

国立公害研究所 水質土壌環境部 正員 ○ 海老瀬 浩一

同 上 相 崎 守弘

同 上 正 員 福 島 武彦

1. はじめに

湖沼・ダム湖あるいは内湾など閉鎖性水域への流入河川による流入物質の挙動は、有機汚濁や富栄養化現象との関連から、滞留時間とともに注目されているが、その解明が遅れている問題の1つである。流入河川と湖沼・内湾などとの接合部(河口部)は、河川を通して有機物質や栄養塩などの供給が多く、生物の生産性の高い場となることが多い。とくに、接合部が浅くて狭い場合は、流入水量および流入物質の受水域への影響が顕著なのが通例である。したがって、流入物質の挙動を定量的に押さえないと、底泥からの栄養塩の回帰量の推定をはじめとする湖内の正確な物質収支が把握されないことになる。とくに、小湾形部での流入河川水の residence time は、大規模な出水時に湖水を押し出してしまうような場合には、flushing time と呼ぶ方がふさわしく、そのような短期的な変化における流入物質の挙動あるいは湾形部に与える impact の大きさを明らかにする必要がある。ここでは、霞ヶ浦(西浦)の高流入湾形部での流入河川水量から見た水理学的滞留時間の考察と、出水時の流入負荷量の大半を占める懸濁態成分の影響の程度の考察を、観測例を示しながら行うことにする。

2. 霞ヶ浦高流入の概要

霞ヶ浦高流入湾形部は、図-1および図-2に示すように、A・B・Cの3つのゾーンに分割できる形状となっている。高流入最奥部のAゾーンは高崎入と称し、恋瀬川(流域面積212.6 km²)と山王川(同12.3 km²)の流出先となっている。Bゾーンには菟部川(同79.3 km²)と鎌田川(同16.6 km²)が流入する。A・Bゾーンの水表面積、平均水深および容積は、 3.9×10^6 km², 1.7 m, 6.5×10^6 m³ (Aゾーン); 16.6×10^6 km², 3.4 m, 55.6×10^6 m³ (Bゾーン)である。したがって、一連統降雨の直接流出の流出率を、上流に筑波山地を有し農耕地を流下する恋瀬川流域で0.2、石岡市街地を貫流する山王川流域で0.35、湖表面(Aゾーン)を1.0とし、湖沼水位に変化がないものとするれば、130 mm程度の降雨によってAゾーンの湖水は約3日間程度で河川水と入れ替わるという単純計算ができる。実際、両河川の平均流入水量から求めた平均滞留時間は約15日となるが、30 mm前後の降雨流出時でも、Aゾーンの先端部に近い地点①では、流入した河川水の影響が大きく現われることになる。

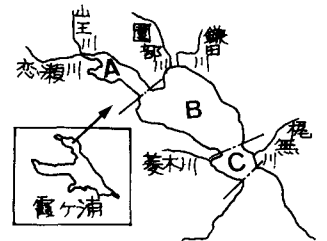


図-1

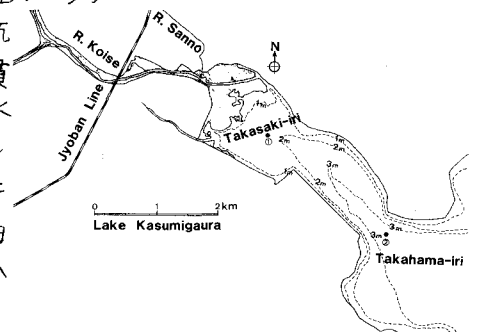


図-2

3. 河川による流入負荷量の構成変化

高流入に流入する恋瀬川、山王川および菟部川の3河川については、1978年6月より2年間、毎週1回の定期水質負荷量観測をはじめとし、晴天時24時間調査と降雨時流出調査など水質負荷量変化の観測を行っている。この結果より、山王川の降雨時流出では、その1降雨の直接流出による系流入負荷量は $P-COD/T-COD=0.7$, $PTP/T-P=0.85$, $PTN/T-N=0.4$ のように窒素を除いて懸濁態成分のウエイトが高い。同様に、恋瀬川の1支流の外桜川では、 $P-COD/T-COD=0.95$, $PTP/T-P=0.93$, $PTN/T-N=0.4$ のような観測例が得られているが、晴天時の流入負荷量の構成比率はこれとは逆のウエイトとなっている。したがって、河川の流量についての河川係数のように、流入負荷量についても同様の負荷量変動係数のような値の導入が必要である。

4. 高崎入における降雨流出時の懸濁物質の変化

1979年4月～1981年4月の毎月2回の霞ヶ浦の定期観測結果を中心に、以下の議論を進めることにする。水質の分析項目は、CODやPOC・PONのほか各種栄養塩に加えて、SSおよびChl.-aのフルイを用いた粒径別分布の測定を行っている。まず、これまで25ヵ月間のうち、春季から夏季にかけてと秋季のそれぞれ2回ずつ、規模の大きな降雨流出の場合に注目して、高崎入の地点①のSSとChl.-aの変化を追跡する(図-3～図-6)。

図-3の1979年5月9日(午前中)は8日の80mmの降雨流出の影響の最中であつたが、高崎入出口の地点②にはまだその影響が現われていなかった。しかし、その後の14～15日の137mmの降雨流出は、6日後の21日(午前中)には沈殿作用の結果としてSSはすでに減少しており、Chl.-aは9日の値よりも少し増加していた。

図-4の10月8日は、6～7日の69mmの降雨流出の影響の大きさをChl.-aの減少によって知ることができる。この時点では、地点②でも降雨流出によるChl.-aの減少が認められた。また、その後の18～19日の105mmの降雨後の24日には、地点①および②ともChl.-aの減少が湖内部などとの比較からも認められた。

図-5の1980年6月11日は、9～10日の22mmの降雨の影響は小さかつたが、7月8～9日の80mmの降雨後の10日には、地点①にかなり大きな影響をもたらしているが、この時点では地点②までは波及していなかった。6月28～31日の84mmの降雨および7月30～31日の63mmの降雨の影響は、それぞれ、6月31日と8月1日の地点①のSSの高濃度として出現した。図-6の10月23日は、19～21日の72mmの降雨流出の影響が地点①はむしろのこと地点②にも大きく現われていた。

5. 粒径別のSS・Chl.-aの変化

降雨流出に伴う接合部における懸濁物質の変化特性として、SS濃度の急上昇とSSの粒径構成の均一化の傾向が認められたが、数日後には、SSの大半が沈殿により減少していることが確認できる。図-7は、1981年4月19～20日の38mmの降雨流出の影響を示したものである。これより粒径別分布の変化も知ることができる。この程度の降雨流出でも、流出時間が短く、流入河川水の流動状態によって地点②にも小さいながらもその影響が現われている。このように、湾形部への影響の波及の程度と速度は、単に時間経過のみでなく、降雨流出水の流出速度とも強い関係にある。

6. おわりに

霞ヶ浦高崎入は、栄養塩とCOD濃度、とくに植物プランクトンに起因する懸濁成分濃度が高いため、降雨流出によって流入した土粒子起因のSSの大粒径のものは数日後には沈殿し、高崎入ではPOC、PON、POPなどの減少、すなわち、溶解成分と懸濁成分のウエイトの逆転が観察されている。

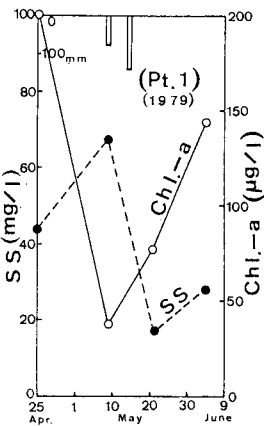


図-3

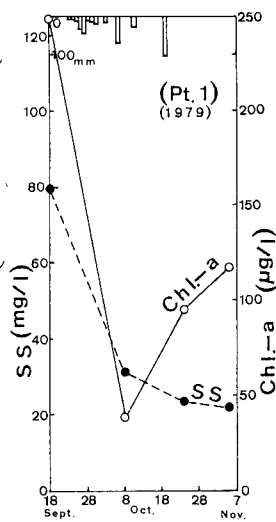


図-4

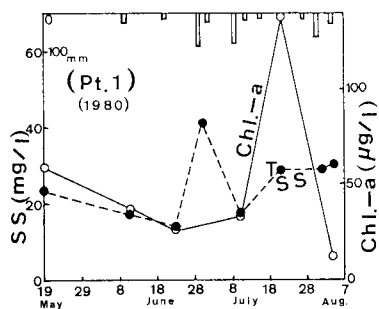


図-5

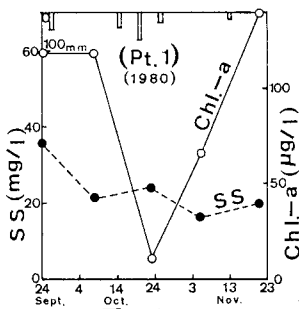


図-6

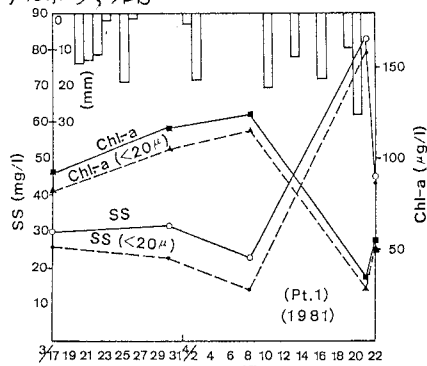


図-7