

# 琉球列島における脊椎動物化石包含層の $^{14}\text{C}$ 年代

大塚裕之<sup>1)</sup>・中村俊夫<sup>2)</sup>・太田友子<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 鹿児島大学総合研究博物館

(e-mail: hmj4254@hyper.ocn.ne.jp)

<sup>2)</sup> 名古屋大学年代測定総合研究センター)

(e-mail:nakamura@nendai.nagoya-u.ac.jp)

## 1. はじめに

琉球列島では第四紀の石灰岩の裂罅（フィッシャー）や洞穴堆積物から、哺乳類、爬虫類、両生類などの陸生脊椎動物の化石が豊富に産出する。これらの化石種の多くは、新第三紀鮮新世末期（約 180 万年前）以降、第四紀更新世後期までの陸繋期に、アジア大陸から八重山諸島の南琉球をへて、トカラ海峡以南の沖縄・奄美諸島の中琉球まで到達し、島々で繁栄した後、更新世後期の寒冷期に絶滅したシカ類や大型陸生カメ類で代表される陸棲脊椎動物である。また、現在、同列島に現棲している哺乳類や、爬虫類、両生類等の多くの固有種は、大陸起源のシカ類などの更新世後期末の絶滅期に絶滅を免れた陸棲脊椎動物の子孫である。

琉球列島の各島々から産出する脊椎動物化石の多くは、主として更新世中期の琉球石灰岩（＝琉球層群）および後期の段丘石灰岩に形成された裂罅（フィッシャー）や洞穴を充填した石灰岩トラバーチンや石灰岩礫まじりの赤土層の中に包含されている。これまでの産出例は動物化石多いが、港川人で代表されるような人類化石もいくつかの地点で産出している。従来、脊椎動物化石包含層の年代測定方法には主として産出した木炭を使ったものが多い。

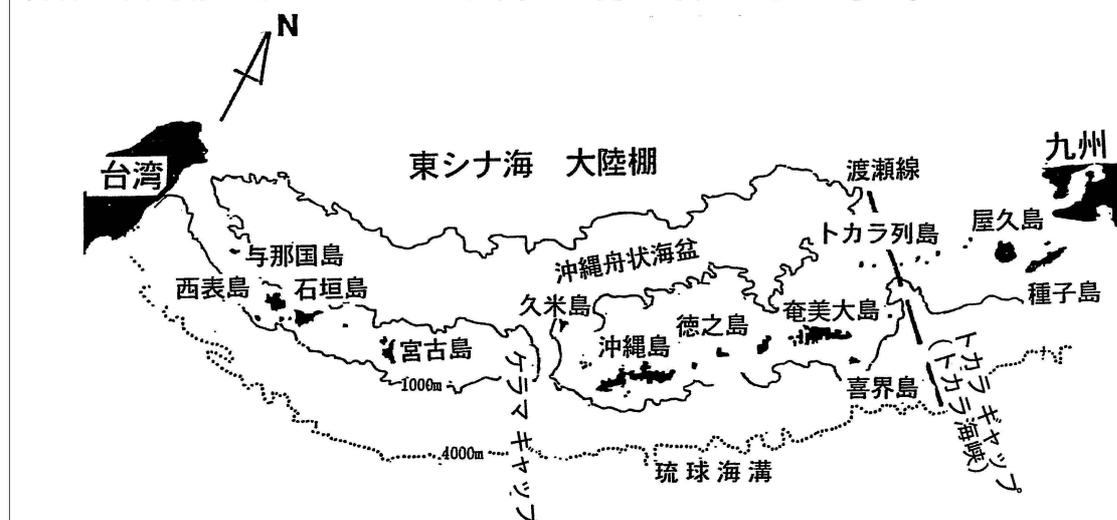


図1 琉球列島

Fig. 1 Ryukyu Islands

筆者らはこれ迄に、沖縄島、久米島における脊椎動物化石包含層から採取した試料の $^{14}\text{C}$ 法による年代測定を、名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデトロン加速質量分析計(AMS) (2号機)を用いて実施した(大塚ほか、2004)。その測定試料には、化石包含層から産出したマイマイの殻化石を用いた。その結果、琉球列島の脊椎動物化石包含層の $^{14}\text{C}$ 年代が更新世後期後半のウルム氷期極相期に集中していることが明らかとなった。その後、筆者らは、2006年～2007年にかけて、沖縄島、久米島、宮古島、石垣島および与那国島において、従来、 $^{14}\text{C}$ 年代の測定がなされていなかった脊椎動物化石産出層から試料を新たに採取し、その測定を同センターにおいて実施した。その測定結果をうけて、本報告ではこれまでに明らかとなった琉球列島の第四紀脊椎動物化石包含層の $^{14}\text{C}$ 年代についてまとめ、その地質年代学的意義について考察した。

## 2. 測定試料と $^{14}\text{C}$ 年代測定

### 2. 1 測定試料

$^{14}\text{C}$ 年代測定に使用した試料は、琉球列島の5つの島、すなわち、沖縄島、久米島、宮古島、石垣島および与那国島に所在する総計10地点の裂罅(フィッシャー)堆積物から脊椎動物化石と共に産した陸生カタツムリ(マイマイ)の化石がほとんどであるが、さらに与那国島の海産の巻貝化石が1試料、また久米島の有機質泥が1試料である(図2)。各試料の採取地点を以下に示す。

#### 1) 沖縄島

##### 中北部

- a. 沖縄県本部町備瀬海岸の裂罅堆積物
- b. うるま市石川伊波(旧石川市伊波)の碎屑性石灰岩堆積物
- c. 北中城村ヒニグスクの裂罅堆積物

##### 南部

- d. 南城市知念町(旧島尻郡知念村)上クルク原の裂罅堆積物
- e. 八重瀬町港川(旧島尻郡具志頭村港川)裂罅堆積物

#### 2) 久米島

久米島町大原の裂罅堆積物および洞穴堆積物

#### 3) 宮古島

宮古島市上野天川洞の洞穴堆積物

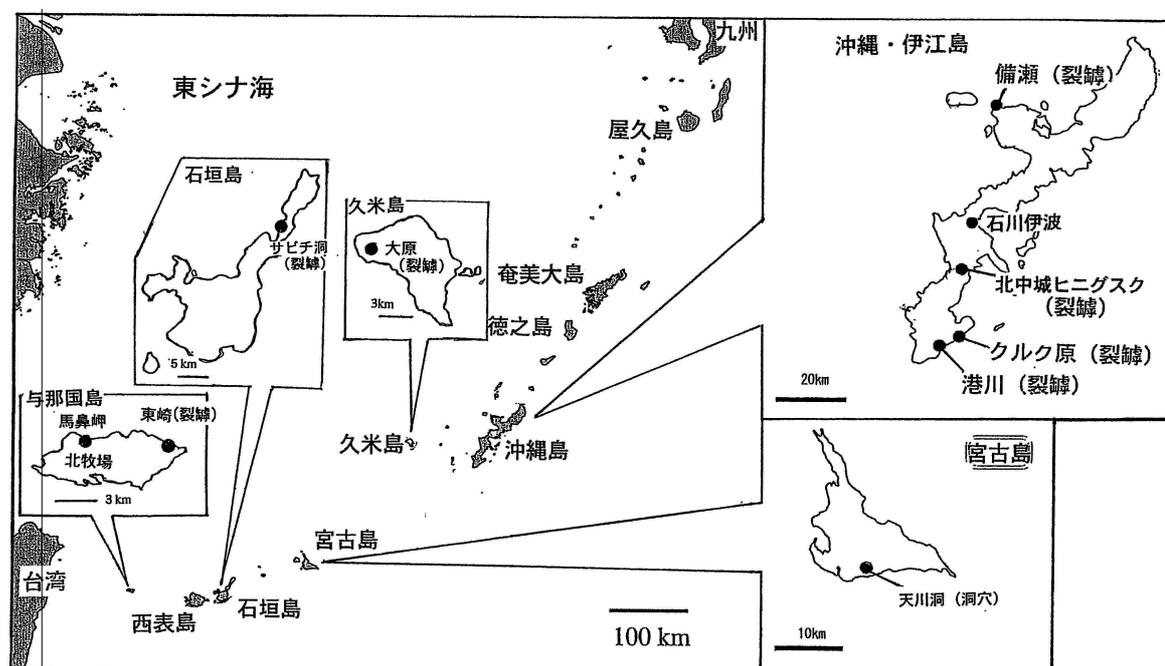
#### 4) 石垣島

石垣市伊原間さびち洞の西海岸における裂罅堆積物

#### 5) 与那国島

- a. 与那国町東崎入り口の裂罅堆積物

## b. 与那国町馬鼻崎の礁石灰岩砂礫層 (北牧場北部海岸)

図 2 琉球列島における  $^{14}\text{C}$  年代測定試料の採取地点Fig. 2 Localities of samples for  $^{14}\text{C}$  dating.2. 2  $^{14}\text{C}$  年代測定のための試料調製

$^{14}\text{C}$  年代測定のための試料調製は中村 (1999) による。以下にその概要を述べる。多くの場合、マイマイや巻貝化石は、石灰岩のトラバーチンや石灰質赤土中に固く取り込まれ、また殻の表面にトラバーチンや石灰質赤土が強固に付着している。このため、デンタルドリルやカッターナイフを用いて、これらの石灰質付着物を完全に除去した。さらに、蒸留水を用いて超音波洗浄を数回繰り返した後、0.2 規定塩酸を用いて、表面の炭酸成分を溶解除去し、できるだけ殻の内部にある炭酸成分を年代測定に用いることとした。殻試料は、再度超音波洗浄して塩酸分を除去し、 $80^{\circ}\text{C}$  で乾燥した。次に、ステンレス乳鉢を用いて粉末にした。粉末試料の 30mg 程度を二股の試験管の一方に入れ、他方に 85% のリン酸 5 ml を入れて、真空装置に接続してよく排気したあと、真空装置に接続したまま排気コックを閉じ、リン酸と炭酸塩試料を反応させて二酸化炭素を発生した。一晩放置して反応を進めた後、発生した二酸化炭素を、液体窒素 ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) およびエタノールと液体窒素の混合物 (ほぼ  $-100^{\circ}\text{C}$ ) の 2 種類の冷媒を用いてガラス真空ライン中で精製した。こうして、炭素にして 3mg 程度の二酸化炭素を回収し、それを 2 分割し、一方からグラファイトを合成し、他方は安定同位体比測定用の質量分析計 (MAT-252) を用いて  $\delta^{13}\text{C}$  を測定した。

有機質泥試料は長い年月のあいだ堆積物として露頭に存在したため、二次的に起源の異なる (一

般的に年代も異なる)別の炭素により汚染されている恐れがある。これらの二次的混入物を除去するために、1.2 規定塩酸を用いて 80°Cにて加熱処理を2昼夜、次に1.2 規定水酸化ナトリウム水溶液を用いて 80°Cにて加熱処理を1昼夜、さらに1.2 規定塩酸を用いて 80°Cにて加熱処理を2昼夜の処理を行った後、蒸留水で洗浄して塩酸分を完全に除去し、80°Cにて乾燥した。

前処理を終えたあとの有機質泥試料 112mg を約 500 mg の線状酸化銅と共に、外径 9 mm のバイコール管に入れ、真空ラインに接続して排気したあと封管した。これらの試料を電気炉内で 900°Cにて約2時間加熱して、試料中の炭素を燃焼して二酸化炭素に変えた。真空ライン中で、液体窒素(沸点: -196°C)、液体窒素により冷却したペンタン(融点: -128°C)、およびエタノールと液体窒素の混合物(約-100°C)を寒剤として用いて水分やイオウ酸化物を除去して二酸化炭素を精製した。回収された二酸化炭素の量は炭素にしてほぼ 7.4 mg で、炭素含有率は 6.6%であった。

### 2. 3 グラファイトの合成

陸生貝や巻貝の貝殻、有機質土壌などの19個の試料について回収された二酸化炭素の一部(炭素にして1.5~2.0 mg)について、約3mgの鉄粉末を触媒として水素で還元してグラファイトを得た。次に、鉄粉混じりのグラファイトを90°Cで数時間乾燥したのちアルミニウム製の試料ホルダーに圧縮封入し、炭素同位体比測定に用いる試料としてタンデトロン加速器質量分析計のイオン源に装填した。

$^{14}\text{C}$ 年代測定に不可欠な、 $^{14}\text{C}$ 濃度が既知の標準体としては、米国国立標準技術研究所(NIST)から提供されている国際的な標準体であるシュウ酸(NIST-SRM-4990C (HOxII))を用いた。シュウ酸の約14 mgを約500 mgの線状酸化銅と共にパイレックス管に入れて排気したあと封管し、500°Cにて2時間加熱することによって完全に燃焼して二酸化炭素を得た。次に、年代測定試料の場合と同様にして、真空ラインを用いて二酸化炭素を精製したあと、約1.5mgの炭素に相当する二酸化炭素をグラファイトに還元し、これをアルミニウム製の試料ホルダーに圧縮封入して $^{14}\text{C}$ 年代測定のための $^{14}\text{C}$ 濃度標準体として用いた。さらに、市販のグラファイト粉末を試料ホルダーに圧縮封入して $^{14}\text{C}$ 測定における $^{14}\text{C}$ ブランクの補正を行うために用いた。

### 2. 4 加速器質量分析計による $^{14}\text{C}$ 年代測定と暦年への較正

上述のようにして、貝殻や有機質土壌およびシュウ酸標準体から調製した固形の炭素試料について、タンデトロン加速器質量分析計を用いて $^{14}\text{C}$ 年代測定を行った(中村, 2001)。タンデトロン分析計では、 $^{14}\text{C}$ と $^{12}\text{C}$ の存在比( $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比(=R))が未知試料( $R_{\text{sample}}$ )と $^{14}\text{C}$ 濃度が既知の標準体( $R_{\text{AD1950}}$ )とについて測定され、 $R_{\text{sample}}/R_{\text{AD1950}}$ 比が得られる。また、タンデトロン分析計では $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比も測定できる。測定された $R_{\text{sample}}/R_{\text{AD1950}}$ 比について、 $^{14}\text{C}$ ブランクの補正を行い、さらにタンデ

トロン分析計で測定された  $\delta^{13}\text{C}$  を用いて炭素同位体分別の補正を行ったのち、試料の  $^{14}\text{C}$  年代値 (conventional  $^{14}\text{C}$  age (同位体分別補正  $^{14}\text{C}$  年代)) を算出した (表 1、2、中村、2001 ; 2003)。 $^{14}\text{C}$  の半減期としては、国際的な慣例に従って、Libby の半減期 5568 年を用いた。 $^{14}\text{C}$  年代値は、西暦 1950 年から遡った年数として与えられる。

得られた同位体分別補正  $^{14}\text{C}$  年代を、Fairbanks-0107 calibration curve (Fairbanks *et al.*, 2005) を用いて暦年代に校正した (表 1、2)。校正年代は、 $^{14}\text{C}$  年代の誤差として 1 標準偏差を用いた場合について示した。年代校正においては、海棲巻貝については、海洋のグローバル炭素リザーバー効果の値として、400  $^{14}\text{C}$  年を、海棲巻貝の  $^{14}\text{C}$  年代値から差し引いて、同年代に相当する陸産物の  $^{14}\text{C}$  年代に補正した後、Fairbanks-0107 による年代校正を行った。

陸産貝類の  $^{14}\text{C}$  年代測定においては炭素リザーバ効果の存在が知られている (Evin *et al.*, 1980、など)。この効果、すなわち、同年代に生育した陸産貝類の貝殻の  $^{14}\text{C}$  濃度と陸上植物の  $^{14}\text{C}$  濃度との相違については、高橋ほか (1998) が鹿児島県喜界島産、および静岡県産の現生陸産貝類を用いて詳しく調べている。高橋ほか (1998) は、1996 年に生きた状態で採取した 5 種類の陸産貝類について、殻と軟体部の  $^{14}\text{C}$  濃度を、同年に採取した植物の葉片の  $^{14}\text{C}$  濃度と比較している。その結果、植物葉片に比べて陸産貝の殻では、最大で 1300  $^{14}\text{C}$  年に相当する  $^{14}\text{C}$  濃度の低下が見つかっている。しかし、平均的には数百  $^{14}\text{C}$  年程度であり、陸貝の種類によっては両者の違いがほとんど無い場合もある。また、著者らによる、2001 年に沖縄島にて採取されたシュリマイマイ [*Satsuma(Coniglobus) mercatoria (Pefeiffer)*] の分析結果は、 $\delta^{13}\text{C}$  値が  $-12\text{‰}$ 、 $^{14}\text{C}$  濃度が  $110.8 \pm 0.3\text{pMC}$  (標準  $^{14}\text{C}$  濃度を 100% としたときの  $^{14}\text{C}$  濃度で、この数値の場合には試料は標準濃度よりも 10.8% 増の  $^{14}\text{C}$  濃度を持つことを意味する) と得られ、同年代の植物と同程度の  $^{14}\text{C}$  濃度を示している (表 3)。今回分析した試料は石灰質トラバーチンや石灰質赤土中に固結した状態で採取されており、各地点、各地層の陸貝試料は、種が異なった個体が混ざって選別されている。従って、種の同定はできていない。このようなことから、今回の解析では、陸産貝の殻の初期  $^{14}\text{C}$  濃度は、陸上植物のそれとほぼ等しいと仮定した。すなわち、陸産貝の殻の炭素リザーバ効果は無視して Fairbanks-0107 による年代校正を行った。校正の結果を 1 標準偏差の範囲で、表 1、2 に示す。

### 3. 結果

#### 3. 1 沖縄島

##### 沖縄島の中北部

##### a. 沖縄県国頭郡本部町北部の備瀬海岸における裂罅堆積物

備瀬集落の北部海岸一帯には、低位段丘面および海食崖をつくる礁性石灰岩層が分布するが、同海食崖の裂罅堆積物からリュウキュウジカやハコガメ類化石と一緒に産出したマイマイ化石試

料 BS-1 の  $^{14}\text{C}$  年代を測定した。その結果は大塚ほか (2004) で既に報告したが、本稿ではその  $^{14}\text{C}$  値の暦年代への較正を行ない、 $27,660 \pm 160 \text{calBP} (\pm \sigma)$  較正值を得た。この年代は沖縄島南部の知念クルク原の脊椎動物化石包含層の試料 KB-2 の  $^{14}\text{C}$  年代とともに、ウルム氷期最盛期に突入した直後の第二亜氷期 (26,000~30,000yr.BP) の末期の年代にちかい(図 11)。

#### b. うるま市石川伊波(旧石川市伊波)の碎屑性石灰岩堆積物

石川伊波の集落の南西部において、琉球石灰岩の裂罅に堆積したと見られる碎屑性石灰岩堆積物が約 4 m の崖をなして露出しており、リュウキュウジカやイノシシ化石とともに、マイマイの殻化石を多産する。マイマイの殻化石試料(IB-1)について得られた  $^{14}\text{C}$  年代値  $23,050 \pm 70 \text{yBP}$  を暦年代に較正した結果、 $36,010 \pm 300 \text{calBC} (\pm \sigma)$  の暦年代値を得た。この値は、北中城村ヒニグスク、与那国島北牧場の馬鼻崎、宮古島の天川洞、久米島大原上部の脊椎動物化石包含層の年代とともに、ほぼウルム氷期中期の始まりの第一亜間氷期中ごろの年代にあたる (第 11 図)。

#### c. 北中城村ヒニグスクの裂罅堆積物

北中城村ヒニグスク (荻堂) の北西側斜面の琉球石灰岩に形成された裂罅は、E-W 方向の断層の 2 本の断層に挟まれ、幅約 70cm の幅で、石灰岩角礫を主とした堆積物によって充填されている (図 3)。この裂罅堆積物からはリュウキュウジカ、リュウキュウムカシキョン、オオヤマリクガメ、ハブ類等の脊椎動物化石を多産した (Takahashi *et. al.* 2003)。これらと共産したマイマイの殻 (KN-1) (図 3) の  $^{14}\text{C}$  年代測定の結果、暦年代  $33,530 \pm 180 \text{calBP} (\pm \sigma)$  得た。先きに Otsuka & Takahashi (2000) は  $^{14}\text{C}$  年代値  $20,890 \pm 770 \text{yBP}$  を報告したが、この年代を暦年代へ較正すると  $25,000 \pm 1,000 \text{calBP} (\pm \sigma)$  となり、この年代は今回の KN-1 の暦年代に比べて 8,000 年ほど若い値を示す。これら 2 つの暦年代は、宮古島天川洞やピンザアブ洞穴堆積物とともに、ウルム氷期中期の第一亜氷期末の地質時代を示す。

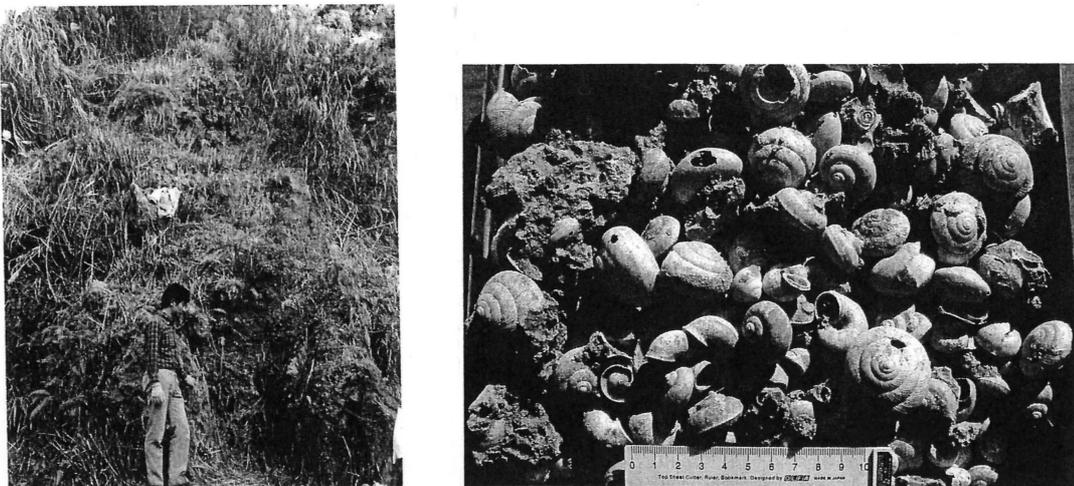


図 3 北中城村ヒニグスクにおける裂罅堆積物 (左) とマイマイ化石試料 (KN-1) (右)  
Fig. 3 Fissure-filling deposits exposed at Hinigusuku, Kitanakagusuku village, Okinawa Island (left) and fossil snails (KN-1)(right).

## 沖縄島南部

### d. 南城市知念（旧島尻郡知念村）上クルク原における裂罅堆積物

知念の上クルク原における陸橋取り付け工事中に露出した琉球層群那覇石灰岩に発見された複数の裂罅堆積物（図4）からは、多数のリュウキュウジカ、リュウキュウムカシキョン、オオヤマリクガメ、リュウキュウイノシシ、ハブ類化石等を多数産出したが、北側の裂罅堆積物からリュウキュウイノシシ化石と一緒に採集したマイマイの殻化石2試料（KB-1, KB-2）（図4）の $^{14}\text{C}$ 年代測定を行なった。その結果、2試料の暦年代はそれぞれ $30,060 \pm 190 \text{calBP} (\pm 1\sigma)$ および $27,770 \pm 180 \text{calBP} (\pm 1\sigma)$ で、ウルム氷期中期の第二亜氷期初頭を示していることがわかった。この年代は、上クルク原の裂罅堆積物が本部半島備瀬の裂罅堆積物（BS-1）および宮古島ピンザアブ洞窟堆積物とほぼ同時期の堆積であることを示している。

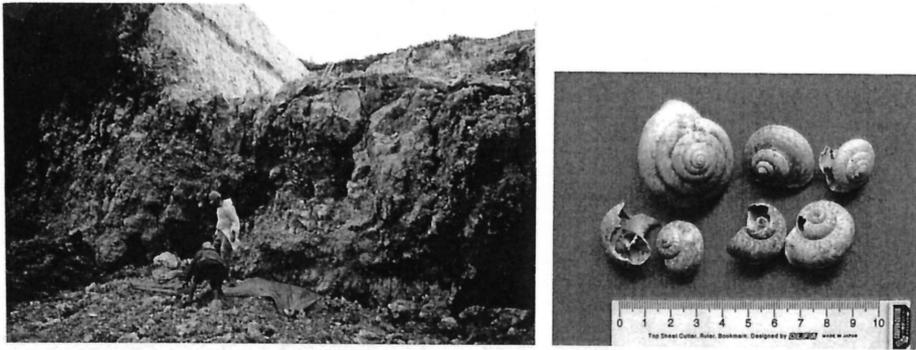


図4 知念上クルク原における裂罅堆積物（左）とマイマイ化石（KB-01, KB-02）（右）。

Fig. 4. Fissure-filling deposits exposed at Kurukubaru, Chinen, Okinawa island.(left) and fossil snails (KB-1, KB-2) used for  $^{14}\text{C}$  dating.

### e. 八重瀬町港川（旧島尻郡具志頭村港川）における裂罅堆積物

人類化石の港川人を産出した具志頭港川の裂罅上部から採集したマイマイ化石試料について、 $^{14}\text{C}$ 年代の測定を行なった。従来、この港川の裂罅堆積物の $^{14}\text{C}$ 年代については、港川人化石を産出した裂罅堆積物下部から採取した木炭について、 $18,250 \pm 650 \text{yr.BP(GK)}$ (Suzuki&Tanabe,1982)が、また中部のイノシシ化石の産出層準の木炭について $16,600 \pm 300 \text{yBP(GK)}$ (Kobayashi *et.al.*, 1971)の測定結果が得られている。今回、これら2つの $^{14}\text{C}$ 年代値を暦年代に較正した結果、前者が $21,700 \pm 840 \text{cal BP} (\pm 1\sigma)$ 、後者が $19,740 \pm 320 \text{calBP} (\pm 1\sigma)$ の暦年代値を得た(表1)。また、筆者ら(大塚ほか、2004)は、この裂罅堆積物の上部から産出したイノシシ指骨に付着したマイマイ化石(MT-1)（図5）およびマイマイ化石(MN-1)について、それぞれ $^{14}\text{C}$ 年代 $10,470 \pm 50 \text{yBP}$ および $9,865 \pm 35 \text{yBP}$ を得た結果、イノシシ類が更新世末期に当地に棲息していたことを述べた。今回、この $^{14}\text{C}$ 年代を較正して、それぞれ、 $12,405 \pm 90 \text{calBP} (\pm 1\sigma)$ および $11,250 \pm 20 \text{calBP} (\pm 1\sigma)$ の暦年代値を得た。このことにより、従来の $^{14}\text{C}$ 年代値とともに、イノシシが更新世後期に棲息して

いたこと、および港川裂罅堆積物の上部の  $^{14}\text{C}$  年代を再確認した。



図5 港川人化石を産出した裂罅から採取したイノシシ指骨に付着したマイマイ化石(MT-1)  
Fig. 5. Fossil snail attached to phalange of wild boar (MT-1) collected from the fissure deposits yielded the Minatogawa man.

## 2) 久米島

久米島北西部の大原における2層準の計2試料の  $^{14}\text{C}$  年代測定を行なった(図6)。2層準は、1) 層準的に琉球層群北原層(中川・村上, 1975)を浸食した凹所の有機質堆積物(KU-02)、および2)北原層に形成された裂罅を充填した赤土層(KU-03)である。いずれもシカ類化石等を含む。北原層は鮮新世の火山岩類からなる宇江城岳層を基盤岩とした、標高50m以下に分布する段丘構成層(中川・村上, 1975)で、具志川久間地南西では下位の砂礫層・貝化石を含むシルト層(5m+)および上位の石灰岩(3m+)からなる(佐藤, 1997)。石灰岩の年代については従来、Th-230年代  $62,000 \pm 4,000$  年BP (Konishi *et al.*, 1974)という値が得られている。今回、2試料の  $^{14}\text{C}$  年代の測定の結果、KU-02については  $47,500 \pm 440 \text{ calBP} (\pm 1 \sigma)$ 、KU-03については  $35,750 \pm 280 \text{ calBP} (\pm 1 \sigma)$  暦較正年代が得られた。

2)の試料 KU-03 はマイマイ殻の化石で、石灰岩の裂罅を充填した大原の裂罅堆積物(大原上部)から、リュウキュウジカ、リュウキュウムカシキョンなどのシカ類化石とともに採取した(図6)。1)の試料 KU-02 は同じく久米島大原における石灰岩採掘場で、裂罅堆積物(大原上部)よりも地形的に約10m下位の凹地に狭小な分布をする有機質泥層であり、この有機質泥層とほぼ同層準の礫まじりシルト層から、リュウキュウジカと思われる摩耗した数多くの四肢骨や若干のリクガメ類化石を採集した。北原層のシルト層からは、これまでに、貝化石とともにリュウキュウジカの臼歯化石が採集されているが、有機質泥層中のやや磨滅したシカ化石は北原層からの洗い出しの再堆積したものである可能性がある。いずれにしても、大原下部の有機質泥試料(KU-2)の  $^{14}\text{C}$  値は、琉球列島の更新世後期のシカ類化石包含層としては、これまでに測定された最古の  $^{14}\text{C}$  年代値であり、ウルム氷期最寒期に突入する前のウルム氷期早期末の堆積物であることを示す。一方、従来多くのシカ類化石と大原裂罅堆積物(赤土層)(大原上部)から採取したマイマイ殻試料 KU-3 の  $^{14}\text{C}$  暦年代 ( $1 \sigma$ )  $35,750 \pm 280 \text{ calBP} (1 \sigma)$  は、脊椎動物化石を多産した沖縄島の北中城の裂罅堆積物、石川伊波の碎屑性石灰岩堆積物、宮古の天川洞の洞窟堆積物などとともに、ウルム氷期中期の、ウルム氷期第一亜氷期の年代を示す。

一方、ヒト、リュウキュウジカなどの化石を産出した下地原洞窟の堆積物については、従来、 $15,200 \pm 100 \text{yBP}$  の  $^{14}\text{C}$  年代が得られていた (Oshiro & Nohara, 2000) が、今回、この値について暦年代較正を行ない、 $18,430 \pm 150 \text{calBP} (\pm 1 \sigma)$  の値を得た。この値は KU-02, KU-03 に比べ、かなり若い年代で、沖縄は港川裂罅堆積物の下部の年代と同様に、ウルム氷期中期末を示す。

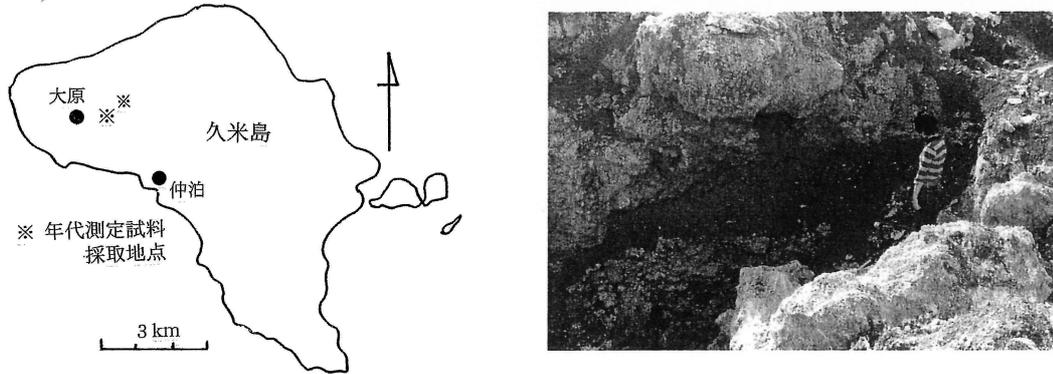


図6 久米島大原における年代測定試料の採取地点 (左) と化石を包含する裂罅堆積物 (右)  
Fig.6. Locations of sampling sites (left) and outcrop of fissure-filling fossiliferous red clay (right) exposed in the area near Ohara, Kume island.

### 3) 宮古島

宮古島市南部、上野(旧上野村)の天川洞の洞穴堆積物(図7)からは、従来、ミヤコノロジカ、ネズミ類、カメ類、ヘビ類をはじめとする脊椎動物化石を多く産出している (長谷川ほか、1973)。今回、これらの脊椎動物化石群の地質年代を知る目的で、同堆積物から採取したマイマイ殻化石の2試料の  $^{14}\text{C}$  年代を測定した。その結果、次のような暦年代値を得た。

MY-01:  $38,180 \pm 200 \text{calBP} (\pm 1 \sigma)$ 、 MY-02:  $34,310 \pm 180 \text{calBP} (\pm 1 \sigma)$

これら2つの  $^{14}\text{C}$  年代の暦年代値は、天川洞穴の脊椎動物化石層が、久米島の裂罅堆積物 (大原上部)、沖縄島石川伊波の碎屑石灰岩堆積物、北中城の裂罅堆積物と同様に、ウルム氷期中期の第一亜間氷期の堆積年代であることを示す。従来、天川洞北方に位置するピンザアブの洞窟堆積物からはミヤコノロジカ、イノシシ、ハナネズミ類等の脊椎動物化石群が報告された (沖縄県教育委員会, 1985) が、その年代については、包含層から採取された木炭について、 $25,800 \pm 900 \text{y.B.P.}$ 、 $26,800 \pm \text{y.B.P.}$  という2つの  $^{14}\text{C}$  値が得られている (浜田、1985)。これらの2つの  $^{14}\text{C}$  年代値を暦年代に較正すると、それぞれ、 $30,960 \pm 1,060 \text{calBP} (\pm 1 \sigma)$ 、 $32,060 \pm 1,440 \text{calBP} (\pm 1 \sigma)$  となる。今回、 $^{14}\text{C}$  年代を測定した天川洞のマイマイ2試料の暦年代値は、浜田(1985)によるピンザアブの年代値よりも6,000~7,000年ほど古いが、互いにウルム氷期中期の前半の第一亜間氷期の堆積物であることを示している。

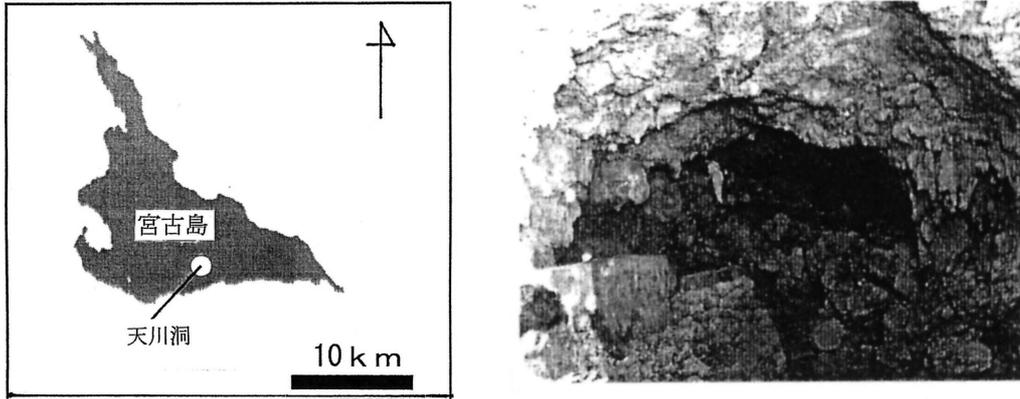


図 7 宮古島の天川洞の位置 (左) および マイマイ化石(MY-01, MY-02)を採取した洞穴堆積物 (右)。  
 Fig. 7. Location of Amagawa-do (=Amagawa Cave) in Miyako island (left) and outcrop of cave deposits yielded fossil bones and snails (MY-01, MY-02) for  $^{14}\text{C}$  dating (right).

#### 4) 石垣島

石垣市伊原間の北方 1.5km に位置するサビチ洞は、琉球層群大浜層 (中川ほか、1982) の石灰岩・シルト岩に形成された洞窟で、その西端は伊原間湾に開いている。この洞窟を通り抜け、左折し、同湾に沿って造られた私設遊歩道を約 100m 進むと、層厚が約 3m の裂隙堆積物の露出している (図 8)。同堆積物は石灰質砂層および硬固な石灰岩トラバーチンになっており、リュウキュウジカやコウモリ類、ヘビ類などの脊椎動物化石を産出した。これらの化石と一緒に産出したマイマイ殻化石(試料 IG-02)について  $^{14}\text{C}$  年代の測定を行ない、 $14,400 \pm 150 \text{calBP}$  ( $\pm 1\sigma$ ) の暦年代較正値を得た。

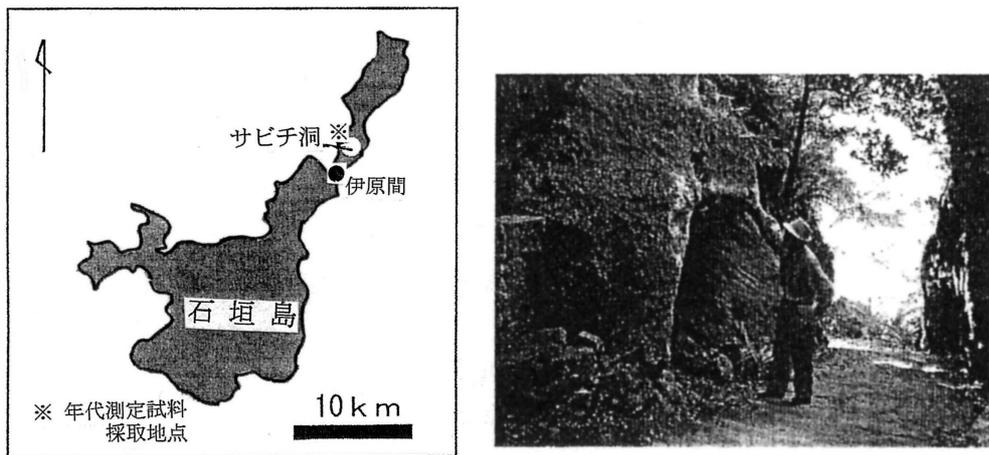


図 8 石垣島サビチ洞の西海岸における試料採取地点 (左) と裂隙堆積物(IG-02)  
 Fig.8. Location of fissure-filling deposits exposed near Sabichi-do(=Sabichi Cave) in Ishigaki island.

この暦年代からみると、この化石包含層がウルム氷期末期の第四亜氷期の中頃に形成されたことを示す。これまでに、石垣島からは石垣市の轟川流域からリュウキュウジカの産出が知られてい

るが、産出層と地質時代を確定するにいたっていない(大塚・長谷川, 1973)。また、同市北方の石城山の石灰岩裂罅堆積物から脊椎動物化石の報告(長谷川・野原, 1978)がなされているが、年代測定はなされていなかった。今回のサビチ洞の北方海岸における年代測定は、石垣島における脊椎動物化石層としては最初のものである。この $^{14}\text{C}$ 暦年代値は、本報告書で記載した宮古島の天川洞の堆積物よりも16,000~24,000年ほど、久米島大原や沖縄島の伊波、北中城の裂罅堆積物よりも約15,000~13,000年ほど、知念クルク原の脊椎動物化石包含層よりも約15,000~13,000年ほど、また沖縄島の港川裂罅堆積物人の年代よりも約5000~7000年、それぞれ若い地質年代である。

## 5) 与那国島

与那国島では、島の東部の2地点(Loc. A, Loc. B)、および島の中北部の1地点(Loc. C)における脊椎動物化石包含層(図9)の $^{14}\text{C}$ 年代の測定を行なった。島の東部では、1)島の東端に近い東崎灯台入り口(=東牧場入り口)の北側海岸 Loc. A における裂罅堆積物(YG-01)、および2)同じく同海岸 Loc. B における碎屑性石灰岩堆積物(YG-04)について、いずれもシカ類やイノシシ化石と一緒に産出したマイマイ化石の $^{14}\text{C}$ 年代を測定した。さらに、3)島の中北部の北牧場馬鼻崎(Loc. C)における礁性石灰岩に挟在される細礫層(図10)からシカ類化石と共産した陸生マイマイ殻化石(YG-02)および海棲巻貝(YG-03)を用いて $^{14}\text{C}$ 年代を測定した。

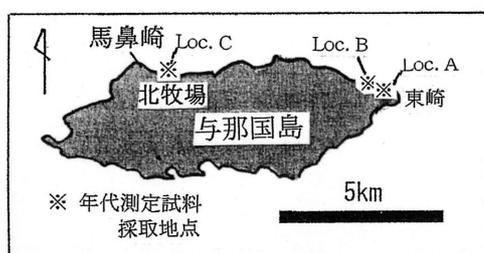


図9 与那国島における年代測定試料採取地点(Locs. A~C) (左) と、東崎へ通じる道路入り口の北側海岸に露出している裂罅堆積物(Loc. A)。

Fig. 9. Location of fossil bones and snails(Locs. A~C) in Yonaguni Island (left) and outcrop of fissure-filling deposits (Loc. A) located at the entrance of pass to the Agarizaki(=Akarizaki Point).

### a. 東部(東崎)の石灰岩トラバーチン(Loc. A)および碎屑性石灰岩層(Loc. B)

島の東端の東崎へ通じる道路入り口に近い Loc. A には、ほぼ海岸線に直行する N-S 方向の2本の断層が幅4mの間隔をなして走っている。この2本の断層の挟まれた西側の壁には硬固な石灰岩トラバーチンが付着して、高さ約20mの断崖をなして露出しており、この中には大型シカ類と大型リクガメの *Manouria* 属 (Takahasi et al., 2008) が産出した(図9)。これらの脊椎動物化石と共産したマイマイ化石(試料 YG-01)の $^{14}\text{C}$ 年代を測定し、暦年代較正をした結果、 $12,830 \pm 40 \text{calBP} (\pm 1$

$\sigma$ )の年代値が得られた。この値は、この含化石トラバーチンがウルム氷期最末期の堆積物であることを示す。また、この値は、沖縄島の港川における裂罅堆積物上部産のリュウキュウイノシシ化石に付着したマイマイ化石の $^{14}\text{C}$ 暦年代  $12,450 \pm 90 \text{calBP} (\pm 1 \sigma)$  にちかい。

また、Loc. A のすぐ北西側に隣接して、やや固結度の低い碎屑性石灰岩層が、標高 50~60m に高さ約 15m の断崖をなして分布している。産状と分布状況から、この碎屑性石灰岩層も裂罅堆積物である可能性がある。この堆積物からイノシシ類の下顎歯化石と一緒に産出したマイマイの殻化石(試料: YG-01, YG-04)の $^{14}\text{C}$ 年代測定を行ない、 $8,469 \pm 60 \text{calBP} (\pm 1 \sigma)$ の暦年代較正值を得た。

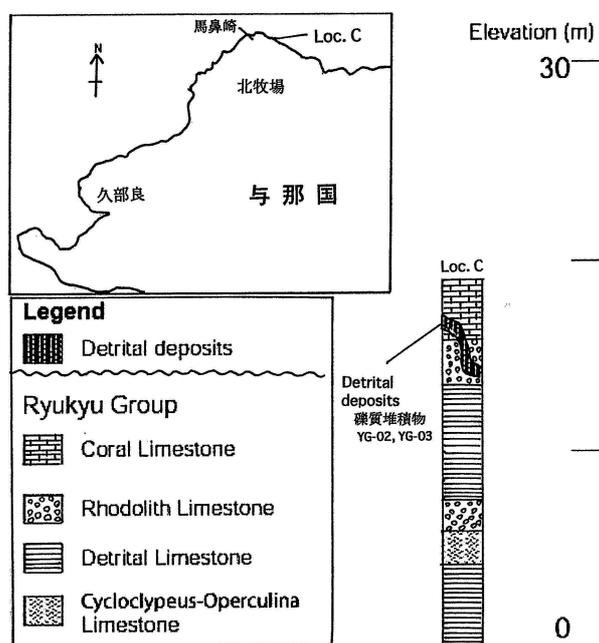


図 10 与那国島北西部における琉球層群礁性石灰岩の柱状図 (山田、2002, p. 60, 柱状図 14 を改編)  
 Fig. 10 Columnar section of the rised reef limestone exposed on sea cliff at northwestern part of the Yonaguni Island (after the Doctor thesis of Yamada, 2002, partly revised)

#### b. 馬鼻崎(Loc. C)

与那国空港の滑走路の西端のすぐ西側に位置する北牧場の北側海岸一帯には、一部に礫質堆積物を挟む琉球層群の礁性石灰岩が標高約 30m の海食崖をなして露出している(図 10)。この礁性石灰岩については、従来、100~230ka の $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 年代(大村ほか、1994)が得られている。礫質堆積物は層厚約 40cm で、琉球層群の石灰岩層の層理面と斜交関係にあることから、裂罅充填堆積物と見なされる。この礫質堆積物からシカ類化石と一緒に産出したマイマイ化石(YG-02)および海棲巻貝化石(YG-03)の各 1 試料の $^{14}\text{C}$ 年代を測定した。暦年代に較正して、以下の結果を得た。

マイマイ化石 (YG-02) :  $36,270 \pm 180 \text{calBP} (\pm 1 \sigma)$

巻貝化石 (YG-03) :  $36,790 \pm 190 \text{calBP} (\pm 1 \sigma)$

これらの  $^{14}\text{C}$  年代の暦年代は東部の Loc. A よりも約 19,000 年ほど、また Loc. B のそれよりも約 28,000 年ほど古く、ウルム氷期中期初頭の第一亜間氷期(湊、1974)の年代にあたる。また、これらの  $^{14}\text{C}$  測定結果から、与那国島における脊椎動物化石包含層には、更新世後期の 3 つの時期—1) ウルム氷期中期初頭 (Loc. C)、ウルム氷期最末期 (Loc. A)、および 3) 完新世初頭 (Loc. B)—が存在することが明らかになった。

#### 4. 測定結果の考察

表 1 および表 2 には、筆者らによる琉球列島の島々（沖縄島、久米島、宮古島、石垣島、与那国島）における脊椎動物化石包含層についての  $^{14}\text{C}$  年代を示す。これらの表には、大塚ほか(2004)によって既に公表されたデータに加えて、2004 年以降に測定した 11 試料の年代値 [ $^{14}\text{C}$  年代 ( $\pm 1\sigma$ )、暦年代 ( $\pm 1\sigma$ )] を示した。いずれも、名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデトロロン年代測定装置 AMS (2号機) によって測定したものである。また、表 4 には、筆者らの研究開始以前に他の研究者によって発表された琉球列島の脊椎動物化石および人類化石産出層の  $^{14}\text{C}$  年代、およびそれらのデータを本研究によって暦年較正した年代 ( $\pm 1\sigma$ ) をまとめて示した。

本研究で年代測定に用いた試料は、久米島の 1 試料 (有機質泥) を除いて、すべてマイマイの殻化石である。表 1, 表 2 および図 11 に示すように、 $^{14}\text{C}$  年代の暦年代からみると、琉球列島における脊椎動物化石包含層は、約 4.5 万年前のウルム氷期早期末から、ウルム氷期最末期 (1 試料は完新世早期を示す) にかけての約 4.5 万年間の、およそ 4 つの時期に形成されたものであることが明らかとなった。それらを古い年代から新しい年代順に見ると、以下のようである。

1) ウルム氷期早期末 (第一亜氷期の末期) : 久米島の大原における石灰岩採石場において見いだされた有機質泥層と化石包含層の礫層は琉球層群北原層の石灰岩を浸食して形成された凹地堆積物 (大原下部) で、測定した有機質泥試料の暦年代  $43,200 \pm 450 \text{calBP}$  ( $\pm 1\sigma$ ) はウルム氷期早期の末期を示し、琉球列島の更新世後期の脊椎動物化石層としては、これまでに知られている最古のものである。産出する骨化石はかなり磨耗しており、このことから、北原層のシルト層に包含されているシカ類化石の再堆積したものの可能性がある。

2) ウルム氷期中期の初頭の第一亜間氷期末から第二亜氷期にかけての時期 (約 38,000 年 BP~約 27,000 年 BP) の約 35,000 年間に形成された脊椎動物化石包含層である。古くは宮古島天川洞の堆積物で、ウルム氷期中期初頭を示す。また、沖縄島の石川伊波の碎屑性石灰岩堆積物、北中城ヒニグスクや知念クルク原の裂罅堆積物、久米島大原の裂罅堆積物 (大原上部)、与那国島北牧場の北側海食崖 (馬鼻崎) の碎屑性石灰岩層 (Loc. C)、宮古島市天川洞の洞穴堆積物等で、琉球列島における代表的な大部分の脊椎動物化石包含層の形成がこの時期である。

3) ウルム氷期中期末の最寒期を含む第三亜氷期の後期 (22,000 年 BP~18,000 年 BP) : 沖縄島南部における港川人を産出した裂罅堆積物下部層や久米島の下地原の洞穴堆積物等の脊椎動物化石包含層がこの時期にあたる。

4) ウルム氷期末期の後半 (第四亜氷期後半) ~完新世初頭(1,4000 年 BP~8,000 年 BP) : 沖縄島の港川裂罅堆積物の上部層、与那国島東崎入り口の裂罅堆積物 (Loc. A) および碎屑性石灰岩層 (Loc. B) で、暦年代で 1 万年前後の値をしめす。石垣島サビチ洞の裂罅堆積物堆積物 (IG-02) は  $14,200 \pm 150 \text{ calBP} (\pm 1 \sigma)$  で、3) と 4) の中間の、ウルム氷期末期 (第四亜氷期) の中頃の地質年代を表している。

以上のように、琉球列島における脊椎動物化石包含層は、更新世後期の約 4.5 万年にわたって形成されていることが明らかとなった。これらの  $^{14}\text{C}$  をもとに、リュウキュウジカで代表される島々における陸生脊椎動物の絶滅期等については、別報において考察する予定である。

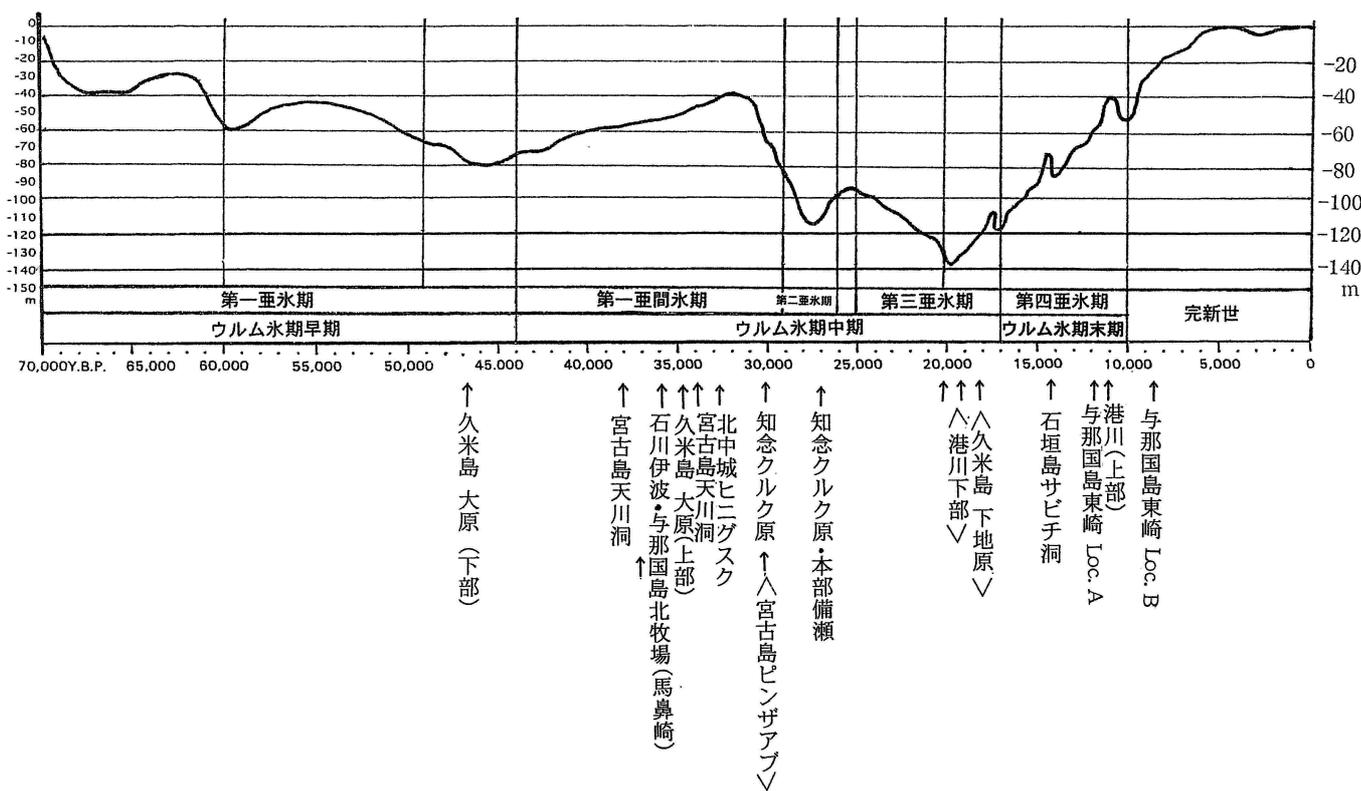


図 11 ウルム氷期の海水面変動 (湊, 1974) と琉球列島における脊椎動物化石包含層産のマイマイ化石の  $^{14}\text{C}$  年代. < > は本研究以前の報告の  $^{14}\text{C}$  年代 (表 4) を暦年代校正した値であることを示す。

Fig.11. Change of sea level through Würm glacial age (after Minato, 1974) and  $^{14}\text{C}$  ages of fossil snails from the vertebrate fossil beds in the Ryukyu Islands. < > means  $^{14}\text{C}$  ages of previous works before 2004 and these  $^{14}\text{C}$  ages were calibrated to calendar ages by the present study.

表1 沖縄島に於ける脊椎動物化石包含層の<sup>14</sup>C年代および較正暦年代

Table 1 <sup>14</sup>C ages and calibrated calendar ages of fossil snails from vertebrate fossil beds in Okinawa Island, the Ryukyus.

沖縄島	試料採集地	産状	試料番号	試料	炭素安定同位体比	<sup>14</sup> C年代*	較正年代**	実験室測定番号
					$\delta^{13}C_{PDB}$	(BP±1σ)	(cal BP±1σ)	Code #NUTA-
本部町	備瀬	裂罅	BS-1	マイマイ	-7.1***	23,050±70	27,660±160	NUTA2-1995
うるま市	石川伊波	裂罅	IB-1	マイマイ	-9	30,640±280	36,010±300	NUTA2-12041
北中城	ヒニグスク	裂罅	KN-1	マイマイ	-9.2***	28,160±90	33,530±180	NUTA2-1996
知念村	上クルク原	裂罅	KB-1	マイマイ	-11	25,010±90	30,060±190	NUTA2-4743
	"	"	KB-2	マイマイ	-10	23,140±100	27,770±180	NUTA2-4377
具志頭	港川	裂罅	MN-1	マイマイ	-10.7***	9,865±35	11,250±20	NUTA2-1997
	"	"	MT-1	マイマイ	-12	10,470±50	12,405±90	NUTA2-4380

表2 久米島・宮古島・石垣島・与那国島に於ける脊椎動物化石包含層の<sup>14</sup>C年代および較正暦年代

Table 2 <sup>14</sup>C ages and calibrated calendar ages of fossil snails from vertebrate fossil beds in the islands of Kume, Miyako, Ishigaki and Yonaguni, I

島	試料採集地	産状	試料番号	試料	炭素安定同位体比	<sup>14</sup> C年代*	較正年代**	実験室測定番号
					$\delta^{13}C_{PDB}$	(BP±1σ)	(cal BP±1σ)	Code #NUTA-
久米島	大原	裂罅	KU-01	マイマイ	-9	3,190±30	3,400±30	NUTA2-9423
	"	"	KU-02	有機質泥	-29	43,200±450	47,500±440	NUTA2-10324
	"	"	KU-03	マイマイ	-8.1***	30,360±270	35,740±280	NUTA2-12043
宮古島	天川洞	洞穴	MY-01	マイマイ	-10	32,780±130	38,180±200	NUTA2-9424
	"	"	MY-02	マイマイ	-10	28,900±100	34,310±180	NUTA2-9426
石垣島	サビチ洞	"	IG-01	マイマイ	-12	3,680±30	4,010±50	NUTA2-10320
	"	"	IG-02	マイマイ	-9.1***	12,360±80	14,200±150	NUTA2-12042
与那国島	東崎	裂罅	YG-04	マイマイ	-10	7,690±60	8,469±60	NUTA2-12044
	"	"	YG-01	マイマイ	-9	10,945±35	12,830±40	NUTA2-9422
	北牧場	"	YG-02	マイマイ	-10	30,910±130	36,270±180	NUTA2-9427
	"	"	YG-03	海棲巻貝	2	31,420±120	36,790±190	NUTA2-9428

表3 現生マイマイの<sup>14</sup>C濃度および $\delta^{13}C_{PDB}$

Table 3 Carbon isotope ratio (<sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C and <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C) of modern snail from Chinen in Okinawa Island.

島	試料採集地	産状	試料番号	試料	炭素安定同位体比	<sup>14</sup> C年代*	較正年代**	実験室測定番号
					$\delta^{13}C_{PDB}$	(BP±1σ)	(cal BP±1σ)	Code #NUTA-
沖縄島	知念クルク原		OK-1	シュリマイマイ	-12.0***	modern (110.8±0.3pMC)		NUTA2-1998

注\*)  $\delta^{13}C$ 値は名古屋大学タンデロン2号機で測定した値である(\*\*\*印は、安定同位体比質量分析計MAT-252で測定)。この $\delta^{13}C$ 値を用いて算出したconventional <sup>14</sup>C年代(同位体分別補正<sup>14</sup>C年代)を示す。

注\*\*) <sup>14</sup>C年代から暦年代への較正は、Fairbanks-0107 calibration curveに基づく。詳細は本文を参照のこと。

表4 2004年以前に公表された沖縄島・久米島・宮古島に於ける脊椎動物化石包含層の<sup>14</sup>C年代Table 4 <sup>14</sup>C ages of vertebrate fossil beds in the islands of Okinawa, Kume and Miyako, published before 2004.

島	試料採集地	産状	試料番号	試料	<sup>14</sup> C年代 (yrBP±1σ)	<sup>14</sup> C age (cal BP)** 1σ	発表者
沖縄島	山下町第一	洞穴		木炭	32,000±1,000	37,380±1,020	Kobayashi, <i>et.al.</i> , 1971
	具志頭港川	裂罅		木炭	16,600±300	19,740±320	Suzuki & Tanabe, 1982
	"	"		"	18,250±659	21,710±840	Kobayashi, <i>et.al.</i> , 1974
	北中城 (ヒニグスク)	裂罅		マイマイ	20,890±770	25,000±1,000	Otsuka & Takahashi, 2000
久米島	下地原	洞穴			15,200±100	18,430±150	Oshiro & Nohara, 2000
宮古島	ピンザアブ	洞穴	TK-535	木炭	25800±900	30,960±1,060	浜田, 1985
	"	"	TK-605	"	26,800±1,300	32,060±1,440	"

注\*\*) 原著者による<sup>14</sup>C年代について、暦年代への校正を、Fairbanks-0107 calibration curveに基づき、今回行った。詳細は本文を参照のこと。

## 謝辞

本報告を発表するにあたり、琉球列島における試料採取に協力をいただいた真謝喜一氏、倉敷芸術科学大学の加藤敬史氏、琉球大学 COE 研究員の高橋亮雄氏、兵庫県立人と自然の博物館の池田忠広氏に感謝します。また、(株)ダイヤコンサルタントの筒井正明氏には<sup>14</sup>C年代データ解析に関しご協力をいただき、(株)日さくの山田茂昭氏には与那国島の地質調査に際し、情報ならびに資料の提供をいただいた。合わせてここに謝意を表します。

## 文献

Evin, J., Marechal, J., Pachiardi, C., and Puisse Gur, J.J., 1980: Condition involved in dating terrestrial shells. *Radiocarbon*, 22: 545-555.

Fairbanks, R. G., Mortlock, R. A., Chiu, T. C., Cao, L., Kaplan, A., Guilderson T. P., Fairbanks, T.W. and Bloom, A.L., 2005: Marine Radiocarbon Calibration Curve Spanning 0 to 50,000 Years B. P. Based on Paired <sup>230</sup>Th/<sup>234</sup>U/<sup>238</sup>U and <sup>14</sup>C Dates on Pristine Corals. *Quaternary Science Reviews*, 24: 1781-1796.

長谷川善和・大塚裕之・野原朝秀, 1973: 宮古島の古脊椎動物について (琉球諸島の古脊椎動物相—その I)。国立科学博物館専報、(6):1-50。

長谷川善和, 1980: 琉球列島の後期更新世—完新世の脊椎動物。第四紀研究、18,(4):263-267。

長谷川善和・野原朝秀、1978: 石垣市石城山動物遺骸群集の概要。沖縄県教育委員会石城山—緊急発掘調査概報—、49-63。

浜田隆士、1985: <sup>14</sup>C年代測定。ピンザアブ洞穴発掘調査報告 (沖縄県教育委員会)、p.180。

木崎甲四郎編著, 1985: 琉球弧の地質。沖縄タイムス社。278pp。

- Kobayashi, H., Matsui, Y. and Suzuki, H., 1971: University of Tokyo Radiocarbon Measurements IV. Radiocarbon, 13: 97-102.
- Kobayashi, H., Sugino, M. and Watanabe, N., 1974: University of Tokyo Radiocarbon Measurements V. Radiocarbon, 16: 381-387.
- Konishi, K., Omura, A and Nakamichi, O., 1974: Radiometric coral ages and sea level records from the Late Quaternary reef complexes of the Ryukyu Islands. Proc. 2nd Intern. Coral Reef. Symp. 2, Great Barriers Reef Committee, Brisbane, 595-613.
- 湊 正雄, 1974: 日本の第四系。築地書館, 165pp.
- 中川久男・土井宣夫・白尾元理・荒木裕, 1982: 八重山群島石垣島・西表島の地質。東北大地質古生物研邦報, (84): 1-22.
- 中川久男・村上道夫, 1975: 沖縄群島久米島の地質。東北大地質古生物研邦報, 75:1-16.
- 中村俊夫, 1999: 放射線炭素法。「考古学のための年代測定学入門」。長友恒人(編)、古今書院、1-36.
- 中村俊夫, 2001: 放射性炭素年代測定とその高精度化。第四紀研究, 40,(6):445-459.
- 中村俊夫, 2003: 放射性炭素年代測定法と暦年代較正。環境考古学マニュアル、松井章編著、同成社、301-322.
- 沖縄第四紀調査団, 1976: 沖縄および宮古群島の第四系—とくに琉球石灰岩の層序について—。地球科学, 30: 145-162.
- 沖縄県教育委員会, 1985: ピンザアブーピンザアブ洞窟発掘調査報告。沖縄県文化財調査報告書, 第68集、184p.
- 大村明雄, 児玉京子, 渡辺将美, 鈴木 淳, 太田陽子, 1994: 与那国島のサンゴ礁段丘および段丘構成層からのウラン系列年代—それらの海面・地殻変動史への意義—。第四紀研究, 33:213-231.
- Oshiro, I. and Nohara, T., 2000: Distribution of Pleistocene terrestrial vertebrates and their migration to the Ryukyus. In, Otsuka, H. et al., eds., The Ryukyu Islands - The Arena of Adaptive Radiation and Extinction of Island Fauna. Tropics, 10 ( 1): 41-50.
- Otsuka, H. and Takahashi, A., 2000: Pleistocene vertebrate faunas in the Ryukyu Islands: Their migration and extinction. In, Otsuka, H. et al., eds. : The Ryukyu Islands- The Arena of Adaptive Radiation and Extinction of Island Fauna. Tropics, 10, ( 1): 25-40.
- 大塚裕之・長谷川善和, 1973: 石垣島の化石鹿について(琉球諸島の古脊椎動物層—そのII)、国立科学博物館専報、6: 53-57, 1pl.
- 大塚裕之, 2002: 琉球列島の古脊椎動物相とその起源。沖縄タイムス社、111-127.
- 大塚裕之・中村俊夫・太田友子, 2004: 沖縄島における第四紀脊椎動物化石包含層の 14C 年代。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (XV)、41-51.
- 沖縄第四紀調査団(1976): 沖縄および宮古群島の第四系—とくに琉球石灰岩の層序について—。地

球科学, 30: 145-162.

佐藤喜男、1997: 久米島の更新統産化石群について。日本地質学会第 104 回年会 (九州大学) 講演要旨、p. 355。

Suzuki, H. and Tanabe, G., 1982: In: Suzuki, H. and Hanihara, K. eds., *The Minatogawa Man: from the island of Okinawa*, p. 1-5. The University Museum, the University of Tokyo, Bull. 19, Tokyo.

Takahashi, A., Otsuka, H., and Hiriyama, R., 2003: A new species of the genus *Manouria* (Testidines: Testidinidae) from the Upper Pleistocene of the Ryukyu Islands, Japan. *Paleont. Res.*, 7, (3): 195-217.

Takahashi, A., Otsuka, H., and Ota, H., 2008: Systematic review of Late Pleistocene turtles (Reptilia: Cheloni) from the Ryukyu Archipelago, Japan, with special reference to paleogeographic implications. *Pacific Science*, 62: (3): 391-398.

高橋秀一・和田秀樹・青木 浩・中村俊夫、1998: 鹿児島県喜界島陸産貝類の  $^{14}\text{C}$  濃度異常について。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書、IX、201-211.

高井冬二・長谷川善和、1971: 琉球列島の動物化石について。九州周辺海域の地質学的諸問題、107-109。

山田茂昭、2002: 更新世における南琉球弧のサンゴ礁発達史と造構運動。熊本大学大学院自然科学研究科 学位論文、277p.

## **$^{14}\text{C}$ ages of vertebrate fossil beds in the Ryukyu Islands, South Japan**

**Otsuka, H<sup>1)</sup>, Nakamura, T.<sup>2)</sup> and Ota, T.<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> The Kagoshima University Museum, Kagoshima 890-0032, Japan

(e-mail:hmj4254@hyper.ocn.ne.jp)

<sup>2)</sup> Center for Chronological Research, Nagoya University, Nagoya 464-8602, Japan

(e-mail:nakamura@nendai.nagoya-u.ac.jp)

The Ryukyu Islands, stretching from the Japanese mainland of Kyushu to Taiwan, offer abundant occurrence of fossil terrestrial vertebrates as well as a spectacular diversity of extant endemic species, whose ancestors has migrated from Asian Continent during the past land connections. Among the vertebrate fossils from the different stratigraphic levels in the Ryukyu Islands, those from the Late Pleistocene fissure and cave deposits developed in the Middle Pleistocene Ryukyu Group are more abundant and well preserved than vertebrate fossils found in other levels.

To know the  $^{14}\text{C}$  ages of the Late Pleistocene vertebrate fossil beds known in the Ryukyu Islands, 17 samples of land snails were collected from 10 localities in the islands ranging from the Okinawa to Yonaguni. The carbon isotope ratios ( $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  and  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) of these samples were measured with a Tandemron Accelerator Mass Spectrometry (AMS) of Center for Chronological Research, Nagoya University. The obtained  $^{14}\text{C}$  ages were calibrated to calendar ages with an OxCal program using the relative ages of measured samples. The results are as follows.  $^{14}\text{C}$  ages of fossil snails collected from totally 10 localities of the vertebrate fossil beds in five islands indicate the ages of Late Pleistocene extending over ca. 47,000 years from the late Early Würm Glacial age (ca. 37,000 $^{14}\text{C}$ calBP) to the Latest Pleistocene (ca. 10,000  $^{14}\text{C}$  cal BP).