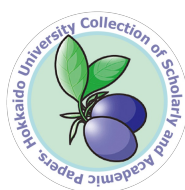




Title	北海道南西部における秋季のスケトウダラの分布と成熟
Author(s)	亀井, 佳彦; 高津, 哲也; 高木, 省吾 他
Citation	日本水産学会誌, 65(2), 223-229 https://doi.org/10.2331/suisan.65.223
Issue Date	1999-03-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/38418
Rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
Type	journal article
File Information	takahashi1-34.pdf



北海道南西部における秋季のスケトウダラの分布と成熟

亀井佳彦, 高津哲也, 高木省吾
中谷敏邦, 高橋豊美, 前田辰昭

(1998年6月4日受付)

Distribution and Maturation of Adult Walleye Pollock in Autumn
in the Japan Sea off Southwest Hokkaido

Yoshihiko Kamei,^{*1} Tetsuya Takatsu,^{*2} Shogo Takagi,^{*1}
Toshikuni Nakatani,^{*2} Toyomi Takahashi,^{*2} and Tatsuaki Maeda^{*3}

In order to elucidate the association between the distribution and maturation of adult walleye pollock *Theragra chalcogramma*, otter trawl samplings were carried out in the Japan Sea off the southwest Hokkaido in October from 1989 to 1994. CPUE values of walleye pollock were significantly higher in the coastal region than those in the offshore region through the sampling years except for 1994. Proportions of males were significantly higher in the coastal region except for 1993 and 1994. Many males were nearly mature, and no differences in male gonad indices were found either between coastal and offshore regions or among the coastal areas. In contrast, females collected in the coastal region were more mature than those in the offshore region. Clear geographical differences in body length were not found either among males or among females. Sexual differences in reproductive behavior and maturity might be responsible for the skewed distribution pattern of adult walleye pollock in October.

キーワード：スケトウダラ, 北海道南西部沖合, 分布, 成熟, 産卵回遊

北海道南西部にあたる松山沖および後志沖の日本海沿岸では、スケトウダラ *Theragra chalcogramma* の産卵群を対象とした延縄漁業および底網漁業が行われており、冬季の重要な漁業対象種となっている。北海道南西部におけるスケトウダラ漁業は、商品価値の高い卵巣（タラコ）の生産が主目的であったが、最近では食材として精巣（タチ）や鮮魚としての利用も広がっている。

これまで当海域の産卵場は、熊石（相沼）沖¹⁾および岩内沖²⁾の少なくとも2ヶ所で確認されていたが、1987年以前は本種の再生産機構についてはほとんど明らかにされていなかった。著者らは、1987年から1996年までの期間、スケトウダラの分布様式や回遊機構を解明するため、広域にわたる調査を実施してきた。得られた調査結果をもとに、4月上旬の索餌期初期³⁻⁶⁾および10月の索餌期末期^{3-5), 7)}における成魚群の分布、回遊、ならびに両時期における食性⁸⁾について検討して

きた。それによると、10月の当海域におけるスケトウダラの成魚は沿岸域で高い分布密度を示し、陸棚を離れた水深400~500 mの中層から接岸するが、小型の初回産卵群は北方から南下して接岸し、比較的大型の経産卵群は南西方向から接岸するものと推定されている。⁵⁾ 産卵群に対して適切な資源管理や効率的な漁業を行うためには、生殖巣の成熟に伴う産卵回遊過程を雌雄それぞれについて明らかにする必要がある。そこで本研究では、1989年から1994年の各年の10月の調査結果を用いて、成熟に伴う成魚の雌雄間の地理的分布を比較し、当海域における産卵回遊の特性について検討した。

材料および方法

1989年から1994年までの毎年10月、北海道大学水産学部付属練習船北星丸（893トン）を使用して調査を行った（Table 1, Fig. 1）。スケトウダラ標本は、日中、

^{*1} 北海道大学水産学部練習船おしほ丸 (T/S Oshoro Maru, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Minato, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan).

^{*2} 北海道大学水産学部資源生態学講座 (Department of Marine Biological Science, Laboratory of Marine Resources Ecology, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Minato, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan).

^{*3} 北海道大学名誉教授 (Professor Emeritus, Hokkaido University, Minato, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan).

Table 1. Catch and measurement data of walleye pollock collected by midwater trawlings of the Hokusei Maru in the Japan Sea off southwest Hokkaido from 1989 to 1994

Year	Period	Number of trawlings	Total catch in number of individuals	Number of fish measured (Number of immature fish)		Standard Length(mm)	Gonad Index(G.I.)
						Min./Mean±S.D./Max.	Min./Mean±S.D./Max.
1989	Oct. 14-24	14	5890	Male	498(2)	293//353.2±26.75//486	0.04//7.7±2.42//17.0
				Female	303(19)	248//366.7±31.54//455	0.8//6.7±2.61//13.8
1990	Oct. 14-24	18	4184	Male	696(6)	212//352.2±23.99//421	0.05//8.3±2.34//14.6
				Female	559(22)	300//367.7±30.75//499	0.3//5.7±1.96//13.3
1991	Oct. 15-24	12	2231	Male	511(3)	261//354.1±21.78//444	0.2//8.4±2.19//15.6
				Female	306(21)	269//366.8±28.14//461	0.8//5.7±2.04//12.4
1992	Oct. 13-23	18	5042	Male	780(10)	192//355.3±24.23//473	0.04//8.3±2.67//20.6
				Female	543(33)	274//368.1±33.54//514	0.2//6.3±3.36//18.5
1993	Oct. 13-23	15	2657	Male	604(3)	254//359.3±27.12//472	0.5//8.7±2.54//19.3
				Female	497(12)	305//376.5±25.74//460	0.7//6.6±2.35//16.6
1994	Oct. 15-22	4	2318	Male	184(2)	274//368.1±22.97//497	0.8//9.5±2.63//18.1
				Female	141(2)	330//390.9±30.50//495	1.1//8.3±3.17//21.6

S.D.: Standard Deviation

網口高さ 40 m の開口板付き中層トロール網を使用し、速力 3.5 ノットで 1 時間曳網を原則として採集した。曳網は、北星丸搭載の 24 kHz 魚群探知機（㈱カイジョー KSF-50）に現れた 400~450 m 層を中心とした最も魚群反応の濃い層を、曳網長で調整して行い、曳網水深の監視には、浮子網に取り付けられたネットモニター（㈱カイジョー D-16）を使用した。

各調査点ごとに採集された標本の個体数を計数し、1 調査点につき最大 130 個体の標本を実験室に持ち帰り、標準体長 (SL: Standard Length)、体重および生殖腺重量を計測した。

生殖腺の発達程度を水域間で比較するため、各個体ごとに G.I. 値を計算した。

G.I. (生殖腺重量指数)

=Gonad Weight (g, 生殖腺重量)

×100/Body Weight(g, 体重)

ただし、体重には生殖腺重量が含まれる。

得られた標本の大部分は、平均体長 (SL) が 350~400 mm、平均生殖腺重量指数 (G.I.) が雄で 8.0、雌で 6.0 前後の成魚であった。ただし標本の 1~3% は未成魚 (G.I. 値が、雄は 1.0 以下、雌は 2.5 以下⁹⁻¹²⁾) であり、これらについては解析から除外した (Table 1)。

調査水域については、北海道沿岸から 20 海里以内の沿岸域と、20 海里以遠の沖合域に 2 分した (Figs. 1, 2)。20 海里で区分した理由は、当海域で行われている

スケトウダラ漁業が奥尻島より東側の、ほぼ 20 海里以内の水域に限定されているからである。沿岸域については、さらに積丹半島北部から江良にかけての沿岸域を 7 区に分けた。

沿岸域と沖合域間での各年ごとの分布密度、雌雄比 (雄の割合)、体長ならびに G.I. 値を比較するために、Mann-Whitney の *U* 検定を行った。また、上記沿岸域 7 区間の各年での体長組成と G.I. 値組成の相違を検討するために、*G* 検定を行った。*G* 検定を使用した理由は、体長分布および G.I. 値分布が正規分布をしているかどうか疑わしかったためである。なお、各検定の有意水準は 0.05 とした。

結 果

分布密度と雌雄比 Figure 2 に、各調査点におけるスケトウダラの CPUE 値 (曳網 1 時間当たりの採集尾数) を示し、さらに雌雄比も示した。調査地点数が少ないため CPUE 値および雌雄比の検定が行えなかった 1994 年 (沿岸域: 3 地点, 沖合域: 1 地点) を除き、各年の CPUE 値は沿岸域で有意に高かった (*U* 検定, 1989 年: $U_s=30$, $n=6, 5$, $P<0.01$; 1990 年: $U_s=58$, $n=10, 6$, $P<0.002$; 1991 年: $U_s=30$, $n=6, 5$, $P<0.01$; 1992 年: $U_s=46$, $n=7, 7$, $P<0.01$; 1993 年: $U_s=29$, $n=6, 5$, $P=0.01$)。また、検定が行えなかった 1994 年においても沿岸域の CPUE 値は 203~3458 の

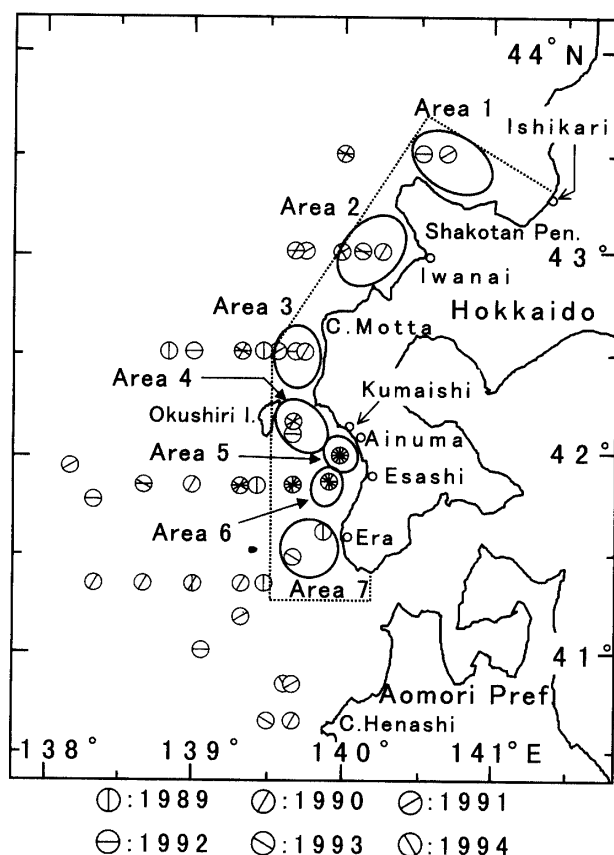


Fig. 1. Sampling stations for walleye pollock by midwater trawlings in the Japan Sea off southwest Hokkaido in October from 1989 to 1994.

The dotted line separates coastal and offshore waters. Coastal-water stations (excluding one) are divided into seven areas (1 to 7).

範囲であったのに対し、沖合域1地点では19にすぎなかった。

水域間での雌雄比は1989～1993年のうち1993年 ($U_s=21.5$, $n=6$, 5 , $P>0.2$) を除く4年では沿岸域の方が有意に雄の割合が高く (1989年: $U_s=28$, $n=6$, 5 , $P=0.02$; 1990年: $U_s=58$, $n=10$, 6 , $P<0.002$; 1991年: $U_s=28$, $n=6$, 5 , $P=0.02$; 1992年: $U_s=47$, $n=7$, 7 , $P<0.01$), 各年の沿岸域での中央値は64.7～68.9%であったのに対して、沖合域では40.8～61.9%であった。また、検定が行えなかった1994年においても沿岸域の雄の割合は55.6～60.7%の範囲であったのに対し、沖合域では36.8%と低かった。

体長分布 沿岸域と沖合域に分布する、スケトウダラの体長を比較するため、雌雄別に各年の体長の中央値と範囲をFig. 3に示した。雄の体長の中央値は、1989, 1991, 1994年では沖合域の方が有意に大きかったが (U 検定, 1989年: $P=0.0022$; 1991年: $P=0.013$; 1994年: $P=0.0097$), 他の年では両水域間における体

長に有意差はみられなかった。雌の体長の中央値についても1991, 1992, 1994年において沖合域で有意に大きかったが (U 検定, 1991年: $P=0.0025$; 1992年: $P=0.042$; 1994年: $P=0.034$), 他の年では両水域間における体長に有意差はみられなかった。

続いて沿岸域における体長および成熟度の南北差を検討するため、Fig. 1に示した沿岸域内の7区間における各年の体長組成およびG.I.値組成の比較をFig. 4に示した。雄の体長は1990年 (G 検定, $P=0.040$), 1994年 ($P=0.034$) のみ各区間で有意差がみられたが、その差は顕著ではなかった。雌は1989年 ($P=0.025$), 1993年 ($P=0.020$), 1994年 ($P=0.015$) に有意差が認められ、1989年には茂津多岬沖 (Area 3) で400 mmSLをこえる個体の割合が高く (33.3%), 1993年には岩内沖 (Area 2) で小型魚、相沼沖で大型魚、1994年では岩内沖で小型魚の割合が高かった。

成熟度分布 沿岸域と沖合域における成熟度を比較するため、両水域の雌雄別G.I.値 (中央値と範囲) をFig. 5に示した。水域間で雄のG.I.値の中央値に有意差が認められたのは、1994年の青森県釧作 (へなし) 崎沖の1地点と沿岸域との間のみであり (U 検定, $P=0.020$), 1989～1993年では水域間に有意差はなかった。一方、雌では1989年のみ有意ではなかったものの ($P=0.26$), その他の年では沖合域に比べて沿岸域のG.I.値の中央値は有意に高かった (1990年: $P=1.9 \times 10^{-12}$; 1991年: $P=0.029$; 1992年: $P=3.0 \times 10^{-4}$; 1993年: $P=1.9 \times 10^{-4}$; 1994年: $P=3.3 \times 10^{-4}$)。

続いて、沿岸域内の7区間 (Fig. 1) における各年のG.I.値組成の比較を行った結果 (Fig. 4), 雄では1992年ではわずかに有意差がみられたが (G 検定, $P=0.044$), その他の年では、G.I.値の南北間による有意差はみられなかった。雌においても、1994年のみ水域間に有意差が認められたが ($P=7.1 \times 10^{-7}$), その他の年では、南北間に有意差はみられなかった。有意差のみられた1994年では、G.I.値の中央値が岩内沖 (Area 2) で6.8であったのに対し、相沼沖 (Area 5) では10.6と高かった。また、各水域のうち産卵場の1つである相沼沖¹⁾では、どの年においても少数ではあるが高いG.I.値 (12.0～22.0) を示す雌の個体が出現していた。

体長と成熟度の関係 産卵場の1つである相沼沖合 (Area 5), 相沼沖合を除いた沿岸域、および沖合域における全ての年の体長とG.I.値の関係を、雌雄別にFig. 6に示した。雄では平均値の95%信頼区域に、水域間ではほとんど差がみられず、体長とG.I.値の関係に明瞭な相関はみられなかった。一方、雌では相沼沖合に高いG.I.値を示す個体が高水域よりも多く出現しており (G.I.値の平均値で相沼沖: 8.83, 相沼沖を除く沿

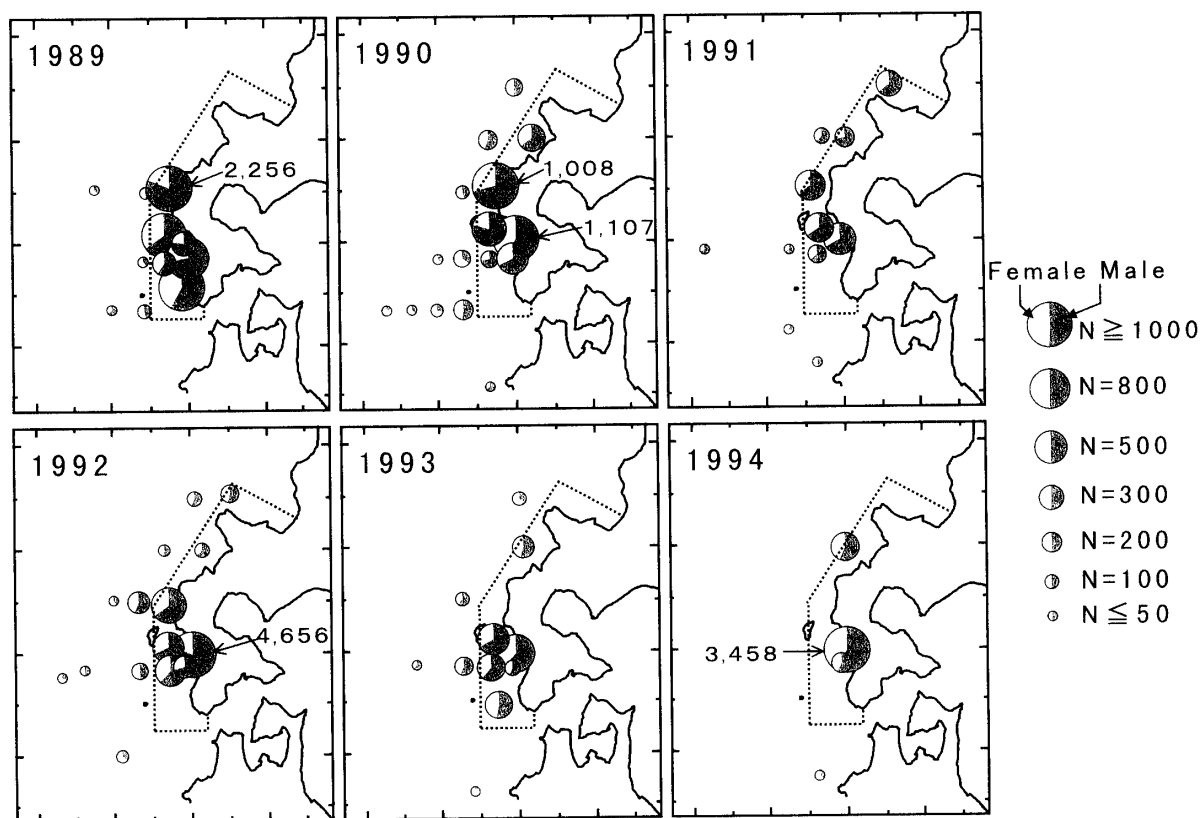


Fig. 2. Horizontal distribution of walleye pollock by sex.

Numerals represent the CPUE (number of individuals per hour). Dotted line separates coastal and offshore waters.

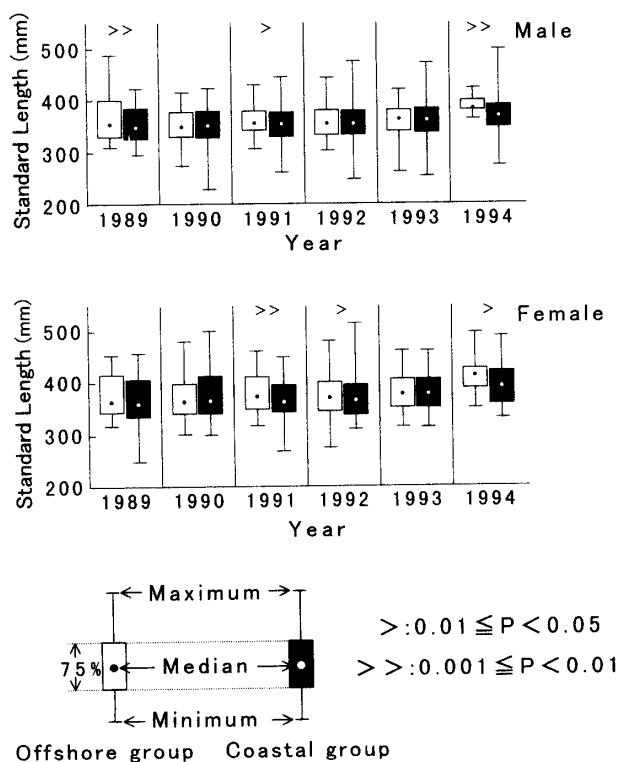


Fig. 3. Medians and ranges of standard length of walleye pollock between offshore and coastal waters.

岸域：6.44，沖合域：5.76），平均値の95%信頼区域は他の水域よりも広がった。しかし，雄同様どの水域においても，体長とG.I.値の間に明瞭な相関はみられなかった。

考 察

当海域の10月におけるスケトウダラの分布を検討した結果，成魚群は産卵場が形成される北海道沿岸域で高密度に分布していたが，雌雄間では沿岸域への集中は雄の方が顕著であった。スケトウダラの産卵行動は，産卵直前の雌を数尾の雄が追尾あるいは随行し，雌が産卵行動に移るとその中の雄1尾が雌雄1対による産卵を行うとされており，雄同士の雌をめぐる個体間競争が存在する。¹²⁾ よって，雄は雌が産卵を開始する前に産卵場に達している方が産卵に参加する機会が増えることになる。これに対し，産卵に際して雄のような個体間競争がない雌は，餌料プランクトンが多い沖合の索餌海域^{3-5,7)}に雄より長く滞留し，少しでも多くの餌を捕食してから産卵に参加した方が個体の維持および生殖腺の増大に有利であろうと思われる。

続いて，沿岸-沖合域間におけるG.I.値を比較した結果，雄のG.I.値は水域間にほとんど差がみられなかつ

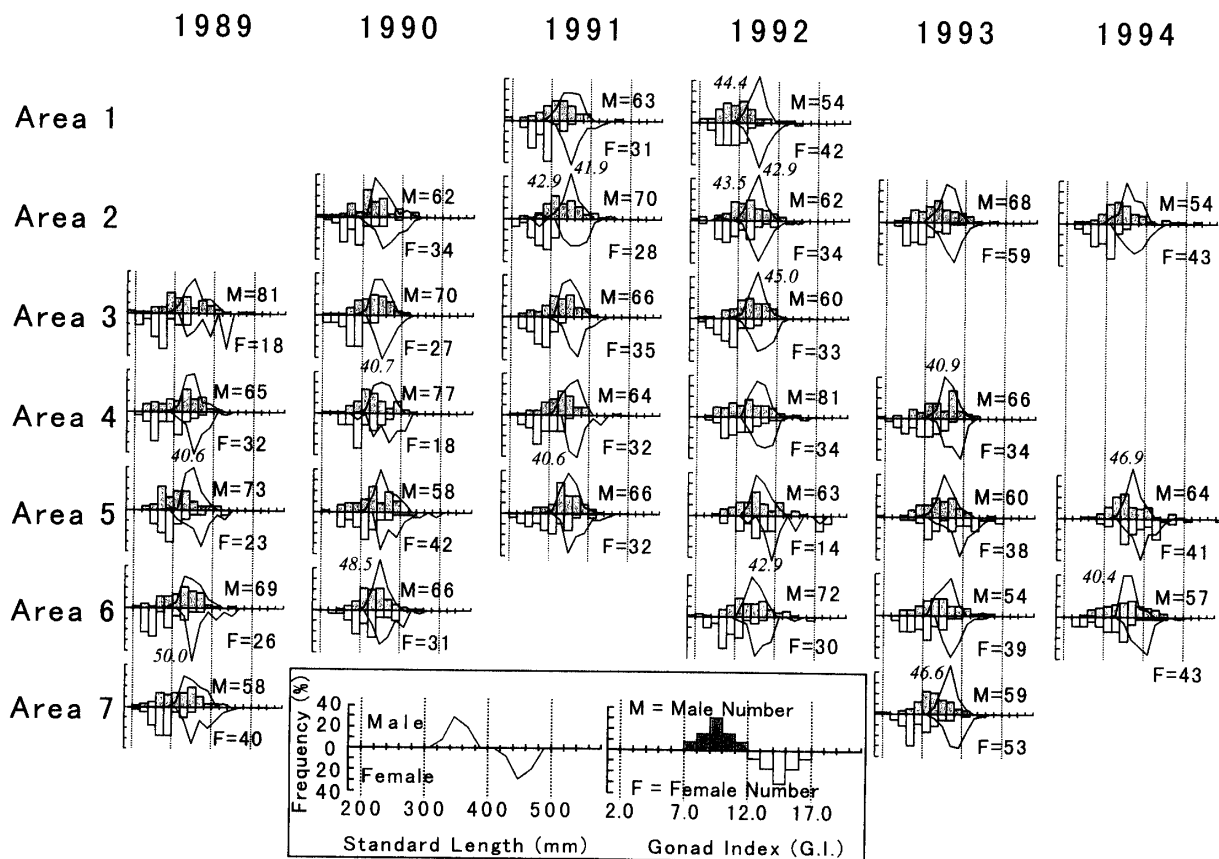


Fig. 4. Standard length and gonad index frequency distributions of walleye pollock by sex in seven coastal areas.

Each area is represented in Fig. 1. Line graphs indicate standard length frequency, and histograms indicate gonad index frequency. X-axis and Y-axis scales shown in explanatory note. Numerals in italics indicate peak frequency over 40%.

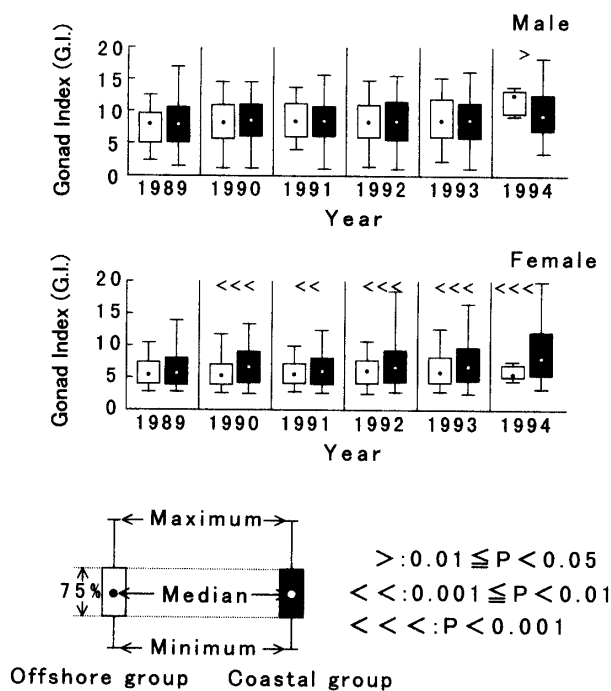


Fig. 5. Medians and ranges of gonad index of walleye pollock between offshore and coastal waters.

たのに対し、雌は1989年を除いて明瞭な差が認められ、沿岸域のうち産卵場の1つである相沼沖においてはさらに成熟が進行した個体が若干出現していた。本種の雄は雌が排卵可能な状態に達するよりも約1ヶ月程早く放精状態に達し、大部分の雄が比較的早期に産卵する雌に対しても放精可能になっているとされている。¹³⁾ 尹¹⁰⁾による成熟段階とG.I.値の比較結果では、雄のG.I.値は精子変態前期で平均 6.0 ± 1.59 (平均 $\pm$ 標準偏差), 精子変態後期で 7.1 ± 3.08 , 完熟期にはやや低下して 6.8 ± 2.24 である。一方、雌は卵黄形成後期には 5.8 ± 1.48 , 核移動期では 8.8 ± 2.18 であり、さらに成熟期で 14.6 ± 3.35 , 排卵可能な産卵前期には 15.2 ± 4.68 と増大する。本研究において各年に観測された雄のG.I.値の75%は5.0~13.1, 中央値は7.9~12.5であり、多くの個体が放精可能直前の精子変態後期から放精時の完熟期に属する値を示し、精巣の発達は完熟に近いものと推測される。一方、雌のG.I.値の75%は3.9~12.1, 中央値は沖合域で5.3~6.1, 沿岸域では5.7~8.1の範囲にあり、当海域の産卵期が12月から3月である⁷⁾ことから考えても、産卵直前の成熟期に達し

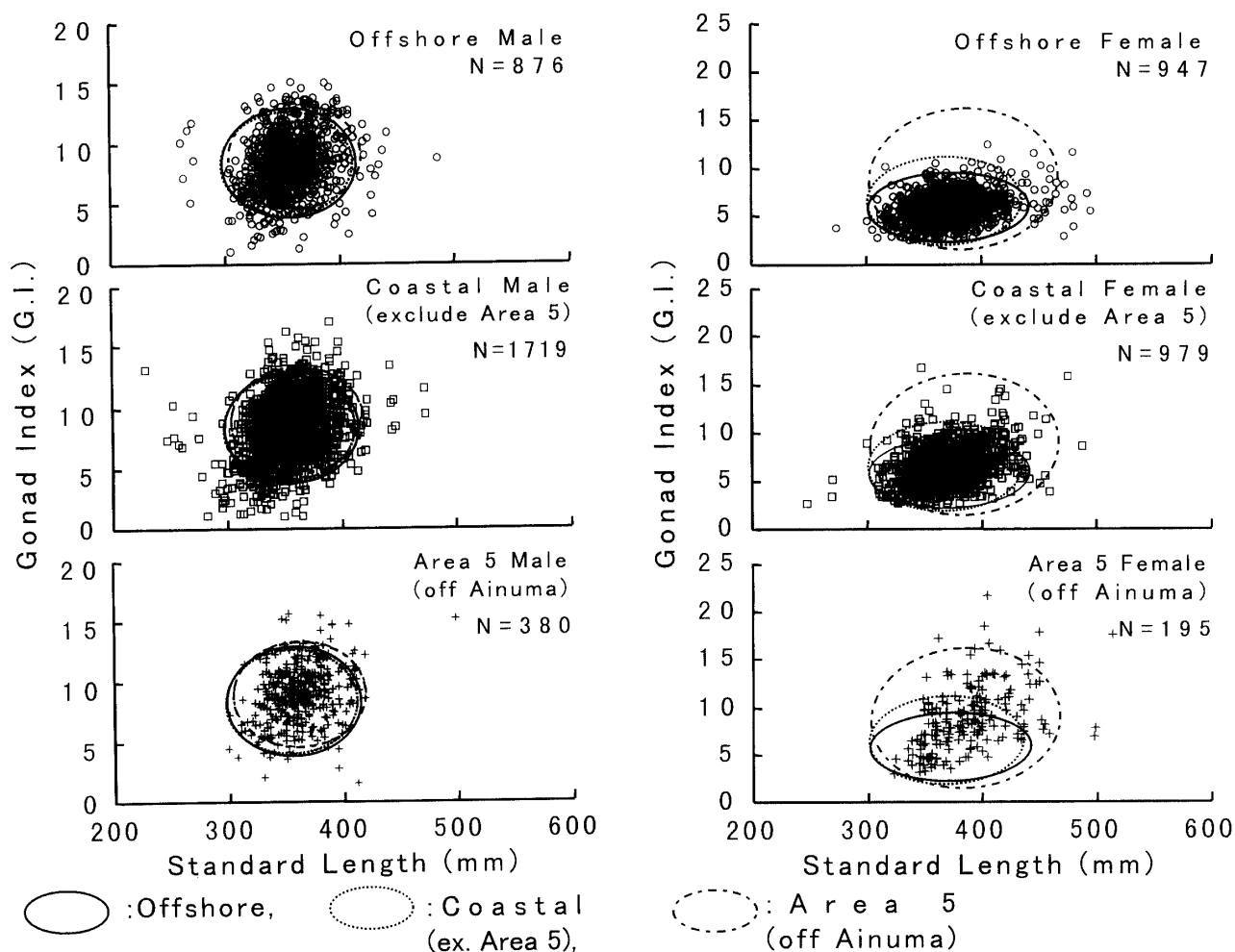


Fig. 6. Relationship between standard length and gonad index of male (left) and female (right) walleye pollock by area.

Ellipses represent 95% confidence regions for the data values. (N=number of samples)

ている個体は少ないものと思われる。よって、10月には雄は雌に比べて成熟が進み、その大部分は既に沿岸域において生殖活動の準備に入っているものと考えられる。一方、雌は依然として索餌期に属し、成熟に伴いながら産卵場へ回遊し始めている時期と考えられる。ただし、雄はこの時期の成熟段階における G.I. 値の差は小さい¹⁰⁾ので、組織学的には水域間で成熟度に差がある可能性があり、今後組織学的観察を行う必要があるだろう。

前田ら⁵⁾は、当海域に産卵のために来遊するスケトウダラの10月における体長組成には、新規加入群と経産群の来遊経路の違いにより、南北差が生じるとしている。また、宇藤・夏目¹⁴⁾によれば、近年当海域で漁獲されるスケトウダラの体長および年齢組成は海域間で異なり、小型魚の占める割合は、石狩湾で高く、以下、岩内湾、桧山海域と南下するに従って体長が大型化するとしている。本研究においても、沿岸域では体長組成の南北差が年によっては若干認められたが、本調査海域に分

布する魚群全体には、雌雄ともに体長と成熟度との関係は認められなかった。よって、水域間の体長組成や年齢組成の差よりもむしろ成熟度が、この時期における本種の水平分布を規定する要因として重要であると思われる。

以上述べたように、この時期の当海域におけるスケトウダラの水平分布には、雌雄間の成熟度の差およびその後の産卵期における繁殖行動の差が強く反映されているものと考えられる。このため、今後本種の資源管理を行う上で、適正な漁獲時期や漁獲水域については分布密度のみならず、性比や成熟度を考慮することが重要であろうと考えられる。

最後に、調査にあたり御尽力を賜った北海道大学水産学部練習船北星丸の船長以下乗組員の方々に深くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 前田辰昭, 高橋豊美, 中谷敏邦: 北海道桧山沖合における

- スケトウダラ成魚群の分布回遊と産卵場について. 北大水産研究彙報, **39**, 216-229 (1988).
- 2) 田中富重, 及川久一: 昭和45年度 岩内漁場のスケトウダラ調査について, 産卵群の分布様式. 北水試月報, **28**, 2-8 (1971).
 - 3) T. Maeda, T. Nakatani, T. Takahashi, and S. Takagi: Distribution and migration of adult walleye pollock off Hiya-ma, Southwestern Hokkaido, in "Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Alaska Sea Grant Report No. 89-1", Univ. Alaska, Fairbanks, 1989, pp. 325-347.
 - 4) 前田辰昭, 中谷敏邦, 高橋豊美, 高木省吾, 亀井佳彦, 梶原善之, 目黒敏美: 北海道松山および後志沖合におけるスケトウダラ成魚の分布・回遊について. 水産庁漁業資源研究会議北日本底魚部会報, **22**, 1-18 (1989).
 - 5) 前田辰昭, 高木省吾, 亀井佳彦, 梶原善之, 目黒敏美, 中谷敏邦: スケトウダラ調査研究の歴史と問題点. 北水試報告, **42**, 1-14 (1993).
 - 6) 高木省吾, 前田辰昭, 亀井佳彦, 中谷敏邦, 高津哲也, 高橋豊美: 北海道南西部沖合における春期のスケトウダラの分布. 日水誌, **62**, 205-212 (1996).
 - 7) 前田辰昭, 中谷敏邦, 高橋豊美, 高木省吾, 梶原善之, 目黒敏美: 北海道南西部の日本海岸におけるスケトウダラの回遊について. 水産海洋研究, **53**, 38-43 (1989).
 - 8) 小岡孝治, 高津哲也, 亀井佳彦, 中谷敏邦, 高橋豊美: 北部日本海中層に生息するスケトウダラの春期と秋期における食性. 日水誌, **63**, 537-541 (1997).
 - 9) 尹 泰憲: 北海道噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ雌魚の生殖周期. 北大水産研究彙報, **32**, 22-38 (1981).
 - 10) 尹 泰憲: スケトウダラ繁殖生態に関する研究. 学位論文, 北海道大学水産学部, 函館, 1982, 209p.
 - 11) Y. Sakurai: Reproductive Characteristics of Walleye Pollock with Special Reference to Ovarian Development, Fecundity and Spawning Behavior, in "Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Alaska Sea Grant Report No. 89-1", Univ. Alaska, Fairbanks, 1989, pp. 97-115.
 - 12) 桜井泰憲: スケトウダラの繁殖特性と戦略. 北水試報告, **42**, 51-68 (1993).
 - 13) 前田辰昭, 高橋豊美, 上野元一: 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ成魚群の生活年周期. 日水誌, **47**, 741-746 (1981).
 - 14) 宇藤 均, 夏目雅史: 北海道日本海沿岸におけるスケトウダラの年齢組成の地域差とその原因に関する一考察. 北水試報告, **42**, 215-228 (1993).