

沖縄県中城湾に位置する泡瀬干潟における サンゴ洲島の形成・変形特性

FORMATION AND DEFORMATION OF SAND CAY AT AWASE TIDAL FLAT
IN NAKAGUSUKU BAY IN OKINAWA

宇多高明¹・菊池昭男²・三波俊郎³・芹沢真澄⁴・古池 鋼³

Takaaki UDA, Akio KIKUCHI, Toshiro SAN-NAMI, Masumi SERIZAWA and Kou FURUIKE

¹ 正会員 工博 (財) 土木研究センター 審議役 なぎさ総合研究室長 (〒110-0016 台東区台東 1-6-4 タカラビル)

² 正会員 (有) コスタルテクノ (〒903-0804 那覇市首里石嶺町 4-329-3 那覇計算センタービル)

³ 海岸研究室 (有) (〒160-0011 東京都新宿区若葉 1-22 ローヤル若葉 208)

⁴ 正会員 海岸研究室 (有) (〒160-0011 東京都新宿区若葉 1-22 ローヤル若葉 208)

Formation and deformation of a sand cay at Awase tidal flat in Nakagusuku Bay in Okinawa was investigated through the comparison of aerial photographs and field observation. The formation of a sand cay had begun since 1970 due to the shoreward littoral transport accelerated by the offshore sea bed dredging near the coastline. The phenomenon is very similar to the formation of a barrier island observed at Sanur beach in Bali. In order to protect this island covered by trees at present, long-term viewpoint is important.

Key Words : Sand cay, formation, aerial photograph, Awase tidal flat, coral reef

1. はじめに

リーフ周辺の海浜では、リーフ特有の地形変化がしばしば観察される。リーフのない海岸にあっては、海浜形成に預かる主な土砂供給源は河川や海食崖であるが、リーフ海岸ではリーフエッジ付近に生息する有孔虫の遺骸や、波浪作用によって砕かれたサンゴ礁起源の砂礫が海浜形成に主要な役割を果たす。このような特徴を有するリーフ海岸においてリーフを掘削した場合、従来安定していたリーフ条件が大きく変化するために周辺海浜で著しい地形変化が生じることが予想される。これに関し、最近、バリ島のサヌール海岸沖のリーフの掘削に伴って新たにバリアーアイランドが形成されたことが報告されたが、わが国のリーフ海岸では、この種の現象の報告例はない。このようなことから、本研究では沖縄のリーフに着目してリーフ上に形成された砂州の島(サンゴ洲島)の形成と変形を調べることとし、空中写真の収集を行うとともに、空中写真分析から著しい地形変化の見られた沖縄本島の泡瀬干潟にあるサンゴ洲島の現地踏査を2001年9月9日に行った。泡瀬干潟は、図-1に示すように沖縄本島中部中城湾に位置し、東側に太平洋を望んでいる。泡瀬干潟には1962年以前には砂州や洲島は存在していなかったが、1970年までには砂州の形成

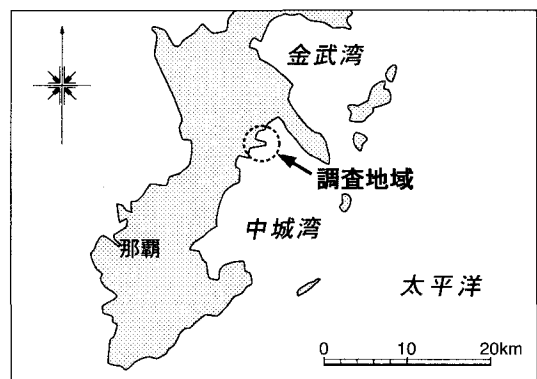


図-1 沖縄本島中部の中城湾に面した泡瀬干潟の位置

が始まった。その後もこの砂州の変形が続き、現在ではサンゴ洲島が形成され、洲島中心部にはモクマオウの林が形成されている。島の周辺は非常に浅い干潟であるが、波の作用により特徴的な変化が観察される。

2. 空中写真判読による洲島の変形調査

泡瀬干潟においては1962年まで洲島および砂州は存在していなかった。しかし1970年には図-2(a)に示すようにリーフ上に細長い砂州が形成された。この砂州の南西側ではリーフの掘削が行われており、これに伴って

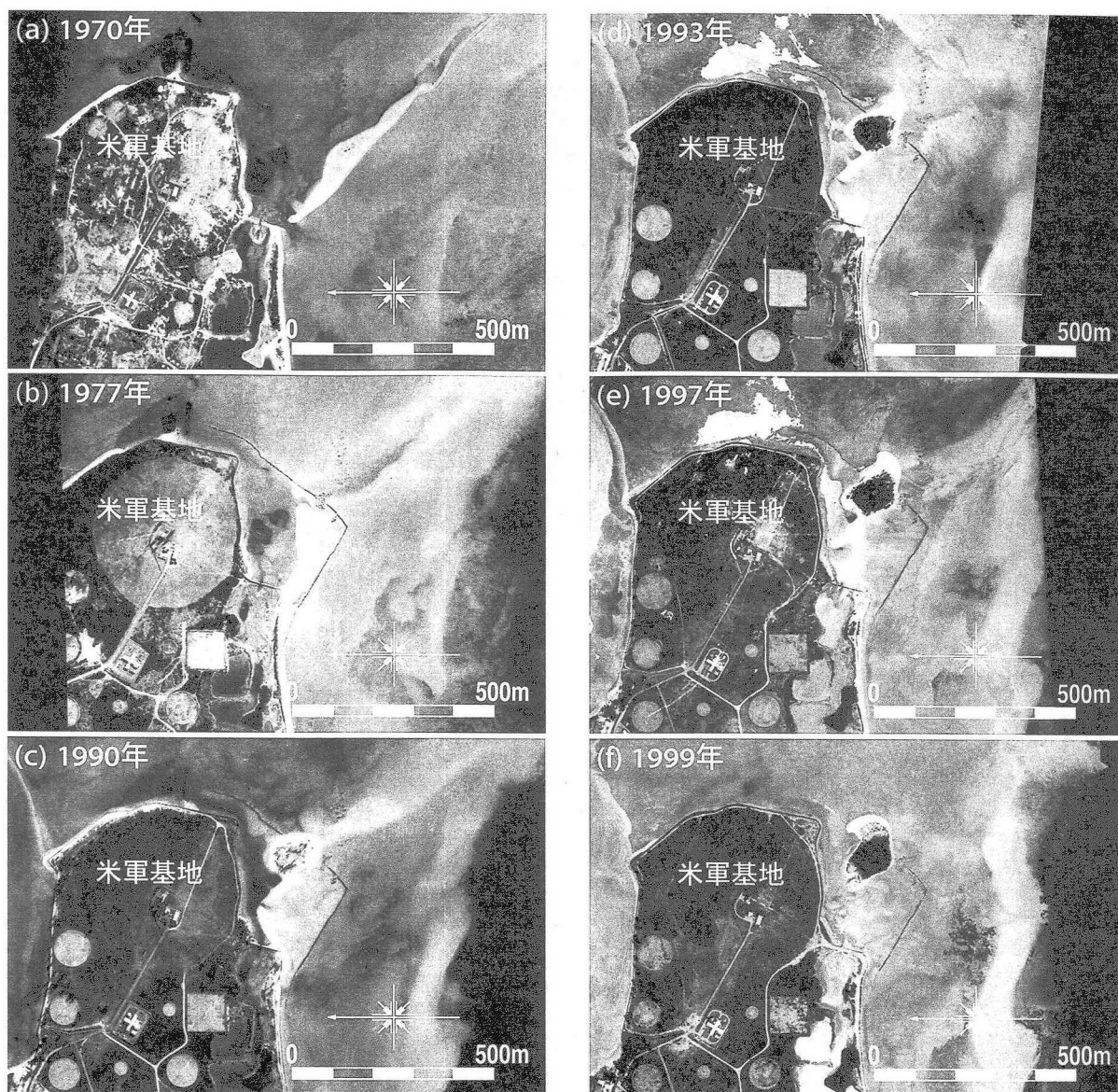


図-2 泡瀬干潟のサンゴ洲島周辺の空中写真

リーフへの入射波高が高まったことによってこのような砂の堆積が促進されたと考えられる。砂州には中央部に膨らみがあり、そこでの砂州幅は約 70m であった。1977年になると図-2(b)のようにリーフの掘削がさらに進み、これに伴って掘削部を取り囲むように半円形状の砂の堆積域が広がった。また細長い砂州は先端部が着岸すると同時に南東部が折れ曲がり、砂州の先端部が陸岸とほぼ平行になるよう変形した。

図-2(c)に示す1990年では、米軍基地の沖合に半径約 60m のほぼ円形の島がすでに形成され、その中心部では植生の繁茂が始まった。島の南部には掘削穴が黒々と見えている。さらに島の西端から陸岸へと西向きに細長い砂州が延びていた。図-2(d)に示す1993年では島の東側に大量の砂礫が漂着し、東向きに砂州が延びている。島の東側に延びた砂州の先端は鋭角状に尖っていた。またモクマオウの成長が著しい。

図-2(e)に示す1997年では、島の西側に向かって延びる砂州の形状には大きな変化がないが、島の東側に延び

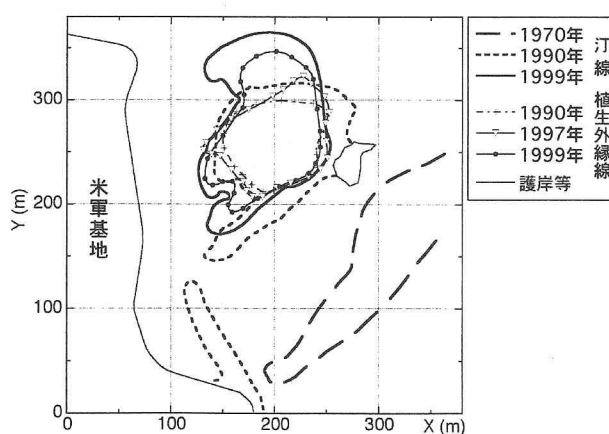


図-3 サンゴ洲島および植生外縁線の変遷

ていた砂州の先端が岸側に移動して丸みを帯びた。また島の北端の砂州がやや西向きに延びつつ発達している。またモクマオウの繁茂区域も広がりを示した。1999年では図-2(f)に示すように島の東側に延びていた砂州が大きく北側に持ち上げられ砂州が北向きに大きく伸びた。

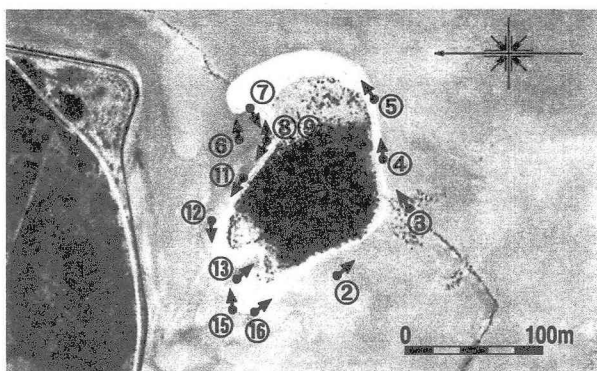


図-4 サンゴ洲島の空中写真（1999年）と現地踏査地点



写真-1 サンゴ洲島を西側から望む

この結果砂州の北側には全体で3個の砂嘴が突出することになった。砂嘴は西端と中央が東側のものより古いものである。砂州の東側への発達とあわせて植生の繁茂区域も東側への広がりを示している。さらにサンゴ洲島の南側沖にはリーフ上へ打ち上げられたサンゴ砂が幅広く堆積しているのが分かる。

図-3には、1970年以降のサンゴ洲島の発達状況と洲島内での植生の生育状況をまとめて示す。一連の砂州の形成とサンゴ洲島の形成にはリーフの掘削が深く関与していると考えられる。すなわち、リーフの発達していた中城湾においては、リーフの掘削が各所で行われ、その結果波浪作用が増加し従来バランスしていたリーフエッジ付近で急激な岸向きの漂砂移動が起こり、砂州の形成に繋がったと考えられる。

3. 現地踏査

現地踏査は図-4に示すサンゴ洲島を反時計回りの方向に移動しつつ行った。図には写真撮影地点を番号で示す。なお撮影地点が近接し過ぎる場合には一部の写真撮影地点の表記を省略している。空中写真の撮影は1999年であり、現地調査は2001年に行われたので、この間にもわずかな汀線変化が起こる可能性があるが、現地踏査時の洲島の形状に関する印象は図-4の形状とほぼ同一であった。

写真-1はサンゴ洲島を西側から撮影したものである。



写真-2 サンゴ洲島を南東向きに望む

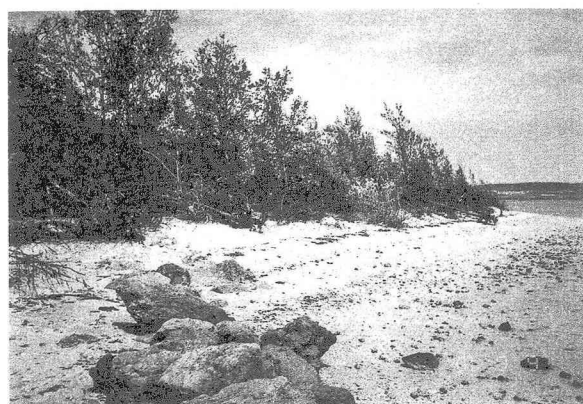


写真-3 捨石防波堤の天端上から砂州東部を望む



写真-4 モクマオウの倒木状況

洲島の中央部はモクマオウで覆われている。島の周辺は非常に浅い干潟であり、干潮時には完全に干出する。写真-2は洲島を南東向きに望んで撮影したものである。主にサンゴ片からなる前浜には浮遊物が一列に並んでいることから、満潮時汀線が明瞭に残されている。砂州を構成する土砂は、砂州前面の礫が多く露出した干潟面と明瞭に区別され、干潟面から急勾配の砂浜斜面が形成されている。砂州上では満潮時汀線のごく近傍までモクマオウが繁茂している。写真前方に見える直線状の防波堤は、捨石製の天端高の低い防波堤である。

写真-3はこの捨石防波堤の天端上から砂州の南部を撮影したものである。前日沖縄本島を直撃した台風15号の影響によって多くのモクマオウが倒伏している。写真



写真-5 砂州が東側に最も張り出した付近の海浜状況



写真-6 サンゴ洲島の北端の状況



写真-7 サンゴ洲島の北端から南向きに望んだ海岸状況

-4は写真-3で右端に見える倒木の拡大写真である。東側からの高波浪によって海浜が侵食されて地盤高が低下するとともに、強風の作用によってモクマオウは北向きに倒れている。写真-5は砂州が東側に最も張り出した部分をやや北側に回り込んだ場所から撮影したものである。この付近から汀線は半円状に緩くカーブしている。前浜上にはサンゴ片が多く堆積している。この付近を境として島の汀線は北側へと延びる。

北端の状況を撮影したのが写真-6である。砂州の先端部は細長く突出し、砂嘴となっている。波の作用で砂州の汀線に沿って運ばれた砂礫は砂嘴を形成しつつ平坦な干潟面上に堆積しているが、砂礫の堆積域は白いサンゴ片を中心とした砂礫であるのに対し、干潟の原地盤面



写真-8 分枝砂嘴を南西側から撮影



写真-9 サンゴ洲島背後の干潟とマングローブの生育



写真-10 マングローブの生育状況

はゴツゴツした礫が散在するため、堆積域と干潟面は明瞭な区別ができる。写真-6に示す位置から南向きに撮影したのが写真-7である。写真-6では単純砂嘴が北向きにのみ延びているように見えるが、実際にはもう一つ別の砂嘴が内側に向かって延び、分枝砂嘴となっている。波は洲島の東側から入射するものであることを考慮すれば、この分枝砂嘴は写真-6に示す砂嘴よりも形成時期が古いと判断できる。

この分枝砂嘴の南西側から撮影したのが写真-8である。長く延びた砂嘴が北側からの入射波に対して遮蔽効果を発揮しているため、砂嘴の南側部分は泥質干潟の状況を示す。砂州の裏側へ向かって地下水が流出し、このためマングローブの生育にとって都合の良い環境となっている。このため写真-8、およびこれと逆方向に撮



写真-11 入り江の西側に伸びた直線状の砂州

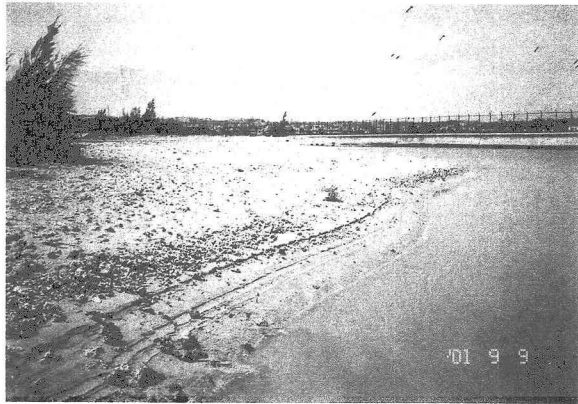


写真-12 西側の突出地形

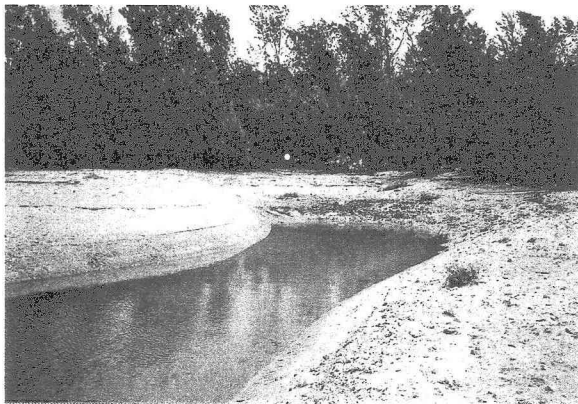


写真-13 サンゴ洲島西部に形成された狭い入り江



写真-14 西端の砂嘴における砂礫の堆積状況



写真-15 捨石防波堤と砂州の遠望



写真-16 サンゴ洲島を一巡りして島の東部を望む

影した写真-9, 10のように泥質干潟上には高さ約0.2mの幼木が既に芽生えている。写真-10に示すマングローブの生育の始まった場所は新しく砂礫が旧干潟面を覆っているが、これは砂州の裏側から地下水流出に伴って運ばれた土砂が堆積したものである。

このようなマングローブの生育地を過ぎると、写真-11のように直線状の砂州となり、直線的な汀線が伸びる。汀線のごく近傍までモクマオウが繁茂し、サンゴ片からなる白い砂浜とゴツゴツした沖合の干潟面とは明らかな違いがある。しかし写真-11のように直線状に伸びた砂浜の先端部は再び砂嘴状の突出地形となる。その状況を示すのが写真-12である。写真のように砂礫が堆積して細長い砂州が形成されているが、その裏側では写真-13のように細長い湾入部が残されている。この湾入

部の両側は砂礫が堆積した時に形成される急斜面が残されている。写真-14は最も南側に新たに形成された砂嘴における砂礫の堆積状況を撮影したものであり、大量の砂礫が新しく堆積している。写真-13, 14に示したように深い湾入部を残して2列の砂嘴が島の背後に形成されているのは、もともと島の表側から裏側へと向かう沿岸漂砂によって島の背後にはcomet tail²⁾として1対の砂嘴が伸びていたが、さらなる波浪の作用により従来伸びていた砂嘴の外側にもう1本の砂嘴が急速に伸び、両者の間に細長い湾入部が残されたことによる。

写真-15には、遠方に写真-6に示した砂嘴と隣接する捨石防波堤を、またその手前側には写真-12に示した砂州を望んでいる。南端の砂嘴上から北向きに撮影したものである。写真に示すように、もともと島の背後にあって

た砂州の両側で新たな砂嘴の発達があったことが分かる。写真-16は島をほぼ一巡りして島の東側を望んで撮影したものである。前出の写真-2より陸側で撮影したものである。

なお、前出の図-4ではモクマオウが密生した区域の東側では次第に植生の密度が減少し、さらにその外側を砂州が取り囲んでいる。このことは図-2に示した砂州の発達経過とよい対応を示している。砂州の発達にตอบสนองしてモクマオウの前線が進んでいったことが理解される。

4. 考察

泡瀬干潟にあるサンゴ洲島の形成と変形状況を空中写真比較と現地踏査によって調べた結果、このサンゴ洲島は1962年までは存在しなかったが、その後周辺海域でのリーフの掘削に伴って細長い砂州が形成され、その砂州の砂が集積してサンゴ洲島になったことが明らかになった。このことはリーフにおいては海浜形成においてリーフ自体からの砂礫の供給が重要なこと、またリーフの掘削によってリーフエッジ付近での波・海底地形・底質移動のバランスが崩れると岸向きの急速な砂移動が生じることを示している。

また島の背後にcomet tail²⁾として1本の砂州が延びるのではなく、島背後の両側から3個の砂嘴が延びているが、これは砂嘴の形成が繰り返され、最初にできた砂嘴が島の内側に取り残されたためであることが分かった。

本研究では、泡瀬干潟においてリーフの掘削によってサンゴ洲島が形成されたことを現地データにもとづいて明らかにしたが、同様な現象はバリ島のサヌール海岸沖でのリーフの大規模掘削に伴っても見出された。形成された島の規模は泡瀬干潟のものと比較してサヌール海岸の方がはるかに大きかったが、現象的には同種のものであった。さらに、リーフの掘削に伴う島の形成ではないが、一般の海岸において汀線沖での大規模な海底掘削が行われた場合にも上記とよく似た岸向きの漂砂移動が生じることが大分県の守江湾と別府湾とを分ける住吉浜砂嘴の南岸沖で観測された³⁾。これらを総合的に

考慮すれば、泡瀬干潟で見られた現象は、浅海域での海底掘削を行った場合の典型的な地形変化であったと考えられる。汀線近傍での掘削穴の形成は、一般にはそこへの土砂の落ち込みが考えられ易いが、本研究によれば、むしろ掘削穴の形成から波浪の侵入度の増大を経て、最終的に岸向きの漂砂移動を助長させるものであると言える。

泡瀬干潟に形成された島は、現在ではモクマオウの高木に覆われており、樹木の生育のみから判断すれば、そこが長らく安定した海岸であるように見える。そこに高波浪が作用すると樹林が倒され、一見すると著しい侵食被害が出たように見える。しかしながら、モクマオウの成長は非常に急速であることを考慮すれば、それは必ずしも真とは限らないことになる。これは宮古島の前浜海岸でも実際に起きた現象である⁴⁾。したがって例えば侵食が起きてモクマオウの倒木があったとしても、短期的なものの見方で防災工事を行うことは自然の営みに逆らうことになる可能性が大きい。自然現象の時間スケールに合わせて十分な観察を行い、むやみに防護工事を行うことは貴重な自然の喪失を招く恐れが高いので十分注意すべきと考えられる。

参考文献

- 1) 宇多高明・大須賀 豊・大中 晋・石見和久・芹沢真澄・三波俊郎・古池 鋼：リーフの大規模掘削に起因するバリアーの形成と海岸侵食，海岸工学論文集，第50巻，pp.1356-1360, 2003.
- 2) 宇多高明・清野聡子・三波俊郎・芹沢真澄・古池 鋼：島の背後に延びた砂州（comet tail）の形状と卓越波向の関係 - 北九州の姫島，間島を例として -，海洋開発論文集，第15巻，pp.457-462, 1999.
- 3) 宇多高明・清野聡子・釘宮浩三・芹沢真澄・古池 鋼・三波俊郎：海底掘削穴岸側での急激な土砂堆積と砂嘴の大変形の機構，海岸工学論文集，第48巻，pp.606-610, 2001.
- 4) 菊池昭男・宇多高明・西 隆一郎・三波俊郎・古池 鋼・芹沢真澄：リーフ海岸における海面上昇起源の急激な海浜変形 - 宮古島西部に位置する前浜海岸の例 -，海岸工学論文集，第49巻，pp.596-600, 2002.