

1991年から2013年に至る冬季北海道噴火湾の海洋環境とスケトウダラWalleye Pollock *Gadus chalcogrammus*北海道太平洋個体群の年級群強度との関係

誌名	Memoirs of the Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University
ISSN	21861927
著者名	中谷,敏邦
発行元	Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University
巻/号	59巻1-2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 19-43
発行年月	2017年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



1991 年から 2013 年に至る冬季北海道噴火湾の海洋環境と スケトウダラ Walleye Pollock *Gadus chalcogrammus* 北海道太平洋個体群の年級群強度との関係

中 谷 敏 邦¹⁾

(2017 年 8 月 15 日受付, 2017 年 9 月 14 日受理)

Relationship between Hydrographic Conditions in Funka Bay, Hokkaido, during Winter and Year Class Strength of the Japanese Pacific Population of Walleye Pollock *Gadus chalcogrammus* from 1991 to 2013

Toshikuni NAKATANI¹⁾

Abstract

Funka Bay is the main nursery ground of the Japanese Pacific population of walleye pollock *Gadus chalcogrammus*. To better understand how hydrographic and biological conditions are related to the survival of this population during the early life stages, hydrographic observations and field samplings have been conducted in Funka Bay since 1991 aboard the T/S Ushio-Maru, Faculty of Fisheries, Hokkaido University. Data have been collected on hydrographic conditions and the distributions of larval pollock and copepod nauplii (larval prey). The year class strength estimated by tuning VPA calculation has fluctuated annually and strong year classes occurred in 1991, 1994, 1995, 2005, and 2007. In these years, the Tsugaru Warm Water (TWW, $> 6^{\circ}\text{C}$, salinity > 33.6) distributed in late January in Funka Bay and the Oyashio Cold Water (OCW, $< 3.0^{\circ}\text{C}$, salinity 33.0–33.3) entered the bay after mid February. In contrast, the recruitment failure was found in 2010, when cold water prevailed in early February in the bay due to early intrusion of OCW. From 1991 to 2013, walleye pollock larvae were mostly collected in late January. A positive relationship was found between the temperatures at 15 m depth in late January and the year class strength of the population ($r = 0.56$, $p = 0.017$). While no significant relationship was found between the density of copepod nauplii in late January and the year class strength ($r = 0.32$, $p = 0.259$). Previous studies have shown the feeding success of larval pollock is higher in TWW than in OCW. These results suggest that higher feeding success during the warmer years in late January in Funka Bay might have resulted in the strong year classes.

Key words : Decadal observation, Walleye pollock, Early life history, Funka Bay, Food availability, Year class strength

緒 言

北海道南西部においてスケトウダラ *Gadus chalcogrammus* は底刺網により年間 40,000 トンから 80,000 トン漁獲されており, その年変動は年級群強度を反映しているものと考えられている(前田ら, 1993; 矢吹・本田, 2004). 当海域に分布するスケトウダラは多くの研究者により調査されてきており, 得られた結果から, これらは北海道東部から東北太平洋に生活領域を持つ太平洋個体群で, 噴火湾は卵・仔稚魚期の成育場であることが明らかにされている(Fig. 1, Nakatani, 2016 参照). 1991 年以来, 卵・仔魚が分布する 1 月から 3 月までの期間, 月に一度程度,

噴火湾と湾口部周辺海域において水温・塩分の観測およびスケトウダラ仔魚とその主要餌生物であるカイアシ類ノープリウス(Kamba, 1977; Nakatani 1995b)の分布密度を調査してきた。本総説において, 1991 年から 2013 年までの 23 年間にわたる調査結果を取り纏め, チューニング VPA により推定された年級群強度(Fig. 2)と比較し, 年級群強度の経年変化と冬季の噴火湾の海洋環境との関係を調べた。

近年, 地球温暖化が確認され, 過去に例がない程度の風水害が報告されている。本報告において, 過去 23 年にわたる冬季の噴火湾の海洋環境の年変動が示され, 冬季間滞留する津軽暖流水(対馬暖流起源)の冷却程度や 1 月

¹⁾ 北海道大学大学院水産科学研究院海洋生物資源科学部門資源生物学分野
(Laboratory of Marine Bioresource Science, Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University)

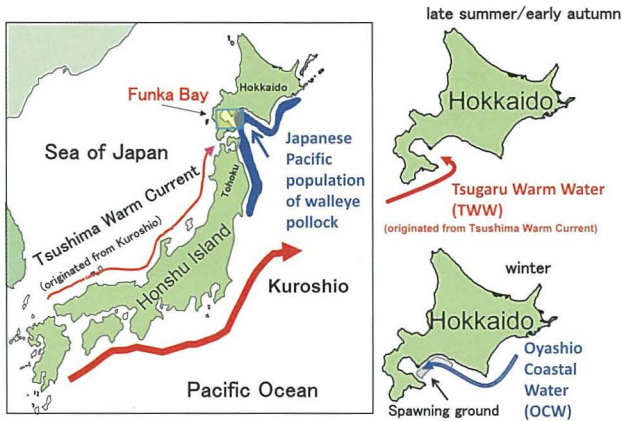


Fig. 1. Distribution of the Japanese Pacific population of walleye pollock in the coastal areas in Hokkaido, Japan.

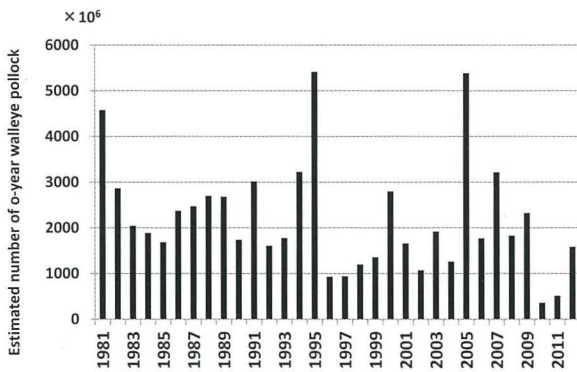


Fig. 2. Annual fluctuation of the year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock estimated by individual numbers of 0-year pollock, which are calculated by tuning VPA (virtual population analysis). (from Funamoto et al., 2017)

から2月にかけて湾内に流入してくる沿岸親潮の特性を経年的に追跡し、地球温暖化との関係が検討出来るものと期待される。

なお、本総説において噴火湾冬季表層の海況としてスケトウダラ仔魚が集中する水深15 m (Kamba, 1977; Nakatani, 1988) の結果を用いたが、CTDによる海底直上から海面までの1 m ピッチの結果は「うしお丸 CTD 観測データ収録」および10 m ピッチの結果は北海道大学水産学部海洋調査漁業試験要報として印刷されている(北海道大学水産学部図書館蔵)。なお、海洋観測結果は乗船研究者ならびに練習船士官に帰属しており、引用する場合は同要報編集委員長に許可を求められたい。

材料と方法

1991年から2013年までの期間、噴火湾と湾口部周辺海域において、北海道大学水産学部附属練習船うしお丸により調査を行った。2000年から2005年までの期間、3月において広く苫小牧沖に調査点を拡大し、同おしお丸

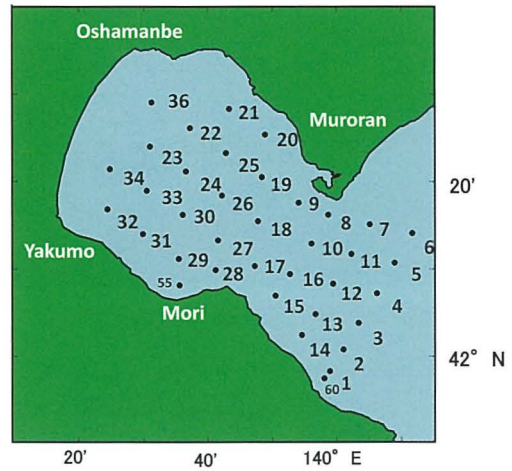


Fig. 3. Location of sampling stations in Funka Bay and vicinity.

により調査を行った。Fig. 3に示す調査点において、海底直上から海面までの水温・塩分をCTDにより観測した。孵化後間もないスケトウダラ仔魚はNorpac ネット(口径45 cm, 目合0.33 mm) または口径80 cm, 目合0.33 mm プランクトンネットの海底直上から海面までの鉛直曳により採集した。摂餌開始期の仔魚の主要餌生物であるカイアシ類ノープリウス (Kamba, 1997; Nakatani, 1995b) は仔魚が集中する水深15 m (Kamba, 1977; Nakatani, 1988) において、バンドン採水器(20 L型, または6 L型)により海水を採取し、船上で目合40 μm のハンドネットでろ過して採集した。

結果

1991年 Fig. 4に1月から3月までの水深15 m の水温・塩分を示した。1月29-30日の観測結果を見ると、森沖 Station 55 (6.4°C, 塩分33.52)を除き7.0-8.0°C, 塩分33.6以上の津軽暖流水(TWW; 大谷・木戸(1980))が広く湾内を占めていた。2月21日には水温が4°C前後まで低下し

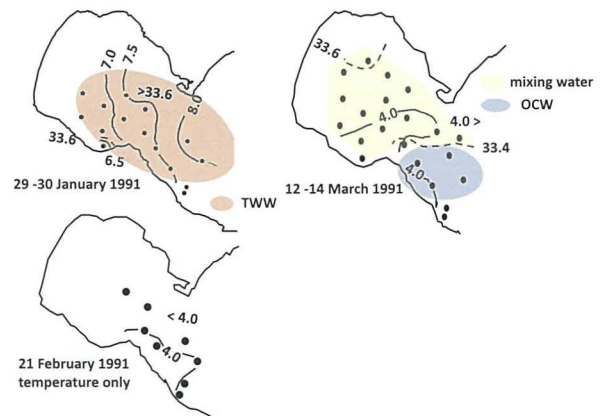


Fig. 4. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1991. (from Nakatani, 1995a)

ていたが、CTDの故障により塩分が測定できなかったため、沿岸親潮(OCW; 水温 3°C 以下、塩分33.0-33.3, 大谷・木戸(1980))の確認はできなかった。3月12-14日には湾外南東部渡島半島沿岸域に 4°C 、塩分33.4未満の沿岸親潮が確認できたが、湾内は依然として高塩分で、津軽暖流水と沿岸親潮との混合水が占めていた。1991年冬季、湾内において津軽暖流水と沿岸親潮が交替を完了したのは3月中旬以降であろうと推定される。

1991年冬季のスケトウダラ仔魚は1月下旬において最も多く採集され、特に湾口部から湾内渡島半島沿岸域で分布密度が高く、鹿部沖のStation 17で最大値 465.3 個体 $\cdot\text{m}^{-2}$ が得られた(Fig. 5)。2月下旬になると、スケトウダラ仔魚の採集個体数は $0-56.6$ 個体 $\cdot\text{m}^{-2}$ に急激に低下し、3月においても低い値となっていた。

スケトウダラ仔魚の摂餌開始期の主要餌生物であるカイアシ類ノープリウス(Kamba, 1997; Nakatani, 1995b)は噴火湾において主として*Oithona*属の再生産により供給されるものと考えられている(中谷ら, 2003; Nakatani ら, 2007)。1991年1月から3月までの期間, Fig. 6に示す3

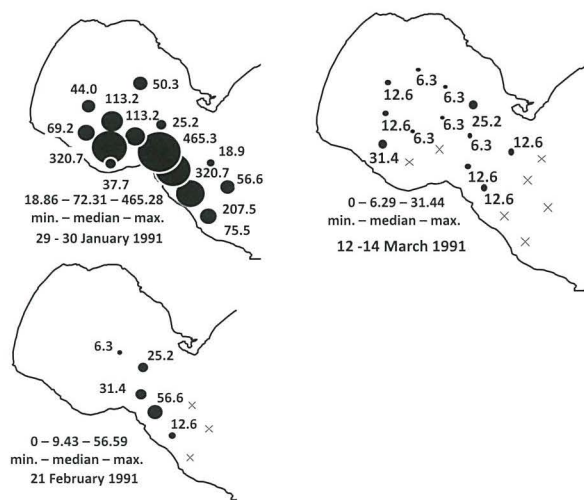


Fig. 5. Distributions of walleye pollock larvae (larvae $\cdot\text{m}^{-2}$) in winter 1991. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with a Norpac net. (from Nakatani, 1995a)

地点において水深15 mで採集された。1月から2月にかけては1月のStation Aを除き、 10 個体 $\cdot\text{L}^{-1}$ 以上の分布密度であった(Table 1)。3月には湾口部Station Bおよび湾外Station Cで減少していた。観測期間を通じて*Oithona*属(主として*O. similis*と推察される)が卓越し、次いで*Pseudocalanus* and *Metridia*(主として*P. newmanii*と推察される)が多く分布していた。

1991年級群は0才時で 3.015×10^9 個体と推定され、1991年級群は卓越年級群と判断されている。

1992年 Fig. 7およびFig. 8に1992年冬季の海況を示した。1月21-23日では、湾内は水温 $5.5-6.0^{\circ}\text{C}$ 、塩分33.6-33.8の津軽暖流水が占めていた。2月6-7日にはおよそ 5°C まで低下した。2月25-27日には水温が低下し(4.5°C 以下)、塩分から判断して津軽暖流水と沿岸親潮との混合水が湾内を占めていたものと考えられる。その後、3月17-19日には 2.5°C 台、塩分33.0台の沿岸親潮が流入し、1992年冬季、噴火湾の水塊交替は3月中旬には完了したものと考えられる。

1992年のスケトウダラ仔魚は1月に最も多く採集され、湾内中央部Station 26において最も多く採集された(Fig. 9; 169.8 個体 $\cdot\text{m}^{-2}$)。その後、2月から3月にかけてほと

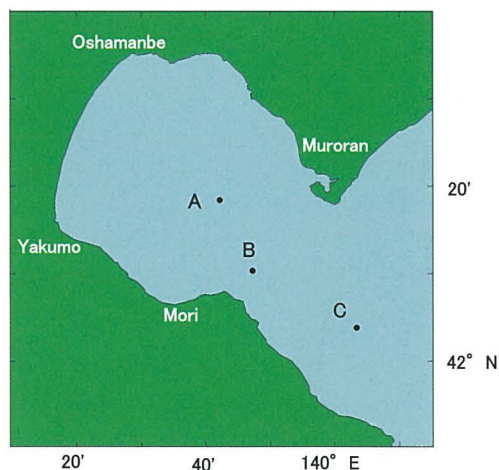


Fig. 6. Location of sampling stations of copepod nauplii in winter 1991.

Table 1. Density of copepod nauplii (nauplii $\cdot\text{L}^{-1}$) at 15m depth in winter 1991 (Nakatani, 1995a)

	29-30, January			21, February			14, March		
	Station A	Station B	Station C	Station A	Station B	Station C	Station A	Station B	Station C
<i>Acartia</i>	0	0.14	0.10	0.39	0.32	0	0.31	0.69	0.05
<i>Calanus</i>	0.30	0.38	0.26	0.27	1.49	0	1.31	0.41	0.11
<i>Paracalanus</i>	2.17	1.68	1.97	0.69	0.96	0	0.19	0.28	0.11
<i>Pseudocalanus</i> and <i>Metridia</i>	0.88	0.66	0.97	3.83	1.87	0.86	2.86	0.45	2.13
<i>Oithona</i>	4.18	8.61	8.59	12.80	13.52	11.28	7.77	2.14	5.78
<i>Oncaea</i>	0.11	0.21	0.35	0.07	0.48	0.26	0	0.06	0
others	0.16	0.05	0.45	0	0	0	0	0.10	0.06
total	7.80	11.73	12.69	18.05	18.64	12.40	12.44	4.13	8.24

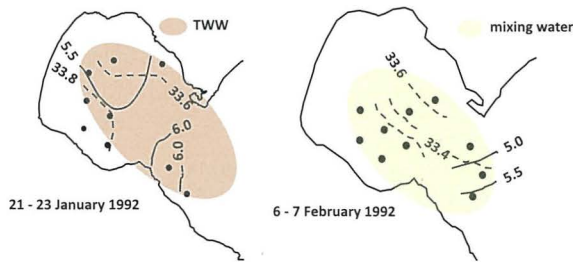


Fig. 7. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1992. (from Watanabe, 1993)

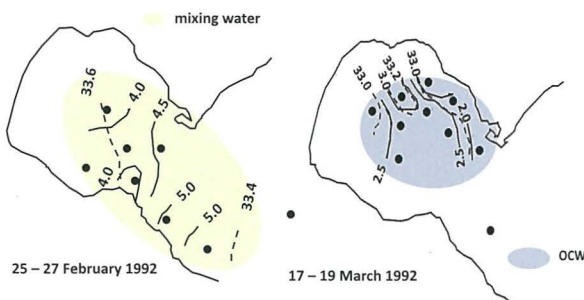


Fig. 8. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1992. (from Watanabe, 1993)

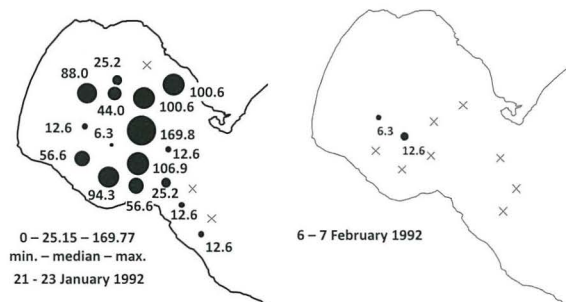


Fig. 9. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 1992. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with a Norpac net. (from Watanabe, 1993)

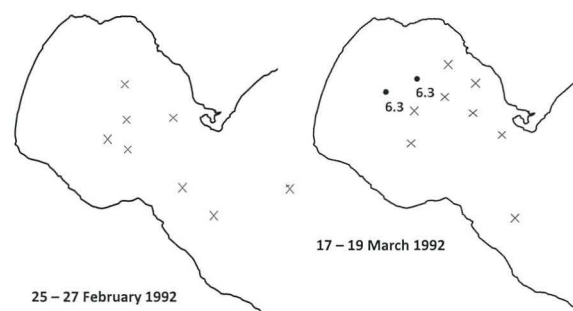


Fig. 10. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 1992. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with a Norpac net. (from Watanabe, 1993)

んど採集されなくなった (Fig. 9, 10)。

1992 年級群は 0 才時で 1.608×10^9 個体と推定されている。

1993 年 1 月は荒天のため、27-28 日の期間、湾外 Station 1 から湾内中央部 Station 30 に至る観測線上で調査を行った (Fig. 11)。湾内の水温は海底から海面まで 4.5°C 台と低く、塩分は 33.4 で、津軽暖流水と沿岸親潮との混合水が分布していたものと考えられる。2 月 15-17 日には 1 月下旬と同様、混合水が分布していた。3 月 19 日になるとすべての観測点において沿岸親潮が観測され、 $2.5-3.0^\circ\text{C}$ 、塩分 32.8-33.0 の沿岸親潮の流入が完了していた。

1993 年のスケトウダラ仔魚は 1 月下旬で最も多く、湾口部砂原沖 Station 27 で最大密度 207.5 個体 · m⁻² となっていた (Fig. 12)。その後、2 月および 3 月にはほとんど採集されなかった。

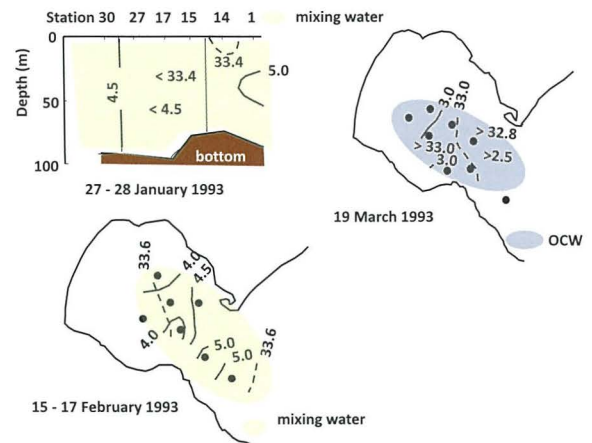


Fig. 11. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1993. (from Sugimoto, 1997)

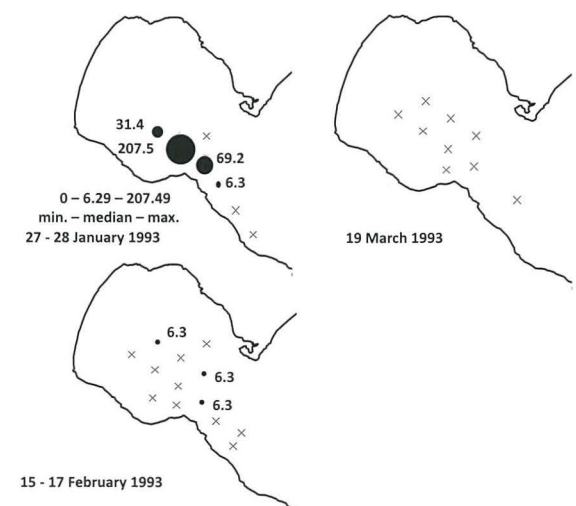


Fig. 12. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 1993. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with a Norpac net. (from Sugimoto, 1997)

1993 年冬季間のカイアシ類ノープリウスの分布密度は $3.85\text{--}7.65$ 個体・ L^{-1} で、3 月になっても増加は認められなかった (Table 2)。

1993 年級群は 0 才時で 1.777×10^9 個体と推定されている。

1994 年 この年は、北海道大学水産学部において噴火湾をモデル海域とする北大 HUBEC (Hokkaido University, Sub-arctic Ecosystem dynamics & Climate, 研究代表 島崎健二) が発足し、活発な観測が実施され、物理、化学、生物学的資料が集積された (詳しくは「平成 5 年度特定研究海洋の物理・化学環境変動と生態系の応答機構 成果報告書」(1994))。1 月 25-28 日では水温 4.5°C 前後、塩分 $33.5\text{--}33.6$ の津軽暖流水と沿岸親潮との混合水が分布していた (Fig. 13)。2 月は荒天のため、3 地点のみの観測にとどまった。湾口部から湾内中央部の 2 地点では 3.3°C 、塩分 $33.3\text{--}33.4$ の沿岸親潮の流入が認められたが、その西南西 4 海里的 Station 30 においては 3.5°C にまで冷却された津軽暖流水 (塩分 33.7) の分布が確認された。3 月 16-17 日では湾内北部に限定された観測が行われ、 $2.6\text{--}2.7^\circ\text{C}$ 、塩分 33.4 前後の沿岸親潮が観測され、この時期すでに湾内全域で沿岸親潮が占めていたものと考えられる。

スケトウダラ仔魚は 1 月下旬で多く、湾口部中央の観測点で 207.5 個体・ m^2 が得られた (Fig. 14)。2 月下旬の湾内 2 地点においても $44.0\text{--}69.2$ 個体・ m^2 の分布密度を示し、3 月においても Station 30 において 113.2 個体・ m^2 の高い値となっていた。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は 1 月下旬においても 10 個体・ L^{-1} を超えて高い値となっており、2 月から 3 月にかけて増加していた (Table 3)。

1994 年級群は 0 才時で 3.226×10^9 個体と推定されている。

1995 年 1 月 25-27 日では湾内は $6.0\text{--}7.0^\circ\text{C}$ 、塩分 33.8 の津軽暖流水に覆われていたが、湾口部室蘭沖 Station 9 には 4.2°C 、塩分 33.07 の沿岸親潮の流入が確認された (Fig. 15)。その後、2 月 15-17 日には $2.5\text{--}4.5^\circ\text{C}$ 、塩分 33.4 未満の沿岸親潮が湾内全域を占め、1995 年冬季、沿岸親潮は 2 月中旬に交代が完了したのと考えられる。3 月 23-24

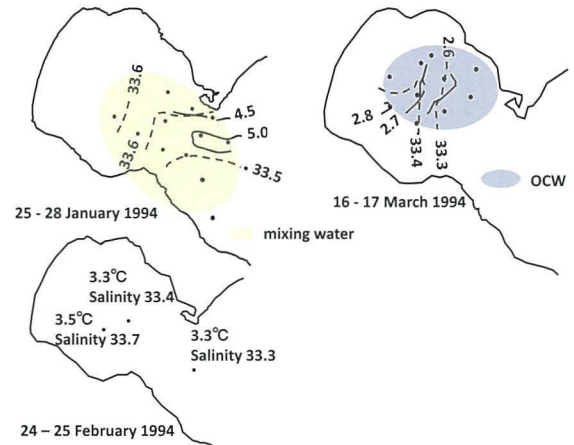


Fig. 13. Distributions of water temperature (— $^\circ\text{C}$) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1994. (from Urabe, 1997)

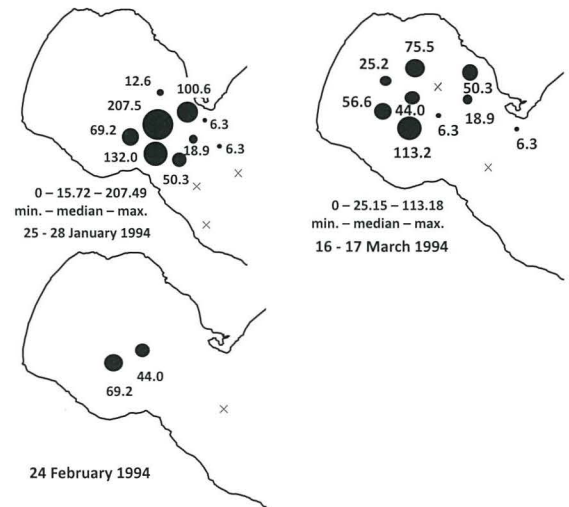


Fig. 14. Distributions of walleye pollock larvae ($\text{larvae} \cdot \text{m}^{-2}$) in winter 1994. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with a Norpac net. (from Urabe, 1995)

Table 3. Densities of copepod nauplii ($\text{nauplii} \cdot \text{L}^{-1}$) collected at 15 m depth at station 30 in winter 1994

	24, February	10, March	22, March
<i>Acartia</i>	1.35	1.18	3.16
<i>Calanus</i>	0.8	0.1	1.2
<i>Centropages</i>	0.1	0	0.6
<i>Eurytemora</i>	0	0.1	0
<i>Paracalanus</i>	0.2	0	0.45
<i>Pseudocalanus</i> and <i>Metridia</i>	3.75	6.78	15.81
<i>Tortanus</i>	0	0.1	0
<i>Oithona</i>	8.1	11.01	14.31
HARPACTICOIDA	0.1	0	0
<i>Oncaea</i>	0.1	0	0
others	0.65	1.87	1.65
total	15.15	21.14	37.2

Table 2. Densities of copepod nauplii ($\text{nauplii} \cdot \text{L}^{-1}$) collected at 15 m depth at Station 30 in winter 1993 (from Sugimoto, 1997)

	27, January	17, February	19, March
<i>Acartia</i>	0	0.05	0.85
<i>Calanus</i>	0.05	0	0
<i>Paracalanus</i>	0	0	0.10
<i>Pseudocalanus</i> and <i>Metridia</i>	0.15	0.90	3.20
<i>Oithona</i>	3.35	4.20	2.95
<i>Oncaea</i>	0	0.30	0
others	0.20	0.40	0.55
total	3.85	5.85	7.65

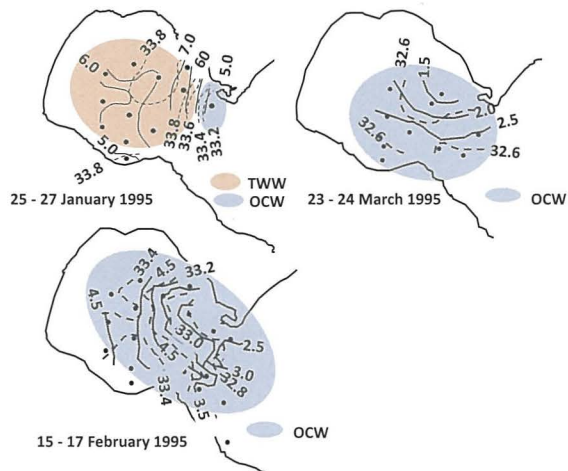


Fig. 15. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1995. (from Sugimoto, 1997)

日の沿岸親潮の水温は 1.5-2.5°C であった。

スケトウダラ仔魚は多くの年において 1 月に最も多く分布し、2 月にかけて急激に低下するが、1995 年冬季においては、2 月においても 100 個体・m⁻² 以上の分布密度となっている観測点が多くみられた (Fig. 16)。その後 3 月には分布密度が低下した。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は 1 月から 2 月にかけて 12-15 個体・L⁻¹ であり、3 月下旬には 30 個体・L⁻¹ を超える値となっていた (Table 4)。これは沿岸親潮水塊中で *P. newmanii* が増加したことによるのではないかと推察される。

1995 年級群は 0 才時で 5.414×10^9 個体と推定され、卓越年級群が発生した。

1996 年 1 月 17-24 日の期間、荒天のため湾内の調査が出来なかった (Fig. 17)。湾口部から湾外東方において 4.0-5.0°C、塩分 33.0 台の沿岸親潮の分布が確認された。2 月 13-14 日では湾内は 3.0°C 前後にまで低下し、湾内は沿岸

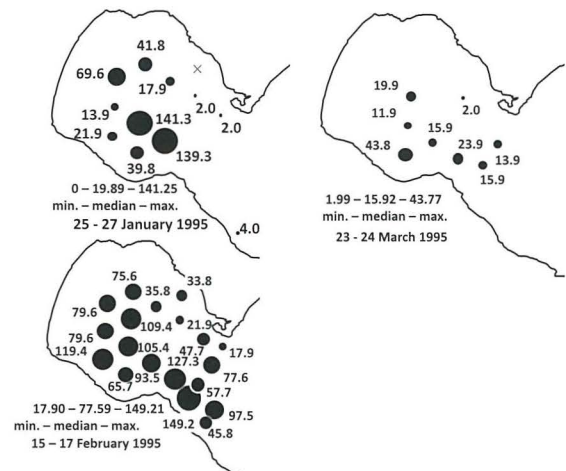


Fig. 16. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 1995. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Sugimoto, 1997)

親潮の流入が終了していた。3 月 6-11 日には苫小牧南東沖合から湾内に至る広い範囲で、北海道大学水産学部練習船おしよろ丸により調査を行った。苫小牧南方では冷水塊が観測された。湾内から湾外東方で沿岸親潮が分布し、湾内は 1.5-2.0°C まで低下していた。

スケトウダラ仔魚は、1 月において噴火湾湾口部付近の 5 地点でわずかに採集された (Fig. 18)。2 月には湾内北側で多く分布し、最大分布密度は 139.3 個体・m⁻² であった。3 月における広域調査では 2 月と比較して分布密度の低下が認められた。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は 1 月下旬から 2 月中旬では 13.8-17.2 個体・L⁻¹ で平均的な値を示したが、3 月中旬には湾内で増加した (Table 5, 22.4 個体・L⁻¹)。

1996 年級群は 0 才時で 0.930×10^9 個体で、低い値が推定された。

1997 年 1 月 20-21 日の期間、湾内は 6.0-7.0°C、塩分

Table 4. Densities of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) collected at 15 m depth at Station 30 in winter 1995 (from Sugimoto, 1997)

	1/25	2/8	2/15	2/21	3/7	3/15	3/23	3/27
<i>Acartia</i>	0	0.37	0.61	1.69	0.79	0.37	3.67	7.38
<i>Calanus</i>	0.38	0.47	0.91	0.74	0.90	0.45	0.20	0
<i>Centropages</i>	0	0	0.15	0.07	0.11	0	0	0
<i>Eucalanus</i>	0	0.05	0	0.15	0.11	0.15	0	0.55
<i>Paracalanus</i>	1.27	1.00	0.23	0.22	0.34	0.07	0.61	0.14
<i>Pseudocalanus</i> and <i>Metridia</i>	0.32	2.74	3.71	5.22	12.32	8.77	23.32	17.21
<i>Tortanus</i>	0	0	0	0.07	0	0.22	0	0
<i>Oithona</i>	9.13	6.97	8.49	7.14	6.89	6.82	8.97	9.70
<i>Corycaeus</i>	1.14	0.47	0.08	0.15	0.23	0	0	0
<i>Oncaea</i>	0	0.16	0.15	0	0	0	0	0
others	0.06	0.11	0	0	0	0.15	0.20	0.14
total	12.30	12.35	14.33	15.45	21.70	17.02	35.98	35.11

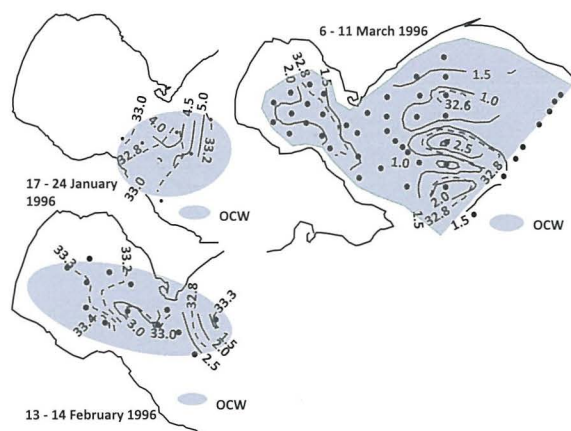


Fig. 17. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1996. (from Nagaya, 1997)

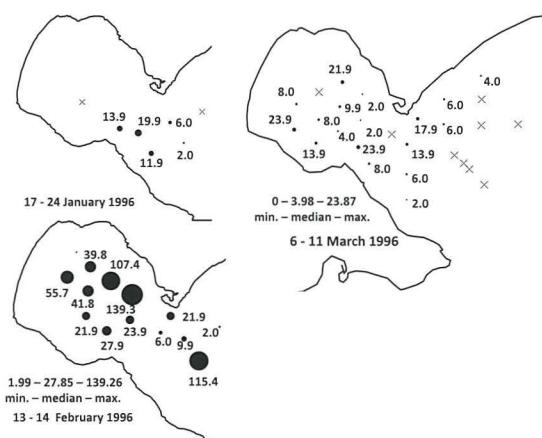


Fig. 18. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 1996. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Nagaya, 1997)

Table 5. Densities of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) collected at 15 m depth in winter 1996 (from Nagaya, 1997)

	23-24, January		13-14, February		6-11, March			
	Stn. 17	Stn. 4	Stn. 30	Stn. 4	Stn. 30	Stn. 17	Stn. 133	Stn. 111
<i>Calanus</i>	0.22	0.22	1.00	0.11	0.60	0.47	0.05	0.22
<i>Paracalanus</i>	0.11	0.17	0.37	0.05	0.60	0.26	0.05	0.05
<i>Pseudocalanus</i> and <i>Metridia</i>	1.47	2.55	5.66	3.11	6.78	5.07	3.59	2.46
<i>Oithona</i>	10.22	10.68	7.55	9.75	11.87	9.36	13.80	14.12
<i>Oncaea</i>	0.71	0.33	0.10	0.11	0.10	0.05	0.00	0.00
others	0.43	0.39	0.31	0.11	0.10	0.21	0.00	0.00
total	13.75	14.50	17.20	13.55	22.35	18.15	18.15	17.30

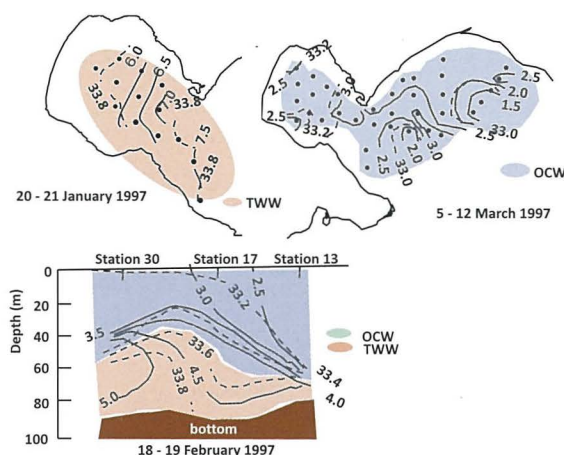


Fig. 19. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1997. (from Umezaki, 1998)

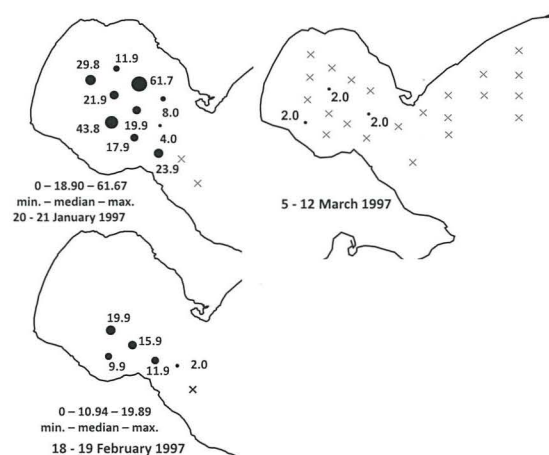


Fig. 20. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 1997. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Umezaki, 1998)

33.8 の津軽暖流水で覆われていた (Fig. 19)。2 月 18-19 日は荒天のため、湾口部 Station 13 および 17 と湾内中央の Station 30 の 3 地点のみの観測であった。この時期、水深 40 m 以浅は 3.5°C 以下、塩分 33.4 の沿岸親潮が流入し、40 m 以深は塩分 33.6 を超える津軽暖流水が分布していた。

1997 年冬季、2 月中旬には沿岸親潮の流入が完了していたものと考えられる。3 月 5-12 日は、湾外東方の二か所で 1.5-2.0°C の冷水塊が形成されていた。湾内の水温は 3.0°C 以下で、2 月中旬からほとんど変化がみられなかつ

Table 6. Densities of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) collected at 15 m depth from January to March 1997 (from Umezaki, 1998)

	20-21, January			18-19, February					6-12, March		
	Stn. 30	Stn. 17	Stn. 13	Stn. 30	Stn. 27	Stn. 17	Stn. 16	Stn. 13	Stn. 30	Stn. 17	Stn. 124
<i>Acartia</i>	0.31	0.83	0.05	0	0	0	0.34	0.06	0.05	0.11	0.15
<i>Calanus</i>	0.41	0.31	0.11	0.06	0.05	0	0.06	0.29	0	0	0.05
<i>Paracalanus</i>	1.03	0.93	0.54	0.11	0.21	0	0.40	0.06	0	0	0.21
<i>Pseudocalanus</i>	0.31	0.67	0.65	1.94	0.67	0.33	0.86	0.91	1.36	0.79	2.32
<i>Oithona</i>	6.26	6.71	7.71	3.04	2.48	0.33	2.91	3.77	0.92	2.05	4.43
<i>Oncaea</i>	0.15	0.21	0.60	0	0	0	0	0	0	0.21	0
others	1.13	0.62	0.27	0.50	0	0	0.06	0	0	0	0
total	9.71	10.26	10.32	5.64	3.40	0.66	4.62	5.08	2.34	3.15	7.16

た。塩分から判断して、3月中旬は湾内から湾外東方陸棚水域にかけて沿岸親潮に広く覆われていたものと考えられる。

スケトウダラ仔魚は1月および2月に採集されたが、最大値は1月の61.7個体・m⁻²で、平均年と比較して低い値となっていた (Fig. 20)。3月になると、広い範囲でほとんど採集されなくなった。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は1月では3地点ともにおよそ10個体・L⁻¹であったが、平均的な年と比較して2月から3月にかけて減少しており、低い分布密度が観測された (Table 6)。

1997年級群は0才時で 0.940×10^9 個体と推定され、1996年級群と同程度の値であった。

1998年 1月19-21日の期間、荒天のため湾口部 Station 15 から湾内中央部 Station 30 に至る観測線上の4地点のみの観測であった (Fig. 21)。海底付近から海面までおよそ5°C、塩分33.3で上下に均質な海洋構造となっていた。塩分から推測して、沿岸親潮がすでに流入していたのではないと思われる。沿岸親潮の平均的な水温3°Cと比較して高い値が観測された。2月16-18日は観測点すべてにおいて3.0°C台、塩分33.2台の沿岸親潮に覆われていた。3月5-13日の広域観測の結果、湾外東方陸棚水域に1.0°C

以下の親潮の分布が確認された。湾内の沿岸親潮の水温は2月中旬からさらに低下し、2°C前後となっていた。

1998年冬季のスケトウダラ仔魚は1月に多く、砂原沖渡島半島沿岸で最大値99.5個体・m⁻²となっており、2月になると減少した (Fig. 22)。3月は前年と同様、広い範囲でほとんど採集されなかった。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は1月では6-8個体・L⁻¹とやや低い値を示し、2月中旬、さらに減少したのち、3月になると湾内 Station 22, 30 および湾口部 Station 17 で高密度に回復した (Table 7)。

1998年級群は0才時で 1.199×10^9 個体と推定された。

1999年 1月25-29日は荒天により、湾外臼尻沖から湾内 Station 30 に至る観測線上で調査を行った (Fig. 23)。湾内は水温およそ4.5°C、塩分33.4台の津軽暖流水と沿岸親潮との混合水が占めており、上下に均質な海洋構造となっていた。2月15-16日には塩分にほとんど変化が認められず、混合水が占めていたが、水温はおよそ3.0°Cに低下した。3月8-15日の広域調査では、1999年においても湾外東方陸棚域に3°C以下の冷水域が観測された。湾内

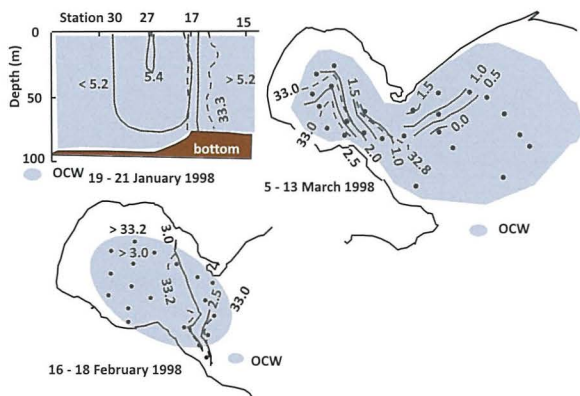


Fig. 21. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1996. (from Ide, 1999)

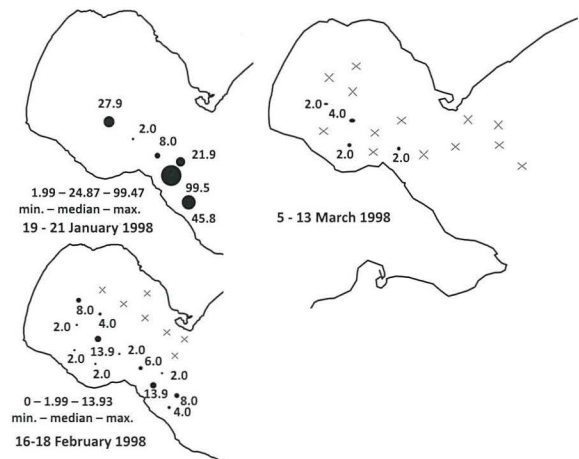


Fig. 22. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 1998. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Ide, 1999)

Table 7. Densities of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) collected at 15 m depth in winter 1998 (from Ide, 1999)

	19-21, January			16-18, February				5-13, March					
	Stn. 30	Stn. 17	Stn. 14	Stn. 30	Stn. 17	Stn. 14	Stn. 22	Stn. 8	Stn. 30	Stn. 17	Stn. 22	Stn. 132	Stn. E-16
<i>Acartia</i>	0.06	0	0.11	0.06	0.06	0.17	0	0.11	0.76	1.24	5.64	1.98	0.66
<i>Calanus</i>	0	0	0.11	0	0	0.11	0	0.06	0.25	0	0	0	0.44
<i>Metridia</i>	0	0	0	0.06	0	0.11	0.16	0	0	0	0	0.12	0.44
<i>Paracalanus</i>	0.28	0.36	0.48	0.06	0	0	0.06	0	0	0	2.42	0.37	0.22
<i>Pseudocalanus</i>	0.34	0.42	0.59	0.69	0.70	0.89	0.11	0.38	5.17	3.62	1.88	5.21	8.12
<i>Tortanus</i>	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oithona</i>	5.09	5.05	6.56	3.28	3.08	3.33	1.55	2.18	8.20	12.10	15.31	6.57	19.32
<i>Microsetella</i>	0	0	0.05	0	0.12	0.06	0.05	0	0	0	0	0	0
<i>Corycaeus</i>	0.22	0.36	0	0.12	0	0	0	0	0.00	0.10	0.00	0.00	0.22
<i>Oncaea</i>	0.00	0.16	0.32	0	0.12	0.11	0.05	0	0	0.10	0	0	0
others	0.06	0.05	0	0.06	0	0	0	0	0	0.10	0	0.12	0
total	6.05	6.40	8.28	4.32	4.07	4.78	1.98	2.95	14.38	17.26	25.25	14.38	29.42

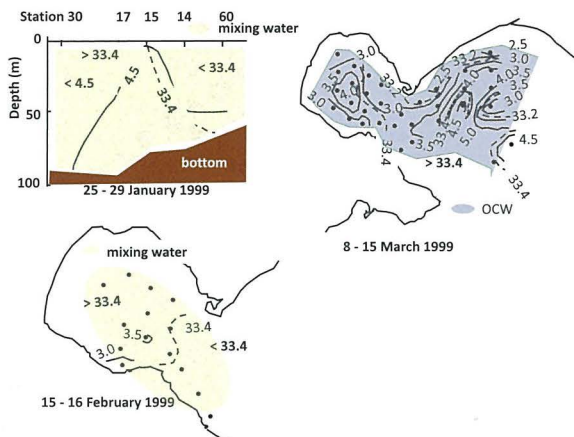


Fig. 23. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 1999. (from Ohnishi, 2000)

は 3.0-4.0°C, 塩分 33.4 の沿岸親潮が分布し, 津軽暖流水との水塊交替が完了していた。

1999 年のスケトウダラ仔魚は 1 月に湾内中央 Station 30 で最大値 179.0 個体 · m⁻² が得られた (Fig. 24)。その後 2 月にかけて 100 個体 · m⁻² を超える分布密度が観測され, 3 月においても湾内で仔魚が採集された。

1999 年 1-2 月の湾内 Station 30 では, カイアシ類ノープリウスの分布密度は 7.1-7.5 個体 · L⁻¹ と低い値で, 3 月になるとさらに低くなった (2.5 個体 · L⁻¹, Table 8)。

1999 年級群は 0 才時で 1.356×10^9 個体と推定された。

2000 年 1 月 17-19 日, 湾内西方は 6.3°C, 塩分 33.65-33.68 の津軽暖流水が占めていたが, 湾口部北東室蘭沖 Station 8 では 4.7°C, 塩分 33.11 の沿岸親潮が観測された (Fig. 25)。湾口部中央から湾内北西方向にかけては両水塊の混合水が分布していた。2 月 16-18 日になると, 湾内は 2.0-2.5°C, 塩分 32.8 の沿岸親潮が占めており, この時期すでに水塊交替が終了していたものと考えられる。3 月 11-15

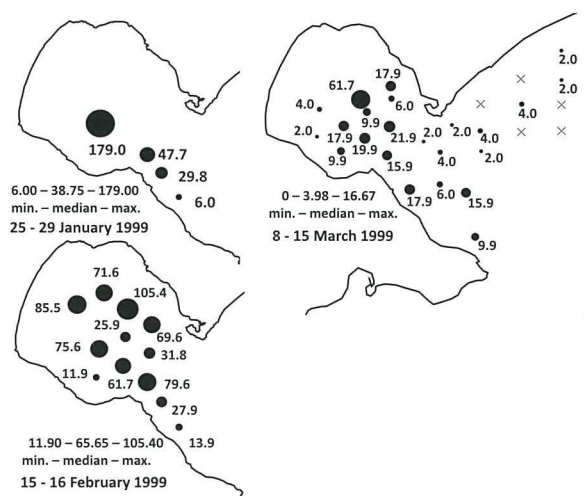


Fig. 24. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 1999. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Ohnishi, 2000)

Table 8. Densities of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) collected at 15 m depth of Station 30 from January to April 1999 (from Ohnishi, 2000)

	23, January	15, February	11, March	21, April
<i>Acartia</i>	0	0	0	9.8
<i>Paracalanus</i>	0.6	0.1	0.1	0
<i>Pseudocalanus</i>	0.7	0.9	2.0	6.9
<i>Oithona</i>	5.6	6.0	0.3	20.3
<i>Microsetella</i>	0.2	0	0	0
<i>Oncaea</i>	0.4	0	0	0
others	0.1	0.1	0.1	0
total	7.5	7.1	2.5	37.0

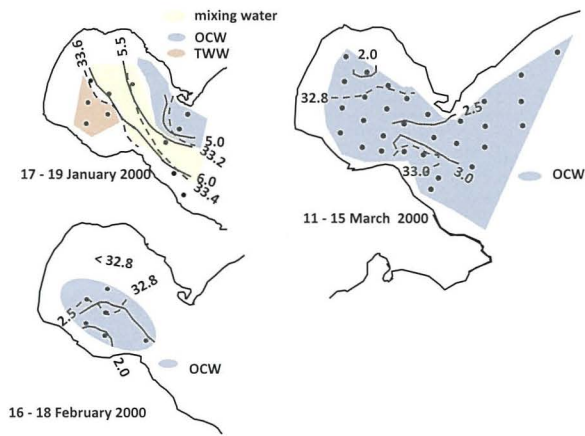


Fig. 25. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2000. (from Naganuma, 2001, Obara, 2001)

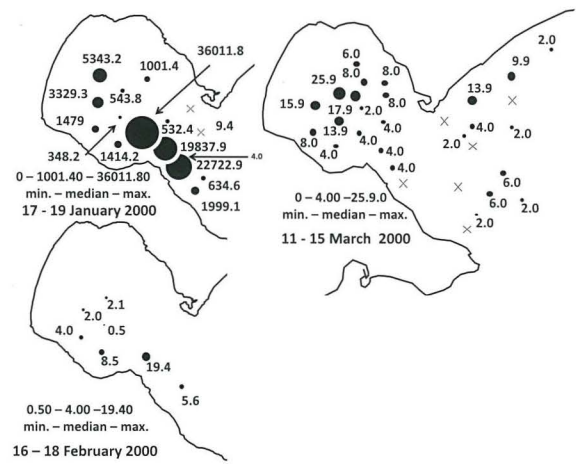


Fig. 26. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2000. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Obara, 2001)

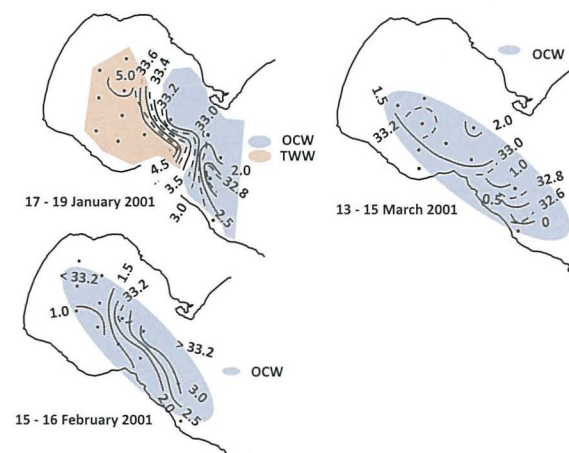


Fig. 27. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2001. (from Ohshima, 2002, Sasaki, 2002)

日の広域観測で、2000年は湾外東方陸棚域の冷水塊は観測されなかった。観測が行われたすべての地点で2.0-3.0°C、塩分32.8-33.0の沿岸親潮が分布していた。

2000年のスケトウダラ仔魚の分布密度は1月においてこれまでに見られなかった非常に高密度を示した (Fig. 26)。最大値は森北東沖 Station 27 において 36,012 個体 · m⁻² となっていた。これは卓越年級群となった1995年級群が産卵群に加入したことによってもたらされたものと考えられる。その後仔魚の分布密度は2月から3月にかけて急激に減少した。

2000年冬季のカイアシ類ノープリウスの分布密度は湾内中央 Station 30 においてのみ検鏡され、1月は11.9 個体 · L⁻¹、2月には25.4 個体 · L⁻¹に増加し、さらに3月には35.8 個体 · L⁻¹に達した。

2000年級群は0才時で 2.798×10^9 個体と推定された。

2001年 Fig. 27 に2001年冬季、水深15 mの海況を示

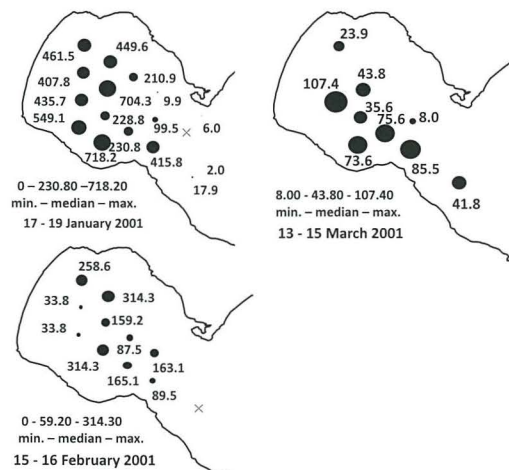


Fig. 28. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2001. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Sasaki, 2002)

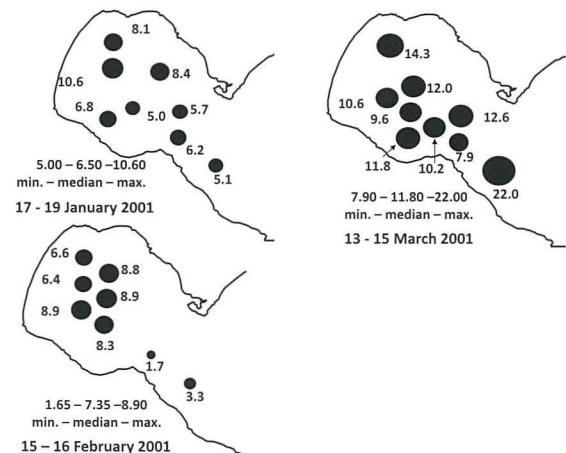


Fig. 29. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) in winter 2001. Samples were collected at 15 m depth. (from Ohshima, 2002)

した。1月17-19日は湾口部中央から湾内西方は4.5°C台、塩分33.6以上の津軽暖流水が占めていた。一方、湾口部から湾内北東部および室蘭沖には塩分33.2未満の沿岸親潮(水温3.5°C以下)が流入しており、湾内に顕著な前線が形成されていた。2月15-16日は沿岸親潮が湾内全域に分布し、津軽暖流水との交替が終了し、湾内西方には1.0°C以下の冷水域がみられた。3月13-15日の観測にお

いても沿岸親潮の分布が認められ、湾内は1.5-2.0°Cで、2001年は顕著な冷水年であったものと考えられる。

スケトウダラ仔魚は1月、2月ともに分布密度は高く、1月は3地点で500個体・m²を超える値となっていた(マークのサイズが異なっている; Fig. 28)。その後、3月においても比較的高い分布密度が得られた。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は1月では10個体・

Table 9. Densities of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) collected at 15 m depth in winter 2001

17-19, January									
	Stn. 13	Stn. 17	Stn. 18	Stn. 23	Stn. 25	Stn. 30	Stn. 31	Stn. 36	
<i>Acartia</i>	0.20	0.40	0.10	0.60	0.00	0.00	0.20	0.10	
<i>Calanus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	
<i>Mesocalanus</i>	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Microcalanus</i>	0.00	0.10	0.00	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	
※ P & C	0.20	0.10	0.00	1.00	0.30	0.50	1.10	0.70	
<i>Pseudocalanus</i>	0.60	0.00	0.70	0.00	0.40	0.00	0.00	0.30	
<i>Oithona</i>	4.10	5.60	4.60	8.40	7.60	4.50	5.20	6.30	
<i>Microsetella</i>	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Corycaeus</i>	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.40	
<i>Oncaea</i>	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.10	0.20	
unidentified nauplii	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	
total	4.70	5.60	5.50	8.80	8.00	4.50	5.40	7.20	
15-16, February									
	Stn. 13	Stn. 17	Stn. 22	Stn. 23	Stn. 24	Stn. 30	Stn. 33	Stn. 36	
<i>Acartia</i>	0.00	0.00	0.00	0.30	0.10	0.10	0.10	0.20	
<i>Calanus</i>	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	
<i>Mesocalanus</i>	0.15	0.00	0.20	0.10	0.00	0.30	0.10	0.00	
<i>Metridia</i>	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	
<i>Microcalanus</i>	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	
※ P & C	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	
<i>Pseudocalanus</i>	0.30	0.50	2.00	1.40	2.40	1.70	1.70	0.85	
<i>Tortanus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	
<i>Oithona</i>	2.55	1.10	6.50	4.30	6.30	6.00	6.40	4.30	
<i>Oncaea</i>	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
unidentified nauplii	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	
total	2.90	1.65	8.50	5.70	8.70	7.80	8.20	5.25	
13-15, March									
	Stn. 13	Stn. 17	Stn. 18	Stn. 24	Stn. 27	Stn. 29	Stn. 30	Stn. 33	Stn. 36
<i>Acartia</i>	1.80	0.50	0.40	0.40	0.93	1.80	1.87	2.60	0.86
<i>Calanus</i>	0.20	0.00	0.00	0.00	0.21	0.20	0.00	0.00	0.00
<i>Metridia</i>	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Mesocalanus</i>	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudocalanus</i>	9.80	2.20	2.80	5.00	3.30	3.60	3.75	1.80	5.15
<i>Oithona</i>	9.40	5.20	9.40	6.20	5.77	6.20	3.98	6.20	8.29
unidentified nauplii	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
total	22.00	7.90	12.60	12.00	10.21	11.80	9.60	10.60	14.30

※ P & C: *Paracalanus* and *Clausocalanus*

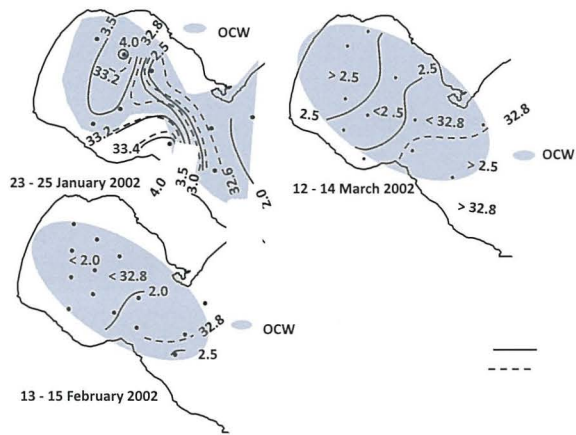


Fig. 30. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2002. (from Yoshida, 2003)

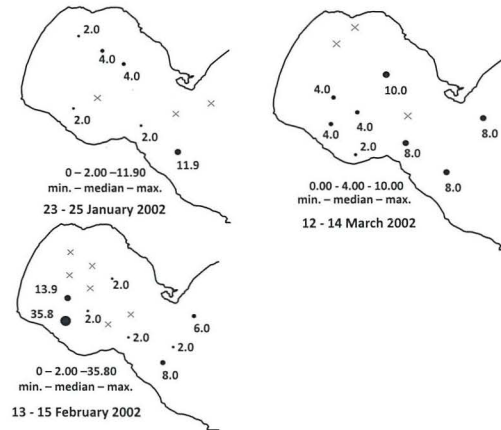


Fig. 31. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2002. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Yoshida, 2003)

Table 10. Densities of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) collected at 15 m depth in winter 2002 (from Yoshida)

	23-25, January					
	Stn. 7	Stn. 10	Stn. 13	Stn. 17	Stn. 22	Stn. 31
<i>Acartia</i>	0.20	0.20	0.20	0.18	0.14	0.18
<i>Calanus</i>	0.00	0.61	0.61	0.09	0.00	0.00
<i>Centropages</i>	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Metridia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
<i>Pseudocalanus</i>	3.46	2.24	3.86	0.72	1.36	1.26
<i>Oithona</i>	6.50	7.93	7.72	3.61	8.40	3.79
<i>Oncaea</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00
total	10.16	11.18	12.40	4.61	10.16	5.33

	13-15, February										
	Stn. 7	Stn. 12	Stn. 13	Stn. 17	Stn. 18	Stn. 22	Stn. 23	Stn. 25	Stn. 27	Stn. 31	Stn. 33
<i>Acartia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Calanus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Metridia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.16	0.16	0.00
<i>Pseudocalanus</i>	2.03	0.54	0.20	0.18	3.66	1.52	1.32	6.71	1.95	3.74	3.25
<i>Oithona</i>	8.54	4.34	4.88	4.61	8.94	6.71	3.76	5.69	7.32	4.72	7.52
<i>Oncaea</i>	0.20	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
total	10.77	4.88	5.18	4.79	12.60	8.43	5.08	12.40	9.43	8.62	10.98

	12-14, March							
	Stn. 7	Stn. 13	Stn. 17	Stn. 18	Stn. 30	Stn. 31	Stn. 33	Stn. 55
<i>Acartia</i>	2.85	0.00	0.00	8.13	1.63	0.00	1.63	1.22
<i>Calanus</i>	0.41	0.54	0.00	0.81	1.63	0.00	2.44	0.00
<i>Metridia</i>	0.41	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	4.07	0.00
<i>Paracalanus</i>	2.03	0.00	0.54	2.44	0.00	0.54	0.00	0.41
<i>Pseudocalanus</i>	24.39	6.50	19.51	30.08	28.46	8.40	35.77	20.33
<i>Oithona</i>	6.50	6.78	7.59	27.64	8.13	4.34	4.88	5.28
<i>Microsetella</i>	0.00	1.08	0.54	0.00	0.81	0.27	0.81	1.22
total	36.59	14.91	28.73	69.11	40.65	13.55	49.59	28.46

L^{-1} を超える観測点はほとんどなく、2月にかけてこの分布状態が継続した (Fig. 29)。3月になると多くの地点では10個体・ L^{-1} となり、湾外渡島半島沿岸部では最大値22.0個体・ L^{-1} となっていた。この観測点では *Oithona* 属と *Pseudocalanus* 属がともに9個体・ L^{-1} が超える値で卓越していた (Table 9)。

2001年級群は0才時で 1.660×10^9 個体と推定された。

2002年 1月23-25日の観測結果より、本年の沿岸親潮の湾内への早い流入が観測された (Fig. 30)。すなわち、湾内は2.4-4.1°C、塩分32.8-33.3の沿岸親潮が流入しており、湾口部南東から湾内北西方向に前線が形成されていた。2001年に続き、2002年においても1月中旬の平年に比べて早い時期に沿岸親潮による水塊交替が観測された。2月から3月にかけて湾内は沿岸親潮により占められており、水温は2.0-2.5°Cであった。

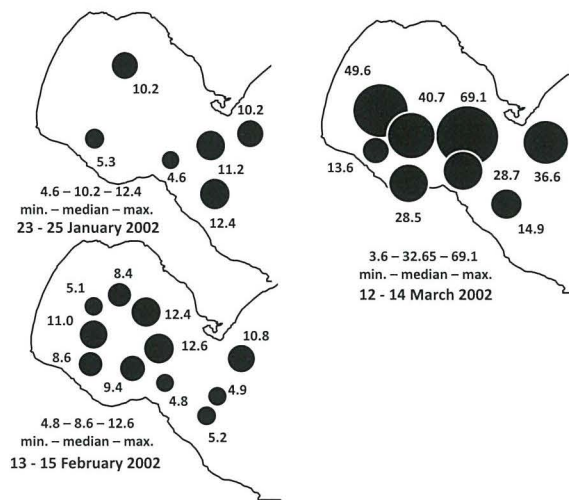


Fig. 32. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L^{-1}) in winter 2002. Samples were collected at 15 m depth. (from Yoshida, 2003)

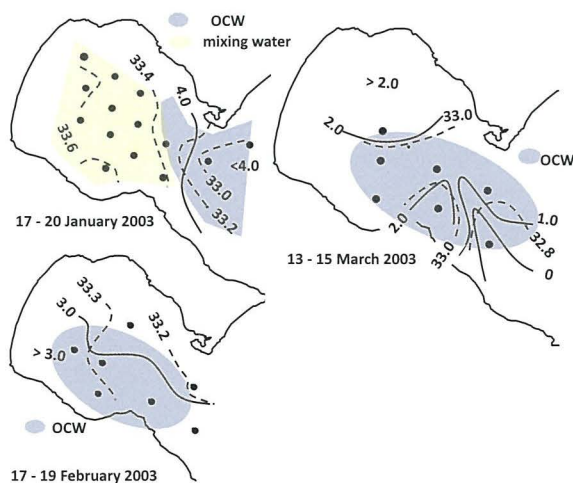


Fig. 33. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2003. (from Shirakawa, 2004, Yamamoto, 2004)

1月および2月のスケトウダラ仔魚の分布密度は平均年と比較して著しく低い値となっており、その中では2月の湾内 Station 31 で最大値35.8個体・ m^{-2} が得られた (Fig. 31)。その後、3月においてもほとんど採集されなかった。

1月および2月のカイアシ類ノープリウスの分布密度は平均的な値であり、およそ5-10個体・ L^{-1} であったが、3月には著しく増加し、湾口部中央付近では最大69個体・ L^{-1} に達した (Table 10, Fig. 32)。

2002年級群は0才時で 1.070×10^9 個体と推定された。

2003年 1月17-20日の観測では、湾内はおよそ4.0°C、塩分33.4-33.6の水塊が分布しており、津軽暖流水および津軽暖流水と沿岸親潮との混合水であると判断された (Fig. 33)。一方、湾口部から湾外東方には3.5°C、塩分33.0

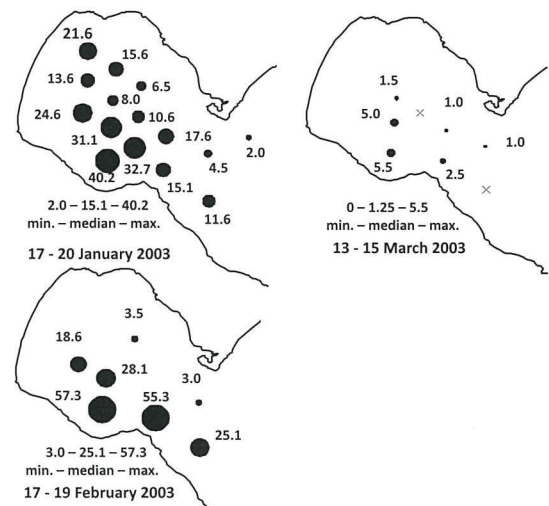


Fig. 34. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m^{-2}) in winter 2003. Samples were collected by vertical hauls from the bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Yamamoto, 2004)

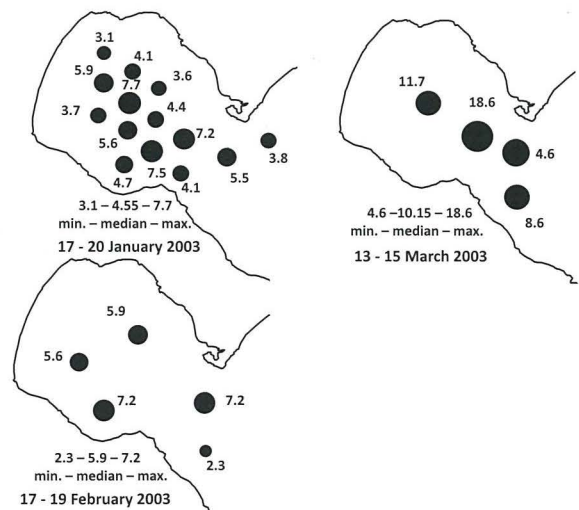


Fig. 35. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L^{-1}) in winter 2003. Samples were collected at 15 m depth. (from Yamamoto, 2004)

の沿岸親潮が観測された。2月17-19日では3.0°C, 塩分33.3前後の沿岸親潮の流入が確認され, この時期すでに湾内における沿岸親潮の流入が終了していたものと考えられる。その後, 3月13-15日になると沿岸親潮の水温はおよそ2.0°Cまで低下していた。

スケトウダラ仔魚は1月から2月にかけて多く分布し, 2月において最大値57.3個体・m⁻²が観測された(Fig. 34)。3月には多く分布していた地点においても5.5個体・m⁻²

と低い値になっていた。

カイアシ類ノープリウスの水平分布は, 1月および2月ではおよそ5個体・L⁻¹と低い値であり, 例年3月に見られる顕著な増加は認められなかった(Table 11, Fig. 35)。

2003年級群は0才時で1.919×10⁹個体と推定された。

2004年 本年冬季は2月13-15日のみ, CTDによる観測を行った(Fig. 36)。湾口部から湾内中央部にかけて4.0-5.0°C, 塩分33.4-33.6の水塊が占めていた。塩分から判断

Table 11. Densities of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) collected at 15 m depth in winter 2003 (from Yamamoto)

17-20, January														
	Stn. 7	Stn. 10	Stn. 17	Stn. 18	Stn. 22	Stn. 23	Stn. 24	Stn. 25	Stn. 26	Stn. 27	Stn. 29	Stn. 30	Stn. 33	Stn. 36
<i>Acartia</i>	0.06	0.21	0.09	0.58	0.21	0.40	1.07	0.14	0.30	0.44	0.92	0.31	0.18	0.06
<i>Calanus</i>	0	0	0.09	0	0	0.08	0.31	0.21	0.20	0.11	0.18	0.10	0.18	0.06
<i>Mesocalanus</i>	0	0.11	0	0	0.10	0.08	0	0.14	0	0.11	0	0	0.09	0
<i>Metridia</i>	0	0	0	0	0	0	0.15	0	0	0	0.06	0.31	0	0
<i>Paracalanus</i>	0	0.11	0	0	0	0	0.15	0	0.20	0.11	0.06	0.10	0	0
<i>Pseudocalanus</i>	0.51	0.95	0.37	0.58	0.21	0.40	0.61	0.63	0.30	0.78	0.43	0.81	0.54	0.24
<i>Tortanus</i>	0	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oithona</i>	3.11	4.02	3.41	5.92	3.09	4.81	5.36	3.00	4.26	5.67	3.00	3.67	2.71	2.56
<i>Microsetella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	0	0
<i>Corycaeus</i>	0	0	0	0	0	0.08	0	0	0.10	0.11	0	0	0	0
<i>Oncaea</i>	0.06	0.11	0.09	0	0	0	0	0.14	0	0.11	0	0.20	0	0.12
total	3.75	5.50	4.05	7.15	3.60	5.85	7.65	4.25	5.35	7.45	4.65	5.60	3.70	3.05

17-19, February					
	Stn. 10	Stn. 13	Stn. 25	Stn. 29	Stn. 33
<i>Acartia</i>	1.24	0.05	0.13	0.28	0.41
<i>Calanus</i>	0.41	0	0.26	0.14	0.27
<i>Mesocalanus</i>	0.41	0	0	0	0
<i>Metridia</i>	0.14	0	0.13	0	0
<i>Paracalanus</i>	0	0	0.13	0	0
<i>Pseudocalanus</i>	1.65	0.40	1.43	1.27	0.68
<i>Oithona</i>	3.30	1.80	3.77	5.36	4.23
<i>Corycaeus</i>	0	0	0	0.14	0
total	7.15	2.25	5.85	7.20	5.60

13-15, March				
	Stn. 10	Stn. 13	Stn. 18	Stn. 24
<i>Acartia</i>	3.77	0.55	0.42	2.21
<i>Calanus</i>	0.81	0.28	0.21	0.47
<i>Mesocalanus</i>	0.54	0	0.42	0
<i>Metridia</i>	0.27	0	0	0.32
<i>Paracalanus</i>	0	0.28	0	0.63
<i>Pseudocalanus</i>	3.77	2.50	9.51	3.64
<i>Oithona</i>	4.58	8.60	8.03	4.27
<i>Oncaea</i>	0	0	0	0.16
total	13.75	12.20	18.60	11.70

して、津軽暖流水と沿岸親潮の混合水であろうと推察される。一方湾外東方には4.0°C未満、塩分33.0未満の沿岸親潮が確認された。

2004年級群は0才時で 1.260×10^9 個体と推定された。

2005年 前年同様、2月16-17日にCTD観測のみ実施した(Fig. 37)。調査地点間で水温・塩分ともに変化が小さかったため、直接数値を記入した。水温3.5-4.2°C、塩分33.6前後で、津軽暖流水と思われるが、一部で沿岸親潮との混合が開始されたことによる塩分低下が観測された。

2005年級群は0才時で 5.383×10^9 個体で卓越年級群が発生したものと考えられる。

2006年 本年は1月25日に湾外白尻沖 Station 1と1月27日に湾内 Station 30においてCTD観測のみ行った。水深15mの観測値は Station 30で3.8°C、塩分33.29、Station 1では3.8°C、塩分33.29の沿岸親潮が分布していた。流入時期は平均年と比較して早かったものと推定される。2月15-16日の観測では、湾内において3.0°C、塩分33.4の沿岸親潮が観測された(Fig. 38)。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は1月および2月において合計湾内7地点で調査を行った結果、観測点間で変動は小さく、およそ10個体・L⁻¹であった。

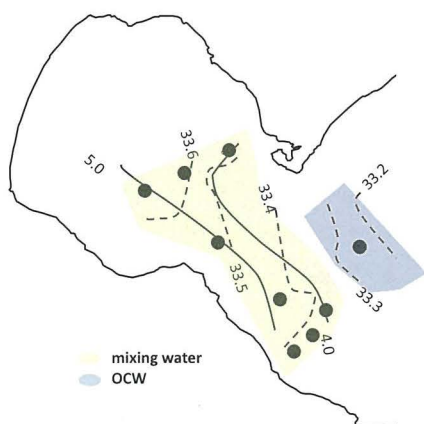


Fig. 36. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth during 13-17 February 2004. (from Koyama, 2006)

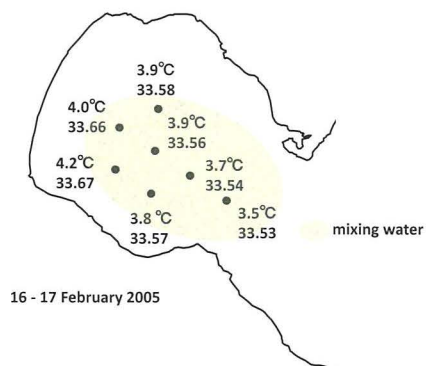


Fig. 37. Distributions of water temperature and salinity at 15 m depth during 16-17 February 2005.

2006年級群は0歳時で 1.770×10^9 個体であった。

2007年 1月17-18日、湾内および湾口部においては6.1-6.9°C、塩分33.6の津軽暖流水が分布していた(Fig. 39)。2月下旬から3月上旬は水温4.0-4.5°C、塩分は33.4

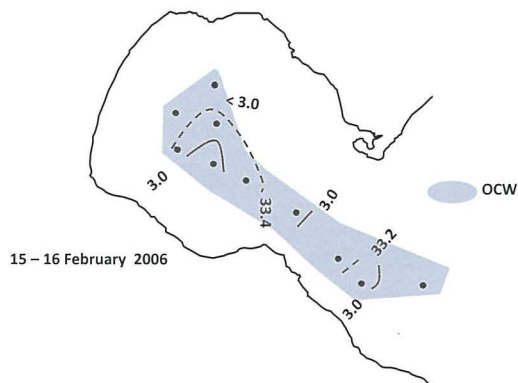


Fig. 38. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth during 15-16 February 2006.

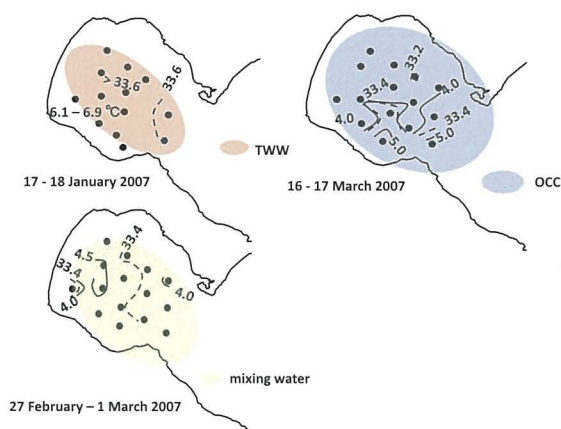


Fig. 39. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2007.

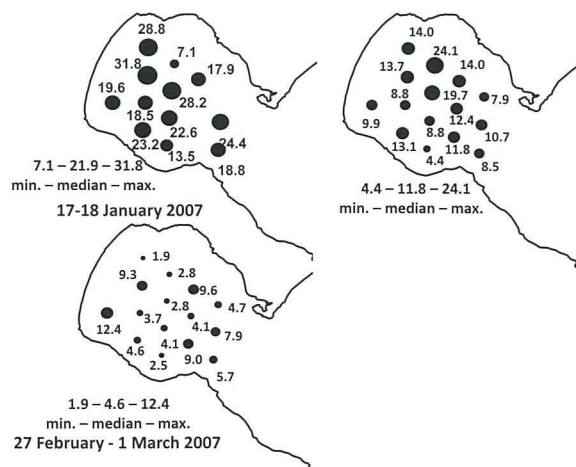


Fig. 40. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) in winter 2007. Samples were collected at 15 m depth.

の津軽暖流水と沿岸親潮との混合水が観測された。3月16-17日になると湾内は4.0°C以下、塩分33.4以下の沿岸親潮が流入していた。2007年の沿岸親潮流入時期は平均的で、3月中旬であると判断された。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は、1月では20個体・L⁻¹以上の地点が多く、平均年と比較して高い値が観測された(Fig. 40)。2月では湾内で10-14個体・L⁻¹の地点がみられたが、そのほかの地点は5個体・L⁻¹以下であった。3月になると多くの地点で10個体・L⁻¹以上に増加し、20個体・L⁻¹以上の地点もみられた。

2007年級群は0歳時で 3.215×10^9 個体であった。

2008年 1月23日に湾内4地点で観測を行った(Fig. 41)。湾内は水温5.5-5.9°C、塩分33.8-34.0の津軽暖流水が占めていた。2月4-5日では5°C、塩分33.8の値が観測され、津軽暖流水が1月から継続して分布しているものと考えられる。2月22日になるとおよそ3.5°C、塩分33.5-33.7に低下したことから、沿岸親潮との混合が開始されたものと考えられる。3月5-6日には湾内は3.0°C前後に低下し、塩分から判断して、津軽暖流水と沿岸親潮との

混合水分布していたものと考えられる(Fig. 42)。一方、室蘭西方には3.0°C、塩分33.4以下の沿岸親潮の流入が確認された。3月19日になると、湾内は3°C、塩分33.1-33.3の沿岸親潮が占めていた。

スケトウダラ仔魚は1月下旬にはほとんど採集されなかったが、2月上旬には著しく増加し、湾口部中央で最大値261.8個体・m⁻²を記録した(Fig. 43)。その後、2月下旬、3月上旬および中旬においておよそ10-30個体・m⁻²の分布密度を示した(Fig. 44)。

カイアシ類ノープリウスは1月下旬と2月上旬においておよそ10-15個体・L⁻¹の分布密度を示した(Fig. 45)。2月下旬にはおよそ20個体・L⁻¹まで増加し、3月中旬においても顕著な変化は認められなかった(Fig. 46)。

2008年級群は0歳時で 1.828×10^9 個体であった。

2009年 1月17日、湾内は5.5-6.0°C、塩分33.8前後の津軽暖流水が占めていた(Fig. 47)。1月26-27日においても水温は5.0°Cに低下したが、依然として津軽暖流水が滞

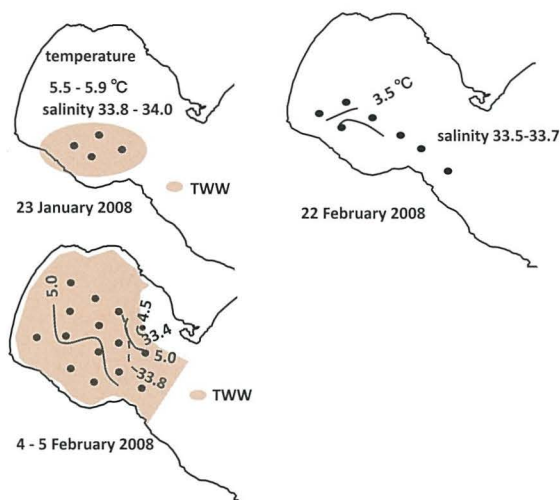


Fig. 41. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2008. (from Kano, 2012)

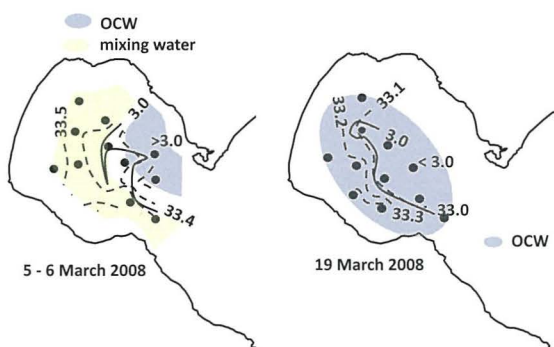


Fig. 42. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2008. (from Kano, 2012)

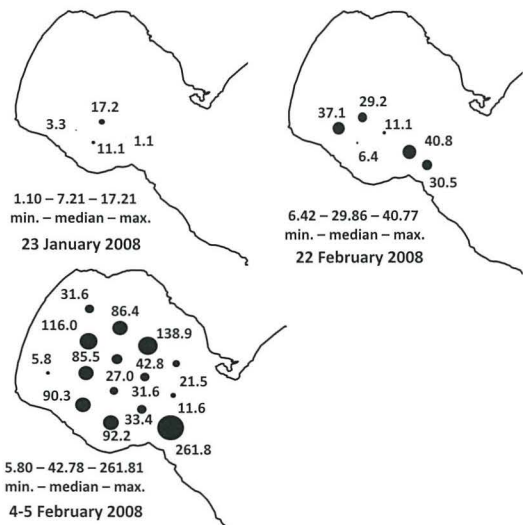


Fig. 43. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2008. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Kano, 2012)

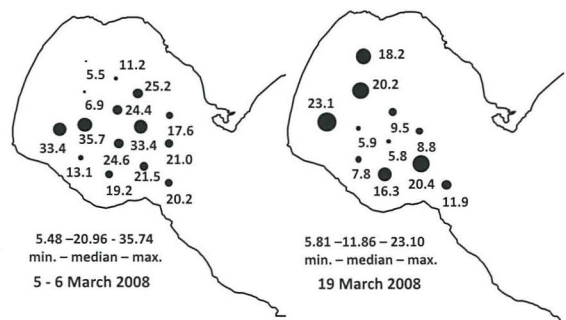


Fig. 44. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2008. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Kano, 2012)

留していた。2 月 10-11 日になると 4.0°C、塩分 33.4 の津軽暖流水と沿岸親潮の混合水に変質した。2 月 23-25 日では室蘭西方沖に 3°C、塩分 33.2 の沿岸親潮が流入し始め

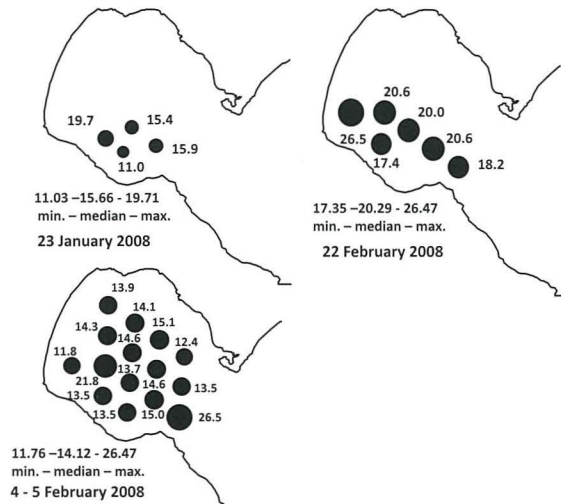


Fig. 45. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) in winter 2008. Samples were collected at 15 m depth. (from Kano, 2012)

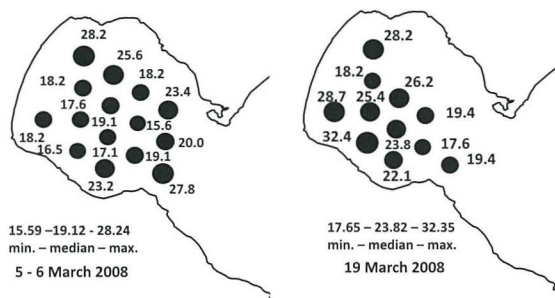


Fig. 46. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) in winter 2008. Samples were collected at 15 m depth. (from Kano, 2012)

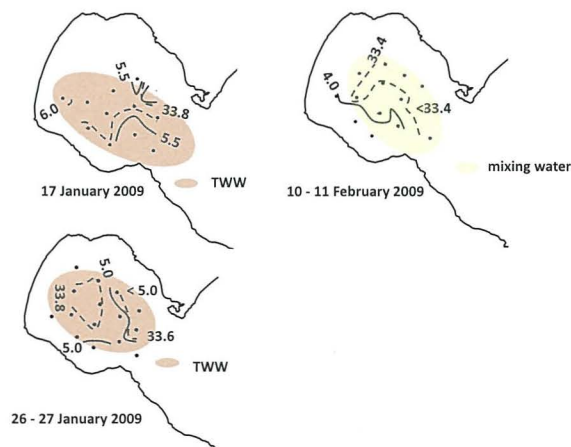


Fig. 47. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2009. (from Fukui, 2010, Kano, 2012)

ていた (Fig. 48)。3 月 12 日は湾内 4 地点のみの観測であり、沿岸親潮の挙動は観測できなかったが、混合水を示す塩分が観測された。2009 年冬季の沿岸親潮の流入完了時期は平均年と比較して遅く、3 月中旬以降であったものと思われる。

スケトウダラ仔魚は 2000 年と同じように卓越年級群の 2005 年級群が 4 才で加入してきたため、1 月中旬から 2 月下旬までの 4 回の調査において分布密度が著しく高く、

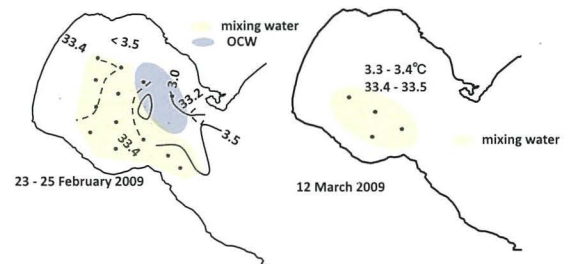


Fig. 48. Distributions of water temperature (—°C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2009. (from Fukui, 2010, Kano, 2012)

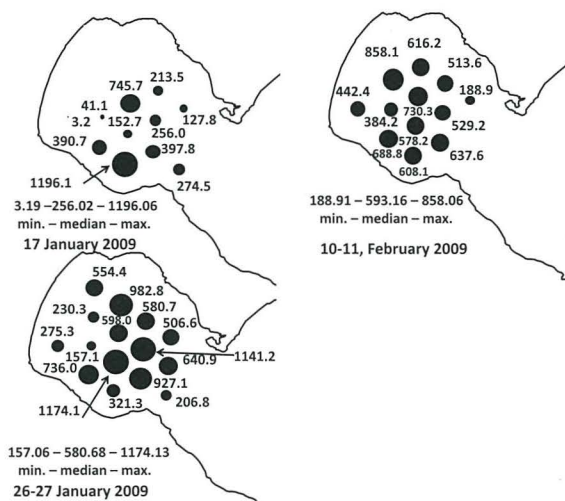


Fig. 49. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2008. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Kano, 2012)

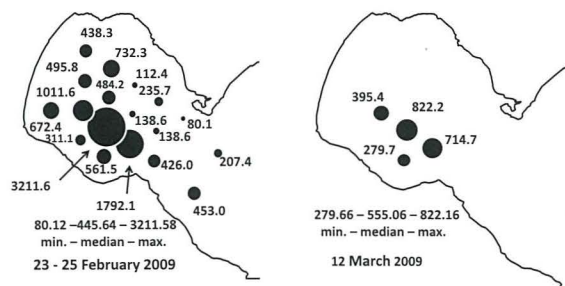


Fig. 50. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2008. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Kano, 2012)

3月中旬においても280-822個体・m²の高い値が観測された(Fig. 49, 50)。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は1月中旬においてほとんどの観測地点で10個体・L⁻¹を超えており、1月下旬から3月中旬にかけて分布密度は顕著な変化が認められなかった(Fig. 51, 52)。

2009年級群は0歳時で 2.325×10^9 個体であった。

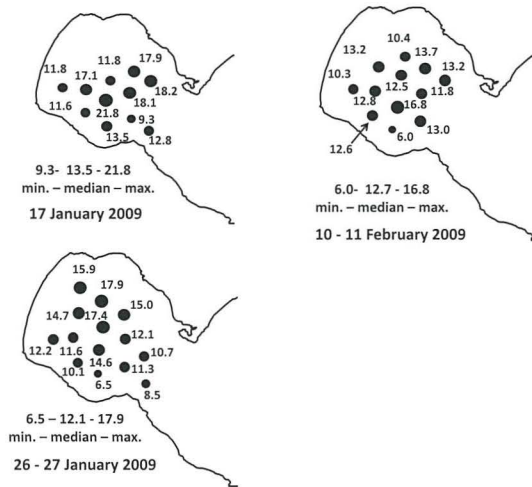


Fig. 51. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) in winter 2009. Samples were collected at 15 m depth. (from Fukui, 2010, Kano, 2012)

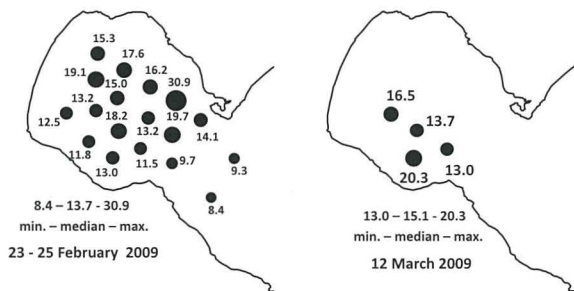


Fig. 52. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) in winter 2009. Samples were collected at 15 m depth. (from Fukui, 2010, Kano, 2012)

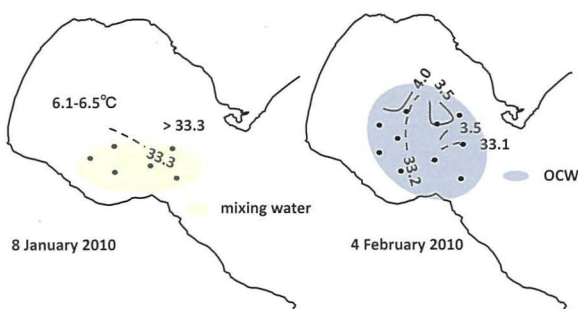


Fig. 53. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (-----) at 15 m depth in winter 2010. (from Kano, 2012)

2010年1月8日、湾口部から森沖渡島半島側に限定された調査であった(Fig. 53)。6.1-6.5°Cで温暖であったが、塩分は33.3程度で低い値であり、沿岸親潮との混合が開始していたものと推察された。2月4日は湾内において3.5-4.0°C、塩分33.2前後の沿岸親潮に覆われていた。2月から3月にかけて、沿岸親潮の流入が確認され、その間、2月27-28日では1.5-3.0°C、3月23-24日では2.0°C以下に低下した(Fig. 54)。2010年冬季は沿岸親潮の流入が早く、寒冷年であったものと考えられる。

スケトウダラ仔魚は1月上旬において既に高密度を示し、湾内森沖 Station 29では最大値600個体・m²が得ら

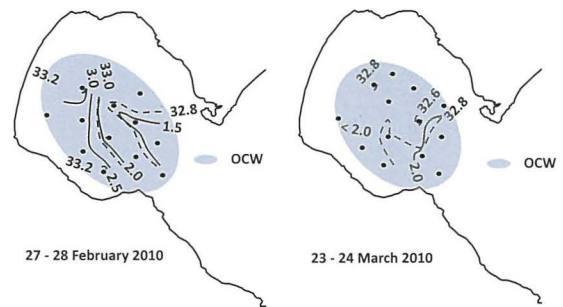


Fig. 54. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (-----) at 15 m depth in winter 2010. (from Kano, 2012)

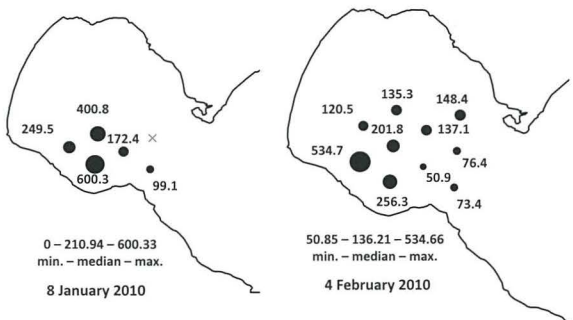


Fig. 55. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2010. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Kano, 2012)

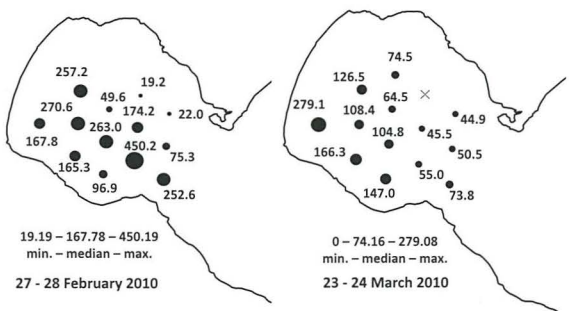


Fig. 56. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2010. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Kano, 2012)

れた (Fig. 55)。2 月上旬においても $100 \text{ 個体} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上の地点が多く、湾内 Station 31 において最大値 $535 \text{ 個体} \cdot \text{m}^{-2}$ が得られた。高密度の状態は 2 月下旬まで継続し、3 月下旬においても湾内西方で $100 \text{ 個体} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上の分布密度が維持されていた (Fig. 56)。このように、2010 年冬季、スケトウダラ仔魚の分布密度は平均年と比較して高密度となっていた。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は 1 月上旬ですでに $10 \text{ 個体} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上の値を示し、2 月上旬においては沿岸

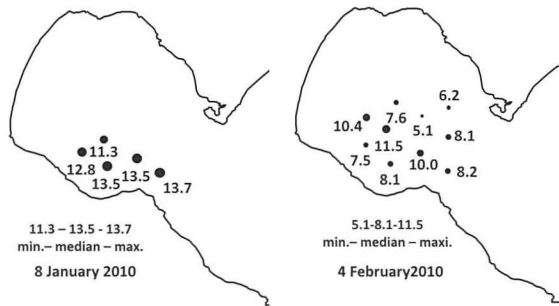


Fig. 57. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L^{-1}) in winter 2010. Samples were collected at 15 m depth. (from Kano, 2012)

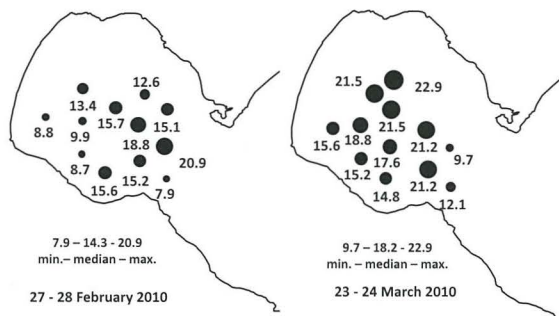


Fig. 58. Distribution of copepod nauplii (nauplii · L^{-1}) in winter 2010. Samples were collected at 15 m depth. (from Kano, 2012)

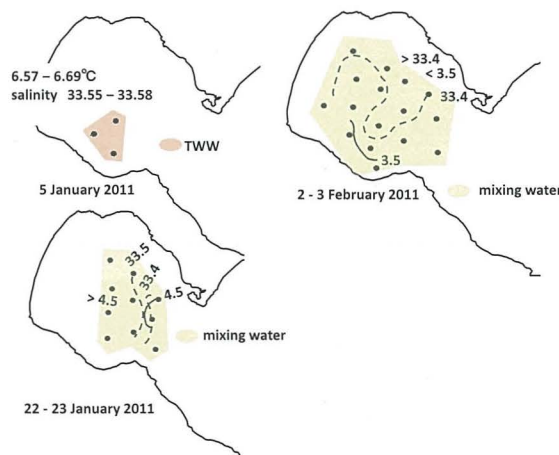


Fig. 59. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2011. (from Kano, 2012)

親潮流入過程の上流域に当たる湾内北東で $10 \text{ 個体} \cdot \text{L}^{-1}$ 未満の値となっていた (Fig. 57)。2 月下旬では地理的特徴は逆転し、上流域で $10 \text{ 個体} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上の値となり、さらに 3 月下旬では $20 \text{ 個体} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上の地点が増加した (Fig. 58)。

2010 年級群は 1981 年級群以来最も資源量水準が低く、0 歳時で 0.359×10^9 個体であった。

2011 年 1 月 5 日は荒天のため、湾内 3 地点のみの観測であった (Fig. 59)。 6.5°C 前後、塩分 33.55-33.58 の津軽暖流水が観測された。1 月 22-23 日は $4.6\text{--}4.9^\circ\text{C}$ 、塩分 33.5 前後で、津軽暖流水と沿岸親潮との混合水の分布が確認された。2 月 2-3 日においても依然として混合水が分布していた。2 月 21-23 日になると、湾内は $3.0\text{--}3.5^\circ\text{C}$ 、塩分 33.3-33.4 の沿岸親潮が流入し、湾内における水塊交替が

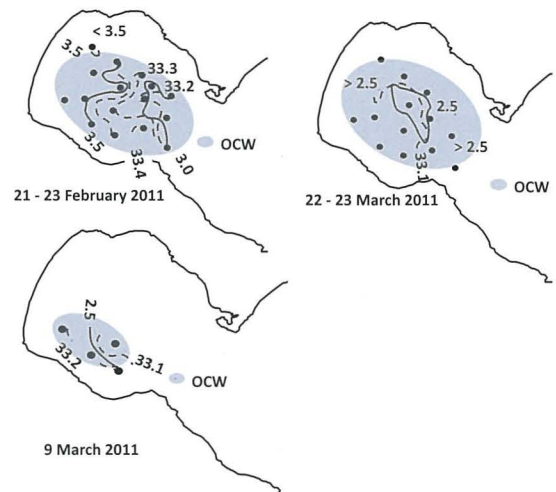


Fig. 60. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2011. (from Kano, 2012)

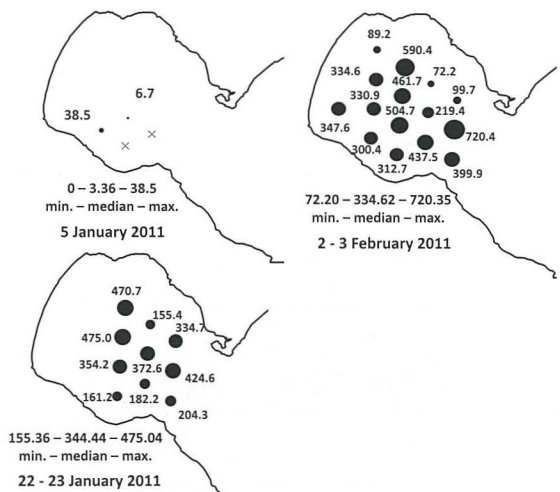


Fig. 61. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m^{-2}) in winter 2011. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Kano, 2012)

終了していることが確認された (Fig. 60)。3月9日には水温・塩分ともに低下し、3月22-23日になっても顕著な変化は認められなかった。

スケトウダラ仔魚は1月5日から22-23日に著しく増加した (Fig. 61)。仔魚の分布密度の増加は2月上旬から下旬にかけて継続し、湾口部渡島半島沿岸で最大値 1432.9 個体・ m^{-2} となっていた (Fig. 62)。2011 年においては3月下旬まで仔魚の分布密度が高い状態となっていた。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は1月上旬にはすでに 10 個体・ L^{-1} 以上の値となっており、3月下旬まで顕著な変化は認められなかった (Fig. 63, 64)。

2011 年級群は0歳時で 0.513×10^9 個体で、2010 年について低い水準となっていた。

2012 年 1月12日の観測では、湾内は 5.5-6.0°C、塩分 33.6-33.7 の津軽暖流水が滞留していた (Fig. 65)。1月25日になると、3.5-4.9°C に低下し、塩分も若干低下し、沿

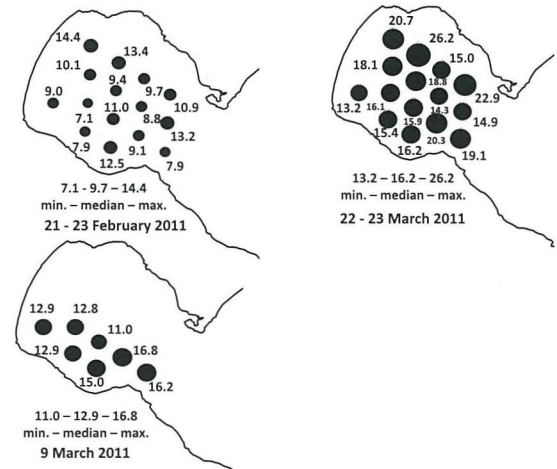


Fig. 64. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L^{-1}) in winter 2011. Samples were collected at 15 m depth. (from Kano, 2012)

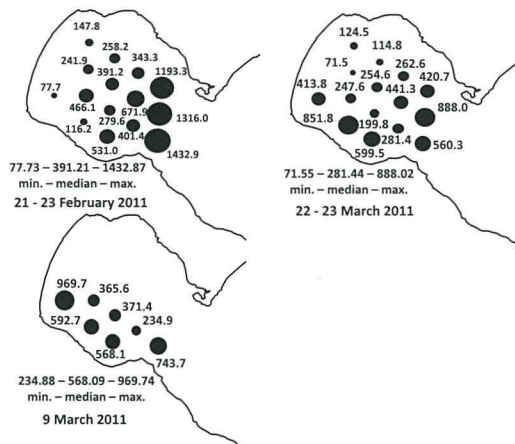


Fig. 62. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m^{-2}) in winter 2011. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (from Kano, 2012)

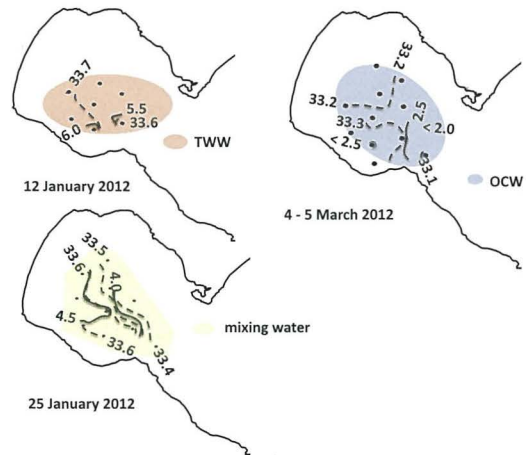


Fig. 65. Distributions of water temperature (— °C) and salinity (----) at 15 m depth in winter 2012. (Kano, unpublished data)

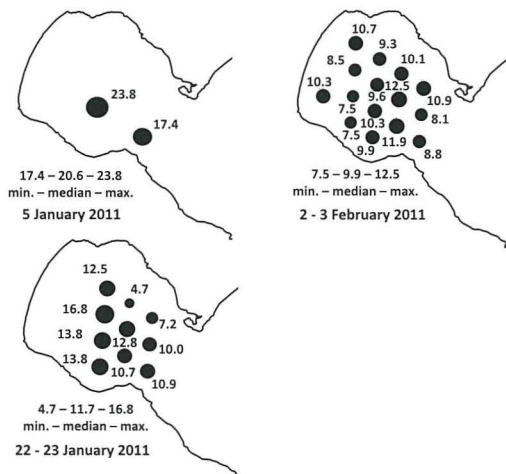


Fig. 63. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L^{-1}) in winter 2011. Samples were collected at 15 m depth. (from Kano, 2012)

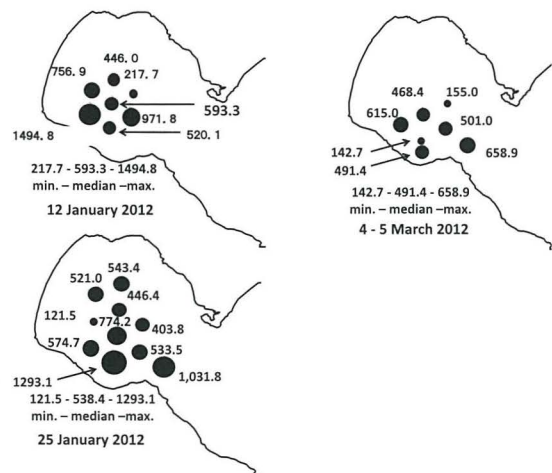


Fig. 66. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m^{-2}) in winter 2012. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (Kano, unpublished data)

岸親潮との混合が観測された。3月4-5日では2.5°C、塩分33.2-33.3の沿岸親潮の流入完了が確認された。

スケトウダラ仔魚は1月中旬、下旬ともに高い値を示し、最大値は1月12日湾内Station 31で1,494.8個体・m⁻²であった

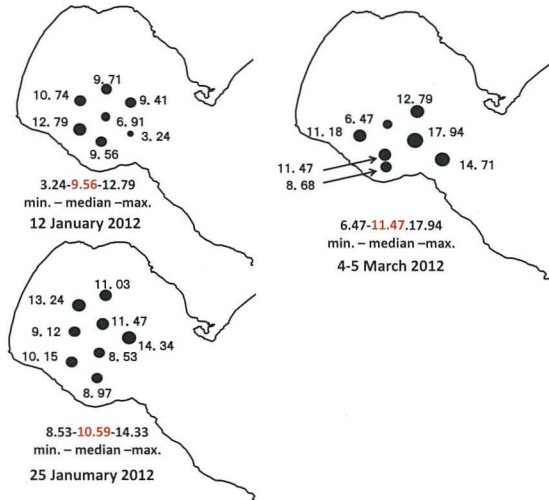


Fig. 67. Distributions of copepod nauplii (nauplii · L⁻¹) in winter 2012. Samples were collected at 15 m depth. (Kano, unpublished data)

た (Fig. 66)。2012年冬季、スケトウダラ仔魚は1月から3月上旬にかけて高密度で分布し、平均年で見られるような2月から3月にかけての分布密度の低下は観察されなかった。

カイアシ類ノープリウスの分布密度は3回の調査期間中およそ10個体・L⁻¹で、顕著な月変化は認められなかった (Fig. 67)。

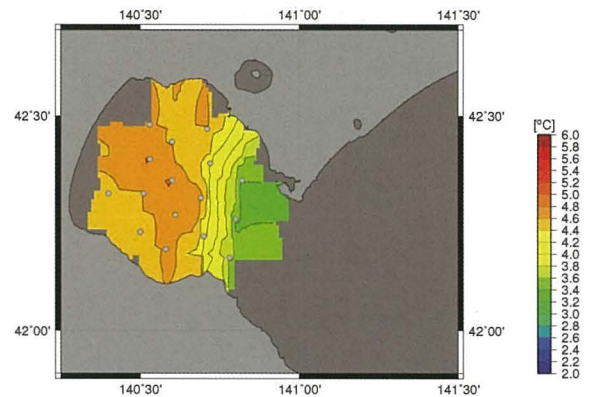


Fig. 70. Distribution of temperature at 15 m depth during 27-28 January 2013. (Suzuki, unpublished data)

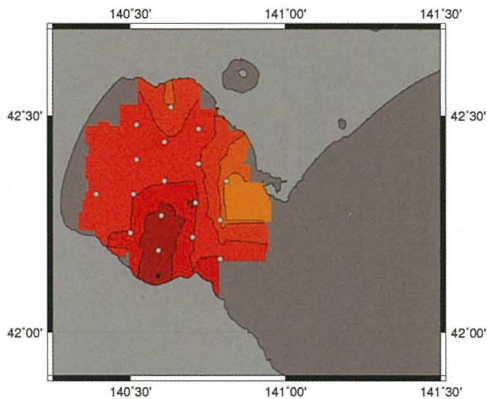


Fig. 68. Distribution of temperature at 15 m depth on 12 January 2013. (Suzuki, unpublished data)

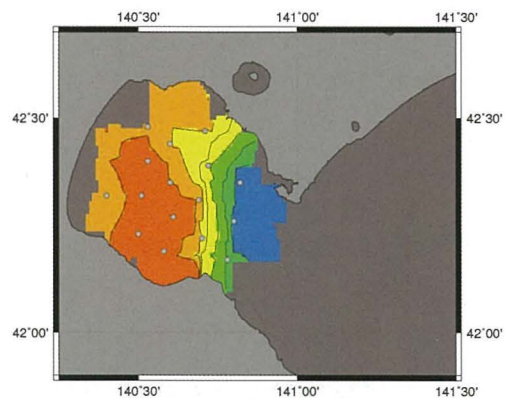


Fig. 71. Distribution of salinity at 15 m depth during 27-28 January 2013. (Suzuki, unpublished data)

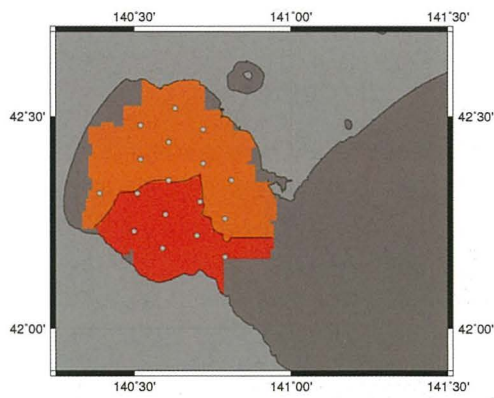


Fig. 69. Distribution of salinity at 15 m depth on 12 January 2013. (Suzuki, unpublished data)

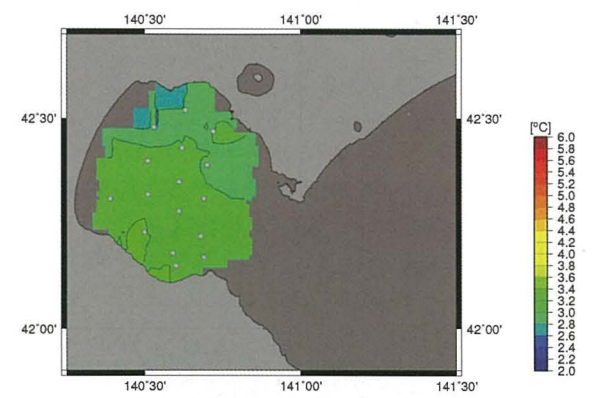


Fig. 72. Distribution of temperature at 15 m depth during 9-10 February 2013. (Suzuki, unpublished data)

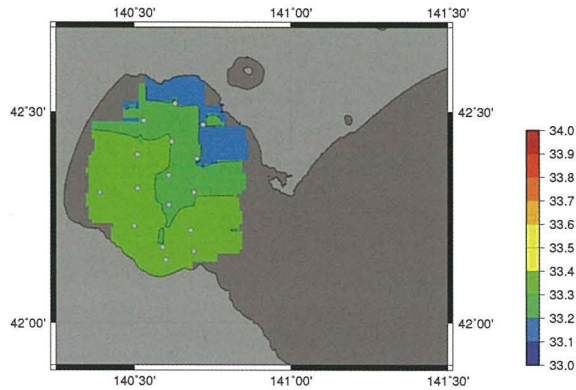


Fig. 73. Distribution of temperature at 15 m depth during 9-10 February 2013. (Suzuki, unpublished data)

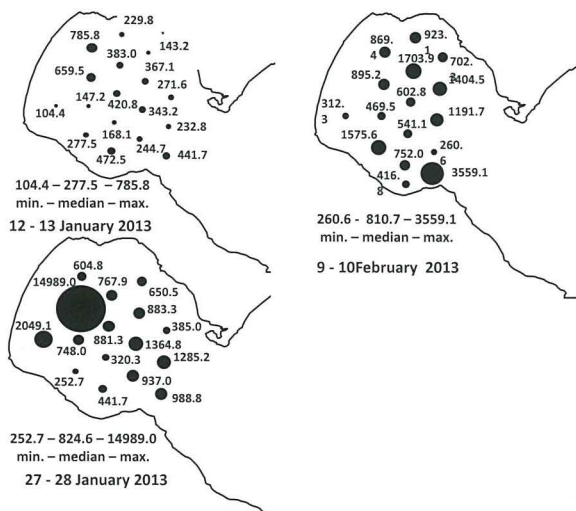


Fig. 74. Distributions of walleye pollock larvae (larvae · m⁻²) in winter 2013. Samples were collected by vertical hauls from the sea bottom to the surface with 80 cm plankton net. (Suzuki, unpublished data)

2012 年級群は 0 歳時で 1.584×10^9 個体で、2010 年と 2011 年の低水準値は解消された。

2013 年 1 月 12 日の湾内は、5.0-6.0°C、塩分 33.7-34.0 の津軽暖流水が占めていた (Fig. 68, 69)。その後、27-28 日になると水温は 4.0-4.8°C に低下し、塩分は湾内で 33.6 以上を維持していたが、湾口部室蘭沖には 33.2 以下の沿岸親潮の流入が確認された (Fig. 70, 71)。2 月 9-10 日では湾内はおよそ 3°C 台、塩分 33.0-33.3 の沿岸親潮が流入し、水塊交替が終了していた (Fig. 72, 73)。

スケトウダラ仔魚は 1 月中旬においてすでに 100 個体 · m⁻² 以上の高い値を示し、1991 年以来最も高い分布密度が得られた (Fig. 74; Station 23, 14,989 個体 · m⁻²)。仔魚の高い分布密度は 2 月上旬においても観測された。

考察

年級群強度と餌生物環境との関係

摂餌開始期のスケトウダラ仔魚の主要餌生物であるカイアシ類ノープリウス (Kamba, 1977; Nakatani 1995b) について、先に述べたように噴火湾において冬期間は主として *Oithona* 属の再生産によって供給されているものと考えられる (中谷ら, 2003; Nakatani ら, 2007)。1991 年から 2012 年までの期間、多くの年においてスケトウダラ仔魚が多く分布していた 1 月下旬 (2010 年は 2 月上旬) におけるカイアシ類ノープリウスの分布密度の経年変化についてみると (Fig. 75, 76), 年級群強度とカイアシ類ノープリウスの分布密度との相関は認められなかった ($r = 0.32$, $p =$

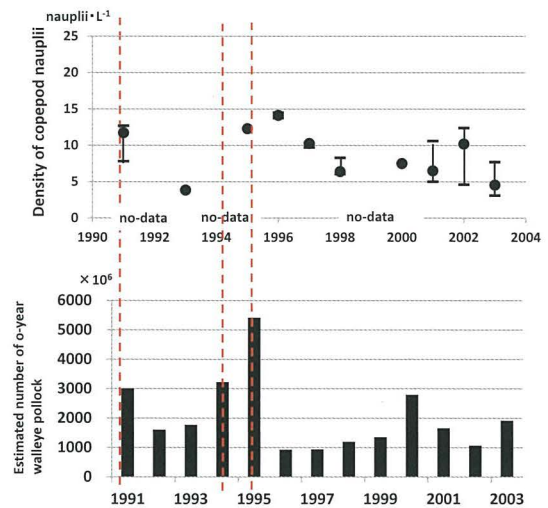


Fig. 75. Relationship between copepod density (median and range) at 15 m depth in late January and year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock from 1991 to 2003.

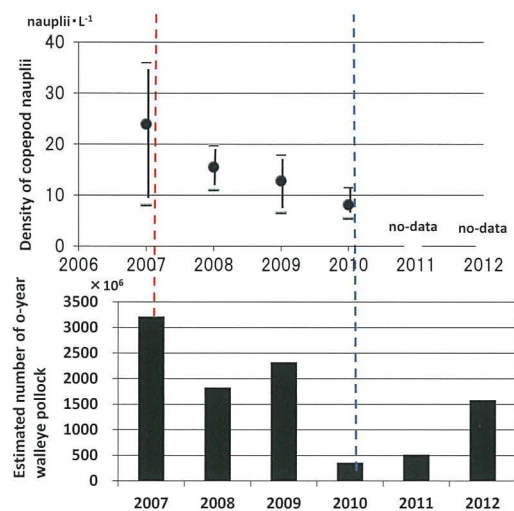


Fig. 76. Relationship between copepod density (median and range) at 15 m depth in late January and year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock from 2007 to 2012.

0.259)。中谷・田村(投稿中)は孵化後間もないスケトウダラ仔魚の摂餌成功率について津軽暖流水中と沿岸親潮中で比較し、津軽暖流水中で最も高く(摂餌率 70-100%, 15 m 水温 4.2-5.1°C, 塩分 33.50-33.70, カイアシ類ノープリウス分布密度 7.0-13.2 個体・L⁻¹)、沿岸親潮中で低下する(摂餌率 15%, 15 m 水温 2.3°C, 塩分 32.81, カイアシ類ノープリウス分布密度 17.27 個体・L⁻¹)ことを示した(一元配置分散分析, $p < 0.001$)。Halderson ら (1989) はアラスカ州オーク湾においてカイアシ類ノープリウスの分布密度が 20 個体・L⁻¹ 以上でスケトウダラ仔魚の摂餌が飽和状態になると述べているが、冬季噴火湾においてはそれ以下のおよそ 5-15 個体・L⁻¹ であった。卓越年級群が発生した 1991, 1995, および 2007 年においても同程度の値であったのに対し、年級群強度が最も低かった 2010 年において 2 月上旬には、5.4-11.5 個体・L⁻¹ の分布密度を示し、特に低密度とはなっていなかった。以上の結果から判断して、噴火湾においてスケトウダラ仔魚の摂餌成功率はカイ

シ類ノープリウスの分布密度に依存することはないものと考えられる。

沿岸親潮流入時期の経年変化

冬季、噴火湾の海況は前年秋季に湾内に流入し、冬季間滞留する津軽暖流水の冷却程度と、湾内に流入する低水温の沿岸親潮の挙動に支配されるものと思われる。Fig. 77, 78 は 1991 年から 2012 年までの期間、津軽暖流水と沿岸親潮との水塊交替完了時期と年級群強度との関係を示している。水塊交替が完了した時期は 1998 年および 2002 年で早く、1 月中旬から下旬であった。その他の年は 2 月から 3 月にかけて水塊交替が完了していた。3 月に交替時期を迎えた 1991 年, 1994 年, および 2007 年はいずれの年も卓越年級群が発生したのに対し、沿岸親潮の流入する時期が早かった年において卓越年級群が発生することはなかった。すなわち、沿岸親潮の早い流入は初期減耗を招き、年級群強度を低下させるものと考えられる。一方、2 月から 3 月にかけて沿岸親潮が遅れて湾内に流入することは卓越年級群が発生するための必要条件であろうと考

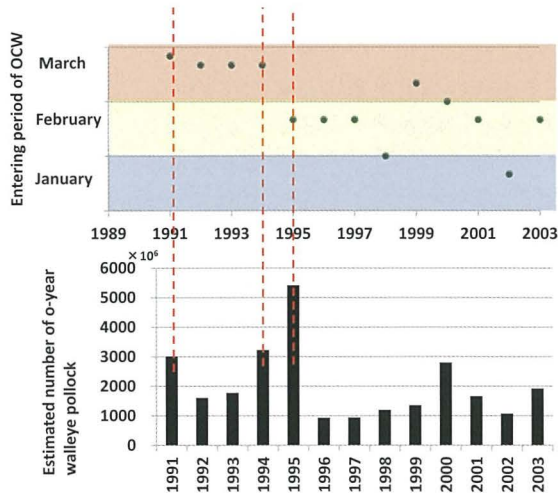


Fig. 77. Relationship between entering period of Oyashio Coastal Water (OCW) and year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock from 1991 to 2003.

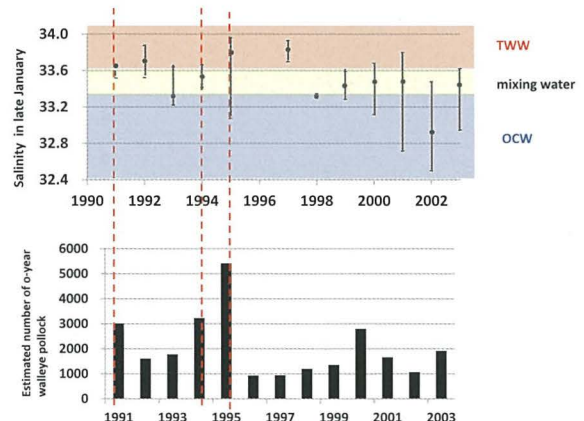


Fig. 79. Relationship between salinity at 15 m depth in late January and year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock from 1991 to 2003.

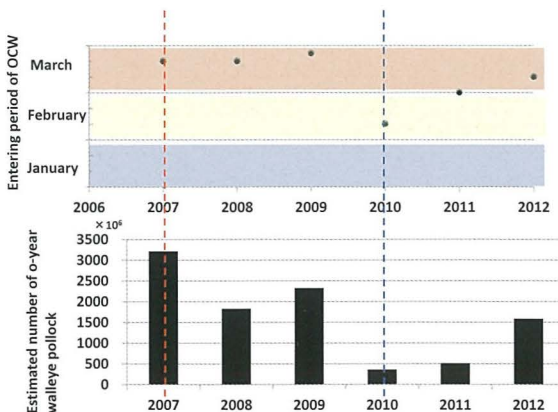


Fig. 78. Relationship between entering period of Oyashio Coastal Water (OCW) and year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock from 1991 to 2003.

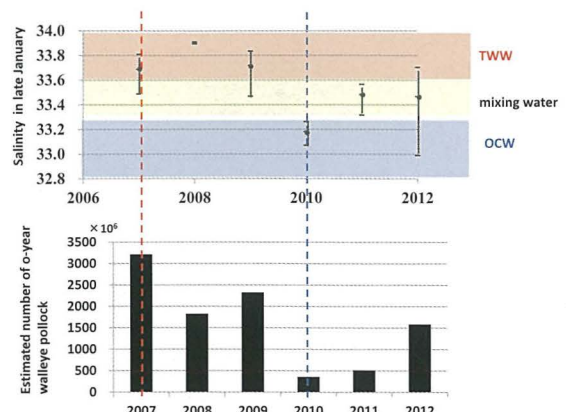


Fig. 80. Relationship between salinity at 15 m depth in late January and year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock from 2007 to 2012.

えられる。

1 月下旬の海況と年級群強度との関係

1991 年から 2012 年までの 1 月下旬の噴火湾水深 15 m

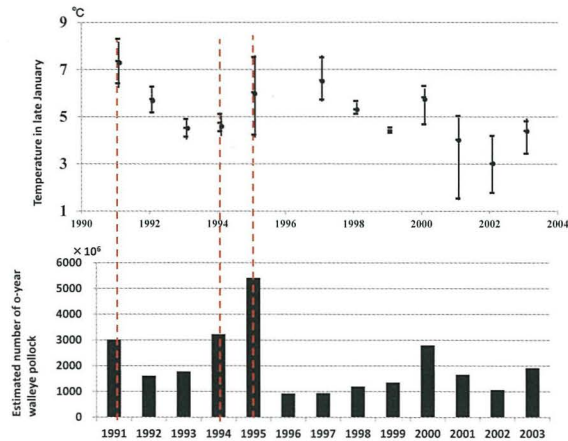


Fig. 81. Relationship between water temperature at 15 m depth in late January and year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock from 1991 to 2003.

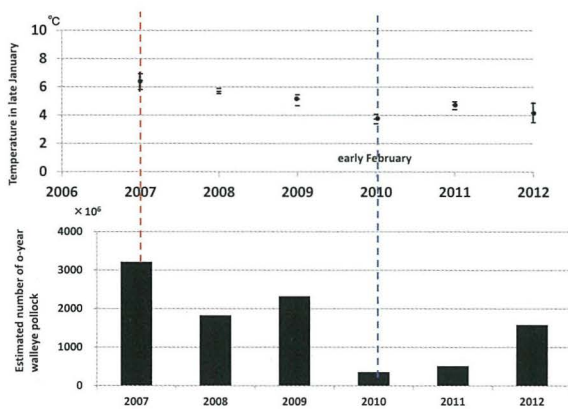


Fig. 82. Relationship between water temperature at 15 m depth in late January and year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock from 2007 to 2012.

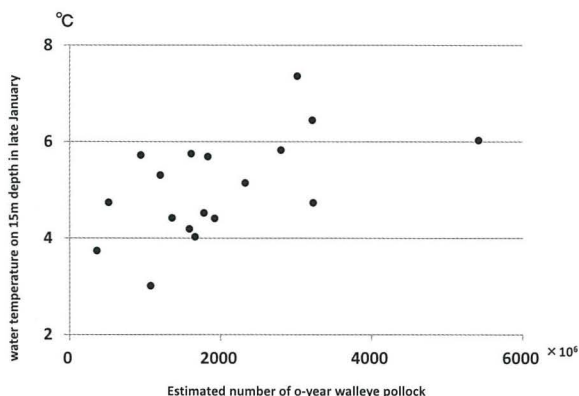


Fig. 83. Relationship between water temperature on 15 m depth in late January and year class strength of the Japanese Pacific population of walleye pollock from 1991 to 2012.

の海況についてみると、湾内に前年秋に流入してきた津軽暖流水が冬季間の表層からの冷却により水温が低下し、その後に湾内に流入してくる沿岸親潮との混合により、水温はさらに低下し、塩分は 33.6 未満に低下することが確認された。1 月下旬 (2010 年は 2 月上旬) の塩分についてみると、33.6 を超える津軽暖流水あるいは沿岸親潮との混合により塩分が低下した混合水 (33.4-33.6) が占める年が多かった (Fig. 79, 80)。スケトウダラ仔魚が多く分布する水深 15 m の水温は 1991 年から 2012 年にかけて低下傾向が認められ、1 月下旬にすでに沿岸親潮が湾内に流入した 2002 年および 2010 年 (2 月上旬) では顕著に低い値であった (Fig. 81, 82)。水温と年級群強度との関係を見ると、高い年級群強度を示した 1991, 1995, および 2007 年において噴火湾の表層水温は高かった。これに対し、1981 年以来年級群強度が最も低かった 2010 年では低水温であった。Fig. 83 に示したように、年級群強度と 1 月下旬 (2010 年は 2 月上旬) の湾内平均水温には有意な相関がみられた ($r = 0.56, p = 0.017$)。1 月下旬から 2 月上旬にかけての湾内の表層水温は、前年秋季より滞留していた津軽暖流水がシベリア高気圧からの季節風あるいは局所的な放射冷却など冬季間の気象現象により冷却されることに加え、低水温である沿岸親潮との混合により支配されているのであろう予想されるが、この時期の塩分についてみると、年級群強度が高かった年はいずれも沿岸親潮を示す 33.0-33.3 (大谷・木戸, 1980) を超えており、津軽暖流水または沿岸親潮との混合開始時の水塊が湾内を占めていた。一方、年級群強度が最も低かった 2010 年は 2 月上旬においてすでに沿岸親潮が湾内に流入し、水温は 3.5-4.0°C に低下していた。この年の観測は 1 月上旬と 2 月上旬に行われ、1 月下旬の海況は不明であるが、1 月下旬にすでに沿岸親潮との水塊交替が完了していた可能性は否定できない。すなわち、年級群強度は 1 月下旬の表層水温が温暖で、沿岸親潮流入前または津軽暖流水と沿岸親潮との混合が始まって間もない海洋構造であることが卓越年級群発生には必要条件であろうと考えられる。今後、冬季の海況がいかに仔魚の摂餌成功度に影響するのを経年的に観察し、仔稚魚期の成長および摂餌環境が年級群強度に与える影響を明らかにすることにより、年級群強度の決定機構が解明されるものと考えられる。

謝 辞

本総説をまとめるにあたり、筆者をスケトウダラ研究に導いて下さり、長年にわたりご指導いただいた北海道大学名誉教授前田辰昭先生に深く感謝いたします。また、冬季間の大変厳しい作業条件の下で観測を支えて下さった北海道大学水産学部附属練習船うしお丸およびおしよる丸の船長、ならびに乗組員の方々に感謝いたします。さらに、1994 年には北大 HUBEC (Hokkaido University, Subarctic Ecosystem dynamics & Climate, 研究代表島崎健二) の

メンバーに観測のご協力をお願い致しました。北海道大学大学院水産科学研究院 J.R. Bower 准教授には有益なご助言をいただき、校閲をお願いしました。心より感謝いたします。

参 考 文 献

- 福井翔太郎 (2010) 噴火湾におけるアカガレイ仔魚の成長様式. 北海道大学水産学部卒業論文, 18 pp.
- 船本鉄一郎・千村昌之・山下夕帆・田中寛繁・石野光弘 (2017) 平成 28 (2016) 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁増殖資源部, 国立研究法人 水産研究・教育機構, 407-453.
- Halderson, L., Paul, A.J., Sterritt, D. and Watts, J. (1989) Annual and seasonal variation in growth of larval walleye pollock and flathead sole in a southeastern Alaskan bay. *Rapp.P-v. Réunion Cons. int. Explor. Mer*, **191**, 220-225.
- 平成 5 年度特定研究 海洋の物理・化学環境変動と生態系の応答機構 成果報告書 (1994) 代表研究者 島崎健二・大谷清隆, 北海道大学水産学部, 79 pp.
- 井出さやか (1999) 北海道噴火湾およびその周辺海域における冬季のかいあし類ノープリウスの分布. 北海道大学水産学部卒業論文, 38 pp.
- Kamba, M. (1977) Feeding habits and vertical distribution of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (PALLAS), in early life stage in Uchiura Bay Hokkaido. *Res. Inst. N. Pac. Fish., Hokkaido Univ.*, Spe. Vol, 175-197.
- 鹿野陽太 (2012) 北海道噴火湾におけるスケトウダラ仔魚の成長様式に関する研究. 北海道大学大学院水産科学院修士論文, pp. 27.
- 小山智行 (2006) 北海道噴火湾におけるスケトウダラ *Theragra chalcogramma* 稚魚の生残過程. 北海道大学大学院水産科学院修士論文, pp. 33.
- 長沼孝征 (2001) 噴火湾におけるアカガレイの年級群豊度と卵サイズ. 北海道大学水産学部卒業論文, 25 pp.
- 永谷桃子 (1997) 北海道噴火湾およびその周辺海域における 1996 年冬季のかいあし類ノープリウスの分布. 北海道大学水産学部卒業論文, 26 pp.
- Nakatani, T. (1988) Studies on the early life history of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in Funka Bay and vicinity, Hokkaido. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **35**, 1-46.
- Nakatani, T. (1995a) Monthly changes in density and size structure of copepod nauplii as the primary food for fish larvae in winter in Funka Bay and surrounding vicinity in Hokkaido. *Fisheries Science*, **61**, 382-386.
- Nakatani, T. (1995b) Monthly change in food size of larval walleye pollock *Theragra chalcogramma* at the initial feeding stage in Funka Bay and surrounding vicinity in Hokkaido. *Fisheries Science*, **61**, 387-390.
- 中谷敏邦・井出さやか・高橋豊美 (2003) 北海道噴火湾およびその周辺海域におけるかいあし類 *Oithona* 属の季節的個体数変動. 水産海洋研究, **76**, 1-9.
- Nakatani, T., Ohshima, M., Yoshida, K., Sasaki, S., Shirakawa, N. and Yamamoto, N. (2007) Food availability for first-feeding walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) larvae during winter in and near Funka Bay, Hokkaido, Japan, as inferred from copepod nauplii abundance. *Bull. Fish. Sci. Hokkaido Univ.*, **57**, 25-35.
- Nakatani, T. (2016) Year class strength and early life history of the Pacific population of walleye pollock, *Gadus chalcogrammus*, in Japan. *Mem. Grad. Sch. Fish. Sci. Hokkaido Univ.*, **58**, 1-11.
- 中谷敏邦・田村 全 (投稿中) 噴火湾におけるスケトウダラとアカガレイの生活史初期の生残と年級群強度の経年比較. 水産海洋研究.
- 小原俊晴 (2001) 噴火湾における 2000 年スケトウダラ初期生残状態について. 北海道大学水産学部卒業論文, 22 pp.
- 大西祐司 (2000) 噴火湾におけるアカガレイ卵・仔魚の分布と海洋環境. 北海道大学水産学部卒業論文, 42 pp.
- 大嶋真兼 (2002) 北海道噴火湾およびその周辺海域における冬季のカイアシ類ノープリウスの水平分布. 北海道大学水産学部卒業論文, 54 pp.
- 大谷清隆・木戸和男 (1980) 噴火湾の海洋構. 北海道大学水産学部研究彙報, **31**, 84-114.
- 佐々木志穂 (2002) 噴火湾に出現する摂餌開始期仔魚の摂餌とその年変化. 北海道大学水産学部卒業論文, 36 pp.
- 白川宣夫 (2004) 冬季北海道噴火湾に分布する *Oithona similis* および *Pseudocalanus newmanii* の分布密度とその月変化. 北海道大学水産学部卒業論文, 18 pp.
- 杉本晃一 (1997) 北海道噴火湾におけるスケトウダラ *Theragra chalcogramma* の初期生残過程とその餌生物環境. 北海道大学大学院水産科学院修士論文, pp. 43.
- 梅崎真大 (1998) 北海道噴火湾およびその周辺海域における 1997 年冬季カイアシ類ノープリウスの分布. 北海道大学水産学部卒業論文, 33 pp.
- 矢吹圭三・本田 聡 (2005) 平成 16 年スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁増殖推進部, 独立行政法人水産総合研究センター, 304-339.
- ト部浩一 (1995) 噴火湾およびその周辺海域における冬季および春季の動物プランクトンの群集構造とその月変化. 北海道大学水産学部卒業論文, 54 pp.
- 渡邊大輔 (1993) 噴火湾およびその周辺海域における春季増殖期の動物プランクトンの分布に関する研究. 北海道大学水産学部卒業論文, 49 pp.
- 山本直弘 (2004) 北海道噴火湾およびその周辺海域における 2003 年冬季のカイアシ類ノープリウスの水平分布. 北海道大学水産学部卒業論文, 35 pp.
- 吉田希枝 (2003) 北海道噴火湾およびその周辺海域における 2002 年冬季のカイアシ類ノープリウスの水平分布. 北海道大学水産学部卒業論文, 41 pp.