

II-433 支川の合流に伴う河川流下過程の水質変化量

国立公害研究所 水質土壌環境部 正員 海老瀬潜一

国立公害研究所 水質土壌環境部 正員 井上 隆 信

1. はじめに

実際の河川の流下過程において、分合流を伴う場合の水質変化量、自浄係数あるいは流達率の評価は困難なことが多い。これは、支川の分合流の他に伏流や湧水さらには測定誤差などにより流量収支が正確にとれない¹⁾、河川水が横断方向に十分混合しないで水質的に一様でない、本川に流入する支川や排水口の数が多く、しかもその流量・水質変動が大きくて精度よく実測しがたい場合が多い、ことなどによっている。これまでの河川流下過程の水質変化量の定量評価は途中からの流出入のない場合や無視できる場合がほとんどである。分合流のある場合のその研究例は少なく、長期間の観測によるものは全く見られない。水質変動や流量変動が小さい農耕地河川の本・支川において、毎週1回定時で1年間の水質負荷量調査を実施し、流達率や総合的な自浄係数の評価を行った。

2. 調査の概要

調査対象とした河川は、上流部は山地、中下流部が農耕地で霞ヶ浦高浜入に流入する流域面積216.0km²の恋瀬川である。調査地点は、図-1に示すように本川の上流部・中流部・下流部の3地点と6つの支川のそれぞれ本川への合流直前の地点である。水質負荷量調査は、1987年6月～1988年5月の1年間で毎週1回定時で1年間の52回である。調査は各回毎に流水断面積の計測と流速測定による流量観測を行っている。各回の調査では、本川上流部から始めて上流側の支川から下流側の支川へと、途中に本川の中流部・下流部地点をはさんで約4時間かけて行った。最下流の支川と本川下流部地点については、その合流後の地点が霞ヶ浦の背水域となり、調査を行えなかったため、解析から除外し、それらの上流側の7地点での調査結果について解析した。

3. 本川での流達率

各支川と本川上流部はそれぞれ合流直前地点で調査を行ったため、支川の合流に伴う本川での流達率が算定できる。年間平均流量に近い状態時の本川の平均流速から算定した平均流下時間をはじめとする各調査地点の特性を表-1に示す。

$$\text{流達率} = (\text{Stn.7での流出負荷量}) / \left(\sum_{i=1}^6 \text{Stn.iの流出負荷量} \right) \quad (1)$$

と定義して、各地点の年間平均流出負荷量を用いて算定し、その結果を表-2の上段に示す。

DOCの0.93からNH₄-Nの1.15まで28項目中1.0以下が12項目と少ない。その理由に、本川上流部と各支川の調査地点（Stn.1～6）での流域面積の総和は、本川中流部調査地点（Stn.7）の流域面積より少ないことが考えられる。すなわち、Stn.7までに、本川河道部の周辺にいずれかの支流域にも属さず、小さな排水路を通じて本川に直接流入する残流域が存在し、その面積は13.7km²にもなり、本川上流部とこれらの中では最下流部支川となる川又川（Stn.6）に次いで3番目の大きさとなり、その残流域の主たる部分はStn.4～6付近に位置している。したがって、この残流域からの流出負荷量を最も近い川又川の流域面積当りの流出負荷量と同一と仮定して算定し、(1)式の分母にこの流域からの推定流出負荷量を加えて求めた値を修正流達率として、表-2の下段側に示す。これらの支川からの流下距離などを考慮すると、他の河川でも報告される程度の値となっている。しかし、これらの一般的な水質項目の他に測定した農薬の1年間の流出負荷量による流達率は、CNPで0.82、オキサ・アゾンで0.87、ブタクロールで0.96、イソプロパノールで0.93、アライトで0.88、MEPで1.06と、MEPを除いて一般的な水質項目よりは小さな流達率となった²⁾。これは残流域の修正を行っていない値であり、川又川等の水田面積当りの農薬の流出負荷量で残流域の修正をすれば、この値はさらに小さなものとなる。

4．総括的な自浄係数

本川上流部や各支川の調査地点（Stn.1～6）から本川中流部調査地点（Stn.7）までの流下距離（ x_i ）や流下時間（ t_i ）を既知として、本川内の河道（Stn.1からStn.7まで）では同一の総括的な自浄係数であると仮定すれば、各地点の流出負荷量 L_i と t_i から、 $L_7 = \sum_{i=1}^6 L_i \cdot 10^{-kt_i}$ (2)

として、分解に沈殿等を含めた総括的な自浄係数 k が算定できる。ここでも、前述のように残流域の影響が大きいので残流域を $i=0$ として修正した場合について $\sum_{i=0}^6 L_i \cdot 10^{-kt_i}$ を求めることにする。数値計算の結果、TOCで0.63、T-CODで0.17、T-Nで0.25、T-Pで0.55の値となった。これらの値は、途中から流出入のない河川や水路で24時間あるいはそれ以上の長期間にわたった観測結果より求められた総括的な自浄係数の値より少し小さい^{3)・4)}。この調査は、流下時間にほぼ近い形で調査結果であり、各季節を同時に扱った1年間の平均値を用いており、さらに統計的には不十分ながら降雨時流出も含んだ結果である。

5．おわりに

支川の合流に伴う流下過程の水質変化を、毎週1回定時で1年間の調査結果を基に流達率と総括的な自浄係数について検討した。一般的な水質項目の流達率は、農薬の流達率より大きな結果となった。分解だけでなく沈殿等をも含めた総括的な自浄係数としては、0.17～0.63と若干小さな値となった。流域踏査に基き、支川流域だけでなく、本川河道周辺で本川へ直接汚濁負荷を排出する残流域を計算に組み込んで算定を行った。

引用文献

1)市川 新ほか(1983)多摩川における自浄能力の推定に関する方法論,衛生工学研究論文集,Vo.19,pp.1-7.
2)井上隆信・海老瀬潜一(1989)農薬の河川流下過程における変化,第23回水質汚濁学会講演集,pp.291-292.
3)海老瀬潜一(1988)流下過程の水質変化量の物質収支法による評価,水質汚濁研究,Vol.11(8), pp.513-519.
4)関根雅彦ほか(1987)連続調査による河川汚濁物質流下機構の検討,衛生工学研究論文集,Vol.23,pp.65-74.

表-1 各観測地点の特性

地 点 河 川 名	Stn.1 本川上流	Stn.2 小川	Stn.3 片岡川	Stn.4 小倉川	Stn.5 八瀬川	Stn.6 川又川	Stn.7 本川下流
流域面積(km ²)	43.7	11.5	3.6	11.2	8.6	39.8	132.1
平均流量(m ³ /s)	0.84	0.22	0.07	0.19	0.23	0.76	2.33
流下距離(m)	5,450	4,950	4,100	2,450	1,550	250	0
流下時間(hr.)	3.78	3.44	2.85	1.70	1.08	0.17	0

表-2 支川の合流に伴う流達率

水質項目	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Inorg-N	Org-N	T-N	DTN	PTN	Cl	
流達率	1.15	1.04	1.08	1.09	0.96	1.06	1.07	0.99	1.01	
修正流達率	1.03	0.94	0.95	0.96	0.88	0.94	0.95	0.90	0.92	
水質項目	T-COD	D-COD	P-COD	DOC	POC	TOC	T-SiO ₂	SiO ₂	SS	
流達率	1.07	1.05	1.11	0.93	0.96	0.95	0.98	0.97	0.99	
修正流達率	0.96	0.94	0.99	0.85	0.87	0.86	0.89	0.88	0.90	
水質項目	PO ₄ -P	Org-P	T-P	DTP	PTP	SO ₄	Ca	Mg	Na	K
流達率	0.99	0.97	0.97	1.01	0.96	1.00	1.02	1.02	1.02	1.06
修正流達率	0.91	0.87	0.88	0.92	0.86	0.91	0.92	0.92	0.92	0.95

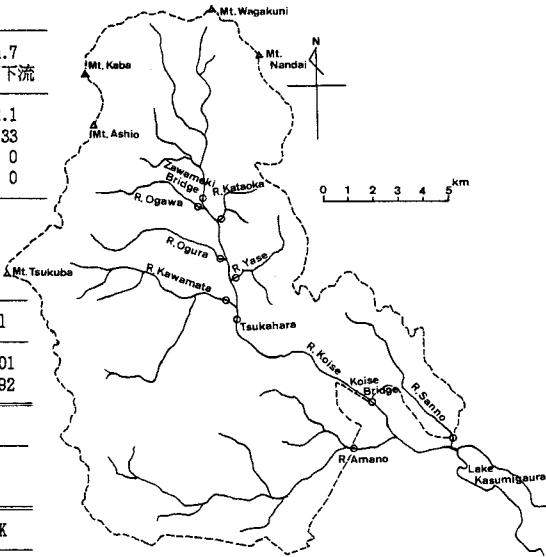


図-1 恋瀬川と調査地点