

# 湿原・河口域の生物多様性と河川環境の変化の影響

1. はじめに
2. 厚岸水系での観測と方法
3. 定常時の陸からの窒素流入
4. 非定常（大雨）時の陸からの窒素流入
5. 河川水が厚岸湖に与える影響
6. 定常時と非定常時の厚岸湖における物質の流れの違い
7. おわりに



## 1. はじめに

沿岸環境が悪化しつづけるなか、その環境と沿岸水産資源の生産を守るために、漁業者によって陸上集水域に植林をする運動が各地で盛んになってきている。植林をする理由としては、森林が豊かであるところでは沿岸の環境も良い、集水域における大規模伐採が沿岸の環境を破壊したなどということが言われている。森林の大規模伐採と沿岸環境の悪化との関係については、古くからささやかれて来た。最近では、河口域や沿岸の生物多様性への影響も懸念されるようになってきた。しかしながら、その実態についての科学的な解明はあまりなされていないし、その影響のメカニズムについては研究はようやく課題に上り始めたところである。

最近、いくつかの植林事業の成功がマスコミなどによって喧伝され、「海を守るために森に木を植える」運動が全国的に行われるようになってきた。いくつかの実践例（成功例?）も、本などで紹介されている（矢間秀次郎，1992；畠山重篤，1994；柳沼，1999，ほか）。それらの事例をみると、その場所に応じたさまざまな問題があり、同じプロセスが進行しているとはとても考えられない事例も多い。集水域に大規模な都市が建設されれば、当然都市からの排水や工場からの産業廃水は沿岸域に直接的な影響を与えることは自明のことであるが、森林の伐採が防風効果を減殺し、土砂が流入することによって沿岸生物に影響を与えることもあれば、農地の開発によって、畜産業者からの糞尿の流入が沿岸の富栄養化に拍車をかけている事例もある。農地やゴルフ場からの農薬の流入による沿岸環境の破壊、大量の化学肥料の投入による富栄養化もある。このようなすべての事例の原因を無視して、単に陸上に植林すれば沿岸の環境や生物多様性が守れると思わせるような報道の仕方も、昨今では見かけることが多い。

森林保全の効果としては、一般に森林の保水力（いわゆる緑のダムとしての機能）や、湧き水の供給、土砂流出の防止、洪水の防止などがいわれている（橋本，1995）が、それも河川の置かれている場所の地勢的な状況や、さまざまな物理的・生物的要因によって当然、変動する。

どちらにしても、森林伐採やダムの建設、河川改修、農地開発、などなどさまざまな要因が沿岸生態系に影響を及ぼして、河口域や沿岸の生物多様性に負の効果をもっていることは、どうやら確かのようなのである。しかも、沿岸の環境を問題としている水産業そのものも、生物多様性にならずしも正の効果を持っているわけではない。なにはともあれ、自然科学として、陸上と沿岸の生態系の相互作用のプロセスを、事例ごとに一つ一つ明らかにしてゆき、その中から個々の生態系のコンポーネントの役割をその条件とともに解明してゆくことが、将来の陸上域の利用形態を沿岸環境や生物多様性の保全も視野に入れて考えていくことを可能にするだろう。

陸上からの栄養塩の流入の量と速度が沿岸の生態系における生産構造 trophic cascade や生物多様性にどのように関わってきているのだろうか。具体的なケーススタディとして、ここでは、河川環境管理財団の研究助成を得て、北海道東部太平洋岸の汽水湖である厚岸湖の生物群集とそこに流れ込む大小の河川、その集水域生態系との関係を解き明かし、河口・沿岸域の生物多様性の変動予測を行う試みを行ったので、これまでの結果をまとめて報告する。

## 2. 厚岸水系での観測と方法

厚岸湖は狭い水路で厚岸湾につながる汽水湖である。厚岸湾は狭い入り口を持った内湾で、北部太平洋に面している（図1）。厚岸湖には、数本の川が流れ込んでいるが、もっとも大きい川が別寒辺牛川で

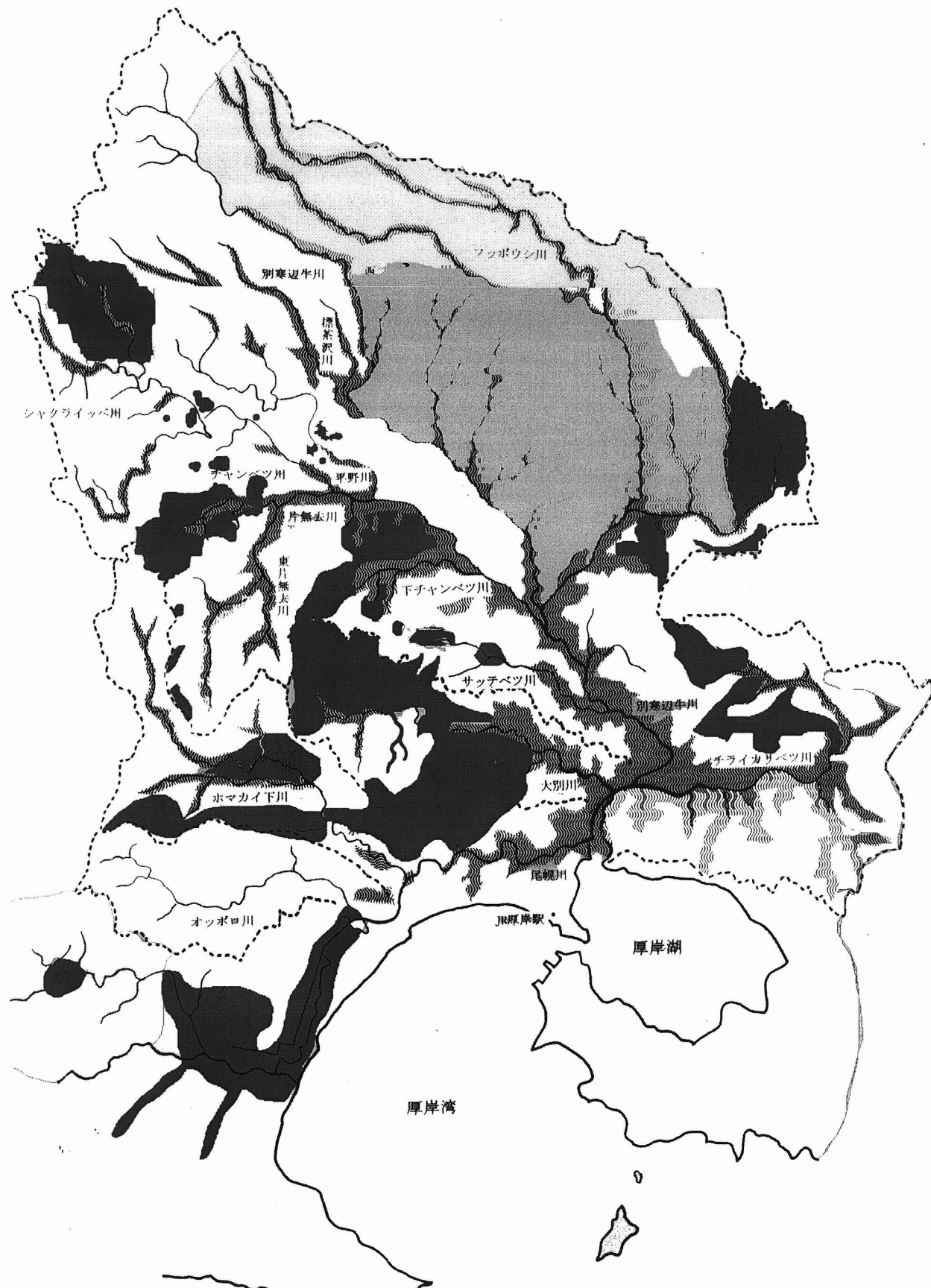


図1 厚岸湖および別寒辺牛川水系。濃い部分は農地、やや薄い部分はカラマツ人工林、集水域内で白色の部分は森林または原野を、紗がかかっている部分は湿原を表わす。

あり、別寒辺牛川は厚岸湖に流れ込む全河川の流量の98.8%を占めている。この研究は、別寒辺牛川流域において行われた。

まず、別寒辺牛川の集水域の植生、森林・農地(牧場)などの集水域内の詳細地図を作成した(図1ほか)。別寒辺牛川は、全流域面積が447k m<sup>2</sup>あり、農地が約2割くらい含まれているが、残りの80%は人工林と自然林を含む森林および湿原・原野から構成されている。市街地は厚岸湖沿岸に形成されており、廃水の一部が直接厚岸湖に流入するが、下水処理水とし尿処理水は厚岸湾に放出されており、厚岸湖に直接は流れ込まないようにしている。流域には農家が点在するが人口密度はきわめて低い。植生は13.5%がカラマツの人工林(パイロットフォレスト事業として原野に大規模な植林を行ったもの)であるほかは、エゾマツ・トドマツなどの針葉樹とミズナラ・ダケカンバを主とする針広混交林である。また、別寒辺牛川は多くの支流から形成されている。それらの支流のうち、河口近くで本流と合流する二つの河川を選んで、調査河川とした。一つは、集水域がほとんど農地開発されており、牧場または牧草地となっている(66%)大別川であり、もう一つは、農地開発が1%程度で残り99%は湿原・原野および森林となっているオッポロ川である(図1)。両河川の集水域は、大別川が38.68k m<sup>2</sup>、オッポロ川が29.30k m<sup>2</sup>であり、比較的良く似た大きさで利用形態・植生が異なる典型的な河川である。定常時の河川から沿岸に流れ込む栄養塩と有機物の量を知るために、それら2河川の河口近くと、別寒辺牛川本流の比較的河口に近い部分の3ヶ所で、氷結が終わった2000年4月25日から2001年6月5日までの間、河川が凍結している冬季を除き毎週1回、河川水の表面下20cmの流速・流向、水温、塩分、および定点における水位を測定した。同時に表面水を採水し、グラスファイバーフィルター(GF/C)を用いて懸濁態粒子(POM)を集めた後、ろ液の栄養塩(硝酸+亜硝酸、アンモニア、リン酸、珪酸)濃度をオートアナライザーで測定した。懸濁態粒子(POM)は、ヤナコのCNコーダーで重量、窒素および炭素の含有量を測定した。

### 3. 定常時の陸からの窒素流入

図2に毎週の観測から得られた各河川の1週間あたりの全流量推定値を示した。15ヶ月の間で、冬季は河川も厚岸湖も凍結するため、河川水の流入が見られないが、3月の融雪時には大量の融雪水が厚岸湖に流入する。そのほか、毎週1回の定期観測でも、大雨時に観測が重なる場合があり(例えば2000年9月26日)、この数値のすべてが定常時の流入を表わしているわけではないが、年間の平均的な値を知ることは可能である。季節的な変化は、冬季とその後の融雪期を除いてははっきりしない。これは、この地方が梅雨期を持たないために、特に短期間に降雨が集中しないことによるものと考えられる。

3河川の中では、一桁大きい集水域を持つ別寒辺牛川本流の週間流量は、やはり他の2河川と比べて一桁以上大きいことがわかる。融雪期を除いて、別寒辺牛川の週間流量はほぼ1000万トン前後である。融雪期には2000万トン前後に増加している。一方、大別川とオッポロ川は、集水域がそれぞれ39k m<sup>2</sup>と29k m<sup>2</sup>であるが、週間流量は大別川で常に多く、100万-200万トンあり、オッポロ川では50万トン以下のことが多い。大別川やオッポロ川では融雪による増水は短期間で終わり、表面の氷が融けて採水可能になった時には、すでに大方の増水が終わった後であり、今回の観測結果からは融雪による増水期および流量ははっきりとしなかった。

観測時における各河川の硝酸+亜硝酸の濃度には、明らかな差が見られた(図3)。変動がかなり大きいものの、農業開発が集水域の2/3で行われている大別川では、20-70 μg/Lと3河川のうちで常に

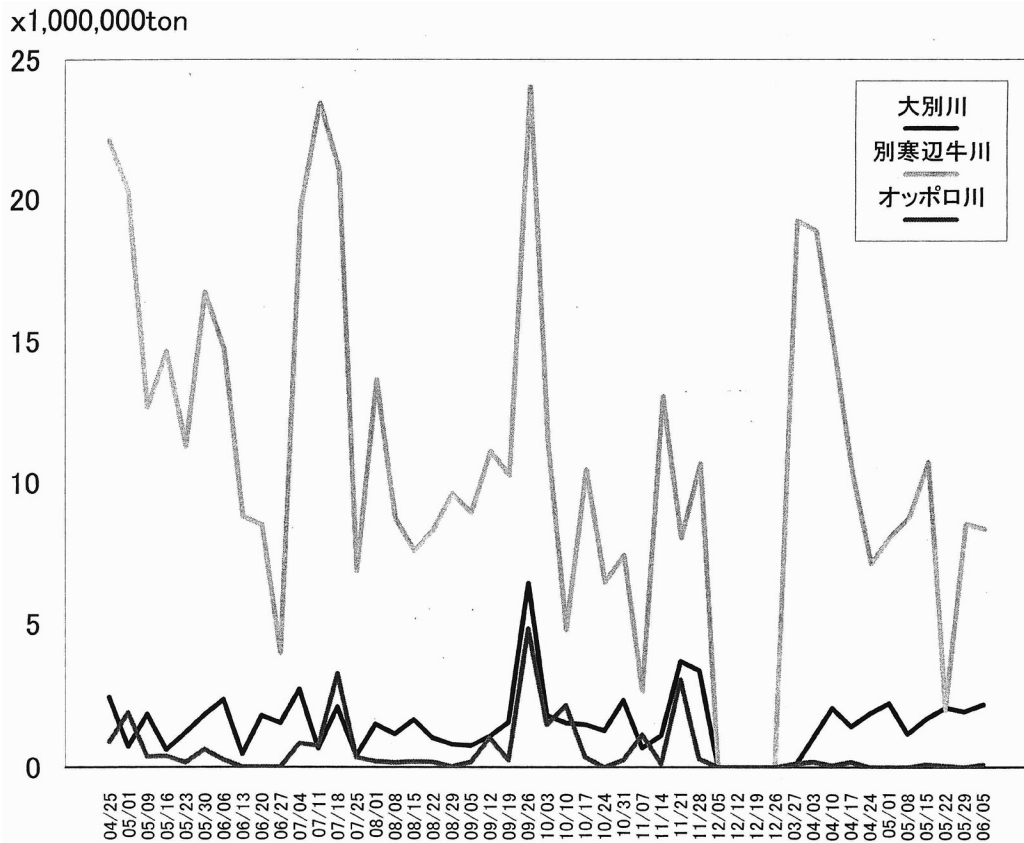


図2 別寒辺牛川本流、大別川（農地開発された集水域を持つ）、オッポロ川（農地を持たない集水域）における週間の総流下水量の年間変動。毎週1回の観測からの推定。

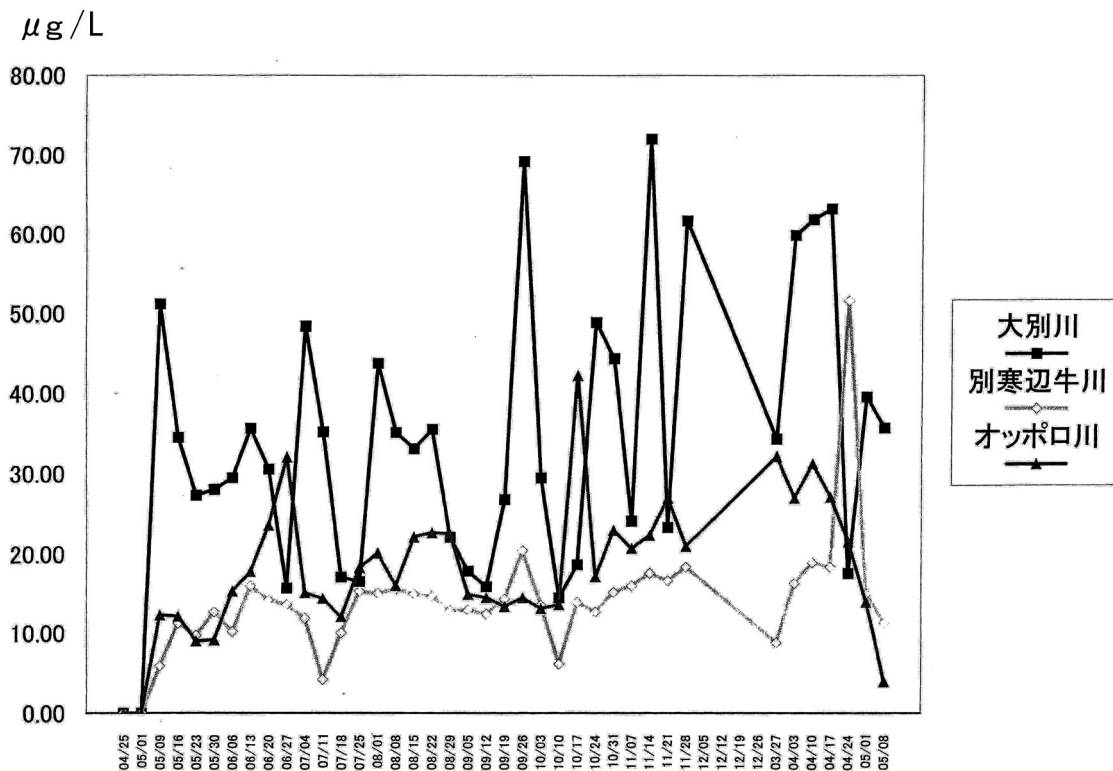


図3 別寒辺牛川本流、大別川、オッポロ川における毎週1回の観測において測定された河川水の硝酸+亜硝酸濃度の年間変化。大別川は潮の干満の影響を受ける為、変動が大きい。流下している硝酸+亜硝酸の濃度は、海水の浸入によって薄められる。

最も高く、別寒辺牛川の5–15  $\mu\text{g/L}$ 、オッポロ川の10–30  $\mu\text{g/L}$ を大きく上回っている。ここで、20%程度の農地開発が行われている別寒辺牛川の濃度が、農地が1%以下のオッポロ川よりも低いことが注目される。この理由としては、集水域が大きいために河川の流程も長く、河川や広大な湿原での窒素取り込みなどの生物過程があることなどの可能性が考えられる。観測された全濃度から1年間で厚岸湖に流れ込む全無機態窒素の量は、別寒辺牛川本流で6,120kg/年、大別川では2,250kg/年、オッポロ川で420kg/年と、集水域の大きさの割に大別川の貢献がかなり大きいことがわかる。

一方、懸濁態(粒子状)窒素(PON)の濃度は1mg/L前後で、3河川であまり大きい差は見られない。オッポロ川でやや濃度が低い程度である(0.5mg/L以下)。湖沼の環境基準とされる全窒素濃度の0.2mg/Lと比べてもかなり高いといえる。観測値を週間流量で乗じて計算した年間の流下懸濁態窒素の全量は、別寒辺牛川で37,000kg/年、大別川で3,800kg/年、オッポロ川で2,150kg/年であった。この年間流下窒素の量をまとめた表1をみると、別寒辺牛川全体では、51.8トン/年(115.9kgN/k $\text{m}^2$ /年)となっている。その中で、流出する窒素の82%は懸濁態窒素の形態で流れてきている。しかし、その割合は大別川と他の2河川では非常に異なっている。大別川では全体の37%が無機態窒素で流下するのに対して、オッポロ川や別寒辺牛川本流では15%前後が無機態であり、残りは粒子状有機物として流下してくる。この違いは、大別川流域の農場から多くの窒素が硝酸または亜硝酸として流下することを表わしている。

## 4. 非定常(大雨)時の陸からの窒素流入

大雨や融雪などの非定常時には、多くの栄養塩や有機物が流下することが知られている。水収支から言うとこれら非定常時の流量は一般に年間流量の9割を超えている。当然、流下する栄養塩と有機物も非定常時に年間流下量の大部分が短時間に流下することが推測される。

厚岸水系では、どのくらいの量が非定常時に流出するかを知るために、上記3河川で大雨時の観測を行った。期間は、2000年4月21日から5月1日までの11日間、観測間隔は6時間、各河川1日4回の観測を行った。観測項目は定常時の観測と同じである。雨量は厚岸町太田のアメダスのデータを用いた。観測期間に2回降雨があった。1回目は4月22–23日に約40mmの降雨があり、2回目は4月28–29日に約80mmに相当する降雪があった。

この間の3河川における流量は、図4に示したように、降雨・降雪によって増大している。増大しその後回復するパターンは第1回目の降雨のときのほうが、第2回目の降雪時よりも明瞭である。特に、別寒辺牛川では第1回目の降雨の影響による流量の増大が元のレベルまで減少する前に第2回目の降雪があったため、降雪時の反応は明らかでない。また、降雪の場合は雪が徐々に融けて川に流れ込むまでに時間がかかるので、当然ながら河口域での反応は雨の場合に比べて鮮明ではない。大別川やオッポロ川に比べて別寒辺牛川本流では降雨の影響が雨が上がってから長く続くのは、流程がかなり長く河口域まで達するまでに物理的にも時間がかかることがあるが、やはり森林が草原や裸地に比べて雨の保水力が大きいことが、その主要な原因であろう。

大別川と別寒辺牛川本流のそれぞれの集水域における保水力の違いを、1999年10月の降雨時の連続観測の結果から示してみよう。このときは、観測を始めた10月28日の直後の午前5時から雨が降り始め、28日のほぼまる一日降って夜の10時に雨は上がった。総雨量は66mmであった。この大雨にあわせて2河川で1時間ごとに3日間、同じような観測を行った。この雨で、大別川流域には253万ト

## 非定常(降雨)時の河川からの流入

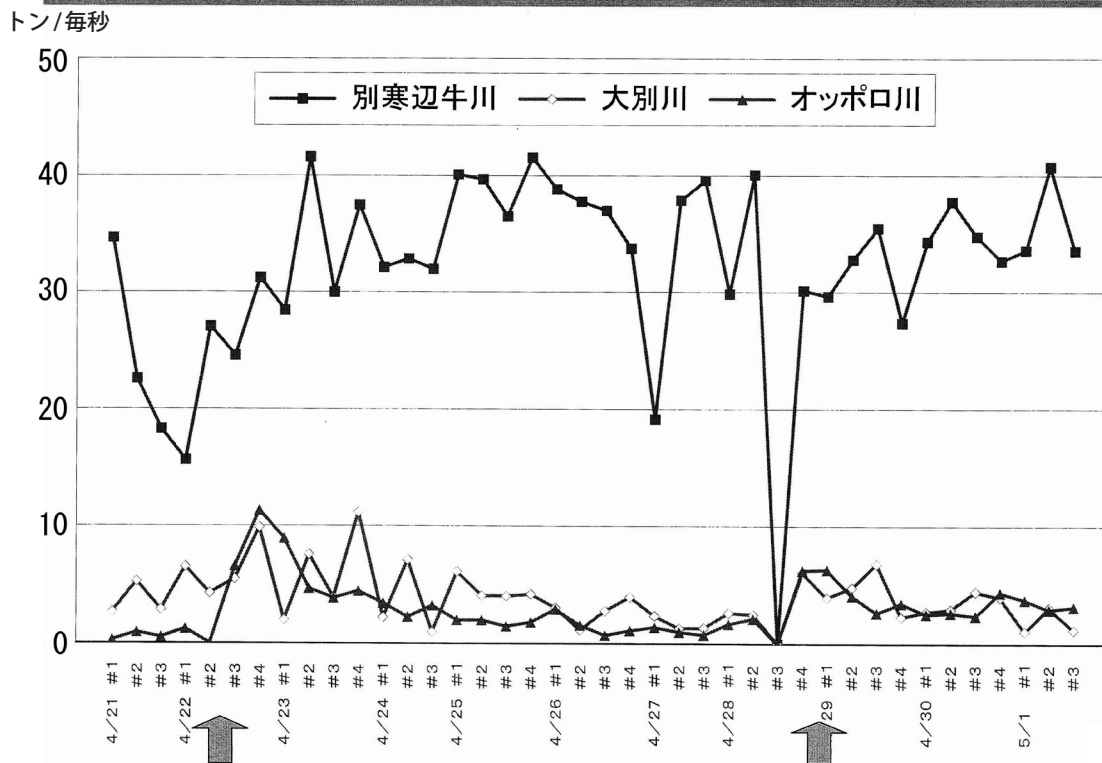


図4 2000年4月21日から5月1日までの別寒辺牛川本流、大別川、オッポロ川の3河川における流下水量(トン/毎秒)の6時間ごとの変動。この間、4月22日に40mmの降雨があり、4月28日は70mmの降雨に相当する降雪があった。

ン、別寒辺牛川本流の流域には2,483万トンの雨が降ったと推定された。河川の流量は別寒辺牛川本流で降り始めから12時間後に急激に増加し始め、3日後においてもほとんど減少がみられなかった。一方、大別川では、3日後にはほぼもとの流量に回復していた。1時間ごとの水位と流速の観測から、72時間以内に大別川の流域に降った雨の66.0%が河口から厚岸湖に流出したと計算された。一方、同じ時間に、別寒辺牛川では降った雨のわずか12.8%が流出しただけであった。別寒辺牛川流域は大別川のほぼ10倍の面積があり、当然流程も長いので集水域の山側に降った雨が河口付近まで流れてくるためには時間がかかることもあるが、それを差し引いても、大別川の保水力が別寒辺牛川本流に比べてかなり低くなっていることがうかがえる。一般的に、降雨量の30%くらいは植物の葉や地表から空気中に蒸散作用で水が失われるといわれており、厚岸地方が気温がかなり低いために蒸散作用が多少少な目と思われるものの、大別川では降った雨から蒸散で失われた量を引いた残りのほとんどすべてが3日間で厚岸湖まで到達してしまったことを意味している。これは森林が草地に変わったことと関係があるだろう。

また、1999年10月の大雨時の栄養塩の観測結果では、ケイ酸塩については両河川で有意な違いが見られなかったのに反して、硝酸塩とリン酸塩については明らかに大別川で濃度の急激な増加が起こった。別寒辺牛川においては、リン酸塩・硝酸塩ともに降雨の前と後に濃度の変化が見られない。ケイ酸塩では流量の増加にしたがって濃度は明らかに減少した。大別川では河川流量が増加したばかりではなく、濃度も大幅に増加しており、リン酸塩と硝酸塩の流出量は非常に大きく増大した。この結果は、磷酸と硝酸の増加は農場などの排泄物由来のものが降雨によって普段の流出以上に流出することを示している。ところが、降雨量が異なると、このような濃度の増大が起こらないこともあることが翌年の観測から明らかになった。



2000年4月の雨と雪の場合には、非定常時の3河川での栄養塩濃度の変動に、それぞれの河川の特徴的な現象が表れている。図5にそのときの硝酸+亜硝酸の濃度の変化を示した。3河川のうちで大別川がもっとも濃度が高いのは、定常時と同じである。しかし、このときの結果では、降雨があったときには、大別川の硝酸濃度はむしろ減少する。これは、高い濃度にある定常時の状態が降雨によって一時的に希釈されたと考えられる。別寒辺牛川では、降雨時に濃度のゆっくりした増加が見られるが、これがこのときの降雨が直ちに影響したとは考えにくい。むしろ、降雨と関係なくゆっくりした濃度の上昇と下降が長い周期で起こっているように見える。一方、オッポロ川では降雨時にわずかの濃度上昇が見られる。

一方、懸濁態の窒素は3河川ともに降雨時に濃度が大きく上昇する。雨が降ると、懸濁態の窒素はオッポロ川でもっとも急激に濃度が増える。大別川は別寒辺牛川本流とあまり濃度は変わらない。その結果、全窒素の流入量は別寒辺牛川本流とオッポロ川ではほとんど変わらないくらいになり、大別川ではむしろ一番低い量になる。この結果は、予想と違って、厚岸水系では農地開発の影響で河川に影響が出るのは、硝酸+亜硝酸の濃度においてであり、全流出量としては必ずしも農地開発したところのほうが多くの窒素の流入があるという結果にはならなかった。そのもっとも大きい理由は、開発のない流域では、降雨や融雪による増水などの非定常時に、大量の懸濁態有機物が流出してくることである。なぜそのようなことが起こるのか。どこでもそうなるのか。一般に降雨によって地表面のいろいろな物質を洗い出し、溶かし出すために流出負荷が増えることが知られており(宗宮, 1990)、しかも保水力の大きい森林よりも草地のほうが負荷の増加は大きいと考えられるにもかかわらず、この結果からは異なったプロセスが推測される。この原因はいまのところ不明であるが、北海道東部の河川流域に広く存在する低湿

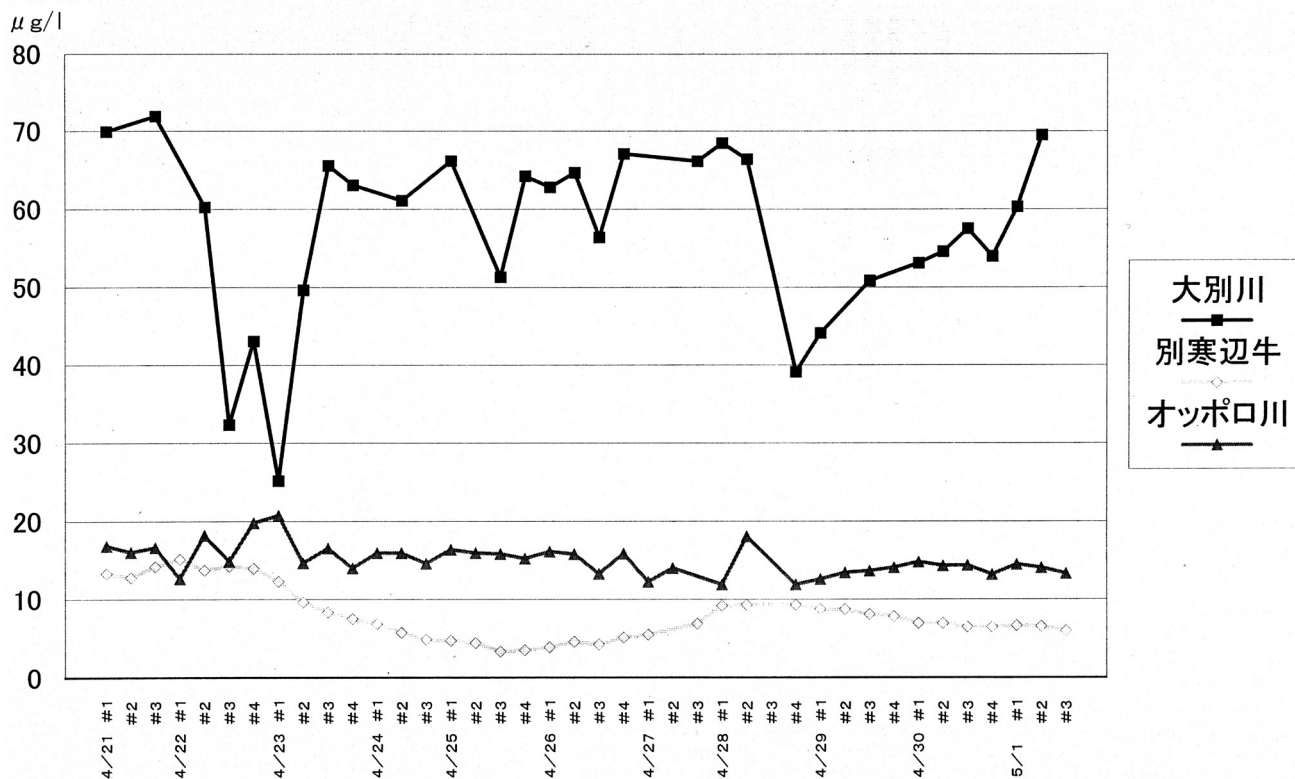


図5 2000年4月21日から5月1日までの別寒辺牛川本流、大別川、オッポロ川の3河川における河川水の硝酸+亜硝酸濃度の6時間ごとの変動。この間、4月22日に40mmの降雨があり、4月28日は70mmの降雨に相当する降雪があった。大別川では満潮時海水の影響を受けて濃度が希釈されるので、満潮時のデータは除いて示した。

原が定常時に懸濁態粒子をトラップし、降雨があるとその蓄積が大量に流れ出すという可能性が考えられるが、湿原における栄養塩や有機物のフラックスについてはあまり研究が行われておらず、今後の課題である。さらに河川内における生物過程による栄養塩や有機物の変化などについては、この研究では知ることができなかった。これらは今後の課題として残っている。

## 5. 河川水が厚岸湖に与える影響

河川水の影響が厚岸湖生態系に与える影響については、物理モデルMK2をもちいて厚岸湖で2層、厚岸湾で8層に分けて水の動きをシミュレートした。また、生態系モデルNPZDをもちいて炭素および窒素の動態をシミュレートした。以上二つのシミュレーションモデルに、観測データをはめ込んで計算した。物理モデルによる計算で厚岸湾内に上下逆の潮流があることかわかり、河口循環流・潮汐残差流の再現ができた。また、生態系モデルによる予測的な結果では、河川からの栄養塩の流入が厚岸湖における植物プランクトンの消費量を大幅に上回っている。これは、モデルが海草の生産を考慮に入れないという欠点があるためであるが、それでも大別川のような一時的に大量の栄養塩が流出することが決して沿岸の生産に結びついていないことを示している。

4月25、26日、河川における調査に合わせて沿岸域（厚岸湖・厚岸湾）の14点において上下2層の海水を採取し、3河川の河口における調査と同じ内容の測定を行った。また、それ以降厚岸湖において5月11、26日、6月9、23日、7月12日、8月8日の6回、6点で上下2層の観測を行い、厚岸湾においては、4月26日、5月10日、6月1、15日、8月11日の5回5点の上下2層において観測を行った。結果は現在分析中で、一部のみが分析済みである。解析はまだ行われていない。

### 湿原・河口域生態系に関する調査・研究

- 1) 3河川が流れ込むところには、汽水域である厚岸湖があり、ここにアマモとコアマモが生息している。藻場の面積・アマモ・コアマモの現存量を潜水による坪刈り採集によって推定した。潜水による分析調査を6月8日と6月19・20日、7月7日に行った。また、過去の藻場の分布面積を推測するために、過去50年間で10回程度行われた航空撮影の写真資料を収集したが、解析はそのうち2回（1982年と1990年）について行った。その結果、1982年から1990年までの9年間で約25%のアマモ場が減少していることがわかった。その原因や、河川流域の農地開発との影響については、現在解析をすすめているところである。
- 2) 別寒辺牛川と大別川、オッポロ川の生物多様性に関して、河川環境の違いが生物の多様性に与える影響をみるために、水草類、葉上生物、底生生物の定量採集を2000年8月9・10日、2001年8月8日に行った。水草類はカヤックで川を下流しながら、水草の種類と分布をおおまかに記録し、3河川14点において、底生生物はエクマンバージ型採泥器で、葉上生物は0.5mmメッシュのかぶせ網をもちいて潜水によって採集を行った。生物群集の資料は解析中であるが、その種の同定は困難を極めており、データに基づいた3河川の生物群集の違いと多様性の動態を論じるにはまだ無理であるが、以下のような点が、現在のところ明らかになっている。

①別寒辺牛川とオッポロ川では、本州の川でほとんど絶滅寸前の状態といわれているカワシンジュ

ガイの個体群が生息していることが確認された。しかもその個体群は、とくに別寒辺牛川において豊富である。大別川ではいまのところ生息が確認されなかった。

②3河川とも水草帯が発達しているが、別寒辺牛川とオッポロ川では、流れのある場所ではバイカモ、流れのない場所ではネムロコウホネなどの比較的貴重な水草類が豊富で多様性が高かったのに対して、大別川ではクロモの一種など泥底止水域に特徴的な水草が多く、富栄養の影響が水草の種組成においても見られた。

③厚岸湖奥の潮間帯上部干潟で、多数のカワザンショウガイが発見されたが、この貝は未だどこからも報告されたことのない種であることが明らかになった。現在、新種（和名をアッケシカワザンショウと新称）として報告するように準備中である。

アサリの生長量と現存量調査は厚岸湖内の干潟において毎月サンプリングを行った。実験室においてアサリの摂取量と成長速度を測定している。アサリの成長が密度と関連していることが明らかになった。このことは、餌の量がアサリの成長に重要であること、厚岸湖におけるアサリの成長が餌によって制限されている可能性が強いことを示している。餌量は河川からの栄養塩流入と厚岸湖における植物プランクトンの生産に規定されていることから、陸上生態系のあり様がアサリの生産に重要な寄与をしていることが示唆されるが、具体的なメカニズムについてはシュミレーションモデルによる解析を進めていかなければならない。

## 6. 定常時と非定常時の厚岸湖における物質の流れの違い

以上の結果と現在までに明らかになった厚岸湖の生物群集と栄養塩分布の構造から、定常時と非定常時における窒素の流れのパターンを図6と図7のように推定している。

まず、定常時には、森林と農地から河川を通して無機態窒素 (DIN) と懸濁態窒素 (PON) が流入してくるが、農地からはDINもPONも比較的高い濃度で河川に入ってくる。とくに森林からに比べてDINの濃度が高いのが特徴的である。河口から厚岸湖に流入したこれらの窒素は、厚岸湖内の生物群集の食物連鎖に取り込まれる。DINは主として水中の植物プランクトンにより速やかに利用される。植物プランクトンは動物プランクトン→魚という食物連鎖の基礎生産者として働くが、厚岸湖においてはカキ・アサリというろ過食性の二枚貝が大量に養殖されており、植物プランクトンはこれらの二枚貝の餌として直ちに利用される。カキ・アサリのろ過速度と摂食速度は非常に大きいため、厚岸湖では植物プランクトンが餌として十分な量が確保されていない (Winata and Mukai, 未発表) 事がわかっている。特にアサリやカキがたくさんの餌を食べて成長する春から夏にかけて植物プランクトンはきわめて少なくなっている。

流入してきたPONは、湖内で生産された有機物残渣 (デトリタス) とともに、これらろ過食者の餌として、質的には劣っているが、比較的大量にあるために、植物プランクトンの不足を補っていると考えられる。その餌としての貢献は、量的には植物プランクトンをかなり上回っていると思われる。一方、食べられなかったPONの一部は、潮流によって厚岸湾に運び出されるか、もしくは湖内で堆積する。堆積したPONは、やがて分解されて底泥中で無機態窒素になり、厚岸湖のもう一つの重要な基礎生産者である海草 (アマモ・コアマモ) に吸収されて海草の生産に寄与する。海草は一年中生産を行い、枯れたアマモの葉は、デトリタスとなってカキ・アサリの生産に寄与している。しかし、この過程は直ちに

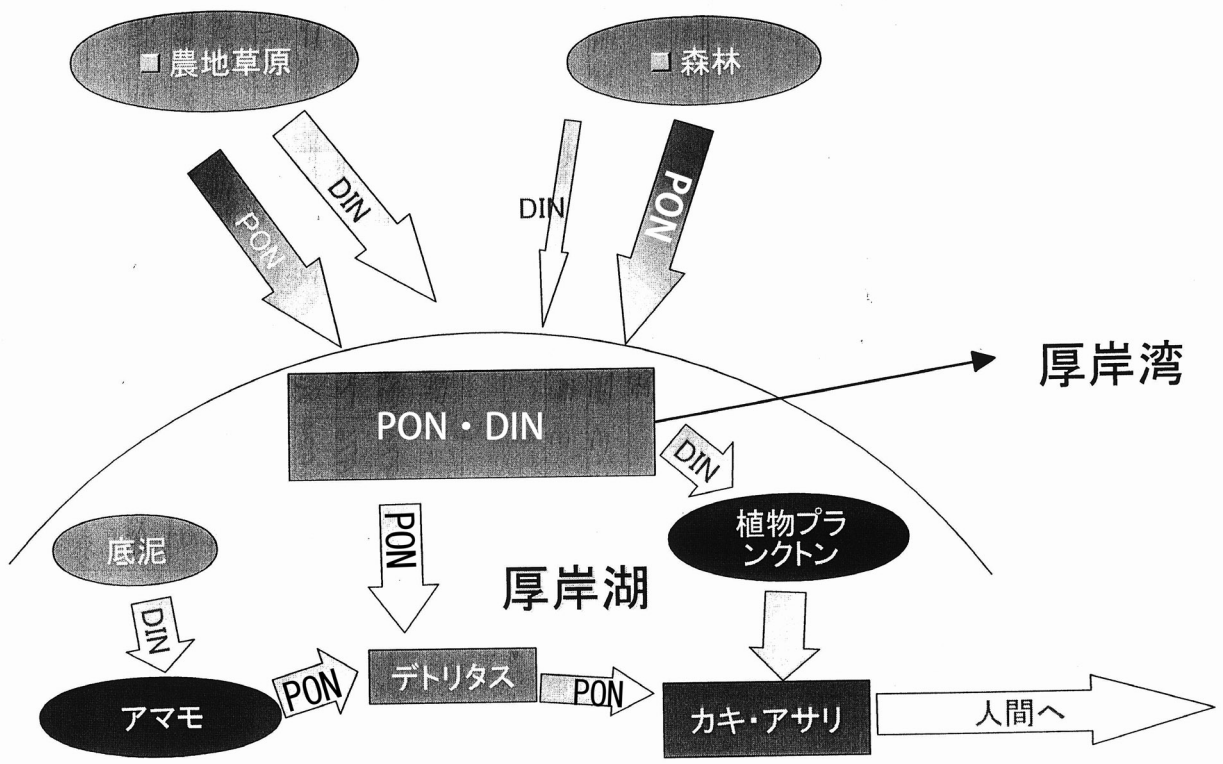


図6 定常時における厚岸湖生態系における窒素の流れを推測した図。

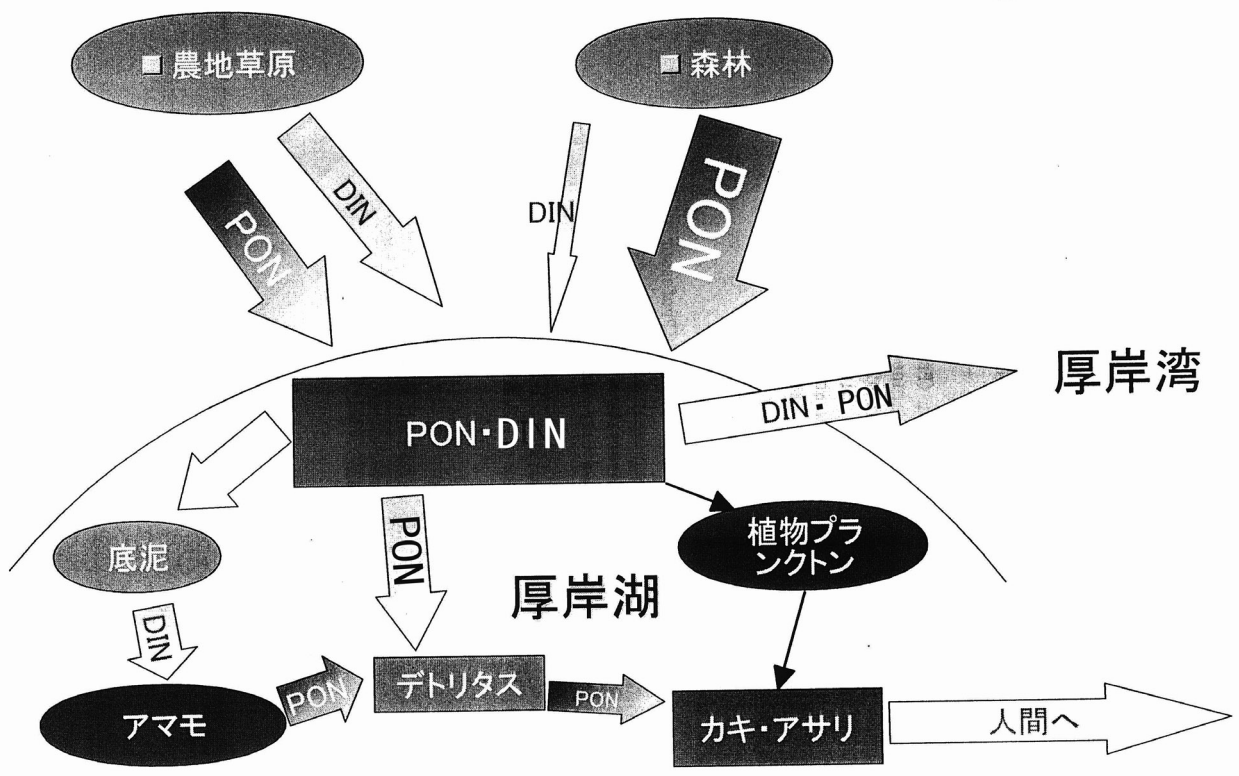


図7 非定常 (大雨・融雪) 時における厚岸湖生態系における窒素の流れを推測した図。

進むわけではなく、数ヶ月から数年という時間的な遅れで厚岸湖の生態系を循環させている。

ところが、非定常である降雨時や融雪時にはどのようなことがおこるだろうか。まず、河川から大量の水が高速で厚岸湖に流入する（もちろん、粘土などの無機粒子が懸濁することによって海水の透明度が下がったり、その堆積が海草・海藻の光合成を妨げたりするという効果も無視できないが、ここではそのような物理的な影響については論じない）。流下してくる水中のDINとPONは、定常時に比べて高い濃度を示している。量も非常に多い。とくに、森林や湿原からのPONの流出は非常に多くなる。しかし、これらの窒素の多くは、河口から厚岸湖に流れ込んだあと、大量の河川水とともにすみやかに厚岸湾に流出してしまうことが予想される。もちろん流入した量のどれだけの部分が厚岸湾に流出するかというのは、そのときの降雨量によっても、潮流の大きさによっても異なるので一概に言うことはできないが、降雨量が大きければ大きいほど（それは同時に流下してくる窒素の量も大きいことを示している）、厚岸湾へ流れ去る量も大きいということができよう。

その結果、湖内で植物プランクトンの生産にまわされるDINは定常時よりも減少することが予想される。つまり、定常時に比べて圧倒的に多くのDINやPONが流下してくるにもかかわらず、その多くは厚岸湖の生態系の物質循環に有効に組み込まれないと予想される。ただし、PONのかなりの部分が厚岸湖の泥底に堆積し、アマモ・コアマモの生産を通して時間遅れでカキ・アサリの餌となり、湖内の物質循環に寄与している可能性は大きいだろう。その際には、海草の生産量が厚岸湖生態系の物質循環に果たすかなり重要な要因になってくる。

## 7. おわりに

今後の課題としては、アサリ・カキの餌の特定、定常時と非定常時における厚岸湾水と厚岸湖水の交換率、定常時と非定常時の厚岸湖内におけるPONの堆積量の分布、などが明らかにされる必要がある。

### 謝辞

本研究は、河川環境管理財団の河川美化・緑化研究助成金によって行われた。深く感謝する。非定常時の観測は、岸研究室の朝日広二、黒田寛、斎藤正子、赤羽敬子、東信隆、大島ゆう子の各氏が中心になって行われた。定常時の観測は向井が行い、飯泉が北海道水産研究所のオートアナライザーとCHNコーダーを用いてすべての栄養塩および有機物の測定を行ったが、観測と測定には、厚岸臨海実験所の五味寛子、長谷川夏樹、渡辺健太郎、有坂美紀、濱野章一技官、その他の各氏の協力を得た。深く感謝する。

### 参考文献

- 橋本克彦：「日本の森と海に未来はあるか」 講談社（東京） pp.354（1995）  
畠山重篤：「森は海の恋人」 北斗出版（東京） pp.192（1994）  
森林総合研究所東北支所（編著）：「東北の森 科学の散歩道」 熊谷印刷出版部（盛岡） pp.235（2000）  
宗宮 功（編著）：「自然の浄化機構」 技報堂出版（東京） pp.252（1990）  
須藤英雄（編著）：「海からみた地球環境」 成山堂書店（東京） pp.234（1994）  
矢間秀次郎（編著）：「森と海とマチを結ぶ」 北斗出版（東京） pp.243（1992）  
柳沼武彦：「森はすべて魚つき林」 北斗出版（東京） pp.246（1999）

## 著書および論文・学会発表などの成果

向井 宏:「藻場(海の植物)と干潟」 杉山恵一監修/自然環境復元研究会(編)

『海辺ビオトープ入門:基礎編』 p. 51-78 信山社サイテック(2000)

向井 宏:「沿岸生態系における生物多様性」 宇田川武俊(編)

『農山漁村と生物多様性の保全』 pp. 100-110 農林水産技術情報協会(2000)

小池勲夫・向井 宏・菊地永祐・中田喜三郎・鷺見栄一・佐山幹雄・岡 健司・中根 徹

・寺澤知彦:「海底境界層における窒素循環の解析手法とその実際」

産業環境管理協会(丸善) pp. 195(2000)

齋藤正子:「厚岸湖の栄養塩循環における河川水の影響について」北海道大学水産学部卒業論文 pp. 1-68(2000.3)

朝日広二:「厚岸湖に流入する物質の定量化とその拡散についての研究」北海道大学水産学部卒業論文 pp. 1-24(2000.3)