

東海層群の層序と東海湖盆の古地理変遷

吉田史郎*

YOSHIDA, F. (1990) Stratigraphy of the Tokai Group and paleogeography of the Tokai sedimentary basin in the Tokai region, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 41(6), p. 303-340.

Abstract: The Tokai sedimentary basin is one of three isolated nonvolcanic and nonmarine intra-arc basins which have been formed in Southwest Japan since Pliocene, in which the Pliocene and Pleistocene Tokai Group accumulated more than 2,000m thick. The group consists largely of mud, sand and gravel with thin intercalations of volcanic ash layers.

The subjects treated here are; 1) to establish a stratigraphic framework of the whole sequence of the Tokai Group, and 2) to correlate the sequence with the other two basin-fill sediments, i. e. the Osaka and Kobiwako Groups, 3) to clarify the paleogeography of the Tokai sedimentary basin in terms of its stratigraphic and sedimentary features.

The results of the first and second subjects are as follows;

1) The lower and middle parts of the Tokai Group are distributed within the eastern and southern parts of the basin. The upper part crops out in the northwestern part of the basin, and the uppermost part occupies the northwestern marginal part of the basin.

2) The Tokai Group contains sediments of a lower sequence than the other two groups.

3) The Tokai Group to the west of Ise Bay yields *Metasequoia* Flora from all parts of the sequence.

4) The Tokai Group yields two kinds of proboscidean fossils, i. e. *Stegodon* cf. *elephantoides* and *S. akashiensis*. The former taxon occurs in lower horizons than the latter one. The stratigraphic horizon and age of *S. cf. elephantoides* of the Tokai Group are identical with those of the Kobiwako Group, and the base datum of fossil *S. akashiensis* coincides among three groups.

5) The Pliocene and Pleistocene boundary in the Tokai Group lies just above the Karegawa Volcanic Ash Layer which is intercalated in the upper part of the group.

The summary of the third subject is as follows;

In about earliest Pliocene, a depocenter took place along the southern marginal part of the basin, to which the sediments was supplied from the south. Until the end of Early Pleistocene, the depocenter had shifted to the north or the north-northwest. During the period, the sediments were transported from the west, east and north with northerly migration of the sediment source areas. And the depocenter was restricted within the northwestern marginal part of the basin in late Early Pleistocene.

1. はじめに

伊勢湾周辺の丘陵地帯に露出する鮮新-更新統は、東海層群と呼ばれ、その分布範囲は、東西約 100 km, 南北約 100 km, 総面積約 6,000 km²に及び (第 1 図), 積算

* 地質部

層厚は 2,000 m 以上に達している。東海層群はこのよう
な広い分布面積と厚い層厚を持つため、近畿地方の大阪
層群や古琵琶湖層群と並んで、瀬戸内区 (池辺, 1957)
に堆積した第二瀬戸内累層群を代表する堆積物とみなさ
れてきた。そして、植物化石や長鼻類化石の産出状況か
ら、鮮新-更新世に形成された堆積盆地、すなわち東海

湖¹⁾(竹原ほか, 1961)を埋積した河成-湖成堆積物と考えられてきた(鈴木ほか, 1947; 赤嶺ほか, 1951; 大阪層群研究グループ, 1951; 竹原, 1961; 石田・横山, 1969など)。

現在まで, 大阪層群と古琵琶湖層群についての層序や地史は多方面から研究され, 日本の鮮新-更新統の標準層序の一つとなっている(ITIHARA *et al.*, 1987; 市原ほか, 1988など)。しかし, 同じ第二瀬戸内累層群である東海層群は, 伊勢湾周辺各地に離れて分布し, しかも岩相変化が大きい上に地質構造が複雑なため, 全体の層序すら確立していないのが実状である。このことが, 東海層群のみならず, 第二瀬戸内累層群全体の対比・地史・構造発達史, あるいは近畿・東海地方のネオテクトニクスを考察する際の大きな障害となっている。

本論文の主題の一つは, 筆者がこれまで得た成果と, 他の研究者の研究成果を用いて, 現段階での東海層群全体の岩相層序・火山灰層序・化石層序を設定することである。筆者は10年間以上にわたる野外調査を通じて, 東海層群(特に伊勢湾西岸地域)の岩相層序・火山灰層序・地質構造の解明に努め, それらの成果を逐次報告してきた(吉田, 1984, 1987, 1988, 1989; 吉田・尾崎, 1986; 宮村ほか, 1981; 原山ほか, 1989など)。またここ数年, 火山灰層の記載岩石学的分析に基づいた, 若干地域の東海層群の対比の報告もなされるようになった(吉川ほか, 1988; 吉川・吉田, 1989; 中山・古澤, 1989)。したがって, 東海層群全体の層序を設定することは, 現時点において十分可能であり, 今後の研究にとってもぜひ必要なことである。

主題の二つ目は, 東海湖盆の古地理変遷の考察である。東海湖盆は, 弧状列島内部に独立して形成された非火山性の堆積盆地であるが, これに類似する性格を持ち, しかも規模の大きな堆積盆地としては, わずかに古琵琶湖層群と大阪層群の堆積盆地があるだけで, 世界的にも類例の少ない堆積盆地と思われる。このような堆積盆地の発達過程を追求することは, 興味深い研究対象である。

これまで, 東海湖盆の古地理変遷あるいは構造発達史は, 桑原(1968, 1975a, b), 牧野内(1976), MAKINO-UCHI(1979), ADACHI and KUWAHARA(1980), TAKEMURA(1985)などによって考察され, 湖盆の形成は南から始まり, その後堆積域は北ないし北西に移動拡大し, 最後に養老・鈴鹿山地間に移動縮小したことが述べられている。しかしこれらの研究は, 東海湖盆内部の堆積物, つまり東海層群そのものの全体の層序を十分把握した上でなされていない。筆者は, 東海湖盆の古地理変遷・構

造発達史を議論するためには, 構造地質学的研究を行うことは無論であるが, 東海層群自体の層序を確立した上で行うべきだと考えてきた。本論文の最初の主題として, 東海層群の層序を設定する目的の一つもこの点にある。

今回行う東海湖盆の古地理に関する議論は, すべて東海層群, すなわち湖盆内部の堆積物に視点をすえて行うものである。東海湖盆を形成したテクトニクス, あるいは湖盆内に堆積物を供給した要因となるようなテクトニクスについては, 別の機会に述べることにして, 今回は触れない。

本論文では, 以上二つの主題を目的として, まず分布地域ごとの岩相層序・火山灰層序を簡単に記載した上で, 各地に分布する東海層群を対比して全体の層序を設定する。次に今回設定された層序に基づいて, 東海層群の植物・長鼻類化石の生層序分布を明らかにし, そこから得られる幾つかの関連事項について述べる。そして最後に, 東海層群全体の層序と各種の資料を用いて, 東海湖盆の古地理変遷を考察する。

2. 岩相層序と火山灰層序

2.1 伊勢湾西岸地域

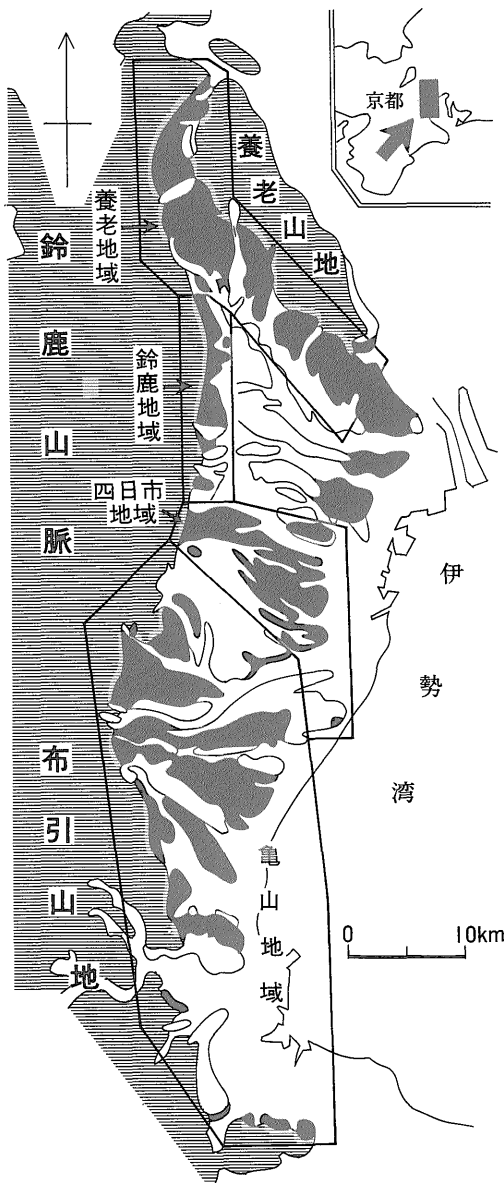
伊勢湾西岸地域は, 西縁を鈴鹿山脈及び^{みのびき}布引山地で, 北縁を養老山地で限られた領域である。第2図に本地域の東海層群の露出地域を示す。東海層群の分布は, 大きくみて南部・中部・北部の3地域に分けられるが, 以下では南部を亀山地域, 中部を四日市地域, 北部を鈴鹿・養老地域と呼ぶことにする。更に鈴鹿・養老地域を, 鈴鹿山脈側の鈴鹿地域, 養老山地側の養老地域に二分する。

第3図aに亀山地域南部の松阪市付近の, 第3図bに亀山地域南部を除く地域の東海層群の地質図を示す。また第4図には, 東海層群全体の層序関係を概略的に示す水平断面図を示す。

東海層群は大まかにみて, 南から北へ, 亀山地域→四日市地域→鈴鹿・養老地域の順に, より上位層を含む分布を示す。大局的な地質構造は, 亀山地域では, ほぼ北西-南東走向, 北東側上位の同斜構造を示すが, 四日市地域北部から養老・鈴鹿地域南部にかけては, 一つの盆状構造を形成する。この盆状構造を^{ほくせい}北勢盆状構造と命名する。これより北の養老地域北部では, 走向は養老山地山麓線とほぼ平行に走り, 地層は西の鈴鹿山脈側に傾斜している。地層の一般傾斜は10-20°以下であるが, 一志断層系や桑名断層付近では, 60°以上の高角度に達する。

以下, 各地域ごとに, 東海層群の岩相層序と火山灰層序について述べる。

1) 本論では東海湖盆と呼ぶ。



第2図 伊勢湾西岸の東海層群の露出地域と地域区分図
黒く塗りつぶされた部分が東海層群の露出地域。

2.1.1 亀山地域

亀山地域の東海層群は、滝本(1935)、鈴木ほか(1947)、赤嶺ほか(1951)、ARAKI(1960)、木村(1959, 1968)、恒石(1970)、森(1970)、宮村ほか(1981)、和田(1982)、吉田(1984, 1987)などによって研究されたが、ここでは、宮村ほか(1981)、吉田(1984, 1987)の層序区分に基づいて記述する。積算層厚

は1,800 m近くに達し、岩相層序は、下位から松阪累層・小山累層・西行谷累層・楠原累層・亀山累層・桜村累層に区分できる(第5図)。松阪・小山・西行谷累層は、本地域の東海層群の基底礫層であるが、層準は松阪→小山→西行谷累層の順に上位になり、しかも、それぞれの礫種構成が異なる。なお最上部の桜村累層(湯の山礫相を含む)は、四日市地域に主として分布するので、次項で記述する。

本地域には、主要な火山灰層として、下位から垂水・阿漕・大谷池・野村-L2・野村-L1・野村・原田川・原田川-U・長明寺I・長明寺II・寺川・鈴峰・御幣川・長沢・小社火山灰層が挟まれる。阿漕・寺川火山灰層はフィッシュントラック年代が測定され(吉田, 1987)、阿漕・御幣川火山灰層は対比の際に重要である。これらの火山灰層については、宮村ほか(1981)、和田(1982)、吉田(1987)によって産状記載が行われ、吉川・吉田(1989)によって記載岩石学的性質が報告された。第6図に、本地域の岩相層序と火山灰層序の関係を示す。

松阪累層(木村, 1968)

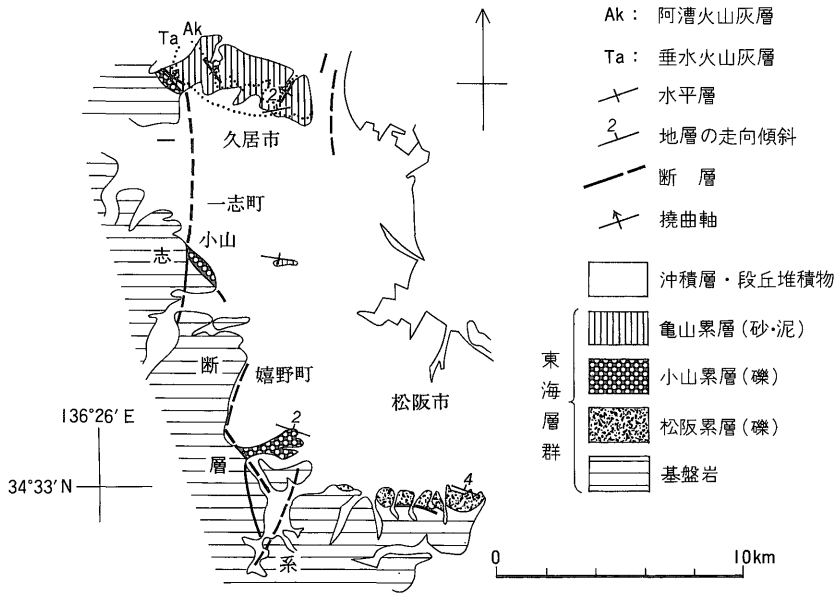
本層は、木村(1968)によって“高位礫層”型の更新統とされたが、その後、東海層群として扱われるようになった(恒石, 1970; 森, 1970)。筆者も、層相や小山累層との連続性から判断して、松阪累層は東海層群に属すると考える。ほとんどすべて礫層からなるが、厚さ10数cmのシルトのレンズ層をまれに挟む。礫層には成層構造が発達し、斜交層理も観察できる。小山・西行谷累層の礫層よりも礫の含有率は低く、礫と基質はほぼ1:1の割合である。礫は円・亜円礫の中礫を主とし、淘汰は良い。礫種は、チャート、一志層群の砂岩、領家深成岩類である(第1表参照)。基質は花崗岩質の中粒砂からなる。地表で確認される層厚は80 mである。

小山累層(滝本, 1935)

本論での小山累層は、木村(1968)、恒石(1970)の鳥戸層を含めたものである。本層も大部分礫層からなるが、一部の層準に厚さ数10 cmから数mの砂・泥のレンズ層を挟む。泥層の一部は炭質である。礫層には成層構造が認められる。礫は円・亜円礫からなり、大礫を含む。礫種は、中・古生層のチャート・泥岩・ホルンヘルス、一志層群の砂岩、溶結凝灰岩である。基質は砂からなる。最大層厚は120 mである。

西行谷累層(鈴木ほか, 1947)

本層も厚い礫層からなるが、一部に厚さ数mの砂層・泥層を挟む。礫層の層相は小山累層とほとんど変わらないが、礫として鈴鹿層群の砂岩を含み、一志層群の砂岩を含まない点が異なる。最大層厚は280 mに達する。



第3図 a 伊勢湾西岸の東海層群地質図—松阪市付近—

楠原累層 (鈴木ほか, 1947)

厚さ数 m から 10 数 m の泥層・砂層・砂礫層・礫層の繰り返しからなり、厚さ数 10 cm の亜炭層を幾層も挟む。泥層は粘土と砂質シルトからなり、一部は炭質である。砂層は中-粗粒砂、あるいは細礫を含む粗粒砂からなる。砂礫層は、極粗-粗粒砂からなる部分と礫からなる部分が漸移的に繰り返す。礫層は西行谷累層と同質であるが、礫が小さくなる。層厚は 200-300 m である。

亀山累層 (鈴木ほか, 1947)

本地域において最も広い面積を占めて分布する。厚さ数 m から 10 数 m の泥層と砂層の繰り返しからなり、泥層または砂層の優勢部が、厚さ 100 m 弱から数 100 m 単位で交互に繰り返す。泥層は粘土及びシルト-砂質シルトからなる。砂層は粗-細粒砂からなり、平行葉理が発達し、斜交層理も少数観察できる。全体の積算層厚は最大 1,500 m に及ぶが、亀山市付近で特に厚く、こゝだけで層厚は 1,200 m に達している。津市では片田粘土層を挟む。片田粘土層は層厚 20-40 m、大部分粘土からなり、細-中粒砂やシルトの薄層を挟む。

2.1.2 四日市地域

四日市地域の東海層群は、松井 (1943)、赤嶺 (1959)、竹原 (1966)、宮村ほか (1981)、TAKEMURA (1985)、吉田 (1984) などによって研究されたが、ここでは、宮村ほか (1981)、吉田 (1984) の研究結果に基づいて記述する。岩相層序は、下部の八王子累層と上部の

泊累層及び桜村累層に分けられる (第7図)。泊累層と桜村累層は同時異相である。全体の層厚は 300-360 m である。

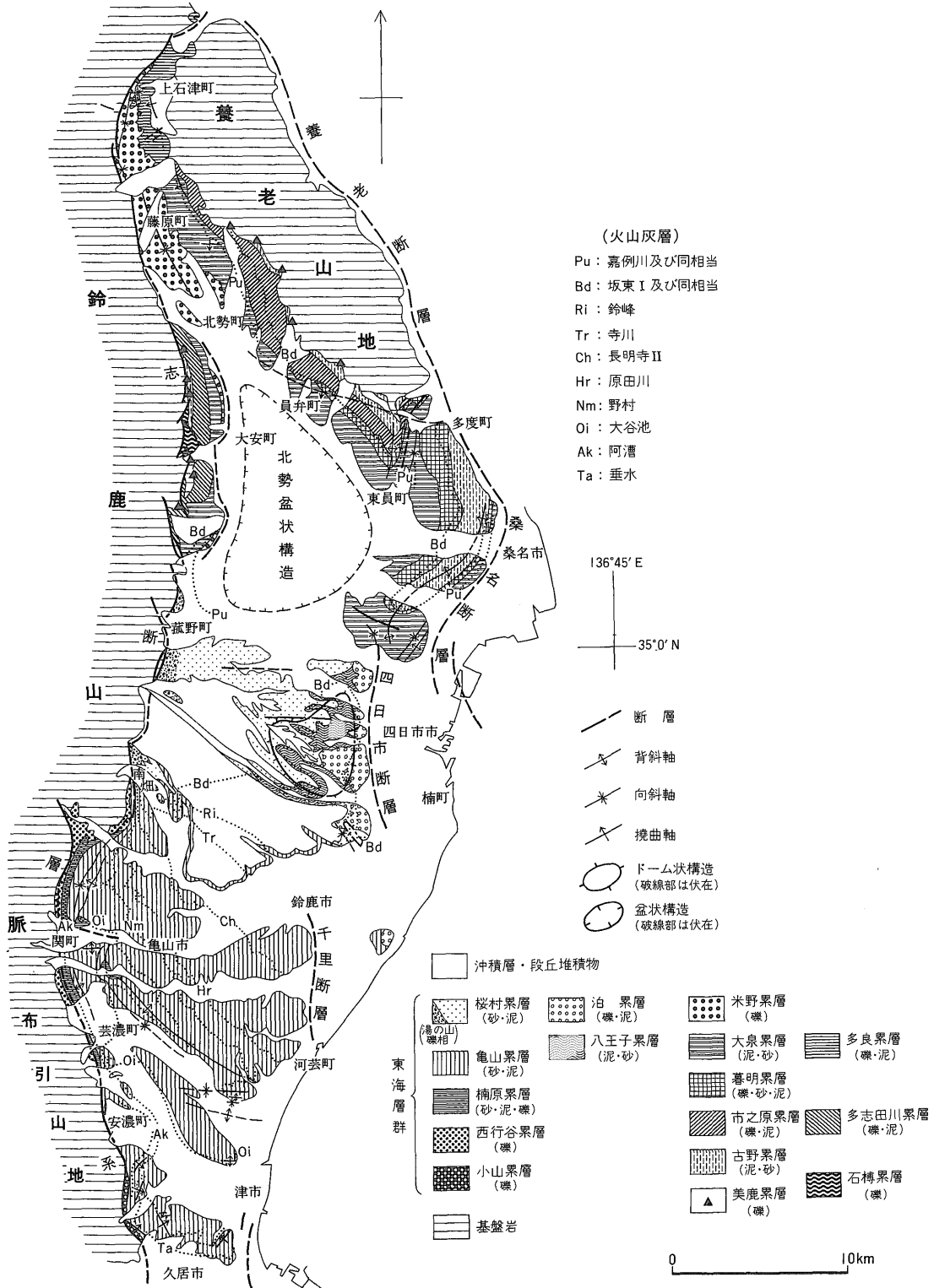
本地域には、主要な火山灰層として、下位から狭間・鹿化川・川島 I・川島 II・泊ヶ丘・宿野火山灰層が挟まれる。川島 II 火山灰層は層厚が厚く、フィッシュントラック年代が測定され、対比の際に重要である。これらの火山灰層については、宮村ほか (1981)、吉田 (1984) によって産状記載が行われた。第8図に、本地域の岩相層序と火山灰層序の関係を示す。

八王子累層 (吉田, 1984)

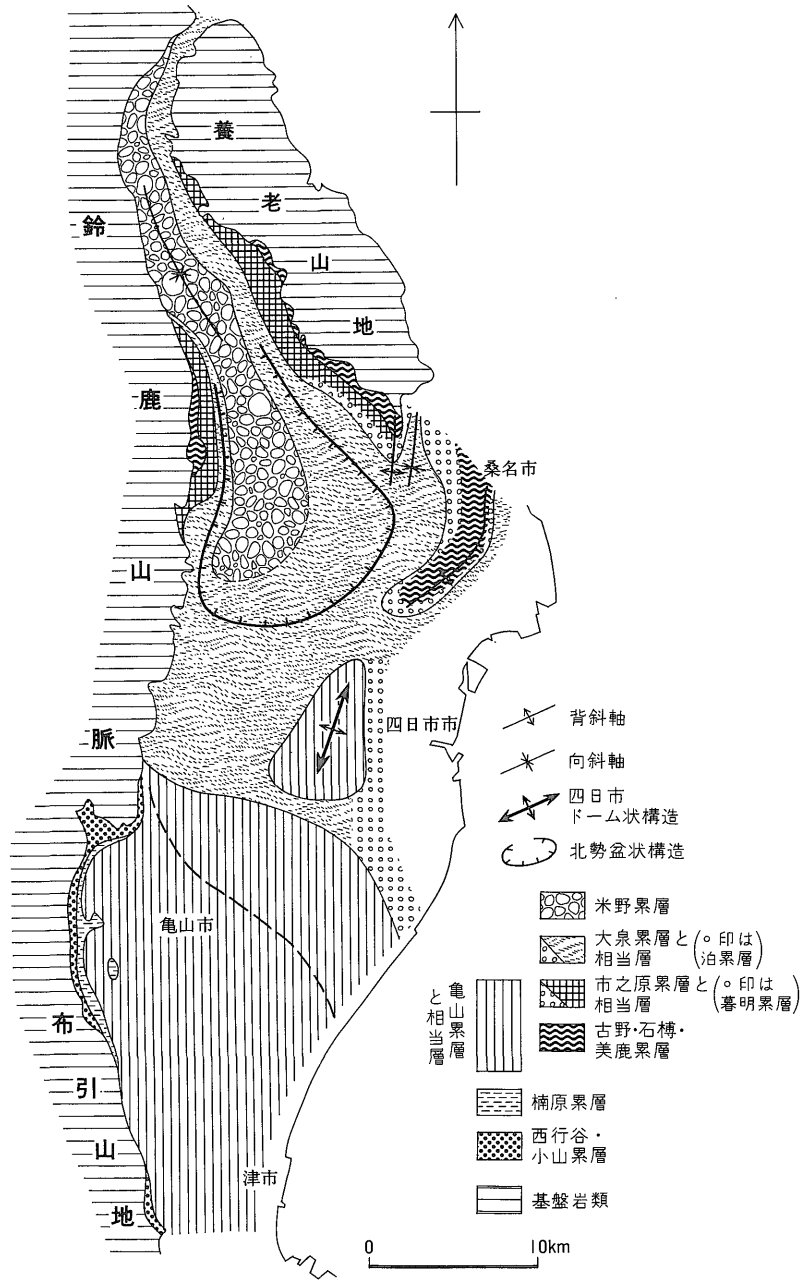
泥層と砂-砂礫層からなり、そのうち泥層が優勢である。下部はほとんど泥層からなるが、上部は砂-砂礫層が比較的多く挟まれる。泥層は粘土-シルトからなり、砂のレンズ層を挟む。泥層の層厚は 5 m ぐらいであるが、厚い場合には 20 m に及ぶ。砂層は亀山累層の砂層よりも粒度が粗く、細礫混じりの極粗粒砂からなる。厚さは 5 m 以下がほとんどである。地表で確認される層厚は、最大 80 m である。

桜村累層 (松井, 1943; 宮村ほか, 1981 再定義)

厚さ数 m から 10 数 m の泥層と砂層からなり、砂礫層を伴う。砂層は一般に細礫を含む。砂層の方が泥層よりも多い。見られる限りの層厚は、240-280 m である。本層は下位から、内山互層・乱飛粘土層・桜台砂層・宿野互層・西菰野互層の 5 部層に細分できる。また湯の山礫相



第3図b 伊勢湾西岸の東海層群地質図—津市以北—



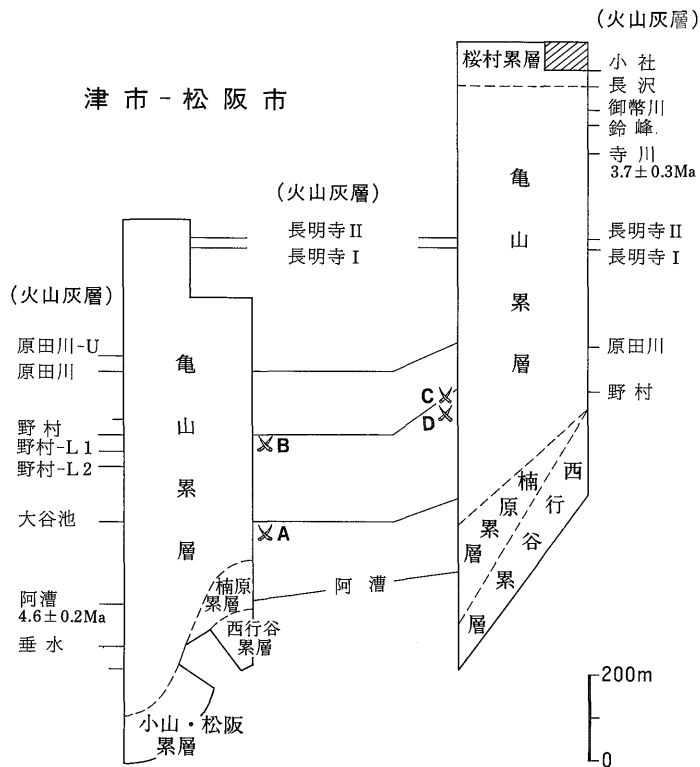
第4図 伊勢湾西岸の東海層群の水平断面図

が、本層の周縁礫相として、鈴鹿山脈近傍に発達する。

内山互層は砂層優勢の砂層と泥層の互層からなり、層厚は30-40mである。乱飛粘土層は大部分粘土層からなり、砂やシルトのレンズ層を挟む。層厚は30-40mである。桜台砂層は細礫混じりの砂層からなり、粘土-シルト

のレンズ状薄層を挟む。層厚は約90mである。宿野互層は泥層優勢の泥層と砂層の互層からなり、層厚は30-60mである。西菰野互層は細礫混じりの砂層と泥層の互層からなるが、湯の山礫相に近づくとも泥層は少なくなる。層厚は見られる限りで約80mである。

亀山市

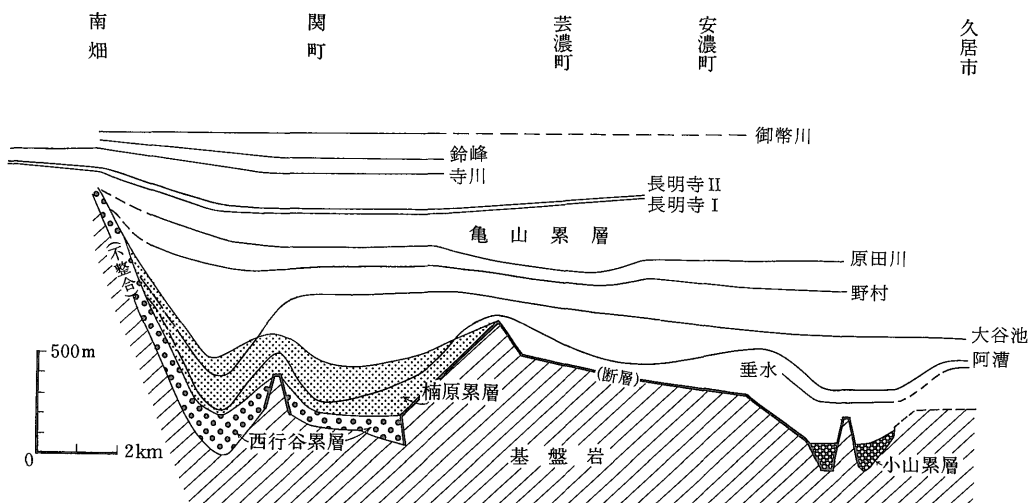


第5図 亀山地域の東海層群の層序区分

吉田(1987)に加筆。斜線部は湯の山礫相。数字はフィッシュトラック年代値。図中のA-Dはエレファントイデスゾウ化石の産出層準。

(北)

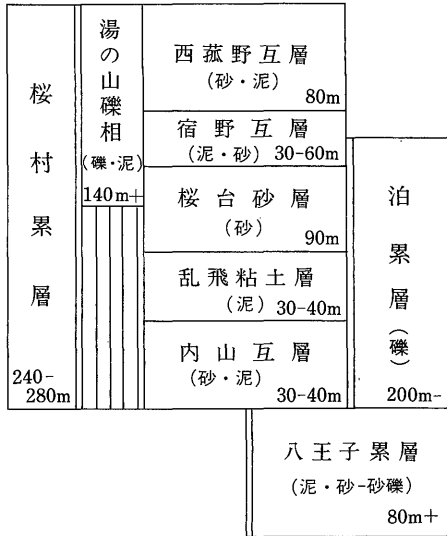
(南)



第6図 亀山地域の東海層群の層序断面図

(西)

(東)



第7図 四日市地域の東海層群の層序区分 吉田 (1984)

湯の山礫相は、分布東部では厚さ数mの礫層と泥層からなるが、山麓付近では礫層だけからなる。礫の淘汰は良く、亜円礫-円礫が卓越する。礫の種類は、中・古生層のチャート・砂岩・泥岩、溶結凝灰岩、花崗岩である。本相は、亀山地域最北部と鈴鹿地域南部にも分布し、いずれも礫層と泥層からなる。地表で確認される層厚は、亀山・四日市地域を併わせて250m、鈴鹿地域南部で400mである。

泊累層 (赤嶺, 1959; 吉田, 1984 再定義)

ほとんど含礫砂-砂礫-礫層からなり、横にあまり続かない厚さ数m-10数mの泥層を挟む。礫層には成層構造や斜交層理が良く発達する。礫は中礫以下の円礫-亜円礫からなるが、時に大礫を混じえる。礫の淘汰は良い。礫種は、中・古生層のチャート・砂岩・泥岩、溶結凝灰岩、花崗岩からなる。泥層は無層理塊状の粘土-シルトと、平行葉理が発達するシルトからなる。最大層厚は200mに達する。

2.1.3 養老地域

養老地域の東海層群は、松井 (1943), 安田 (1956 a, b), 嘉藤 (1957), 赤嶺 (1959), 横山 (1971), 森・木村 (1973), 宮村ほか (1976), 柴田ほか (1977), 高田ほか (1979), 竹村 (1984), TAKEMURA (1985), 吉田 (1988) などの研究がある。ここでは、松井 (1943), 竹村 (1984), 吉田 (1988) の層序区分に従って、各累層を記述する。岩相層序は、下位から美鹿累層・古野累

層・市之原累層及び暮明累層・大泉累層及び多良累層・米野累層の7累層に区分できる (第9図)。暮明累層は市之原累層上部と、多良累層は大泉累層・米野累層下部と同時異相の関係にある (第10図)。積算層厚は1,200mに達する。

本地域には、下位より美鹿^{びろく}・東谷・市之原・南谷I・南谷II・二之瀬・大辻新田・坂東I・坂東II・其原・三ツ里^{みつり}・嘉例川^{かれがわ} (パミス)・Hy-L・Hy・禰宜上・スシロ谷・スシロ谷-U・米野I・米野I a・米野I b^{ろっこ}・六石^{むつこ}・米野II・米野III・上多良・堂木谷I・堂木谷II・加竜谷・多良-L・多良火山灰層などが挟まれる。市之原・南谷I・坂東I・嘉例川・多良火山灰層は対比に重要であり、市之原・六石火山灰層は、横山ほか (1980) によって、フィッシュントラック年代が測定されている。以上の火山灰層については、横山 (1971), 森・木村 (1973), 宮村ほか (1976), 柴田ほか (1977), 高田ほか (1979), 竹村 (1984), 吉田 (1988) によって産状記載が行われ、吉川ほか (1988) によって、主な火山灰層の記載岩石学的性質が報告された。第10図に本地域の岩相層序と火山灰層序の関係を示す。

美鹿累層 (松井, 1943)

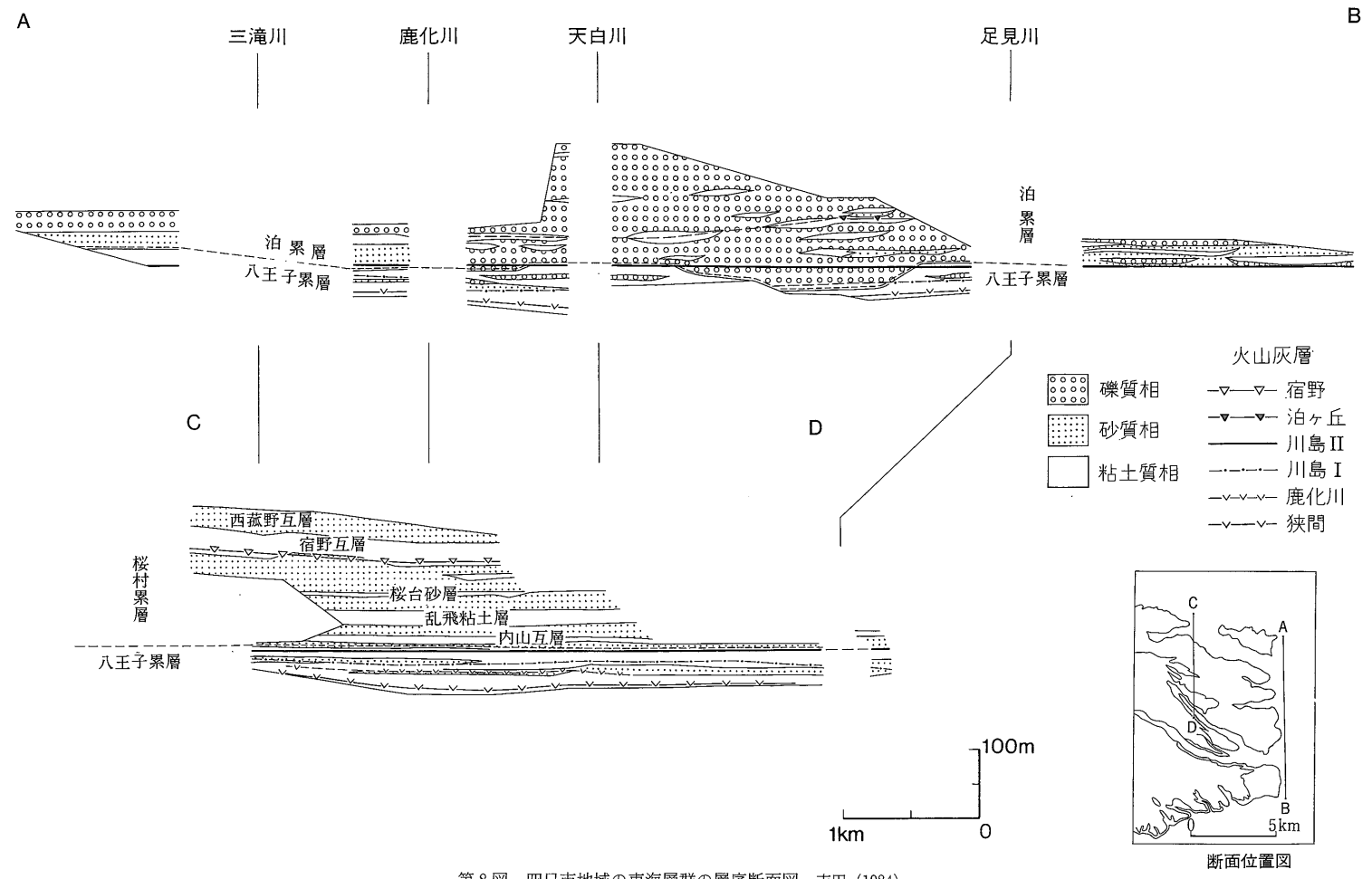
本地域の東海層群の基底礫層であり、基盤凹地に狭く分布する。すべて礫層からなる。不整合面直上付近では、巨-大礫の角-亜角礫からなり、礫の淘汰は極めて悪い。しかし、上部は大礫以下の亜角-亜円礫が多く、成層構造がかすかに認められる。礫のほとんど大部分は中・古生層の砂岩からなるが、上部にはチャートがわずかに含まれている。基質はシルト質の砂である。層厚は60m以下であり、数mの所もある。

古野累層 (松井, 1943)

泥層優勢の泥層と砂層からなり、厚さ数10cmの亜炭層を幾層も挟む。砂層の割合は南部ほど多い。泥層と砂層の厚さは数mから数10cmである。泥層は炭質物に富み、無層理塊状の粘土-シルトと葉理の発達するシルト-砂質シルトからなる。砂層は中-極粗粒砂からなる。層厚は南に向かって45m→100mへと厚くなる。

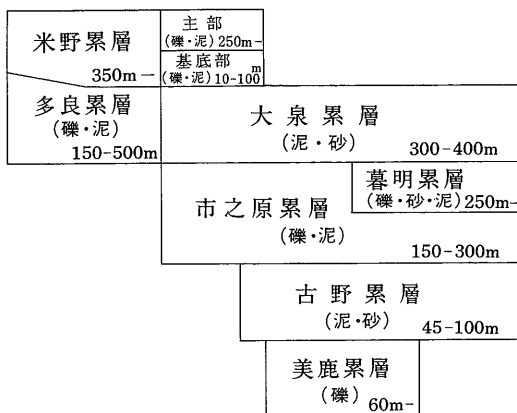
市之原累層 (松井, 1943)

礫層と泥層からなり、砂層を少量伴う。層厚は南に向かって150→300mへと厚くなる。北部ではほとんど礫層からなるが、中部では泥層が多く挟まれ、砂層を少量伴う。南部では泥層の割合が更に増し、砂層も多くなる。また礫も南に向かって小さくなる。このように、本層の層相は南に向かって細粒になる。礫層は南部ほど成層構造・斜交層理の発達が良い。礫は円-亜円礫が卓越し、淘汰は普通から良好の範囲にある。礫は、ほとんど中・古



第8図 四日市地域の東海層群の層序断面図 吉田 (1984)

(北)



(南)

と泥層の層相は、市之原累層や大泉累層の礫層や泥層と同じである。同層準で比べると、中部では礫層の厚さは10mを超え、泥層は少ないが、南部ではほぼ等量の礫層と泥層からなる。礫も南に向かって小さくなる。このように、本層は南に向かって細粒化する。礫は微量の花崗岩を含むが、ほとんど大部分は中・古生層のチャート・砂岩・泥岩である。泥岩は市之原累層よりも多量に含まれている。層厚は150-500mである。

米野累層 (安田, 1956 b)

基底部と主部に分けられる (吉田, 1988)。最大層厚は350mに達する。基底部は厚さ10数mから100mの範囲にあり、厚さ数10cm-数mの炭質の礫-含礫泥層と泥層の互層からなり、流木や木片を多く含む。礫は亜角-亜円礫の中礫が多い。主部は礫層からなり、シート状-レンズ状の泥層を挟む。泥層の量は南部ほど多い。礫は角-亜円礫からなり、上部では巨礫を含む。礫の淘汰は悪い。礫種は中・古生層の砂岩・チャート・泥岩・緑色岩がほとんどを占めるが、花崗斑岩がわずかに含まれている。

2.1.4 鈴鹿地域

鈴鹿地域の東海層群については、秦 (1967)、松井・嶋崎 (1971)、吉田 (1989)、原山ほか (1989) などの研究があるが、ここでは、吉田 (1989)、原山ほか (1989) の調査結果に従って記述する。岩相層序は、下位から美鹿累層・石榑累層・古野累層・多志田川累層・大泉累層及び桜村累層湯の山礫相・米野累層に区分される (第11図)。大泉累層と湯の山礫相は同時異相である。積算層厚は1,500mに達する。

本地域の主な火山灰層は、下位から市之原・石榑・寺尾・石榑北山・杉谷 I-IV の8層であり、市之原・杉谷 I 及びIII火山灰層は対比に重要である。第12図に、本地域の岩相層序と火山灰層序の関係を示す。

美鹿累層

基盤凹地に局所的に分布し、基盤に不整合に載る。層厚は、多志田川で65mであるが、他の分布地域では数mである。すべて淘汰の悪い礫層からなるが、多志田川の上層55mは、礫層に薄い砂・シルト層や亜炭層を挟む。このように、本地域の美鹿累層も、養老地域の美鹿累層と同じ層相を示す。

石榑累層 (吉田, 1989)

礫層からなり、上部に砂・粘土層をわずかに挟む。礫は亜円-円礫からなり、下部で巨礫を混じえ、中上部で大礫を混じえる。礫の淘汰は美鹿累層より良いが、成層構造の発達は多志田川累層より悪い。礫としては中・古生層のチャート・砂岩・泥岩・緑色岩、溶結凝灰岩、花崗岩が含まれる。地表で確認できる層厚は100mである。

第9図 養老地域の東海層群の層序区分

生層のチャート・砂岩・泥岩からなるが、他にも花崗岩と溶結凝灰岩の含有が認められる。泥層の厚さは数m-10数mで、北部では無層理塊状の粘土-シルトと平行葉理の発達するシルト-砂質シルトからなるが、南部では一枚の地層において級化成層することが多い。砂層は厚さ1m前後で、中-細粒砂からなる。

暮明累層 (松井, 1943)

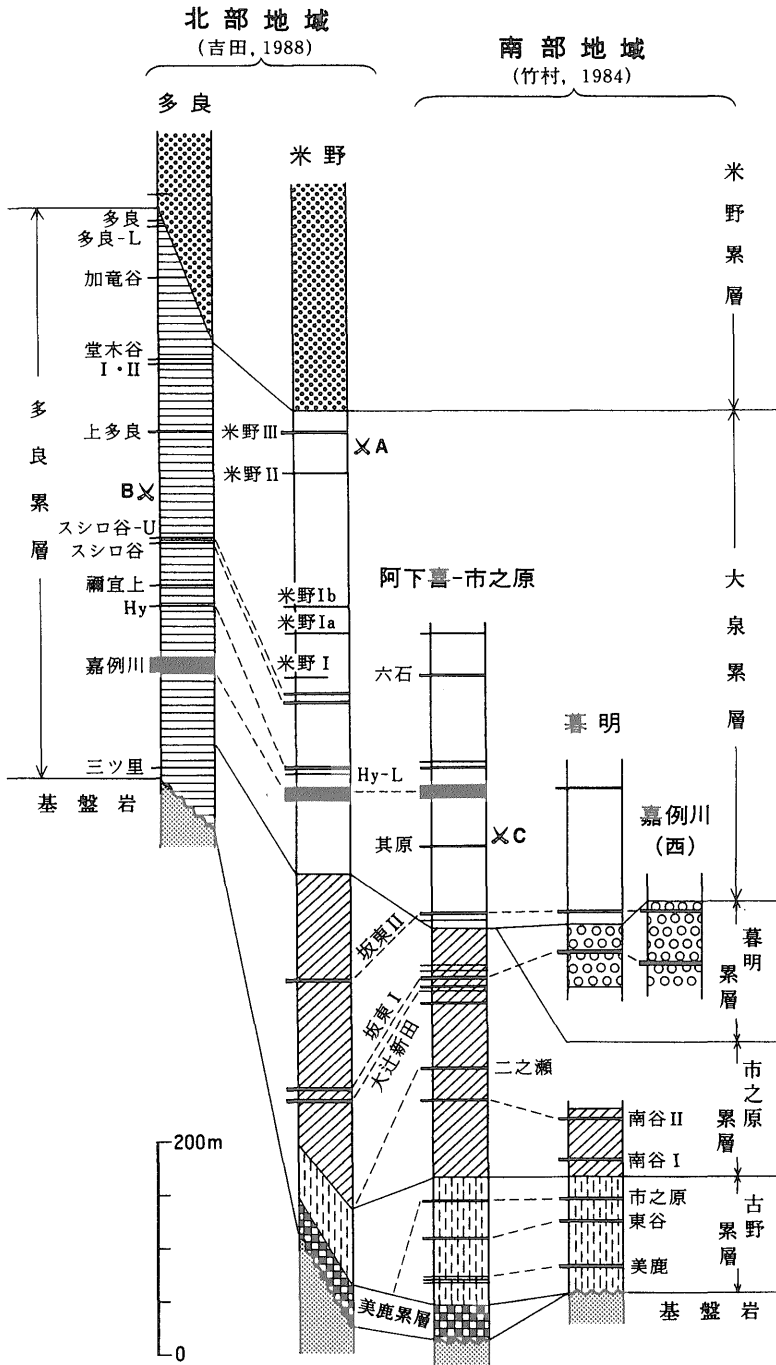
西部では礫層ないし砂礫層から、東部では厚さ10m以上に達する礫層の間に、厚さ数mから10mに近い泥層を挟む。礫層には成層構造や斜交層理が良く発達する。西部では中-細礫に富むが、東部では中礫が多く、大礫を伴う。円磨度は円-亜円礫である。礫は中・古生層のチャート・砂岩・泥岩、そして溶結凝灰岩からなる。層厚は東部で厚く、最大250mに達する。

大泉累層 (松井, 1943)

泥層優勢の泥層と砂層からなり、少量の礫-砂礫層を伴う。層厚は300-400mである。礫-砂礫層は北部で少量挟まれるが、中部ではほとんど泥層からなり、砂層は少ない。逆に南部では砂層を頻りに挟む。このように本層の層相は、北部から中部に向かっていったん細粒になるが、中部から南部に向かって再び粗粒になる。泥層は厚さ1mから数10mの範囲で変化し、大部分無層理塊状の粘土-シルトからなる。市之原累層に認められる平行葉理の発達するシルト-砂質シルトは、北部では少量みられるが、南部ではほとんど認められない。砂層は厚さ10m以下で、多くは中粒砂からなる。礫-砂礫層は厚さ数m以下であり、礫は中礫以下である。

多良累層 (安田, 1956 a)

礫層と泥層からなり、砂層をほとんど挟まない。礫層



第10図 養老地域の東海層群の岩相層序と火山灰層序の関係
吉田(1988)。図中のA-Cはアカシソウ化石の産出層準。

古野累層

大部分泥層からなり、砂層・亜炭層を挟む。泥層は、下部では美鹿累層との境界付近を除き、無層理塊状の粘土-シルトからなる。上部では厚さ 2-5 m ほどの級化成層を示す。このような級化成層する泥層は、その下部では泥質の細-中粒砂から、上部では粘土-シルトからなる。したがって、本累層は上方粗粒化する。亜炭層は厚さ数 cm-数 10 cm である。層厚は、北から南に向かって 70 → 140 m へと厚くなる。このように、本地域と養老地域の古

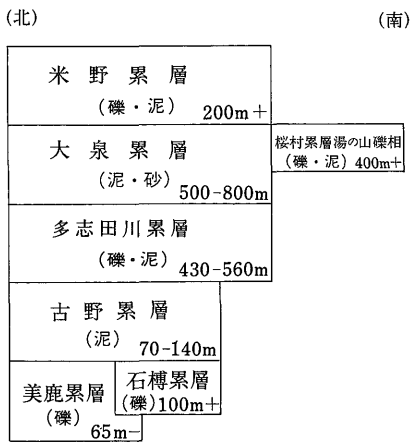
野累層の構成岩相は同じであるが、本地域の古野累層の方が泥層に富む。

多志田川累層 (吉田, 1989)

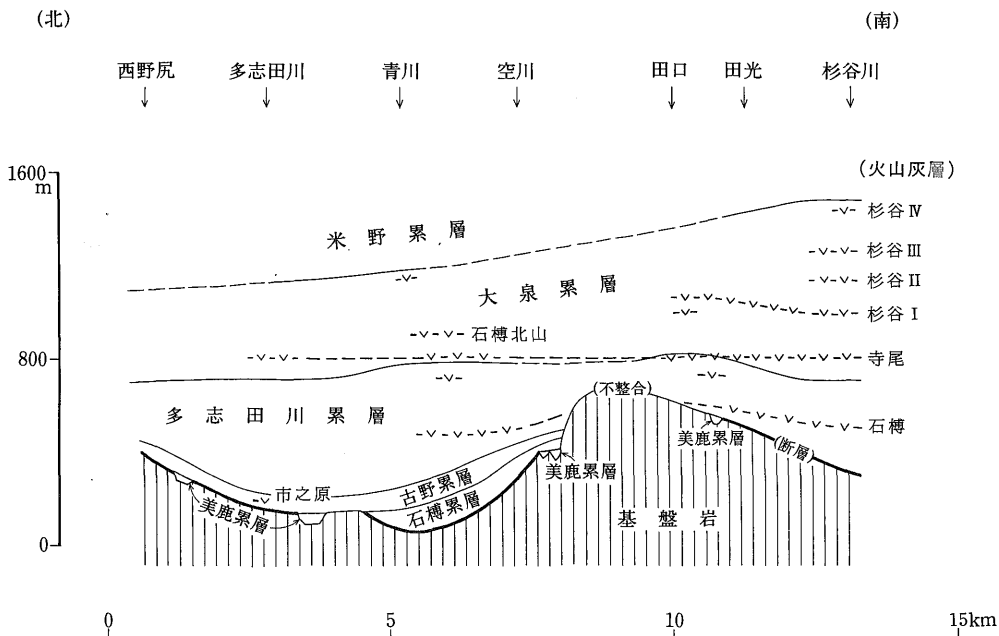
礫層と泥層からなる。層相は南に向かって細粒になり、南部で礫層が減少し泥層が増す。礫層は厚さは数 m-数 10 m で、成層構造が認められ、まれに斜交層理が発達する。礫は円-亜円礫の中-大礫からなる。礫種は石樽累層同様に、中・古生層のチャート・砂岩・泥岩・緑色岩、溶結凝灰岩、花崗岩からなる。泥層の厚さも数 m-数 10 m であり、葉理の発達する砂質シルト-シルトと、無層理塊状の粘土-シルトからなる。植物破片や材化石が含まれる。砂層は厚さ 1-5 m のものがまれに挟まれるだけである。層厚は北から南に向かって 430 m → 560 m へと厚くなる。

大泉累層

泥層と砂層からなり、礫-含礫砂層を少し挟む。泥層の層相は多志田川累層とほぼ同じであるが、まれに砂質-礫質のレンズ状薄層や、淡褐色のシルト層を挟む。砂層は養老地域の多志田川累層より粒度が粗く、細礫を含んだ極粗-中粒砂からなる。厚さは数 10 cm-数 m である。礫層の構成礫種は多志田川累層と変わらないが、多志田川累層よりも礫が小さくなり、成層構造の発達が良くなり、礫の淘汰も良くなる。大泉累層は、南部ではほとんど泥層からなる。また泥層自体も、北-中部では主にシルトから、



第 11 図 鈴鹿地域の東海層群の層序区分



第 12 図 鈴鹿地域の東海層群の層序断面図

南部では主に粘土からなる。したがって、南に向かって層相は細粒化する。層厚は、北から南に向かって500 m → 800 m へと厚くなる。

米野累層

地表で確認される層厚は、最大200 mである。北勢町麓村では礫層と泥層の互層からなる。礫層は厚さ4 m以下、礫の淘汰は悪く、礫は上方粗粒化する。泥層は厚さ数10 cm以下である。菰野町杉谷では、厚さ数m以下の礫層・砂層・泥層からなる。麓村の米野累層より砂層・泥層が多く、礫も小さくなって淘汰もやや良い。礫層には成層構造が認められる。礫の種類は養老地域の米野累層同様に、中・古生層のチャート・砂岩・泥岩・緑色岩、花崗斑岩からなるが、杉谷では花崗岩を含む。

2.2 伊勢湾東岸地域

本論で言う伊勢湾東岸地域とは、岐阜県東部の東濃地

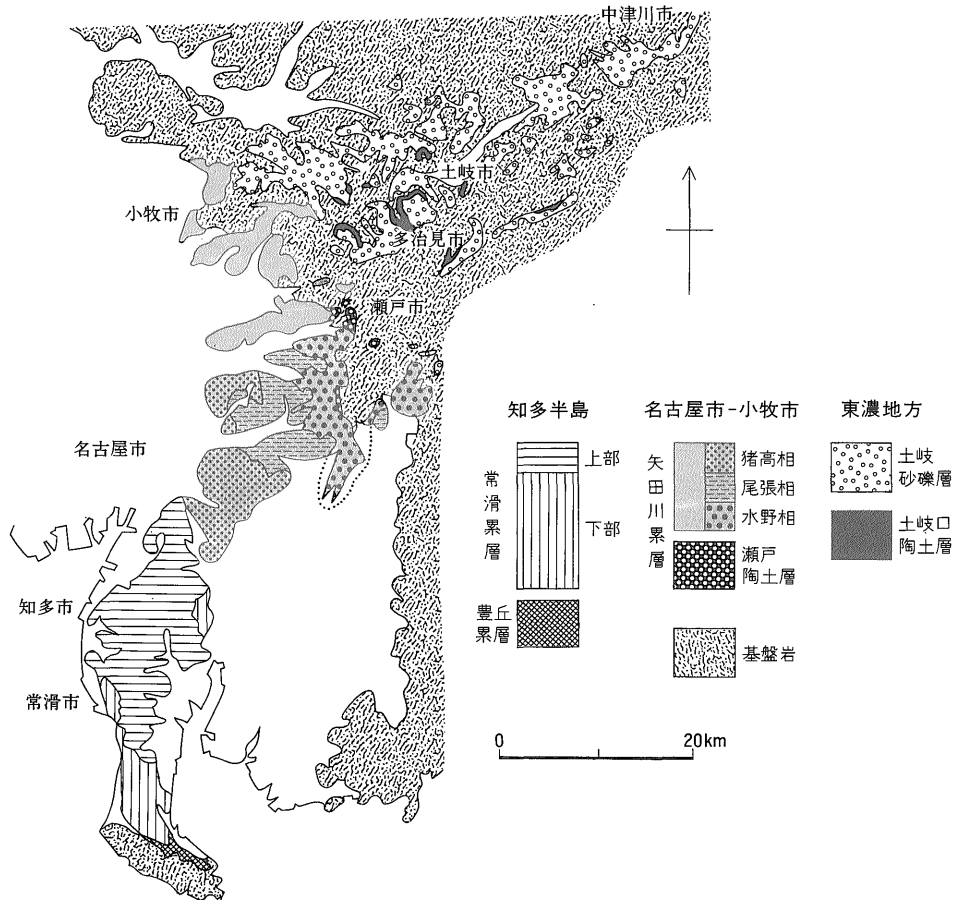
方から、瀬戸市-名古屋市東部を経て、知多半島に至る地域を指す。本地域の東海層群の岩相層序は、東濃地方、瀬戸市-名古屋市東部、知多半島ごとに設定されている(第13図)。

2.2.1 東濃地方

東濃地方の東海層群については、赤嶺(1954)、陶土団体研究グループ(1982, 1985)、中山(1985)などの研究があり、火山灰層の産状記載・記載岩石学的分析も行われている。以下では、赤嶺(1954)の層序区分と堆積物の記載に基づいて記述する。

土岐口陶土層(赤嶺, 1954)

赤嶺(1954)では瀬戸市付近の陶土層を含めて命名記載されたが、その後、東濃地方と瀬戸市付近の陶土層は層準が異なる可能性が指摘され、瀬戸市付近を除いた部分に限って土岐口陶土層の名称が用いられるようになった



第13図 伊勢湾東岸地域の東海層群の地質概略図

赤嶺(1954), 松沢ほか(1960), 山田ほか(1972), 牧野内(1975), 吉田・尾崎(1986)から編纂。

た(糸魚川, 1974など)。本層は, 蛙目粘土・木節粘土・珪砂・キラなどを主とする堆積物からなり, 火山灰層・礫層を挟む。局所的に分布し, 層厚は20m以下である。*Pinus trifolia* bedに属する植物化石を産する(Miki, 1941)。本層に対比されている中津川市地域の板橋累層には, 中津川I及びII火山灰層が挟まれている(陶土団体研究グループ, 1985)。

土岐砂礫層(赤嶺, 1954)

土岐口陶土層の上位に整合に重なり, 広範囲に分布する。見られる限りの層厚は80mである。ほとんど礫層からなり, 一部に砂・粘土の薄層を伴う。礫は円・亜円礫であり, 大礫を含む。礫の種類は, 中・古生層のチャート・砂岩・ホルンフェルスと, 花崗岩, 濃飛流紋岩, 安山岩, 玄武岩, 中新統起源礫からなる。基質は花崗岩質の砂である。

2.2.2 瀬戸市-名古屋市東部

本地域の東海層群については, 松沢・嘉藤(1954), 松沢ほか(1960), 小牧団研グループ(1971), 森(1971a), 坂本ほか(1984, 1986), 中山(1987), 古澤(1988)などの研究がある。火山灰層については, 森(1971a, b), 中山(1987), 古澤(1988), 中山・古澤(1989)によって産状記載・記載岩石学的性質が報告されている。主要な火山灰層としては, 大良池・上野・篠岡・丸根・東郷・長久手0-II・一社・藤森・滝ノ水I及びII火山灰層などがある。

以下では, 松沢ほか(1960)の層序区分と堆積物記載に従って記述する。

瀬戸陶土層(松沢ほか, 1960)

木節粘土・蛙目粘土・珪砂・キラなどの堆積物からなり, 亜炭層を伴う。層厚は最も厚い部分で約40mである。本層からも*Pinus trifolia* bedに属する植物化石が報告されている(三木, 1948)。

矢田川累層(松沢ほか, 1960)

瀬戸陶土層の上に重なり, 下位から水野砂礫相・尾張夾炭相・猪高相に細分される。これら3相は全般的に上下関係にあるが, 互いに少しずつ同層準の地層を含みながら南西側に上位層が重なっている。水野砂礫相は中礫混じりの砂礫層からなり, 砂層・シルト層を伴い, 火山灰層を挟む。礫種は, 中・古生層のチャート・砂岩・ホルンフェルス, 溶結凝灰岩, 花崗岩である。尾張夾炭相はシルト層を主とし, 砂層を伴い, 亜炭層や火山灰層を挟む。猪高相は, 砂礫層・砂層・シルト層からなり, 亜炭層・火山灰層を挟む。全体の層厚は約200mである(森, 1971a)。*Metasequoia* bedに属する植物化石を産出する(三木, 1948)。なお, 本層と下位の瀬戸陶土層の層

序関係については後述する。

2.2.3 知多半島

知多半島の東海層群は, 小瀬(1929), 糸魚川(1971), 牧野内(1975), 吉田・尾崎(1986)などによって研究されている。火山灰層については, 糸魚川(1971), 牧野内(1975), 吉田・尾崎(1986)の産状記載, 中山・古澤(1989)の記載岩石学的性質の報告がある。主な火山灰層としては, 下位から古布・上野間・小鈴谷・大谷・大田・古場・井洞・佐布理・岡田・横須賀・天神池火山灰層がある。

以下では, 吉田・尾崎(1986)の層序区分に従って記述する。

豊丘累層(牧野内, 1975)

知多半島南部に分布し, 中新統師崎層群に不整合に載る。層厚は約85mである。主に厚い礫-砂礫層からなり, 粘土・シルト・砂層を数層挟む。礫にはチャートが多く, 他には師崎層群と中・古生層の砂岩, 結晶片岩が含まれている(牧野内, 1975)。

常滑累層(小瀬, 1929; 吉田・尾崎, 1986再定義)

知多半島北中部に分布する。砂・泥層からなり, 火山灰・亜炭層を挟む。本層は亜炭層を比較的良く挟む下部と, 亜炭層の挟在が減少して少量の砂礫-礫層を挟む上部に二分できる(吉田・尾崎, 1986)。

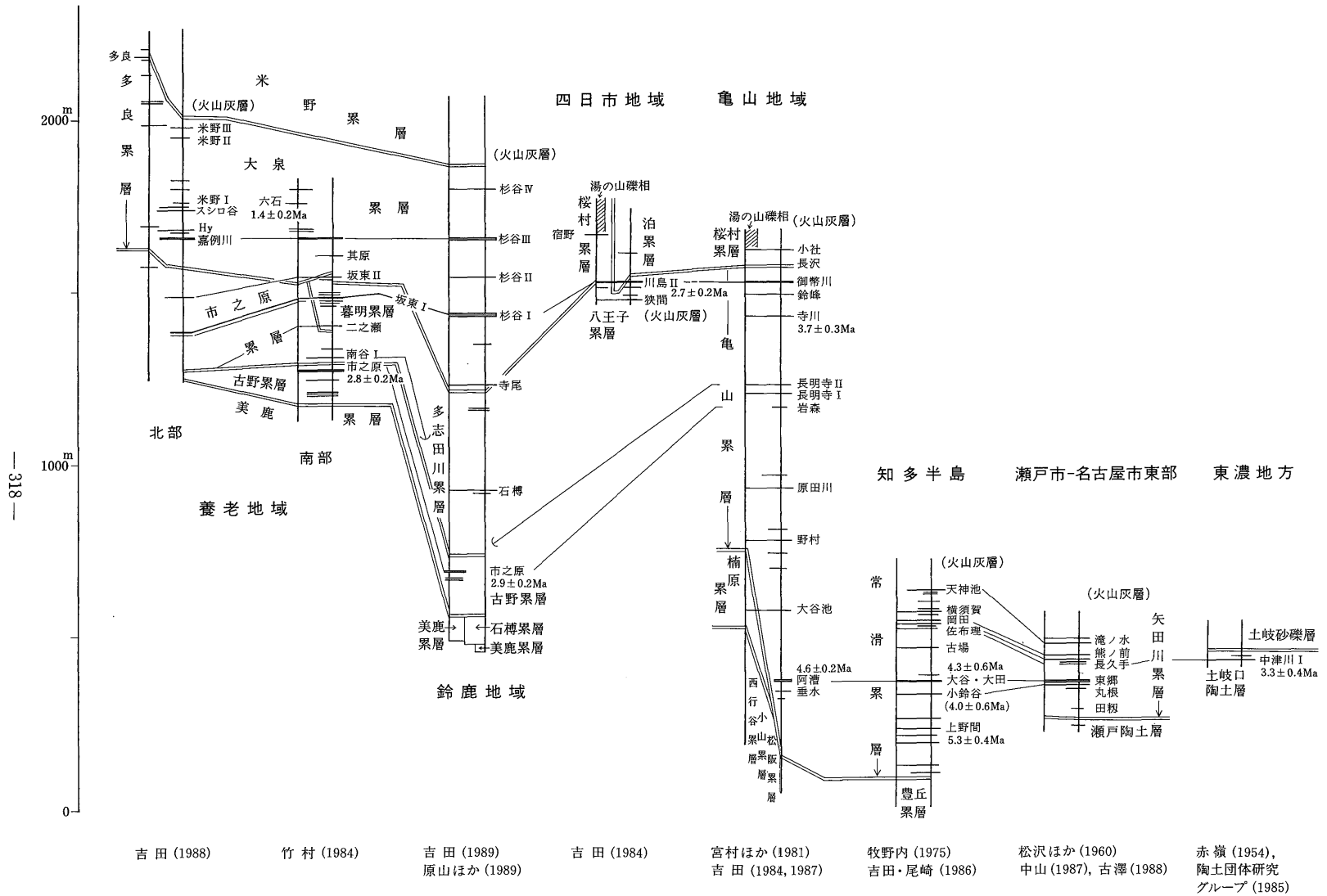
3. 各地の東海層群の対比

第14図は各地の東海層群を, 養老地域, 鈴鹿地域, 四日市地域, 亀山地域, 知多半島, 瀬戸市-名古屋市東部, 東濃地方に分け, 相互に対比したものである。なお, 養老地域は便宜上北部と南部に二分して示した。以下, この結論に至った過程について述べる。

3.1 伊勢湾東岸地域

瀬戸市-名古屋市東部と知多半島の対比は, 森(1971a, b), 牧野内(1975), 吉田・尾崎(1986), 中山(1987), 中山・古澤(1989)などによって, 火山灰層の対比を基にして考察されてきた。これらの見解を取りまとめた第14図から, 矢田川累層は常滑累層にほぼ対比されること, 豊丘累層は矢田川累層よりも下位に対比される可能性が大きいことが分かる。

東濃地方の土岐砂礫層については, 陶土団体研究グループ(1985)によって, 中津川市地域の板橋累層(土岐口陶土層に対比されている)の中津川I火山灰層が小牧市地域の矢田川累層中の篠岡火山灰層に対比可能であり, 同時に 3.3 ± 0.4 Maのフィッシュトラック年代値が報告されている。篠岡火山灰層は, 名古屋市東部の長久手火山灰層に対比されている(森, 1971a)から, これ



第14図 伊勢湾周辺の東海層群の対比 数字はフィッシュントラック年代値, 火山灰層の対比は本文参照。

らの火山灰層の対比にしたがえば、土岐口陶土層と土岐砂礫層を併せた部分は、矢田川累層上部に対比されることになる。

なお、瀬戸陶土層と矢田川累層の関係については、整合説 (赤嶺, 1954; 中山, 1987), 不整合説 (松沢ほか, 1960; 森, 1971a; 牧野内, 1976; 牧野内ほか, 1983) の二つの見解があり、中でも牧野内 (1976), 牧野内ほか (1983) は、両者の間にかかなりの時間間隙を想定し、瀬戸陶土層を中新統としている。

3.2 伊勢湾西岸地域

本地域の東海層群は、竹原 (1961), 石田・横山 (1969), 森 (1971b), 和田 (1982), 竹村 (1983), 吉川・吉田 (1989) によって対比が考察されている。ここでは吉川・吉田 (1989) の結論に加え、隣接地域ごとの岩相層序の比較と火山灰層の対比から、各地の東海層群の対比を試みる。

3.2.1 記載岩石学的性質による火山灰層の対比

吉川ほか (1988) と吉川・吉田 (1989) は、記載岩石学的性質を明らかにする目的で、養老地域と亀山地域の火山灰層の分析を行った。そして、得られた記載岩石学的性質の類似性と野外の産状から、養老地域の南谷 I 火山灰層と亀山地域の長明寺 II 火山灰層が、同じく養老地域の市之原火山灰層と亀山地域の岩森火山灰層が、相互に対比可能であることを示した。

3.2.2 亀山地域と四日市地域の対比

両地域にはいずれも桜村累層が分布する。したがって、亀山地域の桜村累層下位の亀山累層最上部と、四日市地域の桜村累層下位の八王子累層は、岩相層序の比較から相互に対比できる。また、亀山累層最上部の御幣川火山灰層と、八王子累層の川島 II 火山灰層は、挟在する層準がほぼ対応すること、ともに層厚が 5 m 以上に達すること、大型軽石を含むことなどの特徴から、相互に対比された (吉田, 1984)。

3.2.3 四日市地域と鈴鹿地域の対比

四日市地域と鈴鹿地域の東海層群は、両地域を通じて分布する湯の山礫相を鍵にして対比できる。鈴鹿地域の湯の山礫相は、①大泉累層の一般走向がほぼ湯の山礫相のそれに連続すること、②大泉累層分布最南部のすぐ南に、南方の湯の山礫相に層相が一致する厚さ 25 m の礫層が、一志断層に沿って露出することから、大泉累層と同層準とみなすことができる。一方、四日市地域の湯の山礫相は、桜村累層の周縁礫相である。つまり、湯の山礫相を仲立ちにして、大泉累層と桜村累層は相互に対比可能である。また、桜村累層産の大型植物化石が、大泉・米野累層産の植物化石と似ていることも指摘されている

(安田, 1958)。

一方、相互に対比可能な火山灰層としては、四日市地域の川島 II 火山灰層と鈴鹿地域の杉谷 I 火山灰層がある。両火山灰層は挟まれる層準がほぼ対応し、いずれも、①層厚 5 m 以上に達し、②軽石を含む柔らかな灰白色ガラス質火山灰からなり、③基底に粗い部分を持つ (第 15 図)。

3.2.4 鈴鹿地域と養老地域の対比

鈴鹿地域の東海層群は北勢盆状構造の西翼部を、養老地域の東海層群は同構造の東翼部を形成し、両地域の岩相層序は比較的良く対応している。また両地域に分布する古野累層のいずれにも、市之原火山灰層が挟まれている (横山ほか, 1980)。

市之原火山灰層以外で対比可能な火山灰層としては、鈴鹿地域の杉谷 I 火山灰層と養老地域の坂東 I 火山灰層、鈴鹿地域の杉谷 III 火山灰層と養老地域の嘉例川火山灰層がある。

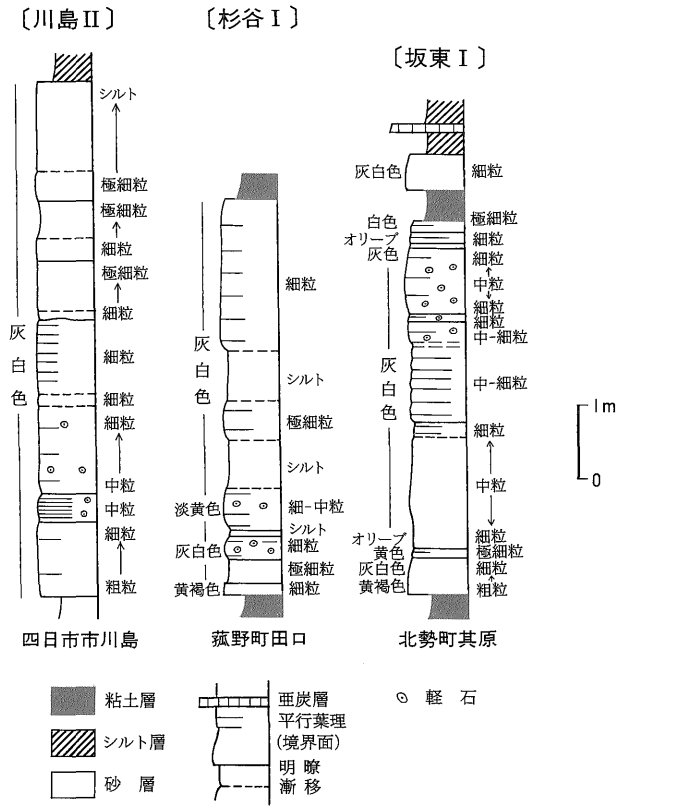
杉谷 I 火山灰層は前記した特徴を有し、大泉累層下部に挟まれるが、坂東 I 火山灰層もほぼ同じ層準に挟まれ、層厚が 5 m 以上に達し、軽石を含有する灰白色ガラス質火山灰からなり、基底に粗粒部を持っている (第 15 図)。

杉谷 III 火山灰層と嘉例川火山灰層は、いずれも杉谷 I 及び坂東 I 火山灰層より上位のほぼ同層準に挟在し、ともに層厚が厚く軽石を含んでいる。またいずれも、下部が中上部より粒度が細かく、この点が杉谷 I 及び坂東 I 火山灰層とは逆である (第 16 図)。嘉例川火山灰層の産状の特徴として、基底部付近が赤紫色 (あずき色) を示すことが指摘されている (吉川ほか, 1988)。杉谷 III 火山灰層の場合は、風化が進んでいるので嘉例川火山灰層ほど明瞭ではないものの、その下部は薄いあずき色を呈している。

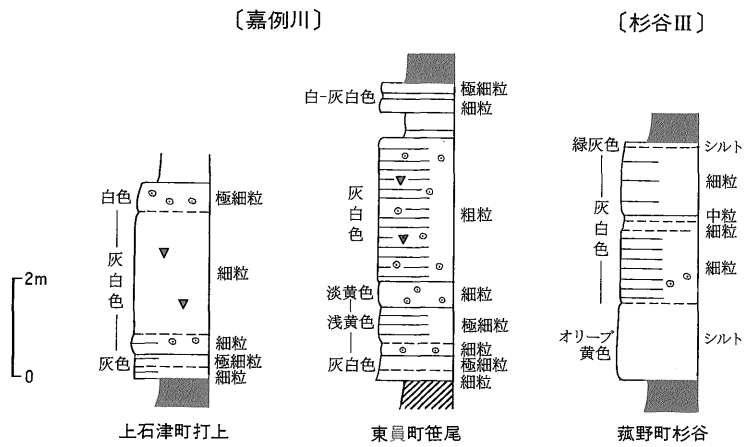
3.3 伊勢湾両岸の対比

伊勢湾西岸の阿漕火山灰層と知多半島南部の大谷火山灰層が互に対比できることは、記載岩石学的性質などに基いて、森 (1971b) が最初に指摘した。その後、吉田 (1987) も、阿漕・大谷火山灰層それぞれの模式地の産状がほとんど一致すること、両火山灰層のフィッシュントラック年代値が誤差の範囲で一致することを述べた。

その後、阿漕火山灰層の模式地におけるより詳細な岩石記載学的性質は吉川・吉田 (1989) が、大谷火山灰層の方は中山・古澤 (1989) が明らかにした。両文献中では、記載岩石学的性質からみた両火山灰層の対比の可否については述べられていないが、文献中に示されたそれぞれの分析結果を検討しても、従来の見解が否定されるような資料は認められない。



第15図 川島II・杉谷I・坂東I火山灰層の地質柱状図
極細粒, 細粒, 中粒, 粗粒は, それぞれ極細粒砂, 細粒砂, 中粒砂, 粗粒砂を示す(第16図も同じ)。



第16図 杉谷III火山灰層と嘉例川火山灰層の地質柱状図
凡例は第15図と同じ。

次に伊勢湾西岸と知多半島の東海層群の基底部, すなわち松阪累層と豊丘累層を, 以下の理由から相互に対比する。

1) 知多半島では大谷火山灰層から豊丘累層までの層厚は約 360 m (牧野内, 1975) である。一方, 伊勢湾西岸では, 阿漕火山灰層から小山累層までの層厚は, 最大約 300 m である。松阪累層は小山累層よりも下位だから, 阿漕火山灰層から松阪累層までの層厚は 300 m より大きいことになる。しかし, 久居市から嬉野町に露出する亀山累層のうち, 一志断層付近を除いた部分の傾斜はほとんど水平に近いから (第 3 図 a), 360 m を大きく超すような層厚は想定しがたい。つまり, 両地域における大谷・阿漕火山灰層と基底礫層までの層厚には, 顕著な差はない。

2) 阿漕火山灰層から松阪累層までの部分の亀山累層, 大谷火山灰層から豊丘累層までの部分の常滑累層は, いずれも単調な泥層と砂層の繰り返しからなる。このことは, 両者の堆積速度に大した差がなかったことを示す。

4. 層序の総括

4.1 岩相層序

各地の東海層群を対比した結果から得られる各累層の相互関係は, 次のように要約できる (第 14・17 図, 及び第 24 図参照)。

1) 東海層群には 2 層準に基底礫層が発達する。一つは, 南に分布する豊丘・松阪・小山・西行谷累層である。もう一つは, 北に分布する美鹿・石樽累層である。層準は南の基底礫層の方が北の基底礫層より下位である。

2) 二つの層準の基底礫層の上位には, いずれも亜炭層を挟む常滑累層下部・楠原累層・古野累層が重なる。

3) 矢田川累層は常滑累層に, 常滑累層は亀山累層下半部にほぼ対比される²⁾。土岐口陶土層と土岐砂礫層を併せた部分は, 矢田川累層上部に対比される。

4) 美鹿・石樽・古野累層は全体として亀山累層上半部の下部に当たり, 伊勢湾東岸の東海層群よりも上位に対比される可能性が強い。

5) 市之原・暮明・多志田川・八王子累層を併せた層準は, ほぼ亀山累層上半部の上部に当たる。

6) 多良・大泉・桜村・泊累層はほぼ対比される。したがって, ともに礫質相である暮明累層と泊累層の層準は,

2) 常滑累層の上限が, 伊勢湾西岸の東海層群のどの層準に対比できるかを示すような直接資料は, 現時点では得られていない。ここでは, ①中津川 I 火山灰層が, 約 3.3 Ma のフィッシュオントラック年代値を示し, 長久手火山灰層に対比されると言う見解 (陶土団体研究グループ, 1985) と, ②矢田川累層から常滑累層に向かって, すなわち北東から南西方向に層厚が増大している (第 14 図) 点を考慮して, 常滑累層を亀山累層下半部に対比する。

暮明累層の方が泊累層よりも少し下位である。

7) 多良累層最上部は米野累層下部と同層準である。

8) 米野累層は東海層群最上部累層である。

4.2 化石層序

大阪層群や古琵琶湖層群では, 火山灰層序に基づいて植物化石や長鼻類化石の生層序分布が明らかにされ, それぞれの盆地内部の対比や広域対比, また日本の鮮新-更新統の地史を編む際の重要な資料となっている。しかし, 東海層群の場合, 従来から報告されてきた両化石の生層序分布は, 火山灰層序の中できちんと位置づけられていない。両化石の生層序分布を明確にしておくことは, 今後東海層群の対比を考察する上で重要であるから, 東海層群の層序を設定したこの機会に, 伊勢湾西岸を中心に, それらをまとめておく。

4.2.1 大型植物化石

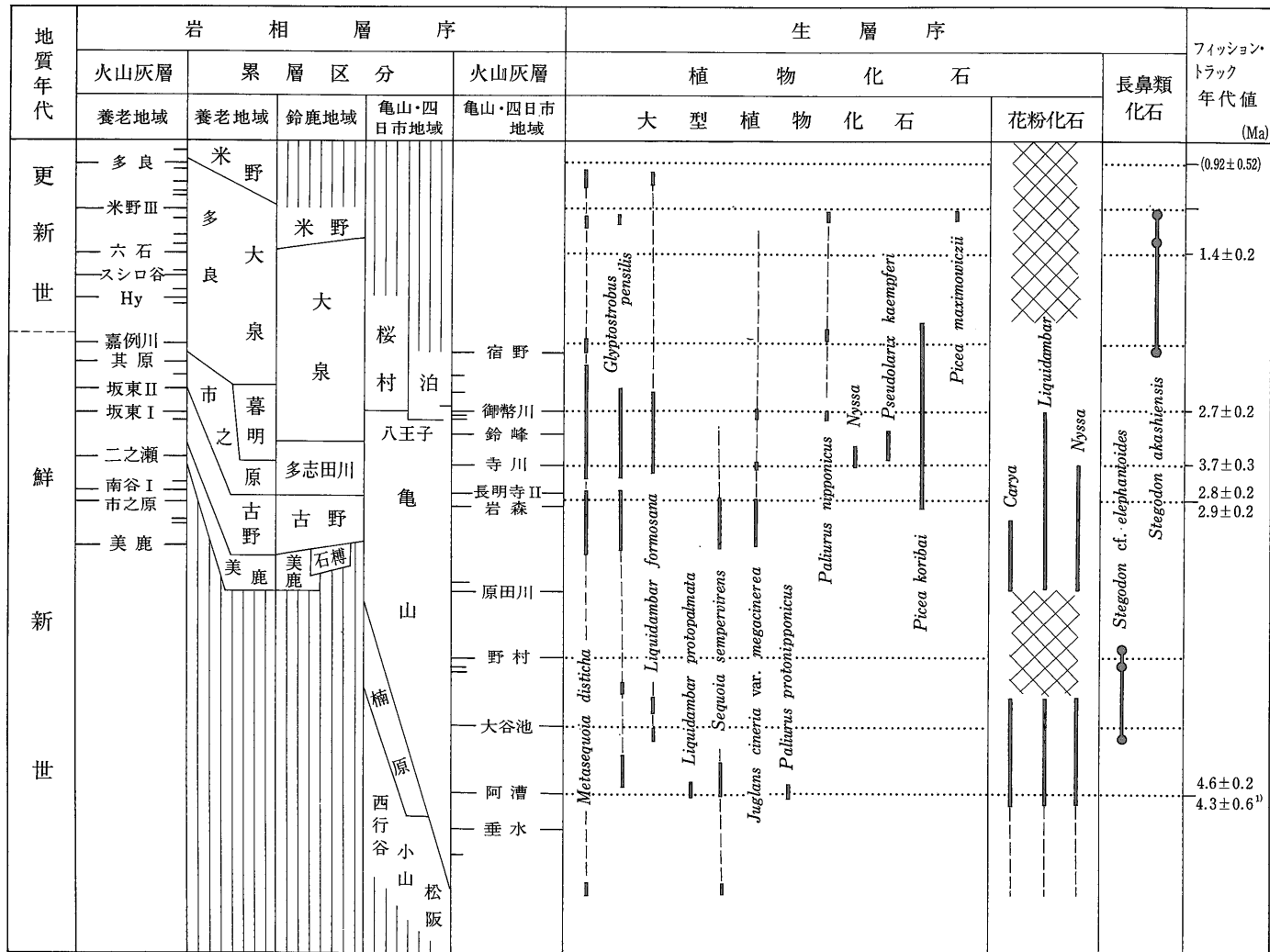
大型植物化石は, これまで三木 (1948), 松井 (1943), 赤嶺ほか (1951), 角田 (1958), 安田 (1958), 吉田 (1987) によって報告されている。これらの報告中に記述された産出場所と火山灰層序の対応を検討し, 主要な大型植物化石の生層序分布を求めた (第 17 図)。なお同図には, 知多半島の常滑累層産の大型植物化石の資料 (三木, 1948; 尾上ほか, 1986) も付け加えた。

同図に示されているように, 伊勢湾西岸の東海層群からは, *Metasequoia*, *Glyptostrobus* がほぼ全層準から産出し, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Sequoia sempervirens*, *Juglans cinerea* var. *megacineria*, *Paliurus nipponicus*, *Pseudolarix kaempferi*, *Picea koribai* などが散在的に含まれる。これらは, 鮮新世-更新世前期のメタセコイア植物群 (市原, 1960) を特徴づける種類である。

4.2.2 花粉化石

花粉化石は, これまで SOHMA (1959), 島倉 (1964), 松井・嶋崎 (1971), 西山ほか (1975) によって報告されているが, 島倉 (1964) を除く他の三つの論文は, 扱った試料の数も少なく対象とした層準の幅も狭い。これに対し, 島倉 (1964) は亀山累層から大泉累層中部の広範囲にわたる層準を対象として, 花粉分析を行った。しかし, 亀山累層の一部と大泉累層上部から米野累層については研究されていない。

ここでは, 島倉 (1964) の分析結果を整理して, 対比の際に重視される *Carya*, *Nyssa*, *Liquidambar* の生層序分布を第 17 図に示す。同図から示されるように, *Carya* は古野累層まで, *Nyssa* は市之原累層下部まで, *Liquidambar* は市之原累層上部あるいは亀山累層最上部まで産出する。つまり *Carya* → *Nyssa* → *Liquidambar* の順に消滅する。



第17図 伊勢湾西岸の東海層群層序の総括

1) は大谷火山灰層のフィッシュントラック年代値。

4.2.3 長鼻類化石

東海層群から産出するエレファントイデスゾウ (*Stegodon cf. elephantoides*) とアカシゾウ (*Stegodon akashiensis*) は、それぞれ亀井ほか (1988) による哺乳動物化石による分帯の PM 2 帯 (下から二番目) と、QM 1 帯 (下から三番目) を特徴づける示準種である。以下、これまで報告された両種の産出地点を下位層準から列記する。

1) エレファントイデスゾウ (第 5 図)

①地点：芸濃町林町の^{あきら}明小学校北約 100 m (角田, 1958)。層準：大谷池火山灰層下位約 50 m の亀山累層下部 (吉田, 1987)。

②地点：河芸町北黒田北西約 1 km の通称長池の北側 (角田, 1958)。層準：野村火山灰層下位約 40 m の亀山累層下部 (吉田, 1987)。

③地点：亀山市野村町の黒谷 (角田, 1958)。層準：正確な層準は確定できないが、野村火山灰層付近と推定される。

④地点：亀山市住山町椋川の河床 (竹村ほか, 1978)。層準：野村火山灰層下位約 25 m の亀山累層中部 (竹村ほか, 1978; 宮村ほか, 1981)。

2) アカシゾウ (第 10 図)

①地点：員弁町笠田大溜西約 100 m の谷 (松井, 1943)。層準：其原火山灰層直上の大泉累層下部 (竹村, 1984)。

②地点：上石津町上多良の^{すしろだに}須城谷 (樽野・吉田, 1987)。層準：スシロ谷火山灰層上位約 50 m の多良累層中部。

③地点：藤原町上之山田東方の^{あいはがわ}相場川東岸 (角田・赤嶺, 1958)。この場所では近接する 3 箇所から相次いで発見された。層準：米野Ⅲ火山灰層直下の大泉累層最上部 (吉田, 1988)。

以上の産出層準に基づいた長鼻類化石の生層序分布を第 17 図に示す。エレファントイデスゾウは亀山累層の大谷池火山灰層下位から野村火山灰層上位まで産出し、地質年代としてはほぼ鮮新世中頃に当たる。アカシゾウは其原火山灰層上位から米野Ⅲ火山灰層下位の大泉累層及び多良累層下部から産し、地質年代はほぼ更新世前期である。

4.3 フィッシュントラック年代

フィッシュントラック年代は、亀山・四日市地域からは吉田 (1987)、鈴鹿・養老地域からは横山ほか (1980) によって報告された。これらの測定値を第 17 図に示した。ただし、多良火山灰層のフィッシュントラック年代値は、吉川ほか (1988) によって同火山灰層に対比された大阪

層群のピンク火山灰層の値 (市原ほか, 1984) である。知多半島では、牧野内ほか (1983) による報告があり、古布火山灰層が 7.6 ± 0.8 Ma または 5.2 ± 0.8 Ma、上野間火山灰層が 5.3 ± 0.6 Ma、小鈴谷火山灰層が 4.0 ± 0.8 Ma、大谷火山灰層が 4.3 ± 0.6 Ma の値が得られた。ただし古布火山灰層の値は、信頼度が低いとされている。東濃地方では、既述したように中津川 I 火山灰層の 3.3 ± 0.4 Ma の報告がある (陶土団体研究グループ, 1985)。

5. 大阪・古琵琶湖層群との関係

5.1 岩相層序の相互関係

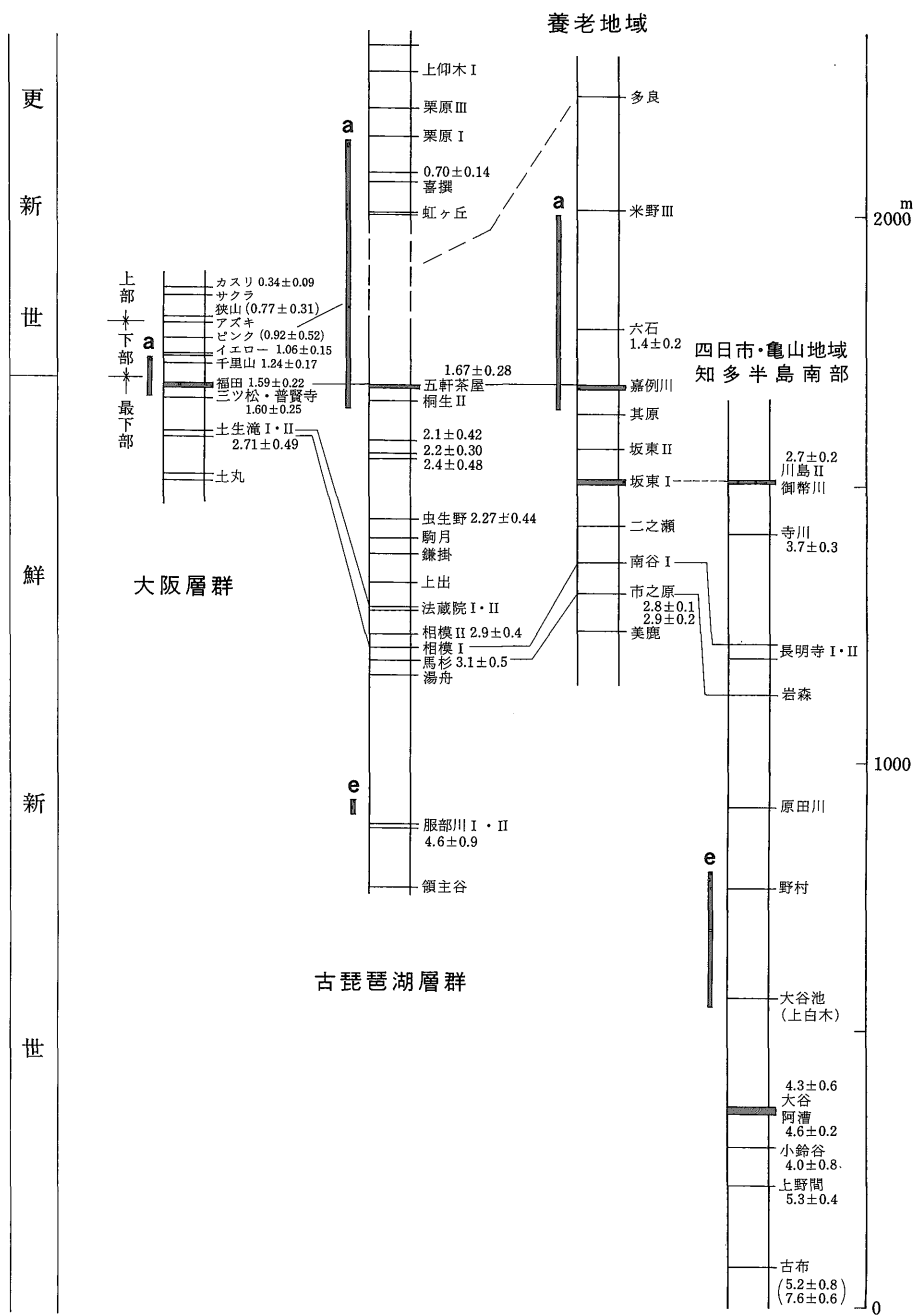
東海層群と大阪・古琵琶湖層群の対比は、特徴的な火山灰層の対比から、第 18 図のようになされている (吉川・吉田, 1989)。この対比に従えば、養老・鈴鹿地域の東海層群は、大阪層群下部から最下部に対比される。また、四日市地域と亀山地域、そして知多半島の東海層群は、大阪層群最下部及び古琵琶湖層群下部に相当する部分を含み、更にそれより下位層準を含むことになる。

5.2 生層序の相互関係

火山灰層による 3 層群の対比と、長鼻類化石による 3 層群の対比の間には矛盾がない。例えば、アカシゾウが産出し始める層準は、既に吉川ほか (1988) が指摘したように 3 層群で良く一致する。またエレファントイデスゾウについても、東海層群と古琵琶湖層群の間で、産出層準やフィッシュントラック年代に矛盾がない。

次に植物化石についてみると、伊勢湾西岸の東海層群はすべてメタセコイア植物群期に当たるが、東海層群の上限は大阪層群下部に対比されるので、この点も整合する。ただし大阪層群下部は、メタセコイア植物群期のうち、その消滅期によって特徴づけられる (市原, 1960) が、大阪層群下部に当たる嘉例川火山灰層より上位の部分からは、消滅期を特徴づける *Pinus koraiensis* や *Menyanthes trifoliata* は、今のところ報告されていない。しかし米野Ⅲ火山灰層直下からは、第四紀寒冷型の *Picea maximowiczii* の産出が、安田 (1958) によって報告されている (第 17 図)。

したがって、嘉例川火山灰層より上位の東海層群にも、大阪層群下部同様にメタセコイア植物群消滅期を示す植物化石が含有されている可能性が大きい。この点からみて、柴田ほか (1977) が、「花粉分析結果からみると、パミス (注：嘉例川) 火山灰層付近から暖・冷の気候変動が激しくなり第四紀型の気候にはいるようである」と述べていることは注目される。



第18図 東海・古琵琶湖・大阪層群の対比

3層群の対比は吉川・吉田(1989)による。aはアカシゾウ、eはエレファントイデスゾウの生層序分布。数字はフィッシュントラック年代(Ma)で括弧つきは信頼度の低いもの。なお、大阪層群と古琵琶湖層群の柱状図は吉川(1983)を簡略化した。古琵琶湖層群の湯舟火山灰層より下位の部分はすべてYOKOYAMA *et al.* (1980, 1982)の記載に基づき加筆した。大阪層群のフィッシュントラック年代は、市原ほか(1984)による。アカシゾウ化石の産出層準は、大阪層群はITIHARA *et al.* (1984)、古琵琶湖層群は樽野(1983)に基づく。ただし大阪層群は、樽野(1983)の見解に従って、スギヤマゾウをアカシゾウに含めた場合を示した。

5.3 鮮新世・更新世境界

大阪層群では、福田火山灰層直上付近のメタセコイア植物群消滅期の始まりの層準が、鮮新世と更新世の境界とされている(市原, 1960)。嘉例川火山灰層は福田火山灰層に対比される(吉川ほか, 1988)から、鮮新世-更新世境界は、嘉例川火山灰層直上付近に位置することになる。

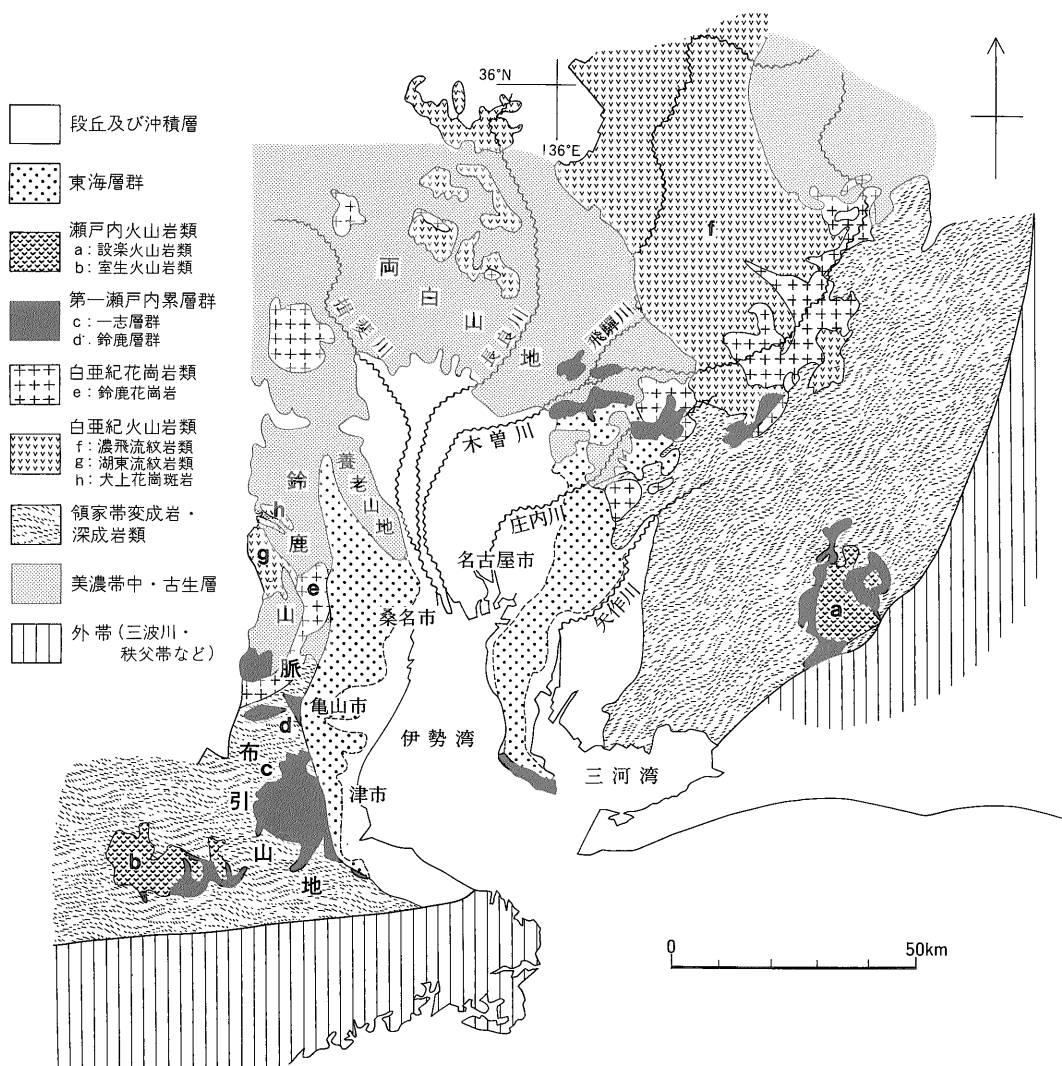
6. 東海湖盆の古地理変遷

東海湖盆の古地理変遷を考察するため、初めに堆積物の供給方向あるいは供給地を、古流向・礫種構成や累層内部あるいは累層間の水平的な層相変化から累層ごとに求める。古流向は、礫の覆瓦構造と礫層の基底に発達す

るチャンネルを用いた数例を除き、すべて板状型斜交層理から得た。また礫種構成は、野外において中礫以上の礫を200個以上数えて礫種ごとの個数比を求め、その結果を5段階の割合で表示した。なお初めに、東海層群の構成堆積物の供給源となっている、伊勢湾周辺の先東海層群について略述する。

6.1 伊勢湾周辺の先東海層群の分布

伊勢湾周辺の先東海層群には、古いものから美濃帯の中・古生層、領家帯の変成岩類・深成岩類、山陽帯の一員である白亜紀の火山岩類及び花崗岩類、中-下部中新統の第一瀬戸内累層群、中部中新統の瀬戸内火山岩類がある(第1・19図)。



第19図 伊勢湾周辺の先東海層群の地質概略図

中・古生層は、両白山地から養老山地を経て鈴鹿山脈まで分布し、砂岩・泥岩・チャート・石灰岩・緑色岩からなる。領家帯の変成岩類と深成岩類は、主に布引山地に分布し、領家帯変成岩類は片状ホルンフェルス・片麻岩・珪質片麻岩などから、領家帯深成岩類は主にトータル岩・閃緑岩・斑れい岩・花崗閃緑岩・花崗岩などからなる(山田ほか, 1981)。

山陽帯の火山岩類及び花崗岩類は、湖東流紋岩類・酸性貫入岩類・花崗岩に分けられる。湖東流紋岩類は鈴鹿山脈西部から近江盆地にかけて露出し、流紋岩溶結凝灰岩・軽石凝灰岩などからなる。酸性貫入岩類には、秦荘石英斑岩・犬上花崗斑岩・猪ノ鼻及び青土トータル岩がある。花崗岩は鈴鹿山脈中南部に分布し、鈴鹿花崗岩と呼ばれる中・粗粒黒雲母花崗岩からなる(山田ほか, 1981; 原山ほか, 1989)。このような山陽帯火山岩及び花崗岩類は、東海湖盆の北側から北東側にも大規模に分布し、濃飛流紋岩類・奥美濃酸性岩類・貝月山花崗岩などと呼ばれている。

第一瀬戸内累層群は泥岩・砂岩・礫岩からなり、海生・汽水生の化石を多産する。鈴鹿・布引山地には、一志層群・鈴鹿層群などの第一瀬戸内累層群が分布する。瀬戸内火山岩類は、伊勢湾周辺では室生火山岩と設楽火山岩がある。室生火山岩は布引山地西方に分布し、流紋岩溶結凝灰岩からなる。設楽火山岩類は知多半島の東方に露出し、主に流紋岩質の火山岩・火砕岩から構成されている。

6.2 堆積物の供給方向と供給地

6.2.1 伊勢湾東岸地域と亀山地域

初めに古流系と礫種構成から、土岐口陶土層と瀬戸陶土層を除いた堆積物の供給方向と供給地について考察する。

a. 古流系(第20図)

亀山地域の古流系は、次のような特徴を持つ。

- 1) 松阪・小山・西行谷累層と楠原累層の古流向は、すべて鈴鹿・布引山地から平野へ方向を示す。
- 2) 亀山累層の古流向には、①津市以南の北方向、②亀山市安坂町付近の山地から平野へ方向、③亀山累層の大部分の層厚・範囲を占める南西方向、の三つがある。これらのうち、①と②は1)の山地から平野への流れが、亀山累層堆積時まで引き続いてきたことを示す。

以上の古流向資料は、松阪・小山・西行谷・楠原累層の堆積物と亀山累層の一部の堆積物が山地側から、亀山累層の大部分の堆積物が北東から来たことを示す。

伊勢湾東岸地域の東海層群については、土岐砂礫層の西・南向を示す古流向資料がある(中山, 1985)。常滑累

層の古流向は、分布南部の常滑累層下部では北向き、分布北部の常滑累層下部と上部では北東以外の向きを示す(吉田・尾崎, 1986)。

b. 礫種構成(第1表)

松阪・小山・西行谷累層は、中新統の一志層群や鈴鹿層群起源礫を普遍的に含み、鈴鹿市南畑では野登山花崗閃緑岩(宮村ほか, 1981)を多く含んでいる。この点は、3累層の堆積物が鈴鹿・布引山地側から来たことを示す古流向資料と一致する。なお小山累層と西行谷累層には、溶結凝灰岩礫が含有されているが、それぞれの分布位置と古流向の向きを考えれば、小山累層の溶結凝灰岩礫は室生火山岩起源、西行谷累層の方は湖東流紋岩類起源であろう。

伊勢湾東岸地域に関しては、土岐砂礫層に濃飛流紋岩礫が含まれていること(陶土団体研究グループ, 1985; 中山, 1985)、矢田川累層に濃飛流紋岩と設楽火山岩礫が認められることが報告されている(中山, 1987)。

c. 累層ごとの供給方向・供給地

知多半島南部の豊丘累層と、亀山地域の松阪・小山・西行谷累層については、次のような推定が可能である。

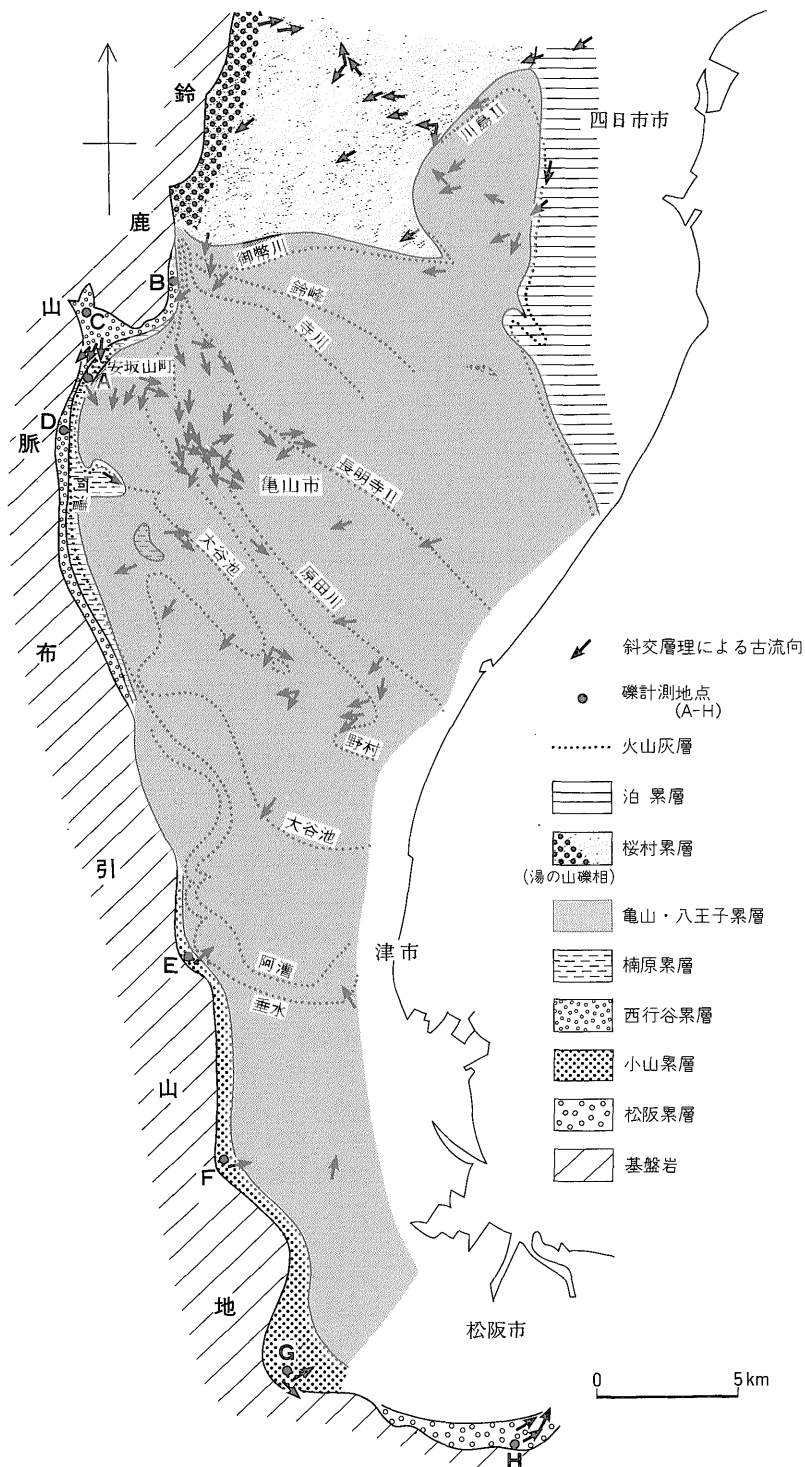
1) 豊丘累層は、中新統師崎層群由来礫や、三波川帯起源を想定させる結晶片岩礫を含み、層相は伊勢湾側に向かって細粒になる(牧野内, 1975)。したがって、堆積物は南東側から来たことになる。

2) 松阪・小山・西行谷累層の堆積物が、鈴鹿・布引山地側から来たことは、古流向・礫種構成からみて明らかである。しかし、構成礫種と古流向の特徴を考えると、3累層の堆積物は別々の供給地からきた可能性が強い。例えば、松阪累層の礫はチャートと一志層群砂岩礫がほとんどを占め、古流向は北東向きを示すが、小山累層には室生火山岩礫が少数含まれ、古流向は東向きを示す。これに対し、西行谷累層には湖東流紋岩類や鈴鹿層群起源礫が普通に含まれ、古流向は南東から南向きを示す。

以上を総合すると、3累層の堆積物の供給地には、松阪累層では南西の領家帯地域、小山累層では西の室生火山岩地域、西行谷累層では北西の湖東流紋岩類地域が含まれていたと推定される。なお西行谷累層については、和田(1982)によって同様の見解が述べられている。

3) 泥層・砂層・礫層からなる楠原累層は、礫層の構成礫種が下位の西行谷累層と同じであり、古流向も南東向きを示すことから、堆積物は西行谷累層堆積時に引続いて鈴鹿山脈側から来たに違いない。

4) 亀山累層下半部は常滑累層に、常滑累層は矢田川累層にほぼ対比できる(第14図)。初めに古流向資料をみると、常滑累層の分布北部の古流向は上下部とも北東



第20図 亀山・四日市地域の東海層群の古流向
A-Hは第1表の礫計測地点.

第1表 亀山地域の東海層群の礫種構成
計測地点は第20図に示す。括弧付きの地名は模式地。

累層名	地名	計測位置	地点	中・古生層			花崗岩	深成岩類	中塩基性溶結凝灰岩	中新統	
				砂岩	チャート	泥岩・ホルンフェル				一志層群	鈴鹿層群
楠原	亀山市前田川	分布北部	A	△	●	△	△		○		○
西 行 谷	鈴鹿市南畑	分布最北部	B		●	+		◎			
	亀山市安坂山町	分布北部	C	△	◎	△			◎		△
	関町白木一色	分布中部	D		◎	△		△	◎		○
小 山	津市片田町	分布北部	E		●	○			○	○	
	(一志町小山)	分布中部	F		●	△			○	○	
	松阪市伊勢寺	分布南部	G		●	△			○	○	
松阪	(松阪市上川町)	分布東部	H		●			△		○	

● ≥ 50% 50% > ◎ ≥ 25% 25% > ○ ≥ 5% 5% > △ ≥ 1% 1% > +

以外の方向を示し、亀山累層下半部の主要部の古流向は南西向きを示す。次に3累層の水平的な層相変化をみると、①矢田川累層は礫-砂礫層などの礫質層に富み、②常滑累層はシルト卓越の泥層と砂層に一部砂礫層を伴い、③亀山累層下半部は粘土を良く含む泥層と砂層からなるが礫質層は含まない。つまり3累層は、全体として北東から南西に向かって細粒化する。更に矢田川累層には、湖盆東に分布する濃飛流紋岩と設楽火山岩礫が含まれている。

一方、湖盆西縁部では、基底礫層堆積当時の鈴鹿・布引山地側からの流れが、亀山市安坂山町付近と津市以南において亀山累層堆積時にも認められる。また湖盆南縁に近い常滑累層下部の古流向は北向きである。

以上述べた3累層の古流向・層相変化を総合すると、①堆積物は主に湖盆の東-北東側から供給された、②しかし湖盆南縁部では、常滑累層下部(伊勢湾西岸では大体阿漕火山灰層より下位の部分)の堆積期までは、南からの流れが継続していた、③更に湖盆東縁の亀山市安坂町付近では、鈴鹿山脈側からの堆積物の供給があった、とまとめられる。

5) 土岐砂礫層については、古流向が西-南方向を指すこと、濃飛流紋岩礫を含むことが指摘されていることから、堆積物は濃飛流紋岩を含む地域からきたことが分かる。

6) 亀山累層上半部の堆積物は、次の理由から亀山累層下半部同様に北東からきたことが指摘できる。①亀山累層上半部及び八王子累層の古流向は南西向きを示す

(第20図) ②四日市市付近の八王子累層と亀山累層最上部の層相変化をみると、前者の方が粗粒である(吉田, 1984)。③亀山累層の下半部と上半部の層相は変わらない。

6.2.2 四日市地域

八王子累層については前述したので、桜村累層(湯の山礫相を除く)と泊累層について検討する。両累層の古流向は、下位の八王子累層と同じく南西向きである(第20図)。また東に位置する泊累層(礫質相)は、西側の桜村累層(砂質相)に漸移的に移化する(吉田, 1984)。したがって、堆積物が北東から供給されたことは確実である。

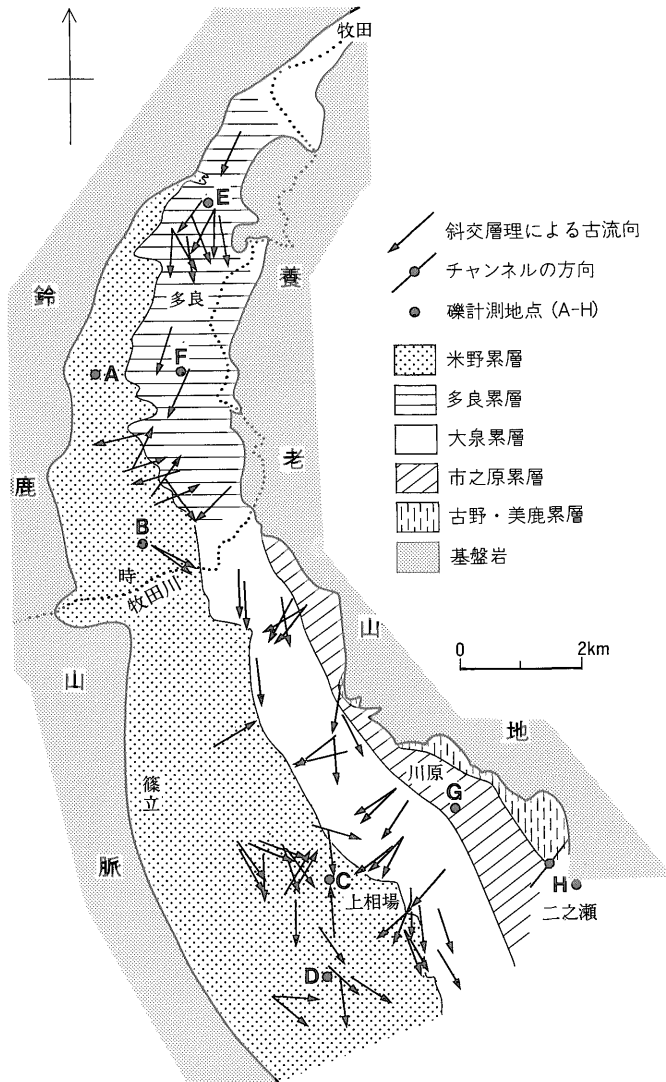
6.2.3 養老地域

本地域については、吉田(1988)によって既に議論されたので、暮明累層について新たに考察を加え、他の累層は、吉田(1988)の考察結果を要約する。第21・22図に本地域の東海層群の古流向を、第2表に礫種構成を示す。

1) 美鹿累層は、局所的に分布すること、構成礫種・基質が分布背後の基盤岩の岩種に一致すること、それらの淘汰が極めて悪いことなどの特徴から、分布に隣接する基盤岩から堆積物が供給された。

2) 古野累層は泥層と砂層からなるが、古流向からみて少なくとも砂層は養老山地側(つまり北東)からきた堆積物によって形成された可能性が大きい。

3) 市之原累層は、古流向が南西向きを指すこと、層相が南東に向かって細粒化すること、微量の溶結凝灰岩と



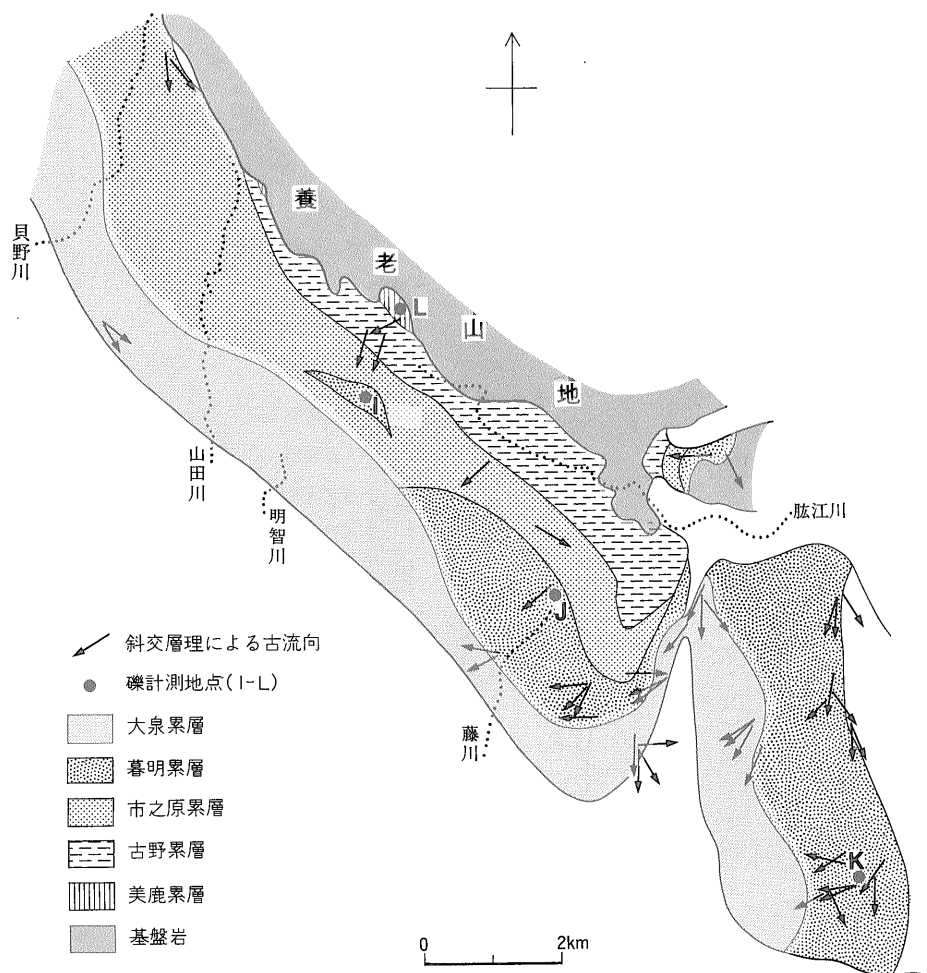
第21図 養老地域北部の東海層群の古流向
吉田 (1988)。A-Hは第2表の礫計測地点。

花崗岩の礫を含むことから、堆積物は北方から供給され、その供給地には、養老山地北方 50 km 付近の奥美濃酸性岩類地域が含まれていた。

4) 暮明累層は養老山地南麓から四日市市北部にかけて分布し (第3図 b), 古流向は全体に南向きを示し、北西方向に市之原累層上部に移化する (第22図)。したがって、堆積物は北側から供給されたことになる。暮明累層には、市之原累層と違って溶結凝灰岩礫が普遍的に含有されている (第2表) が、南向きの古流向が卓越することを考えると、これらの溶結凝灰岩礫の起源は、現在の

木曾川上流域に広く発達する濃飛流紋岩類に違いない。

5) 多良累層と大泉累層は同時異相の関係にあり、古流向は南向き、つまり養老山地の延びの方向と平行である (第21・22図)。また両累層の層相は、全体として南に向かって細粒化する。多良累層は花崗岩礫を含み溶結凝灰岩礫を含まない。これらの特徴から、2つの累層の堆積物は、北方から鈴鹿・養老山地間を通過して供給された。ただし、養老山地南麓の桑名市・東員町地域の 大泉累層は、古流向が南向きを示し (第22図)、層相も北西側に分布する大泉累層より粗粒なので、暮明累層同様に堆積



第22図 養老地域南部の東海層群の古流向
I-Lは第2表の礫計測地点。

物は北から供給されたに違いない。

6) 米野累層は、古流向が東方向を指し、犬上花崗斑岩礫を含み、礫の淘汰・円磨度が悪いなどの特徴から、堆積物は鈴鹿山脈内部から供給された。

6.2.4 鈴鹿地域

初めに古流系と礫種構成から、堆積物の供給方向と供給地について考察する。

a. 古流系 (第23図)

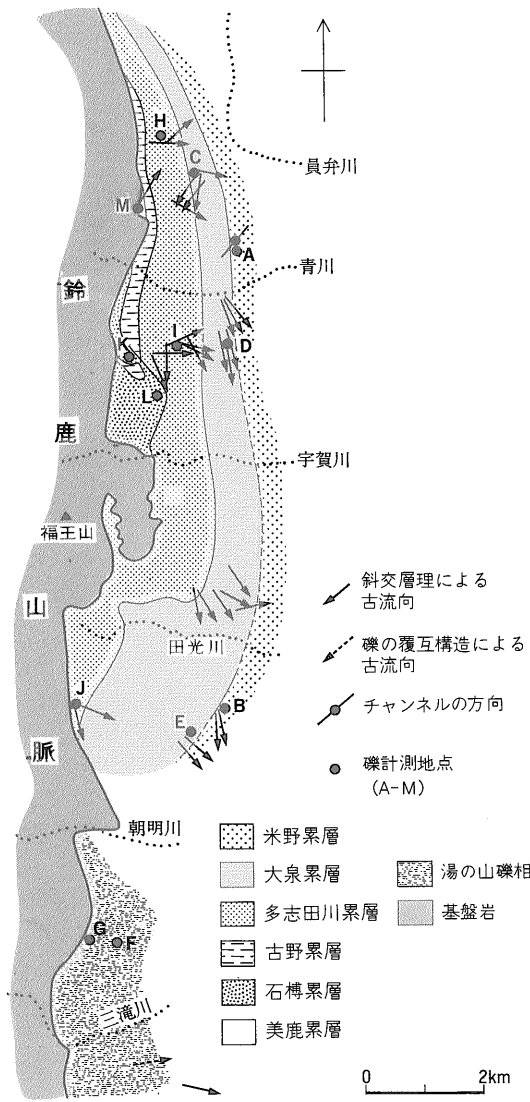
美鹿累層からは、北東向きを示す古流向が、多志田川南支流の1か所で得られた。多志田川累層の古流向は、全体に東向きを示すが、分布中南部では南東から南南東向きのものが多い。大泉累層の古流向は、多志田川累層よりも全体に南にかたよるが、分布最北部の古流向の幾つかは南南西の向きを示し、分布中部の福王山東方では

南東向きの古流向が卓越する。2か所で計測された湯の山礫相の古流向は、いずれも東向きである。米野累層の古流向は、青川北岸の麓村では北東向き、田光川南岸の杉谷では南南東向きである。

したがって古流向資料から判断すると、堆積物のほとんどは、西の鈴鹿山脈側から供給されたことになる。

b. 礫種構成 (第3表)

最下部の美鹿累層は中・古生層起源礫だけからなるが、他の累層は、溶結凝灰岩・花崗斑岩・花崗岩の礫を含有している。溶結凝灰岩礫は石榑・多志田川・大泉累層と湯の山礫相に含まれ、花崗斑岩礫は最上部の米野累層にだけ認められる。花崗岩礫は、美鹿累層を除く各累層に散在的に含まれているが、湯の山礫相では、下部には認められず、上部になると数%含有されるようになる。



第23図 鈴鹿地域の東海層群の古流向
A-Mは第3表の礫計測地点。

以上の礫種の供給源になるような地層・岩体のうち、中・古生層と花崗岩は本地域の東海層群の基盤岩として広く露出するが、溶結凝灰岩・花崗斑岩は分布せず、しかも供給源となるべき岩体は、本地域周辺でも限られた分布を示す(第19図)。古流向が示す湖盆西側からの堆積物の供給という点を考えて、溶結凝灰岩は湖東流紋岩類、花崗斑岩は犬上花崗斑岩を供給源とするに違いない。

c. 累層ごとの供給方向・供給地

1) 美鹿累層の分布形態、礫種構成・層厚・層相の特徴は、養老地域的美鹿累層に良く一致し、古流向は北東向きである。したがって堆積物の供給源が、同層分布地の西に隣接する中・古生層であったことは確実である。

2) 石椋累層は美鹿累層同様に礫層からなり、その層厚は100 m以上に達する。また溶結凝灰岩礫を含み、大きいものは長径30 cmに達している。このような大きな溶結凝灰岩礫の供給源としては、西方に分布する湖東流紋岩類以外には考えられない。この推定は、石椋累層が鈴鹿地域だけに分布し、また礫の淘汰・円磨度が美鹿累層より良いことから支持される。

3) 多志田川累層は、同累層にほぼ対比される養老山地側の市之原累層と同じく礫層と泥層からなり、堆積物は南に向かって細粒化する。市之原累層の堆積物の供給地は、養老山地を超えた北方からと推定されたが、本累層の堆積物も市之原累層の場合と同じ所から来たものとみなすと、以下の点を説明できない。

①古流向が全体に東向きを示す。②市之原累層にほとんど認められない溶結凝灰岩礫が、多志田川累層には少量ながら普遍的に含まれている。また、礫径も多志田川累層の場合の方が大きい。

以上の理由から、多志田川累層の堆積物も西方からもたらされ、その供給地には、石椋累層の場合と同様に、湖東流紋岩類が含まれていたに違いない。

4) 多志田川累層の下位に発達する古野累層は、ほとんど泥層からなるため、堆積物の供給地を特定できるような古流向・礫種構成などの資料は得られなかった。しかし、下位的美鹿・石椋累層と上位の多志田川累層の堆積物が、西方から供給されたことを考えれば、古野累層の主な堆積物も西方からきたと考えるのが自然である。例えば、古野累層は上方粗粒化し、上部では厚さ数m単位の級化成層を示すが、このような上方粗粒化は、多志田川累層を堆積した西からの運搬作用が古野累層上部の堆積当時から、微弱ながら始まっていたことを表している可能性が高い。

5) 大泉累層は、養老山地側の大泉累層と同じく泥層優勢の泥層と砂層からなり、南に向かって細粒化する。養老山地側の堆積物は、鈴鹿・養老山地間から来たと推定されたが、本地域の堆積物も同じ源から来たとすると、南南東-南東向きの古流向が卓越すること、本地域の方が養老山地側より全体に堆積物が粗粒であること、溶結凝灰岩礫を含むことを説明できない。

したがって、本地域の堆積物の供給地には、多志田川累層の場合と同じように、西方の湖東流紋岩類が含まれていたものと推定される。ただし、本地域最北部の古流

地質調査所月報(第41巻 第6号)

第2表 養老地域の東海層群の礫種構成

計測地点は第21・22図に示す。括弧付きの地名は模式地。

累層名	地名	計測位置	地点	中・古生層			花崗岩	花崗斑岩	溶結凝灰岩
				砂岩	チャート	泥岩・緑色岩			
米野	上石津町岩須	分布北部	A	●	◎	△			
	上石津町時	分布中部	B	●	◎	+		+	
	藤原町中里グム	分布南部	C	●	◎	+		+	
	藤原町日内	分布最南部	D	◎	●				
多良	上石津町山田谷川	分布北部	E	△	◎	●	+		
	上石津町三ツ里	分布南部	F	○	◎	●			
市之原	北勢町川原	上部	G	○	●	◎			
	北勢町二之瀬	下部	H	○	●	◎	+		+
暮明	員弁町スリーレイクスゴルフ場北	分布西端	I	○	●	+			△
	東員町笹尾団地北	分布西部	J	○	●	+			○
	桑名市大山田団地	分布中部	K	○	●	△			○
美鹿	(多度町美鹿)	分布東部	L	●	+				

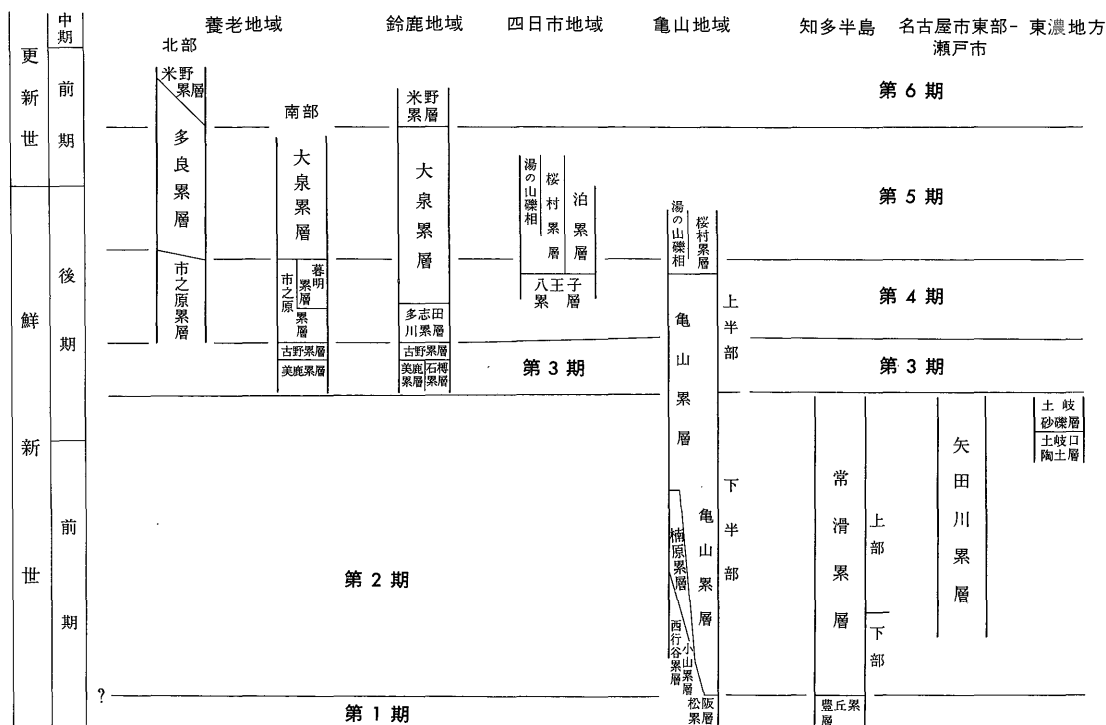
● ≥ 50% 50% > ◎ ≥ 25% 25% > ○ ≥ 5% 5% > △ ≥ 1% 1% > +

第3表 鈴鹿地域の東海層群の礫種構成

計測地点は第23図に示す。括弧付きの地名は模式地。

累層名	地名	計測位置	地点	中・古生層			花崗岩	花崗斑岩	溶結凝灰岩
				砂岩	チャート	泥岩・緑色岩			
米野	麓村	分布北部	A	○	●	○		+	
	杉谷	分布南部	B	○	●	○	△	+	
大泉	多志田川本流	分布北部	C	○	●	○			△
	源太川南流	分布中部	D	○	●	△	+		△
	杉谷川	分布南部	E	△	●				+
湯の山	湯の山ゴルフ場	上部	F	△	●	○	△		○
	同上	下部	G	○	●	△			○
多志田川	多志田川本流	分布北部	H	○	●	○	△		△
	源太川南流	分布中部	I	◎	●	○	△		△
	杉谷川	分布南部	J	○	●	○			+
石樽	源太川南流		K	◎	●	△			○
	(空川)		L	○	●	○	+		○
美鹿	多志田川南流	上部	M	●	+	+			
		下部		●					

● ≥ 50% 50% > ◎ ≥ 25% 25% > ○ ≥ 5% 5% > △ ≥ 1% 1% > +



第24図 東海層群の対比と東海層群堆積期の区分

向の幾つかは、南南西の向きを示すので、最北部の堆積物の一部は、鈴鹿・養老山地間を通して供給された可能性がある。

6) 湯の山礫相は主に礫層からなり、泥層と砂層を伴う。堆積物の供給地は、以下に示す理由から、湖東流紋岩類を含む西方に求められる。

①古流向は東向きである。②鈴鹿山脈東麓に限って分布し、層相は東方に細粒化する。③少量の溶結凝灰岩やごくわずかの花崗岩の礫を含む。④礫の淘汰・円磨度や礫径は、石種累層の場合と良く似ている。

7) 本地域の米野累層の層相・礫種構成は、養老地域と変わらない。また古流向も北東あるいは南南東向きである。したがって、本地域の米野累層の堆積物も、鈴鹿山脈内部から来た。

6.3 古地理変遷

東海湖盆の発達段階を良く示せるような時間面で、東海層群の堆積期(鮮新世初頭頃³⁾-更新世前期末)を6つの時期に分け(第24図)、各時期ごとの堆積域と堆積物の供給方向を描いて6枚の古地理図を作成した(第25-30図)。以下、第1期から順に述べる。

第1期(鮮新世初頭頃:第25図)

湖盆南側からの堆積物の供給によって、湖盆南部の基底礫層が形成された時期を第1期とする。すなわち、東海湖盆が発生した時期に当たる。

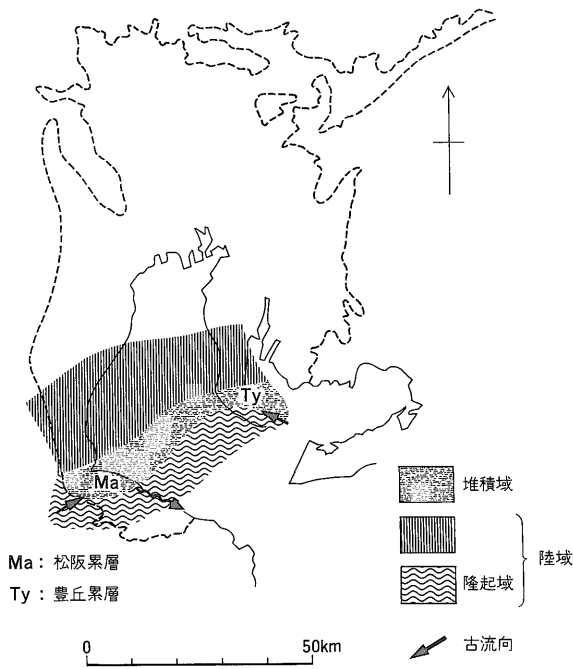
この時期には、知多半島南部から伊勢湾西岸南部を結ぶ方向に隆起部と沈降部が生じ、北側の沈降部に堆積物が供給され、知多半島では豊丘累層(礫-砂礫)が、伊勢湾西岸南部では松阪累層(礫)が堆積した。

第2期(鮮新世前期-後期前葉:第26図)

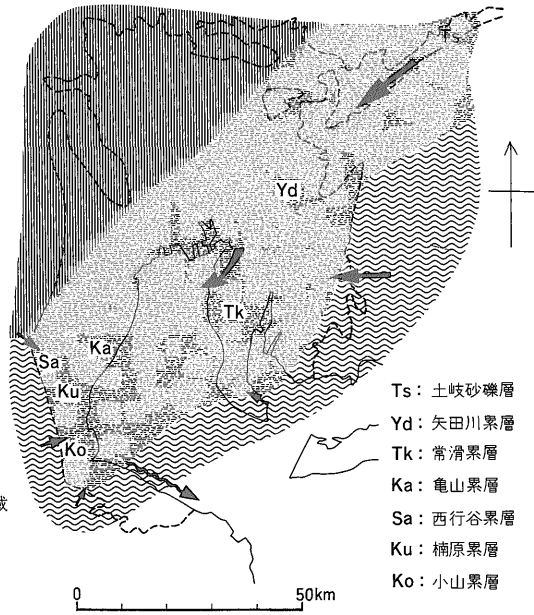
湖盆東-北東側及び西側からの堆積物の供給が始まった時から、鈴鹿・養老地域の基底礫層の堆積が始まるまでのあいだを第2期とする。

この時期には堆積域は第1期よりも北に移動し、その領域も大きくなった。第1期に引き続き南からの供給は、常滑累層下部(泥・砂)や龜山累層(泥・砂)の阿漕火

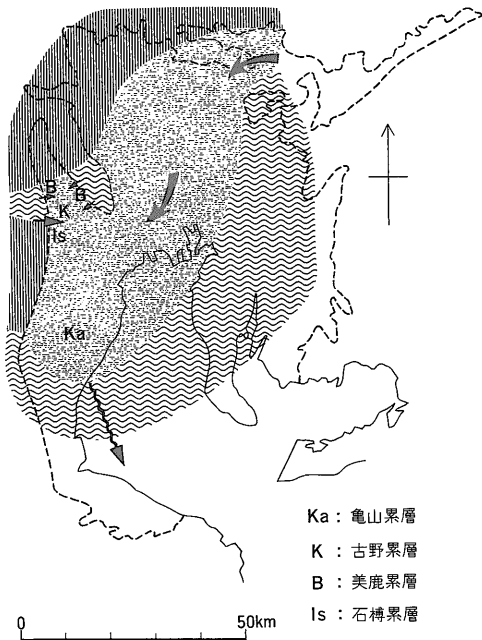
3) 東海湖盆の発生時期は、牧野内ほか(1983)によって6.5 Ma頃と推定された。この値は常滑累層の堆積速度が一定と仮定して、フィッシュトラック年代と層厚の関係から平均堆積速度を求め、それを豊丘累層の基底まで外挿して得たものである。同様の手法で川島II・岩森(市之原)・阿漕火山灰層の年代と龜山累層の層厚を用いて計算すると、松阪累層の基底年代は5.2から5.6 Maの鮮新世と中新世の境界付近にくるので、ここでは、東海湖盆の発生時期を鮮新世初頭頃と表現した。



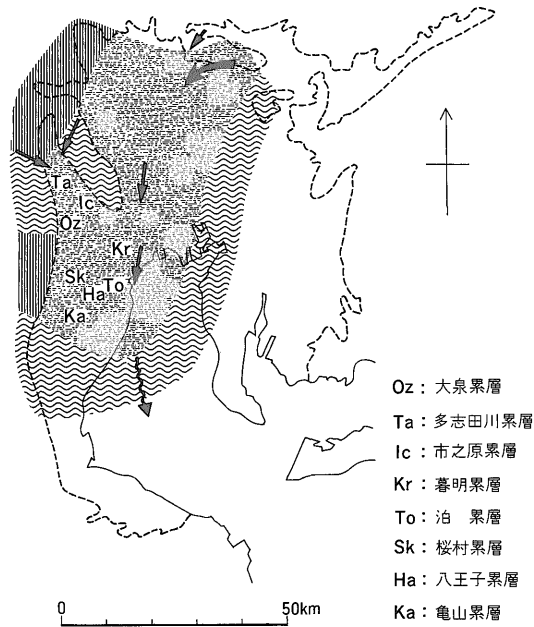
第25図 東海湖盆の古地理—第1期—



第26図 東海湖盆の古地理—第2期—
凡例は第25図と同じ。



第27図 東海湖盆の古地理—第3期—
凡例は第25図と同じ。



第28図 東海湖盆の古地理—第4期—
凡例は第25図と同じ。

山灰層の堆積時当りまでは、穏やかながら継続されていたがやがて停止し、その後は湖盆東-北東側の設楽火山岩-濃飛流紋岩類地域からの堆積物の供給が卓越するようになった。この東-北東側からの流れによって堆積したのが、北東から南西に向かって、土岐砂礫層(礫)、矢田川累層(礫・砂・泥)、常滑累層上部(砂・泥)、阿漕火山灰層付近より上位の亀山累層下半部(砂・泥)である。一方湖盆西側、すなわち布引山地及び鈴鹿山脈南部側からの堆積物の供給は、それぞれの山地前縁に厚い基底礫層(小山累層と西行谷累層)を堆積した。

以上述べた2つの流れによる堆積場の境界付近には、穏やかな堆積環境、例えば亜炭を堆積するような沼沢地が生じ、楠原累層(泥・砂・礫)が堆積した。

第3期(鮮新世後期前葉:第27図)

鈴鹿・養老地域の沈降の開始から、市之原累層の堆積が始まるまでの期間を第3期とする。湖盆の堆積域は更に北西側に移動し、鈴鹿・養老地域以外では、湖盆北東側からの堆積物の供給によって引続き亀山累層上半部(砂・泥)が堆積した。

一方、鈴鹿・養老地域では、美鹿・古野・石樽累層が堆積した。美鹿累層は鈴鹿・養老山地の山麓に局所的に分布し、堆積物は隣接の基盤山地から来た。古野累層は美鹿累層を欠く領域では基盤に直接載り、沈降部の全域に分布する。石樽累層は鈴鹿山脈山麓のみに堆積するが、比較的厚い礫層からなり、堆積物は遠方から供給されている。以上の点を踏まえて、鈴鹿・養老地域の当時の古地理を考察すると、次のようになる。

この堆積域では、隣接の基盤山地から供給された礫層(美鹿累層)が、山地前縁に局所的に堆積した。ただし1か所、鈴鹿山脈中部の山麓では、湖東流紋岩類地域を含む領域から堆積物が運ばれ、当時の山地前縁に厚い礫層(石樽累層)が堆積した。美鹿・石樽累層の堆積域を除く地域では、沼沢地のような堆積環境にあり、亜炭を伴う泥層主体の堆積物(古野累層)が形成された。

第4期(鮮新世後期中葉:第28図)

養老地域に市之原累層が堆積した時期を第4期とする。湖盆の堆積域は更に西側に移動した。当時の湖盆内に堆積物を供給した流れには、第3期に続く湖盆東側からの経路、養老山地を通過した北からの経路、鈴鹿山脈側からの経路の三つがあった。

湖盆東側からの経路は、第3期よりも北寄り、つまり北北東からの流れになった。この北北東からの流れによって、北から暮明累層(礫・砂・泥)、泊累層(礫・砂・泥)と桜村累層(砂・泥)の最下部、八王子累層(泥・砂に礫を含む)、亀山累層最上部が堆積した。養老山地を

通過する北からの流れは、市之原累層(礫・泥)を、鈴鹿山脈側からの流れは、多志田川累層(礫・泥)と鈴鹿地域の太泉累層下部(砂・泥)を堆積した。

第5期(鮮新世後期後葉-更新世前期前半:第29図)

養老地域に太泉累層が堆積した時期を第5期とする。湖盆の堆積域は更に西側に移動した。当時の湖盆内への堆積物の供給は、第4期と同じ3方向から供給されているが、供給方向や湖盆内部への堆積物の運搬位置に若干の違いがあった。

第4期の湖盆北北東側からの経路は、この時期にはほとんど北からの流れになり、桑名市から四日市市の太泉累層と、泊・桜村累層主部を堆積した。養老山地北方からの経路は、養老・鈴鹿山地間を通過する流れになり、養老地域の多良累層(礫・泥)と太泉累層(泥・砂)の堆積物を供給した。鈴鹿山脈側からの流れは、多志田川累層に引き続いて鈴鹿地域の太泉累層主部を堆積したが、第4期より南の鈴鹿山脈東縁部でも活発になり、湯の山礫相(礫・泥)の堆積物を供給した。

第6期(更新世前期後半:第30図)

鈴鹿・養老地域に米野累層が堆積した時期を第6期とする。堆積域は湖盆北西縁に移動縮小し、その範囲は鈴鹿・養老山地間に限られた⁴⁾。鈴鹿・養老山地間の経路は、多良累層最上部堆積後に閉塞され、その後は鈴鹿山脈から、米野累層の堆積物が供給された。

7. ま と め

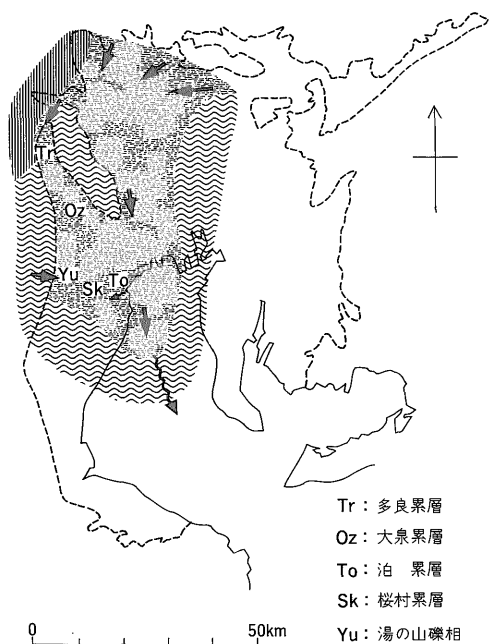
1. 東海層群の分布地域を、伊勢湾西岸では亀山地域・四日市地域・養老地域・鈴鹿地域、伊勢湾東岸では東濃地方・瀬戸市・名古屋市東部・知多半島に分け、各地域の東海層群を対比した結果、下-中部の累層は伊勢湾東岸地域から伊勢湾西岸中南部に、上部の累層は伊勢湾西岸北部に発達する北勢盆状構造を取り巻いて、最上部の米野累層は鈴鹿山脈と養老山地の間に分布することが分かった(第14・24図)。

2. 東海層群からこれまで報告されて来た植物化石と長鼻類化石の産出層準及びフィッシュントラック年代を、今回設定した火山灰層序に基づいて整理した結果、次の諸点が明らかになった(第17図)。

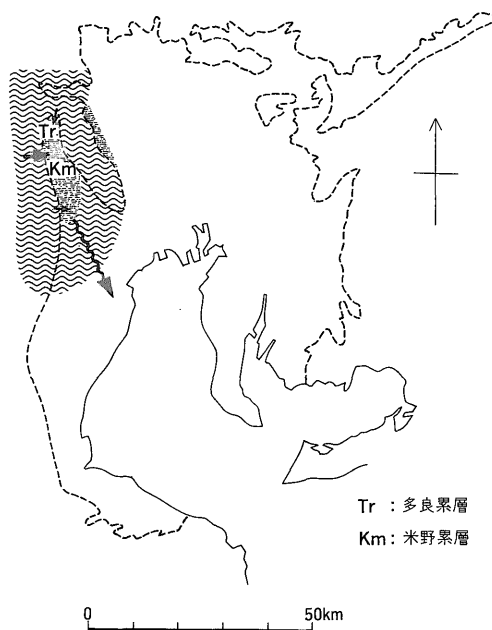
1) 伊勢湾西岸の東海層群はメタセコイア植物群期に属する。

2) 花粉化石は、*Carya* は古野累層まで、*Nyssa* は市之

4) ただしここで言う堆積域とは、東海層群が堆積した領域のみをさす。この時期、濃尾平野から四日市市北部にかけて、弥富累層とその相当層が、広範囲に堆積していたことが、その後の調査検討から判明した。この新知見については、吉田ほか(1990)によって報告する。



第29図 東海湖盆の古地理—第5期—
凡例は第25図と同じ。



第30図 東海湖盆の古地理—第6期—
凡例は第25図と同じ。

原累層下部まで、Liquidambar は市之原累層上部あるいは亀山累層最上部まで産出する。

3) エレファントイデスゾウは、大谷池火山灰層下位から野村火山灰層上位までの、アカシゾウは其原火山灰層上位から米野III火山灰層下位までの層準から産する。

3. 東海層群と大阪・古琵琶湖層群の関係を考察した結果、次のような結論が得られた(第18図)。

1) 養老・鈴鹿地域の東海層群は、大阪層群下部から最下部に相当し、四日市・亀山地域そして知多半島の東海層群は、大阪層群最下部及び古琵琶湖層群下部に相当する部分と更にそれより下位層準を含む。

2) 3層群の植物・長鼻類化石の生層序分布と、火山灰層による3層群の対比は矛盾しない。ただしメタセコイア植物群消滅期は、東海層群では今の所明確に確認されていない。

3) 東海層群における鮮新世と更新世の境界は、嘉例川火山灰層直上付近である。

4. 東海湖盆の古地理変遷を考察するため、初めに各累層の堆積物の供給方向(あるいは供給地)を求め、次に湖盆の古地理を6期に分けて示した(第25-30図)。

湖盆内部への堆積物の供給地には大別して、①湖盆南側、②湖盆東側及び北側、③湖盆西側の鈴鹿・布引山地

側、の3地域が認められる。

①の南からの供給は、第1期と第2期前半のみ認められる。②の湖盆東側-北側からの流れは、第2期から第6期当初まで認められるが、堆積物の供給地は、反時計廻りに東から北に移動している。③の鈴鹿・布引山地側からの流れは、第2期から第6期を通して認められ、その湖盆内部への出口は、鈴鹿山脈中部で第4期から第5期にかけて北から南方向に移動したことを除くと、後の時期ほど南から北に移動した。

以上述べた堆積物の供給方向の変化と、東海層群の層序・分布形態・地質年代を総合すると、東海湖盆の古地理変遷は、次のように要約される。

東海湖盆は鮮新世初頭頃に、知多半島南部から伊勢湾西岸南部を結ぶ領域に発生し、当時は堆積物が南から供給された。その後、鮮新世前期から更新世前期にかけて、堆積域は北あるいは北北西方向に移動した。当時の湖盆内部への堆積物の供給は、湖盆東あるいは北側からのものと、鈴鹿・布引山地側からのものがあったが、巨視的にみて両者とも、堆積物を運搬した流れは次第に北側に移った。更新世前期後半になると、堆積域は鈴鹿山脈と養老山地間の領域に縮小し、鈴鹿山脈からだけ堆積物が供給された。

謝辞：本論文は、筆者が大阪市立大学理学部に提出した博士論文を、その後の調査資料と公表論文を若干付け加えて要約したものである。論文を提出するに当たっては、大阪市立大学理学部市原 実名誉教授並びに弘原海清教授から、内容・構成全般について御指導と御援助を賜った。同理学部吉川周作助教授には、野外調査の過程で御意見を頂くとともに、火山灰層の分析についてお世話になった。近畿大学宮村 学教授(元地質調査所大阪出張所所長)には、東海層群の地質図幅調査のきっかけを与えて頂くとともに、種々の御指導を賜った。

本論文を執筆するに当たっては、地質調査所滝沢文教・寺岡易司・平山次郎各博士から有益な御援助・御教示を得た。地質部尾崎正紀技官には、「半田」図幅作成に当たって協力を受け、地質標本館尾上 亨博士には植物化石の同定をして頂いた。以上の方々には心から感謝の意を表します。

文 献

- ADACHI, M. and KUWAHARA, T. (1980) A petrographical study of sediments from a 600 m well, southern Nobi Plain of central Japan. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, vol. 28, p. 33-55.
- 赤嶺秀雄 (1954) 瀬戸市を中心とする陶土地帯の地質一特に陶土および亜炭を含む地層の堆積状態。資源科学研究所集報, no. 34, p. 25-39.
- (1959) 三重県北部地方の新生代層。資源総合開発研究所研究報告, no. 1, p. 51-60.
- ・細野 実・久保恭輔 (1951) 三重県亀山地方の亜炭を含む第三系。資源科学研究所集報, no. 19-21, p. 149-158.
- ARAKI, Y. (1960) Geology, paleontology and sedimentary structures (including problematica) of the Tertiary formations developed in the environs of Tsu City, Mie Prefecture, Japan. *Bull. Liberal Arts Dep., Mie Univ. spec. vol.*, no. 1, 118 p.
- 古澤 明 (1988) 名古屋市東部、鳴子丘陵の瀬戸層群矢田川累層。地球科学, vol. 42, p. 257-266.
- 原山 智・宮村 学・吉田史郎・三村弘二・栗本史雄 (1989) 御在所山地の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 144 p.
- 秦 好利 (1967) 三重県菰野地方の新生代層。資源総合開発研究所研究報告, no. 4, p. 77-107.
- 池辺展生 (1957) 日本の新生代の積成盆地一特に中新世の積成区一。新生代の研究, no. 24-25, p. 508-517.
- 糸魚川淳二 (1971) 知多半島北西部知多町付近の常滑累層一瀬戸層群の研究 その2。竹原平一教授記念論文集, p. 83-98.
- (1974) 瀬戸層群。瑞浪市化石博物館報告, no. 1, p. 373-383.
- 石田志朗・横山卓雄 (1969) 近畿・東海地方の鮮新・更新統火山灰層序, 及び古地理・構造発達史を中心とした諸問題。第四紀研究, vol. 8, p. 31-43.
- 市原 実 (1960) 大阪, 明石地域の第四紀層に関する諸問題。地球科学, vol. 49, p. 15-25.
- ITIYARA, M., KAMEI, T., YOSHIKAWA, S. and NASU, T. (1987) Late Neogene and Quaternary stratigraphy of Kinki district, Japan. *Proc. first international colloquium on Quaternary stratigraphy of Asia and Pacific area, Osaka*, 19, p. 74-83.
- , YOSHIKAWA, S. and KAMEI, T. (1984) The Plio-Pleistocene boundary in the Osaka Group, Japan. *Proceeding of the 27th IGC, sec c*, p. 22-33.
- 市原 実・吉川周作・亀井節夫・那須孝悌 (1988) 近畿地方の第四紀層の層序区分。地質学論集, no. 30, p. 111-125.
- ・川辺孝幸・三田村宗樹 (1984) 岸和田市津田川流域のいわゆる“芝の不整合”について一大阪層群の古地磁気層序とフィッション・トラック年代一。地球科学, vol. 38, p. 1-16.
- 角田 保 (1958) 三重県内旧象化石考察。北伊勢地方の古生物と地質, 三岐鉄道株式会社・三重県立博物館, p. 12-21.
- ・赤嶺秀雄 (1958) 三重県員弁郡藤原村大字上之山田から出土した *Prastegodon akashiensis* TAKAI について。北伊勢地方の古生物と地質, 三岐鉄道株式会社・三重県立博物館, p. 22-31.
- 亀井節夫・河村善也・樽野博幸 (1988) 日本の鮮

- 新-更新統の哺乳動物化石による分帯. 地質学論集, no. 30, p. 181-204.
- 嘉藤良次郎 (1957) 養老山脉南縁の地質構造および鈴鹿山脉の形成. 地質雑, vol. 63, p. 475-483.
- 木村一朗 (1959) 三重県津市北西方の第三紀層について. 愛知学芸大学研究報告, vol. 8, p. 47-54.
- (1968) 三重県松阪市周辺の新生界の地質と地形. 愛知学芸大学研究報告, no. 17, p. 81-91.
- 小牧団研グループ (1971) 小牧市付近の矢田川累層—瀬戸層群の研究 その1. 竹原平一教授記念論文集, p. 69-81.
- 桑原 徹 (1968) 濃尾盆地と傾動地塊運動. 第四紀研究, vol. 7, p. 235-247.
- (1975 a) 濃尾傾動盆地と濃尾平野. *URBAN KUBOTA*, no. 11, p. 18-25.
- (1975 b) 濃尾傾動盆地の発生と地下の第四系. 愛知県地盤沈下研究会報告書, p. 111-182.
- 牧野内 猛 (1975) 知多半島南部の常滑層群. 地質雑, vol. 81, p. 67-80.
- (1976) 知多半島南部の地質構造と伊勢湾周辺地域の構造運動. 地質雑, vol. 82, p. 311-325.
- MAKINOUCHI, T. (1979) Chita Movement, the Tectonic movements preceding the Quaternary Rokko and Sanage Movements. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral.*, vol. 61, p. 61-106.
- ・檀原 徹・磯田邦俊 (1983) 伊勢湾東岸部の東海層群および関連層のフィッシュン・トラック年代とその地史的意味. 地質雑, vol. 89, p. 257-270.
- 松井 寛 (1943) 三重県四日市・桑名地方の地質. 京大地鉄教室学術報告, no. 2, p. 1-11.
- ・嶋崎統五 (1971) 三重県北勢町付近の奄芸層群. 竹原平一教授記念論文集, p. 39-54.
- 松沢 勲・嘉藤良次郎 (1954) 名古屋附近の地質, 同地質図. 愛知県建築部.
- ・———— ・桑原 徹・木村敏雄・植村武・都築芳郎 (1960) 猿投山南西部地域の地質. 愛知県知多古窯跡群(附編II), 愛知県教育委員会, 35 p.
- Miki, S. (1941) On the change of flora in eastern Asia since Tertiary period (I). the clay or lignite beds flora in Japan with special reference to the *Pinus trifolia* beds in central Hondo. *Jap. Jour. Bot.*, vol. 11, p. 237-303.
- 三木 茂 (1948) 鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺体フローラに就いて. 鉱物と地質, 第9集, p. 3-42.
- 宮村 学・三村弘二・横山卓雄 (1976) 彦根東部地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 49 p.
- ・吉田史郎・山田直利・佐藤岱生・寒川旭 (1981) 亀山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 128 p.
- 森 一郎 (1970) 奄芸層群基底礫層(とくに供給経路). 名古屋地学, no. 26-27, p. 49-60.
- 森 忍 (1971a) 名古屋市東部の瀬戸層群矢田川累層. 地質雑, vol. 77, p. 635-644.
- (1971b) 瀬戸層群, 奄芸層群の火山灰層について—瀬戸層群の研究 その3. 竹原平一教授記念論文集, p. 99-111.
- 森 勇一・木村一朗 (1973) 三重県員弁地域の鮮新・更新統火山灰層序. 名古屋地学, no. 28-29, p. 36-33.
- 中山勝博 (1985) 岐阜県土岐市南部における瀬戸層群の堆積盆地. 地団研専報, no. 29, p. 119-130.
- (1987) 愛知県猿投山周辺の瀬戸層群と猿投—知多上昇帯. 地球科学, vol. 41, p. 114-130.
- ・古澤 明 (1989) 瀬戸層群と常滑層群の火山灰層. 地質雑, vol. 95, p. 189-208.
- 西山好一・松岡数充・西田史朗 (1975) 植物化石からみた見当山累層の再検討. 地球科学, vol. 29, p. 117-129.
- 尾上 亨・尾崎正紀・吉田史郎 (1986) 知多半島東海層群からの植物化石. 地調月報, vol. 37, p. 201-206.
- 大阪層群研究グループ (1951) 大阪層群とそれに関連する新生代層. 地球科学, no. 7, p. 13-24.
- 小瀬知常 (1929) 知多半島の地形及び地質. 地学

- 雑, vol. 41, p. 338-345.
- 坂本 亨・桑原 徹・糸魚川淳二・高田康秀・脇田浩二・尾上 亨 (1984) 名古屋北部地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 64 p.
- ・高田康秀・桑原 徹・糸魚川淳二 (1986) 名古屋南部地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 55 p.
- 柴田浩治・磯部克巳・木村一朗 (1977) 三重県員弁郡北部に発達する奄芸層群について。名古屋地学, no. 33, p. 17-31.
- 島倉巳三郎 (1964) 本邦新生代層の花粉層序学的研究 VIII—奄芸・曾爾・都介野の各層群一。奈良学芸大学紀要 (自然), vol. 12, p. 37-50.
- SOHMA, K. (1959) Eine pollen analytische untersuchung von braunkohle in der provinz Mie, mittel-Japan. *Ecological review*, vol. 15, p. 9-12.
- 鈴木好一・細野 実・久保恭輔・中世古幸次郎 (1947) 三重県関地方の夾炭第三系について (演旨)。地質雑, vol. 53, p. 89-90.
- 高田康秀・近藤善教・宮村 学 (1979) 津島地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 56 p.
- 竹原平一 (1961) 伊勢湾西岸の奄芸層群層序。榎山次郎教授記念論文集, p. 45-50.
- (1966) 三重県四日市西方の地質。松下進教授記念論文集, p. 83-87.
- ・森下 晶・糸魚川淳二 (1961) 名古屋港の地盤。名古屋港管理組合, 36 p.
- 竹村恵二 (1983) 伊勢湾西岸北部地域の鮮新・更新統。地団研専報, no. 25, p. 139-150.
- (1984) 三重県員弁地域の鮮新・更新統東海層群—特に岩相層序と火山灰層序の関係について—。地質雑, vol. 90, p. 799-813.
- TAKEMURA, K. (1985) The Plio-Pleistocene Tokai Group and the tectonic development around Ise Bay of central Japan since Pliocene. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral.*, no. 51, p. 21-96.
- 竹村恵二・石田 克・亀井節夫・河村善也・岡崎美彦・鳥居雅之・角田 保・仲谷英夫・富田靖男・和田幸雄・山田 純 (1978) 亀山市椋川で発見された旧象牙化石とその層準。日本地質学会関西支部報告, no. 84, p. 16.
- 滝本 清 (1935) 三重県一志郡地方の新生界。地球, vol. 23, p. 6-18.
- 樽野博幸 (1983) 大阪層群—古琵琶湖層群における長鼻類化石の産出層準。地団研専報, no. 25, p. 63-66.
- ・吉田史郎 (1987) 岐阜県の東海層群よりアカシゾウの臼歯化石が産出。大阪市立自然史博物館研究報告, vol. 41, p. 1-5.
- 陶土団研究グループ (1982) 岐阜県瑞浪市南部の瀬戸層群—瀬戸層群の堆積盆地の発生—発展に関する研究 (2) 一。地団研専報, no. 24, p. 143-155.
- (1985) 東海湖の東縁部における陥没盆地—岐阜県中津川市付近の瀬戸層群—。地団研専報, no. 29, p. 101-117.
- 恒石幸正 (1970) 三重県松阪およびその周辺地域の地質構造。東大地震研究所彙報, vol. 48, p. 645-667.
- 和田幸雄 (1982) 三重県亀山市周辺の奄芸層群。地質雑, vol. 88, p. 121-139.
- 山田直利・片田正人・坂本 亨 (1972) 20 万分の 1 地質図幅「豊橋」(第 2 版)。地質調査所。
- ・宮村 学・吉田史郎・近藤善教 (1981) 20 万分の 1 地質図幅「名古屋」(第 2 版)。地質調査所。
- 安田敏夫 (1956a) 岐阜県牧田川上流地域の地質 (予報)。名古屋地学, no. 8, p. 6-10.
- (1956b) 岐阜県牧田川上流地域の地質 (演旨)。地質雑, vol. 62, p. 389.
- (1958) 北伊勢地方第三紀層の植物化石。北伊勢地方の地質と古生物, 三岐鉄道株式会社・三重県立博物館, p. 63-72.
- 横山卓雄 (1971) 鈴鹿山脈の形成 (その 1), 三重県員弁郡の鮮新更新統を中心にして。竹原平一教授記念論文集, p. 55-67.
- YOKOYAMA, T., MAKINOUCI, T., MORI, S., NAKAGAWA, Y., TAMURA, M., TAKEMURA, K., HAYASHIDA, A., AMEMORI, K. and MORI, H. (1982) Stratigraphy of the Pliocene Iga-Aburahi Formation of the Kobiwako Group around Iga-Ueno City, Mie Pre-

- fecture, Japan. *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, vol. 10, p. 48-58.
- YOKOYAMA, T., MAKINOCHI, T., TAKEMURA, K., HAYASHIDA, A., SANNOMIYA, T. and YAMAMURA, H. (1980) Stratigraphy of the Pliocene Iga-Aburahi Formation of the Kobiwako Group at the east of Iga-Ueno City, Mie Prefecture, Japan. *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, vol. 8, p. 45-64.
- 横山卓雄・松田高明・竹村恵二(1980) 東海層群のフィッシュン・トラック年代(その1). 第四紀研究, vol. 19, p. 301-309.
- 吉田史郎(1984) 四日市地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 81 p.
- (1987) 津東部地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 72 p.
- (1988) 鈴鹿・養老両山系間の鮮新統・更新統東海層群—東海湖終息期の堆積物一. 地球科学, vol. 42, p. 1-16.
- (1989) 鈴鹿山脈中部東麓, 鮮新・更新統東海層群. 日本地質学会関西支部会報, no. 107, p. 3-4.
- ・尾崎正紀(1986) 半田地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 98 p.
- ・竹内圭史・吉川清志(1990) 東海層群最上部と力尾累層(弥富累層相当層)の対比とその地史的意義. 第四紀研究, vol. 29 (印刷中).
- 吉川周作(1983) 大阪層群と古琵琶湖層群の火山灰層の対比. 地団研専報, no. 25, p. 45-61.
- ・吉田史郎(1989) 亀山地域の東海層群火山灰層. 地調月報, vol. 39, p. 615-633.
- ・———・服部俊之(1988) 三重県員弁郡付近の東海層群火山灰層. 地調月報, vol. 40, p. 285-298.

(受付:1989年11月15日;受理:1990年1月23日)