

การประเมินปริมาณค่าคลอโรฟิลล์บริเวณผิวน้ำทะเลในพื้นที่อ่าวไทยด้วยข้อมูลจากรูปถ่ายดาวเทียม The Estimation of Sea Surface Chlorophyll Concentration on the Gulf of Thailand by Satellite Remote Sensing Imagery

วิโรจน์ ละอองมณี^{1,*}, อนุกุล บูรณะประทีปรัตน์², ประสาร อินทเจริญ², ศักดิ์ชาย อานูรูปบุญ³ และเพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล⁴
Wirote Laongmanee^{1,*}, Anukul Buranapratheprat², Prasam Intacharoen², Sukchai Anupapboon³ and Penjai Sompongchaiyakul⁴

¹คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ต.โขมง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี 22170

²ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

³กองเทคโนโลยีการประมง ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ฝ่ายฝึกอบรม ต.แหลมฟ้าผ่า อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ 10290

⁴ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ.พญาไท ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

*Corresponding author's e-mail: wirotela@gmail.com

บทคัดย่อ: คณะผู้วิจัยตรวจวัดพลังงานแสงด้วยเครื่องวัดแสง Profiling Reflectance Radiometer (PRR-2600 และ PRR-2610) ในแต่ละระดับความลึกน้ำเปรียบเทียบกับพลังงานแสงบนผิวน้ำ ในเที่ยวเรือซีฟเดคที่ 93-2/2013 ระหว่างวันที่ 14 มีนาคม ถึง 12 เมษายน 2556 จำนวน 45 สถานี ในบริเวณอ่าวไทยตอนกลาง ประเมินค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ด้วยอัลกอริทึม Ocean Color 4 (OC-4) เฉลี่ยค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ในระดับผิวน้ำถึงความลึก 5 เมตร เปรียบเทียบกับปริมาณความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์จากภาคสนามที่ความลึก 5 เมตร ได้สมการสหสัมพันธ์ $Y = 0.3X + 0.024$ ($R^2=0.64$ $N=39$) เมื่อ Y เป็นค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์จากภาคสนาม X เป็นค่าความเข้มข้นจากการคำนวณ โดยค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์เฉลี่ยทั้งอ่าวไทยตอนกลางเท่ากับ 0.245 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นมากที่สุดที่สถานีที่ 25 นอกฝั่งบริเวณรอยต่อ จ.ชุมพร กับ จ.สุราษฎร์ธานี เท่ากับ 2.323 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์น้อยที่สุดที่สถานีที่ 15 บริเวณกลางอ่าวนอกฝั่ง จ.ชุมพร มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 0.077 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เปรียบเทียบกับความเข้มข้นคลอโรฟิลล์รายวัน (OC-3) จากรูปถ่ายดาวเทียม Aqua-MODIS และ Terra-MODIS ได้สมการสหสัมพันธ์ $Y = 0.504X + 0.111$ ($R^2=0.87$ $N=24$) เมื่อ Y เป็นค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์จาก OC-4 และ X เป็นค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์จาก OC-3 จะพบว่าค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์จากการคำนวณข้อมูลจากรูปถ่ายจากดาวเทียมทั้งอัลกอริทึม OC-3 และ OC-4 มีค่าที่ได้เกินจริงอยู่เสมอ จึงต้องมีการปรับแก้ค่าที่ได้เพื่อใช้งานในพื้นที่อ่าวไทยหรือต้องพัฒนาอัลกอริทึมเฉพาะพื้นที่อ่าวไทยต่อไป

คำสำคัญ: ความเข้มข้นคลอโรฟิลล์, การสำรวจระยะไกล, ข้อมูลรูปถ่ายจากดาวเทียม

Abstract: The researchers measured light energy in water with the Profiling Reflectance Radiometer (PRR-2600 and PRR-2610) each depth compared with light energy at surface in research cruise no 93-2/2013 of MV.SEAFFDEC during 14 March to 12 April 2013 total 45 stations in the central gulf of Thailand area. Calculated chlorophyll concentration with Ocean Color 4 (OC-4) algorithm then average surface to 5 meter depth find co-relation with in situ chlorophyll at 5 meter depth, $Y = 0.3X + 0.024$ ($R^2=0.64$ $N=39$) where Y is in situ chlorophyll concentration and X is optical chlorophyll concentration. The average chlorophyll concentration of the central gulf of Thailand is 0.245 milligram per cubic meter. The maximum chlorophyll concentration is 2.323 milligram per cubic meter at station No.25, offshore boundaries Chumphon province to Surat Thani province. The minimum chlorophyll concentration is 0.077 milligram per cubic meter at station No.15 offshore of Chumphon province. The co-relation between chlorophyll concentration from OC-3 derived from Aqua-MODIS and Terra-MODIS and field OC-4 is $Y = 0.504X + 0.111$ ($R^2=0.87$ $N=24$) where Y is OC-4 chlorophyll concentration and X is OC-3 chlorophyll concentration. The result show over estimated chlorophyll concentration both OC-3 and OC-4, need modify the values before using or need developing algorithm for this specific area.

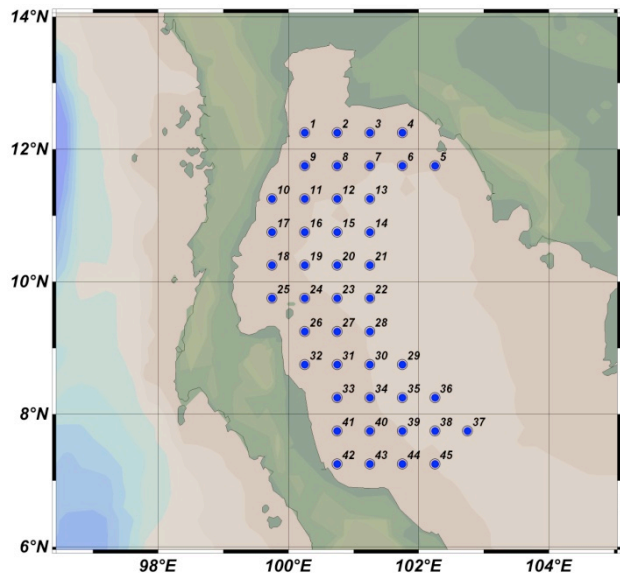
Keyword: Chlorophyll concentration, Remote sensing, Satellite imagery data

บทนำ

แพลงก์ตอนพืชเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในสมดุลของวงจรบอนด์ออกไซด์ในอากาศด้วยศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากอากาศ มีรายงานว่า Eukaryotes planktons ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศไว้ถึง 44% (Jardillier et al., 2010) การศึกษาปริมาณและการกระจายตัวของแพลงก์ตอนในอ่าวไทยมีอย่างต่อเนื่อง แต่การรายงานสรุปรวมของแพลงก์ตอนในอ่าวไทยยังเป็นเรื่องที่จำกัดด้วยปริมาณข้อมูลจากการสำรวจที่ไม่ครอบคลุมทำให้การตีความในหลายครั้งยังไม่ชัดเจนและครบถ้วน การ

ใช้เทคโนโลยีสำรวจระยะไกลโดยดาวเทียมเป็นที่ยอมรับผลการแปรรูปกันมาในระยะหนึ่ง หากแต่การนำมาใช้ในการประเมินปริมาณแพลงก์ตอนในประเทศไทยยังอยู่ในวงจำกัด

ข้อมูล MODIS chlor_a_3 เป็นข้อมูลปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากการคำนวณโดยรูปถ่ายจากกล้องบันทึกภาพ MODIS บนดาวเทียม Terra และ Aqua ของ NASA ซึ่งกระบวนการ (Algorithm) ที่เหมาะสมกับข้อมูลในระดับโลก (Global scale) หากจะให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศไทย ต้องมีการปรับเทียบและแก้ค่าให้ถูกต้องก่อนการใช้งาน อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์และเข้าถึงข้อมูลได้อย่างเสรี จึงควรอย่างยิ่งที่จะมีการปรับเทียบข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ ในอ่าวไทย



รูปที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีเก็บตัวอย่างเที่ยวเรือ ซีฟเดค ที่ 93-2/2013

วิธีการศึกษา

เก็บข้อมูลโดยวิธีการตรวจวัดพลังงานของแสงอาทิตย์ ที่ส่องลงไปแต่ละระดับความลึกของน้ำทะเลด้วยเครื่องมือ Profiling Reflectance Radiometer (PRR-2600 series) ซึ่งจะได้พลังงานแสงในน้ำแต่ละช่วงคลื่นดังนี้ 412, 443, 490, 555, และ 670 nanometer ตามสถานีเก็บตัวอย่างของเที่ยวเรือ MV.SEAFFDEC No.93-2/2013 ดังรูปที่ 1 ใช้ Algorithm Ocean-color 4(OC-4) ดังสมการที่ 1 คำนวณหาค่าคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละระดับความลึกและหาค่าเฉลี่ยที่ความลึก 0 – 5 เมตร นำไปเปรียบเทียบกับค่าคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยจากความลึก 0 – 5 เมตร ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำ ไปหาด้วยวิธี Spectrophotometric ของ Strickland and Parsons (1972) (อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ และ ประसार อินทเจริญ, 2554)

จากนั้นวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ จากทั้งสองวิธีด้วยวิธีถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย และเปรียบเทียบกับข้อมูลค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ สะสม 8 วัน (MA8D_CHLO_4km.CR) จากระบบการวิเคราะห์ข้อมูล Giovanni Ocean Color Radiometry 8-day Data Product Visualization (Kempler, 2013) ซึ่งเป็นข้อมูลความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ สะสม เฉลี่ย 8 วันจาก กล้องบันทึกภาพ Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) บนดาวเทียม Aqua ของ The National Aeronautics and Space Administration of the United States (NASA) รายละเอียดจุดรูป 4 กิโลเมตร

$$C = 10^{(A_0 + A_1 R + A_2 R^2 + A_3 R^3)} + A_4 \quad (1)$$

โดย C คือค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ ที่คำนวณได้ หน่วยเป็น mg/m³
 A₀-A₄ คือค่าสัมประสิทธิ์ ในการศึกษาวิจัยนี้ ใช้ค่าดังตารางที่ 1
 R คือค่าพลังงานแสงที่อยู่ในน้ำ ในรูปของ $\text{Log} \left(\frac{\text{Max}(Rrs412:Rrs490)}{Rrs555} \right)$
 โดยที่ Rrsxxx คือพลังงานแสงในน้ำ ณ ช่วงคลื่นต่างๆ

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์
A0	0.531
A1	-3.559
A2	4.448
A3	-2.169
A4	-0.23

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการคำนวณค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ ด้วยข้อมูลพลังงานแสงจาก PRR ได้ตั้งตารางที่ 2 โดยมีการกระจายตัวดังในรูปแผนที่ ที่ 2 โดยมีความเข้มข้นมากที่สุดที่สถานีที่ 25 นอกฝั่ง บริเวณรอยต่อ จ.ชุมพร กับ จ.สุราษฎร์ธานี เท่ากับ 2.323 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์น้อยที่สุดที่สถานีที่ 15 บริเวณกลางอ่าวนอกฝั่ง จ.ชุมพร มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 0.077 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 2 ค่าทางสถิติความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ จากข้อมูล PRR

ค่าสถิติ	ความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ (mg/m ³)
ค่าเฉลี่ย	0.245
ค่าสูงสุด	2.323 (สถานีที่ 25)
ค่าต่ำสุด	0.077 (สถานีที่ 15)

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ ที่ได้จาก ข้อมูลเชิงแสง (PRR) กับ ปริมาณความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนาม จะได้ความสัมพันธ์ดังแผนภูมิแสดงในรูปที่ 3 โดยมีสมการความสัมพันธ์ ดังแสดงไว้ในสมการที่ (2) โดยตัดข้อมูลที่มีความแปรปรวนสูงออกไปเหลือสถานีเพียง 39 สถานี

$$y = 0.2952x + 0.0239 \quad (2)$$

เมื่อ y คือค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอที่ปรับแก้
 x คือค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ ที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงแสง

นำสมการที่ได้ไปใช้ปรับแก้ความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ จากข้อมูลแสงทั้งอ่าวไทย ได้ผลการกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ ที่ผิวน้ำ ดังแสดงไว้ใน รูปแผนที่ ที่ 4 และค่าทางสถิติ แสดงไว้ในตารางที่ 3

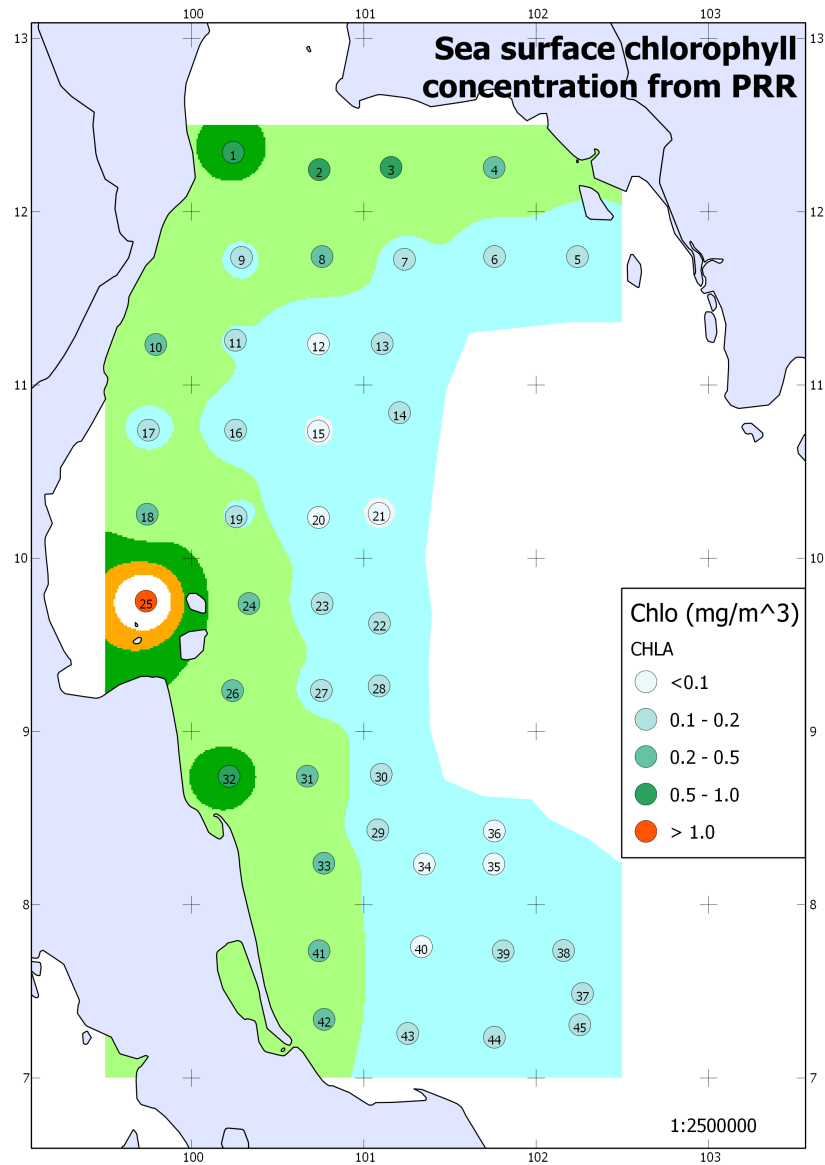
ตารางที่ 3 ค่าทางสถิติปริมาณความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ จาก ข้อมูลเชิงแสง (PRR) หลังจากการปรับแก้

ค่าสถิติ	ความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ (mg/m ³)
ค่าเฉลี่ย	0.0987
ค่าสูงสุด	0.721 (สถานีที่ 25)
ค่าต่ำสุด	0.047 (สถานีที่ 15)

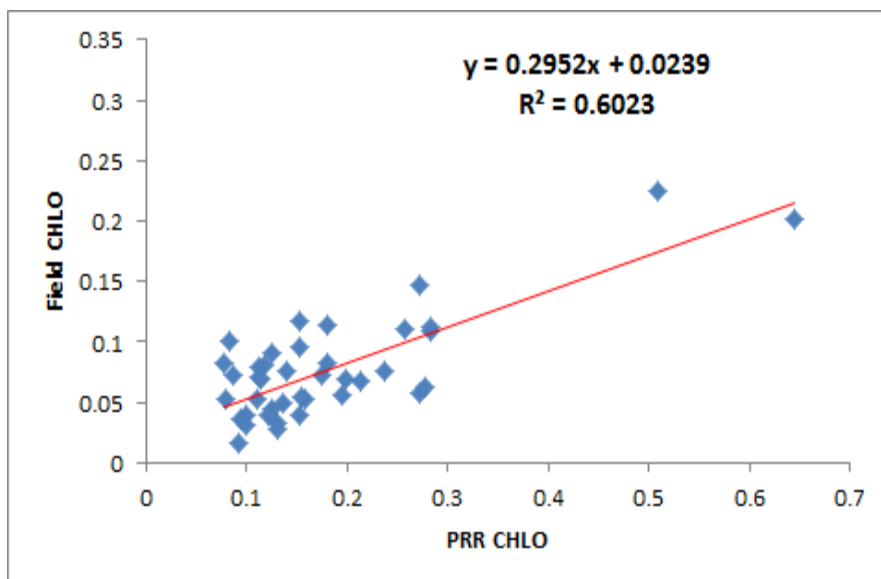
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ ที่ได้จาก ข้อมูลเชิงแสง (PRR) กับค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ จาก Aqua-MODIS สະสม 8 วัน ซึ่งเลือกให้ตรงกับสถานีได้เพียง 24 สถานี ได้ตั้ง รูปที่ 5 และสมการความสัมพันธ์ ดังแสดงไว้ในสมการที่ (3)

$$y = 0.504x + 0.111 \quad (3)$$

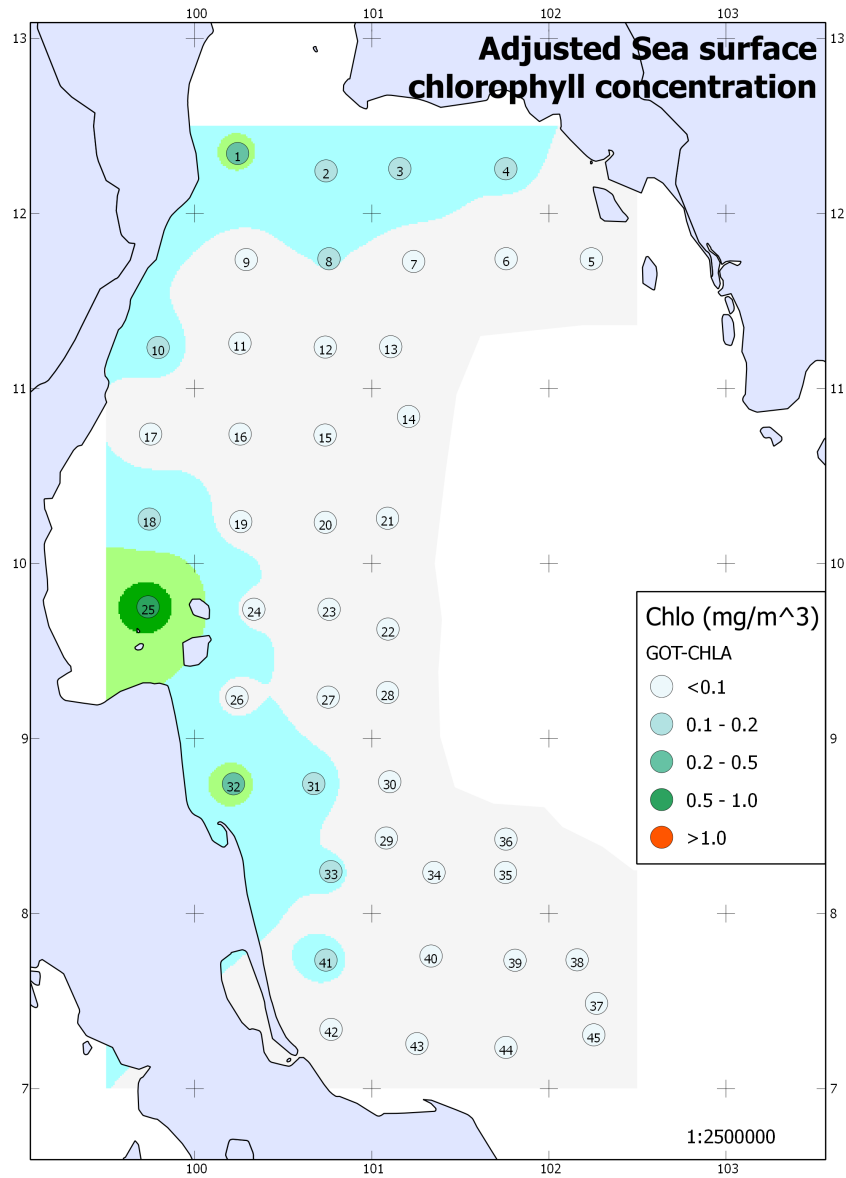
เมื่อ y คือค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ ที่ได้จากข้อมูลเชิงแสง (PRR)
 x คือค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ ที่ได้จาก Aqua-MODIS



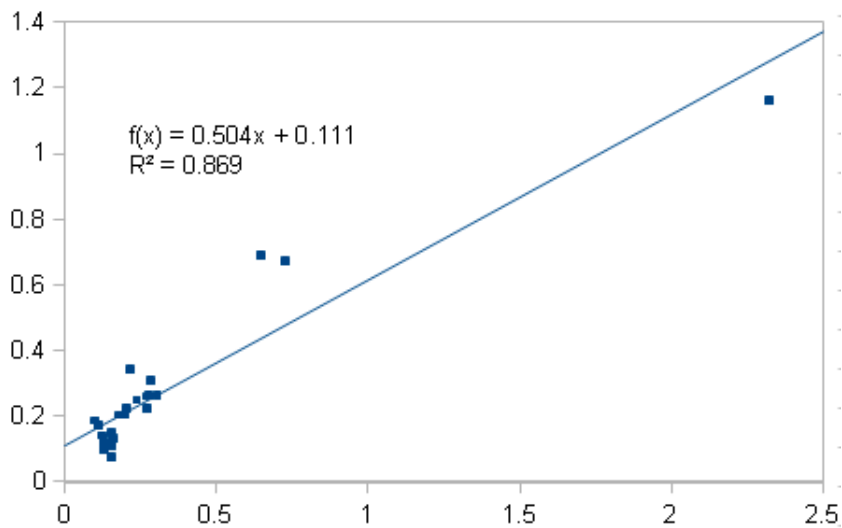
รูปที่ 2 แผนที่แสดงการกระจายตัวของความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ ที่คำนวณจาก PRR



รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ ระหว่างที่ได้จากข้อมูลเชิงแสงกับการตรวจวัดภาคสนาม

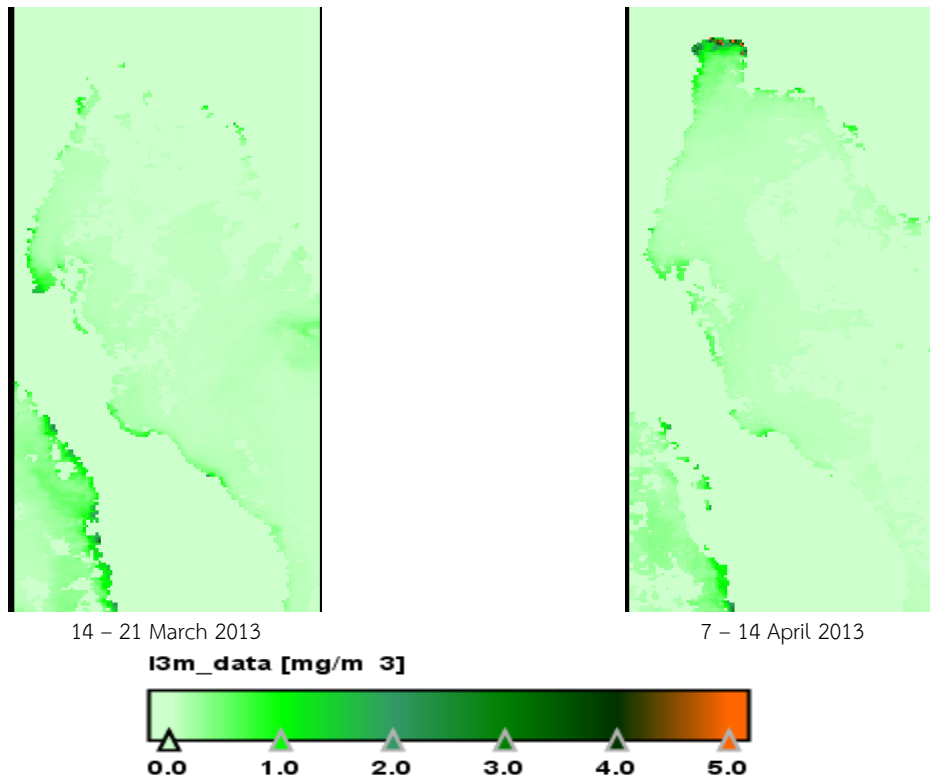


รูปที่ 4 แผนที่แสดงการกระจายตัวความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ จำนวนจากข้อมูลเชิงแสงหลังจากปรับแก้ค่าด้วยข้อมูลรูปสนามแล้ว



รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความเข้มข้นคลอโรฟิลล์เอจากข้อมูลเชิงแสง (PRR) กับข้อมูลจาก Aqua-MODISสะสม 8 วัน

นำสมการที่ได้ไปปรับแก้ ให้ข้อมูลความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ เอ ที่ได้จาก Aqua-MODIS สะสม 8 วัน (MA8D_CHLO_4km.CR) ได้ผลดังแสดงไว้ในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนที่แสดงการกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ จากข้อมูล Aqua-MODIS สะสม 8 วัน (MA8D_CHLO_4km.CR) หลังจากการปรับแก้แล้ว

ผลจากการใช้สมการปรับแก้ค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งได้จากข้อมูล Aqua-MODIS สะสม 8 วัน ทำให้สามารถสืบค้นข้อมูลดังกล่าว มาปรับแก้และใช้เพื่อติดตามปริมาณการกระจายของคลอโรฟิลล์ เอ ในอ่าวไทยได้อย่างถูกต้องมากขึ้น ทั้งนี้ การศึกษานี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา มีนาคม-เมษายน 2556 สมการที่พัฒนาขึ้นอาจไม่เหมาะสมกับช่วงฤดูกาลอื่นๆ ควรจะมีการเก็บข้อมูลให้ครบรอบปีทั้งสองช่วงมรสุม ตลอดจนพื้นที่เก็บข้อมูลยังห่างออกจากชายฝั่งค่อนข้างมาก มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะสำรวจพื้นที่ชายฝั่งและยืนยันสมการการปรับแก้ค่าคลอโรฟิลล์ เอ ที่ดาวเทียมตรวจวัดได้

เอกสารอ้างอิง

- อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และ ประสาร อินทเจริญ. 2554. คุณรूपน้ำในอ่าวชลบุรี พ.ศ. 2551. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 16 หน้า 94-106.
- Jardillier, L.; Zubkov, M.V.; Pearman, J.; Scanlan, D.J. 2010. Significant CO₂ fixation by small prymnesiophytes in the subtropical and tropical northeast Atlantic Ocean. *The ISME Journal*, 4, 1180-1192.
- Kempler, S.J., 2013. Giovanni ocean color radiometry 8-day data product visualization. (online) http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_8day accessed on November 2013.