

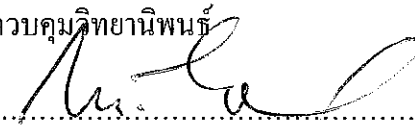
การศึกษารแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์บริเวณอ่าวไทยตอนใน
โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ภาสรี ยงศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤษภาคม 2550
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ภาสิรี ชงศิริณฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

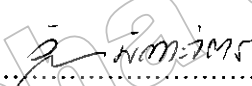

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.แก้ว นवलนวิ)

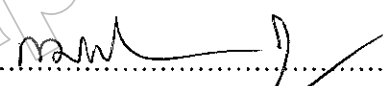

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิญญิต มัณทะจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธาน
(ดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.แก้ว นवलนวิ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิญญิต มัณทะจิตร)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล จริตคอร)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่... ๐๙...เดือน... พฤษภาคม... พ.ศ. 255๐

การวิจัยนี้ได้รับทุนพัฒนามูลนิธิสาขา Remote Sensing and GIS
ระดับปริญญาโท จากสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.)
ปีการศึกษา 2547

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร. แก้ว นวลฉวี ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. วิญญิต มั่นทะจิตร กรรมการที่ปรึกษาและ ดร. สุพรรณ กาญจนสุธรรม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งและขอขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาใช้เวลาอันมีค่ายิ่งเพื่อชี้แนะให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีเนื้อหาสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ผู้อำนวยการศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลก แห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (START - Southeast Asia Regional Centre) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คุณวิโรจน์ ละอองมณี และบุคลากรทุกท่านของศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกฯ ที่ให้ความกรุณาอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์เป็นอย่างดีในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนท่านอื่น ๆ ที่มีได้เอื้อนามในที่นี้

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและน้องสาว ซึ่งเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยเสมอพร้อมทั้งสนับสนุนจนสำเร็จการศึกษาและทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ภาสกริ์ ยงศิริ

46921715: สาขาวิชา: เทคโนโลยีภูมิศาสตร์; วท.ม. (เทคโนโลยีภูมิศาสตร์)

คำสำคัญ: สักยภาพการรองรับมลพิษ/ สภาวะยูโทรฟิเคชัน/ ปริมาณธาตุอาหาร

ภาสรี ขงศิริ: การศึกษาการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์บริเวณอ่าวไทยตอนในโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (A STUDY OF CHLOROPHYLL DISTRIBUTION IN THE INNER GULF OF THAILAND BY MATHEMATICAL MODELLING) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: แก้ว นวลฉวี, Ph.D., วิทยิต มัณฑะจิตร, Ph.D. 242 หน้า. ปี พ.ศ. 2550.

ศึกษาการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์บริเวณอ่าวไทยตอนในโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อดูการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในแต่ละเดือนปี พ.ศ. 2547 เพื่อประเมินว่าบริเวณใดของอ่าวไทยตอนในอยู่ในสภาวะยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ส่งผลให้เกิดมลพิษทางน้ำ และได้สร้างสถานการณ์จำลองการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหาร (Nutrient Loading) จากกิจกรรมทั้งทางด้านอุตสาหกรรม และทางด้านเกษตรกรรม เพื่อดูการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับในสถานการณ์ปกติว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารจะส่งผลแตกต่างจากเดิมมากน้อยเพียงใด

การศึกษาทำโดยนำเข้าข้อมูลความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม AQUA MODIS เพื่อแสดงค่าละติจูด ลองจิจูดและค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในตำแหน่งนั้น และแสดงผลในรูปของภาพการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในช่วงความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นนำภาพที่ได้ไปเปรียบเทียบกับภาพการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยนำเข้าข้อมูลปริมาณธาตุอาหารของแม่น้ำ ซึ่งถูกปรับค่า เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจากดาวเทียม AQUA MODIS และทำการตรวจสอบผลจากแบบจำลองโดยเปรียบเทียบกับข้อมูล Dissolved Inorganic Nitrogen จากนั้นจึงประเมินการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์บริเวณอ่าวไทยตอนใน พร้อมทั้งจำลองสถานการณ์การเพิ่มขึ้นของมลพิษอันเนื่องมาจากกิจกรรมจากฝั่งจากปัจจุบัน 10 เท่า เพื่อดูการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์บริเวณอ่าวไทยตอนในว่าแตกต่างจากสถานการณ์ปัจจุบันมากน้อยเพียงใด

พบว่าเดือนที่มีปริมาณธาตุอาหารมากที่สุดคือ มิถุนายน, กันยายน, สิงหาคม, กรกฎาคม, ตุลาคม, พฤษภาคม, พฤศจิกายน, ธันวาคม และมกราคมเท่ากัน, กุมภาพันธ์, เมษายน และเดือนมีนาคมตามลำดับ ส่วนการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองแสดงลำดับการแพร่กระจายในช่วงสภาวะยูโทรฟิเคชัน จากมากไปน้อย ดังนี้ มิถุนายน, กันยายน, กรกฎาคม, สิงหาคม, พฤษภาคม, มีนาคม, กุมภาพันธ์, พฤศจิกายน, มกราคม, เมษายน, ตุลาคม และธันวาคม เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณธาตุอาหารจากแบบจำลองกับภาพการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์มีความ

สอดคล้องกันคือเดือนมิถุนายนมีปริมาณการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์สูงที่สุดแต่มีส่วนที่ไม่สอดคล้องกันคือปริมาณธาตุอาหารมีค่าต่ำที่สุดในเดือนมีนาคมแตกต่างจากเดือนที่มีภาพการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์น้อยที่สุดในเดือนธันวาคมและการศึกษาเปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในสถานการณ์จำลองการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหาร 10 เท่า พบว่าทั้ง 12 เดือนมีการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้นจากปัจจุบันอย่างชัดเจน สรุปได้ว่าการเพิ่มปริมาณธาตุอาหาร 10 เท่านี้ส่งผลให้เกิดมลพิษทางน้ำเพิ่มมากขึ้นในทุกเดือน กล่าวได้ว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยพบปริมาณการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์สูงสุดในฤดูฝน โดยเฉพาะในเดือนมิถุนายน และพบปริมาณการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ต่ำสุดในฤดูแล้งช่วงเดือนธันวาคม

เนื่องจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นการประมวลผลทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างสภาพเลียนแบบปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ดังนั้นควรจะมีการสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนามเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงเพื่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นและนำข้อมูลจากภาคสนามมาปรับแก้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้มีความแม่นยำมากที่สุด และควรศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลจากดาวเทียมดวงอื่น ๆ ที่มีรายละเอียดภาพสูงเพื่อเห็นความความเปลี่ยนแปลงในแต่ละพื้นที่ได้ชัดเจนและทราบถึงระดับความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ได้ดียิ่งขึ้น เช่น ดาวเทียม SeaWiFS และดาวเทียม ADEOS

46921715: MAJOR: GEOGRAPHICAL TECHNOLOGY; M.Sc. (GEOGRAPHICAL TECHNOLOGY)

KEYWORDS: POLLUTION CARRYING CAPACITY/ EUTROPHICATION/ NUTRIENT LOADING

PASIREE YONGSIRI: A STUDY OF CHLOROPHYLL DISTRIBUTION IN THE INNER GULF OF THAILAND BY MATHEMATICAL MODELLING. ADVISORY COMMITTEE: KAEW NUALCHAWEE, Ph.D., VIPOOSIT MANTHAJIT, Ph.D. 242 P. 2007.

The Study of Chlorophyll distribution in the inner gulf of Thailand was conducted during the months of January to December 2004 using mathematical modeling on spreadsheet to determine conditions of eutrophication resulted in water pollution. Nutrient loading from industrial and agricultural activities was simulated to determine chlorophyll distribution and to compare with normal condition to determine the effect of increasing nutrient loading.

The study was undertaken by inputting chlorophyll concentration data from AQUA MODIS indicating specific location (latitude and longitude) of chlorophyll concentration in the form of image display. This was then compared to the chlorophyll distribution obtained by mathematical modeling of river loading after being adjusted to the result obtained from the AQUA MODIS data, and verified by dissolved inorganic nitrogen to assess chlorophyll distribution in the inner gulf of Thailand. The simulation was done by adding input river loading to ten times of its normal phase to determine any difference from the current conditions.

Chlorophyll distribution from the mathematical model displayed the most chlorophyll distribution in June, September, July, August, May, March, February, November, January, April, October and December respectively. River loading was compared with chlorophyll distribution that river loading was high in June but chlorophyll distribution was low. In the simulation, normal and ten times nutrient loading, chlorophyll distribution was high in June (the rainy season) and low in December (the dry season).

The mathematical model was processed to assimilate the natural phenomena. This system needed to collect the observed data from the field to compare with the assimilated data and to correct the mathematical model for accuracy and reliability of the model. Consequently, the comparison of data should be applied with other satellite data such as that of SeaWiFs and

ADEOS with higher resolution in order to monitor the changes within the area in connection with the variation of Chlorophyll concentration.

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ช
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
ขอบเขตของการศึกษา.....	7
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	9
กรอบแนวทางในการวิจัย.....	14
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	15
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
ลักษณะทั่วไปของพื้นที่อ่าวไทยตอนใน.....	16
ความหมายของมลพิษ.....	19
แหล่งกำเนิดมลพิษ.....	19
สถานการณ์คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	22
แพลงก์ตอนและแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)	28
คลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช.....	31
ประโยชน์ของแพลงก์ตอนพืช.....	34
สภาวะยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication).....	35
การเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชและการเกิดน้ำเปลี่ยนสี.....	38
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและรงควัตถุบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	46
การใช้แพลงก์ตอนตรวจสอบมลภาวะ.....	56
ภาพถ่ายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียมดวงต่าง ๆ.....	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	74
การเตรียมข้อมูลจากดาวเทียม AQUA MODIS.....	74
การดำเนินการแบบจำลอง.....	79
ทำการตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลอง.....	83
ประเมินการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์บริเวณอ่าวไทยตอนใน.....	84
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	84
4 ผลการวิจัย.....	85
ตัวอย่างการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม AQUA MODIS 12 เดือน..	85
การตรวจสอบผลของแบบจำลองเทียบกับ LOICZ.....	87
แสดงการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในช่วงเวลาเดียวกันเป็นรายเดือนพร้อมทั้งค่า River Loading ในแต่ละเดือน.....	88
เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองกับข้อมูลจากดาวเทียมAQUA MODIS ในช่วงเวลาเดียวกัน.....	102
เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากสถานการณ์จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับสถานการณ์ปกติ (1X) จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	108
5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....	123
สรุปผลการศึกษา.....	123
อภิปรายผลการศึกษา.....	126
ข้อเสนอแนะ.....	131
บรรณานุกรม.....	135
ภาคผนวก.....	141
ภาคผนวก ก รายละเอียดของดาวเทียม AQUA MODIS.....	142
ภาคผนวก ข วิธีดำเนินการ โปรแกรม ArcGIS version 9.1.....	147
ภาคผนวก ค ภาพแผนงานในการดำเนินการแบบจำลอง.....	156
ภาคผนวก ง ภาพแผนงานแสดงปริมาณ Nutrient Loading.....	164
ภาคผนวก จ ภาพแผนงานแสดง Chl_map หลังการประมวลผล.....	171

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ฉ ข้อมูลสถิติจุด, ลองจิจูดและ ความเข้มข้นคลอโรฟิลล์จาก AQUA MODIS ปี 2547 Resolutions 9 km และ กุมภาพันธุ์, กันยายน Resolutions 4 km...	178
ภาคผนวก ช ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนในช่วงฤดูแล้งและ ฤดูฝนรายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งปี 2547.....	217
ภาคผนวก ซ ค่าคุณภาพน้ำที่สำคัญของแม่น้ำ 4 สายหลักของอ่าวไทยตอนใน ตรวจสอบในปี 2549 โดยกรมควบคุมมลพิษ.....	230
ภาคผนวก ฅ ปริมาณสถิติน้ำท่าในแต่ละลุ่มน้ำของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2547 ของกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.....	239
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	242

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 ความแตกต่างของคลอโรฟิลล์แต่ละชนิด.....	6
1-2 ช่วงเวลาการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์.....	11
2-1 คุณภาพน้ำในแม่น้ำ.....	18
2-2 สารอินทรีย์ที่ถ่ายเทลงสู่อ่าวไทยในปีพ.ศ. 2522.....	23
2-3 ปริมาณมลภาวะจากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง.....	24
2-4 คุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2547.....	26
2-5 ความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิด “จืดลาวาฟ”.....	43
2-6 ปรากฏการณ์จืดลาวาฟในปีพ.ศ. 2545.....	44
2-6 (ต่อ) ปรากฏการณ์จืดลาวาฟในปีพ.ศ. 2545.....	45
2-7 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณอ่างศิลา-เกาะศรีขันธ์ ปีพ.ศ. 2523-2524.....	46
2-8 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมบริเวณอ่างศิลา-เกาะศรีขันธ์ ปีพ.ศ. 2523.....	48
2-9 สถิติปริมาณแพลงก์ตอนพืชและสัตว์และค่าเฉลี่ยรายปี.....	50
2-10 ประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณแม่น้ำบางปะกง.....	54
2-10 (ต่อ) ประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณแม่น้ำบางปะกง.....	55
2-11 การศึกษารางควัดดูในแพลงก์ตอนพืชบริเวณแม่น้ำบางปะกง.....	56
3-1 การจำแนกกลุ่มคลอโรฟิลล์.....	77
3-2 แสดงค่ามาตรฐาน Base on Nitrogen.....	84
4-1 เปรียบเทียบ Dissolved Inorganic Nitrogen ของแบบจำลองกับของ LOICZ.....	87

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 แสดงตำแหน่งไหลลงสู่อ่าวไทยของแม่น้ำ 4 สาย.....	4
1-2 แสดงแหล่งที่มาของปริมาณสารอาหารที่ก่อให้เกิดมลพิษ.....	5
1-3 แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทยตอนใน.....	8
1-4 แสดงระดับความลึกของพื้นที่ศึกษา.....	10
1-5 แสดงภาพการขนถ่ายมูลน้ำ.....	11
1-6 แผนภาพกรอบแนวทางวิจัย.....	14
2-1 แสดงทิศทางของกระแสน้ำ.....	17
2-2 แหล่งกำเนิดมลพิษ.....	20
2-3 ปริมาณบีโอดีในลุ่มน้ำบางปะกง.....	24
2-4 ผลการตรวจวัดน้ำปี พ.ศ. 2547.....	27
2-5 ภาพห้วงโซ่อาหาร.....	28
2-6 วัฏจักรเพลงก์ตอน.....	31
2-7 ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน.....	37
2-8 การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี.....	38
2-9 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอบริเวณอ่างศิลาและเกาะศรีขิงปี พ.ศ. 2523.....	47
2-10 แผนภาพจำนวนเพลงก์ตอนพืชและสัตว์บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ปี พ.ศ. 2538....	49
2-11 แผนภาพค่าเฉลี่ยปริมาณเพลงก์ตอนพืชและสัตว์ ปี พ.ศ. 2538.....	50
2-12 มวลชีวภาพของเพลงก์ตอนพืชขนาดต่างๆ ในรูปคลอโรฟิลล์ เอ.....	52
2-13 แผนภูมิความหนาแน่นและองค์ประกอบ ไมโครเพลงก์ตอนพืช.....	53
2-14 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม ADEOS1.....	60
2-15 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม ADEOS1.....	61
2-16 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม ADEOS1.....	62
2-17 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม ADEOS1.....	63
2-18 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม ADEOS1.....	64
2-19 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม ADEOS1.....	65
2-20 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม ADEOS1.....	66
2-21 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม AQUA MODIS.....	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-22 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม AQUA MODIS.....	68
2-23 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม SeaWiFS.....	69
2-24 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม SeaWiFS.....	70
2-25 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม SeaWiFS.....	71
2-26 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม TERRA MODIS.....	72
2-27 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม TERRA MODIS.....	72
2-28 การแพร่กระจายการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม TERRA MODIS.....	73
3-1 การนำเข้าข้อมูลความเข้มข้นคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม AQUA MODIS.....	75
3-2 การนำเข้าข้อมูลความเข้มข้นคลอโรฟิลล์จากดาวเทียม AQUA MODIS (ต่อ).....	75
3-3 แสดงการแปลงข้อมูลความเข้มข้นคลอโรฟิลล์รูปแบบ HDF.....	76
3-4 แสดงการแปลงข้อมูลความเข้มข้นคลอโรฟิลล์รูปแบบ ASCII.....	77
3-5 ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลจาก AQUA MODIS.....	78
3-6 การตั้งค่าใน Solver Function.....	81
3-7 คำสั่งประมวลผลใน Visual Basic Editor.....	81
3-8 การกำหนดพื้นที่ 200 เซลล์.....	82
3-9 คำสั่งเริ่มประมวลผลแบบจำลอง.....	82
3-10 ชุดคำสั่งกำหนดช่วงความการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์.....	83
4-1 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์รายเดือนปี 2547 จากดาวเทียม AQUA MODIS.....	86
4-2 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนมกราคม 2547.....	88
4-3 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนกุมภาพันธ์ 2547.....	89
4-4 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนมีนาคม 2547.....	90
4-5 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนเมษายน 2547.....	91
4-6 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนพฤษภาคม 2547.....	92
4-7 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนมิถุนายน 2547.....	93
4-8 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนกรกฎาคม 2547.....	94
4-9 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนสิงหาคม 2547.....	95
4-10 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนกันยายน 2547.....	96

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-11 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนตุลาคม 2547.....	97
4-12 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนพฤศจิกายน 2547.....	98
4-13 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองในเดือนธันวาคม 2547.....	99
4-14 แผนภูมิ Total Nitrogen (mg-N/s) ในแบบจำลองทั้ง 12 เดือน.....	101
4-15 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนมกราคม 2547 ของแบบจำลอง กับดาวเทียม AQUA MODIS.....	102
4-16 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนกุมภาพันธ์ 2547 ของ แบบจำลองกับดาวเทียม AQUA MODIS.....	103
4-17 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนมีนาคม 2547 ของแบบจำลอง กับดาวเทียม AQUA MODIS.....	103
4-18 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนเมษายน 2547 ของแบบจำลอง กับดาวเทียม AQUA MODIS.....	104
4-19 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนพฤษภาคม 2547 ของ แบบจำลองกับดาวเทียม AQUA MODIS.....	104
4-20 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนมิถุนายน 2547 ของแบบจำลอง กับดาวเทียม AQUA MODIS.....	105
4-21 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนกรกฎาคม 2547 ของ แบบจำลอง กับดาวเทียม AQUA MODIS.....	105
4-22 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนสิงหาคม 2547 ของแบบจำลอง กับดาวเทียม AQUA MODIS.....	106
4-23 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนกันยายน 2547 ของแบบจำลอง กับดาวเทียม AQUA MODIS.....	106
4-24 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนตุลาคม 2547 ของแบบจำลอง กับดาวเทียม AQUA MODIS.....	107
4-25 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนพฤศจิกายน 2547 ของ แบบจำลองกับดาวเทียม AQUA MODIS.....	107

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-26 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในเดือนธันวาคม 2547 ของแบบจำลองกับดาวเทียม AQUA MODIS.....	108
4-27 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนมกราคม 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	109
4-28 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนกุมภาพันธ์ 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	110
4-29 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนมีนาคม 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	111
4-30 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนเมษายน 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	112
4-31 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนพฤษภาคม 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	113
4-32 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนมิถุนายน 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	114
4-33 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนกรกฎาคม 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	115
4-34 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนสิงหาคม 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	116
4-35 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนกันยายน 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	117
4-36 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนตุลาคม 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	118
4-37 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนพฤศจิกายน 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	119
4-38 เปรียบเทียบการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนธันวาคม 2004 จำลองการเพิ่มขึ้น 10 เท่า (10X) กับในสถานการณ์ปกติ (1X).....	120
4-39 การแพร่กระจายคลอโรฟิลล์จากสถานการณ์จำลองการเพิ่มขึ้น 10 X รายเดือน.....	122

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5-1 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนกุมภาพันธ์จากดาวเทียม AQUA MODIS รายละเอียดภาพ 9 กิโลเมตร, 4 กิโลเมตรและจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	133
5-2 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เดือนกันยายนจากดาวเทียม AQUA MODIS รายละเอียดภาพ 9 กิโลเมตร, 4 กิโลเมตรและจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	134

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University