

山地河川水質の特徴に関する基礎的考察

東北大学 学生員 鈴木 秀昭
 東北大学 正 員 佐藤 敦久
 東北大学 正 員 高崎 みつる

1. はじめに 近年、湖の富栄養化現象が大きな社会問題としてクローズアップされている。水源の富栄養化は、藻類やプランクトンなどによる一次生産力を増大させ、上水道処理施設におけるコストの増加や上水道水質の悪化をもたらす。我が国では、霞ヶ浦など平野に存するいくつかの湖を除き、その多くは山地河川によって貯水が保たれている。従って、富栄養化したような湖の水質改善を考えるにあたっては、山地河川によって運ばれる栄養塩類の負荷削減を考えていく必要があろう。これらの削減にあたっては、蓄存態の栄養塩以外にも濁質の形態で湖へ運ばれていく栄養塩の挙動の特徴を考えていくことは有意義であらう。すなわち懸濁態の形によって河川中を運ばれていく栄養塩負荷についてその実態をよく調べその最適の削減方法を考察していく事は流入水対策の一つとして意義深いと考えられる。本報告はこのような立場から山地河川の水質変化と濁質の挙動を明らかにする事を目的としていくつかの考察を行う、ものである。

2. 観測地点及び実験方法 観測は平時に行った定期観測と降雨時に行った連続観測の二つに分けられる。仙台市の南西部山間地を流れ釜房湖に流入する代表的河川の一つである前川で観測を行った。定期観測は河川への人為的影響が少なく上流部をP1地点、主に家庭排水、農耕地の影響が多い中流部をP2地点、人家が多く家庭排水の流れ込む下流部をP3地点とした。P3IN地点は淵流入部で水深は20~30cm、P3OUT地点は淵流出部で水深は30~50cmである。連続観測はP3IN、P3OUT地点で行った。観測は1984年9月、10月に行った。各地点に於て採水、水深測定、フロペラ流速計による流速測定を行った。分析方法を表-1に示す。

3. 実験結果及び考察 定期観測の結果を図-1~図-7に示す。図-1からわかるように各地点における流量はほぼ一定であった。図-2、図-3を見てもわかるように流量が同じでも各地点のSS量、濁度とも異なっており、湖の上流端、下流端においてさえ大きく違っていることがわかる。各地点におけるSS量、濁度は共に9月18日が最大で9月27日、10月12日とほぼ減少する傾向にあるがP3OUTにおけるSS量は9月18日が最小になっている。9月18日のP3OUTのSS量が小さいにもかかわらず同日の濁度が大きいのは、巻き上げ等の影響により浮上し易い細かい粒子が淵の中で再浮上した事によると思われる。図-4~図-7よりT-P、NH₄-N、NO₃-N、NO₂-N、CODKについて流量、SS、濁度との比較を行

表-1 分析方法

SS	ガラスフロッター透過法
COD	過マンガン酸カリウム法
NH ₄ -N	ネスラー法
NO ₃ -N	フェノールジスルホン酸法
NO ₂ -N	GR法
T-P	過硫酸カリウムによる分液後モリブデン青抽出法
濁度	積分球式濁度計による測定

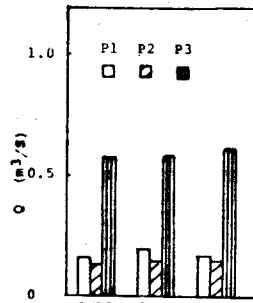


図-1 定期観測の流量
 P1: 上流地点
 P2: 中流地点
 P3: 下流地点

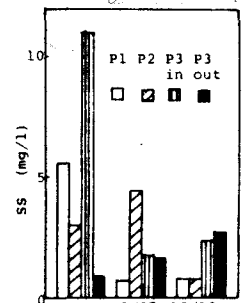


図-2 定期観測のSS
 P1: 上流地点
 P2: 中流地点
 P3 IN: 下流地点の上流
 P3 OUT: 下流地点の下流

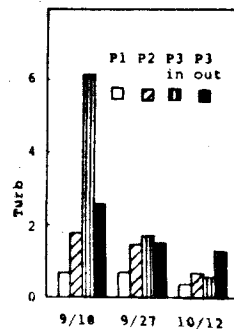


図-3 定期観測の濁度

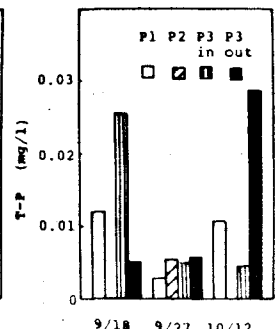


図-4 定期観測のT-P

ったが各地点各観測時における結果には一定の傾向が見られなかつた。この当所、河川水中のT-P、窒素、CODなどは懸濁物質によってそのかなりの部分が担われていると予想したが濁度の量とこれら水質との間には一定の傾向が認められないことがわかった。

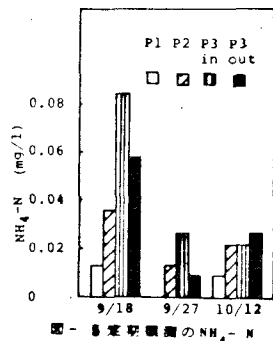


図-5 定期観測の $\text{NH}_4\text{-N}$

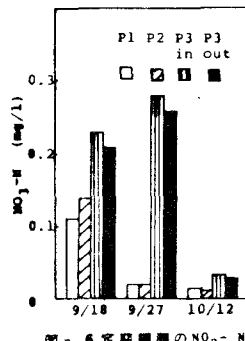


図-6 定期観測の $\text{NO}_3\text{-N}$

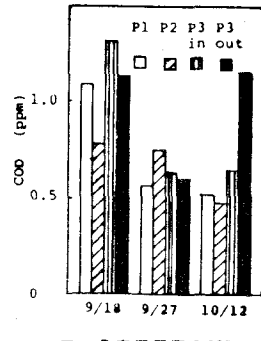


図-7 定期観測のCOD

また、河川の上、中、下流部と分けて観測を行つたが、それら相互の水質について関連性は認められなかつた。このように流量が一定にもかかわらず各地点、各時期によって水質濃度が異なっているのは、観測時以前の河川の状態(河川の自浄作用や先行降雨の有無等)や河床形態の相違、変動あるいは農耕地に残った肥料がどのように運ばれたかということが影響しているのではないかと考えられる。以上のことから降雨に伴う流量及び水質に関して連続的な観測を行うことは、下流ダム等に影響の大きい山地河川の水質の特徴を知る上で重要な課題の一つであると考えられる。図-8~図-10に連続観測の結果を示す。図-8を見ると流量とSS量はほぼ同様な変化を示している。先行降雨があったため6時間後流量が低下しているがSS量は12時間後まで低下してあり15時間後にはINよりOUTのSS量が大きくなっている。

これは対象とした淵の水深が浅かつたため、先行降雨によって淵に堆積していた粒子が一度流出し流量の低下に伴い新しく懸濁物質が沈降しさらに流量が増加したため巻き上げにより粒子が再浮上したことによると考えられる。図-9を見ると濁度とT-Pもほぼ同様な変化を示している。共にINでは流量がピークの時間最大値を示しているがOUTでは流量がピークの3時間前最大値を示している。これはSSと同様に考えることができるが、濁度については細かい粒子ほど濁度の値が大きくなる傾向があるため、この時間における流量増加による巻き上げは細かい粒子が多かつたのではないかと考えられる。そして流量、SSのピーク時ではそれよりも大きな粒子となり濁度としては低下したと考えられる。図-10に示したのは流量がピークになるまでの窒素三態の濃度変化である。この図より河川水中の窒素源として最も大きな割合を占める $\text{NO}_3\text{-N}$ および割合が最も小さい $\text{NO}_2\text{-N}$ に関しては流量と濁度の変化に伴う濃度変化は認められなかつた。(しかし $\text{NH}_4\text{-N}$ に関しては流量、濁度の増加に従い増加している。これはその濃度が大きいことから、降雨により家畜排水や地上に堆積している糞便に含まれる $\text{NH}_4\text{-N}$ が、河川に流れ込んで来たためではないかと推察される。)

4. 終わりに 今回行つた一連の定期観測および連続観測の結果から、山地河川の水質はそれ以前の降雨や河川の状態および流量により大きく変化するのであることが推察された。本報告の範囲からは、降雨による流量増加に伴い、 $\text{NH}_4\text{-N}$ や巻き上げ沈降によりSS、濁度、T-Pが増加することがわかった。

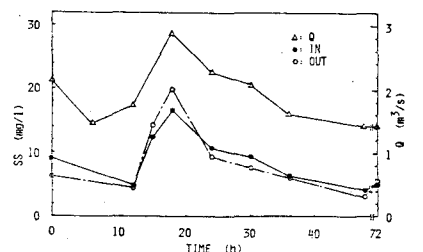


図-8 1984年9月9日~9月12日降雨時のP3地点でのSS、流量の系時変化

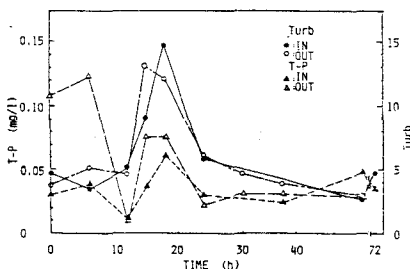


図-9 1984年9月9日~9月12日降雨時のP3地点での濁度、T-Pの系時変化

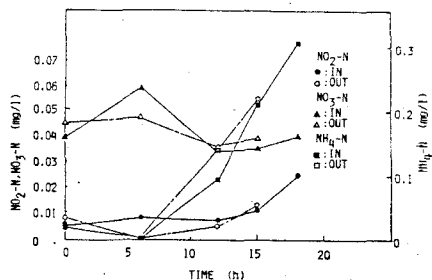


図-10 河川流量の増加時の窒素三態の変化