ウバガイ *Pseudocardium sachalinense* の成長に及ぼす 生息密度の影響

堀井 貴 司,^{1*} 村 上 修,² 櫻 井 泉³

(2001 年 9 月 13 日受付, 2002 年 4 月 4 日受理)

¹北海道立釧路水産試験場, ²北海道立網走水産試験場, ³北海道立中央水産試験場

Effect of density on growth in Sakhalin surf clam *Pseudocardium sachalinense*

TAKASHI HORII,^{1*} OSAMU MURAKAMI² AND IZUMI SAKURAI³

¹Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Kushiro, Hokkaido 085-0024, ²Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station, Abashiri, Hokkaido 099-3119, ³Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, Yoichi, Hokkaido 046-8555, Japan

In 1989, a dominant year class of Sakhalin surf clam *Pseudocardium sachalinense* occurred off Noboribetsu, Hokkaido. During the survey, the high-density main habitat of the dominant year class was distributed about 4 km along the shoreline and remained unchanged. However, the depth range of the habitat had narrowed to 7-13 m depth in 1994 from 3-13 m depth in 1990. It was estimated that the capacity for clam biomass was limited to 15-16 kg/m² in the sea area. It was considered that shell growth and fresh yield of Sakhalin surf clam at 4 years old were restrained when the inhabiting density exceeded 2-3 kg/m².

キーワード：ウバガイ，ホッキガイ，卓越発生，成長，生息密度

ウバガイ *Pseudocardium sachalinense* は、鹿島灘以北の浅海砂浜域に生息する大型二枚貝であり、北海道ではホッキガイと通称される産業重要種である。本種は東北地方太平洋沿岸や北海道で漁獲対象となっているが、主要産地は北海道であり、ここ数年、北海道における漁獲量（約 5,500 トン）は全国の漁獲量（約 8,000 トン）の 60~70% に達し、特に胆振地方では全国の漁獲量の 20~30% を占めるに至っている。

本種は卓越発生をすることが知られており、¹⁻⁷⁾ 苫小牧を中心とする胆振地方のウバガイ漁場の個体群も卓越年級群で構成されていることが報告されている。⁸⁾ 卓越年級群の成長は他の年級と比べて劣っていると報告されており、^{3,4,7)} 卓越年級群で構成されている個体群を漁獲対象としている地域では、貝の小型化が魚価低迷の一因になると考え、魚価向上のためにも成長阻害要因を明らかにすることが望まれている。

登別沖でのウバガイ漁獲量は 1950 年代には 100 トンを越えていたが、1960 年代以降低減し、1980~1990 年には数トンから 20 トン程度となり、資源量も 100~

500 トン程度と推定されていた。これまで本海域では稚貝の大量発生が認められたことはなかったが（登別漁業協同組合、私信）、登別漁業協同組合と室蘭地区水産技術普及指導所が 1990 年 6 月 27 日から 7 月 16 日にかけて操業用噴流式桁網（桁幅 1.2 m、受網目合 75.8 mm）を用いて行ったウバガイの資源量調査時に、1 歳と考えられる平均殻長 28 mm の個体が幌別川沖以東の海岸線 4~5 km にわたって大量に採集された。この 1989 年発生の卓越年級群の追跡調査からウバガイの成長に及ぼす生息密度の影響について知見を得たので報告する。

材料および方法

登別沖のウバガイ漁場は鶯別岬から蘭法華岬にかけての約 13 km であり、操業が行われる主要水深帯は 9~12 m である（Fig. 1）。本研究では、この範囲を対象に海岸線に垂直な 19 本の調査線（A~S 線）を設け、各線の水深 3~13 m の範囲に 1~8 点の調査点を設定した（Table 1）。1990 年 7 月 26 日、9 月 12 日、1991 年 8 月 30 日および 1992 年 7 月 15 日には桁網（桁幅 50

* Tel : 81-154-23-6221. Fax : 81-154-23-6225. Email : horiit@fishexp.pref.hokkaido.jp

Fig. 1. Region and survey line off Noboribetsu in Hokkaido.

cm, 受網の目合 4 mm) を, 1993 年 6 月 8 日, 9 月 1 日, 1994 年 5 月 25~26 日および 1997 年 4 月 15 日には噴流式桁網 (桁幅 1.2 m, 受網の目合 81.8 mm) を用いて調査を行った。なお, 桁網の曳網距離は 2 m, 噴流式桁網の曳網距離はウバガイが高密度に生息していた調査点では 10 m, その他の調査点では 70 m とした。

1990~1993 年 6 月の調査ではウバガイ 1989 年級群の個体数を計数した後, 殻長および重量を測定した。1994 年の調査では全調査点で 1989 年級群の計数と重量測定を行い, C, D, K, L, M, Q, S 線と I 線の水深 7 m (以降 I-7 のように略す), I-9, J-7, J-9, J-11, N-7, N-9, N-11 では殻長も測定した。また, 1993 年 9 月の J, N 線, 1994 年の C, D, L, Q, S 線と J-9, そして 1997 年の H-9, M-9 で採集された 1989 年級群については, 殻長, 殻高, 殻幅, 重量, 殻重量および軟体部重量を測定した。さらに, 1993 年 6 月および 1994 年の調査では 1989 年級群以外のウバガイとバカガイおよびサラガイ類の計数, 重量測定も併せて行った。

結 果

分布 1990 年 7 月の調査では, ウバガイ 1989 年級群は L-5 で 76 個体/m², L-10 で 378 個体/m², L-15 で 10 個体/m², C-5 で 0.7 個体/m² が認められ, C-10, R-5 および R-10 では採集されなかった。

本年級群の分布の推移を Fig. 2 に示した。本年級群は 1990 年 9 月には G, I, L 線の水深 3~13 m にわたって多く分布し, 最高生息密度は L-7 の 1221 個体/m² であった。1991 および 1992 年に本年級群が高密度に生息していたのは J, K, M, O 線であり, 1993 年には I, J,

K, L, M, N 線であった。1994 年 5 月の調査でも I~N 線間に本年級群の高密度分布域が認められたが, H 線以西および Q 線以東では本年級群が極めて少なく, 1 個体/m² 未満の密度であった。また, 生息水深帯を見ると, 本年級群は 1990 年には 5 m 以浅にも分布していたが, 1994 年には極めて少なくなっており, 高密度に生息していたのは 7 m 以深であった。

殻長と生息密度 各調査年の個体数および重量に基づく生息密度と平均殻長との関係をみると (Fig. 3), 1990 年ではそれぞれ $r = -0.102$ ($P > 0.05$) および $r = -0.408$ ($P > 0.05$), 1991 年ではそれぞれ $r = -0.322$ ($P > 0.05$) および $r = -0.478$ ($P > 0.05$), 1992 年ではそれぞれ $r = 0.081$ ($P > 0.05$) および $r = -0.043$ ($P > 0.05$) で, 生息密度の高低による殻長の差を認めることはできなかった。しかし, 1993 年にはそれぞれ $r = -0.885$ ($P < 0.05$) および $r = -0.917$ ($P < 0.05$), 1994 年にはそれぞれ $r = -0.753$ ($P < 0.05$) および $r = -0.770$ ($P < 0.05$) となり, 生息密度が高くなると殻長が小さくなる傾向が認められた。また, 各年の最高生息密度をみると, 個体数に基づく密度は毎年減少したが, 重量に基づく密度は 1990~1992 年までは毎年増加し, 1992 年以降はほぼ一定値 (15~16 kg/m²) を示した。

生息密度の高低による殻長の差が認められた 1993 および 1994 年の状況を詳細にみるために, ウバガイ 1989 年級群の殻長と本年級群, ウバガイ全年級群および全二枚貝 (ウバガイ, バカガイ, サラガイ類) の生息密度との関係をそれぞれ Fig. 4 および 5 に示した。

1993 年についてみると, 1989 年級群の殻長は, 密度

Table 1. Summary of sampling gears (○: dredge, ⊙: Sakhalin surf calm hydraulic jet dredge) in the survey.

Survey line		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Date	depth																			
1990/7/26	5 m			○									○						○	
	10 m			○									○						○	
	15 m												○							
1990/9/12	3 m							○		○			○							
	5 m							○		○			○							
	7 m					○							○			○		○		
	9 m							○		○			○							
	11 m												○							
													○							
	13 m												○							
1991/8/30	5 m													○						
	7 m								○		○	○		○		○		○		
	9 m								○		○	○		○		○		○		
	11 m													○						
	13 m													○						
1992/7/15	5 m													○						
	7 m								○		○	○		○		○		○		
	9 m								○		○	○		○		○		○		
	11 m													○						
	13 m													○						
1993/6/8	9 m								⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙		
	1 m								⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙		
1993/9/1	7 m										⊙				⊙					
	9 m										⊙				⊙					
	11 m										⊙				⊙					
1994/5/25 ~5/26	3 m														⊙					
	5 m											⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	6 m																	⊙		
	7 m									⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		
	9 m	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙
	11 m									⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	12 m	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙		⊙									⊙	⊙	⊙
	13 m									⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
1997/4/15	9 m								⊙					⊙						

が 2 kg/m^2 以下では $82 \sim 86 \text{ mm}$ で密度の差による殻長の差は認められなかったが ($r = -0.207, P > 0.05$), 3 kg/m^2 以上では密度の増加に伴って漸減的に小さくなる傾向が認められ ($r = -0.915, P < 0.05$), 生息密度が 2 kg/m^2 以下と 6 kg/m^2 以上との間には $10 \sim 20 \text{ mm}$ の成長差が認められた。ウバガイ 1989 年級群の殻長と本種全年級群および全二枚貝の生息密度との関係でも, 本種全年級群が 2 kg/m^2 以下および全二枚貝が 2.1 kg/m^2 以下の密度では殻長の差は認められず ($r = 0.208, P > 0.05$ および $r = -0.301, P > 0.05$), 3 kg/m^2 以上になると殻長が漸減的に小さくなる傾向が認められた ($r = -0.873, P < 0.05$ および $r = -0.866, P < 0.05$)。小型化傾

向が認められた 3 kg/m^2 以上の密度の調査点は全て I~N 線上にあり, そこでは本年級群以外の二枚貝が採集されることは極めて稀であった。

一方, 1994 年についてみると, 1989 年級群の殻長は本年級群の生息密度が 100 g/m^2 以下では $90 \sim 95 \text{ mm}$ の範囲にあったが, 1 kg/m^2 以上ではそれよりも $10 \sim 20 \text{ mm}$ 程度小さくなる傾向が認められた。また, 1989 年級群の生息密度が $100 \text{ g} \sim 1 \text{ kg/m}^2$ における殻長 90 mm 以上の調査点は D-9, 90 mm 未満の調査点は K-5, K-13, L-5, M-5 であった。I~N 線上では 1989 年級群の生息密度に伴う殻長の漸減的な小型化傾向が認められた ($r = -0.808, P < 0.05$)。本種全年級群および全二枚

Fig. 2. *Pseudocardium sachalinense*. Spatial distribution of 1989 year class Sakhalin Surf Clam off Noboribetsu.

貝の生息密度とウバガイ 1989 年級群の殻長との関係を見ると、C, D, Q および S 線上では 1.7 kg/m^2 (本種全年級群) および 2.2 kg/m^2 (全二枚貝) までは殻長に差は認められなかった ($r = 0.019, p > 0.05$ および $r = 0.008, p > 0.05$)。なお、1993 年と同じく、I~N 線上では 1989 年級群以外の二枚貝はほとんど採集されなかった。

1993, 1994 年および 1997 年に生息密度が高かった調査点と低かった調査点で採集されたウバガイ 1989 年級群の各部位の測定値および各種指数値をそれぞれ Table 2, 3 および 4 に示した。1993 年の殻高および重量の平均は、低密度の調査点ではそれぞれ 87.3 mm および 159.8 g 、高密度の調査点ではそれぞれ 75.4 mm および 100.1 g であり、高密度域では低密度域に比べて殻長で 86.4% 、重量では 62.7% 小型であった (Table 2)。また、1994 年の殻高および重量の平均は、低密度調査点

Fig. 3. *Pseudocardium sachalinense*. Relationship between density (ind./m²; upper, g/m²; lower) and shell length of 1989 year class. □: Sep. 1990, ◆: Aug. 1991, △: July 1992, ●: June 1993, ○: 1994

ではそれぞれ 93.3 mm および 199.6 g 、高密度調査点ではそれぞれ 77.7 mm および 113.3 g であり前者に比べて後者は殻長で 83.3% 、重量で 56.8% 小型であった (Table 3)。1997 年の殻高および重量は、低密度調査点ではそれぞれ 100.1 mm および 253.0 g 、高密度調査点ではそれぞれ 80.6 mm および 136.1 g であり前者に比べて後者の殻高および重量はそれぞれ 80.5% および 53.8% 小さかった (Table 4)。

高密度域と低密度域における各種指数の平均値を比較したところ (F および t 検定; 不等分散の場合は *Cochran-Cox* 法を用いた)、1993 年の殻高/殻長 ($F = 0.789, t = 0.631, P > 0.05$)、1994 年の殻高/殻長 ($F = 1.599, t = 0.160, P > 0.05$) および 1997 年の殻幅/殻長 ($F = 0.649, t = 1.178, P > 0.05$) には有意差が認められなかったが、その他の指数には有意差 (すべて $P < 0.05$) が認められた。

考 察

1990 年 9 月から 1994 年 5 月までの調査の結果、1989 年級群が非常に高い密度で生息していた主要分布域は、幌別川沖から岡志別川東方沖の約 4 km にわたっていた。1990 年に高密度生息域が確認された幌別川以西 (G 調査線) や 1992 年まで密度の高かった O 調査線ではその後に密度の低下が認められ、それ以外に分布域の大きな縮小は認められず、主要分布範囲は調査期間

Fig. 4. *Pseudocardium sachalinense*. Relationship between densities of 1989 year class, all year classes and all bivalves and shell length of 1989 year class in June 1993. Open and solid circles represent means of shell length in area of high (Line I-N) and low (Line H, O and Q) densities. Vertical bars indicate standard deviation. All bivalves include *P. sachalinense*, *Macra chinensis* and *Megangulus sp.*

中ほとんど変化がなかったと考えられた。また、主要分布域に隣接する調査点の生息密度は非常に低く、本年級群の分布は極めて集中的であったと考えられた。

ウバガイの稚貝は沖合から岸へ向かう経時的な移動をすることが八雲沿岸、厚岸湾、別海町床丹地先で報告されている。⁹⁻¹¹⁾ 本海域では、ウバガイ 1989 年級群は 1990 年には水深 3~13 m で採集され、1994 年には水深 5~13 m で採集されたが、水深 5 m での生息密度は 1990 年に比べて 1994 年には極めて低くなっていた。そして、主要な分布水深帯は本漁場の操業水深帯 (9~12 m) とほぼ一致するようになった。本調査結果から個体の深浅移動について論じることが難しいが、1989 年級群の分布水深帯の経時的な岸側への移動は認められなかった。水深 5 m 以浅にほとんど分布していないのは、北海道沿岸域での本種の底生生活期における減耗の主要因と考えられている波浪などによる岸への打ち上げ

Fig. 5. *Pseudocardium sachalinense*. Relationship between densities of 1989 year class, all year classes and all bivalves and shell length of 1989 year class in May 1994. Open and solid circles represent means of shell length in area of high (Line I-N) and low (Line C, D, Q and S) densities. Vertical bars indicate standard deviation. All bivalves are the same as in Fig. 4.

作用⁹⁻¹¹⁾が影響しているのかもしれない。

北海道のウバガイ漁場には本種の他にバカガイ *Macra chinensis* やサラガイ類 *Megangulus venulosa*, *M. zyonensis*, *M. luteus* が混在する場合が多い。登別沖漁場でも、例えばウバガイ 1989 年級群が発見された 1990 年の推定資源量はウバガイが 257 t、バカガイが 263 t、サラガイ類が 474 t と推定されていた。しかし、本調査において、1989 年級群の生息密度が高かった主要分布域では、本年級群以外のウバガイも含め、他の二枚貝はほとんど採集されなかった。また、主要分布域外では他の二枚貝が混在していたものの、全二枚貝の生息密度 0.2~2.1 kg/m² (1993 年 6 月) および 0.1~2.2 kg/m² (1994 年 5 月) の範囲内では 1989 年級群の殻長に差は認められなかった。これらのことから、本調査海域では 1989 年級群以外の二枚貝は本年級群の成長に対して影響を及ぼしていないことが推察される。

1992 年までは、生息密度によるウバガイ 1989 年級

Table 2. Mean and standard deviation (SD) of each measurement part and indices of Sakhalin surf clam off Noboribetsu, Sep. 1993.

SL and depth	DN	DW		L	H	T	TW	SW	FW	H/L	T/L	T/H	SI	FI	FW/SW
Low density area															
P-7 m	2.0	320	mean	86.3	71.4	45.9	157.0	63.0	42.5	0.83	0.53	0.64	0.40	0.27	0.78
			SD	3.56	3.64	2.82	24.51	13.16	7.39	0.023	0.018	0.026	0.029	0.027	0.087
P-9 m	0.7	118	mean	87.8	72.8	46.9	163.3	63.4	45.1	0.83	0.53	0.64	0.39	0.28	0.80
			SD	3.44	3.26	2.31	20.32	10.31	6.48	0.023	0.019	0.017	0.025	0.019	0.107
P-11 m	0.6	99	mean	87.9	72.3	46.8	159.0	58.6	46.2	0.82	0.53	0.65	0.37	0.29	0.85
			SD	4.06	3.79	3.10	27.10	12.67	7.71	0.020	0.020	0.023	0.022	0.022	0.104
Mean of low density area	1.1	180	mean	87.3	72.2	46.5	159.8	61.8	44.6	0.83	0.53	0.64	0.38	0.28	0.81
			SD	3.72	3.57	2.75	23.90	12.14	7.28	0.022	0.019	0.022	0.029	0.025	0.102
High density area															
L-7 m	42.8	4,219	mean	74.8	61.7	39.4	98.6	37.7	29.2	0.83	0.53	0.64	0.38	0.30	0.69
			SD	5.12	4.05	2.62	19.27	8.75	5.71	0.018	0.019	0.021	0.019	0.023	0.103
L-9 m	50.1	4,877	mean	74.3	62.0	39.0	97.3	36.0	28.3	0.83	0.52	0.63	0.37	0.29	0.72
			SD	5.02	4.24	3.00	23.41	10.32	5.82	0.019	0.019	0.022	0.22	0.033	0.085
L-11 m	43.9	3,160	mean	77.3	63.8	40.3	104.4	37.9	31.7	0.83	0.52	0.63	0.36	0.30	0.80
			SD	4.48	3.54	2.45	16.89	6.95	5.06	0.021	0.018	0.022	0.025	0.022	0.091
Mean of high density area	45.6	4,565	mean	75.4	62.5	39.6	100.1	37.2	29.8	0.83	0.52	0.63	0.37	0.30	0.73
			SD	5.01	4.02	2.73	20.05	8.72	5.66	0.020	0.019	0.022	0.023	0.027	0.104
Comparison of low area and high area				1.102	0.935	0.790	0.623	0.549	0.656	1.040	0.903	0.959	1.116	0.982	0.876
SL = Survey line	L = Length (mm)		TW = Total weight (g)			H/L = Height/Length			SI = Shell weight/Total weight						
DN = Density (number/m ²)	H = Height (mm)		SW = Shell weight (g)			T/L = Thickness/Length			FI = Flesh weight/Total weight						
DW = Density (g/m ²)	T = Thickness (mm)		FW = Flesh weight (g)			T/H = Thickness/Height									
Comparison of low area and high area: Mean of high density area/Mean of low density area															

Table 3. Mean and standard deviation (SD) of each measurement part and indices of Sakhalin surf clam off Noboribetsu, May 1994.

SL and depth	DN	DW		L	H	T	TW	SW	FW	H/L	T/L	T/H	SI	FI	FW/SW
Low density area															
C-9 m	0.1	30	mean	95.3	79.7	52.3	217.2	90.3	80.0	0.84	0.55	0.66	0.41	0.37	0.89
			SD	3.88	3.60	3.53	30.04	14.89	15.42	0.016	0.030	0.039	0.015	0.046	0.124
C-12 m	0.2	36	mean	94.9	78.3	50.0	200.8	75.8	76.5	0.82	0.53	0.64	0.38	0.38	1.01
			SD	4.71	4.05	2.81	27.51	9.83	10.04	0.013	0.022	0.025	0.016	0.034	0.085
D-9 m	4.0	812	mean	93.8	77.8	50.5	204.0	84.4	78.3	0.82	0.53	0.65	0.41	0.38	0.94
			SD	3.36	2.94	2.47	24.61	13.80	8.72	0.014	0.018	0.024	0.027	0.037	0.136
D-12 m	0.4	81	mean	91.2	75.2	49.0	185.1	73.5	68.5	0.83	0.54	0.65	0.40	0.37	0.95
			SD	4.52	3.44	3.08	28.00	12.06	12.02	0.020	0.023	0.030	0.041	0.051	0.165
Q-9 m	0.2	44	mean	95.3	77.1	49.7	200.4	77.2	67.4	0.81	0.52	0.64	0.39	0.34	0.87
			SD	6.86	4.12	2.49	28.00	10.39	12.39	0.028	0.029	0.035	0.010	0.038	0.116
Q-12 m	0.3	48	mean	91.3	75.5	47.4	169.5	61.0	65.6	0.83	0.52	0.63	0.36	0.39	1.07
			SD	3.00	1.69	1.34	13.79	5.23	7.57	0.011	0.015	0.014	0.008	0.028	0.114
S-9 m	0.2	32	mean	91.5	75.2	49.7	190.7	76.0	68.8	0.82	0.54	0.66	0.40	0.36	0.90
			SD	5.46	3.08	2.24	22.64	9.37	12.35	0.025	0.019	0.019	0.015	0.034	0.104
S-12 m	0.0	1	mean	98.8	81.6	53.9	228.9	78.4	98.5	0.83	0.55	0.66	0.34	0.43	1.26
Mean of low density area	0.7	136	mean	93.3	77.1	50.2	199.6	79.8	74.7	0.83	0.54	0.65	0.40	0.37	0.95
			SD	4.33	3.70	3.00	27.40	13.70	12.24	0.017	0.022	0.028	0.031	0.042	0.141
High density area															
J-9 m	163.5	16,653	mean	74.7	61.4	39.1	101.9	41.2	35.6	0.82	0.52	0.64	0.40	0.35	0.88
			SD	5.88	4.44	3.60	25.16	11.44	9.02	0.024	0.020	0.023	0.021	0.031	0.101
L-5 m	1.6	245	mean	85.7	71.2	45.6	153.2	60.7	57.4	0.83	0.53	0.64	0.39	0.38	0.96
			SD	4.12	3.83	2.48	23.83	12.08	8.77	0.021	0.019	0.020	0.028	0.026	0.123
L-7 m	11.9	1,402	mean	78.5	65.0	41.5	117.8	45.7	42.6	0.83	0.53	0.64	0.39	0.36	0.95
			SD	4.44	4.05	3.37	22.39	10.34	7.53	0.018	0.026	0.031	0.022	0.032	0.119
L-9 m	69.2	7,182	mean	76.0	62.5	39.3	103.8	39.4	36.3	0.82	0.52	0.63	0.38	0.35	0.93
			SD	6.28	5.36	4.05	25.85	10.89	9.60	0.024	0.041	0.049	0.022	0.028	0.102
L-11 m	78.8	6,867	mean	71.4	59.2	36.8	87.1	32.8	30.1	0.83	0.52	0.62	0.38	0.35	0.93
			SD	5.31	4.82	3.12	20.56	8.38	7.07	0.035	0.027	0.027	0.022	0.029	0.105
L-13 m	67.5	8,639	mean	82.1	67.4	42.4	128.0	47.6	45.6	0.82	0.52	0.63	0.37	0.36	0.96
			SD	5.69	4.64	3.45	57.79	11.76	10.96	0.017	0.018	0.024	0.020	0.027	0.086
Mean of high density area	60.3	6,831	mean	77.7	64.1	40.5	113.3	43.7	40.4	0.83	0.52	0.63	0.38	0.36	0.93
			SD	6.97	5.89	4.29	31.25	13.33	12.02	0.024	0.027	0.031	0.025	0.030	0.108
Comparison of low area and high area				0.833	0.831	0.808	0.568	0.548	0.541	0.998	0.970	0.972	0.961	0.949	0.985
SL = Survey line L = Length (mm) TW = Total weight (g) H/L = Height/Length SI = Shell weight/Total weight															
DN = Density (number/m ²) H = Height (mm) SW = Shell weight (g) T/L = Thickness/Length FI = Flesh weight/Total weight															
DW = Density (g/m ²) T = Thickness (mm) FW = Flesh weight (g) T/H = Thickness/Height															
Comparison of low area and high area: Mean of high density area/Mean of low density area															

Table 4. Mean and standard deviation (SD) of each measurement part and indices of Sakhalin surf clam off Noboribetsu, April 1997.

SL and depth	DN	DW		L	H	T	TW	SW	FW	H/L	T/L	T/H	SI	FI	FW/SW
Low density area															
M-12 m	4.7	954	mean	100.1	81.5	55.8	253.0	103.3	86.2	0.82	0.56	0.68	0.41	0.34	0.84
			SD	4.14	2.92	2.93	29.93	14.59	9.62	0.021	0.024	0.026	0.022	0.020	0.078
High density area															
H-9 m	44.7	4,848	mean	80.6	66.7	44.4	136.1	58.6	43.9	0.83	0.55	0.67	0.43	0.32	0.76
			SD	4.61	4.55	2.96	26.57	13.90	8.40	0.021	0.019	0.023	0.035	0.034	0.117
Comparison of low area and high area				0.805	0.818	0.796	0.538	0.567	0.509	1.015	0.989	0.973	1.049	0.950	0.910
SL = Survey line L = Length (mm) TW = Total weight (g) H/L = Height/Length SI = Shell weight/Total weight															
DN = Density (number/m ²) H = Height (mm) SW = Shell weight (g) T/L = Thickness/Length FI = Flesh weight/Total weight															
DW = Density (g/m ²) T = Thickness (mm) FW = Flesh weight (g) T/H = Thickness/Height															
Comparison of low area and high area: Mean of high density area/Mean of low density area															

群の殻長の差は認められなかったが、1993 年以降は生息密度が高い調査点の個体の殻長が低い調査点のそれよりも小さくなった。この傾向は、1993 年の調査結果 (Fig. 3) によく表れており、4 歳時に 2~3 kg/m² 以上の生息密度になるような環境下におかれていた個体は、それよりも低密度の場所のものよりも成長が劣ると考えられた。

1994 年の調査では、ウバガイ 1989 年級群の生息密度 1 kg/m² 以下の調査点において、本年級群の殻長が 90 mm 以上と 90 mm 未満の調査点とが混在していた。殻長 90 mm 以上の調査点が主要分布域外の C, D, Q, S 線上にあったのに対し、90 mm 未満の調査点は主要分布域内の K-5, K-13, L-5, M-5 であった。後者 4 調査点は主要分布域内の浅部あるいは深部に位置し、また、採集された個体は C, D, Q, S 線で採集された個体に比べて明らかに成長が劣っていると考えられた。これらのことから、K-5, K-13, L-5, M-5 で採集された個体はその過去において高密度状態に置かれていた期間があったと推定される。

本調査では、1~3 歳には密度と成長との関係は認められず、4 歳時に高密度生息域での小型化が顕著となったが、苫小牧沖で 1994 年に大量発生したウバガイ稚貝では、発生の翌年 3 月になっても殻長 5 mm 以下の個体が全体の 80% 以上を占めていたことが報告され、0 歳期から高密度による成長への影響があることが示唆された。⁸⁾ 苫小牧沖とは異なり、登別沖では 3 歳以前には密度と成長との関係が認められなかった原因はよく分かっていない。しかし、3 歳以前にも高密度による成長不良が起きる危険性が示唆されている以上、高い生息密度による個体の成長不良を防ぐためには、4 歳時に 2 kg/m² 以下の生息密度になるようにそれ以前の時期から密度調整を行う必要があると考えられる。

各部位の相対成長をみると、殻長と殻高の比に対する生息密度の影響は検出されなかったが、殻長および殻高と殻幅の比については高密度になると殻幅が相対的に低下する（平たくなる）傾向が認められた。重量比では、

生息密度が高くなると軟体部重量が殻重量に比べて相対的に減少する傾向が認められた。また、殻長や重量で示した成長の差は、小型化傾向が顕著になった 1993 年以降も広がっていくと考えられた。したがって、密度調節は 4 歳到達以前に行うことが望ましいが、4 歳以降に高密度による個体の小型化が顕著になった場合でも、可食部歩留りの低下抑止および成長差の拡大防止のためには密度低減措置を早急にとる必要があると考えられる。

ところで、高い生息密度が何故、ウバガイの成長に影響を及ぼすのだろうか。本種と同じ懸濁物食性の二枚貝であるアサリ *Ruditapes philippinarum*¹²⁾ や *Mercenaria mercenaria*¹³⁾, *Spisula solidissima*¹⁴⁾ でも高い生息密度が成長に影響を与えることが報告されているが、河口域に生息する *S. solidissima* については、密度よりも水温や塩分変化が成長に影響を与えるとの報告がある。¹⁵⁾ しかし、本海域では、生息場所によって水温や塩分に差が表れるほどの河川流入はなく、これらの要因がウバガイの成長に影響したとは考えにくい。一方、本海域において、ウバガイ 1989 年級群の最高生息密度は、個体数に基づいた値では年々減少したが、重量に基づいた値では 3 歳まで増加し、それ以降 15~16 kg/m² で頭打ちとなった。このことは、本海域においてウバガイの成長可能な生息密度に限界があることを示唆している。また、*M. mercenaria* では、高い生息密度による局所的な餌料の低下が低成長の要因であろうと推測されていることから、¹³⁾ 主要分布域において、ウバガイの成長可能な生息密度の限界に達した場所では局所的な餌料不足が起こったことも予想されよう。さらに、本調査でみられたように、主要分布域における成貝期の生息密度が 5 歳時および 8 歳時で 60 個体/m² および 45 個体/m² にもなる高密度状態の漁場は、これまでに報告例がなく、主要分布域では個体同士が極めて近接して生息していたと推察される。このような環境下では、生息場所をめぐる種内競争が起こる可能性も推察されるが、詳細については今後の課題と考える。

本研究では環境情報が得られなかったために、環境要

因を含めた考察はできなかった。しかし、生息密度が非常に高い環境がウバガイの小型化を引き起こすことは明白であり、登別のウバガイ漁場において成長に影響を及ぼす生息密度を明らかにするとともに、資源量の収容限界値を示して漁場管理に有益な知見を得た。今後、本研究結果の汎用性を高めるためには、高い生息密度が環境や自らの個体群に及ぼす影響を明らかにする必要がある。

謝 辞

本研究を行うに際して多大なるご援助とご助力を賜った登別漁業協同組合並びに室蘭地区水産技術普及指導所の関係者各位に深謝いたします。

文 献

- 1) 函館水試. 苫小牧海域でのホッキガイ稚貝の大発生. 北水試月報 1977; **34**: 37.
- 2) 斉藤勝男, 宮本建樹. 石狩町のホッキガイ, バカガイ, サラガイについて. 北水試月報 1982; **39**: 221-228.
- 3) 石川公敏, 小山利郎. 追波湾におけるウバガイ *Spisula sachalinensis* (SCHRENCK) 卓越年級群の成長. 公害資源研究所彙報 1987; **16**: 25-33.
- 4) 秋元義正, 中村義治. ホッキガイの大量発生について. 水産海洋研究 1988; **52**: 57-59.
- 5) 中村義治. 沿岸域の水理環境とウバガイの漁場形成機構に関する研究. 福島水試研報 1991; **7**: 1-118.
- 6) 大崎正二, 川真田憲治. 平成4年度における石狩湾のホッキガイ卓越発生について. 北水試だより 1993; **21**: 26-29.
- 7) 根本芳春. ウバガイの資源変動と管理. 水産海洋研究 1996; **60**: 392-395.
- 8) 堀井貴司. 卓越年級群の発生機構に関する研究 (胆振海域のホッキガイ卓越年級群の分布範囲). 平成6年度函館水試事業報告書, 北海道, 1995; 113-118.
- 9) 林 忠彦, 寺井勝治, 有馬健二. 八雲沿岸におけるウバガイ *Spisula sachalinensis* (SCHRENCK) の浮遊稚貝ならびに底棲稚貝についての研究. 北水試報 1967; **7**: 8-71.
- 10) 高丸禮好. ホッキガイの移動について. 北水試月報 1981; **38**: 222-233.
- 11) 高丸禮好. ホッキガイ稚貝の成長と減耗. 北水試月報 1981; **38**: 296-305.
- 12) Ohba S. Effects of population density on mortality and growth in an experimental culture of Bivalve, *Venerupis semidecussata*. *Biol. J. Okayama Univ.* 1956; **34**: 169-173.
- 13) Peterson CH, Beal BF. Bivalve growth and higher order interactions: importance of density, site and time. *Ecology* 1989; **70**: 1390-1404.
- 14) Weinberg JR. Density-dependent in the Atlantic surfclam, *Spisula solidissima*, off the coast of the Delmarva Peninsula, U.S.A. *Mar. Biol.* 1998; **130**: 621-630.
- 15) Cerrato RM, Keith DL. Age structure, growth, and morphometric variations in Atlantic surf clam, *Spisula solidissima*, from estuarine and inshore water. *Mar. Biol.* 1992; **114**: 581-593.