

後志地区で漁獲されるホッケの脂質含量の季節変化および魚体長や肥満度との関係

板谷和彦¹, 辻 浩司², 成田正直³, 蛸谷幸司⁴

¹北海道立総合研究機構函館水産試験場, ²北海道立総合研究機構中央水産試験場,
³国立研究開発法人産業技術総合研究所, 元北海道立総合研究機構中央水産試験場,
⁴北海道立総合研究機構釧路水産試験場

Seasonal changes in lipid content of arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) captured in Shiribeshi area and their relationship with the body length and condition factors

KAZUHIKO ITAYA¹, KOHJI TSUJI², MASANAO NARITA³ and KOHJI EBITANI⁴

¹ Hakodate Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, *Hakodate, Hokkaido 040-0051*

² Central Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, *Yoichi, Hokkaido, 046-8555*

³ National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, *Koriyama, Fukushima, 963-0298*

⁴ Kushiro Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, *Kushiro, Hokkaido, 085-0027, Japan*

Seasonal changes in the lipid content of arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) captured in Shiribeshi area were examined. Lipid content was higher in males than in females in all months. And lipid content was low in winter, increased in spring, peaked in summer, and then rapidly decreased in females, but remained high in males until October. In addition, lipid content was correlated with the condition factor, and it was thought that the lipid decreased as maturation progressed. Lipid content of large fish (body length more than 320 mm) that thought to be more than 3 years old tend to be lower than that of smaller ones. Therefore, to catch high-lipid fish, it is important to target aged-one or -two fish from May to July for females and from May to October for males.

キーワード：季節変化, 脂質, 雌雄差, 体長, 肥満度, ホッケ

北海道周辺のオホーツク海から道央日本海にかけて分布するホッケ (*Pleurogrammus azonus*) の道北群の漁獲量は、1985年の3.7万トンから増加して1998年には20万トンに達した (Fig.1)。その後の漁獲量は、2008年までは10万トン以上を維持してきたが、2009年以降大きく減少し2015年には1.6万トンにまで低下した。2020年時点では3.0万トンとやや回復している。これは2012年の秋から北海道が取り組んできた資源管理の効果とされている (森田ら, 2021; 板谷ら, 2021)。

水揚げ金額は1990年以降長期間にわたり40億円前後で推移し、漁獲量が20.6万トンと最高値となった1998年においても49億円に留まっている。その後、漁獲量は減少するが水揚げ金額の変動は小さく40億円前後を維持し、

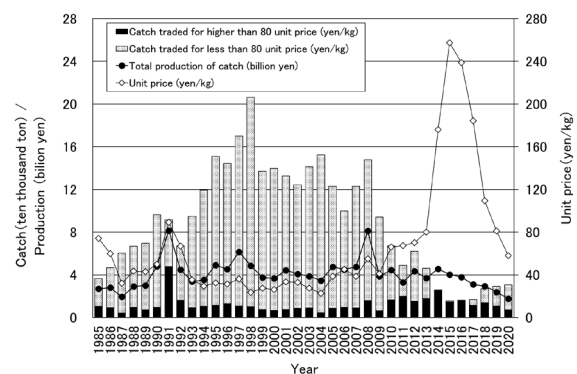


Fig.1 Catch of arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) in the Sea of Japan and Sea of Okhotsk divided by traded values (higher or less than 80 yen/kg), production of catch and average unit price.

漁獲量が1.6万トンと1998年の10分の1以下にまで減少した2015年でも40億円であった。

漁獲量を取り扱い単価別にみると、80円/kg以上で取引された数量は1991年を除けばどの年も1万トン前後で推移し、漁獲量が多かった時代はそのほとんどが80円/kg以下で取引されていた。単価80円/kg以下で取引された漁獲物の大部分はすり身原料として加工市場に供給され、この背景には200海里排他的経済水域設定によるスケトウダラ漁獲の減少が影響したと考えられている（廣吉・甫喜本, 2008）。

2010年以降は漁獲量の減少にともない単価80円/kg以下で取引された数量は減少し、2014年にはついに皆無となった。漁獲量全体の平均単価は2010年以降上昇し、2015年には257円/kgと高騰し、ホッケを扱う加工業界では原材料確保の面では苦難を強いられたと考えられる。その後の平均単価は2016-2019年の4年間で239円/kgから81円

/kgに急落した。一方、2020年の漁獲量は2015年の2倍にまで回復したが、平均単価は58円/kgに留まり水揚げ金額は減少した。近年の平均単価が下落した理由として、漁獲量が激減し単価が急騰した2014-2017年の間に、ホッケに対する需要が低下してしまった可能性がある。このことは、北海道のホッケ資源の管理や漁業の将来計画を策定する上で、需要喚起や流通を支える対策も重要であることを示している。

ホッケのすり身以外の加工品として開き干しがあるが、北海道産ホッケに代わりキタノホッケ（シマホッケ）がアラスカやロシアから輸入され加工品原料として席卷してきた（廣吉・甫喜本, 2008）。キタノホッケは現地でドレス加工された上で冷凍原料として輸入される。この流通形態は国内における生鮮流通より供給量が安定するため、キタノホッケは加工原料としての優位性が高い。これに対し、北海道産のホッケは様々な地区、漁法、季節

Table 1 Lipid content, body length, sampling date, and number of female arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) collected in sampling areas and fishing gears

Sampling date	Sampling area	Fishing gear	Female Number	Body length(mm)			Lipid content(%)			
				Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	SD
2019/4/1	Otaru	Danish Seine	10	275	375	311	1.3	5.1	2.4	1.1
2019/4/4	Shimamaki	Bottom setnet	4	279	284	282	2.0	4.8	3.7	1.1
2019/5/15	Otaru	Danish Seine	8	281	313	294	3.0	10.0	6.2	2.2
2019/5/16	Iwanai	Bottom setnet	16	212	312	257	1.4	10.0	6.4	2.5
2019/5/27	Furubira	Gill net	8	297	322	306	5.3	12.6	7.8	2.3
2019/7/11	Shakotan	Gill net	24	270	339	304	3.8	11.0	7.4	1.9
2019/10/7	Furubira	Gill net	24	285	351	309	1.0	8.1	4.2	1.7
2019/10/17	Otaru	Danish Seine	8	286	320	302	0.3	4.3	2.3	1.2
2019/11/22	Suttsu	Bottom setnet	8	275	308	295	0.5	6.5	1.8	1.9
2019/11/26	Otaru	Danish Seine	16	186	347	252	0.0	6.9	1.7	1.7
2020/1/13	Otaru	Danish Seine	16	192	341	250	0.2	3.4	1.2	1.0
2020/2/13	Iwanai	Gill net	8	270	326	303	0.1	2.5	1.3	0.8
2020/2/26	Otaru	Danish Seine	8	282	306	298	0.0	2.1	0.7	0.7
2020/3/26	Suttsu	Bottom setnet	8	256	310	286	0.4	5.0	3.1	1.4
2020/5/7	Otaru	Danish Seine	16	196	366	270	1.9	9.7	5.4	2.3
2020/5/15	Shimamaki	Bottom setnet	8	301	336	314	0.2	6.3	3.8	1.7
2020/5/28	Furubira	Gill net	16	313	350	327	2.5	9.9	6.8	2.2
2020/6/8	Yoichi	Gill net	16	282	345	317	2.8	8.9	5.6	2.2
2020/6/23	Yoichi	Gill net	16	293	331	318	3.1	9.1	5.8	1.5
2020/7/9	Yoichi	Gill net	24	290	334	311	3.9	8.9	6.4	1.3
2020/7/20	Yoichi	Gill net	16	301	344	318	2.8	7.5	5.2	1.2
2020/8/4	Yoichi	Gill net	16	307	336	320	2.5	8.2	5.1	1.6
2020/8/19	Yoichi	Gill net	16	294	349	319	2.6	10.5	5.9	2.0
2020/9/1	Yoichi	Gill net	16	296	356	321	1.6	7.4	4.9	1.7
2020/9/16	Yoichi	Gill net	16	306	341	321	1.3	5.8	3.9	1.4
2020/9/17	Otaru	Danish Seine	8	307	334	322	2.5	10.3	6.1	2.9
2020/10/1	Yoichi	Gill net	16	303	351	318	0.6	9.1	3.2	1.8
2020/10/13	Yoichi	Gill net	16	305	347	321	0.7	4.0	2.5	1.0
2020/10/20	Otaru	Danish Seine	8	301	335	314	0.4	3.2	2.0	0.8
2020/11/3	Yoichi	Gill net	16	310	341	323	0.2	4.6	1.8	1.2
2020/11/12	Suttsu	Bottom setnet	8	298	324	315	0.7	5.1	2.1	1.3
2020/11/19	Shimamaki	Bottom setnet	8	290	325	307	0.2	2.3	1.4	0.7
2020/12/9	Suttsu	Bottom setnet	8	283	328	308	0.1	1.5	0.6	0.4
		Total	430	186	375	305	0.0	12.6	4.3	2.7

Table 2 Lipid content, body length, sampling date, and number of male arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) collected in sampling areas and fishing gears

Sampling date	Sampling area	Fishing gear	Male	Body length(mm)			Lipid content(%)			
			Number	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	SD
2019/4/1	Otaru	Danish Seine	8	275	348	309	0.4	12.0	4.4	3.4
2019/4/4	Shimamaki	Bottom setnet	4	266	286	274	2.5	6.4	4.0	1.5
2019/5/15	Otaru	Danish Seine	8	268	301	285	2.4	11.9	8.0	2.5
2019/5/16	Iwanai	Bottom setnet	16	209	295	255	1.5	10.4	6.0	2.3
2019/5/27	Furubira	Gill net	8	291	322	299	5.5	13.7	9.8	2.9
2019/7/11	Shakotan	Gill net	24	268	323	295	5.6	12.7	9.2	1.8
2019/10/7	Furubira	Gill net	26	272	316	293	4.9	12.0	7.5	2.0
2019/10/17	Otaru	Danish Seine	8	278	296	285	2.4	7.5	5.1	1.4
2019/11/22	Suttsu	Bottom setnet	8	256	284	271	0.4	6.4	3.0	1.7
2019/11/26	Otaru	Danish Seine	16	181	296	245	0.9	11.5	5.0	3.1
2020/1/13	Otaru	Danish Seine	16	180	302	235	0.6	7.7	3.0	2.1
2020/2/13	Iwanai	Gill net	8	273	312	297	0.4	5.6	2.2	1.5
2020/2/26	Otaru	Danish Seine	8	265	301	281	0.3	9.3	4.6	2.7
2020/3/26	Suttsu	Bottom setnet	8	265	305	283	1.6	9.7	4.9	2.9
2020/5/7	Otaru	Danish Seine	16	209	316	260	2.8	10.1	6.2	1.5
2020/5/15	Shimamaki	Bottom setnet	8	291	325	312	0.4	10.6	5.8	3.5
2020/5/28	Furubira	Gill net	9	290	315	306	6.7	13.1	10.5	1.7
2020/6/8	Yoichi	Gill net	16	285	326	304	5.6	11.0	8.6	2.2
2020/6/23	Yoichi	Gill net	16	291	326	308	3.6	11.1	7.7	2.1
2020/7/9	Yoichi	Gill net	24	282	320	300	3.1	13.0	8.7	2.5
2020/7/20	Yoichi	Gill net	16	294	326	310	6.1	11.3	8.9	1.5
2020/8/4	Yoichi	Gill net	16	296	323	308	4.3	12.9	8.6	2.4
2020/8/19	Yoichi	Gill net	16	291	331	311	4.1	12.4	7.4	2.3
2020/9/1	Yoichi	Gill net	16	291	333	309	4.4	13.5	8.4	2.2
2020/9/16	Yoichi	Gill net	16	292	337	307	3.4	9.9	7.0	2.1
2020/9/17	Otaru	Danish Seine	8	293	312	302	2.5	12.4	7.1	2.6
2020/10/1	Yoichi	Gill net	16	291	331	310	1.3	8.5	4.8	2.1
2020/10/13	Yoichi	Gill net	16	294	332	312	3.8	11.4	7.2	1.9
2020/10/20	Otaru	Danish Seine	8	261	298	282	0.7	4.4	2.5	1.3
2020/11/3	Yoichi	Gill net	2	290	302	296	2.1	3.6	2.9	0.8
2020/11/12	Suttsu	Bottom setnet	8	271	306	292	1.1	6.2	3.0	1.5
2020/11/19	Shimamaki	Bottom setnet	8	260	291	279	2.2	6.0	3.8	1.1
2020/12/9	Suttsu	Bottom setnet	8	281	302	289	0.7	3.2	1.3	0.8
Total			409	180	348	291	0.3	13.7	6.5	3.1

において漁獲され、各産地市場を通じて主に鮮魚で流通するため、キタノホッケより流通量が安定しない。また、年間を通じて漁獲されることで季節による肉質の変化という面でもキタノホッケよりも品質の安定性に劣ると考えられる。しかしながら、北海道産のホッケは水揚げ地区によっては知名度が高く（辻, 2005）、高単価を保ったまま全国展開できると考えられる。

ホッケ一夜干しの美味しさを決める最も強い要因として宮崎ら（2014）は官能評価試験から脂の乗りを挙げており、加工業界の現場からは脂の乗ったホッケの安定供給が求められている。これまで、日本海におけるホッケの季節による成分変化についての報告はあるが（小野塚, 1980）、月ごとの標本数が少なく魚体サイズが季節により大きく異なるため、魚体サイズと成分との関係は分析されていない。また、40年以上を経過した知見であり、現

在までの海洋環境や資源状態の変化により栄養蓄積や産卵期が変化していることも想定されるため、新たに調べる必要がある。

そこで本研究では、漁獲の主産地のひとつである後志地区で漁獲されたホッケについて、様々な時期やサイズの脂質含量を調べ、脂質含量が雌雄、体長、肥満度および成熟状態とどのように関係しているのかを明らかにし、加工向け原料としての利用拡大を目指した漁業再編のための検討資料とすることを目的とした。

試料及び方法

脂質分析には、2019年4月から2020年12月にかけて後志管内で沖合底びき網（小樽地区）、刺し網（余市地区、古平地区、積丹地区）、底建網（岩内地区、寿都地区、島牧

地区)により漁獲されたホッケを標本とした (Table 1, 2)。これらの内訳は、雌430個体、雄409個体であった。毎月1回程度の標本調査を基本とし、脂質含量上昇のピークの詳細を把握するために、2020年には5-11月には月に2回の頻度で実施した。漁獲日もしくは翌日に生鮮状態で魚体測定した。測定項目は体重 (g)、体長 (mm)、生殖腺重量 (g)、および内臓除去重量 (g) とした。魚体測定後に各銘柄から雌雄各8個体を抽出し、各々を脂質含量の測定に用いた。脂質含量は魚体背側の可食部より試料を採取し、ソックスレー抽出器 (前田, 1975) により測定した。すなわち、採取した試料に無水硫酸ナトリウムを加えて脱水した後、これを円筒ろ紙に充填しソックスレー抽出器に挿入してジエチルエーテルにより脂質を抽出・回収した。

脂質含量について肥満度との関係を雌雄別に分析した。魚体の肥満度CFは、摂餌した胃内容物重量や生殖腺重量の影響を受けないように、内臓を除去した体重EBWと体長BLをもとに下記の式で計算した。

$$CF = EBW / BL^3 \quad (1)$$

成熟状態と脂質含量の関係をみるために、生殖腺の発達状況を確認した。魚類では一般的に生殖腺発達状況や生殖周期をみるための熟度指数として、生殖腺重量GWを内臓除去重量EBWで除した生殖腺指数GSIが用いられる (隆島・羽生, 1989)。本研究でも同様に下記の式でGSIを求めた。

$$GSI = GW / EBW \quad (2)$$

結果

脂質含量および肥満度の月別変化 脂質含量の月別変化を雌雄別にFig. 2に示した。脂質含量は雌では0.0-12.6%、雄では0.3-13.7%の範囲の値となり、雌雄すべての標本の中央値は5.3%であった。脂質含量を月別に見ると、1月と2月には雌雄ともに中央値は4%未満と低いが、雄では変動の範囲が雌よりも広い。3月と4月には雌雄ともに上昇しはじめ、5月には雌雄ともにそれぞれの中央値は全体の中央値 (5.3%) を超えた。その後、雌雄ともに7月がピークとなり、雌では8月以降に低下傾向を示したが、雄では10月まで高い値を維持し11月から大きく低下した。雌雄とも11月には脂質含量の中央値は4%を下まわるようになり、12月には雌が0.6%、雄が0.9%と最も低い値となった。雌雄で比較すると、全体的に雄のほうが雌よりも高い値で推移し、月別の平均値は3月を除いて雄のほうが有意に高かった (t 検定, $p < 0.05$)。

肥満度の月別変化をFig. 3に示した。肥満度は雌では

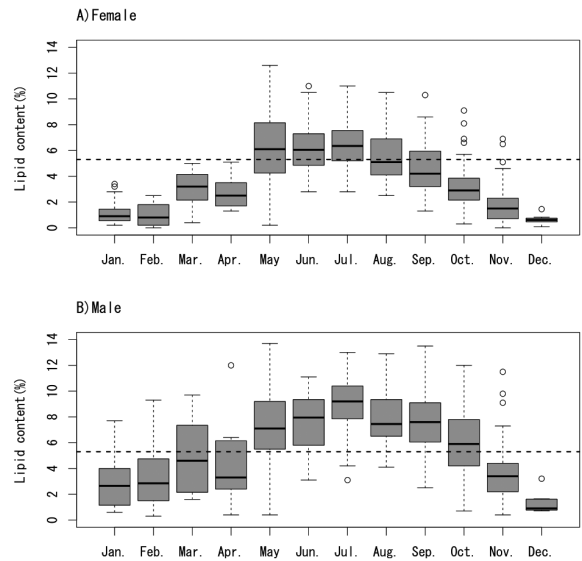


Fig. 2 Monthly change of lipid content of arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) collected from April 2019 to December 2020. The upper and lower lines of box indicate 75 and 25 % of the data, respectively, and whiskers indicate minimum and maximum points of each group. The bold line in the box shows the median value of the data. Circles indicate outliers. The dotted lines indicate 5.3%, which is the median of all lipid data.

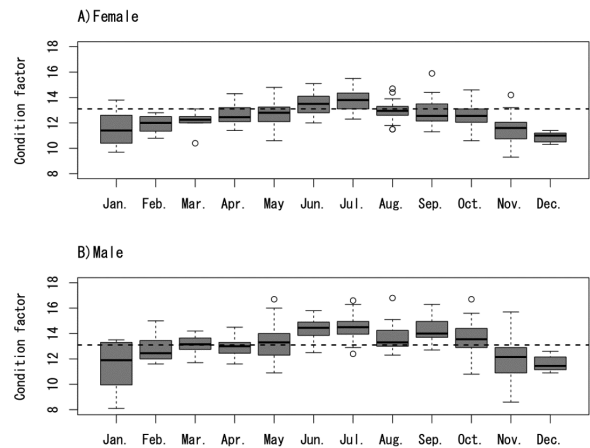


Fig. 3 Monthly change of condition factor of arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) collected from April 2019 to December 2020. The upper and lower lines of box indicate 75 and 25 % of the data, respectively, and whiskers indicate minimum and maximum points of each group. The bold line in the box shows the median value of data. Circles indicate outliers. The dotted lines indicate 13.0, which is the median of all condition factor data.

9.3-15.9, 雄では8.1-16.8の範囲の値となり、雌雄込みのすべての標本の中央値は13.1であった。肥満度は、雌よりも雄が年間を通じて高く、脂質含量と類似した季節変

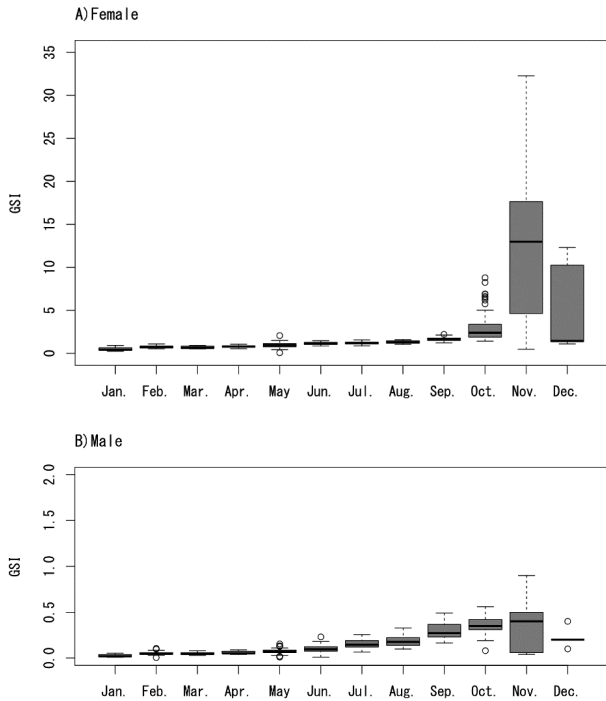


Fig.4 Gonad somatic indices (GSI) of arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) by month. The box indicates 75 and 25 %, and whiskers indicate minimum and maximum points of each group. The bold line in the box shows the median value of the data. Circles indicate outliers.

化を示した。1月と2月の肥満度は雌雄ともに低く、夏にかけて上昇した。雌では7月にピークを示してから徐々に低下、雄では10月まで高い値を維持したのち低下した。

測定標本の雌雄別の生殖腺指数の推移をFig.4に示した。生殖腺指数の中央値は雌雄ともに5月までは低い値であった(雌:1.0, 雄0.1)。雌雄ともに6-9月にかけて緩やかに上昇した後、雌では10月以降急激に上昇し、11月に中央値がピーク(13.0)に達した。雄では10月以降も緩やかな上昇を示し、11月に中央値がピーク(0.4)となった。

体長と脂質含量との関係 体長と脂質含量との関係について雌雄別に2ヶ月ごとにFig.5に示した。ここで、点の分布の特徴から体長180-220 mmと260 mm以上の二群がみとれるが、前者は1-4月では1歳のいわゆる「ローンクボッケ」と5月以降では「春ボッケ」、11月以降では0歳にあたる小型群、後者は1-6月では主に2歳以上、7月以降では1歳および2歳以上にあたる中・大型群に相当する(高嶋, 2016)。前者の小型群は1-4月には脂質含量が5.3%以下の個体がほとんどだが、5月以降は上昇し5.3%を超える個体が現れた。

ここで、開き干しの原料として需要があると考えられる体長260 mm以上の中・大型群に絞り、年間を通じて雌雄区別せずに体長と脂質含量との関係をみたところ有意

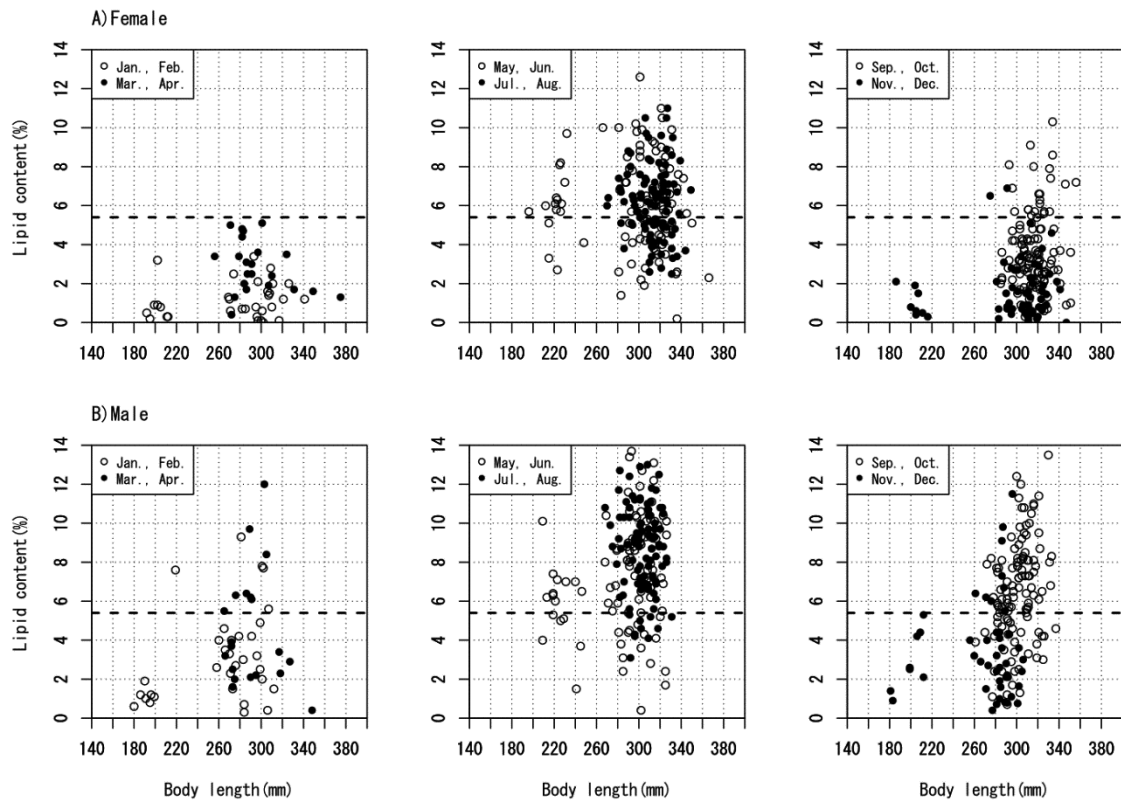


Fig.5 Relationship between body length and lipid content of arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) for each month. The dotted lines indicate 5.3%, which is the median of all lipid data.

な相関はみられなかった ($p > 0.05$)。Fig. 5のうち、脂質含量が高くなる5-8月に絞り込んでも、体長と脂質含量との有意な相関はみられず、体長300 mm付近で脂質含量が高い個体が多くみえる。そこで、5-8月の標本について体長階級別の脂質含量と、すべての標本の中央値である5.3%を上回る個体数の割合をTable 3にまとめた。体長階級260-290, 290-320 mmでの脂質含量は最大値が12.7%, 13.7%, 平均値が7.3%, 7.4%, 脂質含量が5.3%を超えた個体の割合は82%, 78%となり、他の階級よりも高い値

を示した。体長320 mm以上では脂質含量が5.3%を超える個体の割合66%となり、体長350 mm以上では、標本数が2個体と少ないが脂質含量はそれぞれ2.3%と5.1%と低い値となり、5.3%を超えることはなかった。

肥満度と脂質含量との関係 肥満度と脂質含量との関係について雌雄別にFig. 6に示した。雌雄ごとに全期間をまとめた場合、肥満度と脂質含量の間には、それぞれ有意な正の相関があった(雌: $p < 0.05$, $r = 0.60$, 雄: $p < 0.05$, $r = 0.67$)。また、2ヶ月ごとに分けた場合では雄の5-6月を除いて両者には有意な正の相関がみられた($p < 0.05$)。2か月ごとの推移をみると、1月と2月は雌では肥満度が13.1未満かつ脂質含量が5.3%未満の個体がほとんどだったが、雄では肥満度が低くても脂質含量が5.3%より高い個体がいくつかみられた。3月以降、雌雄とも肥満度、脂質含量の双方が増加し、7月と8月では雌に比べて雄では肥満度、脂質含量ともに高く、ほとんどの個体で肥満度が13.1以上かつ脂質含量が5.3%以上となった。この後、9月と10月には、雄に比べて雌では肥満度、脂質含量ともに低くなり、11月と12月になると雌雄ともにほとんどの個体で1月と2月と同様に肥満度が13.1以下、脂質含量が5.3%以下の低い値となった。しかし、雄では11月と12月においても一部で高肥満度かつ高脂質含量の個体もみられた。

Table 3 Summary of lipid contents of arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) and percentage of individuals above the median of lipid content of all samples (5.3%) by length class collected from May to August

Body length class (mm)	Lipid content (%)			Number of fish for each lipid class		Percentage of individuals above 5.3%
	min	max	mean	<5.3%	5.3%<	
<200	5.7	5.7	5.7	1	17	100%
200-230	2.7	10.1	6.0	6	17	74%
230-260	1.5	9.7	5.8	3	5	63%
260-290	1.4	12.7	7.3	9	40	82%
290-320	0.4	13.7	7.4	49	172	78%
320-350	0.2	11.0	6.6	30	59	66%
350<	2.3	5.1	3.7	2		0%

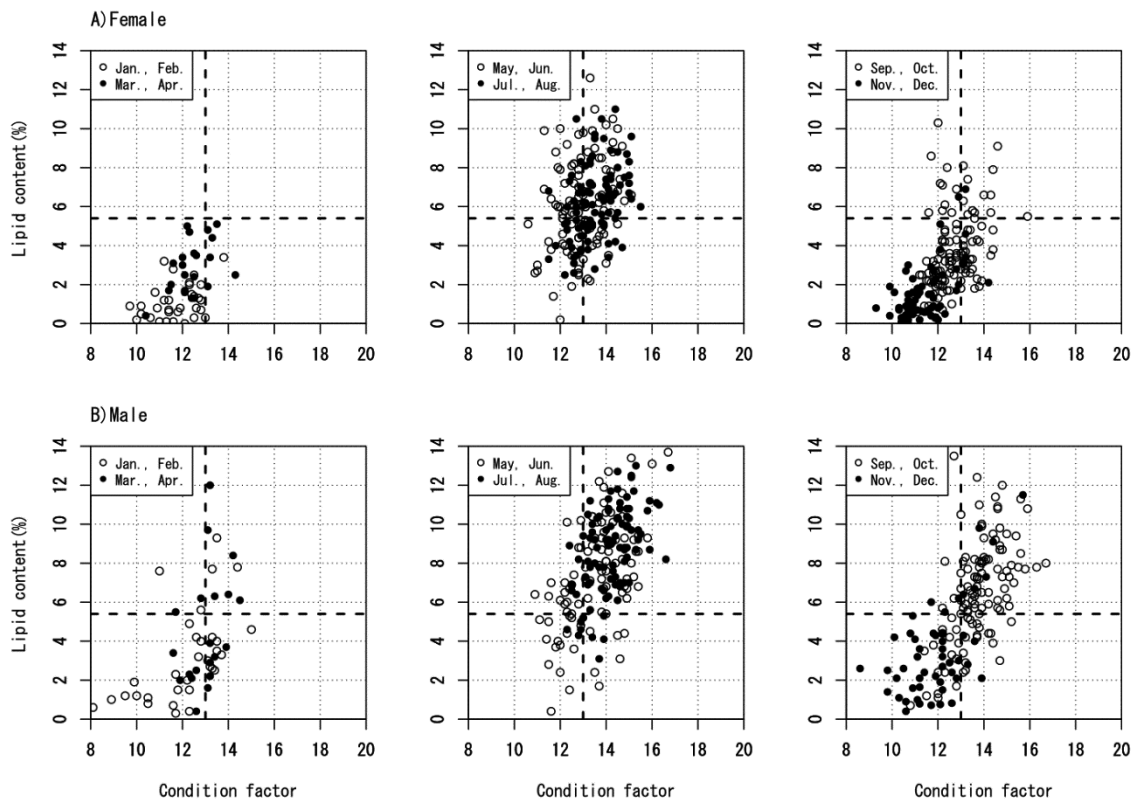


Fig. 6 Relationship between condition factor and lipid content of arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*) for each month. The vertical and the horizontal dotted lines indicate the median of the condition factors and lipid contents, respectively.

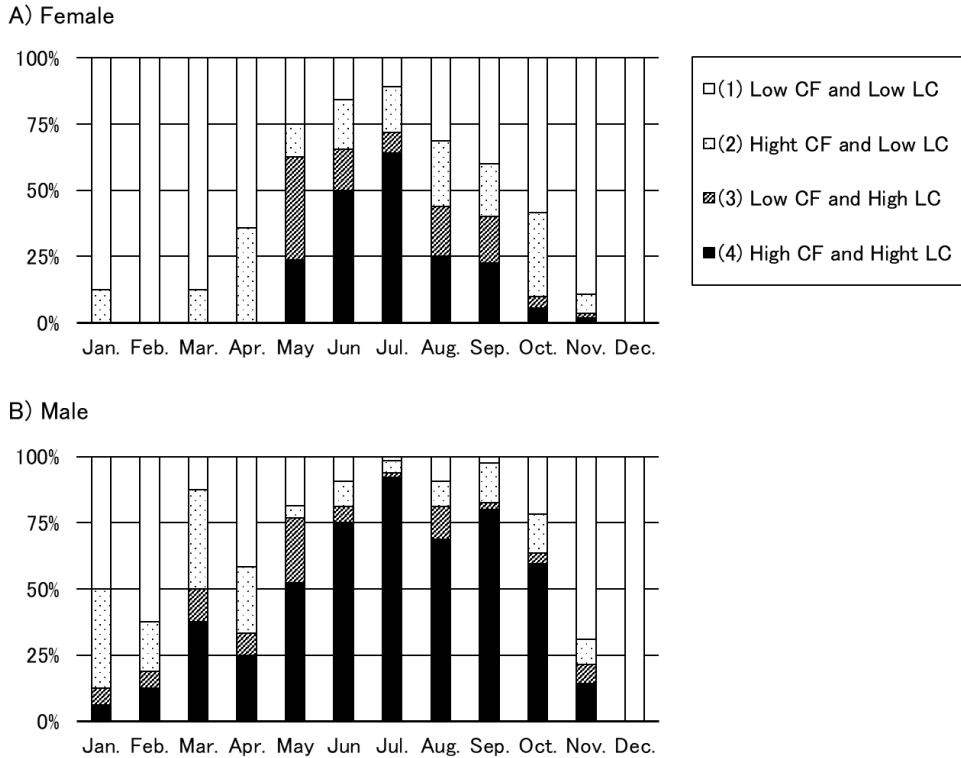


Fig. 7 Monthly changes in category percentages classified by the median of lipid content and condition factor of arbesque greenling (*Pleurogrammus azonus*). Classified into the following four categories, (1) low CF (condition factor) and low LC (lipid content), (2) high CF and low LC, (3) low CF and high LC, (4) high CF and high LC.

Fig. 6の散布図について肥満度の中央値13.1と脂質含量の中央値5.3%で4つの象限に区切り, それぞれに分布する個体の割合を雌雄別, 月別に集計してFig. 7に示した。左下の象限を (1) 低肥満度・低脂質, 右下を (2) 高肥満度・低脂質, 左上を (3) 低肥満度・高脂質, 右上を (4) 高肥満度・高脂質とした。

雌では1-4月には (3) と (4) の高脂質の割合は0%であった。(3) と (4) を足し合わせた割合が50%を超えた期間は5月から7月まで3か月間であり, 8月には40%以下となり, 10月以降は10%に満たないまでに低下した。12月には (4) の個体は見られなかった。

雄では12月を除く周年で (4) の個体は観察され, 3月には (4) の個体の割合は25%に達した。5月には (4) の割合は顕著に増加しピークの7月には92%に達した。(3) と (4) を足し合わせた割合が50%となる高脂質の割合が高い期間は6か月間と雌よりも長くなった。12月の分類がすべて (1) となったが, これは12月の標本調査は産卵場近隣での漁獲物だったことが原因と考えられる。

考 察

本研究により, 後志管内で漁獲されたホッケの脂質含

量の特徴として, 年間を通じて雌よりも雄のほうが高いこと, 冬に低く春に上昇, 夏の7月にピークとなり, その後は雌ではすぐに低下, 雄では10月にかけて維持したのち, 11月に低下する明確な雌雄別の季節特性があることがわかった。

脂質含量の月別変化と肥満度や生殖腺指数の推移を見比べると, 雌の生殖腺指数が増加した10月には脂質含量と肥満度が低下したことから, 脂質の季節変化は成熟の進行に大きく関係していると考えられる。多くの魚類では成熟の進行にともなって脂質を卵巣に移行することが知られている (隆島, 1974)。ホッケでは8月には卵母細胞における卵黄形成が開始されるため (Takashima *et al.*, 2016), この時期から卵巣への栄養分の供給が顕著になることで雌の脂質含量が低下しはじめたと考えられる。近年の後志海域のホッケの産卵期は11月初旬から12月初旬と観察されており (坂口ら, 2022), 雌では産卵期の3ヶ月前から卵形成にともなって筋肉内の脂質を卵巣に移行すると考えられる。

一方で, 雄では10月まで比較的高い脂質含量を維持していた。これは, ホッケの雄ではGSIは雌に比べて小さく (Fig. 4), 精巣の発達に雌ほど栄養分を必要としないと考えられる。その結果, 産卵期近くまで脂質の状態で

エネルギーが蓄積され、それらが産卵期のなわばり争いや、生み出された卵を孵化まで護る生態 (Munchara and Markevich, 2003) に貢献していると考えられる。ホッケ仔魚の孵化は近年の道北海域では12月頃から始まり1月がピークとされている (鈴木ら, 2016)。雄は成熟期の脂質の消費を抑えることで、2か月前後に及ぶ卵保護行動により消費されるエネルギー源として脂質を利用しているのであろう。一方、1月でも雄では脂質含量が6%を超える個体が確認された。これは、何らかの理由で繁殖行動に参加しなかった雄については、蓄積した脂質の消費が相対的に少ないことにより冬でも高い脂質含量を保つためと考えられる。

5-8月の標本において体長と脂質含量の間に正の相関が見られず、体長260-320 mmといった中型の魚体で脂質含量が高くなった。この体長範囲のホッケは年齢と成長式 (高嶋ら, 2013) から判断すると2歳を主体に3歳以上で構成されると考えられる。また、成長式には雌雄差があり雌のほうが大きくなることから (高嶋ら, 2013)、体長320 mm以上の大型のホッケは3歳以上の雌が主体とみて良いだろう。したがって、体長320 mm以上の大型のホッケで脂質含量が低くなるのは、雌の割合が高くなることも理由のひとつとして挙げられる。

近年、ホッケ資源は低迷し資源回復まではある程度期間を要することに加え、資源加入の再生産関係が好転しない状況では、過去のような若齢主体に大量に漁獲する漁業形態は資源管理上リスクが非常に高い。したがって、資源の収益的な有効活用が求められ、これには脂質含量の高い群を漁獲し高価格で取引されることが重要となる。開き干し原料向けに脂の乗りの良いホッケを選ぶには、Fig. 7やTable 3に示したように、雌雄や体長による脂質含量の違いを考慮しつつ漁期を絞り込むことが効果的で、雌では5-7月、雄では5-10月に漁獲することが肝要である。8月以降の雄の選別については、ホッケは産卵期が近くなる夏季以降、雄では明確な婚姻色を呈することから、婚姻色を指標とした選別も有効と考えられる。

良好な加工原料の条件として一定量の安定供給が重要だが、脂質含量の低いホッケを含まない品質の安定についても要求される (廣吉・甫喜本, 2008)。主に開き干しの加工原料として脂質含量の高いホッケを選択的に活用して高単価を期待するならば、脂質含量の低い個体を除外できる出荷形態を検討すべきである。例えば、漁業現場で簡便に利用できる魚体形状から肥満度を判別する技術や雌雄選別法が今後必要になってくるであろう。

謝 辞

本研究を行うにあたり、脂質分析および官能評価のデータとりまとめに多大なご協力をいただいた中央水産試験場、連順子研究補助員に深謝します。本研究では、生物測定調査の一部は水産庁委託「水産資源調査・評価推進委託事業」の一環として行われた標本を用いた。

引用文献

- 廣吉勝治, 甫喜本憲. 北海道のホッケ生産と加工-産地サイドからの調査報告と提起. 水産振興 2008;42(9): 1-44.
- 板谷和彦, 鈴木祐太郎, 秦安史. ホッケ (道央日本海~オホーツク海域). 2021年度資源評価書. 北海道周辺における主要魚種の資源評価. 北海道立総合研究機構. <http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>
- 前田安彦編著. 初学者のための食品分析法. 1975;46-51.
- 宮崎亜希子, 成田正直, 佐藤暁之, 清水茂雅, 辻 浩司. 道産ホッケの用途に応じた安全・高品質化技術の開発. 平成26年度道総研網走水産試験場事業報告書 2014; 58-87.
- 森田昌子, 境 磨, 千葉 悟, 濱津友紀, 山下夕帆, 市野川桃子, 岡村 浩. 令和3年度ホッケ道北系群の資源評価. 2022; オンライン <https://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202142.pdf>
- Munchara H, Markevich A. Spawning behavior of Japan Sea Greenling, *Pleurogrammus azonus*, off the Bol'shoi Pelis Island, Peter the Great Bay, Russia. *Bull. Fish. Sci. Hokkaido Univ.* 2003; 54(3): 67-72.
- 小野塚馨. 本道日本海海域におけるホッケ肉の特性, 第1報, 漁期による一般成分の変化. 北水試月報 1980; 37, 127-133.
- 坂口健司, 高嶋孝寛, 鈴木祐太郎. 北海道寿都町沿岸の日本海におけるホッケの産卵期と水温環境. 北海道水産試験場研究報告 2022; 101: 1-9.
- 鈴木祐太郎, 城幹昌, 藤岡崇. 北海道沖日本海で採集されたホッケ仔稚魚の成長の年変動と水温の関係. 平成28年度水産海洋学会大会講演要旨集 2016; P37
- 隆島史夫, 羽生功. 4. 生殖周期とその調節. 「水族繁殖学」緑書房, 東京, 1989; 103-131.
- 隆島史夫. 8. 成熟と物質代謝. 「水産学シリーズ6魚類の成熟と産卵 (日本水産学会編)」恒星社厚生閣, 東京, 1974; 76-87.
- 高嶋孝寛, 星野昇, 板谷和彦, 前田圭司, 宮下和士, 耳石断

面観察によるホッケ道北群の年齢査定法と年齢-サイズ関係. 日本水産学会誌 2013 ; 79 : 383-393.
高嶋孝寛. ホッケ道北群資源の評価手法構築に関する研究. 博士論文, 北海道大学, 2016.
Takashima T., Okada N., Asami H., Hoshino N., Shida O., Miyashita K. Maturation process and reproductive biol-

ogy of female Arabesque greenling *Pleurogrammus azonus* in the Sea of Japan, off the west coast of Hokkaido. *Fish. Sci.* 2016 ; 82 : 225-240.
辻浩司. ホッケの脂質について. 釧路水試だより 2005 : 86 : 13-15.