

# 農業流域河川における降雨時 NO<sub>3</sub>-N 流出挙動のタンクモデルによる解析 Tank Model Analysis of NO<sub>3</sub>-N Runoff from Agricultural Watershed during Rain Storm

佐藤康志・井上 京・山本忠男・長澤徹明

SATO Yasushi, INOUE Takashi, YAMAMOTO Tadao and NAGASAWA Tetuaki

## 1. はじめに

農業流域河川は、大量の汚濁負荷を系外へ流出させている。特に降雨出水は大きな負荷発生割合を占めている。その流出挙動を明らかにすることは、水環境を保全する上で重要である。溶存態である NO<sub>3</sub>-N は、森林流域では主に早い中間流出によって負荷のかなりの部分が発生していることが、既往の研究で明らかにされている。しかし土壌条件が全く異なり、人為的に窒素が多投されている農業流域からの降雨時 NO<sub>3</sub>-N 流出については研究事例が少なく、季節変化等に関しても未知の部分が多い。本研究では、水質パラメーターを付加したタンクモデルを用いて、農業流域河川における降雨時 NO<sub>3</sub>-N 流出挙動の解析を試みた。

## 2. 調査地と方法

調査は、大規模畑作・畜産地帯である北海道十勝管内音更町のパンケウレトイ川で行った (Fig.1)。調査河川流域は、ほぼ全域が畑地や牧草地として利用されている。河川は直線化され、コンクリート装工が施されている。また、流域は起伏の少ない一様勾配の地形で、河川には多くの明・暗渠排水が流入している。

2001年5月から10月の間の降雨時に、自動採水器を用いて河川水の連続的採水を行った。流域の最下流点に自動採水器と雨量計を設置し、4.0 mm/h の降雨を記録すると1時間間隔で24回採水するよう設定した。また感圧式水位計により10分間隔で河川水位を測定し、H-Q式により流量を求めた。

## 3. 結果と考察

適用したタンクモデルは直列4段である。1段目タンクは表面流出、2段目、3段目は中間流出、4段目タンクは基底流出を想定している。本研究では黒田ら<sup>1)</sup>の方法を参考に、各タンクからの流出にある濃度を乗じて負荷を算出し、それを全流量で除して河川濃度を推定した。各タンクの濃度は、連続採水を実施した一連の降雨出水毎に求めた。算定の方法は、実測濃度の逓減部分に着目して実測値と最も適合するよう試行錯誤的に求めた。各タンク濃度は出水毎に変化するが、降雨イベント中は一定とした。

シミュレーション結果の例として、総降雨量が最も大きかった2001年8月22~25日の降雨出水の計算結果を Fig.2 に示す。降雨開始時に実測濃度と計算値で大きな誤差を生じている。しかしこの時点では流量の増加はそれほど大きくないので、負荷の推定には影響はないと考える。各タンク濃度は2段目と3段目タンクが高かった。Fig.3 は各タンクから

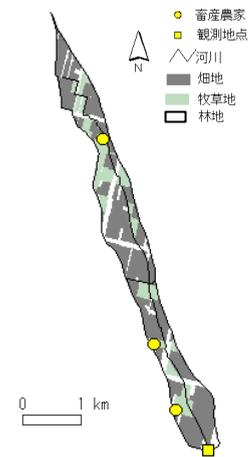


Fig.1 調査流域概略図  
Investigated watershed

の負荷流出シミュレーション結果である。濃度の高かった2段目,3段目タンクからの流出が多く,全体の85%を占める。このような傾向は,他の降雨出水についても認められた。これらのことから,農業流域でもNO<sub>3</sub>-Nは中間流として流出していることが明らかとなった。負荷の流出は濃度だけでなく,流出水量も関係する。従って暗渠や排水路などの農地排水システムの影響も大きいと考えられる。

次に,降雨出水毎に求めた各タンク濃度の時系列変化をFig.4に示す。なお1段目タンクからの流出がない小さな降雨イベントについての濃度推定はしていない。どのタンクの濃度も7月上旬に急激に上昇した。十勝地方では,一般に6月中旬までに施肥が完了する。2001年は7月上旬まで大きな降雨が無く,施肥された窒素成分の流出が少なかった。そのためNO<sub>3</sub>-Nが土壌中に蓄積され各タンク濃度が上昇したと推察される。その後4段目タンク以外は濃度が低下した。これは作物を含む流域内の植物による吸収,河川への流出や下層への溶脱によるものと考えられる。4段目タンクは,上部からの溶脱が影響して濃度が下がらなかったと考えられる。この降雨時の下方への溶脱が,平水時のNO<sub>3</sub>-N流出に影響を与えていると推察される。

#### 4. おわりに

タンクモデルを用いたNO<sub>3</sub>-N流出解析により,降雨時のNO<sub>3</sub>-N流出は,排水システムの影響等もあり,ほとんどが中間流出経路であることが示された。また,窒素の投入が濃度上昇に影響し,さらに,降雨後の地下への溶脱が,平水時の水質に影響を与えていると推察された。溶脱したNO<sub>3</sub>-Nは地下水汚染の原因となることから,降雨時の負荷流出だけでなく,平水時の水質環境保全の観点からも畑地への窒素投入は適正に管理する必要がある。

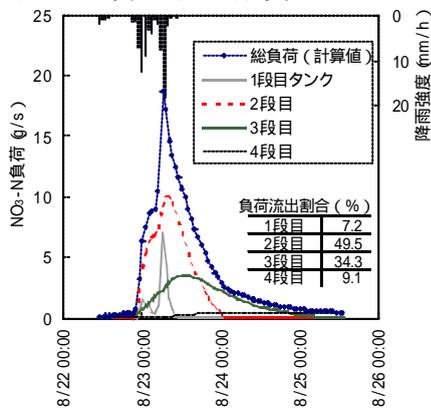


Fig.3 各タンクからのNO<sub>3</sub>-N負荷流出状況  
NO<sub>3</sub>-N load runoff from each tank

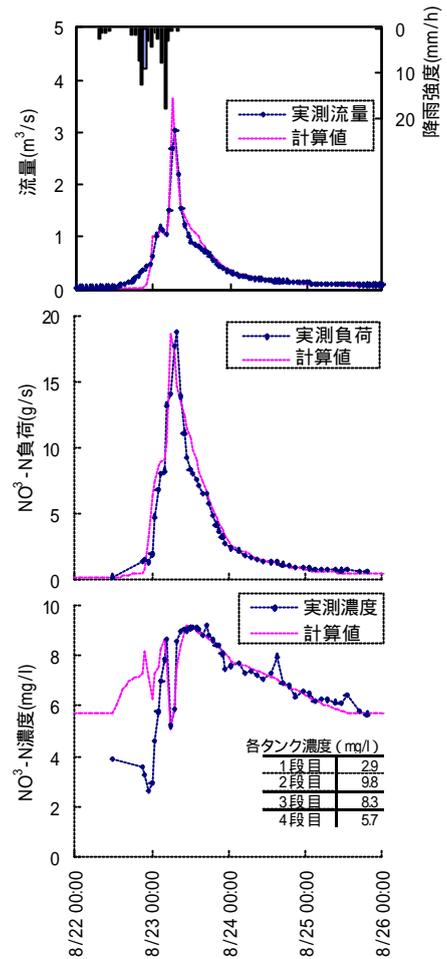


Fig.2 NO<sub>3</sub>-N 流出シミュレーション結果の一例  
Example of NO<sub>3</sub>-N runoff simulation (2001/8/22-25)

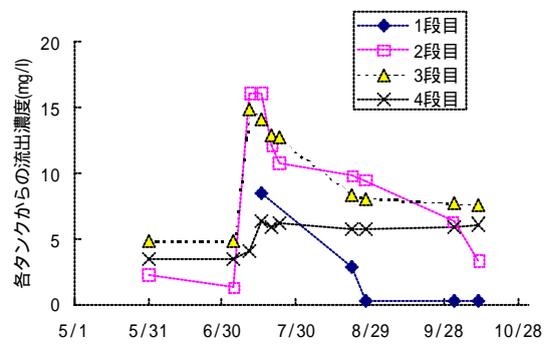


Fig.4 各タンクからの流出濃度変化  
Seasonal change of NO<sub>3</sub>-N concentration of runoff water from each tank

農地からの過剰な栄養塩類（特に  $\text{NO}_3\text{-N}$ ）流出が懸念される小河川において、水質パラメータを付加したタンクモデルを用いて、降雨時の  $\text{NO}_3\text{-N}$  流出挙動の解析を試みた。その結果、 $\text{NO}_3\text{-N}$  負荷のかなりの部分は、主に中間流出によって河川へ流出することが明らかになった。また流出濃度の変化から、降雨後の地下への溶脱が、平水時の水質に影響を与えていることが推察された。（179 字）

