

11. エイ類等の食害生物の駆除・食害防止策

11.1 ナルトビエイ来遊量調査

水産有用二枚貝類への影響を把握するために、有明海沿岸 4 県(福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県)、水産庁、農村振興局が連携して、水産有用二枚貝類を捕食するナルトビエイの摂餌状況等の調査を実施している。

11.1.1 調査の内容、方法

ナルトビエイを捕獲し、個体数、体盤長、湿重量、胃内容物の調査を実施した。調査期間、調査項目を以下に示す。

- ・調査期間:2006(平成 18)年度～2019(令和元)年度 概ね 4 月下旬～11 月
- ・調査項目:隻数、網入れ地点・回数、ナルトビエイの個体数、体盤長、湿重量、胃内容物(胃内容物については、2009(平成 21)～2017(平成 29)年度)

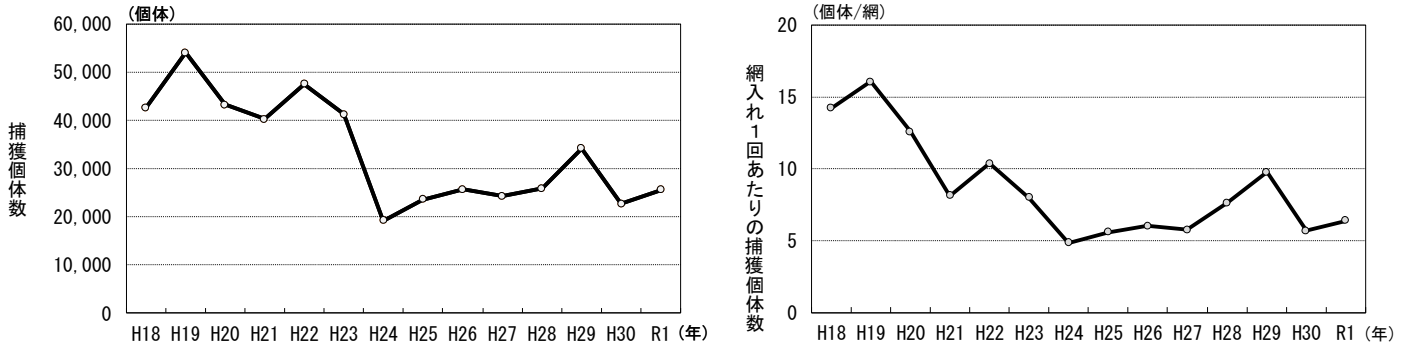
11.1.2 ナルトビエイの捕獲状況、推定来遊量

ナルトビエイの捕獲個体数は、2008(平成 20)～2011(平成 23)年度は約 4 万個体(約 400t)であり、2012(平成 24)年度は約 2 万個体(200t)に減少し、以降、横ばい傾向にある(図 11.1-1)。また、ナルトビエイの来遊量と関係性が強い CPUE^{※1}も、捕獲個体数と概ね同様の傾向にある(図 11.1-1)。

DOIRAP法^{※2}によるナルトビエイの推定来遊量は、2008(平成 20)～2010(平成 22)年度には 40～50 万個体であり、2011(平成 23)年度以降は減少し、2012(平成 24)年度以降は概ね 10～20 万個体で推移している(図 11.1-2)。

※1:CPUE(Catch Per Unit Effort):1 網当たり(一定努力量当たり)の捕獲数

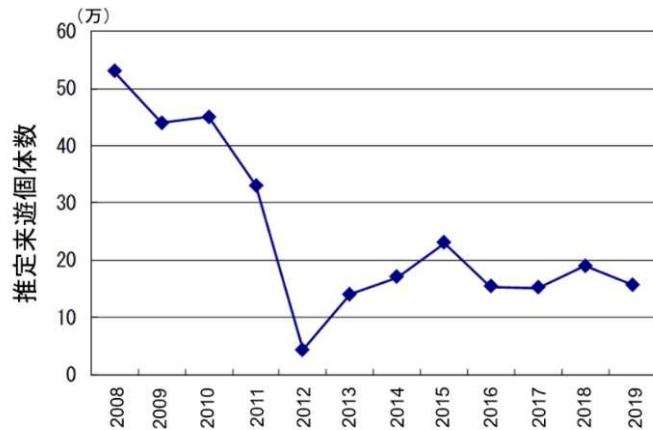
※2:DOIRAP法:捕獲されたナルトビエイのサイズデータをもとに、年齢構成、寿命、生残率、産仔数などの生態情報を加味して、年齢別の来遊量を推定する方法



注)1.2006(平成18)年:農政局調査+県単捕獲事業の集計値
 2.2007(平成19)年~2019(令和元)年:農政局調査+県単捕獲事業+水産庁捕獲事業の集計値
 3.捕獲個体数:ナルトビエイ以外の一部の食害生物を含んでいる可能性有
 4.平成28年度委員会報告はサンプル数の少ない標本船調査のみによるCPUEを示しており、同じ年度であっても本調査結果と数字が異なることに留意

図 11.1-1 有明海におけるナルトビエイの捕獲個体数(左)及び1操業あたりのナルトビエイ捕獲数(CPUE、右)の経年変化

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第6回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」



注) 2018(平成30)年度は体盤幅、生残率、混獲率、令和元年度は生残率、混獲率の調査を実施していないため、2015(平成27)~2017(平成29)年度の3カ年の平均値を使用してDOIRAP法で推定した。

図 11.1-2 ナルトビエイ推定来遊個体数の経年変化(DOIRAP法)

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第6回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

ナルトビエイの成長段階別の胃内容物の組成比率は表 11.1-1 に示すとおりである。ナルトビエイの胃内容物組成からは、アサリ、サルボウ、タイラギなどの水産有用二枚貝類に一定の被害を及ぼしていることが確認できた。なお、胃内容物中にタイラギが確認された調査年度は、2009(平成21)、2011(平成23)、2015(平成27)年度の3カ年のみでごくまれであった。1日の摂餌量は、各個体の体重に占める胃内容物重量の割合で0歳は0.9%、19歳は0.2%であり、大型になるほど低下する傾向にあった。

表 11.1-1 ナルトビエイの成長段階別の胃内容物の組成

成長段階	調査年度	水産有用二枚貝類(%)				カキ(%)	その他の二枚貝(%)	巻貝(%)	その他(%)	個体数(n)	平均体盤幅(cm)
		アサリ	サルボウ	タイラギ	小計						
幼魚	2009	5.6	16.7	0.0	22.3	0.0	18.9	53.6	5.1	30	48
	2010	7.3	7.1	0.0	14.4	0.0	33.0	41.8	10.8	41	43
	2011	8.2	34.6	0.0	42.8	0.0	16.3	34.8	6.1	49	46
	2012	1.7	0.0	0.0	1.7	0.0	17.6	61.0	19.6	59	44
	2013	4.5	70.9	0.0	75.4	0.8	11.3	5.0	7.6	40	48
	2014	43.0	3.4	0.0	46.4	0.0	42.7	8.6	2.4	35	42
	2015	21.0	12.9	0.0	33.9	0.0	32.4	26.2	7.5	29	45
	2016	0.0	62.4	0.0	62.4	0.0	0.0	25.0	12.6	8	48
	2017	0.0	2.9	0.0	2.9	0.0	34.3	30.9	23.5	35	44
平均	10.1	23.4	0.0	33.6	0.1	22.9	31.9	10.6	—	—	
未成魚	2009	19.4	36.8	3.0	59.2	8.8	21.4	0.0	10.7	67	72
	2010	42.6	14.3	0.0	56.9	0.0	17.0	5.7	20.4	58	72
	2011	20.5	58.8	0.3	79.6	9.3	6.2	2.8	2.1	64	69
	2012	31.1	9.1	0.0	40.2	30.4	14.7	14.6	0.1	55	69
	2013	5.9	56.6	0.0	62.5	13.3	22.8	0.0	1.4	72	68
	2014	42.2	40.0	0.0	82.2	12.2	3.9	0.0	1.7	72	72
	2015	19.5	13.9	0.0	33.4	21.5	25.6	13.9	5.6	36	72
	2016	4.6	62.0	0.0	66.6	6.2	14.7	8.2	4.4	25	71
	2017	14.5	29.8	0.0	44.2	21.2	28.6	0.2	1.8	26	71
平均	22.2	35.7	0.4	58.3	13.7	17.2	5.0	5.3	—	—	
雄成魚	2009	22.9	43.0	0.0	65.9	1.2	32.9	0.0	0.0	9	88
	2010	44.4	28.1	0.0	72.5	0.0	9.1	9.1	9.3	11	87
	2011	3.7	67.8	0.0	71.5	8.8	5.6	0.0	14.0	27	87
	2012	1.4	11.4	0.0	12.8	77.2	10.0	0.0	0.0	10	82
	2013	0.0	66.7	0.0	66.7	11.1	22.2	0.0	0.0	9	83
	2014	7.7	75.9	0.0	83.6	9.4	6.3	0.2	0.5	32	86
	2015	14.3	14.8	0.0	29.0	27.6	42.4	0.0	0.9	14	87
	2016	0.0	42.5	0.0	42.5	23.2	32.6	1.4	0.3	12	86
	2017	0.0	25.1	0.0	25.1	37.3	36.7	0.0	0.9	8	85
平均	10.5	41.7	0.0	52.2	21.8	22.0	1.2	2.9	—	—	
雌成魚	2009	0.0	29.1	18.9	48.0	23.6	7.0	0.0	21.4	15	111
	2010	57.2	21.5	0.0	78.7	15.9	0.2	0.8	4.5	12	103
	2011	7.7	43.0	0.0	50.7	41.1	0.0	1.0	7.2	12	112
	2012	7.1	11.4	0.0	18.6	67.2	0.0	7.1	7.0	14	108
	2013	0.0	83.4	0.0	83.4	16.6	0.0	0.0	0.0	12	110
	2014	0.0	60.8	0.0	60.8	26.3	8.7	4.0	0.1	23	109
	2015	0.1	5.1	15.3	20.5	56.0	16.6	6.3	0.7	16	105
	2016	0.0	1.1	0.0	1.1	78.6	20.0	0.0	0.3	5	101
	2017	0.0	9.9	0.0	9.9	48.9	28.5	3.9	8.8	10	120
平均	8.0	29.5	3.8	41.3	41.6	9.0	2.6	5.6	—	—	

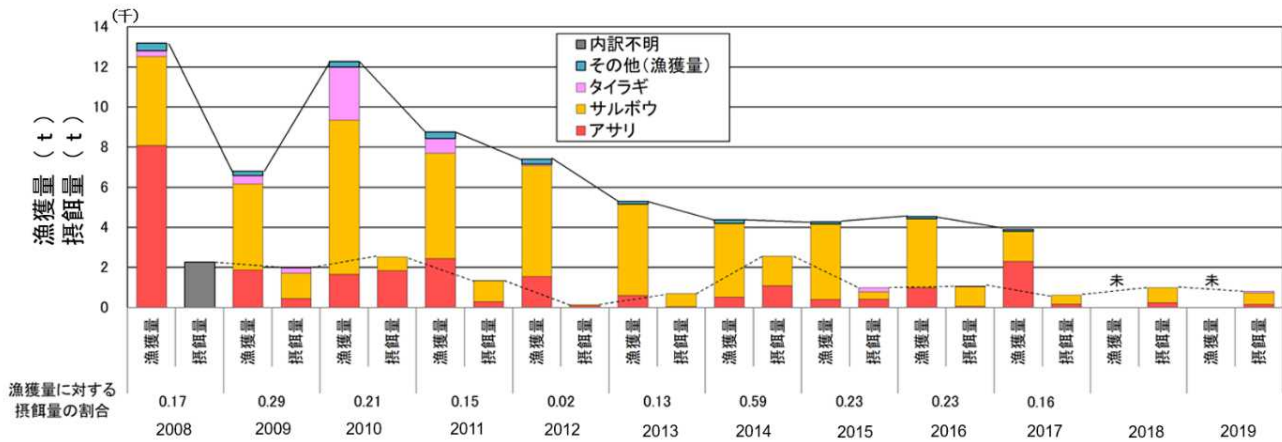
注)1.幼魚:体盤55cm未満、未成魚:体盤55~80cmの雄と体盤55~94cmの雌、成魚:体盤80cm以上の雄と体盤94cm以上の雌

2.表中の赤マスは50%以上、淡赤は20%以上を示す。

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第6回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

11.1.3 ナルトビエイの摂餌量の推定

2008(平成 20)年度から 2019(令和元)年度までの、有明海における水産有用二枚貝類漁獲量と調査結果に基づくナルトビエイの摂餌量の経年変化を図 11.1-3 に示す。胃内容物組成と量、推定来遊量から推定した水産有用二枚貝類の摂餌量は 2008(平成 20)～2010(平成 22)年度の 2,000～2,500t から、2012(平成 24)年度の 200t 以下に減少したが、2013(平成 25)年度以降は 1,000t 程度で横ばいの状況にある。ナルトビエイの摂餌量の大半を占めるサルボウは漁場外での摂餌も見られるとの研究成果があるものの、ナルトビエイの水産有用二枚貝類の摂餌量は漁獲量の 13～59%に相当し、漁獲量が年々減少している水産有用二枚貝類にとって、その摂餌の影響は小さくないといえる。



- 注) 1.漁獲量データは『九州農林水産統計年報(九州農政局統計部)』より抜粋
 2.2008(平成 20)年度は胃内容物調査を実施していないため内訳は不明
 3.2018(平成 30)年度、2019(令和元)年度は胃内容物調査を実施していないため、2015(平成 27)～2017(平成 29)年度の3ヵ年の平均値を使用して摂餌量に占める水産有用二枚貝類の比率を算出した。

図 11.1-3 水産有用二枚貝類漁獲量とナルトビエイによる摂餌量の経年変化

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第6回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

11.2 ナルトビエイ以外の小型捕食者による食害

環境省では、ナルトビエイよりも小型の動物の捕食によってタイラギ移植個体の生残率がどの程度減少するか、また、その対策をどう講じるかについて検討した。まず、2017(平成 29)年度にどの程度の目開きのケージによってタイラギ移植個体を保護すれば、生残率を高く保てるかを試験した。次に、2018(平成 30)年度に、タイラギ移植個体の生残率の時系列変動様式が小型捕食動物からの保護の有無に応じてどのように変化するかを試験し、あわせて、タイラギ捕食の可能性の高い小型動物を水中カメラで撮影した。

11.2.1 調査の内容・方法

有明海における浮遊幼生ネットワークの形成においては、湾奥部だけでなく中南部における母貝団地も必要となりうることから、図 11.2-1 に示した湾奥の 3 定点(大牟田、沖神瀬西、野崎干潟)と中南部の 2 定点(三会、爛場島)を試験海域として設定した。2017(平成 29)年度には大牟田と三会で試験し、2018(平成 30)年度には全定点で試験した。各定点の緯度・経度と水深は表 11.2-1 に示すとおりである。



図 11.2-1 移植試験の定点

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

表 11.2-1 定点の位置と水深

定点	北緯(°)	東経(°)	水深(m)
大牟田	33.02933	130.36556	10.0
沖神瀬西	33.06250	130.22167	12.7
野崎干潟	32.97768	130.21942	2.2
三会	32.82721	130.36246	13.5
爛場島	32.77361	130.37953	9.3

野崎干潟は潮間帯、他定点は潮下帯に位置する。

(1) 保護ケージの目開きによるタイラギ移植個体の生残率の変化(2017(平成 29)年度)

小型捕食者に対する目開きの検討:底面50cm×50cm、高さ30cmの箱型のステンレス製ケージ(上面と側面はステンレス製メッシュ、底面は空洞)を大牟田と三会に3つずつ潜水士が設置した。各ケージを高さが半分(15cm)になるように海底に埋め込んだ。各定点における3ケージの目開きは1、2、3cmの3種類である。

設置日は2017(平成 29)年8月18-19日にかけて実施したが、大牟田の3cm目開きのケージのみ2017(平成 29)年8月30日とした。

各ケージの内部にタイラギ人工種苗 1 才貝(殻長の平均±標準偏差:9.7±1.7cm)を 14 個体ずつ移植した。この人工種苗は前年度に有明産親貝から生産されたものである。

各ケージを約 2 週間間隔でダイバーが清掃した。これらのケージと内部の生残個体を 2017(平成 29)年 10 月 26-27 日に回収した。各ケージについてタイラギの生残率を計算し、さらにこの値を移植日数の代表値(69 日間)における生残率へと補正し、目開きや定点間の比較検討を行った。

(2) タイラギ移植個体の生残率の時系列変動と捕食性小型動物の観察(2018(平成 30)年度)

定点(大牟田、沖神瀬西、野崎干潟、三会、爛場島)に 2 タイプのケージを 3 個ずつ設置し、内部にタイラギ人工種苗 1 才貝を 20 個体ずつ移植した。移植時の殻長は 9.4±0.9 cm(平均±標準偏差)であった。

これらの定点に設置したケージは、図 11.2-2 のステンレス製の「保護ケージ」とネットロンネット製の「低保護ケージ」である。各ケージの形状は、2017(平成 29)年度のケージと同様に底面 50cm×50cm、高さ 30cm の箱型である。これらのケージの底面は空洞で原地盤の底質となっており、側面と上面は目開き 1.5cm であり、2017(平成 29)年度の試験結果から捕食性の小型動物の侵入を完全に防ぎ、かつタイラギの生残率に負の影響を与えない目開きである。低保護ケージでは、上面を目開き 11.5cm のネットに交換した。11.5cm の目開きは多くの小型動物の侵入がみられるものの、ナルトビエイなど大型のエイ類の侵入を防ぐと考えられる目開き(熊本県水産研究センター,2017)として設定した。



図 11.2-2 保護ケージ(左)と低保護ケージ(右)

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

これらのケージに 2018(平成 30)年 5 月 31 日～6 月 6 日にタイラギ人工種苗を 20 個体ずつ移植した。移植の直後に各ケージに 1.5cm 目開きの蓋をした。移植したタイラギが自ら底質に潜り込んで固着するまでの馴致として、移植したタイラギを約 2 週間そのままにしたのち、低保護ケージだけに 2 週間後に蓋の目開きを 1.5cm から 11.5cm へと拡大し、観察を開始した。各ケージは 2 週間ごとに潜水土が清掃するとともに、各ケージ内部の底質を潜水土が触診することで、人工貝の生残個体を計数した。2018(平成 30)年 10 月 16～26 日にかけてケージ内の全

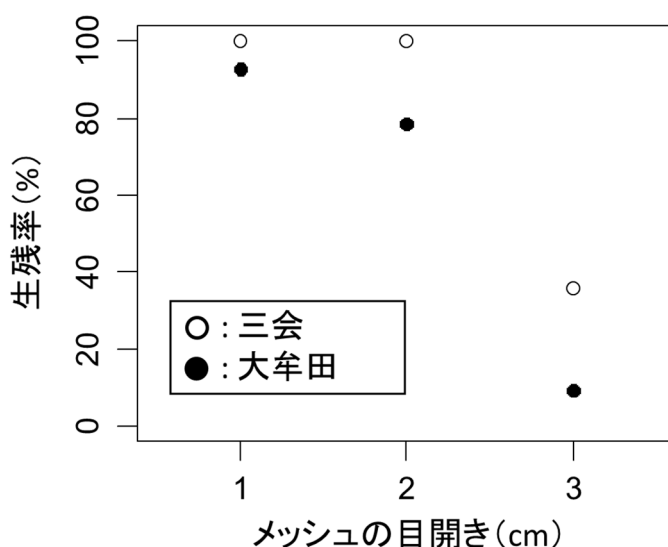
個体を回収し、最終生残個体を計数した。この最終日の生残個体数から移植期間中の生残率を計算し、移植日数の代表値(135日間)で補正した。

低保護ケージの蓋の目開きを拡大した日に、タイムラプスカメラ(Brinno TLC200Pro)を低保護ケージ1つの前に約50cmの距離を離して設置し、5:00~20:00の時間帯に20秒間隔で撮影した。各定点についてカメラ設置の翌日から数えて8~12日分の画像を解析し、ケージ周辺に出現した生物種と個体数を計数した。

11.2.2 調査結果

(1) 保護ケージの目開きによるタイラギ移植個体の生残率の変化(2017(平成29)年度)

大牟田と三会の各定点におけるタイラギ移植個体の生残率(69日あたり補正值)は、1-2cmの目開きのケージでは79~100%と高かった一方、3cm目開きのケージでは9-36%と低かった(図11.2-3)。



注)タイラギ移植個体の生残率と、ケージのメッシュの目開きとの対応を示した。生残率は69日間あたりに補正した値。

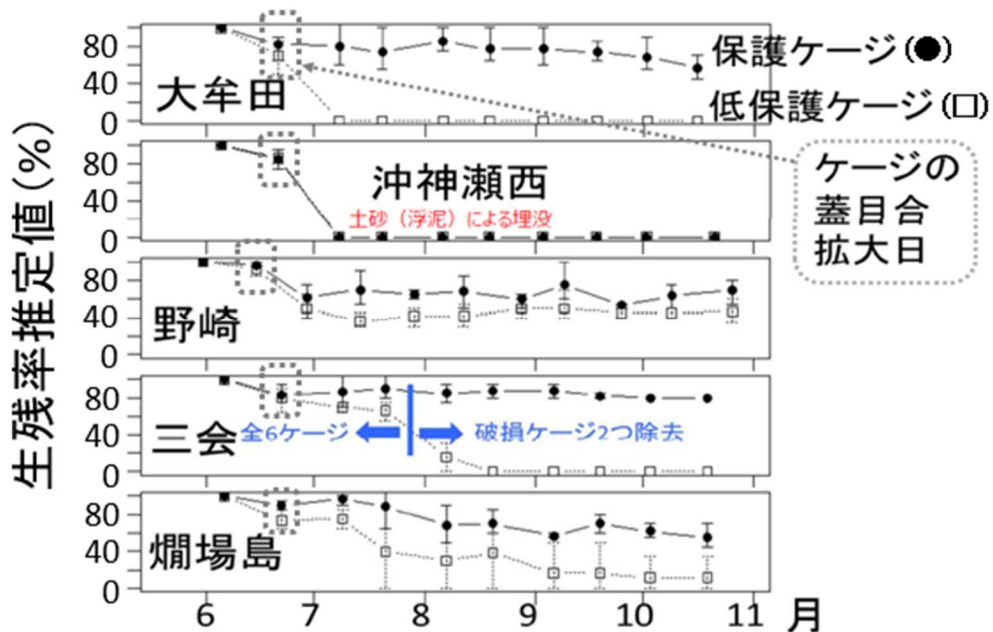
図 11.2-3 2017(平成29)年度の移植実験結果

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) タイラギ移植個体の生残率の時系列変動と捕食性小型動物の観察(2018(平成30)年度)

潜水士によるタイラギ生残推定値(触診による推定値)を図11.2-4に示した。低保護ケージと保護ケージの間での生残率推定値の差は、沖神瀬西を除く各定点で、目開き拡大の調査日以降、広がった。このような差の広がる速度は、大牟田で最も高く、次いで三会・爛場島で顕著であり、野崎干潟では低かった。一方、沖神瀬西では、目開き拡大の調査日から次の調査日にかけて、低保護ケージ・保護ケージともに生残率が0%にまで急減した。調査最終日の回収生残個体数に基づく生残率(135日あたり補正值)に関するケージタイプ間の差は、定点ごとに有意に異なった(混合型ロジスティック回帰におけるケージタイプと定点の交互作用: $p < 0.001$)。同生残率のケージタイプ間の差は、大牟田(保護ケージの平均生残率70%、低保護ケージの平

均生残率 0%)、三会(95%、0%)、爛場島(63%、3%)では有意であり、野崎干潟(86%、64%)、沖神瀬西(0%、0%)では有意でなかった(定点別の混合型ロジスティック回帰におけるケージタイプ効果:有意水準0.05)。



注)横軸に調査日、縦軸に生残率推定値(潜水土の現場推定に基づく)を示した。各定点、調査日、ケージタイプについて、平均値(●:保護ケージ、□:低保護ケージ)とレンジ(縦棒)を示した。

図 11.2-4 2018(平成 30)年度のタイラギ移植実験の結果

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

水中カメラで撮影された小型動物について、出現率(当該生物の記録された写真の枚数÷全ての写真の枚数)を表 11.2-2 に示した。出現率が相対的に高い種を定点別に整理すると、大牟田ではアカニシ(12.9%)とイシガニ(3.6%)、沖神瀬西ではイシガニ(0.4%)、野崎干潟ではイシガニ(5.3%)、三会ではタコ類(0.11%)、爛場島ではタコ類(0.31%)とアカニシ(0.18%)となった。エイ類は三会だけで記録され、その出現率は低かった(0.0044%)。なお、沖神瀬西では、設置日から9日目(2018(平成 30)年6月 29 日)に水中カメラが横転し、泥に埋没した。これ以降の各調査日において、潜水土が定規により測定した泥の厚み(最初にケージを設置した海底の表面と、泥の表面との距離)の中央値は、沖神瀬西では 38cm、他の定点では 0.5cm~5.0cm だった。沖神瀬西ではすべてのケージが急激な泥の堆積によって埋没したことにより全タイラギ個体が死亡していたが、その原因として、2018(平成 30)年 6 月 29 日の九州北部での豪雨(120.5mm/日)と強い北風(最大風速:11.4m/秒)が想定される。

表 11.2-2 水中カメラの日中撮影時間における小型捕食者の出現率

定点	アカニシ	タコ類	イシガニ類	エイ類	クロダイ
大牟田	12.9%		3.6%		
沖神瀬西			0.4%		
野崎干潟			5.3%		0.022%
三会		0.11%		0.0044%	0.021%
爛場島	0.18%	0.31%	0.014%		

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

11.2.3 まとめ

近年のタイラギ減少要因として、ナルトビエイ以外の生物による食害報告も多くみられる。タイラギを摂餌する生物としては、相対的に小型の捕食者(イシガニやガザミ等の大型の甲殻類、イダコやマダコ等の頭足類、アカニシ等の腹足類)が知られている(平成 28 年度委員会報告)。

2017(平成 29)年度と 2018(平成 30)年度の試験結果から、ナルトビエイよりも小型の動物の食害により、殻長約 10cm のタイラギ1才貝の生残率が大きく低下することが考えられた¹⁾。これらの原因生物として、肉食性の巻貝、甲殻類、頭足類の影響が推定された。ただし、タイラギ移植個体に対する小型捕食者ごとの食害率を定量的に評価できていない。また、移植試験は周囲にタイラギが存在しない条件下で人為的に高密度に移植されているため、移植タイラギが集中的な食害を受ける可能性が高く、その影響を過大評価している可能性もあり、有明海全体で評価するには情報不足である。

参考文献

- 1)Kurihara, T., Hashimoto, K., Nakano, S., Matsuyama, Y., Yurimoto, T., Nagasoe, S., Ito, A., Ojima, D., Okamura, K. (2021): Effects of transplant sites and preventive measures against predation on the survival rates of pen shell in the Ariake Sea, Japan, *Plankton and Benthos Research*, Vol. 16, pp. 266-277.