

古琵琶湖の変遷と琵琶湖の形成

吉川周作 = 大阪市立大学理学部助教授
山崎博史 = 広島大学学校教育学部講師

座談会

古琵琶湖の変遷と琵琶湖の形成

吉川周作 = 大阪市立大学理学部助教授

山崎博史 = 広島大学学校教育学部講師

植物相の変遷

木田千代美 = 琵琶湖博物館

珪藻類の変遷

田中正明 = 四日市大学環境情報学部教授

貝類の変遷と固有種の成立

松岡敬二 = 豊橋市自然史博物館

コイ科魚類相の変遷

中島経夫 = 琵琶湖博物館

脊椎動物化石とその起源

高橋啓一 = 琵琶湖博物館

古琵琶湖層群

編集 本日は、古琵琶湖とその周辺に見られる生物の変遷などを中心にいろいろとお話しを伺いたいと思います。古琵琶湖層群については、本誌の29号で東海層群と共に特集しておりますが、その後、調査・研究が進んで当時は不明だった部分も明らかにされていると聞いております。その辺の新しい知見を含めて、まず最初に古琵琶湖層群の全体的な概要からお話しただければと思います。

吉川 古琵琶湖層群といわれるのは、南は三重県の上野盆地から、北は滋賀県の近江盆地(琵琶湖を含む)にかけて、南北約50kmにおよぶ広い範囲に分布し、盆地縁辺では主として丘陵をつくり、盆地内の平野部や湖底下では地下に埋没している鮮新世～更新世の地層をいいます。年代は、約400万年前から約40万年前までにあたります。

この時代、この地域には湖があって、それは形や位置を変えながら南から北へ移動してきたのですが、その昔の湖(古琵琶湖)につもった地層と、湖周辺の沖積平野や扇状地などにつもった地層をあわせて古琵琶湖層群と呼んでいます。したがって古琵琶湖層群の場合には、そのすべてが淡水成の地層からなっていて、大阪層群のように海成の地層を挟みません。この点が古琵琶湖層群の大きな特徴の1つになっています。

古琵琶湖層群の基盤岩類

古琵琶湖層群の地質図は、今回は20万分の1スケールのもので付図として本誌にはさみこまれます。この図に見るように、古琵琶湖層群の分布する上野盆地～近江盆地の周囲には、北東側から東側にかけては伊吹山地・鈴鹿山脈・布引山地が連なり、北西側から南西側にかけては比良山地・田上山地や大和・信楽高原、そして南側には室生山塊があって、この内陸盆地を取り囲んでいます。

これらの山地や高原をつくっている地層・岩体の多くは、いうまでもなく丘陵や盆地の地下にも存在し、古琵琶湖層群は、これらの基盤岩類とは不整合の関係でその上位に重なり

ます。これらの基盤岩類について古い方から簡単に触れますと、近江盆地の南、滋賀県と三重県のほぼ県境付近を境にして、その北側は中・古生代の堆積岩からなっていて、丹波帯と呼ばれます。その南側は領家帯で、古期の花崗岩類や変成岩類が分布します。

近江盆地の周辺には、丹波帯の山地の脊梁部に花崗岩類が分布しますが、これは白亜紀～古第三紀初期に貫入したものです。比良・比叡・鈴鹿・田上などの各花崗岩体をつくっており、近江盆地南部では野洲川の北側にもこの花崗岩が顔を出しています。

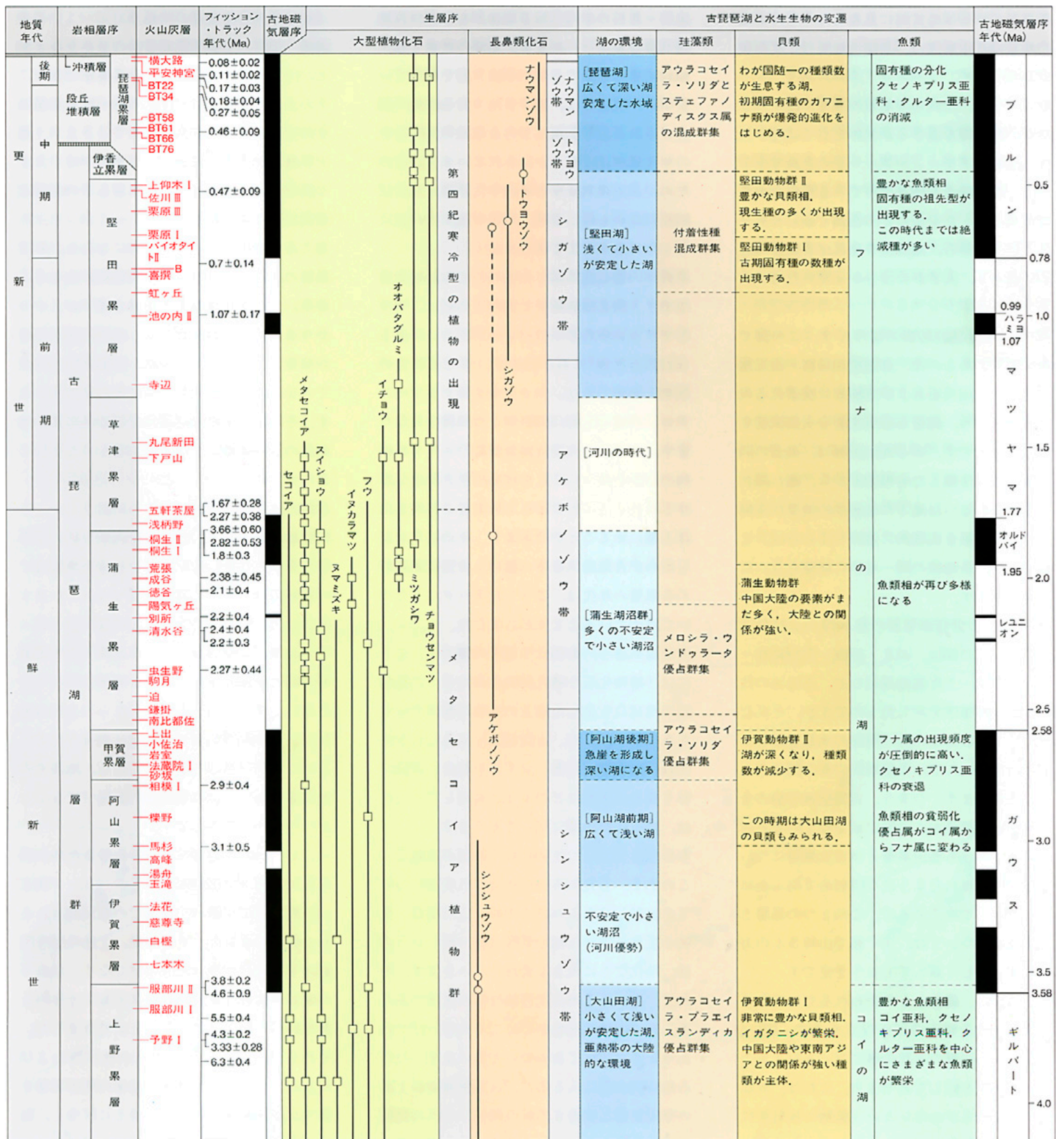
またこの時代には、湖東地域にはカルデラを伴う大規模な酸性火山活動が発生しております。それらの火山岩類や岩脈類は湖東流紋岩類と呼ばれ、鈴鹿山脈西縁では南北に長い楕円状の岩体を形成し、平野部では安土山や観音寺山など多くの小山をつくっています。琵琶湖に浮かぶ沖島も湖東流紋岩類でつくられたものです。

中新統は、新第三紀中新世に西日本に広がった古瀬戸内海の堆積物(第一瀬戸内累層群)で、各地に散在して分布し、地域ごとに異なった地層名で呼ばれています。滋賀県甲賀郡の野洲川上流の土山町からその東部に広がるのは^{あゆかわ}鮎川層群、三重県阿山郡の服部川上流の阿波地域に分布するのは阿波層群、京都府宇治田原町の奥山田にも同じ地層が分布し、これは^{つづき}綴喜層群と呼ばれます。これらの地層からは多くの海生の貝類化石が産出します(なお第一瀬戸内累層群については、本誌の28号で紹介されていますから参照してください)。

古琵琶湖層群の層序および柱状図

古琵琶湖層群は、全体の層厚は1,500m以上で、それらは主として層相の違いから、下位から上位に向かって、上野累層、伊賀累層、阿山累層、甲賀累層、蒲生累層、草津累層、堅田累層、伊香立累層に区分されます。このうち、上野累層から草津累層までは本誌29号の内容と変わりません。その上位の堅田累層と伊香立累層とが、今回、明らかになったものです。また湖底下の地層として、新たに琵琶

図1-1 - 古琵琶湖層群の層序図



琵琶湖累層を区分しています。いずれにしても各累層の分布は地質図に見るとおりで、下位の地層ほど南東側に、上位の地層ほど北西側に分布します。

地質図では、これらの累層のうち、泥がちな地層、砂や礫も混ざるが全体としては泥が主体の地層はグリーン～ブルー系の色調で示し、一方、礫や砂が主体となっている粗粒な地層は黄系・オレンジ系などの色調で示してあります。ですから、地質図を見れば各累層の層相の違いも、大まかには分かっていただけかと思えます。

図1・1は古琵琶湖層群の層序です。この図で火山灰層とあるのは、古琵琶湖層群・段丘堆積物とその相当層および沖積層に挟まれる火山灰層のうち、鍵層となる主要な火山灰層を記したものです。ある火山灰層は、過去の同一時間間に堆積したものですから、離れ離れの丘陵やあるいは地下の地層中に挟まれる同一の火山灰層を広域的に追跡していけば、これにより、各地域の同一層準の地層を互いに対比できます。

図1・2は、古琵琶湖層群の柱状図および対比図です。この図は、湖北・湖西・琵琶湖底・湖南・湖東・上野盆地周辺など、各地域の代表的な岩相層序を示したのですが、それだけでなく、各地域の同一層準の地層を鍵層の火山灰層で結んで、各累層間の層序関係をも示してあります。つまり、古琵琶湖層群の全体的な層序関係がこの図に示されているわけです。このうち堅田累層と伊香立累層については、いま触れたように今回初めて明らかになったものです。それで、この2つの累層と層序関係については、すぐ後で山崎さんの方から少し詳しく話してもらう予定です。

火山灰層は、鍵層として使われるだけでなく地層の年代を知るのにも役立ちます。図1・1には、火山灰層の名称の横にフィッシュトラック年代を記してあります。これは、火山灰に含まれるジルコンという鉱物の放射年代をもとに年代値を算出するもので、この欄には、この方法で得られたそれぞれの火山灰層

の年代値を示してあります。

地層・岩石の年代を知るには、もう1つ古地磁気層序も用いられます。地球の歴史では、地球磁場の逆転する時期が繰り返し起きていますが、現在では、世界各地の岩石磁気の調査から数百万年前頃までの古地磁気層序とその年代値がほぼ明らかにされています。このため、古地磁気層序とその年代値は非常に信頼性の高いものとなり、地層の国際的対比にも1つの基準として使われます。

それが一番右側に示した標準的な古地磁気層序です。例えば鮮新世と更新世の境は、マツヤマクロン中のオールドパイサブクロンの直上(約175万年前)におかれます。また更新世の前期・中期の境は、マツヤマクロンとブルンクロンの境(約78万年前)が1つの目安になります。ですから古琵琶湖層群についても堆積物の磁性を調べ、これを標準的な古地磁気層序と対比することによって各累層の年代をほぼ正確に知ることがができます。その結果を記したのが古地磁気層序の欄で、古琵琶湖層群の各累層の年代は、こうしたデータにもとづいて決めていることを示しました。

古地磁気層序の右側は生層序の欄です。ここには、植物化石と哺乳動物化石など、古琵琶湖の周辺に生息した陸上の生物の層序を示してあります。一方、古琵琶湖に生息した水生生物、珪藻類・貝類・コイ科魚類などが湖の移り変わりと共にどのように変遷してきたかは、水生生物の欄に示してあります。

本日は、これらの生物たちの物語が主題で、このあと、各先生方からそれぞれ生物についてのお話があるわけですが、この場合、生物の生息していた湖や平野の姿・形というのは、時代ごとに大きく変わっていきます。それで、あらかじめ古琵琶湖層群の変遷のあらましを、古地理図を中心にごく大ざっぱではありますが述べておきたいと思えます。ただ古地理図の話に入る前に、古琵琶湖層群上部の堅田累層と伊香立累層の問題、それに琵琶湖累層などについて、山崎さんから話していただくのがよいかと思えます。

堅田累層と伊香立累層

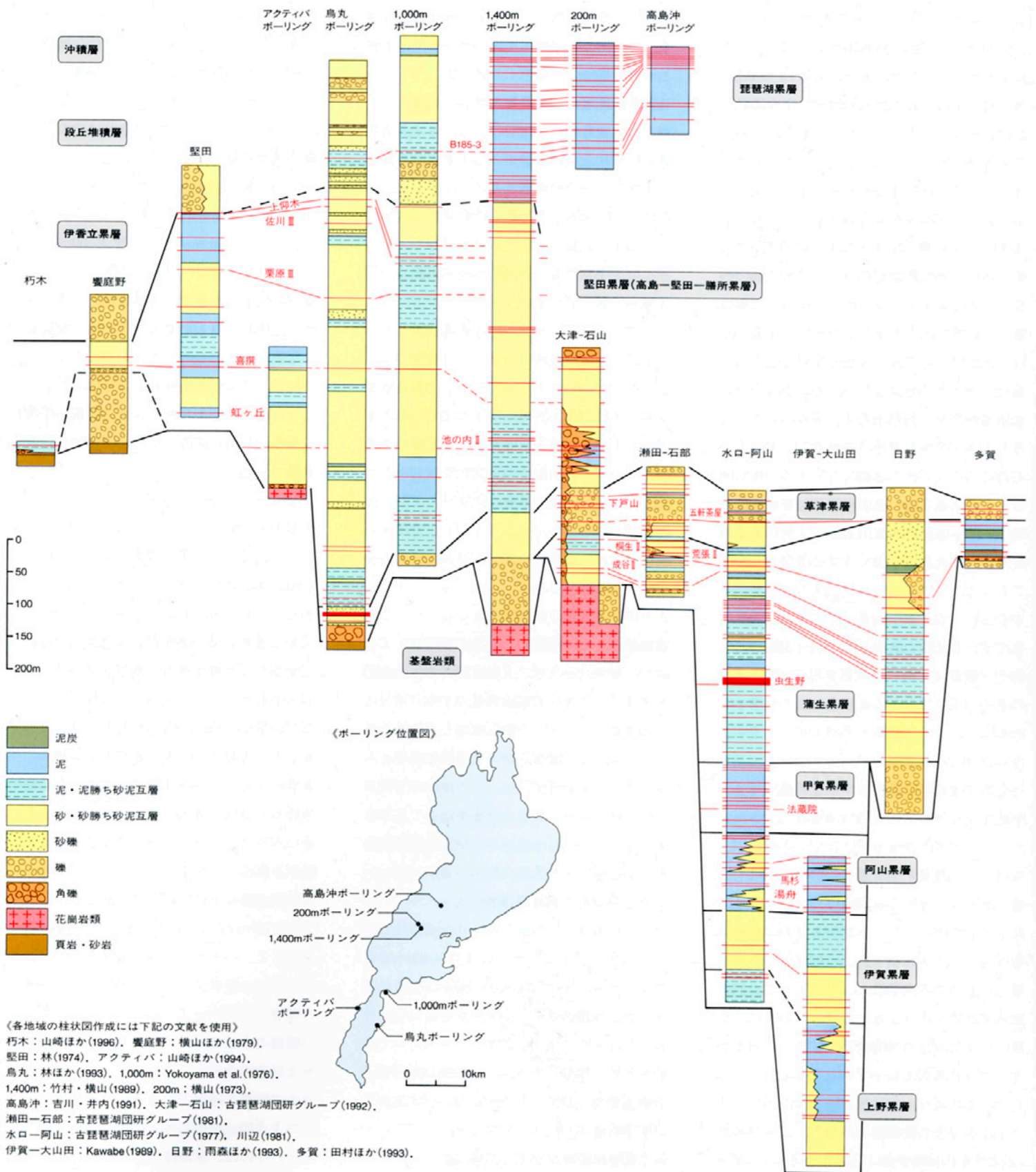
《古琵琶湖層群上部の問題点》

山崎 地質図で古琵琶湖層群の分布をみますと、一番南側に最下位の上野累層が分布し、その上位の伊賀累層・阿山累層・甲賀累層はそれぞれ少しずつ北側へずれていきます。蒲生累層になると、湖南から湖東にかけて大きく広がり、その上位の草津累層もその北側に東西に広くみられます。

ところがその上位の堅田累層になると、草津累層の北側には沖積平野や琵琶湖が大きく広がり、これらに覆われて地層の様子がよく分かりません。この地域でも、地下に堅田累層が分布しているわけですが、堅田累層の地表での分布域は琵琶湖の西側にとんでしまいます。そして、従来の地質図では、堅田累層は湖西の堅田丘陵にだけ分布するものとされておりまして。

本誌の29号では、山形大学の川辺さんが、上野盆地を中心に主として古琵琶湖層群の下部の方を紹介され、上野累層から蒲生累層までの堆積盆地について詳しく述べられています。そこには、古琵琶湖層群全体の層序表も載っていますが、その表では、草津累層と堅田累層の間には間隙があり、層序関係は不明とされています。というのも、これらの上位の地層は、新しい段丘層や沖積層に被覆されているので地層の露出が限られており、地表での地質調査だけでは層序関係を証拠づけることができなかつたからです。

そこで今回は、地下のデータを得るために湖岸部や湖底下で行われているボーリング調査の試料を詳しく調べ、地表での地質調査とあわせ検討しました。その結果、上述の層序関係の不明部分が分かっただけでなく、湖底下の地層も含めて古琵琶湖層群上部の全体的な層序関係を明らかにすることができました。それを図示したのが、図1・2の柱状図および対比図です。この図では、従来の堅田累層を新たに堅田累層と伊香立累層とに区分し、従来の大津・石山地域の膳所累層と饗庭野地域の高島累層の一部を堅田累層に含めています。



さらに湖底下の地層として琵琶湖累層を新称しています。以下、地域ごとにお話します。

《大津 - 石山地域の堅田累層》

従来から、湖西の堅田丘陵の地層(堅田累層)と湖南の大津 - 石山地域の地層(膳所累層)とが連続しているのか、していないのかという問題がありました。柱状図で堅田を見ますと、下の方に喜撰火山灰層がありますが、大津 - 石山の柱状図にはこの火山灰層が見つかりません。一方、大津 - 石山の柱状図では、草津累層の上位の地層中に、下の方に池の内火山灰層が挟まれますが、この火山灰層は堅田では見つかりません。このため地表の地質調査では、草津累層と堅田累層は層序的に重なることが予想されても、それを決定づける証拠がなかったわけです。

ところが、湖西の雄琴の湖岸にあるアクティブのボーリングコアを調べたところ、柱状図に見るように2枚の火山灰層がはさまれていて、上のものが喜撰火山灰層、下側にあるのが池の内火山灰層であることが分かったのです。こうして、この2枚の火山灰層が連続する地層中で上下に挟まれていることが証明され、堅田丘陵の地層と大津 - 石山地域の地層とが確実に対比でき、草津累層と堅田累層の層序関係も明らかになりました。大津 - 石山地域の地層を、堅田累層相当層として示したのが今回の地質図です。

《堅田丘陵の堅田累層と伊香立累層》

堅田丘陵に分布する古琵琶湖層群は、これまで一括して堅田累層と呼ばれていましたが、今回、この累層を堅田累層と伊香立累層に区分しました。堅田の柱状図では、その最上位に主に亜角礫からなる地層があり、これは龍華砂礫層と呼ばれます。この地層とその相当層を新たに伊香立累層と名づけました。伊香立累層を新たに区分したのは、この時期の岩相の変化が、琵琶湖湖底下の地層との関連からも1つの画期となっていると考えられるからで、これについては後で触れます。

ですから従来の堅田累層のうち、龍華砂礫層(およびその同時異相である山下互層)を除い

た部分が堅田累層になります。堅田累層と伊香立累層の境には上仰木火山灰層が挟まれます。地質図には、堅田丘陵における堅田累層と伊香立累層の分布を示しました。

《饗庭野地域の堅田累層と伊香立累層》

湖北の饗庭野地域の地層は、これまで高島累層と呼ばれ、堅田累層の上位に重なる古琵琶湖層群の最上位の地層とされてきました。しかし、堅田累層と高島累層の層序関係についての明確な証拠があったわけではなく、川辺さんの層序表でも、両累層の境は実線ではなく点線で示されています。

そこで今回、この地域の地層を再検討してみました。饗庭野地域の地層は、柱状図のような岩相になっていて、図の中ほどにある砂層中には2枚の火山灰層が挟まれます。その下の方の火山灰層は大宝寺火山灰層と呼ばれていますが、その岩相や岩石記載的性質をよく検討しますと、堅田累層に挟まれる喜撰火山灰層にあたるのが分かりました。ですから、少なくともこの砂層の部分は堅田累層相当層ということになります。

この砂層の上位には礫層が重なります。この礫層の岩相は、堅田丘陵の龍華砂礫層とよく似ています。それで、この時期におきた変動を考慮し、主として堅田累層の上位に重なる厚い礫層であるという層序関係と岩相的な類似性から、この礫層を伊香立累層相当層とみなしました。地質図には、この地域の堅田累層相当層と伊香立累層の分布を示してあります。なお大津 - 石山地域にも伊香立累層相当層が小分布すると推定されています。

《湖底下の堅田累層相当層》

湖底下や湖岸で行われたボーリングの柱状図をみますと、アクティブおよび1,400m地点では、下位に池の内火山灰層がはさまれることから、湖底下に厚い堅田累層相当層が分布しているのが分かります。アクティブでは堅田累層は基盤の花崗岩上に不整合関係で重なりますが、烏丸、1,000m、1,400m地点では草津累層の上位に重なります。

草津累層は礫層が主体の非常に粗粒な地層で

すから、草津累層から堅田累層に変わる境では、岩相が礫層から砂やシルトへ、あるいは砂礫からシルトや粘土へと、粗粒な堆積物から細粒な堆積物へと変わるのが特徴で、それが堅田累層の下限と認められます。それを結び、図のような線が引けるわけです。

琵琶湖累層

北湖の湖底で行われた1,400mボーリングの柱状図を見ますと、最上位には厚い粘土層があります。この粘土層は、厚さ250mのきわめて均質な粘土で、現在の琵琶湖につながる湖が誕生したときから堆積しはじめ、それ以降、比較的安定した水域が続く中で湖底につきもり続けてきたものです。

それで、この粘土層を新たに琵琶湖累層と名付けることにしました。つまり現在の琵琶湖につながる湖に堆積した湖底堆積物が琵琶湖累層で、200mボーリングや高島沖ボーリングにみられる粘土層もこれにあたります。琵琶湖累層が堆積しはじめる年代、柱状図に見られる砂層と粘土層の境の年代は、試料中から産出する微化石や火山灰などから推定すると約41~42万年前と考えられます。

一方、堅田累層と伊香立累層の境には、前述したように上仰木火山灰層が挟まれます。この火山灰層の年代は、約50~60万年前で、これが両累層の境の年代になりそうです。したがって、場所によっては時間的なずれがありますが、大きく見れば、北湖では堅田累層相当層の上限は、砂層と粘土層の境付近にあたるだろうと思います。それで柱状図にはこの層準を破線でつなぎました。

次に、南湖の東岸で行われた烏丸でのボーリングと守山の1,000mボーリングの柱状図を見ますと、いずれの柱状図を見ても、上仰木火山灰層の層準より少し上の部分で、砂層から礫層へと変わっているのが分かります。この礫層の卓越する層準は、地表での伊香立累層と対比できそうですから、南湖の柱状図ではこの層準を破線でつなぎました。

このように、堅固累層・伊香立累層の境の時期というのは、盆地縁辺地域では一様に礫層

が堆積しはじめ、同時に盆地中心部では粘土層の堆積が始まって、現在の琵琶湖につながる湖が形成される画期的な時期にあたっています。こうした大きな変動があるために、今回、新たに堅田累層と伊香立累層を区分し、同時に琵琶湖累層を設けました。

つまり隆起域の地表部では、伊香立累層とその上位の地層(段丘堆積層および沖積層)がつもって現在にいたりますが、これと同じ時期に、沈降域の琵琶湖の湖底につもった堆積物が琵琶湖累層ということになるわけです。

古琵琶湖の変遷と琵琶湖の形成

- 古地理図を中心に -

《今回の古地理図の特徴》

吉川 いまの山崎さんのお話の中にもありましたが、古琵琶湖層群の下部については、本誌29号に川辺さんの詳しい紹介があります。そこには、古琵琶湖層群の上野累層下部から甲賀累層中部まで、各累層を中心に6枚の古地理図が載っています。ですから、是非とも同誌も一緒に見てほしいのですが、ただその古地理図と、今回の古地理図とは性格が大分違います。

もともと古地理図というのは、昔の地形や古生態を復元するものです。しかし、地層の堆積した地域は堆積物を手掛かりに復元できませんが、堆積物を供給した周辺の山地は、浸食され消失していますからデータがなく、復元が困難です。そのため新しい時代は別として、山地の地形まで描いた古地理図はほとんどなく、また誰も描きたがりません(笑)。

しかし古琵琶湖層群のように、その発達過程で、湖や山地が大きく変動していることが明らかな場合には、山地部を空白にした古地理図では、変遷の内容やイメージがどうしても片寄ってしまいます。それで本日は、敢えて山地の復元という新しい試みに挑戦した古地理図を見ていただくことにしました。

図1・3A～Eの5枚の図がその古地理図で、これは、今回の地質図をまとめてくれた橋本定樹さん(関西大学第一高校)が作成されたものです。古地形の復元の方法は、簡単にいえば

まず基盤の地形をつくります。次に堆積物と供給源との関係に特定の仮定を設定し、求められたデータによって基盤地形を修正し、山地や周辺の地形を復元していきます。ですから基盤地形が現在に近いほど、復元された地形の信頼性が高いのが特徴です。5枚の図の中では、約100万年前のD図や約30万年前のE図は復元のレベルはかなり高く、信頼できるように思います。それ以前の3枚の図は、山地の位置や方向性というレベルで、ごく大まかに見てください。

これら5枚の古地理図を並べますと、周辺の地形が大きく変化する中で、古琵琶湖がさまざまに姿・形を変えながら、南から北へと移っていく様子が分かります。以下、各古地理図を中心にお話しますが、ただ5枚の古地理図は、変遷の大筋を示すのが狙いなので、図の間隔は約80～100万年です。累層ごとにはなっていませんし、また重要な湖が抜け落ちている場合もありますので、その辺のことは話の中で補っていくつもりです。

《大山田湖とその前後の時代》

図のAは、上野累層が堆積した時期の中ごろ、約380万年前の古地理図です。約400万年前、準平原的な地形が広がるなか、現在の上野盆地とその周辺域に、東北東-西南西方向と北北西-南南東方向にいくつもの断裂が発生します。花崗岩の基盤はブロック状に小さく割れ、各ブロック間に凹凸ができて、周りよりも低くなった地域があらわれてきます。名張、花ノ木、上野市東南、伊賀-大山田の各地域がこれにあたり、これらの凹地には堆積物がつもり始めます。これが上野累層で、古琵琶湖層群の最初の地層です。

堆積が始まった当初は、まだ水域の広がりはなく、各凹地では砂礫や淘汰の悪い粘土が堆積します。やがて島ヶ原、阿山、甲賀などの周りのブロックも少し沈み込み、この地域一帯は、いくつかの小さな堆積盆地が集まる形になって、全域が堆積の場になります。そして落ち込み量の最も大きかった伊賀-大山田地域には、周囲から流れ込んだ水がたまり始

め、水域も広がって、湖が誕生します。これが「古琵琶湖」の始まりで、伊賀-大山田地域にできたので大山田湖と呼んでいます。

この湖の堆積物は大山田粘土層と呼ばれますが、これは、比較的淘汰のよい塊状・無層理の粘土層で、厚さは100m以上もあります。

このことから大山田湖では、比較的安定した水域が長期間 - 粘土層の厚さからみればおよそ20～30万年ほど続いたように考えられます。そして粘土層中には、よく連続する薄い砂層がはさまれているので、水深は浅かったものと思われる。

大山田粘土層はまた、淡水生の珪藻類・貝類・魚類の化石を豊富に産出することでもよく知られています。これらの多様な水生生物の化石類は、この湖の環境と生態系を明らかにするだけでなく、鮮新世の淡水生物とその後の変遷を知るための貴重な手掛かりを与えてくれます。

大山田粘土層の上には、一転して礫層主体の地層が重なります。これが伊賀累層で、大山田湖はこの粗粒な地層に埋積され、消えていきます。しかも見逃せないのは、この礫層には大きな特徴があって、湖東流紋岩の礫をたくさん含んでいるのです。湖東流紋岩の礫を供給できるのは、北方の湖東地域だけですから、この時期には、現在の琵琶湖域とその周辺が大きく隆起し、この山塊の激しい浸食に伴って、この礫がはるばると運ばれてきたということになります。

この礫層は、島ヶ原地域では約40mと非常に厚く、この中には径30cmもある大きな礫が含まれます。それが東にいくにつれて次第に小さくなり、最も東側の伊賀-大山田地域では径2～3cm程になってしまいます。伊賀累層は阿山や甲賀地域にも分布しますが、この地域には湖東流紋岩の礫が含まれません。ですから湖東地域から運ばれる礫は、おそらく信楽のすぐ西側を通過して島ヶ原地域に達し、そこから東方に向かって進み、大山田湖を埋め立てたのでしょう。本誌29号には、川辺さんによる伊賀累層堆積初期の古地理図が載って