

海浜堆積物からみた石垣島の完新世環境変化

春名美佳

キーワード: 石垣島, 海浜堆積物, 完新世環境変化, 津波

1. 研究の目的

第四紀に登場した人類は、周期的に変化する環境の中で生産活動を営み、世界各地に文明を発展させてきた。しかし今日では、人類は地球のメカニズムを混乱させてしまうほどの存在となり、深刻な環境問題を生み出している。

南西諸島に属する亜熱帯の島「石垣島」は、美しいサンゴ礁に取り囲まれた島である。しかし、石垣島も近年開発が進み、土砂流出によって真白に輝いた砂浜が赤く染まり、サンゴ礁の海が著しく汚染されるなど、島の風景が大きく変容し環境悪化が危惧されている。

地球環境の悪化を認識し始めた我々は、20世紀半ば以降、環境問題の解決を図るために地球のメカニズムを解明しようと力を注ぐようになった。そして、地球環境に関わる自然科学の諸分野においては、環境変化のメカニズム、予測・対策に加えて、その基盤となる過去の地球環境変化の詳細な復元を行う試みが進められている。特に、現在の地球環境は、地球の歴史において最も新しく人類が劇的に繁栄してきた完新世にあたる。この完新世の環境変遷を知ることが、地球の本来の姿を取り戻す重要な手だてとなると考えられている。現在こそ、従来の伝統的な学問分野にとられない学際的な研究者達によって、着実にその成果が蓄積されつつある現状にある。

けれども、人類が地球システムの変動に関して何らかの記録を残すようになったのは、古い記録のあるところでも2000年前までのものである。また、機器観測を始めてからも100年有余に過ぎない。したがって、最近100年ほどの期間内で観測・測定したデータが、数千年にわたる環境変動史にどう位置づけられるか、また将来予測にどう役立てられるのかについては、過去の環境の「指標」となるものを見出し、その変遷過程、要因・条件を調べることを基礎にして、それから類推するしか方法はない。そのうえ、地球上全ての地域の調査データがあるわけではないため、可能な限り多くの地域のデータを集めなければ、ローカルな地域に適切な予測・対策を構築することはできない。

本論文では、石垣島で掘削されたボーリングコアの分析を通して、石垣島の古環境変化と、そこに記録された津波の歴史について、先人の研究成果をもとに、石垣島の地形をはじめ石垣島特有の環境を踏まえて検討を試みる。それは、石垣島に限定した将来予測や対策を発見する機会を与える。また、このようなローカルな地理的・地質的な研究が、いずれはグローバルな意義を持つ研究につながるであろうと期待し、検証することを目的とする。

2. 研究方法

はじめに、本研究で取り扱ったボーリングコアについて説明する。

本研究で使用したボーリングコアは、名古屋大学によって採取されたものである。ボーリングは深さ85mまで行われ、標本ビンに5cmごとに納められている。なお、地表部分0mから深度1.50mまでは、埋め立てによる人為層と考えられるため、この層準は除外し深度1.50m以下を対象としている。

深度(m)	年代(yrB.P.)
2.86	1605±30
4.17	4550±30
6.78	4895±30
8.68	5300±30
12.56	7100±30
14.30	7385±30
16.54	7725±35
18.82	7955±35

また、同大学の小澤智生氏、藤木利之氏によって数ヶ所の深さの表1 ^{14}C 年代測定結果コアが ^{14}C 年代測定され、明らかとなっている(表1)。

本研究においては、完新世の時期に対比される深度約20mまでのコアを対象とした。しかし、

^{14}C 年代測定の結果では、深度 18.82m と 19.35m の年代が、7955 \pm 35 年前から 7940 \pm 35 年前であり、わずかに年代が新しくなっていることから、18.82m、標本ビンに置き換えると 18.85m までのコアを使用することにした。なお、3.75m、3.80m、3.85m、3.90m、4.85m、4.90m、4.95m、9.30m、9.65m、9.90m、9.95m、11.50m、11.80m、14.70m の標本ビンは抜けていたため、数値などは空白としている。

(1) 観察

表2 30cm ごとの観察結果

深さ(m)	貝殻破片	サンゴ類の破片	有孔虫	備考	深さ(m)	貝殻破片	ハラの花	目の形	備考
1.50					11.10	○	△	△	
1.80					11.40	○	○	△	
2.10					11.70	○	○		
2.40					12.00	○	△		
2.70					12.30	○			
3.05	◎				12.60				黄色鉱物○
3.30	○				12.90		△		黄色鉱物○
3.60	△				13.20	○	○		黄色鉱物○
4.00					13.50	○			黄色鉱物△
4.70					13.80			△	
4.90		△			14.10		○		黄色鉱物△
4.80	○	○		黒っぽい	14.40				黄色鉱物△
5.10				黒っぽい	14.70				黄色鉱物△
5.40	△	○	○	黒っぽい	14.95				黄色鉱物△
5.70	○	○		黒っぽい	14.70				黄色鉱物○
6.00	○			黒っぽい	14.75				黄色鉱物△
6.30	○			黒っぽい	15.00				黄色鉱物○
6.60				黒っぽい	15.30				黄色鉱物△
6.90				黒っぽい	15.60				黄色鉱物○
7.20	○		△	黒っぽい	15.90				黄色鉱物△
7.50	○			黒っぽい	16.20				黄色鉱物△
7.80	○		○	黒っぽい	16.50				黄色鉱物△
8.10	○			黒っぽい	16.80				黄色鉱物△
8.40	○		◎		17.10				黄色鉱物△
8.45	○	◎	◎		17.40				黄色鉱物△
8.70	○		◎		17.70				黄色鉱物△
9.00	○		○		18.00				黄色鉱物△
9.35	○	○	○		18.30				黄色鉱物△
9.60	○		◎		18.60				黄色鉱物△
9.85	○	◎	○		18.85				黄色鉱物○
10.25	○		○						
10.50	○								
10.80	○	△	△						

はじめに、完新世の層準に当たる 1.50m から 18.85m までのコア試料を順に並べ、この中から 30cm 間隔に試料を抽出した。抽出した試料はビーカーに入れてヘキサメタリン酸ナトリウムを加えた水で溶いた後に、超音波分離器にかけて粒子を分散させた。その後、150℃に設定したホットプレート上で乾燥させた。

堆積物が乾燥した後、顕微鏡でその特徴や変化などについて観察を行った。そして、特に特徴的な変化があったものに関して、その有無や量の変化を記録した(表2)。

(2) 粒度分析

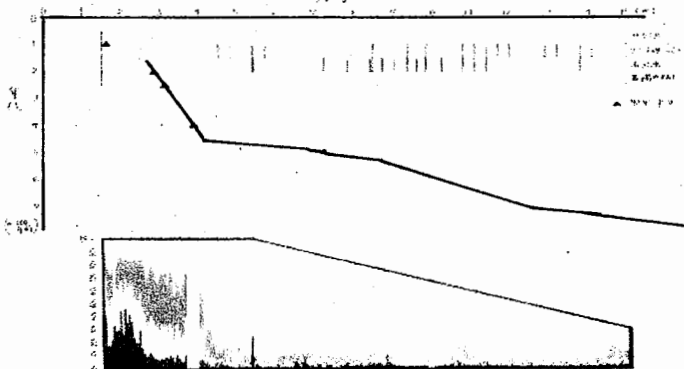
深度 1.50m から 15.00m までを 5cm ごとに上部から、すべてファイスケール $\phi - 1$ (2.00mm), 0 (1.00mm), 1 (0.500mm), 2 (0.250mm) の 4 種類のステンレス標準篩を用いて粒度組成を測定した。

まず、標本ビンの半分ほどのコアを取り出し、耐熱ビーカーに入れて 150℃に設定したホットプレート上で乾燥させる。

乾燥した試料は、計量容器に移し入れ全体の重さを記録する。そして、ヘキサメタリン酸ナトリウムを加えた水で溶いた試料を超音波分離器にかける。

これを -1, 0, 1, 2 ファイの順に積重ねた標準篩に流し込み、水を注いで完全に流しきる。そして、篩のまま再度 150℃に設定されたホットプレート上に乗せ乾燥させる。乾燥後、-1, 0, 1, 2 の篩の順に紙の上へきれいに移し、計量し記録する。量り終えた堆積物は、もとの標本ビンに戻す。

そして、全体の重さから割合を出し、 ^{14}C 年代測定結果に合わせて粒度組成の変化と観察結果を一つにまとめて図示した(図1)。



および観察結果

3.石垣島の自然概観

(1)地理・地質

石垣島は、沖縄本島的那覇市からはおよそ 430km 南西に位置している。石垣島の属する琉球弧は、九州南部から 1200km にも連なる一大島弧であり、琉球弧と平行するかのよう太平洋側には長大な琉球海溝が分布し、一方、東シナ海側には沖縄トラフ(舟状海盆)が発達している。

琉球海溝は東からフィリピン海プレートが沈み込んでいる。また、沖縄トラフが深度 2000m 以上のやや浅い海盆をなし、西側には東シナ海大陸棚が広がっている。さらに琉球弧は、北から南に、北琉球、中琉球、南琉球に区分されている(小西, 1965)。

南琉球に属し、八重山列島の東端に位置する石垣島は、北・中琉球と異なる基盤岩類でできており、八重山変成岩類、野底火山岩類、八重山層群など、変成作用や火山活動、あるいは浅海成の堆積相から構成されている(木崎, 1985)。また、石垣島と西表島の間には「石西礁湖」と呼ばれる、琉球弧では他に久米島東部沖にしかない堡礁が広がっている。

また、石垣島は南西諸島の中でも最も高い山(於茂登岳)を持つ島でもあり、目崎(1985)は「高島」と「低島」という名称で区別している。

(2)気象・気候

石垣島の近海を流れる黒潮は、世界有数の大海流である(堀越ほか, 1987)。この黒潮の影響により、サンゴ礁の生育環境が満たされている。また、石垣島は、冬季はシベリア高気圧の縁にあたるため、本土に比べてシベリア高気圧(熱帯外循環)の影響が少ない。一方、夏季は亜熱帯高気圧(熱帯循環)に支配される期間が本土に比べて長くなる(中村ほか, 1996)。このような亜熱帯地域に属する石垣島は、5月から6月にかけては梅雨、および台風の来襲などで多量の降雨があり、本土とは異なる環境を持つ。これは、日本本土では見ることのできない動物や植物が数多く生育していることからわかる。

(3)掘削地点

石垣島には、沖縄圏最高峰の標高 525.8m の花崗岩からできている於茂登岳がそびえている。この於茂登岳を主峰とする山地は島の北部一帯を占めており、その主稜線は東西に伸びている。

於茂登岳の南西斜面から流れ出す名蔵川は、標高 20m から名蔵平野を流れるようになり、やがて下流域に三角州を形成する。そして、最終的には海岸砂州の内側にできた潟湖に流入する。名蔵川の上流域は広葉樹林や畑・牧草地となっており、下流域の三角州地帯は畑や荒地、そして水田として利用されている。

石垣島の西海岸には、名蔵川が排出した砂とサンゴ礁で生産されたサンゴ砂が沿岸流により運ばれ、細長い海岸砂州が発達している。この砂州の内側には潟湖が発達しており、砂州の外側には島を囲うようにサンゴ礁が取り巻いている。

裾礁である名蔵湾のサンゴ礁は、干瀬時には露出する礁原(干瀬)が主体となっている。

一般に、外洋に面した波の強いところほど海水の循環が良好で、サンゴの餌となる食物が豊かであるため、名蔵湾のサンゴ礁は石西礁湖に面して波浪の影響を受けにくい。干瀬の発達が石垣島東海岸に比べて劣っている。

また、掘削地点は名蔵平野の標高 3m に満たない地点で、名蔵湾岸までの距離はおよそ 1.5km である。



図2 掘削地周辺図

4.ボーリングコア柱状図とその説明

(1) ボーリングコア柱状図の概要



図3 ボーリングコア柱状図
(名古屋大学による)

ボーリングコアは、砂礫を主体とする陸成層とその間に挟まれる黒色に近いシルトの互層からなっており、シルト層は海成の有孔虫が多く含まれることから海成層と考えられる。深度 86mから表層までの間には、主なシルト層が計4層認められる(図3)。本研究の対象範囲である完新世の時期に対比する基底 1.50m から深度約 20m までのコアは、最上部には砂層、その下に黒色シルト層と粘土層、その下には泥まじりの砂礫が堆積していることがわかる。

深度 23m~18.27mの礫層

この層には、礫層が堆積している。それらは、赤色あるいは褐色を呈しており、明らかに陸成層である。

この層準は、最終氷期の海面低下期に陸地であったことから、おそらく約 2 万年前の最終氷期において、海面が-100m近くまで低下していた時期には、ボーリング箇所は、於茂登岳から名蔵川によって運ばれた砂礫が

堆積してできた扇状地であったと思われる。そして、亜熱帯に属する石垣島において赤色風化作用が進み、赤色化を受けた可能性が高い。

深度 18.27m~14.47mの泥まじり砂

深度 23m~18.27mの赤みを帯びた礫層の上には、泥まじり砂が堆積している。この層は、2φ以上の細粒物質が 58~85%も含まれており、最終氷期が終わりを告げ、完新世の海進が始まった当初のコアであると考えられる。なお、砂層の大部分は黄褐色を呈しており、陸地環境の性格の強い層であると判断される。

深度 14.47m~8.0mの黒灰色粘土

深度 18.27m~14.47mの泥まじり砂層の上には、黒灰色粘土が堆積している。この粘土層は、貝殻片、有孔虫、サンゴ礁のバラが層中に検出されることから、明らかに海成層と判断される。

しかし、この層準の下半部にあたる深度 14.47m~12.5mの層準には貝殻片、有孔虫、それにサンゴ礁のバラが多くなく、しかも粘土の色が黄褐色を呈しているので、陸の時代から海の時代に漸移する時期の堆積層と考えられる。これに対して、上半部にあたる 12.5m~8.0mの層準には、貝殻片、有孔虫、サンゴ礁のバラが多量に含まれるので、本格的な浅海の時代に入ったことを示唆する。

深度 8.0m~3.6mの黒色シルト層

深度 8.0m~3.6mには、黒色シルト層が堆積する。この層準には、貝殻片、ところどころに有孔虫、サンゴ礁のバラが検出され、黒色のシルトが堆積していることが特徴である。しかも、この層準の下半分には、2φ以上の細粒物質が 26~73%含まれるやや細粒層であるのに対して、上半分は 2φ以上が 20~50%含まれ、やや粗粒化するとともに植物遺体が含まれる。これは、ボーリング地点が浅海の時代からしだいに潟湖(ラグーン)に移行し、名蔵川による沖積作用の影響が及び始めたことを示唆する。

深度 3.6m～1.55mの泥まじり砂

深度 3.6m～1.55mには、泥まじり砂層が堆積する。この層準は、2φ以下の細粒物質が70～90%を占める砂を主体にする層である。砂層中には、貝殻片やサンゴ礁のバラが認められるものの、その数は少なく、明らかにラグーンではない浜堤環境の性格が強い。おそらく急激な海進期に、波浪がバリアリーフを越えて浜に打ち寄せせるため、汀線近くに浜堤が形成されたと推測される。

(2) 堆積速度

表1から堆積速度を求めたのが表2である。

この表から、5300年前頃から急速に堆積速度が速くなり、4895年前頃までこの傾向が継続したこと、その後、4550年前頃までは堆積速度が比較的速かったが、その後に沈静化したことがこの表からうかがえる。

表2 堆積速度

深度(m)	層厚(cm)	年代(年前)	堆積速度(cm.年)
0-2.66	266	1605	0.17
2.66-4.17	151	4550	0.05
4.17-6.78	261	4895	0.76
6.78-8.68	190	5300	0.47
8.68-12.56	388	7100	0.22
12.56-14.30	174	7385	0.61
14.30-16.54	214	7725	0.63
16.54-18.82	228	7955	0.99

5.コアに含まれる化石など

コアには、貝殻片、有孔虫、サンゴ礁のバラなどが含まれている。

(1) 貝殻破片

まず、貝殻片には、ほぼ完全な形態を保っているものと破片の場合の両方がある。

貝殻片は深度13.5mから検出され始め、深度5.5m層準までほぼ連続して検出される。とくに深度12m～7mまでは連続的に出現する。この層準は縄文海進の時期であり、ボーリング地点が海域であったことを裏付ける。

深度7～6.4mでは貝殻片は検出されないが、深度6.3m～5.4mの層準において再び貝殻片が出現する。その後小さな破片を含めると、4.8m～4.60m層準、3.6m～3m層準、2.40m層準、2.05m層準の4層準に出現する。しかし、それらは断片的であり、検出されない層準を挟んでいることから、津波の層準ではないかと考えられる。

(2) サンゴ礁のバラ

サンゴ礁のバラ(写真1)と名付けたのは、砂漠のバラと形が似ているからである。砂漠のバラは、半月状に成長した結晶が互にくっつきあった鉱物のことである。注)以下「サンゴ礁のバラ」と表記する。

砂漠のバラは、鉱物学的な組成・結晶型はさまざまで、各地の砂漠で花卉の形に成長した鉱物を、その組成を問わず砂漠のバラと呼んでいる。このような砂漠のバラと認識される鉱物は、長い年月をかけて地中で成長するが、温度や結晶成長速度や周囲にある地質の違いによって各々の色や形に変化する。

一方、サンゴ礁のバラは1mmほどで砂漠のバラに比べると著しく小さい。形は砂漠のバラのように、板状の破片がくっつきあった集合体をしている。しかし、石垣島には砂漠が存在しないため、砂漠のバラと同じようなメカニズムで形成されたとは認めることはできない。

砂漠のバラが形成される過程には、オアシスが関係している。オアシスの水はミネラルを多く含んでおり、砂漠地帯の強い熱による毛細管現象の影響によって、地中にある水分が少しずつ上昇していく。この時、地表にでる前に地中内部で蒸発し、残った様々な成分が濃縮され沈殿して鉱物となる。

では、採掘地周辺に砂漠地帯の地質と共通する点があるかを考えてみる。

石垣島の周囲はサンゴ礁で覆われている。サンゴ礁は炭酸カルシウムからなる骨格を持っており、生きている間は、この炭酸カルシウムがあられ石という鉱物であるが、しだいに方解石という鉱物に変わっていく傾向がある。あられ石と方解石は同じ成分からなる鉱物であり、炭酸カルシウムからできている。また、貝化石もサンゴ礁と同様炭酸カルシウムからできていることを考えると、石垣



写真1 サンゴ礁のバラ

島の地質に含まれる代表的な成分は、炭酸カルシウムであると言える。

一方、砂漠地帯は降水量より蒸発量が多い。そのため、土壌中の塩基含量が高く、炭酸カルシウム、石膏、あるいは可溶性塩類が多く含まれる。環境の異なる砂漠とサンゴ礁地域であるが、炭酸カルシウムが存在することは共通している。

次に、砂漠に現れるオアシスに代わる現象が石垣島でも見られるかどうかである。

石垣島の地形や環境から、外洋から流入する波によって海岸に水たまり、その後そこに波が押しよせてこなかった場合、波が引いた後に取り残された水分は熱によって蒸発していく。この時地中で濃縮された成分は、長い年月をかけて結晶となる。

石垣島は亜熱帯に属し、一年中平均して気温が高いことから、水溜りは短時間で蒸発することが考えられる。しかしこの場合、海岸からの距離は制限されるが、採掘地の海岸までの距離は、現在の地形では約 1.5km であり、過去の環境変化を踏まえれば考えられなくもない。

さらに、掘削地点周辺の特徴から、於茂登岳から流れ出る名蔵川流域は扇状地であるため、台風や大雨の影響で氾濫して周囲に水が流れ出し洪水となり、一時的に川の周囲に水がたまるという場合が考えられる。したがって、採掘地周辺において砂漠のバラと同様の鉱物が形成されることは不可能ではないと言える。

ただし採掘地点近海は、サンゴ礁が防波堤となり高潮が押し寄せにくい地域であるため、砂漠のバラと同様の形成過程や構造をなすとは認めづらい。

しかし、この物質がただの砂ではないことだけは断言できる。外部や内部からの影響を受け、ある深さにだけに含まれているということは、完新世の環境変化を裏付ける証拠に変わりはない。

(3) 有孔虫



海水中に生息し、目の形に似たもの(写真2)は、スピロロキュリナ(学名: *Spiroloculina*)と呼ばれる有孔虫である。注)以下「有孔虫」と表記する。これは、サンゴと同じ造礁生物で、炭酸カルシウムの骨格や殻を持つ原生生物である。

これは、カンブリア紀〜現世にわたって繁栄した生物で、化石種・現存種あわせて 18,000 種が数えられている。

また、日本名ではヒラタシラガイと呼ばれており、シラガイ科の種である。日本においては近海に広く分布している種であり、

変化を遂げた最終種においては、汽水域にも生息していると言われて

いる(岡田, 1988)。

有孔虫をはじめ放射虫や貝形虫など、殻を持った海生の微小生物は海水の温度、塩分濃度、光、溶存酸素量、栄養塩類、底質、水圧といった環境に左右される生物であり、特定の地質時代には特定の微化石種が産出することがわかっている。

しかし、有孔虫化石が海中で死んで海底に堆積したものか、砂浜に死骸が打ち上げられて堆積したものか、さらには砂浜に打ち上げられ暴風や津波によってさらに奥地へ運ばれて堆積したものか、それは幅広い検証が必要である。しかし、連続して含まれていないことは、ボーリングコア掘削地の堆積時の環境が前後の時期と何かしら変化があったということであり、それは環境を復元する上でとても重要な指標となる。

(4) シルトと黄褐色粘土

黄褐色粘土は、深度 23m〜14mまで認められる。この黄褐色粘土は、陸上で風化作用、あるいは土壌化作用によって生成した古土壌である。この層準には、礫を含むことから約 2 万年前の最終氷期から完新世の約 7000 年前までに堆積した地層であり、黄褐色土は、海進が及ばない陸上で風化生成したものである。

これに対して、黒色シルトは明らかに海底に堆積した物質である。この黒色シルトは深度 9m〜4.7mに堆積しており、堆積速度がもっとも速い時期にあたっていることは興味深い。おそらく急激

な海進に伴って形成された波静かな潟湖ラグーン底に堆積したものであろう。

6. 粒度分析

本論文では、堆積物を-1.00(2.00mm), 0(1.00mm), 1(0.500mm), 2(0.250mm)の各ファイ(φ)の大きさのステンレス標準篩を使って粒度分布を測定した。-1.00 φ(2.00mm以上)以下は礫, 0 φ(1.00mm)以上は極粗粒, 1 φ(0.500mm)以上は粗粒, 2 φ(0.250mm)以上は中粒砂以下に区分される。本論では 2 φ(0.250mm)よりも細粒の堆積物は分析から除外した。なお、測定した物質は、全て基盤岩の砕屑物とサンゴ石灰岩の砕屑物である。

対象範囲は、観察を行った際に見られた化石などの特徴がある範囲、目測にて粒度の変化が見られる深度 1.50m から 3.05m, そして、化石などが含まれる最下部の深度 14.10m 以降においては、それ以前との差異を確認しておく必要があることから、深度 1.50m から 15.00m までとした。

7. 石垣島の完新世環境の復元

本研究の対象範囲となったコアは、大きく4層に分類されることがわかった。それは、深度 14m 以深の層、深度 14m~4.1mの層、深度 4.1m~2.6m, 深度 2.6m~1.5mの4層である。

陸の時代(7200年前以前)

深度 14m以深の層は、黄褐色を呈し、陸上のコアであることを物語っている。これに対して、14m~4.2mの層は黒灰色を呈し、明らかに内湾あるいはラグーン性のコアであることがわかる。さらに、4.2m~3.7mの層は砂まじりシルトであり、上層に向かってしだいに砂が増加する。海岸砂州背後に形成された潟湖(ラグーン)のコアの特徴を有する。

陸—海の漸移時代(7200~7000年前)

深度 12.5m~14mは泥まじり砂であるが、有孔虫やサンゴ礁のバラの有無の変化が著しい。陸の環境が優勢な砂浜であったか、名蔵川が上流から運んできた河川砂であったか、この時期の環境は明確ではない。貝殻片は、深度 13.2mから 13.5m層準に含まれているが、有孔虫は 13.8m層準だけに含まれおり、サンゴ礁のバラにおいては、13.8m~14m層準と 12.8m~13.2m層準に含まれているといったばらつきがあり、この 12.5m~14m層準は完全に離水した環境ではなく、海水準が急速に上昇していく中で、約 200 年間にわたって陸と海が漸移する時代であったのではないかと考えられる。

浅海の時代(7000~5250年前)

深度 12.5m~8.4mの層準は、貝殻片、有孔虫、サンゴ礁のバラが検出されることから、この地点が浅海の時代に入ったことを示唆している。急速な海進によって沈水した環境が出現し、名蔵平野は完全に内湾化したとみられる。

この層準には、例えば 6100 年前に対比される層のような粗粒な物質が多く、貝殻片を含んでいるが有孔虫やサンゴ礁のバラは含まれないといった層準があり、津波のような特異な変化によって堆積した可能性が高いと推測される。同じような層準は、6800 年前、6500 年前、6200 年前、5400 年前、5200 年前、5100 年前、5000 年前があり、その時間間隔は 100 年から 300 年である。

礁湖ラグーンの時代(5250~4600年前)

深度 8.4m~4.1mの層準には、貝殻片が前半は連続的に出現するものの、後半からは断続的に出現するようになる。また、有孔虫とサンゴ礁のバラが出現する層準は少なくなる。一方で、黒色シルトが混入していることから、この時期は、海水準が上昇し、ほぼピークに達した時期であり、沖合にはバリアリーフが形成されていたことが考えられる(Koba,1982)。

したがって、古名蔵湾は、沖合をバリアリーフによって閉鎖された礁湖ラグーン環境に変化し、ラグーン内は波静かで黒色シルトが堆積するようになったと推測できる。

干潟・三角州の時代(4600~2600年前)

深度 4.1m~2.6mの層準は、ほぼ海水準がピークに達していた時期にあたり、このような高海水

準期において、粗粒な砂礫が堆積するようになる。砂礫層中には貝殻片、有孔虫、サンゴ礁のバラがほとんど含まれないことから、高海水準の下で、名蔵川が上流から運搬する沖積物質が、掘削地点に堆積して三角州、あるいは氾濫原が形成され、沿岸部には干潟が形成されるような環境が出現したと思われる。

この層準にも、約 3100 年前と 1800 年前において津波堆積物が認められる。

陸の時代(2600 年前以降)

深度 2.6m の層準は約 1600 年前であり、これ以浅の地層には、貝殻片、有孔虫、サンゴ礁のバラがまったく含まれていない。1600 年前というのは、海水準が現在の海面に向かって低下を開始する時期にあたり、堆積速度がやや速くなり始める時期である。

おそらく掘削地点は、離水して陸化した環境であったと思われる。この 1600 年前から急にコアが粗粒化するの、名蔵川の堆積作用が活発になったことを示唆している。

この時期の地層にもおよそ 1500 年前、1300 年前、1200 年前、1100 年前、1000 年前に粗粒化する層準が認められ、津波堆積物の可能性がある。

8. 石垣島の津波の歴史について

(1) 「津波石」について

サンゴ礁地域に位置する石垣島において、コアはサンゴ化石を含む豊富な試料であり、津波の発生時期、規模などを具体的に解明する貴重なフィールドとなる。その試料の中でも代表的なものが「津波石」である。

この「津波石」(写真3)は、石垣島の海岸線を中心に、大小さまざまな大きさのものが今も点在している。その中でも「津波大石」と呼ばれる石垣島の大浜公園にある「津波石」は、直径数 m、厚さ数 m に及ぶ巨大な岩の塊である。これらの「津波石」は、その名の通り津波によって陸上に打ち上げられたと考えられている(中田, 1986)。(出典: 琉球大学中村衛研究室



写真3 津波大石

ホームページ)

しかし、津波石がいつその地に堆積したかを判断するためには、先人の研究成果をもつても明確な答えを見出すことができないのが現状である。それは、「津波石」の塊が形成されるまでの背景に問題があり、「津波石」の中に含まれるサンゴ化石やさまざまな物質は、同時期に付着したわけではない。

けれども、「津波石」がその場所に今存在するという事はまぎれもない事実であり、過去に何らかの外的な要因があったという証拠である。

(2) 石垣島近海における歴史津波の研究

石垣島近海において発生した著名な歴史津波には、1771 年に発生した明和津波がある。この津波は、古文書「大波之時各村之形行書」に記録されている(牧野, 1981)。これによると、石垣島の南部では最高海拔 85m まで津波が遡上し、宮古・八重山両群島において約 12,000 人の命が失われたと記されている。

この津波の遡上高度の 85m に関しては信憑性に欠ける部分があるが、この津波が歴史上異常に大きな津波であったことは、ギネスブックに載った経緯からも推測することができる。

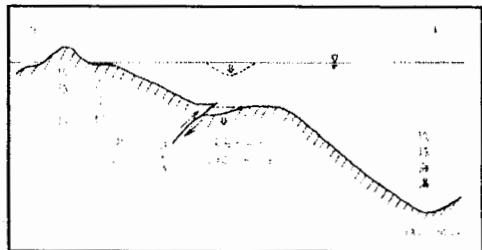


図4 明和津波発生モデル

(河名, 1988)

現在、考えられている石垣島近海で発生した歴史津波は、年代には多少の誤差があるものの、

田中(1986)が推定した歴史津波を暦年代に補正すると、約 200 年前(1771 年の明和津波)、500 年前、1000 年前、2000 年前、2500 年前、4000 年前、5000 年前となる。また、いずれの津波も琉球海溝側海域に発達する水深約 2000m の深海平坦面の中で、最も内側に発生した逆断層に起因すると考えられている(図 4)。

(3)ボーリングコアから予想される過去の津波の考察

粗粒な層準は、7300 年前以降、海成層やラグーン層、干潟・三角州層、陸成層の中に何層も認められた。こうした粗粒層準の前後は、細粒な物質で構成されているものにもかかわらず、突然、調和を乱すように粗粒な物質が堆積し、しかも、海成層を特徴づける貝殻片、有孔虫、サンゴ礁のバラが含まれない。そして、場合によっては黒色シルトが堆積しないなども合わせると、津波のような突発的な営力によって堆積した層準であると考えるのが妥当である。

仮に、これが暴風によるものと考えた場合、内湾である名蔵湾にも高い波浪が押し寄せて、海底に粗粒物質が堆積したことも十分考えられる。前述のように、大型の台風で堆積したものであれば、毎年とはいわないが、かなりの出現頻度が予想される。すなわち、台風などの高潮波浪によって堆積したものであれば、もっと頻繁にこのような粗粒な層準が出現してもおかしくない。この両原因のいずれかを判定する直接の証拠は持ち合わせていないが、その出現層準の年代をみると 100 年の周期性が認められる時期と、大きく時間を空ける時期とが存在することが推測される。

9. 結論

本研究によって得られた結論は 2 点である。それはボーリングコアからみた石垣島西岸、名蔵平野の堆積環境変遷と、コアに記録された津波によるものと考えられる地層の存在である。

まず堆積環境に関しては、深度 14m から下位は砂を主体にした陸地堆積層である。海進がこの地に及んだのは、約 7300 年前以降であった。そして、貝殻片や有孔虫化石から推察できるように、約 5300 年前まで急激に海水準が上昇した。約 5300 年前に安定した海水準は 4500 年前まで続き、この間掘削地はラグーンを形成していたが、一時海水準は低下した。再び海水準は上昇するが、ピークを越え現在の海水準に留まり、掘削地は干潟を経て完全な陸地となった。

つぎに津波においては、粗い物質が混入する層準が 100 年周期で出現している期間が多く、台風や暴風による高潮、高波などの突発的な変化が要因とは考えにくい。そのうち貝殻片・サンゴ礁のバラ・有孔虫の混入が少ないものは津波によるものと推察できる。したがって今後の検討を要するが、先人の歴史津波の研究結果に加え、1200 年前、4300 年前、4700 年前、6200 年前、7300 年前にも津波が発生していると推測できる。

近年、世界各地の海底では大型地震が発生し、これを主原因とする大型津波が周辺地域に被害を与えている。日本列島周辺でも、このような津波による被害は過去に何度も発生しており、歴史津波は記憶に新しい。今日、間近に発生すると予測されている南海地震や東南海地震もそのひとつである。

プレート境界に位置している南西諸島においても、複雑に絡み合う地殻構造のため、地震や津波は頻繁に発生してきた地域である。なかでも、1771 年の明和津波は、古文書や慰霊碑など多くの記録や記憶に残っており、現在でもその規模は驚異的であったことを知ることができる。

このように地殻変動が激しく海に囲まれた日本は、過去だけでなく未来も地震や津波に襲われる危険性を常に持っている。それはすなわち、我々日本が、地震や津波に関する研究の先端を行き、人類が未来へと生き続けられるよう適切な対策を構築するうえで、重要な役目を担っていると看做す。そのためにもより一層調査を拡大し、現在が地球環境のどこに位置しているかを把握しなければならぬ。

引用文献

- 岡田要(1988):『新日本動物圖鑑[上]』,北隆館,49p.
- 河名俊男(1988):『シリーズ沖縄の自然③『琉球列島の地形』,101p.
- 木崎甲子郎編(1985):『琉球弧の地質誌』沖縄タイムス社,278p.
- 小西健二(1965):琉球列島(南西諸島)の構造区分.地質学雑誌,vol.71,pp.437-457
- 高橋達郎(1988):『サンゴ礁』,古今書院
- 中田高・河名俊男(1986):明和8年(1771年)の地震津波について.歴史地震,
no.2,pp.141-147
- 中村和郎・氏家宏・池原貞雄・田川日出夫・堀信行編(1996):『日本の自然地域編8
南の島々』岩波書店,236p.
- 中村衛:琉球大学理学部物質地球科学地形系中村衛研究室ホームページ,
<http://seis.sci.u-ryukyu.ac.jp/index.html>
- 羽鳥徳太郎(1987):『歴史津波—挙動とメカニズム—』,月刊地球4-1987(通巻94号)「歴史津波—挙動とメ
カニズム—」,pp.188-189
- 堀越増興・永田豊・佐藤任弘(1987):『日本の自然7 日本列島をめぐる海』岩波書店,299p.
- 牧野清(1981):『八重山の明和大津波(改訂増補)』,462p.
- 目崎茂和(1985):『琉球弧をさぐる』沖縄あき書房,253p.
- Koba,M., Nakata,T., and Takahashi,T. (1982) : Late Holocene eustatic sea-level changes deduced
from geomorphological features and their ^{14}C dates in the Ryukyu Islands, Japan.
Palaeoclimatol. Palaeogeogr. Palaeoecol. Vol.39, pp.231-260

Holocene environment changes of Ishigaki-jima Island

Viewed from beach sediment

HARUNA Mika

Key Words: Beach sediment, Ishigaki-jima Island, Holocene environment change, Tsunami