

徳島県鳴門市里浦町の海岸に分布する大阪層群相当層の堆積年代 Depositional age of the Osaka Group equivalent deposit along the northern coast in Satoura Town, Naruto City, Tokushima Prefecture

羽田裕貴^{1*}・中谷是崇¹・小松原 琢¹・阿部朋弥¹・水野清秀¹・中島 礼¹
西山賢一²・中尾賢一³

HANEDA Yuki^{1*}, NAKATANI Koretaka¹, KOMATSUBARA Taku¹, Abe Tomoya¹,
MIZUNO Kiyohide¹, NAKASHIMA Rei¹, NISHIYAMA Ken-ichi² and NAKAO Ken-ichi³

Abstract: In this paper, we conducted lithological observation and fossil pollen and plant macrofossil analyses for the Osaka Group equivalent deposit, distributed along the northern coast in Satoura Town, Naruto City, Tokushima Prefecture, to constrain its depositional age. The stratum mainly consists of mud-sand beds with sandy gravel, organic mud and humus beds, and lacks distinct sedimentary structures, which allows us to determine the stratum up and down. The fossil pollen analysis observed *Cathaya*, *Keteleeria*, *Cunninghamia*, *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Carya*, *Hemiptelea*, *Liquidambar*, and *Nyssa*, which are now extinct in Japan and accounted for 2.6%–44.5% of the total count of arboreal pollen. Additionally, a humus bed yielded *Picea koribai*. Based on the stratigraphic distribution of pollen fossils and plant macrofossils in the Osaka Group, the Osaka Group equivalent deposit is correlated to the Sennan Formation and/or Atago Formation, and thus its age is constrained between the Piacenzian (Late Pliocene)–Gelasian (Early Pleistocene).

Keywords: Pliocene, Pleistocene, Osaka Group, Pollen fossil, Plant macrofossil

要 旨

本稿では、1998年に徳島県鳴門市里浦町の海岸で発見された大阪層群相当層について層相観察と花粉化石分析、大型植物化石分析を実施し、堆積年代の推定を試みた。地層は、泥層～砂層を主体として、砂礫層、有機質泥層、腐植質層を挟むが、明瞭な堆積構造は見られず、地層の上下判定は困難である。花粉化石分析の結果、現在の日本列島には自生していない消滅属である *Cathaya*, *Keteleeria*, *Cunninghamia*, *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Carya*, *Hemiptelea*, *Liquidambar*, *Nyssa* が木本花粉化石の総数の2.6%～44.5%を占める。また、腐植質層から *Picea koribai* の葉が産出した。大阪層群の花粉化石層序及び大型植物化石層序に基づくと、里浦の大阪層群相当層は泉南地域の泉南層や淡路島南部の愛宕層に対比され、その堆積年代はピアセンジアン期（後期鮮新世）～ジェラシアン期（前期更新世）である。

1. はじめに

1998年に、徳島県鳴門市里浦町里浦北東端の大磯埼灯台北の海岸から固結度の低い泥質の地層が発見され

た（中尾ほか、2022；第1図）。中尾ほか（2022）は、地層の固結度と層相が長崎県島原半島南部に分布する陸成の下部更新統である口之津層群大屋層に類似していること、大阪層群のブナーコナラ超帯（本郷、2009）に対比される花粉化石の産出から、この地層の堆積年代を前期更新世末～中期更新世前半と推定し、「里浦の大阪層群相当層」と呼んだ。しかし、その堆積年代は一層準からの花粉化石群集に基づいており、分析層準を増やしてより詳細な検討を行う必要がある（中尾ほか、2022）。

そこで本研究では、里浦北東端の大磯埼灯台北の海岸にて野外調査を実施し、「里浦の大阪層群相当層」を可能な限り露出させ、ルートマップの作成と花粉化石、大型植物化石、珪藻化石及び火山灰分析用の試料採取を実施した。珪藻化石と火山灰層を見出すことはできなかったが、複数層準で有意な数の花粉化石と一つの層準で大型植物化石を得ることができた。そこで、得られた花粉化石群集を西日本に分布する鮮新～更新統の花粉化石及び大型植物化石群集と比較することで、「里浦の大阪層群相当層」の堆積年代制約を試みた。

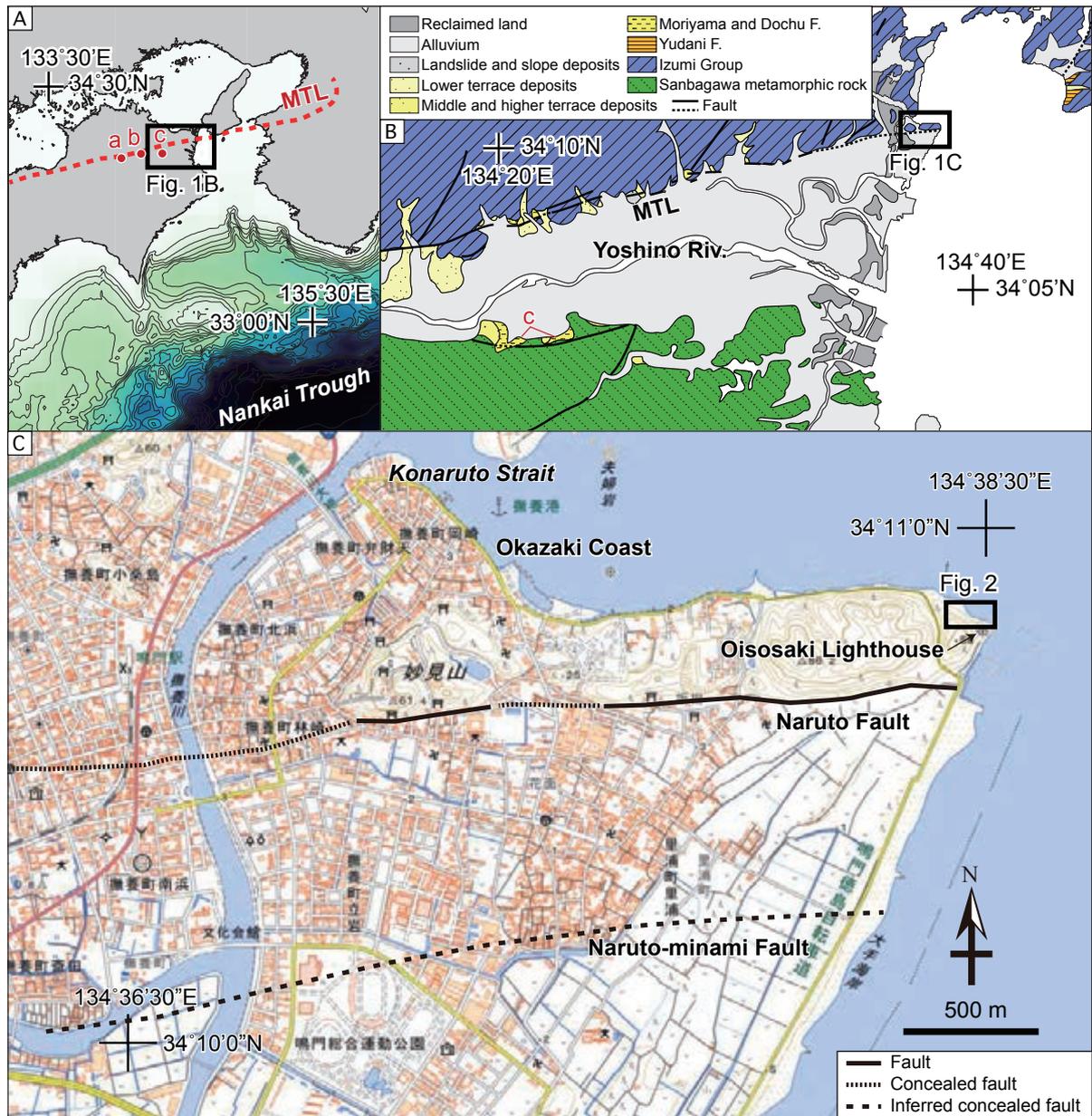
なお、本調査地域は瀬戸内海国立公園に含まれるため、地質調査にあたっては環境省中国四国地方環境事務所四国事務所より適切な許可を得ている。

*Corresponding author: Haneda, Y., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. E-mail: y.haneda@aist.go.jp

1 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

2 徳島大学 (Tokushima University)

3 徳島県立博物館 (Tokushima Prefectural Museum)



第 1 図 調査地点の位置と周辺の地質図。A：調査地域周辺の地図と海底地形。海域の等水深線は水深 200 m ～ 4,800 m までを 200 m おきに示した。a: 徳島県美馬市の土柱層, b: 徳島県阿波市の土柱層, c: 徳島県吉野川市の森山層。B：徳島平野周辺の地質分布図。20 万分の 1 日本シームレス地質図（産総研地質調査総合センター, 2018）に基づいて作成。C：調査地点周辺の地形図。鳴門断層及び鳴門南断層の位置はそれぞれ水野ほか（1993）、岡田ほか（2014）に基づく。電子地形図 25,000（国土地理院）に加筆。MTL: 中央構造線断層帯。

Fig. 1 Locality of the studied site and geological map around the Tokushima Plain. A: Map and bathymetric chart around the Tokushima Plain. a: Dochu Formation in Mima City, Tokushima Prefecture, b: Dochu Formation in Awa City, Tokushima Prefecture, c: Moriama Formation in Yoshinogawa City, Tokushima Prefecture. B: Geological map around the Tokushima Plain based on the Seamless Digital Geological Map of Japan, 1: 200,000 (Geological Survey of Japan, AIST, 2018). C: Topographical map around the studied site, modified from Topographical map of 1:25,000 by Geospatial Information Authority of Japan. Localities of the Naruto and Naruto-minami faults are from Mizuno *et al.* (1993) and Okada *et al.* (2014), respectively. MTL: Median Tectonic Line.

2. 調査及び分析方法

2.1 調査地と露頭の概要

露頭が発見された徳島県鳴門市里浦町は徳島平野沿岸部の北縁に位置し、北側は小鳴門海峡こなるとに面する（第1図）。里浦町の大部分は沖積低地が占め、北側には和泉層群によって構成される丘陵が分布する。調査地周辺の和泉層群はNW-SEの走向を示し、NE-SW走向でNW傾斜の断層が発達する（平山・田中, 1952；牧本ほか, 1995）。和泉層群によって構成される丘陵の南縁には中央構造線断層帯を構成する鳴門断層がほぼEW方向に走る（第1C図；水野ほか, 1993）。また、鳴門断層の約800m南には、ほぼ平行に鳴門南断層が走る（第1C図；岡田ほか, 2014）。なお、本研究の調査地の西に隣接する小鳴門海峡沿いにおいては、ボーリング資料を用いた地下地質の検討により、深度約-40m付近からAT火山灰層が見いだされており、その下位には、更新統と考えられる粘土・砂・礫の互層が、基盤の和泉層群を覆って堆積している（西山ほか, 2017；西山, 2022）。

本研究では、大磯埼灯台北側の約200mの範囲の礫浜で調査を行った（第1C図；第2図）。礫浜とその背後の海食崖には、主に和泉層群の硬質砂岩及び硬質泥岩が分布する。調査地周辺の和泉層群はおおむねNW-SEからWNW-ESE走向でNEないしNNE方向に60°～80°傾斜する。大阪層群相当層が露出する地点より約40m東の海食崖に露出する和泉層群には、NE-SW走向・NW傾斜の断層が発達するほか、NW-SE走向やN-S走向の断層も認められる。海食崖の和泉層群中に認められる断層の破碎物質は固結粘土状（カタクレーサイト：第3A図）を呈するが、大阪層群相当層の分布する波食棚上では一部が未固結でより強度に破碎されたせん断帯（第3B図）が認められる。このせん断帯は、幅1m程度の、弱固結で細粒（肉眼で識別できる岩片の割合の低い）のガウジと多数のせん断面で破碎されているものの固結度の高い角礫（第3B図）が混在し、全体としてN70°W走向の帯状をなす。しかし、断層の連続性やその属性については不明である。

大阪層群相当層は、崩積土で被覆された海食崖の正面に位置する（第2図）。地層は海浜の巨礫で覆われることから露出に乏しく、満潮時には海面下に水没するため、その分布範囲は明らかではない。そこで、干潮時に地層を覆う巨礫を可能な限り取り除き、大阪層群相当層を露出させた。その結果、WNW-ESE方向に少なくとも約30mの範囲で、大阪層群相当層を観察することができた（第4図；第5図）。地層は、泥層～砂層を主体として砂礫層、有機質泥層、腐植質層を挟む。泥質層はオリーブ灰色を呈する。観察した区間では、

地層中に明瞭な堆積構造は見られず、地層の上下を判定することはできなかった。各地層は、NE-SWからENE-WSWの走向をもち、SEないしNW方向に60°～87°で傾斜する。一方で、不規則に湾曲した層理面も認められる。大阪層群相当層の構造がSE及びNWの急傾斜を示すこと、及び層理面が初生的堆積構造とは考え難い方向に不規則に湾曲することは、大阪層群相当層も断層によって著しく変形していることを示す。

2.2 花粉化石分析

泥質層及び腐植質層を対象に、17点（試料番号P0～16）から花粉化石分析用の試料を採取した（第4図）。花粉化石分析は、有限会社アルプス調査所に依頼した。

花粉・孢子化石の分離と観察は、以下の手順で行った。水酸化カリウム処理により試料を泥化・分散させる。1μm振動篩で粘土鉱物を分離・除去する。大型時計皿処理により植物質を濃集する。フッ化水素酸処理により珪酸塩鉱物を分解除去する。重液（塩化亜鉛、比重約1.9）を用いて比重分離し、植物質を濃集する。酢酸処理を行った後、アセトリシス処理（濃硫酸：無水酢酸＝1:9の混合液を加え、1分間湯煎）によりセルロースを分解・除去する。酢酸処理及び水洗を行った後、分離試料をグリセリンジェリーで封入する。封入材の乾燥を防ぐため、カバーガラスの周囲をネイルエナメルで密封する。花粉化石の形態観察及び同定は、生物顕微鏡600倍を用いて行った。花粉化石の計数は同定された花粉・孢子化石のうち、完全形または破片の場合は半分以上残っていたものを対象とした。木本植物の花粉化石総数が1試料につき200粒を越えるまで計数した。また、この過程で観察される草本植物の花粉化石及びシダ・コケ植物の孢子化石も集計した。

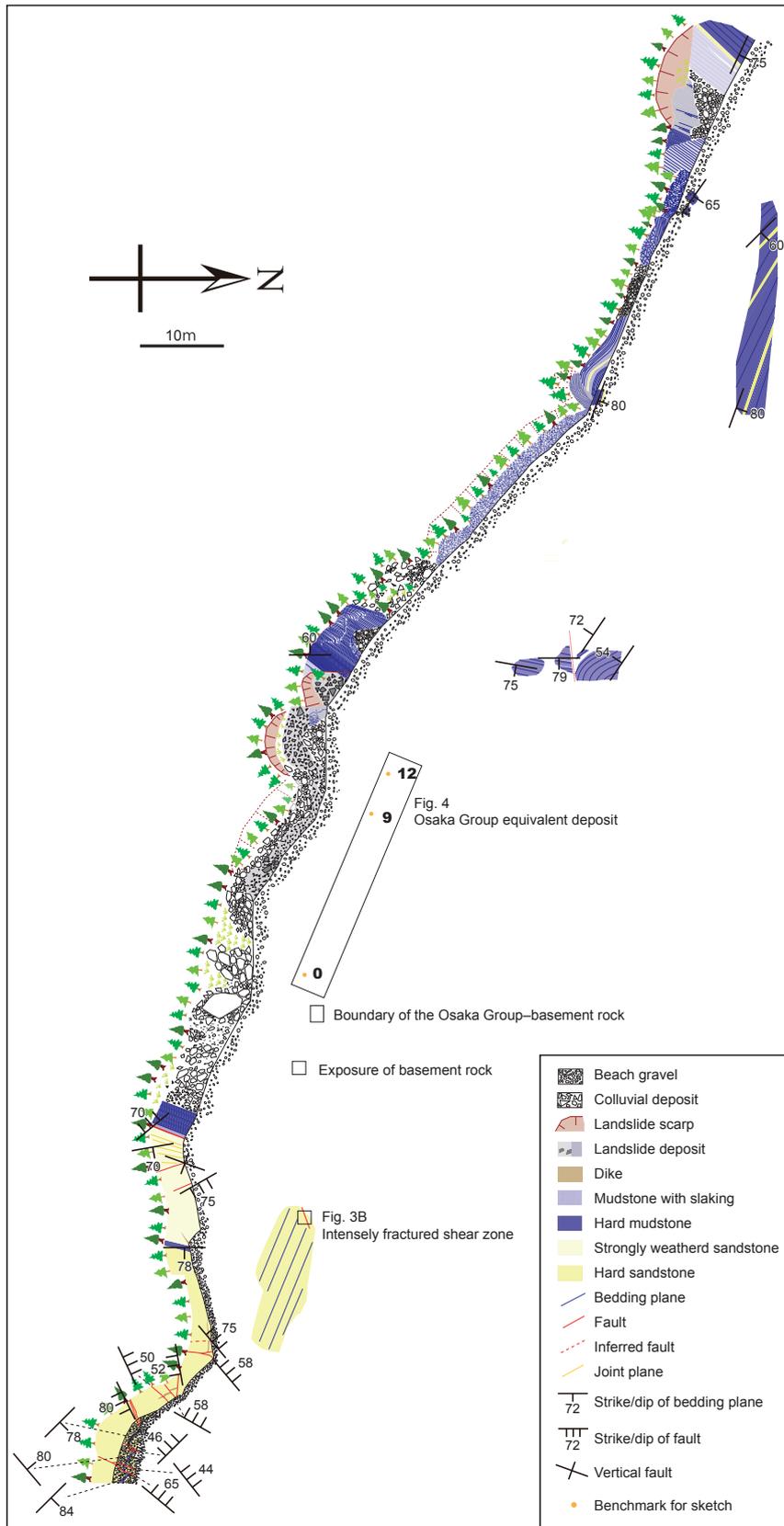
2.3 大型植物化石

花粉分析用試料P5を採取した腐植質層から（第4図；第5A図）、大型植物化石用の試料を採取した。産出した化石の鑑定は、千葉大学の百原 新博士に依頼した。

3. 結果・議論

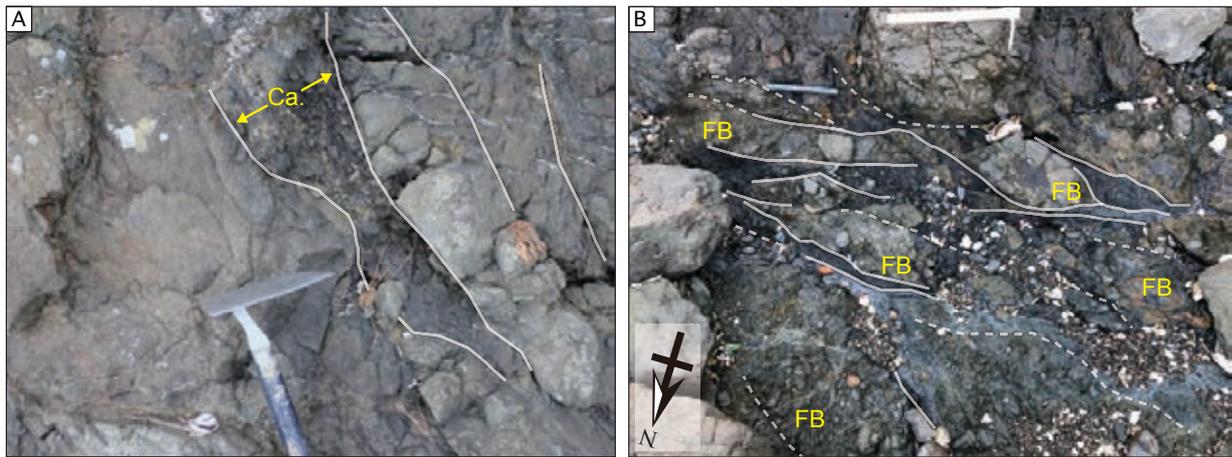
3.1 花粉化石群集

花粉化石分析の結果を第1表に示す。花粉・孢子化石の産出数は19～832粒であり、17試料のうち、P3～P5、P9～P14の9試料から200個体以上の木本花粉を同定することができた。200粒以上の木本花粉を同定することができた試料では、花粉・孢子化石の総数に対して、木本花粉が35.8%～73.9%、草本花粉が4.3%～47.3%、シダ・コケが4.0%～55.0%、同定不明・不能花粉が4.6%～21.4%含まれる。



第2図 調査地点周辺のルートマップ。

Fig. 2 Route map around the studied site.



第3図 和泉層群に発達する断層の写真。A: 海食崖の和泉層群の砂岩に認められる断層。断層の破砕物質は固結粘土状（カタクレサイト：Ca.）を呈する。ねじり鎌の刃渡は15 cm。B: 波食棚上の和泉層群に認められる強度に破碎されたせん断帯。固結度が弱く細粒の黒色ガウジと、固結度が高い角礫（断層角礫：FB）が混在する。スケールは20 cm。
 Fig. 3 Close-up photo images of faults in the Izumi Group. A: A fault in the coastal cliff, which consists of sandstone and cataclasite. The blade length of the sickle is 15 cm. B: An intensely fractured shear zone in the wave-cut bench, which consists of partially consolidated, fine grain size and black gouges, and hard breccias. The scale is 20 cm. Ca.: cataclasite. FB: fault breccia.

第6図には、木本花粉化石の総数を基数とした各木本花粉化石の相対産出頻度を示した。木本植物花粉の主な分類群は、常緑針葉樹の *Abies*（モミ属）（0%～11.4%、200個体以上の木本花粉が得られた試料における相対産出頻度。以下同様）、*Picea*（トウヒ属）（0%～29.5%）、*Tsuga*（ツガ属）（0%～35.7%）、*Pinus*（マツ属）（1.9%～17.4%）、*Cryptomeria*（スギ属）（0%～8.4%）、落葉広葉樹の *Alnus*（ハンノキ属）（0%～10.3%）、*Fagus*（ブナ属）（2.9%～16.8%）、*Quercus* subgen. *Lepidobalanus*（コナラ属コナラ亜属）（8.2%～25.4%）及び常緑広葉樹の *Q.* (subgen. *Cyclobalanopsis*；コナラ属アカガシ亜属）（0%～48.0%）などであった。また、P1、P3～P5、P8～P14、P16からは現在の日本列島には自生していない消滅属である *Cathaya*（カタヤ属）（0%～5.0%）、*Keteleeria*（ユサン属）（0%～0.5%）、*Cunninghamia*（コウヨウザン属）（0%～5.5%）、*Glyptostrobus*（スイショウ属）（0%～2.7%）、*Metasequoia*（メタセコイア属）（0%～33.6%）、*Carya*（ペカン属）（0%～1.9%）、*Hemiptelea*（ハリゲヤキ属）（0%～4.8%）、*Liquidambar*（フウ属）（0%～1.7%）、*Nyssa*（ヌマミズキ属）（0%～1.8%）が産出した。

草本植物の主な分類群は Gramineae（イネ科）及び Cyperaceae（カヤツリグサ科）であった。シダ植物の主な分類群は単条口型孢子及び三条口型孢子が産出した。

3.2 大型植物化石

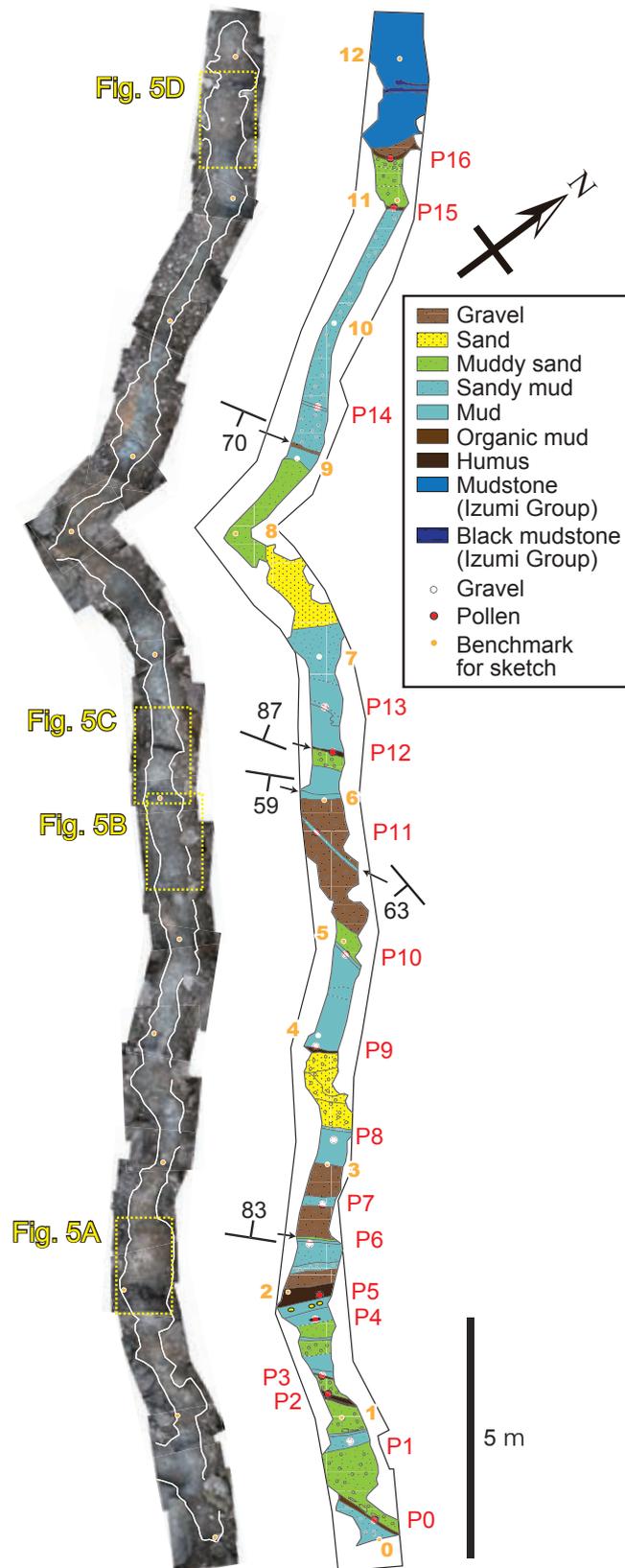
P5の腐植質層からは以下のような大型植物化石が産出した。*Sequoia*?（セコイア?）の球果、*Stewartia* sp.（ヒメシャラ）の果実、*Fagus microcarpa*（ヒメブナ）

の殻斗・堅果、*Quercus* sp.（クヌギ類）の殻斗・堅果、*Picea koribai*（オオバラモミ）の葉。

3.3 花粉化石群集による堆積年代の推定

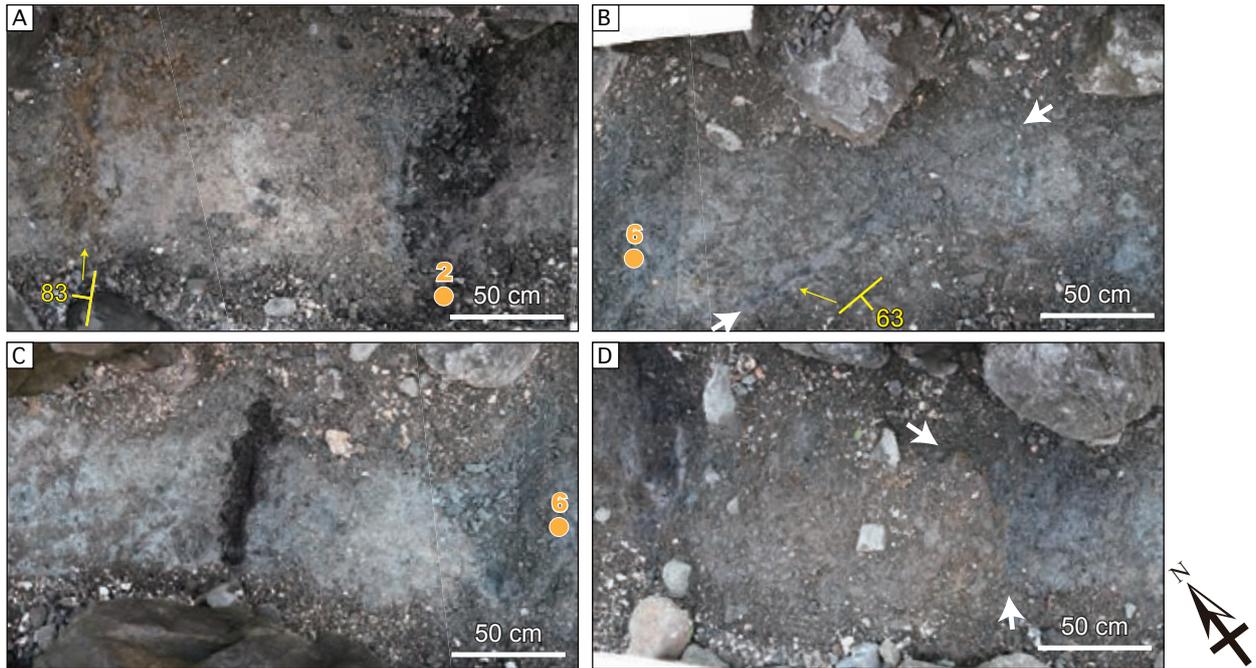
大阪層群や古琵琶湖層群、東海層群など西日本の鮮新～更新統では、花粉化石や大型植物化石による層序がまとめられている（島倉，1966；田井，1966a；1966b；那須，1970；Tai，1973；Momohara，1989；1992；Momohara and Mizuno，1999など）。一方、徳島県に分布する鮮新～更新統では模式的な花粉化石層序は構築されていないが、吉野川中流域の土柱層や森山層では、花粉化石、大型植物化石及び火山灰層からその堆積年代が推定されている（山崎，1985；水野，1987；1992；阿子島・須槍，1989）。本章では、里浦の大阪層群相当層から得られた花粉化石群集を西日本の花粉化石及び大型植物化石の群集と比較することで（第7図）、その堆積年代を制約した。

吉野川中流域に分布する鮮新～更新統である土柱層と森山層は、花粉化石や大型植物化石、火山灰層対比やそのフィッション・トラック年代によって大阪層群との対比が行われている（第7図）。土柱層は吉野川低地北縁沿いの三好市～阿波市にかけて分布する（水野，1992など）。土柱層からは複数の火山灰層が報告されており、土柱火山灰層と井出口火山灰層はそれぞれ大阪層群のピンク火山灰層（猪牟田-ピンク、Ss-Pnk）と梅火山灰層（誓願寺-梅、Se-Tg）に対比される（水野，1987，1992；石田ほか，2010；森江ほか，2010）。美馬市の土柱層中に挟まる泥炭層からは（第1A図のa）、*Metasequoia*、Taxodiaceae（スギ科）の花粉化石が



第4図 大阪層群相当層露頭のルートマップと写真。

Fig. 4 Route map and photo image of the outcrop of the Osaka Group equivalent deposit.



第 5 図 大阪層群相当層露頭の写真. A: 地点 2-3 (地点 2 の腐植質層からは大型植物化石が産出した). B: 地点 5-6 (白矢印は礫層に挟まる砂質泥層を示す. 砂質泥層は露頭全体の走向とは異なる方位をもつ). C: 地点 6-7. D: 地点 11-12 (白矢印は大阪層群相当層と和泉層群の境界を示す).

Fig. 5 Closed-up photo images of the Osaka Group equivalent deposit. A: Benchmarks 2-3 (The humus bed with benchmark 2 yielded plant macrofossils). B: Benchmarks 5-6 (White arrows indicate the sandy mud layer, which exhibits a different strike direction from the whole trend, within the grave bed). C: Benchmarks 6-7. D: Benchmarks 11-12 (White arrows indicate a boundary between the Izumi Group and Osaka Group equivalent deposit).

多産し, *Picea*, *Quercus* subgen. *Lepidobalanas*, *Alunus*, *Abies*, *Tsuga* など花粉化石を少量伴う (山崎, 1985). 一方, 水野 (1987) は美馬市, 阿波市の土柱層 (第 1A 図のそれぞれ a, b) から気候の寒冷化を示す *Picea maximowiczii* (ヒメバラモミ) の球果の産出を報告したが, *Metasequoia* などの消滅属は発見されなかった. 土柱層の花粉化石や大型植物化石は再検討の余地があるが, 火山灰層に基づく土柱層の堆積年代はカラブリアン期 (前期更新世) ~チバニアン期 (中期更新世) に相当する (第 7 図). 森山層は吉野川低地南縁沿いの吉野川市に分布する (水野, 1992 など). 森山層の藤井寺火山灰層は大阪層群の真ノ池火山灰層に対比され (水野, 1992), フィッション・トラック年代は 2.3 ± 0.5 Ma である (阿子島・須槍, 1989). 吉野川市鴨島町南部 (旧森山村) の森山層からは (第 1A 図と第 1B 図の c), *Metasequoia*, *Glyptostrobus*, *Picea koribai*, *Pseudolarix kaempferi* (イヌカラマツ), *Cunninghamia*, *Keteleeria* が産出する (三木, 1948; Miki, 1950; 高田支部古植物グループ, 1972). そのため, 森山層の堆積年代は少なくともジェラシアン期 (前期更新世) を含み, 土柱層よりもやや古いと考えられる (水野, 1987). 土柱層や森山層からは, 里浦の大阪層群相当層から産出する *Nyssa* は発見されていない. しかし, Miki (1950) は, 森山層

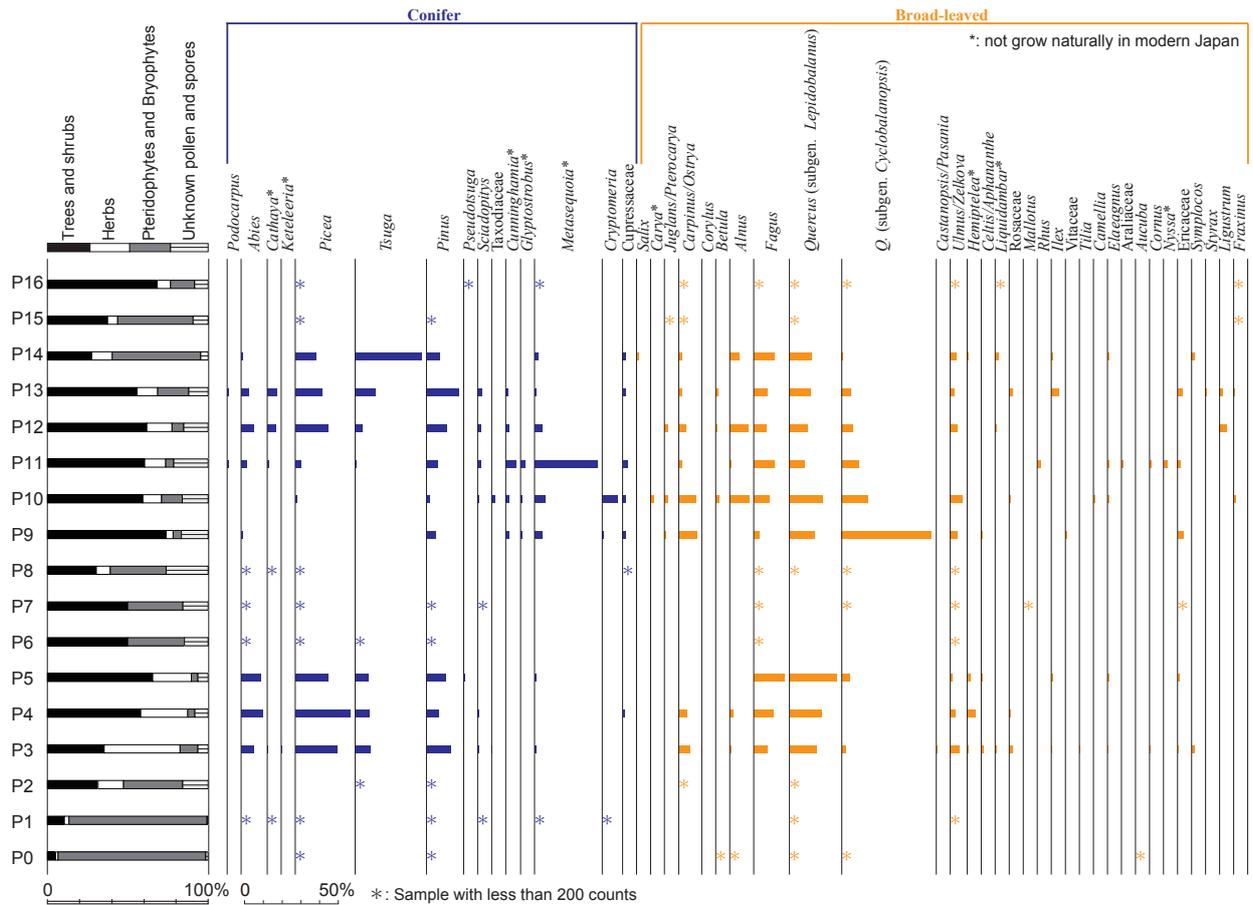
から *Keteleeria* の産出を報告している. そのため, 里浦の大阪層群相当層の堆積年代は, 森山層と同時期かそれより古いと考えられる (第 7 図).

大阪平野とその周辺の陸上・地下に分布する大阪層群の花粉化石層序は田井 (1966a; 1966b), 那須 (1970), Tai (1973) などによってまとめられている. 田井 (1966b) は, アズキ火山灰層に伴う海成泥層 Ma3 の下限を境界として, 下部及び上部の花粉帯をそれぞれメタセコイア帯及びブナ帯と区分している (第 7 図). メタセコイア帯には, *Metasequoia* や *Pseudolarix* (イヌカラマツ属), *Ginkgo* (イチョウ属), *Liquidambar*, *Picea-A* (トウヒ属 A 型) などの第三紀型植物群の産出が認められる (古谷・田井, 1993). また, 千里山丘陵の大阪層群では, メタセコイア帯はさらに A ~ D 亜帯に細分される (Tai, 1973; 第 7 図). 泉南地域の土丸火山灰層より下位の大阪層群では, *Fagus* と *Quercus* が卓越し, メタセコイア帯 A 亜帯 (メタセコイア帯下限 ~ オルドヴァイ正磁極帯上限付近) を特徴づける *Pseudolarix*, *Ginkgo*, *Picea-A* に加えて *Keteleeria* と *Alangium* ? (ウリノキ属?) が産出する (田井, 1970). さらに, 上部鮮新統に相当する古琵琶湖層群伊賀層及び甲賀層からは *Carya*, *Liquidambar*, *Nyssa* が (島倉, 1966), ガウス-松山極性反転境界付近の古琵琶湖層群からは *Cathaya* の産出が報

第 1 表 花粉及び孢子化石の産出個体数.

Table 1 Occurrence chart of pollen and spore fossils from the Osaka Group equivalent deposit.

Classification	Taxa	Tertiary element	Count																
			P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Conifer	<i>Podocarpus</i>												2		2				
Conifer	<i>Abies</i>			1	12	24	24	1	1	1	2		6	14	10	2			
Conifer	<i>Cathaya</i>	*		1	1					1			2	10	12				
Conifer	<i>Keteleeria</i>	*			1														
Conifer	<i>Picea</i>		2	2	40	62	40	6	1	3		2	6	36	34	26	7	6	
Conifer	<i>Tsuga</i>				1	15	16	16	1				2	8	26	82			
Conifer	<i>Pinus</i>			1	1	22	12	22		2		8	4	12	18	40	12	1	
Conifer	<i>P.</i> (subgen. <i>Diploxylon</i>)		2		2	2	2	1	4		2		2	4	2	4			
Conifer	<i>Pseudotsuga</i>							2											4
Conifer	<i>Sciadopitys</i>			1	2	2			1			2	4	4	6				
Conifer	Taxodiaceae				1							4							
Conifer	<i>Cunninghamia</i>	*									4	4	12	4	4				
Conifer	<i>Glyptostrobus</i>	*									2	2	6						
Conifer	<i>Metasequoia</i>	*		2	2		2				8	12	74	8	2	4			1
Conifer	<i>Cryptomeria</i>			1							2	18							
Conifer	Cupressaceae					2				2	4	4	6		4	4			
Broad leaved	<i>Salix</i>																		2
Broad leaved	<i>Carya</i>	*										4							
Broad leaved	<i>Juglans/Pterocarya</i>										2	4		4					1
Broad leaved	<i>Carpinus/Ostrya</i>				2	11	10				20	20	4	8	4	4	1	1	
Broad leaved	<i>Corylus</i>					1													
Broad leaved	<i>Betula</i>		1										4	2	4				
Broad leaved	<i>Alnus</i> (subgen. <i>Alnus</i>)		1		2	4							20	2	18		10		
Broad leaved	<i>A.</i> (subgen. <i>Alnaster</i>)												2	2		2			
Broad leaved	<i>Fagus crenata</i> type					13	4	18					6	4					
Broad leaved	<i>F. japonica</i> type					21	18	20			4	8	16	10	18	16			3
Broad leaved	<i>F.</i> other type								6	1	1	2	10	2			10		2
Broad leaved	<i>Quercus</i> (subgen. <i>Lepidobalanus</i>)		2	5	2	26	36	58			3	28	38	18	20	28	28	1	5
Broad leaved	<i>Q.</i> (subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>)		2		4	10			3	1	98	30	20	12	12	2			7
Broad leaved	<i>Castanopsis/Pasania</i>					1													
Broad leaved	<i>Ulmus/Zelkova</i>			1	9	6	2	2	1	2	8	14		8	6	8			6
Broad leaved	<i>Hemiptelea</i>	*			1	10	4												2
Broad leaved	<i>Celtis/Aphananthe</i>				2	2						2							
Broad leaved	<i>Liquidambar</i>	*			2									2		4			4
Broad leaved	Rosaceae				3	2						2			4				
Broad leaved	<i>Mallotus</i>								1										
Broad leaved	<i>Rhus</i>													4					
Broad leaved	<i>Ilex</i>				1		2									10	2		
Broad leaved	Vitaceae										2								
Broad leaved	<i>Tilia</i>				1														
Broad leaved	<i>Camellia</i>											2							
Broad leaved	<i>Elaeagnus</i>				1		2					2	2			2			
Broad leaved	Araliaceae												2						
Broad leaved	<i>Aucuba</i>		1																
Broad leaved	<i>Cornus</i>					1								2					
Broad leaved	<i>Nyssa</i>	*												4					
Broad leaved	Ericaceae				1		2		1		6		4		6				
Broad leaved	<i>Symplocos</i>				3													4	
Broad leaved	<i>Styrax</i>																		
Broad leaved	<i>Ligustrum</i>													8	4				
Broad leaved	<i>Fraxinus</i>											2			2			1	2
Herbs	<i>Polygonum</i> (sect. <i>Persicaria</i> / <i>Echinocaulon</i>)				16	2	4								10	2	22		
Herbs	<i>Nuphar</i>				1														
Herbs	Leguminosae				2														
Herbs	Carduoideae			1	12	6	10										2		
Herbs	<i>Artemisia</i>				1	2						10							1
Herbs	Cichorioideae				7	8									2	6	4		
Herbs	Gramineae			1	3	110	32	22		2	10	20	22	14	20	56			1
Herbs	Cyperaceae		3	2	122	56	48			2	2	12	26	26	28	22	1		4
Pteridophytes	<i>Lycopodium</i> (subgen. <i>Lycopodium</i>)																		1
Pteridophytes	<i>Selaginella</i>														4				
Pteridophytes	<i>Osmunda</i>																		2
Pteridophytes	<i>Davallia</i>							4				2	4	4	12	10			
Pteridophytes	Polypodiaceae											2			8	2			
Pteridophytes	monolet type spores		69	115	5	58	6	12	4	5	7	12	12	12	54	376	7	4	
Pteridophytes	trilete type spores		127	7	2	6	10	2	4	6	9		32	2	8	6	66	5	3
Bryophytes	Bryophyta														2	3	1		
Unknown	unknown pollen and spores		3	1	3	36	30	22	5	5	12	46	58	78	50	52	38	3	5
Trees and shrubs			11	15	6	202	210	228	17	16	14	204	214	220	204	242	230	12	41
Herbs			3	4	3	271	106	84	0	0	4	12	42	48	52	56	106	2	5
Pteridophytes and Bryophytes			196	122	7	64	16	14	12	11	16	14	46	18	24	84	458	15	9
unknown pollen and spores			3	1	3	36	30	22	5	5	12	46	58	78	50	52	38	3	5
Total			213	142	19	573	362	348	34	32	46	276	360	364	330	434	832	32	60



第6図 花粉ダイアグラム。花粉及び孢子化石の総数に対する木本、草本、コケ・シダ及び同定不能化石の相対産出頻度と木本花粉化石の総数に対するその相対産出頻度。

Fig. 6 Fossil pollen diagram of the Osaka Group equivalent deposit. Relative abundances of arboreal pollen, non-arboreal pollen and pteridophyte and bryophyte spores for the total count of pollen and spore fossils, and arboreal pollen for its total count.

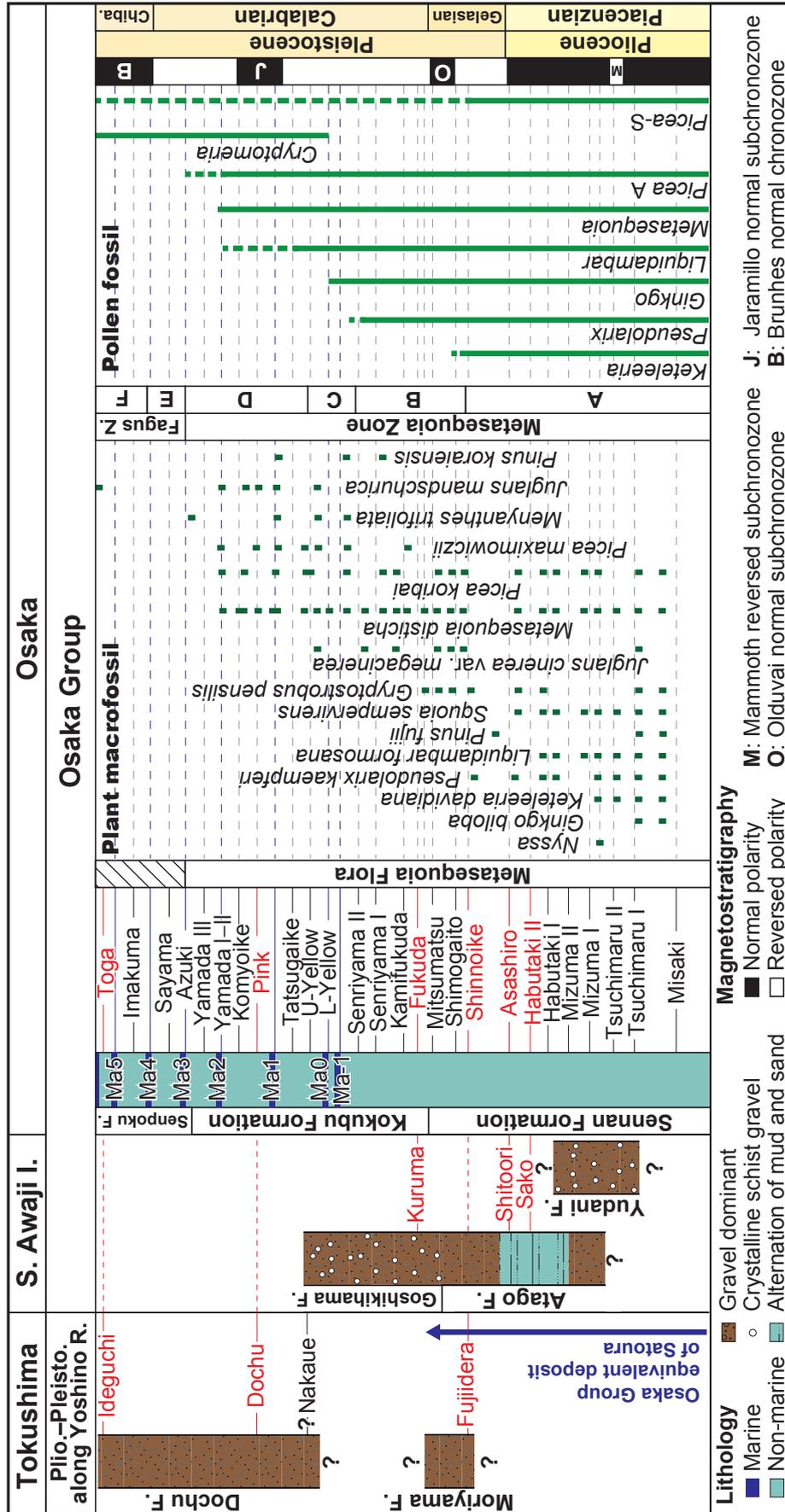
告されている(齋藤ほか, 2001)。以上から, 里浦の大阪層群相当層の花粉化石群集はピアセンジアン期(後期鮮新世)~ジェラシアン期(前期鮮新世)のメタセコイア帯 A 分帯に対比される。

上述した花粉化石による対比は, 大阪層群における大型植物化石の産出からも支持される。泉南地域(つちまる)に分布する大阪層群泉南層下部の土丸 II 火山灰層~水間 I 火山灰層の間の層準からは *Nyssa* の内果皮の化石が, 泉南層下部から泉南層上部(はぶたき)の土生滝 III 火山灰層(第7図の土生滝 II 火山灰層と朝代火山灰層の間)までの層序区間では *Liquidambar* の果実や *Glyptostrobus pensilis*, *Metasequoia glyptstroboides*, *Cunninghamia* の枝や葉などが産出している(Momohara, 1992; 百原, 1993; 第7図)。土生滝 I ~ III 火山灰層より下位層準あるいは泉南層下部に対比される和泉市若檜東部の大阪層群では *Carya striata* や *Hemiptelea mikii* などの消滅種が報告されている(市原ほか, 1986; Momohara, 1989; 百原, 1993)。里浦の大阪層群相当層と地理的距離が最も近い淡路島中部と南部には, それぞれ大阪層群最下部の愛宕層と

ゆだに油谷層が分布する(水野, 1987)。愛宕層からは *Glyptostrobus pensilis* と *Metasequoia glyptstroboides* が産出し, 土生滝 II 火山灰層に対比される佐古火山灰層より下位層準では *Liquidambar* や *Keteleeria* が見出されている(水野, 1992; Momohara and Mizuno, 1999)。油谷層では火山灰層は発見されていないが, *Liquidambar* や *Metasequoia*, *Pseudoralix kaempferi* が産出し, 愛宕層中部の下半分より下位層準に対比される(Miki, 1950; 水野, 1987; Momohara and Mizuno, 1999)。以上のように, 大阪層群の大型植物化石化石層序における *Nyssa* や *Keteleeria*, *Liquidambar* の産出は土生滝火山灰層より下位層準までに限定されることから, 里浦の大阪層群相当層は泉南層や愛宕層に対比される(第7図)。

4. まとめ

本稿では, 1998年に徳島県鳴門市里浦町の海岸で発見された大阪層群相当層について層相観察と花粉化石分析, 大型植物化石分析を実施し, 堆積年代の推定を



第7図 大阪層群と吉野川流域における鮮新-更新統の層序図。大阪平野における花粉化石、大型植物化石層序とそれぞれの地域における火山灰層序を示す。水野(1987, 1992), 市原編(1993), 石田ほか(2010), 森江ほか(2010), 吉川(2012)及びMomohara(2016)に基づいて作成。

Fig. 7 Stratigraphy of the Osaka Group and Plio-Pleistocene along the Yoshino River. Stratigraphic distributions of plant macrofossils and pollen fossils are from the Osaka Group with the tephrostratigraphy of each area. Based on Mizuno (1987, 1992), Ithara (1993), Ishida et al. (2010), Morte et al. (2010), Yoshikawa (2012), and Momohara (2016).

試みた。大阪層群相当層は、泥～砂層を主体として砂礫層、有機質泥層、腐植質層を挟み、明瞭な堆積構造は認められなかった。大阪層群相当層の走向傾斜は不規則であり、地層はほぼ直立している。連続性や属性は明らかではないが、近接する和泉層群に複数の断層が認められることから、大阪層群相当層は堆積後の断層運動による変形を被っていると考えられる。断層の連続性や属性については、今後の調査が必要である。

花粉化石分析の結果、現在の日本には自生しない消滅属である *Cathaya*, *Keteleeria*, *Cunninghamia*, *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Carya*, *Hemiptelea*, *Liquidambar*, *Nyssa* を検出した。また、腐植質層からは *Picea koribai* の葉などを産出した。大阪層群の花粉化石層序や大型植物化石層序に基づくと、里浦の大阪層群相当層は泉南層や愛宕層に対比され、その堆積年代はピアセンジアン期～ジェラシアン期である。

謝辞：地質情報研究部門の佐藤善輝博士には珪藻化石を、(有) アルプス調査所の本郷美佐緒博士には花粉化石を、千葉大学の百原 新教授には大型植物化石を鑑定していただいた。また、地質情報研究部門の國本節子氏には珪藻プレパラートを作成していただいた。記して感謝申し上げます。

文 献

- 阿子島 功・須槍和巳 (1989) 中央構造線吉野川地溝の形成過程。地球科学, **43**, 428–442.
- 古谷正和・田井昭子 (1993) 大阪層群と段丘堆積物・沖積層の花粉化石。市原 実編, 大阪層群, 創元社, 大阪, 247–255.
- 本郷美佐緒 (2009) 大阪堆積盆地における中部更新統の花粉生層序と古環境変遷。地質学雑誌, **115**, 64–79.
- 石田啓祐・西山賢一・中尾賢一・辻野泰之・森江孝志・東明省三 (2010) 阿波市の地質と地形—とくに「阿波の土柱」の成因と景観保全—。阿波学会紀要, **56**, 1–12.
- 市原 実・市川浩一郎・山田直利 (1986) 岸和田地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 148p.
- 市原 実編 (1993) 大阪層群。創元社, 大阪, 340p.
- 平山 健・田中啓策 (1952) 7 万 5 千分の 1 地質図幅「徳島」, 地質調査所。
- 牧本 博・利光誠一・高橋 浩・水野清秀・駒澤正夫・志知龍一 (1995) 20 万分の 1 地質図幅「徳島」(第 2 版), 地質調査所。
- 三木 茂 (1948) 鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺体フロラに就いて。鉱物と地質, **9**, 105–144.
- Miki, S. (1950) Taxodiaceae of Japan, with special reference to its remains. *Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University*, **1**, 63–77.
- 水野清秀 (1987) 四国及び淡路島の中央構造線沿いに分布する鮮新・更新統について (予報)。地質調査所月報, **38**, 171–190.
- 水野清秀 (1992) 中央構造線に沿う第二瀬戸内期の堆積場—その時代変遷。地質学論集, **40**, 1–14.
- 水野清秀・岡田篤正・寒川 旭・清水文健 (1993) 2.5 万分の 1 中央構造線活断層系 (四国地域) ストリップマップ説明書。構造図, 8, 地質調査所, 63p.
- Momohara, A. (1989) Pliocene *Carya* nuts (Juglandaceae) from the Osaka Group, Southwest Japan. *The Journal of Phytogeography and Taxonomy*, **37**, 107–112.
- Momohara, A. (1992) Late Pliocene plant biostratigraphy of the lowermost part of the Osaka Group, Southwest Japan, with reference to extinction of plants. *Quaternary Research*, **31**, 77–89.
- 百原 新 (1993) 近畿地方とその周辺の大規模植物化石相。市原 実編, 大阪層群, 創元社, 大阪, 256–270.
- Momohara, A. (2016) Stages of major floral change in Japan based on macrofossil evidence and their connection to climate and geomorphological changes since the Pliocene. *Quaternary International*, **397**, 93–105.
- Momohara, A., Mizuno, K. (1999) Habitat of plants in the Late Pliocene sedimentary basin on Awaji Island, Central Japan. *Japanese Journal of Historical Botany*, **6**, 49–62.
- 森江孝志・西山賢一・古澤 明・石田啓祐・中尾賢一 (2010) 四国東部, 吉野川谷に分布する土柱層から見出されたテフラ。徳島大学総合科学部自然科学研究, **24**, 65–73.
- 中尾賢一・辻本裕也・大嶋秀明 (2022) 鳴門市里浦町で発見された更新統とその花粉分析。徳島県立博物館研究報告, **32**, 1–6.
- 那須孝悌 (1970) 大阪層群上部の花粉化石について—堺港のボーリングコアを試料として—。地球科学, **24**, 25–34.
- 西山賢一 (2022) 地盤情報データベースを用いた徳島平野・鳴門市周辺の地下地質。日本地質学会第 129 年学術大会講演要旨集。
- 西山賢一・瀬部直之・石田啓祐・中尾賢一・辻野泰之・橋本寿夫 (2017) 地形・地質から見た鳴門海峡の成立。阿波学会紀要, **61**, 1–10.
- 岡田篤正・楳原京子・熊原康博・澤 祥・廣内大助 (2014) 1:25,000 都市圏活断層図「鳴門海峡」, 国土地理院。
- 齊藤 毅・百原 新・山川千代美 (2001) 古琵琶湖層

- 群甲賀累層（鮮新統）より *Cathaya* (Pinaceae) 花粉の発見. 地質学雑誌, **107**, 667–670.
- 産総研地質調査総合センター (2018) 20 万分の 1 日本シームレス地質図 V.2. <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (閲覧日: 2023 年 5 月 30 日)
- 島倉巳三郎 (1966) 本邦新生代層の花粉層序学的研究 IX, 古琵琶湖層群. 奈良学芸大学紀要, **14**, 25–39.
- 田井昭子 (1966a) 大阪市におけるボーリング (OD-1) コアの花粉分析 (その 1) – 近畿地方の新期新生代層の研究 V-. 地球科学, **83**, 25–33.
- 田井昭子 (1966b) 大阪市におけるボーリング (OD-1) コアの花粉分析 (その 2) – 近畿地方の新期新生代層の研究 V-. 地球科学, **84**, 31–38.
- 田井昭子 (1970) 大阪府泉佐野市土丸の新生代層から検出される花粉化石について – 近畿地方の新期新生代層の研究 (その 15) -. 地球科学, **24**, 43–48.
- Tai, A. (1973) A study on the pollen stratigraphy of the Osaka Group, Plio–Pleistocene deposits in the Osaka Basin. *Memories of the Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology and Mineralogy*, **39**, 123–165.
- 高田支部古植物グループ (1972) 吉野川流域森山粘土層の植物化石. 第四紀総合研究会連絡紙, **14**, 7–7.
- 山崎晴雄 (1985) 吉野川中流美馬町荒川の洪積層の花粉分析. 活断層研究, **1**, 93–96.
- 吉川周作 (2012) 大阪堆積盆地第四系の層序学的研究. 第四紀研究, **51**, 1–19.