

朝鮮海峡海底ボーリング (Tsu-Ko-1) 試料から得られた花粉・胞子群集

高 橋 清

(昭和62年4月30日受理)

Pollen-spore assemblages from the submarine boring well (Tsu-Ko-1) in the Korea Strait

Kiyoshi TAKAHASHI

Abstract

Fifty-three sidewall samples of the boring well (Tsu-Ko-1) on the western slope of the Tsushima Trough in the Korea Strait have been examined palynologically, but only fifteen of them are available to bring remarkable pollen-spore assemblages which consist of more than one hundred and seven kinds of palynomorphs. Pollen-spore assemblage from deeper horizons than at least 802 m in depth indicates a predominance of *Caryapollenites simplex simplex* (*Carya*), *Periporopollenites stigmosus* (*Liquidambar*) etc. in appearance. This is a characteristic of the Daijima type flora (Middle Miocene). This assemblage is well correlated with the pollen-spore assemblage of the Yonil Group, Korea and the Chojabaru Diatomite Formation, Iki Island. At least, horizons from less than 802 m to 362.5 m in depth may be the Late Miocene to Early Pliocene in age.

I. まえがき

昭和54年2月、筆者は新西日本石油開発株式会社により実施された朝鮮海峡（対馬海峡西水道）海底ボーリング (Tsu-Ko-1) 側壁から得られた試料53個を検討する機会を得た。試料53個中から僅か15個につき花粉・胞子およびその他の植物性微化石が検出された。得られた花粉・胞子群集の特徴ならびに周辺地域の花粉・胞子群集との比較検討を行ない、地質時代論に言及する。これは朝鮮海峡成立の地質学的考察にも重要な示唆を与えるものと思う。

昭和49年、筆者は文部省海外学術調査で、韓国の中生代および新生代の植物化石の研究の一環として、迎日湾周辺の中新統の花粉・胞子群集の研究を行ない、その成果については、1979年に論文として公表した。

朝鮮海峡海底ボーリングから得られた花粉・胞子群集は、その大部分が、上記迎日湾周辺に発達する中新統からの花粉・胞子群集によく類似するものであることが判明した。また、若干の層準から得られた植物性微小プランクトンについても Yonil 層群にみられる種類が含まれている。

本論文のデーターは、長年に渡り公表を差し控えて来たものであるが、内容の重要性に鑑みて、公表の機会を待っていたが、すでに新西日本石油開発株式会社が解散となり、ボーリング井戸も石油公団に帰属した事により、石油公団の許可を得て公表の運びとなった。

石油公団技術部長永田実氏には許可の労をとっていただいた。当時、新西日本石油開発株式会社に居られた南明氏（現在、三菱鉱業セメント株式会社）には、色々と御教示をいただき、また、今回の公表の為の労をとっていただいた。両氏に深く感謝の意を表する。

II. 朝鮮海峡地域の地質学的ならびに古生物学的研究資料

朝鮮海峡海底の地質学的ならびに古生物学的知見については、これまで若干の報告があるにすぎない。

新野弘（1934）は、1929年に実施された水産試験場調査船蒼鷹丸による対馬水道付近の海底調査により、海底から採集された泥土中に *Thyasira bisecta* Conrad, *Lora yanamii* Yokoyama, *Pecten heteroglyptus* Yokoyama, *Turbanilla morsei* Yokoyama, *Carcharias cuspidatus* (Agassiz) など、化石種としてのみ知られた貝類その他が種々な生物遺骸中に混じっているのを見出した。4採集地点中、とくに478地点は、今回の報告のボーリング地点に最も近く、この地点から得られた貝殻は *Dentalium rahabdotum* Pilsbry, *Fulgolaria prevostiana* Cross, *Neptunea lyrata* Martyn, *Natica (Tectonalis) janthostoma* Desh., *Siphonaria cassidarieformis* Reeve, *Turritella kiiensis* Yokoyama, *Turridula subdeclivis* Yokoyama, *Limopsis tokaiensis* Yokoyama, *Lucina acutilineata* Conrad, *Thyasira bisecta* Conrad, *Septifer bifurcastus* Conrad の11種で、化石種として知られたものが2種である。他の3地点は日本海に入った地域である。

氏家宏・満岡孝（1969）は対馬海峡の地形と底質についての予察的研究結果について報告している。その中で、彼等は次の如く述べている。対馬を境にして、九州側（狭義の対馬海峡）と朝鮮側（ここでは朝鮮海峡とよぶ）とで著るしい差があることがわかる。すなわち、九州側では、あまり深くない（120～130m）くぼみが対馬の下島東方約20kmあたりを北東～南西方向に走り、周辺の海底はこれに向ってゆるく傾く傾向にある。しかし、北東部では、このくぼみは消失し、全体として、北方の日本海に向って緩傾斜する。その他に小さな堆があるが、概して北東～南西性の配列を示すようである。一方、朝鮮海峡では、最深部が220m以上におよぶ深くて狭い舟状海盆が、対馬のすぐ西を同島に平行（北北東～南南西）に走り、その海盆から西では、朝鮮沿岸の60m以浅の棚状地に向って、ほぼ一定した割合でせり上って行く。このいわゆる対馬海盆は、たとえ深度はいろいろと変り、断続的になっているものの、対馬全長に沿って発達する。その南南西延長には、水深140～150mのくぼみがある。さらに、彼等は、対馬舟状海盆は、本質的には、その東縁を成す断層崖ないし断層線崖で示唆されるように構造性のものであろうとし、この断層が、殆んど中生代以前の古期岩石から成る朝鮮半島と、第三系だけから成る対馬、ひいては日本列島との地質構造上の境界となるものか否かの解決は今後の研究による。五島列島と対馬とは、北北東～南南西方向にかなり強く褶曲した構造をもつていて、北九州の第三系の地質構造と全く異質であり、五島列島と対馬を結ぶ北北東延長方向に当る浦項地方に朝鮮半島唯一の厚い海成中新統が発達しており、対馬と対馬舟状海盆の成因解明は、五島～対馬～浦項を結ぶ構造帯を想定し究明する点にかかっていると推測されると述べている。

波部忠重・小菅貞男（1970）は対馬舟状海盆から採集された貝化石とその年代について報告した。2地点から採集され、年代測定が行われた化石は次の3種である。*Panomya arctica* (Lamarck, 1818), *Callithaca (Protocallithaca) adamsi* (Reeve, 1863), *Scapharca broughtonii* (Schrenck, 1867) で、C¹⁴による年代決定で、いずれも大体似た年代値を示し、14000～16000年の間と考えられる。15000年前後はWürm氷期の第3氷期(W₃)に当るものと考えられるもので、相当新しい年代のものであり、本論文の地層に直接比較しうるものではない。

富田その他 (1975) の対馬西方海域の海底地質についての音波探査およびドレッヂ調査によれば、基盤層として対州層群があり、その上に上位から A, B, C の 3 層が区別されている。A 層は海底表層部に普遍的に認められ、層厚もほぼ一定であり、現世の表層堆積物に相当するか、あるいはそれらを含む堆積層と考えられ、B 層は A 層と類似の音響的透明層で、A 層より厚く、また層理が明瞭で、その大部分は水平であるが、所によって僅かに斜交し、C 層は B 層の下位で、さらに斜交関係が著しく、ゆるい褶曲などの変形度が大きいものを含んでいると言う。さらに対馬舟状海盆の東側斜面に大規模な西落ちの断層が舟状海盆に平行して走っているのを発見し、上島沖のものを対馬第 1 断層、下島沖のものを対馬第 2 断層と命名し、両者は互に食い違う 2 条に分れているが、一連の断層系と見做して対馬沖断層と総称している。

本論文で取り扱っている地層は、多分、上記の地層の C 層に相当するものと推定される。対州層群相当層でないことは確かである。

国際ハイウェイプロジェクト・日韓トンネル研究会編 (1986) の昭和 60 年度研究報告資料によると、対馬海峡西水道 (本論文の朝鮮海峡) の対馬寄りの海底堆積物は、音波探査により、第 I ~ 第 IV 層に分けられ、これらはいずれも第 V 層 (対州層群) より上位になるものである。これは先の富田その他 (1975) の音波探査による堆積物区分の A 層に対応するものが第 I 層で、B 層に対応するものが第 II 層と第 III 層で、C 層に対応するものが第 IV 層であると推測出来る。対州層群は対馬沖断層までは明らかに分布しているが、この断層より以西では確認されていない。しかし、第 IV 層 (= C 層) は直接対州層群を基盤として堆積した地層であると思われる。

第 IV 層の時代は鮮新世と考え、第 III 層は更新世前期、第 II 層は更新世後期と推定しているが、その根拠は示されていない。

最近は日韓トンネル研究会により呼子付近、壱岐、対馬の陸上ボーリングおよび海底ボーリングが実施され、1986 年に実施された対馬西方海底 500 m (深度) のボーリング試料は、非常に貴重なデーターを我々にもたらすと期待されるが、未だその詳細については未発表である。

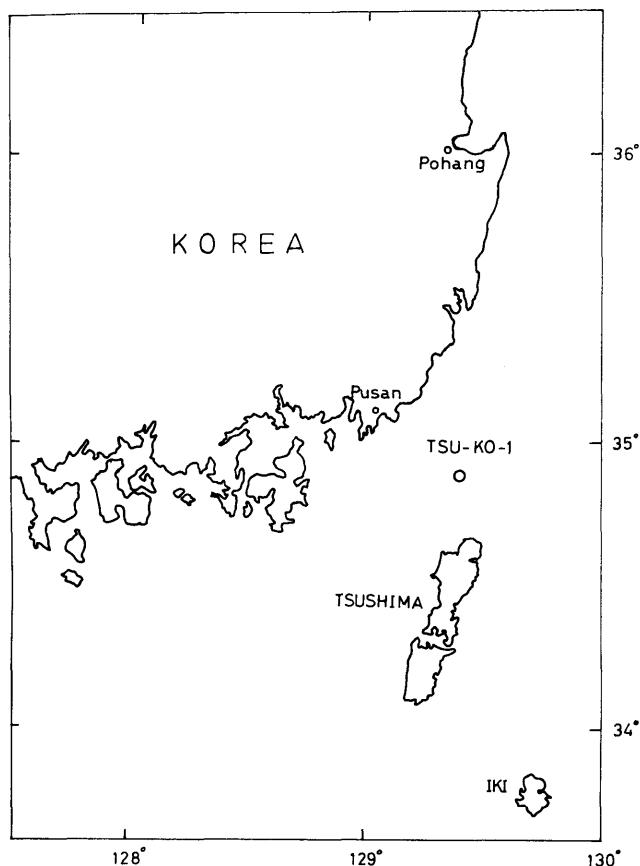
対州層群の研究史については、ここでは直接関係しないので、述べないが、対州層群の時代論については、高橋 (1958)、高橋・西田 (1974) などにより、対州層群下位は遠賀層に、中位より上位は芦屋層群に対比出来るものと考えられている。

III. ボーリング位置および採取試料

対馬の北西部の佐須奈と韓国の蔚山を結ぶ線の海底で、対馬舟状海盆の西斜面でのボーリング井戸 (Tsu-Ko-1) の側壁から 53 個の花粉研究用試料を得た (位置については第 1 図参照)。各試料は夫々僅かの量のものであったが、多くの試料からは花粉・胞子が全く検出されなかつたか、若干の個体数が検出されたに過ぎなかった。15 試料につき 2 枝或はそれ以上の個体数が検出された。

53 個の試料の深度および岩質は次の通りである。

深度 (m)	岩 質
295.5	稍々暗緑色シルト
326.5	暗灰色シルト
341	同上
362.5	同上
411.5	同上



第1図. 海底ボーリング (Tsu-Ko-1) の位置図

442.5	.....	暗色微細粒砂岩
480.5	.....	暗緑色シルト
594	.....	暗色シルト
639.3	.....	暗灰色シルト
722.5	.....	灰白色シルト
802	.....	暗色シルト
817	.....	緑色シルト
875.6	.....	暗色シルト
919.5	.....	暗灰色シルト
953.5	.....	灰白色シルト
1007.6	.....	稍々緑灰色シルト
1058.5	.....	暗灰色シルト
1079.5	.....	灰色微細粒砂岩
1118.5	.....	灰色シルト
1150.8	.....	緑灰色シルト
1203	.....	灰色シルト
1313	.....	同上
1554.5	.....	同上

- 1590.3……………暗・灰色縞状シルト
 1620.7……………暗色シルト
 1635.2……………灰色シルト
 1681……………稍々暗灰色シルト
 1695.3……………同上
 1779……………灰色シルト
1808.3……………稍々褐色シルト
 1886.5……………暗灰色シルト
 1899……………同上
 1962……………灰・暗灰色縞状シルト
 2095.4……………稍々暗灰色シルト
2155.6……………同上
 2189.4……………灰色シルト（黒色の筋）
 2216.6……………稍々暗灰色シルト
2251.1……………同上
 2268.7……………暗灰色シルト
 2316.3……………稍々暗灰色シルト
2360……………暗緑色シルト
2403.2……………同上
 2505.2……………稍々暗灰色シルト
 2536.4……………同上
 2580……………暗灰色シルト
 2624.6……………同上
 2657……………同上
 2690……………同上
2723……………同上
 2762……………灰色シルト
 2777……………暗灰色シルト
 2789.5……………同上
 2826.5……………緑色シルト

採取された試料は多くのものが暗色～暗灰色シルトであり、その他緑灰色シルト、微細粒砂岩も若干あった。一般に植物性微化石の含有はあまり良好でない。これは採取された試料の量が極度に少ないものである。

実線のアンダーラインの試料15個は花粉・胞子化石の検出されたものを示し、破線のアンダーラインの試料は、若干の花粉・胞子を検出したが、その個体数が著しく不足のため資料として役に立たないものである。

N. 花粉・胞子群集の特徴

採取された15試料から検出された胞子・花粉化石は第1表に示す通りであるが、次の様に区分出来る。

胞子：

- Y字溝型……………10種
 単溝型……………6種以上

花粉：

裸子植物

- 無口型 5種
 有翼型 13種以上
 单溝型 4種以上
 多褶襞型 1種

被子植物

- 無口型 1種
 三溝型 15種
 三溝孔型 22種
 三孔型 14種
 多孔型 8種
 散孔型 6種
 单孔型 1種以上
 4集粒型 1種

計 107種以上

胞子は16種以上で、その中4種が韓国迎日湾の Changgi と Yonil 層群の両方から検出されている（第1表の*印を参照せよ）。この中で *Leiotriletes koreanus* と *Polypodiidites pohangensis* は韓国迎日湾の中新統から初めて記載されたものである。*Baculatisporites* (= *Osmundacidites*) *wellmanii* は世界的に広く分布しているが、Yonil 層群から産出している。

裸子植物中、無口粒松柏類花粉である *Inaperturopollenites dubius* (= *pseudodubius*) は汎世界的に産し、*Inaperturopollenites parvus* は小型で、北九州芦屋層群から筆者（1963）によって初めて記載されたもので、常盤地域の浅貝層および壱岐島長者原珪藻土層（中新統中期）から知られ、韓国迎日湾の Changgi および Yonil 両層群からも知られており、花粉層位学的に重要な種類である。これは佐世保花粉群の下位からの出現となる。*Cupressacites scruepus* は、筆者（1979）によって初めて、韓国迎日湾の中新統から記載したもので、長者原層からも知られている。

有翼花粉では4種類（*Zonalapollenites igniculus*, *Pityosporites pseudolabdacus*, *Pityosporites taedaeformis*, *Piceapollis alatus*）が迎日湾の中新統と共に、*P. pseudolabdacus* が迎日湾中新統から初めて筆者（1979）により記載された。また、Yonil 層群産と共に種類は次の4種である：*Pityosporites pristinipollinius*, *Abiespollenites giganticus*, *Piceapollis saccifer*, Cf. *Cedripites sacculatus*。また、Changgi 層群から知られているものは *Podocarpidites cf. fushunensis* で、これは渤海湾沿岸の第三系から知られている種である。

单溝粒花粉はいずれも九州第三系から知られている種で、産出は稀であり、その傾向は九州でも、佐世保花粉群に入ると同じ傾向となる。

被子植物中、無口粒花粉である *Potamogetonacidites* (*Potamogetonaceae*) は淡水棲で、従って、その分布は広い。

三溝粒花粉では、6種類が、迎日湾中新統と共に、その中2種類 *Tricolpites minutireticulosus*, *Tricolpites reticosus* が迎日湾中新統から初めて記載されたものである。4種類のものが Yonil 層にみられる。*Tricolpopollenites meinohamensis meinohamensis* は遠賀層およびその相当層から多産し、佐世保花粉群ではその出現が稀になる。長者原層と共に種類は8種類となる。

三溝孔粒花粉では12種類が迎日湾中新統に共通で、さらに、各1種類が、夫々 Changgi,

第1表. 朝鮮海峡海底ボーリング (Tsu-Ko-1) 試料から得られた胞子および花粉等の一覧表 (検出個体数)

	ボーリング深度(m)														
胞子および花粉	362.5	639.3	802	1007.6	1203	1313	1454.5	1590.3	1808.3	2155.6	2251.1	2268.7	2360	2403.2	2723
Leiotriletes koreanus*		1							1						
Baculatisporites wellmanii*	4														
Baculatisporites sp.			1												
Rugulatisporites sp.	1			1	1										
Foveotriletes sp.															
Punctatisporites sp.									1						
Stereisporites sp.									1						
Granulatisporites sp.															1
Cicatricosporites? sp.									1					1	
Trilete spore indet.														1	
Laevigatosporites dehiscens*	2					5	5		1	4	1	1	1	1	
Laevigatosporites ovoideus*												1	2		
Laevigatosporites spp.	6		1	1	2							2			
Verrucatosporites cf. megafavus										2	1				
Gemmatoxporites sp.										1					
Polypodiidites pohangensis*										1					
Inaperturopollenites dubius*	10	4	12		3	5	5	6	8	22	1	8	2	1	4
Inaperturopollenites parvus*												1	1		
Sequoiapollenites sp.			1		1	1						1			
Cupressacites scrupulus*	3		1			1	1				1				
Psophosphaera sp.						1					5	2			
Potamogetonacidites difficilis*	2				2	1	1			1		3			
Zonalopollenites igniculus*						5	3			1			2		
Zonalopollenites sp.						1									
Pityosporites pseudolabdacus*	19			1	1					6	1				
Pityosporites pristinipollini*										2					
Pityosporites taedaeformis*										5					
Pityosporites spp.						4	1			3	2		4	1	
Abiespollenites giganticus*										1					
Abiespollenites spp.										2					
Piceapollis alatus*										1					
Piceapollis saccifer*										1	1				
Piceapollis spp.	3		10		1		1			7		1	6		
Podocarpidites cf. fushunensis [△]										1					
Cf. Cedripites sacculatus*					1					2					
Monocolpopollenites universalis						2				1					
Monocolpopollenites intrabaculatus [△]			1												
Monocolpopollenites kyushuensis*				2							1				
Monocolpopollenites sp.										1					
Quercoidites umiensis*	3		1	1	1		1			1					
Cupuliferooidapollenites ditis*		1		2	2		1	4	1	1	1		1	1	
Cupuliferooidapollenites vulgaris*		1	2	1	1	3					2		1	1	
Cupuliferooidapollenites fallax*			1					18							
Cupuliferooidapollenites weylandii*				2						2					
Tricolpopollenites sculptus											1				
Tricolpopollenites subasper											1				
Tricolpopollenites granulatus n. sp.		9						1	9	5					
Tricolpopollenites meinohamensis meinoh.*		1		1							1	2			
Tricolpopollenites meinohamensis rotundus*				1	2	1	3			2	2	1	1		1
Tricolpopollenites sp.		1								2					
Tricolpites minutireticulosus*	6	2	2		1					1	1	3	1	1	1
Tricolpites reticulatus*			1							1		1			1
Striatopollis striatellus*						1		2	5	2	1	1			
Retitrescolrites minor n. sp.										2					
Cupuliferoipollenites castaneoides*	2	1	9		1	4		80	1			1	1	1	1
Cupuliferoipollenites pusillus*							1				1				
Tricolporopollenites consularis consularis*	3								1	1					2
Tricolporopollenites consularis globularis*		1			1		1							1	
Tricolporopollenites incertus*			1	2	2	1		2	1		3		1		1
Tricolporopollenites emarginatis*			1		1										
Tricolporopollenites microporifer [△]			3		3	3				2			3	1	1
Tricolporopollenites elongatus n. sp.										2		1			
Tricolporopollenites ovuliformis*											1		1		
Tricolporopollenites sp.					1						1				
Tricolporopollenites sp. (finely punctate)		1													
Faguspollenites sphaericus*	13		3	2	1	4			1	8	4	1			
Faguspollenites sp. (large form)									1	1		1	1		
Ilexpollenites tertarius*	2		1						20						
Rhoipites hoshuyamaensis hoshuyamaensis*			1					1		1	2	1			
Rhoipites hoshuyamaensis foveolatus							2								
Rhoipites sp.	1									1	1	2			
Striaticolporites communis*					2	1					1	1			1
Striaticolporites pseudoaceroides n. sp.										1	1				
Striaticolporites cf. globularis*			1												
Retitricolporites misellus*	1		1						3						
Cyrillaceapollenites sp.			1					2	2			1			
Triatriopollenites subtangularis*	1				1						1				
Triatriopollenites opacus*			1									1			
Momipites constatus*	1		1			1		1	1		1	1			
Triporopollenites shimensis*	3		4		2	1					1	1	1		
Triporopollenites festatus*											1				
Caryapollenites simplex simplex*	2		25	4	21	10	6	6	4	21	5				

Yonil層群にみられる。その中6種類が迎日湾中新統から筆者(1979)により初めて記載された(*Tricolporopollenites emarginatis*, *Tricolporopollenites ovuliformis*, *Faguspollenites sphaericus*, *Striaticolporites communis*, *Striaticolporites cf. globularis*, *Retitricolporites misellus*)。この中5種類が長者原層から検出されている(高橋, 1981, 第2表参照)。

三孔型花粉中10種類が迎日湾中新統にみられるが、その中5種類が迎日湾中新統で初めて筆者(1979)により記載されたものである(*Triatriopollenites subtriangularis*, *Triatriopollenites opacus*, *Trivestibulopollenites pseudobetuloides*, *Betulaepollenites obscurus*, *Tiliaepollenites punctulosus*)。

特に、*Caryapollenites simplex simplex*は中新世前期から鮮新世まで産出している。特に、中新世中期に多産し、*Liquidambar*の多産と共に台島型植物群の特徴をなしている。ボーリング深度639.3mと2723mの両試料は、前者が16個、後者が15個と検出個体数が極端に少なく、その花粉群集の特徴をとらえる事が出来ないが、多分、深度802mより以深が中新世中期に当ると思われる。正確な境界は802mよりも少し浅い位置に来る可能性がある。

多孔型花粉中、7種類が迎日湾中新統にみられるもので、特に、*Polyvestibulopollenites minusculus*はこれまで迎日湾の中新統と長者原珪藻土層のみに検出されている種類である。

散孔型花粉の中で、*Periporopollenites stigmosus* (*Liquidambar*)は802m以深に多産している(2723mは例外)。これは*Carya*の場合とよく一致する。これら両者の出現が少くなり、*Fagus*の出現が多くなる時期の中新世後期～鮮新世前期であり、639.3m以浅(上限は不明)はこの時代を示すことになる。

要するに、検出された花粉・胞子中49種が韓国迎日湾のChanggiおよびYonil両層群に出現し、その他Changgi層群にみられるもの4種、Yonil層群にみられるもの12種である。壱岐島長者原珪藻土層との共通種は52種にも達する。

本ボーリングによって得られた花粉・胞子群集から判断される時代的結論は、少くとも、802m以深は中新世中期を示し、802mより以浅362.5mまでは中新世後期～鮮新世前期を示すものと思われる(両者の正確な境界は不明)。

*Acritarchs*については、韓国迎日湾のChanggiとYonil両層群にみられる *Micrhystridium ariakense*, Yonil層群にみられる *Micrhystridium baculiforum*, *Micrhystridium yonilense*, *Micrhystridium cf. koraiense*が僅ながら検出されている(第1表参照)。*Cystidiopsis cf. certus*はNagy(1965, 1969)によって、ハンガリーの新第三系から記載・報告されたものと同じである。*M. ariakense*以外の上記の種はいずれも海棲種と考えられる。

V. Description of new palynomorphs

(1) *Tricolpopollenites granulatus* n. sp.

(Pl. 3, figs. 22-25)

Description: Tricolporate pollen grains. Amb round or broad elliptical in outline, fully circular in polar view. Poles well rounded or with more or less tapered ends. Colpi curved and converged from pole to pole. Exine coarsely punctate or finely granulate, 0.5-1.2 μm thick. Grain size: 19-26.5 μm (length) X 14-20 μm (breadth).

Holotype: Pl. 3, fig. 24 (polar view); grain size 22 μm in diameter; exine finely granulate, 1 μm thick; preparat GN 4573; 1590.3 m in depth.

Occurrence: 24 grains; boring well (Tsu-Ko-1) 802 m, 1554.5 m, 1590.3 m and 1808.3 m in depth.

Remarks : The present specimens are comparable with *Tricolpopollenites inamoenus* Takahashi (1961, p. 313, pl. 22, figs. 42-49), but differ in ornamentation form.

Botanical affinity : Unknown.

(2) *Chenopodipollis minimus* n. sp.

(Pl. 6, figs. 9, 10 a-b, 11 a-b)

Description : Spherical, periporate pollen grains with $40 \pm$ small germinal pores ($20 \pm$ pores on the hemisphere). Pore circular or somewhat elliptical, $1.2-1.8 \mu\text{m}$ in diameter. Exine $1.2-1.5 \mu\text{m}$ thick, finely punctate. Pollen size: $16-20 \mu\text{m} \times 15-17.5 \mu\text{m}$ in diameter.

Holotype : Pl. 6, figs. 10 a-b; periporate pollen grain with $40 \pm$ small germinal pores ($20 \pm$ pores on the hemisphere); pore $1.5 \mu\text{m}$ in diameter; exine finely punctate.

Occurrence : 10 grains; boring well (Tsu-Ko-1) 362.5 m in depth.

Remarks : *Chenopodipollis* pollen appears increasingly in Miocen (or Neogene). The present specimens compare to *Chenopodipollis microporatus* (Nakoman) Liu in size and somewhat form, but appear to differ in ornamentation of the exine.

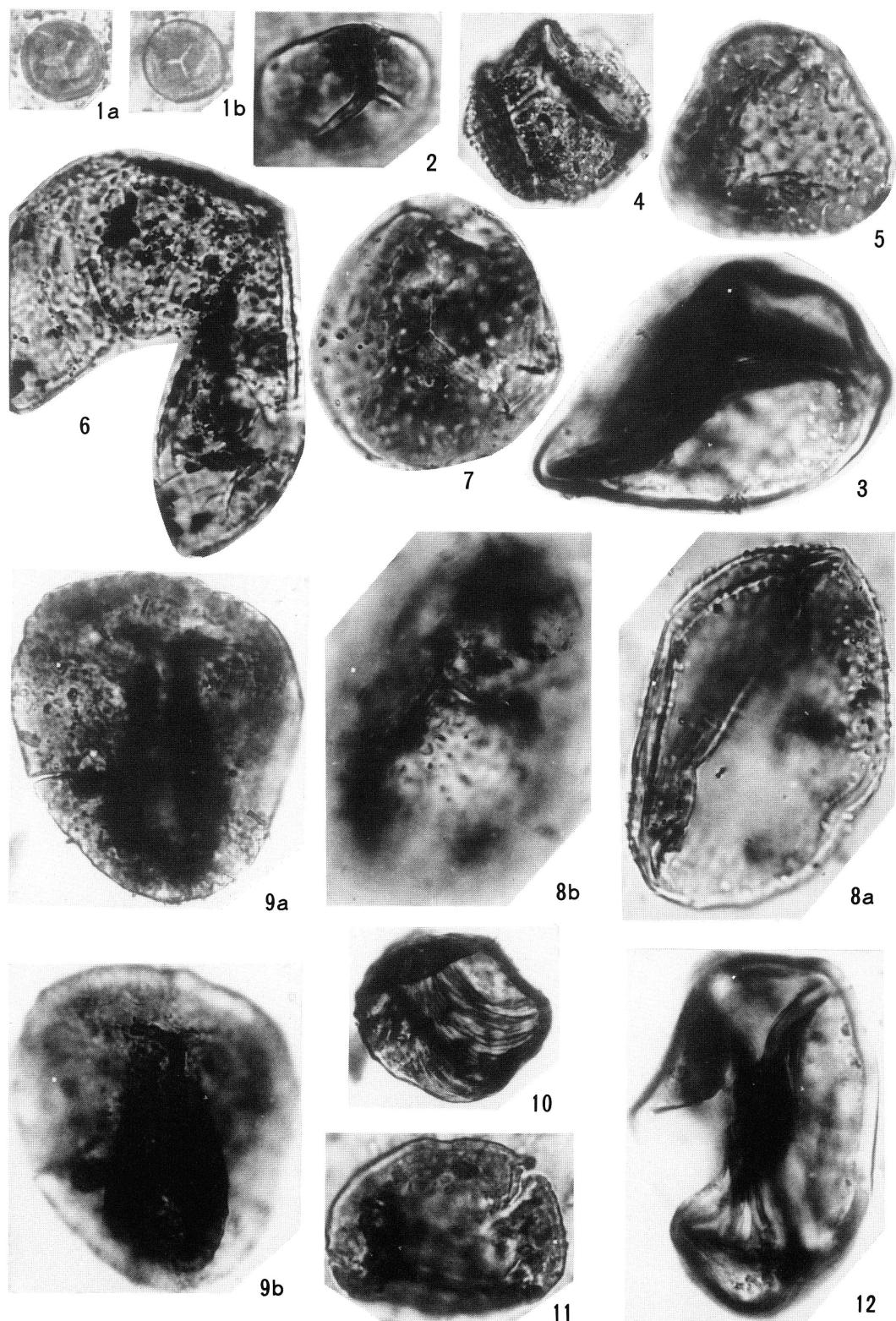
Botanical affinity : Chenopodiaceae.

文 献

- 波部忠重・小菅貞男(1970)：対馬舟状海盆より得られた貝化石の年代とその地史学的意義. 国立科博専報, (3), 75-82, 図版16.
- 国際ハイウェイプロジェクト・日韓トンネル研究会編(1986)：地形・地質の概査 — 海域部における音波探査 — 昭和60年度研究報告資料, 11-36.
- 新野弘(1934)：対馬水道海底の化石産地. 地質雑, 41, 330-331.
- 杉山明(1985)：壱岐・対馬周辺海域の海底地形概観(2) — 対馬海峡西水道及び壱岐水道 — 日韓トンネル研究, (3), 12-15.
- Takahashi, K. (1963) : Pollen und Sporen aus dem Schieferton von Ashiya, Nordkyushu. Jap. Journ. Geol. Geogr., 34 (2-4). 129-137, Taf. VII.
- 高橋 清(1963)：常磐炭田浅貝層海成砂岩の花粉分析 — とくに層序学的対比論を中心として — 九州鉱山学会誌, 31(11), 447-454, 図版1.
- Takahashi, K. and Kim, B. K. (1979) : Palynology of the Miocene Formations in the Yeoungill Bay district, Korea. Palaeontographica, B, 170, 10-80, pls. 1-28.
- 高橋 清(1981)：壱岐層群長者原珪藻土層の花粉群集. 長崎大学教養部紀要, 自然科学, 22(1), 21-29, 図版1-5.
- 富田宰臣・山下明夫・石橋澄・三木孝・高橋良平・首藤次男・浦田英夫・橋本勇・本座栄一・五十嵐千秋(1975)：対馬西方海域の海底地質. 九大地理研究報告(地質学), 12(2), 77-90.
- 氏家宏・満岡孝(1969)：対馬海峡の地形と底質についての予察的研究. 国立科博専報, (2), 29-38.

図版1 説明
(倍率が示されていないのは1000倍)

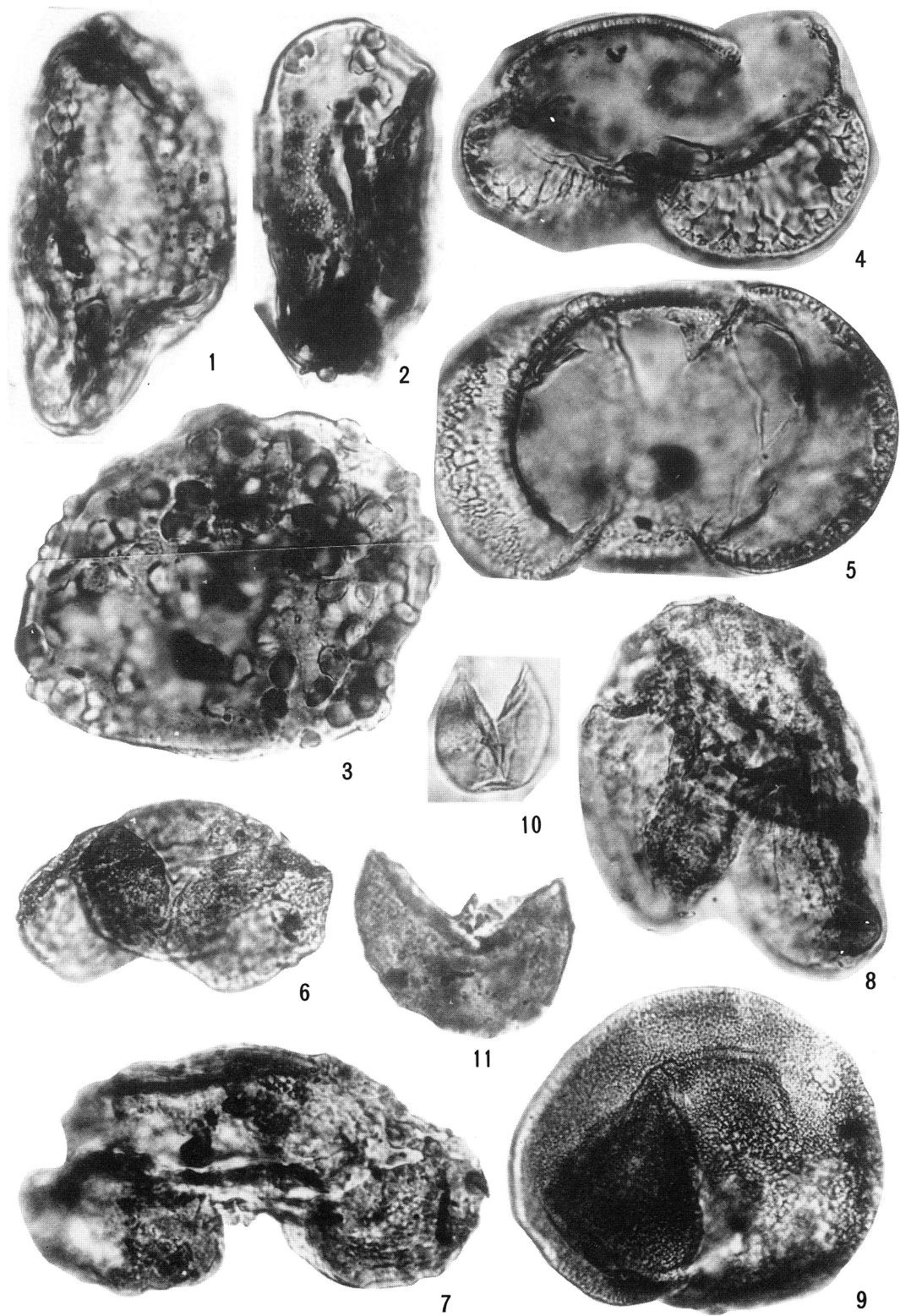
- Fig. 1a-b. *Stereisporites* sp. GN 4514, 2155.6 m
Fig. 2. *Leiotriletes koreanus* Takahashi GN 4474, 1203 m
Fig. 3. *Leiotriletes* sp. GN 4584, 1808.3 m
Fig. 4. *Baculatisporites* sp. GN 4464, 1007.6 m
Fig. 5. Trilete spore indet. GN 4540, 2360 m
Fig. 6. *Rugulatisporites* sp. GN 4438, 362.5 m
Fig. 7. *Foveotriletes* sp. GN 4468, 1007.6 m
Figs. 8a-b. *Biculatisporites wellmanii* (Couper) GN 4438, 362.5 m
Figs. 9a-b. *Granulatisporites* sp. GN 4557, 2723 m
Fig. 10. ? *Cicatricosporites* sp. GN 4541, 2360 m, X 400.
Fig. 11. *Laevigatosporites ovoideus* Takahashi GN 4537, 2360 m
Fig. 12. *Laevigatosporites* sp. GN 4536, 2360 m



図版 2 説明

(倍率が示されていないのは1000倍)

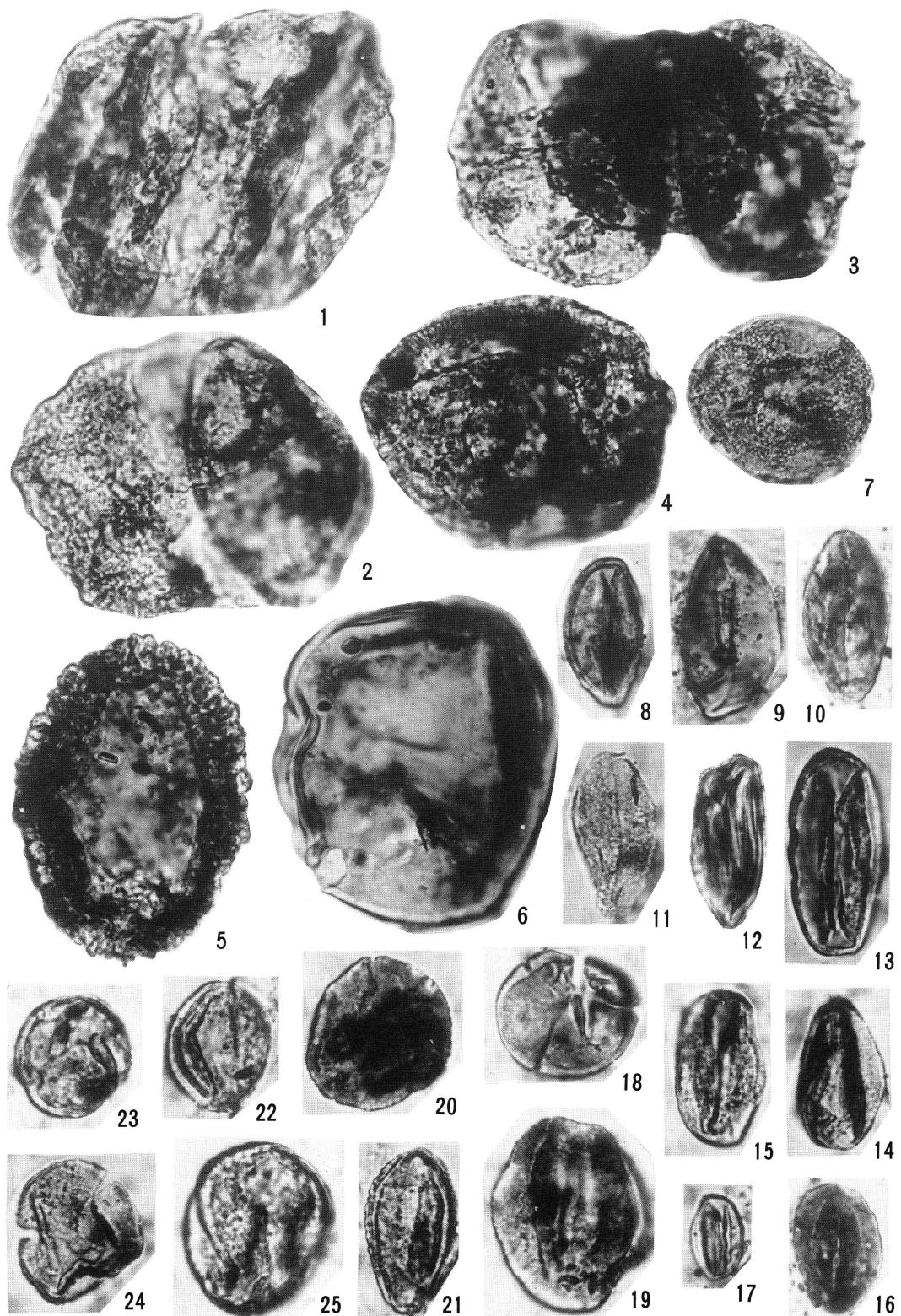
- Fig. 1. *Polypodiidites pohangensis* Takahashi GN 4511, 2155.5 m
Fig. 2. *Gemmatosporites* sp. GN 4506, 2155.6 m
Fig. 3. *Verrucatosporites* cf. *megafavus* Krutzsch GN 4506, 2155.6 m
Figs. 4-5. *Pityosporites pseudolabdacus* (Takahashi) Takahashi
Fig. 4 : GN 4435, 362.5 m fig. 5 : GN 4439, 362.5 m
Fig. 6. *Pityosporites pristinipollinius* (Traverse) Krutzsch GN 4508, 2155.6 m; X 600.
Fig. 7. *Pityosporites taedaeformis* (Zaklinskaja) Takahashi GN 4513, 2155.6 m
Fig. 8. *Piceapolis saccifer* Takahashi GN 4473, 1203 m
Fig. 9. *Piceapolis* sp. GN 4561, 802 m
Fig. 10. *Inaperturopollenites dubius* (Potonié & Venitz) Thomson & Pflug
GN 4573, 1590.3 m
Fig. 11. *Sequoia pollenites* sp. GN 4530, 2251.1 m



図版 3 説明

(1000倍)

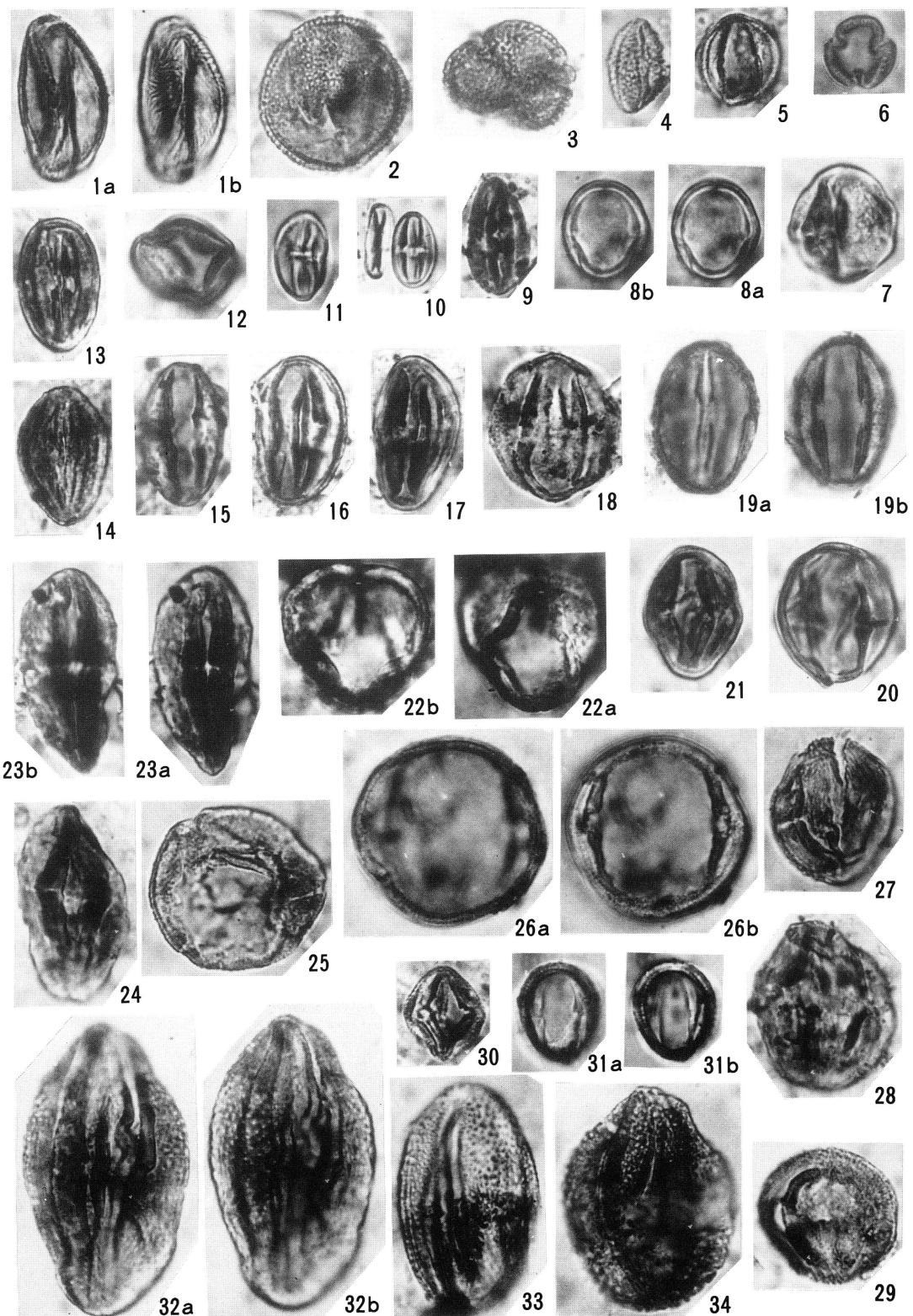
- Figs. 1–2. *Piceapollis saccifer* Takahashi
Fig. 1 : GN 4530, 2251.1 m; fig. 2 : GN 4515, 2155.6 m
- Fig. 3. *Podocarpidites cf. fushunensis* Sung & Tsao GN 4508, 2155.6 m
- Fig. 4. *Cedripites sacculatus* Takahashi GN 4485, 1203 m
- Fig. 5. *Zonalapollenites igniculus* (R. Potonié) Thomson & Pflug GN 4489, 1313 m
- Fig. 6. *Psophosphaera* sp. GN 4506, 2155.6 m
- Fig. 7. *Potamogetonacidites difficilis* Takahashi GN 4484, 1203 m
- Fig. 8. *Monocolpopollenites intrabaculatus* Takahashi GN 4459, 1007.6 m
- Fig. 9. *Monocolpopollenites kyushuensis* Takahashi GN 4476, 1203 m
- Fig. 10. *Monocolpopollenites universalis* Takahashi GN 4508, 2155.6 m
- Fig. 12. *Ephedripites* sp. GN 4489, 1313 m
- Fig. 13. *Quercoidites umiensis* (Takahashi) Takahashi GN 4437, 362.5 m
- Figs. 14–15. *Cupuliferoideaepollenites ditis* (Takahashi) Takahashi
Fig. 14 : GN 4573, 1590.3 m; fig. 15 : GN 4565, 802 m
- Fig. 16. *Cupuliferoideaepollenites vulgaris* (Takahashi) Takahashi GN 4556, 2723 m
- Fig. 17. *Cupuliferoideaepollenites fallax* (R. Potonié) Potonié GN 4558, 802 m
- Fig. 18. *Tricolpopollenites subasper* Takahashi GN 4527, 2251.1 m
- Fig. 19. *Tricolpopollenites meinohamensis* Takahashi subsp. *meinohamensis*
GN 4602, 2268.7 m
- Fig. 20. *Tricolpopollenites meinohamensis* Takahashi subsp. *rotundus* Takahashi
GN 4471, 1203 m
- Fig. 21. *Tricolpopollenites sculptus* Takahashi GN 4584, 1808.3 m
- Figs. 22, 23 : GN 4565, 802 m; fig. 24 : GN 4573, 1590.3 m, holotype; fig. 25
GN 4565, 802 m



図版 4 説明

(1000倍)

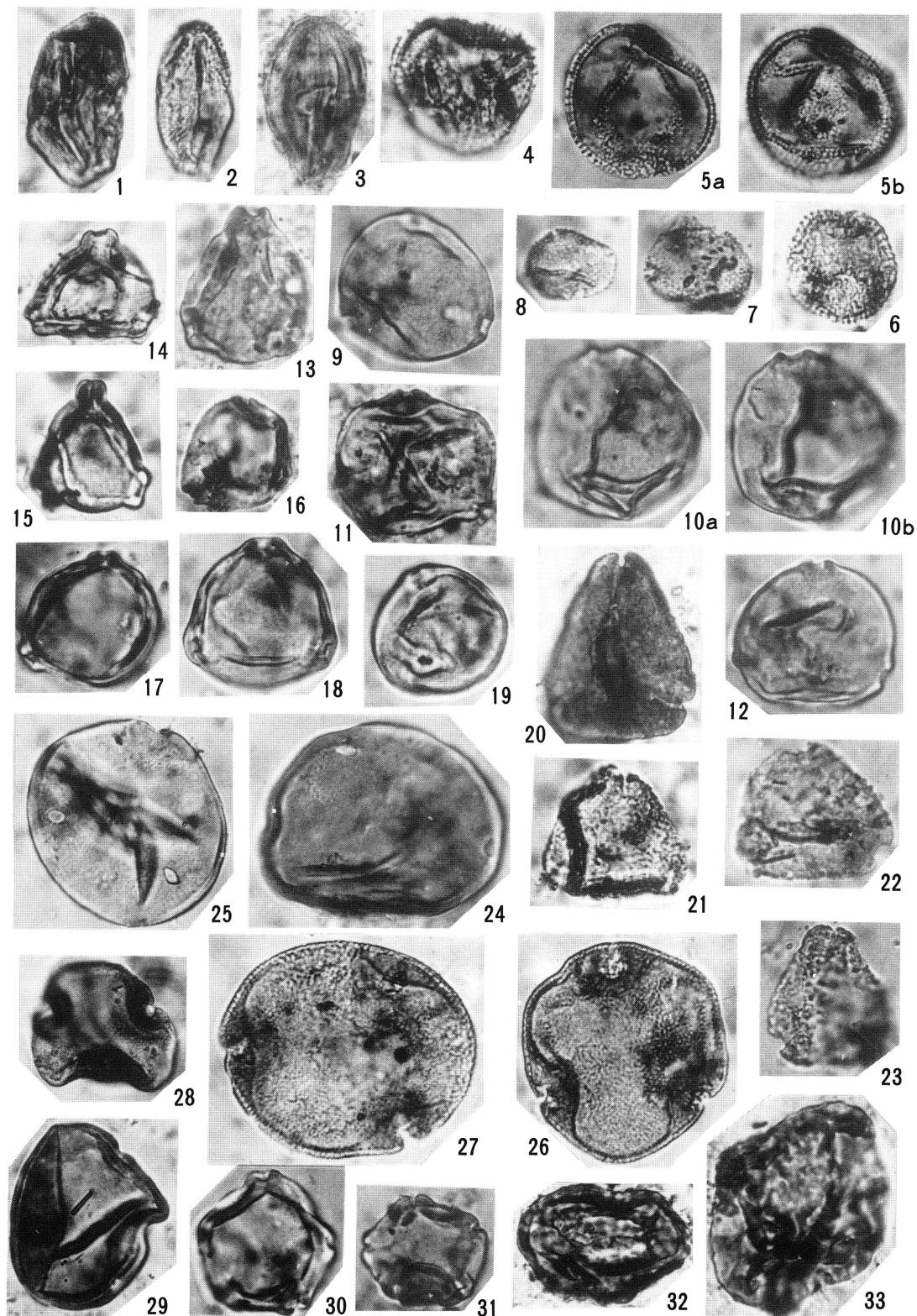
- Figs. 1a-b. *Striatopollis striatellus* (Takahashi) Takahashi GN 4573, 1590.0 m
Figs. 2-3. *Tricolpites reticosus* Takahashi
Fig. 2 : GN 4562, 802 m; fig. 3 : GN 4532, 2251.1 m
Figs. 4-6. *Tricolpites minutireticulosus* Takahashi
Fig. 4 : GN 4583, 1808.3 m; fig. 5 : GN 4483, 1203 m, fig. 6 : GN 4432, 362.5 m
Figs. 7-8a-b. *Cupuliferoipollenites ovuliformis* Takahashi
Fig. 7 : GN 4599, 2268.7 m; fig. 8a-b : GN 4511, 2155.6 m
Fig. 9. *Cupuliferoipollenites pusillus* (R. Potonié) R. Potonié GN 4503, 1554.3 m
Figs. 10-11. *Cupuliferoipollenites castaneoides* (Takahashi) Takahashi
Fig. 10 : GN 4573, 1590.3 m; fig. 11 : GN 4432, 362.5 m
Fig. 12. *Cyrillaceaepollenites* sp. GN 4563, 802 m
Figs. 13-14. *Tricolporopollenites microporifer* Takahashi
Fig. 13 : GN 4573, 1590.3 m; fig. 14 : GN 4481, 1203 m
Figs. 15-17. *Tricolporopollenites incertus* Takahashi
Fig. 15 : GN 4556, 2723 m; fig. 16 : GN 4573, 1590.3 m; fig. 17 : GN 4473, 1203 m
Fig. 18. *Tricolporopollenites consularis* Takahashi subsp. *globularis* Takahashi
GN 4452, 639.3 m
Figs. 19a-b. *Tricolporopollenites consularis* Takahashi subsp. *consularis* GN 4557, 2723 m
Figs. 20-21. *Tricolporopollenites emarginalis* Takahashi
Fig. 20 : GN 4561, 802 m; fig. 21 : GN 4477, 1203 m
Figs. 22a-b. *Tricolporopollenites* sp. GN 4449, 639.3 m
Figs. 23a-b-24. *Tricolporopollenites elongatus* Takahashi n. sp.
Figs. 23a-b : GN 4512, 2155.6 m; fig. 24 : GN 4530, 2251.1 m
Figs. 25-26a-b. *Faguspollenites sphaericus* Takahashi
Fig. 25 : GN 4559, 802 m; figs. 26a-b : GN 4433, 362.5 m
Figs. 27-28. *Striatricolporites communis* Takahashi
Fig. 27 : GN 4473, 1203 m; fig. 28 : GN 4511, 2155.6 m
Fig. 29. *Striatricolporites* cf. *globularis* Takahashi GN 4565, 802 m
Figs. 30-31a-b. *Retitricolporites misellus* Takahashi
Fig. 30 : GN 4585, 1808.2 m; figs. 31a-b : GN 4434, 362.5 m
Figs. 32a-b-33. *Rhoipites hoshuyamaensis* (Takahashi) Takahashi subsp. *hoshuyamaensis*
Figs. 32a-b : GN 4531, 2251.1 m; fig. 33 : GN 4564, 802 m
Fig. 34. *Rhoipites hoshuyamaensis* (Takahashi) Takahashi subsp. *foveolatus* (Takahashi)
Takahashi GN 4501, 1554.5 m



図版5 説明

(1000倍)

- Figs. 1-3. *Striaticolporites pseudoaceroides* Takahashi n. sp.
Fig. 1: GN 4506, 2155.6 m; fig. 2: GN 4584, 802 m; fig. 3: GN 4475, 1203 m
- Figs. 4-6. *Ilexpollenites tertiarius* (Takahashi) Takahashi
Fig. 4: GN 4559, 802 m; figs. 5a-b: GN 4432, 362.5 m; fig. 6: GN 4585, 1808.3 m
- Figs. 7-8. *Retitrescolpites minor* Takahashi n. sp.
Fig. 7: GN 4584, 1808.3 m; fig. 8: GN 4583, 1808.3 m
- Fig. 9. *Momipites constatus* (Takahashi) Takahashi GN 4561, 802 m
- Figs. 10a-b. *Triporopollenites shimensis* Takahashi GN 4563, 802 m
- Fig. 11. *Triatriopollenites subtriangularis* Takahashi GN 4482, 1203 m
- Fig. 12. *Triatriopollenites opacus* Takahashi GN 4561, 802 m
- Figs. 13-15. *Betulaepollenites obscurus* Takahashi
Fig. 13: GN 4530, 2251.1 m; fig. 14: GN 4584, 1808.3 m; fig. 15: GN 4585, 1808.3 m
- Fig. 16. *Engelhardtiodites hizenensis* (Takahashi) Takahashi GN 4489, 1313 m
- Figs. 17-19. *Trivestibulopollenites pseudobetuloides* Takahashi
Fig. 17: GN 4442, 639.3 m; figs. 18, 19: GN 4564, 802 m
- Fig. 20. *Beupreadites* sp. GN 4524, 2251.1 m
- Figs. 21-23. *Symplocoipollenites* sp.
Fig. 21: GN 4585, 1808.3 m; fig. 22: GN 4497, 1554.5 m; fig. 23: GN 4468, 1007.6 m
- Figs. 24-25. *Caryapollenites simplex* (R. Potonié) Raatz subsp. *simplex*
Fig. 24: GN 4474, 1203 m; fig. 25: GN 4564, 802 m
- Figs. 26-28. *Tiliaepollenites punctulosus* Takahashi
Figs. 26, 27: GN 4565, 802 m; fig. 28: GN 4485, 1203 m
- Fig. 29. *Subtriporopollenites kyushuensis* Takahashi GN 4468, 1007.6 m
- Figs. 30-31. *Polyvestibulopollenites eminens* Takahashi
Fig. 30: GN 4433, 362.5 m; fig. 31: GN 4564, 802 m
- Fig. 32. *Ulmipollenites undulosus* Wolff GN 4485, 1203 m
- Fig. 33. *Zelkovaepollenites potoniei* Nagy GN 4555, 2403.2 m



図版 6 説明

(1000倍)

- Fig. 1. *Carpinuspollis grandis* (Takahashi) Takahashi GN 4509, 2155.6 m
Figs. 2-3. *Juglanspollenites* sp. Fig. 2: GN 4433, 362.5 m; fig. 3: GN 4479, 1203 m
Fig. 4. *Polyatriopollenites* ? n. sp. GN 4565, 802 m
Fig. 5. *Polyatriopollenites similaris* (Takahashi) Takahashi GN 4485, 1203 m
Figs. 6-7. *Polyatriopollenites polyceras* (Takahashi) Takahashi
Fig. 6: GN 4534, 2251.1 m; fig. 7: GN 4485, 1203 m
Fig. 8. *Periporopollenites stigmosus* (R. Potonié) Thomson & Pflug GN 4480, 1203 m
Figs. 9-11a-b. *Chenopodipollis minimus* Takahashi n. sp.
Fig. 9: GN 4437, 362.5 m; figs. 10a-b: GN 4434, 362.5 m; holotype; figs.
11a-b: GN 4432, 362.5 m
Fig. 12. *Chenopodipollis microporatus* (Nakoman) Liu GN 4559, 802 m
Fig. 13. *Graminidites* sp. a GN 4437, 362.5 m
Fig. 14. *Graminidites* sp. b GN 4558, 802 m
Figs. 15-16. *Periscarioipollis polygonoides* Takahashi
Fig. 15: GN 4555, 2403.2 m; fig. 16: GN 4530, 2251.1 m
Fig. 17. *Periscarioipollis* sp. GN 4436, 362.5 m
Figs. 18-19. *Periscarioipollis delectus* Takahashi n. sp.
Fig. 18: GN 4529, 2251.1 m; fig. 19: GN 4564, 802 m
Fig. 20. *Ericipites* sp. GN 4541, 2360 m
Fig. 21. *Pseudoschizaea* sp. GN 4465, 1007.6 m
Figs. 22a-b. *Micrhystridium ariakense* Takahashi GN 4443, 639.3 m
Fig. 23. *Micrhystridium baculiferum* Takahashi GN 4524, 2251.1 m
Figs. 24a-b. *Micrhystridium yonilense* Takahashi GN 4434, 362.5 m
Fig. 25. *Micrhystridium* cf. *koraiense* Takahashi GN 4514, 2155.6 m
Fig. 26. *Baltisphaeridium* sp. GN 4437, 362.5 m
Figs. 27a-b. *Cystidiopsis* cf. *certus* Nagy GN 4434, 362.5 m
Fig. 28. *Palambages* sp. GN 4491, 1313 m

