

岩手県沿岸におけるエゾアワビの稚貝密度と親貝密度との関係

大村敏昭・西洞孝広・武蔵達也・堀井豊充・高見秀輝

Relationship between 1+ age juvenile and adult densities of Ezo abalone *Haliotis discus hannai*, Iwate Prefecture, Japan

Toshiaki Ohmura, Takahiro Saido, Tatsuya Musashi, Toyomitsu Horii*1, and Hideki Takami*2

Abstract

To clarify the contribution of adult density to the localized recruitment, the relationship between abundances of 1+ age juveniles (shell length; SL≤30 mm) and that of reproductive adults (SL>60 mm) of Ezo abalone *Haliotis discus hannai* was examined using quantitative quadrat surveys from 1986 to 2013 in three areas (northern, middle and southern areas) of the Iwate coast, Japan. During the surveys, juvenile densities remarkably decreased when minimum seawater temperature was below 5 °C or the massive tsunami generated by the mega earthquake on 11 March 2011 hit the study area. In the middle area, excluding these exceptional years, a significant positive correlation was observed between the densities of juvenile and adult smaller than 100 mm SL inhabiting inside of breakwaters. It was suggested that the recruitment fluctuates mainly due to the spawning stock size in case of the localized dispersal of larvae. In all three areas, the densities of juvenile were equally low when the adults smaller than 100 mm SL were distributed less than 1.0 inds m⁻². In contrast, juveniles were apparently increased when the adults were increased greater than 3.0 inds m⁻². These results suggest that the density of spawning stock is an indicator for sustainable fishery based on the management of recruitment in Ezo abalone.

Key words : *Haliotis discus hannai*, reproduction, adult abalone density, resource management.

キーワード : エゾアワビ, 再生産, 親貝密度, 資源管理

はじめに

エゾアワビ *Haliotis discus hannai* は主に茨城県以北の太平洋沿岸, 津軽海峡, 北海道の日本海側, 朝鮮半島に分布するとされる古腹足上目ミミガイ科の巻貝である¹⁾。本種は岩手県では主に11~12月にかけて船上からの鉤採りや素潜り漁によって年間172~531トン(1986~2013年)漁獲され(農林水産統計; <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kensaku/bunya6.html>), 採介藻漁業の中で重要な魚種となっている。

エゾアワビの繁殖戦略については, 佐々木²⁾が宮城県沿岸の調査データに基づき詳細に記している。この中で, エゾアワビは台風規模の時化に同期した大規模産卵(広域分散型)と小規模低気圧等の前線通過に伴う産卵(地

先滞留型)の二通りの産卵様式を持ち, 広域分散型は幼生が広範囲に分散するのに対し, 地先滞留型は幼生が産卵場所近くに留まるため, 従来の分布域を確保して再生産関係を維持するとされている。すなわち, 従来のアワビ漁場で再生産を維持するためには地先滞留型の再生産が重要であると考えられ, 実際に岩手県では, 冬~春季の冷水接岸により稚貝の減耗が多い³⁾年を除くと, 同所的に生息する稚貝と前年の親貝の密度に正の相関がみられる^{4,5)}。北海道でも同様に, 親貝密度が増加すると稚貝密度も増加することが報告されている^{6,7)}。

岩手県沿岸では, 2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の津波により, 県中部以南の漁場でエゾアワビの稚貝が減耗したことに加え^{8,9)}, 種苗生産機関の被災により種苗放流の規模が大幅に縮小していること

*1 (独) 水産総合研究センター東北水産研究所宮古庁舎 (Miyako laboratory, Tohoku National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, Miyako, Iwate 027-0097, Japan)

*2 (独) 水産総合研究センター東北水産研究所 (Tohoku National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, Shiogama, Miyagi 985-0001, Japan)

から、今後、再生産に必要な親貝の資源量が減少することが懸念されている。(農林水産省 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「アワビの緊急増殖技術開発研究」事業の概要; http://www.iwate-suigi.jp/subject/upimg/1362630381_01.pdf)。資源を安定的に維持するためには、再生産に必要な親貝を残しながら漁獲することが重要である。しかし、再生産に寄与している親貝のサイズや、再生産に必要な親貝密度については明らかになっていない。そこで本研究では、岩手県沿岸でこれまで実施してきたコドラート調査の結果を用いて、エゾアワビの地先滞留型の再生産に重要な親貝サイズや親貝密度について検討した。

材料と方法

1) エゾアワビの採集および計測

岩手県沿岸の北部、中部および南部の3箇所ではSCUBA潜水により2×2mのコドラートを用いてエゾアワビの生息密度を調べた。北部(洋野町)は外洋に面した天然の岩盤上に人工礁で囲いを造り、海底に人工転石を敷き詰めたアワビ・ウニ増殖場であり、水深は2~6mとなっている。中部(宮古市)は、外洋に面した天然の岩礁帯に人工礁が投入されているアワビ・ウニ増殖場であり、水深は3~12mとなっている。なお、水深5~8m付近には離岸潜堤があり、これを境に岸側(水深3~8m)と沖側(水深5~12m)の2つの漁場に区分される。南部(大船渡市)は一つの湾の湾中から湾奥にかけての天然岩礁帯を調査場所とし、水深は5~10mとなっている(Fig. 1)。北部および中部岸側の調査地点は人工礁および離岸潜堤で囲まれており、また、南部の調査地点は湾内であるため、これらの場所は比較的閉鎖的な環境であると考えられるのに対し、中部沖側は外洋に面しており、その沖側に構造物が無い場合、比較的開放的な環境であると考えられる。

北部では、2010~2013年の7月上旬~10月に人工礁1基(中空三角ブロック; 投影面積3.16m²)の表面(計5点)とコドラート内(計8点)のエゾアワビを採集した。なお、2000~2009年(2008年を除く)にはほぼ同一地点・同一方法で地元漁業協同組合および漁業者の潜水によるコドラート調査が行われており、これらの結果も使用した。中部では、1986~2013年の9月末~10月に、2種類の人工礁1基(クロス2段ブロック; 投影面積1.35m²および六脚ブロック; 投影面積3.24m²)の表面(14~15点)とコドラート内(計14~18点)のエゾアワビを採集した。南部では、2006~2013年の9月

~10月上旬にコドラート内(計18点)のエゾアワビを採集した(Table 1)。採集したエゾアワビは、ノギスを用いて最大殻長(以下殻長)を計測した。

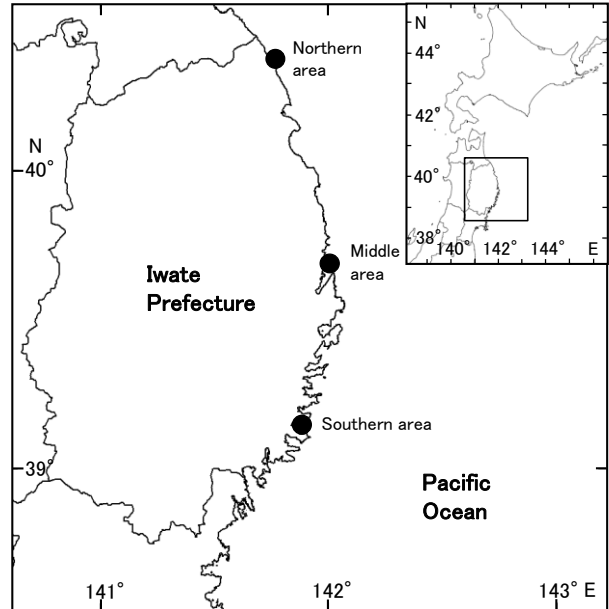


Fig.1 Location of the sampling sites on the coast of Iwate Prefecture.

Table 1 Sampling date and number of quadrat sampling points.

Year	Northern area		Middle area		Southern area	
	Date	Number of sampling point	Date	Number of sampling point	Date	Number of sampling point
1986	-	-	Oct. 17	29	-	-
1987	-	-	Oct. 6	29	-	-
1988	-	-	Oct. 21	32	-	-
1989	-	-	Oct. 11	32	-	-
1990	-	-	Oct. 19	32	-	-
1991	-	-	Oct. 1	32	-	-
1992	-	-	Oct. 27	32	-	-
1993	-	-	Sep. 28	32	-	-
1994	-	-	Oct. 18	32	-	-
1995	-	-	Oct. 4	32	-	-
1996	-	-	Oct. 16	32	-	-
1997	-	-	Oct. 14	32	-	-
1998	-	-	Oct. 7	31	-	-
1999	-	-	Oct. 5	33	-	-
2000	Oct. 27	12	Oct. 11	33	-	-
2001	Oct. 25	12	Oct. 16	33	-	-
2002	Oct. 10	12	Oct. 11	33	-	-
2003	Oct. 21	16	Oct. 6	33	-	-
2004	Oct. 18	16	Oct. 15	33	-	-
2005	Oct. 27	16	Oct. 5	33	-	-
2006	Dec. 21	16	Oct. 21	33	Oct. 5	18
2007	Oct. 12	16	Oct. 11	33	Sep. 25	18
2008	-	-	Oct. 11	33	Sep. 25	18
2009	Oct. 17	16	Oct. 1	33	Sep. 12	18
2010	Oct. 17	13	Oct. 19	33	Sep. 1	18
2011	Oct. 19	13	Oct. 5	33	Sep. 16	18
2012	Oct. 20	13	Oct. 16	33	Sep. 6	18
2013	July 8	13	Oct. 13	33	Sep. 9	18

2) 水温計測

水温は中部調査点付近で計測した。1987~2010年は調査地点近くの種苗生産施設における取水槽の底水温を

原則毎日午前 10 時に計測し、2012～2013 年は調査場所に自動記録式水温計（Onset 社製 TidbiT v2）を設置して 24 時間ごとに午前 10 時の水温を記録し、月別の平均水温を計算した。なお、2011 年は東日本大震災の影響により欠測となった。

3) 親貝と稚貝の関係

岩手県におけるエゾアワビの成熟については、繁殖保護の上からみた資源学的最小形が殻長 60 mm 前後とされることから¹⁰⁾、本研究では殻長 60 mm より大型の個体を繁殖可能な親貝とした。また、岩手県のエゾアワビ漁場には天然で発生した個体（天然貝）と放流された人工種苗（放流貝）が混在するが、放流貝も繁殖に寄与することが確認されているため¹¹⁾、天然貝と放流貝を区別せずに扱った。稚貝については、天然のエゾアワビは 8～10 月が産卵期であり²⁾、主に調査を行った 9～10 月には当歳の稚貝は殻長 5 mm 以下と考えられ、コドラート調査ではほとんど発見できない。そのため、本研究ではこれまでに報告されている稚貝の成長^{5,12)} から、殻長 30 mm 以下の天然貝を 1 歳の稚貝とみなした。これらを用いて、北部、中部、南部それぞれの 1 歳の稚貝と前年の親貝密度の関係を調べた。なお、中部の増殖場は離岸潜堤を境に岸側と沖側の 2 つの漁場に区分されることから、岸側の人工礁・天然岩礁、沖側の人工礁・天然岩礁の殻長別平均密度を求め、各漁場の人工礁投入範囲および天然岩礁帯の面積（岸側人工礁：1,704 m²、岸側天然岩礁：29,596 m²、沖側人工礁：661 m²、沖側天然岩礁：74,339 m²）で重み付けした面積加重平均密度を解析に用いた。

さらに中部については、稚貝の生息密度と前年の親貝のサイズ別および生息場所別の密度との関係を調べるため、増殖場全体の稚貝の面積加重平均密度と、岸側・沖側それぞれの前年の親貝の殻長階級（20 mm 間隔）別の面積加重平均密度との相関をスピアマンの順位相関係数 r_s により調べた。

4) 稚貝の卓越と親貝密度の関係

調査データが最も充実している中部について、前年の親貝密度を 4 つの階級（1.0 個体 / m² 以下、1.1～2.0 個体 / m²、2.1～3.0 個体 / m²、3.1 個体 / m² 以上）に区分し、稚貝密度との関係を調べた。稚貝の密度が低い方から数えて 80% の値（80 パーセンタイル値）を算出し、これを上回った年を稚貝が卓越した年とした。前年の親貝密度階級間の稚貝密度の差をクラスカル・ウォリス検

定で調べ、さらにスティール・ドゥワス検定で各親貝密度階級間の対比較を行った。

結果

1) 月別平均最低水温

稚貝の減耗が大きい冷水接岸年を確認するため、月別の平均最低水温を Table 2 に示した。月別平均最低水温は 2 月または 3 月に記録され、その範囲は 4.6～7.6℃であった。月別平均最低水温が 5℃を下回る年は 1989、1996、2006 および 2012 年の 4 回観測された。

Table 2 The mean lowest seawater temperature and its month in middle area.

Year	Mean lowest seawater temperature (°C)	Lowest seawater temperature month
1987	6.1	Mar.
1988	6.5	Mar.
1989	4.7	Mar.
1990	7.6	Mar.
1991	7.4	Mar.
1992	7.0	Mar.
1993	7.5	Feb.
1994	6.9	Mar.
1995	6.9	Mar.
1996	4.9	Mar.
1997	6.7	Mar.
1998	6.1	Feb.
1999	6.7	Mar.
2000	7.2	Mar.
2001	5.4	Mar.
2002	6.9	Feb.
2003	6.4	Mar.
2004	7.3	Mar.
2005	6.2	Mar.
2006	4.8	Feb.
2007	7.6	Mar.
2008	5.7	Mar.
2009	6.8	Mar.
2010	5.1	Mar.
2011	No data	-
2012	4.6	Mar.
2013	6.4	Mar.

2) 稚貝と前年の親貝サイズおよび生息場所との関係

中部の漁場全体におけるエゾアワビの 1 歳稚貝と、前年の殻長階級および場所別の親貝密度との関係を Fig. 2 に示した。漁場全体の稚貝密度は 0.004～1.68 個体 / m²（平均 0.33 個体 / m²）であった。岸側の親貝密度は、殻長 61～80 mm で 0.23～1.89 個体 / m²（平均 0.98 個体 / m²）、殻長 81～100 mm で 0.15～2.13 個体 / m²（平均 1.00 個体 / m²）、殻長 101 mm 以上で 0.01～0.72 個体 / m²（平均 0.27 個体 / m²）となっていた。一方、沖側の親貝密度は、殻長 61～80 mm で 0.07～1.32 個体 / m²（平均 0.52 個体 / m²）、殻長 81～100 mm で 0.13～1.94 個体 / m²（平均 0.64 個体 / m²）、殻長 101 mm

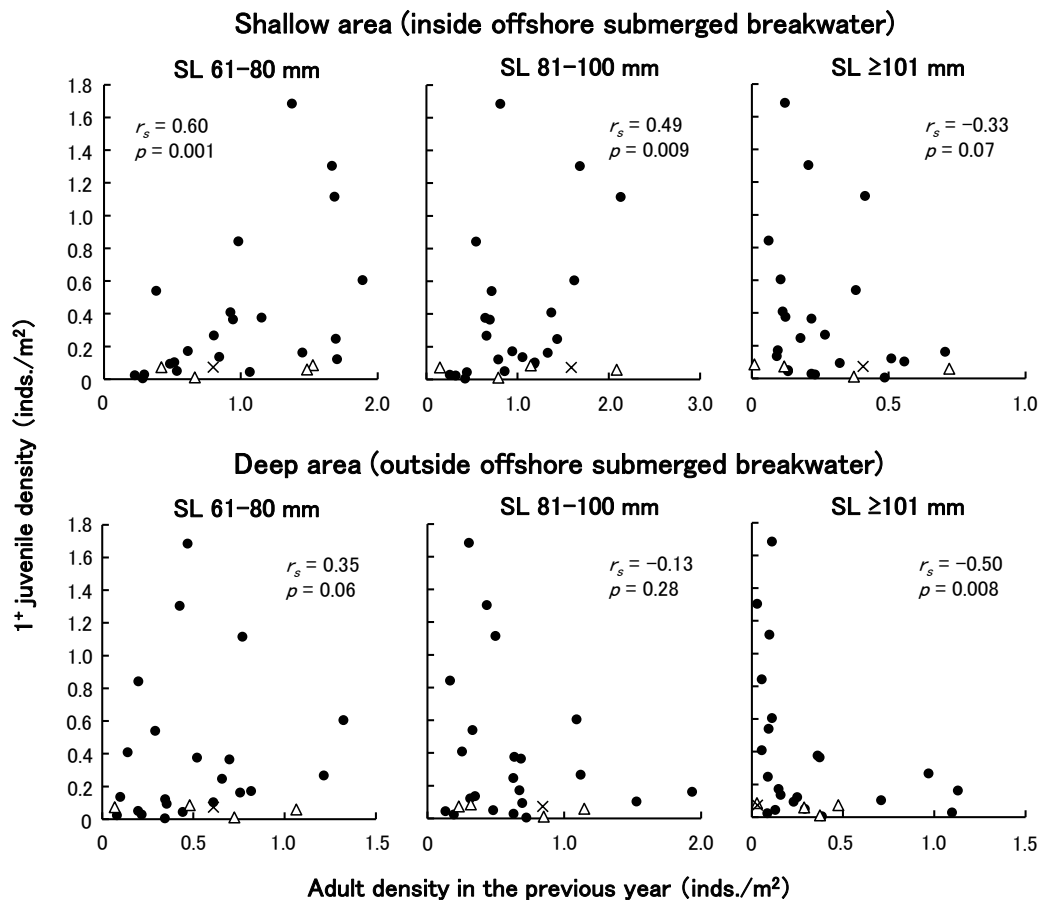


Fig.2 Relationship between densities of the 1⁺ juvenile and adult in the previous year in the middle area of Iwate. White triangles show the years of minimum seawater temperature below 5 °C, the crosses show the year of the massive tsunami generated by the 2011 mega-earthquake and black circles show the other years. SL: shell length. r_s : Spearman's rank correlation coefficient.

以上で 0.03~1.13 個体 / m² (平均 0.30 個体 / m²) となっていた。いずれの殻長階級, 場所においても, 月別平均最低水温が 5°C を下回った年 (以下, 冷水年) は前年の親貝密度に関係なく, 稚貝密度は低かった (0.01~0.08 個体 / m²)。また, 東日本大震災発生年 (以下, 震災年) の 2011 年も稚貝の密度は低かった (0.07 個体 / m²)。

冷水年および震災年を除いた年について稚貝密度と前年の親貝密度の相関を調べると, 岸側については殻長 61~80 mm と 81~100 mm では有意な正の相関がみられ ($r_s = 0.49 \sim 0.60$, $p = 0.001 \sim 0.009$), 殻長 81~100 mm に比べて 61~80 mm の相関係数が大きかったが, 殻長 101 mm 以上では有意な相関はみられなかった ($r_s = -0.33$, $p = 0.07$)。一方, 沖側についてみると, 殻長 61~80 mm と 81~100 mm では稚貝密度と前年の親貝密度には有意な相関はみられず ($r_s = -0.13 \sim 0.35$, $p = 0.06 \sim 0.28$), 殻長 101 mm 以上では有意な負の相関がみられた ($r_s = -0.50$, $p = 0.008$)。

3) 稚貝と前年の親貝密度との関係

稚貝密度と有意な相関がみられた殻長 61~100 mm の親貝密度を用いて, 北部, 中部, 南部それぞれについて, 1 歳の稚貝密度と前年の親貝密度との関係を Fig. 3 に示した。なお, 中部については稚貝と沖側の親貝との相関がほとんどみられなかったことから (Fig. 2), 稚貝密度と岸側の親貝密度の関係のみを示した。また, 冷水年と震災年は解析から除いた。北部では, 稚貝の密度は 0~0.58 個体 / m², 前年の親貝密度は 0.91~2.27 個体 / m² で推移しており, 前年の親貝密度が 1.0 個体 / m² 前後の年は稚貝の密度が低く, 前年の親貝密度が最も高かった年は稚貝密度も最も高くなっていた。中部では, 稚貝の密度は 0.004~1.68 個体 / m², 前年の親貝密度は 0.56~3.82 個体 / m² で推移しており, 親貝の密度が 1.0 個体 / m² を上回ると稚貝の密度が高くなる年がみられた。南部では, 稚貝の密度は 0~0.13 個体 / m², 親貝の密度は 0.69~1.40 個体 / m² で推移しており, 北部や中部に比べて稚貝の密度は低く推移していた。

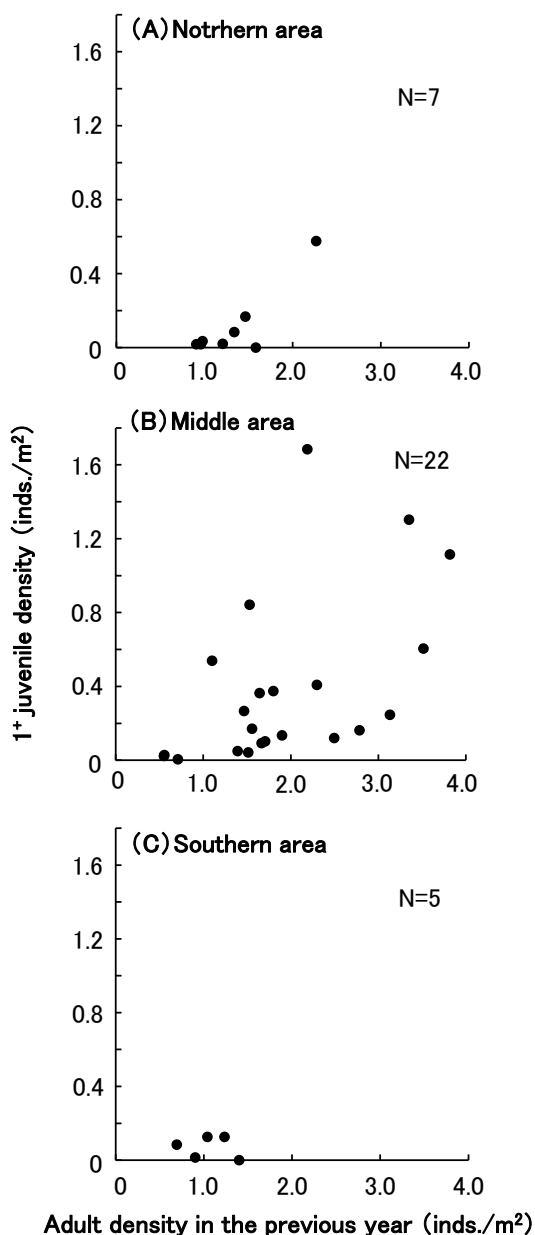


Fig.3 Relationship between densities of the 1+ juvenile and the adult of 61-100 mm shell length in the previous year in northern area (A), middle area (B) and southern area (C) of Iwate, excluding high juvenile mortality years due to low minimum seawater temperature below 5 °C and the massive tsunami generated by the mega-earthquake. N: number of samples.

4) 稚貝の卓越と親貝密度の関係

冷水年と震災年を除いた稚貝密度と前年の階級別親貝密度との関係を Fig. 4 に示した。稚貝密度の中央値は 0.2 個体 / m² であり、前年の親貝密度の階級間で稚貝密度に有意な差がみられた (p=0.01)。前年の親貝密度が

1.0 個体 / m² 以下の年は 3 回あり、稚貝密度は 0.004~0.03 個体 / m² で全て中央値を下回った。前年の親貝密度が 1.1~2.0 個体 / m² の年の稚貝密度は 0.04~0.54 個体 / m² であり、11 回中 6 回で中央値を下回った。前年の親貝密度が 2.1~3.0 個体 / m² の年の稚貝密度は 0.12~1.68 個体 / m² であり、4 回中 2 回で中央値を下回った。前年の親貝密度が 3.1 個体 / m² 以上の年の稚貝密度は 0.25~1.30 個体 / m² で 4 回あり、全て中央値を上回っていた。各階級の対比較では、前年の親貝密度が 1.0 個体 / m² 以下と 3.1 個体 / m² 以上の階級間で有意差がみられた (p=0.02)。

一方、稚貝の卓越の基準とした 80 パーセンタイル値にあたる稚貝密度は 0.59 個体 / m² であり、前年の親貝密度が 1.1~2.0 個体 / m² では 11 回中 1 回 (9%)、2.1~3.0 個体 / m² では 4 回中 1 回 (25%)、3.1 個体 / m² 以上では 4 回中 3 回 (75%) でこの密度を上回った。

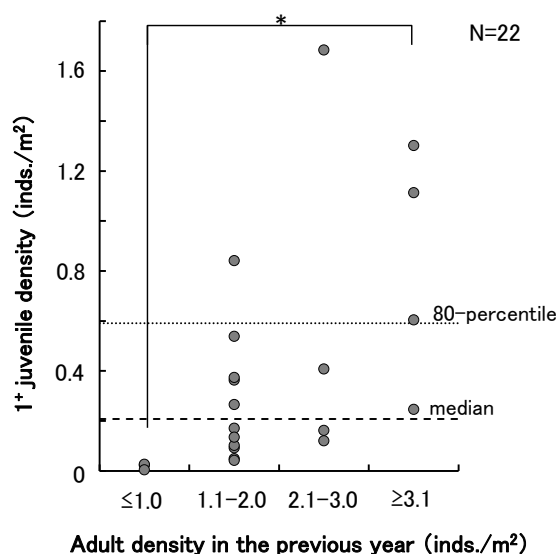


Fig.4 Relationship between densities of the 1+ juvenile and the four classes of adult (shell length 61-100 mm) in the previous year in middle area of Iwate, excluding high juvenile mortality years of minimum seawater temperature below 5 °C and the massive tsunami generated by the mega-earthquake. N: number of samples. *: p<0.05 Kruskal-Wallis test followed by Steel-Dwass test.

考 察

エゾアワビの再生産について、岩手県ではこれまでに稚貝生息密度と前年の親貝生息密度の間には正の相関がみられることが報告されていたが^{4,5)}、親貝のサイズや

生息場所を考慮に入れた場合の関係は不明であった。本研究では、県北部と中部の岸側においては、前年の殻長 100 mm 以下の中・小型親貝密度が高いと稚貝密度が高くなる傾向が認められ、これらの場所では主に地先滞留型の再生産²⁾が行われていることが示唆された。地先滞留型の再生産は流動環境が比較的穏やかな場所で起こることが示唆されている¹³⁾。岩手県中部の増殖場は沖側が外洋に面しているのに対し、岸側は離岸潜堤の内側に位置している。従って、離岸潜堤の内側では循環流が発生することによりエゾアワビの浮遊幼生が滞留しやすくなったため¹⁴⁾、稚貝と前年の親貝の相関が強かったと考えられる。

また、このような地先滞留型の再生産が行われている場所においても、稚貝と前年の殻長 100 mm を超える大型の親貝密度との間には有意な相関がみられず、大型の親貝は地先滞留型の再生産にはあまり関与していないと考えられた。エゾアワビは大型個体ほど抱卵数や産卵数が多いことが知られているが^{2,15)}、これは 1 回の産卵についての結果を基にしている。エゾアワビは室内実験において 1 産卵期に同一個体が 2 回産卵する能力があることが確認されているが¹⁶⁾、親貝のサイズによる産卵回数や産卵のタイミングの変化、産卵刺激の感受性に及ぼす影響などは明らかになっていない。産卵のタイミングが親貝のサイズにより異なるとすると、大型親貝（平均 0.27 個体 / m²）は中・小型親貝（平均 0.98~1.00 個体 / m²）に比べて密度が低かったため、結果的に再生産に寄与できなかった可能性もある。また、エゾアワビでは産卵回数や親によって卵質が異なる場合があることが報告されているが¹⁶⁾、親貝のサイズと卵や精子の質との関係については検討されていない。大型の親貝がどの程度再生産に寄与しているのかを明らかにするためには、親貝のサイズと卵や精子の質、産卵回数、産卵のタイミング、産卵刺激の感受性などとの関係について今後明らかにする必要がある。

アワビ類の再生産の成功には個体間の距離が重要とされており、ウスヒラアワビ *Haliotis laevigata* では雌雄の個体間の距離が離れると急速に受精率が低下することが実験的に確かめられている¹⁷⁾。このため、天然漁場におけるアワビ類の再生産の成功には、一定以上の親貝密度が必要とされている¹⁸⁾。北海道小樽市沿岸では、エゾアワビの漁獲量が減少し始める前の 1960 年代には親貝の密度は 1.5~2.3 個体 / m² であったのに対し、漁獲量が減少した 2000 年代には 0.05~1.5 個体 / m² に低下したとの記載がある¹⁹⁾。本研究では、岩手県北部、中部、

南部の 1 歳稚貝と前年の中・小型親貝密度の関係から、岩手県沿岸における地先滞留型の再生産に必要なエゾアワビの親貝密度を推定した。前年の中・小型親貝密度が 1.0 個体 / m² 以下の年では稚貝密度は極めて低かったが、1.0 個体 / m² を超えると稚貝が卓越する年がみられ、3.0 個体 / m² を超えた年では高い確率で稚貝が卓越した。そのため、これらの場所においてエゾアワビの地先滞留型の再生産を保障するためには、中・小型親貝について 1.0 個体 / m² 以上の密度を維持することが重要であると考えられる。

岩手県山田町では、かつて 1984~1986 年にかけて 3 年間の禁漁によって親貝を保護し、資源量を増大させようとする試みがなされたが、禁漁期間中に稚貝の増加は認められなかった^{20,21)}。禁漁を行った 1984~1986 年は冬~春季に水温 5℃以下の冷水が沿岸に接岸し²¹⁾、稚貝の生き残りが極めて悪かった^{3,5)} ことが要因として考えられる。一方、解禁後（1987~1994 年）も稚貝の増加は確認されなかった。煙山ら²⁰⁾ および内田²¹⁾ の調査結果を用い、1984~1994 の山田町の禁漁を行った 2 つの漁場（第一種共同漁業権 110 号漁場および 111 号漁場）について稚貝密度と前年の親貝（殻長 60~99 mm）密度との関係を調べると（Fig. 5）、親貝の密度は最大で 0.99~1.10 個体 / m² であった。本研究では、前年の親貝の密度が 1.0 個体 / m² を下回る場合には稚貝は例外なく低密度であったことから、山田町で稚貝が増加しなかった要因として、調査期間を通じて産卵可能な親貝密度が低かったことが一因と考えられる。

本研究では、岩手県沿岸におけるエゾアワビの親貝密度と再生産の関係について検討した結果、比較的閉鎖的な環境下における新規加入には殻長 100 mm 以下の中・小型親貝の寄与による地先滞留型再生産が重要であることが示唆された。漁場環境によって異なる可能性も考えられるが、前年の中・小型親貝密度が 1.0 個体 / m² を下回ると共通して稚貝密度も極めて低かったことから、この密度が加入水準の維持において一つの目安になりうると考えられる。さらに、短期間に資源量を増加させるためには、より高い親貝密度（中部の調査地点の場合は 3.0 個体 / m² 以上）の確保が必要であることが示唆された。以上のことから、比較的閉鎖的な環境下においてエゾアワビ資源を持続的に利用するためには、新規加入を維持・増大させることが必要と考えられる。そのためには、冬~春季の冷水接岸などの環境要因による加入減少を考慮した上で一定以上の新規加入が見込まれるように、必要に応じて漁業管理による保護や種苗放流による資源造

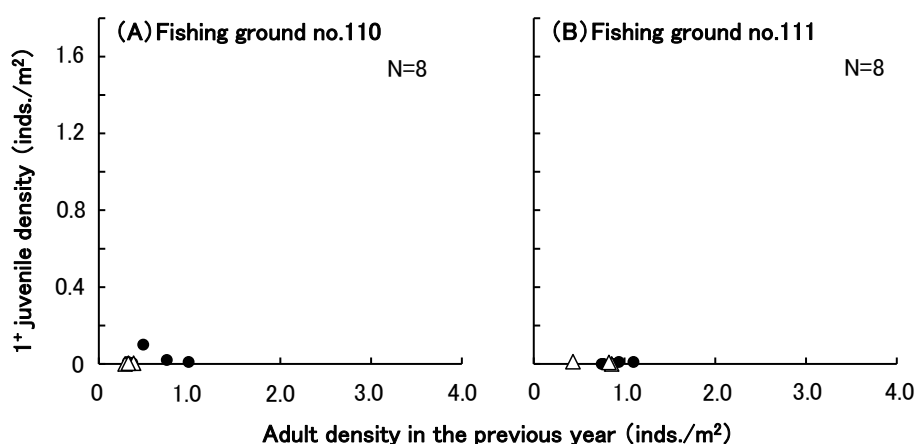


Fig.5 Relationship between densities of the 1+ juvenile and the adult of 60-99 mm shell length in the previous year in fishing ground nos. 110 (A) and 111 (B) on the coast of Yamada town, Iwate prefecture, Japan. White triangles and black circles show the years under the prohibition of abalone fishing and after that respectively. N: number of samples.

成を図りながら、中・小型の親貝をそれぞれの場所に合った適正密度に維持することが重要であると考えられる。

一方、台風規模の時化に同期した産卵²²⁾による広域分散型の再生産は、流動環境が激しい場所で起こることが示唆されている¹³⁾。岩手県沿岸には外洋に面した場所や半島の先端付近など、広域分散型の再生産が行われる場所は比較的多いと考えられる。今後は、このような場所についても再生産関係を明らかにする必要がある。

謝 辞

本研究の推進にあたり、津波で流出した県北部の調査資料の写しを提供いただいた岩手県漁業協同組合連合会並びに調査にご協力いただいた関係漁業協同組合に対し、厚く御礼申し上げます。また、調査に際し生物計測や潜水補助にご尽力いただいた岩手県沿岸広域振興局大船渡水産振興センター（旧大船渡地方振興局水産部）、同宮古水産振興センター（旧宮古地方振興局水産部）並びに岩手県県北広域振興局水産部（旧久慈地方振興局水産部）所属の水産業普及指導員諸氏に対し、深く謝意を申し上げます。

文 献

- 1) 干川 裕：エゾアワビ。「漁業生物図鑑 新北のさかなたち」（上田吉幸・前田圭司・嶋田 宏・鷹見達也編），北海道新聞社，札幌，2003，pp.320-323.
- 2) 佐々木 良：エゾアワビの加入機構に関する生態学的研究．宮城水産研報，1，1-86（2001）.
- 3) H. Takami, T. Saido, T. Endo, T. Noro, T. Musashi, and T. Kawamura: Overwinter mortality of young-of-the-year Ezo abalone in relation to seawater temperature on the North Pacific coast of Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 367, 203-212 (2008).
- 4) 西洞孝広：岩手県におけるエゾアワビ資源の回復とその要因．月刊海洋，34，477-481（2002）.
- 5) 武蔵達也・遠藤 敬：エゾアワビ稚貝の生き残り と冬季水温との関係．月刊海洋，38，200-204（2006）.
- 6) 干川 裕・高橋和寛・津田藤典・町口裕二：エゾアワビ当歳稚貝量に及ぼす親貝密度の影響．水研セ研報別冊，5，119-126（2006）.
- 7) H. Hoshikawa, A. Shinada, and S. Yoshida: Does adult density affect recruitment levels of abalone, *Haliotis discus hannai*, in Hokkaido, northern Japan? I. Analyses on the data of a long-term field survey. Proceedings of the 8th international abalone symposium (8th IAS 2012), Tasmania, 2012, pp.29-30.
- 8) 後藤友明・大村敏昭：岩手県沿岸域の海洋環境と資源に対する東日本大震災の影響．月刊海洋，44，328-335（2012）.
- 9) 大村敏昭：岩手県における養殖業及び磯根漁業の現状と課題．月刊海洋，47，3-9（2015）.
- 10) 広瀬敏夫：岩手県産えぞあわび *Haliotis kamtschatkana* の生態について．岩手縣産鮑調査報告，1，1-14（1953）.
- 11) K. Saito: The appearance and growth of

- 0-year-old ezo abalone. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 47, 1393–1400 (1981).
- 12) 大森正明・河原郁恵・石田享一：第2章 エゾアワビ種苗生産技術の実際。「栽培漁業技術シリーズ No.2 アワビ類の種苗生産技術」(浮 永久, 大森正明, 河原郁恵, 石田享一, 柳澤豊重編), 日本栽培漁業協会, 東京. 1995, pp.93–124.
- 13) 中家 浩・高見秀輝・小畑千賀志・押野明夫・芳賀圭悟・千葉充子. 異なる立地環境下におけるエゾアワビの産卵と浮遊幼生の着底. 宮城水産研報, 11, 5–13 (2012).
- 14) 長谷川 寛. 二枚貝増殖場造成のための離岸潜堤の水利的検討. 海岸工学論文集, 43, 1056–1060 (1996).
- 15) 小林俊将・武蔵達也・遠藤 敬・原 素之：天然漁場におけるエゾアワビの産卵量の推定. 水産増殖, 55, 285–286 (2007).
- 16) H. Fukazawa, T. Kawamura, H. Takami, and Y. Watanabe: Oogenesis and relevant changes in egg quality of abalone *Haliotis discus hannai* during a single spawning season. *Aquaculture*, 270, 265–275 (2007).
- 17) R. Babcock, and J. Keesing: Fertilization biology of the abalone *Haliotis laevigata*: laboratory and field studies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56, 1668–1678 (1999).
- 18) 河村知彦・高見秀輝・西洞孝広：アワビ類の天然稚貝発生量を定める要因は何か？. 月刊海洋, 34, 529–534 (2002).
- 19) 干川 裕・原 素之：10. 北海道におけるエゾアワビ人工種苗放流による親密度増加が加入量に及ぼす効果について, 特集 アワビ類の資源管理・増殖に関する新たな研究展開. 日水誌, 78, 1231–1234 (2012).
- 20) 煙山 彰・内田 明・高橋 禎：2.2.3 山田・重茂地区における禁漁中のアワビ資源動向調査. 昭和63年度岩手県南部栽培漁業センター事業報告書, 大船渡, 1988, pp.99–106.
- 21) 内田 明：岩手県山田地区におけるエゾアワビの増殖について—II. 栽培技研, 24, 1–7 (1995).
- 22) Y. Miyake, S. Kimura, T. Kawamura, T. Kitagawa, T. Takahashi, and H. Takami: Population connectivity of Ezo abalone on the northern Pacific coast of Japan in relation to the establishment of harvest refugia. *Mar. Ecol. Prog Ser.*, 440, 137–150 (2011).