琵琶湖博物館開設準備室 研究調査報告

1 号 1993年4月

愛知川化石林 その古環境復元の試み

愛知川産化石林調査団編





琵琶湖博物館開設準備室研究調査報告

第 1 号

愛知川化石林 ーその古環境復元の試み一

愛知川産化石林調査団編

(仮称) 琵琶湖博物館開設準備室 1993 年 3 月

琵琶湖博物館開設準備室研究調査報告書の発刊に際して

琵琶湖博物館は「湖と人間」をテーマとする博物館である。それは500万年という長い時系列をもった琵琶湖の自然的,文化的発展を経て現在に至るまでの全過程を対象としている。

伊賀盆地に端を発した琵琶湖はこの間北上を続けながら、あるときは深い湖、あるときは巨大な 湿地帯など次々と複雑に変化しながら現在の琵琶湖に至った.ほんの2万年前に新参者人類が登場 して以来、われわれの祖先は琵琶湖の恵みを享受しながら文化的、社会的、経済的諸側面において 自らの生活を向上させ、潤いあるものにしてきた.

戦後,高度成長期以後の30年は,驚異的な発達を遂げたテクノロジーを武器とした生産効率の向 上に眼を奪われ,結果としてもたらされた経済的豊かさを糧として消費を高め、身辺の快適さのみ を追及する生活様式へと大きく変化してきた。このように変貌した人間活動によって琵琶湖に与え る影響は増大の一途をたどることになってしまった。琵琶湖の生物相の変化は人の心を湖から遠ざ け,水質の変化は利水に困難をもたらした。今になって,人間は生態系内の一構成員にすぎず,自 然の管理下にある存在だと思い知らされている。

このようにして今日に至る「湖と人間」の歴史的展開を展示,普及,交流を通じてより正確に伝達し,琵琶湖に心をつないで頂き,一人一人それぞれがこれからの生きざまについて思いをはせる場を提供することが琵琶湖博物館の使命であると信じている.

博物館の展示を改善し,館内外の活動内容を前進させるためには,研究調査を通じて得られる琵 琶湖に関係する新しい学術成果,資料,標本,情報なしには果たせない.研究調査は運営とともに 学芸員が果たさなければならない本務である.しかし,限られた人員で全てを網羅することは不可 能に近く,琵琶湖博物館を育てようと志しを同じくする人たちと共に研究調査することによってよ り大きい成果を得たいと願っている.

今回当準備室の研究調査報告の第1号として、「愛知川化石林-その古環境復元の試み-」を発刊 するに至ったことは大変喜ばしい. 琵琶湖が180万年前に形成していた巨大な湿地帯であった"蒲生 湖時代"の化石林を資料として、当時の古琵琶湖生態系を復元させるという内容はまさにわれわれ の求める学術情報である.その上、この研究調査が大学研究者や当準備室の学芸員に加えて県下の 高・中・小学校の先生方がむしろ中心となってもたらされた成果である.研究面でも開かれた博物 館を目指すわれわれにとって,記念すべき第1号として全くふさわしい研究報告の完成を心から歓迎 している.

1993年3月20日

(仮称)琵琶湖博物館開設準備室 理事員 三浦泰蔵



愛知川化石林及びその周辺地域の復元図 (180万年前)、絵は木村しゅうじ氏画



愛知川に露出した化石林



愛知川化石林調査地の遠景

愛知川化石林

ーその古環境復元の試みー

目 次

愛知川産化石林調査の経過	高橋啓一・山川千代美	1
愛知川産化石林調査報告,化石林の分布状況	高橋啓一	11
愛知川化石林の地層と堆積環境 雨森 清	青・荒川忠彦・北川明照・小早川隆	
多賀 優・但馬達加	推・田村幹夫・西川一雄・三矢信昭	15
愛知川化石林の樹種	伊東隆夫	33
愛知川立木化石の年輪について	小早川隆	47
愛知川化石林にともなう植物化石	山川千代美	57
愛知川化石林にともなう花粉化石	水谷陸彦	67
愛知川化石林にともなう珪藻化石	宮川 勝・藤田 剛・渡辺 勇	75
愛知川化石林にともなう昆虫化石	富永 修・昆虫化石研究グループ	77
愛知川化石林にともなう足跡化石	岡村喜明	81
愛知川及びその周辺の古琵琶湖層群火山灰層	吉川周作	97
愛知川及びその周辺の古琵琶湖層群火山灰の		
フィッション・トラック年代	吉川周作・大四雅弘	105
愛知川周辺の古琵琶湖層群火山灰層の古地磁気	中山勝博	115
愛知川化石林の年代と古琵琶湖層群	林 隆夫・橋本定樹	121

Echigawa Petrified Forest

Contents

Progress Report of the Petrified Fores	t from the Echi Rive	er, Shiga Prefecture	
	Keiichi Takahashi a	nd Chiyomi Yamakawa	1
Investigative Report of Petrified Fores	st from the Eichi Riv	ver, Shiga Prefecture	
-State of Distribution on the Petrifi	ied Woods	Keiichi Takahashi	11
Geology and Sedimentary Environment	t of Echigawa Petrif	ied Forest, Shiga Prefecture,	
Japan	Kiyoshi Amemo	ri, Tadahiko Arakawa	
Akiteru Kitag	gawa, Takashi Koha	iyakawa, Masaru Taga	
Tatsuo Tajima, Mikio Tamur	ra, Kazuo Nishikawa	a and Nobuaki Mitsuya	15
Fossil Wood of the Petrified Forest ar	ound the Echi River	, Shiga Prefecture	
		Takao Itoh	33
Tree Rings of Fossil Woods from the	Petrified Forest in th	ne Echi River,	
Shiga Prefecture		Takashi Kohayakawa	47
Fossil Plants obtained from the Petrifi	ed Forest in the Ech	i River, Shiga Prefecture	
		Chiyomi Yamakawa	57
Fossil Pollen from the Petrified Forest	t in the Echi River, S	Shiga Prefecture	
		Atsuhiko Mizutani	67
Fossil Diatoms obtained from the Petr	ified Forest in the E	chi River, Shiga Prefecture	
Masaru Miyag	awa, Tsuyoshi Fujit	a and Isamu Watanabe	75
Fossil Insects obtained from the Petrif	ied Forest Site in the	e Echi River, Shiga Prefecture	
Osamu	Γominaga and Insect	Fossil Research Group	77
Fossil Footprints from the Echi River,	Shiga Prefecture	Yoshiaki Okamura	81
Volcanic Ash Layers of the Kobiwako	Group around the E	chi River, Shiga Prefecture	
		Shusaku Yoshikawa	97
Fission-track Ages of Volcanic Ashes	of the Kobiwako Gr	oup around the Echi River,	
Shiga Prefecture	Shusaku Yoshikaw	va and Masahiro Daishi 1	.05
Paleomagnetism of the Volcanic Ash I	Layers of the Kobiwa	ako Group around the	
Echi River, Shiga Prefecture		Katsuhiro Nakayama 1	.15
The Age of the Petrified Forest from	the Kobiwako Group	at the River Floor of	
the Echi River, Eigenji Town, Shiga	a Prefecture		

Takao Hayashi and Sadaki Hashimoto 121

愛知川産化石林調査の経過

高橋 啓一・山川千代美1)

Progress Report of the Petrified Forest from the Echi River, Shiga Prefecture

Keiichi Takahashi and Chiyomi Yamakawa

1. 経 過

今回の化石林調査の発端は、1990年10月15 日に龍谷大学の増井憲一氏が琵琶湖の東岸を流 れる愛知川の上流(永源寺町山上地先)で、川 の中から出ている化石樹を発見したことによ る.この化石樹は、9月19日夜半から20日未明 に近畿地方に大きな被害をもたらした台風19 号による増水のために河床が侵食され、現れた ものである。増井氏は、化石林発見の報を永源 寺町教育委員会に連絡し、永源寺町は翌16日に 確認、現地の化石に詳しい玉園中学校教諭の西 村氏に連絡した。西村氏は、さらに地元の化石 愛好家である聖徳中学校の教諭の磯部敏夫氏に 連絡し、最終的に確認された。磯部氏の確認の 記事は、24日の報知写真新聞に報道された。

一方,1995年の開館をめざして(仮称)県立 琵琶湖博物館の準備を進めていた滋賀県教育委 員会では,愛知川産の化石林が当時の環境復元 を行ううえで重要であり,産出場所から考えて, 現地保存が不可能であるとの見地から,一部切 取り保存を含めた現地調査を計画し,委託事業 を行った.

切取り保存作業は、近畿ウレタン工事株式会 社に委託して行われた。作業は、12月11日から 始められ 12 月 30 日に終了した. この作業は, 化石林が愛知川の現河道のなかに産出したの で,まず河道を約 300 m にわたって移動する瀬 替えの工事から始められた. この工事には,大 型のパワーショベルカー2 台によって 12 月 11 日から 14 日まで行われた.化石樹の切取り作業 は,16 日からはじまり 22 日に終了したが,この 間,上流側の 2 本と下流側の 1 本の計 3 本を保 存のため切取った. 河道の復旧作業は,現場の 地質調査がひとくぎりつくのを待ち,25 日から 30 日の間に行われ,現場での切取り作業は終了 した. 化石林は,現在約 3 年間の PEG (ポリエ チレングリコール) による侵漬保存処理を行っ ている.

化石林および周辺の本格的な地質調査ならび に各種(火山灰,古地磁気,花粉化石,植物化 石,珪藻化石,昆虫化石)のサンプリング,足 跡化石の調査等は,愛知川産化石林調査会(代 表吉川周作,大阪市立大学理学部)を結成し, 12月にはいって切取り作業に先行して始めら れた.これらの調査等は,1991年2月まで断続 的に行われた.この間に詳細な地質調査を行っ た面積は,河床の約10000 m²(河床部)と下流の 崖(河崖部)で,このほかにも比較のために周辺 の同一層準の地質調査も平行して行った.室内 の分析調査は,現地調査に引続き行われ,3月ま でに終了した.

化石樹の樹種同定は,京都大学の木材研究所 の伊藤隆夫氏に委託して行われた.樹種同定の

¹⁾ 滋賀県教育委員会事務局(仮称) 琵琶湖博物館開設 準備室

Lake Biwa Museum Project Office, Shiga Prefecture Board of Education



第1図 愛知川化石林の産出位置(×) (国土地理院発行5万分の1地形図「近江八幡」,「御在所山」)

ためのサンプリングは、11月17日に予備的に 行い、12月17日に本格的に行った。その後、室 内で標本作成および同定の作業が行われ、50本 以上の化石樹の同定が行われた。

この他,映像(びわこ放送),写真撮影(寿福 写房),航空測量および航空写真(朝日航洋株式 会社)などの作業が調査期間中行われた。

なお、今回の調査にあたり地元の永源寺町教 育委員会、愛東町教育委員会、愛知川漁業組合、 滋賀県八日市土木事務所、愛東町外および永源 寺町山上の町民の方々、磯部敏夫氏をはじめと する八日市化石趣味の会の方々に大変お世話に なった.ここに記してお礼申し上げる. <愛知川産化石林調査の経過> 1990年

- 9月19日 19日夜半から20日未明にかけ て台風19号が近畿地方を通過
- 10月15日 増井憲一氏(龍谷大学)が愛知 川河床からの化石林を発見 永 源寺町教育委員会に連絡
- 10月16日 永源寺町教育委員会が現地確認. 西村治(玉園中学校)に連絡
- 10月16日 西村氏が磯部敏夫氏(聖徳中学 | 校)に連絡,磯部氏が最終確認 22日
- 10月24日 報知写真新聞に磯部氏が化石林 を発見した報道が載る 嘉田由 紀子氏(滋賀県琵琶湖研究所) が滋賀県教育委員会文化振興課 に連絡



第2図 愛知川化石林調査地

10月26日	文化振興課が磯部氏の案内で現
10月30日	永源寺町,愛東町が化石林に「注
	意」の立て札をたてることを決
10月31日	定 聖徳中学校化学クラブの調査は
	じまる
11月7日	滋賀県八日市土木事務所, 近畿
	ウレタン工事株式会社、文化振

- ウレタン工事株式会社,文化振 興課と現地にて作業に関する協 議
- 11月8日

 文化振興課が化石林の保存について滋賀県地学関係者等から個別に意見聴取
- 11月20日
- 11月17日 伊藤隆夫氏(京都大学木材研究 所)が樹種同定のための予備的 サンプリング永源寺町,愛東町 と文化振興課が調査計画につい て協議
- 11月21日
 文化振興課にて調査および作業

 関係書類作成
- 12月15日

- 12月8日 愛知川産化石林調査会の地質調 査開始 びわこ放送による化石 林の映像資料撮影(第1回目)
- 12月9日 八日市地学趣味の会主催現地見 学会
- 12月10日 地質調査
- 12月11日 瀬替え工事開始(近畿ウレタン 工事株式会社)
- 12月13日 化石樹産出地域の予備測量(文 化振興課)
- 12月14日 瀬替え工事終了
- 12月15日 平板測量(100分の1) 写真撮 影(寿福写房)
- 12月16日 平板測量,地質,足跡化石調査 化石樹切取り作業開始(近畿ウ レタン工事株式会社)
- 12月17日 伊藤氏による樹種同定用サンプ リング びわこ放送による化石 林の映像資料撮影(第2回目)
- 12月18日 化石樹の計測,2本目の化石樹 切取り作業開始 航空測量用の 杭打ち作業(朝日航洋株式会社) 写真撮影(寿福写房)
- 12月19日 航空測量用の杭打ち作業

12月20日	航空測量のための現地整備(文
	化振興課) 3本目の化石樹切
	取り作業開始
12月21日	航空測量(朝日航洋株式会社)
12月22日	化石樹の位置測量
12月23日	
	地質調査
12月25日	八日市土木との復旧に関する協
	議
12月30日	瀬替えの復旧作業終了
1991 年	
1月	
1	補充調查,分析作業
3月	

2. 調査参加者名簿

雨森清(豊郷町立豊郷小学校),荒川忠彦(滋賀 県立米原高校),伊藤隆夫(京都大学木材研究

4

所), 岡村宏明(滋賀県足跡化石研究会), 岡村 喜明(滋賀県足跡化石研究会),北川明照(志賀 県立能登川高校),草加伸吾(滋賀県教育委員 会),小西省吾(大阪市立大学),小早川隆(滋 賀県立彦根高校),小菅智雄(滋賀県足跡化石研 究会), 高橋啓一(滋賀県教育委員会), 多賀優 (志賀県立栗東高校),但馬達雄(志賀県立日野 高校),田村幹夫(志賀県立石山高校),中山勝 博(名古屋市立第二工業高校,現島根大学),西 川一雄(志賀県立水口高校),橋本定樹(関西大 学第一高校),林隆夫(大阪府立西浦高校),星 野真之(滋賀県足跡化石研究会),三矢信昭(志 賀町立小野小学校),水谷陸彦(大阪市立大学), 山川千代美(滋賀県教育委員会), 遊磨正秀(滋 賀県教育委員会,現京都大学),用田政晴(滋賀 県教育委員会),吉川周作(大阪市立大学)



第3図 経過写真

調査前の河道中の化
 石林(10月26日)

②びわこ放送による化石林の記録風景(12月8日)





③瀬替え工事は2台の パワーショベルカーで 行われた(12月11日-14日)

琵博研報 1993 No.1







④移し変えた河道に橋をかけたが速い水流に流された(12月15日)

⑤調査地遠景 河の右 側が調査地域,左側が 瀬替えした河道(12月 15日)

⑥水が引いたばかりの 調査地域 凹凸はゾウ の足跡化石(12月15日)



⑦すべての調査に先 だって1/100平面図が つくられた(12月16日)



⑧水中ボンドによる足 跡化石の型どり(12月 16日)



琵博研報 1993 No.1

⑨化石林,足跡化石の 写真記録



⑩全景写真および測量 図を製作するために上 空より撮影する(12月 21日)

⑪切取り保存のための 準備開始(12月18日)



12切った断面で地中に 伸びる根がみえる

8





琵博研報 1993 No.1

③地質調査の打ち合せ 河原をとおる風は痛い

④ドリルで穴をあけ、 角材を化石樹の下に入 れる

⑤化石樹をウレタンで 保護するためにまず紙 で養生する

9



⑩木枠を組んで発砲ウ レタンを吹き付ける

⑦切り取った化石樹を クレーンでつり上げる



愛知川産化石林調査報告 化石林の分布状況

高橋 啓一1)

Investigative Report of Pertrified Forest from the Echi River, Shiga Prefecture -State of Distribution on the Petrified Woods

Keiich Takahashi

今回調査した化石林の範囲は,第1図に示し たように滋賀県神崎群永源寺町山上地先の愛知 川河床(約10000 m²)を中心にした地域である. 調査地域の愛知川の川幅は,約170 m である が,このうち化石林が発見された時点での河道 は,永源寺町側の約50 m であった.

河床部は,調査および記載の便宜上第1~第9 区域に区分した(第1図). これらは,おもに水 流によって侵食され,島状に取り残された部分 と足跡化石などの分布状況から区分された.河 床部にみられ,確認された化石樹は132本で, このうち3本は大型の化石樹の痕跡的なもので あった.化石樹の本数の確認には慎重を記した が,1本の木が数本に分かれる場合も考えられ, 正確な本数を数えることは実際には困難であっ た.

調査地域の化石樹の分布状況は,第3区およ び第6区の上流部に多く,他の地域は稀であっ た.このことは化石樹の産出層準の河床におけ る分布状況と流れによる不均等な侵食による影 響とみられる.これらの化石樹は,一見して大 型の化石樹と小型の化石樹とに区別でき,平均 的には大型の化石樹の周辺に小型の化石樹が多 く分布しているように見えた.しかし,それら の化石樹がはえていた層準を詳細に検討してみ ると、A層、B層の下低から40 cm、C層、G層 などからはえていた。このことから、今回観察 された化石林が同一時期のものではなく、異な る時期の化石林の複合したものであることが判 明した。

これらの化石林の層準のうち大型の化石樹が 多く植立しているC層において、大型の化石樹 の間隔を計測してみると、No. 26 と No. 27 の 間隔が約2mであるのを除いては、約7~15m 間隔で存在していた.樹種同定の結果によれば、 これらの多くはスギ科とされている.

なお、ここで大型、小型とした大きさの目安 は、現場では一見して識別できるので感覚的に 分類したものであるが、計測値に準づけば、大 型化石樹とは幹の部分が残存していれば短径が 65 cm 以上、根部のみの場合は100 cm 以上で 多くの場合180 cm 以上あり、小型の化石樹と は幹の部分が残存していれば長径が50 cm 以 下、根部が伸びている範囲では100 cm 以下程 度のものである。

化石樹は、河床部の調査地域以外でも下流の 崖(河崖部)においても3層準にみられた.こ のうち最も上部のものは、G層に対比された.

¹⁾ 滋賀県教育委員会事務局(仮称) 琵琶湖博物館開設 準備室

Lake Biwa Museum Project Office, Shiga Prefecture Board of Education



第1図 愛知川化石林の分布状況

琵博研報 1993 No.1

12

No.	長径	短径	地表に見え ていた高さ	根部の伸びて いた最大幅	前考	No.	長径	短径
1	13	8			¥4	27		
2	190	145	70	320	根部に近い幹	28	155	150
3	110	100		375	根部に近い幹	29	17	13
4	130	110		370	根部に近い幹	3 0		
5	18	17			幹	3 1		
6	14	7		18	幹・根	3 2	20	20
7	30	30		90	幹・根	3 3	5	5
8	30	25			幹・根	34	10	8
9	20	15		80	幹・根	3 5	29	20
10	20	10			\$ \$	36	11	6
1 1	25	15			\$ \$	3 7	10	8
12	17	17			9 \$	38	30	30
13	95	65	25		¢?	3 9	140	90
14	75	70	45	220	\$ \$	40	100	85
1 5				380	根	4 1	8	8
16	17	12			# ?	4 2	45	35
17				9	根?	4 3		
18	16	13	25	55	幹・根	4 4	12	9
19				25	根?	4 5		
2 0				60	根	4 6		
2 1				43	根	47	125	115
22	8	4			¢?	4 8	170	150
23	10	7			#	4 9	14	10
24	30	20		110	幹・根	5 0	150	120
2 5			35	25	幹・根	5 1	20	20
26	85	65	95	220	幹・根	5 2	48	25
					and the second se			

第1表 愛知川化石林の計測値(樹種鑑定に使用された試料,単位は cm)

.

ていた高さ いた最大幅 110 210 根 幹・根 125 540 幹 根? 6 根? 45 幹・根 60 幹 幹? 15 幹 幹・根 14 40 幹 20 幹・根 25 75 幹 36 幹・根 90 300 幹? 幹 40 根 幹 20 根 40 310 根 40 180 幹・根 220 幹・根 360 幹 **#** 流木 幹

地表に見え

根部の伸びて

備考

•

愛知川化石林の地層と堆積環境

雨森 清¹⁾•荒川忠彦²⁾•北川明照³⁾•小早川隆⁴⁾• 多賀 優⁵⁾•但馬達雄⁶⁾•田村幹夫⁷⁾•西川一雄⁸⁾•三矢信昭⁹⁾

Geology and Sedimentary Environment of Echigawa Petrified Forest, Shiga Prefecture, Japan.

Kiyoshi Amemori¹⁾, Tadahiko Arakawa²⁾, Akiteru Kitagawa³⁾, Takashi Kohayakawa⁴⁾, Masaru Taga⁵⁾, Tatsuo Tajima⁶⁾, Mikio Tamura⁷⁾, Kazuo Nishikawa⁸⁾, Nobuaki Mitsuya⁹⁾

1. はじめに

今回調査した愛知川化石林は,鮮新世・更新 世の湖沼成・河川成堆積物である古琵琶湖層群 中に産出したものである.古琵琶湖層群は,お もに琵琶湖の周囲の標高200~300 m の丘陵地 域で観察することができるが,琵琶湖湖底下や 台地・沖積平野の下にも広く分布しており,調 査地域のように,河川の侵食による土砂の流出 によって,河床に露出しているところもある.

古琵琶湖層群は, 礫・砂・泥からなる地層で, 全体の層厚が1500mをこえる. 層相によって 下位より順に,上野累層,伊賀累層,阿山累層, 甲賀累層,蒲生累層,草津累層,堅田累層,高 島累層に区分されている(横山ほか,1979; Kawabe,1989など).愛知川化石林を含む地層 は,蒲生累層上部の層準に位置する(第1図,

- ¹⁾ 豊郷町立豊郷小学校 Toyosato Elementary School
- 2) 滋賀県立米原高等学校 Maibara High School
- ³⁾ 滋賀県立能登川高等学校 Notogawa High School
- ⁴⁾ 滋賀県立彦根東高等学校 Hikonehigashi High School
- 5) 滋賀県立栗東高等学校 Ritto High School
- 6) 滋賀県立日野高等学校 Hino High School
- ")滋賀県立石山高等学校 Ishiyama High School
- ⁸⁾ 滋賀県立水口高等学校 Minakuchi High School
- ⁹⁾志賀町立小野小学校 Ono Elementary School

第2図). 蒲生累層は, 調査地域の南に広がる日 野丘陵・水口丘陵におもに分布している. 日野 町蓮華寺南方の佐久良川川床には, 多数の直立 樹根化石を含む化石林層が見られ, 蓮華寺化石 林層とよばれている(横山ほか, 1979). ここで は, 蓮華寺化石林層の4m下位に, 中火山灰層 (Ishida et al., 1969)が見られる. 永源寺町中 南方の峠では, 中火山灰層の約5m上位に化石 林層が見られ, 蓮華寺化石林層に対比されてい る(横山ほか, 1979). また, 日野町北脇北東の 日野第2工業団地付近でも, ほぼ同じ層準に化 石林の存在が確認されている(雨森・田村, 未 公表).

愛知川化石林は、化石林の下位の層準に露出 する火山灰層が中火山灰層に対比されることか ら、蓮華寺化石林層の層準にほぼ相当すると考 えられる.このように、愛知川化石林に対比さ れる層準の化石林は広く連続する可能性があ り、古琵琶湖の湖盆の消滅期における古環境を 示す重要な指標であると考えられる.

2. 愛知川化石林の地質

調査地域の古琵琶湖層群は、広く河床に露出 する部分と、その下流の左岸の崖に露出する部 分とに大別できる。これらのうち第3図に示す 第1地区〜第11地区までの部分を「河床部」の



第1図 日野北方丘陵の総合柱状図(雨森 1978, 滋賀大学卒論に一部修正加筆)●火山灰層記号

 [Kw:北脇, Na:中, Ik:池ノ脇, So:杣, Ha: 原, Mr:紫, Yo:陽気ケ丘, Kn:小野1, 2, 3, Hn: 日野2, hn:日野1, Ni:仁本木, Sk:桜谷〕
 *本報告書では草津累層

地層とし、下流の崖の地層を「河崖部」とよぶ ことにする.このほかに、付近の河床の各所に 古琵琶湖層群の小規模露出部分が点在するが、 これについては今回は詳細な調査はできなかっ た.

河床部の地質図を第4図に、河床部と河崖部 を合わせた模式柱状図を第10図にそれぞれ示 す.

(1) 河床部の古琵琶湖層群

河床部に露出する古琵琶湖層群は,砂,シル ト,粘土及び有機質シルト層からなり,一部に 礫を含む.全体で2.5 mの層厚を観察できた.こ のうち2層の有機質シルト層は,岩相に特徴が あり連続性がよいので,これらを鍵層として河 床部の地層区分を行い,地質図・断面図を作成 した(第4図,第5図).最上部の有機質シルト 層は河床での分布が広く連続性がよいため,こ れをA層とし,下位に向かってB,C,D,E,F 層の順に地層を区分した.さらにB層について は下部よりB₁,B₂,B₃に細分した.なおA層の 上位には,一部に砂礫質の地層がみられたが, 調査開始直前の洪水(1990年11月30日)によ り流失して調査することができなかった.

以下に各層について述べる.

A 層

河床部の最上位にあたる地層で,厚さ10 cm 前後の有機質シルト層である.炭化した植物化 石の小片を薄層状に多量に含み,全体として薄 い黒褐色を呈する.第3,4,6,7,8,9地区など に露出し,地層上面には多量の長鼻類の足跡化 石と立木化石がみられる.立木化石は,No.39, 40,46,T4などのように,幹の直径が100 cm 以 上になるものがある.立木化石が多数含まれる のに対して,層理面に平行にはさまれる材化石 はほとんど見られない.長鼻類の足跡化石は本 層の上面より踏み込まれたもので,深さは25 cm に達するものがある.足跡の断面では,本層 中にはさみこまれた炭化植物片が,踏み込まれ た足跡の形に沿って下方に屈曲することが観察 される.

第9地区では、足跡化石の凹部を細粒ないし 中粒の砂が埋めているのが観察される。また第 3地区では、調査開始以前に足跡化石の凹部を 埋める礫が残されているのが観察されていた。 これらは A 層の上位の地層の一部であるが、A 層の足跡の一部を埋めているだけで、連続した 地層として観察することはできなかった。 B 層



第2図 日野北方丘陵地質図
 (雨森1978, 滋賀大学卒論に一部修正加筆)
 注1凡例は第1図に同じ
 注2①は愛知川化石林(本調査地域)
 ②は蓮華寺化石林



第4図 河床部の古琵琶湖層群の地質図



第5図 調査地域の地質断面概念図 (ほぼ東西方向の断面を示す。)



第3図 河床部の地域区分図

本層は、第3,4,5,6,7,8地区などに露出し、 A層及びC層の2枚の連続性のよい有機質シ ルト層にはさまれる砂・シルト主体の地層であ る.層厚は70 cmから130 cmであり、北西方向 に向かって厚くなる傾向がある.柱状図を得た 地点を第6図、各地点での柱状図を第7-1図、 第7-2図、第7-3図、模式柱状図を第8図にそ れぞれ示す。一部に植物化石を多く含むところ があり、メタセコイアの球果などが多く産出す る.植物化石の量は、北西方向に向かって少な くなる傾向がある。立木化石を多数含むが、A 層やC層のものに比べると小型で、根元の直径 で30 cm以上になるものはほとんどない。

本層は下部からシルト質粘土層,砂・シルト 互層,レンズ状の砂をはさむシルト層の3層に 区分される.3層を下位より B_1 , B_2 , B_3 層とす る.B層中の立木化石や足跡化石の大半はシル ト質粘土層(B_1 層)の上面に集中している.ま た,A層の下位約40 cmの層準には,長鼻類, 偶蹄類の足跡化石が観察される.

以下に各層を上位のものより記載する.

 B_3 層(レンズ状の砂をはさむシルト層):淘 汰のわるいシルト層からなり、中粒〜粗粒の砂 層がはさまれる。層厚は 20〜40 cm である。シ ルト層中に含まれる植物片は河床部の北西側で は少なく、南東側では多い。また、シルト層中 には側方への連続性が悪い砂層が、レンズ状ま たは舌状にはさまれ、砂層の下部には礫質部が 認められるところがある.砂層中には、脱水に 伴うコンボリュート葉理や、下位のシルトをま き上げて堆積した様子を示す部分が観察され る.このことから、この砂層は急速に堆積をし たものと想定される.地点 M 12, M 15, M 16 で は、シルト層と砂層との境界面において、シル ト層の上面に長鼻類と偶蹄類の足跡化石が残さ れている.また、地点 M 14 では、この砂層の層 理面を横切って植物片が含まれているのが観察 される.従って、シルト層の堆積の後、動物の 歩行や植物の生育が可能な環境となり、その後 その上に砂層が急速に堆積したと考えられる.

 B_2 層(砂・シルト互層):単層の厚さが数 mm ほどの細~中粒の砂層とシルト層との薄互層で ある.砂、シルト共に淘汰が悪い.この層の上 部の方は砂が優勢である.また河床部南東側で は、互層の層理面が不明瞭となる.層厚は約40 cmである.河床部の北西側では含まれる植物 片は少なく、南東側(地点 M7, M8)において は、数 cm~数10 cmの大きさの炭化した植物 片が層理面に平行に数多く含まれている.地点 M8においては、 B_1 層からのびた立木化石がこ の層の層理面も横切ってのびていることが観察 される.

B₁層(シルト質粘土層):淘汰の悪いシルト 質の粘土である。河床部の南東側においては細



÷

第6図 河床部における柱状図作成地点
 ●地点記号は柱状図を作成した地点の番号
 ● 磁線で囲んだ部分(R_i)は、チャンネル堆積物の分布地(本文参照)

琵博研報 1993 No.1

22





第7-1 図 河床部における柱状図

●調査地域の中央部を縦断し、上流から下流へかけて対比したもの、番号の若い地点ほど上流側である。

●地点 M12, M13, M14 の砂層にはコンボリュート葉理が見られる.



.

第7-2図 河床部における柱状図
 ●主として B 層の砂層を川の右岸沿いに示す. B₃層
 中にはレンズ状,舌状に砂層がはさまれている.

第7-3図 河床部における柱状図 ●調査地域中央部を横断し、右岸から左岸にかけて 対比したもの。

右岸地点は R, 中央部地点は M, 左岸地点は L で示す.



第8図 河床部における模式柱状図

粒砂が混じる.層厚は約25 cm である.河床部 北西側においては,この層には植物片はほとん ど含まれない.しかし,南東側の地点 M9 にお いては10 cm 前後の大きさの植物片が層理面 に平行に含まれているのが観察される.層中に 含まれる植物片は,河床部南東側ほど量が多く, 大きい.地点 M7,地点 M8 においては,植物 片に加えて層理面を横切る小さな立木の化石が 認められる.地点 M7 においては C層からのび ている立木化石を確認できる.また,地点 M9 においては,この B₁層の最上部に No.43,44 の 立木化石の根が入っている.このことから,B₁ 層の堆積直後には、木が生育できる程度の堆積 の休止期間の存在が推定される。

地点 R1'においては, B層の下部から C層, さらに D層の上部を侵食した, チャンネル状に 堆積をした礫層がみられる. チャンネルの上限 は C層より 20 cm 上位の層準であり, 下限は不 明であるが少なくとも D層を 60 cm 侵食して いることが観察される. 礫径は 5 cm 程度のも のが多く, 淘汰はやや良い. 礫の円磨度もやや 良く, 礫種はほとんどチャートである. また調 査地域外ではあるが, 第3地区の約50 m 北寄 りの河床には, B層の層準と考えられる層中に 同様のチャンネル状に堆積をした礫層が観察さ れた.

C層

厚さ10 cm 前後の有機質シルト層で,主とし て第3,5地区に露出する.No.27,28を始めと して,幹の直径が100~170 cm に達する巨大な 立木化石が多数,本層に根を下ろしており,大 量の材化石を含む.第3地区では,大量の長鼻 類の足跡化石を含む.第14はA層とよく似てお り,類似の環境で形成されたものと思われる. A層との違いは,層理面に平行に埋没した材化 石を多量に含むことである.また,長鼻類の足 跡化石の足印の深さは,A層のものに比して浅 い.地層面は平坦ではなく,一部に凹凸が見ら れる.たとえば第5地区では,C層の面が第3地 区より40 cm ほど高くなり,その結果A層とC 層の間のB層の厚さが70 cm 前後に薄くなる ことが観察できる.

D層

第1,2,5,10,11地区に主として露出する淘 汰の悪い粘土層で細粒砂層ないしシルト層をは さむ.厚さは約120 cm である.厚さ約30 cm の 中粒砂のレンズをはさむ.第5地区の地点L3 においては、C層より約35 cm 下位の層準のシ ルト層上面に長鼻類の足跡化石が残されてい る.また地点M1~M5及びR1においては、 同じ層準に、淘汰の悪いシルト層中に植物化石 に富む部分があり、側方に連続している.また

第10地区においても,よく似た層準に長鼻類の 足跡化石がみられる.

E層

第1,2,11 地区に露出する厚さ約5~15 cm の淘汰の悪い有機質シルト層で,幅5~10 cm, 長さ20 cm 前後の材化石を多量に含む.第1 地 区の No.2 の立木化石がこの層準に根を下ろし ていることが確認できる.第11 地区の C 層の 約100 cm 下位に見られる直径約25 cm の立木 化石の層準も,本層に相当すると考えられる. F 層 第1地区の水底で,E層の下位に観察された 均質の粘土層である。第1地区では約10 cmの 厚さが確認できるのみで,全体はわからない。

(2) 河崖部の古琵琶湖層群

河崖部としたものは、化石林産出地点の下流 左岸にある、東西幅約65m,高さ約8~10mの 露頭である.この露頭の上部の2~3mが低位 段丘堆積物で、その下位に古琵琶湖層群が露出 する.この露頭の3箇所で柱状図を作成し、約 12mの連続柱状図を得た(第9図).地層は、 砂・シルトを主とし、厚さ約30cmの白色の火



山灰層と数枚の亜炭層をはさむ.火山灰層は微 黄白色~淡桃色,中~細粒,ガラス質の火山灰 層である.この火山灰層について筆者の一人雨 森は,産状・地質構造・産出層準などより,調 査地域の南西約2.5 kmの永源寺町中の南にあ る峠に露出する中火山灰層に相当すると考えて いた.今回の調査で鉱物組成・古地磁気等の調 査より,中火山灰層にほぼまちがいないことが 確認された.中火山灰層は正帯磁を示し,松山 逆帯磁期の中のオルドヴァイ正帯磁事件に相当 する (Ishida et al. 1969).

河崖部の地層は上流に向かって緩く傾斜して おり、下流側ほど下位の地層が露出する.この 露頭に見られる一連の地層は、岩相の違いに よって下部、中部、上部の3つに区分すること ができる.下部は、部分的に細礫〜粗粒砂や、 シルトをはさむ砂層を主とした層である.中部 は、植物化石を含むシルト層と、その層をチャ ンネル状に侵食した砂層よりなる.上部は亜炭 層をはさむ植物化石に富んだ厚いシルト層で、 いくつかの層準に立木化石をはさむ.以下、各 部について記載する.

下部:砂層を主とし、礫、シルトの層をはさ む. 層厚は約3.8mである。砂層には平行葉理、 斜交葉理の見られる部分がある。中部及び上部 と比較して植物化石の量が少ない。最下部は層 厚約40 cm の中~細礫層であり、基質は淘汰の 悪い中~細粒の砂である。 礫種はチャートを主 とする。その上位には層厚約1.2mの中~細粒 の砂層, さらにその上位には層厚 50 cm のシル ト層や粘土層が堆積しており,一連の上方細粒 化を示す、この上位約1.7mは、再び砂から粘土 への上方細粒化傾向を示す。中火山灰層はこの 粘土の上部にあって、本層の下底より 3.3~3.6 mの層準にはさまれる。火山灰層の下底部は, 下位のシルト層をまきあげた構造がみられる。 本層の下部には植物化石はほとんど観察されな いが,上部には長さ数 mm 程度の植物化石が少 量,層理面に平行に含まれている。

中部:植物化石を多く含む淘汰の悪いシルト

層と、そのシルト層をチャンネル状に削り込ん で発達する数枚のレンズ状の細礫〜粗粒砂層よ りなる。層厚は約4.7mである。観察されたチャ ンネル状の削り込みのうち最大のものは幅3m 以上あり, 深さ80 cm 以上にわたってシルト層 を侵食している。このチャンネルを埋める細礫 ~粗粒砂層は淘汰が悪く、下部から上部にかけ て級化構造が発達し、平行葉理やコンボリュー ト葉理が認められる。シルト層中には、層理面 と平行に堆積した草本類の植物化石や, シルト 層の上面に根を降ろした立木化石が数多く観察 される.これらの立木化石のうち12本は、上位 のシルト層及びチャンネル状に発達をした砂礫 層の層理面を横切って存在している。従って立 木が存在した後,上位のシルト層が堆積し、そ の後シルト層を削り込んで砂礫層の堆積が行わ れたことを示す。

上部:大型の植物化石を大量に含むシルト層 からなる.層厚は約3.5 m である.本層の最下部 には,大型の木片が集積されて堆積してできた 厚さ20 cmの連続性のよい亜炭層が存在する. この亜炭層より上位には砂層はほとんど観察さ れず,厚いシルト層が堆積している.このシル ト層は淘汰が悪く,層理面に対し直交する草本 類と思われる多くの根化石を含む.さらにシル ト層中には直径が50 cmを超える大きな立木 化石が3層準で観察される.

以上のような岩相上の特徴からみて,この露 頭の地層は河川成の堆積物であり,下部から上 部へ,河川環境から後背湿地のような環境へ次 第に変化していく状況を示していると考えられ る.

(3)河床部と河崖部の対比と調査地域の地質構造

調査地域の古琵琶湖層群の,川の上流-下流方 向の地質断面概念図を第5図に示す.河床部の 地層は,中心部分はほぼ水平であるが,最上流 部では下流側へ,逆に最下流部では上流側へ傾 斜している.さらに下流の河崖部でも,地層は 上流側へ約6%傾斜しており,全体として第9地



第10図 調査地域の模式柱状図

区にほぼ南北方向の軸のある向斜構造を示す. 河床部と河崖部の地層は不連続であるが,構造 的に河床部の下流側のE層が,河崖部の最上部 の材化石を含む層準に対比される.これにより, 河床部のA層は中火山灰層の約9.2m上位に 存在することになる.これらの調査結果にもと づいて,調査地域全体の模式柱状図を作成した (第10図).

3. 立木化石の層準

河床部の地層には、多数の立木化石が認めら れる.立木化石の中には、幹の直径が200 cm 近 くになり、年輪調査によると樹齢が300 年を越 えるものも認められる.また、ある層準に根を 張り、上位の層準に100 cm 以上にわたって上 方へ幹を伸ばした状態で化石になっているもの も認められる.巨大な立木の化石が存在するこ とは、その樹齢に見合う長期にわたって、この 地に森林が安定して存在したことを示してい る.立木化石が根を下ろしている層準や埋没の 状況を明らかにすることは、地層の堆積当時の 古環境を解明する重要な手がかりになる.

ア.調査の方法

調査は、樹種調査のために番号を付した No. 1~No.53と、T1~T4の番号を付けた立木化 石について直径の計測と層準の決定を行った。 No.1~53のうち9本については調査時に番号 札がはずれていたために番号を特定することが できなかったが、この中で7本だけが層準が確 認できたので、第11図には番号をつけずに示し た、調査本数は合計55本である。

立木化石は,根だけが残っているものから, 幹が1m以上の高さまで残っているものまで, 種々の状態のものがある.また太さも,幹の直 径数 cm 程度のものから,約200 cm のものま である.しかし,多数の立木化石についてみた 場合,直径 80 cm 以上のものと直径 50 cm 以下 のものがほとんどで,その中間の大きさのもの はごく少数である.そこでこれらについて,下 記のように大型の立木化石と小型の立木化石に 分類して調査を行った.

大型の立木化石としたものは、幹の残ってい るものでは幹周り80 cm 以上のもの、幹の残っ ていないものでは根元での直径が100 cm を越 えるものである.小型の立木化石としたものは、 幹周り・根周りがこれより小さなものである. なお幹の直径については、できるだけ胸高に近 い位置で測定するべきであるが、残存する幹の 高さの関係でそれよりも低い位置で計測したも のが多く、そのままの値で相互に木の大きさを 比較することには問題がある.また、それぞれ の木の直径については、東西方向と南北方向に ついて計測し、その平均をその木の直径とした. 大木の大部分はこの方法でほぼ正確な計測値が 得られたが、小木の場合には断面が不規則な形



.



29

になるものが多く,計測値はおよその目安であ る.立木化石の層準は,根が水平に張り出す高 さをもって判定した.

イ.結果

調査結果を第11図に示す.以下の記述におい ては便宜的に大型の立木化石を巨木,小型の立 木化石を小木とよぶことにする.図中において, 巨木は幅のある柱で,小木は+で示した.巨木 は根の層準を綱掛けで区分した.小木は+で示 したのが根の層準である.小木の+で番号が抜 けているものは,調査時に番号が不明であった ものである.

まず目につくことは、巨木の大部分が特定の 層準に集中していることである。根の部分が露 出している巨木は、ほとんどが A 層、C 層、ま たは E層の3つの有機質シルト層に根を下ろ している. No. 26 だけは、C層の約 10 cm 上位 に根を下ろしているように見えるが,根の層準 は確定できなかった. C層に根を下ろしている 巨木のうち最も樹齢が長いと思われる No. 27 の場合,327本の年輪が計測できたので、樹齢は それより長いと考えられる。また No. 26 では 285本の年輪が計測できた。A層やE層の巨木 については年輪の計測をする機会がなかった が、幹の太さから推定してほぼ C層の樹齢に近 い値が期待される。このことは、A層、C層及 び E 層の 3 枚の有機質シルト層が、長期にわた る森林環境のもとで形成されたか、あるいはそ れぞれの有機質シルト層の堆積後に長期にわた る堆積間隙が存在したことを示していると考え てよいであろう.

C層より下位にある巨木で,根の層準を明確 に確認できたものはNo.2のみであり,これは E層に根を下ろしている.他の巨木については, 上位の地層の中に幹の部分が顔を出しており, 太さはその部分で計測したものである.露出し ている部分の形態から推定される埋没部分を破 線で示した.E層はA層,C層と同様の有機質 シルト層であり,巨木の存在が期待される層準 である.層準の決定できなかったT1, No.3, No. 4, No. 13, No. 50, No. 52の巨木も, この 層準に根を下ろしている可能性が大きいが, 未 確認である.

小木はいろいろな層準に散在的にみられる が,特に B 層の下底から約 40 cm 上位の部分に 多数の小木がみられる.この層準は B₁層のシル ト質粘土層の上面であり,このため B 層の堆積 中に,この面で堆積の中断があったことが推測 される.この部分に集中する立木化石は直径 15 ~30 cm 前後のものが多いので,堆積の中断の 期間もその立木の生育期間に見合う比較的短い 期間であったと推測される.

愛知川化石林の全体を見たとき,河崖部の中 部に1層準,上部に3層準(このうち最上位の ものはE層に相当),河床部のE層,C層,B₁層 上面,A層など少なくとも7層準に立木化石が 確認される。このことは、比較的長期にわたる 森林の繁茂とやや急激な埋没という事件が,こ の地域でのかなりの期間にわたって繰り返され たことを示している。

4.まとめ

調査地域では、河崖部から河床部に向かって 上位の地層が分布し、全体の層厚は約13.4 m に 達する。中火山灰層はその中で下から3.3~3.6 mの層準にはさまれている。また中火山灰層の 約4m上位より上少なくとも7層準で化石林 が認められる。

調査地域に露出する古琵琶湖層群は,その岩 相の特徴から,河川成の堆積物と考えられ,下 位よりその堆積環境を復元すると,次のように なる.

河崖部の下部は、上方細粒化堆積の傾向を示 している。砂層中には礫質部が見られたり、平 行葉理や斜交葉理が観察される。植物化石は極 めて少ない。これらの特徴は、河川の流水部に 沿って地層が比較的速い流れで運ばれてきて急 速に堆積したことを示している。中部は、シル ト質であること、立木化石を含むこと、シルト 層をチャンネル状に侵食する砂層が存在するこ

となどが特徴である.このことは、立木が存在 する氾濫原のような環境で、そこを侵食して砂 を堆積させるような河川の流れを考えることで 説明できる.河崖部の上部から河床部にかけて の地層は、シルト層を主体とすること、大型の 材化石や立木化石、長鼻類・偶蹄類の足跡化石 が多数の層準に存在することなどで特徴づけら れる.また、層理面に垂直に伸びる草本類の根 と思われる化石も多い.これらの特徴は、比較 的地表面の柔らかい湿地帯や、湿地に発達する 森林のような環境を示している.足跡化石は、 薄いレンズないしはシート状に広がった淘汰の 悪い砂層に埋積されていることが多い.この砂 は洪水などで舌状に流れ込み、一気に堆積した ものと考えられる.

調査地域の一連の堆積物は、最初河川の本流 の軸部に近い流速の速い環境にあり、次にそこ から少し離れて本流に近い氾濫原となり、最後 にやや河川から遠ざかって森林の広がるような 湿地で、まれに河川の氾濫におおわれるような 環境になったと考えることができる.

蒲生累層上部の時代の堆積環境を古琵琶湖の

地史全体に位置づけてとらえるとき,それまで の湖成環境を示す古琵琶湖の,陸化が進んでい く変化の一端として考えることが出来るであろ う.先に述べたように,愛知川化石林と同時期 の化石林は蓮華寺化石林層として日野町蓮華寺 から永源寺町まで広い範囲にわたって確認され ている.このことは,古琵琶湖のゆるやかな陸 化の現象が,愛知川化石林を形成した時期に広 範囲に起きたことを示している.

文 献

- 雨森 清,1978,滋賀県日野町北部の古琵琶湖層群の層 序について、滋賀大学卒業論文、
- Ishida, S., Maenaka, K. and Yokoyama, T., 1969, Paleomagnetic chronology of volcanic ash of the Plio-Pleistocene series in Kinki District, Japan. - The reserch of younger Cenozoic strata in Kinki District, Part 12-. Jour. Geol. Soc. Japan, 75, 183-197.
- Kawabe. T., 1989, Stratigraphy of the lower part of the Kobiwako Group around the Ueno basin, Kinki district, Japan. Jour. Geosci. Osaka City Univ., 32, 39-90.
- 横山卓雄・松岡長一郎・田村幹夫・雨森 清, 1979, 古 琵琶湖層群. 滋賀県の自然, 309-389, 滋賀県.


愛知川化石林の樹種

伊東 隆夫1)

Fossil Wood of the Petrified Forest around the Echi River, Shiga Prefecture

Takao Itoh1)

1. まえがき

1990年10月15日に滋賀県愛知郡愛東町外 ならびに神崎郡永源寺町山上地先の愛知川河床 より化石林が発見された。同年11月17日に滋 賀県教育委員会文化部文化振興課の依頼により 化石林の樹種の調査のため現地に赴き, 資料の サンプリングをおこなった。 化石林は広く粘土 層におおわれ,ところどころに亜炭層が散在し, 粘土層に埋もれたかたちで化石木が露出してい た、大小の化石木を含めて全体で約130本ばか り確認されたが、ほとんどが樹木の根株部分の みを残している状態で、大きいものは直径2 メートル近くに達するものが埋もれていた。化 石林が河床に位置しているため地中部分は乾燥 をまぬがれ、長年月経過しているわりには保存 状態は良好であったが,空気に曝されている部 分はかなり乾燥が進んでおり,根株の外層部が 大小の破片となって脱落し,周囲に散逸してい るものがかなりみられた。ともあれ、約200万 年という途方もない長年月経過しているにもか かわらず,木材実質部分がほとんどそのままの 状態で保存され、内部を露出させると元の木の 色に近い色を呈するものもみられた。したがっ て、木材のきわめて良好な保存状態に驚かされ た次第である.

2. 試料及び分析・記載方法

これらの化石木から, 直径の太いものを主体 に53個体に番号を付し,乾燥による変化の少な い部分を選んで、木片をカッターで切り取って 持ち帰った。採取した木片から安全カミソリで 3方向(木口面, 柾目面, 板目面)の切片をつく り,これらを抱水ガムクロラールで封入してプ レパラートを作製した.また,一部の化石木に は樹皮が残存しており,これをも観察の対象に するために切片を作製した、樹皮が脆いために、 その方法は電子顕微鏡用の試料作製法に準じ た. すなわち, 試料をエチルアルコールシリー ズで脱水し、アセトンに置換した後、エポキシ 樹脂とアセトンの1:1の混合液に移し、さらに 100パーセントのエポキシ樹脂に移し換え、70 度で熱硬化させたものから,超ミクロトームを 用いてガラスナイフにより試料を薄切した (Fig. 40).

顕微鏡観察に際しては,通常光顕微鏡を用いたほかに蛍光顕微鏡をも併用して,細部にわたって樹種の特徴を調べた。しかしながら大半の試料が,長年月土中に埋没していたために激しく変化しており(Figs. 2, 3, 4, 6, 18, 22, 26, 33, 36, 37, 38, 39),樹種の同定が不十分であったり,ときには針葉樹が広葉樹かの判定すら容易でない場合があった。

なお、樹種の同定の拠点を以下に記す.特に、 針葉樹類の同定には Greguss (1955)の著書を

¹⁾京都大学木質科学研究所(〒611 字治市五ケ庄) Wood Research Institute Kyoto University Gokasho, Uji, Kyoto 611

参考にした.

3. 化石林の樹種

針葉樹

組織の変化があまりにもひどく、かろうじて 仮道管から構成されていることや放射組織の形 状等から針葉樹と判断できたもの、また仮道管 のみで軸方向柔細胞がみられず分野壁孔も小型 の壁孔であったものを含む.なお、一部の組織 で、仮道管壁がやせてクラスレーがあたかもら せん肥厚のようにみえるものもあった (Fig. 35).

スギ科:Taxodiaceae

構成細胞は仮道管と柔細胞で,傷害樹脂道は 認められなかった。特に,軸方向柔細胞は晩材 部で接線状に配列するかあるいは早晩材を問わ ず接線状に配列していた。さらに分野壁孔は典 型的なスギ型であった。

ハンソキ属 (カバノキ科): Alnus spp. (Fagaceae)

道管は散在する. 道管は直径が中庸ないしや や小さく, 階段穿孔を有し (Figs. 5, 9, 10, 23, 28) 階段の数は少なかった. 放射組織は単列で 同性であり, かつ集合放射組織を有していた (Figs. 7, 8, 16, 32).

バラ科:Rosaceae

道管は散在していた。道管は直径が小さく (Fig. 30),単穿孔を有していた。道管と放射組 織間の壁孔は小さくて多く、ふるい状となって いた。放射組織は1ないし2列で同性であった (Fig. 31)。これらの特徴から本種はアズキナシ に近似していると思われたが断定できない。

トネリコ属 (モクセイ科): Fraxinus spp. (Oleaceae)

環孔材. 孔圏部道管は圧縮変形していたが蛍 光顕微鏡による観察で,径が大きくほぼ1列に 並んでいるのがわかった. 孔圏外道管は小さく 壁は非常に厚かった. 道管は単穿孔を有し,チ ロースが存在していた.軸方向柔細胞は顕著で, 翼状ないし連合翼状であった(Fig. 13). 放射線 組織は異性で,1-3列であった. 散孔材

直径の小さい道管が平等に分布していたが、 それ以外の特徴は明らかでなかった.

第1表 愛知川産化石林の樹種同定結果

層進	資料番号	(No.)	樹種
A	39		スギ科
	40		スギ科
	46		スギ科
В	07		ハンノキ属
	08		ハンノキ属
	09		ハンノキ属
	10		ハンノキ属
	12		ハンノキ属
	18		ハンノキ属
	22		環孔材
	23		スギ科
	24		スギ科
	25		スギ科
	26		スギ科
	29		スギ科
	30		針葉樹
	32		ハンノキ属
	35		スギ科
	36		バラ科
	37		針葉樹
	38		ハンノキ属
	42		ハンノキ属
	43		スギ科
	44		スギ科
	03		スギ科
	14		スギ科
	15		スギ科
	16		スギ科
	17		トリネコ属
	20		スギ科
	21		ハンノキ属
	27		スギ科
	28		スギ科
	31		散孔材
	47		針葉樹
D∼G	05		針葉樹?
	06		ハンノキ属
	13		スギ科
	19		針葉樹
	50		針葉樹
	52		スギ科
G	02		針葉樹

環孔材?

通常光顕微鏡では判定がむずかしいので,蛍 光顕微鏡を用いて観察したところ,直径の大き い道管が完全に押し潰されて,多少とも接線方 向に分布しているようにみうけられた.

樹種同定の結果は表1に示すとおりである.

表1の結果を樹種別にまとめると表2のとお りである.すなわち,総数53点のうち針葉樹が 32例,広葉樹が21例であった.内訳は針葉樹の 中では樹種不明の針葉樹が6例,スギ科が26例 であり,広葉樹ではハンノキ属が15例,バラ科 の樹種が2例, トネリコ属が1例,その他に散 孔材が2例,環孔材が1例であった.

なお,スギ科と同定されたもののなかには形 態が若干異なる種類が複数混ざっているように 見受けられた、すなわち,晩材部の残存状態が よく晩材幅が比較的広く,放射組織の高さが通 常より高く,幅が通常1列であるがときに2列 になっていたものと, 晩材幅が小さく厚壁の晩 材細胞に乏しく柾目面での有縁壁孔の大きさが 比較的小さくかつその配列が2列(ときに3列) になり(Fig. 25), 放射組織の高さがあまり高く なく個々の放射柔細胞が多少間隔を置いて軸方 向に連なる傾向があった(Fig.24)もので、後者 は典型的なスギ型の分野壁孔を有していた (Figs. 17, 20, 21). 以上の特徴から,後者はメ タセコイア属 (Metasequoia) あるいはスイショ ウ属 (Glyptostrobus) の可能性があるように思 われた、特に、柾目面における仮道管有縁壁孔 の配列が2列(ときに3列)であったことが上 記の可能性を推察した理由の一つであるが、ス ギでもまれに2列になることがある。この点に

第	2	表	樹種別	出土数
---	---	---	-----	-----

スギ科	26 点
針葉樹	6 点
ハンノキ属	15 点
バラ科?	2 点
トネリコ属	1点
散孔材	2 点
環孔材?	1 点

ついては, 嶋倉 (1936) は富山県魚津の埋没林 から出土したスギで仮道管の有縁壁孔が2列に 多く並ぶ例を報告している.ただし, 樹皮の組 織の観察結果では (Fig. 40) スギ (*Cryptomeria japonica*) の樹皮ではないことが言える.

また,針葉樹と同定されたものの中には晩材 部の残存状態がよく,軸方向柔細胞を欠きかつ 放射組織が極めて長くときに2列になるなどの 特徴を有する種類が2例(資料番号 No. 2と 50)あったが,種の特定はできなかった.

4. 考 察

切株の直径が1メートル近いものあるいはこ れを越えるものは資料番号では No. 2, 3, 4, 13, 14, 15, 26, 27, 28, 39, 40, 46, 47, 48, 50 の計 15 例 であったが、そのすべてが針葉樹であり、広葉 樹はみられなかった. 針葉樹のなかでもスギ科 のものが15例のうち12例にのぼったことは、 当時の森林構成を想像するうえで興味深い.と もあれ表2から想像できるように調査例53個 体のうちスギ科の樹種が26例で、ハンノキ属が 15 例と両樹種の出現頻度が特に高いことから、 当時の植生として両樹種が優占していたものと 想像できる。ハンノキ属といってもハンノキの ように湿地近辺に生育する種類から、ヤマハン ノキのように山手に生育する種類まで同じ属の 中でも種類によって生育の範囲が異なるのでむ ずかしいが,いわゆるハンノキが生育しかつ針 葉樹の構成樹種がスイショウのように湿地に生 育する種類であるならば、当時の森林環境は水 湿地ないしはその近辺であったであろうと想像 される.

文 献

Greguss P. 1955. Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy. Akademiai Kiado, Budapest. 174-183.

Simakura M. 1936. Studies on fossil woods from Japan and adjacent lands, II On the woods of the submerged forest of Uodu, Toyama-ken, Japan. 東北帝国大学理科報告(地質学), 18 (3), 299-310.

Rep. Tohoku Imp. Univ. ser. 2

Shimakura, M., 1936. Studies on fossil wood from Japan and adjacent Lands, Contribution I., Sci.

図版 I Fig. 1 スギ科(資料番号 No. 3) ×80 Fig. 2 スギ科(資料番号 No. 4) ×80 Fig. 3 ハンノキ属(資料番号 No. 6) ×80 Fig. 4 ハンノキ属(資料番号 No. 7) ×80 Fig. 5 ハンノキ属(資料番号 No. 7) ×160 Fig. 6 ハンノキ属(資料番号 No. 8) ×80 Fig. 7 ハンノキ属(資料番号 No. 9) ×80 Fig. 8 ハンノキ属(資料番号 No. 10) ×80 Fig. 9 ハンノキ属(資料番号 No. 11) ×80



Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

図版 IIFig. 10ハンノキ属(資料番号 No. 12) ×160Fig. 11ハンノキ属(資料番号 No. 15) ×80Fig. 12スギ科(資料番号 No. 16) ×80Fig. 13トネリコ属(資料番号 No. 17) ×80Fig. 14トネリコ属(資料番号 No. 17) ×330Fig. 15スギ科(資料番号 No. 20) ×330Fig. 16ハンノキ属(資料番号 No. 21) ×330Fig. 17スギ科(資料番号 No. 25) ×330Fig. 18スギ科(資料番号 No. 26) ×80

۰.



Fig. 16

Fig. 17

Fig. 18

琵博研報 1993 No.1

39

図版	ī	111	
Fig. 1	9	スギ科	(資料番号 No. 27) ×80
Fig. 2	20	スギ科	(資料番号 No. 27) ×330
Fig. 2	21	スギ科	(資料番号 No. 28) ×330
Fig. 2	22	スギ科	(資料番号 No. 28) ×80
Fig. 2	23	ハンノ	キ属 (資料番号 No. 32) ×160
Fig. 2	24	スギ科	(資料番号 No. 33) ×160
Fig. 2	25	スギ科	(資料番号 No. 34) ×330
Fig. 2	26	スギ科	(資料番号 No. 35) ×30
Fig. 2	27	バラ科	(資料番号 No. 36) ×160

\$



Fig. 20



Fig. 22

Fig. 23

Fig. 24



琵博研報 1993 No.1

図版	IV
Fig. 28	ハンノキ属 (資料番号 No. 38) ×330
Fig. 29	スギ科(資料番号 No. 39) ×30
Fig. 30	バラ科(資料番号 No. 41) ×80
Fig. 31	パラ科(資料番号 No. 41) ×80
Fig. 32	ハンノキ属(資料番号 No. 42) ×80
Fig. 33	スギ科(資料番号 No. 46) ×80
Fig. 34	ハンノキ属(資料番号 No. 49) ×30
Fig. 35	針葉樹 (資料番号 No. 50) ×330
Fig. 36	針葉樹 (資料番号 No. 50) ×80

\$



見る 2 61 Fig. 32 Fig. 33

Fig. 31

Fig. 34

Fig. 36

図版 V Fig. 37 ハンノキ属(資料番号 No. 51) ×30 Fig. 38 スギ科(資料番号 No. 52) ×80 Fig. 39 スギ科(資料番号 No. 53) ×30 Fig. 40 スギ科(資料番号 No. 27)樹皮 ×160

\$



Fig. 38





Fig. 40



愛知川立木化石の年輪について

小早川 隆1)

Tree Rings of Fossil Woods from the Petrified Forest in the Echi River, Shiga Prefecture

Takashi Kohayakawa

1. まえがき

愛知川化石林調査において、大小の合わせて 50本以上の立木化石が確認された。筆者はその 中で腐食が進んでいず、年輪が明瞭に確認でき る太い立木化石について調査した。

年輪に関する研究としては、年輪から木材の 伐採年代を知る年輪年代法(dendorochronology),年輪が形成された年の気象条件 を推定する年輪気象法(dendoroclimatology), 樹木の生態的な諸条件を推定する年輪生態法 (dendoroecology),周辺の水利環境を推定する 年輪水文法(dendorohydrology)などが知られ ている。奈良国立文化財研究所の光谷拓実,田 中琢らはこれらの年輪研究の方法をすべて合わ せて「古年輪学」と呼び日本における総合的年 輪研究法を確立した。(光谷ほか,1986)

今回の調査では確立された研究方法のうち, 年輪幅の測定とその処理方法を参考とした.

年輪年代学では複数の試料から標準パターン が作成される。年輪の実年代が確定している場 合このパターンは暦年標準パターンとよばれそ の中に年輪幅が特徴的変化を示す指標年輪部が 見いだされる。年輪年代学ではこの指標年輪部 を見つけ出すことが最も大切な研究の一つとな る。

本研究の対象である化石年輪は複数の試料を

Hikonehigashi High School, Hikone, Shiga Prefecture

得るのは難しく,実年代の確定も出来ないが, 標準パターンに相当する年輪幅の変化や指標年 輪部に相当する年輪変化を見つけ出すことが出 来るか試みてみた.また,立木化石の年輪数を 計測し,当時どれくらいの樹齢の木が生えてい たのかを考えてみた.

2. 愛知川立木化石中の年輪

1. 調査した立木

年輪について調査した立木化石は比較的径が 大きく,保存の良い No. 13, 27, 28, 47, 50 の 5 本である。樹木の種の判定ではいずれも針葉樹 である。

2. 年輪の数

- (7) 調査方法
- (1)株の方位を確認し、できるだけ南北、東西 の二方向で条件の良い部分をカッターで水 平に削る。
- (2)中心から5 cm 間隔に目盛りを入れる。
- (3)5 cmの間に何本の年輪があるかルーペで 観察しながら数える、数えられないほど密 であったり、腐食して欠けていたりする場 合は何本以上と記録する。
- (4)スケッチや写真を撮り,特徴的なことを記 録する.

結 果

測定した5本10方向の数値は第1-1~2表の ようである.ほぼ東西,南北2方向があまり欠 ける事なく測定できたのはNo.27と50であ る.いずれも径が150 cm 程度のほぼ円形に近

¹⁾ 滋賀県立彦根東高等学校

第1-1表 年輪幅と年輪数の測定値

Na13の株車西方向(EW80cmNS103cm)

新面の方向 EW	番号	中心から の距離	中心から の累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
	1	$0 - 5 \mathrm{cm}$	5 c m	13	1000 C 100 C	13以上
中心から	2	5 - 10	10cm	30	43	
西に測定	3	10-15	15cm	26	69	
	4	15-20	20cm	47	116	
	5	20-25	25cm	40	156	
	6	25-30	30cm	29	185	29以上(最後は3cm分)

No.1.3の株菌北方向

所面の方向 NS	番号	中心から の距離	中心から の累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
	1	$0 - 5 \mathrm{cm}$	5 cm	20		
中心から	2	5 - 10	10cm	20	40	
上に測定	3	10-15	15cm	56	96	14cm前後密
	4	15-20	20cm	48	144	
	5	20-25	25cm	24	168	
	6	25-30	30cm	52	220	52以上(28~29cm非常に密で読めず)
	7	30-35	35cm	20	240	20前後
	8	35-40	40 c m	23	263	- Inte
	9	40-45	45cm	17	280	
	10	45-50	50cm	60	340	60以上(56~58非常に密で読めず)
	11	50-55	55cm	17	357	最後は2cm分
	12	55-60	60cm			

測定資料 № 27の株専西方向(EW60cmNS86cm)

断面の方向 EW	番号	中心から の距離	中心から の累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
	1	$0 - 5 \mathrm{cm}$	5 cm	19		
中心から	2	5 - 10	10cm	19	38	19以上
	3	10-15	15cm	26	64	
	4	15-20	20cm	33	97	
-	5	20-25	25cm	26	123	
	6	25-30	30 c m	31	154	31以上 (24~26cmまで密)

No.27の株南北方向

断面の方向 NS	番号	中心から の距離	中心から の累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
	1	$0 - 5 \mathrm{cm}$	5 cm	21		不明瞭だが粗
and the second second	2	5 - 10	10cm	16	37	不明瞭だが粗
中心から	3	10-15	15cm	25	62	
北に測定	4	15-20	20cm	22	84	
	5	20-25	25cm	22	106	
	6	25-30	30cm	40	146	26~28cm密
	7	30-35	35cm	40	186	82~34密
	8	35-40	40cm	31	217	
	9	40-45	45cm	38	255	38以上(41cm前後密)
	10	45-50	50cm		285+	広が開いていて測定できず.
	11	50-55	55cm	30		30以上

No 28の株面西方向(EW150cmNS150cm)

断面の方向 EW	番号	中心から の距離	中心から の累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
1.	1	$0 - 5 \mathrm{cm}$	5 cm	22		
中心から	2	5 - 10	10cm	18	40	18以上
東に測定	3	10-15	15cm	21	61	
	4	15-20	20cm	26	87	26以上
	5	20-25	25cm	58	145	
	6	25-30	30cm	42	187	
	7	30-35	35cm	47	234	
	8	35-40	40cm	30	264	
	9	40-45	45cm	40	304	40以上(穴があって測れず)
	10	45-50	50cm			
	11	50-55	55cm			

第1-2表 年輪幅と年輪数の測定値

No.28の株南北方向

断面の方向 NS	番号	中心から の距離	中心から の累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
	1	0 - 5 cm	5 cm	27		
中心から	2	5 - 10	10cm	28	55	
北に測定	3	10-15	15cm	33	88	
	4	15-20	20cm	20	108	20前後
	5	20-25	25cm	27	135	27前後
	6	25-30	30cm	13	148	13以上(穴があって測れず)
	7	30-35	35cm	32	180	32以上
	8	35-40	40cm	30	210	30以上
	9	40-45	45cm	27	237	
	10	45-50	50cm	17	254	17以上
	11	50-55	55cm	26	280	
	12	55-60	60cm	28	308	
	13	60-65	65cm	21	329	21以上

No.47の株東西方向(EW100cmNS150cm)

新面の方向 NS	番号	中心から の距離	中心からの累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
	1	$0 - 5 \mathrm{cm}$	5 cm	10		
中心から南	2	5 - 10	10cm			
に測るが充	3	10-15	15cm	23	33	
分に測れず	4	15-20	20cm	49	82	
	5	20-25	25cm	33	115	33以上
	6	25-30	30cm	42	157	
	7	30-35	35cm	35	192	
	8	35-40	40cm	35	227	35以上

No.47の株南北方向

断面の方向 NS	番号	中心からの距離	中心から の累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
an age of a second	1	0 - 5 cm	5 cm	26		
中心から	2	5 - 10	10cm	18	44	18以上(6~7,8~10cm非常に密)
化に測定	3	10-15	15cm	41	85	
	4	15-20	20cm	16	101	
	5	20-25	25cm	18	119	
	6	25-30	30cm	33	152	33以上(27~29非常に密)
	7	30-35	35cm	35	187	
	8	35-40	40cm	37	224	
	9	40-45	45cm	40	264	44~45密
	10	45-50	50cm	19	283	19以E

No.50の株東西方向(EW150cmNS150cm)

新面の方向 N 7 5 W	番号	中心からの距離	中心からの累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
	1	$0 - 5 \mathrm{cm}$	5cm	25	5	13cmまでは粗(2mm-5mm/年)
中心から	2	5 - 10	10cm	18	43	
西へ測定	3	10-15	15cm	27	70	
	4	15-20	20cm	65	135	17~21cmが非常に密65前後ある
	5	20-25	25cm	35	170	
	6	25-30	30cm	27	197	
	7	30-35	35cm	34	231	B1~32cmが少し密
	8	35-40	40cm	24	255	
	9	40-45	45cm	50	305	43~46cm密
	10	45-50	50cm	30	335	
	11	50-55	55cm	40	375	53~55cm密(腐食進)

No.50の株南北方向

断面の方向 NS	番号	中心からの距離	中心から の累積距離	年輪の数	年輪の数 累積数	備考
	1	$0 - 5 \mathrm{cm}$	5 cm	18	Contraction of the second	
中心から	2	5 - 10	10cm	11	29	5~13粗 (5~13mm/年)
北へ測定	3	10-15	15cm	14	43	
	4	15-20	20cm	16	59	
	5	20-25	25cm	22	81	
	6	25-30	30cm	70	151	24~29cm非常に密(26付近は読めないほど)
	7	30-35	35cm	46	197	
	8	35-40	40cm	33	230	
	9	40-45	45cm	16	246	
	10	45-50	50cm	42	288	42以上
	11	50-55	55cm	35	323	
	12	55-60	60cm	40	363	40以上



第1図 樹心からの年輪数の変化 (No 50 番の化石樹)

い形をしており,年輪数は300を超え,特に No. 50 では 370 に達する。他の3本は乾燥による亀 ①株の方位を確認し、東西方向で条件の良い部 裂、腐食による欠損、粘土の充填、年輪幅が極 端に狭い等によって一方向しか満足に測定出来 なかったが、それらも 300 前後の年輪数が確認 できた.

これらのことから,調査地域の比較的大型の 立木化石の樹齢は300~400年程度と推測でき る。一番良い条件で測定できた No. 50 の株につ いて5cmごとの本数の逆数を求め樹心からの 距離との関係を東西,南北とも同じグラフに表 した(第1図)、樹心付近では生長がよく、次第 に鈍っていること,極端に生長の悪い部分があ ること等が分かる.

3. 年輪幅の変化

調査方法

現場で年輪幅をルーペで測定するだけではせ いぜい1mm 程度の精度しか得られない。そこ で年輪の連続サンプルを切取り室内で測定する ことを考えた。5本のうち一番の条件のよい No. 50を選んで次のように切取り測定した.

- 分をカッターで切り取る。切り取った部分の 特徴をスケッチする、(木口面の年輪幅が測定 出来るように切り取るのが難しかったので図 2のスケッチに示すように柾目面の年輪幅を 測定することとした.また,再現性をみるた め同じ方向に2本のサンプルを採取した)
- ②切り取った連続サンプルをスライドガラスの 長さに合わせてさらに分割し、ボンドで張り 付ける.
- ③ボンドが透明になるまで自然乾燥させる。
- ④岩石薄片の鉱物組成をカウントする時に使用 するニコン製メカニカルステージにガラス側 を上にして固定し、0.2 mm 間隔で移動させ て年輪幅を測定する.

結果

①年輪幅測定值表

2本の連続サンプルのうち条件よく長く取れ たサンプルで測定した年輪は合計 321 本であ

琵博研報 1993 No.1



第2図 No. 50 の化石樹のスケッチおよび年輪計測した部分の概念図

る (第2表).

②測定値の処理

第2表の年輪データは経年的に連続した年輪 幅変動の例であり、これを年輪幅変動パター ンと言い、略して年輪パターンと呼ぶ.この No.50の年輪パターンを横軸に年輪形成年、 縦軸に年輪幅をとってグラフ化した年輪パ ターングラフが第3-1,2図である。第3-1図 は縦軸の年輪幅を等間隔で目盛ったグラフで あるが、細かな変化を見るため片対数グラフ を使用して年輪幅を記入したのが第3-2図で ある。グラフの年輪数が野外のそれより少な いのは、最外部が腐食して採取出来なかった からである。

第4-1 図は横軸を100年として詳細にした等 間隔目盛りで,第4-2 図はそれを片対数目盛 りのグラフである。グラフは1本の木の1方 向の年輪データしかなく,年輪そのものの変 形があるので詳細は言えないが第4-2 図の特 徴からは年輪幅に明瞭な広狭の変化が見られ る.変形による年輪幅の変化を取り除いたと しても,年輪番号 50~55 にかけて急激な変化 はこの木の生育環境に大きな変化があったと 考えられる.

3. まとめと今後の問題点

今回で明かになったことは次の3点である. 1. 愛知川化石樹における年輪数は、腐植な どによって一部数えられない部分もあるが肉眼 ないし、ルーペで測定することができる.

 測定した No. 13, 27, 28, 47, 50 の5本の 化石樹は,保存状態がよく,調査地点の中では 最大 1.5m に達する径の大きなもので,それら の年輪数は最大 375本(No. 50)最少 283本 (No. 47)である.木の年輪は樹根に近いほど多 くその樹齢に近くなる.調査した化石樹のうち No. 50以外は樹根が確認でき,樹恨から約 1.5m 前後の幹の年輪を測定している.したがっ て,正確には 1.5m 前後に成長して以後の樹齢 を測定したことになる.現生のスギやヒノキの

琵博研報 1993 No.1

第2表 No. 50 の化石樹の年輪幅測定値

博片	年輪	年輪幅	博片	年輪	年輪幅	博片	年輪	年輪幅	语片	年輪	年輪幅	同片	年輪	年輪幅
番号	醫号	mm	番号	番号	mm	番号	番号	mm	番号	番号	mm	凿号	置号	mm
1	1	4.2	5	66	0.2	6	131	1.6	9	196	1.2	12	259	1.6
1	2	1.6	5	67	0.4	6	132	2.0	9	197	1.6	12	260	1.2
1	3	7.0	5	68	0.2	6	133	2.0	9	198	1.6	12	261	0.8
1	4	1.4	5	69	0.2	6	134	1.2	9	199	1.2	12	262	0.6
1	5	1.2	5	70	0.2	6	135	0.8	9	200	1.8	12	263	0.4
1	6	1.6	5	71	0.4	6	136	1.2	9	201	1.2	12	264	0.4
1	7	1.6	5	72	0.4	7	137	1.2	9	202	1.2	12	265	0.8
1	8	1.6	5	73	0.4	7	138	1.2	9	203	0.6	12	266	1.0
1	9	1.8	5	74	0.6	7	139	1.6	9	204	0.4	12	267	0.4
1	10	0.4	5	75	0.6	7	140	1.6	9	205	0.2	1 2	268	0.8
1	11	2.4	5	76	0.4	7	141	2.0	9	206	0.2	12	269	0.4
2	12	3.4	5	77	0.4	7	142	3.2	9	207	0.2	12	270	0.4
2	13	3.2	5	78	0.6	7	143	3.6	9	208	0.8	12	271	0.4
2	14	2.2	5	79	0.4	7	144	5.2	9	209	1.2	12	272	0.4
2	15	2.6	5	80	0.6	7	145	1.6	9	210	0.8	12	273	0.2
2	16	2.8	5	81	0.6	7	146	2.0	9	211	0.6	12	274	0.2
2	17	2.0	5	82	1.2	7	147	5.0	9	212	1.2	12	275	0.2
2	18	1.8	5	83	1.4	7	148	3.2	9	213	0.8	12	276	0.8
2	19	1.4	5	84	1.0	7	149	1.6	9	214	1.0	12	277	0.8
2	20	1.8	5	85	1.0	7	150	1.6	9	215	0.8	12	278	1.0
2	21	2.0	6	86	0.2	7	151	1.6	9	216	0.8	12	279	1.0
2	22	1.6	6	87	0.2	8	152	0.8	9	217	1.2	12	280	1.0
2	23	2.2	6	88	0.4	8	153	1.2	9	218	1.4	12	281	1.0
2	24	1.4	6	89	0.4	8	154	0.4	9	219	1.6	13	282	0.8
2	25	2.0	6	90	0.4	8	155	1.0	9	220	1.2	13	283	1.4
3	26	2.6	6	91	0.4	8	156	1.2	10	221	1.6	13	284	1.0
3	27	3.2	6	92	1.0	8	157	1.6	10	222	1.2	13	285	0.4
3	28	3.6	6	93	0.8	8	158	2.0	10	223	1.8	13	286	1.2
3	29	3.8	6	94	0.6	8	159	1.8	ÎÕ	224	1.2	13	287	0.8
3	30	2.2	6	95	0.2	8	160	2.0	ÎÕ	225	1.2	13	288	0.8
3	31	2.4	6	96	0.2	8	161	1.0	ÎÕ	226	1.2	13	289	0.8
3	32	3.0	6	97	0.2	8	162	1.6	1 0	227	0.8	13	290	1.0
3	33	2.8	6	98	0.2	8	163	2 2	1 0	228	1 2	13	291	1.0
2	34	3.6	6	90	0.2	ă.	164	18	10	229	1 2	13	202	1 0
3	35	4 4	6	100	0.2	8	165	2 0	10	230	4 0	13	293	1 2
3	36	4 6	6	101	0.6	8	166	2.0	10	231	8.0	13	294	1 4
ŭ-	37	1.0	6	102	0.6	8	167	1 2	Îŏ	232	4.0	1 3	205	2 2
1 A	38	1 0	6	103	0.4	a	168	1 0	10	233	7 2	1 3	206	2 2
1 A	30	3.0	6	104	0.4	8	160	1.0	10	234	2 0	1 3	207	1 2
1	10	3.0	6	105	1 2	8	170	1.0		235	1.0	1 3	208	1 2
1	41	3.2	6	106	0.6	8	171	1 2	1 1	236	2 4	1 3	200	1.2
A	A2	3.2	6	107	0.0	8	172	2 0		230	2.4	13	300	1.0
1	13	1.6	6	108	0.0	8	173	1 2	1 1	238	1.6	1 3	301	1.0
1-	45	2.0	6	100	0.6	8	174	0.8	1 1	230	0.8	1 3	302	0.6
1-	44	2.0	6	110	1 6	8	175	0.0		240	0.0	1 3	302	0.0
1	45	4 0	6	111	1.0	8	178	0.0	1 1	241	1 2	11	304	0.4
5	47	3 4	6	112	1 2	8	177	1.6		242	0.6	1 1	305	1 0
5	48	2.6	6	113	1 0	8	178	1 4		243	0.4	1 1	306	1.0
5	10	3 2	6	114	0.6	q	170	1 4	111	244	1 2	14	307	1.0
5	50	2.6	6	115	0.0	ă-	180	0.6	1 1	245	0.8	1 1	308	1 2
5	51	2.0	6	116	0.0	g_	181	0.0		245	0.0	1 4	300	1.6
Ĕ-	52	2.0	6	117	0.0	a	182	0.0	1 1	240	1 0	1 4	310	1.0
5	52	1.0	6	110	0.0	a -	192	0.4		241	1.0	14	311	2.4
E	53	0.0	6	110	1 0	0	103	0.0	1 1	240	1.0	1 4	312	1.0
5	54	0.0	6	119	1.0	0	104	0.4	1 0	249	1.4	1 4	312	1.0
E-	50	0.4	6	120	0.4	0	100	0.0	1 4	250	24	14	313	1.4
2-	20	0.4	G	121	0.4	0	100	0.0	1 4	251	6.4	14	1 214	1.4
5	21	0.0	0	122	0.4	8	10/	0.0	12	252	1.4	14	310	1.0
5	20	0.0	0	123	0.4	9	100	0.0	12	253	1.0	14	310	1.4
2	- 29	1.0	0	124	0.4	9	109	1.4	12	204	1.0	14	1 311	0.0
S .	00	0.0	0	120	0.4	3	190	1.4	12	200	0.8	14	110	0.0
5	01	0.4	0	120	0.4	9	191	1.0	12	200	1.4	14	119	0.0
C C	02	0.4	0	12/	0.4	9	192	1.2	12	25/	1.0	1 4	1 320	0.4
C C	03	0.4	0	120	0.0	3	193	1.2	175	238	1.0	14	JZI	0.0
2-	04	0.0	0	129	0.0	8	194	0.0				玉で	牛輪帽	1.5
Ð	00	0.2	0	130	1.0	9	1 195	0.0						







琵博研報 1993 No.1



琵博研報 1993 No.1

54

測定からすると、今回の化石樹の年輪数と樹齢 には何十年もの開きは無いものと考えられる. No. 50 については川底に頭を出しているだけ で樹根は確認出来ていないが E 層に根を張っ ている可能性が強い。そうだとすると年輪測定 部分は根から約 1m 程度となり、他の化石樹と 大差はない。以上のことから、今回測定した化 石樹の樹齢はおよそ 300 年から 400 年程度と推 定される。

3. いずれの年輪についても,その幅は明ら かに疎や密をくり返す規則的あるいは不規則な 変化が認められる.特に,No.50の顕微鏡観察 による年輪パターンからは年輪幅の明瞭な変化 が認められる.

今後の問題点としては次の3点が考えられる.

1. 年輪幅の変形

従来確立されてきた年輪年代学との大きな違いは対象とする樹木が長い年月相当厚い地層に 覆われていることににある.このことは、樹木 の組織に大きな変化をもたらせることになる. 特に年輪幅研究に関しては年輪の変形が決定的 な影響をおよぼす.今回の測定値も変形を考慮 に入れるとかなり違ってくるはずである.変形 する以前の状態を推定し補正する必要がある.

2. サンプルの採取

化石の場合は年輪が樹心から樹皮までそろっ ていて、年輪幅を連続的に測定出来る条件のそ ろったものが少ない。したがって、条件の悪い 試料であっても何らかの工夫をしないと、統計 的処理が不可欠な年輪年代学にとっては致命的 な障害となる。

3. 指標年輪部の検討

No. 50 に見られる急激な年輪幅の変化は年 輪年代学における指標年輪部のように意味づけ られることが出来るか検討が必要である.

文 献

光谷拓実・田中 琢, 1986, 古年輪学研究(1), 京都大学 防災研究所年報, 第29号, B-2, 95-108



愛知川化石林にともなう植物化石

山川千代美1)

Fossil Plants obtained from the Petrified Forest in the Echi River, Shiga Prefecture

Chiyomi Yamakawa

1. まえがき

愛知川化石林を産出する日野丘陵地域では, これまでに蓮華寺化石林層(雨森ほか,1979) として化石林の存在が確認されていたが,化石 林の構成種についてはほとんど研究されていな い。今回の調査では,愛知川化石林の構成種を 明らかにするため,化石林の周囲の地層から多 数産出する葉や球果・種子などの大型植物化石 の採集を行なった。

化石林の周囲の地層は,有機物を多く含んだ 砂泥互層であり,その岩層から6層(A~F層) の地層に区分される.化石林の層準は少なくと も,A・B・C・D層と4層準以上が確認され, それぞれ時間的に異なった林が存在していたの ではないかと予想された.

本研究では、構成種の変遷を検討するため、 層準別に大型植物化石の採集・同定を行ない、 これらの結果を樹種鑑定及び花粉分析結果と照 合して、化石林の構成種の推定とそれらの構成 種から考えられる林の生態や生存環境を推定し た.

2. 試料および検出方法

大型植物化石の採集・検出方法としては,洗

Lake Biwa Museum Project Office, Shiga Prefecture Board of Education い出し法で行なった. 試料は, 化石林の周囲の 地層(A~E層)で有機物が比較的密集している 箇所1~2地点から, ブロック状に数 kg を採取 した.採集地点は第1図に示す.(A層:ENPf-1, B層:ENPf-2, -3, C層:ENPf-4, -5, D 層:ENPf-6, E層:ENPf-7).

試料の処理は、水酸化ナトリウム 5%前後の 水溶液に2日間浸漬し,酸を加えて中和した後, 篩(16メッシュ)を用いて水洗を行った。篩に 残った1/4 mm 以上の有機物の中から,実体顕 微鏡下で種子等の植物化石の検出,同定を行 なった.

3. 産出化石

[産出状況] 調査地域内でみられる植物化 石は、葉や枝、球果・種子など様々な形態で産 出しており、肉眼で容易に確認することができ る。それらは、大型の化石樹が集中している地 域の地層部に比較的多く含まれ、特にシルト層 内では、厚さ数 mm~数 cm の植物片が局地的 に密集する部分に多い。そのほか調査地域内の 砂~シルト層内にも散在している。

植物片が密集する部分では、針葉樹の葉化石 が圧倒的に多く、針葉樹の球果や広葉樹の種子、 草本類の種子が混在して産出している。それに 対して、砂~シルト層では針葉樹と広葉樹の球 果が目だつ。

層準別による主な特徴は、E層は落葉広葉樹 の葉が比較的多く、保存状態がよい.C層は、草

 > 滋賀県教育委員会事務局(仮称)琵琶湖博物館開設
 準備室



(0)

4

ENPf-4

ж.

琵博研報 1993 No.1

/

第1図 愛知川産化石林に伴う植物化石の試料採集地点

58

本類の葉や根と思われる植物片が多く含まれ, 他層と比較して材片が少ない.

植物化石の産出状態としては,種子や球果が 完全体の状態で産出し,また,針葉樹の葉化石 の場合,枝状の形態を残している.これらは, 堆積した後地層中にて圧縮され変形している が,保存状態は良い.

[産出化石種] 調査地域内に産出する大型 植物化石種とその産出層準は,表1に示すとお りである(同時に化石の産出形態と絶滅種も示 す).

今回, 採集・同定できた化石は, 針葉樹が 3 科 6 属 6 種, 広葉樹が 10 科 10 属 11 種あり, 草本 類の 11 科 13 属 15 種を含め, 全体で 24 科 29 属 32 種であった. そのうち, Hemiptelea miki, Pterocarya stenoptera など絶滅種 6 種を含む.

産出頻度としては,針葉樹のスギ科の Metasequoia, Glyptostrobus とヒノキ科の Chamaecyparia が全層から産出し、マツ科の Tsuga, Abies が D·E 層から確認された. 広葉 落葉樹では、カバノキ科の Alnus が全般的に産 出し、それに次いで、クルミ科の Pterocarya が A·B層から、カエデ科の Styrax が B~E層に かけて確認された。そのほか、ミズキ科の Cornus やマンサク科の Hamamelis, マメ科の Wisteria などは B 層あるいは E 層でのみ検出 された、草本類では、タデ科の Polygonum やキ ンポウケ科の Ranunculus, スケ科の Carex, Cyperus が各層通して産出し、ミクリ科の Sparganium やシソ科の Oxalis などをはじめ とするほとんどの草本類が, B層から産出して いる.

そのほか, Menyanthes と Sapium sebiferum が A 層から確認され, また化石として産出が珍 しいキク科の種子が B 層から, 苔類が D 層から 検出された.

4. 化石林

[化石林の構成種] 大型植物化石の結果では, A~E 層の産出化石種は共通した種が半数

以上あり、大きな相違は見られない(第1表). このことから、当時化石林周辺地域の植生は、 大きな移り変わりはなかったといえる.

化石林の構成種については、樹種鑑定(伊東, 1993) および花粉分析(水谷,1993)の結果と 照合し、検討を行なった(第2表).大型植物化 石種と樹種・花粉分析のデータはほぼ一致して いる.

さらに主要構成種を検討するにあたり,化石 の産出形態やその状態,頻度,堆積環境さらに 生存環境などの要因を考慮した.例えば,今回 E層では一地点から Metasequoia の球果のみが 密集して産出していることから,Metasequoia は現地性の可能性が高い.堆積状況では,含炭 質物砂層(B・D層)では,流水のある環境で堆 積したと考えられるため,現地性に加え周辺地 域から運搬された植物遺体を多く含む.有機質 シルト層(A・C・E層)は,堆積時に流水の影 響が少ない現地性の要素が強い.産出化石種の 生育地の特徴では,山地性と湿地性の2つの傾 向を示している.

以上のことから, 化石林の構成は, スギ科の Metasequoia, Glyptostrobus, ヒノキ科の Chamaecyparia といった大型針葉樹と広葉落 葉樹の Alnus を中心とした Fraxinus や Styrax を含む混合林と推定される. さらに, その化石 林の後背に, 針葉樹マツ科の Tsuga, Abies や落 葉広葉樹 Pterocarya, Hamamelis, Cornus など が存在していたと思われる.

これらの構成種がもつ形態的・生態的特徴を 表3に示す. 化石林の構造としては, 高木の Metasequoia, Chamaecyparia の針葉樹と落葉 広葉樹の Alnus, Fraxinus が茂り, Glyptostrobus や Styrax などの亜高木があり, 低木とし て Rubus や Wisteria が存在したと思われる. また, 林の低地には, Carex, Scirpus, Cyperus や Ranuncalus, Polygonum といった草本が生 えていた光景が想定される.

[化石林周辺の古環境] 当時の林の周辺の 環境としては,産出化石種の生態的特徴から,

第1表 層準別産出植物化石表

SPECIES	A層 (ENPf-1)	B (ENPf-2)	層 (ENPf-3)	C層 (ENPf-4)	D (ENPf-5)	層 (ENPf-6)	E 層 (ENPf-7)
Taxodiaceae * Seauoia sp 2	BI						
* Metaseauoia disticha	1.0	1.5	L Sh S	S	L	I S Sh Bl	L S Sh Bl
* Glyptostrobus sp.	BI	Cs	BI		BI	Cs,Bl	Cs,Bl
Cupressaceae Chamaecyparia pisifera	L	L	L,C	L	L	L	С
Pinaceae Tsuga sp.			- L		L	L	L
Abies sp.					L	L	L
Ulmaceae * Hemiptelea miki					S	s	
Betulaceae Alnus japonica		C,S	A		A		С
Alnus sp.	S,Cs,A			C,A			
Juglandaceae * Pterocarya stenoptera	s		S				
Hamamelidaceae Hamamelis sp.			S				
* Cornaceae * Cornus microcarpa			S				
Styracaceae Styrax sp.			S				S
Euphorbiaceae Sapium sebiferum	s						
Magnoliaceae Magnolia sp. ?							S
Leguminosae Wisteria sp.							L
Aceraceae Acer sp.	x		S			S	S
Rosaceae Rubus sp.			S				
Polygonaceae Polygonaceae		s	S	S		s	S
Ranunculaceae	e	6		0		9	
Cyperaceae	s	5	s	5		5	
Carex sp. A	8		8	c		0	
Carex sp. B	\$		s	S			с с
Scirpus sp.	s			S			
Cyperus sp.	S	S				S	S
Gramineae gen. et sp.				Ĺ			
Sparganiaceae Sparganium sp.			S				
Oxalidaceae Oxalis sp.			S				
Labiatae Perilla Sp.			S				
Menyanthaceae Menyanthes trifoliata	s						
Compositae gen. et sp.	920	S					
Alismataceae Sagittaria sp.		s					

L: Leaf C: Corn Cs: Corn seale S: Seed Sh: Shoot A: Axis BI: Branch with leaf * 絶滅種



琵博研報 1993 No.1 61

+0

.

材化石

0

Growth	Evergreen	Deciduous
Trees	Chamaecyparia pisifera Tsuga sp. Abies sp.	Metasequoia disticha Alnus japonica Pterocarya stenoptera Hemiptelea miki
Shrubs and Small trees		Glyptostrobus sp. Styrax sp. Hamamelis sp. Cornus microcarpa Sapium sebiferum
Small trees		<i>Rubus</i> sp. <i>Acer</i> sp.
Vines		<i>Wisteria</i> sp.
• Herbs	多年 Carex sp. A Scirpus sp. Carex sp. B Cyperus sp. Carex sp. C Ranunculus sp Oxalis sp. Gramineae ger Sparganium sp. Sagittaria sp. Menyanthes trifoliata	1年 <i>Polygonum</i> sp. <i>Perilla</i> sp. . Compositae gen. et sp. n. et sp.

第3表 化石林構成種の形態的・生態的特徴

水辺に生育しやすい植物が多く産出しており, 湿地帯のような環境が推定される.

また,植物化石と同時にガの幼虫のフン化石 も検出されており,昆虫化石の産出とあわせて, 昆虫が当時林周辺に生息していたことがうかが える.

化石林の変遷としては、多少の構成種の変化 を伴いながら、針葉樹のスギ科・ヒノキ科と落 葉広葉樹のハンノキなどによる混合林が、埋没 と形態を繰り返しながら林を維持していたと考 えられる.このことは、少なくとも大型樹林が 形成されるような安定した極相が続いていたこ とを示しており、当時化石林周辺地域の地形・ 気候は急激かつ大規模に変動しなかったと思われる.

古気候としては,指標種である亜熱帯要素の Sapium sebiferum と 冷 温 帯 要 素 の Menyanthes Trifoliata (百原, 1989) が,同層 準 (A 層) から産出しているが,その他の構成 種の特徴では,温帯〜暖温帯に分布するものが 多い.また, Menyanthes Trifoliata は,暖温帯 に隔離分布することもあることから,温帯な気 候だったのでないかと推測される.

5. 考 察

これまでの研究によると,古琵琶湖層群の植

琵博研報 1993 No.1

物化石は、上野累層から蒲生累層までは、第三 紀の植物群の遺存種を含むメタセコイヤ植物群 (市原, 1960)に属する種が中心であり、草津累 層以降には、メタセコイヤの消滅と Pinus Koraiensis など寒冷型の第四紀植物群が出現する ようになると考えられている(市原ほか, 1988). 今回産出した化石林の層準は、古琵琶湖層群の 蒲生累層最上部に当たり、蒲生累層上部はメタ セコイヤ植物群繁栄期から消滅期への移行期と されている(古琵琶湖団体研究グループ, 1983).

愛知川の化石林の構成種は、メタセコイヤ植物群に属する種が数種含まれるが、Ginko biloba, Pseudolarix kaempferi, Juglans cinerea var., Picea koribai, Liquidambar formosana な どは産出していない.また、同層準である木口 丘陵、瀬田・石部地域から産出している Pseudotsuga subrotunda, cunninghamia, Fagus cf microcarpa, Picea, thunbergii など は、愛知川化石林からは確認できなかった(古 琵琶湖団体研究グループ, 1983).

今回産出した植物化石のうち注目されるの は, Menyanthes が古琵琶湖層群では初めて針 葉樹の Metasequoia や Glyptostrobus と同時に 確認されたことである。また, Menyanthes の出 現期は, オルドバイ事件に相当する年代まで下 がる可能性がある.

これまでに, 滋賀県内で愛知川化石林に類似 した化石林が, 野洲川河床や日野川支流の佐久 良川河床から発見されており, いずれも古琵琶 湖層群蒲生累層上部の層準にあたる(横山ほか, 1979). この時代,それぞれ地域性のある森林構 成をもった大型針葉樹と落葉広葉樹の混合林が 繁茂する環境が,現在の湖東丘陵地域に広がっ ていたと推定される.

最後に、今回の大型植物化石の同定をを行な うにあたり、千代田女子短期大学の粉川昭平教 授にご指導いただいた.また、試料の処理及び 化石保存については、滋賀県文化財保護協会の 中川正人技師にご援助いただいた.心から御礼 を申し上げます.

文 献

- 古琵琶湖団体研究グループ,1977.水口丘陵西部の古琵 琶湖層群.地球科学,31,124-126.
- 古琵琶湖団体研究グループ,1981. 瀬田・石部地域の古 琵琶湖層群.地球科学,35,35-36.
- 古琵琶湖団体研究グループ,1983.水口丘陵・瀬田〜石 部地域の古琵琶湖層群,地団研専報,25,67-77.
- 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・吉川周作・亀井節夫・那須孝悌, 1988. 近畿 地方の第四紀層の層序区分. 地質学論集, 30, 111-125.
- 伊東隆夫, 1993. 愛知川化石林の樹種. 琵博研報, 1, 33-45.
- 水谷陸彦, 1993. 愛知川化石林にともなう花粉化石. 琵 博研報, 1, 67-73
- 百原 新,1989.第三紀から第四紀への植物相の変遷と 植物群の絶滅過程、大阪市立大博論、36-56.
- 横山卓雄・松岡長一郎・田村幹夫・雨森 清, 1979. 古 琵琶湖層群. 滋賀県の自然, 330 p

- 図 版
- Fig. 1-5 Glyptostrobus sp. (1. 2 : Leaf, 3 a, b : Corn, 4. 5 : Corn seale)×1
- Fig. 6-8 Metasequoia disticha (6 a. b : Corn, 7. 8 : Corn)×1
- Fig. 9 Chamaecyparia pisifera (Leaf)×3
- Fig. 10.11 Alnus japonica (Corn)×1
- Fig. 12 Pterocarya stenoptera (Seed)×5
- Fig. 13 Hemiptelea miki (Seed)×10
- Fig. 14 Sapium sebiferum (Seed)×5
- Fig. 15 Styrax sp. (Seed)×3
- Fig. 16 Acer sp. (Seed)×3
- Fig. 17 Perilla sp. (Seed)×10
- Fig. 18 Hamamelis sp. (Seed)×7
- Fig. 19 Carex sp. B (Seed)×10
- Fig. 20 Carex sp. A (Seed)×10
- Fig. 21 Compositae gen. et sp. (Seed)×3
- Fig. 22 Sparganium sp. (Seed)×10
- Fig. 23 Polygonum sp. (Seed)×7

\$





























琵博研報 1993 No.1



愛知川化石林にともなう花粉化石

水谷 陸彦1)

Fossil Pollen from the Petrified Forest in the Echi River, Shiga Prefecture

Atsuhiko Mizutani

1. はじめに

化石林が産出した地層および周辺地域に露出 する同時期の地層の花粉分析を行い,含まれる 花粉化石群集より,その化石林が成育していた 当時の化石林周辺の古植生・古気候を推定した.

2. 分析した層準

試料を採取した地点を第1図に示した. ENP-1,3,4,5,9,は化石林が産出している地 点よりやや下流で,化石林の産出している層準 よりも下位の地層が露出している愛知川左岸の 河崖部で採取した。その採取地点を第1図の柱 状図に示した。ENP-1は砂層中のシルト質の 部分から,ENP-3は火山灰層の直上に位置す るやや有機質なシルト層から,ENP-4は植物 片が密集した地層の直下で青灰色な泥層から, ENP-5は植物片が密集した地層中やや植物片 が少なくなりシルト質になったところから, ENP-9は植物片が密集した地層の直下で有機 質で暗褐色のシルト層から,各々の試料を採取 した.

ENP-11, 16, 17, 18 は化石林が産出している 河床部から採取した。ENP-11 は化石林の株の 下で毬果が密集していた黒色の泥層から採取し た. ENP-16 と ENP-17 は今回対象とした地層

¹⁾ 総合科学株式会社調査部 Soh-goh Kagaku Inc. 中最も上位の植物片が密集する A 層の少し下 位で,前者は砂質なシルト層 (B_2)から後者は 泥層 (B_1)から採取した. ENP-18 は ENP-11 とほぼ同じ層準で暗褐色の泥層から採取した. また ENP-13 は愛知川より北に約 2.7 km 離れ た峠で愛知川に露出している火山灰層と同じ中 火山灰層の直下,黄褐色のシルト層より採取し た.

3. 分析方法

分析方法は野尻湖花粉グループ(1984)に従い、試料は次の過程で処理し、プレパラートを 作成した。

①試料調整(野外でブロック状に採取した試料の表面を室内で削り取る),②湿潤重量を秤量し、10%水酸化カリウム水溶液で処理(室温,2~3日),③ガラス棒で試料を泥化,④傾斜法により粘土鉱物除去,⑤砂抜き,⑥蒸発皿処理,
⑦重液(塩化亜鉛)による分離(800 r.p.m で15分間,その後2000 r.p.m で10分間遠心分離),
⑧フッ化水素酸処理(室温で1昼夜),⑨アセトリシス処理(1分間湯煎),⑩グリセリンジェリーで封入,⑪ネイル・エナメルで密封.

4. データの集計と分析結果

花粉化石の同定はニコンオプチフォト型生物 顕微鏡 400 倍(接眼 10 倍×対物 40 倍)の鏡下 で行い,木本花粉の総数が 250 個を越えるまで メカニカルステージを用いて計数した.その過


第1図 試料採取地点



琵博研法 1993 No.1

69

第1表 産出頻度の低い花粉化石

M

*:総花粉数が少ないために統計処理ができなかったタクサ

	Larix カラマツ属	Salix ヤナギ既	Ayrica ヤマモモ属	Belula カバノキ属	Corylus ハシバミ属	Castanopsis シイノキ属	Cellis-Aphananthe エノキ属・ムクノ	11ex モチノキ属	Acer 力工デ属	Tillia シナノキ属	Ligustrua イボタノキ属	Lonicera スイカズラ属	Chenopodiaceae アカザ科	Umbelliferae 七기科	Cichorioideae タンボボ亜科	Iypha ガマ属	Cyperaceae カヤツリグサ科	Pteridophytes シダ胞子
ENP-17	0.4		••	0.4	0.4			••	0.4		••	**	0.4	0.4	0.4		0.4	59.4
ENP-16	••	0.4		1.1	0.8	0.4	0.4			•••	0.4			0.8	0.8	0.4	1.1	23.9
ENP-11			0.3	1.7	0.3	0.3			0.3	0.7		0.7	••					22.7
ENP-18	••			•••	1.5	0.7		0.4			0.4	0.4		••		0.4	+	22.3
ENP- 9	••		••	1.4	0.9	+		0.2	0.9	+	0.5	0.2		0.2		0.2	0.9	31.6
ENP- 5	0.7		••				••		0.4	+		0.4	0.4		2.1		0.4	35.0
ENP- 3		0.3	••	••	••	••	••	0.3		••	••		••	••		0.6	0.6	17.5
ENP- 1	•••				*	••	••							•••				*

程で伴出する草本花粉およびシダ植物の胞子に ついても計数した。出現率の計算は、木本およ び草本に属するタクサについては木本花粉の総 数を基数とし, 胞子については花粉と胞子の総 数を基数として行った.

分析処理をした試料は10サンプルだが,花粉 化石が認められたのは8サンプルであった。た だし試料 ENP-1 は計数をした木本の花粉化石 が50個以下と非常に少なく、他の試料と統計学 的に同等には扱えなかった.

試料を全体的にみると胞子の出現率が15 ~20%とやや高く、木本花粉は60~70%、草本 花粉は5~10%の出現率である.

下部の ENP-3 と5 でマツ属 (Pinus) が多く、 トウヒ属 (Picea)、クルミ属-サワグルミ属 (Juglans-Pterocarya), ブナ属(Fagus), コナラ 亜属 (Quercus(Lepidobalanus)), ニレ属-ケヤ キ属 (Ulmus-Zelkova) などが伴って産出して いる. 中部のENP-9, 11, 18ではツガ属 (Tsuga),スギ属-セコイア属 (Crypotomeria-Sequoia)、メタセコイア属-スイショウ属 (Metasequoia-Glyptostrobus), ハンノキ属 (Alnus) が優占し、クマシデ属 (Carpinus) な

ども産出している.しかし、下部でみられたマ ツ属、トウヒ属、コナラ亜属などは減少し低率 となり、クルミ属-サワグルミ属、ブナ属などは ほとんど見られなくなる.また,1%未満ではあ るがフウ属(Liquidamber)が産出している上部 の ENP-16.17 は中部同様スギ属-セコイア属. メタセコイア属-スイショウ属,ハンノキ属など が多く、ヒノキ科 (Cupressaceae) を伴ってク ルミ属-サワグルミ属、ブナ属、コナラ亜属、ニ レ属-ケヤキ属が少し増加する.

また草本花粉ではイネ科 (Gramineae) とキ ク亜科 (Carduoideae) がほぼ連続して産出し、 サナエタデ節-ウナギツカミ節 (Persicaria-Echinocauron)がENP-11で13.4%の高い出 現率を示した後、3~4%の安定した出現率を 保っている.

5. 古植生・古環境の復元

冷温帯落葉広葉樹のクルミ属-サワグルミ属, ブナ属などを伴ってマツ属,トウヒ属,ツガ属, スギ科 (Taxodeaceae) などの針葉樹が産出し ていることから,全体の古植生は冷温帯から中 間温帯の針広混淆林で年降水量はやや多かった

琵博研法 1993 No.1

と考えられる.

下部ではトウヒ属や冷温帯落葉広葉樹のクル ミ属-サワグルミ属、ブナ属、コナラ亜属などを 伴ってマツ属特に五葉マツ類(*Haploxylon*)が 多く、中部から上部にかけては、マツ属、トウ ヒ属が減少する代わりにツガ属、スギ科そして ハンノキ属が増加し高率となり、ブナ属やニレ 属-ケヤキ属などの冷温帯要素は中部で減少し 上部で再び増加している.

これらのことから下部の冷温帯でマツ属やト ウヒ属などの針葉樹とプナ属、コナラ亜属、ニ レ属ーケヤキ属などの落葉広葉樹の針広混淆林 から、中部の落葉広葉樹が少し混じる冷温帯か ら中間温帯のツガ属、スギ科などが優占する針 葉樹林、そして上部のツガ属、スギ科、冷温帯 落葉広葉樹の冷温帯針広混淆林へと移り変わっ ていったと考えられる。また、年降水量は下部 に比べて中部から上部の方がやや多かったと考 えられる。

愛知川化石林の花粉化石群集はフウ属(Li-

quidambar)がほんのわずか産出するもののヌ マミズキ属(Nyssa),ペカン属(Carya)が見 られないことから,島倉(1966)によってたてら れた花粉層序の「Liquidambar は含むも Carya, Nyssaの存在は明らかでない(甲賀累 層)から「Carya-Liquidambar-Nyssaが認めら れない(堅田累層)」への移行期にあたると考え られる.そして中火山灰層を狭在することから 池ノ脇寒冷期(那須,1971)よりも上位に対比 でき,愛知川化石林が形成されたのは池ノ脇寒 冷期の寒さがやや和らいだ時期だと考えられ る.

文 献

- 島倉已三郎,(1966)本邦新生代層の花粉層序学的研究 IX,古琵琶湖層群.奈良学芸大紀要(自然),14,25-39.
- 那須孝悌 (1971) 古琵琶湖層の Pediastrum (緑藻) およ び花粉分析, 第四紀, no. 16, 88-92.
- 野尻湖花粉グループ(1984)野尻湖層および貫ノ木層の 花粉化石群集.地団研専報, 27, 83-106.

図版の説明

- 1 Pinus (Haploxylon)
- 1' Pinus (Haploxylon)
- 2 Picea
- 3 Tsuga4 Abies
- 5 Cryptomeria 6 Metasequoia
- 7 Cunninnghamia 8 Alnus
- 9 Juglans-Pterocarya
- 10 Carpinus
- 11 Perisicaria-Echinocaulon

\$



琵博研法 1993 No.1

73



愛知川化石林にともなう珪藻化石

宮川 勝¹⁾,藤田 剛²⁾,渡辺 勇³⁾

Fossil Diatoms obtained from the Petrified Forest in the Echi River, Shiga Prefecture

Masaru Miyagawa¹⁾, Tsuyoshi Fujita²⁾ and Isamu Watanabe³⁾

1. まえがき

滋賀県神崎郡永源寺町山上地先の愛知川河床 で発見された化石林の当時の古環境を推定する 目的の一環として,珪藻化石の分析を行ったの でここに報告する.

珪藻の種は,塩素量,pH,流水,止水などに よって住わけを行っている.このことから,化 石で得られた群集組成を解析することによっ て,当時の水域の状態を推定することのできる 重要な化石である.

2. 試料及び分析方法

珪藻化石の試料は、花粉化石ならびに植物化 石の分析用に採集した河床部およびその下流の 崖からの試料と共通な17試料を使用した.その 位置は花粉化石および植物化石に示したのでこ こでは省略する。その層準は第1表に示す。

試料の処理・検鏡は、種の同定とあわせて1 mg 中の殻含有数を求めることも考えて、野尻 湖珪藻グループ(1980)の方法に従った.その 要点は次のとおりである.

①試料を70°Cで乾燥し,2gを計量する. ②これに過酸化水素水(30%)30mlを加え

- ¹⁾長野県飯山南高等学校 Iiyamaminami High School
- ²⁾新潟県三島郡和島村桐島小学校 Kirishima Elementary School
- ³⁾新潟県柏崎市北条北小学校 Kitajo-kita Elementary School

て約5分間加熱して沸とうさせ、試料の泥化と 有機物の分解・漂白をおこなう.しばらく放置 してから上澄み液をすてる.次に蒸留水を加え てかく拌(水洗い)する.この操作を3回繰り 返す.

③水洗いした試料に蒸留水を加えてゆっくり かく拌して懸濁させ、粗粒物以外を取り出す. この操作を3回繰り返す.

④こうして得られた試料に蒸留水を加えて 200 ml にして,一様な懸濁液をつくる.そのう ち 2 ml をとり試験管に移して蒸留水を加えて 20 ml とする.さらにそのうちの 1 ml をとりカ バーグラス上に一様に広げて(1 枚のカバーグ ラスに 1 mg がのる)おだやかに乾燥させる.そ れをプレウラックスで封入する.1 試料につい て 10 枚のプレパラートを作成する.

⑤検鏡は10×100の倍率で行なう.メカニカ ルステージの操作線にそって移動させながら, 1 試料について200個に達するまで同定する. また,50視野中の殻数を数え,それに面積比を 乗じて,1mg中の殻含有数を求める.しかし, 今回の分析では,予備検鏡で珪藻殻が検出され なかったので,プレパラートの全面にわたって 検鏡した.したがって,1枚のプレパラートから 検出された殻数は,試料1mg中の殻含有数と なる.

3. 検 鏡 結 果

どの試料からも,ほとんど珪藻殻は検出され

試料番号	層 準	採集位置	試料番号	層 準	採集位置
ENP-1		河崖部	ENPf-1	A 層	河床部
- 3		河崖部	-2	B 層	河床部
- 4		河崖部	-3	C層	河床部
- 5		河崖部	-4	D 層	河床部
- 9		河崖部	-5	E層	河床部
-11		河床部	-6	F層	河床部
-13		河床部	-7	E 層	河床部
-16		河床部			
-17		河床部			
-18		河床部			

珪藻化石に使用した試料とその層準

なかった.

ENP-4, 5, 11, 16, 18, ENPf-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 の試料からはまったく珪藻殻は検出されなかっ たし,破片も検出されなかった。ENP-1, 3, 9, 13, 17 からは,試料 1 mg 中 1~3 個の珪藻殻が 検出されただけである。検出された種は Amphora ovalis, Eunotia pectinalis, Gomphonema acuminatum var. coronata, Navicula cryptcephala, N. pusilla, Pinnularia maior, Rhopalodia gibberula, Synedra ulna で, いず れも淡水生種である.

4. 考察

珪藻化石がほとんど検出されないため、化石 珪藻から古環境を論ずることは困難である.た だし、珪藻殻が検出されないことについて、次 のような推測をすることができる.

青灰色〜暗灰色の細粒な粘土層の地層には多 くの珪藻殻が含まれている例が多いが、ほとん ど含まれない場合もある。洪水等によって河川 が氾濫し、それまで陸地であったところに短時 間のうちに数10 cm の暗灰色の粘土やシルト が堆積することがある.こうした堆積物をてい ねいに検鏡しても珪藻殻はほとんど検出されな い.一時的にしかも短時間のうちに多量に堆積 した堆積物では珪藻殻はほとんど含まれない. また,春に水を貯めて秋には水を払ってしまう ようなため池の底の堆積物中には珪藻殻が含ま れるが,数は少ない.おそらく,水を払うこと によって,死骸となって堆積した珪藻殻が洗い 流されてしまうからであろう.これに対して, 水がいつも満たされ安定している湖沼等の堆積 物中には,珪藻殻が多量に含まれている.安定 した水域では,珪藻の死骸はどこにも流されず に堆積するためと考えられる.

今回分析した試料は多くの珪藻殻を含むよう に見受けられる堆積物であるが、珪藻殻はほと んど検出されない.それは、上記のように、短 期間のうちに急激に堆積したか、あるいは不安 定な水域で堆積したためと考えられる.

文 献

野尻湖珪藻グループ,1980,野尻湖層の珪藻遺骸群集, 地質学論集、19,73-100.

愛知川化石林にともなう昆虫化石

富永 修1)・昆虫化石研究グループ2)

Fossil Insects obtained from the Petrified Forest Site in the Echi River, Shiga Prefecture.

Osamu Tominaga and Insect Fossil Research Group

1. まえがき

滋賀県神崎郡永源寺町山上地先の愛知川河床 から発見された化石林の調査中,2点の昆虫化 石が発見された.古琵琶湖層群からは,現在ま で昆虫化石は報告されておらず,今回の報告が 最初の報告となる.

昆虫化石は、当時の気候や周辺の植生などを 示唆する重要な化石である。このため、ここで は、産出した2点の昆虫化石について記載し、 当時の環境を推定した。

昆虫化石の採集位置は,第1図に示した.産 出層準は,2標本ともにB層(中火山灰層の約 9m上位の層準)である。

2. 記載と同定

 オオミズクサハムシ亜属 Plateumaris の1 種?(アキミズクサハムシP. akiensis Tominaga et Katsura?)[ハムシ科 Chrysomelidae](第2図, 左)

両上翅と前胸背板(他の体節が埋没している 可能性あり)。同一ブロックの別の位置に,同種 のものと思われる上翅片と印刻・位置不明の体 節片がある。

上翅:黒褐色で僅かに銅色光沢がある.長さ 4.5mm,幅 1.6 mm. 10 本の点刻列と会合部小点 刻列があり,間室は滑かで微細点刻を装う.上 端会合部の反転が幅広く, 翅端は丸く, 第1間 室には明瞭な横皺がないことから, ネクイハム シ亜科のオオミズクサハムシ属である。第1間 室にはほとんど横皺がなく, 点刻にともなう横 皺が間室を完全に横断することは少ないことか ら、オオミズクサハムシ亜属と考えられる。本 亜属には本州〜北海道にかけて分布する3種4 亜種があり、大きさおよび点刻にともなう横皺 が明瞭であることから,オオミズクサハムシの 西日本亜種群の内で,最も西域の兵庫県~岡山 県に分布するチュウゴクオオミズクサハムシ か, さらに西方の広島県に分布するアキミズク サハムシのいずれかに同定され,大きさからは アキミズクサハムシの可能性が高い.

上翅の長さ() 内平均値

	チュウゴクオオミズクサハムシ (岡山県産)	アキミズクサハムシ (広島県産)	化 石 (滋賀県)
37	4.4~5.3 (4.9)mm	3.0~4.8 (4.3)mm	21 5
Ŷ	4.6~6.3 (5.5)mm	4.2~5.0 (4.6)mm	:4.9mm

前胸背:左側面が露出しており,側方から圧さ れた形で,背側は中央縦溝付近で破断し,折れ 曲がっている.背面には点刻を散布するのみで,

¹⁾ 昆虫化石研究グループ,大阪府立寝屋川保健所 Insect Fossil Research Group, C/O Osamu Tominaga, Yoshishin 3-6-26, Heguri-cho, Ikoma -gun, Nara Pref., 636 Japan

²⁾ 奈良県生駒郡平群町吉新 3-6-26, 冨永 修 気付 宮武頼夫(大阪市立自然史博物館) 桂 孝次郎(大阪市西区江戸掘 1-10-25) 金沢 至(大阪市立自然史博物館)



第2図 左:アキミズクサハムシ (*Plateumaris akiensis*)?の左右上翅と前胸背 右:ヌレチゴミムシ亜科 (Patrobinae) の1種の右上翅

前方隆起は明瞭,後方隆起は認められない.前 方隆起周辺には粗大点刻を散布し,淡緑青色光 沢を帯びる.亜基部襟帯は上翅の下に埋没して いるため,長さは不明.大きさや形状などから オオミズクサハムシ亜属の小型種と考えられる が,中央縦溝・亜基部襟帯が不明のため確定で きない. 背面の点刻状態から, アキミズクサハ ムシの可能性が高い.

(2) ヌレチゴミムシ亜科 Patrobinae の1種
 [オサムシ科 Carabidae](第2図,右)

ゴミムシ科右上翅の上部の約2/3.長さ4 mm,幅1.75mm.推定長約6mm,側縁は平行 でない?黒色,下端の破断部付近は褐色味が強い.基部の縁取りがなく,9条の線条と会合部小 条を持つ.線条間は平滑で,線条は点刻されない.肩部は明瞭で,基部が欠損していなければ,前方に突出している.第9間室基部には粗大な 凹印があり,第8条基部は波状になる.背面は,やや膨隆し,側縁は発達する.

基部の縁取りを欠くことから、ヌレチゴミム シ亜科と考えられる.本亜科には5属があり、 うち、2属は平地性の大型の種類を含み、4属は 高山性の比較的小型種を含む.化石の推定体長 は8.6~10 mm くらいであり、平地性の大型種 と、小型種の Minypatrobus 属は該当しない.側 縁は平行でない可能性が強く、Diplous 属も該 当しない.Patrobus 属・Apatrobus 属・ Apenetretus 属は高山性の種類で、褐色が強く、 肩は明瞭でないものが多い.また、条刻はいず れも点刻されるという.現生種との照合は不十 分であるが、該当するものがない.

3. 古環境の推定

わずか2点からの古環境の推定は困難である が,現生種の生態から推定すれば,これらの昆 虫化石は,ともに湿地および湿った環境に生息 する甲虫であり,高原上の浅い解析谷の小湿地 のような地形で、浅い小さな開水面が散在し、 周辺に湿地が広がるが、樹木が点在し、ハンノ キ林などの灌木類が侵入しているような後背湿 地的な環境であったと考えられる.森林は周辺 に接近はしていたであろうが, 湿地周辺は灌木 がまばらにあるような、開放的な空間がまと まってあったであろう.水面にはヌマハリイの ような小型のイ類が花穂をつけ,オニスゲ・オ タルスゲ・ヤチカワズスゲなどのスゲ類が湿地 の中央の細流から縁部にかけて群落をつくって おり、アキミズクサハムシの成虫は湿地の縁の キセルアザミや灌木がまばらにあるような場所 のスゲの花穂を訪れ、葉も食べて、 交尾し、卵 を産み込んでいたであろう。幼虫は、泥中のス ゲの根を食べて生活していた、ヌレチゴミムシ 類は, 湿地や川の周辺の草地〜裸地的な湿った 地表面の石の下や礫の間に生息したであろう.

気候的には,現在のブナ帯の,標高 700~900 m 位に該当すると考えられる.

4. 謝辞

貴重な化石の研究と発表の機会を与えられた, 滋賀県立琵琶湖博物館開設準備室の高橋啓 一氏に, 厚くお礼申し上げる.



愛知川化石林にともなう足跡化石

岡村 喜明1)

Fossil Footprints from the Echi River, Shiga Prefecture

Yoshiaki Okamura

1. はじめに

我が国における哺乳類の足跡化石は,斉藤 (1928)が岩手県花巻市小舟渡,北上川河床から の鹿類のものを報告して以来,徳永・直良(1934) が兵庫県明石市林崎からの牛類,同市大久保中 八木からの鹿類のものを,また同市西八木から の鹿類のものを鹿間(1936)が報告している。 1965年に新潟県三島郡越路町岩清水の渋海川 河床から発見された足跡化石は、中村・松本ほ か(1968)が象、ラクダ、鹿、牛類のものとし て報告,1988年9月,滋賀県甲賀郡甲西町吉永 の野洲川河床から多くの象, 鹿類の足跡化石が 発見され(亀井ほか、1989,田村、1991)、現在 野洲川足跡化石調査団によってまとめが進めら れている。1989年9月には大阪府富田林市石川 河床で象, 鹿, 牛類のものが, 1984年, 1987年, 1990年の長野県野尻湖底の発掘調査でナウマ ンゾウや鹿類のものが発見されるなど、今や哺 乳類の足跡化石の産出は珍しいものではなくな りつつある、今回、筆者は愛知川河床から化石 林に伴って産出した多くの足跡化石を調査する 機会に恵まれたので、その概略を報告する.

2. 足跡化石

(1)長鼻類

分布と産状

第1図に示した調査区域のほぼ全域にスリバ

チ状の凹みが多数みられ、これらのうちの多く は長鼻類の凹型足印と考えられる。その数は第 2 図に示したように 1450 個を越え、密度はおお よそ 10 m²に 30 個、多いところで約 70 個であ る.

有機質シルトのA層は厚さ10cmで第3.6. 7,8,9区に分布していて、表面に保存のよい足 印を多くみる. B層は厚さ 80~130 cm で第3. 4, 6, 7, 8, 9区に分布している。第6, 7区で はB3層に保存のよい原足印を少数みるが,第 3, 4, 8, 9区では指趾印が不明瞭であり上位の A層からのアンダ-トラックと考えられる.C層 は有機質シルトで厚さ10cm, 第3,5,9区に分 布している.特に第3区のC層の表面には保存 のよい足印を多くみる. D層は厚さ約120 cm で第1,2,5,9区に分布していて、中部に指趾 印が不明瞭な足印を多くみる. E層は厚さ5~ 15 cm で第1,2,9 区に分布しているが足印はみ られない。F層は第1区上流の水底にわづかに 分布する粘土層で,保存のよくない足印を少数 みる.

以上のことから長鼻類の原足印は,第3図の ようにA層(有機質シルト),B層上部(シルト 質粘土),C層(有機質シルト),D層中部(シル ト質),F層(粘土質)の5層の表面に直接印跡 され,これらの層以外の足印はアンダートラック と考えられる.

形 態

足印は,大部分が直径 35~40 cm の円形,亜 円形,楕円形(卵型),逆洋ナシ形の周縁をもち,

¹⁾ 滋賀県足跡化石研究会 Fossil Footprint Research Group in Shiga Prefecture





第2図 長鼻類足印化石の分布

14

20



2

第3図 足印印跡層の層準モデル (白矢印は印跡動物の歩行方向を示す)

深さは数 cm~25 cm の凹型で, フライパン状, 深椀状, スリバチ状を呈する.前足印あるいは 後足印と確認できる指趾印が明瞭なもの,程度 は種々であるが後足印が前足印にオーバーラップ しているもの,複数個体の足印が重複印跡して いるものなど多様である.第4 図に示した計測 部位に従って,これらの足印についての数標本 を説明する。また調査域の足跡の指印の明瞭な ものを観察した結果,第3指印が鮮明に残っているものが比較的多いことから足印の計測には足印長,足印幅のほかに第3指印幅も計測した. a.前足印 標本番号;No.長4,(第5-1図,

図版 III-1)

この標本は第6区のB₃層にみられる非常に 浅い亜円形の足印で,足印長は34 cm,足印幅は 28 cm,第3指印幅は8.3 cmで深さは3.5 cm である.足印の中央部は凹まず,むしろ隆起気 味で深さは0~1.5 cm.第1指印は小さく浅い. 第2指印は小さいがやや深い.第4指印はやや 深く,幅は第3指印より大きいが不鮮明である. 第5指印は小さく不鮮明である.足印長が第3 指印幅の3.3倍になるこの足印は亜円形で次の b.で説明するやや縦長の後足印が印跡されて いないので単一の前足印であり,指の配列から 左前足による印跡である.

b. 後足印 標本番号; No.長13, (第5-2図) この標本は楕円形で, B層上部が分布する第
9 区の水底にみられるアンダートラックである。
足印長は30 cm,足印幅は20 cm,深さは約7





第4図 長鼻類の足印の計測(左前足印)



第5-1 図 左前足印



第5-2 図 右後足印

cm である. 第1趾印と第5趾印は印跡されて いるか否か不明瞭で,第2趾印は大きく,第3趾 印幅は10 cm,第4趾印はやや小さい.足印長は 第3趾印幅の約3.7倍で右後足による印跡であ ろう.



第5-3図 後足印が前足印にオーバーラップ しているもの



第5-4図 複数の個体の足印が重複しているもの

 c. 後足印が前足印にオーバーラップしたもの 標本番号; No. 長 11, (第 5-3 図, 図版III-2)

この足印は第7区にみられる有機質シルトの A層に印跡されたものである.足印長は36 cm, 足印幅は23 cm,指印の幅は不明瞭であり左右 の区別は不可能である.一見,後足印のみのよ うにみえるが,b.で説明した単一の後足印より 足印長がやや長く,足印の前半分は幅広く,後 方にいくにしたがって狭く浅くなる逆洋ナシ形 を呈する.これは円形に近い前足印のやや後方 に同一個体の後足印が印跡されたものと考え る.なお,このオーバーラップにはいろいろなタ イプがあるが省略する.

d. 複数の足印が重複したもの 標本番号; No. 長 3, (第 5-4 図) これは第6区の有機質シルトのA層にみら れる大きく深い凹みである.この凹みは以下に 記す4個の足印の重複したものと考えられる. 凹み中央に亜円形,深椀底状で3個の趾印をも つ足印(D)がある,この足印中央部の深さは地 層上面から23 cm である.ほかに凹み中段に3 個の不完全な足印が重なって印跡されている. これらの重複印跡された足印の方向はいずれも 同一でN110°Eを示している.左の足印(C)は 中央の足印(D)とほぼ同位置なので同一個体, また右の足印(A, B)はC,Dとは別個体の可 能性もある.右の個体の歩行が先で,次いで左 にわづかに残る前足印(C),そして中央にその 個体の後足印(D)が印跡されたものと考えられ る.この凹みの長径は60 cm である.

行 跡

1450 個に及ぶ足印のうち指趾印の比較的明 瞭なものをみると第6図に示したように上流す なわち東方あるいは東南東方に向かって歩行し た印跡動物によってつけられたと考えられるも のが多い.しかし,前記したようにあまりにも 密集し,かつ多様であるがために一個体の行跡 を確定できるものは少ない.近接した2個ある いは3個の足印の方向と形態に類似性のあるも のを捜し出し,その前後の連続を追ってみた. そして第2区と第7区に行跡を追えるものが あったので,第2区の下流にみられる2つの行 跡を第7図に,第7区にみられる1つの行跡を 第8図に示し説明する.

行跡Aは,第2区の下流の溝状くぼみの中に みられる6個の足印からなり,それぞれの原足 印はC層に印跡されているが,一部は下位のD 層にアンダートラックとして残されている.印跡 動物の歩行方向はN25°Eである.複歩長は平均 231 cm,歩幅は平均123 cm,行跡幅は約50 cm. 歩角は145~150°である.

行跡 B は上記行跡 A の上流,第2区にあり, C 層から D 層に印跡された5個のアンダート



第6図 長鼻類の歩行の方向



第7図 第2区の下流にみられる2つの行跡

ラックからなる。侵食がすすんでいて指趾印は 不明瞭。印跡動物の歩行方向は N98℃ である。 複歩長は平均 195 cm, 歩幅は平均 100 cm, 行跡 幅は行跡 A と異なり 11 cm+と非常に狭い。

行跡 C は第 7 区の下流にある A 層に残され た 8 個の足印からなる。歩行方向は N130°E で ある。歩幅は 4~5 間, 5~6 間, 6~7 間がとも に 100 cm, 1~2 間, 2~3 間, 3~4 間がやや小 さいが水没していて正確な計測が出来ない。行 跡幅は 50 cm である。

行跡 A は歩幅が 115~135 cm, 行跡幅が 50 cm であることは前記したが, 行跡 B と C は歩 幅が平均 100 cm であるのに, 行跡幅が前者が 11 cm+, 後者が 50 cm と大きな開きがある.こ れは個体の差であろうが, 歩行の様式, 周囲の 状況, 年令によるものか不詳である.

(2) 偶 蹄 類

分布と産状

足印の分布は第9図に示したように,第3区 の上流部のC層に1個.第4区の下流部水底B 層に14個.第9区のC層に保存のよくないも のが1個.第6区のA,B₃層に3個,このうち の2個と第7区のB₃層の17個は保存良好であ る.

形 態

形態を第10-1~6 図に示した.スケールは5 cmで,計測部位は岡村(1990)による.第6区 と第7区の20個の中からその形態を見かけ上, V型,U型,H型に分けて説明する.

a. V型 標本番号; No. 偶 1, (第 10-1 図) 第6区,東端部のB₃層上部に痕跡的にみられ るこの足印は主蹄印長が約4.8 cm, V型を呈す る. 有機質シルトの A 層から B₃層へ印跡され たアンダートラックである. 両主蹄印は指間角 28°とやや広く開蹄し,周縁はわずかに凹む. 副 蹄印はみられない.

b. V型 標本番号; No. 偶 7, (第 10-2 図, 図版 III-3)

この足印は主蹄印長が約5cm, V型を呈す る.第7区上流の偶蹄類足印が密集したB₃層に みられるひとつであり,以下の4標本もすべて この区域,層から産出したものである.蹄尖印 は鮮明だがやや鈍で深くない.蹄球部印は深く 鮮明で左後方から右前方へやや傾斜して着地し ていて,足印の右側縁の隆起が顕著である.こ の印跡動物の本来の主蹄長は約4.5cm,蹄底幅 は9mmであろう.

c. V型 標本番号; No. 偶3, 4, (第10-3 図, 図版 III-4)

前部の No. 偶3 の主蹄印は第2指,第3指の 深さが異なり右側の方が深く斜めに印跡され鮮 明であることからやや傾斜してスリップ気味に 着地したと考えられる.後部にみる No. 偶4 は やや浅く印跡され No. 偶3の足印の後部半分 にオーバーラップしている. No. 偶3 が前足印 で No. 偶4 が後足印であろう.

d. V型 標本番号; No. 偶8, 9, (第10-4 図, 図版 III-5)

見かけ上3個の指印をみる足印である. これ もオーバーラップの一型である. 右側 (No. 偶 8)の主蹄印は浅く, 蹄尖印は鮮明でやや前左方 に向く. 中央と左側の2つの主蹄印 (No. 偶 9)



第9図 偶蹄類足印化石の分布



第10-1 図



第10-2 図



第10-3 図



第10-4 図

は深く鮮明で蹄尖印がやや左方に向く. No. 偶 9の右側の主蹄印(中央の主蹄印)が No. 偶 8 の 左側の主蹄印を隠している. この2つの足印の 前後にはオーバーステップやオーバーラップした足 印がみられないので,同一個体のものと考えら れる.

e. U型 標本番号; No. 偶 12, (第 10-5 図, 図版 III-6)

この足印は両主蹄印が蹄尖, 蹄底部では鮮明 で2本に分かれほぼ平行に印跡されているが, 蹄球部では蹄縁印が不鮮明で区分できず, 指間 印は V 型にならない. 足印後部の W 型も不鮮 明で見かけ上 U 型に近い. 蹄尖印はやや鈍で前 下方へ深く進入する. 指間角は広くない. 主蹄 印の幅は広いが計測できない. 副蹄印はみられ ない.

f. H型 標本番号; No. 偶 6(第 10-6 図, 図 版 III-7)

この足印は基本的には No. 偶 7, 偶 12 に似る が, H 型になるのは断面の図で分かるように着 地の角度と進入の深さに相違があるからであ







第10-6 図



第11図 第7区の上流にみられる偶蹄類足印の密集 (ビニールシートへのスケッチから、数字は標本番号,Mはメタセコイアの球果)

る.e.の No.偶12に比べ蹄尖印が前上方に向 かっており,蹄球部から滑るように深く進入し, 副蹄印が明瞭に尾を引くように印跡されて H 型となる.

行 跡

第6区の3個の足印はかけ離れてA層とB₃ 層の2層に印跡されており、周辺に別の足印の 痕跡を見出せないので行跡は追えない。第7区 のB₃層のものについては第11図に示したよう に、すべての足印の方向性と歩幅が一致せず行 跡を追えるものはみられない。

3. 考察

(1) 堆積物(支持基体)と足印の形態

長鼻類の1400余に及ぶ足印の中で露出後明 らかに流れによって破壊されたもの、調査時水 底にあるもの、アンダートラックと思われるもの を除いた足印を観察してみると、有機質シルト である A 層、C 層とシルト質粘土である B₃層 に印跡された足印の形態に種々の特徴があるこ とが分かる。それを A 層と B₃層について比較 してみると次のようになる.

- 足印の深さは一般に A 層のものが B₃層の ものより深い.
- 2) 足印周縁の隆起や変形はA層のものがB₃ 層のものより著しい。
- 3)足印底中央部の深椀底状に凹む変化はA 層のものに著しい。
- 指趾印の鮮明さはA層のものよりB₃層の ものが勝る。

これらのことは長鼻類の足部の解剖学的な形態 によるとは考えられなくて,

- a. 支持基体そのものによる条件.
- b. 支持基体に原因する歩行様式の変化.
- c. 印跡後上位層に埋積されるまでの条件.
- d. 現在の川床に露出してからの風化,侵食な どの条件.などが考えられる.

これらのうち b. については、難しいが、a、 c、d. の諸条件の中で前記の1)~4)のような ことがなぜ生じるか. その最も可能性の高いの は長鼻類が歩行した当時の支持基体に含まれる 水分の程度とその後上位層が埋積するまでの乾

燥,固化の程度の違いなどに起因すると考えら れるが,この推察を証明するには,まだ種々成 分の支持基体におけるより多くの足印を観察す る必要があり,実験も積み重ねなければならな い。

(2) 印跡動物

足跡からそれを印跡した動物を確定し,また その動物の大きさや行動を把握するのは容易な ことではない.ここでは将来に向けて若干の問 題点をあげるにとどめる.

長鼻類

a. 足印の形態

前足印の足印長は30~35 cm,足印幅は28~ 30 cm で亜円形を呈し、指の配列と形態は第1 指印が内側のやや前方に小さく不鮮明に、わず かな指間隙印をおいて第2指印がその前方にや や大きく鮮明に内前方に向く,鮮明な指間隙印 をおいて第3指印が前方に大きく深く、その最 大指印幅は8 cm 前後,次いで鮮明な指間隙印 をおいて第4指印がその幅大きく外前方に向 く,そして幅広い指間隙印をおいて外側に鮮明 な第5指印が外方に向く、この前足印の形態に ついては,現生のアジアゾウの足印と基本的に は大差がないようである。後足印の足印長は30 cm, 足印幅は20 cm, 第1趾印と第5趾印は印 跡されず,正中前方に第3趾印が大きく鮮明に, その両側に鮮明な指間隙印をおいて第2趾印と 第4趾印がそれぞれ前内外方を向く、この後足 印の形態についても現生のアジアゾウの足印と 近似する、しかし、これらについてはより多く の正確な記録を積み重ねる必要がある.

足印の大きさからそれを印跡した長鼻類の足 の大きさを確定することは、フィールドにおいて オーバーラップしている足印が多いため単一の 足印を特定できないこともさることながら、支 持基体によって足印の形態に多様性があるこ と.長鼻類の解剖学的特性、すなわち足指の骨 格が足の前周部にあり、後部は軟部組織である ため荷重のかけ方によって足の大きさが変化す ること、歩行様式によっても変化することなど 種々の要因があり,現段階では困難である.

b. 歩幅, 歩長

長鼻類の歩行様式は側対歩に近い,また四肢 が一度に地面から離れるような走行は出来な い.行跡から胴の長さを推定するには種々の問 題があるが,現在,一つの試案とされているの が胴長=複歩長+前後足印間長である.そこで 今回の行跡(第7図,第8図)から計算してみ ると,胴長は190 cm~230 cm+となる.ちなみ に上野動物園のアジアゾウの11 才,♂で胴長が 200 cm の場合,体高は256 cm,体重は2730kg である(中川ほか,1983).

偶蹄類

a. 足印の形態

偶蹄類の足印の形態については現生鹿の足指 を用いた実験(岡村,1990)によると支持基体 と歩行様式,特に着地する際の指軸の地面に対 する角度と深さによって多様化する.したがっ て足印から印跡動物の足の大きさを確定するこ とは難しい.しかし,今回のいくつかの偶蹄類 の足印の中から主蹄印の変形が少ないものを選 び計測してみると蹄底印幅が10~13 mmとな る.これは比較的小型の偶蹄類であると考えら れる.また,形態を見かけ上V,U,H型に分 類したが,ここでのU型,H型はすべてV型の 亜型であり,この記録方法は暫定的で,今後検 討をする必要がある.

b. 歩幅, 歩長

足跡化石の行跡の項(第11図)で報告したよ うに行跡を追えるものは発見されなかったの で,これらから胴長などを推定することは出来 ない.

(3) 行動と古地理

a. 行 動

長鼻類の足印の大きさは種々であるが,支持 基体の特性か,体重の軽い幼獣の印跡が不完全 なのか明確に幼獣と思われる足跡は発見してい ない.したがって子を伴っていたかは定かでな い.また現生の長鼻類のようにある程度の集団 で移動していたと思われるが,その頭数も定か でない。一つの事実は印跡層の5層のうちの4 層にみられる足印の多くが東あるいは東南東方 に向かって歩行した印跡動物によってつけられ ていることである。これは餌場や水場へ向かう 路なのか、帰路なのか、今後周辺の調査がすす めば明らかにされるであろう。

b. 古地理

1) 足印と印跡層

古地理を推定するには足跡化石のみでなく, より広範囲な地域の堆積層についての調査結果 をふまえてでないと確実なことが言えない、こ こでは今回の調査区域内の足跡化石と印跡層に ついて推定する. A. B. C. D. Fの5層は砂, シルト,粘土,有機質シルト,有機質砂層と様々 で、これらの層中には周辺部からのチャートを主 とする小礫が含まれている。また印跡した長鼻 類の歩行は不詳のF層の時代を除き東あるい は東南東方に向かっているものが多いことなど から.A. B. C. D層それぞれの時期の周辺の地 形には大きな変化がなかったと考えられる。周 辺に山地があり、そこからの河川が帯水域に流 入し、この調査区域は河川を中心に時に湿地や 沼地を形成し,一時期スギ科などを含む大木の 森林が存在し,動物の行動範囲は大きく変化し なかったであろう.

2) 足印と樹木

第9区の中部にある直径2mのA層からの 大型化石木(T4)は、現在根元から約30cmの 高さを残して上部はみられず、樹木の中央は朽 ち果てて凹んでいる。この樹木の根元縁から上 流30cmにみられるひとつの足印は、第12図 に示したように指印が東方(上流)に向かって いる。また樹木下流の多くの足印群は指趾印が 不明瞭だがやはりほぼ東方に向いていると考え られる。長鼻類は体の大きな割りには行跡幅は 狭いが胴体が樹木に接触するほど近接して歩行 するとは考えにくい。したがってこの周辺を長 鼻類が東進した時期には、この大木は既に枯れ ており、その株の上の地面を歩行したと考えら れる。なお、ほかの化石木については周辺に足



第12図 第9区の大型化石木周辺の長鼻類の足印 (白矢印が東方に向く足印で,枠内はその 部分を拡大したもの)

印を発見できず不詳である.

4. おわりに

今回の愛知川における化石林の調査に伴う足 跡化石の調査は冬期で短期間,人員も少なく困 難であったが,より問題なのは,やはり足跡化 石の研究方法がいまだ手探りの状況下にあるこ とから種々の不備な点が多いことである*.この ことは当地における第2次調査やほかの産地の 調査を積み重ねることによって確立していかな ければならない.最後にこの調査に協力して頂 いた磯部敏雄氏,滋賀県足跡化石研究会の小菅 智雄君,星野真之君,岡村宏明君および原稿に 目を通して頂いた石垣忍氏,層序,層相につい て助言を頂いた当調査会のメンバーの諸先生方 に厚くお礼申し上げる.

文 献

亀井節夫,石垣忍,田村幹夫,1989,古琵琶湖層群の足 跡化石.科学.59,5,320-323.

^{*}この報告文を提出した後,筆者や他の足跡化石の研 究者により足印の記載法および印跡動物の行動の 解析などが徐々に確立されてきているが,本報告は 当地の調査を行った時点での判断で執筆した.

亀井節夫,1991,鮮新世の哺乳動物の足跡化石の研究。 平成元・2年度科学研究費補助金研究成果報告書。

松本彦七郎,森一,北目子良,1968,渋海川畔塚山岩 清水発見の化石哺乳類足跡に就いて、長岡科学博物 館研究調査報告,9,16-21.

中川志郎, ほか, 1983, 長鼻目. 世界の動物, 分類と飼 育, 3, 東京動物園協会.

中村孝三郎, 1968, 岩清水古生物足跡遺跡調查報告書. 長岡科学博物館研究調查報告, 9, 1-15.

野尻湖生痕グループ,1990,第10次発掘で産出した野尻 湖層の生痕化石-とくに偶蹄類の足あと化石につ いて-. 地団研専報, 37, 145-160.

岡村喜明, 1990, 現生鹿の足部形態と足印について-1-. 地学研究, 39, 4, 207-217.

斉藤文雄, 1928, 岩手県花巻胡桃化石産地付近の地質(その1)&(その2). 地質誌, 40, 250-259. & 323-327.

- 鹿間時夫,1936,兵庫県明石郡大久保村西八木発見の獣 類足跡化石.地球,26,48-51.
- 田村幹夫,1991,古琵琶湖層群の哺乳動物足跡化石. 滋 賀県自然誌,627-544,滋賀県自然保護財団.
- 徳永重康,直良信夫,1934,兵庫県明石市外にて発見の 獣類足跡化石.地質誌,41,515-518.

図版Ⅰの説明

長鼻類の足印が密集した有機質シルトのA層と砂,シルト質粘土層のB層が 分布する第6区の航空写真。

(矢印は北を,数字は長鼻類足印の標本番号を示す。白線は5mを表す)



琵博研報 1993 No.1

図版Ⅱの説明

•

長鼻類の足印が密集した主に有機質シルトの A 層が分布する第7 区の航空写 真.

南東隅の小範囲に B₃層がみられ偶蹄類の足印が密集する.

(矢印は北を,数字は長鼻類足印の標本番号を示す。白線は5mを表す)



図版Ⅲの説明

3

- 1. 長鼻類の左前足印. (標本番号; No. 長4)
- 長鼻類の後足印が前足印にオーバーラップしているもの.(標本番号: No.長11)
- 3. 偶蹄類の単一の足印. (標本番号; No. 偶7)
- 4. 偶蹄類の前足印に後足印がオーバーラップしているもの.(標本番号:偶 3,4)
- 街路類の足印のオーバーラップのひとつで外側に印跡された後足印がさきに印跡された前足主蹄印の一つを隠している。(標本番号;No. 偶 8, 9)
- 6. 見かけ上 U 型を呈する偶蹄類の足印. (標本番号; No. 偶 12)
- 見かけ上 H 型を呈する偶蹄類の足印.(標本番号; No. 偶 6) (図版のスケールは cm である)





愛知川及びその周辺の古琵琶湖層群火山灰層」

吉川 周作1)

Volcanic Ash Layers of the Kobiwako Group around the Echi River, Shiga Prefecture

Shusaku Yoshikawa

滋賀県神崎郡永源寺町の愛知川左岸の崖に火 山灰層が露出した。本火山灰層は化石林を含有 する地層の数m下位に存在する。この火山灰層 の層序的位置を明確にすることは、愛知川化石 林の時代を知る上で重要な意味をもつ。

琵琶湖周辺の丘陵地を構成する鮮新〜更新統 古琵琶湖層群中には,現在130層以上の火山灰 層が発見されている。火山灰層は火山噴火によ り空中高く噴き上がり風により運搬され,降下 堆積したもので,他の砕屑性堆積物から容易に 識別でき,しかも広範囲に分布し,地質学的に 見て極めて短時間の理想的な時間面を示すこと から,古琵琶湖層群の層序学的研究において最 もすぐれた鍵層として大きな役割を果たしてい る.

古琵琶湖層群の主要な火山灰層については, その岩相・岩石記載的性質などの諸特徴が吉川 (1983),Yoshikawa (1984)によって報告され ている.本報告では,愛知川及びその周辺地域 に露出する火山灰層について,その岩相,鉱物 組成,ガラスの形状・屈折率,重鉱物組成など を詳しく記載し,愛知川に露出する火山灰層が, 標準的な古琵琶湖層群火山灰層序のなかでどの 層準に対比されるかを議論することにする.

1. 火山灰試料及び分析・記載方法

火山灰層の試料の採取及び岩相観察は、愛知

川左岸に露出する火山灰層,周辺の日野丘陵に 分布する原・池之脇・中・北脇の各火山灰層に ついて,5地点で行った(第1図参照).

火山灰層の岩相・岩石記載的性質の記載は、 吉川 (1974), Yoshikawa (1984) にしたがって 次のような点について行う.

岩相:岩相は野外の肉眼観察によって,層 厚・色調・粒度・内部堆積構造などについて行 う.なお,火山灰の粒度に関しては,粗粒とは 中粒砂程度,中粒とは細粒~微細粒砂程度,細 粒とはシルト程度,極細粒とは粘土程度の粒子 から主として構成されているものについて,そ れぞれ用いる.

岩石記載的性質:採取した火山灰試料は以下 の手順で分析・記載する.試料を水洗・50°C以 下で乾燥・篩別し,1/4~1/16 mmの粒度のもの について岩石記載的性質を記載する.記載項目 は,鉱物組成(ガラス,長石,石英,重鉱物の 個数比),ガラスの色・形状・屈折率(n),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)や鉱 物粒の色・形状などの特徴である.なお,ガラ スの形状は吉川(1976)の分類に基づき,平板 状で突起が少ない平滑な扁平型(H),気泡を多 く含み突起が非常に密に存在する多孔質型 (T),両者の中間的な性質の中間型(C)に区分 し記載する.

2. 火山灰層の岩相・岩石記載的性質

愛知川及びその周辺地域の各火山灰層の岩

¹⁾大阪市立大学理学部地学教室

Department of Geosciences, Faculty of Science, Osaka City University



Volcanic ash	Sample	ple Mineral		composition		Glass			Heavy mineral composition						
	No.	GI.	F1.	Q2.	Hm.(%)	Shap	e Index (mode)	Bi.	Am.	0p.	Cp.	Zr.	Ap.	0q.(%	
Naka(Echigawa)	ENT-1	98	2	*	*	H.C	1.499-1.501(1.500)	2	6	71	7	1	0	13	
Kitawaki	ENT-4M	93	5	1	1	H.C	1.500-1.503(1.501-1.502)	3	55	12	2	6	0	22	
Kitawaki	ENT-4L	97	3	0	*	H.C	1.500-1.503(1.501)	4	50	17	1	7	1	20	
Naka	ENT-3	96	3	*	1	H.C	1.498-1.501(1.500)	0	15	64	9	1	0	11	
Ikenowaki	ENT-2	87	10	1	2	С	1.505-1.511	2	5	49	3	1	3	37	
Нага	ENT-5	93	6	0	1	T.C	1.502-1.504	3	9	66	0	2	2	18	

第1表 愛知川及びその周辺の古琵琶湖層群火山灰層の岩石記載的性質

Mineral composition Shape of glass il:Glass Fl:Feldspar Qz:Quartz Hm:Heavy minerals

H:H-type shards C:C-type shards T:T-type shards

++ common + rare \$ 1%>

相・岩石記載的性質は次ぎのとうりである.な お,第1表には各火山灰の岩石記載的性質を示 す.

愛知川左岸の火山灰層:本火山灰層は神崎郡 永源寺町の愛知川左岸の崖(ENT-1)に露出す る.古琵琶湖層群蒲生累層に挟まれている.な お,本報告書ではこの火山灰層をすでに中火山 灰層と呼んでいる.

[岩 相] 層厚 30 cm, 淡桃白~黄白色, 細~中 粒のガラス質火山灰で, 岩相の違いにより下・ 中・上部に 3 分できる.下部 5 cm は黄白色, 中 ~細粒火山灰で, 径 0.5 mm 前後の粘土粒を含 む.中部 20 cm は淡桃白色, 中~細粒火山灰,

上部 5 cm は淡桃色, 細粒の泥質火山灰で, 平行 葉理が発達する.

[岩石記載的性質] 本火山灰層中部より採取し た火山灰試料は、ガラスが優勢で、微量の斜長 石を伴う、重鉱物・石英は極希に含まれる。ガ ラスは主に無色透明、厚手の扁平・中間型、屈 折率(n)=1.499-1.501 (1.500) である。重鉱物は 斜方輝石主体で、少量の不透明鉱物・単斜輝石・ 角閃石、微量の黒雲母・ジルコンからなる。

原火山灰層 (Takaya, 1963):模式地は蒲生 郡日野町原,原橋の8m下流の佐久良川川壁 で,蒲生累層中部の層準に挟在する.模式地の 南東約50mの川岸 (ENT-5;136°18′13″,35°3′ 43″)に露出する本火山灰層について記載する. [岩 相] 層厚32 cm,白〜黄白色,中〜極細 粒の火山灰で,岩相の違いによって4分できる. 下位より,10 cm は白~黄白色,中~細粒火山 灰,3 cm は黄白色,細~極細粒で,平行葉理の 発達するシルト質火山灰,15 cm は黄白~白色, 中~細粒で,斜交葉理の発達する火山灰,4 cm は黄白色,細粒で,平行葉理の発達する火山灰 からなる.

[岩石記載的性質] 本火山灰層下部より採取した試料は、主にガラスからなり、少量の斜長石 微量の重鉱物を含む。ガラスは白〜無色透明の 多孔質〜中間型,n=1.502-1.504 が多い。重鉱物 は斜方輝石主体で、少量の不透明鉱物・角閃石、 微量の黒雲母・ジルコン・燐灰石からなる.

池之脇火山灰層 (Takaya, 1963): 模式地は 神崎郡永源寺町池之脇の南東2kmの崖で,原 火山灰層の約40m上位の蒲生累層に挟まれ る.永源寺町和南の西0.5kmの道脇の崖 (ENT-2;136°18′23′′,35°3′15′′) に露出する本 火山灰層を記載する.

[岩 相] 層厚 62 cm, 淡赤~黄白~灰色, 粗 ~極細粒の火山灰で, 岩相の相異によって4分 される.下位より順に, 3 cm は黄白色, 中~粗 粒の正級化する火山灰, 17 cm は淡赤色, 中~細 粒の火山灰で, 弱い平行葉理が発達する, 23 cm は黄白~灰色, 細~極細粒で, 平行葉理の発達 する火山灰, 19 cm は灰~黄白色, 細~極細粒の 斜交葉理の発達する火山灰である.

[岩石記載的性質] 本火山灰層最下部より採取 した試料は、ガラスと少量の斜長石、微量の重 鉱物・石英からなる、ガラスは主に無色透明〜白



第2図 古琵琶湖層群火山灰層の岩相・岩石記載的性質 (Yoshikawa, 1984)

色,中間型,n=1.505-1.511 である. 重鉱物は角 閃石,不透明鉱物,微量の単斜輝石,燐灰石, 黒雲母,ジルコンからなる.

[対 比] 池之脇火山灰層は日野丘陵に隣接す る水口丘陵の中山火山灰層(古琵琶湖団研グ ループ,1977)と岩相・岩石記載的性質が類似 し,挟在層準が調和することから,対比される (横山ほか,1979:Yoshikawa,1984).第2図 には,古琵琶湖層群の標準的な火山灰層序及び 主要な火山灰層の岩相・岩石記載的性質を示す (Yoshikawa,1984).

中火山灰層 (Ishida *et al.*, 1969):模式地は 永源寺町中の南方 0.7 km の峠で,池之脇火山 灰層の約 30 m 上位の蒲生累層最上部に挟まれ る.模式地の峠の崖 (ENT-3;136°16′40′′, 35° 3′33′′)の本火山灰層について記載する.

[岩 相] 層厚 30.5 cm, 淡桃白〜黄白〜灰色, 中〜細粒のガラス質火山灰である, 岩相の違い によって4分できる.下位より順に,8 cm は淡 桃白色,中〜細粒,皿状構造の発達する火山灰, 0.5 cm は灰色, 細粒のシルト質火山灰,9 cm は 淡桃白色, 細〜中粒,平行葉理の発達する火山 灰,上部に0.2 cm のシルト質火山灰を2 枚挟 む,13 cm は黄白色, 細〜中粒,斜交葉理の発達 する火山灰である.

[岩石記載的性質] 本火山灰層最下部から採取 した試料は、ガラス主体で微量の斜長石・重鉱 物からなる. 極希に石英を含む. ガラスは主に 無色透明, 扁平~中間型, n=1.498-1.501 (1.500) である. 重鉱物は斜方輝石主体で、少量の角閃 石, 不透明鉱物、単斜輝石と微量のジルコンか らなる.

[対 比] 中火山灰層は、火山灰の岩相・岩石 記載的性質が類似し、挟在層準が調和すること から、石部丘陵の桐生 II 火山灰層(古琵琶湖団 研グループ、1979)に対比できる(Yoshikawa、 1984).また、これら火山灰層は、大阪湾周辺に 発達する大阪層群最下部の三ツ松火山灰層に対 比されている(吉川、1983).

北脇火山灰層 (Ishida et al., 1969): 模式地

は日野町北脇のカリガ谷池で、中火山灰層の約 30 m 上位の草津累層最下部に挟まれる. 蒲生郡 蒲生町寺の 0.1 km 南の佐久良川の崖(ENT-4;136°12′18″,35°3′10″)に露出する本火山灰層 について記載する.

[岩 相] 層厚 145 cm, 明灰白~黄白~淡桃白 色, 粗~中~細粒のガラス質火山灰で,4分でき る.下位より順に,30 cm は黄白~明灰白色,細 ~中粒,斜交葉理の発達する火山灰,15 cm は黄 白色,中~細粒,斜交葉理の発達する火山灰, 30 cm は明灰白色,中~粗粒,斜交葉理の発達す る火山灰で,径0.1 mm 前後の軽石を含む,70 cm は淡桃白色,中~粗粒,斜交葉理の発達する 火山灰である.

[岩石記載的性質] 本火山灰層の最下部・中部 より採取した火山灰試料は、ガラス主体で少量 の斜長石、微量の石英、重鉱物からなる。ガラ スは主に無色透明の扁平~中間型、n=1.500-1.503 (1.501-1.502) である。重鉱物は角閃石、 不透明鉱物、少量の斜方輝石、微量のジルコン、 黒雲母、単斜輝石、極微量の燐灰石からなる。 [対 比] 北脇火山灰層は、水口丘陵の蒲生堂 火山灰層(古琵琶湖団研グループ、1977)に連 続し(横山ほか、1979; Yoshikawa、1984)、岩 相・岩石記載的性質、挟在層準が調和すること から、石部丘陵の五軒茶屋火山灰層(古琵琶湖 団研グループ、1983)に対比されている(吉川、 1983; Yoshikawa、1984).更に、これら火山灰

層は大阪盆地の大阪層群最下部の福田火山灰層 (吉川, 1983),京都・奈良盆地の普賢寺・上牧 火山灰層(Yoshikawa, 1984),明石地域の前開 火山灰層(居川, 1986),淡路島の久留麻火山灰 層(水野, 1989),和歌山県紀ノ川ぞいの菖蒲谷 層中の御幸辻火山灰層(吉川, 1990),東海層群 では嘉例川火山灰層(吉川, 1990),東海層群 では嘉例川火山灰層(吉川ほか, 1988)に対比 されている.本火山灰層は近畿から東海地域に かけて 200 km 以上に渡って広域に追跡される 最重要火山灰層である.

琵博研報 1993 No.1

101



第3図 古琵琶湖層群及び大阪・東海層群の火山灰層対比図(古琵琶湖層群と大阪層群の対比は吉川 (1983), Yoshikawa (1984), 東海層群との対比は吉川ほか (1988), 吉川・吉田 (1989) に基づく)

3.考察

愛知川及びその周辺の日野丘陵に分布する 原・池之脇・中・北脇の各火山灰層の特徴を明 らかにした(第1表).愛知川左岸の火山灰層は, 日野丘陵に分布する中火山灰層に岩相が類似す ることや層序的位置関係から推定して,両火山 灰層は対比可能と考えられた、今回の火山灰層 の観察・分析結果でも,両火山灰は,層厚 30 cm 前後の淡桃白色,中~細粒のガラス質火山灰で, 鉱物組成(ガラス主体)、ガラスの性質(主に無 色透明,厚手の扁平・中間型,n=1.499-1.501; 1.500), 重鉱物組成(斜方輝石主体で, 少量の単 斜輝石・角閃石を伴う)などの岩石記載的性質 が酷似することから, 両火山灰層は同一の火山 灰層と判断できる.また,第2図に示す古琵琶 湖層群火山灰層の岩相・岩石記載的性質 (Yoshikawa, 1984) を検討しても同様の対比が可能で ある.

吉川 (1983), Yoshikawa (1984), 吉川ほか (1988) は近畿・東海地域に分布する第2瀬戸内 累層群の古琵琶湖・大阪・東海層群火山灰層の 対比を提案する(第3図)とともに、これら対 比に基づいて各層群の層序学的資料を検討して いる、これらの研究によると、中火山灰層は、 古地磁気層序の松山逆磁極期中のオルドヴァイ 事件に挟在され、生層序ではメタセコイア植物 群繁栄期, Stegodon akashiensis 帯に属する. 長 鼻類化石の Stegodon akashiensis はこの火山灰 層の層準から産出し始める。また,中火山灰上 位の北脇火山灰層の挟在層準は、古地磁気層序 では松山逆磁極期中のオルドヴァイ事件直上に あり,メタセコイア植物群繁栄期の植物化石を 産出するが, 第四紀寒冷型植物化石は. この火 山灰層のやや上位の層準から産出し始め、メタ セコイア植物群消滅期に入る. すなわち, 第四 紀・第三紀境界は本火山灰層の直上と考えられ ている(市原,1960;吉川,1983).

以上述べたように中火山灰層のやや上位の層

準に位置する愛知川化石林は、古地磁気層序で は松山逆磁極期のオルドヴァイ事件の層準に対 比でき,生層序ではメタセコイア植物群繁栄期, Stegodon akashiensis 帯に属することになる. この結果は、古地磁気測定結果、植物・花粉化 石のデータとも良く調和している.

文 献

- 居川信之,1986.西神地域の大阪層群,日本地質学会関 西支部報,no.100,60-61.
- 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, no. 49, 15-25.
- Ishida, S., Maenaka, K. and Yokoyama, T., 1969. Paleomagnetic chronology of volcanic ash of the Plio-Pleistocene Series in Kinki District, Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, 75, 183-197.
- 古琵琶湖団体研究グループ,1977.水口丘陵西部の古琵 琶湖層群.地球科学,31,115-129.
- 古琵琶湖団体研究グループ,1981. 瀬田・石部地域の古 琵琶湖層群.地球科学,35,26-40.
- 古琵琶湖団体研究グループ, 1983. 水口丘陵・瀬田〜石 部地域の古琵琶湖層群. 地団研専報, no. 25, 67-77.
- 水野清秀, 1989. 淡路島の大阪層群, 日本地質学会第 96 年学術大会講演要旨, 248.
- Takaya, K., 1963. Stratigraphy of Paleo-Biwa Group and paleogeography of Lake Biwa special reference to the origin of the endemic species in Lake Biwa. *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, ser.* B, **30**, 81-119.
- **樽野博幸**, 1983. 大阪層群・古琵琶湖層群における長鼻 類化石の産出層準. 地団研専報, no. 25, 63-65.
- 横山卓雄・松岡長一郎・田村幹夫・雨森 清, 1979. 古 琵琶湖層群. 滋賀県の自然, 滋賀県, 309-389.
- 吉川周作, 1976. 大阪層群の火山灰層について. 地質雑, 82, 479-515.
- 吉川周作, 1983. 大阪層群と古琵琶湖層群の火山灰層の 対比. 地団研専報, no. 25, 45-61.
- Yoshikawa, S., 1984. Volcanic ash layers in the Osaka and Kobiwako Groups, Kinki District, Japan. Jour. Geosci. Osaka City Univ., 27, 1-40.
- 吉川周作,1989.大阪層群の火山灰層序.大阪層群の諸 問題,日本応用地質学会関西支部,119-135.
- 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, 地調月報, 40, 285-298.
- 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. 地調月報, **39**, 615-633.


吉川 周作¹⁾·大四 雅弘²⁾

Fission-track Ages of Volcanic Ashes of the Kobiwako Group around the Echi River, Shiga Prefecture

Shusaku Yoshikawa and Masahiro Daishi

愛知川及びその周辺の日野丘陵には鮮新~更 新統の古琵琶湖層群が分布し,数層の火山灰層 が挟まれる.愛知川化石林の年代を推定するた め,火山灰のフィッション・トラック年代測定 を行った.

古琵琶湖層群及びその相当層の年代は,当初, 火山灰試料を用いてフィッション・トラック法 やK-Ar法によって求められたが,火山ガラス 試料を用いたK-Ar法に難点があることや フィッション・トラック年代測定値が古地磁気 層序と比較的良く調和したことから,その後, フィッション・トラック法による年代測定値が 数多く報告されている.古琵琶湖層群の火山灰 に関しては,西村・笹嶋(1970), Nishimura and Yokoyama (1974・1975), Yokoyama *et al.* (1977),市原ほか (1984) などの研究がある. 今回も年代値を得るためフィッション・トラッ ク法を採用した.

本研究では、愛知川化石林のやや下位の挟ま れる愛知川左岸の崖に露出する中火山灰層及び 周辺の日野丘陵の原・池之脇・中・北脇火山灰 層の5火山灰試料についてフィッション・ト ラック年代測定を行った。ここでは試料、実験 方法、測定結果について述べるとともに、その 測定値についての検討を行うことにする。

なお、フィッション・トラック年代測定は、

²⁾ ジオクロノロジージャパン株式会社 Geochronology Japan Inc. ジオクロノロジージャパン株式会社大四雅弘が 行った.

1. 試料

年代測定用試料は,以下の5地点の火山灰を 使用した。

ENT-1:神崎郡永源寺町の愛知川左岸の崖 の中火山灰層,層厚 30 cm の淡桃白色の中〜細 粒ガラス質火山灰.

ENT-2:永源寺町和南の西0.5kmの道脇の



第一図 ESED 伝ノイツション・トラッ 年代測定フローチャート

¹⁾大阪市立大学理学部地学教室 Department of Geosciences, Faculty of Science, Osaka City University

sample	spontaneous track		i number	nduced track density	thermal'' neutron dose	F*2	number of	age ^{*3} and std. error	relative std.	method*4
No.		x10 ⁶ cm ⁻²		x10 ⁶ cm ⁻²	x10 ^{1 d} cm ⁻²		grains	(Ma)	error (%)	ac thou
ENT-1	45	0.1214 ± 0.0181	284	0.7665 ± 0.0455	3.84 ± 0.14	1.00	28	3.66 ± 0.60	16.5	ESED
ENT-2	3 grain	0.0374 ± 0.0216 No.1 to 3	33	0.4111 ± 0.0716	3.84 ± 0.14	0.00	3	2.10 ± 1.27	60.4	ESED
ENT-2	807 grain	2.335 ± 0.082 No.5 to 20	156	0.4514 ± 0.0361	3.84 ± 0.14	1.05	16	118.3 ±11.0	9.5	ESED
ENT-3	33	0.0957 ± 0.0167	270	0.7832 ± 0.0477	3.84 ± 0.14	1.04	32	2.82 ± 0.53	18.8	ESED
ENT-4	41	0.0869 ± 0.0136	418	0.8857 ± 0.0433	3.85 ± 0.14	0.66	46	2.27 ± 0.38	16.8	ESED
ENT-5	32	0.1043 ± 0.0184	311	1.0139 ± 0.0575	3.85 ± 0.14	1.25	38	2.38 ± 0.45	18.9	ESED

第1表 古琵琶湖層群火山灰中のジルコンのフィッショントラック年代測定値

*1 thermal neutron dose φ = φ k x ρ u x ρ k φ k : thermal neutron dose of standard glass (NBS SRM-913) irradiated at NBS nuclear reactor = 4.75 ± 0.05 (x10¹⁴ cm⁻²) ρ u : track density of muscovite attached to standard glass irradiated with sample = 7.285 x 10⁴ cm⁻² = 1767 tracks / 3.0 x 10⁻² cm² ρ k : track density of muscovite attached to standard glass which irradiated at NBS nuclear reactor = 8.885 x 10⁴ cm⁻² = 1770 tracks / 2.0 x 10⁻² cm² x2 F-value. Hayashi and Sugiyama, 1987 x3 age = 6.45 x 10⁹ ln (1 + 9.32 x 10⁻¹⁸ x φ x ρs / ρi) ρ s = spontaneous track density of ²³⁶U ρ i = induced track density of ²³⁵U

*4 ESED, External-Surface External-Detector method, Daishi et al., 1986

崖に露出する池之脇火山灰層,層厚 62 cm の淡 赤〜黄白色の粗〜極細粒火山灰.

ENT-3:永源寺町中の南方 0.7 km の峠の崖 に露出する中火山灰層,層厚約 30 cm の淡桃白 色の中〜細粒ガラス質火山灰.

ENT-4:蒲生郡蒲生町寺の 0.1 km 南の佐久 良川の崖に露出する北脇火山灰層,層厚 145 cm の黄白〜明灰白色の粗〜細粒ガラス火山灰.

ENT-5:蒲生郡日野町原,原橋の南東約50 mの川岸に露出する原火山灰層,層厚32 cmの 黄白色の中~極細粒火山灰。

2. 実験方法

試料に含まれるジルコンを分離し、ジルコン の外部表面と外部検出材(白雲母)を用いた Grain-by-Grain法(以下,外部表面 external surface と外部検出材 external detecter を略 して ESED法(大四ほか,1986)と呼ぶ)を使 用した.これらの方法には実験者により実験方 法及びその条件が異なるので、以下今回採った 方法・条件を述べる.これらの実験の流れ図を 第1図に示す.

ジルコンの分離・選別:それぞれの火山灰の 適当量 (5~10 kg;林·渡辺, 1980) を、クラッ シャーで粉砕する. 粉砕試料から, 48~200 mesh の部分をふるい分けし、パンニング法に より重鉱物を濃集する. ハリモンド磁撰機で磁 性鉱物をのぞき, 重液 (プロモホルム;比重 2.85) で重鉱物を選別する、アイソダイナミッ ク・セパレータで弱磁性鉱物を除き, HF 溶液 (H₂O と H₂SO₄を数滴加える)中で加熱し珪酸 塩鉱物を除く. このようにして得られたジルコ ンの表面が酸化鉄などで汚濁されている可能性 があるので、希塩酸で煮沸する、ジルコンの結 晶の形や粒径によってウラン濃度が大きく異な る可能性があるので,それらをできるだけ揃え た。また異質ジルコンの混入を避けるため、手 撰によりとくに色の濃いものを除去する.

エッチング:エッチングは六弗化テフロンに 埋め込んだジルコンの表面を DP クロスで清浄 (ダイヤモンド・ペーストは使用せず,従ってジ ルコンは研磨されていない)後行った.エッチ

	spont	aneous tra	ck	ind	uced trac	k	area of	grain	
No.	number	density t	otal	number	density	total	counting	age	F-valu
- 515407/04114	Serveral reserves	x106/cm2			x106/cm2	Antonia antonia	x10-6cm2	(M a)	
1	0	0.0000	0	4	0.3945	4	10.1400	0.00	0.00
2	0	0.0000	0	6	0.4734	10	12.6750	0.00	0.02
3	0	0.0000	0	2	0.5917	12	3.3800	0.00	0.04
4	0	0.0000	0	3	0.5917	15	5.0700	0.00	0.03
5	0	0.0000	0	7	0.6627	22	10.5625	0.00	0.04
6	0	0.0000	0	12	0.7101	34	16.9000	0.00	0.09
7	0	0.0000	0	13	0.8547	47	15.2100	0.00	0.11
8	0	0.0000	0	8	1.1834	55	6.7600	0.00	0.10
9	0	0.0000	0	9	1.3314	64	6.7600	0.00	0.09
10	0	0.0000	0	11	1.6272	75	6.7600	0.00	0.09
11	0	0.0000	0	11	1.6272	86	6.7600	0.00	0.09
12	1	0.0370	1	19	0.7027	105	27.0400	1.21	0.09
13	1	0.0473	2	14	0.6627	119	21.1250	1.65	0.08
14	1	0.0564	3	14	0.7890	133	17.7450	1.65	0.08
15	3	0.1775	6	33	1.9527	166	16.9000	2.10	0.08
16	1	0.0592	7	8	0.4734	174	16.9000	2.89	0.10
17	1	0.0676	8	7	0.4734	181	14.7875	3.30	0.11
18	1	0.0789	9	5	0.3945	186	12.6750	4.61	0.15
19	2	0.0947	11	10	0.4734	196	21.1250	4.61	0.17
20	3	0.8876	14	14	4.1420	210	3.3800	4.94	0.18
21	2	0.2367	16	9	1.0651	219	8.4500	5.13	0.20
22	2	0.2959	18	8	1.1834	227	6.7600	5.77	0.23
. 23	2	0.3156	20	6	0.9467	233	6.3375	7.69	0.28
24	2	0.1479	22	5	0.3698	238	13.5200	9.23	0.36
25	3	0.0888	25	7	0.2071	245	33.8000	9.89	0.45
26	2	0.1972	27	4	0.3945	249	10.1400	11.53	0.53
27	5	0.3698	32	10	0.7396	259	13.5200	11.53	0.68
28	13	0.5128	45	25	0.9862	284	25.3500	11.99	1.00
29	24	3.1558	69	20	2.6298	304	7.6050	27.64	4.61
30	11	1.3018	80	8	0.9467	312	8,4500	31.66	6.46

第2表 中火山灰 (ENT-1 試料) のフィッショントラック年代測定値

The following data are calculated for grains from No. 1 to 28 by the F test Sample age and standard error in million years 3.66 ± 0.60 Ma Spontaneous track density and standard error 0.1214 ± 0.0181 (x10⁶/cm² Induced track density and standard error 0.7665 ± 0.0455 (x10⁶/cm² Thermal neutron fluence and standard error 3.84 ± 0.14 (x10¹⁴/cm² F-value and (freedom) for dated grains 1.00 (27)

ングは、50.6 mol% KOH と 49.4 mol% NaOH の共融混合液 (Gleadow *et al.*, 1976)を用い, 220±1°Cに保った状態で約 44 時間行った.外部 検出材の白雲母のエッチングには、24% HF 溶 液を恒温水槽中で 25°Cに保ち、60 分間行った.

熱中性子照射:六弗化テフロンに埋め込んだ ジルコンに外部検出材の白雲母を張り合わせ る.また,中性子線量のモニター用標準ガラス (NBS 962 a または NBS 612) にも同様に白雲 母を張り合わせる.両者をカプセルに入れて立 教大学原子炉 (TRIGA Mark II) 回転試料棚で 熱中性子を15分間照射する.熱中性子線量の測 定は,熱中性子を照射した標準ガラスの外部検 出材の白雲母を用いる.熱中性子線量 ϕ_u は次式 で示される.

- $\phi_{\rm u} = \phi_{\rm k} \times \rho_{\rm u} / \rho_{\rm k}$
 - φ_k: NBS で照射された標準ガラスの熱中
 性子線量
 - ρu :線量未知の白雲母のトラック密度
 - ρ_k :NBS で標準ガラスとともに照射され

た白雲母のトラック密度

トラックの計数:トラックの計数は光学顕微 鏡 (2000 倍)を用い,包有物および傷の部分な どは避け,2πジオメトリー領域内で行った.

フィッション・トラック年代式: Price and Walker (1963) によって提唱されたフィッショ ン・トラック年代式に定数 (²³⁸U の自発核分裂 壊変定数は 7.03×10⁻¹⁷/yr; Roberts, *et al.*, 1968) などを代入すると,次式が得られる.

A= $6.45 \times 10^9 \times \ln (1+9.32 \times 10^{-18} \times \Phi \times \rho_s/\rho_l)$ UTいるとおりである.

Φ :熱中性子線量 (n・cm⁻²)

ρ_s:²³⁸Uの自発トラック密度

ρ₁:²³⁸Uの誘発トラック密度

以上の手法に基づいて算出した結果につい て、F検定(林・杉山, 1987)により統計的検定 を行った.

3. 測定結果

年代測定結果は,第1表および第2~6表に示 しているとおりである。

筆:	3 表	池ノ臨水山灰	(FNT-2 試料)	のフィッショントラック年代測定値	í
* > `	J 1X	他了加入山沃	(LINI 2 BAMT)	リノイソノヨノドノソノ牛い砲に追	£.

	spont	aneous tr	ack	ind	uced tra	ck	area of	grain	
No.	number	density	total	number	density	total	counting	age	F-value
		x106/cm2	R		x106/cm	2	x10-6cm2	(M a)	
1	0	0.0000	0	12	1.4201	12	8.4500	0.00	0.00
2	1	0.0263	1	11	0.2893	23	38.0250	2.10	0.00
3	2	0.0592	3	10	0.2959	33	33.8000	4.61	0.00
4	26	1.7094	29	31	2.0381	64	15.2100	19.33	0.28
5	32	3.0296	61	10	0.9467	74	10.5625	73.45	0.39
6	23	2.1775	84	7	0.6627	81	10.5625	75.40	0.45
7	71	2.1006	155	20	0.5917	101	33.8000	81.43	0.44
8	27	2.1302	182	7	0.5523	108	12.6750	88.43	0.49
9	43	2.9079	225	11	0.7439	119	14.7875	89.61	0.50
10	104	2.7350	329	23	0.6049	142	38.0250	103.54	0.59
11	23	2.5923	352	5	0.5635	147	8.8725	105.32	0.63
12	70	2.0710	422	15	0.4438	162	33.8000	106.83	0.67
13	19	0.6424	441	4	0.1352	166	29.5750	108.73	0.67
14	67	2.6430	508	14	0.5523	180	25.3500	109.54	0.69
15	21	0.8284	529	3	0.1183	183	25.3500	159.60	0.85
16	32	1.0820	561	4	0.1352	187	29.5750	182.08	1.17
17	40	2.3669	601	5	0.2959	192	16.9000	182.08	1.49
18	48	2.5247	649	6	0.3156	198	19.0125	182.08	1.78
19	40	3.5065	689	5	0.4383	203	11.4075	182.08	1.96
20	147	5.7988	836	17	0.6706	220	25.3500	196.58	3.12
21	47	1.5892	883	5	0.1691	225	29.5750	213.42	3.39
22	64	2.1640	947	6	0.2029	231	29.5750	241.64	4.11
23	55	1.8597	1002	5	0.1691	236	29.5750	249.05	4.64

The following data are calculated for grains from No. 1 to 3 by the F test Sample age and standard error in million years 2.10 ± 1.27 Ma Spontaneous track density and standard error 0.0374 ± 0.0216 (x10^e/cm²) Induced track density and standard error 0.4111 ± 0.0716 (x10^e/cm²) Thermal neutron fluence and standard error 3.84 ± 0.14 (x10¹⁴/cm²) F-value and (freedom) for dated grains 0.00 (2)

The following data are calculated for grains from No. 4 to 20 by the F test Sample age and standard error in million years 118.32 ± 11.21 Ma Spontaneous track density and standard error 2.3350 ± 0.0822 (x10°/cm²) Induced track density and standard error 0.4514 ± 0.0361 (x10°/cm²) Thermal neutron fluence and standard error 3.84 ± 0.14 (x10°/cm²) F-value and (freedom) for dated grains 1.05 (15)

琵博研報 1993 No.1

	sponta	spontaneous track			uced trac	: k	area of	grain	
No.	number	density x10 ⁶ /cm ²	total	number	density x10 ⁶ /cm ²	total	counting x10-6cm ²	age (M a)	F-value
1	0	0.0000	0	5	0.1972	5	25.3500	0.00	0.00
2	0	0.0000	0	3	0.3550	8	8.4500	0.00	0.01
3	0	0.0000	0	8	0.4734	16	16.9000	0.00	0.03
4	0	0.0000	0	10	0.4931	26	20.2800	0.00	0.04
5	0	0.0000	0	2	0.5917	28	3.3800	0.00	0.05
6	0	0.0000	0	8	0.6312	36	12.6750	0.00	0.05
7	0	0.0000	0	6	0.7101	42	8.4500	0.00	0.04
8	0	0.0000	0	2	0.9467	44	2.1125	0.00	0.04
9	0	0.0000	0	6	0.9467	50	6.3375	0.00	0.04
10	0	0.0000	0	2	1.1834	52	1.6900	0.00	0.04
11	0	0.0000	0	8	1.1834	60	6.7600	0.00	0.04
12	1	0.0592	1	22	1.3018	82	16.9000	1.05	0.04
13	1	0.0910	2	16	1.4565	98	10.9850	1.44	0.04
14	2	0.1183	4	32	1.8935	130	16.9000	1.44	0.04
15	2	0.0986	6	31	1.5286	161	20.2800	1.49	0.04
16	1	0.0986	7	7	0.6903	168	10.1400	3.30	0.08
17	2	0.1052	9	13	0.6838	181	19.0125	3.55	0.14
18	1	0.0592	10	6	0.3550	187	16.9000	3.85	0.17
19	1	0.0789	11	6	0.4734	193	12.6750	3.85	0.20
20	1	0.1479	12	6	0.8876	199	6.7600	3.85	0.23
21	1	0.1972	13	6	1.1834	205	5.0700	3.85	0.25
22	1	0.1183	14	5	0.5917	210	8.4500	4.61	0.27
23	2	0.2630	16	9	1.1834	219	7.6050	5.13	0.33
24	1	0.1479	17	4	0.5917	223	6.7600	5.77	0.36
25	2	0.1578	19	8	0.6312	231	12.6750	5.77	0.42
26	1	0.1972	20	4	0.7890	235	5.0700	5.77	0.44
27	1	0.1479	21	3	0.4438	238	6.7600	7.69	0.48
28	5	0.2113	26	15	0.6340	253	23.6600	7.69	0.70
29	1	0.2630	27	3	0.7890	256	3.8025	7.69	0.72
30	1	0.2959	2.8	3	0.8876	259	3.3800	7.69	0.74
31	3	0.2219	31	7	0.5178	266	13.5200	9.89	0.91
32	2	0.3945	33	4	0.7890	270	5.0700	11.53	1.04

第4表 中火山灰 (ENT-3 試料) のフィッショントラック年代測定値

The following data are calculated for grains from No. 1 to32 by the F testSample age and standard error in million years 2.82 ± 0.53 MaSpontaneous track density and standard error 0.0957 ± 0.0167 ($x10^6/cm^2$)Induced track density and standard error 0.7832 ± 0.0477 ($x10^6/cm^2$)Thermal neutron fluence and standard error 3.84 ± 0.14 ($x10^{14}/cm^2$)F-value and (freedom) for dated grains1.04 (31)

	spont	aneous tra	ck	ind	uced trac	k	area of	grain	
No.	number	density t	otal	number	density	total	counting	age	F-value
		x106/cm2			x106/cm2		x10-6cm2	(M a)	
1	0	0.0000	0	2	0.2367	2	8.4500	0.00	0.00
2	0	0.0000	0	2	0.2367	4	8.4500	0.00	0.00
3	0	0.0000	0	1	0.2367	5	4.2250	0.00	0.00
4	0	0.0000	0	3	0.3550	8	8.4500	0.00	0.01
5	0	0.0000	0	4	0.4734	12	8.4500	0.00	0.01
6	0	0.0000	0	3	0.4734	15	6.3375	0.00	0.01
7	0	0.0000	0	2	0.5260	17	3.8025	0.00	0.01
8	0	0.0000	0	5	0.5635	22	8.8725	0.00	0.01
9	0	0.0000	0	5	0.5917	27	8.4500	0.00	0.01
10	0	0.0000	0	6	0.5917	33	10.1400	0.00	0.02
11	0	0.0000	0	7	0.6627	40	10.5625	0.00	0.02
12	0	0.0000	0	6	0.8876	46	6.7600	0.00	0.02
13	0	0.0000	0	6	0.8876	52	6.7600	0.00	0.02
14	0	0.0000	0	6	0.8876	58	6.7600	0.00	0.02
15	0	0.0000	0	6	0.9467	64	6.3375	0.00	0.02
16	0	0.0000	0	4	0.9467	68	4.2250	0.00	0.02
17	0	0.0000	0	4	1.0519	72	3.8025	0.00	0.02
18	0	0.0000	0	3	1.1834	75	2.5350	0.00	0.02
19	0	0.0000	0	3	1.1834	78	2.5350	0.00	0.02
20	i n	0.0000	0	7	1,1834	85	5,9150	0.00	0.02
21	0	0.0000	0	4	1.5779	89	2.5350	0.00	0.02
22	0	0.0000	0	7	1.6568	96	4.2250	0.00	0.02
1 23	0	0.0000	0	2	2.3669	98	0.8450	0.00	0.02
2.4	1	0.0592	1	25	1.4793	123	16,9000	0.93	0.02
25	1	0.0789	2	20	1.5779	143	12.6750	1.16	0.02
26	1	0.0789	3	18	1.4201	161	12.6750	1.29	0.02
27	1	0.0394	4	17	0.6706	178	25.3500	1.36	0.02
2.8	1	0.0338	5	15	0.5072	193	29.5750	1.54	0.02
20	1	0.0592	6	13	0.7692	206	16,9000	1.78	0.02
30	2	0 1315	8	26	1 7094	232	15 2100	1 78	0 02
31	1	0 1479	9	10	1.4793	242	6.7600	2 31	0.03
32	1	0.0676	10	. 9	0.6086	251	14.7875	2.57	0.05
33	3	0.0710	13	25	0.5917	276	42.2500	2.78	0.07
34	2	0.0789	15	16	0.6312	292	25.3500	2.89	0.09
35	1	0 2367	16	8	1.8935	300	4 2250	2 89	0 10
36	2	0.1183	18	14	0.8284	314	16,9000	3.31	0.12
37	4	0.2104	22	25	1.3149	339	19.0125	3.70	0.17
38	2	0.1972	24	10	0.9862	349	10.1400	4.63	0.22
30	1	0 2959	2.5	5	1,4793	354	3.3800	4.63	0.24
40	4	0.2630	29	18	1,1834	372	15,2100	5.14	0.33
41	5	0.2959	34	22	1.3018	394	16,9000	5.26	0.45
4	1	0.2367	35	4	0.9467	398	4,2250	5 78	0 47
4	1	0 3945	36	4	1 5779	402	2 5350	5 78	0.49
4	2	0 2367	3.8	7	0.8284	409	8 4500	6 61	0.55
10	2	0 1691	40	6	0 5072	415	11 8300	7 71	0.63
	1	0 7890	41	2	2 3669	118	1 2675	7 71	0.05

第5表 北脇火山灰 (ENT-4 試料)のフィッショントラック年代測定値

The following data are calculated for grains from No. 1 to 46 by the F test Sample age and standard error in million years Spontaneous track density and standard error $0.869 \pm 0.0136 (x10^6/cm^2)$ Induced track density and standard error $0.8857 \pm 0.0433 (x10^6/cm^2)$ Thermal neutron fluence and standard error $3.85 \pm 0.14 (x10^{14}/cm^2)$ F-value and (freedom) for dated grains 0.66 (45)

	spontaneous track			ind	uced trac	ĸ	area of	grain	
No.	number	density t	otal	number	density	total	counting	age	F-valu
		x106/cm2			x106/cm2		x10-6cm2	(M a)	
1	0	0.0000	0	3	0.3550	3	8.4500	0.00	0.00
2	0	0.0000	0	5	0.4227	8	11.8300	0.00	0.01
3	0	0.0000	0	2	0.5260	10	3.8025	0.00	0.01
4	0	0.0000	0	7	0.5523	17	12.6750	0.00	0.03
5	0	0.0000	0	5	0.5917	22	8.4500	0.00	0.02
6	0	0.0000	0	3	0.5917	25	5.0700	0.00	0.02
7	0	0.0000	0	5	0.5917	30	8.4500	0.00	0.01
8	0	0.0000	0	3	0.5917	33	5.0700	0.00	0.01
9	0	0.0000	0	7	0.5917	40	11.8300	0.00	0.02
10	0	0.0000	0	9	0.6086	49	14.7875	0.00	0.02
11	0	0.0000	0	4	0.6312	53	6.3375	0.00	0.02
12	0	0.0000	0	3	0.7101	56	4.2250	0.00	0.02
13	0	0.0000	0	4	0.7890	60	5.0700	0.00	0.02
14	0	0.0000	0	4	0.9467	64	4.2250	0.00	0.02
15	0	0.0000	0	4	0.9467	68	4.2250	0.00	0.02
16	0	0.0000	0	6	1.1834	74	5.0700	0.00	0.01
17	0	0.0000	0	6	1.1834	80	5.0700	0.00	0.01
18	0	0.0000	0	5	1.1834	85	4.2250	0.00	0.01
19	0	0.0000	0	9	1.4201	94	6.3375	0.00	0.02
20	0	0.0000	0	16	1.5148	110	10.5625	0.00	0.03
21	0	0.0000	0	10	1.6906	120	5.9150	0.00	0.03
22	0	0.0000	0	6	2.3669	126	2.5350	0.00	0.03
,23	1	0.0947	1	12	1.1361	138	10.5625	1.93	0.04
24	2	0.0947	3	21	0.9941	159	21.1250	2.20	0.05
25	2	0.2254	5	20	2.2542	179	8.8725	2.31	0.06
26	2	0.2630	7	20	2.6298	199	7.6050	2.31	0.07
27	1	0.1691	8	9	1.5216	208	5.9150	2.57	0.08
28	1	0.2367	9	7	1.6568	215	4.2250	3.31	0.11
29	2	0.1352	11	13	0.8791	228	14.7875	3.56	0.15
30	1	0.1315	12	6	0.7890	234	7.6050	3.86	0.17
31	1	0.1479	13	6	0.8876	240	6.7600	3.86	0.19
32	5	0.2959	18	30	1.7751	270	16.9000	3.86	0.26
33	1	0.1578	19	5	0.7890	275	6.3375	4.63	0.28
34	1	0.1972	20	5	0.9862	280	5.0700	4.63	0.31
35	1	0.1972	21	4	0.7890	284	5.0700	5.78	0.34
36	3	0.1972	24	10	0.6575	294	15.2100	6.94	0.48
37	2	0.5260	26	5	1.3149	299	3.8025	9.25	0.63
38	6	0 4734	32	12	0 9467	311	12 6750	11 56	1 25

第6表 原火山灰(ENT-5 試料)のフィッショントラック年代測定値

The following data are calculated for grains from No. 1 to 38 by the F test Sample age and standard error in million years 2.38 ± 0.45 Ma Spontaneous track density and standard error 0.1043 ± 0.0184 (x10⁶/cm²) 1.0139 ± 0.0575 (x10⁶/cm²) Induced track density and standard error Thermal neutron fluence and standard error 3.85 ± 0.14 (x10¹⁴/cm²) F-value and (freedom) for dated grains 1.25 (37) The following data are calculated for grains from No. 1 to 37 by the F test Sample age and standard error in million years 2.01 ± 0.42 Ma 0.0884 <u>+</u> 0.0173 (x10⁶/cm²) Spontaneous track density and standard error Induced track density and standard error 1.0168 ± 0.0588 (x10⁶/cm²) Thermal neutron fluence and standard error F-value and (freedom) for dated grains

なお、これらの測定値の中で、ENT-2 試料の 年代測定値は、同試料のジルコンの大部分(粒 子番号 4~23)が異質粒子であるため、参考値と して示しておく.

4. 考察

愛知川左岸の中火山灰層,日野丘陵の原・中・ 北脇火山灰層のフィッショントラック年代測定 値は,それぞれ3.66±0.60 Ma,2.38±0.45 Ma, 2.82±0.53 Ma,2.27±0.38 Ma の値を示した.こ れらの年代測定値と他の層序学的資料及び従来 の年代測定値との関連について若干の考察を行 う.

古琵琶湖層群の古地磁気層序との関連を検討 すると、今回測定した火山灰層はすべて2.48 Ma~0.73 Maの年代を示す松山逆磁極期 (Mankinen and Dalrymple, 1979)の前期と推 定されている(古琵琶湖団研グループ,1977, 1981; Hayashida and Yokoyama, 1979), L かも、中火山灰層は1.87 Ma~1.80 Ma を示す Oluduvai 事件中に挟まれている. また, 従来報 告されている古琵琶湖層群火山灰のフィッショ ントラック年代値を見ると、今回の火山灰と比 較的層準の接近する火山灰の年代値は、原火山 灰の下位に存在する小野 III 火山灰が 2.1±0.4 Ma (Yokoyama et al., 1977), 小野 II 火山灰が 2.3±0.4 Ma, 2.1±0.3 Ma (西村・笹嶋, 1970; Yokoyama et al., 1977), 紫火山灰が 2.1±0.4 Ma (Yokovama et al., 1977) であり、北脇火 山灰に対比される五軒茶屋火山灰(古琵琶湖団 研グループ,1981;吉川,1983)が1.67±0.28 Ma (市原ほか, 1984;鈴木, 1988) を示してい 3.

このようなデータから判断すると,原・中・ 北脇火山灰層の年代値は,およそ2.1 Ma~1.6 Maと推定されるが,今回の年代測定値は,全体 にやや古い値を示しているようである.

このことは、これらの試料中にはF検定では 取り除けないような年代的異質粒子が含まれて いることを示唆している.ちなみに、各試料の 自発トラック密度と誘発トラック密度の関係を 見ると、とくに ENT-1、ENT-3 でばらつきが 大きいように見られる。これらの点に関しては フィッション・トラック年代測定に用いたジル コンの結晶形態の記載を含め今後の課題であろ う.

文 献

- 大四雅弘・林 正雄・加藤祐三, 1986. 琉球列島産新生 代酸性火山岩類のフィッション・トラック年代. 岩 鉱, 81, 324-332.
- Gleadow, A. J. W., Hurford, A. J. and Quaife, R. D., 1976. Fission track dating of zircon: improved etching techniques. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 33, 273-276.
- 林 正雄・杉山広己, 1987. Grain by grain 法による フィッション・トラック計数データの簡易な統計検 定法. 岩鉱, 82, 239-242.
- 林 正雄・渡辺公一郎, 1980. ジルコンによるフィッショ ン・トラック年代測定法.地熱, 17, 203-213.
- Hayashida, A. and Yokoyama, T., 1979. Paleomagnetic chronolgy of the Plio-Plistocene Kobiwako Group on the east coast of Lake Biwa, Central Japan. Rock Magnetism and Paleogeophysics, 6, 48-51.
- 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ョン・ト ラック年代-,地球科学,38,1-16.
- 古琵琶湖団体研究グループ,1977.水口丘陵西部の古琵 琶湖層群.地球科学,31,115-129.
- 古琵琶湖団体研究グループ,1981. 瀬田・石部地域の古 琵琶湖層群.地球科学,35,26-40.
- Mankinen, E. A. and Dalrymple, G. B., 1979. Revised geomagnetic polarity time scale for the interval 0-5 m. y. B. P. Jour. Geoph. Res., 84, 615-626.
- 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.
- Nishimura, S. and Yokoyama, T., 1974. Fission-track Ages of Volcanic Ashes of Core Samples of Lake Biwa and Kobiwako Group. *Paleolim. Lake Biwa* Jap. Pleist., 2, 38-46.
- Nishimura, S. and Yokoyama, T., 1975. Fission-track Ages of Volcanic Ashes of Core Samples of Lake Biwa and Kobiwako Group (2). *Paleolim. Lake Biwa Jap. Pleist.*, **3**, 138-142.
- Price, P. B. and Walker, R. M., 1963. Fossil tracks of charged particles in gneiss and age of minerals.

Jour. Geophys. Res., 68, 4847-4862.

- Roberts, L. H., Gold, R. and Araman, R. J., 1968. Spontaneous fission decay constant of ²³⁸U. *Phys. Rev.*, **174**, 1482-1484.
- 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, 30, 219-221.

Yokoyama, T., Danhara, T., Kobata, Y. and Ni-

shimura, S., 1977. Fission-track Ages of Volcanic Ashes of Core Samples of Lake Biwa and Kobiwako Group (3). *Paleolim. Lake Biwa Jap. Pleist.*, 5, 44-53.

吉川周作, 1983. 大阪層群と古琵琶湖層群の火山灰層の 対比. 地団研専報, no. 25, 45-61.



愛知川周辺の古琵琶湖層群火山灰層の古地磁気

中山 勝博1)

Paleomagnetism of the Volcanic Ash Layers of the Kobiwako Group around the Echi River, Shiga Prefecture

Katsuhiro Nakayama

1. はじめに

地磁気極性の変化の記録は深海堆積物(Opdyke, 1972)や地表に露出した堆積物に追跡さ れ,極性の年代スケールが確立されているため (Cox, 1969; Berggren et al., 1985; Harland et al. 1989 など)層序確立の一つの手段として岩 石や堆積物の磁気の測定が行なわれている.そ こで筆者は、愛知川産化石林の産出層序を明ら かにするための1つの手立てとして,化石林産 出地点周辺の古琵琶湖層群の古地磁気を測定 し,古地磁気編年(Harland et al., 1989)とど のように対比されるかを検討した.

琵琶湖周辺には陸水成で鮮新統〜更新統下部 の古琵琶湖層群(中村,1929)が分布する.こ のうち化石林産出地点の周辺には,古琵琶湖層 群の中上部の蒲生累層と草津累層(Yoshikawa, 1984)が分布し,下位から順に原,池之脇,中, 北脇の各火山灰層がはさまれる.今回はこの4 層準の火山灰層の古地磁気を測定した.

なお、古地磁気測定用試料の採取にあたり、 大阪府立西浦高校の林 隆夫氏に現地を案内し ていただくとともに、林氏と大阪市大の吉川周 作博士と水谷睦彦氏と小西省吾氏、関西大学第 一高校の橋本定樹氏に採取のご協力をいただい た.記して感謝する次第である.

2. 試料採取と測定方法

残留磁化測定用の試料を採取した地点を第1 図に示す.定方位試料の採取は,露頭にて各火 山灰層から新鮮な部分を削り出し20×20×10 cm³のブロック状にして2ブロック取り出し た.方位付けは磁気コンパスを使用した.定方 位試料は実験室に持ち帰り小さく整形して切り 出し,各辺約2cmの立方体プラスチックカプ セルにつめた.1ブロックから8個以上のカプ セル 試料を作成した.磁化の測定には Schonstedt社のスピナー磁力計(SSM-1A型, 測定感度~1×10⁻³ Am²=1×10⁻⁶emu)を用い た.

残留磁化の安定性の吟味および2次的磁化の 除去のため交流磁場のもとで消磁を行なった. 基本的に1ブロックの試料につき3個のカプセ ル試料(パイロット試料)を任意に選択し7段 階の交流消磁(5,10,15,20,30,40,50 mT)を 行ない,それをもとにZijdervelt 投影(Zijdervelt,1967)し,磁化ベクトルの変化と精密度計 数(x 値),95%信頼円(α_{95})とから最適消磁 条件を設定した.

3. 測定結果

測定結果を第1表に示す.磁化ベクトルの変 化を第2図に示す.今回測定した試料は,一部 粘土質な部分もあるものの全てシルト〜細粒砂 サイズの火山灰層であり,消磁処理を行なった

¹⁾ 島根大学理学部地質教室 Department of Geology, Faculty of Science, Shimane University



第1図 測定試料採取地点

国土地理院発行5万分の1「近江八幡」と「御在所山」を使用した.図中の記号は第1表の試料名を示す.

第1表 測定結果

N:カプセル試料数,P:磁極(N:正磁極; R:逆磁極),AFD:最適消磁条件(単位はmT),D・I:自然残留磁化の偏角と伏角,Dc・Ic:消磁後の偏角と伏角,K: 精密度係数,Ass: 95%信頼円.

SAMPLE	ASH NAME	Ν.	Ρ.	AFD	I	D	Ic	Dc	К	A ₉₅
Kt-a	Kitawaki	8	R	10	-53.2	-12.7	176.8	-50.3	62.33	7.70
Kt-b	Kitawaki	6	R	30	-142.7	53.4	-171.4	-34.0	39.50	6.39
Nk-a	Naka	7	Ν	30	-5.5	49.9	-2.3	53.6	195.17	4.30
Nk-b	Naka	7	Ν	10	-1.6	49.1	-0.8	50.3	182.33	4.50
Ik-a	Ikenowaki	7	(N)	15	10.7	49.8	13.8	52.9	119.78	5.50
Ik-b	Ikenowaki	8	(N)	10	-3.5	43.3	-15.5	54.5	129.27	4.90
Hr-a	Hara	8	R	10	175.5	-45.3	-175.4	-51.9	138.87	5.20
Hr-b	Hara	8	R	10	-177.5	-52.6	-177.7	-52.7	566.60	2.30
NkE-a	Naka(Echi	R)8	Ν	10	-0.4	48.6	3.8	47.3	77.51	6.30
NkE-b	Naka(Echi	R)6	Ν	20	8.7	46.9	6.7	42.2	380.64	3.40

磁化強度は10⁻⁵~10⁻³A/m であった.古琵琶湖 層群とほぼ同時代の東海層群の火山灰層におけ る段階交流消磁による消磁の有効性は,中山・ 吉川(1990)によって検討され,交流消磁が磁 気的に不安定な成分の除去に十分有効であると されている.中山・吉川(1990)では,この検 討のため褶曲試験と熱消磁による検証を行なっ ている.古琵琶湖層群については古琵琶湖団体 研究グループ (1977, 1981) が火山灰層の残留磁 化を測定したが、ここでは交流消磁によって十 分な消磁がなされている。また、Hayashida & Yokoyama (1983) は、熱消磁と交流消磁とを 用いて古琵琶湖層群の古地磁気層序を確立した が、それにおいても交流消磁によって十分な消 磁がなされている。なお、Hayashida & Yokoyama (1983) の第2図の試料採取位置図



第2図 段階交流消磁による磁 化ベクトル変化

黒丸は水平成分,白丸は垂直成分 を示す.丸の横の数字は消磁条件 を示す(単位はmT).軸の単位は, Ktについては 5×10^{-5} A/m, Nk とHrについては 5×10^{-4} A/m, Ikについては 2×10^{-3} A/m である. から判断して,池之脇,中,原の3火山灰層に ついては,筆者と同じ地点から試料採取してい るとみられる.

4. 議 論

今回の測定では, 原, 北脇の両火山灰層が逆 磁極であり、中火山灰層は化石林産出地の川岸 の崖で採取したものも周辺地域で採取したもの も正磁極であった、池之脇火山灰層については、 見かけ上正磁極を示すが、次の問題点が指摘で きる. すなわち,池之脇火山灰層の2試料(Ika, Ik-b) が今回採取した火山灰層の中で最も風 化が進行しており,火山灰の一部が粘土質と なっていた、また、第2図の磁化ベクトルから 明らかなように、パイロット試料は120mTま で消磁してみたものの,その磁化は原点に収束 しようとしない. この2点からみると, 今回の 測定では中山・吉川(1990)の検討を根拠に熱 消磁を行わなかったが、Ik-a. Ik-b の2 試料に ついては逆磁極を示す可能性がかなりあり、磁 化ベクトルが原点に収束する傾向がみられるま で熱消磁による再測定を行う必要がある。

今回の4層準5地点における測定結果は池之

順に並べてある.

脇火山灰層の結果を除いてHayashida & Yokoyama (1983)の結果(第2表)とよく一致 した.池之脇火山灰層の残留磁化の測定につい ては上述の問題点が残されており今回の測定結 果のみで磁極は判断できないと考えた。

今回の結果に北脇火山灰層が五軒茶屋(ある いは蒲生堂)火山灰層に連続し、中火山灰層が 桐生 II 火山灰層に対比できること(吉川、 1983),それに古琵琶湖団体研究グループ(1977, 1981)の古生物学的資料を加えて層序学的検討 を行うと次のことがいえる。

五軒茶屋火山灰層の放射年代値が1.67±0.28 Maを示し(市原ほか,1984),植物化石に注目 すると五軒茶屋火山灰層の数十 m 上位の層準 から Pinus koraiensis や Menyanthes trifoliata など寒冷気候を示すものが Metasequoia disticha などのメタセコイヤ植物群とともに認めら れる.古琵琶湖団体研究グループ(1977,1981), 吉川(1983),市原ほか(1984)などでも既に指 摘されているように北脇火山灰層付近の層準が 鮮新・更新統の境界に相当する.古地磁気編年 からみると今回測定した原~北脇火山灰層まで の層準は MATUYAMA 逆磁極期に対比でき,

第2表 日野丘陵の古琵琶湖層群の残留磁化測定結果(Hayashida & Yokoyama, 1983 の一部) H:適正交流消磁レベル(Oe 単位), D・I:消磁後の偏角と伏角, M:磁化の平均強度 (10⁻⁶emu/cm³単位), N:測定試料数, k:精密度係数, A₉₈: 95%信頼円, La.・Lo.: 極の緯度(北緯を正)と経度(東経を正).表中の試料名は下から順に層序学的下位から

SAMPLE	LOCALIT	Y MATERIAL	Н	D	I	М	N	k	A ₉₅	La.	Lo.
BE1010-	1 1010	Kitawaki V.A.	400	193.5	-51.6	11.9	5	184.8	5.6	-78	56
BE1018-1	1 1018	Naka V.A.	400	359.2	36.7	1.5	6	157.7	5.4	75	319
BE1018-2	2 1018	Mud below Naka	200	339.7	48.7	0.3	4	23.2	19.5	72	35
BE1013-	1 1013	V.A.Unnamed	400	6.7	52.5	16.3	5	219.5	5.2	84	243
BE1011-	1 1011	V.A.Unnamed	400	5.5	58.1	6.2	6	370.3	3.5	84	184
BE1011-2	2 1011	Mud below V.A.	200	335.7	47.4	0.3	4	103.8	9.1	68	36
BE1012-2	2 1012	Mud above Ikenowaki	200	352.7	55.6	0.4	5	28.6	14.6	84	59
BE1012-	1 1012	Ikenowaki V.A.	400	185.7	-46.3	7.5	5	44.2	11.6	-81	11
BE1020-	1 1020	Ikenowaki V.A.	400	166.3	-51.3	3.2	5	300.4	4.4	-78	215
BE1014-	1 1014	V.A.Unnamed	400	176.2	-42.5	2.5	5	52.3	10.7	-79	155
HN1	HN1	Hara V.A.	400	177.3	-48.2	8.2	5	70.1	9.2	-84	159
HN2	HN2	Hara V.A.	400	178.7	-61.6	9.6	5	101.5	7.6	-82	39
HN3	HN3	Hara V.A.	400	186.7	-41.6	5.1	5	41.6	12.0	-78	17
HN5	HN5	Hara V.A.	400	150.2	-58.4	4.7	5	102.7	7.6	-66	245



第3図 古地磁気編年との対比

古地磁気編年は Harland et al.(1989)による。短い横線と名称は火山灰層および火山灰層名を示す。白丸は逆帯磁を黒丸は正帯磁を示す。矢印は連続あるいは対比できる火山灰層(吉川, 1983)を示す。

正磁極を示した中火山灰層はOlduvai 正磁極 亜期に対比できる.

この古地磁気編年との対比についての本論で の結論は、古琵琶湖団体研究グループ(1977, 1981)の古地磁気測定資料それに Hayashida & Yokoyama (1983)の測定結果と矛盾しない。以 上のまとめを第3図に示す。

対 文 献

Berggren, W. A., Kent, D. V. and Van Couvering, J. A., 1985, Neogene geochoronology and chronostratigraphy. In Snelling, N. J., ed.: The Chronology of the Geological Record, 211-250, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- Cox, A. V., 1969, Geomagnetic reversals. Science, 163, 237-245.
- Fisher, R. A., 1953, Dispersion on a sphere. Proc. R. Soc., A 217, 295–305.
- Harland W. B., Armstrong R. L., Cox A. V., Craig L. E., Smith A. G., and Smith D. G., 1989, A Geologoc Time Scale 1989. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hayashida A. and Yokoyama T., 1983, Paleomagnetic chronology of the Plio-Pleistocene Kobiwako Group to southeast of Lake Biwa, central Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, 89, 209-221.
- 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ョン・ト

ラック年代-. 地球科学, 38, 1-16.

- 古琵琶湖団体研究グループ,1977,水口丘陵西部の古琵 琶湖層群.地球科学,31,115-129.
- 中村新太郎, 1929, 日本における洪積統の分層.日本学 術協会報告, 5, 115-117.
- 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.

Opdyke, N. O., 1972, Paleomagnetism of deep-sea

cores. Rev. Geophys. Space Phys., 10, 213-249.

- 吉川周作, 1983, 大阪層群と古琵琶湖層群の火山灰層の 対比. 地団研専報, 25, 45-61
- Yoshikawa, S., 1984, Volcanic ash layers in the Osaka and Kobiwako Groups, Kinki District, Japan. Jour. Geosci. Osaka City Univ., 27, 1-40.
- Zijderveld, J. A., 1967, A demagnetization of rocks: Analysis of results. In Collinson, D. W., Creek, M. and Runcorn, K. S., eds.: Methods in Paleomagnetism, 254-268, Elsevier, Amsterdam.

愛知川化石林の年代と古琵琶湖層群

林 隆夫¹⁾·橋本定樹²⁾

The Age of the Petrified Forest from the Kobiwako Group at the River Floor of the Echi River, Eigenji Town, Shiga Prefecture

Takao Hayashi and Sadaki Hashimoto

1. はじめに

滋賀県神崎郡永源寺町の愛知川河床部から発 見された化石林は古琵琶湖層群から産出した. ここでは古琵琶湖層群とそれに関連する諸研究 について概説し,愛知川化石林の時代の特徴に ついて述べる.

2. 古琵琶湖層群

古琵琶湖層群は、上野・近江盆地の丘陵地を 構成している鮮新・更新統であり、その最大積 算層厚は1500mに達する。本層群は未固結の 礫・砂・シルト・粘土からなり、130を超える火 山灰層を挟在している。また、本層群は、Lanceolaria oxyrhyncha(ササノハガイ)・Limnoscapha schlegeli(イケチョウガイ)・Corbicula sandai(セタシジミ)などの琵琶湖水系種の淡 水貝化石を産出し、全層準にわたって淡水相を 示す。

古琵琶湖層群の層序に関する研究は,池辺 (1933)による琵琶湖西方滋賀丘陵(堅田丘陵) における研究に始まり,その後多くの研究者に よって進められてきた.なかでも,Takaya (1963)は,本層群分布域のほぼ全域を調査研究 し,火山灰層を鍵層にしてこの層群全体の層序 の概要を明らかにし, 琵琶湖の構造発達史につ いての具体的なイメージを形成した. その後の 研究は, Takaya (1963)の研究を基礎に, より詳 細な火山灰層序の確立をめざして進められてき た(横山ほか, 1968;鎌掛団体研究グループ, 1972;林, 1974;古琵琶湖団体研究グループ, 1977・1981・1992;田村ほか, 1977;横山ほか, 1979;川辺, 1981・1986;Kawabe, 1989;橋本・ 古琵琶湖団体研究グループ, 1987;Yokoyama *et al.*, 1979).

横山ほか(1979),林・古琵琶湖団体研究グルー プ(1981), Kawabe (1989)などの研究にもとづい て,古琵琶湖層群を下位より,上野・伊賀・阿 山・甲賀・蒲生・草津・堅田・高島の8つの累 層に区分し略述する.また,動植物化石の産出 層準・古地磁気層序などについても略述する.

岩相層序

上野累層;古琵琶湖層群の最下位にある上野 累層は,上野盆地〜近江盆地南東部に見られ, その最大層厚は約250mに達する(Kawabe, 1989).

上野累層の下部は,本累層分布地域の南部を 占める名張・花ノ木・上野市東南・伊賀〜大山 田地域などに見られ,主として淘汰の悪いシル ト・砂および礫層の互層からなる。一般に,本 累層の上部は蛙目粘土や木節粘土などからなる 陶土層を多数挟有している。しかし,伊賀〜大 山田地域には,塊状・無層理で淘汰の良い粘土 層が厚く発達し,淡水棲の貝化石や魚類化石を

¹¹ 大阪府立西浦高等学校 (Nishiura High School, Osaka)

²⁾ 関西大学第一高等学校(Kansai University First High School, Osaka)

多産する.

伊賀累層;伊賀累層は,島ケ原・花ノ木・阿 山・甲賀地域に分布し,主として砂礫からなり, その最大層厚は約170mである.本累層は,下 位から上位の層準に向かって全体的に細粒化 し,同じ層準では西方から東方に向かって細粒 化する(Kawabe, 1989).本累層は,一般に下 位の上野累層の上位に整合に重なっているが, 島ケ原地域および花ノ木地域西部では一部に上 野累層を不整合に被っている.例えば,島ケ原 地域では,下位にある伊賀粘土層(上野累層) を不整合に被って,湖東流紋岩・チャート・砂 岩・花崗岩類などの中礫〜大礫から構成される 北又礫層(伊賀累層)が発達している.特に, 湖東流紋岩類の礫が多量に含まれていて,その 含有率は60~70%にも達する.

阿山累層;阿山累層は,伊賀累層の上位に整 合に重なり,阿山・甲賀・伊賀〜大山田地域に 分布している.本累層は,主として塊状・無層 理の厚い粘土層からなり,下位の和田部層と上 位の甲南部層に分けられる.また,本累層の層 厚は著しく変化し,最大130mに達する(Takaya, 1963;横山ほか, 1968; Kawabe, 1989).

甲賀累層;甲賀累層は,阿山累層の上位に整 合に重なり,甲賀地域の中央部から北部に分布 している.本累層は,主として塊状・無層理の 厚い粘土層からなり,その層厚は75~120 mで ある.その層相は,阿山累層の層相と酷似して いるが,その堆積の場は明らかに北へ移動して いる.また,本累層に挟有されている砂層は, いずれも東南東〜東に向かって層厚を増し,粗 粒化する.さらに,堆積構造から復元された古 流向も東〜南東から西〜北西への方向を示し, 阿山累層より下位の層準が示す古流向とは逆に 近い方向を示す(Takaya, 1963;横山ほか, 1968; Kawabe; 1989).

蒲生累層;蒲生累層は,甲賀累層の上位に整 合に重なり,水口丘陵・甲賀丘陵北西部・日野 丘陵・多賀地域などの湖東地域および湖南地域 に分布している.本累層は,主として砂・シル ト・粘土層の互層であり(横山ほか,1968;古 琵琶湖団体研究グループ,1977・1981;田村ほ か,1977;横山ほか,1979),その層厚は280 ~400 m である.また,本累層の全層準が水口丘 陵で見られ,下位から布引山互層・迫粘土層・ 清田互層・陽気ケ丘粘土層・豊田互層に区分さ れる(池辺,1934;横山ほか,1968;古琵琶湖 団体研究グループ,1977).

草津累層;草津累層は,蒲生累層の上位に整 合に重なり,水口丘陵西北部・日野丘陵西北部・ 多賀地域などの湖東地域や湖南地域に分布して いる.本累層は,チャートの中〜大礫大の亜角 〜亜円礫を多量に含む礫層を主体とする礫・ 砂・シルト・粘土層の互層からなり(古琵琶湖 団体研究グループ,1977・1981;横山ほか, 1979),その層厚は90〜130 m である.模式地の 草津市周辺では,本累層は,下位から浅柄野砂 層および瀬田礫層に区分されている(古琵琶湖 団体研究グループ,1981).

なお、大津市西部において草津累層の上位に 見られる古琵琶湖層群は、礫・砂・シルト・粘 土層からなる互層であり、膳所累層と呼ばれて いて(Ishida *et al.*, 1976),その層厚は208 m 以上に達する(橋本・古琵琶湖団体研究グルー プ,1987;古琵琶湖団体研究グループ,1992). この累層とより上位にある堅田累層との層序的 関係は明確になっていない.

堅田累層;堅田累層は、湖西堅田丘陵に見られ、主に砂・シルト・粘土層の厚い互層からなり、その最上部は淘汰の悪い砂礫層からなっている(池辺、1933; Takaya, 1963; 林、1974).

本累層は、下位から、虹ケ丘粘土層・北浜砂 層・喜撰粘土層・高城互層・比良園粘土層・栗 原互層・佐川粘土層および龍華砂礫層(同時異 相として山下互層)の8つの部層に区分され、 その全層厚は380m以上に達する(林, 1974).

高島累層;高島累層は,丘陵地に分布する古 琵琶湖層群のなかでは最上位の地層であり,湖 北高島地域に見られる。本累層は,主として砂 礫からなり,その層厚は約100 m である (Yo-



123



124

koyama *et al.*, 1979). また, この累層と堅田 累層との直接的な層序関係は不明である.

この累層は、安曇川流域で最も典型的に見ら れ、下位から、白土谷層・井ノ口礫層・暁街道 層・下古賀礫層に区分されている(Yokoyama *et al.*, 1979).

生層序

植物化石:古琵琶湖層群の上野累層・伊賀累 層・阿山累層・甲賀累層・蒲生累層・草津累層 からは, Metasequoia 植物群に属する植物化石 が産出する. Metasequoia 植物群構成種のうち, Nyssa (ヌマスギ) · Sequoia sempervirens (セ コイアメスギ)は上野累層から蒲生累層の下部 にかけて、Liquidambar formosana (フウ)・ Pseudolarix kaempferi (イヌカラマツ) は上野 累層から蒲生累層にかけて, Ginkgo biloba (イ チョウ)・Glyptostrobus pensilis (イヌスギ)・ Juglans cinerea var. megacinerea (オオバタグ $\nu \in$) • Metasequoia disticha (メタセコイア) は 上野累層から草津累層にかけて, それぞれ産出 する(三木, 1948; Takaya, 1963; 那須, 1971; 古琵琶湖団体研究グループ,1977・1981). この ことは、上野累層から草津累層にかけて、 Metasequoia 植物群構成種が次第に減少してい くことを示している.

草津累層の上部から、Pinus koraiensis(チョ ウセンゴヨウ)・Menyanthes trifoliata (ミツガ シワ) などの第四紀寒冷型の植物化石が産出す る (古琵琶湖団体研究グループ, 1977・1981). また、蒲生累層の池之脇火山灰層層準から、 Picea maximowiczii (ヒメバラモミ) が産出す る(林、未公表). 花粉化石の研究結果から、こ の層準には、小寒冷期の存在が推定されている (那須, 1971). より上位にある堅田累層および高島累層から は、Metasequoia 植物群に属する植物化石は産 出せず、そのいくつかの層準から第四紀寒冷型 の植物化石が産出する。後者に属する植物化石 として、堅田累層の龍華砂礫層からは Pinus koraiensis・Picea cf. bicolor (イラモミ)(林、 1974)が、高島累層の暁街道層からは Menyanthes trifoliata (Yokoyama et al., 1977) が、同累層の下古賀礫層からはPicea cf. bicolor (Yokoyama et al., 1977)が産出する。

Metasequoia 植物群に属する植物化石は,大阪層群最下部・下部から産出し,アズキ火山灰層(古琵琶湖層群の喜撰火山灰層に対比される) より上位にある地層(大阪層群上部)からは産 出しない(市原,1960).また,Menyanthes trifoliata・Pinus koraiensis などの第四紀寒冷 型の植物化石は,大阪層群では福田火山灰層(古 琵琶湖層群の五軒茶屋火山灰層に対比される) とその上位にある天神山火山灰層の間の層準か ら産出しはじめる(Itihara et al., 1984).

以上のように,古琵琶湖層群からの植物化石 の産出状況は,大阪層群からのそれと良い対応 を示している.

哺乳動物化石;長鼻類化石の産出層準につい て略述する.

Stegodon shinshuensis (シンシュウゾウ)の 臼歯が,上野市北東方の大山田村真泥に分布し ている伊賀累層(七本木 I 火山灰層の直下)から 産出している (Kamei, 1984).

Stegodon aurorae (アケボノゾウ)の臼歯が 日野町野出の蒲生累層最上部(中火山灰層と北 脇火山灰層間)(岡崎・松岡,1979)と大津市千 野の堅田累層栗原互層(栗原 II 火山灰層の下位 14 m)(樽野ほか,1983)から産出している.

第2図 古琵琶湖層群層序図(Kawabe, 1989 を一部修正)

湖北地域の層序は Yokoyama et al. (1979)に、湖西地域の層序は林 (1974) に、日野地域の層序は横山ほか (1979) に、水口地域の層序は古琵琶湖団体研究グループ (1977) と鎌掛団研グループ (1972) に、甲賀地域と阿山地域の層 序は川辺 (1981) に、上野地域の層序は川辺 (1986) に、湖南地域の層序は古琵琶湖団体研究グループ (1981) にも とづいている。古地磁気の極性は、古琵琶湖団体研究グループ(1977・1981)・Hayashida and Yokoyama (1983)にも とづいている。フィッショントラック年代は西村・笹嶋(1970)・Yokoyama et al. (1977)・市原ほか (1984) にもと づいている。

シガゾウの臼歯が,大津市真野・大津市仰木 町宮城谷および志賀町小野西ノ尾の堅田累層栗 原互層(前の二者は栗原 II 火山灰層と栗原 III 火山灰層間)から産出している(林, 1974;岡 崎・松岡, 1979).

Stegodon orientalis (トウヨウゾウ) は大津市 南庄の堅田累層佐川粘土層 (上仰木火山灰層の 直上) から産出している (Yokoyama, 1969; 林, 1974; 岡崎・松岡, 1979).

古琵琶湖層群からの長鼻類化石の産出層準 は、大阪層群からのそれとかなり良い対応を示 している.しかし、古琵琶湖層群での Stegodon aurorae の産出層準は、シガゾウの産出層準と 大きく重なり、大阪層群からの Stegodon aurorae の産出層準よりかなり上位の層準にまでお よんでいる.この事実は、近畿地方以外の大阪 層群相当層からの Stegodon aurorae の産出層 準が、シガゾウのそれと大きく重なっているこ とによく対応している(樽野、1983).

長鼻類以外には, Cervus sp. (シカ)の顎骨が 日野町鳥居平新田の蒲生累層から(広瀬, 1934), Bubalus sp. (スイギュウ)の顎骨が志賀町下龍 華大谷の堅田累層から,それぞれ産出している (Hiki, 1915).これらの化石以外に,シカの化石 が蒲生累層から2点,堅田累層から3点知られ ている (Kamei. 1966;岡崎・松岡, 1979).

軟体動物化石:古琵琶湖層群上野累層および 伊賀累層を特徴づけている伊賀非海成軟体動物 群(松岡, 1985)のうち, Igapaludina stricta(イ ガタニシ)・Semisulcospira praemultigranosa・ Lepidodesma mirabilis・Unio oyamadaensis・ Inversidens lacustris などは上野累層から阿山 累層最下部の高嶺火山灰層までの層準から, Anodonta okuyamai (オクヤマドブガイ)・ Cuneopsis gracilenta・Psilunio minusculus・ Tulotomoides sanaguensis などは上野累層か ら甲賀累層の最上部までの層準から産出してい る (Matsuoka, 1987).

蒲生累層下部からは、Tulotomoides japonicus (コビワコカタバリタニシ)・ Cuneopis gamoensis · Cuneopsis trigona · Kobiwakodonta nakajimai (コビワコドブガイ) · Pseudobaphia japonica などが産出している.こ のように、蒲生累層下部から産出する軟体動物 化石群は、上野累層~甲賀累層から産出するそ れとは大きく異なっているが、Tulotomoides japonicus は、Tulotomoides sanaguensis の子 孫であると考えられる(Matsuoka, 1987).

また, Semisulcospira spinulifera · Anodonta ogurae kisenensis などが堅田累層虹ケ丘粘土 層から比良園粘土層までの層準から、Lanceolaria gravana (トンガリササノハ) は虹ケ丘 粘土層から栗原互層までの層準から, Kobiwakodonta tomodai が虹ケ丘粘土層から佐川粘土 層までの層準から産出している(琵琶湖自然史 研究会, 1986; Matsuoka, 1987). Heterogen longispira (ナガタニシ)・Cristaria plicata (ホ ンカラスガイ)・Unio biwae (タテボシ)・Unio douglasiae (チョウセンイシガイ)・Inversidens hirasei(セタイシガイ)などは虹ケ丘粘土層か ら 佐 川 粘 土 層 ま で の 層 準 か ら, Cipangopaludina japonica (オオタニシ)・Limno scapha schlegeli (イケチョウガイ)・Anodonta calipygos (マルドブガイ) · Inversidens brandti (オバエポシ) · Inversidens japanensis (マツカ サガイ) · Inversidens reinianus (オトコタテボ シ)は堅田累層栗原互層から佐川粘土層までの 層準から産出し, Semisulcospira multigranosa nakamurai · Semisulcospira habei (ハベカワニ ナ) · Lanceolaria oxyrhyncha(ササノハガイ) · Anodonta ogurae (オグラヌマガイ)・ Anodonta japonica (タガイ)・Corbicula leana (マシジミ)・Corbicula sandai (セタシジミ) な どが堅田累層佐川粘土層から産出し(琵琶湖自 然史研究会, 1986), それぞれの種が現生種に連 続している.このように,堅田累層から産出す る軟体動物化石群は、蒲生累層下部から産出す るそれとは大きく異なっているだけではなく. その種構成は、現在琵琶湖に棲んでいる軟体動 物群の種構成にかなりよく類似している (Mat-

suoka, 1987).

古地磁気層序

古琵琶湖層群の古地磁気層序については, Hayashida *et al.* (1978), Hayashida and Yokoyama (1983), 古琵琶湖団体研究グループ (1977・1981) などによる研究がある. これらの 研究によれば, 古琵琶湖層群はギルバート逆磁 極帯上部からブリュンヌ正磁極帯下部にかけて 形成されたと考えられる.

古琵琶湖層群基底部に認められる逆帯磁がギ ルバート逆磁極帯に対比できるかどうかについ ては、さらに今後の研究が必要である.ガウス・ 松山境界は甲賀累層最上部に挟有されている上 出火山灰層の上位に(Hayashida and Yokoyama, 1983),松山・ブリュンヌ境界は堅田 累層に挟有されているバイオタイト I 火山灰層 の約 10 m 上位の層準にある(Hayashida *et al.*, 1978).オルドバイ正磁極亜帯は、蒲生累層最上 部から草津累層基底部におよぶ層厚約 40 m の 地層-桐生 I 火山灰層から美濃郷火山灰層まで の地層-中に存在する(古琵琶湖団体研究グルー プ, 1977・1981).

草津累層と堅田累層の間にある地層の一部は 丘陵地には見られないので,層序学的な検討は 十分には加えられていない.従って,古琵琶湖 層群ではハラミオ正磁極亜帯の層準は明らかに されていない.しかし,あえて指摘するならば, 湖南瀬田・石部地域の最上部に挟有されている 桜ケ丘火山灰層の層準に見られる正帯磁(古琵 琶湖団体研究グループ,1981),そして大津市西 部の池ノ内I・II火山灰層の層準に認められる 正帯磁(橋本・古琵琶湖団体研究グループ, 1987;古琵琶湖団体研究グループ,1992)がそ れに対比されると考えられる.

以上のように設定された古琵琶湖層群の古地 磁気層序は、火山灰層のフィッショントラック 年代と矛盾しない。

3. 愛知川化石林の時代

愛知川化石林は,愛知川河床に露出している

古琵琶湖層群蒲生累層最上部を構成している地 層で中火山灰層の数 m 上位にある地層から産 出している.愛知川の南方に位置する日野丘陵 において、中火山灰層直上の層準によく連続し て発達している蓮華寺化石林層(雨森, 1978MS;横山ほか, 1979)の延長が,発掘地の 愛知川河床に露出したものである。この化石林 層の模式地である日野町蓮華寺の佐久良川河床 では,見事な化石林が青緑色粘土・シルト層中 に見られ, 直径 1~2 m の株が 10 本以上存在す る. そして, これらの青緑色粘土・シルト層か らは、Metasequoia disticha の球果を含む植物化 石が多産する.また、日野町中南方では、中火 山灰層の約5m上位の層準に、大型の材化石を 多量に含む地層が二層見られる(雨森, 1978MS: 横山ほか, 1979).

日野丘陵において中火山灰層の約50m上位 の層準に見られる北脇火山灰層は、蒲生堂火山 灰層(水口丘陵西部)・五軒茶屋火山灰層(湖南 の瀬田・石部地域)および大阪層群の福田火山 灰層に対比される(吉川, 1983).また、中火山 灰層が示す正帯磁(Ishida *et al.*, 1969)は、桐 生 I 火山灰層から美濃郷火山灰層までの地層が 示す正帯磁に相当し、オルドバイ正磁極亜帯に 対比される.つまり、愛知川化石林の時代は、 オルドバイ正磁極亜帯にあたり、鮮新世末期で ある.

この時代の琵琶湖周辺地域では、より下位の 池之脇火山灰層層準に認められる小寒冷期を経 て、Metasequoia 植物群構成種が徐々に減少し つつあった。その後(蒲生堂火山灰層の約50 m 上位の層準の)、Pinus koraiensis・Menyanthes trifoliata などの第四紀寒冷型の植物化石に よって示される寒冷気候が訪れ、気候の寒暖の 変動が著しい時代が始まることになる。

すでに述べたように、愛知川化石林産出層よ り数10m上位の層準から Stegodon aurorae が、より下位の層準から Cervus sp.が産出して いる.また、近畿地方の鮮新・更新統の哺乳動 物化石による分帯 (Itihara et al., 1987; Kamei, 1981・1984) によれば、愛知川化石林産出層は Stegodon aurorae 帯に属し、この帯では Stegodon aurorae に Elaphurus shikamai (シカ マシフゾウ) および Cervus (Nipponicervus) kazusensis (カズサジカ)が伴っている。従って、 愛知川化石林の時代の琵琶湖周辺地域には、 Stegodon aurorae・Elaphurus shikamai・Cervus kazusensis を代表とする動物群が栄えていたと 考えられる。

蒲生累層の堆積した時代の湖やその周辺の沖 積平野は、湖東地域および湖南地域一帯に大き く広がっていた.このような古地理景観の中で、 愛知川化石林の時期には、Tulotomoides japonicus・Pseudobaphia japonica・Kobiwakodonta nakajimai などを代表とする軟体動物 群が徐々に衰えつつあった。その後、この軟体 動物群は、草津累層に示されている多量の砂礫 の供給と地殻変動、および第四紀寒冷型植物化 石の産出によって示されている気候の寒冷化な どの影響下に、新しい軟体動物群に置き換わっ ていったと考えられる.

文 献

- 雨森 清,1978,滋賀県日野町北部の古琵琶湖層群の層 序について.滋賀大学卒業論文.
- 琵琶湖自然史研究会,1986,琵琶湖南西岸の古琵琶湖層 群の淡水生化石群集.瑞浪市化石博物館研究報告, 13,57-103.
- 橋本定樹・古琵琶湖団体研究グループ,1987,大津・南 郷地域の古琵琶湖層群.日本地質学会第94年学術 大会演旨,140.
- 林 隆夫, 1974, 堅田丘陵の古琵琶湖層群. 地質雑, 80, 261-276.
- 林 隆夫・古琵琶湖団体研究グループ, 1981, 琵琶湖の 生いたち.地学教育と科学運動, 10, 92-97.
- Hayashida, A. and Yokoyama, T., 1983, Paleomagnetic chronology of the Plio-Pleistocene Kobiwako Group to the southeast of Lake Biwa, Central Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, 89, 209-221.
- Hayashida, A., Sasajima, S. and Yokoyama, T., 1978, The Brunhes/Matuyama polarity epoch boundary in the Kobiwako Group on the west coast of Lake Biwa, Central Japan. *Rock Magnetism and Paleogeophysics*, 5, 55-64.

- Hiki, T., 1915, Bubalina Remains from the Province of Omi. Mem. Coll. Engineer. Kyoto Univ., 1, (5), 245-247.
- 広瀬正資, 1934, 琵琶湖東南岸の地質. 地球, 21, 91-105.
- 池辺展生,1933,琵琶湖西方の古琵琶湖層.地球,20, 241-260.
- 池辺展生,1934,鈴鹿山脈西側近江甲賀郡下の新生界。 地質雑,41,399-401.
- Ishida, S., Maenaka, K. and Yokoyama, T., 1969, Paleomagnetic chronology of volcanic ash of the Plio-Pleistocene series in Kinki District, Japan. – The research of younger Cenozoic strata in Kinki District, part 12–. Jour. Geol. Soc. Japan, 75, 183-197.
- Ishida, S., Nakagawa, Y., Nasu, T. and Nishiyama Research Group, 1976, Stratigraphy of the Kobiwako Group in Konan Area, South of Lake Biwa, Central Japan. *Paleolim. Lake Biwa and Japan. Pleist.*, 4, 109-124.
- 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,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ショントラッ ク年代-.地球科学,38,1-16.
- Itihara, M., Yoshikawa, S. and Kamei, T., 1984, The Pliocene-Pleistocene boundary in the Osaka Group, Japan. Proc. 27th IGC, 3, 23-34.
- Itihara, M., Kamei, T., Yoshikawa, S. and Nasu, T., 1987, Late Neogene and Quaternary Stratigraphy of Kinki District, Japan. Proc. 1st Int. Coll. Quat. Stratig. Asia and Pacific, Osaka, 74-88.
- 鎌掛団体研究グループ,1972,送賀県蒲生郡鎌掛・駒月 付近の古琵琶湖層群.地質雑,78,601-609.
- Kamei, T., 1966, Notes on Elephas shigensis (MATUMOTO & OZAKI) from the Osaka group and Paleo-Biwa Group. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Ser. B, 32, 381-399.
- Kamei, T., 1981, Faunal Succession of Pleistocene Mammals in the Japanese Islands-An Aspect. *Quartarpalaontologie*, 4, 165-174.
- Kamei, T., 1984, Lake Biwa and fossil mammalsfauna changes since the Pliocene time-. Lake Biwa (ed. Horie, Dr. W. Junk Publishers), 475-495.
- 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, 地質雑, 87, 457-473.
- 川辺孝幸,1986、上野盆地西部,花ノ木丘陵の古琵琶湖 層群.地球科学,40,383-398.
- Kawabe, T., 1989, Stratigraphy of the lower part of the Kobiwako Group around the Ueno basin, Kinki district, Japan. Jour. Geosci. Osaka City

Univ., 32, 39-90.

- 古琵琶湖団体研究グループ,1977,水口丘陵西部の古琵 琶湖層群.地球科学,31,115-129.
- 古琵琶湖団体研究グループ,1981,瀬田・石部地域の古 琵琶湖層群.地球科学,35,26-40.
- 古琵琶湖団体研究グループ,1992,大津・石山地域の古 琵琶湖層群。地球科学,46,221-234.
- 松岡敬二,1985,古琵琶湖層群伊賀累層の鮮新世淡水生 軟体動物群の意義。地団研専報,29,71-88.
- Matsuoka, K., 1987, Malacofaunal Succession in Pliocene to Pleistocene Non-marine Sediments in the Omi and Ueno Basins, Central Japan. Jour. Earth Sci. Nagoya Univ., 35, 23-115.
- 三木 茂, 1948, 鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺 体フローラに就いて、鉱物と地質, 2, 105-144.
- 那須孝悌, 1971, 古琵琶湖層群の Pediastrum (緑藻) お よび花粉化石. 第四紀, 16, 88-92.
- 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.
- 岡崎美彦・松岡長一郎, 1979, 滋賀県産の哺乳動物化石. 滋賀県の自然, 391-467. 滋賀県.
- Takaya, Y., 1963, Stratigraphy of the Paleo-Biwa Group and the Paleogeography of Lake Biwa with special reference to the origin of the endemic species in Lake Biwa. *Mem. Coll. Sci.*, *Univ. Kyoto*, Ser. B. **30**, 81-119.
- 田村幹夫・松岡長一郎・横山卓雄,1977,滋賀県水口町 北方丘陵の古琵琶湖層群の層序について、地質雑, 83,749-762.
- 樽野博幸,1983,大阪層群・古琵琶湖層群における長鼻 類化石の産出層準,地団研専報,25,63-65.
- 樽野博幸・林 隆夫・辻誠一郎, 1983, 堅田丘陵の古琵

琶湖層群よりアカシゾウの臼歯化石が産出. 自然史 研究, 1, 155-158, 大阪市立自然史博物館.

- Yokoyama, T., 1969, Tephrochronology and paleogeography of the Plio-Pleistcene in eastern Setouchi geologic province, southwest Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ.*, Ser. Geol and Mineral., **36**, 19-85.
- 横山卓雄・松岡長一郎・那須孝悌・田村幹夫,1968,古 琵琶湖層群下部,特に佐山累層について-近畿地方 の新期新生代層の研究 その9-.地質雑,74,327-341.
- Yokoyama, T., Danhara, T., Kobata, Y. and Nishimura, S., 1977, Fission-Track ages of volcanic ashes of core samples of Lake Biwa and the Kobiwako Group (3). *Paleolim. Lake Biwa and Japan. Pleist.*, 5, 44-53.
- 横山卓雄・松岡長一郎・田村幹夫・雨森 清, 1979, 古 琵琶湖層群. 滋賀県の自然, 309-389, 滋賀県.
- Yokoyama, T., Takemura, K., and Matsuoka, K., 1977, Preliminary report on the Takashima Formation, uppermost part of the Kobiwako Group, Plio-Pleistocene sediments around Lake Biwa, Japan. Paleolim. Lake Biwa and Japan. Pleist., 5, 54-64.
- Yokoyama, T., Nakagawa, Y., Takemura, K., Mori, S., Makinouchi, T., Hayashida, A., Iida, Y. and Matsuoka, K., 1979, Stratigraphy of the Takashima Formation of the Plio-Pleistocene Kobiwako Group, Japan. *Paleolim. Lake Biwa and Japan. Pleist.*, 7, 100-114.
- 吉川周作, 1983, 大阪層群と古琵琶湖層群の火山灰層の 対比,地団研専報, 25, 45-61.

あとがき

1990年の初冬,寒風吹きすさぶ愛知川で化石林の調査研究がはじまってから,すでに3年がたった.この間,滋賀県の小・中・高の先生方をはじめ愛知川産化石林調査団のメンバーは,個人あるいはグループで調査研究を続け,研究成果を着々と蓄積してきた.この度,琵琶湖博物館開設準備 室研究調査報告の記念すべき第1号に,これらの成果を公表できることは至上の喜びである.

およそ500万年前に伊賀上野盆地で誕生した古琵琶湖は、その後、甲賀地域、湖東地域、琵琶湖地 域と北方へ移動し、現在の琵琶湖となった。愛知川化石林は、湖東地域から琵琶湖地域へ堆積盆地 が大きく移動する直前の時代に形成された。この化石林は、また、比較的に温暖な気候が支配した 第三紀の終末期、氷河時代・人類の時代をむかえる直前の時代に形成された。

この報告には、愛知川河床に露出する化石林,それを含有する地層,地層から産出する化石など の多様な研究成果が掲載されている.すなわち,地層の地質調査に基づく愛知川化石林の堆積環境, 産出する立木化石の樹種・年輪や大型植物化石・花粉化石の研究から得られる化石林周辺の植物相・ 気候状況,足跡化石や昆虫化石から求められる化石林周辺の動物相,火山灰の岩石記載的性質や古 地磁気測定・フィッショントラック年代測定に基づく化石林の年代などが詳しく述べられている. そして,これらの成果を総合した復元図として口絵が作成された.湖東平野に点々と広がる湿地帯 の北縁部,愛知川化石林調査地から当時の鈴鹿の山を見た180万年前の秋の風景が画かれている.高 さ数10mに達するメタセコイアの林,湿地帯,温和な気候,アケボノ象の群れ…….

今回の調査研究によって得られたこれらの成果が、今後の古琵琶湖層群の研究に寄与するだけで なく、琵琶湖博物館の展示・普及活動の一助になれば幸いである。また、本研究は古琵琶湖層群の 研究に意欲のある多様な階層の方々が様々な研究手法で参加されたことにより、実りある成果をう ることができた。この研究がきっかけとなり、古琵琶湖から琵琶湖への総合的な自然史研究が同博 物館を中心にして飛躍的に進展することを期待する。

最後に、本研究は滋賀県(仮称)琵琶湖博物館開設準備室研究調査委託第74号によるもので、同 博物館開設準備室はじめ関係機関の方々には多大な御助力を頂いた、ここに厚くお礼を申し上げる. また、本調査研究の完遂にあたって協力・支援して下さった地元の永源寺町教育委員会、愛東町教 育委員会、愛知川漁業組合、滋賀県八日市土木事務所、永源寺町・愛東町の町民の方々に感謝する.

1993年3月27日

愛知川産化石林調査会代表 吉川 周作

琵琶湖博物館開設準備室研究調査報告 第1号 「愛知川化石林-その古環境復元の試み-」

1993年3月19日印刷, 1993年3月30日発行

編集:吉川周作・高橋啓一・田村幹夫・小早川隆・荒川忠彦 発行:(仮称) 琵琶湖博物館開設準備室 〒520 滋賀県大津市打出浜14-15 電話 0775-27-1405 印刷:日本印刷出版株式会社

〒553 大阪市福島区吉野1-2-7

Research Report of the Lake Biwa Museum Project Office

no.1



琵琶湖博物館開設準備室

大津市打出浜14-15 〒520 Lake Biwa Museum Project Office 14-15 Uchidehama, Ohtsu, 520 Japan