

河川の自浄作用に及ぼす堰の曝気効果について

芝浦工業大学	正会員	菅 和利
芝浦工業大学	学員	小森谷 哲夫
芝浦工業大学	学員	棚網 亮次

1. はじめに

河川に汚水が放流されるとその流入地点の水質は悪化するが、流下にしたがって水質は徐々に良くなり、汚水流入前の水質に戻ることは良く知られており、河川の浄化作用と呼ばれているこれは、汚濁物質が河川の流れの中で希釈、拡散、沈殿、生物による吸収や分解を受けて減少するからである。このうち、希釈、拡散、沈殿などは汚濁物質の分布状態が変わるだけで消滅するわけではない。水中や河床に生息する生物は増殖や成長のために吸収や捕食などの活動を行なうが、その結果として水中の有機物が酸化、還元を受けて安定した物質になり、それらの一部は大気中に飛散したり、生物体に吸収されて除去される。これが真の自浄作用で、生物代謝を伴わない限り起こり得ない現象である。この自浄作用には溶存酸素が十分にあることが不可欠である。堰では曝気により水の循環と酸素の補給が行われ好氣的な自浄作用を助長することが期待できる。

本研究では、堰の上流、堰直下、堰の下流の三点で水質調査を行い堰の有する浄化作用の効果を明らかにすることを目的とした。あわせて河川の堤防の外、頂上、内での熱収支調査を行い気温、光量子、風力と河道との相互作用を明らかにすることも目的とした。

2. 研究方法

①多摩川の昭和用水堰、日野用水堰において水質(DO, BOD,)と熱収支(温度、風速、光量子)の観測を1996年10月17日から18日にかけて2時間おきに24時間行なった。

②水質測定はDOをウィンクラー・アジ化ナトリウム変法を用いて測定し、同じ水の五日培養後のDOを同じ方法で求めDOと五日後のDOの差からBODを算定した。

③熱収支は温湿度計、三杯式風速計、放射収支計を用いて測定を行なった。

3. 結果及び考察

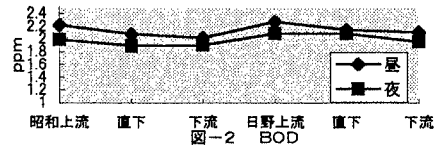
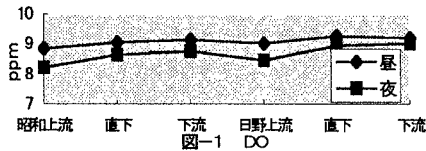
<DO, BOD>昭和用水から日野用水への流下に伴うDO値の変化を示したのが図-1である。図からわかるように堰直下では堰上流に比べてDOの増加率が大きく、堰直下から堰下流では増加率が小さくなっている。堰直下でのDOの増加は堰での落水によって曝気されるためであり、堰直下から堰下流の間でのDOの増加が小さかったのは測点間の距離が短かく流下に伴う曝気作用が現れなかったためである。また、日中と夜間のDO値を比較すると日中のDO値のほうが藻類による光合成のため大きい値を示す。このようにDO値は水温に比例している。次に、飽和酸素量を水温から求め実測のDO値と比較した。飽和酸素量は夜間の水温が低いときのほうが大きい値を示し、実測のDO値は日中に大きい値を示すので飽和酸素量と実測のDO値の酸素不足量は水温が下がるにつれて大きくなっていく傾向がみられる。また、昭和用水下流～日野用水上流までの間にDO値が下がるのは生活廃水のためであると考えられる。

堰上流～下流のBOD値の変化は堰上流から堰直下では減少しており水質が浄化されていることを示している。堰直下から堰下流では同様な浄化作用を示しているが堰を越える際の効果が小さい。このことは堰上流から堰直下では堰での曝気効果によりDOが増加し、水質浄化作用が増幅されるためと思われる。堰直下から堰下流の自浄作用が顕著に表れていないのはDO値のときと同じで測定間の距離が

キーワード : DO、BOD、飽和溶存酸素量、再曝気係数

〒108 港区芝浦 3-9-14, Tel : 03-5476-3055, Fax : 03-5476-3166, kan@sic-shibaura-it.ac.jp

短かったためである。また、昭和用水堰下流～日野用水堰上流でBOD値が増加するのは、この間で生活排水の流入があるためである。



＜再曝気係数＞DO値、水温の実測値より再曝気係数(堰上流～直下: K_{x1} 、堰上流～下流: K_{x3})を求めた。この再曝気係数と堰上流～直下の酸素不足量の差 O_{x1} 、堰上流～下流の酸素不足量の差 O_{x3} の関係を図示したのが図-3である。

K_{x1} のほうが K_{x3} よりも高い値を示している。 K_{x1} は光合成プラス堰による曝気によるDOの増加が反映されており、 K_{x3} は光合成プラス堰による曝気プラス瀬などによる曝気の結果が反映されていたのである。 $K_{x1} < K_{x3}$ が予想されたが 19:00 と 13:00 の2時刻このような傾向を示したのみであった。これは、堰直下よりも堰下流の

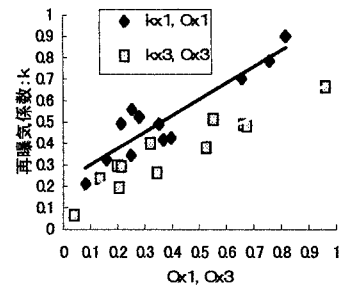


図-3 k- O_x 相関図

ほうが溶存酸素が飽和に近づいているため酸素不足量が小さい値となり、下流のほうが酸素が水中に入りにくい状態になっているためと考えられる。また測定間の距離が短かったこと、日野用水堰下流の水深が30~40cm程で瀬による曝気の結果が有効でなかったこと、酸素消費と藻類による2次負荷などが原因と考えられる。

図-3によると K_{x1} と O_{x1} 、 K_{x3} と O_{x3} はほぼ比例関係であることがわかる。酸素不足量が増加するとそれだけ大気から酸素が溶け込みやすくなって再曝気係数が増加していることを示している。

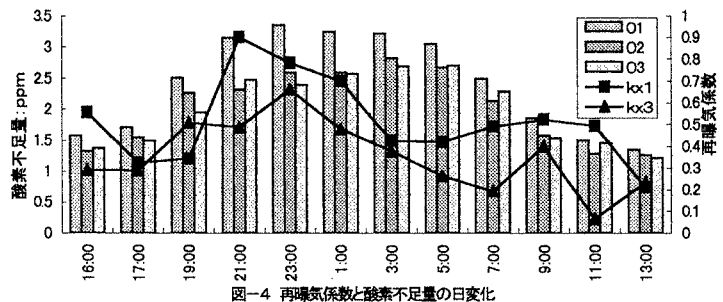


図-4 再曝気係数と酸素不足量の日変化

図-4は再曝気係数と酸素

不足量の日変化を示したものである。再曝気係数は、光量子量がゼロである夜間に大きくこれは水温の低下にともない飽和溶存酸素量が上昇し、より曝気の結果が受けやすい状態になったためである。また K_{x1} 、 K_{x3} の日中と夜間の変化では、 K_{x3} のほうが K_{x1} よりも日中から夜間への上昇率が高い。これは O_1 (堰上流の酸素不足量)、 O_2 (堰直下の酸素不足量)、 O_3 (堰下流の酸素不足量) も同様の結果となり、このことは夜間の酸素不足量の上昇にともない再曝気係数も上昇していることを示している。さらに夜間は、光合成による溶存酸素の補給が行われていないので、堰の曝気による溶存酸素の補給がより明確である。

4. 結論

- ①堰の曝気効果により溶存酸素は補給され、BODは減少する。
- ②再曝気係数は酸素不足量と比例関係にある。
- ③飽和溶存酸素量が上昇する夜間は酸素不足量も増加し、その分だけ堰による曝気の結果が日中よりも顕著にみられる。