บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

สรุปผลการวิจัย

1. สัตว์หน้าดิน พบสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด 4 กลุ่ม คือ หอยสองฝา หอยฝาเดียว ครัสตาเชียน และไส้เดือนทะเล รวม 21 ชนิด จำนวน 474,406 ตัว และมีมวลชีวภาพ 56,952.1 กรัม หรือคิดเป็นจำนวนเฉลี่ย 959±105 ตัว/0.25 ตารางเมตร และมีมวลชีวภาพเฉลี่ย 115.1±9.2 กรัม/0.25 ตารางเมตร

1.1 หอยสองฝา พบ 11 ชนิด จำนวน 469,636 ตัว และมีมวลชีวภาพ 56,462.4 กรัม หรือคิดเป็นสัดส่วน 99.0% และ 99.1% ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบตามลำดับ ในเขตตอนบนมีความชุกชุมเฉลี่ย 2,324±233 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 261.9±19 กรัม/0.25 ตารางเมตร และจำนวนชนิดเฉลี่ย 3±1 วงศ์/0.25 ตารางเมตร ในเขตตอนกลางมีความชุกชุมเฉลี่ย 70±13 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 20.6±2.3 กรัม/0.25 ตารางเมตร และจำนวนชนิดเฉลี่ย 4±1 วงศ์/0.25 ตารางเมตร และในเขตตอนล่างมีความชุกชุมเฉลี่ย 38±5 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 14.8±1.5 กรัม/0.25 ตารางเมตร และจำนวนชนิดเฉลี่ย 5±1 วงศ์/0.25 ตารางเมตร

1.2 หอยฝาเดียว พบ 1 ชนิด จำนวน 897 ตัว และมีมวลชีวภาพ 197.7 กรัม หรือคิดเป็นสัดส่วน 0.2% และ 0.3% ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบตามลำดับ ในเขตตอนบนมีความชุกชุมเฉลี่ย 1±1 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 0.1±0.04 กรัม/0.25 ตารางเมตร ในเขตตอนกลางมีความชุกชุมเฉลี่ย 2±1 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 0.3±0.2 กรัม/0.25 ตารางเมตร และในเขตตอนล่างมีความชุกชุมเฉลี่ย 5±2 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 1.0±0.4 กรัม/0.25 ตารางเมตร

1.3 ครัสตาเชียน พบ 4 ชนิด จำนวน 349 ตัว และมีมวลชีวภาพ 82.4 กรัม หรือคิดเป็นสัดส่วน 0.1% และ 0.1% ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบตามลำดับ ในเขตตอนบนมีความชุกชุมเฉลี่ย 1±1 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 0.02±0.01 กรัม/0.25 ตารางเมตร และจำนวนชนิดเฉลี่ย 2±1 วงศ์/0.25 ตารางเมตร ในเขตตอนกลางมีความชุกชุมเฉลี่ย 2±2 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 0.3±0.1 กรัม/0.25 ตารางเมตร และจำนวนชนิดเฉลี่ย 2±1 วงศ์/0.25 ตารางเมตร และ

ในเขตตอนล่างมีความชุกชุมเฉลี่ย 1±1 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 0.2±0.06 กรัม/0.25 ตารางเมตร และจำนวนชนิดเฉลี่ย 2±1 วงศ์/0.25 ตารางเมตร

1.4 ไส้เดือนทะเล พบ 5 ชนิด จำนวน 3,524 ตัว และมีมวลชีวภาพ 209.6 กรัม หรือคิดเป็นสัดส่วน 0.7% และ 0.4% ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบตามลำดับ ในเขตตอนบนมีความชุกชุมเฉลี่ย 5±2 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 0.7±0.6 กรัม/0.25 ตารางเมตร และจำนวนชนิดเฉลี่ย 3±1 วงศ์/0.25 ตารางเมตร ในเขตตอนกลางมีความชุกชุมเฉลี่ย 10±1 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 0.2±0.02 กรัม/0.25 ตารางเมตร และจำนวนชนิดเฉลี่ย 4±1 วงศ์/0.25 ตารางเมตร และในเขตตอนล่างมีความชุกชุมเฉลี่ย 8±1 ตัว/0.25 ตารางเมตร มวลชีวภาพเฉลี่ย 0.2±0.05 กรัม/0.25 ตารางเมตร และจำนวนชนิดเฉลี่ย 3±1 วงศ์/0.25 ตารางเมตร

2. การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของสัตว์หน้าดิน

2.1 หอยสองฝา ความชุกชุมและมวลชีวภาพรวมในรอบปีพบว่า ในช่วงเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคมความชุกชุมและมวลชีวภาพของหอยสองฝามากกว่าในช่วงเดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคม

2.2 หอยฝาเดียว ความชุกชุมและมวลชีวภาพรวมในรอบปีพบว่า ช่วงเวลาที่พบหอยฝาเดียวมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม

2.3 ครัสตาเชียน ความชุกชุมและมวลชีวภาพรวมในรอบปีพบว่า ความชุกชุมและมวลชีวภาพของครัสตาเชียนมีการเปลี่ยนแปลงไม่เด่นชัด

2.4 ไส้เดือนทะเล ความชุกชุมและมวลชีวภาพรวมในรอบปีพบว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม มีแนวโน้มความชุกชุมและมวลชีวภาพมากกว่าช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมอย่างเด่นชัด

3. ความชุกชุมและมวลชีวภาพขององค์ประกอบชนิดของสัตว์หน้าดินบนเขตศึกษาของหาดทรายในรอบปีจะมีองค์ประกอบชนิดที่แตกต่างกันคือ เขตที่ 1 ซึ่งเป็นเขตแนวน้ำซึมจากแผ่นดินมีความแตกต่างน้อยกว่าเขตที่ 2 ซึ่งเป็นเขตคลื่นแตกตัวตอนบนและเขตที่ 3 ซึ่งเป็นเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างอย่างชัดเจนตลอดปี

4. ความชุกชุมของสัตว์หน้าดินเกือบทุกกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับขนาดอนุภาคทราย ปริมาณสารอินทรีย์ และคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย ส่วนกลุ่มที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติจะมีค่าความสัมพันธ์ต่ำมาก (r มีค่าอยู่ระหว่าง -0.2 ถึง 0.2) ได้แก่ กลุ่มหอยสองฝามีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO และแอมโมเนีย, กลุ่มหอยฝาเดียวมีความสัมพันธ์แบบตามกันกับแอมโมเนีย, กลุ่มครัสตาเชียนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับไนเตรต และกลุ่มไส้เดือนทะเลมีความสัมพันธ์แบบตามกันกับไนไตรต์และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ pH

5. มวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินเกือบทุกกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับขนาดอนุภาคทราย ปริมาณสารอินทรีย์ และคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย ส่วนกลุ่มที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติจะมีค่าความสัมพันธ์ต่ำมาก (r มีค่าอยู่ระหว่าง -0.2 ถึง 0.2) ได้แก่ กลุ่มครัสตาเชียนมีความสัมพันธ์แบบตามกันกับปริมาณสารอินทรีย์ และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับไนไตรต์, กลุ่มไส้เดือนทะเลมีความสัมพันธ์แบบตามกันกับฟอสเฟตและไนไตรต์ และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม

อภิปรายผลการวิจัย

1. ชนิด ความชุกชุม และมวลชีวภาพของสังคมสัตว์หน้าดิน

การศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดบางแสน-วอนนภา จังหวัดชลบุรี พบสัตว์ 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ ไส้เดือนทะเล ครัสตาเชียน หอยฝาเดียว และหอยสองฝา ต่ำกว่าการศึกษาของเสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) ที่พบสัตว์ 7 กลุ่มหลัก ซึ่งกลุ่มสัตว์ที่ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ไนดาเรีย (Cnidaria), หนอนริบบิ้น (Nemertean), ไส้เดือนตัวกลม (Nematoda) และหนอนงวง (Hemichordata) โดยสัตว์ 4 ชนิดดังกล่าวคิดเป็นสัดส่วน 0.9% ของความชุกชุมรวม เป็นไปได้ว่าความแตกต่างนี้อาจเกิดจากการวิธีการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากจำนวนซ้ำและเขตศึกษาที่ไม่เท่ากัน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินโดยใช้ตารางสี่เหลี่ยมขนาด 0.25 ตารางเมตร และเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำใน 3 เขตศึกษา เขตสุดท้ายที่เก็บตัวอย่างมีระยะห่างจากเขตน้ำขึ้นสูงสุดในทิศทางลง 40 เมตร ในขณะที่การศึกษาของเสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินโดยใช้ตารางสี่เหลี่ยมขนาด 0.25 ตารางเมตร และเก็บตัวอย่างถึง 11 ซ้ำใน 4 เขตศึกษา เขตสุดท้ายที่เก็บตัวอย่างมีระยะห่างจากเขตน้ำขึ้นสูงสุดในทิศทางลง 65 เมตร ซึ่งเสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) รายงานว่าบริเวณนี้มีลักษณะเป็นดินโคลน และสัตว์กลุ่มที่พบ ได้แก่ หนอนริบบิ้น ไนดาเรีย (ดอกไม้ทะเลและปากกาทะเล) และหนอนตัวกลม

ความแตกต่างที่เห็นชัดเจนอีกอย่างหนึ่งคือ สัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มที่พบเสมอและมีจำนวนมากในการศึกษาของเสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) ได้แก่ ไส้เดือนทะเล หรือคิดเป็นสัดส่วน 65.2% ของความชุกชุมรวม และ 38.4% ของมวลชีวภาพรวม แต่จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า หอยสองฝาเป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด โดยพบ 11 ชนิด หรือคิดเป็นสัดส่วน 99.0% ของความชุกชุมรวม และ 99.1% ของมวลชีวภาพรวม ซึ่งเสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) พบสัตว์กลุ่มนี้เพียง 2 ชนิด ได้แก่ หอยเสียบ (*Donax* sp.) และหอยตลับ (*Matra* sp.) หรือคิดเป็นสัดส่วน 14.0% ของความชุกชุมรวม และ 12.3% ของมวลชีวภาพรวม

เป็นไปได้ว่าความแตกต่างด้านชนิด และความชุกชุมของสัตว์หน้าดินที่เกิดขึ้นนี้ เป็นเพราะช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างต่างกัน การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาทั้งรอบปี ในขณะที่การศึกษาของเสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) ทำการศึกษาในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม ซึ่งจากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ช่วงเดือนที่เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) เก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่พบสัตว์กลุ่มหอยสองฝาน้อย และพบสัตว์กลุ่มไส้เดือนทะเลมาก นอกจากนี้การที่เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) พบไส้เดือนทะเลมากที่สุดในการศึกษา น่าจะเป็นผลจากความแตกต่างด้านขนาดของตะแกรงร่อนด้วย ซึ่งเสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินด้วยตะแกรงร่อนที่มีขนาดตาต่าง ๆ กัน 3 ขนาด คือ 3, 2 และ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่จากการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ที่ใช้ตะแกรงร่อนขนาด 2 มิลลิเมตรขนาดเดียวตลอดการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้พบหอยเสียบ (*Donax faba Chemnitz*) เป็นสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบมากที่สุดบนหาดบางแสน-วอนนภา โดยมีความชุกชุมสูงสุดถึง 15,086 ตัว/0.25 ตารางเมตรในเดือนกันยายน มากกว่าการศึกษาของวิภูษิต มัณฑะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ (2543) ที่พบหอยเสียบมีความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนธันวาคม แต่ความชุกชุมมีเพียง 293 ตัว/0.25 ตารางเมตร ซึ่งต่ำกว่าผลการศึกษาในครั้งนี้มาก แนวโน้มในการพบหอยเสียบสูงนี้มีมานานหลายปี เห็นได้จากรายงานของวิภูษิต (2540ข) ที่พบว่าหอยเสียบมีความหนาแน่นประมาณ 2,750-3,000 ตัว/0.25 ตารางเมตร การที่พบหอยเสียบมากเพียงชนิดเดียวทั้งที่น่าจะพบสัตว์ชนิดอื่นอีกนั้น อาจเนื่องจากหอยเสียบสามารถอยู่ได้ในบริเวณหาดนี้ได้ดีกว่าสัตว์ชนิดอื่น การที่สัตว์ชนิดอื่นพบจำนวนน้อยกว่าอาจเป็นเพราะพื้นที่ไม่เหมาะสมที่จะอยู่อาศัย หรืออาจจะมาจากการปรับตัวต่อการรบกวนที่เกิดขึ้นของหอยเสียบดีกว่าสัตว์ชนิดอื่น จึงทำให้มีความชุกชุมเพิ่มมากขึ้น การที่พบหอยเสียบมีปริมาณมากเพียงชนิดเดียวน่าจะสามารถใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพ (Bioindicator) บนหาดทรายได้ เนื่องจากหอยเสียบสามารถปรับตัวและทนต่อความเปลี่ยนแปลงเป็นเวลานาน ๆ ได้ ทั้งนี้สาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้พบสัตว์เด่นเพียงชนิดเดียว น่าจะมาจากการรบกวนของมนุษย์ที่มีมาอย่างต่อเนื่องยาวนานทั้งจากด้านการประมงและการท่องเที่ยว ซึ่งผลกระทบที่เห็นได้ชัดเจนคือการเหยียบย่ำ (tramping) (Povey & Keough, 1991) การจับและขุดสัตว์ การทิ้งขยะ และการขับถ่ายของเสียของนักท่องเที่ยว (Kinsey, 1991) การที่นักท่องเที่ยวมีมากตลอดปี (ภาพที่ 20) โดยไม่มีฤดูปิด ทำให้หาดทรายถูกรบกวนตลอดเวลา การฟื้นตัวของระบบนิเวศจึงมีค่าน้อยหรือไม่เกิดขึ้นเลย ซึ่งในระยะเวลาที่ทำการศึกษานี้ (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543–เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544) พบว่ามีจำนวนนักท่องเที่ยวรวมทั้งสิ้น 351,633 คน (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2545) และการที่จำนวนนักท่องเที่ยวมีมากขึ้นทุกปี น่าจะส่งผลให้ความชุกชุมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไป สอดคล้อง

กับศศิวรรณ โตเชื้อ และคณะ (2540) ที่พบว่าการแพร่กระจายและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กตามหาดทรายบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราชและสงขลา ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยพบว่าน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมให้หาดทรายที่ระโนดมีปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชุกชุมที่สุด เนื่องจากมีสารอินทรีย์อุดมสมบูรณ์ แต่ถ้ามีมากเกินไปอาจทำให้เกิดโทษได้เช่นกัน เพราะพบว่าแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีความหลากหลายน้อยลง (เริงชัย ตันสกุล, 2538 อ้างถึงใน ศศิวรรณ โตเชื้อ และคณะ, 2540) ซึ่งความสัมพันธ์ที่มีผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินบนหาดบางแสน-วอนนภาในลักษณะดังกล่าว สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภาพเพื่ออธิบายผลของการรบกวนจากกิจกรรมต่าง ๆ ต่อสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ได้ ดังภาพที่ 22

กุลธาร ศรีจันทพงศ์ (2545) ศึกษาหาดทรายที่สำคัญในภาคตะวันออกทั้งหมด 18 หาด ตั้งแต่จังหวัดชลบุรีถึงจังหวัดตราด ดังนี้ จังหวัดชลบุรี ได้แก่ หาดบางแสนและหาดวอนนภา บางพระ ศรีราชา ท่าเรือแหลมฉบัง พัทยา หาดบางเสร่ จังหวัดระยอง ได้แก่ หาดพยูน-น้ำริน หาดแม่รำพึง สวนสน หาดแม่พิมพ์ จังหวัดจันทบุรี ได้แก่ คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ หาดเจ้าหลาว แหลมสิงห์ จังหวัดตราด ได้แก่ หาดลานทราย หาดมุกแก้ว หาดบานชื่น หาดชาญชล รวม 34 สถานี พบสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ทั้งสิ้น 5 กลุ่ม รวม 73 ชนิด ได้แก่ ไส้เดือนทะเล ครัสตาเชียน หอยฝาเดียว หอยสองฝา และเอคไคโนเดิร์ม ซึ่งพบหอยสองฝาเป็นกลุ่มหลัก โดยพบ 39 ชนิด คิดเป็นสัดส่วน 79.2% ของความชุกชุมรวม และ 86.1% ของมวลชีวภาพรวม ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ทั้งนี้เพราะสัตว์กลุ่มหอยสองฝานี้มีการกระจายพันธุ์อยู่ทั้งบริเวณแนวน้ำซึมจากแผ่นดินและบริเวณเขตคลื่นแตกตัว ในขณะที่สัตว์กลุ่มอื่นจะพบมากเฉพาะบริเวณเขตคลื่นแตกตัว และหอยเสียบซึ่งเป็นประชากรหลักของสัตว์กลุ่มนี้มีแหล่งอาศัยอยู่ในบริเวณแนวน้ำซึมจากแผ่นดิน จึงเป็นผลให้จำนวนชนิด ความชุกชุมรวม และมวลชีวภาพรวมของหอยสองฝามีค่ามากจนกลายเป็นสัตว์กลุ่มที่พบมากที่สุดบนหาดทราย (elevation of indicator taxa)

เด็กเทอร์ (Dexter, 1996) เปรียบเทียบระหว่างหาดทรายในเขตอบอุ่นและหาดทรายในเขตร้อน พบว่าหาดทรายในเขตร้อน มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากกว่าหาดทรายในเขตอบอุ่น และในการศึกษาหาดทรายเขตร้อนในจังหวัดภูเก็ต ได้แก่ หาดทรายแก้ว หาดไม้ขาว หาดกมาลา หาดนายทอน หาดบางเทา หาดสุริน หาดกะรน หาดกะตะ หาดไนยาง หาดป่าตอง หาดนายหาน พบสัตว์ 7 กลุ่มหลัก รวม 138 ชนิด โดยสัตว์หน้าดินที่พบเด่นในแต่ละหาดจะแตกต่างกันไป ซึ่งสัตว์ที่พบมากคือ ไส้เดือนทะเล และครัสตาเชียน แต่น่าสังเกตที่ในหาดป่าตองพบหอยเสียบเป็นกลุ่มหลัก หาดทรายของหาดป่าตองมีความคล้ายคลึงกับหาดบางแสน-วอนนภา

คือ เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญรองรับนักท่องเที่ยวจำนวนมากมายาวนาน มีโรงแรม ร้านค้า ร้านอาหาร และแหล่งสาธารณูปโภคที่หนาแน่น ทั้งยังเคยเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) เหมือนกัน Dexter (1996) สรุปว่าการที่หาดป่าตองมีหอยเสียบมากเป็นเพราะบริเวณที่หอยเสียบอยู่มี benthic diatom หนาแน่น ซึ่งทำให้เป็นข้อน่าสังเกตในการศึกษาครั้งนี้ว่าการที่หาดบางแสน-วอนนภาพบหอยเสียบมากน่าจะเกี่ยวข้องกับความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช จากข้อมูลของสภาพแวดล้อมพบว่าน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณแนวน้ำซึมจากแผ่นดิน (ซึ่งเป็นเขตที่อยู่ของหอยเสียบ) ไม่ได้เป็นน้ำทะเลที่ถูกกักอยู่ในระหว่างอนุภาคทรายขณะน้ำขึ้นเท่านั้น แต่ยังมีน้ำจืดจากแผ่นดินไหลซึมมาผสมด้วย สุนิสา ขยันทำ (ติดต่อส่วนตัว) พบว่าความเค็มเฉลี่ยทั้งรอบปีในน้ำบริเวณแนวน้ำซึมจากแผ่นดินต่ำกว่าบริเวณเขตศึกษาอื่น ซึ่งความเค็มมีค่าเฉลี่ยคือ 24.5±1.3, 26.6±1.4 และ 26.1±1.4 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าธาตุอาหารซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ไนเตรต มีค่าสูงกว่าเขตคลื่นแตกตัวและน้ำทะเลตลอดทั้งปี โดยไนเตรตมีค่าเฉลี่ยคือ 15.5±2.1, 1.3±0.3 และ 0.9±0.2 ไมโครกรัมอะตอม/ลิตร ตามลำดับ ดังนั้นพื้นที่ในบริเวณนี้จึงมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การอยู่อาศัยของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งน่าจะส่งผลให้จำนวนประชากรของหอยเสียบที่บริโภคแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารมีจำนวนมากตามไปด้วย

สรุปรวมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบบนหาดบางแสน-วอนนภา จังหวัดชลบุรีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 จนถึงการศึกษาครั้งปัจจุบัน (ตารางที่ 10) พบสัตว์ทั้งหมด 32 ชนิด (เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร, 2536, วิภูษิต มัณฑะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ, 2543, กุลธาร ศรีจันทพงศ์, 2545) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าจำนวนชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินลดลง 1 ใน 3 ของจำนวนชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบทั้งหมด สัตว์ที่ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Scyllarus* spp. ในครอบครัว Scyllaridae, *Macrophalmus* sp. และ *Petrolisthes* sp. ในครอบครัว Ocypodidae กลุ่ม Crustacea, สัตว์กลุ่ม Cnidaria, สัตว์กลุ่ม Nemertea, สัตว์กลุ่ม Nematoda และสัตว์กลุ่ม Hemichordata ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินลดลงนี้ อาจมาจากวิธีการเก็บตัวอย่าง หรืออาจมาจากการที่สภาพหาดทรายมีการเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เพิ่มมากขึ้นตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ทำให้หาดทรายเสื่อมโทรมลงและมีสารอาหารอุดมสมบูรณ์มากเกินไปที่จะเป็นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของสัตว์ทะเลหน้าดินดังเช่นในอดีต จึงทำให้สัตว์บางชนิดตายและสูญพันธุ์จากพื้นที่ไปในที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากเป็นสัตว์กลุ่มที่มีความอ่อนไหวมากต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ส่วนสัตว์กลุ่มที่ดำรงชีวิตอยู่ได้ อาจเนื่องมาจากเป็นสัตว์ที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี ซึ่งนั่นเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องมีการทำการศึกษาติดตามต่อไป

2. การกระจายพันธุ์และโครงสร้างทางสังคมสัตว์หน้าดิน

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินบนหาดบางแสน-วอนนภา จังหวัดชลบุรี พบว่าสัตว์ทะเลหน้าดินแต่ละชนิดมีความต้องการถิ่นที่อยู่ที่แตกต่างกัน มีการเลือกเขตที่อยู่ให้เหมาะสมกับการแพร่กระจายพันธุ์ ซึ่งทำให้โครงสร้างทางสังคมของสัตว์หน้าดิน (community structure) ในแต่ละเขตต่างกัน สรุปเขตที่อยู่สัตว์หน้าดินได้ดังนี้

ในเขตตอนบนของหาดเป็นบริเวณแนวน้ำซึมจากแผ่นดิน ขณะที่น้ำลงต่ำสุดจึงยังมีน้ำหรือความชื้นเหลืออยู่สูง ซึ่งอาจจะเหมาะกับการดำรงชีวิตของหอยเสียบ อีกทั้งแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารของหอยเสียบมีอยู่มากบนเขตนี้ จึงทำให้หอยเสียบอาศัยอยู่ในบริเวณนี้ได้เป็นอย่างดี และมีรายงานว่าขอบเขตการกระจายพันธุ์ของหอยเสียบแคบมาก จะอยู่เฉพาะเขตแนวน้ำซึมจากแผ่นดินเท่านั้น (Donn, Clarke, McLachlan, & Toit, 1986) โดยเว็บเบอร์ และเธอร์แมน (Webber & Thurman, 1991) แสดงให้เห็นว่าหอยเสียบมีการอพยพขึ้นลงอย่างแคบ ๆ บริเวณแนวน้ำซึมออกจากแผ่นดินได้โดยอาศัยการพัดพาของคลื่น และหอยเสียบมีความสามารถในการเคลื่อนที่ตามแนวขนานกับชายฝั่ง (longshore current) ได้น้อยมาก (Dugan & McLachlan, 1999) ดังนั้นหอยเสียบจึงเป็นสัตว์ที่จะไม่มีการอพยพไปไหนไกล ๆ แต่จะอยู่ประจำที่ ถ้ามีการรบกวนจากสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นในบริเวณนี้ หอยเสียบก็จะได้รับผลกระทบนั้นโดยตรง เนื่องจากอพยพหนีไปไหนไม่ได้

ในเขตตอนกลางและเขตตอนล่างเป็นเขตคลื่นแตกตัว การที่มีน้ำขังตลอดเวลาเหมาะแก่การเป็นที่อยู่ของสัตว์มากกว่าเขตตอนบน ซึ่งสัตว์ที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกที่ไม่ชอบอยู่ในที่แห้ง แบ่งเป็นสองกลุ่มคือ พวกที่อยู่บนผิวและสามารถฝังตัวอยู่ในทรายได้ โดยสัตว์กลุ่มนี้จะมีเปลือกห่อหุ้มลำตัว ได้แก่ กลุ่มหอยฝาเดียว เช่น หอยทับทิม หอยหลอด กลุ่มหอยสองฝา เช่น หอยตลับ และกลุ่มครัสตาเชียน เช่น ปูเสฉวน สอดคล้องกับรายงานของคาสโต และฮูเบอร์ (Casto & Huber, 1992) ส่วนกลุ่มที่สองคือพวกที่ฝังตัวอยู่ในทรายและต้องการความชื้นสูง ได้แก่ กลุ่มไส้เดือนทะเล สอดคล้องกับรายงานของไฮเนส และควินน์ (Haynes & Quinn, 1995)

แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในเขตทรายแห้ง ซึ่งเป็นเขตที่อยู่ของสัตว์พวกที่หายใจจากอากาศ และเคลื่อนที่ได้ เช่น ปูการ์ตูน ไม่พบเลยตลอดการศึกษา ทั้งที่วิภูษิต มัณฑะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ (2543) รายงานว่าปูชนิดนี้พบในเขตตอนกลางและพบน้อยในเขตตอนล่าง โดยมีจำนวนเฉลี่ยที่พบคือ 1±1 ตัว/0.25 ตารางเมตร สาเหตุอาจเป็นไปได้ว่าวิธีการเก็บตัวอย่างไม่เหมาะสมเพียงพอ หรือหาดทรายบริเวณนี้อาจได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้สภาพความสมบูรณ์ของหาดทรายมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

3. ความผันแปรในรอบ 1 ปีของสังคมสัตว์หน้าดิน

ประเทศไทยโดยทั่ว ๆ ไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้ ฤดูร้อนเริ่มระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และฤดูหนาวเริ่มระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ (วิรัช มณีสาร, 2538) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ฤดูกาลเป็นปัจจัยควบคุมหลัก หลังจากฝนตกหนักในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน (กองภูมิอากาศ, 2530) ทำให้ความชุกชุมโดยรวมของสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดบางแสน-วอนนภาลดลงอย่างมาก ความชุกชุมเฉลี่ยที่พบคือ 733±121 ตัว/0.25 ตารางเมตร ซึ่งน้อยกว่าในช่วงฤดูหนาว (เดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม) ที่พบความชุกชุมเฉลี่ย 2,462±338 ตัว/0.25 ตารางเมตร ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงมรสุมมีฝนตกหนัก ทำให้ความเค็มของน้ำทะเลและน้ำในระหว่างอนุภาคทรายลดลง พบว่าความเค็มในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและในน้ำทะเลช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย 2.4±0.1 และ 23±1.7 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ ความเค็มลดลงกว่าในช่วงฤดูหนาวที่มีค่าความเค็มในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและในน้ำทะเลเฉลี่ย 26.5±2.5 และ 30.5±1.7 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ (สุนิสา ขยันทำ, ติดต่อส่วนตัว) ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (Giere, 1993 อ้างถึงใน ศศิวรรณ โตเชื้อ และคณะ, 2540) และเมื่อสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมีจำนวนลดลง สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่จะมีจำนวนลดลงด้วย เพราะตามปกติแล้ว สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่จะกินพวกสัตว์หน้าดินขนาดเล็กเป็นอาหาร (Stenton-Dozey, 1985 อ้างถึงใน ศศิวรรณ โตเชื้อ และคณะ, 2540)

ส่วนฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน) พบความชุกชุมรวมของสัตว์ทะเลหน้าดินน้อยที่สุด คือพบเฉลี่ยเพียง 152±35 ตัว/0.25 ตารางเมตร เนื่องจากในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน ทำให้สัตว์หน้าดินตายเป็นจำนวนมาก จึงทำให้พบสัตว์หน้าดินน้อยลง ซึ่งปรากฏการณ์นี้น่าจะแสดงถึงการมีสารอาหารในน้ำเพิ่มมากขึ้นอย่างผิดปกติ

การขึ้นลงของน้ำทะเลในตอนกลางวันหรือกลางคืนก็มีผลต่อความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินด้วยเช่นกัน จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2544 ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำลงในเวลากลางคืน (เวลาประมาณ 20.00-24.00 นาฬิกา) จะพบสัตว์ชุกชุมกว่าในช่วงเดือนอื่น ๆ ที่ทำการเก็บตัวอย่างขณะน้ำลงตอนกลางวัน โดยการเก็บตัวอย่างในเวลากลางคืนพบความชุกชุมของสัตว์เฉลี่ย 1,406±231 ตัว/0.25 ตารางเมตร และการเก็บตัวอย่างในเวลากลางวันพบความชุกชุมของสัตว์เฉลี่ยเพียง 735±104 ตัว/0.25 ตารางเมตร ทั้งนี้เพราะในตอนกลางวันหาดทรายได้สัมผัสกับอากาศและรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นเวลานาน จึงทำให้อุณหภูมิในน้ำสูง จากผลการศึกษาของสุนิสา ขยันทำ (ติดต่อส่วนตัว) พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ

ในน้ำแต่ละเขตศึกษาที่ทำการเก็บตัวอย่างในตอนกลางวัน (อุณหภูมิในน้ำเขตแนวน้ำซึมจากแผ่นดิน เขตคลื่นแตกตัวตอนบน และเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างมีค่าเฉลี่ยคือ 31.6±0.6, 32.3±0.5 และ 32.1±0.5 องศาเซนเซียส ตามลำดับ) มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในน้ำแต่ละเขตศึกษาที่ทำการเก็บตัวอย่างในตอนกลางคืน (อุณหภูมิในน้ำเขตแนวน้ำซึมจากแผ่นดิน เขตคลื่นแตกตัวตอนบน และเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างมีค่าเฉลี่ยคือ 27.2±0.5, 27.7±0.6 และ 28.0±0.0 องศาเซนเซียส ตามลำดับ) จึงเป็นไปได้ที่สัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเลซึ่งเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่มีความไวต่อการสูญเสียน้ำ (McLachlan, 1978 cited in Coull, 1988) ไส้เดือนทะเลจะไม่ชอบอยู่ในดินที่มีน้ำระหว่างเม็ดทรายน้อยและทรายแห้งขณะน้ำลง (Jansson, 1968 cited in Coull, 1988) ซึ่งแมคลาชแลน และคณะ (McLachlan et al.,1978 cited in Coull, 1988) พบว่าสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมีการเคลื่อนที่ลงเมื่อน้ำลง และเคลื่อนที่ขึ้นเมื่อน้ำขึ้น (vertical migration)

ในกลุ่มของสัตว์หน้าดิน พบว่า อิทธิพลจากปัจจัยด้านเวลามีผลเฉพาะความชุกชุมของหอยสองฝาซึ่งมีหอยเสียบเป็นประชากรหลักเท่านั้น โดยหอยเสียบเป็นหอยสองฝาพวกที่มีฝาทั้ง 2 ด้านเท่ากัน มีเปลือกเป็นรูปลิ่ม มีซี่ฟันบานพับ (hinge teeth) ซึ่งฟันกลาง (cardinal teeth) ขนาดใหญ่ 2-3 ซี่แยกห่างออกจากฟันข้าง (lateral tooth) ผอมยาว ตามปกติที่พบมีไซฟอน (siphon) และเหงือกแบบลาเมลลิบรางค์ (lamellibranch) ซึ่งเป็นเหงือกที่มีวิวัฒนาการมากขึ้นในการเพิ่มพื้นที่เหงือก เพื่อใช้ในการกรองอาหาร (จิตติมา อายุตตะกะ, 2544) อาหารของหอยเสียบเป็นพวกแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก (สมถวิล จริตควร, 2540) หอยเสียบพบได้ในบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดทราย และเป็นสัตว์ที่พบเด่นบริเวณหาดทรายที่มีอิทธิพลของคลื่นค่อนข้างรุนแรงหรือมีกระแสน้ำรุนแรงทั่วทั้งโลก พบทั้งหมดประมาณ 64 สปีชีส์ ประมาณ 75% พบในเขตร้อน 22% พบในเขตอบอุ่น และ 5% พบในเขตหนาว โดยที่อุณหภูมิน้อยกว่า 5 องศาเซนเซียสจะไม่พบการแพร่กระจายของหอยเสียบ พวกที่มีการแพร่กระจายมากที่สุดคือพวก *Donax faba* (Brown & McLachlan, 1990) จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าหอยเสียบจะมีความชุกชุมมากในฤดูหนาว ซึ่งหอยเสียบที่พบส่วนใหญ่ในช่วงนี้จะมีขนาดเฉลี่ย 0.5±0.2 เซนติเมตร ต่างจากในช่วงอื่นที่จะมีขนาดเฉลี่ย 1.7±0.3 เซนติเมตร ในขณะหอยเสียบโตเต็มที่มีขนาด 2.5 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าเป็นหอยเสียบที่เกิดมาได้ไม่นาน ซึ่งบราวน์ และแมคลาชแลน (Brown & McLachlan, 1990) รายงานว่าหอยเสียบจะมีการผสมพันธุ์กันในช่วงฤดูหนาว สอดคล้องกับรายงานของวิภูษิต มัณฑะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ (2543) ที่พบว่า ในฤดูหนาวหอยเสียบบนหาดบางแสนและหาดวอนนภามีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมาก และหอยส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 1 เซนติเมตร

ส่วนสัตว์หน้าดินกลุ่มอื่น ๆ พบว่า ปัจจัยด้านเวลามีผลต่อลักษณะการกระจายพันธุ์น้อย ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงในด้านความชุกชุมและมวลชีวภาพมากนัก เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่

ของสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่ในบริเวณเขตคลื่นแตกตัว ซึ่งมีปริมาณของสารอินทรีย์คงที่ตลอดปี จึงส่งผลให้สัตว์หน้าดินในเขตนี้มีความชุกชุมคงที่ตลอดปีด้วย

จากการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้ พบว่า สัตว์หน้าดินในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544 มีความชุกชุมรวมและมวลชีวภาพรวม (8,213 ตัว/0.25 ตารางเมตร และ 1,948.4 กรัม/0.25 ตารางเมตร ตามลำดับ) ลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 (73,335 ตัว/0.25 ตารางเมตร และ 7,211.5 กรัม/0.25 ตารางเมตร ตามลำดับ) ทั้งนี้เป็นผลโดยตรงมาจากการลดลงอย่างชัดเจนของประชากรสัตว์กลุ่มหอยฝาเดียวและหอยสองฝา (จำนวนลดลง 657/0.25 ตารางเมตร และ 64,546 ตัว/0.25 ตารางเมตร ตามลำดับ) ซึ่งเมื่อสุนิสา ขยันทำ (ติดต่อส่วนตัว) ทำการตรวจสอบปริมาณธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่า ค่าของแอมโมเนีย ไนเตรต ซิลิเกต และฟอสเฟต ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544 (4.97, 7.73, 94.93 และ 1.38 ไมโครกรัมอะตอม/ลิตร ตามลำดับ) ลดลงกว่าเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 (21.7, 13.3, 100.4 และ 4.51 ไมโครกรัมอะตอม/ลิตร ตามลำดับ)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบนหาดทราย

ความชุกชุมและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินเกือบทุกกลุ่มบนหาดบางแสน-วอนนภาไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับขนาดอนุภาคทราย ปริมาณสารอินทรีย์ และคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย ส่วนกลุ่มที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติจะมีค่าความสัมพันธ์ต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลายตัวแปร ซึ่งมีผลกระทำร่วมต่อสิ่งมีชีวิตมิใช่ตัวใดตัวหนึ่ง และอาจเกิดจากการเก็บตัวอย่างในแต่ละเดือนมีจำนวนไม่เท่ากัน เนื่องมาจากเป็นเดือนที่น้ำทะเลไม่ลง เมื่อนำค่าความสัมพันธ์ทางสถิติของทุกจุดเก็บตัวอย่างมาเฉลี่ย ผลที่ได้จากการคำนวณจึงให้ค่าที่ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติเกือบทุกคู่ตัวแปรระหว่างสัตว์หน้าดินกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

รายงานของอันเดอร์วูด และแชปเตอร์ (Underwood & Chapman, 1995) พบว่า ทรายหยาบจะมีสารอินทรีย์น้อย ส่วนทรายละเอียดจะมีสารอินทรีย์มาก ทำให้ทรายละเอียดมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การอยู่อาศัยบริเวณผิวทรายของสัตว์หน้าดิน ส่วนคาสโต และฮูเบอร์ (Casto & Huber, 1992) รายงานว่า อนุภาคทรายหยาบจะมีช่องว่างระหว่างอนุภาคมากทำให้มีออกซิเจนอย่างเพียงพอ เหมาะกับการอาศัยอยู่ของสัตว์หน้าดิน สำหรับทรายที่มีอนุภาคปานกลางเพียร์สัน และโรเซนเบิร์ก (Pearson & Rosenberg, 1978) พบว่ามีสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่น้อย

วิภูษิต มัณฑะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ (2543) ศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บนหาดบางแสนและวอนนภา สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินกับคุณสมบัติของดินตะกอนออกเป็น 5 กลุ่มความสัมพันธ์ คือ หอยเสียบมีความสัมพันธ์ตามกับอนุภาคดินขนาดใหญ่ และผกผันกับอนุภาคดินขนาดเล็ก หอยทับทิมและแม่เพรียงมีความสัมพันธ์ตามกับอนุภาคดินขนาด

เล็ก แต่ผกผันกับอนุภาคดินขนาดใหญ่ ปูการ์ตูนมีความสัมพันธ์ตามกับอนุภาคดินขนาดเล็ก แต่ผกผันกับอนุภาคดินขนาดกลาง ปูเสฉวนมีความสัมพันธ์ตามกับอนุภาคดินขนาดเล็กเท่านั้น และหอยตลับไม่มีความสัมพันธ์กับอนุภาคดินขนาดใดเลย

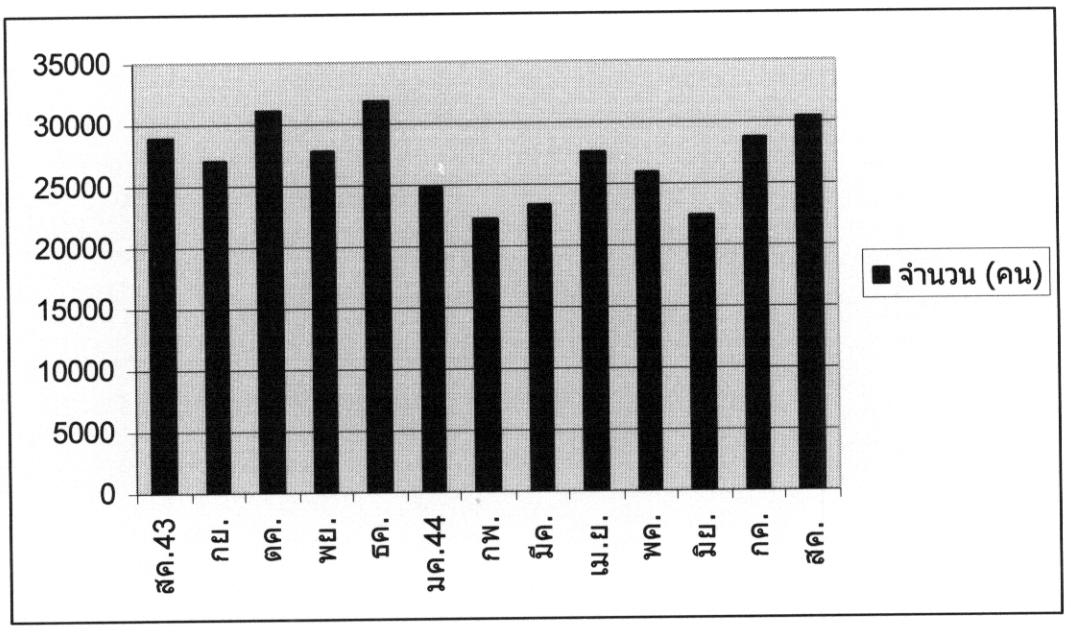
นอกจากนี้วิภูษิต มัณฑะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ (2543) สรุปว่า หาดทรายบางแสน-วอนนภาจัดเป็นหาดแบบ Intermediate เนื่องจากลักษณะของหาดมีความกว้างปานกลาง ได้รับอิทธิพลจากคลื่นขนาดปานกลางเป็นครั้งคราว องค์ประกอบเป็นทรายละเอียดปานกลาง พบสัตว์ได้ตลอดเขตน้ำขึ้นน้ำลง และมีแนวโน้มสังคมสัตว์บริเวณในเขตตอนล่างมีความหลากหลายสูงกว่าในเขตที่อยู่เหนือขึ้นมา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ โดยพบว่าขนาดอนุภาคทรายในแต่ละเขตศึกษามีความแตกต่างกัน ในเขตตอนบนที่เป็นเขตทรายแห้งจะมีอนุภาคทรายใหญ่กว่าในเขตตอนกลางและตอนล่างที่เป็นเขตคลื่นแตกตัว มีค่าเฉลี่ย คือ 0.6±0.01, 0.3±0.003 และ 0.4±0.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11 (สุนิสา ขยันทำ, ติดต่อส่วนตัว) เนื่องจากเขตตอนบนเป็นเขตที่ถูกรบกวนทางกายภาพมากกว่าในเขตตอนกลางและตอนล่าง จึงทำให้เขตตอนบนเป็นที่อยู่ของสัตว์ที่อยู่บนผิวทรายและเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว ส่วนตอนกลางและตอนล่างจะเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ที่ฝังตัวอยู่ในพื้นทราย

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ที่พบในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ต่อการดำรงชีวิตอยู่ของสัตว์ทะเลหน้าดินมาก โดยพบว่าทรายในเขตตอนกลางและเขตตอนล่าง ซึ่งเป็นเขตคลื่นแตกตัว มีปริมาณสารอินทรีย์สะสมมากกว่าทรายในเขตตอนบน มีค่าเฉลี่ย คือ 1±0.04%, 1.1±0.05% และ 0.7±0.03% ตามลำดับ (สุนิสา ขยันทำ, ติดต่อส่วนตัว) จึงทำให้สัตว์ทะเลหน้าดินในเขตคลื่นแตกตัวมีความหลากหลายมากกว่าบริเวณเขตแนวน้ำซึมจากแผ่นดิน

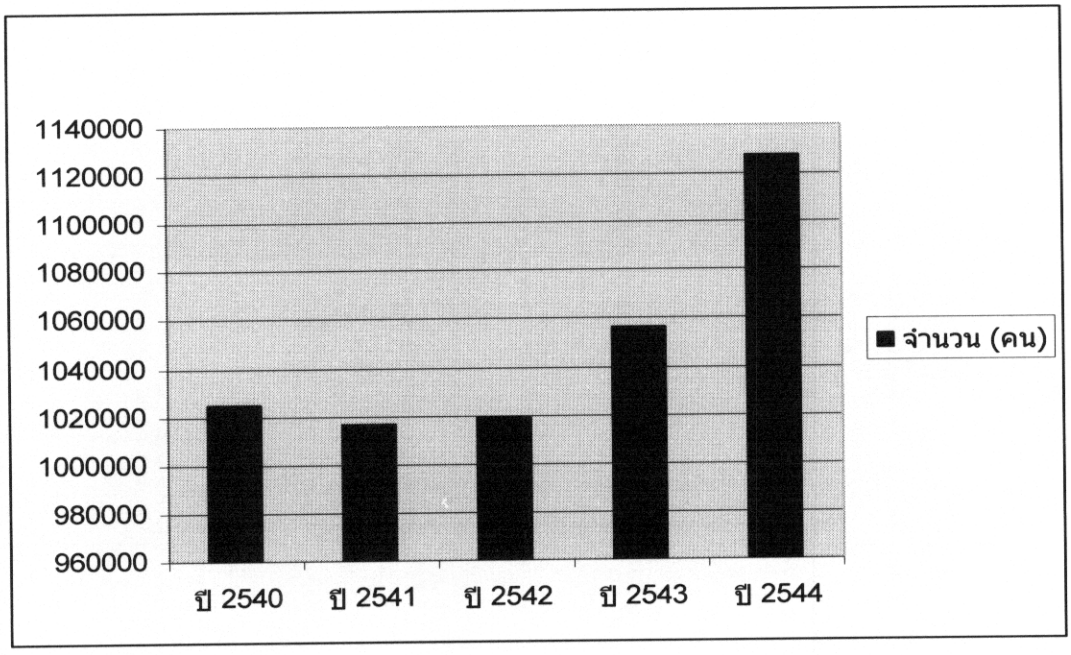
และน้ำทะเลชายฝั่งของหาดบางแสน-วอนนภาพบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าเฉลี่ย 30.1±0.2 องศาเซนเซียส ความเค็มมีค่าเฉลี่ย 27.5±0.3 ส่วนในพันส่วน ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ย 8.0±0.02 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ย 6.5±0.07 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณธาตุอาหารในน้ำทะเลชายฝั่งพบว่า แอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรต ซิลิเกต และฟอสเฟต มีค่าเฉลี่ย 2±0.5, 0.09±0.01, 1.6±1.1, 40.3±8.6 และ 0.7±0.1 ไมโครกรัมอะตอม/ลิตร ตามลำดับ (สุนิสา ขยันทำ, ติดต่อส่วนตัว) จะเห็นได้ว่าคุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของประเทศไทย ซึ่งกำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (2538) ยกเว้นในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 ที่ทำการเก็บตัวอย่าง เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน เนื่องจากในน้ำทะเลมีปริมาณของสารไนเตรตและฟอสเฟตมากเกินไป (14.8 และ 1.9 ไมโครกรัมอะตอม/ลิตร ตามลำดับ) พืชน้ำและพวกสาหร่ายจึงเจริญเติบโตทวีจำนวนอย่างรวดเร็วผิดปกติ จนทำให้ปริมาณของออกซิเจนมีไม่

เพียงพอกับความต้องการ พืชน้ำและพวกสาหร่ายจึงตายในที่สุด ส่งผลให้ประชากรของสัตว์หน้าดินในเดือนนั้นลดลงเป็นจำนวนมาก ซึ่งปรากฏการณ์นี้ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ปัญหามลพิษทางทะเลและคุณภาพน้ำได้ (Clack, 1992 ; Roy, 1997)

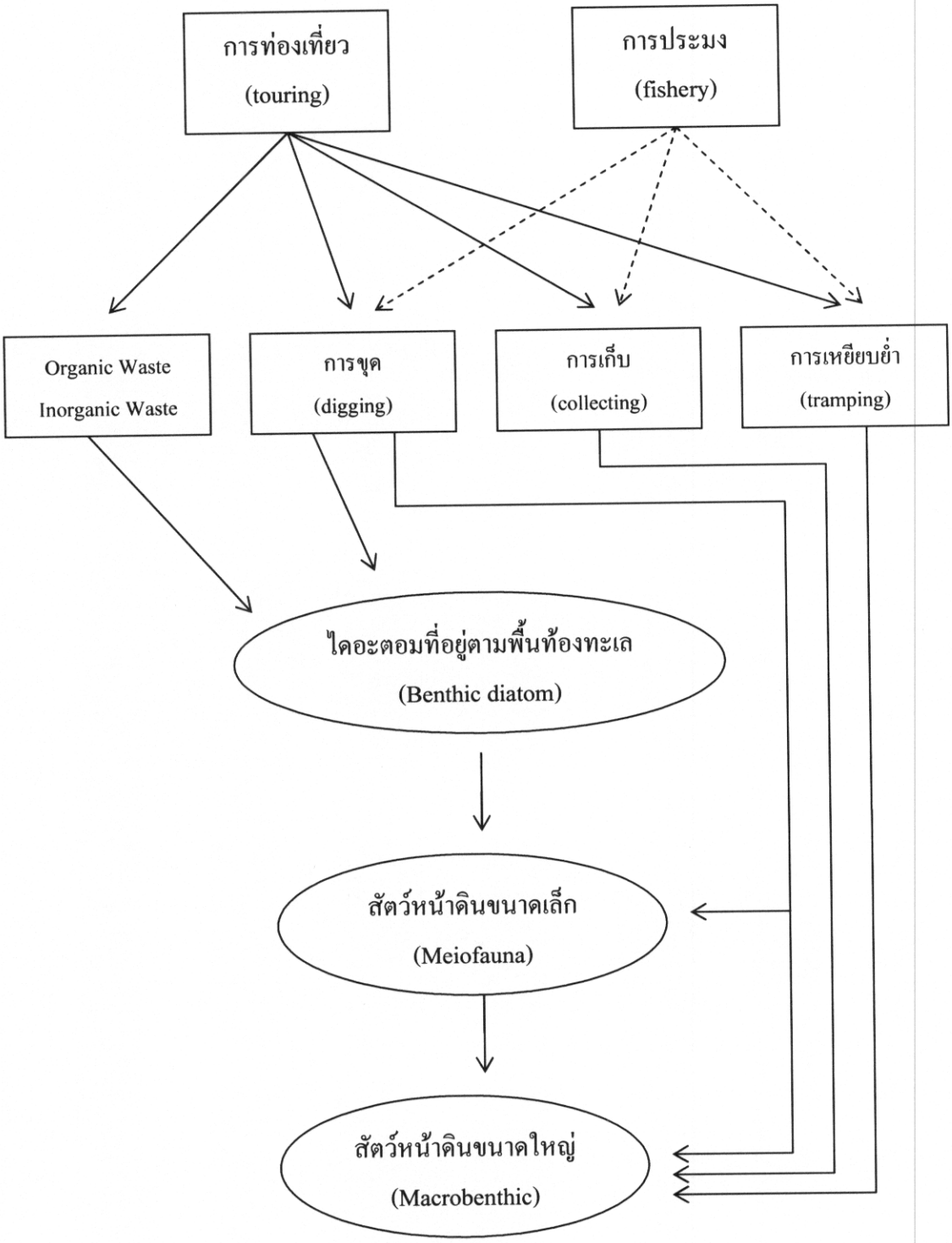
จากการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า ในรอบปีหาดบางแสน-วอนนภา จังหวัดชลบุรี มีความผันแปรของสัตว์ทะเลหน้าดิน ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของหาดทราย และผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ การจะพัฒนาด้านการท่องเที่ยวให้สามารถรองรับนักทัศนาจรและนักท่องเที่ยว ซึ่งเรียกโดยรวมว่าผู้มาเยี่ยมเยือนทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศวันละมากกว่า 3,000 คน ดังแสดงในภาพที่ 21 (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2545) จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนและหามาตรการป้องกันที่รัดกุมเพียงพอ โดยจากหน่วยงานของรัฐบาลและความร่วมมือของประชาชน ที่สำคัญควรมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพของหาดทรายในระยะยาวอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมของหาดทรายให้มีความสมบูรณ์ยั่งยืนต่อไป



ภาพที่ 20 จำนวนนักท่องเที่ยวของหาดบางแสน-วอนนภาในรอบปี



ภาพที่ 21 จำนวนผู้มาเยี่ยมเยือนหาดบางแสน-วอนนภาปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2544



ภาพที่ 22 แผนภาพแสดงกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนหาดทรายบางแสน-วอนนภาที่มีผลต่อสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบรายชื่อสัตว์หน้าดินที่พบบนหาดบางแสน-วอนนภา จังหวัดชลบุรี จากงานวิจัยต่างๆ กับการศึกษาครั้งนี้

Benthos	เสาวภาคย์ และสมถวิล (2536)	มนัสวงษ์ และวิภูษิต (2543)	กุลธาร (2545)	การศึกษาครั้งนี้
C. Cnidaria	*			
C. Nemertea	*			
C. Nematoda	*			
C. Polychaeta	*	*		
f. Nereidae			*	*
Nicon sp.	*			
Tylonereis sp.	*			
Cheilonereis sp.	*			
f. Glyceridae			*	*
Glycera sp.	*			
f. Onuphidae			*	*
Diopatra sp.	*			
f. Lumbrinereidae	*		*	*
f. Orbiniidae			*	*
Haploscoloplos sp.	*			
C. Crustacea				
f. Scyllaridae				
Scyllarus spp.	*			
f. Portunidae				
Thalamila sp.				*
Portunus sp.				*
f. Paguridae	*		*	*
Pargurus sp.		*		

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Benthos	เสาวภาคย์และสมถวิล (2536)	มนัสวงษ์และวิภูษิต (2543)	กุลธาร (2545)	การศึกษาครั้งนี้
f. Ocypodidae				
Macropthalnus sp.	*		*	
Dotilla sp.			*	*
Petrolisthes sp.		*		
f. Palaemonidae			*	
C. Bivalvia				
f. Veneridae				
Anomalocardia squamosa			*	*
Meretrix meretrix		*	*	*
Dosinia sp.			*	
Siliqua ridiata			*	*
f. Lucinidae				
Lucinid sp.			*	*
f. Mytilacea				
Arcuatula arcuatula				*
f. Donacidae				
Donax sp.	*		*	*
Donax faba		*	*	*
f. Tellinidae				
Theora fragilis				*
Tellina sp.			*	
f. Mactridae				
Mactra sp.	*		*	*
f. Solenidae				
Solen strictus				*

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Benthos	เสาวภาคย์และสมถวิล (2536)	มนัสวงษ์และวิภูษิต (2543)	กุลธาร (2545)	การศึกษาครั้งนี้
C. Gastropoda				
f. Trochidae				
Umbonium vestiarum		*	*	*
P. Hemichordata	*			
Total 32 taxa	17 taxa	6 taxa	19 taxa	20 taxa

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยของค่ากลางขนาดอนุภาคทรายบนหาดบางแสน-วอนนภา

สุนิสา ขยันทำ (ติดต่อส่วนตัว) ศึกษาขนาดอนุภาคทรายในแต่ละเขตศึกษาทั้งหมด 3 เดือน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแต่ละฤดูกาล ได้แก่ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ใช้เป็นตัวแทนของฤดูฝน เดือนมกราคม พ.ศ. 2544 ใช้เป็นตัวแทนของฤดูหนาว และเดือนเมษายน พ.ศ. 2544 ใช้เป็นตัวแทนของฤดูร้อน ซึ่งพบว่าค่ากลางของขนาดอนุภาคทราย (median grian size) มีความแตกต่างกันระหว่างเขตศึกษา โดยค่ากลางของขนาดอนุภาคทรายในเขตตอนบนคือ 0.58 มิลลิเมตรมีขนาดใหญ่กว่าเขตตอนกลางและเขตตอนล่างซึ่งมีขนาด 0.36 และ 0.37 มิลลิเมตร ตามลำดับ

เวลา (เดือน)	เขตศึกษา		
	เขตตอนบน (มม.)	เขตตอนกลาง (มม.)	เขตตอนล่าง (มม.)
สิงหาคม*	0.39	0.36	0.39
กันยายน			
ตุลาคม			
พฤศจิกายน			
ธันวาคม			
มกราคม*	0.72	0.36	0.37
กุมภาพันธ์			
มีนาคม			
เมษายน*	0.63	0.35	0.36
พฤษภาคม			
มิถุนายน			
กรกฎาคม			
สิงหาคม			
ค่าเฉลี่ยทั้งรอบปี	0.58	0.36	0.37

* เดือนที่ใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคทราย