บทที่ 4

วิจารณ์ผลการศึกษา

ความหลากหลายของชนิดสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก

การศึกษาสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคน จ.สมุทรสงคราม ไดอะตอมมีความหลากชนิดสูงที่สุดถึง 56 ชนิด แยกเป็นเซนทริคไดอะตอม 25 ชนิด และเพนเนตไดอะตอม 31 ชนิด โดยสกุลที่มีความหลากชนิดมากที่สุดคือ *Coscinodiscus* และ *Gyrosigma* พบสกุลละ 5 ชนิด รองมาคือ *Navicula* และ *Triceratium* พบสกุลละ 4 ชนิด ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับข้อสรุปของ Dawes (1998) ที่ว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กประกอบด้วยเพนเนตไดอะตอมและไซยาโนแบคทีเรียเป็นกลุ่มเด่น และคล้ายคลึงกับการศึกษาสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในประเทศไทยที่ส่วนใหญ่พบไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นและมีความหลากชนิดสูงที่สุด (ชูวงศ์ ตมิศานนท์, 2543; อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2545; และ สุภาพร แสงแก้ว, 2545) ทั้งนี้เนื่องจากไดอะตอมเป็นกลุ่มที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ในช่วงกว้างสามารถพบได้ในพื้นที่ที่หลากหลายแม้แต่บริเวณที่มืดและอุณหภูมิต่ำ (Gilbert, 1991)

ไดอะตอมที่เป็นกลุ่มเด่นในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนชนิดต่ำกว่าการศึกษาบริเวณแนวปะการัง อ่าวดังเข็น จังหวัดภูเก็ตที่พบไดอะตอม 80 ชนิด (สุภาพร แสงแก้ว, 2545) และพื้นผิวปะการังเทียม บริเวณอ่าวขาม จังหวัดระยอง ซึ่งพบไดอะตอมถึง 117 ชนิด (อรรชนีย์ ชำนาญศิลป์, 2545) และผลการศึกษาบริเวณป่าชายเลนในประเทศสิงคโปร์และมาเลเซียซึ่งพบ ไดอะตอม 72 ชนิด (Wah and Wee, 1988) ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันของบริเวณที่ศึกษา โดยบริเวณอ่าวดังเข็น จังหวัดภูเก็ต อ่าวขาม จังหวัดระยอง และป่าชายเลนในประเทศสิงค์โปร์และมาเลเซียเป็นบริเวณที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของน้ำทะเล ซึ่งความเค็มสูงและน้ำค่อนข้างใส เมื่อเทียบกับบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคนซึ่งมีความขุ่นและการผันแปรของความเค็มในรอบวันสูงเนื่องจากกระแสน้ำขึ้น–ลงถึง 2 ครั้งในรอบหนึ่งวัน (กรมอุทกศาสตร์, 2546 และ 2547) จึงเป็นบริเวณที่จำเพาะกับกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทนทานในสภาวะที่ความขุ่นของน้ำสูงและการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้างเท่านั้น (Levin *et al.*, 2001)

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในบริเวณป่าชายเลนเดียวกันกับของอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2545) ซึ่งพบจำนวนชนิดของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กต่ำกว่าการศึกษาครั้งนี้ โดยพบเพียง 26 ชนิดในจำนวนนี้มี 13 ชนิดที่เคยพบแต่ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Prorocentrum lima*, *Gambierdiscus toxicus*, *Ostreopsis* sp., *Thalassiosira lineate*, *Actinoptychus splendens*, *Synedra cystallina*, *Toxarium undulate*, *Cymbella tumida*, *Cocconeis* sp. 1, *Cocconeis* sp. 2, *Scoliotropis latestriata*, *Pleurosigma rhombeum*

Gyrosigma accuminatum ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาของอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2545) ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม 2540 และเดือนพฤษภาคม 2543 ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวไม่ตรงกับการเก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบกับมีการเก็บตัวอย่างในบริเวณที่แตกต่างกับการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งได้แก่ บริเวณแอ่งน้ำขัง และตัวอย่างที่เกาะอยู่กับสาหร่ายขนาดใหญ่

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาของ Faust (1996) ในป่าชายเลน Twin Cays ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพบจำนวนชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตมากถึง 22 ชนิด ซึ่งสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก เนื่องจากสภาพพื้นที่ของป่าชายเลนบ้านคลองโคนที่ทำการศึกษาเป็นคลองที่มีการถ่ายเทน้ำออกสู่ทะเลตลอดเวลา และเวลาเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงจะเกิดการไหลของกระแสน้ำที่ค่อนข้างแรง ประกอบกับพื้นผิวของดินตะกอนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบเป็นดินเลน แตกต่างกับการพื้นที่ศึกษาของ Faust ที่มวลน้ำค่อนข้างนิ่งและมีองค์ประกอบของดินตะกอนส่วนใหญ่เป็นทราย ซึ่งเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของไดโนแฟลกเจลเลตมากกว่า

ไซยาโนแบคทีเรีย 2 สกุลที่พบในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ *Oscillatoria* และ *Lyngbya* ซึ่งเป็นสกุลที่พบในบริเวณแนวปะการัง (ชูวงศ์ ดมิศานนท์, 2543 และ สุภาพร แสงแก้ว, 2545) เช่นเดียวกัน นอกจากนี้การพบ *Dictyocha fibula* ซึ่งเป็นซิลิโคแฟลกเจลเลตกลุ่มที่ดำรงชีพเป็นแพลงก์ตอนในทะเลนั้น เนื่องจากระยะเวลาที่พบเป็นช่วงที่น้ำทะเลพัดเข้ามาในบริเวณป่าชายเลน โดยพบความเค็มของน้ำสูงถึง 18.53 และ 18.75 psu

สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในฤดูกาลและถิ่นที่อยู่อาศัยแบบ (microhabitats) ต่าง ๆ

อิทธิพลของฤดูกาลต่อประชากรสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กสังเกตได้จากประชากรสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กที่พบบริเวณผิวหน้าดินและบริเวณใกล้พื้นในมวลน้ำของฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) และฤดูร้อน-แล้ง (NE–SW) (กลุ่ม II-2.1) ที่มีความหลากหลายของชนิดสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กสูงกว่าประชากรในกลุ่มบริเวณผิวหน้าดินและบริเวณใกล้พื้นในมวลน้ำของฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (SW) และช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (SW–NE) (กลุ่ม II-2.2) ทั้งที่เป็นบริเวณเดียวกัน สาเหตุเนื่องจากฤดูกาลที่แตกต่างกัน โดยประชากรในกลุ่ม II-2.1 เป็นฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) และฤดูร้อน-แล้ง (NE–SW) ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเค็มสูง 18.53 – 18.75 psu ส่วนประชากรในกลุ่ม II-2.2 เป็นฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (SW) และช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (SW–NE) ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเค็มต่ำ 6.59 – 11.23 psu โดยช่วงที่มีความเค็มสูงจะพบความหลากหลายของสาหร่ายขนาดเล็กกลุ่มที่ชอบความเค็มสูง ได้แก่ไดอะตอมมากกว่าในช่วงที่มีความเค็มต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2542) ในบริเวณเดียวกัน ที่พบว่าในฤดูกาลที่มีความเค็มแตกต่างกัน

จะพบแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นแตกต่างกัน โดยในฤดูฝนพบไซยาโนแบคทีเรีย สกุล *Oscillatoria* เป็นสกุลเด่น ในขณะที่ฤดูร้อนพบไดอะตอม สกุล *Nitzschia* และ *Rhizosolenia* เป็นสกุลเด่น นอกจากนี้ฤดูกาลที่แตกต่างกันยังมีผลต่อองค์ประกอบของดินตะกอน โดยจากการศึกษาของ วันวิวาห์ วิชิตวรคุณ (2545) พบว่าในบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม อนุภาคดินทรายในฤดูฝนมีสัดส่วนที่ต่ำกว่าในฤดูแล้ง ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าว อาจสรุปได้ว่าในฤดูฝนมีสัดส่วนของอนุภาคดินทรายซึ่งอาจเป็นที่อยู่อาศัยของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่ม episammon น้อยกว่าในฤดูแล้ง จึงทำให้พบจำนวนชนิดสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กน้อยกว่า

ประชากรสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มที่อาศัยกับบริเวณใบไม้ กิ่งไม้และรากไม้ และตาข่ายดำ (กลุ่ม I และกลุ่ม II-1) ที่มีจำนวนชนิดของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กต่ำกว่าประชากรบริเวณผิวหน้าดินและบริเวณใกล้พื้นในมวลน้ำทั้งที่เป็นช่วงฤดูกาลเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากใบไม้ กิ่งไม้ที่ตกทับถมและรากไม้เป็นบริเวณที่มีความจำเพาะของพื้นที่อยู่อาศัยสูง คือ มีดินตะกอนเกาะอยู่หนาแน่น บดบังปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงมา โดยในบริเวณดังกล่าวนี้พบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในกลุ่มของไซยาโนแบคทีเรียเป็นกลุ่มเด่นและพบสม่ำเสมอในเกือบทุกฤดูกาล สอดคล้องกับรายงานของ Dor (1984) ที่สรุปว่าสาหร่ายขนาดเล็กกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียเป็น epiphytic cyanobacteria สามารถดำรงชีพอยู่ในบริเวณรากไม้ซึ่งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีความจำกัดของปัจจัยแวดล้อมได้ เนื่องจากความได้เปรียบในรูปร่างที่เป็น thallus และการรวมกลุ่มเป็นโคโลนีที่โครงสร้างของเซลล์มี sheath ห่อหุ้มช่วยป้องกันจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่นการระเหยของน้ำจากเซลล์ ประกอบกับความสามารถในการตรึงไนโตรเจนได้โดยตรงจากอากาศทำให้พบไซยาโนแบคทีเรียได้หนาแน่นกว่ากลุ่มอื่นในบริเวณใบไม้ กิ่งไม้และรากไม้ ส่วนบนตาข่ายดำนั้นตัวอย่างสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กได้รับผลกระทบจากการแย่งชิงพื้นที่ในการลงเกาะและถูกล่าจากผู้ล่าสูง โดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตจำพวก hydrozoa จะลงยึดเกาะกับพื้นที่บนตาข่าย ประกอบกับการถูกล่าจากกลุ่มผู้ล่าคือ amphipod, copepod และหอยฝาเดียว

ในการศึกษาครั้งนี้พบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก 10 ชนิดในทุกช่วงฤดูที่ทำการศึกษา ได้แก่ *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., *Cyclotella striata*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Coscinodiscus radiatus*, *Actinocyclus keutzingii*, *Azpeitia nodulifera*, *Frickea lewisiana* และ *Navicula* sp. A โดยสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในกลุ่มนี้พบชนิดที่เป็นเป็น polyhalobous (marine species) ที่ทนทานการผันแปรของความเค็มในช่วงกว้างซึ่งได้แก่ *Coscinodiscus asteromphalus*, *Coscinodiscus radiatus* และกลุ่ม mesohalobous (brackish species) ที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำกร่อยได้แก่ *Cyclotella striata*, *Paralia sulcata*, *Actinocyclus keutzingii*, *Azpeitia nodulifera* และ *Frickea lewisiana* สอดคล้องกับการศึกษาของ Zong และ Hassan (2004); Round *et al.*(1990); Dexiang *et al.* (1985); Fukuyo *et al.* (1990); Hartley (1996) และ Hasle and Syvertsen (1996) ในขณะเดียวกันพบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก

26 ชนิด ซึ่งเป็นกลุ่มที่พบเฉพาะในช่วงฤดูที่ความเค็มเท่ากับ 18.53–18.75 psu เท่านั้น ได้แก่ *Thalassiosira* sp., *Coscinodiscus* sp. A, *Triceratium* aff. *dubium*, *Triceratium favus*, *Triceratium favus* f. *quadrata*, *Odontella aurita*, *Odontella* sp. A, *Odontella* sp. B, *Hydrosera triquetra*, *Terpsinoë musica*, *Bacteriastrum* sp., Centric no. 1, *Fragilaria* sp., *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassionema javanicum*, *Navicula* sp. A, *Navicula* sp. B, *Navicula* sp. C, *Navicula* sp. D, *Gyrosigma* sp. B, *Amphora robusta*, *Nitzschia* sp. A, *Nitzschia* sp. B, *Nitzschia* sp. C, *Campylodiscus* sp. และ Pennate no. 2 สอดคล้องกับการศึกษาของ Round *et al.*(1990); Dexiang *et al.* (1985); Hartley (1996) และ Hasle and Syvertsen (1996) ที่พบว่าสาหร่ายกลุ่มนี้มีการกระจายตัวในบริเวณที่มีความเค็มสูงได้แก่ ทะเล บริเวณชายฝั่ง และน้ำกร่อย โดยลักษณะการทนความเค็มของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กทั้ง 2 กลุ่มข้างต้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กชนิดนั้นๆ ในการบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงเวลาหนึ่งได้ (indicator species)

มวลชีวภาพของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก

ปริมาณคลอโรฟิลล์_เอและผลผลิตเบื้องต้นของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้มีค่า 0.018–0.165 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร และ 0.103–0.943 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อวัน หรือ 27.81–254.61 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการศึกษาในบริเวณอื่นพบว่ามีค่าต่ำกว่ามาก (ตารางที่ 8 และ 9) ทั้งนี้เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจากชุดทดลองพลาสติกที่นำไปแขวนทิ้งไว้ในมวลน้ำไม่ใช่การเก็บตัวอย่างจากพื้นผิวดินในธรรมชาติเหมือนกับการศึกษาที่บริเวณอื่น ซึ่งวิธีดังกล่าวเกิดปัญหาการแย่งชิงพื้นที่จากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น โดยจากการศึกษาพบสิ่งมีชีวิตกลุ่ม hydrozoa ยึดติดอยู่บนพื้นที่ของแผ่นพลาสติกในจำนวนที่สูงและการกินจากกลุ่มผู้ล่า จึงทำให้กลุ่มของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กที่เหลืออยู่เกาะบนแผ่นทดลองมีปริมาณลงต่ำส่งผลให้ค่าคลอโรฟิลล์_เอและผลผลิตเบื้องต้นในบริเวณที่ศึกษามีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง ซึ่งวิธีการทดลองดังกล่าวให้ผลการศึกษาที่แตกต่างกับการศึกษาของ Brandini *et al.* (2001) ที่ใช้แผ่นสไลด์แก้วทิ้งไว้ในมวลน้ำเป็นระยะเวลา 7 วันในการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์_เอและผลผลิตเบื้องต้นของไดอะตอมหน้าดินซึ่งพบค่าสูงถึง 0.2–1.4 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อวัน ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ใช้ชนิดและขนาดของวัสดุต่างกับการศึกษาดังกล่าว คือใช้แผ่นพลาสติกขนาด 15x15 เซนติเมตรซึ่งมีขนาดใหญ่กว่ามาก ประกอบกับพื้นที่ผิวของแผ่นพลาสติกมีความลื่นน้อยกว่าแผ่นสไลด์แก้ว จึงทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นสามารถเข้ามาลงเกาะและเพิ่มจำนวนในพื้นที่แผ่นพลาสติกได้ง่ายกว่า ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของผลการศึกษาดังที่กล่าวข้างต้น

ตารางที่ 8 คลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในบริเวณต่างๆ

พื้นที่	คลอโรฟิลล์_เอ (มก./ตร.ม.)	แหล่งที่มา
Bays of Ebro Delta (Spain)	16	Dlgado, 1989
Western Scheldt estuary (Netherland)	113	Jong and Jonge, 1995
Wakaura estuary (Japan)	7 – 108	Goto *et al.*, 1998
Westerschelde estuary	5.9 – 17.3	Barranquet *et al.*, 1998
Port Phillip Bay (Southern Australia)	10.02 – 16.30	Light and Beardall, 1998
Laguna de Rocha (Uruguay)	2.7 -162	Conde *et al.*,1999
Tory Channel, Marlborough (New Zealand)	20-200	Gillespie *et al.*, 2000
Manukau Harbour (New Zealand)	11.8 – 340	Cahoon and Safi, 2002
ป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม	0.018-0.165	การศึกษาครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ผลผลิตเบื้องต้นของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในเอสทูรี่ต่างๆ ค่าที่แสดงมีหน่วยเป็นกรัมคาร์บอน ต่อตารางเมตร ต่อปี

พื้นที่	ผลผลิตเบื้องต้น	วิธีการ	แหล่งที่มา
Sapelo Island Georgia (USA)	180	O_2; net product	Pomeroy, 1959*
Danish fjords	116	^{14}C	Grontved, 1960*
Danish Wadden Sea	115-178	^{14}C	Grontved, 1962*
False Bay,Washington (USA)	143-226	O_2	Pamatmat, 1968*
Ythan estuary (Scotland)	31	^{14}C	Leach, 1970*
Southern New England (USA)	81	^{14}C	Marshall *et al.*, 1971*
Dutch Wadden Sea	101±39	^{14}C	Cadee and Hegeman, 1974a*
Delaware (USA)	160	^{14}C	Gallagher and Daiber, 1974*
Western Scheldt estuary (Netherland)	136	onversion factor	Jong and Jonge, 1995
Oosterschelde estuary (Netherland)	150-242	-	Jong *et al.*,1994
WesterSchelde estuary, (Netherland)	9-103**	-	Kromkamp *et al.*, 1995
Wakaura estuary (Japan)	7-108		
ป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม	0.027- 0.254	conversion factor	การศึกษาครั้งนี้

หมายเหตุ ** หน่วยเป็นมิลลิกรัมคาร์บอน ต่อตารางเมตร ต่อปี

นอกจากนี้พบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักในการศึกษาครั้งนี้มีค่าอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท) ต่ออนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีค่าอัตราส่วนในช่วง 2.3-8.97:1 ซึ่งต่ำกว่าค่า Redfield ratio (16:1) อาจเป็นดัชนีของสภาวะที่มีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดของการเติบโตของพืชในช่วงเวลาที่ศึกษา ทั้งที่บริเวณที่ทำการศึกษาเป็นป่าชายเลนที่น่าจะได้รับปริมาณธาตุอาหารจากน้ำจืดและการย่อยสลายของซากใบไม้ในปริมาณที่สูงแต่อาจมีกระบวน

การ denitrification ของแบคทีเรียที่เปลี่ยนรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนไปอยู่ในรูปของแก๊สไนโตรเจน (Robertson and Alongi, 1992) ซึ่งสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กส่วนใหญ่ยกเว้นในกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียไม่สามารถนำมาใช้ได้

เมื่อพิจารณาสัดส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์_เอในการศึกษาครั้งนี้พบว่าสัดส่วนของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอน มีค่าสูงกว่าขนาดไมโครแพลงก์ตอนในทุกช่วงที่ทำการศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของแพลงก์ตอนพืช ในบริเวณเดียวกันในระหว่างปี พ.ศ. 2542 ถึงปี พ.ศ. 2545 (วรพร ธารางกูร, 2545, บัณฑิต สิขัณฑกสมิต, 2545 และ นิรุชา มงคลแสงสุรีย์และคณะ, 2546) และบริเวณชายฝั่งและปากแม่น้ำหลายแห่ง (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2544) ที่มีอัตราส่วนคลอโรฟิลล์_เอของแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนสูงกว่ากลุ่มอื่นในบริเวณป่าชายเลนที่มีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอและมีความขุ่นสูง เนื่องจากสาหร่ายขนาดเล็กกลุ่มนาโนแพลงก์ตอนมีขนาดเล็กและมีพื้นที่ผิวเซลล์ต่อปริมาตรสูงกว่ากลุ่มไมโครแพลงก์ตอน ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบในการดูดซึมสารอาหารและแสงที่ส่องผ่านลงมาน้อยในมวลน้ำที่มีความขุ่น เช่น บริเวณป่าชายเลน (Sumich, 1992)

เมื่อเปรียบเทียบการผันแปรของปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กทุกขนาดและสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในกลุ่มขนาดนาโนและพิโคแพลงก์ตอนในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์_เอในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (SW–NE) และ ฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเค็มต่ำคือ 6.59 – 11.23 psu มีค่าสูงกว่าช่วงฤดูที่มีความเค็มสูงคือ 18.53–18.75 psu ในฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) และฤดูร้อน-แล้ง (NE–SW) ซึ่งการผันแปรดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคนแห่งนี้เมื่อปีพ.ศ. 2544 (วรพร ธารางกูร, 2545) ป่าชายเลนแม่น้ำตราด (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, 2545) บริเวณเอสทูรี่ปากพูน จังหวัดนครศรีธรรมราช (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, 2545) และบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร (อิชฌิกา พรหมทอง, 2542) ที่แสดงว่าปริมาณคลอโรฟิลล์_เอส่วนใหญ่ในฤดูฝนมาจากแพลงก์ตอนขนาดนาโนแพลงก์ตอนซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวเป็นกลุ่มเด่น ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มนี้ชอบความเค็มต่ำ ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งที่มีความเค็มสูงจึงส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์_เอโดยรวมลดลง ทั้งนี้การผันแปรดังกล่าวแตกต่างจากการผันแปรของปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กที่พบในต่างประเทศซึ่งมีผลผลิตสูงในช่วงฤดูร้อนแต่ผลผลิตมีค่าต่ำในฤดูหนาว เนื่องจากปัจจัยจำกัดคือปริมาณแสงที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล (Gilbert, 1991; Welker, 2002; Jong and Jonge, 1995) ในขณะที่แสงไม่ใช่ปัจจัยจำกัดในบริเวณเขตร้อนหรือบริเวณที่ทำการศึกษาในครั้งนี้

นอกจากนี้พบว่าปริมาณสารอาหารและปัจจัยแวดล้อมอื่น ได้แก่ ซิลิเกตและอุณหภูมิมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์_เอ โดยเมื่อปริมาณซิลิเกตและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจะเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Blanchard *et al.* (1996) และ Barranguet *et al.* (1998) ที่พบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยควบคุมผลผลิตของไดอะตอมหน้าดิน และผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในบริเวณที่เป็นพื้นโคลนและการศึกษาของ Welker *et al.* (2002) ได้สนับสนุนความสัมพันธ์ดังกล่าวโดยพบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแอมโมเนียและซิลิเกต นอกจากนี้ปัจจัยอีกประการที่มีผลอย่างยิ่งต่อปริมาณคลอโรฟิลล์_เอทั้งหมดของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กและปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มขนาดนาโน-และพิโคแพลงก์ตอนคือความโปร่งแสงของมวลน้ำซึ่งมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณคลอโรฟิลล์_เอ โดยในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) ซึ่งมีค่าความโปร่งแสงสูงสุดกลับมีปริมาณคลอโรฟิลล์_เอมีค่าต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นผลจากปริมาณรังสี UVB ที่ส่องผ่านลงมามีค่ามากเกินไป และส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตและผลผลิตเบื้องต้นของสาหร่าย (Wuff *et al.*, 2000) หรือการที่มีความโปร่งแสงของน้ำสูง ทำให้สาหร่ายถูกล่าโดยผู้ล่าได้ซึ่งทำให้ค่าผลผลิตที่ตรวจวัดได้มีค่าต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาใน Westrschelde estuary ประเทศเนเธอร์แลนด์ของ Sabbe ที่พบว่าปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงมาจากอากาศและสัดส่วนของปริมาณอินทรีย์สารมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรไดอะตอมหน้าดิน (epipelic diatom) และการศึกษาของ Light and Beardall (1998) ที่พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อมวลชีวภาพของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กคือ ความลึกและลักษณะดินตะกอนเช่นเดียวกัน โดยอนุภาคดินในบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนทรายและดินร่วนเหนียวปนทรายที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 63 ไมโครเมตร (วันวิวาห์ วิชิตวรคุณ, 2545) ซึ่งจากรายงานของ Facca *et al.* (2002) Gobin and Bourgoin (2002) และ Delgado (1989) พบว่าปริมาณเซลล์ของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีค่าสูงในบริเวณที่เป็นดินเหนียวหรือดินเลนที่มีขนาดอนุภาคน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร จึงทำให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์_เอ ของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคนในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำ

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเฉพาะปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มขนาดไมโครแพลงก์ตอน พบว่าไม่มีความสัมพันธ์แบบมีนัยสำคัญทางสถิติกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมใดๆ แต่แสดงแนวโน้มแบบผกผันกับปริมาณไนเตรท แอมโมเนีย และความลึก ซึ่งคล้ายคลึงกับความสัมพันธ์ของปริมาณคลอโรฟิลล์_เอกลุ่มขนาดและพิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน ซึ่งมีแนวโน้มแบบผกผันกับปริมาณ แอมโมเนีย ฟอสเฟต และความลึกเช่นเดียวกัน จากแนวโน้มดังกล่าว อาจสรุปได้ว่า ในบริเวณที่ศึกษา ถ้าปริมาณสารอาหารในกลุ่มของแอมโมเนีย ฟอสเฟต และ ไนเตรท มีปริมาณมากเกินไป อาจส่งผลกระทบทำให้ผล

ผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีค่าต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Admiraal (1977) ที่รายงานว่าปริมาณแอมโมเนียที่สูงกว่า 0.5 mg at N/L จะส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายหน้าดินกลุ่มไดอะตอม

นอกจากนี้ปัจจัยทางชีวภาพก็มีอิทธิพลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กด้วยเช่นเดียวกัน โดยจากผลการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณเดียวกันนี้พบว่าตัวอ่อนหอยฝาเดียวมีปริมาณความหนาแน่นสูงในเดือนมกราคมและต้นเดือนพฤษภาคม (บัณฑิต สิขัณฑกสมิต, 2545) จึงเป็นไปได้ที่หอยฝาเดียวตัวเต็มวัยจะมีความหนาแน่นสูงหลังจากเดือนมกราคม ทั้งนี้หอยฝาเดียวเป็นผู้ล่าที่สำคัญกลุ่มหนึ่งของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก จึงส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของสาหร่ายในฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) หรือเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าผลผลิตต่ำที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Hillebrand and Kahlert (2002) ที่รายงานว่าการล่าจาก grazer ส่งผลให้ปริมาณมวลชีวภาพของสาหร่ายหน้าดินลดลงถึงร้อยละ 50

บทบาทของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในป่าชายเลนบ้านคลองโคน

แม้ว่าผลการศึกษาในครั้งนี้พบกำลังผลิตทางชีวภาพของสาหร่ายหน้าดินในบริเวณนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ แต่การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก ที่พบว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีขนาดตั้งแต่พิโคแพลงก์ตอน นาโนแพลงก์ตอน และไมโครแพลงก์ตอนเช่นเดียวกันกับแพลงก์ตอนพืช ประกอบกับความหลากหลายของชนิด และความสามารถในการกระจายตัวในถิ่นที่อยู่อาศัย (microhabitats) ที่หลากหลาย ทำให้สามารถใช้ผลการศึกษาในครั้งนี้ไปขยายภาพรวมของสายใยอาหารบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2545) ได้นำเสนอไว้ว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีบทบาทเป็นอาหารของปลากินพืชและสัตว์ทะเลหน้าดินกินพืชเท่านั้น (รูปที่ 95) โดยเพิ่มบทบาทของสาหร่ายหน้าดินขนาดพิโคแพลงก์ตอน นาโนแพลงก์ตอนในการเป็นแหล่งอาหารของโปรโตซัว ซึ่งเป็นอาหารของสัตว์ทะเลหน้าดินกินสัตว์ ส่วนสาหร่ายหน้าดินขนาดไมโครแพลงก์ตอนนอกจากจะเป็นอาหารของปลากินพืชและสัตว์ทะเลหน้าดินกินพืชแล้วยังเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์อีกด้วย นอกจากนี้สารอินทรีย์ละลายน้ำที่ปล่อยออกมาจากสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กก็เป็นอาหารให้กับแบคทีเรีย โดยส่วนเพิ่มเติมดังกล่าวส่งผลให้บริเวณนี้มีความซับซ้อนของสายใยอาหารมากยิ่งขึ้น (รูปที่ 96)

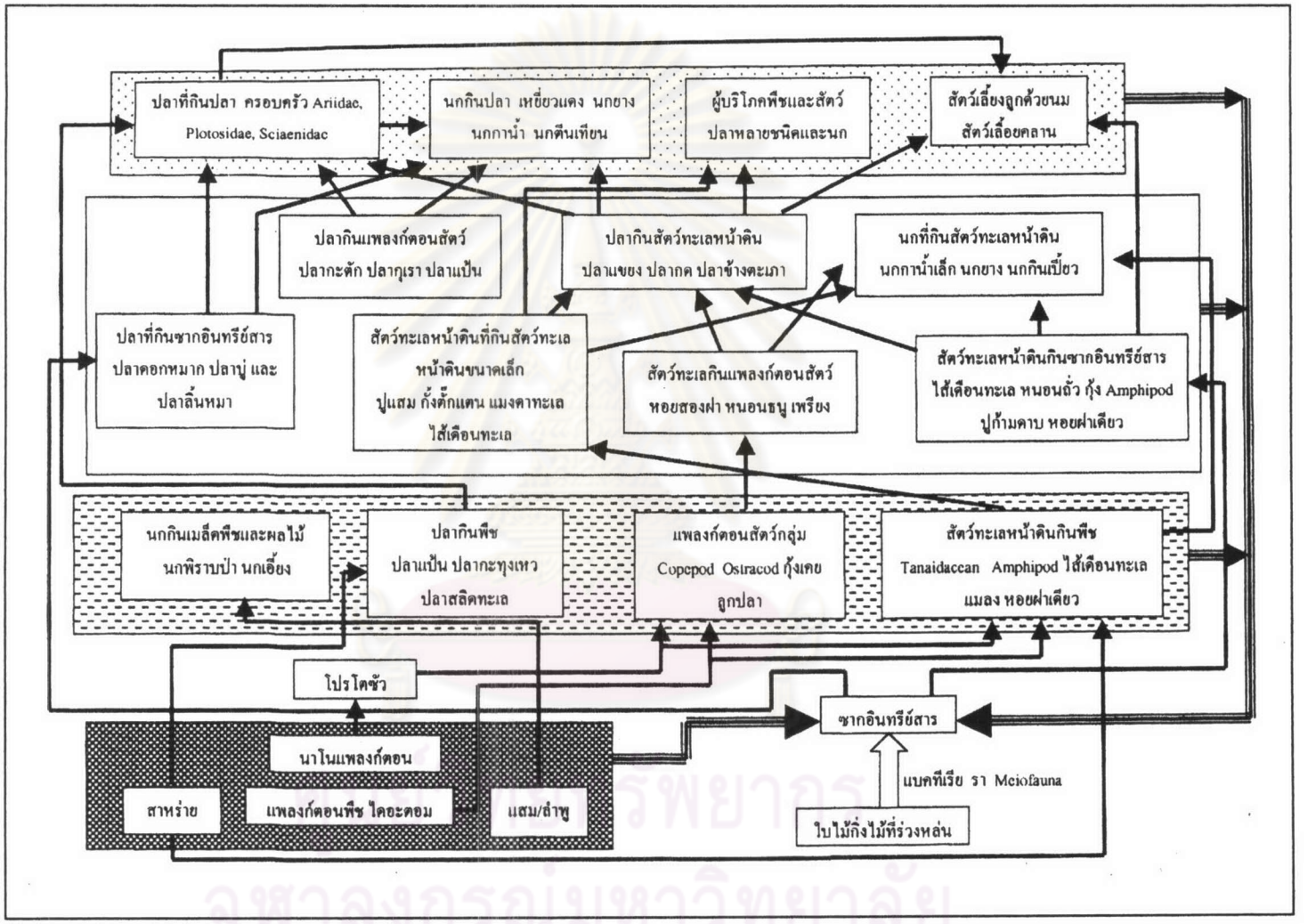
บทบาทที่สำคัญของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก คือการเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น โดยจากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กด้วยชุดทดลองพลาสติกพบสัตว์กลุ่มที่เป็นผู้ล่าบนแผ่นพลาสติก ได้แก่ Harpacticoid copepod, Amphipod และหอยงา ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2545) ที่รายงานว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มกินพืชและปลากินพืช ได้แก่ Tanaidacean Amphipod ไส้เดือนทะเล แมลง หอยฝาเดียว ปลาแป้น ปลากระทุงเหว และ ปลาสลิดทะเล

และการศึกษาของ สุวรรณา จิตรสิงห์ (2519, อ้างโดยณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2545) ที่พบว่าไดอะตอมหน้าดินเป็นอาหารของปูแสม *Sesarma mederi*

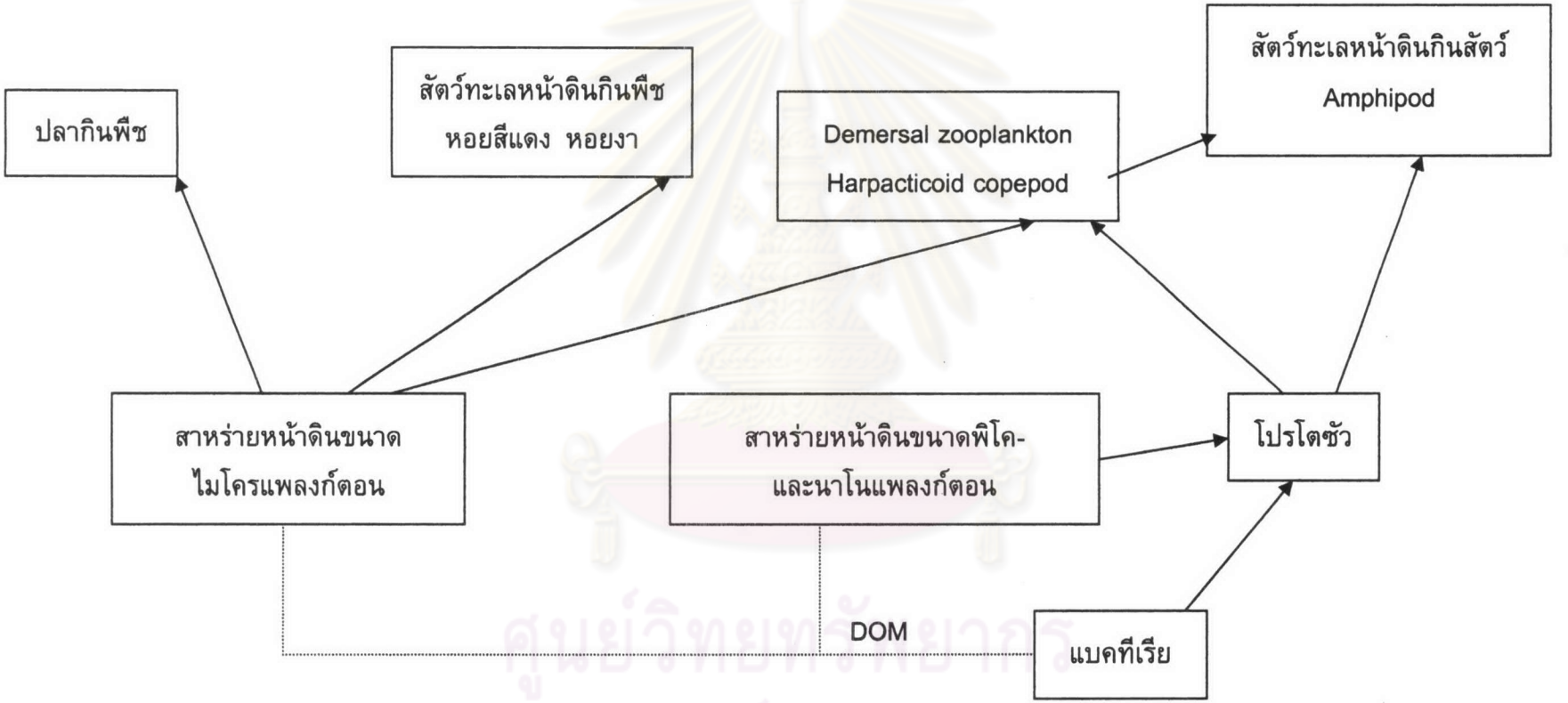
นอกจากนี้ปริมาณของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กยังมีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของสัตว์ทะเลหน้าดินอีกด้วยดังเห็นได้จากการศึกษาของวันวิวาห์ วิชิตวรคุณ (2545) เกี่ยวกับสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณเดียวนี้ที่พบว่าหอยสีแดง *Assiminea (Ovassiminea) brevicula* ซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคอินทรีย์สารในดินตลอดจนสาหร่ายและจุลชีพหน้าดินมีความหนาแน่นสูงในบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติมากกว่าบริเวณหาดเลน เนื่องจากมีร่มเงาและเศษใบไม้ รากไม้เป็นที่อาศัย ประกอบกับมี microhabitats ที่หลากหลายเหมาะสมกับสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก ทำให้หอยสีแดงที่กินสาหร่ายหน้าดินเป็นอาหารมีความหนาแน่นสูงในบริเวณนี้ด้วย และสอดคล้องกับการศึกษาของอมรศักดิ์ ทองภู่ และคณะ (2545) ที่พบว่าหอยสีแดงมีความหนาแน่นและความหลากหลายของขนาดในบริเวณที่มีซากใบไม้ทับถมและแสงแดดส่องถึงสูงกว่าบริเวณอื่นๆ โดยบริเวณป่าชายเลนธรรมชาตินั้นมีซากใบไม้ทับถม และต้นไม้ที่เป็น microhabitats ของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กที่เป็นอาหารของหอยสีแดง จึงทำให้พบความหนาแน่นของหอยสีแดงในบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติมากกว่า

ในสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มไดอะตอมมีการหลั่งสารประกอบคาร์โบไฮเดรตออกมานอกเซลล์ (extracellular polymeric substances, EPS) และมีการเติบโตคลุมผิวหน้าดินจนเห็นเป็นสีน้ำตาลซึ่งสารนี้จะช่วยยึดเกาะอนุภาคดินเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้อนุภาคของตะกอนดินแน่นขึ้น และลดการชะล้างของหน้าดิน (Paterson and Hagerthy, 2000) โดยกระบวนการเหล่านี้ส่งผลต่อการสร้างกลุ่มประชากรของสัตว์ทะเลหน้าดิน (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ,2545) สารดังกล่าวยังเป็นแหล่ง organic carbon ที่สำคัญแก่ heterotrophic consumer (Brouwer and Stal, 2001 อ้างโดย Luxford, 2005) ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 95 ภาพรวมของสายใยอาหารบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2545)



รูปที่ 96 บทบาทของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในสายใยอาหารบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย