

(28) 自然水域の底質微生物の有機物取込分解活性から見た環境復元システム

RESTORING SYSTEM OF SELF-PURIFICATION POWER BY SEDIMENT MICRO ORGANISMS
IN THE NATURAL WATER AREAS

近藤満雄*, 片山正紀**, 田中義幸*

MITSUO KONDO*, MASANORI KATAYAMA**, YOSHIYUKI TANAKA*

ABSTRACT; The higher the water environment quality in a river was, the higher self-purification by sediment micro organisms was. Restoring system of the self-purification in the river was composed of forests and heavy rain. The forests supply water, micro organisms and moderate nutritive substances to the river, and retain the self-purification power. Heavy rain cleans dirty sediment and dirty water in the river, and improves the water environment. In the seasons when we have little rain, such as late autumn and winter, its water environment and the species of micro organisms there become like those of sewage in the local points of the river where a large quantity of domestic and industrial waste water flows in. In the other hand, the worse the water environment quality in the polluted sea area was, the higher the self-purification was. However, the better the water environment quality in the clean sea area was, the higher the self-purification power was.

KEYWORDS; sediment micro organisms, micro organisms activity, self-purification, the natural water areas, the water environment quality

1. 序論

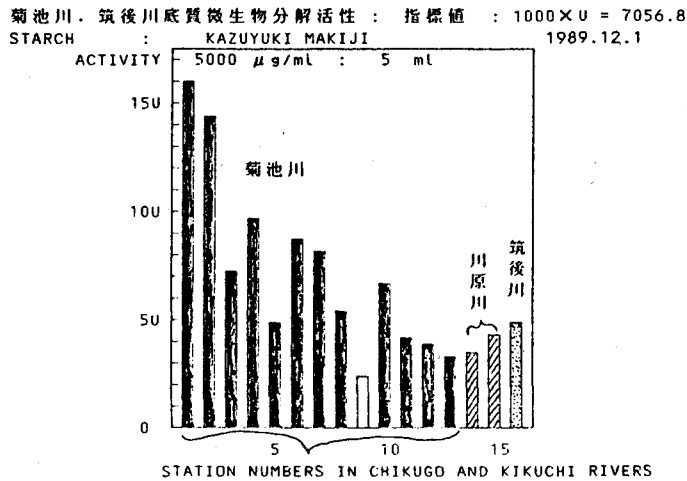
川や湖や海等の自然水域では、様々な微生物が、河川を通じて或いは降雨時に沿岸の町や村から直接流入する様々な有機物を分解し、浄化している。しかし開発や産業活動等の人間活動が高まり、その上人口が増加するとともに、流入する生活排水や工業排水や農業排水や細泥が増大し、自然水域に大きな打撃を与えるようになった。筆者らは筑後川最上流支川の、筑後川で最も水のきれいな川原川や、汚濁化の進む筑後川の上中下流地帯や、菊池川最上流の、阿蘇の豊富な地下水を水源とする九州一の清流で有名な菊池溪谷や、汚濁の著しい福岡市周辺の河川や、汚濁が急速に進みだした大村湾や玄界灘の底質を採取し、底質微生物の有機物（グルコース、サッカロース、デンプン、グルタミン酸）の取込分解活性を測定し、河川や海域の比較研究を行ない、多くの知見を得たので報告する。

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

** 日本システムディベロプメント株式会社 Nippon System Development Co.

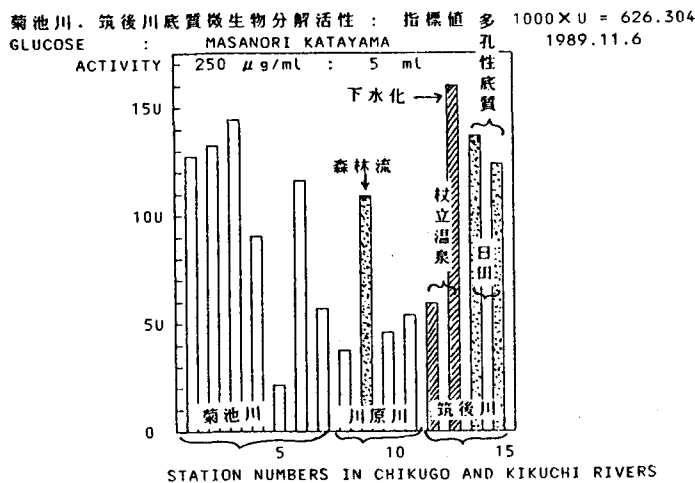
2. 河川の水環境と自浄作用

河川では九州一の水質を誇る菊池溪谷（菊池川最上流）での調査結果を図－1に示す。菊池溪谷の清流域の自浄作用は非常に大きく、しかも菊池溪谷の最上流が最も自浄作用が高い。これから分るように川は水が清冽であれば清冽である程自浄作用が高い。また川の水量や流量が豊富な所程、自浄作用が大きく、水量や流量が乏しくなると、川の自浄作用が低下する。



[図－1]

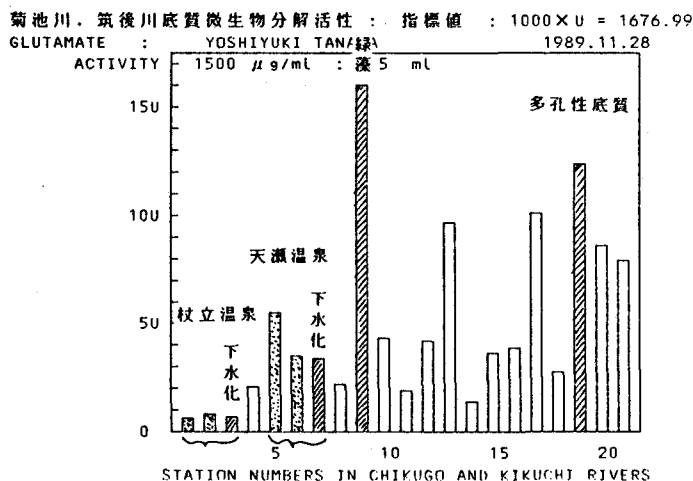
図－2に示すように森林を流れる渓流域の自浄作用は大きい。特に杉や檜等の人工林よりも、食用の木の実が多く、昆虫や鳥や動物を養い、多種多様な動植物生態系が豊かで、水資源をかんようする作用の大きい天然林を流れる溪流の方が杉や檜の人口林より当然自浄作用が大きいものと思われる。



[図－2]

また川床に水草が繁茂する水域は生態系が多様化し、自浄作用が高くなる。晩秋から冬にかけて川の流量が減少し、川の水が停滞した所や、川の水が川原に残される所では、川床の底質や岩の表面に緑藻や珪藻が付着することが普通である。この時に緑藻が優勢に付着すると、図－3に示すようにグルタミン酸取込分解

活性が極めて高くなるが、グルコース取込分解活性やデンプン取込分解活性やサッカロース取込分解活性には変化がみられない。また珪藻が優勢に付着すると、サッカロース取込分解活性が高くなるが、グルタミン酸取込分解活性やデンプン取込分解活性やグルコース取込分解活性は変らない。

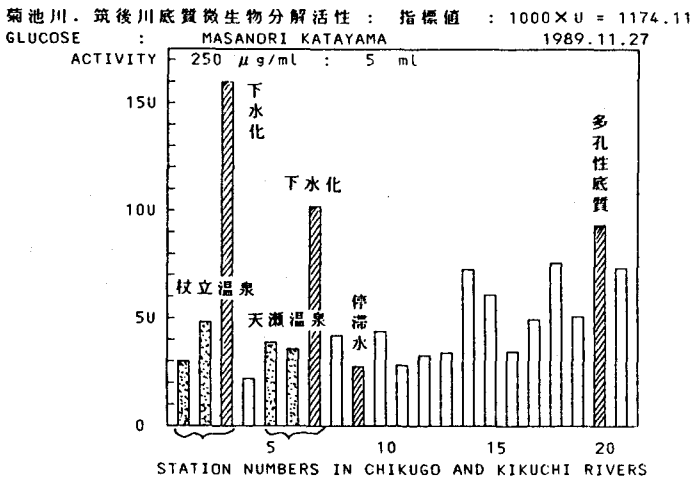


[図-3]

3. 河川の水環境を支えるシステム

上に述べたように川等の淡水域では一般的に、生態系が多様で、生物種の豊かな、水が清冽な所程自浄作用が大きく、生態系が単純化し、生物種の減少した、水の汚れた所程自浄作用が小さくなる。このように川等の淡水系では多様な生態系を有し水環境が良いと自浄作用が高くなり、このため益々水環境を良くするというポジティブフィードバックがかかるが、一旦水環境を破壊したり、汚染し、生態系が単純化し、水環境が悪くなると自浄作用が低下し、このため益々水環境が悪くなるという悪いフィードバックがかかる。この悪いフィードバックから川を守っているのが森林と大雨である。河川上流に存在する森林は絶えず川に水や自浄作用を支える微生物や適度の栄養分を補給し、自浄作用を支え、自浄作用の低下を防いでいる。また大雨が降ると、洪水となって、汚れた川の水や汚れた底質を押し流し、一掃し、自浄作用を高めるのである。即ち川は森林の存在と大雨のお陰で絶えず自浄作用の低下を防ぎ、また低下した自浄作用を高め、環境復元力を回復しているのである。都市等の裸地の多い流域では、大雨時に細泥が流入して、水を濁らせ、川の生態系に大きな打撃を与える上、川床に堆積し、底質の砂を目詰りさせ、底質表面への微生物膜の形成を妨げ、自浄作用を大きく低下させる。大雨が止み、日数が経過するとともに、水が澄み、自浄作用が高くなるが、流量が著しく減少すると再び自浄作用が低下する。森林や草地等の植物被覆で覆われた流域では、降雨は自浄作用を高める。雨が少なく、川の流量が減少する晩秋から春にかけて、大きな観光地や大都市では、観光排水や生活排水を川に大量に放出する場所で、局所的に川が下水化し、そこでは下水微生物が川の微生物にとって代り、図-2、4に示すようにグルコース取込分解活性やサッカロース取込分解活性やデンプン分解活性が極めて高くなる。しかしこの時でも図-3に示すようにグルタミン酸取込分解活性は高くなり、むしろ低下する。川固有の本来の微生物の方が下水微生物より競争力が強く、河川では優勢であり、自然の河川では下水微生物が優勢になることはあり得ない。そのため局所的に下水化したすぐ近くの河川水が流入する所では、河川微生物の方が競争力強く、優勢であり、下水微生物は抑えられ、有機物の分解活性は極めて

低くなる。人口増加や人間活動によって河川水の取水や汚水の放出が増加すると、雨が少ない季節には水が汚れ、生態系が単純化し、自浄作用が低下し、川の水環境が極端に悪化することが多い。この極端に悪化した水環境を救おうとするのが河川の下水化による自浄作用の上昇である。その時には局所的に下水微生物が河川本来の微生物に取って代り、図-2, 4に示すように自浄作用が極めて高くなり、川の汚れを総力をあけて浄化しようとするのである。これが川の浄化システムである。川全体の季節的な変化を見ると、ダムが存在したり、生活用水や工業用水や農業用水等の取水が行なわれて、水量流量ともに乏しい上流域では、秋から春は、水量流量ともに極端に減少し、自浄作用が大きく低下する。ダムは川の生態系を湖沼の生態系に変え、本来川の上流から下流まで連続すべき川の生態系を分断し、自浄作用を低下させる。川の蛇行、滝、岩やれきや砂、水草や藻類の存在も川の生態系を多様化し、自浄作用を高める。図-2, 3, 4に示すように川の底質の砂が多孔質であれば、多種多様な微生物の共存が可能となり、自浄作用は極めて大きくなる。このよう物理的および生物的環境システム多様性は、多種多様な生物の調和共存を可能とし、生態系を豊かにし、これが川の浄化力を高めるのである。



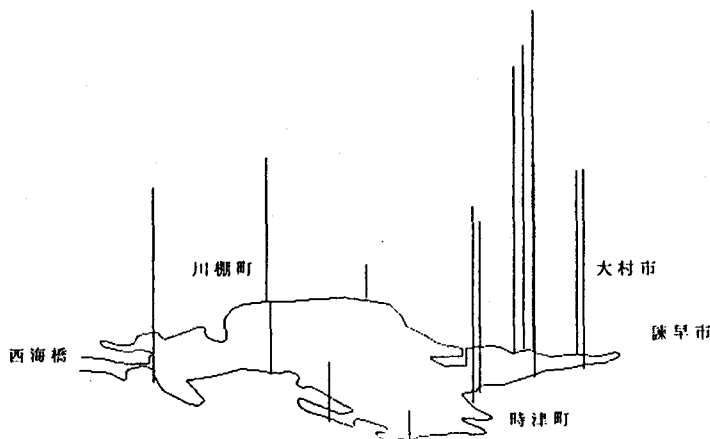
[図-4]

4. 海の水環境と自浄作用

大村湾は外海との海水交換の極めて少ない、閉鎖性の極めて強い海域である。つい15年前には水の美しかったこの海にも、周辺の開発が進み、生活排水や産業排水や細泥が流入し、汚濁化が進み出した。特に人口が多く、産業の集中する大村市や時津町や川棚町を中心とする生活排水や産業排水の流入で、汚濁物が蓄積し、水環境の悪化が進む一方である。図-5に示すように、大村湾の現在程度の汚濁状態では、汚濁の最も酷い大村市周辺の自浄作用が最も大きい。また潮の干満や潮流や季節風の影響で、大村市の汚濁水が移動流入し、影響を受ける場所の自浄作用も高いことが分る。大村湾では最も汚濁の少ない場所の自浄作用が最も低い。一方どんどん森林が伐採され、宅地化され、福岡市の大規模なベッドタウン化が進む、福岡県の新宮、福岡、津屋崎附近の玄界灘では、沿岸部では河口、特に細泥の流入の少ない川の河口に近い海域の自浄作用が大きい。これは河川を通じて生活排水や農業排水や工業排水が流入するためである。また開発に伴って細泥の流入が増大すると、湾の底質微生物の自浄作用を阻害する。外海と海水が容易に入替わる沖合では、自浄作用が高い。また潮流の湾への流入口や湾からの流出口では自浄作用が高い。これは沖合に北九州

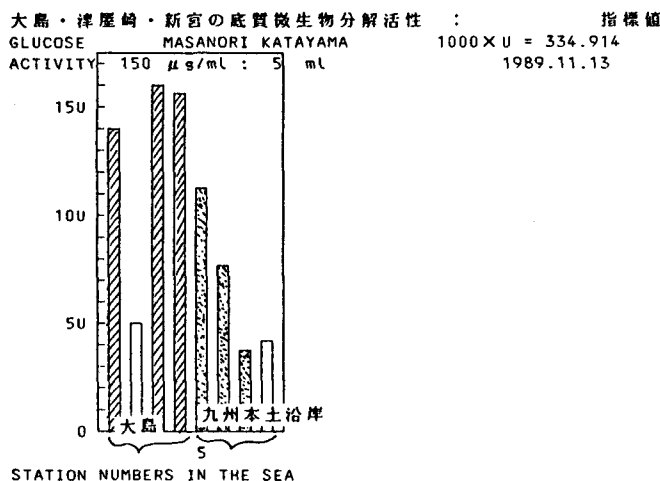
方面に向って流れる福岡市の汚れた都市排水が乗った潮流がありこのために自浄作用が高くなる。玄界灘では、現在程度の汚濁では、むしろ有機性汚濁の大きい所程、底質微生物の自浄作用が大きい。しかし、もっと汚れて博多湾程度の汚濁になると、自浄作用が大きく低下する。

大村湾底質微生物活性：指標値
試料採取日 1989.9.21
測定物質 GLUTAMATE
YOSHIYUKI TANAKA



[図-5]

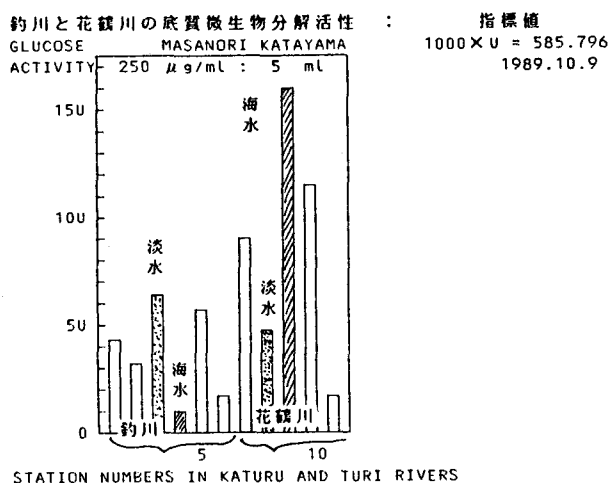
しかしながらこのことは人間生活や人間活動の影響を強く受ける海にだけ当てはまることである。図-6に示すように玄界灘の福岡県神湊港の沖合にある離島の大島は海がとても綺麗な所である。ここの自浄作用は九州本土沿岸より遙かに高いのである。このことは川と同じ様に海も水が清冽であればあるほど自浄作用が高いのが本来の海の姿であり、それが海本来の微生物の働きであることを伺わせるに充分である。



[図-6]

5. 河口近くの淡水と海水の混合する河川の自浄作用

河川では水が清冽であれば自浄作用が高く、水が汚ければ自浄作用が低い。玄界灘の九州本土沿岸のように、人間生活や人間活動の影響を強く受けた海では水が汚ければ自浄作用が高く、水が比較的綺麗であれば、自浄作用が低い。この条件が成立する時、河口近くの淡水と海水が混合する地点では自浄作用はどうなるのであろうか。汚れた地点では淡水域で自浄作用が低く、海水域では自浄作用が高いから、もしも淡水－海水混合地点の水環境が汚れていれば、淡水－海水混合地点の前後の地点で自浄作用の大きさが低い状態から高い状態へ逆転する筈である。また淡水－海水混合地点の水環境が比較的綺麗であれば、混合地点の前後の地点で自浄作用が高い状態から低い状態へ逆転する筈である。図－7はこれを調査した結果である。全て予想通りの結果が出ている。



[図－7]

6. 海の水環境を支えるシステム

人間生活や人間活動の影響が極めて小さい自然度の高い海では、水環境の良い所程自浄作用が高く、水環境の悪い環境程自浄作用が低い。ところが、大村湾や玄界灘のように人間生活や人間活動の影響を強く受けた海域では、人間生活や人間活動の影響の比較的小さい、水環境の質が比較的良い所で、微生物活性が相対的に低く、水環境の悪い所で微生物活性が相対的に高い。即ち水環境が悪化した時に自浄作用を高め、悪化した環境を回復させ、良くするようなフィードバックが働いていることが分かる。人間生活や人間活動の影響を強く受ける海では、水環境が悪くなると、自浄作用を高め、水環境をより一層浄化するようになる。この仕組みのお陰で、海は汚濁を浄化し、海は清浄に保たれて来たものと思われる。地上のあらゆる汚濁物は川を経て、最終的に海に流入して来るので、地球が誕生して45億年の歴史を経る間に海の微生物生態系はこのような海を浄化する仕組みを身に付けたものと思われる。