

北海道立水産試験場研究報告

第 38 号

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 38

北海道立水産試験場

(平成4年3月)

(March, 1992)

北海道立水産試験場研究報告

第 38 号

目 次

名畑進一・阿部英治・垣内政宏

北海道南西部大成町の磯焼け…………… 1-14

中島幹二

ケガニ稚ガニ期の底質選択性…………… 15-21

大田智樹・野俣 洋・武田忠明・金子博実・飯田訓之・信田茂春

ホタテガイ貝毒に関する研究

第1報 エクストルーダ処理による麻痺性貝毒の減毒について…………… 23-30

北海道立水産試験場研究報告編集・発行方針及び投稿規程…………… 31-37

(平成4年3月)

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION
No. 38

CONTENTS

Shin-ichi NABATA, Eiji ABE and the late Masahiro KAKIUCHI	
On the 'Isoyake' condition in Taisei-cho, southwestern	
Hokkaido	1-14
Kanji NAKAJIMA	
Substrata preference on juvenile horse crab <i>Erimacrus</i>	
<i>isenbeckii</i>	15-21
Tomoki OHTA, Hiroshi NOMATA, Tadaaki TAKEDA, Hiromi KANEKO,	
Toshiyuki IIDA and Shigeharu NOBUTA	
Studies on shellfish poison of scallop <i>Patinopecten yessoensis</i>	
I. Reduction in toxicity of PSP infested scallops during	
extrusion processing	23-30

(March, 1992)

北海道南西部大成町の磯焼け

名畑進一*¹・阿部英治*²・垣内政宏*³

(北海道立中央水産試験場)

On the 'Isoyake' condition in Taisei-cho, southwestern Hokkaido

Shin-ichi NABATA, Eiji ABE and the late Masahiro KAKIUCHI

Hokkaido Central Fisheries Experimental Station

Yoichi, Hokkaido 046, Japan

The standing crops of the benthic animal and the marine algae in 'Isoyake' area dominated by sea urchins and crustose coralline algae were surveyed by SCUBA diving at Taisei-cho, southwestern Hokkaido, during the summers of 1985 and 1986. The mean standing crop of *Strongylocentrotus nudus* was about 250 g/m² early in summer, and was most abundant at 2~6 m depth. Average algal standing crops were 550 g/m² in 1985 and 970 g/m² in 1986, and decreased at deeper area. Certain combinations of species had a tendency of habitat segregation: *Laminaria religiosa* - Crustose coralline algae and *L. religiosa* - *S. nudus*. On the other hand, strong joint occurrence is observed in combination such as Crustose coralline algae - *S. nudus*.

Artificial *Laminaria*-beds were settled in 'Isoyake' area at 3 m and 7 m depth in Oct. 1985. *L. religiosa* (4,000 g/m²) and other alga grew on them during Mar. and Apr. 1986. However all *Laminaria* plants had disappeared by grazing of sea urchins (230~990 g/m²) until July 1986. The artificial *Laminaria*-beds became covered with abundant growth of crustose coralline algae within three years, representing the 'Isoyake' condition. The over-grazing of sea urchins which prevents the growth of large algae is concluded to be a main factor of continuation of 'Isoyake' phenomenon in this area.

は じ め に

磯焼けは海藻群落の衰退が持続する現象で、古くから国内各地で頻発し沿岸漁業に大きな被害をあたえてきた。この名称は伊豆東岸の漁業者が使っていたもので、遠藤(1902)がはじめて文献上で用いたとされている(正置・秋岡 1980)。田村(1951)はこの原因を、淡水注入、海流異変、動物食害、石灰藻との生存競争、バクテリア説の五つに整理している。その後石灰藻のまん延(山田 1955)、植食動物による食害(菊地 1978)、海流異変との関係(川尻ら 1981)などが検討され、水産庁研究部研究課(1981)は、全国の様々な磯焼けの原因を発生原因と持続原因にわけて考察した。しかし的確な対

報文番号 A188 (1992年2月25日受理)

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

* 2 現北海道立函館水産試験場室蘭支場 (Murooran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Funami-cho, Murooran, Hokkaido 051, Japan)

* 3 昭和63年4月16日逝去

応策はなく、磯焼け漁場が回復しないまま現在に至っている所が多い。

一方国外でも各地で磯焼けが生じている (HAGEN 1983)。そしてそれらの研究では、ウニがロブスターやラッコに捕食されて減少した場合、ウニの食性が珪藻類やホヤ類に転じた場合、病害によってウニの大量死が生じた場合などに、海藻群落の回復が認められたことから、ウニ類の食害が磯焼けの主要な要因であることを報告している (LOWRY and PEARCE 1973, BREEN and MANN 1976, PEARSE and HINES 1979, DUGGINS 1981, HAGEN 1983, MILLER 1985)。

北海道日本海南西部における磯焼けは、1930年頃にはすでに発生していて、1965年頃から特に顕著となったものである (藤田 1987a)。また日本では最も規模が広く、近年北海道北西部の利尻島 (菊地ら 1990) やオホーツク海沿岸でも発生している。北海道の磯焼けについて、正置・秋岡 (1980) と北海道南部および東北地方の日本海沿岸域の漁業振興に関する検討会 (以下北検討会と略す) (1983) は、海域の栄養塩不足と無節サンゴモ類のまん延が発生原因で、植食動物の食害が持続原因であるとした。その後磯焼け海域の優占種であるエゾイシゴロモの表層剥離が確認され (正置ら 1981, MASAKI *et al.* 1984)、その生態・生理・発生の知見が集積された (NORO *et al.* 1983, 藤田 1988, 1990a)。一方植食動物による食害は認められているが (阿部・船野 1973, 三本菅ら 1987)、磯焼け漁場での知見は少ない。

本研究では大成町地先で行った動植物の量的分布調査と、基質投入による海藻群落形成過程の追跡調査結果 (北海道水産部 1986, 1987) をもとに、磯焼け原因としての植食動物の食害の状況を明らかにすることを目的とした。

本文に入るに先立ち、ご校閲を賜った北海道大学理学部教授吉田忠生博士に心から拝謝する。また調査にご協力いただいた檜山南部地区水産技術普及指導所と貝取瀬漁業協同組合に対して厚くお礼申し上げる。特に指導所の今井久益氏には試料収集に関して終始ご協力をいただき深く感謝の意を表する。

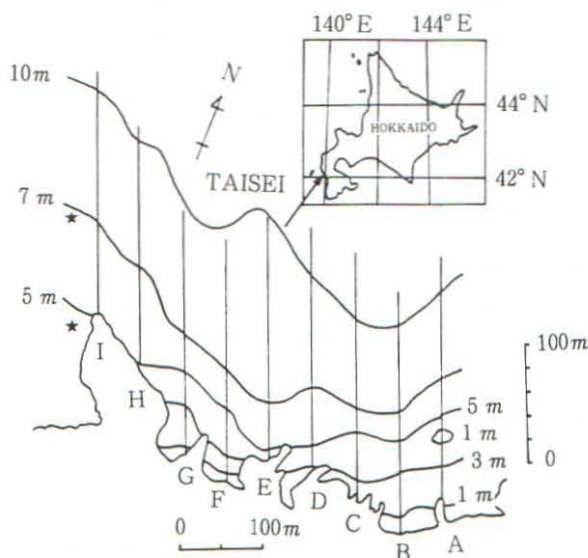


Fig. 1. Map of the area surveyed and sampling lines (A-I).

★: Settled points of the artificial *Laminaria*-beds

調 査 方 法

北海道南西部磯焼け地帯の中心部に位置する大成町長磯地先で、1985年5月28～30日、10月29～30日、1986年6月10～12日に、50m間隔で定めた基点から毎回同じ方位で、距岸200mの調査線を9線（A～I）設定した（Fig. 1）。各調査線毎に距岸100mまでは10m間隔で、100mから200mまでは25m間隔で1線15点、合計135点の調査点を定めてスキューバ潜水により調査した。動物は1辺1mの方形枠、海藻は1辺50cmの方形枠を用いて採集し、目視による無節サンゴモ類の被度と水深および底質を記録した。またコンブの着生基質として1985年10月に水深3mと7mの地点に、割石を詰め込んだ2m×3m×1mのフトン籠礁をそれぞれ6基投入して、翌年2月～11月まで毎月1回、海藻の着生と動物の蛸集状況の季節変化を調べた。さらに1988年9月13日に水深7mに投入した割石上の無節サンゴモ類の被度を、1辺25cmの方形枠を用いて写真撮影により求めた。なお動植物の現存量はすべて生重量で示した。

調 査 結 果

1. 動物と海藻の現存量

調査点の水深は0.8～13mであった（Fig. 1）。調査点に出現した主な動物31種をTable 1に示した。そのほかヤドカリ類、ウロコムシ類と、植食動物と考えられるウミウシ類、カサガイ類、ヒザラガイ類が生息していた。植食動物の現存量は全調査点を平均して1985年5月で約300 g/m²、10月で170 g/m²、1986年6月で270 g/m²であった。この内キタムラサキウニはそれぞれ約270 g/m²、160 g/m²、250 g/m²で、90%以上をしめ、1個体の平均重量はそれぞれ16.5 g、16.5 g、20.2 gで、小型の個体が多かった。調査点に着生していた海藻はTable 2に示したように、緑藻4種、褐藻13種、紅藻17種とスガモ1種の合計35種であった。このほかにエゾイシゴロモ、ミヤベオコシ、ヒライボなどの無節サンゴモ類が着生していたが、定量的採集を行わなかったので表からは省略した。海藻の総現存量は全調査点を平均して1985年5月で約550 g/m²、10月で140 g/m²、1986年6月で970 g/m²であった。出現頻度が高かった海藻は無節サンゴモ類を除くと、フクロノリ、ホソメコンブ、ケウルシグサ、ダルス、ハバモドキで、現存量の多かった海藻はホソメコンブ、ケウルシグサ、フシスジモク、ワカメ、フクロノリであった。ホソメコンブは主として浅所に着生していて、総現存量の40～77%を占めていた。1985年10月には浅所に着生していたホソメコンブやスガモを除くと、海藻の現存量は10.5 g/m²で、特に水深3m以深ではほとんど海藻がみられなかった。

2. 水平分布と垂直分布

1986年6月におけるホソメコンブと、そのほかの海藻（無節サンゴモ類を除く）の分布をFig. 2に、無節サンゴモ類（被度25%以上）の分布をFig. 3に、またキタムラサキウニの分布をFig. 4に示した。ホソメコンブは調査線A, B, C上の距岸100m以内に最も多く分布していた。この付近は所々に暗礁があって比較的浅く、波あたりが強く、キタムラサキウニと無節サンゴモ類は少なかった。しかし岸深の地形となっている所では岸付近でもキタムラサキウニが多く、調査点の半数が200 g/m²以上の現存量であった。

ホソメコンブ、無節サンゴモ類（被度25%以上）、キタムラサキウニの分布上の相互関係を検討するため、Cole's Index（細川 1955）を求めた（Table 3）、その結果ホソメコンブと無節サンゴモ類の分布と、ホソメコンブとキタムラサキウニの分布に、高い信頼度で負の相関性が認められ、無節サンゴモ類とキタムラサキウニの分布に正の相関性が認められた。さらにキタムラサキウニの分布を知るために、I_δ指数（森下 1979）を求めた。I_δ指数は1985年5月は1.639（F₀=11.391）、10月は1.854

Table 1. Appearance of the benthic animal in the area surveyed.

Species	May D ¹⁾	1985 SC ²⁾	Oct. D	1985 SC	Jun. D	1986 SC
ANNELIDA						
POLYCHAETA						
<i>Pseudotamilla ocellata</i>		0.13				
MOLLUSCA						
GASTROPODA						
<i>Haliotis discus hannai</i> *	0.19	3.94	0.09	1.40	0.10	3.18
<i>Tugalina gigas</i> *	0.01	0.47				
<i>Cellana toreuma</i> *	1.04	0.69	0.05	0.05	0.01	0.01
<i>Acmaea pallida</i> *	0.27	4.25	0.18	2.70	0.07	1.45
<i>Notoacmea concinna</i>					0.10	0.19
<i>Tristichotrochus multiliratus</i>	0.60	0.32	0.02	0.01	0.02	0.01
<i>Chlorostoma argyrostoma turbinata</i> *	0.57	3.80	0.21	1.54	0.52	3.68
<i>Omphalius rusticus</i> *	2.13	10.48	0.43	2.26	0.94	5.61
Small sea-snails ³⁾ *	2.73	0.74	0.04	0.02	0.17	0.08
<i>Neritrema sitkana</i>					0.01	0.00
<i>Ceratostoma burnetti</i>					0.01	0.01
<i>Ocenebra japonica</i>	0.01	0.00				
<i>Mitrella bicincta</i>					0.01	0.00
<i>M. tenuis</i>	0.36	0.19	0.02	0.01	0.01	0.01
<i>Neptunea arthritica</i>	0.36	4.25	0.10	1.87	0.11	2.31
ARTHROPODA						
CRUSTACEA						
<i>Pugettia quadridens</i>	0.06	0.18			0.03	0.19
<i>Pachycheles stevensi</i>	0.01	0.01				
<i>Telmessus acutidens</i>			0.02	0.03		
ECHINODERMATA						
HOLOTHUROIDEA						
<i>Stichopus japonicus</i>	0.01	0.24	0.01	0.89	0.03	9.02
<i>Cucumaria frondosa japonica</i>	0.94	4.53	0.01	0.04	0.04	0.29
ASTEROIDEA						
<i>Asterina pectinifera</i>	3.05	43.28	2.14	28.99	2.16	34.83
<i>Asterias amurensis</i>	0.01	0.25			0.01	0.39
<i>Aphelasterias japonica</i>	0.10	3.18	0.03	0.35		
<i>Henricia nipponica</i>	0.04	0.02				
ECHINOIDEA						
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> *	0.03	0.68	0.01	0.32		
<i>Strongylocentrotus intermedius</i> *	0.18	5.27	0.02	0.39	0.14	5.24
<i>S. nudus</i> *	16.15	266.80	9.72	159.90	12.50	252.30
PROCHORDATA						
UROCHORDATA						
<i>Halocynthia roretzi</i>	0.05	4.25	0.02	1.18	0.04	5.04
OTHERS	1.36	5.30	0.06	0.20	0.22	1.91
TOTAL	30.28	363.15	12.73	202.12	17.25	325.75

* Herbivorous animals

1) Density (per m^2)2) Standing crop (g fresh per m^2)3) *Homalopoma amussitatum*, *H. sangarense*, *Cantharidus jessoensis*

Table 2. Appearance of the algae in the area surveyed.

Species	May F ¹⁾	1985 SC ²⁾	Oct. F	1985 SC	Jun. F	1986 SC
CHLOROPHYCEAE						
<i>Monostroma grevillei</i>	1.5	0.6				
<i>Enteromorpha linza</i>	4.4	1.0			3.7	1.0
<i>Ulva pertusa</i>	3.7	0.2			0.7	0.0
<i>Cladophra opaca</i>	0.7	0.0				
PHAEOPHYCEAE						
<i>Colpomenia sinuosa</i>	37.8	30.6			11.1	8.4
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	3.7	0.1			1.5	0.3
<i>Punctaria latifolia</i>	14.1	17.3			9.6	8.3
<i>Desmarestia ligulata</i>	13.3	156.8			15.6	159.5
<i>Undaria pinnatifida</i>	3.7	11.3			3.7	55.2
<i>Agarum cribrosum</i>			0.8	0.0		
<i>Costaria costata</i>	5.2	16.4			2.2	12.2
<i>Laminaria religiosa</i>	14.1	219.0	0.6	108.1	17.8	675.1
<i>Dictyopteris divaricata</i>	3.7	0.1			2.2	2.3
<i>Dictyota dichotoma</i>	1.5	0.0			0.7	0.0
<i>Sargassum confusum</i>	5.2	67.3	3.2	7.5	3.7	20.5
<i>S. miyabei</i>	0.7	0.0				
<i>S. yezoense</i>			0.8	2.4	1.5	4.0
RHODOPHYCEAE						
<i>Bossiella cretacea</i>	14.1	0.6	3.2	0.4	2.2	0.4
<i>Corallina pilulifera</i>	2.2	0.5				
<i>Hyalosiphonia caespitosa</i>	0.7	0.1				
<i>Neodilsea yendoana</i>	1.5	0.3				
<i>Grateloupia filicina</i>	0.7	0.0	1.6	0.1	0.7	0.0
<i>Rhodoglossum japonicum</i>	0.7	0.4				
<i>Palmaria palmata</i>	16.3	9.4	2.4	0.0	10.4	4.9
<i>Campylaeophora hypnaeoides</i>	1.5	0.2			0.7	0.0
<i>Ceramium kondoi</i>	0.7	0.0				
<i>Ptilota phacelocarpoides</i>	0.7	0.0				
<i>Acrosorium polyneurum</i>	0.7	0.0				
<i>Delesseria serrulata</i>	2.2	2.5			1.5	0.0
<i>Laurencia nipponica</i>	6.7	0.1			1.5	4.3
<i>L. pinnata</i>	16.3	0.7			3.7	0.3
<i>Polysiphonia morrowii</i>	9.6	9.7			4.4	9.1
<i>Dasya sessilis</i>	1.5	0.1				
<i>Symphyocladia latiuscula</i>	1.5	0.1	0.8	0.1	3.0	4.5
MONOCOTYLEDONEAE						
<i>Phyllospadix iwatensis</i>			0.8	21.9	1.5	1.0
TOTAL		545.4		140.5		971.3

1) Frequency (%)

2) Standing crop (g fresh weight per m^2)

($F_0=9.362$)、1986年6月は1.787 ($F_0=10.902$)であった。これらの値はF検定により95%の信頼度をもって有意であり、キタムラサキウニの分布は集中型であった。またI δ 指数を用いて信頼度を95%として、キタムラサキウニの密度推定(小野・森下 1979)を行った結果、成息密度は1985年5月で14~18個体/ m^2 、10月で8~11個体/ m^2 、1986年6月で11~15個体/ m^2 と推定された。

海藻とキタムラサキウニの現存量の水深による変化をFig. 5に示した。海藻は3m以浅に最も多く

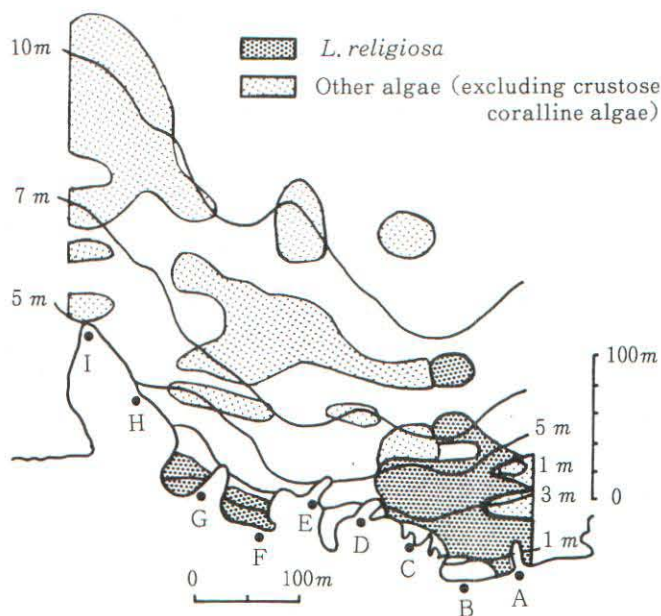


Fig. 2. Distribution of *Laminaria religiosa* and other algae in June 1986.

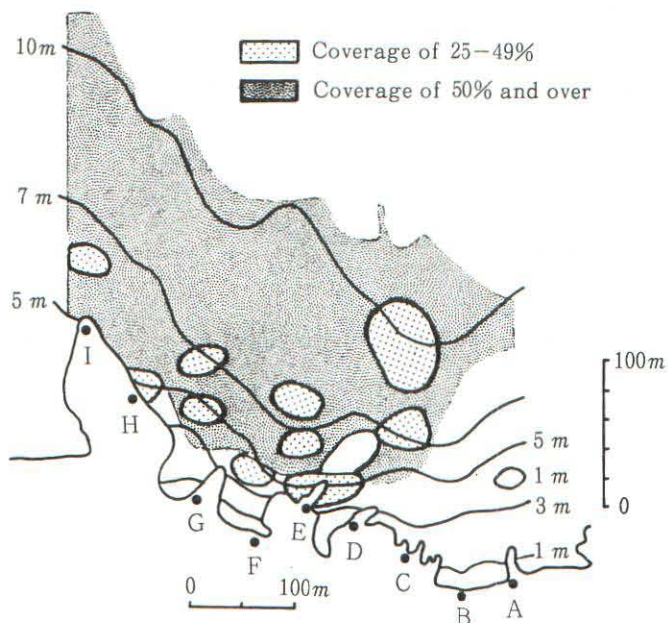


Fig. 3. Distribution of crustose coralline algae in June 1986.

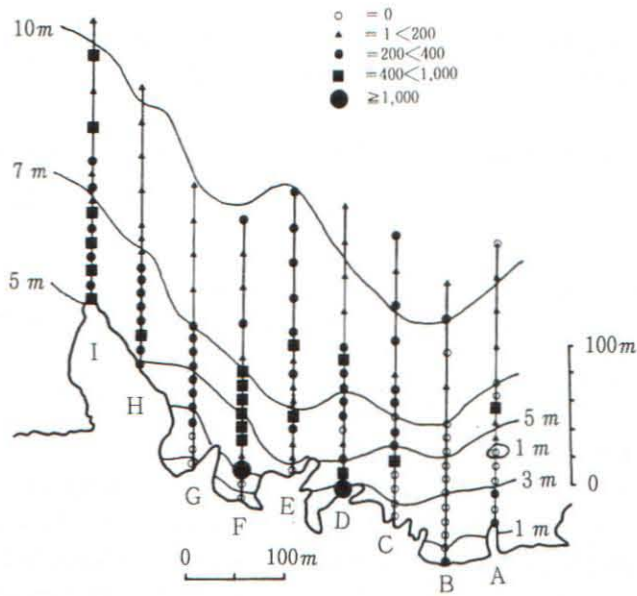


Fig. 4. Distributional standing crop (g fresh weight per m^2) of *Strongylocentrotus nudus* in June 1986.

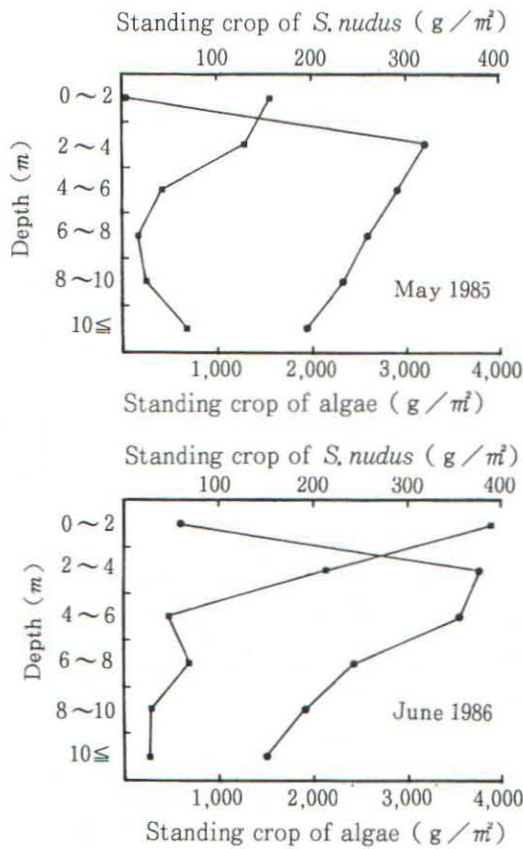


Fig. 5. Vertical distributions of average standing crop (g fresh weight per m^2) of the algae (■) and *Strongylocentrotus nudus* (●) in May 1985 and June 1986.

(1,290~3,890 g/m²)、それ以深ではケウルシグサとフクロノリが主で、現存量は少なかった。一方キタムラサキウニは水深2~6 mで最も多かった(290~375 g/m²)。

Table 3. Interspecific correlation in habitat. (C. I. : Cole's index)

Species combination	May 1985	Jun. 1986
<i>L. religiosa</i> - Crustose coralline algae	C. I. = -0.887±0.228 $\chi^2=13.355$	C. I. = -0.933±0.147 $\chi^2=37.215$
<i>L. religiosa</i> - <i>S. nudus</i>	C. I. = -0.413±0.098 $\chi^2=14.784$	C. I. = -0.679±0.099 $\chi^2=43.401$
<i>S. nudus</i> - Crustose coralline algae	C. I. = 0.726±0.161 $\chi^2=18.242$	C. I. = 0.882±0.135 $\chi^2=39.752$

3. フトン籠礁に着生したコンブ

1985年10月に水深3 mの所に投入したフトン籠礁には、翌年の2月に葉長5.6 cm (大型個体の平均) のホソメコンブが、1 m²あたりに換算して3,700個体着生していた。このホソメコンブは3月に葉長8.1 cm、4月に葉長106 cmとなり、現存量は多い所でそれぞれ4,420 g/m²、3,960 g/m²であった (Fig. 6)。しかし水温が10℃以上になる5月から6月には、キタムラサキウニやエゾアワビなど (680~990 g/m²) が蟄集してコンブを摂食したため、コンブ群落は7月までに消失した。またフクロノリ、ケウルシグサなどそのほかの海藻 (140~1,656 g/m²) も着生していたが、コンブと同様に8月までに消失した。フトン籠礁の周囲の磯焼け地帯には3月にのみ、一部にホソメコンブ (53.3 g/m²) がみられ、6月には

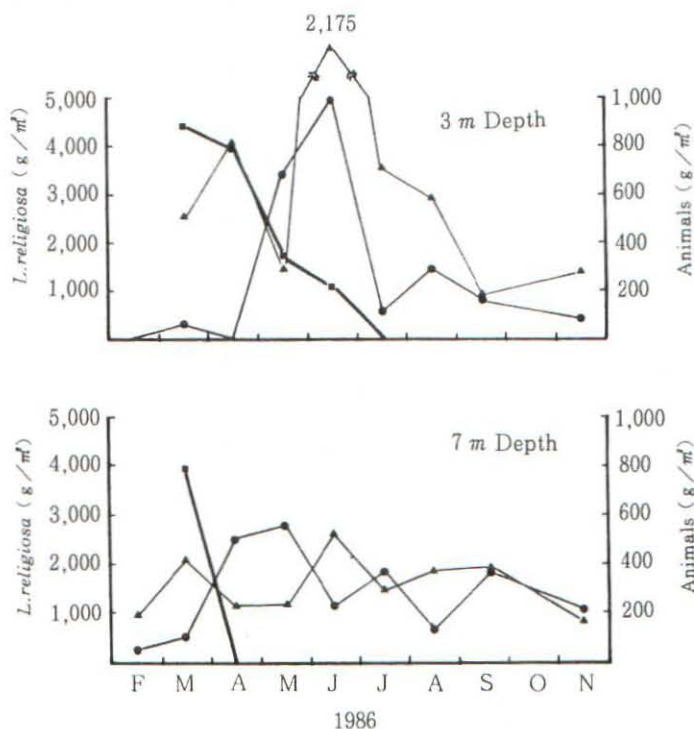


Fig. 6. Seasonal change in the standing crop (g fresh weight per m²) of *Laminaria religiosa* (■) and herbivorous animals (●: sea urchins and abalone) on the artificial *Laminaria*-beds, and *Strongylocentrotus nudus* (▲) on 'Isoyake' ground.

一部にケウルシグサ、ワカメなどの大型海藻 ($2,720 \text{ g/m}^2$) が着生していたが、多くのウニ類やエゾアワビ ($2,175 \text{ g/m}^2$) が蛸集して摂食したため、これらの海藻も7月までに全て消失した。

水深7 mの礁には2月に葉長8.5 cmのホソメコンブが認められ、3月には82.3 cmに成長し、現存量は多い場所で $3,980 \text{ g/m}^2$ であった。しかしその後4～5月にキタムラサキウニ ($492 \sim 554 \text{ g/m}^2$) が蛸集したため、4月までにコンブは消失した。また4～7月にはフクロノリ、モロイトグサ、ケウルシグサなど ($228 \sim 1,368 \text{ g/m}^2$) が着生していたが、これらの海藻も8月までに消失した。また礁の周囲の磯焼け地帯にはほとんど海藻がなく、キタムラサキウニの現存量はほぼ年間を通して 200 g/m^2 以上であった。フトン籠礁投入後3年目の9月には、水深7 mの割石上の無節サンゴモ類被度は約90%で、そのほかの海藻の着生は認められなかった。

考 察

本調査では潮下帯だけを調査対象としたので、出現海藻は35種であったが、藤田 (1989) は同地で128種を報告している。このように磯焼け地帯であっても、潮間帯を中心として種々の海藻が生育している。しかし1985年の調査では、春に比べると秋には海藻の種類数も現存量も大幅に減少していた (Table 2)。このような海藻現存量の季節変動は、水深2 m以浅のウニ類の少ない所では海藻自体の末枯れによる自然減耗が、深所ではキタムラサキウニなどの食害が主要因となっている (北海道水産部 1986)。また初夏の海藻現存量は1985年と1986年で約2倍の開きがあった。磯焼け海域の海藻現存量の年変動について、菊地・浮 (1981) と松山 (1991) は、冬期間の水温が平年より低い年にコンブの生産量が多いことを、川村ら (1988) は大時化が多い年に海藻現存量の多いことを指摘している。この要因として低水温の場合には、植食動物の摂食圧の低下 (三本菅ら 1987、浅野ら 1990、吾妻ら 1990) と、栄養塩類の増加 (駒木 1988) が考えられる。また時化の場合には雑海藻除去効果による海藻の新着生面の増加と、植食動物の摂食活動の減少が考えられる。このように磯焼け地帯の海藻現存量には季節変動や年変動があり、その要因が植食動物に起因する割合も大きいと考える。

ホソメコンブと無節サンゴモ類 (被度25%以上) の分布には、負の相関性が認められた。大成町地先の無節サンゴモ類のうち、相対被度で69%を占めるエゾイシゴロモは (NORO *et al.* 1983)、成長にとまって表層細胞を剥離するため、コンブの遊走子や配偶体とその体上に着生しにくい (正置ら 1981、MASAKI *et al.* 1984)。したがって無節サンゴモ類の繁茂域に、コンブ群落は通常形成されにくいと考えられる。また無節サンゴモ類とキタムラサキウニの分布には正の相関性が認められた。エゾイシゴロモにはキタムラサキウニの摂食圧に対する抵抗性があり (藤田 1987b)、このことは植食動物の摂食圧が高い場合に無節サンゴモ類の優占する群落が形成されやすいという、新井・新井 (1984) の実験結果を裏付けている。また無節サンゴモ群落は、アワビ、ウニ類の浮遊幼生の沈着と発生に好条件の場であるため (菊地 1978)、両者の分布に正の相関性が生じる可能性がうかがえる。さらにホソメコンブとキタムラサキウニの分布には負の相関性が認められた。キタムラサキウニはコンブ類を選択的に摂餌するが (三本菅 1987)、通常キタムラサキウニはコンブが高密度に着生した群落中には侵入しにくく (藤田 1989)、海水流動の強い所には生息しない (菊地 1978) ことから、先の分布関係がうかがえる。なお投石礁に形成されたコンブ群落の周辺には、多くのキタムラサキウニが蛸集していたが、この場合には波あたりのような物理的阻害要因が少なかったためと考える。またキタムラサキウニは夕刻～夜間に活発な摂食・蛸集活動を示すため、昼間と夜間の分布には相違がある可能性が大きい。これらの分布を総合的にとらえると、キタムラサキウニの高い摂食圧によって無節サンゴモ類の繁茂域が拡大し、海藻類の着生が阻害されるとともに、ホソメコンブの分布域がキタムラサキウニの行動範囲外に限定され

た結果と考えられる。

沖側深所では海藻現存量が少なく、キタムラサキウニの現存量が多い傾向がみられた。仮に大成町地先のキタムラサキウニの生育密度を15個体/ m^2 (約250 g/ m^2) とすると、初夏の頃の殻径30~40mmのキタムラサキウニは約2 g/日/個体のホソメコンブを摂食するので(吾妻ら 1990)、海藻の種類や成長量を無視すると、この頃の水深6 m以深の海藻(約400 g/ m^2)は、計算上ではおよそ2週間で消失することになる。このように同地先ではキタムラサキウニの摂食圧が高いので、深所ではほとんど海藻がなく、その結果沖側のウニの生殖巣指数が低い状況(北海道水産部 1986)が生じていると推察される。FUJI and KAWAMURA (1970) は日高沿岸のエゾバフンウニ(現存量 60 g/ m^2)が、ミツイシコンブとアナアオサの年間成長量の半分を摂食することを報告している。また菊地・浮(1981)は、東北沿岸でキタムラサキウニが少なくとも200 g/ m^2 以上生息していると、海藻の生育に影響を及ぼすとしている。海域の生産性が低い所では、ウニの現存量がさらに低くても海藻群落形成に影響を及ぼす可能性があるので、磯焼け漁場における大型植食動物の摂食量と、海藻の生産量について量的関係を明らかにする必要がある。

コンブの着生基質として1985年秋に、水深3 mと7 mに投入したフトン籠礁には、翌年の3~4月に多い所で約4,000 g/ m^2 のコンブの着生が認められた。これはコンブ発芽期の2~3月に、キタムラサキウニを主とする大型植食動物の蛸集が比較的少なく(0~100 g/ m^2)、その摂食圧が低かったためと考える。しかしその後5~6月にかけて多くの大型植食動物が蛸集(230~990 g/ m^2)して摂食したため、7月までにコンブ群落は消失した。なお同地において1984年11月に水深3 mに投入した投石礁には、20.7 kg/ m^2 (1985年6月)のコンブが着生し、秋までその着生が認められた(北海道 1987)。これは1985年の冬が非常に低水温であったため(松山 1991)、コンブの発芽期に植食動物の食害が少なく、コンブの着生量が多かったため、初夏の高い摂食圧に耐えられたものと推察する。しかしこの投石礁も投入後2年目にはコンブの着生はほとんど認められなかった。この原因として2~3月に蛸集した大型植食動物が多かったこと(150~160 g/ m^2)、無節サンゴモ類の被度が高くなっていたこと(30~50%)、および冬期間の水温が平年並みであったことなどがあげられる。なお割石上の無節サンゴモ類被度は投入後3年で約90%に達していたが、このことは藤田(1990b)が報告しているように、エゾイシゴロモの多量の胞子供給と速い成長(77 mm/年)によって裏付けされる。

大成町地先ではTable 1に示したように小型植食動物の生息もみられた。浅野ら(1990)は小型植食巻貝がコンブの芽胞体を食害することを報告し、三本管ら(1987)はエゾバフンウニはコンブ幼体の密度が低いと、摂食面積を広げ食害強度が増すことを報告している。したがってコンブは発芽初期に小型植食動物による食害を受け、低密度となった幼体はさらにキタムラサキウニによるより大きな食害を受けると考える。またキタムラサキウニの小型個体は大型個体より摂餌率が高いので(三本管ら 1987、吾妻ら 1990)、小型のウニが多い磯焼け漁場では、その摂食圧による影響が大きいと考えられる。

北検討会(1983)は北海道日本海南西部における磯焼けについて、磯焼けの発生原因は基本的には海域の貧栄養で、持続原因は植食動物等による食害であるとし、このほか発生原因として、石灰藻による海藻着生基盤をめぐる競争と持続原因として光の問題があるとしている。しかし貧栄養海域においても沖合でのコンブ養殖は十分可能であり(北海道 1981、宮本 1985)、ウニ類の食害が少ない所では毎年2年目コンブの生育がみられる所も多い(船野 1990)。特に寿都町磯谷では砂浜海岸の沖にコンブ礁があって、漁業的規模での生産があり、江差町の鷗島付近には豊かな海藻群落が形成されている(藤田・津田 1987)。両地区に共通していることは、ウニ類の生息密度が少ないことで、磯谷でエゾバフンウニが0.9個体/ m^2 、キタムラサキウニが0.2個体/ m^2 (筆者 未発表)、鷗島でキタムラサキウニが1~1.8個体/ m^2 である(藤田・津田 1987)。なお磯谷は陸水の影響をうける所であるが、5~11月の間

では栄養塩類濃度が高い傾向はみられなかった(筆者 未発表)。一方磯焼け地帯でも波あたりの強い所や波打ち際のように、通常ウニ類が少ない所では、コンブなどの大型海藻の着生がみられ(菊地 1978、藤田 1989)、網囲いによってウニ類などの大型植食動物の侵入を断つと、海藻類の着生がみられる(菊地・浮 1981、名畑 1989)。さらに磯焼け漁場からウニ類を移植・除去した場合、その後に海藻群落の形成が認められている(三木ら 1978、名畑ら 1988、菊地ら 1990)。一方日本海より栄養塩類濃度が高いオホーツク海(駒木 1975)においても、ウニの成育密度の高い所では磯焼けが生じている(水産庁研究部研究課 1981)。

これらの知見と本調査結果から、北海道日本海南西部における磯焼けの主要な発生・持続原因は、菊地(1978)の仮説のように、「植食動物による過度の食害である」と考える。またこの海域の磯焼けは、次のような過程で発生し、持続していると考ええる。すなわち海藻の生産量と植食動物の摂食量の均衡が崩れると、海藻に対する植食動物の食害が起こる。その結果大型海藻が衰退して、光が無節サンゴモ類の成育層まで供給されるため、食害に耐える無節サンゴモ類の優占する群落が形成される。無節サンゴモ類はほかの海藻の着生を阻害して、海藻の生産性を抑制するほか、ウニ類の幼稚仔の沈着に好適な環境をつくるため、ウニ類の個体数が増加する。一方ウニ類を大量に捕食する動物は少なく、深所のものや身入りの悪いものは漁獲されないため、個体数が大幅に減少することはない。したがって植食動物の摂食圧が高くなるが、この海域は暖流域で基本的に海藻の生産性が低いため、食害による磯焼けがさらに進行することになる。この磯焼けは長い年月の間に徐々に拡大し(藤田 1987a)、深所から浅所へ、部分的なものから広範囲なものになったと考える。

北海道日本海南西部は、暖流域で水温が高く貧栄養であるため、磯焼けに陥りやすく、また持続しやすい素地をもっている。しかしこの地帯でも海藻の生産量と植食動物の摂食量との均衡がとれていると考えられる地域では、豊かな海藻群落が形成されている。したがって植食動物の密度を制御し、必要に応じて無節サンゴモ類を駆除して海藻の着生基質面を確保し、またコンブ母藻を確保し、さらには栄養塩類の補給を行うことによって海藻群落の形成が可能である。なお潮下帯でのコンブ類の群落形成については配偶体期における複雑な要因が関与していると考えられるので(阿部ら 1990)、この点に関する研究が必要である。今後、植食動物の密度管理技術や投餌技術の開発などによって、磯焼け漁場の生産性の増大を図ることができるであろう。

要 約

北海道南西部大成町の磯焼け地帯において、磯焼け原因としての植食動物の食害の状況を明らかにするため、1985～1986年に調査を実施した。

1. 各年の初夏における植食動物現存量はそれぞれ約 270 g/m^2 と 300 g/m^2 で、その内キタムラサキウニは90%以上を占めており、水深2～6 mに最も多かった。キタムラサキウニは集中型の分布を示し、生息密度は14～18個体/ m^2 、8～11個体/ m^2 と推定した。海藻現存量はそれぞれ約 550 g/m^2 と 970 g/m^2 で、その内ホソメコンブは40～70%を占め、水深4 m以深では海藻が極端に少なかった。
2. ホソメコンブと無節サンゴモ類の分布、およびホソメコンブとキタムラサキウニの分布には負の相関性が認められ、無節サンゴモ類とキタムラサキウニの分布には正の相関性が認められた。
3. 1985年秋に水深3 mと7 mの地点に投入したフトン籠礁には、翌年の3～4月にホソメコンブ(多い所で $4,000\text{ g/m}^2$)やそのほかの海藻の着生が認められた。しかしその後キタムラサキウニを主とする大型植食動物が多数飼集して($230\sim 990\text{ g/m}^2$)海藻を摂食したため、7月までにコン

ブ群落は消失した。2年目以後はコンブの着生がほとんど認められず、無節サンゴモ類の被度は3年目で約90%に達した。

4. この海域ではキタムラサキウニを主とする大型植食動物の過度の食害が、磯焼けの主要な発生・持続原因になっていると推察した。

文 献

- 阿部英治・船野 隆 (1973) 忍路湾に生育するホソメコンブのアワビ・ウニ類による食害について
北水試月報 30 25-35
- 阿部英治・名畑進一・垣内政宏 (1990) ホソメコンブの群落形成が阻害される原因についての一考察
北水試研報 35 37-60
- 吾妻行雄・松山恵二・中多章文 (1990) キタムラサキウニの摂餌活動に関する試験研究 平成元年度
北海道立中央水産試験場事業報告書 122-127
- 新井章吾・新井朱美 (1984) 海藻の遷移に及ぼす採食の影響 藻類 32 43-51
- 浅野昌充・菊地章吾・川村知彦 (1990) コンブ類繁茂に対する小型植食巻貝の影響 東北水研研報
52 65-71
- BREEN, P. A. and K. H. MANN (1976) Changing lobster abundance and destruction of
kelp beds by sea urchins. *Mar. Biol.* 34 137-142
- DUGGINS, D. O. (1981) Sea urchins and kelp: The effects of short term changes in
urchin diet. *Limnol. Oceanogr.* 26(2) 391-394
- FUJII, A. and K. KAWAMURA (1970) Studies on the biology of the sea urchin. VII. Bio-
economics of the population of *Storongylocentrotus intermedius* on a rocky shore of
southern Hokkaido. *Bull. Jap. Soc. Fish.* 36(8) 763-775
- 藤田大介 (1987 a) 北海道大成町の磯焼けに関する聞き取り調査 水産増殖 35(3) 135-138
- 藤田大介 (1987 b) 植食動物の摂食活動に対するエゾイシゴロモの抵抗性 藻類 35(1) 75
- 藤田大介・津田秀夫 (1987) 北海道江差町鷗島海藻 南紀生物 29(1) 45-50
- 藤田大介 (1988) エゾイシゴロモの光合成速度および呼吸速度の季節的变化 水産増殖 36(1)
7-10
- 藤田大介 (1989) 北海道大成町の磯焼け地帯の海藻の分布 南紀生物 31(1) 109-114
- 藤田大介 (1990 a) エゾイシゴロモ(紅藻綱、サンゴモ目)の培養 水産増殖 38(4) 349-352
- 藤田大介 (1990 b) エゾイシゴロモの年間成長速度 日水誌 56(6) 1015
- 船野 隆 (1990) バイテク応用によるコンブの品種改良試験 平成元年度北海道立栽培漁業総合セン
ター事業報告書 39-45
- HAGEN, N. T. (1983) Destructive grazing of kelp beds by sea urchins in Vestfjorden,
northern Norway. *Sarsia* 68 177-190
- 北海道 (1981) 特定海域沿岸漁場開発事業推進調査報告書 215-243
- 北海道南部及び東北地方の日本海沿岸域の漁業振興に関する検討会 (1983) 後志・檜山地域の漁業振
興についての所見(本文) 9-16
- 北海道水産部 (1986) 日本海南部資源培養技術開発事業推進調査報告書 49-79
- 北海道水産部 (1987) 日本海南部資源培養技術開発事業推進調査報告書 54-84
- 細川隆英 (1955) 群落構造論への4分表法の導入-英彦山ブナ林の構造について-日生態会誌

5(2) 58-62

川村一広・垣内政宏・名畑進一・阿部英治・尾身東美・宮本建樹(1988) 貧栄養海域における増養殖に関する試験研究 昭和62年度北海道立中央水産試験場事業報告書 80-82

河尻正博・佐々木 正・影山佳之(1981) 下田市田牛地先における磯焼け現象とアワビ資源の変動 静岡水試研報 15 19-30

菊地省吾(1978) 海中林とその理論 「増殖技術の基礎と理論」 68-78 恒星社厚生閣

菊地省吾・浮 永久(1981) アワビ・ウニ類とコンブ類藻場との関係 「藻場・海中林」 9-23 恒星社厚生閣

菊地和雄・野沢 靖・赤池章一(1990) 平成元年度北海道立稚内水産試験場事業報告書 144-164

駒木 成(1975) 浅海漁場開発と外海条件 土木学会水理委員会 1-20

駒木 成(1988) 北海道周辺海域の栄養塩量変動に関する水温回帰 稚内北星学園短期大学紀要 1 257-269

LOWRY, L. F. and J. S. PEARCE (1973) Abalones and sea urchins in an area inhabited by sea otters. *Mar. Biol.* 23 213-219

正置富太郎・藤田大介・秋岡英承(1981) エゾイシゴロモ(紅藻サンゴモ科)上におけるマコンブの発芽について 北大水産彙報 32 349-356

正置富太郎・秋岡英承(1980) 北海道における磯焼けの現状について 北海道栽培漁業振興公社 1-19

MASAKI, T., D. FUJITA and N. T. HAGEN (1984) The surface ultrastructure and epithallium shedding of crustose coralline algae in an 'Isoyake' area of southwestern Hokkaido, Japan. *Hydrobiol.* 116/117 218-223

松山恵二(1991) 北海道の磯焼けの対策 育てる漁業 217 2-12

三木文興・沢田 満・足立光久(1978) 漁場改良造成研究総合報告書(藻場造成条件研究) 1-27 青森県水産増殖センター

MILLER, R. J. (1985) Seaweeds, sea urchins, and lobsters: A reappraisal. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42 2061-2072

宮本正夫(1985) 渡島西部地区におけるコンブ養殖の企業化について 昭和59年度育てる漁業研究会講演要旨(磯焼け地帯漁場の活性化について) 43-69 北海道栽培漁業振興公社

森下正明(1979) 個体の散布度の測定と分布洋式の解析 「森下正明生態学論集」 第二巻 147-167 思索社

名畑進一・阿部英治・斉藤勝男(1988) 日本海対策磯焼け漁場集約利用型増殖技術開発試験 昭和63年度北海道立中央水産試験場事業報告書 129-130

名畑進一(1989) コンブの遊走子の生態に関する研究 第一報 コンブの遊走子の定量法 北水試研報 32 11-17

NORO, T., T. MASAKI and H. AKIOKA (1983) Sublittoral distribution and reproductive periodicity of crustose coralline algae (Rhodophyta, Cryptonemiales) in Southern Hokkaido, Japan. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 34(1) 1-10

小野勇一・森下正明(1979) サンプルングのための理論的基礎 「森下正明生態学論集」 第二巻 197-214 思索社

PEARSE, J. S. and A. H. HINES (1979) Expansion of a central California kelp forest following the mass mortality of sea urchins. *Mar. Biol.* 51 83-91

- 三本菅善昭・町口裕二・嵯峨直恒(1987) ウニ食害作用の海藻群落形成への影響解明 昭和61年度沿岸漁場整備開発事業に関する水産研究所研究報告書 119-136 水産庁
- 水産庁研究部研究課(1981) 海中構造物周辺の水産生物の資源生態に関する事前研究報告書(海藻関係) 7-39
- 田村 正(1951) 磯焼け対策の重要性 北水試月報 8(4) 28-36
- 山田幸男(1955) 沿岸に於ける水産物増殖を阻害する石灰藻繁殖防止 農林漁業技術費補助金による試験研究結果報告書(謄写)
- 遠藤吉三郎(1902) 海藻磯焼け調査報告 水産調査報告書 農商務省水産局 12(1) 34-38

ケガニ稚ガニ期の底質選択性

中 島 幹 二

(北海道立栽培漁業総合センター)

Substrata preference on juvenile horse crab *Erimacrus isenbeckii*

Kanji NAKAJIMA

Hokkaido Institute of Mariculture,
Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan

Three round aquariums whose bottoms were divided into 8 parts radially and covered with four kinds of substrata (granule, coarse sand, medium sand, and fine sand) on each parts alternately, were used for experimentations. One, two and five juvenile (instar 5 or 6) Horse crab (*Erimacrus isenbeckii*) were placed in each aquarium. And after 24 hours, each aquarium was monitored to observe whether or not crabs burrowed and which parts were utilized by them. This examination was done 20 times in instar 5 and 37 times in instar 6, respectively. There was the tendency for juveniles to prefer finer sand rather than any other substrata. About half of the animals selected the finest sand. This tendency agreed with the findings observed among natural juveniles distributed on similar substrata at the eastern part of Hokkaido along the Pacific coast. However, many non-burrowed crabs were observed in the aquarium where five crabs were taken. It is considered that this phenomenon has a relationship with individual density which causes interference among individuals.

ケガニ *Erimacrus isenbeckii* は、北海道周辺海域から東北太平洋側にかけて、日本海側では島根県、韓国沿岸まで、またベーリング海、アラスカにまで分布している¹⁾。食用として利用され、本道の主要な漁業資源のひとつである。近年大幅な需要の増大から資源の減少が著しく、漁獲量は最盛期(1955年に27,000 t)の10分の1程(2,000 t~3,000 t)に落ち込んでいる。噴火湾では1982年に691 tの漁獲がみられたが、1989年には60 tに減少し、1984年と1990、1991年に禁漁措置がとられ、資源の回復を図っている。しかし、本種は南方系のカニ類に比べ成長が遅く、漁獲対象(甲長8 cm)になるには、少なくとも約5年を要する²⁾ため、資源の回復にはかなりの時間が必要である。噴火湾では、漁業規制と並行して資源回復を図る積極的な方法として、種苗放流が試験的に行われている。

本種の種苗生産は、1982年から、日本栽培漁業協会の宮古と厚岸事業場で量産化試験が開始され、ここ数年、数十万単位のメガロバ幼生が生産可能となった。また、これと並行して、噴火湾内に出現する天然のメガロバをネット曳で採集し、中間育成する試みも行われている³⁾。

こうして作られた稚ガニを天然に放流するには、放流海域の選定が重要である。本種の天然における分布調査は、道東~道南の太平洋側で行われ^{4,5,6)}、底質との関連性が論じられている。しかし、稚ガニの底質選択性に関わる実験的な観察についての報告はない。

本研究は、中間育成後の稚ガニを対象とし、室内実験によりその底質の選択性を調べ、本種の放流海域選定のための基礎的知見を得ることを目的として行った。また、潜砂行動に、個体密度が関係することが推定されたため、このことについても検討した。

方 法

実験に供したケガニの稚ガニは、1988年5月から10月まで北海道砂原町沖で中間育成の後、当センターで飼育したもので、齢期は第5齢期（平均甲長14.9mm、以下C₅）と第6齢期（平均甲長20.3mm、以下C₆）のものをを用いた。実験は、1988年11月14日から1989年3月14日まで行った。

実験水槽は、内径上部68cm、底部60cm、高さ32cmの円形プラスチック容器を2つ重ねたもので、海水が下から上へ流れる構造である。

Table 1. The frequency of grain size of substrata.

Grain size (mm)	Substrata			
	Granule (%)	Coarse s. (%)	Medium s. (%)	Fine s. (%)
~0.063	—	—	—	12.6
0.063~0.125	—	—	0.5	15.0
0.125~0.25	—	0.2	19.2	47.8
0.25~0.5	—	1.2	66.2	14.5
0.5~1.0	—	68.7	14.1	10.1
1.0~2.0	8.3	29.9	—	—
2.0~4.0	77.7	—	—	—
4.0~	13.9	—	—	—

水槽底に中心から放射状に仕切りを立て8つに区切った中に、鑑賞魚飼育用の小石（以下礫）、濾過槽用の粗砂を中心とする砂（以下粗砂）、当センター前浜より採取した中砂を中心とする砂（以下中砂）、噴火湾内砂原沖の海底より採泥した細砂を中心とする砂（以下細砂）（Table 1）、を対角となるように2か所ずつ敷いた（Fig. 1）。この水槽を3基ならべ、それぞれに同齢期の稚ガニを1尾、2尾、5尾収容した（以下1尾区、2尾区、5尾区）。2尾区、5尾区の場合には、甲羅にマニキュアで標識をつけ、個体識別を行った。実験開始は日中10時から15時の間とし、水槽の中心部に水面より放した。原則として24時間後の日中に、カニの潜砂状況および潜砂している底質を記録した。これを1回の実験とし、C₅については20回、C₆については37回行った。実験中脱皮して齢期が進んだ個体は、次の実験開始時に同齢期のものと入れ換えて行った。実験終了後に水を抜き、稚ガニが触角の先端を出したり、砂の上に出るなどの行動から潜砂している位置を判定した。飼育水は水温8℃に調温した濾過海水

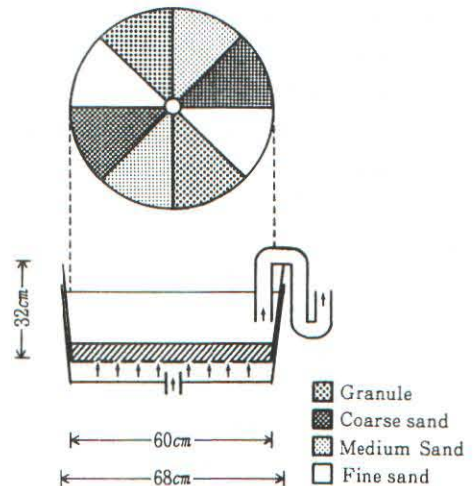


Fig. 1. Experiment aquarium

を用い、流水とした。

結 果

水面より放した稚ガニは収容後に、比較的短時間に潜砂するが、その後再び砂上へ出て、水槽内を移動する。また、同一個体が、毎回同じ底質に潜砂したわけではなく、不規則に行動を示し (Fig. 2、3)、実験終了時には、多くの個体は潜砂していた。

C₅の個体が潜砂していた底質を水槽別に連続的に示した (Fig. 2)。それぞれのマークは甲羅に標識を施した同一の個体およびその代替の個体である。1尾区ではすべてが潜砂し、潜砂した底質は粒径の最も小さい細砂が11回と多く、次いで中砂が5回、粗砂が3回であり、礫に潜砂した個体はなかった。

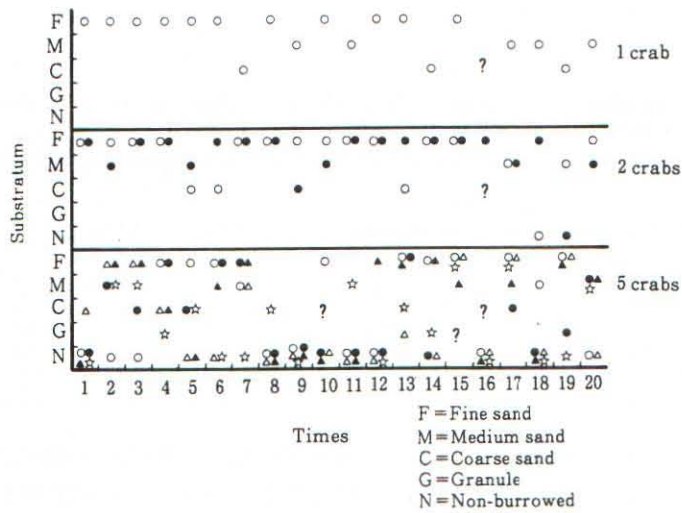


Fig. 2. The substrata where crabs burrowed at each times on instar 5. Each mark (except ?) shows identical individuals. ? mark shows the crab didn't crawl out.

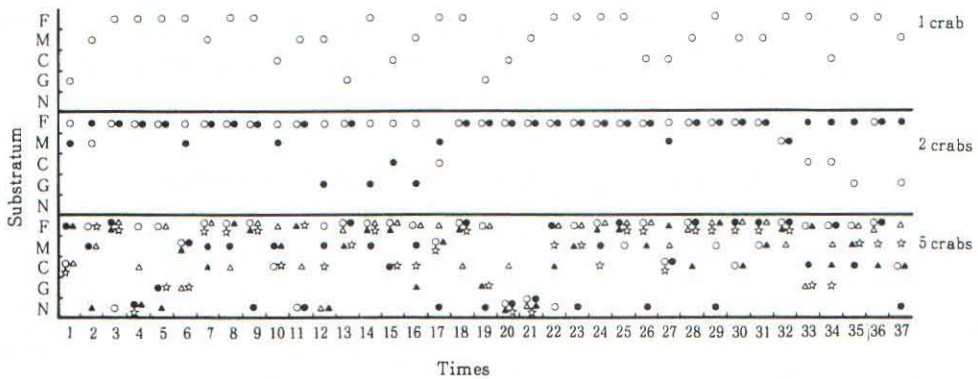


Fig. 3. The substrata where crabs burrowed at each times on instar 6. Each mark shows identical individuals. The abbreviations as shown in Fig. 2.

2尾区では粒径の小さい方から、1尾は13、5、1、0回、他の1尾は13、2、3、0回で、潜砂しない場合は両個体とも1回ずつあった。これに対し、5尾区では潜砂しない個体が最も多く、個体別にみると、20回の実験のうち、11、9、8、8、8回みられた。

潜砂したうちで最も回数が多かった底質は、1個体の例(☆印)を除き細砂であった。次いで中砂、粗砂、礫の順となり、1尾区、2尾区と同様の傾向を示すが、礫および粗砂に潜砂した個体は1尾区、2尾区に比べ相対的に多かった。

C₅についてC₄と同様に潜砂していた底質を水槽別に示した(Fig. 3)。1尾区では、粒径の小さい方から順に18、10、6、3回で潜砂しない個体はなかった。2尾区では、粒径の小さい方から、1尾は30、2、3、2回、他の1尾は27、6、1、3回で、潜砂しない個体はなかった。一方5尾区では潜砂しない個体があり、個体別にみると、37回の実験のうち、11、6、5、3、2回あった。潜砂したうちで最も回数が多かった底質は細砂であり、次いで中砂、粗砂、礫の順となり、1尾区、2尾区と同様の傾向であった。

Table 2. The number of individuals of four kinds of substrata with percentage for burrowed crabs on instar 5 in each individual density.

Individual density	Total number of Individuals	Non-burrowed	Burrowed				
			Granule	Coarse s.	Medium s.	Fine s.	Total
1	17	0	0 (0.0)	3 (17.6)	5 (29.4)	9 (52.9)	17 (100.0)
2	34	2	0 (0.0)	4 (12.5)	6 (18.8)	22 (68.8)	32 (100.0)
5	85	37	4 (8.3)	9 (18.8)	12 (25.0)	23 (47.9)	48 (100.0)

C₅の底質別の潜砂した個体数および潜砂しない個体数の合計と、礫～細砂に潜砂した個体の割合を、百分率で示した(Table 2)。なお、水を抜いても砂上へ出ず、潜砂位置の不明な個体のある回(10、15、16回目)は、表の合計から除いた。

1尾区、2尾区とも、潜砂した個体の割合は細砂が半数以上を占め、それぞれ52.9%、68.8%であった。次いで中砂が29.4%、18.8%、粗砂が17.6%、12.5%であった。5尾区でも潜砂した個体の割合は、細砂が47.9%と約半数を占めた。

C₆についても同様に示した(Table 3)。潜砂した割合は、細砂が最も多く、1尾区48.6%、2尾区77.0%、5尾区53.8%であった。次いで中砂がそれぞれ27.0%、10.8%、20.9%、粗砂が16.2%、5.4%、17.7%、礫が8.1%、6.8%、7.6%であった。

Table 3. The number of individuals of four kinds of substrata with percentage for burrowed crabs on instar 6 in each individual density.

Individual density	Total number of Individuals	Non-burrowed	Burrowed				
			Granule	Coarse s.	Medium s.	Fine s.	Total
1	37	0	3 (8.1)	6 (16.2)	10 (27.0)	18 (48.6)	37 (100.0)
2	74	0	5 (6.8)	4 (5.4)	8 (10.8)	57 (77.0)	74 (100.0)
5	185	27	12 (7.6)	28 (17.7)	33 (20.9)	85 (53.8)	158 (100.0)

Table 2、3の結果が、個体の選択的な行動によって得られたものかどうかを確かめるために、それぞれの個体が均等に各底質に潜ると仮定して、 χ^2 検定を行った。計算には、潜砂した個体だけを用い、潜砂しなかった個体は除いた。その結果、すべての検定値において、危険率1%で有意な差が認められた (Table 4)。従って、この選択性の実験では、第5齢期、第6齢期の稚ガニは、粗砂、中砂より、細砂を有意に選択して潜砂する結果となった。

また、収容個体数が多い場合は、潜砂しない個体が比較的多くみられ (Table 2、3)、個体密度が高くなると潜砂行動に変化が現れることが伺われた。

Table 4. The value (with degree of freedom) of χ^2 -test ($p=0.01$) for equally distributed in substrata about different individual densities on each instar. Different d. f. depends on the condition of expected value.

Instar	value of χ^2 -test		
	1 *	2 *	5 *
5	7.118 (d. f. = 1)	35.000 (d. f. = 3)	16.167 (d. f. = 3)
6	13.703 (d. f. = 3)	107.297 (d. f. = 3)	75.975 (d. f. = 3)

* Individual density per aquarium

考 察

えりも以東海域^{4,5)}とえりも以西海域および噴火湾⁶⁾でのケガニの稚ガニ分布調査の報告では、それぞれ稚ガニの生息する底質についてふれられている。鳥澤¹⁾は、稚ガニ (20mm未満ものを対象としている) は、シルト、粘土分が50%超える地点では採集されず、極細粒砂を中心とする底質に多く分布していることを報告している。阿部⁶⁾は、1、2 齢期の個体の生息場所について調査し、砂泥、細砂に生息しているとしている。これらの底質は、本研究で用いた細砂とほぼ同じ粒度組成のものであり、今回の実験で得られた結果と一致した。

しかし、宇藤ら⁶⁾は、反対に粗い底質の方に比較的多く採集されたことをあげ、また、泥を主体とするところにも出現したとして、底質との関係は認められないと報告している。天然では、稚ガニの分布は、水の流れや、餌との関係等、多くの要素が複雑に関係してくると考えられる。今後さらに知見を蓄積し、明らかにしていく必要がある。

次に、個体密度と潜砂の関係をみると、Fig. 2、3に示したように、1尾区、2尾区ではほとんど潜砂したが、5尾区では潜砂しない個体が多く観察された。また、個体別に潜砂行動を調べた結果、同一個体が毎回同じ底質に潜砂したわけではなく、不規則な行動がみられたことは、水槽内に収容した個体によって、底質選択性の偏りが起こっていないことを示唆している。5尾区での潜砂しない個体が多いという結果は、個体密度で生じたことと考えられる。

このことを確かめるために、Table 2、3から、各実験区で、密度に影響されないで同様の潜砂行動が起こったと仮定して、潜砂した個体について、 C_s と C_g について χ^2 検定を行った (Table 5)。両者とも有意な差は認められず、密度が変わっても同様な底質選択性が起こっていると考えられる。

Table 5. The value (with degree of freedom) of χ^2 -test for substrata preferences to be connected with individual density, about burrowed crabs exclude and include non-burrowed crabs on each instar, Various d.f. depends on the condition of expected value.

Instar	Value of χ^2 -test	
	Exclude non-burrowed	Include non-burrowed
5	2.606 (d. f. = 2)*	29.262 (d. f. = 6)***
6	15.207 (d. f. = 6)**	34.139 (d. f. = 8)***

* Insignificant in 0.05 level

** Insignificant in 0.01 level

*** Significant in 0.01 level

次に、潜砂しなかった個体を含めて検定を試みた。両者とも有意な差が認められ、潜砂行動が密度に影響されないで起こったとは言えないという結果となった。以上のことから、潜砂行動が密度により影響を受けたのは、明らかに5尾区での潜砂しない個体によって生じており、潜砂に個体密度が関係する可能性が示唆された。

森下⁷⁾は、アリジゴクを用いて、営巣場所の選択に個体の密度が関係してくることを実験的に証明し、密度が、個体の環境価値の判断に含まれることを論じた。小坂⁸⁾は、マコガレイとイシガレイの場所選択の実験を行い、密度を変えることによっておこる両種の選択性の違いが、それぞれの天然での分布状態に反映することを報告した。他に、アベハゼ⁹⁾やテナガエビ¹⁰⁾についての実験例があり、それぞれ、場所選択に密度が関係することを示した。

本研究は、底質選択性と密度の関係を調べる実験ではないため、このことについて詳しく論ずることはできない。ただ、2尾区と5尾区の間、密度にすると約7個体/m²~17個体/m²（底面積0.3m²として計算）に個体相互に干渉が起こる密度が存在すると推測される。このことを明らかにするために、今後、密度についての詳細な試験を行う必要がある。また、久保⁹⁾は、個体間の干渉は、正方向へも負方向へも働くことがあり、その仕方は、環境によって異なることを述べている。稚ガニの底質選択性について密度以外の環境条件（水温、流れ等）も考慮を要すると思われる。

稚ガニを放流するにあたり、稚ガニの選択する底質を明らかにすることは非常に重要なことである。本研究では、稚ガニ期第5齢期、第6齢期の底質選択性について、細砂に最も潜砂するという結果となり、放流場所を選定する時の判断基準となる知見を得ることができた。しかし、放流時には、一度に大量の種苗を同一箇所にまくことが多いため、天然での分布密度よりはるかに高密度にならざるを得ないと考えられ、今回の実験では、密度の増加が、潜砂行動に影響を与えることが観察された。この結果は、稚ガニの底質選択性に合った放流場所を決定しても、高密度な放流では、個体の相互干渉のために、逸散や逃避がおこり、またそのあいだに潜砂しない個体が食害をうけることが予想される。今後放流事業を行っていく上で、密度を考慮にいれた放流技術を検討することが必要である。

要 約

放射状に仕切った円形の水槽3基に4種類（礫、粗砂、中砂、細砂）の底質を敷き、各水槽にはケガニの稚ガニ（第5齢期、第6齢期）を1、2、5尾それぞれ収容し、底質の選択性を調べ、以下の結果が得られた。

1. 第5齢期、第6齢期ともに、潜砂した個体のうち約半数以上の稚ガニは、細砂に潜砂した。この

ことについて、 χ^2 検定を行ったところ、1、2、5尾区とも、有意な差が認められ、これらの齢期の稚ガニは、より細かい砂の底質を選択し、道東太平洋側で行われた天然稚ガニの分布調査の結果と一致した。

2. 1、2尾区では潜砂しない個体はほとんど無かったが、5尾区の場合のみ潜砂しない個体が多かった。このことについて、 χ^2 検定を行ったところ、第5齢期、第6齢期ともに有意な差が認められ、潜砂に個体密度が関係する可能性が示唆された。

文 献

- 1) 酒井 恒(1976) 日本産蟹類 講談社 190-191
- 2) 北海道(1985) 沿岸域漁業管理適正化方式開発調査報告書 97P
- 3) 北海道開発局長官房開発調査課(1989) 地域技術開発促進調査資料 155P
- 4) 鳥澤 雅(1986) 北海道東部太平洋海域におけるケガニ稚ガニの分布と成長 栽培技研 15(1) 43-49
- 5) 阿部晃治(1977) 道東近海におけるケガニ初期生活 水産海洋研究会報 31 14-19
- 6) 宇藤 均・高柳志朗・中田 淳・中道克夫・渡辺安廣・田中伸幸(1991) ケガニ資源増大技術開発試験 平成3年度北海道立函館水産試験場事業報告書 139-175
- 7) 森下正明(1952) 棲息場所選択と環境の評価 アリジゴクの棲息密度についての実験的研究(1) 生理生態 5 1-16
- 8) 小坂昌也(1956) カレイ類の棲息場所選択と環境評価についての実験的研究 日水誌 22(5) 284-288
- 9) 久保浩洋(1957) アベハゼの場所選択についての実験的研究 日生態会誌 7(2) 80-84
- 10) 山根 猛(1991) テナガエビ(*Macrobrachium nipponense*)の底質粗度評価について 近畿大農紀要 24 25-27

ホタテガイ貝毒に関する研究

第1報 エクストルーダ処理による麻痺性貝毒の減毒について^{*1}

太田智樹^{*2}・野俣 洋・武田忠明・金子博実

(北海道立網走水産試験場紋別支場)

飯田訓之・信太茂春^{*3}

(北海道立釧路水産試験場)

Studies on shellfish poison of scallop

Patinopecten yessoensis

I. Reduction in toxicity of PSP infested scallops during extrusion processing.

Tomoki OHTA, Hiroshi NOMATA, Tadaaki TAKEDA, Hiromi KANEKO

Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station

Minatomachi, Monbetsu, Hokkaido 094, Japan

Toshiyuki IIDA and Sigeharu NOBUTA

Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station

Hamacho, Kushiro, Hokkaido 085, Japan

Extrusion processing was applied to detoxify paralytic shellfish poison (PSP) infested scallops.

The materials used in this study were mantle (included gonad and gill, 38.2MU/g) and digestive gland (224.6MU/g) of toxic scallops *Patinopecten yessoensis* from Funka Bay, Hokkaido. Each material was mixed with defatted soy protein at a ratio of 70:30 (W/W) for extrusion processing. Toxicity to mice was assayed at materials, mixture and extrudates. In the case of extrusion processing of digestive gland, analysis of PSP was carried out by high performance liquid chromatography (HPLC).

All extrudates were found to have lost most of the toxicity during extrusion processing. The reduction ratios of toxicity were 81.6~82.2% at 130°C, 85.6~97.8% at 170°C. In HPLC, the digestive gland contained the toxins of gonyautoxin (GTX) 1,2,3,4 and saxitoxin (STX), while extrudates at 170°C, only the toxin of STX.

報文番号 A190 (1992年2月25日受理)

* 1 本研究の一部は平成2年度日本水産学会北海道支部大会で口頭発表した。

* 2 現北海道立食品加工研究センター (Hokkaido Food Processing Research Center, Bunkyo-dai, Ebetsu, Hokkaido 069, Japan)

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

緒 言

貝毒発生期のホタテガイは、一定の規制基準内において、条件付き加工用原料として処理されているが、これらの加工処理の対象となるのは、貝柱であり、その他の部位（中腸腺、外套膜など）については埋没、焼却が義務づけられている。また、漁獲量の増加や貝毒発生期間の長期化などにより処理経費や周辺環境への影響等の問題も発生してきている。一方、ホタテガイの加工残渣にはタンパク質、脂質の他、各種の有用成分が含まれていることから¹⁻³⁾、飼、肥料や有用物質の抽出原料としての利用が期待される。しかし、当然のことながら貝毒成分を含む加工残渣を有効利用する場合、毒成分の除去あるいは規制基準値以下までの減毒が前提となる。

貝毒成分のうちで、麻痺性貝毒（PSP）については、高温条件で不安定であることが知られている⁴⁻⁶⁾。そこで、高温処理が可能な食品用2軸エクストルーダを用いて、PSPにより毒化したホタテガイ加工残渣の処理を行い、その毒性値の変化および高速液体クロマトグラフ（HPLC）によるPSP成分の変化について検討し、若干の知見を得たので報告する。

試料および実験方法

試料

平成2年7月、噴火湾で水揚げされた毒化養殖ホタテガイを氷冷下で当場に陸送し、中腸腺および外套膜（生殖腺、えらを含む）を採取し試料とした。なお、試料はエクストルーダ処理に供するまで-30℃で凍結保管した。

エクストルーダでの処理条件

室温で解凍した試料と脱脂大豆タンパク質（商品名：ソルビー#600、日清製油(株)製）を7：3（W/W）の割合で混合し、水分を約60％に調整した。この混合物をエクストルーダ処理試料（混合試料）とした。エクストルーダは(株)神戸製鋼所製 食品用二軸押し出し機TCV-50L型を使用し、Table 1に示した条件により混合試料を処理した。

Table 1. Condition of extrusion processing

	Screw rotation (rpm)	Temperature(℃)		
		B 1 *	B 2	B 3
Ex130	50	110	125	130
Ex150	50	130	145	150
Ex170	50	150	165	170

* B : Barrel with heater and cooler

Note : The twin screw extruder (KOBELCO TCV-50L, L/D=24) , equipped with cooling nozzle die was used.

試料、混合試料およびエクストルーダ処理物について、一般成分および毒性値の測定を行った。また、中腸腺を用いたエクストルーダ処理については、HPLCによるPSP成分の分析も行った。

分析方法

一般成分の分析は、常法により行った。PSPの毒性は(株)日本冷凍検査協会札幌支所に依頼し、マウ

スを用いる公定法⁷⁾により測定した。HPLC分析用試料はマウスを用いる公定法⁷⁾に準じてPSP成分を抽出し、クロロホルムにより脱脂後、SEP-PAK C-18カートリッジカラムおよびカラムガードフィルター(0.45 μ m)により処理したものを分析試料とした。HPLCによるPSP分析は大島ら⁸⁾の方法に準じて行った。以下に装置および分析条件を示した。なお、PSP標準品は東京大学農学部水産化学研究室より供与されたGTX1, 2, 3, 4, STXを用いた。

装置：高圧ポンプ 日立655-15、反応ポンプ 日立655、蛍光検出器 日立650-10LC、データ処理装置 日立クロマトインテグレーター D-2500 カラム：GLサイエンス社製 イナートシル C8-5 (4.6mmID $\times$ 250mmL)、溶出液流速：0.8ml/min、溶出液組成①GTX1, 2, 3, 4分析用：5mMヘプタンスルホン酸ナトリウム、10mMリン酸アンモニア緩衝液(pH7.2)、②STX分析用：①液/アセトニトリル=9/1、酸化剤(流速：0.4ml/min)：7mM過ヨウ素酸、50mMリン酸ナトリウム緩衝液(pH9.0)、反応コイル：テフロンチューブ(0.5mmID $\times$ 10mL)、反応温度：65℃、中和液(流速：0.8ml/min)：0.25M酢酸、検出波長：励起波長330nm 蛍光波長390nm。

結 果

エクストルーダ処理による毒性値の変化

エクストルーダ処理中の試料温度および圧力をTable 2に示した。エクストルーダで処理中の各試料温度は、バレル温度よりバレル2では低かったが、バレル3においてはほぼ設定温度にまで加熱されていた。しかし、バレル内圧力については、130℃で34~43kg/cm²であったのに対し、150、170℃では、10~16kg/cm²と低い値を示した。また、試料のエクストルーダ内での滞留時間は、中腸腺混合試料の150℃処理で約3分45秒であった。

Table 2. Temperature and pressure of the mixture*¹ during extrusion processing

Extrudate	Temperature (°C)			Pressure(kg/cm ²)	
	B 2	B 3	DH* ²	B 3	DH
(Mantle)					
Ex130* ³	118	131	127	34	35
Ex150* ⁴	134	149	134	15	16
Ex170* ⁵	144	170	140	11	13
(Digestive gland)					
Ex130	119	131	128	43	42
Ex150	127	149	134	10	10
Ex170	147	170	140	12	14

* 1 Mixture : The material and defatted soy protein were mixed at the ratio of 70 : 30 (W/W) .

* 2 DH : Die hoder

* 3 Ex130 : Extruded at the temperature of the third barrel 130℃.

* 4 Ex150 : Extruded at the temperature of the third barrel 150℃.

* 5 Ex170 : Extruded at the temperature of the third barrel 170℃.

The same expressions apply to Table 3 - 5.

各試料の一般成分をTable 3に示した。試料の成分は、脱脂大豆タンパク質の添加により水分、粗脂肪の低下、粗タンパク質、灰分の上昇が見られたが、エクストルーダ処理による水分、粗タンパク質の大きな変化は見られなかった。

Table 3. Chemical composition of the material, mixture and extrudates

	Moisture	Protein	Lipid	Ash
	%			
(Mantle)				
Material	87.4	9.6	0.7	2.0
Mixture	64.4	26.4	0.4	3.3
Ex130	62.6	26.9	—	—
Ex150	63.3	26.0	—	—
Ex170	62.4	26.9	—	—
(Digestive gland)				
Material	76.1	9.4	11.4	1.7
Mixture	52.4	28.2	8.0	3.3
Ex130	51.3	27.9	—	—
Ex150	51.3	28.6	—	—
Ex170	51.5	29.7	—	—

各試料のPSP毒性値と混合試料からの減毒率をTable 4に示した。試験に用いた生殖腺、えらを含む外套膜は、38.2MU/g、中腸腺は、224.6MU/gの毒性値を示したが、脱脂大豆タンパク質の混合により毒性値は、それぞれ、外套膜14.7MU/g、中腸腺104.6MU/gとなった。各混合試料をエクストルーダによる処理を行った結果、130℃の処理で、外套膜で2.7MU/g、中腸腺では18.6MU/g、150℃の処理で、中腸腺では3.6MU/g、170℃の処理では、外套膜で2.1MU/g、中腸腺では2.3MU/gへと大きく毒性値が減少し、170℃の処理で、それぞれ、85.6%および97.8%の高い減毒率を示した。

Table 4. Changes in toxicity of PSP during extrusion processing

	Toxicity*1			
	Mantle	(%)*2	Digestive gland	(%)
Material	38.2		224.6	
Mixture	14.7	(0.0)	104.6	(0.0)
Ex130	2.7	(81.6)	18.6	(82.2)
Ex150	2.7	(81.6)	3.6	(96.6)
Ex170	2.1	(85.6)	2.3	(97.8)

* 1 Toxicity expressed as MU/g

* 2 (%) : Reduction ratio of the toxicity.

エクストルーダ処理によるPSP成分の変化について

中腸腺の各試料について、HPLC分析によりPSP成分の変化を検討した。Fig. 1, 2にPSP標準品 (GTX 1, 2, 3, 4, STX)、エクストルーダ処理に用いた中腸腺、混合試料およびエクストルーダ処理物のHPLCによるPSP分析クロマトグラムを示した。

中腸腺試料のPSP成分は、標準品の溶出位置から、GTX 1, 2, 3, 4およびSTXを含むものと推定された。試料に脱脂大豆タンパク質を添加、混合後も各PSP成分は確認された。しかし、130℃処理物では、GTX 4を示すピークは消失し、150℃、170℃処理物では、STXを示すピークしか検出されなかった。

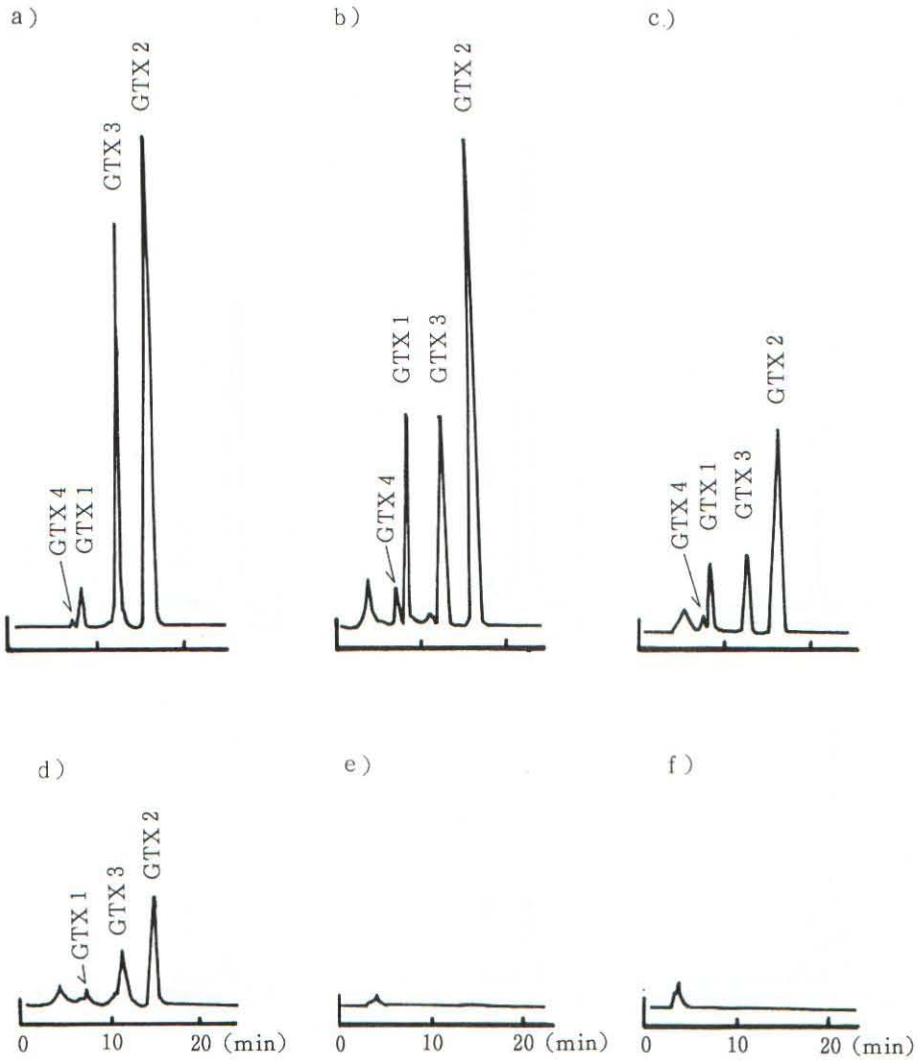


Fig. 1. HPLC chromatograms of toxins* during extrusion processing (GTX group) .

a) Standard toxin, b) Material, c) Mixture

d) Ex130 extrudate, e) Ex150 extrudate, f) Ex170 extrudate.

* 10 μ l injection of each sample.

The same expression apply to Fig. 2.

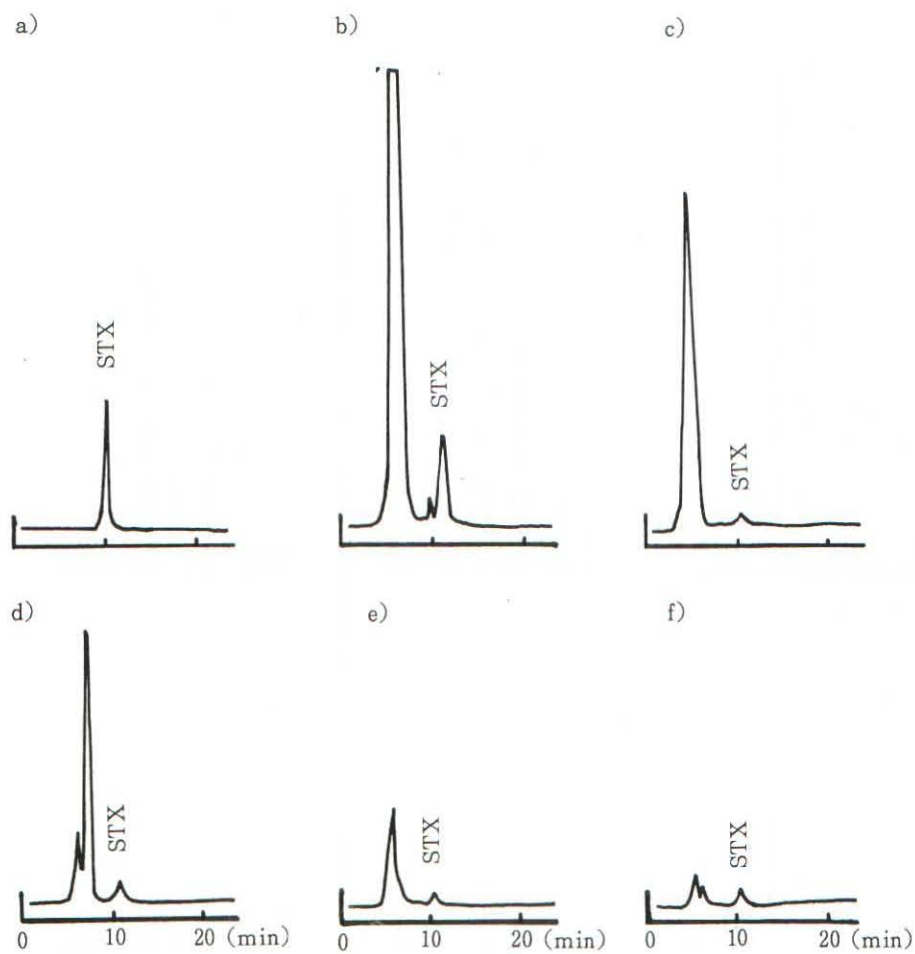


Fig. 2. HPLC chromatograms of toxins during extrusion processing (STX) .

次に、Fig. 1, 2に示した各PSP成分のピーク面積を試料1 g当りに換算し、エクストルーダ処理におけるPSP成分の変化について検討した。Table 5に混合試料のPSP各成分のピーク面積を100として、エクストルーダ処理物の各PSP成分の残存率を示した。エクストルーダ処理物の各PSP成分残存率は、130℃の処理物で、GTX 4が消失し、GTX 1, 2, 3の各成分がいずれも14.8~99.2%と減少したのに対し、STXは122.6%と処理前よりも増加した。また、150, 170℃処理物では、GTX 1, 2, 3, 4の各成分のいずれも検出されなかったが、STXは150℃の処理では103.5%、170℃の処理物においても、処理前の混合試料で検出されたピーク面積の59.6%が残存していた。

Table 5. Remaining ratio of peak area of the toxin composition by HPLC during extrusion processing

	Total peak area	GTX 1 ^{*1}	GTX 2	GTX 3	GTX 4	STX ^{*2}
Mixture	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ex130	73.6	14.8	77.9	99.2	ND ^{*3}	122.6
Ex150	2.4	ND	ND	ND	ND	103.5
Ex170	1.4	ND	ND	ND	ND	59.6

* 1 GTX expressed as gonyautoxin, * 2 STX expressed as saxitoxin.

* 3 ND : No detected

考 察

PSPにより毒化したホタテガイの減毒方法としては、すでにPRAKASH *et al.*⁴⁾、野口^{5,6)}らが缶詰製造法を応用しその加熱殺菌工程中に毒性が著しく低下することを認め、減毒処理法としてその有効性を示している。今回の試験で行ったエクストルーダによる減毒処理は、130℃の処理で81.6~82.2%、170℃の処理では、規制値（製品換算値で4 MU/g以下）を大幅に下回っておりPSPに関しては、食品衛生上問題もなく、85.7~97.8%の非常に高い減毒率が得られた。また、本研究に用いた食品用二軸エクストルーダは、短時間で高温高圧処理が連続的に行える装置である。したがって、PSPにより毒化したホタテガイ加工残渣の減毒技術としてエクストルーダ処理は、有効な方法であると考えられる。しかし、170℃での処理物においても僅かに毒性が残存していることから、今後さらに高毒性の試料についての処理条件を検討する必要があると思われる。

エクストルーダ処理による毒成分の変化をHPLCにより分析した結果、中腸腺試料にはGTX 1, 2, 3, 4, STX等のPSP成分が含まれており、混合試料においてもその組成に変化はなかった。しかし、エクストルーダによる処理で、130℃の処理物ではGTX 4を示すピークが消失し、170℃の処理物ではSTXを示すピークだけしか検出されなかった。このことから、試料に含まれているPSP成分のなかでSTXは加熱に対して比較的安定な成分であることが示唆された。しかし、加熱条件下での各PSP成分の安定性は共存する成分により異なる可能性があり、また、毒成分間での変換も考えられることから各PSP成分単体での安定性や他成分（タンパク質、糖質等）存在下における安定性等を比較検討することが必要である。この様な毒成分についての基礎的知見を集積することは減毒処理技術を確立するうえでも重要であると考えられる。

要 約

PSPにより毒化したホタテガイ加工残渣の減毒を目的として、食品2軸エクストルーダを用いた処

理を試み、一般成分および毒性値の変化を調べた。また、HPLCによるPSP分析によりエクストルーダ処理過程におけるPSP成分の変化について検討を行った。

1. 試料の一般成分にはエクストルーダ処理による大きな変化は見られなかった。
2. 毒化ホタテガイ外套膜および中腸腺に脱脂大豆タンパク質を加えた混合物（外套膜：14.7MU/g、中腸腺：104.6MU/g）の毒性値は、エクストルーダ処理により、著しく低下し、130℃で81.6～82.2%、170℃で85.7～97.8%の高い減毒率を示した。
3. HPLCによりPSP分析を行った結果、中腸腺にはGTX 1, 2, 3, 4およびSTX等のPSP成分が含まれており、脱脂大豆タンパク質試料を添加、混合後も成分組成に変化は見られなかった。しかし、エクストルーダによる130℃処理では、GTX 4を示すピークは消失し、150、170℃処理ではSTXを示すピークしか検出されなかった。

文 献

- 1) 中村全良・西田 孟・西 紘平 (1976) 豊浦湾養殖むき身ホタテガイのウロ（中腸腺）の崩壊原因 北水試月報 33 (11) 1-11
- 2) 坂本正勝・宇野 勉 (1977) 噴火湾産ホタテガイの成長と成分、軟体部歩留りについて 北水試月報 34 (11) 1-14
- 3) 林 賢治・中川義彦 (1984) ホタテガイ中腸腺組織中のエイコサペンタエン酸含量について 北大水産彙報 35 (3) 187-194
- 4) PRAKASH, A., J. C. MEDCOF and A. D. TENNANT (1971) Paralytic shellfish poisoning in eastern Canada *Fish. Res. Board Can. Bull.* 177 1-87
- 5) 野口玉雄・上田要一・尾上義夫・河野迪子・小山絹江・橋本周久・竹内俊郎・三島 進 (1980) PSPにより毒化したホタテガイの缶詰製造中における毒性値の変化 日水誌46 (10) 1273-1277
- 6) 野口玉雄・上田要一・尾上義夫・河野迪子・小山絹江・橋本周久・竹内俊郎・三島 進 (1980) PSPにより著しく毒化したホタテガイの缶詰製造中および貯蔵中における毒性値の変化 日水誌46 (11) 1339-1344
- 7) 厚生省環境衛生局乳肉衛生課 (1980) 通牒 麻痺性貝毒検査法 食品衛生研究 30 767-773
- 8) OSHIMA, Y., K. SUGINO and T. YASUMOTO (1988) *Proceedings of 7th International Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins* Elsevier Science Publishers 319-326.

北海道立水産試験場研究報告 編集・発行方針

1. 趣旨

水産技術、研究の向上を図り水産業の発展に資するため、北海道立水産試験場研究報告を発行する。

2. 誌名

和名 北海道立水産試験場研究報告
(略称「北水試研報」)

英名 Scientific Reports of Hokkaido Fisheries Experimental Station
(略称, Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.)

3. 発行

- (1) 発行は、北海道立中央水産試験場（以下、「中央水試」という）が行う。
- (2) 発行回数は、年2回以上とする。
- (3) 北海道立水産試験場図書出版委員長会議（以下、「図書出版委員長会議」という）が、特定の時期に、特定の主題に即した論文等を集め、これを整理統合することが適当と認めた場合は、特別号を発行することができる。

特別号は、北水試研報の誌名の下に、特別号である旨を付記し、北水試研報と一連の号数を与える。

4. 編集

4. 1 報文の内容

北水試研報の報文の内容を次のように分類する。

- ア 原著論文：水産業の発展に資する研究成果としての論文で未発表のもの。
- イ 短 報：論文としてまとめ得ないが、新しい事実や価値あるデータを含む研究速報。
- ウ 総 説：水産業の発展に資するため、特定の題目について最近までの研究情勢の紹介を記載したもの。ただし、中央水試図書出版委員会が寄稿を依頼したものとする。

4. 2 報文の登載順序

報文の登載順序は、総説、原著論文、短報の順とし、同一分類の報文は、次の順序とする。

- ア 海洋系統
- イ 漁業資源系統
- ウ 増殖系統
- エ 加工系統
- オ その他

登載原稿が同一の系統の場合は日本十進分類法の順とする。

4. 3 報文の審査及び編集

報文の審査及び編集は、中央水試図書出版委員会が行う。

なお、総説の審査、特別号の編集などに当たり、図書出版委員長会議が必要と認めた場合は、中央水試図書出版委員会の下に特別編集委員会をおくことができる。

特別編集委員会は、都度組織し、配付終了と同時に解散する。

5. 体裁

別に定める「北海道立水産試験場研究報告の体裁」による。

6. 投稿

別に定める投稿規程による。

7. 配付先

- (1) 国公立試験研究機関，大学，海外相当機関，行政機関及び水産関係団体などの配付先とし，交換を原則とする。
- (2) 民間団体等の機関及び個人については，必要に応じて別刷りを執筆者が配付する。

8. 事務局

編集・発行に係る事務局は，中央水試企画情報室におく。

付. この方針は，平成4年3月9日から実施する。

北海道立水産試験場報告・北水試月報の編集・発行要領（昭和55年1月1日）は廃止する。

北海道立水産試験場研究報告 投稿規程

1. 投稿者の資格

投稿者の資格は、次のとおりとする。

- (1) 北海道立水産試験場及び北海道立栽培漁業総合センター（以下、「北水試」という）の職員。共著の場合、北水試の職員以外の者を含むことは差し支えないが、筆頭者は北水試職員でなければならない。
- (2) (1)以外の者で、中央水産試験場（以下、「中央水試」という）図書出版委員会が寄稿を依頼した者。

2. 報文の種類及び内容

2. 1 報文の種類

- (1) 原著論文：水産業の発展に資する研究成果としての論文で未発表のもの。
- (2) 短 報：論文としてまとめ得ないが、新しい事実や価値あるデータを含む研究速報。
- (3) 総 説：水産業の発展に資するため、特定の題目についての最近までの研究情勢の紹介を記載したもの。ただし、中央水試図書出版委員会が寄稿を依頼したものとする。

2. 2 使用言語

日本語又は英語とする。

英文は、十分な添削を経て提出すること。

なお、英文について、中央水試図書出版委員会が必要と認めた場合は、英文校閲者に送付して校閲を受ける。修正の勧告を受けた場合は、原稿は一旦著者に返戻するので著者は内容を検討した上、修正すべき箇所を修正した後、原稿を返送する。

2. 3 報文の長さ

短報は、原則として本文刷り上がり2ページ（図、表の占める面積も含め、4,000字）以内とする。

3. 原稿の提出方法

3. 1 北水試職員の場合

原稿は、所属部長を経て著者が所属する北水試の出版委員会に提出する。

提出された原稿は、出版委員会で協議をし、所属場長の承認を得て委員長名で中央水試図書出版委員長に提出する。

なお、中央水試職員の原稿については、所属部長を経て中央水試図書出版委員長に提出する。

3. 2 北水試職員以外の者の場合

原稿は、中央水試図書出版委員長に提出する。

4. 登載の可否の決定方法

中央水試図書出版委員長に提出された原稿は、中央水試図書出版委員会による審査校閲を経て登載の可否を決定する。ただし、特別号への投稿論文、総説等については、あらかじめ特別編集委員会の審査・校閲を経ることがある。

5. 原稿の受理年月日及び報文番号

原稿の受理年月日は、登載決定年月日とする。

登載が決定した報文には、報文番号を付す。

6. 原稿の書き方

6. 1 原稿用紙又はタイプ用紙の指定

- (1) 和文原稿は、A 4 判横書き400字詰め原稿用紙を使用する。(鉛筆書きは不可。)

「,」, 「。」などは1画をあたえ改行の場合は書き出しを1字あける。

ただし、ワードプロセッサの原稿はA 4 判の用紙に25字×20行(全角文字)を使用し、上下左右の余白を30mm程度とる。

- (2) 英文原稿はA 4 判上質紙に12ピッチ 2 段送りでタイプし、上下左右の余白を30mm程度とる。

ただし、ワードプロセッサの原稿は、70字×20行(半角文字)となるようにする。なお、行の終わりで語のつづりを切らない。

6. 2 用字、用語及び表記の方法

- (1) かなづかい、内閣告示「現代かなづかい」、送り仮名は、内閣告示「送り仮名の付け方」に従い、できるだけ常用漢字を用い、かい書で簡潔平易に記載すること。

- (2) 動植物学名は、イタリック(sub sp., var., form などの文字はイタリックにしない)、命名者名は首字をキャピタル、首字以外はスモールキャピタルとし、原語のまま書く。

- (3) 動植物名の和名はカタカナ、外国の地名、化学名、その他特殊な語は慣例に従って、漢字またはカタカナで書く。

- (4) 活字の指定は、次の記号を用いて原稿中の必要な箇所に朱書する。

キャピタル	≡	スモールキャピタル	≡
イタリック	—	ボールド(ゴシック)	〰

6. 3 報文の第1ページ目の形式

- (1) 報文の第1ページには、次の事項を記載する。

標題、著者名、所属機関名等

- (2) 和文の報文の第1ページには、次の事項も記載する。

英語による標題、著者が日本人の場合はローマ字書きの姓名、著者の所属する機関名等の英語表記及びローマ字書きの所在地

- (3) 英文の報文の第1ページには、次の事項も記載する。

日本語による標題、著者が日本人の場合には著者名の漢字表記、著者の所属機関等が日本語表記を持つ場合にはその表記

6. 4 英語による抄録(Abstract)の添付

原著論文及び総説には、英文で200語程度(A 4 判用紙に2 段送りで1 枚以内)にまとめた抄録を別に添付する。図表及び文献などの引用はしない。なお、英文は十分な添削を経ること。

6. 5 日本語による要旨の添付

報文には、標題、著者名を含め300字以内にまとめた日本語による要旨を別に添付する。

6. 6 報文の構成要素に関する記載上の注意事項

6. 6. 1 標題

- (1) 標題は、簡潔に報文の内容を表すようにする。
- (2) 継続報文の場合は、標題の後にローマ数字でシリーズ番号を「-II」のように付し、別行に副題をつけるとともに、前報の所在を脚注に記載する。
- (3) 英語の表題は、最初の語は首字のみキャピタル、その他固有名詞以外はスモールとする。
- (4) 総説と短報については、表題の最後に（総説, Review）,（短報, Short Paper）と記載する。

6. 6. 2 著者名

- (1) 標題の下に記載する。
- (2) 英語及びローマ字書きの著者名は、姓の全てと名の首字をキャピタル、他はスモールとする。
- (3) 日本語、外国語を問わず、連名の時は「,」で区切り、最後の名前は「and」で連ねる。
- (4) 共著者がある場合、共著者の数は必要最小限にとどめ、研究の協力者は共著者とせず、謝辞に記載する。

例：① 2名の場合

北 斗 一 郎, 大 空 二 郎

Ichiro HOKUTO and Jiro OOZORA

② 3名の場合

北 斗 一 郎, 大 空 二 郎, 大 雪 三 郎

Ichiro HOKUTO, Jiro OOZORA
and Saburo DAISETSU

6. 6. 3 所属機関名等

著者名の右肩にアスタリスクを付し、脚注に所属機関名等（所属機関名及び所在地の英語表記を付記）を名称を省略せず記載する。著者が2名以上の場合は、*1*2等のように適宜番号を付す。

6. 6. 4 本文の記載

- (1) 原著論文は原則として、まえがき、材料及び方法、結果、考察、要約、謝辞及び文献の順とする。
- (2) 見出しが必要な場合は、ポイントシステムを基本とし、次のように記載する。見出しの活字はボールド指定する。

例 第1章.....1. ○○○
第1章第2節.....1. 2 ○○○
第1章第2節第3項.....1. 2. 3 ○○○

6. 7 図（写真を含む）・表

- (1) 図・表及びこれらの説明文は、本文原稿中に書き入れず、またこれらのための空白を本文中に残さないようにし、挿入位置を本文の欄外に明示する。
- (2) 図・表はできるだけA4判の用紙を用いて作成し、それぞれ番号と著者名を裏に朱書しておく。
- (3) 図・表の表題と説明文は英語又は日本語で記載する。番号はボールド指定で、「Table 1」, 「表1」のように表の上に、また、「Fig. 1」, 「図1」のように図及び写真の下に記載する。
- (4) 図は印刷される大きさの1.5～2倍を目安とする。
- (5) 図は製図用黒インク等で明りょうに描き、トレーシングペーパーに描いた原図は厚紙に貼付する。
- (6) 文字の印刷が必要な場合は、原図に直接記入せず、透明な紙でおおった上に必要な文字を所定の

位置に記入する。

(7) 写真は、鮮明なものを選び、台紙に貼付すること。なお、印刷は原則としてモノクロームとする。

6. 8 文献の書き方

(1) 文献は、一括して末尾の文献の項に集める。

(2) 本文に引用するときは、関連箇所に引用の順に“うわつき”で「..佐野^{1, 2)}」, 又は「..Clarke³⁻⁵⁾」のように一連の引用番号をつける。

(3) 書誌要素の記述は、次の順序による。

① 逐次刊行物の場合

引用番号) 著者名: 表題, 誌名(略名を用いる。欧文はイタリック), 巻(Vol. など付けず数字のみ, 通号も同様とする。), 号数(数字のみ, 括弧に入れる。), 初頁-終頁(pp.などの文字は書かない。), 発行年(()書き)の順に記載する。

② 単行本1冊を引用する場合

引用番号) 著者名: 書名, 第○版, 出版地, 出版者, 出版年, 総頁数の順に記載する。

③ 単行本の中の1章又は一部を引用する場合

引用番号) 著者名: “論文名(章の見出し)”, 書名, 第○版, 出版地, 出版者, 出版年, 引用頁。

記述例

-
- 1) 若生允, 小島伊織: オホーツク海南西域の海況について(2), 北水試報, 1, 1-12(1963)
 - 2) Lauren, D. J. and McDonald, D. G. : Acclimation to copper by rainbowtrout, Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44(3), 99-104(1987)
 - 3) 吉村信吉: 湖沼学, 増補版, 東京, 生産技術センター, 1976, 439 P.
 - 4) Clarke, G. L. : Elements of ecology, New York, John Wiley, 1954, 533 P.
 - 5) Moore, W. J. (藤代亮一訳): 物理化学(上), 第4版, 東京化学同人, 1972, 482 P.
 - 6) 酒井昭: “7. 凍結障害の機序”, 植物の耐凍性と寒冷適応, 東京, 学会出版センター, 1982, 155-184.
 - 7) Round, F. E. : “7 Phytoplankton”. The ecology of algae, Cambridge, Cambridge University Press, 1981, 246-259.
-

7. 図・表などの他からの引用について

他の印刷物から図・表などを引用又は転載する場合, 著作権に関する事項は著者が事前に解決しておかなければならない。なお, その出典を明記すること。

8. 校正

(1) 校正は日本工業規格で定められた記号を用いて行う。なお, 字体や字句を改変加減することは極力避けること。

(2) 校正責任者

初校は, 著者が行う。

9. 別刷り

別刷りは、各論文ごとに50部を作成し、著者に配布する。著者が50部以上の別刷りを希望する場合は、あらかじめ中央水産試験場企画情報室情報課に申し出ること。

付. この規程は、平成4年3月9日から実施する。

北海道南西部大成町の磯焼け

名畑進一・阿部英治・垣内政宏

1985～1986年に大成町の磯焼け地帯で、動植物の量的分布と、基質投入による海藻群落形成過程を調査した。初夏の植食動物現存量は約270 g/m²で、そのうちキタムラサキウニは90%以上を占め、水深2～6 mで最も多かった。海藻は4 m以深で極端に少なかった。ホソメコンブと無節サンゴモ類およびキタムラサキウニの分布の相関性を検討した。1985年秋に水深3 mと7 mに投入したフトン籠礁には、翌年3～4月にホソメコンブやそのほかの海藻の着生が認められたが、その後キタムラサキウニなどが多数蛸集して摂食したため、7月までにコンブ群落は消失した。2年目以後はコンブの着生はほとんど認められず、無節サンゴモ類の被度は3年目で約90%に達した。この海域ではキタムラサキウニを主とする大型植食動物の過度の食害が、磯焼けの主要な発生・持続原因になっていると推察した。

A188 北水試研報 38 1-14 1992

ホタテガイ貝毒に関する研究 第1報 エクストルーダ処理による麻痺性貝毒の減毒

太田智樹・野俣 洋・武田忠明
飯田訓之・信太茂春

麻痺性貝毒(PSP)により毒化したホタテガイ加工残渣の減毒を目的としてエクストルーダを用いた処理を試み、その毒性値の変化を調べた。また、HPLCにより、PSP成分の変化についても検討した。毒化ホタテガイの外套膜および中腸腺に脱脂大豆タンパク質を加えた混合物の毒性値は、エクストルーダ処理により、著しく低下し、130℃で81.6～82.2%、170℃で85.7～97.8%の高い減毒率を示した。HPLCによる分析の結果、中腸腺にはGTX 1, 2, 3, 4 およびSTX等のPSP成分が含まれていた。また、脱脂大豆タンパク質を混合した試料においても毒成分の組成に変化は見られなかった。しかし、エクストルーダによる130℃処理でGTX 4を示すピークは消失し、150℃、170℃処理ではSTXを示すピークしか検出されなかった。

A190 北水試研報 38 23-30 1992

ケガニ稚ガニ期の底質選択性

中島幹二

放射状に8つに仕切った円形の水槽3基に4種類(礫、粗砂、中砂、細砂)の底質を対角となるように敷き、各水槽にはケガニの稚ガニ(第5齢期、第6齢期)を1、2、5尾それぞれ収容し、合わせて57回底質の選択性を調べた。両齢期とも潜砂した固体のうち約半数以上が細砂に潜砂した。これについて、 χ^2 を検定を行ったところ、すべての区で有意な差があった。両齢期の稚ガニは、より細かい砂の底質を選択する結果となった。これは、道東での天然稚ガニの分布調査の結果と一致した。また、1、2尾区ではすべての回でほとんどの個体が潜砂したのに対し、5尾区では潜砂しない個体が多かった。潜砂行動は密度に影響されないという仮説を立てて χ^2 検定を行ったところ、両齢期とも有意な差があり、潜砂行動に密度が影響した結果となった。これより、潜砂に固体密度が関係する可能性が示唆された。

A189 北水試研報 38 15-21 1992

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 網走市鱚浦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 芽部郡鹿部町字本別539-112 (Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan)

北海道立水産試験場研究報告 38号

1992年3月30日 発行

編集兼
発行者

北海道立水産試験場

北海道余市郡余市町浜中町238

電話 0135(23)7451 代

F A X 0135(23)3141

印刷所 日東印刷株式会社

小樽市相生町7番4号

電話 (0134)23-1559番
