

下神白漁場におけるエゾアワビの震災前後の成長差

金子直道・堀井豊充^{*}・渡邊亮太^{**}・榎本昌宏・鈴木章一・佐藤美智男

The difference in growth before and after the Great East Japan Earthquake of Ezo abalone
Haliotis discus hannai in Shimokajiro

Naomichi KANEKO, Toyomitu HORII, Ryota WATANABE, Masahiro ENOMOTO, Shoichi SUZUKI
and Michio SATO

ま え が き

2011 年の東日本大地震で、いわき地区のアワビ漁場の 1 つである下神白漁場も津波を受けた。川村ら¹⁾の研究では三陸沿岸の宮城県牡鹿半島東岸にある泊浜でエゾアワビ(殻長 5 cm 程度以上)の分布密度が津波後に津波前の 5 割程度まで減少していたことが確認されており、同様に津波を受けた下神白漁場においてもアワビの分布密度が減少した可能性がある。分布密度の減少だけでなく、津波による攪乱や地盤沈下による水深の変化によってアワビの餌となる海藻が減少すればアワビの成長にも何らかの影響が生じることが予想される。そこで、下神白漁場における津波によるアワビの成長への影響について把握する目的で年齢査定を行い、震災前後のアワビの成長差について検討した。なお、本研究は国立研究開発法人水産研究・教育機構委託事業「海洋生態系の放射性物質挙動調査事業」のなかで実施したものである。

材料および方法

2017 年に下神白漁場で採捕されたエゾアワビ 156 個体に榎本²⁾、渡邊^{3,4)}らの調査における測定データを加え、調査・解析を行った。採捕の対象としたのは、福島県漁業調整規則で規定された殻長 95mm より大型の個体とした。個体ごとに成長差を有していることを考慮して、特定のサイズに偏らないように漁業者に採捕を依頼した。採捕された個体については殻長、体重を測定し、螺頂部周辺の特徴により天然・人工個体を判別した。また、雌雄の判別を行うとともに、生殖腺の熟度判別を行った。その後、平川⁵⁾に基づき、年齢を査定した。殻皮の剥離が充分でなく、輪紋が読み取れなかったものについては再度短時間の酢酸処理を施した。輪紋の読み方は渡邊^{3,4)}と同様に、天然、人工個体ともに緑色層を年齢の計数形質とし、各緑色層縁辺までを各年齢時の殻長とした。貝殻表面の破損や輪紋が不明瞭で年齢査定が困難だった個体は除いて解析した。

2017 年度の測定した 140 個体に、榎本、渡邊らが前述の年齢測定手法と同様に測定した 290 個体のデータを加えた、計 430 個体の中で確認された 2004~2012 年級群についてそれぞれ各年齢時の平均殻長を求めるとともに、von Bertalanffy の成長曲線を作成した。その後、確認された全て

^{*}国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所

^{**}福島県農林水産部水産課

の年級群間で比較が可能だった5歳時までの各年齢時殻長を Tukey-Kramer 法で多重比較し、有意差の有無を検証した。

結 果

2015～2017年に調査で採捕された個体の殻長範囲は100～165mmで、主に120～135mmの個体が優占しており、平均殻長と標準偏差は $130.0 \pm 9.3\text{mm}$ であった(図1)。天然・人工個体の比率は、天然個体が42.8%、人工個体が43.7%、判別不能個体が13.5%だった(図2)。確認された年級群の中で、2009年級群が最も多く、104個体で24.2%、次いで2010年級群が93個体で21.6%、2008年級群が82個体で19.1%、2011年級群が62個体で14.4%であり、これらの年級群が全体のおよそ80%を占めた(表1)。

各年級群の von Bertalanffy 成長曲線のパラメータは表2のとおりだった。各年齢時の平均殻長をみると、各年齢時平均殻長では直近の年級群ほど平均殻長が大きい傾向がみられた(表3、図3)。3歳時の平均殻長では最小だった2004年級群の67.28mmと最大だった2012年級群の90.19mmの間に22.91mmの差があった。4歳時では平均値が最小だった2004年級群の79.02mmと最大であった2012年級群の105.46mmで26.44mmの差があり、5歳時の平均殻長ではさらに差が大きく、最小が2004年級群の90.96mm、最大が2012年級群の121.74mmで30.78mmの差があった。確認された9つの年級群全てで比較が可能であった5歳時までの各年齢時殻長について有意差の有無を Tukey-Kramer 法で多重比較したところ(有意水準0.05)、1歳時殻長の比較では36の組み合わせの内全ての組み合わせで有意差は検出されず、2歳時では5件(13.9%)、3歳時では17件(47.2%)、4歳時では21件(58.3%)、5歳時では26件(72.2%)で有意差が検出された(表4～8)。特に5歳時殻長の比較において、2012年級群はいずれの年級群とも有意差があった(表8)。

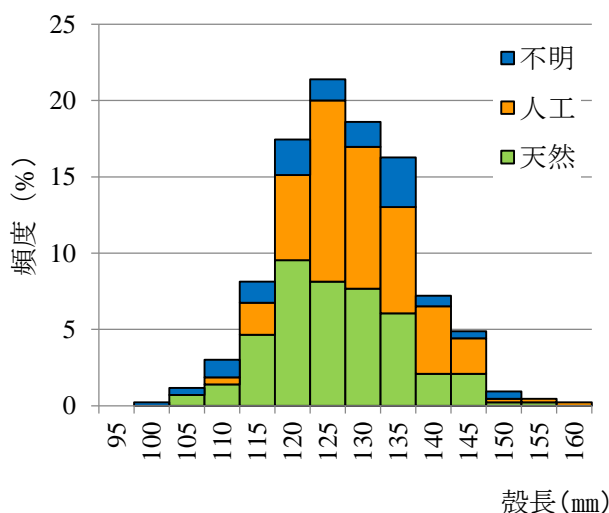


図1 2015～2017年に採捕されたサンプルにおける殻長組成

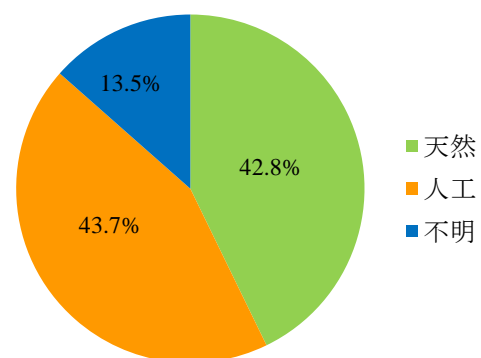


図2 2015～2017年に採捕されたサンプルの天然・人工比率

表1 年齢査定によって確認された年級群の割合 (%)

年級	個体数	割合
2004年級	5	1.2
2005年級	13	3.0
2006年級	18	4.2
2007年級	36	8.4
2008年級	82	19.1
2009年級	104	24.2
2010年級	93	21.6
2011年級	62	14.4
2012年級	17	4.0

表2 年級群別の成長式パラメータ

$$L_t = L_{\infty} \{L - e^{-k(t-t_0)}\}$$

年級	L_{∞}	K	t_0
2004年級	201.07	0.0985	-1.1321
2005年級	196.57	0.1198	-0.5616
2006年級	170.12	0.1789	-0.3126
2007年級	169.46	0.1818	-0.3905
2008年級	163.52	0.2109	-0.2511
2009年級	153.02	0.2532	-0.0833
2010年級	161.53	0.2205	-0.2085
2011年級	167.74	0.2170	-0.2084
2012年級	188.97	0.1986	-0.1807

表3 2004～2012年級群の各年齢時の平均殻長 (mm)

年級	個体数	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳
2004年級	5	36.84	55.50	67.28	79.02	90.96	101.00	110.76	119.56	128.58	133.16	138.06	149.70
2005年級	13	33.86	52.04	68.38	81.56	95.02	107.92	117.98	126.76	133.77	140.01	149.75	
2006年級	18	35.77	56.69	77.58	90.68	104.69	114.67	124.69	131.62	136.72	147.43		
2007年級	36	39.28	58.41	77.05	92.92	106.34	117.51	126.51	132.23	134.75	137.60		
2008年級	82	38.73	59.43	79.68	97.06	109.89	120.75	128.72	132.38	135.87			
2009年級	104	38.55	60.30	81.91	99.47	112.44	121.63	125.60	130.43				
2010年級	93	39.12	60.31	81.41	98.89	111.55	120.03	127.24					
2011年級	62	39.59	62.25	84.42	101.53	113.51	123.48						
2012年級	17	39.83	65.31	90.19	105.46	121.74							

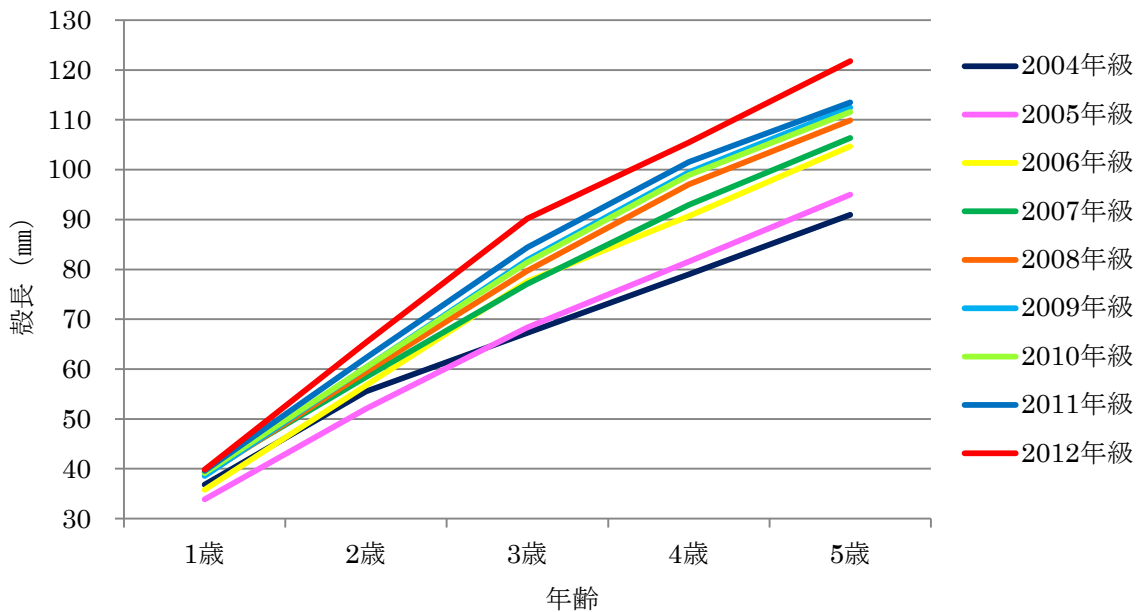


図3 年級群別各年齢時の平均殻長 (5歳時まで)

表 4 多重比較検定結果 (1 歳時殻長)

	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
2004年		x	x	x	x	x	x	x	x
2005年	x		x	x	x	x	x	x	x
2006年	x	x		x	x	x	x	x	x
2007年	x	x	x		x	x	x	x	x
2008年	x	x	x	x		x	x	x	x
2009年	x	x	x	x	x		x	x	x
2010年	x	x	x	x	x	x		x	x
2011年	x	x	x	x	x	x	x		x
2012年	x	x	x	x	x	x	x	x	

表 5 多重比較検定結果 (2 歳時殻長)

	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
2004年		x	x	x	x	x	x	x	x
2005年	x		x	x	x	○	○	○	○
2006年	x	x		x	x	x	x	x	○
2007年	x	x	x		x	x	x	x	x
2008年	x	x	x	x		x	x	x	x
2009年	x	○	x	x	x		x	x	x
2010年	x	○	x	x	x	x		x	x
2011年	x	○	x	x	x	x	x		x
2012年	x	○	○	x	x	x	x	x	

表 6 多重比較検定結果 (3 歳時殻長)

	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
2004年		x	x	x	○	○	○	○	○
2005年	x		x	○	○	○	○	○	○
2006年	x	x		x	x	x	x	x	○
2007年	x	○	x		x	x	x	○	○
2008年	○	○	x	x		x	x	x	○
2009年	○	○	x	x	x		x	x	○
2010年	○	○	x	x	x	x		x	○
2011年	○	○	x	○	x	x	x		x
2012年	○	○	○	○	○	○	○	x	

表 7 多重比較検定結果 (4 歳時殻長)

	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
2004年		x	x	○	○	○	○	○	○
2005年	x		x	○	○	○	○	○	○
2006年	x	x		x	x	○	○	○	○
2007年	○	○	x		x	○	○	○	○
2008年	○	○	x	x		x	x	x	○
2009年	○	○	○	○	x		x	x	x
2010年	○	○	○	○	x	x		x	x
2011年	○	○	○	○	x	x	x		x
2012年	○	○	○	○	○	x	x	x	

表 8 多重比較検定結果 (5 歳時殻長)

	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
2004年		×	○	○	○	○	○	○	○
2005年	×		○	○	○	○	○	○	○
2006年	○	○		×	×	○	○	○	○
2007年	○	○	×		×	○	○	○	○
2008年	○	○	×	×		×	×	×	○
2009年	○	○	○	○	×		×	×	○
2010年	○	○	○	○	×	×		×	○
2011年	○	○	○	○	×	×	×		○
2012年	○	○	○	○	○	○	○	○	

考 察

震災前の 2007 年漁期における下神白漁場の漁獲物調査では、殻長 100～150mm の個体が漁獲され、殻長 110～125mm の個体が 81.8% を占めていた (図 5)。2004、2005 年級群は震災前の 2010 年漁期で既に 6 歳あるいは 5 歳で、2007 年と同様の殻長の個体が中心に漁獲されたとすれば、年級群内の大部分は漁獲圧を受けていたものと推測される。一方、2008～2010 年級群は成長の良い個体が漁獲規制サイズである 95mm を超える、3、4 歳の時期が震災による影響で操業がなかった 2011～2013 年と重なっており (図 6、表 8)、成長の良い個体が間引かれていない。また、ほとんどの個体が漁獲規制サイズを超える 5 歳以降においても、試験操業が始まった 2014～2017 年の下神白における漁獲量は震災前の 10 年間の平均漁獲量の 0.6～1.8% 程度であり、試験操業による漁獲圧はかなり低い。したがって、これらの年級群は漁獲による影響をほとんど受けていない年級群と考えられ、得られた殻長データも漁業によるバイアスがほとんどかかっていない数値であると考えられる。2004、2005 年級群の殻長が小さかったのは、2008～2010 年級群での 5 歳時の殻長組成図における、90～100mm の 5% 程に該当する成長の悪い個体 (図 6) が震災前は取り残されており、それらが今回の調査において採捕されたため、輪紋から読み取った各年齢時の殻長が小さかったと考えられた。2017 年時点で 5 歳の 2012 年級群は、年級群の中でも成長の良い個体が先に漁獲加入し採捕されたため、2012 年級群は各年齢時の平均殻長が他の年級群に比べ大きく、見かけ上は成長が良くなっているように見えると考えられた。漁獲の影響を受けていない 2008～2010 年級群の 5 歳時の殻長を見ると殻長 120mm を超えるのは全体の内 10% ほどで (図 6)、今回の調査で見られた 2012 年級群はその成長の良い群が採捕されたと考えられる。以上のことから、直近の年級群ほど各年齢時の平均殻長が大きかった要因は、漁業活動によるものと考えられた。

震災を経験しつつ若齢時に漁獲による影響も受けておらず、震災後もほとんど漁獲圧を受けていない 2008～2010 年級群と、震災後に生まれ操業自粛によりほとんど漁獲の影響を受けていない 2011 年級群の 5 歳時の平均殻長を比較したところ、有意差が見られなかったことから (表 7)、震災によってアワビの成長に影響は出ていなかった。

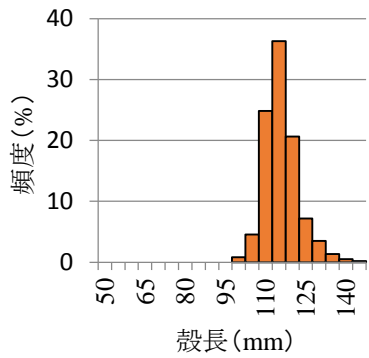


図4 下神白漁場における漁獲物殻長組成 (2007年)

表9 下神白漁場における年別漁獲量

年	漁獲量(kg)
2007	8,146
2008	7,274
2009	7,069
2009	6,179
2011	0
2012	0
2013	0
2014	49
2015	62
2016	74
2017	156

※2016、2017年は市場調査結果を集計

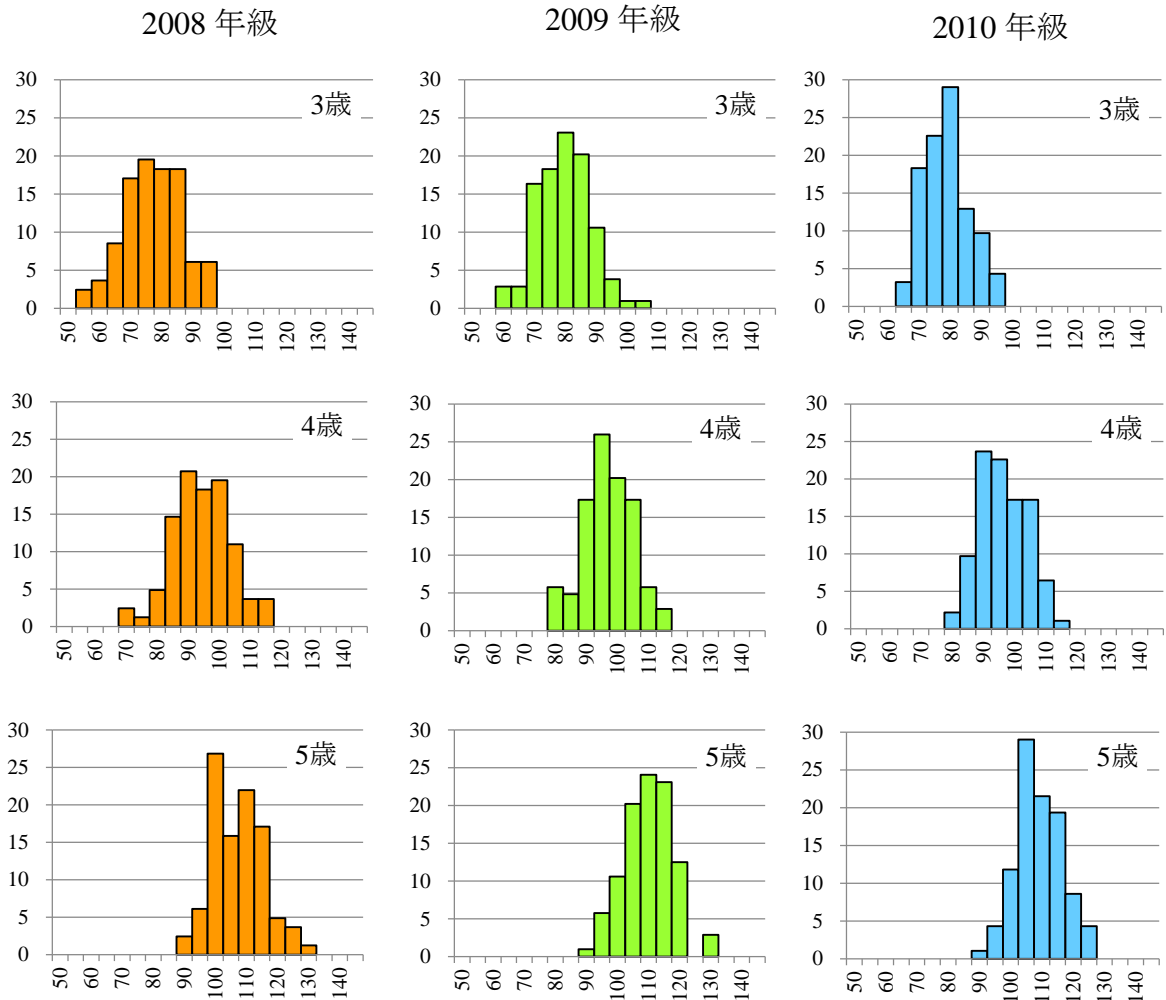


図5 2008～2010年級における3～5歳時の殻長組成
(横軸：殻長(mm)、縦軸：頻度(%))

要 約

1. 2015～2017年に福島県いわき市のアワビ漁場の1つである下神白漁場において採捕されたエゾアワビについて震災前後で成長差があるかを検討した。
2. 採捕された個体の殻長範囲は100～165mmで主に120～135mmの個体が優占しており、平均殻長は 130.0 ± 9.3 mmだった。
3. 天然・人工個体の比率は天然個体が42.8%、人工個体が43.7%、判別不能個体が13.5%だった。
4. 確認された2004～2012年級群の中で2008～2011年級群が多く、全体のおよそ80%を占めた。
5. 5歳時までの各年齢時殻長をTukey-Kramer法で多重比較した結果、5歳時の比較では36の組み合わせの内26の組み合わせで有意差が検出された。
6. 直近の年級群ほど各年齢時の平均殻長が大きかった要因は、2012年級群では成長の良い個体が先に漁獲され、2004、2005年級群では成長の悪い個体が漁獲されずに残されていたからだと考えられた。
7. 震災による津波を経験し操業自粛により若齢時に漁獲圧を受けていない2008～2010年級群と震災後に生まれた2011年級群で5歳時の殻長に有意差が認められなかったことから、震災によるアワビの成長に影響はなかったと考えられた。

文 献

- 1) 河村知彦・高見秀輝・早川淳・村岡大祐・玉置仁：三陸沿岸の岩礁藻場における地震と津波の影響およびその後の変化、日本水産学会誌、83(4)、672-676 (2017).
- 2) 榎本昌宏・守岡良晃・佐藤美智男：被害漁場環境調査（いわき市沿岸磯根調査）、平成27年度福島県水産試験場事業概要報告書、9-10 (2016).
- 3) 渡邊亮太・鈴木章一・佐藤美智男：下神白漁場における年級群別成長比較、平成28年度福島県水産試験場事業概要報告書、11-12 (2017).
- 4) 渡邊亮太・鈴木章一・佐藤美智男：下神白漁場におけるエゾアワビの年齢組成と年級群別成長比較（短報）、福島県水試研報、18、46-49 (2018).
- 5) 平川直人：再生産力の向上を目的としたアワビ類の資源管理・増殖技術の開発、平成22年度福島県水産試験場事業概要報告書、6-7 (2011).