

II-100

降雨時の森林からの負荷量について

東北大学工学部 学生員 ○尾崎賢一
東北大学工学部 正員 佐藤敦久
東北大学工学部 正員 千葉信男

1. はじめに

湖沼の富栄養化には、流域からの汚濁物質の流入によって生じる現象である。汚濁負荷発生源としては、工場、下水処理場、家庭、畜産などの点源と降雨、山林、農地、市街地などの面源とが考えられる。また、その発生源からの汚濁負荷の流出は降雨時に著しいとされている。今回は、降雨時の森林からの汚濁負荷量に着目し、それを算定した。また、森林においては、降雨による負荷量が重要であり水収支を考慮したうえで、森林のもつ水質浄化機能について報告する。

2. 調査地点、調査期間及び調査項目

調査は、仙台市樽水ダム流入河川の増田川と、七北田ダム流入河川の七北田川で行った。図-1に示す調査地点A（流域面積5.9km²）、図-2に示す調査地点B（流域面積15.5km²）に降雨感雨式自動採水器（雨量計付き）と水位自動記録計を設置し降雨時の河川水を1時間ないし2時間おきに採水した。それと同時に雨水を採取した。両調査流域とも全く人為的汚濁源のない森林である。調査期間は、1989年4月～12月で一雨降雨を増田川で計7回、七北田川で計6回採取した。分析項目は、PH、EC、SS、Chl-a、NH₄-N、N O₂-N、NO₃-N、TN、PO₄-P、TP、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺である。今回は、特にTNとTPについて述べる。

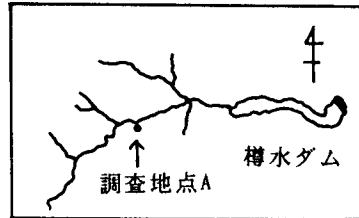


図-1

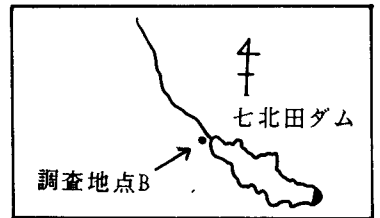


図-2

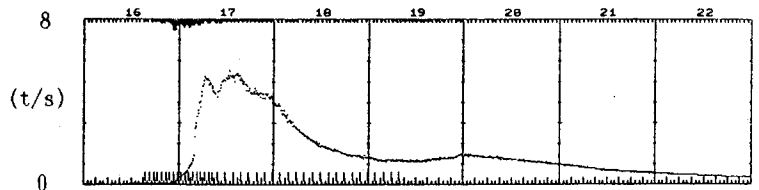


図-3 降雨-流量曲線

3. 結果及び考察

1) 雨の水質

調査地点A、Bにおいて、前述した一雨降雨の他にも数回、雨水を採取し分析した。その結果、TNは0.8mg/l～4mg/l（平均1.7mg/l）、TPは0.02mg/l～0.2mg/l（平均0.09mg/l）の間でかなり変動があった。その変動については、その地域の土地利用、気象条件、降雨の先行晴天日数などによるものと考えられる。また、PHは約6.0前後であった。

2) 降雨時の流量経時変化

仙台市では、6月16日15時～6月19日23時に大量の降雨があった。増田川（調査地点A）では、総雨量139mm、七北田川（調査地点B）においては総雨量149mmの降雨を観測した。図-3はこの降雨による増田川におけるのハイドログラフである。流量は、降雨開始後2度のピーク（最大6.0t/s）を迎え、その後かなりの期間を有し減速している。

3) 降雨時の水質経時変化

この降雨での増田川のTNとTPの濃度の経時変化を図-4、図-5に七北田川でのTNとTPの濃度の経時変化を図-6、図-7に示す。ここで図-4、図-6からTNは流量の経時変化と同様の傾向を表していることがわかる。他の一雨降雨の場合についてもTNは同様の傾向を示した。これは、森林における窒素の存在量が多いと思われる。また、TPに関しては総雨量が100mm以上の大雨であったためか流量ピーク時に濃度ピークが見られ

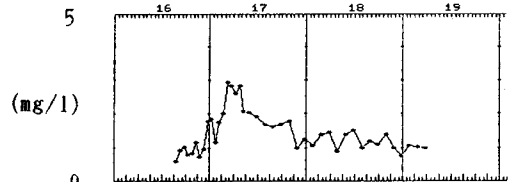


図-4 TN

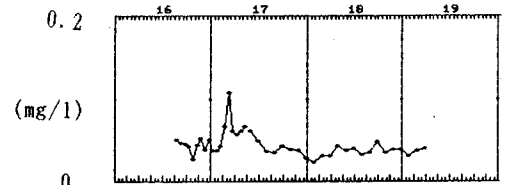


図-5 TP

るが、それ以降は降雨前より濃度減少が見られる。他の一雨降雨（総雨量が20mm～50mm）の場合においては、その降雨開始後より徐々に濃度が減少している。それは、降雨による希釈効果と言える。

4) 降雨の流出率

各一雨降雨のハイドログラフにおいて水平直線分離法と勾配急変点法の両方を考慮し、基底流出と降雨時流出とに分離した。その分離した部分の面積を求めたものを降雨時流出流量とする。そこで、降雨量と降雨時流出流量の関係を一次関数の回帰式で表しその流域における降雨の流出率を求めた。その流出率は増田川（図-8）では88%、七北田川（図-9）では7%となった。この流出率は、地域特性（面積、形状、勾配、方位、高度、土地利用形態、土壌、地質）に左右されるといわれている。七北田川流域で流出率が7%と低いのは、源流を発している泉ヶ岳（標高1172m）がかつて火山であり流域の火山性の地層の保水能力が高いことも原因の一つと考えられるであろう。

5) 降水量と降雨時流出負荷量

各一雨降雨ごとに降雨時流出負荷量を算出し、降雨量との関係を一次関数の回帰式で表現した。増田川のTNを図-10、TPを図-11に七北田川のTNを図-12、TPを図-13に示す。降雨量と降雨時流出負荷量の関係は、指数関数の回帰式で表現されるという報告があるが、ここでは、一次関数の回帰式で表現した方が相関係数がよかった。

6) 降雨負荷量と降雨時流出負荷量

森林の水質浄化機能を調べるには降雨負荷量と降雨時流出負荷量の差をとって物質収支を調べるのも一つの方法である。ここで降雨負荷量は各一雨降雨ごとの濃度と降雨量と流域面積の積により算出した。それにより、降雨時流出負荷量との関係（単位面積当たり）を増田川のTNは図-14、TPは図-15に七北田川のTNは図-16、TPは図-17に示した。また、相関が高いことに着目し、次式のような一次関数の回帰式で表現した。

増田川 TN: $L_{out} = 0.77 \cdot L_{in} - 0.09$

TP: $L_{out} = 0.38 \cdot L_{in} - 0.03$

七北田川 TN: $L_{out} = 0.12 \cdot L_{in} - 0.03$

TP: $L_{out} = 0.05 \cdot L_{in} + 0.003$

（ L_{in} 降雨負荷量, L_{out} 降雨時流出負荷量 (kg/ha)）
以上の式より両河川のTN、TPともに降雨時流出負荷量の方が小さいことがわかり森林の水質浄化機能を裏付けることができる。また、七北田川の回帰係数が小さいが、これは負荷量の流出が少ないことである。この原因の一つとして、4)で述べた降雨の流出率が小さいことが考えられるであろう。

4. おわりに

今回行った調査では、増田川流域七北田川流域ともに次のようなことがわかった。1) 降雨時のTNの濃度経時変化は流量の経時変化に付随する。2) 降雨時流出負荷量は降雨量の簡単な一次関数で表現することができる。3) 降雨の流出率はその流域特性により大きく変化する。4) 森林には浄化機能がありその機能の大小は流出率に大きく依存している。

この研究は平成元年度科学研究費補助金（奨励研究(B)）を受けた。

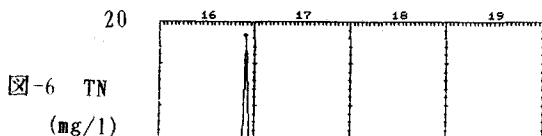


図-6 TN (mg/l)

図-7 TP (mg/l)

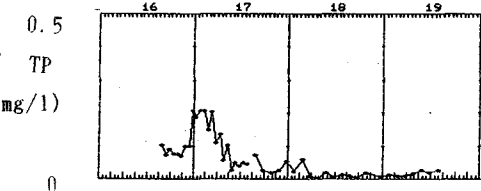


図-8

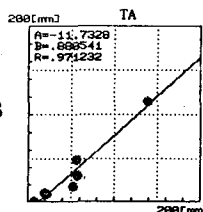


図-9

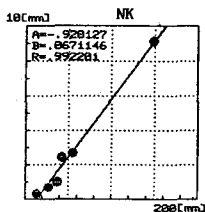


図-10

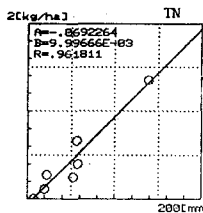


図-11

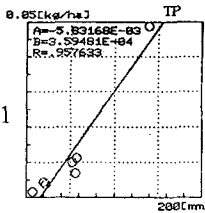


図-12

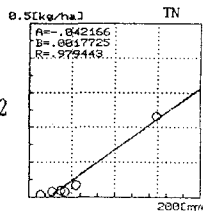


図-13

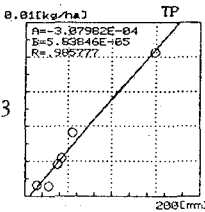


図-14

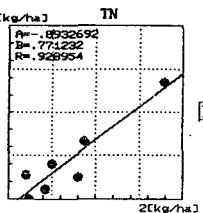


図-15

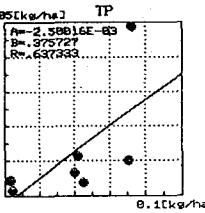


図-16

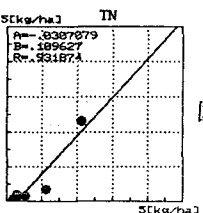


図-17

