

琉球弧先新第三系基盤岩類の層序区分と 西南日本との対比

中 江 訓¹⁾

1. はじめに

産総研・地質調査総合センターでは国土の基盤情報整備の一環として地質情報整備を進めているが、陸域地質図としての5万分の1および20万分の1地質図幅はその代表的な情報である。20万分の1地質図幅については、北方領土を除く全国124区画のうち既に約85%を出版している(平成18年12月現在)。未出版の16区画は数年内に完成・出版される計画であるが、そのうち8区画が南西諸島に集中している。また5万分の1地質図幅に関しても、南西諸島内53区画のうち離島を中心に15区画(12図幅)が出版されているのみである。筆者は平成16年度より、南西諸島における20万分の1地質図幅作成に携わっており、その過程で琉球列島の古期基盤岩類である先新第三系の地質調査を行っている。

この報告では調査結果に先立って、琉球列島のうち中琉球弧と南琉球弧の代表である沖縄島および周辺諸島と八重山諸島について、先新第三系基盤岩類の研究史や層序区分の変遷を紹介し、それらの問題点を整理する。そしてこれらの陸域地質情報が、現在計画されている沖縄海域の地質調査に資することができれば幸いである。なお、沖縄海域調査は中・南琉球弧を対象にしているが、奄美諸島については本報告では特に触れないことをお断りしておく。

2. 琉球列島(琉球弧)の概要

琉球列島は、北東の種子島・屋久島から南西の西表島・与那国島までの弧状に連なる島嶼からなり、九州-台湾間の約1,200kmに及ぶ広がりを持っており、地形・地質的に琉球弧を形成している(第1図)。この列島の内側(北西側)に位置する水深1,000-2,000m

の沖縄舟状海盆(トラフ)は、アジア大陸から連続する東海陸棚の東縁を画し、この海盆の東側には活火山が並ぶ。一方、外側(南東側)には水深6,000-7,800mの琉球海溝が並走し、フィリピン海プレートが北西方向に沈み込んでいる。また琉球列島は地形的・地質的に、上述の活火山島からなる内側の列(トカラ列島)と、主軸をなす非火山性の列(屋久島、奄美大島、沖縄島、宮古島、石垣島など)とに区分できる。これらはそれぞれ、海面下のトカラ海嶺と琉球海嶺に連続している。さらにトカラ構造海峽と慶良間海裂によって、琉球列島を構成する琉球弧は、北琉球弧・中琉球弧・南琉球弧に3分される。このうち南琉球弧と琉球海溝の間には、水深2,000-3,000mの深海平坦面が発達し、北・中琉球弧とは地形的に明瞭な差異が認められる。先新第三系の基盤岩類は、主軸をなす列の伸長方向に平行なNE-SW方向の帯状配列をなして露出している。

この先新第三系基盤岩類は、古くから西南日本の南西延長であると認識されてきたが、その層序区分や地帯区分については幾つかの考えが提案され、必ずしも見解が一致しているとは言い難いのが現状である。

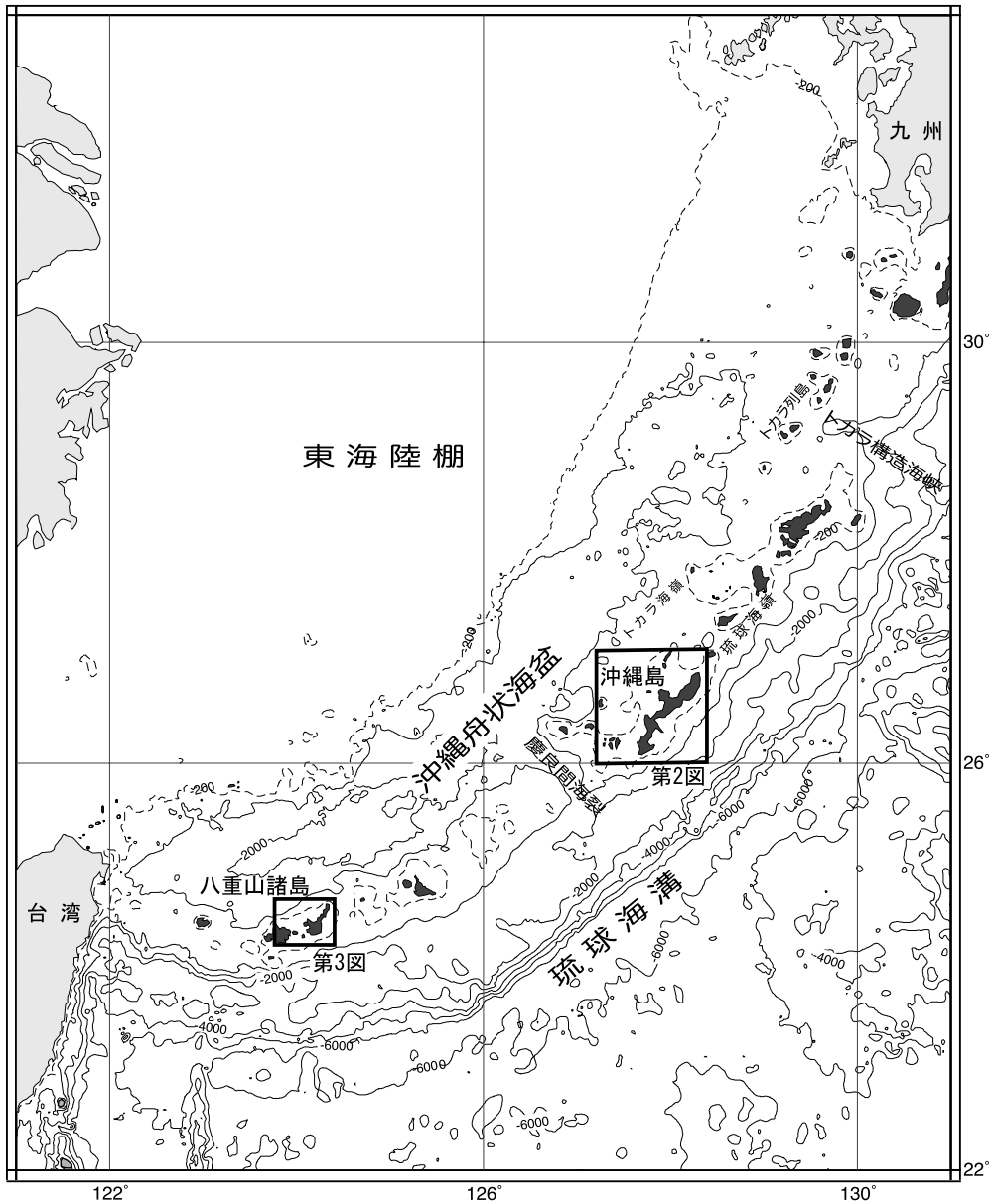
3. 沖縄島および周辺諸島(中琉球弧)

沖縄島北部と周辺の伊平屋諸島や慶良間諸島などに分布する先新第三系基盤岩類は、ジュラ紀から始新世に至る時代に形成された非変成~弱変成の付加体堆積岩類である。以下に、沖縄島および周辺諸島における先新第三系の層序区分の変遷と問題点について記述する。

(1) 層序区分の変遷

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード: 琉球弧, 先新第三系, 層序区分, 地帯構造区分



第1図 琉球弧の海底地形.

明治期～米国統治期

琉球列島の先新第三系に関する最初の報告は、嘉永6-7年(1853-1854年)に来沖した米国ペリー艦隊に乗船していたGeorge Jones牧師によることが、Hanzawa (1935)やFoster (1965)に記載されている。彼は那覇市北方で、片麻岩、頁岩、含化石石灰岩を発見している。その後黒岩(1893-1894)は、沖縄島北部には先カンブリア系、中-南部には新生界が分布するこ

とを報告している。この時期には他にも幾つかの報告があるが、殆どは野外観察による地質学的記載に留まっている(例えば、脇水, 1906)。一方、先新第三系を含めた琉球列島の層序区分を初めて試みたのは、賀田(1885)である。

明治18年5月に那覇港に到着した賀田貞一は、沖縄島南部から東海岸沿いに北上し、大宜味から本部半島を巡った後、西海岸沿いに南下して那覇に戻る

第1表 沖縄島の先新第三系基盤岩類の層序区分と地帯区分の対比。表の下位が地理的に南東側を示す。

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	
Flint et al,1959	Konishi,1963 小西,1965	橋本ほか,1976 選沢ほか,1977 橋本・中川,1978	Takahashi & Kashima,1979 高橋・鹿島,1980	藤田,1980 Fujita,1989	Ujiei and Nishimura,1992	高見ほか,1999	西南日本の 地帯構造区分
中部ペルム系 本部層 (辺戸衝上断層) 与那嶺層 名護層 嘉陽層	石垣累帯 (於茂構造線)	上部三疊系 今帰仁層 中部ペルム系 本部層群 (名護断層) 時代未詳 名護層群 始新統 嘉陽層	上部三疊系 今帰仁層 中部ペルム系 本部層 (名護断層) 白亜系? 名護層 始新統 嘉陽層	上部三疊系 今帰仁層 中上部ペルム系 本部層 パナギニアン・ パレミアン アルビアン・ セノマニアン 湧川層 ジュロニアン ? 名護層 嘉陽層	伊平屋帯 ペルム紀 三疊紀 前期白亜紀? (仏像構造線) 後期白亜紀? 始新世	中部ジュラ系 伊平屋U 伊江U 下部白亜系 本部U (仏像構造線)	周防帯
	丹波-美濃帯						
	秩父帯 南帯						
	秩父帯 三宝山帯						
ペルム系? 国頭層群 名護層 嘉陽層	国頭累帯 本部層 (辺土構造線) 国頭累帯 名護層 (天願構造線) 島尻累帯	国頭帯 本部層 (名護断層) 国頭帯 白亜系? 名護層	国頭帯 本部層 (名護断層) 国頭帯 白亜系? 名護層	中部ペルム系 本部層 パナギニアン・ パレミアン アルビアン・ セノマニアン 湧川層 ジュロニアン ? 名護層 嘉陽層	前期白亜紀? (仏像構造線) 後期白亜紀? 始新世	下部白亜系 本部U (仏像構造線)	四万十帯北帯 四万十帯南帯

経路で調査を行っている。その調査報告には、沖縄島北部の国頭郡に広く分布する変成した砂岩・泥岩や結晶質石灰岩からなる“変性石類”を「国頭部類」と称し、慶良間諸島や八重山諸島に見られる同様の地層群もこの部類に含める趣旨の記述が見られる(賀田, 1885)。

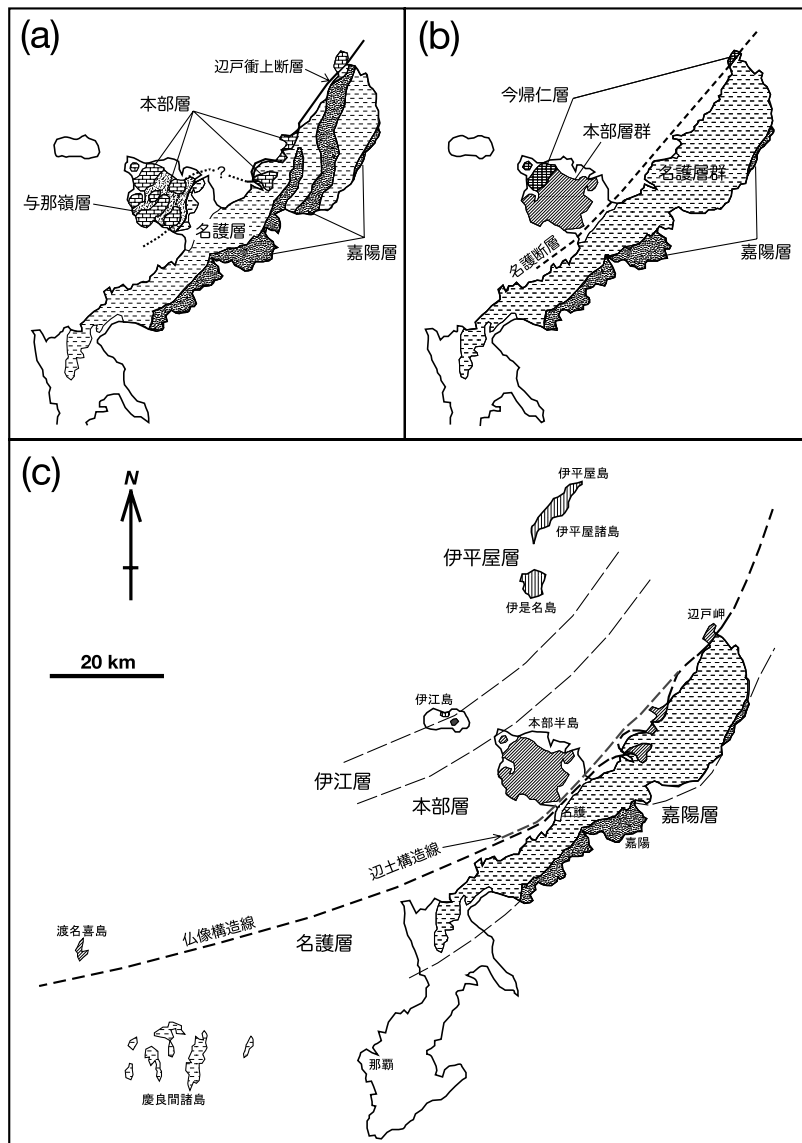
この地層群は、本州の秩父古生層に層序的・岩相的に類似することから、古生界とみなされていた(Yoshiwara, 1901)が、長らくこれを支持する古生物学的証拠が得られていなかった。その後、半澤(1932)は本部半島玉城の結晶質石灰岩から中期ペルム紀の紡錘虫化石を報告し、上述の賀田(1885)を引用すること無く、この石灰岩を含む地層群を単に古生層と呼ぶに止まった(Hanzawa, 1935)。

戦後になると、米国の進駐に伴い陸軍と米国地質調査所による詳細な調査が行われ、先新第三系の層序区分の基礎を築くことになる。Flint et al. (1959)は、賀田(1885)の地層名を踏襲して沖縄島北部の成した地層群をペルム系(?)のKunchan Group(国頭層群)としたが、石灰岩が卓越する本部半島の地層群をこれより分離し、新たに中部ペルム系のMotobu Formation(本部層)を設定した。さらに国頭層群を西傾斜・西上位の地層群とみなし下位より、Kayo Formation(嘉陽層:千枚岩と互層する砂岩を主体とし礫質

砂岩を伴う)、Nago Formation(名護層:千枚岩と泥質片岩を主体とし砂岩、結晶質石灰岩、緑色岩を挟有する)、Yonamine Formation(与那嶺層:千枚岩、砂岩、石灰岩、緑色岩、チャートの互層)に区分した(第1表a, 第2図a)。このうち下部の嘉陽層が沖縄島東海岸だけでなく名護層分布域にも露出することから、その地域に背斜構造が存在すると考えた。一方、結晶質石灰岩を主体とする本部層は、Hedo thrust fault(辺戸衝上断層)を境にして国頭層群の上位に衝上したと考えた。なお半澤(1932)が報告した中期ペルム紀の紡錘虫化石は、本部層の石灰岩からの産出である。

その後1960年代になると、金沢大学の小西健二による琉球列島の地帯区分や構造発達史に関する研究が見られるようになる。

Konishi (1963)によると、琉球列島の先新第三系は西側から、石垣、本部、国頭、島尻の4つの構造累帯(後に小西(1965)は6累帯)に分帯されている(第1表b)。これらのうち沖縄島周辺では、本部累帯が本部半島の与那嶺層・本部層ならびに伊平屋諸島の先新第三系を含んでおり、国頭累帯には嘉陽層・名護層や慶良間諸島の先新第三系が属する。そして本部累帯と国頭累帯はそれぞれ、西南日本の秩父帯、四万十帯に対比され、両累帯の境界は辺土構造線である



第2図
 沖縄島および周辺諸島（中琉球弧）の層序区分の変遷と地質概略図。
 (a) Flint *et al.* (1959) の層序区分。 (b) 橋本・中川 (1978) の層序区分。 (c) Ujiié and Nishimura (1992) および高見ほか (1999) の見解に準拠した地質概略図。高見ほか (1999) のユニットは層に変更した。辺土構造線はKonishi (1963) による。

ことが示された (Konishi, 1963 ; 小西, 1965) . なお Konishi (1963) は、この構造線が辺戸岬の南方で見られる衝上断層であることから「Hedo thrust」と呼び、その後「辺土構造線」に改称した (小西, 1965) . しかしながら、初めに命名・記載した Flint *et al.* (1959) によると、この断層の模式地については “the fault is well exposed near the town of Hedo at the base of Hedo-misaki...” と記述されている。 “town of Hedo” とは辺戸岬 (大正時代の陸地測量部から戦後の琉球政府法務局作成の地形図では、辺土岬) 南方の辺戸集落であるから、断層名としては「辺戸衝上断層」あ

るいは「辺土構造線」とすべきである。
 一方、嘉陽層に含まれる^{あつ}有津礫岩の石灰岩礫から鳥巢式石灰岩に特徴的な後期ジュラ紀～前期白亜紀を示す珊瑚や層孔虫などの化石 (Konishi, 1963) と、礫質砂岩と互層するシルト質砂岩から始新世の大型有孔虫 (貨幣石) 化石 (Konishi *et al.*, 1973) が発見されたことにより、嘉陽層下部は白亜系、上部は始新統とされた (Konishi *et al.*, 1973) . 後にこの貨幣石の化石は、浅海域からの debris flow に伴って海溝付近に運搬・堆積したものとみなされた (Suzuki and Ujiié, 1985) . 嘉陽層と名護層の層序関係については Flint

et al. (1959) の見解と異なり、嘉陽層が上位であるとして、名護層分布域に露出する嘉陽層は向斜構造によるとみなされた (Konishi, 1963). さらに、本部半島の西端の石灰岩から後期三畳紀を示すアンモナイトやハロピアの化石が発見され (石橋・小西, 1967), 下位の与那嶺層と断層で接していることから、この石灰岩からなる地層は新たに今帰仁層として設定された (Ishibashi, 1969).

沖縄復帰以降

沖縄の日本への復帰以降、多くの研究活動が見られるようになり、地元琉球大学の木崎甲子郎の編集による論文集「琉球列島の地質学研究」が6巻にわたり出版されたことが、その成果の1つに挙げられる。この中では、Flint et al. (1959) 以来の新たな層序区分が、橋本修一を始めとする東北大学の研究者たちによって提唱された (第1表c, 第2図b).

それらによると、Flint et al. (1959) の国頭層群と与那嶺層が破棄されるとともに、名護層と本部層がそれぞれ名護層群 (時代未詳)、本部層群 (中部ペルム系) に格上げされ、岩相の違いに基づいて複数の層が設定された。両層群の境界は名護断層とされた。また Ishibashi (1969) に従って、上部三畳系の今帰仁層を本部層から分離し独立の層序単元とした。さらに Flint et al. (1959) の嘉陽層が再定義され、東海岸沿いに分布する部分のみを嘉陽層 (始新統) とし、上位の名護層群とともに西傾斜・西上位の地質構造をなしているとした (橋本ほか, 1976; 遅沢ほか, 1977; 橋本・中川, 1978). つまり、Flint et al. (1959) や Konishi (1963) が褶曲構造によって名護層群分布域に露出するとみなした嘉陽層を、名護層群の一層 (いのがま層あるいは照首山層) とみなしている。一方、Takahashi and Kashima (1979) および高橋・鹿島 (1980) の層序区分は橋本・中川 (1978) とほぼ共通しているが、名護層と嘉陽層の岩相的・構造的類似性を考慮して、名護層の時代を白亜紀とみなしている (第1表d).

1980年代以降になると、それ以前とは異なった層序の捉え方が台頭してくる。つまり、それまで日本の地質学を支配していた概念が地向斜造山論からプレート造山論に急速に移り変わっていくが、琉球列島の場合にも同様の変化が見て取れる。それは本部半島での藤田 宏や沖縄島と周辺の離島での氏家 宏による一連の研究に始まる。

藤田 (1980, 1983a) および Fujita (1989) の再検討によると、Flint et al. (1959) の名護層最上部、与那嶺層、本部層 (今帰仁層を除く) をあわせた地層群、あるいは橋本・中川 (1978) の本部層群に相当する地層群は、湧川層、与那嶺層、本部層に再編された (第1表e)。これらのうち与那嶺層は、砂岩・チャート・石灰岩・緑色岩が混在した泥岩からなる乱堆積層 (混在相) であり、石灰岩からなる本部層の上位に累重しているとした。さらに下位の本部層と上位の与那嶺層からなる層序が衝上断層によって覆瓦状に繰り返す地質構造 (Fujita, 1989) を提示することによって、従来の構造関係 (Flint et al., 1959: 与那嶺層の上位に本部層が衝上) を説明している。また泥岩から産出した放散虫化石によって、与那嶺層の堆積年代は白亜紀のバラングニアン期～パレミアン期であることが判明し、さらに湧川層の年代はアルビアン期～セノマニアン期と推定された (藤田, 1983b; Fujita, 1989)。このことは、従来ペルム系とされていた本部半島の先新第三系のうち、少なくともその一部が白亜紀に乱堆積作用によって形成されたことを初めて示した点で重要である。

一方琉球大学の氏家 宏は、プレート造山論的な地質の解釈に基づいて Konishi (1963) の本部累帯と国頭累帯をさらに細分し、北西傾斜の衝上断層で境される5つの構造帯を提唱した (第1表f)。それらは北西側から、伊平屋帯 (ペルム紀～ジュラ紀)、今帰仁帯 (三畳紀)、本部帯 (前期白亜紀?), 名護帯 (後期白亜紀?), 嘉陽帯 (始新世) であり、構造的下位に向かって時代が順次若くなるという、付加体に特徴的な構造を示した (氏家, 1989; Ujiie and Nishimura, 1992)。またこの中で特に、嘉陽帯での構造解析と現世付加体の音波探査記録から解釈された地質構造と比較することで、この帯が付加体先端部の剥ぎ取り作用に伴う覆瓦スラスト帯に相当する可能性を示した (氏家・岩崎, 1987)。

高見ほか (1999) は、伊平屋諸島と本部半島の先新第三系について微化石年代に基づく海洋プレート層序の復元を行ない、付加時期とみなされる碎屑岩の年代の違いから、伊平屋ユニット (中部ジュラ系)、伊江ユニット (最下部白亜系)、本部ユニット (下部白亜系) に区分した (第1表g, 第2図c)。また今帰仁層については、混在相である本部ユニット中の大規模石灰岩体として扱っている。従って、このユニット区分

と氏家(1989)の帯区分を比較すると、伊平屋ユニットと伊江ユニットは伊平屋帯に属し、今帰仁帯と本部帯を合わせた地帯に本部ユニットが分布することになる。

(2) 層序区分の課題

沖縄島周辺(中琉球弧)における先新第三系の層序区分に関する重要な問題は、嘉陽層の分布範囲つまり層序的位置関係と、今帰仁層を含む本部層の取り扱いの2つが挙げられる。

嘉陽層については既に述べた通り、沖縄島の東海岸沿いと内陸部の名護層分布域に露出する砂岩卓越層の両方を嘉陽層とする考え(Flint *et al.*, 1959; Konishi, 1963)と、東海岸沿いに露出する部分のみを嘉陽層とする考え(橋本ほか, 1976など)とがある。両者とも、嘉陽層・名護層は褶曲しながらも西傾斜・西上位の地層群とみなしているが、内陸部の砂岩卓越層(橋本・中川, 1978の‘いのがま層’)が東海岸の嘉陽層と同一か否かは、両層の岩相・年代を比較することと層序関係を明確にすることで決まる。氏家(1989)は、東海岸の嘉陽層と‘いのがま層’は岩相・地質構造とも著しく異なると主張したが、小野・川野(1993)は、両層の砂岩の化学組成が類似していることを指摘した。この問題に対して、今後の更なる検討が期待される。

一方、本部半島においてFlint *et al.* (1959)は、石灰岩を主体とする本部層が下位の与那嶺層に対して衝上したため与那嶺層が地窓として露出し、本部層は石灰岩の大きな岩塊として散在した分布をなしていると解釈した。これに対し橋本・中川(1978)などは、本部層群の各層は一連整合な層序関係を持ち、西傾斜の同斜構造をなしていると考えた。これらに対し高見ほか(1999)は、与那嶺層と本部層だけでなく今帰仁層や名護層の上部(石灰岩卓越部)まで含めて、石灰岩・緑色岩は泥質岩中の孤立した岩体であると解釈し、これらの地層を一括して本部ユニットとした。これは、藤田(1980)およびFujita(1989)の‘乱堆積層説’を拡大したものであり、岩相的・層序的關係ならびに各岩相の堆積年代が、西南日本における三宝山帯の地層群に酷似していることを根拠としている。

ここまで述べてきたように、中琉球弧の沖縄島および周辺諸島に分布する先新第三系基盤岩類の層序

区分は混乱しており、同一名称の地層であっても、その範囲が研究者によって随分異なる。その一因は、古典的な地質学概念の時代には、見掛けの地理的な上下関係を層序の基本と捉えており、産出化石年代は最終的な地層の形成年代を示すと考えられていた点である。プレート造山論とそれに基づく付加体地質学の概念が浸透した現在、西南日本の同様な地質体では原岩層序(海洋プレート層序)に基づく層序区分が主流となってきている。その観点からすれば、中琉球弧における先新第三系の層序区分は当然見直さなければならなくなっており、高見ほか(1999)の解釈は妥当なものと言える。第2図cには、Ujiié and Nishimura(1992)や高見ほか(1999)の見解にほぼ従った地質概略図を示した(ただし層序單元名を‘層’にした)。

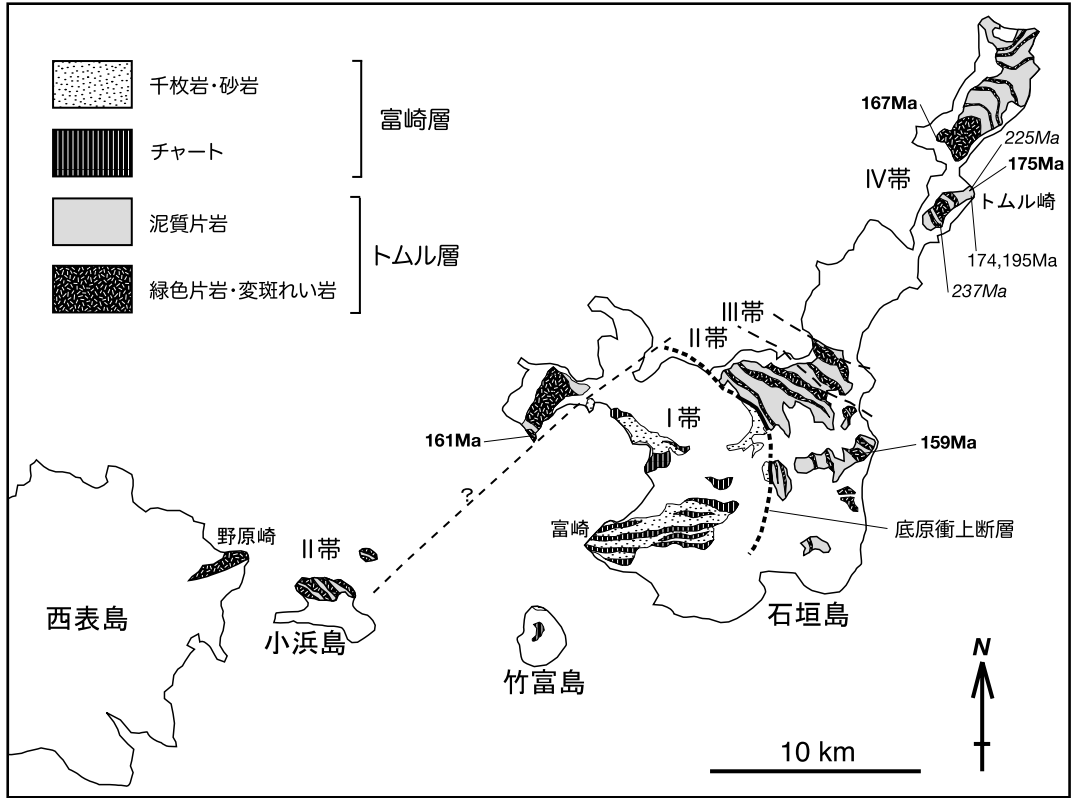
4. 八重山諸島(南琉球弧)

石垣島、西表島、小浜島^{こはま}などからなる八重山諸島に分布する新第三系基盤岩類は、弱変成の堆積岩類と藍閃石相の高圧型変成岩からなり、一般に“八重山変成岩類”と呼ばれている(木崎・高安, 1976)。以下に、八重山諸島の先新第三系の研究史と層序区分の問題点について記述する(第3図参照)。

(1) 層序区分の変遷

先に述べた様に賀田(1885)は、沖縄島の調査の後、宮古島を経由して石垣島と西表島を訪れている。そして八重山諸島の先新第三系を、沖縄島の国頭部類(Kunchan Group)に含めた。この先新第三系から藍閃石片岩で特徴づけられる変成岩類が産することは、賀田(1885)のほかその後の幾つかの予察的報告(黒岩, 1899; Yoshiwara, 1901; 青木, 1932など)に見られる。またHanzawa(1935)は沖縄島と同様に、始新統の宮良層群^{みやら}に被われることから、八重山諸島の先新第三系を単に古生層と呼んだ。

戦後の米国統治期に石垣島を精査したFoster *et al.* (1960)は、先新第三系の時代が未詳であることから国頭部類に対比できるか不明とするともに、岩相と変成度の違いから、弱変成の石灰岩・チャート・千枚岩・砂岩などからなるFu-saki Formationと、緑色片岩・藍閃石片岩・黒色片岩などの高圧型変成岩を主体とするTumuru Formationに区分し、両層を一括



第3図 八重山諸島(南琉球弧)の地質概略図.

本文中で紹介した文献を参考に編纂。I～IV帯の変成分帯は西村ほか(1983)に基づく。年代値(Ma)については、細字はShibata *et al.* (1968)と柴田ほか(1972)、太字は西村ほか(1983)、斜字はFaure *et al.* (1988)による。

してIshigaki Group(石垣層群)と命名した。層序関係については、変成度からみてTumuru Formationを下部、Fu-saki Formationを上部とした。またこの調査結果に基づいて、石垣島の5万分の1地質図と報告書が作成された(Foster, 1965)。白尾ほか(1976)は石垣島の再検討を行った結果、Foster *et al.* (1960)に従って石垣層群をフサキ層とトムル層に区分し、さらにFoster *et al.* (1960)が未区分にしていた部分をフサキ層に含めた。

この頃に、松本(1964)は火山岩類を対象に西表島の調査を実施し、Yoshii(1935)によって報告された藍閃石片岩を含む変成岩類をFoster *et al.* (1960)のFu-saki Formationの延長とみなし富崎層とした。しかしこれは明らかに誤認である。その後Saito *et al.* (1973)は、松本(1964)の富崎層を破棄し、岩石学的な類似からこの変成岩類をFoster *et al.* (1960)の

Tumuru Formationに属するとした。また小浜島には、黒色片岩や緑色片岩を主体とする舟崎変成岩類(篠田・木崎, 1976)が分布するが、これもTumuru Formationに対比される。

なお、石垣層群あるいは“八重山変成岩類”として一括されてきた八重山諸島の先新第三系の層序区分やその名称は、上述のように研究者によって異なるが、以後の記述には現在一般的に使用されているトムル層と富崎層を用いる(第3図)。

八重山諸島(南琉球弧)の先新第三系の帰属については、初めに黒岩(1899)によって三波川変成岩に対比できる可能性が示唆された程度であったが、その後詳細に議論したのは、Konishi(1963)ならびに小西(1965)である。それらによると、富崎層とトムル層はそれぞれ本部累帯(=秩父帯)と石垣累帯(=三波川帯)の延長に位置付けられ、両層の境界には剪断

帯が見られることから、これを於茂登構造線とした(第1表b参照)。しかし、この破碎帯は富崎層中のブーディング化した砂岩層であることが後に報告され、この構造線の存在は否定的になった(木崎・高安, 1976; 木崎・渡辺, 1977)。白尾ほか(1976)ならびに木崎・渡辺(1977)は、富崎層の一般走向はE-Wであるのに対し、トムル層はE-W~NW-SEの一般走向を示すことを指摘し、両層の分布と構造の違いから、その境界は(於茂登構造線とは別の)断層であると推定した。この境界断層については後に、富崎層とその上位に不整合で重なる始新統の野底層に対して、トムル層が底原衝上断層によって衝上していることが明らかにされた(藤井・木崎, 1983)。

(2) 変成分帯と年代

1960年代半ばになると、鉱物組合せの相違に基づいた変成分帯や年代決定が試みられるようになる。黒田・宮城(1967)は、石垣島・小浜島・西表島の先新第三系を3帯に分帯し、南西から北東に向かって変成度が上昇すると結論した。また西村ほか(1983)も同様にI~IV帯に変成分帯し、その変成度は下位のI帯から上位のIV帯に向かって上昇し、またI帯(富崎層に相当)はII~IV帯(トムル層に相当)とは異なるより新期の変成作用を被っているとした。

トムル層からは化石が未発見のため、原岩年代は未だ不明である。変成年代については、泥質片岩の白雲母から174MaのK-Ar年代(Shibata *et al.*, 1968)および195MaのRb-Sr年代(柴田ほか, 1972)と、泥質片岩および塩基性片岩の白雲母から175-159MaのK-Ar年代(西村ほか, 1983)が、また塩基性片岩の角閃石から237Maと225MaのAr-Ar年代(Faure *et al.*, 1988)が報告された(第3図)。これらの年代値(後期三畳紀~中期ジュラ紀に相当)は、Konishi(1963)が対比した三波川変成岩より明らかに古い時代を示しており、むしろ三郡変成岩(周防変成岩)の変成年代に対応している。

一方、富崎層に関する年代や層序学的研究は白尾ほか(1976)以降ほとんど見られなかったが、1980年代末になって微化石が初めて抽出された。Faure *et al.*(1988)は、チャートから産出した三畳紀~前期ジュラ紀の放散虫化石に基づいて富崎層の時代をジュラ紀と推定した。磯崎・西村(1989)は、石灰岩は後期ペルム紀、チャートは石炭紀末期~後期三畳紀、珪

質泥岩は前期ジュラ紀であり、これらの岩相と堆積年代の関係から、富崎層は中期ジュラ紀(約170-150 Ma)に形成された付加体堆積岩類であることを明らかにした。さらに、この年代とトムル層が三郡変成岩に対比可能になったことから、Konishi(1963)および小西(1965)によって本部累帯(=秩父帯)に属するとされていた富崎層は、西南日本内帯の丹波-美濃帯の地層群の延長と捉えるべきであり、付加形成年代から判断すると富崎層の弱変成年代は中期~後期ジュラ紀(150-130Ma頃)と推定され、トムル層の変成年代(225-159Ma)との比較に基づくと、両層は互いに別の場所で付加・変成されたと考えられた(磯崎・西村, 1989)。

(3) 地層名の問題

トムル層の層序单元名については、Foster *et al.*(1960)が「Tumuru」と命名したものを、白尾ほか(1976)は国土地理院発行の地形図での地名表記が「トムル崎」となっていることを理由に、和名とともに英字表記も「Tomuru」に変更している。しかしながらこの変更は、「模式地の地名が消滅・変更されても層序单元の地理的名称は変更すべきでない」とする国際層序指針(Salvador, 1994, ed.)に違反している。従って白尾ほか(1976)がFoster *et al.*(1960)の層序区分と名称を踏襲するならば、「トムル層(Tumuru Formation)」としなければならなかったであろう。同様に「フサキ層」も、模式地名が「富崎」であるのに対しカタカナ表記している点は、上記指針の趣旨に反している。

富崎層とトムル層は、両者の層序関係が明確でなく地質構造が類似していることから、一括して“八重山変成岩類”と呼ばれるようになっていた(木崎・高安, 1976など)。ところが、両層の一般走向は斜交し(白尾ほか, 1976; 木崎・渡辺, 1977)、原岩年代・変成年代・変成度においても著しく異なっていることが明らかにされ(西村ほか, 1983; 磯崎・西村, 1989など)、“八重山変成岩類”として一括する根拠は失われている。また両層を含む上位階層の層序单元としては、既にFoster *et al.*(1960)が命名したIshigaki Group(石垣層群)に先取性がある。さらに西表島や与那国島に分布する中新統に既に“八重山層群”の地層名が付されている(Hanzawa, 1935; 松本, 1964など)ことも、近接する地域に同一の地名を冠した地

層名の使用を避けるべきとする国際層序指針 (Salvador, 1994, ed.) に反する。従って“八重山変成岩類”は非公式の地層名であるとしても、使用は避けるべきであろう。このように考えると、石垣層群あるいは“八重山変成岩類”として一括されてきた八重山諸島の先新第三系基盤岩類については、層序区分やその名称に少なからず問題があり、今後見直されなければならないであろう。

5. 地帯構造区分と先新第三系の帰属

これまで琉球弧(中・南琉球弧)に分布する先新第三系基盤岩類の層序区分を整理してきたが、次にこれらの帰属と西南日本との対比について触れる。琉球弧の地帯区分については、古くは小藤(1897)による3列の帯状構造が提唱されて以来、これまでに幾つかの例がある。そのうちKonishi(1963)は内側(大陸側)から、石垣累帯、本部累帯、国頭累帯、島尻累帯に区分し、琉球弧と西南日本との類似性に着目してそれぞれを、三波川帯、秩父帯、四万十帯北帯、四万十帯南帯に対比した。

既に述べてきた様に、中琉球弧の沖縄島周辺は本部累帯と国頭累帯に位置するが、その境界である辺土構造線は仏像構造線の延長と考えられていた(Konishi, 1963)。しかしその後の検討結果から判断すると、辺土構造線は秩父帯に対比される本部帯(Ujiié and Nishimura, 1992)あるいは本部ユニット(高見ほか, 1999)の内部を通過することになる(第2図c参照)。つまり高見ほか(1999)が示した様に、名護層(Flint *et al.*, 1959)あるいは名護層群(橋本ほか, 1976)の最上部に見られる石灰岩(ネクマチヂ岳層: 遅沢ほか, 1977)を含めた本部ユニットが西南日本の三宝山帯に属するとした区分に従うと、辺土構造線は仏像構造線の延長という意味を失う。

一方、八重山諸島(南琉球弧)の先新第三系基盤岩類である“八重山変成岩類”(石垣層群)の名称には少なからず問題があるが、構造的低位の富崎層が西南日本の丹波-美濃帯に属するジュラ紀の付加体堆積岩類で、構造的上位のトムル層は三郡変成岩(周防変成岩)に対比できる高压型変成岩であることが事実になった(磯崎・西村, 1989)。そして富崎層・トムル層境界の底原衝上断層は石垣-玖珂構造線と呼ばれ、西南日本から延長される三郡変成岩とジュラ紀

付加体の境界に位置づけられた(磯崎・西村, 1989)。ただし既述の通り、底原衝上断層は富崎層とトムル層の境界断層ではなく、富崎層を不整合に被う始新統に対してトムル層が衝上する関係を示すものである(藤井・木崎, 1983)。従ってこの断層は始新世以降に活動したことになり、三郡変成岩とジュラ紀付加体との初生的な構造関係を示していないという問題が残る。

これまで述べてきたことを整理すると、琉球弧の先新第三系基盤岩類は、西南日本の三郡(周防)帯、丹波-美濃帯、秩父帯、四万十帯北帯、四万十帯南帯の地層群に対比される(第1表)が、その境界断層については未解決な問題がある。さらに、その帯状配列は単純に島弧の方向(NE-SW)に連続するのではなく、中琉球弧(西南日本外帯の延長)と南琉球弧(西南日本内帯の延長)は地帯区分としては連続しないことになる。最後に、この差異について若干言及する。

6. 慶良間海裂

既に指摘されていることであるが、中琉球弧と南琉球弧に分布する地層群には幾つかの差異がある。それらは、以下の通りである。(i) 先新第三系基盤岩類については、西南日本内帯に対比される南琉球弧のトムル層・富崎層は、外帯に対比される中琉球弧以北には分布せず、またその逆も無い。(ii) 中琉球弧の先新第三系の一般走向は琉球弧の方向(NE-SW)に一致しているが、南琉球弧では琉球弧の方向と斜交するE-W~NW-SEの一般走向を示す。(iii) 南琉球弧でトムル層・富崎層を不整合で被う始新統の宮良層群と下部~中部中新統の八重山層群は、中琉球弧に分布しない。(iv) 中琉球弧で、基盤岩類を不整合で被う最下位の地層は中部中新統~鮮新統の島尻層群であり、これは波照間島を除く南琉球弧の八重山諸島では分布しない(兼子, 2007本特集号参照)。これらの分布の相違はかなり明瞭であり、その境界は中-南琉球弧間の慶良間海裂あるいは宮古凹地に一致する(小西, 1965; 本座, 1977)。

慶良間海裂は中琉球弧と南琉球弧を分ける水深1,000m(最深部は1,900mを超える)ほどの海峡を構成し(第1図参照)、フィリピン海プレートの沈み込みと沖縄舟状海盆(トラフ)の拡大運動によって形成された左ずれ成分を伴う正断層起源と考えられている

(松本, 1998). その発生時期については, 中新世以降に遡ると言われているが, 正確な時期についてはまだ議論の余地がある. 一方, 沖縄トラフは後期中新世以降に沈降し始めた堆積盆であり, 大部分が鮮新統~更新統に被われている(相場・関谷, 1979). 従って, 上記の中琉球弧と南琉球弧における地層群の差異, 特に(iii)と(iv)はこの時期の慶良間海裂の形成に起因している可能性を示唆している.

沖縄トラフの拡大については, 既に古地磁気測定によって検討されている. 笹嶋(1977)は沖縄島と石垣島の始新統(嘉陽層と野底層)について検討した結果, 中新世初頭までに, 南琉球弧が中琉球弧に対して40°時計廻りの回転運動が起こったとした. これに対しMiki *et al.* (1990)およびMiki (1995)は, 八重山諸島に分布する野底層と約10Maの安山岩を用いた結果, 琉球弧と台湾-ルソン弧の会合部を軸として沖縄トラフが拡大した結果, 南琉球弧は10Ma~6Ma(後期中新世)の間にアジア大陸に対し約25°時計廻りに回転し, この回転角から石垣島北方海域の沖縄トラフの拡大幅を約70kmと算出した. この値は実際のトラフ幅と調和的である. このように, 拡大時期や角度については両者に違いはあるものの, 南琉球弧の回転運動によって慶良間海裂に沿う左ずれ変位を説明することができる.

7. おわりに: 沖縄海域調査に向けて

これまで, 中琉球弧と南琉球弧の陸域に分布する先新第三系基盤岩類について, 研究史・層序区分の概要, ならびにその地質学的な問題点を述べてきた. この中で今後, 海域調査の重要な課題として挙げられるのは, 前項で述べた慶良間海裂における琉球弧の変位であろう.

Miki (1995)が指摘した南琉球弧の回転時期(10Ma~6Ma)は, 南琉球弧での八重山層群の堆積終了から中琉球弧での島尻層群の堆積開始に至るまでの期間にほぼ一致している(兼子, 2007本特集号参照). つまり, 沖縄トラフが急速拡大した時期には, 琉球弧に顕著な堆積作用が無なかった可能性が指摘できる. またMiki *et al.* (1990)の手法に基づく, 慶良間海裂に沿って約200kmの左ずれ変位が見積もられることになるので, 沖縄島に分布する秩父帯や四万十帯の先新第三系の延長は, 南琉球弧においては八重

山諸島や宮古島から200km程度南東側(海洋側)の海底下に伏在することになる. このような古地磁気学的データに基づく推論が妥当なものか否かを, 海域を含めて実際の地質学的情報から検証していく必要がある.

謝辞: 本報告を執筆する機会を与えてくださった荒井晃作氏, 粗稿の校閲と議論をいただいた兼子尚知氏に感謝いたします.

文 献

- 相場惇一・関谷英一(1979): 南西諸島周辺海域の堆積盆地の分布と性格. 石油技術協会誌, vol.44, 329-340.
- 青木廉二郎(1932): 琉球島弧, 特に宮古石垣両島嶼の地質・地形に就て. 日本学術協会報告, vol.7, 339-349.
- Faure, M., Monie, J. and Fabbri, O. (1988): Microtectonics and ³⁹Ar-⁴⁰Ar dating of high pressure metamorphic rocks of the south Ryukyu arc and their bearings on the pre-Eocene geodynamic evolution of eastern Asia. *Tectonophysics*, vol.156, 133-143.
- Flint, D.E., Saplis, R.A. and Corwin, G. (1959): Military geology of Okinawa-jima, Ryukyu-Retto. Volume V, Geology. Intelligence Division, Office of Engineer, Headquarters, US Army Pacific with Personnel of USGS, 88p.
- Foster, H.L. (1965): Geology of Ishigaki-shima, Ryukyu-Retto. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., A1-A119.
- Foster, H.L., Stensland, C.H., May, H.G., Fosberg, F.R. and Alvis, R.J. (1960): Military geology of Ishigaki-shima, Ryukyu-Retto. Intelligence Division, Office of Engineer, Headquarters, US Army Pacific with Personnel of USGS, 323p.
- 藤井 安・木崎甲子郎(1983): 八重山変成岩類の地質構造. 地質学論集, no.22, 1-20.
- 藤田 宏(1980): 本部半島の先第三系基盤岩類. 木崎甲子郎編, 琉球列島の地質学的研究, vol.5, 1-20.
- 藤田 宏(1983a): 沖縄島・本部半島の“古生層”. 地質学論集, no.22, 3-13.
- 藤田 宏(1983b): 沖縄島本部半島からの白亜紀放射散虫化石. 月刊地球, vol.5, 733-738.
- Fujita, H. (1989): Stratigraphy and geologic structure of the pre-Neogene strata in the central Ryukyu Islands. *Jour. Sci. Hiroshima Univ. ser.C*, vol.9, 237-284.
- 半澤正四郎(1932): 沖縄島にNeoschwagerina石灰岩の発見. 地質雑報, vol.39, 672.
- Hanzawa, S. (1935): Topography and geology of the Riukiu Islands. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 2nd ser. (geology), vol.17, 1-61.
- 橋本修一・中川久夫(1978): 沖縄本島北部の地質III~琉球列島中部の地質構造について. 木崎甲子郎編, 琉球列島の地質学的研究, vol.3, 23-29.
- 橋本修一・吉田和郎・箕浦幸治・中川久夫(1976): 沖縄本島北部の地質(中間報告). 木崎甲子郎編, 琉球列島の地質学的研究, vol.1, 9-20.
- 本座栄一(1977): 琉球島弧の島弧変動と南北両域にみられる変動の違い. *海洋科学*, vol.9, 31-35.
- Ishibashi, T. (1969): Stratigraphy of the Triassic formation in Oki-

- nawa-jima, Ryukyus. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., ser.D, Geology, vol.19, 373-385.
- 石橋 毅・小西健二(1967): 沖縄諸島の先中新統基盤岩類に関する新知見. 地質雑, vol.73, 132.
- 磯崎行雄・西村祐二郎(1989): 南琉球石垣島のジュラ紀付加コンプレックス富崎層と後期中生代のアジア東縁収束域. 地質学論集, no.33, 259-275.
- 賀田貞一(1885): 沖縄宮古八重山紀行. 東京地学協会報告, 第7年報, no.5, 3-46.
- 兼子尚知(2007): 沖縄島および琉球弧の新生界層序. 地質ニュース, no.633, 22-30.
- 木崎甲子郎・高安克己(1976): 琉球列島の成立. 海洋科学, vol.8, 50-56.
- 木崎甲子郎・渡辺暉夫(1977): 琉球弧の変成帯, とくに八重山変成岩類について. 原 秀(編), 三波川帯, 283-288.
- Konishi, K. (1963): Pre-Miocene basement complex of Okinawa, and the tectonic belts of the Ryukyu Islands. Sci. Rep. Kanazawa Univ., vol.8, 569-602.
- 小西健二(1965): 琉球列島(南西諸島)の構造区分. 地質雑, vol.71, 437-457.
- Konishi, K., Ishibashi, T. and Tsuruyama, K. (1973): Find of *nummulites* orthoquartzitic pebbles from the Eocene turbidites in Shimajiri belt, Okinawa. Sci. Rep. Kanazawa Univ., vol.18, 43-53.
- 小藤文次郎(1897): 琉球弧嶋の地質構造. 地質雑, vol.5, 1-12.
- 黒田吉益・宮城宏之(1967): 沖縄, 石垣島の変成岩類. 柴田秀賢教授退官記念論文集, 148-152.
- 黒岩 恒(1893-1894): 沖縄島に就て. 地質雑, vol.1, 172-176, 265-271, 332-339.
- 黒岩 恒(1899): 石垣島. 地質雑, vol.6, 283-289, 307-310.
- 松本 健夫(1964): 八重山群島西表島における火山岩類. 八重山群島学術調査報告, no.2, 57-73.
- 松本 剛(1998): GPSによるプレート変形と構造変動に関する研究-南西諸島GPS観測について-. JAMSTEC, vol.10, no.3, 50-54.
- Miki, M. (1995): Two-phase opening model for the Okinawa trough inferred from paleomagnetic study of the Ryukyu arc. Jour. Geophy. Res., vol.100, B5, 8169-8184.
- Miki, M., Matsuda, T. and Otofujii, Y. (1990): Opening mode of the Okinawa trough: paleomagnetic evidence from the South Ryukyu Arc. Tectonophysics, vol.175, 335-347.
- 西村祐二郎・松原 康・中村栄三(1983): 八重山変成岩類の変成分帯とK-Ar年代. 地質学論集, no.22, 27-37.
- 小野朋典・川野良信(1993): 沖縄島, 名護層・嘉陽層の地球化学. 日本地質学会第100年学術大会講演要旨, 394.
- 遅沢壮一・橋本修一・吉田和郎・箕浦幸治・中川久夫(1977): 沖縄本島北部の地質(中間報告)II. 木崎甲子郎編, 琉球列島の地質学的研究, vol.2, 35-40.
- Saito, Y., Tiba, T. and Miyagi, H. (1973) Geology of Iriomotejima, Ryukyu Islands. Mem. Nat. Sci. Musium Tokyo, vol.6, 9-22.
- Salvador, A. (1994, ed.): International stratigraphic guide, 2nd edition. Int'l. Geol. Sci. and Geol. Soc. Amer., 214p.
- 笹嶋貞雄(1977): 琉球弧, 西南日本における始新統の古地磁気-とくに西フィリピン海盆と関連して-. 海洋科学, vol.9, 595-602.
- Shibata, K., Konishi, K. and Nozawa, T. (1968): K-Ar age of muscovite from crystalline schist of the northern Ishigaki-shima, Ryukyu. Bull. Geol. Surv. Japan, vol.19, 529-533.
- 柴田 賢・Wanless, R.K.・加納 博・吉田 尚・野沢 保・猪木幸男・小西健二(1972): 日本列島の2, 3のいわゆる基盤岩類のRb-Sr年代. 地調月報, vol.23, 505-510.
- 篠田良明・木崎甲子郎(1976): 八重山群島, 小浜島の地質. 木崎甲子郎編, 琉球列島の地質学的研究, vol.1, 37-42.
- 白尾元理・土井直夫・中川久夫(1976): 琉球列島石垣島の地質について. 木崎甲子郎編, 琉球列島の地質学的研究, vol.1, 21-33.
- Suzuki, Y. and Ujiié, H. (1985): *Nummulites amakusaensis* from the Kayo Formation and its significance on the Ryukyu island arc development. Earth Science (Chikyu Kagaku), vol.39, 385-388.
- Takahashi, J. and Kashima, N. (1979): Geology of Motobu Peninsula, Okinawa-Jima with special concern to the lithological correlation between the pre-Tertiary basement of Motobu Peninsula and the Sambosan Group. In Kizaki, K. ed., Geological Studies of the Ryukyu Islands. vol.4, 15-22.
- 高橋治郎・鹿島愛彦(1980): 沖縄本島中部の地質と構造. 木崎甲子郎編, 琉球列島の地質学的研究, vol.5, 21-26.
- 高見美智夫・竹村理佐・西村祐二郎・小島央彦(1999): 中琉球弧, 沖縄諸島のジュラ紀-白亜紀古世付加コンプレックスにおける海洋プレート層序の復元とユニット区分. 地質雑, vol.105, 866-880.
- 氏家 宏(1989): 陸地地質の実証的再検討による琉球弧の地史. 月刊地球, vol.11, 631-641.
- 氏家 宏・岩崎敏夫(1987): 沖縄本島北東岸・天仁屋海岸における嘉陽層の堆積構造と地質構造. 琉球大学理学部紀要, no.45, 253-278.
- Ujiié, H. and Nishimura, Y. (1992): Transect of the central and southern Ryukyu Island Arcs. Metamorphic belts and related plutonism in the Japanese Islands, 29th IGC field trip guide book vol.5, Geol. Surv. Japan, 337-361.
- Yoshii, M. (1935): On some glaucophane-rocks from the Ryukyu archipelago. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., 2nd ser.(Geology), vol.16, 225-248.
- Yoshiwara, S. (1901): Geologic structure of the Riukiu (Loochoo) curve, and its relation to the northern part of Formosa. Jour. Coll. Sci., Imperial Univ. Tokyo, XVI, 1-67.
- 脇水鐵五郎(1906): 沖縄視察談. 地質雑, vol.18, 647-659.
- NAKAE Satoshi (2007): Stratigraphic division of the pre-Neogene basement complex in Ryukyu Arc and its correlation to Southwest Japan.

< 受付: 2007年2月19日 >