

平成 21 年 6 月 22 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2009（当初）、2007～2008（変更後）  
 課題番号：19510013  
 研究課題名（和文） 畑地流域の表流水に係わる窒素化合物の計測、動態、制御に関する研究  
 研究課題名（英文） Study of measurement, movement and control of N-compound in surface water on watershed  
 研究代表者 永淵 修（NAGAFUCHI OSAMU）  
 滋賀県立大学環境科学部環境生態学科  
 研究者番号：30383483

研究成果の概要：千葉県旭市及び銚子市を流下する利根川水系高田川並びにその流域の詳細な窒素動態調査を行い、その発生源及びその流出過程をつかむことができた。これらの情報を基礎に高田川流域の窒素制御の方法及び効果的な水道水源の使用方法について提案できた。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19 年度	2,500,000	750,000	3,250,000
20 年度	559,830	167,949	727,779
年度			
年度			
年度			
総計	3,059,830	917,949	3,977,779

研究分野：環境科学

科研費の分科・細目：環境動態

キーワード：硝酸性窒素・表流水・畑地・窒素同位体比

## 1. 研究開始当初の背景

銚子市を含む東総地区は、野菜生産が盛んであり、農耕地の大部分を畑地が占めている。このことに起因すると考えられる地下水・表流水の硝酸性窒素汚染が深刻であり、水道原水等大きな問題を抱えており、その原因究明が急がれている。

## 2. 研究の目的

畑地流域の窒素循環を明らかにし、最初に起源解析を行い、発生源対策について検討を行い、次に汚染物質の終着点である水域においてどのような対策を行ったらその水域の

改善あるいは保全ができるかを数値情報として提案する。

## 3. 研究の方法

1999 年環境基準に硝酸性窒素および亜硝酸性窒素が制定されて以来、毎年環境基準値をオーバーしているわが国唯一の河川である高田川の上水取水地点に自動採水器、多項目水質計、水位計および携帯電話を用いたテレメーターシステムを設置し、連続観測を行った。白石ダム湖では、高田川から取水された硝酸性窒素の運命を追った。また、河川水、土壌等の窒素同位体比からその起源を類推

した。

さらに、台地下の染み出し水についてもその水質、水量を研究対象とし、高田川の窒素動態の参考にした。この調査は高田川流域で行った。

銚子市の水道原水はこの高田川が 10%で黒部川が 90%占める。黒部川の取水点には原水を高度処理して浄水場に送水するシステムを設置しているが、この原水の混合割合が妥当かどうか窒素負荷量の検討も行った。

#### 4. 研究成果

高田川の硝酸性窒素の年平均値（2007 年は 1 日 2 回測定；1:00、13:00）は  $17.5 \pm 3.47$  mg/L であり（図 1）、降雨時、晴天時いくつかの変動パターンを示した。

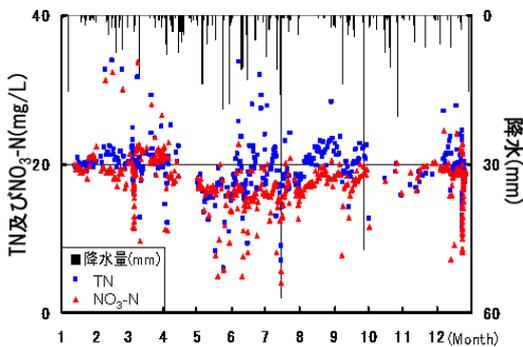


図 1 2007 年における高田川的全窒素及び硝酸性窒素の日変動

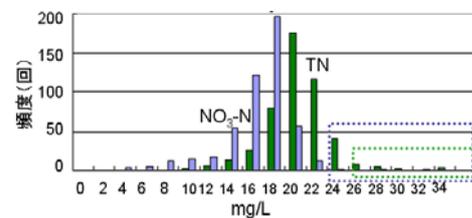


図 2 高田川における全窒素と硝酸性窒素濃度の頻度分布（2007 年）

すなわち、晴天時はキャベツの生産スケジュールにあわせた（肥料の散布）濃度の変動を、降雨時には、降雨直後に濃度が上昇するがその後濃度は減少する傾向を示している。全窒素と硝酸性窒素の頻度分布をみると硝酸性窒素は 18mg/L に全窒素は 20mg/L にモードを持っていた（図 2）。高田川流域の畑地に散布された肥料の流出率から計算した高田川の年間窒素負荷量に占める畑地由来の窒素は 42%であった。すなわち約 60%が起源不明であるが、多項目水質計の連続観測の結果から、夜間に畜産施設からの不法投棄と思われるアンモニアのピークがかなりの頻度で検出された。さらに、降雨直後の高濃度と晴天時の夜間の高濃度を比較すると降雨

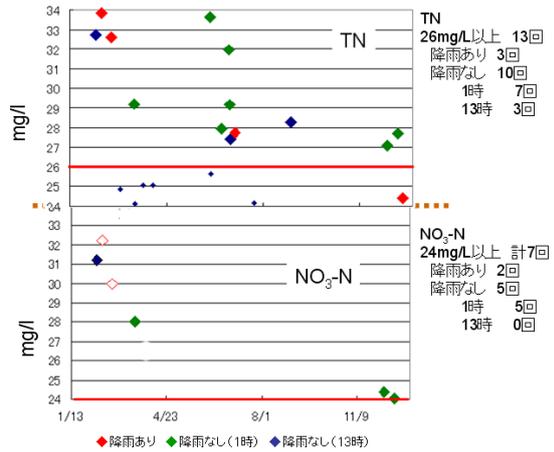


図 3 高田川における高濃度窒素の出現時も天候と出現時間

時が 2-3 回であるのに晴天時の真夜中に 5-7 回も高濃度硝酸性窒素および全窒素が検出された（図 3）。また、高田川の同位体比は +10 ~ +15‰以上を示したが、台地からの染みだし水は +6.3 ~ +8.2‰の範囲であった（図 4）。

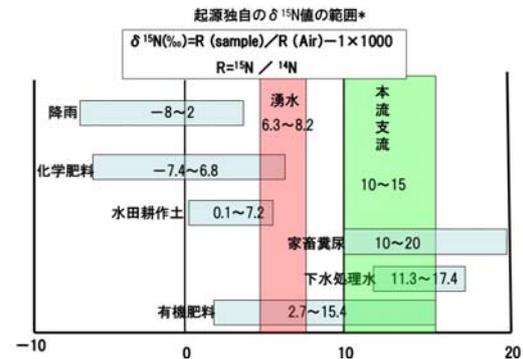


図 4 窒素安定同位体比による窒素起源の推定

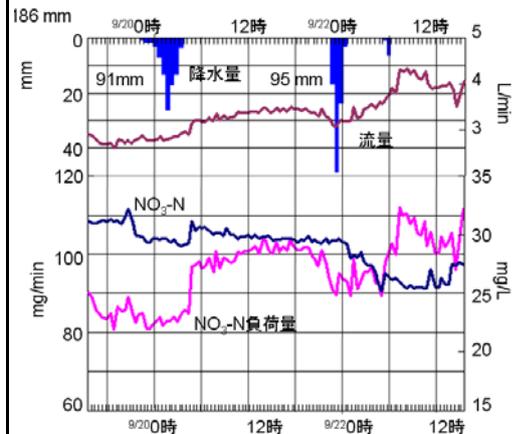


図 5 台地からの染みだし水の窒素変動

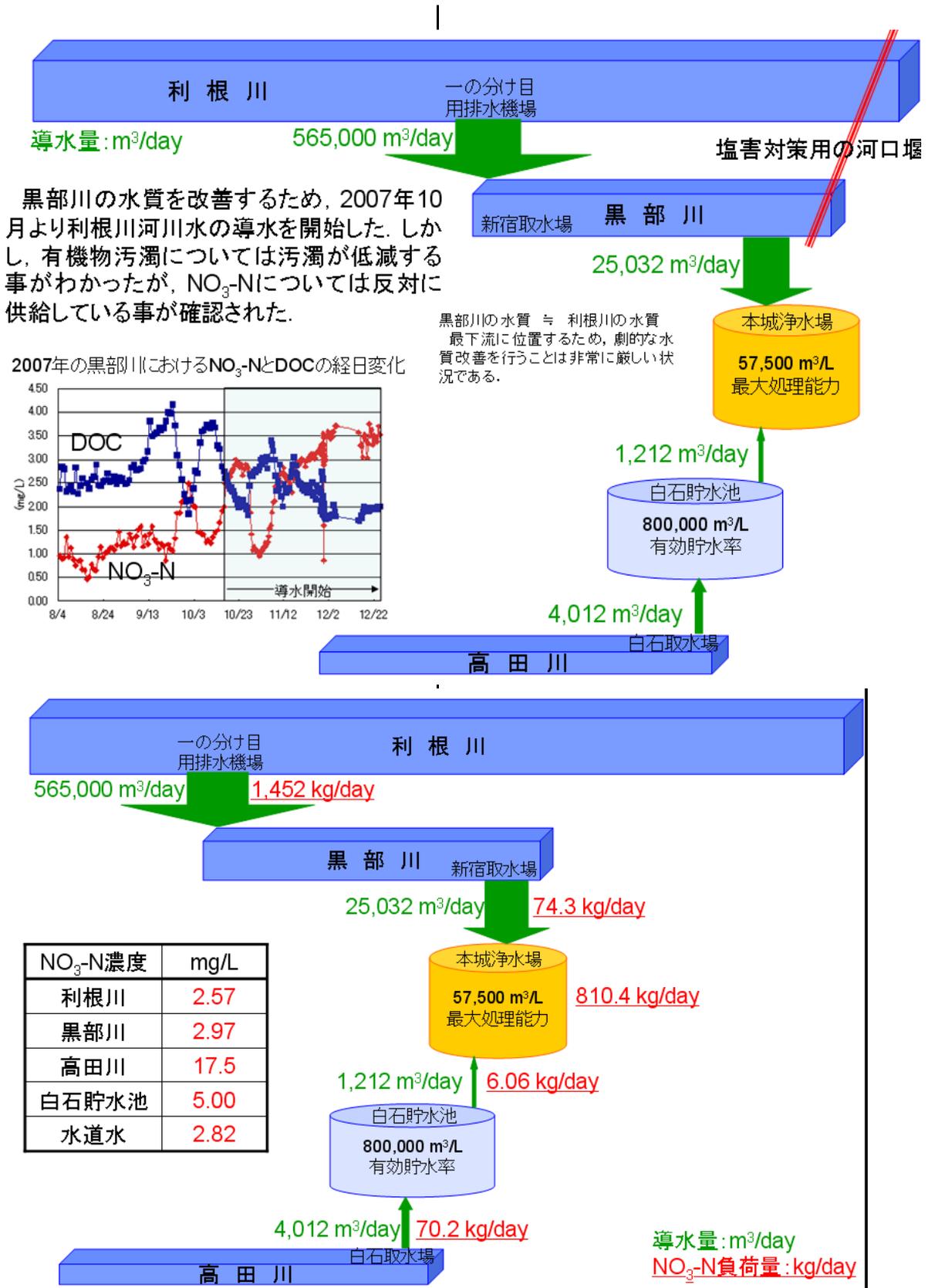


図 6 銚子市水道原水の水収支 (上段)

図 7 銚子市水道原水の硝酸性窒素の収支 (下段)

なお、台地からの染みだし水の窒素変動は図 5 に示すとおりであり。この台地は畜産施設がない台地である。これらのことから、有機系の窒素の流出が考えられ高田川の窒素は畑地に散布される肥料のみではないことが示唆された。

次に水道原水の割合について検討した。黒部川の有機物処理のための高度処理施設は我々の調査研究では劇的な効果を示していない。また、黒部川の有機物汚濁を軽減するために利根川の河川水を導水しているが、かえって窒素汚染を招いている構図になっている。つまり、利根川の高濃度硝酸性窒素河川水を導水するために黒部川から取水する窒素負荷量が大幅に増大し、水道水中の窒素濃度を押し上げている形になっている。高田川の高濃度硝酸性窒素は白石ダム湖に貯水され、そこで脱窒や植物プランクトンに利用され濃度が減少する。この水を水道原水に利用している。また、高田川の有機物濃度は低い。ならば、高田川の取水量を増やし、黒部川を減らした方が効果的な水道原水利用となるであろう。これらのことは窒素負荷量から定量的に説明している（図 6,7）。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 3 件）

投稿中 3 件

K.Yokota, O.Nagafuchi K. Ohnishi and K. Ayukawa, Extremely High Concentration of Nitrate Nitrogen in Stream Associated with Vegetable Fields in Metropolitan Area, Japan, Journal of Ecotechnology Research.

横田久里子、永淵修、大西克也、土地利用形態の変遷による河川水中の硝酸性窒素濃度の増大、土木学会環境工学論文集.

O. Nagafuchi, K. Yokota and K. Ohnishi, Change for NO<sub>3</sub>-N of Reservoir irregular water management, Water Environment Journal.

〔学会発表〕（計 6 件）

- 1) 横田、永淵他 (2009) 土地利用による湧水中の硝酸性窒素の動態、日本水環境学会 43 年会
- 2) 永淵、横田他 (2008) 高田川流域の硝酸性窒素流出過程の検討、日本陸水学会第 73 回大会
- 3) 横田、永淵他 (2008) 流域に畑地を持つ河川の窒素負荷量の推定、日本水環境学会 42 年会
- 4) 横田、地下、永淵他 (2007) 畑地から流出する表流水・地下水を水源とする水道原水のリスク評価、第 44 回環境工学研究フォーラム

- 5) 横田・永淵他 (2007) 畑地流域を流化する河川の窒素化合物の起源解析、第 10 回日本水環境学会シンポジウム

- 6) Kuriko Yokota, Osamu Nagafuchi and Kazuhiro Ayukawa(2008)Extremely High Concentration of Nitrate Nitrogen in Stream Associated with Vegetable Fields in Metropolitan Area, Japan, Journal of Ecotechnology Research, 14(2), 75.

〔その他〕

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

永淵 修 (NAGAFUCHI OSAMU)

滋賀県立大学環境科学部環境生態学科・教授

研究者番号：30383483

##### (3) 連携研究者

横田 久里子(YOKOTA KURIKO)

千葉科学大学危機管理学部

助教

研究者番号：60383486

地下 まゆみ (JIGE MAYUMI)

千葉科学大学危機管理学部

講師

研究者番号：20406804