

平成 22 年 5 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (B)
 研究期間：2007 ～ 2009
 課題番号：19560556
 研究課題名 (和文) 首都圏から輸送される大気汚染物質が利根川源流域の窒素飽和現象に及ぼす影響解析
 研究課題名 (英文) Influence of air-contaminants transported from metropolitan area on nitrogen saturation phenomenon in the upper stream of Tone river.
 研究代表者
 青井 透 (AOI TORU)
 群馬工業高等専門学校・環境都市工学科・教授
 研究者番号：50223863

研究成果の概要 (和文)：

広域的な窒素飽和現象を証明することが、本研究の主たる目的であるが、そのためには複数年にわたる窒素収支を把握する必要があるため、谷川連峰湯桧曾川と裏妙義山中木川を調査対象として、降雨測定、流量測定および水質調査を継続的かつ正確に実施する必要がある。

そこで湯桧曾川と裏妙義山中木川において2年間にわたり、降雨と渓流水を定期的に採水・分析し、それぞれの調査場所で窒素の収支を計算した。その結果、湯桧曾川では窒素降下量と窒素流出量はほぼ同量であり、中木川では窒素流出量が1.55倍高く、窒素飽和現象が発生していることが明らかとなった。

単位面積当りの窒素降下量は、湯桧曾川では 12.5kgN/ha/Y であり、中木川では 19～26kgN/ha/Y であった。一般に窒素飽和現象が発生する年間窒素降下量は 10kgN/ha/Y が目安とされているので、どちらもこれより高い値であり、この点からも窒素飽和現象が発生していることが裏付けられた。

研究成果の概要 (英文)：

It has been reported that the nitrogen concentration at Tone River was more than 1mg/l even in the upper stream area with a forested watershed. Therefore, the nitrogen concentration of the stream-water at the Yubiso river, one of the tributaries of Tone River, and rain fall on its watershed and Nikagi river were analyzed to investigate the effect of preferential elution and nitrogen saturation. The annual wet deposition of nitrogen to Yubiso river watershed were 12.1kgN/ha/y. The annual nitrogen runoff of Yubiso river watershed were 12.5kgN/y. It was suggested that nitrogen saturation on the upper stream at Tone river watershed was on going.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19年度	1,700,000	510,000	2,210,000
20年度	900,000	270,000	1,170,000
21年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学、土木環境システム

キーワード：水資源、ノンポイント汚染、窒素飽和現象、利根川源流域、硝酸イオン

1. 研究開始当初の背景

窒素飽和現象とは、「大気から森林への窒素化合物の沈着量が、森林生態系において必要とされる窒素量を上回る状態(Aber *et al.*,1989)」と定義されているが、具体的にはその流域流出水に含まれる窒素量が窒素降下量より多いことで判断することが出来る。この窒素飽和現象は、ヨーロッパ大陸や北米大陸等で顕在化しているとされており、流出する硝酸はノンポイント汚染源として陸水の酸性化や下流域の富栄養化を引き起こすことや、窒素過多による森林の衰退が懸念されている。我国でも大類等(1997)が群馬県の渡良瀬川上流部の東京農工大学演習林で、川上(2001)が富山市の呉羽丘陵の渓流水で、また、Youらは(2001)多摩川上流部において窒素飽和を報告しており、日本においても次第に窒素飽和化が進行してきている。しかしながら、これらの報告は、限られた地域に限定されており、未だ国土の広範囲で窒素飽和が発生しているとは認識されていない。

青井は群馬高専に赴任以来、群馬県内の利根川上流部で河川水の窒素濃度を継続的に測定してきたが、農業排水や生活排水が全く含まれない源流域の沢水でも、窒素濃度が著しく高い(無機態窒素で 1mg/l を超過する箇所が多く存在する:田淵によれば我国源流域の無機態窒素濃度は殆どが<0.3mg/l)ことに気がついた。ところが河川水質年鑑等を調べると、利根川上流域で無機態窒素濃度は定期的に測定されておらず、県庁もデータを持っていないので、利根川上流域の高い窒素濃度は殆ど認知されていないことがわかった。

そこで群馬県内に広範囲な雨水測定点を設け、複数年にわたり降雨による無機態窒素濃度と窒素降下量を測定したところ、降雨中窒素の加重平均濃度は前橋市近辺で 2~3mg/l に達

する高い濃度(田淵によれば霞ヶ浦近辺では 0.5mg/l 程度)であり、同時に同一の方法で回収した首都圏(川崎市、横浜市)の降雨中窒素加重平均濃度 1.2mg/l に比較しても二倍程度高かった。

年間窒素降下量が 10kgN/ha・y を超過すると窒素飽和が発現するとされているが、前橋市での年間窒素降下量は 25~30kgN/ha・y(水上では 12kgN,尾瀬沼で 4kgN,首都圏では 12~13kgN:共に青井実測値)と非常に高い値であり、都心部の倍にも達していることがわかり、利根川上流域の高い窒素濃度と考え合わせると、窒素飽和が発現している可能性が極めて高い。

2. 研究の目的

本研究の目的は、上記の特異的と思われる現象(首都圏と河川上流部での窒素小循環)を証明すること、窒素飽和現象の地理的広がりを明らかにすること、ならびに窒素の起源を明らかにすることである。

そのためには、複数年にわたる窒素収支を把握する必要があるので、実際に利根川最上流部において、降雨量と降水水質から沈着量を、河川水量と河川水質の関係から流出量を推定するモデルを作成し、窒素収支を明らかにしていく。

3. 研究の方法

フィールド実験場所として、湯檜曾川(上流部に人為的な汚濁がなく土砂防堰堤で流量の測定が可能)と、利根川支流碓氷川の最上流部支川中木川(群馬県西部の碓氷峠直下に位置し、水源地である妙義湖の上流)を使用する。渓流水と降雪雨を同時に定期的に採水し、水質分析を継続するとともに河川流量の自動測定を実施する。

これらの結果から、流量と窒素流出量の関係を導き出すモデルを作成することによって、窒素収支を計算することが可能となる。湯檜曾川での河川水質と降雨降雪の水質調査は、既に2000年秋から実施(登山家森 邦広の協力による)して、逐次測定結果を発表しているが、河川流量の計測はできなかった。

本研究課題で、流量計測点として土合砂防堰堤の水深を連続的に測定(自動記録)して、窒素収支を把握する。碓氷川の最上流部支流中木川は、安中市の水道水源の1つであるので、流量データは安中市が連続的に測定している。そこで中木川に二箇所の降雨計測点を設けるとともに、中木川の本流・支流に二箇所の渓流水計測点を設け、週一回の頻度で採水して窒素収支を把握する。この二つの計測点の窒素収支から、群馬県内での窒素飽和現象を把握する。

4. 研究成果

湯檜曾川においては、窒素降下量と窒素流出量はほぼ同量であり、中木川では窒素流出量が降下量より 1.55 倍高く、窒素飽和現象が発生していることがわかった。

単位面積当たりの窒素降下量は、湯檜曾川で 12.5kgN/ha/Y であり中木川では 19～26kgN/ha/Y であった。一般に窒素飽和現象が発生する窒素降下量は 10kgN/ha/Y が目安とされるが、どちらの実測値もこの値より高く、この点からも窒素飽和現象が発生していることが裏付けられた。

これらの結果から、群馬県内で窒素飽和が発生している領域は、群馬県の東北部(尾瀬沼、尾瀬ヶ原などを含む片品村とみなかみ町の湯の小屋川流域)を除き、ほぼ県土全体にわたっており、特に烏川流域(本流及び碓氷川・鍬川)ではほぼ全ての流域で窒素飽和していると思われる。

次に窒素飽和の原因であるが、首都圏の窒素降下量よりも群馬県内の窒素降下量の方が多いことから、首都圏から夏季飛来する大気汚染物質を含んだ地上風(海風)により運ばれた窒素化合物が、県境の峠までに降下することが主たる原因と考えられる。



この研究は、従来水環境と大気環境の各分野で個別に行われていた研究を統合し、首都圏と群馬県での大気と水による窒素の循環という視点でまとめた点で、従来にない画期的な研究成果である。

今後はこの成果を広く国民に説明し、良好な環境の保全に努めたい。

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 5 件)

- ① 青井 透, 宮里直樹, 鎌田素之, 川上智規 (2009) 碓氷川支流裏妙義中木川流域の通年調査による窒素飽和現象の確認, 第 46 回環境工学研究論文集, pp. 61-68, 査読有
- ② 宮里直樹, 青井 透, 羽鳥潤, 森邦広, 寺西知世, 川上智規 (2009) 利根川上流域湯檜曾川における窒素の流出と窒素飽和現象の検討, 第 46 回環境工学研究論文集, pp. 437-443, 査読有
- ③ 寺西知世, 川上智規, 青井 透, 宮里直樹, 森 邦広 (2009) 利根川源流域における窒素飽和現象によるとみられる硝酸イオンの流出—その広がりと経年変化—, 第 46 回環境工学研究論文集, pp. 69-74, 査読有
- ④ 青井 透 (2009) 大気由来の窒素に着目した流域の窒素収支に関する研究報告書(分筆), 河川環境管理財団, 河川整備基金自主研究事業, pp2-15, pp36-39, pp. 130-137
- ⑤ 川上智規, 能登勇二, 青井 透, 宮里直樹,

森 邦広(2007)主成分分析を用いた窒素飽和状態の溪流の検出、土木学会環境工学論文集、Vol. 44, pp93-98, 査読有

〔学会発表〕(計 14 件)

①青井 透、宮里直樹、川上智規、酒井憲司(2010)利根大堰での毎日採水による群馬県からの窒素流出量の実測、第 44 回日本水環境学会年会講演集, p337

②森邦広、森千恵子、青井 透、宮里直樹、川上智規(2010)一ノ倉沢岩石帯融雪水に含まれるアンモニア態窒素の挙動、第 44 回日本水環境学会年会講演集, p226

③青井 透、宮里直樹、川上智規(2009)妙義山裏妙義地域での通年調査による窒素飽和現象の確認、第 43 回日本水環境学会年会講演集, p9

④森邦広、森千恵子、青井 透、宮里直樹、川上智規(2009)一ノ倉沢岩石帯と樹林帯流出水比較による窒素飽和現象の検討、第 43 回日本水環境学会年会講演集, p10

⑤宮里直樹、羽鳥潤、森 邦広、川上智規、青井 透(2008)妙義山中木川流域で顕在化している窒素飽和現象野確認、土木学会第 45 回環境工学研究フォーラム講演集, pp103-105

⑥森 邦広、森千恵子、青井 透(2009)谷川岳の雨・雪のpH, NH₄-NおよびNO_x-Nと大気汚染の関係、第 49 回大気環境学会年会講演要旨集, p219

⑦羽鳥 潤、宮里直樹、川上智規、青井透(2008)利根川上流域湯檜曾川における窒素濃度の実態調査と窒素飽和現象、第 63 回土木学会学術講演会講演集、7-209(CDR)

⑧神田茉希、青井 透(2008)群馬県内各河川上流域の窒素濃度と出現珪藻種及び昆虫食性の関係、第 63 回土木学会学術講演会講演集、7-210(CDR)

⑨青井 透、鎌田素之、森 邦広(2008)2007年度群馬県内及び首都圏各測定点の降雨中窒素濃度・降水量の相違、第 42 回日本水環境学会年会講演集, p3

⑩森 邦広、森千恵子、宮里直樹、青井透(2008)谷川岳連峰において顕在化している地球温暖化現象の一例、第 42 回日本水環境学会年会講演集, p325

⑪羽鳥 潤、宮里直樹、青井 透、川上智規(2007)妙義山中木川流域での窒素飽和現象の検討、土木学会第 44 回環境工学研究フ

ォーラム講演集、Vol. 44, pp125-127

⑫宮里直樹、羽鳥 潤、青井 透、川上智規(2007)谷川連峰湯檜曾川の流量連続計測と窒素流出量試算、土木学会第 44 回環境工学研究フォーラム講演集、Vol. 44, pp128-130

⑬青井 透、平野太郎、鎌田素之(2007)群馬県及び首都圏の降雨中窒素濃度・降水量の経年変化、第 41 回日本水環境学会年会講演集、p401

⑭森 邦広、森千恵子、宮里直樹、青井透(2008)谷川岳連峰において顕在化している地球温暖化現象の一例、第 42 回日本水環境学会年会講演集, p325

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

www.cvl.gunma-ct.ac.jp/~aoi/aoihtml

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青井 透 (AOI TORU)

群馬工業高等専門学校・環境都市工学科・教授

研究者番号：90270222

(2) 研究分担者

宮里 直樹 (MIYAZATO NAOKI)

群馬工業高等専門学校・環境都市工学科・助教

研究者番号：00435413

(3) 連携研究者

川上 智規 (KAWAKAMI TOMONORI)

富山県立大学環境工学科・教授

研究者番号：10249146