

与那国島遺跡ポイントおよび沖縄本島付近海底から得られた炭酸塩質サンプルの ^{14}C 年代測定

木村政昭 ¹⁾・中村俊夫 ²⁾・石川賀子 ¹⁾

1) 琉球大学理学部物質地球科学科.

Tel(Fax): 098-895-8566、E-mail: kimura@sci.u-ryukyu.ac.jp

2) 名古屋大学年代測定資料研究センター.

Tel: 052-789-2578、Fax: 052-789-3095、E-mail: g44466a@nucc.cc.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

琉球弧における海面変動の解明を行うため、人工遺跡の可能性の指摘されている与那国島の遺跡ポイントおよび沖縄本島付近の海底の形成年代を調べた。Fig. 1 に本研究の調査域を示す。本研究では、スキューバダイビングによる潜水調査を行い、現在海面下に存在する試料を直接調べた。そのようにして、海面下で採取した試料(サンゴ藻や貝、鍾乳石)の ^{14}C 年代測定を行うことによって、より正確な海面変動の研究を試みた。

採取されたサンプルは、与那国島海底の遺跡ポイントおよびその付近の水深 5~25m の地点の海底基盤に付着した石灰岩や貝、宜名真海底鍾乳洞と久米島海底鍾乳洞及び与那国島比川海底鍾乳洞内から採取された鍾乳石と貝である。

測定に関しては、名古屋大学年代測定資料研究センターに設置されているタンデトロン加速器質量分析計 1 号機・2 号機を使用し、加速器質量分析(Accelerator Mass Spectrometry; 以下 AMS と略称する)法を用いて行った。

また、一部の試料は、米国のベータアナリティック社に測定を依頼し、 β 線計数法(液体シンチレーション計数法)を用いて行われた結果を示す。

2. 従来の研究

与那国島海底の遺跡ポイントについては、1992 年・1994 年の予備調査を経て、1997 年に琉球大学海底調査団が結成されて以来、計 9 回にわたって詳細な調査が行われてきた。それはかつて陸上にあった時期に、人工的に手を加えられたとされている海底遺構である可能性の強いものである(木村,1997;木村,2000a)。最近では、与那国島の遺跡ポイントおよびその周辺から遺物が出始め、人の気配が出てきた。その遺物とは、石器類や線刻された石版や石に彫られた動物のレリーフ等である(木村,2000a,b)。そして、その形成年代は、4,000~2,000 年の間という可能性が指摘されている(木村ほか,1999)。

一方 1999 年、久米島沖海底で「ヒデンチガマ」と名付けられた洞穴が地元ダイバーの友寄秀光氏により発見された。ここから鍾乳石(方解石)が得られ、海底鍾乳洞で

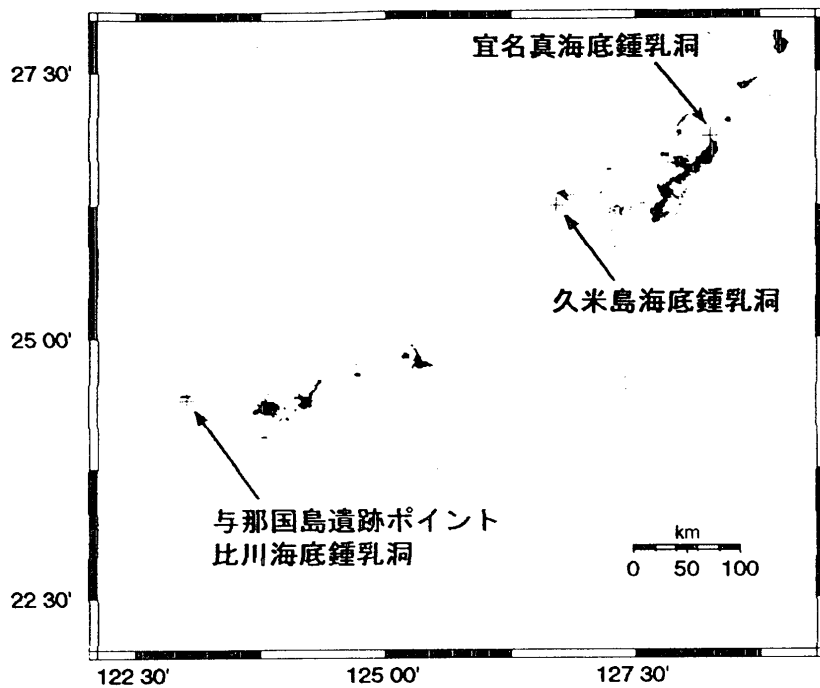


Fig. 1 調査域
Map of the survey area

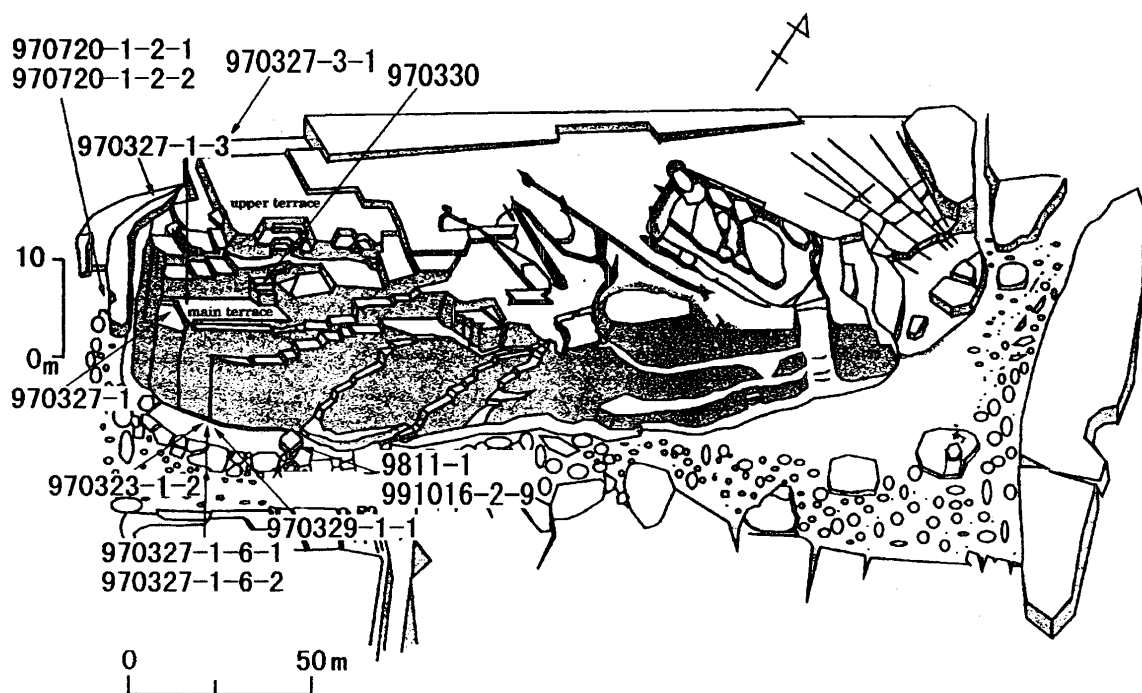


Fig. 2 与那国島海底遺跡ポイントにおけるサンプル採取位置
Sampling location at the Iseki Point off Yonaguni Island

あることが確認された(木村,1999 および小論)。その後、琉球大学や地元ダイバーなどから結成された久米島海底鍾乳洞探検調査研究会によって本格的な調査・研究が行われた(佐藤ほか,1999)。小論では、海底地形命名規定により付近の地名を採用し、“久米島海底鍾乳洞”と仮称する。

海底鍾乳洞については過去に、1996年に沖縄本島北部辺戸岬沖に宜名真海底鍾乳洞が(木村・新田,1996)、また1998年には、与那国島の比川沖に比川海底鍾乳洞が発見され、調査が行われている(木村,2000a)。

3. 調査および使用データ

3-1. 与那国島海底遺跡ポイントおよびその周辺地域調査

与那国島の海底遺跡ポイント調査は琉球大学海底調査団によって、97年から99年にかけて計9回行われデータ収集とサンプル採取が行われた。

このポイントは、与那国島の南岸にある新川鼻から100m程沖合の水深5~25mの海底である。ここは、中期中新世のおよそ1,500万年前の堆積層である八重山層群と呼ばれるやや硬い砂岩を基盤とし、それが石灰岩に部分的に被覆されている。

^{14}C 年代測定には主にサンゴ藻および貝化石を試料として用い、適切な試料の選定を行い良く吟味した。海生生物源試料の年代は、当時そこが海水中であったことを示す。小論には今回の測定結果に加え、以前の研究によってすでに測定されたデータも合わせて検討を行った。与那国島海底の遺跡ポイントより採取されたサンプルの採取位置はFig. 2に示し、その記載をTable. 1に示す。ただし、Fig. 2の地形は従来のものに修正を加えたもの(若林,2000)を使用した。

3-2. 海底鍾乳洞調査

当時陸上であった年代を示す試料として、琉球弧近海に散在する海底鍾乳洞に着目した。小論では、与那国島比川沖の比川海底鍾乳洞、久米島兼城港沖の久米島海底鍾乳洞、沖縄本島北部の宜名真海底鍾乳洞より採取した鍾乳石の年代測定を行った。

久米島海底鍾乳洞の調査は久米島海底鍾乳洞探検調査研究会が行った(佐藤ほか,1999)。一次調査は同年6月、二次調査は10月に実施された。与那国島の潜水調査に比べ、久米島海底鍾乳洞調査においては水深が深いため、減圧その他高度な潜水調査技術を必要とした。久米島西部の兼城港の南方、1kmほど沖合の水深35mのところ、久米島海底鍾乳洞の入口がある。Fig. 3にその平面図を示す。これは、久米島海底鍾乳洞探検調査研究会が作成したものに一部変更を加えたものである。洞窟は入口からほぼ真北に向かって続いている。洞窟内にはあまり高低差がみられず、平均水深は37mである。50mほど奥に進むと「大ホール」と名付けられた広場に通じる。そこから西方に洞窟は続いており、鍾乳石、石筍、石柱が多くなっていく。1999年6月の1次調査では奥行き170mまで入り、10月の2次調査においては奥行き270m地点まで確認された。

小論では、久米島海底鍾乳洞探検調査研究会および琉球大学海底調査団によって得

No.	サンプルNo.	材質	採集地	水深(m)
1	970330	サンゴ藻	メインテラスの階段	8
2	970327-3-1	サンゴ藻	本体西側テラスの溝	8
3	970321-1-1-1	貝	遺跡平らな面	10
4	970321-1-1-2	貝	遺跡平らな面	10
5	970321-1-7	サンゴ藻	テラスA	10
6	970322-1-4-4	貝	玉石前面の下	11
7	970322-1-7-5	サンゴ(キクメイシ)	玉石の奥の小円礫	11
8	970327-1	サンゴ藻	本体西側テラス	11
9	970713-1	石灰岩	トンネル上部	12
10	980327-1-3	サンゴ藻	トンネル東側入口付近	13
11	980327-1-7	サンゴ藻	南1	13
12	970720-1-2-1	サンゴ藻	本体西岸	18
13	970720-1-2-2	サンゴ藻	本体西岸	18
14	970323-1-2-1	サンゴ藻	床石のへこみ	23
15	980327-1-6-1	サンゴ藻	廊下北側の溝	23
16	980327-1-6-2	サンゴ藻	廊下北側の溝	23
17	980329-1-1	サンゴ藻	廊下北側の溝	23
18	970323-1-3	サンゴ藻	ループ道路	25
19	9811-1	フジツボ片	石版の表面に付着	25
20	991016-2-9	石灰質の藻	石版の表面に付着	25
21	970718-1-2	石灰岩	立神岩付近	10
22	980328-2-1-10	石灰岩	サーウエス	29

Table. 1 ^{14}C 年代測定用のサンプルリスト
 (与那国島海底遺跡ポイント及びその周辺地域より採取)
 Sample list for ^{14}C dating
 (Samples were collected from the Iseki Point off Yonaguni-jima and peripheral area)

No.	サンプルNo.	試料物質	採集地	水深(m)
23	990410-1	鍾乳石	久米島海底鍾乳洞	37
24	990410-2	鍾乳石	久米島海底鍾乳洞	37
25	990417-4	鍾乳石	久米島海底鍾乳洞	37
26	991006-2	鍾乳石	久米島海底鍾乳洞	37
27	991006-1	鍾乳石	久米島海底鍾乳洞	37
28	990417-2	ホラ貝の一部	久米島海底鍾乳洞	37
29	960512-1	鍾乳石	宜名真海底鍾乳洞	5
30	960815-10	鍾乳石	宜名真海底鍾乳洞	5
31	950720-2-2	鍾乳石(折れていた)	宜名真海底鍾乳洞	17
32	961121-2	貝	宜名真海底鍾乳洞	3
33	960110-1	貝	宜名真海底鍾乳洞	3
34	950720-1-2	貝	宜名真海底鍾乳洞	17
35	990201-1	石筍	比川海底鍾乳洞	5
36	990201-2	石筍	比川海底鍾乳洞	5

Table. 2 ^{14}C 年代測定用のサンプルリスト
 (海底鍾乳洞より採取)
 Sample list for ^{14}C dating
 (Samples were collected from submarine stalactite caves)

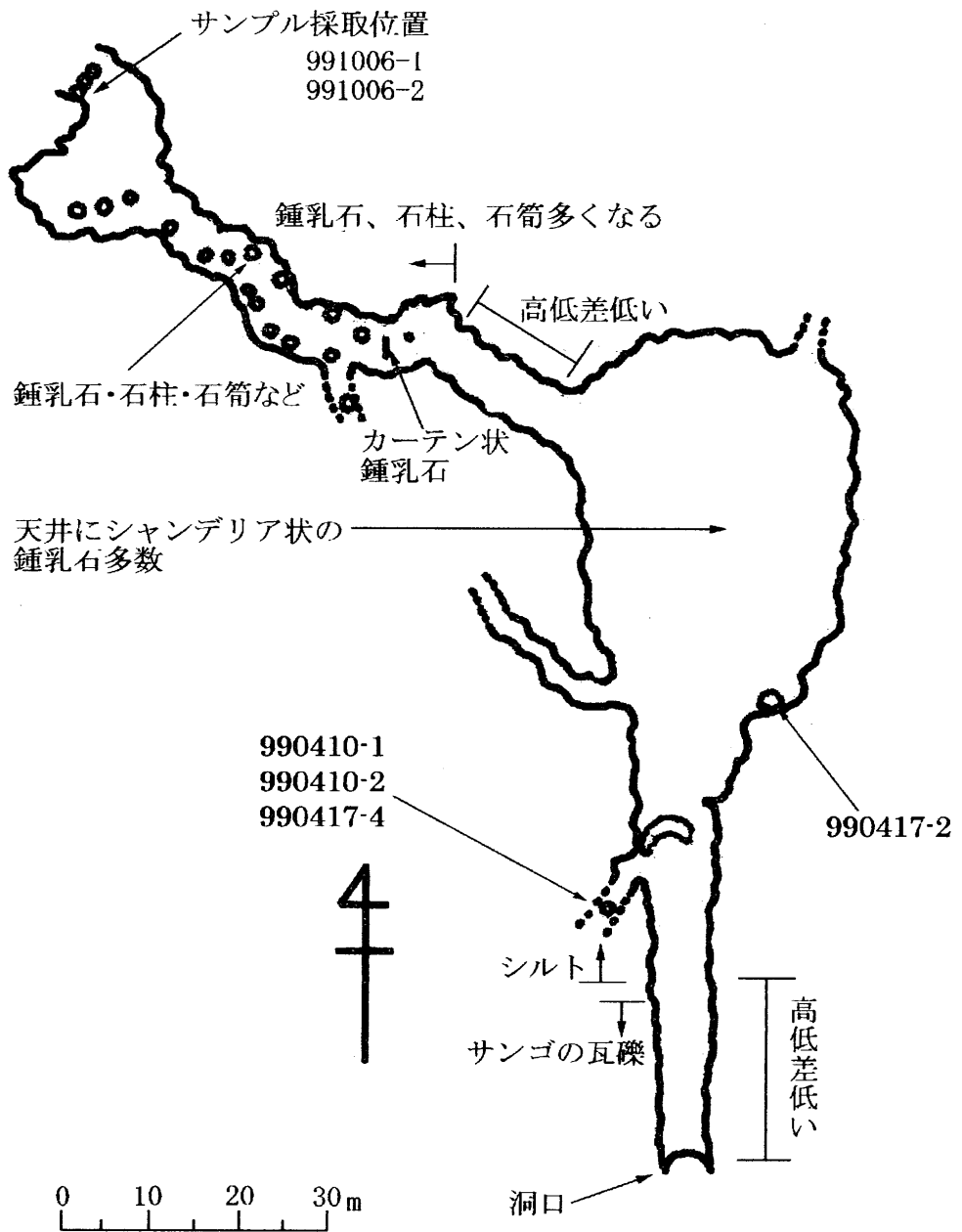


Fig. 3 久米島海底鍾乳洞の平面図

Plane figure of Kume-jima Submarine Stalactite Cave

られた鍾乳石、貝など 5 つのサンプルを年代測定用の試料とした。Table. 2 にそのサンプルリストを示す。

一方、宜名真の海底に洞窟があることは、30 年ほど前から地元のダイバーらによって知られていた。しかし 1995 年から 1996 年にかけて、木村・新田(1996)によって初めて調査、研究が行われ、鍾乳石が採取され、海底鍾乳洞であることが確認された。今回、そのうち 2 点の鍾乳石(つらら石)試料の年代測定を行い、すでに測定された 4 点の測定結果を加え、計 6 点の ^{14}C 年代測定結果について検討した。Fig. 4 に宜名真海底鍾乳洞の断面図を示す。また、Table. 2 にその記載を示す。

与那国島の比川海底鍾乳洞は、1998 年に与那国島比川沖 500m の水深 5m 地点で発見された(木村,2000a)。そのとき採取された 2 点の鍾乳石(石筍)試料の年代測定を行った。Table. 2 にそのサンプルリストを示す。しかし、これら 2 点の鍾乳石の年代は、米国のベータアナリティック社に測定を依頼したため、本論ではその測定結果のみを報告する。

4. 結果

4-1. ^{14}C 年代測定結果

Table. 3 と Table. 4 に今回測定した試料の実験データを示す。また、Table. 5 と Table. 6 には、これまで測定された試料すべての測定結果を示す。NUTA は名古屋大学の年代測定資料研究センターによる AMS 法、Beta は米国のベータアナリティック社による放射能測定法を用いた測定を意味する。 ^{14}C 年代は Libby の 5,568 年の半減期を使って計算してある。また、 σ ^{13}C 値より同位体分別の補正を行った。

^{14}C 年代値を yr BP で、暦年代へ較正した年代は cal BP で示してあり、西暦 1950 年から遡った年数を示す。誤差は、1 標準偏差(1σ)を示す。

^{14}C 年代から暦年代への較正は、24,000~0 cal BP 間に適合する試料に関して、INTCAL 98 calibration program: CALIB4.1.2 program を用いた。また、それ以前の年代を示すものに関しては、サンゴを使ったウラン-トリウム年代測定による較正曲線(Bard et al.,1990)を用いた。

CALIB4.1.2 program は、Quaternary Isotope Laboratory web site <<http://depts.washington.edu/qil/calib/>>からダウンロードした。

4-2. 与那国島海底遺跡ポイントおよびその周辺地域の年代

Table. 5 に、22 試料の σ ^{13}C 値と ^{14}C 年代値、及びそれを暦年代へ較正した年代値を示す。それぞれの測定結果は、採取された試料の水深順に並べている。サンプル No. 970718-1-2 とサンプル No. 980328-2-1-10 の試料は、遺跡ポイントとは別の場所で採取したものであるため、別欄に記載した。測定された炭酸塩試料の σ ^{13}C 値は -4.2~2.6‰ と、ほぼ海成炭酸塩の標準値(0‰)を示した。また、水深 13m 以浅の試料のほとんどが modern (西暦 1950 年より新しい)という結果がでた。一方、水深 23m 以深の試料は 1,050~2,050 cal BP の年代を示すのにもかかわらず、水深 15~18m 地点の試料はそ

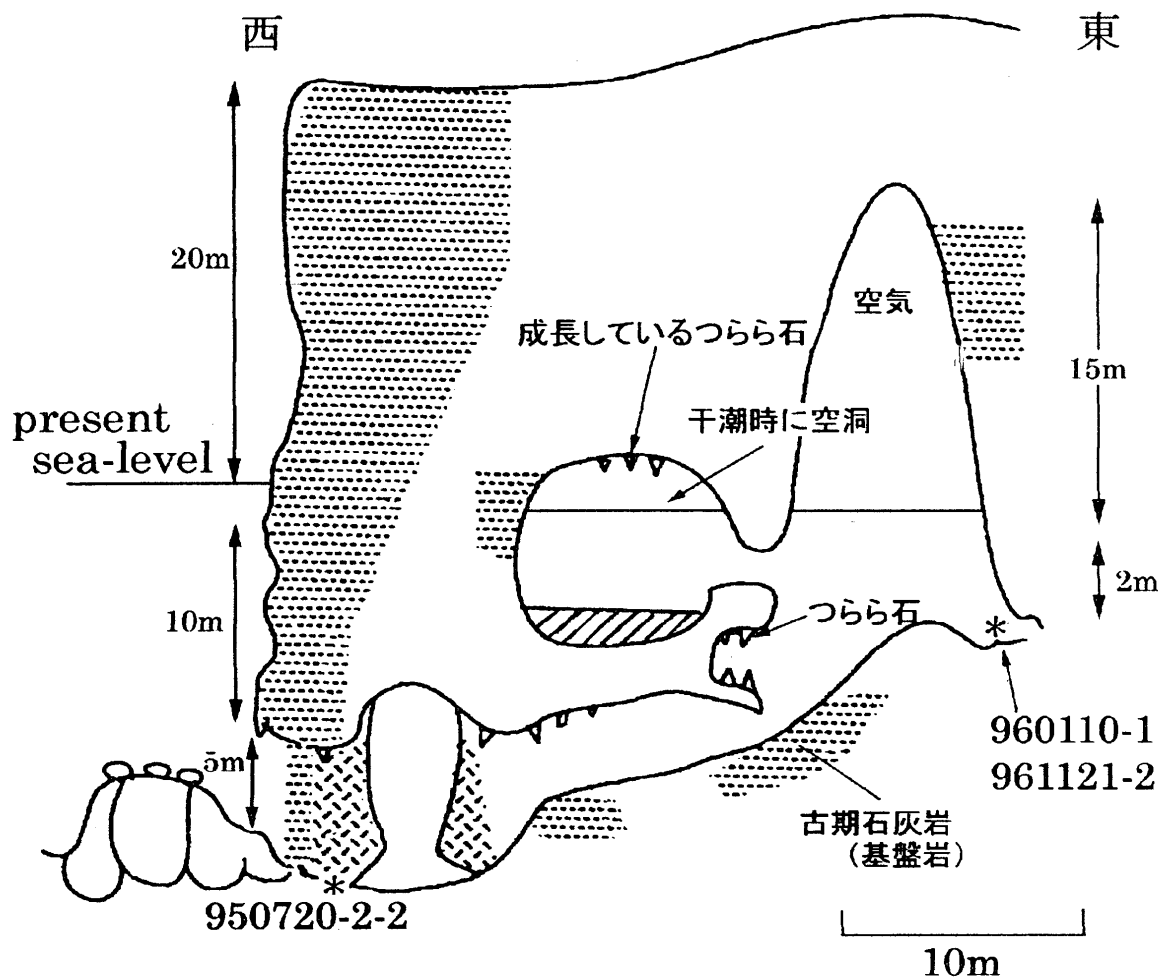


Fig. 4 宜名真海底鍾乳洞の断面図 (サンプル採取位置)

Cross section of Ginama Submarine Stalactite Cave

CO₂精製実験データ

グラフアイト化実験データ

試料コード	試料の量 (mg)	ゼロ点V ₀ (HP)	温度 (°C)	圧力計V (HP)	Cの量 (mg)	試料コード	Cの量 (mg)	サンプルNo. 備考	Feの量 (mg)	Cに対するH ₂ Oの量 (HP)	ゼロ点V ₀ (HP)	カット位置 (cm)
RYU3	35.35	0.059	22.3	2.288	3.7795	RYU3-1 -2	1.9797 1.7998	970323-1 13C測定用	0.89	545.0	13	27
RYU4	33.20	0.059	25.0	2.132	3.4832	RYU4-1 -2	1.8245 1.6586	970713-1 13C測定用	0.86	495.0	15	27
RYU5	32.67	0.059	24.8	1.752	2.8466	RYU5-1 -2	1.4911 1.3555	970718-1-2 13C測定用	1.05	471.0	15	23
RYU6	30.48	0.059	21.8	1.963	3.2339	RYU6-1 -2	1.6939 1.5400	980328-2-1-10 13C測定用	1.38	495.0	12	25
RYU7	31.47	0.059	23.6	1.986	3.2531	RYU7-1 -2	1.7040 1.5491	970330 13C測定用	1.42	523.0	12	25
RYU8	30.53	0.059	25.0	1.811	2.9438	RYU8-1 -2	1.5420 1.4018	980327-1-7 13C測定用	1.46	488.0	15	23
YNG1	29.62	0.052	20.0	1.852	3.0760	YNG1-1 -2	1.5694 1.5066	9811-1 13C測定用	0.87	500.2	13	24
YNG2	27.76	0.057	20.3	1.565	2.5744	YNG2-1 -2	1.3135 1.2609	991016-2-9 13C測定用	0.87	503.4	13	20

Table 3 ¹⁴C年代測定実験データ
 (与那国島海底遺跡ポイント及びその周辺地域より採取した試料について)
¹⁴C age measurement data
 (Samples were collected from the Iseki Point off Yonaguni-jima and the peripheral area)

CO₂精製実験データ

グラファイト化実験データ

試料コード	試料の量 (mg)	ゼロ点V ₀ (HP)	温度 (°C)	圧力計V (HP)	Cの量 (mg)	試料コード	Cの量 (mg)	サンプルNo. 備考	Feの量 (mg)	Cに対するH ₂ の量 (HP)	ゼロ点 (HP)	カット位置 (cm)
KMC1	33.19	0.057	20.6	2.144	3.5592	KMC1-1 -2	1.8159 1.7433	990417-2 13C測定用	1.31	516.3	12	27
KMC2	31.84	0.057	20.1	2.077	3.4508	KMC2-1 -2	1.7606 1.6902	990410-2 13C測定用	1.02	502.0	13	27
KMC3	31.57	0.057	21.3	2.092	3.4623	KMC3-1 -2	1.7665 1.6958	991006-1 13C測定用	1.09	502.0	13	27
KMC4	36.30	0.056	20.9	2.273	3.7770	KMC4-1 -2	1.9271 1.8500	991006-2 13C測定用		511.7	12	28
KMC6	31.19	0.060	22.0	1.897	3.1180	KMC6-1 -2	1.5908 1.5272	990410-1 13C測定用	1.00	495.6	11	25
KMC7	30.82	0.060	23.0	2.084	3.4238	KMC7-1 -2	1.7468 1.6770	990417-4 13C測定用	0.94	502.0	12	27
HDC1	32.11	0.058	22.2	2.122	3.5009	HDC1-1 -2	1.7862 1.7147	960815-10 13C測定用	1.17	502.0	11	27
HDC2	32.23	0.059	23.0	2.148	3.5337	HDC2-1 -2	1.8029 1.7308	961121-2 13C測定用	1.28	516.3	12	27

Table. 4 ¹⁴C年代測定実験データ
(海底鍾乳洞より採取された試料について)
¹⁴C age measurement data
(Samples were obtained from submarine stalactite caves)

No.	測定日	サンプルNo.	試料物質	水深 (m)	$\sigma^{13}C$ (‰)	^{14}C 年代 (yr BP)	較正暦年代 (cal BP)	測定番号
1	99'9	970330	サンゴ藻	8	-1.0	modern	modern	NUTA-6847
2	98'	970327-3-1	サンゴ藻	8	1.0	modern	modern	NUTA-6045
3	97'10	970321-1-1-1	貝	10	-0.9	modern	modern	NUTA-5457
4	97'10	970321-1-1-2	貝	10	-4.2	modern	modern	NUTA-5458
5	97'10	970321-1-7	サンゴ藻	10	1.4	modern	modern	NUTA-5489
6	97'10	970322-1-4-4	貝	11	1.6	modern	modern	NUTA-5474
7	97'10	970322-1-7-5	サンゴ(キクメイシ)	11	1.4	495±80	166	NUTA-5475
8	97'10	970327-1	サンゴ藻	11	1.6	modern	modern	NUTA-5488
9	99'9	970713-1	石灰岩	12	-1.6	modern	modern	NUTA-6841
10	98'8	980327-1-3	サンゴ藻	13	0.0	modern	modern	Beta-9070
11	99'9	980327-1-7	サンゴ藻	13	1.2	410±80	modern	NUTA-6848
12	98'8	970720-1-2-1	サンゴ藻	18	2.1	5,790±80	6,199	NUTA-6175
13	98'8	970720-1-2-2	サンゴ藻	18	1.5	4,780±60	5,028	Beta-125737
14	98'	970323-1-2-1	サンゴ藻	23	-1.2	modern	modern	NUTA-6044
15	98'8	980327-1-6-1	サンゴ藻	23	1.8	1,490±70	1,041	NUTA-6190
16	98'8	980327-1-6-2	サンゴ藻	23	1.2	2,400±60	2,020	Beta-125736
17	98'7	980329-1-1	サンゴ藻	23	1.1	1,920±60	1,477	Beta-9071
18	99'9	970323-1-3	サンゴ藻	25	-2	230±105	modern	NUTA-6840
19	99'11	9811-1	フジツボ片	25	1.2	modern	modern	NUTA2-245
20	99'11	991016-2-9	石灰質の藻	25	1.1	modern	modern	NUTA2-247
21	99'9	970718-1-2	石灰岩	10	2.6	3,430±70	3,321	NUTA-6843
22	99'9	980328-2-1-10	石灰岩	29	0.5	740±90	409	NUTA-6846

Table. 5 ^{14}C 年代測定結果
(与那国島海底遺跡ポイントおよびその周辺地域より採取した試料について)
 ^{14}C age list
(Samples were collected from the Iseki Point and the peripheral area off Yonaguni Island)

No.	測定日	サンプルNo.	試料物質	水深 (m)	$\sigma^{13}C$ (‰)	^{14}C 年代 (yr BP)	較正暦年代 (cal BP)	測定番号
23	99'11	990410-1	鍾乳石	37	-3.8	14,590±130	17,468	NUTA2-249
24	99'11	990410-2	鍾乳石	37	-1.3	15,090±140	18,044	NUTA2-244
25	99'11	990417-4	鍾乳石	37	3.5	1,420±60	1,307	NUTA2-251
26	99'11	991006-2	鍾乳石	37	-7.5	22,180±210	25,000	NUTA2-250
27	99'11	991006-1	鍾乳石	37	-6.5	22,880±220	26,000	NUTA2-246
28	99'11	990417-2	ホラ貝の一部	37	3.3	1,220±60	747	NUTA2-242

久米島海底鍾乳洞より採取した試料について

No.	測定日	サンプルNo.	試料物質	水深 (m)	$\sigma^{13}C$ (‰)	^{14}C 年代 (yr BP)	較正暦年代 (cal BP)	測定番号
29	96'7	950720-2-2	鍾乳石	17	-1.57	2,890±60	2,996	NUTA-4776
30	96'7	960512-1	鍾乳石	5	-2.06	21,710±170	24,000	NUTA-4778
31	99'11	960815-10	鍾乳石	5	-6.60	30,120±340	32,500	NUTA2-248
32	96'7	950720-1-2	貝	17	0.39	980±60	551	NUTA-4777
33	99'11	961121-2	貝	3	2.10	1,640±60	1,213	NUTA2-243
34	96'7	960110-1	貝	3	0.19	3,760±70	3,681	NUTA-4779

宜名真海底鍾乳洞より採取した試料について

No.	測定日	サンプルNo.	試料物質	水深 (m)	$\sigma^{13}C$ (‰)	^{14}C 年代 (yr BP)	較正暦年代 (cal BP)	測定番号
35	99'4	990201-1 (YNG-5-1)	鍾乳石	5	-10.5	38,480±420	38,720	Bata-128120
36	99'4	990201-2 (YNG-5-2)	鍾乳石	5	-9.9	42,325±670	42,590	Bata-128121

与那国島比川海底鍾乳洞より採取した試料について

Table. 6 ^{14}C 年代測定結果
(海底鍾乳洞より採取された試料について)
 ^{14}C age list
(Samples were obtained from submarine stalactite caves)

れよりも古く 3,300~6,200 cal BP の年代を示した。同じ地点で採取された試料でも年代がかなり異なるデータについては、測定試料が比較的薄い層構造をなしている石灰藻であるためと考えられる。

4-3. 海底鍾乳洞の年代

Table. 6 に久米島海底鍾乳洞で採取された鍾乳石 3 点、貝 3 点の ^{14}C 年代測定結果を示す。久米島海底鍾乳洞で採取された鍾乳石 5 点のうち 4 点が 20,000 年前後の年代を示した。しかし、残りの一試料は、1,307 cal BP と周りの鍾乳石が示す年代から見ると極端に若い。

宜名真海底鍾乳洞の年代については、今回は、サンプル No.960815-10 の鍾乳石、サンプル No.961121-2 の貝の 2 点の試料を測定した。Table. 6 に、宜名真海底鍾乳洞よりこれまで得られた試料すべての ^{14}C 年代測定結果を示す。鍾乳石の 24,000 と 32,500 cal BP の年代については、後述の氷河性海水準変動の曲線と比較すると、陸上にあったという時期と一致する。

与那国島の比川海底鍾乳洞で採取された 2 点の鍾乳石試料は、米国のベータアナリティック社に測定を依頼したものであるが、Table. 6 にその測定結果を示す。これらは、40,000 年前後の年代を示した。

5. 考察

5-1. 与那国島海底遺跡ポイントおよびその周辺地域の海面変化について

Fig. 5 に与那国島海底遺跡ポイントおよびその周辺海底から得られた海生生物源化石サンプルの ^{14}C 年代分布と海水面変動曲線を示す。ここでは従来測定されたサンプルすべての値をプロットした。

日本周辺の海水準は約 7,000~6,000 年前、最近の地質時代では最高位に達し (Saito, 1991)、琉球弧周辺においては 6,000 年前以降に現在比 0m~+3m に達したとされている (Pirazzoli, 1991)。この差はおそらく両地域の受けるハイドロスタティックな変動の差が現れていると思われるが、ここではそれについては議論しない。Fig. 5 によると、現在の水深で 30m の海底は、約 9,000~10,000 年前以降に海面下に没したことになる。これまで測定された中では、6,199 cal BP を示す試料が最古の年代データである。よって、得られたすべての年代が、10,000 年よりも新しいものであるとした測定結果は、このことと何ら矛盾しない。

一方、従来の研究において 2,000~4,000 年前は年代データが得られていない期間であり、この間にこの地域が陸上に出ていたとする推定があった (木村ほか, 1999)。しかしこの後、3,321 cal BP の年代を示す試料が出てきた (中村ほか, 2000) ことや新たに確認された石器類の検討 (木村, 2000a, b) などにより、遺跡ポイントの形成年代が再検討され、6,000 年より古いことが指摘された (木村, 2000b)。ここではそれをふまえて検討したい。

この試料は、遺跡ポイントから 1km ほど東方にある立神岩付近の水深 10m の石舞

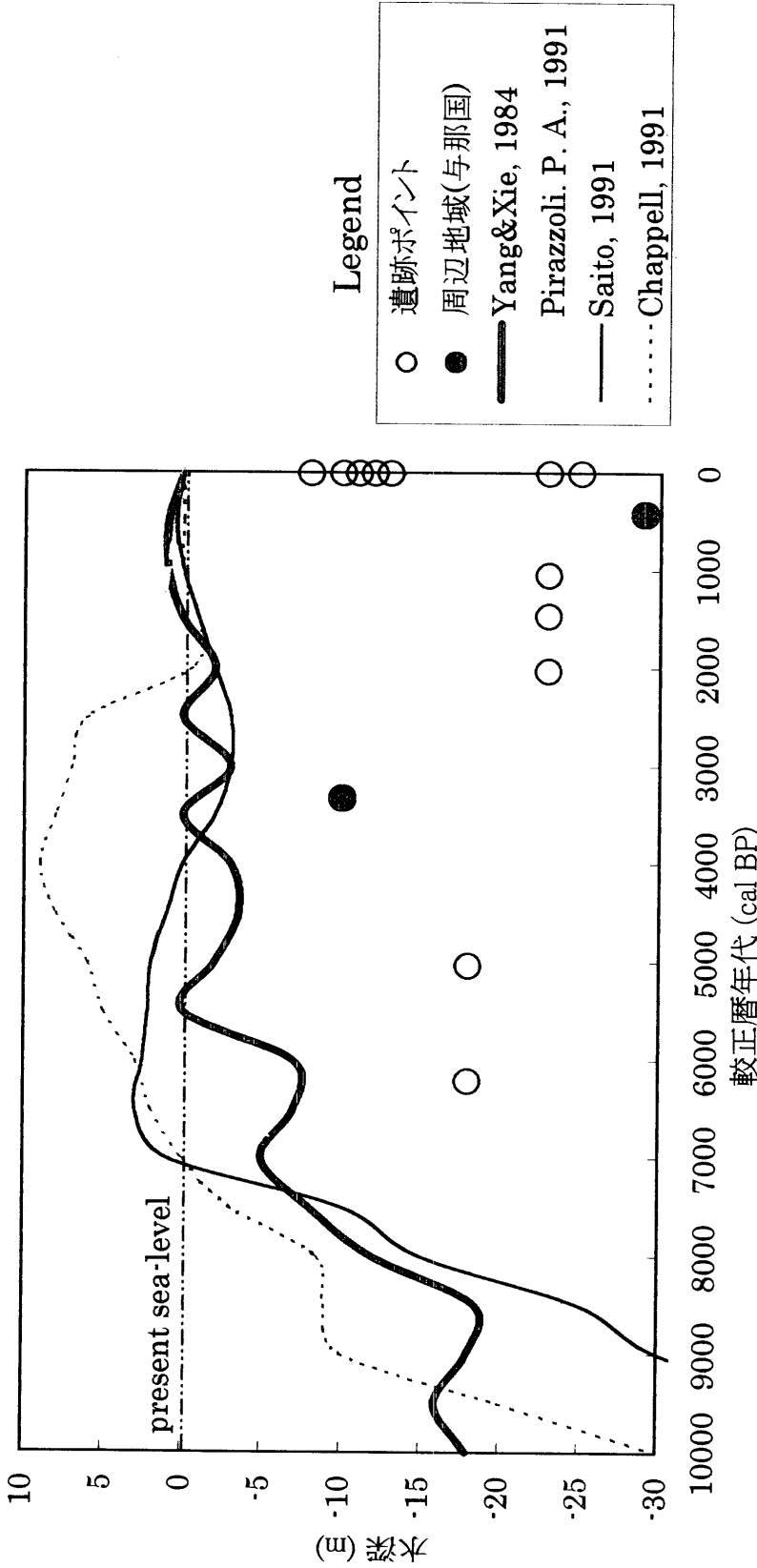


Fig. 5 与那国島海底遺跡ポイントおよびその周辺海底から得られた海生生物源化石サンプルの¹⁴C年代分布と海水面変動曲線
 暦年代の1σの範囲は凡例の丸印より小さい

○ 遺跡ポイントにおけるサンプル ● 周辺地域におけるサンプル

— Yang & Xie(1984)の海水面変動曲線 Pirazzoli(1991)の海水面変動曲線
 — Saito(1991)の海水面変動曲線 Chappell(1991)の海水面変動曲線

Curves showing sea level change and ¹⁴C age distribution of samples of marine fossils collected from the Iseki Point and its vicinity off Yonaguni-jima. The 1 sigma extent of calibration age is included in the marked circle in legend.

○ Samples of Iseki Point ● Samples in the vicinity of Yonaguni-jima
 — Sea level change curve of Yang & Xie(1984) — Sea level change of Pirazzoli(1991)
 — Sea level change curve of Saito(1991) Sea level curve of Chappell(1991)

台と通称される人工的地形の斜面に付着していたものである。その付近の海底にはそれより深所に人が加工したクサビ跡等が認められることから、この深さがかつて陸化したことは確かとみられる。6,000年前以降 3,000年までの間は日本付近では海面の高い時期なので、これまでの説のように、6,000年前以降陸化があったとしたら、その陸化は、一つの考え方として 3,000~2,000年の間の弥生海退期に起こったという可能性が考えられる。その場合、その間に遺跡ポイントの水深 25m 地点まで陸化していたとすると、水深 10m 地点からは少なくとも 15m の相対的な海面低下がなければならない。だが、弥生海退で海面が低下したのは世界のどの例を見てもせいぜい数 m 以内で、15m 以上の海退は認められない(Fig. 5)。

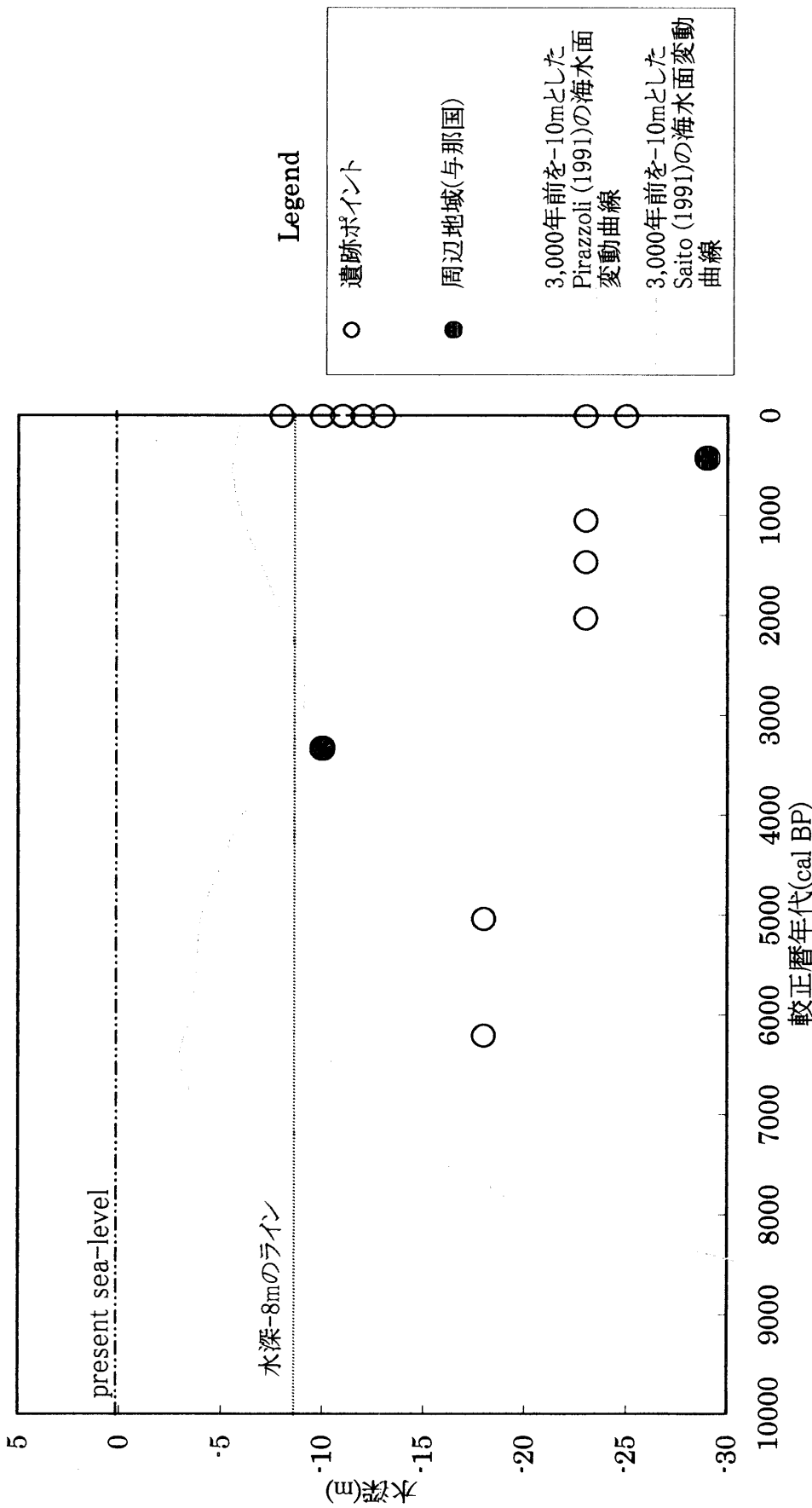
Fig. 6 は、琉球弧の例として Pirazzoli(1991)の作成した海水面変動曲線を、そして日本の例として Saito(1991)の作成した海水面変動曲線を用い、3,000年前の海面が水深 8m 付近にあったと仮定して平行移動した曲線を示してある。それらによって明らかのように、3,000年前と 2,000年前の間に相対的に 10m を越す海面低下はあり得ないことが分かる。その間海底の方が隆起するといった特別な地殻変動の存在は確認されていない。したがって、遺跡ポイントがこの間陸化することはあり得なくなる。ましてや、さらに水深 30m を越す深度に遺跡と思われるものがあり、そこから敲打痕のある石塊が採取されていることなどから、遺構形成時の海岸線は-40m かそれ以深に推定するのが妥当である。すると、水深 10m の 3,000年を示す石灰岩から、相対的に 20~30m の海面低下がなければならなくなり、3,000年前以降 20~30m 隆起し、2,000年までの 1,000年間にまた 20~30m 沈降するというのはいくら地殻変動といってもあり得ない。そこで、ここで一番古くてた 6,000年より前の陸化が検討されなければならないようになった。

1998年には、この付近に比川海底鍾乳洞が見つかったことにより、 ^{14}C 年代から 40,000年より新しい時期にこの付近は陸上にあったことが示された。水深 30m 以浅のこの地が 40,000~6,000年の間に陸であった時期があったことは、Fig. 6 が示す海水準変動とも全く矛盾しない。そして、後氷期の海水面変動曲線から水深 30~40m までが陸化している時期を求めると、水深 40m が 10,000年前、水深 30m が 8,000年前頃までである。これは 20,000~7,000年前の石器の年代(木村, 2000b)とも重なる。

以上の理由で、遺跡ポイントおよびその周辺の遺跡様海底地形は、6,000年より前に形成された可能性が高く、本ポイントは後氷期の海面上昇によって沈水したと考えられる。そのため、その地形の形成年代は 8,000年かそれ以前頃と推定される。もしこれが真実であれば、世界最古の巨石建造物ということになるので、今後の調査がますます重要となる。

5 - 2 . 久米島海底鍾乳洞付近の海面変化

Fig. 7 に海底鍾乳洞より採取された試料の年代分布および海水面変動曲線を示す。鍾乳石は、形成当時の大気と周囲の古い石灰岩の混合によってできるので、その年代は実際に形成された年代よりも古く見積もられる。そのため、今回はその混合の割合



*暦年代の1σの範囲は凡例の丸印よりも小さい

Fig. 6 遺跡ポイントおよび付近の海生生物源化石サンプル年代と相対的海水面変動曲線(3,000年前の水面を-8mと仮定した)

Curve showing relative sea level change and ¹⁴C age distribution of samples of marine fossils collected from the Iseki Point and its vicinity off Yonaguni-jima.

The 1 sigma extent of calibration age is included in marks circled in legend. (The sea level is estimated -8m at 3,000 years.

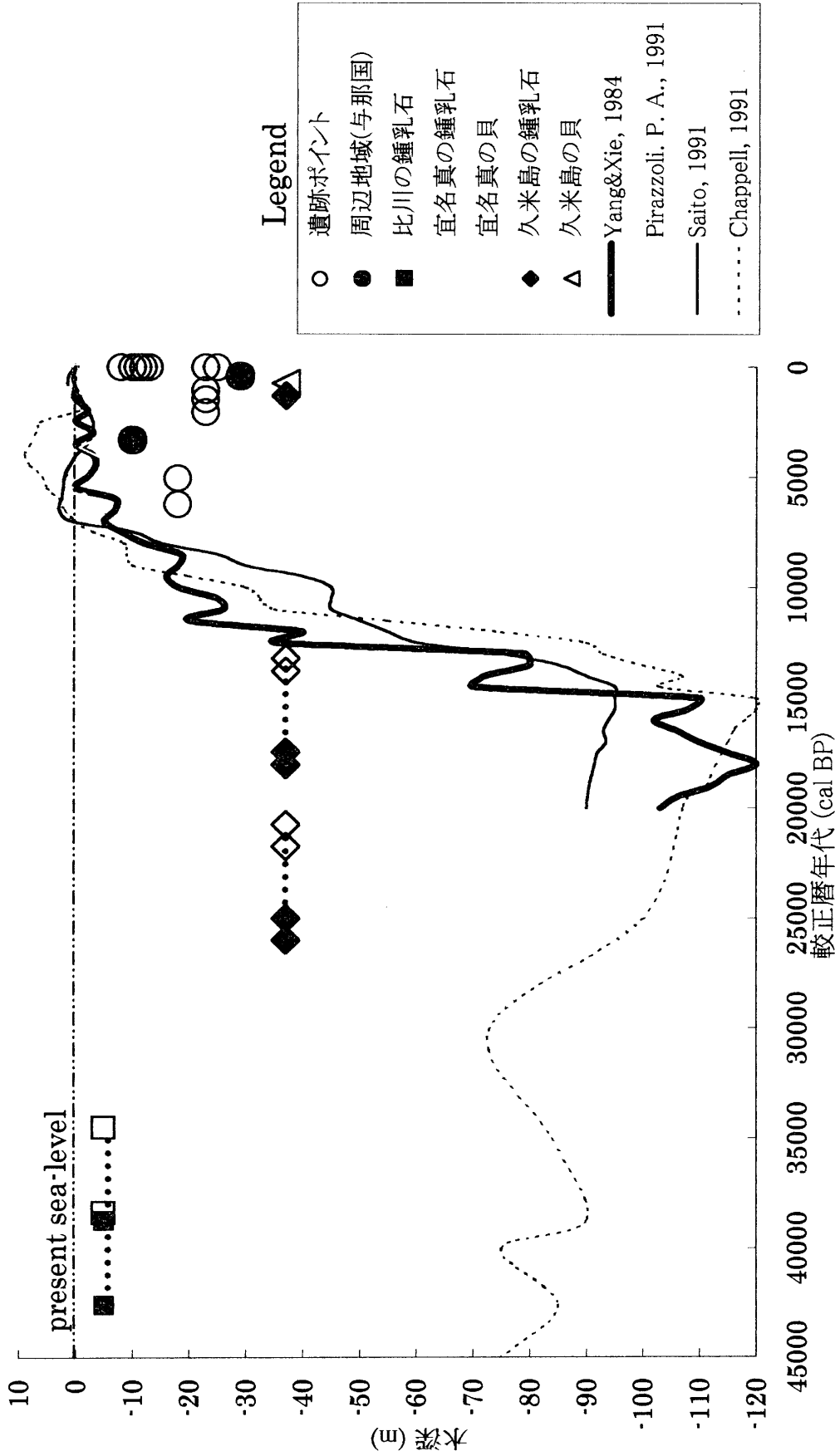


Fig. 7 琉球弧海底から得られたサンプルの¹⁴C年代分布と海水面変動曲線
 暦年代の1σの範囲は凡例の丸印より小さい(鍾乳石の年代幅は点線で示す)
 Sea level change curve and ¹⁴C age distribution of samples provided from bottom of Ryukyu arc.
 The 1 sigma extent of calibration age is included in the marked circle in legend. (Dotted lines show error ranges of stalactite samples.)

を5 : 5と仮定し、放射改変の理論式に当てはめ(Bowman,1998)、4,250年という年代幅を設定した。つまり鍾乳石は、実際には点線幅の範囲内の年代に形成されたものと考えられる。

久米島海底鍾乳洞で採取された鍾乳石5点のうち4点が20,000 yr BP前後の年代を示した。このことは、約20,000年前かそれ以降までこの鍾乳石が陸上にあったことを示す。それが現在海底にあるのであるから、この鍾乳洞はそれ以降に水没したと考えることができる。もし、地殻変動がなければ、水深40m地点が氷河性海水準変動により水没するのは約10,000年前から後である。このことは、久米島海底鍾乳洞の¹⁴C年代測定結果と矛盾しない。

しかし、残り一点の鍾乳石試料の年代が1,307 cal BPと新しくでた。もし、この測定データが当時陸上で鍾乳石が形成されていた時代を示すものであるとすれば、約1,300年前には久米島近海の海面が現在の水深で37mの位置にあったことになる。しかしそうであるとすると、その後2.8cm/yrもの急速な海面上昇速度で沈降したことになる。後氷期の海面上昇速度の平均値0.65cm/yrと大きく矛盾する。そういうことがあったとすれば、それは地殻変動によらなければならない。しかし、これまでの潜水調査では、そのような地殻変動の証拠が見あたらない。また周辺地域のどのデータもそれを支持しない。よってこの試料の年代が新しくでた原因は、土壌中の有機物による影響で¹²Cもしくは¹³Cが相対的に減少したことによる可能性が考えられる。

5 - 3. 宜名真海底鍾乳洞付近の海面変化

宜名真海底鍾乳洞は、¹⁴C年代測定結果によると、鍾乳石が20,000~30,000年前を示した。その頃にはそれらは陸上で形成されていたはずである。その後、ウルム氷期の最大海退期が終わり、この鍾乳洞は氷河性海水準変動による海面上昇の影響を受け始める。この時、宜名真海底鍾乳洞は、他の鍾乳洞と同様に海水中に没してしまった。

ただし、例外的に新しい年代を示した鍾乳石試料(2,996 cal BP)がある。これは、折れて海底に転がっていたものを採取したものである。宜名真海底鍾乳洞の一部が現在海面上に出ていることを考慮すると(Fig. 4)、この部分で成長した鍾乳石が折れて落下してきたものであると考えることができる。そのために新しい年代を示した可能性が高い。また、久米島海底鍾乳洞試料の一例と同様に、土壌中の有機物による影響も考えられる。

5 - 4. 与那国島の比川海底鍾乳洞付近の海面変化

測定結果は、約40,000~30,000年前に比川海底鍾乳洞は陸上に存在したことを示した。ここで、与那国島の海生生物源試料の年代とあわせて考えてみると、与那国島南部海域の-30mまでの海底はおよそ8,000年前以前は陸化していた可能性があることが推定される。

5 - 5. 琉球弧海底の年代

これまでに得られたすべてのデータをプロットして作成したのが Fig. 7 である。これによると、海生生物源および陸源性試料の時空分布が、氷河性海水準変動のどの曲線とも矛盾していないことが明らかになった。したがって、琉球弧中～南部沖の沿岸付近は、少なくとも 10,000 年以降はほとんど地殻変動を受けていないことが分かった。

6. まとめ

- 1) 琉球弧海底から採取された試料の ^{14}C 年代測定を行うことによって、与那国島遺跡ポイントは、氷河性海水準変動によって今から約 6,000 年より前に沈水し現在に至った可能性が高い。
- 2) 久米島海底鍾乳洞、宜名真海底鍾乳洞及び与那国島比川海底鍾乳洞より得られた試料の ^{14}C 年代測定結果は、一部のサンプルを除いて第四紀の最終氷期であるウルム氷期の時期と一致することを示した。つまりこの時期に、琉球弧の陸上で鍾乳洞が形成され、それが沈水したものが上記海底鍾乳洞と見なせる。
- 3) 中琉球から南琉球の水深 40m 以浅の海底より採取した海生生物源試料の年代は、すべて、10,000 年前以降の氷河性海水準変動によって示される海面下にある時期の年代を示した。現地調査からも、後期更新世以降に大規模な地殻変動が起きた証拠は認められない。したがって、後期更新世以降、少なくとも沖縄本島以南の諸島の近海に関しては、構造的に安定した状態にあったことが推定され、海面変動は氷河性海水準変動と、数千年以降の一部ハイドロスタティックな変動によっていると見られる。

謝辞

本研究を進めまとめるにあたり、名古屋大学年代測定資料研究センターの小田寛貴博士、池田晃子技官には、 ^{14}C 年代測定についての協力をいただいた。現地調査では、新嵩喜八郎氏をはじめとする地元のダイバー、久米島海底鍾乳洞探検調査研究会、木村研究室の学生諸君らに協力いただいた。久米島海底鍾乳洞の地形解析およびサンプル採取については、倉富和幸氏に協力いただいた。また、本研究の一部にアサヒビール学術奨励金を使用させていただいた。以上、紙面に記し厚く謝意を表したいと思います。

引用文献

- Bard, E., Hamelin, B., and Fairbanks, R. G. (1990): U-Th ages obtained by mass spectrometry in corals from Barbados: sea level during the past 130,000 years. *Nature*, **346**, 456-458.
- Bowman, S. (北川浩之 訳) (1998): 年代測定 初版. 東京學藝書林, 東京, 120pp.
- Chappell, J. (1994): Upper Quaternary sea level, coral terraces, oxygen isotope and deep-sea temperature. *J. Geogr.*, **103**, 828-840.
- 木村政昭, 新田勝也 (1996): 沖縄本島で発見された海底鍾乳洞. 月刊地球, **18**, 544-554.
- 木村政昭 (1997): 太平洋に沈んだ大陸 - 沖縄海底遺跡の謎を追う -. 第三文明社, 東京, 281pp.
- 木村政昭 (1999): 南西諸島で次々と発見される海底遺跡②. 大きな和, **23**(7), 20-21.
- 木村政昭, 中村俊夫, 本山功, 中村衛, 小野朋典, 大森保, 棚原朗 (1999): 与那国島海底の第1遺構形成年代に関する調査・研究. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (X), 149-164.
- 木村政昭 (2000a): 与那国海底の遺跡ポイントの形成 - 人工か自然か -. 月刊地球, **22**, 101-111.
- 木村政昭 (2000b): 海底遺跡の謎を追う (II). 大きな和, **24** (in printing).
- 木村政昭, 加藤晋平, 中村俊夫 (2000): 沖縄県の宜名真海底鍾乳洞内で発見された不定形剥片石器. 月刊地球, **22**, 1-7.
- 中村俊夫, 木村政昭, 石川賀子, 小田寛貴 (2000): 沖縄県与那国島の遺跡様海底地形関連試料の放射性炭素年代測定. 月刊地球, **22**, 93-100.
- Pirazzoli, P. A. (ed.) (1991): World Atlas of Holocene Sea-level Changes. Elsevier Oceanography Series, 58, Elsevier, Amsterdam, 300pp.
- Saito, Y. (1991): Sequence stratigraphy on the shelf and upper slope in response to

the latest Pleistocene-Holocene sea-level changes off Sendai, northeast Japan. In Macdonald, D. I. M. ed. *Sedimentation, Tectonics and Eustasy, Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, **12**, 133-150.

佐藤矩雄, 安原謙二, 久米島海底鍾乳洞探検調査研究会(1999): 沖縄県久米島の海底鍾乳洞の探検調査. 東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム-海面変動と遺跡文明-, 東京.

若林倫永(2000): 与那国島海底遺跡様地形の画像解析. 平成 11 年度琉球大学理学部物質地球科学科卒業論文, 33pp. (MS).

Yang, H. and Xie, Z. (1984): Sea-level changes in East China over the past 20,000 years. In *The Evolution of the East Asian Environment*, R.O. Whyte (ed.). Centre of Asian Studies, University of Hong Kong, 288-308.

^{14}C age measurement of carbonate samples recovered from the Iseki Point off Yonaguni-jima and the sea-floor off Okinawa-jima.

Masaaki KIMURA¹⁾, Toshio NAKAMURA²⁾ and Yoshiko ISHIKAWA.¹⁾

¹⁾ Department of Physics and Earth Sciences, College of Science, University of the Ryukyus, Japan.

Tel (Fax): 098-895-8566, E-mail: kimura@sci.u-ryukyu.ac.jp

²⁾ Dating and Materials Research Center, Nagoya University, Japan.

Tel: 052-789-2578, Fax: 052-789-3095, E-mail: g44466a@nucc.cc.nagoya-u.ac.jp

Abstract

^{14}C ages of 18 samples recovered from the sea-floor off Yonaguni-jima and off Okinawa-jima were measured by Tandetron Accelerator Mass Spectrometry of Dating and Materials Research Center in Nagoya University. ^{14}C ages reveal that this area may have been submerged by eustatic rise of seawater during the postglacial stage. Artificial pyramidal configuration of the Iseki Point off Yonaguni-jima may have been made older than 6,000 years on shore, based on ^{14}C age determination and geological observation by scuba diving. ^{14}C ages of stalactite recovered from submarine caves off Ryukyu Islands shallower than 40m showed about 40,000 to 20,000 years BP. These ages are coincident with that of the regression in Würm glacial age. There is no evidence of large-scaled crustal movement in this area after the postglacial age. Therefore, these stalactite caves may have been formed on the coast during regression stage of the glacial age. In conclusion, the sea-floor near islands in the middle to southern Ryukyu Arc has not been suffered from a big crustal movement and then this area has been mainly submerged by the eustatic movement in late Pleistocene time.

学会・学会誌への発表等

論文

1. Kimura, M.(1998): Sea-level change and recent crustal movement in the Ryukyu Arc. Proceedings of the Fourth International scientific symposium, WESTPAC, Okinawa, Japan, 245-261.
2. 木村政昭(1999): 与那国島沖の海底遺跡調査. Newton アーキオ, 3, 190-197.
3. 木村政昭, 中村俊夫, 本山功, 中村衛, 小野朋典, 大森保, 棚原朗(1999): 与那国島海底の第1遺構形成年代に関する調査・研究. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書(X), 149-164.
4. 中村俊夫, 木村政昭, 石川賀子, 小田寛貴(2000): 沖縄県与那国島の遺跡様海底地形関連試料の放射線炭素年代測定. 月刊地球, 22, 93-100.
5. 木村政昭(2000a): 与那国島海底の遺跡ポイントの形成・人工か自然か. 月刊地球, 22, 101-111.
6. 木村政昭(2000b): 海底遺跡の謎を追う(II). 大きな和, 24 (in printing).
7. 木村政昭, 加藤晋平, 中村俊夫(2000): 沖縄県の宜名真海底鍾乳洞で発見された不定形剥片石器. 月刊地球, 22, 130-136.

講演

1. Kimura, Masaaki(1999): Submarine ruins at Yonaguni Island in Okinawa, Japan. Abstract Papers of the 11th Annual symposium on Marine Archaeology and History of Hawai'i and the Pacific, Hawai'i Maritime Center, Honolulu, Hawai'i, p.14.
2. Kimura, Masaaki (1999): Submarine ruins found in Okinawa. Abstract Papers of the World Conference of the A.A.S., Gelsenkirchen/ Deutschland, 50-51.
3. 木村政昭(1999): 遺跡ポイントの形成. 琉球大学シンポジウム・沖縄の海底遺跡(?)と地殻変動, 沖縄.
4. 琉球大学海底調査団(1999): 与那国島海底の遺跡様地形の調査・研究. 琉球大学シンポジウム・沖縄の海底遺跡(?)と地殻変動, 沖縄.
5. 木村政昭、琉球大学海底調査団(1999): 南西諸島の海底遺跡探査. 東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム・海面変動と遺跡・文明, 東京.
6. 木村政昭(1999): 与那国遺跡ポイントの形成過程に関する考察. 東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム・海面変動と遺跡・文明, 東京.
7. 木村政昭(2000): 海底地質からみた琉球弧の変遷. 公開シンポジウム海上の道再考・人類と文化の潮流・予稿集, 11-13.