

大分川・大野川流域での硝酸性窒素の収支について

大分工業高等専門学校 学生会員 ○河野 洋輝
大分工業高等専門学校 正会員 東野 誠

1. まえがき

著者らは、大分川流域の水田から大分川へと流出する施肥由来の硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) について、雨量強度とともに、河川へと流出する $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量が増大することを見出した。この雨量強度が $\text{NO}_3\text{-N}$ フラックスに及ぼす影響について、雨滴が水田土壌表面に落下した際、土壌内部の間隙水圧の変化による浸透流に起因すると考え、これをモデル化し、モデルが実測値を概ね再現することを示した¹⁾。本研究では、大分川と大野川を対象とし、数年に亘る観測データを基に、流域での $\text{NO}_3\text{-N}$ の収支、とりわけ、水田が河川での $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量に及ぼす影響を考察した。

2. 調査対象水域

調査対象とした大分川は、大分県由布市、由布岳 (1584m) を水源とし、由布院、庄内、狭間、そして大分市内を貫流して別府湾へと注ぐ、幹線流路延長 55km、流域面積 650km² の一級河川である。一方、大野川は、大分県竹田市、祖母山 (1757m) を水源とし、豊後大野市、臼杵市野津町、そして大分市内を貫流して別府湾へと注ぐ、幹線流路延長 107km、流域面積 1465km² の一級河川である。大分川では府内大橋 (地点 1)、大野川では白滝橋 (地点 2) を調査地点とし、2013 年より月数回程度の頻度で採水し、水質を分析した。なお、それに際してはイオンクロマトグラフ (ダイオネクス社製 ICS-1000) を用い、分析の前処理として Millipore 社製の Hydrophilic PES 0.45 μm のフィルターを用いてろ過した。

3. 結果と考察

図-2 に各地点での $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量の経時変化を示す。 $\text{NO}_3\text{-N}$ の負荷量は各々の濃度に、採取時における流量を乗ずることで算出した。その際、流量は水文水質データベースに掲載されているものを用いた²⁾。図-2 では、台風のデータを除外してある。これより、2016 年と 2017 年には大野川で夏季に負荷量が増大するのが確認された。冬季には河川流量が減少するので、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が上昇しても負荷量が増大し難いと考えられる。一方、夏季の $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量の増大は河川流量の増大に起因すると推察される。次に、流域水田から河川へと流出する $\text{NO}_3\text{-N}$ について検討する。水田は、施肥による $\text{NO}_3\text{-N}$ の供給源であること

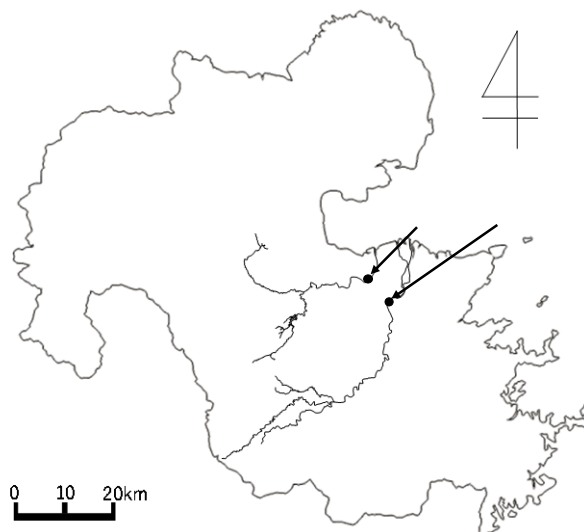


図-1 研究対象水域

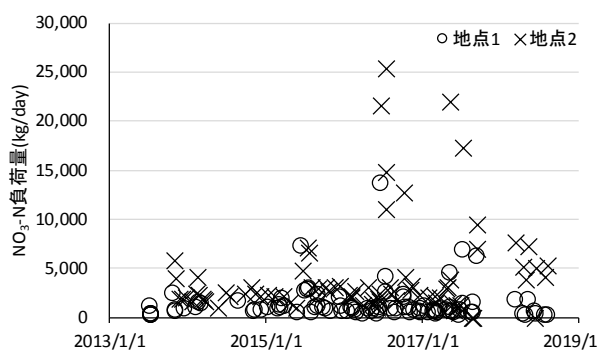


図-2 各地点での $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量

もに、水稻の生育に $\text{NO}_3\text{-N}$ が利用され、河川への流出を抑制する作用をも有する。先づ、降雨時における湛水状態の水田からの流出について以下に考察する。河川における汚濁負荷量 L は、一般的に流量 Q と関連付けて次の L - Q 式で表現される³⁾。

$$L = \alpha Q^\beta \quad (1)$$

ここに、 L : 負荷量(kg/day), Q : 流量(m³/s)である。また、 α と β は定数であり、河川毎に異なった値をとる。

$\text{NO}_3\text{-N}$ について、5 月初頭から 7 月末までを湛水期とし、それ以外の期間を乾田期として、区別する。図-3 に晴天時の湛水期と乾田期の府内大橋、同様、図-4 に白滝

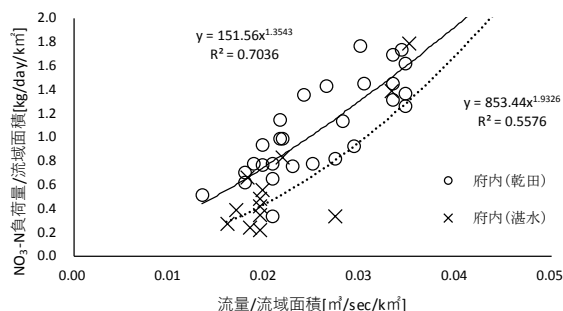


図-3 湛水期と乾田期の比較(府内大橋・晴天時)

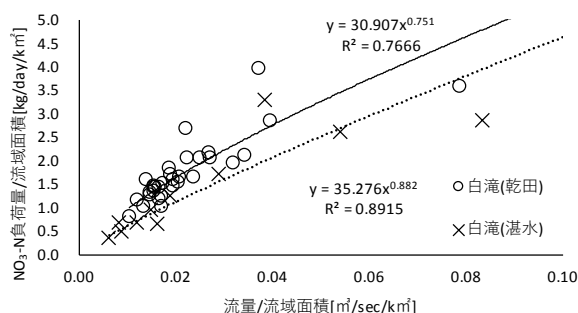


図-4 湛水期と乾田期の比較(白滝橋・晴天時)

橋の比流量と汚濁負荷原単位との関係を示す。その際、大分川、および大野川での流域面積の差異による影響を除去するために、流量 Q を流域面積 A で割った比流量 $Q(=Q/A)$ 、および負荷量 L を流域面積 A で割った汚濁負荷原単位 $L(=L/A)$ を用いた。図-3, 4 より、晴天時においては府内大橋、および白滝橋において、乾田期と湛水期とでその傾向に差異が見られる。同一比流量に対する汚濁負荷原単位の発生量が乾田期に比べ、湛水期の方が小さい要因として、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の水田での利用が考えられる。すなわち、流域水田から河川へと流出する農業用水中に含まれる $\text{NO}_3\text{-N}$ は、水稻の生育に利用されるので、湛水期の方が乾田期よりも河川へと流出する $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量が減少し、その結果として、同一比流量に対する $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷原単位は湛水期が乾田期よりも少なくなったといえる。

図-5 に雨天時の湛水期と乾田期の府内大橋、同様に図-6 に白滝橋の比流量と汚濁負荷原単位との関係を示す。図-5, 6 より、降雨時においても、同様の傾向が確認できる。

4. 結言

本研究では、大分川と大野川の二つの河川を対象に栄養塩の定期観測を行い、その傾向の変化要因について考察した。結果を要約すると次のようである。

- (1) 河川における $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量は夏季に増大する傾向が見られる。これは、夏季の河川流量の増大に起因する

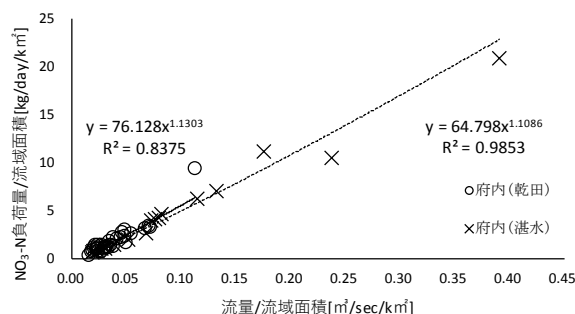


図-5 湛水期と乾田期の比較(府内大橋・降雨時)

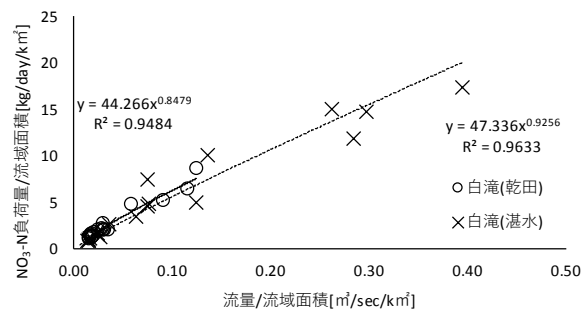


図-6 湛水期と乾田期の比較(白滝橋・降雨時)

と考えられる。

- (2) 河川における $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量は河川流量 Q と関連付けて L - Q 式で表現できる。
- (3) 晴天時、雨天時に係わらず、湛水期の方が乾田期よりも同比流量に対する $\text{NO}_3\text{-N}$ 汚濁負荷原単位が小さい。これは、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が水田で水稻の生育に利用されたことに起因すると考えられる。

以上のことから、各河川における栄養塩の流出過程において、土地利用や降雨等の要因が影響していることが確認できた。また、水田が栄養塩の流出に及ぼす影響については、湛水期において、水稻などによる水中の栄養塩の吸収が発生していることが考えられる。定量化を行う際には、上記のことを考慮する必要があるといえる。

参考文献

- 1) Higashino, M. and Stefan, H.G. : Modeling the effect of rainfall intensity on soil-water nutrient exchange in flooded rice paddies and implications for nitrate fertilizer runoff to the Oita River in Japan, Water Resources Research, Vol.50, issue 11, pp.8611-8624, 2014 (DOI:10.1002/2013WR014643)
- 2) <http://www1.river.go.jp/>.
- 3) 和多安彦: ノンポイント汚染源のモデル解析, 技報堂出版, 1990.