

ホタテガイ増養殖安定化推進事業 地まき増殖ホタテガイ実態調査

色川七瀬・小谷健二・遊佐貴志・山内弘子

目 的

陸奥湾におけるホタテガイの地まき増殖について種苗放流実績と生残状況を調べ、適正な増殖方法を検討する。

材料と方法

2023年4月に陸奥湾内で地まき増殖を実施している野辺地町漁協、むつ市漁協、川内町漁協、脇野沢村漁協を対象とし、放流日に地まきホタテガイ種苗（以下、種苗と称す）サンプル40～50枚を各漁協の3漁業者から供出してもらい、殻長、全重量、軟体部重量を測定し、異常貝を小谷ら¹⁾、小泉ら²⁾の方法に従って計数した。

2023年11月15日～12月4日に、前述の4漁協を対象とし、地まき1年貝である2022年産ホタテガイ（以下、2022年産貝もしくは地まき1年貝と称す）の生残状況等を調べた。なお、野辺地町漁協については、漁協の要望を受けて地まき2年貝である2021年産ホタテガイ（以下、2021年産貝と称す）も調査対象に含めた。脇野沢村漁協は、地まき貝を放流していない区域を調査したため、混獲生物のみ計測した。各漁協から種苗の放流年月日、枚数、放流区面積を聞き取るとともに、各漁協の放流漁場において6本の爪が付いた桁幅1.78m、網目6cmのホタテガイ桁網を用い、船速1.2～3.4ノットで3分間の海底曳きを行って地まきホタテガイを採捕した。曳網開始と終了時にGPSで記録した緯度経度から曳網距離を求め、その曳網距離に桁幅を乗じて曳網面積を求めた。採捕したホタテガイの生貝と死貝を計数するとともに、採捕された生貝30個体を上限として調査時殻長、放流時殻長、全重量、軟体部重量を測定し、異常貝の有無を確認した。また、同時に採捕された底生生物については、種ごとに個体数と重量を計数・測定し、マヒトデとニッポンヒトデについては各個体の腕長も併せて測定した。本調査で得られたデータを基に、次式で示す指標値を求めて過去のデータと比較した。なお、野辺地町漁協の正常生貝残存率が100%を超えたため、2022年度産貝のみ正常生貝残存率＝採捕生貝数/(採捕生貝数+採捕死貝数)×100×(100-異常貝出現率)/100とし平均値から除外した。

$$\text{異常貝出現率 (\%)} = (\text{異常貝数} \div \text{測定個体数}) \times 100$$

$$\text{へい死率 (\%)} = [\text{採捕死貝数} \div (\text{採捕生貝数} + \text{採捕死貝数})] \times 100$$

$$\text{正常生貝残存率 (\%)} = (\text{採捕生貝数} \div \text{曳網面積}) \div (\text{放流枚数} \div \text{放流区面積}) \times 100 \times (100 - \text{異常貝出現率}) \div 100$$

また、むつ市漁協および川内町漁協において、これまでの地まき実態調査から推定された2022年産貝の資源量と地まき3年貝で採捕された漁獲量との関係を調べた。

資源量は次式で求めた。なお、正常生貝残存率の計算では桁網効率を考慮していないため、資源量は過少評価になっている。

$$\text{資源量 (トン)} = \text{放流枚数} \times \text{正常生貝残存率} \div 100 \times \text{平均全重量 (g)} \times 10^{-6}$$

結果と考察

1. 全体の調査結果

(1) 種苗の放流状況

2022年産貝種苗における漁協ごとの放流実績を表1に示した。2022年産貝は、2023年4月に10,681千枚が放流され、いずれの漁協も種苗が生まれた年の翌春に種苗を放流する春放流をしていた。野辺地町漁協は春放流に加えて、種苗が生まれた年の秋に放流する秋放流で20千枚を放流していた。

表1. 2022年産種苗の放流実績

漁協名	秋放流			春放流				
	年月日	放流面積 (㎡)	放流枚数 (千枚)	放流密度 (枚/㎡)	年月日	放流区面積 (㎡)	放流枚数 (千枚)	放流密度 (枚/㎡)
野辺地町	2022.11.28	990,563	20	0.02	2023.4.10	990,563	798	0.81
むつ市					2023.4.8	728,500	5,709	7.84
					2023.4.9			
川内町					2023.4.8	520,000	3,497	6.72
					2023.4.11			
脇野沢村					2023.4.4	120,000	677	5.64
					2023.4.5			
					2023.4.6			
計			20				10,681	

2022年産貝の放流時の測定結果を表2に示した。異常貝出現率は、秋放流された種苗の平均が0.7%、春放流された種苗の平均が0.6%とともに低い値だった。

各漁協における1998年度以降の放流枚数と放流密度の推移を図1-1～1-4に示した。野辺地町漁協で2020年以降、秋放流の放流枚数、密度が著しく減少しているのは、秋放流主体から春放流主体となったためである。各漁協の放流枚数は、野辺地町漁協の春放流は漸減傾向を示し、むつ市は2019年から減少傾向だったものの増加に転じ、川内町、脇野沢村は横ばい傾向を示した(図1-1～1-4)。

表2. 2022年産種苗放流時測定結果

漁協	サンプル番号	サンプル数	殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	異常貝出現率 (%)
野辺地町 (秋放流)	①	50	30.5	3.1	-	2.0
	②	50	27.6	2.3	-	0.0
	③	50	31.2	3.3	-	0.0
	平均		29.8	2.9	-	0.7
野辺地町 (春放流)	①	30	70.8	34.5	14.3	0.0
	②	30	75.0	35.9	17.0	0.0
	③	30	74.2	34.6	15.0	0.0
	平均		73.3	35.0	15.4	0.0
むつ市 (春放流)	①	40	68.3	32.3	14.7	5.0
	②	30	58.8	20.2	8.8	0.0
	③	30	65.1	28.9	13.6	0.0
	平均		66.4	29.1	13.1	1.3
川内町 (春放流)	①	30	55.6	15.2	6.1	3.3
	②	30	67.3	23.5	9.2	0.0
	③	30	59.7	17.9	7.0	0.0
	平均		60.9	18.9	7.5	1.1
脇野沢村 (春放流)	①	30	66.6	26.0	11.6	0.0
	②	30	64.9	26.6	11.8	0.0
	③	30	62.2	22.8	9.6	0.0
	平均		64.6	25.1	11.0	0.0
秋放流平均			29.8	2.9	-	0.7
春放流平均			66.3	27.0	11.7	0.6

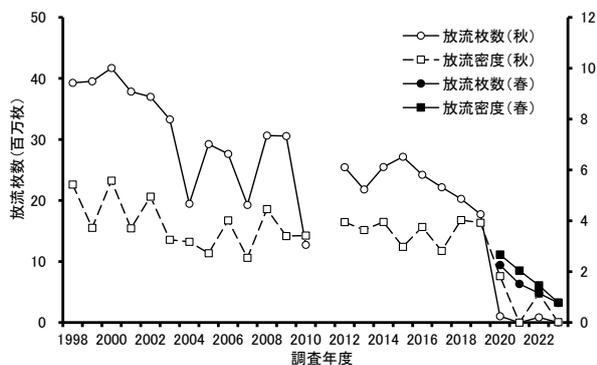


図1-1. 放流枚数と放流密度の推移(野辺地町漁協)

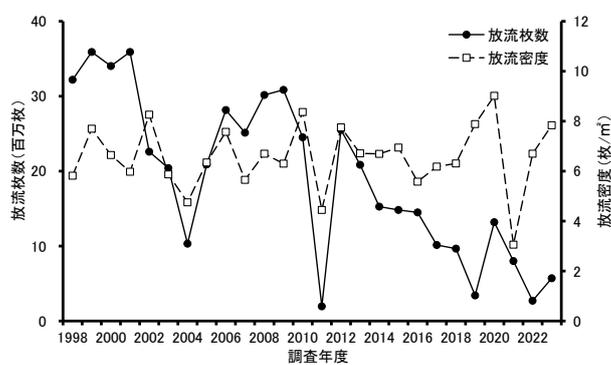


図1-2. 放流枚数と放流密度の推移(むつ市漁協)

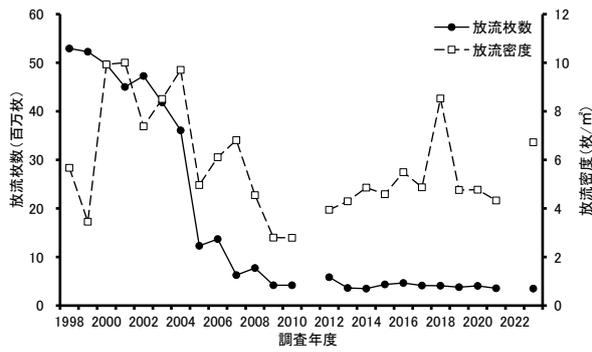


図 1-3. 放流枚数と放流密度の推移（川内町漁協）

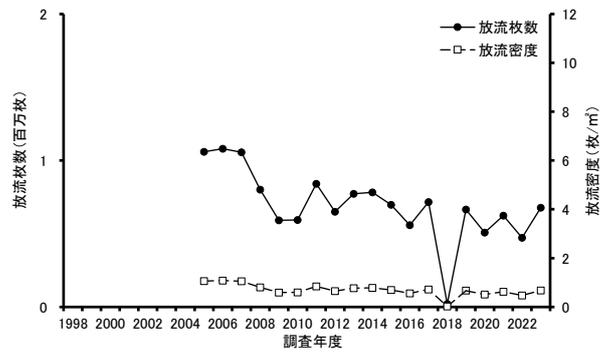


図 1-4. 放流枚数と放流密度の推移（脇野沢村漁協）

(2) 桁網調査の結果

2022年産貝放流区での調査結果を付表1-1、1-2に、ホタテガイ以外の底生生物の採捕結果を付表2に、地まき1年貝のへい死率および異常貝出現率の推移を図2に、正常生貝残存率の推移を図3に、殻長および全重量の推移を図4に、軟体部重量および軟体部指数の推移を図5に示した。2022年産貝のへい死率の3漁協平均値は48.4%と、1986年度から2022年度の過去37年間の平均値（以下、過去37年間の平年値と称す）21.6%に比べ26.8ポイント高い値を示し、1986年以降3番目に高かった。異常貝出現率の3漁協平均値は7.8%と過去37年間の平年値6.9%とやや高い値を示した（図2、付表1-1）。秋放流漁協は秋季養殖実態調査の分散済み稚貝、春放流漁協は春季養殖実態調査の半成貝においてそれぞれの正常生貝率と、地まき実態調査での1年貝の正常生貝生残率の間に有意な正の相関（ $P < 0.05$ ）が認められた²⁾ことから、放流用種苗の中間育成にあたっては、収容枚数を適正にし、施設を安定させる等の工夫により、健苗を育成することが重要であった。

しかし、2022年産貝の放流時の正常生貝率はいずれの地区も高かったものの、調査時の正常生貝率は低く、へい死率は水深11.3m～15.4mの浅い水深帯で35.0%～99.6%と高かった。へい死率が高かった要因として、2023年の夏季は記録的な高水温となり、陸奥湾内の全ブイの水深1m～15mで毎時観測値、日平均値、半旬別平均値が過去最高値を記録したこと（陸奥湾海況自動観測参照）、東湾ブイの水深30mでは25℃以上の水温は出現しなかったが、水深15mでは27日間継続し、水深が浅いほど水温が高くなる傾向が見られたことから、放流時の貝の質ではなく夏季の異常高水温によるものと考えられた。次年度以降も異常高水温となる可能性があることから、できるだけ水温の低い深い水深帯に稚貝を放流することが必要と考えられた。

正常生貝残存率の2漁協平均値は1.7%と、1998年度から2022年度の過去25年間の平均値（以下、過去25年間の平年値と称す）17.7%より16.0ポイント少ない値を示した（図3、付表1-1）。

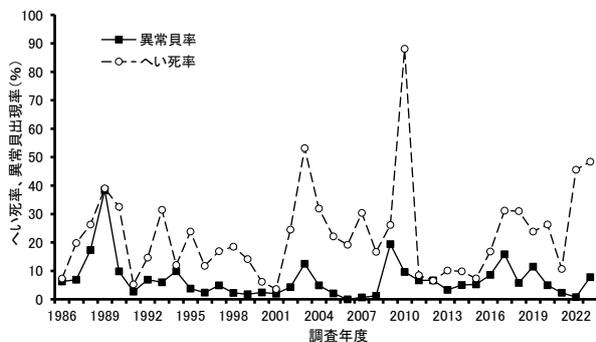


図 2. 地まき1年貝のへい死率および異常貝出現率の推移（全湾平均）

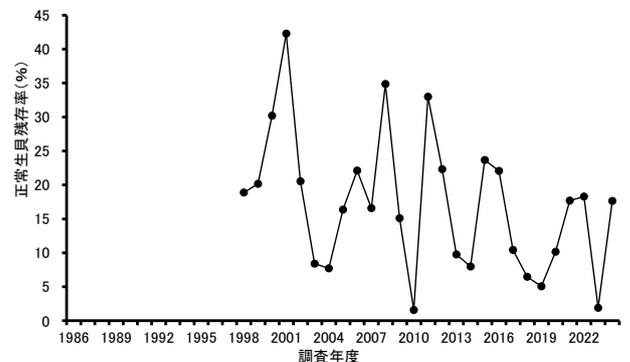


図 3. 地まき1年貝の正常生貝残存率の推移（全湾平均）

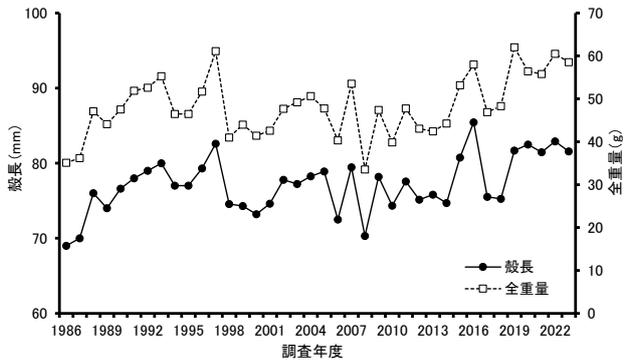


図 4. 地まき 1 年貝の殻長および全重量の推移（全湾平均）

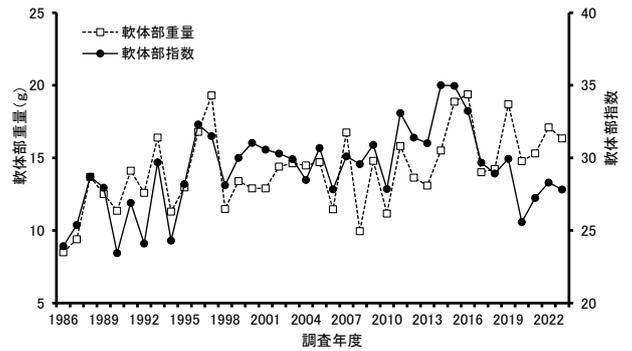


図 5. 地まき 1 年貝の軟体部重量および軟体部指数の推移（全湾平均）

殻長、全重量、軟体部重量の3漁協平均値は、それぞれ80.9mm、58.1g、16.0gと、過去37年間の年平均値77.1mm、47.9g、14.1gと比べ、殻長は3.8mm、全重量は10.2g、軟体部重量は1.9g高い値を示した。年平均値より高くなった要因として、2023年は例年より調査時期が約1ヶ月遅れたため、その分貝が成長したことが考えられた（図4、5、付表1-2）。

各漁協の1991年度以降のマヒトデとニッポンヒトデの採捕密度を図6-1～6-4に示した。ホタテガイを食害するマヒトデおよびニッポンヒトデは、全ての調査地点で採捕されなかったことから、両種によるホタテガイの食害は小さかったと考えられた。

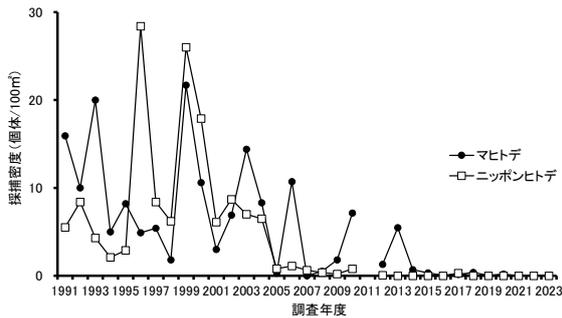


図 6-1. マヒトデおよびニッポンヒトデの採捕密度の推移（野辺地町漁協）

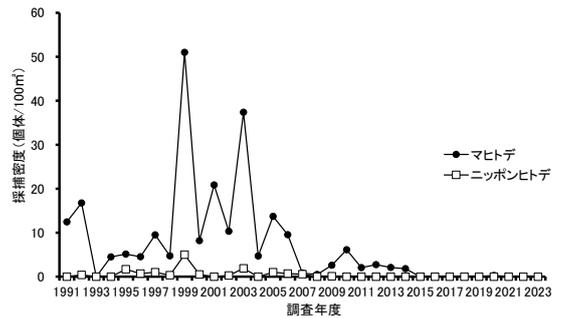


図 6-2. マヒトデおよびニッポンヒトデの採捕密度の推移（むつ市漁協）

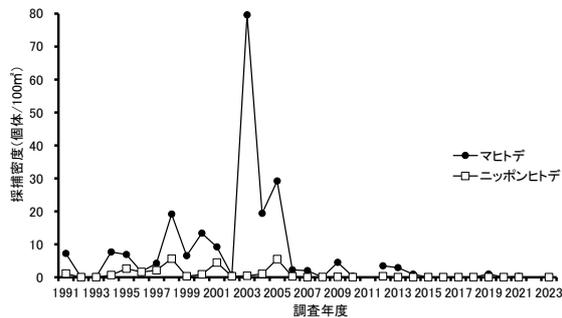


図 6-3. マヒトデおよびニッポンヒトデの採捕密度の推移（川内町漁協）

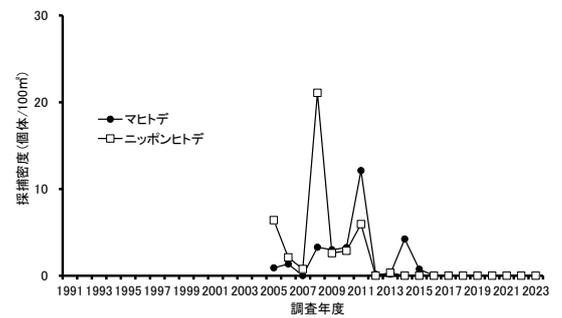


図 6-4. マヒトデおよびニッポンヒトデの採捕密度の推移（脇野沢村漁協）

2. 野辺地町漁協の調査結果

野辺地町漁協における 1998 年度以降の地まき 1 年貝正常貝生残率の推移を図 7、秋放流した 2022 年産貝の殻長組成を図 8、春放流した 2022 年産貝の殻長組成を図 9、春放流した 2021 年産貝の殻長組成及び調査結果をそれぞれ図 10、付表 3 に示した。水温が 25℃を超えた日数は水深 10m で 18 日、水深 20m で 8 日と、水深が深いほど水温が低い傾向が見られた²⁾。2022 年産貝のへい死率は、秋放流が 1.1%、春放流が 6.5%と低い値を示したが、これは 2022 年産貝を放流した漁場水深が 21.4~21.5m と比較的深く、水温が低かったためと考えられた。

異常貝出現率は秋放流が 6.7%、春放流が 13.3%であった(付表 1-1)。正常貝生残率は、従来の算出方法で 100%を超えたため、先述の式で求めたところ秋放流が 98.9%、春放流が 93.5%と高い値を示した(図 7、付表 1-1)。

死貝の殻長組成は、秋放流では、おおむね生貝と重なっており、ほとんどが成長後にへい死したと考えられる(図 8)。春放流では、調査した死貝が 3 個体のみであった(図 9)。

2021 年産貝のへい死率は 23.0%、異常貝出現率は 20.0%、正常貝生残率は 12.6%であった(付表 3-1)。

2021 年産貝の殻長組成を見ると、2022 年度の調査時から成長しており、生貝と死貝の殻長組成はほぼ同じであった(図 10)。

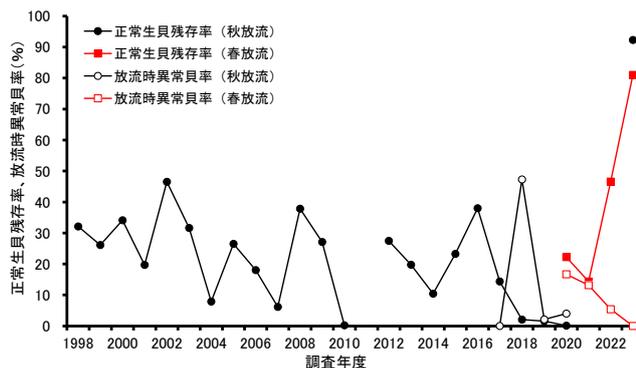


図 7. 地まき1年貝の正常貝生残率の推移 (野辺地町漁協)

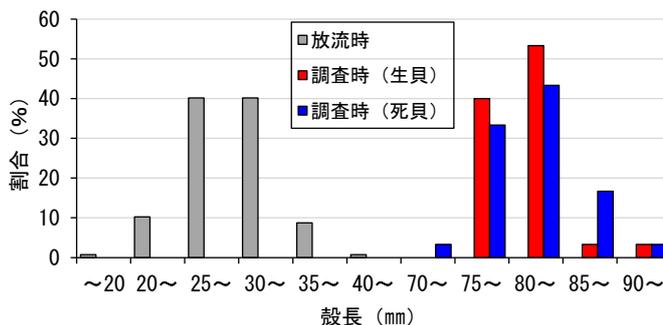


図 8. 2022年産貝の殻長組成 (野辺地町漁協、秋放流)

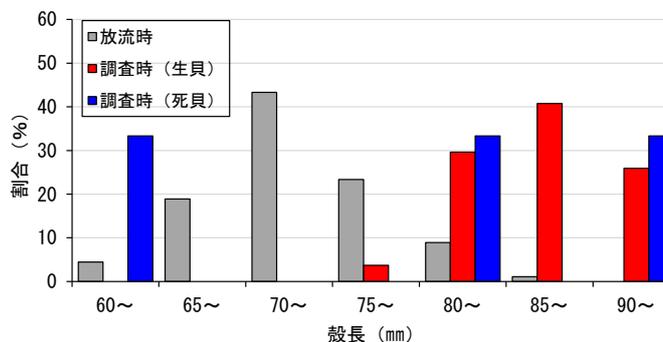


図 9. 2022年産貝の殻長組成 (野辺地町漁協、春放流)

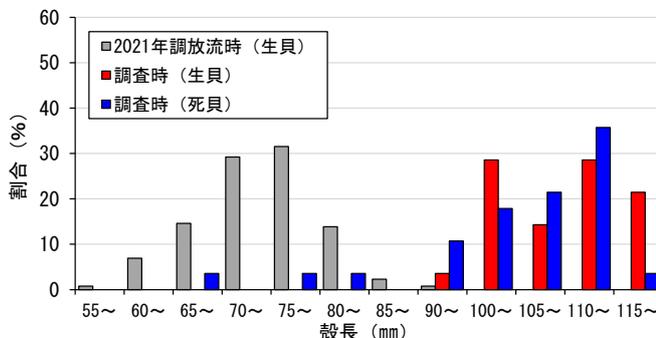


図 10. 2021年産貝の殻長組成 (野辺地町漁協、春放流)

3. むつ市漁協の調査結果

むつ市漁協における1998年度以降の地まき1年貝正常貝生残率の推移を図11、秋放流した2022年産貝の殻長組成を図12に示した。2022年産貝のへい死率は55.5%と高い値を示した。

異常貝出現率は6.7%と低い値を示した(付表1-1)。正常生貝残存率は2.6%と平年値13.5%に比べ10.9ポイント低い値を示した(図11、付表1-1)。

死貝の殻長組成を見ると、小型の死貝は少なく、多くが生貝の殻長組成と重なっていることから、ほとんどの死貝が成長後にへい死したものと推測された(図12)。また、調査地点ごとのへい死率は、大湊①が35.0%、大湊②が76.1%と大湊②で比較的高い値を示しており、さらに大湊②の入網水深は11.3mと大湊①の13.2mと比べて1.9m浅くなっていた(付表1-1)。このことから水深によって水温に差が生じ、夏季の異常高水温の影響を受けやすかった大湊②のへい死率が高くなったと考えられた。

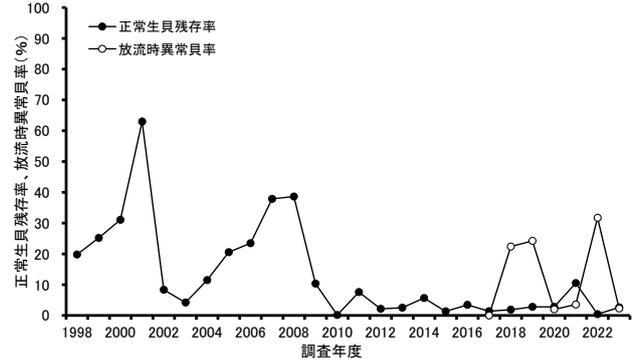


図11. 地まき1年貝の正常生貝残存率の推移(むつ市漁協)

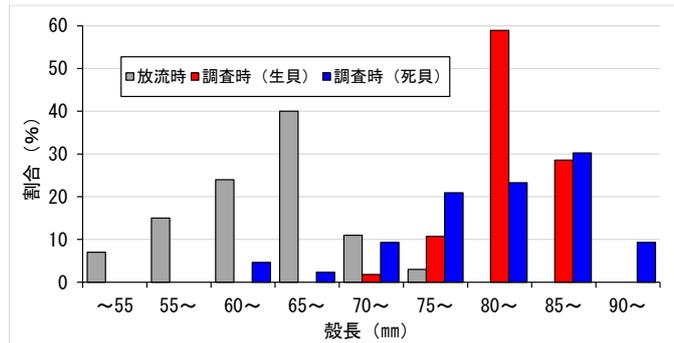


図12. 2022年産貝の殻長組成(むつ市漁協)

4. 川内町漁協の調査結果

川内町漁協における1998年度以降の地まき1年貝正常貝生残率の推移を図13、秋放流した2022年産貝の殻長組成を図14に示した。異常貝出現率は、6.7%と低い値を示したが、採捕生貝が少なく、正確な異常貝出現率を求めることができなかつたと考えられた(付表1-1)。

正常生貝残存率は0.8%と、平年値14.5%に比べ13.7ポイント低く、過去3番目に低い値を示した(図13、付表1-1)。

2022年産貝のへい死率は86.0%と、非常に高い値を示した(付表1-1)。死貝の殻長組成を見ると、小型の死貝はほとんど認められず、生貝の殻長組成とおおむね重なっていることから、成長後にへい死したと推測された(図14)。また、調査地点ごとのへい死率は、陸側および中間がそれぞれ98.6%、99.6%であるのに対して、沖側が59.6%と沖側が陸側や中間と比較して低い値を示した(付表1-1)。さらに、陸

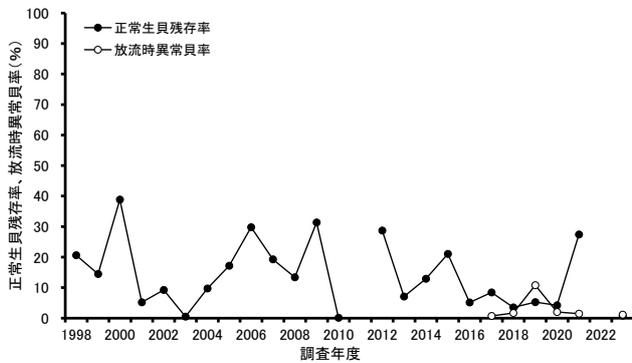


図13. 地まき1年貝の正常生貝残存率の推移(川内町漁協)

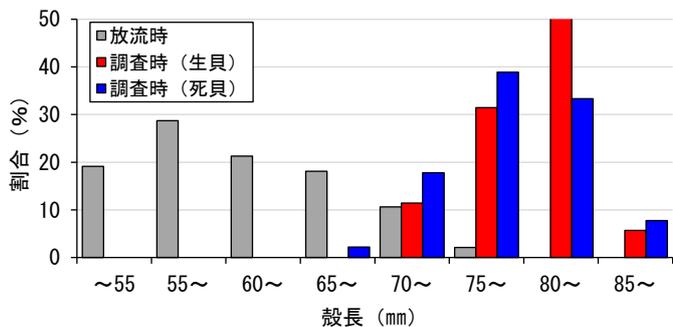


図14. 2022年産貝の殻長組成(川内町漁協)

側、中間の入網水深は 12.1m、12.0m と沖側の 15.4m と比べて約 3m 浅くなっており、むつ市と同様に水深によって水温に差が生じ、陸側にいた貝が夏季の異常高水温でへい死したものと考えられた。

文 献

- 1) 小谷健二・吉田達・山内弘子・森恭子 (2018) ホタテガイ増養殖安定化推進事業 ホタテガイ垂下養殖実態調査-I. 平成 28 年地方独立行政法人度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 247-262.
- 2) 山内弘子・小坂善信・吉田達・川村要 (2008) ほたてがい増養殖 IT 推進事業(地まき増殖ホタテガイ実態調査 I). 平成 18 年度青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告, 37, 163-170.

付表1-1. 2023年度地まきホタテガイ実態調査結果（2022年産貝）

漁協	場所	調査 年月日	入網 水深 (m)	放流 時期 (月)	曳網 面積 ^{*1} (m ²)	放流 密度 (枚/m ²)	採捕 生貝 (枚)	採捕 死貝 (枚)	へい死率 ^{*2} (%)	生貝 残存率 ^{*3} (%)	異常貝 (枚)	異常貝 出現率 (%)	正常生貝 残存率 ^{*4*5} (%)
野辺地町	No. 8 (秋放流)	2023. 11. 15・16	21. 5	11月	566	0. 8	542	6	1. 1	98. 9	2	6. 7	98. 9
	No. 8 (春放流)	2023. 11. 15・16	21. 4	4月	344	0. 0	43	3	6. 5	93. 5	4	13. 3	93. 5
	平均		21. 5		455	0. 4	293	5	3. 8	96. 2	3	10. 0	96. 2
むつ市	大湊 ①	2023. 12. 4	13. 2	4月	199	5. 7	26	14	35. 0	2. 3	0	0. 0	2. 3
	大湊 ②	2023. 12. 4	11. 3	4月	233	9. 2	73	232	76. 1	3. 4	4	13. 3	2. 9
	平均		12. 3		216	7. 5	50	123	55. 5	2. 8	2	6. 7	2. 6
川内町	陸側	2023. 11. 15	12. 1	4月	455	6. 7	5	363	98. 6	0. 2	0	0. 0	0. 2
	中間	2023. 11. 15	12. 0	4月	376	6. 7	1	262	99. 6	0. 0	0	0. 0	0. 0
	沖側	2023. 11. 15	15. 4	4月	414	6. 7	80	118	59. 6	2. 9	6	20. 0	2. 3
	平均		13. 2		415	6. 7	29	248	86. 0	1. 0	2	6. 7	0. 8
脇野沢村	松ヶ崎	2023. 12. 4	36. 5	4月	596								
湾内3漁協平均						4. 9	124	125	48. 4	1. 9	2	7. 8	1. 7

*1 曳網面積：GPSから算出

*2 へい死率：採捕死貝数/(採捕生貝数+採捕死貝数)×100

*3 生貝残存率：生貝採捕密度/放流密度×100

*4 正常生貝残存率：生貝残存率×(100-異常貝率)/100

*5 野辺地町漁協の正常生貝残存率：生貝/(生貝+死貝)×100（採捕密度の値が放流密度の値を超えたため平均から除外）

付表1-2. 2023年度地まきホタテガイ実態調査結果（2022年産貝）

漁協	場所	調査 年月日	放流時 殻長 (mm)	調査時 殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部 重量 (g)	軟体部 指数*	底質
野辺地町	No. 8 (秋放流)	2023. 11. 15・16	31. 2	81. 3	55. 7	16. 0	28. 7	砂
	No. 8 (春放流)	2023. 11. 15・16	70. 9	78. 1	61. 3	18. 5	30. 2	砂
	平均		51. 1	79. 7	58. 5	17. 2	29. 4	
むつ市	大湊 ①	2023. 12. 4	64. 1	84. 2	61. 5	16. 8	27. 3	アマモ
	大湊 ②	2023. 12. 4	65. 9	82. 5	58. 4	14. 4	24. 6	砂泥、アマモ
	平均		65. 0	83. 3	59. 9	15. 6	25. 9	
川内町	陸側	2023. 11. 15	61. 9	75. 7	41. 7	11. 3	27. 2	砂、石
	中間	2023. 11. 15	47. 7	83. 0	72. 7	20. 9	28. 8	砂、石
	沖側	2023. 11. 15	66. 9	80. 3	53. 5	13. 3	24. 9	砂、石
	平均		58. 8	79. 7	56. 0	15. 2	27. 0	
湾内3漁協平均			58. 3	80. 9	58. 1	16. 0	27. 5	

*1 軟体部指数：軟体部重量/全重量×100

付表2. 2023年度地まきホタテガイ実態調査における底生生物の採捕結果（個体/100m²）

場所 種名	野辺地町			むつ市			川内町			
	No. 8 (秋放流)	No. 8 (春放流)	平均	大湊 ①	大湊 ②	平均	陸側	中	沖側	平均
ムラサキイガイ	0.4		0.4							
エゾヒバリガイ								0.2	0.6	0.4
タマキガイ								0.2	0.1	0.1
カキ類	1.8		1.8							
アカザラ		0.5	0.5	136.5	314.0		2.7	3.0	13.1	6.3
ヨーロッパヒラガキ								0.2	0.1	0.1
アカニシ								0.3		0.3
ヒレガイ				0.0	2.6	1.3				
ヒメエゾボラ				0.0	90.8	45.4	0.4		19.6	10.0
コロモガイ				7.6	11.6	9.6				
トゲモシシガイ							0.7			0.7
ヒメコウイカ									0.1	0.1
頭足類	0.2	0.4	0.3				0.3		0.1	0.2
イイダコ				6.0	0.0	3.0				
ガザミ										
甲殻類							0.1		0.1	0.1
イシガニ							0.1			0.1
ヤドカリ類										
イトマキヒトデ	0.4	0.7	0.5	22.2	1497.1		26.9	23.6	14.2	21.6
スナヒトデ	0.7	3.7	2.2				0.5	0.8		0.6
モミジガイ	3.5	15.2	9.4				4.2	4.4		4.3
アカヒトデ	0.4	0.2	0.3							
キヒトデ	0.4		0.4	0.0	19.7	9.9	0.5	0.3		0.4
クモヒトデ	0.4	0.2	0.3							
ウニ類	0.9		0.9	85.1	99.4	92.2	48.1	38.7	2.1	29.6
キタサンシヨウウニ	0.2		0.2							
キタムラサキウニ										
ナマコ類							1.7	1.5		1.6
マナマコ										
キンコ	0.7		0.7							
マボヤ	0.5	0.7	0.6						0.1	0.1
ユウレイボヤ									0.4	0.4
マダイ							0.1			0.1
ギンボ				4.5	0.0	2.3				
ヒラメ		0.2	0.2							
魚類	0.2		0.2							
コモンカスベ										
ヒカリウミウシ							1.2	0.6		0.9

付表3-1. 2023年度地まきホタテガイ実態調査結果 (2021年産貝)

漁協	場所	調査 年月日	入網 水深 (m)	放流 時期 (月)	曳網 面積*1 (m ²)	放流 密度 (枚/m ²)	採捕 生貝 (枚)	採捕 死貝 (枚)	へい死率 (%)	生貝 生残率*2 (%)	異常貝 (枚)	異常貝率 (%)	正常生貝 残存率*3 (%)
野辺地町	2番(2022年春放流)	2023.11.15	18.4	4	508	1.5	117	35	23.0	15.7	6	20.0	12.6

*1 曳網面積：GPSから算出

*2 生貝残存率：生貝採捕密度/放流密度×100

*3 正常生貝残存率：生貝残存率×(100-異常貝率)/100

付表3-2. 2023年度地まきホタテガイ実態調査結果 (2021年産貝)

漁協	場所	調査 年月日	調査時 殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部 重量 (g)	軟体部 重量 指数*1	底質
野辺地町	2番(2022年春放流)	2023.11.15	109.2	117.0	39.2	33.5	砂

*1 軟体部指数：軟体部重量/全重量×100