

# リーフからの砂供給量の減少と人工改変によるリーフ海岸の変化

宇多高明・三波俊郎

## 1. まえがき

熱帯・亜熱帯地域ではサンゴ礁が発達し、海岸線に沿ってしばしば広大なリーフが形成される。このリーフ上では、波の作用により礁池（沖合のリーフクレストの岸側に形成されたトラフ状の深み）から有孔虫の遺骸やサンゴ片が岸向きに運ばれ、汀線に集積してサンゴ礁起源の砂浜が形成される<sup>1)</sup>。このような砂浜では、サンゴ礁が健全であればリーフから汀線へと砂が供給され、それにあわせて砂浜はほぼ平衡状態を保つ。例えば、沖縄本島の金武岬周辺では、リーフからほぼ $1\text{ m}^3/\text{m}/\text{yr}$ の速度で砂が汀線へと運ばれたとされる<sup>2)</sup>。しかしながら、リーフ海岸において白化現象などによりサンゴが劣化すると、サンゴの成長が停止し、これに伴いリーフから汀線への砂の供給量が減少し、サンゴ片の堆積量の減少を通じて漂砂バランスが失われ、侵食要因の一つとなり得る。一方、海岸線付近に種々の構造物が造られると、それにより波浪場や漂砂が変化して侵食が起こることもある。本文では、リーフ海岸の侵食に関し、奄美大島の大浜海岸を対象とした現地踏査（2017年12月15日）および既往空中写真判読により明らかになった侵食原因について報告する。

## 2. 大浜海岸周辺の地形概況

大浜海岸は奄美大島の北東部にあり、東シナ海に面している。この海岸の1977年の空中写真を図-1に示す。当時、摺子崎を中心として岬の両側でリーフがよく発達していた。大浜海岸沖のリーフは北向きにその幅が広がり、摺子崎沖の岩礁P付近ではその幅が330mまで広がっていた。また、大浜海岸では砂浜の発達が良かった。この地域における卓越風向はNで、それにNNE、NNWが続く（図-2）<sup>3)</sup>。入射波の波向はこれらの風況に強く依存するので、半島の北端部を中心にリーフの発達が進んだと考えられる。

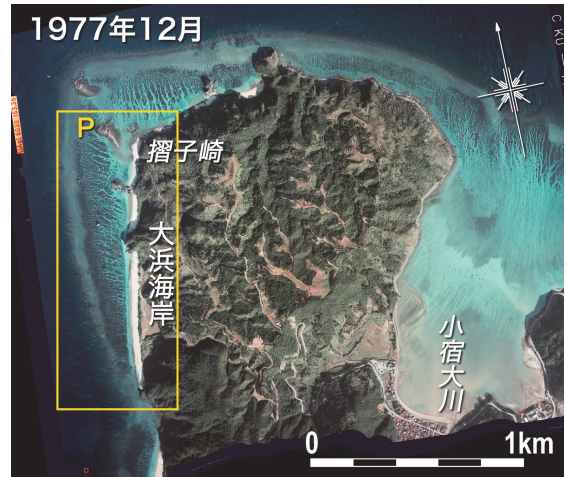


図-1 大浜海岸周辺の1977年12月の空中写真

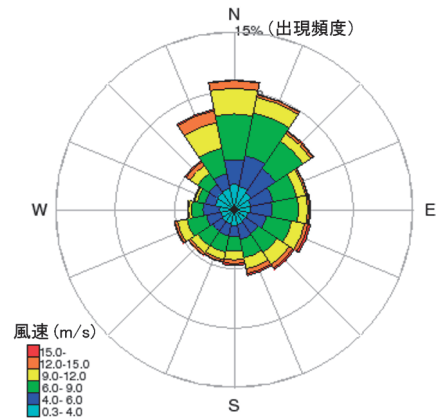


図-2 大浜海岸周辺の風況<sup>3)</sup>

## 3. 空中写真の比較

図-1に示す矩形域の空中写真を図-3に示す。1977年にはリーフに沿って幅50mのリーフクレストが発達し、その陸側に礁池が広がっていた。礁池には細長い溝が伸び、この溝は砂で満たされていた。摺子崎、小浜・大浜海岸沖の地点a、b、cでの走行方向は $N57^\circ W$ 、 $N61^\circ W$ 、 $N68^\circ W$ であり、大浜海岸の平均海岸線への法線の方向 $N78^\circ W$ に対し、時計回りの方向から砂が汀線へと運ばれていたと推定される。大浜海岸ではこのようにしてリーフから供給された砂が堆積し、幅約30mの砂浜が形成されていた。一方、大浜・小浜海岸は突出部により区分されていたが、突出部を囲む帯状の砂の堆積域で繋がっており、同時

Drastic Changes on Coral Coast Due to Anthropogenic Impact and Decrease in Sand Supply from Reef

に突出部両側の汀線位置に岸沖方向のズレがなかったことから、1977年当時大浜・小浜海岸間での砂移動が可能であったことが分かる。2008年になると、1977年当時明瞭に判読されたリーフクレストの岸側にあった礁池と、そこから岸向きに伸びる細長い筋状の砂の堆積域が不明瞭となった。このことから1977年以降礁池上の砂の貯存量が減少したと推定される。2012年も2008年と似た状況であるが、突出部両側の付け根部分では徐々に侵食が進み、本来は砂浜の下に埋まっているビーチロック（汀線付近において、砂浜のカルシウム分が固結してできた岩）が露出してきた。

次に、図-3(c)に示すように、突出部の両側区域と大浜海岸に矩形領域A、Bを定め、これらの区域での1977、2008、2012年の海岸状況の変化を詳しく調べた。まず、図-4は突出部とその両側の大浜・小浜海岸の1977～2012年の変遷を示す。1977年には突出部を囲む遊歩道はまだ造られておらず、突出部沖に緩やかに湾曲した砂の堆積域があったことから、大浜・小浜海岸間での砂移動が可能であったが、2008年には突出部はほぼ半円形の遊歩道で囲まれた。この遊歩道は、当初1984年に造られ、その後2016年に遊歩道の海側にパラペットが設置され、現在見る姿となった。遊歩道の建設後、突出部に接する南北の汀線が後退し始め、同時に突出部沖の穏やかに湾曲した砂

の堆積域は消失した。そのため小浜海岸から大浜海岸への砂移動が難しくなったと考えられる。さらに2008年までに突出部の南側隣接部では汀線の後退によってビーチロックの露出域が広がった。2012年になると、突出部の南側隣接部でビーチロックの露出域が広がると同時に、ビーチロックの破砕片が後浜に打ち上げられた。なお、図-4(c)には現地踏査時の写真撮影地点（St.1～St.5）の位置を示す。さらに、突出部の北側に地点Dを定め、汀線への法線の方向角を求めると、方向角は1977、2008、2012年の順にN23° E、N8° E、N10° Eとなり、1977年から2012年までに突出部の北側隣接部では汀線が反時計回りに13～15°回転したことが分かった。すなわち、NNW方向からの入射波が突出部を囲む遊歩道護岸で反射し、小浜海岸にあっては汀線が反時計回りに回転するような地形変化が、また突出部南側の大浜海岸では南向きの漂砂が起きてビーチロックの露出が進んだと推定される。

同様に、図-5は大浜海岸の現地踏査時の写真撮影地点（St.6～St.9）とともに海岸の変遷を示す。大浜海岸では1977年には幅30mの砂浜が沿岸方向に一様に広がっていたが、2008年までに突出部の南側隣接部でビーチロックの露出が始まり、2012年までにはビーチロック片が海岸線に多数打ち上げられたことが分かる。



図-3 大浜・小浜海岸の空中写真

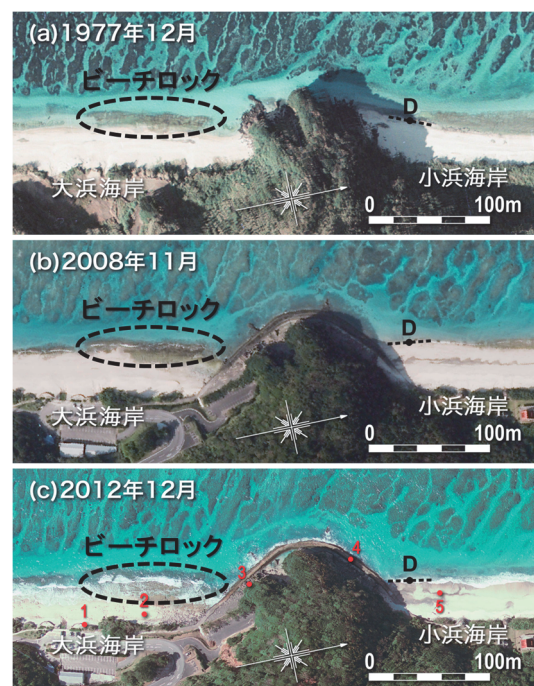


図-4 矩形領域Aの空中写真



図-5 矩形領域Bの空中写真

## 4. 現地調査の結果

### 4.1 大浜・小浜海岸を分ける突出部周辺

大浜・小浜海岸を分ける突出部周辺のSt.1～St.5での海岸状況について調べた(図-4(c)参照)。まず、駐車場前のSt.1から北向きに望んだ海岸状況を写真-1①に示す。北側には突出部とそれを囲む遊歩道の護岸が遠望できる。写真-1①によれば、汀線付近にはビーチロックが現れており、また、その岸側のアダン林の前面はビーチロックの破砕片で覆われていた。また、このアダン林の北側のSt.2では、写真-1②のように扁平なビーチロック片がほぼ1/3勾配をなして積み重なり、その周辺には大量の枝サンゴ片が同じ勾配で堆積していた。この状況より、汀線付近に形成されていたビーチロックが波の作用で破砕され、それらが波力を受けてアダン林前面まで運ばれたことが明らかである。さらに、ビーチロックの露出区間とその破砕片の堆積状況を、突出部を囲む遊歩道背後の高台(St.3)から南向きに望んだのが写真-1③である。護岸隣接部では汀線が後退して凹状となり、同時にその背後でビーチロック片の打ち上がりが著しい。汀線付近では砂浜が完全に消失し、層状に固結したビーチロックが露出していた。しかし、大

浜海岸では護岸から離れるとともにビーチロック片の打ち上がり量が減少していた。これは、汀線後退とビーチロック片の打ち上がりをもたらした要因の一つが突出部にあることを示唆している。

写真-1④は、突出部を北側に回り込んだSt.4での遊歩道と護岸の状況を示す。海岸線に沿って直立護岸と幅3mの遊歩道が岩石海岸を埋めて造られていた。遊歩道と護岸は1984年に造られたが、当初は海側のパラペットがなく転落防止柵が設置されていたのみであったため、遊歩道への越波が著しかった。このため2016年までに護岸のかさ上げが行われた。さらに、小浜海岸のSt.5から突出部を囲む護岸を南向きに望んだのが写真-1⑤である。護岸は上部が直立、下部が傾斜構造を有しており、消波工が設置されていないことから、高潮位条件下では波の反射が起こりやすい構造を有していた。

### 4.2 大浜海岸の状況

大浜海岸での現地踏査時の写真撮影地点(St.6～St.9)を図-5(c)に示す。まず、写真-1⑥は背後地と海浜との境界に形成されていた浜崖を示す。浜崖前面には扁平なビーチロック片が運ばれてきていたが、その背後において上部をアダンに覆われた砂丘の基部には比高0.8mの浜崖が形成され、アダンの根が露出していた。ここでは縦断形が凹状であり、基部に安息勾配斜面が形成されていなかったことから、最近でも侵食が進んでいた。

その南30mのSt.7では最も侵食が著しく、浜崖の比高は1.8mにも達し、砂丘地が大きく削り取られていた(写真-1⑦)。この付近では浜崖の基部にビーチロック片が堆積しておらず、それらによる波の消波効果もなく、砂丘が直接海に面していたため遡上波が崖の基部に達して侵食が著しく進んだと推定された。さらにその南32mのSt.8では、海岸線近傍に建つ家屋の基部が1.4mも洗掘され、家屋の基礎が宙に浮いていた(写真-1⑧)。しかしその南側のSt.9では再びビーチロックの破砕片が海岸線奥のアダン林の前面まで運ばれてきており、それらがうず高く堆積していたためその消波効果によりアダンの生育している砂丘地は侵食されずに残されていた(写真-1⑨)。



写真-1 大浜・小浜海岸の状況

## 5. まとめ

奄美大島北西部の大浜海岸は、リーフに囲まれサンゴ礁起源の砂が堆積した海浜であるが、徐々に侵食が進んできた。同時に、突出部の南側隣接部ではビーチロックの露出と剥離が顕著になってきた。侵食の主因は、リーエッジ近傍からの有孔虫の遺骸やサンゴ片の供給量が徐々に減少してきたことと考えられるが、大浜・小浜海岸を分ける突出部にある遊歩道を囲む護岸が2016年に改築され、パラペットが造られたことも関係する可能性が高い。この地域での卓越波向はNNWと推定されるが、潮位が高い時に、この方向からの波が入射した場合、突出部の護岸のパラペットにより反射され、その影響が突出部の両側へと及んだと考えられる。突出部の護岸からの反射波により突出部両側の汀線が後退した結果、ビーチロックが波に曝されて破壊され、その破砕片が岸向きに運ばれたと推定される。長らく天然の砂浜海岸として奄美大島で有名であった大浜海岸では、このようにして天然の砂浜が消失し、ビーチロックの破

砕片により覆われつつある。今後の対策としては、突出部からの波の反射を低減するために突出部に沿って景観に配慮した消波施設を設置することが有効と考えられる。

## 参考文献

- 1) Bird, E. : Coastal Geomorphology, An Introduction: 2nd ed., John Wiley & Sons, Ltd., 2000
- 2) 宇多高明、三波俊郎、石川仁憲：リーフ海岸での砂供給量の推定 - 沖縄本島金武岬周辺の例 -、土木学会論文集B2（海岸工学）、Vol.71、No.2、pp.I\_727～I\_732、2015
- 3) 環境省風況マップ（全国）（オンライン）

宇多高明



(一財)土木研究センター  
なぎさ総合研究所長、  
工博  
Dr. Takaaki UDA

三波俊郎



海岸研究室（有）  
Toshiro SAN-NAMI