HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	近年のスケトウダラ太平洋個体群年級群強度と摂餌開始期の海洋環境
Author(s)	中谷, 敏邦
Citation	北海道大学水産科学研究彙報, 58(1-2), 1-6
Issue Date	2008-05-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/33079
Type	departmental bulletin paper
File Information	58-1.2_p1-6.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北 大 水 産 彙 報
58(1/2), 1–6, 2008.

近年のスケトウダラ太平洋個体群年級群強度と摂餌開始期の海洋環境

中谷　敏邦

(2007 年 1 月 31 日受付，2007 年 11 月 30 日受理)

Recent Year Class Strengths of Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) Pacific Population and Oceanographic Conditions for First-feeding Pollock Larvae

Toshikuni NAKATANI

Abstract

To understand the survival in the first-feeding stage of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, of the Pacific population in strong year classes (1991, 1994, 1995 and 2000), hydrographic and food conditions in winter in Funka Bay (nursery ground for pollock larvae) were investigated from 1991 to 2003. A delete intrusion of the Oyashio coastal cold water were observed and relatively warm temperature conditions were measured in the inner area of Funka Bay in 1991, 1994, 1995 and 2000. Relatively high densities of copepod nauplii, which were main food for first-feeding larvae, were also observed. These results indicate that warm water temperature sustains high reproduction of *Oithona similis* that are main producer of copepod nauplii in winter in Funka Bay, and a high feeding activity of first-feeding pollock larvae. Therefore, it can be concluded that suitable oceanographic conditions for survival of first-feeding pollock larvae of the Pacific population were occurred in Funka Bay in 1991, 1994, 1995 and 2000.

Key words: walleye pollock, year class strength, Funka Bay, hydrographic condition, food condition for first-feeding pollock larvae

緒　　言

スケトウダラ (*Theragra chalcogramma*) は北太平洋北西部，日本海からベーリング海を経てアメリカ西岸に分布し，イワシ類と並び資源量が高く，商業的にも重要魚種である。北海道太平洋側には北海道東部から東北北部に生活領域を持つ太平洋個体群が存在する (Fig. 1A)。この個体群の産卵場は噴火湾湾口部から湾外東部陸棚水域に形成され (Nakatani and Maeda, 1981, 1989)，産み出された卵は冬季に卓越する北西季節風と噴火湾の椀状の海底地形によって励起される渦対により湾内へ輸送される (清水・磯田，1997)。スケトウダラ卵の発生に対する水温の影響を調べた結果，0–10℃ の広い水温範囲で高いふ化率を示した (中谷・前田，1984)。噴火湾には夏から秋にかけて対馬暖流起源の津軽暖流水が流入し (Fig. 1B, 塩分 33. 8 PSU，大谷，1971)，10 月以降，表面からの冷却と鉛直混合により上下に均質な冬季噴火湾水に変質するが，産卵期である 12 月から 3 月まで (前田ら，1979a, 1980) の水温はおよそ本種の胚発生に好適な水温と考えられる (たとえば大谷・木戸，1980；前田ら，1979b；中谷ら，2003)。そこで，年級群強度を支配すると思われる生活史初期の大量死亡の中で，最も早い生活史段階の環境要因は摂餌開始期仔魚の水温環境，餌生物環境および被食であろうと仮定した。

Bailey ら (1993) は抗原・抗体反応を利用した免疫学的手法により，アラスカ湾のスケトウダラ卵が端脚類に，仔魚はオキアミ類に捕食されることを明らかにした。当海域において免疫学的手法によるスケトウダラ卵・仔魚の捕食者を確認していないが，冬期間の動物プランクトン群集中で端脚類およびオキアミ類は沿岸親潮によって輸送されてくることが知られており (藤川，1995)，湾内で沿岸親潮が湾内に流入した後にふ化した個体は水温の低下に加えて高い被食圧を受けるものと推定される。一方，摂餌開始期仔魚の餌生物環境を調べるため，卵黄吸収前後の仔魚の胃内容物を調べた結果，その主要餌生物は *Oithona* 属ノープリウスで (Nakatani, 1995；Sasaki, 2002)，その主生産者は *O. similis* であると考えられる (たとえば伊藤，1993)。噴火湾において 1 月から 2 月にかけては津軽暖流水と沿岸親潮が入れ替わる時期であるが，このような環境下で *Oithona* 属ノープリウスの分布密度や地理的分布と両水塊の挙動との関係を調べた結果，津軽暖流水中で *O. similis* 雌成体 1 個体あたりの産卵率が高いことが予想された (Nakatani ら，2007)。

北海道大学大学院水産科学研究院資源生物学講座
(*Laboratory of Marine Bioresource Science, Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University*)

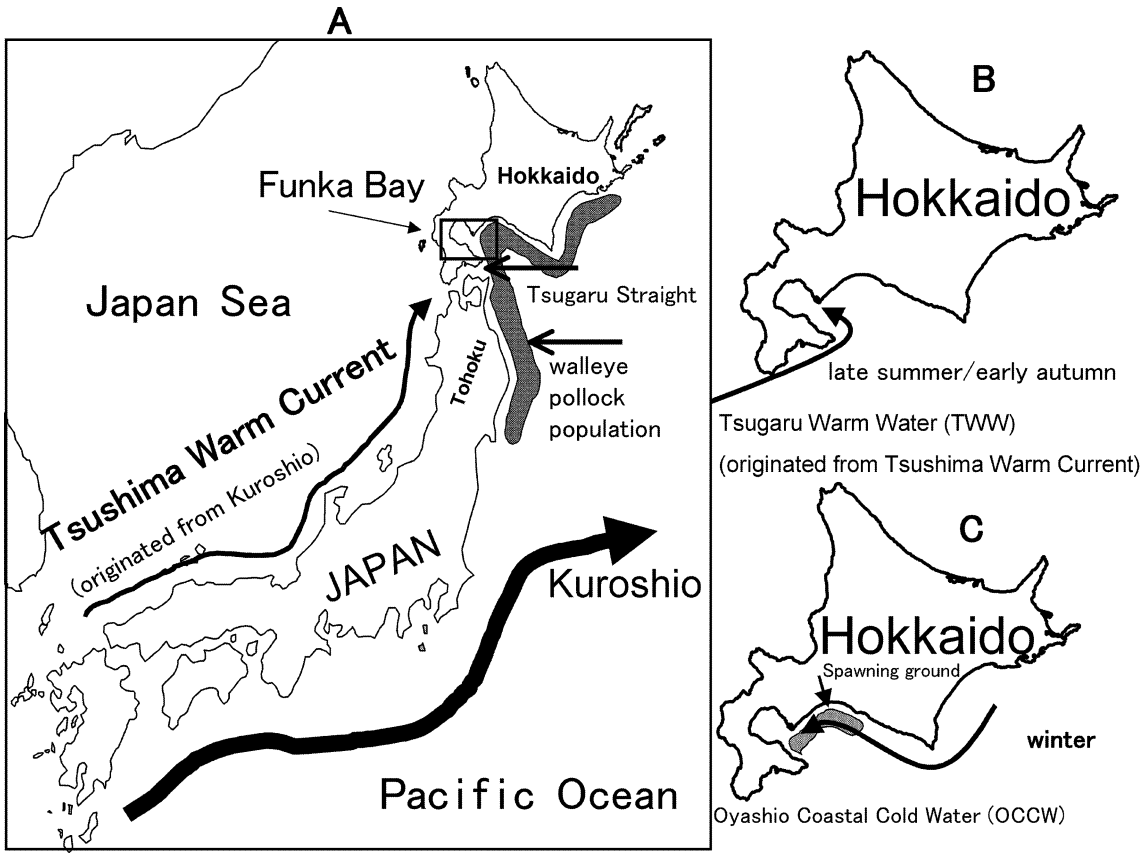

Fig. 1. Oceanic circulation around the Japanese Islands (A), and hydrographic conditions during summer (B) and winter (C) in Funka Bay and adjacent waters.

磯田ら (1998) によると 1980 年に発生した卓越年級群は 3 月における仔魚の生き残りに強く影響されたと考えられる。中谷ら (2003) は 1995 年級群と冬季の温暖な水温との関係を示唆したが，必ずしも水温が高いことにより卓越年級群が発生していないのではないかと推察した。Hamatsu ら (2004) は，当海域において近年，1991 年と 1995 年に卓越年級群が発生しているが，噴火湾周辺海域の卵・仔魚ならびに東北海域の 0 歳魚の豊度との間に関係がなかったと述べている。1991 年以降，筆者らの調査によると沿岸親潮は 2 月中旬以降に流入する年が多いが，1 月下旬にすでに湾内全域を占める年も見られた。一方，スケトウダラ摂餌開始期仔魚は 1 月から 2 月にかけて多く分布し，3 月には急激に減少する (中谷ら，2003)。これは湾内に沿岸親潮が流入する時期にその低水温による摂餌開始期仔魚の摂餌成功度の低下と沿岸親潮により湾内に輸送されてくる肉食プランクトンによる捕食により減耗しているものと予想される。本研究では 1991 年から 2003 年までの期間，チューニング VPA (ADAPT) により推定されたスケトウダラ太平洋個体群の年級群強度 (Fig. 2 ; 八吹・本田，2005) とスケトウダラの生活史初期である冬季噴火湾の海洋環境，特に津軽暖流水の滞留，沿岸親潮の流入時期および摂餌開始期スケトウダラの餌生物環境との関係を検討した。

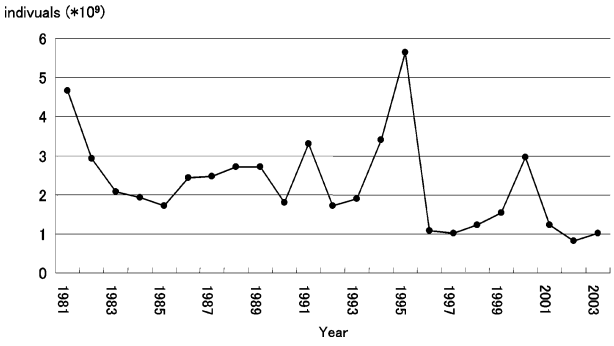

Fig. 2. Annual fluctuation of year-class strength of walleye pollock Pacific population in Japan. Individual number of walleye pollock 0-year-old was obtained by a tuned VPA. (Yabuki and Honda, 2005)

材料および方法

1991 年から 2003 年までの期間，北海道大学水産学部練習船うしお丸により Fig. 3 に示した観測点において，主として CTD を用いて水温・塩分を測定したが，調査期間中に CTD が故障した年は，適宜 DBT により水温を測定し，ニスキン採水器により採取した海水を使用して，サリノメーターを用いて塩分を求めた。本研究に使用した CTD データはほとんど著者らの観測によるものであるが，1992 年は

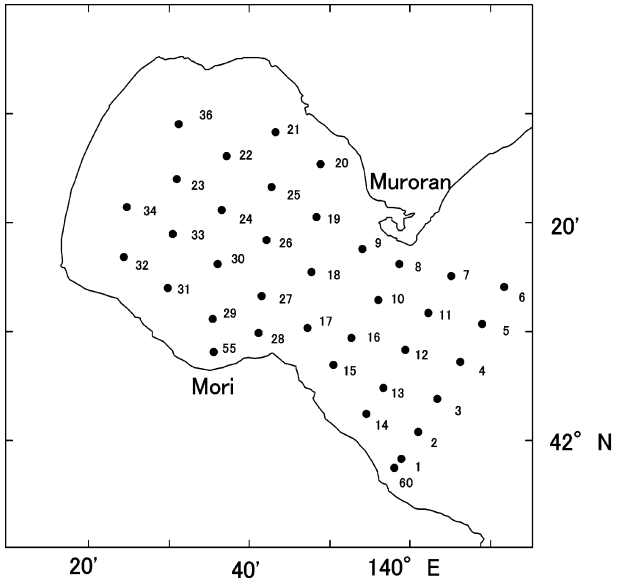

Fig. 3. Sampling stations in Funka Bay and adjacent waters.

荒天によりデータが欠測していたため，うしお丸観測資料 (うしお丸観測データ集録，1992) を使用した。観測点は荒天により必ずしもすべての地点で行われたわけではなく，1993, 1998 および 1999 年は湾口部から湾内に向かう観測線上でのみの資料だけが得られたため，水温・塩分の鉛直断面図を作成し，海況を検討した。かいあし類ノープリウスは水深 15 m で 20L 型バンドン採水器により採取した海水を 40 μm 目合のハンドネットで濾過し，得られた標本を 5% 中性フォルマリン海水で固定した。なお，1994–1995 年における生物採集および水温・塩分の測定は著者を含む北海道大学水産学部プロジェクト **HUBEC** (**H**okkaido **U**niversity, su**B**–arctic **E**cosystem dynamics & **C**limate) のメンバーが行った。

結　　果

海況

噴火湾内部および湾口部周辺において 1991 年以降に観測された結果をまとめた。Fig. 4 はスケトウダラ卵，仔魚が集中すると考えられる湾内 Station 30 における水深 15 m の水温・塩分の 1 月下旬における経年変化を示している。年級群サイズが高かった 1991, 1994, 1995 および 2000 年についてみると，1994 年 (4.52℃) を除き，温暖な水温を示し，特に 1991 年は高かった (6.74℃)。塩分から判断して，これらの年は沿岸親潮流入前であり，1994 年は沿岸親潮との混合により塩分が僅かに低い値 (33.584 PUS) となっているものと思われる。2 月中旬になると (Fig. 5) 表層 15 m 水深ではほとんどの年で水温は 4℃ 以下に低下する。卓越年級群が発生した年は比較的暖かであり，特に 1995 年は 4.70℃ で，観測期間中最も高い値を示した。これに対し，2000 年

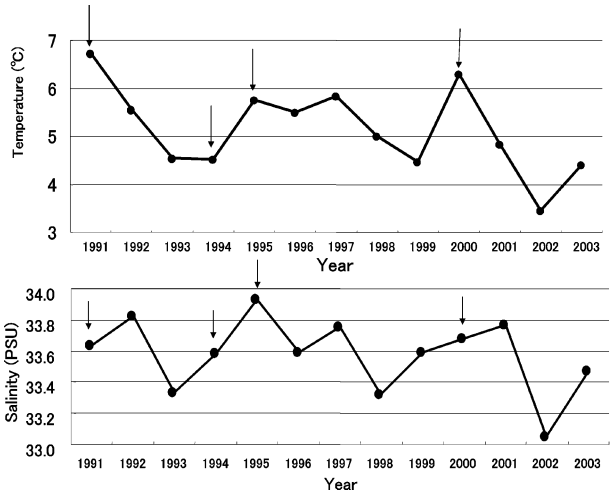

Fig. 4. Annual fluctuation of temperature and salinity at a depth of 15 m in late January at Station 30 from 1991 to 2003. Arrows indicate the years occurring the strong year classes.

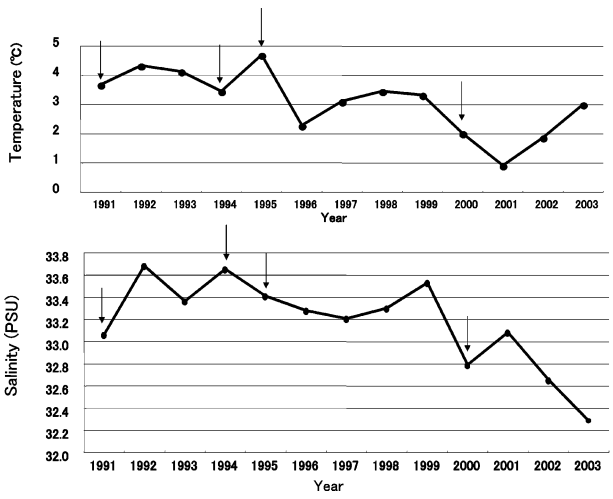

Fig. 5. Annual fluctuation of temperature and salinity at a depth of 15 m in mid February at Station 30 (Station 26 in 1991) from 1991 to 2003. Arrows indicate the years occurring the strong year classes.

以降は 3℃ 以下と低く，年級群豊度が高かった 2000 年においても 2.02℃ であった。塩分から判断して，水温低下はおよそ 33.3 PSU 以下の沿岸親潮流入によるものであるが，1992, 1994 および 1999 年では沿岸親潮の流入が遅れていた。一方，2000 年以降は沿岸親潮がこの時期にはすでに湾内に流入しており，塩分は以前と比較して低下する傾向が認められた。1 月下旬の水深 15 m における水温・塩分の水平分布から (Fig. 6)，年級群豊度の高かった 1991, 1995 および 2000 年はいずれも湾内は 5℃ 以上になっていた。1994 年も年級群豊度は高かったが，湾内の観測結果がないため，年級群強度と水温との関係を検討する資料は得られなかった。

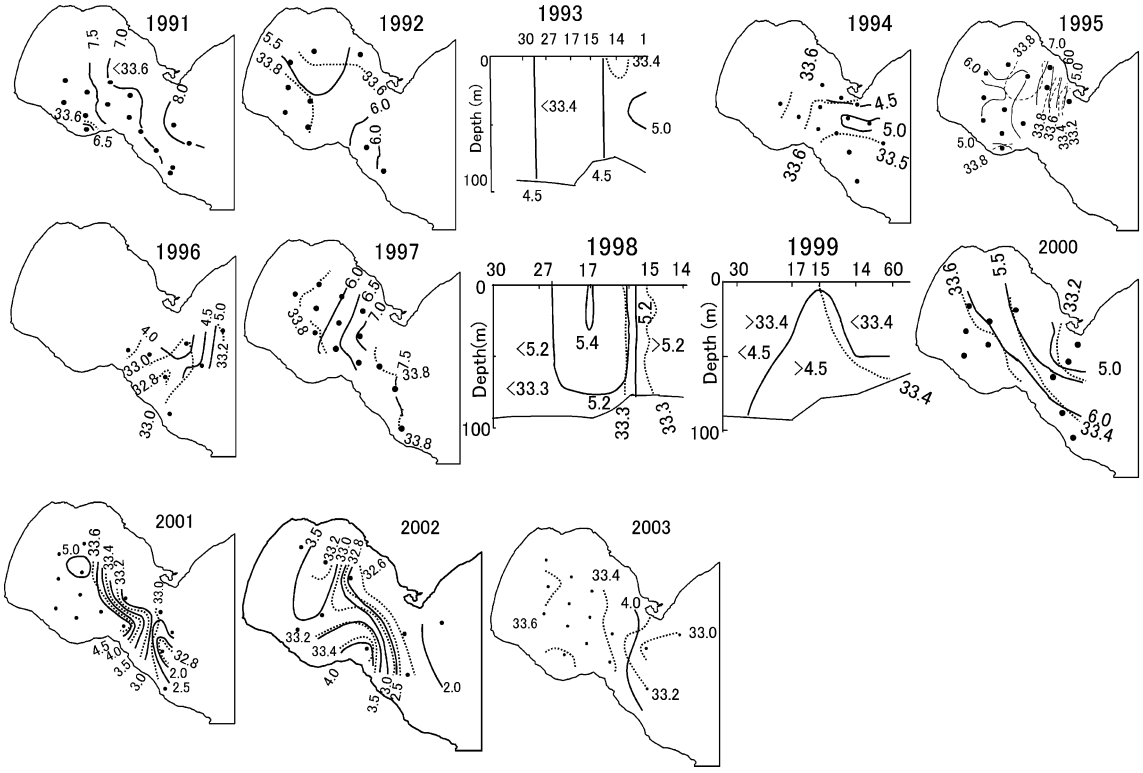

Fig. 6. Hydrographic conditions in winter in Funka Bay and its mouth region from 1991 to 2003. Except in 1993, 1998 and 1999, data represent the temperature and salinity at a depth of 15 m.

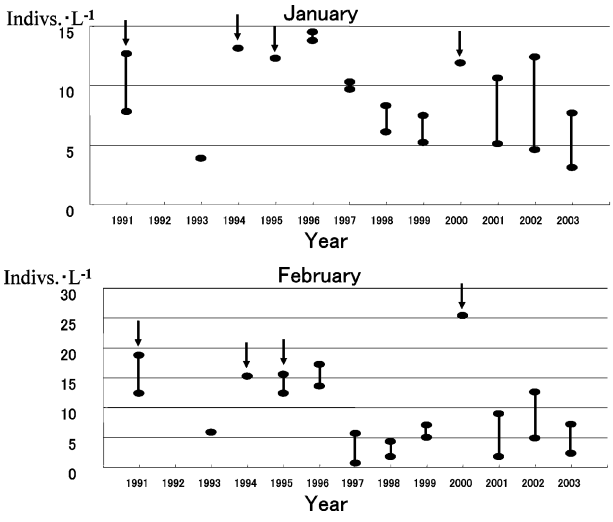

Fig. 7. Annual change in density (individuals per liter) of copepod nauplii in Funka Bay and mouth region in late January and February from 1991 to 2003. Samples were collected at 15 m depth. Vertical lines show the range of the density of copepod nauplii. Arrows indicate the years occurring the strong year classes.

餌生物環境

噴火湾に分布する摂餌開始期スケトウダラの主要餌生物であるかいあし類ノープリウス (Kamba, 1977 ; Nakatani, 1995) の分布密度について，仔魚が多く分布する水深 15 m (Kamba, 1977 ; Nakatani, 1988) における 1 月下旬および 2 月中旬の経年変化を Fig. 7 に示した。2001 年以降，噴火湾内外の複数地点でかいあし類ノープリウスを採集しているが，それ以前では調査点が少なく，年変動に関する統計検定は出来なかった。1 月上旬についてみると，年級群豊度が高かった 1991, 1994, 1995 および 2000 年において比較的高い値となっている他，1996 年と 2002 年においても高い値が得られた。2 月になると分布密度が高くなり，1 月下旬同様，卓越年級群の年で高く，1996 年も同様であったが，2001 年では増加が認められなかった。

考　　察

スケトウダラ太平洋個体群は Fig. 1 に示した海域で，沖合底曳網や底刺網により漁獲されており，1990 年代前半は約 20 万トンの漁獲量であったが，後半にかけて増加した後 2000 年代になってからは低い水準となっている (Fig. 8)。このうち，噴火湾周辺海域では晩秋に浅海域に産卵回遊してくる魚群を対象に底刺網漁業が行われている。Fig. 8 にみられる漁業生産の年変動は，この海域で漁獲対象となる 4 歳から 7 歳までの成魚の年級群豊度の総和を反映したものである。中谷ら (2003) は 1995 年級群の高い豊度が，摂餌開始期の温暖な水温と関係することを示唆したが，1991 年は 1995 年よりさらに温暖であったことと年級群強度の

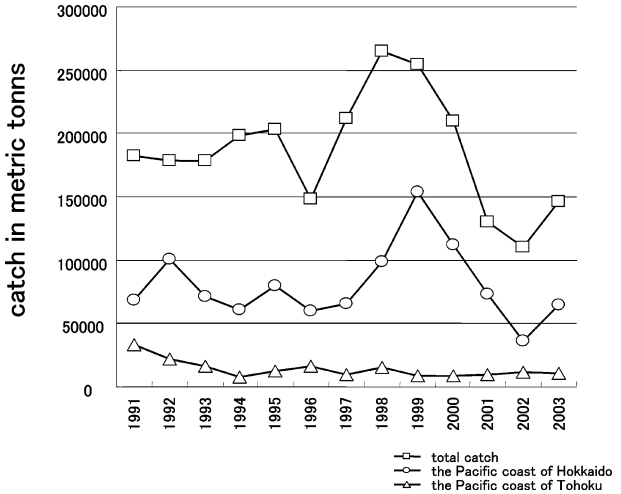

Fig. 8. Annual change in commercial catch of the Pacific population of walleye pollock from 1991 to 2003.

関係について考察することが出来なかった。これに対し，八吹・本田 (2005) はチューニング VPA により 1991 年から 2003 年までの年級群豊度を推定したが，そのなかで 1991, 1994, 1995，および 2000 年に高い値が確認された。これらの年は 1994 年を除き，1 月下旬の表層水温が温暖であり (Fig. 4)，1994 年を含めて湾内は津軽暖流水が占めていた。1994 年は湾内から湾奥部における海況は不明であるが，塩分から判断して沿岸親潮の流入が認められないことから，湾内から湾奥部にかけて温暖であったものと推察される。Paul (1983) が指摘しているように，スケトウダラ仔魚は温暖な水温環境で摂餌活動が活発になる。このことは，低水温の沿岸親潮に比べて湾内の津軽暖流水中で仔魚の摂餌活動が活発に維持されるものと考えられる。

噴火湾内部で摂餌開始期スケトウダラの主要餌生物であるかいあし類ノープリウスの分布密度は年級群強度が高かった年はいずれも比較的高い分布密度を示した。Nakatani ら (2007) は冬季かいあし類ノープリウスの主生産者である *Oithona similis* 雌成体の分布密度が沿岸親潮と比較して津軽暖流水中で低いにもかかわらず *Oithona* 属ノープリウスの分布密度に差が見られなかったことから，温暖な津軽暖流水中の本種の産卵率が高いことを示唆している。また，藤川 (1995) は摂餌開始期スケトウダラを捕食すると予想されるオキアミ類，端脚類およびヤムシ類の分布密度は津軽暖流水中で低く，沿岸親潮が湾内に流入した後に増加することを示した。以上のことから，摂餌開始期スケトウダラの生残は温暖な津軽暖流水中で安定した餌生物環境と好適な摂餌環境が維持され，被食割合は低いものと考えられる。なお，1996 年においてもかいあし類ノープリウスの分布密度が高かったが (Fig. 7)，湾口部の低い塩分 (32.8 PSU) から判断されるように沿岸親潮の勢力が強かったものと推察される (Fig. 6)。このことは仔魚にとって摂餌活動の維持に不適であり，摂餌成功度が低かった可能性が仮定される。すなわち，1991, 1994, 1995 および 2000 年の年級群豊度が高かったのは，沿岸親潮の流入が遅れたことによりもたらされる摂餌開始期スケトウダラの生残にとって好適な海洋環境により高い生残率が維持されたものと考えられる。

謝　　辞

本研究に用いた材料は，北海道大学水産学部研究調査船うしお丸により得られた。船長および乗組員の方々にお礼申し上げる。また，冬季間の生物採集並びに海洋観測には学内プロジェクト **HUBEC** (**H**okkaido **U**niversity, su**B**-arctic **E**cosystem dynamics & **C**limate) のメンバーの協力を願った。

文　　献

Bailey, K.M., Brodeur, R.D., Merati, N. and Yoklavich, M.M. (1993) Predation on walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) eggs and yolk-sac larvae by pelagic crustacean invertebrates in the western Gulf of Alaska. *Fish. Oceanogr.*, **2**, 30–39.

藤川隆志 (1995) 春季の噴火湾における大型肉食動物プランクトンの種組成および体長組成．北海道大学水産学部卒業論文．pp. 43.

Hamatsu, T., Yabuki, K. and Watanabe, K. (2004) Decadal changes in reproduction of walleye pollck (*Theragra chalcogramma*) off the Pacific coast of northern Japan. *Fish. Oceanogr.*, **13**(Suppl. 1), 74–83.

伊藤正輝 (1993) 噴火湾における *Oithona similis* と *O. atlantica* (オイトナ科：かいあし類) の季節分布および日周鉛直分布．北海道大学大学院水産学研究科修士論文 pp. 30.

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.*, Spec. Vol., 175–197.

磯田　豊・清水　学・上岡　敦・松尾康弘・大谷清隆・中谷敏邦 (1998) 北海道南部太平洋海域におけるスケトウダラの資源変動に係わる海洋環境の経年変化．水産海洋研究，**62**, 1–11.

前田辰昭・中谷敏邦・高橋豊美・上野元一 (1979a) スケトウダラ稚仔の沿岸水域での生活．水産海洋研究会報，**34**, 81–85.

前田辰昭・高橋豊美・上野元一 (1979b) 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラの漁場学的研究－Ⅲ海況の季節変化．日本水産学会誌，**45**, 1137–1142.

前田辰昭・中谷敏邦・高橋豊美・上野元一 (1980) 北海道南方太平洋海域におけるスケトウダラの資源動向と発生変動について．水産海洋研究会報，**37**, 29–33.

Nakatani, T. and Maeda T. (1981) Transport process of the Alaska pollack eggs in Funka Bay and the adjacent waters, Hokkaido. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **47**, 1115–1118.

中谷敏邦・前田辰昭 (1984) スケトウダラ卵の発生に対する水温の影響およびその浮上速度について．日本水産学会誌，**50**, 937–942.

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. (1995) 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.

Nakatani, T. and Maeda T. (1989) Distribution of copepod nauplii during the early life stage of walleye pollock in Funka Bay and vicinity, Hokkaido. *Alaska Sea Grant Report, 89–1, Univ. Alaska*, 217–240.

中谷敏邦・杉本晃一・高津哲也・高橋豊美 (2003) スケトウダラの年級群豊度に与える噴火湾の環境要因. 水産海洋研究, **67**, 23–28.

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.

大谷清隆 (1971) 噴火湾の海況変動の研究 II 噴火湾に流入・滞留する水の特性. 北海道大学水産学部研究彙報, **20**, 58–66.

大谷清隆・木戸一男 (1980) 噴火湾の海洋構造. 北海道大学水産学部研究彙報, **31**, 84–114.

Paul, A.J. (1983) Light, temperature, nauplii concentrations, and prey capture by first feeding pollock larvae *Theragra chalcogramma*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **13**, 175–179.

佐々木志穂 (2002) 噴火湾に出現するスケトウダラ仔魚の摂餌とその年変化. 北海道大学水産学部卒業論文, pp. 36.

清水 学・磯田 豊 (1997) 冬季噴火湾におけるスケトウダラ卵の輸送過程. 水産海洋研究, **61**, 134–143.

うしお丸観測データ集録 平成 3 年度第 6 巻 (1992) 北海道大学水産学部, pp. 123.

八吹圭三・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評価 (魚種別系群別資源評価・TAC 種) 第 1 分冊. 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.