

遠賀川流域における 非特定汚染源からの栄養塩流出

森山克美¹・田村信義²・古賀憲一³

¹正会員 工博 九州共立大学 工学部土木工学科 (〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)

²学生会員 工修 九州共立大学 大学院工学研究科 (〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)

³正会員 工博 佐賀大学 理工学部都市工学科 (〒840-8502 佐賀市本庄町1番地)

本研究は、遠賀川支流の彦山川を対象に栄養塩の流出について解析を行ったものである。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を指標に、C-Q図、L-Q図の關係を用いて、流出プロセスを検討した。その結果、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は降雨時に農耕地の土壌から溶脱され、河川水中に含まれるという流出過程が重要と考えられた。一方、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ については、生活排水の流路あるいは河道への直接的なそれらの流入が、汚濁の主要な部分を占めることが示された。また、河口堰湛水域での藻類増殖の支配要因について検討した。湛水域への流入水となる上流地点の水質と湛水域内の水質との比較により、湛水域では $\text{PO}_4\text{-P}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ が藻類増殖の支配要因となっていることを示した。

Key Words : Water problem, water pollution, point source, non-point source, nutrients, eutrophication

1. はじめに

遠賀川河口堰湛水域は、北九州市の主要水源の一つであり、その水質保全の重要性については、言を俟たない。しかしながら、夏期には富栄養化による臭気物質や有機物質の濃度上昇が観測され、水道水源水質としては、不適当なレベルに達することがある。そのときは水道水源の切り替えや活性炭投入による高度浄水処理の適用を余儀なくされている。都市用水としての重要性を考えるとこれらの水質汚濁の解消、軽減が強く望まれている。これまでの研究^{1), 2)}において、流量低下による滞留時間の長期化と流入水の富栄養化に起因して、このような水質となることは、定性的には分かっているが、栄養塩の発生源・流出特性や藻類発生時の水質変化等、湛水域の水質管理のみならず今後の流域管理や施策に必要とされる解明すべき課題も残されている。

栄養塩の発生源としては、下水処理場、し尿処理場を含む特定事業所などの特定汚染源、農地、市街地などの非特定汚染源が考えられる。遠賀川流域には特定汚染源としてし尿処理場が10箇所あるが、高度処理化により窒素、リンの排水濃度は改善されている。このため、当流域では、非特定汚染源からの流出負荷が相対的に大きくなっていると考えられ

る。特に下水道普及率が約25%程度と低いことから、流域人口63万人余りの生活排水由来の栄養塩負荷、および灌漑や降雨による農耕地（流域面積の約20%）からの栄養塩の流出負荷の評価も重要と考えられる。本論文では、窒素としてアンモニア性窒素（以下、 $\text{NH}_4\text{-N}$ ）と硝酸性窒素（以下、 $\text{NO}_3\text{-N}$ ）、りんとして正りん酸イオン態りん（以下、 $\text{PO}_4\text{-P}$ ）を指標とした栄養塩流出、湛水域の季節的な藻類発生状況とこれら水質項目の変動との関係について検討した。

2. 流域概要と解析方法

遠賀川流域においては、古くは1936年に伊佐座の堰（現在の遠賀川河口堰の運用後に撤去）、1980年には遠賀川河口堰が建設され、北九州市を始め流域市町村の重要な取水施設となっている。本川は図-1に示すように直方市「日の出橋」上流において、飯塚市方面から流下する「遠賀川本川」とほぼ同規模の「彦山川」と合流し、さらに犬鳴川等の支川と合流し響灘に注いでいる。流域面積は1,030 km^2 、幹線流路延長は61kmの一級河川である。

汚濁負荷流出解析にあたっては、特定あるいは非

特定汚染源を含めた人為的活動の影響を極力受けていない水質観測点の水質特性と、下流域での水質変動特性との比較により有用な情報が得られる。この方法論に基づいて遠賀川流域の水質観測点を検討した結果、彦山川水系を比較対照水系とした。すなわち、彦山川「今任橋」水質観測点の集水区域内人口/集水区域面積比が最も小さく、この区域内人口は1.8万人であった。他の支流では図-1の①、②が水質観測点として設定されていたが、人口規模がそれぞれ5.6万人、4.9万人であった。

流量-濃度、流量-負荷量、および経年的濃度変動等を検討することで栄養塩流出特性の考察を行った。また、河口堰湛水域上流の水質観測点で、流水区間の代表的な水質を与える観測点として日の出橋を採用し、その水質と湛水域内「伊佐座」の水質とを比較することで、河口堰湛水域での藻類増殖と栄養塩の関連を解析した。

「伊佐座」は北九州市水道局の取水地点であり、北九州市水道局よりその水質データの提供を受けた。その他の地点は、遠賀川の水質環境基準点であり、国土交通省遠賀川工事事務所より水質データの提供を受けた。水質データは、水質汚濁に係わる環境基準に定められた公定法によるスポットサンプルの分析値である。また、流量は国土交通省により公表されている日流量表の値である。

3. 河口堰湛水域の水質概要¹⁾

図-2は、伊佐座におけるBODの過去20年間の経年変化を表したものである。図のようにBOD濃度はほとんど1～5mg/lの間であり、後述するように季節的な変動は認められるが、経年的に大きな変化は見られない。遠賀川下流域の環境基準は、B類型（水道3級、BOD値3mg/l以下）であり、観測値の半分がこの基準値を満足していないことが分かる。

図-3は、上流の日の出橋の流量と伊佐座のBODの関係を示したものである。流量が15m³/sec程度以下の場合、水温20℃以上でBOD濃度は著しく高い値を示しているが、流量がこれ以上になると、BOD値はほぼ1～3mg/lの範囲となる。いずれにしても流量によってBODが変化することが分かる。

図-4は、1984年からのクロロフィルaの経年変化を示したものである。夏期は50～150μg/l、冬期では3～20μg/lを示している。

図-5は、クロロフィルaとBODとの関係を示したものである。クロロフィルaとBODの関係から、湖沼と同様な富栄養化による有機物の内部生産とい

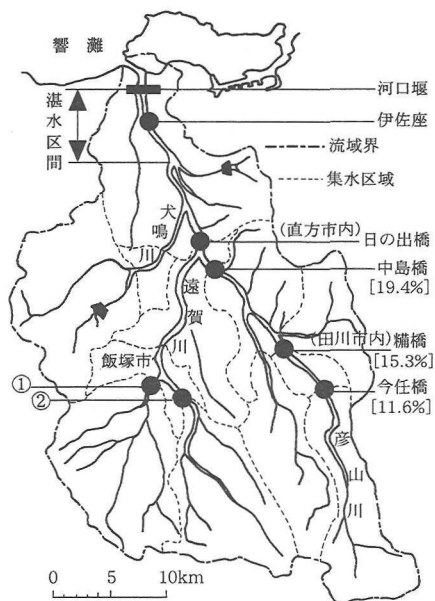


図-1 遠賀川流域と水質観測点
*[]内の数値は、流域界から当該水質観測地点までに農耕地が占める面積割合

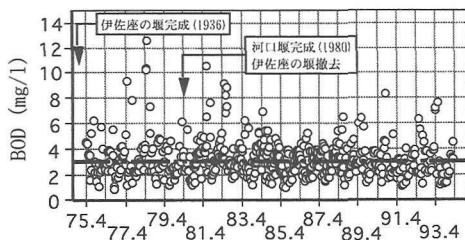


図-2 伊佐座のBOD('75.4～'94.4)

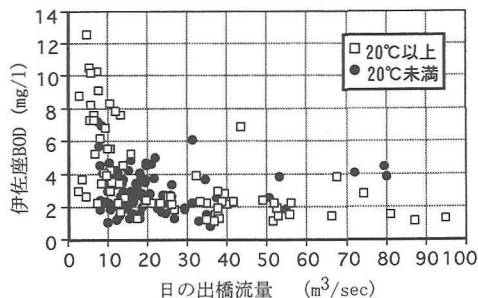


図-3 日の出橋の流量と伊佐座のBODの関係

う汚濁形態が認められる。

以上より、河口堰内のBODで示される汚濁レベルは、15～20m³/sec程度以上の流量時は許容される範囲にあると言えるが、15～20m³/sec程度以下で高水温時には、藻類増殖に伴ないBODが高くなる。藻類

の増殖は、窒素とリンの影響を受けるので、これらの流出特性について以下に述べる。

4. 栄養塩流出特性とその考察

(1) 彦山川水系について

彦山川水系の今任橋、楠橋、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 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の流出特性を解析した。今任橋より上流域の人口は先に述べたように約1.8万人である。楠橋は、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-6～11に示す。図-6、7は $\text{NH}_4\text{-N}$ について、図-8、9は $\text{NO}_3\text{-N}$ について、図-10、11は $\text{PO}_4\text{-P}$ について、流量と濃度、流量と負荷量の関係をそれぞれ示したものである。

まず、図-6、8、10に示した流量と濃度の関係について考察する。特徴的なことは、流量増加に伴ない $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が大幅に減少するのに対して、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度減少が小さいことである。これらの減少傾向と流量が増加したときに漸近する濃度（以下、漸近濃度と記す。）を図中に示す。図中に直線と四角内の濃度で示す漸近濃度は、図-6を例にとれば、図に示された流量範囲において、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の観測値が概ねその漸近濃度を下回ることのない濃度として、図上の点群を基に目視により定めた濃度である。この漸近濃度は、雨水流出過程を経て河川水となった時（主として洪水時）の濃度に相当し、生活排水等の影響が最小化された状態の水質と考えることもできる。すなわち、集水区域の雨水が表面流出、中間流出、地下水流出などの過程を経て、水田や畑地の土壌からこれらの栄養塩が流出し、河川水となるとときに形成される水質を示している。流量が小さい（今任では約 $5\text{ m}^3/\text{sec}$ 以下、楠では約 $10\text{ m}^3/\text{sec}$ 以下、中島では $10\sim15\text{ m}^3/\text{sec}$ 以下）時の濃度は、いわゆる非特定汚染源としての生活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栄養塩流出過程のばらつきの影響と考えられる。流量が小さいときの $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度のばらつきには、雨水の流出過程における土壌からの溶脱以外に雨水に含まれる $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変動も含まれている可能性がある。

図-6に示す $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の漸近濃度は、今任では約 $5\text{ m}^3/\text{sec}$ 以下、楠では約 $10\text{ m}^3/\text{sec}$ 以下、中島では $10\sim15\text{ m}^3/\text{sec}$ 以下の流量時の濃度に比較すれば小さい。これらの流量範囲では汚染源からの直接的な流

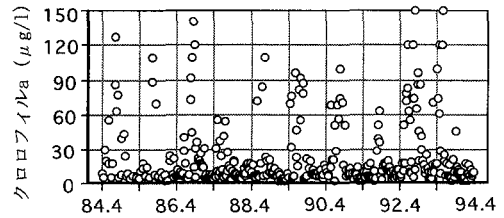


図-4 伊佐座のクロロフィルa

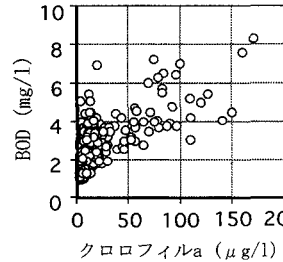


図-5 クロロフィルaとBODの関係

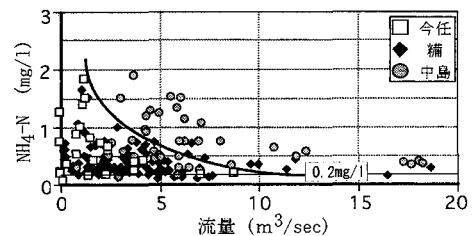


図-6 彦山川水系 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度

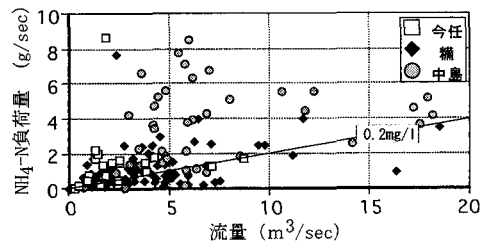


図-7 彦山川水系 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量

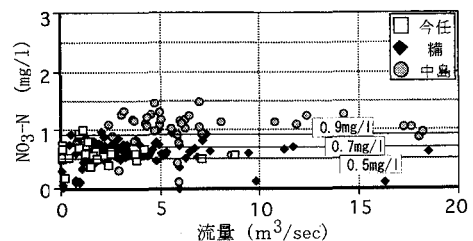


図-8 彦山川水系 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度

入負荷とその時の河川流量によって河川水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は定まるため、当然ながら濃度のばらつきも大きくなるものと考えられる。

$\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は今任橋では0.5mg/l程度、楠橋では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。 $\text{NH}_4\text{-N}$ の漸近濃度0.2mg/lに比較して高濃度であった。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は硝化や土壌による吸着の影響を受けるのに対して、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は土壌からの溶脱が容易かつ硝化によって安定化した成分であることから、水田や畑地からの流出の可能性が高いと考えられる。

図-10の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、0.025mg/l程度に漸近している。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I（全りん0.005mg/l）や類型II（全りん0.01mg/l）に比較すれば高い濃度であり、藻類発生の抑制限界濃度を上回っており、雨水流出過程における $\text{PO}_4\text{-P}$ の流出は、無視し得ないものと言える。流量が小さい時の各水質観測地点における $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度のばらつきは、図-6の $\text{NH}_4\text{-N}$ におけるばらつきと同様であった。

流量-負荷量の関係を図-7, 9, 11に示す。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水質の主原因となる約10 $\text{m}^3\text{/sec}$ 以下の流量時には $\text{NH}_4\text{-N}$ (図-7)と $\text{PO}_4\text{-P}$ (図-11)では、流量-負荷量に関して明確な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。これに対して図-9の $\text{NO}_3\text{-N}$ では、図中の実線のように全ての流量範囲において流量と負荷に明確な比例関係が認められる。

(2) 日の出橋地点について

日の出橋の水質観測点は、図-1に示すように彦山川水系と飯塚市方面から流下する遠賀川本川との合流地点に位置している。この地点での集水区域内人口は流域人口63万人の60%（38.7万人）、集水面積は流域全体の約70%となる。したがって、この地点の流出特性と先の彦山川の特性を比較することで、遠賀川本川における流出特性を推測できると共に、ほぼ流域全体の栄養塩流出の情報も得ることが可能である。また、この地点は堰による湛水区間に位置していないので、湛水による水質変換が生じないことから、この地点の水質は、河口堰湛水域に流入する代表的な水質を示すと考えられる。

彦山川と同様に日の出橋地点の栄養塩濃度、負荷量について整理した結果を図-12~15に示す。図-12では、流量増加に従い $\text{NH}_4\text{-N}$ は0.2mg/lに、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は0.9mg/l程度に漸近し、図-6, 8で示された中

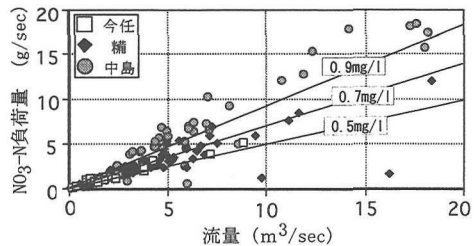


図-9 彦山川水系 $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量

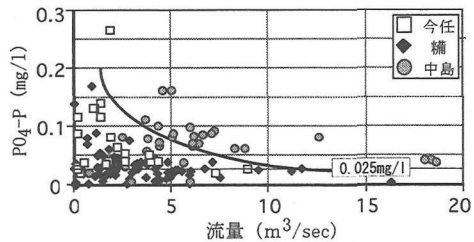


図-10 彦山川水系 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度

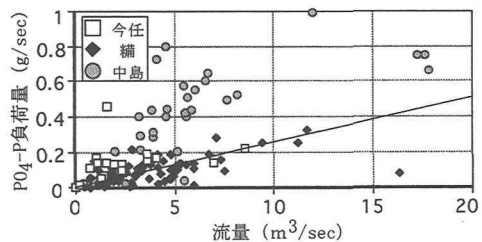


図-11 彦山川水系 $\text{PO}_4\text{-P}$ 負荷量

島の $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と流量の関係とほぼ同様であった。図-13に示す日の出橋の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の負荷量も図-7, 9に示す中島の $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量と同じ傾向を示している。 $\text{PO}_4\text{-P}$ の濃度(図-14と10)と負荷量(図-15と11)も中島と日の出橋で同じ傾向と考えられた。以上の結果は、彦山川と遠賀川本川における栄養塩の流出特性がほぼ同様であることを意味しており、流域全体を考えても流出特性には彦山川水系と同じ傾向のあることが推測された。

$\text{NO}_3\text{-N}$ については、前述のとおり農耕地における雨水の流出過程が重要と考えられたので、集水区域の土地利用形態を国土数値情報から求め、農耕地の面積割合と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の関係について検討した。その結果を図-16, 17に示す。土地利用形態の内訳は凡例に示す10形態であり、農耕地として田、畑、果樹園を把握することができる。中島、川島、日の出橋の3地点の農耕地面積（田、畑、果樹園の合計）割合は、ほぼ等しく、流量が増加したときの $\text{NO}_3\text{-N}$

濃度の漸近値0.9mg/lが、図-9の中島と図-13の日の出橋とで等しいことと矛盾はない。また、図-17では、彦山川水系の上流側の今任橋から楠橋、中島橋へと流下するに従って増加する累積の農耕地面積割合に比例して、図-8に示す $\text{NO}_3\text{-N}$ の漸近濃度がほぼ直線的に高くなっている。雨水流出に伴ない水田や畑地の土壌から $\text{NO}_3\text{-N}$ が溶脱され、河川水中に含まれるという流出過程が重要と考えられる。

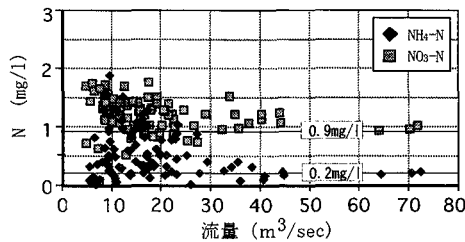


図-12 日の出橋の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度

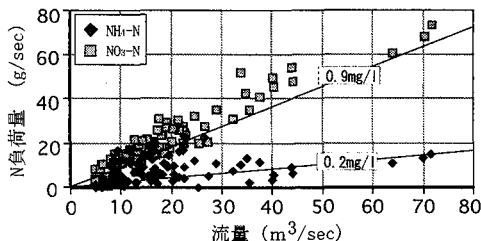


図-13 日の出橋の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量

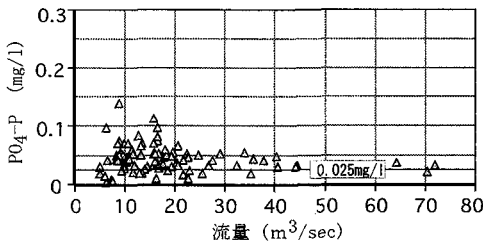


図-14 日の出橋の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度

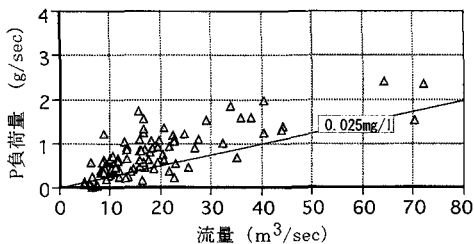


図-15 日の出橋の $\text{PO}_4\text{-P}$ 負荷量

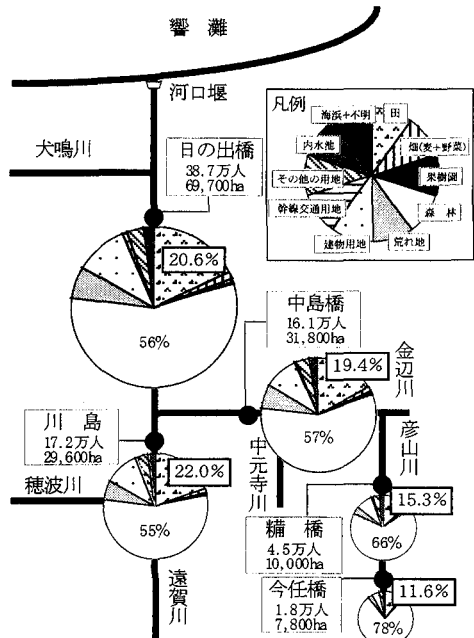


図-16 上流端から当該水質観測点までの累計面積とその土地利用形態(四角囲いの%は、農耕地面積割合)

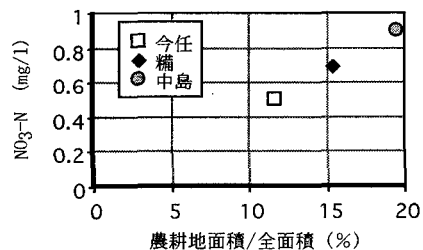


図-17 農耕地(田, 畑, 果樹園)面積/全面積と流量増加に伴い漸近する $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の関係

5. 日の出橋地点と河口堰湛水域の水質比較

前述のように日の出橋地点の水質は、河口堰へ流入する河川水の水質を示す。日の出橋地点と河口堰湛水域伊佐座における栄養塩濃度の経年変化、すなわち両者の変動特性を比較することにより、遠賀川河口堰湛水域での藻類増殖の支配要因について考察する。

図-18, 19に伊佐座と日の出橋の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経年変化をそれぞれ示す。まず、図-18の伊佐座の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、春から夏に向かって緩やかに減少し、最低濃度として夏期にほぼ0mg/lとなる。最大濃度として2mg/l程度を示しているの

は、上流域のし尿処理場の影響であり、89年以降は高度処理の導入によって出現しておらず、1 mg/l程度がその後の最高濃度である。一方、図-19に示す日の出橋の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度については、各年の4月前に1 mg/l程度の濃度上昇が観測され、その後、夏に向かって低下し0 mg/l程度となる。さらに、夏を過ぎると再び1 mg/l程度へ上昇するという季節的変動を示している。このことより、図-18に示された伊佐座における夏期のほとんど0に近い $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、河口堰湛水域での藻類増殖の結果とは考えられず、すでに上流地点の日の出橋において夏期には、 $\text{NH}_4\text{-N}$

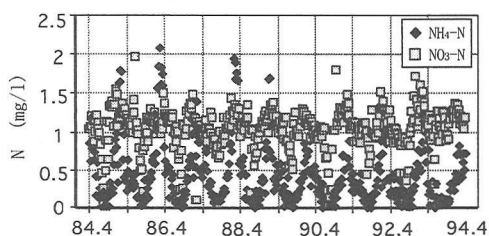


図-18 伊佐座の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ ('84.4~'94.3)

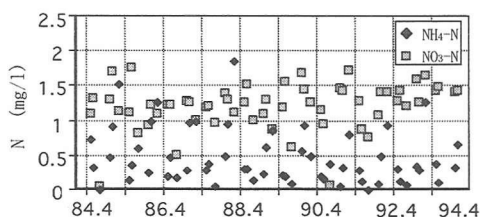


図-19 日の出橋の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ ('84.4~'94.3)

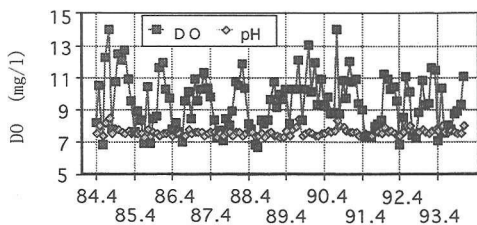


図-20 日の出橋のDOとpH ('84.4~'94.3)

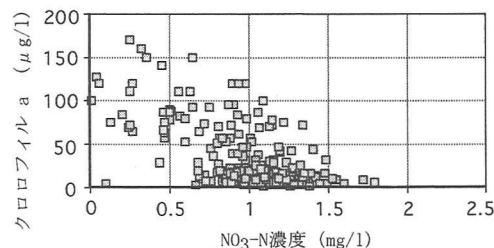


図-21 伊佐座の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度とクロロフィルa濃度の関係

N濃度が0 mg/l近くになった結果と考えられる。

夏期における日の出橋での $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の低下は、硝化反応もしくは、日の出橋地点に至るまでに設けられている52箇所（遠賀川本川16箇所、彦山川水系36箇所）の農業用水取水堰²⁾による湛水区間における藻類増殖の結果と考えられる。日の出橋地点およびその上流域ではクロロフィルaが分析されていないので、日の出橋地点のDOとpHの経年変化を利用して、日の出橋に至るまでにおける藻類増殖の可能性の推定を試みた。DO濃度とpH値の経年変化を図-20に示す。藻類増殖の結果として夏期にDOが過飽和となり、同時に若干高めpHが認められる年は、図に示した観測年の範囲では、1984、1985、1989、1990、1992年の5年であった。これらの年には、日の出橋上流域で藻類が増殖したと推察される。

次に、図-19の $\text{NO}_3\text{-N}$ をみると、1~1.5 mg/lの間で変動している。図-18の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度には毎年夏期に急激な減少が認められる。図-18の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と図-4のクロロフィルa濃度の関係性を求め、図-21に示す。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の減少にクロロフィルaの増加が対応していることが伺える。夏期以外では上流の日の出橋の変動幅と同一の1~1.5 mg/lの範囲で変動していることから、両地点の夏期における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の差は、藻類増殖の影響と考えられる。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度とクロロフィルaには、図-21のような関係は認められなかった。

図-22、23に伊佐座と日の出橋の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経年変化を示す。図-22の伊佐座の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、0~0.07 mg/lの範囲内で変動し、夏期にはほぼ毎年0 mg/lを示すデータが観測される。これに対し、図-23に示す日の出橋では、0 mg/lに近いデータは認め

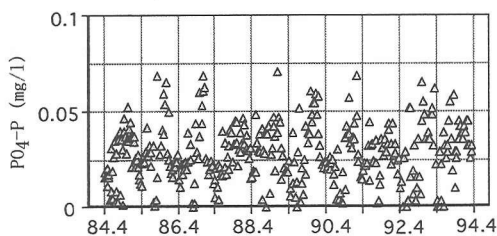


図-22 伊佐座の $\text{PO}_4\text{-P}$ ('84.4~'94.3)

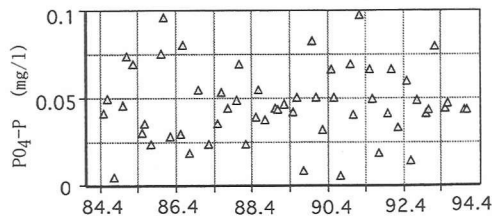


図-23 日の出橋の $\text{PO}_4\text{-P}$ ('84.4~'94.3)

られず、その変動幅も伊佐座よりは高い濃度範囲 0.025~0.08mg/lである。このような違いから図-22のPO₄-P濃度の夏期における減少は、藻類増殖の結果と考えられる。

以上の結果、日の出橋に対し伊佐座のNO₃-NとPO₄-P濃度は夏期に著しく低下しており、河口堰湛水域ではこれら2つの栄養塩が、藻類増殖の支配要因となっていると考えられる。

6. 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を解析した。また、河口堰湛水域の伊佐座と上流に位置する日の出橋地点での栄養塩濃度の変動特性の違いから、湛水域における藻類増殖の制限因子となる水質項目について検討した。

流量-濃度、流量-負荷量の検討結果から、NO₃-Nについては、雨水流出に伴ない水田や畑地の土壌からNO₃-Nが溶脱され、河川水中に含まれるという流出過程が重要と考えられた。NH₄-NとPO₄-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。これらの栄養塩流出過程は、彦山川水系と遠賀川本川で同様なことが認められた。想定されたNO₃-Nの流出過程は、土地利用形態の検討結果にも矛盾しないものであった。

日の出橋地点のNO₃-N濃度は1~1.5mg/l

(0.9mg/l)、PO₄-P濃度は0.025~0.08mg/l(0.025mg/l)の範囲で変動するが、周期性は認められなかった。一方、NH₄-N濃度は0~1mg/l(0.2mg/l)の範囲で夏期にほぼ0mg/lとなる周期性を示した。上記()内の濃度は、雨水の流出過程での非特定汚染源からの流出分として評価された濃度である。なお、NO₃-N濃度には、非特定汚染源由来以外に雨水に含まれるNO₃-Nが含まれている可能性がある。

NO₃-NとPO₄-Pの濃度変化の特徴を日の出橋と伊佐座と比較すると、この2つの栄養塩は日の出橋に対し伊佐座で夏期に著しく低下しており、河口堰内ではこれら2つの栄養塩を支配要因とした藻類の増殖が生じることが明らかとなった。NH₄-Nは、夏期に日の出橋地点で既に濃度0mg/lになることから、河口堰湛水域における藻類増殖の支配要因にならないことが推測された。河口堰湛水域の水質管理上は、生活排水由来のNH₄-Nの削減とともに農耕地からのNO₃-Nの流出抑制も同時に考慮すべきと考えられる。

参考文献

- 1) 森山克美, 庄司智海, 古賀憲一: 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, 1996.
- 2) 森山克美, 庄司智海, 古賀憲一: 遠賀川の水質変動特性, 土木学会年次学術講演会, VII-77, pp. 154-155, 1997.

NUTRIENTS RUNOFF PROCESS FROM NON-POINT SOURCES IN ONGA RIVER WATERSHED

Katsumi MORIYAMA, Nobuyoshi TAMURA and Kenichi KOGA

Pollutant runoff process of nutrients such as nitrogen and phosphorus in the Onga River watershed was studied on the basis of the relationship between the nutrients concentrations or pollutant load and flow rate. It is pointed out that the nutrients from the non-point sources i.e. agricultural land and urban area etc., have characteristic pollutant runoff process corresponding with the type of land use. The specific pollutant runoff process of nitrate nitrogen is dominated by leaching from the agricultural lands with runoff process of precipitation. On the other hands, municipal wastewater discharged from urban area is the main pollutant source of ammonium nitrogen and phosphate-phosphorus in the Onga River watershed. One of serious water pollution problems in the estuary reservoir of Onga River is eutrophication due to nutrients from the non-point sources. Through water quality analysis on chlorophyll and nutrients, it is shown that nitrate nitrogen and phosphate-phosphorus are two limiting factors to algae growth in the reservoir.