

II-17

森林小流域の渓流水質（1）

国立公害研究所 正員 平田健正
 国立公害研究所 正員 村岡浩爾

1. はじめに

森林域からのトータルとしての流出負荷量を知りたい。流出物質の中でも、窒素やリンは降雨やフォールアウトでもたらされる流入負荷量より流出負荷量の方が少なく、森林域は浄化力を持つと言われているが、その浄化力も知りたい。こうした目的から筑波山系に流域面積67.5haの森林試験流域を設け、観測を行なっている。1) 森林域の物質収支を調べるのであるから、観測は人力としての降雨、循環系に係わる林内雨・リターフォール、流出系の渓流水・地下水の調査から成る。

観測地点は図1の通りであり、内容は文献1)に詳しい。本報ではこれらの資料の中で、森林域からの流出成分分離の手掛りとなる降雨時の渓流水質と渓流水の構成成分について考察する。

2. 流出特性

試験地での観測は隔週に行なう定期調査と降雨時の連続調査から成る。定期調査から得られた水質の季節変化には、一見でたために思える変動が含まれているが、降雨時の水質観測結果と対応させると、その変動には各水質固有の流出特性が反映されている。

全体的に各水質濃度は水量増加時に減少し、ピーク水量時に最小となり、逓減時に増加する。そして降雨に対する水質の応答特性の違いは降雨終了後に現れ、降雨前の濃度レベルに回復するものと降雨前の値を上回るものに大別される。2) 前者には $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 SO_4 、 K 、 Mg 、 Ca 、後者には電気伝導度 EC 、 SiO_2 、 Cl 、 Na がある。図2と3は総雨量48mmと136.5mm時の水質の流出特性を示している。流域面積67.5haの小試験地であっても、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の挙動は水量時系列と良く対応し、水量ピークに遅れて最大濃度を取っている。

3. 渓流水の構成成分

表面流出成分のなくなった降雨終了後の渓流水は主に地中水（土壌水+地下水）で構成されている。土壌水と地下水の構成比は不明であるが、 EC や SiO_2 の流出特性、すなわち降雨終了後ほぼ降雨前のレベルに回復する性質は、 EC や SiO_2 の濃度値が土壌水と地下水とで大差ないことを示唆している。そこで EC や SiO_2 をトレーサとして既往の手法に倣って降雨流出成分を表面流出成分と地中水成分に分離してみよう。

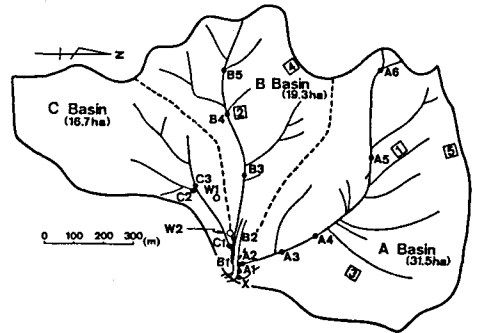


図1 試験流域と観測地点

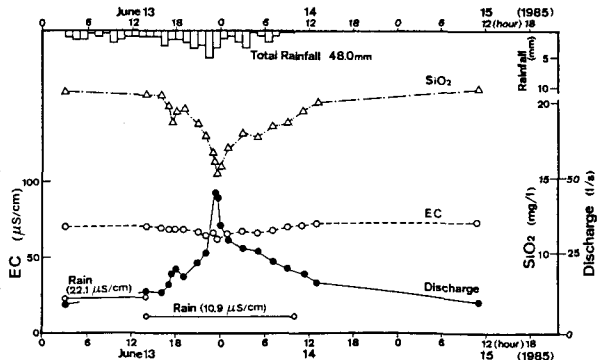


図2 ECとSiO₂の降雨流出特性

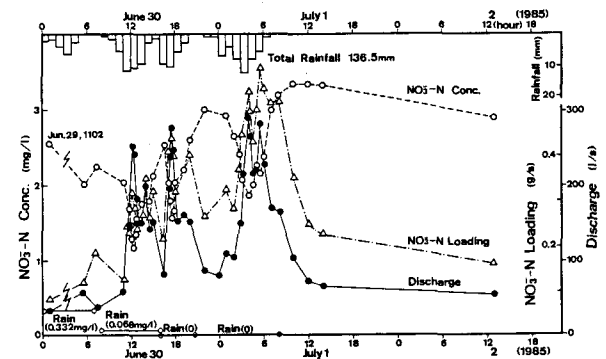


図3 NO₃-Nの降雨流出特性

ある観測時の総流出量を Q_t 、その濃度を C_t とすれば、水量と物質の保存式

$$Q_t = Q_g + Q_s \quad (1)$$

$$C_t Q_t = C_g Q_g + C_s Q_s \quad (2)$$

から、地中水成分 Q_g は

$$Q_g = (C_t - C_s) / (C_g - C_s) \cdot Q_t \quad (3)$$

となる。ここに、 Q_s :表面流出量、 C_g, C_s :地中水と表面流出成分に含まれる濃度。 C_g の評価は難しいが、ここでは取り敢えず対象とする降雨流出の前後の渓流水濃度を、 C_s には対象降雨に含まれる濃度を用いれば、(3)式から地中水の流出量が得られる。

図4は総雨量48mmの降雨流出をECを用いて分離した結果であり、 $C_g=71 \mu S/cm$ 、 $C_s=14.1 \mu S/cm$ としている。

同図から、このケースでは降雨流出後24時間で見た地中水の総流出量に占める割合は96%となる。一方 SiO_2 をトレーサーとし、 $C_g=21.0 mg/l$ 、 $C_s=0 mg/l$ とすれば地中水流出量は92%となる。

図5は総雨量136.5mmの降雨流出を SiO_2 を用いて分離した結果であり、 C_g, C_s は共に図中に記している。この場合、地中水の総流出量に占める割合は82%であり、総雨量が多く、降雨強度も高いため先のケースに比べて表面流出成分が多くなっている。また $C_g=78.0 \mu S/cm$ 、 $C_s=5.7 \mu S/cm$ として、ECから流出成分を分離すると地中水成分は88%となる。このようにトレーサ法による分離から、総流出量の80~90%が地中水で占められている。しかし降雨流出に及ぼす地中水成分の重要性は理解できても、降雨終了後の NO_3-N の高まりは土壌水成分に由来すると考えられ、表面流出成分と地中水成分の構成比が分かっても、 NO_3-N の挙動までは説明できない。これにはより詳細な流出成分の分離と土壌水の情報が必要となる。

因みに図6は1986年2月にスギプロット(図1中の回)で観測された土壌水に含まれる水質の鉛直分布を示している。同図から、 SiO_2 や Cl の分布には目立った変化がないのに対し、土壌表層50cm以浅で $10 mg/l$ を超える高濃度の NO_3-N が存在している。

最後に、本研究の一部は文部省科研・環境科学特別研究の助成を得て行われた。

参考文献

- 1) 村岡・平田(1986), 国公研報告第95号.
- 2) 平田・村岡(1986), 第30回水講演文集.

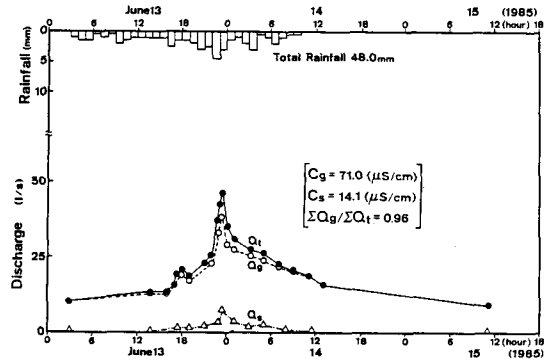


図4 ECを用いた流出成分の分離

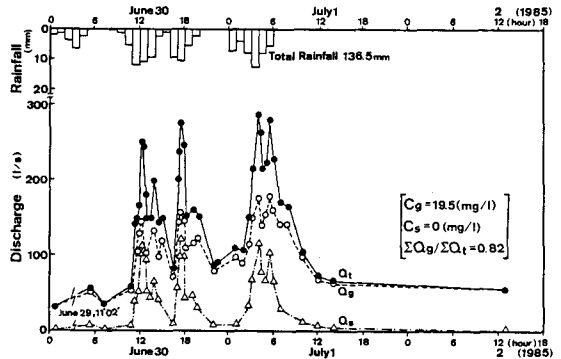


図5 SiO_2 を用いた流出成分の分離

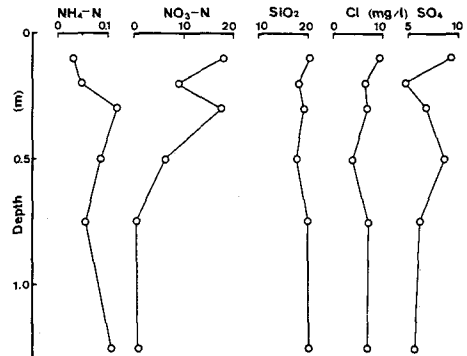


図6 土壌水に含まれる水質の鉛直分布