

大阪市天王寺区夕陽丘600mボーリングコアの岩相・火山灰層序

吉川周作* 佃 栄吉** 三田村宗樹* 中川康一*
水野清秀** 東脇愛子* 片岡香子* 高橋 誠**

Syusaku YOSHIKAWA, Eikichi TSUKUDA, Muneki MITAMURA, Kouichi NAKAGAWA, Kiyohide MIZUNO, Aiko HIGASHIWAKI, Kyouko KATAOKA, and Makoto TAKAHASHI (1997) Litho- and tephrostratigraphy of the Yuhigaoka boring cores from the Osaka Plain, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 48, p. 661-672, 3 figs, 1 table.

Abstract: In 1996, 600-meter deep core boring was carried out at Yuhigaoka (Latitude 34° 39' 17", Longitude 135° 30' 54"), Osaka City in the central part of the Osaka Plain. The core samples mainly consist of unindurated sand, gravel, silt and clay, ranging in age from the late Pliocene to middle Pleistocene. The core sediments are lithologically divided into YU-A and YU-B Formations, in ascending order. The YU-A Formation is composed of fluvio-lacustrine gravel, sand and silt, with YU542, YU400 and YU384 volcanic ash layers. The YU542 volcanic ash layer correlates with the Fukuda volcanic ash layer, which exists at the horizon of the boundary between the lowermost and lower parts of the Osaka Group. The YU-B Formation is composed of alternating beds of marine clay and fluvio-lacustrine sand and silt, and intercalates eighteen volcanic ash layers. In these volcanic ash layers, YU261, YU210, YU173, YU163, YU128 and YU65 layers correlate with the Yellow, Pink, Komyoike IV, Yamada II, Azuki, Hacchoike I volcanic ash layers of the Osaka Group, respectively. On the basis of these correlations, nine marine clay-beds in the YU-B Formation have been identified as the Ma-1, Ma0, Ma1, -----, Ma6 and Ma7, in ascending order.

要 旨

大阪市天王寺区夕陽丘の標高20mの上町台地面から、深度603.0mまで掘削された夕陽丘ボーリングコアの岩相・火山灰層序、挟在する火山灰層の岩相・岩石記載的性質を明らかにした。そして、海成粘土層の挟在層準と鍵層である火山灰層の岩相・岩石記載的性質に基づいて、陸上部の大阪層群標準層序、さらに大阪平野地下の第四系の標準となっているOD-1・OD-2ボーリングコアとの対比を行った。その結果、1)岩相の違いによって、淡水成の砂・シルト層主体のYU-A層(深度603.0-320.8m)と海成粘土層と淡水成の砂・シルト層の互層からなるYU-B層(深度320.8-20.0m)に区分できること、2)YU-A層中のYU542火山灰層、YU-B層中のYU263, YU261, YU210, YU173, YU163, YU128, YU123, YU117, YU113, YU65, YU64火山灰層は、それぞれ、福田、イエローII・III、ピンク、光明池IV、山田II、アズキ、トヨダ池、盆ノ池、狭山、八町池I・II火山灰層に対比できること、3)これらの火山灰対比に基づき、

深度300.5-290.9m, 271.7-253.4m, 223.1-216.0m, 163.6-149.4m, 128.3-104.9m, 96.7-86.4m, 66.0-58.9m, 53.0-41.8m, 36.7-30.1mの各海成粘土層は、Ma-1, Ma0, Ma1, Ma2, Ma3, Ma4, Ma5, Ma6, Ma7層にそれぞれ対比可能であることを明らかにした。今回、夕陽丘ボーリングコアで明らかにした岩相・火山灰層序は、今後周辺域で掘削されるボーリングの層序や地下地質研究を進める上で、基準になると考えられる。

1. はじめに

大阪平野およびその周辺に分布する第四系の層序は、岩相・火山灰層序学的研究によって組み立てられてきた。陸上部に分布する鮮新-更新統の大阪層群や中・上部更新統の段丘堆積層については、すでにその詳細な層序が解明されている(市原, 1960; 市原ほか, 1990; 吉川ほか, 1986; 市原編, 1993)。しかし、盆地中心部の第四系については、これらが平野地下深くに伏在していることから、その層序学的研究は遅れている。

大阪平野の地下に伏在する第四系は、山根(1930)によって地下浅部の層序の概要が報告されて以降、建築物

*大阪市立大学理学部 (Faculty of Science, Osaka City University; 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558 Japan)

**地震地質部 (Earthquake Research Department, GSJ)

Keywords: Osaka plain, Quaternary, Osaka Group, litho-stratigraphy, tephrostratigraphy, volcanic ash layer, boring-core

の基礎調査ボーリングの資料が増加するとともに、平野地下浅部に分布する上部更新統-完新統の層序が次第に明らかになってきた(日本建築学会近畿支部・土質工学会関西支部, 1966; 梶山・市原, 1972; 吉川ほか, 1986)。また、大阪湾湾岸部の大規模開発にともなって、100-200m深まで達するボーリングが数多く掘削され、地下に分布する中部-上部更新統の岩相・火山灰・花粉層序学的研究が進展した(吉川, 1981; 中世古編, 1984; Furutani, 1989; 土質工学会関西支部・大阪湾海底の地盤研究委員会, 1990; Ogura *et al.*, 1992; 吉川ほか, 1993)。しかし、より深部に発達する中・下部更新統については、深層まで達するボーリングが少ないこともあり、地盤沈下対策のために掘削された9本の深層ボーリング(OD-1, … OD-9)によってその岩相層序の概要が判明している程度である(Ikebe *et al.*, 1970; 吉川ほか, 1987)。

このような地下地質研究の現状にあつて、1995-1996年に、主に地下水位観測を目的とした深層ボーリングが近畿地域西部において地質調査所により掘削された(佃ほか, 1996)。このうちここで報告する夕陽丘ボーリングは、大阪市天王寺区夕陽丘において「天王寺観測井」のために掘削されたものである。これは地下深部約600mに達するオールコアボーリングであることから、今後、大阪平野地下の第四系の層序学的研究に重要な役割を果たすと考えられる。本論文では、この夕陽丘ボーリングコアについて、その岩相層序と火山灰層序を詳しく報告し、挟在する海成粘土層と鍵層である火山灰層の岩相・岩石記載的性質に基づいて、大阪層群の標準層序との対比、さらに大阪平野地下の第四系層序の基準となっているOD-1・OD-2ボーリングコアとの比較を行う。

本研究で使用したコア試料は地質調査所が平成7年度から8年度にかけて実施した「近畿地域西部における地震予知観測研究」のうち天王寺観測井整備のためのボーリングで得られたものである。大阪市民局市民部安全対策課及び同建設局花と緑の推進本部の方々には天王寺観測井設置に当たって用地の確保等、種々ご配慮いただいた。また、地元住民の皆様には工事中ご迷惑をおかけしたにも係らず忍耐強くご協力いただいた。以上の方々々に心より感謝申し上げます。

2. 大阪平野地下の第四系の概要

大阪平野地下の第四系層序の概要は、地盤沈下調査のために掘削された深層ボーリング(OD-1, … OD-9)の研究によって、明らかにされた(Ikebe *et al.*, 1970)。基準となるOD-1(大阪市港区田中)、OD-2(大阪市都島区都島南通り)のボーリングによると、大阪平野地下の第四系は基盤の花崗岩類を不整合に覆う厚さ1300m以上の未固結堆積物からなり、下位より順に大阪

層群、段丘層相当層の“上部洪積層(Upper Pleistocene Formation)”, 沖積層の難波累層に区分される。これらの地層中には、鍵層である数層の火山灰層と指標層である15層の海成粘土層が挟まれる(Ikebe *et al.*, 1970; 梶山・市原, 1972; 吉川ほか, 1987)。

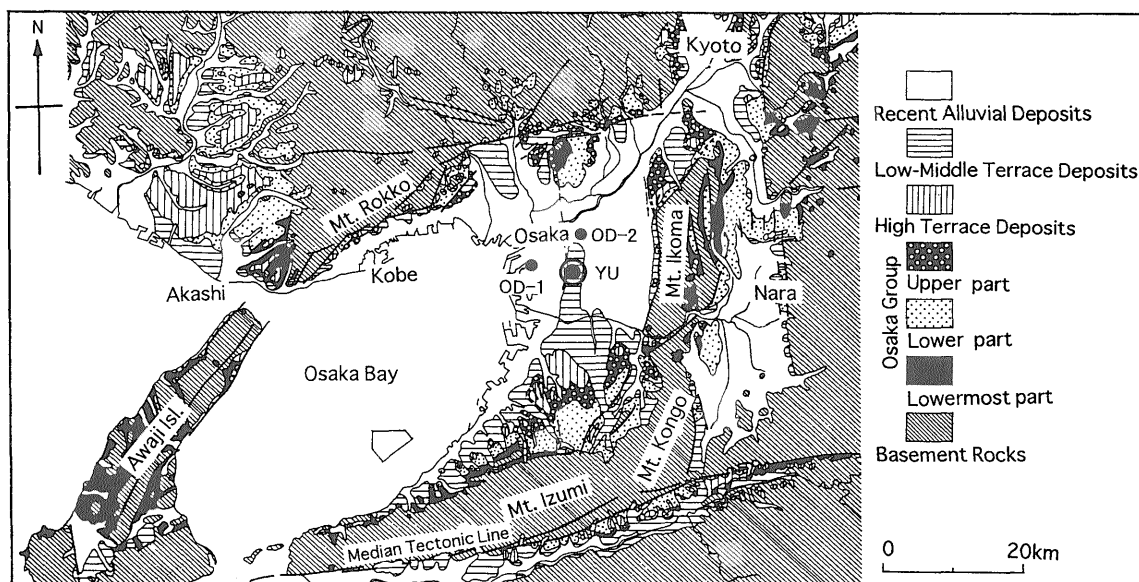
その後、丘陵部に分布する大阪層群、平野地下の中・上部更新統の層序学的研究の進展によって、第四系に挟まれる80層以上の火山灰層序が解明された(Itihara *et al.*, 1975; 大阪層群最下部団体研究グループ, 1992; 吉川ほか, 1993; 吉川ほか, 1996)。また、指標層である海成粘土層についても、市原ほか(1984)の丘陵部でのMa-1層の層序的位置の解明、Furutani(1989)の平野地下での、Ma1(1)層, Ma1(2)層, Ma1(3)層の発見によって、各海成粘土層の層序が明確にされた。その結果、海成粘土層は、Ma-1, Ma0, Ma1 … Ma13層とよばれる17層の存在が確認されている。このうち、Ma-1~Ma10層は大阪層群、Ma1(1), (2), (3)層とMa12層は段丘層相当層、Ma13層は難波累層中に挟まれていると考えられている(市原, 1993)。

大阪平野地下の地質構造は、前述の深層ボーリングによって平野中央部を南北に伸びる上町上昇帯、その両側の沈降部(西側は西大阪沈降部、東側は東大阪沈降部)の存在が明確にされた(Ikebe *et al.*, 1970)。そして、西大阪沈降部で掘削されたOD-1ボーリングは深度907mでも基盤に達しなかったのに対して、上町上昇帯で掘削されたOD-2ボーリングは656mで基盤の花崗岩類に到達したことから、上町上昇帯の西側には落差数100mの上町断層の存在が指摘された(Ikebe *et al.*, 1970)。今回の夕陽丘ボーリングは、上町上昇帯に位置する上町台地において深度約600mまで掘削された。第1図にボーリング掘削地点、および大阪平野地下第四系の基準になっているOD-1とOD-2ボーリング地点を示す。

3. コアの岩相、火山灰の岩石記載的性質の記載方法

ボーリングコアの岩相観察は、掘削後すぐに約1m毎に分割されたコア(直径85mm)を用いて、岩相・色調・粒度・構成物・内部堆積構造などを記載した。また、約6ヶ月後に再度、色調・析出物(硫黄の黄色粉、石膏の針状結晶など)・割れ方などの岩相観察を行い、海成粘土層の識別を行った。なお、海成層の識別は、市原・市原(1971)に従った。

岩相観察によって見いだされた火山灰層は、岩相・岩石記載的性質を記載した。なお、岩石記載的性質は、吉川(1976)、Yoshikawa(1984)の火山灰の記載と同様、火山灰試料を水洗・篩別し、50℃以下で乾燥させた後、必要に応じてプロモホルムで比重選鉱した。この処理後の1/4-1/16mmの粒度について、岩石記載的性質を記載した。記載項目は、鉱物組成(火山ガラス、長石、石



第1図 ボーリング地点図 (市原, 1993を一部修正)

YU: 夕陽丘ボーリング OD-1・OD-2: OD-1・OD-2ボーリング

Fig. 1 Localities of the boring sites(modified from Itihara, 1993).

YU: Yuhigaoka boring site, OD-1 and OD-2: Boring sites of OD-1 and OD-2.

英, 重鉱物の個数比), 重鉱物組成 (黒雲母, 角閃石, 斜方輝石, 単斜輝石, ジルコン, 燐灰石, 不透明鉱物の個数比), 火山ガラスの色・形状・屈折率, 各種鉱物の特徴などである. なお, 火山ガラスの形状は吉川 (1976) に基づいて, 扁平型 (Ha型+Hb型), 中間型 (Ca型+Cb型), 多孔質型 (Ta型+Tb型), その他に区分した. 火山ガラスの屈折率 (n) の測定は, Yoshikawa (1984) による位相差偏光顕微鏡下で標準ガラスを用いた分散法による. 測定誤差は±0.001以下と見積られている.

4. 夕陽丘ボーリングコアの岩相・火山灰層序

ボーリングは, 大阪市天王寺区夕陽丘 (34°39'17"N, 135°30'54"E) の標高20mの上町台地面 (中位段丘面) から, 深度603.0mまで掘削された. コアの回収率は良く, 掘削時に採取された総コア長は約512.5mで, 掘削深度の約85%である. これらのコアの岩相観察結果に基づいて岩相・火山灰層序を述べる.

本ボーリングコアは, 主に未半固結の砂礫・砂・シルト・粘土層からなり, 21層の火山灰層を狭在する. 岩相の違いによって, 淡水成の砂層優勢のシルト層との互層からなる深度603.0-320.8mの下部 (YU-A層と呼ぶ) と比較的厚い海成粘土層と淡水成の砂・シルト層の互層からなる深度320.8-20.0mの上部 (YU-B層と呼ぶ) に2大区分できる. 以下, 下位より順に岩相を述べる (第2図参照).

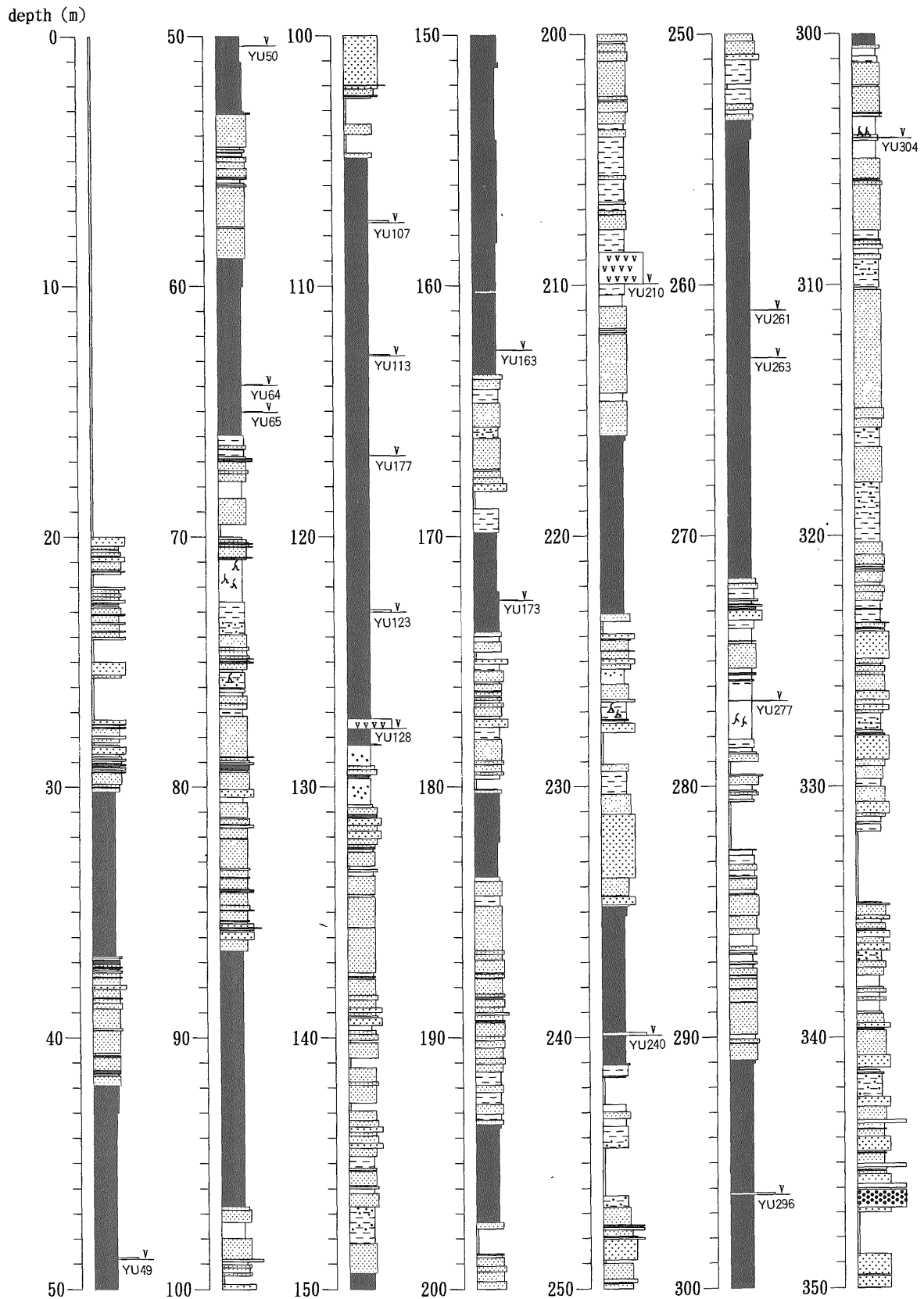
4.1 YU-A層

深度603.0-320.8mのYU-A層は, 砂層・シルト層主体

で, 砂礫層や粘土層を伴う淡水成の堆積物からなり, 3層の火山灰層を狭在する. 本層は, 岩相の違いによって, 砂層とシルト-粘土層の互層からなる深度603.0-357.7mの地層と砂・砂礫層主体の深度357.7-320.8mの地層に細分できる.

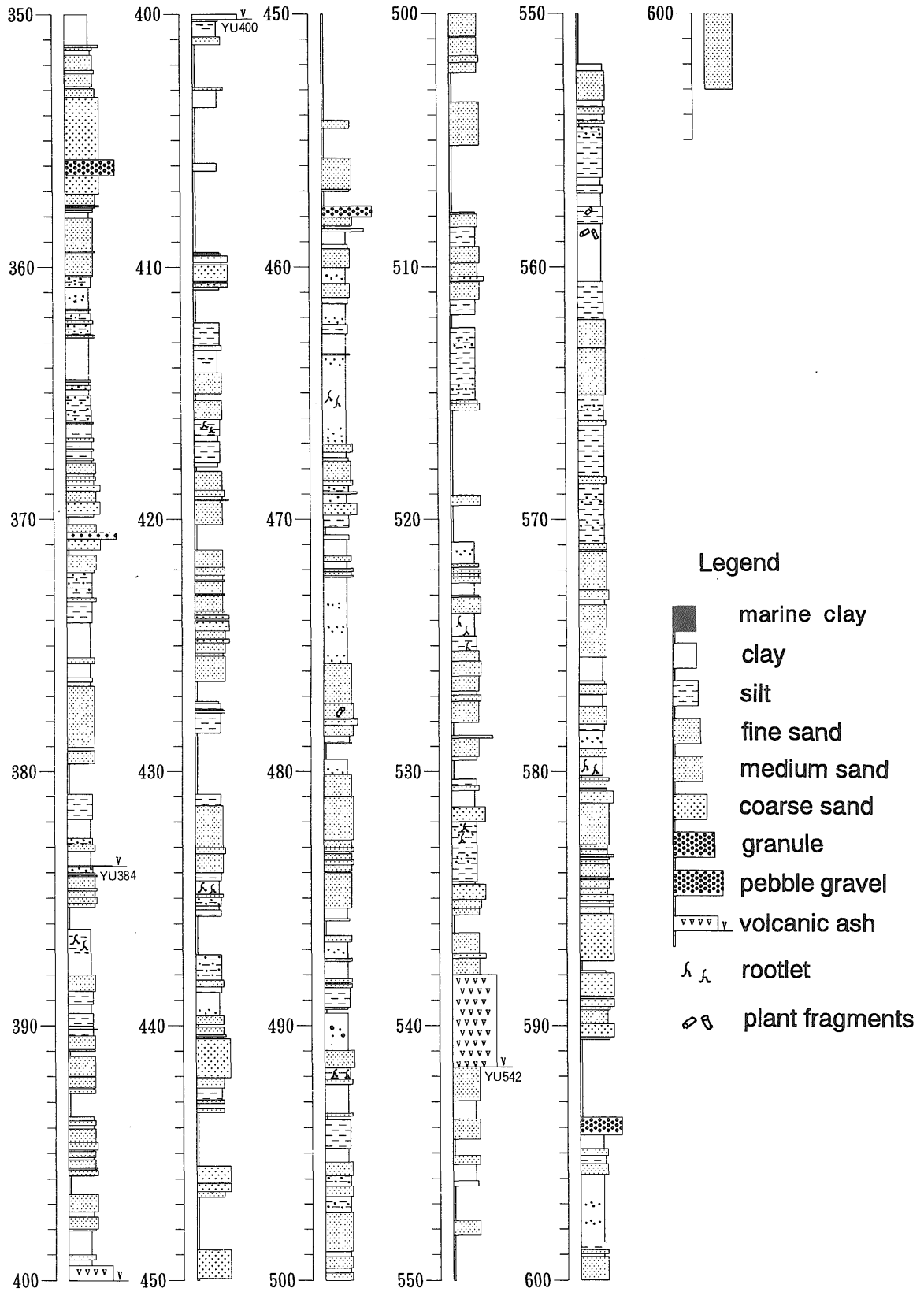
深度603.0-357.7m: 本層は主として砂層とシルト・粘土層の互層からなるが, 下位より順に, 深度603.0-594.3mは厚さ3m以下の淡緑灰-青灰色シルト・粘土層と灰-淡緑灰色の極細・細粒砂層の互層, 深度594.3-580.2mは灰色の極細-極粗粒砂層主体で厚さ0.2m以下の薄い青灰色シルト層を挟む地層, 深度580.2-543.0mは灰-青灰色の極細-中粒砂層と厚さ3m以下の淡緑灰-青灰色粘土・シルト層の互層, 深度543.0-約503mは灰色の中-極粗粒砂層と厚さ3m以下の青灰-淡緑灰色シルト・粘土層の互層, 深度約503-485.4mは灰色の極細・細粒砂層と厚さ2m以下の緑灰-青灰色シルト・粘土層の互層, 深度485.4-約408mは灰色の中-極粗粒砂層と厚さ3.5m以下の青灰-淡緑灰色シルト・粘土層の互層, 深度約408-357.7mは灰色の極細-中粒砂層と厚さ3m以下の青灰-淡緑灰色シルト・粘土層の互層で深度370.5m付近に粗・極粗粒砂と砂礫層を挟む地層からなる.

本層を構成する粘土・シルト層は淡緑灰-青灰色を呈し, 厚さ3m以下である. これらの地層中には, しばしば砂粒・木片・植物根が含まれ不均質である. 有機物もしばしば含まれ, 多く含む場合は暗褐-褐色の有機質シルト・粘土層となる. また, 比較的厚い粘土層中には, 藍鉄鉱を産する. シルト層中には平行葉理が発達する場合がある. 極細-極粗粒砂層は, 灰-青灰-淡緑灰色を呈し, その厚さは3m以下である. 極細・細粒砂層には平



第 2 図 夕陽丘ボーリング柱状図
Fig. 2 Geologic log of the Yuhigaoka boring.

大阪市天王寺区夕陽丘600mボーリングコアの岩相・火山灰層序 (吉川 ほか)



行・斜交葉理がよく発達し、その葉理にそって植物片・木片が濃集する場合がある。中-極粗粒砂層には斜交葉理や斜交層理がしばしば発達する。中-極粗粒砂層の多くは上方へ細粒化し、それらの砂層下部には径1cm以下のチャート・花崗岩礫、木片・シルトの偽礫がよく含まれる。砂礫層は灰色を呈し、厚さ1m以下である。基質は中-極粗粒砂、径5cm以下のチャート・花崗岩・泥岩の礫を含む。

深度541.6mにYU542火山灰層、深度400.2mにYU400火山灰層、深度383.7mにYU384火山灰層が挟まれる。

深度357.7-320.8m：砂・砂礫層主体の地層からなり、薄いシルト・粘土層を挟む。本層は、下半部では粗・極粗粒砂層や砂礫層を多く挟み、上半部では極細-中粒砂層が主体となる。

本層を構成する粘土・シルト層は青灰-暗灰色を呈し、その最大層厚1mで、多くは0.5m以下である。これらの地層中には、しばしば砂粒・植物片が含まれる。シルト層中には平行・斜交葉理がよく発達する。極細-極粗粒砂層は、灰-暗灰色を呈し、その厚さは3m以下である。極細・細粒砂層には平行・斜交葉理がよく発達し、植物片がまれに含まれる。中-極粗粒砂層には斜交葉理や斜交層理がよく発達し、細礫、シルトの偽礫がまれに含まれる。砂礫層は灰色を呈し、厚さ1m以下である。その基質は中-極粗粒砂で、径5cm以下のチャート・花崗岩・泥岩礫を含む。

4.2 YU-B層

深度320.8-20.0mのYU-B層は、13層の海成粘土層と淡水成の砂・シルト層の互層からなり、18層の火山灰層を挟む。13層の海成粘土層は、それぞれ深度300.5-290.9m, 271.7-253.4m, 241.0-234.7m, 223.1-216.0m, 197.4-193.4m, 183.8-180.5m, 173.8-169.2m, 163.6-149.4m, 128.3-104.9m, 96.7-86.4m, 66.0-58.9m, 53.0-41.8m, 36.7-30.1mに存在する。これらの海成粘土層を基準に岩相を述べる。

深度320.8-300.5m：灰-暗灰色の砂層と青灰-暗灰色のシルト・粘土層の互層からなる。本層を構成する砂層は厚さ2m以下の極細・細粒砂層が主体で、平行・斜交葉理がしばしば発達する。この葉理にそって植物片がよく濃集している。シルト・粘土層は厚さ2m以下で、砂粒・植物片や植物根をしばしば含む。深度304.3mにYU304火山灰層を挟む。

深度300.5-290.9m：暗灰色の海成粘土層である。全体に均質であるが、最上部0.1mはシルト質となり、砂粒や植物片を含む。深度296.2mにYU296火山灰層を挟む。

深度290.9-271.7m：灰色の砂層と青灰-暗灰色のシルト・粘土層の互層からなる。砂層は厚さ1m以下の極細-極粗粒砂層で、粗・極粗粒砂層は上半部に狭在される。極細・細粒砂層には平行・斜交葉理、中-極粗粒砂層には斜交層理がよく発達する。これらの砂層中には木

片・植物片やシルトの偽礫が含まれる。シルト・粘土層は、最大層厚3m、多くは0.5m以下で、砂粒・植物片や植物根をよく含む。深度276.6mにYU277火山灰層を挟む。

深度271.7-253.4m：暗灰色の海成粘土層からなり、まれに植物片・木片を含む。本層は全体に均質であるが、最上部はシルト質となり、厚さ1cm以下の極細・細粒砂のレンズ状薄層を数枚挟む。深度262.9mにYU263火山灰層、深度261.0mにYU261火山灰層を挟む。

深度253.4-241.0m：砂層とシルト層の互層からなるが、下部(深度253.4-251.0m)は青灰-暗灰色のシルト層優勢の灰色の極細・細粒砂層との互層、中部(深度251.0-246.8m)は中・粗・極粗粒砂層主体の地層、上部(深度246.8-241.0m)は青灰-暗灰色シルト層優勢の灰色極細・細粒砂層との互層からなる。これらの各層を構成する砂層は厚さ1.0m以下で、極細・細粒砂層には平行・斜交葉理、中-極粗粒砂層には斜交層理がよく発達する。中-極粗粒砂層には、植物片・木片や径0.5cm以下のチャート・花崗岩の礫が含まれる。

深度241.0-234.7m：暗灰-緑灰色の均質な海成粘土層が主体で、その最上部0.5mはシルト質となり、厚さ0.5cm以下の極細・細粒砂のレンズ状薄層を数枚挟む。深度239.9mにYU240火山灰層を挟む。

深度234.7-223.1m：灰-暗灰色の中・粗・極粗粒砂層が主体の地層からなるが、上部(深度230.3-223.1m)は青灰-灰色のシルト層と灰色の細・中・粗粒砂層の互層からなる。砂層は厚さ2.5m以下で、極細・細粒砂層には平行・斜交葉理、中-極粗粒砂層には斜交層理がよく発達する。中-極粗粒砂層には、植物片・木片や径0.5cm以下のチャート・花崗岩の礫が含まれる。

深度223.1-216.0m：暗灰-暗緑灰色の均質な海成粘土層からなるが、最下部0.2mは砂粒・細礫を含み、厚さ1cm以下の極細・細粒砂のレンズ状薄層を数枚挟む。また、最上部0.2mはシルト質になる。

深度216.0-197.4m：灰色の極細-中粒砂層と青灰-灰-暗灰色のシルト・粘土層の互層からなる。砂層は厚さ2.5m以下で、斜交層理や斜交葉理が顕著に発達し、木片・細礫やシルトの偽礫をしばしば混入する。シルト層は厚さ1.5m以下で、砂粒を含み、平行葉理がまれに発達する。深度209.8mにYU210火山灰層を挟む。

深度197.4-193.4m：暗灰-暗緑灰色の均質な海成粘土層主体である。最上部0.7mはシルト質となり厚さ0.5cm以下の細粒砂のレンズ状薄層を数枚挟む。

深度193.4-183.8m：灰色の極細-中粒砂層と青灰-暗灰色のシルト層の互層からなる。砂層は厚さ1.5m以下で、斜交層理や斜交葉理が顕著に発達し、木片・細礫やシルトの偽礫をしばしば混入する。シルト層は厚さ0.5m以下で、砂粒を含み、平行葉理がまれに発達する。

深度183.8m-180.5m：暗灰-暗緑灰色の均質な海成粘土-シルト層主体であるが、上部1mに厚さ0.5cm以下の細

粒砂のレンズ状薄層を数枚挟む。

深度180.5-173.8m：灰色の極細-中粒砂層主体で、厚さ0.5m以下の青灰-灰色シルト層を挟む地層からなる。砂層は厚さ1m以下で、斜交層理や斜交葉理が発達する。

深度173.8m-169.2mは暗灰-暗青灰色の均質な海成粘土-シルト層ある。深度172.5mにYU173火山灰層を挟む。

深度169.2-163.5m：灰色の極細-粗粒砂層主体で、上半部に厚さ0.3m以下の青灰-灰色シルト層を挟む地層からなる。本層を構成する砂層は厚さ1.5m以下で、斜交層理や斜交葉理が発達する。

深度163.6-149.4m：暗灰-暗青灰色の均質な海成粘土層が主体であるが、上半部の深度158.5-149.4mはしばしばシルト質となり、厚さ1cm以下の極細・細粒砂のレンズ状薄層を挟むようになる。細粒砂中には斜交葉理が発達する。深度162.6mにはYU163火山灰層を挟む。

深度149.4-128.3m：深度149.4-144.7mは青灰-灰色シルト層と灰色の極細-中粒砂層との互層、深度144.7-130.8mは灰色の極細-粗粒砂層主体で灰-青灰色シルト層を挟む地層、深度130.8-128.3mは灰-淡緑灰色のシルト・粘土層主体で灰色の極細-中粒砂層および黒-茶褐色泥炭層を挟む地層からなる。これらの地層を構成するシルト・粘土層は厚さ1.5m以下で、砂粒を含む。砂層は厚さ2m以下で、極細・細粒砂層には平行葉理、中-極粗粒砂層には斜交層理がよく発達する。また、中-極粗粒砂層は正級化し、径1cm以下の泥岩・チャート・花崗岩・流紋岩の礫やシルトの偽礫をしばしば含む。

深度128.3-104.9m：暗灰-暗青灰色の均質な海成粘土層からなり、まれに植物片が含まれる。また、最上部1mには厚さ1cm以下の細粒砂のレンズ状薄層が数枚挟まれる。深度127.5m, 123.0m, 116.8m, 112.8m, 107.4mにYU128, YU123, YU117, YU113, YU107の5層の火山灰層を挟む。

深度104.9-96.7m：灰色の中・粗・極粗粒砂層が主体で、上部に厚さ1m以下の灰-青灰色粘土・シルト層を挟む。砂層は厚さ2m以下で、斜交層理がよく発達し、径1cm以下のチャート・花崗岩礫やシルトの偽礫を含む。

深度96.7-86.4m：暗灰-灰色の均質な海成粘土層からなり、まれに木片・植物片を含む。最下部0.2mには厚さ0.5cm以下の極細・細粒砂のレンズ状薄層が数枚挟まれる。

深度86.4-66.0m：深度86.4-77.2mは灰色の中・粗・極粗粒砂層が主体で、薄い灰色のシルト層をまれに挟む地層、深度77.2-66.0mは青灰-灰色のシルト・粘土層と灰色の細-粗粒砂層の互層からなる。これらの各層を構成するシルト・粘土層は厚さ3m以下で、砂粒・植物片や植物根を含む。砂層は厚さ2m以下で、極細・細粒砂層には平行・斜交葉理、中-極粗粒砂層には斜交層理がよく発達する。また、中-極粗粒砂層には径1cm以下の泥

岩・チャート・花崗岩礫やシルトの偽礫がしばしば含まれる。

深度66.0-58.9m：暗灰-緑灰色の均質な海成粘土層からなるが、植物片・木片をまれに含む。深度65.1mにYU-65火山灰層、深度64.0mにYU64火山灰層を挟む。

深度58.9-53.0m：灰色の砂層が主体で、厚さ0.2m以下の灰色の砂質シルト層をまれに挟む。砂層は厚さ1.5m以下の細-極粗粒砂層からなり、中-極粗粒砂層には細礫が含まれる。

深度53.0-41.8m：暗灰色の均質な海成粘土層からなるが、まれに植物片を含む。なお、最下部2mと最上部1mはシルト質である。深度50.4mにYU50火山灰層、深度48.8mにYU49火山灰層を挟む。

深度41.8-36.7m：灰色の砂層が主体で、厚さ0.2m以下の灰色の砂質シルト層をまれに挟む。砂層は厚さ1m以下の細・中・粗粒砂層からなり、細礫や植物片をしばしば含む。

深度36.7-30.1m：暗灰-灰色の均質な海成粘土層からなり、まれに植物片・木片を含む。

深度30.1-20.0m：灰色の砂層が主体で、厚さ0.1m以下の灰色の砂質シルト層をまれに挟む。砂層は厚さ1m以下の極細-極粗粒砂層からなる。中-極粗粒砂層には斜交層理が発達し、径2cm以下のチャート・花崗岩礫がしばしば含まれる。

5. 夕陽丘ボーリングコア火山灰層の岩相・岩石記載的性質

ボーリングコアに挟まれる21層の火山灰の岩相を述べ、主要な火山灰については岩石記載的性質を記載する(第1表参照)。

YU542火山灰層：厚さ360cmのガラス質火山灰である。下部12cmは明灰-白色の極細粒砂-シルトサイズ火山灰で、径0.3cm前後の火山豆石を含む。中部8cmは淡赤紫色の極細粒砂-シルトサイズ火山灰で、最下部に重鉍物を含む。上部340cmは白-灰白色の中-極細粒砂・シルトサイズ火山灰が互層し、平行葉理が発達する火山灰で、下半部に径1cm前後の軽石を含む。下部の火山灰はガラス主体で、微量の長石を伴う。ガラスは無色透明・扁平-中間型・ $n=1.499-1.503$ である。重鉍物は斜方輝石・不透明鉍物と微量の単斜輝石・角閃石・黒雲母からなる。中部の火山灰はガラス主体で、微量の長石・重鉍物を伴う。ガラスは無色透明・中間-扁平型・ $n=1.500-1.502$ が主体であるが、まれに高屈折率の淡褐色・多孔質型を含む。重鉍物は緑褐色角閃石と少量の斜方輝石・不透明鉍物、微量の単斜輝石からなる。上部の火山灰はガラス主体で、微量の長石を伴う。ガラスは無色透明・扁平-中間型・ $n=1.498-1.502$ である。重鉍物は主に角閃石・黒雲母・斜方輝石・不透明鉍物からなる。

第1表 夕陽丘ボーリング火山灰の岩石記載的性質

Table 1 Characteristics of the volcanic ashes obtained from the Yuhigaoka boring.

Volcanic ash	Mineral composition				Shape	Glass		Heavy mineral composition						
	Gl.	Fl.	Qz.	Hm. (%)		Refractive Index		Bi.	Am.	Op.	Cp.	Zr.	Ap.	Oq. (%)
YU542(lower)	98	2	0	*	H, C	1.499-1.503		2	6	56	9	1	0	26
YU542(middle)	97	2	0	1	C, H	1.500-1.502		0	69	14	5	0	0	13
YU542(upper)	95	5	0	*	H, C	1.498-1.502		+	+	+				+
YU400	87	11	1	1	C, H	1.501-1.511			+	+			+	++
YU277	*	78	4	17				1	96	0	0	0	2	2
YU263	48	38	2	13	T, C	1.499-1.504		0	92	2	0	0	0	6
YU261	77	19	1	4	T, C	1.499-1.504		29	66	0	0	0	3	2
YU240	61	30	0	9	T, C	1.501-1.503		0	94	0	0	0	2	4
YU210	90	8	1	1	H, C	1.499-1.502		0	50	22	11	0	*	17
YU173	27	54	6	13	T, C	1.504-1.510		0	89	10	0	0	*	2
YU163	78	14	1	7	T, C	1.512-1.517		0	93	6	0	0	0	1
YU128	96	3	0	1	H, C	1.513-1.516		0	2	51	24	0	7	16
YU123	0	73	8	19				37	56	0	1	0	1	5
YU117	98	2	0	*	C, H	1.510-1.511		0	4	6	3	0	*	87
YU107	64	32	1	1	C, T	1.506-1.524		6	14	37	17	0	1	25
YU65	99	*	0	1	T, C	1.518-1.524		0	*	62	19	0	0	19
YU64	94	2	0	1	C, T	1.513-1.520		*	2	24	1	0	30	43
YU50	90	9	*	1	T, C	1.518-1.527		0	*	91	*	*	*	9
YU49	74	14	*	11	C, T	1.499-1.501		0	66	28	*	0	*	6

Mineral composition Gl:Glass Fl:Feldspar Qz:Quartz Hm:Heavy minerals
 Shape of glass H:H-type shards C:C-type shards T:T-type shards
 Heavy mineral composition Bi:Biotite Am:Amphibole Op:Orthopyroxene Cp:Clinopyroxene Zr:Zircon
 Ap:Apatite Oq:Opaque minerals
 ++ Abundant + common * 1% >

YU400火山灰層：厚さ60cmの明灰-白色のガラス質火山灰で、下位より順に、厚さ1cmの細粒砂サイズ火山灰、厚さ19cmのコンポリュート葉理の発達する極細粒砂-シルトサイズ火山灰、厚さ40cmのシルトサイズ火山灰からなる。火山灰はガラス主体で、少量の長石、微量の重鉱物を伴う。ガラスは無色透明、中間-扁平型、n=1.501-1.511である。重鉱物は不透明鉱物と少量の角閃石・斜方輝石・燐灰石からなる。

YU384火山灰層：厚さ3cmの灰白色・シルトサイズのガラス質火山灰である。

YU304火山灰層：厚さ5cmの黄白-灰色・細粒砂サイズの火山灰である。

YU296火山灰層：厚さ6cmの黄白色・細粒砂サイズのやや結晶質火山灰である。

YU277火山灰層：厚さ2cmの黄白色・細粒砂サイズの結晶質火山灰である。火山灰は長石、少量の重鉱物・石英、極微量のガラスからなる。重鉱物は緑色角閃石主体で、微量の燐灰石・不透明鉱物・黒雲母を伴う。

YU263火山灰層：厚さ1cmの白-灰白色のやや結晶質火山灰で、下部0.5cmは細粒砂サイズ・ややゴマシオ状、上部0.5cmはシルトサイズ火山灰からなる。火山灰は長石・ガラス、少量の重鉱物、微量の石英からなる。ガラスは無色透明、多孔質-中間型、n=1.499-1.504である。重鉱物は、緑色角閃石主体で、微量の不透明鉱物を伴う。

YU261火山灰層：厚さ2.5cmで、その下部1cmは白-黄白色・細粒砂サイズのやや結晶質火山灰、上部1.5cmは白色・シルトサイズの火山灰からなる。火山灰はガラスと少量の長石・重鉱物、微量の石英からなる。ガラス

は無色透明、多孔質-中間型、n=1.499-1.504である。重鉱物は、緑色角閃石・黒雲母主体で、微量の燐灰石・不透明鉱物を伴う。

YU240火山灰層：厚さ11cmの白-灰白色・中-極粗粒砂サイズのやや結晶質火山灰で、径1mm以下の軽石片を含む。火山灰はガラス・長石と少量の重鉱物からなる。ガラスは無色透明-白色、多孔質-中間型、n=1.500-1.503である。重鉱物は、緑色角閃石主体で、少量の不透明鉱物・燐灰石を伴う。

YU210火山灰層：厚さ55cmのガラス質火山灰で、下位より順に、厚さ9cmの白-淡桃色・極細粒砂-シルトサイズ火山灰、厚さ6cmの灰白色・中-細粒砂サイズ火山灰、厚さ16cmの淡桃-白色・極細粒砂-シルトサイズ火山灰、厚さ8cmの淡桃-白色・中-細粒砂サイズ火山灰、厚さ16cmの淡桃-白色・極細粒砂-シルトサイズ火山灰からなる。火山灰はガラス主体で、少量の長石、微量の重鉱物・石英を伴う。ガラスは無色透明、扁平-中間型、n=1.499-1.502である。重鉱物は緑褐色角閃石と少量の斜方輝石・不透明鉱物・単斜輝石、極微量の燐灰石からなる。

YU173火山灰層：厚さ3cmの白-灰白色・細粒砂-シルトサイズの結晶質火山灰で、径1mm以下の軽石片を含む。火山灰は長石と少量のガラス・重鉱物・石英からなる。ガラスは無色透明、多孔質-中間型、n=1.504-1.510である。重鉱物は緑-緑褐色角閃石主体で、少量の斜方輝石、微量の不透明鉱物、極微量の燐灰石を伴う。

YU163火山灰層：厚さ2cmの白-黄白色・シルト-極細粒砂サイズのやや結晶質火山灰である。火山灰はガラ

スと少量の長石・重鋳物, 微量の石英からなる。ガラスは無色透明, 多孔質-中間型, $n=1.512-1.517$ である。重鋳物は緑-緑褐色角閃石主体で, 少量の斜方輝石, 極微量の不透明鋳物を伴う。

YU128火山灰層: 厚さ35cmのガラス質火山灰で, 下位より順に, 厚さ4cmの白・細粒砂-シルトサイズ火山灰, 厚さ13cmの赤紫色・シルトサイズ火山灰, 厚さ5cmの淡赤色・細粒砂サイズ火山灰, 厚さ13cmの淡赤-赤紫色・極細粒砂-シルトサイズ火山灰からなる。火山灰はガラス主体で, 少量の長石, 微量の重鋳物を伴う。ガラスは無色-淡褐色透明, 中間-扁平型, $n=1.513-1.516$ である。重鋳物は斜方輝石・単斜輝石, 少量の不透明鋳物, 微量の燐灰石・緑褐色角閃石からなる。

YU123火山灰層: 厚さ2cmの黄白色・ややゴマシオ状・細-中粒砂サイズの結晶質火山灰である。火山灰は長石・重鋳物と少量の石英(高温型石英を含む)からなる。ガラスは無色透明, 多孔質-中間型, $n=1.497-1.500$ である。重鋳物は緑色角閃石・黒雲母主体で, 少量の不透明鋳物, 微量の黒雲母・単斜輝石を伴う。

YU117火山灰層: 厚さ2cmの灰白色・極細粒砂-シルトサイズのガラス質火山灰である。火山灰はガラス主体で, 微量の長石・重鋳物を伴う。ガラスは無色透明, 中間-扁平型, $n=1.510-1.511$ である。重鋳物是不透明鋳物, 微量の斜方輝石・角閃石・単斜輝石からなる。

YU113火山灰層: 厚さ6cmの黄白-灰白色・ゴマシオ状・中-細粒砂サイズの結晶質火山灰である。

YU107火山灰層: 厚さ10cmの黄灰色・シルトサイズの火山灰である。火山灰はガラス・長石と微量の石英・重鋳物からなる。ガラスは無色-淡褐色透明の中間-多孔質型, $n=1.506-1.524$ である。重鋳物は斜方輝石・不透明鋳物と少量の単斜輝石・角閃石, 微量の黒雲母・燐灰石からなる。

YU65火山灰層: 厚さ2cmの白色・シルトサイズのガラス質火山灰である。火山灰はガラス主体で, 極微量の長石を伴う。ガラスは無色-淡褐色透明・多孔質-中間型・ $n=1.518-1.524$ である。重鋳物は斜方輝石・単斜輝石・不透明鋳物からなる。

YU64火山灰層: 厚さ2cmの灰-灰白色・シルト-極細粒砂サイズのガラス質火山灰である。火山灰はガラス主体で, 微量の長石・重鋳物を伴う。ガラスは無色透明・中間-多孔質型・ $n=1.513-1.520$ である。重鋳物是不透明鋳物・燐灰石・斜方輝石と微量の角閃石・単斜輝石からなる。

YU50火山灰層: 厚さ0.5cmの灰白色・シルトサイズのやや結晶質火山灰である。火山灰はガラスと少量の長石, 微量の石英・重鋳物からなる。ガラスは無色-淡褐色透明・多孔質-中間型・ $n=1.518-1.527$ である。重鋳物は斜方輝石・不透明鋳物, 極微量の角閃石・ジルコン・燐灰石からなる。

YU49火山灰層: 厚さ7cmの灰-灰白色・シルトサイズの火山灰である。火山灰はガラス主体で, 少量の長石・重鋳物を伴う。ガラスは無色透明・中間型・ $n=1.499-1.501$ である。重鋳物は角閃石・斜方輝石と少量の不透明鋳物, 極微量の単斜輝石・燐灰石からなる。

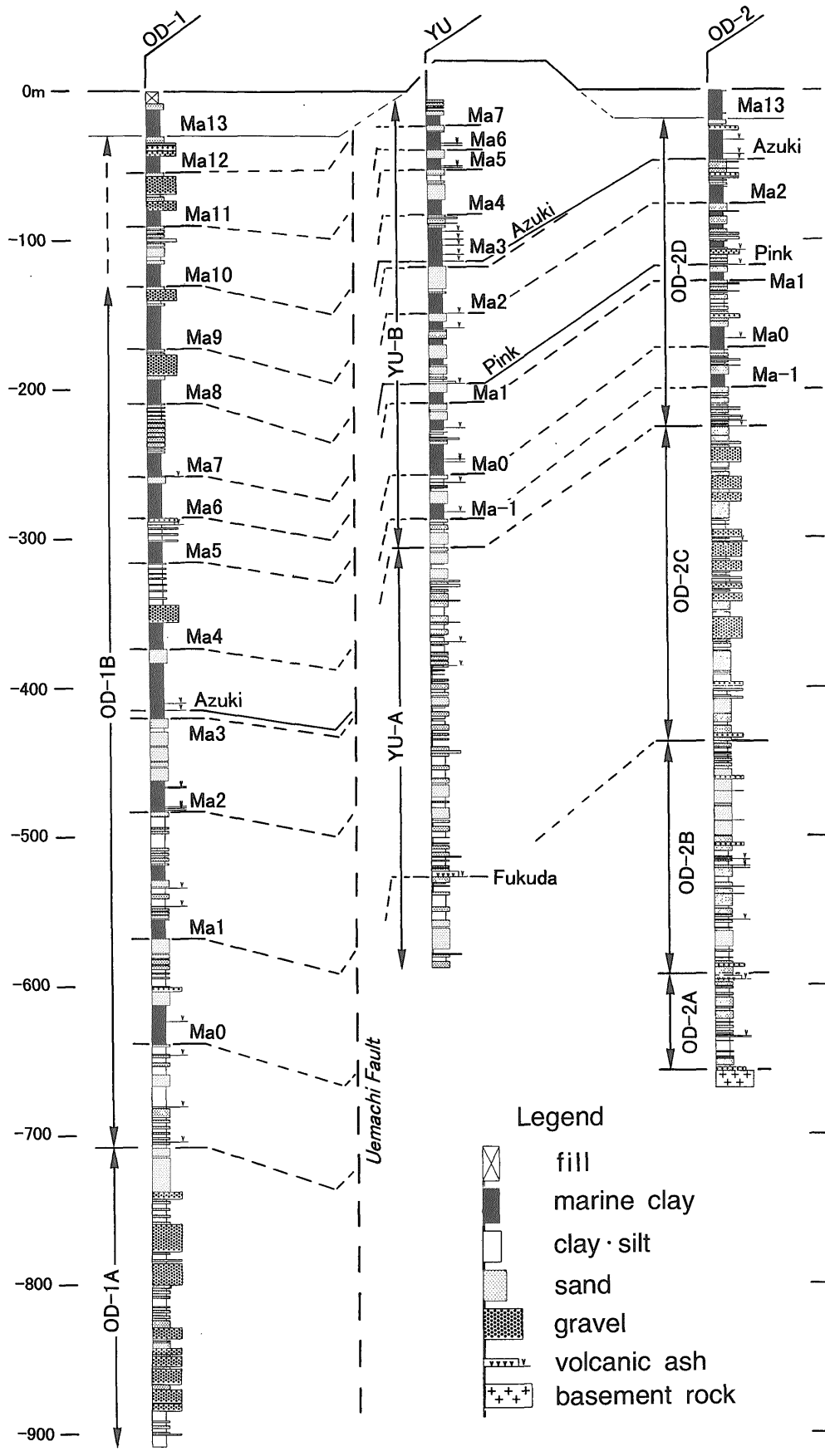
6. 考 察

夕陽丘ボーリングについて, 岩相・火山灰層序, 火山灰層の岩相・岩石記載的性質を明らかにした。これらの結果を基に, 大阪府南部泉南・泉北地域の鮮新-中部更新統大阪層群の標準層序(吉川, 1973; Itihara *et al.*, 1975; Yoshikawa, 1984; 大阪層群最下部団体研究グループ, 1992), および大阪平野地下の基準層序となっているOD-1・OD-2ボーリングの層序(Ikebe *et al.*, 1970; 吉川ほか, 1987)との対比, とくに火山灰鍵層と指標層である海成粘土層の対比を中心に検討する。本コアには, 21層の火山灰層と9層の厚い海成粘土層が存在する。下位より順に, これらの対比について述べる。

YU-A層(深度603.0-320.8m): 淡水成の砂・シルト層主体の本層は, 第3図に示すようにOD-1とOD-2ボーリングコアのOD-1A層とOD-2B-C層に岩相が類似することから, これら各層の対比は可能と判断できる。また, 本層に挟まれる3層の火山灰層のうち, 深度541.6mのYU542火山灰層は特徴的な岩相・岩石記載的性質を示す。この火山灰層は大阪層群最下部・下部境界に挟まれる福田火山灰層(Itihara *et al.*, 1975; Yoshikawa, 1984)と岩相・岩石記載的性質が酷似する。両者は厚いガラス質火山灰で, 火山豆石を含む白色・細粒砂-シルトサイズ火山灰からなる下部, 赤紫色・シルトサイズ火山灰からなる中部, 白-灰白色・中粒砂-シルトサイズ火山灰からなる上部とそれぞれの岩相が酷似する。また, 岩石記載的性質についても, 両火山灰はガラスと微量の結晶からなり, ガラスは無色透明・中間-扁平型・ $n=1.499-1.503$ で, 微量含まれる重鋳物は角閃石・斜方輝石主体である。そして, 両火山灰とも中部の赤紫色の部分では, 下部に比べ, 鋳物組成における結晶の増加, 重鋳物組成における角閃石の増加が認められる。これらのデータはYU542火山灰層が福田火山灰層に対比できることを示している。

YU-B層(深度320.8-20.0m): 本層は海成粘土層と淡水成の砂・シルト層の互層からなることから, OD-1ボーリングのOD-1A層とOD-2ボーリングのOD-2D層に対比できる(第3図)。本層中には多くの火山灰層を挟むことから, 火山灰層と指標層である厚い海成粘土層のより詳細な対比が可能である。以下, 下位より順にそれぞれの対比を述べる。

深度271.7-253.4mの海成粘土層は, YU263, YU261の2層の火山灰を挟在する。これらの火山灰層は類似した



第3図 夕陽丘 (YU) ボーリングとOD-1・OD-2ボーリングとの対比図
 Fig. 3 Geologic correlation between the Yuhigaoka boring, and OD-1, OD-2.

岩相 (白色のやや結晶質火山灰) とガラスの性質 (無色透明・多孔質-中間型で, $n=1.501$ 前後) ・重鉍物組成 (角閃石主体) などの岩石記載的性質を有する. Ma0層中のイエローⅡ・Ⅲ火山灰層 (光明池団体研究グループ, 1971; Yoshikawa, 1984) は同様の特徴を持っていて, 対比可能と思われる. この対比によると, 深度271.7-253.4mの海成粘土層はMa0層, この下位の深度300.5-290.9mの海成粘土層はMa-1層に相当する.

YU210火山灰層は, 特徴的な淡桃色のガラス質火山灰で, Ma1層上位に挟まれるピンク火山灰層 (Itihara, 1955; Yoshikawa, 1984) と岩相が酷似し, ガラスの性質 (無色透明・扁平-中間型で, $n=1.500$ 前後) ・重鉍物組成 (角閃石・斜方輝石・単斜輝石) などの岩石記載的性質も類似することから, 両者は対比できる. また, この上位のYU173火山灰層は, Ma2層の下位に挟まれる光明池Ⅳ火山灰層 (吉川, 1973; Yoshikawa, 1984) に対比できる. 両火山灰層は, 岩相 (白色・結晶質火山灰) とガラスの性質 (無色透明・多孔質-中間型で, $n=1.506$ 前後) ・重鉍物組成 (角閃石・斜方輝石) などの岩石記載的性質が類似している. さらに, この上位の深度163.6-149.4mの海成粘土層中のYU163火山灰層はMa2層中の山田Ⅱ火山灰層 (Itihara *et al.*, 1975; Yoshikawa, 1984) と, 岩相 (白色, シルト-細粒砂サイズ, やや結晶質火山灰), ガラスの性質 (無色透明・多孔質-中間型, $n=1.514$ 前後), 重鉍物組成 (角閃石主体) などの性質が類似し, 対比可能である. これらの火山灰対比に基づくくと, 深度223.1-216.0mと深度163.6-149.4mの海成粘土層は, Ma1層とMa2層に相当する. なお, Ma0層とMa1層間に挟まれる深度241.0-234.7mの薄い海成粘土層, Ma1層とMa2層間に挟まれる深度197.4-193.4m, 183.8m-180.5m, 173.8-169.2mの3層の比較的薄い海成粘土層は, 今まで未記載の海成粘土層である.

深度128.3-104.9mの海成粘土層は, 5層の火山灰を挟む. この中で, YU128火山灰層は, 特徴的な赤紫色のガラス質火山灰で, Ma3層中に挟まれ, 大阪層群下部と上部の境界を示すアズキ火山灰層 (Itihara, 1955; Yoshikawa, 1984) と岩相が酷似し, ガラスの性質 (無色-淡褐色透明・中間-扁平型で, $n=1.513-1.516$ 前後) ・重鉍物組成 (斜方輝石・単斜輝石主体) などの岩石記載的性質が類似することから, 両者は明確に対比できる. さらに, この上位にあるYU123・YU117・YU113火山灰層は, 層序的位置関係および岩相・岩石記載的性質の類似性から, アズキ火山灰層の上位に存在するトヨダ池・盆ノ池・狭山火山灰層 (吉川, 1973; Yoshikawa, 1984; 大阪層群最下部団体研究グループ, 1992) にそれぞれ対比可能である. これらの火山灰の対比は, 深度128.3-104.9mの海成粘土層がMa3層に相当すること, この上位の深度96.7-86.4mmの海成粘土層がMa4層に相当する可能性を示している.

深度66.0-58.9mの海成粘土層中に挟まれるYU65とYU64火山灰層は, Ma5層中の八町池Ⅰ・Ⅱ火山灰層 (Itihara, 1955; Yoshikawa, 1984) に対比できる. これらの火山灰層は白色ガラス質火山灰で, ガラスの性質 (無色透明・中間-多孔質型で, $n=1.520$ 前後) ・重鉍物組成 (斜方輝石・単斜輝石主体) などの岩石記載的性質が酷似する. これらの対比によると, 深度66.0-58.9mの海成粘土層はMa5層に相当し, この上位の深度53.0-41.8m, 36.7-30.1mの海成粘土層は, それぞれMa6層とMa7層に相当する可能性を示している.

7. まとめ

大阪平野中央部の大阪市天王寺区夕陽丘の標高20mの上町台地面 (中位段丘面) から, 深度603.0mまで掘削された夕陽丘ボーリングコアの岩相・火山灰層序, 挟在する火山灰層の岩相・岩石記載的性質を明らかにした. そして, 海成粘土層の挟在層準と鍵層である火山灰層の岩相・岩石記載的性質に基づいて, 陸上部の大阪層群標準層序, さらに大阪平野地下の第四系の標準となっているOD-1・OD-2ボーリングコアとの対比を行った. その結果, 1) 深度603.0-320.8mの淡水成の砂・シルト層主体のYU-A層は, OD-1とOD-2ボーリングコアのOD-1A層とOD-2B-C層に相当し, 深度541.6mに挟まれるYU542火山灰層は福田火山灰層に対比できること, 2) 深度320.8-20.0mの海成粘土層と淡水成の砂・シルト層の互層からなるYU-B層はOD-1ボーリングのOD-1A層とOD-2ボーリングのOD-2D層に相当し, 本層中のYU263, YU261, YU210, YU173, YU163, YU128, YU123, YU117, YU113, YU65, YU64火山灰層は, イエローⅡ・Ⅲ, ピンク, 光明池Ⅳ, 山田Ⅱ, アズキ, トヨダ池, 盆ノ池, 狭山, 八町池Ⅰ・Ⅱ火山灰層に対比できること, 3) これらの火山灰対比に基づくくと, 深度300.5-290.9m, 271.7-253.4m, 223.1-216.0m, 163.6-149.4m, 128.3-104.9m, 96.7-86.4m, 66.0-58.9m, 53.0-41.8m, 36.7-30.1mの各海成粘土層は, Ma-1, Ma0, Ma1, Ma2, Ma3, Ma4, Ma5, Ma6, Ma7層にそれぞれ対比可能であることを明らかにした. 今回, 夕陽丘ボーリングコアで解明した岩相・火山灰層序は, 今後周辺域で掘削されるボーリングの層序や地下地質研究を進める上で, 基準になると考えられる.

文 献

- 土質工学会関西支部・大阪湾海底の地盤研究委員会編 (1990) 大阪湾海底地盤. 土質工学会関西支部, 171p.
- 日本建築学会近畿支部・土質工学会関西支部, (1966) 大阪地盤図. コロナ社, 337p.

- Furutani, M. (1989) Stratigraphical subdivision and pollen zonation of the Middle and Upper Pleistocene in the Coastal Area of Osaka Bay. *J. Geosci. Osaka City Univ.*, **32**, 91-121.
- Ikebe, N., Iwatsu, J. and Takenaka, J. (1970) Quaternary geology of Osaka with special reference to land subsidence. *J. Geosci. Osaka City Univ.*, **13**, 39-98.
- Itihara, M. (1955) Mechanical Analysis of the Hattyoike Alternation of the Neogenic Osaka Group. *Jour. Polyt. Osaka City Univ.*, **1**, 20-33.
- 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*, 49, 15-25.
- 市原 実編 (1993) 大阪層群. 創元社, 340p.
- 市原 実・市原優子 (1971) 大阪層群の海成粘土と淡水粘土について. 竹原平一教授記念論文集, 173-181.
- Itihara, M., Yoshikawa, S., Inoue, K., Hayashi, T., Tateishi, M. and Nakajima, K. (1975) Stratigraphy of the Plio-Pleistocene Osaka Group in Sennan-Senpoku area, south of Osaka, Japan - A standard stratigraphy of the Osaka Group. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 19, 1-29.
- 市原 実・吉川周作・亀井節夫・那須孝悌 (1990) 近畿地方の第四紀層の層序区分. *地質学論集*, **30**, 111-125.
- 市原 実・吉川周作・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—大阪層群の古地磁気層序とフィッシュン・トラック年代—. *地球科学*, **38**, 1-16.
- 梶山彦太郎・市原 実 (1972) 大阪平野の発達史—¹⁴C データからみた—. *地質学論集*, **7**, 101-112.
- 光明池団体研究グループ (1971) 光明池周辺の大阪層群. *地球科学*, **25**, 201-210.
- 宮川ちひろ・吉川周作・池田善考 (1996) 神戸市中央区港島ポートアイランド, ボーリングコアの中・上部更新統火山灰層序. *地球科学*, **50**, 456-465.
- 中世古幸次郎編 (1984) 関西国際空港地盤地質調査. *災害科学研究所報告*, 285p.
- 大阪層群最下部団体研究グループ (1992) 大阪層群中の「不整合」について—松尾丘陵北部の大阪層群—. *地球科学*, **46**, 209-220.
- Ogura, H., Yoshikawa, S. and Kitani, K. (1992) Middle to Late Pleistocene Tephrostratigraphy of the 200-meter Core Sample from the North of Osaka Bay, Japan. *J. Geosci. Osaka City Univ.*, **35**, 1-12.
- 佃 栄吉・高橋 誠・佐藤 努・松本則夫・伊藤久男 (1996) 地質調査所における地震予知地下水観測網—近畿地域の地下水観測井の新設—. *地質ニュース*, **505**, 11-15.
- 山根新次 (1930) 大阪市地質概観. 小川博士還暦記念地学論集, 187-203.
- 吉川周作 (1973) 大阪南東部の大阪層群. *地質雑*, **79**, 33-45.
- 吉川周作 (1976) 大阪層群の火山灰層について. *地質雑*, **82**, 497-515.
- 吉川周作 (1981) 堆積物中の火山ガラスの研究—大阪平野の更新-完新統について—. *第四紀研究*, **20**, 75-87.
- Yoshikawa, S. (1984) Volcanic Ash Layers in the Osaka and Kobiwako Groups, Kinki District, Japan. *J. Geosci. Osaka City Univ.*, **27**, 1-40.
- 吉川周作・小倉博之・福西佐代 (1993) 大阪平野地下の中・上部更新統火山灰層序. *地質雑*, **99**, 467-478.
- 吉川周作・中川康一・川辺孝幸・古谷正和・大四雅弘 (1987) 大阪市深層ボーリング, OD-2・OD-1コアの再検討. *地質雑*, **93**, 653-665.
- 吉川周作・那須孝悌・樽野博幸・古谷正和 (1986) 近畿地方中部に分布する後期更新世-完新世の火山灰層について. *地球科学*, **41**, 231-241.

(受付: 1997年9月11日; 受理: 1997年11月13日)