

浮消波堤で観察された有用な動物

高木儀昌^{*1}・森口朗彦^{*1}・吉村 拓^{*2}・清本節夫^{*2}

The useful fishery animals observed with Floating Breakwaters

Norimasa TAKAGI^{*1}, Akihiko MORIGUCHI^{*1}, Taku YOSHIMURA^{*2}, and Setsuo KIYOMOTO^{*2}

Abstract Floating Breakwater is a floating wave-extinguishing facility for improving ocean wave conditions, which was developed mainly to aim at the enlargement of existing fish culture fields and the construction of new fishing fields. The facilities have been constructed in mainly inland water areas in Kyushu and the Seto Inland Sea since 1977. It was reported from local group involved in fisheries that fish gathered, seaweed took root, and that various useful organisms lived in floating breakwaters. Based on this information, this survey has been conducted to clarify the organism growth function of these facilities.

This paper reports the survey results in Ushibuka district and Goshoura district in Kumamoto Prefecture, and Aba district in Nagasaki Prefecture, as well as discusses the effects of installed site and the cross-sectional shape of floating breakwaters on the species and quantities of inhabiting organisms.

Key words: floating breakwater, useful fishery animals, observation result

1. はじめに

浮消波堤は、養殖場面積の拡大や水質環境の改善のため、波浪環境によって自然の状態では養殖場として適さない海域を対象として開発された浮体式消波施設である。これらの施設は、1977年から本格的に事業化され（浮消波堤協会、1990）、主に瀬戸内海や九州沿岸の内海域の養殖場の拡大のために利用されてきている。

近年になって、この浮消波堤に多く魚が集まることやアワビ・ウニなどの有用な動物の生息が確認されており、消波施設としての機能以外の生物の生産に関する機能を定量的に明らかにするための調査が実施された。（高木ら、2004）

本報告は、水産庁からの委託調査として実施された浮消波堤の副次的効果に関する調査結果の内、浮消波

堤に生息する有用な動物に関する結果をまとめたものである。

調査は、浮消波堤の持つ消波機能以外の生物生産に直接寄与する魚類の蝸集効果や有用な動物の生息状況を定量的に把握し、それらの経済的な価値を評価することを目的として実施されたものである。

本報告が、浮消波堤を用いた新たな養殖場造成計画、浮消波堤の設計、あるいは新たな浮体施設の開発に活用されることを期待するものである。

2. 調査海域と対象施設

調査海域は、熊本県牛深市久玉地区（以下、久玉地区という）、熊本県御所浦町嵐口地区、牧本地区、横浦地区、（以下、嵐口地区、牧本地区、横浦地区という）、長崎県長崎市網場地区（以下、網場地区という）の5地区を選定した。場所の選定理由は、浮消波堤の

形状が異なっていること、設置後の経過年数が耐用年数を超えているもの、設置海域の海象（消波対象波を参考としている）が異なっていること、などである。Fig. 1 にそれぞれの海域を示した。



Fig. 1 調査海域の位置

久玉地区の浮消波堤は、昭和58から62年に造成されたもので、断面の形状はFig. 2 に示したものである。1函の大きさは長さ54m×幅13.5m×高さ5.25mで、6函が直線的に設置され、総延長は360mである。浮消波堤の消波形式は、消波堤内部の水の動きを波の周期に同調させることによって消波する、共鳴型である。消波対象波は、波高3.15m、周期6.0secである。

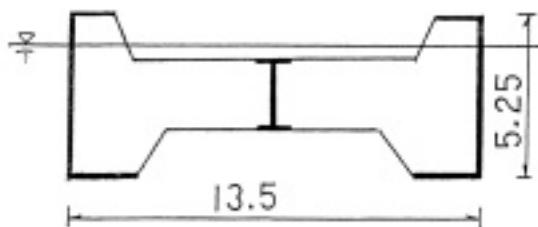


Fig. 2 久玉地区浮消波堤の代表的な断面

嵐口地区の浮消波堤は、昭和53年から55年に造成されたもので、断面形状はFig. 3 に示したものである。1函の大きさは長さ30m×幅7m×高さ2.7mで、6函

が直線的に配置され、総延長は185mである。

消波形式は、牛深地区と同様の形式で、共鳴型である。消波対象波は、波高1.8m、周期4.2secである。

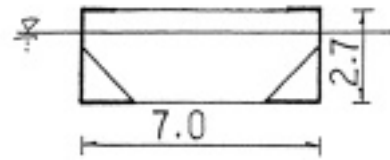


Fig. 3 嵐口地区浮消波堤の代表的な断面

牧本地区の浮消波堤は、昭和54年から56年に造成されたもので、断面形状は、Fig. 4 に示したものである。1函の大きさは長さ40m×幅9.5m×高さ6.5mで、5函が直線的に配置され、総延長は232mである。浮消波堤の消波形式は、水面近くにある傾斜板上で波を砕波させることで消波する形式のものである。消波対象波は、波高2.0m、周期4.8secである。

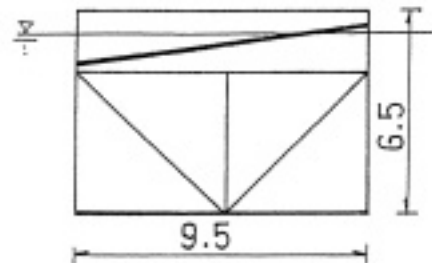


Fig. 4 牧本地区、横浦地区浮消波堤の代表的な断面

横浦地区の浮消波堤は、昭和58年から61年に造成されたもので、断面の形状は牧本地区と同様である。1函の大きさは長さ40m×幅10m×高さ6.6mで、4函が直線的に配置され、総延長は160mである。

長崎市網場地区の浮消波堤は、平成5年から7年に造成されたもので、断面の形状はFig. 5 に示したものである。1函の大きさは長さ57m×幅11m×高さ8.3mで、3函が直線的に設置され、総延長は200mである。消波形式は、消波堤内部の構造を複雑にすることで、水流の動きを短周期から長周期まで共鳴させて、消波する形式のものである。消波対象波は、波高1.9m、周期6.7secである。

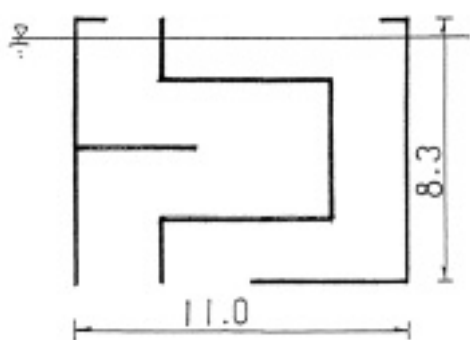


Fig. 5 網場地区浮消波堤の代表的な断面

3. 調査方法

調査方法は、魚類については潜水者による観察，アワビやウニなどの有用な生物については、潜水者が発見したものを全てを回収することを原則とし、1 函に生息する全数を捕獲した。捕獲した生物すべてについて殻長、重量の測定を行い、量的な把握を行った。ただし、生息数が多く、全数回収が困難なものについては、視認調査により計数した上で、主な生息箇所からサンプルを回収し、それらの測定結果から全体重量を推定した。なお、観察では確認されなかった魚種がビデオに記録されていた場合には、魚種確認が可能なものについて、若干のデータの追加、修正も行っている。

調査期間は、平成12年から14年までの3カ年で、原則年2回（夏と秋）に調査を実施した。

4. 調査結果

4.1 観察された魚類

久玉地区の浮消波堤で観察された主な魚類をTable 1 に示した。なお、ここでは市場で一般的に売買が行われている種を有用な魚種とし、なかでも量的に多く観察されたものを、表中にて網掛け表示をした。なお、メバルのように、表中に大きさ別に尾数が表されているものは、それぞれの大きさの群が浮消波堤内で独立して観察された場合を示している。

ここで観察された魚種は全部で44種類で、成長段階の若い魚類が多いこと、有用種であっても幼魚、未成魚期のサイズであったことが特徴となっている。有用な魚種としては、アイナメ、カサゴ、カワハギ、ブリなど13種が観察された。その中でも、量的に多く観察されたものが、キビナゴ（700尾）、タカベ（131尾）、マアジ（16600尾）、メジナ（5400尾）、メバル（424尾）であった。特に、マアジ、メジナの蛸集が顕著であった。

Table 1 久玉地区浮消波堤で観察された魚類

種	平成12年10月11日	
	体長cm	尾数
アイゴ	20~30	80
アイナメ	20	1
アミメハギ	3~5	4
イシガキダイ	20~22	5
イシダイ	12~15	6
イスズミ	18~22	33
イソカサゴ	10~15	3
イラ	18~20	5
* オトメベラ	15~20	870
* オヤビツチャ	8~18	300
* カゴカキダイ	10~17	115
カサゴ	8~22	15
カミナリベラ	5~13	65
カワハギ	10~15	17
キタマクラ	6~8	3
* キビナゴ	5~9	700
キュウセン	4~10	20
キンギョハナダイ	12~15	9
クマノミ	7~10	8
*** クロホシシモチ	8~11	15,000
コウライトラギス	5~7	3
ササノハベラ	10~22	50
サヨリ	14~16	20
* スズメダイ	8~10	200
* ソラスズメダイ	3~5	900
タカノハダイ	20~28	7
* タカベ	15~20	131
ダテハゼ	5~7	4
チョウチョウウオ	4	1
トラギス	6~8	2
* ニジギンボ	5~12	102
ハコフグ	20~25	12
ハタタテダイ	11	1
ハナハゼ	13~15	3
ブリ	30~50	12
ホシギンボ	7~15	50
* ホシハゼ	4~6	700
ボラ	30~40	5
ホンベラ	4~6	50
*** マアジ	16~20	16,600
マダイ	11~15	3
** メジナ	10~25	5,400
* メバル	5~7	390
	15~25	34
ヨソギ	6~8	2
出現種数		44

体長欄の単位は cm。
各地区での調査結果は消波堤 1 基に対するものである。
* 100 ** 1000 *** 10000の尾数を表す。
網掛けは有用魚類を示している。

嵐口地区の浮消波堤で観察された主な魚類をTable 2に示した。ここでの特徴は、確認された魚種が全部で20種類と久玉地区に比べて少ないことである。有用魚種もウマツラハギ、カサゴ、カワハギなど8種類で、観察尾数が多いものとしては、カタクチイワシ(30000尾)、マアジ(200尾)、メバル(5300尾)が上げられ、特にカタクチイワシ、メバルの蛸集が顕著であった。なお、カワハギについては本来は有用種とすべきであるが、体長が1~2cmの稚魚であったことから、網掛け表示からは除外した。

Table 2 嵐口地区浮消波堤で観察された魚類

	調査年月日	平成13年7月7日	
	種	体長cm	尾数
	アイゴ	20~30	6
	アナハゼ	9~13	20
	イソギンポ科sp.	8~11	6
	イボダイ	13	1注2
	ウマツラハギ	12~13	4
	カゴカキダイ	9~11	5
	カサゴ	15~20	15
***	カタクチイワシ	6~12	30,000
*	カワハギ	1~2	400注2
		5~8	3
	クロダイ	30~35	5注2
*	スズメダイ	6~11	400
	タチウオ	83	1注1
	チャガラ	5~8	5
	ニジギンポ	10~12	10
	ハコフグ	23	1
	ハゼ科sp.	7~10	4
	ヘビギンポ	5~8	20
*	マアジ	5~12	200
		5~7	80
**	メバル	5~10	5,000
		10~23	300
出現種数		20	

体長欄の単位は cm。

各地区での調査結果は消波堤1基に対するものである。

尾数欄に注1の記載があるものは釣獲調査でのみ出現し、潜水調査では確認できなかった種である。数値は釣獲尾数を記載した。

尾数欄に注2の記載があるものは調査対象とした浮消波堤以外の浮消波堤で出現した種である。

* 100 ** 1000 *** 10000の尾数を表す。

網掛けは有用魚類を示している。

牧本地区の浮消波堤で観察された主な魚類をTable 3に示した。この地域は2年間で5回の調査を行った結果、観察された魚種は、最大34種、最小13種であり、調査ごとの蛸集魚種及び蛸集量に差があった。この期間で観察された有用種は16種で、ほぼ毎回観察でき、尾数として多く観察されたものは、ウマツラハギ(0~1000尾)、カワハギ(0~250)、マアジ(10~30000尾)、メジナ(40~1000尾)、メバル(100~7200尾)が上げられる。この観察結果においても、10cm以下のサイズが目立ち、多数の個体が観察されたマアジ、メジナ、メバルでも幼魚が多いことが特徴となっている。

横浦地区の浮消波堤で観察された主な魚類をTable 4に示した。この地域は、2年間3回の調査を行った結果、観察された魚種は、最大25種、最小14種であった。調査期間で観察された有用種は13種で、ほぼ毎回観察でき、尾数が多い、有用な魚種としては、ウマツラハギ(30~500尾)、カワハギ(70~500)、マアジ(2~12000尾)、メジナ(100~1000尾)、メバル(200~5030尾)が上げられる。

網場地区の浮消波堤で観察された主な魚類をTable 5に示した。この地域は3年間6回の調査を行った結果、調査ごとの蛸集魚種及び蛸集量に差が見られるものの、確認された魚種は40種を超える場合が多く、久玉地区と類似する結果が得られた。ほぼ毎回観察でき、尾数が多く、有用な魚種としては、カワハギ(4~300)、マアジ(3800~30003尾)、メジナ(40~1000尾)、メバル(150~4100尾)が上げられる。

以上の結果から、5カ所の調査点すべてで多数観察された有用魚種は、マアジ、メバルの2種、4カ所で観察された魚種はメジナ、カワハギの2種であり、これら4種については浮消波堤の形状、設置海域に関係なく共通的に蛸集することが判った。また、観察された多くの魚種で、成魚よりも幼稚魚期の体長のものが多く確認されていることが、浮消波堤の特徴と言って良い。これらは、浮消波堤の設置水深が20m~30mの浅海域で、岩礁帯が近傍にあるという、海域の特性によるものと考えられ、この結果から判断する限り、浮消波堤は漁獲漁場ではなく、幼稚魚の成育場として機能していることが推察される。

Table 3 牧本地区浮消波堤で観察された魚類

種	平成13年7月6日		平成13年11月10日		平成14年7月6日		平成14年11月9日		平成15年3月1日	
	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数
*** アイゴ	30~35	8	5~36	10,000	22~32	300	7~17	400		
アイナメ	15~20	5	14~17	20	20~23	10	20	1	18	1
アナハゼ	9~13	20	13	1	7~20	30	10~14	5	14~16	6
アミメハギ	3	1	2~3	6	4~5	10			4	1
イサキ	18~21	800	17	1注1					13~18	2
* イシダイ	9~50	7								
イソギンボ科sp.	8	1			6~11	25	10	1	13	1
イラ	18~20	3			15~25	12	20~23	5		
** ウマヅラハギ	7~18	10	18~25	100	6~8	1,000	15~22	300		
オヤビツチャ	9	1	8~11	5			10~12	2		
カゴカキダイ	9~11	3	9~11	10	8~10	10				
カサゴ	7~27	8	15~19	3注1	20~23	10	14~18	5	17	1
カザリハゼ	9~12	15								
*** カタクチイワシ	10~13	45,000								
* カワハギ	4~9	3	7~15	40	6~20	250	12~20	60		
キュウセン	15~18	4	7~11	5	12	3	10~20	12		
クツワハゼ	10~13	3					10~13	5		
クラカケトラギス					10~15	6	16	1		
* クロサギ			3~10	300			18	1		
クロダイ	35~40	4注2					18~20	7		
コウライトラギス					10~15	20	12	1		
ササノハベラ	7~18	50	10~20	10	13~20	30	15~22	30	15~17	5
スズキ	60	1								
** スズキ目sp.	7~9	1,000								
** スズメダイ	8~11	2	8~10	15	3~12	500	9~12	1,500	10	1
* チャガラ	5~8	200	7~10	50						
トラギス							10~13	2		
* ニジギンボ	8~12	3	3~10	350	13~14	50	9~13	20		
ネズッコ科sp.					10~15	10				
** ネンブツダイ	8~12	20	3~5	300	10~13	1,000	10~13	200	9~12	200
ハゼ科sp.	7~10	5			6~10	12			10~12	5
ハリセンボン	15	1								
ブリ	50	1	60	1						
* ヘビギンボ	5~8	20			5~7	100				
ホンベラ					8~12	60				
*** マアジ	5~9	10	13~22	6,000	8~16	30,000	13~18	600	18~20	10
マダイ	6~10	7			20~25	50				
マルアジ			18~19	2注1	8~10	14注1				
** メジナ	5~7	150	12~20	500	3~4	100	9~25	1,000	10~18	40
	35	1			20~25	20				
** メバル	5~10	6,000	5~10	100	5~12	7,000	5~9	3,000	10~20	2,600
	10~23	120			18~30	200	20~25	50		
ヨソギ	9~11	2								
出現種数	34		22		26		23		13	

.体長欄の単位は cm。

.各地区での調査結果は消波堤 1 基に対するものである。

.尾数欄に 注.1の記載があるものは釣獲調査でのみ出現し、潜水調査では確認できなかった種である。数値は釣獲尾数を記載した。

.尾数欄に 注.2の記載があるものは調査対象とした浮消波堤以外の浮消波堤で出現した種である。

. * 100 ** 1000 *** 10000の尾数を表す。

.網掛けは有用魚類を示している。

Table 4 横浦地区浮消波堤で観察された魚類

	調査年月日 種	平成13年11月11日		平成14年7月7日		平成14年11月9日	
		体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数
***	アイゴ	5~38	10,000	18~32	300	10~15	200
	アイナメ	15~20	15	18~21	3	17~22	10
	アナハゼ	11	1	12	1	10~14	4
*	アミメハギ	3~4	800				
*	イサキ			18~22	500		
	イシガキダイ	22~25	5				
*	イシダイ	23~30	300				
	イソギンポ科sp.	5~10	70			10	1
	イラ			4~17	6		
*	ウマツラハギ	19~23	30	6~10	500	10~22	400
	オヤビッチャ	8~11	25				
	カゴカキダイ	9~11	3	8~12	40		
	カサゴ			10~25	20		
*	カワハギ	10~20	100	5~20	500	10~20	70
	キハツク			15~20	8		
*	キュウセン	7~15	5	8~23	150	15~20	20
	キンチャクダイ	20	1				
	クラカケトラギス			14	1注1		
*	クロダイ	30~50	150	50	1注2		
	クロホシイシモチ	7~9	70				
	コウライトラギス	10	1	10~15	6		
	ササノハベラ	10~20	20	8~20	35	15~22	50
*	スズメダイ	5~10	50	10~12	300		
	ダイナンギンポ					12	1
	タカノハダイ			22	1		
*	ニジギンポ	3~10	100	10~12	30	7~10	100
	ネンブツダイ			9~13	10		
	ハオコゼ			4~5	2		
	ヒガンフグ					23	1注1
	ブリ	70	1				
	ホンベラ			8~12	60		
***	マアジ	18~22	12,000	13~15	2注1	15~18	400
	マダイ			6~12	30		
**	メジナ	15~30	1,000	4~5	100	15~25	1,000
**	メバル	5~10	200	7~13	4,000	5~9	5,000
				18~30	200	15~25	30
	出現種数	23		25		14	

.体長欄の単位は cm。

.各地区での調査結果は消波堤 1 基に対するものである。

.尾数欄に注1の記載があるものは釣獲調査でのみ出現し、潜水調査では確認できなかった種である。数値は釣獲尾数を記載した。

.尾数欄に注2の記載があるものは調査対象とした浮消波堤以外の浮消波堤で出現した種である。

. * 100 ** 1000 *** 10000の尾数を表す。

.網掛けは有用魚類を示している。

Table 5 網場地区浮消波堤で観察された魚類

	調査年月日	平成12年10月9日		平成13年7月4日		平成13年10月10日		平成14年7月4日		平成14年11月6日		平成15年4月9日	
		種	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm
***	アイゴ	4~5 22~30	60 20	20~30	5	4~28	10,000	25~40	30	10~15	100		
	アオハタ							18	4				
	アカカマス			7~14	7注1								
	アナハゼ	12~14	5	7~10	3					10~14	4		
	アミメハギ	2~3	50							3~4	40		
*	イサキ			2~4	25	10~21	500						
	イシガキダイ					22~27	15						
	イシダイ	18~22	80	20~30	10	14~25	10	20~35	20	20~30	10		
	イスズミ									18~20	3		
	イソカサゴ	8~9	10	8~10	10	5	1	8~10	30				
	イソギンポ科sp.	10~11	20	7~11	20	7~10	10	6~7	50				
	イトフエフキ									12~14	2		
	イトベラ			10~12	8	10~13	6	15	4	10~15	2		
	イボダイ							25~37	50				
	イラ	10~20	10	15~25	30	10~25	30	17~23	22	20~25	8		
	ウマツラハギ			10~13	5	20~22	10			18~25	2注1		
*	ウルメイワシ科sp.			9	1注1	4~6	150						
	オニカサゴ					14	1						
*	オヤビッチャ	6~12	10			8~11	80			10~11	100		
	カイワリ			13	1注2			7~9	3				
	カゴカキダイ			10~12	5	9~11	4	8~18	25	10~12	10		
	カサゴ	13~25	5	10~20	10			10~30	50	20~30	15		
	カタクチイワシ			12	1注1			15	1			10~14	50
	カミナリベラ	5~10	50	5~6	50			7~9	10	5~7	20	8~10	30
*	カワハギ	3~4 8~17	200 100	5~20	10	3~20	20	10~20	20	10~25	50	15~20	4
	ガンギエイ					80	1注2						
	キタマクラ							7	4				
***	キビナゴ							8~12	30,000	6~9	400		
	キュウセン	5~18	10	10~20	60	4~20	65	10~15	12	10~18	20		
	キンチャクダイ	7~15	5			5~20	7	13	1				
	クサフグ	13	1										
	クラカケトラギス	12	1					10~15	30				
	クロサギ							9~12	20	3~4	30		
	クロダイ	40~50	2										
	クロホシイシモチ									9~12	80		
	ゲンロクダイ	5	1	10~11	2					10	1		
	コウライトラギス			8~11	18	8~11	10	7~13	10	7~11	10		
	コスジイシモチ									8~10	5		
	コチ					35	1						
	コロダイ					18~20	16	23	1				
*	ササノハベラ	10~22	300	10~22	200	5~23	150	13~25	200	10~23	100	15~22	50
	サッパ					19~22	4注2						
	サバフグ			18	1	30~32	2						
	シロサバフグ									22	1		
**	スズメダイ	8~10	50	8~14	25	8~14	100	9~12	1,000	4~12	1,700	8~12	100
	ソラスズメダイ					2	1			3~4	3		
	タカノハダイ	20~25	3					22	1	28	1		
	タカベ			10	1								
	タチウオ			70	1	80~100	4	28~32	15	42	1		
	チダイ			7~13	50								
	トラギス	10~18	50	8~12	8	10~14	6	12~15	6	12~14	20		
	トラフグ	20	1			32	1						
	ニザダイ					18~22	20						
*	ニジギンポ	5~12	20	7~10	15	7~10	10	6~10	20	6~13	100		

Table 5 網場地区浮消波堤で観察された魚類(つづき)

	調査年月日	平成12年10月9日		平成13年7月4日		平成13年10月10日		平成14年7月4日		平成14年11月6日		平成15年4月9日	
		種	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm	尾数	体長cm
*	ニシン目sp.	4~5	200										
	ニセボロカサゴ					20	1						
**	ネンブツダイ	1~6	2,200	8~12	600	3~5	750	9~12	400				
	ハオコゼ							4~5	1				
	ハコフグ	15~30	20	22~25	10	22~25	10	20~24	15	10~28	10	20~25	2
	ハゼ科sp.	10~12	20	8~11	20	6~10	20			7~10	5	8~12	4
	ハナハゼ					4~5	30						
***	ヒイラギ			4~6	6,000			4~6	20,000 ^{注2}				
	フサカサゴ			10~13	15			13~15	6	18	1		
	ホシギンボ	7~13	5										
	ホシハゼ			4~6	10								
	ホンソメワケベラ									7~10	15		
*	ホンベラ	9~10	40	7~9	30			8~12	120	8~11	100		
***	マアジ	19~22	3,800	5~13	30,000	12~20	20,000	9~20	10,000				
				20~25	3								
	マイワシ					19	1 ^{注2}						
	マエソ			30	1	22	1 ^{注1}			25~35	2		
	マサバ					25~27	2 ^{注2}						
	マダイ			6~10	20	10~15	10	8~13	30	12~14	10		
	マハタ			17	1								
	マルアジ					12~16	4 ^{注1}	11~19	6 ^{注1}				
*	ミナミハタンポ					6~8	100			4~6	400		
	ミノカサゴ			18~19	2								
*	ムツ							17~19	500				
								10~13	50				
**	メジナ	15~30	50	22~30	40	10~23	300	4~8	500	20~30	1,000		
								18~30	400				
**	メバル	5~7	400	5~10	1,000	17~23	150	6~12	2,000	5~9	4,000	10~26	3,000
		13~22	20	10~23	200			16~27	400	20~28	100		
	ヨコスジフエダイ					20	1						
	ヨソギ	10	1	10~12	4	8~10	2						
	ヨメヒメジ									20~23	2		
	出現種数	33		43		46		40		40		8	

体長欄の単位は cm。

各地区での調査結果は消波堤 1 基に対するものである。

尾数欄に注.1の記載があるものは釣獲調査でのみ出現し、潜水調査では確認できなかった種である。数値は釣獲尾数を記載した。

尾数欄に注.2の記載があるものは調査対象とした浮消波堤以外の浮消波堤で出現した種である。

* 100 ** 1000 *** 10000の尾数を表す。

網掛けは有用魚類を示している。

4.2 観察された有用動物

久玉地区の浮消波堤で観察された主な生息動物を Table 6 に示した。なお、ここでは市場で一般的に売買が行われている種類を、有用種として表にしている。

採取あるいは観察された種類は全部で12種類で、主なものは、アワビなどの巻貝類、ヒオウギガイやアコヤガイなどの二枚貝類、ムラサキウニやアカウニなどのウニ類、イセエビなどで、磯根に生息する動物を確認することができた。

結果から、個体数の多いものとしては、ヒオウギガ

イ(25)、アコヤガイ(200)、ムラサキウニ(300)、であった。

嵐口地区の浮消波堤で観察された主な生息動物を Table 7 に示した。主な有用種は、サザエ、ヒオウギガイやアコヤガイなどの二枚貝類、ムラサキウニやバフンウニなどのウニ類、マナマコを確認することができた。

結果から、個体数の多いものとしては、アコヤガイ(23)、ムラサキウニ(160)であった。

牧本地区の浮消波堤で観察された主な生息動物を Table 8 に示した。採取及び観察された種は、全部で

11種で、主な有用種は、クロアワビ、サザエなどの巻貝類、ヒオウギガイ、アコヤガイなどの二枚貝類、ムラサキウニやバフンウニなどのウニ類、マナマコであった。

結果から、個体数の多いものとして、アコヤガイ(2000~4000)、ムラサキウニ(200~670)、ヒオウギガイ(13~250)、であった。

特記すべき点としては、ハボウキガイが浮消波堤内部に生息していたことである。ハボウキガイは、一般的には砂泥質の海底に生息する生物であり、波浪の影響を大きく受ける浮消波堤での観察は予想外のことであった。観察場所は、浮消波堤の一部に浮泥が堆積し、砂泥質の人工地盤が形成されたところであった。ハボウキガイそのものの商品価値は低いいため、このことが浮消波堤の経済価値を高めることにはならないわけであるが、浮体施設に多様な生物の生息環境を形成できた事例としては、貴重な結果と言って良い。

横浦地区の浮消波堤で観察された主な生息動物をTable 9 に示した。主な有用種は、クロアワビ、サザエ、ヒオウギガイ、アコヤガイ、ムラサキウニ、バフンウニ、マナマコであった。

結果から、個体数の多いものとしては、アコヤガイ(1500~3000)、ムラサキウニ(2000~3000)、バフンウニ(600~2000)、クロアワビ(120~300)であった。

横浦地区浮消波堤は、牧本地区と同様の形状で、規模的にもほぼ同様であるが、クロアワビ、ハボウキガイの生息数に大きな差が生じており、設置海域の環境の違いによるものであろうことが推察された。

網場地区の浮消波堤で観察された主な生息動物をTable10に示した。

主な有用種は、クロアワビ、サザエ、ヒオウギガイ、アコヤガイ、ムラサキウニ、バフンウニ、イセエビ、マナマコであった。

結果から、個体数の多いものとしては、アコヤガイ(600~2000)、ムラサキウニ(400~1400)、バフンウニ(20~700)、クロアワビ(79~176)であった。

なお、サザエに関しては、当初123個体で量的に多い種であったが、2回目調査から回収されたサザエは、浮消波堤には戻さずに天然の藻場に放流したため、現存量の単純な比較はできない。あくまで参考であることを付記する。ただし、全て回収した上での生息確認

Table 6 久玉地区浮消波堤で観察された有用生物

分類	種名	平成12年7月			平成12年10月		
		個体数	総重量g	大きさ	個体数	総重量g	大きさ
巻貝類	クロアワビ	1	137	殻長：102mm	5	400	殻長：70~97mm
	トコブシ	1	42	殻長：62mm			
	フクトコブシ	1	12	殻長：46mm			
二枚貝類	ヒオウギガイ	33	6,466	殻長：55~128mm	25	3,284	殻長：30~126mm
	アコヤガイ	150	7,100	殻長：48~90mm	200	9,500	殻長：59~99mm
エビ類	イセエビ				1	250	全長：200mm
ウニ類	ムラサキウニ	150	12,204	殻径：46~59cm	300	20,000	殻径：40~61mm
	アカウニ	12	830	殻径：52~69cm	4	160	殻径：48mm
	コシダカウニ	1	17	殻径：33mm			
	バフンウニ	1	24	殻径：39mm			
	ナガウニ	1	67	殻径：53mm			
ナマコ類	マナマコ	3					

斜体数字は概数。

Table 7 嵐口地区浮消波堤で観察された有用生物

分類	種名	平成13年7月		
		個体数	総重量g	大きさ
巻貝類	サザエ	1	38	殻高：54mm
二枚貝類	ヒオウギガイ	2	87	殻長：60~70mm(65)
	アコヤガイ	23	744	殻長：43~100mm(68)
ウニ類	ムラサキウニ	160	7,063	殻径：16~61mm(41)
	バフンウニ	8	84	殻径：23~33mm(29)
	コシダカウニ	1	5	殻径：21mm
ナマコ類	マナマコ	4	557	

()内数字は大きさの平均値

数であることから、未発見個体または新規加入個体の可能性があり、加えて調査施設が浮体施設であることを考慮すると、天然からの浮遊幼生の加入の状況を反映しているとも考えられる結果である。

特記すべき点としては、網場地区の浮消波堤の断面は長周期の波を消波するため、内部の構造が大きく2つに分かれており、この2つの区分で生息する生物が

異なっていたことである。アワビ、サザエ、ウニ類は主に浮消波堤の沖側の水平面が多く、太陽光が入る明るい場所で観察され、イセエビは金網で覆われた暗い部分で観察されたことである。内部の構造の複雑さ、明暗などが、生息生物の多様化に関係する可能性が示唆される結果である。

Table 8 牧本地区浮消波堤で観察された有用生物

		平成13年 7月			平成13年10月		
分類	種名	個体数	総重量g	大きさ	個体数	総重量g	大きさ
巻貝類	クロアワビ	4	100	殻長：55～60mm(67)	4	1,000	殻長：128mm
	マダカアワビ						
	サザエ	17	1,002	殻高：52～70mm(62)	80	3,000	殻高：25～79mm(49)
二枚貝類	ヒオウギガイ	250	52,000	殻長：55～128mm(103)	150	24,000	殻長：28～125mm(94)
	アコヤガイ	3,000	127,000	殻長：52～109mm(69)	4,000	116,000	殻長：17～99mm(63)
	ハボウキガイ				240	27,000	殻長：113～314mm(227)
タコ類	マダコ						
ウニ類	ムラサキウニ	200	16,000	殻径：21～67mm(50)	300	18,000	殻径：30～64mm(46)
	アカウニ				6	10	殻径：16mm
	バフンウニ	260	3,000	殻径：20～38mm(30)	1,500	13,000	殻径：24～44mm(27)
ナマコ類	マナマコ				25	400	
		平成14年 7月			平成14年11月		
分類	種名	個体数	総重量g	大きさ	個体数	総重量g	大きさ
巻貝類	クロアワビ	5	525	殻長：89mm			
	マダカアワビ				1	41	殻長：74mm
	サザエ	125	6,080	殻高：48～68mm(56)	56	3,200	殻高：50～70mm(64)
二枚貝類	ヒオウギガイ	22	2,581	殻長：56～114mm(83)	13	820	殻長：22～89mm(66)
	アコヤガイ	3,000			2,000	188,000	殻長：59～101mm(84)
	ハボウキガイ	64	12,056	殻長：205～316mm(251)	240	42,656	殻長：185～324mm(250)
タコ類	マダコ	1					
ウニ類	ムラサキウニ	200			670	34,000	殻径：33～60mm(46)
	アカウニ				30	1,200	殻径：45～51mm(48)
	バフンウニ	200			2,400	24,000	殻径：19～38mm(29)
ナマコ類	マナマコ	10	360		3	74	

斜体数字は概数

()内数字は大きさの平均値

Table 9 横浦地区浮消波堤で観察された有用生物

		平成13年10月			平成14年 7月			平成14年11月		
分類	種名	個体数	総重量g	大きさ	個体数	総重量g	大きさ	個体数	総重量g	大きさ
巻貝類	クロアワビ	300	9,000	殻長：36～104mm(59)	160	4,100	殻長：32～104mm(51)	120	3,000	殻長：37～90mm(55)
	マダカアワビ	4	86	殻長：57～68mm(63)	22	1,490	殻長：66～89mm(78)	5	183	殻長：59～68mm(64)
	メガイアワビ				4	330	殻長：68mm			
	サザエ	35	2,380	殻高：40～75mm(59)	31	1,330	殻高：43～66mm(54)	32	2,947	殻高：59～78mm(68)
	ヒオウギガイ	8	800	殻長：80mm	4			3		
二枚貝類	アコヤガイ	3,000	108,000	殻長：24～103mm(63)	2,000			1,500		
	ハボウキガイ	40	1,900	殻長：122～201mm(157)						
タコ類	マダコ				1					
ウニ類	ムラサキウニ	2,000	85,000	殻径：14～69mm(40)	3,000			3,000		
	アカウニ	24	2,800	殻径：62～75mm(68)	120			100		
	バフンウニ	2,000	30,000	殻径：9～51mm(33)	1,600			600		
ナマコ類	マナマコ	70	3,500		40	680		40	1,060	

斜体数字は概数

()内数字は大きさの平均値

Table10 網場地区浮消波堤で観察された有用生物

		平成12年10月			平成13年7月			平成13年10月		
分類	種名	個体数	総重量g	大きさ	個体数	総重量g	大きさ	個体数	総重量g	大きさ
巻貝類	クロアワビ	146	7,311	殻長：20～112mm	100	3,686	殻長：25～112mm(64)	79	2,494	殻長：22～114mm(61)
	マダカアワビ				6	139	殻長：41～73mm(57)			
	メガイアワビ							2	96	殻長：29～96mm(63)
	サザエ	123	5,518	殻高：28～76mm	57	3,183	殻高：33～88mm(57)	58	2,170	殻高：28～66mm(51)
	トコブシ				1	9	殻長：40mm	4	72	殻長：27～61mm(49)
	フクトコブシ				1	16	殻長：49mm	1	16	殻長：47mm
二枚貝類	ヒオウギガイ	14	2,441	殻長：70～131mm	13	1,732	殻高：64～12mm(92)	2	206	殻長：82～92mm(87)
	アコヤガイ	1000	98,000	殻長：32～119mm	2,000	210,000	殻高：40～121mm(97)	2,000	147,000	殻長：38～109mm(86)
タコ・イカ類	マダコ	1	210		3	657				
	アオリイカ							5		体長：300～330mm
エビ類	イセエビ	3	15	全長：50～60mm	29	2,987	体長：156～158mm(157)	20		体長：100～230mm
ウニ類	ムラサキウニ	400	15,000	殻径：30～50mm	400	12,400	殻径：21～58mm(38)	500	21,000	殻径：24～56mm(43)
	アカウニ									
	パフンウニ	66	1,092	殻径：10～30mm	21	304	殻径：24～38mm(32)	20		殻径：20～40mm
ナマコ類	マナマコ	2	300		14	545		1	12	
		平成14年7月			平成14年11月			平成15年4月		
分類	種名	個体数	総重量g	大きさ	個体数	総重量g	大きさ	個体数	総重量g	大きさ
巻貝類	クロアワビ	158	7,502	殻長：24～102mm(67)	131	3,860	殻長：22～92mm(57)	176	10,648	殻長：40～103mm(76)
	マダカアワビ				5	240	殻長：58～91mm(48)	2	55	殻長：53～68mm(61)
	メガイアワビ				1	5	殻長：37mm	2	34	殻長：53～55mm(54)
	サザエ	22	1,178	殻高：43～80mm(57)	14	459	殻高：28～72mm(44)	47	1,170	殻高：29～67mm(43)
	トコブシ				1	13	殻長：44mm	4	83	殻長：47～61mm(51)
	フクトコブシ									
二枚貝類	ヒオウギガイ	10			10			10		
	アコヤガイ	1,200			1,200			600		
タコ・イカ類	マダコ	2			1					
	アオリイカ									
エビ類	イセエビ	15			15	2,300	全長：47～223mm(129)	9		
ウニ類	ムラサキウニ	1,000			1,000			1,400	76,160	殻径：39～62mm(47)
	アカウニ				1			20	384	殻径：31～38mm(36)
	パフンウニ	20			200			700	10,290	殻径：28～37mm(33)
ナマコ類	マナマコ	8	1,216		4	473		40	10,452	

斜体数字は概数。

()内数字は大きさの平均値

4.3 設置場所による相違

消波対象波から設置場所は大きく2つの海域に分けることができ、外洋からの波浪の進入がある消波対象波の周期が6秒台の久玉地区と網場地区(外洋型)と、消波対象波の周期が4秒台の御所浦地区3カ所(内海型)である。(浮消波堤協会, 1990)

浮消波堤で確認された蛸集魚種について比較すると、外洋型の久玉、網場の場合40種類以上の魚種が確認されているのに対して、内海型の嵐口、牧本、横浦は20数種類で、内海型のほうが魚種が少ないことが判る。一般に、海底設置型の人工魚礁の場合、外海に比べて内海のほうが、泥場に生息する魚種が多く観察されるため、観察される魚種は多くなる。これらの魚種が、内海に設置された浮消波堤上では観察されなかったことで、今回のような結果となったことが推察される。

生息動物に関する結果では、イセエビが外洋型の久玉、網場の結果に表れ、ハボウキガイが内海型の牧本、横浦に現れた。ただし、ハボウキガイに関しては、浮

消波堤の断面形状が異なる嵐口では確認されないこと、牧本、横浦の場合は前述したように浮泥などが堆積し、安定した地盤が浮消波堤内に存在できる形状であったこととの関連で生息できた可能性が強く、単に海域としての特徴と言えるかについては疑問が残る。

牧本地区と横浦地区は同一形状でほぼ同様の規模の浮消波堤が設置されており、蛸集魚類、生息動物の相違は、そのまま海域による影響と考えられる。しかしながら、魚類に関してはほぼ同様の種類が確認され、確認尾数や体長に関しても大きな違いは見られなかった。有用種で比較した場合にも、イシダイ、クロダイが横浦地区のみで確認されたことが、両者の違いであった。

生息動物についても、魚類とほぼ同様で、種類に関してはほぼ同様であった。しかし、生息数に関しては、相違が見られ、サザエ、ハボウキガイについては牧本地区の生息数が多く、クロアワビ、ムラサキウニ、パフンウニ、マナマコについては横浦地区の生息数が多かった。ヒオウギガイとアコヤガイについてはほぼ同

様であった。

以上の結果から、蛸集魚類、生息生物に関して、数種の生物を除いて、観察される生物の大半は共通であることが判った。

4.4 浮消波堤形状による相違

本調査で選定した4種類の断面形状の異なる浮消波堤は、嵐口地区のような非常に単純な形状から網場地区のような内部形状が複雑なものが含まれている。

久玉地区、嵐口地区の浮消波堤は波を遮るための垂直面が多く、水平面が少ない断面形状である。牧本地区、横浦地区は入射してくる波を水面を横切る斜面上で砕波させる機構を採用しているため、水平面が垂直面に比べて多い断面となっている。網場地区は周期の長い波のエネルギーを内部の水柱の動きを制御して吸収する機構を採用しているため、水平面、垂直面ともに多く、複雑な断面形状となっている。消波の機構から決定されている断面形状による、観察結果の相違を検討した。

魚類に関しては、有用魚種のマアジ、メジナ、メバル、カワハギに関しては多くの浮消波堤形状で観察されており、大きな差は現れなかった。有用種の中では、イサキのみが牧本地区の浮消波堤で観察されており、唯一の相違となっている。

有用動物に関しては、嵐口地区とその他の地区では多少の違いが見られたが、生息動物に大きな差は少なく、形状の違いは量的な差として現れるのではないかと推察された。

そこで海域的な特性が結果に大きな影響を与えたと考えられる牧本地区を除いて、垂直面の多い形状と水平面の多い形状について、生息生物の量的な比較を行ってみた。クロアワビについては嵐口(0)、久玉(5)に対して、網場(100以上)、横浦(120以上)、アコヤガイについては嵐口(23)、久玉(200)に対して、網場(1000以上)、横浦(1500以上)、ムラサキウニについては嵐口(160)と規模の違いを考慮しても、水平面の多い形状の方が多いことが判る。このように、生息動物の量的な違いは水平面の有無や広さにあり、消波以外の生物の生息機能を増大させるためには水平面の量に着目して選定すべきことが判った。

4.5 浮消波堤の場所別付着生物重量の相違

Table11及びTable12は、網場地区及び横浦地区の浮消波堤の1函において、場所別に50cm方形枠を用いて採取された付着生物重量を示したものである。採取した場所は、それぞれの浮消波堤において、位置としては異なる場所で、付着物の量が比較的多いところを選定した。また、網場地区は、造成から8年後、横浦地区は18年後に当たり、耐用年数15年から20年における中間期と満了期に当たることから、両地区において実施した。

結果から、両地区ともに採取された付着物の重量は、場所別に大きな違いがあり、網場地区では単位面積当たり湿重量で最大25.6kg/m²(港内側壁面)、最小

Table11 網場地区付着生物枠取り結果

枠の大きさ = 0.5 × 0.5m = 0.25m²

地点No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
枠取り場所	港外側壁面	横面上部	港内側壁面	底面	堤内プール
水深	- 3.0m	- 0.8m	- 4.5m	- 7.0m	- 1.3m
付着生物湿重量 (g/0.25m ²)	5,370	2,560	6,400	4,920	2,370
単位面積当たりの湿重量 (g/m ²)	21,480	10,240	25,600	19,680	9,480
単位面積当たり水中重量 (g/m ²)	6,666	3,178	7,945	6,108	2,942
単位面積当たりの湿重量平均 : 17296 (g/m ²)		単位面積当たり水中重量平均 : 5368 (g/m ²)			

Table12 横浦地区付着生物枠取り結果

枠の大きさ = 0.5 × 0.5m = 0.25m²

地点No.	No. 1	No. 2	No. 3
枠取り場所	港外側壁面	港外側壁面	底面
水深	- 1.0m	- 0.8m	- 6.5m
付着生物湿重量 (g/0.25m ²)	660	4,490	3,580
単位面積当たりの湿重量 (g/m ²)	2,640	17,960	14,320
単位面積当たり水中重量 (g/m ²)	819	5,574	4,444
単位面積当たりの湿重量平均 : 11640 (g/m ²)		単位面積当たり水中重量平均 : 3612 (g/m ²)	

9.5kg/m² (堤内プール)の差が生じている。水中重量では、最大7.9kg/m² (港内側壁面)、最小2.9kg/m² (堤内プール)であった。横浦地区でも、単位面積当たり湿重量で最大18kg/m² (港外側壁面)、最小2.6kg/m² (港外側スロープ)の差が生じており、水中重量では、5.6kg/m² (港外側壁面)、最小0.8kg/m² (港外側スロープ)であった。

両者の結果から、水平面よりも垂直面のほうが、付着物量は多いことが推察された。また、波当たりが強い港外側や、流れや波の攪乱が強い横面、堤内プールでは、付着物の量が少ない傾向が窺われた。

平均水中重量については、網場地区で5.4kg/m²、横浦地区で3.6kg/m²となっており、設計で用いられている8.0kg/m²に比べて低い数値となっていた。

当初の予測では、内海域に設置されて18年を経過した横浦地区のほうが、8年後の網場地区に比べて、付着物量は多くなるものと思われたが、実際には網場地区5.4kg/m² (8年)横浦地区3.6kg/m²で、設置後の経過年数との関係は見られなかった。

浮消波堤の設計に必要な浮力算定において、大きな役割をもつ、単位面積当たりの付着生物量に関して、調査の結果として設計指針(文献3))で示されている8kg/m²を下回る結果が得られ、現時点での安全性を確認することができた。しかし、設置海域、経過年数、採取位置別、で大きな差異を生じていることも確認され、同一数値で設計をすることの問題点も浮き彫りとなった。

5. まとめ

本調査の結果から、浮消波堤において観察される魚類及び有用動物は、主な種類は共通であった。結果と

して、魚類についてはマアジ、メジナ、メバル、カワハギが、有用動物としては、クロアワビ、サザエ、ヒオウギガイ、アコヤガイ、ムラサキウニ、バフソウニが生息種として観察された。

海域の相違については、外洋の影響を受ける海域と内海では、網場地区や久玉地区のような外洋の影響を受ける海域のほうが観察される魚種は多かった。

浮消波堤の断面形状に関しては、断面形状の違いは生息動物の種類には大きく影響せず、消波機構と関連した水平面の有無や内部構造の複雑さによって量的な違いが生じるものと推察された。また、同一浮体内において、異なる特性を持つ部位があることによって、生息する動物の種類が増加する可能性が窺われた。

以上の結果から、浮消波堤には多くの魚類や動物が生息しており、加えて幼稚魚から成体まで幅広い成長段階の生物が確認されたことで、多くの生物の育成場となっていることが推察され、資源増殖施設として可能性を確認することができた。

最後に、本調査は、水産庁・水産基盤整備調査委託事業の一環として行われたことを付記し、協力していただいた、熊本県、長崎県、長崎市、久玉漁協、御所浦漁協及び網場漁協の関係者に謝意を表す。

参考文献

- 1) 高木儀昌, 森口朗彦ほか, 2004: 浮消波堤に生息する有用生物に関する調査結果, 平成16年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, 117-120.
- 2) 浮消波堤協会, 1990: 浮消波堤・浮防波堤施工実績
- 3) 全国沿岸漁業振興開発協会, 1992: 平成4年度版沿岸漁場整備開発事業施設設計指針, 195-207.