บทที่ 2

การศึกษาและการสำรวจเอกสาร

หาดทรายในภาคตะวันออกของประเทศไทย

หาดทรายเกิดจากกระแสน้ำพัดพามาทับถมตามที่ราบ วัตถุต้นกำเนิดมีเนื้อดินเป็นทราย คือ หินทราย หาดทรายหรือเนินทรายชายหาดเช่น หาดกะรน และหาดกะตะ จังหวัดภูเก็ต ในเขตภาคใต้ หาดทรายพบมากในเขตจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และพัทลุง คิดเป็นร้อยละ 58 ของพื้นที่ทรายชายทะเลของประเทศไทยโดยพบหาดทรายในจังหวัดนครศรีธรรมราชมากเป็นพิเศษประมาณร้อยละ 56 ของทั้ง 4 จังหวัดที่กล่าวมา สำหรับภาคตะวันออก พบชายหาดและสันทรายร้อยละ 0.45 ของพื้นที่ภาคตะวันออก (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2540)

หาดทรายในที่นี้หมายถึง บริเวณที่คลื่นและกระแสน้ำพัดพาวัตถุทับถมในลักษณะของทรายมาสะสมตัวกันเป็นหาด จะก่อให้เกิดเป็นหาดทรายขึ้น มักพบอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีหินเปลือกโลกเป็นหินทรายหรือหินแกรนิต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หินแกรนิตเพื่อสลายตัวจะเกิดเป็นทรายเม็ดกลมมน มีสีขาว ทำให้เป็นหาดทรายที่สวยงาม เช่น หาดต่าง ๆ ในจังหวัดภูเก็ตและหาดชะอำ – หัวหินในจังหวัดเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์

หาดทรายโดยทั่วไปจะมีขนาดและสีของเม็ดทรายต่างกัน หาดทรายบางแห่งค่อนข้างจะละเอียดแต่บางแห่งค่อนข้างจะหยาบ สีของหาดทรายอาจมีสีขาว สีน้ำตาลอ่อนหรือแก่ความสำคัญของหาดทรายทางด้านธรณีวิทยานั้นคือ เป็นที่สะสมของแร่ ส่วนทางด้านการท่องเที่ยว หาดทรายเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยวที่สำคัญอย่างหนึ่ง หาดทรายที่สวยงามปราศจากโคลนตมและสิ่งสกปรกต่าง ๆ จะเป็นแหล่งดึงดูดนักท่องเที่ยวให้ไปเที่ยวหาดต่าง ๆ เพื่อพักผ่อน เล่นน้ำทะเล อาบแดด หรือเล่นกีฬาทางน้ำ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2540) ซึ่งในภาคตะวันออกของไทยมีแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นหาดทรายจำแนกตามจังหวัดได้ดังนี้

1. จังหวัดชลบุรี

พื้นที่หาดทรายของจังหวัดชลบุรีที่จะต้องอนุรักษ์ไว้เพื่อการท่องเที่ยวมีประมาณ 16.25 ตารางกิโลเมตร ส่วนแนวชายฝั่งทะเลมีความยาวประมาณ 156.80 กิโลเมตร จากการศึกษาของ

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) รายงานสภาพโดยรวมของชายหาดดังกล่าว ชายหาดต่าง ๆ นั้นได้ถูกสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ บดบัง ทำให้เสียทัศนียภาพ กับทั้งมีการขุดทรายเพื่อสร้างท่าเทียบเรือยอร์ทของบริษัทเอกชน ทำให้ทัศนียภาพและลักษณะของหาดได้ถูกเปลี่ยนแปลง

2. จังหวัดระยอง

พื้นที่หาดทรายของจังหวัดระยองที่จะต้องอนุรักษ์ไว้เพื่อการเป็นแหล่งท่องเที่ยวมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 7.12 ตารางกิโลเมตร ส่วนแนวชายฝั่งทะเลมีลักษณะโค้งเว้าเข้าไปในพื้นดินมีความยาวประมาณ 89 กม. พบว่ามีชายหาดที่ใช้ในการท่องเที่ยวได้คือ หาดทรายทอง หาดสุชาดา หาดแม่รำพึง หาดสันอ่าว หาดวังแก้ว และหาดแม่พิม รวมทั้งสิ้น 6 หาด ซึ่งจากการศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) รายงานสภาพโดยรวมของชายหาดทั้ง 6 หาด ชายหาดต่าง ๆ นั้นมีพื้นที่คับแคบ เนื่องจากการตัดถนนริมหาด และมีการสร้างสิ่งก่อสร้างขวางระหว่างถนนกับชายหาดเป็นอุปสรรคต่อการลงไปใช้ชายหาดมาก นอกจากนั้นชายหาดยังมีความสกปรกเนื่องจากขยะและน้ำทิ้งจากร้านค้าที่บริการนักท่องเที่ยว รวมทั้งขยะจากกิจกรรมท่องเที่ยวด้วย ในขณะนี้ชายหาดที่จังหวัดระยองอยู่ในช่วงการปรับปรุงแก้ไขตามโครงการเพื่อจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม

3. จังหวัดจันทบุรี

พื้นที่หาดทรายของจังหวัดจันทบุรีมีความยาวตามแนวชายฝั่งรวมทั้งหมดประมาณ 108 กิโลเมตร แต่มีความยาวหาดทรายเพียง 20 กิโลเมตรเท่านั้น นอกนั้นเป็นพื้นที่หาดเลนพื้นที่ตั้งแต่แนวชายฝั่งลงไปในทะเลประมาณ 8 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 604 ตารางกิโลเมตร แนวชายฝั่งทะเลมีลักษณะโค้งเว้าเข้าไปในพื้นดิน พบว่ามีชายหาดที่ใช้ในการท่องเที่ยวได้คือ หาดแหลมสิงห์และหาดแหลมเสด็จ รวม 2 หาด ซึ่งจากการศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) รายงานสภาพโดยรวมของชายหาดดังกล่าว ยังอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์อยู่ เนื่องจากเส้นทางการคมนาคมเข้าสู่ชายหาด ยังไม่สะดวกนัก

4. จังหวัดตราด

พื้นที่ชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราดที่เป็นชายหาด มีพื้นที่ประมาณ 1,955 ตารางกิโลเมตร แนวชายฝั่งทะเลมีความยาวประมาณ 364 กิโลเมตร พบว่ามีชายหาดที่ใช้ในการท่องเที่ยวได้คือ หาดทรายสีเงิน หาดทรายแก้ว หาดทรายงาม หาดทับทิม หาดไม้รูด หาดสุขสำราญ และหาดบานชื่น รวมทั้งสิ้น 7 หาด ซึ่งจากการศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) รายงานสภาพโดยรวมของชายหาดดังกล่าว ยังอยู่ในสภาพดีอยู่

หาดทรายทางธรณีวิทยา

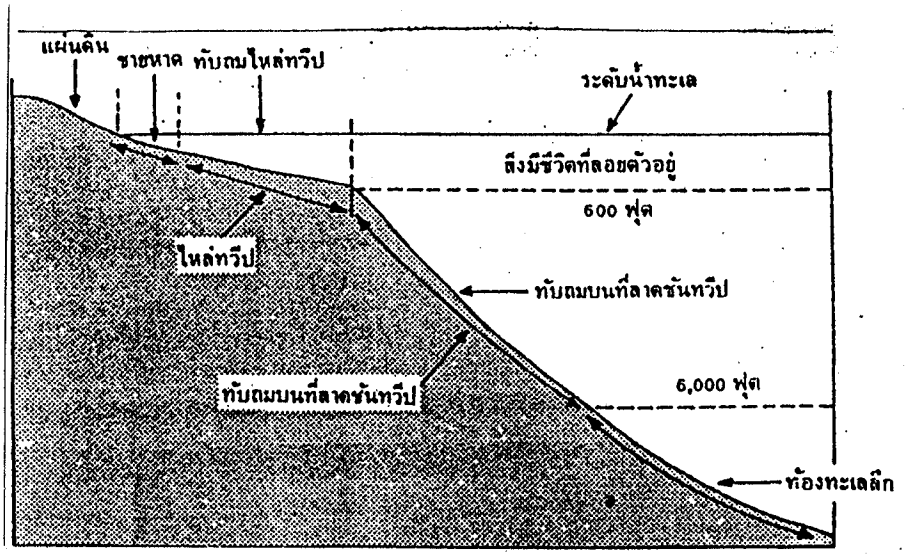
หาดทรายเป็นสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของทราย อยู่ติดกับระดับน้ำทะเลและขยายลงไปถึงระดับน้ำทะเลต่ำสุด สัณฐานนี้จะเกิดจากการสึกกร่อนของหน้าผาจนผังทลายลงมาเป็นหาดหินแข็ง ต่อมาด้วยอิทธิพลของคลื่นจึงเกิดจากทับถมเป็นหาดทรายขึ้น ดังนั้น ชนิดของหินแข็งที่เป็นต้นกำเนิดของทรายจึงสำคัญมาก หาดทรายที่สวยงามมักจะพบบริเวณที่เป็นหินทรายหรือหินแกรนิต ซึ่งเป็นแร่ควอร์ตซ์มาก แต่ถ้าเป็นหินดินดานหรือหินปูนโอกาสที่จะเกิดเป็นหาดทรายจะมีน้อย เนื่องจากแร่ประกอบเป็นดินเหนียวหรือแคลไซต์

หาดทรายจะสูงในส่วนที่ติดกับแผ่นดินและจะค่อย ๆ ลาดลงไปสู่ทะเล ความลาดแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของชายฝั่งและการทับถมของตะกอน ชายฝั่งจมตัวจะมีหาดทรายแคบและลึกแต่ชายฝั่งยกตัวจะมีหาดทรายกว้างและความลาดน้อย เช่น ชายฝั่งทะเลฝั่งตะวันออกของภาคใต้ มีความลาดชันน้อยมากจึงสามารถเดินออกไปไกลจากฝั่งได้มาก ลักษณะที่สำคัญของหาดทราย คือ มีทรายเป็นชั้น ๆ เรียบและหนาไม่เท่ากัน แนวชั้นบาง ๆ ของแร่หนัก หรือชั้นกรวดจะพบเสมอเช่นเดียวกับเปลือกหอยที่แตกหัก ชั้นบาง ๆ นี้ลาดไปทางทะเล

บริเวณหาดทรายอาจจะพบสันดอน บางบริเวณพบศิลาแลงที่เกิดจากสารละลายเหล็กที่ไหลมากับน้ำใต้ดินและไหลออกสู่ทะเล เมื่อออกมาสู่บรรยากาศเหล็กในรูปของเฟอร์รัสจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นเฟอร์ริกตกตะกอนออกมา ซึ่งจะพบเห็นได้ทั่วไป เช่น ที่พัทยา หาดดำของอ่าวแม่รำพึง เป็นต้น หลาย ๆ บริเวณจะมีหาดทรายเกิดร่วมกับหินแข็งที่ถูกคลื่นกษัยการพังลงไป แต่ยังเห็นเป็นเกาะเล็ก ๆ หรืออยู่ติดกับแผ่นดิน เช่น ที่บ้านน้ำตก หรือ อ่าวแม่รำพึง จังหวัดระยอง ประกอบด้วยหาดทราย และเนินเขายื่นของหินแกรนิต จึงเพิ่มความสวยงามอย่างมากอีกด้วย (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530)

แถบชายหาด (littoral zone) เป็นบริเวณชายหาดทั้งส่วนที่เป็นทรายและโคลน มีระดับเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงของน้ำทะเลที่ขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุด ความลึกผันแปรไปได้มากประมาณ 0 ถึง 100 ฟุต บางบริเวณจะเป็นก้อนกรวดมาก ชายฝั่งทะเลจะมีอนุภาคหยาบ

การทับถมชายหาด (beach deposits) นั้นอนุภาคที่ทับถมส่วนมากเป็นพวกกรวดและทรายแบ่งแยกกันโดยอิทธิพลของคลื่น มีอินทรียวัตถุอยู่น้อยแต่จะมีเศษของพวกหอยที่แตกหักมาก ก้อนกรวดเป็นหินที่ทนทานต่อขบวนการเซาะพัง มีลักษณะกลมมนและมักจะอยู่ส่วนตอนบนของชายหาด ขนาดของอนุภาคจะค่อย ๆ เล็กลงเมื่อลงสู่ทะเล ตอนผิวหน้าของหาดทรายมักจะมีรอยคลื่นอันเนื่องมาจากการกระทำของกระแสคลื่น ภูมิประเทศของท้องทะเลแสดงดังภาพที่ 1 (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530)



ภาพที่ 1 แสดงภูมิประเทศของท้องทะเล (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530)

ชนิดของหาด

1. หาดหินหรือหาดกรวด (Shingle beach) เป็นหาดที่ประกอบด้วยหิน หรือ กรวด ขนาดใหญ่ เกิดจากการทับถมของเศษหินที่ถูกคลื่นซัดขัดสีกันจนเรียบแบนและมน

2. หาดทราย (Sandy beach) มักจะพบอยู่ในพื้นที่ ซึ่งมีเปลือกโลกเป็นหินทรายหรือหินแกรนิตโดยเฉพาะอย่างยิ่ง หินแกรนิต เมื่อสลายตัวจะทำให้เกิดทรายเม็ดกลมมน มีสีขาวทำให้เกิดหาดทายที่สวยงาม

3. หาดโคลน (Mud flat) มักพบอยู่ตามบริเวณใกล้ปากแม่น้ำสายใหญ่ ๆ ที่มีโคลนตะกอนจากแม่น้ำพัดพามาเป็นจำนวนมากมีลักษณะเป็นลานปริมน้ำเวลาน้ำขึ้น จะท่วมมิดลานและเวลาน้ำลง จะเห็นลานโผล่พ้นน้ำขึ้นมา (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2540)

หาดทรายเป็นระบบนิเวศหนึ่งที่มีความน่าสนใจโดยมีลักษณะเฉพาะตัวจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม 2 ปัจจัยคือ คลื่นและขนาดอนุภาคทราย โดยทั้ง 2 ปัจจัยจะเป็นตัวควบคุมความหลากหลายทางชีวภาพ, พฤติกรรมของสัตว์ (Mclachan & Jaramillo, 1995) ผลจากปัจจัยคลื่นและอนุภาคทรายทำให้แบ่งหาดทรายออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. Refletive sandy beach เป็นหาดที่มีอนุภาคของทรายหยาบ ความหลากหลายของสัตว์น้อย สิ่งมีชีวิตที่พบได้แก่ amphipod เพราะบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลง คลื่นมีความแรงมากและพื้นทรายจะไม่สามารถใช้เป็นที่ยึดเกาะได้

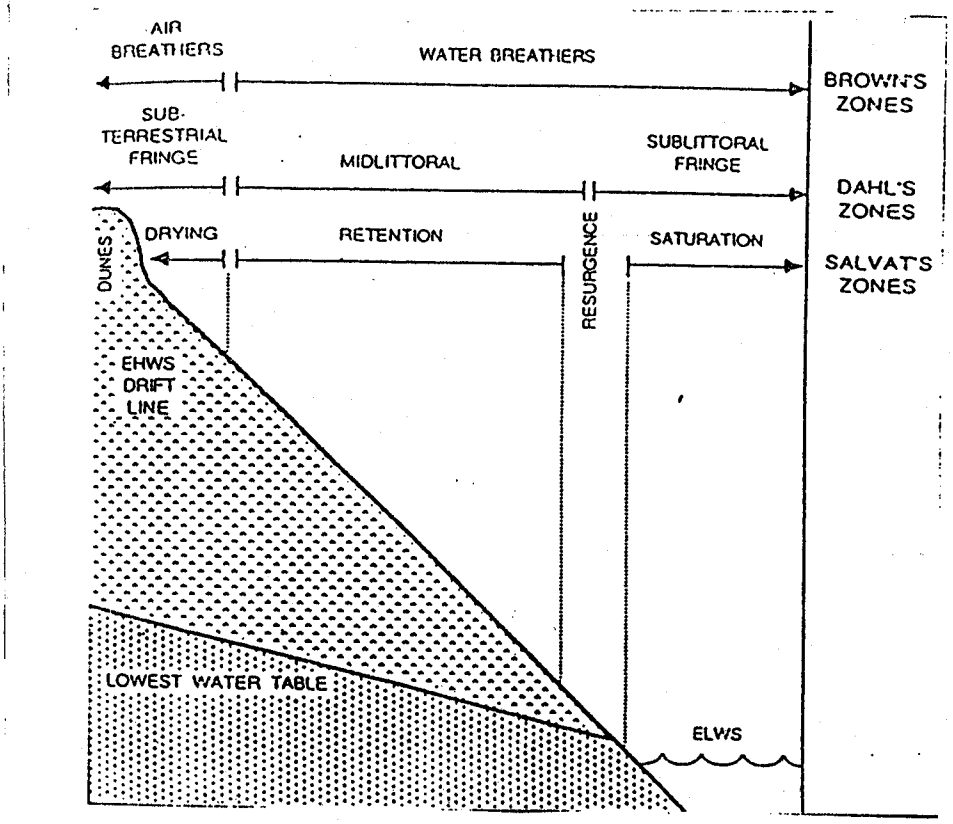
2. Intermediate sandy beach เป็นหาดที่มีอนุภาคเป็นทรายละเอียด มีความหลากหลายของสิ่ง มีชีวิตมากขึ้น สัตว์ที่พบ เช่น amphipod , isopod

3. Dissipative sandy beach เป็นหาดทรายที่มีอนุภาคเป็นทรายละเอียด เนื่องจากคลื่นไม่แรงทำให้มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมาก สัตว์ที่พบเช่น amphipod , isopod ,coleptera , anomuran , polychaetes , brachyura และ bivalve เป็นต้น

ซึ่งลักษณะการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตจะแปรผันไปตามลักษณะหาดดังกล่าว (Mclachan & Jaramillo, 1995)

ซัลวัต (Salvat, 1964) ได้เสนอการแบ่งเขตบนหาดทรายแสดงดังภาพที่ 2 โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพเพียงอย่างเดียวแบ่งออกเป็น 4 เขตคือ

- Drying zone เป็นเขตทรายแห้งเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด
- Retention zone เป็นเขตทรายที่แห้งขณะที่น้ำลง โดยน้ำจะออกจากพื้นทรายโดยแรงดึงดูดของโลก
- Resurgion zone เป็นเขตทรายที่มีการไหลเวียนของน้ำระหว่างอนุภาคดิน (interstitial water) อันเนื่องมาจากระดับน้ำขึ้นน้ำลง
- Satuation zone เป็นเขตทรายที่มีน้ำอยู่ตลอดเวลา โดยที่มีการไหลเวียนของน้ำระหว่างอนุภาคทรายน้อยมาก

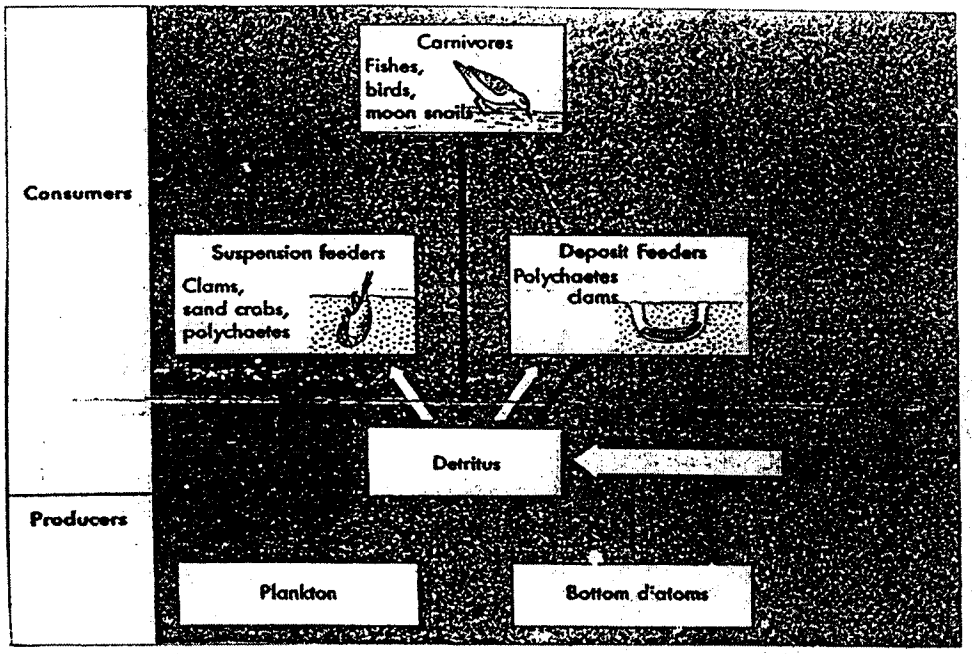


ภาพที่ 2 แสดงรูปแบบการแบ่งเขตหาดทราย (McLachla & Jaramillo, 1995)

แมคลาคฮาน และจารามิลโล (McLachlan & Jaramillo, 1995) ได้รวบรวมรายงานเกี่ยวกับลักษณะของหาดทรายที่พบทั่วโลก สรุปว่าการแบ่งเขตของสังคมสิ่งมีชีวิตบนหาดทรายมีความผันแปรมาก โดยเขตบนสุดที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลจะเป็นเขตที่มีรูปแบบค่อนข้างชัดเจน ในขณะที่เขตต่ำลงมาจะมีความซับซ้อนของสังคมสิ่งมีชีวิตมากขึ้นและมีความผันแปรระหว่างพื้นที่มาก นอกจากนี้ได้กล่าวถึงการศึกษาหาดทรายในเอเชียว่ามีผู้ศึกษาอยู่น้อยมากจนไม่สามารถสรุปลักษณะทั่วไปของหาดทรายในภูมิภาคนี้ได้ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ได้ภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่แบ่งหาดทรายออกเป็น 3 เขตตามการแบ่งของ ดาห์ล (Dahl, 1952) โดยมักพบ Isopod อยู่บนเขตตอนบนของหาด , หอยสองฝาโดยเฉพาะหอยเสียบ (*Donax spp.*) อยู่ตอนกลาง และสัตว์ในกลุ่ม Crustacea โดยเฉพาะจั๊กจั่นทะเล (*Emerita spp.*) และ Amphipod ในเขตตอนล่าง

บริเวณหาดทรายจึงเป็นจุดรับสัมผัสกับทะเลทำให้มีการสะสมของตะกอนและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ช่องว่างระหว่างอนุภาคเม็ดทรายจึงเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ซึ่งมี บทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารคือเป็นอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน (Coull, 1988) และปัจจัยทาง

สิ่งแวดล้อม ได้แก่ สภาพพื้นที่ ความอิ่มตัวของน้ำในดิน อุณหภูมิ ออกซิเจนและพืชขนาดเล็ก ซึ่งมีผลต่อประชาคมของสัตว์หน้าดิน(Pollock, 1971)นอกจากนี้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหาดซึ่งห่วงโซ่อาหารบริเวณหาดทรายแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ห่วงโซ่อาหารบริเวณหาดทราย (Castro & Huber, 1992)

น้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย

น้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความเกี่ยวพันกับกระบวนการหลายอย่างได้แก่

การออสโมซิส ขึ้นกับความเข้มข้นของสารที่ละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณการแตกตัวของสารดังกล่าวในน้ำนั้น

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในทราย มีผลโดยตรงจากกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีววิทยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในดิน แล้วทำให้อนุมูลกรดหรือเบสละลายลงสู่น้ำในทรายได้เพิ่มขึ้น ตามปกติค่าความเป็นกรดเป็นด่างในทรายจะอยู่ในช่วง 4.0 – 8.5

ความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของน้ำในทราย ขึ้นกับปริมาณกรดอ่อน เบสอ่อน และเกลือที่ละลายอยู่ โดยเฉพาะกรดคาร์บอนิค แคลเซียมไบคาร์บอเนต หรือ กรดฟอสฟอริก และฟอสเฟสซึ่งทั้ง 2 กลุ่มนี้เป็นบัฟเฟอร์ที่ดีของน้ำในทราย (นัทธีรา สรรมณี, 2541)

เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2534) ศึกษาความหนาแน่น มวลชีวภาพ และการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินในเขตน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม 2534 โดยเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 20 สถานีและวัดค่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญบางประการ ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลและน้ำที่แทรกอยู่ในดิน รวมทั้งวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน ขนาดอนุภาคดินตะกอน พบว่าอุณหภูมิของน้ำทะเลและน้ำในดิน มีค่าอยู่ในช่วง 28.0 - 30.5 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำทะเลและน้ำในดินมีค่าอยู่ในช่วง 29 - 31 ส่วนในพันส่วน ความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลและน้ำในดินมีค่าอยู่ในช่วง 7.80 - 8.36 ลักษณะดินตะกอนพบว่าบริเวณต้นหาดเป็นดินทรายถัดลงมาประมาณ 40 - 50 เมตร ดินมีลักษณะเป็นทรายปนโคลนและโคลนปนทราย ส่วนปริมาณอินทรียสารในดินมีค่า 0.5227–3.6465 เปอร์เซ็นต์ โดยพบมากที่สุดในดินโคลนและพบน้อยที่สุดในดินทราย

ดินตะกอนประกอบด้วยอนุภาคต่าง ๆ ที่มีขนาดแตกต่างกันเมื่อมาทับถมกันจะเกิดช่องว่างระหว่างดินตะกอน โดยช่องว่างที่เกิดขึ้นถูกบรรจุด้วย น้ำ อากาศ สารอินทรีย์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เช่น ไดอะตอม แบคทีเรีย และเชื้อรา น้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายอย่าง แรงดึดดูดจากแรงตึงผิว (surface tension) และแรงคะปิลลารี (capillary force) ทำให้น้ำถูกกักในช่องระหว่างอนุภาคทราย ซึ่งน้ำที่ถูกกักไว้มาจากน้ำใต้ดินและน้ำจากการกระทำของคลื่น (Boaden, 1985)

เกียร์ (Giere, 1993) ได้กล่าวถึงปัจจัยทางกายภาพ เคมีและฟิสิกส์ ที่มีผลต่อความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก เช่น พวกโปรโตซัว มีรายละเอียดดังนี้

1. โครงสร้างของดินตะกอน ช่องว่างระหว่างเม็ดดินและคุณสมบัติดินตะกอนทั้งด้านฟิสิกส์และเคมี ทรายที่ผสมทรายแป้งและกรวดมีขนาดช่องว่างระหว่างเม็ดดิน 20 เปอร์เซนต์ของปริมาตรดินทั้งหมด ทรายหยาบ (coarse sand) มีขนาดช่องว่างระหว่างเม็ดดิน 45 เปอร์เซนต์ของปริมาตรดินทั้งหมด ซึ่งช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ถ้าหากมีขนาดช่องว่างเล็กสิ่งมีชีวิตบางชนิดก็ไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ นอกจากนี้รูปร่างของอนุภาคดินยังมีผลต่อการซึมผ่านของน้ำและปริมาณน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินตะกอน โดยทรายละเอียดสามารถกักน้ำในดินได้มาก ส่วนทรายหยาบน้ำจะซึมผ่านได้เร็วซึ่งจะมีผลต่อการอาศัยของสัตว์หน้าดินที่อาศัยอยู่

การหาขนาดของดินตะกอนสามารถหาอย่างคร่าว ๆ โดยการสัมผัส ซึ่งจะแบ่งเป็นทรายหยาบ ทรายละเอียด ทรายปนโคลน โคลนปนทรายจนถึงโคลนละเอียด หรือนำตัวอย่างทรายตะกอนผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดต่าง ๆ จากขนาดหยาบไปยังขนาดละเอียด จากนั้นนำไปชั่ง

น้ำหนักทรายที่ค้างอยู่แต่ละชั้น คิดเป็นเปอร์เซนต์ของทรายทั้งหมด (สมถวิล จริตควร, 2535)

การแบ่งขนาดของอนุภาคทรายสามารถแบ่งเป็นได้เป็น ทรายหยาบ (coarse sand) มีขนาดอนุภาคระหว่าง 2.0 ถึง 0.5 มิลลิเมตร ทรายละเอียดปานกลาง (medium sand) มีขนาดอนุภาคระหว่าง 0.5 ถึง 0.25 มิลลิเมตร และทรายละเอียด (fine sand) มีขนาดอนุภาคระหว่าง 0.25 ถึง 0.062 มิลลิเมตร (Tait, 1981)

2. การปั่นป่วนของตะกอน แถบชายฝั่งได้รับอิทธิพลจากคลื่นและกระแสน้ำทำให้ขนาดของตะกอนดินมีขนาดแตกต่างกันไป เนื่องจากความเร็วของกระแสน้ำทำให้อนุภาคที่มีขนาดแตกต่างกันตกตะกอนไม่พร้อมกันและพายุจะทำลายประชากรสัตว์หน้าดินขนาดเล็กโดยการพัดพาดินตะกอนไป

3. การซึมผ่านและการอิ่มตัวของน้ำในตะกอนดิน พบว่าทรายละเอียดมีความอิ่มตัวของน้ำมากกว่าทรายหยาบและดินโคลนมีความอิ่มตัวมากกว่า 50 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักน้ำ ในขณะที่ทรายละเอียดปานกลางเท่ากับ 25 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักน้ำ นอกจากนี้ความอิ่มตัวและการไหลของน้ำเป็นตัวกำหนดการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กด้วย ซึ่งจะพบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในระดับที่มีน้ำอิ่มตัว

4. สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (dissolved organic matter: DOM) และสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ (particulate organic matter: POM) ดินตะกอนที่มีสารอินทรีย์ละลายน้ำจะมีน้ำตาลกลูโคส กาแลกโตส ซูโครสและกรดอะมิโน เป็นโมเลกุลอินทรีย์เบื้องต้นที่พบมากในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างเม็ดดินซึ่งเกิดจากการย่อยซากพืชซากสัตว์โดยแบคทีเรียและเมือกที่หลั่งโดยการย่อยซากพืชซากสัตว์ของสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ประกอบด้วยกรดอะมิโนและสารประกอบไนโตรเจนจะเป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก

สัตว์หน้าดินขนาดเล็กส่วนใหญ่พบมากที่ระดับพื้นผิวดิน 2 – 3 เซนติเมตรแรกมากกว่าที่ลึก เนื่องจากที่ผิวดินอุดมสมบูรณ์ไปด้วยสารอินทรีย์และออกซิเจน (Giere , 1993)

สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำอาจเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสัตว์หน้าดินเพราะสัตว์หน้าดินขนาดเล็กสามารถดูดซับสารนี้ผ่านทางผนังลำตัวได้ (transepidemal uptake) และกรดอะมิโน อิสระที่ละลายน้ำ (dissolved free amino acids) นี้มักสะสมอยู่ที่พื้นผิวดิน 0 –2 เซนติเมตร (Giere , 1993) และพบอยู่ในน้ำระหว่างเม็ดดิน (pore water) สูงกว่าในมวลน้ำ (open water) หลายสิบเท่า (Jorgensen et al., 1980) สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำอาจเป็นสิ่งดึงดูดทางอ้อมเนื่องจากเป็นอาหารให้แบคทีเรียซึ่งกลายเป็นอาหารให้สัตว์หน้าดินขนาดเล็กหลายชนิดอีกต่อหนึ่ง (Moriarty , 1980 eited in Giere , 1993)

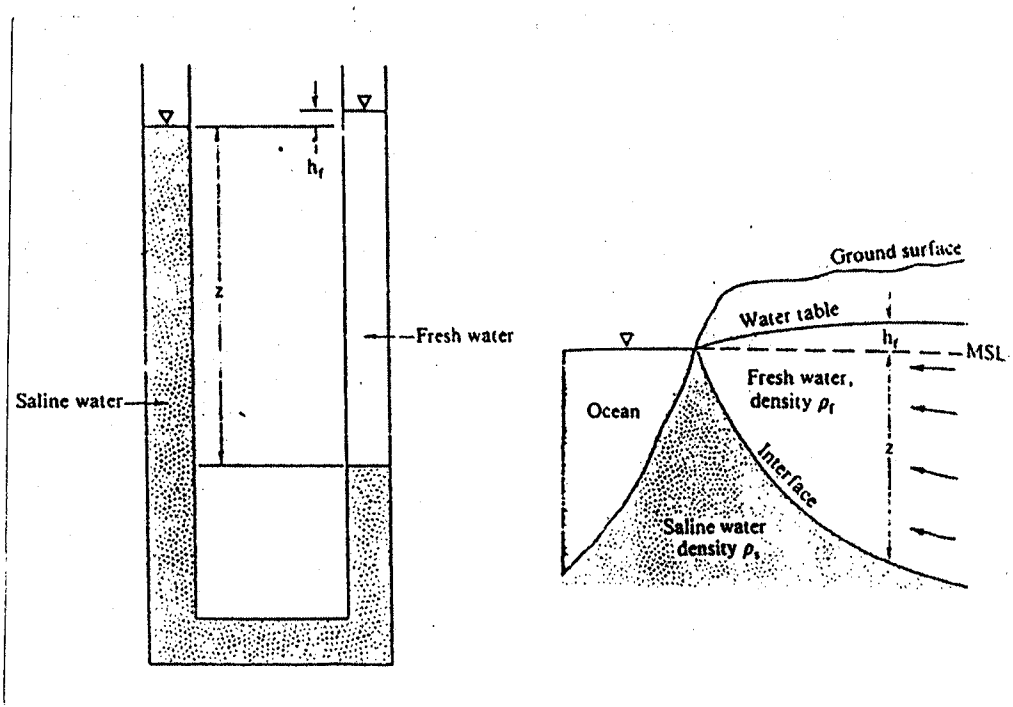
อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมากต่อหาดทรายและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบริเวณหาดทราย เนื่องจากเป็นบริเวณเดียวในทะเลที่ต้องสัมผัสกับอากาศในขณะน้ำลงและมีน้ำท่วมในขณะน้ำขึ้น สัตว์ที่อาศัยอยู่ต้องเผชิญกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในช่วง 24 ชั่วโมง ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม และการสูญเสียน้ำออกจากตัว (desiccation) ในขณะสัมผัสกับอากาศและรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ เป็นต้น และในขณะน้ำลงก็ยังเสี่ยงต่อการตกเป็นอาหารของสัตว์บก (predator) เช่น นก หนู ได้อีกด้วย

ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ปริมาณออกซิเจน โดยออกซิเจนในน้ำไม่ได้เป็นตัวจำกัดเนื่องจากการกระทำของคลื่นทำให้ในน้ำมีปริมาณออกซิเจนเพียงพออยู่แล้ว แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่แทรกอยู่ในดิน (interstitial water) มักมีปริมาณน้อยและเป็นแหล่งให้ออกซิเจนแก่สิ่งมีชีวิต เมื่อเทียบระหว่างทรายละเอียดกับทรายหยาบ พบว่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซของทรายละเอียดจะช้ากว่าทรายหยาบ และในทรายละเอียดจะมีอินทรีย์สารสูงกว่าทรายหยาบ ทำให้มีการใช้ออกซิเจนมากขึ้น โดยแบคทีเรียจะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายอินทรีย์สารในดิน ซึ่งเมื่อออกซิเจนหมดไปมันจะดึงออกซิเจนจากเกลือซัลเฟต (SO_4^{2}) ที่มีอยู่ทั่วไปในน้ำทะเลและซึมอยู่ในตะกอนนั้น ให้กลายเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ ดินตะกอนที่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงสังเกตได้จากกลิ่นและดินมีสีดำ เพราะซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับธาตุเหล็ก ระดับดังกล่าวอาจอยู่เกือบถึงผิวดิน หรืออยู่ลึกลงไป 2-3 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์สารในดินตะกอน ขนาดของดินตะกอน และความรุนแรงของคลื่นที่จะกวนตะกอน และการละลายของก๊าซออกซิเจน (สมถวิล จริตควร, 2535)

สารอาหารก็มีความสำคัญต่อระบบนิเวศน์หาดทราย โดยเมื่อปริมาณอินทรีย์สารเข้ามาและตกตะกอน แบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนก็จะเข้ามาย่อยสลาย ถ้ามีคลื่นลมพัดดีการย่อยสลายก็เป็นไปได้ด้วยดีเกิดเป็นอาหารให้กับสิ่งมีชีวิตในระบบ ทำให้พบสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มาก ถ้ามีคลื่นลมปานกลางการเติมออกซิเจนให้กับระบบมีน้อย มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่น้อยตามไปด้วย และถ้าหากเป็นบริเวณที่คลื่นลมเบาบาง ตะกอนก็จะขาดออกซิเจนทำให้ไม่พบสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ (Pearson & Rosenberg, 1978 eited in Brown & McLachlan, 1990) นอกจากนี้ขนาดอนุภาคทรายสามารถเป็นตัวควบคุมปริมาณสารอาหารและสิ่งมีชีวิตได้ โดยทรายหยาบจะมีสารอินทรีย์น้อย มีกำลังการเคลื่อนที่ของน้ำและการระบายน้ำดี ทำให้มีการเติมออกซิเจนอย่างเพียงพอ สิ่งมีชีวิตจะอาศัยอยู่บริเวณที่ลึกลงไปจากผิวหน้า ส่วนทรายละเอียดจะมีความอุดมสมบูรณ์ของสารอินทรีย์มาก สัตว์จะอาศัยอยู่บริเวณผิวหน้าที่มีออกซิเจนเพียงพอ (Underwood & Chapman, 1995)

การเคลื่อนที่ของมวลน้ำ

ในสภาวะธรรมชาติระดับน้ำบาดาลของชั้นหินอุ้มน้ำบริเวณชายฝั่งทะเล จะลาดเอียงลงสู่ทะเลเป็นเหตุให้น้ำบาดาลจืดไหลลงสู่ทะเล ลักษณะแนวเชื่อมต่อระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็มจะเป็นรูปลิ่ม กล่าวคือ ชั้นบาดาลจืดจะอยู่ข้างบน ในขณะที่ชั้นน้ำบาดาลเค็มจะอยู่ด้านล่าง แนวเชื่อมต่อระหว่างน้ำจืดน้ำเค็มจะเป็นทรานซิชั่นโซน (Transitional zone) จากน้ำเค็มไปสู่น้ำจืด เนื่องจากการแพร่กระจาย (Dispersion) ซึ่งความกว้างของโซนนี้ปกติจะแคบแสดงดังภาพที่ 4 (ฉลอง บัวผัน, 2538)



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำจืดน้ำเค็ม
ก. แบบ U – Tube ข. ของชั้นหินอุ้มน้ำ (ฉลอง บัวผัน , 2538)

ธาตุอาหาร

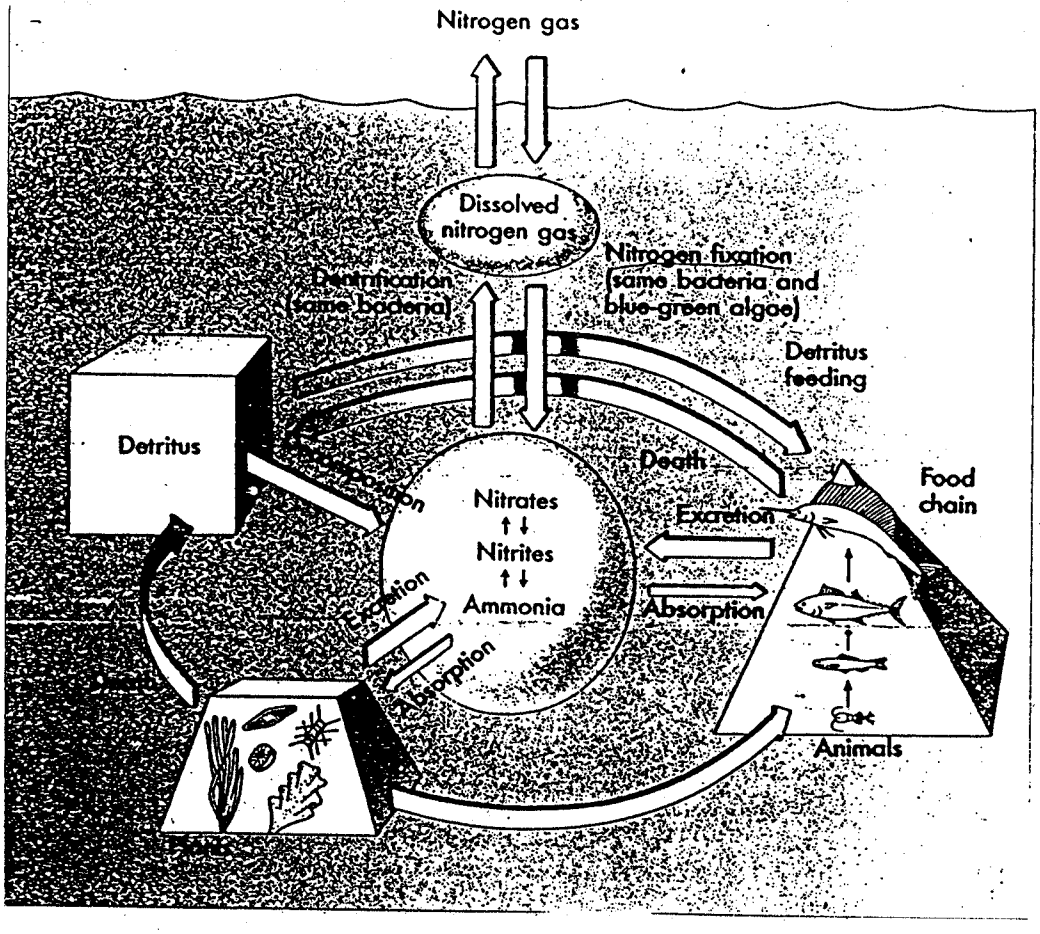
ธาตุอาหารในน้ำนับว่ามีความสำคัญมากต่อห่วงโซ่อาหารและคุณภาพน้ำในบริเวณนั้นๆ สารอาหารที่สำคัญต่อ เช่น ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน คาร์บอน ซัลเฟอร์ ซิลิคอน อลูมิเนียม เป็นต้น และเป็นปัจจัยที่กำหนดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำนั้น ๆ ด้วย โดยปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำเกิดจากระบวนการธรรมชาติเช่น ภูมิอากาศ พืชพรรณต่าง ๆ ชนิดของดิน และ ลักษณะของแหล่งน้ำนั้น ๆ นอกจากนี้ปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำส่วนหนึ่งมาจากการกระทำของมนุษย์เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การสร้างทะเลสาบ จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นก็มีส่วนทำให้น้ำทิ้งจากชุมชนบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นด้วย หรือมาจากกระบวนการต่าง ๆ เช่น การตกตะกอนของสารแขวนลอย เป็นต้น

1. ไนโตรเจน

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ คือ เป็นโครงสร้างของโปรตีน เอนไซด์ และองค์ประกอบของยีน ไนโตรเจนในน้ำทะเลมีทั้งที่เป็นก๊าซและสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ โดยที่น้ำหนักของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์รวมกันทั้งหมดมีเพียงหนึ่งในสิบของก๊าซไนโตรเจนเท่านั้น (สมถวิล จริตควร, 2535)

ไนโตรเจนในทะเลส่วนใหญ่อยู่ในรูปก๊าซไนโตรเจน (N_2) ส่วนสารประกอบไนโตรเจนในรูปออกซิไดซ์ได้แก่ ไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) และในรูปรีดิวส์ได้แก่ แอมโมเนีย (NH_3) ในน้ำทะเลโดยทั่วไป มีไนโตรเจนในรูปของไนเตรทอยู่ประมาณ 1 - 5,000 μg NO_3-N/l อยู่ในรูปของไนไตรท์ประมาณ 1 - 50 μg NO_2-N/l และอยู่ในรูปของแอมโมเนียและแอมโมเนียมอิออน 1 - 50 μg NH_4-N/l (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2529)

สิ่งมีชีวิตเมื่อตายลงจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย ซึ่งจะได้สารประกอบของเกลืออนินทรีย์ ที่พืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงเช่นไนเตรท แต่ก็ยังมีแบคทีเรียบางชนิดที่เรียกว่าไนโตรเจนฟิกซิ่งแบคทีเรีย (Nitrogen fixing bacteria) ซึ่งจะตรึงไนโตรเจนให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ และไนตริไฟอิ่งแบคทีเรีย (Nitrifying bacteria) จะเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนเตรท ส่วนดีไนตริไฟอิ่งแบคทีเรีย (Denitrifying bacteria) จะเปลี่ยนไนเตรทหรือไนไตรท์ให้เป็นไนโตรเจนหรือไนตรัสออกไซด์ (NO_2) วัฏจักรไนโตรเจนแสดงดังภาพที่ 5

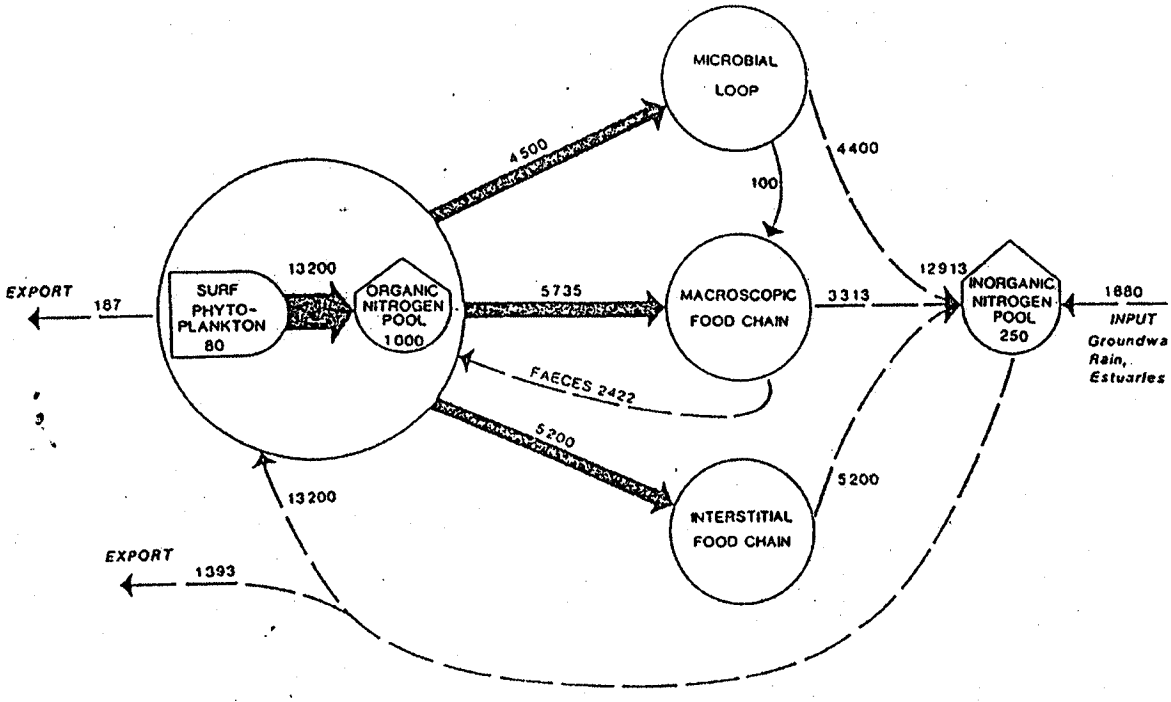


ภาพที่ 5 แสดงวัฏจักรไนโตรเจน (สมถวิล จริตควร , 2535)

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของไนเตรท ไนไตรท์และแอมโมเนียในน้ำทะเลที่บริเวณผิวหน้าเกิดขึ้นเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชในน้ำทะเล การเปลี่ยนแปลงจะเห็นได้ชัดในบริเวณชายฝั่งของเขตหนาวและเขตอบอุ่น โดยในฤดูใบไม้ผลิอากาศจะอบอุ่นขึ้นและช่วงเวลาที่แสงแดดส่องยาวนานกว่าในฤดูหนาว จึงทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทำให้ธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำลดลงตามไปด้วย การเปลี่ยนตามฤดูกาลนี้จะไม่เห็นเด่นชัดในเขตร้อน เช่น ประเทศไทย เพราะความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำและปริมาณแสงแดดในแต่ละฤดูกาลมีไม่มากนัก นอกจากนี้การเกิดน้ำผุดยังเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้บริเวณน้ำมีความอุดมสมบูรณ์สูงและมีแพลงตอนก์พืชมากอีกด้วย (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2529)

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญในระบบนิเวศทางทะเล มีการศึกษาเพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับการได้รับไนโตรเจน (Nitrogen budget) และการนำกลับมาใช้ใหม่ของชายหาดซึ่งได้รับไนโตรเจนการไหลของน้ำใต้ดินก็เป็นแหล่งที่มาหนึ่งของไนโตรเจนแสดงดังภาพที่ 6 น้ำทิ้งที่ซึมลงสู่น้ำใต้ดินมักไหลลงสู่บริเวณชายหาดและเป็นแหล่งที่มาของไนโตรเจนเช่นกัน เนื่องจากน้ำ

ทิ้งเหล่านี้มีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงอยู่ระหว่าง 1 – 5 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร และรูปแบบส่วนมากคือ ไนเตรท (Johannes, 1980)



ภาพที่ 6 แสดงปริมาณไนโตรเจนและ การนำกลับมาใช้ใหม่ของ Eastern Cape บริเวณหาดทรายลูกศรทึบแสดงการใช้ เส้นประแสดงการนำกลับมาใช้ใหม่ หน่วยเป็น ($g\,C\,.\,M^{-1}\,.y^{-1}$) (Brown & McLachlan, 1990)

2. ฟอสฟอรัส

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตคือเป็นส่วนประกอบของ กรดนิวคลีอิกและมีส่วนเกี่ยวข้องในการแปรรูปของพลังงาน (ATP) ฟอสฟอรัสในน้ำทะเลอยู่ในรูปของสารละลายและสารแขวนลอย น้ำทะเลที่มีความเค็มปกติและค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8.0 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสจะมีฟอสฟอรัสในรูปของสารละลายคือ 87 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในรูปของ HPO_4^{2-} และ 12 เปอร์เซ็นต์อยู่ในรูป PO_4^{3-} และ 1 เปอร์เซนต์อยู่ในรูป $H_2PO_4^-$ (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2529)

ความเข้มข้นหรือปริมาณของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำจะมีมากหรือน้อยขึ้นกับขนาดของแหล่งน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยาของแหล่งน้ำ ระยะใกล้หรือไกลจากแหล่งที่มีน้ำโสโครกหรืออินทรียสาร ความสามารถของแบคทีเรียในการย่อยสลายฟอสเฟตอินทรีย์ในแหล่งน้ำ สิ่งควบคุมนี้

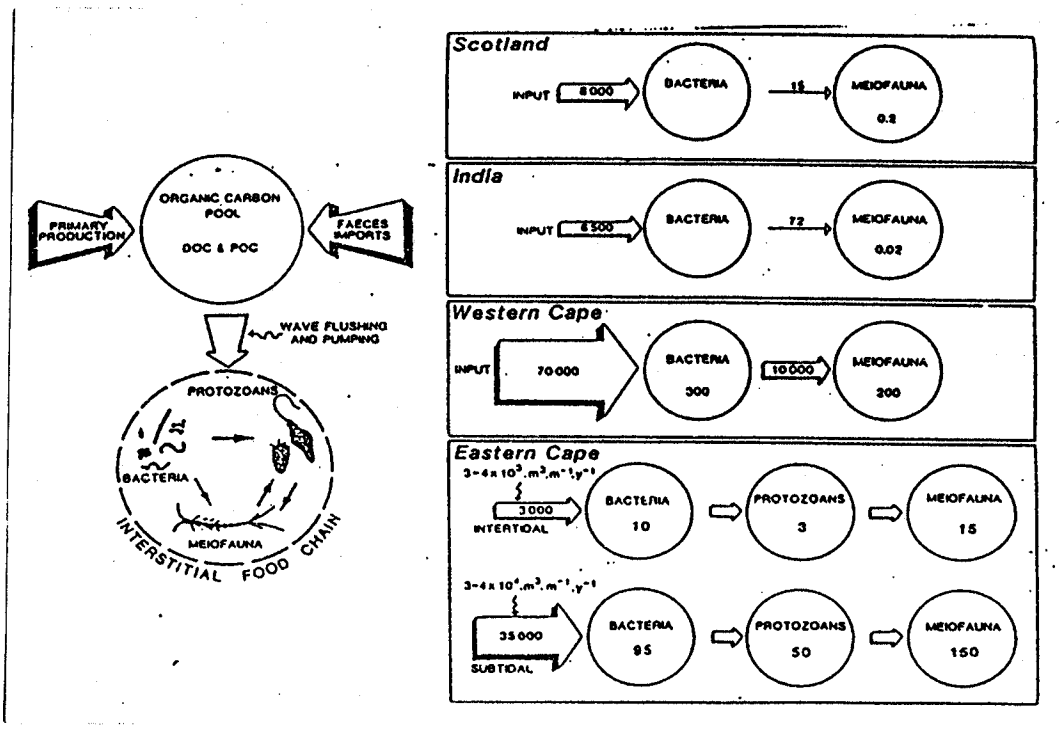
มีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันมาก ตามปกติแล้วน้ำใต้ดินและน้ำล้นผิวดินจะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมากกว่าน้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำแต่เมื่อน้ำเหล่านี้ได้ไหลลงสู่แหล่งน้ำแล้วก็จะมีกิจกรรมทางชีวภาพสูง และในที่สุดก็จะทำให้ฟอสฟอรัสถูกใช้ไปจากแหล่งน้ำ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2539)

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของฟอสฟอรัสในอ่าวไทยจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำทะเลและปริมาณแสงสว่างแทบจะไม่แตกต่างกันในรอบปี ความแตกต่างตามฤดูกาลของปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตไม่ได้มีผลมาจากการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชแต่เกิดขึ้นเนื่องจากการเจือจางโดยน้ำจืดในฤดูน้ำมาก (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2529)

3. ซิลิคอน

ซิลิคอน เป็นองค์ประกอบของเปลือกไดอะตอม เรดิโอลาเรียน ซิลิคโคแฟลคเจลเลต และฟองน้ำ เป็นต้น ซิลิคอนพบทั้งรูปสารละลายและสารแขวนลอย ซิลิคอนที่ละลายอยู่ในรูปของกรดออโทซิลิซิค ($Si(OH)_4$) ส่วนสารแขวนลอยในน้ำส่วนใหญ่ได้จากการชะล้างแตกทำลายของหินจากพื้นดินแล้วถูกแม่น้ำพัดพามา ได้แก่ ควอทซ์ เฟลสปาร์ และโคลน ในน้ำทะเลโดยเฉลี่ยมีซิลิคอนประมาณ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำบริเวณชายฝั่งมีซิลิคอนสูงกว่าในมหาสมุทรเปิด

ห่วงโซ่อาหารในบริเวณช่องว่างของอนุภาคทราย (interstitial food chain) ประกอบด้วย แบคทีเรีย โปรโตซัว และสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ที่อาศัยอยู่ในพื้นทราย แสดงดังภาพที่ 7 ช่องว่างระหว่างอนุภาคทรายจะเต็มไปด้วยสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ (dissolved organic) และที่เป็นสารอินทรีย์ แขวนลอย (particulate organic) ที่มาจากการพัดพาของคลื่นและการกระทำของน้ำขึ้นน้ำลง ปัจจัยที่สำคัญของกระบวนการสารอินทรีย์ในช่องว่างระหว่างอนุภาคทราย ได้แก่ ปริมาตรของน้ำที่ถูกกรองผ่านทราย เวลาที่อยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคทราย ปริมาณสารอินทรีย์ และอุณหภูมิซึ่งเป็นตัวควบคุมเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคทราย ระบบของช่องว่างระหว่างอนุภาคทรายเป็นตัวกรองธรรมชาติขนาดใหญ่สามารถทำความสะอาดและทำให้น้ำบริสุทธิ์ได้ (Pearse et al., 1942)



ภาพที่ 7 แสดงห่วงโซ่อาหารในช่องว่างระหว่างอนุภาคทราย หน่วยเป็น (g C . M^{-1} .y^{-1})

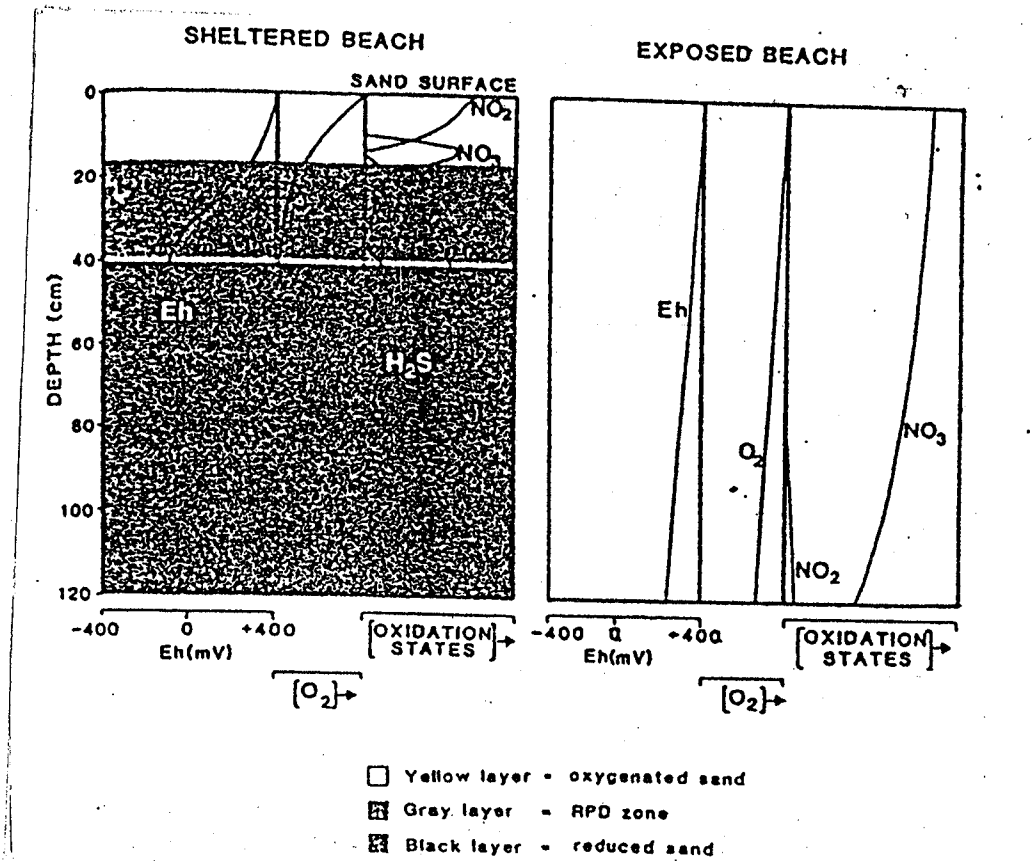
(Brown & McLachlan, 1990)

ช่องว่างระหว่างอนุภาคทรายได้รับสารอินทรีย์จากน้ำ สารอินทรีย์ทำให้เกิดการใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลาย การใช้ออกซิเจนทำให้เกิดลักษณะของพื้นผิวในระดับความลึกเป็น 3 ชั้น แสดงดังภาพที่ 8 ได้แก่

1. ชั้นที่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายเป็นชั้นที่อยู่บริเวณผิวหน้าธาตุต่าง ๆ ถูกออกซิไดซ์ เช่น NO_3 และ SO_4 พื้นผิวเป็นสีเหลือง พบสัตว์หน้าดินในชั้นนี้

2. ชั้นที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย พื้นผิวเป็นสีเทา พบกระบวนการย่อยสลายของพวกจุลชีพที่ไม่ใช้ออกซิเจน

3. ชั้นที่เกิดสารประกอบที่เป็นพิษเกิดพื้นผิวเป็นสีดำเนื่องจากไอออนซัลไฟด์ (iron sulphides) (Fenchel & Riedl, 1970)



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะทางเคมีของหาดทรายเปิด (Exposed beach) และหาดทรายที่ถูกบดบัง (Sheltered beach) (Fenchel & Riedl, 1970)

พฤติกรรมธาตุอาหารบริเวณชายฝั่งทะเล

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในน้ำทะเลเขตร้อนมักจะต่ำกว่าในเขตอบอุ่นหรือหนาวมาก ทั้ง ๆ ที่ค่าผลผลิตขั้นปฐมภูมิของเขตร้อนก็ไม่ต่ำเสมอไป แสดงว่าในน้ำเขตร้อนมีอัตราการหมุนเวียนของธาตุอาหารรวดเร็วกว่าในเขตหนาว จึงไม่เกิดการขาดแคลนธาตุอาหารที่จะนำไปสู่การจำกัดผลผลิตขั้นต้น แต่หากมีน้ำทิ้งที่มีธาตุอาหารสูง อาจก่อให้เกิดการเพิ่มธาตุอาหารในเขตหนาวเพียง 10 เปอร์เซ็นต์และอาจทำให้เพิ่มธาตุอาหารถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในเขตร้อนซึ่งจะมีผลกระทบรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อม (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2529)

ธาตุอาหารหลักของผู้ผลิตเบื้องต้นบริเวณชายฝั่งได้แก่ ฟอสฟอรัส, ไนโตรเจน และซิลิกอน ซึ่งโดยปกติมักไม่พบว่าเป็นปัจจัยจำกัดเนื่องจากบริเวณนี้จะได้รับธาตุอาหารที่ถูกพัดพาจากแผ่นดินมากับน้ำจืดอยู่แล้ว และหากได้รับธาตุอาหารในปริมาณมากเกินไปก็จะทำให้เกิดผลเสียได้ ดังนั้นการตรวจวัดคุณภาพของน้ำบริเวณชายฝั่งจึงต้องตรวจหาปริมาณของธาตุอาหารหลักเหล่านี้ที่ละลายอยู่ในน้ำด้วย การเกิดภาวะยูโทรฟิเคชันจะเกิดเมื่อเกิดสภาวะที่เหมาะสม เช่น แสง

และอุณหภูมิที่เหมาะสม ต่อการเจริญของพืชหรือสาหร่ายชนิดนั้น ๆ เท่านั้น (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2529)

ผลกระทบจากมนุษย์ (human impact)

ปัจจุบันพบว่าหาดทรายหลายแห่งอยู่ในสภาพเสื่อมโทรมเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสื่อมโทรมกล่าวโดยสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) ได้แก่

1. สาเหตุจากธรรมชาติ ได้แก่ การพัดพาตามแนวชายฝั่ง คลื่นลม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงลมมรสุม การกัดเซาะและการพัดพาของทรายในพื้นที่

2. สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ การกัดเซาะที่เกิดจากการขุดทรายจากปากน้ำและชายหาด การทำลายป่าชายเลน การเหยียบย่ำพืชที่ขึ้นอยู่ในแนวหาด ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายชายหาดได้การก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน ร้านค้า รีสอร์ท โรงแรม ทำให้ประสบปัญหาการทรุดตัวของฐานราก และเป็นการทำลายทัศนียภาพ รวมถึงปัญหาการกำจัดของเสียจากสิ่งปลูกสร้างเหล่านี้ การสร้างท่าเทียบเรือและสิ่งก่อสร้างอื่นๆ ที่ยื่นล้ำเป็นแนวตั้งฉากไปจากชายฝั่งทะเล

ปัญหามลพิษที่เกิดบนหาดทราย เช่น ของเสียต่าง ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมและขยะที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ และคราบน้ำมัน ซึ่งปัญหาเหล่านี้ยังไม่มีการศึกษาว่าส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในบริเวณมวลน้ำและพื้นท้องทะเล อย่างไรก็ดีในสภาวะของพฤติกรรมสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัยของพวกสัตว์ต่าง ๆ อาจได้รับอิทธิพลของมลพิษต่อระบบนิเวศของมันตะกอนโดยทั่วไปเป็นที่ดักมลพิษได้และความละเอียดมากของอนุภาคตะกอนเป็นสิ่งที่มีประสิทธิภาพมากในการดักตะกอนและสารมลพิษ เช่น หากเกิดมลพิษในบริเวณหาดหินแล้วมีการแพร่กระจายออกสู่บริเวณรอบข้าง พวกมลพิษจะถูกจับโดยอนุภาคขนาดเล็กของทรายและถูกสะสมไว้

ในทะเลสาบแมคไควรี (Macquari) ปากแม่น้ำทางชายฝั่งตะวันออกของออสเตรเลียพบการปนเปื้อนของ ซีลีเนียม (Selenium) ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย ดินตะกอนและสัตว์หน้าดิน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากอุตสาหกรรมประเภทโรงไฟฟ้า (Peter et al., 1999)

ทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีหรือขี้ปลาวาพ เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งและบริเวณปากแม่น้ำบ่อย ๆ อันเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น อิทธิพลของปริมาณสารอาหาร แร่ธาตุที่ละลายในน้ำบริเวณชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำซึ่งไหลมาตามลำน้ำสู่ทะเล (ธีรพร สุรตระกูล, 2539)

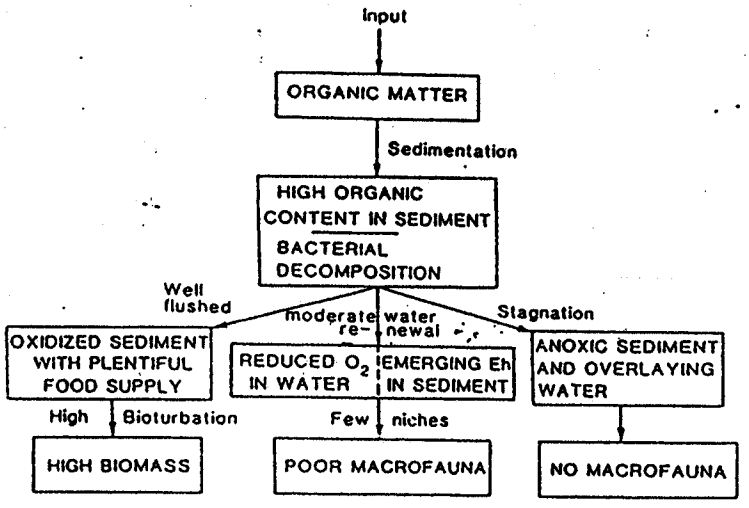
น้ำทิ้งจากบ้านเรือนเป็นมลพิษที่มีมานานถึงแม้ว่าจะมีสารที่มีพิษรุนแรงในปริมาณน้อย แต่ก็ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์และมีผลกระทบต่อระบบนิเวศ ในหลายประเทศได้รับผลกระทบและออกกฎหมายเกี่ยวกับการระบายน้ำทิ้งของบ้านเรือน ถึงแม้ว่าปลายท่อของท่อปล่อยน้ำทิ้งจะอยู่ห่างจากพื้นที่แต่ก็ยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศอยู่ดี

ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจากบ้านเรือนถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจน พื้นที่บริเวณนั้นจะเกิดเป็นชั้นสีดำ (Black layer) (Colclough & Brown, 1984)

ฟาร์มเลี้ยงหอยทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันที่ประเทศฝรั่งเศส (French Mediterranean lagoon of thau) และทำให้คุณสมบัติต่าง ๆ ในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลง เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณอินทรีย์สาร ปริมาณไนโตรเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัส และพบสาหร่ายทะเลและหญ้าทะเลต่าง ๆ มากขึ้น (De – Casabiance, Laugier, & Marinho, 1997)

การไหลของน้ำใต้ดินเป็นปัจจัยที่นำความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สูงมาสู่น้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคดินตะกอนและทำให้การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่สัตว์หน้าดินใช้เป็นอาหารมีมวลชีวภาพสูงขึ้น (Hagerthey, & Kerfoot, 1998).

มีการศึกษาพื้นที่ ๆ ได้รับผลกระทบจากสารอินทรีย์ซึ่งมีผลกระทบกับสัตว์หน้าดิน การศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นความสำคัญของการเคลื่อนที่ของน้ำซึ่งมีผลต่อการเกิดมลภาวะที่มีสาเหตุจากสารอินทรีย์ ถ้ามีคลื่นลมดีจะทำให้มีออกซิเจนมาก พบสัตว์หน้าดินและพบมวลชีวภาพสูงดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แสดงวิถีของสารอินทรีย์ที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของน้ำ (Brown & McLachlan, 1990)

คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในพื้นที่จังหวัดชลบุรีถึงตราดอยู่ในระดับพอใช้ถึงค่อนข้างดีและมีความสกปรกอยู่บ้างในบางพื้นที่ที่มีชุมชนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.) ซึ่งสามารถกล่าวถึงเป็นรายพื้นที่ได้ดังนี้

1) อ่าวชลบุรี คุณภาพน้ำบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณ อ่าวชลบุรี จังหวัดชลบุรี พบว่ามีคุณภาพค่อนข้างเสื่อมโทรม สาเหตุเนื่องมาจากอ่าวชลบุรีได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งสะพานปลาและชุมชน ซึ่งระบายลงสู่อ่าวชลบุรี ซึ่งมีความลาดชันน้อย สำหรับปริมาณสารอาหารตรวจพบในปริมาณค่อนข้างต่ำ ประมาณออกซิเจนละลายอยู่ในช่วง 3.5 ถึง 5.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 7.8 ถึง 8.1 ค่าความโปร่งใสเฉลี่ย 30 เซนติเมตร

2) หาดบางแสน เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี คุณภาพน้ำทะเลอยู่ในระดับพอใช้และนับว่าดีขึ้น

3) ศรีราชา คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งอยู่ในเกณฑ์ดี พบปริมาณออกซิเจนละลายสูง 5.6 ถึง 6.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 8.2 ถึง 8.4 ไม่เกินค่ามาตรฐานที่ใช้ในการว่ายน้ำ

4) แหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี คุณภาพน้ำบริเวณอ่าวอุดมและแหลมฉบังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดีโดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27 ถึง 33 องศาเซลเซียส ความเค็ม 26.5 ถึง 7.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณโลหะหนักอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล (ค่ามาตรฐานไม่มากกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร) และมีแนวโน้มค่อนข้างสูงในระยะใกล้ฝั่ง ระยะ 100 และ 500 เมตร

5) หาดพัทยา เป็นหาดที่สำคัญด้านการท่องเที่ยว ระดับคุณภาพน้ำทะเลบริเวณนี้ส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ และมีคุณภาพดีกว่าที่ผ่านมาเนื่องจากท่อระบายน้ำทิ้งที่ปล่อยไหลลงทะเลถูกปิดและน้ำเสียถูกสูบกลับไปบำบัด แต่บริเวณพัทยาใต้ยังมีการระบายน้ำทิ้งสู่ทะเล

6) หาดแม่รำพึงถึงแหลมแม่พิมพ์ น้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างเสื่อมโทรม โดยเฉพาะในเดือนมิถุนายนเป็นต้นฤดูฝน มีการชะล้างสิ่งสกปรกจากพื้นดินสู่ทะเล ชายหาดได้รับน้ำเสียจากบ้านเรือน โรงแรม ร้านค้าที่ตั้งอยู่ริมหาด

7) ชายฝั่งทะเล จังหวัดจันทบุรีถึงจังหวัดตราด คุณภาพน้ำมีคุณภาพค่อนข้างดี ตรวจวัดออกซิเจนละลาย 4.0 ถึง 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.9 ถึง 8.4

การศึกษาระบบนิเวศบนหาดทรายในประเทศไทย

ที่เกาะภูเก็ตประเทศไทย พบว่า สิ่งมีชีวิตหลายชนิดมีจำนวนมาก ในขณะที่บางชนิดหายาก ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ยังมีความแตกต่างในด้านโครงสร้างทางสังคม องค์ประกอบ ความหนาแน่น และความหลากหลาย ในแต่ละหาดที่ทำการศึกษา โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการปะทะของคลื่นและช่วงของฤดูมรสุม และยังพบว่าในแต่ละหาด บริเวณที่ที่อยู่เหนือเขตน้ำขึ้นน้ำลงจะมีความหลากหลายและความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิตน้อยกว่าบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าเขตน้ำขึ้นน้ำลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างหาดทรายในเขตอบอุ่นและหาดทรายในเขตร้อน พบว่าหาดทรายในเขตร้อน มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากกว่าหาดทรายในเขตอบอุ่น (Dexter, 1996)

การศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ มีการศึกษาบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี โดยศึกษาเกี่ยวกับความหนาแน่น มวลชีวภาพ และการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินในเขตน้ำขึ้น-น้ำลง พบว่าสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มที่พบเสมอและจำนวนมากได้แก่ ไส้เดือนทะเล (65.18%) ครัสตาเซียน (19.93%) หอย (13.97%) และสัตว์กลุ่มอื่น ๆ ที่เหลือ (0.92%) โดยความหนาแน่นและมวลชีวภาพเฉลี่ยของสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 26.85 ตัว/ตร.ม. และ0.65 กรัม/ตร.ม. ตามลำดับ (เสาวภาคย์ ประจงการ และ สมถวิล จริตควร, 2534) และยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับสังคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ด้วย พบสัตว์ 6 กลุ่มตามความชุกชุมคือ หอยเสียบ หอยทับทิม แม่เพรียง ปูเสฉวน ปูการ์ตูน และหอยตลับ ซึ่งลักษณะการกระจายพันธุ์ของสัตว์หน้าดินมีความแปรผันขึ้นกับเขตที่อยู่ หาด และเวลา (วิภูษิต มัณฑะจิตร และ มนัสวงษ์ ฮวดไฉ, 2543)

การศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดเล็กได้มีการศึกษาบนหาดทราย 7 แห่งของจังหวัดชลบุรี ได้แก่ อ่างศิลา, หาดวอนนภา, หาดบางแสน, บางพระ, ศรีราชา และบางละมุง พบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กรวม 10 กลุ่ม และพบว่าอนุภาคตะกอนขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ในขณะที่อนุภาคตะกอนขนาดเล็กและปริมาณอินทรีย์สารที่มีอยู่ใน

ดินมีความสัมพันธ์ผกผันกับสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (ยุทธนา สุดันธกุล, 2541) และได้มีการศึกษาการแพร่กระจายและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กบริเวณหาดทราย จ.นครศรีธรรมราช และ จ.สงขลา พบสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก 18 กลุ่ม ซึ่งส่วนใหญ่มีการแพร่กระจายตามแนวดิ่ง โดยพบว่ามีความชุกชุมลดลงตามความลึก ส่วนการแพร่กระจายในแนวราบ พบว่าที่บริเวณถัดจากเขตน้ำขึ้นสูงสุดลงมา 2 และ 3 เมตร มีความชุกชุมแตกต่างกันเล็กน้อย นอกจากนี้ระดับน้ำขึ้นน้ำลงก็เป็นปัจจัยที่ควบคุมการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กบนหาดทราย (ศศิวรรณ โตเชื้อ, จิรพร รุจิระยรรยง และเสาวภา อังสุภานิช, 2540)

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับแผนการที่เหมาะสมที่จะใช้ในการเก็บตัวอย่างโดย วิภูษิต มัณฑะจิตร (2540) ได้ทำการศึกษากับหอยเสียบ (*Donax faba)* บริเวณหาดทรายของบางแสน เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการศึกษาสังคมสัตว์บนหาดทรายต่อไป ทำการศึกษาโดยใช้ quadrat 4 ขนาด คือ 5x5 ตร.ซม., 10x10 ตร.ซม., 20x20 ตร.ซม. และ 50x50 ตร.ซม. พบว่าการใช้ quadrat ขนาดต่างกันจะประมาณความหนาแน่นของหอยเสียบต่างกันไป โดย quadrat 5x5 ตร.ซม. ประมาณความหนาแน่นได้สูง แต่ให้ผลมีความแปรปรวนมากและความเที่ยงตรงต่ำ ในทางกลับกัน quadrat 50x50 ตร.ซม. ประมาณความหนาแน่นได้ต่ำ แต่ให้ผลมีความแปรปรวนน้อยและความเที่ยงตรงสูง ในขณะที่ quadrat 10x10 ตร.ซม. และ 20x20 ตร.ซม. ให้ผลการประมาณใกล้เคียงกัน มีความแปรปรวนของข้อมูลและความเที่ยงตรงอยู่ในระดับที่ดี พิจารณาได้ว่าการประมาณที่แม่นยำน่าเชื่อถือจากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของแผนการเก็บตัวอย่าง quadrat 5x5 ตร.ซม ซึ่งเป็นขนาดเล็กจะมีประสิทธิภาพดีกว่า quadrat 50x50 ตร.ซม. ซึ่งเป็นขนาดใหญ่ (วิภูษิต มัณฑะจิตร, 2540)

งานวิจัยที่เป็นแหล่งของสัตว์ทะเลหลายชนิด ที่สำคัญเช่น เต่าทะเล (หรรษา จรรย์แสง, 2532) และผลกระทบของกิจกรรมจากมนุษย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของหาดทราย

กุลธาร ศรีจันทพงศ์ (2545) ทำการศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดทรายในภาคตะวันออกทั้งหมด 18 หาด ได้แก่ หาดบางแสน-วอนนภา บางพระ ศรีราชา แหลมฉบัง พัทยา บางเสร่ หาดพยูน-น้ำริน หาดแม่รำพึง สวนสน หาดแม่พิมพ์ คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ หาดเจ้าหลาว แหลมสิงห์ หาดลานทราย หาดมุกแก้ว หาดบานชื่น และหาดชาญชล พบสัตว์ 5 กลุ่ม คือ ไส้เดือนทะเล ครัสตาเซียน หอยฝาเดียว หอยสองฝา และเอคไคโนเดิร์ม โดยพบหอยสองฝามากที่สุดทั้งความชุกชุมและน้ำหนักคิดเป็นสัดส่วน 72.94 เปอร์เซ็นต์ของจำนวน และ 86.13 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของสัตว์ทะเลที่พบ นอกจากนี้พบว่าความชุกชุมและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่โดยมากไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ อนุภาคทราย และคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย

สุนิสา ขยันทำ (2546) ทำการศึกษาความผันแปรในรอบปีของธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บริเวณหาดบางแสน-วอนนภา รวมทั้งศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และความเค็ม และลักษณะทราย พบว่าปริมาณเฉลี่ยทั้งรอบปีของฟอสเฟต ซิลิเกต ไนไตรต์ ไนเตรท และแอมโมเนีย ของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย มีค่า 2.57, 106.01, 0.44, 6.96, และ 23.11 ไมโครกรัมอะตอมต่อลิตรตามลำดับ อีกทั้งพบว่าความผันแปรของธาตุอาหารและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการขึ้นอยู่กับเขตและเวลาและพบว่ามีน้ำจืดไหลออกมาผสมสังเกตได้จากความเค็มที่มีค่า 5 ส่วนในพันส่วนในบางเดือนซึ่งมีค่าความเค็มต่ำกว่าน้ำทะเล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฟอลเตอร์ และแซนสัน (Falter & Sansone, 1999) ศึกษาเทคนิคเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณดินตะกอนตามแนวปะการัง พบว่าการใช้อุปกรณ์ที่ทำจากพลาสติก (PVC) จะดีกว่าการใช้โลหะประเภทสแตนเลส เนื่องจากสามารถทำได้ง่าย เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า ลดปัญหาการกัดกร่อนอุปกรณ์จากน้ำทะเลและเพื่อเป็นการขจัดปัญหาการปนเปื้อนของโลหะในน้ำตัวอย่าง

ฮอลล์ และคณะ (Hall et al., 1996) ศึกษาการใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกเก็บดินตะกอน (sediment core) ซึ่งค่อนข้างจะมีเทคนิคต่าง ๆ มากและค่อนข้างราคาแพง โดยใช้เรือดำน้ำเก็บตัวอย่างดินตะกอนใต้ท้องทะเลที่ระดับความลึกต่าง ๆ และนำดินตะกอนที่ได้นี้ไปหมุนเวี่ยง (centifuge) เพื่อแยกตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ออกมา ซึ่งตัวอย่างที่ได้ค่อนข้างจะมีปริมาณน้อย แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเซลลูโลส อะซิเตท (cellulose acetate) ที่มีขนาดรู 0.45 ไมครอน ก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์

มอร์ติเมอร์ และคณะ (Mortimer et al., 1998) พบว่าธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินเลนบริเวณชายฝั่งในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของปากแม่น้ำฮัมเบอร์ ประเทศอังกฤษ มีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลเนื่องจากแต่ละฤดูกาลมีอิทธิพลต่อการควบคุมปริมาณของธาตุอาหารลงสู่สิ่งแวดล้อม ประกอบกับการขึ้นลงของน้ำมีผลให้ดินตะกอนไม่คงตัวเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอด โดยพบว่าในช่วง 1 รอบปีมีปริมาณไนเตรตมากกว่าแอมโมเนียและไนไตรต์ ตามลำดับ ส่วนฟอสเฟตและซิลิเคตพบในปริมาณค่อนข้างน้อย

ฮาเกอร์เด และเคอร์ฟุต (Hagerthey & Kerfoot, 1998) พบว่าธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินมีความสัมพันธ์การไหลเข้าของน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นตัวนำพาธาตุอาหารลงสู่สิ่งแวดล้อม มี

ผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นโดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสเฟต และส่งผลต่อไปยังลักษณะทางกายภาพและเคมีของสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้น ๆ ด้วยโดยพบว่ามีมวลชีวภาพสูงขึ้น

แลนเด็น และฮอลล์ (Landen & Hall, 1998) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนและแอมโมเนียมในรูปของสารละลายที่อยู่ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินตะกอนบริเวณชายฝั่งที่ระดับความลึก 40 เมตร โดยศึกษาทุกเดือนเป็นเวลามากกว่า 1 ปีซึ่งศึกษาในด้านความเข้มข้นและการกระจายตัวของกรดอะมิโนและแอมโมเนียม ในการเปลี่ยนแปลงของวัฏจักรในรอบปีพบว่าแอมโมเนียมมีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน คือในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณความเข้มข้นสูงและในฤดูหนาวมีปริมาณความเข้มข้นค่อนข้างต่ำ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของกรดอะมิโนอิสระทั่ว ๆ ไปมีปริมาณต่ำ แต่พบว่าในช่วงปลายฤดูร้อนมีความเข้มข้นค่อนข้างสูงกว่าช่วงฤดูกาลอื่นอันเนื่องมาจากมีปริมาณอินทรียสารลงสู่ทะเลมากมีผลให้ดินตะกอนมีปริมาณอินทรียสารมาก ส่งผลให้กรดอะมิโนอิสระในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินตะกอนมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลจะมีผลต่อขบวนการต่าง ๆ เช่น การดูดซับ (adsorption) การสลายตัว (degradation) และการย่อยโดยแบคทีเรีย (bacterial assimilation) ขบวนการเหล่านี้มีผลต่อการเคลื่อนย้ายของสารต่าง ๆ ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินตะกอน

อูเมสซาวา, มิยาจิมา, คายัน และโคกี (Umezawa, Miyajima, Kayanne & Koike, 2002) ศึกษาความสำคัญของสารประกอบไนโตรเจนที่มากับน้ำใต้ดินเข้าสู่บริเวณเกาะอีชิกากิ ทางตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่นพบว่าแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญในการลงสู่บริเวณแนวปะการังชายฝั่งมากับน้ำใต้ดินจากบนบกลงสู่ใต้พื้นท้องทะเล ซึ่งในน้ำใต้ดินบริเวณใกล้ ๆ กับแนวชายฝั่งพบความเข้มข้นของสารละลายไนโตรเจนประเภทอนินทรีย์ (DIN) สูง เมื่อน้ำใต้ดินเคลื่อนตัวมายังบริเวณแนวปะการังมีผลให้มีการเคลื่อนที่ของสารประกอบไนโตรเจนมายังบริเวณนี้ด้วย ซึ่งธาตุอาหารที่มากับน้ำใต้ดินนี้จึงเป็นปัจจัยหลักในการควบคุมมวลชีวภาพและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตบริเวณนี้

แวน ลุนจ์, โบเออ, ลิจเคิลมา และสเวิร์ต (Van Luijn, Boer, Lijklema & Sweert, 1999) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบไนโตรเจนในดินตะกอนที่มีลักษณะเป็นทรายและโคลนบริเวณน้ำตื้นริมทะเลสาบนูเดอร์แนว (Nuidernauw) ประเทศเนเธอร์แลนด์ พบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันสารประกอบไนโตรเจนในโคลนมีปริมาณมากกว่าในทรายซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียสารที่อยู่ในดินตะกอน ซึ่งในโคลนพบปริมาณอินทรียสารอยู่ในช่วง 75-90 % และในดินทรายพบปริมาณอินทรียสารอยู่ในช่วง 45-60 % และพบว่าหลังการเกิด แพลงก์ตอนบลูมมีปริมาณแอมโมเนียสูงกว่าปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบไนโตรเจนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาณอินทรียสารบริเวณนั้น