

2002年から2006年の朱鞠内湖（雨龍第一ダム）の水環境について

石川 靖 日野 修次* 三上 英敏 五十嵐 聖貴 高野 敬志** 吉岡 崇仁***

要 約

ダム貯水池（ダム湖）は、貯水、砂防、洪水対策、農業や水道、工業用水、発電等の目的で作られている。そのため、人為的に規則的な水量管理が成されて来た。ダム湖は多数存在するが一部を除いては、その水環境についての報告は天然湖に比しては少ないものの、富栄養化等の環境悪化に関する報告はある。このため、天然湖同様に生態系の解明が求められ始めている。

筆者らは、ダム湖で起きる生態系変動の解明のため、国内で最大の湛水（表）面積（23.7km²）を有する雨龍第一ダム湖を対象に2002年から2006年まで水質、微生物等の総合的な環境調査に取り組んだ。その結果、湖内の南部に位置する地点と流入河川がある北部の地点では水温、透明度、クロロフィル-a、栄養塩類に差があることが分かった。また、これらの経年変化から2004年前後から湖内環境が大きく変わっていることが示唆された。その理由としては、酪農業由来の栄養塩類の負荷低減や2003年に行われたダム堤体に対するメンテナンス作業に伴う大規模な人為的水位低下が影響したためと考えられた。

Key Words: ダム湖、栄養塩、水温長期観測、クロロフィル-a、クラスター分析

1. はじめに

ダム湖は、天然湖と違い人為的利用を前提とした目的を持って作られてきている。その主な目的は、機能面からは貯水、取水、砂防、洪水調節（治水）、農業や水道、工業用水、発電等、目的数により専用、多目的などに分類されている¹⁾。ダム湖は、人為的な目的利用が明確なのと同時に所有者が民間（例えば電力会社）や公共団体（国、地方自治体等）であることから維持のための水位調整、利水のための水質保全と言ったように様々な管理がなされてきている。ほとんどのダム湖は、発電や飲用を主目的とすることや運用の安全面も含めて、人的活動が乏しいか定住人口がほとんどないなどの条件を満たすことが可能な河川上流部に設置されることが多い。一方で、ダム湖においても天然湖と同様に富栄養化の問題²⁾も起きている。川の流入地点の流水環境からダムサイト（堰堤）付近の止水環境にいたるまでに、3つの深く関連しあった生態系が連続しており³⁾、流下方向の変化は、物理的、化学的、生物的特性を異にする明瞭な三つのゾーンに分けられると考えられている⁴⁾。

ダム建設は、少なくとも紀元前400年から300年までにさ

かのぼることが出来る¹⁾。ダムは、第二次大戦後の経済成長に伴う水需要の増大により建設数が増えたことにより土木工学的な視点で研究開発がなされてきた。一方で、ダム湖として有している水環境や生態系に関する調査研究については、人為的管理がなされていること、生態系環境としての特徴や再現性を見いだすににくいこともあり、天然湖の報告に比して多くはないと見られる。ダム湖を天然湖としてとらえた場合、独自の生態系の存在を見いだすのみならず、長期的な観測と合わせて貧栄養から富栄養化への環境移行の過程解明に役立つと考えられる。

北海道におけるダム建設は、1913年に完成した東根岡第一ダムが最初である¹⁾。以後、今日までに多数のダム堤体の完成に伴いダム湖が出現してきており人々や産業に多様な目的で利用されてきている。1943年に完成した北海道の北方の幌加内町に位置する雨龍第一ダム（以下朱鞠内湖）は、当時としては国内最大規模の容積を持っていた。この記録は以後完成したダムに抜かれたものの、湛水面積は未だ日本一である⁵⁾。また、流域のほとんどは針広混交林域を中心とした多様な森林、湿地で構成されており、そのほとんどが北海道大学の管理運営により適切な保全がなされてきている。当湖におけるこれまでの調査研究は水質やプランクトン^{6,7)}、ワカサギの生態⁸⁾について報告があるものの、単年度の季節変化が主体であり経年的な傾向は把握されていない。

筆者らはダム湖における季節的な水環境変動や生態系変

*山形大学理学部

**北海道立衛生研究所

***前総合地球環境研究所

遷に加えて天然湖沼として見た場合の特徴を明らかにするために、当湖において2002年から2006年までの毎年5月から10月までの経月年に渡り、水温、栄養塩、クロロフィル-a等の水環境の基礎となる項目について測定を行い、積み重ねてきたデータを解析考察したので報告する。

なお、以下の記述では、正式名称である雨竜第一ダムより通称名である朱鞠内湖が広く支持されていることから後者を用いる。

2. 方 法

2.1 調査地点の概要

調査研究の対象である朱鞠内湖は、石狩川水系雨龍川支流の太釜別川に発電目的で設置された。隣接して同水系同支流宇津内川には雨龍第二ダム（以下宇津内湖）が朱鞠内湖の水位調整用貯水池として設置された。図1に湖岸地形、主な流入河川、調査地点を示した。両湖は図1に点線で示したように地下水路で繋がっている。ダムの設置により湖水は、東側の取水口から延長約3.5kmの導水路を経て発電施設へたどり着き、発電利用後に天塩川へ放流されるように流路変更がなされたものの灌漑期（5月～7月）にはsta.1の南部に位置するダム放流口から雨龍川へ放流¹⁾し、ダム建設以前と同様にその時期は河川水量を維持している。

朱鞠内湖の基礎緒元は、湛水面積 23.7 km²（宇津内湖：1.8km²）、総貯水量 2.4 × 10⁸m³（2.1 × 10⁷m³）、流域面積 202.5km²（109.7km²）である^{1, 9)}。流入する河川は、北部沿岸に集中し、時計回りに泥川、ブトカマベツ川、美深越沢川、赤石川、モシリウンナイ川などがある。湖岸地形はリアス式海岸に似た複雑な地形構造を有し、湖内には13の小島が浮かんでいる。

当湖のある幌加内町の気温傾向は、平均気温4.3～5.2℃、降水量1,300～1,450 mm前後、日照時間1,300時間前後である⁵⁾。道内他湖沼同様¹⁰⁾に12月中旬から4月中旬まで湖面は全面結氷する。町人口は1,950名程度で近年は微減傾向にあり、加えて流域に市街地がない事から生活活動による影響はほとんどないと考えられる。

調査地点は、湖内地形や流域の特徴を踏まえて8地点（sta.1～sta.8）を設定した。調査期間中における各地点の水深は5年平均で、sta.4は4.8 ± 1.3m、sta.5は3.5 ± 1.0m、sta.6は6.1 ± 1.4m、sta.3は9.3 ± 2.0m、湖心部であるsta.2は26.5 ±

3.2m、sta.1は26.9 ± 4.6mと湖内は北から南に向かって深くなっており、東西に位置するsta.7は7.0 ± 2.0m、sta.8は9.4 ± 2.7mであった。

2.2 調査方法

調査は2002年と2003年は5、7、8、10月に、2004年から2006年までは5月から10月まで一月毎に行った。全ての地点で表層採水（以下0mとする）を行った他に、sta.3は表面下5m、sta.2は同5m、10m、15m、20mの各層採水も行った。採水はバンドン採水器で行い、同時に透明度と水温、溶存酸素（DO）（model-59 YSI（社）製）も測定した。湖水の分析試料は、分析要件に応じて未処理のもの、フィルターを用いて濾過したもの、フィルターにのった粒状物質などを用いた。試料は、冷蔵または冷凍保存して実験室に持ち帰った後に分析に供した。

栄養塩測定用試料は濾過処理（420℃で4時間加熱処理したwhatman（社）製（GF/F）フィルター、ポアサイズ0.7 μm）したものを用いた。各栄養塩の分析法は、亜硝酸態窒素（NO₂-N）と硝酸態窒素（NO₃-N）はスルファニルアミド・N-1-ナフチルエチレンジアミン法（硝酸はカドミウム-銅カラム還元処理後）、アンモニア態窒素（NH₄-N）はインドフェノール法、リン酸リン（PO₄-P）は

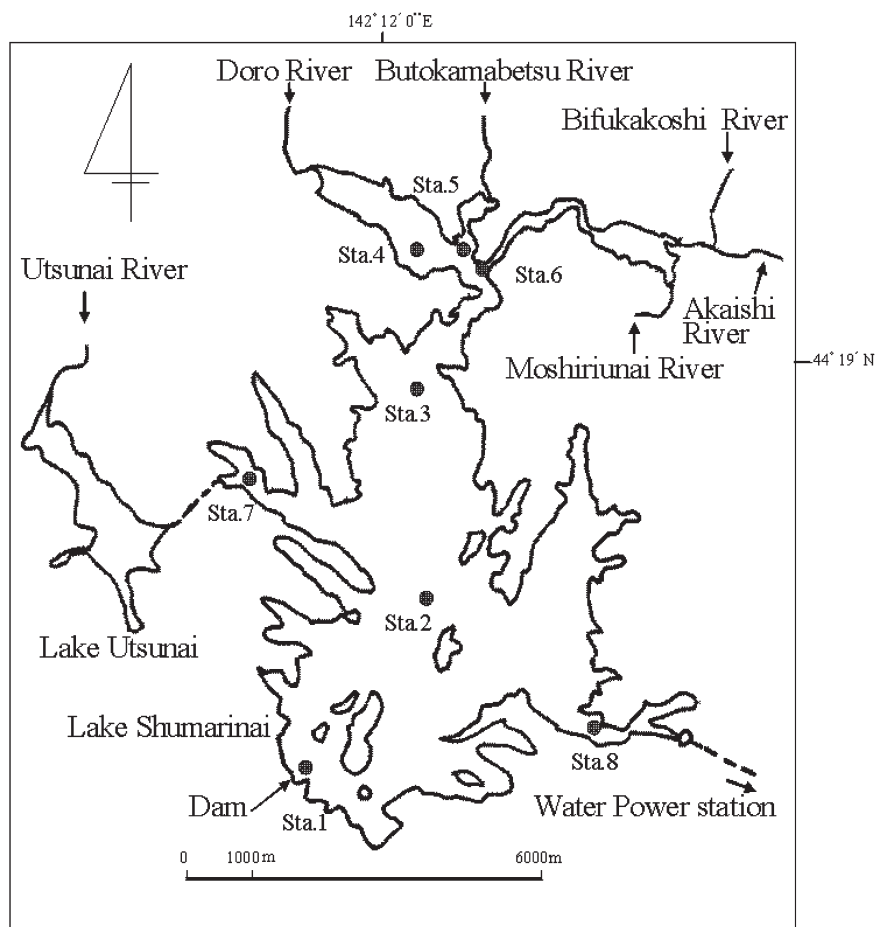


図1 朱鞠内湖の概況と調査地点

モリブデンブルー法、全窒素（TN）と全リン（TP）は濾過前湖水にアルカリ性（TPは酸性）ペルオキソ二硫酸カリウムを添加したのち加熱分解処理¹¹⁾したもの、全溶存態窒素（DTN）と全溶存態リン（DTP）は濾過処理したものをTN（又はTP）同様の条件で分解処理後、それぞれをオートアナライザー（AACS-II、BLAN+LUEBBE（社）製）で分析した。

クロロフィル-a（Chl-a）用の分析試料は、湖水を直接にGF/Fフィルターまたはヌオクレオポアフィルター（ポアサイズ2 μ m）で濾過したものか、100 μ mと20 μ mメッシュネットで前処理した湖水をヌオクレオポアフィルターに濾過したものを使用した。ヌオクレオポアフィルターを通過した濾液はさらにGF/Fフィルターで濾過して試料とした。これらのフィルターはメタノールで24時間4 $^{\circ}$ C以下の暗所で抽出したものを蛍光光度計（10-AU turner design（社）製）で分析した。

2004年から2006年の調査時期に合わせて湖内の調査地点に記憶型水温計（onset社 Optic StowAway Temp（社）製または StowAway TidBiT Temp Logger（社）製）を設置した。水温データ取得の間隔は1時間毎とした。一部の地点は係留中に荒天等の影響により失ったものもあるため全期間、全地点でデータは取りきれていない。

3. 結果と考察

3.1 水温

2005年のsta.2の湖内水温と同日の気温変動について図2(a)に日平均値として示す。期間を通してほぼ気温の上昇下降に合わせて水温も上下変動している傾向がある。6月中旬までは、水温が気温を下回った日時もあるものの、それ以後は8月上旬の一時期を除いて、概ね水温が気温を上回っていた。気温は8月4日に最高温度として23.9 $^{\circ}$ Cを示したのに対して、水温はそれより遅れ8月13日に26.0 $^{\circ}$ Cが最高水温と気温を上回った。水温変動は最高値を迎える時期までの期間において、データ取得開始後から6月下旬までとそれ以後から8月上旬まで2段階の上昇期に分けられるように見える。前期までの期間は1ヶ月の水温上昇割合は、約14.6 $^{\circ}$ Cに対して、後期は約2.6 $^{\circ}$ Cと大きな差があった。また、水温下降は8月中旬以降からの始まっており、回収時までの期間においては1ヶ月毎にほぼ一定ペースで、約6.4 $^{\circ}$ Cずつ低下する傾向が示された。

湖水の移動は河川と排出（取水）口の位置関係から南北または東西方向に沿って移動すると考えられることから、それぞれに配置されている地点で水温変動を検討したものを図2(b)、(c)に示す。

測定期間中、南北方向に位置する地点間水温（図2(b))を比較すると沿岸域地点（sta.4、5）より湖心（sta.2）の

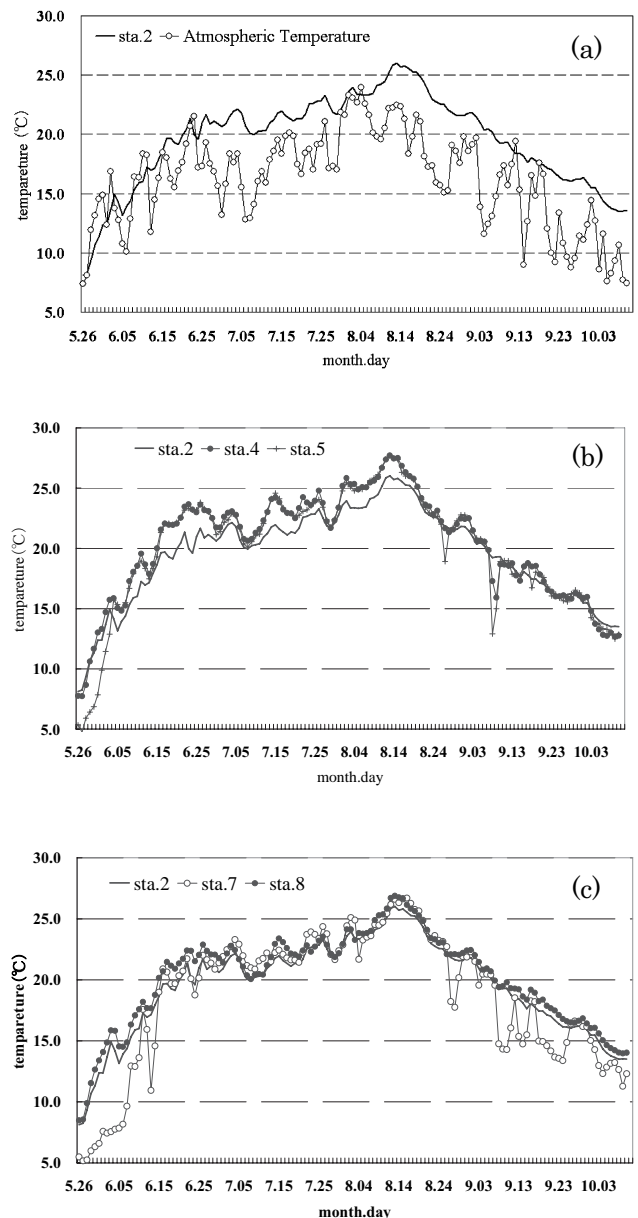


図2(a)～(c) 2005年における水温変動
(a)：気温と湖心水温、(b)、(c)地点別水温比較

水温が低い傾向にあった。この水温差は、急激な気温低下があった日時を除けば、最大水温に至るまでの期間では0.2～2.6 $^{\circ}$ C、水温下降期は0.1～1.1 $^{\circ}$ Cの差があったものの、後者の時期は沿岸地点の水温が湖心より低い温度を示した日時もあった。東西方向（図2(c))では、湖心をはさんで東西に位置する地点の水温が高かった。図中にはsta.7は他2地点と違い、5月と9月以降に極端に1.3 $^{\circ}$ C～7.3 $^{\circ}$ Cほど低くなる時期がある。この時期は、朱鞠内湖の水位調整のために隣接する宇津内湖から導水管を通じて湖水が流入する期間にあたるため、その影響を反映したと見られる。宇津内湖に関して調査は行っていないが、流域環境等に差がほとんどないため、湖水が暗渠管を通る過程で冷却された影響があったと考えられる。

3.2 透明度

図3(a)に5年間における最大、最小、平均値として透明度を示した。地点毎の透明度は、sta.1:1.5～3.8m (平均±標準偏差:2.9±0.7m、以下同)、sta.2:0.9～3.7 (2.7±0.8m)、sta.3:1.2～3.5m (2.4±0.6m)、sta.4:1.1～3.3m (2.1±0.6m)、sta.5:0.8～3.1m (2.1±0.7m)、sta.6:1.2～3.0m (2.2±0.6m)、sta.7:0.4～3.3m (2.1±0.7m)、sta.8:1.7～3.5m (2.7±0.5m)であり、平均の透明度では、地点間で3m弱と2m強の2つにほぼ分類され、その差があることが分かる。透明度が低いsta.4、5、6、7はいずれも沿岸帯に位置しており、流入河川水の影響を受けやすい地点にあることから春先の融雪水流入時発生した濁水の影響があったと見られる。sta.2に対してsta.4～7とのT検定により有意差を検討したところ、sta.4、sta.5、sta.6の3地点と差があった(P<0.05)。このことから北部に位置する地点と南部に位置する地点は季節的な変動だけでなく定常的に水質的な環境差があると考えられる。

季節的な連続観測データがある2004年と2005年は南部に位置する地点(sta.1と2)の透明度は、8月から10月にかけて高い値が示され、5月が年間で最も低かった(図3(b))。北部に位置する地点(sta.4～6)の透明度は6月に高く、8月が最も低い値を示し、南部に位置するsta.1と2と傾向に違いが見られた。また図示していないが、sta.7は2005年5月に0.35mと他地点と比して最低値にあったが、これは宇津内湖からの放流水導入に伴い地点周辺で底質巻き上げ等の影響を反映した結果と見られる(懸濁態濃度:25.4mg/L、他地点3.3～7.5mg/L)。

3.3 クロロフィル-aの変動と構造

図4(a)と(b)にはクロロフィル-aの5年間の変動を、南部に位置する地点(sta.1、2、7、8)、北部に位置する地点(sta.3、4、5、6)に分けて示した。なお、後者には変動を比較するためにsta.2のものを加えて示した。

南部に位置する4地点の変動傾向は解氷後の5月にほぼ年最低値を示した以外は、季節的な変動や年度間で似たような変動の傾向は見られなかった。各地点のクロロフィル-aの平均は、4.97(sta.1)、4.34(sta.2)、6.59(sta.7)、4.20(sta.8)μg/Lであり、10μg/Lを超える濃度は調査期間中、各地点で1～3回であった。北部に位置する地点も南部に位置する地点同様に解氷後の5月に最も低い値を示した。月毎の傾向は、河川流入部(sta.4～6)とsta.3やsta.2は季節的な変動が似通っているものの、地点が南に向かうに従って値が減少している。

図4(a)と(b)では、aの地点のクロロフィル-a濃度が全体的に低いのが、これは栄養塩供給源である流入河川から離れている地点に位置するため植物プランクトンの成長が出た結果と見られる。

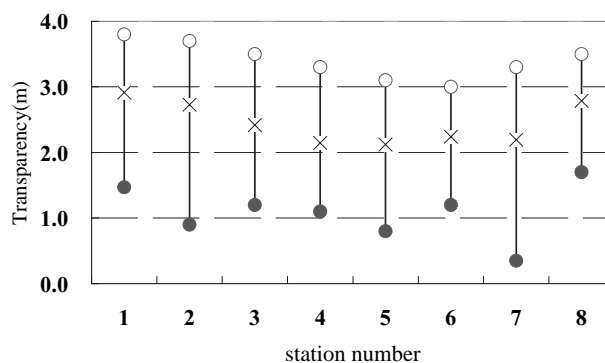


図3(a) 地点別の透明度の変動

●: 測定期間中最低 ○: 測定期間中最大 ×: 測定期間平均

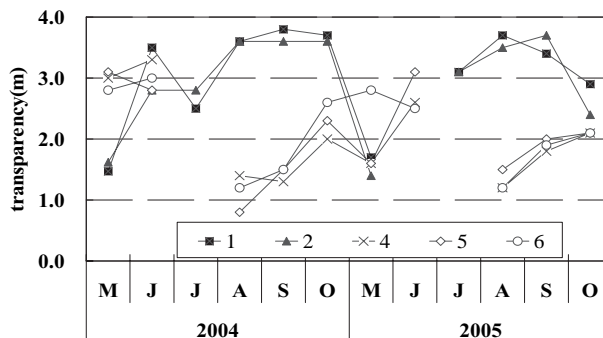


図3(b) 地点別の年間変動

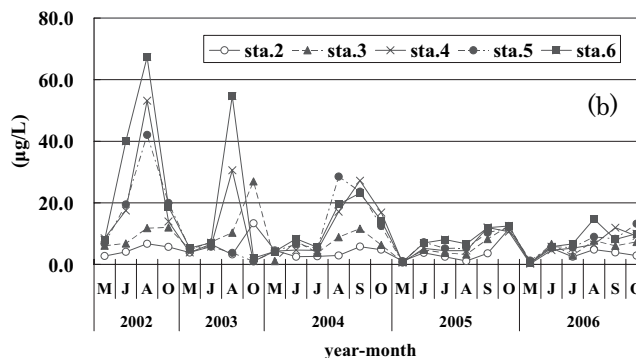
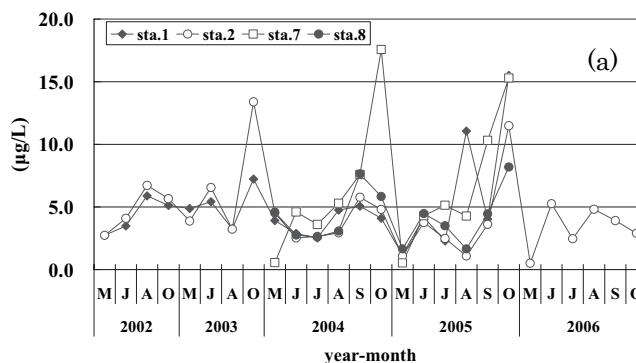


図4(a)、(b) 地点別のクロロフィル-aの変動

また、いずれの地点もクロロフィル-aは8月から10月の間に年間における最大値を示す傾向にあった。3.4で報告するが植物プランクトンの成長にとって必要な栄養塩であ

る $PO_4\text{-P}$ や $NO_3\text{-N}$ 等は調査期間のいずれの年も年間を通じて、ほぼ枯渇にあった。クロロフィル-aが年間で高くなる8月から9月にかけては、8地点とも特にその傾向が強く、増殖的な環境としてこの時期に有利な条件は見られない。一方で、この時期は突発的に来襲する台風等による降雨や暴風により栄養塩が湖内に対して一時的かつ過大に流入しやすいことや、図2(c)で示したように、南部に位置する地点では宇津内湖からの水の流入による植物プランクトンの供給の可能性も無視できない。また、ワカサギの成長期に相当していることから、それらによる動物プランクトン摂食による補食圧力低下により増殖しやすい環境であることが考えられるが、今回は、その点を明らかにする調査はなされていない。一方で、sta.1とsta.2は10月は鉛直観測の結果から観測日時前に全又は部分的に起きた鉛直混合により下層部に蓄積した栄養塩が表層にもたらされ増殖した影響と考えられた。

長期的な傾向としては、2002年から2005年にかけて全体的にクロロフィル-a濃度が減少傾向にあった。クロロフィル-aが比較的に高い傾向にあるsta.6の赤石川流域では酪農業が行われている。一般的に畜産から排出される糞尿は高濃度の窒素やリンを含んでおり、未処理により環境に放出された場合は多大な負荷をもたらすことになる。調査期間と前後して関係法令¹²⁾が整備されたところであるが、河川負荷とも合わせて解析を行う必要がある。

3.4 栄養塩環境

3.4.1 溶存態と全量としての栄養塩変動

$NO_2\text{-N}$ は各地点、いずれの調査日時においてほとんど検出されないか他の濃度に比して非常に低い濃度であったので以下に $NO_3\text{-N}$ として示す場合は、 $NO_2\text{-N}$ を含むものとする。図5(a)～(h)には、窒素成分と合わせてTPの濃度変動について検討したものを示した。

8地点とも溶存無機態窒素(DIN)の成分として濃度変動があったのは $NO_3\text{-N}$ であった。 $NO_3\text{-N}$ は5年間ともほぼ8地点において5月に年間の最大濃度(0.03～0.21mg/L)を示したものの、他の月は検出限界値以下(0.01mg/L)のことが多かった。6月から9月にかけては $NH_4\text{-N}$ を含む3成分とも全地点で完全に枯渇していたが、調査年度により10月に、 $NO_3\text{-N}$ が0.01～0.16mg/L程度の濃度が検出された地点もあった。しかし、5月を超える濃度の検出はなかった。また、 $PO_4\text{-P}$ はいずれの地点や調査時期でも一部の地点を除けば、検出限界値である0.003mg/L未満にあった。

TN、TPの濃度変動は、8地点とも増減する時期はほぼ一致していたものの、南部に位置する地点(sta.1、2、7、8)と北部に位置する地点(sta.3、4、5、6)では濃度に差があった。sta.4、5、6のTNとTPの濃度は南部の地点よりいずれの時期でもほぼ高い傾向にあった。TN濃度の

変動は、南部地点ではDINの変動(特に $NO_3\text{-N}$)に連動していたが、北部地点はそのような傾向は見られず、8月から9月にかけて増加していた。これはクロロフィル-aの増加時期とも一致していることから、南部地点のTNはDINに、北部地点のものは懸濁態窒素成分の変動が反映されていることが明らかになった。TP濃度の変動は、TN同様の傾向が見られたものの調査月や地点毎では一部では違いがあった。

表1 地点、年度別のTN/TP比の変動

TN/TP	2002	2003	2004	2005	2006
sta.1	26.4	21.0	15.7	27.6	-
sta.2	27.3	22.8	16.1	34.3	20.0
sta.3	21.7	14.5	17.7	27.6	19.9
sta.4	18.7	18.9	18.1	19.6	18.0
sta.5	18.8	23.4	19.8	16.0	15.5
sta.6	15.6	12.5	16.9	15.0	15.8
sta.7	-	-	15.4	21.0	-
sta.8	-	-	16.7	30.8	-

湖内の栄養状態を示すTN/TP比について、年度平均値として表1に示した。湖心と北部に位置する沿岸地点のものを比較すると、sta.2は16.1～34.3(5年平均:22.7)、sta.4は18.0～19.6(同:18.6)、sta.5は15.5～23.4(同:18.7)、sta.6は12.5～16.9(同:15.1)であり、沿岸3地点は、2003年以外は概ね似たようなTN/TP比を示したが、sta.2は3地点より数値的にリン欠乏傾向を示した。5年平均値で、沿岸3地点のTN濃度は0.29～0.30mg/Lに対してsta.2は0.20mg/L、TP濃度は0.017～0.021mg/Lに対して0.009mg/Lであることからsta.2においてはTP濃度がTN濃度より沿岸地点より低下割合が大きいことが影響したためと見られる。

五十嵐らは、道内にある16のダム湖の調査結果から、同時に調査を行った汽水湖と比較してTN/TP比で約30を境にして、ダム湖と汽水湖では差があったことを報告している¹³⁾。ダム湖はその比が30以下にあったとしているが、今回の調査結果も、同様の数値的範囲内にあり、朱鞠内湖のTN/TP比はダム湖としての特徴を示していることが分かる。

3.5 統計的手法による地点間の特徴

これまでの示した項目の傾向からは、湖心部と沿岸帯でその環境に差があることが示唆された。統計的手法により、その差を明らかにすることを試みた。手法としてはクラス

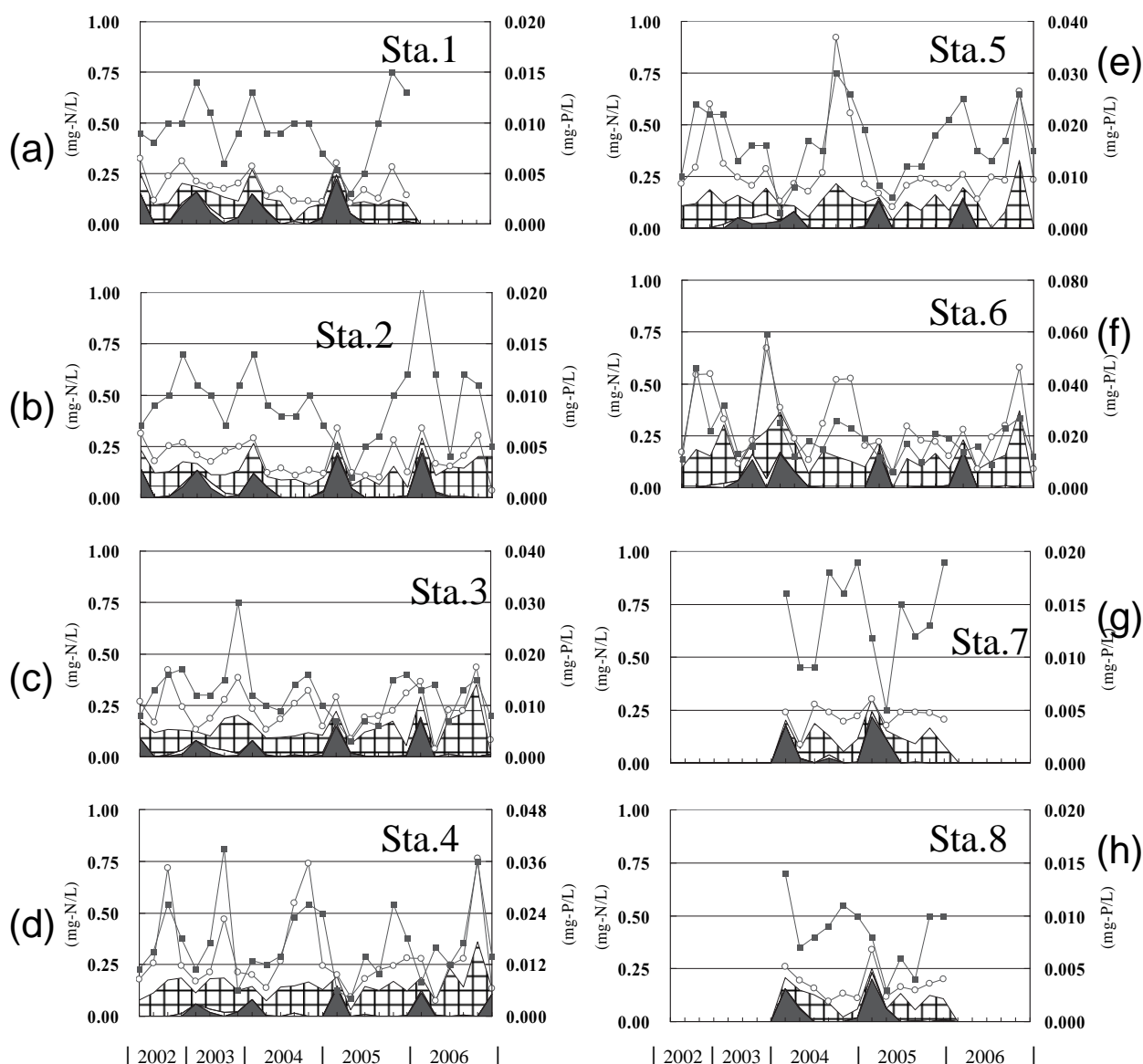


図5 a~h 地点別の窒素成分とTP濃度の変動

■ NO₃ □ NH₄ 𠄎 有機態窒素 ● TN ○ TP

ター分析法（重心法）を選択して、月と地点別のクロロフィル-a、透明度、NO₃-N（NO₂-Nを含む）、NH₄-N、PO₄-N、TN、TPの各濃度、TN/TP比を項目として選んで計算を行った。これまでの傾向から2004年を境にして違いがあることから、2002年と2005年とで比較検討を行った（図6）。

2002年の調査回数は少ないものの、距離2未満では5月、7月のsta.1とsta.2は近い関係にあることが分かる（図6(a)）。距離3.5未満では5つのクラスターになるが、8月のsta.4～sta.6、sta.1とsta.3は別にクラスターに分けられることから、8月は沿岸部と湖内で環境差があることが示唆されたが、他の月は特異的な地点（例えば7月のsta.6）を除けば差は大きくないと考えられる。また、同月のsta.4

～6では、sta.4とsta.5はsta.6と距離差が見られ、沿岸域でも2つの環境があることが示された。

一方で、2005年は距離2未満ではsta.1とsta.2やsta.3やsta.4、sta.5とsta.6と地点間距離が近い地点がクラスター樹状図では最小の距離にまとめられているとともに月毎でほぼ1つのクラスターを形成している傾向が見られる（図6(b)）。sta.7はsta.3やsta.8など近接する地点とクラスターを形成する傾向にあるが5月はそのような傾向はない。このことから宇津内湖からの流入のあるこの時期の湖内環境は全く他地点と相関をもつ環境がないことが示された。また、距離3.2未満で、5月が1つのクラスターを形成しているが、この時の気温は月平均で6.3℃と前後の年度はそれぞれ10.3℃、8.3℃と比して低く、調査時にも沿岸部の

一部は氷で覆われていたことが確認されていることから、その影響を反映した結果と見られる。

クロロフィル-aの傾向（3.3節）では2004年を境に環境が大きく変動していることが分かった。クラスター分析の結果を踏まえると、2004年以前では湖内と沿岸部において夏期は後者で高い微生物生産性を反映して差があったものの、2005年以降は地点ではなく季節的な変動の方が大きく、地点間の環境差は大きくない傾向が示された。

天然湖沼である支笏湖での観測結果を用いて、湖内2地点と沿岸5地点の化学的成分の濃度比較を行ったところ、温泉排水や河川流入の影響を反映して濃度差は少ないものの、統計的処理では項目により有意差があることが報告¹⁴⁾されている。大沼や阿寒湖においても同様に河川水が流入する点に近い観測地点は湖心部と有意差があることも報告^{15,16)}されている。朱鞠内湖においても同様にsta.7を含み河川水の流入がある地点と湖内地点で差があることが明らかになったが、2004年を境にそれらの間の環境差の違いに大きな変化が見られた。この原因は2つ考えられる。1つはsta.6と、sta.4とsta.5とで差があったことから分かるように、sta.6の流域で行われている酪農業由来の負荷低減の影響である。もう1つはダムの堤体管理に伴う水位低下の影響である。2003年に管理検査が実施されるに伴い水位が下げられた事実がある。当年の7月から9月まではsta.4～sta.6においてはダム建設以前の旧河道が肉眼で確認出来るまで完全に露出した。ダム堤体へ係る水位圧力の影響を踏まえて、検査年だけで行うのではなく前後年も合わせて水位の増減が行われる。水位が減ることは、湖沼の持つ水量が減ることになる。外部からの負荷が一定であるなら湖内現存量が増えることになり、見かけ上は栄養塩負荷が増え、微生物が栄養を取り込みやすくなった影響も無視できないと考えられた。

2002年 樹状図（距離：重心法）

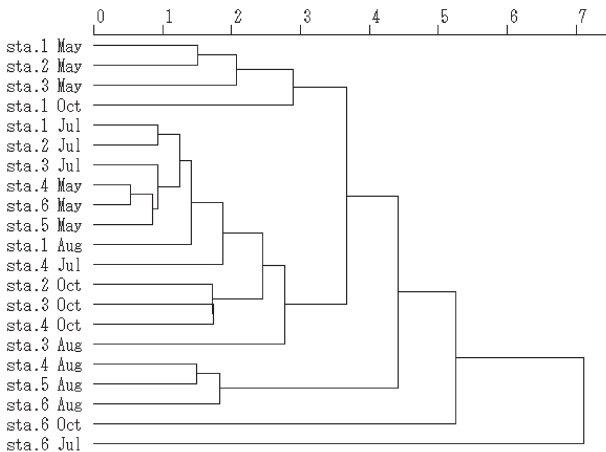


図6(a) 2002年の地点別・別のデータによるクラスター分析結果（樹形図）

2005年 樹状図（距離：重心法）

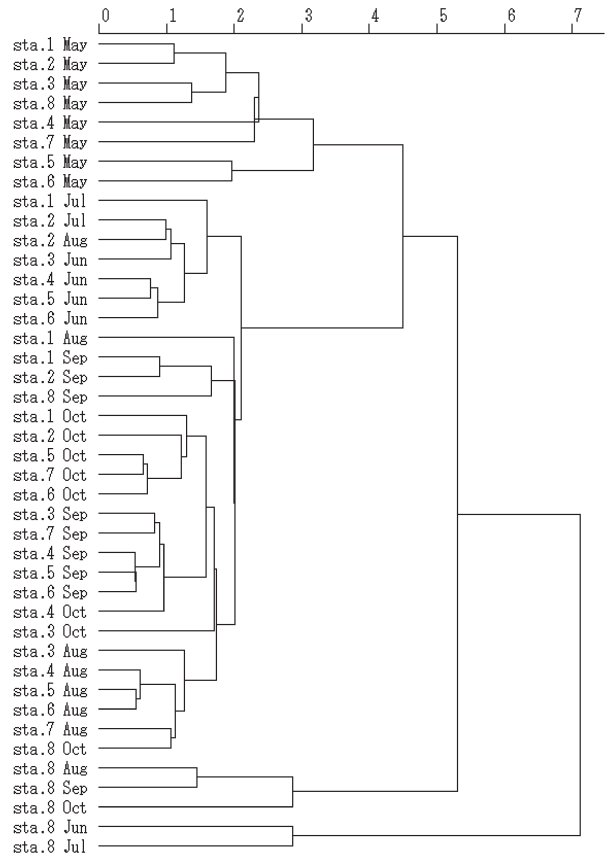


図6(b) 2005年の地点・月別のデータによるクラスター分析結果（樹形図）

4. まとめ

朱鞠内湖の調査をしたうち、2002年から2006年までの湖内傾向を水温、クロロフィル-a、栄養塩の変動をもとに湖内の環境について検討した。

2002年から2004年までとそれ以後では湖内環境が大きく変わっていることが明らかになった。この原因については、流域の酪農活動による汚濁物質の増減や2003年にあったダム堤体メンテナンス作業に伴う水位低下の影響が考えられるが、これらの影響は北部地区に位置する地点で大きく影響を与えたが、南部地区にある地点へは大きくなかったと考えられる。

今後の観測等によるデータの積み重ねは必要であるが、長期的には湖内環境は大きく変わっていないことが分かった。一方で人為的影響は部分的にあったことから、今回以上の負荷があった場合は、湖内全域が富栄養化する可能性も示唆された。適切な管理と水環境保全のために朱鞠内湖に対する人的インパクトとしての容量限界を今後明らかにすることが必要である。また、ダム湖の観測においては、水位環境管理のために人為的影響がどのようになされているか把握した上での解析が重要である。

謝 辞

現地調査に当たり、ご協力いただきました朱鞠内湖淡水漁業同組長菅原様、中野様、山形大学物質生命科学科陸水研究室学生諸君に感謝申し上げます。現地作業実行に当たって多大なるご配慮を頂きました北海道大学大学院農学部柴田英昭准教授、同北方圏フィールド科学センター森林圏ステーション北管理部のスタッフの皆様方に御礼申し上げます。

5. 参考文献

- 1) 北海道広域利水調査会編 (1986) 北海道のダム 1986 pp.254.
- 2) ダム湖の富栄養化現象と水利用 (2004) 中本信忠, 日本陸水学会第69回大会新潟大会講演要旨集, 27.
- 3) 村上哲夫, 林裕美子, 奥田節夫, 西条八東訳 (2004) ダム湖の陸水学, 生物研究社, pp.244.
- 4) Thornton, K. W., R. H. Kennedy, J. H. Carrol, W. W. Walker, R. C. Gunkel, and S. Ashby. 1981. Reservoir sedimentation and water quality - A heuristic model. Pages 654-661 in H. G. Stefan, ed. Proceedings of the symposium on surface water impoundments. Amer. Soc. Civil Engr., New York ,
- 5) 幌加内町編 (2006) 幌加内町町勢要覧2006
- 6) 江口弘, 黒萩尚 (1958) 最近に於ける北海道雨竜人工湖の湖沼条件について, 水産孵化場報告, 13, 65-75.
- 7) 黒萩尚 (1959) 最近に於ける北海道雨竜人工湖の湖沼条件について (II), 水産孵化場報告, 14, 113-124.
- 8) 長内稔 (1960) 雨竜人工湖に於けるワカサギの食性について, 水産孵化場報告, 15, 57-62.
- 9) 旭川水力センター管内発電設備一覧図 (2003) 北海道電力
- 10) 五十嵐聖貴, 石川靖, 三上英敏 (2000) 阿寒湖の陸水学的特徴とその変遷, 国立環境研究所報告, 153, 34-54.
- 11) 財団法人日本規格協会 (1998) 工場排水試験法 JIS K 0102, pp.328
- 12) 家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律 (1999年 法律第百十二号)
- 13) 五十嵐聖貴, 三上英敏, 日野修次, 坂田康一, 有末二郎 (1966) 北海道内52湖沼におけるプランクトン優占種について, 北海道環境科学研究センター所報, 23, 35-47.
- 14) 今田和史, 伊藤富子, 吉住喜好, 栗倉輝彦, 米川年三 (1980) 支笏湖の透明度, CODおよび数種溶存イオンの変動 (1973年~1979年), 水産孵化場研究報告, 35, 21-34.
- 15) 今田和史, 伊藤富子, 吉住喜好, 米川年三 (1983) 大沼湖 (大

- 沼・小沼) の透明度, CODおよび数種溶存イオンの変動 (1974年~1980年), 水産孵化場研究報告, 38, 57-74.
- 16) 今田和史, 伊藤富子, 吉住喜好, 米川年三 (1981) 阿寒湖 (1973年~1980年) の透明度, CODおよび数種溶存イオンの変動, 水産孵化場研究報告, 36, 33-50.

Water Environment of Uryu Daiichi-damu-ko (Lake Shumarinai) in 2002 to 2006

Yasushi ISHIKAWA, Shuji HINO,
Hidetoshi MIKAMI, Seiki IGRASHI,
Keishi TAKANO and Takahito YOSHIOKA

Abstract

The reservoir is constructed with the purpose of the storing water, sediment control, the flood countermeasure, the supply for agricultural, tap water, industrial use water, and the hydraulic power generation. The quantity of lake water management has been systematically controlled with human. There are many reservoirs in Japan and World, but there are less reports concerning aquatic ecosystem about man-made lake than natural lakes. On the other hand, there are some reports about the eutrophication in the dam lake. In late years it begins to be elucidated about the environmental in the dam lake. In 2002 to 2006, we investigated the water quality (transparency, water temperature, chlorophyll-a, and nutrients) in Lake Shumarinai for the preservation of ecosystem in the dam lake. As a result, the thing that was different in water temperature, transparency, chlorophyll-a, and nutrients concentration became clear in a spot located in the southern part and the northern part in the lake. These results suggested that the environment in the lake was changed from 2004. We thought supposed the two causes. The first reason is that quantity of nutrients load from dairy farming industry decreased and second is that quantity of water in the lake decreased by discharge the maintenance of the dam body in 2003.