

琵琶湖・淀川流域内の硝酸態窒素輸送メカニズム解明に関する研究

三重大学大学院・大阪成蹊短期大学

正会員 ○千田真喜子

三重大学大学院

正会員 葛葉 泰久

三重大学

非会員 井手 健太

1. 序論

淀川は、琵琶湖から流れ出る宇治川、大都市からの汚濁負荷のある桂川、降水量の大きい山地を源流にもつ木津川が合流してできる河川で、最終的には大阪湾に注ぐ。三河川合流後に本川に流入する支川の流域はおもに都市部である。また、淀川は京阪神のおもな水源であり、本研究では、淀川由来の吹田市北部水道水（大阪府営水道 100%）の硝酸態窒素濃度を計測している。新矢ら¹⁾(2004)によると、淀川水系流域下水道等の整備と処能力の向上により、淀川の水質はかなり改善され、BODやアンモニア態窒素は年々減少傾向にあるが、その反面、硝化による硝酸態窒素濃度が増加する傾向にある。浄水場で塩素処理により亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素が除去されているが、硝酸態窒素濃度は減少しないので、水道水中には河川水と同じ濃度レベルの（最終生成物としての）硝酸態窒素が含まれている。本研究では、硝酸態窒素濃度変動に与える気温、降水量および流量の影響を調査し、良好な河川環境維持につながる窒素循環メカニズムを解明することを目的としている。

2. 観測・データ

デジタルパックテストで家庭蛇口から得られた水道水の硝酸態窒素濃度を毎日定時（22 時）に測定した。また、河川流量として、三河川合流点のすぐ下流の高浜地点での流量を用いた。流量データは、国土交通省河川事務所から提供されたものと、水文水質データベースの水位データから計算したものがあるが、後者についても、前者と同じ H-Q 曲線を用いている。気温と降水量は地域気象観測（AMeDAS）データを用いた。また、大阪府営水道、吹田市水道局、国土交通省河川事務所に対して聞き取り調査を行った。

3. 結果・考察

(1) 気温の影響

図 1 に、2007 年 10 月～2007 年 3 月の、(a) “到達時間差を考慮した高浜上流の平均降水量”（高浜までの直接流出時間を考慮し、各 AMeDAS 地点のタイムラグを考慮した平均降水量、以下“平均降水量”と称す）、(b)高浜における流量（以下、単に“流量”と称す）、

(c)流域内平均気温、(d)吹田における硝酸態窒素濃度を示す。また、図 2 に、流量と硝酸態窒素濃度の関係を、冬（2007 年 12 月～2008 年 2 月）(左)と、夏（2008 年 6 月～2008 年 8 月）(右)について、別々に示す。篠宮ら²⁾(2006)

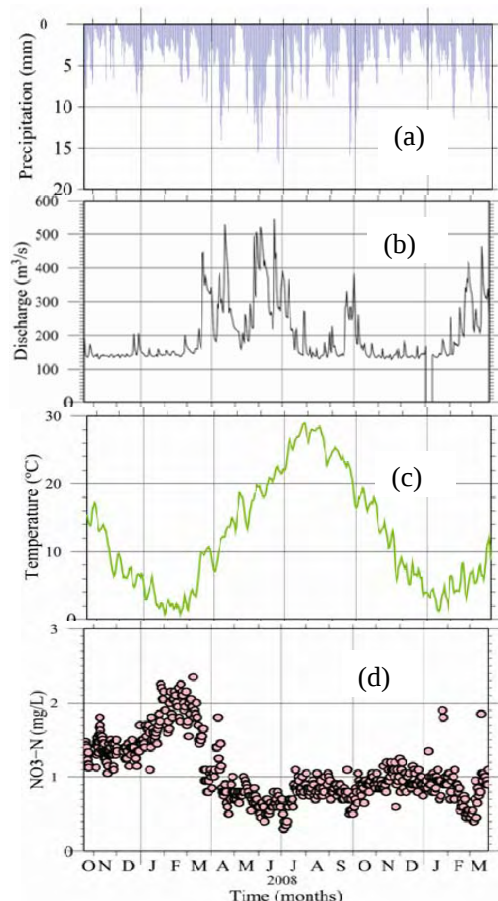


図 1 “到達時間差を考慮した高浜上流の平均降水量”（高浜までの直接流出時間を考慮し、各 AMeDAS 地点のタイムラグを考慮した平均降水量）(a)、高浜流量 (b)、流域内平均気温 (c)、水道水中の硝酸態窒素濃度 (d)（2007 年 10 月～2009 年 3 月）

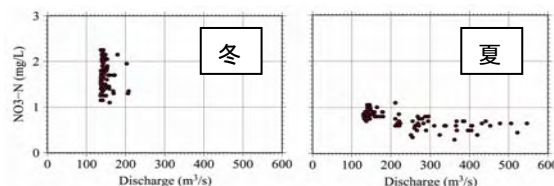


図 2 高浜流量と水道水中の硝酸態窒素濃度
左の図：冬（2007 年 12 月～2008 年 2 月）
右の図：夏（2008 年 6 月～2008 年 8 月）

キーワード：硝酸態窒素、淀川流域、水道、降水量、気温、気節変化

三重大学大学院生物資源学研究所 〒514-8407 三重県津市栗真町屋町 1577 Tel 059-231-9575 Fax 059-231-9591
大阪成蹊短期大学 〒533-0007 大阪府大阪市東淀川区相川 3-10-62 Tel 06-6829-2538 Fax 06-6829-2614

によると森林流域での硝酸態窒素濃度は夏に高く冬に低い傾向があるとされている。しかし、淀川流域については、逆の傾向がみられた。すなわち、冬季（2007年12月～2008年2月）には、夏季より大きい水準で硝酸態窒素濃度が大きくばらつく。一方、夏季の硝酸態窒素濃度は低く、流量が増加すると濃度がやや少し下がる傾向がみられた。夏季には、気温が高いことにより、河川や浄水処理施設における脱窒細菌の活動が活発になること、またその時期は水田の灌漑期にあたり、水田で硝酸態窒素分解（脱窒）が進むことが原因と

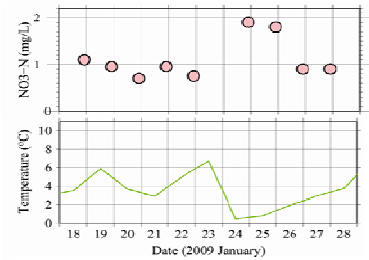


図3 2009年1月18日～28日 硝酸態窒素濃度（上の図）と平均温度（下の図）

考えられる（金木ら³⁾(2003), 周ら⁴⁾(2005), 広城ら⁵⁾(1992), 太田ら⁶⁾(2005)）。また、図3は、気温と硝酸態窒素濃度の関係を示したものである。2009年1月24日～25日に（23日は欠測）硝酸態窒素濃度が著しく上昇している。これらの日は、流域の気温が著しく低下していた。つまり、濃度上昇は気温低下による影響と思われる。さらに、図4は“2008年冬”（2007年12月～2008年1月）と“2009年冬”（2008年12月～2009年1月）の硝酸態窒素濃度（上の図）、流域内平均気温（下の図）をプロットしたものである。2008年冬に比べ、2009年冬は硝酸態窒素濃度が低いレベルで推移している。これは、後者の期間で気温が高かったことが原因と推測される。

（2）降雨の影響

山本ら⁷⁾(2006)によると、降雨は硝酸態窒素濃度を減少させる作用がある。図5は、“1日平均降水量”（高浜までの到達時間差考慮無し）と硝酸態窒素濃度の関係を示したものである。図から、2008年11月25日に硝酸態窒素濃度の低下が見られるが、これは、11月24日～25日にかけての降水量の影響と考えられる。また、図6に2008年3月15日～4月30日の硝酸態窒素濃度（○）と瀬田川洗堰放流量（△）を示す。春の硝酸態窒素濃度低下は、瀬田川洗堰放流量増加が原因であることが示唆されている。つまり、硝酸態窒素濃度が低い琵琶湖の水が多量に淀川に流れ込み、硝酸態窒素が希釈されるためと考えられる。最後に、前述の図5と異なり、降雨時に硝酸態窒素濃度が上昇した例を、図7に示す。2008年8月13日に、上野・名張で1日平均36.3mmの木津川流域内だけの降雨があり、その翌日に流量が増加している。そして、2日後に硝酸態窒素の濃度が上昇し、3日後に減少した。この理由は、降雨により、森林や他用途地域に溜まっていた硝酸態窒素が押し出されたためと考えられるが、詳細については検討中である。

4. 結論

（1）硝酸態窒素濃度は、明確な気節変動をする。淀川流域では、一般的に冬に高濃度、夏に低濃度を示す。しかし、暖冬時には高濃度にはならない。これらの理由は、高温時に微生物の活動が活発になり、脱窒が進むためと思われる。（2）春の琵琶湖からの瀬田での流量（琵琶湖からの放流）が増加した時、流域全体に降雨があった時には濃度が低下する。（3）木津川流域だけに降雨があった場合に、一時的な濃度上昇が見られることがあった。これにより、降雨範囲により、降雨量・流量と濃度の関係は一義的ではないことがわかった。

謝辞：データを提供していただいた三重河川国道事務所などの国交省関係機関、吹田市水道部、大阪府営水道に感謝致します。

参考文献：1) 新矢ら(2004), 2) 篠宮ら(2006), 3) 金木ら(2003), 4) 周ら(2005), 5) 広城ら(1992), 6) 太田ら(2005), 7) 山本ら(2006), 水文水質データベース, 気象庁 HP

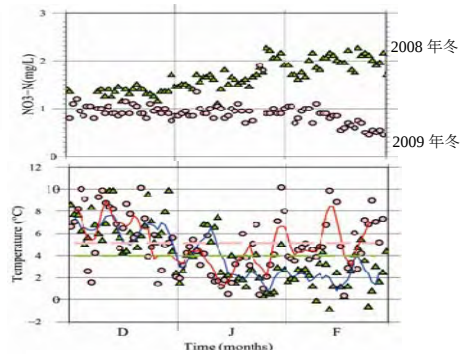


図4 硝酸態窒素濃度（上の図）と流域内平均気温（下の図）【2008年冬（2007年12月～2008年2月）と2009年冬（2008年12月～2009年2月）の比較】

緑色の△は2008年冬の値、桃色の○は2009年冬の値。下の図の緑色の実線は2008年冬の5日間移動平均気温、赤色の実線は2009年冬の5日間移動平均気温。下の図の緑色の破線は2008年冬の平均気温、赤色の破線は2009年冬の平均気温。

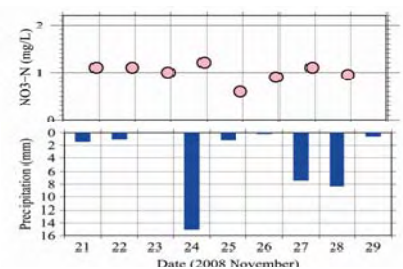


図5 2008年11月21日～28日 硝酸態窒素濃度（上の図）と“1日平均降水量”（高浜までの到達時間差考慮無し）（下の図）

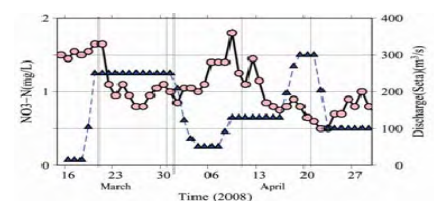


図6 2008年3月15日～2008年4月30日の水道水中の硝酸態窒素濃度（桃色の○）と瀬田川洗堰放流量（青色の△）

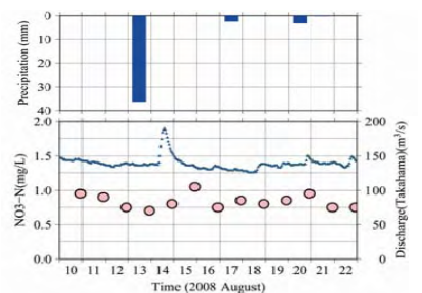


図7 木津川流域だけの降雨（2008年8月13日）の“1日平均降水量”（上野・名張）（上の図）、水道水中の硝酸態窒素濃度（桃色の○）と高浜流量（青色の△）（下の図）