

# 琉球大学学術リポジトリ

## 沖縄島におけるサンゴ礁海浜の汀線碎波波高に関する推定式

メタデータ	言語: 出版者: 沖縄地理学会 公開日: 2018-11-16 キーワード (Ja): 汀線碎波波高, サンゴ礁幅, 水深, 裾礁, 沖縄島, shore break height, reef width キーワード (En): water depth, fringing reef, Okinawa Island 作成者: 前門, 晃 メールアドレス: 所属: 琉球大学
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002017629">http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002017629</a>

## 沖縄島におけるサンゴ礁海浜の汀線碎波波高に関する推定式

青木 久\*・武石 裕\*\*・前門 晃\*\*\*

(\* 東京学芸大学・\*\* モバイルクリエイイト株式会社・\*\*\* 琉球大学)

### A Quantitative Prediction for Shore Break Height on Coral Beaches with a Fringing Reef, Okinawa Island

Hisashi AOKI\*, Yu TAKEISHI\*\* and Akira MAEKADO\*\*\*

(\*Department of Geography, Tokyo Gakugei University,

\*\*Mobile Create Co.,Ltd.,

\*\*\*Faculty of Law and Letters, University of the Ryukyus)

#### Abstract

Field measurements were carried out on Yomitan coast with a fringing reef in Okinawa Island, Japan to investigate the relationship between the shore break height ( $H_b$ ), the reef width ( $W$ ), the wave height ( $H'$ ) and water depth ( $h$ ) at the reef edge. The ratio of the shore break height to the wave height at the reef edge,  $H_b/H'$ , which denotes the degree of the reduction of wave height on a reef, was found to decrease with increasing  $W$ , and to decrease with decreasing  $h$ . This result indicates that the reduction of wave height on a reef is greatly controlled by morphological features of a fringing reef. Using the results of the present study data, an equation connecting  $H_b$  and  $H'$ ,  $h$ , and  $W$ , is derived from the regression analysis as follows:  $H_b = 111.7 (h/W) H'$ .

キーワード：汀線碎波波高，サンゴ礁幅，水深，裾礁，沖縄島

Keywords: shore break height, reef width, water depth, fringing reef, Okinawa Island

#### I はじめに

沖縄島には陸地を取り囲むように発達する裾礁（以下、「サンゴ礁」と呼ぶ）海岸が広く分布する。このようなサンゴ礁に向かって外洋から入射してくる沖波は、サンゴ礁の影響を受けて汀線に到達する。従来からサンゴ礁は沖からの暴風時波浪（以下、「暴浪」と呼ぶ）に対して陸地をまもる潜堤の役割を果たすことが指摘され（例えば、沖縄第四紀調査団・沖縄地学会 1975；津嘉山ほか 1989；サンゴ礁地域研究グループ 1990；Gourlay 1994），

波に対して一種の幅広い潜堤として働き、汀線付近の碎波特性をコントロールすると考えられている（例えば、Kench and Brander 2006；青木・智原 2009；武石ほか 2014；青木 2015）。

沖縄島におけるサンゴ礁の水平幅（以下、「サンゴ礁幅」と呼ぶ）は海岸によって異なり、数メートルから約 4 km に及ぶと報告されている（目崎ほか 1977）。このようなサンゴ礁幅の大小は汀線碎波波高を規定し、サンゴ礁海浜の地形特性や変化プロセスを支配する重要な要因の一つであるにもかかわらず、汀線碎波波高とサンゴ礁地形との定量

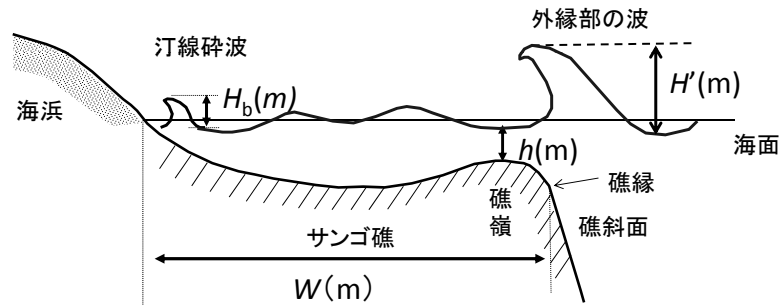


図1 定義図

的關係を調べた野外研究は数少ない（青木・智原 2009；武石ほか 2014）。

青木・智原（2009）は沖縄島西海岸の読谷海岸においてサンゴ礁幅の異なる4地点において汀線碎波波高を計測し、サンゴ礁幅が大きくなるほど汀線碎波波高が小さくなることを示した。武石ほか（2014）は沖縄島東海岸の新原海岸において、潮位や波浪条件の異なる時期に定期的な波浪観測を行い、5 m以上の礁縁における暴浪時の碎波波高は、汀線付近では0.2 mまで低減すること、また礁縁部の水深が浅いほど汀線碎波波高が小さくなることを明らかにしている。これらの報告からサンゴ礁海浜における汀線碎波波高は、沖から襲来する波の波高だけでなく、サンゴ礁幅とサンゴ礁の水深の2つの要素が深く関与する可能性が高い。そこで本研究では、サンゴ礁幅（ $W$ ）の異なる沖縄島読谷海岸の4地点において、水深（ $h$ ）が異なる条件でサンゴ礁外縁部の波高（ $H'$ ）と汀線碎波波高（ $H_b$ ）の計測を実施し（図1）、 $W$ と $h$ の波高減衰に与える影響を定量的に評価し、サンゴ礁海浜における汀線碎波波高に関する推定式を作成することを目的とする。

## II 調査地域の概要

調査地域として読谷海岸を選定した。読谷海岸は沖縄島中部西海岸に位置する、残波岬以南の裾礁が発達する海岸であり（図2）、その $W$ は北から南に向かって徐々に減少する。調査地点として残波岬以南の延長約5 kmの範囲にある $W$ の異なる4つの海岸を設定した。調査地点は南側から Site 1（楚辺）、Site 2（儀間）、Site 3（宇座南）、Site 4（宇

座北）である。このような近接した調査地点を複数選定した理由は、(1) 比較的短時間（1時間程度）で4地点を巡ることができるため、ほぼ同一の潮位、 $H'$ の条件での観測が可能となり、 $H_b$ に与える $W$ の影響を考察できるデータを効率的に得ることができる、(2) 潮位に伴う $h$ や $H'$ の異なる時期での観測を実施することにより、 $H_b$ に与える $h$ や $H'$ の影響を考察できるデータを数多く得ることができる、と考えたためである。

沖縄県内には年平均7.4個の台風が接近する（1981年～2010年の平均値）。そのため、沖縄島の海岸でも夏季から秋季にかけて台風の接近に伴う暴風により、沖波の波高が大きくなることが多い。とくに沖縄島の西海岸では冬季には北～北東の季節風が卓越し（目崎ほか1977）、季節風の影響を受けて波高が大きくなる。東シナ海に面する那覇で観測された沿岸波浪の長期観測データ（小舟ほか1988）をみると、月別平均有義波高は約1 mで、最大有義波高は台風域内で約7 m、日本海低気圧及び冬型気圧配置の状況下では約5 mである。また気象庁の那覇で観測された朔望平均の潮位差は2.1 m、平均潮位差は約1.2 mである。

## III 調査方法・結果

波は水深が浅くなると碎波する。現地観察によれば、外洋から入射する波のほとんどは水深が浅くなるサンゴ礁外縁部、すなわち礁縁・礁嶺付近で碎波していた。この観察事実は、汀線付近に到達する波がサンゴ礁外縁部の水深の影響を受けていることを示唆する。そこで本研究では $W$ を平均海面時の汀線から礁縁までの水平距離と定義し、 $h$

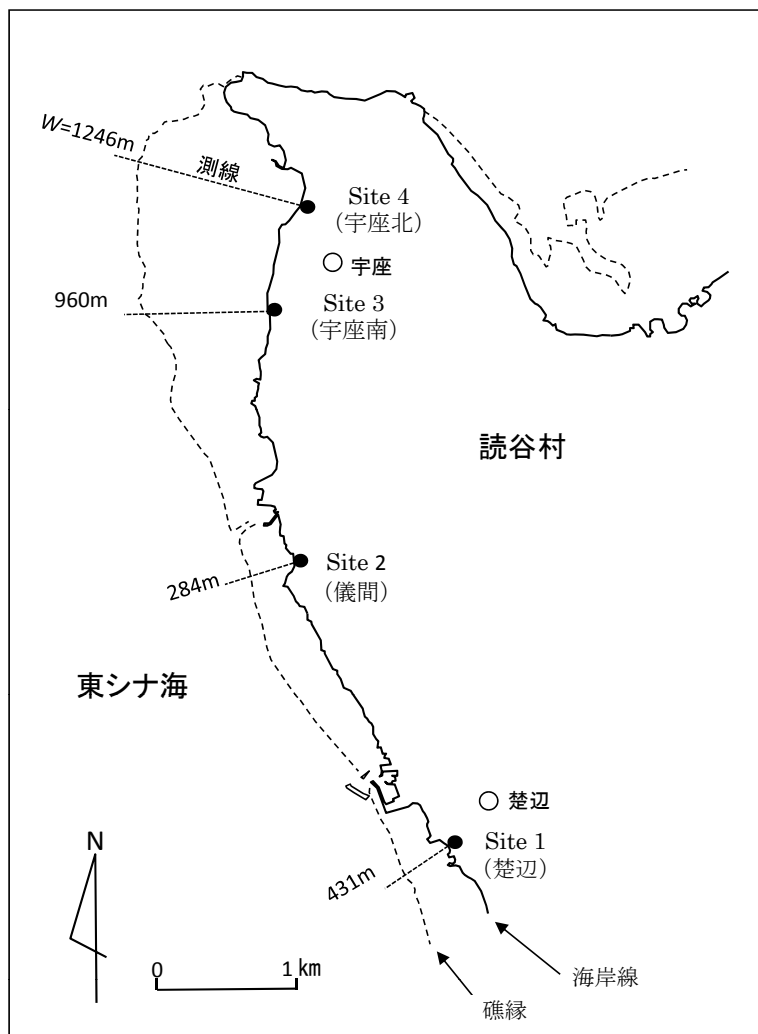


図2 調査対象地域

をサンゴ礁外縁部の水深として、礁嶺頂部（礁嶺が明瞭でない Site 1 については礁縁）の水深を用いて、 $H_0$  と  $H'$  の変化を考察することとした(図3)。

各調査地点の  $W$  と  $h$  を把握するために、サンゴ礁の縦断形測量を行った。測量は海岸線に対して直角方向に設定した測線を設けて実施された(図2)。測量は大潮の干潮時にオートレベルとレーザー距離計を用いて、汀線付近から礁斜面までの範囲で行った。礁池や礁斜面など水深の深い地点では、小型の船舶を利用し、ポータブル測深器 (HONDEX PS-7) とポータブル GPS ロガー (GARMIN 製) を用いて測量した。得られたデータは那覇の潮位表を用いて平均海面からの高さに補正し、各地点の地形断面図を作成した(図3)。地形断面図から各地点の  $W$  を求めると、Site 1 が 431 m, Site 2 が 284 m,

Site 3 が 960 m, Site 4 が 1,246 m であった。図中の矢印の位置は  $h$  の代表地点を示しているが、それらの平均海面の  $h$  を求めると、Site 1 が 0.63 m, Site 2 が 0.52 m, Site 3 が 0.80 m, Site 4 が 1.10 m であり、各地点のサンゴ礁外縁部がほぼ低潮位の高さに位置していることがわかる。したがって、 $h$  は潮位差分だけ（最大約 2 m 程度）変化することになる。

波浪観測は、2009年10月11日から2014年10月13日の調査期間において、主に季節風の影響を受けて波高が高くなる冬季と台風が沖縄島に最接近・通過した暴浪時に、できるだけ潮位の異なる時間帯にわけて行った。2014年には台風8号、12号、18号、19号の4つの台風が沖縄島に接近あるいは通過した。そのため2014年7月9日、8月1日、

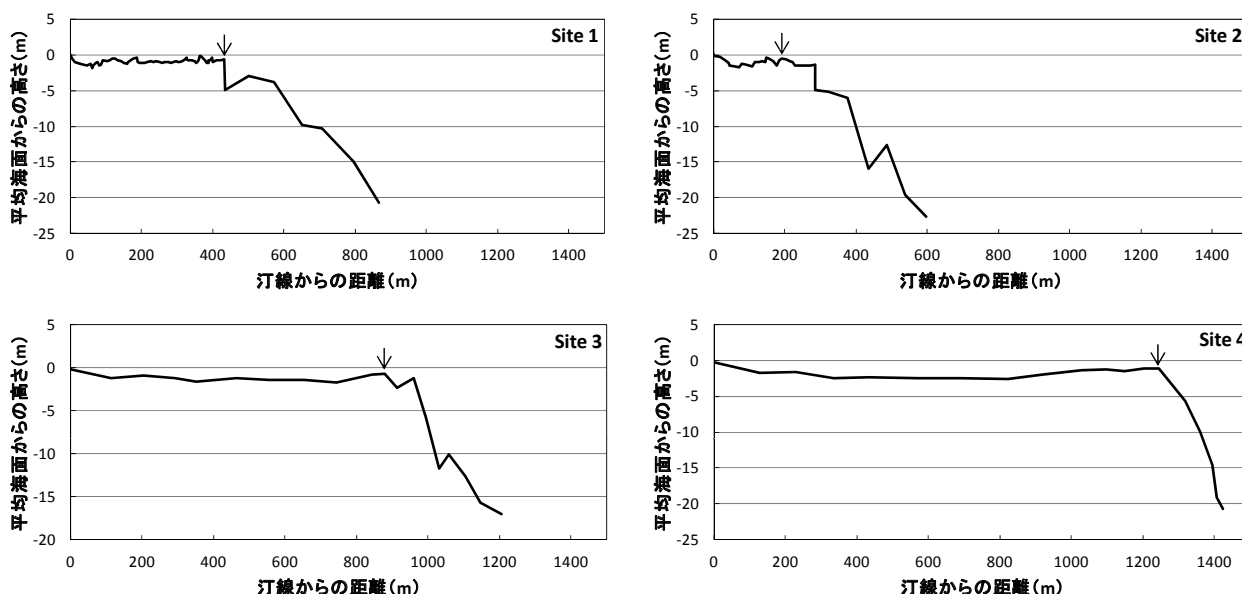


図3 サンゴ礁縦断形

10月5日、10月13日における観測は暴浪時での計測となった。

$H'$  と  $H_b$  の計測法について述べる。 $H'$  の計測は、武石ほか (2014) と同様に、観測者の眼が波頂と水平線を結ぶ線上にあるようにするとき、眼の位置と汀線での引き波の位置との鉛直距離が波の高さに等しいことを利用して実施された (Bascom, 1964)。 $H_b$  の計測は汀線砕波している位置に標尺を立て、波高の値を読み取った。計測は10回行い、そのうち波高の大きなものを3つ選び、それらを平均して  $H_b$  とした。観測で得られた各地点の  $H_b$ 、 $H'$  のデータを、調査日ごとに  $h$  とともに表1と表2にまとめた。

#### IV 考 察

波浪観測で得られた  $H'$  と  $H_b$  との関係を、調査地点ごとにわけてプロットした結果を図4に示す。全データをみると、調査期間中の  $H'$  は 0.7 ~ 5.5 m、 $H_b$  は 0.05 ~ 1.47 m の範囲にプロットされており、 $H_b$  は  $H'$  よりも小さいことが読み取れる。このことはサンゴ礁が波の波高減衰をもたらしていることを示唆している。さらに  $H'$  と  $H_b$  との関係を調査地点ごとにみると、地点ごとに  $H_b$  のプロットされる領域が異なっていることがわかる。とくに各地点の  $H_b$  のプロットされる最大値は、 $W$  の小さい

順に、Site 2 ( $W=284$  m) で 1.47 m、Site 1 ( $W=431$  m) で 1.02 m、Site 3 ( $W=960$  m) で 0.69 m、Site 4 ( $W=1,246$  m) で 0.60 m となり、 $W$  が大きくなるほど、 $H_b$  の最大値が小さくなる傾向が認められる。図中の破線は各地点のデータの傾向線を示すが、各地点のデータにはばらつきがあるものの、右上がりの傾向が認められ、地点ごとに傾向線の傾きが異なる。 $W$  が最小の Site 2 において、直線の傾きが最も大きく、Site 1、Site 3、Site 4 の順に直線の傾きが小さくなる傾向がみられる。これらのことは、 $H'$  が大きくなると  $H_b$  も大きくなることを示し、また  $H'$  と  $H_b$  との関係は  $W$  によって異なり、 $H'$  と  $W$  が波高減衰に関係していることを示唆している。

しかしながら、各地点における  $H'$  と  $H_b$  との比例関係を示すデータにはかなりのばらつきが認められる。次に、そのばらつきの要因について考察する。各地点における  $H'$  と  $H_b$  との関係を  $h$  ごとにプロットした結果が図5である。図中の白抜き丸と黒丸は、それぞれ  $h$  の小さい条件となる潮間帯下半部と、 $h$  の大きい条件となる潮間帯上半部のデータを示している。全ての調査地点において、潮間帯上半部の  $H_b$  は、潮間帯下半部よりも大きくなっていることがわかる。この事実は  $h$  が大きい条件において、波高減衰の効果が弱まり、 $H_b$  が大きくなることを示しており、 $h$  が波高減衰に影響を

表1 Site 1 と Site 2 の計測結果

Site No.	調査年月日	時刻	潮位 (m)	外縁部の水深 $h$ (m)	外縁部での波高 $H'$ (m)	汀線碎波波高 $H_b$ (m)	
Site 1	2009/10/11	10:30	0.15	0.78	0.7	0.15	
	2009/12/20	12:50	0.46	1.09	1.4	0.50	
	2011/3/3	18:00	0.65	1.28	1.5	0.60	
	2012/2/29	13:20	0.14	0.77	1.2	0.45	
	2013/12/27	14:10	0.46	1.09	2.5	0.70	
	2014/2/4	11:17	0.72	1.35	2.3	0.53	
	2014/2/6	12:24	0.48	1.11	0.8	0.27	
	2014/2/16	9:15	0.53	1.16	1.9	0.36	
		12:16	-0.42	0.21	1.5	0.08	
	2014/2/17	8:45	0.65	1.28	0.9	0.29	
		12:10	-0.27	0.36	1.0	0.14	
	2014/2/18	9:30	0.69	1.32	1.6	0.35	
		13:22	-0.45	0.18	1.3	0.10	
	2014/2/19	11:00	0.53	1.16	2.1	0.54	
		13:30	-0.34	0.29	1.4	0.11	
	2014/2/20	11:20	0.48	1.11	2.0	0.68	
		13:58	-0.39	0.24	1.6	0.13	
	2014/7/7	18:16	0.10	0.73	2.2	0.31	
	2014/7/9	12:20	-0.46	0.17	4.8	0.40	
		14:31	0.14	0.77	4.5	0.63	
		16:26	0.56	1.19	4.0	0.87	
	2014/8/1	11:06	0.84	1.47	3.6	0.89	
		13:56	-0.02	0.61	3.8	0.64	
		16:32	-0.36	0.27	4.1	0.42	
	2014/10/5	11:40	-0.51	0.12	2.8	0.15	
		14:25	0.35	0.98	2.9	0.57	
		16:12	0.80	1.43	2.9	0.94	
	2014/10/13	10:43	0.68	1.31	3.8	1.02	
		17:15	-0.01	0.62	4.4	0.66	
	Site 2	2009/10/11	10:45	0.20	0.72	0.7	0.20
		2009/12/20	11:40	0.38	0.90	1.4	0.80
		2011/3/3	17:30	0.55	1.07	1.4	0.80
2012/2/29		13:50	0.04	0.56	1.3	0.50	
2013/12/27		14:43	0.44	0.96	2.6	1.20	
2014/2/4		10:51	0.93	1.45	2.3	1.03	
2014/2/6		11:58	0.57	1.09	0.8	0.57	
2014/2/16		8:50	0.58	1.10	2.0	0.55	
		11:56	-0.37	0.15	1.6	0.18	
2014/2/17		9:00	0.66	1.18	0.8	0.33	
		12:02	-0.21	0.31	1.0	0.21	
2014/2/18		9:51	0.65	1.17	1.2	0.66	
		12:49	-0.30	0.22	1.1	0.22	
2014/2/19		10:50	0.50	1.02	2.0	1.15	
		13:14	-0.23	0.29	1.5	0.24	
2014/2/20		11:00	0.56	1.08	2.2	1.15	
		13:40	-0.33	0.19	2.1	0.29	
2014/7/7		17:49	0.16	0.68	2.3	0.70	
2014/7/9		14:15	0.09	0.61	4.6	0.89	
		16:41	0.58	1.10	3.8	1.46	
		10:31	0.94	1.46	3.4	1.41	
2014/8/1		13:31	0.15	0.67	4.0	0.76	
		16:08	-0.37	0.15	4.3	0.67	
		13:50	0.12	0.64	2.6	0.68	
2014/10/5		16:40	0.85	1.37	3.0	1.37	
		11:21	0.62	1.14	4.1	1.47	
2014/10/13		16:42	-0.09	0.43	3.5	0.87	

表2 Site 3 と Site 4 の計測結果

Site No.	調査年月日	時刻	潮位 (m)	外縁部の水深 $h$ (m)	外縁部での波高 $H'$ (m)	汀線碎波波高 $H_b$ (m)	
Site 3	2009/10/11	11:00	0.25	1.05	0.7	0.12	
	2009/12/20	11:10	0.27	1.07	1.4	0.25	
	2011/3/3	17:15	0.50	1.30	1.3	0.25	
	2012/2/29	14:15	-0.06	0.74	1.3	0.10	
	2013/12/27	15:10	0.41	1.21	3.0	0.28	
	2014/2/4	10:27	0.79	1.59	2.2	0.50	
	2014/2/6	11:36	0.61	1.41	2.2	0.19	
	2014/2/16	8:33	0.52	1.32	2.4	0.36	
		11:36	-0.26	0.54	2.1	0.08	
	2014/2/17	9:24	0.60	1.40	1.2	0.20	
		11:45	-0.13	0.67	1.1	0.15	
	2014/2/18	10:14	0.60	1.40	1.3	0.30	
		12:33	-0.16	0.64	1.7	0.12	
	2014/2/19	10:30	0.67	1.47	2.7	0.38	
		12:51	-0.09	0.71	2.0	0.17	
	2014/2/20	10:40	0.58	1.38	3.0	0.40	
		13:20	-0.16	0.64	2.9	0.24	
	2014/7/7	17:27	0.28	1.08	2.3	0.18	
	2014/7/9	11:28	-0.59	0.21	4.5	0.23	
		13:53	-0.06	0.74	4.7	0.36	
		17:12	0.58	1.38	3.8	0.61	
	2014/8/1	10:10	0.98	1.78	3.3	0.70	
		13:05	0.27	1.07	3.8	0.53	
		15:47	-0.37	0.43	4.4	0.32	
	2014/10/5	12:20	-0.36	0.44	3.1	0.16	
		17:09	0.87	1.67	3.2	0.60	
	2014/10/13	11:49	0.54	1.34	4.4	0.69	
		16:05	-0.12	0.68	4.4	0.35	
	Site 4	2009/10/11	11:20	0.30	1.40	0.7	0.10
		2009/12/20	10:40	0.00	1.10	1.4	0.15
2011/3/3		17:04	0.46	1.56	1.3	0.15	
2012/2/29		14:30	-0.11	0.99	1.4	0.05	
2013/12/27		15:28	0.37	1.47	3.1	0.25	
2014/2/4		10:10	0.80	1.90	2.5	0.33	
2014/2/6		11:21	0.63	1.73	2.1	0.14	
2014/2/16		8:20	0.62	1.72	2.4	0.21	
		11:22	-0.14	0.96	2.2	0.06	
2014/2/17		9:36	0.54	1.64	1.0	0.08	
		11:35	-0.07	1.03	1.4	0.05	
2014/2/18		10:31	0.52	1.62	1.8	0.23	
		12:08	-0.04	1.06	1.8	0.09	
2014/2/19		10:15	0.66	1.76	3.4	0.32	
		12:36	-0.03	1.07	3.4	0.17	
2014/2/20		10:20	0.62	1.72	3.5	0.34	
		12:50	0.01	1.11	3.9	0.20	
2014/7/7		17:13	0.26	1.36	2.5	0.10	
2014/7/9		11:00	-0.62	0.48	5.5	0.34	
		13:36	-0.21	0.89	5.1	0.38	
		17:29	0.56	1.66	4.0	0.50	
2014/8/1		9:52	0.99	2.09	3.1	0.46	
		12:47	0.38	1.48	4.1	0.49	
		15:25	-0.33	0.77	4.3	0.19	
2014/10/5		10:50	-0.61	0.49	3.6	0.17	
		13:30	0.00	1.10	3.7	0.52	
		17:35	0.84	1.94	3.4	0.54	
2014/10/13		12:13	0.48	1.58	4.5	0.91	
		15:45	-0.12	0.98	5.0	0.60	

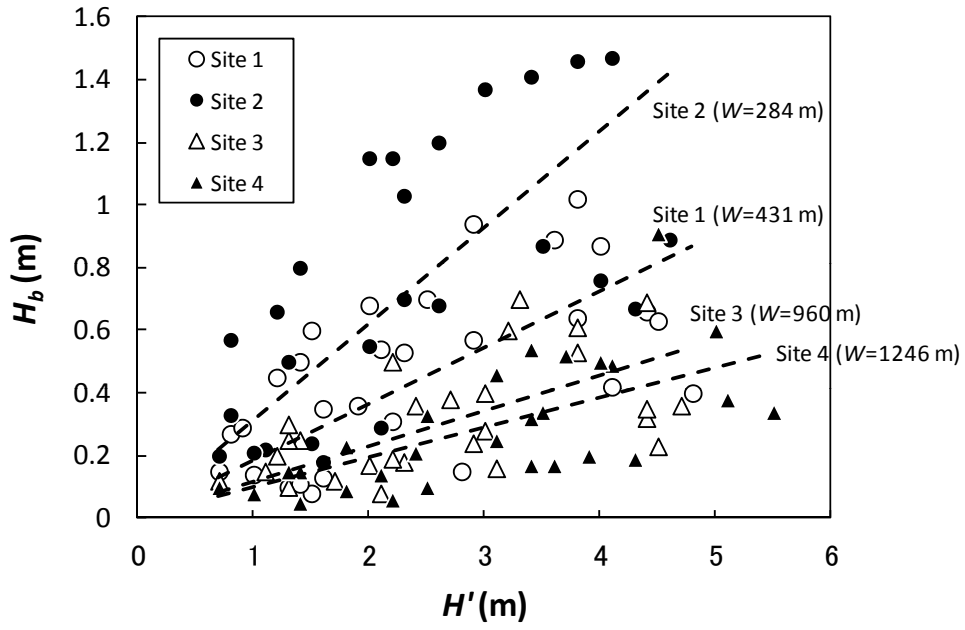


図4  $H_b$  と  $H'$  との関係

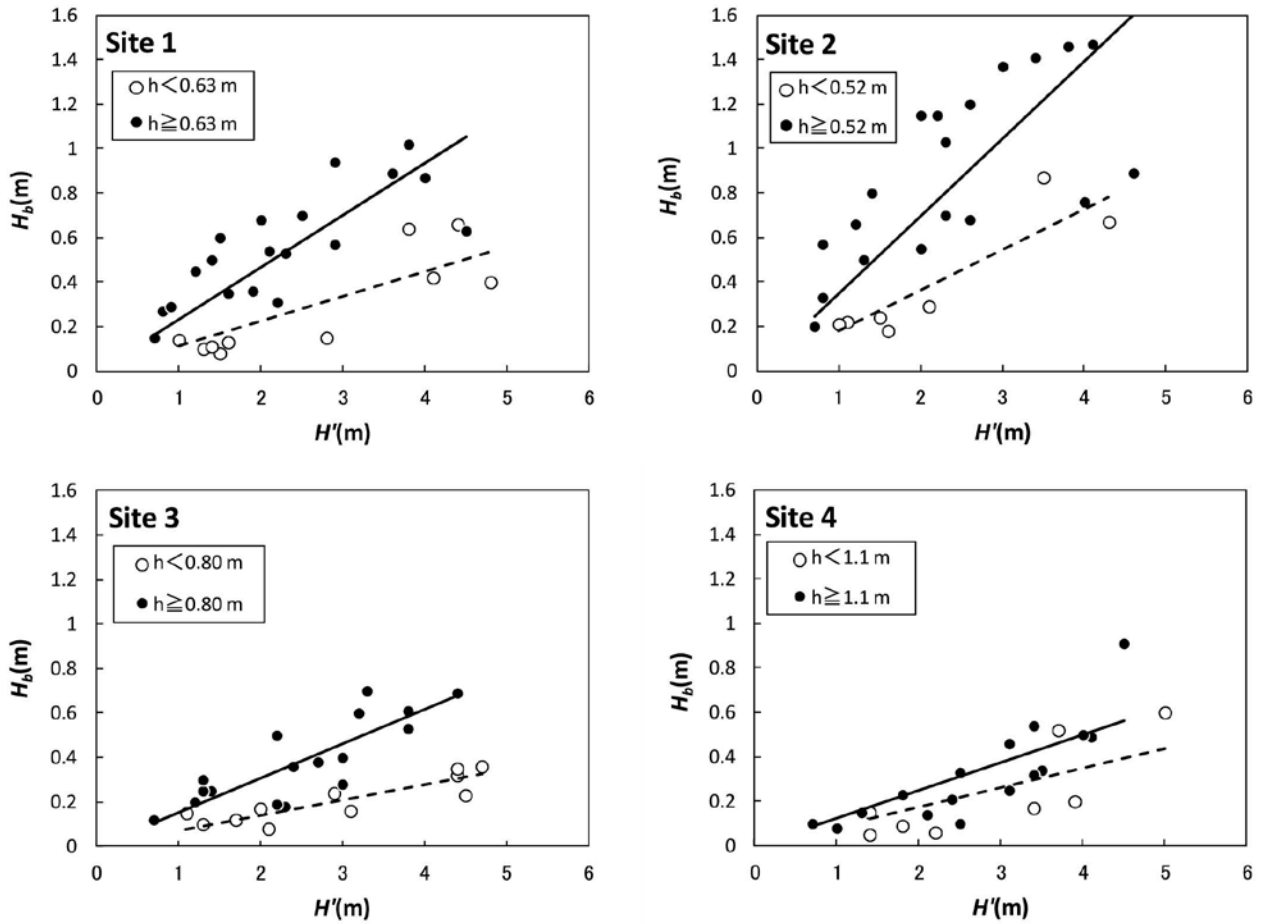


図5 調査地点ごとの  $H_b$  と  $H'$  との関係



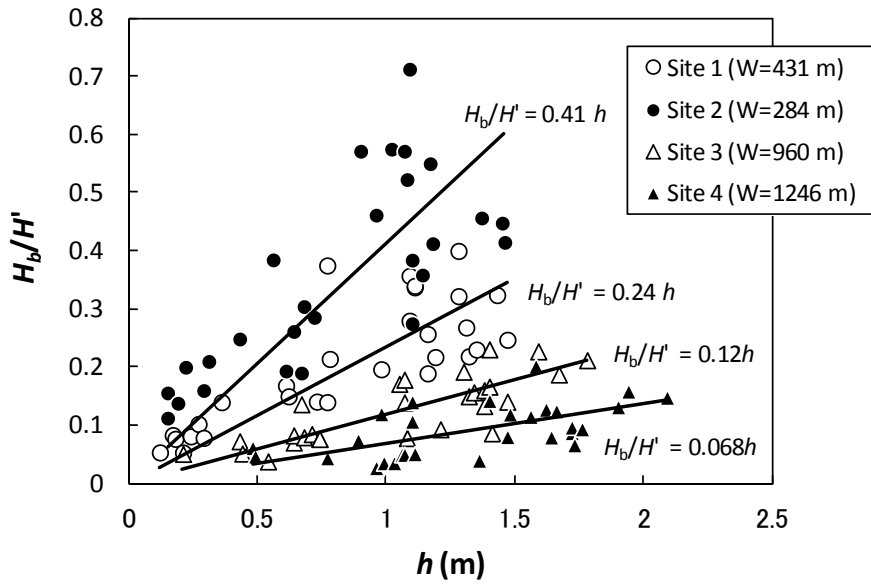


図6  $H_b/H'$  と  $h$  との関係

与えていることを示唆している。これまで述べてきた関係が全ての地点において認められることは、 $H_b$  が  $H'$  と  $h$  と  $W$  の関数として定式化できる可能性を示唆している。

$H_b$  の予測に関する定式化を試みる。各地点の潮間帯下半部と潮間帯上半部のデータにおいて、 $H'$  の増加とともに、 $H_b$  が増大するという明瞭な比例関係を読み取ることができる(図5)。図中の破線と実線は、それぞれの  $h$  に対する回帰直線を示す。直線の傾きは、波高の変化程度 ( $H_b/H'$ ) を示すが、 $h$  の大きい条件での直線の傾きは、 $h$  の小さい条件よりも大きいことがわかる。この傾きの違いは  $H_b/H'$  が  $h$  に関係していることを示唆する。そこで、 $H_b/H'$  と  $h$  との関係について、地点ごとにプロットした結果が図6である。図中の実線で示したように、地点ごとの  $H_b/H'$  と  $h$  には、 $h$  が大きくなるほど  $H_b/H'$  が大きくなるという、ほぼグラフの原点を通る直線的な比例関係がみられる。そこで、次式が成立するとする。

$$H_b/H' = A h \quad (1)$$

ここで係数  $A$  は比例定数であり、原点を通る直線の傾きである。各地点のデータに対して、最小自乗法で  $A$  を求めると、Site 1 では0.24, Site 2 では0.41, Site 3では0.12, Site 4では0.068となる。

直線の傾きは地点ごとに異なり、 $W$  が 284, 431, 960, 1,246 m と大きくなるにつれて、 $A$  は 0.41, 0.24, 0.12, 0.068 の順に小さくなる。したがって、 $A$  は  $W$  と関係している係数であることがわかる。そこで、 $A$  と  $W$  との定量的関係を考察するため、両者の関係をプロットしたのが図7である。 $W$  の増加に伴い  $A$  は減少する傾向をもち、両者には反比例の関係がみられる。係数  $A$  の最適な関数を求めると、次式が得られる：

$$A = 111.7/W \quad (2)$$

(1) 式と (2) 式から、 $H_b/H'$  は次のような関数で表される：

$$H_b/H' = 111.7 h/W \quad (3)$$

この式は  $H_b/H'$  が  $h$  と  $W$  に関係し、 $W/h$  が増大するにつれて、 $H_b/H'$  が急激に減少する傾向をもつことを意味する。すなわち、サンゴ礁上の波高減衰がサンゴ礁外縁部の水深とサンゴ礁幅という地形特性によって規定され、外洋から襲来する波に対してサンゴ礁が潜堤として働き波高減衰効果を発揮していることを示している。

ここで  $H'$  を右辺に移項し、(3) 式を以下のような  $H_b$  に関する一般式に置き換える：

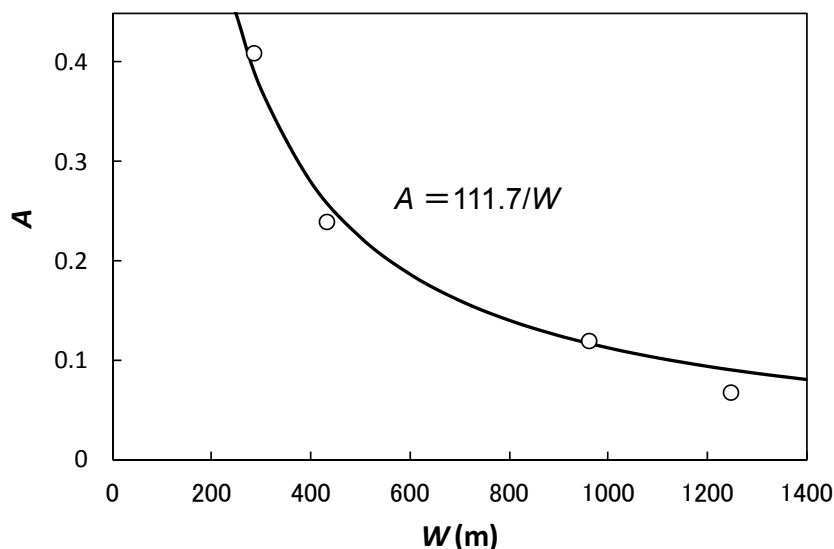


図7 係数  $A$  と  $W$  との関係

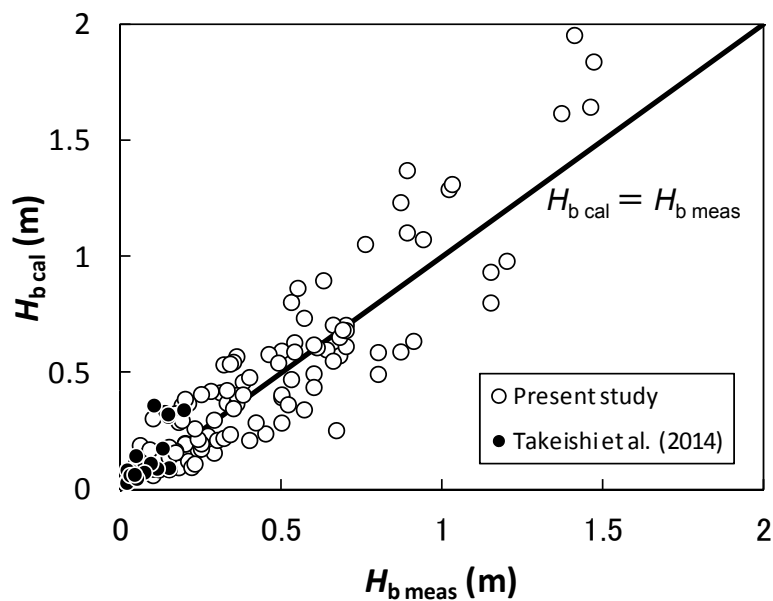


図8  $H_b$  の計算値と実測値との関係

$$H_b = 111.7 (h/W) H' \quad (4)$$

この式から計算で求められる  $H_b$  値 ( $H_{b \text{ cal}}$ ) と実測値 ( $H_{b \text{ meas}}$ ) との関係をプロットしたのが図8である。図中の直線は  $H_{b \text{ cal}} = H_{b \text{ meas}}$  を示している。両者の関係をみるとデータにはばらつきがあるものの、全体的には直線周囲にプロットされていることがわかる。このことは (4) 式が、ある程度の

精度で  $H_b$  を予測していることを意味する。さらに図中には本研究のデータのほかに、沖縄島東海岸の新原海岸で観測された武石ほか (2014) の実測値と計算値についてもプロットした。本研究で得られた  $H_{b \text{ cal}} = H_{b \text{ meas}}$  の直線に近いところにプロットされている。このことから読谷海岸のみならず他のサンゴ礁海岸においても (4) 式を用いて  $H_b$  が推定できると考えることができよう。

なお、現地データのばらつきの原因としては、波の入射方向や波の周期、サンゴ礁内の wave setup, サンゴ礁表面の微地形起伏などを考慮していないなどの影響が挙げられる。今後の課題としては、これらの影響に関する検討を行うとともに、(4) 式の他の島嶼地域におけるサンゴ礁海浜や異なるタイプのサンゴ礁海岸への適用性についての更なる検討が必要であろう。

## V ま と め

本研究では水平幅の異なる裾礁が発達する沖縄島読谷海岸での野外観測結果に基づき、サンゴ礁海浜における汀線砕波波高に関する推定式の作成を試みた。その結果、以下のことが明らかとなった。

(1) サンゴ礁外縁部における波の波高が大きく、サンゴ礁外縁部の水深が深いほど、あるいはサンゴ礁幅が小さいほど、汀線砕波波高が大きくなる。

(2) 観測結果に基づき、汀線砕波波高の推定式を作成したところ、汀線砕波波高はサンゴ礁外縁部の波高、サンゴ礁外縁部の水深、サンゴ礁幅の3つの変数を用いて(4)式のように与えられる。

本研究を進めるにあたり、琉球大学法文学部地理学教室廣瀬 孝先生、大城和也氏・橋本花織氏(当時大学院生)、新垣夏実氏(当時学部生)には現地調査の協力をいただいた。匿名の査読者からは有意義な指摘をいただいた。ここに記し、お礼を申し上げる。なお、本稿は著者の一人である武石が2014年度に琉球大学大学院へ提出した修士論文を加筆・修正したものである。本研究を行うに際し、科学研究費(基盤研究C: 22500990, 研究代表者・青木 久)を使用した。

(受付 2015年4月30日)

(受理 2015年6月17日)

## 文 献

- 青木 久 (2015) : 沖縄島のサンゴ礁海浜における暴浪時の遡上波限界高度. 学芸地理, 70, 17-26.
- 青木 久・智原健太 (2009) : 裾礁型リーフ海浜における汀線砕波波高 — 沖縄県読谷海岸における観測結果. 地形, 30 (3), 219-226.
- 沖縄第四紀調査団・沖縄地学会 (1975) : 『沖縄の自然 — その生いたちを訪ねて』 平凡社.
- 小舟浩治・菅原一晃・後藤智明 (1988) : 日本沿岸の波候特性について. 第35回海岸工学講演会論文集, 232-236.
- サンゴ礁地域研究グループ編 (1990) : 『熱い自然 — サンゴ礁の環境誌』 古今書院.
- 武石 裕・青木 久・前門 晃・廣瀬 孝 (2014) : サンゴ礁の波高減衰に関する野外観測 — 沖縄島南部新原海岸の裾礁の事例. 沖縄地理, 14, 19-24.
- 津嘉山正光・仲座栄三・我喜屋邦浩 (1989) : リーフ上の波の変形に関する研究. 海岸工学論文集, 36, 70-74.
- 目崎茂和・渡久地 健・中村倫子 (1977) : 沖縄島のサンゴ礁地形. 琉球列島の地質学研究, 2, 91-106.
- Bascom, W. (1964) : *Waves and beaches*. Garden City, New York: Anchor Books Doubleday & Company.
- Gourlay, R. M. (1994) : Wave transformation on a coral reef. *Coastal Engineering*, 23, 17-42.
- Kench, P.S. and Brander, R.W. (2006) : Wave processes on coral reef flats: implications for reef geomorphology using Australian case studies. *Journal of Coastal Research*, 22, 209-223.