บทที่ 2

ตอบตวนเอกสาร

เต่าทะเลในประเทศไทย

ปัจจุบันเต่าทะเลมีอยู่ทั่วโลกทั้งสิ้น 8 ชนิด (species) จัดอยู่ใน 2 วงศ์ (family) 6 สกุล (genera) (Marquez, 1990) ได้แก่

Family Cheloniidae

1. *Caretta caretta* หรือ Loggerhead turtle หรือ เต่าหัวฆ้อน เต่าหัวโต
2. *Chelonia agassizii* หรือ Eastern Pacific green turtle
3. *Chelonia mydas* หรือ Green sea turtle หรือ เต่าตนุ เต่าแสงอาทิตย์
4. *Eretmochelys imbricata* หรือ Hawksbill sea turtle หรือ เต่ากระ
5. *Lepidochelys kempii* หรือ Kemp's ridley turtle
6. *Lepidochelys olivacea* หรือ Olive ridley turtle หรือ เต่าหญ้า เต่าตาแดง เต่าสังกะสี
7. *Natator depressus* หรือ Flatback turtle

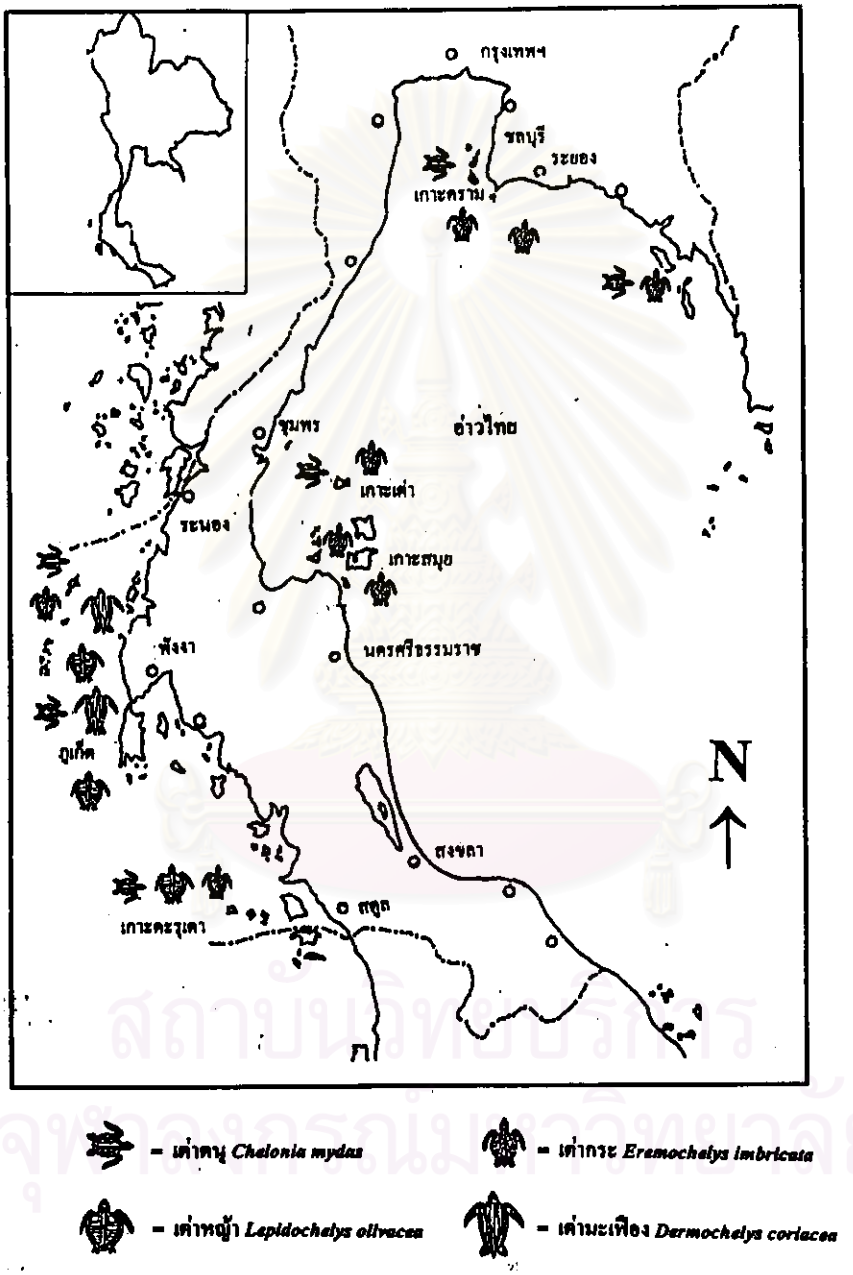
Family Dermochelyidae

1. *Dermochelys coriacea* หรือ Leatherback turtle หรือ เต่ามะเฟือง

มีรายงานการพบเต่าทะเลในประเทศไทยทั้งสิ้น 5 ชนิด ได้แก่ เต่าตนุ เต่ากระ เต่าหญ้า เต่ามะเฟือง ส่วนเต่าหัวฆ้อนหรือเต่าหัวโต นั้นไม่มีรายงานว่ามีการวางไข่ในประเทศไทย จากการศึกษาการแพร่กระจายและแหล่งวางไข่ของเต่าทะเลในประเทศไทยพบว่า เต่าตนุและเต่ากระมักจะวางไข่ทางฝั่งอ่าวไทยบริเวณเกาะครามจังหวัดชลบุรี และเกาะในบริเวณใกล้เคียง ส่วนฝั่งทะเลอันดามันนั้นจะมีรายงานการขึ้นวางไข่ของเต่าหญ้าและเต่ามะเฟืองเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีเต่าตนุและเต่ากระขึ้นวางไข่ตามเกาะต่าง ๆ ทางฝั่งทะเลอันดามันบ้างแต่มีจำนวนน้อย (ภาพที่ 2-1) (สมชาย มั่นอนันต์ทรัพย์ และ มิคมินทร์ จารุจินดา, 2537) ในอดีตชายหาดทางฝั่งทะเลอันดามันเคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่อย่างชุกชุม เช่น บริเวณเกาะคะรุเตา เกาะอาดัง จังหวัดสตูล หาดท้ายเหมือง เกาะสิมิลัน เกาะสุรินทร์ และหมู่เกาะอ่างทอง จังหวัดพังงา หาดทรายแก้ว หาดสวนมะพร้าว หาดสนามบิน และ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หาดไนยาง จังหวัดภูเก็ต แต่ในปัจจุบันยังคงเหลืออยู่เพียง หาดท้ายเหมืองและหมู่เกาะพระทอง จังหวัดพังงาเท่านั้น ส่วนแหล่งวางไข่อื่นอาจพบบ้างแต่มีจำนวนน้อย (บุญเลิศ ผาสุก, 2535ข)



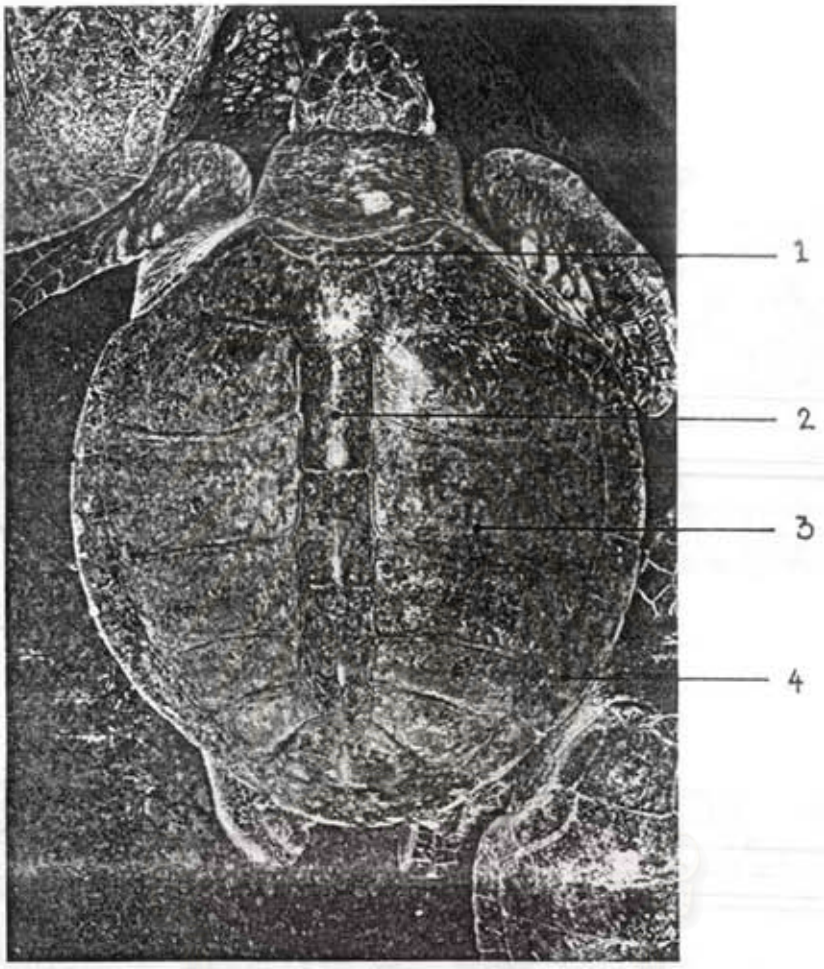
ภาพที่ 2-1 แสดงการแพร่กระจายของเต่าทะเลในประเทศไทย

ที่มา : ดัดแปลงจาก Marine Fisheries Division, 1996

ลักษณะของเต่าหญ้า

เต่าหญ้า *Lepidochelys olivacea* เป็นเต่าทะเลที่มีขนาดเล็กที่สุด โดยมีความแตกต่างจากเต่าตนุ และเต่ากระอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากจะมีสัดส่วนความสูงของกระดองมากกว่าเมื่อเทียบกับขนาดตัวที่เล็กกว่า เต่าหญ้าที่โตเต็มวัยแล้วจะมีกระดองคล้ายรูปหัวใจค่อนข้างกลม ด้านบนของกระดองจะแบนราบ ไม่มีลวดลายบนกระดอง แต่มักมีความสับสนกับลักษณะของเต่าหัวฆ้อน *Caretta caretta* อยู่เสมอ ลักษณะเด่นของเต่าหญ้าที่เห็นได้ชัดเจนคือแผ่นเกล็ด (scute) บนหลังในแนวแผ่นเกล็ดชายโครง (lateral scute) มีมากกว่า 5 คู่ และอาจมีมากถึง 6 - 7 คู่ โดยคู่แรกจะอยู่ติดกับแผ่นเกล็ดเหนือต้นคอ (precentral) (ภาพที่ 2-2) นอกจากนี้ยังพบว่าส่วนด้านท้องบริเวณ plastal bridge จะมีรูเปิดของ Rathke's gland ที่สามารถมองเห็นได้บน inframarginal อีก 4 คู่ (ภาพที่ 2-3) ซึ่งมีข้อสันนิษฐานว่าเป็นต่อมสำหรับขับเมือกช่วยในการจำเพศหรือชนิด (Schulz, 1975) รูปร่างของกระดองเต่าหญ้าพบว่าจะมีความยาวของกระดองมากกว่าความกว้างของกระดองเล็กน้อย ขอบกระดองเรียบ มีสีเขียวปนเทาจนถึงสีเขียวมะกอก มักพบว่าตัวผู้จะมีหางที่หนาและยาวพ้นขอบกระดอง และมี claw ที่แข็งแรงด้านหน้าของขาคู่หน้า ในขณะที่กระดองของตัวเมียค่อนข้างกลมกว่าและโดยปกติแล้วจะไม่มีหางที่ยาวพ้นขอบกระดอง (ภาพที่ 2-4) (Bustard, 1972; Prichard, 1979; Marquez, 1990; Ernst, Barbour and Lovich, 1994) ซึ่งจากผลการวัดขนาดกระดองของเต่าหญ้าตัวเมีย 500 ตัวที่ขึ้นมาวางไข่ที่เมืองอิแลนดิในสาธารณรัฐซูรินาเมระหว่างปี 1970 - 1971 พบว่าความยาวของกระดองมีค่าระหว่าง 63 - 75 เซ็นติเมตร โดยเฉลี่ยจะเท่ากับ 68.5 เซ็นติเมตร ความกว้างของกระดองมีค่าระหว่าง 53 - 66 เซ็นติเมตร โดยเฉลี่ยจะเท่ากับ 60.4 เซ็นติเมตร และโดยมากเต่าหญ้ามักมีน้ำหนักไม่เกิน 50 กิโลกรัม (Schulz, 1975)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2-2 แสดงลักษณะและการเรียงของเกล็ดบนกระดองของเต่าหญ้า

หมายเลข 1 = แผ่นเกล็ดเหนือต้นคอ (precentral scute)

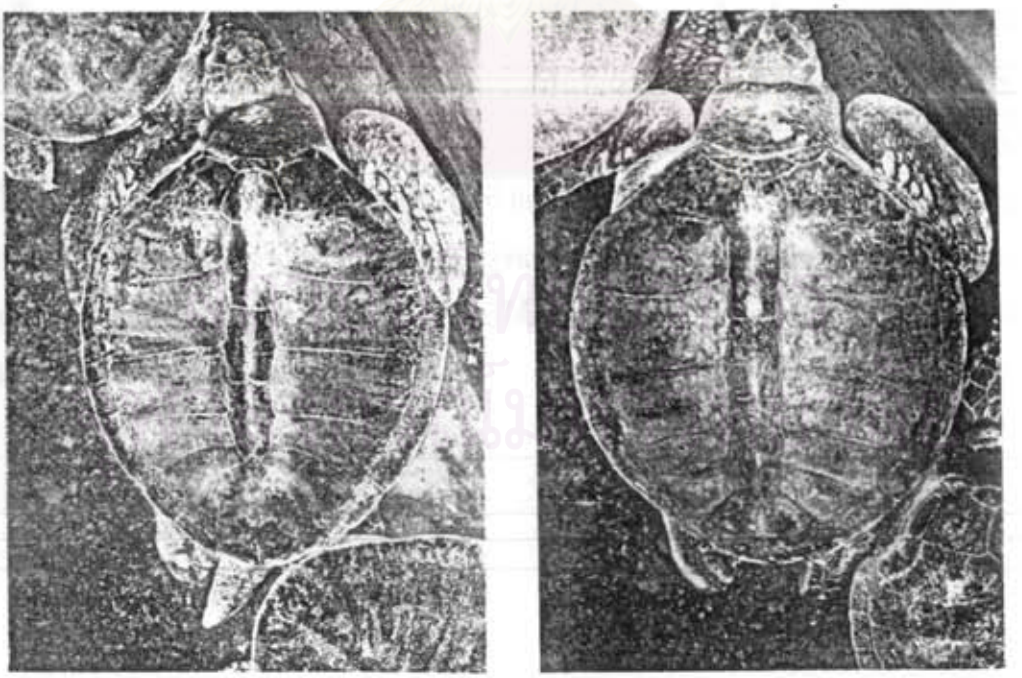
หมายเลข 2 = แผ่นเกล็ดสันหลัง (central หรือ neural scute)

หมายเลข 3 = แผ่นเกล็ดชายโครง (lateral หรือ costal scute)

หมายเลข 4 = แผ่นเกล็ดขอบกระดอง (marginal scute)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

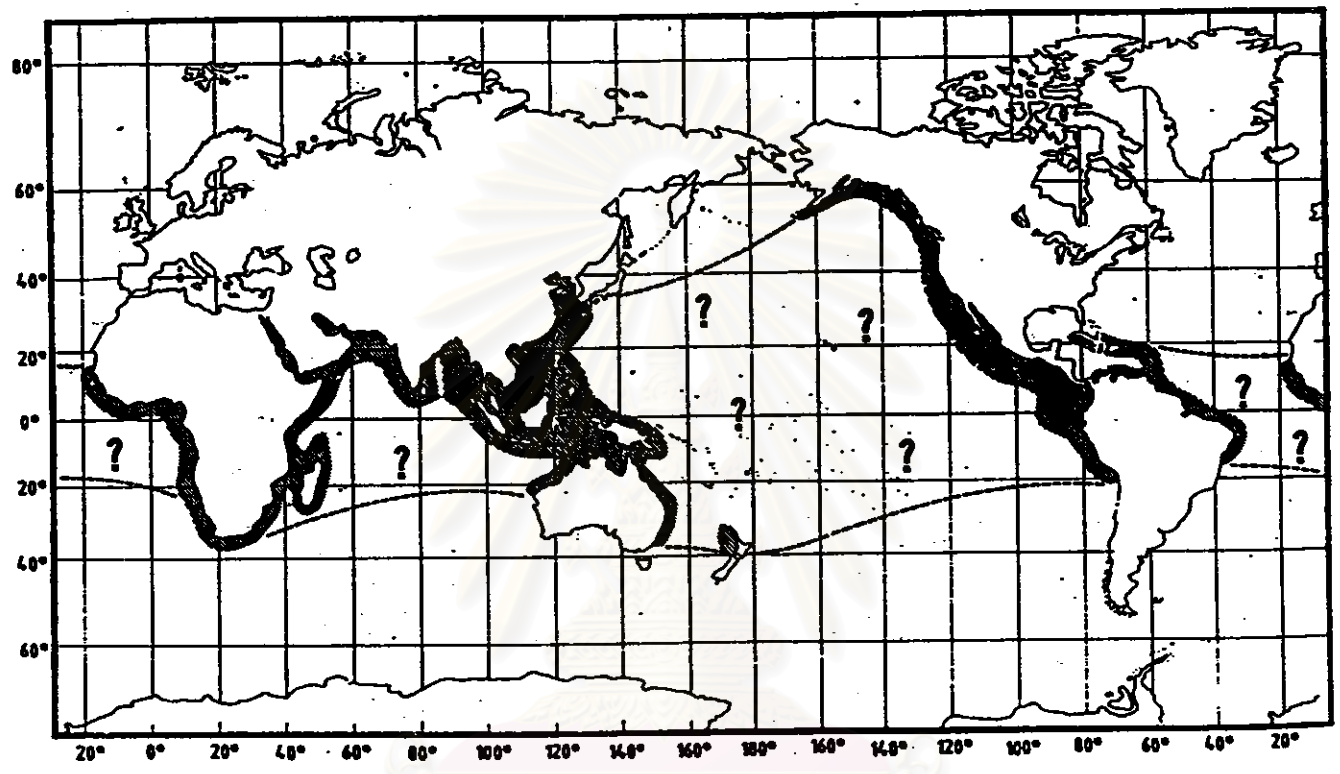
ภาพที่ 2-3 แสดงรูเปิดของ Rathke's gland บน inframarginal



ภาพที่ 2-4 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของเต่าหญ้าตัวผู้ (ซ้าย) และเต่าหญ้าตัวเมีย (ขวา)

การแพร่กระจายของเต่าหญ้า

จากรายงานการแพร่กระจายของเต่าหญ้านั้นมีขอบเขตไม่ชัดเจน เนื่องจากจะมีความสับสนกับเต่าหัวฆ้อน *Caretta caretta* เช่นใน สาธารณรัฐซูรินาเม ตั้งแต่ก่อนปี 1965 เต่าหญ้าจะถูกเรียกว่า *Caretta caretta* (Schulz, 1975) แต่ในปัจจุบันนี้มีการจำแนกชนิดที่ชัดเจนขึ้น จึงสามารถทราบถึงขอบเขตการกระจายของเต่าหญ้าชัดเจนขึ้น พบว่าเต่าหญ้ามีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณเขตอบอุ่นทางซีกโลกด้านเหนือที่มีอุณหภูมิของน้ำไม่ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2-5) โดยเฉพาะในมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออก และมหาสมุทรอินเดีย นับตั้งแต่ อาระเบีย อินเดีย ญี่ปุ่น ไมโครนีเซีย ทางตอนใต้ของแอฟริกาใต้ รวมถึงออสเตรเลีย และ นิวซีแลนด์ (Ernst, et al., 1994) นอกจากนี้ยังมีรายงานที่อ้างถึงการพบเต่าหญ้าในบริเวณต่าง ๆ เช่น คอสตาริก้า (Richard and Hughes, 1972) แองโกล่า (Carr and Carr, 1991) อ่าวกัวเนียของแอฟริกาตะวันตก (Castroviejo et al., 1994) และบริเวณที่ไกลที่สุดที่ได้มีการบันทึกว่าพบเต่าหญ้า คือ อ่าวอลาสก้า Marquez (1990) อ้างว่าจะมีเต่าหญ้าชุกชุมในบริเวณอ่าวอลาสก้าโดยเฉพาะช่วงปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนิโน่ (El nino) ซึ่งจะเห็นว่าเต่าหญ้าแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่พบในมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก ได้แก่ กลุ่มที่พบบริเวณ คอสตาริก้า และอินเดีย ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งพบในมหาสมุทรแอตแลนติกทางตอนใต้ ได้แก่ สาธารณรัฐซูรินาเม แต่ยังไม่เคยมีการศึกษาเพื่อทดสอบความแตกต่างของประชากรทั้งสองกลุ่มนี้ในระดับไมโทรคอนเดรียดีเอนเอ (Ernst, et al., 1994) เต่าหญ้าที่มีรายงานการพบส่วนมากเป็นพวกที่โตเต็มวัยแล้วดังนั้นการเดินทางระหว่างพื้นที่และการซ่อนตัวของเต่าหญ้าในระยะก่อนจะโตเต็มวัยยังคงเป็นเรื่องที่ลึกลับอยู่ Schmidt และ Inger (1957) ได้กล่าวถึงการเดินทางของเต่าหญ้าในช่วงระหว่าง "lost year" ว่าลูกเต่าหญ้าที่เกิดบนหาดในรัฐฟลอริด้าจะถูกพัดพาโดยกระแสน้ำกัลฟสตรีมไปสู่ชายฝั่งของนิวอิงแลนด์แต่จะมีลูกเต่าบางส่วนที่ถูกพาข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกไปสู่ชายหาดของยุโรป เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้เห็นว่ารายงานนี้อาจมีความสับสนเรื่องชนิดพันธุ์กับเต่าหัวฆ้อน *Caretta caretta* ก็เป็นได้



ภาพที่ 2-5 แสดงการแพร่กระจายของเต่าหญ้า *Lepidochelys olivacea* ทั่วโลก

ที่มา : Marquez, 1990

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาหารของเต่าหญ้า

จากการวิเคราะห์อาหารที่พบในกระเพาะของเต่าหญ้าที่ได้จากประเทศแม็กซิโกพบ Gastropod, Neogastropod, Crustacean ซึ่งได้แก่ Amphipods, Isopods, Decapods, และ Stomstopods เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบปลา ไข่ของปลา ซึ่งอาจเป็นไข่ของปลาไหลและปลาซาร์ดีน รวมทั้งสาหร่ายที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้อีกด้วย (Marquez, 1990) ดังนั้นอาหารของเต่าหญ้าอาจเป็นพวกกุ้งและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก และจากรายงานการศึกษาอาหารในกระเพาะของเต่าหญ้าที่จับได้ในบริเวณหาดแอสโคบิลลาในประเทศแม็กซิโกพบปู แมงกะพรุน และกุ้งในปริมาณที่เท่า ๆ กัน อีกทั้งมักมีการจับเต่าหญ้าได้โดยอวนที่ระดับความลึกประมาณ 80 - 110 เมตร จึงอาจจัดได้ว่าเต่าหญ้าเป็นพวกที่หากินอยู่ตามก้นทะเล (bottom feeder) (Mortimer, 1979)

การเกิด "Arribada"

เมื่อช่วงฤดูวางไข่เริ่มต้นขึ้น เต่าหญ้าตัวเมียนับพันตัวมารวมกลุ่มกันในบริเวณน้ำตื้น เรียกการมาชุมนุมกันของแม่เต่ามากกว่า 100 ตัว เพื่อวางไข่ในสถานที่แคบ ๆ บนหาดเดียวกันนี้ว่า "arribazon" หรือ "arribadas" ซึ่งมาจากภาษาเสปนว่า "arrival" ใช้สำหรับเรียกในปรากฏการณ์ที่น่าพิศวงที่เกิดขึ้นนี้ในประเทศแม็กซิโกและที่รัฐโอริสสา ประเทศอินเดีย ซึ่งมันมีความหมายถึง "mass-nesters" ในขณะที่เต่าหญ้าที่ขึ้นวางไข่ในช่วงเวลาอื่นนั้นจะเรียกว่าเป็น "solitary nesters" (Hughes and Richard, 1974; Marquez, 1990) และ Carr (1967) กล่าวถึงการร่วมกันเดินทางของเต่าหญ้าในมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออกไปยังชายหาดที่จะใช้เป็นสถานที่วางไข่ และเรียกพฤติกรรมในการมาชุมนุมกันในช่วงฤดูของการผสมพันธุ์นี้ว่า " arribada " ว่าเป็นเทคนิคที่จะป้องกันตัวแม่เต่าและไข่จากผู้ล่า ผลกระทบจากการวางไข่รวมกันในบริเวณแคบ ๆ นั้นพบว่า ไข่ที่ถูกวางก่อนจะได้รับความเสียหายจากการวางไข่ของแม่เต่าที่ขึ้นมาทีหลังได้ โดยการเหยียบ ย่ำลงไปบนหลุมไข่หรือการขุดซ้ำที่เดิม (Anonymous, 1996) จากการสำรวจพบว่าเต่าหญ้าที่ขึ้นมาวางไข่ตัวเดียว อันเป็นพฤติกรรมปกติในการวางไข่ของเต่าทะเลชนิดอื่น ๆ นั้น จะมีผู้ล่ามารบกวนที่หลุมวางไข่คิดเป็น 50.9 % และเมื่อลูกเต่าฟักออกจากไข่จะตกเป็นเหยื่อของผู้ล่าในบริเวณที่มีพืชปกคลุม 50 % เป็นเหยื่อของผู้ล่าบริเวณกลางหาด 46 % และเป็นเหยื่อของผู้ล่าที่บริเวณน้ำตื้น 50 % เมื่อเทียบกับจำนวนทั้งหมด แต่ในกรณีของการมี arribada จะมีผู้ล่ามารบกวนที่หลุมวางไข่เพียง 7.6 % และเมื่อลูกเต่าฟักออกจากไข่จะตกเป็นเหยื่อของผู้ล่าในบริเวณที่มีพืชปกคลุม 16.67 % เป็นเหยื่อของผู้ล่าบริเวณกลางหาด 8.21 % และเป็นเหยื่อของผู้ล่าที่บริเวณน้ำตื้น 2.7 % เมื่อเทียบกับจำนวนทั้งหมด (Eckrich and Owen, 1995)

ช่วงเวลาของการสืบพันธุ์

โดยทั่วไปแล้วช่วงเวลาของการสืบพันธุ์ของเต่าหญ้าจะแตกต่างกันไปตามสถานที่และภูมิประเทศ เช่นในประเทศแม็กซิโกจะอยู่ระหว่างเดือนมิถุนายนหรือเดือนกรกฎาคมไปจนถึงเดือนพฤศจิกายนหรือเดือนธันวาคม ส่วนใน สาธารณรัฐซูรินาเม จะอยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน (Schulz, 1975) ชายหาดพลายาแนนไซท์และชายหาดพลายาออสชั่นแนนในประเทศคอสตาริก้าจะอยู่ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคมโดยจะมีจำนวนการขึ้นวางไข่สูงสุดในเดือนธันวาคม (Hughes and Richard, 1974) ชายหาดกาลิคัทในประเทศอินเดียจะอยู่ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนมีนาคมของปีถัดไปโดยมีจำนวนการขึ้นวางไข่สูงสุดระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม (Mohan, 1986) และในประเทศไทยจะอยู่ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ มีจำนวนการขึ้นวางไข่สูงสุดในเดือนธันวาคม (Chantrapornsyl, 1992) โดยเฉลี่ยแม่เต่าหญ้า 60 % จะวางไข่ทุกปี แม่เต่า 29 % วางไข่ทุก 2 ปี และแม่เต่าอีก 11 % จะวางไข่ทุก 3 ปี แต่ตารางเวลาของการสืบพันธุ์บางครั้งจำต้องเลื่อนออกไปเนื่องจากปริมาณอาหารในฤดูนั้น ๆ และการอพยพย้ายถิ่น ดังนั้นเต่าที่เดินทางไกลจะวางไข่ทุก 2 ปี ส่วนเต่าที่ไม่มีการเดินทางจะวางไข่ทุกปี จำนวนไข่ที่วางนั้นมีจำนวนตั้งแต่ 24 ใบจนถึง 155 ใบ แต่โดยเฉลี่ยแล้วจะมีประมาณ 109 ใบต่อรัง ขนาดของไข่มีค่าอยู่ระหว่าง 32.1 - 44.7 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 30 - 38 กรัม ใช้ระยะเวลาในการฟัก 45 - 56 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ความชื้น 14 % (Marquez, 1990) ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการฟักอาจนานถึง 65 - 66 วัน (Misra, 1990) ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาวะแวดล้อม อุณหภูมิในขณะฟักจะมีบทบาทที่สำคัญในการกำหนดเพศของลูกเต่า ที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส จะทำให้ลูกเต่าหญ้าที่ได้มีอัตราส่วนของเพศเป็น 1 : 1 แต่ถ้าอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส ส่วนมากมักเป็นตัวผู้ และที่ 32 องศาเซลเซียสส่วนมากมักเป็นตัวเมีย (Marquez, 1990)

การคำนวณประชากรของเต่าหญ้า

จากการคำนวณวงจรชีวิตของเต่าหญ้าที่ขึ้นมาวางไข่บริเวณหาดในประเทศแม็กซิโกพบว่าเต่าหญ้าจะสามารถสืบพันธุ์ได้เมื่ออายุราว 7 - 8 ปี โดยมีระยะห่างของช่วงฤดูวางไข่แต่ละครั้งนาน 1.3 ปี ในแต่ละช่วงฤดูผสมพันธุ์เต่าหญ้าจะวางไข่ 2 - 4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันประมาณ 14 - 28 วัน วางไข่เฉลี่ย 95 ฟองต่อครั้ง ใช้เวลาในการฟักประมาณ 45 - 55 วัน มีการประมาณว่าลูกเต่าที่สามารถลงสู่ทะเลได้มีอัตราการอยู่รอดเท่ากับ 0.8 และลูกเต่าที่สามารถมีชีวิตรอดอยู่จนถึง 60 วัน หรือ 0.17 ปี มีอัตราการอยู่รอดเท่ากับ 0.592 และมีการตายเท่ากับ 0.521 ซึ่งเมื่ออายุมากขึ้นอัตราการอยู่รอดของลูกเต่าจะลดลงเรื่อยๆ (Marquez et al., 1979)

Cliffton, Cornejo และ Felger (1979) สามารถประมาณจำนวนของประชากรอย่างน้อยที่สุดของแม่เต่าหญ้าในประเทศแม็กซิโกตะวันตกในปี 1969 ได้ 593,667 ตัวจากการคำนวณดังนี้

$$N = (x)(m)/(p)(t)$$

เมื่อกำหนดให้ N เป็นค่าโดยประมาณของจำนวนแม่เต่าทั้งหมดของกลุ่มประชากรในประเทศแม็กซิโกปี 1969

x คือค่าเฉลี่ยของจำนวนเต่าหญ้าตัวเมียในแต่ละ arribada จากแหล่งวางไข่ 3 แห่งได้แก่ La Escobilla, Piedra de Tlacoyunque และ El Playon de Mismaloya ในปี 1968, 1969 และ 1970 (x = 137,000)

m ระยะห่างของช่วงฤดูวางไข่ Marquez และคณะ (1979) ประมาณว่ามีค่าเท่ากับ 1.3 ปี

p สัดส่วนของตัวเมียที่ขึ้นมาวางไข่ในแต่ละ arribada (p = 0.6)

t สัดส่วนของรังต่อหาดทั้งหมดในประเทศแม็กซิโก (t = 0.5)

เมื่อแทนค่าตัวเลขที่กำหนดในสูตรจะได้

$$N = (137,000)(1.3)/(0.6)(0.5) = 593,667$$

ซึ่งถ้าประมาณว่าอัตราส่วนของตัวผู้ต่อตัวเมียเป็น 50 : 50 ตัว เพราะฉะนั้นจำนวนประชากรที่น้อยที่สุดของเต่าหญ้าในประเทศแม็กซิโกตะวันตกจะเท่ากับ 1,187,334 ตัว และสำหรับเต่าชนิดอื่นที่ไม่มี arribada เช่น เต่าตนุ *Chelonia mydas* จะใช้สูตรในการประมาณค่าดังนี้

$$Y = (u)(r)/(n)(s)$$

เมื่อกำหนดให้ Y เป็นค่าโดยประมาณของจำนวนแม่เต่าทั้งหมดของกลุ่มประชากร

u จำนวนเฉลี่ยของไข่ทั้งหมดในหนึ่งฤดูวางไข่ (จากการประมาณตั้งแต่ปี 1977 - 1979 มีค่าเท่ากับ 750,000)

r ระยะห่างของช่วงฤดูวางไข่ Marquez และคณะ (1979) ประมาณว่ามีค่าเท่ากับ 1.8 - 3.0 ปี

n จำนวนเฉลี่ยของหลุมไข่ของแม่เต่า 1 ตัวในหนึ่งฤดูวางไข่ (n = 4)

s จำนวนไข่โดยเฉลี่ยต่อรัง (s = 66)

เมื่อแทนค่าตัวเลขที่กำหนดลงในสูตรจะได้

$$Y = (750,000)(1.8)/(4)(66) = 5,114 \text{ ตัว}$$

และ

$$Y = (750,000)(3.0)/(4)(66) = 8,523 \text{ ตัว}$$

ซึ่งสามารถประมาณจำนวนประชากรอย่างต่ำสุดของแม่เต่าตนุในประเทศแม็กซิโกได้ว่าอยู่ระหว่าง 5,114 ตัวถึง 8,523 ตัว

จำนวนของเต่าทะเลที่ขึ้นมาวางไข่ในแต่ละปีจะสามารถใช้บอกขนาดของประชากรเต่าทะเลได้โดยประมาณ และจำนวนรังที่ถูกวางจะสามารถบอกขนาดประชากรของเต่าทะเลที่มีอายุอยู่ในช่วงของการสืบพันธุ์ได้เช่นกัน ถ้าจำนวนรังลดลงแสดงว่าเต่าตัวเมียที่มีอายุอยู่ในช่วงของการสืบพันธุ์ลดลงมักเกิดจากการนำเต่าทะเลมาใช้ประโยชน์มากเกินไป ในทางตรงกันข้ามถ้ามีจำนวนรังเพิ่มขึ้นจะแสดงว่ามีเต่าที่โตเต็มวัยแล้วเพิ่มขึ้น (Anonymous, 1996)

การใช้ประโยชน์จากเต่าทะเล

ได้มีการนำเต่าทะเลมาใช้ประโยชน์หลายประการ เช่น เนื้อนำมาทำเป็นอาหาร น้ำมันนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมบางประเภทและความนิยมนำกระดองของเต่ากระ *Eretmochelys imbricata* มาทำเป็นเครื่องประดับ มีรายงานว่าชาวประมงบริเวณอ่าวมาดากัสกานิยมนำเต่าหญ้าและเต่าทะเลชนิดอื่น ๆ มาทำอาหาร (Rakotonirina and Cooke, 1994) นอกจากนี้แล้วยังมีการเก็บไข่เต่าเพื่อนำมาบริโภค การเก็บไข่ของเต่าหญ้ามีทั้งที่เก็บอย่างถูกกฎหมาย เช่นใน ประเทศมาเลเซีย ประเทศฟิลิปปินส์ สาธารณรัฐซูรินาเม และประเทศฮอนดูรัส ในบริเวณที่ผิดกฎหมาย ได้แก่ ประเทศแม็กซิโก ประเทศคอสตาริก้า ประเทศอินเดีย และในบริเวณอื่น ๆ ซึ่งโดยเฉลี่ยทั่วโลกมีการเก็บไข่เต่าทะเลนับล้านฟองต่อปี ในปี 1979 แม่เต่าจำนวน 150,000 ตัวที่ขึ้นมาวางไข่บนชายฝั่งทางตะวันตกของอินเดียถูกฆ่านับพันตัว รวมทั้งการเก็บไข่อีกเป็นจำนวนมาก (Ross, 1979) และจากรายงานผล

ผลิตไข่เต่าทะเลของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2521 - 2527 ดังตารางที่ 2-1 แสดงจำนวนไข่เต่าทะเลที่ได้รับแจ้งจากการให้สัมภาษณ์ในการเก็บไข่เต่าทะเลทั่วประเทศไทย และจำนวนไข่เต่าทะเลที่ได้รับแจ้งจากการให้สัมภาษณ์ในการเก็บไข่เต่าทะเลในจังหวัดพังงาระหว่างปี 2527 - 2539 ดังแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-1 จำนวนไข่เต่าทะเลที่เก็บได้ในแต่ละปีจากรายงานผลผลิตไข่เต่าทะเลของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2521 - 2527

จังหวัด	ปี 2521 (ฟอง)	ปี 2522 (ฟอง)	ปี 2523 (ฟอง)	ปี 2524 (ฟอง)	ปี 2525 (ฟอง)	ปี 2526 (ฟอง)	ปี 2527 (ฟอง)
ระยอง	-	-	-	-	200	100	80
ชลบุรี	-	36,435	31,595	29,670	60,797	38,374	45,729
สงขลา	-	-	399	128	100	110	110
นราธิวาส	-	1,900	1,240	-	-	-	-
ปัตตานี	-	4,900	-	-	-	-	-
ระนอง	-	-	-	-	6,000	-	-
พังงา	-	48,600	78,036	130,000	70,000	33,600	29,200
ภูเก็ต	-	5,600	12,600	9,000	800	5,200	1,760
กระบี่	-	-	40,500	4,080	5,800	10,800	5,400
ตรัง	-	6,080	6,588	5,900	6,100	6,750	7,700
รวม	70,164	103,515	284,758	178,778	157,397	94,934	89,979

ที่มา : ฝ่ายสถิติการประมง, 2529

ตารางที่ 2-2 จำนวนไข่เต่าทะเลที่ได้รับแจ้งจากการให้สัมปทานเก็บไข่เต่าทะเล จังหวัดพังงา ระหว่างปี 2527 - 2540

ปีพ.ศ.ที่ว่าประมูล (คราวละ 3 ปี)	อำเภอ (จำนวนฟอง)				หมายเหตุ
	ตะกั่วทุ่ง	ท้ายเหมือง	คุระบุรี	รวม (ฟอง)	
2527 - 2530	-	1,786	1,426	3,212	
2530 - 2533	646	464	4,200	5,310	
2533 - 2534	-	-	-	-	ไม่มีผู้มาขึ้นซองประมูล
2534 - 2537	331	-	510	841	
2537 - 2540	-	-	-	-	ไม่มีผู้มาขึ้นซองประมูล
รวม (ฟอง)	977	2,250	6,136	9,363	

ที่มา : ชุมเจตน์ กาญจนเกษร, 2539

และความเชื่อที่ว่าการบริโภคไข่เต่าทะเลจะช่วยเสริมสร้างให้ร่างกายแข็งแรงนั้น จากการตรวจวัดคุณค่าทางอาหารที่แสดงในรายงานคุณค่าทางอาหารของอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัมโดยกองโภชนาการ กรมอนามัย ปี 2521 พบว่า ไข่เต่า (ทั้งฟอง) จะมีคุณค่าทางอาหาร 148 หน่วยแคลลอรีต่อ 100 กรัม และ ไข่เต่าจาระเม็ด มีคุณค่าทางอาหาร 121 หน่วยแคลอรีต่อ 100 กรัม ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับการเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารกับไข่ไก่และไข่เป็ด จากตัวอย่าง 100 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 2-3 จะเห็นว่าคุณค่าทางอาหารของไข่เต่าที่ร่างกายจะได้รับจากการบริโภคนั้น ไม่ได้มีความแตกต่างจากคุณค่าทางอาหารที่ได้รับจากไข่ไก่และไข่เป็ด อีกทั้งไข่เต่ายังให้ แคลเซียม โปรตีน และแคลอรี ที่ต่ำกว่าไข่ไก่และไข่เป็ดอีกด้วย จากผลของความเชื่อที่ไม่ถูกต้องนี้ล้วนส่งผลต่อการลดลงของจำนวนประชากรเต่าหญ้าและเต่าทะเลชนิดอื่นแทบทั้งสิ้น

ตารางที่ 2-3 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของไข่เค็ม ไข่ไก่ และไข่เป็ด
(จากตัวอย่าง 100 กรัม)

	ไข่ไก่	ไข่เค็ม	ไข่เป็ด
ขี้เถ้า (%)	0.98	1.11	1.03
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	125.93	93.58	156.12
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	204.39	227.85	214.46
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.60	1.95	0.91
ความชื้น (กรัม)	74.88	79.03	69.43
โปรตีน (กรัม)	12.61	11.80	12.88
องค์ประกอบอื่น ๆ (กรัม)	10.00	8.24	14.32
คาร์โบไฮเดรต (มิลลิกรัม)	1.53	-	-
เส้นใย (กรัม)	-	-	-
แคลอรี	146.56	121.36	189.76
ส่วนที่กินได้ (%)	86.36	92.80	87.37
วิตตามิน B1 (ไมโครกรัม)	100	4453	ไม่แสดงผล
วิตตามิน B2 (ไมโครกรัม)	290	442	ไม่แสดงผล

ที่มา : Penyapol, 1957

จากการใช้ประโยชน์จากเต่าทะเลและไข่เต่าทะเลอย่างมาก รวมถึงการรบกวนแหล่งวางไข่ ของเต่าทะเล มีผลทำให้จำนวนเต่าทะเลที่ขึ้นมาวางไข่ลดลงอย่างรวดเร็ว จากการสำรวจปริมาณการวางไข่ของเต่าหญ้าพบว่าระหว่างปี 1979 - 1990 หมู่เกาะพระทอง จังหวัดพังงา มีปริมาณการวางไข่ลดลง 82 % และลดลงถึง 87 % ในปี 1993 ในระหว่างปี 1978 - 1993 หาดท้ายเหมืองจังหวัดพังงา มีปริมาณการวางไข่ลดลง 10 % และลดลง 68 % ในปี 1993 ระหว่างปี 1978 - 1983 หาดบนเกาะภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต มีปริมาณการวางไข่รวมทุกหาดลดลง 70 % และลดลงเป็น 88 % ในปี 1993 ดังแสดงในตารางที่ 2-4 (Chantrapornsyl, 1992; Chantrapornsyl, 1996)

ตารางที่ 2-4 แสดงจำนวนหลุมวางไข่ของเต่าหญ้าที่ขึ้นวางไข่บนแหล่งวางไข่ทางฝั่งทะเลอันดามัน ในระหว่างปี 2521 - 2536

ปี (พ.ศ.)	แหล่งวางไข่ (จำนวนหลุมไข่)		
	เกาะพระทอง จังหวัดพังงา	หาดท้ายเหมือง จังหวัดพังงา	เกาะภูเก็ต
2521	-	273	124
2522	238	227	125
2523	182	308	86
2524	173	265	94
2525	142	246	70
2526	117	-	37
2527	121	-	-
2528	76	-	-
2529	67	-	-
2530	75	-	-
2531	67	-	-
2532	50	-	-
2533	42	-	-
2534 - 2535	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
2536	31	77	15
รวม (หลุม)	1,381	1,396	551

ที่มา : ดัดแปลงจาก Chantrapornsyl, 1992 และ Chantrapornsyl, 1996

ความสัมพันธ์ของขนาดเม็ดทรายทรายกับการขึ้นวางไข่ของเต่าทะเล

จากการศึกษาองค์ประกอบของทรายที่เกาะแอสเซนชั่นซึ่งเป็นหาดที่มีแม่เต่าตนุใช้ในการวางไข่จำนวนมาก พบว่าเม็ดทรายที่เกาะมีขนาดเฉลี่ยดังตารางที่ 2 - 5 และมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 7.4 - 8.48 ค่าองค์ประกอบของสารอินทรีย์อยู่ระหว่าง 0.5 - 9.3 % ค่าของแคลเซียมคาร์บอเนตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.9 $\pm$ 9.2 จากการสำรวจสามารถสรุปได้ว่า ในที่ไม่มีการรบกวนของผู้ล่าเต่าในครอบครัว Cheloniidae จะสามารถวางไข่ได้ทั้งในทรายที่หยาบและทรายละเอียด แต่เนื่องจากพฤติกรรมในการแบ่งใช้พื้นที่กับเต่ามะเฟืองที่มักวางไข่บนทรายที่ค่อนข้างหยาบ เต่าในครอบครัว Cheloniidae จึงมักเลือกวางไข่บนหาดทรายค่อนข้างละเอียดกว่า (Stancyk and Ross, 1978)

ตารางที่ 2-5 แสดงค่าเฉลี่ยขนาดของเม็ดทรายที่เกาะแอสเซนชั่น

ขนาดเม็ดทราย (มิลลิเมตร)	เปอร์เซ็นค่ากลางของขนาดเม็ดทราย (มิลลิเมตร) โดยน้ำหนัก
> 1.0	29.8 $\pm$ 7.1
1.0 - 0.5	47.7 $\pm$ 6.3
0.5 - 0.25	18.7 $\pm$ 6.9
0.25 - 0.125	3.3 $\pm$ 2.4
0.125 - 0.088	0.4 $\pm$ 0.3
< 0.088	0.6 $\pm$ 0.3

การเลือกใช้หาดเพื่อใช้ในการวางไข่ของเต่าทะเลนั้นจำต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น พื้นที่ที่จะถูกน้ำท่วมถึง ปริมาณอ็อกซิเจน ปริมาณน้ำในทราย และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่อการพัฒนาเป็นตัวของลูกเต่าทะเล ไข่ของเต่าตนุที่ฟักอยู่ในทรายมีความต้องการอ็อกซิเจนเพื่อใช้ในการพัฒนาของตัวอ่อนที่อยู่ภายในไข่ โดยอ็อกซิเจนนั้นได้มาจากอากาศที่แพร่ผ่านเข้ามาตามช่องว่างของเม็ดทราย การระบายอากาศที่เกิดขึ้นภายใต้พื้นทรายนั้นเกิดขึ้นได้จากการขึ้นลงของน้ำทะเลซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายเครื่องระบายอากาศให้กับหลุมไข่ แล้วยังอาจเกิดขึ้นภายหลังฝนตกด้วย น้ำฝนที่ตกลงมาจะซึมลงไปแทนที่อากาศที่มีอยู่เดิมในทรายและชักน้ำเอาอากาศใหม่ที่ตามหลังลงมาสู่พื้นทราย ลูกเต่าที่กำลังพัฒนาอยู่ในไข่จะมีความต้องการปริมาณอ็อกซิเจนประมาณ

0.113 มิลลิกรัมต่อกรัมต่อชั่วโมง และความต้องการจะเพิ่มมากขึ้น 3 - 4 เท่าเมื่อลูกเต่าพยายามที่จะออกจากรัง ซึ่งโดยปกติลูกเต่าที่อยู่ในสภาวะปกติมีความต้องการอ๊อกซิเจนประมาณ 0.099 มิลลิกรัมต่อกรัมต่อชั่วโมงต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 0.337 มิลลิกรัมต่อกรัมต่อชั่วโมงต่อชั่วโมง เปลือกไข่เต่าตนุที่มีความหนาประมาณ 0.33 มิลลิเมตร มีอ๊อกซิเจนผ่านเปลือกไข่ได้ประมาณ 15.5 มิลลิเมตรปรอทต่อมิลลิเมตร และจากสมติฐานที่ว่าตัวอ่อนที่อยู่ในไข่จะดูดซึมแคลเซียมจากเปลือกนำไปใช้จึงสนับสนุนสมมุติฐานที่ลูกเต่าต้องการทำให้เปลือกบางลงเพื่อให้ปริมาณอ๊อกซิเจนที่ผ่านเข้าไปในเปลือกเพิ่มขึ้น (Prange and Ackerman, 1974)

สิ่งที่พบว่ามีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จของการขุดหลุมของแม่เต่าได้แก่ความชื้นหรือปริมาณน้ำในทราย หรือการมีขนราก (root hair) ที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของทรายขณะที่แม่เต่าขุดหลุม จึงมักพบว่าแม่เต่าจะขุดหลุมในบริเวณที่ทรายมีความชื้นค่อนข้างมาก หรือถ้าทรายมีความชื้นน้อยแม่เต่าจะขุดทรายในบริเวณที่มีขนรากแทน ความล้มเหลวของรังจึงเกิดขึ้นจากมีรากไม้หรือขอนไม้ขนาดใหญ่ในทราย หลุมที่ขุดขึ้นยุบตัวลง เนื่องจากความชื้นมีน้อยเกินไปทำให้ทรายร่วนมากเกินไปไม่เกาะกัน ซึ่งสามารถแสดงค่าเป็นดัชนีของการประสบความสำเร็จในการฟักออกเป็นตัวได้ดังตารางที่ 2-6 และอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของการฟักของไข่คือ อุณหภูมิ ซึ่งอุณหภูมิที่ให้ผลสูงสุดในการฟักไข่ของเต่าตนุ อยู่ระหว่าง 27 - 32 องศาเซลเซียส และในระยะก่อนที่ลูกเต่าจะฟักออกจากไข่พบว่าอุณหภูมิจะสูงขึ้นประมาณ 2 องศาเซลเซียสคาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากกระบวนการสร้างความร้อน ปริมาณคลอไรด์ไม่ได้เป็นปัจจัยจำกัดของการฟักยกเว้นในกรณีที่มีความเข้มข้นสูงมาก (Bustard and Greenham, 1968)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-6 แสดงค่าดัชนีของการประสบความสำเร็จในการขุดหลุมบนหาดทรายที่มีความชื้นและปริมาณขนรากที่แตกต่างกัน

ประสบความสำเร็จ	ค่าดัชนี	ไม่ประสบความสำเร็จ	ค่าดัชนี
ทรายชื้น และมีขนรากมาก	7	ทรายค่อนข้างแห้ง และมีขนรากน้อย	2
ทรายชื้น และมีขนรากพอสมควร	6	ทรายแห้ง และมีขนรากมาก	1
ทรายชื้น และมีขนรากน้อย	5	ทรายแห้ง และมีขนรากพอสมควร	0
ทรายค่อนข้างแห้ง และมีขนรากมาก	4	ทรายแห้ง และมีขนรากน้อย	0
ทรายค่อนข้างแห้ง และมีขนรากพอสมควร	3		

ลักษณะของทราย

องค์ประกอบที่สำคัญและพบเห็นมากที่สุดของชายหาดคือ เม็ดทราย ทรายเกิดขึ้นจากการกัดเซาะของแผ่นดิน ต่อมาได้ถูกพัดพาเข้ามายังทะเลหรือแม่น้ำ ก่อนที่จะถูกนำขึ้นยังชายฝั่ง มีชนิดของเม็ดทรายที่สำคัญอยู่ 2 ชนิด คือ ควือซ หรือ ซิลิกา ได้มาจากการกัดเซาะของพื้นดิน มีความหนาแน่นเพียง 2.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตรและชนิดที่ 2 คือ คาร์บอนเนต ซึ่งได้มาจากการสึกกร่อนของสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น จากโครงกระดูกหรือส่วนแข็งของสัตว์ มีความหนาแน่น 2.7 - 2.95 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร ซึ่งทรายควือซมักจะมีรูปร่างกลมกว่าจึงจมตัวลงได้เร็วกว่าแคลเซียมคาร์บอนเนตที่มีรูปร่างไม่เป็นระเบียบ ซึ่งในการวัดขนาดของเม็ดทรายมักใช้ค่าขนาดของ Wentworth เป็นมาตรฐาน ดังตารางที่ 2-7 โดยคำนวณค่า ดังนี้ (Brown and McLachlan, 1990) เมื่อค่า ϕ หมายถึง หน่วยวัดขนาดตะกอนเป็น ไพยูนิต

$$\phi = -\log_2 \text{ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)}$$

ตารางที่ 2-7 การวัดขนาดของตะกอนด้วยค่าของ Wintworth

ลักษณะ	ชื่อเรียก	ช่วงของขนาดของ Wintworth (ϕ)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
Gravel	Boulder	< -8	> 256
	Cobble	-6 to -8	64 to 256
	Pebble	-2 to -6	4 to 64
	Granule	-1 to -2	2 to 4
Sand	Very coarse	0 to -1	1.0 to 2.0
	Coarse	1 to 0	0.5 to 1.0
	Medium	2 to 1	0.25 to 0.50
	Fine	3 to 2	0.125 to 0.25
	Very fine	4 to 3	0.0625 to 0.125
Mud	Silt	8 to 4	0.0039 to 0.0625
	Clay	> 8	< 0.0039

ที่มา : ดัดแปลงจาก Brown and McLachlan, 1990

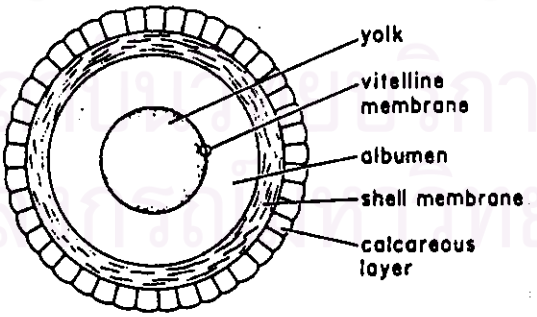
ความชันของหาด

องค์ประกอบของหาดอีกอย่างหนึ่งคือ ความชันของหาด ซึ่งเกิดขึ้นจากอิทธิพลของคลื่นลม Bearman (1989) กล่าวว่า หาดที่มีทรายละเอียดมักมีความชันต่ำกว่าหาดที่มีทรายหยาบ เนื่องจากน้ำทะเลที่พัดเข้ามาบนหาดที่มีทรายละเอียดไม่สามารถซึมผ่านพื้นทรายลงไปได้ง่ายและเมื่อไหลย้อนกลับจะนำเอาทรายส่วนหนึ่งกลับไปด้วย แต่บนหาดที่มีทรายหยาบน้ำทะเลจะสามารถซึมผ่านผิวทรายได้ดีกว่าทรายละเอียดประกอบกับทรายหยาบจะมีอนุภาคใหญ่ และมีน้ำหนักมากกว่าทรายละเอียด เมื่อไหลย้อนกลับจะไม่สามารถนำเอาทรายกลับไปมากนัก หาดทรายจึงมักมีความชันสูง ในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตมรสุม เมื่อมีคลื่นแรงในฤดูมรสุม แรงคลื่นจะทำให้ทรายฟุ้งขึ้นมาและส่วนหนึ่งถูกพาออกไปนอกชายฝั่งขณะที่คลื่นไหลย้อนกลับ และกองอยู่ในบริเวณที่ห่างออกไป เมื่อหมดฤดูมรสุมคลื่นลดแรงลง ทรายที่กองอยู่ห่างจากฝั่งออกไปจะถูกนำกลับเข้ามายังชายหาดอีกครั้ง ทำให้ชายหาดมีความชันน้อยลง (สุรพล สุดารา ติดต่อส่วนตัว)

การศึกษาสัณฐานวิทยาของเปลือกไข่

เปลือกไข่เป็นส่วนที่ห่อหุ้มด้านนอกสุดซึ่งมีไข่ขาวและไข่แดงบรรจุอยู่ภายใน เปลือก ไข่จะประกอบไปด้วยชั้นย่อยต่างๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์เลื้อยคลาน Packard และ Hirsh (1986) พบว่าเปลือกไข่ของสัตว์เลื้อยคลานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชั้น คือ ชั้น Calcareous จะปกคลุมด้านบนของชั้น Fibrous Shell Membrane (ภาพที่ 2-6) และจากการศึกษาเปลือกไข่ของเต่า *Chaelydra serpentina* สามารถแบ่งเปลือกไข่ออกได้เป็นชั้น Mineral และชั้น Shell Membrane (Packard, 1980) เช่นเดียวกับในเต่าวงศ์ Kinosternids ได้แก่ *Sternotherus minor*, *Kinosternon flavescens*, *K. baurii*, *K. hirtipes*, และ *K. alamosae* (Packard and Hirsch, 1984) แต่ในตะพาบ *Trionyx spiniferus* นั้นเปลือกสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้น Calcareous ชั้น Inner Shell Membrane และชั้น Outer Shell Memebrane (Packard and Packard, 1979) เมื่อพิจารณาที่ชั้น Calcareous จากการตรวจสอบด้วยรังสีเอกซ์พบว่าเกิดจากการจัดเรียงตัวของ Shell Unit ในแนวระนาบ ซึ่ง Shell Unit ของเปลือกไข่ของเต่านั้นเกิดจากการตกตะกอนของแคลเซียมคาร์บอนเนตมีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มที่เรียงตัวอยู่ในรูปของ Aragonite หรือ Orthorhombic ซึ่งเริ่มจากจุดกำเนิดที่อยู่บนชั้น Shell Membrane แล้วแผ่ออกโดยรอบ (radial) ซึ่งขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการสร้างเปลือก (Roberts and Sharp, 1985) จากการศึกษาเปลือกไข่ของเต่าตนุ *Chelonia mydas* โดย Solomon และ Baird (1976) ยังพบตะกอนของแคลไซท์มีปริมาณน้อยกว่า 5 % กระจายอยู่ทั่วไปบนเปลือกไข่ ซึ่งคาดว่าจะเป็นส่วนที่เกิดการตกตะกอนก่อนที่จะมีการตกผลึกของแคลเซียมคาร์บอนเนตตามมาเป็นอันดับสอง การจัดเรียงตัวของ Shell Unit นั้นทำให้สามารถจัดแบ่งประเภทของไข่ซึ่งสามารถจำแนกออกได้โดยสังเขป คือ เปลือกแข็ง (Rigid Eggshell) และ เปลือกที่ยืดหยุ่นได้ (Flexible Eggshell) จากการศึกษาพวกที่มีเปลือกแข็ง เช่น เต่าในวงศ์ Carettochelidae, Chelidae, Dermatemydidae, Kinosternidae, Testudinidae, และ Trionychidae เป็นต้น ส่วนพวกที่มีเปลือกที่ยืดหยุ่นได้ เช่น วงศ์ Cheloniidae, Chelydridae และ Dermochelyidae เป็นต้น ส่วนวงศ์ Pelomedusidae และ Emydidae จะพบทั้งสองประเภท (Packard and Hirsch, 1986) และจากการศึกษาโครงสร้างของเปลือกไข่เต่าที่พบในประเทศไทยบางชนิดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราดโดย วิเชฎฐ์ คนซื่อ (2536) จำแนกลักษณะออกเป็น 2 กลุ่มคือ พวกที่มีเปลือกแข็ง ได้แก่ วงศ์ Testudinidae คือ เต่าหกคำ *Manouria emys phayrei* วงศ์ Emydidae เช่น เต่าทับ *Cuora amboinensis* เต่าบัว *Hieremys annandalii* เต่าหวาย *Heosemys grandis* เต่านา *Malayemys subtrijuga* เต่ากระอาน *Batagur basga* และเต่าลายตีนเป็ด *Callagur borneoensis* และวงศ์ Trionychidae เช่น ตะพาบน้ำ *Amyda cartilaginea* ในกลุ่มเปลือกที่ยืดหยุ่นได้ ได้แก่ วงศ์ Cheloniidae เช่น เต่าตะนุ *Chelonia mydas* และเต่ากระ *Eretmochelys imbricata* เมื่อพิจารณา

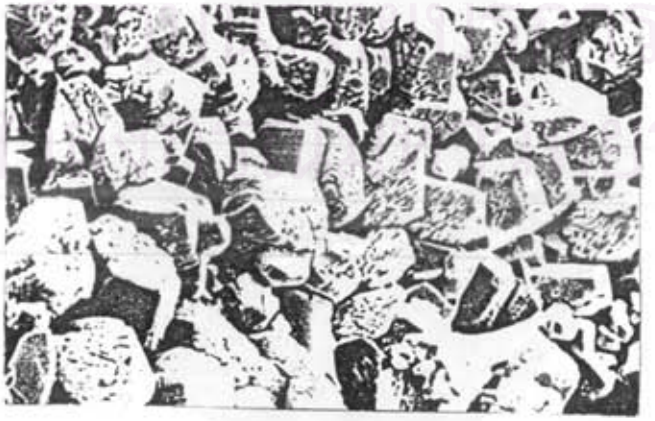
ลักษณะภายนอกของเปลือกในกลุ่มพวกที่มีเปลือกแข็งที่ชั้น Calcareous พบว่า เปลือกไข่ของ เต่าหกดำ *Manouria emys phayrei* เต่าหับ *Cuora amboinensis* เต่านา *Malayemys subtrijuga* เต่ากระอาน *Batagur basga* เต่าลายตีนเป็ด *Callagur borneoensis* และตะพาบน้ำ *Amyda cartilaginea* สามารถมองเห็นขอบเขตของ Shell Unit ได้ทั้งที่เป็น Shell Unit เดี่ยวและกลุ่มของ Shell Unit มารวมกัน ส่วนเปลือกไข่ของ เต่าบัว *Hieremys annandalii* และ เต่าหวาย *Heosemys grandis* ไม่สามารถมองเห็นขอบเขตของแต่ละ Shell Unit ได้จะเห็นเพียงลวดลายบนพื้นผิวที่เกิดปุ่มนูนและแอ่งตื้นเท่านั้น นอกจากนี้แล้วยังพบรูขนาดค่อนข้างใหญ่อยู่ห่างเป็นระยะทำให้ Shell Unit เรียงตัวไม่ชิดกัน เมื่อพิจารณาการจัดเรียงตัวของผลึกภายในแต่ละ Shell Unit ที่มีลักษณะผิวหน้าเรียบหรือค่อนข้างเรียบได้แก่ เต่าหกดำ *Manouria emys phayrei* เต่าบัว *Hieremys annandalii* เต่าหวาย *Heosemys grandis* เต่าลายตีนเป็ด *Callagur borneoensis* และ เต่ากระอาน *Batagur basga* ส่วนเต่าหับ *Cuora amboinensis* เต่านา *Malayemys subtrijuga* และ ตะพาบน้ำ *Amyda cartilaginea* นั้นผิวด้านบนของ Shell Unit จะแหลมคล้ายเข็ม ในกลุ่มของเปลือกที่ยืดหยุ่นได้นั้น ผิวด้านนอกของ Shell Unit มีลักษณะกลม นูนขึ้นตรงกลาง และมีขนาดแตกต่างกันออกไป มีการจัดเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ มีรูหรือช่องว่างจำนวนมากเป็นสาเหตุให้เปลือกไข่มีคุณสมบัติในการยืดหยุ่น Paul Van Dijk (1990) กล่าวว่า Shell Unit หรือ Spherite ของ เปลือกที่ยืดหยุ่นได้มีขนาดเล็ก เตี้ย และมีส่วนที่เป็นช่องว่างกว้าง ส่วน Shell Unit หรือ Spherite ของพวกที่มีเปลือกแข็ง จะมีขนาดใหญ่และอยู่เบียดชิดกัน



ภาพที่ 2-6 แสดงการแบ่งชั้นของเปลือกไข่ของสัตว์เลื้อยคลาน

ผลของสารอาหารต่อโครงสร้างเปลือก

นอกจากลักษณะและโครงสร้างของเปลือกไข่ที่สามารถบ่งบอกถึงความแตกต่างของชนิดแล้ว ยังจะสามารถบ่งบอกถึงสภาวะของแม่เต่าได้ ซึ่งการแสดงออกของเปลือกไข่จะขึ้นอยู่กับสารอาหารที่แม่เต่าได้รับ ดังเช่นความหนาของเปลือกชั้น Calcareous ของสัตว์ปีกจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของสารอาหารที่ได้รับขณะกินอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินดี และ อาจรวมถึง แมกนีเซียม อีกด้วย แต่อย่างไรก็ดีความสามารถที่จะนำเอาสารอาหารมาใช้ประโยชน์ในกระบวนการสร้างไข่จะไม่เท่ากันในแต่ละตัว และยังขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพภายในร่างกายในกระบวนการจัดการ การเสริมสร้างเนื้อเยื่อ การหลั่ง และการขับออก ซึ่งแคลเซียมที่ได้รับในสภาพปกติจะมีสัดส่วนที่เพียงพอในการใช้สร้างเปลือกให้มีความหนาที่เหมาะสม ถ้าได้รับแคลเซียมในปริมาณที่มากจนเกินไปจะลดประสิทธิภาพการนำมาใช้ประโยชน์ และจะเป็นอัตรายต่อร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งจะทำให้เปลือกไข่เสียรูปได้ (Romanoff and Romanoff, 1949; Packard and Packard, 1988) จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะเปลือกไข่ของเต่าตนุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราดพบว่าจะมีความแตกต่างของลักษณะของเปลือกไข่ระหว่างไข่เต่าจากธรรมชาติและไข่เต่าในบ่อเลี้ยงโดยไข่ของเต่าในธรรมชาติจะมีการตกผลึกของแคลเซียมคาร์บอนเนตในรูปของ Aragonite เท่านั้น ส่วนไข่ของเต่าในบ่อเลี้ยงจะมีตกผลึกของแคลไซท์เป็นแผ่นซ้อนทับกันร่วมอยู่ด้วย (ภาพที่ 2-7) (Baird and Solomon, 1979) ซึ่ง Solomon และ Baird (1976) กล่าวว่าลักษณะของการตกตะกอนของแคลไซท์หรือการตกผลึกของ Aragonite เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงค่าของความเป็นกรดด่างและการเปลี่ยนแปลงไอออนยกตัวอย่างเช่น PO_4^{3-}, Mg เป็นต้น ที่เป็นตัวชักนำให้เกิดการตกตะกอนของแคลไซท์บนเยื่อของเปลือกไข่ในชั้นเนื้อเยื่อ ในระหว่างที่มีกระบวนการสร้างเปลือกไข่



ภาพที่ 2-7 แสดงผลึกของแคลไซท์ที่พบบนเปลือกไข่ของเต่าตนุ *Chelonia mydas* ในบ่อเลี้ยง
ที่มา : Baird และ Solomon, 1979

พลังงานในไข่แดง

นอกจากนี้แล้วยังมีไข่แดงที่เป็นอีกส่วนประกอบหนึ่งซึ่งมีความสำคัญในการสนับสนุนการเติบโตของตัวอ่อนที่ยังพัฒนาอยู่ในเปลือกไข่ โดยจะทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารให้แก่ตัวอ่อนที่กำลังเติบโตจนกระทั่งสามารถฟักออกจากไข่ได้ ไข่แดงจะถูกเชื่อมติดกับตัวอ่อน และตัวอ่อนดูดซึมสารอาหารจากไข่แดงเข้าสู่ร่างกายผ่านทางเยื่อบาง ๆ บริเวณหน้าท้องซึ่งทำหน้าที่คล้ายรกในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เมื่อตัวอ่อนเติบโตขึ้นมีการใช้สารอาหารจากไข่แดงมากขึ้น ขนาดของไข่แดงจะค่อย ๆ เล็กลง และเมื่อลูกเต่าฟักออกจากไข่แล้วไข่แดงนี้จะยังคงติดอยู่กับหน้าท้องของลูกเต่าไปอีกระยะเวลาหนึ่ง (ภาพที่ 2-8) Bustard (1972) เชื่อว่าลูกเต่าที่ฟักออกจากไข่แล้วจะยังไม่โผล่ออกจากทรายในทันที แต่จะรออยู่หลายชั่วโมงเพื่อปรับสภาพความสมดุลภายในร่างกายแล้วจึงขึ้นมาจากทราย นอกจากนี้แล้วยังมีผู้เชื่อว่าไข่แดงจะเป็นอาหารสำหรับลูกเต่าในช่วงเวลา freenzy ซึ่งจะเกิดขึ้นภายหลังจากลูกเต่าสามารถฟักออกจากไข่ได้แล้ว จะคลานลงสู่ทะเล และว่ายน้ำอย่างไม่มีการหยุดพักเป็นเวลานานถึง 2 - 3 วัน เพื่อเริ่มต้นการเดินทางออกสู่มหาสมุทร ซึ่งในระยะนี้ลูกเต่าจะไม่กินอาหารและเมื่อพ้นระยะนี้ไปไข่แดงจะหมดพอดี เยื่อบางบนผนังหน้าท้องจะปิดสนิท จากการศึกษาพลังงานของไข่แดงในระยะก่อนการฟักออกเป็นตัว (posthatching) ในเต่าหัวฆ้อน *Caretta caretta* พบว่าไข่แดงที่ระยะก่อฟักออกเป็นตัวมีค่าเท่ากับ 7,949 $\pm$ 132 แคลอรีต่อกรัม และไข่แดงที่ลูกเต่านำติดตัวออกมานั้นมีค่าเท่ากับ 6,712 $\pm$ 29 แคลอรีต่อกรัม และค่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักภายในเวลา 96 ชั่วโมงหลังลูกเต่าออกจากเปลือกไข่และขึ้นมาจากหลุมไข่ (Kraemer and Bennet, 1981)

ภาพที่ 2-8 แสดงไข่แดงที่เชื่อมติดอยู่กับตัวอ่อนของเต่าหญ้า *Lepidochelys olivacea*