

II-427

降雨時の森林からの負荷量算出に関する基礎的研究

東北大学工学部 学生員 ○石浦 純 東急不動産(株) 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、農地、市街地などの面源が考えられる。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、またその評価方法について報告する。

2. 調査地点、調査期間及び調査項目: 調査は仙台市七北田ダム流入河川の七北田川と樽水ダム流入河川の増田川で行った。図-1に示す調査地点A(流域面積15.5km²)、図-2に示す調査地点B(流域面積5.9km²)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。両調査流域とも全く人為的汚濁負荷源のない森林である。調査期間は、



図-1 七北田ダム調査地点略図

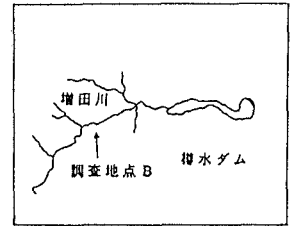


図-2 樽水ダム調査地点略図

1989年4月~12月で一雨降雨を七北田川で計6回、増田川で計

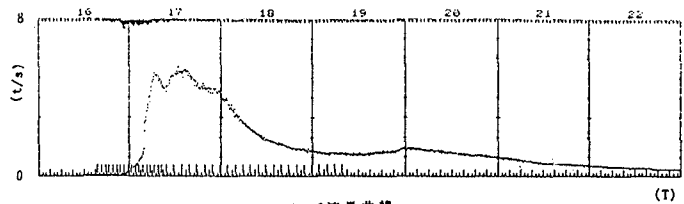


図-3 降雨流量曲線

7回採取した。分析項目は、pH、EC、SS、Chl-a、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、TN、PO₄-P、TP、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺である。今回は特にTP、TN、Ca、Kについて述べる。

3. 結果及び考察:

1)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。七北田川(調査地点A)においては総雨量149mm、増田川(調査地点B)では、総雨量139mmの降雨を観測した。図-3はこの降雨による増田川のハイト・ハイト・ログ・グラフである。流量は、降雨開始後2度のピークを迎え、その後かなりの期間を経て逡滅している。

2)降雨の流出率: 各一雨降雨のハイト・ハイト・ログ・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。その流出率は七北田川(図-4)では7%、増田川(図-5)では88%、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)に依存しているといわれている。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土壌浸透能の特殊性、すなわち保水能力が高いことも原因の一つと考えられるだろう。

3) 降雨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定し、降雨量との関係を一次関数の回帰式で表現した。七北田川のTNを図-10、TPを図-11に、増田川の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く、また妥当であった。

4) 降雨時流出負荷量算定のモデル：一般に一年間のような長期間の流出負荷量を算定する際、晴天時流出と降雨時流出の両者を考慮したモデルが必要となる。降雨時流出負荷はある一定期間内の総流出負荷に占める割合が非常に大きいので、算定精度向上を企図するなら、高い調査頻度と、密な観測間隔とが、第一に望まれる。しかしこれには限界があり、降雨時流出負荷量算定には、種々の回帰モデルの適合性を高めることが次善策と言えよう。さて、その回帰モデルの中には次のものがある。a) 降雨量Pの一次関数で算定するモデル： $L=A+B \times P$ (A, B 定数) b) 降雨時流出流量Qの一次関数で算定するモデル：

$L=A+B \times Q$ (A, B 定数) この二つの回帰モデルの適合性の比較は一概には行えないが、それぞれの相関係数をその指標として議論して差し支えなからう。このような観点から、水質項目ごとに適合性を分類を行った。1. P-L回帰モデルの適合性が高いもの (NO₃-N、T-P、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺) 図-6, 8 (A) 図7, 9 (B) 2. Q-L回帰モデルの適合性が高いもの (SS、Chl-a、T-N、PO₄-P、K⁺) 図-10, 12 (A) 図-11, 13 (B) という結果になった。

4. おわりに：1) 降雨の流出率はその流域の保水能力を示すものであり、流域特性により大きく変化する。2) 一般的に言えば降雨流出負荷量Lは、Q-L回帰モデルにより算定するのが常であるが、あえてP-L回帰モデルを作成し、二つを比較した理由は降雨量と降雨時流出流量を求める場合、降雨量の方がデータ取得において明らかに設備投資、労力、算出etcにおいてメリットがあるからである。すなわち、適合性の比較においてP-L回帰モデルの方がよかったものに関しては降雨量のデータを得ることだけにより精度の高い降雨時流出負荷量を算出できるということである。また、Q-L回帰モデルの適合性が高い水質項目についても、多少精度は落ちるがP-L回帰モデルでも十分適合性があった。これらのことから降雨時の流出負荷量はP-L一次回帰モデル、Q-L一次回帰モデルの両方で十分予測できることが分かった。

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。

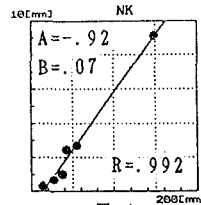


図-4

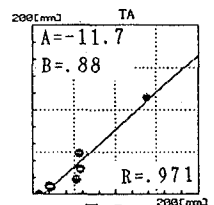


図-5

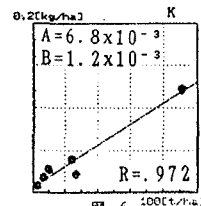


図-6

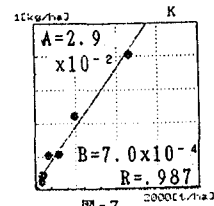


図-7

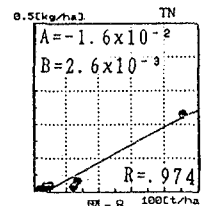


図-8

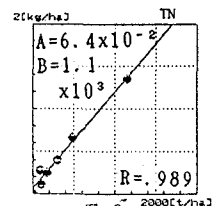


図-9

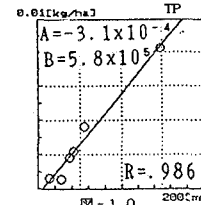


図-10

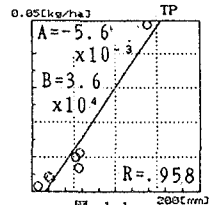


図-11

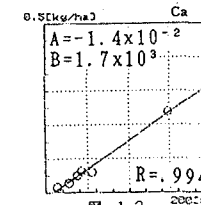


図-12

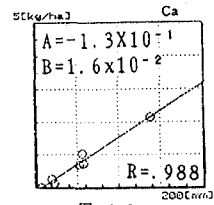


図-13