

建設省土木研究所 正員 安中 徳二

○森田 弘昭

山田 幸男

1. はじめに

河川における溶存酸素の収支を定量化することは、有機物による汚染の程度や底生生物の生態および河川環境全体を把握する上で重要である。溶存酸素の河川水中での挙動は、Streeter-Phelpsの研究に始まり現在まで絶えることなく続いており一般的な形のモデルは、すでに確立している。しかし、いずれのモデルも大気から水中への酸素の移動速度(再曝気係数)を適確に決定することがネックになっており、簡便で実用的な再曝気係数推定手法が求められている。本文では、再曝気係数の推定手法の一つであるガストレーサー法について報告する。

2. 再曝気係数の推定手法について

現在、実河川において適用可能な再曝気係数の推定手法は四つある。

(1) 水理公式による方法

流速、水深等の実測値を用いて、公式によって再曝気係数を推定する方法は、すでに多くの研究者によって報告されている。多くの観測値から導いた経験式や、気液境界、分子拡散、表面張力等を考慮した理論式が提案されているが、日本の河川のように河川形状が複雑な場合には、適用が難しい場合が多い。

(2) Dの収支法による推定

流水中の酸素消費量、河床の酸素消費量および流水によって輸送される酸素量の差を大気から流水中への酸素移動速度とするもので、再曝気係数以外の酸素移動量を定量化できる場合には用いることができる。

(3) スペクトル解析による方法

浅い富栄養な河川では、河床付着生物が多量に生育し、それらの代謝活動によって日間のDが変動する。このDの時系列データをスペクトル解析することによって再曝気係数を推定するのがこの手法である。必要データ(流速、水温、水深、日照、D)は比較的計測しやすいが、けい流や河口部等のDの日間変動が観測されない地点では、用いることができない。

(4) ガストレーサーを用いる方法

気体から液体へ物質が移行していく再曝気について行われてきた議論は、液体から気体物質が移行していく揮散についても用いることができる。さらに異なる物質の分子移動係数の比は一定であることから、適当な物質を河川水に溶解させ、その揮散速度を求めることにより、再曝気係数を推定することができる。この方法は複雑な河川形状を有する河川にも適用可能であり、作業量も比較的少ないことから、利用可能性が高い。

$$\frac{K_z}{K_x} = \left(\frac{r_x}{r_z} \right)^{0.3144} \dots\dots\dots (1)$$

K_z : Mass transfer coefficient of a chemical Z.

K_x : Mass transfer coefficient of a chemical X.

r_x : Critical volume of a chemical X.

r_z : Critical volume of a chemical Z.

3. 実験方法

実験は、60年3月27日の午後1時から開始し午後5時に終了した。当日天候は晴、風はおおむね南東より3秒風速は、0~0.5m/sであった。気温は8.0~10.5℃、水温は8.0~9.1℃であった。一連の実験は、Figure-1に示す、屋外大型水路で実施した。この水路に上水を38.6m³/s供給し、クロロフォルム、ネオンガスを連続的に投入し流下方向の濃度変化を測定し、また亜硫酸ナトリウムと塩化コバルトを用いてDを低下させ、流

下方向のDO分布を測定した。クロロフォルムは、メタノールと1対1で混合し、定量ポンプで投入点直後の濃度が2mg/lになるように、供給した。ネオンガスは、Figure-1のTankに溶めた棒状のディフューザーから毎分8.2gづつ供給した。亜硫酸ナトリウムは、1分間に20gづつTankに入力で投入した。塩化コバルトは、亜硫酸ナトリウムの品の量を定量ポンプで供給した。水路の上流端から下流端までの流下時間は、約12分間であった。各薬品の投入は、水路内の濃度分布が安定するまで(30分以内)続け、その後に採水を行った。採水は、湾曲部より下流のST.A, ST.Bで3回づつ行った。採水地点間の流下時間は、ウランを用いて実測した結果、2分間であった。

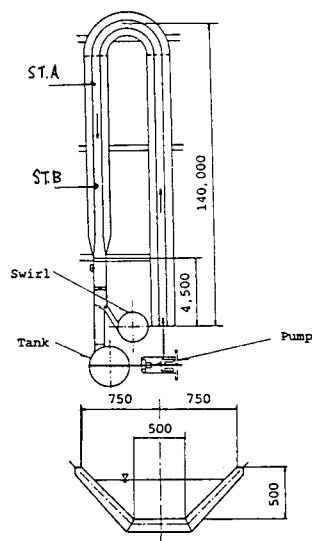


Figure-1 Experimental channel

4. 実験結果及び考察

Table-1に実験結果及び水路の水利条件を示す。ネオンガスは質量分析法でクロロフォルムは、ガスクロマトグラフで、DOはウィンクラー-アジ化ナトリウム変法で分析した。水路の水深は、

上流端および下流端のごく短い区間を(10m以内)を除く。0.05mであった。Table-2に、Table-1のデータおよび式(1)から求めた再曝気係数とDobbinsの式と村上の式から計算した再曝気係数を示す。数値は、すべて、20℃、底は10である。

DOから計算された再曝気係数が、真の水路の再曝気係数とすれば、ネオンガスから求めた値が最も近く、ガストレーサーとして、有効であることがわかる。また、クロロフォルムの値が小さくしたのは、分子量が119.5と大気より重く水路の台形断面内に滞留し、

大気分圧が0であったに因ると思われる。クロロフォルムは、液体であり、取り扱いが簡単であるが、都市河川のような急込み型の水路では、用いられない。水利公式では、村上の式がDO、ネオンの値に近い。今回、ガストレーサーによる再曝気係数の推定手法が有効であることがわかったので、今後より安価なガスをさがすとともに、奥河川で実験を行う予定である。

Table-1 Results and Conditions

		ST, A	ST, B	Conditions
DO	(mg/l)	6.01	6.32	Velocity 0.39 (m/s)
	Temp (°C)	8.1	8.0	
NEON	(-)	1.000	0.936	Depth 0.05 (m)
	Temp (°C)	8.5	8.5	
CHCl ₃	(mg/l)	1.325	1.285	Flow 38.6 (m/h)
	Temp (°C)	9.0	9.1	

Table-2 Reaeration coefficient

	from DO Data	from NEON Data	from CHCl ₃ Data	from a) Dobbins	from 2) Murakami
(1/day)	21.8	22.5	17.8	18.1	23.7

引用文献

- 1) 京牙 俊則 水中に溶解している揮発性物質の放散に関する研究 水質汚濁研究 第4巻第4号
- 2) 水利公式集 土木学会