



Title	夏季ベーリング海沖合表層域に出現するスケトウダラの成熟度と経産卵魚の判別
Author(s)	吉田, 英雄; YOSHIDA, Hideo; 尹, 泰憲 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 32(4), 329-337
Issue Date	1981-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23770
Type	departmental bulletin paper
File Information	32(4)_P329-337.pdf



夏季ベーリング海沖合表層域に出現するスケトウダラの
成熟度と経産卵魚の判別*

吉田 英雄**・尹 泰憲**

Maturity and Identification of the Post-spawner of Walleye Pollock,
Theragra chalcogramma (Pallas), in the Surface Layers of the
Central Bering Sea in Summer*

Hideo YOSHIDA** and Tai-Hon YOON**

Abstract

The maturity of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), collected in the surface layers of the central Bering Sea in June and July 1977 was examined histologically, and an attempt to identify the post-spawners was made on the basis of histological characteristics of the gonad. The results obtained are as follows.

1. The maturity of male post-spawners was in either the early or the late multiplication stage. These males were identified by the presence of degenerating residual sperms and histological characteristics in their testes. Female post-spawners were characterized by having degenerating empty follicles, and often the atretic oocytes, in their ovaries. The maturity of these females was in the yolkless stage, the early yolk vesicle stage, or the late yolk vesicle stage except for one case with the maturity in the early yolk formation stage.

2. Based on the results obtained on the post-spawners, it was estimated that their gonadosomatic indices (GSI) values were more than 0.2 in males and 1.0 in females, and that their body lengths exceeded 35 cm and 39 cm in males and females, respectively.

3. Most of the post-spawners examined in the present study were considered to have spent 2-3 months after spawning. It was presumed that their spawning ground might be in the Bering Sea and the adjacent waters.

緒 言

スケトウダラ, *Theragra chalcogramma* (Pallas) の主な生息空間は、大陸棚上およびその縁辺部の底中層域である。しかし、ベーリング海では、スケトウダラが夏季には大陸棚上から沖合にかけての表層域(水深 0~200 m) に出現し¹⁾⁻⁹⁾、その生物量は資源的にも無視出来ないこと¹⁰⁾ が知られている。この様な沖合表層域への出現は、北部北太平洋、オホーツク海および日本海でも春季から夏季にみら

* 北海道大学水産学部北洋水産研究施設業績第 145 号
(Contribution No. 145 from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道大学水産学部北洋水産研究施設
(Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido)

れ、その大半が産卵後のいわゆる経産卵群とみなされている^{3),4),11)-13)}。ベーリング海沖合表層域に出現する群は、被鱗体長 40~46 cm の 5~6 才を主群とする大型魚であり^{5),8),9)}、前述海域と同じく経産卵魚と推定されているが、その確証はなされていない。このような沖合海域へ生息域を拡大するスケトウダラ群が、ベーリング海およびその隣接海域に分布するスケトウダラ個体群全体の中でどのような位置にあるかを検討することは興味ある課題である。

近年、スケトウダラの生殖周期に関する組織学的な研究が行われ、ある時間的断面で捉えられた魚の成熟度および排卵後濾胞や残留精子の有無とその消長過程から、その生殖履歴を明らかにできる可能性が指摘されている^{14),15)}。

本研究では、夏季ベーリング海沖合表層域に出現するスケトウダラの生殖腺の組織学的観察から、未産・経産の判別を行い、その体長範囲を求め、これらの魚が生殖周期のどの段階に相当するかを明らかにすることを目的とした。

材料と方法

材料は、1977年6月17日から7月17日まで、ベーリング海中央部のアリューシャン海盆上から東部大陸棚上にかけて行われたサケ・マス調査船新洋丸による表層流網調査の際に採集した。採集方法は、48~157 mm 目合の10種類で構成される調査用流網¹⁶⁾およびサケ・マス標識放流用の延縄によった(図1)。

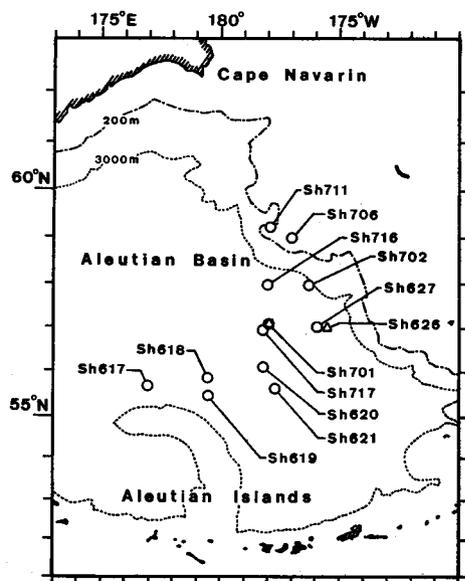


Fig. 1. Sampling stations of walleye pollock in the surface layers of the central Bering Sea in summer, 1977. A sampling station code shows ship's name (first two letters), sampling month (first digit) and day (last two digits).
○: salmon gillnet, △: long-line

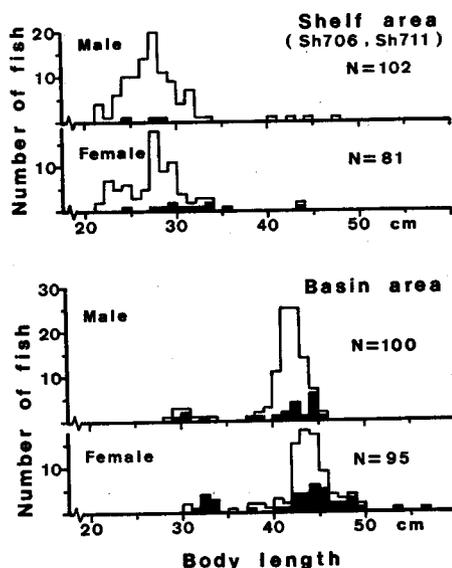


Fig. 2. Size distribution of walleye pollock in the central Bering Sea in summer, 1977.
■: the specimen examined histologically.

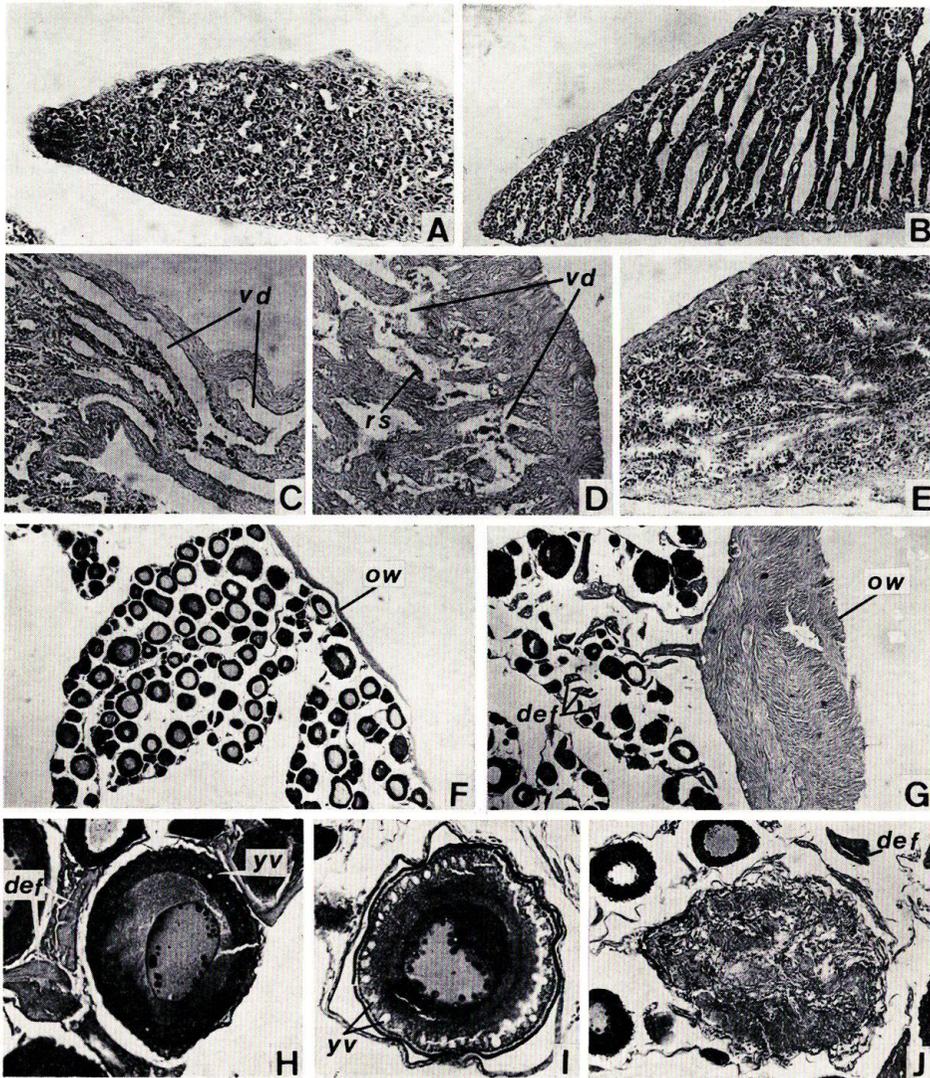


Fig. 3. All figures are photomicrographs of sections through testes and ovaries of walleye pollock. All were fixed in 10% formalin solution and stained with the Delafield's haematoxylin-eosin preparation. A: testis of immature fish at the early multiplication stage. $\times 35$; B: testis of post-spawner at the early multiplication stage. $\times 35$; C: testis of immature fish. *vd* vas deferens. $\times 35$; D: testis of post-spawner. *rs* residual sperm. $\times 35$; E: testis of post-spawner at the late multiplication stage. $\times 35$; F: ovary of immature fish at the yolkless stage. *ow* ovarian wall. $\times 35$; G: ovary of post-spawner at the yolkless stage. *def* degenerated empty follicle. $\times 35$; H: oocyte at the early yolk vesicle stage. *yv* yolk vesicles. $\times 135$; I: oocyte at the late yolk vesicle stage. $\times 135$; J: atretic oocyte in the late phase of degeneration. $\times 90$.

Table 1. Composition of maturity at body size of walleye pollock.

Sex	Male				Female				
Stage	I-E		I-L		I		II-E	II-L	III
Maturity	Early multi- plication stage		Late multi- plication stage		Yolkelss stage		Early yolk vesicle stage	Late yolk vesicle stage	Early yolk formation stage
Body length (cm)	Im- mature fish	Post- spawner	Im- mature fish	Post- spawner	Im- mature fish	Post- spawner	Post- spawner	Post- spawner	Post- spawner
24-25	1				1				
25									
26									
27	1				1				
28	1				1				
29	1				2				
30	1		1		1				
31					2				
32	1				5				
33					5				
34									
35					1				
36									
37				1*	1				
38									
39		1*							
40						1			
41		1*		1*		1			
42		3**		1*		1	3		
43				1*		4*	1		
44		4***		2*		4*	2*		
45				1*		3	2		
46						1	1		
47						1*			1
48						2*		1	
49						1			
50									
51									
52									
53						1*			
54									
55								1	
56									
Total No.of fish	6	9	1	8	20	20	9	2	1

*: the specimen with residual sperm or atretic oocyte.

採集した総計 378 尾のスケトウダラについて、被鱗体長（以下、体長と呼ぶ）、体重、生殖腺重量を測定し、生殖腺重量指数（GSI：生殖腺重量×100/体重）を求めた。また、体長範囲を網羅するように選んだ計 76 尾（雄 24 尾、雌 52 尾）の生殖腺を 10% ホルマリン液で固定した。このうち雌雄各 2 尾については生殖腺重量の測定値を欠いていたが、成熟度の判定はこれらも含めて行った。

固定した生殖腺は通常パラフィン法により、8 μ の連続切片とし、デラフィールドのヘマトキシリン・エオシン染色を施して検鏡した。成熟度の判定基準は、尹^{14),15)}に従ったが、雄では第 1 次精原細胞から第 2 次精原細胞へ有糸分裂により細胞数が増加する時期である増殖期を 2 期に分け、精原細胞の大半が第 1 次精原細胞からなるものを増殖期前期（図 3-A, B）、そして一部の包囊が第 2 次精原細胞に至った時期を増殖期後期（図 3-E）とした。また雌では卵黄胞期を 2 期に分け、卵黄胞が細胞質外縁部に一層に配列するまでの段階を卵黄胞前期（図 3-H）とし、卵黄胞が二層以上出現する状態を卵黄胞後期（図 3-I）とした。未産・経産の判別は、尹^{14),15)}に従い、雄では細精管および輸精管中の残留精子の有無と、小葉壁および輸精管壁の肥厚の度合いにより（図 3-A~D）、また、雌では排卵後濾胞の痕跡の有無および退行卵、退行濾胞、卵巣膜の肥厚の度合いによって識別した（図 3-F, G, J）。

結果と考察

1977 年 6 月中旬から 7 月中旬の 1 ケ月間に、ベーリング海中央部の表層域で採集されたスケトウダラはその体長組成（図 2）から、大きく 2 つのグループに分けられる。すなわち、陸棚縁辺部の「Sh 706」と「Sh 711」では、体長 21~33 cm の小型のスケトウダラが多く、アリューシャン海盆上の採集点では体長 40~45 cm の大型魚が主体で、体長 34~39 cm の中型個体は稀であった。この結果は、同時期に行われたスケトウダラの手釣り調査結果⁶⁾と一致している。また、東部ベーリング海における同時期の底曳網調査¹⁷⁾によると、陸棚北部の水深 200 m 付近には小型のスケトウダラが多いことから、これらの小型魚が陸棚上の表層で多数漁獲されたものと考えられる。

夏季ベーリング海の沖合表層に分布するこれらのスケトウダラの成熟状態と生殖履歴を明らかにするために、76 尾の成熟度の判定と組織学的観察に基づく未産・経産の区分を行った（図 3、表 1）。この結果、雄では、体長 32 cm 以下は全て未産で、6 尾が増殖期前期（成熟度 I-E、図 3-A, C）、1 尾が増殖期後期（成熟度 I-L）のものであったのに対し、体長 37 cm 以上は経産で、増殖期前期（図 3-B）の成熟度のものが 9 尾、増殖期後期（図 3-E）が 8 尾であった。これらの経産魚のうち、14 尾の細精管もしくは輸精管中に残留精子が認められた。しかし、量的には少なく、13 尾の個体において退行中の残留精子（図 3-D）あるいは輸精管壁上皮の食作用による取り込み像が観察された。一方、雌では、体長 37 cm 以下の 20 尾は全て未産で、いずれも周辺仁後期までの卵巣卵からなる無卵黄期（成熟度 I、図 3-F）の個体であり、これに対して体長 40 cm 以上は経産で、無卵黄期（図 3-G）の成熟度の個体が 20 尾、卵黄胞前期（成熟度 II-E、図 3-H）が 9 尾、卵黄胞後期（成熟度 II-L、図 3-I）が 2 尾、第 1 次卵黄球期までの卵巣卵からなる卵黄形成前期（成熟度 III）のものが 1 尾であった。これら全ての経産魚にみられる痕跡化した排卵後濾胞は、エオシンに好染する細胞塊として観察されるが、莖膜細胞層と顆粒膜細胞層がまだ識別できる状態であった（図 3-G）。また未排出の大型卵の退行像は経産魚の 25% で観察され、大型個体ほど顕著に認められた。その退行像は、一部の個体では濾胞細胞による卵巣の取り込みが活発に進行する様相を示すが、大半は肥厚した濾胞細胞層と卵膜残査からなる退化濾胞となっていた（図 3-J）。これら未産魚と経産魚の成熟度を比較すると、雌雄とも未産魚に比べ経産魚の成熟がやや進行していることが窺える。また、未産魚と経産魚の体長の境界は、雄では 34~36 cm、雌ではそれより約 3 cm 大きく、38~39 cm 付近に存在する。

次に、GSI 値から未産・経産の判定が可能か否かを検討するために、未産・経産魚別に GSI 値と

Table 2. Comparison of GSI and maturity of walleye pollock.

Sex	Stage	Maturity		Number of specimens	GSI	
					Mean±SD	Range
Male	I-E	Early multiplication stage	Immature fish Post-spawner	5	0.14±0.05	0.07- 0.19
				9	1.43±0.75	0.77- 3.07
	I-L	Late multiplication stage	Post-spawner	8	0.96±0.48	0.23- 1.78
Female	I	Yolkless stage	Immature fish Post-spawner	18	0.49±0.18	0.24- 0.98
				20	1.99±0.37	0.97- 2.63
	II-E	Early yolk vesicle stage	Post-spawner	9	1.87±0.32	1.30- 2.20
	II-L	Late yolk vesicle stage	Post-spawner	2	7.00±4.77	3.63-10.38
	III	Early yolk formation stage	Post-spawner	1	2.86	

成熟度との関係を調べた(表2)。雄では増殖期前期の未産魚のGSI値は0.19以下で、同じ成熟段階の経産魚では平均で1.43、範囲も0.77~3.07と未産魚より高い値を示す。増殖期後期の経産魚ではGSI値は平均で0.96、範囲は0.23~1.78と、前期より減少している。一方、雌では無卵黄期の未産魚のGSI値は0.98以下であるが、同じ成熟段階の経産魚では0.97~2.63と高い値を示す。卵黄胞後期のものにGSI値の極端に高いものが出現したが、これらは未排出の大型退行卵が多く存在する個体であった。また、経産魚の卵黄胞前期の個体のGSI値が無卵黄期の個体より低く、経産雄魚と同様に、産卵後の回復途上における生殖腺の一時的退縮がGSI値の減少として現われたと考えられる。尹^{14), 15)}によれば、雄の成魚では放精終了期のGSI値は0.20~4.30(平均2.44)であるが、増殖期では平均で0.52であり、雌では無卵黄期の未産魚のGSI値は1.0以下であり、今回の結果とほぼ一致する。

以上の組織学的観察結果から、ベーリング海沖合表層域に分布するスケトウダラの体長およびGSI値を未産・経産の判別基準とすれば、雄では体長が35cm、GSI値で0.2、一方、雌では体長が39cm、GSI値で1.0と設定できる。そこで、この判別基準を全採集標本のGSI値と体長との関係(図4)にあてはめてみると、雌雄各1個体を例外として、体長34cm以下の小型のスケトウダラのGSI値は、雄では0.17以下、雌では0.84以下で明らかに未産魚とみなされる。一方、体長40cm以上の大型魚は全てGSI値が経産魚の範囲にあり、夏季ベーリング海沖合表層域に広く分布するスケトウダラの主群は経産魚と考えられる。特に、体長34~39cmの成魚(初回産卵魚)へ移行する体長範囲とみなされる中型魚の沖合表層域での出現は少なかった。しかし、岡田⁹⁾が指摘しているように、東部ベーリング海大陸棚上で6~7月に商業漁獲の対象とされるスケトウダラは、尾叉長38~42cm(体長35~39cm)にモードを持つ広い体長範囲の群からなることより、これら成魚へ移行する中型群の索餌期における分布域は、主に陸棚上にあると考えられる。

以上のように、沖合表層域に分布する大型のスケトウダラ群は産卵後の回復期に相当し、雄では増殖期前期と後期の個体が経産魚の約半分ずつを占め、そのうちの76.5%に退行中の残留精子およびその取り込み像がみられること、雌では無卵黄期と卵黄胞前期の個体が経産魚の9割を占め、排卵後濾胞がまだ完全に細胞塊となっていないことから、尹¹⁵⁾の生殖周期にあてはめてみると、経産魚の

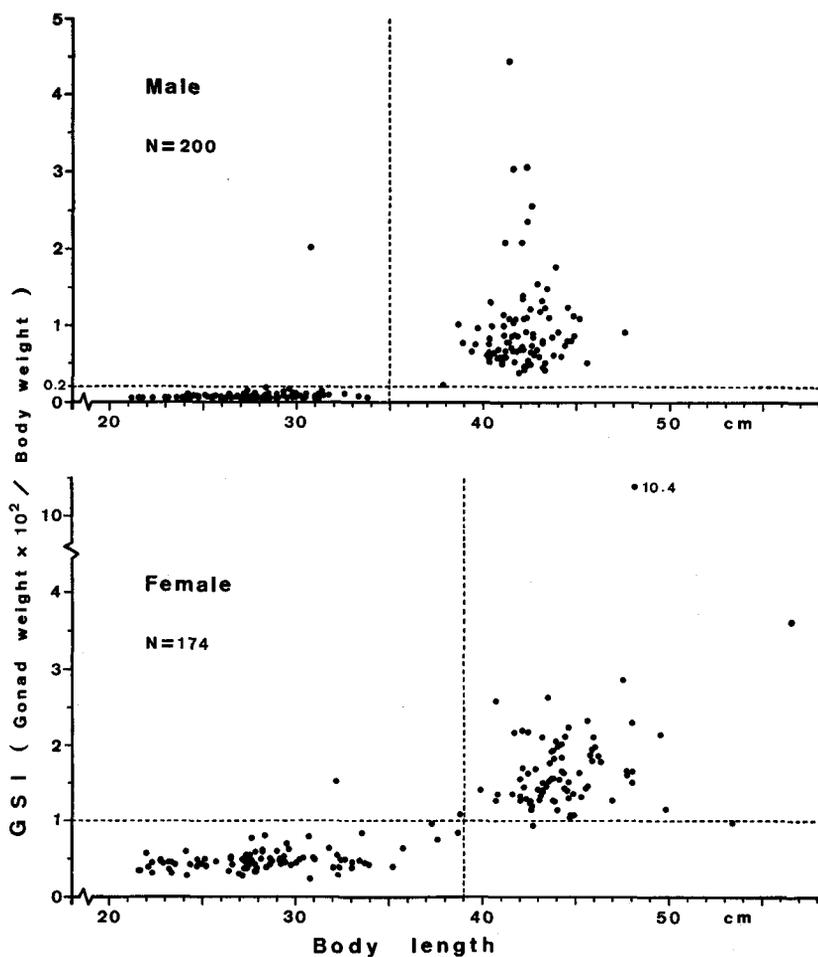


Fig. 4. Relation between GSI and body length of walleye pollock.

The dotted lines show GSI values of the post-spawner are more than 0.2 in males and 1.0 in females, and body length of the post-spawner exceed 35 cm in males and 39 cm in females.

主体は産卵後2~3ヶ月を経過したものと考えられる。さらに、産卵期を逆上って推定すると、3月中旬~5月中旬と考えられ、東部ベーリング海^{18),19)}から西カムチャッカ水域²⁰⁾に至る海域の産卵期と一致する。このように、ベーリング海沖合表層域に出現するスケトウダラは、ベーリング海およびその隣接海域の産卵場から由来する可能性がある。特に本研究の調査海域は、ベーリング海の主要な産卵場および漁場である東部ベーリング海大陸棚に隣接する海域であることから、量的に多くのものが東部ベーリング海の産卵場由来し、索餌期にその分布域を沖合表層にまで拡大し、その後再び産卵に加わるものと推定される。

要 約

1977年6~7月の1ヶ月間に、ベーリング海中央部の沖合表層域から採集したスケトウダラ計76尾(体長24~56cm)の成熟度を組織学的に調べ、未産・経産の判別を試みた。

1. 経産雄魚の成熟度は全て増殖期のもので占められ、そのうちの約75%に退行中の残留精子およびその取り込み像がみられた。経産雌魚では無卵黄期と卵黄胞前期の成熟度の個体が約9割を占め、痕跡化した排卵後濾胞および退行卵が観察された。また、経産魚の成熟度は未産魚に比べてやや進んでいた。

2. 未産・経産の判別基準は、雄では体長35cm、GSI値0.2、雌では体長39cm、GSI値1.0であった。

3. ベーリング海沖合表層域に分布する40cm台の大型のスケトウダラは産卵後の回復期に相当し、経産魚の主体は産卵後2~3ヶ月を経過したもので、ベーリング海およびその隣接海域の産卵場から由来する可能性がある。

謝 辞

論文作成に当り御助言いただいた北海道大学水産学部北洋水産研究施設三島清吉教授および北海道大学水産学部淡水増殖学講座高野和則助教授に深謝する。また、標本の採集に御協力いただいた北海道大学水産学部北洋水産研究施設小城春雄講師、日本さけ・ます資源研究調査会成田政義氏並びに水産庁さけます調査船新洋丸の乗組員各位に感謝する。

引 用 文 献

- 1) 石田昭夫 (1956). 北海道の機船底曳網漁業とその資源. スケトラダラ. 北海道区資源調査報告, 1, 50-70.
- 2) Larkins, H.A. (1964). Some epipelagic fishes of the North Pacific Ocean, Bering Sea, and Gulf of Alaska. *Trans. Am. Fish. Soc.* 93, 286-290.
- 3) 遠洋水産研究所 (1971). 他種漁業によるスケトウダラの混獲調査. p.3-16. ベーリング海およびカムチャッカ半島周辺海域のスケトウダラ資源の系統群の解明に関する研究. 昭和46年度中間報告. 112 p.
- 4) 遠洋水産研究所 (1972). 他種漁業によるスケトウダラの混獲調査. p.10-24. ベーリング海およびカムチャッカ半島周辺海域のスケトウダラ資源の系統群の解明に関する研究. 昭和47年度中間報告. 102 p.
- 5) 鈴木恒由 (1976). 魚群探知機でみられるベーリング海中部水域表層性スケトウダラの生物学的特性について. 北大水産彙報, 27, 137-144.
- 6) 岡田啓介 (1977). 魚群探知機による Aleutian Basin のスケトウダラ資源調査中間報告. 水産庁, 19 p.
- 7) 菊池 亨・辻田時美 (1977). 北西部北太平洋における主要浮魚類の鉛直分布と海洋構造の比較研究. 北大水産北洋研業集, 特別号, 397-438.
- 8) 吉田英雄 (1978). 夏季ベーリング海の外洋表層に出現するスケトウダラの生態学的研究. 北海道大学大学院修士学位論文, 125 p.
- 9) 岡田啓介 (1979). アリューシャン海盆に生息するスケトウダラの生物学的特性及び魚群分布について. 水産庁, 21 p.
- 10) 岡田啓介 (1979). 魚群探知機と中層トロールによるアリューシャン海盆のスケトウダラ現存量の推定. 水産庁, 11 p.
- 11) 尾形哲男 (1956). 日本海の底魚漁業とその資源: スケトウダラ. 日水研報, 4, 91-139.
- 12) 石垣富夫 (1960). 産卵後のスケトウダラは何処へ (予報). 北水試月報, 17, 351-363.
- 13) 下村敏正・西野健雄・新井克己・竹島弘文・陣野哲郎 (1961). 日本海の沖合スケトウダラ (序報). p.208-244. 日本海極前線漁場の研究. 第2年度 (1960年). 日水研, 244 p.
- 14) 尹 恭憲 (1977). 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ *Theragra chalcogramma* (Pallas) の

性成熟ならびに産卵過程について、北海道大学大学院修士学位論文、74 p.

- 15) 尹 恭憲 (1981). 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. 北大水産兼報, 32, 22-38.
- 16) Takagi, K. (1975). A non-selective salmon gillnet for research operations. *Bull. Int. North Pac. Fish. Comm.* 32, 13-41.
- 17) 山口関常・木原興平 (1978). 1977年耕洋丸による北洋底魚生物調査報告. 遠洋水研, 65 p.
- 18) 前田辰昭 (1977). ベーリング海東部におけるスケトウダラの産卵場と分布様式について. 日本誌, 43, 39-46.
- 19) Serobaba, I.I. (1974). Spawning ecology of the walleye pollock, *Theragra chalcogramma* in the Bering Sea. *J. Ichthyol.* 14, 544-552. (Translated from the Russian).
- 20) Zver'kova, L.M. (1969). Spawning of the Alaskan pollack [*Theragra chalcogramma* (Pallas)] in the waters of the west coast of Kamchatka. *J. Ichthyol.* 9, 205-209. (Translated from the Russian).