

北 水 試 研 報
Sci. Rep.
Hokkaido Fish. Exp. Stn.

CODEN : HSSHEE
ISSN : 0914-6830

北海道立水産試験場研究報告

第 49 号

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION
No. 49

北海道立中央水産試験場

北海道余市町

1996年11月

Hokkaido Central Fisheries
Experimental Station

Yoichi, Hokkaido, Japan

November, 1996

北海道立水産試験場は、次の機関をもって構成されており、北海道立水産試験場研究報告は、これらの機関における研究業績を登載したものである。

北海道立水産試験場

北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)	046 余市郡余市町浜中町238 (Yoichi, Hokkaido 046, Japan)
北海道立函館水産試験場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	042 函館市湯川町1-2-66 (Yunokawa, Hakodate, Hokkaido 042, Japan)
北海道立函館水産試験場室蘭支場 (Muroran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	051 室蘭市舟見町1-133-31 (Funami-cho, Muroran, Hokkaido 051, Japan)
北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)	085 釧路市浜町2-6 (Hama-cho, Kushiro, Hokkaido 085, Japan)
北海道立網走水産試験場 (Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	099-31 網走市鱒浦31 (Masuura, Abashiri, Hokkaido 099-31, Japan)
北海道立網走水産試験場紋別支場 (Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	094 紋別市港町7 (Minato-machi, Monbetsu, Hokkaido 094, Japan)
北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)	097 稚内市宝来4-5-4 (Horai, Wakkanai, Hokkaido 097, Japan)
北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture)	041-14 茅部郡鹿部町字本別539-112 (Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan)

北海道立水産試験場研究報告

第 49 号

目 次

名畑 進一, 酒井 勇一

2 年目オニコンブの年間純生産量..... 1 - 5

蔵田 護

オホーツク海における放流ホタテガイの呼吸量..... 7 - 13

蔵田 護, 西田 芳則, 水島 敏博

噴火湾における養殖ホタテガイの付着生物..... 15 - 22

高谷 義幸, 川真田 憲治

マナマコ (*Stichopus japonicus*) の生殖腺発達段階の簡易判定基準 23 - 26

高谷 義幸, 今村 琢磨

エゾバフンウニ (*Strongylocentrotus intermedius*) の絶食による体成分の変化 (短報) 27 - 30

阪本 正博, 河野 陽子, 高橋 玄夫

醤油漬けイクラの保存性に及ぼすオゾン水洗浄の影響 (短報) 31 - 33

試験研究業績

外部刊行物への発表, 平成 7 年度..... 35 - 39

(1996年11月)

SCIENTIFIC REPORTS OF HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No.49

CONTENTS

Shin-ichi NABATA and Yuichi SAKAI

Annual net production of the second year frond of *Laminaria diabolica* 1 - 5

Mamoru KURATA

Oxygen consumption of Japanese common scallop *Patinopecten yessoensis*
(Jay) in the Okhotsk Sea 7 - 13

Mamoru KURATA, Yoshinori NISHIDA and Toshihiro MIZUSHIMA

Fouling organisms attached on culture scallops, *Patinopecten yessoensis*, in Funka Bay 15 - 22

Yoshiyuki TAKAYA and Kenji KAWAMATA

A handy method for detection on gonadal development of the sea cucumber,
Stichopus japonicus 23 - 26

Yoshiyuki TAKAYA and Takuma IMAMURA

Chemical constituents of various body parts in the starved sea urchin,
Strongylocentrotus intermedius (A. AGASSIZ) (Short paper) 27 - 30

Masahiro SAKAMOTO, Youko KAWANO and Haruo TAKAHASHI

Effect of ozone treatment on preservation of "Shoyu-zuke Ikura"
(salmon roe seasoned with soy sauce) (Short paper) 31 - 33

Contributions from the Hokkaido Fisheries Experimental Station :

Papers Presented in other journals or at scientific meetings in fiscal 1995 35 - 39

(November, 1996)

2 年目オニコンブの年間純生産量^{*1}

名畑進^{*2}, 酒井勇^{*3}

Annual net production of the second year frond of *Laminaria diabolica*

Shin-ichi NABATA and Yuichi SAKAI

Biomass of the second year frond of *Laminaria diabolica* was investigated to reveal the annual net production. The study was conducted at Rausu, eastern Hokkaido during the period November 1991 to November 1992. Density of *L. diabolica* at 2 to 4 m depth decreased gradually from November 1991 to next November. Total wet weight and blade width peaked in July, while total length reached maximum in June. Annual net production by the harvest method was estimated to be about 85 kg wet weight / m². This is about 2.3 times of the maximum standing crop.

キーワード: オニコンブ, 褐藻類, 生産量, 現存量, 羅臼町

はじめに

オニコンブ *Laminaria diabolica* は、北海道東部の知床半島南東沿岸から太平洋沿岸の厚岸まで分布し、特に「羅臼昆布」と呼ばれる羅臼産のものは良質で評価が高い。また、オニコンブはウニ類などの二次生産をささえる重要な海藻である。

近年、北海道ではエゾバフンウニ *Strongylocentrotus intermedius* の漁獲量が減少し、その資源の維持・増大を図るため、人工種苗生産が盛んに行われている。平成4年度の人工種苗放流数は3,800万個体に達したが⁽¹⁾、これらの放流効果を高めるためには、放流地先に着生する餌料海藻の生産量に見合った種苗数を放流しなければならぬ。特に、コンブ類は岩礁域で優占群落を形成し、かつエゾバフンウニに対する餌料価値が高い⁽²⁾ことから、エゾバフンウニの効果的な放流を推進する上でその生産量の推定が不可欠である。

国内に産する大型褐藻類の年間純生産量は、ホンダワラ類 *Sargassaceae*⁽³⁻⁵⁾、アラメ *Eisenia bicyclis*⁽⁶⁾、カジメ *Ecklonia cava*⁽⁷⁻⁸⁾、ワカメ *Undaria pinnatifida*⁽⁹⁾、ミツイシコンブ *Laminaria angustata*⁽¹⁰⁾、ホソメコンブ *L. religiosa*⁽¹¹⁾ で報告されているが、オニコンブに関する知見はない。そこで、筆者らは固定方形枠内の

コンブの着生個体数と、その周辺から採取したコンブの個体重量を定期的に調べ、その結果からコンブの生産諸量を算定してオニコンブの年間純生産量を推定したので報告する。

材料及び方法

調査は、目梨郡羅臼町にある羅臼漁業協同組合水産種苗生産センターの沖合約30mの岩礁域で、1991年11月から1992年11月まで、合計6回行った。水深2~4mの岩盤上に形成された2年目オニコンブ群落中に、コンクリート釘を用いて50cm×50cmの方形枠を5カ所設定した。毎回、SCUBA潜水によってこの固定方形枠内の2年目オニコンブの着生個体数とエゾバフンウニの個体数を記録した。また、その周辺で50cm×50cmの方形枠を用いて5カ所の刈り取り調査を行った。採取したオニコンブは仮根部を含めた全重量、仮根部と茎部を除いた葉重量、仮根部を含まない全長及び最大葉幅などを測定した。

この調査によって得られたオニコンブの着生密度と個体重量の季節変化から、現存量法によって年間純生産量を推定した。年間純生産量 (Pn) は $\Delta Pn = B + L + G$ で示される。ここで ΔB は成長量と新たな着生量、Lは未枯れ量と流失量、Gは被食による損失量である。Fuji

報文番号 A260 (1996年9月26日受理)

*1 吉田忠生・館脇正和両教授退官記念論文

*2 北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture, Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan)

*3 北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Hama-cho, Kushiro, Hokkaido, 085, Japan)

and Kawamura¹⁰⁾の現存量法では、調査時 t_1 と t_2 の個体数と個体重量をそれぞれ N_1 と N_2 , W_1 と W_2 とすると、 $(W_2 - W_1)(N_1 + N_2) / 2$ は個体の成長による変化量で、正值は成長量を、負値は末枯れ量を示す。また、 $(N_2 - N_1)(W_1 + W_2) / 2$ は密度の増減による変化量で、正值は新たな着生量を、負値は流失量を示す。従って、年間純生産量は、一定期間ごとに求めたこれら生産諸量の絶対値の総和に被食による損失量を加えた値となる。

なお、調査地点の水温は羅臼漁業協同組合水産種苗生産センターの観測値を用い、コンブ生産量は北海道水産現勢から引用した。

結 果

固定枠内の2年目オニコンブの着生個体数（1 m²の値に換算）と、その周辺で採取した個体の全重量の季節変化を Fig. 1 と Table 1 に示した。オニコンブの着生密度は、調査を開始した1991年11月には116.0個体/m²で、

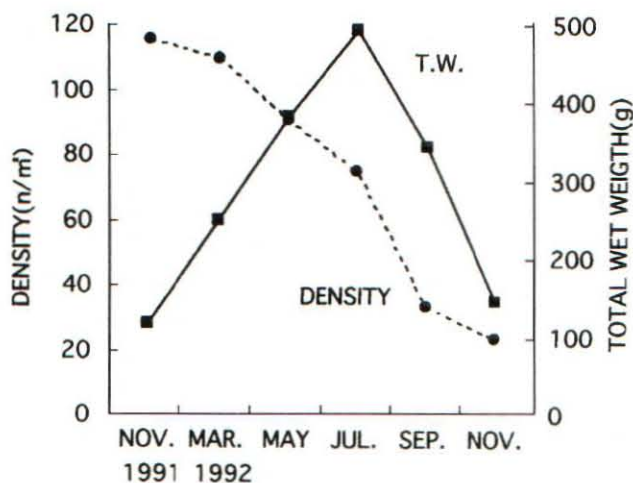


Fig.1 Seasonal changes in density and total wet weight (T.W.) of *Laminaria diabolica* at Rausu, from November 1991 to November 1992.

Table 1. Seasonal changes in density and total wet weight of *Laminaria diabolica* at Rausu, from November 1991 to November 1992.

Date	Density $\pm$ S.D. (n/m ²)	Total wet weight $\pm$ S.D. (g)
Nov.13 1991	116.0 $\pm$ 66.8	118.7 $\pm$ 95.5 (155)*
Mar.9 1992	110.4 $\pm$ 63.6	252.1 $\pm$ 156.4 (82)
May 14 1992	91.2 $\pm$ 54.4	383.1 $\pm$ 222.0 (38)
Jul.9 1992	75.2 $\pm$ 50.4	496.0 $\pm$ 340.4 (31)
Sep.1 1992	33.6 $\pm$ 20.4	345.5 $\pm$ 195.3 (31)
Nov.9 1992	24.0 $\pm$ 17.6	147.0 $\pm$ 106.6 (47)

* Number in parenthesis indicates number of measured specimen.

冬季間の減耗は比較的少なかった。しかし、7～9月には末枯れ・流失等によって急激に減少し、1年後の11月には24.0個体/m²となった。新たに固定枠内に着生した葉長30cm以下の1年目コンブは、11～7月の調査では毎回平均0.7個体/m²の着生が認められたが、9～11月には観察されなかった。周辺で採取した個体の全重量は7月に496.0gで最大に達し、その後急激に末枯れして11月には147.0gとなった。

オニコンブの全長と葉幅の季節変化を Fig. 2 に、調査期間中の水温を Fig. 3 に示した。藻体は冬の低水温

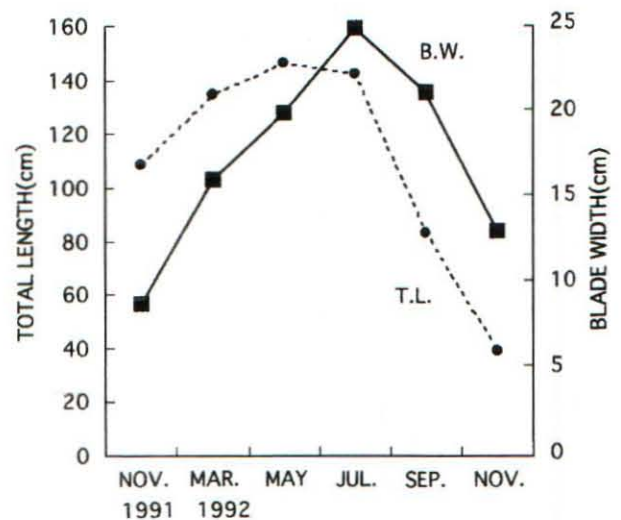


Fig.2 Seasonal changes in total length and blade width of *Laminaria diabolica* at Rausu, from November 1991 to November 1992.

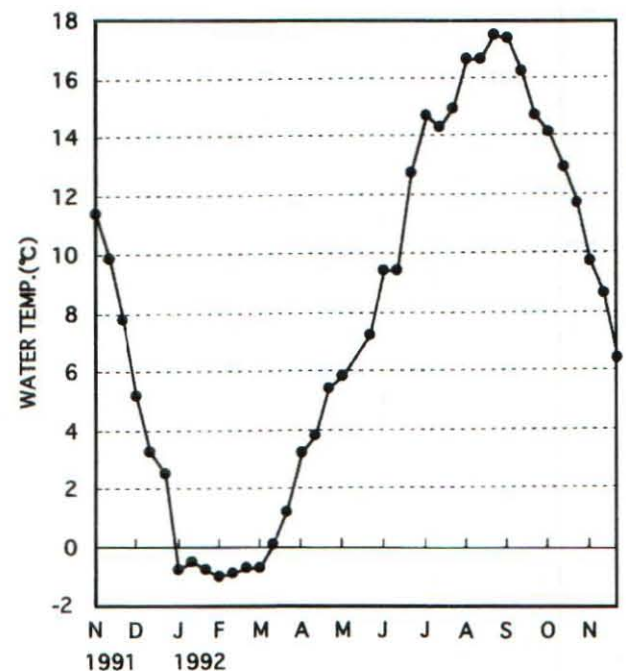


Fig.3 Seasonal changes in surface water temperature at Rausu, from November 1991 to November 1992.

期から水温上昇期にかけて成長し、全長は6月に、葉幅は7月に最大値に達し、それぞれ146.0cmと24.8cmであった。夏以降藻体は末枯れし、11月には全長38.2cm、葉幅12.9cmとなった。

固定枠内の2年目オニコンブの着生個体数とその周辺から採取した個体の全重量から、生産諸量を算出してTable 2に示した。2年目オニコンブの成長量の合計は37,699 g/m²、流失量は34,036 g/m²、末枯れ量は13,904 g/m²で、これら生産諸量の絶対値の合計は85,639 g/m²であった。なお、新たに固定枠内に着生した1年目コンブの重量は、2年目コンブの1%に満たなかったため、生産諸量の算出対象から除いた。調査地点に生息していたエゾバフンウニの殻径は40~70 mmで、方形枠内の生息密度は5月が最も少なく0.4個体/m²、9月が最も多く3.2個体/m²で、平均1.6個体/m²であった。

考 察

羅臼の2年目オニコンブの着生密度は1991年11月に116.0個体/m²であったが、翌年の夏から秋に大きく減耗して1992年11月には24.0個体/m²となり、この間の生残率は21%であった。一般に2年目コンブの減耗は1年目コンブに比較すると少なく、ナガコンブでは11月から翌年の8月までの生残率が25%¹²⁾、オニコンブでは11月から翌年の10月までの生残率が21%¹³⁾と報告されている。本調査でもこれらの値に近い結果を得た。

羅臼の2年目オニコンブの全重量は7月に496.0 gで最大に達し、その時の葉重量は454.0 gであった。佐々木¹³⁾は羅臼沿岸で7月に漁業者が採取したオニコンブの平均葉重量は724 g、1 m²枠を用いた漁場調査での葉重量は水深2~3 mで383 g、5~9 mで977 gと報告している。このように葉重量は着生密度・水深・基質・場所等で大きく変動するため、本調査のような場合の測定用標本は、固定枠と同じ条件の群落から採取する必要がある。

ある。

北海道日高沿岸では海藻を主食とする1~4 齢群のエゾバフンウニは9.17個体/m²生息し、これらのミツイシコンブに対する摂餌量は391.8 g/m²/年（乾燥重量）と推定されている¹⁰⁾。ミツイシコンブの乾燥歩留まりを15%と仮定すると、この場合の湿重量は約2.6 kgとなる。羅臼の調査地点では3 齢以上と考えらるエゾバフンウニが平均1.6個体/m²生息していたので、1 個体の重量を70 gとして、オニコンブに対する水温別の摂餌率¹¹⁾から年間摂餌量を求めると、およそ2.8 kg/m²であった。これは本調査で算定したオニコンブの総生産諸量の3%であり、コンブ群落の縁辺部でのウニの摂食圧は高いと考えられるが、調査対象とした群落内ではエゾバフンウニの被食による損失量（G）は無視することが可能と考える。また、この群落内では新たな着生量も少なかったため、成長量と末枯れ量及び流失量を合計した約85 kg/m²の総生産諸量を、羅臼の2年目オニコンブの年間純生産量とみなすことができる。

現存量法は群落内に着生する個体の刈り取りを行い、着生密度と個体重量を定期的に把握することによって生産量の推定を行う。しかし、コンブ類は高価なため沢山の調査枠を設定して刈り取りを行うことは困難な場合が多い。また、北海道東部太平洋沿岸はうねりや濁りが強く、冬季は氷点下の水温となり、コンブ類は長大で現存量が多いため、潜水調査は大変困難である。従って、本調査のように固定枠を設定して着生密度を把握し、個体重量は付近の群落から採取した標本で代替して生産諸量を求めることが、この地域では最も効率的な調査方法と考える。

佐々木¹³⁾によると、羅臼沿岸の2年目オニコンブの現存量は6~7月に最大に達するので、本調査では7月の37.3 kg/m²を年間最大現存量とみなすことができる。従って、年間純生産量は年間最大現存量の2.3倍であった。また、佐々木¹³⁾は2年目オニコンブ主体の群落の最大現存量を17.7 kg/m²（1970年7月）と報告している。

Table 2. Production structure of *Laminaria diabolica* population at Rausu, from November 1991 to November 1992.

	(W.W. g/m ²)					
	'91 NOV.-'92 MAR.	MAR.-MAY	MAY-JUL.	JUL.-SEP.	SEP.-NOV.	Total
Recruitment	-	-	-	-	-	-
Depopulation	-1,038	-6,098	-7,033	-17,503	-2,364	-34,036
Growth	15,101	13,205	9,393	-	-	37,699
Shedding	-	-	-	-8,187	-5,717	-13,904

本調査ではこれより高い値となったが、これは高密度に着生した0.25㎡の個体群で得た値を、単純に4倍して1㎡の値としたためと考える。なお、本調査を行った1992年は、近年では最も豊漁年(Fig. 4)であったことも高い値となった一因と考える。今後は、コンブ群落における現存量の的確な把握¹⁴⁾と現存量法の組み合わせ等によって、漁場全体を対象とした海藻の年間純生産量推定法を確立していく必要がある。

大型褐藻類の生産量は、層別刈り取り法³⁻⁵⁾、葉片形成追跡法⁶⁻⁸⁾、現存量法¹⁰⁾、パンチング等による個体成長調査法¹⁵⁾などによって推定されている。国内での報告例を Table 3 に示した。ホンダワラ属の年間純生産量は最大現存量にほぼ近い値であるが、コンブ属では本調査結果と同様に、最大現存量より数倍高い値が得られている。このほか北海道日本海のコソメコンブでは、最大現存量の2~3倍が年間純生産量となると推定されている¹⁶⁾。従って、北海道ではこれらの値を参考にし、コンブ類を主体とする海藻群落の年間生産量をおおまかに推定することが可能と考える。

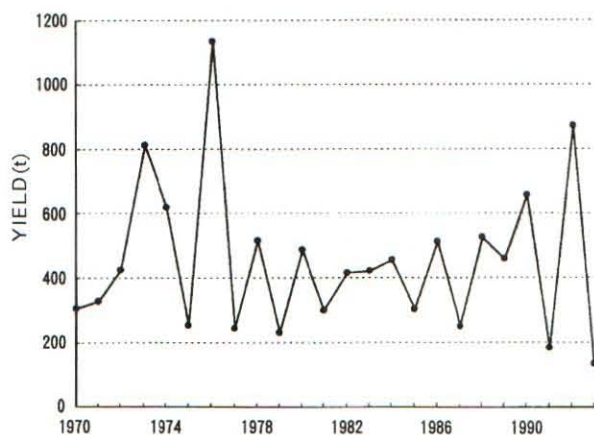


Fig. 4 Annual changes in natural Kombu yields at Rausu, from 1970 to 1993.

要 約

羅臼町で1991年11月から1992年11月まで、合計6回の調査を行った。水深2~4 mに設定した5カ所の固定方形枠(50cm×50cm)について、2年目オニコンブの着生密度とエゾバフンウニの個体数を記録した。また、付近の群落からオニコンブを採取して個体の全重量を測定した。これらの結果から現存量法によって2年目オニコンブの年間純生産量を約85kg/㎡(湿重量)と推定した。これは年間最大現存量の2.3倍であった。

謝 辞

本稿のご校閲とご指導を頂いた北海道大学理学部教授吉田忠生博士に心からお礼申し上げる。また、英文のご校閲を頂いたフィリピン大学 Ruth U. Gamboa 博士に深く感謝する。さらに、調査にご協力いただいた羅臼漁業協同組合と同漁協の石亀政則漁業振興係長、根室北部地区水産技術普及指導所、知床ダイビング企画に感謝の意を表す。

文 献

- 1) 吾妻行雄, 酒井勇一, 松田泰平: エゾバフンウニ人工種苗放流マニュアル, 余市, 北海道立中央水産試験場, 1995, 81p.
- 2) 富士 昭: 北海道のウニとその増殖, 水産増殖叢書(第21巻), 東京, 日本水産資源保護協会, 1969, 79p.
- 3) 谷口和也, 山田悦正: 能登飯田湾の漸深帯における褐藻ヤツマタモクとノコギリモクの生態, 日水研報告, 29, 239-253 (1978)
- 4) 谷口和也, 山田秀秋: 松島湾におけるアカモク群落の周年変化と生産力, 東北水研研報, 50, 59-65(1988)

Table 3. Annual net production and maximum standing crop of some large Phaeophyceae.

Species	Annual net production	Maximum standing crop	A/B	Reference
	kg/㎡ (A)	kg/㎡ (B)		
<i>Sargassum patens</i>	5.5(D.W.)	4.0	1.4	Taniguchi and Yamada(1978)
<i>S.serratifolium</i>	8.3(D.W.)	7.1	1.2	Taniguchi and Yamada(1978)
<i>S.serratifolium</i>	1.3(D.W.)	1.2	1.1	Murase <i>et al.</i> (1995)
<i>S.horneri</i>	22.1(W.W.)	19.2	1.1	Taniguchi and Yamada(1988)
<i>Eisenia bicyclis</i>	20.0(W.W.)	15~20	1.0~1.3	Yoshida(1970)
<i>Ecklonia cava</i>	2.8(D.W.)	2.7	1.1	Tanaka <i>et al.</i> (1983)
<i>Undaria pinnatifida</i>	60.9~92.1(W.W.)	47.8~75.8	1.2~1.4	Nakai <i>et al.</i> (1992)
<i>Laminaria angustata</i>	1.4(D.W.)	0.3	4.5	Fuji and Kawamura(1970)
<i>L.religiosa</i>	63.2~206.3(W.W.)	42.1~92.2	1.5~2.3	Musashi <i>et al.</i> (1992)
<i>L.diabolica</i>	85.6(W.W.)	37.3	2.3	Present paper

D.W.: Dry weight, W.W.: Wet weight

- 5) 村瀬 昇, 鬼頭 釣, 大貝政治: ノコギリモク群落の立体構造の季節変化と生産量. 藻類. 43(1), 76(1995)
- 6) 吉田忠生: アラメの物質生産に関する2・3の知見. 東北水研研報. 30, 107-112 (1970)
- 7) 田中次郎, 横浜康継, 千原光雄: "5. カジメ海中林の生産量". 現代生態学の断面. 東京, 共立出版, 1983, 262-267.
- 8) Yokohama, Y., Tanaka, J. and Chihara, M.: Productivity of the *Ecklonia cava* community in a bay of Izu Peninsula on the Pacific coast of Japan. *Bot. Mag. Tokyo*. 100, 129-141 (1987)
- 9) 中井一宏, 坂下 薫, 武蔵達也: 天然ワカメの生活様式と生産量に関する研究. 平成四年度岩手県南部栽培漁業センター事業報告書. 80-84 (1993)
- 10) Fuji, A and Kawamura, K: Studies on the biology of the sea urchin - VII. Bio-economics of the population of *Strongylocentrotus intermedius* on a rocky shore of southern Hokkaido. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 36(8), 763-775 (1970)
- 11) 武蔵達也, 坂下 薫, 中井一広, 井ノ口伸幸, 西洞孝広, 内田 務: コンブの生活様式と生産量に関する研究. 平成四年度岩手県南部栽培漁業センター事業報告書. 75-79 (1993)
- 12) 佐々木 茂: 釧路地方におけるナガコンブ *Laminaria angustata* var. *longissima* (MIYABE) MIYABE の生態学的研究 1. 冬季発芽群の生活様式. 北水試報告. 10, 1-42 (1969)
- 13) 佐々木 茂, 田中誠一: "羅臼コンブ (オニコンブ) の生活様式". 羅臼海域のコンブに関する総合調査報告書. 釧路, 羅臼漁業協同組合, 1985, 83-154.
- 14) 鳥居茂樹, 三本菅善昭, 阿部英治, 船野 隆, 石川政雄, 工藤敬司, 佐々木 茂, 垣内政宏, 金子 孝: コンブの現存量推定法及び群落構造解析に関する二, 三の知見. 北水試報告. 14, 31-44 (1972)
- 15) Mann, K. H.: Ecological energetics of the seaweed zone in a marine bay on the Atlantic coast of Canada. II. Productivity of the seaweeds. *Mar. Biol.* 14, 199-209 (1972)
- 16) 松山恵二: ホソメコンブの物質生産. 東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター報告. 13, 59-62 (1989)

オホーツク海における放流ホタテガイの呼吸量

蔵田 護^{*1}

Oxygen consumption of Japanese common scallop *Patinopecten yessoensis* (Jay) in the Okhotsk Sea

Mamoru KURATA^{*1}

Oxygen consumption of sowing culture scallops in the Okhotsk Sea was investigated at each temperature that they inhabit. The study was carried on using an oxygen consumption calibration system by running natural sea water. When a water temperature was 0–18°C, oxygen consumption increased with increasing temperature without April–May. In April–May, oxygen consumption was comparatively higher in spite of the low temperature. On the other hand, oxygen consumption decreased when the water temperature was higher than 18°C. As a result, three regression formulae could be calculated for the relationship between dry–flesh weight of scallops and oxygen consumption by the season.

キーワード：ホタテガイ，呼吸量，酸素消費量

はじめに

近年、オホーツク海ではホタテガイの成長不良や貝柱歩留まりの低下が問題とされており、外海における放流ホタテガイの収容力に関心が寄せられている。これまで、ホタテガイの養殖許容量については、ある程度閉鎖的な海域である噴火湾やサロマ湖の養殖貝について調査が実施され¹⁻³⁾、その結果に基づいて養殖量の規制が行われているが、開放的な海域である外海における放流ホタテガイの収容力に関する調査はこれまで実施されたことがない。1993年から、サロマ湖養殖漁業協同組合が事業主体となって、外海における放流ホタテガイの収容力に関する調査として「外海ホタテガイ漁業総合調査」が実施され、常呂・佐呂間海区については1993、1994年に、湧別海区については1994年に調査が行われた。

本調査は餌料供給量とホタテガイの摂餌量の関係から収容力を算出することを基本としている。摂餌量は、摂餌量=成長量+呼吸量+排泄量^{4, 5)}として算出される。筆者は摂餌量調査の一部である「呼吸量」調査の部分を担当した。

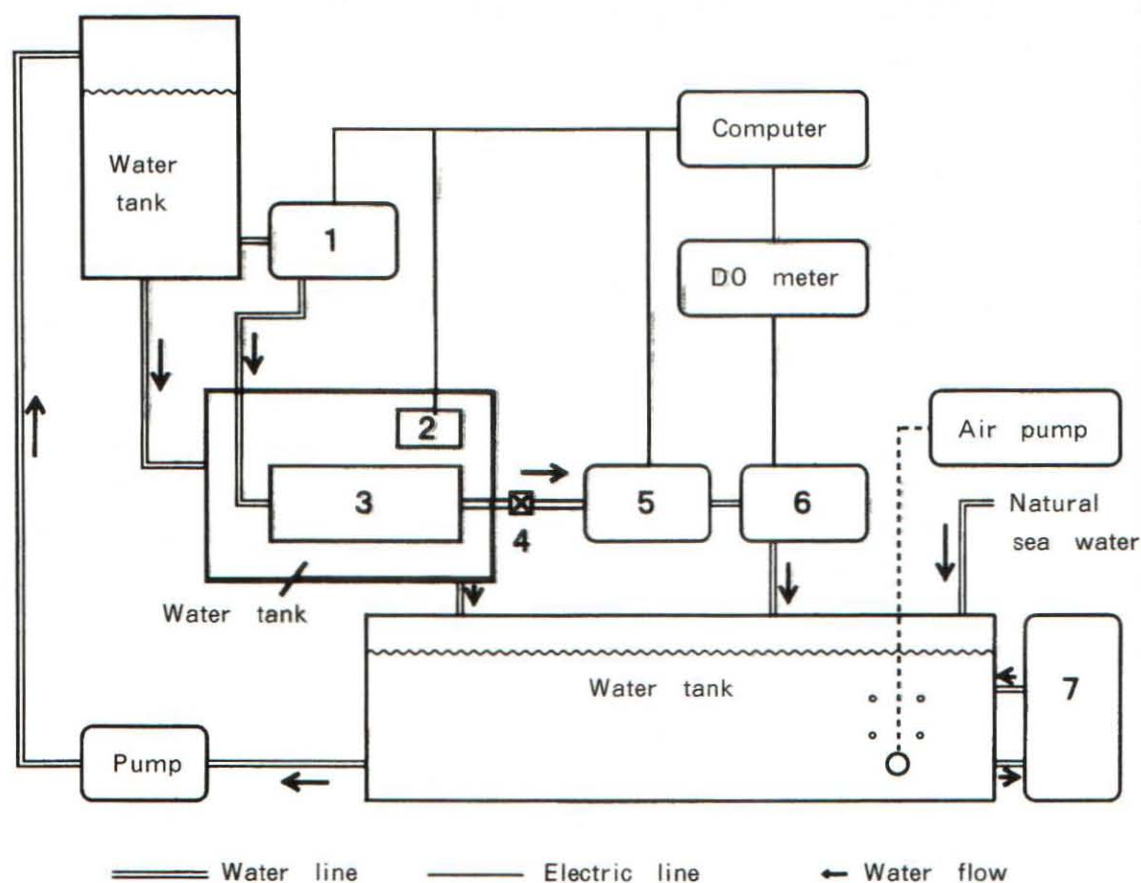
これまで、ホタテガイの呼吸量についてはいくつかの測定結果があるが⁴⁻⁶⁾、ホタテガイのサイズや水温条件がオホーツク海の放流貝には当てはまらず、応用できる知見が見当たらなかった。そこで、外海の放流貝を用い

て呼吸量を測定し、水温と軟体部重量から呼吸量を算出する関係式を求めたので報告する。

材料と方法

結氷期を除いた、1993年9月から12月、1994年4月から8月にかけて常呂・佐呂間の、1994年4月から8月にかけては湧別の外海ホタテガイ漁場で、毎月1回、水深40mから桁曳きで採取した放流1～4年貝を実験に供した。採集したホタテガイを直ちに現場水温（水深40mの底水温）に調整した水槽に移し、空中露出による影響を除く目的で1～2日間の馴致後、下記の方法でサイズ別の呼吸量を測定した。呼吸量測定には、Fig. 1に示した天然海水の流水式呼吸量測定システムを用いた。なお、本試験の4、5月には、産卵に関与しない1年貝は用いていない。また、現場水温に調整した水槽の水温は、Fig. 2に示したように0.6°C（12月）～19.1°C（8月）の範囲であった。

遮光幕で覆った各チャンバー（Fig. 1の3）に年齢別に2～10個体を収容し、流量が約300～700ml/minの条件下で24～72時間、30分間隔でチャンバーを通過した海水中の溶存酸素量をポータブル溶存酸素計（NESTER社製8500型）を用いてモニターし、次の式によって各時間ごとの呼吸量を求めた。コントロール値



- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1: Flow meter (6 Pieces) | 2: Thermometer |
| 3: Measurement chamber (6 Pieces) | 4: Flow control valve (6 Pieces) |
| 5: Electromagnetic valve (6 Pieces) | 6: DO sensor |
| 7: Thermo controller | |

Fig.1. Oxygen consumption calibration system by running sea water.

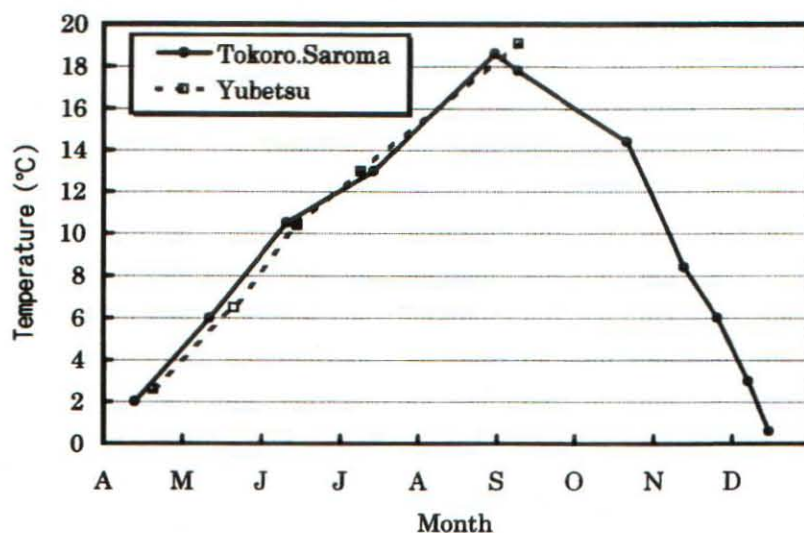


Fig.2. Water temperature established at experiment.

には、ホタテガイを収容していないチャンバーを通過した海水中の溶存酸素量を使用した。

$$\text{呼吸量}(\text{mg O}_2/\text{時間}) = [\text{測定値}(\text{mg O}_2/\ell) - \text{コントロール値}(\text{mg O}_2/\ell)] \times \text{流量}(\ell/\text{時間})$$

実験に供したホタテガイについては、実験終了後に軟体部を80℃に設定したオーブンで48時間乾燥後に乾燥重量を測定した。

結 果

ホタテガイのサイズ別に測定した各時間ごとの呼吸量には、潮位に対応した変動あるいは昼夜変動などの周期

性がみられなかった。そこで、各測定時間ごとの測定値の平均値を、あるサイズのホタテガイのある水温条件下における呼吸量として使用した。

試験ごとの軟体部乾燥重量と呼吸量 ($\text{mg O}_2/\text{時間}/\text{個体}$) の関係式を求め、Table 1 に示した。両者の関係はべき乗曲線で表され、決定係数は0.852~0.999であった。この関係を両対数グラフ上に示した(Fig. 3)。 $\text{O}_2 = aW^b$ 式の係数 a は、Y切片にばらつきがみられるように、季節によって0.123~0.999の間で変動した。一方、直線の傾きがほぼ同じであるように、係数 b は季節や海域による差はみられずほぼ同じであり(共分散分析, F-test $P > 0.05$)、共通の傾きは0.797であった。このことから、軟体部乾燥重量 $[W]$ と呼吸量 $[\text{O}_2]$ の関係を $\text{O}_2 = aW^{0.797}$ と表すことができる。

Table 1. Regression formula between dry-flesh of scallop and oxygen consumption calculated from each experiment.

Scallop of Tokoro・Saroma

Date	Temperature T (°C)	Regression formula	Coefficient of determination R ²
'94 Apr.	2.0	$\text{O}_2 = 0.410W^{0.822}$	0.997
May.	6.0	$\text{O}_2 = 0.800W^{0.724}$	0.972
Jun.	10.5	$\text{O}_2 = 0.580W^{0.774}$	0.975
Jul.	13.0	$\text{O}_2 = 0.731W^{0.742}$	0.852
Aug.	18.6	$\text{O}_2 = 0.562W^{0.834}$	0.999
'93 Sep.	17.8	$\text{O}_2 = 0.999W^{0.795}$	0.965
Oct.	14.4	$\text{O}_2 = 0.811W^{0.695}$	0.988
Nov.	8.4	$\text{O}_2 = 0.411W^{0.741}$	0.983
Nov.	6.0	$\text{O}_2 = 0.253W^{0.853}$	0.912
Dec.	3.0	$\text{O}_2 = 0.182W^{0.852}$	0.992
Dec.	0.6	$\text{O}_2 = 0.123W^{0.767}$	0.938

Scallop of Yubetsu

Date	Temperature T (°C)	Regression formula	Coefficient of determination R ²
'94 Apr.	2.6	$\text{O}_2 = 0.632W^{0.752}$	0.962
May.	6.5	$\text{O}_2 = 0.684W^{0.767}$	0.970
Jun.	10.4	$\text{O}_2 = 0.525W^{0.842}$	0.988
Jul.	13.0	$\text{O}_2 = 0.618W^{0.817}$	0.980
Aug.	19.1	$\text{O}_2 = 0.568W^{0.853}$	0.992

W: dry-flesh weight(g), O_2 : oxygen consumption ($\text{mg O}_2/\text{hr.}/\text{ind.}$)

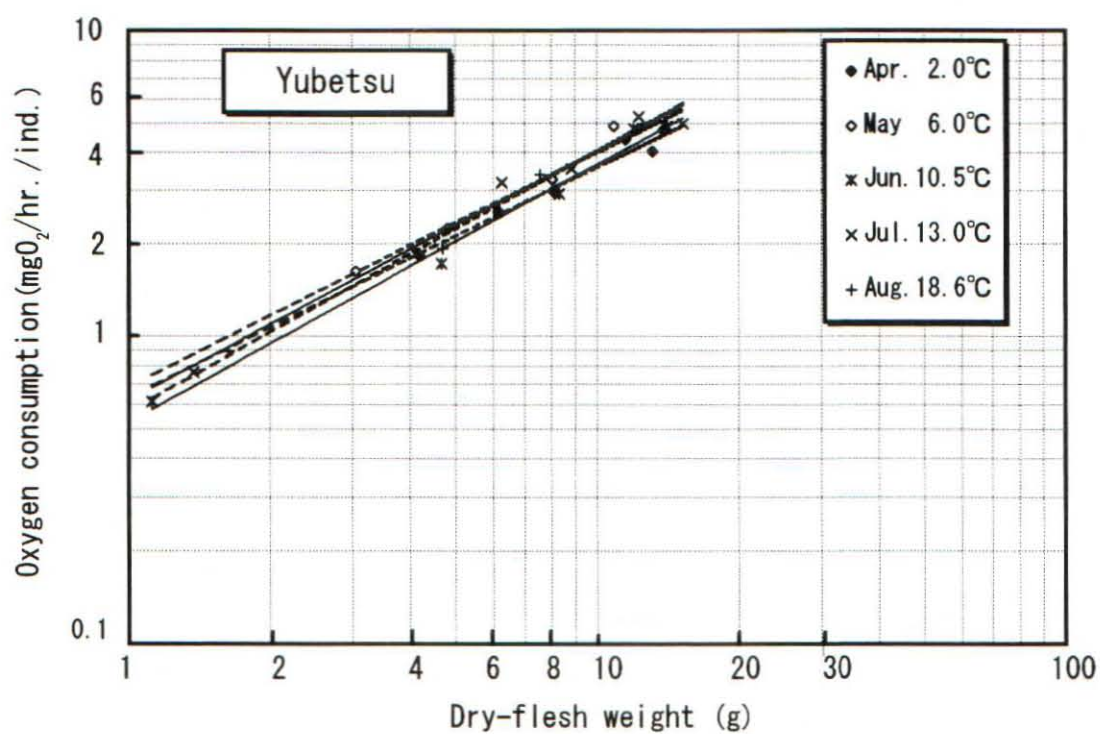
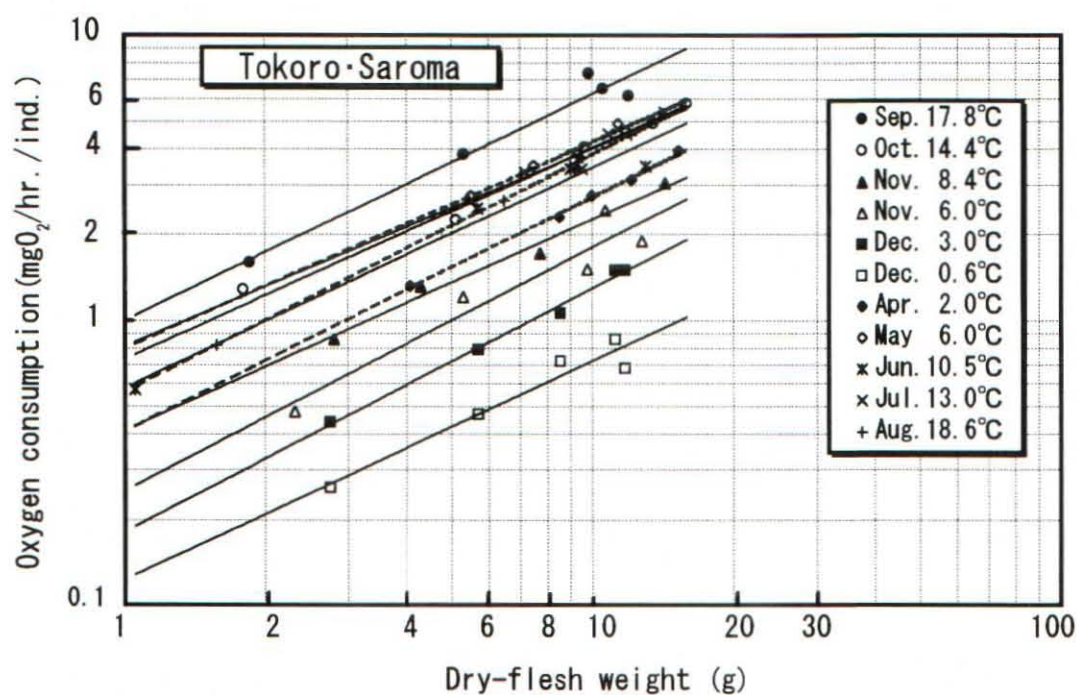


Fig.3. Relationship between dry-flesh weight and oxygen consumption.

----- indicates April, May or August.

考 察

オホーツク海の外海放流ホタテガイの軟体部乾燥重量と呼吸量 ($\text{mg O}_2/\text{時間}/\text{個体}$) の関係式 $\text{O}_2 = aW^b$ の係数 b は、季節や海域による差はみられずほぼ同じであり、その平均値は0.797であった。係数 b の平均値は二枚貝ではほぼ0.727⁷⁾、一般の変温動物ではほぼ0.75⁸⁾と言われ、陸奥湾の養殖ホタテガイでは0.763~0.862である⁴⁾ことから、今回の試験で得られた係数は妥当な値と思われる。

次に、陸奥湾の養殖ホタテガイでは、水温が22.8℃に至るまで水温が高いほど呼吸量も多いことが報告されており⁴⁾、水温が高いほど係数 a が大きくなる傾向を示している。そこで、本試験の水温 $[T]$ と係数 $[a]$ の関係を Fig. 4 に示し、両者の関係を検討した。

すべての実験値での両者の関係をみると、陸奥湾での結果と同様に水温が高いほど係数 a も大きくなる傾向がみられたが(分散分析, $p < 0.05$)、決定係数 R^2 は0.350で寄与率が低かった。ところが、4、5月と8月を除くと、 $a = 0.053T + 0.014$ の関係がみられ(分散分析, $p < 0.001$)、決定係数 R^2 は0.963であり、水温と係数の間に高い相関がみられた。また、4、5月だけについてみると、同じ水温の12、11月に比べて呼吸量が多く、実験回数が少ないために分散分析結果で P 値が0.181であ

り、有意水準は高いが、 $a = 0.057T + 0.387$ ($R^2 = 0.648$) の関係がみられた。一方、8月の係数 a は0.565であり、水温に比べて呼吸量が少ないという結果になった。

そこで、4、5月と8月はホタテガイが特別な代謝活動を示す時期であるかどうかを次に検討した。

4~5月は湧別から常呂海域のホタテガイの生殖巣の日間成長量が最も大きい時期であり、5月中旬ころには産卵が行われる⁹⁾。水温が比較的低い時期に呼吸量が高くなる現象は、ノルウェーの北緯70°における *Chlamys islandica* でも報告されており¹⁰⁾、比較的低水温ではあるが餌料環境が良い4~5月に殻と生殖巣の成長量が最も高く、この時期に呼吸量が最大になると述べられている。サロマ湖の養殖ホタテガイでも、同一水温の春と秋では、春の方が呼吸量が高いことが報告されている⁵⁾。4~5月は、オホーツク海の春の植物プランクトンの増殖期に相当し^{11, 12)}、ホタテガイにとって餌料環境が最も良い時期であり、生殖巣と貝柱にエネルギーを蓄える時期である。これらのことから、4~5月は、年間でホタテガイの代謝活動が非常に活発になる時期であり、低水温にしては呼吸量が高くなっていると推察される。

次に、8月の現象について検討する。サロマ湖の養殖ホタテガイでは、水温が高いほど濾過水量が多くなるが、18℃以上になると濾過水量が減少に転じることが報告されている⁵⁾。本試験の8月の水温は、18.6~19.1℃で

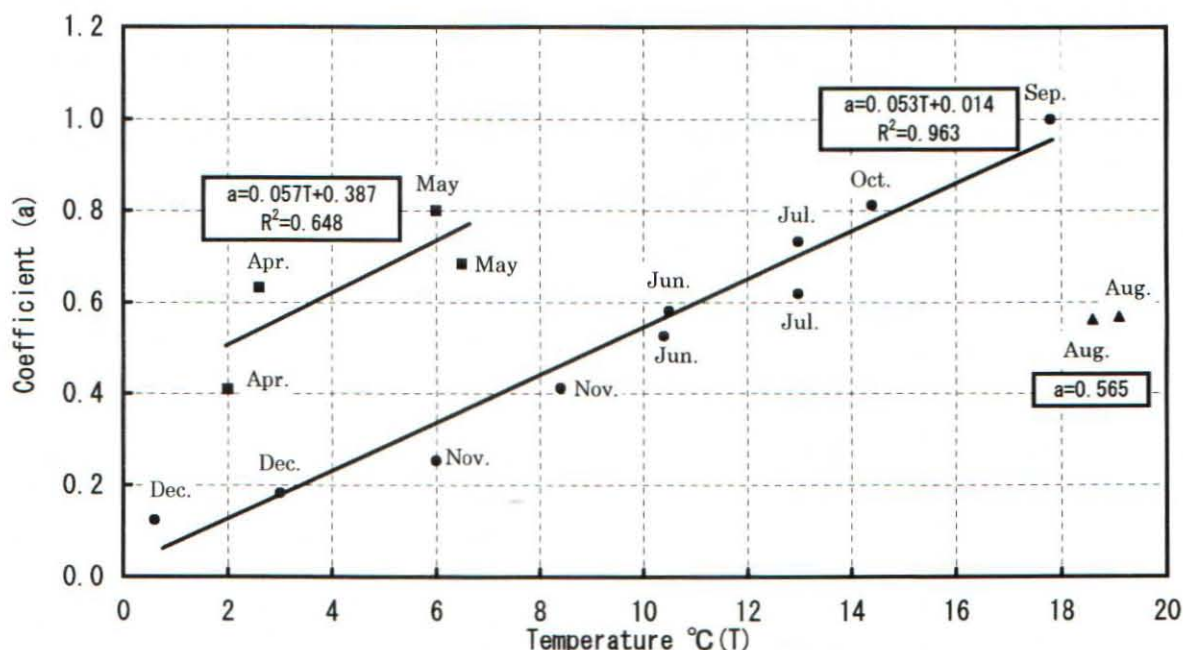


Fig. 4. Relationship between water temperature(T) and coefficient(a).

$$\text{O}_2 = aW^{0.797}$$

O_2 : oxygen consumption ($\text{mg O}_2/\text{hr.}/\text{ind.}$), W : dry-flesh weight (g).

あったことから、サロマ湖と同様に代謝活動が鈍かったことが考えられる。オホーツク海ホタテガイは、養殖貝、放流貝ともに、春を除いて18℃までは水温が高いほど、代謝活動も活発になるが、18℃以上では逆に減少すると思われる。

Fig. 3の図で、湧別のホタテガイの実験結果が、常呂・佐呂間に比べて、季節・水温による差がまったくないようにみえるが、実験月が呼吸量の特に高くなる4、5月と、呼吸量が特に低くなる8月と、6、7月だけであったために、係数aが0.6近辺に収束したためである。これらの月だけを抜粋し、共分散分析を行った結果、常呂・佐呂間と湧別で軟体部乾燥重量と呼吸量の関係式に違いがあるとはいえず ($p > 0.05$)。湧別の実験結果は常呂・佐呂間の結果と同じであった。

以上の観点から、ホタテガイの代謝活動の特性を考慮し、呼吸量($\text{mg O}_2/\text{時間}/\text{個体}$) $[\text{O}_2]$ と水温($^{\circ}\text{C}$) $[\text{T}]$ 、軟体部乾燥重量(g) $[\text{W}]$ の関係式を、

① 6, 7, 9~12月

$$\text{O}_2 = (0.053\text{T} + 0.014) \text{W}^{0.797}$$

② 4, 5月

$$\text{O}_2 = (0.057\text{T} + 0.387) \text{W}^{0.797}$$

③ 8月 (18.6~19.1℃)

$$\text{O}_2 = 0.565\text{W}^{0.797}$$

の3タイプで表すことができると考えた。現実には、水温は連続的に変動していることから、季節や水温によって呼吸量算出式が異なることは本来好ましくないが、ホタテガイの許容量算出のベースとなる呼吸量算出には、以上の式を用いて、4月から12月の時期(水温)別・サイズ(年齢)別呼吸量を算出した。今後は、連続した水温条件下での呼吸量試験によって、水温と呼吸量の関係を更に明らかにすることが望まれる。

本試験の結果得られた係数a (0.123~0.999)は、陸奥湾の養殖ホタテガイ (0.181~0.579)⁴⁾よりも幅が大きく、同じ10月の水温14℃の条件下で、本試験では0.811に対し、陸奥湾では0.398であった。このことは、オホーツク海と陸奥湾とでは地理的に離れており、生息(水温)環境の差によって、同水温でも代謝量が異なることを示していると思われる。

要 約

オホーツク海の放流ホタテガイの呼吸量を天然海水の流水式測定システムを用いて測定した。その結果、軟体部乾燥重量(g) $[\text{W}]$ と呼吸量($\text{mg O}_2/\text{時間}/\text{個体}$) $[\text{O}_2]$ の間には、 $\text{O}_2 = a \text{W}^{0.797}$ の関係式が成立し、係数aは、水温によって変動した。特に、係数aは、代謝活動が活

発な4、5月には特に高く、高水温期の8月には、逆に低くなる傾向がみられ、季節によって水温と軟体部乾燥重量から呼吸量を算出する3タイプの式を表した。

謝 辞

本報告にあたり、本研究の機会を与えられたサロマ湖養殖漁業協同組合に感謝する。また、実験施設の考案にご協力頂いたサロマ湖養殖漁業協同組合の藤芳義裕氏と北海道立中央水産試験場宮園章氏、実験施設の提供ならびにホタテガイの採集にご協力頂いたサロマ湖養殖漁業協同組合の加藤重信氏、常呂漁業協同組合の藤原博氏、湧別漁業協同組合の小倉順氏、林勝志氏、並びに網走中部地区水産技術普及指導所の諸氏に感謝の意を表する。また、呼吸量測定のために、揚水施設を使用させていただいた常呂漁業協同組合浜佐呂間支所に感謝申し上げる。

文 献

- 1) 北海道水産資源技術開発協会：噴火湾ホタテガイの養殖許容量調査報告書(解析編)、札幌市、北海道水産資源技術開発協会、1978、53p.
- 2) 北海道水産資源技術開発協会：サロマ湖におけるホタテガイの養殖許容量調査報告書、札幌市、北海道水産資源技術開発協会、1977、48p.
- 3) 北海道栽培漁業振興公社：サロマ湖におけるホタテガイの養殖許容量概査報告書、札幌市、北海道栽培漁業振興公社、1983、55p.
- 4) Fuji, A. and Hashizume, M.: Energy budget for a Japanese common scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay), in Mutsu Bay. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 25(1), 7-19 (1974)
- 5) 蔵田 護, 干川 裕, 西浜 雄二：サロマ湖における垂下養成ホタテガイの摂餌量. 北水試研報, 37, 37-57 (1991)
- 6) Tsuchiya, M.: Biodeposit production and oxygen uptake by the Japanese common scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay). Bull. Mar. Biol. Stn. Asamushi, Tohoku Univ. 17(1), 1-15 (1981)
- 7) Bayne, B. L. and Newell, R. C.: "Physiological energetics of marine molluscs". The Mollusca, 4(1). New York, Academic Press, 1983, 407-515.
- 8) Hemmingsen, A. M.: Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces and its evolution. Rep. Steno. Mem. Hosp. Copenh. (9), 7-110 (1960)

- 9) 西浜 雄二, 蔵田 護, 千川 裕: 湧別沖における種苗放流ホタテガイの成長. 平成元年度北海道立網走水産試験場事業報告書. 152-167 (1990).
- 10) Vahl, O. : Seasonal changes in oxygen consumption of the Iceland scallop *Chlamys islandica* (O. F. Müller) from 70° N. Ophelia. 17(1), 143-154 (1978)
- 11) 西浜 雄二, 蔵田 護, 多田匡秀: サロマ湖・能取湖・網走沖におけるクロロフィル量の季節変化. 水産海洋研究, 53(1), 52-54 (1989)
- 12) 宮園 章, 蔵田 護, 大槻知寛: ホタテガイの成長に関する調査. 1) 成長曲線調査. 平成5年度北海道立網走水産試験場事業報告書. 125-135 (1995).

噴火湾における養殖ホタテガイの付着生物

蔵田 護^{*1}, 西田 芳則^{*2}, 水島 敏博^{*1}

Fouling organisms attached on culture scallops, *Patinopecten yessoensis*, in Funka Bay

Mamoru KURATA^{*1}, Yoshinori NISHIDA^{*2} and Toshihiro MIZUSHIMA^{*1}

The quantity and species of fouling organisms attached on culture scallops, *Patinopecten yessoensis*, in Funka Bay were investigated from June 1990 to March 1993. The quantity changed greatly every year and every sampling points. In January 1992, the fouling organisms had attained to 20kg wt per ear hanging line that was equal to the scallop production. A dominant species changed according to season. But, after autumn, mussels, *Mytilus* spp., were dominant species which were 50-90% to the amount of fouling organisms. The settlement season of the mussels was during middle May and middle July.

キーワード: 付着生物, ホタテガイ, イガイ類, ホタテガイ養殖, 噴火湾

はじめに

北海道における近年のホタテガイは、生産量で34万t、生産額で567億円(1990~1994年の平均)に達しており、サケ、スケトウダラとともに重要種となっている。また、噴火湾のホタテガイはほとんどが垂下養殖で生産され、その生産量はほぼ10万tで、北海道のホタテガイ全生産量の約3分の1を占める。

噴火湾のホタテガイの養殖では、採苗(6月)、中間育成(9月から翌年3~5月)を経たほぼ満1齢貝から本養成(耳吊り養殖が主体)が開始される。7~11ヵ月間の本養成後の出荷時(11月~翌年3月)に大量の付着生物が産出されるため、現在、多くの漁協ではこれら付着生物を各自治体のゴミ処理場に搬入しているが、処理能力が限界に近く、付着生物の処理が大きな問題となっている。また、付着生物の増大は養殖施設の沈降を招くため、浮き玉など、余計な資材の出費を伴う。さらに付着生物が植物プランクトン食性の場合、ホタテガイと餌が競合するため、ホタテガイの成長への影響が懸念される。

なお、付着生物は、汚損と同時に未利用資源としての

潜在的重要性が示唆され¹⁾、当地でもその利用方法が検討されているが、付着生物の有効利用の実用化の見通しは現在のところ立っていない。

このようなことから、付着生物の回避および防除の技術を開発することが急務になっているが、そのためには噴火湾の養殖ホタテガイに付着する生物の種類、付着量ならびに付着時期など付着生物の実態を明らかにする必要がある。

垂下養殖貝の付着生物についてはこれまでアコヤガイ²⁻⁷⁾、カキ⁸⁻¹³⁾などで報告がある。しかし、ホタテガイについてはサロマ湖の例¹⁴⁾があるだけで、噴火湾ではこれらの知見に乏しい。そこで、今回は虻田と八雲でのホタテ本養成工程上における付着生物の主な種類と付着量およびその季節変化等を調べたので、その結果を報告する。なお、本調査は水産業関係地域重要新技術開発促進事業(水産庁補助)の調査の一部として実施した。

材料と方法

1. 付着生物量調査

養殖ホタテガイに付着する生物の種類と量の季節変化

報文番号 A262 (1996年9月26日受理)

*1 北海道立網走水産試験場 (Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station, Abashiri, Hokkaido 099-31, Japan)

*2 北海道立函館水産試験場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Yunokawa, Hakodate Hokkaido 042, Japan)

を調べる目的で、1990年6月から1991年3月（1990年度と称する）、1991年5月から1992年1月（1991年度）、および1992年5月から1993年3月（1992年度）にかけて、毎月1回、Fig. 1に示した虻田沖水深31m地点と八雲沖水深25m地点で垂下養成されている1齢貝を1連ずつ回収し、貝殻表面の付着生物の種類と付着量を調査した。供試貝は、深度約7～22m層に耳吊り方式で1連に200～250個体垂下されていた。回収した耳吊り1連の中から、7～12mを上層、12～17mを中層、17～22mを下層とし、層別にホタテガイ10～30個体を抽出し、軟体部を除去した後、貝殻と共に付着生物を10%ホルマリン海水で固定した。後日、貝殻に付着している生物について種を同定し、種毎に湿重量を測定した。また、イガイ類^{*1}については、個体数も計数した。耳吊り1連当たりの付着生物量は、ホタテガイ200個体当たりとし、各層の層別の付着生物量から算出した。

2. イガイ類の付着時期調査

イガイ類の付着時期を調べる目的で、1991年度と1992年度に虻田沖の付着生物量調査点の深度10m層に付着板2枚（ポリカーボネイト製波板、15×15cm）を垂下し、毎月1～2回の頻度で交換した。引き上げた付着板をホルマリンで固定し、後日、付着板上のイガイ類を計数した。

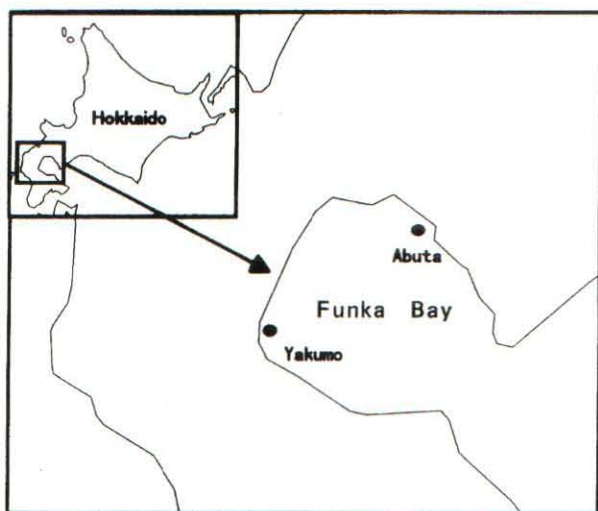


Fig.1. Location of sampling points.

結 果

1. 付着生物湿重量の季節変化

虻田と八雲における1990～1992年度の付着生物湿重量の季節変化をFig. 2-1, 2に示した。

虻田における1990, 1992年度の耳吊り1連当たりの付着生物総重量は、5～6月の調査開始以降、両年とも8月までは2kg以下と少ないが、12月に6kgに達し、その後翌年3月まで横ばい状態であった。これに対し、1991年度は9月までは他の年と同様であったが、10月以降急激に増加して1月には20.5kgに達し、他の年度の約3倍になった。

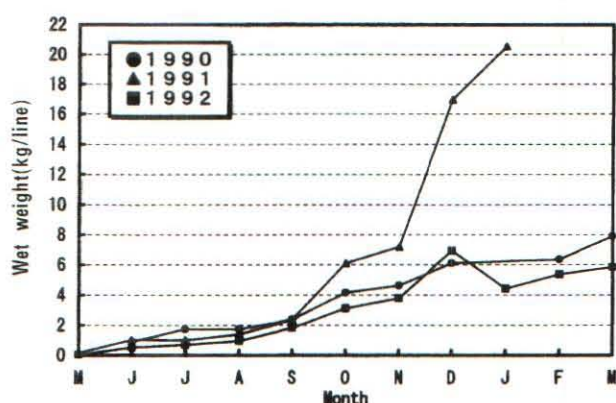


Fig.2-1. Wet weight of the fouling organisms on culture scallops per ear hanging line in Abuta.

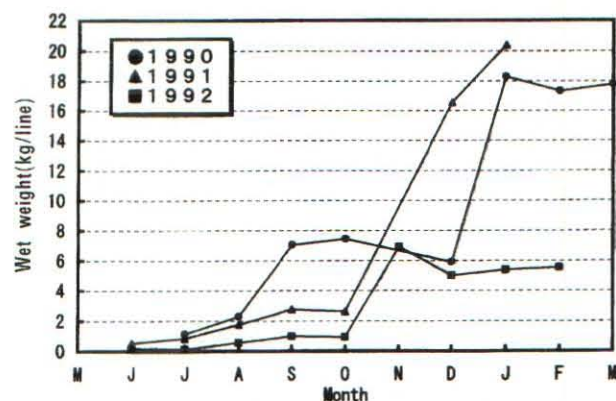


Fig.2-2. Wet weight of the fouling organisms on culture scallops per ear hanging line in Yakumo.

* 1 噴火湾の養殖施設に付着するイガイ類 *Mytilus* には、チレニアイガイ *M. galloprovincialis* とキタノムラサキイガイ *M. trossulus* が混在し、しかも2種の間間型と思われる個体も存在することが判明しているが、識別が困難なので本報ではイガイ類 *Mytilus* spp. として扱った。

八雲においては、1990年度の場合、8月から9月にかけて増加して7kgに達し、その後12月まで横ばいであったのが1月に急増して18kgになった。1991年度には6月以降徐々に増加していたが、10月から12月にかけて急激に増加し、1月には20kgに達した。ところが1992年度は、6月以降10月まで1kg以下で推移し、11月には6kgまでに増加したが、その後1月まで横ばいとなり、前の2年に比べて付着量は大幅に低下した。このように付着量は年度や海域によって大きく変化した。

また、付着量が多かった1991年度の虻田における1連当たりの付着物とホタテガイの現存量との月別の推移をみると、5月では付着物がわずかに0.16kgでホタテは6.2kgであったのが、10月ころから付着物の増量速度が上がり、出荷時の1月にはほぼホタテガイに匹敵する20kgになった (Fig. 3)。

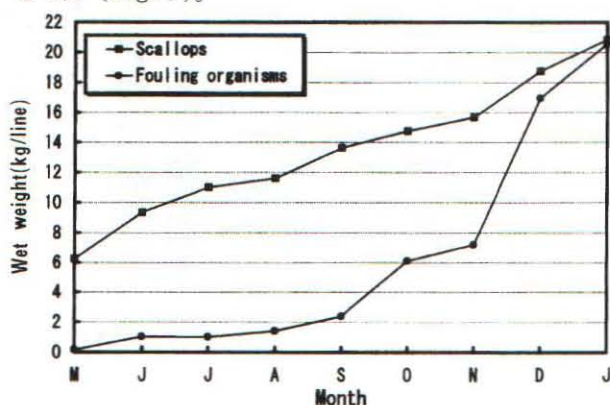


Fig.3. Wet weight of the fouling organisms and production of scallops per ear hanging line in Abuta (1991).

2. 付着生物の種類と種組成の季節変化

虻田海域の付着生物の種類とその食性を Table 1 に示した。付着していた生物は、動物約23種類、海藻4種類であった。このうち、植物プランクトン食性で、かつ付着量が多かったのは、イガイ類、シロウスボヤ、ネンエキボヤであった。八雲海域ではこの他に海綿類、マボヤが付着していた。

次に、虻田と八雲における各年度の主な付着生物の重量組成 (%) の季節変化を Fig. 4, 5 に示した。

虻田における1990年度の優占種は、海藻類 (6月~7月)、シロウスボヤ (9月~11月)、イガイ類 (12月~3月) と変化した。3月ではイガイ類の付着量が最も多く総付着生物量の約50%を占め、次いでシロウスボヤ、ヒダベリイソギンチャクが多かった。1991年度には優占種がヒラヤワコケムシ (5月)、海藻類 (6月~7月)、ヒダベリイソギンチャク (8月)、イガイ類・シロウスボヤ (9月)、イガイ類 (10月~1月) と変化した。12月~1月には、イガイ類が総付着生物量の70%以上を占めた。1992年度には優占種が多毛類の *Hydroides fuscicola* (5月)、海藻類 (6月~7月)、シロウスボヤ (8~9月)、ネンエキボヤ (10~11月)、イガイ類 (12月~3月) と変化した。12月~3月にはイガイ類が総付着生物量の40~50%を占め、次いでヒダベリイソギンチャク、シロウスボヤが多く、1990年度とほぼ同様であった。

八雲における1990年度の優占種は、ヒドロ虫類 (7月)、フジツボ類 (8月~9月)、イガイ類 (10月~3月) と変化した。2月には、イガイ類が最も多く約50%を占め、次いでユウレイボヤとイソギンチャクが多かった。

Table 1. The species of fouling organisms attached on culture scallops in Abuta (1991).

COELENTERATA		ARTHROPODA	
HYDROZOA (Z) ヒドロ虫類		CIRRIPEDIA (P,Z) 藤脚類	
	<i>Tubularia venusta</i> ヒメクダウミヒドラ		<i>Balanus albicostatus</i> シロスジフジツボ
	<i>Bougainvillea ramosa</i> ナミエダクラゲ		<i>B. amphitrite</i> タテジマフジツボ
	<i>Obelia plana</i> ヒラタオベリア		<i>B. trigonus</i> サンカクフジツボ
ANTHOZOA (Z) 花虫類			<i>B. rostratus</i> ミネフジツボ
	<i>Metridium senile</i> ヒダベリイソギンチャク	PROCHORDATA	
ANNELIDA		ASCIDIACEA (P) 海鞘類	
POLYCHAETA (Z) 多毛類			<i>Didemnum moseleyi</i> シロウスボヤ
	<i>Hydroides fuscicola</i>		<i>Diplosoma mitsukurii</i> ネンエキボヤ
TENTACULATA			<i>Botryllus</i> sp. イタバヤの一種
BRYOZOA (P,Z) 苔虫類			<i>Ciona savignyi</i> ユウレイボヤ
	<i>Alcyonidium polyomm</i> ヒラヤワコケムシ		<i>Styela clava</i> エボヤ
	<i>Bugula neritina</i> フサコケムシ	ALGAE	
	<i>Hippothoa hyalina</i> キタウスコケムシ	RHODOPHYCEA 紅藻類	
	<i>Microporella</i> sp. ウスコケムシの一種		<i>Polysiphonia morrowii</i> モロイトグサ
	<i>Celleporina porosissima</i> ウデコブコケムシ		<i>Polysiphonia</i> sp. イトグサの一種
MOLLUSCA		PHAEOPHYCEAE 褐藻類	
BIVALVIA (P) 二枚貝類			<i>Punctaria latifolia</i> ハバモドキ
	<i>Mytilus</i> spp. ムラサキイガイの仲間		<i>Scytosiphon lomentara</i> カヤモノリ
	<i>Chlamys farreri</i> アズマニシキガイ		
	<i>Patinopecten yessoensis</i> ホタテガイ		
	<i>Hiatella flaccida</i> キヌマトイガイ		

(P) indicates phytoplankton feeder, (Z) indicates zooplankton or small crustacea feeder.

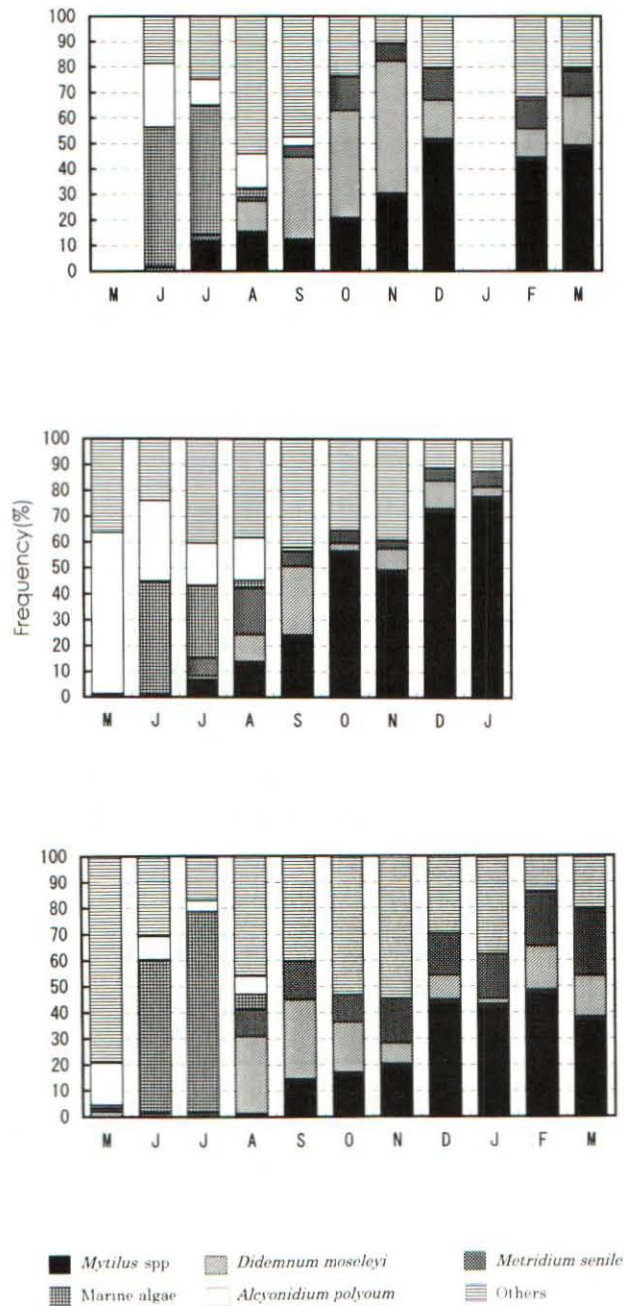


Fig.4. The wet weight frequency of species of fouling organisms in Abuta.
upper : 1990, middle : 1991, lower : 1992.

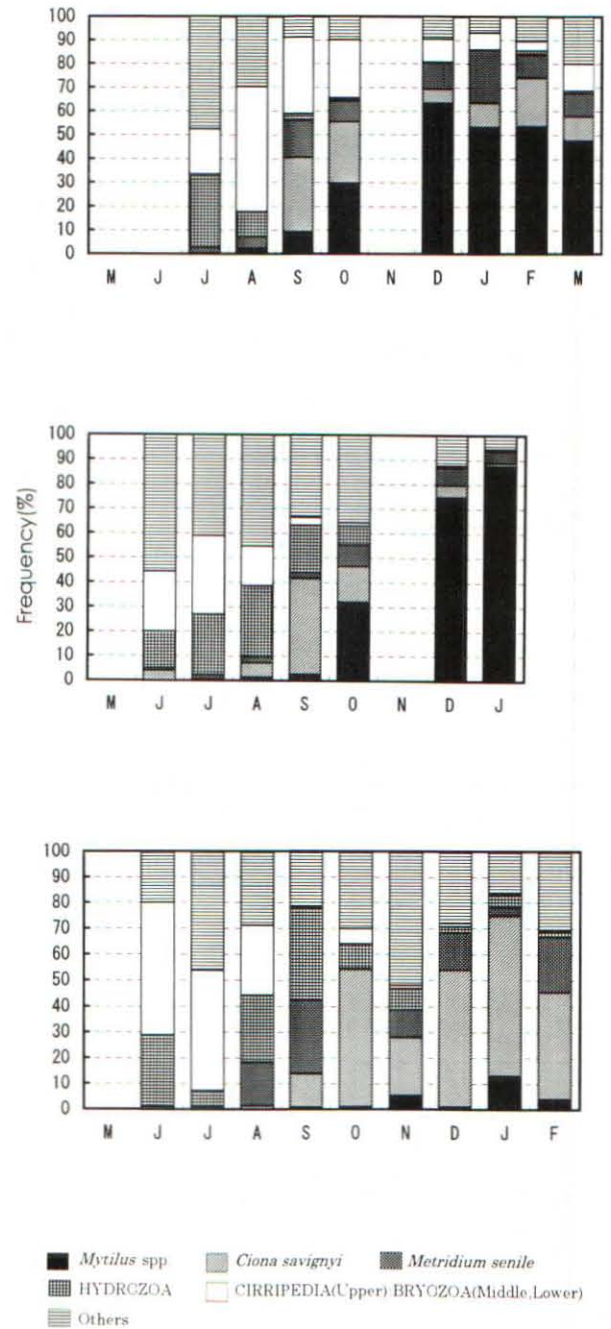


Fig.5. The wet weight frequency of species of fouling organisms in Yakumo.
upper : 1990, middle : 1991, lower : 1992.

この年は、他の年度と異なり、フジツボ類が多いのが特徴的であった。1991年度には、優占種が苔虫類（6月～7月）、ヒドロ虫類（8月）、ユウレイボヤ（9月）、イガイ類（10月～1月）に変化した。1月にはイガイ類が総付着生物量の約90%を占めており、虻田と同様に他の年度と比べてイガイ類の占める割合が非常に高かった。1992年度には、優占種が苔虫類（6月～7月）、苔虫類・ヒドロ虫類（8月）、ヒドロ虫類（9月）、ユウレイボヤ（10月～2月）に変化した。この年は、イガイ類の占める割合が、最も多い1月でもわずか13%であり、非常に少なかった。

3. 養殖深度別付着生物量

養殖深度と付着量の関係を見るために、ここでは虻田と八雲の1月における深度別付着量をTable 2に示した。海域、年度にかかわらず上層の付着量が中、下層に比べて多かった。特に、付着量の多かった1991年度の両海域と1990年度の八雲においては上層の付着量は他の層の2～4倍であった。上層に多い付着生物は、イガイ類、ヒダベリイソギンチャク、エボヤであった。付着量が少なかった1992年度には、中層と下層との付着量の差はあまりなかった。

4. イガイ類の付着時期

1992年度の八雲を除いて、養殖貝の出荷時期である11～3月の優占種はイガイ類であった。そこで、イガイ類の付着時期を明らかにするために、1991年度の付着板のイガイ類付着数の変化を、養殖ホタテガイのイガイ類付着数の変化と共にFig. 6に示した。イガイ類は、5月15日から6月4日の間に垂下した付着板に最も多く116個体付着し、その後は減少したが、7月2日から7月19日に垂下した付着板まで付着し、それ以降は付着しなかった。一方、養殖貝のイガイ類は、5月中旬に37個体であったのが、6月中旬には13万個体に急増し、7月中旬には脱落によって3.7万個体に、8月には3.3万個体に

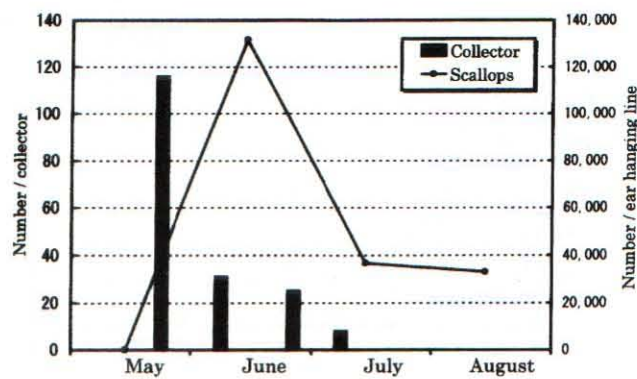


Fig. 6. The number of *Mytilus* spp. on the collector (15×15cm×2pieces) and on the ear hanging culture scallops (Abuta, 1991).

なった。付着板のイガイ類の付着盛期と養殖貝上のイガイ類の付着数の増加時期と一致していることから、噴火湾におけるイガイ類の付着時期は5月中旬から7月中旬であり、付着盛期は5月中旬から6月上旬と考えられた。なお、1992年度には付着板へのイガイ類の付着はみられなかった。

5. イガイ類の付着数と付着量の季節変化

虻田における耳吊り1連当たりのイガイ類の付着数の季節変化をFig. 7に示した。1990年度の付着数は、7月に5.3万個体であったのが、それ以降減少し、9月には6,000個体に減少し、3月には3,000個体になった。1991年度には、5月に37個体であったのが、翌6月には13.1万個体に急増した。7月に3.7万個体に急激に減少した後、徐々に減少し、1月に2.4万個体になった。1992年度は他の年度に比べて極端に少なく、通年1,500個体以下となり、季節的变化も小さかった。

虻田と八雲における耳吊り1連当たりのイガイ類の付着量の季節変化をFig. 8-1, 2に示した。虻田における1991年度の付着量は、6月～9月まで個体の重量が極めて小さいため9月には僅かに570gであったのが、

Table 2. Wet weight of the all fouling organisms per 10 scallops at each layer of an ear hanging line in January.

	Abuta			Yakumo		
	1990	1991*1	1992	1990	1991	1992
upper layer	393	1,692	457	1,531	2,325	108
middle layer	305	761	109	805	558	80
lower layer	253	630	98	405	174	81

unit;gram, *1 measured in February.

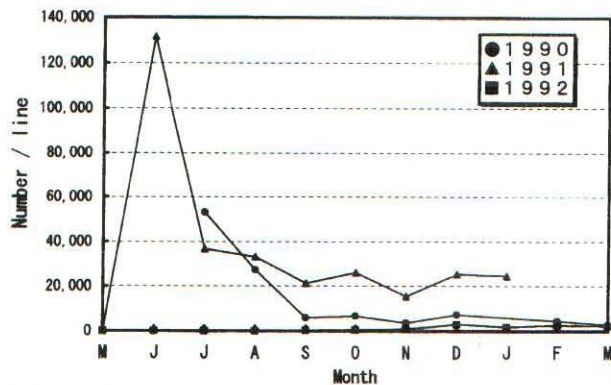


Fig.7. The settlement number of *Mytilus* spp. on culture scallops per ear hanging line in Abuta.

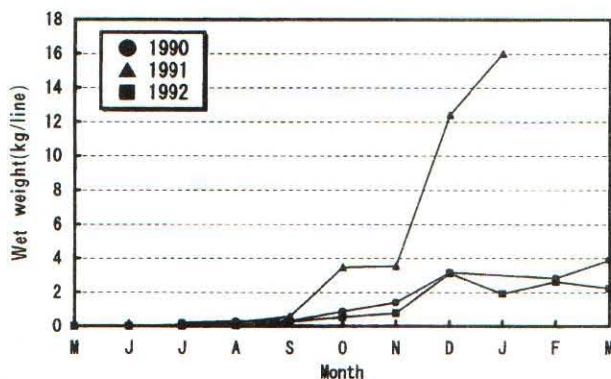


Fig.8-1. The settlement weight of *Mytilus* spp. on culture scallops per ear hanging line in Abuta.

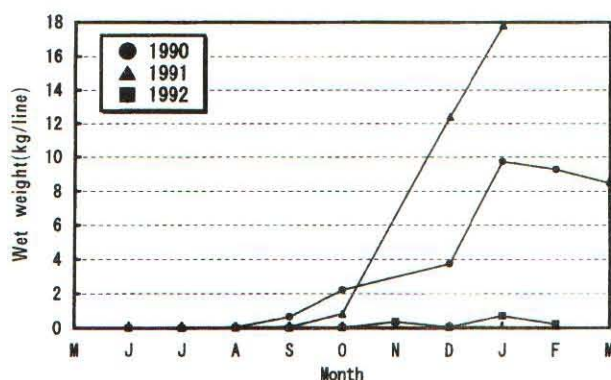


Fig.8-2. The settlement weight of *Mytilus* spp. on culture scallops per ear hanging line in Yakumo.

10月以降は付着数の安定とともに個体の成長によって急激に増加し、1月には16kgに達した。1991年のイガイ類の付着量は、1990年と比べると10月以降から差が大きくなり、1月には前年同期の5倍以上に達した。1990年度と1992年度には、イガイ類の付着数が少なかったことか

ら、付着量も少なく、12～3月に2～4kgであった。

八雲における1991年度のイガイ類の付着量は、7月～10月まで1kg以下であったが、その後急増し、1月には18kgに達し、1990年度のはほぼ2倍となった。1992年度は3ヵ年の中では最も少なく、調査期間を通じて1kg以下であり、年による変動が非常に大きかった。

考 察

噴火湾でのホタテガイの垂下養殖生産過程におけるホタテ貝殻上の付着生物は、中間育成時の生後4～12ヵ月は多毛類の *Hydroides fuscicola* がわずかに認められる程度であるが、本養成を開始した生後1年後からは30種近くにわたる多様な種が観察された。さらに、本養成開始後の付着生物の種組成は経時的に変化し、その優占種（重量組成）は同一湾内でも季節によってあるいは海域によっても変化することが明らかになった。すなわち、虻田では春季は海藻、夏季は群体ボヤ、秋季以降はイガイ類へと優占種が変化するのに対し、八雲では春季は苔虫、夏季はヒドロ虫、秋季はユウレイボヤ、そして秋季から冬季はイガイ類が優占する年が多い。このような優占種の変遷はそれぞれの種の付着時期と浮遊幼生の発生量、付着数および各々の種の成長量の違い、さらにはホタテガイという付着基質を巡っての種間の競合^{15, 16)}に起因していると考えられる。ただし、海域による種組成や優占種の違いの要因については不明である。

耳吊り1連当たりの付着量は本養成開始直後は数gないしは数十gのレベルであったのが経時的に増加して、出荷のピーク時である1月～2月には数kgから20kgに達するなど本養成期間中に大幅に増重する。

付着量の年による変化および場所による差異をみると、1991年度の虻田と八雲とはほぼ同じであったが、1990年度は八雲の方が虻田に比べ3倍程度多かった。また、同一海域でも虻田の場合には、1991年度12月の付着量は1990年度の2倍以上、八雲では1991年度と1992年度では3倍以上となっていた。このように、付着量は海域、年度によっても大きく変化した。この原因は、最優占種であるイガイ類の年による消長が大きく影響する。すなわち、虻田におけるイガイ類個体数の3ヵ年の月別変化でみたように、付着時での個体数の多寡、さらにその後の脱落率の大小が年により大きく異なっている。それはイガイ類が長期間の浮遊期間¹⁷⁾を経た後に付着するために、水塊変動や流れ等の海洋条件に左右され、付着数が変動し易いことや、付着後の波浪等による脱落量の差も大きな要因となると考えられる。例えば、1992年度の八雲でのイガイ類の付着量の極端な減少は、同一着生面を

巡る競合生物の付着量にも影響を与え、10月以降のユウレイボヤの大幅な増加につながったと思われる。

イガイ類は植物プランクトン食性であり、カキやアコヤガイの垂下養殖連に大量に付着し、貝の成長、身入りを著しく阻害することが知られている^{6), 11-13)}。そこで噴火湾における養殖ホタテガイとイガイ類の餌料の競合関係を検討してみた。噴火湾におけるホタテガイの摂餌量は月別に求められている¹⁸⁾が、イガイ類の摂餌量は不明である。ここでは、米国ロングアイランド産ムラサキイガイ *Mytilus edulis* の摂餌量（水温19～21℃、餌料濃度500 $\mu\text{g C}/\ell$ の条件下で18mg C/軟体部乾燥重量1g/日）¹⁹⁾を便宜的に用いて、付着量の多かった1991年度の7月から1月の虻田における耳吊り1連当たりのホタテガイとイガイ類の餌の競合関係をTable 3に試算した。この結果、イガイ類の摂餌量は付着重量が少ない7月～9月にはホタテガイの50分の1程度であったが、付着量が最大値を示す1月にはほぼ5分の4に達し、ホタテガイとほぼ同じ摂餌量を示したことから、イガイ類は養殖ホタテガイの摂餌量、さらには成長に影響を与えられたと思われる。そのことは、虻田における上層のホタテガイの成長が1990、1991年度には中層、下層と差がなかったが、イガイ類の付着量が少なかった1992年度には夏以降に上層のホタテガイほど成長が良かったという現象にも現れている（未発表）。

1991年度のように付着生物量がホタテガイの生産量と匹敵するような年には、仮に、噴火湾でのホタテガイの生産量が10万tとすれば、それと同量分の付着物が産出されることになる。また、付着生物の増加は、養殖貝の垂下深度を維持するための余計な管理、出費を伴う。ホタテガイの垂下養殖（耳吊り）という生産方式は付着生物に格好の付着基質を提供するため、付着生物の産出は現状では不可避といえる。しかし、付着生物総重量の50～90%に達するイガイ類の付着を避けるか、あるいは付着直後に除去することができれば付着生物の大幅な減

量化とホタテガイ成長量の増加が期待できるであろう。

なお、イガイ類は養殖連の上層から下層まで付着していたが、上層で圧倒的に多かった。したがって、ホタテガイの垂下深度を変えることで付着生物量の減量化を図ることも一対策として考えられる。しかし、噴火湾の養殖漁場の場合、水深のほとんどを垂下層として利用しており、また、垂下層を狭くし水平的に拡張することも漁場設定の現状（漁業権の関係）から困難である。また、垂下深度を下げた場合には水温も低下することからホタテガイの成長への影響も懸念される。

噴火湾における養殖ホタテガイに付着するイガイ類は少なくとも2種類は存在するが、今回の試験結果では、その付着時期は5月中旬から7月中旬であり、他の時期には付着しなかった。また、耳吊り養殖貝上のイガイ類の付着数の変化と付着時期は一致していた。このことから、噴火湾におけるイガイ類はホタテガイの本養成開始後約3カ月後の7月中旬ごろに付着が終了すると考えられる。そこで、イガイ類の付着力がまだ弱く、小型、軽量の時期、すなわち、7月下旬以降できるだけ早い時期に貝掃除をすることによって除去できれば、出荷時期の付着生物の大幅な減量化が可能になるであろう。現在、複数の民間企業や道立試験研究機関によってホタテガイに悪影響なく付着初期段階のイガイ類を効率的に除去可能な貝掃除機の開発が進められている。なお、著者らが7月下旬から9月の期間に貝掃除を実施したところ、付着生物の減量化とホタテガイの成長量の増加もみられている（未発表）。こうした貝掃除の効果に関しては、改めて報告したい。

要 約

1990年6月から1993年3月の期間、噴火湾の虻田沖と八雲沖の垂下養成ホタテガイの付着生物の種類と付着量を調べた。また、1991年に虻田においてイガイ類の付着

Table 3. The feeding rates (g C/day) of *Patinopecten yessoensis* and *Mytilus* spp. per ear hanging line in Abuta (1991).

Month	<i>P. yessoensis</i> *1	<i>Mytilus</i> spp. *2
Jul.	16.1	0.03
Aug.	17.9	0.07
Sep.	14.6	0.29
Oct.	7.4	1.86
Nov.	10.6	1.98
Dec.	14.6	7.99
Jan.	14.7	11.37

* 1 calculated by Funka bay Iburi Fisheries Environment Conference (1990).

* 2 calculated by Tenore, E. R. and Dunstan, W. M. (1973).

時期を調べた。

1. 1991年度に虻田で出現した付着生物は、動物約23種類、海藻4種類であった。
2. 本養成の工程の中では、付着生物の優占種は海域や年により異なるが、大まかには海藻、苔虫類、海鞘（ホヤ）類、イガイ類へと季節的に変化した。
3. 耳吊り1連当たりの最大付着生物湿重量は、両海域ともに、1月の20kg/連で、ホタテガイ生産量とほぼ同量であった。
4. 付着生物の最優占種はイガイ類であり、ホタテガイ出荷時の1月には付着物総量の50～90%を占めた。
5. イガイ類の付着盛期は、5月中旬から7月中旬であった。
6. イガイ類の付着が終了した7月下旬以降できるだけ早い時期の貝掃除によって、付着生物量が大幅に減少することを予測した。

謝 辞

本報告にあたり、ホタテガイを提供していただいた虻田漁業協同組合と八雲町漁業協同組合の各担当者、苔虫類の同定にご協力頂いた茨城県自然博物館池澤広美学芸員、イガイ類の同定にご協力頂いた北海道立網走水産試験場栗原康裕氏、付着生物の測定等にご協力頂いた北海道立釧路水産試験場阿部英治氏、北海道立中央水産試験場櫻井泉氏、北海道立函館水産試験場宮本建樹氏と嶋田宏氏、北海道立函館水産試験場室蘭支場堀井貴司氏に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 梶原 武: "付着生物研究の現状と将来の方向", 水産無脊椎動物研究所編, 海洋生物の付着機構, 東京, 恒星社厚生閣, 1991, 1-9.
- 2) 谷口宮三郎, 西飯 保, 清水進平: 真珠養殖におけるいわゆる貝そうじの効果に関する研究. I. 貝そうじ及びかご交換の回数と付着生物量の変化について, 国立真珠研報, 5, 481-488 (1959)
- 3) 西飯 保, 清水進平, 谷口宮三郎: 真珠養殖におけるいわゆる貝そうじの効果に関する研究. II. 貝そうじ及びかご交換の回数とアコヤガイの成長ならびに真珠の品質との関係, 国立真珠研報, 6, 670-675 (1961)
- 4) 西飯 保: 真珠養殖におけるいわゆる貝そうじの効果に関する研究. IV. 貝そうじの時期と付着生物, アコヤガイの成長ならびに真珠の品質について, 国立真珠研報, 6, 679-683 (1961)
- 5) 西飯 保: 真珠養殖におけるいわゆる貝そうじの効果に関する研究. V. 付着生物がアコヤガイの成長並びに真珠の巻きにおよぼす影響, 国立真珠研報, 6, 684-687 (1961)
- 6) 宮内徹夫: 真珠養殖の貝掃除に関する研究-I. 付着生物がアコヤガイの貝殻開閉活動と糞量におよぼす影響, 日水誌, 32(5), 379-383 (1966)
- 7) 山村 豊, 桑谷幸正, 西飯 保: 真珠養殖漁場における付着生物の生態的研究. I. 英虞湾の真珠養殖垂下層における付着生物相の季節変化について, 国立真珠研報, 14, 1836-1861 (1969)
- 8) 佐藤省吾, 武田忠郎: 垂下養殖カキの付着生物に関する研究. 第1報 ムラサキイガイ (*Mytilus edulis* LINNE) の駆除について, 東北区水研報, (1), 63-67 (1952)
- 9) 谷田専治, 佐藤省吾: 垂下養殖カキの付着生物に関する研究. 第2報 季節的变化, 東北区水研報, (2), 56-66 (1953)
- 10) 谷田専治, 菊池省吾: 垂下養殖カキの付着生物に関する研究. 第3報 カキの生長・身入りに及ぼす影響, 東北区水研報, (19), 142-148 (1961)
- 11) 藤田惣吉, 藤田 忠: 岩手県宮古湾におけるカキ養殖垂下連に付着したムラサキイガイの状況, 水産増殖, 12(2), 85-87 (1964)
- 12) 今井丈夫: "カキ養殖の技術", 浅海完全養殖, 東京, 恒星社厚生閣, 1971, 153-189.
- 13) 小金沢昭光: 害敵生物の生態とその防除. III. ムラサキイガイ, 養殖, 5, 72-74 (1972)
- 14) 干川 裕: サロマ湖におけるホタテガイ養殖施設上の付着生物に関する調査, 昭和61年度北海道立網走水産試験場事業報告書, 206-220 (1987)
- 15) 森 敬介: "付着生物をめぐる種間相互作用", 水産無脊椎動物研究所編, 海洋生物の付着機構, 東京, 恒星社厚生閣, 1991, 153-164.
- 16) 平田 徹: "生物の相互作用と遷移", 水産無脊椎動物研究所編, 海洋生物の付着機構, 東京, 恒星社厚生閣, 1991, 165-181.
- 17) 梶原 武, 浦 吉徳, 伊藤信夫: 東京湾の潮間帯におけるムラサキイガイの付着, 成長および死亡について, 日水誌, 44(9), 949-953 (1978)
- 18) 噴火湾胆振海区漁場環境調査協議会: 噴火湾胆振海区漁場環境調査報告書, 1990, 1-24.
- 19) TENORE, K.R. and DUNSTAN, W.M.: Comparison of feeding and biodeposition of three bivalves at different food levels. Marine Biology, 21, 190-195 (1973)

マナマコ(*Stichopus japonicus*)の生殖巣発達段階の簡易判定基準

高谷 義幸*¹, 川 真田 憲治*²

A handy method for detection on gonadal development of the sea cucumber, *Stichopus japonicus*.

Yoshiyuki TAKAYA*¹ and Kenji KAWAMATA*²

Observations were carried out on some superficial and histological features of the gonad of *Stichopus japonicus* of sampled at Yoichi, western Hokkaido, from 1990 to 1992. The proceedings of the gonadal maturity were categorized into five stages by superficial features. They are defined as follow: Immature, Growing, Developing, Mature, and Release. The gonad somatic index, which is the ratio of the wet weight of gonadal tissue to the body wall weight, is proposed as a unit for measurement of the gonadal maturation. Maturity grade by the handy method, which is composed of combination with the gonad somatic index and the superficial feature of the gonad, was nearly correlated with the gametogenic development. From the above mentions, this handy method is a reliable way for determining their spawning season.

キーワード：マナマコ, 産卵期, 性成熟

はじめに

マナマコは、近年の単価上昇に伴って北海道沿岸の重要な漁業資源となっている。本種は浅海域の砂泥底に生息し、漁獲が比較的容易なことから、乱獲を招きやすく、適切な資源管理が必要な種類である。本種の資源保護対策としては古くから産卵期間を禁漁とする漁期制限が実施されている¹⁾が、禁漁期と産卵期が完全に一致していない地域もある²⁾など、十分とはいえない現状である。北海道沿岸各地の産卵期は、主として生殖巣の目視観察調査により、おおむね7～8月とされている^{1) 2)}が、産卵期を正確に推定するためには組織細胞学的な観察が不可欠であり、そのための組織切片の作成には時間と設備が、また切片の観察には専門的技能や知識が必要とされる。もともと、資源の管理や保護には漁業者自らが関心を持ち積極的に関与していくことが必要であり、そのためには漁業者自身が実行可能な成熟段階判定法を開発することが望ましい。そこで、組織切片によらずとも、生

殖巣の形状観察と重量測定から、簡便に成熟段階や産卵期を推定するための基準を定め、組織細胞学的観察と比較することによってその妥当性を検証したので報告する。

材料と方法

1990年～1992年までの3年間にわたって、夏期を中心として毎月1回、北海道後志支庁管内余市町沿岸の水深約8mの漁場からマナマコを採集し、全重量、体殻重量(内臓を除いたもの)、生殖巣重量を測定し、生殖巣指数(=生殖巣重量×100/体殻重量)を算出した。また、材料とした個体はすべて150g以上であり、本種の生物学的最小形が60g程度である³⁾ことから、未成熟個体は含まれていないと判断された。

観察に供した各個体ごとの生殖巣発達段階の判定は2つの方法をとった。ひとつは、生殖巣の形状観察と重量測定を基準とした簡易判定法であり、他は簡易判定後の同一個体の生殖巣を、通常のパラフィン法で8～10μの

報文番号 A 263 (1996年9月26日受理)

* 1 北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, Yoichi, Hokkaido 046, Japan)

* 2 北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture, Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan)

切片とした後にデラフィールドのヘマトキシリン・エオシンで染色した切片を用いた組織細胞学的な判定法である。後者については、Tanaka⁴⁾の基準により、1992年のサンプルについてのみ実施した。

結果と考察

試験に供したマナマコの生殖巣発達段階の簡易判定基準を表1に示した。また、重量測定に基づいた生殖巣指数の測定結果を表2に示した。生殖巣指数は、1990年、1991年とも7月に急激に上昇している。しかし、この2年間の調査では7月下旬以降の採集ができなかったため、生殖巣指数の低下する時期は確認できなかった。1992年の生殖巣指数は、5月～6月にかけて上昇し、その後8月上旬まで高い値を維持したのち8月下旬には急激に減少し、9月下旬にはほとんど0に近くなった。簡易判定基準により判断した群成熟度を図1に示した。群成熟度は1990、1991、1992年の3カ年とも5月には未熟期、成長期の個体が高い占有率であったが、6月～7月にかけて

で発達期と成熟期の占める割合が増加した。特に、1992年は7月に出現した18%の放出期が8月中旬には71%を占めるまでになり、同時にすでに産卵を終えた未熟期の出現をみている。9月下旬には全個体が未熟期になり、産卵が完全に終了したことを示した。生殖巣指数と簡易判定基準から見た本海域におけるマナマコは、6月から成熟し、8月に産卵、9月下旬には産卵を終了していると推定された。

生殖巣の組織学的観察による雌雄別の群成熟度を図2に示した。雌は雄よりも早い時期から成熟期個体の割合が高いなどの雌雄差が見られるが、回復期から放出期に至るまでの季節的変動経過はほぼ同様となっている。性成熟の時期をあらわす放出期の頻度は7月中旬～8月中旬に最頻値を示したのち8月下旬には減少した。これに代わって産卵終了を示す休止期個体の割合が増加し、9月下旬にはほとんどが休止期となった。これらの観察結果から、余市沿岸におけるマナマコの産卵期は7月～8月であり、その盛期は8月中旬から下旬であると推定された。

表1 マナマコの生殖巣発達段階の簡易判定基準

発達段階	生殖巣の重量と目視による形状の特徴
未 熟 期	生殖巣の組織が目視ではっきり識別できない段階
成 長 期	おおむね1 g以下の生殖巣が認められるが、肉眼では雌雄の判別が不可能な段階
発 達 期	生殖巣重量が1 g以上となり、生殖細胞がしみだし、雌雄の判別が可能となる段階
成 熟 期	生殖細胞が生殖巣の断面からあふれ出る段階
放 出 期	生殖細胞が放出され、生殖巣が縮小しつつある段階

※雌雄の肉眼的判別法は、以下の2つの方法による。ひとつは色彩の相違によるもので、雌はオレンジ色、雄は白からうすい黄色または肌色を呈する。もうひとつは生殖細胞の観察によるもので、雌は生殖巣断面に卵粒が確認でき、雄は生殖巣断面から白色の精子がしみ出し、粒状のものは認められない。

表2 マナマコ生殖巣指数の季節変化

採取日	調査 個体数	重量(g)	殻重量(g)	生殖巣重量(g)	生殖巣指数
1990. 5. 25	29	178±55	110±35	0.3±0.8	0.2±0.5
6. 13	24	172±51	119±27	0.4±1.1	0.3±0.9
7. 19	17	179±40	129±30	4.0±4.2	3.1±2.9
1991. 5. 15	29	242±56	136±31	0.6±0.7	0.4±0.4
6. 12	14	201±39	144±29	1.7±1.8	1.1±1.0
7. 15	11	250±58	140±32	12.6±16.0	7.5±8.4
1992. 5. 19	19	260±58	156±34	1.3±1.2	0.9±0.8
6. 19	19	266±65	167±38	5.3±5.9	3.2±3.8
7. 16	28	264±57	157±27	5.6±4.4	3.6±2.8
8. 12	24	245±40	157±26	6.8±7.6	4.1±4.6
8. 26	26	229±37	150±16	1.2±1.3	0.8±0.9
9. 25	26	225±24	165±22	0.06±0.10	0.04±0.07

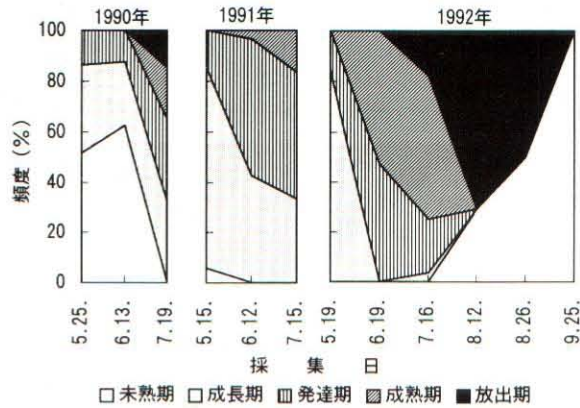


図1 簡易判定による生殖腺発達段階の季節変化

マナマコの生殖腺は産卵期には大きさ、重量とも著しく発達するため、産卵期の推定そのものは生殖腺指数の変化だけでも容易に判定できると思われる。しかし、生殖腺の発達段階を正確に判定するためには、表1に示した目視による判定基準が生殖細胞の发育過程と並行関係にあることが明らかでなくてはならないことから、表1で定めた簡易判定基準の妥当性を確認するため、同一個体について両者の結果を比較し図3に示した。生殖腺の重量が増加し始める5月ころには、簡易判定で発達初期の段階（成長期）であっても組織学的には生殖細胞の发育段階が発達期、成熟期に達している個体も多く見られ、観察した全個体のうちで成熟していると判定される個体の占める割合は、簡易判定では低い頻度で表わされてい

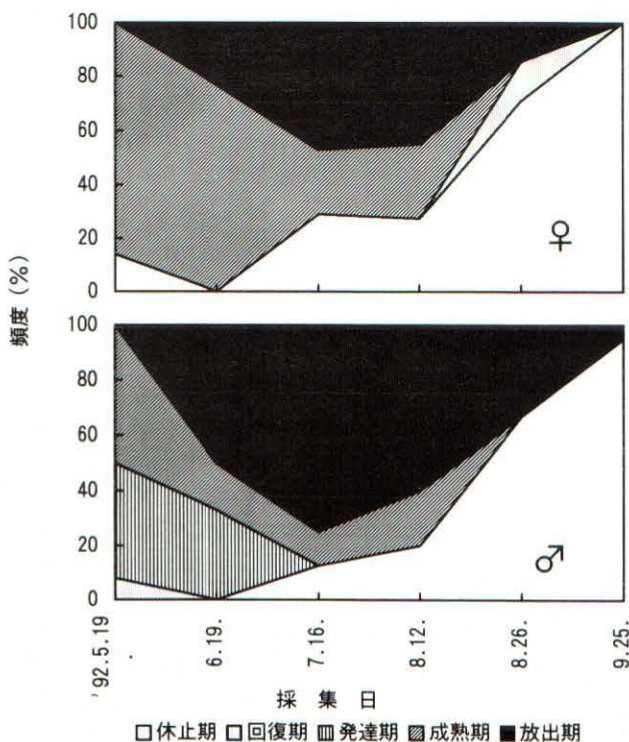


図2 組織学的観察による生殖細胞发育段階の季節変化

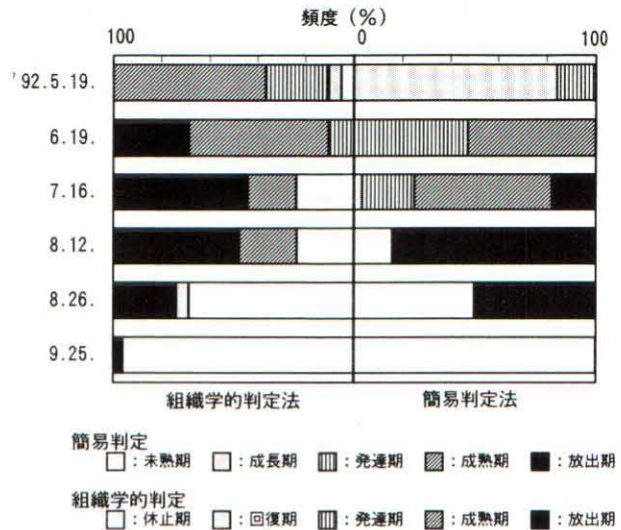


図3 簡易判定法と組織学的判定法によるマナマコ生殖腺発達段階の比較

る。しかし、産卵盛期に近くなると、両者の出現頻度は類似した値をとるようになる。また、産卵の終了を示す未熟期、休止期の個体は簡易判定では8月に、組織学的観察結果では7月中旬にはじめて出現した。そして、その占有率は両者とも8月中旬から下旬に急速に増加しており、この点ではよく一致した。したがって、マナマコの産卵期や親マナコの群成熟度の判断には、簡便な生殖腺指数と肉眼的な簡易判定基準によっても判断に大きな誤りはないと考えられる。以上の結果と生殖腺指数の変化などを参考に両者の発達段階区分を比較すると、簡易判定の未熟期は Tanaka⁴⁾ の休止期～回復期に、成長期は発達期～成熟期に、発達期は成熟期に、成熟期は成熟期～放出期に、放出期は放出期にほぼ相当しているものと考えられる。

謝 辞

本報告のとりまとめにあたり、富士昭北海道大学名誉教授には御校閲と有益な助言をいただいた。また、標本の採集に御協力をいただいた余市郡漁業協同組合の関係各位、標本の測定、処理に御協力をいただいた中央水産試験場資源増殖部の関係各位にあわせて感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 木下虎一郎、渋谷三五郎：海鼠産卵期調査（総括）、北水試旬報、430、1-6（1939）
- 2) 栗原康裕：マナマコの話 産卵期調査から資源管理まで、北水試だより、14、1-7（1991）

- 3) 崔相 : " 第 9 章 生殖", なまこの研究, 初版, 東京, 海文堂, 1963, 90-97.
- 4) Tanaka, Y. : Seasonal changes occurring in the gonad of *Stichopus japonicus*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 9 (1), 29-37 (1958)

エゾバフンウニ(*Strongylocentrotus intermedius*)の 絶食による体成分の変化 (短報)

高谷 義幸*, 今村 琢磨*

Chemical constituents of various body parts in the starved sea urchin,
Strongylocentrotus intermedius (A. AGASSIZ). (Short Paper)

Yoshiyuki TAKAYA and Takuma IMAMURA

キーワード: エゾバフンウニ, 絶食, 体成分

はじめに

ウニ類の栄養貯蔵器官は主として生殖巣や消化管壁であると考えられている^{1, 2)}。糖類や脂質などの貯蔵エネルギー物質の量についてはいくつかの報告³⁻⁵⁾が見られるが、これらは食品化学的な見地から可食部である生殖巣について研究したものであり、それ以外の体構成部位の成分については Giese⁶⁾, Fuji⁷⁾の報告が見られる程度できわめて少ない。そこで、絶食状態のエゾバフンウニにおいて代謝に必要なエネルギーがどこから供給されるのかを知る目的で無給餌で飼育し、各部位の体成分変化を調べた。

材料と方法

1993年6月7日に北海道後志支庁管内泊村沿岸で殻径50mm前後のエゾバフンウニを採集した。採集したウニは実験室内でアクリル水槽(60×30×35cm)に収容し、止水、上面濾過、10日に一度全換水という条件で飼育した。飼育期間中は無給餌とし、6月14日に10個体(採集日からの絶食日数7日間、以後“絶食前”とする)、7月21日に12個体(採集日からの絶食日数44日間、以後“絶食後”とする)を分析に供した。エゾバフンウニは殻径、重量を測定した後、生殖巣、内臓塊、殻、体腔液の4部位に分けた。内臓塊とは、ウニの殻内の組織のうち生殖巣を除く消化管及び膜組織を体腔液とともに引き出し、3,000 rpmで10分間遠心分離を行って得た沈澱物である。殻は殻板、棘、管足、囲口膜およびランタン部分を

含んだものである。体腔液はウニを裁割した際に体腔から流出したものと、前述の内臓塊を分離した後の上澄み液をあわせたものである。生殖巣、内臓塊、殻は、部位ごとに供試個体を混合して真空凍結乾燥した後に、また体腔液はそのまま分析に供した。分析項目と方法は次のとおりである。水分量は105℃で常圧加熱乾燥法⁸⁾、灰分量は550℃の直接灰化法⁸⁾でそれぞれ測定した。粗脂肪はエーテル抽出法⁸⁾、グリコーゲンはアントロン硫酸法⁹⁾で定量した。また、粗タンパク質は自動式窒素/タンパク質定量装置(三田村工業 MRK KJEL-AUTO)で、遊離アミノ酸はアルコールによる除タンパク法¹⁰⁾で精製した後、アミノ酸分析計(HITACHI L-8500)で定量した。

結 果

部位別の成分組成

絶食前の各部位の成分を表1に、絶食後の成分を表2に示した。

絶食前後を比較すると、生殖巣では粗脂肪、グリコーゲンが減少し、粗タンパク質が3%程度増加した。内臓塊では水分が減少し、灰分、粗タンパク質が2%程度増加した。殻では組成の大きな変動はなかった。体腔液でも組成の大きな変動はなかったが、絶食前に0.1%程度存在した粗タンパク質が絶食後にはほとんど消失した。

部位別の重量比は絶食前で殻の比率がもっとも高く、ついで体腔液、生殖巣、内臓塊の順であった。絶食後にはこれらの順序に変動はなかったが、生殖巣、内臓塊、殻の比率が減少し、体腔液の比率が増加していた。

各成分の部位別の分布

絶食前後のサンプルの平均殻径, 平均重量および重量/殻径に有意差は認められなかった (T-Test, $p < 0.05$)。そこで, 各成分の部位での絶食による増減を明確にするため, 各部位の成分組成に重量比を乗じてエゾバフンウニ個体100 g 当りに換算した各成分の部位別分布を図1に示した。

水分は絶食前に比べ絶食後の体腔液で増加し, 生殖巣, 内臓塊では減少した。水分の総量は絶食前を100とした場合に比べ3.1%増加した。灰分はほとんどが殻に存在した。絶食後その量は殻でやや減少し, 体腔液で増加, 総量ではわずかに減少していた。粗タンパク質は生殖巣で増加し, 内臓塊, 体腔液で減少し, 総量で6.5%減少した。粗脂肪は, 絶食後は絶食前に比べて25%減少し, なかでも生殖巣での減少が著しかった。グリコーゲンはほとんどが生殖巣に存在し, 絶食後は総量で36%減少した。遊離アミノ酸は生殖巣と殻に多く含まれ, 絶食後には生殖巣で減少し, 総量で16.7%減少した。遊離アミノ酸組成を図2に示した。遊離アミノ酸のうち, もっとも多かったのは, すべての部位でグリシンであった。絶食後にグリシンは生殖巣, 内臓塊, 体腔液で大きく減少したが殻での減少は見られなかった。他の遊離アミノ酸も絶食後は総じて減少傾向にあったが, 生殖巣のグルタミンだけが増加していた。

考 察

絶食飼育後は水分以外のすべての成分が減少した。特に粗脂肪, グリコーゲンの生殖巣での減少が著しかった。また, 両成分の内臓塊での減少も大きく, 消化管基底部に貯蔵された栄養物質が夏期のエネルギー源であるとする富士¹⁾の見解と一致している。

今回の実験では, 粗脂肪やグリコーゲンの他に粗タンパク質, 遊離アミノ酸の減少が認められたことから, これらの物質もエネルギーに転換されたことが示唆された。飼育実験からエゾバフンウニは無給餌で12カ月以上生存可能であることが知られている¹⁾。魚類では糖や脂質といった貯蔵栄養物質の他にタンパク質や非必須アミノ酸をエネルギー源とすることで, 長期の絶食に耐えるとされている¹²⁾。エゾバフンウニにおいても, 魚類と同様の代謝パターンによって高い飢餓耐性を維持している可能性が考えられる。

このように絶食後, 栄養物質が総じて減少するにもかかわらず, 生殖巣中の粗タンパク質が若干ではあるが増加していた。エゾバフンウニにとってこの時期は成熟進行期にあたること¹³⁾, この期には体維持必要量をわずかに上回る程度に摂餌量が低下すること¹⁾などを考え合わせると, 絶食条件下でも生殖巣の成熟が進行したことが推察される。しかし, この点に関しては組織学的観察

表1 エゾバフンウニの部位別重量比と成分組成 (無給餌飼育7日後, “絶食前”)

殻径 49.5 ± 1.4 mm, 重量 49.2 ± 5.9 g (平均 $\pm$ SD), $n = 6$

	生殖巣	内臓塊	殻	体腔液
部位別重量比	18.6 %	4.3 %	52.2 %	24.9 %
部位別成分組成				
水分	72.2 %	80.2 %	37.4 %	96.5 %
灰分	1.8	3.2	55.9	2.8
粗タンパク質	12.1	9.4	3.1	0.12
粗脂肪	4.5	3.3	0.49	0.0018
グリコーゲン	5.7	0.7	0.05	0.0018
遊離アミノ酸	1.9	1.6	0.39	0.027

表2 エゾバフンウニの部位別重量比と成分組成 (無給餌飼育44日後, “絶食後”)

殻径 50.5 ± 2.8 mm, 重量 53.4 ± 7.7 g (平均 $\pm$ SD), $n = 12$

	生殖巣	内臓塊	殻	体腔液
部位別重量比	16.3 %	2.5 %	49.7 %	31.5 %
部位別成分組成				
水分	72.6 %	76.4 %	37.2 %	95.9 %
灰分	2.2	5.7	57.1	3.5
粗タンパク質	15.0	11.8	3.2	0.003
粗脂肪	3.7	3.6	0.44	0.026
グリコーゲン	4.2	0.3	0.023	0.0019
遊離アミノ酸	1.7	2.1	0.41	0.010

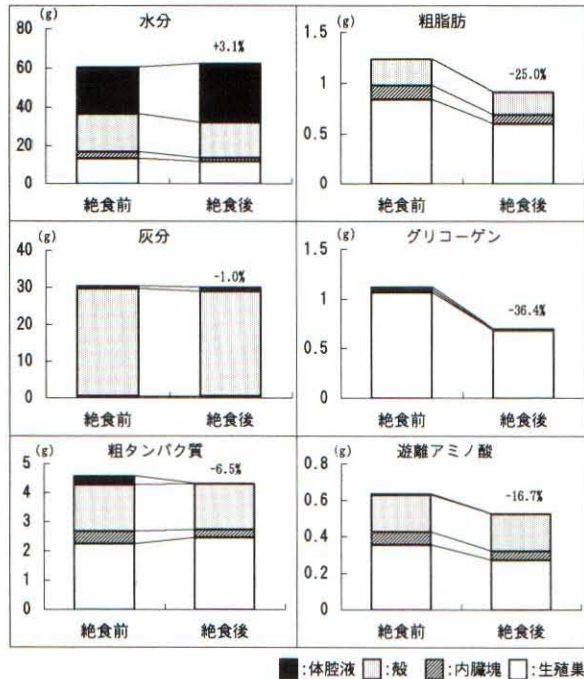


図1 エゾバフンウニの100 g 当りの成分量

「部位別測定値(%)×部位重量比(表1, 2 参照)」として算出した。図中の数字は絶食前を100とした場合の絶食後の各成分の増減(%)を示す。

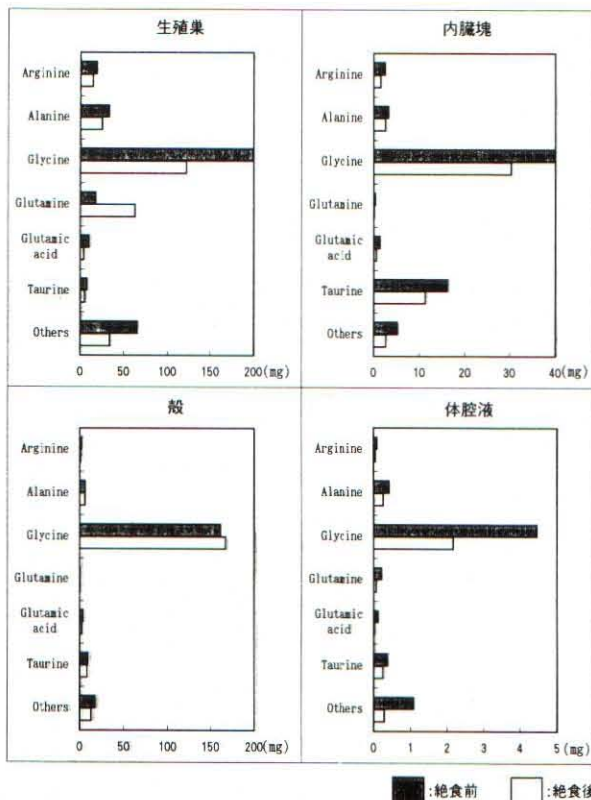


図2 エゾバフンウニ全個体100 g 当りの遊離アミノ酸量

「部位別測定値(mg/100 g)×部位重量比(表1, 2 参照)」として算出した。

による確認が必要である。

絶食前後でウニの総重量に変化は見られなかった。これは、消費された成分の重量を補完する形で水分が増加したためと思われる。この際の浸透圧調整を体腔液中の灰分(無機イオン)の増加などで行っている可能性があるが、この点についてはさらに詳細に検討する必要がある。

謝 辞

本稿のとりまとめにあたっては北海道大学助教授清水幹博氏に有益なご助言をいただいた。またエゾバフンウニの採集にあたっては、盃漁業協同組合及び後志南部地区水産技術普及指導所の関係各位に、遊離アミノ酸分析に際しては、釧路水産試験場蛸谷幸司氏(現中央水試)のご協力をいただいた。あわせて厚くお礼を申し上げる。

文 献

- 1) 富士 昭: 北海道のウニとその増殖. 水産増殖叢書 21. 東京, 日本水産資源保護協会, 1969, 79pp
- 2) 吾妻行雄, 菅原義雄: キタムラサキウニの生殖周期と餌料摂取について 第2報 消化管内容物量と殻重量の季節変化. 北水試研報. 30, 43-49 (1988)
- 3) 三輪勝利: ウニの生化学的研究 I ウニ生殖素の成熟と栄養源の消長. 北水研報告. 31, 73-88 (1966)
- 4) 西田 孟: 北海道北部海域産ウニの原料学的特性. 北水試月報. 38, 1-11 (1981)
- 5) 平野敏行, 山沢進, 須山三千三. キタムラサキウニ生殖腺のエキス成分に関する研究. 日水誌. 44(9), 1037-1040 (1978)
- 6) Giese, A. C.: "On the biochemical constitution of some echinoderms." Physiology of Echinodermata (Booolootian, R. A. ed.), Interscience Publishers, New York, 757-796 (1966).
- 7) Fuji, A.: Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* (A. AGASSIZ). Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 15, 83-160 (1967).
- 8) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編: 食品分析法. 初版. 東京, 光琳, 1982, 929 pp
- 9) 吉川春寿: "6. グリコーゲン". 臨床医化学 I. 協同医書出版, 1959, 150-152
- 10) 齊藤恒行ほか編: "1. 非タンパク態窒素成分を定量するための組織抽出液の調整". 水産生物化学・食品学実験書. 初版. 東京, 恒星社厚生閣, 1974, 2-7

- 11) 町口裕二: エゾバフンウニの飢餓耐性について, 平成8年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 56, (1996)
- 12) 山口勝己編: “第10章 魚介類の絶食の生化学”, 水産生物化学, 初版, 東京, 東京大学出版会, 1991, 136-142
- 13) 川村一廣: エゾバフンウニの漁業生物学的研究, 北水試報, 16, 1-54 (1973)

醤油漬けイクラの保存性に及ぼすオゾン水洗浄の影響(短報)

阪本正博*¹, 河野陽子*², 高橋玄夫*³

Effect of ozone treatment on preservation of "Shoyu-zuke Ikura"
(salmon roe seasoned with soy sauce)(Short paper)

Masahiro SAKAMOTO*¹, Youko KAWANO*², and Haruo TAKAHASHI*³

キーワード イクラ, オゾン, 保存性, 細菌数

まえがき

サケ卵の加工品は、北海道の水産加工品の中で重要な位置を占めている。近年、消費者の健康志向の高まりと嗜好の変化に伴い、イクラの生産量が増加しており、特に醤油漬けイクラの需要が高くなっている¹⁾。しかし、醤油漬けイクラは低塩分高水分でしかも非加熱食品のため、付着した細菌の増殖による品質低下が著しい。したがって、その品質を保持するには、処理工程における細菌数の低減が重要である。

最近、食品の殺菌方法としてオゾン(O₃)が注目され、食品への種々の利用が試みられている²⁻⁴⁾。その中で、果実及び野菜のオゾン水洗浄で除菌・殺菌効果があることが報告されている⁵⁻⁶⁾。そこで、醤油漬けイクラの製造において、原卵の洗浄にオゾン水を用いて除菌・殺菌を行う場合の洗浄条件の把握と、オゾン処理が醤油漬けイクラの保存性に与える影響について検討した。

材料及び方法

1. 材料及び製造方法

材料は釧路近海で漁獲されたサケ(*Oncorhynchus keta*)から腹出し後、卵粒分離した卵(生イクラ)を用いた。醤油漬けイクラの製造は表1に示した方法に従い、生イクラを洗浄後、調味液に浸漬し、液切り、包装を行った。

2. オゾン水の調製

洗浄に用いたオゾン水は、冷塩水オゾン実験装置(北菱プラント製、無声放電式)により発生させたオゾンを3%食塩水に溶解させて調製した。なお、洗浄水のオゾン濃度を高めるために、海水と同濃度の臭素イオン(Br⁻: 65mg/ℓ)になるように食塩水に臭化カリウム(KBr)を97.2mg/ℓ加えた⁷⁾。

3. 洗浄条件及び貯蔵試験

生イクラを浸漬法により洗浄した時の細菌数の変化から、オゾン水の除菌・殺菌効果がより顕著に認められた条件を求めた。洗浄条件としてはオゾン濃度、洗浄回数、洗浄時間、洗浄水量を検討した。さらに、洗浄した生イクラから醤油漬けイクラを製造し、10℃に貯蔵した時の細菌数の変化を調べ、その保存性についてオゾン処理を行わないものと比較検討した。なお、オゾン水処理を行わない無処理区は3%食塩水を用いた以外、オゾン処理区と同様の洗浄条件で行った。

表1 醤油漬けイクラの製造方法

原卵(生イクラ)	
↓	
洗浄	
↓	
水切り	5℃, 30分間
↓	
調味液漬け	卵重量の30%の調味液 (醤油: 日本酒 = 3: 1) 5℃, 5時間
↓	
液切り	5℃, 30分間
↓	
包装	含気包装
↓	
貯蔵	10℃

報文番号 A265 (1995年9月26日受理)

*1 北海道立釧路水産試験場(Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Hama-cho, Kushiro, Hokkaido 085, Japan)

*2 食品薬品安全センター秦野研究所(Hatano Research Institute, Food and Drug Safety Center, Ochiai, Hatano, Kanagawa 257, Japan)

*3 北海道立網走水産試験場紋別支場(Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station, Minato-machi, Monbetsu, Hokkaido 094, Japan)

4. 洗浄方法

上記試験に用いた浸漬法の他に散水法を用い、オゾン濃度、洗浄時間、洗浄水量を一定にした場合の細菌数の変化を比較した。

なお、浸漬法はオゾン水を入れたステンレス製の容器に生イクラを浸漬し、止水の状態で一定時間放置後、生イクラを取り出す操作を1～3回繰り返す方法とした。また、散水法は洗浄用の網カゴに生イクラを入れ、直接、流水をシャワーリングする方法とし、流水の速度を1ℓ/min.で行った。

5. 分析方法

細菌数の測定方法は藤井らの方法⁸⁾に準じ、過酸化水素価(POV)はヨウ化カリウム滴定法⁹⁾で行った。官能評価は、味、臭いを中心に評価し、初期腐敗に達した日を判定した。

結 果

オゾン水を用い各洗浄条件で生イクラを洗浄した時の細菌数の変化を図1～4に示した。オゾン濃度については高いほど細菌数の減少が著しかった。同様に、洗浄回数が多いほど、また、洗浄時間が長いほど細菌数が減少

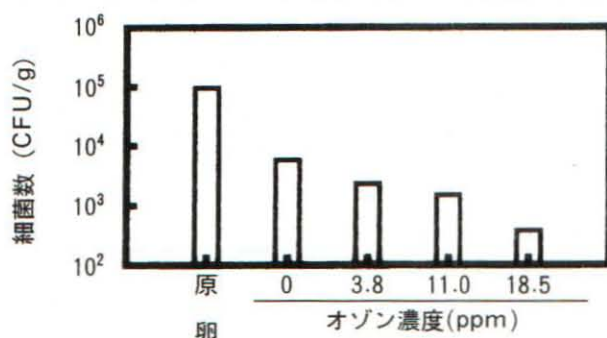


図1 生イクラの除菌・殺菌に及ぼす洗浄水のオゾン濃度の影響

洗浄回数：3回（各5分間）
洗浄水量：50倍量/回

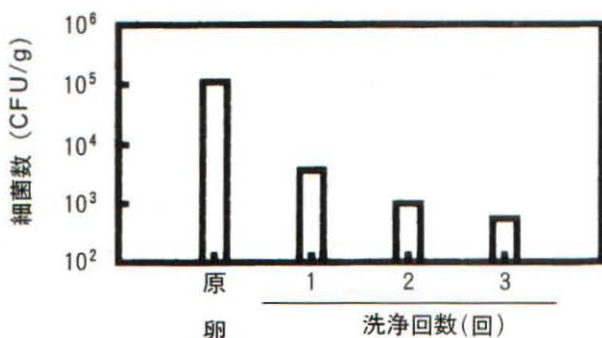


図2 生イクラの除菌・殺菌に及ぼすオゾン水洗浄回数の影響

オゾン濃度：19.3ppm
その他の条件は図1と同様

する傾向を示した。洗浄水量においては細菌数の減少が10倍量/回で最大となった。これらの結果及び作業性の点から、貯蔵試験に用いる洗浄条件はオゾン濃度を約15ppm、洗浄回数を3回、洗浄時間を5分間/回、洗浄水量を10倍量/回とした。

生イクラを上記の洗浄条件でオゾン処理し、醤油漬けイクラを製造した時の処理工程及び10℃貯蔵中の細菌数の変化を調べ、オゾン処理を行わないものと比較した。その結果を図5に示した。洗浄後では、オゾン処理区は無処理区より細菌数の減少が著しかった。また、貯蔵後

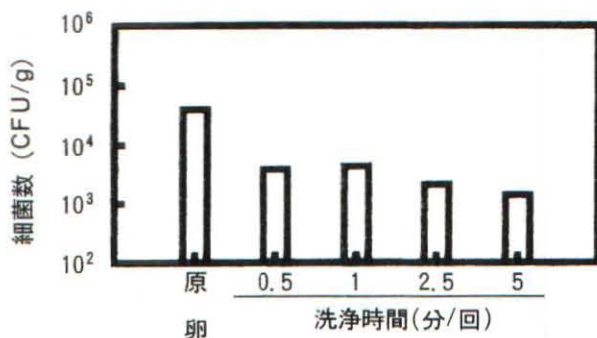


図3 生イクラの除菌・殺菌に及ぼすオゾン水洗浄時間の影響

オゾン濃度：16.7ppm
その他の条件は図1と同様

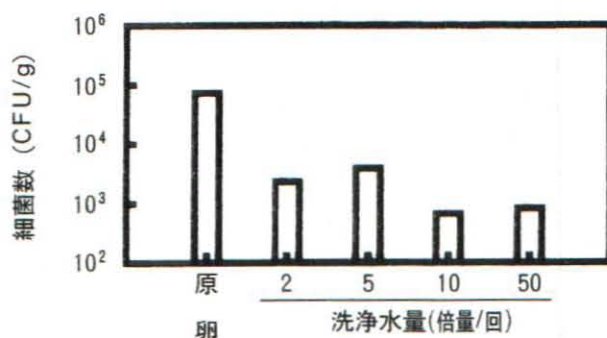


図4 生イクラの除菌・殺菌に及ぼすオゾン洗浄水量の影響

オゾン濃度：17.0ppm
その他の条件は図1と同様

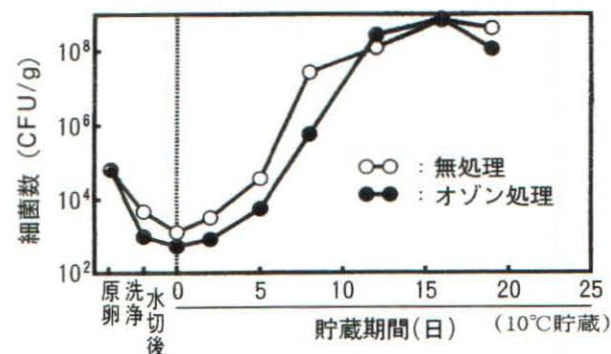


図5 醤油漬けイクラの保存性に及ぼすオゾン水洗浄の影響

オゾン濃度 無処理：0.0ppm
オゾン処理：17.2ppm
その他の条件 洗浄回数：3回（各5分間）
洗浄水量：10倍量/回

では、オゾン処理区は細菌数の増加が遅くなる傾向を示した。この傾向は、官能評価でも認められ、無処理区が貯蔵16日目に初期腐敗に達したのに対し、オゾン処理区では19日目とオゾン処理区の方が3日間延長した。

オゾン処理がイクラに含まれる脂質への影響を検討するために POV を測定し、その結果を表2に示した。両試験区共に貯蔵19日目でも POV はほとんど増加せず、脂質の酸化は認められなかった。

また、洗浄方法によるオゾン水洗浄の除菌・殺菌効果を検討するために浸漬法と散水法を比較し、その結果を図6に示した。散水法は浸漬法より細菌数の減少が著しく、効果的であった。

表2 貯蔵中のPOV値の変化 (meq/kg)

試験区	貯蔵日数	
	0日目	19日目
無処理	0.0	0.1
オゾン処理	0.0	0.0

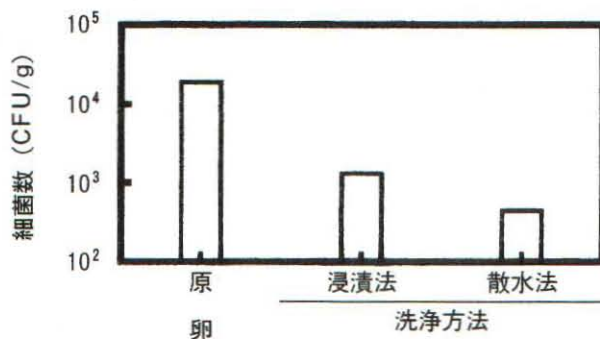


図6 生イクラの除菌・殺菌に及ぼす洗浄方法の影響
O₃濃度：18.5ppm
洗浄時間：3分間(ただし、浸漬法では1分ごとに換水)
洗浄水量(総量)：30倍量

考 察

オゾン水で洗浄した生イクラより醤油漬けイクラを製造すると、洗浄後の細菌数が減少し、貯蔵日数が延長した。しかし、オゾンの酸化力からすると期待したほどの殺菌力は認められなかった。これは、オゾンが有機物との反応性に富むため¹⁰⁾、生イクラの表面及び洗浄水中にイクラから流出した有機物と反応、分解して殺菌の効力が低下したためと推察される。事実、生イクラをオゾン水中に入れるとオゾン濃度は急激に低下した。

そこで、オゾン水洗浄による除菌・殺菌効果を高めるために洗浄方法を検討した。その結果、散水法は浸漬法より高い除菌・殺菌効果を示した。このことは、散水法

によりオゾンが生イクラに付着した細菌と接触しやすくなったためと推察される。

なお、オゾンによる脂質酸化の影響については、貯蔵試験に用いたオゾン洗浄の条件では醤油漬けイクラ中の脂質の酸化は認められなかった。

これらのことから、オゾン水を生イクラの洗浄に用いることにより、保存性を高められることが示唆された。

文 献

- 1) 佐々木政則：イクラの製造と品質。食の科学。195, 20-27 (1994)
- 2) 内藤茂三：オゾンの食品への利用技術。月刊フードケミカル。52, 51-79 (1989)
- 3) 内藤茂三：オゾンの食品への利用技術。別冊フードケミカル7。東京、食品化学新聞社、1995, 12-58
- 4) 杉光英俊：食品のオゾン殺菌技術。別冊フードケミカル7。東京、食品化学新聞社、1995, 78-88
- 5) 内藤茂三：食品保存へのオゾンの利用に関する研究(第23報)。愛知県食品工業技術センター年報。32, 138-150 (1991)
- 6) 内藤茂三：食品加工におけるオゾン殺菌の効果と使用メリット。食品と科学。481, 101-110 (1995)
- 7) 佐々木定之、赤間晃、山崎邦雄：オゾン処理海水を利用した水産物の鮮度保持技術。平成2年度北海道立工業試験場事業報告。17-18 (1990)
- 8) 藤井建夫：水産食品の生菌数測定法の検討-I。東海水研報。118, 71-79 (1985)
- 9) 油脂及び油脂製品試験法部会編：基準油脂分析試験法。2. 4. 東京、日本油脂協会、1971, 12-17
- 10) 宗宮功、山田春美：オゾンの水中有機物との反応。月刊フードケミカル。52, 37-50 (1989)

試験研究業績

<外部刊行物への発表 平成7年度分>

海 洋

サハリン南西海岸の対馬暖流海域における磯焼けの現状：八木宏樹（中央水試）平成6年度北海道ブロック水産業関係試験研究推進会議 増養殖研究部会報告書 北水研 6-7 1995

An incidence of surface swarming of *Euphausia pacifica* off the coast of western Hokkaido, Japan. (北海道西岸で観察された *Euphausia pacifica* の昼間海面蜆集現象)：小島守之（中央水試），田村真樹（元中央水試），花村幸生（南西海区水研） 日本プランクトン学会報 42(1) 80-84 1995

網走におけるホタテガイ漁場の流動，沈降粒子束とホタテガイの成長について：宮園 章（中央水試），多田匡秀（稚内水試），小松輝久（東大海洋研） 水産海洋研究 59(4) 389-397 1995

忍路湾の植物プランクトン量の季節変動：小島守之（中央水試），鹿又一良（函館水試） 1995年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集 259-260 1995

津軽暖流の流量変動：西田芳則，鹿又一良（函館水試），田中伊織（中央水試），松原 久（青森水試） 1995年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集 212-213 1995

宗谷海峡およびその周辺海域における夏季の冷水帯の発達と起源について：八木宏樹，田中伊織（中央水試），Gennady Kantakov, Andrey Samatov (SakhNIRO)，中多章文，渡辺智視（中央水試） 第11回オホーツク海と流水に関する国際シンポジウム講演要旨集 205-208 1995

直接測流で求めた宗谷海峡の流量：田中伊織，中多章文，八木宏樹（中央水試），Andrey Samatov, Gennady Kantakov (SakhNIRO) 第11回オホーツク海と流水に関する国際シンポジウム講演要旨集 209 1995

Origin of Water in the Cold Water Belt appearing offshore side of the Soya Warm Current near La Perouse Straits (the Soya Straits)：中多章文，田中伊織，八木宏樹（中央水試），Gennady Kantakov, Andrey Samatov (SakhNIRO) 第11回オホーツク海と流水に関する国際シンポジウム講演要旨集 214 1995

Oceanographic observations of the Cold Water Belt in summer in the Soya Straits and adjacent sea areas and its origin estimated from nutrient, DO and T-S analyses：八木宏樹，田中伊織（中央水試），Gennady Kantakov, Andrey Samatov (SakhNIRO)，中多章文，渡辺智視（中央水試） JAMSTEC Workshop

ホタテガイの成長に及ぼす流れの強さの影響：宮園 章（中央水試） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 39 1995

海藻群落の植生変化と環境条件との関連：八木宏樹（中央水試） 北海道区水産研究所編 水産庁特別研究成果シリーズ 1995

青函共同研究で得られた津軽暖流の流量：田中伊織，中多章文（中央水試），鹿又一良，西田芳則（函館水試），松原 久（青森水試） 大槌シンポジウム講演要旨 1995

噴火湾底層水の溶存酸素量の異常低下：西浜雄二，西田芳則，堀井貴司（函館水試室蘭支場） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 15 1995

PLANKTON DISTRIBUTION AND OCEANOGRAPHIC STRUCTURE AT THE FRONTAL AREA OF THE SEA OF OKHOTSK IN THE NORTHEASTERN HOKKAIDO：町田龍二（東京農大），桑原久実（網走水試），桑原 連（東京農大） THE ELEVENTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON -OKHOTSK SEA & SEA ICE 264-269, THE OKHOTSK SEA & COLD OCEAN RESEARCH ASSOCIATION 25-28 FEBRUARY 1996 MOMBETSU, HOKKAIDO, JAPAN

資源管理

日本列島大回遊－スルメイカの“系群”と回遊：中田 淳（中央水試） サイエンスエッセイ イカの春秋 奥谷喬司 編著 東京 成山堂書店 22-30 1995

サロマ湖におけるホッケイエビの資源管理：水島敏博（網走水試），西浜雄二（函館水試室蘭支場），今井久益（網走中部地区水産技術普及指導所） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 18 1995

ホッコクアカエビの鉛直移動について：前田圭司，西内修一，丸山秀佳（中央水試） 平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 90 1995

噴火湾のトヤマエビについて：依田 孝（函館水試） 育てる漁業 269 2-7 1995

交尾栓保有率から推定した道東太平洋におけるケガニ雌の性的成熟サイズ：佐々木 潤（栽培センター） 平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 85 1995

ケガニの性フェロモンに関する研究1. 活性成分の検索：浅井直樹，松永茂樹，伏谷伸宏（東大農），佐々木 潤（栽培センター） 平成7年度日本水産学会講演要旨集 345 1995

礼文島周辺のホッケ産卵場：金田友紀（稚内水試） 育てる漁業 263 2-4 1995

北海道・サハリン周辺海域のスケトウダラミトコンドリア DNA の制限酵素断片長多型解析：水野政巳（稚内水試），L. M. Zverkova (SakhNIRO)，前田圭司（中央水試），小林敬典（養殖研） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 26 1995

計量魚群探知機(EK 500)で観た武蔵堆周辺海域における夏季スケトウダラ魚群の水平・垂直分布：金田友紀（稚内水試），向井 徹（北大水），水野政巳，三宅博哉（稚内水試），飯田浩二（北大水） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 29 1995

計量魚群探知機(EK 500)で得られた武蔵堆周辺海域におけるスケトウダラのターゲットストレングスについて：向井 徹，飯田浩二（北大水），水野政巳，金田友紀，三宅博哉（稚内水試） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 30 1995

計量魚群探知機(EK 500)によるスケトウダラ当歳魚のターゲットストレングスの測定：三宅博哉（稚内水試），向井 徹（北大水），水野政巳，金田友紀（稚内水試），飯田浩二（北大水） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 31 1995

ヒラメ放流技術開発の成果：道立中央水試漁業資源部（中央水試） 北海道水産土木協会会報 61 6-7 1995

Feeding Habits of Red Flounder *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay and Its offshore waters, Hokkaido, Japan：横山信一（網走水試） Proceedings of the International Symposium on North Pacific Flatfish Alaska Sea Grant College Program. 247-259 1995

刺網漁業の混獲問題Ⅱ-2. 沿岸刺網漁業：鳥澤 雅（網走水試） 平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 388 1995

木古内湾における底生魚類の分布と食性について：佐々木美枝子（北大水），佐野満廣，石野健吾（函館水試），高津哲也，高橋豊美（北大水）平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 24 1995

ロシアの水産研究 67 サハリン・千島海域の水産資源－カレイ類について－：高 昭宏 抄訳（釧路水試） 水産の研究 76 66-69 1995

ロシアの水産研究 68 サハリン・千島海域の水産資源－スケトウダラ，マダラ，コマイ－：高 昭宏 抄訳（釧路水試） 水産の研究 77 71-74 1995

ロシアの水産研究 69 サハリン・千島海域における上部外洋表層の魚類群集の年変化：高 昭宏 抄訳（釧路水試） 水産の研究 78 71-75 1995

ロシアの水産研究 70 サハリン・千島海域の水産資源－腹足類について－：高 昭宏 抄訳（釧路水試） 水産の研究 79 73-76 1995

ロシアの水産研究 71 オホーツク海の生物生産性－カレイ類－：高 昭宏 抄訳（釧路水試） 水産の研究 80 80-82 1996

ロシアの水産研究 72 オホーツク海の生物生産性－カラスガレイ－：高 昭宏 抄訳（釧路水試） 水産の研究 81 72-75 1996

資源増殖

北海道岩内湾におけるアミ類の分布密度と種組成について：伊勢論至（北大水），千原裕之，佐々木正義（原環センター），富永 修（福井県立大），高橋豊美（北大水） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 16 1995

道東のアメ色コンブ：名畑進一（栽培センター） 育てる漁業 274 2-8 1996

ウバガイの成長におよぼす生息密度の影響：堀井貴司（函館水試室蘭支場），櫻井 泉（中央水試），村上 修（室蘭地区水産技術普及指導所） 平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 100 1995

北海道苫小牧沿岸におけるウバガイ浮遊幼生の分布特性：櫻井 泉（中央水試） 水産増殖 44(1) 17-23 1996

Gross and Histopathological Signs of the Spotting Disease in the Sea Urchin *Strongylocentrotus intermedius*：清水幹博（北大水），高谷義幸，大崎正二（中央水試），川真田憲治（栽培センター） Fisheries Science 61(4) 608-613 1995

エゾバフンウニ斑点症原因菌の季節的消長：田島研一，清水幹博，絵面良男（北大水），三浦宏紀，大崎正二，西原豊（中央水試） 平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 76 1995

北海道南西部沿岸におけるウニ除去による藻場造成：吾妻行雄（中央水試），松山恵二（道水産部），中多章文，川井唯史，西川信良（中央水試）平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 98 1995

ウニ増殖場における底生生物分布の変化：川村一廣（エコニクス），宮本建樹（函館水試），尾身東美（中央水試）平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 219 1995

キタムラサキウニと海藻群落の相互関係：吾妻行雄（中央水試） 水産海洋地域研究集会シンポジウム「沿岸域における生物生産システムと漁業生産」講演要旨集 18-19 1995

北海道寿都町におけるクリイロヤドリニナの寄生がキタムラサキウニに与える影響：川井唯史，吾妻行雄（中央水試）平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 222 1995

北海道の磯焼け対策：吾妻行雄（中央水試） 平成7年度中央講習会 全国沿岸漁業振興開発協会 133-143 1995

ミチゲーションの調査における精度の高いベントス採集法：川井唯史，吾妻行雄（中央水試），谷野賢二，明田定満，佐藤 仁（開発土木研究所） 平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 221 1995

Predators on released seed of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* at Shiribeshi, Hokkaido, Japan：川井唯史，吾妻行雄（中央水試） Fish. Sci. 62(2) 317-318 1996

組立て式捕獲装置を使用したサクラマス親魚の魚道への遡上尾数の計数：大久保進一，宮本真人，隼野寛史，浅見大樹，神力義仁（道立水産孵化場），平野和夫（中央水試） 平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 132 1995

ヒラメ・カレイ類の育種研究について：齊藤節雄（中央水試） 北海道水産土木協会会報 60 6-7 1995

魚食文化と北海道でのヒラメ・カレイ類の養殖：川真田憲治（栽培センター） 育てる漁業 267 2-7 1995

雌性ホルモン投与によるマツカワ種苗の雌化試験：森 立成，川真田憲治（栽培センター），水野伸也，足立伸次，山内皓平（北大水） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 6 1995

マツカワの性決定に及ぼす飼育水温の影響：後藤理恵（北大水），森 立成，川真田憲治（栽培センター），水野伸也，足立伸次，山内皓平（北大水） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 7 1995

News 北東西南 北海道立栽培漁業総合センター：川真田憲治（栽培センター） さいばい 75 52 1995

水産工学

養殖ロープの材質と餌料用マコンブの着生量：山下成治，見上隆克，橋本 忍（北大水），金田友紀（稚内水試）平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 19 1995

古網再生アミランロープ上の養殖マコンブの固着強度と剝離確率：山下成治（北大水），金田友紀（稚内水試），桐山智（泰東製鋼），見上隆克，橋本 忍（北大水） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 34 1995

海底地形の変動に対する二枚貝の潜砂行動：櫻井 泉，瀬戸雅文（中央水試） 日本ベントス学会第9回大会プログラム 12 1995

海底地形の変動に対するウバガイ，バカガイおよびアサリの行動特性：櫻井 泉，瀬戸雅文（中央水試），山下俊彦（北大工） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 38 1995

バカガイの潜砂行動に及ぼす水温，塩分および底質の影響について：櫻井 泉，瀬戸雅文，跡部 進（中央水試） 平成7年度日本水産学会春季大会講演要旨集 100 1995

ホッキガイの潜砂行動に及ぼす水温，塩分および底質の影響について：櫻井 泉，瀬戸雅文（中央水試） 平成7年度日本水産工学会学術講演論文集 131-132 1995

北海道島牧沖水深200mに設置された人工構造物へのマダラの蛸集：吉田英雄（中央水試） 第12回しんかいシンポジウム予稿集 東京 p.118 1995

施工計画作成に当たっての水産生物との関わりについて：西川信良（中央水試） 北海道水産土木協会会報 59 2-4 1995

加工・利用

飢餓環境におけるホタテガイ体成分の変化：野俣 洋，福士暁彦（網走水試紋別支場）宮園 章（網走水試） 平成7年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 87 1995

貯蔵中におけるホタテガイ貝柱の物性および成分変化：木村 稔，成田正直，野俣 洋，福士暁彦，西 紘平（網走水試紋別支場） 食品加工関係試験研究機関合同成果発表会要旨集 平成7年度 1-4 1996

貯蔵中におけるホタテガイ閉殻筋の物性および成分変化：木村 稔，成田正直（網走水試紋別支場），金子博実（中央水試），山中英明（東水大） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 2 1995

1994年，紋別海域における下痢性貝毒によるホタテガイの毒化について：福士暁彦，野俣 洋（網走水試紋別支場） 平成7年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 5 1995

真空フライによる新製品の開発－サケ，ホタテガイ，スルメイカを原料とするチップス等の開発－：加藤健仁，今村琢磨，麻生真悟（中央水試） 食品加工関係試験研究機関合同成果発表会要旨集 平成7年度 31-32 1996

エクストルージョン処理による混合魚肉と脂質の組織化：北川雅彦（釧路水試），福士暁彦（網走水試紋別支場），大石岩樹（日高支庁） 食品加工関係試験研究機関合同成果発表会要旨集 平成7年度 33-34 1996

オゾン水を利用したイクラの保蔵試験：阪本正博，高橋玄夫（釧路水試） 食品加工関係試験研究機関合同成果発表会要旨集 平成7年度 35-36 1996

2 年目オニコンブの年間純生産量

名 畑 進 一, 酒 井 勇 一

2 年目オニコンブの年間純生産量を推定するため、北海道東部の羅臼町で1991年11月から1992年11月まで合計6回の調査を行った。水深2～4 mの岩盤上に固定方形枠を設定し、オニコンブの着生密度とエゾバフンウニの個体数を記録した。同時に付近の群落から採取したオニコンブの個体重量を測定した。これらの値から現存量法によって算定した2年目オニコンブの年間純生産量は約85kg/m² (湿重量)であり、これは年間最大現存量の2.3倍であった。

A 260 北水試研報49 1-5 1996

噴火湾における養殖ホタテガイの付着生物

蔵田 護, 西田芳則, 水島敏博

1990から1992年度にかけて、噴火湾における垂下養成ホタテガイの付着生物の種類と付着量の季節変化を調べた。本養成後の付着量は、年と海域による変動が大きい。経時的に増大し、1992年1月にはホタテガイの生産量に匹敵する20kg/連に達した。

付着生物の優占種は季節的に変化した。しかし、秋～翌年3月まではイガイ類が優占種となる場合が多く、ホタテガイ出荷時の1月には付着物総量の50～90%を占めた。また、イガイ類の付着時期は、5月中旬から7月中旬であった。

A 262 北水試研報49 15-22 1996

オホーツク海における放流ホタテガイの呼吸量

蔵 田 護

オホーツク海の放流ホタテガイの呼吸量を現場水温条件下で測定した。測定には、天然海水の流水式測定システムを用いた。呼吸量は、水温が0～18℃までは4～5月を除いて高水温ほど高かった。4～5月には、低水温にもかかわらず呼吸量が比較的高かった。一方、水温が18℃以上では呼吸量は減少に転じた。この結果、ホタテガイの代謝活動を考慮して、水温が0～18℃と、比較的低水温でも呼吸量が高い4～5月と、水温が18℃以上の時期の3つのタイプの関係式(水温と軟体部乾燥重量と呼吸量の関係式)を算出した。

A 261 北水試研報49 7-13 1996

マナマコ (*Stichopus japonicus*) の生殖巣発達段階の簡易判定基準

高 谷 義 幸, 川真田 憲 治

1990年～1992年まで、3年間にわたってマナマコの生殖巣発達段階を調査した。発達段階は生殖巣の形状観察及び重量測定による判定(簡易判定)と組織細胞学的判定の2つの方法で行った。簡易判定と組織学的判定を比較すると、簡易判定では比較的小さな生殖巣であっても組織学的には成熟が進んでいる個体もあったが、産卵盛期には簡易判定と組織像はよく適合していた。この結果からマナマコの群成熟度の判定、特に産卵期の推定には簡易判定法で十分可能であると考えられた。

A 263 北水試研報49 23-25 1996

エゾバフンウニ (*Strongylocentrotus intermedius*)
の絶食による体成分の変化 (短報)

高 谷 義 幸, 今 村 琢 磨

エゾバフンウニの成熟進行時期に無給餌で飼育し、生殖巣、内臓塊、殻、体腔液の成分変化を調べた。44日間の絶食の結果、全重量はほとんど変化がなかったが、生殖巣、内臓塊、殻の重量が減少し、体腔液重量が増加した。絶食後に減少した成分は主としてグリコーゲン、粗脂肪、遊離アミノ酸であった。これらはいずれも生殖巣での減少が大きかった。粗タンパク質は体腔液でほとんど消失したほか、内臓塊でも減少したが、生殖巣ではむしろ増加した。水分は内臓塊で減少したが、体腔液で増加し、全体では増加した。灰分はほとんど変化がなかった。これらのことから、エゾバフンウニは飢餓状態では、生殖巣中のグリコーゲン、粗脂肪を主なエネルギー源として体維持を行っていると考えられた。また、同時にタンパク質、遊離アミノ酸も利用していることが示唆された。このことは、魚類と同様にこれらの物質をエネルギー源として利用することによって、高い飢餓耐性を維持しているものと考えられた。

A 264 北水試研報49 27-30 1996

醤油漬けイクラの保存性に及ぼすオゾン水洗浄の影響
(短報)

阪本正博, 河野陽子, 高橋玄夫

醤油漬けイクラの製造において、原卵（生イクラ）の洗浄にオゾン水を用いる場合の保存効果を検討した。

オゾン水洗浄の条件は検討結果及び作業性の点からオゾン濃度が約15ppm、洗浄回数が3回、洗浄時間が5分間/回、洗浄水量が10倍量/回とした。この条件でオゾン水処理し、10℃に貯蔵した醤油漬けイクラは、無処理区より初期腐敗に達した日数が3日間延長した。また、洗浄方法では、散水法が浸漬法より細菌数の減少が著しく、効果的であった。なお、貯蔵試験に用いた条件では、オゾンによる醤油漬けイクラ中の脂質の酸化は認められなかった。これらのことから、オゾン水を生イクラの洗浄に用いることにより、保存性を高められることが示唆された。

A 265 北水試研報49 31-33 1996

北海道立水産試験場研究報告 第49号

1996年11月29日 発行

編集兼 北海道立中央水産試験場

発行者 〒046 北海道余市郡余市町浜中町238

電 話 総合案内 0135(23)7451(総務課)

図書案内 0135(23)8705(企画情報室)

F A X 0135(23)3141

Hamanaka-cho 238, Yoichi-cho, Hokkaido 046, Japan

印刷所 三 陽 印 刷 株 式 会 社

札幌市西区西町北15丁目

電話 (011)661-2311番
