

สัตว์ทะเลหน้ากินจำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง หมายถึงกลุ่มสัตว์ทะเลจำพวกไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ตามพื้นท้องทะเล เช่น เพรียง ปลาควาย หนอนทะเล กุ้ง ปู และหอยชนิดต่าง ๆ เป็นต้น การขยายพันธุ์ของสัตว์พวกนี้ส่วนใหญ่เมื่อพ้นจากสภาวะของไข่ที่ผสมและมีการเจริญตามลำดับชั้นแล้ว ก็จะกลายมาเป็นตัวอ่อนที่มีรูปร่างแตกต่างจากตัวเต็มวัย ซึ่งจะผ่านสภาพการดำรงชีวิต โดยมีลักษณะเป็นแพลงตอนอยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่ง จัดว่าเป็นแพลงตอนชั่วคราว (Temporary หรือ Meroplankton) แพลงตอนเหล่านี้ลอยอยู่ในน้ำปะปนอยู่กับแพลงตอนอื่น ๆ และในขณะเดียวกันก็อาจกินแพลงตอนอื่น ๆ ที่มีขนาดเล็กกว่าเป็นอาหาร เมื่อเจริญเติบโตผ่านพ้นระยะวัยอ่อน (Larval stages) จะค่อย ๆ จมตัวลงสู่พื้นท้องทะเลพร้อม ๆ กับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นตัวเต็มวัย และเปลี่ยนอุปนิสัยจากการลอยลอยมาหาอาหารดำรงชีวิตอยู่ตามพื้นท้องทะเลแทน บางชนิดก็ลงเกาะหรือติดอยู่กับที่เลย เช่น ฟองน้ำ ปะการัง เพรียง เพรียงหัวหอม ฯลฯ บางชนิดก็สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ เช่น กุ้ง ปู กิ้ง ฯลฯ

ตัวอ่อนเหล่านี้มีบทบาทสำคัญ และเป็นที่สนใจของผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาทางทะเลมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะพิเศษที่น่าสนใจประการหนึ่งก็คือ การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรเป็นประจำวันหรือตามฤดูกาลของตัวอ่อน โดยปกติในสภาวะตามธรรมชาติมักจะมีแบบแผนหรือจังหวะที่ค่อนข้างแน่นอน (Mileikovsky, 1970) ซึ่งในกรณีที่สภาวะแวดล้อมไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อศึกษาแบบแผน หรือจังหวะของการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอนของแต่ละชนิดแล้ว จะช่วยให้สามารถคาดคะเนความอุดมสมบูรณ์ หรือการเปลี่ยนแปลงความรุกรานของตัวอ่อนในรอบวัน หรือในแต่ละฤดูกาลของปีต่อ ๆ ไปได้

1. วัตถุประสงค์

จากการตรวจสอบตัวอย่างแพลงตอนโดยคร่าว ๆ ในบริเวณตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ปรากฏว่าในบรรดาตัวอ่อนของสัตว์ทะเลหน้าดินจำพวกไม่มีกระดูกสันหลังทั้งหลาย ตัวอ่อนที่สำคัญและมีปริมาณเพียงพอที่จะศึกษา คือตัวอ่อนของกุ้งและหอย ดังนั้นการศึกษานี้จึงกำหนดวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้คือ

1. เพื่อศึกษาความชุกชุมของตัวอ่อนของหอย 2 ผา โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวอ่อนของหอยนางรม Crassostrea commercialis (Iredale and Roughley) และตัวอ่อนของกุ้ง (Penaeid Shrimp Larvae) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในแหล่งน้ำของตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนเมษายน - ธันวาคม พ.ศ. 2517
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของตัวอ่อนของหอยและกุ้ง อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ในรอบวัน และในต่างฤดูกาล
3. เพื่อศึกษาถึงผลของปัจจัยทางนิเวศวิทยาบางประการ เช่น อุณหภูมิ ความเค็มของน้ำทะเล และน้ำขึ้นน้ำลง ที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของตัวอ่อนในบริเวณแหล่งน้ำดังกล่าว

2. ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยนี้

การศึกษานี้กระทำโดยวิธีหาปริมาณ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงประชากรตัวอ่อนของกุ้งและหอย จากการตรวจสอบจำนวนและช่วงเวลาของการแปรปรวนผลที่ได้จะสามารถใช้เป็นแนวทางช่วยในการหาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเปิดน้ำเขานาเพื่อการเลี้ยงกุ้ง หรือสำหรับวางวัสดุให้ลูกหอยเกาะ นอกจากนี้ปริมาณของตัวอ่อนที่พบในแต่ละปี จะบอกให้ทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ของประชากรกุ้งและหอยขนาดเต็มวัย ซึ่งจะใช้ข้อมูลนี้เป็นประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลดังกล่าว

3. งานสำรวจเอกสาร

จากความสำคัญของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของตัวอ่อนของสัตว์นำหน้าดินประเภทไม่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งดำรงชีวิตแบบเป็นแพลงตอนนั้น Garstang (1893-95) ได้เสนอ "Planktonic calendar" สำหรับบริเวณเขต Plymouth ประเทศอังกฤษขึ้น ซึ่งเป็นครั้งแรกที่ได้มีการใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณของตัวอ่อนที่ปรากฏอยู่ในตัวอย่างแพลงตอน ประโยชน์ของ calendar นี้ นอกจากจะชี้ให้เห็นถึงฤดูกาลในการวางไข่ของสัตว์นำหน้าดินทั้งหมดในท้องถิ่นแล้ว ยังชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ตามฤดูกาล และความถี่ที่ตัวอ่อนปรากฏ ตลอดจนการแทนที่กันของกลุ่มของตัวอ่อนบางชนิด และความผิดปกติอื่น ๆ ที่ปรากฏให้เห็นในช่วงระยะของการผันแปรด้วย

นอกจากงานของ Garstang ที่กล่าวมาแล้ว ยังมีรายงานการศึกษาทำนองเดียวกันคิดตามมามากมาย เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและวัฏจักรของตัวอ่อนที่เกี่ยวข้องกับการผันแปรของสิ่งแวดล้อม เช่น งานของ Prasad (1954), Brown (1958, Jeffries (1964) และ Martin (1968) เป็นต้น

3.1 งานสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหอยนางรม (*Crassostrea* spp.)

3.1.1 ลักษณะและชีวประวัติโดยทั่วไป

หอยนางรมเป็นหอยสองฝาชนิดหนึ่ง ซึ่งตัวเต็มวัยเจริญเติบโตก็อยู่กับก้อนหิน เศษไม้หรือวัสดุอื่น ๆ ตามชายฝั่งทะเล ในระยะที่เป็นตัวอ่อนจะดำรงชีวิตเป็นแพลงตอนลอยอยู่ในน้ำ Medcof (1961) รายงานว่าหอยชนิดนี้จะสืบพันธุ์ได้เมื่อมีขนาดราว 3 ซม. ซึ่งนับว่ามีอายุประมาณ 1 ปีขึ้นไป หอยตัวเมียจะวางไข่ครั้งละประมาณ 500,000 ฟอง อาจน้อยหรือมากกว่านี้ได้แล้วแตชนิดและขนาดของแม่หอย

3.1.2 การเจริญเติบโตของตัวอ่อน

หอยนางรมโดยเฉพาะในสกุล *Crassostrea* การปฏิสนธิ (fertilization) จะเกิดขึ้นภายนอกตัว หลังจากนั้นไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจะเจริญเติบโตเป็น

ตัวอ่อนไคภายใน 2 - 3 ชั่วโมง จากรายงานเอกสารของ Blanco & Montalban (1956) (อ้างอิงโดยไพโรจน์, 2505) ร่วมกับเอกสารของ Galtsoff (1964) อาจแบ่งขั้นการเจริญเติบโตได้เป็นระยะ ๆ ดังนี้

1. ระยะ Embryonic stage เป็นระยะที่เริ่มจากไข่ที่ได้รับการผสมแล้วเริ่มแบ่งตัวเป็นชั้นย่อย ซึ่งได้แก่ชั้น Two cell stage , Four cell stage จนกระทั่งถึงชั้น Early segmentation และ Late segmentation หลังจากแบ่งตัวแล้วตัวอ่อนจะเริ่มมีกลุ่มขน (cilia) อยู่ทางด้านหน้าช่วยในการเคลื่อนไหว ตัวอ่อนระยะนี้เรียกว่า Trochophore larva มีขนาดเล็กประมาณ 40 - 50 ไมครอน

2. ระยะ Larval stage เป็นระยะที่เริ่มมีการสร้างเปลือกหุ้มตัว (Beginning of shell formation) ตัวอ่อนใช้ cilia โบกช่วยในการเคลื่อนไหวและจับอาหาร ชั้นที่เริ่มมีกำเนิดจุดแรกของเปลือกหุ้มตัว เรียกว่า Larval Shell straight hinge larva ลูกหอยที่มีขนาดราว 70 - 75 ไมครอน ต่อไปจะเป็นชั้น Early umbo stage และเมื่อเปลือกแผ่ขยายมากขึ้นจะถึงชั้นที่เรียกว่า Mature umbo stage มีขนาดประมาณ 300 ไมครอน ลูกหอยในขั้นถัดจาก Trochophore Larva นี้เรียกโดยทั่วไปว่า Veliger จะมีน้ำหนักมากขึ้นและเริ่มเสาะหาวัตถุที่เหมาะสมในการยึดเกาะอยู่กับที่

3. ระยะ Spat stage เป็นผลขั้นสุดท้ายแห่งการเจริญเติบโตของตัวอ่อนขณะลงเกาะติดอยู่กับที่ (ระยะตั้งแต่ไข่ได้รับการผสมแล้วเจริญเติบโตถึงขั้น Spat stage กินเวลาประมาณ 10 - 14 วัน) ระยะนี้จะสิ้นสุดช่วงชีวิตที่เป็นตัวอ่อน กลายเป็นตัวเต็มวัย ปรากฏการณ์ในการลงเกาะของลูกหอย เรียกว่า Setting หรือ Spatfall

การลงเกาะของลูกหอยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เมื่ออากาศอบอุ่นก็ไม่มีคลื่นลมและน้ำทะเลเรียบ ตัวอ่อนก็จะเริ่มลงหาที่เกาะในที่ที่มีเปลือกหอยหรือวัตถุอื่นใดก็ได้ โดยใช้เท้า (foot) เลือกสถานที่ซึ่งมักเป็นที่ที่ไม่มีแสงสว่างมากนัก สะอาด กิ่งเรียบกิ่งขรุขระ มีมุมในการกระทบกับกระแสน้ำได้พอเหมาะ ไม่เบาหรือแรงเกินไป เพราะเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการกินอาหาร ในตอนแรก ๆ นั้น ตัวอ่อนของหอยจะใช้เวลาเลือกที่เกาะมาก

ถ้าไม่เหมาะจะไม่ลงเกาะ แต่เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นและใกล้จะสิ้นสุดช่วงชีวิตที่เป็นแพลงตอน
จำเป็นจะต้องเกาะ แม้ว่าจะเป็นวัสดุหรือสภาวะที่ไม่เหมาะสมมากนักก็ตาม หลังจากเกาะ
แล้วก็จะอยู่ ณ. ที่นั้นไปตลอดชีวิต หากมีโคลนตมทับถมหรือน้ำทะเลคความเค็มลงมาก ๆ
อากาศเย็นเกินไป หรือคลื่นแรง ลูกหอยจะตายหรือหลุดจากที่เกาะได้

3.1.3 ฤดูกาลสืบพันธุ์

ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแตกต่างกันไปตามเทคนิคและสถานที่ที่อาศัย นอกจากนั้น
หอยนางรมที่อยู่ในแหล่งเดียวกันก็มีไคว่างไขพร้อมกันทั้งหมด ในระยะแรกเริ่มของฤดูกาลมี
หอยวางไขเป็นจำนวนน้อย และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึงจุดสูงสุดของฤ
กาล ซึ่งมีจำนวนแม่หอยวางไขมากที่สุด จากนั้นปริมาณของหอยที่วางไขจะลดลงเรื่อย ๆ
จนถึงสิ้นสุดฤดู หอยนางรมชนิด Ostrea virginaca ทางฝั่งตะวันออกของอเมริกาในแอต
แลนติกตอนเหนือ เริ่มวางไขตั้งแต่กลางเดือนมิถุนายน จนถึงกลางเดือนสิงหาคม และหอย
ชนิดเดียวกันที่อาศัยในน้ำลึก 30 - 40 ฟุต ใน Long Island Sound จะวางไขล่าช้า
ออกไปจนถึงเดือนกันยายน แต่หอยในเขตนับตั้งแต่แอตแลนติกตอนกลางลงมาถึงบริเวณอ่าว
Mexico การวางไขจะเริ่มก่อนเร็วกว่าและยืดระยะเวลาวางไขออกไปนานกว่าด้วย
(Galfsoff , 1937) เช่น ในมลรัฐ Texas และ Louisiana พบว่าหอยนางรมจะ
มีไขแก่ในระหว่างเดือนมีนาคม - ตุลาคม (Hopkins , 1931) เป็นต้น

ในยุโรปการวางไขของหอยชนิด O. edulis บริเวณปากแม่น้ำ Fal ประเทศ
อังกฤษอยู่ในระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงปลายเดือนตุลาคม และบริเวณปากแม่น้ำ Black
Water จะอยู่ในราวเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน (Blanco & Montalbon , 1956;
อ้างอิงโดยไพโรจน์ , 2505)

ในประเทศไทยมีการศึกษาฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยนางรม โดยการอนุমানจากช่วงที่มี
ลูกหอยลงเกาะกับวัสดุมากที่สุด หอยนางรม Crassostrea sp. ที่ตำบลแหลมแทน
จังหวัดชลบุรี มีการวางไขตลอดปี แต่ช่วงที่วางไขสูงสุดจะมี 2 - 3 ครั้ง ในรอบปีช่วง
แรกประมาณเดือนมีนาคม - เมษายน ช่วงที่สองประมาณเดือนมิถุนายน - กรกฎาคม และ

ครั้งหลังสุดประมาณ เดือนกันยายน - ตุลาคม อย่างไรก็ตามฤดูวางไข่ครั้งที่สองอาจเกิดขึ้นได้เป็นบางปีที่สภาพของหอยและสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติเหมาะสมต่อการสืบพันธุ์วางไข่เท่านั้น (ไฟโรจน์, 2510) ส่วนที่บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่ามีการสืบพันธุ์ตลอดปีเช่นกัน และช่วงที่มีการวางไข่เป็นจำนวนมากในเดือนสิงหาคม และเดือนพฤศจิกายน (มาโนช, 2510)

3.1.4 ความสัมพันธ์กับสภาวะแวดล้อม

ปัจจัยสำคัญ ๆ ของสภาวะแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต การมีชีวิตรอด และการแพร่กระจายของตัวอ่อนของหอย ได้มีการศึกษากันมาก

ก. อุณหภูมิ

โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิในขั้นวิกฤต (critical temperature) จะมีผลกระทบหลายประการต่อขบวนการทางสรีรวิทยาของสัตว์ทะเล เช่น อุณหภูมิวิกฤตที่ต่ำสุดสำหรับหอยมีชีวิตรอด และการกินอาหารของหอยนางรม จะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤตสำหรับการสืบพันธุ์ (Hutchins, 1947)

อุณหภูมิจะมีผลต่อการสืบพันธุ์ คือจะไปกระตุ้นให้เกิดการวางไข่ในระหว่างฤดูสืบพันธุ์ ถ้าอุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มขึ้นเพียง 2 - 3°C จะทำให้เกิดการวางไข่ภายใน 2 - 3 ชั่วโมง (Walne, 1964) แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยที่เร่งเร้าให้เกิดการวางไข่นั้นนอกจากอุณหภูมิแล้ว อาจเป็นสิ่งที่เร้าทางเคมีก็ได้ หรืออาจเกิดจากปฏิกริยารวมกันของทั้งสองอย่าง ลำพังเพียงอุณหภูมิอย่างเดียวมักไม่ค่อยมีผลมากนัก ส่วนใหญ่จะเกิดจากปฏิกริยารวม เช่น จากการทดลอง เติมน้ำ เชื้อตัวผู้ลงไปในน้ำ เพียงเล็กน้อยร่วมกับอุณหภูมิที่พอเหมาะ จะเกิดผลช่วยกระตุ้นให้แม่หอยวางไข่ได้ทันที (Galtsoff, 1964; Quayle, 1969)

นอกจากนี้การวางไข่ของแม่หอยแต่ละชนิด ในแต่ละแห่งต้องการอุณหภูมิไม่เหมือนกัน ส่วนมากจะอยู่ในช่วงระหว่าง 20° - 32° C (68 - 90° F) ตัวอย่างเช่น หอยนางรมชนิด C. virginaca จะไม่มีการวางไข่เกิดขึ้นเลยถ้าอุณหภูมิของน้ำทะเลต่ำเกินกว่า

22.5 °C (Ingle , 1952) ส่วนหอยอีกสกุลหนึ่งคือ O. virginaca ในสภาวะปกติ จะไม่มีการวางไข่จนกว่าอุณหภูมิจะลดลงต่ำกว่า 20 °C (Nelson , 1928 a , 1928 b) และในประเทศเนเธอร์แลนด์หอยชนิด O. edulis ระหว่างการวางไข่และพักตัว น้ำทะเลจะต้องมีอุณหภูมิอย่างน้อย 17.5 °C ขึ้นไป และจะวางไข่ได้ดีที่สุดในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้นถึง 20 °C (Yonge, 1960)

ข. ความเค็ม

โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงความเค็มตามวัน เวลา ฤดูกาล มีผลกระจายต่อประชากรหอยนางรมไม่มากนัก เนื่องจากหอยนางรมสามารถป้องกันตัวเองจากสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ โดยการปิดฝาแน่นแต่ผลกระทบจะร้ายแรงหรือไม่ขึ้นอยู่กับช่วงของความแปรปรวนและความฉับพลันของการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำซึ่งจะมีผลต่อการสืบพันธุ์ ถ้าความเค็มลดต่ำลงมากเกินไป อวัยวะสืบพันธุ์จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ ซึ่งมีผลไปยังการวางไข่ของหอยได้ นอกจากนี้ในที่มีความเค็มต่ำ ๆ ตัวอ่อนของหอยที่ฟักออกมาจะมีอัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ และอัตราการรอดของตัวอ่อนจะลดต่ำลงด้วย อาจตายหมดภายในไม่กี่สัปดาห์ (Galtsoff , 1964 ; Butler, 1949 และ Loosanoff & Davis, 1963)

ระดับต่าง ๆ ของความเค็มอาจทำให้หอยนางรมบางชนิดเจริญเติบโตได้ดีกว่าชนิดอื่น ซึ่งจะก่อให้เกิดการแทนที่กันของหอย 2 ชนิดได้ ดังที่มีรายงานว่าในบริเวณฟาร์มหอยที่มีชนิด C. virginaca และ O. equestris อยู่ด้วยกัน การเพิ่มความเค็มของน้ำจะทำให้ C. virginaca ถูกแทนที่โดย O. equestris ที่ละน้อย ๆ กล่าวคือถ้าเป็นปีที่มีความเค็มของน้ำสูง จะมีลูกหอย O. equestris มาก ส่วนปีที่มีความเค็มของน้ำต่ำส่วนใหญ่จะพบแต่ลูกหอยของ O. virginaca แทน ซึ่งเหตุผลยังไม่ระบุแน่ชัดว่า เนื่องจากความเค็มไปหยุดยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ของแม่หอยหรือว่าเกิดจากตัวอ่อนไม่สามารถเจริญเติบโตได้ถึงขั้นที่จะลงเกาะกับพื้น อย่างไรก็ตามในช่วงที่ความเค็มของน้ำสูงขึ้นจะพบว่าหอยชนิด C. virginaca ที่มีชีวิตรอดอยู่ได้จะมีลักษณะผิดปกติ คือมีเปลือกบางและแหลมคม มีรูปร่างบิดเบี้ยวและตกรากมาก (Galtsoff , 1964)

ค. น้ำขึ้นน้ำลง

เป็นที่เชื่อกันมานานตั้งแต่สมัยโบราณแล้วว่า ภาวะที่เรงเร้าให้เกิดการวางไข่ในสัตว์ทะเลจำพวกไม่มีกระดูกสันหลังทั้งหลาย มีจังหวะสัมพันธ์กับวิถีของดวงจันทร์ (moon phase) หรือข้างขึ้นข้างแรมที่แน่นอน โดยที่การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในตัวสัตว์จะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของการขึ้น-ลง ของน้ำทะเล ตัวอย่างเช่น หอยนางรม O. edulis ที่อาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำ Fal ของ อังกฤษมีจุดสูงสุดของการวางไข่ในขณะน้ำขึ้นเต็มที่หน้าน้ำ เกิดของเดือนเพ็ญ (full moon spring tide) หรือหอยชนิด O. virginaca ที่ Milford สหรัฐอเมริกา ก็ปรากฏว่าส่วนใหญ่เมหอยจะวางไข่ในน้ำลงของเดือนเพ็ญเช่นกัน (Orton , 1926 และ Prytherch , 1929)

ผลของน้ำขึ้นน้ำลงที่มีต่อหอยในวัยอ่อนอีกประการหนึ่งก็คือ การมีชีวิตรอดในช่วงอายุต่าง ๆ ปรากฏว่ายังมีช่วงชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในน้ำที่ยืดยาวออกไปนานเท่าใด ตัวอ่อนก็มีโอกาสได้รับอันตรายมากขึ้น ทำให้จำนวนที่จะเจริญขึ้นโตเต็มวัย (maturity) ก็จะมีกำลังเท่านั้น จากการประเมินผลปรากฏว่าตัวอ่อนของ O. edulis มีช่วงอายุอยู่ในน้ำนาน 6 - 7 วัน หรืออยู่ในช่วงระยะน้ำขึ้นน้ำลงประมาณ 13 ครั้ง จะมีจำนวนที่เจริญถึงขั้นโตเต็มวัยได้ 10 % ถ้ามีช่วงอายุ 10 วัน หรืออยู่ในระยะน้ำขึ้นน้ำลงประมาณ 19 ครั้ง จะมีปริมาณเหลือรอดราว 5 % และในช่วงอายุ 12 วัน หรือในระยะน้ำขึ้นน้ำลงประมาณ 23 ครั้ง จะเหลือรอดเพียง 2.5 % เท่านั้น ส่วนปริมาณการสูญเสียของตัวอ่อนทั้งหมดที่ประเมินได้ในระหว่าง 1 รอบของน้ำขึ้นน้ำลง (tidal cycle) จะมีค่าเท่ากับ 13 - 15 % โดยที่ 10 % จะสูญเสียไปโดยการถูกศัตรูจับกิน ส่วนอีก 3 % เกิดจากผลของน้ำขึ้นน้ำลงจากการคำนวณการอยู่รอดของ (O. edulis) คุพบว่ามีจำนวนตัวอ่อน 1 ล้านตัว มีเพียงประมาณ 250 ตัวเท่านั้น ที่สามารถมีชีวิตรอดถึงขั้นลงเกาะกับพื้นและลอกคราบเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นตัวเต็มวัยได้ และในจำนวนลูกหอยที่ลงเกาะใหม่ ๆ นี้ ประมาณ 95 % จะตายก่อนที่จะถึงฤดูหนาว โดยวิธีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของประชากรตัวอ่อนของหอยรวมกับวิธีการหาอัตราแลกเปลี่ยนของน้ำในระยะระหว่างน้ำขึ้นน้ำลง จะช่วยให้สามารถพยากรณ์ปริมาณของลูกหอยที่จะลงเกาะได้ เว้นเสียแต่จะมีสภาวะอื่น ๆ

เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นและมาทำลายลูกหอยเสียเท่านั้น (Korringa, 1941, อ้างอิง โดย Galtsoff, 1964)

3.2 งานสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวอ่อนของกุ้ง (Penaeid shrimp larvae)

3.2.1 ลักษณะและชีวประวัติโดยทั่วไป

กุ้งเป็นสัตว์หน้าดินจำพวกไม่มีกระดูกสันหลังที่สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ โดยปกติชอบฝังตัวอยู่ตามดินโคลน กุ้งทะเลส่วนใหญ่จัดอยู่ในวงศ์ Penaeidae มีลักษณะที่แตกต่างจากกุ้งตระกูลอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดก็คือที่ขาสำหรับเดิน (Pereiopods) ซึ่งที่มี 5 คู่ นั้นที่ปลายขา 3 คู่แรก จะเป็นก้าม (Chelate) ส่วนที่ประกอบเป็นก้ามทั้ง 2 ส่วน จะมีขนาดเท่ากัน ไม่เหมือนกับกุ้งชนิดอื่นซึ่งที่ปลายขาสำหรับเดิน 2 คู่แรกเป็นก้าม ขนาดและความยาวของส่วนประกอบเป็นก้ามมักไม่เท่ากัน นอกจากนี้ที่ maxilliped คู่ที่ 3 ของกุ้งในวงศ์ Penaeidae มี 7 ข้อ และ Pleura ของส่วนท้องปล้องที่ 2 ไม่ทับอันแรก กุ้งจำพวกนี้โคแก กุ้งแสบวย กุ้งกุดา กุ้งตะกาด เป็นต้น กุ้งจำพวกนี้เมื่อถึงวัยที่จะสืบพันธุ์อพยพเคลื่อนที่ออกไปวางไข่ในบริเวณที่มีความเค็มสูง เช่นในที่ลึกหรือบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีเขตติดต่อกับทะเลลึกหรือมหาสมุทร ห่างจากฝั่งมากน้อยเพียงใดแล้วแต่ชนิดของกุ้ง (วณิชย์, 2505)

เมื่อทำการสืบพันธุ์มิได้เก็บไข่ไว้ตรงส่วนท้อง เพื่อทำการฟักเช่นเดียวกับกุ้งจำพวกอื่น แต่จะปล่อยไข่ที่ได้รับการผสมให้ลอยไปตามคลื่นลมหรือกระแสน้ำ ไข่จะฟักออกมาเป็นตัวโดยธรรมชาติ และถูกพัดเข้าหาฝั่ง ไข่กุ้งพวกนี้มีขนาดเล็กมาก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.33 มิลลิเมตร แล้วแต่ชนิดของกุ้ง แมงกุ้งวางไข่ครั้งละเป็นจำนวนมาก ประมาณ 500,000 ถึง 1,000,000 ฟอง ซึ่ง Pearson (1939) รายงานว่าไข่กุ้งจะมีน้ำหนักมากกว่าน้ำหนักทะเลเล็กน้อย

3.2.2 การเจริญเติบโตของตัวอ่อน

ไข่กุ้งที่ได้รับการผสมแล้วชั้นแรกเมื่อฟักเป็นตัวจะอยู่ในสภาพของตัวอ่อน ซึ่งมีชีวิตอยู่อย่างแพลงตอน (Planktonic larval stage)

Hudinaga (1942) , Cook (1964) และ ผู้สดี (2510) ได้จำแนกการเจริญเติบโตของตัวอ่อนเป็นระยะ ๆ ดังนี้

ระยะที่ 1 Nauplius stage เป็นระยะที่เพิ่งออกมาจากไข่ใหม่ ๆ คู่ด้วยตาเปล่าจะเห็นไคยากร มีรูปร่างรี ๆ ประกอบด้วยระยางค์หลายอัน ตัวอ่อนในขั้นนี้แบ่งการเจริญเติบโตเป็นขั้นย่อย (Sub - stage) ได้ 6 ชั้น มักใช้อักษรย่อคือ $N_1 - N_6$

ระยะที่ 2 Protozoaea stage รูปร่างของตัวอ่อนจะเปลี่ยนแปลงไปจากระยะแรก กล่าวคือมีลำตัวยาวขึ้น ส่วนหัวโต มีตาเห็นได้ชัดเจน ประกอบด้วยระยางค์ส่วนหัวหลายอัน ตัวอ่อนในขั้นนี้แบ่งการเจริญเติบโตเป็นขั้นย่อยได้ 3 ชั้น คือ $P_1 - P_3$

ระยะที่ 3 Mysis stage ตัวอ่อนในระยะนี้มีลักษณะคล้ายกุ้งใหญ่มากขึ้น แต่อวัยวะต่าง ๆ ยังไม่สมบูรณ์ดี ต่อเมื่อเจริญเติบโตโดยการลอกคราบหลาย ๆ ครั้ง แล้วจึงจะมีลักษณะตัวเหมือนกุ้งตัวเต็มวัย ระยะนี้แบ่งขั้นการเจริญเติบโตเป็นขั้นย่อยได้ 3 ชั้น คือ $M_1 - M_3$

ระยะที่ 4 Post larva ตัวอ่อนขั้นนี้เป็นผลขั้นสุดท้ายแห่งการเจริญเติบโตของระยะวัยอ่อน จะมีลักษณะต่าง ๆ เหมือนกุ้งขนาดโตเต็มวัย

ดังที่กล่าวมาแล้วว่ากุ้งพวกนี้มักจะมีการอพยพเดินทางออกไปสืบพันธุ์วางไข่ในทะเลลึก เมื่อไข่ได้รับการผสมกับเชื้อของตัวผู้แล้วก็จะเจริญเติบโตเรื่อยมา ระยะเวลาแห่งการเจริญเติบโตของตัวอ่อน ตั้งแต่ไข่ได้รับการผสมภายใน 24 ชั่วโมง จะฟักออกมาเป็นตัวและเจริญเติบโตจนถึงระยะที่ 2 และที่ 3 ระยะเวลาตั้งแต่ฟักออกจากไข่จนถึงขั้นนี้กินเวลาประมาณ 2 - 3 สัปดาห์ ตัวอ่อนระยะนี้จะถูกพัดพาไปโดยกระแสน้ำเข้าสู่ฝั่งอันเป็นบริเวณที่มีความเค็มต่ำ เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 จากนั้นก็จะจมตัวลงอาศัยเลี้ยงตัวอยู่ในแหล่งที่ตื้นตามบริเวณป่าชายเลน ในบริเวณน้ำกร่อยปากแม่น้ำ ซึ่งมีอาหารอุดมสมบูรณ์และสามารถหลบภัยธรรมชาติได้ง่าย เจริญเติบโตต่อไปเป็นกุ้งวัยรุ่นและจนเป็นตัวเต็มวัย เมื่อเติบโตขึ้นถึงขั้นที่จะสืบพันธุ์ ก็จะอพยพเดินทางกลับออกสู่ทะเลลึกอีก วนเวียนเป็นวงจรชีวิตอยู่เช่นนี้เรื่อยไป (Pearson, 1939 ; Baxter & Renfro , 1967 ; Temple & Fischer, 1968)

ในการอพยพย้ายถิ่นของลูกกุ้งนั้น Pearson (1939) กล่าวว่าเนื่องจาก กุ้งในระยะ Post larva หรือกุ้งที่มีขนาดเล็ก ต้องการความเค็มของน้ำต่ำ ส่วนกุ้ง ขนาดโตเต็มวัยหรือโตขนาดที่จะสืบพันธุ์ใ้ต้องการน้ำที่มีความเค็มสูง ด้วยเหตุดังนี้จึงมัก พบเสมอว่าบริเวณนอกฝั่งออกไปมักจะจับกุ้งได้ขนาดใหญ่กว่าบริเวณชายฝั่ง

3.2.3 ฤดูกาลสืบพันธุ์

ฤดูกาลในการวางไข่ของกุ้ง พบว่าโดยปกติกุ้งสามารถที่จะวางไข่ได้ตลอดปี แต่อย่างไรก็ตามมีหนึ่ง ๆ จะมีระยะที่กุ้งชอบวางไข่มากที่สุดอาจเป็น 1 หรือ 2 ครั้ง ก็ได้แล้วแตชนิดและสภาพแวดล้อม

Hudinaga (1942) และ Hudinaga & Miyamura (1962) รายงานว่า ฤดูกาลวางไข่ของกุ้งทะเล Penaeus japonicus ตามชายฝั่งของญี่ปุ่นจะแตกต่างกันไป ตามแต่ละสถานที่ กล่าวคือกุ้งที่อาศัยตามบริเวณชายฝั่ง Yamaguti จะมีการวางไข่ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ไปจนถึงสิ้นเดือนกันยายน และฤดูที่วางไข่เป็นจำนวนมากจะตกอยู่ในระหว่างเดือนมิถุนายน ไปจนถึงปลายเดือนสิงหาคม ส่วนกุ้งชนิดเดียวกันนี้ที่อาศัยอยู่ใน Seto Sea จะเริ่มวางไข่ราว ๆ ต้นสัปดาห์แรกของเดือนพฤษภาคม ไปจนถึงต้นสัปดาห์แรกของเดือนตุลาคม สำหรับฤดูที่วางไข่พร้อมกันเป็นจำนวนมากจะตกอยู่ระหว่างกลางเดือนมิถุนายนเรื่อยไป จนถึงสิ้นเดือนสิงหาคม

กุ้งสีชมพู (P. duorarum) ของอเมริกาที่อาศัยอยู่ในบริเวณ Tortugas Shelf รัฐฟลอริดา มีระยะที่ทำการวางไข่สูงสุดในแต่ละปีตกอยู่ในระหว่างเดือนที่อุณหภูมิของน้ำที่พื้นทะเลอยู่ในระดับสูงสุด ซึ่งฤดูกาลหรือเดือนที่น้ำที่พื้นทะเลจะมีอุณหภูมิสูงสุดนี้จะผันแปรไปเรื่อย ๆ แต่ละปี ดังนั้นช่วงแห่งการวางไข่สูงสุดของมันจะเลื่อนตามไปด้วย (Munro et al., 1968)

สำหรับฤดูกาลวางไข่ของกุ้งในประเทศไทยนั้น Piniij et al. (1973) ได้ทำการศึกษาในวงศ์ Penaeidae ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในน่านน้ำทางฝั่งมหาสมุทรอินเดียของไทย ปรากฏว่าระยะวางไข่สูงสุดของกุ้งกุลาลาย P. semisulcatus

และกุ้งกุลาดำ P. monodon มีอยู่ 2 ระยะเวลาด้วยกันคือ ในเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคม ส่วนในกุ้งแสบวขาว P. merguensis พบว่ามีระยะเดียวคือในระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม นอกจากนี้แล้วก็มีรายงานในทะเลสาบสงขลาของอำพลและไพโรจน์ (2517) พบว่าปริมาณตัวอ่อนของกุ้งจะมีชุกชุมที่สุดในเดือนมิถุนายน

3.2.4 ความสัมพันธ์กับสภาวะแวดล้อม

สิ่งแวดล้อมในทะเลมีผลต่อการวางไข่ การฟักออกมาเป็นตัว การเจริญเติบโต และการมีชีวิตรอด ตลอดจนการแพร่กระจายของตัวอ่อนของกุ้ง เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในพวกหอยนางรม

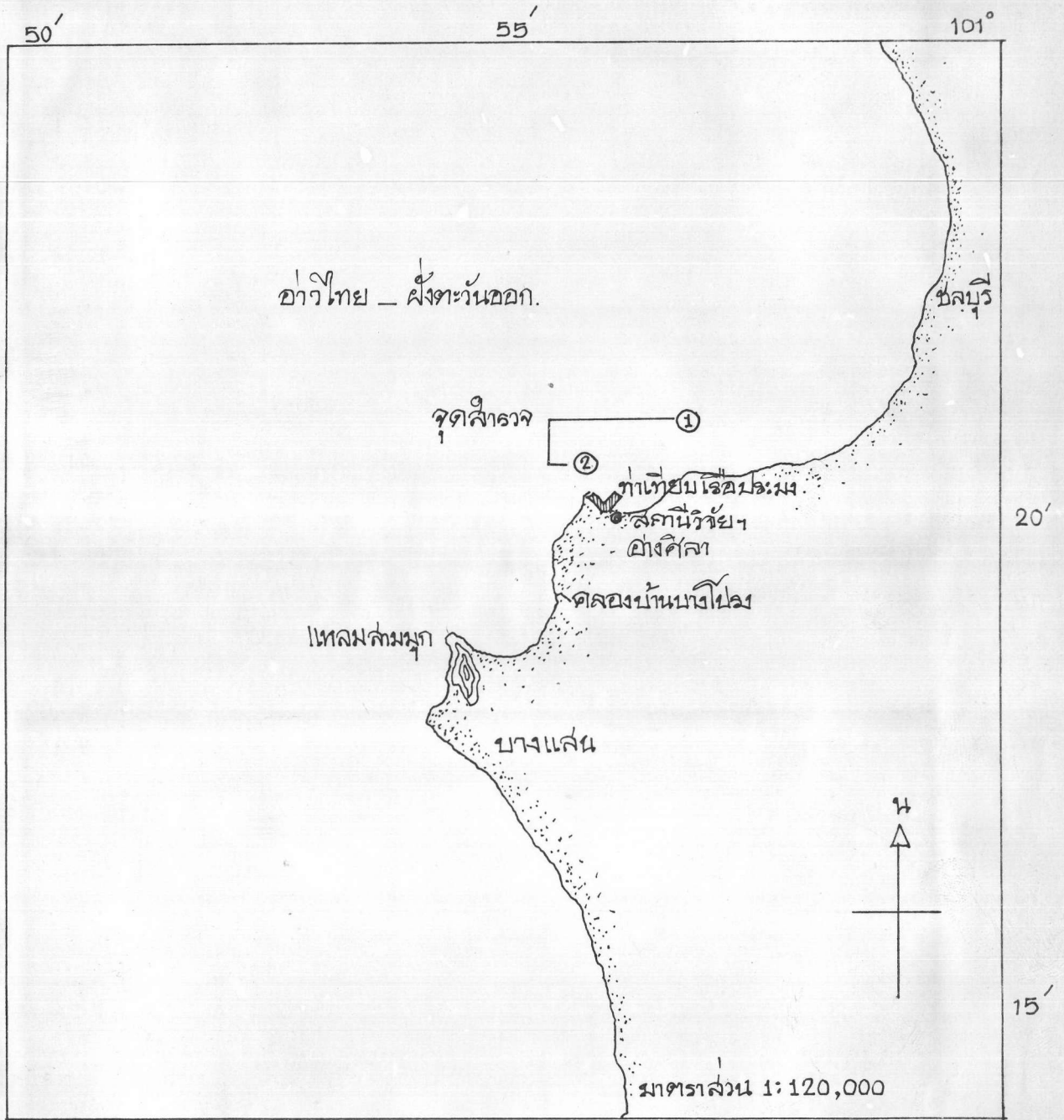
สำหรับกุ้ง ความเค็มมีผลสำคัญต่อการแพร่กระจายของประชากรทั้งตัวอ่อนและตัวแก่ ดังที่กล่าวมาแล้วว่ากุ้งพันธุ์พอมแมจะต้องการความเค็มของน้ำสูงขึ้น ในฤดูผสมพันธุ์และวางไข่ต่างกับตัวอ่อนซึ่งต้องการความเค็มของน้ำต่ำ ส่วนอุณหภูมิก็เช่นเดียวกัน Lindner & Anderson (1956) รายงานว่าการวางไข่ของกุ้ง P. setiferus ใน Louisiana จะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเพิ่มและลดอุณหภูมิของน้ำมากกว่าอุณหภูมิเฉพาะ การวางไข่ของพวกนี้จะเริ่มในที่ลึกระหว่างเดือนมีนาคม หรือต้นเมษายน ไปสิ้นสุดในปลายเดือนกันยายน Munro et al. (1965) รายงานว่ากุ้ง P. duorarum นอกจากจะต้องการอุณหภูมิสูงสุดสำหรับการวางไข่เป็นจำนวนมากแล้ว ศูนย์กลางของแหล่งวางไข่ยังมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนลงไปสู่บริเวณที่มีน้ำลึกมากขึ้นทุกที่ตามฤดูกาลต่าง ๆ ที่ผ่านไป ซึ่งการอพยพออกไปวางไข่ในที่ลึกนี้เข้าใจว่านอกเหนือจากความเค็มแล้วอาจจะมีความสัมพันธ์โดยตรงต่ออุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นในที่นั้น ๆ ด้วย

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Hudinaga (1942) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการวางไข่ของกุ้ง P. japonicus จะอยู่ในช่วงระหว่าง 27 - 29°C และลูกกุ้งที่ฟักออกมาในที่ที่มีความเค็มต่ำ ๆ เป็นต้นว่า 23 ppt. จะอ่อนแอไม่แข็งแรงว่ายน้ำไม่ค่อยได้ ไม่นานก็ตาย ส่วนที่ความเค็มสูงขึ้นมากก็ไม่ค่อยจะแข็งแรงเช่นกัน และ

ไม่สามารถเจริญเติบโตถึงขั้น zoea ได้ ตัวอ่อนที่ฟักในที่ที่มีความเค็มเกินกว่า 27 ppt. zoea จะแข็งแรง และส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตจนไปถึงขั้น zoea ได้ แต่หากความเค็มสูงถึง 39 ppt. อัตราการอยู่รอดของตัวอ่อนที่ฟักออกมาจะน้อย ๆ ลดต่ำลง และเมื่อถึง 44 ppt. การฟักออกมาเป็นตัวจะหยุดลงอย่างสิ้นเชิง ดังนั้นความเค็มที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกุ้งพวกนี้ จะอยู่ระหว่าง 27 - 39 ppt.

ในทะเลสาบสงขลา Swasdi & Poonsin (1972) กล่าวว่าลูกกุ้งวัยอ่อนจะมีปริมาณซุกซุมมากที่สุดอยู่ 2 ระยะด้วยกันคือ ในเดือนมิถุนายนครั้งหนึ่ง กับเดือนกันยายนอีกครั้งหนึ่ง ในระหว่างระยะเวลาทั้ง 2 นี้ น้ำในทะเลสาบมีความเค็มสูง จึงเชื่อว่าความเค็มจะต้องเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของตัวอ่อน ต่อมา อำพล และ ไพโรจน์ (2517) ได้ศึกษาใช้ปริมาณเดียวกันนี้ และยืนยันว่าระดับความเค็มของน้ำมีส่วนสัมพันธ์กับการแพร่กระจาย และความอุดมสมบูรณ์ของตัวอ่อนของกุ้งในทะเลสาบแน่นอน

นอกจากนี้แล้ว Munro et al. (1968) ก็ได้รายงานว่าการผันแปรของปริมาณของตัวอ่อนในระหว่างเดือนต่าง ๆ ของ P. duorarum ในรัฐฟลอริดาก็มีความสัมพันธ์กับคติการโคจรของดวงจันทร์ โดยพบว่าส่วนใหญ่กุ้งจะวางไข่ในระหว่างช่วงแรม (15 ถึง 29 วัน หลังจากเดือนมืด) ซึ่งผลอันนี้สอดคล้องกับรายงานของ Korringa (1957) ที่ได้อ้างไว้ว่า สัตว์ทะเลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสืบพันธุ์ กับคติของดวงจันทร์ ส่วนใหญ่มักจะวางไข่ในช่วงช่วงแรมของกึ่งปักษ์หลัง (Last lunar quarter) ซึ่ง Korringa ได้เสนอว่าอาจจะมีผลเนื่องมาจาก " อิทธิพลของแสงสว่าง " กล่าวคือในระหว่างช่วงสุดท้ายแห่งการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำ ได้รับแสงสว่างเป็นเวลานานในระหว่างช่วงของเดือนเพ็ญ ซึ่งผลอันนี้ Munro et al. (1968) เชื่อว่าอาจนำมาอธิบายกับกุ้งพวก Penaeus ได้ด้วย



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งของสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่าง.

002207



ภาพที่ 2 ก. สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง . จุดสำรวจที่ 1 ตำบลอ่างศิลา
จังหวัดชลบุรี ขณะที่ระดับน้ำทะเลขึ้นสูง



ภาพที่ 2 ข. สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง . จุดสำรวจที่ 1 ตำบลอ่างศิลา
จังหวัดชลบุรี ขณะที่ระดับน้ำทะเลต่ำลง



ภาพที่ 2 ค. สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง . จุดสำรวจที่ 2 ตำบลอ่างศิลา
จังหวัดชลบุรี ขณะที่ระดับน้ำทะเลขึ้นสูง



ภาพที่ 2 ง. สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง . จุดสำรวจที่ 2 ตำบลอ่างศิลา
จังหวัดชลบุรี ขณะที่ระดับน้ำทะเลต่ำลง