

# 牟岐町津島「せうら」におけるマイワシ漂着による生物被害とトコブシ資源回復対策の検討

小島 博・城 泰彦・沢田 健蔵

牟岐町大島,津島,出羽島周辺に1991年4月2~3日にかけて死亡した多量のマイワシが漂着した。新聞報道(徳島新聞:4月4日付け)によれば,マイワシの最初の発見は4月2日午後,出羽島の東2~3kmを漂流中のものであった。その後,漂流マイワシの一部が出羽港に入ったため,漁船約15隻が除去作業にあたった記事も報道された。4月4日には海上保安庁日和佐分室よりマイワシの死亡原因調査の依頼があった。4月5日より現地調査を開始したが,「せうら」は被害の最も著しい場所の一つであった。そこで,「せうら」を被害調査水域として選び,生物被害の状況,最重要なトコブシ資源の回復対策を講じることを目的とする調査を行った。マイワシの分解物による白濁がおさまった4月22日に「せうら」において予備的に潜水観察を行い,4月26日に潜水により生物被害を調査した。6月3日には「せうら」へトコブシ親貝の標識放流を行い,追跡調査により,トコブシの生存可能性,成長,成熟など資源回復の対策について検討する資料を得た。

本報告は,一連の調査(環境,水質,生物被害,被害対策)のうち生物被害,被害対策に関する調査をまとめたものである。

## 1 マイワシ死亡原因調査

4月4日,海上保安庁日和佐分室より検査を依頼されたマイワシの体長,体重について表1に示す。マイワシはすでに腐敗臭があり,鰓が痛んでいたため鰓の観察はできなかった。調査は外観観察と細菌検査によった。

外観的には,体表の一部が充血した個体も見られたが,他の異常は観察されなかった。数種類の細菌が分離されたが,天然魚の死亡原因となる連鎖球菌は分離されなかった。検査魚は腐敗が進行しており,死亡後に増えた細菌が分離されたものと考えられた。

なお,4月5日に大島~出羽島付近において採集した資料は,腐敗が更に進み,検査は不可能であった。

表1 検査個体の体長と体重

検査個体数	5
標準体長	19.4cm (18.3-21.0)
体重	78.8g (67.2-91.6)

## 2 マイワシの腐敗状況の観察

4月11日 靛浦漁協の大敷網に入網したマイワシを水産試験場へ輸送し、海水中での腐敗状況を観察した。観察に試供したマイワシは標準体長 19.6 (標準偏差 0.8) cm, 体重 78.6 (同前, 9.0) g であった。午前 11 時 15 分に 30 個体を 300ℓ容水槽に収容した。注水量は 1.3 回 / 時間, 水温は 16.5 であった。水槽収容時に 7 個体が浮いた。1 日目 (水温 16.7 ) には 3 個体が浮き, 既に腐敗臭があった。2 日目 (水温 16.8 ) には 3 個体を除いて, 他の個体は浮いた。腹部が赤く充血していた。3 日目 (水温 16.7 ) にはほとんどの個体が浮き, 腐敗がさらに進行した。4 日目になると 11 個体が沈み, マイワシの腹部が割れた。5 日目には全個体が沈み, 分解が始まった。6 日目には分解が進行した。

以上の観察の通り, 新鮮なマイワシでも 23% が水面に浮くことが観察された。水温 16 ~ 17 において, 24 時間後には腐敗臭が感じられ, 2 日目には腐敗が進行するためほとんどの個体が水面に浮いた。これらの浮いた個体も 4 ~ 5 日目に再び沈降し, 分解が始まった。2 日目に浮いた個体は腹部が赤く充血し, 現場でみられた状態と類似した。

## 3 潜水による予備観察

4月22日, 「せうら」において被害調査を計画するための予備的な潜水観察を行った。「せうら」は北, 東および南を島や岩礁に囲まれ, 荒天時にも操業の容易な場所である。聞き取り調査によると, この水域はムラサキウニ (牟岐町地先で最も身入りの良い場所に一つと言われている), テングサ, トコブシの漁場である。クロアワビは浅い場所で漁獲されるが, 量的には少ない。アカウニは身入りが悪く, 利用されていない。

汀線付近から水深 13m の間について, 「せうら」中央部の岸沖方向に, マイワシの状態, 生き残った生物, 被害を受けた生物などについて潜水観察を行った。

観察結果を表 2 に示した。観察場所の底質は, 岸から水深 11m 付近までは岩盤である。その上に, 水深 6m 付近まで大, 小の転石が乗り, 転石の間や岩盤の溝に砂礫が見られる。岸より離れるに従い, 転石は小型化する。水深 7m から 11m には転石が少なく, 広く岩盤が露出し, 溝や窪みには砂が見られる。水深約 12m から砂地が広がる。観察範囲からはトコブシ, クロアワビ, ウニ類などの生きた個体は全く観察されなかった。マイワシの骨や鱗が, 転石を覆うテングサの間や砂の上を覆っていた。また, 砂は黒化していた。

表2 4月22日の観察結果

観 察 水 深	マイワシの鱗,小骨, その他一般的な観察	生き残った生物	生 物 被 害
汀線～ 水深2m	外観的にはきれいになっているものの、この区域の転石下には鱗、小骨が集まり、石下の砂は黒化している。	潮間帯のフジツボ類は余り被害はないように見受けられた。潮下帯にはウラウズガイ、ヒメクボガイ、レイシなど数は少ないが、生き残っていた。ユキノカサガイ科の小型の貝が少数見られた。	一般的に潮間帯から潮下帯にかけて、カサガイ類、ヒザラガイ類、イガイ類、レイシ類、イシダタミヤクボガイなどごく普通に見られる生物が余り観察できなかった。また、潮下帯の転石下にはヒザラガイ類、クモヒトデ類、ヤドカリ類、小型カニ類、トコブシなど普通に出現するが、これらの動物を全く確認できなかった。
水深2～7m	1～数mの転石帯で転石上にはテングサが密生している。転石間の溝状部に鱗および小骨が1～10cm位堆積していた。テングサに掛かったマイワシの皮が観察された。	テングサは部分的に赤色が退色してはいるものの転石上のもは被害が少なかったと思われた。ただし、転石間の岩盤上に生育したテングサや他の紅藻類は白色化していた。ウラウズガイ、ギンタカハマガイなど少数の生きた巻き貝が確認された。キクメイシの上部やキクメイシ上の棲管性多毛類に属するイバラカンザシが認められた。	シラヒゲウニ、アカウニ、サザエ等の新しい殻が観察された。転石下部にはミズイリシヨウジョウガイの岩に付いた殻だけが残っていた。エガイ類、マルスダレガイ科の二枚貝類が転石間に見られた。鱗に埋もれたヤツデヒトデが観察された。300g程と思われるイセエビも発見された。
水深7～10m	岩盤が多く部分を占め、岩盤の間に砂地が広がる。転石も点在するが多くは水深7m以浅に比較して小型である。岩盤は南北方向に走り、50～60cmの高さのある部分や、低い岩盤が広がった場所もある。岩盤の間には広く鱗や小骨が堆積し、約20cmの厚さがあった。また、マイワシの体の一部も散見された。	テングサの密度は7m以浅に比べてやや低い。	低い岩盤上のテングサは枯れて白化していた。オニイソメの皮膚、アカウニ、オオブンブク、イタヤガイ科などの殻が点在していた。
水深10～13m	岩盤よりも砂質底の方が多くなる。マイワシの頭骨の集まった部分を除いて、鱗や小骨は少ない。砂は外見的にはきれいであるが、表面を薄くのけると砂は黒化していた。また、ゼラチン様の膜に広く覆われた場所もあった。	生きた生物は観察できなかった。	アカウニ、ザルガイ科、イタヤガイ科などの殻、オオブンブクの殻が目についた。

#### 4 「せうら」の生物相調査

4月26日、調査ラインに沿った水深別の枠調査を実施した。調査ラインを図1に示す。水深0~14mの範囲について、水深2m間隔に調査点を設けた。各調査点において1×1m方形枠を4箇所設置して、方形枠内に出現した動物（殻を含む）を採集した。採集した殻については内面の艶や付着動物の有無に基づいて死亡の新旧を判断し、死亡後間もないと判断された殻は漂着マイワシが死亡原因と判断した。

調査結果を表3に示す。調査結果の概要を以下に述べる。

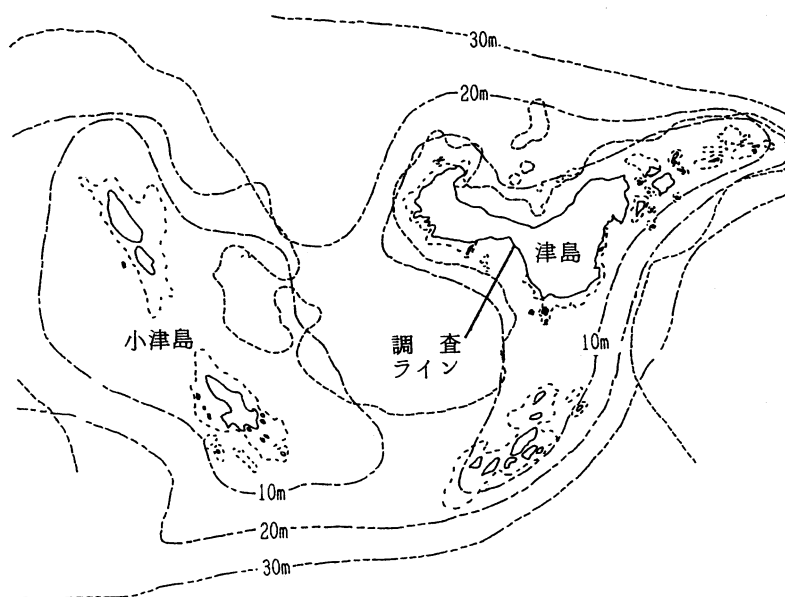


図1 生物採集調査ラインの位置

表3 生物採集結果（各水深とも1×1m 枠を4 枠採集）

種 類	0 m		2 m		4 m		6 m		8 m		10m		12m		14m	
	採集数	生き	採集数	生き	採集数	生き	採集数	生き	採集数	生き	採集数	生き	採集数	生き	採集数	生き
オオブンブク							1				1		3		3	
シラシゲウニ							1				1		3		1	
タコノマクラ																2
小型ウニ類											1					
ギンタカハマガイ							6	2	8		3	1				1
ウズイチモンジガイ					13											
パテイラ	2	1	1	1	6				1							
クボガイ	2				46				1							
エビスガイ			1		3											
タツマキサザエ									1		1					5
ヤクシマダカラ					1											
ホシキヌタガイ	2		3		3		2		2		4		3			2
ウラウスガイ	1	1	23	23	23	8	16	16	5	1	6	5	1			
ミガキボラ									3	3			3	2		
トコブシ	17		26		103		47		93				1			
クロアワビ	7		4		1											
マダカアワビ			1													
アクキガイ科					7		2		3	3						
イボニシ					1											
ムシエビガイ					1											
フトコロガイ					8											
コシダカサザエ			1		13				1							1
タカベガイ									3	1						
ナツモモガイ					4	1										
アシヤガイ					4											
オオソウガイ																1
サザエ							1									
センジュガイモドキ							1									
イモガイ科					7		1									
ツタノハガイ	2				1		1									
アワブネガイ					1											
オオツカテンガイガイ					2											
ヤスリヒザラ			1	1												
ウスヒザラ			1	1	1	1										
ザルガイ													1			
ミノガイ											1					
ナデヒコガイ													1			
クロタイラギ													1			
イナミガイ					10											
ミズイリショウジョウガイ					1											
イタボガキ科					1											
エガイ					8	1	3		1		4		2			2
ベニエガイ																1
マルスダレガイ											1					1
ヤドカリ類							4		1		2		2	1		
ベニツケガニ											1					1
個体数合計	33	2	62	26	269	11	86	18	123	8	26	6	21	3	21	
種類数	7	2	10	4	25	4	13	2	13	4	12	2	11	2	12	

1) トコブシ

全体で 287 個体の殻が採集された。採集された動物群のうち最も出現割合は高いが、生きた個体は皆無であった。水深 4m において最も多く、26 個体 / m<sup>2</sup>、次いで 8m (23 個体 / m<sup>2</sup>)、6m (12 個体 / m<sup>2</sup>) の順

であった。水深別による殻長組成を図2に示す。

## 2) クロアワビ

全体で12個体発見したが、いずれも殻で、水深0mで最も多く、4m以浅で採集された。

3) 他の産業的に利用されている種類では、マダカアワビ(水深2m)、サザエ(6m)が各1個体、ギンタカハマガイ(方言ホンバイ)が18個体採取された。

4) 全体で約50種類の動物が採集された。数量的には、トコブシ(278個体)、ウラウズガイ(75個体)、クボガイ(49個体)、ホシキヌガイ(21個体)、エガイ(20個体)が上位5種であった。

5) 生きている動物としては11種確認できた。ごく少数のヒザラガイ類やヤドカリ類、エガイ(二巻貝)を除くと、ウラウズガイ、ミガキボラ、アクキガイ科などの肉食性巻貝が生き残った。

6) ウニ類(ムラサキウニ、パフンウニ・アカウニなど)、ヒトデ類、カニ類・エビ類など普通に見られる動物が採集できなかった。これらは死亡後の時間が経過しているため、殻が壊れたことによると考えられた。

## 7) その他の観察

転石下：マイワシの鱗や骨が存在し、生きている動物は観察できない。砂が黒変しているのは、そこに棲んでいた動物群集(カニ類、クモヒトデ類、多毛類、ヒザラガイ類など)が死滅し、マイワシと共に腐敗したことによる。

転石間：転石同士の狭い空間には多数のマイワシの鰓蓋骨が集まっていた。

水路状部：岩盤や転石に囲まれた水路状の海底は、波があると鱗が舞い上がり、岩肌が現れていた。イワシの漂着前にはテングサなどの紅藻類が覆っていたと考えられる。

水深の深い場所(15m以上)に広くマイワシが堆積した場所があり、マイワシはかなり分解が進行しているものの、まだ皮膚が残っている個体も観察された。堆積した場所ではガスの発生が認められた。

トコブシ殻は中、大型転石の周囲に多く見られた。アワビ類は水中の酸素が欠乏するとはい上がる性質があるが、転石下から側面をはい上がる途中で力つきて落ちたような殻の散布状態であった。

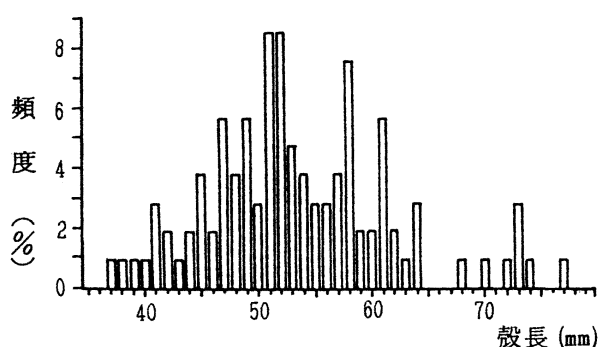


図2 6月3日に標識放流したトコブシの殻長組成

## 5 トコブシの標識放流, 追跡調査

「せうら」においては, 最重要資源であるトコブシの資源回復が最大の課題である。そのため漁場環境の回復過程を調査すると同時に, トコブシの生息が可能かどうか調査する必要がある。それは, トコブシが8月の産卵期を控えているため, 親貝を放流して産卵を期待するには, 少なくとも7月中旬までに放流の可否を決めておく必要があると考えられた。調査概要を以下に述べる。

1) 6月2日牟岐町地先において漁獲されたトコブシ 106 個体を牟岐町栽培センターの水槽中に蓄養し, 翌日午前中に標識作業を行い, その日の午後に「せうら」へ放流した。2 文字を刻印したビニール製テープを標識とし, 殻表面にアロンアルファで接着した。放流に先立ち, 殻長, 体重の測定, 生殖巣の発達状態を観察, 記録した。

2) 水深 3m および 4.5m の 2 カ所に長径 20~50cm の石をそれぞれ 1×2m の範囲に 1~2 段に積み上げ, 放流場所とした。両地点は, ともに径 2~3m, 高さ 50~70cm の石に囲まれた水路状部であった。

3) 放流後の調査は 6月11, 18 および 28 日に行った。調査はトコブシの付着状態, 標識の判読および生殖巣の観察とした。また, 当初の放流場所は観察が困難なため 6月18日の調査後, 砂と岩盤からなる平坦な水深 4m の場所に石を並べて新たな観察場所を作った。初めの放流場所からトコブシを回収して新しい観察場所へ再放流した。

## 結 果

### 1 放流後の死亡について

6月18日の調査において水深 4.5m の放流場所から 1 個体の貝殻を回収した他は, 死亡個体を確認できなかった。このことから「せうら」漁場のトコブシの致死的要因は無くなったものと判断した。

### 2 生殖巣の発達過程

放流トコブシの生殖巣の肉眼観察による発達過程を表 4 に示した。雄の生殖巣の色はクリーム色から白色で肝臓との判別が容易であるが, 雌のそれは赤褐色から赤紫色であるので発達初期の状態は判別しにくい。放流後の調査では, 放流時に比べ, 調査時の生殖巣の不明個体の割合が低下しており, 生殖巣が発達したことを示している。

表 4 放流トコブシの生殖巣観察結果

観察月日	6月3日	6月11日	6月18日	6月24日
成熟段階	調査数(%)	調査数(%)	調査数(%)	調査数(%)
雄雌不明	77(73.3)	8(57.1)	4(36.4)	6(66.7)
雄 1	11(10.5)	4(28.6)	2(18.2)	0( 0.0)
雄 2	11(10.5)	0( 0.0)	1( 9.1)	1(11.1)
雄 3	2( 1.9)	1( 7.1)	2(18.2)	0( 0.0)
雌 1	2( 1.9)	1( 7.1)	0( 0.0)	1(11.1)
雌 2	1( 0.9)	0( 0.0)	2(18.2)	1(11.1)
雌 3	1( 0.9)	0( 0.0)	0( 0.0)	0( 0.0)

注: 成熟段階は雌雄共に 1 は生殖巣が僅かに発達した個体, 2 は良く発達しているが生殖巣が殻縁内にある状態, 3 は生殖巣の一部が殻からはみでた個体

### 3 付着場所

6月11日の観察によると、テングサの凋落期であったため海底と放流場所に用いた石の間にはテングサとマイワシの鱗や小骨が集まり、放流場所の海水交換の妨げになっていると思われた。このために、放流場所にとどまった個体は少なく、周辺の転石側面下部や石と石の間に付着していた。調査後、それぞれの放流点に戻した。

6月18日の調査においても、放流点に留まった個体は少なく、放流場所の外へ移動した個体が多く観察された。水深3mの放流場所付近より14個体、水深4.5mの放流点付近より18個体を回収して、これらの貝を新たな場所へ再放流した。放流貝の貝殻は発見できなかったが、放流貝の発見状況から、多くの未回収貝は周囲の大きな転石下や調査範囲外へ移動したものと考えられた。

6月24日の調査では10個体が放流場所から発見された。石の側面に3個体、石と石の間から5個体、砂地に接する石の下に2個体が付着していた。

### 4 砂地の状態

放流試験を行った水深帯の砂地の表面は、早くから酸化状態にあることが観察された。しかし、ごく薄い酸化層の下は黒化したままであった。調査を通してこの酸化層の厚さが、非常に僅かではあるが、徐々に増しているのが観察された。これは、砂粒の間を通る間隙水が砂中の有機物を徐々に酸化していることを示す。被害の無かった近くの海底では、小動物の潜砂、はい出し活動により、間隙水が深くまで浸透することや有機物がそれらの動物に摂餌されるので、砂が黒化する事は少ないと考えられる。こうした小動物の死滅が回復の遅れを生む原因となっている。

### 5 「せうら」の周辺域の観察

「せうら」周辺部の海底劣化は比較的軽く済んだことが観察された。少数ではあるが、すでにトコブシの移入が観察された。被害の大きかった場所の完全回復の時期については全く不明であるが、周辺部から被害の中心部へ向けて、回復域が徐々に拡大しているので、その拡大に見合うトコブシ資源の回復を助長することが考えられる。すなわち、「せうら」周辺部（トコブシの見られる部分）へトコブシを放流し、移動・分散によりトコブシの生息域を拡大する方法が考えられる。

こうした観察結果より、浅い場所と「せうら」の周辺部へ親トコブシを放流する事は可能であると判断した。そして、今年度発生群をできるだけ「せうら」で生育させることが、トコブシ資源の有効な回復手段として期待される。