

フロリダのバリアー島と沼沢性海岸巡検記

垣見俊弘¹⁾

去年の7月, 第28回 IGC のポスト巡検に加わって, フロリダ半島の西海岸を見てきました。巡検のテーマは, 「バリアー島海岸と沼沢性海岸の第四紀地質と堆積学」でした。

門外漢の私がなぜそんなところへ, とよく聞かれますが, 御想像にまかせます。ただ, やはり去年の5月に水戸で開かれた地質学会総会後, 「古東京湾のバリアー島」と題する巡検に参加したことが, 動機の一つになったと述べておいて, さっそく本題に入りましょう。

私は沿岸域の堆積学についてはシロウト同然なので, この分野の用語や概念については, 筑波大学の増田富士雄さんや, 地質調査所の斎藤文紀さんに, イロハから教えて載きました。あらかじめ厚くお礼申し上げます。それでも, にわか勉強, なま兵法によるボロを出さないように, ここでは, 立ち入った専門的な説明はなるべく少くして, 美しい風景や楽しい巡検の雰囲気を読みとって載くほうに重点をおくこととします。

1. バリアー島とは

海岸地形や海浜堆積物の専門家でない限り, 日本ではバリアー島という言葉にはなじみがないと思います。そこでここでは, 去年の地質学会巡検案内書(牧野・増田編, 1989)から, 増田先生の大変わかり易い説明を引用(少し変更)します。

「バリアー島 (barrier islands) とは陸と海の間にある細長い島で, まるで海から陸地を守っているように見えるので, その名がある。島の外洋側は絶えず波や沿岸流に洗われ, そこには長く続く砂浜が発達し, 島内には灌木や砂丘がみられる。島と陸地の間にはラグーン (lagoon, 鵜) と呼ばれる浅く波静かな水域がひろがっている。バリアー島とバリアー島の間には, 外洋とラグーンとを連絡する水路があって, 潮流口 (tidal inlet) と呼ばれている。ここでは, 上げ潮や下げ潮のたびに潮汐流が発生し, ラグーン中の海水が交換される。このとき潮流口の

まわりに生ずる三角州状の海底地形を潮汐三角州 (tidal delta) と呼ぶ。すなわち, 沿岸流によって運ばれた砂は上げ潮の時にラグーン側にもたらされ, 上げ潮三角州 (flood-tidal delta) をつくる。逆に下げ潮の時にはラグーン側から堆積物が移動し, 潮流口の外洋側に下げ潮三角州 (ebb-tidal delta) をつくることもある。バリアー島のラグーン側には, 水生植物が繁茂する塩水湿地 (salt swamp, salt marsh) や, 干潮時には陸化する潮汐低地 (tidal flat) がみられる」

このような, バリアー(島)に関連する特徴的な地形や堆積作用をまとめて, バリアーシステムと呼びます(斎藤, 1987)。

現在の日本列島では, バリアーシステムを持つ海岸は, 北海道のサロマ湖などごく局部的にしか見られませんが, 地球上では決して珍らしいものではなく, とくにフロリダ半島を含む米国の大西洋-メキシコ湾沿岸では, 長さ数千kmにわたって延々と発達しています。

バリアーシステムが発達・維持される条件としては, 潮位差が2m以下と小さいこと, 碎屑物の供給が豊富で沿岸流により移動し易いこと, 陸棚勾配が緩やかなこと, そして特に海面が上昇していることがあげられています。この最後の条件については, 日本列島は最近6,000年間は海面が低下-停滞傾向にあるので, バリアー島が発達しないのもうなづけますが, それ以前の後氷期海進時や, そのさらに前の最終間氷期海進時には, バリアーシステムが発達していたことが最近の研究によって確かめられつつあります。

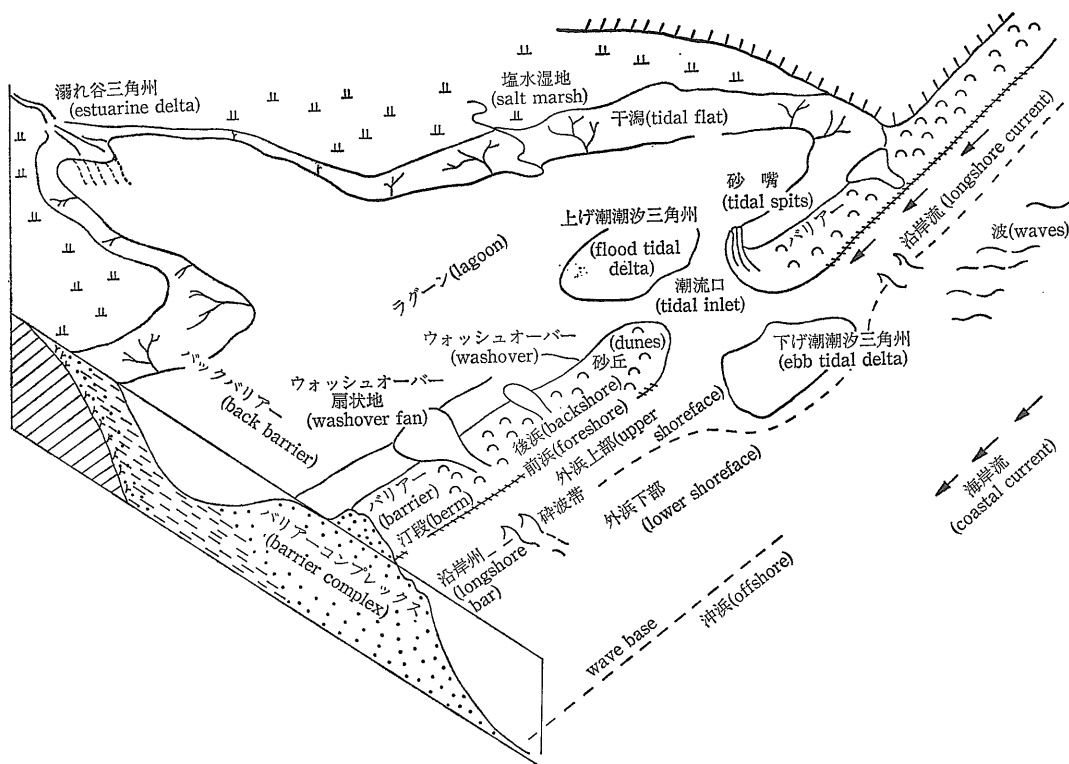
堆積学者には蛇足かもしれませんが, この巡検記にしばしば出てくるバリアーシステムの基礎的用語を示す模式図を第1図に, それよりさらに基礎的な砂浜海岸の模式断面を第2図に示します。

2. フロリダ半島の地形・地質

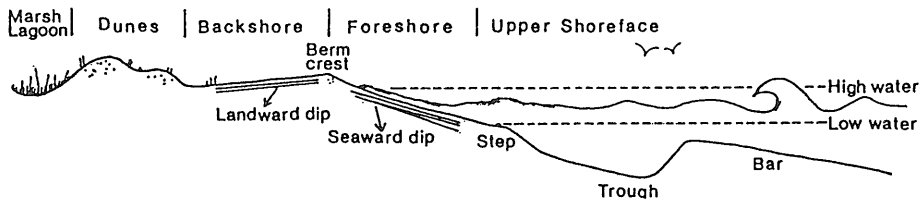
大西洋とメキシコ湾の間に突き出たフロリダ半島は,

1) 元所員; 現在 財団法人 原子力工学試験センター:
〒105 東京都港区虎ノ門3-6-2 第2秋山ビル2F

キーワード: フロリダ, バリアー島, 沼沢性海岸, IGC 巡検



第1図 バリアーシステム内の地形・堆積環境の名称 (斎藤, 1987による, 僅かに改変).



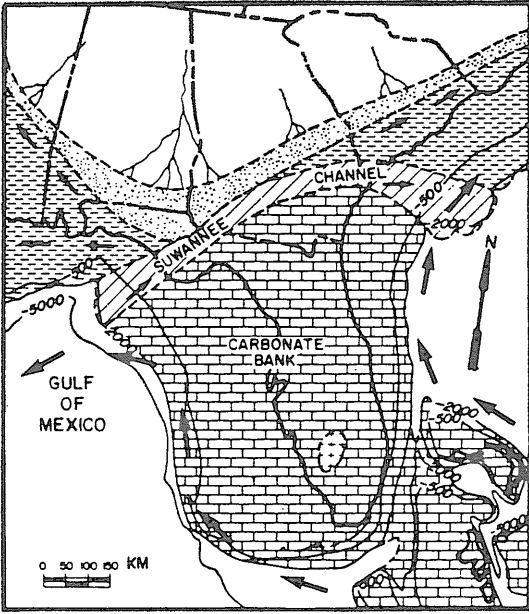
第2図 砂州海岸の模式地形断面 (牧野・増田, 1989より).

北海道の2倍ちかくもある大きな半島ですが、平均標高は約30m、最高点でも約100mにすぎない低平な地形を呈しています。内部には無数の湖沼と低湿地があり、それらの間を網の目のように河が流れています。とくに南端部にある広大な沼沢地は、エヴァグレード国立公園として世界的に有名です。しかし第四紀層は厚いところでも数10m程度にすぎず至るところで基盤一主として石灰岩が露出またはごく浅いところに伏在しています。

中生代末から新生代の前期にかけて、フロリダ半島を含む広い地域は、炭酸塩岩のパンクになっていました。古第三紀の後半頃このフロリダ台地とアパラチャ山地の間には、スワニー海峡と呼ばれる水道が存在し、山地からもたらされる陸源物質がフロリダ台地をカバーするのをさまたげていました (第3図)。新第三紀にはスワニー海峡は消滅し、大陸側からの石英砂が、台地上の自生堆積物とともに、フロリダ台地を広く薄く覆うに至りました。

た。第三紀末—第四紀にかけては、この台地がゆっくり上昇し、その一部がフロリダ半島として海面上に現れましたが、半島のまわりの堆積物は、新第三紀の石英砂などが海水準の上昇・下降に伴って、何度も洗い出されては海岸付近に再堆積するだけでした。この広大な安定した石灰岩台地が、フロリダ半島の低くて不規則な凹凸に富む地形と、それをとりまくきわめて緩やかな勾配を持つ広い大陸棚の地形を規制していると考えられています。

海岸のうち、大西洋に面した東海岸は、ほぼ全域が、ガッチリした幅の広いバリアー島に守られています。半島の南端から西南西方向の外洋に向っては、バリアー島と同じ成因ですが、“守るべき”陸地やラグーンのない、砂州からなるフロリダ・キイ諸島が点々と200kmも連なっており、鳥つたいに西端の保養地 Key West までハイウェイ (昔は鉄道) が走っています。



第3図 始新世中期におけるフロリダの古地理図。太線は現在の海岸線。〔第3図以下の図はすべて巡検案内書 (Davis and Hine, 1989) による〕

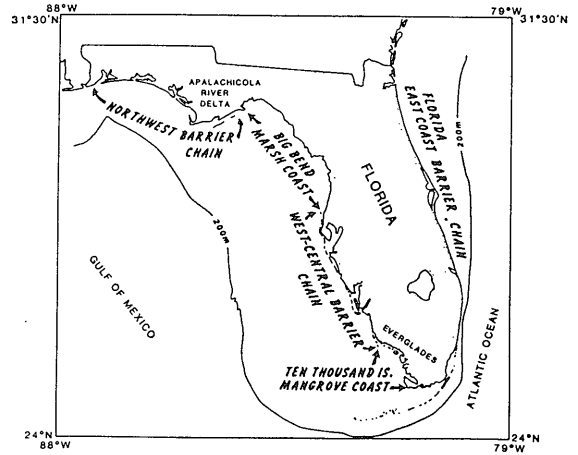
一方、西海岸は、バリアー島のある海岸は約40%で、個々のバリアー島も東海岸のものに比べると幅がせまく、連続性もよくないようです。残りの約60%は、きわめて複雑な出入りのある沼沢性海岸からなり、亜熱帯—熱帯性の気候、動植物群とあいまって、珍しい景観をつくり出しています (第4図)。

3. フロリダ到着—出発前夜のミーティング

7月19日、IGCの閉会式もそこそこに会場をとり出し、ワシントン・ナショナル空港を出発、ポツポツと穴があいたような湖だらけのフロリダ半島を横切って、約2時間で西海岸の Tampa 国際空港へ到着。南国特有の暖い、湿気を帯びた些か気だるい空気が、汗腺と共に緊張感をも緩めてくれます。

宿は Tampa 湾に面したリゾートホテル、ただし2人部屋です。相棒は Mr. J. Cooper という南ア国籍のがっしりしたアイルランド人で、髭だらけの顔に似あわず、気くばりに富む親切な男です。以後4日間、ホテルは違ってもいつも彼と同室、堆積学の専門家でもあるので、私は大変ラッキーでした。

夜8時頃から、夕食を兼ねた最初のミーティング開始。リーダーは Western Florida 大学の2人の教授で、バリアー島海岸担当が R. A. Davis, Jr., 沼沢海岸担当



第4図 フロリダ州の海岸地形区分。

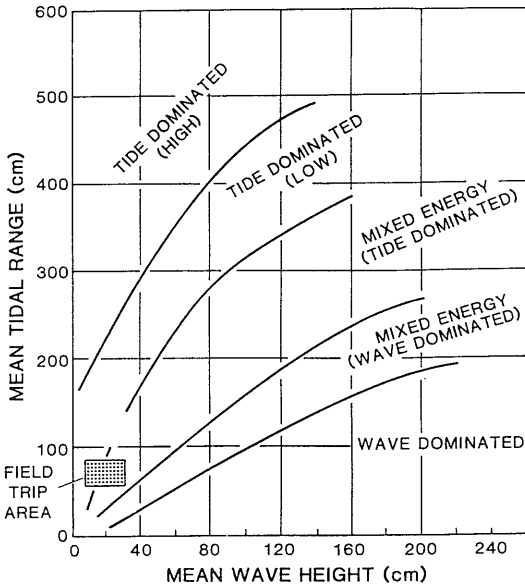
が A. C. Hine, いずれも国際的に名の通った方 (増田富士雄氏による) です。参加者はアメリカ1, シドイ2, 南ア1, セネガル1, 中国3, 日本(私)1の9名。このうち中国とセネガルの各1が女性です。IGCの Circular では40人まで available となっていたのに、たった9名では大赤字でしょう。米国人が少ないのは、前の年に米国地質学会100周年記念の巡検が同じコースで盛大に行われたためようです。参加者の自己紹介によれば、れつきとした海浜研究者は3人ほどで、あとは私を含めて専門家とはいいいにくい人ばかりです。おかげで私は大助かり。専門的な討論を期待していたらしいリーダー達も拍子抜けしたと見え、巡検の時には初歩的な事から説明してくれたし、参加者も“素人は相みたがい”のムードで率直に話し合えたからです。

はじめに布製バッグ, 日よけ帽, 粒度表, 写真用スケール, マップ数種, もちろん巡検案内書, 等の“巡検用グッズ”のほか、両教授の報告書や論文別刷をドサッと頂戴。案内書以外はほとんど開かれることなく、そのまま「筑波地層の会」へ寄贈。増田さんは「宝の山だ」と言っておられるので、興味のある方は同会へお尋ね下さい。

さて、両教授の説明中、窓の外がにわかに赤くなり、太陽がメキシコ湾に沈み出しました。ミーティングは中断、一同感嘆の声をあげて見とれました。Tampa 湾の空と雲と海水を黄金色に染めたフロリダの夕焼けは、今も私の網膜に焼きついています。

4. 巡検地—フロリダ西海岸—の物理的営力

今回の巡検地は、西海岸最大の都市 Tampa-St Petersburg から北方約150kmの Crystal River までの海岸で、



第5図 巡検地(砂目)の平均潮位と平均波高。

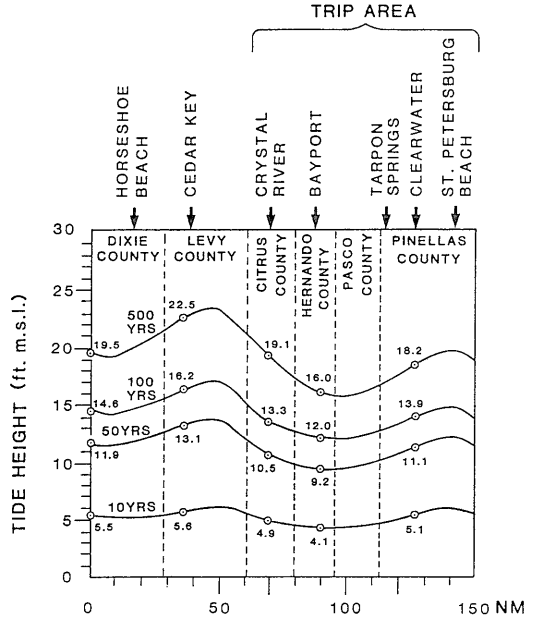
南半分はバリアー島海岸, 北半部は沼沢性海岸になっています(第4図参照)。

海底地形 海底の勾配はもっとも急なところでも1:1200, ゆるやかなところでは実に1:5000, つまり50 km沖合で水深がやっと10mという, 驚くべき低勾配です。それにもかかわらず堆積物は薄く, 至るところで石灰岩が海底に露出しているそうです。

砂の供給 Tampa湾と北部の沼沢地帯に各数本の川が流入していますが, もともと川による堆積物の供給はきわめて少く, 外洋への砂の流出はほとんどありません。したがって, バリアーシステムへの砂の供給は海底かまたはバリアー自体に求めなければならない。つまり砂の収支ゼロの closed system でバリアーが維持されているのです。東海岸に比べてこの地域のバリアー島が幅もせまく, デリケートなのはこのせいではないかと思えます。

海岸のプロセス 風による波と潮汐がおもな作用ですが, どちらの作用も弱く, 典型的な低エネルギー海岸で, かつ両作用の混合した, 混合エネルギー領域に属します。このことは, ある時期には潮汐優勢に, また別な時期には波浪優勢に, 簡単に変化することを意味します。第5図をみると, この地域がいかに低エネルギーであるかに驚かされます。毎日の天気予報で「海岸地方の波の高さは2m, 午後から2.5m」などと知らされているわれわれには, 信じられないくらいの値です。

ハリケーンによる大波 日本列島で台風に相当するのが, この地方ではハリケーンです。この地域のような

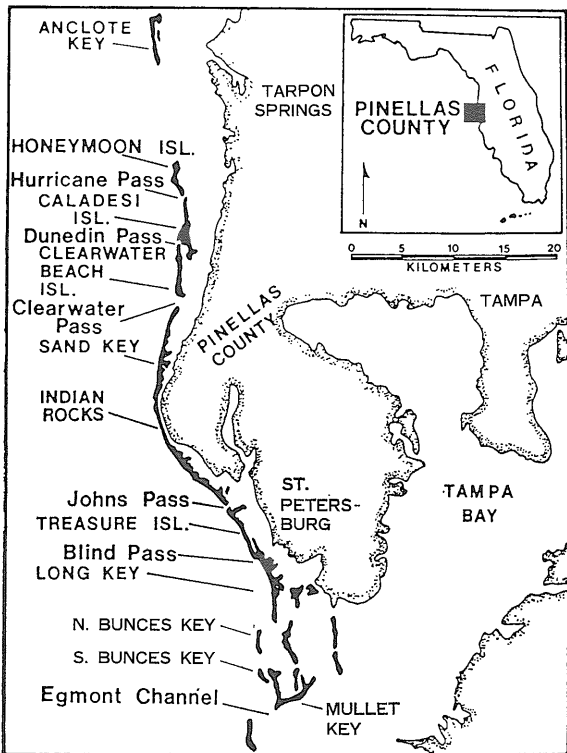


第6図 予想再来期間が10年, 50年, 100年および200年ストームによる波浪または高潮の高さ(単位フィートに注意)。右約半分が巡検地。

低エネルギー海岸では, ハリケーンのエネギーが海岸のプロセスに最大の影響を与えます。第6図は, 過去150年ほどのデータから, ストーム波の再来期間を画いたものです。これによれば, 500年に一度の大嵐(500年ストーム)による波高は6~7mに達しますが, 50年ストームでは3~4m, 10年ストームでは2m以下となります。「日本では毎日起こる波が10年ストームか」と思うと不思議な国へ来たような気がします。10年ストームでも新しい潮流口が開いたり, 島が移動したりするのだから, パカにはできません。それだけ, この地域の海岸はデリケートなものだともいえます。

沿岸流 フロリダ西海岸では, 沿岸流はメキシコ湾流と同様, 大勢としては北方に流れています。しかし冬期には強い北風のため海浜砂が南へドリフトすることもあります。またローカルな砂の移動もあり, その例として, 突出部をなす Indian Rocks 付近(第7図)では北側は北方へ, 南側は南方への沿岸流が生じ, 結果としてバリアー島が侵食されヤセ細っていく傾向があげられています。沼沢性海岸では, 汀線方向の砂の移動はほとんど起きません。

完新世の海水準上昇 日本列島と違って, フロリダを含む米国大西洋岸では, 現在も海水準が上昇を続けています。西海岸のデータでみると, 最近約7,000年間の上昇速度は緩慢で, とくに3,500年前からはさらに遅く,



第7図 巡検地バリアー島海岸の地名図。

40~50cm/千年程度です。しかし、最近の20~30年間の上昇速度は、それ以前の平均値の4倍程度大きくなっているといわれます。海水準の上昇は、前述のように、バリアー島発達の大切な条件ですが、沼沢性海岸への影響はもつと大きく、ここでは数cmの海水準の上昇が、環境と植物相をすっかり変えてしまうといわれます。したがって、人為的なCO₂の増加に伴う海水準上昇の影響は深刻で、Hine教授らによって、近未来のいろいろなシナリオが画かれています。

5. バリアー島海岸の巡検

7月20日朝、参加者9人に対し、2人の教授と常時4人の院生が付くという、この上なくぜいたくな巡検開始です。モーターボートを引張る大型ワゴン車2台に分乗し、Tampa湾を横断して対岸のSt. Petersburgへ。Tampa湾には長さ6~15kmほどの橋が4本あるがいずれも土手道(causeway)で、中心部だけが恐竜の背のように盛り上っていて、船を通す方式です。南下してバリアー島伝いに幾つもの橋を渡りながら、湾口部にある島の足状をしたバリアー島Mullet Key(第7図)に到着。ここから2隻のボートで、外洋側にあるNorth Bunces



写真1 新しいバリアー島 North Bunces Key への上陸。

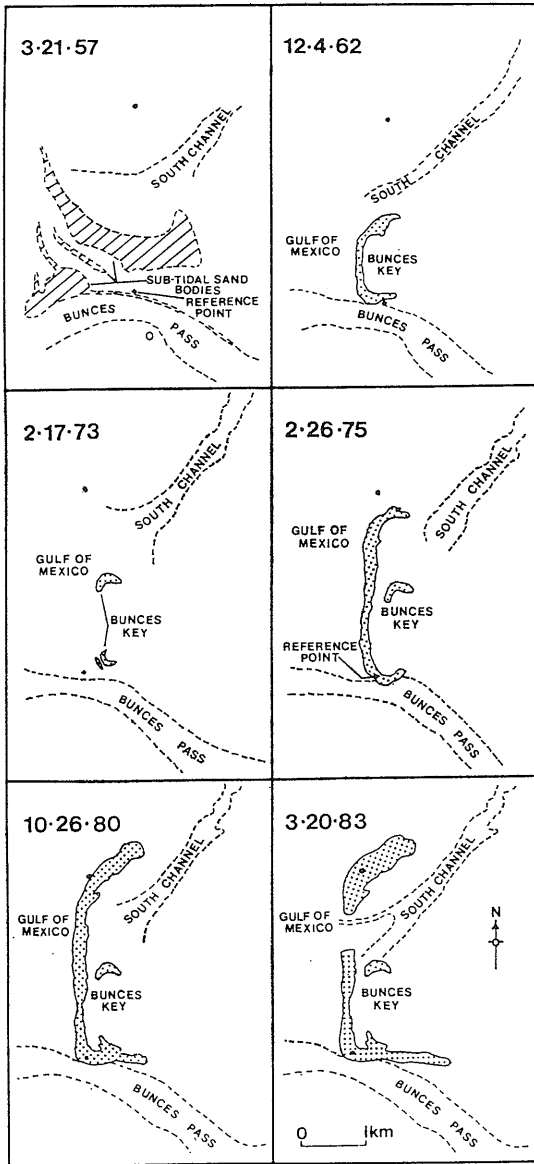
Keyの誰もいない浜に上陸(写真1)。皆、思い思いの軽装で、セネガルのMiss Isabelleはハイレグの衣着にゴムゾリー姿で堂々とかつ歩していますが、少しも違和感がありません。

Davis教授の説明によれば、この島とその南にあるSouth Bunces Keyは、地図にも載っていないできたばかりのバリアー島で、未だ固定されておらず、その中で行われている、砂の移動・堆積の過程は、まさに自然の実験室です。2つの島は、Tampa湾口の潮流口Egmont Channel北側の巨大な下げ潮デルタの上にあります。

N. Bunces Keyは、水中のデルタの中の盛り上り部(shoal)のところ、1960年に初めて現れ、以後の発達のようなすが刻明に記録されています(第8図)。我々が空から見た島の形は、第8図の83年当時ともしっかり変わっていました(写真2)。1985年にハリケーンElenaが島の植物の大部分をはぎとり、外洋側の砂を島をのりこえて内海側へ運ぶオーバーウォッシュ作用によって、島自体を100mも内陸側へ移動させたといえます。

何はともあれ、原始バリアー島の美しいこと。その砂は雪のように白く、すくってみると、前浜の砂でも微細粒でほぼ純粋の石英砂(quartz sand)で、掘ってみてもラミナが全く見えません。ウォッシュオーバー堆積物といわれた砂でさえ細粒で、むしろ水戸の巡検でみた潮流堆積物のほうが粗いくらいです。微細粒でほぼ純粋のquartz sandからなることは、巡検でみたすべてのバリアー島に共通しており、フロリダ西海岸が砂の欠乏した海岸だという説明がよく解ります。

すぐ近くに大都会があるというのに、人工物の漂着はほとんど見られず、前浜には海藻のほかは、大型の貝やカブトガニの遺骸などがわずかに見られる程度。潮の来ないバーム(berm汀段)や後浜は、カニ(シオマネキ)が巣穴から運び出した砂玉で一面に覆われています。砂丘やウォッシュオーバー堆積物からなる島の中軸(高さ1



第8図 North Buncles Key の出現(1960年)以降1983年までの変遷。各図の黒点2カ所は不動基準点。

～2m)には、マツ科やヤシ(palm)科の若木が生え、その間は草叢になっています。その生育は驚くほど早く、マツ科の木などは2～3年で5mにも生育するそうです。島の内側は、水草やマングローブの楽園です。満潮時近くに、水中を歩くと足もとにネっとりした泥がからみついてきますが、すくってみると、何とこれもまっ白な石英質のシルトです。できたばかりの島なので、ラグーンの中にはまだ粘土分や腐植の堆積する時間がないのでしょう。

1990年9月号



写真2 空から見た North Buncles Key の北半分。向う側は古いバリアー島とラグーン。手前側はメキシコ湾。

何を見ても感嘆して立ち止る参加者のせいで大幅に予定が遅れ、教授にせきたてられながら、South Buncles Keyへ。この島はさらに若く、1977年に特別な大嵐もない時に姿を現わし、わづか3年間で概形ができ、1985年のハリケーンでも北部は陸側へ移動したが、南部は植生も剥がされず生き残ったものです。この島もN. Buncles Keyに劣らず美しく、特に潮流口に沿って新しくできた砂嘴(tidal spit)は見事です。しかし、次の予定のためやむなく切り上げ、Mullet Keyに戻り、遅い昼食。

午後からは車を駆って、Long Key, Treasure Isl., Sand Key, Clearwater Beach Isl. (第7図)と、高度に開発されたバリアー島の見学です。開発は1920年代からはじまり、70年代には急ピッチとなり、1986年頃には飽和状態となりました。バリアー島には別荘や高層のホテル、マンションが並び、ラグーン側には島と本土の両側を一部埋立て、さん橋(jetty)、突堤(groin)、土手道(causeway)などにより、景観は一変しました(写真3)。潮流口も両岸が固定され、ハネ橋で連結されています(写真4)。しかしこれによって深刻な問題も生じています。ラグーン側では海水交換不良のための汚染が、そしてバリアー島の海浜では侵食が主要な問題です。とくに外洋に突出しているIndian Rocks付近の海岸はやせ細り(写真5)、1985年のハリケーン Elenaによる大波は島を乗り越えて、家屋や道路に15億ドルといわれる大損害を与えました。潮流口は砂でふさがって海水交換の役に立たなくなったもの(Blind PassやDunedin Pass, 第7図参照)もありますし、なかには突堤ぞいに幅数100mに渡って砂がついて、土地の管理者を大喜びさせたところ(Clearwater Pass, 写真6)もあります。Indian Rocks北側の海岸には、海中消波堤が設けられました。天然石を積み上げた100m足らずの小規模なものです(写真7)が、何とフロリダで唯一のものだそうです。計画は成功

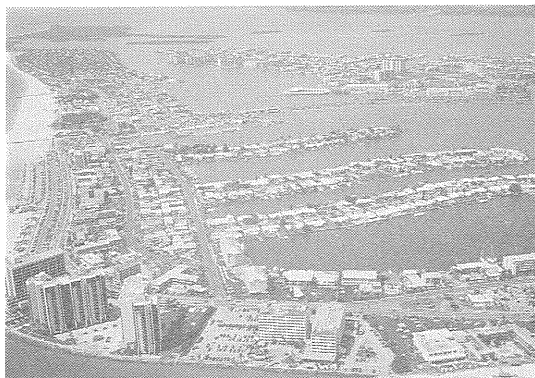


写真3 高度に開発されたバリアー島(Clearwater Beach Isl.). 左側が外洋, 右側がラグーン側. 手前は潮流口 (Clearwater Pass) に沿う砂嘴 (tidal spits) を開発したものの.



写真5 Indian Rocks 付近のバリアー島 Sand Key の海岸. もっとも突出部にあり, バリアーもラグーンも幅が極端に狭くなった所. 1985年ハリケーンで大被害が発生した.



写真4 潮流口 Johns Pass に設けられたハネ橋. 手前側が外洋, 向う側がラグーン. ラグーン内の島は上げ潮デルタの陸化したもの.



写真6 Sand Key 北端に設けられた突堤のため, 3年間で幅数100mにわたり砂が付加された. 左の潮流口は Clearwater Pass.

し、ブロックと海岸の間は干潮時には陸化するに至りました。そこで学者達は、他の侵食地域数ヶ所に同様のプロジェクトを提案したが、地元の反対で往生しているとか。彼らは土地（資産）の損失よりも自然のままを尊重するのか？ それとも単に自分のところは大丈夫と思っているだけなのか？ 無粋なテトラポッドだらけの日本列島を思い浮かべてしまいました。「この地域は開発が本格化してから、まだ10年ストームしか経験していない。もし100年、200年ストームが来襲したら……」と、Davis 教授はお手上げのゼスチャーをしていました。

翌21日はさらに北部へ移動し、再び原始状態のバリアー島、Caladesi Isl. と Anclote Key へ。Caladesi 島は数千年前から存在していたことが知られていますが、島の姿は切れたり、繋がったり、移動したり、絶えず変転しています。我々の上陸したもの、島の一番細いところ

が1985年ハリケーンで切れてできた潮流口（写真8）の付近でした。島の前浜を1mほど掘ると（写真9）、泥炭質シルトがでてきて、かつてここがラグーンであった、つまり島が内陸側に移動したことがわかります。逆に外洋側に砂がついて幅が広がることもあります。Caladesi 島は、珍らしく幅が1km以上あり、最近太った島の一つで、島の長軸に平行なうね状の ridge and runnel 地形がみられます。現在の海浜にもその小規模なものができかかっていた（写真10）。runnel の部分が固定して細長い池になったものは、Cat's eye pond と呼ばれています。由来をきくと Davis 教授は“猫の眼のように細い”からといいます。日本では“猫の眼のように丸い”というので、ドイツ人がニヤリとして「東西文化の違いか」といっていました。cat's eye pond は、砂嘴 (tidal spit) の間にもできています（写真11）。



写真7 フロリダ唯一の消波ブロック堤 (breakwater). 天然石を積み上げたもの. Sand Key.



写真9 約1mのパイプを打ち込み、前浜の堆積物をしらべる。ハンマーを振っているのが Davis 教授。ここでは、約70cm以下は腐植質泥であった。

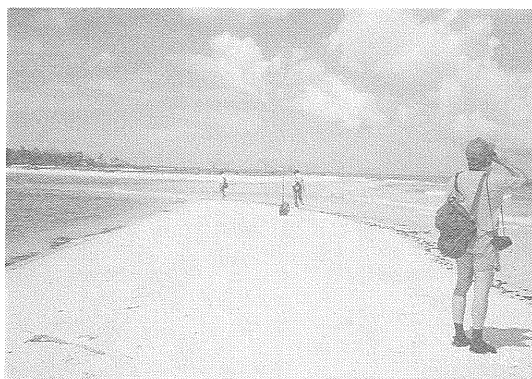


写真8 Caladesi Isl. 内に新しく生じた小潮流口 Willy's Cut と砂嘴。



写真10 Caladesi Isl. の後浜に沿う小汀段列からなる ridge and runnel 地形。

バリアー島海岸の最北にある Anclote Key は、南のバリアー島群から12km、本土からも5 km 以上離れて孤立しており、内側はラグーンというより海そのものです。なぜこんな所にバリアーができたのか？ 教授らの研究によれば、この島に限らず、バリアー島の多くは、海水準低下期に陸化していた地表のわづかな傾斜交換部—おそらく昔の海岸線—に位置しています。Anclote Key の地質断面 (第9図) も、このことを示しています。島の南端部と北端部に上陸して、櫛の歯状や鉤型に発達した見事な砂嘴 (写真11, 12), その間の cat's eye pond 堆積物や植生などを観察。名残り尽きないバリアー島に別れを告げます。

6. フロリダの沼沢性海岸

フロリダ西海岸には典型的な外洋に面した沼沢システムがあることは古くから知られ、古典的な“ゼロエネルギー”海岸といわれていました。しかし近くにバリアー

島という華麗な研究対象があったためか、近年まで詳しい研究がなされず、最近やっと Hine 教授らによって実態が解ってきたのだそうです。

フロリダ沼沢地の成因は、海陸両域にわたる低平な石灰岩質台地 (第3図) の形成と深くかかわっています。沼沢地の地形を支配している主要なプロセスとしては、

- (1) 石灰岩の化学的溶解によって作られた基盤の起伏
- (2) 石灰岩から湧出する冷泉による淡水の供給
- (3) 広域にわたる陸棚の低勾配と、それに伴う低波浪エネルギー
- (4) 碎屑物 (砂) の欠乏

があげられますが、このうち(1), (2)は直接, (3), (4)も間接的に、石灰岩台地からなるフロリダの地域特性を反映しています。さらに、沼沢地の景観を変化させる要因として、(5)海水準の上昇 がきわめて重要です。

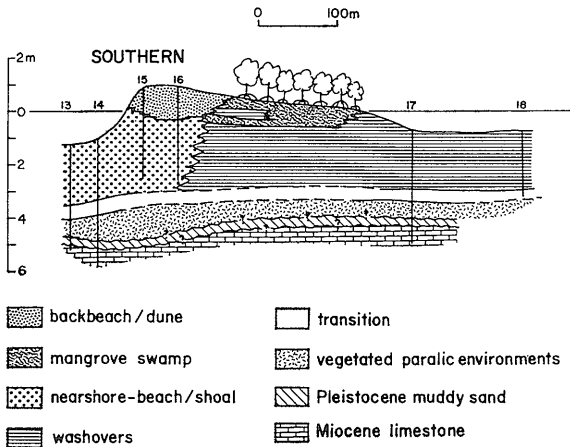
このような(1)~(5)のプロセスの組合わせに基づいて、Hine 教授はフロリダ沼沢海岸の地形を次の4種に区分



写真11 空からみた Anclote Key 南端部. 鉤型の砂嘴とその間の cat's eye pond に注意.



写真12 Anclote Key 北端部の tidal spit 群. すべて約10年間に新しく出現したもの.



第9図 Anclote Key の層序断面図.



写真13 塩水沼沢地に行く. black needlerush が肌を刺す

しています.

- ① berm ridge (marsh) shoreline—バーム沼沢海岸
- ② marsh peninsula shoreline—沼沢半島海岸
- ③ marsh archipelago (rock cored)—沼沢群島
- ④ shelf embayment (associated with spring)—陸棚の湾入

7. 沼沢性海岸の巡検

22日朝, Hine 教授から, 昨日までとは打って違って, “完全武装”を指示されます. 国道で車を停め, 海岸へ向って歩き出してすぐにその意味を了解. 上からは蛇の大群が, 下からは葉先の鋭く尖った硬い草が, 衣服を通してさえ遠慮なく肌を刺してきます. この草はその名も black needlerush, “針の突撃”という恐ろしいイグ

サ科の草で, 塩水湿地の代表的な植物相をなしています (写真13). 干潮時なのに足元は泥の水溜りで歩きにくいこと. とうとうよろけたはずみで, 右眼を思い切り突き刺されて, 翌日から物が二重に見えたりの大重傷を負ってしまいました.

途中で, 噴火口のように丸い形をした, 径 100m ほどの池にぶつかりました (写真14). 石灰岩の地下侵食によって地表が陥没した一種のドリーネで, sinkhole と呼ばれています. この種の大小の sinkholes は沼沢地に無数にあって, 地下の石灰岩の存在を物語っています. ここからは真水が湧き出し, マングローブの林が池を縁どっています.

一時間半ほどの難行苦行, 約 3 km を歩いてバーム海岸に到着. ここは他地域の沼沢海岸と比べると比較的砂の供給が多く, 高さ数 10cm の低い汀段 (berm) が前浜と後浜を分けています. 前浜といっても, 幅は10m ぐらい. 勾配も緩やかです. 後浜はいきなりマングローブ湿地, そしてすぐに“針の突撃”の湿地となります. 砂が豊富とはいっても, 1 m ほど掘るとすぐ基盤の石灰岩

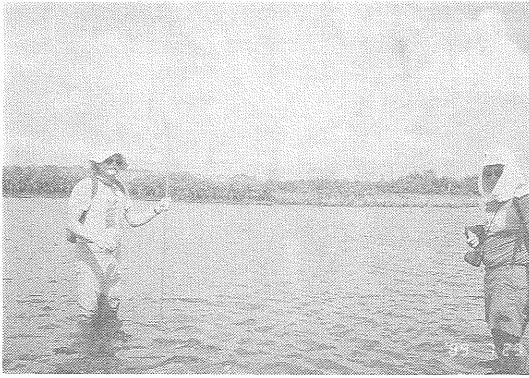


写真14 沼沢地にみられる sinkhole. まわりはマングローブ湿地。左側は Hine 教授で、手に持っているのは“検土杖”（沼沢地に突き刺して基盤の深さを調べる）。

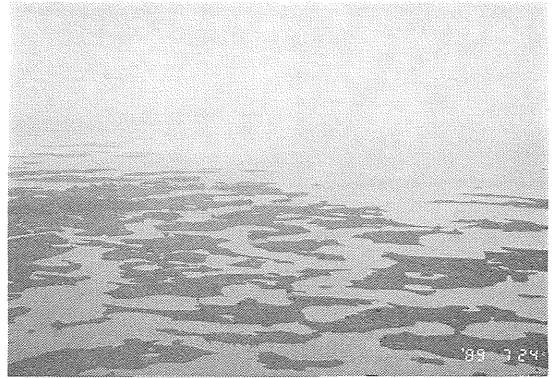


写真16 空からみた沼沢群島の外洋（向う側）寄りの部分。



写真15 空から見た沼沢半島海岸。無数の sinkholes に注意。



写真17 内陸寄りの沼沢地と潮汐クリーク。クリークの縁にマングローブ湿地が発達する。島状にハンモックがあり、その間は塩水沼沢地からなる。

風化帯に達してしましますが、とに角そのお陰で、地表や海岸の凹凸がならされ、比較的単調な汀線と、sinkholesがあるほかはほとんど平坦な塩水湿地ができ上がっているのです。

再び、ひたすら“針の突撃”の湿地を歩いて国道に戻り、今度は車で、沼沢地の代表的な景観を見物します。

バーム海岸の北側には、沼沢半島海岸が広がっています(写真15)。これは、砂の供給が少なくて砂浜海岸を維持できなくなったため、基盤の出入りがそのまま海岸線の形に反映しているのですが、まだ若干は残っている砂で、内陸の起伏はならされて広い湿原となっているものです。sinkholesはバーム海岸よりずっと豊富です。

さらに北方へ行くと、砂の供給がほとんどなくなって、marsh archipelagoと呼ばれる、大小無数の島々からなる地域(海域)となります。空から見ると、海側ではガラスの破片のような島々が浮んでいて、“海に溺れた沼沢地”という感じがしますが、内陸側は、大小の潮汐クリーク(tidal creek, 濬)によってヒビの入った餅の

表面のように見えます(写真16, 17)。

沼沢海岸システムでは、地形の高低と塩分濃度に支配されて、特徴的な植物コミュニティが発達し、植物相をただ見て沼沢地のどの部分に当るのかすぐわかるほど、見事に棲み分けています。およそ内陸側から海側へ、環境と植物相は次の6種に分かれています。

(1) 淡水沼沢地：満潮線より高位にある湿地で sawgrass という恐ろしい名を持つ草などの単一相からなる(写真18)。

(2) 塩水沼沢地：満潮線以下にある湿地で“針の突撃”(black needlerush)の単一相からなる(写真13)。

(3) ハンモック：(1)や(2)の間にとり残された微高地で、基盤岩の高まりを反映している。熱帯特有のシャワーによって滞水層ができ、淡水性の喬木が生育し、密林をつくる。樹種はヤシ科(palm, parmetto)、マツ科, red cedar(ヒノキの一種)など(写真18)。

(4) マングローブ湿地：島のまわりや潮汐クリークの縁をなす潮間帯で、2種類のマングローブと塩水性のつ



写真18 淡水沼沢地(手前)とハンモックの植物相(マツ, red cedar, キャベツヤシ等からなる).



写真20 生きているカキ礁の観察.

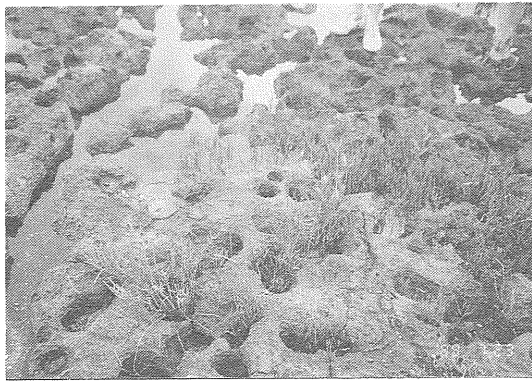


写真19 基盤の石灰岩(沈水し植物が枯死したハンモック跡)にみられる bioetching による穴と溝.

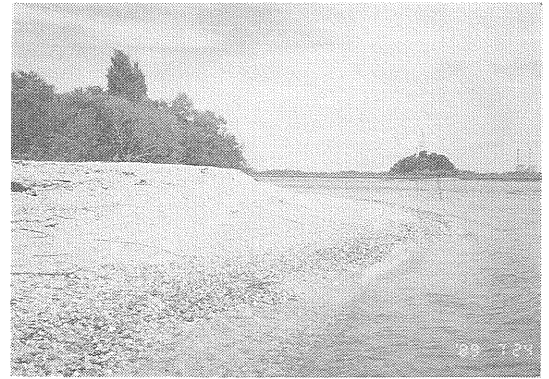


写真21 貝塚の島 Shell Island. 向うのこんもりした島も同様で、島には湿地がなく、ハンモックの植物相におおわれている。

る草や水草がはびこっている。

(5) 潮汐クリークや群島間の陸棚：海草と海藻が豊富。

夕方近く、沼沢群島の中にしつらえた、尾瀬の棧道のような所を歩き、その末端で木製の櫓に登り、周辺を観察します。近くでこそマングローヴ湿地・塩水沼沢地・ハンモック等の区別がつくものの、遠方では島か陸か、海かクリークかの区別もつかない風景が広がっています。渺渺漠漠という表現がピッタリです。

石灰岩の溶解を反映した地形が至るところに現われています。最小スケールでは植物根のエッチングによる穴や溝(写真19)、10~数百mのスケールでは、sinkholeやハンモックなどのカルスト的な起伏があり、潮汐クリークのパターンも、基盤の割れ目を反映し、平行、かぎ型、矩型などの配列をしています。そして最大スケールの地形は shelf embayment そのもので、石灰岩から湧出する大量の冷泉が地表の石灰岩を溶解して、沼沢群島を消滅させ、深い湾入をもたらしたのです。

23日、巡検最終日の午前は、この沼沢海岸で最大の陸棚湾入 Crystal Bay と、これを作った Crystal River のポートによる見学です。はじめ沖合の marsh archipelago 先端の島にとり付いて、マングローヴ湿地の植物相や底質を観察、次いでこの巡検のハイライトの一つ、カキ礁(oyster reef)の調査です。Crystal Bay のカキ礁は、沖合5 kmまでの間、南北方向10km以上にわたり、4~5列に分れて分布しています。このうちもとも内側の列だけが生きたカキ礁で、海上に顔を出していますが、外側の列はすべて沈水し、死骸の集まりからなっています。海水準上昇によって海側の礁は弱れ、陸側へ新しい礁が作られていったせいです。はじめ沖合いにある海面下2 mほどにある古いカキ礁の地形や構成物を、泳いだり潜ったりして観察。次いで陸地近くの現世のカキ礁におもむき、折から休息中のペリカンや海鷗の大群に退去して載って上陸。ほぼ、カキ(Crassostrea virginica)の単一群集からなっています(写真20)が、こ

れを餌とするツメタガイやイモガイの仲間もみられます。よく見ると基盤の石灰岩も顔を出しており、この辺のカキ礁は、形は bioherm 状だが、もともとはハンモックの水没した基盤の高まりにあることがわかります。

Crystal Bay にみられる無数の島々のところどころに、前浜の部分が高く、ヤケに急傾斜な、沼沢群島のなかでは違和感のある島がみられます。上陸してみると、なんとすべてがカキなどの貝殻からできています。地元では Shell Island と呼ぶ。B.C. 200年頃から15世紀頃まで住んでいたインディアンの食料基地だったので(写真21)。Crystal River のまわりはインディアン達の楽園であり、考古遺跡の宝庫といわれています。

最後に、Crystal River を10kmほど遡って、水源をなす大きな池に到着。池の中には30あまりの自噴泉の vent が知られています。無論、石灰岩からの湧泉です。湧出量は潮の干満に左右されますが、平均 25.6 m³/秒と世界でも最大級の湧泉群です。年中22℃の恒温なので、冬場には温い水を求めてマナティー(人魚のモデルといわれる水性哺乳獣)が集ってくるそうです。岸边には“マナティーに注意”の立札が立っていました。“熊に注意”とは反対に、おとなしい希小動物マナティーを、人間が傷つけるな、という意味です。

ここはまた、スキューバダイビングの発祥の地(池)でもあります。大熱の人が思い思いにボート、水泳、ダイビングを楽しんでいます。我々も昼食をとりながら、泳いだり潜ったりして楽しみました。

8. 巡検地の空からの観察

巡検最後で最大のイベントとして、4日かかって見て

きた150kmの海岸の空からの観察が企画されていました。Crystal River 付近のローカル空港から、4人乗り軽飛行機5機をチャーターし、一機に2人づつ乗って、低空かつ低速で、海岸沿いに Tampa 国際空港まで一気に戻るといっていい巡検です。原始のままの沼沢海岸とバリアー島海岸の空からの景観は変化に富み、実にエキサイティングです。また人工開発された所と原始状態とのコントラストも印象的です。パイロットも親切に、希望に応じて旋回したり、一部戻ったりして観察と撮影に協力してくれます。約1.5時間も一瞬と思える程で最初の巡検地 N. Bunces Key まで達した頃から、猛烈なシャワーに襲われて国際空港まで辿りつけず、近所のローカル空港へ緊急着陸。お陰で帰国の予定便には間に合わないというハプニングはあったものの、旅のはじめの夕焼けと共に、その終りを印象づけるにふさわしいシャワーでした。

こんな素晴らしい巡検を、我々は第29回 IGC で提供できるだろうか、と思いながら帰途につきました。

文 献

- Davis, Jr., R.A. and Hine, A.C. (1989): Quaternary geology and sedimentology of the barrier island and marshy coast, west-central Florida, U.S.A., 38p., Field Trip Guidebook T375, 28th I.G.C.
 牧野泰彦・増田富士雄(編)(1989): 古東京湾のバリアー島。日本地質学会第96年学術大会 見学旅行案内書, p. 151-199.
 斎藤文紀(1987): 海水準変動に支配された海成沖積層の形成モデル。月刊地球, vol. 9, p. 533-541.

KAKIMI Toshihiro (1990): Barrier island and marshy coast, Florida, U.S.A.

<受付: 1990年2月13日>

地学と切手



ペルーのエル・ミスチ火山

ペルー南部の都市アレキパは海拔3,500mの所にあるがその北東に5,840mの富士山型の成層火山エル・ミスチ火山が聳えている。アレキパの北東には円錐形が3つ並んでアンデス山脈を作っているが、エル・ミスチ火山はその中でも最も美しく有名である。エル・ミスチ火山は歴史時代に大規模な噴火活動は記録されていないが、弱い噴気活動が続いており、15世紀からの500年の

P. Q.

間に10回ばかりの小爆発が記録されている。

山頂には直径835m、深さ120mの火口があり、その中に新期の噴石丘があり、その直径は450mで、火口の直径は130-140、そこから水蒸気の柱がしばしば見られる。

岩石は角閃石黒雲母含有紫蘇輝石普通輝石安山岩、角閃石安山岩、角閃石紫蘇輝石安山岩、普通輝石紫蘇輝石安山岩、角閃石普通輝石安山岩の溶岩とそれらの火山碎屑物からなっている。

切手は1974年に発行された。アレキパの街の後にみえるエル・ミスチ火山。