

網走湖における動物プランクトン優占種の出現状況

浅見大樹*

北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場

Occurrence of dominant zooplankton in a brackish lake, Lake Abashiri, eastern Hokkaido in 2017

HIROKI ASAMI*

Salmon and Freshwater Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization,
Eniwa, Hokkaido 061-1433, Japan

Zooplankton investigations were conducted in a brackish lake, Lake Abashiri from May to November 2017. Two stations were established at the shore (St. 8) and central (St. 9) area. Total abundances of zooplankton fluctuated from 0.6 to 4.1×10^5 inds./m³ at St. 8 and, from 0.7 to 8.3×10^5 inds./m³ at St. 9. The abundance of zooplankton communities such as Rotifera, Cladocera, and Copepoda reached maximum in June at both the stations and Rotifera being the dominant taxon. Cladocera dominated only in summer. The dominant species throughout the investigations were fresh-water *Brachionus* spp., *Keratella quadrata*, *Filinia longiseta*, and brackish water *K. cruciformis* in Rotifera; fresh-water *Bosmina longirostris* and *Diaphanosoma brachyurum* in Cladocera; and brackish water *Sinocalanus tenellus* in Copepoda. In particular, the dominance of *Brachionus* spp. and *B. longirostris* was characteristic of previous reports prepared in the middle of 1990s. These results might be due to the low-salinity environments in 2017.

キーワード：網走湖，低塩分，動物プランクトン，優占種

網走湖は周囲長43 km，面積32 km²，平均水深6.8 m，最大水深16.5 mのオホーツク海沿岸域に点在する海跡湖の一つである。網走湖の北東には，全長7 kmの流出河川である網走川があり，オホーツク海と繋がっている。網走湖はヤマトシジミ (*Corbicula japonica*)，ワカサギ (*Hypomesus nipponensis*)，シラウオ (*Salangichthys microdon*) などの水産資源が豊富で，北海道はもちろん，全国のなかでも重要な内水面漁業の生産の場として著名な湖沼である。特に，網走湖産ワカサギから得られる種卵は全国各地の湖沼や人工湖に供給されており，種卵供給湖沼として大きな役割を担っている。

網走湖は大正末期までは淡水湖であったが，地形の変化により海水が網走川を通じて湖内に逆流することにより，湖の底層には徐々に海水が滞留してきた（中尾1984）。このため，表層水と底層水の混合が起こりにくくなり，極めて強固な密度躍層が周年発達し，網走湖はこの密度躍層以浅のみが循環する部分循環湖である（大槻

・多田1983）。表層水は上流域から流入する栄養塩類や強風時には底層水からも栄養塩類が供給されることにより，典型的な富栄養状態となっている（三上2000）。一方，底層水は貧酸素状態にあり，生物に有害な硫化水素を多量に含んでいるため，その容積の変化が漁場環境に大きな影響を及ぼしている。表層と底層の境界を塩淡境界層と呼び，塩淡境界層は2003～2005年には海水の侵入が多くなる冬季に深度2～3 mまで上昇するようになった。このため，国土交通省は，底層水が表層へと湧き上がる青潮の発生を抑制するために，堰によって海水の侵入を防ぎ，塩淡境界層の深度を6～7 mに維持する目的で，2013年3月に網走川に可動堰を建設した。この結果，塩淡境界層の上昇は人為的に抑制されるようになった。

本研究で対象とする網走湖の動物プランクトンはワカサギやシラウオなどの餌生物として重要であるため，これまで多くの報告があり（例えば，元田・石田1948, 1949, 1950, 石田1951, 1952, 黒萩1970, 浅見1997, 2004など），三

上(2000)により環境の変遷と動物プランクトンの出現の変化についてレビューされている。一般に、湖沼の動物プランクトンの出現状況は環境変化によって大きく影響を受けるが(花里2000, 築地ら2004), 本湖沼における動物プランクトンの調査研究は1990年代の半ばを最後に見当たらない。著者は2017年に西網走漁業協同組合の協力の下, 網走湖の動物プランクトンを調査する機会を得た。本研究は, 近年の網走湖において, 動物プランクトンの種組成や出現量などの季節変化を明らかにするものである。そして, 優占して出現した動物プランクトンを過去の知見と比較し, その変化に関与する環境要因を考察することを目的とした。

材料と方法

調査は網走湖の湖岸(St. 8, 水深約4.5 m)および湖央(St. 9, 水深約16.5 m)の2定点において, 2017年5~11月までの間に月1回の頻度で合計7回行った(Fig.1)。定点名は鳥澤(1999)に従い, 網走水試が1981年から現在まで用いているワカサギ資源調査の定点名とした。プランクトンの採集には濾水計を装着した口径30 cm, 側長120 cm, 網目幅0.1 mmのプランクトンネットを用いて, St. 8では水深4 mから, St. 9では水深8 mからの鉛直曳きを行って採集した。標本は採集後, 船上で直ちに, 標本容積の約2%に相当するホルマリン原液を注入して固定した。プランクトンの採集時にはCTD(JFEアドバンテックASTD102)により水温, 塩分および溶存酸素量を観測した。観測は両地点ともに表面から底層までとしたが, St. 8では観測日によって底層での観測深度が異なった。St. 9

では取得したCTDデータの内, 塩淡境界層以浅の0~8 mまでの観測値を用いた。

動物プランクトンの標本は実験室に持ち帰った後, 24時間静置後, 目盛り付きメスシリンダーに移し, これから1/10の比率で標本を採取し, プランクトン計数板に収容して, 実体顕微鏡および生物顕微鏡で可能な限り種別に計数した。動物プランクトン群集での優占種を各採集日毎の出現種数および各種の出現個体数(個体/m³)を総和し, 下式から算出した1種当たりの出現個体数(平均値)より高い値を示した種として定義した(細川ら1968)。

$$\text{優占種} N_i > (1/S) \sum_{i=1}^s N_i$$

ただし, N_i :第*i*番目の個体数, S :出現数

なお, 本研究ではカイアシ類のキクロプス目については, *Paracyclops nana*の成体および*Ergasilus* sp.の他は一括してキクロプス目コペポダイト(cyclopoid copepodites)として計数した。また, ノープリウスについては, カイアシ類のカラス目に属する*Sinocalanus tenellus*のみ区別して計数したが, その他のノープリウスは一括した。

結果

水理環境 Fig.2に, 2017年5月から11月までの湖岸部定点St. 8と湖央部定点St. 9の水温, 塩分, 溶存酸素量について示した(ただし, St.8の6月には溶存酸素量は欠測)。St. 8の水温は各月ともに表面から底層に向かい緩やかに減少した。表面水温は, 5月に13.0℃であったが, その後徐々に上昇し, 7月には21.8℃と20℃を超え, 8月には22.8℃と最高水温に達した。その後は9月までに徐々に

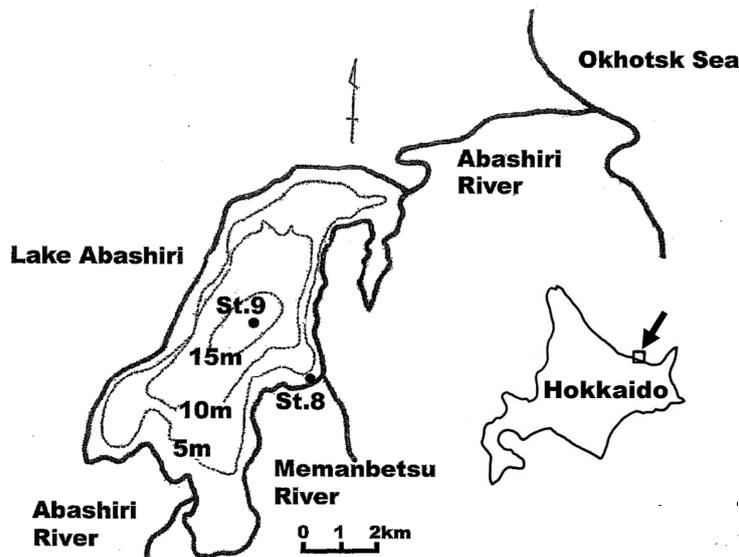


Fig.1 Lake Abashiri and sampling stations

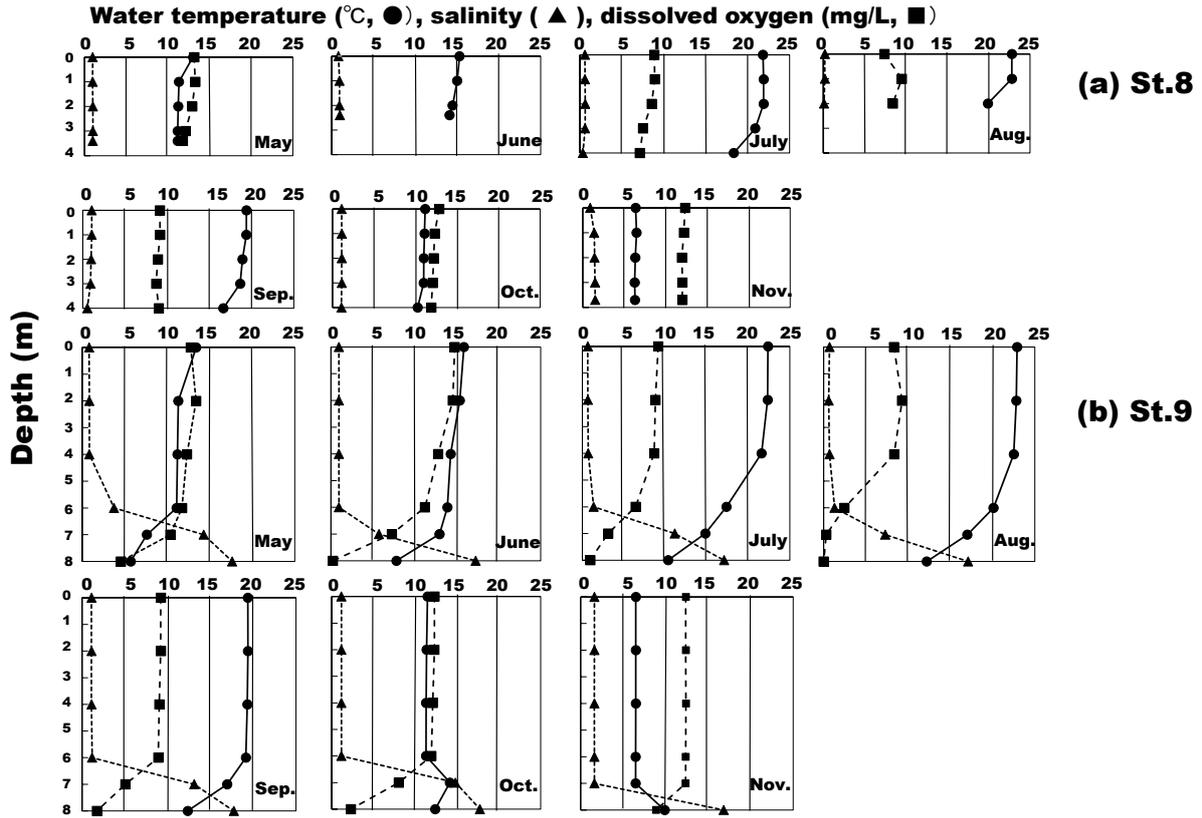


Fig. 2 Vertical profiles of water temperature (°C), salinity and dissolved oxygen (mg/L) at St. 8 and St. 9 from May to November in 2017

下降し19.4 °Cとなった。水温は10月以降は急激に下降し11月には全層で6.3~6.5 °Cとなった。塩分は各月ともに鉛直的に均一な値を示した。塩分は5月には全層で1.0であったが、その後8月までは1.0以下で推移した。9月には再び0~2 mで1.1まで増加し、それ以降11月の表面を除き再び1.0以上となった。溶存酸素量も表面から底層までほぼ均一な値を示した。溶存酸素量は8月の7.4~9.5 mg/Lから5月の11.8~13.3 mg/Lまで変動し、明らかな低酸素状態は認められなかった。

St. 9での水温は各月ともに表面から水深7 mまで緩やかに下降したが、6~8 mにかけて急激に変化する傾向が認められた。表面水温は、調査期間を通じて、11月の6.5 °Cから8月の22.9 °Cまで変動した。5月には13.4 °Cだったが、それ以降昇温し、8月には22.9 °Cと最高水温に達した。9月には19.4 °Cとなり11月までには急激に下降し6.5 °Cとなった。St. 9での塩分は11月を除いて、表面から6 mまではほぼ均一だったが、7 m以深では急激に増加した。11月には7 m以深で塩分は急激に増加した。塩分が概ね均一な層では5月から6月には1.0の塩分であったが、7月から8月には1.0以下となった。しかし、9月以降再び1.0以上となり、11月には1.6と年最高の値を示した。溶存酸素量は各月ともに表面から緩やかに減少し、6 mから8 mにかけて急激

に減少した。

動物プランクトン総個体数密度および分類群組成 すべての分類群を対象に求めた動物プランクトンの総個体数密度はSt. 8では $0.6\sim 4.1 \times 10^5$ 個体/m³ (平均 2.2×10^5 個体/m³)、St. 9では $0.7\sim 8.3$ 個体 $\times 10^5$ 個体/m³ (平均 3.2×10^5 個体/m³)まで変動した (Fig. 3)。両地点ともに、動物プランクトン総個体数密度は5月に最も少なく、6月に最大となり、その後減少するものの9月に再び増加した。両地点ともに動物プランクトンは、輪虫類、枝角類およびカイアシ類の3分類群で構成されていた。St. 8では調査期間を通じて輪虫類の個体数組成はほぼ50%以上を占めた(5月の45.8%~6月の77.8%)。枝角類は7~11月にかけて出現し、7月には12.4%、8月には20.6%、9月には16.0%を占めた。しかし、10月には1.7%まで減少し、11月には0.6%を占めるに過ぎなかった。カイアシ類は周年を通して18.5~54.1%を占め、5月と11月にその組成率は増加した。St. 9では、8月を除き輪虫類が約60%以上を占めた。その中でも6月は86.6%、11月は85.9%を占めるまでに至った。枝角類はSt. 8と同様に7~11月にかけて出現し、特に8月には動物プランクトン群集中で58.9%を占める第1優占群となった。しかし、その後はその組成比は急激に減少し11月には全体の0.7%まで減少した。カイアシ類は周年を通して、

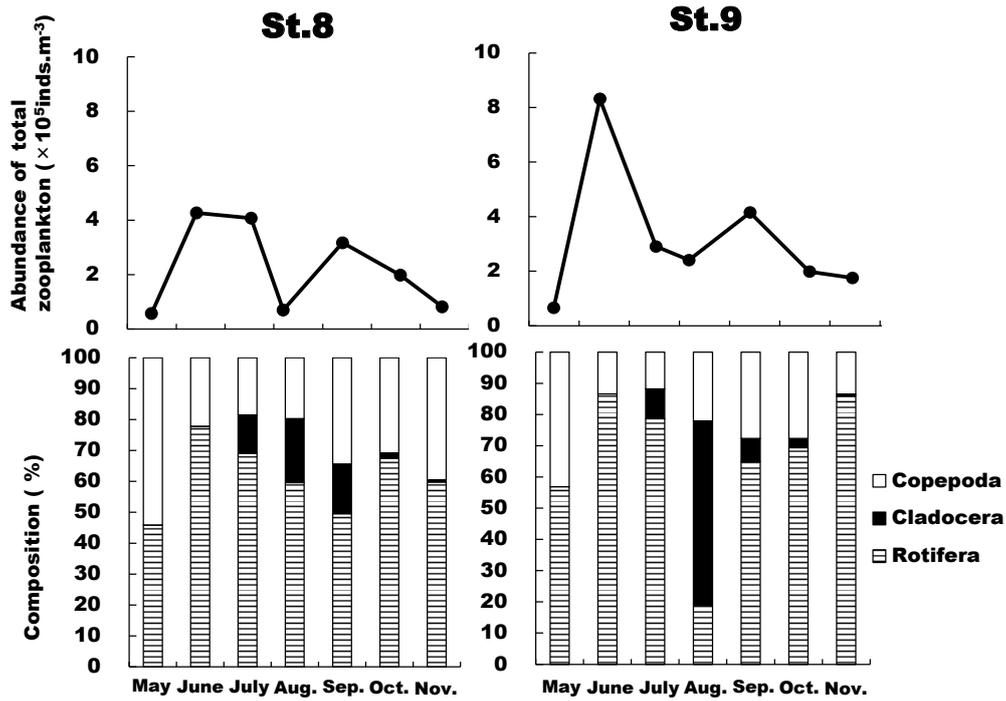


Fig.3 Seasonal changes in abundance of total zooplankton (upper) and numerical taxonomic composition (lower) at St. 8 and St. 9 from May to November 2017

Table 1 List of species at St. 8 and St. 9 from May to November in 2017 Closed circles (●) indicate the dominant species.

St.8		St.9	
Habitat	Species	Habitat	Species
Rotifera		Rotifera	
●F	<i>Brachionus angularis</i>	F	<i>Rotaria neptunia</i>
●F	<i>Brachionus calyciflorus</i>	●F	<i>Brachionus angularis</i>
F	<i>Brachionus quadridentatus</i>	●F	<i>Brachionus calyciflorus</i>
F	<i>Brachionus urceolaris</i>	F	<i>Brachionus quadridentatus</i>
F	<i>Keratella cochlearis</i>	F	<i>Brachionus urceolaris</i>
F	<i>Keratella cruciformis</i>	F	<i>Keratella cochlearis</i>
●B	<i>Keratella cruciformis</i>	B	<i>Keratella cruciformis</i>
●F	<i>Keratella quadrata</i>	●F	<i>Keratella quadrata</i>
F	<i>Notholca aquinata</i>	F	<i>Notholca aquinata</i>
F	<i>Lepadella</i> sp.	F	<i>Lepadella</i> sp.
F	<i>Asplanchna</i> sp.	F	<i>Asplanchna</i> sp.
F	<i>Synchaeta</i> spp.	F	<i>Synchaeta</i> spp.
●F	<i>Filinia longiserta</i>	●F	<i>Filinia longiserta</i>
Cladocera		Cladocera	
●F	<i>Bosmina longirostris</i>	●F	<i>Bosmina longirostris</i>
●F	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	●F	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
Copepoda		Copepoda	
●B	<i>Sinocalanus tenellus</i>	●B	<i>Sinocalanus tenellus</i>
B	<i>Pseudodiaptomus inopinus</i>	B	<i>Pseudodiaptomus inopinus</i>
F	<i>Ergasilus</i> sp.	F	<i>Ergasilus</i> sp.
B	<i>Paracyclops nana</i>	B	<i>Paracyclops nana</i>
UN	cyclopoid copepodite	UN	cyclopoid copepodite
UN	Ectinosomatidae	UN	Ectinosomatidae
UN	other copepod nauplii	UN	other copepod nauplii

F: Fresh water species

B: Brackish water species

UN: Unknown

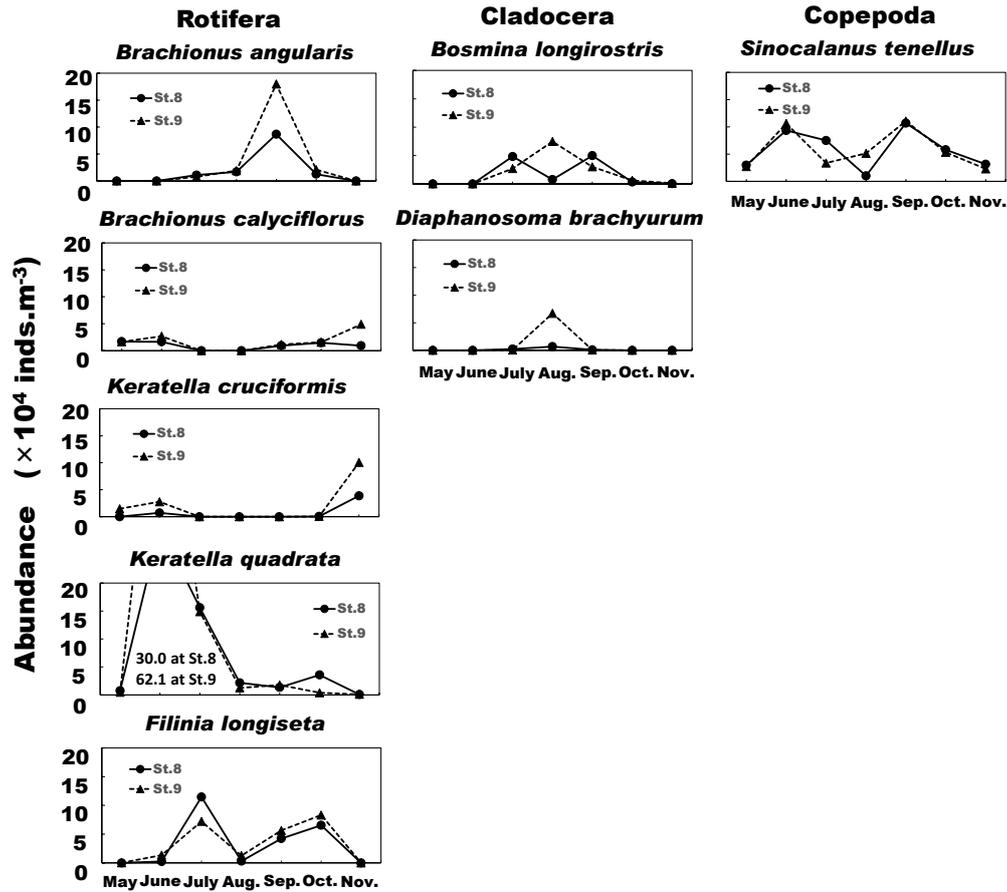


Fig. 4 Seasonal changes in abundance of eight dominant species at St. 8 and St. 9 from May to November 2017

11.8%~43.1%まで変動し、その組成比は5月に最大となった。周年を通して各分類群の組成率の平均は、St. 8では輪虫類61.3%、枝角類7.3%、カイアシ類31.3%、St. 9では輪虫類65.9%、枝角類11.4%、カイアシ類22.7%であった。両地点ともに、動物プランクトンは輪虫類が約60%を超え最も優占する傾向があった。また、枝角類は夏季の一時期に優占動物プランクトンに加わり、カイアシ類の組成率は輪虫類と枝角類の組成率に影響を受けて変動した。

動物プランクトン出現種および優占種 Table 1に、本調査で出現した種を未同定種も含めて示した。出現した種は輪虫類が最も多く13種、枝角類2種、そしてカイアシ類は*Sinocalanus tenellus*, *Pseudodiaptomus inopinus*, *Paracyclops nana*の他、*Ergasilus* sp. キクロプス目カイアシ類とノープリウス、ハルパクチコイダ目のEctinosomatidaeを含み7分類群に分類された。両地点ともに出現した種はほぼ同様であり、異なったのはSt. 9で輪虫類の*Rotaria neptunia*が出現したがSt. 8では出現しなかったことだけであった。出現した種の内、輪虫類の*K. cruciformis*, カイアシ類の*S. tenellus*, *P. inopinus*, *P. nana*, 以外はほとんどが淡水性種であった(山路1982, 水野

1993, 水野・高橋 2000, 長澤ら 2007)。

周年を通して、優占種として以下の8種が挙げられた。すなわち、輪虫類の*Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Keratella cruciformis*, *K. quadrata*, *Filinia longiseta*の5種、枝角類の*Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*の2種、そしてカイアシ類の*Sinocalanus tenellus*であった(Table 1)。このうち、輪虫類の*Keratella cruciformis*とカイアシ類の*Sinocalanus tenellus*の2種は汽水性種である。**優占種の個体数密度の季節変化** Fig. 4にはこれら優占種各種の個体数密度の季節変化を示した。輪虫類は5月には密度は低かったが両地点で*B. calyciflorus*が 1.7×10^4 個体/ m^3 の密度で出現した。St. 9では*K. cruciformis*が 1.5×10^4 個体/ m^3 、6月には 2.8×10^4 個体/ m^3 の密度で出現した。*K. quadrata*は6月にSt. 8で 30.0×10^4 個体/ m^3 、St. 9で 62.1×10^4 個体/ m^3 の最大密度で急激に増加した。この高密度は7月まで続いた。さらに7月には*F. longiseta*が増加しSt. 8で 11.5×10^4 個体/ m^3 、St. 9で 7.2×10^4 個体/ m^3 となった。輪虫類の個体数密度は両地点で8月にはどの種も著しく減少した。しかし、9月には*B. angularis*が両地点で急激に増加し、その密度はSt. 8で 8.7×10^4 個体/ m^3 、St. 9で 18.0×10^4 個体/ m^3 となった。さらに、*B. angularis*に加えて*F. longiseta*

も再び増加した。*F.longisetata*の増加は10月まで続きその密度はSt. 8で 6.5×10^4 個体/ m^3 , St. 9で 8.5×10^4 個体/ m^3 となった。11月には5月に出現した*B.calyciflorus*と*K. cruciformis*の2種が特にSt.9で増加した。枝角類は主に夏季の7~9月にかけて個体数が増加した。*B.longirostris*はSt. 8で7月と9月にそれぞれ、 4.8×10^4 個体/ m^3 および 5.0×10^4 個体/ m^3 となった。St.9では8月に 7.5×10^4 個体/ m^3 と明瞭なピークをつくった。*D.brachyurum*は8月にSt. 9で明瞭なピークを作り、その密度は 6.7×10^4 個体/ m^3 となった。優占種8種の中でカイアシ類の*S.tenellus*は周年を通して、ほぼ 1.0×10^4 個体/ m^3 以上の密度で出現し常に動物プランクトン群集の中で卓越する種であった。その季節変化は両地点共に同様であり6月と9月にピークが観察され、6月にはSt. 8で 9.4×10^4 個体/ m^3 , St. 9で 10.6×10^4 個体/ m^3 , 9月にはSt. 8で 10.7×10^4 個体/ m^3 , St.9で 11.1×10^4 個体/ m^3 に達した。

考 察

網走湖の水温と塩分はSt. 8では4 m以浅, St. 9では6 m以浅ではほぼ一様であり, 両地点ともに大きな違いはなく, 水平的にはほぼ均一な水温と塩分の構造がうかがえる。一方, 鉛直的にはSt.9では水深6 mから塩分は急激に上昇し, 6~7 m, あるいは7~8 mに顕著な塩分躍層が観測された。溶存酸素量も6 m以深で急激に減少した。Fig.5に1994~1996年および比較のために, 2017年の5~11月までの4ヵ年にわたる網走湖における湖心部での表面水温と表面塩分の季節変化を示した(資料は浅見1997, 2004)。2017年の水温は $6.5 \sim 22.9$ °C, 塩分は0.6~1.6であり, これは水温 $3.1 \sim 22.7$ °Cおよび塩分0.8~1.4であった1996年と

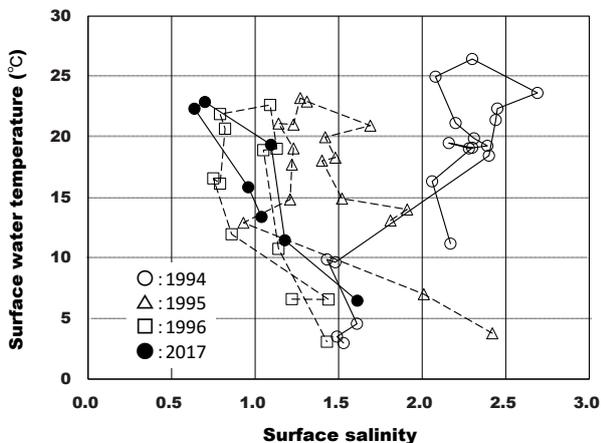


Fig.5 Seasonal changes of surface water temperature and salinity at St. 9 from May to November between 1994 and 1996. Data collected in 2017 were imposed in figure

類似したものだった。2017年の塩分境界層は5~10月は6~7 m, 11月は7~8 mの間であった。1994年と1995年は5~6 m, 1996年は5~8月は5~6 m, 9月以降は6~7 mにあった(浅見2004)。このように, 2017年の水理環境は低塩分かつ塩分境界層の低下という特徴があり, これは前述のように網走川に設置された可動堰により塩分環境が抑制されている結果と見る事ができる。

三上(2000)は過去に実施された網走湖における動物プランクトンの調査研究結果をもとに網走湖の動物プランクトンの優占種に関する研究報告をレビューしている。ここでは, 三上(2000)の報告に加えて, さらに詳しく優占種と塩分環境との関係について検討した。ただし, 過去の文献では塩分を塩素イオン濃度で記述しているものもあったので, これらは以下により塩分値に換算した(「汽水域の科学」講師グループ2001)。すなわち,

$$S = 1.80655 \times Cl + 0.001 \quad (S \text{ は塩分, } Cl \text{ は塩素イオン濃度 (mg/L)})$$

汽水性カイアシ類の*Sinocalanus tenellus*は1938年の調査で既にその出現が確認されている(Hada 1940)。*S.tenellus*の優占は2017年にも観察された。本種の出現は少なくとも1938年から現在まで継続している。本種はワカサギの重要な餌生物であることから(浅見2004), 今後も本種の出現状況には注視していくことは重要である。*S.tenellus*が動物プランクトン群集中で卓越することは汽水湖の宍道湖でも知られ(山根ら1988, 上1997, 中村1998), その最高出現密度は本研究と同等の 10^5 個体/ m^3 のレベルに達する(上1997)。1986年から1996年までの宍道湖の表面の平均塩分は3月の3.8から12月の8.9, 年平均は6.1である(中村1998)。益子(1954)によれば, 本種は一般には塩素量500~5000 mg/L(塩分に換算して0.9~9.0)の水域に普通に出現し, 時にこれ以上或いはこれ以下にも多数観察されることもあるという。網走湖の塩分は宍道湖のそれよりも低い, その最高出現密度は宍道湖のレベルに匹敵することから, 低塩分でも*S.tenellus*は十分に出現できると考えられる。

輪虫類や枝角類については, 黒萩(1970)が報告しているように, 1964年3月~1965年7月までの調査によれば, 表面の塩分が1.1~1.2であった1964年には, 汽水性の輪虫である*K. cruciformis*が豊富に出現していたが, 塩分が0.1~1.0まで低下した1965年には*K. cruciformis*は減少し, 替わって淡水性の輪虫である*Polyarthra* sp., *Filinia longisetata*が優勢になったことを報告している。さらに, 宇藤ら(1984)によれば, 1982年と1983年の2年にわたり, 網走湖の最深部定点で5~11月まで月1回の頻度で動物プランクトンの調査を実施した結果, 表面塩分が1.3~2.2であった1982年には淡水性の輪虫である*K. quadrata*や*F. longi-*

seta, 淡水性枝角類の*D. brachyurum*なども出現していたが、表面塩分が2.1~4.5まで上昇した1983年には、淡水性種の出現は皆無かあるいは出現したとしても極めて少なかったことを報告している。また、浅見 (1997) は表面塩分が約1.4~2.7であった1994年と、0.9~2.4であった1995年には淡水性輪虫類の*K. quadrata*と*F. longiseta* が優勢であったことを観察している。このように、網走湖で優占する動物プランクトン、中でも輪虫類の優占は塩分の影響を受けていることが挙げられる。輪虫類の中でも優占して出現する*K. quadrata*と*F. longiseta*は淡水性の種類であるが、浅見 (1997) が観察したように塩分が約3までは出現する一方、1983年に宇藤ら (1984) がこれら2種は出現しなかったと報告しているように、塩分が約3を超えると優占が認められなくなると考えられる。

優占した動物プランクトンについて、2017年の調査結果と近年の報告 (浅見1997, 2004および一部未発表資料) を比較すると、2017年の調査結果で最も特徴的だったのは、以下の二点である。一つ目には淡水性輪虫類*Brachionus*属の優占である (Table 2)。1990年代半ばの結果では、本種は優占種として出現することがなかった。*Brachionus*属は1994年7月に 0.7×10^3 個体/m³, 1995年10月に 0.1×10^3 個体/m³の極くわずかに出現したが、より低塩分であった1996年の6~9月まで、優占には至らなかったものの $0.1 \sim 4.0 \times 10^3$ 個体/m³の密度で出現した (浅見未発表資料)。さらに過去の知見について見ると、本種は塩分が1以下であった1947年には出現の記録がある (元田・石田1948)。さらに、表面塩分が1.1~1.2であった1964年には本種の出現は認められなかったが、表面塩分が0.1~1.0であった1965年には卓越までは至らなかったものの出現の記録がある (黒萩1970)。これらのことから、*Brachionus* 属の出現は低塩分時に認められることが過去の調査結果の共通した現象であると言える。二つ目の特徴は、淡水性枝角類*Bosmina longirostris*の優占が挙げられる。本種は表

面塩分が約1.0~2.7であった1994年と1995年には全く出現しなかったが、塩分が0.6~1.6とより低塩分だった1996年には7~9月にかけて $0.3 \sim 5.2 \times 10^3$ 個体/m³の密度で出現が認められた (浅見1997, 2004および一部未発表資料)。さらに過去には、元田・石田 (1948) によれば、表面塩分が1以下の低塩分であった1947年の夏季に本種の増加を観察している。また、黒萩 (1970) は1964年のプランクトン調査の結果、塩分が汽水化した1964年には、*B. longirostris* は消失したことを報告している。これらのことから、2017年のこれら2属の優占は低塩分環境によるものと考えられる。*Brachionus*属や*Bosmina longirostris*はワカサギ仔稚魚の重要な餌生物でもある (山岸1974, 堀・位田1977, 竹内1982, 浅見2004)。浅見 (未発表) は2017年のワカサギ稚魚の胃内容物に、時に大量の*Bosmina longirostris*を観察している。このことから、*Bosmina longirostris*の優占はワカサギにとっては良好な餌環境と考えられる。

今回得られた2017年の結果は、塩分環境の変化が動物プランクトンの優占種を変化させることを示している。今後、大きな塩分環境の変化が認められた時は、動物プランクトンの出現状況を把握することは、網走湖の環境監視の一つとして重要であろう。

謝 辞

本研究を行うにあたり、調査に御協力をいただいた西網走漁業協同組合の佐々木昇常務、川尻敏文参事、他職員の皆様に深く感謝いたします。

引用文献

浅見大樹. 網走湖における動物プランクトンの季節変動および年変動. 北海道立水産孵化場研究報告 1997; 51: 31-43.

Table 2 Comparison of dominant species between the present and past studies.

Taxa	2017	1994 ^{*1}	1995 ^{*1}	1996 ^{*2}
Rotifera	<i>Brachionus</i> spp. (F) (<i>B. angularis</i>) (<i>B. calyciflorus</i>) <i>Keratella cruciformis</i> (B) <i>Keratella quadrata</i> (F) <i>Filinia longiseta</i> (F)	<i>Keratella cruciformis</i> <i>Keratella quadrata</i> <i>Filinia longiseta</i>	<i>Keratella cruciformis</i> <i>Keratella quadrata</i> <i>Filinia longiseta</i>	<i>Keratella quadrata</i> <i>Filinia longiseta</i>
Cladocera	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (F) <i>Bosmina longirostris</i> (F)	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		
Copepoda	<i>Sinocalanus tenellus</i> (B)	<i>Sinocalanus tenellus</i>	<i>Sinocalanus tenellus</i>	<i>Sinocalanus tenellus</i>

*1; Asami (1997)

*2; Asami (2004), unpublished data

F: Fresh water species

B: Brackish water species

- 浅見大樹. 網走湖産ワカサギの初期生活に関する生態学的研究. 北海道立水産試験場研究報告 2004 ; 67 : 1-79.
- 築地由貴, 植田真司, 近藤邦男, 清家泰, 三田村緒佐武. 青森県汽水湖尾駮沼における動物プランクトンの出現特性. 陸水学雑誌 2004 ; 65 : 215-223.
- Hada Y. Hydrographical observations and plankton studies of some brackish water lakes on the Okhotsk Sea coast of Hokkaido in winter. *Trans. Sapporo. Nat. Hist. Soc.* 1940 ; 16 : 147-174.
- 花里孝幸. 特集 : 地球温暖化と陸水環境 総説 地球温暖化と湖のプランクトン群集. 陸水学雑誌 2000 ; 61 : 65-77.
- 堀直, 位田俊臣. ワカサギの人口種苗生産技術の開発に関する研究- I 仔魚が摂餌可能な餌の大きさなどについて. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告 1977 ; 14 : 11-19.
- 細川隆英, 加藤陸奥雄, 北沢右三, 野村健一, 田口亮平, 鳥居西蔵. 「新編生態学汎論」. 養賢堂, 東京. 1968.
- 石田昭夫. 湖沼甲殻類プランクトンの定量採集と水平分布についての二三の観察. 水産孵化場試験報告 1951 ; 6 : 181-190.
- 石田昭夫. 網走湖の研究 浅い湾内での甲殻類プランクトンの昼夜移動の観察. 水産孵化場報告1952;7: 127-131.
- 「汽水域の科学」講師グループ. 「汽水域の科学 中海・宍道湖を例として」. 高安克己編. たたら書房, 米子市. 2001.
- 黒萩尚. 網走湖におけるプランクトンの遷移. 北海道さけますふ化場研究報告 1970 ; 24 : 101-124.
- 益子帰来也. 半鹹水橈脚類に関する一考察. 日本生態学会誌 1954 ; 4 : 13-16.
- 三上英敏. 網走湖の陸水学的特徴と長期的環境変化. 「湖沼環境の変遷と保全に向けた展望 (高村典子編)」国立環境研究所研究報告2000 ; 153 : 5-33.
- 水野寿彦. 「日本淡水プランクトン図鑑」. 保育社, 大阪. 1993.
- 水野寿彦・高橋永治. 「日本淡水動物プランクトン検索図説」. 東海大学出版会, 東京. 2000.
- 元田茂, 石田昭夫. 網走湖の研究特にプランクトン層に就いて (第一報). 水産孵化場試験報告1948 ; 3 : 1-12.
- 元田茂, 石田昭夫. 網走湖の研究特にプランクトン層に就いて (第二報). 水産孵化場試験報告1949 ; 4 : 1-9.
- 元田茂, 石田昭夫. 夏季網走湖に於ける甲殻類プランクトンの昼夜垂直移動の観察. 水産孵化場試験報告 1950 ; 5 : 105-112.
- 長澤和也, 海野徹也, 上野大輔, 大塚攻. 魚類寄生虫またはプランクトンとして出現する日本産ニセエラジラミ科カイアシ類の目録 (1895-2007年). 日本生物地理学会報 2007 ; 62 : 43-62.
- 中村幹雄. 宍道湖におけるヤマトシジミ *Corbicula japonica* Prime と環境との相互関係に関する生理生態学的研究. 島根県水産試験場研究報告1998 ; 9 : 1-192.
- 中尾欽四郎. 網走湖の湖環境変遷. 北海道の自然 1984 ; 24 : 30-40.
- 大槻知寛, 多田匡秀. 網走湖の環境について. 北水試だより1984 ; 23 : 1-8.
- 竹内勝巳, 沖野外輝夫. 諏訪湖におけるワカサギ (*Hypomesus transpacificus* f. *nipponensis*) の成長と食性. 環境科学の諸断面-三井教授還暦記念論文集-. 土木工学社1982 ; 17-22.
- 鳥澤雅. 網走湖産ワカサギの生活史多型分岐と資源変動機構. 北海道立水産試験場研究報告 1999 ; 56 : 1-117.
- 宇藤均, 小林喬, 坂崎繁樹, 黒萩尚. 網走湖産ワカサギ生態調査. 網走水試昭和58年度事業報告書1984 ; 144-176.
- 上真一. 汽水域における動物プランクトンの特徴. 沿岸海洋研究1997 ; 35 : 49-55.
- 山岸宏. 諏訪湖におけるワカサギ稚魚の生態について. 諏訪湖の富栄養化の進行とワカサギ漁獲量の関係. 日本生態学会誌1974 ; 24 : 10-21.
- 山路勇. 「日本海洋プランクトン図鑑.増補改訂版」. 保育社, 大阪. 1982.
- 山根恭道, 後藤悦郎, 川島隆寿, 鈴木博也, 小川絹代. 中海・宍道湖漁場環境基礎調査定期観測調査について. 昭和61年度島根県水産試験場事業報告1988 ; 207-222.