

3 別府 島原地溝

四国地方北部および中国地方南部の大坂層群相当層

さて、再び古瀬戸内河湖水系の西流の問題に話をもちます。四国地方北部の鮮新・前期更新世の地層としては、香川県では讃岐山脈北麓の丘陵地および讃岐平野の地下に三豊層が分布し、備讃瀬戸の海底下にも三豊層相当層が確かめられています。さらに愛媛県では小松町から西条市・川之江市にかけての新居浜平野周辺に岡村層とその相当層が分布し、松山平野周辺には郡中層とその相当層が分布します(図1・9)。これらはみな湖成・河成の堆積層で、産出する化石も大阪層群最下部・下部のものと変わりません。

中国地方南部では、三次市付近の甲立礫層をはじめとし、広島県南東部・岡山県南部の標高400~100mのところには山砂利層が点在し、また東広島市西条付近に西条層、宇部市では海底下に草江シルト層が分布します(図1・9)。甲立礫層・山砂利層からは化石が発見されていませんが、その層相からみて大阪層群最下部・下部に相当する河成層とみなされています。一方、西条層と草江シルト層は、大阪層群上部に相当する中期更新世の地層で、前者は湖成層、後者は海成層です。当時(更新世中期)、西条地域にはかなり広い湖が形成され、また宇部地域には海が浸入しました。

このように第2瀬戸内沈降帯は、第2瀬戸内前期(鮮新世)には、現在の瀬戸内海よりも南に広がっていました。その南限は、讃岐山脈北麓と愛媛県西部の中央構造線を結ぶ線あたりですが、第2瀬戸内後期(更新世前期・中期)には、沈降帯は北に移動したと考えられます。古瀬戸内河湖水系は、第2瀬戸内前期の湖沼をつないで西流していたのでしょう。中央構造線は、四国地方北部でも和泉層群と三波川帯の境界断層となっていて、西端の松山市の南西で海に入り、伊予灘から別府湾を抜けて中部九州に向かいます。別府湾の海底下では、領家帯と三波川帯は、直接に接しています。三波川変成岩類は、地表では佐田岬半島から中部九州の佐賀関半島へと連なりま

すが、それより以西には分布しません。

別府湾の地質構造

別府湾の地質構造については、京都大学の由佐悠紀氏らが反射法地震探査と海底重力計による重力探査を行って、その研究成果を1992年に公表しております。それによりますと、別府湾は、図3・1に見るように別府湾横断断層(BB)を境にして西側のA・Bブロックと東側のCブロックに分けられています。

まずB・Cブロックの東西断面を図3・3の - '断面で見ますと、Bブロックには最低重力異常値-58ミリガルを示すスリ鉢型の盆状構造(図3・2)が発達し、その底は海面下4,000m深にも達します。この姿から、別府湾のBブロックは、厚い堆積層でおおわれた火山性の陥没地であると考えられます。なおAブロックでは堆積層は南に傾斜し、海面下300m深に達する東西方向の断層群がよく発達しています。

Bブロックの東側がCブロックです。ここでは、中央構造線に平行する舟状構造が発達し(図3・1)、基盤の領家帯(北側)と三波川帯(南側)は直接に接していて、その境界線(RS)は、舟状構造の最深部(海面下約3,500m深)の南を舟状構造の底部沿いに走っています。図3・3の - '断面に示されているように、この舟状構造基盤は厚い堆積層でおおわれています。そして南側の三波川帯を覆う堆積層にくらべて、北側の領家帯をおおう堆積層には断層の発達が著しいのが特徴です。

別府湾南岸の大分平野周辺の丘陵部や平野地下には、鮮新・更新統の碩南層群(下位)・大分層群(上位)が分布し、その年代は碩南層群の最下位の層準でも300万年より若いとされています。碩南・大分層群は、主として淡水成のシルト・砂礫からなっていて、大分層群にはアズキ火山灰層に対比される火砕堆積物(曲火砕流堆積物)も挟まれます。さらに大分層群の最上位には内湾成の地層がはさまれ、中期更新世に海が入り込んだ様子がうかがえます。このように、別府湾周辺および別府湾東部からその東方の海底下の地層は、大阪周

辺および大阪湾湾底下の地層と非常によく似ております。

以上のように、別府湾湾底には鮮新・更新統が厚く堆積し、その周辺陸域にも大阪層群相当層が分布します。ですから、古瀬戸内河湖水系がこの地域にまで達していたことは間違いありません。

猪牟田(埋没)カルデラと広域火山灰層

別府湾の西方には、由布・鶴見火山群や九重火山群が連なります。この地域には、こうした新しい火山だけでなく、その周辺やその下位にはより古い火山岩類が広く分布し、陥没した基盤の上を厚くおおっています。それでこの地域は、豊肥火山地域とか九重-別府地溝などと呼ばれています。じつは本誌30号の刊行後、大阪層群の重要な鍵層であるアズキ火山灰層とピンク火山灰層の噴出源がこの地域にあることが明らかになりました。30号の2刷以後にはこのことを簡単に追記しましたが、まずはその点を補足しておきます。

図3・4は、鎌田浩毅氏のまとめた豊肥火山地域とそのブーゲー重力異常で、図の丸点のラインに囲まれたところが豊肥火山地域です。丸点のラインは構造線で、西側は小倉-田川断層帯の南方延長線、南側は大分-熊本構造線とされます。図のブーゲー重力異常は、相対的に負の異常値であれば、地下に密度の小さな軽い物質があり、その部分が陥没し、岩盤が深いことをあらわします。鎌田氏は、これら3つの断層に区切られた地域は火山活動によって陥没し、そこを火山性の堆積物が厚く埋めている火山構造性陥没地としています。この地域は日本有数の地熱発電地域で、近年では大規模深部地熱発電のために地質調査所が精力的に調査・研究を行っております。そうした調査・研究が進むにつれて、この地域には、大阪層群のアズキ火山灰層やピンク火山灰層に対比される火砕堆積物が広く分布し、それらの噴出源が、この地域にあることが次々に指摘されてきました。

まず1986年に下川浩一氏らが、大分層群片島層に挟まれる曲火砕流堆積物(降下軽石層と

火砕堆積物)をアズキ火山灰層に対比し、この火山灰層の噴出源が九州にあると指摘します。次いで1989年に鎌田浩毅氏は、中部九州に広がる耶馬溪火砕流堆積物の噴出源は猪牟田を中心とした直径約10kmの低重力異常域にあり、この異常域の地下にはカルデラが埋没されているとして、それを猪牟田(埋没)カルデラと名づけます(図3・4)。

さらに翌1990年には、吉川清志氏らによって、耶馬溪火砕流堆積物(碩南層群東植田層最上部)がピンク火山灰層に対比されます。そして1994年には鎌田浩毅氏らが、中部九州の今市火砕流堆積物をアズキ火山灰層に対比し、今市火砕流堆積物の噴出源も、耶馬溪火砕流堆積物の噴出源と同じく猪牟田(埋没)カルデラであると指摘します。一方、この間には、全国的な火山灰層の対比も進展します。

こうして、約100万年前に猪牟田カルデラから噴出した耶馬溪火砕流堆積物由来の火山灰は、大阪ではピンク火山灰層として堆積しただけでなく、遠く関東地方にまで飛んでいて、房総半島では上総層群大田代層中にO7火山灰層として挟まれることが明らかになります。またその10万年後の90万年前には、再び猪牟田カルデラが活動し、カルデラ周辺地域に今市火砕流堆積物を噴出します。このときの火山灰は、大阪ではアズキ火山灰層として堆積し、房総半島では上総層群国本層中にKu6c火山灰層としてはさまれることも明らかになりました。

これらの火山灰層は、房総の上総層群だけでなく古琵琶湖層群や東海層群にはさまれ、さらにピンク火山灰層は、新潟の魚沼層群にもはさまれているなど典型的な広域火山灰層で、

日本の前期・中期更新世の地層を対比するための重要な鍵層になっています。

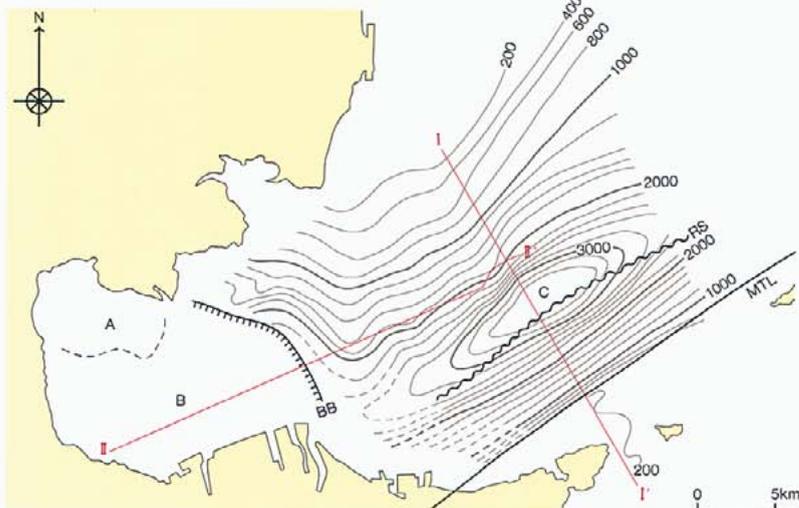
別府 - 島原地溝

《別府 - 島原地溝》

図3・5は、久保寺章氏らが測定した中部九州のブーゲー重力異常図で、低重力異常域の中心部にはLの記号が付されています。図に見るように、Lの目玉は東の別府湾から西の島原湾まで、中部九州を横断する形で連なっています。松本征夫氏は1979年に、この重力異常図と、この地域一帯に広く厚く分布する中新世以降の火山岩類の存在・基盤岩類の深度・地殻の変形などにもとづき、この地域は地溝性陥没(構造)地域であるとして、これを別府 - 島原地溝と名づけています。ただしこの地溝内には3つの不連続点があり、それらを境に九重 - 別府地溝、阿蘇 - 九重地溝、島

図3・1 - 反射法地震探査による別府湾の構造区分と基盤深度

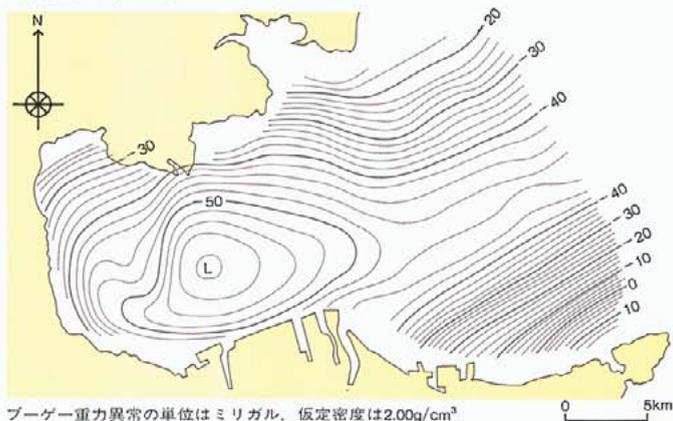
<由佐悠紀ほか, 1992年>



A・B・Cはブロック、等深線は基盤深度(m)。I-I'・II-II'は反射法地震探査測線。MTLは中央構造線、BBは別府湾横断構造線、RSは領家帯と三波川帯の境界。

図3・2 - 別府湾における海底重力測定によるブーゲー重力異常

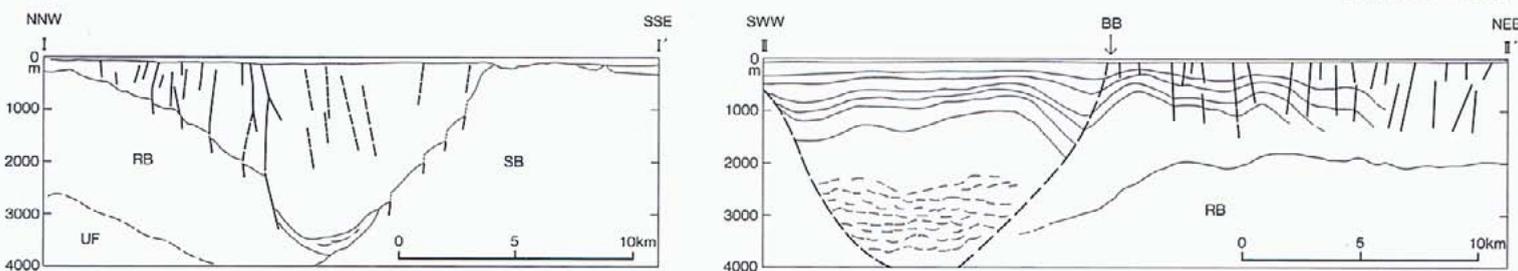
<由佐悠紀ほか, 1992年>



ブーゲー重力異常の単位はミリガル、仮定密度は2.00g/cm³

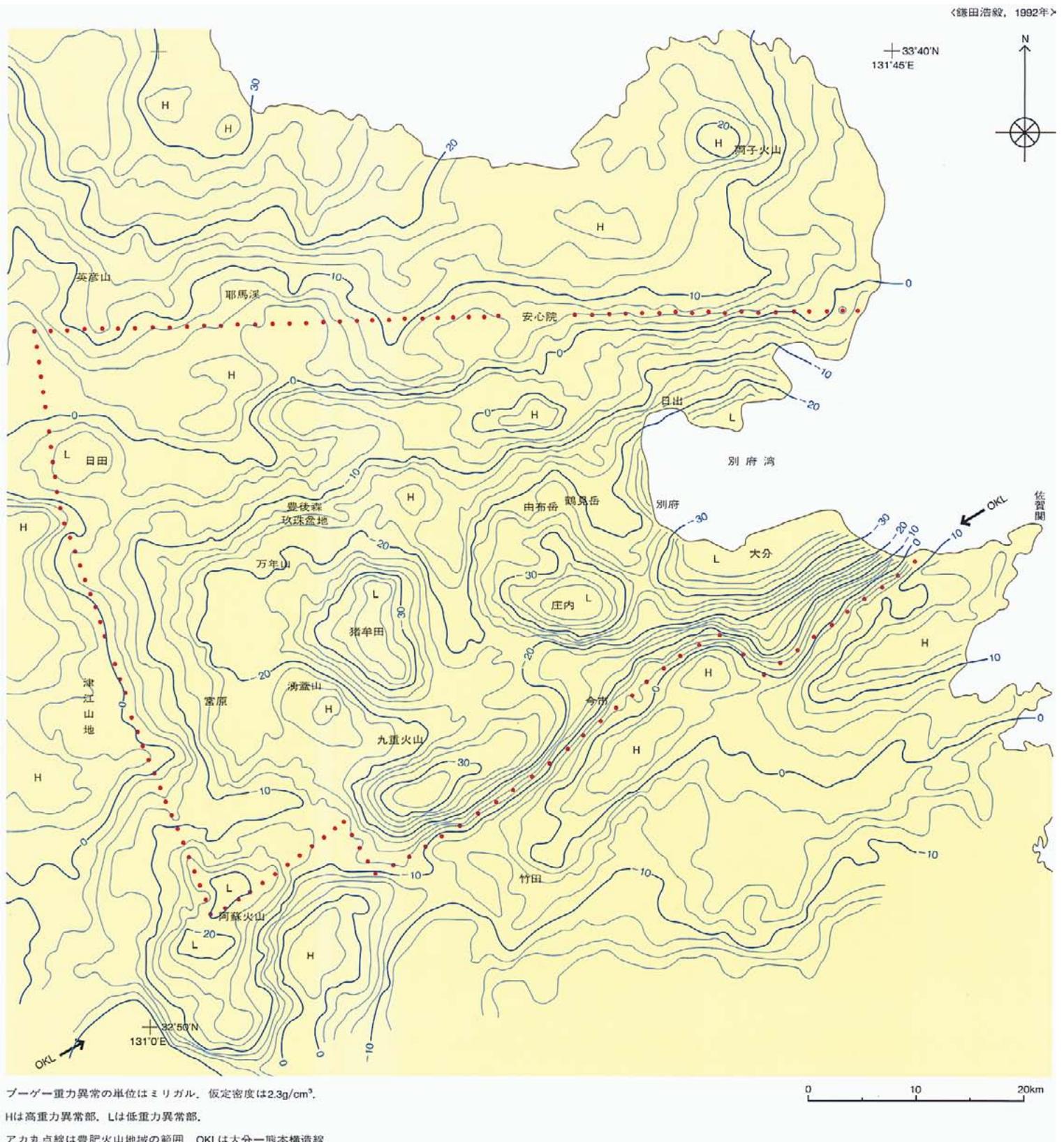
図3・3 - 別府湾CブロックのI-I'測線と別府湾B・CブロックのII-II'測線における反射法地震探査結果

<由佐悠紀ほか, 1992年>



太実線と太破線は断層・断裂、SBは三波川帯基盤、RBは領家帯基盤、UFは未知の基盤岩体。

図 3・4 - 豊肥火山(火山構造型陥没)地域とブーゲー重力異常



原 - 熊本地溝に細分し、これら3地溝の合体したものが別府 - 島原地溝であるとしています。また別府 - 島原地溝は、天草灘地溝(北北東 - 南南西方向にのびる)に連続するかのようにみうけられると述べています(図3・6)。上述の豊肥火山地域は、別府 - 島原地溝の東部に位置します。

《豊肥火山地域と古瀬戸内河湖水系》

ところで松本氏は、別府 - 島原地溝内の瀬戸内系火山岩類(大野火山岩類)およびグリーンタフ系火山岩類(鯛生・宇佐層群など)を中新世中期~後期の火山活動によるものとし、地溝の形成のはじまりを中新世中期としています。一方、鎌田・小玉氏は、豊肥火山地域の約100個におよぶ火山岩の放射年代値(K - Ar年代値)がすべて600万年前より新しいことから、同地域の火山活動は、約600万年前(中新世最末期)~約500万年前(鮮新世初頭)の開始期 - 最盛期をへて、その後は単調に衰えたとし、たとえ600万年前の火山活動があったとしても、同地域の火山噴出物の約90%以上は600万年前以降のものとしています。

別府 - 島原地溝は、西南日本の瀬戸内区と琉球弧の会口部に位置しますから、その地質構造発達は、純然たる瀬戸内区のそれとは異なります。しかし、豊肥火山地域のすぐ南側には瀬戸内火山岩類の大野火山岩類が分布し、豊肥火山地域南部の久住山南麓の地下では、ボーリングによって大野火山岩類の存在が確かめられています。ですから豊肥火山地域では、少なくとも瀬戸内火山岩類の活動があったことは否定できません。

ただいづれにしても、豊肥火山地域の地下の地層・岩体の様相は、東方の瀬戸内区のそれに比べれば一変します。落ち込んだ基盤の上を埋積しているのはほとんどが火山岩類で、これらの火山岩類の間には厚い堆積層ははさまれていないといわれています。

しかし、豊肥火山地域北縁の安心院町には鮮新統の津房川層が堆積し、また同火山地域北部の玖珠盆地には鮮新統の太田川層が分布します。これらの地層からは、植物化石・淡水

生貝化石・淡水生の魚類化石・ゾウ化石が産出しますが、それらのほとんどが第2瀬戸内前期を代表する化石類です(後述)。

また、上述の久住山南麓の地下には大野火山岩類の上位に堆積層がみとめられますが、この堆積層は、長谷義隆氏らの1993年の研究によれば、玖珠盆地の太田川層に対比されています。このように豊肥火山地域の鮮新世の堆積層は、同火山地域の北部に限らず南部にもみとめられ、西流した古瀬戸内河湖水系が、豊肥火山地域までは到達していたことがわかります。

じつは、別府 - 島原地溝内の古瀬戸内河湖水系を考えると、問題になるのは豊肥火山地域を区切る西縁の断層の存在です。というのも、第2瀬戸内前期(鮮新世)に入る前に、この断層の活動によって東側の豊肥火山地域が大きく落ち込んでしまっていれば、それが障壁となって、古瀬戸内河湖水系は西流を阻まれてしまうからです。それで、次にこの点を検討してみます。

豊肥火山地域の北西部を中心に、同火山地域の地質構造を調査・研究している木戸道男氏は、1991年・1993年の論文でその結果を公表しております。それによりますと、豊肥火山地域の西縁を画しているのは小倉から南に向かって延びてくる小倉 - 田川断層帯の南方延長ではなく、つぎの3つの断層(帯)です。すなわち、豊肥火山地域西縁の北部は、北北西 - 南南東方向に延びる東落ちの桑野 - 大行司断層によって画されます。そして西縁の中・南部は、ほぼ南北方向に並列して走る2本の東落ちの断層、つまり白田 - 白草線と、その東側を大山川(筑後川の上流部)沿いに走る大山断層という2本の断層によって画されているのです(図3・7, 図3・9)。

これら3つの断層は、いずれも鮮新世前期から活動を始めています。しかし、桑野 - 大行司断層と大山断層が更新世をつうじて活動しているのに対して、日田 - 白草線は耶馬溪火砕流堆積物を切っており、同線は更新世前期末以降にはほとんど活動していません。

各断層の垂直変位量をみますと、北部の桑野 - 大行司断層では1,000m以上、中・南部では西側の日田 - 日草線が600m以上、日田 - 白草線のすぐ東側を走る大山断層では500m以上です。とくに大山断層以東の地域は、更新世前期末の100万年前以降の沈降が大きく、木戸氏は、図3・9のアカ線がかこった地域を「九重 - 別府地溝」としています。こうしてみますと、鮮新世には、豊肥火山地域西縁の障壁はまだ大きなものではなく、第2瀬戸内前期の古瀬戸内河湖水系は、同地域の西縁を越えてさらに西流したと思われます。

《中部九州の鮮新世の河湖成堆積層》

長谷義隆氏らは、1993年の研究で、中部九州における鮮新世・更新世の堆積層の分布地点をまとめています。このうち、鮮新世の堆積層についてみると、すべてが河湖成で、その分布地点は、図3・9, 図3・5, 図3・6に示したようになります。以下、地点ごとに簡単に説明します。

は長崎半島基部の橋湾に面した茂木海岸の崖にみられる茂木植物化石層。この植物化石層には、大阪層群のメタセコイア植物群繁栄期を代表する樹種が含まれます。

は島原半島南部の口之津層群の最下部の大屋層(鮮新統)です。口之津層群は、下位より大屋層・加津佐層・南串山層・西正寺層・北有馬層に分けられていて、更新統の加津佐層より上位の地層には浅海成層がはさまれます。口之津層群は、東海層群・古琵琶湖層群・大阪層群と並んで、日本の鮮新・更新世を代表する各種のゾウ化石を産出することでよく知られています。

日本の鮮新・更新世のゾウ化石の大きな特徴は、時代ごとにゾウの種類が入れ代わって出現することで、古い方から順にいいますと、シンシュウゾウ = 鮮新世中期、アケボノゾウ = 鮮新世後期~更新世前期、シガゾウ = 更新世前・中期、トウヨウゾウ = 更新世中期、ナウマンゾウ = 更新世中・後期に分帯されず。鮮新世を代表するシンシュウゾウは、中国大陸東部のツダンスキーゾウあるいはコウ

ガゾウの近縁種または同一種、アケボノゾウは、現在ではシンシュウゾウから進化した日本の固有種と考えられています。

口之津層群では、最下位の大屋層下部層からはシンシュウゾウ、大屋層下部層と加津佐層からはアケボノゾウ、口之津層群最上位の北有馬層からはアケボノゾウ・シガゾウが産出します。このように口之津層群からは、第2瀬戸内前・後期を代表する化石類が産出します。このことは、古瀬戸内河湖水系が別府 - 島原地溝(別府 - 天草灘地溝?)を西流し、さらに第2瀬戸内前期の西南日本が中国大陸と陸続きであったとする考えの重要な根拠の1つになっています。

は天草下島の本渡市北部に分布する佐伊津層で、口之津層群大屋層に対比されます。

は天草上島と宇土半島の間の大矢野島北部に分布する大矢野層で、口之津層群大屋層および天草下島の佐伊津層に対比されます。

は久留米市の南方丘陵に分布する久留米層。は八女市東方の黒木丘陵に分布する黒木層で、久留米層の下部・中部に対比されます。黒木層は、淡水湖に形成された三角州堆積物で、シンシュウゾウの化石を産出します。黒木層・久留米層は八女層群ともよばれますが、首藤次男氏は、1963年の菊地秀夫氏の研究にもとづいて、八女層群の基底最深部は柳川付近にあって、その深度は - 900mを越えることから、鮮新世の筑後平野地域には大きな堆積盆地が形成されたとしています(図1・9)。また、有明海研究グループは、筑紫平野の地下には礫層・泥層の互層が厚く(330m以上)発達し、ボーリング(188m深)試料の珪藻・有孔虫化石の分析から、同互層には何層もの海成層が挟在していることを明らかにしています。これらの礫層・泥層の互層は、八女層群の上部に含まれる地層であると考えられます。

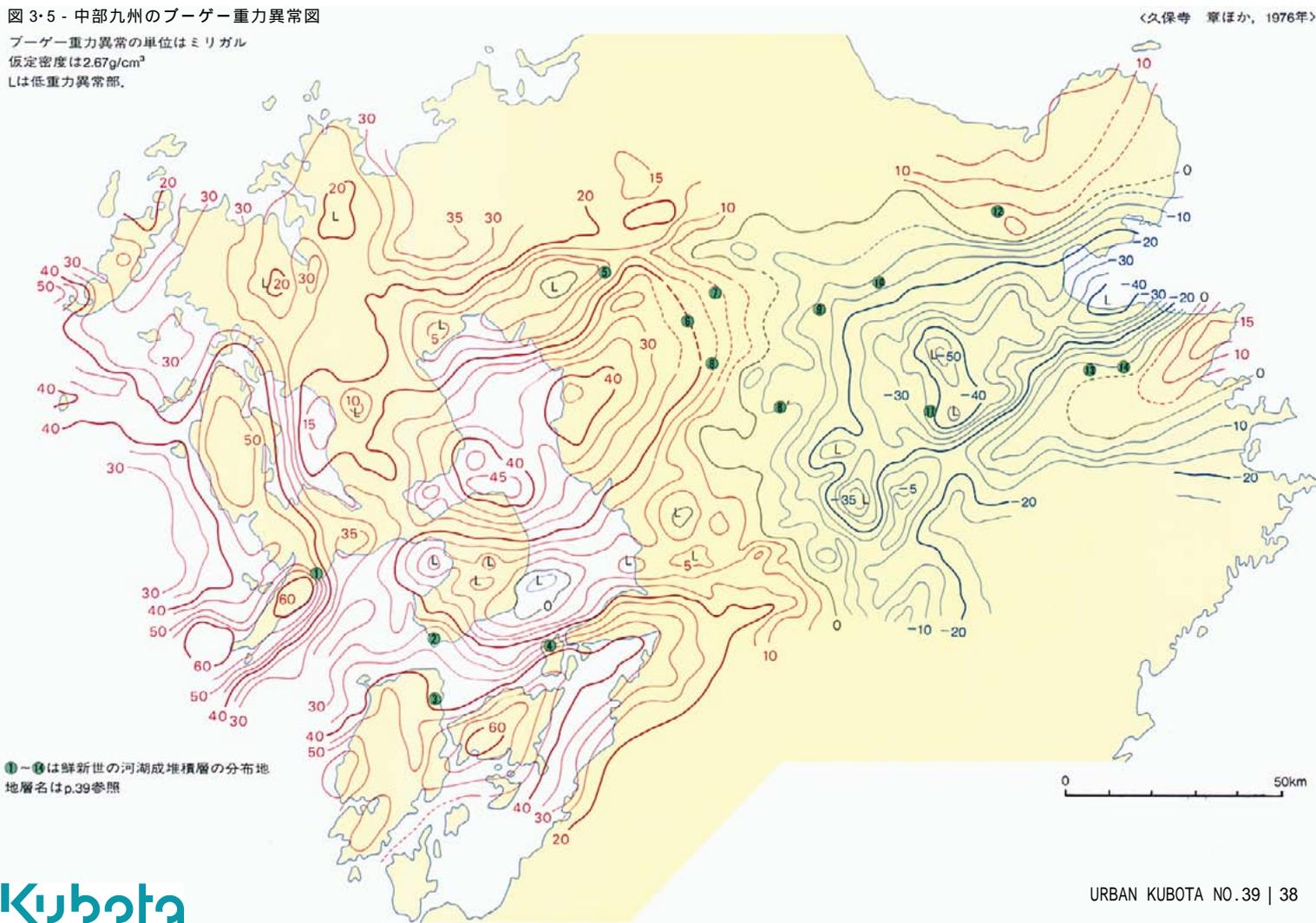
は鹿里層で、福岡県八女郡星野村鹿里付近に分布します。

は星原層です。は熊本県鹿本郡鹿北町星原付近に分布します。は、その東南東約12kmの地点、穴川峠・兵戸峠・観音岳付近に分布する湖成層です。星原層の命名者の山岡一雄氏は、同層を新第三紀層としています。星原層は、産出植物化石から黒木層に対比されるようです。

は小五馬層。大分県日田郡大山の中間～小五馬の大山川沿いにみられ、玖珠盆地の太田川層下部に対比されます。ごく最近の中島らの研究(2001年)によると、小五馬層からは、コイ科魚類の咽頭歯化石として、クセノキブリス亜科のクセノキブリス属とディステゴドン属、クルター亜科のアナバリリウス属、およびコイ科のフナ属とコイ属を産出します。この魚類相は、日本列島の鮮新世から更新世にかけての典型的魚類相であり、またこ

図3・5 中部九州のブーゲー重力異常図

ブーゲー重力異常の単位はミリガル
仮定密度は2.67g/cm³
Lは低重力異常部。



これらの化石から推定される環境は、沿岸帯が発達した開けた湖であると考えられています。

は玖珠盆地の太田川層。玖珠盆地は、中部九州では、鮮新・更新統が分布する代表的な地域の1つです。玖珠盆地の鮮新世の堆積層が太田川層で、この地層からは、メタセコイアを含む植物化石のほか、淡水生貝類化石ではマルタニシ属、カワニナ属、カラスガイ属、ドブガイ属が産出します。これらの貝類の間は、大阪層群・古琵琶湖層群にもみられます。さらにコイ科魚類の咽頭歯化石では、大陸型のクセノキプリス亜科のクセノキプリス属とブラギオグナトプス属、およびコイ亜科のコイ属とフナ属が産出します。これらのコイ科魚類は、小五馬層のコイ科魚類とともに、古琵琶湖層群から産出する化石とほとんど変わりなく、遠く離れた中部九州と古琵琶湖の淡水系につながりがあったことをうかがわせます。

は久住山南麓の地下に分布する太田川相当層です。新エネルギー・産業技術総合開発機構は、地熱資源調査のために久住山南麓でも多くのボーリングを行い、そのデータを公表しています。長谷氏は、これらのボーリング資料にみられる堆積層(湖成層)・火山岩類を、玖珠盆地の地表に露出する堆積層・火山岩類と対比し、この地域の地下に太田川相当層が伏在していることを確かめています。

は津房川層。大分県宇佐郡安心院町から内町にかけて分布する湖沼性堆積物で、従来からヒシやメタセコイアなどの植物化石が産出することが知られていましたが、1995年以降、シンシュウゾウの化石をはじめ、魚類、両生類、爬虫類、鳥類、哺乳類など、大量の化石群が発見され、脊椎動物化石の宝庫であることが明らかになりました。このなかには、ヨウスコウワニやオオアタマガメなどが含まれ、その動物相は、現在の中国南部から東南

アジアにかけて生息するものと非常によく似ているということです(図3・8)。

は碩南層群東庄内層。大分郡野津原町(大分市の南)およびその西方に分布します。東庄内層からはメタセコイアなどの植物化石が産出しています。

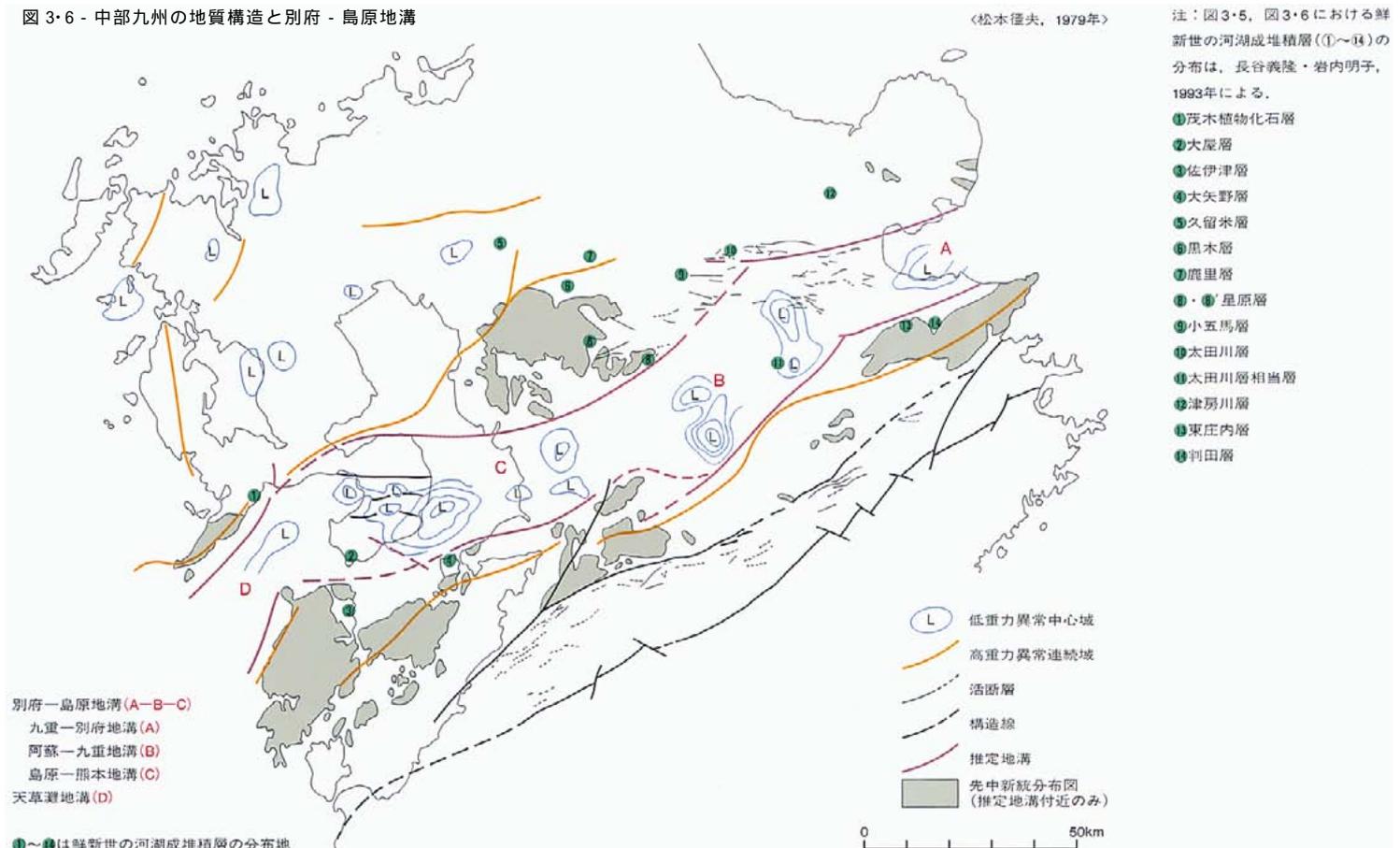
は碩南層群判田層。主として大分市南部の中判田から竹中にかけて分布し、メタセコイアなどの植物化石を産出します。なお碩南層群の上位には大分層群がかさなりませんが、大分層群の最上部の鶴崎層(中部更新統)からはトウヨウゾウの化石が産出し、また鶴崎層上部には浅海成層がはさまれます。

《中部九州の古瀬戸内河湖水系》

以上、中部九州における鮮新世の河湖成堆積層について、ひととおり説明しました。

これらの地層の分布(図3・9、図3・5、図3・6)からみると、中部九州の古瀬戸内河湖水系は、大分・別府、玖珠盆地、日田から、先行河川

図3・6 - 中部九州の地質構造と別府・島原地溝



である筑後川ぞいに、筑紫平野（久留米・八女・柳川・佐賀）にいたり、さらに同平野から島原へと流れていたように考えられます。しかし、図3・5、図3・6に示されているように、有明海には、その中央部を東西に横切る高重力異常連続域(基盤の高まり)があって、この考えはなりたちににくいようです。

一方、同じく図3・5、図3・6に示されているように、熊本平野周辺には低重力異常中心域のLの目玉が並んでいます。熊本市内で行われた数本のボーリング・データからは、熊本平野の地下には、約30万年前のA so-1火砕流堆積物の直下に、海成のシルト・砂層(水前寺層)が伏在していることが明らかにされています。一番深い力合小学校のボーリングでは、水前寺層は260~300m深に伏在し、熊本平野地下の基盤の沈降が相当なものであることがわかります。しかし、このボーリングの掘削深度は300m深に止まっているために、それ以深に伏在する地層・基盤については残念ながらわかっておりません。筑後平野の地下では、八女層群の基底深度は900m以深に達していますから、熊本平野の地下深くにも、同様に鮮新世の堆積層が伏在しているかもしれません。

また、さきに述べたように、熊本の北東方の地点の穴川峠・兵戸峠・観音岳付近には、鮮新世の湖成層である星原層が分布しています。ですから、阿蘇-九重地溝から島原-熊本地溝を抜け、島原にいたる水系についても考慮しておくべきです。現時点で、別府から島原にいたる別府-島原地溝の水系を否定してしまうのは、早急にすぎるのではないかと思います。

更新世になると、第2瀬戸内沈降帯には海が浸入してきますが、この海は、大阪湾には紀伊水道から、周防灘や燧灘には豊後水道から、有明海には九州の西側から直接に海が浸入してくるのだらうと思います。いずれにしても中部九州の古瀬戸内河湖水系にまつわる問題は、詳しい層序学的な調査・研究によって解決されるでしょう。

図3-7-「九重-別府地溝」北西縁の断層とその周辺の地質

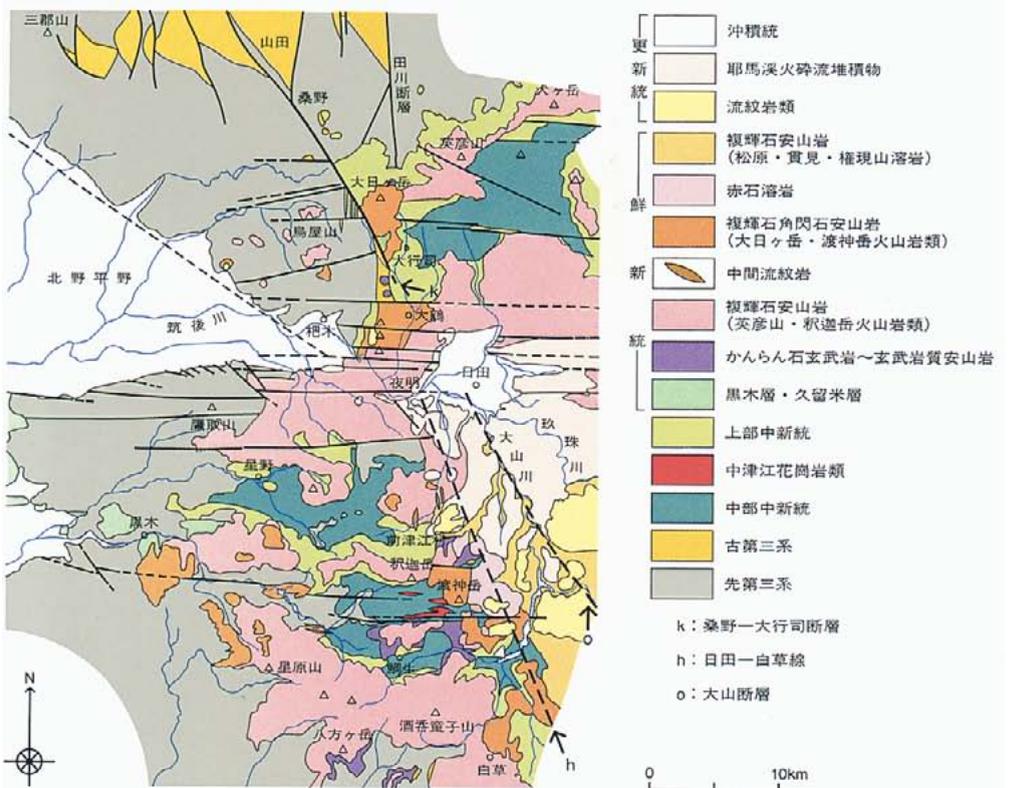


図3-8-津房川層産出の化石郡とその産出地点および層準

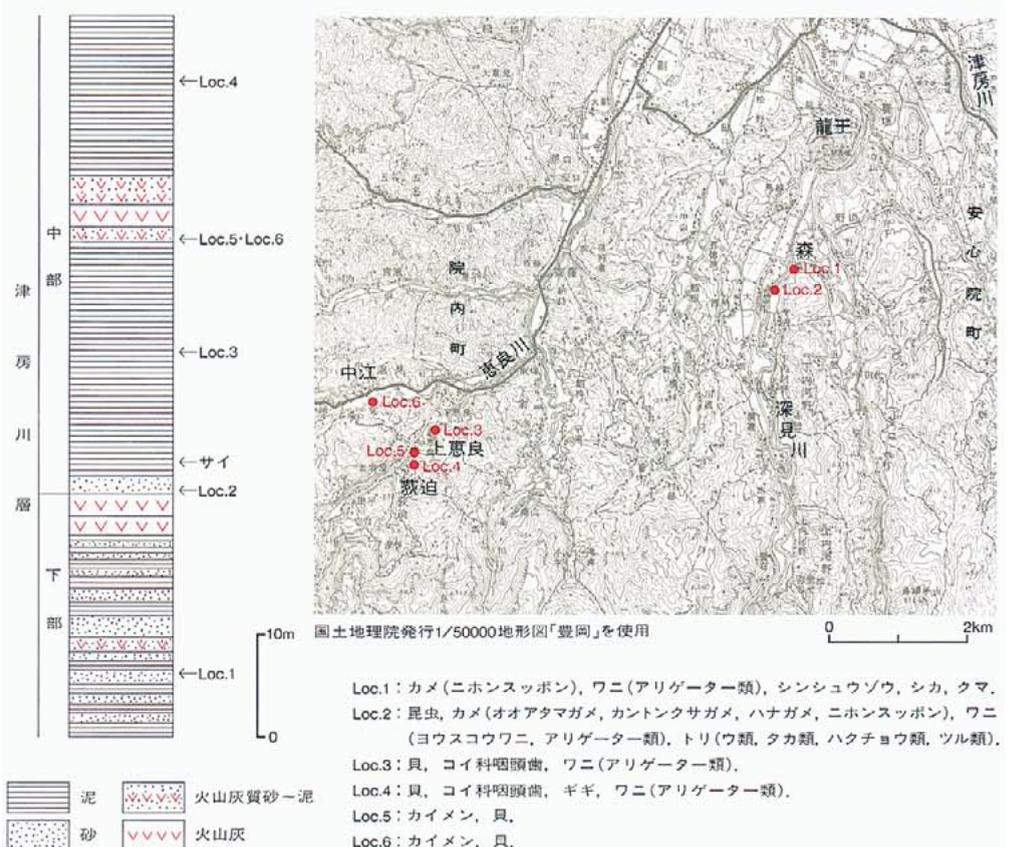


図 3-9 - 中北部九州の地質構造と鮮新世の河湖成堆積層の分布

〈地質構造は木戸道男, 1993年による(一部補足・修正), 鮮新世の河湖成堆積層の分布地①-⑬は長谷義隆・岩内明子(1993年)に, ⑭-⑯は木戸道男の追加による〉

