

石狩湾に放流されたニシン人工種苗の生態— II*¹ 放流後約 1 ヶ月以内の食性

佐々木正義*², 石田良太郎*²

Ecology of artificially produced juvenile herring (*Clupea pallasii*)
released at Ishikari Bay— II*¹
Feeding habits within about a month after release

Masayoshi SASAKI*² and Ryotaro ISHIDA*²

To examine the suitable body size, timing and placement of release for artificial produced juvenile herring, we investigated the distribution and feeding habits of sampled artificial produced juvenile herring collected using a beach seine, larvae net, a small beam trawl and fishing at the coast of Atsuta and with set nets in the Ishikari River on the west coast of Hokkaido in Japan, in summer, 1996 - 1999.

Artificial produced herring fed on various food organisms in one day after releasing and fed on a large number on 8 days and 11 days after release. However the composition of food organisms differed between sampling locations and dates, the majority of food organisms of juveniles up to 70mm in total length comprised larvae of fish and a number of small coastal and brackish copepods (i.e. *Oithona atlantica* and *Eurytemora* spp.), and cladocerans (i.e. *Moina* sp. and *Podon* spp.), *Oikopleura* spp. Artificial produced herring greater than 80 mm mainly fed on larger organisms such as mysidacea, amphipoda, and fish larvae.

キーワード：石狩湾，ニシン，人工種苗，種苗放流，食性

はじめに

北海道日本海側では、1996年からニシンの資源増大を目指し、人工種苗の放流が開始された。この種苗放流を効率的に実施していくには、種苗の放流後の分布や成長、摂餌状況を把握し、放流条件すなわち適正な放流時期や放流場所、放流サイズを検討していく必要がある。本報告では、前報¹⁾に引き続き放流されたニシン人工種苗の消化管内容物の解析を行い、食性に関して若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

標本に供したニシン人工種苗は1996～1999年に5月下旬～7月下旬に、厚田村沿岸域で地引き網や石狩川河口域の小型定置網によって採集されたもののうち、耳石に

蛍光顕微鏡によりALC標識が確認されたものを用いた (Fig. 1)。これらのニシンは採集後直ちにホルマリン海水で固定され、研究室で個体毎に全長 (mm単位)、尾叉長 (mm単位) を計測され、さらに各地点ごとに消化管内容物観察に供するため、原則として10尾、それ以下のものは全数消化管を摘出した。消化管内容物は実体顕微鏡下で観察し、カラヌス目は出来るだけ種まで同定し、その他についてはおおよそ目まで分類した。内容物の長さはアミ類は頭胸部の先端から尾肢の末端まで、稚魚は全長、その他については沿岸環境調査マニュアルの測定方法²⁾に準じ、体幅は長さを測定した方向に対して直角方向で最も広い部分を計測した。

Table 1, 2 に示した日別のX種の1尾当たり平均摂餌個体数及び摂餌率は以下のように算出した。

人工種苗1尾当たり平均摂餌個体数 = X種の総出現個体数 ÷ X種を摂餌していた人工種苗数

報文番号 A 353 (2002年3月29日受理)

*1 I は本誌62号に掲載

*2 北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Hama-cho, Kushiro, Hokkaido 085-0024, Japan)

摂餌率 = X種を摂餌していた人工種苗数 ÷ 標本数 × 100

Figs. 2 - 5 に示したサイズ群別の 1 尾当たりの平均摂餌個体数及び 1 尾当たりの平均摂餌重量は以下のようにそれぞれの種について算出した後、それらを足しあわせて得た。

X種の人工種苗 1 尾当たり平均摂餌個体数 = X種の総出現個体数 ÷ 標本数

X種の人工種苗 1 尾当たりの平均摂餌重量 = 1 尾当たり平均摂餌個体数 × 餌生物 1 個体当たりの重量

この際、餌生物 1 個体当たりの重量は稚魚、アミ類、端脚類、枝角類 *Moina* sp., Decapoda larvae, 橈脚類の一部は消化管内容物から任意数を抽出し、全体重量を測定後、標本数で除して得た。それ以外はネット採集で得られた標本から最高50個体を抽出し、その重量を測定後し、標本数で除して得た。

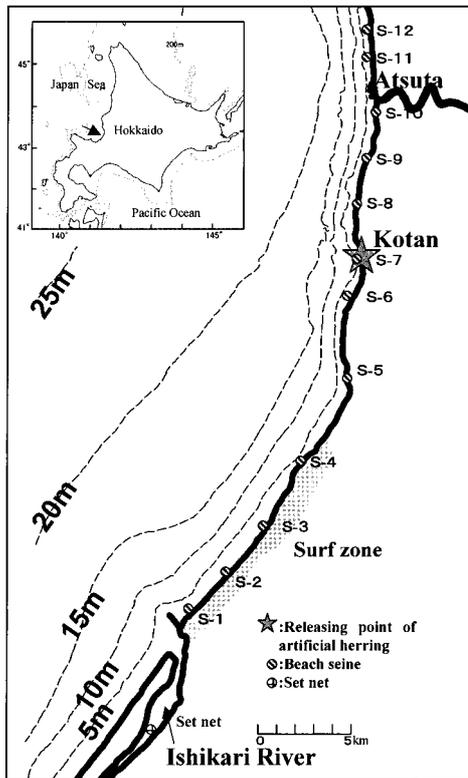


Fig. 1 Study location, Ishikari Bay, west coast Hokkaido, Japan

結果

1 各年度の放流後初めて採集された放流種苗の摂餌状況

Table 1 に各年度の放流後、初めて採集された人工種苗の摂餌状況を示した。放流種苗の初めての採集は1996年には放流場所近くのS-7地点で放流8日後、1997年に

Table 1 Species composition of food organisms from the guts of artificial produced herring juveniles collected firstly after release in each year from 1996 to 1999. Numerical value on the left and right side of each position represent the number of food items per juvenile and percentage of juvenile feeding, respectively.

Year	1996	1997	1998	1999
Sampling date	2-Jul	18-Jun	27-May	8-Jun
Sampling area	S-7	S-5	S-10	S-2,3,4
Size range of herring(mm)	60-72	67-75	39-52	39-50
Release date	24-Jun	16-Jun	26-May	28-May
Release size(mm)*	69.5	67.0	50.0	51.2
Days after releasing	8	2	1	11
Percentage of empty gut	0.0	10.0	0.0	0.0
Measured number	3	10	10	15
Mean number of food organisms/artificial produced	29.3	7.2	3.7	158.0
food items				
<i>Podon</i> spp.				2.9 53.3
<i>Evadne</i> spp.				15.5 40.0
<i>Moina</i> sp.				104.9 73.3
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	1.0 33.3			3.7 20.0
<i>Paracalanus parvus</i>				5.3 46.7
<i>Pseudocalanus</i> sp.				2.3 46.7
<i>Eurytemora</i> spp.				2.5 13.3
<i>Tortanus</i> spp.		5.3 30.0		2.4 46.7
<i>Tortanus</i> larvae				1.0 6.7
Unidentified calanoida	1.0 33.3	2.0 40.0		1.2 0.4
<i>Oithona similis</i>		6.5 20.0		2.7 40.0
<i>Oithona atlantica</i>				37.0 33.3
Unidentified cyclopoida				1.0 6.7
Harpacticoida	27.3 100.0	1.0 30.0	1.4 80.0	
Gammaridae			2.0 30.0	
Decapoda larvae		2.7 30.0		
Pelecypoda larvae	1.0 33.3			
Gastropoda larvae			7.5 20.0	2.5 13.3
Polychaeta larvae	1.0 33.3		2.0 20.0	
Cirripedia (nauplius)				2.5 13.3
Cirripedia (cypris)				14.2 40.0
<i>Oikopleura</i> spp.				50.9 86.7
Fish egg				7.0 20.0
Fish larvae				
Others		1.0 10.0		

*Mean total length

は放流場所南側のS-5地点で放流2日後、1998年には放流点北側のS-10地点で放流1日後、1999年には放流場所南側のS-2,3,4地点で放流11日後であった。なお、採集された人工種苗は1996年、1997年には海上で約2週間中間育成後、1998年、1999年には中間育成を行わず放流されたものである。

放流種苗の摂餌状況を見ると、空胃率は1997年のものだけが10%であり、その他の年度は0%であった。1996~1999年では、空胃個体は22尾のうち1尾だけであった。

人工種苗 1 尾当たりの摂餌個体数は1996年~1999年にそれぞれ29.3, 7.2, 3.7, 158.0にあり、年によって異なっていたが、放流後8日、11日経過した1996年、1999年が高かった。

また、餌生物ごとの人工種苗 1 尾当たりの摂餌個体数（以後摂餌数と記す）および摂餌率についてみると、年によって摂餌数や摂餌率の高い餌生物は異なり、1996年にはHarpacticoida, 橈脚類 *Paracalanus parvus*, 2枚貝幼生, 多毛類幼生, 1997年には橈脚類 *Tortanus* spp. や *Oithona similis*, Decapoda larvae, Harpacticoida, 1998年にはHarpacticoida, 巻貝類幼生, 2枚貝幼生, ヨコエビ類が餌生物となっていた。1999年には多くの種が摂餌されていたが、そのうち稚魚と淡水性枝角類 *Moina* sp., 枝角類 *Evadne* spp., 橈脚類 *Oithona atlantica* や尾虫類 *Oikopleura* spp. などの摂餌率ないし摂餌数は高かった。

Table 2 Species composition of food organisms from the juvenile herring guts. Numerical value on the left and right side of each position represent the number of food items per juvenile and percentage of juvenile feeding, respectively.

Sampling area or st.no	S-7	In river	In river	S-2	S-3	S-4	S-4	In river				
Sampling date	2-Jul-96	1-Jul-97	3-Jul-97	5-Jul-97	6-Jul-97	11-Jul-97	13-Jul-97	8-Jun-99	8-Jun-99	8-Jun-99	24-Jun-99	27-Jun-99
Number of examined	3	11	10	10	4	7	4	7	5	3	9	9
Range of total length(mm)	60-72	73.3-90.8	75.1-91.9	80.8-98.6	85.1-98.3	81.8-104.4	94.8-104.1	41.6-54.6	39.1-49.6	43.2-50.2	53.6-78.4	65.0-78.7
Percentage of empty gut	0.0	100.0	0.0	50.0	100.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mean number of food organisms/herring	8.2	0.0	40.5	32.5	0.0	7.3	5.3	191.6	173.4	54.0	1449.1	266.7
Number of food items	6	0	6	3	0	2	2	13	16	12	13	15
<i>Mesocalanus tenuicornis</i> cf copepodid								6.0 14.0	2.5 40.0			
<i>Calanus pacificus</i>												
<i>Paracalanus parvus</i>	1.0 33.3								6.8 100.0	2.0 33.3	29.2 100.0	9.4 77.8
<i>Pseudocalanus</i> sp.								1.0 14.3	2.8 100.0			
<i>Clausocalanus pergens</i>											22.4 100.0	4.7 66.7
<i>Eurytemora pacifica</i>												
<i>Eurytemora affinis</i>												
<i>Eurytemora herdmanii</i>												
<i>Eurytemora</i> spp.				19.5 20.0					2.5 40.0	2.5 40.0		
<i>Eurytemora</i> larvae												
<i>Centropages abdominalis</i>												
<i>Acartia omorii</i>												
<i>Acartia steueri</i>												
<i>Tortanus discaudatus</i>			5.0 10.0						1.0 20.0		1.0 22.2	1.0 11.1
<i>Tortanus derugini</i>			5.0 10.0									1.0 11.1
<i>Tortanus</i> sp.												
<i>Tortanus</i> larvae												
Unidentified calanoida *	1.0 33.3		1.0 20.0	11.0 20.0				1.0 14.3	1.5 40.0	1.0 66.7	1.0 11.1	7.9 88.9
<i>Oithona similis</i>								2.0 14.3	3.0 80.0	2.0 33.3	95.9 100.0	16.9 100.0
<i>Oithona Atlantica</i>									32.8 80.0	54.0 33.3	748.7 100.0	61.7 100.0
Unidentified cyclopoida & larvae				2.0 10.0						1.0 33.3		2.0 20.0
<i>Microsetella</i> sp.												1.0 22.2
<i>Corycaeus</i> sp.												1.4 50.0
Harpaicticoida	28.3 100.0							3.0 28.6	4.6 100.0			1.0 22.2
Gammaridae									1.0 20.0			
Cladsera unidentified											1.0 22.2	
<i>Podon</i> spp.											1.5 22.2	
<i>Evadne</i> spp.											5.7 66.7	
<i>Moina</i> sp.								122.2 85.7	104.8 80.0	2.0 33.3		
Crustacea nauplius												1.0 11.1
Pelecypoda larvae												
Bivalvia larvae	1.0 33.3							1.0 14.3				
Gastropoda larvae								1.0 14.3		4.0 33.3		
Cirripedia larvae(Cypriform)	1.0 33.3								3.0 60.0			
Cirripedia larvae(nauplius)											1.3 33.3	
Mysidacea adult			2.0 20.0			6.3 42.9	1.0 25.0					
larvae						1.0 14.3						
Amphipoda			4.0 20.0									
Decapoda larvae											18.4 55.6	8.6 100.0
<i>Oikopleura</i> spp.									12.3 80.0	18.0 66.7	533.9 100.0	125.4 100.0
Polychaeta larvae	1.0 33.3											
Fish egg										7.0 100.0	1.7 77.8	
Fish larvae			23.5 20.0					4.3 100.0	95.7 85.7	11.7 100.0		33.1 100.0

*Almost considered *Paracalanus parvus*

Table 2 – continued

Sampling area or st.no	In river	In river	In river	In river	In river	S-4	In river	In river	In river	In river	In river
Sampling date	30-Jun-99	1-Jul-99	3-Jul-99	4-Jul-99	7-Jul-99	8-Jul-99	9-Jul-99	10-Jul-99	11-Jul-99	12-Jul-99	13-Jul-99
Number of examined	4	10	25	10	5	1	5	9	4	3	4
Range of total length(mm)	65.5-86.4	66.8-91.2	67.9-96.7	68.3-94.3	79.5-94.8	72.4	86.8-100.0	76.4-93.9	76.5-104.2	89.7-95.5	93.3-99.6
Percentage of empty gut	0.0	0.0	90.0	0.0	0.0	0.0	40.0	66.6	25.0	66.6	0.0
Mean number of food organisms/herring	150.0	278.8	0.9	133.7	199.7	76.0	4.4	1.2	2.5	19.0	5.5
Number of food items	11	23	2	14	5	8	4	2	2	2	3
<i>Mesocalanus tenuicornis</i> cf copepodid	2.0 25.0	5.0 10.0		1.0 20.0	1.0 50.0						
<i>Calanus pacificus</i>		1.5 20.0		1.0 10.0							
<i>Paracalanus parvus</i>	1.0 25.0	4.8 60.0		1.0 10.0		16.0 100.0					
<i>Pseudocalanus</i> sp.											
<i>Clausocalanus pergens</i>	9.0 25.0	10.3 60.0		1.0 10.0		2.0 100.0					
<i>Eurytemora pacifica</i>		2.0 10.0									
<i>Eurytemora affinis</i>				46.0 10.0							
<i>Eurytemora herdmanii</i>											
<i>Eurytemora</i> spp.	2.0 25.0			1.0 10.0							
<i>Eurytemora</i> larvae						3.0 100.0					
<i>Centropages abdominalis</i>											
<i>Acartia omorii</i>											
<i>Acartia steueri</i>											
<i>Tortanus discaudatus</i>				1.0 20.0							
<i>Tortanus derugini</i>		5.0 10.0									
<i>Tortanus</i> sp.		7.0 10.0		1.5 20.0							
<i>Tortanus</i> larvae		2.0 10.0									
Unidentified calanoida *	1.0 25.0	3.8 50.0	4.5 8.0		1.0 17.0	2.0 100.0	4.0 20.0				
<i>Oithona similis</i>		5.6 70.0				2.0 100.0					
<i>Oithona Atlantica</i>	2.0 25.0	31.6 70.0				27.0 100.0	4.0 20.0				
Unidentified cyclopoida & larvae		2.0 20.0		1.5 20.0							
<i>Microsetella</i> sp.		2.7 30.0									
<i>Corycaeus</i> sp.											
Harpaicticoida				2.0 10.0							
Gammaridae											
Cladsera unidentified	1.0 25.0	1.5 20.0	2.0 4.0								
<i>Podon</i> spp.		1.0 10.0									
<i>Evadne</i> spp.											
<i>Moina</i> sp.											
Crustacea nauplius											
Pelecypoda larvae											
Bivalvia larvae		1.0 10.0									
Gastropoda larvae		1.3 40.0									
Cirripedia larvae(Cypriform)											
Cirripedia larvae(nauplius)	1.0 25.0	1.0 10.0									
Mysidacea adult				2.2 60.0	1.5 67.0			2.5 50.0			1.0 50.0
larvae											
Amphipoda		4.0 20.0								24.0 33.3	8.0 25.0
Decapoda larvae				5.1 100.0		15.0 100.0	3.7 60.0	1.5 22.0			
<i>Oikopleura</i> spp.	104.0 25.0	260.5 80.0		10.1 70.0	28.7 50.0	9.0 100.0					
Polychaeta larvae		8.0 10.0									
Fish egg	9.0 25.0	8.0 10.0									
Fish larvae	106.0 100.0	49.5 40.0		113.9 100.0	174.8 100.0		1.5 40.0	10.0 11.0	5.0 25.0	33.0 33.3	4.0 75.0

*Almost considered *Paracalanus parvus*

2 時期別・地点別摂餌状況

Table 2 に1996, 1997, 1999年に地引き網や河川内の小型定置網で採集された餌生物ごとの摂餌数と摂餌率, 空胃率等の摂餌状況を示した。

出現した餌生物, また, それらの摂餌数や摂餌率は採集日や場所で異なっていたが, 大きくは河川内とその他の水域という場所による相違がみられた。

初めに河川内以外の地点についてみると, 1996年7月2日S-7地点ではHarpacticoida, *Paracalanus parvus*, 2枚貝幼生, 多毛類幼生, 1999年6月8日S-1~S-4地点には稚魚の摂餌数が11.7~95.7, 摂餌率も80.0~100%にあり, 主たる餌生物となっていたが, Harpacticoida, *Paracalanus parvus*, *Oithona atlantica*, *Oithona similis*, 枝角類*Podon* spp., *Evadne* spp., *Moina* sp., 尾虫類*Oikopleura* spp.の小型の動物プランクトンの摂餌率や摂餌数も高かった。1999年6月24日S-4地点では*Oikopleura* spp.や*Oithona atlantica*は摂餌率100%, 摂餌数もそれぞれ533.9個体, 748.7個体と卓越し, さらに, *Oithona similis*, 橈脚類*Clausocalanus pergens*, *Paracalanus parvus*, *Oikopleura* spp.が摂餌率100%, 摂餌数も10個体以上となっていた。1999年7月8日S-4地点では*Oithona atlantica*, *Paracalanus parvus*, Decapoda larvae, *Oikopleura* spp.の摂餌数が高い。

すなわち, 河川外の地点では*Oithona atlantica*, *Paracalanus parvus*, *Oithona similis*等の橈脚類, *Podon* spp., *Moina* sp.等の枝角類, *Oikopleura* spp.等, 小型の動物プランクトンが主な餌生物となっていた。なお, 河川内以外の地点では空胃の個体は出現しなかった。

一方, 河川内では空胃の個体がみられ, 1997年には7月1日, 7月6日のものは空胃率が100%, 7月5日, 7月11日にも空胃率はそれぞれ50%, 60%となっていた。1999年も1997年とほぼ同様の時期である7月3日以降, 空胃の個体が出現し, 7月3日, 7月9日, 7月10日, 7月11日, 7月12日の空胃率はそれぞれ90.0%, 40.0%, 66.6%, 25.0%, 66.6%であった。日別に摂餌数や摂餌率をみると, 1997年には7月3日は稚魚, 7月5日は橈脚類*Eurytemora* spp.の摂餌数が最も高く, 橈脚類*Tortanus discaudatus*, *Tortanus derjugini*, 端脚類やアミ類も餌生物として出現した。7月11日にはアミ類, 7月13日には稚魚とアミ類が摂餌されているだけであった。1999年には6月27日, 6月30日, 7月1日, 7月4日, 7月7日は稚魚の摂餌数, 摂餌率が高く, 主たる餌生物となっていたが, *Oithona atlantica*を始めとする橈脚類や*Oikopleura* spp.の小型の動物プランクトンも餌生物と出現していた。しかし, 空胃の個体が出現した7月10日以降は橈脚類, 枝角類等の小型の動物プランクトンは

餌生物として出現せず, 稚魚やアミ類やDecapoda larvae, 端脚類が餌生物となっていた。しかし, 稚魚の摂餌数はそれ以前と比較する大きく減少していた。

以上のように, 1997年, 1999年とも河川内ではほぼ全期間を通じて稚魚が主な餌生物となっていた。また, 7月に入ると, 空胃の個体が出現し, 7月中旬以降は小型の動物プランクトンは餌生物として出現せず, 稚魚, アミ類, 端脚類, Decapoda larvaeが餌生物となっていた。

3 サイズ別時期別餌生物の個体数組成

Figs. 2, 3 にそれぞれ全長35~50mmでは5mmサイズごとの, 全長50~100mmでは10mmサイズごとの各地点におけるサイズ別時期別餌生物の個体数組成を示した。

Fig. 2によると, 全長35~50mmは1999年6月8日のものであるが, 35~40mmでは*Moina* sp., 40~45mmではS-4地点は魚卵, S-3地点は*Oithona atlantica*, S-2地点は*Moina* sp., 45~50mmではS-2地点, S-3地点はともに*Moina* sp., S-4地点は*Oithona atlantica*の比率がそれぞれ最も高かった。50~60mmでは1996年6月24日S-4地点は*Oithona atlantica*, 6月8日S-2地点は稚魚の比率が高かった。60~70mmでは1999年7月4日河川内は稚魚, 6月24日S-4地点は*Oithona atlantica*, 1996年7月2日S-7地点はHarpacticoida, 1999年6月27日, 6月30日のそれぞれ河川内では*Oikopleura* spp.の比率がそれぞれ最も高かった。また, 1999年6月24日のS-4地点における*Oithona atlantica*の摂餌数は他地点と比較すると極めて高かった。

Fig. 3によると, 70~80mmでは6月24日S-4地点, 6月27日河川内では*Oikopleura* spp., 6月30日および7月4日の河川内では稚魚, 7月8日S-4地点では*Podon* spp.の比率がそれぞれ最も高かった。80~90mmでは7月1日河川内の*Oikopleura* spp., 1997年7月5日には, 稚魚やDecapoda larvaeが高い比率を占めていた。90~100mmでは1999年7月1日河川内で*Oikopleura* spp.が高いが, その他は稚魚の比率が高かった。100mm以上では稚魚の比率が高かったが, 摂餌数は5以下だった。

以上のように, 70mmまでのサイズでは, 各地点において比率の高かった餌生物は, 淡水性枝角類*Moina* sp., 海産性枝角類*Podon* spp., 橈脚類*Oithona atlantica*や魚卵, 稚魚, *Oikopleura* spp.など時期, 場所によって異なっていたが, 概して小型の動物プランクトンとなっていた。70mm以上のサイズでは, 稚魚やDecapoda larvaeであり, 小型の動物プランクトンでは*Oikopleura* spp.の比率が高かった。

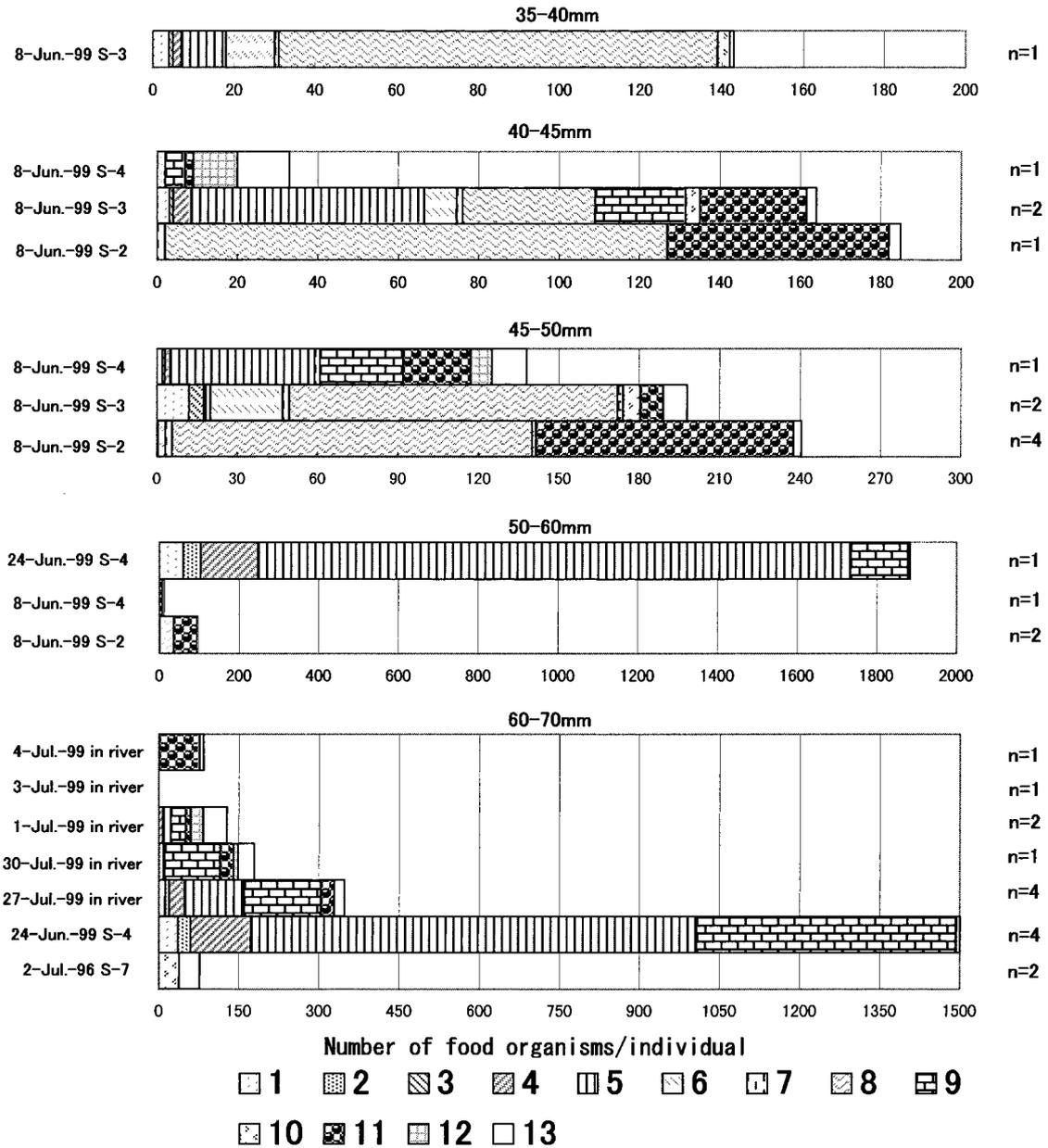


Fig. 2 The total gut contents in number/a artificial produced herring juvenile in various size classes from 35mm to 70mm. n=number measured.

- 1) *Paracalanus parvus* 2) *Clausocalanus peregins* 3) *Pseudocalanus* sp. 4) *Oithona similis* 5) *Oithona atlantica*
 6) *Evadne* spp. 7) *Podon* spp. 8) *Moina* sp. 9) *Oikopleura* spp. 10) Harpacticoida 11) Fish larvae 12) Fish egg

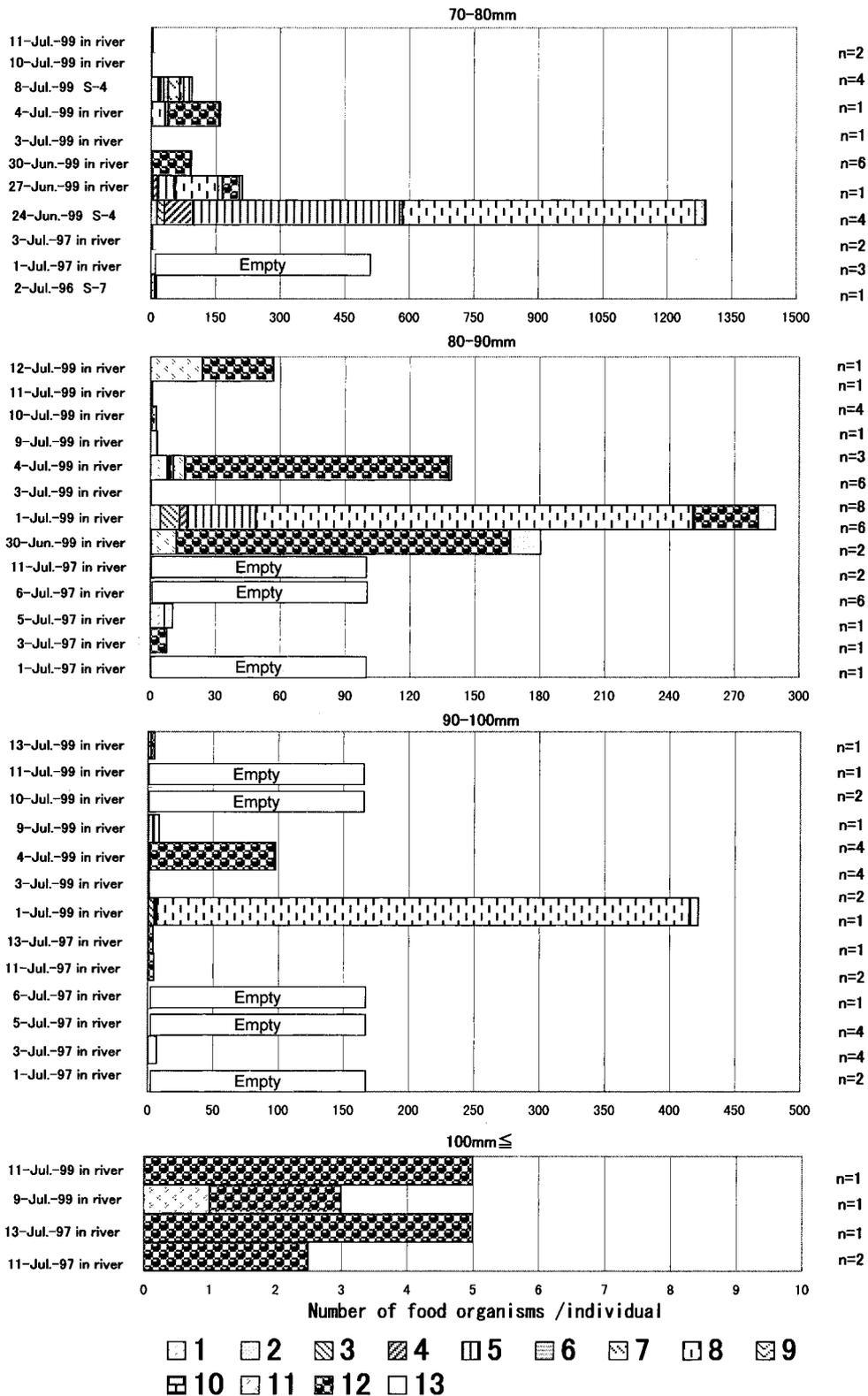


Fig. 3 The total gut contents in number/a artificial produced herring juvenile in various size classes from 70mm to 100mm. n=number measured.

- 1) *Eurytemora* spp. 2) *Paracalanus parvus* 3) *Clausocalanus peregins* 4) *Oithona similis* 5) *Oithona atlantica* 6) *Evadne* spp. 7) *Podon* spp. 8) *Oikopleura* spp. 9) Harpacticodia 10) Mysidae 11) Decapoda larvae 12) Fish larvae 13) Others

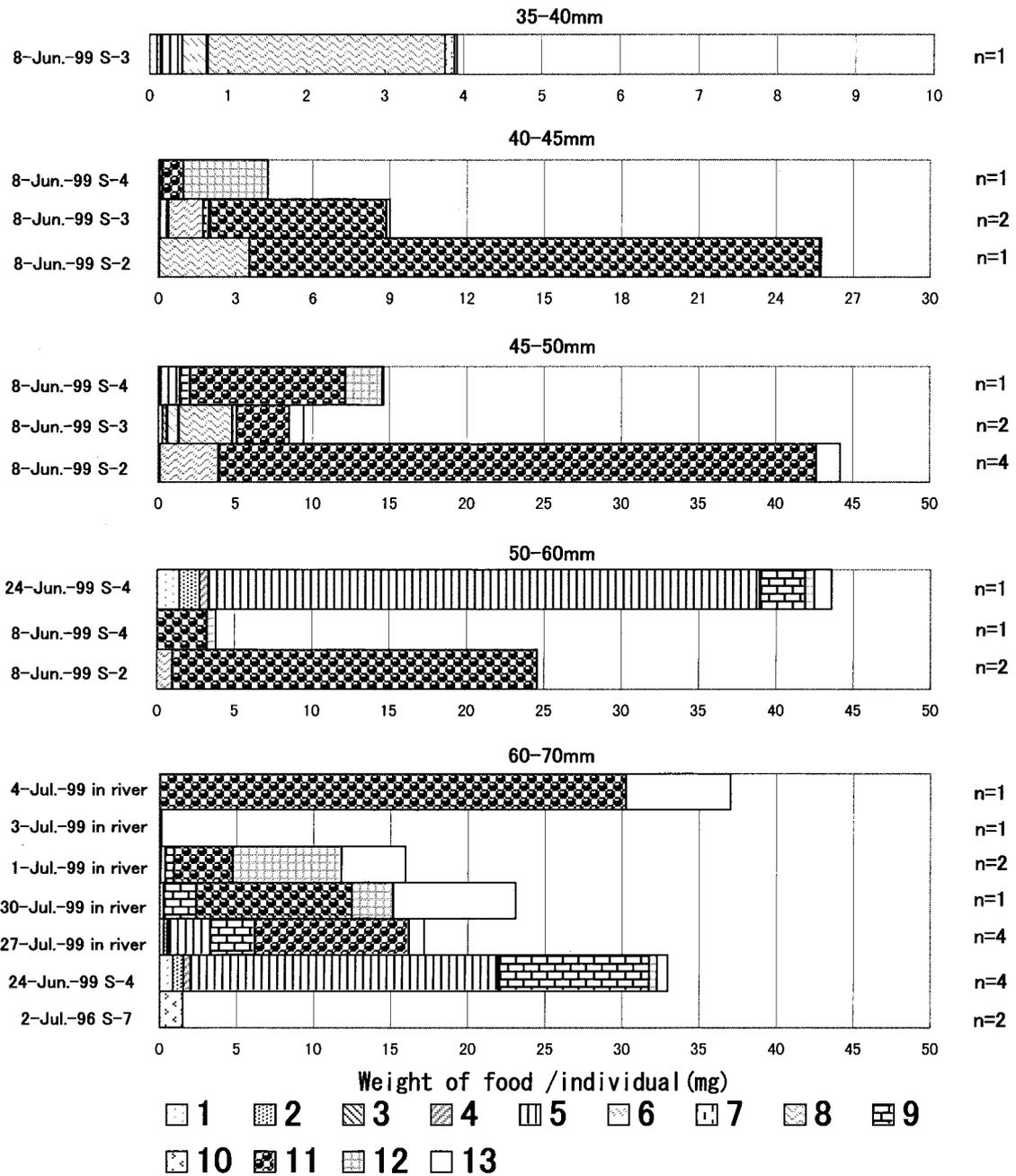


Fig. 4 The total gut contents in weight/a artificial produced herring juvenile in various size classes from 35mm to 70mm. n=number measured.

- 1 *Paracalanus parvus* 2 *Clausocalanus pergens* 3 *Pseudocalanus* sp. 4 *Oithona similis* 5 *Oithona atlantica*
 6 *Evadne* spp. 7 *Podon* spp. 8 *Moina* sp. 9 *Oikopleura* spp. 10 Harpacticoida 11 Fish larvae
 12 Fish egg 13 Others

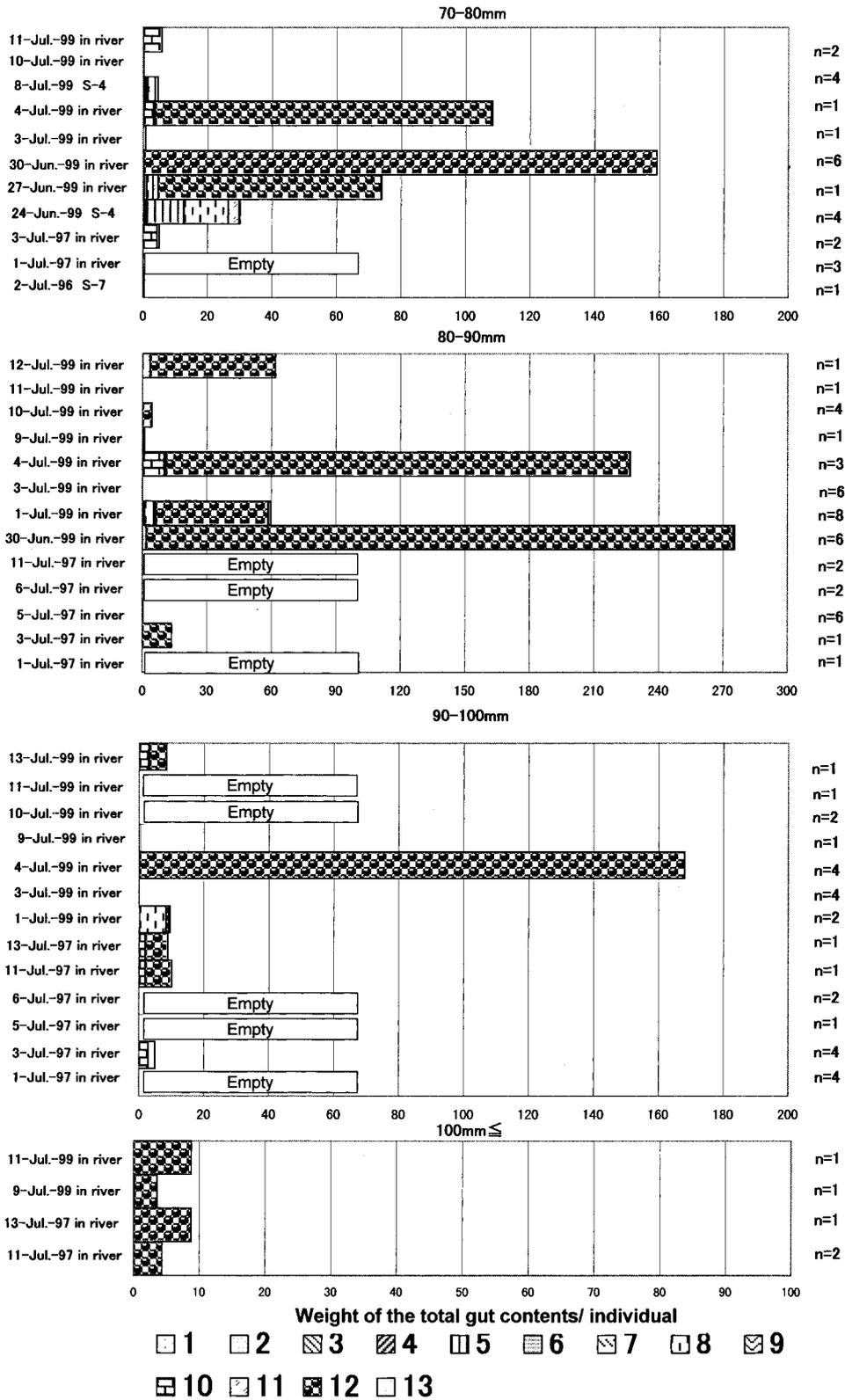


Fig. 5 The total gut contents in weight / a artificial produced herring juvenile in from 70mm to 100mm. n=number measured

- 1 *Eurytemora* spp. 2 *Paracalanus parvus* 3 *Clausocalanus peregins* 4 *Oithona similis* 5 *Oithona atlantica*
 6 *Evadne* spp. 7 *Podon* spp. 8 *Oikopleura* spp. 9 Harpacticoida 10 Mysidae 11 Decapoda larvae
 12 Fish larvae 13 Others

4 サイズ別時期別餌生物の重量組成

Figs. 4, 5 に全長35~50mmでは5mmサイズごとの、全長50~100mmでは10mmサイズごとの各地点におけるサイズ別時期別餌生物の重量組成をそれぞれ示した。

Fig. 4 でみると、最も高い比率を占めていたのは35~40mmでは *Moina* sp. , 40~45mmの99年6月8日S-4地点および60~70mmの1999年7月1日河川内では魚卵、50~60mmおよび60~70mmとも1999年6月24日S-4地点では *Oithona atlantica* となっていたが、その他はすべて稚魚であった。また、S-4地点の1尾当たりの摂餌重量は50~60mmでは稚魚が卓越している1999年6月8日のS-2地点よりも多く、60~70mmでは河川内と同程度かそれ以上となっていた。

Fig. 5 でみると、70~80mmの1999年6月24日S-4地点、90~100mmの1999年7月1日河川内で *Oikopleura* spp. , 1997年7月3日河川内の70~80mm, 90~100mm, 1999年7月11日河川内の70~80mmではアミ類が最も高い比率を占めていたが、その他は稚魚の比率が卓越していた。1尾当たりの摂餌重量は70~80mm, 80~90mm, 90~100mmにおける1999年の6月30日, 7月4日には100mg以上となっていた。しかし、90mm以上のサイズでは1999年7月4日を除くと、ほぼ10mgを下回っていた。

5 ニシンの成長に伴う餌生物の大きさの変化

全長と餌生物の体長と体幅の関係をFigs. 6, 7 に示した。全長50mm台のものの採集は少なかったことから、この部分については言明できないが、これをみると、下限値は余り変化しないが、餌生物の体長および体幅はニシンの全長が60mmを超えると大きくなっていった。また、全長80mmのものの最小体幅は0.2mm以上となっていた。

考 察

各年度の放流後初めて採集された放流種苗の摂餌状況を検討したところ、放流されたニシンは放流後1日目から摂餌していることが確認でき、放流後11日以内での空胃の個体は22個体中わずか1個体だけであった。この期間内の主たる餌生物は年により異なっていたが、Harpacticoida, 2枚貝および巻貝幼生, 多毛類, Decapoda larvae, 稚魚, *Moina* sp. , *Evadne* spp. , *Oithona atlantica* や *Oikopleura* spp. など様々なものを摂餌していた。1尾当たりの平均摂餌個体数は1997年, 1999年はそれぞれ7.2個体, 3.7個体と少ないが、放流後8日後に採集された1996年, 11日後に採集された1999年にはそれぞれ29.3個体, 158.0個体となっていた (Table 1)。

これらのことからすると、人工種苗は放流直後から利

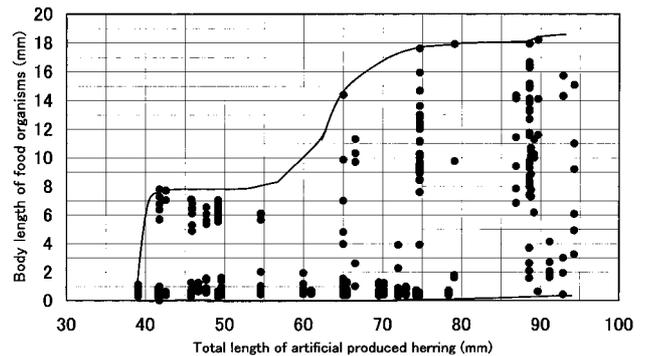


Fig. 6 Size range in body length of food organisms taken from guts of artificial produced herring juveniles.

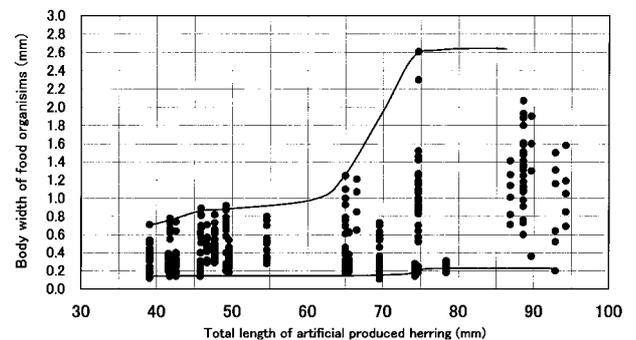


Fig. 7 Size range in body width of food organisms taken from the guts of artificial produced herring juveniles.

用できるものすべてを摂餌し、8~11日後には十分に摂餌していると考えられる。

この海域では1996年~1998年の6月下旬から7月中旬に得られた30~60mmまでの天然および人工種苗の主要な餌生物は、時期、年や場所が異なるにもかかわらず、橈脚類や枝角類を主体にした海産性の小型の動物プランクトンとなっていた³⁾。このような傾向は多くの海域から報告されている⁴⁻²⁰⁾。しかし、今回の1999年6月8日の結果では、これまでと異なり、石狩川河口域北側の砂浜域渚帯で採集された全長40~60mmの人工種苗は、稚魚や淡水性枝角類 *Moina* sp. , 魚卵等を摂餌していた (Table. 2, Figs. 2-5)。さらに全長70~90mmでみられたように同じサイズでも、場所や時期によって主体となる餌生物は異なり、アミ類, 稚魚, 橈脚類や枝角類, *Oikopleura* spp. となっていた (Figs. 3, 5)。このような現象は、室内実験で確認されているように^{21,22)}、環境中の餌生物の大きさや密度によって、摂餌方法をついばみや濾過に変化させているためと考えられる。

また、全長40mm以下の人工種苗の餌生物は小型の動物プランクトンだけであったが、全長40mm以上のものは稚

魚を摂餌していた (Figs. 2-5)。天然魚でも全長40mmを超えると、餌生物は多様化していた³⁾。さらに、全長60mmを超えると、餌生物の大きさの範囲は拡がり (Figs. 6, 7)、全長70mm以上では稚魚とともにアミ類や Decapoda larvae も主な餌生物になっていた (Figs. 3, 5)。しかし全長80mmを超えるような種苗では、稚魚やアミ類が主な餌生物になり、高い比率で摂餌されていた小型の動物プランクトンは *Oikopleura* spp. だけであった (Figs. 3, 5)。この現象は全長40mm位および全長60~70mmにおける段階的な摂餌能力の増大や80mmを超えるものの餌生物の最小体幅が0.2mm以上となっていたことから (Fig. 7)、Покровская⁹⁾ が推定しているように、鰓耙からの小型の動物プランクトンの通過による餌生物のサイズ選択性によって生じた可能性が示唆されるが、要因は明らかにできなかった。今後は環境中のプランクトンの体幅組成、稚魚の成長に伴う鰓耙の間隔を把握し、検討していく必要がある。

放流された人工種苗は6月下旬~7月中旬に石狩川河川内に分布し、全長90mm前後に成長したものが沿岸を離れると推定されている¹⁾。河川内では7月初めから空胃の人工種苗が出現し、7月中旬以降の餌生物は小型の動物プランクトンではなく、稚魚、アミ類、端脚類、Decapoda larvae となっていた。しかし、主たる餌生物となっている稚魚の摂餌数はそれ以前より大きく減少していた (Table 2)。さらに、90mmを超える稚魚の摂餌重量もそれまでのサイズのものと比較すると大きく減少していた (Fig. 5)。したがって、7月中旬以降の人工種苗の離岸は餌料環境の悪化によって生じた可能性がある。このことについては、今後、餌生物の時空間分布を把握し、検討していく必要がある。

田中らは²³⁾、スズキ稚魚の放流に関して、食性の面から言えばより普遍的に分布する橈脚類を主食とする段階に放流するのが適当としている。今回の結果では全長70mmまでの人工種苗の主な餌生物は淡水性枝角類 *Moina* sp.、海産性枝角類 *Podon* spp.、橈脚類 *Oithona atlantica* や稚魚、*Oikopleura* spp. など時期、場所によって異なっていたが、概して海域に通常分布する小型の動物プランクトンとなっていた。このことからすると、これまで当海域で実施してきた平均49.9~69.5mmにおけるニシン人工種苗放流¹⁾には放流サイズに関しての問題はなかったと類推される。

しかし、1999年6月8日および6月下旬~7月中旬に摂餌されていた稚魚を同定したところ、それぞれ6月8日はワカサギ、6月下旬~7月中旬はハゼ科とシラウオの可能性が極めて高かった。ワカサギやシラウオは、この海域では重要な漁業資源となっている。また、体長30mm

のニシンが体長20mmのニシンを摂餌するという報告もある²⁴⁾。これらのことは、放流されたニシン人工種苗はこの海域の重要魚種に対する捕食魚になる可能性がある。

さらに6月下旬から7月中旬には天然のニシン稚魚も放流種苗同様、河口域から河川内に分布している³⁾。もし餌生物が同じだとすれば、放流された種苗は天然魚との餌生物を巡る競合関係も考えられる。

したがって、ニシン種苗の適正な放流条件を解明する際には、このような観点からの検討も行っていく必要がある。

謝 辞

標本採集に当たり、協力をしていただいた厚田村漁業協同組合、厚田村、石狩地区水産技術普及指導所の職員の方々に感謝の意を表します。また、石狩川河川内の貴重な標本を提供していただいた石狩漁業協同組合其田辰夫氏に感謝の意を表します。

要 約

ニシン人工種苗の放流する時期や場所、サイズを検討するため、北海道石狩川周辺水域および厚田村で1996年以降5月下旬~7月下旬に採集された放流種苗の食性を検討し、次のような結果を得た。

- 1) 放流種苗は放流後1日目から摂餌し、8, 11日目には、様々な種の餌生物を多数摂餌していた。
- 2) 主たる餌生物は大きさや場所によって異なっており、全長70mm位までの放流種苗は稚魚や橈脚類、枝角類、*Oikopleura*等の小型動物プランクトンを摂餌していたが、80mmを超える放流種苗の餌生物は主にアミ類、稚魚となっており、*Oikopleura*以外の小型動物プランクトンの摂餌はほとんどみられなかった。
- 3) 餌生物の体長および体幅はニシンの全長が60mmを超えると大きくなっていた。

文 献

- 1) 佐々木正義, 石田良太郎, 高柳志朗: 石狩湾に放流されたニシン人工種苗の生態-I 放流後約1ヵ月以内の分布・移動. 北水試研報. 62, 141-148 (2002)
- 2) 弘田禮一郎: "3. 動物プランクトン 3.1 ネットプランクトン". 沿岸環境調査マニュアル (低湿・生物編). 日本海洋学会編. 東京, 恒星社厚生閣, 1986, 175-191.
- 3) Sasaki, M., Ishida, R. and Takayanagi, S. T.:

- Distribution and feeding habits of juvenile herring (*Clupea harengus pallasii*) in northern Japan. *Herring: Expectations for New Millennium, Alaska Sea Grant College Program*. 2001, 101-115.
- 4) Lebour, M. M.: The food of young clupeids. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 7, 458-467(1921)
- 5) 山口元幸(1926): 水産調査報告第18冊 ニシン習性ニ関スル調査(第2冊). 290p.
- 6) Wailes, G. H.: Food of *Clupea pallasii* in Southern British Columbia Waters. *J. Biol. Bd. Can.*, 1(6), 477-486(1936)
- 7) Marshall, S. M., Nicholls, A. G. and Orr, A. P.: On the growth and feeding of the larval and post-larval stages of the clyde herring. *J. mar. biol. Bd. Can.* 1(6), 245-267(1937)
- 8) Фридлянд, И. Г.: Размножение сельди у юго-западного побережья Сахалина. *Известия*. 35, 105-145(1951)
- 9) Покровская, И. С.: Питание молодых сельди у юго-западного побережья Сахалина. *Известия*. 39, 351-352(1954)
- 10) Sherman, K. and Honey, K. A.: Seasonal variations in the food of larval herring in coastal waters of central Maine. *Rapp. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 160, 121-124(1972)
- 11) De Silva, S. S.: Food and feeding habits of the herring *Clupea harengus* and the sprat *C. sprattus* in inshore waters of the west coast of Scotland. *Mar. Biol.*, 20, 282-296(1973)
- 12) Raid, T.: The reproduction areas and ecology of Baltic herring in the early stages of development found in the Soviet zone of the Gulf of Finland. *Finn. Fish. Res.*, 6, 20-34(1985)
- 13) Last, J. M.: The food of immature sprat (*Sprattus sprattus* (L.)) and herring (*Clupea harengus* L.) in coastal waters of the North Sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 44, 73-79(1987)
- 14) 児玉純一: 万石浦ニシンの生活史と資源変動-1 生殖と食性. *栽培技研*. 17(1), 49-58(1988)
- 15) Flinkman, J., Vuuruorinen, I. and Aro, E.: Planktivorous Baltic herring (*Clupea harengus*) prey selectively on reproducing copepods and cladocerans. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48, 73-77(1991)
- 16) Rudstam, L. G., Hansson, S., Johansson, S. and Larsson, U.: Dynamics of planktivory in a coastal area of the northern Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 80, 157-173(1992)
- 17) Meher, T.: Distribution and diet composition of age-0 herring (*Clupea harengus* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.) in a shallow estuary of the Southern Baltic. *Arch. Hydrobiol.*, 12, 309-316(1993)
- 18) Haegele, C. W.: Juvenile herring surveys (1990-1993) in the Strait of Georgia region In Proceedings of the Seventh Pacific Coast Herring Workshop, January 27-28, 1994. Edited by Hay, D. E., and P. B. McCarter. Vancouver, B. C. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, 2060, 23-37(1995)
- 19) Arrhenius, F.: Diet composition and food selectivity of 0-group herring (*Clupea harengus* L.) and sprat (*Sprattus sprattus* (L.)) in the northern Baltic Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 53, 701-712(1996)
- 20) Robert, J. F. and Brend, L. N.: Spatial and temporal variability in the diet of juvenile Pacific herring, *Clupea pallasii*, growth in Prince William Sound, Alaska. *Can. J. Zool.*, 77, 697-706(1999)
- 21) Gibson, R. N. and Ezzi, I. A.: Relative importance of prey size and concentration indetermining the feeding behavior herring *Clupea harengus*. *Mar. Bio.*, 107, 357-362(1990)
- 22) Gibson, R. N. and Ezzi, I. A.: The relative profitability of particulate- and filter-feeding in the herring, *Clupea harengus* L. *J. Fish Biol.*, 40, 577-590(1992)
- 23) 田中克・松宮義晴: スズキの初期生活史 - 稚魚への移行過程を中心に - . *栽培技研*. 11(2), 49-65(1982)
- 24) Wespestad, V.G. and Moksness, E.: Observations on growth and survival during the early life history of Pacific herring *Clupea pallasii* from Bristol Bay, Alaska, in a marine mesocosm. *Fish. Bull. U. S.*, 88, 191-200(1990)

ニシン人工種苗の飢餓耐性予備試験

佐々木正義^{*1}, 高畠 信一^{*2}

Result of pilot experiment of starvation resistance of artificially produced Pacific herring (*Clupea pallasii*)

Masayoshi SASAKI^{*1} and Shin-ichi TAKABATAKE^{*2}

The starvation resistance of Pacific herring (*Clupea pallasii*) was studied in rearing experiments with two fish groups; mean total length of fish used in experiments were 47mm (range: 36.5-58.0mm) and 68mm (range: 64.0-75.0mm). After starvation, 50% mortality the 47mm and the 68mm size groups occurred by days 19 day and 27, respectively. The relationship between days fish died with starvation(D) and total length (L: mm) is represented by the formula $D=0.70 \times L - 19.5$.

A few of 47 mm size group fed at 11 days after the beginning of starvation experiment died immediately after feeding again; subsequently, others survived and the relation between total length and weight removed the alimentary canal, liver, and heart came to be the same as fed fish. Some of 68 mm size group fish, fed at 21 days after the beginning of starvation experiment also died within a couple of days after feeding commenced again but others survived and relation between total length and the weight came to be the same as fed fish.

The ratio of weight between fish under normal conditions and died are 0.87 on 40 mm, 0.76 on 60 mm, 0.70 on 80 mm, respectively. From these experimental results clarifying the feeding habits of released artificial produced herring and the feeding ability of herring juvenile, we conclude that released fish do not often die directly from starvation.

キーワード：ニシン，人工種苗，飢餓耐性，種苗放流

魚類放流種苗の初期における大きな減耗要因の一つとして、飢餓が考えられている。放流魚が天然餌料を十分摂餌できるまでの期間と飢餓耐性期間とのバランスがどの様になっているかが、放流種苗の生残にかかわる最も基本的な問題である。このためヒラメ^{1,2)}やマツカワ³⁾など一部の魚類で飢餓耐性に関して検討が行われている。北海道日本海側では、1996年からニシンの資源増大を目指し、人工種苗の放流が開始されたが、ニシンに関する飢餓耐性の知見は少ない。

そこで、本研究ではニシン人工種苗の飢餓耐性について、無給餌後の減耗状況(以後無給餌試験と記す)および一定期間の無給餌から再給餌した後の生き残りや回復状況(以後回復試験と記す)における魚体の大きさによ

る相違および大きさと飢餓による死亡の関係を明らかにすること等を目的に実験を行い、若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

実験に供した人工種苗は、2000年2月25日に厚田村で漁獲されたニシンを用いて人工授精後、北海道栽培業振興公社羽幌事業所で孵化し、飼育されたものである。このうち、2000年5月19日に羽幌町から厚田村古潭に中間育成を実施するために移送されたものの一部を道立中央水産試験場に搬入し、実験開始までFRP製1トン円形水槽で種苗の大きさに合わせた粒径の配合飼料を与えな

報文番号 A 354 (2002年3月29日)

*1 北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Hama-cho, Kushiro, Hokkaido 085-0024, Japan)

*2 北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Experimental Station, Hamanaka-cho, Yoichi, Hokkaido 046-8555, Japan)

から飼育した。

各実験とも、実験魚の開始時の平均全長は47.0mm（範囲36.5～58.0mm，標準偏差6.6mm，n=20，以後47mm群と記す），平均全長68.2mm（範囲64.0～75.0mm，標準偏差4.4mm，n=30，以後68mm群と記す）の2群を用いて実施した。

無給餌試験は，47mm群では6月7日～6月26日までの20日間，68mm群は6月30日～7月29日までの30日間行った。実験開始時の収容尾数はそれぞれ60尾，30尾であった。

回復試験は47mm群では30尾を6月7日から6月16日まで10日間無給餌で飼育後，6月26日までの10日間配合飼料を給餌し，68mm群では7月1日に30尾を20日間，30日間無給餌で飼育後，再度配合飼料を給餌し，それぞれ20日間，10日間飼育した。この実験では成長に伴い飢餓耐性が高まると考えられたことから，47mm群より68mm群での無給餌期間を長くして実験を行った。また，各実験魚の無給餌後の全長や体重の変化をみるため，実験区とは別に無給餌で飼育した水槽から47mm群は3日後，5日後，10日後，20日後に，また，68mm群は11日後，22日後，33日後に実験魚を取り上げ，全長，体長および体重，内蔵除去重量（体重から消化管，心臓，肝臓を除いた重量）の測定を行った。この際，47mm群の体重変化は68mm群より短期間で変化すると考えられたことから，47mm群のサンプリング間隔を短くして実施した。

なお，各実験とも60L円形パンライト水槽を使用し，水槽に実験魚を収容後，2日間給餌をして馴致させ，その後実験を開始した。実験期間中の水温は放流時の海域の水温がおおよそ13～15℃にあったことから（佐々木ら，未発表），14℃に調節した。各区の水温差は0.1℃以内であった。また，飼育水の流量は1.0L/分とし，エアレーションを行った。配合飼料は9時，17時の2回，5分間位かけて少しずつ与え，摂餌しなくなる時を飽食とみなし，給餌を中止した。死亡魚は毎日9時頃に水槽から取り除き，上述と同様の測定を行った。

なお，ここでは図示しないが，無給餌試験と同時に全期間を給餌して飼育した種苗の死亡は47mm群では30尾中2尾，68mm群は28尾中4尾であった。

結果

Fig. 1 に無給餌試験における47mm群，68mm群の結果を示した。47mm群の生残率は実験開始後，日数の経過とともに徐々に低下し，19日目に50%以下となった。また，68mm群の生残率は，実験開始後9日間は100%であったが，その後次第に減少し，19日目に80%，そして27日目に

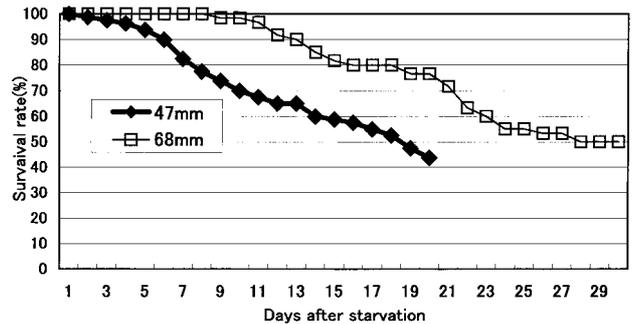


Fig. 1 Percent survival on each size group in starved condition at 14.0 °C.

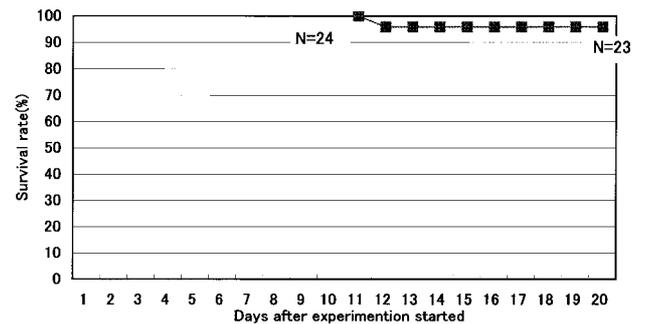


Fig. 2 Survival rate of artificial herring bred after starvation on 47mm size group. Feeding after starvation are 11 days after experimentation started.

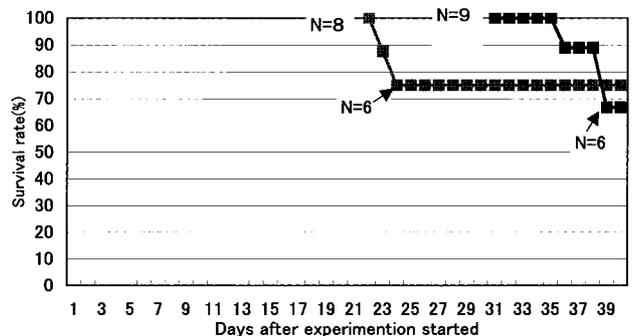


Fig. 3 Survival rate of artificial herring bred after starvation on 68mm size group. Feeding after starvation are 21 days and 31 days after experimentation started.

に50%となった。

また，回復試験では無給餌後11日目に餌料を与えた47mm群は，再給餌直後に1尾死亡したが，その後の死亡はなかった（Fig. 2）。68mm群は21日後に給餌を再開したものは1，2日目に1尾ずつ死亡がみられたが，その後の減耗はなかった。31日後に給餌を再開したものは6日後に1尾，9日後に2尾と段階的に死亡がみられ，10日間で約34%（9尾中3尾）が死亡した（Fig. 3）。

Fig. 4 に47mm群および68mm群の給餌魚および無給餌魚

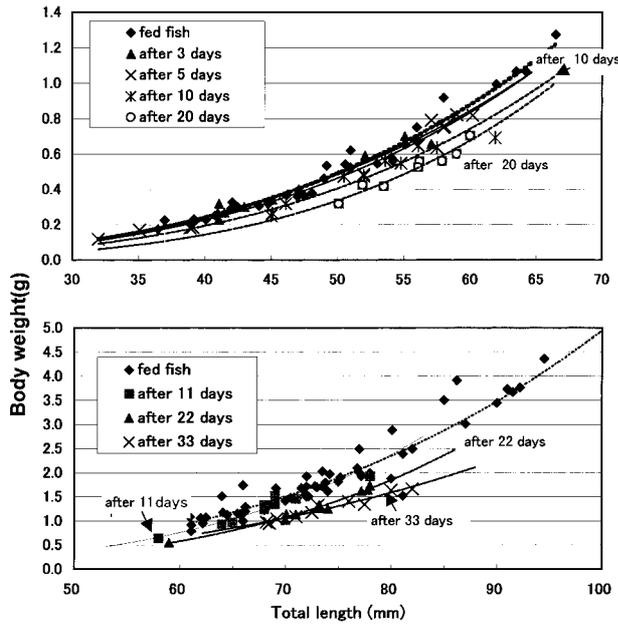


Fig. 4 Relationship between total length and body weight on fed fish, fish starved in each days. Upper:47mm size group, lower:68mm size group .

における全長と内蔵除去重量の関係を示した。47mm群では給餌魚との差は無給餌3日後、5日後ではみられず、10日後から低下がみられ、20日後にはさらに低下していた。68mm群における各期間の無給餌魚は11日目には給餌魚との相違はほとんど見られないが、22日目、33日目と時期の経過とともに少しずつ低下していた。また、Fig. 5 に47mm群、68mm群の給餌魚と回復試験に供した人工種苗の全長と内蔵除去重量の関係を示した。無給餌後11日目に再給餌した47mm群は給餌魚と同様となっており、68mm群では21日後に再給餌したものは、給餌魚と比較すると、若干低いもののほぼ同様になったが、31日後給餌のものは低かった。Fig. 6 に死亡した種苗の全長と無給餌後日数の関係を示した。全長の増加に従い、無給餌後日数はほぼ直線的に増加しており、両者の関係は(1)式で表された。

$$(1) D = 0.70 \times L - 19.5$$

D : 死亡日数 L : 全長 (mm)

上式で示されるように全長 1 mm の増加に対する日数の増加は 0.70 日であった。この式にしたがうと、死亡するまでの日数は全長 50mm では約 16 日、全長 70mm では約 30 日となった。また、Fig. 6 によると、50mm を超えるものは 10 日以前、また 70mm を超えるものは 35 日以前の死亡はみられない。

Fig. 7 に絶食試験中に死亡した個体の全長と内蔵除去重量の関係および給餌魚の全長と内蔵除去重量の関係を示した。

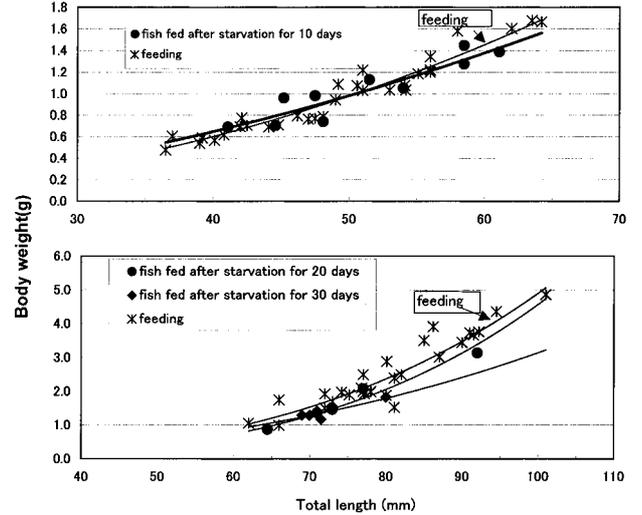


Fig. 5 Relationship between total length and body weight of fish reared in various conditions. Upper:47mm size group, lower:68 mm size group.

示した。両者の体長-体重の関係はそれぞれ(2)式と(3)式で表された。

$$(2) \text{死亡魚} \quad W = 1.067 \times 10^{-6} \times L^{3.335}$$

$$(3) \text{給餌魚} \quad W = 3.043 \times 10^{-6} \times L^{3.011}$$

W : 内蔵除去重量 (g) L : 全長 (mm)

また、(2)式を(3)式で除した絶食時死亡魚と通常飼育魚の内臓除去体重比は全長 40mm, 50mm, 60mm, 70mm, 80mm でそれぞれ 0.87, 0.81, 0.76, 0.72, 0.70 であった。

考 察

絶食に対するニシン稚魚の飢餓耐性は、水温、流れなどの飼育環境はもちろん、絶食に至るまでの摂餌状態や飼料の質によっても影響を受けると考えられる。今回得られた結果は限定された条件のものであるが、今後、放流サイズを検討するためには重要な知見になると考えられる。

無給餌試験では、47mm群および68mm群の生残率は実験開始後徐々に減少し、それぞれ19日目、27日目に50%となったが、はじめの死亡はそれぞれの全長群で2日目、9日目に見られた(Fig. 1)。しかし、種苗の全長と死亡した無給餌後日数の関係を示したFig. 6によると、50mmを超えるものは10日以前、また、70mmを超えるものは35日以前に死亡はみられておらず、この結果とは異なっていた。これは、今回実験に供した47mm群、68mm群の全長範囲は比較的広がっており、それぞれの群において小さい個体から死亡していたことによるものと考えられる。このことから、実験魚の全長をそろえて実験を行っ

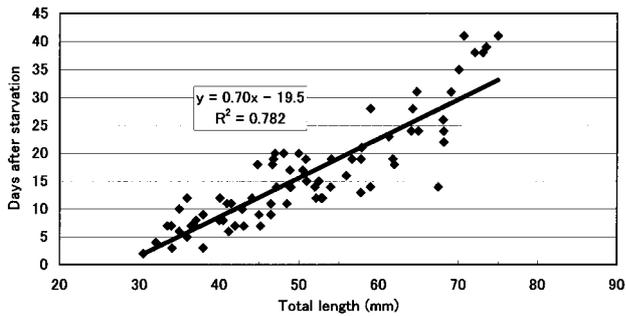


Fig. 6 Relationship between total length of dead herring and dead days after starvation in artificially produced herring.

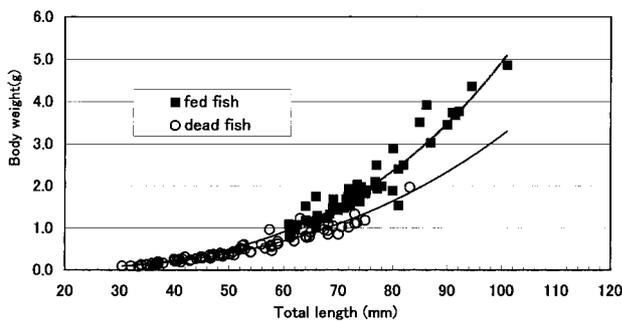


Fig. 7 Relationship between total length and body weight*. *Weight removed liver, intestine and heart

た場合、無給餌後の始めの死亡は少なく、今回得られた結果とは異なる生残率を示すものと考えられる。ただ、いずれにしても全長50mmを超えるニシン稚魚は、飢餓状態にあっても短期間で急激に死亡することはなく、徐々に死亡していくものと推察される。

また、全長と内臓除去重量の関係は、飢餓状態の47mm群の10日後に給餌魚のそれと比較して大きく減少した (Fig. 4)。しかし、この時期に再給餌したものは、直後に死亡がみられたものの、その後死亡するものはなく (Fig. 2)、全長と内臓除去重量の関係も給餌魚とほぼ同様になっていた (Fig. 5)。一方、68mm群では21日後に給餌を再開したものは2日目まで死亡があったが、それ以降は生残し (Fig. 3)、全長と内臓除去重量の関係も給餌魚とほぼ同様に回復したが、21日後給餌したものはその後の死亡割合が高く (Fig. 3)、体重の回復もみられなかった (Fig. 5)。また、全長と無給餌後死亡までの日数の間には正の関係が認められ、全長50mmでは約16日、全長70mmでは約30日であり (Fig. 6)、絶食時死亡

魚と給餌魚の内臓除去重量比は50mm、70mmでそれぞれ0.81、0.72という値が得られた。

これらのことから、飢餓耐性は大きな個体ほど強くなり、50mm位のは16日程度、70mmを超えるようなものは30日程度摂餌しなくても生存できると考えられる。また、全長50mmでは10日位、全長70mmでは20日位の飢餓状態のニシン稚魚は、餌が十分にあれば給餌魚と同様に回復できるが、給餌魚に対する体重が全長50mmでは81%、70mmでは72%程度まで減少すると、ニシン稚魚は死亡すると考えられる。福田らによると、ニシンでは体長30mm以上の稚魚期以降に活発にエネルギーが蓄積され⁴⁾、仔魚期のものの飢餓耐性は低いと推定している⁵⁾。今回の実験結果は、このことを支持するものあり、より大きな個体は小型のものよりエネルギーの蓄えがあり、そのため、飢餓条件下でも生き残り日数が長くなったものと考えられる。

これまで、石狩水域でのニシン人工種苗は1998年、1999年には、中間育成を行わずに5月下旬にそれぞれ平均全長49.9mm、51.2mm、1996年～1999年には中間育成後、平均全長61.8～69.5mmで放流されている⁶⁾。放流されたニシン人工魚は放流後1日後には天然餌料を摂餌し、8～11日位経過後は、様々な種の動物プランクトンや魚卵や稚魚を多量に摂餌していると推定されている⁷⁾。このうち、1999年6月上旬に石狩川河口域北側の砂浜域で採集された全長40～50mmの人工種苗は淡水性枝角類や稚魚を摂餌していた⁷⁾。また、北海道東部風蓮湖では平均全長45.5mmの天然のニシン稚魚が平均体長6.5mmのアミ類を摂餌していた⁸⁾。これまで多くの地域におけるこのサイズの天然ニシン稚魚の餌生物は動物プランクトンが主体となっており⁹⁻²¹⁾、このサイズでの稚魚やアミ類の摂餌例は極めて少ない。しかし、ニシン稚魚は餌密度によって摂餌方法が変化し、プランクトンの密度が高い時は過による摂餌、プランクトンの密度が低い時はついでみで摂餌するとの報告がある^{22,23)}。したがって、1999年6月上旬の石狩水域や風蓮湖における現象は、動物プランクトンの密度が低いことによって生じた可能性が示唆される。このことからすると、40mmを超えるニシン稚魚はすでに餌生物環境により、摂餌方法を変化させる能力を持ち、他種の稚魚やアミ類を含む多様な餌生物を摂餌することができると推定される。今回得られたような飢餓耐性の結果や摂餌能力を考慮すると、これまで放流されたニシン人工種苗の飢餓による死亡は少ないと推察される。

しかし、放流種苗の減耗の大きな要因として、飢餓の他、被食も考えられている。上述したように飢餓が直接的に放流後の減耗要因とはなりにくいとしても、それに

よる成長の遅れや活力の低下による遊泳力の減退は被捕食の可能性を大きくし、間接的に放流種苗の生残率に影響を与えると考えられる。したがって、今後は、飢餓と被捕食や遊泳力の関係について明らかにするとともに、さらに、大きさと飢餓に伴う体成分の変化についても明らかにし、適正な放流サイズを検討していくが必要である。

謝 辞

本実験を実施するに当たり、供試魚を提供していただいた北海道栽培業振興公社羽幌事業所、石狩水産技術普及指導所に厚く御礼申し上げます。

要 約

平均全長47mm(47mm群)、平均全長68mm(68mm群)のサイズのニシン人工種苗を用い、ニシン稚魚の飢餓耐性について実験的検討を行い以下の結果を得た。

- 1) 絶食後、47mm群、68mm群とも生残率は徐々に低下し、47mm群は19日目に、68mm群は27日目に50%に達した。
- 2) 飢餓状態における実験魚の全長と死亡日数の間には正の関係が認められ、全長1mmの増加に対する死亡するまでの日数の増加は0.70日であった。
- 3) 無給餌後11日目に餌料を与えた47mm群および21日後に給餌を再開した68mm群は、再給餌直後に死亡がみられたが、その後生存し、全長と内臓除去重量の関係も給餌魚とほぼ同様になった。
- 4) 給餌魚と飢餓による死亡魚のそれぞれの全長に対する内臓除去重量比は全長50mm, 60mm, 70mm, 80mmでそれぞれ0.81, 0.76, 0.72, 0.70であった。
- 5) 本報告で得られた結果や放流種苗の摂餌状況、ニシン稚魚の摂餌能力から、放流ニシンが直接飢餓によって死亡する可能性は少ないと推察した。

文 献

- 1) 反田 實：人工生産ヒラメ稚魚の飢餓耐性と体長との関係．水産増殖．37(4), 259-265(1989)
- 2) 高谷義幸：ヒラメ人工種苗の絶食による体成分の変化(短報)．栽培技研．26(1), 51-52(1997)
- 3) 高谷義幸, 川真田憲治：マツカワ人工種苗の飢餓耐性．水産増殖．48(3), 517-522(2000)
- 4) 福田雅明, 中野広, 山本和久：ニシンの発育初期における体成分の変化．北大水産彙報 37(1), 30-37(1986)

- 5) 福田雅明：ニシン稚魚の発育過程．栽培技研．17(1), 69-80(1988)
- 6) 佐々木正義, 石田良太郎, 高柳志朗：石狩湾に放流されたニシン人工魚の生態-I 放流後約1カ月以内の分布・移動．北水試研報．62, 141-148(2002)
- 7) 佐々木正義, 石田良太郎：石狩湾に放流されたニシン人工魚の生態-II 放流後約1カ月以内の食性．北水試研報．62, 149-159(2002)
- 8) 山本義久：“X. 中間育成”. ニシンの種苗生産技術．栽培漁業技術シリーズ．日本栽培漁業協会, 2001, 67-73.
- 9) Hardy, A. C.: The herring in relation to its environment part 1. The food and feeding habits of the herring with special reference to east coast of England. *Min. Agric. Fish., Fish. Invest., Ser. II. Vol. VII, No. 31-53* (1924)
- 10) Ogilvie, H. S.: Observations on the food of post-larval herring from the Scottish coast. *Sci. Invest. Fish. Scot.*, 1-10 (1927)
- 11) Marshall, S. M., Nichols, A. G. and Orr, A. P.: On the growth and feeding of the larval and post-larval stages of the Clyde herring. *J. mar. biol. Bd. Can.*, 1(6), 245-267 (1937)
- 12) Sherman, K. and Honey, K. A.: Seasonal variations in the food of larval herring in coastal waters of central Maine. *Rapp. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 160, 121-124(1972)
- 13) De Silva, S. S.: Food and feeding habits of the herring *Clupea harengus* and the sprat *C. sprattus* in inshore waters of the west coast of Scotland. *Mar. Biol.*, 20, 282-296(1973)
- 14) Last, J. M.: The food of immature sprat (*Sprattus sprattus* (L.)) and herring (*Clupea harengus* L.) in coastal waters of the North Sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 44, 73-79(1987)
- 15) 児玉 純一：万石浦ニシンの生活史と資源変動-II 生殖と食性．栽培技研．17(1), 49-58(1988)
- 16) Flinkman, J., Vuorinen, I. and Aro, E.: Planktivorous Baltic herring (*Clupea harengus*) prey selectively on reproducing copepods and cladocerans. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48, 73-77(1991)
- 17) Coyle, K. O. and Paul, A. J.: Interannual differences in prey taken by capelin, herring, and red salmon relative to zooplankton abundance during the spring bloom in a southeast Alaskan

- embayment . *Fish. Oceanogr.* , 1(4) , 294-305
(1992)
- 18) Meher, T.: Distribution and diet composition of age-0 herring (*Clupea harengus* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.) in a shallow estuary of the Southern Baltic. *Arch. Hydrobiol.* , 12, 309-316
(1993)
- 19) Arrhenius , F.: Diet composition and food selectivity of 0-group herring (*Clupea harengus* L.) and sprat (*Sprattus sprattus* (L.)) in the northern Baltic Sea. *ICES J. Mar. Sci.* , 53 , 701-712(1996)
- 20) Winkler, H.: Peculiarities of fish communities in estuaries of the Baltic Sea:the Darss-Zingst-Bodden chain as an example. *Limnologica*, 26, 199-206(1996)
- 21) Masayoshi, S., Ishida R. and Takayanagi, S.: Distribution and feeding habits of juvenile herring (*Clupea harengus pallasii*) in northern Japan. *In proceedings of Herring 2000*,101-115(2002)
- 22) Gibson, R. N, and Ezzi, I. A.: Relative importance of prey size and concentration in determining the feeding behavior herring *Clupea harengus*. *Mar. Biol.* , 107, 357-362(1990)
- 23) Gibson, R. N. and Ezzi, I. A.: The relative profitability of particulate-and filter-feeding in the herring, *Clupea harengus* L. *J. Fish Biol.* 40, 577-590(1992)

北海道・サハリン系ニシン人工種苗の成長と成熟

高畠 信一*¹, 清水 洋平*²

Growth and maturation of hatchery-reared Hokkaido-Sakhalin herring population, *Clupea pallasii*

Shin-ichi TAKABATAKE*¹, Youhei SHIMIZU*²

Growth and maturation of artificially reared Hokkaido-Sakhalin herring population, *Clupea pallasii* were examined for two years after hatching. During the rearing period from September 1998 to May 2000 water temperature was in the range of 2.1-15.7°C (mean 8.8°C). At the age of one year, average total length and body weight were 153.2±9.5mm and 26.0±6.5g, respectively; at two years, they were 232.2±19.3mm and 107.8±25.9g. The growth curve described by von Bertalanffy equation is $L_t = 293.629[1 - \exp\{-0.76815(t + 0.046)\}]$, where L_t is the total length (cm) of fish at age t (years after hatching). The relationship between total length and body weight is described by the equation $W = 0.0049L^{3.1731}$ where L is total length (cm) and W is body weight (g). The daily growth rate decreased with increasing body size from 2.79% at 185 days after hatching to 0.04% at 615 days. Maturation was first observed at the age of two years; the maturation rate was 10.6%. Average fertilization rates by artificial egg collection and hatching were 93.1±6.8% and 65.9±29.6%, respectively.

キーワード：北海道・サハリン系ニシン，人工種苗，成長，成熟

まえがき

北海道・サハリン系ニシンは，本道日本海沿岸におけるニシン漁業の主要な資源であったが，その漁獲量は1930年代から急激に減少し，1950年代後半にはほとんど漁獲されなくなった¹⁾。北海道・サハリン系ニシンが衰退した後も，石狩湾系ニシンと呼ばれる地域性ニシンが漁獲されているが，石狩湾内で1トン未満の漁獲しかない年もあり²⁾，ニシン資源増大の要望が高まっている。

本道でのニシン増殖に向けた取り組みは1920年代から行われており³⁾，1946年には345億尾のふ化仔魚が放流された⁴⁾。その後は倉田⁵⁾，桑田⁶⁾，草刈⁷⁾により仔稚魚飼育に関する知見が集積されてきた。1982年からは日本栽培漁業協会で湖沼性および地域性ニシンを対象とした種苗生産技術の開発が始められ，現在では全長40mmの種苗を100万尾生産する技術が確立されている⁸⁾。1996年から開始された北海道庁の「日本海ニシン資源増大対策事業」での種苗生産委託で，北海道栽培漁業振興

公社はこの技術を導入し，石狩湾系ニシンの量産技術開発試験を行っており，1998年には全長45mmの種苗を100万尾以上生産している⁹⁾。また，同じ事業の一環として北海道立栽培漁業総合センター（以下，栽培センターと略する）は，1997年から北海道・サハリン系ニシンの種苗生産技術開発に取り組んでいる¹⁰⁾。

魚類の種苗生産において，受精卵を大量に，かつ安定して確保することは重要な課題である。現在，北海道・サハリン系ニシンは本道沿岸ではほとんど漁獲されていない。そのため，受精卵を確保するには本系群の飼育条件下における成長および成熟年齢を把握し，親魚養成技術を確立することが必要不可欠である。ここでは，栽培センターにおいて飼育された1998年産人工種苗の成長特性および成熟についてとりまとめたので報告する。

材料及び方法

1. 供試魚

報文番号 A 355 (2002年3月28日)

*1 北海道立中央水産試験場(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, Yoichi, Hokkaido 046-8555, Japan)

*2 北海道立栽培漁業総合センター(Hokkaido Institute of Mariculture, Shikabe, Hokkaido, 041-1404, Japan)

1998年5月14日と15日に、ロシア共和国サハリン州トマリ沿岸域で建網を用いて親魚を採集し、ネボツコエの水産加工場で人工採卵を行った。得られた受精卵を5月18日に北海道に輸送し、これ以降は栽培センターで卵管理、ふ化、仔稚魚飼育を行い、ふ化後90日齢（平均全長49.3mm、平均体重0.8g）の稚魚を供試魚とした。

2. 飼育方法

1998年9月3日から1999年2月17日まで0.5m³パンライト水槽で、その後は4m³FRP水槽で飼育した。飼育水は調温および無調温濾過海水を用い、水槽上部に設置した曝気槽を通した後、かけ流した。換水量は0.5換水/時を目安とした。底掃除はほぼ毎日行った。

飼育水温は1998年9月3日から10月16日までは14℃前後に調温し、それ以降は水温を徐々に下げ、12月1日以降は天然海水温とした。1999年6月20日から9月24日までの天然海水温が15℃以上の時期には14℃前後に調温し、それ以降は水温を徐々に下げ、天然海水温が5℃以下に低下した2000年1月14日からは天然海水温より2℃前後加温した。

飼育期間中は、配合飼料を毎日1～2回給餌した。給餌量は、体重の5%を目安とした。飼育密度は全長50mm（ふ化後3カ月）で4,000尾/m³、全長83mm（5カ月）で500尾/m³、全長128mm（8カ月）以降は80尾/m³とした。

3. 魚体測定

1998年10月から2000年5月まで1ヵ月毎に20～85尾を取り上げ、m-アミノ安息香酸エチルメタンスルホネート溶液（100ppm）で麻酔後、全長と体重を測定し、測定期間毎の日間成長率を次式により求めた。

$$\text{日間成長率(\%)} = \frac{(W_2 - W_1) / \{(W_2 + W_1) / 2 \times t\}}{\times 100}$$

ここで、t：ふ化後の日齢、W1：飼育開始時における平均体重(g)、W2：飼育終了時における平均体重(g)である。また、全長と年齢の関係については、各測定日毎のデータをvon Bertalanffyの成長曲線に当てはめた。

4. 成熟と採卵

2000年5月18日の魚体測定時には85尾について腹部を切開し、生殖腺の肉眼観察により成熟度を北水試魚介類測定・海洋観測マニュアルにもとづき、未成熟、成熟の2段階に区分した。また、雌の成熟個体から人工採卵を行った。得られた受精卵はふ化盆に付着させ、13℃に調温した海水をかけ流してふ化終了まで管理し、ふ化率を調べた。

結果

1. 成長

平均全長は試験開始時（90日齢）に49.3±3.9mm（平均±標準偏差）であったが経時的に増加し、370日齢（満1歳）には153.2±9.5mm、試験終了時の713日齢（1歳11カ月）には232.2±19.3mmであった。測定日毎の平均全長のデータから、全長(mm)と年齢との関係は次式で近似された。

$$L_t = 293.629 [1 - \exp\{-0.76815(t + 0.046)\}]$$

ここで、L_tは年齢tにおける全長である。

平均体重は、試験開始時には、0.8±0.2g（平均±標準偏差）であったが、370日齢で25.8±6.5g、713日齢では139.1±31.3gであった(Fig. 1)。

これらのデータから北海道・サハリン系ニシン人工魚の全長(cm)と体重(g)との関係は次式で近似された(Fig. 2)。

$$W = 0.0049L^{3.1731} \quad (r = 0.9963)$$

2. 日間成長率と飼育水温

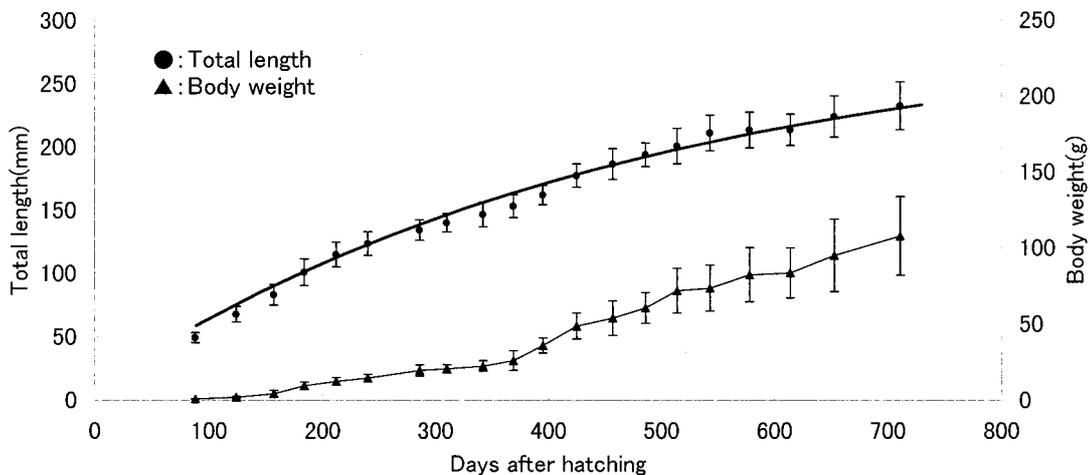


Fig. 1 Growth in total length and body weight of reared Hokkaido-Sakhalin herring population. Date represent mean ± standard deviations.

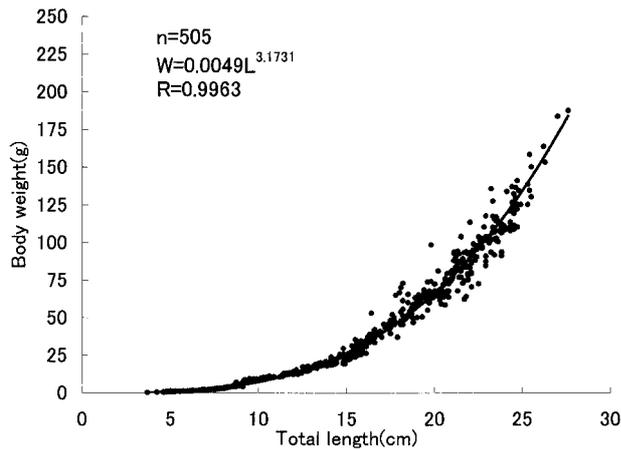


Fig. 2 Relationship between total length and body weight of reared Hokkaido-Sakhalin herring population.

1998年9月3日から2000年5月18日までの飼育期間中の水温と日間成長率の変化をFig. 3に示した。日間成長率は185日齢までは2%以上であったが、その後は急激に減少し、311日齢には0.2%まで低下した。この期間中の飼育水温は、14.7℃から2.1℃まで低下した。311日齢から396日齢までは、日間成長率が0.2%から1.3%に増加したが、396日齢以降は再び減少し、615日齢には0.04%まで低下した。311日齢からの396日齢までの飼育水温は、4.1℃から15.5℃まで上昇し、それ以降458日齢までは12~15℃の範囲で推移した。458日齢から615日齢までは15.7℃から5.8℃まで低下し、615日齢からは徐々に上昇

した。

3. 成熟

2000年5月18日(ふ化後1年11カ月)に調査した85尾のうち雌3尾と雄6尾の合計9尾が成熟しており(成熟率10.6%)、成熟個体は雌雄ともに全長220mm以上であった(Fig. 4)。未成熟個体および成熟個体の平均全長(mm)と標準偏差は、それぞれ232.1±19.8mm及び233.3±9.1mmであり、平均全長には有意な差は認められなかった(t-test, $p > 0.05$)。雌3尾の受精率は93.1±6.8%(平均±標準偏差)であり、ふ化率は65.9±29.6%であった(Table 1)。

考察

1. 成長

本試験では北海道・サハリン系ニシンを2.1~15.7℃の水温範囲で飼育し、ふ化後370日齢(満1年)で平均全長153.2mm、713日齢(1年11カ月)で平均全長232.2mmに成長した。一方、北海道・サハリン系ニシン天然魚の全長は満1年で15.0cm、満2年で22.0cmであることが報告されており¹¹⁾、満2歳までは天然魚より大きいサイズに育成できることが明らかになった。

水槽内で養成したニシンの成長について、川下¹²⁾は石狩湾系ニシン人工種苗を天然海水温に近い条件下(4.6~21.9℃)で飼育し、ふ化後336日齢(11カ月)で平均全長189.5mm、ふ化後705日齢(1年11カ月)で平均全長253.2mmに成長したことを報告しており、北海道・サハ

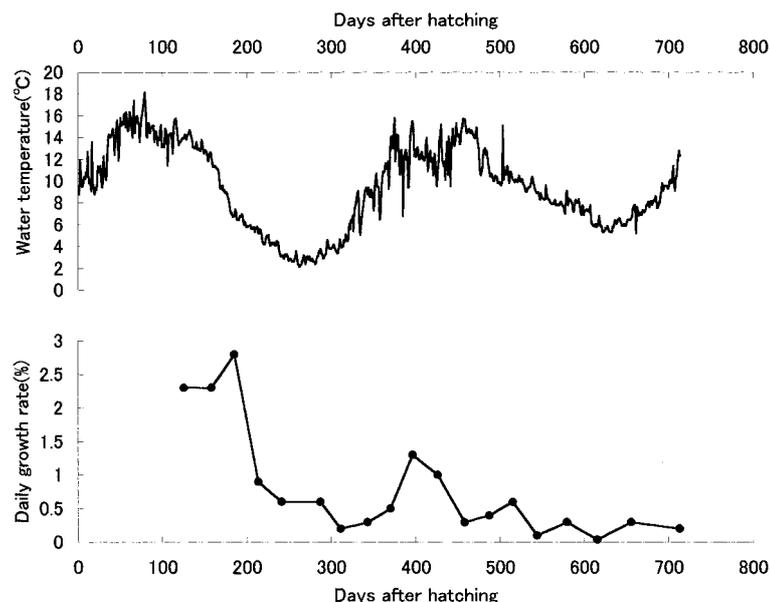


Fig. 3 Annual changes of rearing water temperature in Hokkaido-Sakhalin herring population culture, from September, 1998 to May, 2000. And changes in daily growth rate of reared Hokkaido-Sakhalin herring population.

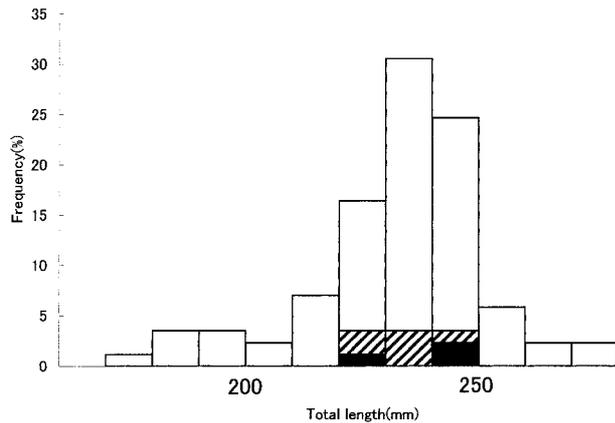


Fig. 4 Total length and maturation of reared Hokkaido - Sakhalin herring population
 ■ mature female ▨ mature male □ immature

Table 1 Fertilization rate, development rate of artificial fertilized eggs and hatching rate.

Individual number	Fertilization rate (%)	Hatching rate (%)
1	92.9	34.2
2	86.4	70.5
3	100.0	92.9
mean±SD	93.1±6.8	65.9±29.6

リン系ニシン人工種苗を飼育した本試験結果より平均全長は大きい。水槽内で養成したニシンは、水温が5℃以下になるとほとんど摂餌をしなくなる¹³⁾。本試験は川下の報告に比べて、飼育水温が5℃以下の期間が約2カ月長かったことから、この平均全長の差は系群の違いによる成長差ではなく、飼育水温の違いによる差であると考えられた。

石狩湾系ニシン人工種苗を飼育した事例では、日間成長率は日齢の経過とともに4.3%から0.1%まで低下している(川下未発表)。本試験でも、日間成長率は185日齢以降に2.79%から0.04%まで日齢の経過とともに低下する傾向がみられ、北海道・サハリン系ニシンも石狩湾系ニシンと同様の傾向がみられた。しかしながら311日齢から396日齢までは、日間成長率が0.2%から1.3%に増加している。この期間は、飼育水温が4.1℃から15.5℃に上昇していること以外の飼育条件は同じであった。このことから、飼育水温が成長に影響を与えていることが明らかになり、今後成長に適した水温を把握することにより、本試験結果よりも高い日間成長率で飼育することができる可能性が示唆された。

2. 成熟

北海道・サハリン系ニシンの成熟開始年齢は満3歳とされていたが¹⁴⁾、Motodaら¹⁾は1956年以降産卵場に産卵親魚として平均全長25.3cmの満2歳魚が現れるようになったことを報告している。本試験でもふ化から713日経過した満2歳(年齢加算の基準を産卵期とする)で平均全長233.4mmの成熟した個体が確認され、成熟開始年齢はMotodaらの報告した天然魚と同じであった。一方、成熟個体の平均全長は天然魚に比べて小さく、本系群の人工魚での生物学的最小形は220mmと考えられた。また、天然魚の満2歳からの年齢と成熟率の関係についてはこれまで報告例はないが、人工飼育条件下での満2歳における成熟率は10.6%と低く、50%成熟年齢は満3歳以上と考えられた。

人工親魚を用いた採卵は厚岸ニシンで行われている。1992年の事例では2歳魚の雌73尾から人工採卵し、25.1%のふ化率を得ている¹⁵⁾。本試験では3尾の雌から人工採卵し、そのふ化率は34.2~92.9%であった。採卵に供した尾数は少ないが、厚岸ニシンでの事例に比べてふ化率は高くなっている。また、北海道・サハリン系ニシンの天然魚から人工採卵し、ふ化盆に付着させた卵のふ化率は13.8~53.3%であった¹⁵⁾。これらのことから、北海道・サハリン系ニシン人工養成2歳魚からの種苗生産は可能であると考えられた。

要約

平均全長49.3mmの北海道・サハリン系ニシン人工種苗を1998年9月3日から2000年5月18日まで市販の配合飼料を給餌して陸上水槽中で飼育し、その成長と成熟について調査した。

1. 満1歳で平均全長153.2±9.5mm, 平均重量26.0±6.5g, 満1歳11カ月で平均全長232.2±19.3mm, 平均重量107.8±25.9gに成長した。
2. 日間成長率は185日齢以降成長するにしがって低下した。
3. 北海道・サハリン系ニシン人工種苗の全長と体重の関係は $W=0.0049L^{3.1731}$ ($r=0.9963$)と表された。
4. ふ化後1年11カ月で成熟個体が確認され、その成熟率は、10.6%であった。
5. ふ化後1年11カ月で成熟していた3尾の雌から得られた卵の受精率とふ化率はそれぞれ、93.1±6.8%(平均±標準偏差)及び65.9±29.6%であった。このことから、北海道・サハリン系人工養成2歳魚からの種苗生産は可能であると考えられた。

謝 辞

本試験を実施するに当たり、親魚確保及び受精卵輸送にご協力いただいたサハリン漁業海洋学研究所のイフシナ・エリザ研究員ならびに職員の方々、留萌北部地区水産技術普及指導所登正樹専門普及員、北海道立栽培漁業総合センターの高丸禮好魚類部長、ならびに稚内水産試験場の吉村圭三研究職員に厚く感謝申し上げます。

文 献

- 1) Motoda, S. and Hirano, Y. : Review of Japanese Herring Investigations. Rapp.P.-V. Reun.Cons.ins. Explor. Mer., 154, 240-261 (1963)
- 2) 高柳志郎, 田中伸幸 : (4) 資源管理基礎調査. 平成8~10年度日本海ニシン資源増大プロジェクト報告書. 北海道立稚内水産試験場, 2000, 130-139.
- 3) 北海道水産試験場 : 昭和3年度にしん人工蕃殖試験. 北海道水産試験場事業旬報. 467-471(1928)
- 4) 北海道水産孵化場 : 鯨孵化事業. 昭和21年度事業成績書. 23-25(1947)
- 5) 倉田博 : ニシン稚魚の飼育について, 北海道水産研究所報告. 20, 117-138(1959)
- 6) 桑谷幸正, 渋谷三五郎, 和久井卓哉, 中西孝 : ニシンの卵発生と稚魚の飼育に関する研究-V. 仔魚の生残に及ぼす飼育水の塩分の影響. ニシン増養殖技術開発企業化試験報告. 51-58(1978)
- 7) 草刈宗晴, 森泰雄 : ニシン仔魚の成長に伴う形態変化. ニシン増養殖技術開発企業化試験報告. 昭和47~49年度, 73-77(1978)
- 8) 山本義久 : VIII. 種苗生産. ニシンの種苗生産技術. 栽培漁業技術シリーズ.(社)日本栽培漁業協会, 2001, 41-59.
- 9) 川下正己 : 5. ニシン種苗生産事業. 平成10年度種苗生産事業報告書. 北海道栽培漁業振興公社, 1999, 79-100.
- 10) 高島信一, 横山信一 : 1.3.1 北海道・サハリン系ニシンの受精卵輸送試験及び種苗生産試験. 平成9年度北海道立栽培漁業総合センター事業報告書. 35-44(1998)
- 11) 平野義見 : 鯨. 水産実用叢書. 1-31(1949)
- 12) 川下正己 : 5. ニシン種苗生産事業. 平成9年度種苗生産事業報告. 北海道栽培漁業振興公社, 1998, 77-94
- 13) 石田昭夫 : ニシン漁業とその生物学的考察. 漁業科学叢書, 22-37(1952)
- 14) 山本和久 : III-1 成体の確保と採卵. Gニシン. 平成4年度日本栽培漁業協会事業年報.(社)日本栽培漁業協会, 1994, 31-32.
- 15) 高島信一, 横山信一 : 1.3.1 北海道・サハリン系ニシンの受精卵輸送試験及び種苗生産試験. 平成10年度北海道立栽培漁業総合センター事業報告書. 46-54 (1999)

2001年, 稚内沿岸において放流直後に再捕されたニシン人工種苗 (短報)

吉村 圭三*¹, 今野 幸広*²

Short-term recapture of hatchery-reared herring released at Wakkanai coast, northern Hokkaido in 2001 (Short paper)

Keizo YOSHIMURA*¹, Yukihiro KONNO*²

キーワード: ニシン, 人工種苗, 肥満度, 食性, 減耗

北海道北部の稚内沿岸海域では1998年から継続してニシン *Clupea pallasii* の人工種苗放流が行われてきた。放流後数ヶ月間に亘って遊漁等で得られた再捕例から、放流魚の短期間の移動等については知見が蓄積されつつあるが¹⁾、いずれも尾数が少なかったため、放流直後の摂餌状況や減耗状況を推察する試料としては不十分であった。

放流場所の一つである声問漁港は声問川河口に位置し、同漁港で中間育成・放流されたニシンは放流後1ヵ月以上も河口周辺に滞留するものがあることが判明している²⁾。2001年にも人工種苗放流が行われ、その後行われた地曳網調査において、同漁港から放流された人工種苗を含む個体がまとまって再捕された。これらの体長組成、摂餌状況等を調べ、放流直後の種苗について知見が得ら

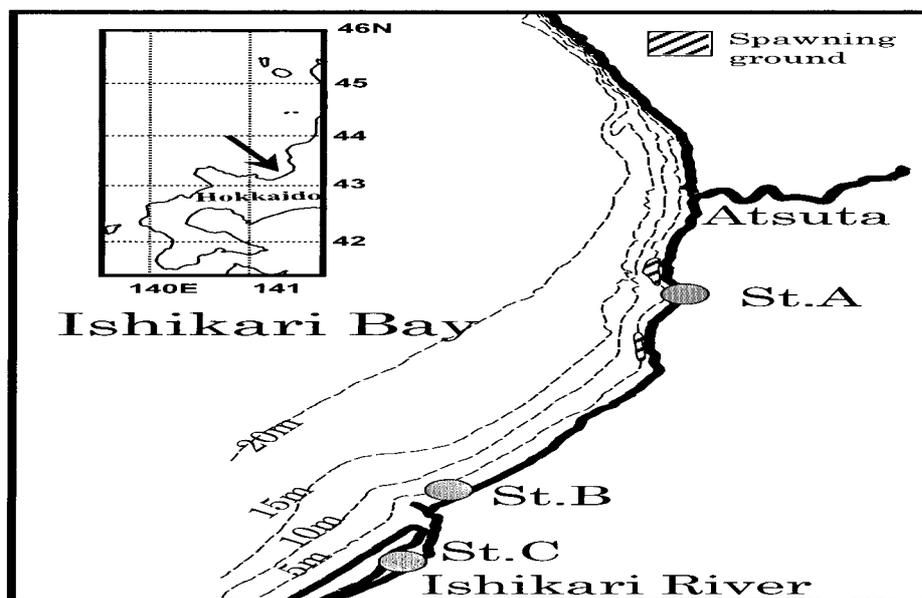


Fig. 1 Map showing study area. Symbols indicate the release point of hatchery-reared herring in 25 June, 2001 (★), and the sampling locations with beach seine at 18 days after release (●).

報文番号 A 356 (2002年3月11日受理)

*1 北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station, Wakkanai, Hokkaido 097-0001, Japan)

*2 稚内地区水産技術普及指導所 (Wakkanai Fisheries Extension Office, Suehiro, Wakkanai, Hokkaido 097-0001, Japan)

れたので報告する。

なお、稚魚の採集に協力していただいた声問漁業協同組合、稚内市役所及び北海道宗谷支庁水産課の関係諸氏に深謝する。

材料と方法

地曳網による調査は2001年7月13日に、声問漁港西側(St.A)及び声問川河口東側(St.B)で行われた(Fig. 1)。両地点とも砂浜であった。地曳網は袖網を含む幅が約10m、高さが1.5mで、各地点において距岸30~50mから人力によりそれぞれ2回ずつ曳網した。

声問漁港における人工種苗放流は、これより18日前の6月25日に行われた。放流用種苗は、2001年3月9日に留萌産親魚から採卵され、北海道栽培漁業振興公社羽幌事業所において孵化後、平均全長47mmまで育成された。11万4千尾が同年5月30日に声問漁港内の2基の生け簀に等分して収容され、26日間の海中中間育成が行われた後、同漁港内において生け簀を開放して放流された(Fig. 1)。放流尾数は11万尾余り、平均全長は65.2mmであった。これらの種苗は、経費節減を目的に2種の配合飼料を生け簀ごとに試験給餌され、平均全長に差が見られたが、本報告では合わせて扱った。なお、西稚内漁港においても、同日程でほぼ同尾数の放流が行われた。これらの稚内地区放流群には、孵化時と20日齢時にALC(アリザリンコンプレクソン)による2重耳石染色標識が施され、石狩及び留萌地区で放流された種苗から区別が可能であった。

地曳網に入網した魚類は、現場で大まかに分類し、ニシンについては研究室で全長(mm)、尾叉長(mm)、体重(g)、内臓除去重量(g)を測定し、肥満度1(CF1)を、 $CF1 = (\text{体重} / \text{全長}^3) \times 10^5$ により、肥満度2(CF2)を、 $CF2 = (\text{内臓除去重量} / \text{尾叉長}^3) \times 10^5$ によりそれぞれ求めた。次に、耳石を摘出し、蛍光顕微鏡G励起によってALC標識の有無を確認した。また、一部の標本は消化管を摘出して5%ホルマリン溶液で固定し、内容を観察した。

結果と考察

St.Aで17尾、St.Bで100尾のニシンが得られた。St.Bは潮流の下流側であり、河川水の影響の大きいことがニシンの滞留に関係した³⁾と考えられる。ALC標識の有無を確認した結果、St.Aはすべて人工魚で平均全長78.5mm、St.Bは94尾が人工魚で平均全長78.5mm、6尾が天然魚であった。天然魚は5尾が当歳で全長範囲42~64mm、1尾が1才で全長172mmであった。なお、St.Bの

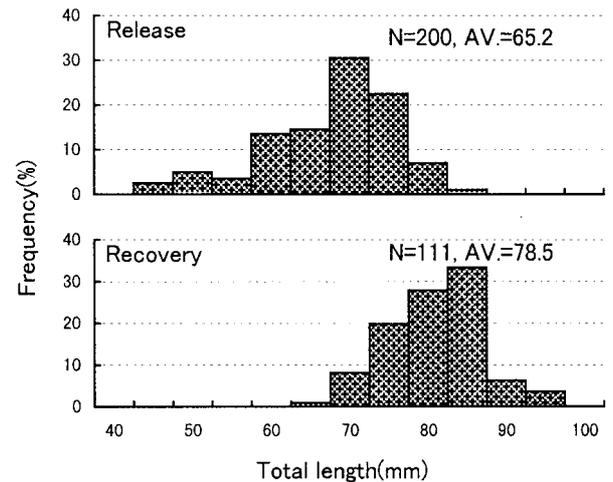


Fig. 2 Total length distributions of hatchery-reared herring, above at release and below at recovery 18 days after release.

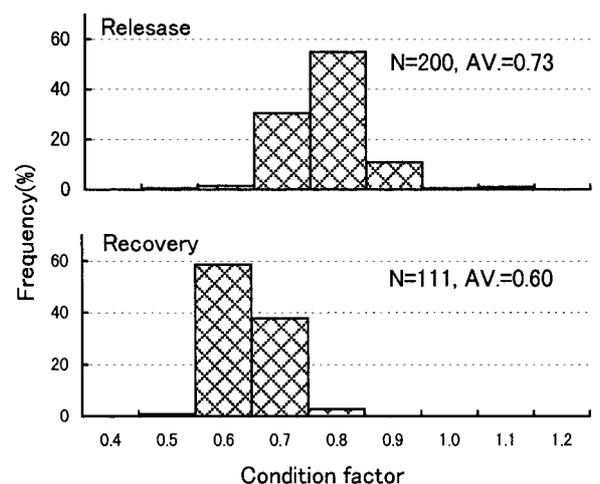


Fig. 3 Condition factor (CF) distributions of hatchery-reared herring, above at release and below at recovery 18 days after release. $CF = (\text{Body weight}(\text{g}) / \text{Total length}(\text{mm})^3) \times 10^5$

再捕魚のうち2尾から、1重ALC標識(孵化時のみ染色)が確認された。この標識は2001年の留萌地区の放流群に施されたもので、留萌または羽幌から放流後移動してきた可能性がある。

人工魚の放流時と再捕時の全長組成をFig.2に示した。2採集地点の人工魚の全長には差があるといえなかった(Mann-WhitneyのU-検定: $Z = -0.20$)ので、合わせて扱った。平均全長は放流後18日間で13.3mm(0.74mm/日)増加したが、全長組成をみると、放流時に50mmにモード

Table 1 Food composition of reared and wild 0-age herring.

Taxonomic group	St.A, reared(N=17)		St.B, reared(N=30)		St.B, wild 0-age(N=5)	
	Mean No.*	Feeding rate(%)	Mean No.	Feeding rate(%)	Mean No.	Feeding rate(%)
Calanoida	0.1	11.8			190.2	40.0
Harpacticoida					2.0	100.0
Cladocera	0.3	11.8			2.0	40.0
Ostracoda	0.1	11.8				
Gammaridea	0.1	5.9				
Zoea and Megalops	20.4	5.9	0.1	3.3	0.2	20.0
Crustacean digestive	-	11.8	-	23.3		
Fish egg**	6.8	94.1	5.1	73.3	0.8	20.0

Notes: *Fed number per individual herring.

**The eggs of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*.

を持つ体長群が再捕時には見られなかった。肥満度1は放流時に平均0.73であったが、再捕時（2地点込み）には0.60に下がっていた（Fig. 3）。肥満度2は放流時の資料はないが、再捕時には平均0.70であった。また、2000年7～9月に宗谷湾内で採集された全長77～118mmの天然魚の肥満度2が0.79～0.83、平均0.81であったことから²⁾、再捕時における肥満度の顕著な低下は、ニシンの発育段階に固有のものではなく、放流後の摂餌不足に起因すると考えられる。消化管内容物をみると、再捕魚ではほとんどの個体が空胃に近く、カタクチワシの卵等をわずかに摂餌していたのみであった（Table 1）。なお、天然当歳魚はカイアシ類等を捕食していた。

中間育成期間における全長増加量は、1日当たり約0.70mmであった。再捕時において同様の全長の増加が見られたことは、その肥満度の低下や消化管内容物の貧弱さからみて、放流後の順調な成長によるものとは言い難く、Fig. 2に示されたように小型の人工魚が採集されなかったことによる見かけ上の成長の継続であったと考えられる。さらに、地曳網の漁獲能力は、逃避能力の高い大型魚になるほど低下すると考えられること、全長40～50mm台のニシン天然魚やワカサギ、ギンボ類稚魚等が同時に採集されていることから、小型の人工魚が採集されなかったのは、放流後における小型魚の減耗を示唆している。

減耗要因として飢餓や食害が考えられ、前者については、再捕魚が明らかな摂餌不足を示していること、ニシンと同様の甲殻類プランクトン食性であるワカサギ⁴⁾が500尾以上と大量に採集され、餌料における競合が示唆

されることから、この時期の放流海域における餌料環境は、ニシン人工種苗にとって厳しいものであったと推察される。また、後者については、1999年に西稚内漁港で放流直後に行われた食害魚調査において、刺し網で採集された大型のウグイ24尾（全長236～345mm）の消化管から放流ニシンは観察されなかった例がある。今回地曳網で採集されたウグイ、小型のカジカ類、ギンボ類、カレイ類などは、放流魚を大量に捕食するとは思われないが、他の魚種や、サケ稚魚の例⁵⁾にある海鳥類による可能性等も考えられ、放流効果を保証するためには今後これらの減耗実態を把握し、対策を講じる必要がある。

文 献

- 1) 佐々木正義, 吉村圭三: “(3) 放流効果調査”. 平成8～10年度日本海ニシン資源増大プロジェクト報告書. 北海道立稚内水産試験場, 2000, 83-105.
- 2) 吉村圭三, 中島幹二: “1.2 放流効果調査”. 平成12年度稚内水産試験場事業報告書, 118-124(2002)
- 3) 石田良太郎: 耳石日周輪解析で明らかとなった石狩湾ニシンの特徴(1) - 仔稚魚の孵化日 - . 試験研究は今, No.454(2001)
- 4) 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. 北水試研報, 56, 1-117(1999)
- 5) 北海道立水産孵化場: 日本海区さけます回帰率向上対策調査報告書. 2000, 146p.

石狩湾に分布する天然ニシン仔稚魚の孵化日組成と由来 (短報)

石田良太郎*¹, 佐々木正義*¹, 高柳 志朗*²

Estimating hatching day distribution in Ishikari Bay herring larvae and juveniles from daily growth increments in otolith (Short paper)

Ryotaro ISHIDA*¹, Masayoshi SASAKI*¹ and Shiro TAKAYANAGI*²

Estimated hatching day sampled at St. A on 11 Jun. showed a bimodal shape peaked in early April (early-hatched larvae and juveniles) and early May (late-hatched larvae and juveniles). At St. B on June 24, early-hatched juveniles were dominant, but most of juveniles sampled on July 2 and July 8 were late-hatched. At St. C on July 3, early-hatched juveniles were dominant; although late-hatched juveniles were at St. B in this period. On July 13 at St. C juveniles represented a bimodal shape; first and second peaks were similar to that on July 11, indicating that the early-hatched individuals migrated earlier to the surf area (St. B) and the estuary, than the late hatched ones.

Migration of adult herring for spawning to the coastal Atsuta peaked twice, early February and late February in 1999. Results of direct research by SCUBA diving for in situ observations of herring eggs at Atsuta showed that hatching peaked on April 9-10 and May 5-6 in 1999. These results indicated that larvae and juveniles used in this study originated from the eggs spawned around Atsuta.

キーワード：仔魚，稚魚，ニシン，耳石，日周輪，孵化日，石狩湾

緒言

近年，石狩湾の沿岸域での仔稚魚の分布調査が実施され，6月下旬～7月上旬には石狩川河口近くの砂浜域 (Fig. 1 St.B)，7月上旬～下旬には石狩川河口 (Fig. 1 St.C) で，それぞれ全長30～50mm，50mm以上の稚魚が出現することが明らかとなった¹⁾。また，石狩湾ニシン^{2,3)}の大規模な産卵場である厚田から嶺泊付近での潜水調査の結果から，1999年に産出された卵は，4月中旬と5月上旬の2回の明瞭な孵化ピークを示したことが明らかとなっている⁴⁾。

そこで，著者らは，これら仔稚魚の孵化日を特定し，仔稚魚の移動や厚田から嶺泊海域に産出された卵との関連を明らかにすることを目的に，ニシン耳石日周輪解析を行った。その結果，石狩川周辺に分布するニシン仔稚魚の特徴が一部明らかになったので報告する。

本結果は，北海道の「日本海ニシン資源増大対策事業」で得られた成果である。また，本報告は，アラスカシーグラントのシンポジウム「Herring symposium: Expectation for New Millennium」で発表した内容の一部である。

材料および方法

仔稚魚のサンプリング

本報告で使用したニシン仔稚魚の採集地点，採集漁具をFig. 1およびTable 1に示した。6月11日の産卵場近くのSt.Aの仔稚魚は，水中集魚灯を日没からおよそ2時間程度点灯し，そこに罎集したものをタモ網ですくい取り採集したものである。また，河口域および河川内の仔稚魚は，Sasakiら¹⁾によって1999年に実施された稚魚採集調査のうち，比較的まとまって採集された6月24日，7月2日，7月8日 (St.B) および7月3日，7月13日

報文番号 A 357 (2002年3月11日受理)

*1 北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Kushiro, Hokkaido 085-0024, Japan)

*2 北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, Yoichi, Hokkaido 046-8555, Japan)

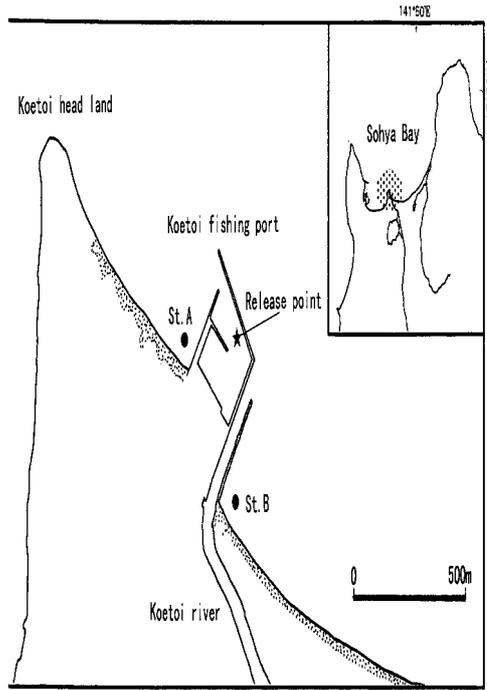


Fig. 1 Map of Ishikari Bay with the spawning ground and sampling stations indicated.

Table 1 Number of wild herring collected with each gear in 1999.

gear	Fish attracting light and hand net	Beach seine ^{*1}		Set net [*]
		St.A	St.B	St.C
26-May	-	-	0	-
8-Jun	-	-	0	-
11-Jun	28 ^{*2}	-	0	-
24-Jun	0	-	123 ^{*2}	-
25-Jun	-	-	-	12
27-Jun	-	-	-	4
28-Jun	-	-	-	1
29-Jun	-	-	-	18
30-Jun	0	-	-	16
1-Jul	-	-	-	12
2-Jul	-	-	1665 ^{*2}	-
3-Jul	-	-	-	1748 ^{*2}
4-Jul	-	-	-	4
7-Jul	-	-	-	8
8-Jul	-	-	2777 ^{*2}	-
9-Jul	-	-	-	68
10-Jul	-	-	-	51
11-Jul	-	-	-	57
12-Jul	-	-	-	65
13-Jul	-	-	-	67 ^{*2}
15-Jul	-	-	1	-
6-Aug	-	-	0	-

*1 data from Sasaki et. Al. (In press)

*2 The samples used in this study.

- , no sampling.

(St.C)の個体を用いた。仔稚魚は、70%アルコールに浸漬し、十分に固定されたあと全長の測定を行った。これらのうち、ランダムに8~41個体から耳石(扁平石)を摘出し、日周輪の解析に用いた。

なお、本文での仔魚、稚魚の区別は、腹腔部にグアニン色素が沈着した個体を稚魚、それ以前の個体は仔魚とした。

耳石解析

本プロジェクトでは、1996年以降、耳石にALC標識(0, 10, 20日齢)を施したニシンの人工種苗を、初年度16万、最高200万尾放流してきた。St.BおよびSt.Cの調査では、放流後の人工種苗が混在している可能性があるため、採集されたニシン稚魚のすべての個体について、蛍光顕微鏡によるALC標識の有無を確認し、天然稚魚と判断された個体のみを解析に用いた。耳石は、凸面を上にしてスライドガラス上にエナメル樹脂で包埋した。十分に樹脂が硬化したのち、耐水ペーパー(1500-2000番)で耳石核が観察出来るところまで削りだし、ラッピングフィルム(0.3-30μm)で表面の磨き傷がなくなるまで研磨したものを耳石解析用標本とした。

耳石輪紋計数は、核付近は100倍、縁辺部は20倍の対物レンズを装着した光学顕微鏡で得られた耳石画像を、CCDカメラを経由しモニター上に写しだし、タブレットプロセッサーを用いて行った。

飼育実験の結果から、石狩湾ニシンの核付近の輪紋が微細であることから光学顕微鏡では観察できず⁽⁶⁾、輪紋数は日齢よりも平均7~9本程度少ないことが明らかとなっている^(7,8)。そのため、輪紋数に8を加えた値を日齢とした。

結果

体長組成

1999年に採集されたニシン仔稚魚の全長組成をFig. 2に示した。St.Aで、6月11日に採集されたニシン仔魚の全長は、20~34mmの範囲にあり22mmと31mmにモードを持つ2峰型を示した。St.Bで6月24日に採集された個体は、大部分が36~41mmの範囲にあり、38mmにモードをもつ裾の狭い単峰型を示した。7月2日には、モードは41~42mmに移りやや大型化した。6月24日にみられたような35~40mmの個体も多くの割合を占めた。7月8日になると、モードは45mmとさらに大型化した。St.Cで7月3日に採集された個体は、50~60mmの範囲にあり、ほぼ同じ時期である7月2日にSt.Bでの個体よりも、およそ15mm大きかった。7月13日になると、54~60mmと61~73mmの範囲の2峰型となった。

孵化日組成

1999年に採集された天然ニシン仔稚魚の調査地点別採集日別の孵化日組成をFig. 3に示した。St.Aで6月11日に採集された個体の孵化日は、3月下旬から5月中旬にわたり、4月中旬と5月上中旬の2つの明瞭なピーク

が見られた。St.Bで6月24日に採集した個体の孵化日は、4月中旬の個体が大部分を占め、St.Aで見られた5月上旬に孵化した個体は見られなかった。しかし、7月2日、7月8日になると、4月中旬に孵化した個体はほとんど出現せず、大部分が5月上旬に孵化した個体が占められた。

St.Cでは7月3日には4月上旬に孵化した個体のみが出現したが、7月13日になると、4月中旬と5月上旬に孵化した個体に加わり2峰型を示し、St.Aで6月11日に採集した個体の孵化日組成と類似していた。

すなわち、各水域で採集された仔稚魚の孵化日は、主として4月上～中旬（以降前期孵化群）及び5月上～中旬（以降後期孵化群）にあり、6月中旬には産卵場近くの水域（St.A）で前期・後期孵化群が同時に採集されたが、その後、前期孵化群が6月下旬には石狩川北側の砂浜域（St.B）、7月上旬～中旬には河口域（St.C）で採集され、後期孵化群は砂浜域、河口域に前期孵化群よりそれぞれ1旬程遅れて採集された。

なお、著者らが行った飼育実験の結果、孵化後33日目の個体の推定日齢は27～36の範囲にあり、数日程度の誤差を含むこと、孵化後25～30日以前の個体の日齢推定精

度は低いことが明らかとなっている^{7,8)}。今回の解析結果では、孵化日のピークは2週間以上の期間をもってみられ、推定日齢は、28日齢と推定された1尾を除くすべての個体で30日齢以上であった。これらのことから、本報告でみられた孵化日の違いは、実際の孵化日の違いを表しているものと考えられる。

考 察

1999年6月中旬～7月中旬に石狩川周辺水域において、6月中旬には産卵場近くの水域、6月下旬～7月上旬には石狩川河口域直近の砂浜域、そして7月上旬～中旬に石狩川河口域で、ニシン稚魚が採集された。これらは全長範囲20～73mmにあり、全長組成は時期の経過に伴い、全体的に大きい方に移動していた（Fig.1）。耳石日周輪解析を行い、孵化日組成を検討したところ、4月上旬（前期孵化群）、5月上旬（後期孵化群）に主たる孵化時期を持つ2群がいずれの水域にも存在した（Fig.3）。

さらに、これらの孵化群の各水域への出現時期は異なり、6月中旬には産卵場近くの水域で同時に採集された後、石狩川北側の砂浜域（St.B）および石狩川河口域

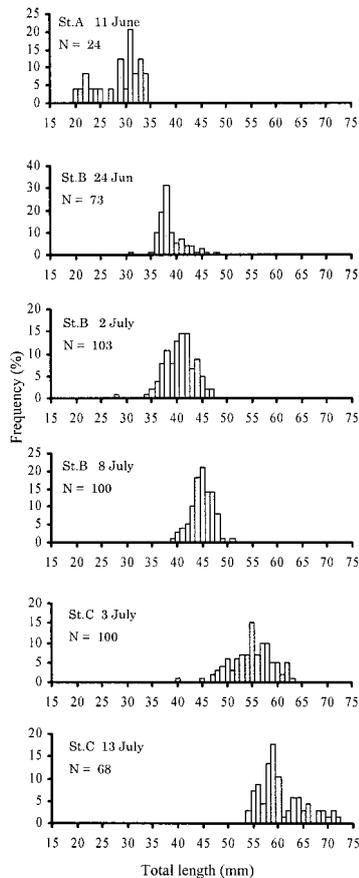


Fig. 2 Total length distribution of Ishikari Bay herring larvae / juveniles in 1999.

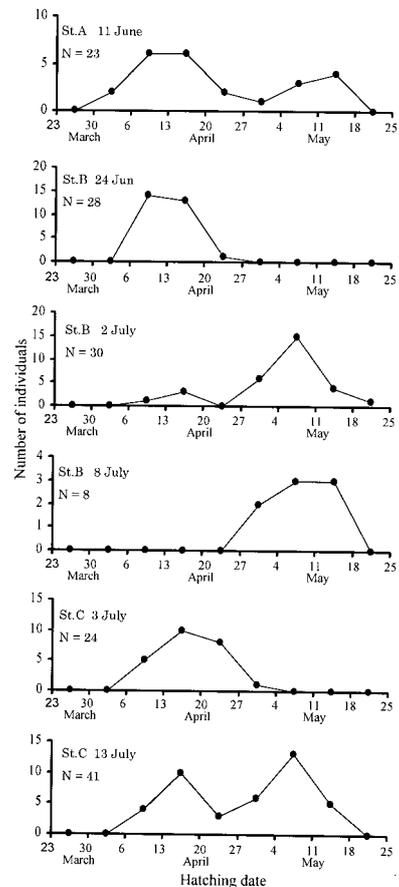


Fig. 3 Hatching day distribution of Ishikari Bay herring larvae / juveniles in 1999.

(St.C)に前期孵化群が後期孵化群より1旬程先立だって出現した(Fig. 3)。これらのことから、産卵場付近に分布した孵化仔魚は、孵化日の早い個体から砂浜域、そして河口域に移動したものと推定される。今回の結果は、これまで、Sasakiら¹⁾が、砂浜域、石狩川河口域に出現する稚魚の全長組成の時期的変化から、砂浜域から河川内への移動を想定していたが、これをさらに裏付けるものであった。

石狩湾ニシンの主産卵場とされる厚田～嶺泊付近の潜水調査の結果から、1999年に産卵された卵の孵化時期は4月中旬と5月上旬に明瞭なピークがあったことが確認されており⁴⁾、今回解析した個体の孵化日組成とよく一致した。さらに、石狩湾ニシンは高齢の個体ほど産卵来遊が早い傾向があり、1999年では、2月下旬には3歳魚以上、3月中旬には初回産卵魚と考えられている2歳魚が主に来遊し、明瞭な2つの来遊ピークがみられたことから、遅い時期に孵化日のピークを持つ卵は主に初回産卵魚である2歳魚、早く孵化した卵は3歳魚以上の卵に由来する仔稚魚であることが報告されている⁵⁾。これらのことから、1999年に古潭港、砂浜域、石狩川河口域に分布するニシン仔稚魚は、厚田から嶺泊で産出された卵由来であり、前期発生群は3歳魚以上、後期発生群は2歳魚によって産出された卵が孵化したものと考えられる。

本報告により、これまで断片的に報告された親魚の来遊状況⁵⁾、産卵場や孵化時期⁴⁾、稚魚の分布・移動¹⁾に関する知見を関連付け、石狩湾ニシンの再生産の場における特徴を、わずかではあるが明らかにすることができた。北海道では、近年、石狩湾から稚内海域でおよそ全長70mmに成長させた人工種苗を放流し栽培漁業の検討を行っている⁵⁾。栽培漁業を成功させるには、適切な放流サイズ、放流時期、放流場所の検討が必要不可欠であるが、今回明らかとなった天然ニシン仔稚魚の特徴は、これらを検討するための基礎的知見として有効なものと思われる。

なお、本報告では、耳石解析によって推定された孵化日から、石狩湾沿岸域に分布するニシン仔稚魚の特徴について検討したが、同時に成長に関する知見も得られている。次の報告では、石狩湾ニシン仔稚魚の特徴を成長から検討する予定である。

要 約

- 1999年に、産卵場近くの古潭港、石狩川河口周辺で採集された仔稚魚の孵化日を推定した結果、4月中旬と5月上旬の2群があった。
- 産卵場での潜水調査で明らかとなった石狩湾ニシン

の孵化日は、耳石解析によって得られた仔稚魚の孵化日組成と一致したことから、採集されたニシン仔稚魚は、厚田、嶺泊付近で産卵された卵由来の石狩湾ニシンであると考えられた。

- 孵化日の早い個体から、砂浜域、石狩川河口に出現した。

謝 辞

本研究を報告するにあたり、ニシン稚魚の採集調査に御協力いただいた石狩地区水産技術普及指導所の皆様に感謝の意を表す。また、データ解析の際に多くの助言をいただいたアラスカ大学A.J.Paul 博士に深くお礼申し上げます。

文 献

- Sasaki, M, Ishida R. and Takayanagi, S.: Distribution and feeding habits of juvenile herring (*Clupea harengus pallasii*) in northern Japan. *Herring: Expectations for New Millennium, Alaska Sea Grant College Program*. 2001, 101-115.
- 小林時正: 太平洋ニシンの集団遺伝学的特性と種内分化に関する研究. 遠洋水研報. 30, 1-77(1993)
- 小林時正, 岩田宗彦, 沼知健一: 日本の北部海域で産卵するニシンの地域性集団間の遺伝的分化. 日水誌. 56, 1045-1052(1990)
- Hoshikawa, H., Tajima, K., Kawai, T., Ohtsuki, T.: Spawning bed selection by Pacific herring (*Clupea harengus pallasii*) at Atsuta, Hokkaido, Japan. *Herring: Expectations for New Millennium, Alaska Sea Grant College Program*. 2001, 199-226.
- 北海道立稚内水産試験場: 平成8～10年度 日本海ニシン資源増大プロジェクト報告書. 2000, 174p.
- Campana, S. E., Gagn, J. A. and Munro, J. : Otolith microstructure of larval herring (*Clupea harengus*): image or reality? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44, 1922-1929(1987)
- Ishida, R Sasaki, M Takayanagi, S. and Yoshida, H. : Relationship between date of hatching and growth of herring larvae and juveniles in Ishikari Bay. *Herring: Expectations for New Millennium, Alaska Sea Grant College Program*. 2001, 227-243.
- 石田良太郎, 佐々木正義, 高柳志朗: 石狩湾ニシン仔稚魚の耳石輪紋数と日齢との関係. 北水試研報. 62, 129-134(2002)

ニシン稚魚におけるバイナリーコードドワイヤータグの適正装着部位 (短報)

吉村 圭三*

Suitable body sites and tissue for implanting binary coded wire tag (CWT) in juvenile hatchery-reared herring (Short paper)

Keizo YOSHIMURA*

キーワード：ニシン，人工種苗，標識，CWT

ニシン *Clupea pallasii* 稚魚は体外標識の脱落率が極めて高いことが知られ¹⁾，ALCやTCを用いた耳石染色標識法の導入によって初めて人工種苗の大量標識放流が可能になった²⁾。しかし，ALC標識は耳石を摘出しなければ確認できないため，再放流を前提にした野外調査や室内飼育実験に活用するには不適當な場合がある。そこで，体外標識に比べて保持率が高いといわれ，かつ生きのまま標識の確認が可能であるバイナリーコードドワイヤータグ（以下CWT）について，部位別装着試験を試みたので報告する。

なお，試験用種苗の入手に便宜を図っていただいた北海道栽培漁業振興公社羽幌事業所の川下正己所長，飼育試験に協力して下さった稚内水産試験場臨時職員の木村

美佐子さんに深謝する。

材料と方法

2000年3月に稚内産親魚から採卵され，北海道栽培漁業振興公社羽幌事業所において生産されたニシン人工種苗³⁾を，同年5月から10月まで稚内水産試験場飼育施設において継続飼育した後，試験に用いた。供試尾数は計110尾，全長は84~121mm，平均104mmであった。

CWTは米国Northwest Marine Technology社の，長さ1mm，直径0.25mmのステンレス製を用いた。装着部位は頭部4箇所，体幹部6箇所であった（Fig. 1）。試験尾数は1部位あたり10尾とし，無装着個体の対照区を加え

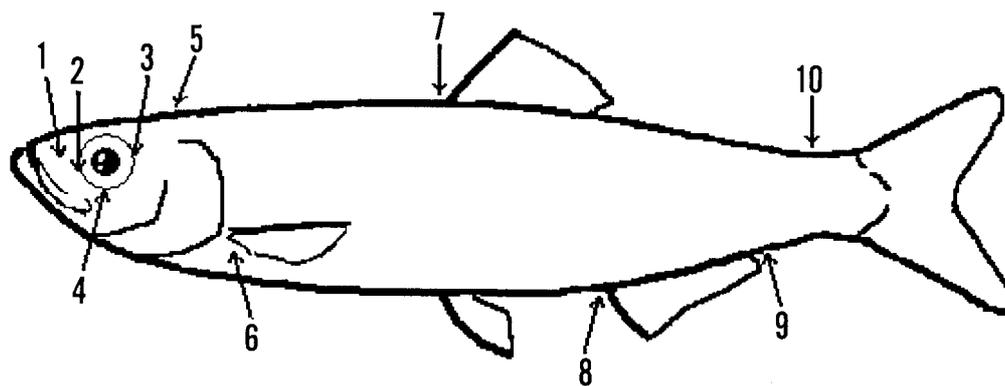


Fig. 1 Schematic illustration for tagging sites in juvenile herring with CWT, using hand operating injector. The numbers show the sites as follows; 1:Snout, 2:Anterior edge of orbit, in epithelium or connective tissue, 3:Posterior edge, 4:inferior edge or orbit, in transparent tissue, 5:Posteriormost part of the head, 6:Pectoral fin base, 7:Dorsal fin origin, 8:Anal fin origin, 9:Anal fin insertion and 10:Caudal peduncle, in musculature.

報文番号 A 359 (2002年3月11日受理)

* 北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station, Wakkanai, Hokkaido 097-0001, Japan)

Table 1 Clipped fin patterns for distinction of CWT implanted site groups. Each group contained 10 fish and were held in a pair of 0.5t-tanks for 28 days.

Tank 1						
Implanted site	Snout	Orbit			Head	None/control
		Anterior edge	Posterior edge	Inferior edge		
Clipped fin	None	Dorsal	Caudal upper lobe	Caudal lower lobe	Dorsal/ Caudal upper lobe	Dorsal/ Caudal lower lobe
Tank 2						
Implanted site	Pectoral fin base	Dorsal fin origin	Anal fin origin	Anal fin insertion	Caudal peduncle	
					Dorsal/ Caudal upper lobe	Dorsal/ Caudal lower lobe
Clipped fin	None	Caudal upper lobe	Dorsal	Caudal lower lobe	Caudal upper lobe	Caudal lower lobe

た計11試験区を設けた。装着部位の組織は、吻と眼窩前縁では上皮組織または結合組織，眼窩下縁及び後縁では透明組織（脂腺），それ以外は筋肉であった。CWTの装着は同社の手動式インジェクターを用い，実体顕微鏡下で行った。眼窩周辺の透明組織，胸鰭基底及び尻鰭起点では体表に対して斜めに，それ以外では体表と垂直にインジェクターの針を挿入し，皮下0.5～1 mm程度の位置にCWTを打注した。また，各試験区を外観から区別するために，Table 1 に示した組み合わせで鰭を切除した。

装着後28日間は試験魚を0.5 t 円形水槽 2 基に，それ以降は 2 t 水槽 1 基に収容し，飼育を行った。飼育水は施設の循環水を用い，15℃に調温した。CWT保持状況の確認は装着時，7 日後，28 日後及び220 日後に行った。装着時から28 日後のCWTの確認には，同社製の手持ち式検出器を用い，各試験区は鰭の切除パターンによって区別した。220 日後には試験魚をすべて取り上げ，軟X線装置により装着部位及び保持状況を確認した。CWT装着，鰭切除及び確認作業時には，30ppmアミノ安息香酸エチルにより試験魚を麻酔した。

結果と考察

1. 生残

装着後12日目に「眼窩前縁」区の1尾，159日目に「眼窩下縁」区の1尾が水槽から飛び出して死亡した。この時点で前者はCWTが脱落，後者は保持していた。これらは飼育中何らかの原因で驚いて飛び出したと考えられた。それ以外に死亡はなかったため，CWTの装着が生残に影響するとは考えられなかった。

2. 保持状況

「吻」区では7日後までに6尾，28日後までに9尾，220日後には残る1尾でも脱落し，全個体でCWTが脱落した（Table 2）。また「眼窩前縁」区では7日後までに2尾，28日後までに3尾で脱落したが，以降は脱落しなかった。その他の区では全く脱落がなく，全個体で標識が保持された。途中死亡した「眼窩下縁」区では約5ヶ月間標識が保持されていたことから，死亡しなければ220日後まで保持されていた可能性が高いと思われる。

Table 2 Changes in number of fish retained CWT at different implanted sites for 220 days. 10 fish were tagged per each site and checked with a magnetic field detector at the end of 1 week and about 1 month periods. After 220 days, all fish were taken out from tank and X-rayed to detect CWT.

Days after tagged	Snout	Orbit			Head
		Anterior edge	Posterior edge	Inferior edge	
7	4	8	10	10	10
28	1	7 ^{*1}	10	10	10
220	0	7	10	9 ^{*2}	10

Days after tagged	Pectoral fin base	Dorsal fin origin	Anal fin origin	Anal fin insertion	Caudal peduncle
7	10	10	10	10	10
28	10	10	10	10	10
220	10	10	10	10	10

Note: ^{*1} One fish dropped out of the tank at 12 days, CWT had been lost.

^{*2} One fish dropped out of the tank at 159 days, CWT had retained.

3. 適正部位について

以上のことから、吻と眼窩前縁を除く8部位は、いずれもCWT装着に適した部位であると考えられた。脱落の原因として、ニシンには吻部から眼窩前縁部にかけてサケ類で見られるような発達した吻軟骨等の充填組織がなく⁴⁾、顎の運動と共に移動したCWTが皮膚を破り、押し出されたものと考えられた。また、眼窩前縁部では成長とともに後縁部と同様の透明組織が発達するため、28日以降は脱落しなくなったと考えられた。

X線写真の観察によると、220日後まで保持されたCWTは挿入部位によく留まっており、容易に部位を特定することができた。「頭蓋骨直後」等の体筋肉中に装着されたCWTは、成長とともに体表の方に押し出された様子はなく、装着時に比べ相対的に装着位置が深くなっていた。また、装着に起因すると思われる骨の変形等は観察されなかった。

試験終了時(220日後)の全長は112~168mm,平均147mmであった。本試験では1試験区当たりの供試尾数が少なかつたため、装着部位別の成長差は検討できなかった。しかし、CWTは装着時に外傷や出血がほとんどなく、装着部位の組織に変形なども観察されなかったことから、体外標識に比べて魚体への負担が著しく小さいと考えられること、また、同様の大きさのニシン種苗を用いたりボンタグ及びアンカータグの装着試験において、無装着の種苗と成長差がみられなかったこと⁵⁾からみて、CWT装着が成長に影響する可能性は低いと考えられた。

装着に適すると考えられた8部位の中では、眼窩周辺や胸鰭基底は挿入に熟練を要するため、大量処理を行うには頭蓋骨直後、背鰭起点、尻鰭及び尾柄部等の体筋肉中が適していると考えられた。また、同一個体の複数箇所に挿入することも可能であり、手持ち式検出器を用いれば、頭部と尾部程度の装着位置の区別は可能であるため、CWTの飼育実験への応用範囲は広いと考えられた。本試験で用いたものより小型の稚魚については、全長約70mmの種苗30尾の眼窩後縁部に装着し、7日間保持された例がある(未発表)。

Morrison⁶⁾は大西洋ニシン成魚80尾の頭蓋骨直後の体筋肉中にCWT装着を行い、6ヵ月間の保持率を93%と報告した。また、脱落の原因として、鱗がインジェクターの針に掛かって筋肉中に押し込まれることがあり、それによって広がった傷口の中にCWTが打注されてしまうことを挙げた。本試験では実体顕微鏡下で慎重に鱗を避けて装着を行ったため、このようなことは起こらなかったが、大量処理の際には装着部位の鱗を取り除くことや、鱗に掛かりにくい打注角度を検討する等の対策が必要である。

文 献

- 1) 山本和久, 尾花博幸: 厚岸事業場におけるニシンの技術開発結果(昭和56年~平成6年) - 風蓮湖における放流技術開発結果を中心として. (社)日本栽培漁業協会研究資料. 76, 2000, 42p.
- 2) 山本義久: ニシンの種苗生産技術. (社)日本栽培漁業協会, 栽培漁業技術シリーズNo.7, 2001, 100p.
- 3) 川下正己, 渡邊郁夫, 福島健人: “ニシン種苗生産事業”. 平成12年種苗生産事業報告書. 北海道栽培漁業振興公社, 2001, 73-82
- 4) 松原喜代松: “ニシン目”. 動物系統分類学9(中). 東京, 中山書店, 1963, 211-232
- 5) 吉村圭三, 清河進: “1.2放流効果調査” 平成8年度稚内水産試験場事業報告書. 204-210(1998)
- 6) Morrison, J.A.: Insertion and detection of magnetic microwire tags in Atlantic herring. *American Fisheries Society Symposium* 7, 1990, 272-280.

