

閉鎖的汚濁海域の自浄作用 —— 大村湾に於ける環境質指標としての
底質微生物グルタミン酸取込分解活性

SEDIMENT MICRO ORGANISM'S ACTIVITY UPTAKING AND DISSOLVING GLUTAMATE AS
ENVIRONMENTAL BIOLOGICAL INDICATOR IN CLOSED AND POLLUTED OMURA BAY

近藤満雄*・吉田宇希**

MITSUO KONDO* AND HIROKI YOSHIDA**

ABSTRACT; We measured sediment microorganism's activity uptaking and dissolving glutamate in the closed and polluted Omura bay in 1993. So we compared the activity with population and COD densities. The better was the water environmental quality in the closed and polluted bay, the lower was the activity. The lower the water environmental quality in the closed and polluted bay was, the higher was the activity. The higher population density and COD density were, the higher was the activity. The activity can be used as biological indicator showing water quality environment.

KEYWORDS; sediment micro organism's activity, glutamate, closed and polluted marine environment, population density, COD density, environmental quality, environmental biological indicator

1. 序 論

海等の自然水域では、様々な微生物が、河川を通じて或いは降雨時に沿岸の町や村から直接流入する様々な有機物を分解し、浄化している。しかし開発や産業活動等の人間活動が高まり、その上人口が増加するとともに、流入する生活排水や工業排水や畜産排水等が増大し、自然水域の水環境質を変化させてしまい、そこに生息する微生物の種や生息密度を変えるようになっている。

海や川では水は流れ移動するため水質で水環境質を知るには多くの地点で、長期にわたって、何回も、多くの物質を測定しなければならない。これには多くの労力と時間と費用がかかる。

生物指標は瞬間的な一過性の環境質を表すのではなく、長期的な蓄積的な環境質を表す指標である。生物の存在が環境を規定する面がある一方、生物の存在が環境に規定される面もある。ある種の生物の存在と生息密度は環境質と相関を持っている。このようなものが生物指標と成り得るのである。

多地点で多数回測定しなければならない水質に代って、一度の測定で水環境質が分る簡便な生物指標が求められている。

* 九州産業大学工学部土木工学科 Civil Engineering, Kyushu Sangyo University

** 日本建設コンサルタント Nihon Kensetsu Consultant

現在水環境質の生物指標として使われているのに水生昆虫がある。しかし、これは種の同定や分類が難しく、多くの労力と時間がかかる上、水環境質だけでなく、岩や礫や砂や泥等の底質環境に大きく規定され、淡水域にだけ適用されるだけで、淡水域や海水域や汽水域を含む河川全域の指標には成り得ない。

水は絶えず流れ移動するため、サンプリングして測定した水質はある瞬間の一過性の水環境質を表すだけにすぎないが、底質は長期にわたる蓄積的な水環境質を反映する。そのため底質微生物の有機物取込分解活性は長期にわたる蓄積的な環境質を反映することが期待される。底質微生物の有機物取込分解活性の測定は時間や労力も僅かですみ、淡水域でも、海水域でも測定できる利点がある。

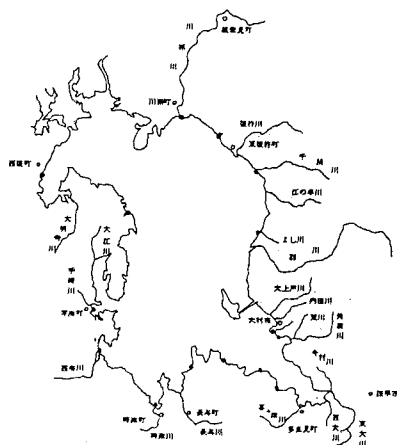
筆者らは長年にわたり様々な水環境質の自然水域で底質微生物の様々な有機物取込分解活性を測定し、水環境質とこれらの活性との相関性を追及して来た。それは自然水域に於ける底質微生物の自浄作用の実態を知るとともに、これらの有機物取込分解活性を水環境質の指標にせんがためであった。

ここでは閉鎖的な汚濁海域である大村湾の底質微生物のグルタミン酸取込分解活性と水環境質との相関を明らかにするとともに、閉鎖的な汚濁海域の水環境質を表す新たな生物指標としての底質微生物のグルタミン酸取込分解活性の利用を提案したいと思う。

2. 方 法

2.1 底質の採取

Fig.1に示すように沿岸沿いの黒丸の15地点で、干潮時に底質を採取した。満潮時は海水下にあり、干潮時には露出する海底の石や岩の下の底質を採取する。要は少々波風では移動しない安定した底質を採取することである。砂浜の砂を採取しないことが大切である。有機物取込分解活性を水環境質の生物指標にするためには、サンプリング場所の選定が極めて大切である。有機物取込分解活性は非常に鋭敏な環境質センサーである。ある地点の底質の環境質はすべて均一という訳ではなく、その周辺の複雑多様な環境質を反映する。有機物の取込分解活性を水環境質の指標にすべく、研究に取り組んだ多くの研究者が失敗したり、研究停滞の泥沼に落込むのはサンプリング場所選定への配慮を欠くためと、自然界には底質微生物の有機物取込分解活性に影響する様々な多くの要因があるためである。最初の間は1地点について3つ以上の場所で底質を採取し、活性を測定し、どの場所の底質が水環境質を最も良く代表しているかを検討する。熟練してくると、一瞬の内に適切なサンプリング場所が分るようになる。それまでは1地点について出来るだけ多くの場所でサンプリングを行い、活性を測定し、最も適切な採取場所を決定するようにする。汚水の流入点やその近辺は避けること、ゴミのある場所やその近辺は避けること、河川の流入地点やその近辺を避けること、少々波や風では移動しない底質を採取すること、嫌氣的な底質を僅かでも混入させないことが肝要である。表面にある好気層の底質だけを採取し、これを口径2 mmのフルイを通過し、口径1 mmのフルイに残留した砂の微生物の有機物取込分解活性を測定する。



2.2 グルタミン酸取込分解活性の測定

FIG. 1 サンプリング地点

採取した底質を数枚重ねた新聞紙の上に広げ、水分をできるだけ取り、一様に混合したものを使用する。各採取地点毎、測定項目毎に、2個の100mlビーカーに底質を10gずつ量り取る。一方を対照検体とし、他方を活性測定検体とする。対照検体には反応停止液である5%フェノール溶液を1ml加え、よく攪拌混合し、約10分後に1500 μ g/mlのグルタミン酸ナトリウム溶液を5ml加え、直ちに50mlの純水を加え、よく攪拌混合後、濾過し、濾液のグルタミン酸濃度をニンヒドリン法で測定する。一方活性測定検体には、1500 μ g/mlのグルタミン酸ナトリウム溶液を5ml加え、20℃で4時間インキュベートし、取込と分解を行わせ、その後反応停止液を1ml加え、よく攪拌混合後濾過し、濾液のグルタミン酸濃度を測定する。底質10g中の含水量と、活性測定検体のインキュベート時の蒸発水分量を測定し、対照検体とインキュベート後の活性測定検体の物質量を正確に求める。両者の差が取込分解量である。150℃で10時間ほど乾燥させた底質の比重を比重ビンで測定する。底質粒子を球形と仮定し、底質粒子の表面積を計算する。取込分解量を取込分解時間と底質粒子表面積で割り、指標値を計算する。

2. 3 活性の定義

乾燥した底質1g当りに生息する底質微生物が1時間に取込んだり分解する有機物の総量を活性値と定義する。乾燥した底質表面積1mm²当りに生息する底質微生物が1時間に取込んだり分解する有機物の総量を指標値と定義する。

3. 結果と検討

次に示すグラフはすべて1993年の7月から12月までに9回サンプリングして測定したグルタミン酸取込分解活性指標値の平均値をプロットしたものである。

Fig.2 は理解しやすいように地図上に活性の大きさを棒グラフで3次的に表したものである。この地図上のサンプリング地点の位置は正確なものではなく、おおまかな位置関係を示すだけで、活性の大小と地理的な関係を分り易くするためのものである。大村湾の

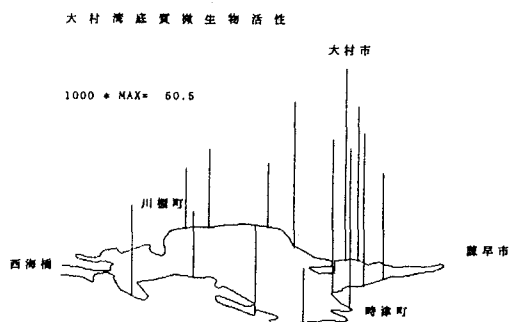


FIG. 2 微生物活性の3次元図

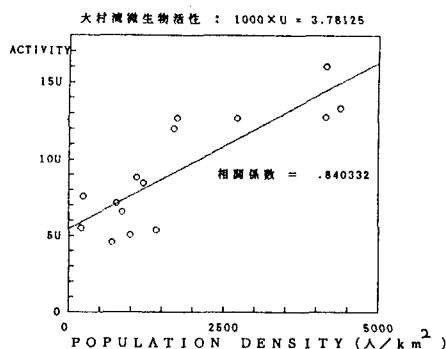


FIG. 3 活性と人口密度との相関

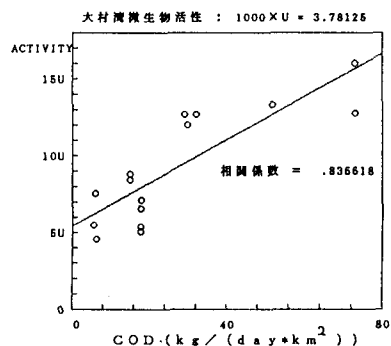


FIG. 4 活性と流入COD密度との相関

ような閉鎖的な汚濁海域では、人口が多く汚濁物の流入が多く汚濁の酷い大村市や時津町や、その影響を強く受ける近辺やその近くの対岸等が底質微生物のグルタミン酸取込分解活性が大きく、人口が少なく水環境質が相対的に良い地点ではグルタミン酸取込分解活性が小さい。これは汚濁の進行した閉鎖的な海域で見られる共通の特徴である。

底質微生物のグルタミン酸取込分解活性と水環境質との相関性の有無を知るには気象や水質や底質や人口分布や流入有機物量等の多くのバック・グラウンド・データが必要である。東京や関西のように多くの専門家や研究者がいる場合はこれらの整理されたバック・グラウンド・データを容易に得られることが多いが、九州では専門家や研究者が少なく、よく整理されたバック・グラウンド・データを得るのが極めて困難である。地方ではバック・グラウンド・データを自ら調査したり、測定したり、或いは膨大な生データを整理して作成しなければならず、多くの労力と時間を要する作業となる。例えば底質微生物の有機物取込分解活性を長年にわたって何回も測定して再現性あるデータを得たとしても、バック・グラウンド・データを駆使して、活性と環境質との相関を明らかにしたり、この活性の有用性を示すのは極めて困難である。

大村湾周辺地域のように、下水施設があまり整備されていない地方では、人口の増加とともに大村湾に流入する有機物量が増えるので、これは大村湾に流入する有機物量とグルタミン酸取込分解活性との相関と看做することができる。即ち大村湾では流入する有機物量が多い地点程グルタミン酸取込分解活性が高いと考えてよい。

長崎県の好意により、昭和55年度の大村湾の流域区分毎の人口及び土地利用状況のデータと、総排出負荷量CODデータを入手することができた。長崎県の調査地点と我々の調査地点とは場所が少し異なっている。そのため長崎県の調査データを我々の調査地点に合せて、修正したり、加工しなければならなかった。サンプリング地点が大村湾に流入する河川の河口附近であれば、河川流域の人口を流域面積で割った人口密度を用い、サンプリング地点に河川がなく河川の影響を全く受けない場合は沿岸域の人口を沿岸域の流域面積で割った人口密度を用い、潮流や潮の干満や季節風のために大村湾では最大の汚濁源である大村市の影響を強く受ける大村市に近い対岸の地点は大村の人口密度で置き換え、サンプリング地点から少し離れたところに河川がある場合は堤防や防波堤や島や潮流や潮の干満や季節風などの影響の強弱を考慮して沿岸域の人口密度に河川流域の人口密度を加算率を変えて加算した。このようにして作成した流域人口密度とグルタミン酸取込分解活性との相関をプロットしたのがFig.3である。図から明らかなようになかなか高い正の相関が見られる。流域人口密度が高い地点程グルタミン酸取込分解活性が高く、流域人口密度が低い地点程グルタミン酸取込分解活性が低いことが分る。

同様に、サンプリング地点が大村湾に流入する河川の河口附近であれば、河川に排出するCOD量を流域面積で割ったCOD密度を用い、サンプリング地点が沿岸域にあれば沿岸域の排出COD量を沿岸面積で割ったCOD密度を用い、潮流や潮の干満や季節風のために大村湾では最大の汚濁源である大村市の影響を強く受ける大村市に近い対岸の地点は大村空港周辺のCOD密度で置き換え、汚濁河川の影響を強く受ける3地点では沿岸域のCOD密度に河川排出COD密度を加算した。このようにして作成したCOD密度とグル

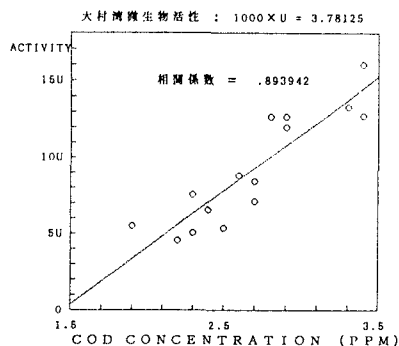


FIG. 5 活性と水中COD濃度との相関

タミン酸取込分解活性との相関をプロットしたのが Fig.4である。図から分るように流入するCOD密度とグルタミン酸取込分解活性にはかなり高い正の相関が見られる。流入する有機物量が大きい地点程グルタミン酸取込分解活性は高く、流入する有機物量が小さい地点程グルタミン酸取込分解活性は低いことが分る。

長崎県のご好意で1992年度の大村湾水質データを入手した。県の調査地点と我々の調査地点が異なるため、県の測定したCODの平均値データを上に述べたのと同様に考察して修正したり、加工し、我々の調査地点のデータを作成しなければならなかった。

このようにして作成した水質CODとグルタミン酸取込分解活性との相関をプロットしたのがFig.5である。水中のCOD濃度とグルタミン酸取込分解活性にはかなり高い正の相関が見られる。水中COD濃度が高い地点程グルタミン酸取込分解活性が高く、水中COD濃度が低い地点程グルタミン酸取込分解活性が低いことが分る。

流域人口が多い地点ほどグルタミン酸取込分解活性が高く、流入有機物量が多い地点ほどグルタミン酸取込分解活性が高く、水中COD濃度が高い地点程グルタミン酸取込分解活性が高いことが分る。即ち大村湾のように汚濁が進行した閉鎖的な湾ではグルタミン酸取込分解活性は水環境質を表す生物指標に成り得ることが分る。但し汚濁が進行して、底質が嫌氣的になると底質表面の薄い好気層だけはグルタミン酸取込分解活性が高く、底質内部の嫌気層ではグルタミン酸取込分解活性は極めて低くなる。

河川等を通じて地上の汚れは最終的にはすべて海に流入する。このため閉鎖的な汚濁海域では底質微生物は流入する有機物量に対応して、死の海寸前まで自己の浄化能を高めて死力を尽くして海の浄化に取り組んでいることが分る。大村湾のような閉鎖的な汚濁海域では底質微生物の浄化責任が極めて重いことを反映しているであろう。汚濁がさらに進行して、底質が嫌氣的になると、グルタミン酸取込分解活性が極めて低下して、浄化力を失い、死の海になるのである。

底質微生物は餌となるグルタミン酸濃度またはグルタミン酸量を認識する能力を持ち、これらに合せてグルタミン酸の取込分解速度または取込分解量を変えていることが分る。

4. 結 論

(1) . 汚濁の進行した閉鎖的な大村湾では、人口が多く汚濁の最も酷い大村市や時津町、潮の干満や潮流や風でその影響を受ける近くの対岸地点の底質微生物のグルタミン酸取込分解活性が大きく、人口が少なく汚濁の少ない地点では底質微生物のグルタミン酸取込分解活性が低い。

(2) . 流域人口や流域人口密度と底質微生物のグルタミン酸取込分解活性の間にはかなり高い正の相関がある。即ち流域人口や流域人口密度が多い地点ほど底質微生物のグルタミン酸取込分解活性が高い。

(3) . 流入COD密度と底質微生物のグルタミン酸取込分解活性の間にはかなり高い正の相関がある。即ち流入有機物量が多い地点ほど底質微生物のグルタミン酸取込分解活性が高い。

(4) . 水中のCOD濃度と底質微生物のグルタミン酸取込分解活性の間にはかなり高い正の相関がある。即ち水中COD濃度が高い地点程底質微生物のグルタミン酸取込分解活性が高い。

(5) . 汚濁が進行した海域の表面好気層底質では、死の海寸前になるまで底質微生物は浄化能力を高めて、海域を浄化している。底質が嫌氣的になると底質微生物のグルタミン酸取込分解活性は極めて低くなる。海は陸域のあらゆる汚れが最終的に流入する污水处理場であるため、処理者である海の底質微生物は極めて責任感が強く、必死になって海を守っていることが分る。

(6) . 底質微生物は餌となるグルタミン酸濃度またはグルタミン酸量を認識する能力を持つ。

(7) . 底質微生物のグルタミン酸取込分解活性は汚濁の進行した閉鎖的な海域の水環境質を表す新しい生物指標になる。