

遠賀川流域の栄養塩水質形成機構

九州共立大学大学院 ○学 田村信義
九州共立大学工学部 正 森山克美

1. はじめに

遠賀川河口堰湛水域の水質は、必ずしも良好とは言えず、水質汚濁の解消、軽減が強く望まれている。この原因として、流量低下による湛水時間の長期化と流水の富栄養化が藻類の発生を引き起こしていることは、これまでの研究により示されている¹⁾が、栄養塩の発生源・流出特性等、湛水域の水質管理や流域管理のために解明すべき課題も残されている。そこで本研究では、遠賀川支流である彦山川を対象に、栄養塩の流出特性と河川水中の栄養塩濃度の形成機構について検討した。

2. 流域概要と解析方法

流域概要を図-1に示す。遠賀川は、北九州市を始め流域市町村の主要な都市用水の水源で、流域面積は1,030km²、幹線流路延長は61km、流域人口約67万人の一級河川で、流域全体での下水道普及率は、約6%と低い。

彦山川水系を対象とし、アンモニア性窒素(以下、NH₄-N)、硝酸性窒素(以下、NO₃-N)、および正りん酸イオン態りん(以下、PO₄-P)を指標に、濃度-流量(C-Q図)、負荷-流量(L-Q図)の関係をを用い、栄養塩の流出特性、および水質形成機構を検討した。

3. 解析結果

図-1に示す彦山川水系の今任橋、精橋、中島橋の3カ所の水質観測点の1984年から1993年までの資料を基にNH₄-N、NO₃-N、PO₄-Pの流出特性を解析した。今任より上流域の人口は約1.8万人、精は人口約4.5万人の田川市内に位置し、中島橋まで至るとその上流域の人口は約16.1万人となる。

解析結果を図-2～7に示す。まず、図-2、3、4に示したC-Qの関係について考察する。特徴的なことは、NH₄-N、PO₄-P濃度が流量の増加につれて大幅に減少するのに対し、NO₃-Nの濃度減少が小さいことである。図中にこれらの減少傾向と最終的に漸近する濃度を示す。最終的な漸近濃度は、雨水がその成分を漸近した濃度で含むような水質形成過程を経て河川水となることを示している。すなわち、集水区域の雨水が表面流出、中間流出、地下水流出などの流出過程(いわゆるrunoff process)で水田や畑地の土壌からこれらの栄養塩を溶脱し河川水となると、このような濃度の河川水質が形成されることが考えられる。漸近濃度以上の濃度は、いわゆる非特定汚染源としての生活雑排水等の汚染源からの流路あるいは河道への直接的な流入や、雨水の流出過程における水質形成過程のばらつきと考えられる。同一流量での濃度分布幅が大きいときは、前者が卓越していることが考えられる。

NH₄-N濃度は0.2mg/l程度に漸近する。この漸近濃度は、約10m³/sec以下の低流量時の濃度に比較すれば小さいので、このような流量条件の時は汚染源からの直接的な流入負荷とその時の河川流量によって河川水中のNH₄-N濃度は定まり、当然ながら濃度のばらつきも大きくなる。

NO₃-N濃度は今任橋では0.5mg/l程度、精橋では0.7mg/l程度、さらに下流の中島橋では0.9mg/l程度が流出過程で河川水に含まれることになる。これらの濃度は、NH₄-Nの

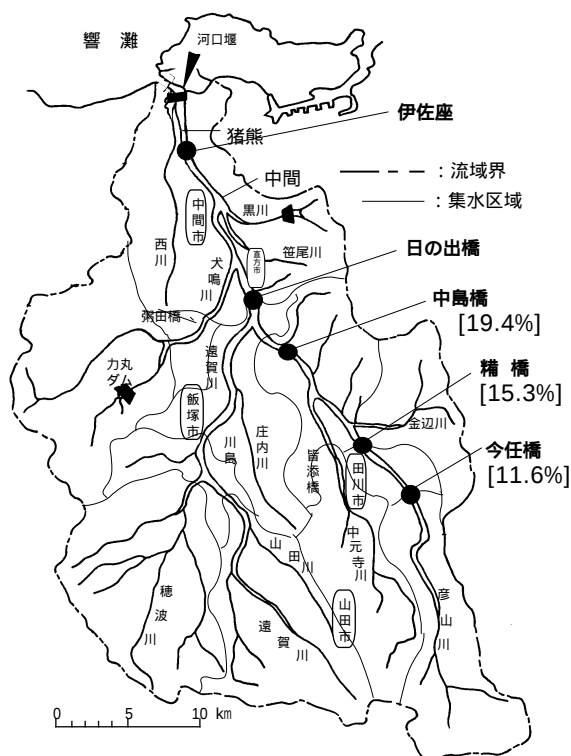


図-1 遠賀川流域と水質観測点
* []内の数値は、流域界から当該水質観測地点までに農耕地が占める面積割合

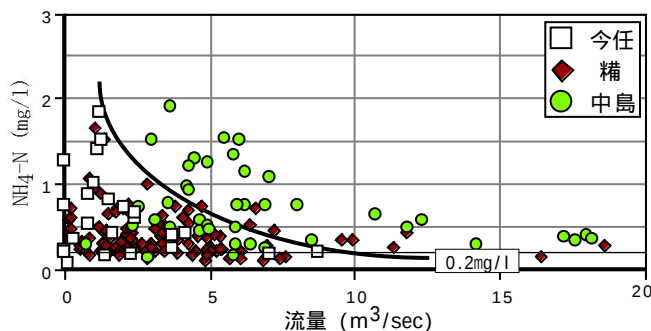


図-2 彦山川水系 NH₄-N濃度

キーワード：水質汚濁、富栄養化、流域管理、窒素、りん

〒807-8585 福岡県北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8 九州共立大学 TEL 093-693-3235 FAX 093-693-3225

漸近濃度0.2mg/lに比較して高濃度であった。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は土壤に吸着されるのに対し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は土壤からの溶脱が容易な成分であることから、上記の水質形成過程の可能性が高いと考えられる。

図 - 4 の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、0.025mg/l程度に漸近し、この濃度は $\text{NH}_4\text{-N}$ と同様に定まると考えられる。0.025mg/lという $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ や $\text{NO}_3\text{-N}$ の漸近濃度に比較すれば低濃度であるが、環境基準の湖沼-I表-類型（全リン0.005mg/l）や類型（全リン0.01mg/l）に比較すれば高濃度であり、藻類発生の抑制限界濃度を下回っていない。この意味において、雨水の流出過程における $\text{PO}_4\text{-P}$ の水質形成は、無視し得ないものと言える。

C - Qにこのような関係がみられるときのL - Qの関係を表したものが、図 - 5, 6, 7である。図中の実線の勾配は、漸近濃度に相当する。汚染源からの直接的な流入が主な要因となる低流量時には $\text{NH}_4\text{-N}$ （図 - 5）と $\text{PO}_4\text{-P}$ （図 - 7）では、L - Qに関して何ら関係を見いだすことはできず、これらの水質成分の流入がランダムであることを示している。これに対し図 - 6の $\text{NO}_3\text{-N}$ では、図中の実線のように低流量時から流量と負荷に明確な比例関係が認められ、農耕地における雨水の流出過程が重要と考えられる。そこで、集水区域の土地利用形態を国土数値情報から求め、農耕地（田、畑、果樹園）の面積割合（図 - 1 に示す。）と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の関係について検討した。その結果を図 - 8 に示す。これより、彦山川水系の上流側の今任橋から糞橋、中島橋へ流下するに従い増加する累積の農耕地面積割合に比例して、図 - 3 に示した $\text{NO}_3\text{-N}$ の漸近濃度がほぼ直線的に高くなっており、農耕地の土壤から $\text{NO}_3\text{-N}$ が雨水の流出過程で溶脱され、河川水質が形成されることを推察できる。

4. おわりに

本研究では、遠賀川流域における栄養塩の流出特性と水質形成機構を検討した。C - Q, L - Qの検討結果から、 $\text{NO}_3\text{-N}$ については、雨水の流出過程（runoff process）で農耕地の土壤から $\text{NO}_3\text{-N}$ が溶脱され、河川水中に含まれるという水質形成機構が重要と考えられた。想定された $\text{NO}_3\text{-N}$ の水質形成機構は、土地利用形態の検討結果にも矛盾しないものであった。 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ にも同様な機構は存在するものの、汚染源からの流路あるいは河道への直接的な汚濁の流入過程が実際の負荷量の主要な部分を占めることが推定された。

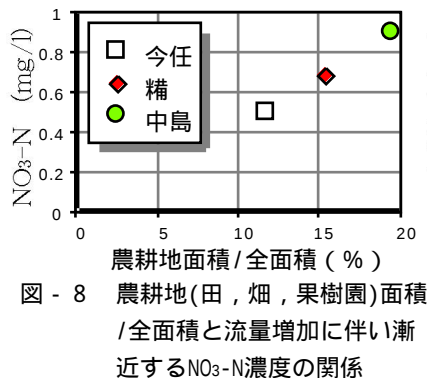


図 - 8 農耕地(田、畑、果樹園)面積/全面積と流量増加に伴い漸近する $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の関係

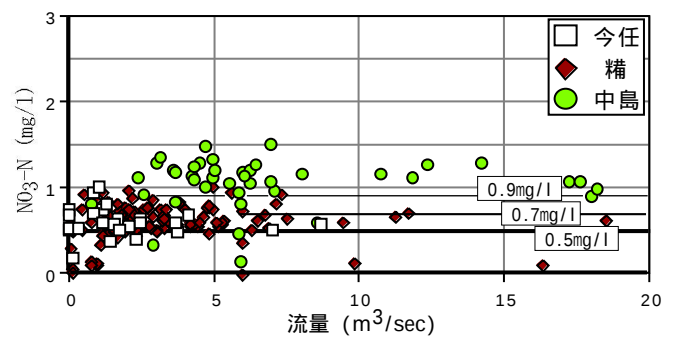


図 - 3 彦山川水系 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度

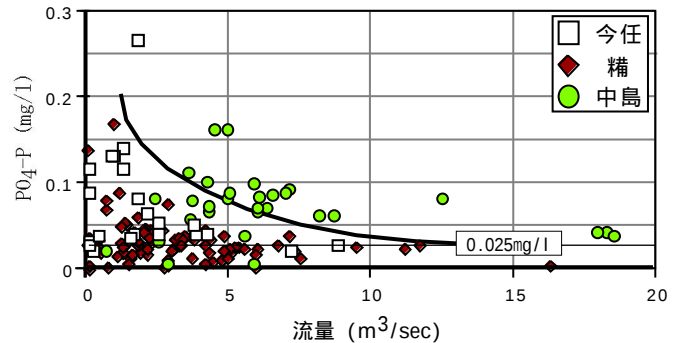


図 - 4 彦山川水系 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度

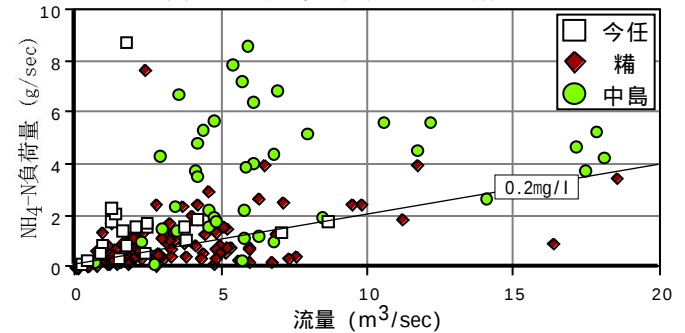


図 - 5 彦山川水系 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量

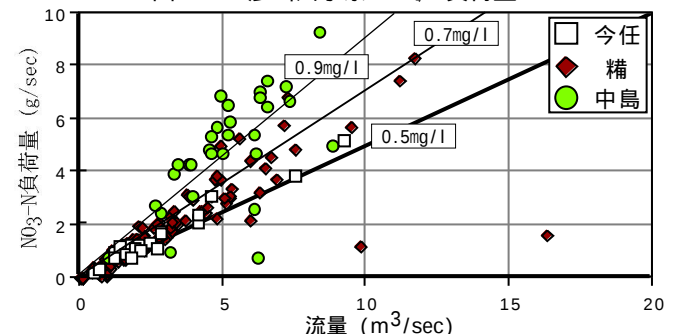


図 - 6 彦山川水系 $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量

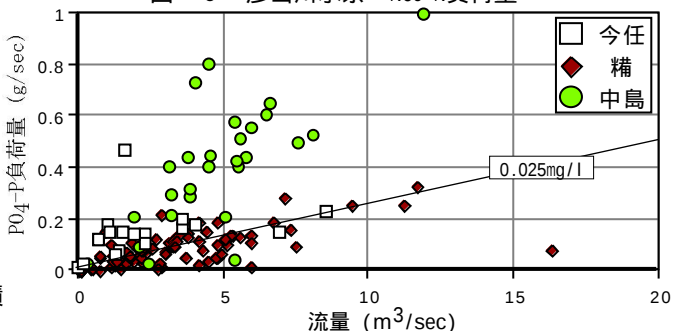


図 - 7 彦山川水系 $\text{PO}_4\text{-P}$ 負荷量

【参考文献】森山ら、1996：長期水質変動特性からみた遠賀川の水問題分析，環境システム研究，vol.24 pp.667-672