

(実態報告)

種子島・馬毛島沿岸で漁獲されたトコブシの
サイズ分布および稚貝放流海域の海底状況

江幡恵吾、山本智子、上別縄守、浦添孫三郎

国際島嶼産業研究 2号 別刷

2019年6月

種子島・馬毛島沿岸で漁獲されたトコブシのサイズ分布および稚貝放流海域の海底状況

江幡恵吾（鹿児島大学）

山本智子（鹿児島大学）

上別縄守（西之表市水産係）

浦添孫三郎（種子島漁業協同組合）

Size distribution of *Haliotis diversicolor* caught in Tane-Island and Mage-Island and bottom condition of fishing ground

EBATA Keigo (Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

YAMAMOTO Tomoko (Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

KANBETSUNAWA Mamoru (Fisheries division, Nishinoomote-City)

URAZOE Magosaburo (Tanegashima Fisheries Cooperative)

Abstract

The purpose of this study was to clarify size distribution of *Haliotis diversicolor* caught in Tane-Island and Mage-Island and bottom condition of fishing ground. The shell length and weight of *Haliotis diversicolor* were measured at fish market of Tanegashima Fisheries Cooperative on the first harvest day 2017. The size of *Haliotis diversicolor* caught in Mage-Island were larger than those caught in Tane-Island significantly. Diving surveys were conducted at 6 fishing grounds of *Haliotis diversicolor* in Tane-island, where juveniles were released every year. Some juveniles inhabited at 2 fishing ground, however no juveniles was founded at other 4 fishing ground.

キーワード : *Haliotis diversicolor*, Size distribution, bottom condition, fishing ground

1. はじめに

トコブシ *Haliotis diversicolor* は温帯から亜熱帯に分布し、日本国内では関東以西の太平洋沿岸および九州沿岸に生息している（鬼塚 2008）。トコブシは種子島の水産業において重要な漁業対象種のひとつであり、島内における最も高価な水産物である。しかしながら、漁獲量は減少の一途を辿り、1980年で約 80 トンであったが現在では数トン程度までに低下している（野呂 2004）

アワビ類は代表的な栽培漁業対象種であり、1960年頃から種苗生産技術の開発が開始され、現在では稚貝の大量生産が可能となった。全国各地で稚貝放流事業や増殖場造成が行われているが（武内 1999）、必ずしも漁獲量の増加にはつながっておらず、主な要因として天然稚貝の発生量の低迷などが考えられている（河村 2002）。

そこで本研究では、トコブシ漁業を再生させるための基礎資料を作成するために、種子島および馬毛島沿岸で漁獲されたトコブシのサイズ分布を調べた上で、トコブシの稚貝放流が行われている海域を対象として潜水調査を行い、海底環境およびトコブシの生息状況を明らかにした。なお、トコブシはトコブシ *H. diversicolor aquatilis* とフトコブシ *H. diversicolor diversicolor* の 2 つの亜種に分

ける場合もあるが、分類的な区別は必ずしも明確ではないため (Wang 2004)、本稿ではトコブシ *Halotis diversicolor* とした。

2. 種子島漁協に水揚げされたトコブシのサイズ測定

1) 調査方法

トコブシ漁の解禁日は種子島本島では5月1日、馬毛島では6月1日であり、その翌日の2017年5月2日、6月2日に種子島漁協の市場に初水揚げされたトコブシを対象として調査を行った。市場に運ばれてきたトコブシは、朝セリが開始されるまでの間、漁業者ごとにプラスチック製の籠の中で保管される。調査では、それぞれの籠の中からランダムに最低5個ずつを抽出して、殻長、殻幅、殻高、重量を測定し、漁獲された海域を記録した (写真1)。殻のサイズはノギスを用いて0.01 mm単位で、重量は電子天秤によって0.1 g単位で測定した。なお、トコブシは朝セリにかけられて販売される大切な商品であるため、漁業関係者から承諾を得られた個体のみを測定対象として、測定する際には傷がつかないように細心の注意を払うように気をつけた。



写真1 種子島漁協市場におけるトコブシのサイズ測定

2) 調査結果

種子島本島で漁獲されたトコブシでは、壺泊、安城、大崎、庄司浦、田之脇、浜津脇、美浜、持田の合計8地区について測定することができた。それぞれの測定結果を表1-1~1-8に、また、馬毛島の測定結果を表1-9に示す。

表 1-1 トコブシのサイズ測定結果（湊泊、個体数 N = 5）

	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	重量(g)
平均	68.4	46.5	15.6	47.1
標準偏差	6.6	4.8	1.9	16.2
最大	73.3	50.8	17.3	60.9
最小	57.2	39.1	12.4	21.6

表 1-2 トコブシのサイズ測定結果（安城、個体数 N = 18）

	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	重量(g)
平均	71.5	48.7	17.0	56.0
標準偏差	9.6	8.5	3.4	22.2
最大	85.5	63.8	24.7	100.0
最小	58.9	37.2	12.8	30.8

表 1-3 トコブシのサイズ測定結果（大崎、個体数 N = 10）

	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	重量(g)
平均	61.4	42.4	12.1	32.5
標準偏差	3.5	3.1	2.0	7.5
最大	68.8	48.1	17.3	46.5
最小	57.6	38.8	10.2	25.0

表 1-4 トコブシのサイズ測定結果（庄司浦、個体数 N = 35）

	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	重量(g)
平均	71.0	46.9	16.7	46.1
標準偏差	6.9	7.1	2.2	13.6
最大	88.8	59.7	22.4	89.3
最小	55.2	19.3	12.5	18.5

表 1-5 トコブシのサイズ測定結果（田之脇、個体数 N = 5）

	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	重量(g)
平均	65.0	43.8	16.1	38.5
標準偏差	3.8	3.3	1.9	8.8
最大	69.0	47.7	18.8	46.3
最小	59.0	39.5	14.5	26.1

表 1-6 トコブシのサイズ測定結果（浜津脇、個体数 N = 15）

	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	重量(g)
平均	68.8	47.3	16.3	41.6
標準偏差	6.6	5.4	3.5	15.5
最大	85.5	59.6	26.0	86.2
最小	59.2	39.5	11.6	23.5

表 1-7 トコブシのサイズ測定結果（美浜、個体数 N = 50）

	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	重量(g)
平均	73.7	50.9	16.3	56.6
標準偏差	6.6	5.5	2.4	16.8
最大	90.2	65.7	22.5	106.1
最小	62.3	41.0	12.2	30.9

表 1-8 トコブシのサイズ測定結果（持田、個体数 N = 25）

	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	重量(g)
平均	63.1	43.3	13.7	35.5
標準偏差	3.9	2.7	1.3	6.7
最大	70.6	48.4	16.4	47.7
最小	54.9	38.2	10.8	20.8

表 1-9 トコブシのサイズ測定結果（馬毛島、個体数 N = 188）

	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻高(mm)	重量(g)
平均	78.9	54.8	21.6	73.5
標準偏差	8.1	6.2	4.0	25.0
最大	104.5	73.0	34.1	167.4
最小	57.0	38.0	12.7	23.5

測定できた個体数は各地区によって異なり、種子島本島では溼泊、田之脇地区が最も少なく 5 個体で、美浜地区が最も多く 50 個体であった。馬毛島で漁獲されたトコブシについては 188 個体の測定ができた。各地区のトコブシの殻長 SL 、重量 W の測定結果から平均値を算出して、それぞれ図 1、図 2 に示す。殻長 SL 、重量 W とともに馬毛島が最も大きく、大崎、持田が小さい傾向があった。ここで、トコブシが成長する時にその形状や重量が相似形であると仮定して、トコブシの重量 W を殻長 SL の 3 乗の式である(1)式で近似して係数 α を求めた。

$$W = \alpha \times SL^3 \quad (1)$$

各地区の係数 α を表 2 に示す。係数 α は、壺泊の 1.461×10^{-4} で最も大きくなり、続いて馬毛島の 1.460×10^{-4} であったのに対して、浜津脇の 1.259×10^{-4} 、庄司浦の 1.248×10^{-4} が他の地区と比べて小さかった。係数 α が大きいほど同じ大きさの殻長でも重量が大きいことを示すが、壺泊の測定個体数は 5 個体で少なかったため、種子島本島において最も成長が良いかどうかは定かではないと考えられる。

次に、種子島本島と馬毛島のトコブシのサイズを比較するために、種子島本島の測定個体をすべてまとめて分析することにした。

種子島本島のサイズの平均を求めると、殻長 69.6 ± 7.6 mm、殻幅 47.4 ± 6.4 mm、殻高 15.8 ± 2.8 mm、重量 47.3 ± 17.0 g であり、馬毛島の測定データと統計検定を行ったところ、すべてにおいて、馬毛島の方が種子島本島よりも有意に大きい結果が得られた (Mann-Whitney's U test, $p < 0.05$)。

種子島本島および馬毛島のトコブシの殻長 SL と殻高 SH 、殻長 SL と重量 W の関係をそれぞれ図 3～図 6 に示す。種子島本島、馬毛島のトコブシの殻高 SH と殻長 SL の関係は (2)式、(3)式で、また、トコブシの重量 W と殻長 SL の関係は(4)式、(5)式で近似することができた。

$$\text{種子島本島} \quad SH = 0.2275 SL \quad (2)$$

$$\text{馬毛島} \quad SH = 0.2745 SL \quad (3)$$

$$\text{種子島本島} \quad W = 1.352 \times 10^{-4} SL \quad (4)$$

$$\text{馬毛島} \quad W = 1.460 \times 10^{-4} SL \quad (5)$$

これらの式で示されるように、殻長が同じである場合、馬毛島のトコブシは種子島本島よりも殻高が高くなり、重量が大きいことが分かる。(2)～(5)式を用いてトコブシの各成長段階における殻長の大きさから、殻高と重量を推定すると、それぞれ表 3、表 4 に示すような結果が得られた。これより、例えば殻長が 60 mm、100 mm のトコブシでは、重量は馬毛島の方がそれぞれ 2.3 g、10.8 g 大きいことが推定された。

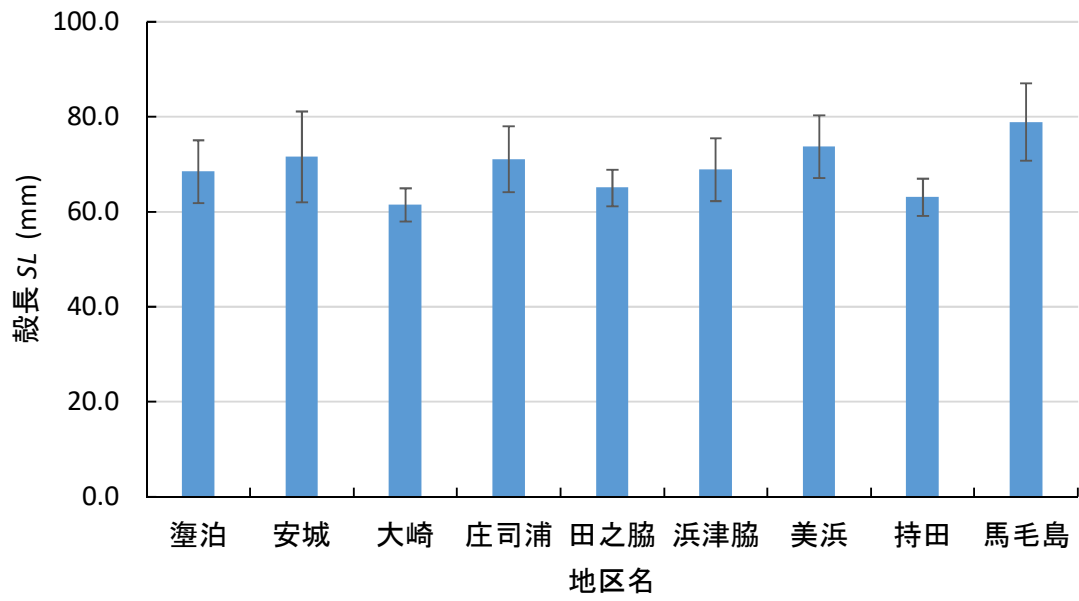


図1 トコブシの殻長測定結果

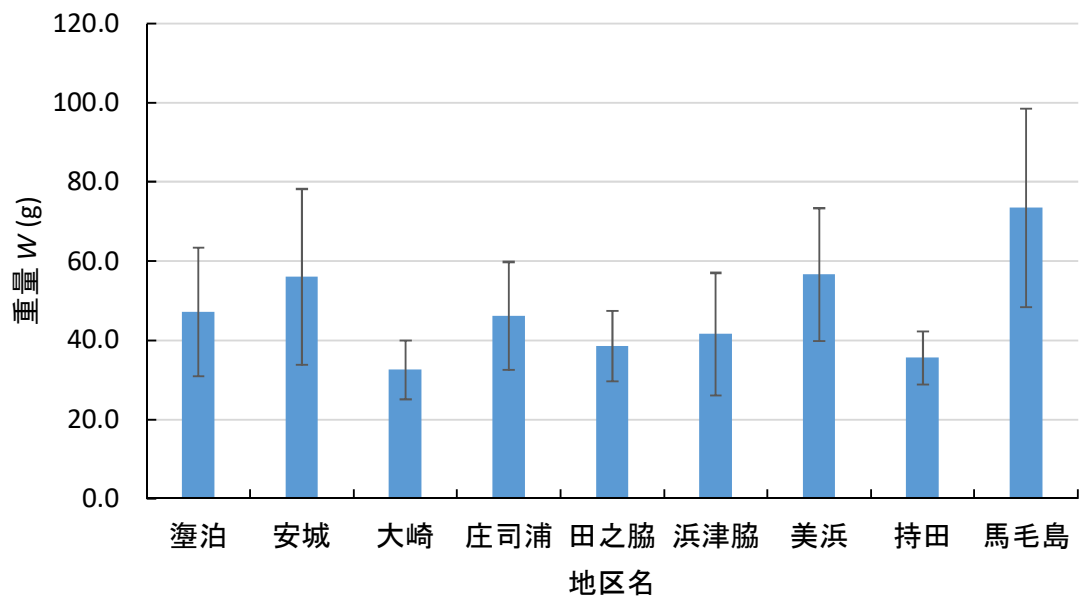


図2 トコブシの重量測定結果

表 2 各地区の係数 α

No.	地区名	$\alpha (\times 10^{-4})$
1	湊泊	1.461
2	安城	1.448
3	大崎	1.401
4	庄司浦	1.248
5	田之脇	1.397
6	浜津脇	1.259
7	美浜	1.378
8	持田	1.395
9	馬毛島	1.460

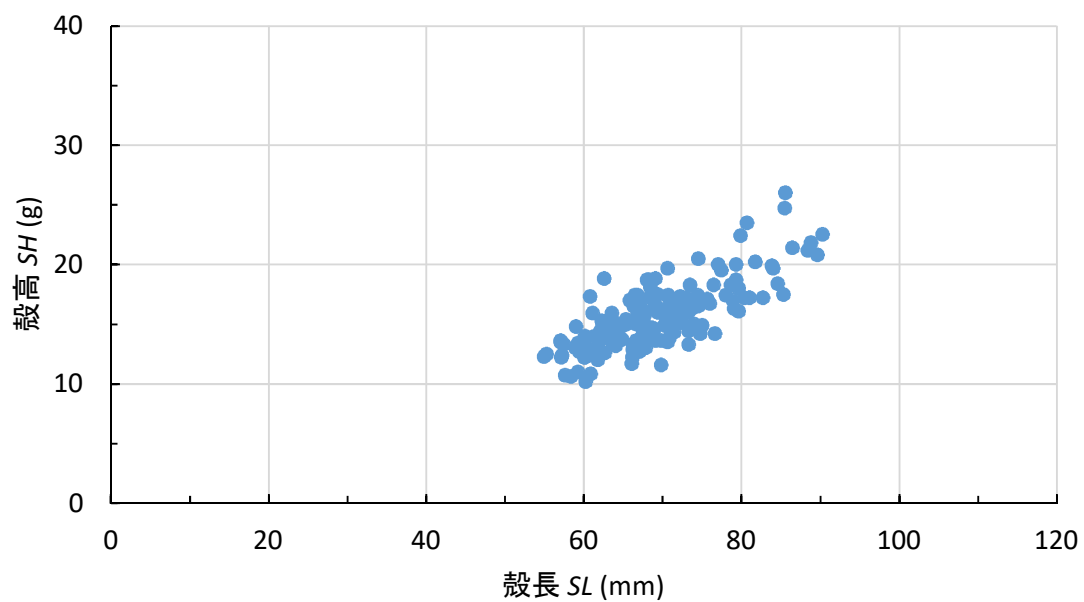


図 3 殻長 SL と殻高 SH の関係 (種子島本島)

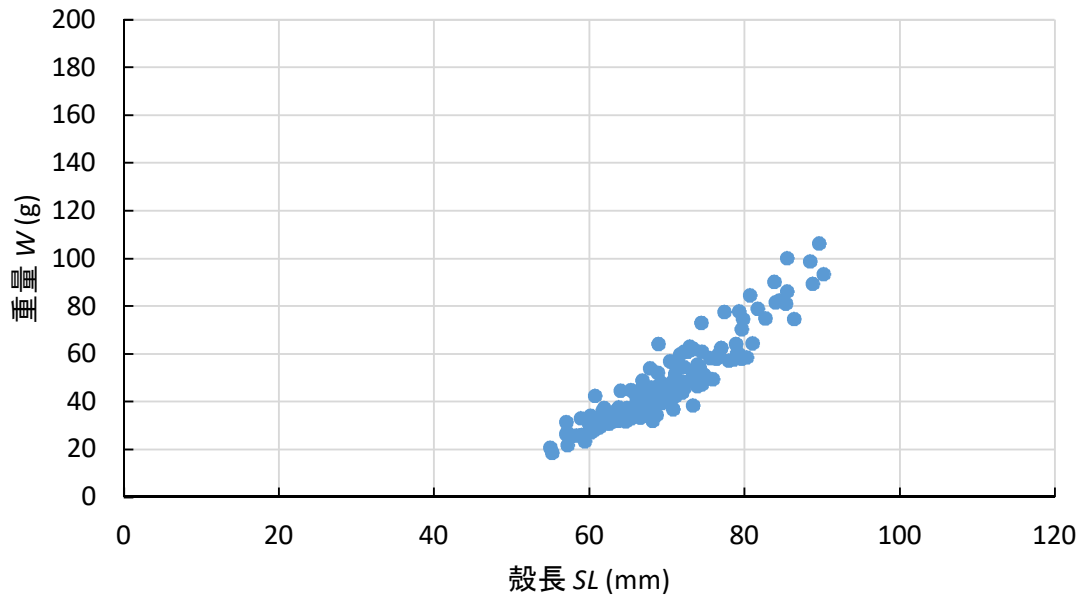


図 4 殻長 SL と重量 W の関係 (種子島本島)

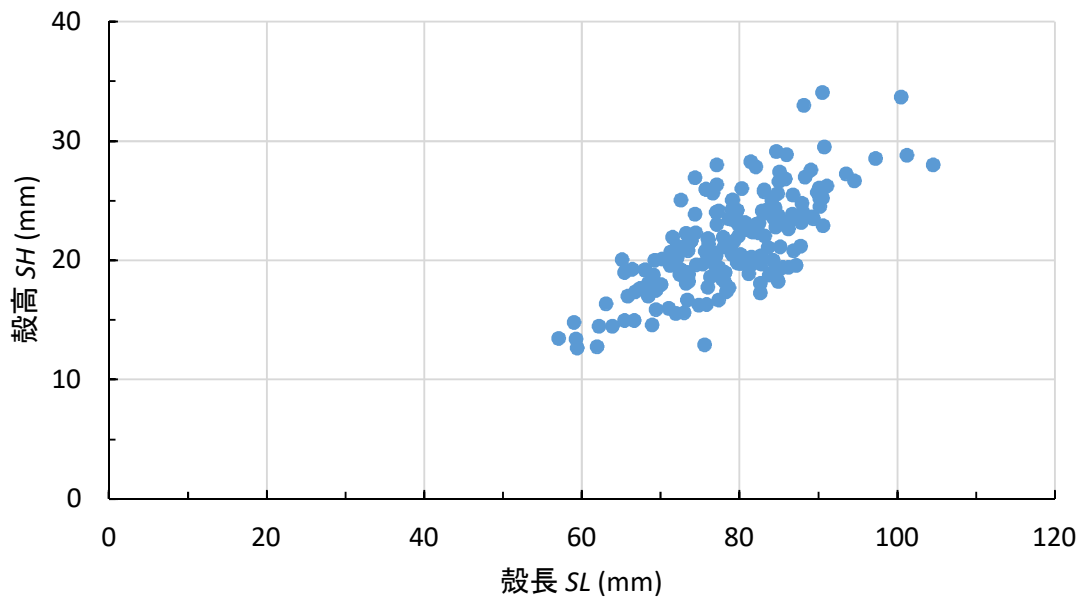


図 5 殻長 SL と殻高 SH の関係 (馬毛島)

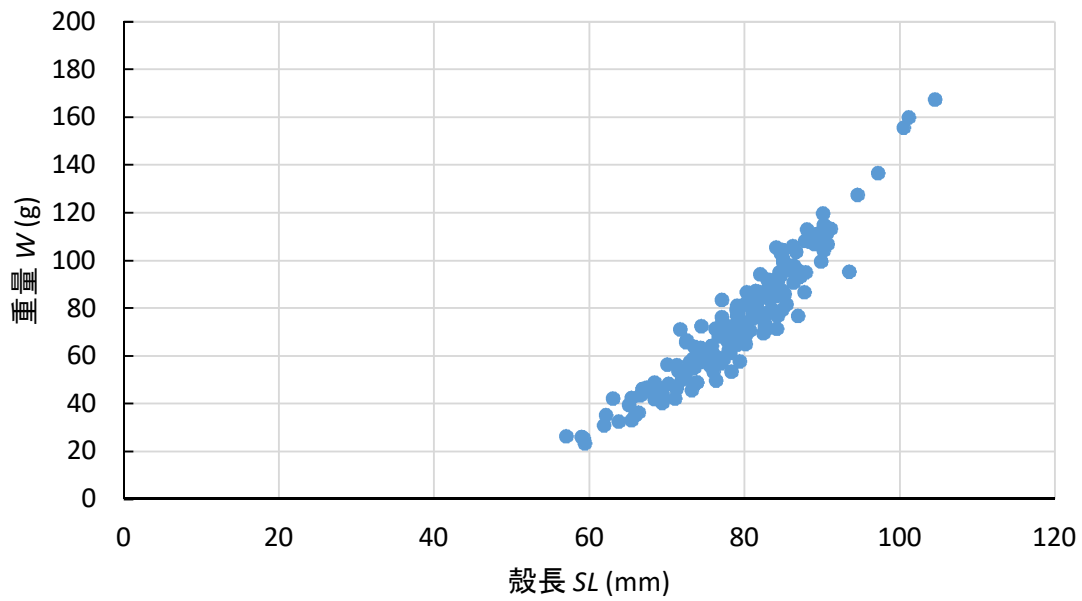


図 6 殻長 SL と重量 W の関係 (馬毛島)

表 3 殻長から推定した種子島本島と馬毛島のトコブシの殻高

殻長 (mm)	殻高 (mm)		差 (mm)
	種子島本島	馬毛島	
50	11.4	13.7	2.4
55	12.5	15.1	2.6
60	13.7	16.5	2.8
65	14.8	17.8	3.1
70	15.9	19.2	3.3
75	17.1	20.6	3.5
80	18.2	22.0	3.8
85	19.3	23.3	4.0
90	20.5	24.7	4.2
95	21.6	26.1	4.5
100	22.8	27.5	4.7
105	23.9	28.8	4.9
110	25.0	30.2	5.2
115	26.2	31.6	5.4
120	27.3	32.9	5.6

表 4 殻長から推定した種子島本島と馬毛島のトコブシ重量

殻長 (mm)	重量 (g)		差 (g)
	種子島本島	馬毛島	
50	16.9	18.3	1.4
55	22.5	24.3	1.8
60	29.2	31.5	2.3
65	37.1	40.1	3.0
70	46.4	50.1	3.7
75	57.0	61.6	4.6
80	69.2	74.8	5.5
85	83.0	89.7	6.6
90	98.6	106.4	7.9
95	115.9	125.2	9.3
100	135.2	146.0	10.8
105	156.5	169.0	12.5
110	180.0	194.3	14.4
115	205.6	222.0	16.4
120	233.6	252.3	18.7

3. 稚貝放流海域の海底調査

1) 調査方法

種子島沿岸においてトコブシの稚貝放流が行われている海域の海底環境およびトコブシの生息状況を明らかにすることを目的として潜水調査を行った。調査対象として、住吉、国上、美浜、安城、安納、湊地区の6つの地先を選定した。調査地点は表5および図7に示す通りで、国上および安納地区では2地点とした。

潜水調査は2017年11月16日に住吉地区、11月17日に国上、美浜地区、12月8日に安城、安納地区で行った。12月8日は正午頃から北風が強くなり海上の波が高くなったため、安納地区の2ヶ所目は観察のみとして、湊地区の調査は中止にした。

潜水調査では、はじめにロープまたは鉄製の方形枠を用いて海底に面積1m² (1m×1m)の区画を決めて、その中の藻類の着生状況を記録するために水中カメラで写真およびビデオの撮影をした。次に、その区画の中にある石をすべて掘り起こしてトコブシの生息状況を調べた。トコブシの生息数は、放流貝と天然貝（殻長3cm未満、3cm以上）に分けて計数した。

撮影した画像から藻類が覆う面積を求め、測定区画に対する被度を算出した。

表 5 海底調査を行った地点

	緯度	経度
住吉	N 30.6419°	E 130.9452°
国上1	N 30.8263°	E 131.0345°
国上2	N 30.8180°	E 131.0316°
美浜	N 30.7441°	E 130.9960°
安城	N 30.6530°	E 131.0521°
安納1	N 30.7363°	E 131.0740°
安納2	N 30.7276°	E 131.0751°

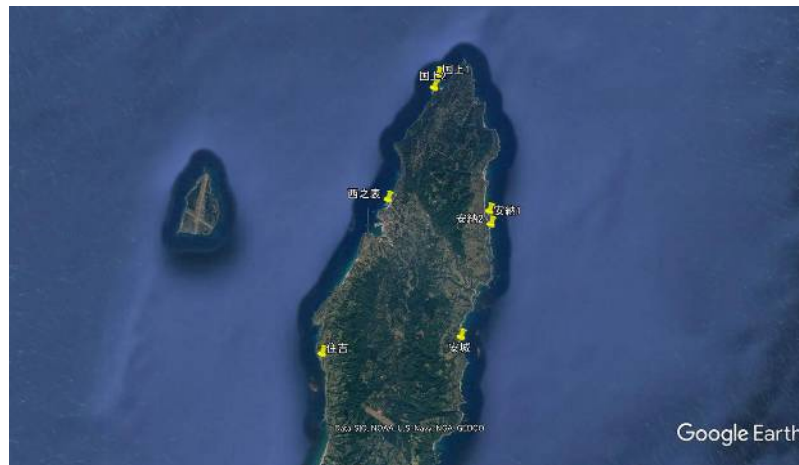


図 7 調査地点

2) 調査結果

各調査海域での藻類の被度、トコブシの生息状況を図 8、表 6 に示す。住吉、国上 1、安城では海底の岩盤や転石に藻類の着生が見られたが、その他の海域では藻類はほとんど着生していなかった。

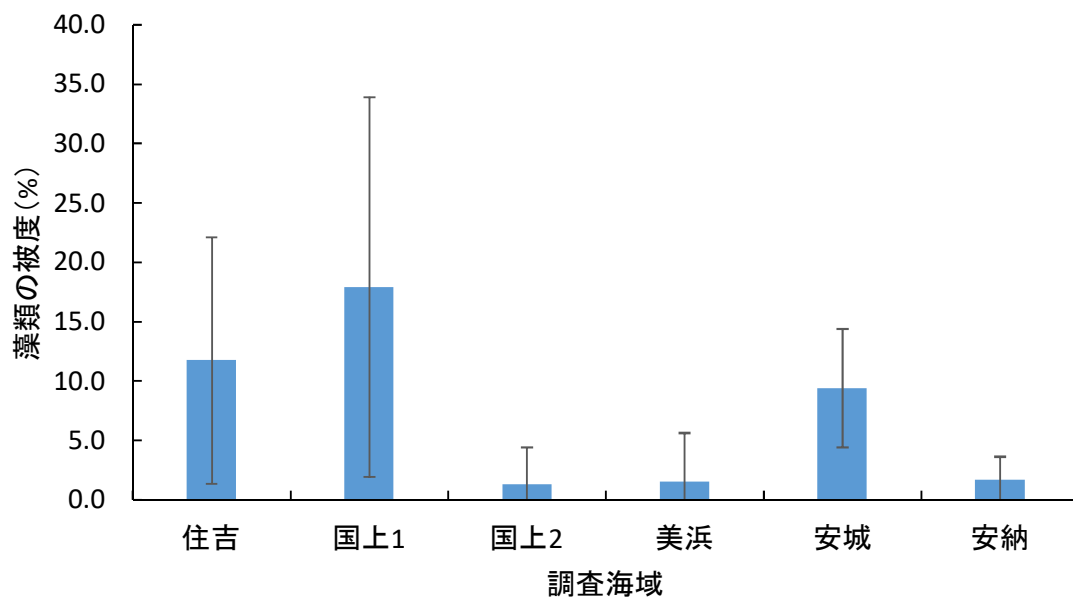


図 8 各調査海域における藻類の被度

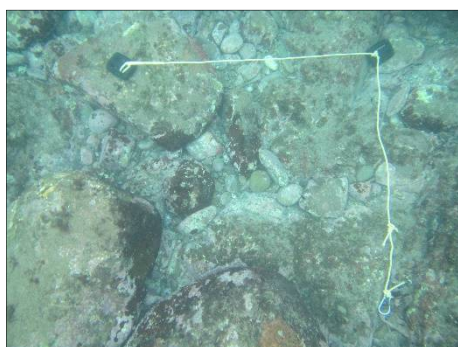
表 6 藻類の被度、トコブシの生息状況

調査地区	No.	藻類 被度(%)	放流貝	天然貝	
				3cm以上	3cm未満
住吉	1	23.3	0	0	0
	2	17.6	0	1	0
	3	2.8	0	0	0
	4	3.2	0	0	0
国上1	5	0	0	1	0
	6	7.4	0	0	0
	7	48.2	0	0	0
	8	35.8	0	1	0
	9	12.3	0	0	0
	10	13.7	0	0	0
	11	16.0	0	0	1
国上2	12	9.9	0	0	0
	13	0.0	0	0	0
	14	0.0	0	0	1
	15	7.7	0	0	1
	16	0.0	0	0	2
	17	0.0	0	0	0
美浜	18	0.0	0	0	0
	19	0.0	0	0	0
	20	0.0	1	0	0
	21	0.0	2	1	0
	22	0.0	0	2	0
	23	0.0	0	0	1
	24	0.0	0	1	0
	25	0.0	0	1	0
	26	0.0	0	2	0
	27	0.0	1	0	0
	28	0.0	1	1	0
	29	0.0	0	0	0
	30	0.0	0	0	0
	31	0.0	0	0	0
	32	13.4	0	3	0
	33	9.5	0	4	0
安城	41	11.0	0	1	0
	42	13.0	0	1	0
	43	12.9	0	0	0
	44	2.8	0	0	0
	45	2.0	0	0	0
	46	9.9	0	0	0
安納1	47	14.1	0	0	0
	50	3.8	1	0	0
	51	2.8	1	0	0
	52	0.0	4	0	0
	53	0.0	2	0	0

住吉

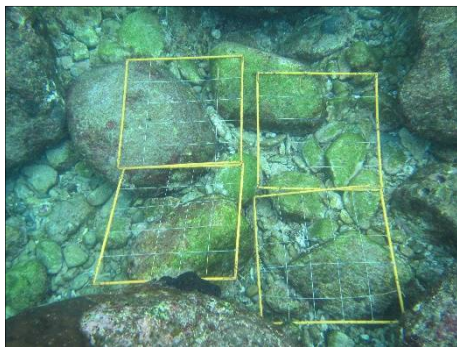
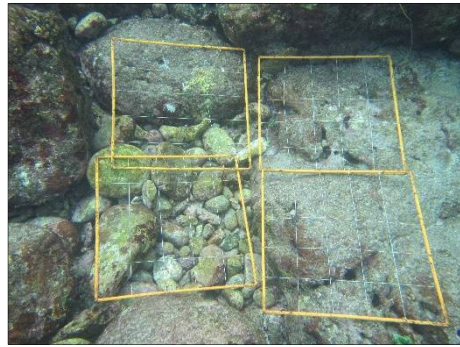
岩盤が広がる海底で、その岩盤の表面に多数ある穴にはウニ類が生息していた。岩盤の上には長さが数10cm～約2mの転石が点在し、その転石の下や周辺には、さらに小さなサイズの小石が多数見られた。転石と海底の間に形成された小さな隙間がトコブシの生息場になっており、殻長3cm以上の天然貝が確認された。

転石の表面の一部には葉高 1 cm 未満の小型の藻類が着生していたが、岩盤の上や小石の表面には藻類はほとんど着生していなかった。



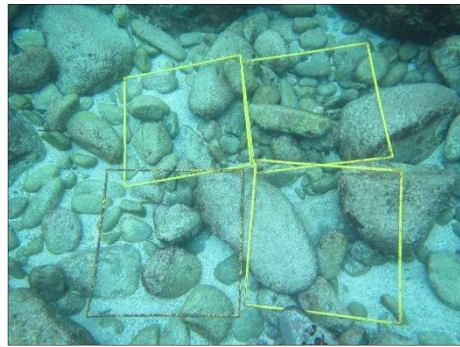
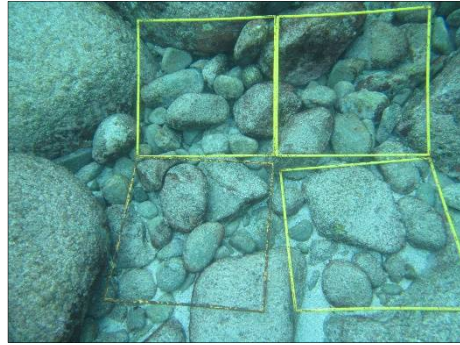
国上 1

岩盤の海底が広がり、その岩盤の表面にはサンゴが着生していた。岩盤の上には、長さが約 1~2 m の転石が点在し、その転石や岩盤の間には長さが数 cm~約 20 cm の小石が多数あり、一部の小石の表面には緑色の藻類が着生していた。海底の岩盤が見えるまで小石を掘り起こしていくと、天然貝が小石の間に生息しているのが確認され、サイズは殻長 3 cm 以上および 3 cm 未満の両方があった。また、殻の一部が欠けた天然貝の貝殻が見つかり、食害に遭っていることが考えられた。岩盤の上の所々には、葉高が数 cm から約 10 cm のシワハヤズが見られ、周辺にはブダイ、ニザダイ、スズメダイが遊泳しているのが観察された。



国上 2

砂地の海底の上に、長さが数 cm から約 1 m の転石で埋め尽くされており、一部の転石の表面にはサンゴが着生していたが、藻類はほとんどない状態であった。砂地の海底が見えるまで転石を掘り起こしていくと、殻長 3 cm 未満の天然貝が生息していた。また、天然貝および放流貝の貝殻が見つかり、殻がそのままの状態で見つかることはなかった。調査を行った海域では、ベラ類やスズメダイの群れが確認された。



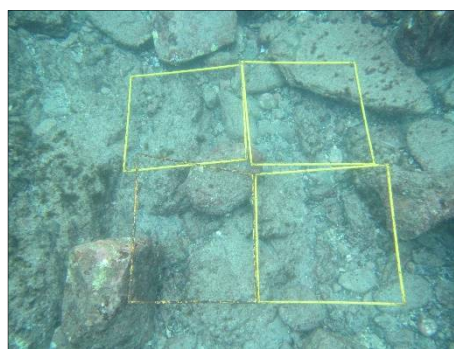
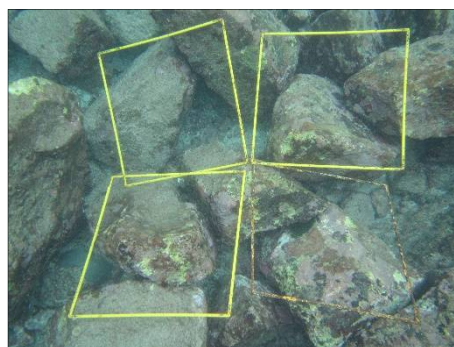
美浜

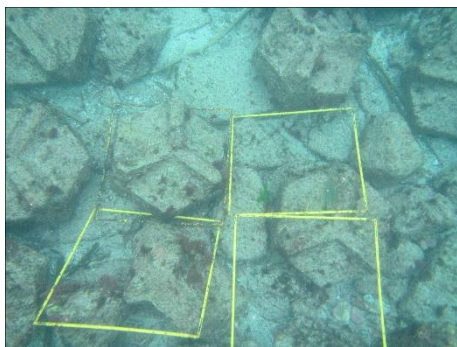
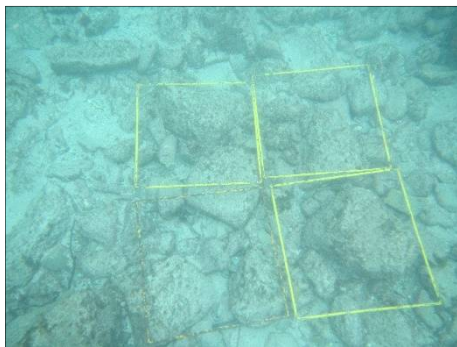
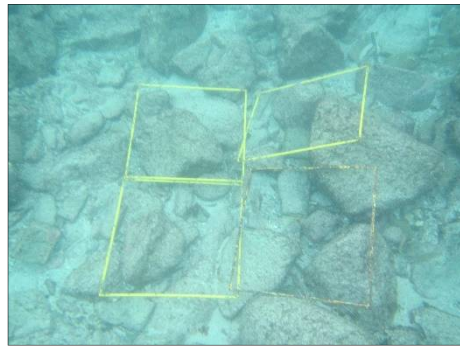
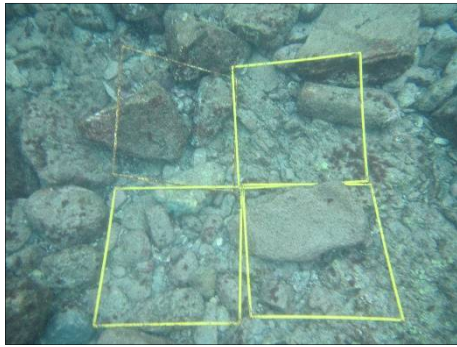
海底は粒径の小さい細砂が広がっており、砂地の海底の上には、過去の漁業集落事業で投入された長さ数 10 cm～約 1 m の天然石やトコブシ魚礁（鹿児島共和コンクリート社製、カイノス）が置かれていた。

平坦な海底の上に、トコブシ魚礁は個々に置かれた状態であったのに対して、天然石ではそれぞれが重なり合うように設置されていた。そのため、トコブシ魚礁では海底との間の隙間がほぼ一定に保たれた状態であったのに対して、形状やサイズが異なり、角が尖った天然石では海底の間に形成される隙間は様々であった。

トコブシは殻高とほぼ同じあるいはそれよりも少し大きな隙間に生息することが多いため、天然石と海底の間に形成される隙間が大きすぎるとトコブシの生息環境としては適していないと考えられた。

天然石またはトコブシ魚礁の裏側には、放流貝、殻長 3 cm 未満、3 cm 以上の天然貝が生息しており、また、殻が欠けていない貝殻も確認された。天然石およびトコブシ魚礁の表面には、藻類がほとんど見られなかった。



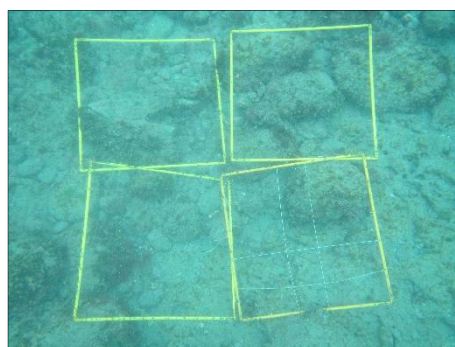
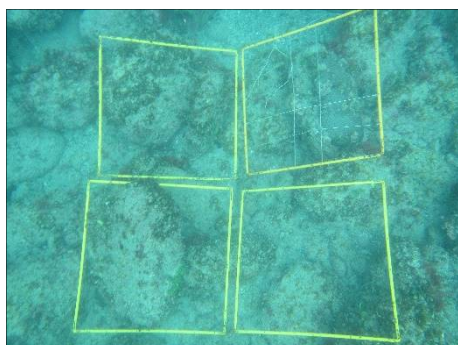


安城

砂地の海底に長さが数 cm から約 1 m の様々なサイズの転石があり、転石が密集した箇所、転石が点在している箇所、転石がなく砂地の海底が露出した箇所があり、転石が点在している箇所では、部

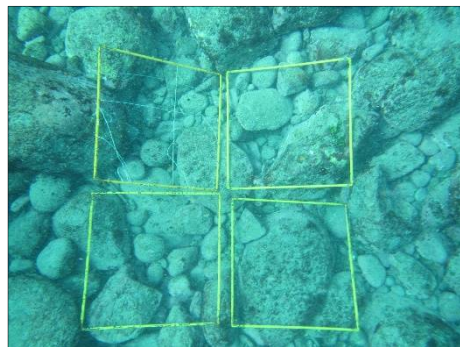
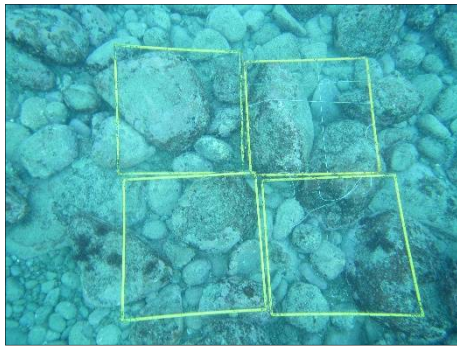
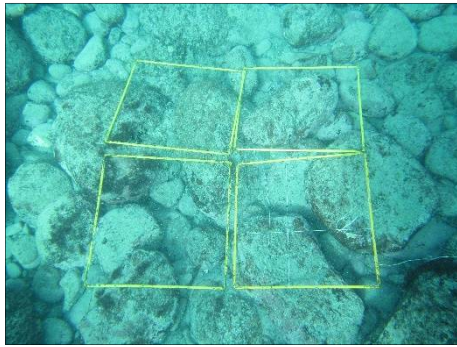
分的に転石が砂に埋もれた状態であった。

長さが約 1 m の転石を返して、その下にある数 cm の小石を掘り起こしていくと、殻長 3 cm 以上の天然貝が生息しているのが確認された。また、転石の中でも長さが 1 m 程度のサイズが大きい転石の表面では、葉高 1 cm 程度の藻類の着生が確認された。



安納 1

砂地の海底の上に長さが数 cm から約 2 m の様々なサイズの転石が密集した状態であった。そのため、海底の砂地が露出している箇所は見られなかった。長さが数十 cm 以上の大きな転石を返して、その下にある小さな石を掘り起こしていくと、殻長が 3 cm 未満の放流貝が生息していた。殻の色が褐色になっている部分が 1~2 mm である放流貝も見られ、放流後の成長が確認された。



4. まとめ

本研究では、種子島、馬毛島沿岸で漁獲されるトコブシのサイズを地区ごとに明らかにすることを目的として、水揚げ個体のサイズ測定を行った。その結果、馬毛島で漁獲されるトコブシは、種子島本島のトコブシと比べて、殻高が高く重量が大きいことが明らかになった。また、種子島沿岸の海底調査では、各地区の海底の基質や藻類の着生状況、およびトコブシの生息状況を明らかにすることができ、また、放流個体については美浜、安納地区で確認された。

トコブシの発育段階は、①浮遊幼生（孵化から変態が完了するまでの発育段階）、②変態（基質に着底し両盤の脱離が完了した時点）、③初期稚貝（変態完了から第1呼水孔が閉鎖されるまでの発育段階）、④稚貝（第1呼水孔の閉鎖完了から生殖巣の発達が肉眼で確認できるまでの発育段階）、⑤成貝（生殖巣が発達し、放卵・放精を行うことができる段階）に分けられる。

トコブシは雌雄異体であり放卵・放精型の繁殖を行うため、卵と精子が放出された後に海中で高い濃度を維持することが受精の条件となる。そのため、放卵と放精が同期する外部要因が必要となり、既往の研究では、トコブシの放卵・放精は台風通過による大規模な時化によって誘発されると考えられている（Onitsuka 2007）。

アワビ類の浮遊幼生の着底や変態には、微細藻類の組成や密度、岩礁海底面における浮泥の堆積、堆積物の粘性や粒子の大きさなどが影響すると考えられている。また、天然環境下におけるアワビ類の斃死率は、着底してから数ヶ月間の初期の段階が最も高いと言われており、初期減耗の要因のひとつとして、魚類、甲殻類、肉食性の貝類などによる被食が推定されている（Won 2007）。種子島の各地区で行った海底調査では、殻が欠けた状態、あるいは殻がそのままの状態で見つかり、食害による可能性が考えられた。

日本各地の沿岸では、アワビ類（クロアワビ、エゾアワビ、マダカアワビ、メガイアワビ、トコブシ）の資源回復を目的とした稚貝放流が1970年代後半から盛んに行われてきたが、放流数の増加は必ずしも漁獲量の増加に結びついていない。資源回復には稚貝放流を行うだけでなく、自然の再生産力を高める漁場管理、資源管理などが不可欠であると言われてしている（河村 2002）。このようにトコブシの資源は様々な影響を受けるため、可能な限りモニタリングを継続させながら、資源管理をしていくことが重要であると考えられる。

参考文献

1. Onitsuka, T., T. Kawamura, T. Horii, N. Takiguchi, H. Takami and Y. Watanabe: Synchronized spawning of abalone *Haliotis diversicolor* triggered by typhoon events in Sagami Bay, Japan. *Mar, Ecol, Prog, Ser.*, 351, 129-138, 2007.
2. 鬼塚年弘、河村知彦: 相模湾におけるトコブシの新規加入量変動要因、*月間海洋*、40(9)、500-505、2008.
3. 河村知彦: アワビ類—資源の現状と研究の動向—、*月間海洋*、34(7)、467-469、2002.
4. 武内智行: アワビ増殖場造成について。 *水産工学*、36、pp.203-206、1999.
5. 野呂忠秀, Lota B. Alcantara, 増田育司: トコブシの資源管理に関する研究、*鹿児島大学水産学部紀要*、53、pp.37-40、2004.
6. Wang, Z. Y., C. H. Ke, Y. L. Wang, Z. Q. Xiao, K. C. Ho and K. H. Chu: Genetic variations and divergence of two *Haliotis* species as revealed by AFLP analysis. *J, Shellfish, Res.*, 23, 1147-

1151, 2004.

7. Won, N., T., Kawamura, T. Onitsuka, J. Hayakawa, S. Watanabe, T. Horii, H. Takami and Y. Watanabe: Community and trophic structures of abalone (*Haliotis diversicolor*) habitat in Sagami Bay, Japan. *Fish. Sci.*, 73, 1123-1136,2007.