

北海道内の 70 湖沼における水質と流域環境の特徴

Characteristics of water quality and basin environment in 70 lakes and marshes in Hokkaido

長谷川 祥樹・三上 英敏・山口 高志
木塚 俊和・鈴木 啓明・大屋 祐太
野口 泉

HASEGAWA Yoshiki, MIKAMI Hidetoshi,
YAMAGUCHI Takashi, KIDUKA Toshikazu,
SUZUKI Hiroaki, OYA Yuta
NOGUCHI Izumi

受付：2024 年 1 月 11 日

受理：2024 年 2 月 29 日

環境保全部 水環境保全グループ

Corresponding Author HASEGAWA Yoshiki

hasegawa-yoshiki@hro.or.jp

ABSTRACT

There are more than 100 natural lakes in Hokkaido, however, only a few of them, mainly large lakes, are monitored on a regular basis. In this study, we conducted water quality surveys in 70 lakes, including small and medium-sized lakes, to determine their current water quality level. Each lake was divided into six regions, and the physical properties of the lakes, trophic levels and composition of major inorganic ions, and land use in the lake basins were summarized in terms of their regional characteristics. In addition, we conducted a trial evaluation of the relationship between water quality and basin environment, and obtained basic knowledge toward elucidating the factors that shape water quality in lakes and marshes.

Keywords: water quality, eutrophication, major ions, catchment area, land use

はじめに

北海道には 100 以上の多様な天然湖沼が存在しており¹⁾、それぞれ各種利水の水源、漁業生産、観光・レジャーあるいは多様な生態系を育む場として重要な役割を果たしている。また、湖沼は閉鎖性水域と呼ばれるように河川に比べて水が入り替わりにくいため、窒素やリンの供給により基礎生産力が高まり漁業生産の向上につながる一方で、水質汚濁が進行しやすい特徴も併せ持つ。

大型の湖沼を中心に公的機関による定期的な水質モニタリングがされているものの²⁾、大多数の湖沼については近年のデータが乏しく水質の現状が不明である。湖沼の現時点における水質を把握することは、過去からの変遷を見極めるだけでなく、今後の変化や気候変動による影響を評価する上でも非常に重要である。本研究では、北海道各地に点在する中・小型の湖沼も含めた多数の湖沼について、横断的な水質調査を行い最新の水質データを取得するとともに、湖沼の物理的な性質、水質および流域環境について、地域的な特徴を整理することを目的とする。併せて、湖沼の水質形成要因の解明に向けた基礎的な知見を得るために、水質と流域環境の関係について試行的な評価を行ったので結果を報告する。

対象湖沼と地域の概観

1. 対象湖沼

北海道湖沼環境保全基本指針¹⁾に記載されている天然湖沼 134 のうち、当研究所による近年の調査により詳しい水質データが得られている湖沼を除いたあと、地域的なバランス、調査の容易性および過去の調査実績等を考慮して 70 湖沼（淡水湖：53、汽水湖：17）を選定した。図 1 に対象湖沼の位置と名称を示す。淡水湖と汽水湖の区分については、汽水湖の定義が塩分 0.5-30 とされている³⁾ことを踏まえ、塩分 0.5（塩化物イオン濃度 277mg L⁻¹相当⁴⁾）を閾値とし、それを超える湖沼を汽水湖とした。なお、塩分が海水の塩分（北海道付近ではおよそ 32～34⁵⁾）に近く汽水湖の定義から外れる湖沼についても、他の文献等⁶⁾に倣い汽水湖として扱った。

2. 湖沼の物理的諸元

各湖沼の物理的諸元と調査時における採水・観測地点の位置座標を付表 1 に示す。湖沼の物理的諸元は原則として公的機関等による公表値を参照した。成因・面積・最大水深・容積は、従来当研究所が発行している刊行物^{7), 8)}の掲載値を基本とし、未掲載項目や誤記等を地理院地図および関係資料^{9), 10)}で補い斜体数字で記載した。またいずれの資料にも記載がない項目や資料により大きく値が異なる項目に

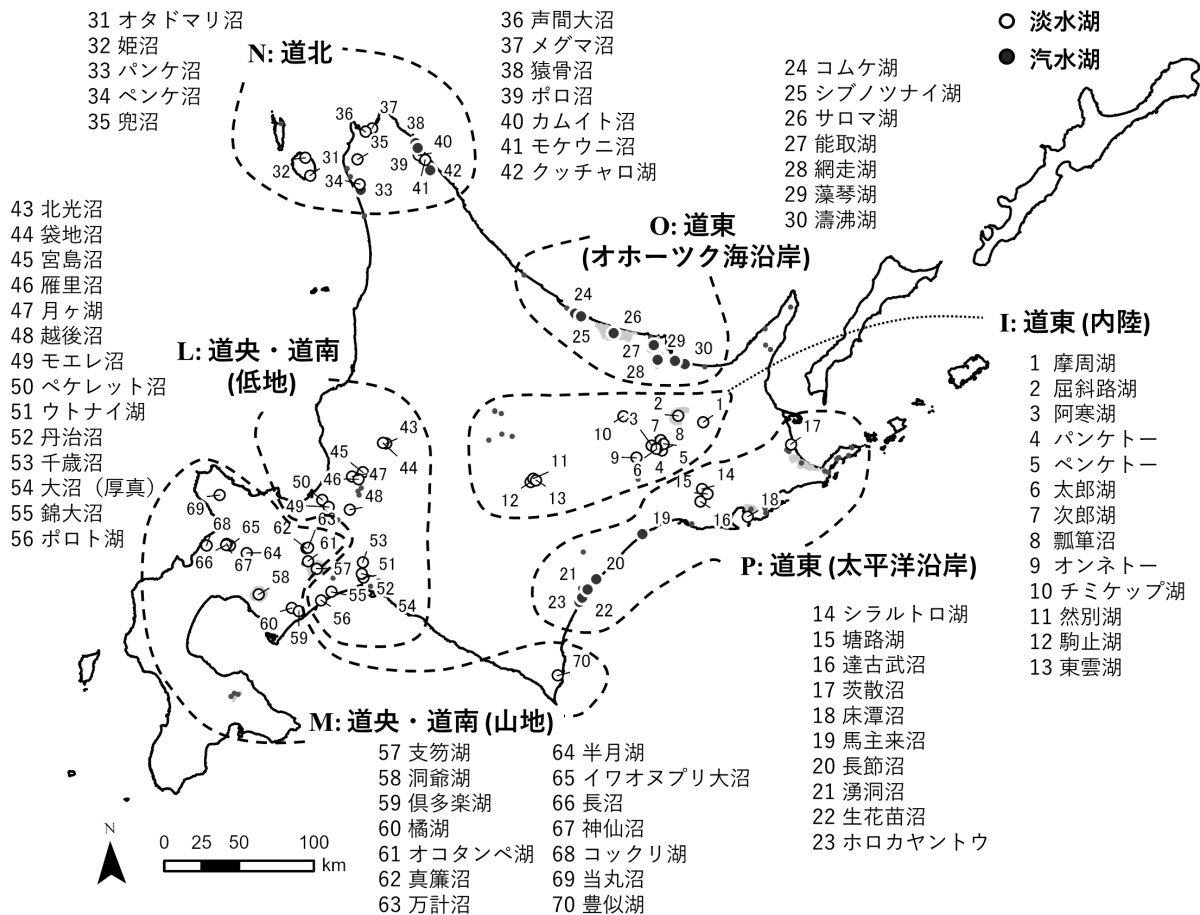


図1. 対象湖沼の位置および名称。破線は各湖沼の地域区分を示す。図中のドットは調査対象外の湖沼を示す。
Fig.1. Location and name of 70 lakes. The dashed lines indicate the regional division of each lake. Dots in the figure indicate lakes and marshes that are not surveyed.

については、現地実測値等を基に算出し、参考値として下線付き数字で記載した。湖面の標高については、国土地理院による湖沼データ、湖沼図がある湖沼¹¹⁾はその測深基準水面とし、その他の湖沼は地理院地図から読み取った。

3. 地域区分と特徴

北海道内に散在する湖沼の属する地域を大きく6つ(地域I:道東(内陸),地域P:道東(太平洋沿岸),地域O:道東(オホーツク海沿岸),地域N:道北,地域L:道央・道南(低地),地域M:道央・道南(山地))に区分した。なお、厳密にはオホーツク海に含まれる根室海峡沿岸の湖沼は位置的に近い地域Pに含めて扱った。本報ではこの地域区分で物理的諸元や水質特性および流域環境の比較を行う。

地域Iの湖沼は阿寒摩周国立公園、大雪山国立公園、地域Mの湖沼は支笏洞爺国立公園やニセコ積丹小樽海岸国立公園といった北海道を代表する自然公園内およびその周辺に位置している。これらの地域には摩周湖、屈斜路湖、支笏湖および洞爺湖などのカルデラ湖を始めとして火山湖や火山活動に伴う堰止湖など火山に関係する湖沼が多い。また、他地

域にある同程度の面積の湖沼と比較すると最大水深が大きい傾向がある。地域Pにある湖沼のうち今回対象とした湖沼は、釧路湿原から根釧原野までの平野部に位置する淡水湖と十勝海岸沿いの汽水湖である。これらの湖沼は、現在の海岸線から離れて内陸に位置するものも含めていずれも海跡湖である。この地域には、今回の対象湖沼以外にも風蓮湖や厚岸湖などの大型の汽水湖や、根室半島の湖沼群などがある。地域Oの湖沼はいずれもオホーツク海に面した汽水の海跡湖であり、サロマ湖や能取湖を始めとして比較的面積の大きい湖沼が集まっている。地域Nの湖沼は、利尻礼文サロベツ国立公園周辺や北オホーツクの沿岸に位置しており、1つを除きいずれも海跡湖である。淡水湖と汽水湖が混在しているが、面積は汽水湖で比較的大きく、淡水湖では小さい傾向がある。地域Lの湖沼は石狩川沿いや勇払平野から樽前山麓にかけての太平洋側に点在している。成因としては旧河川と考えられるもの(河跡湖)から、海跡湖、堰止湖あるいは不明なものまで様々であり、小型の湖沼が多い。

方法

1. 水質調査・水質分析

水質調査は融雪および大雨等による出水の影響を避けるため、夏季を中心とする非積雪期の平水時を基本とした。2021年から2023年の5月から10月の期間内において、各湖沼1回以上調査を実施し、複数回調査を実施した湖沼については、時期や天候状況などからより代表的と考えられる回の結果を代表値として扱った。観測・採水は原則として各湖沼の湖心（湖沼の中央部あるいは最深部）で行った。手漕ぎゴムボート、カヤックあるいは動力船を使用し湖心まで移動し、湖心にて測深（超音波測深器：HONDEX, PS-7ほか）、透明度の測定およびCTD計（RINKO-Profiler ASTD102, JFE Advantech, Hyogo.）を用いた水温、電気伝導度（EC）、溶存酸素（DO）の鉛直プロファイルの観測を実施した。表層の湖水は、直接ポリエチレン製取っ手付きビーカーで採取し、その場で水温、pHおよび電気伝導度（EC）（いずれもD-54, HORIBA, Kyoto）を測定した。採取した試料水の一部はそのままポリ瓶に移し原水試料とし、一部は予め450℃で3時間燃焼したガラス繊維ろ紙（Whatman GF/F）でろ過し、ろ液試料とした。また、試料水100mLをろ過したガラス繊維ろ紙をフィルター試料とした。深度の大きい湖沼については、バンドーン採水器あるいはリゴー採水器を用いて表層以外の層の採水も実施した。各試料は冷蔵暗条件で実験室に持ち帰り、直ちに分析した。直ちに分析できない場合は試料水を冷凍暗条件で保管し、解凍後に分析した。水質分析項目のうち本報で言及する項目は、COD、浮遊物質（SS）、全窒素（TN）、全リン（TP）、クロロフィル-a（Chl-a）、アルカリ度および主要無機イオン（ Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} ）である。原水試料よりCOD（JIS K0102 17.100℃における過マンガン酸カリウム消費量）、SS（Whatman GF/Bを用いたガラス繊維ろ紙法）、アルカリ度（0.01N H_2SO_4 を用いたpH4.8滴定法）およびTN、TP（連続流れ分析法。QuAAtro-2HR, BL TEC, Osaka）を分析した。フィルター試料よりChl-a（メタノール抽出ー蛍光光度法。10-AU, Turner Designs, San Jose, CA）を分析した。主要無機イオンは前述のろ液試料をさらにメンブランフィルター（ADVANTEC, DISMIC-25cs 0.20 μm ）でろ過した後にイオンクロマトグラフ法（Dionex ICS-1500/ICS-2000, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA）により分析した。なお、本報では各湖沼の表層の水質について比較評価を行うこととし、表層以外の層の水質およびCTD計による鉛直プロファイルについては詳細を割愛する。

2. 流域環境の解析

各湖沼の流域環境について、地理情報システム（GIS）を用いて流域界の設定および土地利用の集計を行った。デー

タの解析には、GISソフトウェア（ArcGIS Pro 2.9.0, Esri, Redlands, CA）を使用し、3次メッシュ1/10細分区画（100mメッシュ）単位で実施した。流域界の設定は国土数値情報（流域メッシュデータ）¹²⁾を用いて各湖沼を内包する河川流域およびその上流側流域に属するメッシュを湖沼の流域として設定した。なお、河川流域と湖沼流域にずれがある場合やいずれの河川流域にも含まれていない湖沼については、地理院地図の等高線を判読することにより湖沼の流域と見なせるメッシュを設定した。土地利用は国土数値情報（土地利用細分メッシュデータ）¹³⁾を用いて各メッシュにおける土地利用種別を求め湖沼毎に集計した。流域内の全メッシュ個数を各湖沼の流域面積とし、水面（「河川地及び湖沼」「海浜」「海水域」）を除く面積に対する「森林」「農用地（田以外の農用地）」、「田」、「荒地」「建物用地」および「その他（道路・鉄道・その他の用地・ゴルフ場の合計）」の面積を算出し土地利用割合とした。なお、ここでいう「荒地」には崩壊地・裸地の他に湿原・湿地帯が含まれている。

3. 水質と流域環境の関係評価

本研究では、今後の総合的かつ詳細な解析の方向性を探る手掛かりとすることを狙いとして、いくつかの限られた項目について湖沼の水質と流域環境の関係を評価した。水質項目としてCOD、TN、TP、流域環境項目として土地利用割合を選択し、淡水湖、汽水湖各々について相関分析を実施した。また、主に汽水湖における海水の影響度合いと各水質項目の関係を評価するため、ECを流域環境項目として扱い、変数に加えた。なお、各水質項目の濃度が定量下限値未満の場合は定量下限値をそのまま使用した。統計解析には、統計解析ソフトウェア（BellCurve for Excel 3.20, Social Survey Research Information, Tokyo）を使用した。相関分析に先立ち各水質項目についてSmirnov-Grubbs検定（有意水準0.01）を用いて外れ値処理を行い、COD、TN、TP各濃度がいずれも外れ値となった淡水湖2湖沼（No.35, 45）を相関分析から除外した。また、土地利用のうち「田」、「建物用地」および「その他」については、流域に存在しない湖沼が大半を占めるため相関分析の変数から除外した。項目間の相関の強弱はPearsonの相関係数 r で評価した。

結果と考察

1. 水質調査結果

各湖沼の表層水質について主要な項目を付表2に示す。ここでは水質項目のうち酸性・アルカリ性の指標であるpH、塩分環境を示すECおよび有機汚濁の代表的な指標であるCODについて、地域毎の数値・濃度分布を図2に示した。

pHについては、全体の9割近い62湖沼でpH5.5～8.5の範囲にあったが、特異的にpH9を超える湖沼（No.25, 35, 45）や、pH5を下回る湖沼（No.31）も見受けられた。

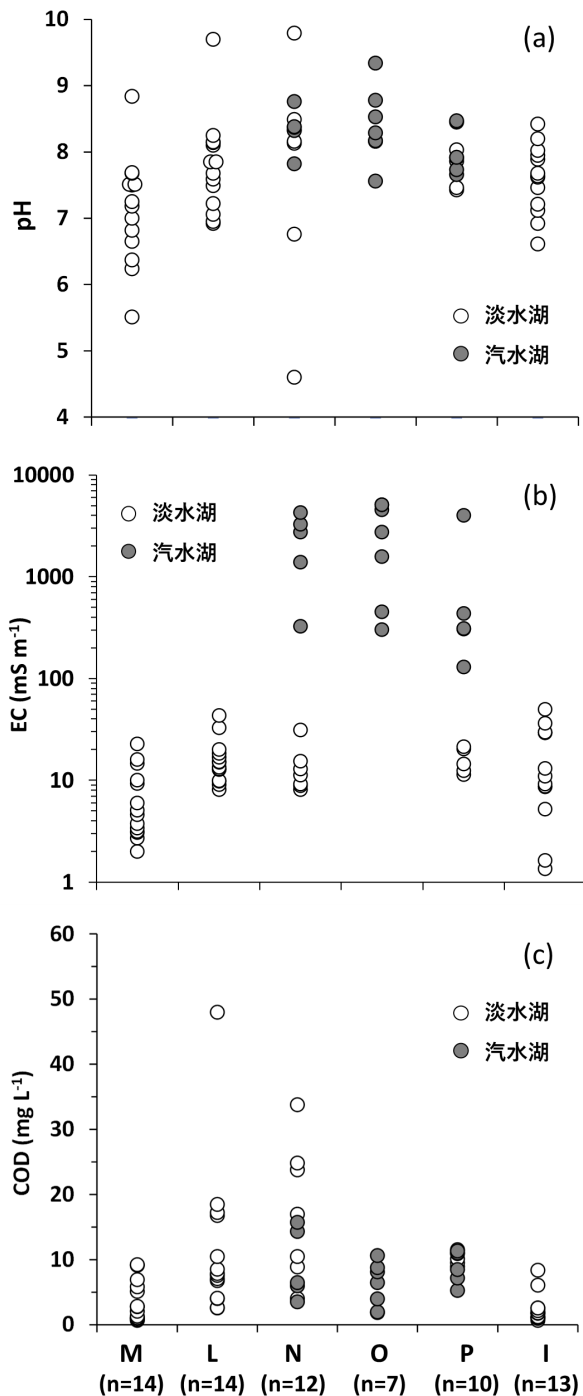


図2. 各地域の湖沼における (a)pH, (b)EC および (c)COD 濃度の分布。
Fig.2. Distribution of (a) pH, (b) EC, and (c) COD concentration in lakes in each region.

pH9を上回る3湖沼のうち2湖沼 (No.35, 45) の湖水は緑色を呈しており、Chl-aが $300 \mu\text{g L}^{-1}$ を超える高濃度で存在していたことから、植物プランクトンの光合成が盛んに行われたことによりpHが上昇した可能性が考えられた。一方でpH5を下回る湖沼では、湖水が茶褐色を呈していたことから腐植物質（腐植酸）による影響が考えられた。また、前述の特異的な値の湖沼を除けば、pHは地域Mで比較的低い

湖沼が多い傾向があった。

ECは、汽水湖で $130\text{--}5107 \text{ mS m}^{-1}$ （塩分換算でおよそ0.6-33.2）と幅広い値をとり、海水の影響の大小を反映していると考えられた。ただし、湖沼によっては密度の大きい海水が比較的密度が小さい淡水との混合層の下に潜り込み成層しており、表層と底層で値が大きく異なる場合もあるため留意が必要である。淡水湖については、 $1.4\text{--}49.9 \text{ mS m}^{-1}$ の範囲であり、地域Iと地域Mでは 5 mS m^{-1} を下回る極端に低い値の湖沼が複数見られた。

CODは、特異的に高い2湖沼 (No.35, 45) を除けば、ややばらつきは大きいものの、地域N, Lで比較的高濃度の湖沼が多く、地域I, Mで比較的低濃度の湖沼が多い傾向があった。

2. 栄養度

湖沼の水質を富栄養化の観点で端的に表す指標として、栄養度からみる湖沼型が挙げられ、TP, Chl-a および透明度を用いたOECDの方式¹⁴⁾ や窒素・リンを始め、鉄、カルシウム等の各栄養塩類濃度を用いた坂本の方式¹⁵⁾ がある。本報では、藻類生産の制限因子になり得る窒素とリン¹⁵⁾ を主に議論の対象にする。図3に各湖沼の表層水におけるTN濃度およびTP濃度の散布図と栄養度の区分（貧栄養、中栄養、富栄養、過栄養）を示す。栄養度区分の際に用いる基準値は、OECDの報告に加え湖沼に係る窒素・リンの環境基準¹⁶⁾ も参照して設定した値⁷⁾ を引用した。なお、この結果は各湖沼の湖沼型を断定するものではなく、あくまでも調査時の栄養度を示すものである点には留意が必要である。

地域Iおよび地域Mでは、大多数の湖沼がTN, TPいずれの面でも貧栄養～中栄養レベルであった。地域Pでは、ほぼすべての湖沼がTN, TPともに富栄養レベルであった。地域Oでは、湖沼によって値が大きく異なり、TNについても、TPについても貧栄養～過栄養レベルまで幅広く分布していた。地域Nおよび地域LではTN, TPともに、中栄養レベル以上の湖沼が多く、TN, TPともに過栄養レベルの湖沼が複数確認された。

3. 主要無機イオンの組成

図4に各湖沼の主要無機イオン (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) の当量%より作成したトリリニアダイアグラムを示す。なお、 HCO_3^- については、アルカリ度の値を用いた。トリリニアダイアグラムは水質と地質・地形条件との関係や試料間の類似性を評価するため、主に地下水の分野で用いられる手法であり¹⁷⁾、中央にある菱形のダイアグラムにプロットされる位置によって各試料はI～IV型に分類される（中間混合を含めて5つに分類する場合もある）。I型のアルカリ土類炭酸塩 (Ca-HCO_3) 型は浅層地下水に多くみられる水質組成で、日本では最も一般的にみられる水質組成、II型のアルカリ炭酸塩 (Na-HCO_3) 型は滞留時間の長い深層

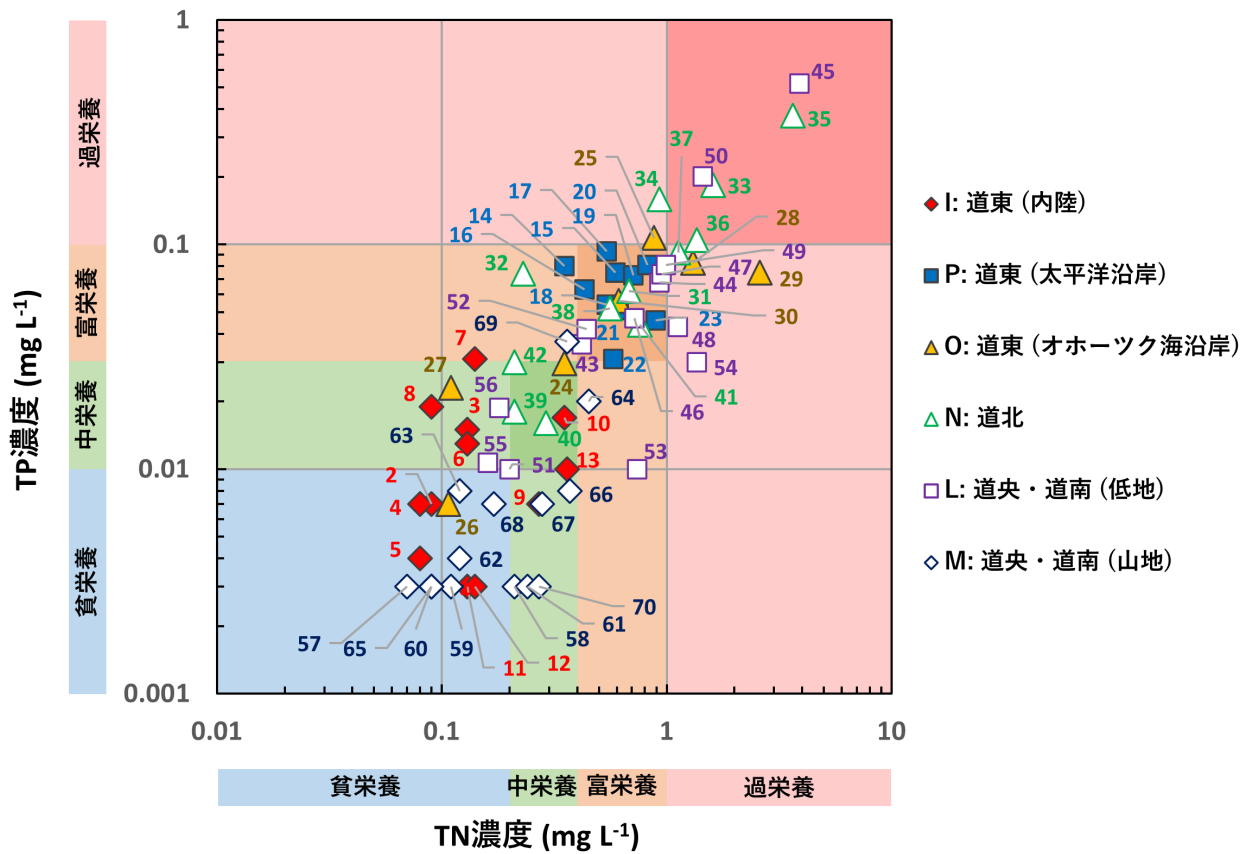


図3. 各湖沼の表層水における TN 濃度および TP 濃度。背景色の違いは栄養度の区分を示す。数字は湖沼 No. を示す。
 Fig.3. Concentrations of total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) in surface water of each lake. Differences in background color indicate trophic categories. Lake number in figure is the same as in Fig.1.

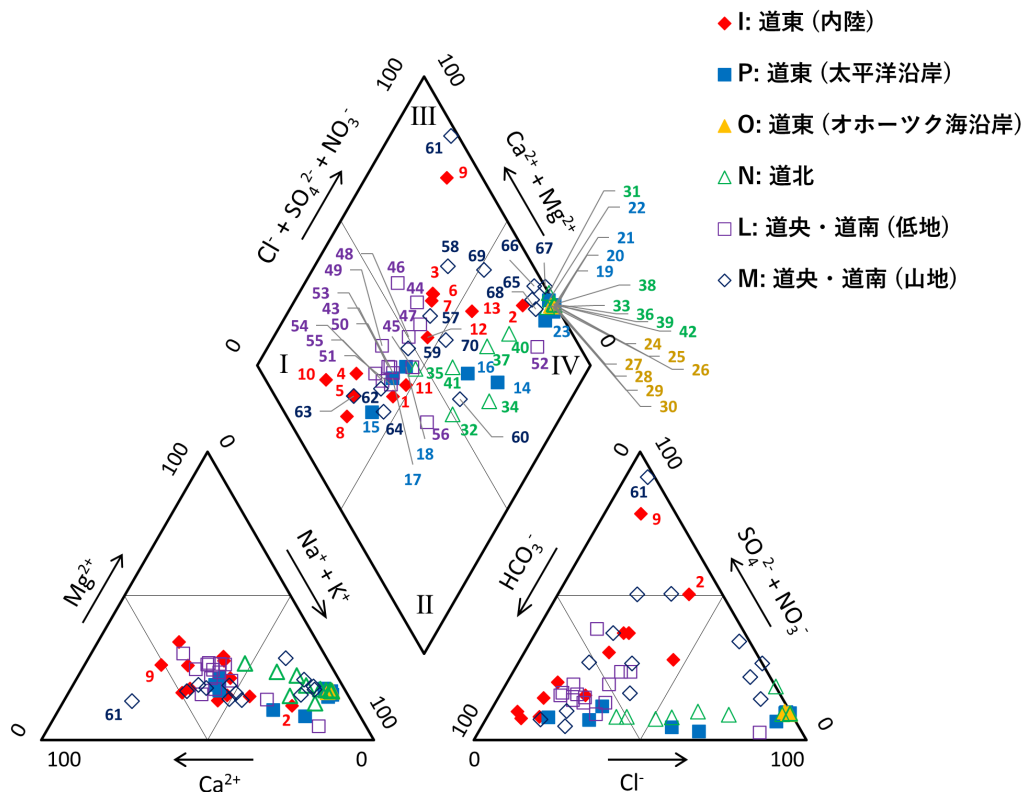


図4. トリリニアダイアグラム。数字は湖沼 No. を示す。
 Fig.4. Trilinear diagram of 70 lakes in Hokkaido. Lake number in figure is the same as in Fig.1.

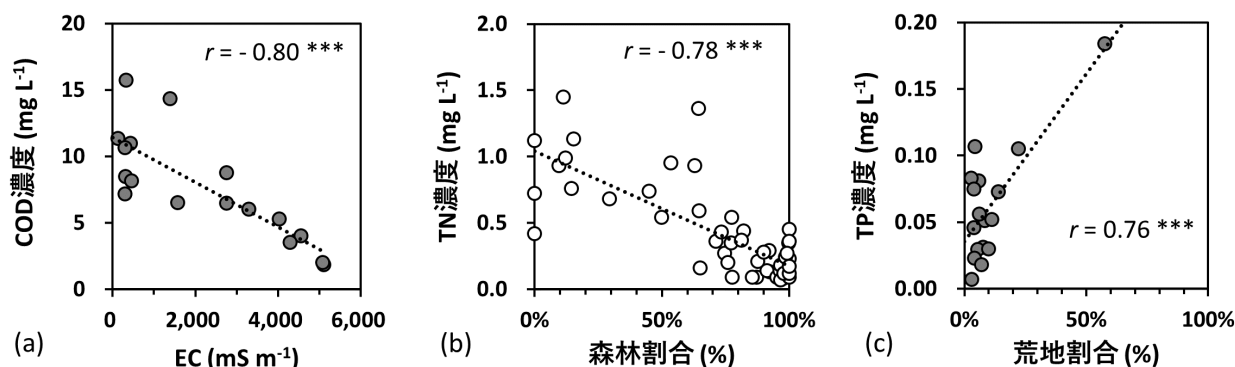


図 5. 水質項目と流域環境項目の関係 (a) 汽水湖における EC と COD 濃度, (b) 淡水湖における森林割合と TN 濃度および (c) 汽水湖における荒地割合と TP 濃度. r はピアソンの相関係数で, *** は 0.1% で統計的に有意であることを示す.

Fig.5. Relationship between water quality items and basin environment variables (a) EC and COD concentration in brackish lakes, (b) forest area ratio and TN concentration in freshwater lakes, and (c) wasteland (mainly meaning wetlands) area ratio and TP. r is Pearson's correlation coefficient, and *** indicate statistical significance at 0.1%, respectively.

地下水でよくみられる水質組成, III型のアルカリ土類非炭酸塩 (Ca-Cl, Ca-SO₄) 型には熱水や化石水が含まれており, IV型のアルカリ非炭酸塩 (Na-Cl, Na-SO₄) 型は海水や温泉などで多くみられるタイプとされている¹⁸⁾.

今回の対象湖沼のほとんどが I 型, III型, IV型に属しており, II型に属している湖沼はわずかであった. 汽水湖の組成は海水に強く影響されるため, すべてIV型に集中していた.

地域 I と地域 M の湖沼は, I 型, III型およびIV型に幅広く分布していた. No.1 摩周湖, No.11 然別湖および No.59 倶多楽湖など約半数の湖沼が I 型に属していた. No.3 阿寒湖, No.57 支笏湖および No.58 洞爺湖などは, III型に属しており, 火山 (あるいは温泉) の影響を受けていると考えられた. III型に属する湖沼のうち, 特に No.9 オンネトーと No.61 オコタンペ湖は Ca²⁺ と SO₄²⁻ が卓越した特異な水質組成を示した. また, IV型に属する No.2 屈斜路湖は, Cl と SO₄²⁻ を同程度含む Na-(Cl+SO₄) 型であることから, 温泉の影響を強く受けていることが示唆された. また, 地域 M でIV型に属する湖沼のうちニセコ山系に位置する湖沼 (No.65-68) は, 汽水湖 (海水) に近い組成を示した. これらの湖沼は, いずれも標高 500m 以上の場所に位置するが, 日本海に近いことや EC が 5 mS m⁻¹ 以下と極端に低いことから, 降水・降雪中に含まれる海塩の影響^{19), 20)} が相対的に大きかった可能性が示唆された.

地域 P と地域 N の湖沼は, 淡水湖の多くがIV型に属していた. 沿岸部の湖沼では海塩の影響が考えられる他, 海跡湖においては地層中に残留している過去の海水 (化石塩水) の湧出による影響²¹⁾ も一因として考えられた.

地域 L の湖沼は 2 湖沼 (No.52, 56) を除く大半が I 型と III型に属しており, 両領域の境界付近に集まっていた.

4. 流域環境

集計した流域面積および土地利用を付録 3 に示す. 地域 I

		EC	森林割合	農用地割合	荒地割合
COD	淡水湖	0.03	-0.71 ***	0.58 ***	0.67 ***
	汽水湖	-0.80 ***	-0.59 *	0.27	0.65 **
TN	淡水湖	0.16	-0.78 ***	0.66 ***	0.35 *
	汽水湖	-0.77 ***	-0.51 *	0.16	0.61 *
TP	淡水湖	0.25	-0.55 ***	0.53 ***	0.23
	汽水湖	-0.66 **	-0.62 **	0.19	0.76 ***

淡水湖 n = 51, 汽水湖 n = 17, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 1. 水質項目と流域環境項目の相関係数. 淡水湖 2 湖沼は外れ値処理により分析から除外した.

Table 1. Correlation coefficients of combinations of water quality items and basin environment variables. Two freshwater lakes were excluded from the analysis due to outlier processing.

と地域 M の湖沼流域は森林割合が非常に大きく (各々平均 91.1%, 94.9%), 一部の湖沼 (No.2, 58) を除いて農用地, 田, 建物用地およびその他はほとんどなかった. 森林に次いで割合が多いのは荒地だった. 荒地割合が 10% を超える湖沼について, 衛星写真等を用いて荒地の内訳を確認したところ, No.1, No.9 は主に崩壊地・裸地, No.13, 65, 66, 67 は主に湿地帯となっていた.

地域 P, 地域 O では, 森林割合が半分以上を占める湖沼が多いものの (各々平均 68.9%, 59.2%), 農用地の割合も大きくなっていった (各々平均 17.9%, 34.6%). また, 地域 P では荒地 (ここでは湿原・湿地帯) も一定程度の割合 (平均 11.8%) で存在した.

地域 N では, 前述した他地域に比べて相対的に森林割合 (平均 40.6%) が小さく, 農用地 (平均 31.1%) と荒地 (平均 25.8%) の割合が大きい傾向があった. また, 流域の約 7 割が荒地 (湿地帯) で占められる湖沼 (No.31) や農用地と荒地の割合が合わせて 8 割を超える湖沼 (No.33, 41) が複数存在した.

地域Lの湖沼のうち石狩川沿いの湖沼(No.43-50)では、田割合が大きい湖沼が多く、田と農用地を合わせた割合が9割以上の湖沼(No.44, 45, 46)が複数存在した。また、この地域の湖沼流域は人間の活動領域と重なる部分も多く、建物用地やその他(公園およびゴルフ場など)が流域の大部分を占める湖沼もいくつか確認された。

5. 水質と流域環境の関係

水質項目と流域環境項目についての相関係数を表1に示す。また、各水質項目について、有意な相関があった流域環境項目の一例を図5に示す。

COD濃度は、淡水湖については森林割合と有意な負の相関、農用地割合および荒地割合と有意な正の相関があった。すなわち流域の森林割合が小さく、農用地あるいは荒地となっている割合が大きい湖沼でCOD濃度が高い傾向があった。荒地割合との正の相関については、湿原・湿地帯における難分解性の溶存有機物である腐植物質によるCOD濃度の上昇が影響している可能性が示唆された。腐植物質の影響をより詳細に評価するためには、溶存態有機炭素(DOC)や紫外外部吸光度²²⁾などの水質項目、三次元励起一蛍光スペクトルによる蛍光特性²³⁾、あるいは植生や土壌などの流域環境項目を併せて解析する必要があると考えられる。一方で汽水湖については、淡水湖と比較して土地利用との相関が弱く、ECとの負の相関が強かった(図5a)。すなわち海水の流入により塩分濃度が上昇している湖沼ほどCOD濃度が低い傾向があった。海水の流入が多い湖沼では、海水による希釈効果が働き相対的に流域からの負荷割合が低くなっていること、塩分により植物プランクトンの増殖が抑制²⁴⁾されることによってCOD濃度が低くなっていると考えられた。

TN濃度は、淡水湖については森林割合と有意な負の相関(図5b)、農用地割合と有意な正の相関があった。一方で汽水湖では、土地利用との相関が見られず、ECとの負の相関があった。今回の対象湖沼流域では、地域により畑作、畜産・酪農、稲作あるいはその複合型など農業形態が様々であり、農用地の面積だけではその違いが反映されない。農業による影響をより詳細に評価する場合には、土地利用以外の指標(栽培作物種や家畜の飼養頭数など)も合わせて解析する必要があると考えられる。

TP濃度は、淡水湖についてはTN濃度と同様に森林割合と負の相関、農用地割合と正の相関があった。汽水湖については、CODやTNに比べてECとの負の相関がやや弱く、荒地割合との正の相関が見られた(図5c)。湿原・湿地帯は、窒素については硝化脱窒による除去機能を有する一方、条件によってはリンの負荷源になり得ることが報告されており²⁵⁾、そのことが現れた可能性も考えられた。

以上のように、湖沼の水質と流域環境の関係を評価し、大まかな傾向を掴むことができた。なお、実際には湖沼の水質

は流域環境を形成する様々な項目の影響が複合されて形成されており、水質と流域環境の単一項目どうしでは関係が評価しきれないことは容易に想像される。また、湖沼の地理的な位置、物理的な性質および流域の諸条件などは様々であり、対象湖沼全てについて一律に関係を求めることは難しい。今後より詳しい解析・評価を行う場合、土地利用以外の流域環境項目を加えて多変量的な解析をすること、地域ごとあるいは同じような水質特性を示す湖沼ごとに評価をすることが有用であると考えられる。

まとめ

中・小型湖沼を含めた北海道内の70湖沼を対象に水質調査を行い、現時点における水質レベルを把握した。対象湖沼を6つの地域区分に分類し、各地域区分について湖沼の物理的な性質、基本的な水質項目、栄養度および主要無機イオンに関する特徴を整理するとともに、各湖沼の流域環境として土地利用を解析した。

内陸や山地に位置し、流域の大部分が森林で構成されている湖沼では栄養度が比較的低かった。一方で低地や沿岸部に位置し、流域に森林のほか農用地・荒地が多く含まれる湖沼では、栄養度が高い傾向があった。また、地理的に近接し共通の成因を持つ湖沼であっても、火山、温泉、海水あるいは海塩などの様々な要因によって主要無機イオンの組成が異なることが確認された。

水質と流域環境の関係を、主要な項目について淡水湖・汽水湖各々で評価したところ、淡水湖については森林割合が小さくなるにつれてCOD、TNおよびTPの濃度が大きくなる傾向が見られた。一方、汽水湖については、主に海水の流入度合いがCOD、TNおよびTPの濃度に対して支配的であることが推察された。また、CODやTPの濃度に対しては湿原・湿地帯からも影響が及んでいる可能性が示唆された。

今後、湖沼水質の形成要因をさらに詳しく解明するためには、地質、土壌、植生などの流域の自然環境を表す指標や、栽培作物種別の耕地面積や家畜飼養頭数などの農業形態を表す指標を充実し、水質との関係を多変量的に評価することが有用であると考えられる。

謝辞

本報告は、エネルギー・環境・地質研究所の経常研究課題「流域を含めた全道湖沼の水環境特性の評価～湖沼の保全・利活用のための情報発信～」(令和3年度～令和6年度の4ヶ年)の一環で実施した。各湖沼の現地調査に際し、所在地の市町村、河川・湖沼・自然公園等の管理機関、漁業関係者、湖沼の環境保全や利活用の推進に係る協議会、湖沼をフィールドにした調査研究に携わる研究者・関係者および湖沼周辺の国有林・道有林の管理機関や土地所有者など多くの方々にご

協力いただいた。ここに、感謝の意を示す。

引用文献

- 1) 北海道, 1989, 北海道湖沼環境保全基本指針.
- 2) 北海道環境生活部環境保全局循環型社会推進課, 2024, 類型指定一覧, URL: <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/jss/99058.html>. (2024年2月9日時点)
- 3) 日本陸水学会編, 2006, 陸水の事典, 講談社, 108.
- 4) UNESCO, 1976, First and second reports of the Joint Panel on the Equation of State of Seawater. Unesco Technical Papers in Marine Science, 24, Append I.
- 5) 国土交通省国土地理院, 1990, 新版日本国勢地図, 7 自然, 海流・海水温度・塩分濃度(冬期)(夏期), ナショナルアトラス閲覧サービス URL: https://www.gsi.go.jp/atlas/archive/j-atlas-d_2j_07.pdf. (2024年2月21日時点)
- 6) 例えば環境省, 2014, 日本の汽水湖, URL: https://www.env.go.jp/water/kosyou/brackish_lake/index.html. (2024年2月21日時点)
- 7) 北海道公害防止研究所, 1990, 北海道の湖沼.
- 8) 北海道環境科学研究センター, 2005, 北海道の湖沼改訂版.
- 9) 環境庁, 1979, 第2回自然環境保全基礎調査 湖沼調査報告書 北海道版.
- 10) 環境庁, 1993, 第4回自然環境保全基礎調査 湖沼調査報告書 北海道版.
- 11) 国土交通省国土地理院, 湖沼調査, URL: <https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/koshouchousa-list.html>. (2024年2月1日時点)
- 12) 国土交通省, 2011, 国土数値情報(流域メッシュデータ), 第2.1版, URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W07.html>. (2022年4月28日取得)
- 13) 国土交通省, 2017, 国土数値情報(土地利用細分メッシュデータ), 平成28年度版, URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>. (2024年1月17日取得)
- 14) OECD, 1982, Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control.
- 15) 坂本充, 1973, 水圏の富栄養化と水産増殖, 恒星社厚生閣, p9.
- 16) 環境省, 1982, 水質汚濁に係る環境基準, 昭和46年12月28日環境庁告示第59号(改正昭57環告140).
- 17) 例えば, 島野安雄, 1998, 地下水水質化学の基礎 10. 名水の水質, 地下水学会誌, 40, 3, 329-345.
- 18) 日本地下水学会編, 1994, 名水を科学する, 技報堂出版.
- 19) 對馬康夫ら, 1995, 津軽十二湖沼群の水質科学特性, 日本陸水学会誌, 56, 1, 9-18.
- 20) 藪崎志穂・島野安雄, 2009, 平成の名水百選の水質特性, 地下水学会誌, 51, 2, 129-139.
- 21) 土原健雄ら, 2017, 名水を訪ねて(118) 釧路湿原の湧水, 地下水学会誌, 59, 3, 239-251.
- 22) 福島武彦ら, 1997, 湖水溶存有機物の紫外部吸光度: DOC比の特性とそれの水質管理への利用, 水環境学会誌, 20, 6, 397-403.
- 23) 長尾誠也ら, 1997, 三次元分光蛍光光度計による天然水腐植物質の蛍光特性の直接測定法, 分析化学, 46, 5, 335-342.
- 24) 南條吉之ら, 1998, 汽水湖沼におけるアオコおよび赤潮発生の制御に関する基礎的研究, 水環境学会誌, 21, 8, 530-535.
- 25) 三上英敏ら, 2007, 達古武沼上流部湿地帯における水質環境特性, 陸水学雑誌, 68, 65-80.

要 旨

北海道には 100 以上の天然湖沼が存在するが、定期的なモニタリングがされているのは、大型湖沼を中心とした一部に限られる。本研究では、中・小型の湖沼を含めた 70 湖沼を対象にして水質調査を実施し、現時点における水質レベルを把握した。また、各湖沼の属する地域を 6 つに区分し、湖沼の物理的な性質、栄養度や主要無機イオンの組成および流域の土地利用について地域的な特徴を整理した。さらに、水質と流域環境の関係を試行的に評価し、湖沼の水質形成要因の解明に向けた基礎的な知見を得た。

付表 1. 物理的諸元.
Appendix Table 1. Physical specifications of lakes.

No.	湖沼名	地域 区分	所在地	成因	淡水/汽水	標高 m	面積* km ²	最大水深** m	容積*** 千m ³	調査地点	
										北緯	東経
1	摩周湖	I	弟子屈町	カルデラ湖	淡水	351	19.11	212.0	2,860,000	43° 35′ 16.26″	144° 31′ 51.15″
2	屈斜路湖	I	弟子屈町	カルデラ湖	淡水	121	77.48	117.0	3,330,000	43° 35′ 26.00″	144° 19′ 47.10″
3	阿寒湖	I	釧路市 (阿寒)	カルデラ湖	淡水	420	13.30	42.0	249,000	43° 27′ 16.72″	144° 6′ 2.98″
4	パンケトー	I	釧路市 (阿寒)	堰止湖	淡水	455	2.83	54.0	67,600	43° 29′ 9.50″	144° 10′ 1.50″
5	ペンケトー	I	釧路市 (阿寒)	堰止湖	淡水	507	0.30	39.4	6,000	43° 27′ 41.40″	144° 12′ 0.80″
6	太郎湖	I	釧路市 (阿寒)	不明	淡水	415	0.03	8.7	168	43° 25′ 58.53″	144° 8′ 26.10″
7	次郎湖	I	釧路市 (阿寒)	不明	淡水	429	0.03	3.0	81	43° 26′ 9.81″	144° 8′ 22.93″
8	瓢箪沼	I	釧路市 (阿寒)	堰止湖	淡水	444	0.10	4.5	75	43° 25′ 16.80″	144° 10′ 53.36″
9	オンネトー	I	足寄町	堰止湖	淡水	638	0.23	9.8	700	43° 23′ 0.11″	143° 58′ 5.49″
10	チミケツブ湖	I	津別町	堰止湖	淡水	285	1.20	22.0	14,640	43° 38′ 0.03″	143° 52′ 44.14″
11	然別湖	I	鹿追町・上士幌町	堰止湖	淡水	805	3.44	99.0	193,000	43° 16′ 22.03″	143° 6′ 48.48″
12	駒止湖	I	鹿追町	その他	淡水	853	0.03	5.0	60	43° 15′ 25.78″	143° 5′ 36.48″
13	東雲湖	I	上士幌町	その他	淡水	819	0.04	2.0	48	43° 16′ 5.90″	143° 8′ 18.20″
14	シラルト口湖	P	標茶町	海跡湖	淡水	8	1.81	2.8	2,670	43° 10′ 52.82″	144° 30′ 5.55″
15	塘路湖	P	標茶町	海跡湖	淡水	6	6.37	6.9	19,900	43° 8′ 45.80″	144° 32′ 41.44″
16	達古武沼	P	釧路町	海跡湖	淡水	4	1.36	1.8	1,300	43° 6′ 17.02″	144° 29′ 6.92″
17	茨散沼	P	別海町	海跡湖	淡水	7	0.30	<u>1.0</u>	<u>180</u>	43° 25′ 26.03″	145° 14′ 58.28″
18	床潭沼	P	厚岸町	海跡湖	淡水	3	0.07	3.5	<u>140</u>	43° 0′ 5.84″	144° 51′ 55.02″
19	馬主来沼	P	白糠町	海跡湖	汽水	1	0.28	4.0	280	42° 55′ 26.33″	144° 0′ 2.94″
20	長節沼	P	豊頃町	海跡湖	汽水	1	0.93	3.5	1,100	42° 39′ 21.39″	143° 36′ 32.82″
21	湧洞沼	P	豊頃町	海跡湖	汽水	1	3.49	3.5	5,860	42° 36′ 11.44″	143° 32′ 24.55″
22	生花苗沼	P	大樹町	海跡湖	汽水	1	1.75	3.6	2,600	42° 33′ 6.00″	143° 29′ 34.14″
23	ホロカヤントウ	P	大樹町	海跡湖	汽水	3	0.60	4.7	1,800	42° 31′ 39.14″	143° 28′ 11.49″
24	コムケ湖	O	紋別市	海跡湖	汽水	1	5.81	3.8	7,000	44° 15′ 30.09″	143° 30′ 51.24″
25	シブノツナイ湖	O	紋別市・湧別町	海跡湖	汽水	1	2.76	3.0	2,760	44° 14′ 50.15″	143° 33′ 1.40″
26	サロマ湖	O	北見市・佐呂間町・湧別町	海跡湖	汽水	0	150.29	19.5	1,300,000	44° 7′ 22.07″	143° 50′ 42.23″
27	能取湖	O	網走市	海跡湖	汽水	0	58.51	21.2	500,000	44° 2′ 49.33″	144° 9′ 36.15″
28	網走湖	O	網走市・大空町	海跡湖	汽水	0	32.87	16.1	200,000	43° 58′ 23.83″	144° 10′ 30.41″
29	藻琴湖	O	網走市	海跡湖	汽水	1	1.12	5.8	1,930	43° 57′ 26.54″	144° 19′ 9.49″
30	濤沸湖	O	小清水町・網走市	海跡湖	汽水	1	9.01	2.5	9,960	43° 56′ 2.80″	144° 23′ 32.13″
31	オタドマリ沼	N	利尻富士町	海跡湖	淡水	3	0.09	3.5	91	45° 7′ 14.06″	141° 17′ 8.38″
32	姫沼	N	利尻富士町	その他	淡水	124	0.03	3.0	60	45° 13′ 36.04″	141° 14′ 45.55″
33	パンケ沼	N	幌延町	海跡湖	汽水	0	3.48	3.6	3,500	45° 1′ 51.76″	141° 43′ 4.76″
34	ベンケ沼	N	豊富町・幌延町	海跡湖	淡水	1	1.86	1.0	1,200	45° 3′ 45.73″	141° 42′ 33.27″
35	兜沼	N	豊富町	海跡湖	淡水	6	1.45	3.0	1,200	45° 12′ 56.57″	141° 41′ 34.54″

*斜体：地理院地図より，**斜体：環境庁，1979および1993，下線：調査実測値，***斜体：環境庁，1979および1993，下線：最大水深の6割を平均水深として，平均水深に面積を乗じて算出

付表 1. 続き
Appendix Table 1. Continued.

No.	湖沼名	地域 区分	所在地	成因	淡水/汽水	標高 m	面積* km ²	最大水深** m	容積*** km ³	調査地点	
										北緯	東経
36	声間大沼	N	稚内市	海跡湖	汽水	1	4.75	2.0	7,125	45° 22′ 41.60″	141° 45′ 20.70″
37	メグマ沼	N	稚内市	海跡湖	淡水	7	0.25	1.8	375	45° 24′ 1.71″	141° 49′ 2.44″
38	猿骨沼	N	猿払村	海跡湖	汽水	4	0.22	0.4	66	45° 18′ 30.30″	142° 11′ 12.60″
39	ポロ沼	N	猿払村	海跡湖	汽水	0	1.95	2.7	2,925	45° 16′ 42.90″	142° 12′ 36.90″
40	カムイト沼	N	猿払村	海跡湖	淡水	3	0.19	5.2	665	45° 14′ 8.63″	142° 12′ 40.12″
41	モケウニ沼	N	猿払村	海跡湖	淡水	5	0.49	4.0	1,470	45° 12′ 21.50″	142° 15′ 58.40″
42	クッチャロ湖	N	浜頓別町	海跡湖	汽水	0	14.02	2.5	21,030	45° 8′ 40.30″	142° 19′ 3.90″
43	北光沼	L	砂川市	その他	淡水	19	0.06	5.5	112	43° 30′ 9.07″	141° 54′ 26.67″
44	袋地沼	L	砂川市・新十津川町	その他	淡水	20	0.40	1.3	400	43° 30′ 26.89″	141° 52′ 52.54″
45	宮島沼	L	美唄市	不明	淡水	13	0.36	2.4	600	43° 19′ 56.01″	141° 42′ 48.46″
46	雁里沼	L	月形町・岩見沢市	その他	淡水	10	0.47	<u>2.1</u>	<u>592</u>	43° 17′ 26.24″	141° 40′ 30.11″
47	月ヶ湖	L	月形町	不明	淡水	13	0.10	3.7	150	43° 18′ 29.33″	141° 37′ 27.19″
48	越後沼	L	江別市	その他	淡水	8	0.11	<u>2.0</u>	<u>132</u>	43° 6′ 30.84″	141° 36′ 12.26″
49	モエレ沼	L	札幌市	堰止湖	淡水	5	0.38	2.0	266	43° 7′ 43.62″	141° 26′ 2.16″
50	ペケレット沼	L	札幌市	その他	淡水	2	0.12	1.2	96	43° 10′ 5.76″	141° 22′ 42.09″
51	ウトナイ湖	L	苫小牧市	海跡湖	淡水	2	2.43	1.5	1,540	42° 41′ 53.80″	141° 42′ 30.70″
52	丹治沼	L	苫小牧市	海跡湖	淡水	5	0.28	2.0	280	42° 43′ 16.30″	141° 41′ 46.36″
53	千歳沼	L	千歳市	不明	淡水	9	0.06	<u>2.8</u>	<u>101</u>	42° 47′ 31.30″	141° 42′ 17.56″
54	大沼(厚真)	L	厚真町	その他	淡水	6	0.10	4.0	300	42° 38′ 11.00″	141° 53′ 37.70″
55	錦大沼	L	苫小牧市	堰止湖	淡水	17	0.11	9.3	634	42° 36′ 51.78″	141° 26′ 57.11″
56	ポロト湖	L	白老町	海跡湖	淡水	5	0.32	<u>8.6</u>	<u>1,651</u>	42° 33′ 52.35″	141° 21′ 45.06″
57	支笏湖	M	千歳市	カルデラ湖	淡水	248	78.76	363.0	20,900,000	42° 46′ 16.68″	141° 21′ 26.77″
58	洞爺湖	M	洞爺湖町・壮瞥町	カルデラ湖	淡水	84	70.44	179.0	8,190,000	42° 37′ 16.41″	140° 51′ 3.57″
59	倶多楽湖	M	白老町	カルデラ湖	淡水	258	4.70	147.0	491,000	42° 29′ 55.71″	141° 11′ 11.34″
60	橘湖	M	登別市	火山湖	淡水	403	0.07	<u>13.8</u>	<u>300</u>	42° 31′ 5.46″	141° 7′ 28.17″
61	オコタンベ湖	M	千歳市	堰止湖	淡水	613	0.40	21.1	4,580	42° 48′ 6.21″	141° 15′ 44.18″
62	真簾沼	M	札幌市	不明	淡水	1058	0.08	<u>7.7</u>	<u>370</u>	42° 52′ 32.34″	141° 14′ 38.65″
63	万計沼	M	札幌市	不明	淡水	912	0.03	<u>4.7</u>	<u>85</u>	42° 52′ 46.66″	141° 15′ 37.42″
64	半月湖	M	倶知安町	火山湖	淡水	252	<u>0.04</u>	18.2	180	42° 50′ 54.72″	140° 45′ 21.46″
65	イワオヌプリ大沼	M	共和町	火山湖	淡水	841	0.08	<u>15.0</u>	<u>250</u>	42° 53′ 42.25″	140° 37′ 8.43″
66	長沼	M	共和町	カルデラ湖	淡水	780	0.07	<u>5.3</u>	<u>100</u>	42° 53′ 50.70″	140° 35′ 8.60″
67	神仙沼	M	共和町	不明	淡水	764	0.01	2.0	10	42° 54′ 16.00″	140° 35′ 34.60″
68	コックリ湖	M	蘭越町	その他	淡水	561	0.04	8.0	136	42° 53′ 38.22″	140° 25′ 40.40″
69	当丸沼	M	神恵内村	その他	淡水	627	0.01	1.5	12	43° 11′ 51.40″	140° 31′ 58.60″
70	豊似湖	M	えりも町	堰止湖	淡水	258	0.03	18.6	347	42° 5′ 23.29″	143° 16′ 18.03″

* 斜体：地理院地図より， ** 斜体：環境庁，1979および1993， 下線：調査実測値， *** 斜体：環境庁，1979および1993， 下線：最大水深の6割を平均水深として， 平均水深に面積を乗じて算出

付表 2. 各湖沼表層の水質.

Appendix Table 2. Water quality in the surface layer of lakes.

No.	名称	地域 区分	調査年月日	全水深 m	透明度* m	水温 °C	pH	EC mS m ⁻¹	DO** mgO ₂ L ⁻¹	COD mg L ⁻¹	SS mg L ⁻¹	TN mg L ⁻¹	TP mg L ⁻¹	Chl-a μg L ⁻¹	Cl ⁻ mg L ⁻¹	アルカリ度 meq L ⁻¹	色相
1	摩周湖	I	2022/8/24	212.4	20.3	19.4	8.0	13.0	8.9	0.7	0.3	0.09	<0.003	0.3	6.4	0.772	無色
2	屈斜路湖	I	2021/9/29	118.0	13.3	17.8	6.6	36.4	9.1	1.3	0.5	0.09	0.007	0.9	41.4	0.296	無色
3	阿寒湖	I	2022/7/27	32.0	6.4	21.6	8.4	29.8	8.8	2.2	1.0	0.13	0.015	3.3	27.0	0.946	無色
4	パンケトー	I	2023/8/22	39.1	6.0	22.5	7.9	9.2	7.9	1.8	0.6	0.08	0.007	1.5	3.1	0.426	無色
5	ペンケトー	I	2023/8/22	49.4	13.0	24.2	7.6	11.0	8.2	1.1	0.3	0.08	0.004	0.2	4.3	0.640	無色
6	太郎湖	I	2022/8/23	7.0	5.0	20.0	7.7	29.5	7.1	1.8	1.0	0.13	0.013	1.3	26.3	0.928	無色
7	次郎湖	I	2022/8/23	2.2	>2.2	14.7	7.6	29.3	6.8	1.0	0.2	0.14	0.031	0.3	24.2	0.938	無色
8	瓢箪沼	I	2022/8/22	4.3	2.8	17.4	8.2	5.2	12.5	2.6	3.9	0.09	0.019	7.3	1.7	0.380	淡褐色
9	オンネトー	I	2023/8/23	10.7	5.1	24.0	6.9	49.9	7.5	2.6	2.3	0.27	0.007	1.6	17.4	0.475	無色
10	チミケツブ湖	I	2022/10/19	21.6	2.0	14.0	7.5	8.7	8.9	6.1	3.6	0.35	0.017	22.6	2.2	0.640	淡黄色
11	然別湖	I	2022/9/2	98.2	10.8	17.7	7.1	8.7	8.7	1.3	0.3	0.13	<0.003	0.7	7.0	0.448	無色
12	駒止湖	I	2022/10/18	4.8	>4.8	9.7	7.2	1.4	9.4	1.8	0.3	0.14	<0.003	0.4	1.0	0.050	無色
13	東雲湖	I	2023/8/21	1.0	>1.0	25.6	8.0	1.6	7.2	8.4	3.1	0.36	0.010	7.0	1.0	0.016	淡褐色
14	シラルト口湖	P	2022/10/12	2.2	1.1	14.4	7.9	21.5	9.7	8.9	9.2	0.35	0.080	19.3	42.3	0.556	淡褐色
15	塘路湖	P	2023/10/4	5.0	0.8	15.9	8.0	12.5	8.5	9.5	10.8	0.59	0.075	53.4	6.1	0.690	淡褐色
16	達古武沼	P	2022/10/12	2.0	1.2	16.3	7.9	20.3	10.1	10.1	6.2	0.43	0.063	23.6	34.7	0.656	淡褐色
17	茨散沼	P	2022/10/20	1.0	0.8	11.1	7.4	11.4	10.0	11.5	9.2	0.54	0.054	33.0	10.9	0.608	淡褐色
18	床潭湖	P	2022/10/20	1.7	0.7	13.0	7.5	14.4	10.8	11.1	28.2	0.54	0.093	30.0	14.1	0.678	淡褐色
19	馬主来沼	P	2022/9/7	1.9	0.8	23.7	8.5	438	10.8	11.0	10.0	0.71	0.073	40.6	1303	0.750	茶褐色
20	長節沼	P	2022/9/8	1.4	>1.4	21.5	7.7	311	7.9	8.5	3.4	0.82	0.081	1.8	893	0.430	淡褐色
21	湧洞沼	P	2022/9/8	0.4	>0.4	22.8	7.7	4030	6.8	5.3	18.7	0.61	0.051	6.2	12822	1.528	淡褐色
22	生花苗沼	P	2022/9/8	1.1	>1.1	23.2	7.9	306	8.7	7.2	5.5	0.58	0.031	7.7	985	0.400	淡褐色
23	ホロカヤントウ	P	2022/9/8	3.5	1.0	22.6	8.5	130	—	11.4	6.7	0.89	0.046	40.9	335	0.640	淡褐色
24	コムケ湖	O	2022/7/7	1.5	>1.5	24.8	8.2	4550	8.5	4.0	3.0	0.35	0.030	2.3	16815	1.824	無色
25	シブノツナイ湖	O	2022/7/7	1.0	0.6	25.2	9.3	302	11.3	10.6	25.2	0.88	0.107	36.4	781	0.392	淡黄色
26	サロマ湖	O	2023/7/4	18.3	7.7	18.8	8.2	5107	7.6	1.9	3.7	0.11	0.007	0.8	18721	2.020	無色
27	能取湖	O	2023/9/5	20.8	9.2	23.6	8.3	5075	7.2	2.0	1.9	0.11	0.023	1.7	18655	2.080	無色
28	網走湖	O	2023/7/20	16.3	0.7	25.0	8.8	453	10.8	8.2	14.6	1.31	0.083	92.0	1347	0.450	緑色
29	藻琴湖	O	2023/7/5	4.8	2.5	18.4	7.6	1574	7.4	6.5	4.6	2.60	0.075	1.8	4517	1.080	淡褐色
30	濤沸湖	O	2023/7/5	0.9	>0.9	22.5	8.5	2760	10.2	8.8	6.4	0.61	0.056	8.3	9876	1.576	淡褐色
31	オタドマリ沼	N	2023/5/23	1.3	0.8	16.2	4.6	9.2	8.2	24.8	1.1	0.68	0.062	1.9	17.8	0.000	茶褐色
32	姫沼	N	2023/5/23	1.9	1.5	15.1	6.8	8.1	9.9	4.0	3.5	0.23	0.074	8.4	10.1	0.338	淡黄色-無色
33	パンケ沼	N	2023/6/19	1.8	0.5	18.8	8.8	326	11.8	15.7	31.9	1.61	0.184	75.8	845	0.792	淡褐色
34	ペンケ沼	N	2022/10/12	0.2	>0.2	17.6	8.1	31.4	10.0	10.5	4.8	0.93	0.159	8.5	46.8	0.870	黄褐色
35	兜沼	N	2023/6/20	1.2	0.3	20.0	9.8	15.4	13.5	33.8	24.8	3.65	0.375	302.0	17.5	0.678	緑色

* >は全透を示す, ** -は欠測を示す.

付表 2. 続き

Appendix Table 2. Continued.

No.	名称	地域 区分	調査年月日	全水深 m	透明度* m	水温 °C	pH	EC mS m ⁻¹	DO** mgO ₂ L ⁻¹	COD mg L ⁻¹	SS mg L ⁻¹	TN mg L ⁻¹	TP mg L ⁻¹	Chl-a μg L ⁻¹	Cl ⁻ mg L ⁻¹	アルカリ度 meq L ⁻¹	色相
36	声間大沼	N	2023/6/20	1.3	0.7	20.6	8.4	1394	10.4	14.3	19.9	1.36	0.105	20.0	4743	0.680	淡褐色
37	メグマ沼	N	2023/6/20	1.9	0.7	20.0	8.3	11.3	8.7	23.8	22.2	1.13	0.092	38.6	19.7	0.248	黄褐色
38	猿骨沼	N	2023/6/21	0.2	>0.2	22.8	7.8	2750	8.7	6.5	14.1	0.56	0.052	3.9	9939	1.336	淡黄色
39	ポロ沼	N	2023/6/21	0.5	>0.5	22.5	8.4	4290	8.9	3.5	3.1	0.21	0.018	1.4	16374	1.928	無色
40	カムイト沼	N	2023/6/21	3.4	2.1	21.3	8.2	8.9	7.8	8.9	2.2	0.29	0.016	4.3	18.4	0.136	淡褐色
41	モケウニ沼	N	2023/6/21	2.1	0.9	20.1	8.5	12.9	8.3	17.0	13.6	0.76	0.044	25.2	19.7	0.456	淡褐色
42	クッチャロ湖	N	2023/6/22	1.0	>1.0	20.9	8.3	3290	8.6	6.0	6.5	0.21	0.030	4.3	11970	1.372	無色
43	北光沼	L	2022/9/28	4.8	1.2	20.0	7.0	13.4	8.4	7.6	2.6	0.42	0.036	17.1	8.5	0.632	淡褐色
44	袋地沼	L	2022/9/28	0.7	0.5	20.3	7.7	20.2	10.5	6.8	19.9	0.93	0.068	18.2	23.2	0.760	黄褐色
45	宮島沼	L	2022/6/30	0.7	0.2	23.0	9.7	8.1	15.6	48.0	77.4	3.90	0.520	352.0	8.1	0.372	緑色
46	雁里沼	L	2022/9/28	2.1	0.8	21.0	8.2	15.1	9.8	7.9	10.1	0.72	0.047	32.0	8.3	0.574	淡褐色
47	月ヶ湖	L	2022/6/30	3.9	0.8	22.3	8.1	9.1	9.2	10.5	11.8	0.95	0.074	57.4	7.7	0.296	緑褐色
48	越後沼	L	2022/9/28	1.9	0.8	20.5	8.1	12.8	9.4	16.8	9.9	1.12	0.043	23.8	11.9	0.538	淡褐色
49	モエレ沼	L	2022/6/9	1.0	0.5	20.1	7.6	32.7	8.4	18.5	11.7	0.99	0.081	20.9	26.8	1.720	黄褐色
50	ベケレット沼	L	2022/6/9	0.6	0.3	25.4	8.3	18.3	11.1	17.3	20.7	1.45	0.201	49.9	15.3	0.990	黄褐色
51	ウトナイ湖	L	2023/6/8	0.9	>0.9	19.7	7.9	9.9	10.3	2.6	1.7	0.20	0.010	0.7	6.8	0.532	淡褐色-無色
52	丹治沼	L	2023/6/8	1.4	0.9	21.4	7.9	43.5	9.7	7.1	12.5	0.44	0.042	12.1	109	0.462	淡黄色
53	千歳沼	L	2023/5/16	1.0	>1.0	15.2	6.9	15.1	11.3	2.6	0.8	0.74	0.010	2.1	9.2	0.778	淡褐色-無色
54	大沼 (厚真)	L	2023/6/6	3.1	0.8	19.5	7.5	16.9	6.9	8.5	11.4	1.36	0.030	8.9	9.7	0.988	淡褐色
55	錦大沼	L	2022/8/3	8.7	2.2	23.4	7.1	12.9	8.8	4.0	1.7	0.16	0.011	7.5	7.6	0.756	無色
56	ポロト湖	L	2022/8/3	7.7	2.2	24.5	7.2	9.8	8.5	4.1	3.5	0.18	0.019	13.4	8.6	0.442	淡褐色
57	支笏湖	M	2023/10/11	359.7	9.1	16.1	7.5	22.8	8.9	0.8	0.6	0.07	0.003	0.6	15.2	0.730	無色
58	洞爺湖	M	2023/6/19	178.0	13.0	21.3	7.5	14.6	12.1	1.1	0.4	0.21	0.003	0.8	10.7	0.322	無色
59	倶多楽湖	M	2022/8/4	147.6	19.3	22.0	7.5	6.0	8.0	0.7	0.2	0.11	<0.003	0.3	3.9	0.270	無色
60	橘湖	M	2022/8/4	13.7	7.0	22.7	7.7	2.0	8.2	2.8	1.7	0.09	<0.003	3.5	3.0	0.098	無色
61	オコタンペ湖	M	2023/9/26	20.1	3.5	16.8	6.4	15.9	8.9	1.0	1.0	0.24	0.003	1.3	2.6	0.023	無色
62	真簾沼	M	2023/8/2	7.7	6.5	22.2	7.3	3.4	7.5	2.8	0.9	0.12	0.004	2.5	2.1	0.176	無色
63	万計沼	M	2023/8/2	4.7	2.0	19.8	7.7	5.1	9.4	2.1	3.2	0.12	0.008	6.1	2.6	0.342	無色
64	半月湖	M	2023/9/12	16.0	2.0	24.8	8.8	10.0	9.3	5.9	2.9	0.45	0.020	18.6	7.1	0.564	無色
65	イワオヌプリ大沼	M	2023/9/13	15.2	9.5	20.9	7.2	3.1	7.5	1.4	0.2	0.09	<0.003	0.5	4.2	0.010	無色
66	長沼	M	2023/9/13	3.2	2.0	21.0	6.2	3.1	7.6	7.0	2.0	0.37	0.008	1.1	2.8	0.004	淡褐色
67	神仙沼	M	2023/9/13	1.3	>1.3	23.6	5.5	2.7	6.8	9.3	0.5	0.28	0.007	1.0	2.6	0.000	淡褐色
68	コックリ湖	M	2023/9/14	7.9	4.2	22.1	6.8	4.6	6.7	5.2	1.2	0.17	0.007	2.8	9.2	0.022	無色
69	当丸沼	M	2023/7/12	1.1	0.9	20.6	6.7	9.3	8.4	9.1	9.4	0.36	0.037	28.0	7.8	0.100	淡褐色
70	豊似湖	M	2023/6/5	18.6	10.0	17.0	7.0	3.8	8.9	1.0	0.3	0.27	0.003	0.6	3.6	0.116	無色

* >は全透を示す, ** -は欠測を示す.

付表 3. 各湖沼における流域の面積および土地利用.
Appendix Table 3. Basin area and land use for each lake.

No.	湖沼名	地域 区分	流域面積* km ²	土地利用面積 (km ²)						土地利用割合 (%)						備考
				森林	農用地	田	荒地	建物用地	その他	森林	農用地	田	荒地	建物用地	その他	
1	摩周湖	I	34.7 (14.1)	12.3	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	87.1	0.0	0.0	12.9	0.0	0.0	
2	屈斜路湖	I	343.3 (258.2)	220.5	24.2	0.0	10.7	1.8	1.1	85.4	9.4	0.0	4.1	0.7	0.4	
3	阿寒湖	I	174.0 (156.3)	152.2	0.0	0.0	3.4	0.3	0.4	97.4	0.0	0.0	2.1	0.2	0.2	
4	パンケトー	I	54.2 (50.7)	48.9	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	96.4	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	
5	ペンケトー	I	11.1 (10.7)	10.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	97.7	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	
6	太郎湖	I	1.5 (1.4)	1.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	92.3	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	
7	次郎湖	I	1.3 (1.3)	1.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	91.3	0.0	0.0	8.7	0.0	0.0	
8	瓢箪沼	I	17.2 (17.1)	16.3	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	95.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	
9	オンネトー	I	4.6 (4.3)	3.2	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	74.6	0.0	0.0	25.4	0.0	0.0	
10	チミケツブ湖	I	22.6 (21.5)	21.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	99.8	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	
11	然別湖	I	52.5 (48.4)	47.9	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	99.0	0.0	0.0	1.0	0.1	0.0	
12	駒止湖	I	0.9 (0.9)	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96.5	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	
13	東雲湖	I	1.0 (0.9)	0.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	71.1	0.0	0.0	28.9	0.0	0.0	
14	シラルト口湖	P	74.7 (72.7)	56.1	2.7	0.0	13.6	0.2	0.1	77.1	3.7	0.0	18.7	0.2	0.2	
15	塘路湖	P	145.7 (138.8)	89.6	37.2	0.0	11.2	0.6	0.2	64.5	26.8	0.0	8.0	0.4	0.2	
16	達古武沼	P	27.7 (26.2)	19.3	1.6	0.0	5.4	0.0	0.0	73.4	6.0	0.0	20.4	0.1	0.1	
17	茨散沼	P	12.7 (12.4)	6.2	4.2	0.0	2.0	0.0	0.0	49.8	34.1	0.0	15.7	0.3	0.0	
18	床潭沼	P	1.9 (1.8)	1.4	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	77.5	1.1	0.0	15.9	3.8	1.6	
19	馬主来沼	P	31.0 (30.3)	20.2	5.6	0.0	4.2	0.1	0.2	66.6	18.4	0.0	13.9	0.4	0.6	
20	長節沼	P	59.7 (58.6)	48.6	5.9	0.0	3.4	0.2	0.5	83.0	10.1	0.0	5.8	0.3	0.8	
21	湧洞沼	P	74.5 (69.8)	53.6	8.4	0.0	5.8	0.1	2.0	76.7	12.0	0.0	8.3	0.1	2.8	
22	生花苗沼	P	113.7 (110.7)	84.2	17.7	0.0	8.5	0.3	0.0	76.1	15.9	0.0	7.7	0.3	0.0	
23	ホロカヤントウ	P	6.0 (5.3)	2.3	2.7	0.0	0.2	0.0	0.0	44.4	51.0	0.0	3.8	0.8	0.0	
24	コムケ湖	O	59.0 (53.6)	29.0	20.9	0.0	2.9	0.4	0.4	54.2	39.0	0.0	5.4	0.7	0.7	
25	シブノツナイ湖	O	88.5 (85.1)	54.9	26.1	0.0	3.8	0.3	0.1	64.5	30.6	0.0	4.4	0.4	0.1	
26	サロマ湖	O	955.7 (785.9)	554.6	196.3	0.0	24.3	7.5	3.2	70.6	25.0	0.0	3.1	1.0	0.4	
27	能取湖	O	216.0 (152.6)	86.4	53.8	0.0	6.4	1.3	4.7	56.6	35.2	0.0	4.2	0.9	3.1	
28	網走湖	O	1470.0 (1423.9)	1032.3	310.4	10.3	41.1	17.5	12.4	72.5	21.8	0.7	2.9	1.2	0.9	
29	藻琴湖	O	197.8 (196.0)	95.5	88.6	0.0	7.6	3.1	1.2	48.7	45.2	0.0	3.9	1.6	0.6	
30	濤沸湖	O	202.4 (193.2)	92.0	87.0	0.0	12.0	1.3	0.8	47.6	45.0	0.0	6.2	0.7	0.4	
31	オタドマリ沼	N	1.7 (1.6)	0.5	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	29.3	0.0	0.0	69.4	0.0	1.3	
32	姫沼	N	0.3 (0.2)	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
33	パンケ沼	N	12.9 (8.9)	0.1	3.7	0.0	5.2	0.0	0.0	1.3	40.9	0.0	57.7	0.1	0.0	
34	ペンケ沼	N	229.5 (226.0)	142.2	48.4	0.0	30.3	2.8	2.3	62.9	21.4	0.0	13.4	1.2	1.0	
35	兜沼	N	16.8 (15.8)	5.3	8.5	0.0	1.4	0.3	0.2	33.6	53.6	0.0	9.1	2.2	1.5	

* ()の数値は水面面積を除く流域面積, ** 湖沼周辺湿地帯への流入河川流域を含めて集計

付表 3. 続き
Appendix Table 3. Continued.

No.	湖沼名	地域 区分	流域面積* km ²	土地利用面積 (km ²)						土地利用割合 (%)						備考
				森林	農用地	田	荒地	建物用地	その他	森林	農用地	田	荒地	建物用地	その他	
36	声間大沼	N	60.0 (54.4)	22.5	18.2	0.0	12.1	0.3	1.3	41.4	33.5	0.0	22.1	0.6	2.4	
37	メグマ沼	N	3.8 (3.5)	0.5	1.5	0.0	1.0	0.0	0.5	15.3	41.8	0.0	29.1	0.0	13.8	その他：ゴルフ場
38	猿骨沼	N	111.0 (110.0)	76.9	20.5	0.0	12.4	0.2	0.0	69.9	18.6	0.0	11.2	0.2	0.0	**
39	ポロ沼	N	112.8 (109.8)	85.5	16.3	0.0	7.8	0.3	0.0	77.8	14.8	0.0	7.1	0.3	0.0	**
40	カムイト沼	N	2.9 (2.7)	2.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	92.2	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	
41	モケウニ沼	N	6.9 (6.1)	0.9	3.4	0.0	1.6	0.2	0.0	14.4	56.0	0.0	26.1	3.4	0.0	
42	クッチャロ湖	N	179.8 (164.6)	91.1	56.2	0.0	16.3	0.7	0.2	55.4	34.2	0.0	9.9	0.4	0.1	
43	北光沼	L	0.5 (0.4)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	8.1	0.0	0.0	35.1	56.8	その他：公園
44	袋地沼	L	9.4 (8.8)	0.8	2.1	5.1	0.5	0.1	0.1	9.5	24.1	58.0	6.1	1.4	0.9	
45	宮島沼	L	1.2 (0.9)	0.1	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	13.6	22.7	55.7	8.0	0.0	0.0	
46	雁里沼	L	3.0 (2.2)	0.0	0.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7	61.5	0.0	1.8	0.0	
47	月ヶ湖	L	1.6 (1.4)	0.8	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	53.5	19.4	25.0	1.4	0.7	0.0	大沼・小沼の合計
48	越後沼	L	0.5 (0.3)	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	14.7	41.2	38.2	0.0	5.9	
49	モエレ沼	L	4.4 (3.6)	0.4	0.8	0.0	0.5	0.7	1.2	12.0	22.9	0.0	12.8	19.3	33.0	その他：公園
50	ベケレット沼	L	1.5 (1.4)	0.2	0.4	0.1	0.1	0.7	0.0	11.3	31.2	3.5	5.7	46.1	2.1	
51	ウトナイ湖	L	173.7 (170.0)	129.2	2.6	0.0	19.8	1.5	16.9	76.0	1.5	0.0	11.7	0.9	9.9	
52	丹治沼	L	7.2 (6.8)	5.6	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1	82.2	1.0	0.0	0.4	0.0	16.4	その他：ゴルフ場
53	千歳沼	L	1.9 (1.8)	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	45.1	1.1	0.0	0.0	3.3	50.5	その他：産業用地
54	大沼 (厚真)	L	0.5 (0.4)	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	64.3	21.4	0.0	14.3	0.0	0.0	
55	錦大沼	L	1.7 (1.5)	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	64.9	35.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
56	ポロト湖	L	4.2 (3.8)	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	96.6	0.0	0.0	0.8	0.3	2.4	
57	支笏湖	M	234.7 (150.7)	145.4	0.0	0.0	5.1	0.1	0.1	96.5	0.0	0.0	3.4	0.1	0.1	
58	洞爺湖	M	182.6 (107.9)	94.5	4.9	1.6	4.2	1.6	1.2	87.5	4.6	1.4	3.9	1.5	1.1	
59	倶多楽湖	M	8.5 (3.6)	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.4	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	
60	橘湖	M	0.6 (0.5)	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
61	オコタンベ湖	M	9.1 (8.7)	8.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	98.5	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	
62	真簾沼	M	1.1 (1.0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	
63	万計沼	M	0.9 (0.8)	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
64	半月湖	M	0.7 (0.6)	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
65	イワオヌプリ大沼	M	0.8 (0.7)	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	77.6	0.0	0.0	22.4	0.0	0.0	
66	長沼	M	1.2 (1.1)	0.9	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	81.3	0.0	0.0	18.7	0.0	0.0	
67	神仙沼	M	0.4 (0.4)	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	
68	コックリ湖	M	0.2 (0.1)	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
69	当丸沼	M	0.3 (0.3)	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
70	豊似湖	M	1.1 (1.1)	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.1	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	

* ()の数値は水面面積を除く流域面積, ** 湖沼周辺湿地帯への流入河川流域を含めて集計