

七北田川河口干潟の底質・直上水間における無機態栄養塩フラックスの変動特性

東北大学大学院工学研究科

正員 ○坂巻隆史

正員 千葉信男

正員 西村修

1. はじめに

干潟生態系の維持機構と沿岸域における干潟の役割を明らかにするうえで、干潟における栄養塩循環を解明することが必要となる。本研究では、特に、底質-直上水間における無機態栄養塩の交換に着目した。底質・直上水間の無機態栄養塩フラックスは各地で測定されており、底質の性状やマクロベントスの活動、温度、濃度、流れなど様々な要因により変化することが知られている。しかし、その時間変動に関しては、季節変動の観測例はあるが、河口干潟のように潮汐の影響に伴い環境条件が激しく変化する場での短時間スケールでの変動を観測した例はない。本研究では、七北田川河口の2つの干潟を対象として、底質・直上水間における無機態栄養塩フラックスを、潮汐による短時間スケールでの変動を考慮して現場で観測した。さらに、それらの結果をもとに1日当たりの交換量を算定した。

2. 調査方法

調査対象とした干潟は、宮城県仙台市の七北田川河口の北岸に位置する砂質干潟と、その対岸である南岸に位置する泥質干潟である。現場観測で用いたチャンバーは、円筒形で無色透明の明チャンバーと灰色で遮光する暗チャンバーの2種で、サイズはいずれも内径33cm、高さ30cm、材質は塩ビ（無色透明のものは天板のみアクリル）のものである。チャンバーには、側面と天板にゴム栓で開閉する穴を設け、現場で底質に埋め込んだまま水の交換ができるようにした。現場では、底質表層からチャンバー天板までの水塊の高さが10cmとなるようエッジを底質に埋め込んだ。そして、冠水時にゴム栓を開けチャンバー内に十分通水した後ゴム栓を閉め2時間程度放置して、その前後のチャンバー内の水を採水しDTN、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、DTP、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、塩分濃度の分析に供した。そして、再び30分程度通水させチャンバー内の水を交換して、同様の採水サイクルを1日に2~6回繰り返した。調査は、1999年の6月から9月にかけて両干潟で計8回実施した。

交換フラックスは、2時間程度の各採水サイクルにおけるはじめと終わりのチャンバー内直上水中の濃度変化より、各サイクルについて算出した。さらに、各調査日ごとに各サイクルで求められるフラックスを、明チャンバーの結果を昼間、暗チャンバーの結果を夜間としてそれぞれ12時間分足しあわせ、それらを足しあわせることで1日当たりの交換量を算出した。

3. 結果と考察

3.1 フラックスへの影響因子

図1には、砂質干潟における $\text{NH}_4\text{-N}$ フラックスと直上水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の関係を示す。両者の間には負の相関が、両干潟においてみられた。図2には、両干潟における直上水中の塩分濃度と $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の関係を示す。直上水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、通常は塩分濃度の上昇と共に低下したが、塩分濃度が高いときに急激に上昇する場合もみられた。これは、河口南岸に位置する下水処理場から外洋へ向けて放流された処理水が、風向き等の影響を受けて上げ潮時に河口内へ侵入してくる場合があったためと考えられる。図1および図2の結果から、 $\text{NH}_4\text{-N}$ フラックスは、潮汐に伴う直上水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の変化に支配されていると考えられる。 $\text{NO}_3\text{-N}$ フラックスについても、特に泥質干潟では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と同様に、直上水中の濃度と負の相関を有しており、潮汐に伴う直上水中の濃度変化に支配される傾向にあった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ フラックスは、両干潟で底質における酸素消費フラックスの増大に伴い溶出量が線形的に増大する関係にあった。これは、有機物分解にともない回帰された $\text{PO}_4\text{-P}$ が、酸素が消費され溶出しやすくなった条件下で速やかに溶出するためと考えられる。特に、砂質干潟では、 $\text{PO}_4\text{-P}$ フラックスと酸素消費フラックスの変動幅が泥質に比べて大きかった。これは、砂質干潟に高密度で生息する二枚貝イソジミの呼吸活性が塩分濃度の上昇にともなって上昇するためと考えられる。

キーワード；干潟、無機態栄養塩、溶出、吸収、潮汐
〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉06
TEL.022-217-7472 FAX.022-217-7471

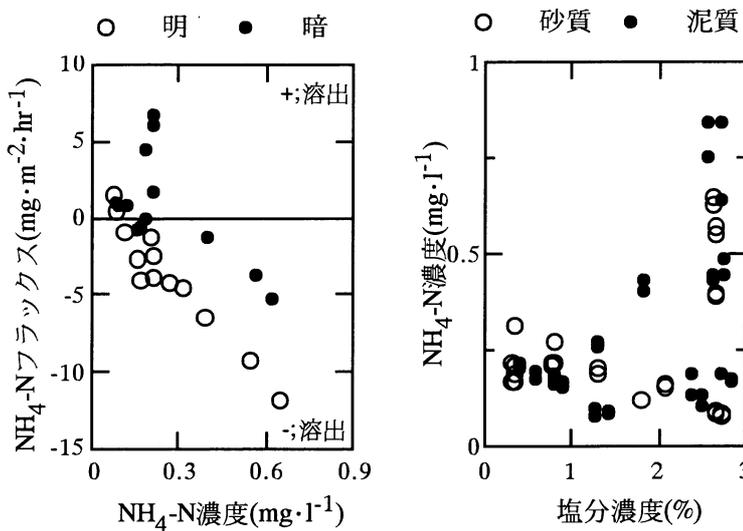


図1 NH₄-Nの直上水中濃度とフラックスの関係
 図2 直上水中における塩分濃度とNH₄-N濃度の関係

3.2 1日当たり交換量の変動

両干潟で各調査日について算定した無機態栄養塩の1日当たり交換量を表1に示した。これをみると、同じ干潟でも調査日によって1日当たりの交換量が大きく変化することがわかる。この結果をみると、NH₄-NおよびNO₃-Nに関しては、(a)NO₃-Nを大きく吸収しNH₄-Nを吸収もしくは緩やかに溶出する傾向にある日（砂質：8月17日、泥質：6月9日）、(b)NH₄-N・NO₃-Nの吸収が小さくなるもしくは溶出がやや大きくなる傾向にある日（砂質：9月10日、泥質：6月14日・9月9日）、(c)NH₄-Nの底質への吸収が著しく大きくNO₃-Nを溶出する傾向にある日（砂質：8月5日、泥質：8月26日）という3つのパターンに、各調査日の傾向を大まかに分類することができる。(a)に分類される日は、塩分濃度は低い傾向にあり比較的高いNH₄-Nおよび高いNO₃-N濃度の河川水が流入していた。(b)に分類される日は、塩分濃度は高い傾向にあり低いNH₄-NおよびNO₃-N濃度の海水が流入していた。(c)に分類される日は、塩分濃度は常に高い傾向にあるがNH₄-N濃度が著しく高く外洋から下水処理放流水の侵入があったと考えられる。また、PO₄-Pに関しても、砂質干潟では、塩分濃度が低く河川水の侵入が卓越したと考えられる8月17日に、二枚貝の呼吸活性の低下と思われる酸素消費量の低下がみられ、それに伴ってPO₄-Pの溶出量がやや減少している。このように、今回対象とした七北田川河口の砂質干潟および泥質干潟では、底質直上へ、河川水の侵入が卓越するのか、それとも海水の侵入が卓越するのか、また、外洋側からの下水処理放流水の侵入があるのかが日によって大きく異なり、そのことが1日当たりの無機態栄養塩の交換量を大きく左右していると考えられる。

4. まとめ

七北田川河口の砂質および泥質干潟を対象に、底質・直上水間でのNH₄-N、NO₃-N、PO₄-Pの交換フラックスを観測した。その結果、フラックスは潮汐に伴い短時間スケールで溶出から吸収まで大きく変化することが明らかとなった。また、直上水質の変動特性も、河川水の流入が卓越するか、海水の流入が卓越するか、また外洋に放流されている下水処理放流水の侵入があるかで日によって大きく異なり、それに伴って1日当たりの交換量も日によって大きく変化することが明らかとなった。よって、河口干潟における底質・直上水間での無機態栄養塩フラックスの定量化にあたっては、短時間で大きく変動する直上水質の影響を十分に考慮する必要がある。

表1 昼夜および一日当たりの無機態栄養塩交換量の算定結果

北岸・砂質干潟				
	DO	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
1999/8/5				
昼12hr	-325	-83.2	16.2	6.5
夜12hr	-1081	-20.5	-1.7	12.9
24hr	-1407	-103.7	14.5	19.4
1999/8/17				
昼12hr	311	-33.3	-7.9	2.1
夜12hr	-388	-26.2	-8.0	2.7
24hr	-77	-59.5	-16.0	4.8
1999/9/10				
昼12hr	-497	-4.3	-0.1	4.1
夜12hr	-1456	1.5	-2.0	7.0
24hr	-1952	-2.8	-2.1	11.1
南岸・泥質干潟				
	DO	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
1999/6/9				
昼12hr	-	5.8	-18.3	1.7
夜12hr	-	5.8	-18.9	2.7
24hr	-	11.6	-37.2	4.4
1999/6/14				
昼12hr	-	17.0	10.2	11.9
夜12hr	-	17.3	6.6	7.2
24hr	-	34.3	16.8	19.1
1999/8/26				
昼12hr	-995	-36.0	8.1	7.2
夜12hr	-640	-9.8	11.1	2.7
24hr	-1635	-45.8	19.2	9.9
1999/9/9				
昼12hr	-1122	-7.4	27.1	7.6
夜12hr	-1270	1.1	12.1	7.7
24hr	-2392	-6.3	39.3	15.3

mg·m⁻²·24hr⁻¹
 (昼・夜はmg·m⁻²·12hr⁻¹)