



Title	能取湖における餌生物環境と湖に棲息するニシンの食性について
Author(s)	菅野, 泰次; KANNO, Yasuji; 福田, 研二 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 44(4), 158-170
Issue Date	1993-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24121
Type	departmental bulletin paper
File Information	44(4)_P158-170.pdf



能取湖における餌生物環境と湖に棲息するニシンの食性について

菅野 泰次*・福田 研二**

Monthly Occurrence of Planktonic Organisms and the
Feeding Habits of Inherent Herring
in Notoro Lake, Hokkaido

Yasuji KANNO* and Kenji FUKUDA**

Abstract

Hydrological observations and samplings of planktonic organisms were carried out in Notoro Lake in 1973 and 1974 to clarify the feeding habits of herring (*Clupea pallasii*). There were no differences in the temperature, the dissolved oxygen content and the pH between the two years, however, considerable differences in salinity and transparency were registered, both showing higher values in 1974 than 1973.

The volume of the settled plankton showed seasonal fluctuations with three peaks in May, August and November. Also, no significant correlation between the volume of settled plankton and the total individual number of all zooplankton species, was observed, suggesting that the volume of settled plankton may closely correlate with the phyto-plankton amount. The zooplankton identified was more than 30 species, being scarce in April and abundant during July to September. The season of sampling was divided into the four short periods based on the similarity of the zooplankton which occurred.

A comparison of the species composition of the zooplankton sampled with that eaten by herring showed that herring in Notoro Lake feed positively on copepoda, decapoda, mysidacea and amphipoda, but negatively on gastropoda, cladocera and urochorda. The small copepoda which herring larvae preferably eat appeared abundantly during May to August in the lake. It might suggest that the herring in Notoro Lake are controlled by a mode of population dynamics different from that of herring spawning in the coastal waters.

結 言

能取湖はオホーツク海に開口する 58 km² の水面積をもつ大きな汽水湖で、以前からニシンの産卵場であることが知られている。著者の一人である菅野は、1973 年から能取湖のニシンについて生態研究を進め、これがニシンの中でもより低塩分水を好む湖沼性のニシンであることを報告した¹⁾。また、能取湖のニシンを含む湖沼性のニシンが、樺太北海道系ニシンのような沿岸で産卵するニシンとは異なる数量変動を示すことを示唆する報告を行った²⁾。そして、この数量変動の機構は、ニシンの初期生活の時期に、外海から隔離している湖沼に特有な餌料条件が原因になっているであろうことを予想した。本研究はこの点を実証することを目的として、ニシンの餌として重

* 北海道大学水産学部資源生物学講座
(Laboratory of Biology of Fish Population, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 日本水産 (株)
(Nippon Suisan Co., Ltd., Ohtemachi, Chiyoda, Tokyo 100)

要な浮游動物の出現状況を明らかにし、ニシンの食性との関連を考察したものである。

材 料 と 方 法

能取湖内の水深 13.5 m の地点に定点を定め (図 1), 1973 年 6 月から 1974 年 12 月まで, 水理学的観測およびプランクトン採集を行った。この能取湖には調査の中間の 1974 年 4 月に永久的な人工湖口が開口している^{3,4)}。観測とプランクトンの採集は 1973 年では 6 月, 8 月, 12 月の 3 回, 1974 年では 4 月から 12 月まで各月 1 回行った。観測項目は水温, 塩素量, 溶存酸素量, pH および透明度の 5 項目である。プランクトンの採集は北原式定量用採集ネット (口径 24 cm, 目合 XX13) を使用し, 定点で 2 回の鉛直曳採集 (1 m/sec) により行った。プランクトンの観察と個体数の計数は, 連続採集を行った 1974 年の試料についてのみ行い, 1973 年については行っていない。

プランクトン沈澱量は 200 ml のメスシリンダーおよび 30 ml の沈澱管を用い, 24 時間後の沈澱量を求め, 濾水量 1 m³ 当りの沈澱量に換算して示した。プランクトンの計数にあたっては, 容器中の試料をよく攪拌した後, ステムベルピペットで 1 ml の計数用サンプルを抽出し, 格子目盛のついたシャーレに移し, 種ごとに個体数を計数した。この操作を 1 試料について 7 回繰り返し, その全数をプランクトンネット濾水量 1 m³ に含まれる個体数に換算して示した。ただし, 本調査においては濾水計を使用しなかったため, ネットの濾過率を 100% として濾水量を計算した。

動物プランクトンの出現個体数は橈脚目, 尾索綱, 枝角目そして腹足綱に属するものが多かった。出現した動物については, できるだけ種に近い単位まで同定することを心掛けたが, 幼生期の動物は種まで査定し得たものはない。甲殻綱に含まれる動物は種を査定し得たものもあるが, 目科の単位でとどめたものも幾つかあった。他のグループでは種まで査定できたものは少ない。試料に含まれる *Ceratium*, *Diatom* などの植物プランクトンについては観察を行わなかった。しかし, 沈澱量の計量においては, 植物プランクトンを分離することができなかつたため, 植物プランクトンも含めて計量した。

また, プランクトンの出現組成と比較したニシンの胃内容物についての資料は著者の一人である菅野が, 1973 年から 1976 年にかけて研究し 1981 年に報告した能取湖のニシンの胃内容物の分析資料によつた⁵⁾。

結 果

1973～1974 年の経時観測結果

水温 水理学的観測項目の経時観測結果を表 1 に示す。湖面の結氷期を除く 4 月から 12 月まで連続観測を行うことができた 1974 年を中心に季節的变化を述べると, 最高水温は 8 月に 22～23°C となり, 最低水温は 12 月に -1～0°C が記録された。鉛直分布では 4～9 月まで底層より表層水温が高い顕著な正列成層を示すが, 10～11 月には夏期とは逆に底層より表層水温が低い逆列成層の水温構造を示す。このことは, 湖面の冷却が進むにつれ表層水が高温低密度の底層水と交替する秋期大循環によるものである。1973 年と 1974 年とを比較した場合, 顕著な年較差は認められない。

塩素量 1973 年と 1974 年の塩素量は大きな年較差を示す。1973 年では, 6 月に最高値の 15.5% を示し, 8 月および 12 月には 13～14% に低下したのに対し, 1974 年では湖口開口直後の 5 月から 6 月に急激に増加し, 7 月から 11 月まで 18% 台に達している。12 月には若干低下し 17% 台に落ちた。塩素量濃度には人工湖口の開口の影響が顕著に表われている。

溶存酸素量 (DO) 春秋期に高く夏期に低い変動を示し, 顕著な年較差は認められない。表層,

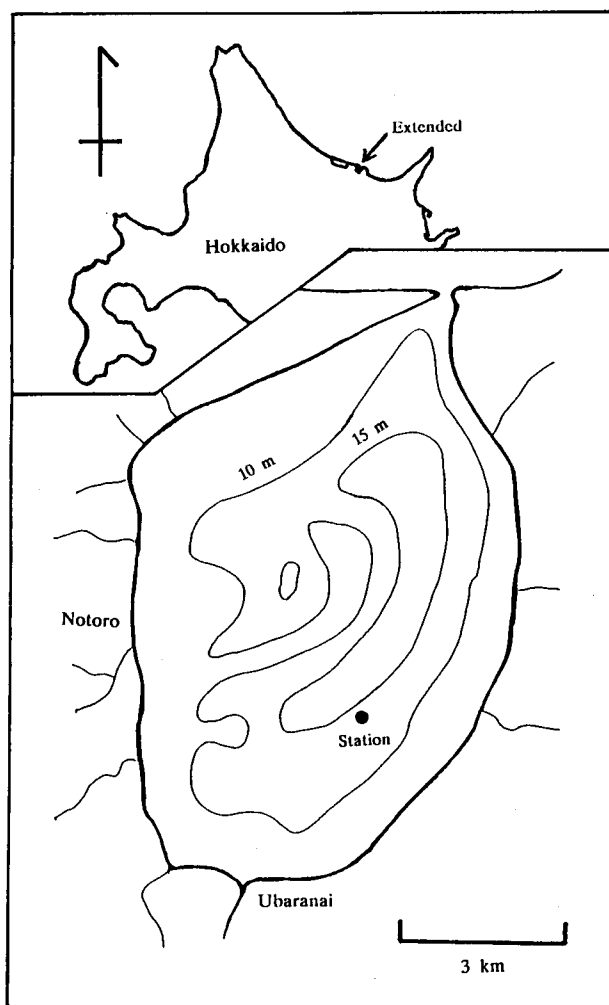


Fig. 1. Location of the hydrological observations and the samplings of plankton.

中層においては概して過飽和状態にある。湖の最深部 (21 m) には、無気層が存在することを指摘した報告⁶⁾があるが、本研究の定点では、水深が浅いためかそのような現象はない。

水素イオン濃度 (pH) 1973年6月に8.1~8.2と他の月より若干低い値を示すが、全体的には弱アルカリ性 (8.3~8.4) の比較的均質な水質構造を示している。

透明度 塩素量と同様に湖口開口をはさむ1973年と1974年ではかなり異なっている。1973年では6月に最も高い6.5 mの透明度を示し、8月から12月には4~5 mの低い値を示した。これに対し1974年では7~9月の夏期に9~10 mの最も高い値を示し、4月と12月に低くなっている。夏期に高い透明度を示したのは宗谷暖流水の流入によるものと考えられる。

プランクトン試料の分析結果

プランクトンの沈澱量 沈澱量は4月の最小量0.1 mlから5月の最大量317 mlにいたる大き

Table 1. Results of hydrological observations in 1973 and 1974 in Notoro Lake.

	'73			'74								
	Jun. 5	Aug. 31	Dec. 20	Apr. 20	May 16	Jun. 17	Jul. 15	Aug. 15	Sep. 20	Oct. 17	Nov. 15	Dec. 17
Temperature (°C)												
0.5 m	14.2	21.7	0.0	4.6	10.3	16.3	18.5	22.0	18.1	13.9	5.3	-0.6
2.0	—	—	—	1.6	9.8	15.0	18.5	21.6	17.9	14.4	5.9	-0.2
5.0	12.0	21.6	0.3	0.9	8.5	12.8	17.5	21.2	17.9	14.2	6.0	-0.2
10.0	11.3	21.6	0.3	0.0	7.5	10.3	15.7	20.6	17.9	14.3	6.3	-0.3
12.5	—	—	—	0.3	7.3	10.2	15.5	20.4	17.8	14.2	6.1	-0.2
Clorinity (‰)												
0.5 m	14.87	14.20	13.50	9.62	16.33	17.71	18.28	18.32	18.15	18.08	18.55	17.26
2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.0	15.29	14.20	13.52	13.10	16.79	17.89	18.25	18.32	18.20	18.08	18.32	17.38
10.0	15.47	14.18	13.49	13.62	17.21	18.10	18.35	18.45	18.44	18.32	18.20	17.38
12.5	—	—	—	13.69	17.30	17.65	18.35	18.44	18.32	18.32	18.32	17.50
Dissolved oxygen (ml)												
0.5 m	9.7	7.4	13.4	14.0	9.8	9.4	8.0	7.2	8.0	8.2	10.4	12.8
2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.0	9.6	7.2	12.1	11.6	10.4	9.9	8.8	7.6	8.9	8.5	10.4	12.1
10.0	8.5	7.7	—	10.3	10.2	9.3	8.7	7.6	8.6	8.1	10.0	13.1
12.5	—	—	—	9.6	10.2	7.2	8.7	7.9	6.8	8.4	10.4	12.9
PH												
surface	8.2	8.4	8.4	—	—	—	—	—	8.4	—	—	—
bottom	8.1	8.4	8.4	—	—	—	—	—	8.3	—	—	—
Transparency (m)	6.5	5.0	4.0	3.5	5.0	6.5	10.0	9.0	8.0	6.5	6.0	3.5

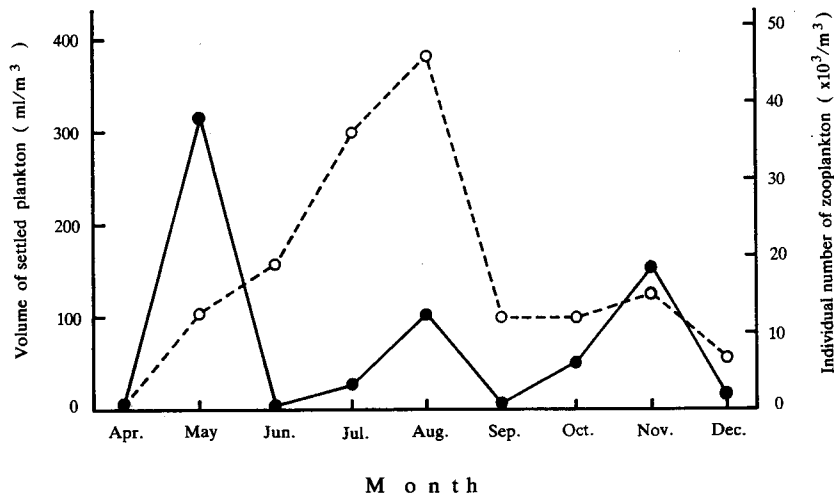


Fig. 2. The volume of the settled planktonic organisms (solid line), and the total individual number of zooplankton in the water mass of 1 m³ (dotted line).

な変化を示し5月(317 ml), 8月(102 ml) および11月(156 ml) に極大値を示した(図2)。沈澱量と動物プランクトンの出現個体数との相関は有意ではない($r=0.213, p>0.05$)。

動物プランクトンの出現種および出現個体数 全調査期間を通じて出現した動物プランクトンの種数は30種以上であった(表2)。出現種数は4月に少なく, 7~9月に多い。4月から12月まで一貫して出現したのは *Oithona nana* 1種であり, 他の種は全て一時的な出現であった。全期間を通じ最も多く出現した種は *Paracalanus parvus* (出現月の平均が4,404個体) で, 5月から12月まで出現し7月, 8月には出現数が殊に多かった(表2)。2番目の出現は巻貝幼生(Gastropoda)であったが, 出現時期は5~8月に限定している。3番目の出現は *Oikopleura* spp. で7~8月, 10~11月に多い。4番目は *Podon leuckarti*, *Oithona nana* であり, また, 種類は明らかでないが Copepoda のコペポダイト期およびノープリウス期幼生の出現も周年に亘って多かった。上述の他に量的に重要な種としては *Acartia clausi*, *Oithona similis*, *Fritillaria* spp. がある。出現種を一定の動物群にまとめて出現個体数を比較してみると, Copepoda が常に最も多量に出現し, 次いで Gastropoda, Urochorda, Cladocera の順になっている(表2)。

季節的にみると, 4月には出現種数は2と少なく, 量的にも調査期間中の最低値を示す(表2)。5月から出現種数, 個体数とも次第に増加し8月に最大値を示した。9~11月には出現種数, 個体数ともやや減少し, 12月には出現個体数が再び少なくなった。動物プランクトンの出現個体数は, 沈澱量の季節変化とは一致せず(図2), 現象的には水温の昇降に対応し, 水温が高くなるにつれ個体数が増加する傾向を示している。

プランクトン出現種組成の時期的区分 出現するプランクトン群集の季節的な特徴を明らかにすることを目的として, 採集月の組合せごとに森下⁷⁾の類似度指数(C_1)を出現種組成から計算した(表3)。計算結果から, 最も高い C_1 の値は5月/6月間および8月/9月間の0.88にみられ, 最も低い値は4月/10月間の0.05にみられた。平均距離法⁸⁾によって, 類似度の高い月を順次連結し樹状図を作成した(図3)。 C_1 の値が0.6となる時点で連結を止めると, 出現種組成の特徴は4つの時期に分割して示すことができる。

第1期(4月): *Acartia clausi* および *Oithona nana* の2種の Copepoda とそのノープリウス期

Table 2. Monthly changes in the species composition of planktonic organisms sampled in Notoro Lake in 1974. Numbers in table show the individual number of zooplankton included in the 1 m³ water mass.

Species	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Coelenterata									
Hydrozoa larvae	0	154	43	113	46	0	0	0	0
Annelida									
Polychaeta larvae	0	616	213	283	556	83	0	446	39
Mollusca									
Gastropoda	0	3,775	4,305	7,976	5,604	83	0	191	0
Arthropoda									
Cladocera									
<i>Podon leuckarti</i>	0	0	384	1,188	4,585	1,735	2,325	1,083	0
<i>Evadne nordmanni</i>	0	0	512	453	417	372	169	191	0
<i>Evadne terigestina</i>	0	0	0	0	417	0	169	0	0
Copepoda									
<i>Acartia clausi</i>	1,055	616	1,577	5,431	973	0	0	127	117
<i>Calanus pacificus</i>	0	0	0	0	0	0	0	64	39
<i>Centropages abdominalis</i>	0	0	0	113	0	0	0	64	0
<i>Centropages yamadae</i>	0	0	0	339	463	0	0	0	39
<i>Corycaeus</i> spp.	0	0	0	0	231	41	42	64	0
<i>Cyclops</i> spp.	0	0	0	0	46	0	42	0	0
<i>Eurytemora herdmani</i>	0	0	0	509	93	0	0	0	0
<i>Harpacticus</i> spp.	0	154	0	57	602	124	167	64	78
<i>Microsetella norvegica</i>	0	0	128	339	46	165	211	0	39
<i>Oithona nana</i>	100	770	3,240	2,149	1,806	372	507	1,783	1,251
<i>Oithona rigida</i>	0	77	85	57	46	785	0	764	117
<i>Oithona similis</i>	0	616	1,449	2,036	1,945	207	169	700	548
<i>Oncea</i> spp.	0	77	0	0	46	0	0	0	0
<i>Paracalanus parvus</i>	0	770	980	7,355	21,396	3,653	2,960	1,465	1,056
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1,656	1,447
<i>Tortanus discaudatus</i>	0	0	0	0	46	0	0	0	0
Copepoda (copepodite stage)	201	1,233	853	1,697	2,084	1,404	1,141	2,156	743
Copepoda (nauplius stage)	100	1,156	341	226	287	496	296	637	625
Decapoda									
Brachyura larvae	0	0	0	0	93	0	0	0	0
Macrura larvae	0	0	0	0	139	0	0	0	0
Chaetognatha									
<i>Sagitta</i> spp.	0	0	0	0	0	41	0	0	0
Echinodermata									
Echinopluteus	0	0	128	283	46	289	296	0	0
Ophiopluteus	0	0	85	556	46	0	0	0	0
Prochordata									
<i>Fritillaria</i> spp.	0	2,234	5,030	0	46	0	42	0	430
<i>Oikopleura</i> spp.	0	231	0	4,696	3,658	1,157	3,635	3,057	0
Others	0	0	43	57	46	0	0	764	117

Table 3. Similarity index calculated between all combinations of the months by the species compositions of zooplankton.

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Apr.	1.000								
May	0.169	1.000							
Jun.	0.217	0.882	1.000						
Jul.	0.347	0.680	0.588	1.000					
Aug.	0.061	0.382	0.320	0.739	1.000				
Sep.	0.063	0.275	0.218	0.627	0.881	1.000			
Oct.	0.047	0.203	0.167	0.610	0.722	0.855	1.000		
Nov.	0.110	0.321	0.298	0.550	0.456	0.658	0.759	1.000	
Dec.	0.136	0.389	0.464	0.403	0.460	0.512	0.359	0.689	1.000

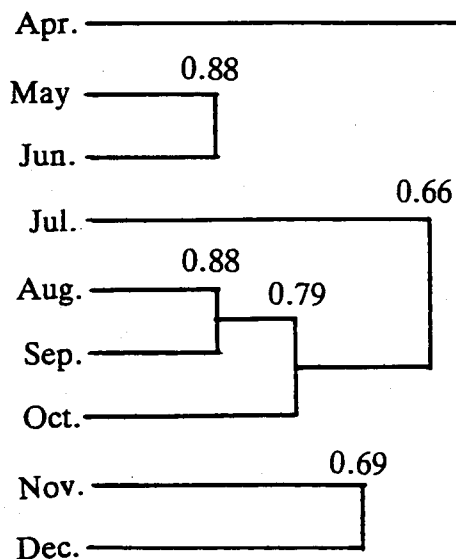


Fig. 3. Dendrogram based on the result of the cluster analysis done among the ten months. Values show a similarity index for the months fused.

幼生が出現するのみで種数、個体数とも極めて貧しい。前者が72%を占め優占種であった(表2)。

第2期(5~6月): Copepodaを中心に18種以上の種の出現がみられた。Copepodaは5月に18%, 6月に26%を占め、Gastropoda(巻貝幼生)は5月に30%, 6月に22%を示し、ともに高い出現率であった。第3期の出現種中の主要種となる *Paracalanus parvus* および枝角目の *Podon leuckarti* の出現もみられるが、この期にはまだ低い割合である。水塊1m³に含まれる総個体数は4月の1,456個体から5月の12,642個体、6月の19,365個体へと急激な増加を示している。

第3期(7~10月): この期は4期中で期間が最も長く出現種数、個体数とも最大の値を示す。Copepodaはこの期においても最も高い頻度で出現し、7~9月には出現総個体数の50%以上を占める。この期の最優占種は橈脚目の *Paracalanus parvus* であり、次いでOithona nana, Oithona similis および枝角目の *Podon leuckarti* が優占する。第2期の優占種であった *Fritillaria* spp. はこの時期にはほぼ消失し、同じ尾索綱の *Oikopleura* spp. が代って出現している。Gastropodaの幼生

は7~8月に高い優占率を示すものの、9~10月には減少している。量的には少ないが、この期に出現する特異的な種としては *Podon leuckarti*, *Evadone nordmanni*, *Microsetella norvegica*, ウニ綱の *Echinopluteus* 幼生および *Oikopleura* spp. がある。出現総個体数は7月に35,913個体、8月に45,809個体と調査期間中の最大を示したのに対し、9~10月は12,000個体と少なく、組成は類似していても、7~8月と9~10月では出現数に差異がみられた。

第4期(11~12月): 出現種数、個体数の両者に減少傾向がみられた。Copepodaが最優占種として出現し総個体数中に占める割合は11月には62%、12月には91%に達している。この期の優占種は *Oithona nana*, *Paracalanus parvus* および *Pseudocalanus elongatus* である。水塊1m³に含まれる総個体数は11月が15,403個体、12月には6,724個体と急激に減少する傾向を示した。

動物プランクトンの出現組成とニシンの胃内容物組成との比較

湖内のプランクトンの出現とニシンの食性との関連を明らかにするため、前項において整理した動物プランクトンの組成を、1973~1976年に能取湖内で漁獲したニシンの胃内容物組成と比較した。この比較においては前項に示した結果に従い、調査期間を4期(第1期:4月, 第2期:5~6月, 第3期:7~10月, 第4期:11~12月)に分けてそれぞれ比較した。胃内容物についての資料は菅野⁵⁾の報告によった(表4)。彼は能取湖で漁獲したニシンの胃内容中の餌生物について量的に第1位で出現する場合と、第2位以下で出現する場合を区別して記載しているの、これを数量化するため、本研究では前者には1、後者には0.5の値で重みをつけることにより、ニシンに摂取された餌生物のそれぞれについて摂餌得点を計算し百分率で表わした。

餌生物を14の動物群に分けて整理した(表5)。プランクトンネットで採集された組成をみるとCopepodaの出現が全期間を通じて最も多く59%に達し、次いでUrochordaが15%、Gastropodaが14%、Cladoceraが9%の順となっている。季節的にみるとCopepodaは4月から12月まで全期間を通じ、どの月も高頻度で出現しているのに対し、他の動物群ではUrochordaは第2~4期に

Table 4. Composition of the food items eaten by herring during 1973 to 1976 in Notoro Lake, in parenthesis are shown the number of cases which appeared as the most abundant food item (cited from Kanno⁵⁾).

Food items	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Total
Copepoda		25(5)	37(29)	72(72)	45(39)	9(7)	8(6)	20(12)	4(4)	220(174)
Mysidacea	2(2)	5(3)	1(1)	1	11(4)	26(24)	1(1)	15(10)	14(13)	76(58)
Decapoda	2(2)			1	3	1	1(1)	1	2(1)	11(4)
Cumacea				6	1(1)			1		8(1)
Isopoda		1	1(1)					1(1)	1	4(2)
Amphipoda		42(39)	2(1)	7	9(6)	1	3(2)	19(7)	6(1)	89(56)
Other crustacea				4		3(1)	1(1)	3		11(2)
Eggs		2	26(25)	1	25(5)	3				57(30)
Coenterata	1				1				2	
Polychaeta					2(1)	1				3(1)
Gastropoda larvae				1	1	2	1			5
Fish larvae			6(1)	2	1(1)	2(1)			1	12(3)
Plants segment		4(1)								4(1)
Digested matter		46	84	60	61	22	16	32	19	340
Unidentified			4(1)	19						23(1)
Number of fishes with food	4	48	89	76	81	41	21	48	19	427

Table 5. Comparison of percentage composition of planktonic organisms sampled by net with that found in the stomach of herring.

Food item	Apr.	May to Jun.	Jul. to Oct.	Nov. to Dec.
Hydrozoa				
Net	0.0	0.6	0.2	0.0
Stomach	0.0	0.0	0.3	0.0
Polychaeta				
Net	0.0	2.6	0.9	2.2
Stomach	0.0	0.0	1.3	0.0
Gastropoda				
Net	0.0	25.3	13.0	0.9
Stomach	0.0	0.4	1.3	0.0
Cladocera				
Net	0.0	2.8	11.3	5.8
Stomach	0.0	0.0	0.0	0.0
Copepoda				
Net	100.0	44.3	60.2	71.2
Stomach	24.0	77.8	45.6	17.0
Decapoda				
Net	0.0	0.0	0.2	0.0
Stomach	0.0	0.4	2.2	6.4
Mysidacea				
Net	0.0	0.0	0.0	0.0
Stomach	6.4	1.1	28.8	57.4
Isopoda				
Net	0.0	0.0	0.0	0.0
Stomach	0.8	0.7	0.6	2.1
Amphipoda				
Net	0.0	0.0	0.0	0.0
Stomach	64.8	3.7	14.7	14.9
Cumacea				
Net	0.0	0.0	0.0	0.0
Stomach	0.0	2.2	0.9	0.0
Teleostei				
Net	0.0	0.0	0.0	0.0
Stomach	0.0	3.3	1.6	2.1
Echinodermata				
Net	0.0	0.7	1.4	0.0
Stomach	0.0	0.0	0.0	0.0
Urochorda				
Net	0.0	23.5	12.6	15.9
Stomach	0.0	0.0	0.0	0.0
Other				
Net	0.0	0.1	0.1	4.0
Stomach	0.0	10.4	4.5	0.0

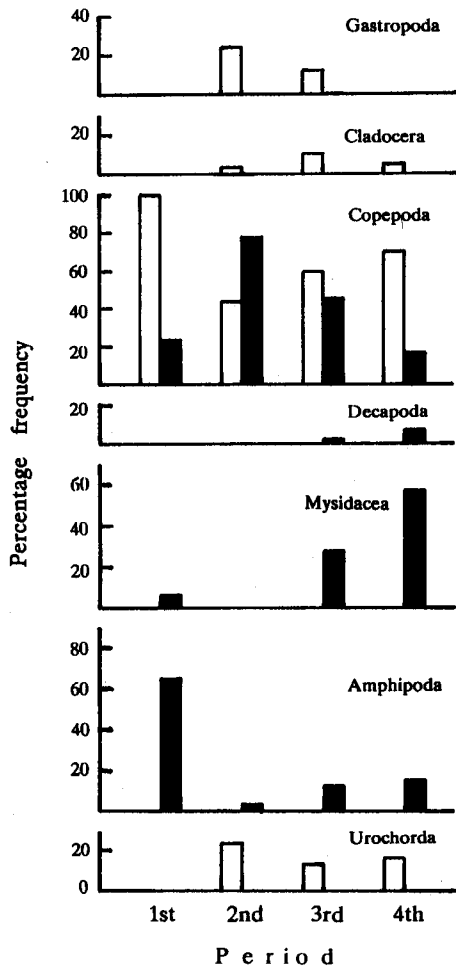


Fig. 4. Comparison between species composition of plankton sampled by net in the lake and that found in herring stomach as to seven organism's items. White and black columns show the percentage occurrence of the organisms sampled by net and found in the stomach, respectively.

高頻度で出現がみられ、Gastropoda は第2~3期に出現がみられるなど一時的である。Cladocera は第3期にだけ高頻度の出現がみられる。

一方、ニシンの胃内容についてみると、Copepoda が52%、Amphipoda が19%、Mysidacea が17%で、これらの3種が全体の88%を占める。この3種は出現する時期に差異があり Copepoda は第2・第3期に多く、Amphipoda は第1期に、そして Mysidacea は第4期に出現が多い。この他に胃中に出現した重要な動物群としては魚類の仔魚、Decapoda、Cumacea、Isopoda およびこれらに含まれない甲殻綱がある。

餌となる動物群の出現割合をネットとニシンの胃で対比してみると(図4)、両者において最も高率で出現したのは Copepoda で、全期間を通した割合がネットでは59%、胃中では52%を示し際立って重要な餌動物となっている。この他の動物群ではネットと胃中の両者において共に高い割合で出現したものはない。これとは逆に、いずれか一方に卓越している動物群について述べると、ニシンの胃内容中には Copepoda の他に Mysidacea、Amphipoda および Decapoda がみられる。これらはネット中には出現しないか、ごく僅かの出現にとどまっている。これに対してネッ

ト中に比較的高頻度で出現するのは *Gastropoda*, *Cladocera* および *Urochorda* で、これらはニシンの胃中には出現しない。以上にみられるネットと胃中の出現率の違い、特に前者にみられる偏りは、動物種の分布域 (表層・底層, 沿岸・沖合など) や游泳力と関係があり、使用したプランクトンネットがこれらの動物を均等に採集することができなかつたためである。

考 察

人工湖口開口の影響について 水理学的な5つの観測項目のうち水温、溶存酸素量および pH に顕著な年較差は認められなかつたが、塩素量、透明度においては、1973年と1974年の間に大きな差異が認められた。1974年は、塩素量および夏期の透明度が1973年より高い値をとっているが、これは人工湖口の開口によって、湖水と沿岸水との交換が、以前より大幅に増加したことが原因であろう。この点に関連して菅野⁹⁾は、湖口開口に伴う外海からの流入動物の変化を報告し、中尾・菊池⁴⁾は底棲動物相の変化および水質の清澄化を報告している。本研究において *Calanus pacificus*, *Pseudocalanus elongatus* の北方外洋性種が11月、12月の一時期ではあるけれども、湖内に出現していることは、1973年以前のこの時期は湖口が漂砂により閉鎖され、外海から流入する条件がなかつたと思われるので、湖口開口による影響と考えられる。

プランクトン沈澱量の周期について プランクトン沈澱量は5月、8月および11月に極大期をもつ大きな季節変動を示した。これを動物プランクトンの総個体数と対応させてみると (図2)、関連は弱く両者間に量的相関は認められない。このことは沈澱量の変動が動物プランクトン量よりも、沈澱物中の植物プランクトンとより密接な関連をもっているためと考えられる。

温帯水域では、植物プランクトンの増殖は春と秋に2回の極大期をもつといわれている⁹⁾。能取湖の沈澱量の変動も、この傾向に大筋として合致している。まず、11月の沈澱量の極大について湖沼条件との関連を見ると、10月から11月にかけて冷却された表層水が比較的高温の底層水と混合する秋期大循環が起これ、これが湖底の栄養塩の利用度を高め、植物プランクトンの増殖につながつたと考えられる。5月の顕著な極大も、4月の観測直後に生起したと思われる密度の大きな表層水の沈降による春期大循環に関連をもっているのであろう。本研究では植物プランクトンの量的推移や植物プランクトンから動物プランクトンへの転換の過程、特に極大期の位相の遅れなどを明らかにすることができなかつたが、将来に究明されるべき重要な課題である。

ニシンの摂餌選択性 摂餌選択性を調べるため、主要な7つの動物群 (*Gastropoda*, *Cladocera*, *Copepoda*, *Decapoda*, *Mysidacea*, *Amphipoda*, *Urochorda*) をとり上げ、プランクトンネット試料中での出現率とニシンの胃内での出現率を比較した (図4)。*Copepoda* はネット試料中での出現率およびニシンの胃中での出現率が、全調査期間を通じ、常に20%以上の高率を示し、餌生物の中で最も重要な動物群であった。*Gastropoda* はネットと胃内容の両方に出現がみられるが、前者の出現率は後者の出現率より常に高い。これらとは逆に *Decapoda*, *Mysidacea* および *Amphipoda* の動物群では、プランクトンネットの出現がほとんど、あるいは全くないにも拘らず胃中での出現率はかなり高い。このことは *Mysidacea*, *Amphipoda* などの游泳力をもつ動物はプランクトンネットを逃避したことを示唆する。各動物に対する採集効率を均等にするための採集方法を検討し、その上で比較することが必要である。しかし、採集効率に偏りがあり、餌動物の存在様式と正確な対応を示さないにせよ、胃中によく出現する *Decapoda*, *Mysidacea*, *Amphipoda* の動物群は *Copepoda* とともにニシンによって重要な餌生物として、積極的に摂食されていることは明らかである。一方、プランクトンネットでの高率の出現にも拘らず、ニシンの胃中の出現がみられない *Gastropoda*, *Cladocera* および *Urochorda* はニシンの非選択種と考えることができるであろう。

仔魚の critical period について 能取湖のニシンに認められる特徴の一つは、菅野⁴⁾が指摘し

ているように魚体の大きさが異なる個体でも胃内容物組成に大きな違いがなく、いずれも小型の Copepoda を主体として摂食していることである。これに反して、外海域で摂餌するニシンは、魚体の大きな個体ほど Mysidacea, Amphipoda のような大型プランクトンを摂食する傾向がある^{10,11)}。以上のことは、能取湖では成魚期の個体が要求する大型のプランクトンが少ないため、これを摂食できない状況におかれていることを示唆する。つまり、能取湖の餌生物環境は、成魚期のニシンには必ずしも好適な条件であるといえないが、仔魚および幼魚などの若齢のニシンにとっては良好な餌生物環境にあるといえるかもしれない。

飯塚^{12,13)}は厚岸湾に産卵するニシンを研究する中で、ニシンの生残は卵黄吸収期の仔魚が餌生物と遭遇する機会、いわゆる critical period と密接に関わることを報告した。彼は厚岸湾のニシンについて2カ月に亘る長い産卵期にも拘らず、生残る魚群は特定の一時期に産卵された仔魚に限定していることを述べ、卵黄吸収期において *Acartia* spp., *Oithona* spp. などの小型の餌動物との遭遇が、ニシンの仔魚が生残るための重要な要因であると推測している。また、Blaxter¹⁴⁾はニシン初期減耗の要因である摂餌生態を綜述した中で餌生物の密度について触れ、仔魚が生残る好適な密度として水塊 1 m³ 当り 20,000~22,000 個体以上の水準であろうとする研究を2例紹介している。能取湖のニシンでは、4~6月の産卵期¹⁵⁾から推測して、ふ化仔魚の索餌期は5~7月にあると想定されるが、この時期の能取湖には *Acartia* 属、*Oithona* 属、*Paracalanus* 属を中心に餌となる小型のプランクトンが多量に発生し、その密度は水塊 1 m³ に対して5月に 12,000、6月に 19,000、7月に 36,000 そして8月に 46,000 個体に達している。このことは、この湖の餌料条件がニシンの初期の生残量を規定する決定的な要因にはなっていないことを示唆する。能取湖のニシンがより外洋性の樺太北海道系ニシンとは異なる数量動態を示すのは、この湖の地形と水理学的条件に支えられた餌動物の発生機構が沿岸域と相違することが一因であると考えられる。

謝 辞

著者らの要請に応じ調査の都度漁船を貸与して下さり、また、同行して作業を支援して下さいった西網走漁業協同組合の石館慶治氏、水質の分析作業に懇切なご指導を賜った北海道網走水産試験場元研究員の黒田久仁男氏に対して深く感謝申しあげる。

引 用 文 献

- 1) 菅野泰次 (1983). 日本周辺海域に分布するニシン系統群とその生態 (綜説). 栽培技術研究報告, 12(2), 59-69.
- 2) 菅野泰次 (1987). 能取湖に棲息するニシン *Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes の生活史—IV. 年齢組成および漁獲量変動の要因. 北大水産彙報, 38(4), 358-365.
- 3) 菅野泰次 (1975). 能取湖のニシンに及ぼす塩分濃度の変化の影響. 北水試月報, 32(1), 1-3.
- 4) 中尾 繁・菊池和夫 (1978). 能取湖湖口の周年開口による環境と底生動物相の変化, 特に無生物域の消滅. 同誌, 35(5), 1-11.
- 5) 菅野泰次 (1980). 能取湖に棲息するニシン, *Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes の生活史—III. 再生産特性と食性について. 北大水産彙報, 32(4), 316-328.
- 6) 黒田久仁男・小原昭雄・田中正午 (1958). 汽水湖の利用. 第一報・能取湖の水質について. 北水試報告, 18, 23-26.
- 7) M. Morishita (1959). Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.)*, 3(1), 65-80.
- 8) 安田三郎・海野道郎 (1977). 社会統計学, 340 p, 丸善, 東京.
- 9) 高野秀昭 (1964). 真鶴・勝浦・八丈島におけるマイクロプランクトン量の季節的变化. 日水誌, 30(2), 89-94.

- 10) 入江隆彦・小林時正・猪股 東 (1979). オホーツク海北部水域のニシンの研究—I. 摂餌習性について. 北水研報, 44, 25-39.
- 11) 元田 茂・竹内 勇 (1948). 春鯊食餌調査 (昭和 23 年度). 北水試報告, 1, 32-44.
- 12) 飯塚 篤 (1966). 厚岸湾におけるニシンの発生幼期の生態. 北水研報, 31, 18-63.
- 13) 飯塚 篤 (1969). 補給を含めた再生産機構と環境との関連. 漁業資源研究会議報, 9, 34-44.
- 14) J.H.S. Blaxter (1965). The feeding of herring larvae and their ecology in relation to feeding. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Repts.* 10, 79-88.
- 15) 菅野泰次 (1979). 能取湖に棲息するニシン, *Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes の生活史—I. 体長組成, 脊椎骨数組成および鱗の輪条形成について. 北大水産彙報, 30(4), 259-271.