจษฎา จิราภรณ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และเป็นผู้ชี้แนะให้คำแนะนำต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นหาหัวข้อวิทยานิพนธ์ แนวทางในการวิจัย แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ตรวจสอบและแก้ไขรายงานวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้

ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านอาจารย์ เจ้าหน้าที่ธุรการ บรรณารักษ์ห้องสมุด และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่ให้คำปรึกษาให้ความช่วยเหลือในการยืมหนังสือตลอดจนให้การสนับสนุนในการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี และผู้วิจัยขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการสถาบันบริการคอมพิวเตอร์และบุคคลากรในสถาบันทุกๆท่านในการอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และให้คำแนะนำต่างๆ

อนึ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ช่วยในการให้คำแนะนำในการตรวจทานแก้ไขและอนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

....

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... จ

กิตติกรรมประกาศ .... ฉ

สารบัญภาพ .... ฌ

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ .... ฐ

บทที่

1. บทนำ ....

แนวความคิดและเหตุผล 1

ความเป็นมาของปัญหา 2

ขอบเขตการวิจัย 12

ขั้นตอนการวิจัย 12

2. หลักการพื้นฐานและสมการที่เกี่ยวข้อง ....

หลักการพื้นฐาน 20

สมการของแรงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของน้ำ 22

สมการการควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำ 27

สมการการขนส่ง 31

สภาวะขอบเขต 33

3. รายละเอียดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 38

4. ผลลัพธ์จากการประมวลผลแบบจำลองและวิจารณ์ผล 42

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 48

เอกสารอ้างอิง 51

ภาคผนวก ....

ก. ผลลัพธ์จากการประมวลผลแบบจำลองของอ่าวไทย 53

ข. ผลลัพธ์จากการประมวลผลแบบจำลองของอ่าวไทยตอนบน.. 72

ค. โปรแกรมตัวอย่าง 93

ง. คำศัพท์ 113

ประวัติผู้เขียน 115

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	แผนที่แสดงที่ตั้งอ่าวไทย	3
1.2	แผนที่แสดงการกระจายของความลึกของอ่าวไทยทุก 5 เมตร	4
1.3	แผนที่แสดงภูมิประเทศของพื้นท้องทะเลของอ่าวไทย	5
1.4	แผนที่แสดงการกระจายของความลึกของอ่าวไทยตอนบนทุก 10 เมตร	8
1.5	แผนผังแสดงรายงานผลของเนดิโก (2507) เปรียบเทียบการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ...	8
1.6	แผนผังแสดงรายงานผลของเนดิโก (2507) เปรียบเทียบลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มและทิศทางลม	9
1.7	รายงานผลของนาคา (2517) การไหลเวียนของน้ำที่ผิวหน้าน้ำที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในเดือนกรกฎาคม	10
1.8	รายงานผลของนาคา (2517) การไหลเวียนของน้ำที่ผิวหน้าน้ำที่เกิดจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในเดือนธันวาคม	10
1.9	ขั้นตอนการวิจัย	13
1.10	ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลก่อนการเขียนโปรแกรม	16
1.11	แผนผังการทำงานของโปรแกรม	17
1.12	ขั้นตอนการประมวลผลโปรแกรมต่างๆ	18
2.1	แสดงการเรียกชื่อและระยะห่างระหว่างกริด	21
2.2	ตำแหน่งการวางแกนของแบบจำลอง	21
2.3	โปรไฟล์ของความเร็วกระแสน้ำที่เกิดจากแรงเฉือนของลมที่ผิวหน้าน้ำ	24
2.4	โปรไฟล์ของความเร็วกระแสน้ำที่เกิดจากแรงดันของมวลน้ำ	24
2.5	แรงลัพธ์ต่างๆ ที่กระทำต่อมวลน้ำในแกน x	24
2.6	ขั้นตอนรายละเอียดการแก้สมการควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำ	30
2.7	ขั้นตอนรายละเอียดการแก้สมการการขนส่งความเค็ม	34
3.1	รายละเอียดขั้นตอนและตัวแปรในโปรแกรมคอมพิวเตอร์	41

รูปที่		หน้า
ก.1	การแบ่งพื้นที่กริดของแบบจำลองอ่าวไทย	54
ก.2	ตำแหน่งของกริด	54
ก.3	ค่าความลึกของแต่ละกริด	55
ก.4	จำนวนชั้นของความลึกในแต่ละกริด	56
ก.5	ค่าความแตกต่างของระดับผิวหน้าน้ำทะเลช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	57
ก.6	ค่าความแตกต่างของระดับผิวหน้าน้ำทะเลช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ...	58
ก.7	การกระจายของความเร็วในแนวดิ่งที่กริดต่างๆ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	59
ก.8	การกระจายของความเร็วในแนวดิ่งที่กริดต่างๆ ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	62
ก.9	การกระจายของความเร็วในแนวดิ่งและในแนวราบ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	65
ก.10	ที่ผิวน้ำ	65
ก.11	ที่ระดับ 10 เมตร	66
ก.12	ที่ระดับ 30 เมตร	66
ก.13	ที่ระดับ 50 เมตร	67
ก.14	การกระจายของความเร็วในแนวดิ่งและในแนวราบ ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	67
ก.15	ที่ผิวน้ำ	68
ก.16	ที่ระดับ 10 เมตร	68
ก.17	ที่ระดับ 30 เมตร	69
ก.18	ที่ระดับ 50 เมตร	69
ก.19	ค่าผลลัพธ์การกระจายของความเค็มที่ผิวหน้าน้ำ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	70
ก.20	ค่าผลลัพธ์การกระจายของความเค็มที่ผิวหน้าน้ำ ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	71

รูปที่		หน้า
ข.1	การแบ่งพื้นที่ของกริดของแบ่งจำลองอ่าวไทยตอนบน	73
ข.2	ตำแหน่งของกริด	73
ข.3	ค่าความลึกของแต่ละกริด	74
ข.4	จำนวนชั้นของความลึกที่คำนวณในแต่ละกริด	74
ข.5	ค่าความแตกต่างของระดับผิวหน้าน้ำทะเลในช่วง มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	75
ข.6	ค่าความแตกต่างของระดับผิวหน้าน้ำทะเลในช่วง มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	75
ข.7	การกระจายของความเร็วในแนวดิ่งที่กริดต่างๆ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	76
ข.8	การกระจายของความเร็วในแนวดิ่งที่กริดต่างๆ ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	79
ข.9	การกระจายของความเร็วในแนวดิ่งและในแนวราบ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	82
ข.10	ที่ผิวน้ำ	82
ข.11	ที่ระดับ 4 เมตร	83
ข.12	ที่ระดับ 12 เมตร	83
ข.13	ที่ระดับ 20 เมตร	84
ข.14	การกระจายของความเร็วในแนวดิ่งและในแนวราบ ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	84
ข.15	ที่ผิวน้ำ	85
ข.16	ที่ระดับ 4 เมตร	85
ข.17	ที่ระดับ 12 เมตร	86
ข.18	ที่ระดับ 20 เมตร	86
ข.19	ค่าผลลัพธ์การกระจายความเค็มที่ผิวหน้าน้ำช่วงมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้	87

รูปที่		หน้า
ข.20	ค่าผลลัพธ์การกระจายความเค็มที่ผิวหน้าน้ำช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	88
ข.21	แผนผังแสดงการกระจายความเค็มที่ผิวหน้าน้ำทุก 1 ส่วนในพัน ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	89
ข.22	แผนผังแสดงการกระจายความเค็มที่ผิวหน้าน้ำทุก 1 ส่วนในพัน ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงใต้	89
ข.23	ตัวอย่างผลลัพธ์ความเร็วในแนวตะวันออก และตะวันตกที่ผิวหน้าน้ำช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	90
ข.24	ตัวอย่างผลลัพธ์ความเร็วในแนวเหนือใต้ที่ผิวหน้าน้ำช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	91
ข.25	ตัวอย่างผลลัพธ์การกระจายของความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	92

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ

τ_{xy}	ความเค้นเฉือนที่ขนานกับแกน x ตั้งฉากกับแกน y
τ_{xz}	ความเค้นเฉือนที่ขนานกับแกน x ตั้งฉากกับแกน z
τ_x	แรงเฉือนที่ผิวหน้าน้ำตามแกน x
τ_y	แรงเฉือนที่ผิวหน้าน้ำตามแกน y
μ	ความหนืด
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ
η	ความแตกต่างของระดับผิวหน้าน้ำทะเล
ω	อัตราเร็วเชิงมุมของโลก
ϕ	องศาของเส้นละติจูด
l	ระยะห่างระหว่างกริดตามแกน x
m	ระยะห่างระหว่างกริดตามแกน y
n	ระยะห่างระหว่างกริดตามแกน z
$\delta x.\delta y.\delta z$	ปริมาตรของน้ำที่มีความกว้าง x ความยาว y ความสูง z
F	แรง
P	แรงดัน
Fx	แรงตามแกน x
m	มวล
a_x	ความเร่งตามแกน x
U	ความเร็วของน้ำ
u	ความเร็วของน้ำตามแกน x
v	ความเร็วของน้ำตามแกน y
g	ความเร่งโน้มถ่วงของโลก
Ft	ฟลักซ์รวม
Fa	ฟลักซ์ของการแอคเวคชั่น
Fd	ฟลักซ์ของการฟุ้งกระจาย
Dx	ค่าคงที่สัมประสิทธิ์ของการฟุ้งกระจายตามแกน x

Dy	ค่าคงที่สัมประสิทธิ์ของการฟุ้งกระจายตามแกน y
Dz	ค่าคงที่สัมประสิทธิ์ของการฟุ้งกระจายตามแกน z
C	ความเค็มของน้ำทะเล
CPU	หน่วยประเมินผลกลาง