

降雨時における流域別水質挙動特性

東北大学工学部

学生員○鈴木 護

正会員 佐藤敦久

正会員 後藤光亀

正会員 千葉信男

1. はじめに

湖沼や貯水池等の閉鎖水域では、流域河川からの栄養塩の流入が富栄養化現象の重要な要因である。特に降雨流出時の負荷量は平常時に比べ非常に大きく、1降雨流出が数カ月の負荷量に相当する場合もある。そこで、福島県のAダム及び岩手県のBダム流域河川の降雨流出時の水質調査を行い、流域別の河川水質の挙動を考察した。さらに $\text{NO}_3\text{-N}$ の流出挙動に着目し、タンクモデルを用いた流出機構の検討を行った。

2. 調査の概要

調査は7月に、Aダム（福島県）のA1、A2、A3の3流入河川を対象に行った。これらの河川のそれぞれの土地利用形態は主に山林、農地、市街地である。調査地点の集水面積はいずれも 12km^2 程度であった。また、11月にはBダム（岩手県）の流入河川B1においても調査を行った。この調査地点の上流域は、ほとんどが山林で、人為的影響のない森林地域のベース的な流出の把握を目的とした。現場での採水には昨年発表した感雨式自動採水装置を使用した⁽¹⁾。測定した水質項目は、SS、硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)、総リン(T-P)、総窒素(T-N)、 K^+ 、 Mg^{2+} 等の陽イオンである。

3. 結果及び考察

Aダムでの調査期間及び雨量は、河川A1が7月2日15時～4日20時で10mm、A2が3日12時～5日10時で9mm、A3が3日15時～4日13時で8mmであった。河川B1においては11月2日14時～5日13時で59mmであった。各河川の期間中の流量及び各水質項目の結果の一部を図-1～6に示す。

SSの濃度変化は流量の増減に追従し、T-P、T-NもSSと同じ傾向で流出する。この懸濁成分は閉鎖水域への流入後、一部は速やかに沈降して底泥となるが、その性状により溶存酸素消費や栄養塩の回帰につながり、一部は懸濁態栄養塩としバクテリアの介在により湖内の内部生産に寄与する。したがって、出水時の懸濁態栄養塩の挙動をさらに明確にする必要がある。

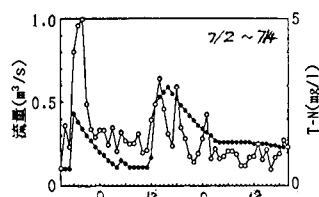


図-1 河川A1の流量、T-Nの変化

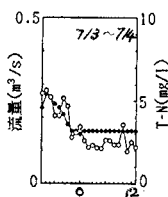


図-3 河川A2の流量、T-Nの変化

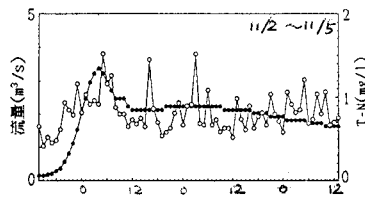


図-5 河川B1の流量、T-Nの変化

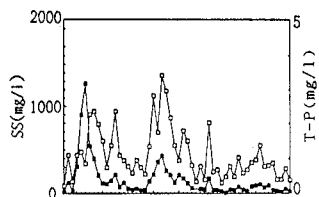


図-2 河川A1のSS、T-Pの変化

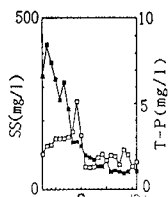


図-4 河川A3のSS、T-Pの変化

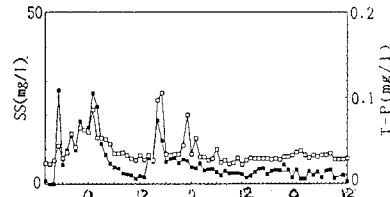


図-6 河川B2のSS、T-Pの変化

● 流量 ○ T-N
■ SS □ T-P

$\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度変化は、流出に伴って上昇するが懸濁成分とは異なり、流量ピーク後においても高いレベルを保ち徐々に下がる傾向がみられ、中間流出成分として知られている⁽²⁾。この傾向は11月に行った河川B1において顕著である。

各水質項目の流域別による挙動に大きな相違はみられなかったが、濃度のレベルは大きく異なっていた。特に、季節が異なっているが、Aダム流域とBダム流域では、T-P、T-NがAダムの方が数倍も高くなっている。また、同じAダムの流域でも、土地の利用形態で相違がみられ、栄養塩の濃度は、A3、A2、A1の順に高くなっており、人為的な負荷との関連性が強い。しかし、 K^+ はAダム流域においてはその限りではなく、図-7に示すようにA2での濃度が最も高くなっており、農地の影響を反映していると思われる。 Mg^{2+} 等の他の陽イオンはほとんど変化がなかったが、 K^+ 濃度は流量の増減に追従して変化し、流域の土地利用形態を知る一つの分離指標として考えられる。

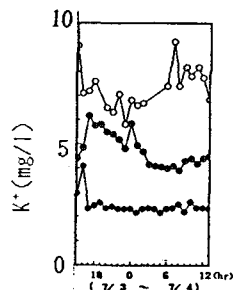


図-7 河川A1、A2、A3の K^+ の変化
● 河川A1
○ 河川A2
⊕ 河川A3

4. $\text{NO}_3\text{-N}$ の流出挙動

降雨時の河川水質の予測はダムや湖沼への流入負荷量の評価において重要である。また、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は、流域での窒素が微生物の分解受けて最終生成物となったものであり、これの負荷量軽減は困難である。そこで、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の流出挙動への表面、中間流出の影響を考慮して、タンクモデルを用いて計算を行った。タンクモデルの形状及び各係数を図-8に、流量の計算結果を図-9に示す。各タンクの流出入水に所定の濃度を与え、タンク中では完全に混合するという仮定のもとに、流量計算には関与しない仮定の深さを1、2段目のタンクに設定し計算を行った。第1段にも仮定の深さを与えた理由は、中間流出のみでは流量立ち上がりでの $\text{NO}_3\text{-N}$ を表現できないためである。

一例として河川B1の計算結果を図-10に示す。計算値と測定値において時間差が現れたものの、流出形態に大きな差はない。よって、流入負荷量をタンクモデルにより推定する可能性が示された。しかし、モデルの諸係数は計算の対象としている降雨流出に限って求めたものであり、新たに検討する必要がある。

5. おわりに

今回は、現場調査の回数が少なかったため、土地利用別の詳細な挙動については考察できなかった。また、中間のみならず表面流出をも考慮した $\text{NO}_3\text{-N}$ の挙動を示すモデルを提案したが、今後は、モデルの諸係数や流域別の適用性等の吟味を行っていく予定である。

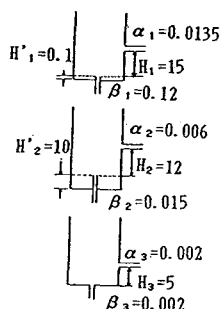


図-8 タンクモデルの形状と係数

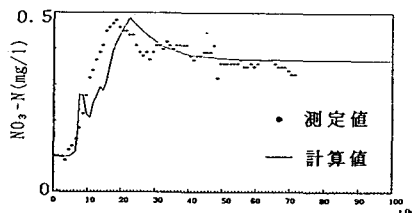


図-10 モデルによる $\text{NO}_3\text{-N}$ の計算結果

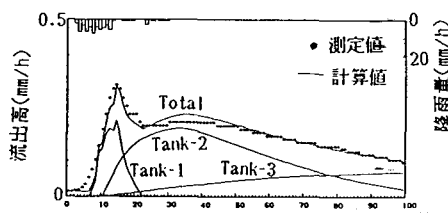


図-9 タンクモデルによる計算流出量

<参考文献> (1)鈴木ら： 昭和61年度東北支部技術研究発表会講演概要集，PP. 200-201

(2)海老瀬 潜一： 衛生工学論文集・第21巻・1985，PP. 57-69

<謝辞>調査を行うにあたり、ご協力を戴きました東北大学工学部生戸田英次君に心から感謝いたします。