

青森県太平洋沿岸における

ウバガイ（ホッキガイ）の年齢と成長

杉浦大介^{1*}・橋詰（福井）翔太郎¹・野呂英樹^{1,2}・藤川義一^{1,3}

Age and growth of the Sakhalin surf clam *Pseudocardium sachalinense* along the Pacific coast of south-central Aomori Prefecture

Daisuke SUGIURA^{1*}, Shotaro FUKUI-HASHIZUME¹, Hideki NORO^{1,2},
Yoshikazu FUJIKAWA^{1,3}

Abstract

Age and growth of the Sakhalin surf clam *Pseudocardium sachalinense* along the Pacific coast of Aomori Prefecture were examined by observing growth rings shown on shell section. Seasonal change in the structures of ventral margins of shell sections indicated that translucent zone is formed annually in winter (December–February). The maximum age of the surf clam in the area was estimated to be 15 years old. Von Bertalanffy's growth equation was estimated as $L_t = 99.6(1 - e^{-0.339(t+0.112)})$. Age-length key indicated surf clams larger than 80 mm in shell length, the commonest minimum landing size in the region, were mainly composed of those older than 5 years old.

キーワード：ウバガイ，ホッキガイ，*Pseudocardium sachalinense*，年齢，成長

ウバガイ *Pseudocardium sachalinense* は鹿島灘以北，日本海北部，沿海州，サハリン，南千島，オホーツク海の潮間帯下部から水深 30 m の砂底に分布する（松隈，2001）。本種は北海道から東北地方

で一般的にホッキガイと呼ばれ，青森県太平洋沿岸における重要な漁業資源である。1980 年代前半に同海域におけるウバガイの漁獲量は 100 トン以下に低下し（青森県，2015），これを契機に北浜海域ほっ

1 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所，〒039-3381 青森県東津軽郡平内町大字茂浦字月泊10

2 現所属：株式会社あおもり海山 〒038-2202 青森県西津軽郡深浦町大字岩崎字松原193-2

3 現所属：青森県庁農林水産部水産局漁港漁場整備課 〒030-8570 青森県青森市長島1丁目1-1

*Corresponding author: Daisuke SUGIURA, Fisheries Research Institute, Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center, 10 Tsukidomari, Moura, Hiranai-machi, Aomori 039-3381, Japan (Email: daisuke_sugiura@aomori-itc.or.jp).

き貝資源対策協議会が設立された（小島ほか, 2006）. 近年の漁獲量は 1000 トン前後を維持している（青森県, 2015）. 本種の資源管理のため漁期, 漁獲サイズ, 操業時間等に規則が設けられており, 漁業協同組合ごとに漁期前または後に資源量調査が実施されている. 本種の資源状態を把握するために年齢と成長に関する知見は不可欠である. しかし, 同海域における最高年齢や漁獲物の年齢組成等の情報は不足していた.

青森県太平洋沿岸におけるウバガイの年齢と成長について, これまで貝殻表面の輪紋の観察（須川・川村, 1985）, サイズ頻度分布の年級群への分解（青森県, 1998）による解析が行われてきた. これらのうちサイズ頻度分布法は, 特に寿命が長い種ではサイズ組成の大型側でモードの分離が悪く, 高齢個体の成長様式を把握することが困難な場合がある. 貝殻表面の輪紋観察は, 個体の年齢を査定するため, 幅広い年齢に亘って成長様式を把握可能である. しかし, 高齢になるに従って輪紋間隔が狭まることで生じる輪紋計数の誤差が問題となる. また, 須川・川村（1985）は 1 年周期で形成される障害輪と判別が困難な障害輪の存在を示唆している. 二枚貝類の貝殻断面は表面と比べて輪紋を識別しやすく, 最高年齢を正確に把握できる事例（Gasper et al. 1995）が知られている. ウバガイについても, 函館湾上磯（Kato and Hamai, 1975）や福島県相馬（Sasaki, 1981）において貝殻断面の透明帯を用いた年齢査定が行われてきたが, 青森県太平洋沿岸ではこの手法の有効性を検討した事例がなかった.

本研究は, 青森県太平洋沿岸におけるウバガイの年齢と成長について, 貝殻断面法を用いて最高年齢等の詳細な情報を得ることを目的とする. まず貝殻断面の年齢形質を確認するため, 輪紋を観察し, その形成時期と周期を把握する. そして年齢と成長の関係, 供試個体の年齢組成を明らかにする.

材料と方法

試料の採集

2012 年 1 月から 2013 年 3 月に, 青森県三沢市から八戸市地先の水深 2.5–15 m 域（Fig. 1）において貝桁網または潜水によってウバガイを採集した. 潜

水では開口幅 0.2 m のちりとり型採泥器に目合 3×4 mm または 1×1 mm の網袋を装着し, 底質を深さ 0.2 m, 距離 1 m の範囲で掃過して得られた試料からウバガイを選別した.

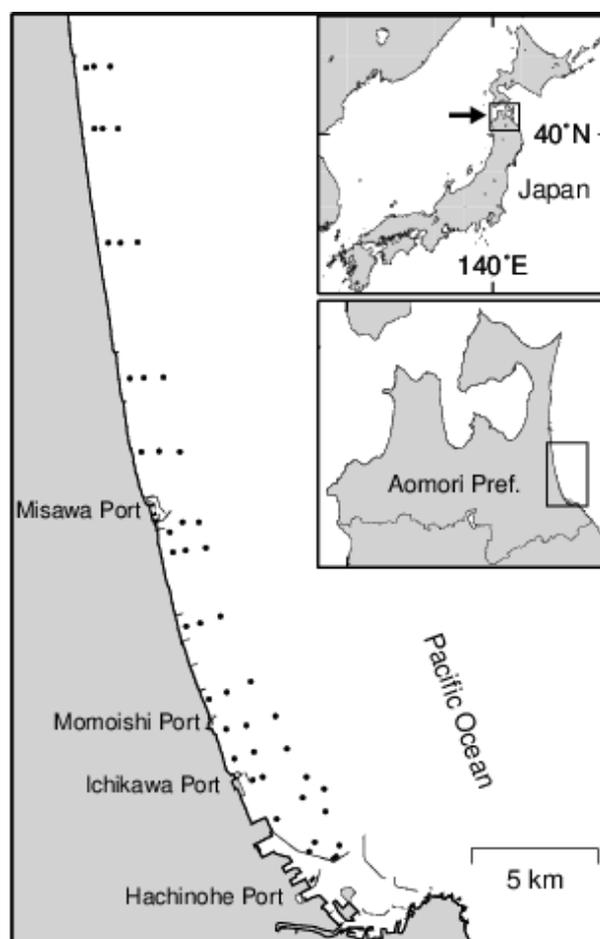


Fig. 1 Maps showing Aomori Prefecture and the main sampling locations of the surf clam (dots). Some additional samplings were conducted around those.

輪紋の観察

ウバガイは殻長を測定し, 軟体部を取り出して貝殻を乾燥させた. ウバガイの貝殻断面には幅の広い白色部と幅の狭い透明部が交互に形成される（Kato and Hamai, 1975; Sasaki, 1981）ことが知られている. このような貝殻断面の構造を観察するため, Sasaki（1981）と同様に, 貝殻を殻頂から腹縁までの距離が最大となる線に沿って切断した. まず, 大型個体は切断機（SS パワーカッターSC-305; リョー

ビ社製), 小型個体はミニルーター (キソパワーツール社製) を用いて切断した. 続いて貝殻の切断面を下にしてディスポトレに並べ, 2 液性エポキシ接着剤 (ボンド E セット H; コニシ社製) を深さ 10 mm 程度注いで包埋した. 包埋後の貝殻切断面をグラインダー (NTG-150; 日立工機社製) で粗研ぎした後, 回転研磨機 (刃物研磨機 9820; マキタ社製) で砥石粒度 60 番, 1000 番の順に研磨し, 仕上げに耐水サンドペーパーで研磨した. 一部の個体は流水下でダイヤモンドカッターを装着したミニルーターで切断した後, 包埋せずに砥石粒度 1000 番の回転砥石とサンドペーパーによる研磨のみ行った. 研磨した貝殻断面を肉眼または光学顕微鏡で観察し, 輪紋 (透明帯) を計数した.

輪紋形成時期と周期

輪紋の形成周期を確認するため, 2012 年 5 月から 2013 年 3 月に採集されたウバガイについて, 各時期の貝殻断面腹縁の透明帯と不透明帯の出現状況を調べた. なお, 貝殻断面腹縁の透明帯と不透明帯を明瞭に識別できなかった個体は解析から除外した.

輪紋形成時期と水温の関係を把握するため, 2012 年 4 月から 2013 年 3 月に八戸地先の海面で観測されたウオダス漁海況速報の定地水温の半月平均値を用いた.

成長解析

他海域の既往の研究では本種の成長は von

Bertalanffy 成長式が適合することが知られている (Sasaki, 1981). 本海域でも von Bertalanffy 成長式が適合すると仮定して, 2012 年 1 月から 2013 年 1 月に採集されたウバガイ個体の殻長と総輪紋数の関係を, エクセルのソルバーを用いた最小二乗法 (五利江, 2001) で von Bertalanffy 成長式に当てはめた. 本研究では個体の各輪紋形成時の殻長を計測せず, 採集時の殻長と総輪紋数のみ計測した. なお, 青森県太平洋沿岸におけるウバガイの産卵期は 5 月下旬から 6 月中旬である (青森県, 1992) ため, 6 月 1 日を年齢起算日とした.

年齢組成

殻長 30 mm 以上の各個体の殻長と年齢データを基に年齢体長相関表 (Age-length key) を作成した.

結果

輪紋形成時期と周期

ウバガイの貝殻断面には幅の広い白色の不透明帯と幅の狭い透明帯が交互に形成されていた (Fig. 2). 貝殻断面腹縁が透明帯である個体の割合は 5 月から 9 月は 16–30% の低い値で推移した (Fig. 3). その後, 12 月に初めて 50% を超え, 翌年 1 月に最大の 75% に達した後, 2 月には再び減少して 62% となり, 3 月には 12% まで急減した. 従って, 青森県太平洋沿岸においてウバガイ貝殻断面の透明帯は年 1 回, 12 月から翌年 2 月頃に形成ピークがあるが, その

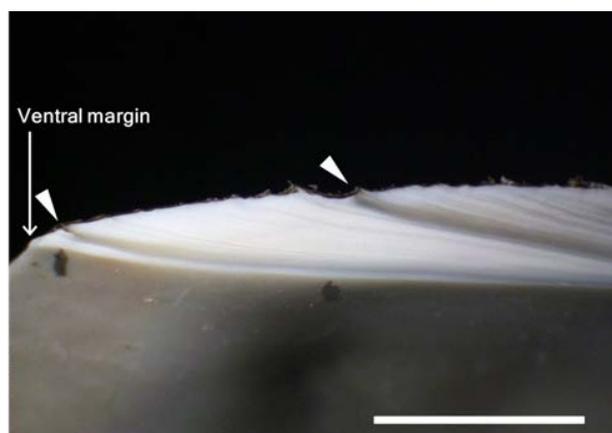


Fig. 2 A shell cross section of a specimen collected on March 8, 2013. Open arrowheads indicate the outer termini of translucent zones. Scale bar = 5 mm.

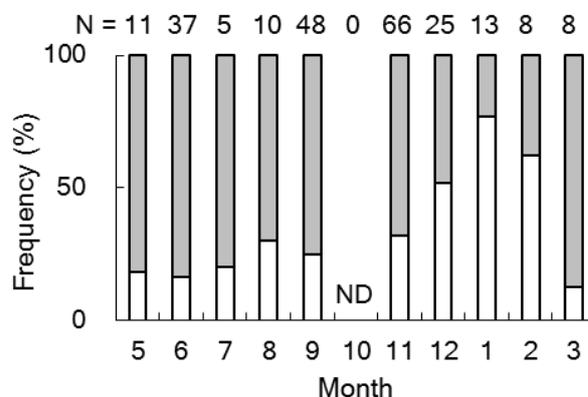


Fig. 3 Seasonal change in the proportion of specimens with translucent and opaque zones on ventral margins of their shell.

□, translucent zone; ■, opaque zone.

他の時期にも低頻度で形成されていた。

透明帯形成ピークの12月から翌年2月は年齢起算日の6月1日から約半年後である。従って、第1輪が生後約半年の冬に形成される場合、 i 番目の輪紋形成時の年齢は $i - 0.5$ 歳と表現される。しかし、本研究では各個体の採集時の殻長と総輪紋数のみ記録しており、各輪紋形成時の殻長を測定しなかった。すなわち総輪紋数 j の個体は $j \pm 0.5$ 歳の範囲にある。この仮定のもとで、個体の総輪紋数と殻長の関係を von Bertalanffy 成長式と Age-length key の推定に用いた。

2012年4月から2013年3月の八戸地先における海面水温は、9月の第4半旬に最高の24.9°C、2月の第5半旬に最低の3.5°Cを記録した (Fig. 4)。

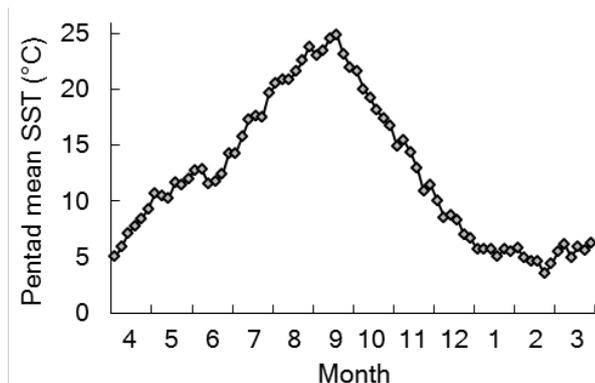


Fig. 4 Seasonal change in pentad mean sea surface temperature (SST) off Hachinohe from April 2012 through March 2013.

年齢と成長

年齢査定されたウバガイは殻長 29–112 mm の範囲にあった。貝殻断面を観察して査定された年齢は 1–15 歳の範囲にあった。

輪紋数と採集時の殻長実測値及び推定値の関係を

Table 1 に示す。貝殻に透明帯が 1 本観察された個体は 9 個体で、2012 年 6 月 29 日から 7 月 19 日に採集され、平均殻長は 34.9 mm だった。これらの個体の貝殻断面腹縁は、明瞭に識別できた 7 個体は全て不透明帯だった。

満 t 歳時の殻長 (mm) を L_t として、von Bertalanffy 成長式は以下のように推定された (Fig. 5)。

$$L_t = 99.6[1 - \exp\{-0.339(t + 0.112)\}]$$

各年齢時の推定殻長は、1 歳で 31.3 mm、2 歳で 50.9 mm、5 歳で殻長 81.9 mm に達し、7 歳で殻長 90 mm を超えた (Table 1)。成長の漸近は緩やかに生じ、9 歳で殻長約 95 mm に達した後は成長がほぼ停滞した。

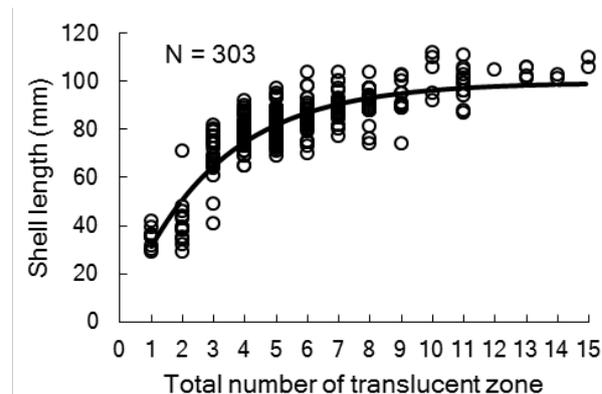


Fig. 5 Relationship between observed current shell length and the total number of translucent zone. The curve shows von Bertalanffy's growth curve of the surf clam. Age = total number of translucent zone \pm 0.5 years old.

年齢組成

Age-length key (Table 2)において、殻長 70–80

Table 1 Mean observed and estimated shell length (SL; mm) in each group of total number of translucent zones of surf clams. Age = total number of translucent zone \pm 0.5 years old.

	Total number of translucent zone							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Observed	34.9	41.2	69.5	78.5	82.2	85.2	89.8	91.2
Estimated	31.3	50.9	64.9	74.9	82.0	87.0	90.6	93.2

Table 2 Age-length key of the surf clam. Age = total number of translucent zone \pm 0.5 years old.

Shell length (mm)	Sample size (N)	Total number of translucent zone										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+	
30-40	14	0.50	0.50									
40-50	7	0.14	0.57	0.29								
60-70	15		0.00	0.67	0.27	0.07						
70-80	78		0.01	0.13	0.38	0.36	0.06	0.01	0.03	0.01		
80-90	110			0.02	0.16	0.42	0.20	0.11	0.05	0.02	0.02	
90-100	51				0.04	0.10	0.12	0.22	0.29	0.10	0.14	
100-110	22							0.05	0.14	0.05	0.14	0.64
110-120	4											1.00

mm は 4-5 歳が全個体の 74%を占めており、殻長 80-90 mm は 5-6 歳が全個体の 62%を占めていた。殻長 90-100 mm は 7-8 歳が多く全個体の 51%を占め、10 歳以上も全個体の 14%出現した。殻長 100-110 mm は 10 歳以上が全個体の 64%を占め、殻長 110 mm 以上は全て 10 歳以上だった。

考 察

輪紋形成時期と周期

青森県太平洋沿岸において、ウバガイ貝殻断面の透明帯は主に 12 月から翌年 2 月頃に形成された。形成ピークが冬季にあることは間違いない。しかしその他の時期にも透明帯が形成された個体がみられたことから、異なる時期に複数の要因が輪紋形成に関与している可能性が示唆された。

ウバガイ貝殻の透明帯形成時期には地理的な変異があることが知られている。例えば、函館湾上磯では 6 月から翌年 1 月頃(Kato and Hamai, 1975)、福島県磯部では 8 月中旬から 11 月中旬に透明帯形成個体の割合が 50%を超えた(Sasaki, 1981)。透明帯は貝殻の成長停滞に伴って形成されるとされ(Kato and Hamai, 1975; Sasaki, 1981)、形成要因として産卵期の終了に伴う生理活動の変化(Kato and Hamai, 1975)、夏季の高水温による生理活性の低下(Sasaki, 1981)等が挙げられている。

青森県太平洋沿岸において、産卵期間外に貝殻の透明帯形成ピークがあった点は上磯や磯部の個体群

と共通していたが、夏から秋に透明帯形成が顕著でなかった点は異なっていた。八戸地先の表面水温は 2 月に最低となり (Fig. 4)、ウバガイの透明帯形成ピークとほぼ一致した。従って、青森県太平洋沿岸におけるウバガイ貝殻の透明帯形成は、主に冬季の水温低下による成長停滞の影響を受けて促進された可能性が高い。他方、冬季以外にも透明帯が低い割合で形成されたことから、産卵期の終了に伴う生理活動の変化(Kato and Hamai, 1975)、夏季の高水温による生理活性の低下(Sasaki, 1981)も低いレベルで透明帯形成に関与している可能性がある。

年齢と成長

貝殻断面法で査定されたウバガイの最高年齢は 15 歳だった。過去に青森県太平洋沿岸においてウバガイの貝殻表面の障害輪を 6 本観察した記録(須川・川村, 1985)があるが、最高年齢についての報告はなかった。今回得られた最高年齢から、経験式による自然死亡率の推定(田中, 1960)を行うことが可能となった。

1 歳時のサイズについて、貝殻断面に透明帯が 1 本観察された個体は 6 月から 7 月に平均殻長 34.9 mm だった。これは、1989 年に三沢漁港内で大量発生したウバガイが 1990 年 6 月 20 日に平均殻長 32.7 mm に達したとする報告(青森県, 1991)とほぼ一致しており、満 1 歳の夏を迎えた個体と判断される。ただし、本研究では殻長 29 mm 以上の個体を対象

としており、それよりも小型の個体を考慮していないため、初期の成長についてはサイズ組成を調査して詳細に検討する必要がある。また、透明帯が1本観察された個体の多くは貝殻縁辺が不透明帯であったことから、1本目の透明帯は生後約半年の冬に形成されたと考えられた。

年齢組成

ウバガイの漁獲は、青森県海面漁業調整規則により殻長 70 mm 以上に制限されているが、実際はさらに厳しい自主規制が敷かれており、2015年12月時点では三沢市、百石町、市川の各漁業協同組合で殻長 80 mm 以上である。年齢査定された殻長 80 mm 以上のウバガイは多くの年級群が重複していたが、主に5歳以上で構成されていた(Table 1)。殻長 90 mm 以上は主に7歳以上で構成されていた。

このように、2011年12月から2013年春までの各漁期における漁獲サイズのウバガイは2011年3月に発生した東日本大震災による津波の到達以前の年級群で構成されていた。津波到達時に0+歳だった2010年級は2015年12月の漁期から本格的に漁獲サイズに加入する。今後、特に漁獲サイズ未満の小型個体の分布量を把握し、津波発生前後の年級群の加入動向を予測する必要がある。

漁獲がウバガイの再生産に及ぼす影響を把握するためには成熟サイズについての知見が必要であるが、現状では十分に明らかにされておらず、今後の課題である。

Age-length key により、市場における銘柄別のサイズ組成等から漁獲物の年齢組成を求めることが可能となった。今後、コホート解析等を行い、漁獲物の年齢別資源個体数や漁獲係数を求めることが、ウバガイの資源管理方策の検討に有効である。

要約

青森県太平洋沿岸におけるウバガイ(ホッキガイ)の成長様式を貝殻断面法によって調べた。採集時期別に貝殻断面腹縁を観察した結果、透明帯は年1回、12月から翌年2月に形成された。観察された最高年齢は15歳だった。各個体の殻長と透明帯数の関係から、von Bertalanffy 成長式は $L_t = 99.6(1 -$

$e^{-0.339(t+0.112)})$ と推定された。Age-length key を作成した結果、漁獲サイズである殻長 80 mm 以上は主に5歳以上、殻長 90 mm 以上は主に7歳以上で構成されていた。

謝辞

本研究の一部は水産庁補助事業による成果である。調査にご協力頂いた三沢市漁業協同組合、百石町漁業協同組合、市川漁業協同組合、八戸みなと漁業協同組合の漁業者、職員に感謝申し上げます。また、原稿を御校閲頂いた東北大学大学院農学研究科佐々木浩一准教授に御礼申し上げます。

文献

- 青森県. 1991. ホッキガイ 青森県. pp. 青森1-29. 平成2年度地域特産種増殖技術開発事業報告書(二枚貝グループ).
- 青森県. 1992. ホッキガイ 青森県. pp. 青森1-34. 平成3年度地域特産種増殖技術開発事業報告書(二枚貝グループ).
- 青森県. 1998. ホッキガイ 青森県. pp. 青森1-37. 平成5~9年度地域特産種増殖量産放流技術開発事業報告書(二枚貝グループ).
- 青森県. 2015. ウバガイ. 青森県(編), p. 16. 未来につなぐ資源管理2015.
- Gaspar, M. B., M. Castro. and C. C. Monteiro. 1995. Age and growth rate of the clam, *Spisula solida* L., from a site off Vilamoura, south Portugal, determined from acetate replicas of shell sections. *Sci. Mar.* 59 (Suppl. 1): 87-93.
- Kato, Y. and I. Hamai. 1975. Growth and shell formation of the surf clam, *Spisula sachalinensis* (Schrenck). *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 25: 291-303.
- 小島彰・阿部高樹・井上健. 2006. ホッキ貝漁業における水産資源管理—青森県北浜地区4漁協(八戸みなと、市川、百石町、三沢市)の事例—. 福島大学研究年報, 2: 19-23.
- 松隈明彦. 2001. ウバガイ. 奥谷喬司(編著), pp. 964, 965. 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 東京.
- Sasaki, K. 1981. Growth of the Sakhalin surf clam,

青森県太平洋沿岸におけるウバガイ（ホッキガイ）の年齢と成長

Spisula sachalinensis (SCHRENK), in Sendai Bay.

Tohoku J. Agr. Res., 32: 168–180.

須川人志・川村要. 1985. 三沢漁港内に標識放流したホ
ッキガイの成長. 昭和 58 年度青森県水産増殖センタ

ー事業報告, 14 : 327–331.

田中昌一. 1960. 水産生物の population dynamics と漁
業資源管理. 東海区水産研究所研究報告, 28: 1–200.