

平成 12 年度助成研究報告

沖縄トラフの拡大運動からみた琉球列島中北部の完新世傾動運動

河 名 俊 男*

Holocene Tilting in the Northern and Central Ryukyu Islands, as Deduced from Expansion of the Okinawa Trough

Toshio KAWANA *

I. はじめに

琉球列島は九州と台湾の間を結ぶ全長約 1,200 km の弧状列島である。琉球列島およびその周辺地域の地形・地質構造は、西方から東方に向かって、東海陸棚（その東縁部に尖閣諸島が位置する）、沖縄トラフ、火山フロント（火山列）、琉球列島、琉球海溝の順に発達しており、沖縄トラフから琉球海溝までの各地形は、いずれもほぼ東南方に凸状の帯状構造を呈している。このうち沖縄トラフ（最深部：約 2200 m）の北東側では、水深約 300～1800 m の海盆あるいは海底平坦面が、最大比高約 1500 m の急崖で琉球列島中北部の島じまに接している（大島ほか、1988 の付図 1）。Letouzey and Kimura (1986) によると、沖縄トラフはトラフの南東側では琉球列島側に傾動しながら拡大する（傾動方向は一般的な傾向として北西から南東方向を示す）。本稿では琉球列島中北部の徳之島、沖永良部島、伊平屋島、久米島、伊江島を例にして、それらの島の完新世地殻変動と沖縄トラフとの関係を考察する。なお本稿での¹⁴C年代値（以下、年代値と略称）は未補正の年代値を使用する。各年代測定用試料の採取高度は、各島の中等潮位をゼロメートルとして、プラスまたはマイナス（いずれも単位は m）で表示する。

II. 徳之島

徳之島は南北 26 km、東西の幅は南部で約 15 km、北方に向かうにしたがって狭くなる。南の伊仙崎付近から北西の平土野付近までの海岸は急崖で、サンゴ礁は幅約 100 m 以下で狭い。一方、北西の松原付近には幅 1 km 以下の広いサンゴ礁が発達している。地質は先第三系および火成岩類を基盤とし、主として石灰質の更新世琉球層群および完新世堆積物からなる（中川、1967）。本島の西海岸沖の海底には南北方向の急崖が発達しており、その南側には水深 1000～1100 m の沖永良部海盆が接近している（海上保安庁、20 万分の 1 海底地形図第 6505 号「沖永良部島」）。木庭（1983）は西海岸の湾屋のノッチ後退点高度（+3.0 m）を東海岸のノッチ後退点高度（+2 m：Pirazzoli, 1978）に対比し、西から東への傾動運動を示唆した。完新世離水サンゴ礁中の原地性サンゴ化石、ビーチロック、フジツボ化石に関する先行研究の年代値は以下の通りである。Machida *et al.* (1976)（フジツボ化石、2990±70yr BP, +2.5 m）、中田ほか（1978）（原地性サンゴ化石、5060±160yr BP, +0.3 m と 5000±160yr BP, +1.0 m；ビーチロック、1780±115yr BP, +1.7 m）、小元（2000）（ビーチロック、約 2900 年前、2200

* 琉球大学教育学部自然環境教育コース

* Department of Natural Environment, College of Education, University of the Ryukyus

年前, 1800 ~ 700 年前頃, 中等潮位からの補正はされていない), 河名・中田 (2000) (原地性サンゴ化石, 高位面: 約 5900~6600 年前, +0.7~+1.3 m, および低位面: 約 3900~5300 年前, -0.2~+0.2 m), 仲宗根 (2001MS) (原地性サンゴのマイクロアトール化石, 5580±60 yr BP, Beta-148907, +1.7 m)。

以上の先行研究を踏まえ, 本島におけるノッチの対比を重点的に行った。その結果, 南西海岸の阿権では 2 段の離水ノッチが発達しており, ノッチ後退点高度は各々, +3.1 m と +2.2 m である。一般にマイクロアトールは低潮位付近に形成されるので, 徳之島における中等潮位と大潮升・小潮升との潮位差 (0.3~0.8 m) を勘案すると, 上記の阿権におけるマイクロアトール化石 (+1.7 m) は, 低位のノッチ (+2.2 m) に対比される。東海岸の亀徳における高位のノッチ後退点高度は +3.2 m, 低位のノッチ後退点高度は +2.6 m で, 西海岸の阿権における高位および低位のノッチ後退点高度とほぼ同高度を示す。このうち高位のノッチは西海岸の湾屋の +3 m ノッチ (木庭, 1983) と東海岸の喜念浜のノッチ (約 +3 m : 中田ほか, 1978) に, 低位のノッチは東海岸のノッチ (+2 m : Pirazzoli, 1978) に対比されるものと考えられる。これらのことから考えると, 島の東西方向あるいは南北方向における完新世傾動運動は見いだしがたい。一方, 南部の伊仙崎には, +2.3 m の低位ノッチの下方に +1.7 m の最低位ノッチが見られる。ただし, この最低位ノッチは他の海岸では不明瞭である。

以上から徳之島における完新世海面変動と地殻変動は以下のように要約される。

約 6600~5900 年前頃, 相対的な海水準は +3.0 ~ 3.2 m に達し, 島の北西側に高位のサンゴ礁が形成された。約 5600~3900 年前頃, 相対的な海水準は +2.2~2.6 m に低下し, 北西側および阿権などに低位のサンゴ礁が形成された。その後の海面変動は明確ではないが, 最低位のノッチ後退点高度およびビーチロックの年代値などから考えると, 海面が +1.7 m から現海水準に低下する過程で, 約 2900 年前以降, ビーチロックを形成しながら現

在に至ったものと推測される。完新世地殻変動については, 西から東へ, あるいは南から北への傾動運動は起きなかったものと推測される。

III. 沖永良部島

沖永良部島は東北東-西南西方向に約 20 km の長さをもち, 北東部が狭く南西に広い長三角形の島で, 最高所は標高 246 m の大山である。先第三系を基盤として更新世琉球層群の石灰岩段丘が広く発達している。島の西部から北西部にかけては急崖が連続し, サンゴ礁は幅約 250 m 以下で狭いが, それ以外の海岸ではサンゴ礁は広くなり, 東部の和泊付近では幅約 500 m に達する。北西海岸沖には水深 1000~1100 m の沖永良部海盆が, 南西海岸沖には水深 1000~1200 m の与論海盆がそれぞれ発達している (海上保安庁, 20 万分の 1 海底地形図第 6505 号「沖永良部島」)。本島には明瞭な完新世離水サンゴ礁面は未発達である (木庭ほか, 1980) が, ビーチロックは広く発達している (木庭, 1974 : 22 箇所; 田中, 1990)。木庭ほか (1980) は, 「相対的の海水準は少なくとも 3000 ~ 2000 y.B.P. の間で, 海拔 2.4 m 前後に位置し, その後小安定期を挟みながら, 1300 y.B.P. 頃 (TH-162) 年前には, 現海水準に落ちついたと考えられる。」 (p. 319) とした。一方, 大津勘におけるサンゴ礁の浅層ポーリングによると, 約 4500~4000 年前にかけて礁嶺付近の水道部分が現在の基準面付近まで形成され, その後, 3600~3300 年前頃にかけて礁嶺が形成されている (市川ほか, 1994)。これらのサンゴ礁地形と年代値から考えると, 3000 年前以前にも相対的な高海水準が存在した可能性が示唆される。また仲宗根 (2001MS) は, 西原における離水ビーチロック中のサンゴ化石 2 個の年代として, 2710±70yr BP (Beta-148909, +1.5 m) と 1090±60 yr BP (Beta-148908, +1.6 m) の値を得た。

以上の研究成果を踏まえて, 沖永良部島の完新世海面変動と地殻変動について考察する。本島のノッチは 3 段のノッチが発達している。このうち上位のノッチは明瞭で, 後退点高度は +1.9~2.1 m (平均値: +2.0 m) を示し, 木庭 (1974) の V

型ノッチ(+1.8 m)に相当する。この+2.0 m ノッチの下方には低位のノッチ(後退点高度: +1.3~1.5 m)(平均値: +1.4 m)が発達していることがある。これらの+2.0 m ノッチと+1.4 m ノッチの後退点高度は、地域ごとにほとんど相違は見られない。+1.4 m ノッチは+2.0 m ノッチに比べてノッチの表面が滑らかであることから、+1.4 m ノッチは+2.0 m ノッチよりも形成時期が新しいことを示している。最低位のノッチ(後退点高度: +1.0 m)は最も新鮮であるが、局地的な発達に留まっている。これらの特徴から考えると、ノッチ後退点高度から推定される海水準は、過去から現在に向かって、+2.0 m, +1.4 m, +1.0 m の順に、順次低下してきたものと推測される。このうち+2.0 m ノッチは最も明瞭なノッチで、過去のある時期の比較的長期間の安定な海水準の存在を示唆している。

以上の特徴から沖永良部島の完新世海面変動と地殻変動は以下のように推測される。4500 年前あるいはそれ以前のある時期から、おそらく約 3000 年前頃にかけて、相対的な海水準は海拔約 2 m 前後に達した。その時期には礁嶺を含むサンゴ礁が形成され、海岸には典型的なノッチが形成された。礁原上に残る約 3000 年前のペデスタル頂部の原地性サンゴ化石(+1.52 m: 木庭ほか, 1980)はその頃のサンゴ礁の一部と考えられる。その後、相対的な海水準は、+1.4 m, +1.0 m の順に、順次低下してきたものと推測される(ただし、+1.0 m の海水準はノッチの発達が局地的であるため、はっきりしない)。すでにこの頃にはサンゴ礁の骨格(礁嶺)が形成されていたため波の静かな海岸が出現し、ビーチロックが形成されやすい海況になった。こうした中で、1.4 m 以下の緩やかな海面低下の下で、海岸には本島の主要なビーチロックが形成されていったものと推測される。一方、完新世地殻変動に関しては、各ノッチ後退点高度に顕著な相違がないことから、島の傾動運動は見いだしがたい。

IV. 伊平屋島

伊平屋島は北東-南西方向に延びる長さ約 14

km, 最大幅約 3 km の細長い島で、最高峰は海拔 294 m の嘉陽山である。南端には約 1.5 km の砂嘴が発達し、その南西には約 1 km 四方の野甫島がある。北端の無蔵水付近には完新世離水サンゴ礁が発達しており、一方、砂質石灰岩からなる野甫島にはノッチやビーチロックが分布している。伊平屋島と野甫島の北西海岸沖の海底には、ほぼ北東-南西方向に延びる比高約 500 m の直線状の急崖が発達し、水深約 500~600 m の平坦面に接している(海上保安庁, 20 万分の 1 海底地形図第 6507 号「沖縄北部」)。Pirazzoli and Koba (1989)によると、1) 相対的な海水準は、約 4700 年前頃約 2 m で、その後約 1600 年前頃には約 1.4 m に低下した。2) その期間中の海面変化には 2 種類の変化曲線が推測される。第 1 は上記の期間中、海面は緩やかに低下するという変動。第 2 は約 4700~4100 年前頃に約 2 m の海水準、約 2900~1600 年前頃に約 1.4 m の海水準という 2 段の海水準が考えられる。3) 上記の 2 種類のいずれの曲線においても、本島には 2 段あるいはそれ以上の離水海岸を示す地域がないことから、上記の期間中、海水準の急激な低下現象は考えられない。

以上の研究を踏まえて、伊平屋島と野甫島における完新世海面変動と地殻変動について考察する。砂質石灰岩の野甫島にはノッチが発達している。Pirazzoli and Koba (1989) は、後退点高度が+1.7~+1.9±0.4 m を示すノッチと、ノッチ下底の原地性サンゴ化石(+1.05 m)の年代として 4490±80yr BP を報告している。これらの特徴と、伊平屋島北西海岸での原地性サンゴ化石(+1.25 m)の年代(4650±85yr BP)から、4700~4100 年前頃の約+2 m の海水準を推定した。一方、野甫島のノッチを詳細に観察すると、+2.2 m 前後の後退点高度を有する明瞭な上位ノッチと、+1.5 m 前後の後退点高度を有するやや不明瞭な下位ノッチが見られ、前者は Pirazzoli and Koba (1989) の指摘する+1.7~+1.9±0.4 m ノッチに相当する。以上から+2.2 m 前後と+1.5 m 前後の 2 段の海水準が示唆される。

伊平屋島の北端の無蔵水付近(図 1 の Loc. 1)には、伊平屋島で最も明瞭で広い完新世サンゴ礁

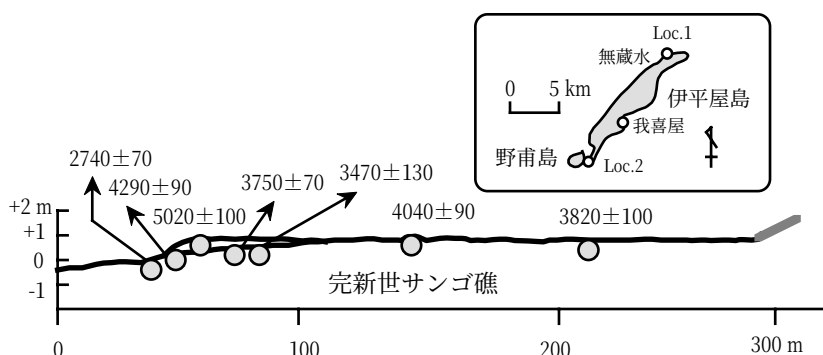


図 1 伊平屋島北西端の無蔵水付近 (Loc.1) における完新世離水サンゴ礁の表層の原地性サンゴ化石の¹⁴C年代(未補正值). 各年代値のコード番号は表 1 に示される. 縦軸のゼロメートルは, 伊平屋島の我喜屋における中等潮位を示す.

が発達している。Pirazzoli and Koba (1989) は、この中の原地性サンゴ化石 (+0.7 m) の年代値として 4210±70yr BP を得た。この完新世サンゴ礁の沖側には比高約 50 cm 程度の緩斜面が見られ、それを挟んで、低位の狭い面 (中等潮位以下) と高位の広い面 (約 +0.4~+0.8 m) が発達している。高位の面は約 5000~3500 年前、低位の面は約 2700 年前以降に形成され、3500 年前から 2700 年前にかけては、比高約 50 cm 程度の緩斜面が発達していることから、その間は海面が緩やかに低下したものと考えられる (図 1, 表 1: 本研究)。これら 2 段の面は上述した野甫島での 2 段のノッチに対比される。野甫島の東端には離水ビーチロックが発達している (Loc. 2)。その中の最上部 (+1.8 m) の異地性サンゴ化石 (*Porites* sp.) は 1140±80yr BP (GaK-15073) を示し (本研究)、当時の中等潮位は +1.3~+0.6 m 程度と推定される。このことから、約 1100 年前あるいはそれ以降のある時期の海水準は +1.3~+0.6 m 程度と推定される。

以上から伊平屋島と野甫島における完新世海面変動は以下のように推測される。約 5000~3500 年前、相対的な海水準は約 +2.2 m 前後に達した。その後 3500 年前から 2700 年前にかけて海面は緩やかに低下した。約 2700 年前以降、海水準は約

表 1 伊平屋島の無蔵水付近における完新世サンゴ礁の原地性サンゴ化石の¹⁴C年代(未補正值)。

年代値 (yr BP)	コード番号	年代試料の学名
5020 ± 100	GaK-14861	<i>Porites</i> sp.
4290 ± 90	GaK-15075	<i>Porites</i> sp.
4040 ± 90	GaK-15078	<i>Acropora</i> sp.
3820 ± 100	GaK-15079	<i>Porites</i> sp.
3750 ± 70	GaK-15076	<i>Acropora</i> sp.
3470 ± 130	GaK-15077	<i>Porites</i> sp.
2740 ± 70	GaK-15074	<i>Porites</i> sp.

+1.5 m 以下になり現在に至っている。約 5000 年前から現在まで、伊平屋島北端にはサンゴ礁が、野甫島にはノッチが形成され、また伊平屋島や野甫島にはビーチロックも形成された。ただし伊平屋島の完新世地殻変動については、ノッチが未発達のため詳しい議論はできない。

V. 久米島と伊江島の完新世傾動運動、および沖縄トラフの拡大運動から推測される琉球列島中北部の完新世傾動運動

久米島の北東海岸沖を延長すると最深 1900 m の粟国海盆に、北西海岸沖を延長すると水深 1700 ~1800 m の平坦面に至る (海上保安庁, 20 万分の 1 海底地形図第 6509 号「久米島」および第 6507

号「沖縄北部」)。島の西～北西海岸には、約 4200～1700 年前頃の完新世離水サンゴ礁面が広く発達している(大城, 1976; Koba *et al.*, 1982; 木庭, 1983; 高橋・木庭, 1984; Pirazzoli and Delibrias, 1983)。また Pirazzoli and Delibrias (1983) は、旧中等潮位の比較(北西側: 約 4 m と、南東側: 約 1.5 m) から、約 2.5 m の高度差をもたらした北西から南東への傾動運動を指摘した。ノッチは 2～3 段に区分できるが、北西側と南側において各々対比されるノッチ後退点高度は最高約 2 m の高度差を有する(本研究による)ことから、北西から南東への完新世傾動運動は明瞭である。これらの傾動運動と島の北西海岸沖に発達する水深 1700～1800 m の平坦面との関係が示唆される。

沖縄島の本部半島の西方に位置する伊江島の北海岸沖の海底には、水深 200～300 m の急崖が発達しており、その急崖は水深約 300 m の平坦面に接している(海上保安庁, 20 万分の 1 海底地形図第 6507 号「沖縄北部」)。この海底急崖に接する北海岸のワジと呼ばれる海岸一帯には明瞭な離水ノッチが発達しており、ノッチ後退点高度は約 +2.1 m を示す。一方、南部の海岸にもノッチが発達しているが、後退点高度は約 +1.5 m 前後で、北海岸のノッチよりも約 0.6 m 程度低い(本研究による)。このことから北から南への傾動運動が考えられる。ビーチロックの年代(小元, 1998)も勘案すると、伊江島では少なくとも約 4000 年前以降の北から南への傾動運動が考えられ、その運動は水深約 300 m の平坦面との関係が示唆される。

上述したように、徳之島、沖永良部島、伊平屋島、久米島、および伊江島の海岸沖には、沖縄トラフ側の急崖、海盆、あるいは海底平坦面が接近している。このことから沖縄トラフの拡大運動が陸上にも現れ、上記の島々に完新世傾動運動が出現していると予想した。しかし本稿で考察したように、完新世傾動運動は、1) 徳之島と沖永良部島では見られない。2) 伊平屋島・野甫島では詳しい議論ができない。3) 久米島と伊江島では北西から南東、あるいは北から南への傾動運動が見られ、島によって差異が生じている。完新世傾動運動の

詳しい議論ができない伊平屋島・野甫島を除くと、各島の面積(km²)は、徳之島: 248.11, 沖永良部島: 94.54, 久米島: 58.5, 伊江島: 22.91(目崎, 1985)であり、相対的に大きな島の徳之島と沖永良部島には完新世傾動運動が出現せず、一方、相対的に小さな島の久米島と伊江島には完新世傾動運動が見られる。以上から沖縄トラフの拡大運動が島の完新世傾動運動として出現するか否かは、島の大きさに関係している可能性が考えられるが、現時点では十分な考察までには至っていない。今後、同様な特徴が示唆される粟国島や与論島なども調査して、より総合的な考察を深めていきたい。

謝 辞

本研究は東京地学協会による 2000 年度(平成 12 年度)研究・調査助成金によって行われた。徳之島と沖永良部島の調査に際しては、琉球大学大学院修士課程 2 年の仲宗根直司氏の援助をいただいた。徳之島と沖永良部島から採取した試料の年代測定は(株)地球科学研究所にお願いし、伊平屋島の試料の年代値は学習院大学の木越邦彦先生の測定による。徳之島における河名・中田(2000)の成果は広島大学の中田 高先生との共同研究による。以上の方々、機関、および研究助成金を支給された東京地学協会に篤く御礼申し上げます。

文 献

- 市川清志・堀 信行・菅 浩伸・中島洋典・浦田健作・岡本 透(1994): 沖永良部島大津勘における現成サンゴ礁の浅層掘削について—コアの記載と¹⁴C年代測定結果の報告—。駒澤地理, **30**, 198–203。
河名俊男・中田 高(2000): 琉球列島徳之島の完新世離水サンゴ礁と海面変動。日本地理学会大会発表要旨集, **57**, 456–457。
木庭元晴(1974): 沖永良部島の海岸地形と沖積世高位海水準。東北地理, **26**, 37–44。
木庭元晴(1980): 琉球層群と海岸段丘。第四紀研究, **18**, 189–208。
木庭元晴(1983): 琉球列島、完新世後期の相対的海水準変動。月刊地球, **5**, 722–733。
木庭元晴・小元久仁夫・高橋達郎(1980): 琉球列島、沖永良部島の完新世後期の高位海水準とその¹⁴C年代。第四紀研究, **19**, 317–320。
Koba, M., Nakata, T. and Takahashi, T. (1982): Late Holocene eustatic sea-level changes deduced from geomorphological features and their ¹⁴C dates in

- the Ryukyu Islands, Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **39**, 231-260.
- Letouzey, J. and Kimura, M. (1986): The Okinawa Trough: Genesis of a back-arc basin developing along a continental margin. *Tectonophysics*, **125**, 209-230.
- Machida, H., Nakagawa, H. and Pirazzoli, P.A. (1976): Preliminary study on the Holocene sea level in the central Ryukyu Islands. *Geomorphologie Dynamique*, **25**, 49-62.
- 目崎茂和(1985): 琉球弧をさぐる. 沖縄あき書房, 253p.
- 中川久夫(1967): 奄美群島徳之島・沖永良部島・与論島・喜界島の地質(1). 東北大学地質学古生物学教室研究邦文報告, **63**, 1-39.
- 中田 高・高橋達郎・木庭元晴(1978): 琉球列島の完新世離水サンゴ礁地形と海面変動. 地理学評論, **51**, 87-108.
- 小元久仁夫(1998): 沖縄県伊江島から採取したビーチロックの¹⁴C年代資料—特にニヤティガマ(千人ガマ)洞窟底のビーチロックについて—. 日本サンゴ礁学会第1回大会講演要旨集, 46.
- 小元久仁夫(2000): 徳之島から採取したビーチロックの¹⁴C年代資料. 地理誌叢, **41**, 15-30.
- 大島章一・高梨政雄・加藤 茂・内田摩利夫・岡崎勇・春日 茂・川尻智敏・金子康江・小川正泰・河合晃司・瀬田英憲・加藤幸弘(1988): 沖縄トラフ及び南西諸島周辺海域の地質・地球物理学的調査結果. 水路部研究報告, **24**, 19-43.
- 大城逸朗(1976): 久米島の地質—特に琉球石灰岩と完新世イリビシ石灰岩について—. 沖縄県立博物館紀要, **2**, 1-17.
- 仲宗根直司(2001MS): 琉球列島におけるビーチロックの形成時期と形成環境. 琉球大学教育学研究科自然地理学修士論文, 107p.
- Pirazzoli, P.A. (1978): High stands of Holocene sea levels in the northwest Pacific. *Quatern. Res.*, **10**, 1-29.
- Pirazzoli, P.A. and Delebrias, G. (1983): Late Holocene and recent sealevel changes and crustal movements in Kume Island, the Ryukyus, Japan. *Bull. Dept. Geogr. Univ. of Tokyo*, **15**, 63-76.
- Pirazzoli, P.A. and Koba, M. (1989): Late Holocene sea-level changes in Iheya and Noho Islands, the Ryukyus, Japan. *Earth Science (Chikyū Kagaku)*, **43**, 1-6.
- 高橋達郎・木庭元晴(1984): 中部琉球列島旧火山島における完新世離水サンゴ礁の年代と相対的海水準変動. 日本地理学会予稿集, **25**, 44-45.
- 田中好國(1990): 石になった砂浜ビーチロック. サンゴ礁地域研究グループ編: 熱い自然サンゴ礁の環境誌. 古今書院, 137-151.