

琉球大学学術リポジトリ

琉球弧に関する更新世古地理図の比較検討

| | |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: Japanese 出版者: 琉球大学理学部 公開日: 2014-10-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 古川, 雅英, 藤谷, 卓陽, Furukawa, Masahide, Fujitani, Takuyo メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/20.500.12000/29815 |

琉球弧に関する更新世古地理図の比較検討

古川雅英*, 藤谷卓陽**

琉球大学理学部物質地球科学科地学系

Comparative Study on Pleistocene Paleogeographic Maps of Ryukyu Arc

Masahide Furukawa, Takuyo Fujitani

Abstract

In order to estimate the geohistory of Ryukyu Arc and the origin of terrestrial biota in the recent Ryukyu Islands, many paleogeographic maps have been drawn based on geologic and biologic hypotheses. However it has not come up with the conclusive paleogeographic maps yet. With this being the situation, to suggest more feasible hypothesis, we had a try at the comparative study on the existing paleogeographic maps mainly for Pleistocene. As a preliminary product, some paleogeographic maps of Ryukyu Arc and its surroundings redrawn with uniform projection are shown in this paper.

1. はじめに

琉球弧は、九州南西部から台湾に至る弧状の地形の高まりであり、これを胴切りするトカラ構造海峡とケラマ海裂によって、北部・中部・南部に区分される(図1)。現在の琉球弧の大半は海面下にあり、その陸域である琉球列島の北東端に位置する大隅諸島は大隅海峡によって、南西端の与那国島は水深が500mを超える海域(与那国海峡)によって、それぞれ九州・台湾と隔てられている。ただし、琉球列島の現生の陸生生物相は、北部は九州と、南部は台湾と共通性があり、また中部には遺存的な状態にある固有種が多く生息している(Ota, 1998; 太田, 2012 など)。

このような生物分布の状況は、過去に琉球弧の広域が一連の陸域であったことと、九州や台湾、ひいてはユーラシア大陸と陸続きであった可能性を強く示唆している。この生物相の由来を説明するために、木崎・大城(1977)を嚆矢として多くの古地理図が作成され、琉球弧の形成過程や、生物の琉球列島への渡来時期・経路などが多分野の研究者により議論されてきた(Ota, 1998; 木村編著, 2002; 西島監修, 2003 など)。なお、ここで古地理図とは、陸橋の消長や島嶼面積の拡大・縮小など、過去の地質時代における海陸分布を示したものである。

しかし現時点では、琉球弧に関する地質学・古生物学・生物系統地理学などの関連諸分野の研究成果を統一的に説明できる古地理図の完成には至っていないと考えられる(木崎, 2002; 太田, 2012 など)。そこで筆者等は、今後の古地理研究の方向性を探る

作業の一環として、これまでに提案された琉球弧とその周辺に関する古地理図の集約を進めている。同様の試みはOta(1998)によって行われているが、小論では、第四紀更新世に的を絞り、最近の情報も加えて幾つかの古地理図の比較を行った。

なお、比較を視覚的に容易にするため、単に原著の図を並べるのではなく、作図範囲・図法などを統一して描き直した。作図にはハワイ大学が提供するThe Generic Mapping Tool(GMT 4.5.6)を、現在の海底地形および海岸線についてはアメリカ海洋大気庁が提供するデータ(GSHHS 2.2.0, ETOPO1)を使用した。また、作図にあたっては原著の図を正確に引き写すべく注意を払ったが、原著者の意図とは異なる図になっている可能性がある。したがって、小論で再編集した古地理図を利用する際には、原著の図を確認の上、原著を必ず引用してもらいたい。

2. 更新世年代の新定義

2009年に開催されたIUGS(国際地質科学連合)において、更新世の基底年代(始まりの年代)が改訂された(図2)。それまでは180万年前を基底としていたが、約80万年さかのぼって258.8万年前となった。つまり、従来は新第三紀の鮮新世末に区分されていたGelasianが更新世前期に組み入れられた。これにより、更新世前期は258.8-78.1万年前と定義され、古地磁気層序や古気候層序などのグローバル対比が容易になった。なお、この改訂の詳しい経緯や意義等については、遠藤・小林(2012)や兵頭・北場(2012)などに詳しい解説がある。

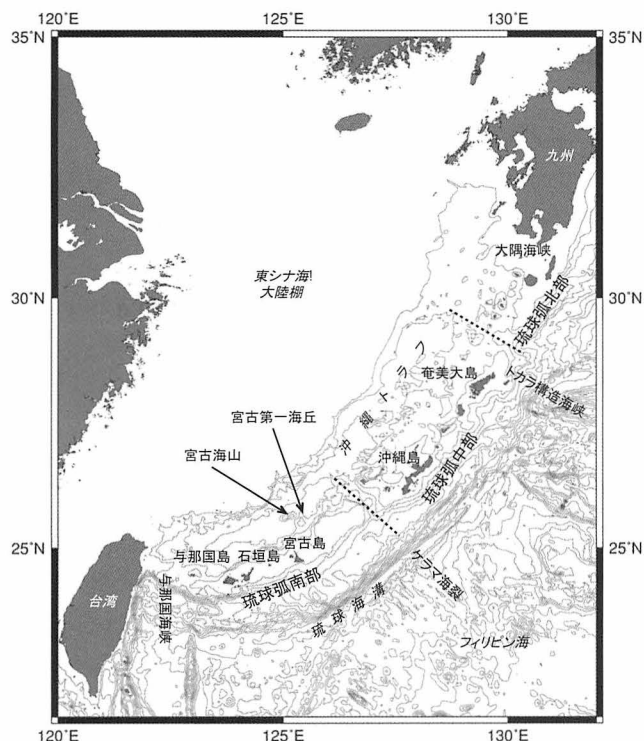


図1 現在の琉球弧とその周辺の海陸分布・海底地形の概要(等深線は500 m 間隔)

ここで更新世の年代区分について触れたのは、小論で扱う古地理図の年代区分が2009年以前の旧定義に基づいて表記されているためである。特に更新世前期については、対象とする年代幅が新定義とは大きく異なっている可能性がある。また、数値年代の記載がない古地理図については、新定義の時代区分への対比が困難である。そこで小論では、更新世前期等の年代区分名称については、新定義による区分に機械的に読み替えることは避け、原著の記載をそのまま使用した。ただし、洪積世は更新世とし、数値年代が記載されている場合はこれを併記した。

3. 古地理図の概要

琉球弧の古地理に関する論文や書籍等に掲載された古地理図のうち、筆者等による作図・編集が完了したものを、対象年代の古い順にまとめて示す。なお、前述のように更新世の基底年代がさかのぼったことから、旧定義に基づく鮮新世を含む古地理図も併せて示す。

3.1 鮮新世(図3)

鮮新世は、現在の琉球弧とその周辺の広域に島尻層群が堆積した時期であり、その堆積域を木崎・大城(1977, 1980)は『島尻海』とよんだ。また、氏家(1986)は、この島尻海を形成した『島尻海浸』

| 新定義 | | | 旧定義 | |
|-----|----|------------|----------|-----|
| 完新世 | | | 1.17万年前* | 完新世 |
| 更新世 | 後期 | Tarantian | | 更新世 |
| | 中期 | Ionian | 12.6万年前 | 後期 |
| | 前期 | Calabrian | 78.1万年前 | 更新世 |
| | | Gelasian | 180.6万年前 | 中期 |
| 鮮新世 | 後期 | Piacenzian | 258.8万年前 | 更新世 |
| | 前期 | Zanclean | 360万年前 | 鮮新世 |
| | | | 533.2万年前 | |

* 西暦2000年より11700年前

図2 鮮新世・更新世年代の新・旧定義(兵頭・北場, 2012; ICS, 2013 に基づく)

が汎世界的な海浸に起因する可能性を指摘した(氏家は「海進」ではなく「海浸」と表記しているので、小論でも「海浸」のままとした)。

図3a(鮮新世前期, 約500万年前)と図3b(鮮新世後期, 島尻海浸末頃)を比較すると、琉球弧北部が九州と陸続きであったことと、琉球弧中部が一連の陸域となって大きな島嶼を形成していたとする点が概ね一致している。

ここで重要なのは、中新世以前に琉球弧が大陸や九州と接続する一連の陸域・陸橋として存在した時期があった(木崎・大城, 1977, 1980)としても、鮮新世に至って琉球弧中部が海域によって隔離されたと考えられる点である。つまり、少なくとも鮮新世の琉球弧中部においては、他所からの陸生生物の渡来はなかったことになる。ただし、木村(2002, 2003)は、琉球弧北・中部が一体となって九州と陸続きであったとしており、更なる検討が必要である。

なお、図3はいずれも、鮮新世における沖縄トラフ(図1)の形成はなく、琉球弧が大陸棚の東縁であったとの想定で描かれている。これは、沖縄トラフの形成開始年代が約200万年前とするその後の研究(例えば古川, 1991)と整合的であるが、琉球弧の古地理を考究する上で、沖縄トラフの形成過程の詳細解明は今後の重要課題である。

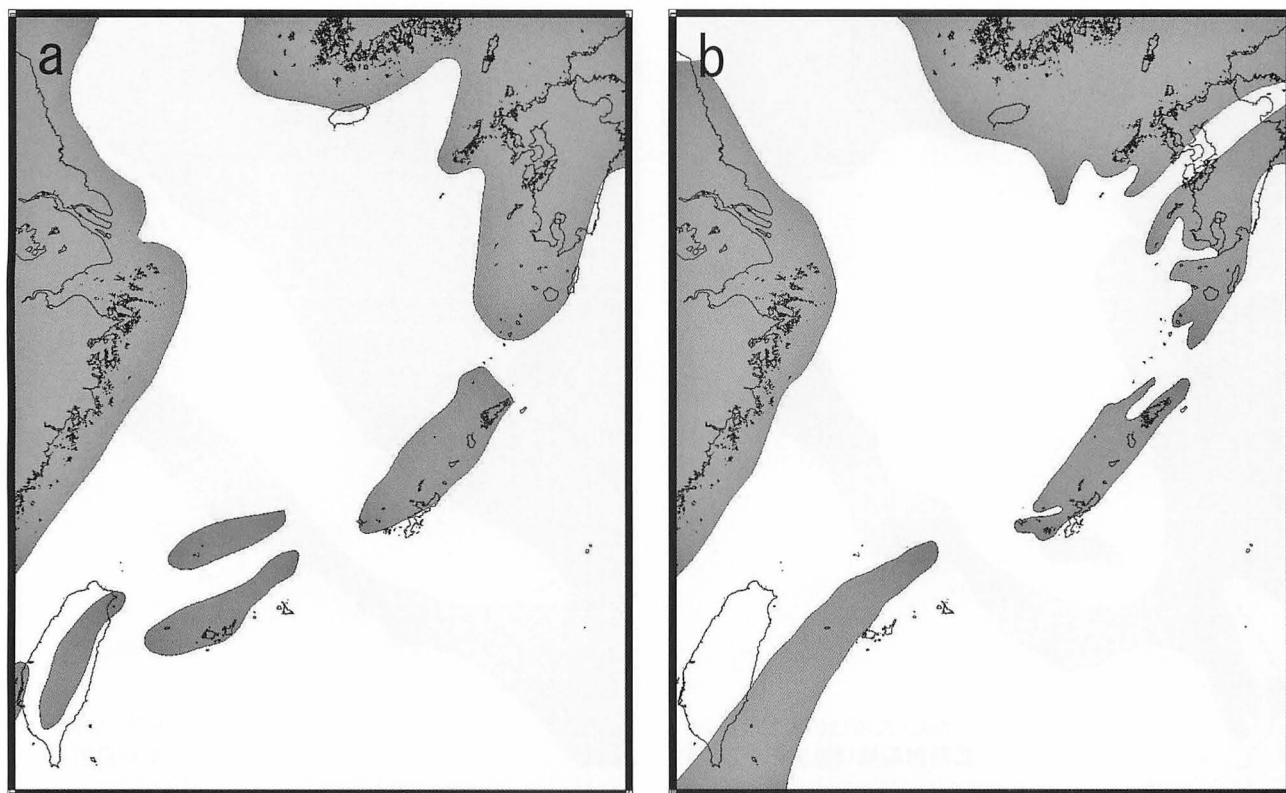


図3 鮮新世の古地理

a: 木崎・大城 (1977, 1980), b: 氏家 (1986)

3.2 更新世前期 (図4)

現在の琉球列島における陸生生物相の由来を考える上で、特に重要な時代である。1970年代～1980年代の主に陸域を対象とした地質学および古生物学の研究成果 (木崎・大城, 1977, 1980; 氏家, 1986) により、大陸から台湾・琉球弧南部を経て琉球弧中部までが一連の陸域 (陸橋) であった可能性が強く示唆されるとともに、琉球弧北部と九州が陸続きであったことが示された (図4 a, b)。これらに周辺海域の音波探査記録の解釈を加えた結果 (木村, 1996) から、概ね同様の陸橋の存在が示された (図4 c)。この『更新世陸橋仮説』は、琉球弧における陸生生物相を合理的に説明できるとして、一般に広く受け入れられてきた。

しかし、琉球弧とその周辺地域における陸生生物の分布・分類や、種分化に要する時間などに関する分子生物学的な情報が蓄積されるにしたがって、上述の陸橋仮説に対して、1990年代以降、多くの疑問が呈されている (Ota, 1998; 太田, 2012 など)。このような生物学に基づく古地理図の代表的なものとして、図4 d (Ota, 1998) を示す。

図4 d が他の古地理図と大きく異なるのは、琉球

弧南部と琉球弧中部が、現在のケラマ海裂 (図1) に相当する海域によって分断されている点である。これは、飛翔や渡海によって移動・分散できない爬虫類や両生類の琉球弧中部に分布する固有種のほとんどが、生物地理学的には遺存固有の状態 (Ota, 1998) にあることが根拠の一つとなっている。また、琉球弧における現生の陸生動物の多くは陸橋を経由して到達したものではなく、琉球弧域が大陸の一部であった頃から島嶼化までの間に、すでに渡来・生息していたとするアイデア (Hikida and Ota, 1997) も提示されており、さらに最近では、琉球弧中部の現生の固有種や固有種群の隔離年代が、少なくとも1800 (中新世) ～250 万年前に遡ることが明らかになりつつある (Matsui *et al.*, 2005; 太田, 2012 など) ことなど、主に地質学に基づいた従来の陸橋仮説の見直しが迫られている。

ここで、更新世に限らず問題なのは、海域であったか否かの判定基準が、地質学と生物学では大きく異なっていると考えられる点である。例えば、地質学的には陸続きと見なせる小規模の水路・浅海であっても、爬虫類や両生類の多くにとっては障壁となり、生息域の拡大を阻んだ可能性が考えられる。

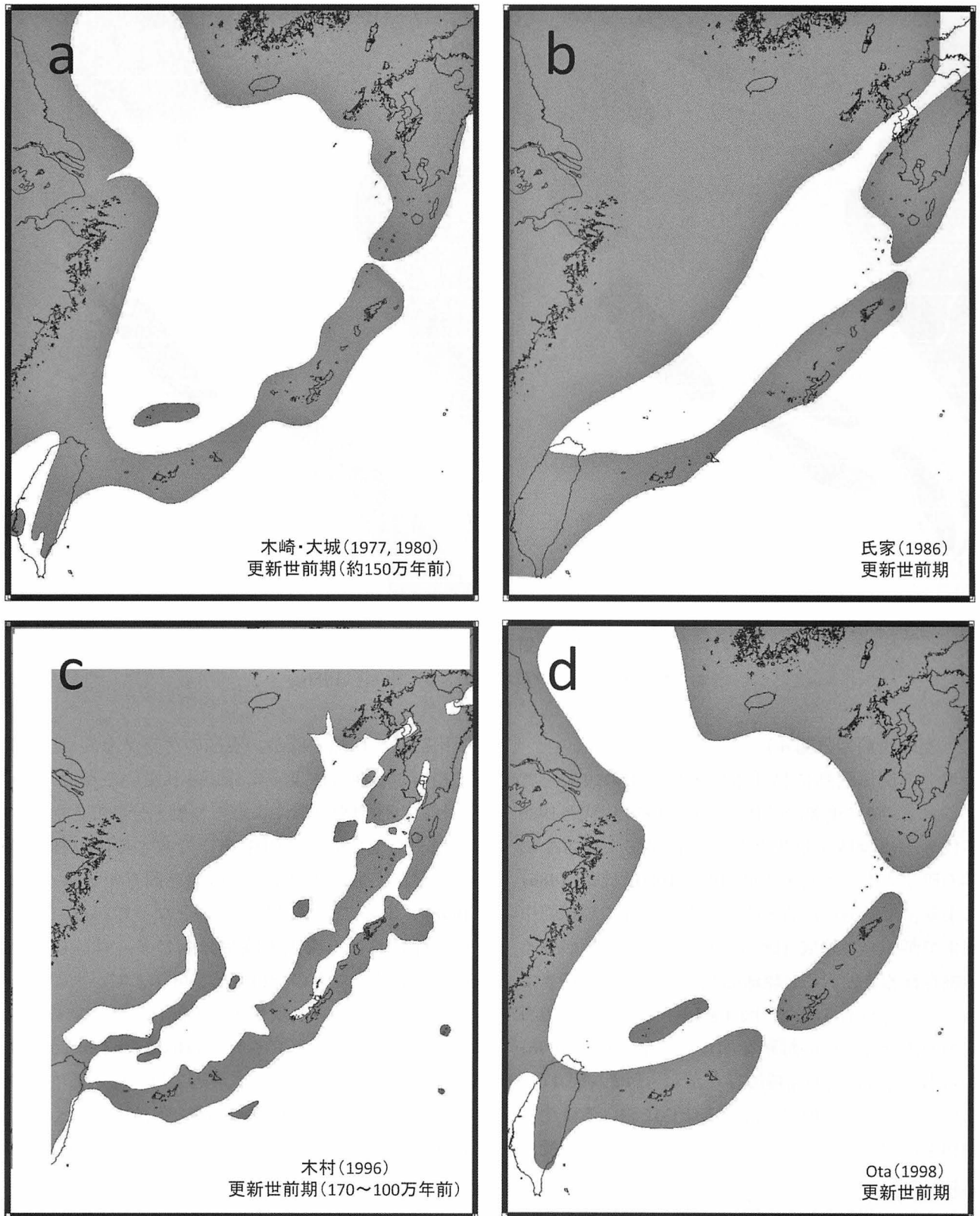


図4 更新世前期の古地理

3.3 更新世中期 (図5)

『琉球サンゴ海』(木崎・大城, 1977)あるいは『琉球石灰岩サンゴ礁海』(氏家, 1986)と称される時代で、沖縄島中・南部や宮古島など、現在のトカラ構造海峡(図1)以南の琉球弧にサンゴ礁が発達し、

造礁サンゴや石灰質生物遺骸などからなる琉球層群(琉球石灰岩)が形成された。つまり、更新世前期に存在したとされる陸橋は、サンゴ礁の発達に適した浅海域によって寸断され、琉球弧陸域の面積は大幅に減少したと考えられてきた(図5 a, b, c)。

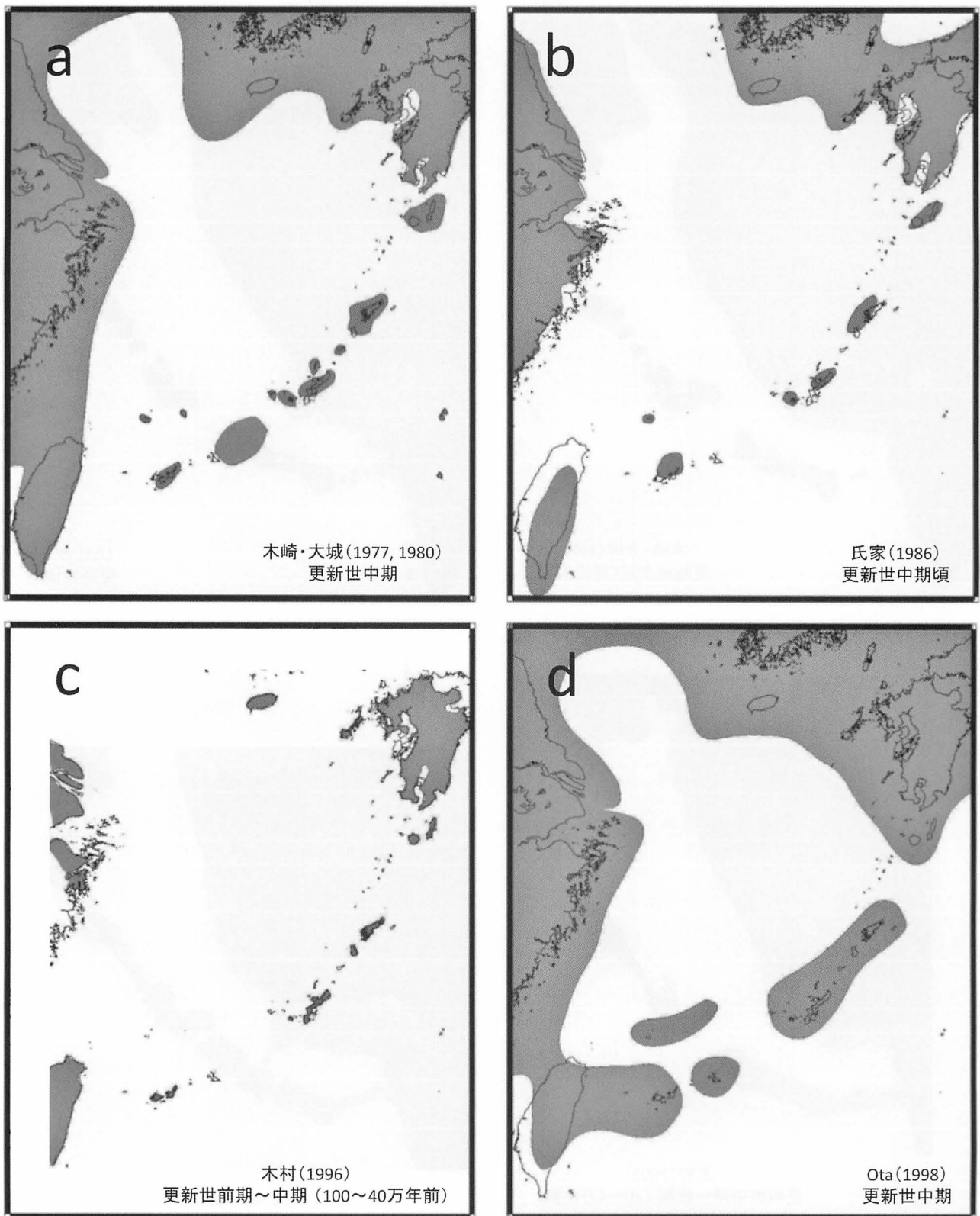


図5 更新世中期の古地理

ちなみに、最近の研究は、琉球層群の堆積開始が地域によっては更新世前期に遡ることを示している。例えば、寒河江ほか(2012)は、沖縄島南部の琉球層群那覇層の堆積が約170～140万年前に始まり、少なくとも85万年前まで続いたことを明らか

にした。また、10万年前以降の更新世後期に区分される新しい礁性石灰岩が喜界島や波照間島で認められている(兼子, 2007など)。したがって、従来の主に地質学に基づく古地理図については、更新世前期も含めて再検討する必要がある。

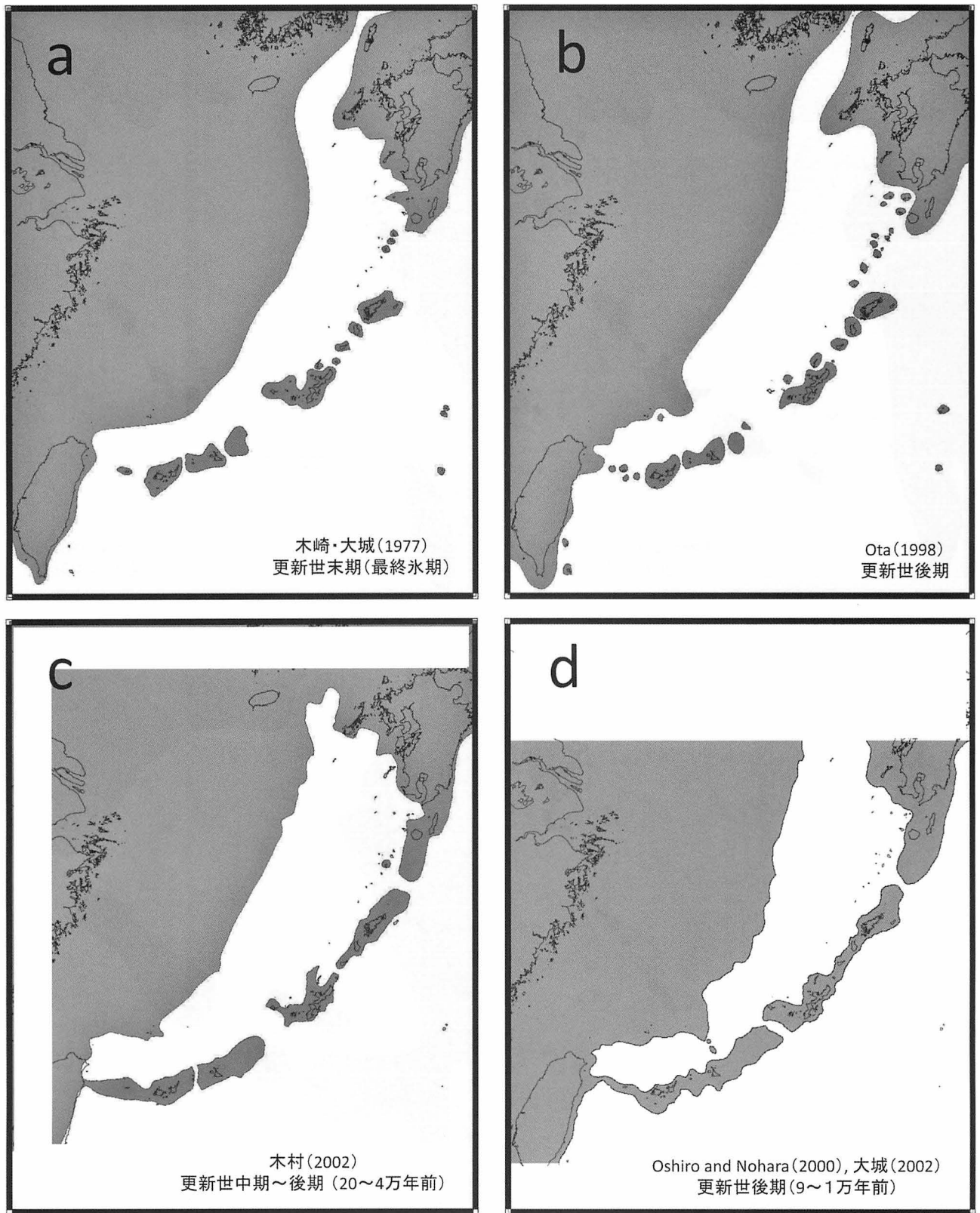


図6 更新世後期の古地理

図5d (Ota, 1998) は、現在の琉球列島に分布する爬虫類と両生類に関する生物学的知見から描かれたものであり、厳密な海陸分布を示したものではない。どの地域に陸橋が存在して一連の陸域を形成していたか、あるいは島嶼として隔離されていたか

を概念的に示したものである。この意味では、更新世前期までの古地理図は、地質学に基づくものも含めてすべて同程度の精度と見なし得るが、更新世中期の古地理図については精度や作図意図の差異に留意する必要がある。

ここで重要なのは、生物学的には琉球弧南部（現在の八重山諸島域）と台湾との間に陸橋があつて一連の陸域であつたこと、他の古地理図（図 5 a, b, c）では海域としている宮古島とその周辺に現在よりも大きな島嶼の存在を想定している点である。特に後者については、図 5 a でも宮古島近傍に比較的大きな島嶼の存在を想定しているが、後で述べるように、宮古島の陸生生物相を合理的に説明する上で、不可欠の陸域であると考えられている。

3.4 更新世後期（図 6）

図 6 a と図 6 b は、最終氷期最盛期（2.1 万年前）における海水準の低下と現在の海底地形を考慮した古地理図であり、ほぼ同様の海陸分布を示している。海水準の低下量としては、約 80–140 m と様々な値が求められている（例えば 米倉ほか編, 2001）が、小論では暫定値として 120 m を採用し、現在の海底地形に基づいて海水準が 120 m 低下したときの海陸分布図を図 7 に示す。これと図 6 a, b を比較すると、細部の差異があるものの概ね同様の海陸分布を示している。つまり、最終氷期最盛期における古地理図は、海水準の低下（海退）によって説明できると考えられる。図 6 c も、台湾–琉球弧南部（現在の八重山諸島）に想定された陸橋と、島嶼面積が比較的大きく描かれていることを除けば、概ね同様

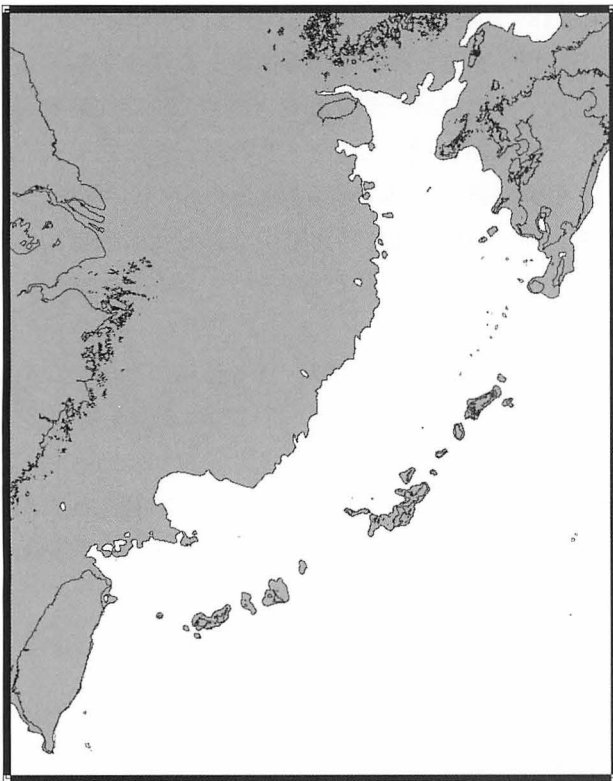


図 7 現在の海水準を 120 m 低下させた（120 m 等深線を海岸線とした）ときの海陸分布

の海陸分布を示していると考えられる。

ここで注目されるのは、図 6 d (Oshiro and Nohara, 2000; 大城, 2002) である。琉球弧中部が現在の奄美諸島から沖縄諸島にかけて一連の島嶼を形成し、琉球弧南部も宮古諸島から八重山諸島にかけて島嶼を形成するとともに台湾との間に陸橋が存在したと想定している。また、海退によって広域が陸化したと考えられる東シナ海大陸棚（図 1）と現在の宮古島との間に、陸橋とも見なせる小規模の陸域・島嶼が存在した可能性を示している。この陸域として、現在は海面下にある宮古海山や宮古第一海丘といった海底地形の高まり（図 1）が想定されている。

このような小規模の陸域（陸橋）を配置した理由として大城（2002）は、大陸と直接陸続きでなければ説明できない更新世動物化石群が宮古島には認められることと、その動物群の宮古島への渡来が最終氷期最盛期の直前であつたことを挙げている。なお、この大城（2002）の陸橋仮説に対して太田・高橋（2008）は否定的な見解を示しているが、現在の宮古諸島には固有種や独自性の高い進化系統が少なからず存在していることや、宮古島が更新世後期の時点で大型の哺乳類・毒蛇・リクガメなどを含むきわめて独自性の高い陸生脊椎動物を擁していたことなどから、更新世中期以降の宮古島周辺に相当規模の陸域が必要であることを強く示唆している。

ちなみに、現在の宮古海山と宮古第一海丘の頂部水深は、それぞれ約 1000 m と 865 m (大島ほか, 1988; 大谷ほか, 2004) である。つまり、これらが更新世後期に陸橋として機能していたとすれば、最終氷期最盛期以降に少なくとも 800–900 m の地殻変動（相対的な沈降）を想定しなければならないが、現時点では蓋然性の高い証拠は得られていない。

4. 今後の課題

これまでに提案された琉球弧の更新世古地理図の幾つかを比較し、若干の検討を行ったが、小論で紹介した以外に黒田・小澤（1996）や神谷（2007）などによる更新世古地理図があり、中新世以前の古地理図も含めて集約・検討を進める必要がある。

小論では詳細に触れなかったが、琉球弧の古地理の変遷、特に陸橋の消長を考える上で、沖縄トラフ、トカラ構造海峡、ケラマ海裂、与那国海峡など、現在は水深 500–1000 m を超える凹所の形成年代・過程の解明が重要課題である。そのためには、海底下

の地質に関する試資料が必要であるが、現時点では十分とはいえない。まずは既存の音波探査記録の再解釈が必要であると考えられる。また、生物学分野との共同が必須であり、生物系統地理学等の研究の進展によっては、従来にない琉球弧像を描けるかも知れない。

引用文献

- 遠藤邦彦・小林哲夫 (2012) 第四紀. フィールドジオロジー, 9, 共立出版, 東京.
- 古川雅英 (1991) 琉球弧と沖縄トラフの発達史 - とくに沖縄トラフの形成年代について -. 地学雑誌, **100**, 552-564.
- Hikida, T. and Ota, H. (1997) Biogeography of Reptiles in the Subtropical East Asian Islands. Lue and Chen eds, *Proceedings of the Symposium on the Phylogeny, Biogeography and Conservation of Fauna and Flora of East Asian Region*, 11-28, National Science Council, R.O.C., Taipei.
- 兵頭政幸・北場育子 (2012) 古地磁気・古気候層序からみた東アジアの第四紀のはじまり. 地質学雑誌, **118**, 74-86.
- ICS (2013) International Chronostratigraphic Chart, v2013/01. International Commission on Stratigraphy (www.stratigraphy.org).
- 神谷厚昭 (2007) 琉球列島ものがたり, 地層と化石が語る二億年史. ボーダーインク, 那覇.
- 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, 633 号, 22-30.
- 木村政昭 (1996) 琉球弧の第四紀古地理. 地学雑誌, **105**, 259-285.
- 木村政昭 (2002) 琉球弧の成立と古地理. 木村編著, 琉球弧の成立と生物の渡来, 19-54, 沖縄タイムス社, 那覇.
- 木村政昭 (2003) 琉球弧の古環境と古地理. 西島監修, 琉球列島の陸水生物, 17-24, 東海大学出版会, 東京.
- 木村政昭 編著 (2002) 琉球弧の成立と生物の渡来. 沖縄タイムス社, 那覇.
- 木崎甲子郎 (2002) 琉球列島の地質調査の先進性と古地理復元の歴史. 木村編著, 琉球弧の成立と生物の渡来, 13-16, 沖縄タイムス社, 那覇.
- 木崎甲子郎・大城逸朗 (1977) 琉球列島の古地理. 海洋科学, **9**, 542-549.
- 木崎甲子郎・大城逸朗 (1980) 琉球列島のおいたち. 木崎編著, 琉球の自然史, 8-37, 築地書館, 東京.
- 黒田登美雄・小澤智生 (1996) 花粉分析からみた琉球列島の植生変遷と古気候. 地学雑誌, **105**, 328-342.
- Matsui, M., Shimada, T., Ota, H. and Tanaka-Ueno, T. (2005) Multiple Investigation of the Ryukyu Archipelago by Oriental Frogs of the Subgenus *Odottana* with Phylogenetic Reassessment of the Related Subgenera of the Genus *Rana*. *Molec. Phyl. Evol.*, **37**, 733-742.
- 西島信昇 監修 (2003) 琉球列島の陸水生物, 東海大学出版会, 東京.
- 大島章一・高梨政雄・加藤 茂ほか (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, 付図 1, 沖縄トラフ及び付近海底地形図 (1/1,500,000). 水路部研究報告, 第 24 号.
- 大城逸朗 (2002) 琉球列島の第四紀地史と動物の渡来. 木村編著, 琉球弧の成立と生物の渡来, 129-140, 沖縄タイムス社, 那覇.
- Ota, H. (1998) Geographic Patterns of Endemism and Speciation in Amphibians and Reptiles of the Ryukyu Archipelago, Japan, with Special Reference to their Paleogeographical Implications. *Res. Popul. Ecol.*, **40** (2), 189-204.
- 太田英利 (2002) 古地理の再構築への現生生物学にもとづくアプローチの強みと弱点: 特に琉球の爬虫・両生類を例として. 木村編著, 琉球弧の成立と生物の渡来, 175-185, 沖縄タイムス社, 那覇.
- 太田英利 (2012) 琉球列島を中心とした南西諸島における陸生生物の分布と古地理. 月刊 地球, **34**, 427-436.
- 太田英利・高橋亮雄 (2008) 宮古諸島の不思議な動物相. 宮古の自然と文化, 第 2 集, 24-44, ボーダーインク, 那覇.
- 大谷康夫・土出昌一・芝田 厚ほか (2004) 日本周辺海域火山通覧 (第 3 版). 海洋情報部研究報告, 第 40 号, 1-62.
- 氏家 宏 (1986) 琉球弧の海底 - 底質と地質 -, シリーズ沖縄の自然, 5, 新星図書出版, 那覇.
- 米倉伸之・貝塚爽平・野上道男・鎮西清高 編 (2001) 日本の地形 1, 総説, 東京大学出版会, 東京.