

4

ゆたかな海の生態系を支える 河川システムの研究

流域環境をとらえた河川管理の実現に向けて

飯島眞治

IIJIMA Shinji

三洋テクノマリン株式会社/大阪支社/取締役支社長



鈴木繁美

SUZUKI Sigemi

三洋テクノマリン株式会社/環境コンサルタント部/課長



島田久子

SIMADA Hisako

三洋テクノマリン株式会社/環境コンサルタント部/係長



海の生態系を支える基礎生産者、特に沿岸域における普遍的な構成種である珪藻類と呼ばれる植物プランクトンの増殖に、珪素をはじめとする陸域起源の栄養塩類が重要な役割を果たしていることが広く言われている(図1)。その現れとして、海を育む森の土壌や河川の役割に注目が集まり、漁業者等による植林活動や河川の清掃活動などが全国各地で展開されているが、一方で、機構の解明や定量的な評価はなされていない。この機構や河川水と海域生態系との関係を明らかにしていくことは、「海を育てる河川」という

視点に立った河川管理および流域から海域に至る一貫した環境保全施策を進める上で重要である。こうした背景の下、学識経験者と河川管理者により発足した「海の生態系を支える河川システム研究会」では、平成11年から4か年にわたり鳴瀬川水系河川と仙台湾を対象とした調査・検討を行った。本報は、同研究会に係る調査・検討を通して得られた成果の概要を紹介する。

1——沿岸海域の基礎生産と河川との関係

図2は、仙台湾におけるクロロフィ

ルa(葉緑素の一種)の分布状況を示したものである。

このように、多くの河川が流入している仙台湾では沿岸域に近いほどクロロフィルa濃度が高くなっており、植物プランクトン量が多いことを示唆している。

ここで、河川の流入形態等が異なる3湾を比較すると(図3)、噴火湾(A)のように、河川流入の影響の小さな湾では、栄養塩の補給は年に1、2度見られるような栄養塩に富んだ外洋水の流入や深層水の浮上に限定され、珪藻を主体としたブルーム(増殖)期は珪素の枯渇とともに

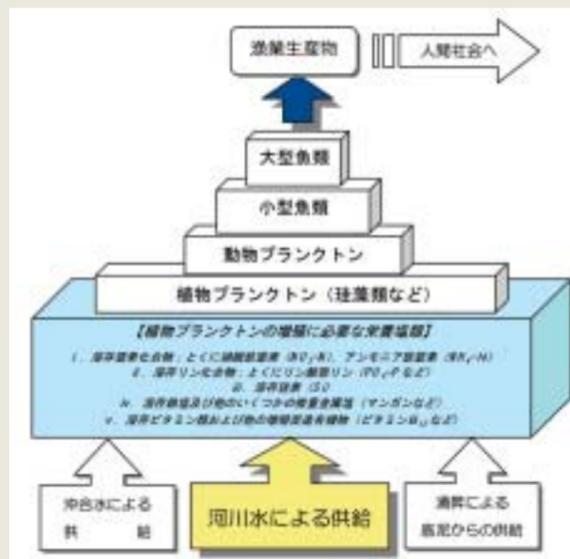


図1—河川供給物質のながれ



図2—仙台湾におけるクロロフィルa分布(模式図) [水産庁研究課、全振協報告書資料より作成]

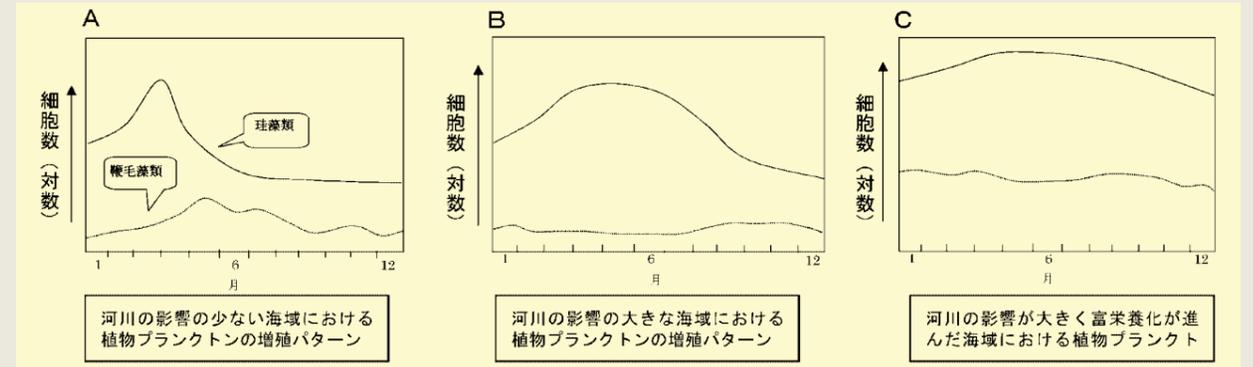


図3—植物プランクトン細胞数の年変動(模式図) A:噴火湾 B:仙台湾 C:東京湾

終了する。

また、河川水の流入量が多い仙台湾(B)や東京湾(C)では、栄養塩の供給が河川より継続的に行われるため、植物プランクトンの繁茂期が長く、仙台湾では春季から夏季にかけて、東京湾ではほぼ周年にわたり続いている。

一方、植物プランクトンの構成比に着目すると、流入河川の多い湾であっても都市河川流入の影響が大きい東京湾のような海域では、その他の海域と比べて渦鞭毛藻類の比率が高く、珪藻類が少なくなる傾向がみられる。これは、家庭排水や農業、工場排水等をはじめとする人為的要因により、海域に流入する窒素やリンの量が増大し、主に岩石など自然的要因に由来する珪素の量が相対的に不足するため、増殖に珪素を必要としない鞭毛藻類の比率が他の海域に比べて高くなるものと考えられる。

2——河川から沿岸域に対する物質供給量の推定

鳴瀬川は、宮城・山形県境の船形山に源を発し、奥羽山脈の渓流水を集めて東へと下り大崎平野を貫流する幹川流路延長89km、流域面積1,130km²の一級河川である。

鳴瀬川が流入する仙台湾沿岸では、成育過程で窒素などの栄養塩類

やミネラルが必須となるワカメや、植物プランクトン等を摂食するカキなどの養殖漁業が盛んに行われている。これらの生物は食物連鎖の比較的低位に区分されるため、海水中に含まれる栄養塩類等の濃度や組成の影響を受けやすい。

●1 物質供給量の年変動傾向

平成5年~11年の7か年を対象とし、流量年表(日本河川協会)と流域面積比より河口部の流量を求め、LQ式(負荷量-流量関係式)より海域に対するSS(浮遊物質)、溶存性総窒素、溶存性総リン、珪酸の年間物質供給量を算定した。

いずれの年、物質も、鳴瀬川では春季と秋季に、吉田川では秋季にピ

ークがみられ、特に春季には、日変動が小さく比較的安定したピークが確認された(図4)。

月間物質供給量は、概ね月間総流量の変動と同期し秋季にピークがみられたが、鳴瀬川の珪酸は春季に高い値を示した。年毎の変動幅をみると、冬季から春季はばらつきが小さく、夏季から秋季にかけては非常に大きい(図5)。

珪素は主に地下水に由来するため、河川流量の増加に伴い濃度が希釈される。このため、台風など秋季の大規模な出水時には、濃度希釈が流量の増加を上回り、単位流量あたりの物質供給量が減少する可能性がある。一方、春季は、融雪に伴

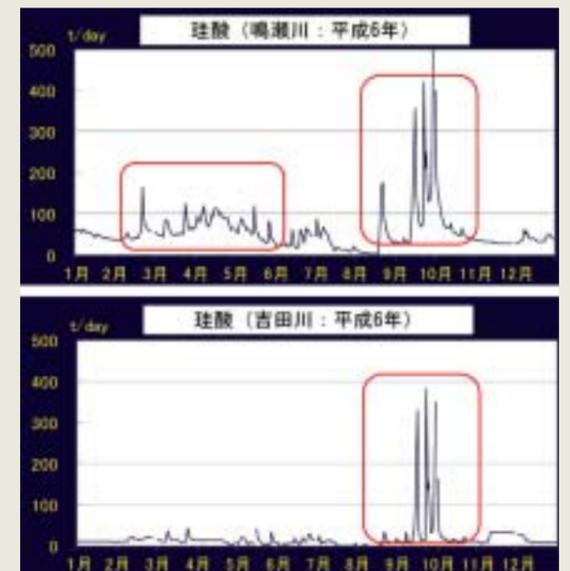
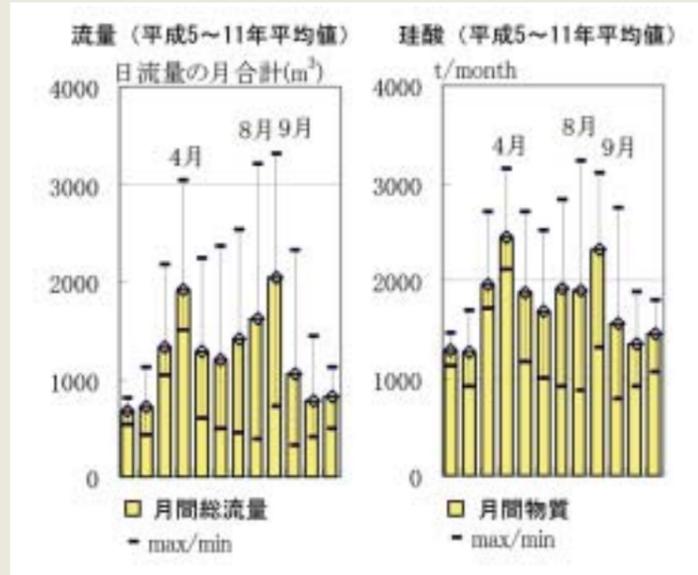


図4—日間物質供給量の経時変化



■図5—月間物質供給量の経時変化(鳴瀬川)

う緩やかで安定した出水により、安定した物質供給が行われていると考えられ、その傾向は特に鳴瀬川で顕著であった。

●2 平水時、融雪期、増水時の物質供給量比較

鳴瀬川水系河川の河口部における1日あたりの物質供給量をみると、鳴瀬川、吉田川とも流量が豊富な増

水時に多い(図6)。年間物質供給量に占める増水時、融雪期、平水時の供給割合は物質や河川毎に異なり(図7)、各時期の流量、さらには流量や水質を決定する流域環境(地形・地質など)の影響を強く受けていることが示唆された。

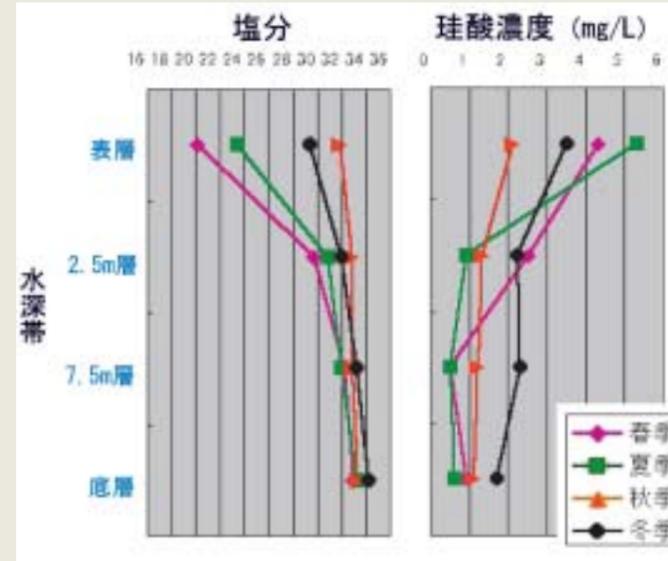
●3 河川水と海域生態系

植物プランクトンは海中に溶存す

る栄養塩類等を吸収し、光合成により増殖するため、栄養塩類等の分布状況が増殖を決定するひとつの要因となる。特に、珪藻類では珪素の供給が不可欠であり、その欠乏により増殖が制限されることも知られている。

鳴瀬川河口約3km沖に位置する地点(北緯38°21'24"、東経141°11'38")の水質鉛直分布をみると(図8)、塩分は春季(融雪期)と夏季の表層で低く、同時期の珪素(珪酸を指標として測定)は表層ほど高い傾向がみられる。このことは、鳴瀬川地点付近に分布する珪素が、主に鳴瀬川などの河川水により供給されている可能性を示している。一方、秋季は、①台風など一過性の増水によるためピークが継続しない、②海水の上下混合が生じる等の理由から、河川水が表層付近に止まりにくいと考えられる。

鳴瀬沖における同時期の植物プランクトン分布状況をみると(図9)、春季および夏季は植物プランクトン



■図8—水質鉛直分布図(鳴瀬沖)

の細胞数が多く、珪藻類の比率も高い。この時期に河川から安定的な物質供給が行われることは、沿岸海域の生態系を維持する上で重要であると考えられる。

鳴瀬川をはじめ仙台湾の主要河川から1年間に供給される窒素量の合計は約3万トン(現地調査結果等より推算)である。これより生まれ得る潜在的な生物生産量を物質の転送効率を用いて試算すると、イワシ等のプランクトン食性魚類で6万トン(鮮魚換算)、サバ等の魚食性魚類に換算すると6.8千トン(同)となり、年間漁獲量相当の漁業資源の生産に必要な栄養塩類が河川より供給されていることが推察された。

3—海域の望ましい物質比率と濃度

望ましい海の定義を明確に示すことは困難だが、一般に、①生産力が高いが異常増殖(赤潮等)が起きない程度の栄養塩類濃度が維持されていること、②有害生物の発生が少ないことが、生態的、水産的に豊かな海に期待される条件のひとつと考えられる。そこで、生物体中の物

質比率と環境水中の物質比率がほぼ同じで、生産と分解に係る物質のバランスに過不足がない状態を示すレッドフィールド比の概念(図10)を踏まえ、望ましい栄養塩類比率を検討した。

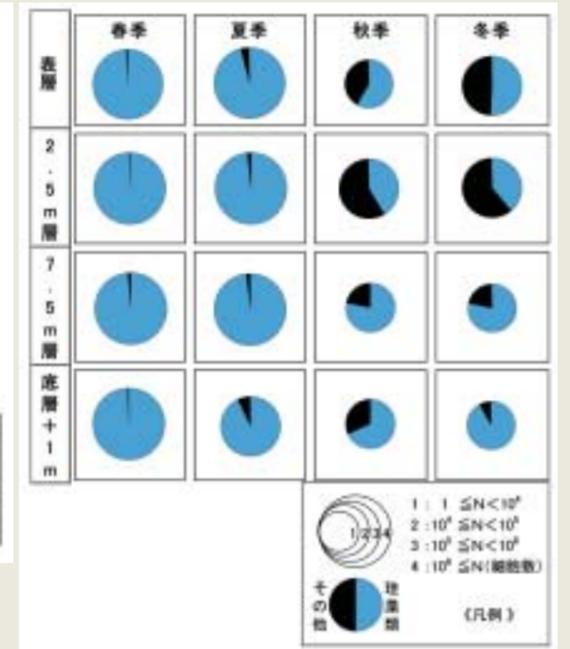
<窒素:リン:珪素=16:1:84>

次に、赤潮多発海域における過去の実績を基に望ましい栄養塩類濃度を整理し、赤潮が発生しない範囲で最大の窒素、リン濃度を求め、上記の望ましい栄養塩類比率に整合させ、望ましい海域の栄養塩類状態として、以下の値を得た。

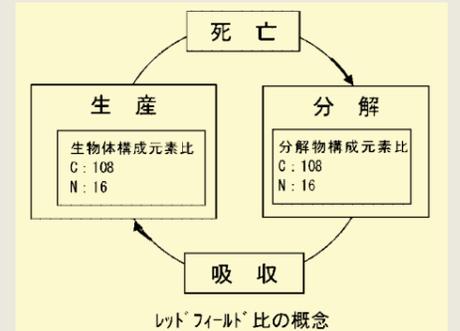
<窒素:5 μg-at/L(0.07mg/L)>
<リン:0.3 μg-at/L(0.01mg/L)>

本件は、海域生態系と河川の関係性を事象面と調査・解析結果より推定するとともに、新たな評価基準の礎となる望ましい栄養塩類比率および濃度に関する知見を整理・解析した貴重な事例である。

河川管理や環境保全対策の実務において本件に類する知見の適用を検討する際には、更なる情報収集や調査・検討を重ね、必要とされる



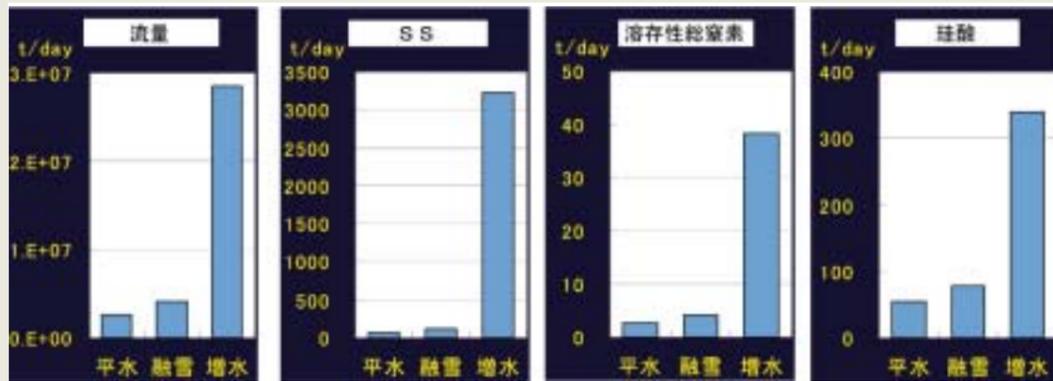
■図9—水質鉛直分布図(鳴瀬沖)



■図10—レッドフィールド比の概念

データの精度向上を図る必要がある。一例として、望ましい沿岸環境を維持するために必要な河川水質や、維持・改善手法の確立、さらに増水時河川水中の栄養塩類組成の変化や海域生態系における利用能力との関係を明らかにすることなどが重要な課題となる。

<参考文献>
1) 関 陽児: 土壌・風化帯の形成と水質変化, 地質調査所月報, 第49巻/第12号, pp. 639-667, 1998.
2) 小倉紀雄: 水・物質環境と河川の流域環境, 日本水文学会誌, 第27巻/第4号, pp. 179-184, 1997.
3) 松本順一郎編: 水環境工学, 朝倉書店, 1994.



■図6—1日あたりの物質供給量(平成5~11年平均値:鳴瀬川河口部)



■図7—年間物質供給量の比較