

ความชุกชุมและความหลากหลายของแอมฟิปอดในทะเลสาบ สงขลาตอนบน (ทะเลหลวง)

จิระยุทธ รื่นศิริกุล¹ เสาวภา อังสุพานิช² และ อมรรัตน์ พงศ์ดารา³

Abstract

Ruensirikul, J.¹, Angsupanich, S.¹, and Phongdara, A.²
**Abundance and diversity of amphipod crustaceans
in the Upper Songkhla Lagoon**
Songklanakarin J. Sci. Technol., 2007, 29(5) : 1225-1249

A bimonthly investigation of amphipod crustaceans in the Upper Songkhla Lagoon from April 2003 to February 2004 was undertaken to determine the abundance and species richness. The mean density of amphipods among stations ranged from 233 to 4937 ind.m⁻², while the monthly densities ranged from 600 to 3620 ind.m⁻². A total 10 families, 14 genera and 16 species were identified. The diversity among stations ranged from 2-12 species while varying from 8-15 species during the different months. *Kamaka cf. taditadi* is the most dominant amphipod with 89.2% of total (max. 16486 ind.m⁻²) in December. It distributed widely and in every sampling month. *Photis longicaudata* (36-338 ind.m⁻²) *Grandidierella taihuensis* (28-65 ind.m⁻²) *Cerapus* sp. (3-95 ind.m⁻²) and *Periocolodes cf. acuticoxa* (19-54 ind.m⁻²) distributed widely in all months but with lower densities. The other 11 species were occasionally found and had narrow distribution with low densities (< 20 ind.m⁻²). The density and diversity of amphipods were higher at the shallower stations nearby

¹Department of Aquatic Science, Faculty of Natural Resources, ²Department of Biochemistry, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand.

¹วท.บ. (วาริชศาสตร์) ²Ph.D. (Aquatic Environmental Science) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
³D.Eng. (Biotechnology) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail : saowapa.a@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 17 เมษายน 2549 รับลงพิมพ์ 13 มิถุนายน 2550

the bank (mean depth 1.1 m.) than at the deeper stations in the middle area (mean depth 2.5 m.). The species richness among seasons was not different but the density tended to increase in the rainy season in December and markedly decrease in the post-rainy season in February. The best fitting of the environmental variables to explain the amphipod community pattern of the Upper Songkhla Lagoon for 6 months was a 4-variable combination of pH, salinity, %sand and %organic carbon and a 3-variable combination of depth, DO and %sand for 11 stations (harmonic rank correlation coefficient, $\rho_w = 0.56$ and 0.51 respectively).

Key words : abundance, diversity, amphipod, Songkhla Lagoon

บทคัดย่อ

จิระยุทธ รื่นสิริกกุล เสาวภา อังสุภาณิช และ อมรรัตน์ พงศ์ดารา

ความชุกชุมและความหลากหลายของแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาตอนบน (ทะเลหลวง)

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2550 29(5) : 1225-1249

ความชุกชุมและความหลากหลายของแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาตอนบน ที่สำรวจตั้งแต่เดือนเมษายน 2546 - กุมภาพันธ์ 2547 โดยเก็บตัวอย่างทุกสองเดือน พบว่าปริมาณเฉลี่ยของแอมฟิพอดแต่ละสถานีอยู่ในช่วง 223-4937 ตัว/ตร.เมตร และแต่ละเดือน 600-3620 ตัว/ตร.เมตร โดยพบทั้งหมด 10 วงศ์ 14 สกุล 16 ชนิด ความหลากหลายเชิงสถานี 2-12 ชนิด และเชิงฤดูกาล 8-15 ชนิด *Kamaka cf. taditadi* มีปริมาณมากที่สุดถึง 89.2% ของแอมฟิพอดที่พบทั้งหมด พบสูงสุด 16486 ตัว/ตร.เมตร ในเดือนธันวาคมและมีการกระจายได้กว้างขวางที่สุดและพบทุกครั้งที่เก็บตัวอย่าง ส่วนชนิดอื่นๆ ที่พบว่ามีมีการกระจายกว้างขวางและพบทุกครั้งที่เก็บตัวอย่าง แต่มีจำนวนน้อย ได้แก่ *Photis longicaudata* (36-338 ตัว/ตร.เมตร) *Grandidierella taihuensis* (28-65 ตัว/ตร.เมตร) *Cerapus sp.* (3-95 ตัว/ตร.ม.) และ *Periocolodes cf. acuticoxa* (19-54 ตัว/ตร.เมตร) ส่วนอีก 11 ชนิดพบค่อนข้างน้อย (< 20 ตัว/ตร.เมตร) และพบบางเดือนและบางสถานีเท่านั้น ความชุกชุมและความหลากหลายของแอมฟิพอดในบริเวณชายฝั่ง (ความลึกเฉลี่ย 1.1 เมตร) มากกว่าบริเวณกลางทะเลสาบ (ความลึกเฉลี่ย 2.5 เมตร) ซึ่งมีความลึกมากกว่า ความหลากหลายของแอมฟิพอดไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลแต่มีแนวโน้มว่าปริมาณเพิ่มขึ้นในฤดูฝนเดือนธันวาคม และลดลงมากในปลายฤดูฝนเดือนกุมภาพันธ์ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับความชุกชุมของแอมฟิพอด โดยหาค่าสหสัมพันธ์แบบ harmonic rank correlation coefficient (ρ_w) มีค่าสูงสุดเชิงฤดูกาล 0.56 โดยมีปัจจัยร่วมคือ พีเอช ความเค็ม %ทราย และ %อินทรีย์คาร์บอน และมีค่าสูงสุดเชิงสถานี 0.51 โดยมีปัจจัยร่วมคือ ความลึก ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และ %ทราย

ทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบน้ำกร่อยประเภทลากูน (lagoon) ที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 2 ในทวีปเอเชีย (WDCS, 2001) มีพื้นที่ประมาณ 1042.6 ตร.กม. แบ่งออกเป็น 3 ตอน (ไพโรจน์ และคณะ, 2542) คือ ทะเลสาบตอนล่างหรือตอนนอกหรือที่เรียกว่าทะเลสาบสงขลา (Thale Sap Songkhla) มีพื้นที่ 185.8 ตร.กม. ทะเลสาบตอนในอันประกอบด้วยทะเลสาบตอนบนหรือทะเลหลวง (Thale Luang) และตอนกลางซึ่งเรียกว่าทะเลสาบ (Thale Sap) มีพื้นที่ประมาณ 829.6 ตร.กม. และทะเลน้อย มีเนื้อที่ประมาณ 27.2 ตร.กม. มีความลึก

โดยเฉลี่ยทั้งทะเลสาบ 1-2 เมตร ปากทะเลสาบตอนล่างเชื่อมต่อกับทะเลอ่าวไทย ทำให้ทะเลสาบสงขลา มีความแตกต่างของนิเวศตามระยะทางที่ห่างจากทะเล มีคุณสมบัติเป็นน้ำเค็ม น้ำกร่อย และน้ำจืด (ทะเลน้อย) เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล (อังสุณีย์ และชัชวาล, 2541) ทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์ มีความหลากหลายทางชีวภาพอุดมไปด้วยสัตว์น้ำนานาชนิด เป็นแหล่งอาหารโปรตีน แหล่งทำการประมงสร้างรายได้ที่สำคัญของราษฎรที่ตั้งหลักแหล่งอยู่โดยรอบทะเลสาบมาเป็นเวลาช้านาน (อังสุณีย์ และคณะ, 2539; ไพโรจน์ และคณะ, 2542; เบลูจวรรณ และสุพรรณิ,

2545) แต่ปัจจุบันความอุดมสมบูรณ์ของทะเลสาบสงขลาที่มีมาในอดีตได้เริ่มเสื่อมโทรมลงไปเรื่อยๆ โดยกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของทะเลสาบ จนทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น การลดจำนวนลงอย่างรวดเร็วของสัตว์น้ำและการเกิดมลพิษของน้ำในทะเลสาบ (นฤทธิ, 2545) คุณภาพน้ำโดยรวมในทะเลสาบสงขลามีความเสื่อมโทรมลงเป็นลำดับ (อภิชัย, 2547)

โดยทั่วไปของทะเลสาบน้ำตื้น มักพบว่าสัตว์หน้าดินเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำ (Lindegaard, 1994) ในทะเลสาบน้ำตื้นดังเช่นทะเลสาบสงขลาที่เช่นกัน โดยพบว่าแอมฟิพอดเป็น Hhhaljdjadgh สัตว์หน้าดินกลุ่มหนึ่งที่พบมากทั้งชนิดและจำนวนในทะเลสาบสงขลา (ยงยุทธ และนิคม, 2544; เสาวภา และคณะ, 2548x; Angsupanich and Kuwabara, 1995) แอมฟิพอดมีความสำคัญในระบบสายใยอาหารเนื่องจากเป็นอาหารของสัตว์น้ำชนิดอื่นหลายชนิด (Kaestner, 1970; Arvai et al., 2002; MacNeil, 2001; Dalpadado et al., 2001) โดยเฉพาะปลาในเขตเอสทูรีหลายชนิด (ประภาพร, 2542) รวมทั้งกุ้ง (Angsupanich et al., 1999) เสาวภา และคณะ (2548x) พบว่าแอมฟิพอดเป็นอาหารหลักกลุ่มหนึ่งของปลากดหัวอ่อนและปลากดหัวแข็งซึ่งเป็นปลาที่พบมากในทะเลสาบสงขลา แอมฟิพอดที่พบในเขตชายฝั่ง เอสทูรีหรือลากูนในเขตร้อนและเขตอบอุ่นส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Ampelisca*, *Amphilo-chus*, *Cerapus*, *Corophium*, *Elasmopus*, *Eriopisa*, *Gammaropsis*, *Gitanopsis*, *Grandidierella*, *Hyale*, *Idunella*, *Kamaka*, *Maera*, *Melita*, *Orchestia*, *Paracalliope*, *Periculodes*, *Photis*, *Quadrivisio*, *Synchelidium* (Barnard, 1971; 1981; Chilton, 1921; Hirst, 2004; Imbach, 1967; Myers, 1985; Ray, 2004) ถึงแม้ว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลาตอนบนในบริเวณลำปำมาช้านานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 จนถึงปัจจุบัน (สวัสดิ์ และสมชาติ, 2511, 2513; ไพโรจน์ และคณะ, 2520, 2521; ยงยุทธ และนิคม, 2540) ซึ่งการศึกษาเหล่านี้พบแอมฟิพอดเป็นสัตว์หน้าดินกลุ่มหลักกลุ่มหนึ่งแต่ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเฉพาะเชิงปริมาณเท่านั้นจึงไม่เพียงพอที่จะนำมาประเมินศักยภาพของทรัพยากรได้ การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพควบคู่กันไปด้วยจึงจะใช่

เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความสมบูรณ์อย่างสมดุลของระบบนิเวศนั้นๆ ได้ (ทวิวงศ์, 2538; De Broyer et al., 2003) การขาดฐานข้อมูลเบื้องต้นจึงเป็นปัญหาที่สำคัญในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะระบบนิเวศทางทะเลที่ถูกกระทบโดยกิจกรรมของมนุษย์ (Underwood et al., 2003)

การศึกษาในครั้งนี้ต้องการศึกษาปริมาณ ความหลากหลายชนิด และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวกำหนดโครงสร้างของประชาคมแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาตอนบนหรือทะเลหลวง แต่เพื่อความสะดวกในการกล่าวถึงจึงขอเรียกบริเวณที่ศึกษาในครั้งนี้ว่าทะเลสาบสงขลาตอนบน ซึ่งผู้วิจัยมีสมมติฐานงานวิจัยว่าทะเลสาบสงขลาตอนบนจะเป็นแหล่งน้ำแห่งหนึ่งที่มีแอมฟิพอดชุกชุมและมีความหลากหลายตามลักษณะของ microhabitat ที่แตกต่างกันทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์หน้าดินชนิดนี้ในทะเลสาบสงขลามีความสมบูรณ์ขึ้นและเป็นองค์ความรู้หนึ่งที่จะนำไปประกอบการกำหนดนโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพบริเวณชายฝั่ง จังหวัดสงขลา

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างแอมฟิพอดบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณโดยกำหนดเป็น 4 แนว ทั้งหมด 11 สถานี ซึ่งแต่ละสถานีมีระยะห่างกันค่อนข้างสม่ำเสมอคือ 6-8 กม. และพยายามกำหนดจุดให้ได้ microhabitat ที่แตกต่างกันเท่าที่พบในบริเวณทะเลสาบ หลังจากการสำรวจเบื้องต้น การเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะใช้ GPS ช่วยในการค้นหาสถานีตามที่กำหนดไว้ (Figure 1) ซึ่งมีลักษณะทางภูมิศาสตร์และนิเวศวิทยาของแต่ละสถานีดังนี้คือ

สถานี 1 บริเวณหาดพัททอง ต.แหลมจองถนน อ.เขาชัยสน จ.พัทลุง ใกล้ปากคลองขนาดเล็ก มีชุมชนอาศัยอยู่ประปราย มีพีชน้ำค่อนข้างมาก โดยเฉพาะกลุ่ม *Enteromorpha* sp. เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 50 เมตร น้ำลึกประมาณ 1 เมตร (พิกัด 7° 31.060' เหนือ และ 100° 12.004' ตะวันออก)

สถานี 2 ใกล้ปากคลองขนาดเล็กบริเวณ ต.ทานโพธิ์

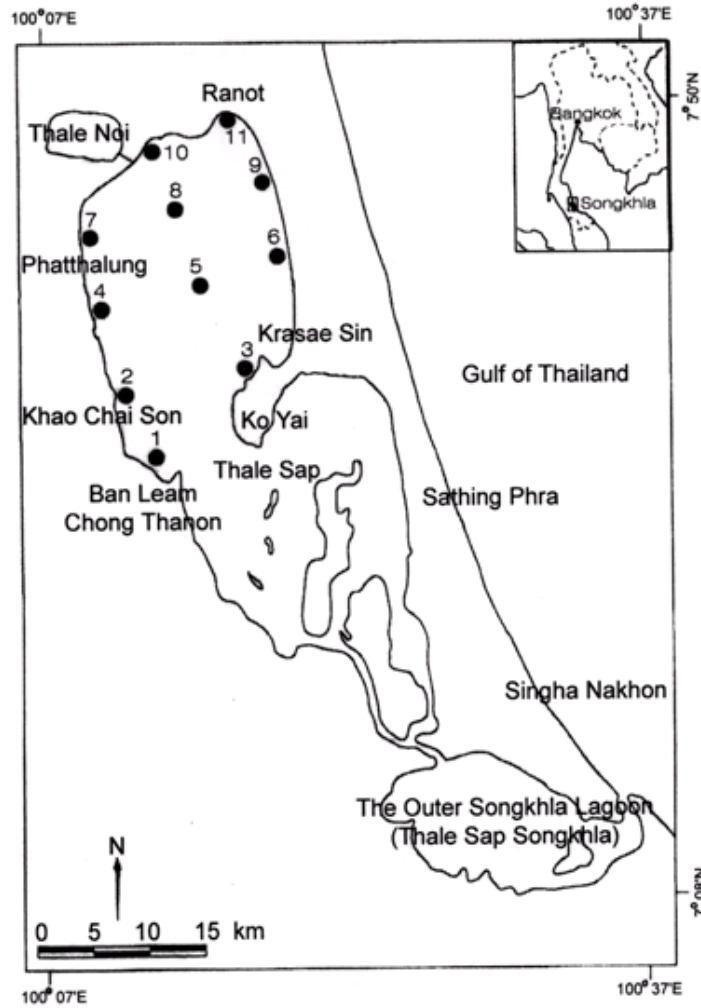


Figure 1. Map showing Songkhla Lagoon and sampling stations

อ.เมือง จ.พัทลุง มีพืชน้ำค่อนข้างมาก โดยเฉพาะสาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla* sp.) และบัว (*Nymphaea* sp.) มีชุมชนอาศัยอยู่ประปราย เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 25 เมตร น้ำลึกประมาณ 1 เมตร (พิกัด 7° 34.678' เหนือ และ 100° 11.348' ตะวันออก)

สถานี 3 ชายฝั่งเป็นโคลนหิน บริเวณ ต.เกาะใหญ่ อ.กระแสสินธุ์ จ.สงขลา พื้นที่น้ำเป็นทราย มีเครื่องมือประมงจำพวกลอบวางกระจายกันห่างๆ มีชุมชนอาศัยอยู่ประปราย เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 25 เมตร น้ำลึกประมาณ 1.5 เมตร (พิกัด 7° 35.708' เหนือ และ 100° 17.257' ตะวันออก)

สถานี 4 บริเวณปากคลองลำป่าและหาดแสนสุขลำป่า ต.ลำป่า อ.เมือง จ.พัทลุง พื้นที่น้ำเป็นทรายปนกรวด เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 50 เมตร น้ำลึกประมาณ 1 เมตร (พิกัด 7° 37.584' เหนือ และ 100° 09.430' ตะวันออก)

สถานี 5 อยู่กลางทะเลสาบตอนบนก่อนมาทางทิศใต้ น้ำค่อนข้างลึกกว่าสถานีอื่นๆ พื้นที่น้ำเป็นโคลนปนเลน เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่งพัทลุงประมาณ 10 กม. น้ำลึกประมาณ 2.5 เมตร (พิกัด 7° 38.500' เหนือ และ 100° 15.907' ตะวันออก)

สถานี 6 ใกล้ปากคลองและเขื่อนกั้นน้ำขนาดเล็ก บริเวณชายฝั่งของ ต.โรง อ.กระแสสินธุ์ จ.สงขลา บริเวณ

ริมฝั่งมีต้นลำพู (*Sonneratia* sp.) และรูปฤๅษี (*Typha* sp.) ขึ้นอยู่ค่อนข้างหนาแน่น น้ำค่อนข้างตื้น เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 50 เมตร น้ำลึกประมาณ 1 เมตร (พิกัด $7^{\circ} 41.584'$ เหนือ และ $100^{\circ} 19.430'$ ตะวันออก)

สถานี 7 ใกล้ปากคลองขนาดเล็กบริเวณ ต.ปากประ อ.ลำปำ จ.พัทลุง ห่างฝั่งออกไปมีกระชังเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกระจายกันห่างๆ บริเวณริมฝั่งมีชุมชนอาศัยอยู่ประปรายตลอดแนวชายฝั่ง เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 25 เมตร น้ำลึกประมาณ 1 เมตร (พิกัด $7^{\circ} 42.000'$ เหนือ และ $100^{\circ} 09.457'$ ตะวันออก)

สถานี 8 อยู่กลางทะเลสาบตอนบนก่อนมาทางทิศเหนือ น้ำลึกกว่าสถานีอื่นๆ พื้นที่ท้องน้ำเป็นโคลนปนเลน เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่งพัทลุงประมาณ 10 กม. น้ำลึกประมาณ 2.5 เมตร (พิกัด $7^{\circ} 43.758'$ เหนือ และ $100^{\circ} 14.329'$ ตะวันออก)

สถานี 9 ใกล้ปากคลองขนาดเล็ก บริเวณระโนดศรีสอรัท ต.ระโนด อ.ระโนด จ.สงขลา ริมฝั่งมีต้นลำพู (*Sonneratia* sp.) และรูปฤๅษี (*Typha* sp.) ขึ้นอยู่ประปราย เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 50 เมตร น้ำลึกประมาณ 1 เมตร (พิกัด $7^{\circ} 46.376'$ เหนือ และ $100^{\circ} 18.496'$ ตะวันออก)

สถานี 10 อยู่เหนือสุดของทะเลสาบตอนบน บริเวณ ต.พนางตุง อ.ควนขนุน จ.พัทลุง พื้นที่ท้องน้ำมีเศษซากพืชปนที่ยังย่อยสลายอยู่มาก บริเวณริมฝั่งเป็นที่ราบ มีคูน้ำและคลองขนาดเล็กหลายสาย มีทุ่งหญ้าและการเลี้ยงปศุสัตว์จำนวนมาก เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 50 เมตร น้ำลึกประมาณ 1 เมตร (พิกัด $7^{\circ} 47.012'$ เหนือ และ $100^{\circ} 12.568'$ ตะวันออก)

สถานี 11 ใกล้ปากคลองขนาดเล็กบริเวณหน้าวัดวารี ปาโมกข์ ต.ตะเคียน อ.ระโนด จ.สงขลา มีพืชน้ำ ได้แก่ ลำพู (*Sonneratia* sp.) และรูปฤๅษี (*Typha* sp.) ขึ้นประปรายริมชายฝั่ง บริเวณริมฝั่งเป็นทุ่งนา มีชุมชนอาศัยอยู่ประปราย เก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 100 เมตร น้ำลึกประมาณ 1 เมตร (พิกัด $7^{\circ} 47.376'$ เหนือ และ $100^{\circ} 15.496'$ ตะวันออก)

การศึกษาความชุกชุม ความหลากหลาย และการกระจายของแอมฟิพอด

การเก็บตัวอย่างแอมฟิพอดในแต่ละสถานีทุกสองเดือนตั้งแต่เดือนเมษายน 2546 - กุมภาพันธ์ 2547 โดยใช้

Tamura's grab (0.05 ตร.ม.) สถานีละ 7 ซ้ำ แล้วร่อนตัวอย่างแต่ละ grab ด้วยตะแกรงร่อนที่มีขนาดตา 5, 1 และ 0.5 มม. ดองตัวอย่างทันทีด้วยฟอร์มัลลินเป็นกลาง 10% จำแนกแอมฟิพอดถึงระดับสกุลและ/หรือสปีชีส์ โดยเปรียบเทียบกับเอกสารประกอบการจำแนก (Barnard, 1972a, 1972b, 1981; Bousfield, 1973; Lincoln, 1979; Barnard and Banard, 1983; Myers, 1985; Williams and Barnard, 1988; Barnard and Karaman, 1991) ความชุกชุมจะนับจำนวนตัว/ตร.เมตร เพื่อหาความหนาแน่นของแอมฟิพอดแต่ละชนิด ความหลากหลายจะนับจำนวนชนิดที่พบทั้งหมดในแต่ละสถานีและเดือน ส่วนการกระจายจะเปรียบเทียบสัดส่วนความหนาแน่นของแอมฟิพอดแต่ละชนิดที่พบในแต่ละสถานีและเดือนที่เก็บตัวอย่าง

การศึกษาคุณภาพน้ำ

วัดคุณภาพน้ำสถานีละ 3 ซ้ำทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างแอมฟิพอด โดยวัดความลึกด้วยลูกดิ่ง วัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ และวัดตะกอนแขวนลอยในน้ำ โดยวิธีอบแห้งที่อุณหภูมิ $103-105^{\circ}\text{C}$ (APHA, AWWA and WEF, 1998) ส่วนคุณภาพน้ำทางเคมีวัดเฉพาะที่ความลึกเหนือผิวดินไม่เกิน 50 ซม. โดยวัดความเค็มด้วย hand refractometer (ATAGO) วัดพีเอชของน้ำโดยใช้พีเอชมิเตอร์ (pH meter) (Grasshoff, 1976) และวัดออกซิเจนละลายน้ำโดยวิธี Azide-modification method (APHA, AWWA and WEF, 1998)

การศึกษาคุณภาพดินตะกอน

เก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วย Tamura's grab ที่ความลึก 1.0-2.5 เมตร ตามความลึกของแต่ละสถานีทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างแอมฟิพอดจำนวน 3 ซ้ำต่อสถานี ใส่ถุงพลาสติกเก็บในที่เย็นแล้วนำกลับไปวิเคราะห์ขนาดอนุภาคเม็ดดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (Gee and Bauder, 1986) และปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยดัดแปลงจากวิธีของ Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1986) ด้วยการออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนในตัวอย่างตะกอนดินด้วย $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ แล้วไตเตรทหาปริมาณ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ที่เหลือด้วยสารละลาย FeSO_4 มาตรฐาน จากนั้นจึงคำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจากปริมาณ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ที่ใช้ไปในปฏิกิริยาออกซิเดชัน

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของแอมฟิพอดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning electron microscopy, SEM)

การเตรียมตัวอย่างแอมฟิพอดเพื่อศึกษาด้วยกล้อง SEM โดยนำตัวอย่างแอมฟิพอดที่สะอาดมาเก็บรักษาใน glutaraldehyde ความเข้มข้น 2.5% แล้วล้างด้วย phosphate buffer (0.1 M, pH 7.2) จำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งแช่ไว้นาน 15 นาที จากนั้นจึงล้างด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที แล้วนำตัวอย่างมาทำการสกัดน้ำ (dehydration) ออกจากเซลล์ โดยเติมเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) ความเข้มข้นตั้งแต่ 50 60 70 80 และ 90% โดยในแต่ละความเข้มข้นแช่ 2 ครั้ง ๆ ละ 15 นาที สุดท้ายจึงเติมเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 100% จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละครึ่งชั่วโมง แล้วทำตัวอย่างให้แห้งด้วยเครื่อง critical point drying (CPD) นาน 2.5 ชั่วโมง นำแอมฟิพอดที่แห้งมาวางบนด้านหนึ่งของแผ่นกาว 2 หน้า แล้วนำไปวางบนแท่นทองเหลือง (stub) ภายใต้อ่างกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope) หลังจากนั้นนำ stub ไปเคลือบด้วยทองเป็นเวลา 2 นาที นำตัวอย่างที่เตรียมได้มาศึกษารายละเอียดด้วยกล้อง SEM (รุ่น JEOL, JSM-5800LV)

การศึกษาโครงสร้างประชาคมแอมฟิพอด

ใช้โปรแกรม PRIMER 4.0 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) ตามวิธีของ Clarke and Warwick (1994) โดยวิเคราะห์ multivariate indices ของประชาคมแอมฟิพอด เพื่อแสดงถึงการจัดโครงสร้างทางสังคม ได้แก่

1. วิเคราะห์การจัดกลุ่ม โดยแปลงข้อมูลแบบ double square root แล้ววัดความคล้ายคลึงแบบ Bray-Curtis (Bray-Curtis similarity) ข้อมูลที่นำเข้าคือแฟ้มข้อมูลชนิดและปริมาณแอมฟิพอดทั้งในเชิงสถานีและเวลา (Species-samples file) ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในรูปของเดนโดแกรม (dendrogram) โดยใช้โปรแกรมย่อย CLUSTER และ DENPLOT

2. สร้างภาพ 2 มิติ (non-metric multidimensional ordination scaling, MDS) โดยแปลงข้อมูลแบบ double square root เช่นเดียวกับการจัดกลุ่ม ข้อมูลที่นำเข้าคือแฟ้มข้อมูลความคล้ายคลึง (similarity file) ที่สร้าง

จากโปรแกรมย่อย CLUSTER (2.7.1) แสดงผลที่ได้ลงบนระนาบ 2 มิติโดยใช้โปรแกรมย่อย MDS และ CONPLOT

3. ทดสอบความแตกต่างของการจัดกลุ่มแอมฟิพอดด้วยวิธี One Way Analysis of Similarities (ANOSIM test) แบบ Simulation/permutation test เพิ่มข้อมูลเมทริกซ์ความคล้ายคลึง (similarity matrix) ที่สร้างจากโปรแกรมย่อย CLUSTER (2.7.1) โดยใช้โปรแกรมย่อย ANOSIM

4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม (10 ปัจจัย) แบบ harmonic rank correlation coefficient (weighted Spearman) โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (best variable combination, ρ) ข้อมูลที่นำเข้ามี 2 แฟ้มข้อมูลคือ แฟ้มข้อมูลความคล้ายคลึง (similarity file) ที่สร้างจากโปรแกรมย่อย CLUSTER (2.7.1) และแฟ้มข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม (environmental file) โดยใช้โปรแกรมย่อย BIO-ENV

ผลการศึกษา

คุณภาพน้ำ

ความลึกของน้ำแต่ละสถานีมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.1-1.8 เมตร โดยสถานีที่มีความลึกมากที่สุดคือ สถานี 5 มีความลึกอยู่ในช่วง 2.3-2.8 เมตร ส่วนสถานีที่ตื้นมากที่สุดคือ สถานี 6 ลึก 0.5-1.2 เมตร ความลึกเฉลี่ยทั้ง 11 สถานี 1.4 เมตร (Figure 2a) ขึ้นกับฤดูกาลโดยในช่วงฤดูฝนตกหนักหรือฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 เดือน ต.ค. ถึงกลางเดือน ก.พ. (วันชัย, 2542) ระดับน้ำสูงกว่าฤดูอื่น ๆ (ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 เดือน ก.พ. ถึงกลางเดือน พ.ค. และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 เดือน พ.ค. ถึงกลางเดือน ต.ค. (วันชัย, 2542)) (Figure 2b) ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำระหว่างสถานีอยู่ในช่วง 16.0-32.9 มก./ลิตร (Figure 2a) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยระหว่างฤดูกาลอยู่ในช่วง 17.6-37.1 มก./ลิตร โดยในช่วงฤดูฝนตกหนักปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำเฉลี่ยสูงกว่าฤดูอื่น ๆ (Figure 2b) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างฤดูกาลทั้งความลึกและปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ ($P > 0.05$) ในขณะที่ระหว่างสถานีนั้นความลึกมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำไม่แตกต่าง

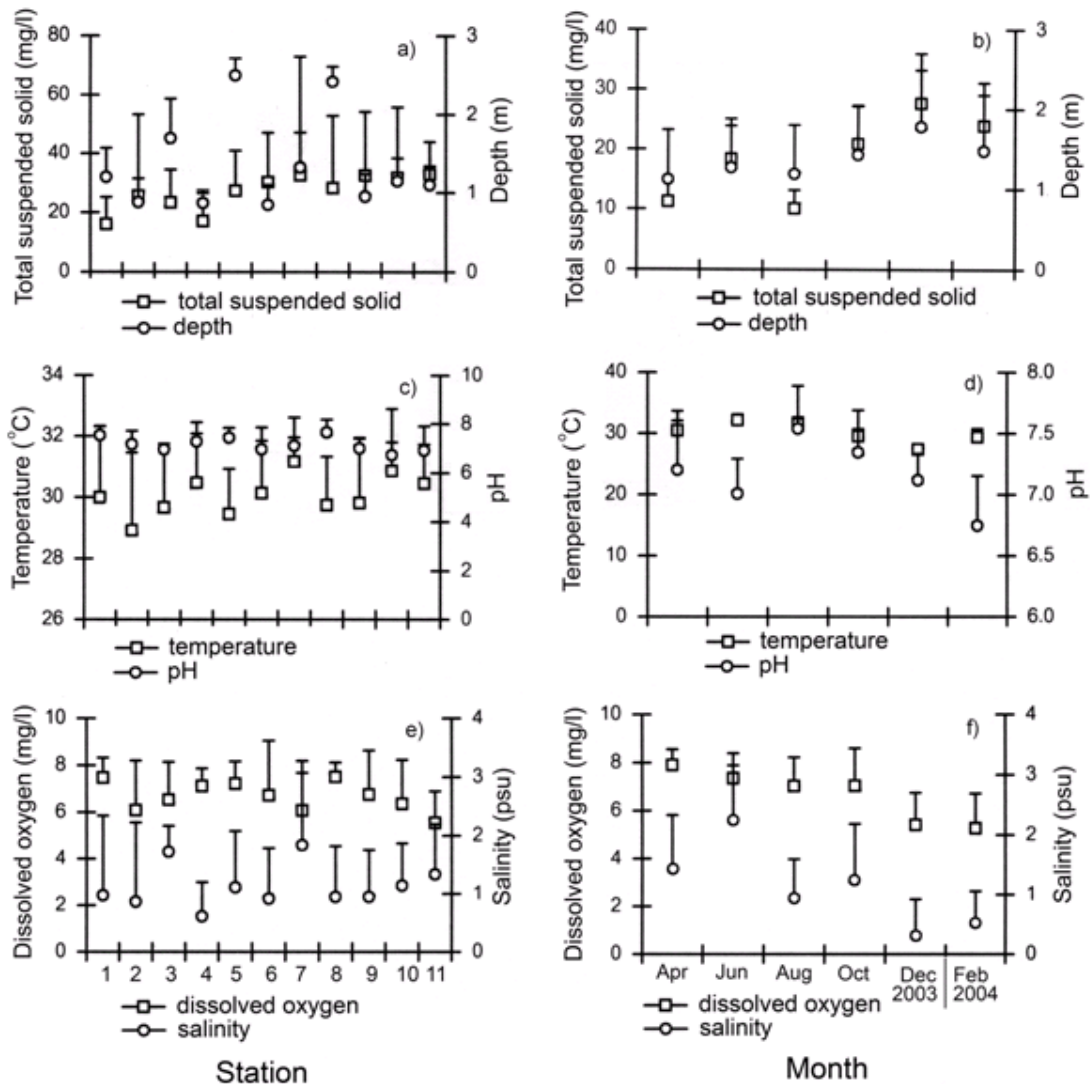


Figure 2. Water quality ($\bar{X} + S.E.$) in each station and each month of the Upper Songkhla Lagoon.

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อุณหภูมิของน้ำระหว่างสถานี (28.9-31.2°C) และระหว่างฤดูกาล (27.4-32.1°C) แตกต่างกันไม่มากนัก แต่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างฤดูกาลในขณะที่ระหว่างสถานีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 2c-2d) พีเอชในแต่ละเดือนและแต่ละสถานีพบว่ามีความแตกต่างกันน้อยโดยมีค่าเฉลี่ยตลอดการเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.7-7.5 พีเอชของน้ำในฤดูฝน (6.7) ต่ำกว่าฤดูกาลอื่น (7.0-7.5) เล็กน้อย แต่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในระหว่างฤดูกาล

และระหว่างสถานี (Figure 2d) ออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.3-7.9 มก./ลิตร (Figure 2e-2f) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างฤดูกาลแต่ไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างสถานี ความเค็มของน้ำอยู่ในช่วง 0-4 ส่วนในพันส่วน (Figure 2e) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำในฤดูฝน (0.3-0.5 ส่วนในพันส่วน) ต่ำกว่าฤดูกาลอื่น (1.0-2.3) เล็กน้อย (Figure 2f) แต่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ

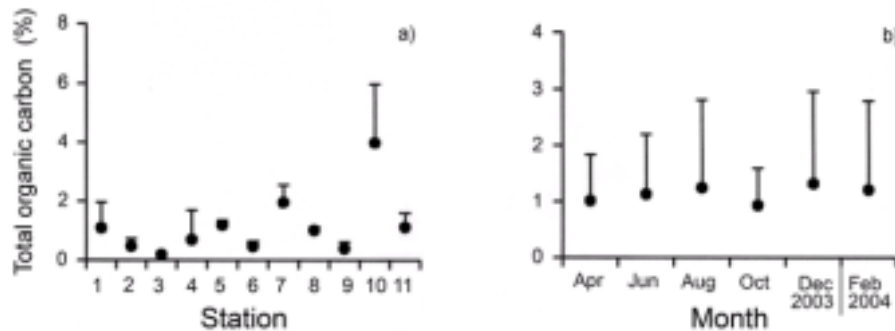


Figure 3. Organic carbon of sediment ($\bar{X} + S.E.$) in the Upper Songkhla Lagoon.

Table 1. Average sediment grain size in the Upper Songkhla Lagoon.

Station	%Clay	%Silt	%Sand	Soil structure
1	22.5	16.3	61.2	Sandy clay loam
2	17.6	20.4	62.0	Sandy loam
3	5.0	0.8	94.2	Sand
4	7.3	2.7	90.0	Sand
5	40.4	54.7	5.0	Silty clay
6	13.6	71.2	15.2	Silt loam
7	23.9	60.5	15.6	Silt loam
8	35.7	58.9	5.4	Silty clay loam
9	12.7	46.0	41.4	Loam
10	49.7	35.4	15.0	Clay
11	36.5	38.8	24.8	Clay loam

คุณภาพดินตะกอน

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินระหว่างสถานีมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.39% (สถานี 3) - 3.98% (สถานี 10) ซึ่งมีค่าที่แตกต่างกันมากเฉพาะบางสถานี ได้แก่ สถานี 10 ซึ่งมีค่าสูงที่สุดคือ 5.80% ในเดือนสิงหาคม สถานี 3 มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.11% ในเดือนตุลาคม (Figure 3a) แต่มีความแปรผันตามฤดูกาลเล็กน้อย (Figure 3b) โดยอยู่ในช่วง 0.92% (ตุลาคม) - 1.31% (สิงหาคม)

องค์ประกอบของอนุภาคเม็ดดินและโครงสร้างของดินมีการเปลี่ยนแปลงในรอบปีบ้างโดยเฉพาะ %Sand ที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในฤดูฝนตกหนัก แต่ความแตกต่างในระหว่างสถานีมีค่อนข้างสูงคือ สถานี 1, 2 และ 9 เป็น sandy loam สถานี 3 และ 4 เป็น sand สถานี 5 เป็น silty clay loam สถานี 6, 7 และ 8 เป็น silt loam สถานี 10 เป็น clay loam และ สถานี 11 เป็น loam (Table 1)

ความซุกซุม ความหลากหลาย และการกระจายของแอมฟิพอด

ปริมาณเฉลี่ยของแอมฟิพอดที่พบในแต่ละสถานีอยู่ในช่วง 223-4,937 ตัว/ตร.เมตร (เฉลี่ย 2,014 ตัว/ตร.เมตร) สถานีที่มีปริมาณแอมฟิพอดมากที่สุดคือสถานี 6 คือ 234-12,027 ตัว/ตร.เมตร (เฉลี่ย 4,653 ตัว/ตร.เมตร) ส่วนที่มีปริมาณน้อยที่สุดคือสถานี 5 มีความซุกซุม 0-989 ตัว/ตร.เมตร (เฉลี่ย 223 ตัว/ตร.เมตร) สถานีที่มีปริมาณแอมฟิพอดสูง (>1,000 ตัว/ตร.เมตร) จากมากไปน้อย ได้แก่ สถานี 6, 4, 3, 7, 9 และ 10 ตามลำดับ ส่วนสถานีที่มีปริมาณแอมฟิพอดต่ำ (<1,000 ตัว/ตร.เมตร) ได้แก่ สถานี 11, 8, 1, 2 และ 5 ตามลำดับ (Figure 4a) โดยภาพรวมแล้วสองสถานีที่อยู่บริเวณตอนกลางของทะเลสาบตอนบนคือ สถานี 5 และ 8 (ความลึกเฉลี่ย 2.5 เมตร) พบว่ามีปริมาณน้อยกว่าสถานีอื่นๆที่อยู่บริเวณริมฝั่ง (ความลึกเฉลี่ย 1.1 เมตร)

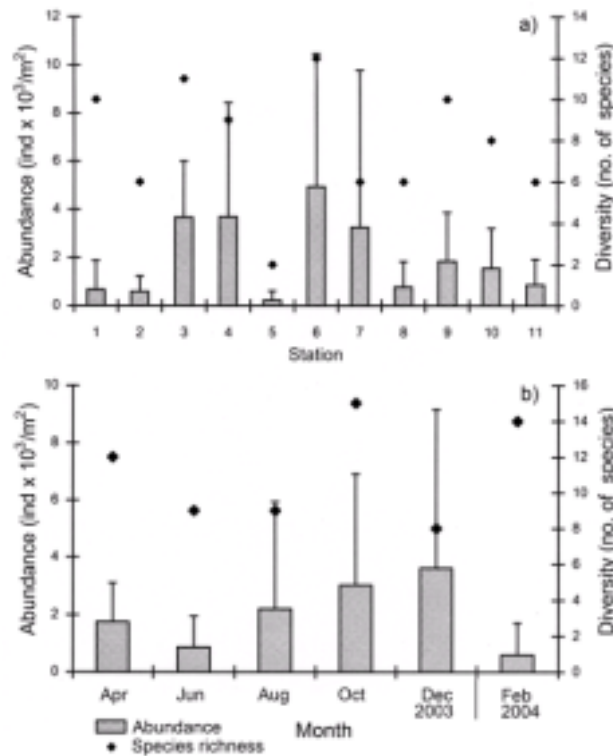


Figure 4. Abundance (ind x 10³/m²) and species richness (no. of species) of amphipods in each station (a) and month (b)

อย่างเห็นได้ชัด (น้อยกว่าประมาณ 4.5 เท่า) ส่วนในเชิงฤดูกาลพบว่าความชุกชุมเฉลี่ยที่พบในแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 600-3,620 ตัว/ตร.เมตร (เฉลี่ย 2,017 ตัว/ตร.เมตร) โดยพบปริมาณสูงสุดในเดือนธันวาคม 2546 และปริมาณต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2547 (Figure 4b)

ส่วนความหลากหลาย พบว่ามีแอมฟิพอดที่พบในช่วงเดือนเมษายน 2546 - เดือนกุมภาพันธ์ 2547 มีทั้งหมด 10 วงศ์ 14 สกุล 16 ชนิด (Table 2) จำนวนชนิดของแอมฟิพอดที่พบในแต่ละสถานีในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง (เดือน) อยู่ในช่วง 0-9 ชนิด สถานี 3 มีความหลากหลายมากที่สุด (9 ชนิด) รองลงมาคือสถานี 10 และ 4 (7 ชนิด) ส่วนสถานี 5 ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่ตอนกลางของทะเลสาบมีน้อยที่สุด (2 ชนิด) เมื่อสรุปรวมทั้งปีพบว่าสถานี 6 ที่มีความหลากหลายมากที่สุด (12 ชนิด) และน้อยที่สุดคือสถานี 5 (2 ชนิด) (Figure 4a) เมื่อพิจารณาในเชิงฤดูกาลพบว่าในเดือนตุลาคมมีความหลากหลายมากที่สุด (15 ชนิด) และใน

เดือนธันวาคมมีน้อยที่สุด (8 ชนิด) (Figure 4b) แอมฟิพอดที่พบมีความหลากหลายของขนาด (2-9 มม.) แต่ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก (< 5 มม.) *Kamaka cf. taditadi* Thomas and Barnard, 1991 เป็นแอมฟิพอดที่พบว่ามีกระจายอยู่ทุกสถานี ทุกฤดูกาล และมีความชุกชุมมากที่สุด (Figure 5) โดยพบอยู่ในช่วง 80.2-94.2% (เฉลี่ย 89.2%) ของแอมฟิพอดที่พบทั้งหมด (448-3467 ตัว/ตร.เมตร) และพบสูงสุด 16486 ตัว/ตร.เมตร ในเดือนธันวาคม 2546 *K. cf. taditadi* มีรูปร่างแตกต่างกันระหว่างตัวผู้ (Figure 5a) และตัวเมีย (Figure 5d) โดยตัวผู้มีก้ามและโคนหนวดคู่ที่สองใหญ่กว่าตัวเมียอย่างเห็นได้ชัด (Figure 5c) ตัวเต็มวัยมีความยาว 1.9-3.2 มม. ตัวอย่างมีชีวิตจะมีลำตัวใสสีเหลืองอ่อนหรือน้ำตาลอ่อนมีจุดสีน้ำตาลแกมสีม่วงอ่อนเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไปบริเวณลำตัวและรยางค์ โคนหนวดคู่ที่สองและ propodus ของก้ามคู่ที่สองในตัวผู้ระยะวัยรุ่นจะค่อยๆ แผ่ขยายกว้างขึ้นจนเป็นตัวเต็มวัย (Figure 5b) ตัวเมีย

Table 2. List of amphipod crustaceans in the Upper Songkhla Lagoon.

Taxa	Distribution occurrence (Station no.)						Max. density (ind/m ²)
	Apr, 2003	Jun	Aug	Oct	Dec	Feb, 2004	
<i>Gitanopsis</i> sp.	36	<u>12</u>	24	3	4	13689	186
<i>Amphilochus</i> sp.					<u>4</u>	<u>169</u>	3
<i>Grandidierella megnae</i>	10		410	469 <u>1011</u>		19	51
<i>Grandidierella taihuensis</i>	134671011	123410	<u>491011</u>	346791011	346910	1468910	431
<i>Grandidierella gilesi</i>				3	67910	48	6
<i>Kamaka</i> cf. <i>taditadi</i>	12346791011	1234567891011	23467891011	34567891011	1345678910	134568910	16486
<i>Hyale brevipes</i>		10	6			<u>6</u>	9
<i>Gammaropsis</i> sp.	3			<u>3</u>		69	59
<i>Photis longicaudata</i>	1234610	12346710	<u>3410</u>	134679	3469	39	3471
<i>Cerapus</i> sp.	3467 <u>1011</u>	10	410	34691011	4910	4910	886
<i>Eriopisa chilensis</i>	1	<u>1</u>		1		1	31
<i>Melita setiflagella</i>			<u>3</u>			3	9
<i>Quadrivisio bengalensis</i>	<u>1</u>			11			60
<i>Periocolodes</i> cf. <i>acuticoxa</i>	126781011	12	37891011	34567891011	456789	13456891011	517
<i>Paracalliope fluviatilis</i>	13	<u>12</u>		13	13		114
<i>Platochestia japonica</i>	3			8		<u>6</u>	6

Underline indicates station of maximum density

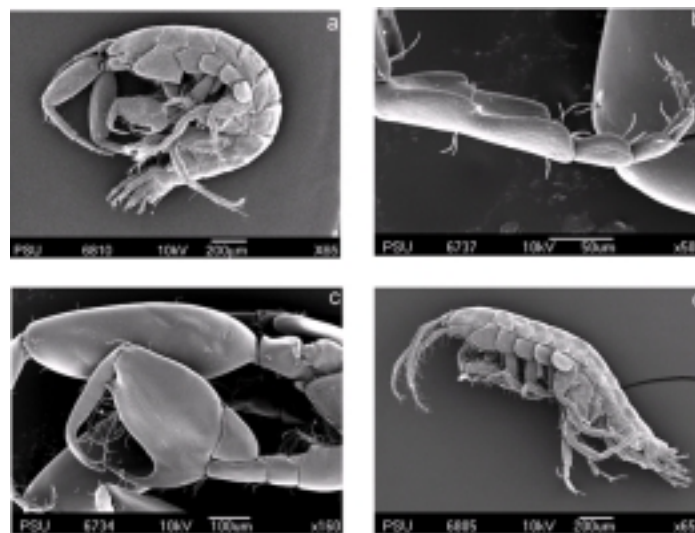


Figure 5. SEM pictures of the dominant species *Kamaka* cf. *taditadi* Thomas and Barnard, 1991 (a-c, mature male; a, entire animal; b, flagellum of antenna 2; c, gnathopod 2; d, mature female)

วางไข่ครั้งละ 3-5 ฟอง พบตัวเมียมากกว่าตัวผู้โดยเป็นตัวเมียเฉลี่ยถึง 75.35% และวางไข่ตลอดปีแต่พบตัวเมียมีไข่มากที่สุดในเดือนตุลาคม 2546 โดยพบ 18.9% ของตัวเมียทั้งหมด เมื่อคำนวณค่า biomass ของตัวเต็มวัยพบว่ามีความชุกชุมเฉลี่ย (น้ำหนักแห้ง) 0.242 มิลลิกรัม/ตัว (n = 60) ส่วนชนิดอื่นๆ ถึงแม้ว่าพบในสัดส่วนที่ไม่มากแต่

สามารถพบได้บ่อยทุกครั้งที่ของการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Photis longicaudata* Bate and Westwood, 1862 มีขนาดใกล้เคียงกับ *K.* cf. *taditadi* คือ 2-3 มม. ความชุกชุมเฉลี่ย 36-338 ตัว/ตร.เมตร *Grandidierella taihuensis* Morino and Dai, 1990 ขนาด 4-5 มม. ความชุกชุมเฉลี่ย 28-65 ตัว/ตร.ม. *Cerapus* sp. Say, 1817 เป็นแอมฟิพอดเพียง

ชนิดเดียวที่มักพบอยู่ในท่อที่สร้างขึ้นจากซากอินทรีย์วัตถุอาศัยอยู่ตามพื้นดินและกอสาทห่ายไต้ น้ำ มีขนาด 5-6 มม. (3-95 ตัว/ตร.เมตร) *Periocolodes* cf. *acuticoxa* Ledoyer, 1973 ขนาด 4-5 มม. ความชุกชุมเฉลี่ย 19-54 ตัว/ตร.เมตร ส่วนชนิดที่เหลือพบน้อย (<20 ตัว/ตร.เมตร) และพบในบางครั้งที่เก็บตัวอย่างเท่านั้น ได้แก่ *Amphilocheus* sp. Bate, 1862; *Gammaropsis* sp. Liljeborg, 1855; *Gitanopsis* sp. Sars, 1895; *Grandidierella megnae* Stebbing, 1906; *Grandidierella gilesi* Chilton, 1921; *Hyale brevipetes* Chevreux, 1901; *Eriopisa chilensis*

Chilton, 1921; *Melita setiflagella* Yamato, 1988; *Quadrivisio bengalensis* Stebbing, 1907; *Paracalliope fluviatilis* Thomson, 1879 และ *Platorchestia japonica* Tattersall, 1922 (Figure 6)

การกระจายของแอมฟิพอดแต่ละชนิดในทะเลสาบตอนบน พบว่า *K. cf. taditadi* และ *P. cf. acuticoxa* เป็นแอมฟิพอดเพียง 2 ชนิดที่พบได้ทุกสถานีและทุกครั้งที่เก็บตัวอย่าง โดยพบ *K. cf. taditadi* มากกว่า *P. cf. acuticoxa* แต่มีความแตกต่างกันเนื่องจาก *P. cf. acuticoxa* พบมากในสถานีที่อยู่ตอนบนของพื้นที่ศึกษา (สถานี 6-11)

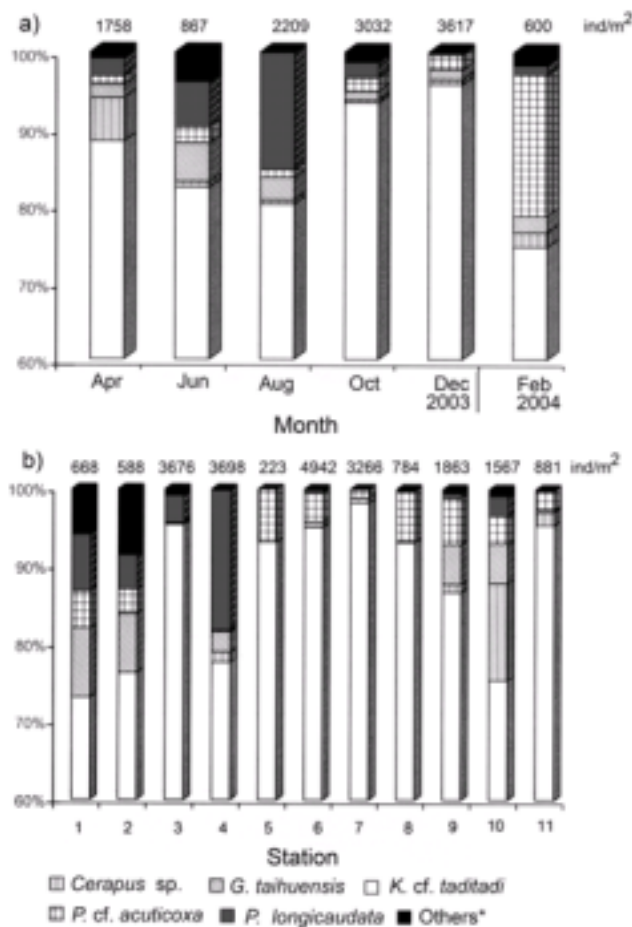


Figure 6. Average proportion of amphipod in each month (a) and station (b) (Others*: *Amphilocheus* sp.; *Gitanopsis* sp.; *Grandidierella megnae*; *G. gilesi*; *Hyale brevipetes*; *Gammaropsis* sp.; *Eriopisa chilensis*; *Melita setiflagella*; *Quadrivisio bengalensis*; *Paracalliope fluviatilis*; and *Platorchestia japonica*; number on the top of each bars indicates average density in each stations and month)

และพบมากในฤดูฝน ในขณะที่ *K. cf. taditadi* พบมากในสถานีที่อยู่ตอนกลางของพื้นที่ศึกษา (สถานี 3, 4, 6, 7) และถึงแม้ว่าจะพบมากในฤดูฝนเช่นเดียวกันแต่ในปลายฤดูฝนในเดือนกุมภาพันธ์กลับลดจำนวนลงมากอย่างเห็นได้ชัด ส่วน *P. longicaudata* และ *G. taihuensis* เป็นชนิดที่พบได้ทุกครั้งที่ได้เก็บตัวอย่างเช่นเดียวกันแต่พบกระจายอยู่เฉพาะสถานีที่อยู่บริเวณริมฝั่งเท่านั้น แต่ *P. longicaudata* พบมากในสถานีที่อยู่ริมฝั่งตอนล่างของพื้นที่ศึกษา (สถานี 1-4) โดยเฉพาะสถานี 3 และ 4 ที่มีโครงสร้างของดินส่วนใหญ่เป็นทราย *Cerapus* sp. พบได้ทุกเดือนเช่นเดียวกันโดยจะพบมากในช่วงฤดูร้อนและพบมากในสถานีที่อยู่ส่วนบนของทะเลสาบ (สถานี 7, 9, 10, 11) โดยเฉพาะสถานี 10 การกระจายของแอมฟิพอดที่พบปริมาณน้อยชนิดอื่นๆ ได้แก่ *Gitanopsis* sp. และ *Paracalliope fluviatilis* เป็นแอมฟิพอดที่พบในสถานีที่อยู่ส่วนล่างของทะเลสาบโดยเฉพาะสถานี 2 แต่ *Gitanopsis* sp. ซึ่งเป็นแอมฟิพอดที่มีขนาดเล็กที่สุดนั้นพบได้ทุกครั้งที่ได้เก็บตัวอย่างส่วน *P.*

fluviatilis นั้นพบในบางครั้งเท่านั้น *Amphilocheus* sp. และ *G. gilesi* พบในบางสถานีและจะพบเฉพาะฤดูฝนเท่านั้นโดย *G. gilesi* จะพบได้มากกว่าและบ่อยครั้งกว่า *G. megnae* แอมฟิพอดที่มีขนาดใหญ่พบได้เกือบทุกเดือนที่เก็บตัวอย่างและพบมากในสถานีที่อยู่ส่วนบนของทะเลสาบโดยเฉพาะสถานี 10 ส่วนชนิดที่เหลือนั้นเป็นชนิดที่พบน้อยมากทั้งปริมาณ สถานีที่พบ และช่วงเวลาที่ยพบ (เฉลี่ย 5.6 ตัว/ตร.เมตร) ได้แก่ *Eriopisa chilensis* และ *Platorchestia japonica* เป็นชนิดที่พบเพียงสถานีเดียว คือ สถานี 1 *Gammaropsis* sp. และ *Melita setiflagella* พบเฉพาะสถานี 3 แต่ *E. chilensis* และ *P. japonica* พบได้บ่อยกว่า *Gammaropsis* sp. และ *M. setiflagella* โดยเฉพาะ *M. setiflagella* ที่จัดว่าเป็นชนิดที่พบน้อยที่สุดในการศึกษานี้ (เฉลี่ย 2 ตัว/ตร.เมตร) ส่วน *Hyale brevipes*, *Quadrivisio bengalensis* พบในบางเดือนและบางสถานีเท่านั้น

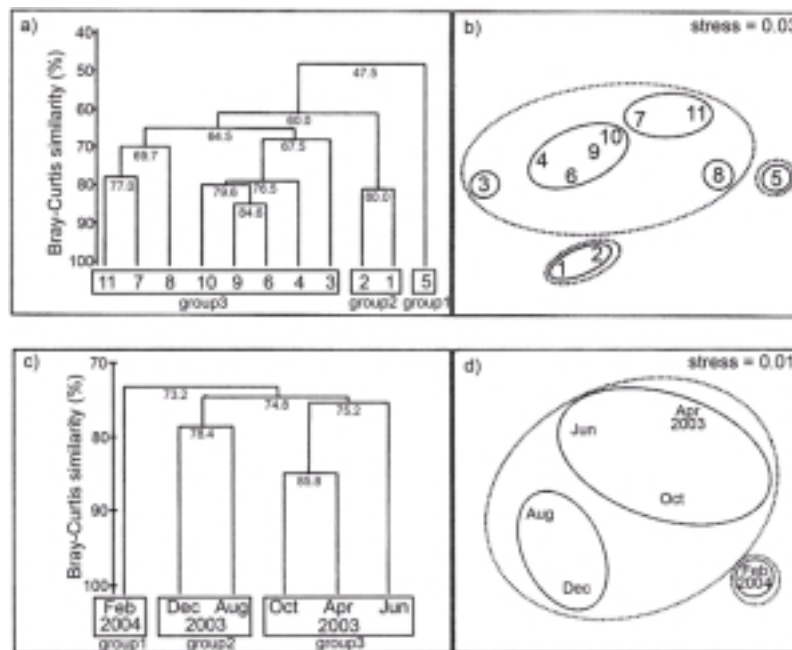


Figure 7. Dendrogram illustrating clustering and multi-dimensional scaling (MDS) of Bray-Curtis similarity of amphipod from the Upper Thale Luang among station (a,b) and months (c,d) (The numbers on the horizontal axis are the number of the station (a,b)).

การวิเคราะห์โครงสร้างประชาคมแอมฟิพอด

1. วิเคราะห์การแบ่งกลุ่มของแอมฟิพอดในเชิงสถานีและเชิงฤดูกาลเพื่อให้เห็นความคล้ายคลึงกันของแต่ละสถานีและแต่ละเดือนด้วยการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันแบบ Bray-Curtis และการเขียนออติเนชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างเป็นภาพ 2 มิติ (MDS) พบว่าในเชิงสถานีมีความคล้ายคลึงกันปานกลาง อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งกลุ่มสถานีได้ 3 กลุ่ม ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60% โดยกลุ่มที่ 1 (สถานี 5) กลุ่มที่ 2 (สถานี 1-2) และกลุ่มที่ 3 (สถานี 3-4, 6-11) (Figure 7a, 7b) ในเชิงฤดูกาลมีความคล้ายคลึงกันสูงกว่าเชิงสถานี โดยแบ่งแอมฟิพอดออกเป็น 3 กลุ่ม ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75% ได้แก่ กลุ่มที่ 1 (กุมภาพันธ์) กลุ่มที่ 2 (สิงหาคม, ธันวาคม) และกลุ่มที่ 3 (เมษายน, มิถุนายน, ตุลาคม) (Figure 7c, 7d)

2. การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างของกลุ่มประชาคมแอมฟิพอด ด้วยวิธี One Way Analysis of Similarities (ANOSIM Test) (แบ่งกลุ่มเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ cluster) พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชาคมในเชิงสถานีและระหว่างกลุ่มประชาคมในเชิงฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญแต่ความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชาคมในเชิงสถานี (R statistic : 0.706, P<0.05) มีค่ามากกว่ากลุ่มประชาคมในเชิงฤดูกาล (R statistic : 0.636, P = 0.05) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชาคม

ในเชิงสถานีที่ละคู่แบบ pairwise test (ค่า R อยู่ในช่วง 0.612-1.000) พบว่ามีค่าสูงกว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชาคมในเชิงฤดูกาล (ค่า R อยู่ในช่วง 0.556-1.000) เช่นเดียวกัน ซึ่งความแตกต่างของกลุ่มเดือนแตกต่างกันเนื่องจากความแตกต่างของปริมาณและความหลากหลายของแอมฟิพอดในแต่ละเดือนเป็นสำคัญเนื่องจากค่า R ที่ได้จากการทดสอบ pairwise test มีค่าสูงสุดเกิดจากความแตกต่างระหว่างกลุ่มเดือน (Feb) ซึ่งมีปริมาณแอมฟิพอดต่ำสุดแต่จำนวนชนิดสูงกับกลุ่มเดือน (Aug, Dec) ซึ่งมีปริมาณแอมฟิพอดสูงแต่จำนวนชนิดต่ำในขณะที่ความแตกต่างระหว่างกลุ่มสถานีที่มีค่า R สูงสุด (St5 และ St1-2) เกิดจากความแตกต่างระหว่างปริมาณและความหลากหลายที่แตกต่างกันสูงในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง (Table 3)

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมแอมฟิพอด (ชนิดและความชุกชุม) ในเชิงพื้นที่ (Table 4a) และเชิงฤดูกาล (Table 4b) โดยการวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ (ρ) พบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ ทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา คือมีค่าสูงสุด 0.51 และ 0.56 ตามลำดับ และมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องร่วมกัน 3 ปัจจัยในเชิงพื้นที่ ได้แก่ ความลึก (Dep) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และ %ทราย (%Sand) และในเชิงฤดูกาลมี 4 ปัจจัย ได้แก่ พีเอช (pH) ความเค็ม (Sal) %Sand และ %อินทรีย์คาร์บอน (%OC)

Table 3. Primer output summary for ANOSIM test carried out on amphipod data in the Upper Songkhla Lagoon among stations and months.

Variable	R statistic	Sig. level (%)
Difference among stations		
Global	0.706	0.2
Pairwise comparison		
(St5) - (St1-2)	1.000	33.3
(St5) - (St3-4, 6-11)	0.821	11.1
(St1-2) - (St3-4, 6-11)	0.612	2.2
Difference among months		
Global	0.636	5.0
Pairwise comparison		
(Feb) - (Aug, Dec)	1.000	33.3
(Feb) - (Apr, Jun, Oct)	0.556	50.0
(Aug, Dec) - (Apr, Jun, Oct)	0.583	20.0

Table 4. Combinations of 10 environmental variables, taken k at a time, yielding the best matches of biotic (total amphipod) and abiotic similarity matrices for each k, as measured by harmonic rank correlation ρ_w (weight Spearman); bold type indicates overall optimum. (a, temporal; b, spatial; Tem, water temperature; DO, dissolved oxygen; Sal, salinity; TSS, total suspended solid; Dep, depth; %OC, %organic carbon)

k	ρ_w											
1	0.48	Tem										
2	0.54	DO	Tem									
3	0.45	DO	Sal	Tem								
4	0.56	pH	Sal	%Sand	%OC							
5	0.52	pH	DO	Tem	%Sand	%OC						
6	0.51	pH	DO	TSS	Sal	%Sand	%OC					
7	0.50	pH	Dep	DO	Sal	Tem	%Sand	%OC				
8	0.41	pH	Dep	DO	Sal	Tem	%Silt	%Sand	%OC			
9	0.27	pH	Dep	DO	TSS	Sal	Tem	%Silt	%Sand	%OC		
10	0.15	pH	Dep	DO	TSS	Sal	Tem	%Clay	%Silt	%Sand	%OC	
a)												
1	0.33	Dep										
2	0.47	Dep	DO									
3	0.51	Dep	DO	%Sand								
4	0.50	Dep	DO	Tem	%Sand							
5	0.50	pH	Dep	DO	Tem	%Sand						
6	0.49	pH	Dep	DO	Tem	%Clay	%Sand					
7	0.47	pH	Dep	DO	Tem	%Clay	%Silt	%Sand				
8	0.43	pH	Dep	DO	TSS	Tem	%Clay	%Silt	%Sand			
9	0.40	pH	Dep	DO	TSS	Sal	Tem	%Clay	%Silt	%Sand		
10	0.29	pH	Dep	DO	TSS	Sal	Tem	%Clay	%Silt	%Sand	%OC	
b)												

วิจารณ์ผลการศึกษา

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีโดยทั่วไปของน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนบนมีลักษณะใกล้เคียงกับทะเลสาบสงขลาตอนกลาง (เสาวภา และคณะ, 2548ข) ยกเว้นความเค็มและปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำที่ทะเลสาบตอนบนมีค่าต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับทะเลสาบสงขลาตอนนอก (นิคม, 2544) พบว่าสามารถเปรียบเทียบได้เพียงคุณภาพน้ำบางประการเนื่องจากการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีแตกต่างกัน ที่สามารถเปรียบเทียบได้และแตกต่างกัน ได้แก่ ความลึก ที่ทะเลสาบตอนนอกมีความลึกมากกว่าในบางสถานีรวมทั้งความเค็มที่มีค่าสูงกว่าทะเลสาบตอนบนเช่นเดียวกันเนื่องจากทะเลสาบสงขลาตอนบนมีความเค็มต่ำสุดอยู่ในช่วง 0-4 ส่วนในพันส่วนเท่านั้น รวมทั้งมีการแปรผันตามฤดูกาลน้อยถึงแม้ว่าใน

ช่วงฤดูฝนตกหนักเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะทำให้ความเค็มเฉลี่ย (0.3-0.5 ส่วนในพันส่วน) ต่ำกว่าฤดูกาลอื่น (0.9-2.3 ส่วนในพันส่วน) เล็กน้อย อย่างไรก็ตามความเค็มของน้ำในทะเลสาบทั้งสามตอนในฤดูฝนตกหนักยังคงใกล้เคียงกันคือมีค่าเป็นศูนย์หรือเข้าใกล้ศูนย์ ในขณะที่ความเค็มในฤดูกาลอื่นจะสูงขึ้นตามความใกล้ไกลจากปากทะเลสาบ แต่ความเค็มจะแตกต่างกันมากในฤดูกาลอื่น ดังเช่นในทะเลสาบตอนกลางอยู่ในช่วง 19-22 ส่วนในพันส่วน ส่วนทะเลสาบตอนนอกอยู่ในช่วง 16-33 ส่วนในพันส่วน

คุณภาพดินตะกอน

ปริมาณเฉลี่ยของอินทรีย์คาร์บอนของดินตะกอนในทะเลสาบสงขลาตอนบนที่ศึกษาในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าทะเลสาบตอนนอก (Angsupanich et al., 1997) แต่ใกล้เคียงกับทะเลสาบสงขลาตอนกลาง (เสาวภา และคณะ, 2548ข) รวม

ทั้งมีการแปรผันตามฤดูกาลน้อยเช่นเดียวกัน ยกเว้นสถานี 10 ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยของอินทรีย์คาร์บอนของดินตะกอนสูงกว่าสถานีอื่นๆ มาก โดยเฉพาะในฤดูฝนเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์มีปริมาณสูงกว่าฤดูอื่นประมาณหนึ่งเท่าตัว ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเศษซากพืชรวมทั้งมูลสัตว์ที่ขับถ่ายลงบริเวณนั้นซึ่งลักษณะเป็นเวียงและริมฝั่งเป็นที่ราบทุ่งหญ้าที่มีการเลี้ยงกระบือค่อนข้างหนาแน่นประกอบด้วยมีลำคลองสายเล็กๆ จำนวนหลายสายไหลลงสู่ทะเลสาบ ทำให้มีการชะล้างเศษซากพืชและมูลสัตว์ลงสู่แหล่งน้ำในบริเวณนั้น โครงสร้างของดินในแต่ละสถานีมีความแตกต่างกันมากว่าในทะเลสาบตอนกลาง (เสาวภา และคณะ, 2548ข) ที่มีลักษณะของดินส่วนใหญ่มีสภาพเป็น silt clay และ silt clay loam และทะเลสาบตอนนอก (Angsupanich *et al.*, 1997) ที่มีความแตกต่างระหว่างสถานีไม่มากนัก

ความชุกชุมของแอมฟิพอด

แอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาตอนบนโดยเฉลี่ยมีปริมาณใกล้เคียงกับทะเลสาบตอนนอกและตอนกลางหากไม่นับรวมแอมฟิพอดชนิดเด่น (*K. cf. taditadi*) ในทะเลสาบสงขลาตอนบนซึ่งมีปริมาณมากกว่าชนิดอื่นๆ ในทุกสถานีและทุกฤดูกาล ถึงแม้ว่าเคยมีรายงานว่าพบแอมฟิพอดสกุลนี้ครั้งแรกในทะเลสาบตอนกลาง โดยพบในปริมาณน้อย (สูงสุด 75 ตัว/ตร.เมตร) แต่พบในช่วงฤดูฝนตกหนักในเดือนกุมภาพันธ์ในขณะที่น่ามีความเค็มต่ำเช่นกัน (เสาวภา และคณะ, 2548ข) Martin และคณะ (2005) พบว่าชายฝั่งทะเลของประเทศอังกฤษ (King's Parade, North Wirral) มีแอมฟิพอด 1300 ตัว/ตร.เมตร จัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความชุกชุมสูงมาก ดังนั้นถ้าเทียบกับข้อสรุปนี้บริเวณชายฝั่งของทะเลสาบสงขลาตอนบนน่าจะมีความอุดมสมบูรณ์เหมือนกัน อย่างไรก็ตามมีบางสถานีมีปริมาณแอมฟิพอดค่อนข้างน้อย ได้แก่ บริเวณสถานีตอนกลางทะเลสาบ (สถานี 5 และ 8) ซึ่งนำลึกลงกว่าสถานีอื่นๆ สอดคล้องกับผลจากการวิเคราะห์ BIO-ENV ที่พบว่าความลึกเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อแอมฟิพอดในเชิงสถานี แต่สถานี 1 และ 2 มีปริมาณแอมฟิพอดน้อยเช่นกันแม้ว่าเป็นสถานีที่อยู่ริมฝั่งน้ำตื้น ในกรณีนี้ความเร็วของกระแสน้ำอาจมีอิทธิพลต่อการกระจายของแอมฟิพอด เนื่องจากสถานี 1 และ 2 อยู่บริเวณปากคลองที่ไหลมาจากบนบก Aikins และ Kikuchi, (2001)

พบว่าความเร็วของกระแสน้ำมีผลต่อการเลือกแหล่งอาศัยของแอมฟิพอด *Melita setiflagella* ในทะเลสาบน้ำกร่อย (Gamo Lagoon) ในประเทศญี่ปุ่น โดยแอมฟิพอดชนิดนี้จะเลือกอาศัยเฉพาะบริเวณที่กระแสน้ำแรงเท่านั้น อย่างไรก็ตามในสถานี 3 ซึ่งตั้งอยู่ริมฝั่งตรงข้ามกับสถานี 1 เป็นสถานีที่กระแสน้ำน่าจะมีความเร็วสูงด้วยเนื่องจากพบแอมฟิพอดชนิดนี้อาศัยอยู่ แต่กลับพบว่ามีความชุกชุมของแอมฟิพอดชนิดอื่น ๆ สูงเช่นกัน ลักษณะท้องทะเลสาบเป็นทรายในสถานี 3 เป็นปัจจัยสำคัญต่อการมีอยู่ของแอมฟิพอดจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า %sand เป็นปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์กับแอมฟิพอดทั้งในเชิงฤดูกาลและเชิงสถานี โดยทั่วไปมักจะพบแอมฟิพอดมากในบริเวณสถานีที่มีลักษณะของดินเป็นทรายและเศษซากเปลือกหอยมากกว่าสถานีที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นโคลนหรือเป็นแบบอื่นๆ (Brandt *et al.*, 1997)

ในลากูนบางแห่งที่น่ามีความเค็มค่อนข้างสูง (36 ส่วนในพันส่วน) ตลอดปี เช่น Ria Formosa Lagoon พบว่าปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กับชุกชุมของแอมฟิพอด *Orchestia gammarellus* (Dias and Sprung, 2004) แต่ในทะเลสาบสงขลาดูเหมือนว่าปริมาณน้ำฝนมีผลต่อแอมฟิพอดโดยพบว่าปริมาณแอมฟิพอดในทะเลสาบตอนบนเพิ่มมากขึ้นในฤดูฝนตกหนักในเดือนธันวาคม (ปริมาณน้ำฝน 291.8 มม.) และลดลงในปลายฤดูฝนในเดือนกุมภาพันธ์ (ปริมาณน้ำฝน 34.1 มม.) (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก, 2550) ซึ่งแตกต่างกับทะเลสาบตอนนอก (นิคม, 2544; Angsupanich and Kuwabara, 1995) และในทะเลสาบตอนกลาง (เสาวภา และคณะ, 2548ข) ที่พบว่าแอมฟิพอดส่วนใหญ่ชุกชุมในฤดูฝนน้อยช่วงเดือนมิถุนายน-ตุลาคม อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้มีแอมฟิพอดทุกชนิดที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นในฤดูฝนตกหนักแต่มีหลายชนิดที่พบมากในฤดูกาลอื่นๆ ด้วย เช่น ในฤดูร้อนเดือนเมษายน (*Cerapus sp.* และ *Q. bengalensis*) ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เดือนมิถุนายน-สิงหาคม (*E. chilensis*, *G. taihuensis* และ *P. fluviatilis*) หรือพบได้เกือบทุกฤดูกาล (*H. brevipes*, *Gitanopsis sp.* และ *G. megnae*) แต่ส่วนใหญ่เป็นชนิด และ/หรือสกุลที่พบจำนวนน้อย โดยมีรูปแบบที่ใกล้เคียงกับทะเลสาบตอนกลาง (เสาวภา และคณะ, 2548ข) นอกจากนี้ไม่เคยมีรายงานว่าพบแอมฟิพอดมาก่อน

ในทะเลน้อย (ยงยุทธ และวิชัย, 2537) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำจืดและเชื่อมถึงกับทะเลสาบตอนบน ดังนั้นแม้ว่าแอมฟิพอดในทะเลสาบตอนบนบางชนิดสามารถทนต่อความเค็มต่ำได้ดี แต่ถ้าปริมาณน้ำจืดมีปริมาณมากและคงอยู่เป็นเวลานานอาจจะทำให้ปริมาณแอมฟิพอดลดลงได้ Poizat และคณะ (2004) พบว่าเมื่อสภาวะแวดล้อมในลากูนเกิดการเปลี่ยนแปลงไป สัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียอาจจะไม่แสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงนั้นโดยทันที แต่อาจเกิดขึ้นภายหลังเมื่อการเปลี่ยนแปลงนั้นได้เกิดขึ้นต่อเนื่องไประยะหนึ่งแล้ว ผลจากการวิเคราะห์ BIO-ENV พบว่าความเค็มเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อแอมฟิพอดในเชิงฤดูกาลแต่ไม่มีผลในเชิงสถานีเนื่องมาจากความเค็มในทะเลสาบตอนบนแต่ละสถานีนี้นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน รวมทั้งสอดคล้องกับการแบ่งกลุ่มจากการวิเคราะห์ MDS ที่พบว่าเดือนกุมภาพันธ์แยกกลุ่มมาจากเดือนอื่นๆ เป็นผลมาจากปริมาณแอมฟิพอดที่ลดลงมากหลังจากฤดูฝนตกหนัก ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในทะเลสาบตอนบนให้เป็นแหล่งน้ำจืดโดยถาวรอาจมีผลกระทบต่อความชุกชุมของแอมฟิพอดได้

จากการวิเคราะห์ค่า Bray-Curtis similarity จะเห็นได้ว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มสถานี (47.5-84.6%) มีความแตกต่างมากกว่าระหว่างกลุ่มเดือน (73.2-85.8%) เนื่องมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมและความชุกชุมของแอมฟิพอดในเชิงสถานีมีความแตกต่างสูงกว่าในเชิงฤดูกาลนั่นเอง สอดคล้องกับการศึกษาสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา (ยงยุทธ และนิคม, 2540) และสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณชายฝั่งของประเทศอิตาลี (Ambrogi et al., 2002)

ความหลากหลายและการกระจาย

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าแอมฟิพอดมีความหลากหลายชนิด 10 วงศ์ 14 สกุล 16 ชนิด น้อยกว่าแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาตอนกลางซึ่งพบ 10 วงศ์ 15 สกุล 22 ชนิด (เสาวภา และคณะ, 2548) และตอนนอกซึ่งพบ 14 วงศ์ 19 สกุล 20 ชนิด (Angsupanich and Kuwabara, 1995) Dye and Barros (2005) พบว่าความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในทะเลสาบ Burril และ Conjola ซึ่งเป็นทะเลสาบบริเวณชายฝั่งใน New South Wales ประเทศออสเตรเลียมีลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นจากปากทะเลสาบ เนื่องมาจากอิทธิพลร่วมกันของปัจจัยสิ่งแวดล้อม

หลายปัจจัย โดยมีความเค็มของน้ำและลักษณะตะกอนดินเป็นปัจจัยหลัก การกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในเขตเอสทูรีขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญคือความเค็ม (Hutchings, 1999; Hirst, 2004) แอมฟิพอดมีความทนทานต่อความเค็มแตกต่างกันและความเค็มเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการพักใจและการพัฒนาของไข่ของแอมฟิพอด (Lalitha et al., 1988; Mills and Fish, 1980) ในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากความเค็มแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลเกี่ยวข้องอยู่ด้วยหลายปัจจัย (Table 4) น้ำที่มีความเค็มต่ำในทะเลสาบตอนบน (0.3-2.3 ส่วนในพันส่วน) อาจมีส่วนจำกัดการกระจายของแอมฟิพอดบางชนิดที่ชอบน้ำที่มีความเค็มสูงกว่า ซึ่งเห็นได้จากโครงสร้างประชาคมแอมฟิพอดในทะเลสาบทั้ง 3 ตอน (Table 5) โดยพบว่าโครงสร้างของประชาคมแอมฟิพอดระดับวงศ์ในทะเลสาบตอนบนเหมือนกับตอนกลาง (เสาวภา และคณะ, 2548) แต่แตกต่างอย่างชัดเจนกับทะเลสาบตอนนอก (Angsupanich and Kuwabara, 1995) ซึ่งอยู่ใกล้ทะเลและน้ำมีความเค็มสูงกว่า แอมฟิพอดเกือบทั้งหมดที่พบในทะเลสาบตอนบนเป็นวงศ์ที่เคยพบในบริเวณชายฝั่งทั่วไปที่เป็นแหล่งน้ำจืดหรือเอสทูรีในเขตร้อน (Barnard, 1971; Bousfield, 1973; Myers, 1985) หรือแหล่งน้ำกร่อย (Bachelet et al., 2003) โดยมีแอมฟิพอดน้ำจืดวงศ์ Paracalliopidae หนึ่งชนิดคือ *Paracalliope fluviatilis* (Barnard, 1981; Nukurangi, 1998) ยิ่งกว่านั้นแอมฟิพอดในทะเลสาบตอนบนและตอนกลางเหมือนกันถึง 12 สกุล ในขณะที่เหมือนกับตอนนอกเพียง 4 สกุลเท่านั้น ซึ่งทั้ง 4 สกุลนี้พบได้ในทะเลสาบทั้ง 3 ตอน คือ *Grandidiereella*, *Eriopisa*, *Photis* และ *Perioculodes* ซึ่งแอมฟิพอดเหล่านี้เป็นสกุลที่สามารถทนความเค็มได้ในช่วงกว้าง โดยเฉพาะ *Eriopisa* และ *Photis* เป็นสกุลที่พบได้ทั่วโลก (cosmopolitan) (Barnard, 1981) *Grandidiereella* ก็มีการกระจายอย่างกว้างขวางบริเวณแหล่งน้ำกร่อยในเขตร้อน (Aikins and Kikuchi, 2002; Boyd et al., 2002) และแหล่งน้ำจืด (Myers, 1985) อย่างไรก็ตามแอมฟิพอดสกุลอื่นๆ เกือบทั้งหมดสามารถพบในแหล่งน้ำจืด และมีการกระจายได้อย่างกว้างขวางเช่นเดียวกัน (Barnard, 1981; Bousfield, 1973) *P. longicaudata* เป็นแอมฟิพอดเพียงชนิดเดียวในทะเลสาบสงขลาที่สามารถพบกระจายอยู่ทั่วทั้งทะเลสาบ แม้พบมากที่สุด (3471 ตัว/ตร.เมตร) ใน

Table 5. Family and genus of amphipod recorded from each part of Songkhla Lagoon.

Family	Study area of Songkhla Lagoon		
	Outer part ¹	Middle part ²	Upper part
Amphilochidae		×	×
<i>Amphilochus</i>			o
<i>Gitanopsis</i>		o	o
Ampithoidae	×		
<i>Ampithoe</i>	o		
Aoridae	×	×	×
<i>Grandidierella</i>	o	o	o
Caprellidae	×		
<i>Caprella</i>	o		
Caprellidae gen.	o		
Corophiidae	×	×	×
<i>Corophium</i>	o		
<i>Erichthonius</i>	o		
<i>Jassa?</i>	o		
<i>Kamaka</i>		o	o
Haustoriidae	×		
Haustoriidae gen.	o		
Hyalidae	×	×	×
<i>Allochestes</i>	o		
<i>Hyale</i>		o	o
Isaeidae	×	×	×
<i>Gammaropsis</i>		o	o
<i>Photis</i>	o	o	o
Unidentified gen.		o	
Isochyroceridae		×	×
<i>Cerapus</i>		o	o
Leucothoidae	×		
<i>Leucothoe</i>	o		
Liljeborgiidae	×		
<i>Idunella</i>	o		
<i>Listriella</i>	o		
Lysianassidae	×		
Lysianassidae gen.	o		
Melitidae	×	×	×
<i>Elasmopus</i>		o	
<i>Eriopisa</i>	o		o
<i>Eriopisella</i>	o		
<i>Melita</i>		o	o
<i>Quadrivisio</i>		o	o
<i>Victoriopisa</i>		o	
Oedicerotidae	×	×	×
<i>Perioculodes</i>	o	o	o

(to be continued)

Table 5. (Continued)

Family	Study area of Songkhla Lagoon		
	Outer part ¹	Middle part ²	Upper part
Paracalliopiidae		×	×
<i>Paracalliope</i>		o	o
Podoceridae	×		
<i>Podocerus</i>	o		
Talitridae		×	×
<i>Orchestia</i>		o	
<i>Platorchestia</i>			o
Unidentified fam.	×		
Unidentified gen.	o		
Total family	14	10	10
Total genus	19	15	14

¹Angsupanich & Kuwabara, 1995; ²เสาวภา และคณะ, 2548; o = found; × = not found

ทะเลสาบตอนบน แต่พบมากในสถานี 1-4 ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับทะเลสาบตอนกลาง แอมฟิพอดชนิดนี้ยังสามารถอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยที่หลากหลายโดยสามารถสร้างท่ออาศัยอยู่ได้กับสาหร่ายทะเลบางชนิด (Tanaka and Leite, 2003) ทั้งบริเวณที่เป็นโคลนและทราย ทั้งที่ตื้นและที่ลึกถึง 120 เมตร (Bachelet et al., 2003) Bussarawich et al. (1984) พบแอมฟิพอดชนิดนี้บริเวณชายฝั่ง จ.ภูเก็ต เช่นเดียวกัน แต่พบในปริมาณน้อย (7 ตัว/ตร.เมตร) แอมฟิพอดชนิดนี้เป็นชนิดเด่นที่สุดในทะเลสาบตอนกลาง (เสาวภา และคณะ, 2548) ในขณะที่แอมฟิพอดที่พบมากที่สุดทะเลสาบตอนบนและตอนนอก ได้แก่ *K. cf. taditadi* (16486 ตัว/ตร.เมตร) และ *Erichthonius brasiliensis* (2668 ตัว/ตร.ม.) ตามลำดับ จากความแตกต่างของแอมฟิพอดชนิดเด่นในทะเลสาบสงขลาทั้งสามตอนสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างของระบบนิเวศในทะเลสาบแต่ละตอน

แม้ว่าความแตกต่างของจำนวนชนิดแอมฟิพอดในแต่ละฤดูกาลไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนแต่ในเชิงสถานีมีความแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าสถานีที่น้ำลึกกลางทะเลสาบมีความหลากหลายน้อยกว่า ดังเช่น ในสถานี 5 และ 8 โดยที่สถานี 5 พบเพียง 2 ชนิดเท่านั้น ส่วนสถานี 8 แม้ว่าจำนวนชนิดมากกว่าสถานี 5 แต่พบว่ามีเดือนเดียว (ธันวาคม) เท่านั้นที่พบแอมฟิพอดมีความหลากหลาย (5 ชนิด) ส่วนเดือนอื่นๆ ก็พบแอมฟิพอดเพียง 2-3 ชนิดเช่นกัน

Bachelet และคณะ (2003) พบว่า แอมฟิพอดที่อยู่ในที่ตื้นมีความหลากหลายมากกว่าในที่ลึก การศึกษาครั้งนี้พบว่า ความลึกเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อแอมฟิพอดในเชิงสถานี เช่นเดียวกัน นอกจากนี้พบว่าที่สถานี 5 และ 8 เป็นสถานีที่ลึกที่สุดและไม่มีพีชีน้ำที่เป็นแหล่งอาหารและหลบภัยของแอมฟิพอดเหมือนสถานีอื่นๆ จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีแอมฟิพอดอาศัยอยู่น้อยชนิด สอดคล้องกับการศึกษาของ กฤษณ (2542) อ้างโดย กรอร และคณะ (2546) ที่พบว่า ในแหล่งอาศัยที่มีหญ้าทะเลที่มีแหล่งที่อยู่ย่อย (microhabitat) จะพบแอมฟิพอดมากกว่าในสถานีที่มีพื้นดินเป็นที่โล่ง เนื่องจากหญ้าทะเลเป็นทั้งแหล่งอาศัยที่เป็นที่หลบภัย เช่น การนำมาสร้างท่ออาศัย (Lowry and Berents, 2005) และเป็นแหล่งอาหาร (De Broyer et al., 2003) นอกจากแอมฟิพอดแล้ว แหล่งพีชีน้ำและหญ้าทะเลมีผลต่อการเพิ่มความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในแหล่งน้ำบริเวณชายฝั่ง (Edgar et al., 1999; Barrio Frojan et al., 2005) และในลากูนน้ำกร่อย (Mistri et al., 2001) เช่นกัน ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าแอมฟิพอดชนิดเด่นที่พบมีหลายชนิดที่นำเศษซากอินทรีย์วัตถุและตะกอนดินมาสร้างเป็นรังหรือท่ออาศัยทั้งสิ้น ได้แก่ *Kamaka*, *Photis*, *Grandidierella* และ *Cerapus* (Bousfield, 1973; Morino, 1976; Myers, 1985) การศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับ

แอมฟิพอดในเชิงฤดูกาลเช่นเดียวกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Bachelet และคณะ (1996) ที่พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุมีผลต่อความหลากหลายและการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในลากูน (Arcachon Bay) ประเทศฝรั่งเศส

ทะเลสาบตอนบนมีแอมฟิพอด 16 ชนิด มีจำนวนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในทะเลเปิด ได้แก่ เกาะสีซัง จ.ชลบุรี พบ 24 ชนิด (กรรอร และคณะ ,2546) และชายฝั่งของ จ.ภูเก็ต พบ 30 ชนิด (Bussarawich *et al.*, 1984) ชนิดของแอมฟิพอดส่วนใหญ่แตกต่างจากทะเลสาบสงขลาตอนบนเนื่องจากความแตกต่างของแหล่งอาศัยซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (Ray, 2004) ขนาดอนุภาคเม็ดดิน (%sand) เป็นเพียงปัจจัยเดียวที่มีผลต่อแอมฟิพอดในทะเลสาบตอนบนทั้งในเชิงสถานีและเชิงฤดูกาลโดยที่ความหลากหลายของแอมฟิพอดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในบริเวณที่มี %sand มากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Chou และคณะ (2004) ที่พบว่าความหลากหลายของสัตว์หน้าดินบริเวณเกาะใต้ของประเทศสิงคโปร์จะลดลงอย่างชัดเจนในสถานที่ตะกอนดินมีขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามวงศ์ของแอมฟิพอดที่ศึกษาในทะเลเปิดมีความคล้ายคลึงกันกับในทะเลสาบตอนบนมากกว่าเนื่องจากเป็นวงศ์ที่มักพบในเขตเขตร้อนหรือเขตร้อนชื้นโดยทั่วไป ได้แก่ Aoridae, Corophiidae, Gammaridae (Melitidae) และ Ischyroceridae (Fox and Bynum, 1975) รวมทั้งมีรูปแบบการกระจายตัวของชนิดคล้ายคลึงกันคือ พบชนิดเด่นเพียงไม่กี่ชนิด ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบน้อย นอกจากนี้ยังมีการพบแอมฟิพอดชนิดใหม่ของโลกในทะเลอันดามันอีก 19 ชนิด (Jansen and Dinesen, 2002; Lowry and Berents, 2002; Lowry and Stoddart, 2002b; Lowry and Watson, 2002; Myers, 2002; Peart, 2002; Taylor, 2002) Bussarawich (1985) ศึกษาแอมฟิพอดในป่าชายเลนในจังหวัดภูเก็ต พังงา สงขลา และนครศรีธรรมราช พบแอมฟิพอดทั้งสิ้น 10 ชนิด มี 4 ชนิดที่พบเหมือนกับทะเลสาบตอนบนโดยแอมฟิพอดที่พบในสงขลา และนครศรีธรรมราช (3 ชนิด) เหมือนกับทะเลสาบตอนบนมากกว่าที่พบในภูเก็ตและพังงา (1 ชนิด) เนื่องจากเก็บตัวอย่างที่คลองพะวง (สงขลา) ซึ่งเป็นคลองที่ไหลลงสู่ทะเลสาบ และคลองปากหนัง (นครศรีธรรมราช) ซึ่งอยู่ใกล้กับ

ทะเลสาบมากกว่าอีกสองจังหวัดในฝั่งอันดามัน

แม้ว่าแอมฟิพอดใน Chilka Lake ประเทศอินเดีย (Chilton, 1921) มีความหลากหลายคล้ายกับทะเลสาบตอนบนโดยพบ 17 ชนิดและเหมือนกับทะเลสาบตอนบน 7 ชนิด ซึ่งอาจเนื่องมาจาก Chilka Lake เป็นทะเลสาบน้ำกร่อยประเภทลากูนในเขตร้อนที่มีขนาดพื้นที่ คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี (Environmental Information System Centre, 2001) ใกล้เคียงกับทะเลสาบสงขลา แต่กลับไม่พบ *K. cf. taditadi* ซึ่งเป็นแอมฟิพอดชนิดที่พบบ่อยที่สุดเพียงชนิดเดียวในทะเลสาบตอนบนแต่ใน Chilka lake มีชนิดที่พบบ่อยหลายชนิด ได้แก่ *Ampelisca pusilla*, *Q. bengalensis* และ *G. megnae* (Chilton, 1921) Jebb และ Lowry (1995) พบว่า Madang Lagoon ในปาปัวนิวกินีและแหล่งน้ำใกล้เคียงมีชนิดของแอมฟิพอดมากกว่าทะเลสาบสงขลาโดยพบประมาณ 180 ชนิด เนื่องจากมีแหล่งอาศัยหลากหลายมากกว่าคือ มีทั้งแนวปะการัง ป่าชายเลน หลุมทะเล และทะเลเปิด (Jerkins, 2002) ที่สำคัญแหล่งน้ำแห่งนี้พบแอมฟิพอดชนิด *K. taditadi* ซึ่งเป็นชนิดที่มีความคล้ายกับ *K. cf. taditadi* ในทะเลสาบตอนบนด้วย แอมฟิพอดในสกุลนี้ (*K. biwae*, *K. dershawini*, *K. kuthae* และ *K. palmata*) มักพบในแหล่งน้ำจืดหรือน้ำกร่อย และอยู่ในวงศ์ Corophiidae ที่มักพบในเขตร้อนชื้นที่ระดับน้ำไม่เกิน 1 เมตร (Appadoo and Myers, 2004) ยกเว้น *K. taditadi* ที่อาศัยอยู่ในทะเลเปิดที่น้ำมีความเค็มสูง (Thomas and Barnard, 1991) ซึ่งต่างจาก *K. cf. taditadi* ที่อาศัยในน้ำที่มีความเค็มต่ำตลอดปี *K. cf. taditadi* มีลักษณะทางสัณฐานแตกต่างกับ *K. taditadi* 2 ลักษณะ คือ 1) การมี spinal process บริเวณ palm ของ gnathopod 2 ของเพศผู้ตัวเต็มวัย และ 2) การแผ่ขยายใหญ่ของ flagellum ปล้องแรกของหนวดคู่ที่ 2 ของเพศผู้ตัวเต็มวัย ความแตกต่างนี้อาจเป็นความแปรเปลี่ยนของรูปร่างลักษณะ (morphological variation) ภายในสปีชีส์อันเนื่องมาจากขนาด อายุหรือความสมบูรณ์เพศ (sexual maturity) (Lowry and Stoddart, 2002a) ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่งในการจำแนกชนิดแอมฟิพอด เนื่องจากไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างชนิดและความแปรปรวนภายในสปีชีส์ได้ ดังนั้นหากสามารถนำแอมฟิพอดชนิดนี้จาก Madang Lagoon มาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคทาง

โมเลกุลเปรียบเทียบกับแอมฟิพอดที่พบในทะเลสาบสงขลา ตอนบนก็สามารถตอบคำถามได้ว่าเป็นชนิดเดียวกันหรือไม่ สำหรับในประเทศไทยนั้นพบแอมฟิพอดสกุลนี้ครั้งแรกบริเวณ ทะเลสาบสงขลาตอนกลางโดย เสาวภา และคณะ (2548ข) แต่พบเพียงเล็กน้อยในบางสถานีในช่วงที่น้ำมีความเค็มต่ำ เท่านั้น แต่ในทะเลสาบตอนบนนั้นสามารถพบได้เกือบทุก สถานีและทุกเดือนที่เก็บตัวอย่าง

ทะเลสาบตอนบนเป็นแหล่งน้ำที่มีแอมฟิพอดชุกชุม มากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก เนื่องจากแอมฟิพอดส่วนใหญ่มี ปริมาณมากที่สุดอยู่ในระดับหลักพันตัวต่อตารางเมตรเท่านั้น (Bachelet *et al.*, 2003) ทะเลสาบตอนบนจึงเป็นแหล่ง อาหารของสัตว์น้ำในทะเลสาบได้เป็นอย่างดี ปริมาณปลา (ปลากินสัตว์และปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์) หลายชนิดและกุ้ง ที่จับได้จากทะเลสาบสงขลาตอนบน (สมบัติ, 2548) กับ ปริมาณแอมฟิพอดมีแนวโน้มสัมพันธ์กัน แอมฟิพอดที่พบ ในการศึกษานี้ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก แอมฟิพอดทั่วไปมี ขนาดโดยเฉลี่ย 5-15 มม. (Schmitz, 1992) หากมีขนาด น้อยกว่า 5 มม. จัดเป็นแอมฟิพอดขนาดเล็ก (Barnard, 1971) จึงมีความเหมาะสมที่จะเป็นอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน ในทะเลสาบ สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่เช่นแอมฟิพอดเป็น อาหารของปลาหลายชนิดในเขตเอสทูรี (ประภาพร, 2542; Ray, 2004) ทั้งปลาน้ำดินและปลากลางน้ำ (De Broyer *et al.*, 2003) รวมทั้งปลาในทะเลสาบสงขลา (ธเนศ และ คณะ, 2544; เสาวภา และอำนาจ, 2544; เสาวภา และคณะ, 2548ก) Angsupanich และคณะ (1999) และ Corona และคณะ (2000) พบว่าแอมฟิพอดเป็นอาหารที่สำคัญชนิด หนึ่งของกุ้งทะเล De Broyer และคณะ (2003) พบว่า สัตว์น้ำ (สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและปลา) ที่กินแอมฟิพอด เป็นอาหารมีถึง 134 ชนิด โดยพบสัดส่วนของอาหารที่เป็น แอมฟิพอดมากที่สุดถึง 99% เช่นเดียวกับการศึกษาใน ทะเลสาบสงขลา (เสาวภา และคณะ, 2548ก) ที่พบว่า ปลากดหัวแข็ง (*Arius maculatus*) ซึ่งเป็นปลาที่พบมาก ในทะเลสาบสงขลากินแอมฟิพอดมากกว่าสัตว์หน้าดินชนิด อื่นๆ ทั้งในแง่ของปริมาณและจำนวน ทั้งปลาที่จับได้จาก ทะเลสาบตอนนอกและตอนใน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนา องค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพใน ประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุน การวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่ง ชาติ รหัสโครงการ BRT-R 146007 ขอขอบคุณ Prof. Manuel Ortiz, (Universidad de La Havana, Havana, Cuba) Prof. Wim Vader (University of Tromso, Tromso, Norway), Dr. Stefan Konemann (Old Dominion University, Norfolk, USA) ที่ให้คำแนะนำ และเอกสารที่มีประโยชน์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากร ธรรมชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์วิเคราะห์ขนาดอนุภาค เม็ดดิน นักศึกษาภาควิชาวาริชศาสตร์ ห้องปฏิบัติการ 452 ที่ช่วยงานภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

- กรอร วงษ์คำแหง ณีฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และสุรพล ชุมหับันทิต. 2546. การกระจายของแอมฟิพอดครัสเตเชียน (Amphipod Crustaceans) บริเวณเกาะค้างคาว จังหวัด ชลบุรี. หน้า 137-150. ใน การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศ แนวปะการังเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี (ณีฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ บรรณาธิการ), สำนักคณะกรรมการ วิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร.
- ทวีวงศ์ ศรีบุรี. 2538. การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมใน ประเทศไทย, บริษัท มายด์ พับลิชชิง จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ธเนศ ศรีถกล ไพโรจน์ สิริมนตากรณ์ วชิระ เหล็กนิ่ม และ อรรถญา อัสวารี. 2540. องค์ประกอบของอาหารใน กระเพาะอาหารของปลาเห็ดโคน (*Sillago sihama* Forsskal, 1775). เอกสารวิชาการฉบับที่ 20/2540. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา.
- นฤทธิ ดวงสุวรรณ. 2545. คนพื้นทะเลสาบ, โครงการการจัดการ ทรัพยากรชายฝั่งภาคใต้, สงขลา.
- นิคม ละอองศิริวงศ์. 2544. สังคมสัตว์หน้าดินบริเวณทะเลสาบ สงขลาตอนนอก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2544. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา.
- เบญจวรรณ เพ็งหนู และสุพรรณิ ชนะชัย. 2545. การอนุรักษ์ พื้นฟูทะเลสาบสงขลาของชาวประมงพื้นบ้านคูขุด. หน้า

- 49-73. ใน การจัดการทรัพยากรโดยชุมชน: กรณีศึกษา จากชุมชนชาวประมงพื้นบ้านภาคใต้, โครงการการจัดการ ทรัพยากรชายฝั่งภาคใต้, สงขลา.
- ประภาพร วิถีสวัสดิ์. 2542. โครงสร้างประชากรของปลาใน บริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์- มหาวิทยาลัย.
- ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ เรืองชัย ต้นสกุล และอังสนีย์ ชูณหปราณ. 2542. ทะเลสาบสงขลา. หน้า 3057-3080. ใน สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคใต้, บริษัท สยามเพรสแมเนจ- เมนท์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ สุชาติ วิเชียรสรณ์ และสุจิตรา กระบวน- รัตน์. 2520. การศึกษาชนิดและปริมาณเบนโทสใน ทะเลสาบสงขลา. หน้า 322-340. ใน รายงานผลการ ปฏิบัติงานทางวิชาการ ประจำปี 2521, สถานีประมง จังหวัดสงขลา กรมประมง, สงขลา.
- ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ สุชาติ วิเชียรสรณ์ และสุจิตรา กระบวน- รัตน์. 2521. การศึกษาชนิดและปริมาณเบนโทสใน ทะเลสาบสงขลา. หน้า 312-330, ใน รายงานผลการ ปฏิบัติงานทางวิชาการ ประจำปี 2521, สถานีประมง จังหวัดสงขลา กรมประมง, สงขลา.
- ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละอองศิริวงศ์. 2540. การ เปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพตะกอน ดินกับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 4/2539. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา.
- ยงยุทธ ลิมพานิช และวิชัย ก้องรัตนโกศล. 2537. การสำรวจ ชลชีววิทยาและทรัพยากรประมงในทะเลน้อย จังหวัด พัทลุง. หน้า 49-57. ใน รายงานประจำปี 2537, สถานี ประมงน้ำจืดจังหวัดพัทลุง กองประมงน้ำจืด กรมประมง, พัทลุง.
- วันชัย ศักดิ์อุดมไชย. 2542. การพยากรณ์อากาศ, ศูนย์อุตุนิยม วิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก กรมอุตุนิยมวิทยา, สงขลา.
- ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. 2550: <http://songkhla.tmd.go.th/songkhla.html> [15 มกราคม 2550].
- สมบัติ สมพงษ์. 2548. สถิติผลผลิตสัตว์น้ำ. หน้า 15-20. ใน รายงานผลปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2548. หน่วย ป้องกันและปราบปรามการประมงน้ำจืด จังหวัดพัทลุง. กรมประมง.
- สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และสมชาติ สุขวงศ์. 2511. การสำรวจความ ชุกชุมและการกระจายของเบนโทสในทะเลสาบสงขลา ตอนใน. หน้า 41-75. ใน รายงานวิชาการประจำปี 2511, สถานีประมงทะเลสงขลา กองสำรวจและค้นคว้า กรม ประมง, สงขลา.
- สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และสมชาติ สุขวงศ์. 2513. การสำรวจความ ชุกชุมและการกระจายของเบนโทสในทะเลสาบสงขลา ตอนใน. หน้า 231-261. ใน รายงานวิชาการประจำปี 2513, สถานีประมงทะเลสงขลา กองสำรวจและค้นคว้า กรมประมง, สงขลา.
- เสาวภา อังสุภาณิช และอำนาจ ศิริเพชร. 2544. บทบาทและ การกระจายของสัตว์หน้าดินชนิดเด่น *Apseudes sapensis* Chilton 1926 (Crustacea : Tanaidacea) ในทะเลสาบสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย. ว. สงขลา- นครินทร์ วิทยา. 23 : 515-525.
- เสาวภา อังสุภาณิช สุทิน สมศักดิ์ และจุฑาทิพย์ พร้อมมูล. 2548ก. องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะปลากดหัว อ่อน *Osteogeneiosus militaris* (Linnaeus, 1758) และปลากดหัวแข็ง *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) ในทะเลสาบสงขลา. ว. สงขลานครินทร์ วิทยา. 27 (ฉบับพิเศษ 1) : 391-402.
- เสาวภา อังสุภาณิช อำนาจ ศิริเพชร และมงคลรัตน์ เจริญพร- ทิพย์. 2548ข. ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ใน ทะเลสาบสงขลาตอนกลาง ภาคใต้ของประเทศไทย. ว. สงขลานครินทร์ วิทยา. 27 (ฉบับพิเศษ 1) : 365-390.
- อภิชัย ชวเจริญพันธ์, 2547. แนวทางการจัดการน้ำเสียในลุ่มน้ำ ทะเลสาบสงขลา, กรมควบคุมมลพิษและสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, กรุงเทพฯ.
- อังสนีย์ ชูณหปราณ จุฬารักษ์ รัตนไชย และ อาภรณ์ มีชูพันธ์. 2539. การประเมินผลการจับสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา ปี 2537-2538. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2539 สถาบัน วิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา.
- อังสนีย์ ชูณหปราณ และชัชวาล อินทรมนตรี. 2541. กุ้ง- สัตว์น้ำเศรษฐกิจของทะเลสาบสงขลา. ว. การประมง. 51 : 457-461.
- Aikins, S. and Kikuchi, E. 2001. Water current velocity as an environmental factor regulating the dis- tribution of amphipod species in Gamo Lagoon, Japan, *Limnology*, 2 : 185-191.

- Aikins, S. and Kikuchi, E. 2002. Grazing pressure by amphipods on macroalgae in Gamo Lagoon, Japan, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 245 : 171-179.
- Ambrogi, A.O., Favruzzo, M. and Savini, D. 2002. Multi-annual variations of macrobenthos along the Emilia-Romagna coast (Northern Adriatic), *Mar. Ecol.*, 23 : 307-319.
- Angupanich, S., Phromthong, I. and Srichuer, K. 1997. Meiofauna in Thale Sap Songkhla, a lagoonal lake in southern Thailand, *J. Sci. Soc. Thailand*, 23 : 347-358.
- Angsupanich, S., Chiayvareesajja, S. and Chandumpai, A. 1999. Stomach contents of the banana prawns (*Penaeus indicus* and *P. merguensis*) in Tamalang Bay, Southern Thailand, *Asian Fish. Sci.*, 12 : 257-265.
- Angsupanich, S. and Kuwabara, R. 1995. Macrobenthic fauna in Thale Sap Songkhla, a brackish lake in southern Thailand, *Lakes Reserv. Res. Manage.*, 1 : 115-125.
- APHA-AWWA and WEF. 1998. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater (20th edition), American Public Health Association, Washington, DC.
- Appadoo, C. and Myers, A.A. 2004. Corophiidae (Crustacea : Amphipoda) from Mauritius. *Rec. Aust. Mus.*, 56: 331-362.
- Arvai, J.L., Leving, C.D., Harrison, P.J. and Neill, W.E. 2002. Improvement of the sediment ecosystem following diversion of an intertidal sewage outfall at the Fraser river estuary, Canada, with emphasis on *Corophium salmonis* (Amphipoda), *Mar. Pollut. Bull.*, 44 : 511-519.
- Bachelet, G., Dauvin, J.C. and Sorbe, J.C. 2003. An updated checklist of marine and brackish water Amphipoda (Crustacea : Peracarida) of the Southern Bay of Biscay (NE Atlantic), *Cah. Biol. Mar.*, 44 : 121-151.
- Bachelet, G., Montaudouin, X. and Dauvin, J.C. 1996. The quantitative distribution of subtidal macrozoobenthic assemblages in Arcachon Bay in relation to environmental factors : a multivariate analysis, *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 42 : 321- 391.
- Barnard, J.L. 1969. The Families and Genera of Marine Gammaridean Amphipoda, *Bull. U.S. Natl Mus.*, 217 : 1-535.
- Barnard, J.L. 1971. Keys to the Hawaiian Marine Gammaridea, 0-30 meters, *Smith. Cont. Zool.*, 58 : 1-135.
- Barnard, J.L. 1972a. Gammaridean Amphipoda of Australia, Part I, *Smith. Cont. Zool.*, 103 : 1-333.
- Barnard, J.L. 1972b. The marine fauna of New Zealand : algae living littoral Gammaridea (Crustacea Amphipoda), *NZ. Oceanogr. Inst. Mem.*, 62 : 1- 216.
- Barnard, J.L. and Banard, C.M. 1983. Freshwater Amphipod of The World, I. Evolution patterns and II. Handbook and bibliography. Hayfield Associates, Mt. Vernon, Virginia.
- Barnard, J.L. and Karaman, G.S. 1991a. The families and genera of marine gammaridean amphipoda (except marine gammaroids), Part 1, *Rec. Aust. Mus. Suppl.*, 13 : 1- 418.
- Barnard, J.L. and Karaman, G.S. 1991b. The families and genera of marine gammaridean amphipoda (except marine gammaroids), Part 2, *Rec. Aust. Mus. Suppl.*, 13 : 419 - 886.
- Barrio Frojan, C.R.S., Hawkin, L.E., Aryuthaka, C., Nimsantijaroen, S., Kendall, M.A. and Paterson, G.L.J. 2005. Patterns of polychaete communities in tropical sedimentary habitats : a case study in south-western, Thailand, *Raff. Bull. Zool.*, 53 : 1-11.
- Bousfield, E.L. 1973. Shallow-Water Gammaridean Amphipod of New England, Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, London.
- Boyd, M.J., Mulligan, T.J. and Shaughnessy, F.J. 2002. Non-indigenous marine species of Humboldt Bay, California, A Report to the California Department of Fish and Game, Humboldt State University, Arcata.
- Brandt, A., Linse, K. and Weber, U. 1997. Abundance and diversity of peracarid taxa (Crustacea, Malacostraca) along a transect through the Beagle Channel, Patagonia, *Polar Biol.*, 18 : 83-90.
- Bussarawich, S. 1985. Gammaridean amphipoda from mangroves in southern Thailand presented at the 5th seminar on mangrove ecosystem. 26-29 Jul 1985, Phuket, Thailand.

- Bussarawich, S., Nateewathana, A. and Hylleberg, J. 1984. Distribution of marine benthic amphipods of Phuket Island, with emphasis on the mining and a model of species-individual relationships, *Phuket Mar. Biol. Cent., Res. Bull.*, 32 : 1-21.
- Chilton, C. 1921. Fauna of the Chilka Lake: Amphipoda, *Mem. Indian Mus.*, 5 : 519-558.
- Chou, L.M., Yu, J.Y. and Loh, T.L. 2004. Impacts of sedimentation on soft-bottom benthic communities in the southern islands of Singapore, *Hydrobiologia*, 515 : 91-106.
- Clarke, K.R. and Ainsworth, M. 1993. A method of linking multivariate community structure to environment variables, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 92 : 205-219.
- Clarke, K.R. and Warwick, R.M. 1994. Change in Marine Communities : An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, Bourne Press Limited, Bournemouth.
- Corona, A., Soto, L.A. and Sanchez, A.J. 2000. Epibenthic amphipod abundance and predation efficiency of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939) in habitats with different physical complexity in tropical estuarine system. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 253 : 33-48.
- Dalpadado, P., Borkner, N., Bogstad, B. and Mehl, S. 2001. Distribution of Themisto (Amphipod) spp. in the Barents Sea and predator-prey interactions. *ICES J. Mar. Sci.*, 58 : 876-895.
- De Broyer, C., Chapelle G., Duchesne P.-A., R. Munn, F. Nyssen, Y. Scailteur, F. Van Roozendaal & P. Dauby, 2003. Structural and ecofunctional biodiversity of the amphipod crustacean benthic taxocoenoses in the Southern Ocean. **In** : Scientific Support Plan for a Sustainable Development Policy SPSD 1: Belgian Scientific Research Programme on the Antarctic, Phase 4 (1997-2001). Scientific Results Vol. 1: Marine biota and Global Change, pp. 1-58.
- Dias, M. and Sprung, M. 2004. Population dynamics and reproduction of the amphipod *Orchestia gammarellus* (Talitridae) in a Ria Formosa Saltmarsh (Southern Portugal), *Crustaceana*, 76 : 1123-1141.
- Dye, A. and Barros, F. 2005. Spatial pattern of macrofaunal assemblages in intermittently closed/open coastal lakes in New South Wales, Australia, *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 64 : 357-371.
- Edgar, G.J., Barrett, N.S. and Last, P.R. 1999. The distribution of macroinvertebrates and fishes in Tasmanian estuaries, *J. Biogeogr.*, 26 : 1169-1189.
- Environmental Information System Centre. 2001. Lagoons of India. T. Balasubramanian and Khan, A. (Eds.) Ministry of Environment and Forests, New Delhi.
- Fox, R.S. and Bynum, K.H. 1975. The amphipod crustaceans of North Carolina estuarine waters, *Chesapeake Sci.*, 16 : 223-237.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. pp. 383-412. **In** *Methods of Soil Analysis. Part 1, Physical and Mineralogical Methods*, Klute, A. (ed.), American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of America, Inc, Wisconsin.
- Grasshoff, K. 1976. *Methods of Seawater Analysis*, Verlag Chemie, New York.
- Hirst, A.J. 2004. Broad-scale environmental gradients among estuarine benthic macrofaunal assemblages of south-eastern Australia : implications for monitoring estuaries, *Mar. Fresh. Res.*, 55 : 79-92.
- Hutchings, P. 1999. Taxonomy of estuarine invertebrates in Australia, *Aust. J. Ecol.*, 24 : 381-394.
- Imbach, M.C. 1967. Gammaridean Amphipoda from the South China Sea, Scripps Institution of Oceanography, California.
- Jansen, T. and Dinesen, G.E. 2002. Anamixidae (Amphipoda : Crustacea) from the Andaman Sea, North-Eastern Indian Ocean, *PMBC Spec. Publ.*, 23 : 265-271.
- Jebb, M.H.P. and Lowry, J.K. 1995. Natural history of Madang Lagoon with an appendix of collecting localities. **In** *The Amphipoda (Crustacea) of Madang Lagoon, Papua New Guinea, Part 1*. Lowry, J.K. (ed.). *Rec. Aust. Mus., Suppl.*, 22: 1-24 (Abstract).
- Kaestner, A. 1970. *Invertebrate Zoology Vol. 3 Crustacea*, Interscience Publishers, New York.

- Lalitha, M., Shyamasundari, K. and Rao, K.H., 1988. Effect of salinity and temperature on the development of eggs in amphipod *Talorchestia martensii* (Weber) (Crustacea : Amphipoda), *Oebalia*, 16 : 117-127.
- Lincoln, R.J. 1979. British Marine Amphipoda, Gammaridea, Richard Clay Ltd, London.
- Lindegaard, C. 1994. The role of Zoobenthos in energy flow in two shallow lakes, *Hydrobiologia*, 275/276 : 313-322.
- Lowry, J.K. and Berent, P.B. 2002. The genus *Cerapus* in The Andaman Sea (Crustacea, Amphipoda, Ischyroceridae), *PMBC Spec. Publ.*, 23 : 189-196.
- Lowry, J.K. and Berent, P.B. 2005. Algal-tube dwelling amphipods in the genus *Cerapus* from Australia and Papua New Guinea (Crustacea : Amphipoda : Ischyroceridae), *Rec. Aust. Mus.*, 57 : 153-164.
- Lowry, J.K. and Stoddart, H.E. 2002a. The Amaryllididae of Australia (Crustacea : Amphipoda : Lysianassoidea), *Rec. Aust. Mus.*, 54 : 129-214.
- Lowry, J.K. and Stoddart, H.E. 2002b. First records of Lysianassoid amphipods (Crustacea) from The Andaman Sea, *PMBC Spec. Publ.*, 23 : 165-188.
- Lowry, J.K. and Watson, M. 2002. Revision of the gammarid group, with a new species from The Andaman Sea (Crustacea, Amphipoda, Melitidae), *PMBC Spec. Publ.*, 23 : 197-212.
- MacNeil, C., Elwood, R.W. and Dick, J.T.A. 2001. Persistence times of four amphipod species in the stomachs of brown trout. *J. Fish Biol.*, 159 : 1401-1404.
- Martin, D., Bertasi, F., Colangelo, M.A., Vries, M.D., Frost, M., Hawkins, S.J., Macpherson, E., Moschella, P.S., Satta, M.P., Thompson, R.C. and Ceccherelli, V.U. 2005. Ecological impact of coastal defence structures on sediment and mobile fauna : Evaluating and forecasting consequences of unavoidable modifications of native habitats, *Coast. Eng.*, 52 : 1027-1051.
- Mills, A. and Fish, J.D. 1980. Effect of salinity and temperature on *Corophium volutator* and *C. arenarium* (Crustacea : Amphipoda), with particular reference to distribution, *Mar. Biol.*, 58 : 153-161.
- Mistri, M., Rossi, R. and Fano, E.A. 2001. Structure and secondary production of a soft bottom macrobenthic community in a brackish lagoon (Sacca di Goro, north-eastern Italy, *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 52 : 605-616.
- Morino, H. 1976. On two forms of *Cerapus tubularis*, a tube dwelling amphipod, from shallow waters of Japan, *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 23 : 179-189.
- Myers, A.A. 1985. Shallow-water, coral reef and mangrove Amphipoda (Gammaridae) of Fiji, *Rec. Aust. Mus., Suppl.* 5 : 1-143.
- Myers, A.A. 2002. Marine of the families Aoridae and Neomegamphopidae from Phuket, Thailand, *PMBC Spec. Publ.*, 23 : 213-228.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E.S. 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter. pp. 383-411. **In** *Methods of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of America, Inc, Wisconsin.
- Nukurangi, T. 1998. Freshwater Amphipod (*Paracaliope fluviatilis*) : Acute Toxicity Test Protocol, NIWA Ecotoxicology Laboratory, Wellington.
- Peart, R.A. 2002. New species of Ampithoidae (Crustacea, Amphipoda, Corophioidea) from The Andaman Sea. *PMBC Spec. Publ.*, 23 : 229-252.
- Poizat, G., Rosecchi, E. and Chauvelon, E. 2004. Long term fish and macrocrustacean community variation in a Mediterranean lagoon. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 59 : 615-624.
- Ray, G.L. 2004. Monitoring of intertidal benthos on the shoreline of Raritan and Sandy Hook Bays, New Jersey : Interim Report, U.S. Army Engineer Research Development Center, New York.
- Schmitz, E. 1992. Amphipoda. pp. 443-528. **In** : *Microscopic Anatomy of Invertebrates Volume : Crustacea*, Harrison, F.W. and Humes, A.G. (eds.), Wiley-Liss, Inc., New York.
- Tanaka, M. and Leite, F.P.P. 2003. Spatial scaling in the distribution of macrofauna associated with *Sargassum stenophyllum* (Mertens) Martius : analysis of fauna groups, gammarid life habitats and assemblage structure. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 293 : 1-22.

- Taylor, J. 2002. A review of the genus *Wildus* (Amphipoda : Phoxocephalidae) with a description of a new species from The Andaman Sea, Thailand, PMBC Spec. Publ., 23 : 253-263.
- Thomas, J.D. and Barnard, J.L. 1991. Kamaka taditadi, A new marine species from Papua New Guinea (Crustacea : Amphipoda : Corophioidea), Mem. Mus. Vic., 52 : 311-318.
- Underwood, A.J., Chapman, M.G. and Robert, D.E. 2003. A practical protocol to assess impacts of unplanned disturbance : a case study in Tuggerah Lakes Estuary, NSW, Ecol. Manage. Restor., 4 : 4-11.
- WDCS. 2001. The Irrawaddy Dolphins of Songkhla Lake in Thailand, <http://www.wdcs.org/dan/publishing.nsf> [November 29, 2005].
- Williams, W.D. and Barnard, J.L. 1988. The taxonomy of crangonyctoid Amphipoda (Crustacea) from Australian fresh waters : foundation studies, Rec. Aust. Mus., Suppl. 10 : 1-180.