

荒川の水について

佐藤 修

1. きれい、汚れている とはということ？

汚れるとは、大きく「有機物や窒素やリンの混入」と「有害物質の混入」に分けられる。今回は、「有機物や窒素やリンの混入」による“汚れ”を二つの側面を考えてみる。

きれいな水は有機物が少ないため、それを分解して生きている細菌数が少なく、汚れている水は細菌数が多い。

「荒川の水を直接飲めますか？」という質問に対して、飲めないと回答するのはなぜだろうか。その理由は、「水中にバイキンがたくさんいて、飲めば何かの病気にでもなってしまう」という恐れがあるためではと思われる。このため、“汚れ”の一つの側面は、細菌数が多いと汚れているという点がある。

なぜ細菌数が多くなるのか。細菌は有機物を分解し、そのとき発生するエネルギーで生活する。従って、通常有機物がないと細菌は生存できず、有機物量と細菌数は相関関係にある。山の湧き水はほとんどが“きれい”で飲めるが、それは周囲に人家がなく人為的な有機物や栄養分の混入がないので飲めるのである。有機物がたくさんあっても細菌がないものもある。例えば、開けたてのコーヒー、ジュース、牛乳等。これらは“汚れていない”から飲むのである。しかしながら、これらも空気中に放置しておくと細菌がたくさん繁殖し、腐って“汚れた”状態になり飲めなくなる。

細菌数が多くなると、それだけ有害な細菌の生息可能性も高くなり、細菌に抵抗力のあるものは良いが、ない生物は細菌に感染して病気になり、死亡する可能性が高くなる。汚れている水に住める生物はそれだけ限られ、そのため生物の多様性が減少する。

【話題1】腐る、腐敗するとは、細菌による有機物の嫌氣的分解作用であり、浄化作用でもある。

【話題2】細菌の中にも人間に有用なものもある。例えば、腸内細菌。また、細菌の作用（発酵）によって、酒、味噌、納豆、チーズ、漬物、パン、ヨーグルト、塩辛などが作られる。

きれいな水は代謝がスムーズに行われているが、汚れている水は不十分で物質が滞っている。

自然界では正常なら代謝機能が働き（新しいものと古いものが入れ替わっている）、物質が常に循環している。リンを例に取ると、リンは元々環境中には乏しい。水域ではわずかの栄養分と光があれば、植物プランクトンが発生する。リンは植物プランクトンに取り込まれており水中に溶けた状態ではほとんど存在しない。植物プランクトンは動物プランクトンに食べられ、動物プランクトンは魚の餌になる。魚は死亡したり、鳥の餌になるがその場合糞として環境中に戻る。その中に含まれるリンが少し溶け出して、再び植物プランクトンに吸収される。そのような循環が働くため、自然の水域では溶けているリンは微量の場合が多い。しかし、生活排水など大量に流入すると、溶けた状態のリンや植物プランクトンに取り込まれた状態のリンが水中に留まることになる。この状態は代謝がスムーズに行われておらず、滞るという現象である。

人間で言うと「糖尿病」が当てはまる。糖尿病とは糖分の代謝機能がうまく働かず、血液中の糖分が多くなる病気である。いわゆる“糖分が滞る”現象である。糖尿病は、運動をせず糖分を過剰に摂るとなりやすいと言われている。これと同じことが、水域でも言える。過剰の栄養分が流入するとうまく循環できず、食物連鎖で生物の体内に固定される他に、栄養分は水域に滞る。従って、汚濁した状態というのは、水域が「糖尿病」のようになっているようなものなのだ。糖尿病は今や国民病と言われ、潜在的に10人に一人が発病予備軍とされる。飽食の時代、過剰の食物摂取が人間に肥満や糖尿病を引き起こし、それがまた結果的に水域にもそのような病気を引き起こしているとも言える。自然界では元々特にリンなどの栄養分は不足している。そのような中で長い時間生きてきた生物は、栄養不足にはある程度耐えられるが、過剰な栄養には弱い。これは人間をはじめ、全ての生物の性質であると考えられる。従って、水域でも過剰の栄養分には対処できず、すぐ病的な状態になる。アオコや赤潮の現象も、一種の発病した状態とみられる。

【話題 3】リンは生物の必須元素（DNA、ATP、骨や歯の主要構成物）でありながら、自然界での存在量は少ない。地殻には0.1%程度しか含まれておらず、海水中でも多い元素から19番目でしかない。しかし、人体では6番目に多く、それだけ人体に必要とされるため濃縮されることになる。

【話題 4】リンは富栄養化の原因や猛毒神経ガス・サリンの原料にもなるもので、厄介扱いされることもあるが、実は今最も枯渇が心配されている資源である。リンの主要資源はグアノと呼ばれる海鳥の死骸や糞が堆積したもので、世界の産地は限られている。日本では全く産出されないため、全て輸入に頼っており、今からリンの循環利用などに取り組んでいく必要があると言える。

2. 荒川下流域の水の特徴は？

1) 感潮河川のため海水の影響を受ける

秋ヶ瀬公園から下流は感潮河川（海の干満に伴って流速や水位が変動する区間の河川）である。これは、ほとんど高低差のない地形が原因である。このため、荒川の水は東京湾の水質に大きく依存する。

さて、ここで荒川（戸田橋上流と葛西橋）と同じ塩分濃度に調製した水、ミネラルウォーター、純水（何も溶けていない水）の電気伝導率（EC、単位 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）と塩分濃度（Cl、単位 mg/L ）を比較してみよう。そして、それらの水を飲んでみよう。味はどうだろうか？

純水（EC：0.8、Cl：1以下）・・・味はなく、まずい。

ミネラルウォーター（EC：173、Cl：13.6）・・・飲みやすい。

戸田橋上流 [干潮時]（EC：2,360、Cl：700、約3%海水混入）・・・僅かにしょっぱい。

葛西橋 [満潮時]（EC：16,700、Cl：7,500、約40%の海水混入）・・・かなりしょっぱい。

味噌汁よりしょっぱい味がする。

ちなみに、木根川橋は（EC：15,400、Cl：5,850、約30%の海水混入）で葛西橋とそれほど変わらない。

以上、戸田橋まで海水が上がって来ることが味でも確かめられた。また、何も入っていない純水は、まずいこともわかった。

2) 生活排水が大量に流入している

大まかに言うと、川の水質はその流域にどれだけの人が住んでいるかで決まる。なぜなら、生活排水は全てその河川に流入するからである。今ここに来られている人の生活排水はおそらく全て荒川に流入しており、大量の下水処理水、未処理の生活排水の流入が、荒川の水質に大きく影響を与えている。特にリン、窒素等の栄養分を多く含んでいることが、その汚れの原因となっている。

それを確認するため、水道水、北区河川敷の湧出水、羽根倉橋（秋ヶ瀬公園傍）での荒川の水、岩淵水門での荒川の水、芝川の水、某下水処理施設放流水の水を試料として実験を行った。実験は各々の水を透明なペットボトルに入れ、浮間公園の水を2mL注入し（基質となる藻類が必要なため）、それを人工気象器に入れ、20℃で2週間、2,500luxの光を当てて藻類を増殖させた。試料水の全リン酸濃度は以下の通りである。

	a	b	c	d	e	f
採取場所	水道水	北区河川敷	羽根倉橋	岩淵水門	芝川	下水放流水
全リン酸濃度 (mg/L)	0.02	0.04	0.09	0.36	0.47	0.90

結果は次のようになった。

- a) ほとんど藻類が発生せず、無色透明な水であった。
- b) ほんの僅か緑色の藻類が発生したが、大きな変化はなかった。
- c) 少量の緑がかった沈殿物が生じた。
- d) ボトルの半分程度が緑色になり、沈殿物もあった。
- e) 沈殿物がかなり生じ、全体がかなり緑色を呈した。また、この水は振ると泡が生じ、すぐに消えなかった。これは、水に洗剤などの界面活性剤が含まれていることを示すものである。
- f) ボトル全体が緑色となり、緑色の沈殿物もかなりあった。

以上まとめると、結果を記した順に藻類の発生量が多かった。これは、リンの含有量の順と一致する。つまり、藻類の発生はリンの濃度にかかなり依存することが確かめられた。また、北区河川敷の水は土手や大地から浸透した水であるが、このような水の水質は良好であることもわかった。(土壌により、水は浄化される) 羽根倉橋と岩淵水門とではリンの濃度も藻類の発生量もかなり違いが生じたが、これはその間に下水放流水が大量に注がれ、水門で合流する新河岸川も下水放流水の水に大きく影響を受けているだろうと考えられた。

下水放流水は生活排水の有機物を細菌で分解し処理された水であるが、どうしてもリンや窒素をある程度含有する。生活排水が直接流入する場合も同様である。これは我々の生活排水に元々多すぎるほどのリンや窒素が含まれていることが要因と考えられる。

藻類の発生と汚れの関係は、藻類は有機物であり、多くなればなる程分解する細菌も多くなる。そのため、汚れの度合いも増すことになるのである。

以上より、窒素、リンが含まれている大量の下水処理水、生活排水の流入により、藻類が生産されて、汚濁性が増加するものと考えられる。そして、荒川下流域の平坦な地形によって水の滞留性が高いことがそれを助長していると言えよう。

【話題 5】下水処理は基本的に細菌によって有機物を分解するシステムである。下水放流水にリンが残留するということは、細菌を充分繁殖させるためのリン以上に、多くのリンが生活排水に含まれていることを意味する。洗剤等の無リン化が今図られているが、それでもなぜ多くなるのだろうか。これは、一つには我々が過剰にリンを摂取しているためではないだろうか。調べてみると、大きな工場で生産するパンに入れるイーストフード、ハンバーグ等に入っている増粘剤、カップメンやソーセージの増結剤等様々な形でリンが使用されている。このような人工食品の摂り過ぎが我々の排泄物のリン増加に一役買っているのではないだろうか。一度、日ごろ食べる食品をチェックしてみてもどうだろうか。リンの摂り過ぎは健康にもよくないとされる。