

山地小流域における渓流水質の季節変動ならびに降雨流出特性

徳島大学大学院 学生員 ○田村隆雄
 徳島大学工学部 正 員 端野道夫
 徳島大学工学部 正 員 吉田 弘

1. はじめに 一般に森林土壌は降水が及ぼすさまざまな影響を緩和し、渓流水質を一定に保つ働きを有するといわれている。このような森林土壌の「水質調節機能」を定量的に把握するためには森林土壌中からの物質流出過程を正確に把握することが必要不可欠である。そこで、徳島県白川谷森林試験地（流域面積 23ha、標高 740~1140m、植生はスギと落葉広葉樹）で渓流水質観測を行い、硝酸態窒素（ NO_3^- -N）の季節変動ならびに降雨流出特性について検討した。

2. 季節変動 渓流水の NO_3^- -Nの季節変動を図-1に示す。 NO_3^- -Nは4月（降雨高279mm）から5月（同149mm）下旬にかけて急激に減少している。これは降雨流出にともなって物質が洗い流されたためと考えられる。6月には降雨量が411mmにも達するが、渓流濃度は5月よりも高い。その理由として4月から6月にかけて日平均気温が12.1℃から22.5℃へと約10℃上昇していることより、一般に気温が10℃上昇すると有機質から無機質への分解速度はおよそ2倍になるといわれていること¹⁾から、土壌中での無機化が促進された結果、降雨量に比較して渓流濃度が上昇したと考える。

3. 降雨流出特性 92年9月24日~26日にかけての降雨イベントにおける降雨流出量について、森林水循環モデル²⁾を用いて流出成分の分離を試みた（図-2参照）。ここでは、地下水流出成分（ Q_g ）、遅い中間流出成分（ Q_i ）、早い中間流出成分（ Q_s ）、ならびに表面流出成分（ Q_o ）に分離されている。推定ハイドログラフは観測値（ Q_{obs} ）とほぼ良好な一致をみている。図-3は降雨イベント中における NO_3^- -N濃度の変化と、ハイドログラフを分離することによって得られた流出成分構成比の変化を比較したものである。図より以下のような興味ある知見が得られる。当初（Ⅰ）の領域では、早い中間流出成分の構成比が大きくなるにつれて渓流濃度も急速に上昇している。これは初期の早い中間流出成分が濃度上昇に寄与していることを示す。すなわち NO_3^- -Nの流出負荷源が土壌の比較的浅い層に集中して分布していることを示唆している。その後（Ⅱ）の領域に入り、表面流出成分が発生する。表面流出成分は希釈作用を持つために、渓流濃度は流出のピークに向けて急激に減少する。しかしながら、流出のピークを過ぎると表面流出成分の構成比が減少に転じ、再び早い中間流出成分の構成比が増加してゆく。この時期は、土壌への

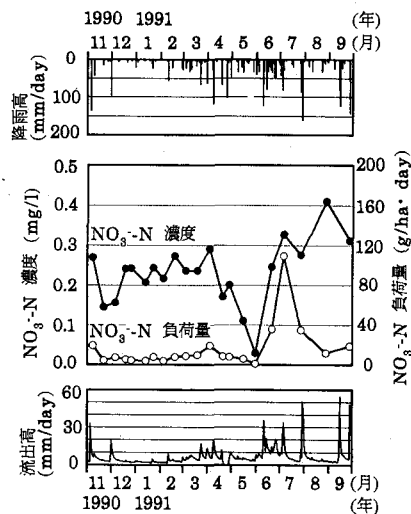
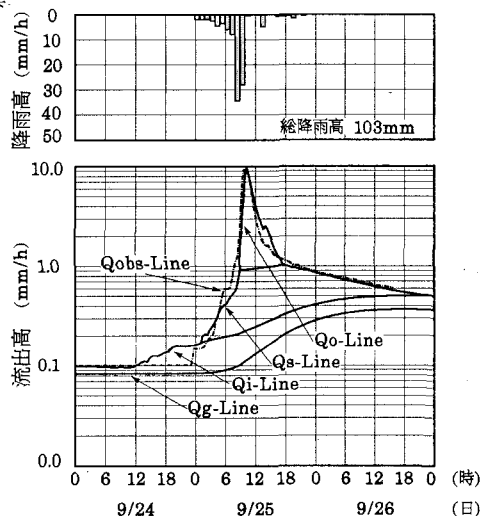
図-1 NO_3^- -Nの季節変動

図-2 降雨流出成分の分離

ることを示唆している。その後（Ⅱ）の領域に入り、表面流出成分が発生する。表面流出成分は希釈作用を持つために、渓流濃度は流出のピークに向けて急激に減少する。しかしながら、流出のピークを過ぎると表面流出成分の構成比が減少に転じ、再び早い中間流出成分の構成比が増加してゆく。この時期は、土壌への

降雨浸透もまだ少ないために、十分な負荷量が比較的浅い層に存在していると考えられる。したがって、(Ⅰ)と同じく早い中間流出成分の比率が増加するとともに濃度は上昇する。しかし、時間が経過し、土壌への降雨浸透の進行にともなって流出負荷源の浸透降下が促進されるため、表層付近に存在する負荷量が減少してゆく。ゆえに早い中間流出成分は(Ⅱ)の後半では徐々に希釈作用を発揮し、溪流濃度はしだいに減少してゆく。やがて(Ⅲ)の領域に入ると表面流出成分が消滅し、早い中間流出成分の構成比も減少するが、代わって遅い中間流出成分と地下水流出成分の構成比が増加し始める。この時期には表層付近にあった流出負荷源が土壌の深層へと浸透降下したと考えられ、構成比の増加した遅い中間流出成分や地下水流出成分が多量の負荷量を溪流へと運び、再び溪流濃度は上昇に転じるものと考えられる。

4. 土壌水質の変化 上記の推察を裏付けるものとして図-4に同じ降雨イベントにおける土壌水中における NO_3^- -N濃度の鉛直分布形の経時変化を示す。これによると出水前には最上部の10cmにおける濃度が最大となる分布形を呈している。出水中ではこの深さでの濃度が減少する一方、20cmにおける濃度が上昇するが、この時点(10時45分)ではまだ表層付近に負荷量は十分に存在している。ゆえにピーク後の早い中間流出成分は、しばらくは溪流濃度の上昇に貢献することが示唆される。しかし、それ以後は20cmでの濃度が最大となる分布形へと変化しているために、濃度上昇に貢献するのは、遅い中間流出成分や地下水流出成分であり、図-3の(Ⅱ)の後半では、むしろ早い中間流出成分は溪流濃度を希釈する作用に転じている。すなわち、 NO_3^- -Nの流出負荷源は最初、主として土壌表層付近に分布しているが、降雨の浸透にともなって土壌中を降下しつつ、各時点での浸透深度に応じた流出成分によって溪流へと流出したことが分かる。

5. むすび 本研究では渓流水 NO_3^- -N濃度の季節変化ならびに降雨流出特性について検討した。特に一降雨における物質の流出過程に関する考察から、降雨の浸透降下にとまなう NO_3^- -N流出負荷源の浸透深度に応じた流出成分によって、溪流濃度は規定されていることが分かった。したがって土壌中からの物質流出過程を定性的にはあるが検証することができたと考ええる。また、流出過程を定量的に把握するためには数理モデルの構築が必要と考えられることから、今後はさらにデータの収集を行うとともに、森林水循環モデルを基本とした物質循環モデルを構築していく予定である。

参考文献

- 1) 河原輝彦(1976): リターの分解について (Ⅳ) 土壌呼吸量中の根の呼吸量の推定. 日本林学会誌, 58(10), 353-359.
- 2) 端野道夫・吉田弘・村岡浩爾(1992): 森林水循環モデリングと水収支の評価, 水工学論文集, 36, 521-528.

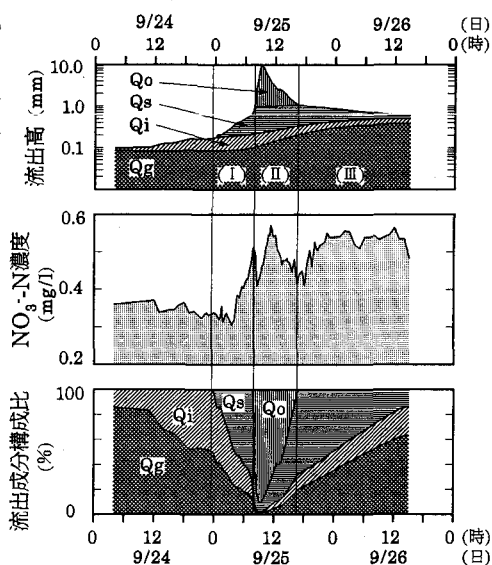


図-3 NO_3^- -N濃度と流出成分構成比の関係

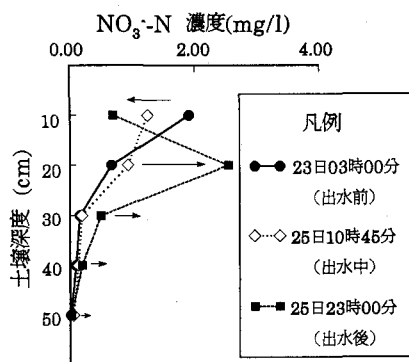


図-4 土壌水中の NO_3^- -N濃度の鉛直分布形の経時変化