

## 棚田を含む水源域における水と窒素の動態に関する研究

筑波大学大学院生命環境科学研究科 ○小林 剛・大澤 亮・宮本邦明  
九州沖縄農業研究センター 原口暢朗・塩野隆弘

### 1. はじめに

水源域では過疎化や高齢化が進む中、森林や耕作地の管理放棄による流域環境の悪化が懸念されている。筆者らは、水源域における流域環境の実態把握と評価手法の確立を目的として、特に流域の構成要素として棚田に着目して熊本県上益城郡山都城原地区の主に棚田から構成される流域を対象に 2005 年度より水文および地表水、水田土壌水の水質観測を行っている。本報では、水文観測結果と窒素動態について 2006 年度の観測結果をもとに報告する。

### 2. 観測対象流域および水田

観測は、図 1 の破線で示される流域および実線で囲まれる一筆の水田を対象として行った。流域面積は約 0.81ha、水田の面積は約 2a である。流域内の棚田は図中の太い実線で示される通潤用水によって灌漑されている。灌漑用水は地点 J1 から取水されたのち細い実線で示される用排水兼用水路を通過して各棚田に供給される。用排水兼用水路は途中二本に分岐し、観測流域の最下流端である地点 J2 の下流で再び合流する。観測流域内の棚田への用水の供給は右へ分岐した水路から行われる。また観測対象水田の取水・排水は水路沿いの互いに隣り合った地点で行われている。図 1 中の測線 L-M に沿う縦断勾配は約 1/8、法面勾配はおおよそ 2/5 程度で、棚田の段高は 2-3m である。法面・畦は一部を除き土坡で築かれている。水収支から浸透能を求めると、対象水田でおおよそ  $4 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 、対象流域全体としては  $1 \times 10^{-4} \text{cm/s}^1$  であった。

### 3. 観測項目および方法

#### 3.1 水文観測

地点 J1, J2 において流域への流入、流出流量の連続観測を行うとともに地点 J1 において降雨の連続観測<sup>1)</sup>を、また観測水田への流入流量、流出流量の観測をそれぞれ取水・排水地点において無降雨日については 1 日 1 回を、降雨日には数時間に 1 回を目安として行った。

#### 3.2 水質観測

水文観測を行っている各地点、および観測水田の地点 A, B, C において流水、降水の  $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、T-N の各濃度および EC、pH、

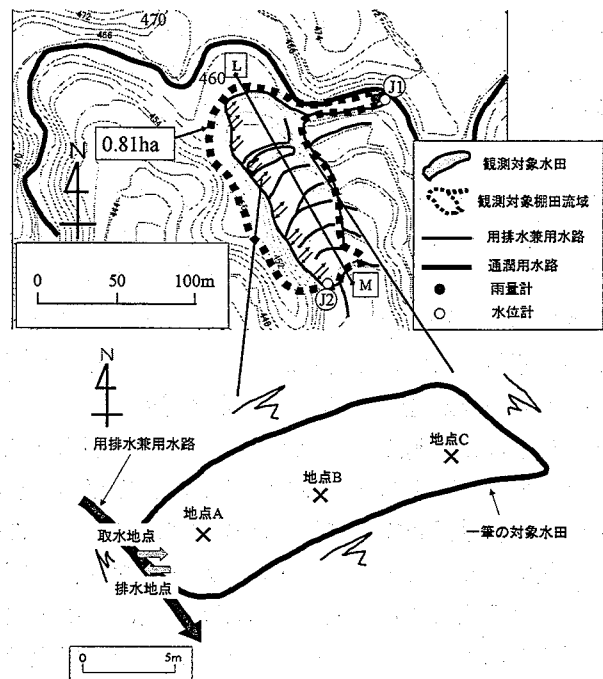


図 1 観測対象流域および水田の平面図

温度を、また、水田の地点 A, B, C ではそれらに加えて土壌水の各窒素濃度および Eh, pH, 温度の観測を、1 日 1 回を目安として行った。

#### 3.3 観測期間

地点 J1, J2 での観測は 2005 年 3 月 14 日から 10 月 11 日まで、2006 年 3 月 13 日から 9 月 28 日まで行い、観測水田の取水・排水地点、地点 A, B, C での観測は 2005 年 5 月 14 日から 8 月 9 日まで、2006 年 5 月 13 日から 8 月 5 日までの期間行った。なお、J1 の流入データは、2006 年 7 月 5 日から 28 日までの 24 日間欠測している。

### 4. 観測結果

図 2 に 2006 年度の J1 からの日流入高、J2 からの日流出高、日雨量を示す。観測期間内の総雨量は、2609.5mm、J1 からの総流入高は 4333.5mm、J2 からの総流出高は 4072mm であった。総流入高は、総雨量の約 1.7 倍である。J2 における流出率はおおよそ 0.6 である。6 月 23 日から 6 月 27 日にかけて 6 日間で総雨量 663mm、最大 24 時間雨量 377.5mm(6 月 26 日 6:10 から 6 月 27 日 6:10)が記録された。この降

雨に対する流出率は0.67であった。また、6月26日には、継続雨量時間8時間で総雨量298mm(6:10から14:10)、最大60分間雨量76.5mm/h(12:00から13:00)が記録された。この降雨で棚田斜面の一部が3カ所崩壊した。崩壊斜面の勾配はおよそ28°であった。

対象水田のほぼ中央の地点BおよびJ1, J2における地表水のNO<sub>3</sub>-N濃度、地点Bの土壌水のNH<sub>4</sub>-Nの時間変化を図3に示す。J2のNO<sub>3</sub>-N濃度は代掻き時期を除いてJ1のそれよりも低い値を示している。地点Bの地表水のNO<sub>3</sub>-N濃度もJ1に比べて顕著に低い値を示している。地点Bの土壌水のNH<sub>4</sub>-N濃度は施肥(5月14日)後上昇するが、6月8日に3.4mg/lのピークを示した後減少に転じ、7月10日以降はほとんど検出されなくなった。図4は、対象水田での窒素の出入りを累積負荷量で示したものである。水田への窒素の供給は、施肥、取水、降雨によりもたらされる。図では上記3者の和を供給と称している。一方供給された窒素は、稲などによって吸収されるほか、排水、浸透、脱窒により水田外へと流出して行く。なお、浸透する地表水中のNO<sub>3</sub>-Nは全て脱窒するものとし、土壌水中のNH<sub>4</sub>-Nは観測された濃度で浸透流によって浸透してゆくものとして見積もっている。図中ではそれぞれ脱窒、浸透と称している。施肥から追肥までの期間における窒素の収支をみると、結果的に供給された窒素の全量が流出していることが分かる。主要な窒素供給源は施肥によるNH<sub>4</sub>-Nと取水によるNO<sub>3</sub>-Nであり両者の比はほぼ60:40となっている。また、流出については浸透、排水、脱窒の割合がそれぞれ59:23:18となっている。これは、結果的に施肥により供給された窒素のほぼ全量に相当するNH<sub>4</sub>-Nが浸透により系外へ流出し、取水により供給されたNO<sub>3</sub>-Nの45%が脱窒により大気中に放出され、残り55%が排水とともに水路へ流出していったことを意味している。

### 5. おわりに

水文観測と水質観測を長期にわたって行うことにより棚田の水文特性と窒素動態の概略を把握することができた。対象水田においては水田としては高い透水性が特徴的で、それが脱窒量を増加させる一方、土壌中のNH<sub>4</sub>-Nを流出させていることが示された。今後は、稲の成長に伴う窒素の吸収や流域全体での窒素収支、さらに洪水時における窒素動態の評価を通して、

物質循環の評価手法の構築に取り組んでいきたい。また、今回の観測中に見られたような斜面崩壊や土砂の生産や流出についても調べて行きたい。

### 謝辞:

本研究の遂行にあたり、山都町役場農林課の西田毅氏には観測施設の設置、調査にご協力いただいた。記して謝意を表します。

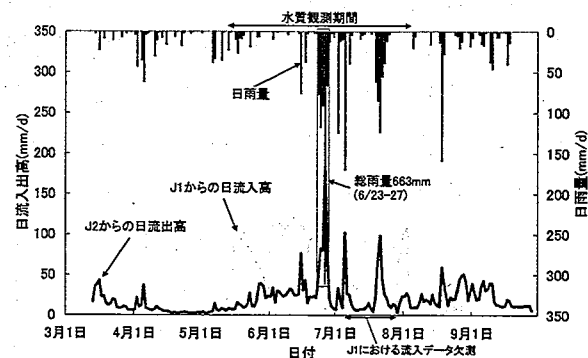


図2 流域全体のハイエト・ハイドログラフ

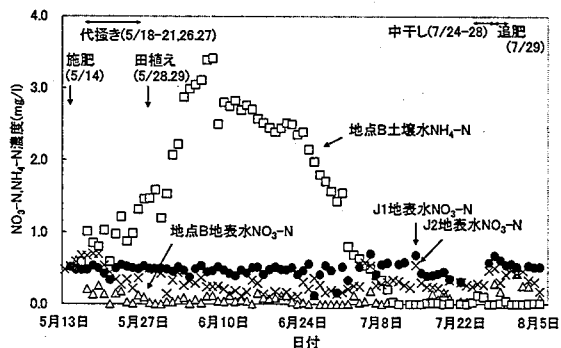


図3 J1, J2, 地点Bにおける地表水NO<sub>3</sub>-N濃度および地点Bの土壌水NH<sub>4</sub>-N濃度

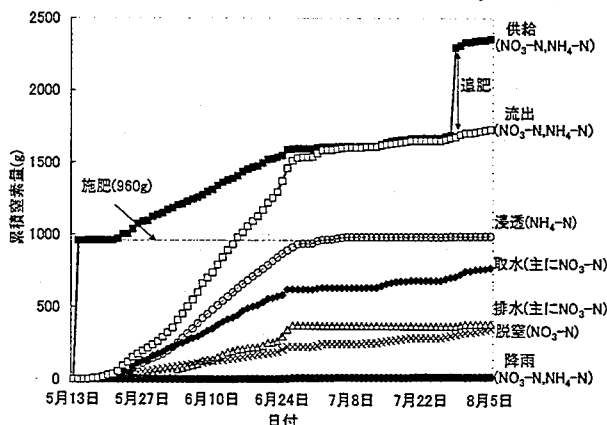


図4 対象水田の累積窒素量

### 参考文献:

- 1) 小林剛, 他: 熊本県の棚田における降雨の流出過程に関する研究(2), 2005年度農士大会講演要旨集