

京都大学工学部 正員 井上頼輝

家庭下水や工場排水による河川汚染の面災を避ける場合、河川の拡散状態を知ることがきわめて大切である。河川中の有機汚染物の濃度を C とすると、 C の変化は次式で表わされるように次式で表わされる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}(D_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(D_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(D_z \frac{\partial C}{\partial z}) - \frac{\partial}{\partial x}(u_x C) - \frac{\partial}{\partial y}(v_x C) - \frac{\partial}{\partial z}(w_x C) - \lambda C \quad (1)$$

ここに $D_x, D_y, D_z; u_x, v_y, v_z$ はそれぞれ x, y, z 方向の拡散係数および河川の流速、 λ は汚染物の自己減衰係数(脱酸素定数)である。ここでもし λ が一定とまえておくと

$$C = C_0 e^{-\lambda t} \quad (2)$$

とあれば(1)式は水の拡散混合を示す Navier-Stokes 型に置き換える。したがって河川水の混合拡散状態を適当なトレーサーを用いて知り、一方河川汚染物質より自浄作用の自己減衰係数を実験的に求めれば^{1), 2)} トレーサー濃度に $e^{-\lambda t}$ を乗ずることにより汚染物の濃度を推定することが出来る³⁾。

河川水のトレーサーとして要求される性質は 1. 水に対する溶解性が高いこと、すなわち密度流を起したり、底層物質や浮遊物質に吸着されたり、水と反応する物質でないこと。2. 検出が容易で検出感度が高いこと。3. 内河で容易に利用できること。4. 河川水の背景値としての価値を失わないこと。5. 河川水中に Background として大量に含まれていないこと などである。Kaufman and Orlob⁴⁾ によれば、食塩、boron, dextrose, dichromate ion, lithium, bromoform, detergent, helium gas などがトレーサーとして考えられているが、いずれも吸着、密度流等の問題があつて、上記の性質を完全に満たすものは見出しがた。rhodamine-B, fluorescein soda などの色素は太陽光線により退色する他はがなり性質が良く、筆者もこれらの色素を用いて航空写真により河川汚染を予知する実験に成功しているが^{5), 6)}、下流で上水、工業用水の取水があるときは水を着色させるため使用が制限される。

近頃、これらの欠点を補つたものとして、放射性物質であ

る三重元素水、 ^{131}I などが使われるようになった。これら放射性物質は非常に優秀な性質を持つが、環境を放射能で汚染させるので、野外で大量に使用するのは困難なことが多い。そこで放射能が無く、しかも検出感度の良い放射化分析を応用することが考えられ、ここにその可否を実験的に検討することにした。放射化分析に用いる核種はトレーサーとしての性

表-1 Br, Dy, Eu, G の核的性質

元素	母核種	存在比(%)	断面積(barn)	生成核種	半減期
Br	^{79}Br	50.56	2.9 ± 0.5	^{80}Br	4.5 hr
	^{81}Br	49.44	3.5 ± 0.5	^{82}Br	35.9 hr
Dy	^{144}Dy	28.18	<1000	^{145}Dy	2.32 hr
	^{151}Eu	47.77	1400	^{152}Eu	9.2 hr
G	^{59}G	100.00	20 ± 3	^{60}G	5.2 y

表-2 実験条件

実験番号	流量(m ³ /sec)	投入量(mg)			
		ROSEN	KBr	DyCl ₃	EuCl ₃
1	288	74.1	74.1		
2	288	74.1		1.48	
3	779	20			0.20

質を備えるとともに熱中性子に対する放射化断面積が大きく、半減期が数十分かつ数時間であることが望ましい。断面積の大きい物質として Eu, Dy を、また吸着性の低い陰イオンのうち、比較的断面積の大きい Br^- および $\text{G}(\text{CN})_6^{--}$ (G を含む) をとり上げ、ここにその性質を比較した。それぞれの元素の核的性質を表-1 に示す。

まず Br, Dy, Eu の水のトレーサーとしての可能性を検討するために水路実験を行なった。模型水路は幅 25 cm, 長さ 1550 cm の矩形断面を有し、これに一定流量で水通水を流しつつ流入口に染料トレーサーである rhodamine-B と上記元素を投入し、流出口で採水してその濃度を定量することにより性質も比較した。実験条件を表-2 に示す。Br, Dy, Eu の濃度は試料 5 ml をポリエチレン袋に蒸気乾固せしめ、京都大学実験用原子炉により 4×10^{12} n/cm².sec の中性子束で 10 分間照射し、1 時間後にこれを

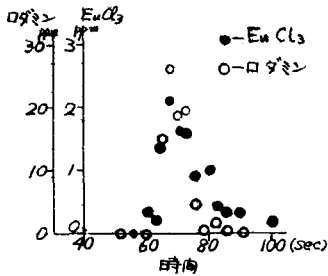


図-1 ロダミンとEuの比較

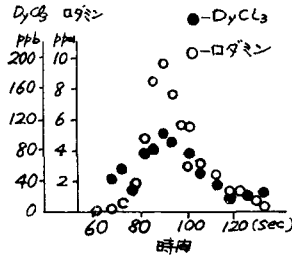


図-2 ロダミンとDyの比較

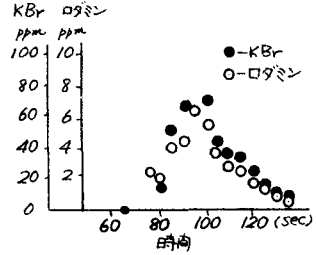


図-3 ロダミンとブロムとの比較

256 channel 波高分析機で定量した。本水路に含まれる NaCl 等も放射化されるため、その影響をさける目的で流水 5 ml を同様に照射して control とし、各試料の計数値より control の計数値を差引いた。Eu, Dy, Br の濃度を rhodamine-B の濃度と比較したのが図-1, -2, -3 である。rhodamine は流出端で投入量の 90% 以上が観測され、水路に吸着されおちることがわかるが、Eu, Dy は流出端における観測量が少く、ことに Dy はこの傾向が強くて水路に吸着された疑いが強い。Br は色素と定り一致を見せ、吸着性もほとんど無いが、放射化断面積が小さいため検出感度が低く、流速の影響が受けられぬものと思われる。ただし照射時間を 10 分ではなくもっと長くすれば、濃度は低くても、以上の欠点はあるていど緩和される。

つぎに G については、その半減期が非常に長いために、照射時間を長くする必要がある。G の核的性質を調べるために、 $K_3Co(CN)_6$ 1 mg と、KBr 0.1 mg とを京都大学原子炉燃料照射孔により、 10^{11} n/sec.cm² で 20 時間照射したところ図-4 の線スペクトルを得た。このことから、G はかなり G の量をへし、0.01 mg 程度にしても、十分放射化分析ができるようである。今後は $K_3Co(CN)_6$ の水のトレーサーとしての性質を検討したい。本研究は岩井重久教授に御指導を賜ったので謝意を表する。

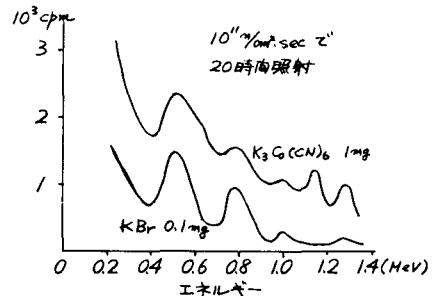


図-4 G と Br の線スペクトル

参考文献 1) 南部祥一、京都大学学位論文、昭和 37 年

- 2) 岩井重久、井上頼輝、寺島泰、土木学会第 2 回衛生工学討論会論文集、58 頁 ~ 63 頁 (昭和 40 年)
- 3) 岩井重久、井上頼輝、土木学会第 18 回年次学術講演会概要集、192 (昭和 38 年)
- 4) W.J. Kaufman and G.T. Orlob, Jour. American Waterworks Association, vol. 48, p. 559 (1956)
- 5) 岩井重久、井上頼輝、土木学会第 21 回年次学術講演会概要集、II-126 (昭和 41 年)
- 6) 岩井重久、井上頼輝、日本下水道協会第 3 回研究全概集、10 頁 (昭和 41 年)