

底泥表層部におけるORP分布の検討

九州大学工学部 学生員○徳永 英人 学生員 今村 正裕
同 上 正 員 大石 京子 正 員 楠田 哲也

1. はじめに

底泥層内では微生物の基質となる物質の濃度やその分布、および環境条件に応じて、微生物叢が異なる。その結果、種々の物質変換の場が共存することになる。この物質変換の指標として酸化還元電位（ORP）がある。平均的に見れば底泥のORPは表層から下層へいくに従って減少する。しかし、日野¹は、指示薬を用いて、底泥中のORPは1mm以下の微小な領域で不均一に分布していることを明らかにしている。このことは底泥中の微小な領域内でそれぞれのORPに応じた物質変換が行われていることを示唆している。従って本研究では、ORPの微小な空間分布を測定するために、微小電極を作製し底泥内で測定を行い、その分布とその分布が窒素変換に及ぼす影響について検討した。

2. 測定及び分析方法

ORP電極は直径17μmのPt線を外径約50μmのガラス管に封入したものである。電極の先端部のPtの表面積を小さくしすぎると分極が起こりEhが変化する。分極を防止するためには、電極の長さは最低500μm程度必要であった。この電極をpHが6.86と4.01のキンヒドロソル溶液で検定した後、底泥中での測定に供した。測定の前後に電極の検定を行った。底泥は1991年12月5日に佐賀県六角川の河口部付近（河口より約4km地点）及び六角橋付近（河口より約11km地点）で採取した直径12cm高さ20cmのコア状底泥を用いた。河口部の底泥は表層から4.5cm、六角橋付近のものは4.0cmまでを0.5cm間隔（2cm以深は1cm間隔）でスライスしつつ、毎回電極をそれぞれの表面から0.5cmの深さに挿入して測定した。各層約2cm四方の場所で60～70回測定した。また電極で測定した底泥の間隙水中の NH_4^+-N 、 NO_2^--N 、 NO_3^--N 濃度を測定した。

3. 結果及び考察

河口部底泥におけるEhの分布を図-1に示す。底泥の間隙水中のpHは約8.0であった。図-1より河口部の底泥のEhは、平均的にみると下層ほど低下しているが、各層ではかなり分布していることがわかる。特に1.5cmの層ではこの分布が500～-100mVまで広範囲に及んでいる。さらにそれ以下の層ではEhの分布の範囲が狭くなり、4.5cmの層でまた広がっている。全体を通して、Ehの高い値は600mV、低い値は-200mVであり、いずれの層においても300～400mV以上の分布幅がある。一般に微生物の代謝はEhの高い方から、酸素呼吸、硝化、硝酸還元、鉄還元、硫酸還元、メタン生成の順に生じる²⁾。底泥中でこれらの反応が生じるEhはかなり広範囲に渡っている。このことは空間的に細かく分布する各Ehの平均的な値を示していると考えられる。硝化・脱窒の相反する反応が同時に生じるのは、Ehが同時に生じる値になっていることよりもORPの空間分布による方が大きいと考えられる。

河口部の窒素三態の濃度分布を図-2に示す。 NO_3^--N 濃度が表層から1～2cm付近で急激に減少し、この付近で還元的な微小領域の割合が大きくなっている。この層のEh分布は酸素呼吸から硫酸還元まで生じるEhを示している。微小な領域となってEhが分布するのは微生物の集積に伴う部分的な還元部位の形成にあると考えられる。

六角橋付近の底泥におけるEhの分布と窒素三態濃度の鉛直分布

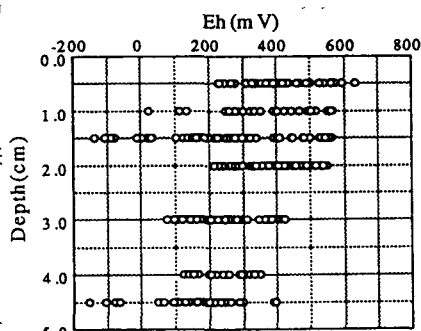


図-1 Ehの分布（河口部）

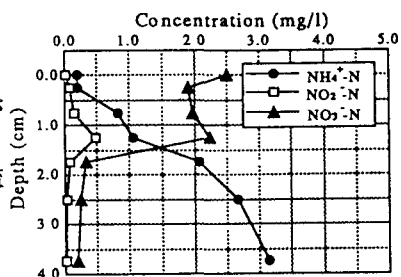


図-2 各態窒素濃度の鉛直分布（河口部）

をそれぞれ図-3、4に示す。図-3よりEhの分布幅はどの層も300mV以内であり、分布幅が河口部の底泥に比べて比較的狭いことがわかる。表層から1.5cm位までEhは200mV～400mVの範囲内にあるが、 NO_3^- -N濃度は0.5cmの深さから急激に減少している。これもEhの分布によると考えられる。

河口部と六角橋付近の底泥のEh分布を比較すると、前者の方が表層部において特に広範囲の分布を示しているのでこの表層部において多様な物質変換の場が共存していると考えられる。その原因の一つとして有機物量の違いが挙げられる。

有機物量の指標として600℃での強熱減量を測定した結果、河口部の底泥で約11%、六角橋付近のもので約9%であり、わずかに前者の方が多かった。さらに微生物反応に関わる有機物を推定するために、示差熱分析を行った。両地点の底泥は同様のスペクトルを示し、600℃までに三つの大きなピークを有していた。500℃付近のピークは石炭、400℃付近のものは難分解性のフミン質の燃焼によると考えられる。200℃～300℃で燃焼する物質は同定されていない。しかし、有機酸、アルコールのような易分解性有機物は200℃程度以下で揮発するため、200℃付近のピークは生分解可能な有機物の燃焼によると考え、100～200℃、200～400℃、400～600℃における強熱減量を求めた。河口部、六角橋付近での結果をそれぞれ図-5、6に示す。河口部、六角橋付近の底泥の200℃における強熱減量はそれぞれ約2.1%、約1.3%であり河口部の方が高い値を示した。さらに図-2、4の NH_4^+ -N濃度を比較すると、河口部の底泥の濃度の方が高くなっている。このことは、底泥中の NH_4^+ -N窒素は有機物質の分解によるものであり、河口部の底泥の方が生分解性の有機物量が相対的に多いことを示している。

有機物質が多く分布している部位で微生物の集積が生じ、その結果還元的な領域が増加してORPの分布が形成される。広範囲のORPの分布を底泥表層部に形成させることで、表層部での物質変換の多様化が可能となると考えられる。

4. おわりに

以上の検討から、底泥表層部は深さ方向にEh分布の形態が異なり、いずれの層においても200～300mV以上の分布の幅を持ち、各Ehに応じた物質変換の微小な場が空間的に分布していることが明らかになった。

参考文献

1) 日野 浩ら：底泥表層部におけるマイクロサイトの形成とその分布、平成2年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.394～395、1991

2) 栗原 康 編著：河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー、pp.32～42、東海大学出版会、1988

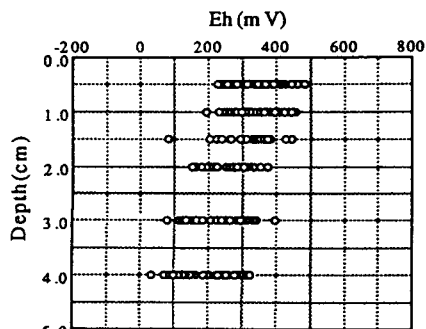


図-3 Ehの分布（六角橋付近）

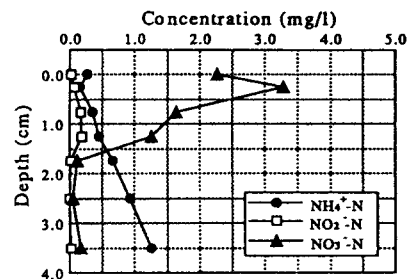


図-4 各態窒素濃度の鉛直分布（六角橋付近）

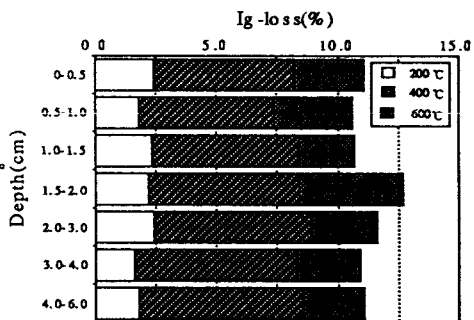


図-5 強熱減量の鉛直分布（河口部）

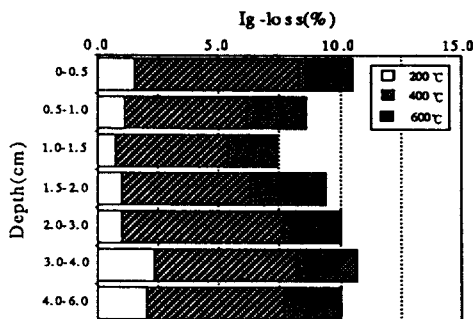


図-6 強熱減量の鉛直分布（六角橋付近）