

原 著
 |||||
 【学生論文特集対象論文】

新潟県の湖沼における水質及び同位体的特徴 —中国黒竜江省の Zhalong 湿地との比較も含めて—

Adiljiang TIEMUER, 狩野直樹*, 今泉 洋*, 李 冲**, 渡部直喜***, 鄭 永杰****

新潟大学大学院自然科学研究科
 *新潟大学工学部
 **新潟大学産学地域人材育成センター
 ***新潟大学災害復興科学センター
 950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐二の町 8050
 ****チチハル大学化学&化学工程学院
 161006 中国黒龍江省チチハル市ウエンファ通り 30

2012年10月31日 受理

新潟県における湖沼水の水質及び同位体的特徴を把握するため、新潟県内の湖沼（佐潟，鳥屋野潟）試料中の酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) や栄養塩濃度（窒素，リン）を測定し，中国黒竜江省のジャロン湿地と比較・検討した。その結果，(1) $\delta^{18}\text{O}$ 値が高くなった要因として，佐潟は生物学的要因，ジャロン湿地は蒸発による影響が大きいと推測される，(2) 県内の湖沼はジャロン湿地に比べると富栄養化の進行は小さい，等がわかった。

Key Words : lagoon water, oxygen stable isotopic ratio, nutrient, water quality, Sakata, Toyonogata, Zhalong Wetland

1. 緒 言

現在，我々が抱えている環境問題の一つに水質汚濁がある。水質汚濁の原因物質としては重金属，有機物をはじめ栄養塩などがあり，このうち，閉鎖系水域で特に問題とされるのは栄養塩の増加による富栄養化である。家庭排水や工場排水に含まれている窒素やリンなどが，水の滞留時間が長い湖沼や内湾に多く流れ込むことが原因となって，植物性プランクトンや藻類などが異常繁殖してしまう恐れがある。このような富栄養化が進行すると，異常繁殖した植物性プランクトンや藻類により，動物性プランクトンや魚介類などによる捕食が追いつかなくなり，その水域の生態系が崩壊してしまう恐れがある。また，異常発生した植物性プランクトンや藻類

の中の好気性生物が呼吸することにより，多量の溶存酸素が消費され酸素欠乏となり，その結果，多くの好気性生物が死滅することになる。そしてそれらの死骸が堆積して有機汚濁物質となり，更なる水質汚濁を引き起こすこととなる¹⁾。

近年，閉鎖性水域において化学的酸素要求量 (COD) の増大現象が報告され，溶存有機物に関する調査の重要性が認識されている。例えば琵琶湖では有機物による汚染が深刻であり，その動態や原因等の解明のため溶存有機物の分画²⁾やフミン物質の分子量の同定³⁾，またそれらが COD に与える影響についての研究⁴⁾などが行われている。また溶存有機物はトリハロメタンの前駆物質となることから水資源の利用に影響を及ぼすことが指摘されている。

このように湖沼においてもアオコや赤潮などのプランクトン起源の有機物汚染が懸念され、汚染物質の動態解析の重要性が増している。水資源の利用や環境保全の観点から、環境水中の汚染物質の起源、供給経路の解明や環境中における存在状況や分布状態の把握は緊急かつ重要な問題である。

本研究では、これまで酸素安定同位体比や主要イオン濃度などを用いて、降水⁵⁾⁻⁷⁾や河川水^{5),8)}、地下水⁸⁾のみならず、湖沼水⁹⁾における溶存物質の動態や水質についての研究を行ってきた。その結果、(1)佐潟の湖沼水における $\delta^{18}\text{O}$ は県内の他の環境水の値に比べて大きく、特に夏季において顕著であった。(2)湖沼水の $\delta^{18}\text{O}$ 及びイオン濃度に及ぼす降水の影響は、佐潟と鳥屋野潟の水試料において明らかに異なる傾向を示した。(3)佐潟の環境水ではDOCと $\delta^{18}\text{O}$ との間に良好な相関が見られたが、鳥屋野潟の環境水では顕著な相関は見られなかった、等の知見を得てきた。

新潟県内の湖沼水においては、栄養塩の動態に関する研究はまだ不十分であるし、深度分布に関する研究は皆無に等しい。

そこで、本研究では新潟県の代表的な湖沼である佐潟及び鳥屋野潟を対象に、定期的な酸素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}$)やイオン濃度の定量を継続するとともに、新たに栄養塩やクロロフィルa濃度の測定を行った。

佐潟は新潟市西区赤塚に位置し、砂丘列間の低地に形成された砂丘湖で、「ラムサール条約湿地」に登録されている。流入する河川がなく、降水や地下水からの湧き水によって涵養されているという特徴を持った全国的にも珍しい湖沼であるため、その水文学的特徴は興味深い。一方、新潟県最大の湖沼である鳥屋野潟は、湖沼でありながら河川からの流入と河川への流出があるため、佐潟との比較の研究対象としても興味深い。さらに、本研究で比較対照に用いたジャロン湿地は、中国黒竜江省の自然保護区にあり、佐潟と同様に「ラムサール条約湿地」に登

録されている世界的にも重要な湿地の一つである。

本研究では、新潟県内の湖沼の栄養塩汚染度を把握するため、全リン濃度を用いて各地点の栄養塩指標を算出するとともに、上述のジャロン湿地と比較・検討し、県内湖沼の汚染物質の動態や供給源を把握することを目的とした。さらに、深度分布に関する知見を得るため、比較的水深の深い鳥屋野潟の南方の一地点(水深~120 cm)において、予備的に湖沼表面から25 cm間隔で採水し、深度分布の調査を行った。

2. 実 験

2.1 湖沼水中の同位体・化学分析

2.1.1 採水

採水地点をFig. 1に示す。佐潟では、(1)本潟から水が流出する地点(Fig. 1のSakata 1)、(2)本潟と上佐潟を結び本潟に流入する地点(Fig. 1のSakata 2)及び(3)本潟南側岸辺の湧き水(Fig. 1のSakata 3)の3か所、鳥屋野潟においては、信濃川から流入してくる地点(Fig. 1のToyano 1)と潟から川へ流出する地点(Fig. 1のToyano 2)の2か所において、定期的に採水を行った。試料水は、橋の中央部から、塩化ビニル製バケツを使って、流心部付近の表面水を採取し、直ちに水温、pH、電気伝導度(EC)、酸化還元電位(ORP)及び溶存酸素(DO)をその場で測定した。試料水で共液洗浄したポリびんに移し、研究室に持ち帰った。なお、pH/EC/ORP/DOの測定には携帯型pHメーター(HORIBA, D-24, D-25)を用いた。また、鳥屋野潟の南方の一地点(Fig. 1のToyano 3)において、金具付きハイロート採水器(HR-250)を用いて予備的に深度分布(0, 25, 50, 75, 100 cm)の調査を行った。さらに、比較対照として採水した中国ジャロン湿地の採水地点をFig. 2に示す。

研究室においては、各試料水中の $\delta^{18}\text{O}$ に加え、懸濁物質(SS)、栄養塩(全窒素(T-N)、全リン(T-P)、硝酸態窒素(NO_3^- -N)、リン酸

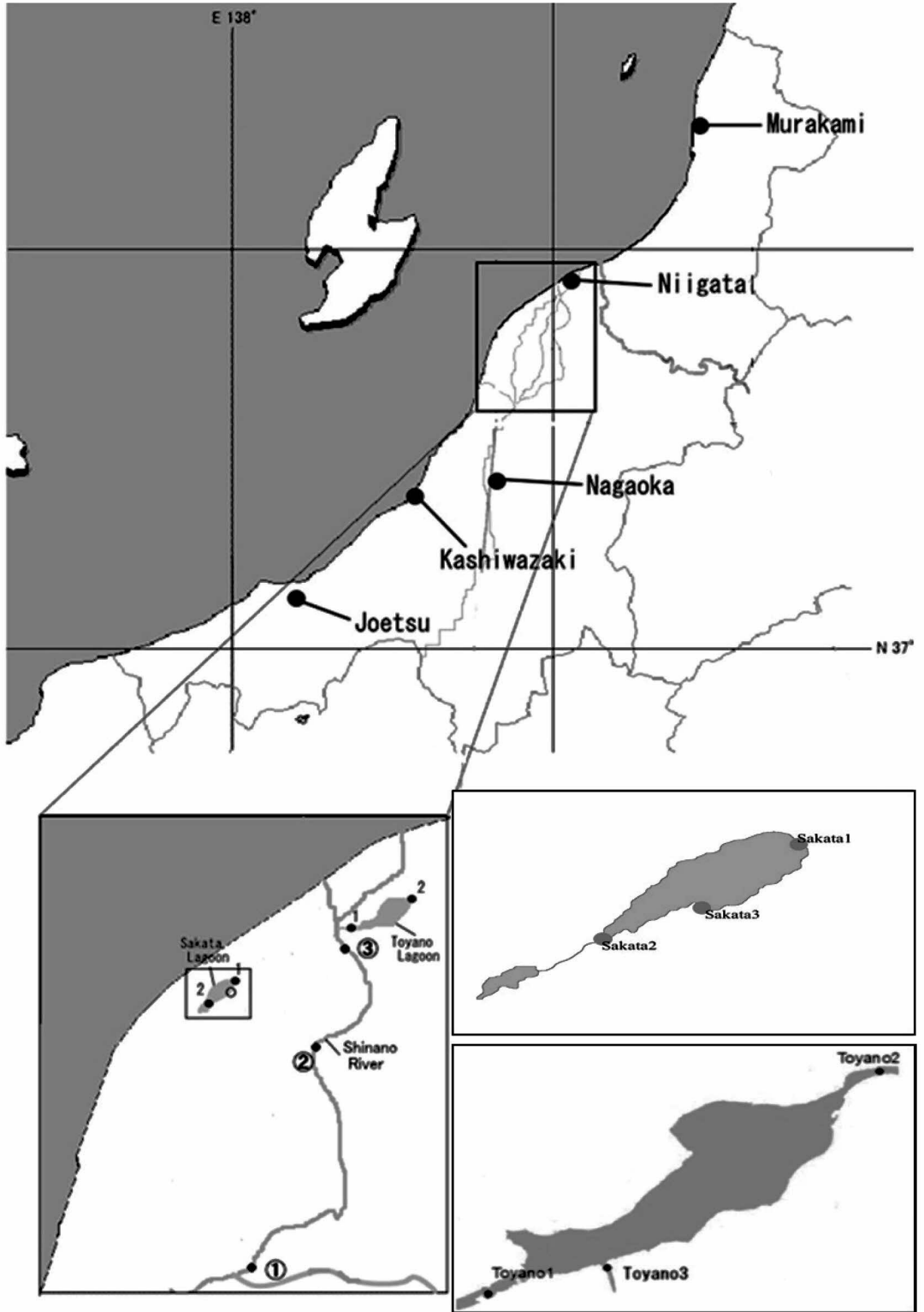


Fig. 1 Sampling spots of Sakata and Toyanogata



Fig. 2 Sampling spots of Zhalong Wetland

態リン ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)及びクロロフィル a の各項目の定量を行った。それぞれの方法を以下に記す。

2.1.2 酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$)

天然水中の酸素・水素安定同位体比の変動は小さいため、下式のように、標準平均海水(Standard Mean Ocean Water : 略称 SMOW) の同位体比からのずれを千分率 (%) で表して表示するのが一般的である。

$$\delta (\%) = \{R_{\text{sample}} / R_{\text{SMOW}} - 1\} \times 10^3$$

ここで、 R_{sample} は試料中の安定同位体比、 R_{SMOW} は SMOW 中の安定同位体比を表す。 $R = {}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}$ のとき δ 値は $\delta^{18}\text{O}$ 値で示され、酸素安定同位体比を表す。また、SMOW の値は $({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} = 2.005 \times 10^{-3}$ である。前処理の概略は、渡部らの方法¹⁰⁾に基づいて行った。その概略を以下に示す。ポリエチレン製のグローブバッグ (Instruments for research and industry, S-20) 内で、外径 13 mm、高さ 29 mm、容積約 1.5 mL のガラス製のバイアルに試料水

200 μL と二酸化炭素を充填し、恒温槽内で水-二酸化炭素の酸素同位体交換反応を行わせ、二酸化炭素を質量分析計に導入する方法を適用した。測定は新潟大学災害復興科学センターの安定同位体比測定用質量分析装置 (Micromass, PRISM) を用いて行った。

2.1.3 懸濁物質 (SS)^{11),12)}

下記の手順で分析を行った。

- (1) 孔径 0.45 μm のメンブランフィルターを 110°C で恒量になるまで乾燥し、秤量した。
- (2) 試料水 100 cm^3 をろ過し、このメンブランフィルターを乾燥して秤量した。
- (3) (2) と (1) との秤量値の差をとって試料水 1 000 cm^3 に換算し、懸濁物質量 ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) とした。

2.1.4 栄養塩の測定¹¹⁾⁻¹³⁾

全窒素 (T-N) はアルカリ性ペルオキシ二硫酸カリウム分解-紫外線吸光度法、全リン (T-P) はペルオキシ二硫酸カリウム分解法、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3^- \text{-N}$) は硫酸ヒドラジニウム法、リン酸態リン ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) はモリブデン青法を

Table 1 Representative physical parameters (pH, EC, ORP, DO) and SS in lagoon (Sakata and Toyanogata) waters in Niigata Prefecture

Sampling Points		Measurement items					
		pH	Water temp.	EC / mS·m ⁻¹	DO /g·dm ⁻³	ORP /mV	SS /g·dm ⁻³
/°C							
Sakata 1	Spring	9.77	26.4	32.6	11.5	97	21
	Summer	9.24	31.3	28.5	7.37	141	57
	Autumn	9.31	21.9	29.5	13.5	180	38
	Winter	8.68	4.90	25.2	12.4	62	101
Sakata 2	Spring	7.30	24.2	33.3	5.80	154	10
	Summer	6.70	27.8	15.9	4.56	163	50
	Autumn	6.99	18.2	31.4	6.44	119	17
	Winter	7.32	6.00	28.2	9.45	116	50
Sakata 3	Spring	7.51	24.7	27.7	10.5	176	4
	Summer	6.76	27.6	24.6	6.05	161	32
	Autumn	7.05	19.9	41.1	7.93	194	6
	Winter	7.54	7.60	32.0	7.13	147	34
Toyanogata 1	Spring	8.95	23.5	17.6	11.9	180	4
	Summer	8.48	29.5	41.0	8.28	170	50
	Autumn	6.91	19.8	28.5	6.05	226	17
	Winter	6.90	6.70	17.1	9.39	90	41
Toyanogata 2	Spring	6.78	22.1	29.0	5.32	140	4
	Summer	6.77	27.0	41.6	5.33	186	26
	Autumn	6.56	18.6	28.8	6.75	81	28
	Winter	7.24	8.20	20.9	11.3	169	37

用い、いずれも U-1800 形レシオビーム分光光度計 (HITACHI) で吸光度測定した。

2・1・5 クロロフィル a の測定^{12), 14)}

試料水を定量しガラス繊維ろ紙 (Whatman GF/F) でろ過する。ガラス繊維ろ紙の水分を安価なろ紙で十分に除去した後、n, n-ジメチルホルムアミドを入れたガラスバイアルに入れクロロフィルを抽出する (-20°C 以下の暗所で 24 時間以上)。抽出後、蛍光光度計 (SHIMADZU, RF 5300-PC) を用いて、励起波長 437 nm, 蛍光波長 669 nm で測定した。

3. 結果・考察

3・1 新潟県の湖沼水中の水質基本データ

本研究における佐潟及び鳥屋野潟の水質基本データの代表的な結果を季節ごとに Table 1 に示す。Table 1 より、pH は Sakata 1 が高いのが特徴的である。また、EC, DO, ORP は概して大きな差は見られなかったものの、SS については季節にかかわらず Sakata 1 の値が高かった。

3・2 湖沼水における酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$)

3・2・1 湖沼間の $\delta^{18}\text{O}$ の比較

佐潟及び鳥屋野潟における酸素安定同位体比

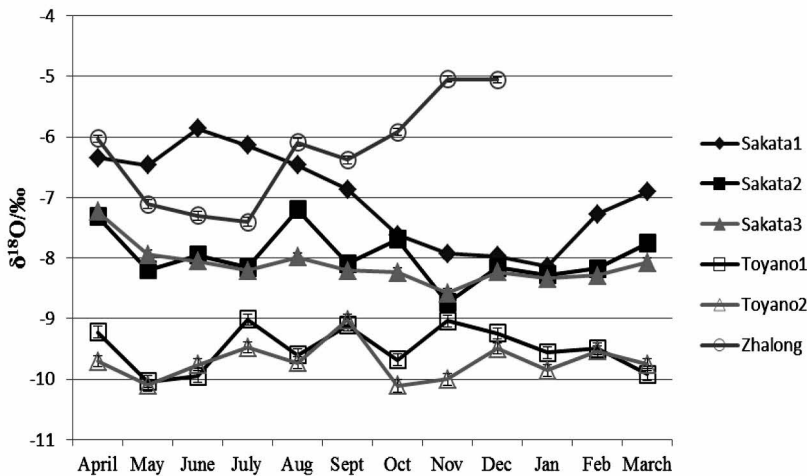


Fig. 3 Monthly variation of $\delta^{18}\text{O}$ in Sakata, Toyanogata (in Niigata Prefecture) and Zhalong Wetland (at Heilongjiang Province in China)

Table 2 Annual precipitation and evaporation in Zhalong Wetland (mm)
(Taken from the data in Water Resources Department of Heilongjiang Province, 2009¹⁵⁾)

	Jan	Feb	March	April	May	June	
Precipitation	2.13	1.91	5.11	16.8	28.2	70.7	
Evaporation	5.23	11.8	42.1	94.8	109	113	
	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Precipitation	128	92.2	47.4	17.6	4.23	3.28	418
Evaporation	103	94.5	78.3	52.8	19	5.66	729

($\delta^{18}\text{O}$) の月間変動と中国ジャロン湿地の $\delta^{18}\text{O}$ 値を Fig. 3 に示す。佐潟及び鳥屋野潟については、以前の当研究室における湖沼水の測定結果⁹⁾とおおむね同様の傾向が見られた。

また Fig. 3 より、ジャロン湿地は季節にかかわらず、高い $\delta^{18}\text{O}$ 値を示す (-7.41% ~ -5.05%) ことが特徴的である。4月から10月においては Sakata 1 に及ばないものの、11月と12月においては、Sakata 1 よりも更に高い値を示したのは注目される。

中国黒竜江省水質資源環境部のデータ¹⁵⁾によると、黒竜江省降水の近年における $\delta^{18}\text{O}$ の年間平均値は -17.0% ~ -12.0% で、一方、ジャロン湿地周辺の近年における河川・地下水の年

間平均値は -11.5% ~ -9.10% であることが知られている。さらに、ジャロン湿地の年間の蒸発量・降水量のデータ (Table 2 参照) から、蒸発量 > 降水量であることがわかる。すなわち、ジャロン湿地は降水の影響が小さく、蒸発の影響が大きいといえる。さらに、ジャロン湿地と地下水は水文科学的に密接な関係があることが指摘されている。

このことより、中国ジャロン湿地において $\delta^{18}\text{O}$ 値が高くなったのは、佐潟の湖沼水における $\delta^{18}\text{O}$ の場合のように生物学的要因に起因する^{9), 16)} というより、蒸発による同位体濃縮が大きいと考えられる。

Table 3 $\delta^{18}\text{O}$ and physical parameters of each depth (0, 25, 50, 75, 100 cm) at one point (i.e., Toyano 3) in Toyanogata

Depth	$\delta^{18}\text{O}$ /‰	Water temp. /°C	pH	DO /g · dm ⁻³	ORP /mV	EC /mS · m ⁻¹
0 cm	-9.31	25.1	7.16	7.20	190	14.6
25 cm	-9.01	24.6	7.12	7.29	172	15.3
50 cm	-10.30	24.4	7.09	7.30	178	14.8
75 cm	-9.93	24.7	7.06	7.30	168	14.8
100 cm	----	24.6	7.09	7.42	166	13.7

“—” represents the defect of data due to the lack of sample.

3.2.2 深度分布の調査

鳥屋野潟 (Toyano 3) で試験的に行った深度分布 (0, 25, 50, 75, 100 cm) における酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) の測定結果を、他の水質基礎データとともに Table 3 に示す。なお $\delta^{18}\text{O}$ の測定誤差は、全て 1% 以内であった。表面水に比べて、50 cm 及び 75 cm の水深において、 $\delta^{18}\text{O}$ 値は低い傾向が見られた。本研究において、同時に行った水素安定同位体比 (δD) においても一部同様の傾向が見られたものの、今回これらの要因については解明できなかった。一方、現時点では水質基礎データについての相違は明瞭には認められていない。

今後は、毎月の採水試料において、 $\delta^{18}\text{O}$ 及び δD の深度分布測定を行い、深度分布における同位体比の変化を詳細に検討していきたい。

3.3 栄養塩

3.3.1 新潟県湖沼における栄養塩の動態

佐潟と鳥屋野潟における全窒素 (T-N)、硝酸態窒素 (NO_3^- -N)、全リン (T-P)、リン酸態リン (PO_4^{3-} -P) の季節変動を Fig. 4 に示す。なお測定誤差は、T-N 及び T-P については、全て 5% 以内、 NO_3^- -N 及び PO_4^{3-} -P については、全て 10% 以内であった。

3.3.1.1 窒素系

全窒素 (T-N) は、全般的に Sakata 3 において最も高濃度を示した。湧水である Sakata 3 の値が高いのは、佐潟の周辺では畑作が行われ

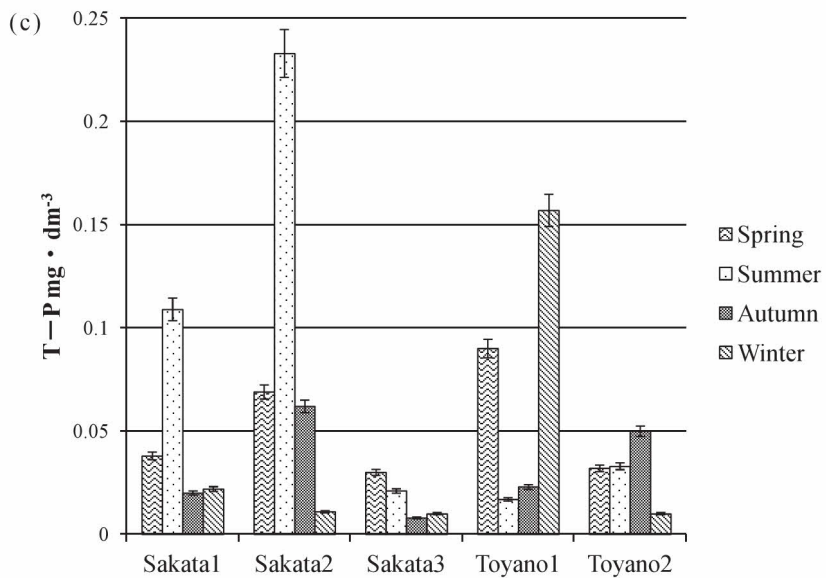
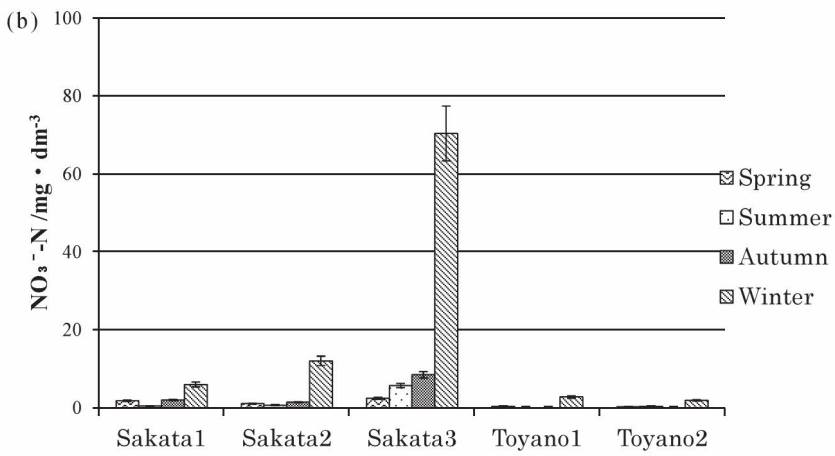
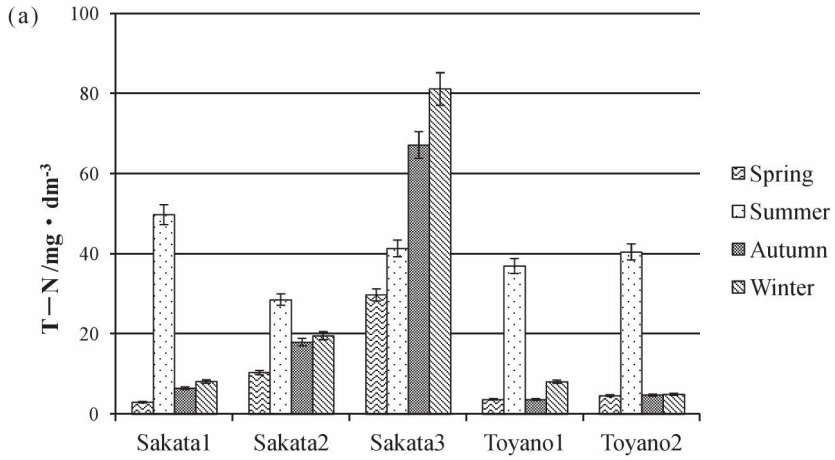
ており、湧水の源である地下水に窒素系農業肥料などが影響を及ぼしていることが考えられる。季節別では、Sakata 3 を除くと、夏期において大きくなった。夏期は水温の上昇により、生物活動が活発になったこと、あるいは施肥の影響等により窒素濃度が上昇したことが考えられる。

Sakata 1 と Sakata 2 の全窒素の季節変動を比較すると、夏期を除いて、概して Sakata 2 の値が高い。佐潟の流れ方向は、Sakata 2 から Sakata 1 であるので、全窒素は、おおむね流れにしたがって浄化されていると考えられる。このことから上佐潟よりも本佐潟の方で硝化脱窒作用が盛んに行われており、硝化脱窒能も高いと考えられる。また、本佐潟は、上佐潟よりも流域面積が広いので、硝化菌や脱窒菌が多く存在し、窒素の浄化能力が高いと考えられる。

次に硝酸態窒素 (NO_3^- -N) について見ると、Sakata 3 の冬期において顕著に高い値を示しているものの、全体的に濃度は低い。

植物性プランクトンは湖水中のアンモニア態窒素 (NH_4^+ -N) がなくなると、次に NO_3^- -N を使い始める。

NO_3^- -N の濃度が低かったのは、植物性プランクトンの活動が活発で NO_3^- -N が多く使われたことも考えられる。実際、今回 NH_4^+ -N もほとんど検出されなかったことから、その可能性が大きい。Sakata 3 で冬期において高濃度を示したのは、冬期では生物活動が穏やかになるため、 NO_3^- -N の消費が少なかったことが原因



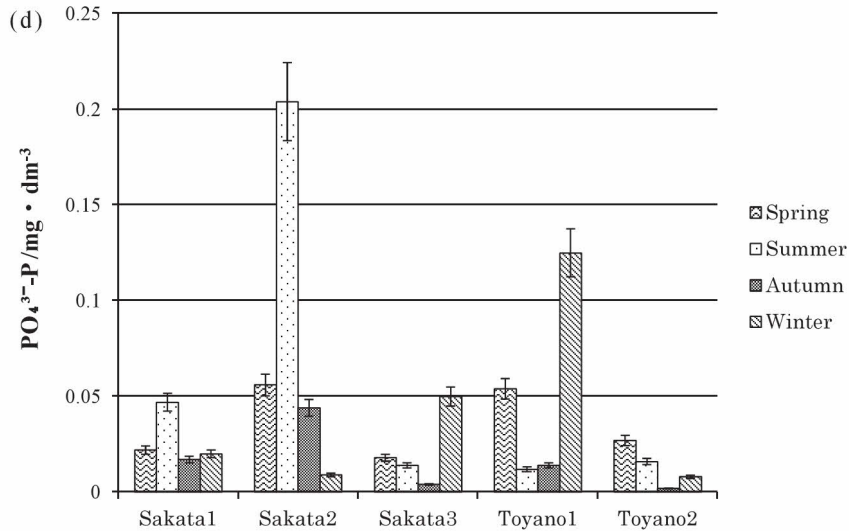


Fig. 4 Seasonal variation of (a):T-N, (b):NO₃⁻-N, (c):T-P, (d):PO₄³⁻-P in Sakata and Toyanogata

の一つの可能性もある。

3・3・1・2 リン系

全リン (T-P), リン酸態リン (PO₄³⁻-P) ともに Sakata 1, Sakata 2 では夏期に増大傾向が見られた。これは、前述した全窒素 (T-N) とおむね似た季節変動といえる。特に Sakata 2 は、他の 2 地点よりも顕著に値が高かった。

好気性環境で Fe³⁺ と結合し沈殿したリンが、夏季の溶存酸素減少に伴って生じた嫌気性環境で Fe³⁺ から Fe²⁺ への還元によってリン酸態リンとして溶出されたことが夏季の増加の要因であると考えられる。溶存酸素減少の理由として考えられるのは、堆積物への吸着である。年間を通して温度の上昇と溶存酸素の増減に伴って、堆積物への吸脱着が繰り返されていると考えられる。一般に植物の同化条件が N/P=16/1 で、湖沼においてはリンが制限因子である¹⁷⁾ことが知られている。

今後、栄養塩濃度についても引き続き測定を行い、他の項目との相関関係についても詳細に検討していきたい。

3・3・2 中国ジャロン湿地との比較

佐潟, 鳥屋野潟及び中国ジャロン湿地における全窒素 (T-N), 硝酸態窒素 (NO₃⁻-N), 全

リン (T-P), リン酸態リン (PO₄³⁻-P) の濃度範囲を Fig.5 に示す。

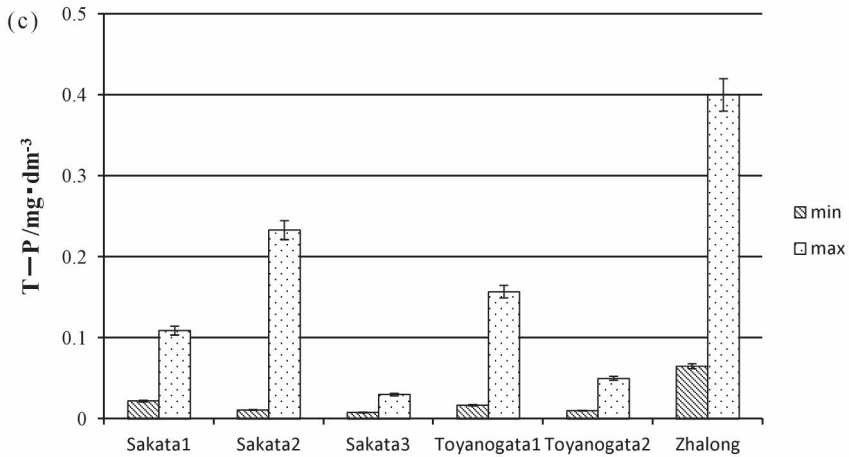
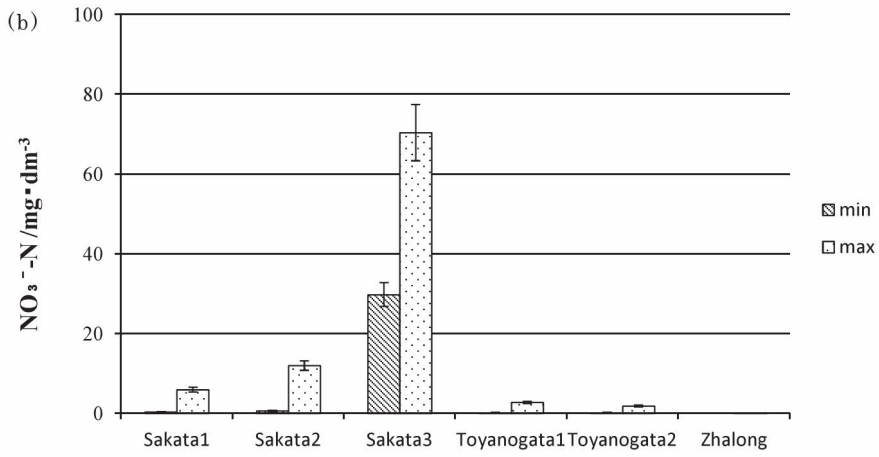
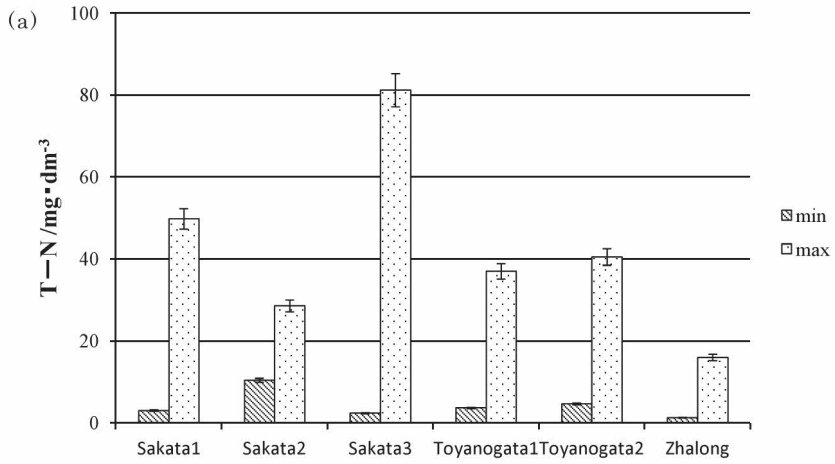
この図においても、T-N 及び T-P の測定誤差は、全て 5% 以内、NO₃⁻-N 及び PO₄³⁻-P については、全て 10% 以内であった。なお、ジャロン湿地の NO₃⁻-N は、本研究における測定では、いずれの試料についても検出されなかった。

3・3・2・1 窒素系

全窒素 (T-N) 及び硝酸態窒素 (NO₃⁻-N) の値は、ジャロン湿地に比べ、新潟県の湖沼、特に Sakata 3 において高かった。佐潟は閉鎖型湖沼であり、また周辺に広く畑などで囲まれているため、農業排水や肥料などの要因により、ジャロン湿地より高くなったと考えられる。

3・3・2・2 リン系

全リン (T-P) に関しては、最高値と最低値ともにジャロン湿地の方が佐潟及び鳥屋野潟の全ての地点に比べて高かったが、リン酸態リン (PO₄³⁻-P) は Sakata 2 が最も高濃度であった。Sakata 2 において高い PO₄³⁻-P 濃度を示したのは、周辺の畑の影響が考えられるが、水質汚濁や富栄養化などの観点からは、T-P が高いジャロン湿地において、最も汚染が進んでいると推測される。



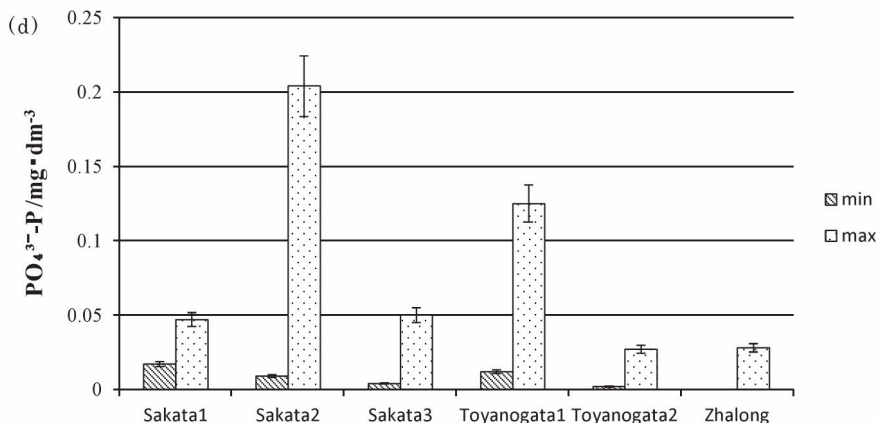


Fig. 5 Comparison of (a):T-N, (b):NO₃⁻-N, (c):T-P, (d):PO₄³⁻-P in Sakata with those in Zhalong Wetland

Table 4 Trophic State Index (TSI) of each point in several lagoons

Points	TSI (min)	TSI (max)	Status
Sakata1	49.9	70.0	Eutrophication
Sakata2	41.2	79.6	Mesotrophication-Eutrophication
Sakata3	37.2	53.8	Mesotrophication
Toyanogata1	46.7	74.6	Mesotrophication-Eutrophication
Toyanogata2	40.0	60.2	Mesotrophication-Eutrophication
Zhalong	63.5	86.3	Eutrophication

これらの湖沼の栄養塩による汚染度を定量的に把握するため、上記の全リン濃度を用いて各地点の栄養塩指標 (Trophic State Index : TSI) を算出した。この結果を Table 4 に示す。一般に TSI は、貧栄養化 : <30, 中栄養化 : 30 ~ 50, 富栄養化 : >50 といわれている¹⁸⁾。これらのことより、中国ジャロン湿地に比べると、佐潟及び鳥屋野潟において富栄養化の進行は小さいことがわかる。特に佐潟においては、クロロフィル a 濃度 (植物プランクトン) などの定量結果からも、生物活動による影響が大きいため、自浄作用が盛んな湖沼といえる。

本研究によって、県内湖沼の汚染物質の動態や供給源について、ある程度把握できたものの、なお不十分な部分も多く、今後研究の継続とともに更に詳細な検討が必要と考えられる。本研究で得られた成果は、県内湖沼水の貴重な一つ

の環境データとして、今後の環境水動態把握及び環境保全に対して一助となりうるものが期待される。

なお本研究の一部は、「第 49 回アイソトープ・放射線研究発表会」において発表された。

文 献

- 1) 武田育郎, 水と水質環境の基礎知識, pp.8-10, オーム社 (2002)
- 2) Imai, A., Fukushima, T., Matsushige, K. and Yohg, H. K., *Source. Water Res.*, **35**, 4109-4028 (2001)
- 3) Yamada, E., Doi, K., Okano, K. and Fuse, Y., *Anal. Sci.*, **16**, 125-129 (2000)
- 4) Aoki, S., Fuse, Y. and Yamada, E., *Anal. Sci.*, **20**, 159-164 (2004)
- 5) 狩野直樹, 藍原弘行, 小島 令, 竹内香代子, 佐藤明史, 今泉 洋, *RADIOISOTOPES*, **52**, 65-80

- (2003)
- 6) Kano, N., Kikuchi, T., Sakamoto, N., Imaizumi, H., Murayama, H., Yagoh, H. and Ohizumi, T., *RADIOISOTOPES*, **55**, 307-317 (2006)
 - 7) Li, C., Kano, N., Ueno, Y., Hanabusa, M., Jiao, Y., Imaizumi, H. and Watanabe, N., *RADIOISOTOPES*, **59**, 93-102 (2010)
 - 8) 狩野直樹, 佐藤明史, 今泉 洋, *RADIOISOTOPES*, **53**, 415-425 (2004)
 - 9) Lu, H., Kano, N., Yashima, Y., Amano, Y., Li, C., Imaizumi, H., Watanabe, N. and Zheng, Y., *RADIOISOTOPES*, **57**, 405-418 (2008)
 - 10) 渡部直喜, 柚原雅樹, 佐藤 修, 鈴木将之, 中川 勉, 新潟大災害研年報, **20**, 105-110 (1998)
 - 11) 西條八東, 三田村緒佐武, 新編湖沼調査法, p.139, pp.189-201, 講談社 (1996)
 - 12) 日本分析化学会北海道支部編, 水の分析, 第5版, pp.189-201, pp.307-327, pp.327-331, 化学同人 (2005)
 - 13) 工業排水試験方法, JIS K 0102 : <http://www.jisc.go.jp/>
 - 14) 齊藤宏明, 日本周辺海域における低次生態系モニタリングにおける蛍光法によるクロロフィル a 分析マニュアル Ver.1 d, 水産総合研究センター東北区水産研究所・混合域海洋環境部 (2003)
<http://tnfri.fra.affrc.go.jp/kaiyo/aline/manual/chl-measure.pdf>
 - 15) Water Resources Department of Heilongjiang Province 2009, Heilongjiang Water Authority, Investigation Report on the Present Situation of Water Resources in Heilongjiang Nature Reserve (2009)
 - 16) 田澤 勝, 狩野直樹, 今泉 洋, 分析化学, **54**, 789-798 (2005)
 - 17) Kontas, A., Kucuksezgin, F., Altay, O. and Ulu-turhan, E., *Environ. International*, **29**, 1057-1062 (2004)
 - 18) RMB Environmental Laboratories Inc., "Trophic State Index" Lakes Monitoring Program : <http://www.rmbel.info/reports/Static/TSL.aspx>

Abstract**Water Quality and Isotopic Characteristics of Lagoon Waters in Niigata Prefecture
—In Comparison with Zhalong Wetland at Heilongjiang Province in China—**

Adiljiang TIEMUER, Naoki KANO*, Hiroshi IMAIZUMI*, Chong LI**,
Naoki WATANABE*** and Yongjie ZHENG****

Graduate School of Science and Technology, Niigata University

*Faculty of Engineering, Niigata University

**Center for Fostering Innovative Leadership, Niigata University

***Research Center for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University
2-8050 Ikarashi, Nishi-ku, Niigata-shi, Niigata Pref. 950-2181, Japan,

****Chemistry and Chemical Engineering Institute, Qiqihar University
No.30, Wen Hua Street, Qiqihar, Heilongjiang 161006, China

In order to reveal the quality and isotopic characteristics of lagoon waters in Niigata Prefecture in recent years, the nutrients concentrations of nitrogen (N) and phosphorus (P) as well as oxygen stable isotope ratios (i.e., $\delta^{18}\text{O}$) in water samples of Sakata and Toyonogata were measured.

Samples were regularly taken at the fixed sampling points from these lagoons, and depth distribution was surveyed at one point in Toyonogata. In addition, $\delta^{18}\text{O}$ and nutrients concentrations of water samples in Zhalong Wetland at Heilongjiang Province in China were also determined.

Consequently, the following matters have been mainly clarified. (1) $\delta^{18}\text{O}$ values of sample waters in Zhalong Wetland are generally large probably because of the effect of evaporation, whereas those of Sakata lagoon are large which may be due to the biological process such as the activity of plankton. (2) Considering the results of nutrients concentrations, the water quality of lagoon (Sakata and Toyonogata) waters in Niigata Prefecture is better than that of Zhalong Wetland in China.

(Received October 31, 2012)