# 河川底泥内の酸素濃度分布に及ぼす底生動物の影響

八戸工業大学 正 佐藤久、佐々木裕一、学 小山田浩之 北海道大学大学院 正 岡部聡

#### 1. はじめに

河川感潮域の底泥内には多くの底生動物が生息しており、これらは摂食により河川水から底泥内へ物質を輸送 している<sup>1)</sup>。また、巣穴を掘ることにより底泥の物理的構造に影響を与えている<sup>2)</sup>。底泥に形成された巣穴内には 底生動物の活動によりO<sub>2</sub>や栄養分が積極的に取り込まれ、また、代謝過程において生産されたNH<sub>4</sub><sup>+</sup>等の老廃物が 河川水中に放出される。底生動物の活動やそれが底泥内の環境に与える影響に関しては多くの研究がなされてき た。しかしながら、これらの研究では個々の底生動物の活性について言及しているものは少ない。底泥中には多 種多様な底生動物が、また、同一種でも若齢個体から成体まで様々な大きさのものが生息しており、活性はそれ ぞれにおいて異なる。従って、底生動物が底泥内の環境に与える影響については各個体ごとに測定する必要があ る。

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O<sub>2</sub>濃度を局所的に測定し、底生動物に より形成された巣穴が河川底泥内の酸素濃度分布に及ぼす影響を解析した。さらに、表面流速が巣穴入り口付近 のO,濃度に与える影響を検討した。

### 2. 実験装置と実験方法

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上流の河川感潮域に存在する底泥を解析した。底泥は 一日の内の数時間干上がり、干上がっている期間に採取した底泥を全ての実験に用いた。5月から11月の間、週に 1度満潮時に河川水を採取し水質を測定した。

解析する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1cm、長さ40cm、高さ4.5cmの水路を作成 し、高さ約3.5cmまで上記の地点から採取した底泥を敷き詰め、長さ約4.0cmの多毛類を一匹放した。底泥表面に は底泥採取地点の河川水(約20L)を流速約5cm/sで循環させた。河川水は3日毎に取り替えた。培養から4日目および 9日目に、クラークタイプO,微小電極を用いて巣穴入り口付近のO,濃度を測定した<sup>3)</sup>。測定は流速を変えて行った。

### 3. 実験結果と考察

#### 3-1. 河川水質

底泥採取地点における5月から11月の平均水質 ± 標準偏差は、 $O_2=6.2 \pm 1.0$ mg/L、 $pH=7.2 \pm 1.1$ 、水温=15.7 ± 4.3C°、 $NH_4^+=0.6 \pm 0.5$ mg-N/L、 $NO_2^-=0$ mg-N/L、 $NO_3^-=2.5 \pm 2.9$ mg-N/L、 $SO_4^{-2}=114.0 \pm 106.5$ mg-S/L、 $H_2$ S=0mg-S/L、BOD=4.7 ± 2.2mg/L、COD=15.9 ± 8.0 mg/L、底泥の強熱減量=11.0 ± 6.2%、底泥の空隙率=0.60 ± 0.06 であった。 $NH_4^+$ が存在していることからこの地点には生活排水や工場排水が流入していると考えられた。 $SO_4^{-2}$ 濃度が高かったことから河川感潮域であることが確認できた。

# 3-2. 水路内の底泥の状況

実験室に設置した水路内の底泥内には、培養開始から1日後に底生動物の巣穴が形成された。また、底泥表面は 厚さ約2mmの茶色の綿状の堆積物で覆われた。2日目には巣穴の壁面も表面堆積物と同様の色を呈した。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。また、底泥表面に観察された巣穴の数も 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ていた。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た。

3-3. 巣穴入り口付近のO2濃度分布

**Fig.1**に巣穴入り口付近の形状と微小電極を用いて測定した等O<sub>2</sub>濃度線を示した。O<sub>2</sub>=60μMの線は底泥の表面形 キーワード:河川底泥、底生動物、巣穴、O<sub>2</sub>濃度分布、微小電極

連絡先 青森県八戸市妙字大開88-1 八戸工業大学 佐藤 久 E-mail: qsatoh@hi-tech.ac.jp Tel.0178-25-8067

状に沿って分布しており、最深測定地点(表面から約 7mm)の巣穴壁面部においても底泥表面と同程度のO,が 存在していた。このことから、液本体中のO。が巣穴を 介して底泥内へ輸送されていたことが明らかとなった。 O,=60µMの等O,濃度線のみならず全ての等O,濃度線は 底泥の表面形状に沿って分布していた。この結果より、 底泥表面におけるO,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。O,浸入深さは約2mmであり、底泥表面に存 在した堆積物の厚さは約5mmであったため、堆積物の 深部が無酸素状態であったことがわかった。このこと は、底泥の色から判断される好気-嫌気境界面と実際の 好気-嫌気境界面が一致しない場合があることを示して いる。また、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思われる激しい水 流が間欠的に生じていたことがわかった。



**Fig. 1** Vertical section of a sediment with a burrow structure and  $O_2$  distribution.

### 3-4. O,濃度分布に与える表面流速の影響

**Fig.2**に表面流速が異なる条件における底泥表面および巣穴内の鉛直方向 $O_2$ 濃度分布を示した。全ての濃度分布 は巣穴内に激しい水流が存在しない条件下で測定した。底泥表面において、流速の上昇に伴い濃度境界層の厚さ は約750 $\mu$ m(V=0.06cm/s)、約500 $\mu$ m(V=0.3cm/s)、約250 $\mu$ m(V=4cm/s)と減少した。これに伴い、表面の $O_2$ 濃度は約 40 $\mu$ M(V=0.06cm/s)、約120 $\mu$ M(V=0.3cm/s)、約180 $\mu$ M(V=4cm/s)と増大した。これに対し、巣穴内における濃度境界 層の厚さは約900 $\mu$ m(V=0.06cm/s)、約1300 $\mu$ m(V=0.3cm/s)、約700 $\mu$ m(V=4cm/s)と表面付近に比べ厚く、流速の増大 とともに減少する傾向は見られなかった。また、巣穴壁面の $O_2$ 濃度は約40 $\mu$ M(V=0.06cm/s)、約60 $\mu$ M(V=0.3cm/s)、約120 $\mu$ M(V=4cm/s)と流速の増大に伴い増大したものの、表面付近の $O_2$ 濃度ほどには増大しなかった。これらの結 果は、巣穴内には表面流速に起因する水流が生じているものの膜面流速と比べるとその流速は小さいことを示唆 している。





# 4. まとめ

本研究では微小電極を用いて河川底泥に形成された底生動物の巣穴の入り口付近のO<sub>2</sub>濃度を局所的に測定した。 その結果、液本体中のO<sub>2</sub>が巣穴を介して底泥内へ輸送されていること、表面流速の増大に伴い巣穴内のO<sub>2</sub>濃度が 増大することを実験的に明らかにした。

[参考文献] 1) 西條 八束、奥田 節夫 編 (1996) 河川感潮域 (社)名古屋大学出版会 2) 小池 勲夫 編 (2000) 海底境界層における窒素循環の解析手法とその実際 (社)産業環境管理協会 3) 佐藤 他 (2002) 微小電極を用いた活性汚泥内の酸素消費機構の解析、水環境学会誌、25巻1号、pp.27-32.