รายงานการวิจัย

เรื่อง

พลวัตของระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลาตอนนอก ประเทศไทยทางใต้

(Ecosystem Dynamics of the Outer Songkhla Lake, Southern Thailand)

เสนอ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

สมอ
เลขหมู่ QH541.15.L3 ส56 2537
เลขทะเบียน ..... 1/1 พ.ย. 2537

Order Key.....1366.....
BIB Key.....60725.....

คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

กันยายน 2537

ผู้ร่วมวิจัย

ประเทศไทย

ดร.สุมาลี สุทธิประดิษฐ์ (ที่ปรึกษา)
ภาควิชาธรณีศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ดร.สนิท อักษรแก้ว (ที่ปรึกษา)
คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

ดร.เริงชัย ตันสกุล (ที่ปรึกษา)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ดร.อุปถัมภ์ ภวภูตานนท์ (ที่ปรึกษา)
สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
ถนนเก้าแสน อำเภอเมือง จ. สงขลา

ดร.ประเสริฐ ชิตพงศ์ (ผู้ประสานงาน)
ภาควิชาพืชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ดร.เสาวภา อังสุภานิช (หัวหน้าโครงการ)
ภาควิชาชีวศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ดร.วิเชียร จาฏพจน์
ภาควิชาธรณีศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ดร.อภินันท์ กำนันรัตน์
ภาควิชาพืชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ดร.สมศักดิ์ มณีพงศ์
ภาควิชาธรณีศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ดร.เจริญ นิติธรรมยง
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

นายจรวย เพชรรัตน์
โครงการจัดตั้งภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร
และทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

นางสาวสุภาพร รักเขียว
ภาควิชาวาริชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

นายไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์
สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
ถนนเก้าแสน อำเภอเมือง จ. สงขลา

ดร.ประวิตร โสภโณดร
ภาควิชาพืชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ดร.ชาญชัย ธนาวุฒิ
ภาควิชาธรณีศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ประเทศญี่ปุ่น

Dr. Jiro Sugi (Advisor)
NODAI Research Institute
Tokyo University of Agriculture
Setagaya, Tokyo

Dr. Yasuo Takai (Coordinator)
NODAI Research Institute
Tokyo University of Agriculture
Setagaya, Tokyo

Dr. Yusho Aruga (Project Leader)
Dept. of Aquatic Biosciences
Tokyo University of Fisheries
Minato-ku, Tokyo

Dr. Ren Kuwabara
Faculty of Bioindustry
Tokyo University of Agriculture
Abashiri, Hokkaido

Dr. Satoshi Matsumoto
Faculty of Agriculture
University of Tokyo
Hongo, Tokyo

Dr. Yukuya Yamaguchi
College of Liberal Arts
Saitama University
Urawa, Saitama

บทคัดย่อ

การศึกษาพลวัตของระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลาตอนนอกได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2534 ถึง พฤศจิกายน 2536 โดยกำหนดจุดสำรวจ 7 สถานี ในเนื้อที่ทะเลสาบตอนนอก 176 ตารางกิโลเมตร ได้ทำการศึกษาหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ คุณภาพน้ำ ฟลักซ์ของสารอาหาร ผลผลิตเบื้องต้น ในแง่ของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อัตราการสังเคราะห์แสง การแปรผันของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ตามฤดูกาล การแพร่กระจายและการแปรผันตามฤดูกาลของหญ้าทะเล การแพร่กระจายของสัตว์หน้าดิน ประชากรสัตว์น้ำพวกปลา กุ้ง และปู ธาตุอาหารในดินตะกอนและการสะสมของอินทรีย์วัตถุและโลหะหนักในดินตะกอน นอกจากศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในทะเลสาบแล้วได้มีการศึกษาบริเวณรอบฝั่งทะเลสาบสงขลาตอนนอกนี้ด้วย โดยศึกษาทรัพยากรทางกายภาพ ระบบนิเวศรอบทะเลสาบ และกิจกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชุมชนที่อาจมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอกด้วย

อุณหภูมิ, ความเค็ม และ pH มีลักษณะการแปรผันตามฤดูกาล มีค่าต่ำในฤดูฝน และสูงในฤดูแล้ง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีลักษณะการแปรผันตามฤดูกาลเช่นกัน แต่มีลักษณะตรงกันข้าม คือมีค่าสูงในฤดูฝนและค่าต่ำในฤดูแล้ง การแปรผันตามฤดูกาลของสารอาหารไนโตรเจน (ไนเตรท, ไนไตรท์, แอมโมเนียม และไนโตรเจนรวม) ฟอสฟอรัส (ฟอสเฟต และฟอสฟอรัสรวม) และซิลิเกต ไม่ชัดเจนแต่มีแนวโน้มสูงขึ้นในฤดูฝน และต่ำลงในฤดูแล้ง การกระจายของเกลือในบริเวณทะเลสาบ มีความเค็มเพิ่มขึ้นเมื่อออกสู่ทะเล ความเค็มของน้ำระดับผิวและระดับล่างไม่แตกต่างกัน แสดงว่าน้ำในทะเลสาบมีการผสมผสานกันดี

จากการศึกษาพบว่าฟลักซ์ของเกลือ และสารอาหาร มีทิศทางการไหลจากทะเลหลวง ลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก และจากทะเลสาบตอนนอกออกสู่ทะเลเปิด ฤดูกาลเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ดังนี้ ฤดูฝน (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) อุณหภูมิ ความเค็ม และ pH มีค่าลดลง ในขณะที่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ สารอาหารไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมีแนวโน้มว่าสูงขึ้น ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกับแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์น้ำมีปริมาณสูงขึ้นด้วย โดยมีแพลงก์ตอนพืชพวก Cyanophyta และ Chlorophyta แพลงก์ตอนสัตว์พวก Tintinid Protozoa และ Rotifera และปลากินแพลงก์ตอน (เช่น วงศ์ Mugilidae) เป็นกลุ่มเด่นในฤดูนี้ สวนหญ้าทะเลและสัตว์หน้าดินมีแนวโน้มว่ามีจำนวนมากขึ้นในช่วงกลาง (มิถุนายน - สิงหาคม) และปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ตุลาคม) ตามลำดับ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าสูงมาก (มากกว่า 30 ไมโครกรัมต่อลิตร) ในเดือนธันวาคม ซึ่งอยู่ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีฝนตกหนัก ส่วนในฤดูอื่น ๆ ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงและในบางเดือนมีค่าน้อยกว่า 10 ไมโครกรัมต่อลิตร อัตราการสังเคราะห์แสงรวมอิ่มตัวมีค่าในช่วง 23.33 - 67.60 mgO_2 Chl. *a* mg^{-1} hr^{-1} ซึ่งอยู่ในช่วงที่พบทั่วไปในอ่าวตอนในของประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์สูง เช่น อ่าวโตเกียว ค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นเท่ากับ 4.24 gO_2 m^{-2} day^{-1} โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.05 gO_2 m^{-2} day^{-1} (ในเดือนพฤศจิกายน 2536) และค่าสูงสุดเท่ากับ 7.52 gO_2 m^{-2} day^{-1} (ในเดือนกรกฎาคม 2536) และค่าผลผลิตเบื้องต้นสุทธิประมาณ 1.92 gO_2 m^{-2} day^{-1} (0.72 gC m^{-2} day^{-1}) ผลรวมการหายใจของจุลินทรีย์ในรอบวันภายในเขต Euphotic depth แปรผันอยู่ในช่วง 4.90 ถึง 10.92 gO_2 m^{-2} day^{-1}

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่สำรวจพบมีดังนี้

แพลงก์ตอนพืช - 6 ดิวิชั่น รวม 97 สกุล ได้แก่ Cyanophyta 12 สกุล Chlorophyta 21 สกุล Euglenophyta 3 สกุล Chrysophyta 3 สกุล Bacillariophyta 44 สกุล Chrysophyta 3 สกุล และ Pyrrhophyta 14 สกุล

แพลงก์ตอนสัตว์ - 12 ไฟลัม ได้แก่ Protozoa, Coelenterata, Ctenophora, Rotifera, Chaetognatha, Bryozoa, Nematoda, Annelida, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata และ Chordata โดย Protozoa และ Rotifera มีจำนวนชนิดมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ

หญ้าทะเล - มี 3 ชนิด ได้แก่ *Halophila ovalis, Halodule pinifolia* และ *Halophila beccarii* สองชนิดหลัง มีปริมาณต่อปีใกล้เคียงกันเกือบตลอดปี ส่วนชนิดแรกมีปริมาณน้อยมาก และพบเพียง 6 เดือนต่อปี *H. ovalis* และ *H. pinifolia* พบอยู่ในบริเวณเดียวกันที่บริเวณห่างจากปากทะเลสาบ 1.3 กิโลเมตร ส่วน *H. beccarii* พบเฉพาะที่บริเวณชายฝั่งใกล้บ้านหัวหาดซึ่งมีความเค็มของน้ำตลอดปีต่ำกว่าบริเวณปากทะเลสาบ พืชอิงอาศัยที่พบบนผิวใบหญ้าทะเลบ่อย ๆ คือไดอะตอมสกุล *Cocconeis*

สัตว์หน้าดิน - 6 ไฟลัม รวม 122 ชนิด มีสัตว์หน้าดินกลุ่มหลัก 3 กลุ่ม ได้แก่ Polychaeta 44 ชนิด Mollusca 28 ชนิด และ Crustacea 44 ชนิด Polychaeta ที่เป็นชนิดเด่นได้แก่ *Diopatra neapolitana* และ *Heteromastus filiformis* Crustacea ที่เป็นชนิดเด่นได้แก่ *Apseudes* และ Amphipoda ส่วนพวก Mollusca ไม่มีชนิดใดเด่นเป็นพิเศษ โครงสร้างของสังคมสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลาตอนนอกในแต่ละสถานีมีความแตกต่างมากน้อยไม่เท่ากัน ทำให้สามารถแบ่งพื้นที่ทะเลสาบออกเป็น 3 เขตใหญ่ ๆ ตามโครงสร้างขององค์ประกอบสัตว์หน้าดินที่พบอยู่

สัตว์น้ำ - มี 43 วงศ์ รวม 111 ชนิด โดยเป็นปลา 97 ชนิด กุ้งทะเล 9 ชนิด ปูทะเล 3 ชนิด และกั้งตั๊กแตน 2 ชนิด ปลาที่พบมากและบ่อยคือ วงศ์ Leiognathidae รองลงมาคือ Clupeidae และ Atherinidae กุ้งทะเลที่พบมากที่สุดคือ *Metapenaeus ensis* สัตว์น้ำส่วนใหญ่ในทะเลสาบตอนนอกเป็นสัตว์น้ำกร่อย (50 ชนิด) และน้ำเค็ม (47 ชนิด) ส่วนน้ำจืดมีน้อย (13 ชนิด)

นอกจากนี้พบว่าองค์ประกอบของดินตะกอนเป็นปัจจัยสำคัญต่อชนิดของหญ้าทะเลและสัตว์หน้าดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในแต่ละบริเวณของทะเลสาบมีความแตกต่างกันอย่างเป็นได้ชัด พบว่าบริเวณปากคลองอู่ตะเภา ปากคลองพะวง มีดินทรีย์วัตถุมาก รองลงมาเป็นคลองหลวงซึ่งเป็นคลองที่ติดต่อกับทะเลหลวงหรือทะเลสาบตอนใน ตะกอนที่ถูกน้ำพัดพามาตามลำคลองต่าง ๆ และจากทะเลสาบตอนในน่าจะมีส่วนทำให้อัตราการตื้นเขินของทะเลสาบเป็นไปอย่างรวดเร็ว แร่ดินเหนียวที่เป็นองค์ประกอบของดินตะกอนส่วนใหญ่เป็นแร่ในกลุ่ม kaolin และ quartz จึงมีศักยภาพในการดูดซับธาตุอาหาร และสารพิษต่าง ๆ น้อย ระดับธาตุอาหารในดินตะกอนที่เป็นประโยชน์ต่อแพลงก์ตอนพืชจึงอยู่ในเกณฑ์ต่ำด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลเมื่อประมาณ 15 ปีที่แล้ว พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโครเมียมในดินตะกอน พบโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าปริมาณที่ถือเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

จากการวิเคราะห์พลวัตของระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลาตอนนอกสามารถกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำซึ่งสืบเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนในแต่ละฤดูมีผลต่อความชุกชุมและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแทนที่ตามฤดูกาลของทรัพยากรสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในน้ำ และรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแทนที่ตามฤดูกาลของสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏชัดได้แก่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์หน้าดิน ซึ่งพบว่าปี 2534-2535 และ 2535-2536 มีรูปแบบทำนองเดียวกัน ต่างกันเฉพาะความอุมสมบูรณ์ที่พบว่า ปี 2534-2535 มีมากกว่าปี 2535-2536

สำหรับระบบนิเวศโดยรอบทะเลสาบสงขลาประกอบด้วย 4 ระบบย่อยคือ ระบบนิเวศป่าชายเลนซึ่งเหลืออยู่เล็กน้อย ที่ลุ่มชื้นแฉะ พื้นที่พรุ และพื้นที่การเกษตร ปัจจุบันมีแนวโน้มว่ามีการใช้พื้นที่ดังกล่าวในการพัฒนากิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การผลิตทางการเกษตร การพัฒนาอุตสาหกรรม และการพัฒนาชุมชน ทำให้เกิดการขัดแย้งในการใช้ทรัพยากร เนื่องจากไม่มีการจัดการให้เป็นระบบอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ตั้งบนพื้นฐานของการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน และระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลาต้องได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่าง ๆ นั้นในที่สุด

Abstract

The study of ecosystem dynamics of Thale Sap Songkhla was carried out from August 1991 to November 1993. Seven stations were established in the total lake area of 176 km^2. The study topics were water quality, nutrient fluxes, primary productivity (chlorophyll concentration and photosynthetic rate), seasonal variation of phytoplankton and zooplankton, distribution and seasonal variation of seagrasses, distribution of benthic fauna, fish and shellfish populations, fish production and aquaculture, properties and variation of nutrients in sediments, and accumulation of organic matter and heavy metals. In addition to the study within Thale Sap Songkhla, the ecosystem and socio-economic development activities surrounding the lake were iinvestigated.

Seasonal variation patterns of temperature, salinity and pH were evident. Their levels were low in the wet season and high in the dry season. The seasonal variation pattern of dissolved oxygen exhibited the opposite trend. Seasonal variationsof concentrations of nutrients such as nitrogen (nitrate, nitrite, ammonium and total nitrogen), phosphorus (phosphate and total phosphorus) and silicate were not clearly evident. However, their concentrations tended to be high in the wet season and low in the dry season. Salinity increased as proximity to the sea increased. Furthermore, salinity of the surface water did not differ from that of lower layer water, i.e. water in the lake was well mixed.

The present study revealed that fluxes of salts and nutrients were from Thale Luang to Thale Sap Songkhla and from Thale Sap Songkhla to open sea. Season was the important factor governing changes of water quality and biota. In the wet season (northeast monsoon), temperature, salinity and pH decreased, while dissolved oxygen, nitrogenous and phosphorus nutrients, phytoplankton, zooplankton and fish populations tended to increase. Cyanophyta, Chlorophyta, tintinnid protozoans, rotifers and phytoplanktivorous fish (e.g. Mugilidae) were dominant in this season. Seagrasses and benthic fauna were abundant in the middle (June-August) and post (October) southwest monsoon, respectively.

The highest chlorophyll concentration, more than 30 $\mu g\ l^{-1}$, occurred during northeast monsoon (December) when there was heavy rain. It decreased in other seasons, with occasionally less than 10 $\mu g\ l^{-1}$. The average light-saturated rate of gross photosynthesis

ranged from 23.33 to 67.60 mgO_2 Chl. *a* mg^{-1} hr^{-1}. This range was the same as that found in Tokyo Bay. The average primary productivity was 4.24 gO_2 m^{-2} day^{-1}. The minimum was 1.05 gO_2 m^{-2} day^{-1} (Nov 1993) and the maximum was 7.52 gO_2 m^{-2} day^{-1} (July 1993). The net productivity was 1.92 gO_2 m^{-2} day^{-1} (0.72 gC m^{-2} day^{-1}).

The diversity of biota obtained in Thale Sap Songkhla is as follows :

Phytoplankton - 97 genera belonging to 6 divisions were identified. They were Cyanophyta (12 genera), Chlorophyta (21 genera), Euglenophyta (3 genera), Bacillariophyta (44 genera), Chrysophyta (3 genera) and Pyrrhophyta (14 genera).

Zooplankton - Twelve phyla were identified: Protozoa, Coelenterata, Ctenophora, Rotifera, Chaetognatha, Bryozoa, Nematoda, Annelida, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata and Chordata. Protozoa and Rotifera were more diverse than other groups.

Seagrasses - Three species were *Halophila ovalis, Halodule pinifolia and Halophila beccarii.* The biomass of the last two species was similar. They grew almost throughout the year, with the highest biomass during the dry season; the biomass of the first species was rather low and was found only 6 months of the year . *H. ovalis and H. pinifolia* grew in an area 1.3 km from the mouth of Thale Sap Songkhla. *H. beccarii* grew only at Ban Hua Hat, where the salinity was lower. In addition, the diatom *Cocconeis* was often found attached to seagrass leaves.

Benthic fauna - 122 species belonging to 6 phyla were found. Three major groups of benthic fauna were encountered - Polychaeta: 44 species; Mollusca: 28 species; and Crustacea: 44 species. The predominant polychaetes were *Diopatra neapolitana and Heteromastus filiformis. Apseudes* and Amphipoda were the dominant Crustacea, while a dominant mollusc was not observed. The structure of benthic fauna communities at each station varied. The bottom floor can be divided into 3 zones.

Fish and shellfish - 111 species in 43 families were identified. Ninety-seven fish species, 9 species of marine shrimps, 3 species of crabs and 2 species of mantis shrimps were found. The predominant fish were Leiognathidae, Clupeidae and Atherinidae, while *Metapenaeus ensis* was the dominant shrimp.

Sediment composition was an important factor in the species diversity of seagrasses and benthic fauna. Organic matter at the mouth of U-Taphao Canal and Phawong Canal was present

at higher levels than in other areas, followed by the canal between Thale Sap Songkhla and Thale Luang. The sediment derived from canals around the lake may be reducing the depth of Thale Sap Songkhla. The major groups of clay particles were kaolin and quartz., low in potential for the adsorption of nutrients and toxic substances. The nutrient levels for phytoplankton growth in the sediment were thus rather low. This was not significantly different from the results reported 15 years ago. The average levels of Fe, Mn, Cu, Zn and Cr in sediment were also lower than the environmental standard levels.

An analysis of the ecosystem dynamics of Thale Sap Songkhla suggests that the change of salinity caused by rainfall affects the abundance and pattern of the seasonal succession of biota and abiotic environments in the area. A clear seasonal succession was observed in phytoplankton, zooplankton and benthic fauna communities. A similar pattern was found in the periods 1991-1992 and 1992-1993. However, the abundance of those living organisms was greater in 1991-1992 than in 1992-1993. The ecosystem around Thale Sap Songkhla was classified into four sub-ecosystems: mangrove, swamp, peatland and arable land. Recently, land use for active development in aquaculture, agriculture, industry and community has tended to increase in those areas. These have resulted in contradictory resource use, because there is no effective management planning and no basic information on sustainable resource use. Eventually, Thale Sap Songkhla will face the impact of these activities.