



Title	河川底泥の窒素循環に及ぼす底生動物の影響
Author(s)	中村, 吉志; 佐藤, 久; 岡部, 聡
Description	第10回衛生工学シンポジウム (平成14年10月31日 (木) -11月1日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 4 環境計測 . 4-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 10, 105-108
Issue Date	2002-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7112
Type	departmental bulletin paper
File Information	10-4-2_p105-108.pdf



4-2 河川底泥の窒素循環に及ぼす底生動物の影響

八戸工業大学大学院 ○ 中村 吉志、佐藤 久
北海道大学大学院 岡部 聡

1 はじめに

河川感潮域とは、海水の遡上の影響を受ける河川域のことである。河川感潮域では河川の流れが海水の遡上により弱まったり逆流することがあり、上流から流れてきた懸濁物質や栄養塩が沈降しやすい。さらに海水が遡上することで海水由来の栄養塩も供給される¹⁾。栄養が豊富である河川感潮域の底泥内には多くの底生動物が生息している。これら底生動物は巣穴を形成することにより底泥の物理的構造に影響を与える。また、巣穴を介して河川水中から底泥内に溶存酸素(O₂)や栄養分が取り込まれ、底生動物の代謝過程において生成されたアンモニア(NH₄⁺)等の老廃物は底泥中から河川中に放出される。底生動物による影響のみならず、巣穴壁面に生息する微生物の反応も底泥環境に影響を与える。このような底生動物により底泥環境が影響を受ける現象は生物攪拌(Bioturbation)と呼ばれる。生物攪拌の重要性は以前から多くの研究者から指摘されているものの、既往の研究の多くは生物攪拌の影響を底泥全体にわたり平均的にとらえており、個々の底生動物およびその巣穴が底泥環境に与える影響を検討した研究事例は少ない。

そこで本研究では、河川底泥に形成された底生動物の巣穴入り口付近の O₂ 濃度を測定し、巣穴を介した O₂ 輸送機構を検討した。また、回分実験により生物攪拌が河川水質に与える影響について検討した。

2 実験方法

2-1 河川状況

本研究では八戸市内を流れる新井田川の河口から約 1.8km 上流の河川感潮域の底泥を解析した。底泥は一日のうちの数時間干上がり、この期間に採取した底泥を全ての実験に用いた。4月から9月までの間、週に二度満潮時に河川水を採取し水質を測定した。水質調査項目は、O₂、pH、水温、NH₄⁺、NO₂⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、H₂S、BOD、COD、DOC、塩分濃度とした。

2-1 回分実験

底生動物が河川水水質に与える影響を検討するため、実験室において回分実験を行った。上記の地点から採取した底泥を 1mm のふるいに通し、直径 110mm、深さ 300mm の円柱型の容器に詰め、底泥表面を一致させて固定した。回分実験用底泥として、表面を 1mm の網で覆い底生動物を排除した底泥(生物未攪拌系)と、底生動物を 8 匹(約 800 匹/m²) 加えた底泥(生物攪拌系)を用意した。2 週間後にこれら底泥を実験室に持ち帰り、河川水に NH₄⁺および NO₃⁻が約 5mg-N/L になるように加えた回分実験用培地を 5L 満たした容器内にそれぞれの底泥を固定した。回分実験中は暴気することにより培地を攪拌した。経時的

に、O₂、pH、水温、NH₄⁺、NO₃⁻、DOC、塩分濃度を測定した。

2-2 巣穴付近の O₂ 濃度の測定

底生動物により形成された巣穴の形状を視覚化するため、幅 230mm、高さ 480mm、奥行き 6mm の容器を作成し、上記の地点から採取した底泥を投入した。容器内に長さ約 40mm の多毛類(*Tylorrhynchus heterochaetus*)を一匹投入した。底泥表面には底泥採取地点の河川水(約 20L)を流速 5cm/s で循環させた。河川水は、3 日毎に取り替えた。実験開始から 9 日目に、クラークタイプ O₂ 微小電極を用いて巣穴入り口付近の O₂ 濃度を測定した。

3 実験結果と考察

3-1 河川の状況

底泥採取地点における 4 月から 9 月までの河川水質(平均濃度±標準偏差)は、O₂=6.0±1.4mg/L、pH=7.3±0.3、水温=18.9±2.5℃、NH₄⁺=0.4±0.3mg-N/L、NO₂⁻=0mg-N/L、NO₃⁻=1.1±1.4mg-N/L、SO₄²⁻=90.9±110.7mg-S/L、H₂S=0mg-S/L、BOD=3.81±1.23mg/L、COD=17.6±8.5mg/L、塩分濃度=0.25±0.24%であった。NH₄⁺、BOD および COD が比較的高いことから汚濁が進行した河川であることがわかった。また SO₄²⁻と塩分濃度が高いことから底泥採取地点が感潮域であることが分かった。また流速は約 2cm/s と緩やかであり、流れの向きは上流または下流に経時的に変化していた。

3-2 底泥の状況

採泥地点の底泥は強熱減量=4.6±0.4%、間隙率=78.9±8.3%、見かけ比重=1.7±0.2であった。底生動物は泥質の部分に巣穴を形成し、その深さは約 40cm であった。底泥表面から深さ 1mm~2mm の部分、および底生動物の巣穴の壁面から深さ 1~2mm の部分は黄色を呈しており、その他の部分は黒色を呈していた。これらの結果から、底泥表面と同様に巣穴壁面も酸化状態にあり、その他の底泥は還元状態にあると推察された。この干潟に生息している底生動物は約 85%がイトメ(*Tylorrhynchus heterochaetus*)、約 10%がイトゴカイ(*Notomastus sp.*)、約 5%がゴカイ(*Neanthes japonica*)であった。底生動物の生息密度は約 2000 匹/m²であった。

3-3 回分実験

回分実験の結果を図 1、図 2、図 3 に示す。河川水中の NH₄⁺増加速度は生物攪拌系で 0.01mg-N/day/cm²、生物未攪拌系で 0.02

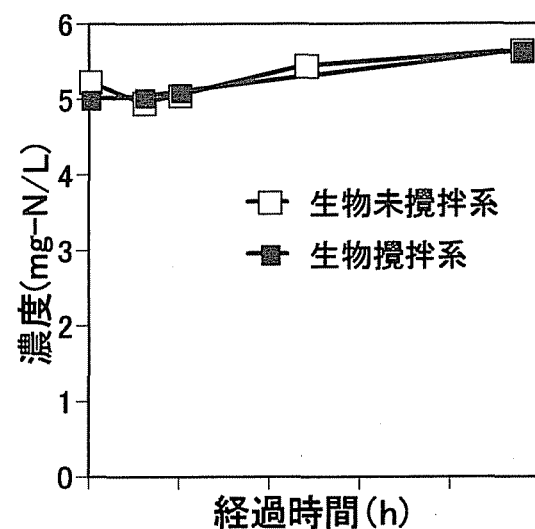


図 1 NH₄⁺の経時変化

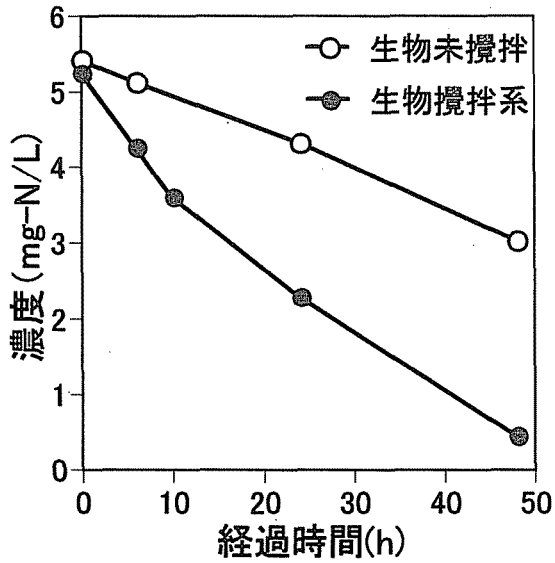


図2 NO₃⁻経時変化

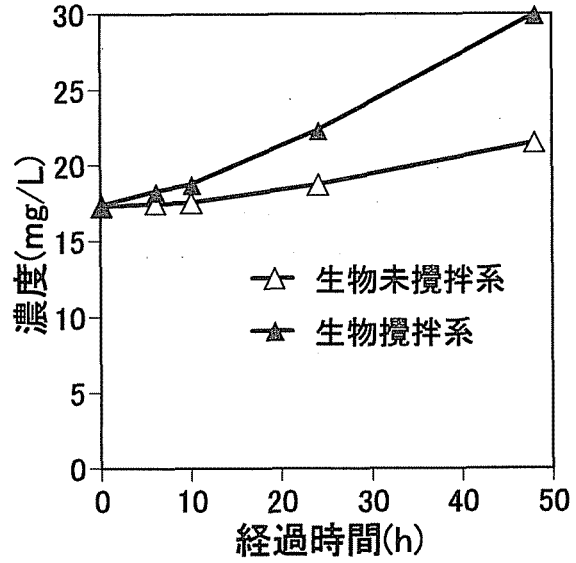


図3 DOC経時変化

mg-N/day/cm²であり同程度であった。このことから、底生動物が河川水中の NH₄⁺濃度に及ぼす影響は小さいことが分かった。河川水中の NH₄⁺の減少要因としては底泥内の好気領域における硝化反応、微生物の窒素源としての利用、が考えられる。増大要因としては有機物の分解、NO₃⁻の還元、特に生物攪拌系においては底生動物の代謝、が考えられる。

NO₃⁻消費速度は生物未攪拌系で 0.07 mg-N/day/cm²、生物攪拌系で 0.14 mg-N/day/cm²であり、生物攪拌系において約 2 倍高かった。このことから、底生動物は河川水中の NO₃⁻濃度を低下させることが分かった。河川水中の NO₃⁻の増大要因としては底泥内の硝化反応が、減少要因としては脱窒反応および硝酸還元反応が考えられる。

DOC 生成速度は生物未攪拌系で 0.12mg/day/cm²、生物攪拌系で 0.36mg/day/cm²であり、生物攪拌系において約 3 倍高かった。このことから、底生動物は河川水中の DOC 濃度を増大させることが分かった。河川水中の有機物の増大要因としては、底泥内における微生物および底生動物による懸濁性有機物の分解が、減少要因としては微生物および底生動物による無機化および同化が考えられる。

以上の結果をまとめると、生物攪拌は底泥への物質輸送量を増大させ、底泥中の嫌気反応(脱窒反応および有機物生成反応)を促進し、好気反応(硝化反応)にはさほど影響しないことが分かった。このことから、底生動物の巣穴内は微好気または無酸素条件となっており、巣穴壁面では主に嫌気的な反応が進行していると考えられる。

3-4 巣穴入口付近の物質輸送現象

回分試験の結果から底生動物の巣穴を介して物質が輸送されていることが推察されたため、微小電極を用いて底生動物の巣穴入口付近の O₂ 濃度分布を測定し、物質輸送現象を検討することを試みた。

巣穴断面の O_2 濃度分布を測定するために実験室で作成した底泥では、実験開始から1日後に底生動物の巣穴が形成された。底泥表面は厚さ約2mmの茶色で綿状の堆積物で覆われた。2日目には巣穴内の壁面に同様の堆積物が観察された。底泥表面の堆積物は時間の経過とともに厚さを増し、8日目には約5mmに達した。底泥内に観察された巣穴の数は時間の経過とともに増加した。14日後には巣穴壁面が黄色を呈した。これは底生動物が粘液を分泌したためであると考えられる。

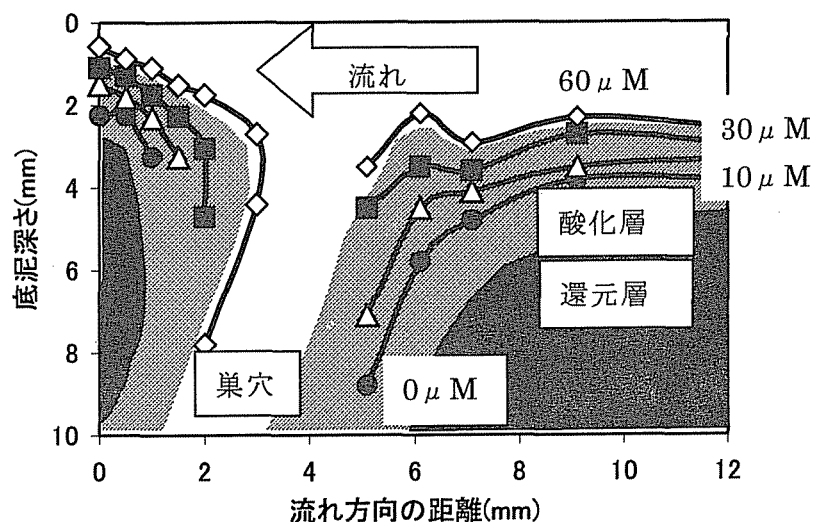


図4 底泥表面巣穴付近の O_2 濃度分布

図4に巣穴付近の形状と微小電極を用いて測定した等 O_2 濃度線を示した。 $O_2=$ 約 $60 \mu M$ の等濃度線は概ね底泥表面と一致しており、表面から約7mmの最深測定においても底泥表面と同程度の O_2 が存在していた。顕微鏡による観察から、巣穴内に底生動物の活動によって引き起こされたとされる激しい水流が間欠的に生じていることが明らかとなった。これらの結果より、液本体中の O_2 が巣穴を介して底泥内に輸送されていることが明らかになり、 NO_3^- や有機物も同様に巣穴を介して輸送されているのとも考えられる。また、 $O_2=60 \mu M$ の等 O_2 濃度線のみならず全ての等 O_2 濃度線が底泥表面の形状に沿って分布していた。このことから、底泥の物質輸送機構を考える場合には巣穴を含めた底泥の物理的構造を考慮する必要があることがわかった。

4 結論

本研究では回分実験を行い底生動物の存在が河川水に与える影響を検討した。また、微小電極を用いて底泥表面に形成された底生動物巣穴入り口付近の物質輸送現象を解析した。その結果、1)底生動物の巣穴の壁面に酸化層が形成される事、2)底生動物の存在により NO_3^- 消費速度およびDOC生成速度が高まる事、3)底生動物の巣穴を介して底泥内に物質が輸送される事、を明らかにした。

参考文献

- 1) 西條 八東、奥田 節夫 編 (1996) 河川感潮域 (社) 名古屋大学出版会