บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทะเลและชายฝั่งทะเลนอกจากจะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของคนไทยและเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีความหลากหลายและมีคุณค่ามากมาย แต่ในปัจจุบันแหล่งทรัพยากรชายฝั่งทะเลของไทยเสื่อมโทรมลงเป็นอย่างมากอาจเนื่องมาจากทะเลเป็นสถานที่สุดท้ายที่ของเสียจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งถูกพัดมาตามลำน้ำแล้วสะสมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณอ่าวไทยตอนในประกอบด้วยแม่น้ำสำคัญถึง 4 สายไหลมารวมกันคือ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำบางปะกงตามลำดับ (แสดงดังภาพที่ 1-1) และยังมีสาเหตุมาจากการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วบริเวณชายฝั่งอีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางทะเลน้ำทะเลเสื่อมคุณภาพและยังสร้างความเสียหายแก่พืชและสัตว์ที่อยู่อาศัยในทะเลและบริเวณชายฝั่ง โดยความเสียหายที่เกิดขึ้นนี้ก็ส่งผลย้อนกลับมายังมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่นเดียวกันไม่ว่าจะเป็นผลกระทบด้านเศรษฐกิจ การท่องเที่ยว ด้านสุขภาพ เป็นต้น (สุวัจน์ ธัญรส, 2549)

เนื่องด้วยชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนในเป็นพื้นที่ที่มีระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจสูงสุดเมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ ของประเทศเพราะเป็นพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ทั้งทรัพยากรธรรมชาติและสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมมีชายฝั่งที่ติดกับทะเลสามารถเชื่อมต่อการคมนาคมทางน้ำกับต่างประเทศได้ ปัจจัยเหล่านี้ย่อมเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาให้บริเวณนี้เป็นแหล่งเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมใหม่ของประเทศได้เป็นอย่างดี ย่อมก่อให้เกิดผลที่ตามมาในเรื่องของเสียที่เพิ่มจำนวนขึ้นที่เป็นสาเหตุสำคัญของมลพิษทางน้ำคือ กิจกรรมจากแหล่งที่อยู่อาศัยของชุมชน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและของเสียที่เกิดจากแหล่งเกษตรกรรมเกิดการชะล้างของปุ๋ยและสารเคมีซึ่งเป็นสารอินทรีย์ การทำปศุสัตว์ ได้แก่การเลี้ยงไก่ เป็ดและสุกร การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำจึงก่อให้เกิดการปลดปล่อยปริมาณธาตุอาหาร (Nutrient Loading) ไหลลงสู่ทะเลโดยส่งผ่านจากแม่น้ำ ปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้เป็นแหล่งอาหารสำคัญของแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) ทำให้เกิดการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วผิดปกติของแพลงก์ตอนพืช ทำให้คุณภาพน้ำมีปริมาณออกซิเจนลดต่ำลงจนเกิดภาวะน้ำเน่าเสียและมลพิษทางน้ำได้ ซึ่งสามารถประมาณการมลพิษที่เกิดขึ้นได้จากปริมาณแพลงก์ตอนพืช (สุวัจน์ ธัญรส, 2549)

มลพิษของแหล่งน้ำคือการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำในด้านคุณภาพจากที่เคยเป็นอยู่ ไปอยู่ในสภาพที่ส่งผลเสียต่อระบบนิเวศ สาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษนี้มีหลายสาเหตุใหญ่คือ มลพิษที่เกิด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

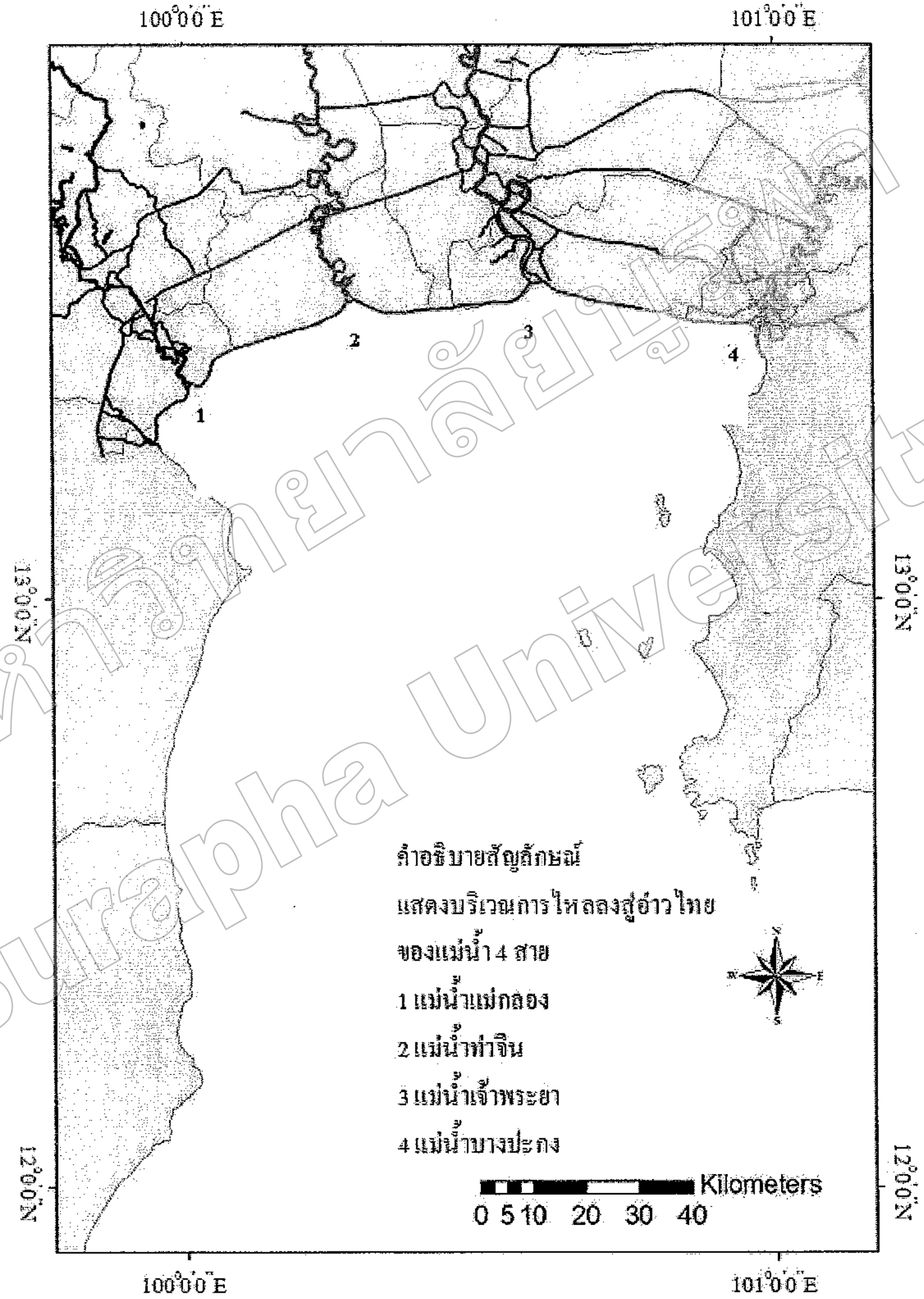
จากการเจือปนของเสียที่เป็นอินทรีย์สารย่อยสลายได้, มลพิษที่เกิดจากการเจือปนของสารพิษที่ย่อยสลายได้ยากและมลพิษซึ่งมีต้นเหตุทางกายภาพและการเปรอะเปื้อนของน้ำมัน ในการศึกษาครั้งนี้สาเหตุสำคัญของมลพิษที่เกี่ยวข้องคือ มลพิษที่เกิดจากการเจือปนของของเสียที่เป็นอินทรีย์สารย่อยสลายได้ ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำอนินทรีย์สารซึ่งถูกย่อยสลายได้มีดังนี้ น้ำโสโครกจากบ้านเรือน, น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเช่น โรงงานน้ำตาล, โรงงานอาหาร, น้ำทิ้งจากการเกษตรจำพวกปุ๋ย ยาฆ่าแมลง, ของเสียจากการใช้ที่ดิน การเน่าเสียและการตกตะกอน, น้ำแดง (Red Tide) และการลดลงของปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลทำให้ความเข้มข้นของของเสียเพิ่มมากขึ้น ผลกระทบของของเสียที่เป็นอินทรีย์สารทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง, เกิดการเพิ่มอาหารแก่พืชน้ำ (Eutrophication) ดังภาพที่ 1-2 การเพิ่มปริมาณเชื้อโรคและการเพิ่มความขุ่นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของชายฝั่ง แหล่งน้ำที่มีปัญหามากในเรื่องของเสียที่เป็นอินทรีย์สารได้แก่คลองสายต่าง ๆ ในกรุงเทพฯ และแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างมีสาเหตุสำคัญจากน้ำโสโครกจากชุมชน ท่อระบายน้ำ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม, แม่น้ำแม่กลองมีสาเหตุสำคัญจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเช่น โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาล ซึ่งแต่ละโรงมีปริมาณน้ำโสโครกเทียบเท่ากับเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่ประมาณ 100,000 คน, แม่น้ำท่าจีนมีสาเหตุสำคัญจากพื้นที่ทำการเกษตรและแหล่งชุมชน ในส่วนของแม่น้ำนี้มีการเลี้ยงสุกรหนาแน่น น้ำโสโครกจากการเลี้ยงสุกรมิได้รับการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ และบริเวณอ่าวไทยตอนบนเป็นแหล่งรับน้ำจากแม่น้ำ 4 สาย คือแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำบางปะกงดังนั้นสิ่งโสโครกต่าง ๆ ที่ยังไม่ย่อยสลายหรือย่อยสลายแล้วบางส่วนถูกรับไว้โดยบริเวณปากแม่น้ำ ลักษณะการหมุนเวียนของกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีผลให้สิ่งโสโครกดังกล่าวคงตัวอยู่ได้ในบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่งเป็นระยะเวลานานพอสมควร จึงมีผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมบริเวณนั้น การย่อยสลายสิ่งโสโครกทำให้ปริมาณออกซิเจนลดต่ำลง ผลจากการย่อยสลายอินทรีย์สารสิ่งโสโครกเหล่านี้คืออนินทรีย์สารต่าง ๆ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรตและ ฟอตเฟต สารประกอบเหล่านี้เป็นธาตุอาหาร (Nutrient) อย่างดีสำหรับแพลงก์ตอนพืช การเพิ่มธาตุอาหาร ทำให้เกิดการแพร่พันธุ์ของแพลงก์ตอนพืชบางชนิดอย่างรวดเร็วในบริเวณชายฝั่ง เหตุการณ์นี้จะเกิดขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงปลายปีและต้นปี (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) การเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชนี้ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงอย่างรวดเร็วในเวลากลางคืนมีผลต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ แพลงก์ตอนเหล่านี้อาจถูกใช้เป็นเครื่องมือในการชี้วัดมลพิษของน้ำได้ การเพิ่มของแพลงก์ตอนพืชบางชนิดอย่างรวดเร็วและหนาแน่น อาจทำให้สีที่ปรากฏของน้ำเปลี่ยนไปตามชนิดของแพลงก์ตอนเช่น เหลือง เขียว น้ำตาลหรือแดง ในประเทศไทยเรียกว่าปรากฏการณ์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ขี้ปลาวาฬ มีรายงานว่าพบเห็นบ่อยครั้งในอ่าวไทยตอนบนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 เป็นต้นมา บริเวณชายฝั่งเป็นแหล่งผสมพันธุ์ วางไข่และแหล่งหากินของตัวอ่อนปลาและกุ้งหลายชนิด เมื่อสภาวะแวดล้อมเลวลงสัตว์น้ำเหล่านี้จะได้รับผลกระทบไปด้วย พบว่าอัตราเฉลี่ยทรัพยากรปลาและสัตว์น้ำหน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบนพบว่ามีจำนวนลดลงเรื่อย ๆ จากปี พ.ศ. 2506 ซึ่งจับได้ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เหลือ 46 กิโลกรัมต่อชั่วโมงในปี พ.ศ. 2520 (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2538)

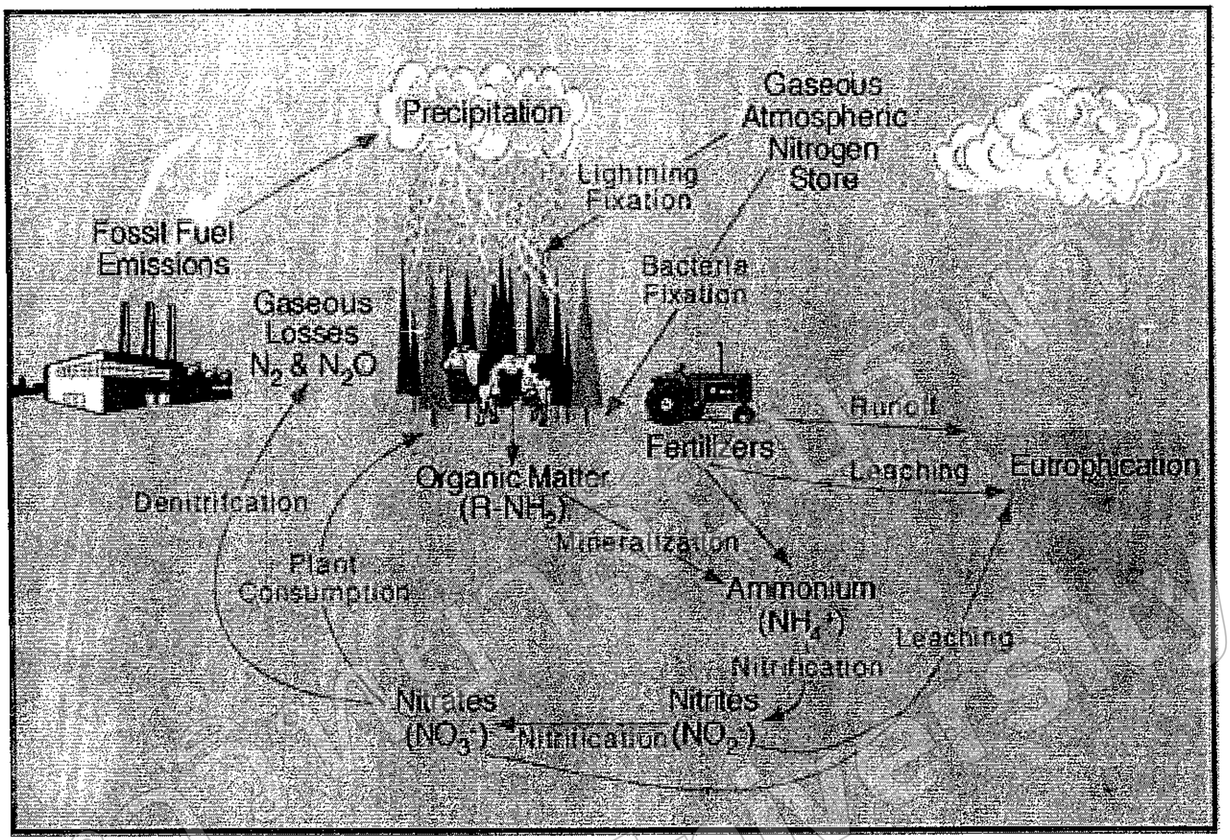
ในธรรมชาติจะพบแพลงก์ตอนพืชหลายกลุ่มหลายชนิดรวมกันปริมาณความหนาแน่นของแต่ละชนิดไม่มากนักแต่ในบางโอกาสแพลงก์ตอนบางชนิดเพิ่มปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาอันสั้นและมีความหนาแน่นมากทำให้น้ำทะเลในบริเวณนั้นมีสีเข้มขึ้นเนื่องจากสีของแพลงก์ตอน สามารถมองเห็นน้ำทะเลเป็นสีต่าง ๆ ผิดจากสีของน้ำทะเลปกติเป็นบริเวณกว้างมีกลิ่นเหม็นและมีลักษณะเป็นตะกอนแขวนลอยในน้ำ เป็นหย่อมหรือเป็นแถบยาว มีแนวตามทิศทางของกระแสลมและกระแสคลื่น ปรากฏการณ์ดังกล่าวคือ “ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี” หรือชาวประมงเรียกว่า “ขี้ปลาวาฬ” ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในปัจจุบันพบเกิดขึ้นบ่อยครั้งโดยเฉพาะปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีโดยแพลงก์ตอนพืชที่สร้างสารชีวพิษ สำหรับในประเทศไทยมีแนวโน้มของการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเพิ่มมากขึ้น โดยเกิดขึ้นตลอดทั้งปีบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีความถี่ของการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีสูงสุดและพบทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนมิถุนายน, เดือนกันยายน, เดือนพฤศจิกายน, เดือนธันวาคม 2546, เดือนกุมภาพันธ์และเดือนเมษายน 2547 ในฤดูฝนจะมีการเพิ่มปริมาณของแพลงก์ตอนอย่างหนาแน่นบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง ท่าจีน เจ้าพระยาและบางปะกง ชนิดของแพลงก์ตอนที่เป็นสาเหตุของการเกิดน้ำเปลี่ยนสีที่พบบ่อยคือ *Trichodesmium erythraeum* และ *Noctiluca scintillans* การสำรวจภาวะน้ำเสียบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำแม่กลองพบว่าน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีสองสีเป็นทางขนานกันฝั่งละสีคือ เขียวและแดงเกิดจากแพลงก์ตอนสองชนิดที่มีปริมาณหนาแน่นคือ *Ceratium furca* และ *Noctiluca scintillans* นอกจากนี้การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสียังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจการประมงกล่าวคือ สัตว์น้ำที่จับได้ในบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเป็นบริเวณกว้างและยาวนานมีผลกระทบต่อการอพยพย้ายถิ่น สัตว์น้ำวัยอ่อนตายส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวเนื่องจากมีแพลงก์ตอนตายแล้วถูกพัดพาเข้าฝั่ง มีกลิ่นคาว ทำให้ทัศนียภาพของชายหาดเสื่อมโทรม และนักท่องเที่ยวที่ลงเล่นน้ำอาจเกิดอาการคันและระคายเคืองบริเวณผิวหนัง ดังนั้นควรมีการศึกษาการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเพื่อเป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในทะเลที่อาจส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ และเพื่อใช้ในการเตือนภัยแก่นักท่องเที่ยวและประชาชนทั่วไป (สุมนา ขจรวัฒนากุล, 2548)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1-1 แสดงตำแหน่งการไหลลงสู่อ่าวไทยของแม่น้ำแม่กลอง (1) แม่น้ำท่าจีน (2) แม่น้ำเจ้าพระยา (3) และแม่น้ำบางปะกง (4) ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1-2 แหล่งที่มาของการเพิ่มปริมาณสารอาหารจากแหล่งต่าง ๆ เป็นสาเหตุให้เกิดมลพิษ (Georce, 2007)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในแพลงก์ตอนพืชมีคลอโรฟิลล์ (Chlorophylls) ซึ่งเป็นสารสีเขียว จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสง มีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์ a, b, c และ d แต่คลอโรฟิลล์ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นคลอโรฟิลล์ชนิด a เท่านั้นในพืชชั้นสูงทั่วไปจะมีคลอโรฟิลล์ a มากกว่าคลอโรฟิลล์ b 2-3 เท่า ความแตกต่างของคลอโรฟิลล์ a, b, c และd (แสดงดังตารางที่1-1) คลอโรฟิลล์เป็นตัวการสำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืช (การสังเคราะห์แสงคือการใช้พลังงานรังสีจากแสง เปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนให้เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตหรือน้ำตาลดังสมการ)

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{พลังงานแสงและคลอโรฟิลล์}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

สมการของการสังเคราะห์ด้วยแสง (ฉัตรชัย ปรีชา, 2545)

คลอโรฟิลล์ a พบในสาหร่ายหรือแพลงก์ตอนพืชทุกชนิดจัดเป็นสารสีสำหรับการสังเคราะห์แสงเบื้องต้น (Primary Photosynthetic Pigment) คือสามารถดูดแสงไว้ได้ด้วยตัวเอง ส่วนคลอโรฟิลล์

ชนิดอื่น ๆ จัดเป็นรงควัตถุสังเคราะห์แสงขั้นสอง (รงควัตถุประกอบ) ซึ่งทำหน้าที่ดูดพลังงานรังสีจากแสงแล้วส่งต่อไปให้คลอโรฟิลล์ a คลอโรฟิลล์เป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในตัวทำละลายสารอินทรีย์ เช่น เมทานอล (Methanol) โดยทั่วไปพบว่าคลอโรฟิลล์ที่พบในแพลงก์ตอนพืชมีประมาณ 0.5-1.35 % ของน้ำหนักแห้ง (มหาวิทยาลัยบูรพา, 2545)

ตารางที่ 1-1 แสดงความแตกต่างของคลอโรฟิลล์แต่ละชนิด (คลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์แสง, 2548)

ชนิดของคลอโรฟิลล์	ช่วงแสงที่ดูดกลืนแสง(nm)	ชนิดของพืช
A	420,660	พืชชั้นสูงทุกชนิดและสาหร่าย
B	435,643	พืชชั้นสูงทุกชนิดและสาหร่ายสีเขียว
C	445,625	ไดอะตอมและสาหร่ายสีน้ำตาล
D	450,690	สาหร่ายสีแดง

การศึกษาครั้งนี้ได้มีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เพื่อทำการศึกษาการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์โดยเป็นการจำลองเหตุการณ์เพื่อทำนายผลกระทบของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นโดยการนำข้อมูลต่าง ๆ ใส่เข้าไปในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบไว้สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงผลการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ในช่วงระดับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ที่ต่างกัน

ดังนั้นการศึกษาการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์บริเวณอ่าวไทยตอนในอันเนื่องมาจากกิจกรรมบนแผ่นดินจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องทำการศึกษาเพื่อทำให้สามารถคาดการณ์ผลกระทบด้านมลพิษที่อาจจะเกิดขึ้นบริเวณอ่าวไทยตอนในกับประชาชนที่บริโภคสัตว์น้ำและผู้ประกอบการประมงชายฝั่งอีกทั้งแนวโน้มของศักยภาพในการรองรับมลพิษ (Pollution Carrying Capacity) เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมการเพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ (ธีรพัฒน์ ปักษิณ, 2542)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ที่ทำให้เกิดมลพิษบริเวณอ่าวไทยตอนใน
2. ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์บนโปรแกรมตารางคำนวณในการศึกษาการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถทราบทิศทางของการแพร่กระจายของคลอโรฟีลล์บริเวณอ่าวไทยตอนใน ในแต่ละสถานการณ์จำลอง (Scenarios) ได้เป็นอย่างดี

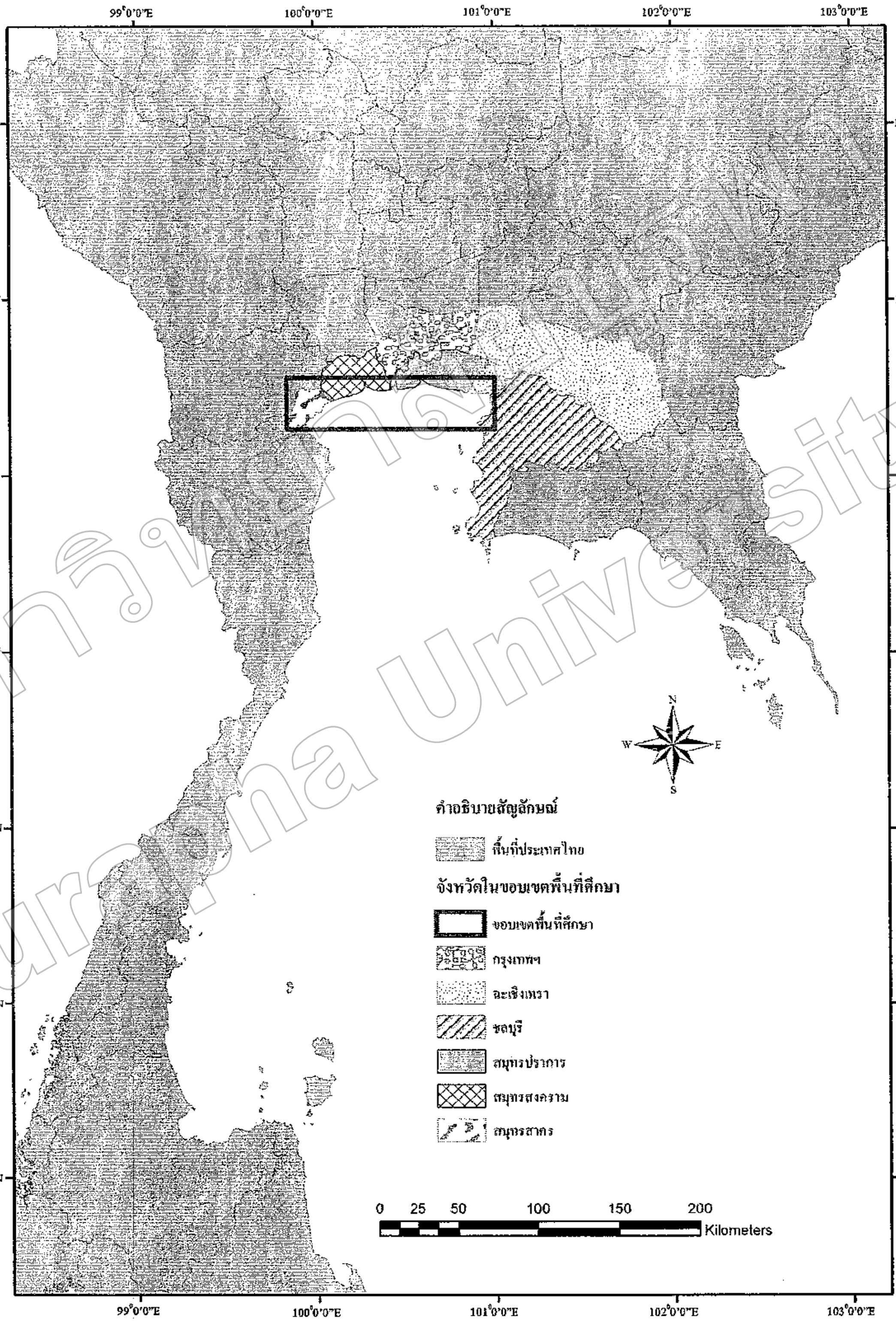
2. สามารถวางแนวทางการป้องกันและแก้ไขมลพิษจากแผ่นดิน (Land-Based Pollution) ที่ลงสู่แหล่งน้ำได้

3. เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจของผู้ประกอบการประมงบริเวณอ่าวไทยตอนในได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาการแพร่กระจายของคลอโรฟีลล์บริเวณอ่าวไทยตอนใน โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์บน โปรแกรมตารางคำนวณ ผู้วิจัยเลือกพื้นที่ศึกษาคือบริเวณอ่าวไทยตอนในประกอบด้วยแม่น้ำทั้งหมด 4 สาย คือแม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง ตามลำดับซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญที่ส่งผลให้เกิดปริมาณสารอาหารไหลลงสู่ทะเล และเป็นแม่น้ำที่จะต้องทำการทดสอบปรับค่าปริมาณสารอาหาร (River Loading) ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ ละติจูด 13° 33’ 20.7’’ ลองจิจูด 99° 57’ 04.6’’ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ละติจูด 13° 32’ 52.9’’ ลองจิจูด 100° 59’ 39.0’’ อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ละติจูด 13° 15’ 45.3’’ ลองจิจูด 99° 56’ 54.6’’ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ละติจูด 13° 15’ 23.6’’ ลองจิจูด 100° 59’ 42.0’’ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี แสดงดังภาพที่ 1-3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1-3 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

Burapha University

ข้อจำกัดของการวิจัย

ในการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บนโปรแกรมตารางคำนวณนี้ตั้งอยู่บนข้อจำกัดของแบบจำลองต้นแบบ SCS-MODEL ของโครงการ Southeast Asia START Regional Center (ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548) ดังนี้

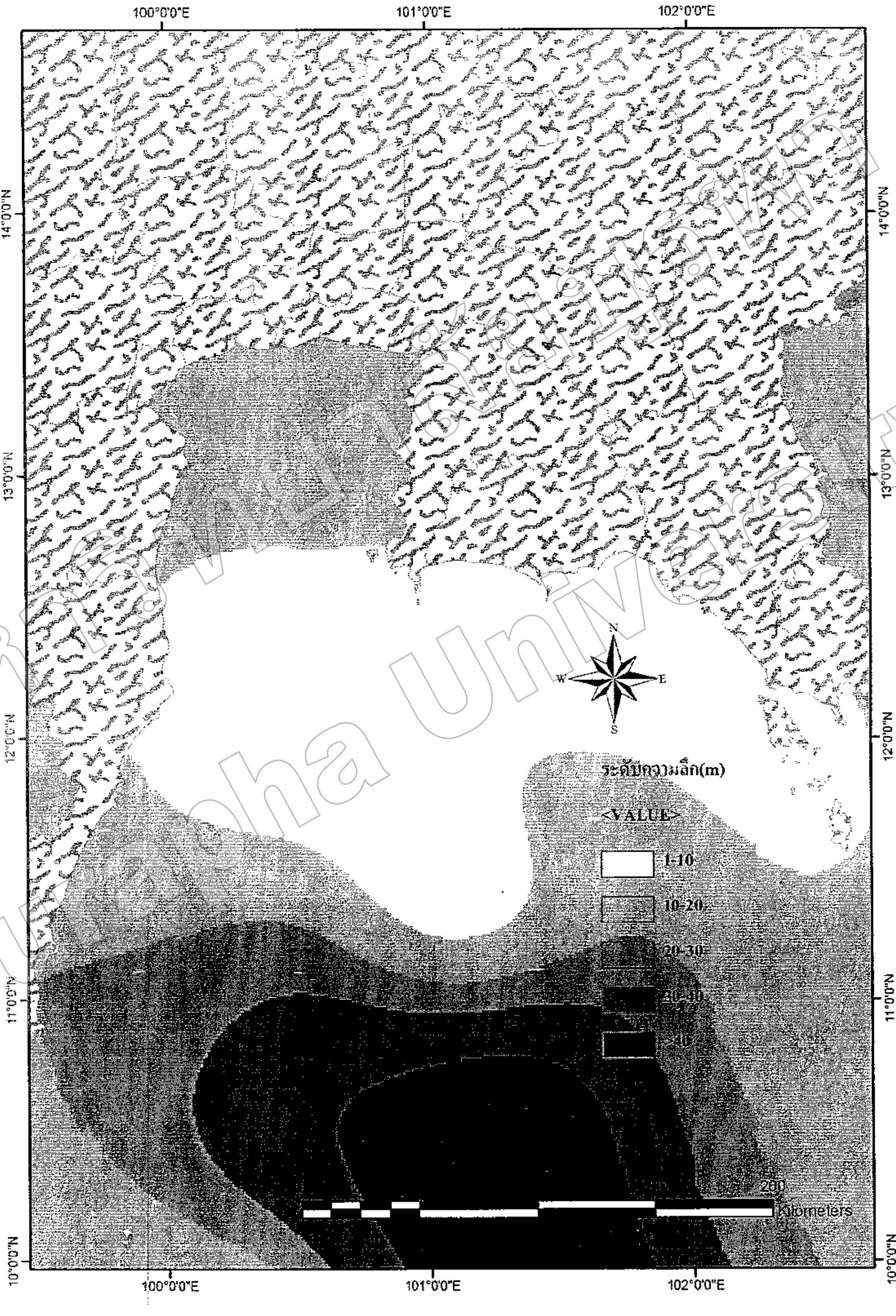
1. กำหนดให้แบบจำลองคำนึงถึงระดับความลึกจากพื้นผิวไปจนถึง ระดับความลึก 50 เมตรโดยระดับความลึกต่ำกว่า 50 เมตรถือให้เป็นบริเวณที่มีการผสมของน้ำในแต่ละความลึกเป็นอย่างดีและสามารถถ่ายเทกันได้เฉพาะระนาบ โดยไม่ถ่ายเทกันในแนวดิ่งด้วยแรงลม (ความลึกของบริเวณพื้นที่ศึกษาแสดงดังภาพที่ 1-4) ซึ่งคำนวณการถ่ายเทของน้ำได้โดย Principle Ocean Model (POM[1]) (ดังภาพที่ 1-5) ซึ่งใช้ข้อมูลความลึก ETOPO5[2] จาก US National Geophysical Data Center และ ข้อมูลความเร็วลมจาก US Navy Operational Global Atmospheric Prediction System (NOGAPS[3]) ของ พ.ศ.2547 ใช้สมการสมดุลของมวลน้ำ โดยคำนึงถึงการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารทั้งด้านกายภาพและชีวเคมี เพื่อคำนวณหาการกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ในเชิงพื้นที่ได้

2. การกำจัดปริมาณสารอาหาร ซึ่งจมลงสู่ความลึกระดับล่าง ใช้สมการผกผันตามความลึกและปริมาณของคลอโรฟิลล์ (First-Order Kinetics) ดังสมการที่ 1 และ 2

3. กำหนดช่วงเวลาของระบบจำลองแต่ละรอบไว้ที่ 1 เดือน

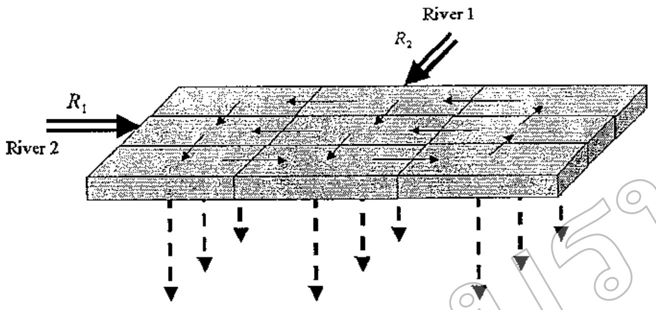
4. กำหนดช่วงความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์กับปริมาณสารอาหารไว้ที่ดังตารางที่ 1-2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1-4 แสดงระดับความลึกของบริเวณพื้นที่ศึกษา (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2548)

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University



ภาพที่ 1-5 การขนถ่ายมวลน้ำ และคลอโรฟิลล์ในแนวราบโดยถือว่าแนวดิ่งเป็นการกำจัดออกจากระบบ

ตารางที่ 1-2 กำหนดช่วงความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ที่มีความสัมพันธ์กับธาตุอาหาร (อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, 2548)

Chlorophyll Concentration (mg/m3)	Condition
< 0.2	**Oligotrophic** หมายถึง บริเวณที่มีธาตุอาหารน้อย มีสิ่งมีชีวิตจำนวนน้อยและมีระดับปริมาณออกซิเจนสูงมาก
0.2 - 2	**Highly productive** หมายถึง บริเวณที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ ถือเป็นสภาวะที่สมดุลระหว่างปริมาณธาตุอาหารและสิ่งมีชีวิต
> 2	**Eutrophic** หมายถึง การเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอนพืชมาก จนทำให้แหล่งน้ำอยู่ในสภาวะออกซิเจนต่ำ (Hypoxic) คือมีระดับปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สภาพนี้ไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. ความสัมพันธ์ทางกายภาพของมวลน้ำกับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ตั้งอยู่บนพื้นฐานว่าการถ่ายเทจากที่หนึ่งไปที่หนึ่งต้องมีความสมดุลกันดังเช่นสมการ (1) แบบจำลองจะคำนวณค่าคลอโรฟิลล์ (C_{ij}) แต่ละตำแหน่ง โดยใช้ Solver Utility (Frontline System, Inc.) ในโปรแกรม (Microsoft Excel 2000) เพื่อหาค่า Minimum Total Sum of Square of Errors (SSE[4]) (รายละเอียดในบทที่3) คือ ผลรวมของค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดเพื่อเป็นการปรับค่าอื่นๆให้คงที่หรือที่รู้จักกันว่า Least Square Method คือค่าต่ำที่สุดของพื้นที่ศึกษาดังสมการที่ (2) Southeast Asia START Regional Center (2548)

$$u_{i-1,j} \cdot C_{i-1,j} - u_{i,j} \cdot C_{i,j} + v_{i,j-1} \cdot C_{i,j-1} - v_{i,j} \cdot C_{i,j} - k_{i,j} \cdot C_{i,j} + R_{i,j} = 0 \qquad \text{---------(1)}$$

$$SSE = \sum_{i=0}^{250} \sum_{j=0}^{400} (u_{i-1,j} \cdot C_{i-1,j} - u_{i,j} \cdot C_{i,j} + v_{i,j-1} \cdot C_{i,j-1} - v_{i,j} \cdot C_{i,j} - k_{i,j} \cdot C_{i,j} + R_{i,j})^2 \qquad \text{-------------(2)}$$

u คือ U-Transportation ปริมาตรการไหลในแกน X (m^3/s)

v คือ V-Transportation ปริมาตรการไหลในแกน Y (m^3/s)

C คือ ค่าความเข้มข้นคลอโรฟิลล์ ณ ตำแหน่งนั้นๆ (mg/m^3)

k คือ ความสามารถในการกำจัดคลอโรฟิลล์ ในตำแหน่งนั้นๆ (m^3/s)

R คือ ปริมาณ Loading จากแม่น้ำ ณ ปากแม่น้ำ (mg/s)

i คือ ตำแหน่งในแกน X

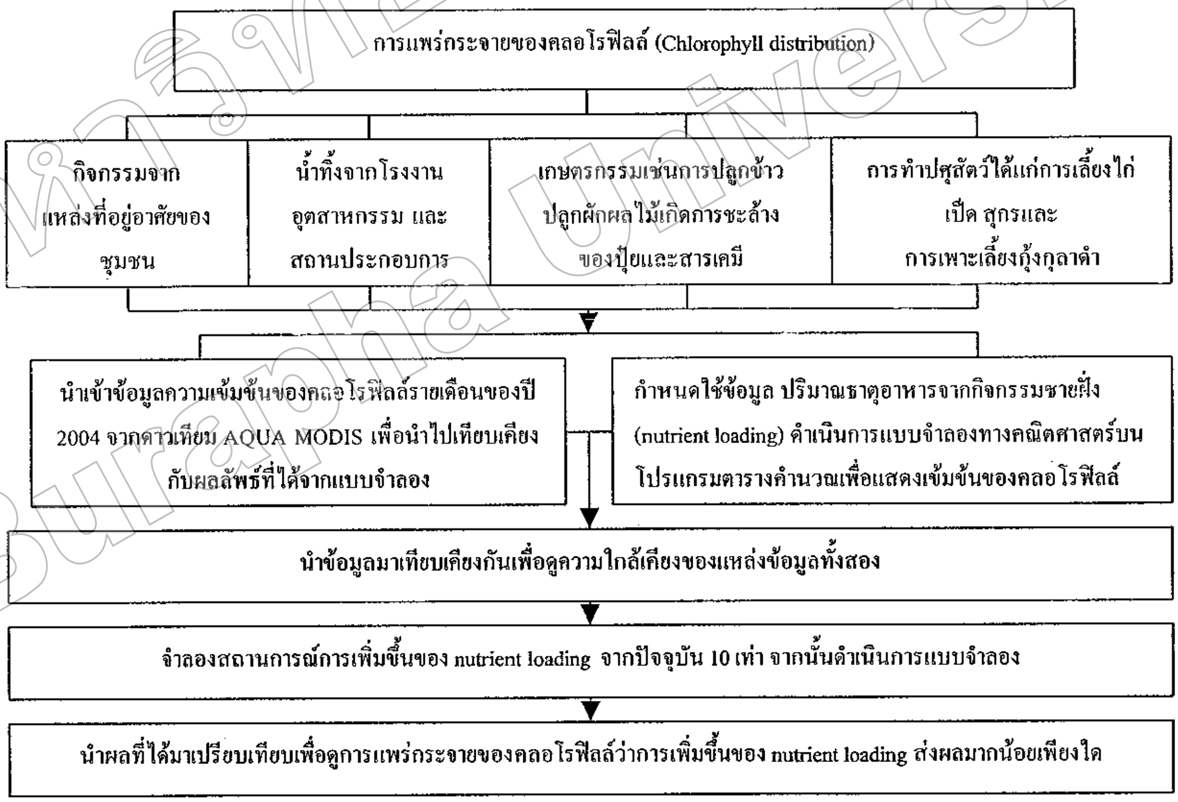
j คือ ตำแหน่งในแกน Y

กรอบแนวทางในการวิจัย

การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll Distribution) มีสาเหตุจากมลพิษจากแผ่นดินหลายปัจจัย เช่นกิจกรรมจากแหล่งที่อยู่อาศัยของชุมชน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการ การทำเกษตรกรรม เช่นการปลูกข้าว ปลูกผัก ผลไม้ เกิดการชะล้างของปุ๋ยและสารเคมี การทำปศุสัตว์ได้แก่ฟาร์มเลี้ยงไก่ เป็ด สุกรและการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งเราจะศึกษาการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้จาก การนำเข้าข้อมูลภาพ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์รายเดือนในปี พ.ศ. 2547 ของดาวเทียม AQUA MODIS[5] กับข้อมูลปริมาณธาตุอาหารจากกิจกรรมบนชายฝั่งซึ่งผู้ศึกษาต้องทำการปรับแก้ค่าดังกล่าวนำเข้าในแบบจำลองเพื่อดูผลการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ของแบบจำลองมีความ ใกล้เคียงกับข้อมูลภาพความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เป็นรายเดือนในปี พ.ศ. 2547 จากดาวเทียม AQUA MODIS หรือไม่อย่างไรก่อนดำเนินการขั้นต่อไปคือการจำลองสถานการณ์เพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหาร 10 เท่าจากขั้นแรกจากนั้นนำผลจากสถานการณ์จำลอง เปรียบเทียบกับผลการแพร่กระจายคลอโรฟิลล์จากแบบจำลองขั้นแรกเพื่อคาดการณ์ว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารจากกิจกรรมบนชายฝั่งส่งผลมากน้อยเพียงใดเพื่อสามารถวางแนวทางป้องกันแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำที่จะเกิดขึ้นได้ (แสดงดังภาพที่ 1-6)



ภาพที่ 1-6 กรอบแนวทางการวิจัย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. Principle Ocean Model (POM[1]) แบบจำลองคำนวณการถ่ายเทของน้ำ
2. Elevation Topography (ETOPO[2]) ข้อมูลความลึกของ US National Geophysical Data Center
3. Navy Operational Global Atmospheric Prediction System (NOGAPS[3]) อัตราวัดความเร็วลม
4. Minimum Total sum of square of errors (SSE[4]) ผลรวมความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
5. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS[5]) เครื่องวัดคลื่นเชิงสเปกตรัมสำหรับ ติดตามและตรวจสอบข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ
6. National Aeronautics and Space Administration (NASA[6]) องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา
7. Ocean Color and Temperature Scanner (OCTS[7]) คลื่นวิทยุความถี่สูงครอบคลุมช่วงคลื่น 12 แบนด์ทั้งช่วงที่ตามองเห็น และช่วงรังสีอินฟราเรดการกวาดภาพได้ 1400 กิโลเมตร
8. Sea – Viewing Wide Field of View Sensor (SeaWIFS[8]) เป็นระบบรีโมทเซนซิ่ง ซึ่งใช้ดาวเทียมในการสำรวจสภาพทะเล จุดประสงค์ของภารกิจ SeaWIFS คือ จัดเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสิ่งมีชีวิตบนมหาสมุทรทั่วโลก การเปลี่ยนแปลงสีของมหาสมุทรแสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับทะเล และปริมาณของ phytoplankton
9. Mission to Planet Earth (MTPE[9]) ของภารกิจของ NASA's เพื่อดูสภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลกทั้งจากการกระทำของมนุษย์และผลกระทบโดยตรงจากธรรมชาติ
10. The Hierarchical Data Format (HDF[10]) รูปแบบข้อมูลซึ่งเหมาะแก่การประมวลผลทางวิทยาศาสตร์สามารถแปลงข้อมูลได้ในหลายรูปแบบ
11. National Center for Supercomputing Applications (NCSA[11]) ณ มหาวิทยาลัยแห่งอิลลินอยส์ ที่ Urbana-Champaign ได้พัฒนาซอฟท์แวร์ที่เป็นเครื่องมือให้สามารถใช้กับส่วนที่เป็นกราฟฟิก (Graphics)
12. American Standard Code For Information Interchange (ASCII[12]) รหัสที่พัฒนาขึ้นโดยสถาบันมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (American National Standard Institute: ANSI อ่านว่า แอน-ซาย) เรียกว่า ASCII Code ซึ่งเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้สร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ใช้การแทนรหัสเป็นเลขฐานสิบ จึงง่ายต่อการจำและใช้งาน นอกจากนั้นยังสามารถเขียนในรูปของเลขฐานสิบหกได้ด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

13. Land-Ocean Interaction in the Coastal Zone (LOICZ[13]) โครงการสำรวจพื้นผิวโลกในส่วนที่เป็น แผ่นดิน บริเวณชายฝั่งทะเล และบรรยากาศ

14. Pollution Carrying Capacity ศักยภาพการรองรับมลพิษชายฝั่งทะเลหมายถึงปริมาณสูงสุดของมลพิษที่ปล่อยให้ระบบแล้วยังคงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (Safety limit)

15. Land-Based Pollution มลพิษจากแผ่นดินอันเกิดจากกิจกรรมจากแหล่งที่อยู่อาศัยของชุมชน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมของเสียที่เกิดจากแหล่งเกษตรกรรมการชะล้างของปุ๋ยและสารเคมี การทำปศุสัตว์ เช่นการเลี้ยงไก่ เป็ด และสุกรการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เป็นต้น

16. Nutrient loading ปริมาณธาตุอาหาร อันเกิดจากกิจกรรมบนแผ่นดิน ซึ่งสามารถประมาณการได้จากค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll Concentration) ซึ่งทำให้เกิดมลพิษในทะเลได้หากมีปริมาณสูง

17. Chlorophyll คลอโรฟิลล์ เป็นสารสีเขียว มีอยู่ในพืชและสาหร่ายทุกชนิดเป็นตัวการสำคัญในการสังเคราะห์แสงคือ ใช้พลังงานรังสีจากแสงเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตหรือน้ำตาล

18. Oligotrophic area หมายถึง บริเวณที่มีธาตุอาหารน้อย มีสิ่งมีชีวิตจำนวนน้อยและมีระดับปริมาณออกซิเจนสูงมาก (สุวัจน์ ธัญรส, 2549)

19. Highly productive area หมายถึง บริเวณที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ ถือเป็นสภาวะที่สมดุลระหว่างปริมาณธาตุอาหารและสิ่งมีชีวิต (สุวัจน์ ธัญรส, 2549)

20. Eutrophic area หมายถึง บริเวณที่มีธาตุอาหารในปริมาณมากจนเกิดการเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากทำให้แหล่งน้ำอยู่ในสภาวะออกซิเจนต่ำ (Hypoxic) คือมีระดับปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สภาพนี้ไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไป (สุวัจน์ ธัญรส, 2549)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University