

## 伊勢平野の東海層群火山灰層序

吉川 周 作\*

### Tephrostratigraphy of the Tokai Group on Ise Plain, central Japan

Shusaku Yoshikawa\*

#### Abstract

The Pliocene–Pleistocene Tokai Group is distributed around Ise Bay, and is composed of lacustrine and fluvial deposits such as gravels, sands and muds, along with many intercalated volcanic ash layers. The volcanic ash layers of the Tokai Group in the Ise Plain have been investigated stratigraphically, with the following results: 1) On the basis of their stratigraphic positions and properties of volcanic ash layers, the Tokai, Kobiwako and Osaka Groups are correlated with each other. 2) The Akogi, Otaniike, Nomura, Iwamori, Minamitani-1, Nagasawa, Koyashiro, Bando-1, Karegawa and Tara volcanic ash layers are important key beds for interbasinal correlation.

**Key words:** volcanic ash, stratigraphy, Pliocene–Pleistocene, Tokai Group, Ise Plain

#### はじめに

鮮新世から前期更新世に伊勢湾周辺に存在した東海湖(竹原ほか, 1961)に堆積した地層は東海層群と呼ばれ(石田・横山, 1969), 伊勢湾周辺各地の丘陵地に露出する。東海層群は, 全層厚 2000 m に達する河成・湖成の堆積物で, 半固結の泥層・砂層・砂礫層からなり, 近畿地方の琵琶湖周辺に発達する古琵琶湖層群や大阪湾周辺に分布する大阪層群とともに, 第二瀬戸内累層群を代表する地層である。

東海層群中には多くの火山灰層が挟まれ, これらの火山灰層は地域ごとの東海層群層序の確立, 地域間の対比, そして大阪・古琵琶湖層群との対比, さらに広域対比に重要な役割を果たしてきた。

東海層群の火山灰層の研究は, 石田・横山(1996), Yokoyama(1969)によって最初に行われ, 岩相・重鉱物組成やガラスの屈折率の特徴から, 各地に分布する東海層群火山灰層の対比, また, 大阪・古琵琶湖層群の火山灰層との対比が若干の火山灰層について行われた。その後, 森(1971 a, b), 糸魚川(1971), 小牧団研グループ(1971), 牧野内(1975), 宮村ほか(1976, 1981), 和田(1982), 竹村(1983, 1984), 吉田(1984, 1987, 1988, 1989), 吉田・尾崎(1986), 吉田ほか(1991), 中山(1987), 古澤(1988), 原山ほか(1989)などの研究によって, 各地の東海層群の岩相・火山灰層序が確立されるとともに, 地域間の火山灰層対比も行われるようになった。

しかし, これらの研究は一部の限られた火山灰層の特徴記

載(おもに岩相・重鉱物組成)の類似性にもとづくものであったことから, より精度の高い地域間の対比, さらに堆積盆地間の広域対比を行うために, 対比の基礎資料として東海層群火山灰層の特徴(岩相・岩石記載的性質)を系統的に明らかにする必要がある。東海層群火山灰層の系統的記載は, 伊勢湾西岸貝弁地域の東海層群最上部～中部(吉川ほか, 1988), 亀山地域の東海層群中部～下部(吉川・吉田, 1989), 伊勢湾東岸の東海層群下部～最下部(中山・古澤, 1989), 伊勢湾西岸の四日市地域の東海層群中部(吉川ほか, 1991)について行われた。

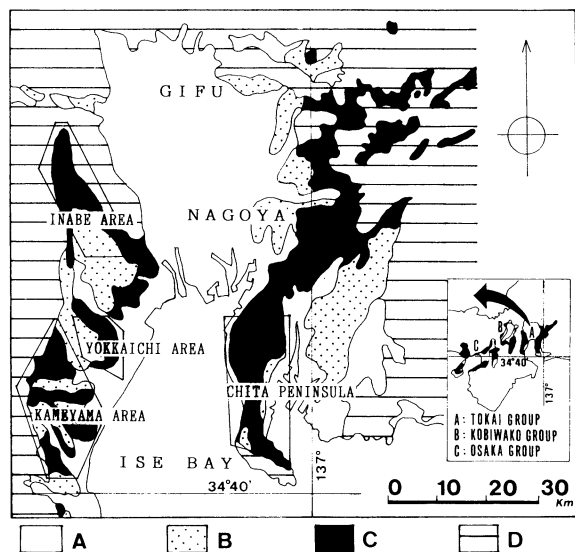
このような火山灰層の系統的研究の結果, 各地域間の東海層群の対比が進み, 東海層群の岩相・生・古地磁気など層序学的研究が進展した(吉田, 1990 など)。また, 各堆積盆地に分布する東海層群相当層(大阪層群, 古琵琶湖層群, 魚沼層群, 上総層群など)との広域対比も飛躍的に進展した(吉川ほか, 1991 など)。

本論文では, 火山灰層が典型的に見られる伊勢湾西岸の伊勢平野に発達する東海層群の層序, とくに火山灰層序の概要を述べ, 主要な広域火山灰層の対比と年代について議論を行う。

#### 東海層群の層序概要

伊勢平野の東海層群の層序学的研究は, 横山(1971), 宮村ほか(1976, 1981), 和田(1982), 竹村(1984), 原山ほか(1989), 吉田(1984, 1987, 1988, 1990), 吉田ほか(1991)などによって, 各地域ごとに行われている。以下, これらを基本にして岩相・生・古地磁気層序及び放射年代について述べる。

\*大阪市立大学大学院理学研究科生物地球系専攻  
〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138  
Department of Geosciences, Osaka City University, 558-8585, Japan



第1図 伊勢湾周辺の地質概略図および調査位置図(吉川ほか, 1991)

A: 沖積層, B: 段丘構成層, C: 東海層群, D: 基盤岩類

伊勢湾西岸, 伊勢平野に発達する東海層群は, 一般に分布地域の南部ほど下位の地層が露出する。東海層群下部層は伊勢南部の亀山・津地域に, 中部層は伊勢南部から北部に, 上部層は伊勢北部の員弁地域周辺に分布する。東海層群下部～中部層の分布する亀山周辺地域では, 本層群は積算層厚 1200 m 以上で, 岩相の違いによって, 下位より礫層が卓越する層厚 150~280 m の西行谷礫層(模式地は芸芸群芸濃町楠原南の西行谷), 粘土・砂・礫層からなる厚さ 180~200 m の楠原累層(模式地は芸芸町楠原), 粘土優勢の粘土・シルト・砂互層からなる層厚 500~700 m の亀山累層(模式地は亀山市付近), 砂・粘土・礫層からなる層厚約 80 m の桜村累層(模式地は四日市市坊主の西)に区分される。鍵層となる火山灰層は少なくとも 22 層挟まれている。伊勢中部の四日市地域には, 東海層群中部層が分布する。下位より, 厚さ約 70 m の粘土・シルト・砂層の互層からなる八王子累層(模式地は四日市市八王子町), 厚さ 100 m 前後の砂優勢の砂・粘土・シルト層の互層からなる泊累層(模式地は四日市市泊山)に区分される。5 層の火山灰層を挟む。伊勢北部地域の員弁地域周辺に分布する東海層群中部～上部層は, 全層厚約 1200 m で, 礫・砂・シルト・粘土からなり, 亜炭層や火山灰層を挟んでいる。岩相の違いによって, 下位より, 礫層からなる層厚 50 m の美鹿累層(模式地は桑名群多度町美鹿), 亜炭層を挟む砂泥互層からなる層厚 100 m の古野累層(模式地は多度町古野), 主に礫層と泥層からなる厚さ 200~350 m の市之原累層(模式地は員弁町市之原), 砂泥互層からなる厚さ 350 m の大泉累層(模式地は員弁町笠田新田), 礫層からなる厚さ 300 m の米野累層(模式地は藤原町米野の相場川)に区分される。なお, 大泉累層は上石津町周辺では多良累層(模式地は上多良南西の須城谷)と呼ばれる。鍵層となる火山灰層は 30 層以上挟有されている。

東海層群からは植物化石(松井, 1943; 三木, 1948; 赤嶺

ほか, 1951; 嘉藤, 1957; 安田, 1958; 角田ほか, 1958; 島倉, 1964; 那須, 1972; 吉田, 1987; 此松・多度団体研究グループ, 1995; 塚腰, 2001)や長鼻類化石(松井, 1943; 角田ほか, 1958; 竹村ほか, 1978; 角田, 1982; 樽野・吉田, 1987)が産出する。植物化石については, 東海層群下部から中部にかけてはメタセコイア植物群繁栄期に属する *Nyssa*, *Pseudolarix kaempferi*, *Sequoia sempervirens*, *Glyptostrobus pensilis*, *Metasequoia disticha*, *Picea koribai*, *Juglans megacineria*, *Liquidambar formosana*, *Cunninghamia sp.* などが産出する。この内, *Glyptostrobus pensilis*, *Metasequoia disticha*, *Liquidambar formosana* などは東海層群上部からも産出している。なお, 第四紀型の要素である *Picea maximowiczii* は米野Ⅲ火山灰層直下や嘉例川火山灰層直上, *Menyanthes trifoliata* は嘉例川火山灰層直上から産出する。長鼻類化石の *Stegodon shinshuensis* は亀山累層下部から, *Stegodon aurorae* は大泉・多良累層から産出する。

古地磁気層序に関しては Takemura and Torii (1978), 中山・吉川 (1990) の研究がある。これらによると東海層群はギルバート, ガウス, マツヤマクロンにかけての地層である。ギルバート・ガウス境界, ガウス・マツヤマ境界は, 後述するように, それぞれ大谷池と阿漕火山灰層の間, 南谷 2 火山灰層の直上に存在する。なお, ハラミロサブクロンは, 多良火山灰層層準にあり(吉川ほか, 1988; 吉田ほか, 1990), オールドバイサブクロンは, 嘉例川火山灰層の直下の層準に推定されている(吉川ほか, 1988)。

フィッシュントラック年代の測定結果によると, 亀山累層最下部の阿漕火山灰層が  $4.6 \pm 0.2$  Ma (吉田, 1987), 同累層下部の大谷池火山灰層が  $3.6 \pm 0.3$  Ma (吉田, 2000), 同累層中部の長明寺Ⅱ火山灰層が  $3.3 \pm 0.5$  Ma (吉田, 2000), 寺川火山灰層(吉田, 1987)が  $3.7 \pm 0.3$  Ma, 同累層上部の御幣川火山灰層が  $2.5 \pm 0.2$  Ma (吉田, 2000), 八王子累層中の川島Ⅱ火山灰層が  $2.7 \pm 0.2$  Ma (吉田, 1987), 古野累層中の市之原火山灰層が  $2.9 \pm 0.3, 2.8 \pm 0.3$  Ma (横山ほか, 1980),  $2.96 \pm 0.16$  Ma (吉田, 1999), 板東 1 火山灰層が  $2.5 \pm 0.2$  Ma (吉田, 1999), 大泉累層中の嘉例川火山灰層が  $1.79 \pm 0.17$  Ma (吉田, 1999), 六石火山灰層が  $1.4 \pm 0.2$  Ma (横山ほか, 1980), 多良累層中のスシロ谷火山灰層が  $1.2 \pm 0.1$  Ma (吉田, 1999), 堂木谷Ⅰ火山灰層が  $1.0 \pm 0.3$  Ma (吉田ほか, 1991), 多度町力尾累層中の養老火山灰層(上石津町の多良火山灰層に対比)が  $0.98 \pm 0.19$  Ma (吉田ほか, 1990) である。

#### 火山灰層序および対比

伊勢平野には東海層群下部～中部層が亀山地域, 中部層が四日市地域, 中部～上部層が員弁地域に分布する。亀山地域の東海層群には 22 層以上の火山灰層が挟まれていて, 鍵層となる火山灰層は, 下位より, 楠原累層又は亀山累層中の垂水・阿漕火山灰層, 亀山累層中の大谷池・野村 L 1・野村 L 2・野村・原田川・原田川-U・岩森・長明寺Ⅱ・森・柴崎・寺川・鈴峰・御幣川火山灰層, 桜村累層中の長沢・小社火山灰層である(宮村ほか, 1981; 和田, 1982; 吉田, 1987; 吉

川・吉田, 1989). 四日市地域の東海層群には少なくとも7層の火山灰層が挟まれる。主な火山灰層は、狭間・鹿化川・川島Ⅰ・川島Ⅱ・泊ヶ丘火山灰層である(吉田, 1984)。員弁地域の東海層群には30層以上の火山灰層が挟まれている。そのうち主要なものは、古野累層中の美鹿Ⅰ・美鹿Ⅱ・美鹿Ⅲ・東谷・市之原, 市之原累層中の南谷1・南谷2・二之瀬・大辻新田・板東1, 大泉累層中の板東2・其原・嘉例川・六石などの火山灰層(竹村, 1983, 1984; 吉川ほか, 1988), 多良累層中のHy・スシロ谷・スシロ谷-U・上多良・堂木谷Ⅰ, 多良-L・多良などの火山灰層(宮村ほか, 1976; 吉田, 1988)である。各火山灰層の岩石記載的性質を第1表に示す。

第2図に示すように亀山・四日市・員弁地域間の火山灰対比(吉川ほか, 1988; 吉川・吉田, 1989; 吉川ほか, 1991など)に基づくと、伊勢平野の東海層群の主要な火山灰層は、下位より順に、阿漕, 大谷池, 野村・美鹿Ⅲ, 岩森・市之原, 南谷1・長明寺Ⅱ, 南谷2, 長沢, 小社, 板東1・川島Ⅱ, 嘉例川, 多良火山灰層である。これらの火山灰層について、岩相・岩石記載的性質などの特徴と対比・年代について詳しく述べる。

**阿漕火山灰層:** 模式地は三重県津市野田の泉ヶ丘団地南約250mの採土場(森, 1971b)で、津市付近では亀山累層最下部, 亀山市付近では楠原累層に挟まれる(吉田, 1987)。以下, 模式地において記載する。

[岩相] 全層厚470cmのガラス質火山灰で、下位より順に、5cmは明灰色, 中～細粒, 軽石(径1cm前後)を含む火山灰, 60cmは灰～明灰色, 極細粒火山灰, 30cmは黄灰色, 中～細粒火山灰, 10cmは明灰色, 極細粒火山灰, 10cmは黄白色, 細～中粒火山灰, 50cmは明灰色, 極細粒火山灰, 200cmは白～明灰色, 中粒火山灰, 5cmは明灰色, 細～中粒火山灰, 80cmは白色, 中粒火山灰, 25cmは黄白～明灰色, 中～細粒火山灰からなる。

[岩石記載的性質] ガラス主体で、極微～微量の斜長石、極微量の石英を伴う。ガラスは主に無色透明の扁平型で特徴的なY字形の突起を持つガラスを多く含む、 $n=1.496-1.500$ (1.497-1.498)である。極微量含まれる重鉱物は不透明鉱物・ジルコン、少量の破片状の斜方輝石・角閃石と黒雲母からなる。

[対比] 阿漕火山灰層は、伊勢湾東岸、知多半島の太田・大谷火山灰層、瀬戸層群の上野・東郷火山灰層や中津川の中津川火山灰層に対比でき、中山・吉川(1995)はこれらを一括して太田テフラ層と呼んでいる。この火山灰層はさらに富山県氷見層群のPM火山灰層や新潟県浜忠層の善久院パミス質テフラ層にも対比される広域火山灰層である(富田・黒川, 1995)。なお、古琵琶湖層群上野累層の喰代Ⅱ火山灰層(吉川・壇原, 1996)は阿漕火山灰層の岩相・岩石記載的性質と特徴が酷似し(第2表)、両層の層序的位置関係やFT年代(喰代Ⅱ火山灰が $4.3 \pm 0.2$  Ma)が類似することから、対比可能と思われる。阿漕火山灰層およびその相当層は古地磁気層序ではキルバートクロン後期に挟まれ、4.2 Ma頃のFT年代を示す。

**大谷池火山灰層:** 模式地は津市大里高野尾町大谷池の東(吉田, 1987), 亀山累層下部に挟まれ、阿漕火山灰層の約160m上位にあり、宮村ほか(1981)の上白木火山灰層に相当する。模式地において記載する。

[岩相] 層厚35cm, 黄白～明白色, 中～極細粒のガラス質火山灰層である。岩相の違いによって3分できる。下部14cmは黄白～明白色, 中粒の火山灰で黒雲母を含む。中部18cmは明白色, 細粒の火山灰, 上部3cmは明白色, 極細粒の火山灰で平行葉理が発達する。

[岩石記載的性質] 主にガラスからなり、微量の斜長石・重鉱物、極微量の石英を含む。ガラスは無色透明～白色の中間～多孔質型、 $n=1.501-1.503$ (1.502)が多い。重鉱物は黒雲母・角閃石・斜方輝石と極微量のジルコン・燐灰石・不透明鉱物からなる。角閃石は半自形～破片状、褐色, 斜方輝石は半自形～破片状のものが多く。

[対比] 大谷池火山灰層は、知多半島の岡田火山灰層(牧野内, 1975)と岩相・岩石記載的性質が類似する(第2表)ことから対比可能と判断できる。両層は正帯磁を示し、ガウスクロン前期の3.5 Ma頃の年代と推定できる。

**野村・美鹿Ⅲ火山灰層:** 模式地は亀山市野村町日東電工野村社宅北側の崖(宮村ほか, 1981)。大谷池火山灰層の約130m上位の亀山累層下部に挟まれ、和田(1982)の下ノ庄火山灰層に相当する。員弁地域では美鹿Ⅲ火山灰層と呼ばれている。模式地において記載する。

[岩相] 層厚70cm, 黄白～黄褐色, 中～極細粒の火山灰である。岩相の違いによって4分できる。下部15cmは黄褐色, 極細粒火山灰, 中部35cmは黄白色, 極細粒の火山灰, 上部10cmは黄白色, 中粒の火山灰, 最上部10cmは黄白色, 細～極細粒の火山灰である。

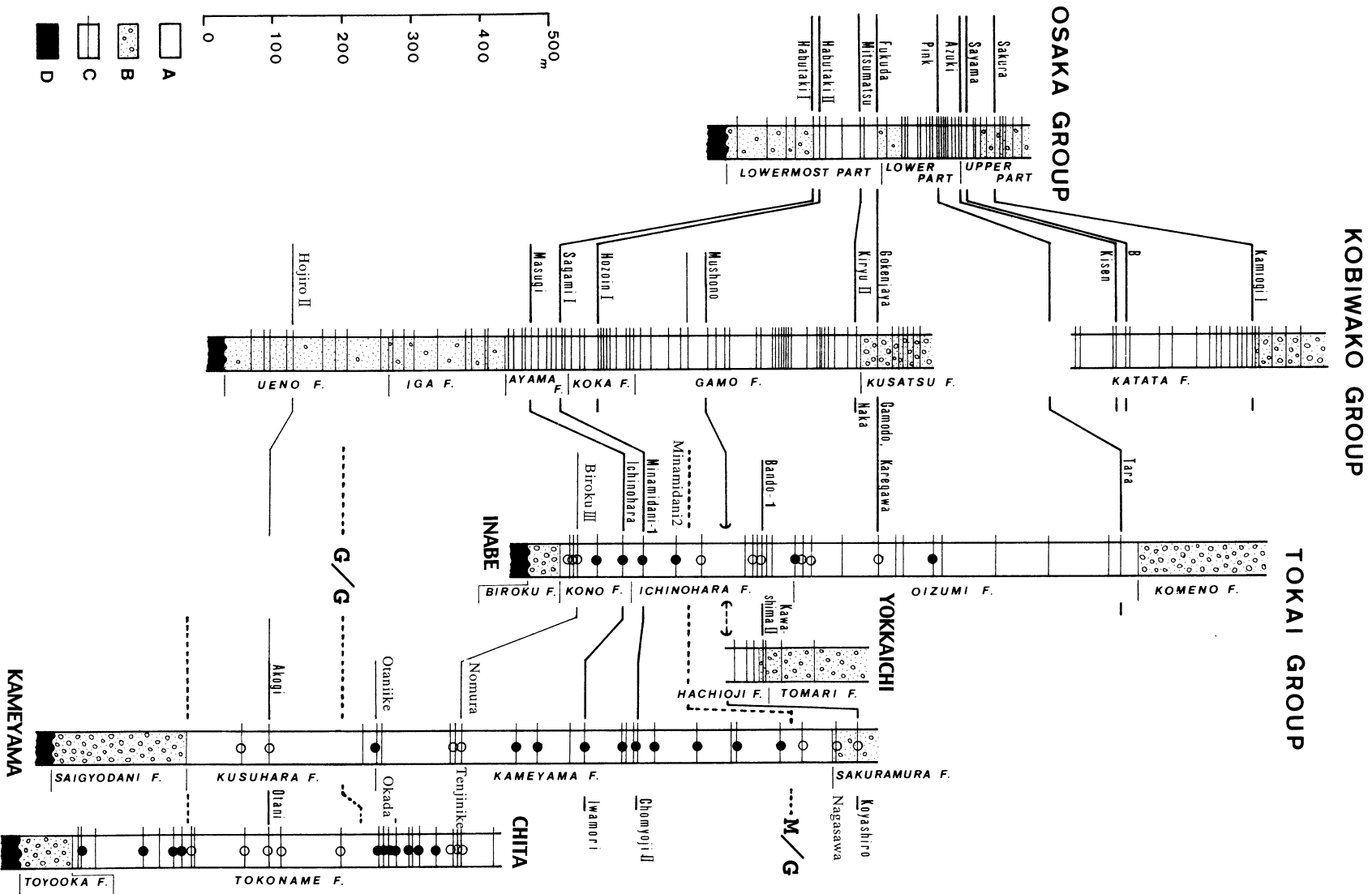
[岩石記載的性質] ガラスと極微量の斜長石・重鉱物からなる。ガラスは主に白色, 中間～多孔質型、 $n=1.499-1.501$ (1.500-1.501)である。重鉱物は角閃石, 黒雲母, 少量の不透明鉱物, ジルコン, 斜方輝石からなる。角閃石は破片状, 緑褐～褐色のものが多く。

[対比] 野村火山灰層は、員弁地域の美鹿Ⅲ火山灰層や知多半島の天神池火山灰層と岩相・岩石記載的性質が類似する(第2表)ことから対比可能である。これらの火山灰はいずれも逆帯磁している。中山・吉川(1990)の古地磁気層序などに従うとガウスクロン中のマンモスサブクロンに対比できる可能性があり、3.3 Ma頃の年代が推定される。

**岩森・市之原火山灰層:** 模式地は三重県亀山市大森町岩森南約900mの農道横の崖(吉川・吉田, 1989)で、阿漕火山灰層の約490m上位の亀山累層中部に挟まれる。員弁地域では市之原火山灰層と呼ばれる。以下, 模式地において記載する。

[岩相] 層厚20cmのやや結晶質火山灰である。下部3cmは灰色, 細粒火山灰, 上部17cmは黄灰色, 粗粒火山灰で、ゴマシオ状を呈し、黒雲母の結晶を多く含む。

[岩石記載的性質] ガラス・斜長石, 少量の石英・重鉱物からなる。ガラスは主に無色透明, 扁平型、 $n=1.494-1.497$ である。重鉱物は黒雲母主体で、少量の不透明鉱物・斜方輝



第2図 東海層群の火山灰層序および火山灰対比図 (吉川ほか, 1991 を一部修正)  
A: 泥優勢層, B: 砂礫優勢層, C: 火山灰層, D: 基盤岩類, 柱状図の黒丸・白丸は正常磁と逆常磁, M/G はマツヤマ・ガウス・クロソ境界とガウス・ギルバート・クロソ境界をそれぞれ示す (古地磁気資料は Takemura and Torii, 1978; 中山・吉川, 1990)

第1表 伊勢平野の東海層群火山灰の岩石記載的性質(吉川ほか, 1988; 吉川ほか, 1991)  
表中の記号の説明は第2表に同じ.

| Volcanic ash       | Sample No. | Mineral composition |     |     |        | Glass |                          | Heavy mineral composition |     |     |     |     |     |        |
|--------------------|------------|---------------------|-----|-----|--------|-------|--------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
|                    |            | Gl.                 | Fl. | Qz. | Hm.(%) | Shape | Index (mode)             | Bi.                       | Am. | Op. | Cp. | Zr. | Ap. | Oq.(%) |
| KAMEYAMA AREA KM-  |            |                     |     |     |        |       |                          |                           |     |     |     |     |     |        |
| Koyashiro          | 20P        | 99                  | 1   | 0   | *      | -     | 1.500-1.504(1.502-1.504) | 2                         | 3   | 4   | 0   | 23  | 0   | 68     |
| Koyashiro          | 20         | 97                  | 2   | 0   | *      | H.C   | 1.502-1.504              | 1                         | 7   | 1   | 0   | 9   | 0   | 82     |
| Nagasawa           | 19         | 92                  | 7   | 1   | *      | T.C   | 1.503-1.506              | 9                         | 67  | 17  | 0   | 0   | 1   | 6      |
| Onbegawa           | 18         | 99                  | 1   | 0   | *      | H     | 1.497-1.501(1.498-1.500) | 80                        | 2   | 0   | 0   | 12  | 0   | 6      |
| Reiho              | 17         | 96                  | 2   | 1   | 1      | C.T   | 1.502-1.507(1.504-1.506) | 24                        | 21  | 22  | 1   | 1   | 15  | 16     |
| Teragawa           | 16         | 82                  | 6   | 2   | 4      | H.C   | 1.497-1.500              | 55                        | 26  | 11  | 0   | 1   | 0   | 8      |
| Shibasaki          | 15         | 23                  | 70  | 6   | 1      | H     | 1.497-1.500(1.498)       | ++                        | +   |     |     |     |     | +      |
| Mori               | 14         | 85                  | 13  | 1   | 1      | C.H   | 1.497-1.500(1.498-1.499) | 0                         | 83  | 10  | *   | 0   | 0   | 7      |
| Chomyoji II        | 13         | 88                  | 10  | 1   | 1      | H.C   | 1.498-1.501(1.499-1.500) | 0                         | 2   | 76  | 4   | 1   | 2   | 15     |
| Chomyoji I         | 11P        | 90                  | 6   | 1   | 3      | -     | 1.498-1.500(1.499)       | 56                        | 14  | 9   | *   | 5   | *   | 16     |
| Chomyoji I         | 11         | 97                  | 1   | 0   | 2      | H     | 1.498-1.500(1.499)       | 77                        | 14  | 4   | *   | 1   | 0   | 3      |
| Iwamori            | 10         | 40                  | 36  | 17  | 7      | H     | 1.494-1.497              | 68                        | 7   | 9   | 1   | 5   | 1   | 9      |
| Haradagawa-U       | 09         | 87                  | 11  | 2   | *      | T.C   | 1.496-1.501(1.496-1.498) | 8                         | 53  | 26  | 1   | 2   | 0   | 10     |
| Haradagawa         | 08         | 77                  | 16  | 4   | 3      | C.T   | 1.500-1.503(1.502-1.503) | 1                         | 26  | 62  | 3   | 0   | 0   | 8      |
| Nomura             | 07         | 97                  | 1   | 0   | 1      | C.T   | 1.499-1.501(1.500-1.501) | 17                        | 74  | 2   | 0   | 3   | 0   | 4      |
| Nomura L1          | 06         | 23                  | 65  | 4   | 8      | H.C   | 1.498-1.501              | 0                         | 0   | 89  | 2   | 0   | 6   | 3      |
| Nomura L2          | 05         | 98                  | 2   | 0   | *      | H     | 1.501-1.503(1.501-1.503) | 0                         | 9   | 83  | 1   | 0   | 1   | 7      |
| Otani-ike          | 03         | 92                  | 4   | 1   | 2      | C.T   | 1.501-1.503(1.502)       | 44                        | 36  | 20  | 0   | *   | *   | *      |
| Akogi              | 02U        | 99                  | 1   | 0   | *      | H     | 1.497-1.500(1.499)       | +                         | ++  | ++  |     |     |     | ++     |
| Akogi              | 02L        | 97                  | 2   | 1   | *      | H.C   | 1.496-1.499(1.498)       | 8                         | 14  | 20  | 0   | 27  | 0   | 31     |
| Tarumi             | 01         | 99                  | 0   | 0   | 1      | H     | 1.497-1.499(1.498-1.499) | 48                        | 3   | 8   | 1   | 17  | 0   | 23     |
| YOKKAICHI AREA YK- |            |                     |     |     |        |       |                          |                           |     |     |     |     |     |        |
| Tomarigaoka        | 07         | 95                  | 2   | 0   | 3      | H.C   | 1.499-1.501              | 11                        | 16  | 21  | 1   | 4   | 0   | 47     |
| Kawashima II       | 04         | 96                  | 2   | *   | 1      | H     | 1.499-1.502(1.500-1.501) | 7                         | 13  | 35  | 0   | 5   | 0   | 40     |
| Kawashima I        | 03         | 86                  | 11  | 1   | 2      | C.T   | 1.501-1.507(1.502-1.505) | 5                         | 48  | 34  | 7   | 0   | 0   | 7      |
| Kabakegawa         | 02         | 3                   | 63  | 19  | 15     |       |                          | 9                         | 47  | 1   | *   | 1   | 0   | 41     |
| Hazama             | 01         | 95                  | 2   | 0   | 3      | H.C   | 1.496-1.500(1.498-1.499) | 94                        | 3   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1      |
| INABE AREA IN-     |            |                     |     |     |        |       |                          |                           |     |     |     |     |     |        |
| Tara               | 27L        | 95                  | 4   | 0   | 1      | H.C   | 1.499-1.501(1.500)       | *                         | 48  | 29  | 8   | 0   | 1   | 14     |
| Tara               | 27LM       | 95                  | 3   | 0   | 2      | H.C   | 1.499-1.501(1.500)       | 1                         | 53  | 13  | 3   | 1   | 0   | 29     |
| Tara               | 26L        | 88                  | 10  | *   | 2      | H.C   | 1.500-1.501              | 0                         | 65  | 22  | 3   | 1   | 0   | 9      |
| Tara               | 26LM       | 98                  | 2   | 0   | *      | H.C   | 1.500-1.501              | 0                         | 75  | 17  | 2   | 0   | 0   | 6      |
| Tara-L             | 25         | 40                  | 49  | 1   | 10     | T.C   | 1.505-1.508(1.506)       | 8                         | 82  | 3   | 0   | 0   | 3   | 4      |
| Dokidani I         | 24         | 90                  | 8   | 0   | 2      | T.C   | 1.502-1.507(1.504-1.505) | 24                        | 64  | 5   | 0   | 0   | 0   | 7      |
| Kamitara           | 23         | 85                  | 13  | 1   | 1      | C.T   | 1.504-1.511(1.508-1.509) | 0                         | 4   | 66  | 2   | 1   | 2   | 25     |
| Sushirodani-U      | 22         | 95                  | 4   | *   | 1      | C     | 1.497-1.499(1.499)       | 1                         | 6   | 64  | 14  | 1   | 0   | 14     |
| Sushirodani        | 21         | 80                  | 10  | 0   | 10     | T     | 1.503-1.505(1.504)       | 6                         | 90  | 0   | 0   | *   | 3   | 1      |
| Hy                 | 20         | 63                  | 30  | 1   | 6      | T.C   | 1.506-1.508(1.507-1.508) | 0                         | 1   | 61  | 7   | *   | 3   | 28     |
| Karegawa           | 19M        | 84                  | 13  | 0   | 3      | C.H   | 1.500-1.502(1.501)       | 1                         | 63  | 16  | 4   | 0   | 0   | 16     |
| Karegawa           | 19L        | 99                  | 1   | *   | *      | H.C   | 1.499-1.501(1.500-1.501) | 0                         | 2   | 37  | 2   | 1   | 0   | 58     |
| Karegawa           | 18P        | 99                  | 1   | 0   | *      | -     | 1.499-1.501(1.501)       | 1                         | 9   | 38  | 1   | 1   | 0   | 50     |
| Karegawa           | 18UM       | 82                  | 16  | 1   | 1      | C.H   | 1.498-1.502(1.501)       | 0                         | 49  | 15  | 2   | 2   | 0   | 32     |
| Karegawa           | 18U        | 100                 | *   | 0   | *      | H.C   | 1.500-1.502(1.501)       | 0                         | 13  | 3   | 1   | 1   | 0   | 82     |
| Karegawa           | 18M        | 92                  | 5   | 0   | 3      | C.H   | 1.500-1.502(1.501-1.502) | 1                         | 81  | 8   | *   | 1   | 0   | 9      |
| Karegawa           | 18L        | 98                  | 2   | 0   | *      | H.C   | 1.499-1.502(1.501)       | 5                         | 15  | 27  | 1   | 4   | 0   | 48     |
| Karegawa           | 17P        | 99                  | 1   | 0   | *      | -     | 1.499-1.501(1.501)       | 11                        | 12  | 42  | *   | 5   | 0   | 30     |
| Karegawa           | 17M        | 88                  | 10  | 0   | 2      | C.H   | 1.500-1.502(1.501-1.502) | 0                         | 69  | 20  | 5   | 0   | 0   | 6      |
| Karegawa           | 17L        | 98                  | 2   | *   | *      | H.C   | 1.499-1.501(1.500-1.501) | 3                         | 10  | 18  | *   | 4   | 0   | 65     |
| Karegawa           | 17LM       | 98                  | 2   | 0   | *      | H.C   | 1.500-1.502(1.501-1.502) | 3                         | 3   | 49  | 3   | 4   | *   | 38     |
| Sonohara           | 16         | 81                  | 16  | 1   | 2      | C     | 1.500-1.504(1.501)       | 6                         | 30  | 45  | 0   | *   | 0   | 19     |
| Bando-2            | 15         | 93                  | 5   | 0   | 2      | C     | 1.501-1.505(1.503-1.504) | 34                        | 37  | 20  | 0   | 1   | 0   | 8      |
| Bando-1            | 14P        | 100                 | 0   | 0   | *      | -     | 1.499-1.501(1.500-1.501) | 1                         | 2   | 1   | 0   | 9   | 0   | 87     |
| Bando-1            | 14L        | 98                  | 2   | 0   | *      | H     | 1.498-1.501(1.500)       | 45                        | 7   | 0   | 0   | 26  | 0   | 22     |
| Bando-1            | 14LM       | 99                  | 1   | 0   | *      | H     | 1.499-1.501(1.500)       | 3                         | 11  | 6   | 0   | 3   | 0   | 77     |
| Otsujishinden      | 12         | 97                  | 3   | 0   | *      | H     | 1.497-1.500(1.499)       | 0                         | 2   | 55  | 16  | 1   | 0   | 26     |
| Ninose             | 10         | 59                  | 32  | 1   | 8      | C.T   | 1.500-1.505(1.503-1.504) | *                         | 26  | 48  | 8   | 0   | 0   | 18     |
| Minamidani-2       | 09         | 98                  | 2   | 0   | *      | H.C   | 1.497-1.500              | ++                        | +   |     |     |     |     | +      |
| Minamidani-1       | 07         | 75                  | 19  | 2   | 4      | H.C   | 1.497-1.500(1.499-1.500) | 3                         | 21  | 65  | 4   | 0   | 2   | 5      |
| Ichinohara         | 05         | 52                  | 35  | 8   | 5      | H     | 1.495-1.497              | 89                        | 1   | 2   | 0   | 6   | 0   | 2      |
| Higashidani        | 04         | 99                  | 1   | 0   | *      | T.C   | 1.502-1.506(1.503-1.505) | 0                         | 12  | 73  | 2   | 1   | 2   | 10     |
| Biroku III         | 03         | 95                  | 3   | 0   | 2      | C.T   | 1.499-1.501(1.500)       | 7                         | 85  | 2   | 0   | 1   | 0   | 5      |
| Biroku II          | 02         | ++                  | ++  | +   |        | C     | 1.504-1.511(1.508-1.509) | +                         | ++  |     |     |     |     | ++     |
| Biroku I           | 01         | ++                  | +   | +   | +      |       |                          | ++                        |     |     |     |     |     | ++     |

第2表 対比した各火山灰の岩石記載的性質

Gl: ガラス, Fl: 長石, Qz: 石英, Hm: 重鉱物, H: 扁平型, C: 中間型, T: 多孔質型, Bi: 黒雲母, Am: 角閃石, Op: 斜方輝石, Cp: 単斜輝石, Zr: ジルコン, Ap: 燐灰石, Oq: 不透明鉱物, ++: 多い, +: 少ない, \*: 1% 以下

| Volcanic ash | Sample No. | Mineral Composition |     |     |         |       | Glass Index (mode)       | Heavy mineral composition |     |     |     |     |     |         |
|--------------|------------|---------------------|-----|-----|---------|-------|--------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
|              |            | Gl.                 | Fl. | Qz. | Hm. (%) | Shape |                          | Bi.                       | Am. | Op. | Cp. | Zr. | Ap. | Oq. (%) |
| Akogi        | 02U        | 99                  | 1   | 0   | *       | H     | 1.497-1.500(1.499)       | +                         | ++  | ++  |     | ++  | ++  |         |
| Akogi        | 02L        | 97                  | 2   | 1   | *       | H.C   | 1.496-1.499(1.498)       | 8                         | 14  | 20  | 0   | 27  | 0   | 31      |
| Ohtani       | 11UP       | 99                  | 1   | 0   | *       | -     | 1.497-1.498              | 96                        | 1   | 0   | 0   | 2   | 0   | 1       |
| Ohtani       | 11U        | 100                 | 0   | 0   | *       | H     | 1.497-1.499(1.498)       | 96                        | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 2       |
| Ohtani       | 11L        | 99                  | 1   | 0   | *       | H     | 1.497-1.499(1.498)       | 63                        | 19  | 8   | *   | 5   | 0   | 5       |
| Hojiro II    | OY-1       | 98                  | 2   | 0   | *       | H     | 1.498-1.499              | 65                        | 13  | 5   | 1   | 1   | 0   | 15      |
| Otani-ike    | O3         | 92                  | 4   | 1   | 2       | C.T   | 1.501-1.503(1.502)       | 44                        | 36  | 20  | 0   | *   | *   | *       |
| Okada        | 18         | 90                  | 7   | 2   | 1       | C.T   | 1.501-1.504(1.502-1.503) | 67                        | 20  | 9   | 0   | 3   | 0   | 1       |
| Nomura       | O7         | 97                  | 1   | 0   | 1       | C.T   | 1.499-1.501(1.500-1.501) | 17                        | 74  | 2   | 0   | 3   | 0   | 4       |
| Biroku III   | O3         | 95                  | 3   | 0   | 2       | C.T   | 1.499-1.501(1.500)       | 7                         | 85  | 2   | 0   | 1   | 0   | 5       |
| Tenjin-ike   | 22         | 97                  | 2   | *   | *       | C.T   | 1.499-1.501(1.500-1.501) | 26                        | 44  | 25  | 0   | 1   | 0   | 4       |

石・緑褐色の破片～半自形状の角閃石・ジルコン、極微量の燐灰石・単斜輝石を伴う。

[対比] 前述したように、員弁地域の市之原火山灰層や古琵琶湖層群の馬杉火山灰層に対比される(吉川ほか, 1988)。これらの火山灰層はガウスクロン後期に挟まれ、2.8～2.9 MaのFT年代を示す。

南谷1・長明寺II火山灰層: 模式地は三重県桑名郡多度町古野南谷の川岸の崖(竹村, 1984)で、市之原火山灰層の約40 m上位の市之原累層最下部に挟有される。亀山地域では長明寺II火山灰層と呼ばれる。以下、模式地において記載する。

[岩相] 層厚100 cmの火山灰で、下位より、10 cmは青緑色の細～極細粒火山灰、25 cmは黄灰～明灰色、中粒火山灰、65 cmは青緑色、細～中粒火山灰からなる。

[岩石記載的性質] 本火山灰はガラスと少量の斜長石、微量の重鉱物・石英(高温型石英を含む)からなる。ガラスは、無色透明の厚手の扁平～中間型、 $n=1.497-1.500$  (1.499-1.500)が多い。重鉱物は半自形の斜方輝石・角閃石と微量の不透明鉱物・単斜輝石・黒雲母・燐灰石からなる。角閃石は半自形～破片状、緑～緑褐色のものが多く。

[対比] 南谷1・長明寺II火山灰層は古琵琶湖層群の相模I火山灰層、大阪層群の土生滝I火山灰層(吉川・吉田, 1989)、さらに静岡県掛川層群の有ヶ谷I火山灰層(里口ほか, 1996)、富山県氷見層群のMT2火山灰層や新潟県西山層の荒谷ガラス質火山灰層2(富田・黒川, 1995)に対比される広域火山灰層である。古地磁気層序に従うと、これらの火山灰層はガウスクロン後期に挟まれ、約2.7 Maの年代を示すと考えられている(富田・黒川, 1995)。

南谷2火山灰層: 模式地は三重県桑名郡多度町古野南谷の南西の崖(竹村, 1984)で、南谷1火山灰層の約40 m上位の市之原累層下部に挟有される。以下、模式地において記載する。

[岩相] 層厚90 cm、黄緑～暗灰色、中～細粒のガラス質火山灰で、2分できる。下部20 cmは黄緑～暗灰色で中粒、上部70 cmは暗灰色、細粒で平行葉理が発達する火山灰である。

[岩石記載的性質] 本火山灰はガラスと微量の斜長石・重鉱物からなる。ガラスは、無色透明、厚手の扁平型、 $n=1.497-1.500$ が多い。重鉱物は不透明鉱物・黒雲母と少量の破片状の緑～緑褐色角閃石からなる。

[対比] 南谷2火山灰層は、富山県氷見層群のUN火山灰層と新潟県西山層の二田城ガラス質火山灰層に対比されている(富田・黒川, 1995)。本火山灰はガウスクロン最末期の2.6 Ma頃に降下したと考えられる。

長沢火山灰層: 模式地は鈴鹿市長沢の御幣川左岸の崖(宮村ほか, 1981)で、小社火山灰の約30 m下位の桜村累層最下部に挟まれる。模式地において記載する。

[岩相] 層厚20 cm、淡桃～黄白色、中～細粒のガラス質火山灰で、岩相の違いによって、2分できる。下部1 cmは淡桃色～黄白色、中～細粒の火山灰、上部19 cmは淡桃色、細粒の火山灰からなる。

[岩石記載的性質] ガラス主体で、少量の斜長石、極微量の石英・重鉱物を伴う。ガラスは主に白色～透明、多孔質～中間型、 $n=1.503-1.506$ である。重鉱物は角閃石と少量の斜方輝石・黒雲母・不透明鉱物、微量の燐灰石からなる。

[対比] 長沢火山灰層は古琵琶湖層群の駒月火山灰層に対比される(吉川ほか, 1991)。本火山灰はマツヤマクロン前期のオールドバイサブクロン下位に挟まれることから、2.5 Ma頃の年代を示すと考えられる。

小社火山灰層: 模式地は鈴鹿市小社町御幣川右岸の崖(宮村ほか, 1981)で、御幣川火山灰層の約80 m上位の桜村累層下部に挟まれる。模式地において記載する。

[岩相] 層厚175 cmのガラス質火山灰で、下位より順に、5 cmは黄灰色、中～細粒火山灰、10 cmは黄白色、細～極細粒火山灰、160 cmは黄白～白色、極細粒で径0.4 cm以下の

軽石を含む火山灰からなる。

[岩石記載的性質] ガラス主体で、微量の斜長石、極微量の石英・重鉍物を伴う。ガラスは主に無色透明、扁平～中間型、 $n=1.502-1.504$ である。重鉍物は不透明鉍物と少量のジルコン・破片状の緑褐色角閃石、微量の黒雲母・斜方輝石からなる。軽石はガラス ( $n=1.500-1.504$ ; 1.503) 主体で、微量の斜長石を伴う。重鉍物は不透明鉍物・ジルコンと微量の斜方輝石・角閃石・黒雲母からなる。

[対比] 小社火山灰層は、古琵琶湖層群の虫生野火山灰層や静岡県掛川層群の白岩火山灰層に対比される(吉川ほか, 1991; 里口ほか, 1996)。本火山灰は古地磁気層序で、マツヤマクロン前期のオルドバイサブクロン下位に挟まれることから、2.4 Ma 頃の年代を示すと考えられる。

坂東1・川島Ⅱ火山灰層: 模式地は員弁町坂東新田の北約0.4 kmの崖(竹村, 1984)で、南谷1火山灰層の約160 m上位の市之原累層上部に挟有される。模式地の西0.5 kmの道路沿いに露出する本火山灰層について記載する。四日市地域では川島Ⅱ火山灰層と呼ばれる。

[岩相] 層厚420 cmのガラス質火山灰である。下位より順に、2 cmは灰白～白色の細粒火山灰、12 cmは黄白色の中～粗粒火山灰、10 cmは明灰色の極細粒火山灰、30 cmは明灰色の中粒で径1 cm前後の軽石を含む火山灰、35 cmは明灰色の極細～細粒火山灰、130 cmは明灰色、細～中粒、径0.5 cm前後の軽石を含む火山灰、16 cmは黄灰色の極細～細粒火山灰、80 cmは明灰～黄灰色、中～細粒火山灰、13 cmは明灰～白色の細～中粒で径1 cm前後の軽石を含む火山灰、16 cmは明灰色の中粒火山灰、16 cmは黄白色の細粒火山灰、70 cmは明灰色の中～粗粒火山灰からなる。

[岩石記載的性質] 本火山灰はガラス主体で、微量の斜長石を伴う。ガラスは主に無色透明、厚手の扁平型、 $n=1.498-1.501$  (1.500) である。極微量含有される重鉍物は黒雲母・ジルコン・不透明鉍物と少量の破片状の緑褐色角閃石・斜方輝石からなる。軽石は $n=1.499-1.501$  (1.500-1.501) のガラス主体で、極微量含まれる重鉍物は不透明鉍物と少量のジルコン、微量の角閃石、極微量の黒雲母・斜方輝石からなる。

[対比] 坂東1火山灰層は、四日市地域の川島Ⅱ火山灰層(吉田, 1990)や静岡県掛川層群の西平尾火山灰層に対比される(里口ほか, 1996)。本火山灰はマツヤマクロン前期のオルドバイサブクロン下位に挟まれ、小社火山灰との層序的關係から、2.3 Ma 頃の年代を示すと考えられる。

嘉例川火山灰層: 模式地は、三重県員弁郡北勢町西貝野の下平へぬける道路沿いの崖(森, 1971 b; 竹村, 1984)で、坂東2火山灰層の約100 m上位の大泉累層中から多良累層下部に挟有される。模式地において記載する。

[岩相] 層厚745 cmのガラス質火山灰で、岩相の違いによって7分できる。最下部3 cmは黄白～明灰色の中～粗粒火山灰、下部19 cmは黄白色、中粒、平行葉理の発達する火山灰で径0.4 cm前後の軽石、火山豆石を含む。中部26 cmは赤紫色(あずき色)の中～粗粒火山灰で、この下部5 cmは重鉍物を多く含む。上部17 cmは明灰～淡桃色、細～中粒、平行葉理の発達する火山灰、最上部500 cmは黄白～明灰色、

中～粗粒、径3 cm前後の軽石を多く含有し斜交葉理の発達する火山灰で、この上位にさらに、30 cmの黄白色、細～極細粒、平行葉理の発達する火山灰、150 cmの明灰色、中～粗粒、斜交葉理の発達する火山灰が存在する。本火山灰層の岩相上の特徴は、下半部の垂直的な岩相変化、特に中部に赤紫色の部分を含む点にある。

[岩石記載的性質] 本火山灰は一般にガラス主体で、微～少量の斜長石、極微～微量の重鉍物を伴う。ガラスは主に無色透明、厚手の扁平～中間型、 $n=1.498-1.502$  (1.501-1.502) である。重鉍物は不透明鉍物・緑褐色角閃石・斜方輝石と微量のジルコン・黒雲母・単斜輝石からなる。最上部に含有される軽石はガラス ( $n=1.499-1.501$ ; 1.501) 主体で、微量の斜長石を伴う。極微量含まれる重鉍物は不透明鉍物・斜方輝石主体で少量の緑褐色角閃石、微量の黒雲母・ジルコン・単斜輝石を伴う。

[対比] 嘉例川火山灰層は、第三紀・第四紀境界を示す最重要広域火山灰層である。本火山灰層は古琵琶湖層群の蒲生堂・五軒茶屋火山灰層、大阪層群の福田火山灰層、新潟県魚沼層群の辻又川火山灰層、千葉県上総層群のKd 38火山灰層(吉川ほか, 1988; 吉川ほか, 1994; 富田・黒川, 1997; 吉川ほか, 1996)、さらに恵比須峠火砕流などに対比される。恵比須峠～福田テフラ(長橋ほか, 2000)と一括されるこれらの火山灰層は、メタセコイア植物群繁栄期・消滅期境界層準、古地磁気層序ではオルドバイサブクロン直上に挟まれ、1.75 Maの年代を示す(吉川ほか, 1996)。

多良火山灰層: 模式地は上石津町谷畑の約0.5 km北の崖(吉田, 1988)で、多良累層最上部に挟有される。模式地において記載する。

[岩相] 層厚80 cmのガラス質火山灰で、下位より順に、7 cmは淡桃白～白色、中～細粒火山灰、8 cmは淡桃白～白色、中～粗粒火山灰、10 cmは白～淡桃白色、中粒火山灰、20 cmは淡桃白～白色、粗～中粒火山灰、20 cmは淡桃白～白色、粗～中粒火山灰、25 cmは淡桃白～白色、粗～細粒火山灰からなる。

[岩石記載的性質] 本火山灰は主にガラスと微量の斜長石・重鉍物からなり、まれに石英を含む。ガラスは無色透明、厚手の扁平～中間型、 $n=1.499-1.501$  (1.500) である。重鉍物は主に角閃石・斜方輝石・不透明鉍物からなり、少～微量の単斜輝石を伴う。この他、まれにジルコン・黒雲母・燐灰石を含む。角閃石は半自形の緑褐色、斜方輝石は半自形～破片状のものが多い。

[対比] 多良火山灰層は古琵琶湖層群の池の内Ⅱ火山灰層(古琵琶湖団体研究グループ, 1992)、大阪層群のピンク火山灰層(吉川ほか, 1988)、新潟県魚沼層群の小木火山灰層(富田・黒川, 1995)、千葉県上総層群のO7火山灰層(Kikkawa et al., 1993)に対比され、九州の獅子牟田カルデラが噴出源とされている(壇原ほか, 1992)。本火山灰層は、古地磁気層序ではハラミロサブクロン、酸素同位体比層序ではステージ31～29間に挟まれ、0.99 Maの年代を示す(吉川・三田村, 1999)。

## ま と め

伊勢平野の東海層群火山灰層序を整理し、阿漕、大谷池、野村・美鹿Ⅲ、岩森・市之原、南谷1・長明寺Ⅱ、南谷2、長沢、小社、板東1・川島Ⅱ、嘉例川、多良火山灰の11層の主要な火山灰層について、それぞれの岩相・岩石記載的性質などの特徴、火山灰対比と年代について検討した。

## お わ り に

本論文で述べた伊勢平野の東海層群火山灰層の研究中に、中山勝博氏と共同で、東海層群の古地磁気層序(中山・吉川, 1990; Nakayama et al., 1995), 太田テフラ層(Nakayama et al., 1994; 中山・吉川, 1995; Nakayama and Yoshikawa, 1997)などの研究を行った。いずれも記憶に残る研究で、野外において地質現象を正確に解釈することの楽しさや大切さなど多くの事を学ばせていただいた。鳥根大学故中山勝博助教授のご冥福を心から祈る。

## 文 献

- 赤嶺秀雄・細野 実・久保恭輔, 1951, 三重県亀山地方の亜炭を含む第三系。資源研彙報, 19-21, 149-158.
- 原山 馨・宮村 学・吉田史郎・三村弘二・栗本史雄, 1989, 御在所山地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 145 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, 42, 257-266.
- 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—近畿地方の新期新生代層の研究, その10—。第四紀研究, 8, 31-43.
- 糸魚川淳二, 1971, 知多半島西北部知多村付近の常滑累層—瀬戸層群の研究, その2。竹原平一教授記念論文集, 83-98.
- 角田 保・赤嶺秀雄・安田敏夫, 1958, 北伊勢地方の古生物と地質。75 p. 三岐鉄道株式会社・三重県立博物館。
- 角田 保, 1982, 伊勢湾周辺における旧象化石の分布, 三重短期大学家政研究, 30, 105-143.
- 榎原 徹・鎌田浩毅・山下 透, 1992, 大阪層群のピンク火山灰と中部九州の耶馬溪火砕流堆積物との対比。日本火山学会1992年度秋季大会講演予稿集, 108 p.
- 嘉藤良次郎, 1957, 養老山脈南縁の地質構造および鈴鹿山脈の形成。地質雑, 63, 475-483.
- Kikkawa K, Mizuno K and Sugiyama Y, 1993, Early to middle Pleistocene stratigraphy and chronology of the widespread tephra in southwest Japan.—Correlation by ICP analyses of the volcanic glasses—, 29 th IGC Kyoto Abstracts, 2, 385 p.
- 古琵琶湖湖体研究グループ, 1992, 大津・石山地域の古琵琶湖層群, 地球科学, 46, 221-234.
- 此松昌彦・多度湖体研究グループ, 1995, 三重県の鮮新・更新統奄芸層群の嘉例川火山灰層直上から産出したミツガシワ属種子化石。植生史研究, 3, 77-82.
- 小牧研グループ, 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, 69-81.
- 黒川勝巳, 1999, 新潟地域における七谷層—魚沼層群の火山灰層序。石油技術協会誌, 64, 80-93.
- 牧野内 猛, 1975, 知多半島南部の常滑層群。地質雑, 81, 67-80.
- 松井 寛, 1943, 三重県四日市及び桑名地方の地質。京大地質学術報告, 2, 1-11.
- 三木 茂, 1948, 鮮新世以来の近畿並に近接地域の遺体フローラに就いて。鉱物と地質, 9, 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.
- 宮村 学・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 忍, 1971 a, 名古屋市東部の瀬戸層群矢田川累層。地質雑, 77, 635-644.
- 森 忍, 1971 b, 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, 99-111.
- 長橋良隆・里口保文・吉川周作, 2000, 本州中央部における鮮新—更新世の火砕流堆積物と広域火山灰層の対比および層位噴出年代。地質雑, 106, 51-69.
- 中山勝博・古澤 明, 1989, 瀬戸層群と常滑層群の火山灰層, 地質雑, 95, 189-208.
- 中山勝博・吉川周作, 1990, 東海層群の古地磁気層序。地質雑, 96, 967-976.
- 中山勝博・吉川周作, 1995, 鮮新統広域テフラ層である大田テフラ層の堆積過程(予報)。地球科学, 49, 406-418.
- Nakayama, K. and Yoshikawa, S., 1997, Depositional processes of primary to reworked volcanoclastics on an alluvial plain; an example from the Lower Pliocene Ohta tephra bed of the Tokai Group, central Japan. Sedimentary Geology, 107, 211-229.
- Nakayama, K., Yoshikawa, S. and Ito, T., 1995, Magnetostratigraphy of the Late Cenozoic Tokai Group in central Japan and its sedimentologic implications. J. SE Asian Earth Sci., 12, 95-104.
- Nakayama, K., Yoshikawa, S., Nagahashi, Y., Satoguchi, Y. and Kono, K., 1994, Pyroclastic flow deposits intercalated in the upper Cenozoic Tokai Group, Central Japan. J. Geol. Soc. Japan, 100, 880-883.
- 那須孝悌, 1972, 第四紀の日本列島生物相, 生物科学, 24, 1-10.
- 里口保文・吉川周作・笹尾英嗣・長橋良隆, 1996, 静岡県の新鮮—更新統掛川層群上部の火山灰層とその広域対比。地球科学, 50, 483-500.
- 島倉巳三郎, 1964, 本邦新生代層の花粉層序学的研究。奄芸・曾爾・都介野の各層群, 奈良学芸大学紀要, 12, 37-50.
- 竹原平一, 1961, 伊勢湾西岸の奄芸層群層序, 横山次郎教授記念論文集, 45-50.
- 竹村恵二・石田 克・亀井節夫ほか8名, 1978, 亀山椋川で発見された旧象化石とその層序, 日本地質学会関西支部報, 84, 16.
- Takemura, K. and Torii, M., 1978, Magnetostratigraphy of the Plio-Pleistocene Age Group in the northern part of Mie Prefecture, Japan., Rock Mag. Paleogeophys., 5, 69-72.
- 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, 25, 139-150.
- 竹村恵二, 1984, 三重県員弁地域の鮮新・更新統東海層群, 地質雑, 90, 799-813.
- 樽野博幸・吉田史郎, 1987, 岐阜県の東海層群よりアカシゾウの白歯化石が産出, 大阪市立自然史博物館研究報告, 41, 1-5.
- 富田裕子・黒川勝巳, 1995, 中部日本(新潟地域・氷見層群・東海層群)における鮮新世の広域テフラの検出。1995年地球惑星合同大会講演要旨, 72.
- 富田裕子・黒川勝巳, 1997, 新潟地域における魚沼層群の辻又川火山灰層と房総半島の火山灰鍵層 Kd 38 の対比。地球科学, 51, 377-381.
- 塚腰 実, 2001, 東海層群の植物化石。豊橋市自然史博研報, 11, 41-44.
- 和田幸雄, 1982, 三重県亀山市周辺の奄芸層群, 地質雑, 88, 121-139.
- 安田敏夫, 1958, 北伊勢地方第三系の植物化石, 三岐鉄道株式会社・三重県立博物館, 63-72.
- Yokoyama, T., 1969, Tephrochronology and Paleogeography of the Plio-Pleistocene in the Eastern Setouchi Geologic Province, Southwest Japan, Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ. Ser. Geol. Mineral, 36, 19-85.
- 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—近畿地方の新期新生代層の研究, その19—, 竹原平一教授記念論文集, 55-67.
- 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, 19, 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.
- 吉田史郎・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.
- 吉田史郎, 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.
- 吉田史郎, 1988, 鈴鹿・養老両山系間の鮮新・更新統東海層群—東海湖終息期の堆積物—, 地球科学, **42**, 1-16.
- 吉田史郎, 1989, 三重県鈴鹿山脈中部東麓, 鮮新・更新統東海層群, 日本地質学会関西支部報, **107**, 3-4.
- 吉田史郎, 1990, 東海層群の層序と東海湖盆の古地理変遷, 地質調査所月報, **41**, 303-340.
- 吉田史郎, 1999, 岐阜県南宮山周辺の東海層群牧田累層と東海層群上部のフィッシュ・トラック年代. 日本地質学会第106年学術大会講演要旨, 318.
- 吉田史郎, 2000, 伊勢湾周辺の東海層群の年代と対比. 日本地質学会第107年学術大会講演要旨, 230.
- 吉田史郎・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, **29**, 361-369.
- 吉田史郎・栗本史雄・宮村 学, 1991, 桑名地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の1地質図幅), 地質調査所, 154 p.
- 吉川周作・壇原 徹, 1996, 火山灰とその年代. 服部川足跡化石調査団編「古琵琶湖層群上野累層の足跡化石」, 25-32, 三重県立博物館.
- 吉川周作・三田村宗樹, 1999, 大阪平野第四系層序と深海底の酸素同位体比層序との対比. 地質雑, **105**, 332-340.
- 吉川周作・吉田史郎・服部俊之, 1988, 三重県員弁付近の東海層群火山灰層, 地質調査所月報, **39**, 615-633.
- 吉川周作・吉田史郎, 1989, 三重県亀山地域の東海層群火山灰層, 地質調査所月報, **40**, 285-298.
- 吉川周作・立石雅昭・風間 修, 1994, 大阪層群の福田火山灰層と魚沼層群の辻又川火山灰層の対比, 地質雑, **100**, 486-494.
- 吉川周作・里口保文・長橋良隆, 1996, 第三紀・第四紀境界層準の広域火山灰層—福田・辻又川・Kd 38 火山灰層—, 地質雑, **102**, 258-270.
- 吉川周作・吉田史郎・須川栄司, 1991, 東海層群の火山灰層とその対比. 地球科学, **45**, 453-467.

(受付:2001年12月10日, 受理:2001年12月17日)