琉球大学学術リポジトリ

[研究ノート] 沖縄島中南部西海岸における人工海浜の維持条件について

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): 自然海浜, 人工海浜, 養浜, 粒径, 維持条件, natural beaches
	キーワード (En): artificial beaches, beach nourishment, grain size, sustainable condition
	作成者: 智原, 健太, 前門, 晃, 青木, 久
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002017735

沖縄地理　第 8 号
61-65 頁　（2008）

Okinawa Journal of Geographical Studies
No.8, p. 61-65　（2008）

沖縄島中南部西海岸における人工海浜の維持条件について

智 原 健 太*・青 木　久**・前 門　晃***

（*北九州市消防局，**大東文化大学経営学部，***琉球大学法文学部）

A Sustainable Condition of the Artificial Beaches in the South-west Coasts of Okinawa Island

Kenta CHIHARA*，Hisashi AOKI**and Akira MAEKADO***

（*Fire and Disaster Management Bureau，City of Kitakyushu，**Faculty of Business Administration, Daito Bunka University，***Faculty of Law and Letters, University of the Ryukyus）

摘　要

沖波のエネルギーが同一とみなせる沖縄島中南部西海岸の自然海浜と人工海浜を対象として，海浜地形特性と海浜砂礫の中央粒径（*D*）を調べ，人工海浜の維持条件について考察を行なった．聞取りと現地観察の結果より，研究対象とした 6 つの海浜について，海浜の地形特性に着目し，侵食性海浜，堆積性海浜，非侵食性海浜の 3 つに分け，*D* との関係を考察した．その結果，*D* が 1.3 mm 以上の砂を養浜材として用いると，侵食されにくい人工海浜になる可能性が高いことがわかった．

キーワード：自然海浜，人工海浜，養浜，粒径，維持条件

Key words: natural beaches，artificial beaches，beach nourishment，grain size，sustainable condition

Ⅰ　は じ め に

人為的な地形改変によって形成される海岸は一般に人工海岸と呼ばれる．海岸の人為的改変の例として，港湾建設，護岸・テトラポッドの設置，浚渫，埋め立て，養浜などがある．それらの中で，本来，海浜の形成がみられない地域に人為的に砂を供給する養浜は，海水浴利用などのレクリエーション施設としての人工海浜を造成する目的で実施されてきた．特に，わが国における養浜による本格的な人工海浜の造成は，1972 年に海岸環境整備事業が開始されてから始まった．それ以来，全国各地に人工海浜がみられるようになり，沖縄県においても沿岸地域の開発に伴い人工海浜化する海岸が増加してきた（例えば，石丸ほか 1973；中村 1989）．沖縄県内における大規模な人工海浜の代表例としては，1975 年に沖縄海洋博覧会の政府出展物であった海浜公園の一部として完工された海洋博覧会記念公園内の人工海浜がある．

海浜の堆積・侵食を規定する主要因は，海浜に作用する波浪条件と砂礫の粒径である（例えば，砂村 1985）．したがって，人工海浜を造成する場合には，海浜に作用する波浪条件の制御と養浜砂の選択が重要となる．波浪条件を制御するために，防波堤や潜堤を築造するという手段をとることが多い．造成後に海浜砂が減少する場合には，粒径などの特性の異なる砂礫を適宜補給することもある（例えば，土屋 1980）．

養浜工の施された人工海浜に関する研究は，主に海岸工学の分野で行なわれてきたが，それらの多くは波浪に対する養浜砂の移動特性を研究したものが多い（例えば，永井ほか 2004；田中ほか 2005）．沖縄島を含む琉球列島では，サンゴ礁が発達し，海水浴および海洋レジャーを観光資源とする人工海浜が数多く存在するにもかかわらず，人工海浜が維持される条件について議論した研究例はみあたらない．

沖縄島に分布する人工海浜の維持条件，すなわち，養

浜砂が沖に流出せず，侵食が起こらない人工海浜の条件を明らかにすることは，琉球列島における，人工海浜の造成や既存の人工海浜の持続性を考える上で有用な情報となり得る．本研究では，人工海浜の維持条件を考える上で，自然の力によって形成された自然海浜に作用する波浪条件や海浜構成物の粒径を基準として，「自然に学ぶ」という姿勢をとることにする．すなわち，本研究では，沖波の波浪特性が同一とみなせる，沖縄島中南部西海岸に研究地域を限定し，そこに分布する自然海浜と人工海浜について，地形特性および海浜構成物の中央粒径を調べることにより，人工海浜の維持条件を明らかにすることを目的とする．

Ⅱ　研究対象海浜と養浜の歴史

本研究では，沖縄島中南部西海岸の南北約 34 km の範囲に分布する自然海浜 3 地点と人工海浜 3 地点の計 6 地点を研究対象海浜として選定した（図 1）．南部西海岸の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）によれば，台風域内の最大級の有義波高は 7～8 m，周期は約 10 sec であり，研究対象とする範囲には，ほぼ同じオーダーのエネルギーレベルの沖波が襲来している．

自然海浜としては，読谷村・儀間海岸，那覇市・瀬長島海岸，糸満市・名城海岸の 3 地点を選定した（図 2 a, b, c）．これらの海浜には流入する河川がなく，周囲には大規模な人工構造物がみられない．海浜を構成する砂礫のほとんどは，サンゴ片や貝殻片，棘皮類の刺，有孔虫殻などの海産性生物起源物質である．

人工海浜として，読谷村・残波ロイヤルビーチ（以下，単にロイヤルビーチと呼ぶ），北谷町・サンセットビーチ，宜野湾市・トロピカルビーチの 3 地点を選定した（図 2 d, e, f）．これらは全て養浜によって造成された海浜である．海浜砂の流出や作用する波浪を制御するために，ロイヤルビーチでは海浜の南側に，サンセットビーチとトロピカルビーチでは海浜の両側に堤防あるいは突堤が併設されている．それぞれの海浜について，造成（開設）時期と養浜した海浜砂の流出状況，砂の供給頻度などについて聞取り調査を行った（表 1）．ロイヤルビーチは，1989（平成元）年に人工海浜が完成したが，それ以降，海浜砂の沖への流出が激しく，毎年，養浜砂の補給が行なわれている．また，1989（平成元）年に完成したサンセットビーチでも，それ以降，海浜砂の沖への流出が激しく，特に海浜の中央部が侵食されるという．このビーチは毎年 4 月から 10 月にかけて海水浴場として開放されるが，その直前または開放期間中に，3 回の養浜砂の補給が行なわれるという．補給される砂は那覇沖にある台礁の慶伊瀬島（チービシ）から採取し，水洗いした後，海浜に直接投入しているという．また，トロピカルビーチは埋め立て地域に造成された海浜であり，1993（平成 5）年に完成した．この海浜では，それ以降の砂の流出・減少は目立たず，養浜砂の補給もなされていないようである．

Ⅲ　調査方法・結果

野外調査・計測は，6 地点の全海浜において，海面がほぼ平均海面付近にある時に実施した．前浜に形成されている微地形の観察，前浜勾配（$\tan\alpha$）の計測を行った．計測方法は，遡上波と戻り流れが作用する前浜で，傾斜計を用いて計測した．さらに前浜中央部の表面付近から海浜構成物を採取し，それを実験室に持ち帰り，水洗い・乾燥の後，ふるいを用いて粒度分析を行なって中央粒径（D）を求めた．

各海浜における D，$\tan\alpha$，ビーチ・カスプ発生の有無を表 2 に示した．まず，自然海浜の結果について説明する．現地観察によれば，儀間，瀬長島，名城と全ての自然海浜の前浜にはビーチ・カスプの形成が確認された．自然海浜 3 地点の $\tan\alpha$ は 0.16～0.27 であった．自然海浜の前浜堆積物は，大小のサンゴ片や貝殻片の比較的粒径の大きなものからなる．後浜付近には粒径が数cm以上の塊状のサンゴ片の礫も確認された．粒度分析の結果では，海浜構成物の粒径は 0.3～16 mm の範囲をとり，淘汰があまりよくない．各海浜の D は，儀間では 3.4 mm，瀬長島では 1.7 mm，名城では 1.7 mm であった．

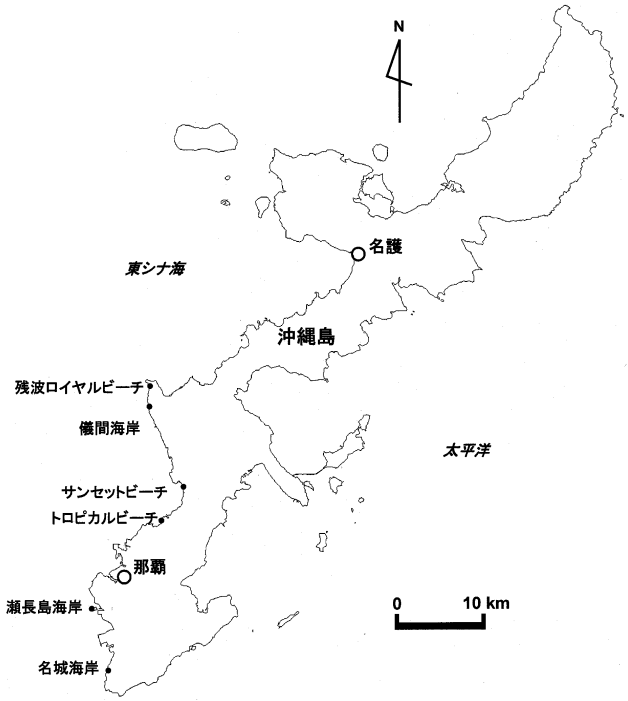

図 1　調査対象地域

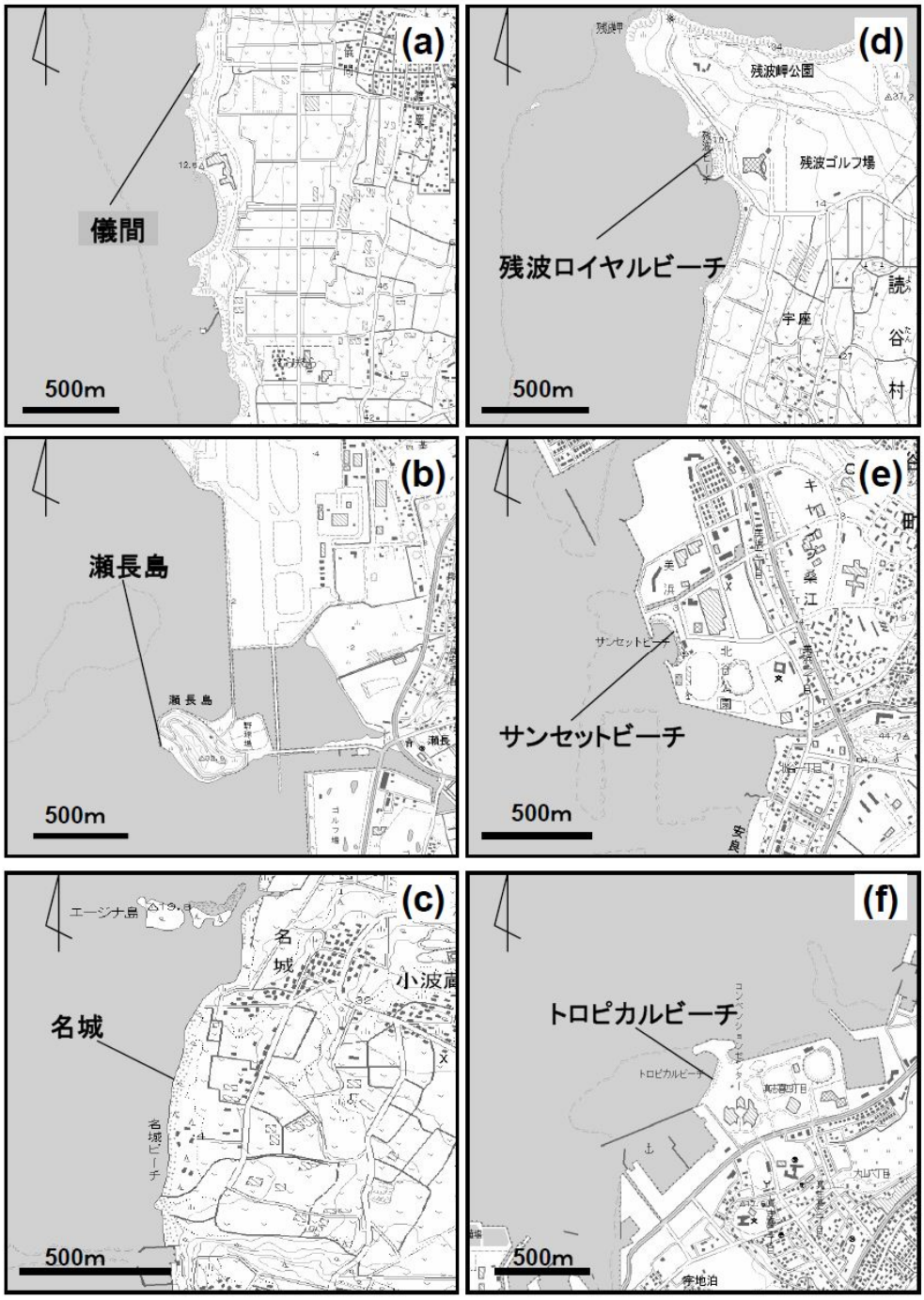

図２　調査対象地点

(a)～(c)；自然海浜，(d)～(f)；人工海浜（国土地理院発行 1:25,000 地形図「残波岬」，「高志保」，「沖縄市南部」，「大謝名」，「那覇」，「糸満」を用いて作成）.

表１　聞取り調査結果

海 浜 名	造　成 (開設時期)	砂の流出 の有無	養浜砂の 供給頻度	聞き取り対象団体名
残波ロイヤルビーチ	1989年	有り	毎年1回	残波ロイヤルビーチ管理組合
サンセットビーチ	1989年	有り	毎年3回	サンセットビーチ管理事務所・北谷町役場
トロピカルビーチ	1993年	無し	開設時のみ	宜野湾市公共施設管理公社

表２　野外調査結果

海　浜　名	中央粒径 D (mm)	前浜勾配 $\tan\alpha$	ビーチ・カスプの有無
自然海浜			
儀間海岸	3.4	0.27	有
瀬長島海岸	1.7	0.23	有
名城海岸	1.7	0.16	有
人工海浜			
残波ロイヤルビーチ	0.43	0.14	無
サンセットビーチ	0.32	0.14	無
トロピカルビーチ	1.3	0.16	無

次に人工海浜についてみると，いずれの人工海浜においても，ビーチ・カスプは観察されず，一様にほぼ平滑な前浜を呈していた．人工海浜 3 地点の $\tan\alpha$ は 0.14～0.16 であり，自然海浜に比べると緩傾斜であった．各海浜において，波の遡上限界付近には沖から運搬されてきたと思われるサンゴ片や貝殻片がわずかに堆積しているのが観察されたが，砂の粒径分布は 0.3～1.6 mm の範囲にあり，全体的にはきわめて淘汰された砂からなる．各海浜の D は，残波ロイヤルビーチでは 0.43 mm，サンセットビーチでは 0.32 mm，トロピカルビーチでは 1.3 mm であり，自然海浜よりも細粒な砂が養浜されている．

Ⅳ　人工海浜の維持条件

まず，各海浜の地形特性について述べる．人工海浜であるロイヤルビーチとサンセットビーチでは，年に 1～3 回の養浜砂の補給が行なわれ，海浜砂が沖に流出し減少していることから，これらの海浜は侵食性海浜であると判断される．　また，トロピカルビーチでは 1993 年の造成以降，養浜はなされておらず，少なくとも約 15 年間は砂の供給なしで維持されていることになる．一方，儀間，瀬長島，名城の全ての自然海浜で，ビーチ・カスプが観察された．砂村（1985）によれば，ビーチ・カスプは堆積作用が進行する急傾斜化した海浜で発生しやすいという．したがって，本研究対象の自然海浜は，堆積性海浜であると判断される．以上，研究対象とした 6 つの海浜についてまとめると，ロイヤルビーチとサンセットビーチは侵食性海浜，3 つの自然海浜は堆積性海浜，造成後に養浜が実施されていないトロピカルビーチは侵食されていない（堆積しているかどうかは不明）ことから，非侵食性海浜とした．

海浜で侵食が起こるか堆積が起こるかを規定する主要な条件は，沖波のエネルギーと海浜構成物の粒径の相対的関係，すなわち，波の営力に対する砂礫の粒径が重要となる．本研究では，対象地域を沖縄島中南部西岸に限定しており，各海浜に作用する沖波のエネルギーを一定とみなすことができる．したがって，各海浜の地形特性を海浜構成物の粒径で区分することが可能となる．海浜の地形特性と粒径との関係を考察するため，D を横軸にとり，人工海浜と自然海浜を分けてプロットしたのが図 3 である．侵食性のロイヤルビーチとサンセットビーチの D は 0.43 mm 以下の領域に，堆積性の自然海浜の D が 1.7 mm 以上の領域にそれぞれプロットされる．また，非侵食性のトロピカルビーチの D は 1.3 mm であり，侵食性海浜と堆積性海浜の中間域にプロットされている．すなわち，D が大きくなるほど，侵食性海浜，非侵食性海浜，堆積性海浜と変化することがわかる．この結果は，一般に，粒径が大きい（小さい）海浜ほど，堆積（侵食）傾向をもつ（例えば，砂村 1985）ことと調和的である．

これらの結果から人工海浜の維持条件について述べる．造成後，養浜がなされていない非侵食性のトロピカルビーチと堆積性の自然海浜の D が示す領域は，海浜が

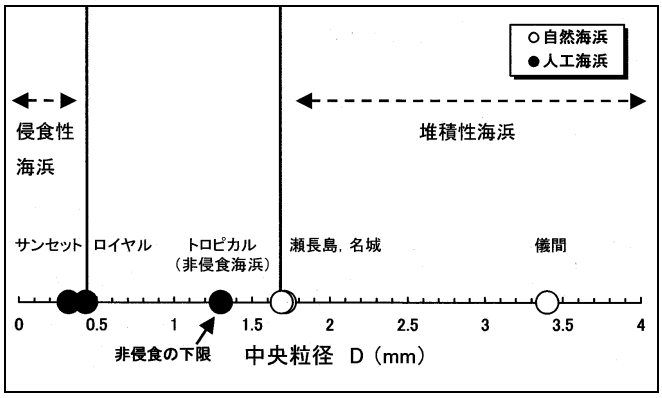

図３　海浜の地形特性と中央粒径との関係

侵食されない条件となり，造成後の人工海浜が養浜なしに維持が可能な D の条件とみなせる．したがって，沖縄島中南部西海岸における人工海浜が侵食されずに維持されるための D の条件は次式で示される：

$$D \geqq 1.3 \qquad (1)$$

ここに D は中央粒径（mm）である．この式は，D が 1.3 mm 以上の砂礫を用いて養浜すれば侵食されにくい人工海浜が形成されることを示唆する．

V まとめ

本研究では，沖縄島中南部西海岸における自然海浜と人工海浜について現地観察と聞き取りによる海浜の地形特性と海浜構成砂礫の中央粒径から，人工海浜の維持条件について考察を行なった．その結果，D が 1.3 mm 以上の砂礫を使用して養浜すれば，非侵食性の海浜になる可能性があることが明らかとなった．本研究では，沖波の波浪条件が同一とみなせる海浜に限定して，人工海浜の維持条件を，海浜構成物の粒径を用いて示すことができた．人工海浜は，養浜した砂の沖への流出や波浪を制御するために，突堤などの人工構造物が築造され，設計・造成されていると考えられる．それにもかかわらず，粒径によって人工海浜の侵食・非侵食条件と区分できるという本結果は，造成後の人工海浜の安定性に粒径の影響がきわめて大きいことを示唆している．本研究は限定された地域の事例に過ぎないが，今後，琉球列島における人工海浜の造成・維持・保全を考える上での一つの物差しとなればと考えている．

本稿を作成にするにあたり，残波ロイヤルビーチ管理組合，サンセットビーチ管理事務所，北谷町役場施設管理課，宜野湾市公共施設管理公社の皆様には多大なご協力をいただきました．本研究は琉球大学 21 世紀 COE プログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」の一環として行なわれたものである．本稿の骨子は，2007 年度(第 26 回)沖縄地理学会において発表した．

文　献

石丸紀興・松尾仁美・中村誠司　(1973)：沖縄本島における海岸線利用に関する調査研究．地理科学，19，1-13.

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.

砂村継夫　(1985)：海浜地形の変化．水工学に関する夏季研修会講義集，21，B7，1-17.

田中浩充・田中茂信・石川雅典・永澤　剛・嶋田　宏・山本幸次　(2005)：現地海岸において養浜により創出した砂礫浜の移動特性．海岸工学論文集，52，651-655.

土屋義人（1980）：海岸線を守る技術とその考え方．土木学会誌，65，2-8.

中村高一　(1989)：沖縄島における海岸の人工化と海浜地形変化．沖縄地理，2，13-22.

永井健二・星　典行・浅野　剛・高木利光　(2004)：蛍光 X 線分析を用いた養浜材の移動追跡. 海岸工学論文集, 51, 506-510.