

II-425

水域水質管理のためのCNP比による河川流出負荷量評価

国立公害研究所 水質土壌環境部 正員 海老瀬 潜一

国立公害研究所 水質土壌環境部 正員 井上 隆信

1. はじめに

陸域から排出された汚濁物質の多くは、河川を通じて湖沼や海域に達し、各水域の場の特性、とくに閉鎖性水域の場合はその滞留時間の違いによって、種々の水質問題を引き起こしている。これを各水域での汚濁物質の物質収支がとれる形で、同じ水質指標の物差しで、原因-結果あるいは対策効果が一体的に評価できれば流域と水域を併せた水質管理も行い易くなる。湖沼や内湾・内海などの対症療法的な段階にある富栄養化現象を取り扱う場合には、栄養塩と植物プランクトンの構成元素の関係を考えると、C、N、P が最も重要な対象元素となることは容易に理解される。それゆえ、この C、N、P とその関連水質項目に的を絞って以降の検討を行うことにする。

これまで1年間を通した河川流出負荷量調査では TOC (=DOC+POC) を測定した例がなく、しかも T-N と T-P も併せて、比流出負荷量や C : N : P の構成比率が明らかにされた例はなかった。一般に、公共用水域の定期水質調査では BOD が主体で、T-N や T-P が同時に測定されている場合は多くないし、調査自体が毎月1回かそれ以下の調査頻度で測定回数も少なく、晴天時流出のみを調査対象としている。したがって、一部に降雨時流出の影響も反映した毎週1回定時で年間52回の定期流出負荷量調査結果をもとに、水質濃度も調査回数での単純平均濃度と流量の影響を考慮した流量荷重平均濃度の両方で河川流出負荷量の水質構成を C : N : P 比で評価することは意義あることである。

2. 調査の概要

調査を実施した河川は霞ヶ浦高浜入に流入する田園地流域の恋瀬川の最下流部で合流する天の川(流域面積53.1km²)とその合流直前までの恋瀬川本流(同 147.4km²)、同じく市街地流域の山王川(同 12.9km²)、および湖沼に流入する田園地流域の湖沼川(大古山地点、同 141.9km²)である。霞ヶ浦流入河川については1987年 6月~1988年 5月の1年間の毎週水曜日定時で年間52回の定期負荷量調査である。湖沼の流入河川については1987年 8月~1988年 8月の1年間の毎週 1回の頻度であったが、出水のために欠測が 3回あったため年間49回の調査回数となった。恋瀬川と湖沼川は図-1に示すように上流部で流域を接しており、これらに山王川も含めた調査対象河川は調査流域や調査時期から見てもほぼ同じ水文条件と見なせる。したがって、このように流域の隣接した種々の河川の同時調査によって、流域の規模は異なるけれども、市街地流域と田園地流域の土地利用形態の違いによる比流出負荷量や水質構成比の違いの比較が可能となる。

3. 比流出負荷量の比較

調査時期が全く同じであった霞ヶ浦への 3流入河川について、52回の調査結果より流域の単位面積当りの年間流出負荷量(比流出負荷量)として、T-COD も含めて C、N、P の構成比を棒グラフで示したのが図-2である。田園地河川の恋瀬川本流や天の川と市街地河川の山王川の比流出負荷量の大きさの違いは大きい。流域の下水道普及人口が38%に達したとは言え、市街地河川の山王川の比流出負荷量の大きさが目立っている。下水道が未整備地域的生活雑排水や工場・事業所排水の汚濁負荷のウェイトが依然として大きいからである。

霞ヶ浦流入 3河川と湖沼流入の湖沼川について、河川水質の構成比率を年間調査の単純平均濃度に対して示したものが表-1であり、流量荷重平均濃度に対して示したものが表-2である。ここで、Org-N は [T-N - (NH₃-N + NO₂-N + NO₃-N)] である。Org-P はかなり問題があるけれども [T-P - PO₄-P] と単純計算したが、その多くは懸濁態リンが占めている。また、COD は COD_{Mn} (アルカリ性) の分析法によった値である。

表-1、表-2で共通して言えることは、TOC : T-N : T-P の比で市街地流域と田園地流域の差が明瞭であり、同じ田園地河川でも T-N : T-P の比率にはかなりの違いが存在する。TOC : T-N の比はおおよそ2倍くらいの範囲の中に分散している。また、TOC : Org-N : Org-P の比あるいは TOC : Org-N の比には、流域の土地利用による差が明瞭に現れていない。ただ、COD : TOC の比で霞ヶ浦流入の3河川と湖沼流入の湖沼川では大きな差が認められる。

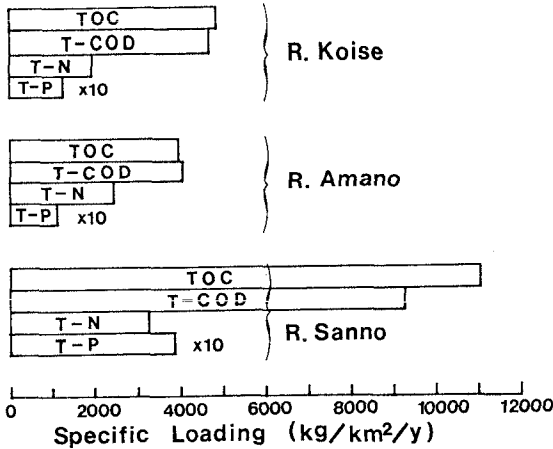


図-2 霞ヶ浦流入河川の比流出負荷量の比較

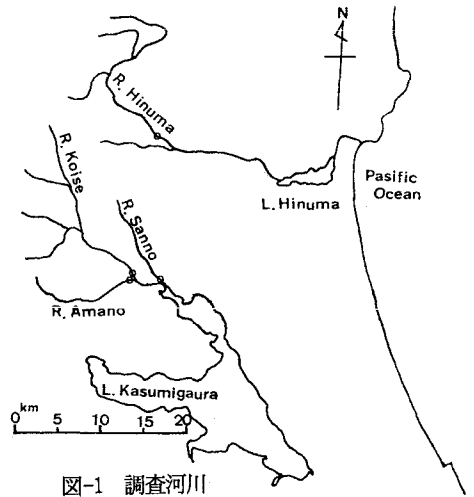


図-1 調査河川

表-1 河川水質構成比率（単純平均濃度）

河川	TOC : T-N : T-P	TOC : T-N	TOC : Org-N : Org-P	TOC : Org-N	COD : TOC
恋瀬川	41.3 : 20.6 : 1	2.00 : 1	58.2 : 4.3 : 1	13.4 : 1	0.90 : 1
天の川	43.3 : 32.1 : 1	1.35 : 1	63.6 : 4.9 : 1	13.0 : 1	0.95 : 1
山王川	27.0 : 8.4 : 1	3.23 : 1	63.1 : 6.0 : 1	10.4 : 1	0.82 : 1
瀬沼川	44.0 : 29.0 : 1	1.52 : 1	54.7 : 4.8 : 1	11.5 : 1	1.60 : 1

表-2 河川水質構成比率（流量荷重平均濃度）

河川	TOC : T-N : T-P	TOC : T-N	TOC : Org-N : Org-P	TOC : Org-N	COD : TOC
恋瀬川	37.9 : 14.4 : 1	2.64 : 1	46.5 : 3.00 : 1	15.5 : 1	0.97 : 1
天の川	35.5 : 21.9 : 1	1.62 : 1	46.3 : 3.66 : 1	12.7 : 1	1.02 : 1
山王川	28.8 : 8.5 : 1	3.37 : 1	57.3 : 5.33 : 1	10.7 : 1	0.84 : 1
瀬沼川	43.9 : 30.1 : 1	1.46 : 1	55.4 : 4.86 : 1	11.4 : 1	1.48 : 1

単純平均濃度による表-1と流量荷重平均濃度による表-2との相違は、流量増大に伴って流出負荷量の増加する比率の大きな T-P のウェイトが増大し、T-P ほどその比率が大きくない TOC と T-N はそのウェイトが減少する。Org-N と Org-P についてもそれぞれ T-N と T-P と同様の傾向である。毎週1回定時の観測頻度では年間平均でおよそ 4日に 1度で14.6mmの降雨による流出の影響は十分捉えられていない。これに、降雨時流出による流出負荷量、したがって流量荷重平均濃度への影響が T-P>TOC>TN となる傾向まで併せて考慮すると、年間の降雨時流出を補正した上での流量荷重平均濃度に対する C : N : P の比率は P のウェイトがさらに大きくなり、単純平均濃度による表-1よりはその差異がもっと明瞭となる。

4. おわりに

今回初めて、1年間を通した高い調査頻度の定期流出負荷量調査結果をもとに、富栄養化現象における3つの重要な元素の C、N、P に注目して、河川の比流出負荷量の大きさとその構成比率を明らかにした。閉鎖性水域においては、流入物質の C、N、P から植物プランクトン体の C、N、P への水質変換がなされるため、これは集水域と水域を併せた総合的な水質管理には不可欠の基礎データとして重要な意味を有する。今回の結果は、毎週 1回定時の調査頻度であるため、流出負荷量として大きなウェイトを有する降雨時流出の影響を十分カバーできたものとは言えない。さらに、降雨時流出負荷量の補正をした精度の高い年間流出負荷量による C : N : P 比の提示へと研究を進める必要がある。