

II-442 自然水域の自浄作用——河川の底質微生物の有機物取込分解活性

九州産業大学

学 田中義幸・学 片山正紀・正 近藤満雄

序 論

川や湖等の自然水域では、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。川の微生物活性は最上流の清流の貧栄養域、上流や中流の中栄養域、下流の富栄養域や汚濁域でどのように変化するのだろうか。川の上流水源地帯に存在する森林の自浄作用に対する役割は何なのか。河原や中州や水中に繁茂する水草が川の自浄作用で果たす役割は何なのか。川の水環境の質と微生物活性との間に相関はあるのだろうか。川の水環境の質を表す、水質に代る、新しい指標として、底質微生物の活性を利用できないのか。人間活動の増大や人口増加による環境汚染や自然破壊が川の自浄作用に及ぼす影響を、底質微生物の有機物取込と分解の総活性から知ることができないのか。開発に伴って増大する細泥の流入は川の自浄作用にどのような影響を及ぼしているのか。川の自浄作用を最高にする条件、自浄作用を低下させる条件は何なのか。川に於ける微生物活性の経年変化から、環境の変化を捉えることができないだろうか。河川の流水中と停滞水中では微生物の種や活性に違いがあるのか。筆者らはこれまでこのような問題意識で河川の底質微生物の自浄作用を研究して来た。筆者らは筑後川最上流の清流地帯や汚濁の進む上流地帯や、阿蘇の豊富な地下水を水源とする清流で有名な菊池川最上流の菊池渓谷や汚濁の進む福岡市周辺の河川の底質を採取し、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、河川の比較研究を行ない、多くの知見を得たので報告する。

方 法

水深30-50cm程度の調査地点の底の表面約5cm程度の底質を採取し、孔径2mmのフルイを通し、孔径1mmのフルイに残留した砂の微生物活性を測定した。この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20g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を加えた一定濃度の分解物質溶液を一定量加え、約10分後にこの10倍量の純水を加え、よく攪拌混合後、濾過し、濾液の物質濃度を測定する。一方活性測定検体には、対照検体に加えたものと同じ濃度、同じ容量の分解物質溶液を加え、20℃で4時間インキュベートし、物質の取込と分解を行わせ、その後反応停止液を加え分解を止めた後、分解物質溶液量の10倍量の純水を加え、よく攪拌混合後濾過し、濾液の物質濃度を測定する。底質20g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。両者の差を取込と分解の総量とする。底質微生物による有機物の取込と分解の測定条件を表-1に示す。

底質の比重測定 底質を電気炉で120℃で、10時間乾燥させる。この比重を比重ビンで測定する。

活性値と指標値の定義 乾燥底質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。乾燥底質の表面積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。

物質名	濃度 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	溶液量 (ml)	分析法
グルコース	200	5	Parc-Johnson法
サッカロース	500	4	Parc-Johnson法
デンプン	3500	4	ヨウ素法
グルタミン酸	1500	5	ニンヒドリン法

(表-1)

底質粒子の表面積の算出 乾燥底質1g当りの平均底質表面積は次の仮定に基づき算出した。
底質粒子の形状を球形と仮定する。底質粒子の密度はすべて等しいものと仮定する。
粒子数の分布密度が粒子半径に依らず一定であると仮定する。

結 論

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、自浄作用が低下する。森林を流れる渓流域の自浄作用は大きい。清流域の自浄作用は大きい。川や湖等の淡水域では水がきれいな所程自浄作用が大きい。水草が繁茂する水域の自浄作用は大きい。都市等の裸地の多い流域では、大雨時に細泥や有機物等の汚濁物が流入して、水が濁り、汚れ、水の微生物生態系に打撃を与え、自浄作用が低下する。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、大雨で濁流が流入する場合を除き、降雨は自浄作用を高める。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。ダムは川の自浄作用を低下させる。多くの支川が流入する川の下流域では、流量が比較的安定しており、水環境の悪化の影響が緩和されて自浄作用の低下が緩やかである。河口附近の汚れた河川水が海水と混合する所では川と海で微生物活性の大きさが逆転する。これは川では汚れた所で自浄作用が低く、海では汚れた所の自浄作用が高いことから予測されることである。雨が少なく、流量の減少する秋から春には、大きな観光地や温泉地帯や大都市の大量の観光排水や生活排水が流入する所では、局部的に川の下水化が起こり、そこでは下水微生物が川の微生物にとって代り、グルコースやサッカロースやデンプン分解活性が極めて大きくなる。しかしこの時でもグルタミン酸分解活性は高くなり、低下する。局部的に下水化したすぐ近くの河川水が流入する所では、下水微生物より河川微生物が優勢であり、有機物の分解活性は極めて低くなる。川には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な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、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のである。これを救うのが河川の下水化であり、その時には微生物の分解活性が極めて高くなり、川の汚れを総力をあげて浄化しようとするのである。また川は上流にある森林から絶えず微生物や栄養分を補給され、大きな復元力を持ち、大雨が降ると、汚れた水や底質が一掃され、自浄作用が高くなるのである。即ち川は森林の存在と大雨のお陰で絶えず自浄作用を高め、復元力を回復しているのである。

謝 辞

底質のサンプリングや底質微生物の活性測定を行ってくれた当研究室の学生諸君に深く感謝する。