原　　著　Original articles

瀬戸内区の中新世古地理（改訂版）

糸魚川淳二*・柴田　博**

Miocene paleogeography of the Setouchi Geologic Province, Japan, a revision

Junji Itoigawa* and Hiroshi Shibata**

(Abstract)

The Miocene paleogeographic maps presented by Shibata and Itoigawa (1980) are revised on the basis of new data obtained in the last ten years. Six paleogeographic maps (①—⑥) covering a time interval of 15 to 22 Ma are newly compiled based on a new correlation table.

They show the following paleogeographic phases in chronological order;

① volcanic activity in a small lake in the Kani basin of the Tono region and sedimentation in forarc basins in the Kii Peninsula and the Kakegawa area;

② the first sea invasion into the Ichishi and Morozaki basins with small lakes in the Tono region and the Seki area;

③ the second invasion of the sea into the area wider than in the ② stage;

④ the maximum phase of the second invasion the sea reaching Tomikusa and Okuyamada;

⑤ the third marine invasion spread to the west Setouchi province for the first time, influence of tropical sea waters to central to southwent Japan and development of mangrove swamps in the west Setouchi province and the Mizunami area;

⑥ very rapid subsidence in the whole area and formation of a wider and deeper sea.

Paleogeographic maps of the Japanese Islands at ca. 16 and 17 Ma are also presented.

1．ま　え　が　き

筆者らは先に，瀬戸内区の中新世古地理をまとめた（柴田・糸魚川，1980）．その時までに蓄積された地質・古生物に関するデータを総合したものであるが，まず，主要な堆積盆地について，可能なかぎり多くの層準について古地理を復元した．ついで，点在する各盆地の地層を，古環境の変遷を基礎として対比し，これにもとづいて，3回の小海進—小海退に対応する8つの時期について，全域の古地理図をえがいた．この図には，海・陸・湖などの分布だけでなく，

＊　名古屋大学理学部地球惑星科学教室　Department of Earth and Planetary Sciences, Nagoya University, Nagoya, 464-01, Japan

＊＊名古屋大学人間情報学研究科　Graduate School of Human informatics, Nagoya University, Nagoya, 464-01, Japan

1992年10月9日受理

地形，海の深さ，底質，貝類群集なども記入されていて，日本の中新世の地史・古地理を論ずる上で有意義なものであったと考えられる．

それ以来10年以上の日時を経過し，瀬戸内区中新統を含め，日本の新第三系に関する知識は飛躍的に増加した．IGCP-246国内ワーキンググループの新第三紀についてのまとめ，地方地質誌の発行など，総合的なものを初め，地域地質，年代，対比，古環境・古地理などについての数多くの研究がなされた．

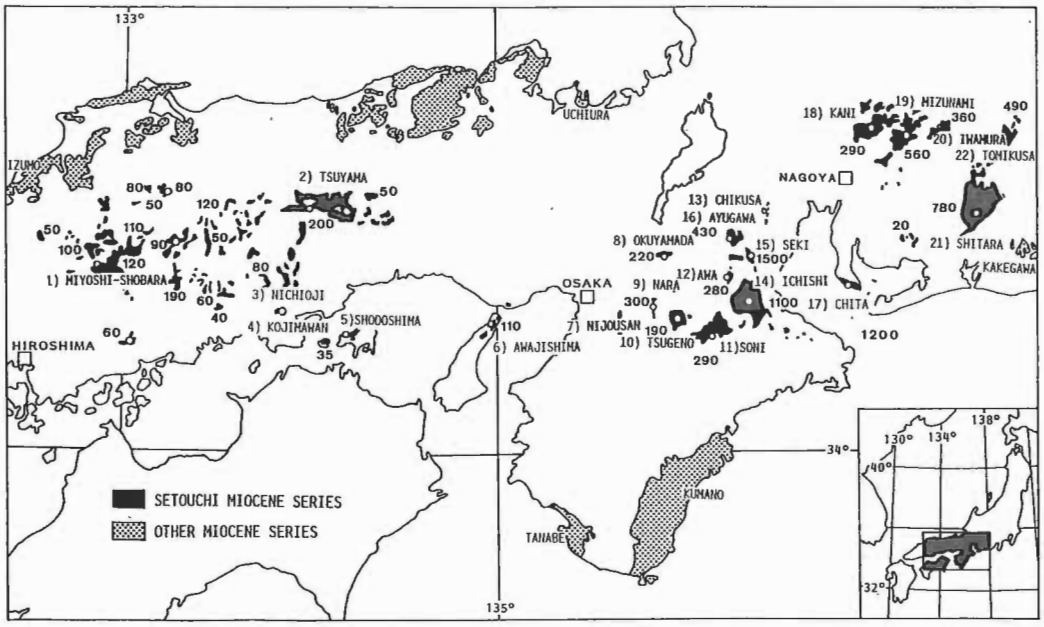
これらのデータ，特に対比，提示された各地域の古地理図を参考として，以前の対比・古地理図を再検討し，改訂することとした．

なお，本研究の費用の一部は平成4年度文部省科学研究費補助金(一般研究C-04640720，総合研究A-03302023）によった．

1．年 代 ・ 対 比

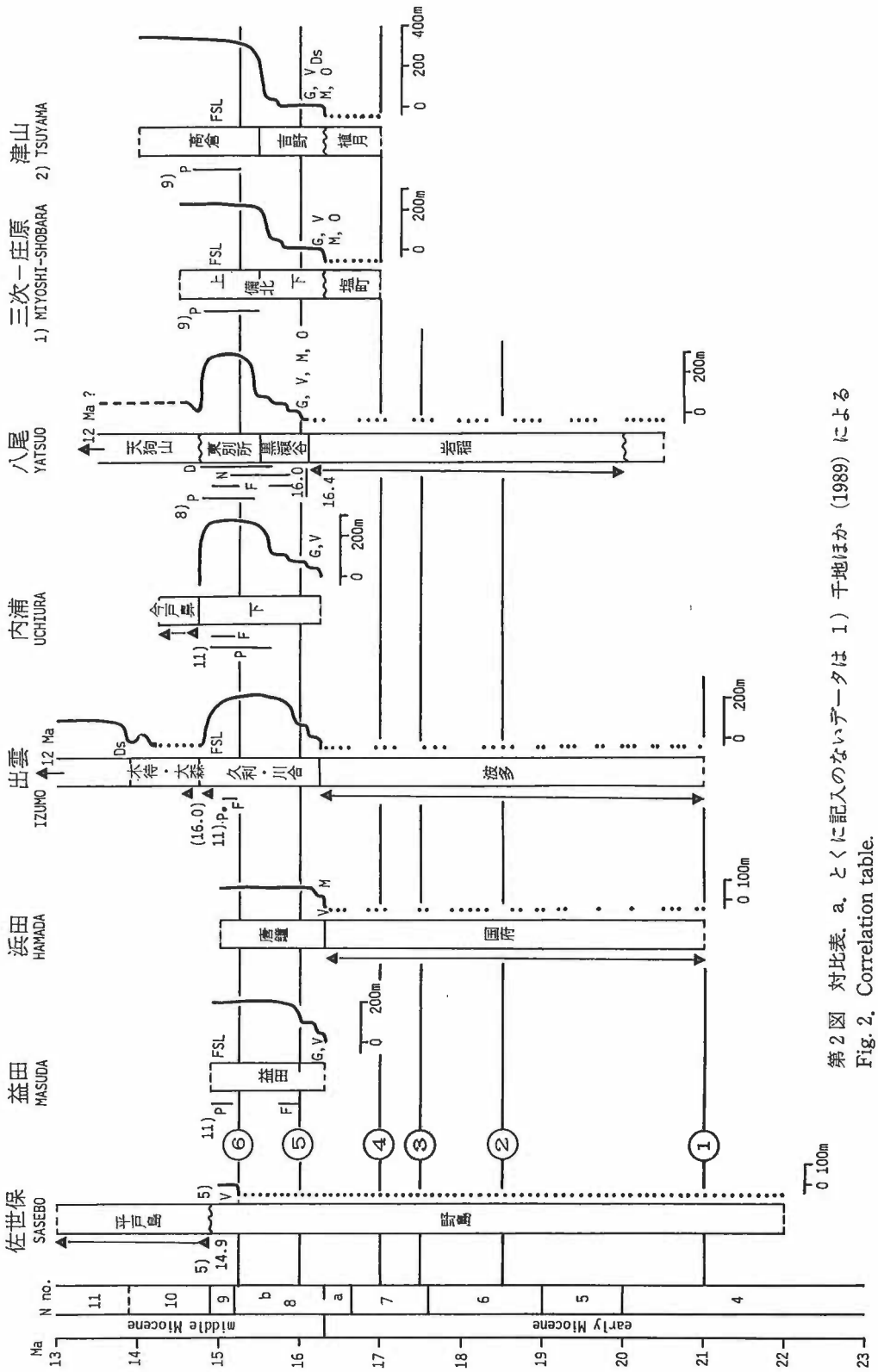
年代･対比についての資料として，微化石，絶対年代（K-Ar年代，FT年代），古地磁気年代などがある．時間的に短く，ひろがりの大きい，特徴的な古環境を指標として使うこともできる．

本論文では，瀬戸内中新統とそれに関連する地域の層序を示し，対比を行った（第1図，第2図a－d）．千地ほか (1989) は最新の年代データを総合してつくられた対比を示しているので，基本的にはそれに準拠した．さらに，最近のいくつかの総合的対比案，年代のデータを参考にして調整した．主な文献を下記に示す．なお，総合的対比案に示されている，各個のデー

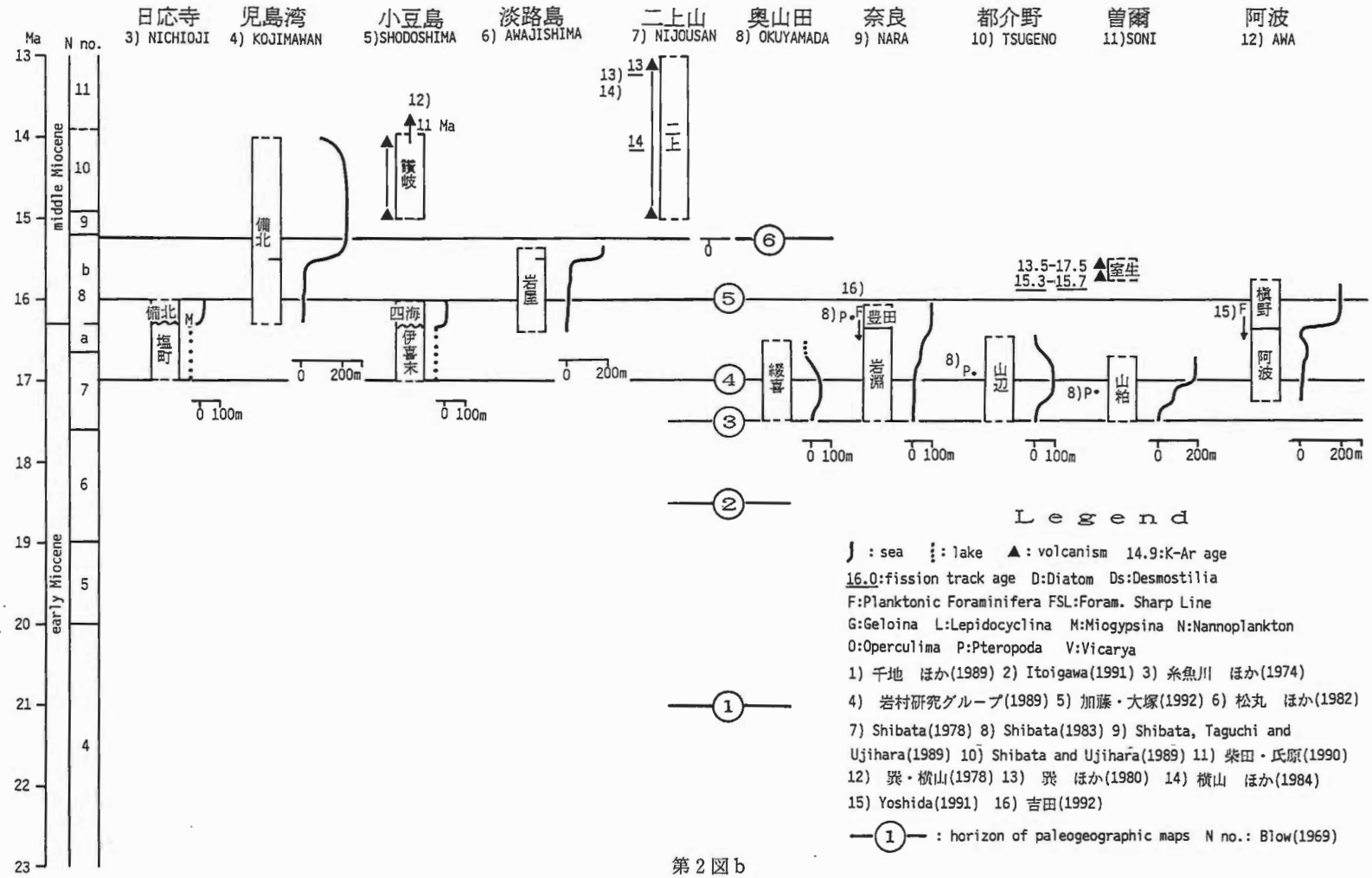


第1図　瀬戸内区中新統の分布・柱状図の位置・層厚　数字は層厚（柴田，1985を改訂）

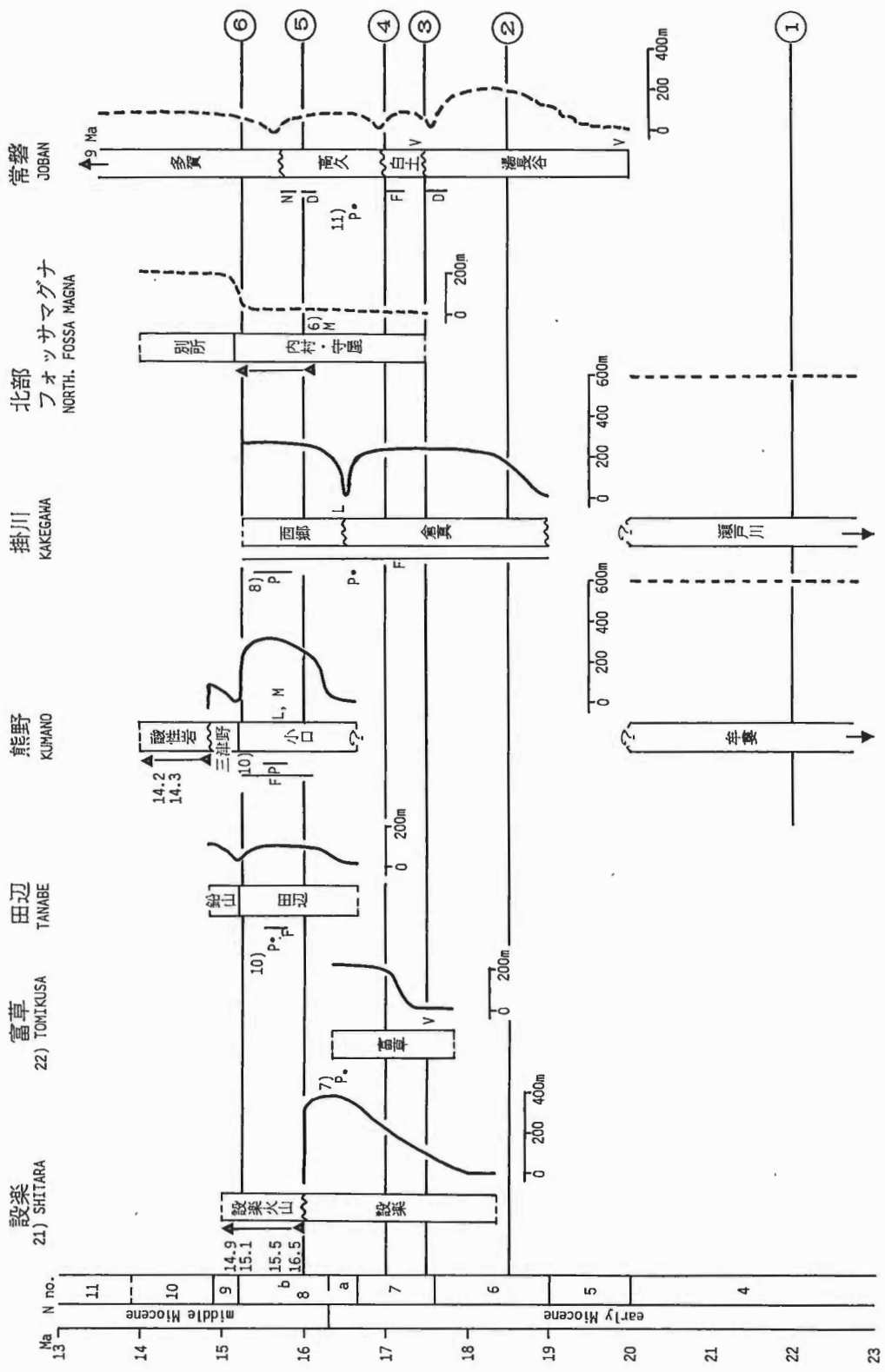
Fig.1. Distribution of Setouchi Miocene Series, localities of columnar sections in Fig. 2 and thickness (numerals in m). (after Shibata, 1985, revised)

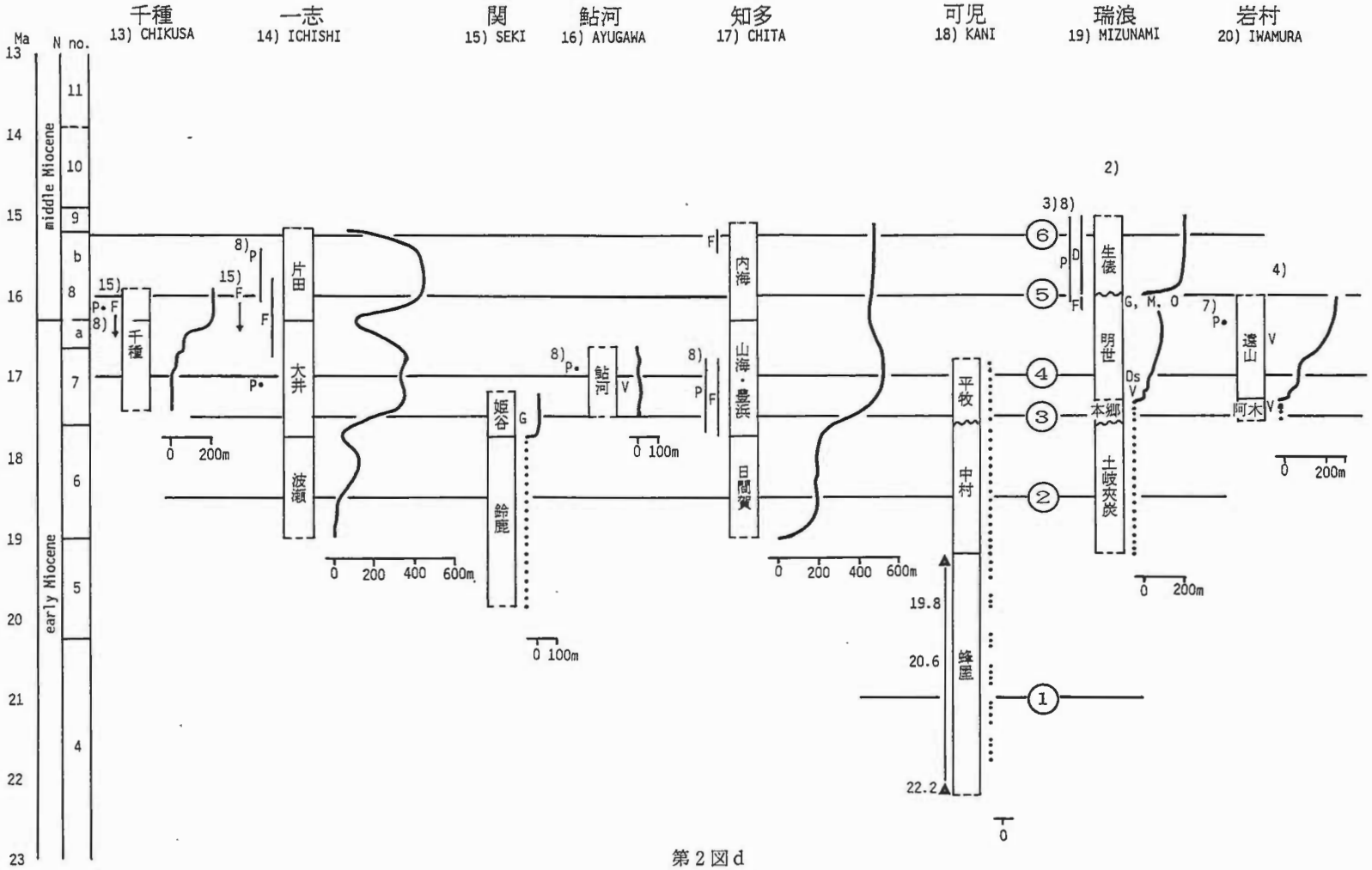


第2図　対比表．a，とくに記入のないデータは 1）千地ほか（1989）による
Fig. 2. Correlation table.


日応寺 3) NICHIOJI
児島湾 4) KOJIMAWAN
小豆島 5)SHODOSHIMA
淡路島 6) AWAJISHIMA
二上山 7) NIJOUSAN
奥山田 8) OKUYAMADA
奈良 9) NARA
都介野 10) TSUGENO
曽爾 11)SONI
阿波 12) AWA
Ma
N no.
middle Miocene
early Miocene
備北
塩町
讃岐
備北
岩屋
四海
伊喜末
二上
豊田
岩瀬
級谷
山辺
山粕
室生
横野
阿波
12) 11 Ma
13) 13
14) 14
16)
8) P・F
15) F
13.5-17.5
15.3-15.7
0 100m
0 200m
Legend
: sea : lake ▲: volcanism 14.9:K-Ar age
16.0:fission track age D:Diatom Ds:Desmostilia
F:Planktonic Foraminifera FSL:Foram. Sharp Line
G:Geloina L:Lepidocyclina M:Miogypsina N:Nannoplankton
O:Operculima P:Pteropoda V:Vicarya
1) 千地 ほか(1989) 2) Itoigawa(1991) 3) 糸魚川 ほか(1974)
4) 岩村研究グループ(1989) 5) 加藤・大塚(1992) 6) 松丸 ほか(1982)
7) Shibata(1978) 8) Shibata(1983) 9) Shibata, Taguchi and Ujihara(1989) 10) Shibata and Ujihara(1989) 11) 柴田・氏原(1990)
12) 巽・槇山(1978) 13) 巽 ほか(1980) 14) 槇山 ほか(1984)
15) Yoshida(1991) 16) 吉田(1992)
: horizon of paleogeographic maps N no.: Blow(1969)

第2図b


常磐 JOBAN
北部フォッサマグナ NORTH. FOSSA MAGNA
掛川 KAKEGAWA
熊野 KUMANO
田辺 TANABE
富草 22) TOMIKUSA
設楽 21) SHITARA
多賀
高久
白土
遠見谷
別所
内村・宇園
岡郷
倉真
三紀層
小口
鉛山
田辺
富草
設楽火山
設楽
年森
湯舟川
Ma
N no.
middle Miocene
early Miocene
第2図c


千種
13) CHIKUSA
一志
14) ICHISHI
関
15) SEKI
鮎河
16) AYUGAWA
知多
17) CHITA
可児
18) KANI
瑞浪
19) MIZUNAMI
岩村
20) IWAMURA
Ma
N no.
middle Miocene
early Miocene
千種
片田
大井
波瀬
姫谷
鈴鹿
鮎河
内海
山海・豊浜
日間賀
平牧
中村
蜂屋
生俵
明世
本郷
土岐夾炭
阿木
遊山
19.8
20.6
22.2
0 200m
0 100m
0 200 400 600m

第2図d

タについては文献引用を省略した．

1）瀬戸内区各地：巽・横山（1978）—小豆島火山岩類のK-Ar年代；巽ほか（1980）—二上山火山岩類のK-Ar年代；横山ほか（1984）—二上山火山岩類のＦＴ年代；岩村研究グループ（1989）—岩村層群（岩村盆地の瑞浪層群）阿木累層の層序上の位置；Itoigawa（1991ｂ）—瑞浪層群・岩村層群・可児層群（可児盆地の瑞浪層群）の相互関係．

2）瀬戸内区：糸魚川（1988）；Yoshida（1991）—浮遊性有孔虫による一志・藤原・師崎層群の対比；吉田（1992）．

3）西南日本：山内・高安（1987）—中国地方の新第三系の対比；Itoigawa（1989）—熱帯的古環境による対比．

4）日本：千地ほか（1989）—前・中期中新統（東北地方～中国地方）の対比；鹿野ほか（編）（1991）．

5）関連する地域：松丸ほか（1982）—守屋累層からの *Miogypsina* の産出；紺野ほか（1988）—北陸区の対比；加藤・大塚（1992）—野島層群の年代・*Vicarya* の産出；須崎・箕浦（1992）—青森地域の対比；白石・的場（1992）—秋田地域の対比；小林・立石（1992）—新潟地域の対比；小坂ほか（1992）—北部フォッサマグナ地域の対比；藤井ほか（1992）—北陸地域における対比；高安ほか（1992）—山陰地域の対比．

6）翼足類（Pteropod）の産出：糸魚川ほか（1974）—瑞浪層群；Shibata（1978）—富草層群；Shibata（1983）—東部瀬戸内・八尾・掛川地域；Shibata et al.（1989）—西部瀬戸内地域；Shibata and Ujihara（1989）—熊野層群；柴田・氏原（1990）—日本（東北地方～九州地方）の新生界．

以上のような既存のデータを総合し，各層群・累層を位置づけた．これまでと大きく異なる点をあげると，岩村層群の阿木累層はこれまで，可児層群の中村累層，瑞浪層群の土岐夾炭累層に対比されてきたが，平牧累層・本郷累層に対比されることになった．層序的に上位の遠山累層に連続すること，また，海成層の存在が確かめられたことによる．

尾崎・松浦（1988）はK-Ar，ＦＴ年代に基づいて，神戸層群を後期始新世～前期漸新世とした．白川累層中の植物化石，多井畑累層中の軟体動物化石は中新世型であり，この年代とは整合しない．対比・古地理図において，淡路島～神戸市南部地域を除く，神戸層群を対象外とした．

小林（1989）は瑞浪層群・可児層群のＦＴ年代を示した．新旧の逆転などの不合理な数値が含まれているので，検討したが対象からはずした．林・輿水（1992）はＦＴ年代，貝化石から設楽層群下部を古第三紀とした．筆者らは貝化石の年代について異なる見解をもっているので，このデータは使用しなかった．

前回の対比の基礎は各堆積盆地における古環境変遷のパターンの類似であった．いくつかの絶対年代，浮遊性有孔虫年代がその対比の枠づくりに使用された．今回は年代に関するデータがふえたことに伴い，先に適用された古環境変遷パターンの類似に歪みが生れた．年代・対比において，絶対年代，微化石年代が優先されるべきではあるが，全体の古環境・古地理的拡がりなども考慮される必要がある．海進—海退のフェーズのずれなども考慮して最終的に調整した．もっとも確かな基準としたのは可児—瑞浪地域の層序・年代である．

なお，年代の多少のずれは，この精度の年代の区切りで古地理図をえがく上では，影響が少ないことも事実である．しかし，基本にかかわることであるので，将来において，さらに検討し，改定が加えられなければならない．

関連する地域の対比の基礎は主に次のデータによる．

佐世保：鹿野ほか（編）（1991）；加藤・大塚（1992）

北部フォッサ・マグナ：松丸ほか（1982）；小坂ほか（1992）

常磐地方：千地ほか（1989）．すでに論じた（Itoigawa, 1988）ように，軟体動物化石群の連続性などから見て，この年代には疑問もあるが，ここでは主要なことでないので，とくにふれない．

3．古地理・古環境

今回の古地理図作製は前回の古地理図を下敷きとし，新しい資料を加えて検討した結果である．参考とした資料は次の通りである．

1）瀬戸内区各地：柴田・伊奈（1983）—設楽盆地；田口（1984）—津山盆地；氏原ほか（1988）—富草盆地；上田（1991）—三次・庄原盆地；松本（1991）—鳥取・津山盆地；Itoigawa（1992）—東濃地域（瑞浪ほか）．

2）瀬戸内区：柴田（1985）；柴田・糸魚川（1989）；伊奈（1990）—瀬戸内区東部の植物化石；吉田（1992）．

3）西南日本：紺野・糸魚川（1988）—中部地方西部；Itoigawa and Yamanoi（1990）；Itoigawa（1991 a）．

4）日本：千地ほか（1989）；Chiji et al.（1990）；鹿野ほか（編）（1990）．

5）関連する地域：中川・竹山（1985）—内浦地域；須崎・箕浦（1992）—青森地域；白石・的場（1992）—秋田地域；小林・立石（1992）—新潟地域；小坂ほか（1992）—北部フォッサ・マグナ地域；藤井ほか（1992）—北陸地域；高安ほか（1992）—山陰地域；Yoon（1992）—朝鮮半島南部．

古地理図の層準は6（①～⑥）とした（第3図）．前回の8層準は3回の海進—海退のサイクルの始め，最大時，終り（3回目のサイクルでは終りはない）に対応したものである．今回はサイクルの考えにずれが生じたこと，層準によっては地層の分布が限られていて，意味が少ないなどの理由により，6層準とした．その年代，前回との対応は次のようである．

① 21Ma．可児層群蜂屋累層の絶対年代が決定したことにより，新しく設定した．

② 18.5Ma．前回のⅠ—1～2の間．瀬戸内区への海進開始の直後．

③ 17.5Ma．前回のⅡ—1．2回目の海進の初まり．

④ 17Ma．前回のⅡ—2にほぼ対応し，地域によってはⅡ—1，Ⅱ—3に近い．2回目の海進の進行，地域によっては最大海進．

⑤ 16Ma±．前回のⅢ—1．3回目の海進が始まり，全域に及んだ．tropical spike（Itoigawa, 1989），Climatic optimum—1（Barron and Baldauf, 1990）の時期である．

⑥ 15Ma±．前回のⅢ—2．最大海進時．

各古地理図について簡単に説明し，変更点，問題点などについてふれる．

① 可児層群蜂屋累層のK-Ar年代が求められたことにより，この時期の古地理図がつくられた．火山砕屑性で，淡水域～陸域であった．同時代の地層としては紀伊半島の牟婁層群，掛川地域瀬戸川層群（大井川層群を含む）がある．これらは前弧海盆堆積層で，付加体の可能性がある．

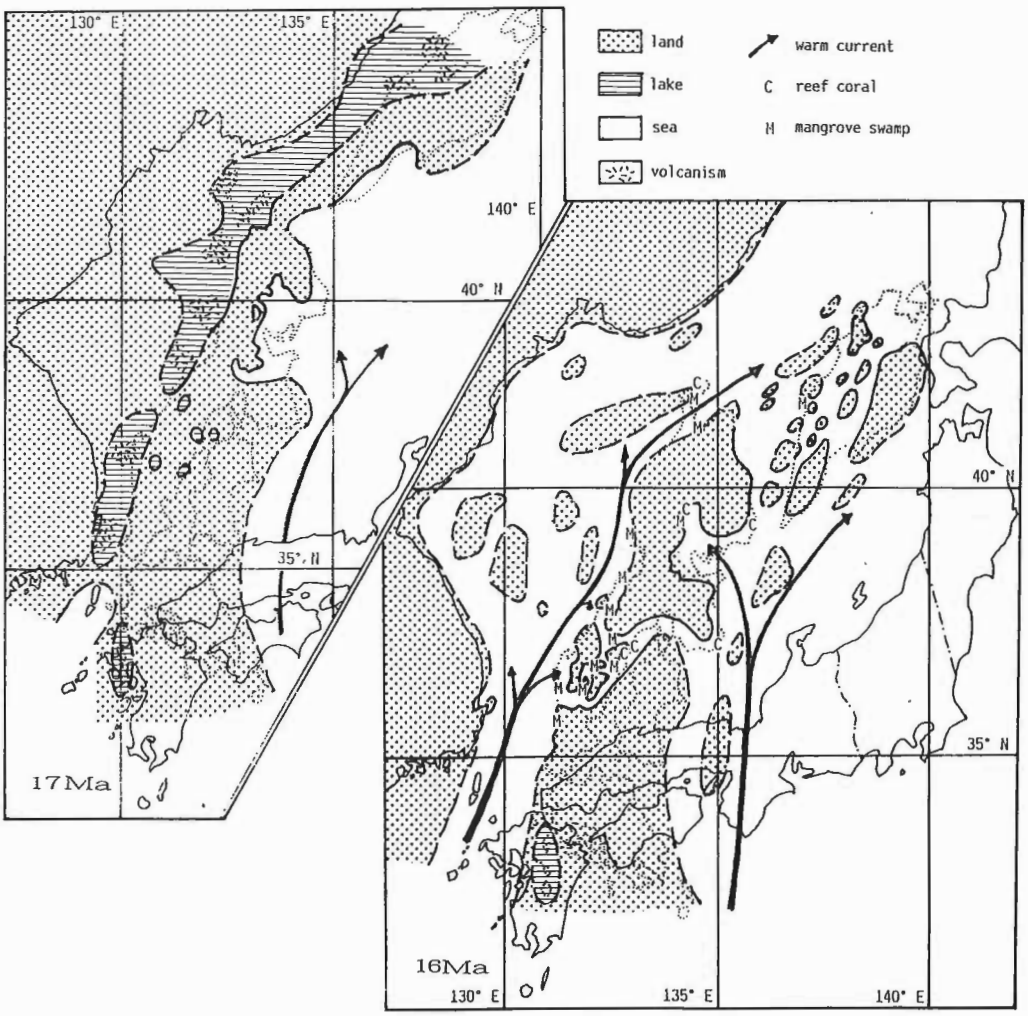
② 一志，師崎地域へ最初の海進があった．可児，瑞浪，関の地域に湖が発達し，褐炭の堆積があった．岩村盆地の淡水湖はこの時期のものでないことが判明し，③の時期へ移した．

③ 2回目の海進が初まり，海が以前より拡がった．周辺地域（たとえば瑞浪—岩村地域）

では淡水―汽水域が存在した．山陰地域の古地理図は高安ほか（1992）を参考にしたものである．

④　2回目の海進の最大期で，伊勢湾を中心とした地域に広い海盆が生れた．海は東北（富草地域），西（奥山田地域）にまで，奥深く入り込んだ．瀬戸内区西部（中国地方）の各地に淡水性の小湖盆が生れた．

⑤　3回目の海進により，瀬戸内区西部，紀伊半島に海が侵入した．瀬戸内区西部，瑞浪地域は強い暖流の影響を受け，マングローブ沼が発達した．海中条件は前者で沖縄南部，後者で奄美大島の現在の状況に近かったことが推定されている（Itoigawa and Yamanoi, 1990）．瀬戸内区西部のうち，北部（三次―庄原―津山地域）と南部（岡山―小豆島―淡路島）とは連続していたと推定している．これは高安ほか（1992）の，両者が連続していないとする古地理図と異なる．倉敷市中庄のマングローブ沼棲の軟体動物化石群集，児島湾の地下における層序を考慮してこの推定を行った．



第4図　日本列島の中新世古地理図
Fig. 4. Miocene paleogeographic maps of the Japanese Islands

⑥ 最大海進期である．伊勢湾を中心に南（太平洋側）へ開いた海湾（gulf）と瀬戸内区西部を西北西—東南東の方向に横断する内海（inland sea）が存在した．西の海盆は日本海側，太平洋側の両方に連続していた．前回の古地理図で，この時期に，東西の瀬戸内区の海が連続しているとしたが，二上山地域の火山岩類の絶対年代がこの時期に近いことが判明したので陸域を推定した．この結果，東海地方—近畿・中国地方へつながる海域は存在しなかったことになる．このことは石田（1979）の古地理図と一致する．

⑤，⑥の時代に，神戸層群の存在に基いて大きい淡水湖が設定されていたが，前述のように，年代について両論あるので，今回はその湖を除外してえがいた．

瀬戸内東部のうち，伊勢湾以東の地域において，伊奈（1990）の資料により，古植生を加えた．

17Ma，16Maの２つの時代における，日本列島（本州～九州）の古地理図を作製した（第４図）．千地ほか（1989），Chiji et al.（1989）の古地理図を基礎として，最近のデータを加えて改訂したものである．瀬戸内区の細部，東北地方，九州地方などの古地理に修正が加えられている．また，古海流の状況が記入されている．

4．ま と め

１）柴田・糸魚川（1980）の古地理図を新しいデータを加えて改訂した．

２）古環境の変遷パターンと，絶対年代，微化石年代を調和させて，新しく対比を行った（第２図）．

３）６つの層準について古地理図がえがかれた．前回の古地理図とは①：新規，②：Ⅰ－１～２の間，③：Ⅱ－１，④Ⅱ—(1)～２～(3)，⑤：Ⅲ－１，⑥：Ⅲ－２のように対応する．

４）改訂された主な点は次の点である．

a．①（21Ma層準）の古地理図が設定された．

b．阿木湖（前回のⅠ－２）はより新しい時代へ移された（③）．

c．神戸湖（前回のⅢ－１，２）は年代の問題があるので削除した．

d．⑥の古地理図（前回のⅢ－２に担当）で，瀬戸内区東部と西部を分断する陸域をつくった．したがって，東海地方より西へ，近畿地方をへて中国地方へ連続する，古瀬戸内海は存在しないことになる．

５）16Ma，17Maの本州～九州の古地理図をえがいた．

６）今後の課題として，次の点があげられる．

a．対比をより確実なものにすること．とくに，絶対年代・微化石年代などのデータをより多くし，古環境変遷のパターンによる対比の可能性を確め，調和をはかること．

b．年代について両論あるものを確実に決定すること（例：神戸層群，設楽層群）．

c．各地の古地理・古環境をより精細に復元すること．

d．不足している古環境指標を加えること．特に，陸域の状況についての情報を増加させることが必要である．植物化石，堆積物の起源などについての研究がそれにあたる．

e．地理的・時代的に拡大し，日本列島の新生代の古地理の復元を行うこと．

引 用 文 献

Barron, J. A. and Baldauf, J.G. (1990), Development of biosilicious sedimentation in the North

Pacific during the Miocene and Early Pliocene. *Pacific Neogene Events,* 43-63.

千地万造・IGCP-246 国内ワーキンググループ（1989），日本海形成に伴う古地理・古環境の復元．日本海の形成とそれに伴う新第三紀地史的事件，57-70.

Chiji, M. and IGCP—246 National Working Group of Japan (1990), Paleogeography and environments during the opening of the Sea of Japan. *Pacific Neogene Events,* 161-169.

藤井昭二・紺野義夫・中川登美雄（1992），北陸地域における新第三系の層序対比と新第三紀古地理．地質学論集，no.37，85-95.

林　唯一・輿水達司（1992），愛知県東北部に分布する設楽層群のフィッション・トラック年代と最下部長篠累層産始新世化石．地質雑，98（9），901-904.

伊奈治行（1990），瀬戸内区東部の中新世植物群と気候．瑞浪市化石博専報，no.7，1-11.

石田志朗（1979），第1瀬戸内の古地理試論．NOM，no.7，1-18.

Itoigawa, J. (1988), The Miocene Kadonosawa Fauna in Japan. *Saito Ho-on Kai Spec. Publ. (Prof. T. Kotaka Commem. Vol.),* 397-403.

糸魚川淳二（1988），瀬戸内区の中新統・概説．中部地方II，116-117.

Itoigawa, J. (1989), Tropical spike in early Middle Miocene (ca. 16 Ma) of southwest Japan. *Proc. Intern. Symp. on Pacific Continental and Marine Events,* 19-26.

————. (1991a), Miocene sedimentary basins and molluscan faunas in southwest Japan. *Saito Ho-on Kai Spec. Publ.,* no.3, 295-302.

———— (1991b), Geology of the Mizunami area. *Guidebook for Field Trip 2, 5th Intern. Cong., IGCP-246,* 15-28.

———— (1992), Miocene paleogeography of the Mizunami Group of the Tono region, central Japan. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.,* (in press).

糸魚川淳二・柴田　博・西本博行（1974），瑞浪層群の貝化石．瑞浪市化石博研報，no.1，43-204.

Itoigawa, J. and Yamanoi, T. (1990), Climatic optimum in the Mid-Neogene of the Japanese Islands. *Pacific Neogene Events,* 3-14.

岩村研究グループ（1989），岐阜県岩村盆地の *Vicarya* 新産地．瑞浪市化石博研報，no.16，177-120.

紺野義夫・糸魚川淳二（1988），構造発達史の概要と諸問題．新第三紀～完新世．中部地方II，238-242.

————・三浦　静・藤井昭二・中川登美雄（1988），北陸区の新第三系・概説．中部地方II，102-104.

加藤敬史・大塚裕之（1992），長崎県北西部の中新統野島層群から産したビーバー科（Castoridae）化石について，日本古生物学会1992年年会（福岡）講演予講集，59.

小林巌雄・立石雅昭（1992），新潟地域における新第三系の層序と新第三紀古地理．地質学論集，no.37，53-70.

小林孝男（1989），岐阜県可児盆地の地質とウラン鉱化作用．鉱山地質，39（2），79-94.

小坂共栄・緑　鉄洋・保柳康一・久保田正史・宮東靖浩（1992），北部フォッサマグナ後期新生代層の層序と古地理の変遷．地質学論集，no.37，71-83.

松丸国照・林　明・松尾康弘・岸　良平（1982），北部フォッサマグナ地域の守屋累層からの *Miogypsina* の発見とその地史的意義．地質雑，88（8），699-700.

松本俊雄（1991），砕層岩類の起源からみた鳥取—津山地域の前期中新世末～中期中新世古地理．地質雑，97（10），817-833.

中川登美雄・竹山憲市（1985），福井県内浦層群の貝化石群集と堆積環境．瑞浪市化石博研報，no.12，27-47.

尾崎正紀・松浦浩久（1988），三田地域の地質．地域地質研究報告，地質調査所，93p.

Shibata, H. (1978), Molluscan paleoecology of the Miocene First Setouchi Series in the eastern part of the Setouchi Geologic Province, Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, no.5, 23-110.

————. (1983), Miocene pteropods from central Honshu, Japan. *Coll. Gen. Educ., Nagoya Univ., Res. Bull., ser.B,* no.27, 65-89.

柴田 博 (1985), 中新世における瀬戸内区. 地団研専報, no.29, 15-24.

————・伊奈治行 (1983), 愛知県設楽層群の貝類および植物化石. 瑞浪市化石博専報, no.4, 89p.

————・糸魚川淳二 (1980), 瀬戸内区の中新世古地理. 瑞浪市化石博研報, no.7, 1-49.

————・糸魚川淳二 (1989), 瀬戸内区と古瀬戸海. アーバンクボタ, no.28, 2-9.

Shibata H., Taguchi, E. and Ujihara, A. (1989), Pteropods from the Miocene of Chugoku, Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, no.16, 29-42.

————. and Ujihara, A. (1989), Pteropods from the Miocene Kumano Group of Wakayama Prefecture, Japan. *Coll. Gen. Educ., Nagoya Univ., Res. Bull., ser. B,* no.33, 21-36.

柴田 博・氏原 温 (1989), 日本の新生代翼足類相. 瑞浪市化石博専報, no.7, 61-82.

鹿野和彦・加藤碵一・柳沢幸夫・吉田史朗 (編) (1991), 日本の新生界層序と地史. 地調報告, no.274, 114p.

白石建雄・的場保望 (1992), 秋田・山形地域における新第三系の層序と古地理・古環境. 地質学論集, no.37, 39-51.

須崎俊秋・箕浦幸治 (1992), 青森地域上部新生界の層序と古地理. 地質学論集, no.37, 25-37.

田口栄次 (1984), 岡山県津山市, パレオパラドキシアの産地およびその近傍の古環境. 地団研専報, no.28, 81-89.

高安克己・山崎博史・上田哲郎・赤木三郎・松本俊雄・野村律夫・岡田昭明・沢田順弘・山内靖喜・吉谷昭彦 (1992), 山陰地方の中新統層序と古地理. 地質学論集, no.37, 97-116.

巽 好幸・横山卓雄(1978), 香川県小豆島, 新第三紀火山岩類のK-Ar年代—瀬戸内火山岩類の年代測定, その1—. 岩鉱, 73, 355-358.

————・横山卓雄・鳥居雅之・石坂恭一 (1980), 大阪周辺及び山口県東部に分布する瀬戸内火山岩類のK-Ar年代—瀬戸内火山岩類の年代測定, その4—. 岩鉱, 75, 102-104.

上田哲郎(1991), 広島県三次・庄原地域の中新統備北層群—軟体動物化石と古環境—. 地質雑, 97(4), 279-295.

山内靖喜・高安克己 (1987), 新生代概説. 中国地方, 99-102.

横山卓雄・檀原 徹・中川要之助(1984), 大阪府南部地域の第四系・第三系中の火山灰層のフィッショントラック年代. 地質雑, 90 (11), 781-798.

氏原 温・柴田浩治・伊奈治行・若松尚則・細山光也・津嶋孝子・細野隆男・斉藤 毅 (1988), 長野県南部の富草層群の層序と中新世古地理. 瑞浪市化石博研報, no.14, 13-30.

Yoshida, S. (1991), Planktonic Foraminifera from the Ichishi, Fujiwara, and Morozaki Groups in the eastern Setouchi Province, central Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, no.18, 19-31.

吉田史朗 (1992), 瀬戸内区の発達史—第一・第二瀬戸内海形成期を中心に—. 地調月報, 13 (1・2), 43-67.

Yoon, S. (1992), Paleoenvironmental change of the Tertiary Yangnam and Pohan basins of the southern Korean Peninsula. *Mem. Geol. Soc. Japan,* no.37, 117-124.