

モルディブのLhohifushi島における海岸保全

Shore Protection on Lhohifushi Island in Maldives

宇多高明*

Takaaki UDA

Field observations on the nearshore currents and the formation of sandy beach around Lhohifushi island in Maldives were carried out. Aerial photographs of this small sandy island were taken to investigate the pattern of the nearshore currents induced by wave breaking on the reef. Beach situation around the island were observed. Coral sand produced by wave breaking at the reef edge is found to be gradually transported by the littoral drift caused by incident waves from SE, and on the lee side of the island a sand spit is formed. This continuous sediment transport was interrupted by the construction of the impermeable jetty, and the downcoast beaches were severely eroded. In order to solve these problems shore protection method considering the overall littoral balance of the island is important.

Keywords: Coral reef, Maldives, Lhohifushi, Shore protection.

1. まえがき

熱帯で発達の著しいアトール（環礁）は、ダイビング等マリンスポーツ愛好家のメッカとして多くの人々の興味をそそる場所である。またさんさんと輝く太陽の下、ヤシの木陰のビーチで休養することなども多くの人々の胸をふくらませる。こうしたサンゴ礁に囲まれた島（サンゴ洲島）は無数にあるが、人々に快適な滞在を約束するために、近年ではこれらの島々に便利施設の開発が進んでいる。しかし、これらの開発に伴って逆に海岸侵食が顕在化し、折角のきれいな砂浜が消失するという、観光資源の最も重要な一つを失いつつある状況が散見されるようになってきた。筆者が数回訪れる機会を持ったモルディブにおいても、開発を行う前に漂砂について十分配慮すれば防げたはずの災害が生じている場合が非常に多い。こうした問題はサンゴ洲島の開発が進むにつれ今後益々増加すると考えられる。そこで、本研究ではモルディブのLhohifushi島を実例としてこのような問題について考察するものである。

2. モルディブのLhohifushi島の地理的条件

モルディブは、インド洋上の北緯7° から南緯0° 45' の間に点在する約1200個の島からなる。いずれの島でもサンゴ礁が良好に発達しており、それらのうち約200個の島々に人が住みついている（宇多，1988）。首都は北マレ環礁の南端にあるマレ島に位置している。図-1には北マレ環礁と南マレ環礁の島々の位置を示す。マレ島より北側には北マレ環礁に属する島々がくさり状に並んでいるが、本研究の対象とするLhohifushi島はマレ島の北東約25kmに位置し、東側をインド洋に面した小さな島である。

3. Lhohifushi島周辺のサンゴ礁と海浜の発達

以下では、まずヘリコプターより撮影した空中写真をもとにLhohifushi島の地形特性について述べる。写真-1には島の南側より北方を望んだ状況を示す。島は細長い形状をしており、大きなリーフの南端に接した形で発達している。インド洋からの入射波はリーフの東面と南面より作用するが、東側はリーフェッジと島との距離が長いので高波浪は容易に減衰する。しかし、南側ではリーフェッジの近くまで島が突出しているため、高波浪があまり減衰することなしに作用することになる。写真-1で島の西岸に大きく直線状に伸びているのは、島への上陸用栈橋である。この栈橋は不透透構造を有している。このため写真-1に明らかなように、突堤の南（手前）側では漂砂が阻止されて広い砂浜が形成されている。島の西岸を示すのが写真-2である。上陸用栈橋の北側には幅の狭い前浜があるが、そこには合計8基の小突堤が造られている。突堤間の砂浜の状況は島を北側より撮影した写真-3に詳しい。本来、このようなリゾート島ではこの種の構造物が造られるのは望ましいことではないが、侵食防止のためやむを得ずこのような対策がとられている。写真-2, 3で明瞭なように、この島の北端にはcomet tailのように細長く砂嘴が伸びている。このことは、南側からの波浪の作用が強いために、サンゴ砂

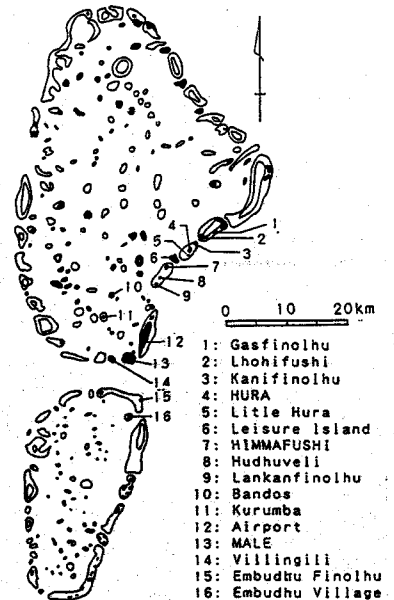


図-1 北マレ環礁内のLhohifushi島の位置

* 正会員 工博 建設省土木研究所河川部海岸研究室長（〒305 茨城県つくば市大字旭1）

が北側へと緩やかに移動し、島の先端に堆積していることを示している。また、写真-2, 3に明らかなように、島の東側のリーフ上には筋目模様が見られるが、これらの筋目模様の発達をリーフエッジ側より撮影したのが写真-4である。リーフエッジより環礁の内側へと多数の筋目模様が発達していることがわかる。谷本ほか(1988)および宇多ほか(1990)は、こうした筋目模様がリーフ上における海浜流の流況に対応するものであり、その流跡に沿ってリーフエッジより岸側へと運び込まれたサンゴ砂が移動することを示している。また、写真-3に表われている筋目模様に注目すると、リーフエッジより島へと斜めに伸びたあと、岸近くで島の海岸線とほぼ平行に北上する方向となるが、東岸の突堤の先端付近では流れがあたかも剥離したかの状況を呈していることも特徴として指摘される。島や突堤など、流れの障害物付近で筋目模様が剥離する状況は谷本ほか(1988)が示した沖縄の仲泊海岸沖の場合とよい一致を示す。したがってLhohifushi島でも南および東側のリーフエッジより環礁内への方向へと碎波に伴う流れが、そしてまた砂の移動が起こることになる。

以上の特徴は次のように要約される。

- ①Lhohifushi島は大きな環礁の南端部付近にあり、南および東側よりインド洋からの高波浪が入射する条件となっている。
 - ②外洋からの入射波により、全体として北向きの海浜流が発達し、この流れによりリーフエッジ付近で生産されたサンゴ砂やサンゴ塊は北向きに流れる条件にある。そしてこのサンゴ洲島の形成はこれと深く関係する。
 - ③島の周辺の海浜でも全体として北向きの沿岸漂砂が卓越している。このことは、島の北端に細長い砂嘴(commet tail)が形成されていることから判断される。
 - ④こうして北向きの沿岸漂砂の卓越する場において、漂砂の上手側、すなわち南側に不透過栈橋と突堤が近年建設され、北向きの漂砂が阻止された。
 - ⑤漂砂の阻止によりこれらの構造物の北側では侵食が進んでしまったため、突堤等の対策工が行われた。
- 以上の①～⑤はLhohifushi島の海浜変形を考える上で指摘されるべき最も重要な点である。

4. 現地海岸の状況

4.1 Lhohifushi島南岸

島の南東側(写真-1の右端付近)の海岸状況を写真-5に示す。海岸はサンゴ塊よりなっており、粒径がかなり大きいため前浜付近の勾配はかなり急である。海側に多くの植物が張り出しているが、その根元は侵食されている。写真-1を参照したとき、この位置より時計回りの方向に移動し、島が最も南に突出している場所の海岸

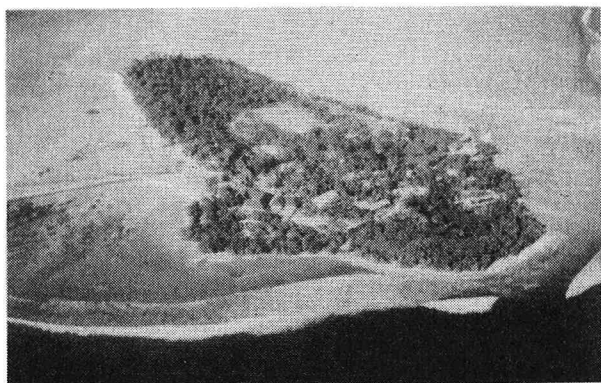


写真-1 Lhohifushi島の全景（北側を望む）

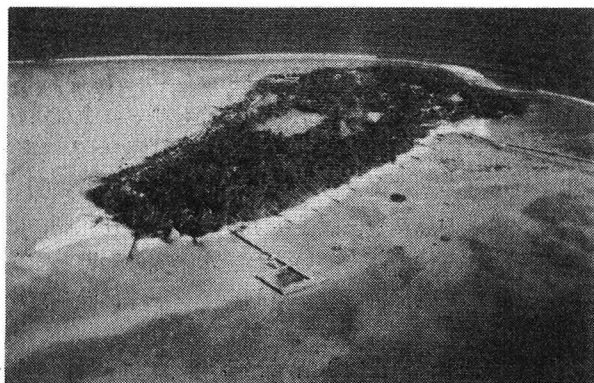


写真-2 Lhohifushi島の全景（西岸を望む）

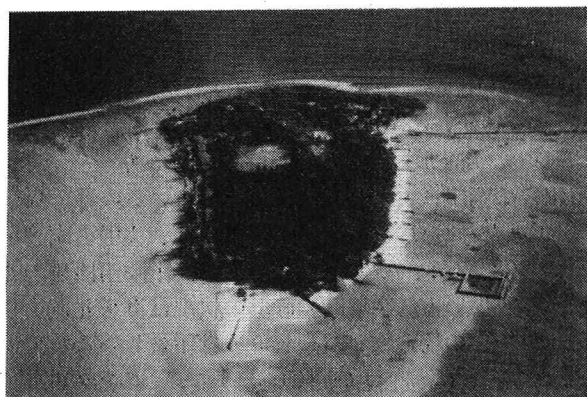


写真-3 Lhohifushi島の全景（南側を望む）

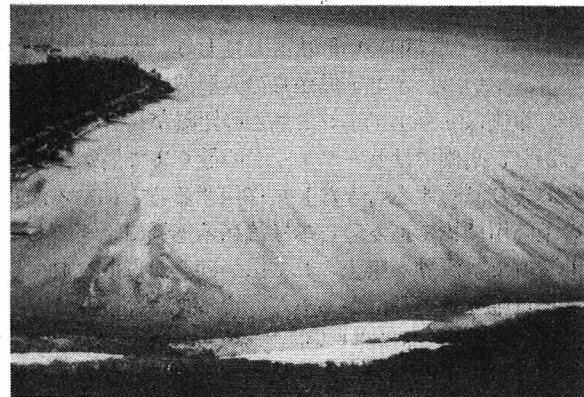


写真-4 Lhohifushi島の北側における筋目模様の発達

状況を撮影したのが写真-6である。汀線に沿って典型的なビーチロックが発達し、それによる消波効果もあって局部的には細粒のサンゴ砂の砂浜が見られる。写真-1によれば、島の南端部の汀線はほぼ直線状であるが、西側では海岸線の方向が急に変化し、入射波の方向と大きな角をなすようになる。この付近で撮影されたのが写真-7である。直径10~20cmのサンゴ塊が前浜上にうちあげられており、前浜勾配は非常に急である。ここでは絶えず強い波の作用を受けているため細粒のサンゴ砂は前浜上にはほとんど存在しない。写真-1で、南東側の海岸線の方向が再び緩やかとなる付近の海岸状況を写真-8に示す。ここではサンゴの巨礫の間にサンゴ砂礫が再び堆積している。以上のように、Lhohifushi島の南岸は常時外洋波の作用を受けているため、粒径の大きい礫浜となっている。

4.2 Lhohifushi島西岸

西岸の状況を写真-9に示す。白いまばゆいばかりのサンゴ砂でできた砂浜と、その背後にはココナツヤシを中心とする植物が繁茂している。直射日光が非常に強いいため、島の中をめぐる道やツーリスト用のコテージはこの林の中に入れられており、直射日光が避けられている。砂浜は非常にきれいであるが、残念ながら写真-9に示すようにあまり広くない間隔で配置された突堤により砂浜は分断されている。写真-2に示したように、島の西岸の漂砂の上手側には不透過の棧橋があって北向きの沿岸漂砂が阻止されているから、海岸の侵食を防ぐため突堤が必要となったと考えられる。写真-9の撮影地点はまだ良好な環境にあるが、長大な不透過棧橋の北側隣接区域では海水交換が悪く、海水が停滞するためサンゴが死滅し良好な環境条件が失われている。このような海水交換の程度は写真-3において西岸と東岸とを比較したとき、東岸では筋目模様が顕著なのに対し、西岸沖ではそれが不明瞭である点からも理解される。写真-9の撮影位置より北側へ移動し、写真-2で北端近くにあるコーヒーハウス付近を望んだのが写真-10である。白い砂浜と緑とに囲まれた非常によい環境条件を有している。

4.3 Lhohifushi島北岸

島の北端は砂嘴として細長く伸びているので、北岸は正確な形では定義できないが、写真-2, 3に示されるように、砂嘴上に突き出た突堤より西岸を望むのが写真-11、東岸を望むのが写真-12である。写真-11では白い砂浜が広がっているが、これは写真-2に明らかなように、南側に突堤があって沿岸漂砂が阻止されているために形成されたフック状海浜であり、かなり安定海浜に近い形状となっている。写真-11に示すように、汀線のすぐ沖には汀線とほぼ平行な白い筋が見られるが、サンゴ砂浜の沖側限界がこの線で与えられる。またこの線を境に勾配が大きく変化し、そこより沖合はリーフの平坦面となる。そしてこれと対応するようにこの線より沖では細砂よりもサンゴ片が多く見られるようになる。同様に写真-12は島の北端の東側側面の砂浜状況を示す。砂嘴



写真-5 南岸の状況

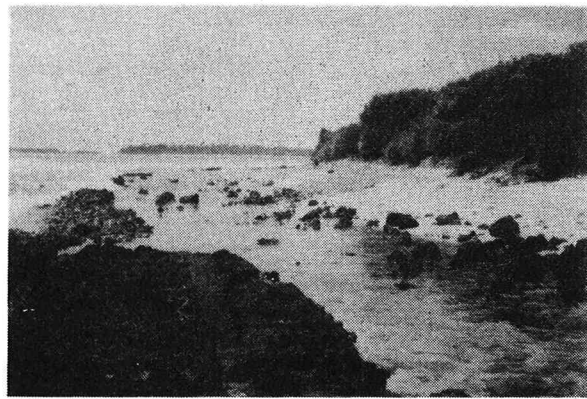


写真-6 南岸におけるビーチロックの発達



写真-7 南岸のサンゴ塊からなる急勾配海岸



写真-8 南岸の巨礫海岸

は大きく伸びており、砂浜も広い。このためここは島で最も景観が優れた位置になる。野外での夜間バーベキューなどに利用される場所である。

4.4 Lhohifushi島東岸

島の東岸南部の状況を写真-13に示す。写真撮影地点は、写真-3において島の東岸に見える突堤のうち最も南側のものから2番目に位置する突堤付近であって、北方向に撮影したものである。漂砂の上手側（南側）に突堤があり、砂の供給が絶たれているために砂浜は侵食され、黒っぽいサンゴ塊が散乱する状況を呈している。また、汀線に沿ってはサンゴ塊を積み重ねてコンクリートで固めた護岸（高さは約70cm）が造られている。汀線よりわずかに島内側に入ると写真-14に示すように非常にきれいなコテージが並び、樹木も多く植えられているが、残念ながら東岸では海水浴等が困難な状況にある。この位置よりさらに北側の、写真-3によれば東岸の突堤群の最北端のものよりわずかに南側の地点で北側を望んで撮影したのが写真-15であるが、ここより上手側の海岸状況と違いはない。写真-1, 2より明らかなように、島の東岸は西岸に比較してもともと外洋からの入射波が作用し易い条件にあるから、細砂からなる砂浜の発達には西岸に比較して劣る条件にあったと考えられる。しかしな



写真-9 西岸の砂浜と突堤群

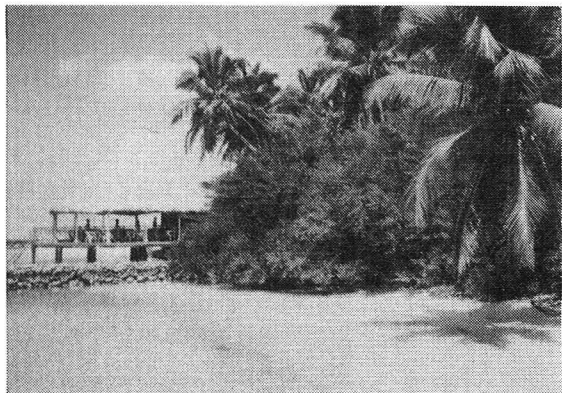


写真-10 北端近くの砂浜とレストハウス

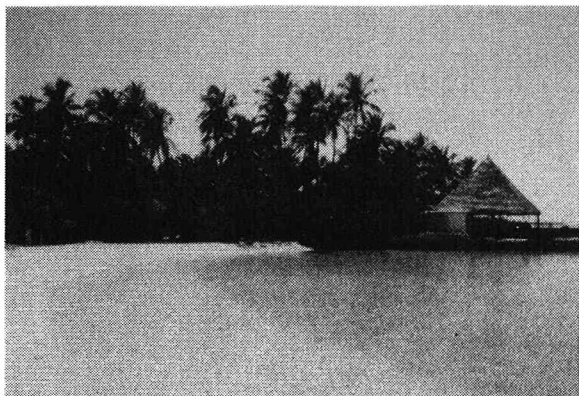


写真-11 北突堤よりレストハウスの間に
広がる砂浜



写真-12 北突堤と北向きに伸びた砂嘴



写真-13 東岸の突堤下手側の侵食された海浜



写真-14 東岸に点在するコテージ付近の状況

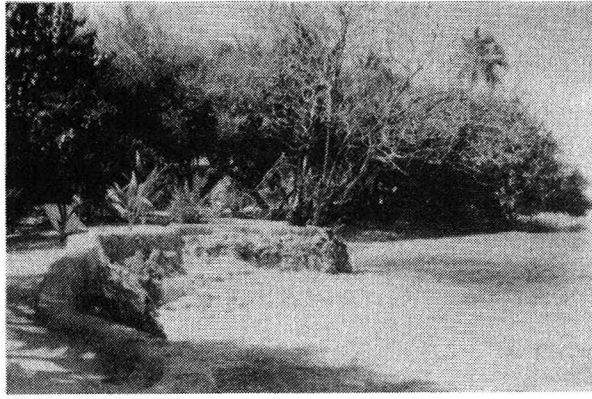


写真-15 東岸の北端寄りの海岸状況

がら、近年では漂砂の上手側に栈橋兼用の不透過突堤が伸ばされて沿岸漂砂の流れが阻止されたため侵食が進んだものと考えられる。

5. 考察

モルディブの多くの島々ではみごとにサンゴ礁が発達し、それを観光資源にして近年多くの人々がリゾート島を訪れるようになった。Lhohifushi島もこのような条件を満足する島の一つである。リゾート島には一般に数百人程度の人々を収容可能とするためにコテージやレストランが建てられる。また、旅行者が島に安全に渡れるよう栈橋が整備される。モルディブでは木材、セメントおよび骨材などは全て海外より輸入しなければならず、最も入手が容易なのはサンゴ塊である。このためこれを用いた栈橋（不透過）が造られ、またリーフを横断して航路が掘られた。しかし、これらの工事に伴い、島の周辺での沿岸漂砂の移動が困難となって侵食が生じ、砂浜が失われる例が非常に多くなりつつある。しかも、問題を複雑にするのは、この国は熱帯に位置するため5月～10月には南西風が、10月～4月には北東風が卓越し、島への入射波の方向が大きく反転することがあげられる。Lhohifushi島では外洋に面した東岸の方が環礁内に面する西岸より高波浪が作用するが、南西方向からの波もしばしばかなり高くなるので、島の栈橋は東岸と西岸に2本造る必要性が高いことである。かくして自然状態ではほぼバランスしていた漂砂が不透過栈橋の建設や航路の掘削によって人為的に乱されてしまい、その結果リゾート島としての最も重要な観光資源が失われる危機に頻しているのである。サンゴ洲島は一つの位置に固定されていると言うよりも、むしろ「生きている」のであって、わずかずつではあるが変形しつつあるのが実状である。このためサンゴ洲島に構造物を造る場合には、このことを十分考慮しなければならないと考える。

6. まとめ

モルディブの小さなリゾート島であるLhohifushi島の現地調査により、サンゴ洲島においては波による砂移動（沿岸漂砂）がかなり活発であること、そして島の利用のための種々の施設を造ることによって沿岸漂砂移動が阻止され、かなり厳しい侵食問題が生じうることを明らかにした。サンゴ洲島はリーフ内にあり、直接外洋からの高波浪の作用は受けないにしても、侵食により場合によっては最も貴重な資源である砂浜が消失してしまう危険性があることを指摘したい。開発においてはこうしたことがないよう十分な配慮が必要である。

参考文献

- 1) 宇多高明(1988)：モルディブにおける高潮災害，海岸，Vol. 28，pp. 41－50.
- 2) 谷本修志・中野泰雄・大月和義・宇多高明・五十嵐 晃・中山 修(1988)：沖縄県仲泊地区のリーフ周辺での波と流れの観測，第35回海岸工学講演会論文集，pp. 207－211.
- 3) 宇多高明・谷本修志・坂野 章・高木利光(1990)：リーフ上およびリーフギャップ周辺におけるサンゴ砂の移動機構、海岸工学論文集、第37巻、pp. 215－219.