

短報

山川千代美¹: 鮮新一更新統古琵琶湖層群産のイチョウ葉化石Chiyomi Yamakawa¹: Fossil *Ginkgo biloba* leaves from the Plio-Pleistocene Kobiwako Group in Shiga Prefecture, southwestern Japan

はじめに

イチョウ属 *Ginkgo* はジュラ紀前期に出現し、ジュラ紀中期から白亜紀にかけて北半球に広く分布したが、古第三紀には分布域を縮小した分類群である (Tralau, 1967)。日本の鮮新世以降のイチョウ属化石の報告は、西南日本の近畿地方と九州に限られており、産出記録は少ない (Uemura, 1997)。近畿地方からはこれまで、後期鮮新世の大阪層群最下部泉南累層下部 三木 (1948; 引田, 1954) と前期更新世の瀬田・石部地域の古琵琶湖層群 (古琵琶湖湖団研究グループ, 1980) からイチョウ *Ginkgo biloba* L. の葉化石が報告されている。このうち、古琵琶湖層群の化石は、もっとも新しい時代の地層からの化石記録であるにもかかわらず、産出報告があるだけで化石の記載がない。

今回、滋賀県甲賀郡水口町北内貴地先の野洲川河床に分布している古琵琶湖層群から、イチョウ葉化石2点を得ることができた。また、これまでに甲賀地域および日野地域の古琵琶湖層群から採集されていた未公表標本2点を確認する機会が得られた。これらの標本には、大阪層群での産出層準よりも上位の地層から産出した標本を含んでいる。そこで本報告では、これら4点のイチョウ葉化石標本の外部形態と表皮細胞を観察し、記載する。さらに、古琵琶湖湖団研究グループ (1980) によって報告された更新世産イチョウ化石の写真をもとに、その標本の形態記載を行う。

試料と方法

標本 1, 2, 3, 4 は後期鮮新世の地層から、標本 5 は更新世の地層から産出した (表 1)。標本 1 は印象化石、標本 2, 3, 4 は炭化化石である。標本 5 は所在不明のため、現存する写真に基づいて記載を行った。イチョウ葉化石包含層は、いずれも湖成あるいは河川成の泥~シルト層および細粒砂層である。標本 3 と 4 は、洪水堆積物と考えられる薄い細粒砂層を頻りに挟むシルト層に含まれていた。

古琵琶湖層群のイチョウ葉化石産出層準 (図 1) のうち最も下位のものは、甲賀町隠岐の甲賀累層佐治川層に挟まれる砂坂火山灰層準の泥岩層である (川辺, 1981)。この層準の年代は、砂坂火山灰層の下位の相模 I 火山灰層のフィッシュントラック年代測定値が 2.9 ± 0.4 Ma (西村・笹嶋, 1970) で、古地磁気層序 (Hayashida & Yokoyama, 1983) ではガウス逆磁極期の後半に位置し、 $2.6 \sim 3.0$ Ma と考えられる。日野町西大路産の標本 2 と水口町北内貴産の標本 3, 4 は、虫生野火山灰層の上位の層準である (鎌掛湖団研究グループ, 1972; 川辺, 1981)。虫生野火山灰層は、フィッシュントラック年代測定値が 2.27 ± 0.44 Ma (鈴木, 1988) で、古地磁気層序 (Hayashida & Yokoyama, 1983) では松山正磁極期の前半に位置する。

標本 5 が産出した層準の 3 m 下位の下戸山 II 火山灰層は、五軒茶屋火山灰層より 48 m 上位に位置する (古琵琶湖湖団研究グループ, 1980)。五軒茶屋火山灰層は、鮮新・

表 1 古琵琶湖層群産イチョウの葉化石一覧

Table 1 List of fossil *Ginkgo biloba* leaves from the Kobiwako Group

標本	産出地	経度 緯度	産出層準	化石包含層の 岩相	標本の状態	保管場所 (標本番号)
1	滋賀県甲賀郡甲賀町隠岐	136°11'48"E 34°55'37"N	砂坂火山灰層準 (甲賀累層)	粘土	印象化石	琵琶湖博物館 (LBM0112000371)
2	滋賀県蒲生郡日野町西大路 日野川ダム上流河原	136°16'E 35°0'N	虫生野火山灰層の 50 m 上位(蒲生累層)	有機質シルト	炭化化石	栗東自然観察の森 (標本番号なし)
3	滋賀県甲賀郡水口町北内貴 野洲川河原	136°9'10"E 34°57'12"N	虫生野火山灰層上位 (蒲生累層)	有機質シルト	炭化化石	水口子どもの森 (標本番号なし)
4	滋賀県甲賀郡水口町北内貴 野洲川河原	136°9'10"E 34°57'12"N	虫生野火山灰層上位 (蒲生累層)	有機質シルト	プレパレート 標本	琵琶湖博物館 (LBM0112000380)
5	滋賀県草津市野路東*	135°58'E 34°58'30"N	下戸山 II 火山灰層の 3 m 上位(草津累層)	細粒砂	炭化化石	所在不明 写真のみ現存

* 古琵琶湖湖団研究グループ (1980) の化石産出地点番号 F-13

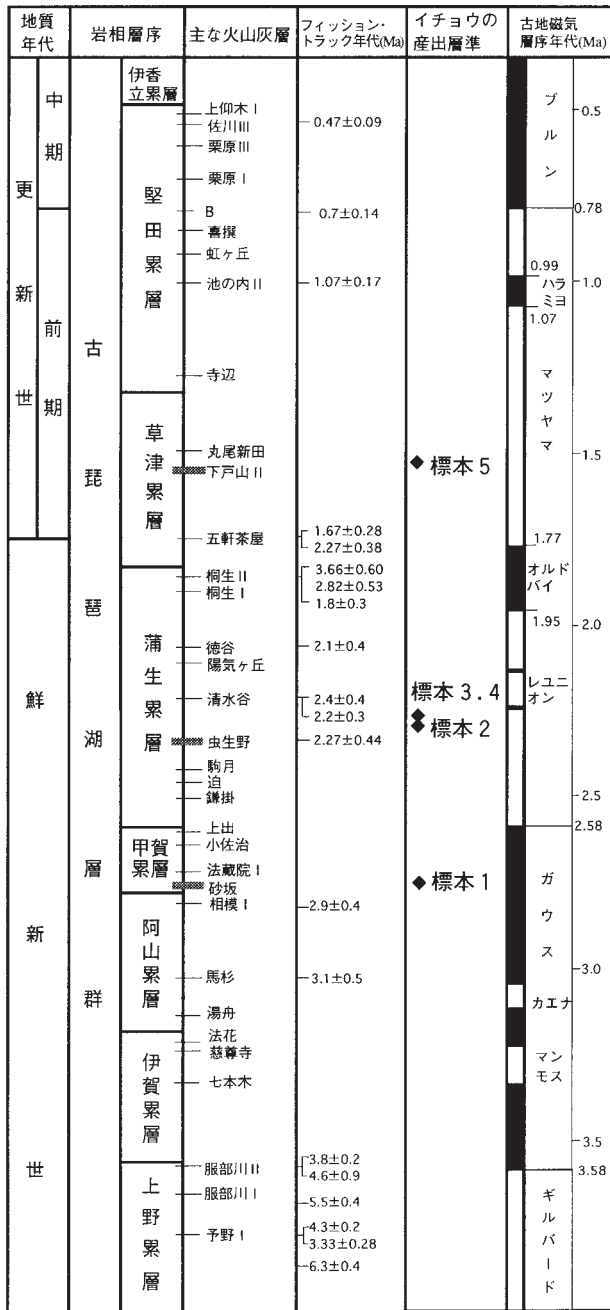


図1 古琵琶湖層群におけるイチョウ葉化石の産出層準・層序、古地磁気層序、フィッション・トラック年代は、Kawabe (1989), Hayashida & Yokoyama (1983), 吉川・山崎 (1998) に基づく。

Fig. 1 Stratigraphy of fossil *Ginkgo biloba* leaves in the Kobiwako Group. Stratigraphy, magentostratigraphy, and fission track dating follow Kawabe (1989), Hayashida & Yokoyama (1983), and Yoshikawa & Yamazaki (1998).

更新世の境界に近い層準にある大阪層群福田火山灰層に対比されており(吉川, 1983), 標本5の産出層準は前期更新世前半にあたる。

表皮細胞の観察は、標本4について行った。2%水酸化ナトリウム水溶液に1日浸して堆積物から葉を剥離させ、エチルアルコール・シリーズによる脱水後キシレンに浸し、ピオライトで封入したプレパラート標本を作成し、生物顕微鏡下で観察した。

化石標本の記載

イチョウ科 Family Ginkgoaceae

イチョウ属 Genus *Ginkgo* L.

イチョウ *Ginkgo biloba* L.

標本1 (図2-1, 図3-1)

葉身の下部と側部は破損しており、残存している部分の長さは18 mm, 幅31 mm。葉身上部の葉縁は波状。葉脈は二又分岐しながら、下から上方へ放射状に広がる。

標本2 (図2-2, 図3-2)

葉身は左右非対称の扇形、長さ25 mm, 幅22 mm。葉脚は70°の楔形。葉厚は薄く、半透明。葉柄は長さ17 mm, 幅1.3 mm, 直線状で基部で湾曲する。葉身上部の葉縁は波状。葉柄には2本の維管束があり、葉脚から細い3本の脈が上方にのびる。外側の2本の脈は葉縁に沿って太くのび、途中分岐しながら上方ほど細くなる。3本の脈は途中二又分岐を3~5回繰り返す、葉身上部の葉縁に至る。葉縁近くで30本/cmの脈密度をもつ。

標本3 (図2-3, 図3-3)

葉身は扇形で中央部で深裂、長さ23 mm, 幅16 mm。葉脚は60°の楔形。葉身上半部で側辺は80°に広がる。葉身上部の葉縁はゆるやかな波形で、中央部に深さ8 mmの切れ込みがある。葉柄は長さ8.2 mm, 幅0.9 mm, 直線状で基部で湾曲する。葉脈は葉脚で葉柄の維管束から左右2方向に分かれ、二又分岐を繰り返しながら左右の葉身裂片の上部葉縁に向かって放射状にのびる。

標本4 (図2-4, 図3-4, 図4-1a, b)

葉身は扇形で、片側の葉縁部が破損している。葉身の長さは22 mm, 幅23 mm。葉脚は40°の楔形。葉柄は欠損。葉脈は葉脚から上部へ放射状にのび、途中二又分岐を2・3回繰り返す、上部葉縁へ至る。

葉身下面の表皮細胞は、径10-20 μm前後の多角形で、気孔の長径は10-12 μm, 気孔は葉脈間に多く、葉脈上には少ない。葉脈間では気孔の配列は不規則であるが、ほぼ均等に分布している。気孔の長辺方向は一定でない。孔辺細胞は長さ17-20 μm, 幅5-7 μmの腎臓形で、5-6個の副細胞が、孔辺細胞を取り巻く。葉身上面の表皮細胞は、長さ20 μm前後, 幅10 μm前後の長方形~多角形で、細胞長辺が葉脈と平行する。葉身上下面とも乳頭突起および毛状突起は見られず、葉の表面に垂直な細胞壁は緩やかな波状である。

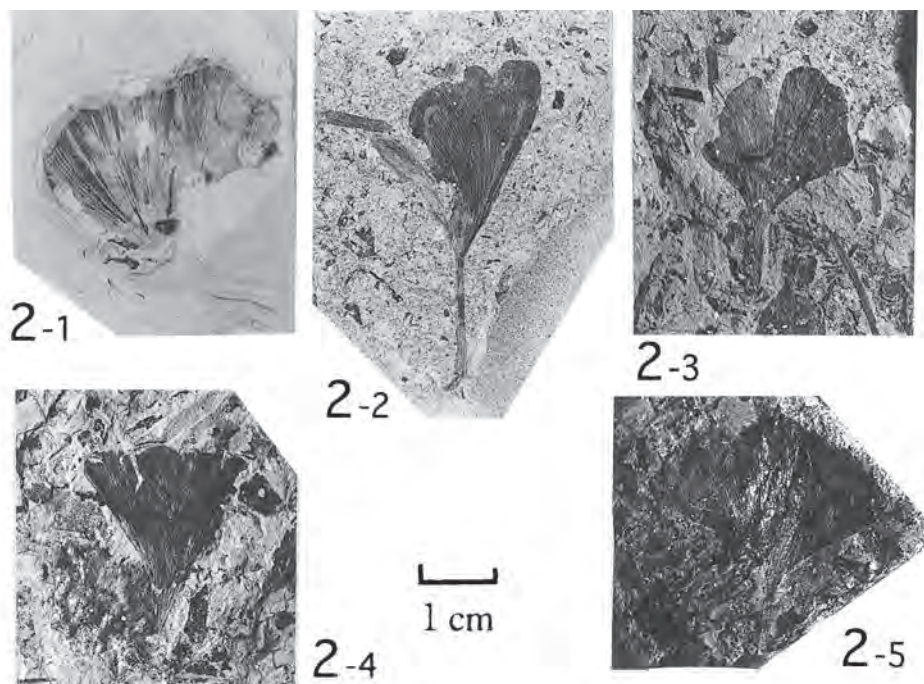


図2 古琵琶湖層群産のイチヨウ葉化石. 2-1: 標本1 (隠岐産, LBM0112000371), 2-2: 標本2 (西大路産), 2-3: 標本3 (北内貴産), 2-4: 標本4 (北内貴産, LBM0112000380), 2-5: 標本5 (野路産).

Fig. 2 Fossil *Ginkgo biloba* leaves from the Kobiwako Group. 2-1: specimen 1 (Oki, LBM0112000371), 2-2: specimen 2 (Nishioji), 2-3: specimen 3 (Kitanaiki), 2-4: specimen 4 (Kitanaiki, LBM0112000380), 2-5: specimen 5 (Noji).

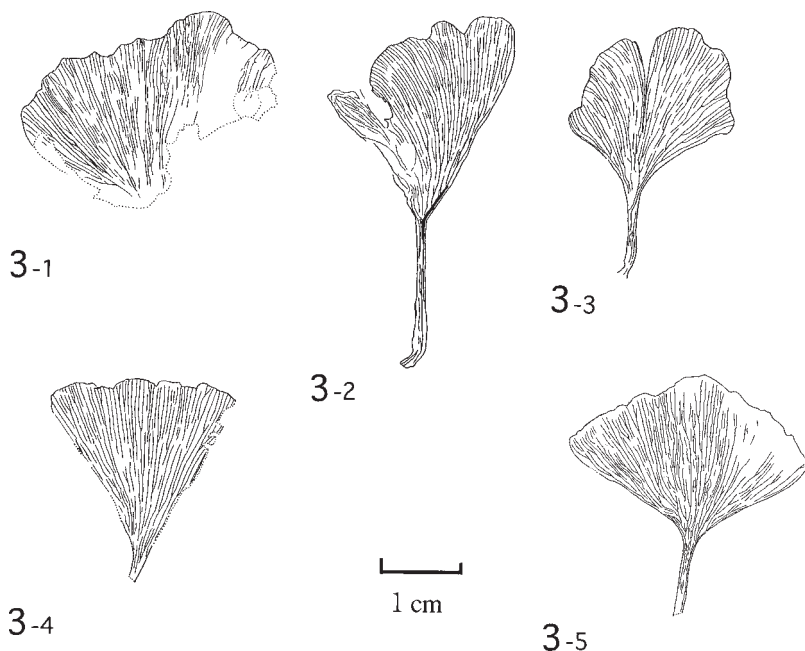


図3 古琵琶湖層群産イチヨウ葉化石 3-1: 標本1 (隠岐産, LBM0112000371), 3-2: 標本2 (西大路産), 3-3: 標本3 (北内貴産), 3-4: 標本4 (北内貴産, LBM0112000380), 3-5: 標本5 (野路産).

Fig. 3 Fossil *Ginkgo biloba* leaves from the Kobiwako Group. 3-1: specimen 1 (Oki, LBM0112000371), 3-2: specimen 2 (Nishioji), 3-3: specimen 3 (Kitanaiki), 3-4: specimen 4 (Kitanaiki, LBM0112000380), 3-5: specimen 5 (Noji).

標本5 (図2-5, 図3-5)

葉身は先端がやや膨らんだ扇形, 長さ23.5 mm, 幅29.5 mm。葉脚は50°の楔形。葉身上半部で側辺は100°に広がる。葉柄は長さ7.5 mm, 幅1.4 mmで, 基部が欠損している。葉身上部の葉縁は波状, 側縁の基部は直線状だが

上部葉縁付近で内側へやや湾曲する。葉脈は葉柄の維管束から続き, 葉脚より上方へ細かく二又分岐し, 葉身上部の葉縁に達する。

標本1~5は, 葉身が扇形で, 葉脈が葉柄の維管束から

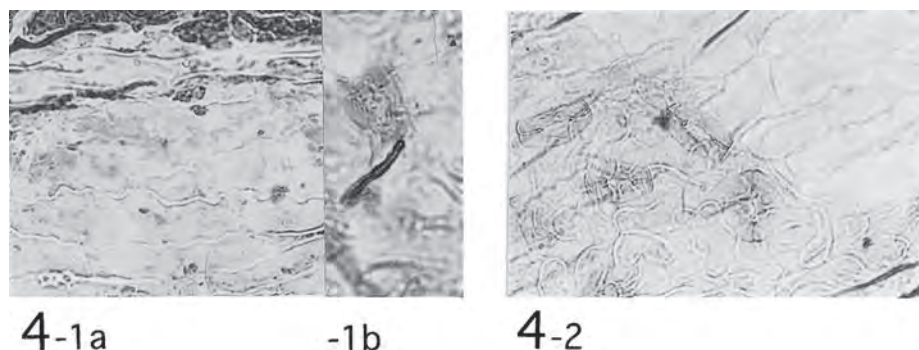


図4 化石および現生イチョウ葉の下面表皮。— 4-1: 化石(標本4, 北内貴産, LBM0112000380), 葉身の下面表皮(a, $\times 180$)と気孔(b, $\times 350$)。— 4-2: 現生のイチョウ, 葉の下面表皮と気孔, $\times 180$ 。

Fig. 4 Abaxial epidermis of fossil and modern *Ginkgo biloba* leaves. — 4-1: Fossil leaf (specimen 4 from Kitanaiki, LBM0112000380) showing abaxial epidermis (a, $\times 180$) and a stomatal complex (b, $\times 350$). — 4-2: Modern leaf of *G. biloba* with stomata, $\times 180$.

続き, 葉脚より上方で二又分岐を繰り返して葉縁へ至ることからイチョウ属といえる。現存のイチョウ *G. biloba* の葉に比べて小さいが, 葉身上部の葉縁形態は, 波形(標本5)から深裂(標本3)まであり, 現生種の変異に相当する。現生種では短枝にできる葉の切れ込みは浅く, 長枝の葉は中央で深裂する傾向があり, 稚樹と成木でも同様の変異が観察されている(足立, 1992)。

イチョウ葉化石の分類は, Tralau(1968)の研究以後, 表皮の形質で分類されてきた。標本4は, 葉身下面の表皮細胞が径 $10 \sim 20 \mu\text{m}$ の長方形~多角形で, 気孔の大きさが $10 \sim 12 \mu\text{m}$ であること, 葉の表面に垂直な細胞壁が緩やかな波状をもつこと, 葉身上下とも乳頭突起および毛状突起は見られないことから, *G. biloba* と同定できる(Tralau, 1968; Kausik, 1974)。

また, 古第三系野田層群港層から産出している *G. tzagajanica* をはじめ, 白亜紀から第三紀に産出している *G. adiantoides*, *G. occidentalis*, *G. gardneri*, *G. orientalis*, *G. samylinae*, *G. spitsbergensis*, *G. wyomingensis*, *G. pilifera*, *G. pluripartita*, *G. coriacea*, *G. paradiantoides*, *G. polaris* の表皮細胞の形態的特徴と比較すると, これらは葉身上下面の表皮細胞に乳頭突起および毛状突起が部分的あるいは全面に存在する(Horiuchi & Kimura, 1986)ことから, 標本4(*G. biloba*)とは区別できる。その中で *G. adiantoides* は現生種 *G. biloba* と同様な形質を示すため近縁種と位置づけられるが, 葉の表面に垂直な細胞壁が *G. adiantoides* よりも緩やかな波状をもつことで識別できるという指摘もある(Tralau, 1968)。

日本の他地域産イチョウ葉化石との比較

日本で鮮新世以降に産出するイチョウ葉化石の産出記録

は, 現在のところ近畿と九州に限られる(表2)。大阪層群泉南累層下部からは, 岬町淡輪, 箱作町下荘, 新家町砂川, 上之郷意賀美神社の4カ所から計4点の化石が報告されている(三木, 1948; 引田, 1954)。これらの産出層準は, 大阪層群基底部の岬火山灰層準から土丸I火山灰層準にあたる(Momohara, 1994)。岬火山灰層と, 土丸I火山灰層の上位の土丸II火山灰層のフィッシュントラック年代値は, それぞれ $3.16 \pm 0.32 \text{ Ma}$, $2.99 \pm 0.50 \text{ Ma}$ を示す(鈴木, 1988)。

九州では, 熊本県鹿北町の星原層群下部から2点(Iwao, 1978), 長崎県北松浦郡田平町の平戸口層から2点(鎌田ほか, 1981), 鹿児島薩摩郡桶脇町大和の郡山層大和部層から8点(長谷, 1988)報告されている(表2)。星原層群は, Iwao(1978)によると後期中新統と報告されているが, Uemura(1997)では鮮新統とされている。平戸口層は更新統である可能性も考えられたが(鎌田ほか, 1981), 松岡(1982)は花粉化石から, Uemura(1997)は大型化石から, それぞれ鮮新統とした。大和部層は, $2.6 \pm 0.2 \text{ Ma}$ のフィッシュントラック年代値より, 後期鮮新世の湖成層とされている(長谷ほか, 1987)。

今回記載した古琵琶湖層群のイチョウ葉化石は, いずれも火山灰層による層序学的位置が明らかになっている地層から産出しており, その化石産出層準は大阪層群との対比が可能である。古琵琶湖層群の相模I火山灰層は大阪層群の土生滝I火山灰層に対比されており(吉川, 1983), 大阪層群でイチョウ葉化石が産出する岬火山灰層から土丸II火山灰層の層準は, 土生滝I火山灰層よりも下位である。したがって, 古琵琶湖層群のイチョウ葉化石産出層準は, すべて大阪層群での産出層準より上位に位置する。九州の郡山層大和部層の産出層準は 2.6 Ma 付近であり(長谷, 1988), 古琵琶湖層群の虫生野火山灰層付近の産出層準

表2 日本の鮮新・更新統産のイチョウ葉化石の形態

Table 2 Leaf morphology of the Plio-Pleistocene *Ginkgo biloba* fossils in Japan

産出地	産出 点数	産出層	葉身 (mm)		葉柄長 (mm)	気孔 (μm)
			長さ	幅		
1 大阪府泉南郡岬町淡輪	1	大阪層群	15	30	-	~ 16
2 大阪府阪南市箱作町下荘	1	大阪層群	15	20	-	~ 20
3 大阪府泉南市新家町砂川	1	大阪層群	11	22	-	~ 15
4 熊本県鹿北町	2	星原層群下部	35	55	37	~ 15
5 長崎県北松浦郡田平町	2	平戸口層	20	約 32	20	-
			40	27	約 10	-
6 鹿児島県薩摩郡桶脇町大和	8	郡山層大和部層	約 30	約 48	-	~ 17
7 滋賀県甲賀郡甲賀町隠岐	1	古琵琶湖層群	約 18	約 31	-	-
8 滋賀県蒲生郡日野町西大路	1	古琵琶湖層群	25	22	17	-
9 滋賀県甲賀郡水口町北内貴	2	古琵琶湖層群	22	23	-	10 ~ 12
			23	16	約 8	-
10 滋賀県草津市野路東	1	古琵琶湖層群	23.5	29.5	7.5	-

産出データは、引田 (1949), 長谷 (1988), Uemura (1997), Iwao (1978), 鎌田ほか (1981), 古琵琶湖団体研究グループ (1980) から引用。

Chronology of fossil *Ginkgo biloba* follows Hikita (1949), Hase (1988), Uemura (1997), Iwao (1978), Kamata *et al.* (1981), and Kobiwako Research Group (1980).

(標本 2, 3, 4) に比較的近い。

九州の星原層群産 (Iwao, 1978), 平戸口層産 (鎌田ほか, 1981), 郡山層産 (長谷, 1988; Uemura, 1997) や大阪層群産 (引田, 1949) のイチョウ葉化石は、外部形態や表皮細胞の形態、大きさから現生種の *Ginkgo biloba* と同定されている。古琵琶湖層群産の化石とこれらの化石標本の記載を比較してみると (表 2), 九州産の化石は葉身の長さ、幅ともに古琵琶湖層群産の標本より大きい傾向があり、平戸口層産の標本のように長さ 76 mm, 幅 105 mm と古琵琶湖層群産化石の 3 倍以上の大きさの化石を含む。一方、大阪層群産の化石はいずれも葉身の長さが 11 ~ 15 mm と古琵琶湖層群産化石よりも短い。表皮細胞の気孔の長径は、星原層群産の化石は 15 μm (Iwao, 1978), 大和部層産は 17 μm (Uemura, 1997), 大阪層群産は 15 ~ 20 μm (引田, 1949) であって、古琵琶湖層群産化石 (標本 4) の方が小さい傾向にある。しかしながら、気孔長は個体内で変異があり、今後さらに検討が必要である。

謝 辞

古琵琶湖層群産のイチョウ葉化石を研究するにあたり、水口町水口こどもの森建設準備室の新保健志氏、小西省吾学芸員並びに栗東自然観察の森の方々には、研究の機会を与えていただき、また古琵琶湖団体研究グループの吉村敬司氏には、貴重な化石写真を提供いただいた。元山口大学の石田志朗教授、千葉大学園芸学部の百原新助教、滋賀

県立琵琶湖博物館の布谷知夫氏、高橋啓一氏、里口保文氏、宮本真二氏には、まとめるにあたり御鞭撻、御助言をいただいた。心からお礼申し上げます。

引用文献

- 足立久男・1992. クラブ活動で取り組んだ「イチョウの研究」. 地学教育と科学運動 No. 21: 105-110.
- 長谷義隆・1988. 南部九州後期新生代の地史と古環境. 熊本大教養部紀要, 自然科学編 No. 23: 37-82.
- 長谷義隆・山元正継・長峰 智・野村真二・1987. 鹿児島県八重山地域の火山層序. 地学団体研究会専報 No. 33: 189-206.
- Hayashida, A. & Yokoyama, T. 1983. Paleomagnetic chronology of the Plio-Pleistocene Kobiwako Group to the southeast of Lake Biwa, central Japan. Journal of the Geological Society of Japan 89: 209-221.
- 引田 茂・1949. 鮮新世に於けるイチョウの分布と生育環境に就いて. 鉱物と地質 12: 231-237.
- 引田 茂・1954. 大阪湾周辺に於ける遺体植物の研究. 大阪府立学校教員研究報告書 No. 1: 1-17.
- Horiuchi, J. & Kimura, T. 1986. *Ginkgo tzagajanica* Samylna from the Palaeogene Noda Group, Northeast Japan, with special reference to its external morphology and cuticular features. Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan 142: 341-353, pls. 65-68.
- Iwao, Y. 1978. Late Cenozoic *Ginkgo biloba* L. from the Hoshiwara Formation in Kumamoto Prefecture,

- Kyushu, Japan. Reports of the Faculty of Science and Engineering Saga University No. 6: 45–50.
- 鎌掛団体研究グループ．1972．滋賀県蒲生郡，鎌掛・駒月付近の古琵琶湖層群．地質学雑誌 78: 601–609.
- 鎌田泰彦・岩尾雄四郎・宮木 誠・岡澤 昭．1981．長崎県北松浦郡田平町に発見された平戸口植物化石層．長崎県地学会誌 No. 33・34: 11–28.
- Kausik, S. B. 1974. The stomata of *Ginkgo biloba* L., with comments on some noteworthy features. Botanical Journal of the Linnean Society 69: 137–146.
- 川辺孝幸．1981．琵琶湖南東方，阿山・甲賀丘陵付近の古琵琶湖層群．地質学雑誌 87: 457–473.
- Kawabe, T. 1989. Stratigraphy of the lower part of the Kobiwako Group around the Ueno Basin, Kinki District, Japan. Journal of Geosciences Osaka City University 32: 39–90.
- 古琵琶湖団体研究グループ．1980．瀬田・石部地域の古琵琶湖層群．地球科学 35: 26–40.
- 松岡数充．1982．平戸口植物化石層からの微化石．長崎県地学会誌 No. 37: 1–12．
- 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.
- Momohara, A. 1994. Floral and paleoenvironmental history from the late Pliocene to middle Pleistocene in and around central Japan. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 108: 281–293.
- 西村 進・笹嶋貞雄．1970．Fission-Track法による大阪層群とその相当層中の火山灰の年代測定．地球科学 24: 222–224.
- 鈴木正男．1988．第四紀火山灰層のフィッショントラック年代について．地質学論集 No. 30: 219–221.
- Tralau, H. 1967. The phytogeographic evolution of the genus *Ginkgo* L. Botaniska Notiser 120: 409–422.
- Tralau, H. 1968. Evolutionary trends in the genus *Ginkgo*. Lethaia 1: 63–101.
- Uemura, K. 1997. Cenozoic history of *Ginkgo* in East Asia. “*Ginkgo biloba* — A Global Treasure” (T. Hori, Ridge, R. W., Tulecke, W., Del Tredici, P., Trémouilleaux-Guiller, J. & Tobe, H., eds.), 207–221. Springer-Verlag, Tokyo.
- 吉川周作．1983．大阪層群と古琵琶湖層群の火山灰層の対比．地学団体研究会専報「日本の鮮新・更新統」No. 25: 45–61.
- 吉川周作・山崎博史．1998．古琵琶湖の変遷と琵琶湖の形成．アーバン・クボタ No. 37: 2–11.

(¹ 〒 525-0001 滋賀県草津市下物町 1091 滋賀県立琵琶湖博物館 Lake Biwa Museum, 1091 Oroshimo, Kusatsu, Shiga 525-0001, Japan)

(2000年3月7日受理)