桑名市多度力尾土地区画整理事業地内

# 三重県嘉例川火山灰層発掘調査報告書



2013年3月

多度力尾地区東海層群学術調查団



口絵1 嘉例川火山灰層の露頭(平成7年ごろ)



口絵2 坂東2火山灰層の露頭



口絵3 南谷2火山灰層 桑名市多度町猪飼南方



口絵4 六石火山灰層 三重ごみ固形燃料発電所 (RDF) 西側露頭



口絵5 亜炭層からの化石採取風景



口絵6 嘉例川火山灰層剥ぎ取り状況



口絵7 坂東2火山灰層(第二次調査)



口絵8 嘉例川褶曲

# あいさつ

地球に関わる学問分野のうち,地球史の現代ともいえる第四紀の自然や環境について,研究する学 問を第四紀学というが,日本における創設は1956年に遡る.第四紀学の主要な研究テーマであるテフ ロクロノロジー(火山灰編年学)を学ぶ者なら,必ず嘉例川火山灰層を見たことであろう.日本第四 紀学会は,会員数1800名を誇る地質関連学会の中でも大変規模の大きな学会である.この学会に所属 する会員なら,一度は嘉例川火山灰層の名を聞いたことがあるのではないだろうか.嘉例川火山灰層は, それほどよく知られた広域テフラであった.

2010年冬,この火山灰層を含む重要な露頭が開発によって失われてしまうことが明らかになった. このため、「多度力尾地区東海層群学術調査団」を結成し、限られた期間の中で現地調査とその後の研 究活動を行った.幸いにして、調査団には日本を代表する第四紀の研究者が集い、多くの成果をあげ ることができた.詳細な研究成果はのちに研究誌の中で議論されることになるだろうが、本報告書に も各研究分野の概要が記されている.

報告書の編集が最終段階に入った2013年2月,大阪府豊中市では,上町断層によって直立した大阪 層群の露頭が開発によって失われるため,これを保存する反対運動が起こっているというニュースが 流れた.1995年の阪神・淡路大震災や2011年の東日本大震災以降,活断層露頭の学術的価値のみなら ず,防災教育や理科教育の観点からも重要性が高まっているという.

本市においては,桑名市多度力尾土地区画整理組合をはじめ,関係諸機関の協力を得て,嘉例川火 山灰層の一部が保存されることとなった.あらためて,お世話になった皆さまに心よりお礼申しあげ ます.

多度力尾地区東海層群学術調查団 団長 森勇一

# 例 言

- 1 本書は、桑名市多度力尾土地区画整理事業(三重県桑名市多度町力尾)の環境影響評価事後調査 として行われた嘉例川火山灰層発掘調査の報告書である.なお、本書に取り上げた脊椎動物化石と 年代測定を行った火山灰の一部は、本事業地内で採取された資料ではないが、桑名市域および本事 業地の地質構造や環境変遷史を解明する上で重要であるため収載した。
- 2 調査の期間・原因・体制
  - 期間 平成21年度~平成23年度 報告書作成は平成24年度
  - 原因 桑名市多度力尾土地区画整理事業
  - 体制 調查主体 多度力尾地区東海層群学術調查団 (団長 森勇一) 事務局 桑名市教育委員会文化課
- 3 調査にかかる費用は、桑名市多度力尾土地区画整理組合(理事長 蛭川三蔵)が負担した.
- 4 嘉例川火山灰層の剥ぎ取り標本の作製は株式会社京都科学,火山灰の年代測定については株式会 社京都フィッション・トラックにそれぞれ依頼した.
- 5 本書の編集は森の指導の下,桑名市教育委員会文化課が行った.報告書の執筆分担は目次に示した.
- 6 調査にあたっては、桑名市多度力尾土地区画整理組合(理事長 蛭川三蔵)をはじめ、関係機関の皆様から多大なるご協力を得た。

## 『三重県嘉例川火山灰層発掘調査報告書』

Reorts of the Excavation and research about Karegawa volcanic ash layer. Mie Prefecture

													E								Ľ	欠	•																
口絵																																							
あいさつ	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
例言	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
目次	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

1.	桑名市多度力尾地区嘉例川火山灰層発掘調査の経緯と経過(石神教親・水谷芳春)
	Progress report of the Excavation and research about Karegawa volcanic ash layer,
	Chikarao district, Tado town, Kuwana city
	(Norichika ISHIGAMI · Yoshiharu MIZUTANI) · · · · · · · · · · · · · · · · · 1
2.	三重県桑名市力尾地区に分布する嘉例川火山灰層層準の東海層群の地質と堆積環境
	(田中里志・宇佐美徹)
	Geology and sedimentary environments of the Tokai Group around the Karegawa
	volcanic ash horizon distributed in Chikarao district, Kuwana city, Mie Prefecture,
	Central Japan (Satoshi TANAKA · Toru USAMI) · · · · · · · · · · · · · · · · · 7
3.	多度力尾地区周辺の地形と地質構造(居川信之)
	Topography and Geological structures around Tado-Chikarao area, Kuwana City,
	Mie Prefecture, Japan (Nobuyuki IKAWA) • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
4.	桑名市力尾地区に分布する更新世堆積物の古地磁気層序(星 博幸・長谷川敬彰)
	Magnetostratigraphy of the Pleistocene sediments in the Chikarao area,
	Kuwana City, Mie Prefecture (Hiroyuki HOSHI · Takaaki HASEGAWA) · · · · · · · 29
5.	三重県桑名市力尾地区の東海層群から産する珪藻化石(宇佐美徹)
	Fossil diatoms from the Tokai Group distributed in the Chikarao district, Kuwana city,
	Central Japan (Toru USAMI) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

6.	三重県桑名市力尾地区に分布する嘉例川火山灰層準から産出する花粉化石 (齊藤 毅・津田直季)
	Pollen fossils from the adjacent horizons to the Karegwa volcanic ash layer in the
	Chikarao district, Kuwana city, Mie Prefecture, Japan (Takeshi SAITO $\cdot$ Naoki TSUDA) $\cdot$ 47
7.	三重県桑名市力尾地区の前期更新世大型植物化石群(百原 新)
	Plant macrofossil assemblages from the Early Pleistocene in Chikarao district, Kuwana city,
	Mie Prefecture, Japan (Arata MOMOHARA) • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
8.3	三重県桑名市多度町より産出した脊椎動物化石(樽野博幸・森 勇一)
	Vertebrate fossils found from Tado-town, Kuwana city, Mie Prefecture
	(Hiroyuki TARUNO · Yuichi MORI) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
9.	桑名市力尾地区の東海層群より産出した昆虫化石(森 勇一)
	Insect fossils from the Tokai Group of the Chikarao-district, Kuwana city, Central Japan
	(Yuichi MORI) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
10.	東海層群から得られたフィッション・トラック年代と古環境(森 勇一・齊藤 毅)
	Fission-track Ages and Paleoenvironment from the Plio-Pleistocene Tokai Group,
	Central Japan (Yuichi MORI · Takeshi SAITO) · · · · · · · · · · · · · · · · · · 82
11.	まとめ(森 勇一)
	Summary (Yuichi MORI) • • • • • • • • • • • • • • • • • • •

## 【表紙の写真説明】

- 1. マークオサムシ Apotomopterus maacki aquatilis (Bates) 右上翅 (長さ 18mm)
- 2. エゾオオミズクサハムシ Plateumaris c. constricticollis (Jacoby) 左右上翅(長さ 6.2mm)
- 3. 不明甲虫 non identified beetle 上翅片 (幅 3.5mm)
- 4. Aulacoseira alpigena (Grun.) Krammer 珪藻化石 (長さ 60  $\mu$  m)
- 5. Pinnularia microstauron (Ehr.) Cleve 珪藻化石 (長さ40  $\mu$  m)
- 6. Eunotia praerupta var. bidens Grunow 珪藻化石 (長さ 50  $\mu$  m)
- 7. カラマツ属 Larix sp. 花粉化石 (幅 100 μ m)
- 8. トウヒ属 Picea sp. 花粉化石(幅170 µ m)
- 9. メタセコイア 短枝(長さ25mm)坂東2火山灰層下位3m
- 10. 嘉例川火山灰層の火山ガラス 粒径 250 µ m (実体顕微鏡写真)

1	2	④ ⑥	5	9				
	3							
7	8							

# 桑名市多度力尾地区嘉例川火山灰層発掘調査の経緯と経過 石神教親・水谷芳春

# Progress report of the Excavation and research about Karegawa volcanic ash layer, Chikarao district,Tado town, Kuwana city

(Norichika ISHIGAMI · Yoshiharu MIZUTANI)

三重県桑名市多度町力尾の工業団地造成に伴う 東海層群の調査は,平成21年度から23年度にか けて行なわれた.ここでは,調査までの経緯をま とめるとともに,調査の経過を記すこととする.

本調査を行った桑名市多度力尾土地区画整理事 業地内は,昭和50年代前半から土砂採取が行な われていた.平成9年に採取は終了した後は,復 元されないまま放置され地層が露出した状態が長 く続いていた.そういった状況の中,嘉例川褶曲 による嘉例川火山灰層の露頭として研究者の間で は有名な場所となり,多くの研究論文がこの地層 から生まれた.

放置されていた土地をあらたに造成し,工業団 地として開発する計画があがり,「三重県環境影 響評価条例」に基づき,平成18年5月に桑名市 多度力尾土地区画整理組合設立準備委員会(代表

蛭川三蔵氏)が組織されて『桑名市多度力尾 土地区画整理事業(工業地の造成)に係る環境影 響評価準備書』(平成20年7月)を作成,平成21 年12月に桑名市多度力尾土地区画整理組合(理 事長 蛭川三蔵氏)が設立されて『桑名市多度力 尾土地区画整理事業(工業地の造成)に係る環境 影響評価書』(平成21年1月)が作成された.

両書では,「2.2 工事の実施に伴う土地造成によ る重要な地形及び地質への影響」の部分で「(2) 予測結果「大泉累層中の嘉例川火山灰層と直上 の亜炭層」の露頭部は,切盛土等土工事によって 改変を受け,工事終了後は消失してその存在が模 式的でなくなることから,存在状況への影響の程 度が大きいと予想される.」と,一貫して記され ている.その上で、露頭の保全が事業計画を進め る中で不可能なことから代償措置として,①「切 り取り」もしくは「ハギトリ」による手法で,堆 積状況が観察できる標本として加工し,保管す る.②造成工事時には,学識者による現場立ち会 いのもと露頭以外の分布状況も詳細に記録し,保 管する.③亜炭層は学識者立ち会いの下で採掘し て,保管し,今後,研究等で必要な場合は提供する, となっている.

そして,平成22年2月から工事が始まったのを 受け,桑名市多度力尾土地区画整理組合から委託 を受けて,「多度力尾地区東海層群学術調査団」(団 長・森勇一)を組織して(事務局は桑名市教育委 員会),調査を行うこととなった.調査参加者は以 下のとおりである.

## ●第一次現地調査

平成22 (2010) 年2月11日(木)~14日(日) ※肩書きは調査当時

森 勇一(金城学院大学)·津村善博(三重県 立博物館)·小竹一之(同)·宇佐美徹(愛知県 立杏和高等学校)·田中里志(京都教育大学)· 中川知子(同)·百原 新(千葉大学)·工藤雄 一郎(国立歴史民俗博物館)·齊藤 毅(名城 大学)·林 佳孝(同)·毛利拓己(同)·津田 直季(同)·星 博幸(愛知教育大学)·出口久



図1 第一次調査参加者(平成22年2月)



図2 嘉例川火山灰層剥ぎ取り状況(平成22年2月)

美子(同)・長谷川敬彰(同)・水田良祐(同)・ 新美恵理(同)・二村 昇(同)・居川信之(エ イト日本技術開発)・奥野絵美(名古屋大学)・ 加藤 亮(愛知工業大学)・佐藤永太郎(信州 大学)・三輪俊仁(愛知学泉大学)・伊藤清貴(中 部大学)・樽野博幸(大阪市立自然史博物館)・ 小泉明裕(飯田市美術博物館)・小串芳夫(桑 名市教育委員会)・水谷芳春・石神教親(同) 計29名



図3 亜炭層からの化石採取(平成22年2月)



図4 古地磁気資料採取(平成22年2月)



図5 露頭調査(平成22年2月)



図6 調査検討会(平成22年2月)

●第一次現地調査(補充1) 平成22(2010)年2月22日(月) 森 勇一・田中里志 計2名 ●室内化石採集作業 平成22(2010)年3月8日(月)~10日(水) 森 勇一・奥野絵美・加藤 亮・三輪俊仁・伊 藤清貴 計5名 ●第一次現地調査(補充2) 平成22(2010)年3月20日(土) 森 勇一・宇佐美徹・星 博幸・田中里志・加 藤亮 計5名 ●研究集会(中間報告会) 平成23(2011)年2月5日(土)

#### くわなメディアライヴ多目的ホール

森 勇一(金城学院大学)·津村善博(三重県 立博物館)·小竹一之(同)·宇佐美徹(愛知県 立杏和高等学校)·田中里志(京都教育大学)· 中川良平(三重県立博物館)·齊藤 毅(名城 大学)·樽野博幸(大阪市立自然史博物館)·居 川信之(エイト日本技術開発)·加藤 亮(愛 知工業大学)·三輪俊仁(愛知学泉大学)·伊藤 清貴(中部大学)·水谷芳春(桑名市教育委員会)· 石神教親(同)·水野新司朗(桑名市役所多度 地域振興課) 計15名

## ●夏季現地補充調査

平成 23 (2011) 年 8 月 21 日 (日)

森 勇一(金城学院大学)・宇佐美徹(愛知県
立杏和高等学校)・田中里志(京都教育大学)・
齊藤 毅(名城大学)・居川信之(エイト日本
技術開発)・加藤 亮(愛知工業大学)・三輪俊
仁(愛知学泉大学)・伊藤清貴(中部大学)・水
谷芳春(桑名市教育委員会)・石神教親(同)
計10名

#### ●第二次現地調査

平成 23 (2011) 年 12 月 23 日 (金) ~ 12 月 24 日 (土)

森 勇一(金城学院大学)・齊藤 毅(名城大 学)・百原 新(千葉大学)・田中里志(京都教 育大学)・居川信之(エイト日本技術開発)・宇 佐美徹(愛知県立杏和高等学校)・津村善博(三 重県立博物館)・杉浦真琴(名古屋大学)・小竹 一之(津田小学校)・加藤 亮(愛知工業大学)・ 伊藤清貴(中部大学)・三輪俊仁(愛知学泉大学)・ 水谷芳春(桑名市教育委員会)・石神教親(同) 計14名



図7 保存される嘉例川火山灰層(平成24年8月)

3ヵ年にわたる調査を受け,組合との話し合い により,事業用地北側にある調整池部分の公有地 化される部分について,現地保存が図られること になった.桑名市教育委員会では,市指定天然記 念物への指定に向け準備中である.場所について は,図9に記載. なお,後掲の居川論文の図11に 見える調整池の向こう岸にあたる.



図8 桑名市および調査地位置図



図9 事業用地と嘉例川火山灰層の位置関係

# 三重県桑名市力尾地区に分布する嘉例川火山灰層層準の 東海層群の地質と堆積環境

田中里志 (京都教育大学)・宇佐美 徹 (愛知県立杏和高等学校)

## Geology and sedimentary environments of the Tokai Group around the Karegawa volcanic ash horizon distributed in Chikarao district, Kuwana city, Mie Prefecture, Central Japan

Satoshi Tanaka (Kyoto University of Education) and Toru Usami (Kyowa High School)

## 1. はじめに

調査地域は、三重県北勢地域に位置する桑名市 多度町力尾で、ここには東海層群の暮明層と大泉 層が広く分布している.とくに近年、工業用地開 発のため大規模な造成工事が行われ、被覆層が取 り除かれ嘉例川火山灰層を含む東海層群が大きく 露出した.同場所においては、著者を含む多度団 体研究グループ(1998)により堆積環境と古生物 相から古環境の議論を既に行っているが、その当 時では条件が悪く観察できない層準が露出し、多 度団体研究グループ(1998)で報告した地点から 北に広がる地域が観察できるなど、時空間的な議 論が期待できることもあり、この造成工事事業を 機会とし、再度この地域の地質調査ならびに古生 物相(植物化石、昆虫化石相など)による総合的 な検討を行なった.

本報は,力尾地域に分布する地層の層位関係, 岩相分布の特徴ならびに地層の対応を詳細に行う とともに化石として産出する動・植物相が生息し ていた堆積環境を明らかにするために,堆積学的 な観点から考察を行なった.

#### 2. 地質慨説

伊勢湾とその周辺には,鮮新-更新世に堆積し た陸水成層が広く分布し,それらは東海層群と呼 ばれている(図1).東海層群の分布は全体で約 6000km<sup>2</sup>におよび,積算層厚は2000m以上に達 する(吉田, 1990). 北勢地域(桑名地域)の東 海層群は,下位より美鹿層,古野層,市之原層, 暮明層,大泉層,米野層の順に重なり,層厚は約 850mである.東海層群にはおよそ40層におよぶ 火山灰層が挟在していて(吉田ほか,1991),全 体として砂層,泥層,礫層およびそれらの互層か らなり,とくに調査地域には暮明層と大泉層が広 く分布している.暮明層は,主に礫層と砂礫層か らなるが,まれに泥層などの細粒層も挟在する. また上位に重なる大泉層は,砂層,砂礫層と粘土 層やシルト層から構成され,それらが互層をつ くっている.本調査地域において確認できる火山 灰層としては,暮明層中に下位から坂東1火山灰 層,坂東2火山灰層,大泉層中に嘉例川火山灰層



図1.伊勢湾周辺の東海層群(吉田, 1990に加筆)

がそれぞれ確認できる (図 2).



図2. 東海層群の層序対比(吉田ほか, 1995を改変). \*印は森ほか(2012) による.

とくに調査地域の嘉例川火山灰層は,およそ 8mの層厚を有しており,その分布は東海地域に 限らず,新潟,房総,近畿一円に追跡できる広域 火山灰として知られている(吉川ほか,1994). 本火山灰層は,大阪層群の福田火山灰層(Itihara et al.,1975)に対比されている(吉川ほか,1988) ほか,古琵琶湖層群の五軒茶屋火山灰層,魚沼層 群の辻又川火山灰層,上総層群のKd38火山灰層 にそれぞれ対比が可能である.本調査地域(桑名 地域)を中心として,代表的な火山灰層について 吉川ほか(1995)を基にして公表されている地質 年代ととともにまとめたものが図2である.

調査対象地域の地層は、フィッション・トラッ ク年代測定により暮明層内の坂東1火山灰層の 地質年代が明らかになっており、それらは2.5 ± 0.2Ma(吉田, 1999) および 2.1 ± 0.3Ma(森ほか, 2012)の値が報告されている.また吉田(1999) は、大泉層内の嘉例川火山灰層の年代値が 1.79 ± 0.17Maであるとしており、本報告ではこの値 を引用している.なお嘉例川火山灰層については、 その相当層のフィッション・トラック年代により 1.59 ± 0.22Ma, 1.60 ± 0.25Ma(鈴木, 1988)な どの値も報告されている.この他に、森ほか(2012) は、南谷 2 火山灰層を 2.7 ± 0.3Ma、そして坂東 2 火山灰層の年代値を 2.2 ± 0.2Maとして議論し ている.

2009年6月にそれまで議論されてきた第四紀 と第三紀の境界問題に国際的な取り決めとして一 定の結論が出され,第四紀の始まりが,これまで の181万年前からとするものから約80万年古く なり258万年前に変更となった.これを受け調査 地域においてもこれまで嘉例川火山灰層を第四紀 と第三紀の境界付近の火山灰層として位置づけて 議論してきたが(多度団体研究グループ,1998), 調査地域においては坂東1火山灰層が第四紀の始 まった頃に近い火山灰層として位置づけることが できる.

したがって調査地域に露出する地層の多くは第 四紀の時代に入ってから形成された東海層群の地 層ということができる.

#### 3. 力尾造成地の暮明層・大泉層

本調査地点となった桑名市多度町力尾では,造 成工事に伴い嘉例川火山灰層を含む一帯の地層が 南北断面として大きく露出した.緯度・経度は北 緯35°05',東経136°37'である.東海層群の良好 な露頭が露出している場所は,2011年8月に行 なった調査時点での露頭状況を基に説明する.

ここで調査地域における堆積物の特徴を考慮し

て記載した堆積柱状図を作成するとともに,堆積 相の解析を行い,暮明層ならびに大泉層の堆積環 境について考察した.

<暮明層> 調査地域に分布する暮明層は,主に 礫(含砂礫),砂,泥(粘土・シルト)層ならび にそれらの互層で構成されており,10m~20m オーダーの砂礫層から泥層への上方細粒化堆積組 相の繰り返しで特徴づけられる.多くは浸食面を 介して塊状の礫層やトラフ型斜交層理が発達する 礫層および礫混じりの砂(砂礫)層にはじまり, 上方へ向うにつれて粒径を減じ,リップル葉理が 発達する層厚数 cm の泥と細粒砂の細互層,そし て粘土層へと漸移的に変化している.また炭化木 質片や植物片,根痕などを伴うことが多い.上方 細粒化堆積組相の下部は亜円礫の礫層が主体で, 礫径は平均して3~5cm で最大は10cm 以上に 達する.礫種はチャートが優勢で,砂岩,溶結凝灰 岩などから構成される.

<大泉層> 調査地域に分布する大泉層は,砂層, 礫混じり砂層および有機質シルト層,粘土層によ り構成される.とくに有機質シルト層は,泥炭層 ならびに亜炭層ということもでき,植物片ととも に有機物がとくに密集している.礫質の暮明層に は有機質シルト(亜炭層や泥炭層)は少ないのが 特徴である.

## 4. 調査地点と地層層序

堆積物の解析を行った地点は,力尾の造成地内 における調査地点1~3で,坂東2火山灰層と 嘉例川火山灰層が露出するルートである(図3). 調査地点として一番南に位置するのは,調査地点 1(北緯35°6′15.0″,東経136°36′59.3″~北緯 35°6′14.8″,東経136°37′5.0″)で,この調査 ルートはかつて多度団体研究グループ(1998)に おいて堆積環境が議論された場所とほぼ同地点で あるが、本調査では当時露出が無かった部分につ いて新知見を加味しており、とくに坂東2火山灰 層を含め上位の大泉層について堆積柱状図を作成 し堆積環境を検討した(図3,4).調査地点2(北 緯35°6′17.3″、東経136°37′1.3″~北緯35°6′ 17.7″、東経136°37′2.2″)は、地点1から北方へ 50mほどの場所で、主に坂東2火山灰層が露出 している(図3).また地点3(北緯35°6′17.8″、 東経136°37′4.5″~北緯35°6′17.8″、東経136° 37′11.2″)は、調整池南縁の壁面露頭(新設され た調整池南壁面)で、地点1から北方へ150mほ どの地点に相当する(図3,5).これら3つの調 査地点で堆積柱状図を作成し、堆積相の面的な広 がりから堆積環境の詳細について検討した.



#### 図 3. 調査地点

(国土地理院発行 2万5千分の1地形図「阿下喜」,「弥富」を使用)



図4. 堆積柱状図(図7)を作成したルート周辺の様子. 嘉例川火山灰層が床面に露出. 前方遠くに大壁露頭が見 える.



図 5. 堆積柱状図(図 9)を作成した調整池南壁露頭の様子. 嘉例川火山灰層付近に人が立つ.

#### <調査地点の坂東2火山灰層>

多度団体研究グループ(1998)は、柱状図を公 表し坂東1火山灰層ならびに坂東2火山灰層をそ れぞれ認定しているが、今調査で全体の層序関係 ならびに火山灰層の特徴等を再検討した結果、多 度団体研究グループ(1998)が坂東1火山灰層と して報告している火山灰層は坂東2火山灰層であ り、その上位に坂東2火山灰層としているものは 別の火山灰層であることが明らかとなった、本地 域で坂東2火山灰層の上位に重なる層厚数十 cm の火山灰層は、その特徴などから吉田ほか(1991) が報告する其原火山灰層である可能性が有力であ る.しかしながら本研究では詳細に同定を行って いないため,そのことについてはとくに言及しな い.

したがって、本報告では多度団体研究グループ (1998) で坂東1火山灰層とした火山灰層を坂東 2火山灰層として柱状図の中で扱っている.この ことから、本報告で扱う地層は、層序的には暮明 層の上部から大泉層にかけての堆積物ということ になる.

#### 5. 堆積物の特徴と堆積環境

本調査では,地層の累重関係ならびに層相の垂 直的な変化を明らかにするとともに,地層の堆積 相解析を通じて地層が形成された当時の堆積環境 を明らかにした.

調査地域全体に認められる堆積相は、その組合 せ(堆積組相)により以下の6つの堆積環境下に おいて形成されたものと解釈した、それらは、礫



図 6. 堆積相をもとにしてつくった模式柱状図. 調査地域における堆積相 が示す堆積環境は、上記のいずれかに相当する. 質河川(河道)/礫質バー(州)を形成する堆積 組相,同じく砂質河川(河道)/砂質州を形成す る堆積組相,そして止水氾濫原/後背湿地を形成 する堆積組相,自然堤防やその周辺において形成 される堆積組相,氾濫洪水/クレバス・スプレイ を示す堆積組相,そして池沼(沼沢)地において 形成された堆積組相である.それぞれの特徴を模 式柱状図として図6に示し,その概略を以下に説 明する.

堆積相としては、以下に示すようにA~Fの 6つの堆積相(堆積組相)に区分でき、特徴と解 釈できる堆積環境を表1に示す。

#### A 礫質河川(河道充填)/礫質バー(州) 堆積物

礫あるいは中礫混じり粗〜細粒砂,粗粒砂へと 粒を減じ細かくなる上方細粒化構造を示す.それ らの多くはトラフ型斜交層理を示し,各々の堆積 相の下底面は浸食面を形成している.したがって 河道あるいは河川州で砕屑粒子が水流による剪断 力を受けながら堆積したもので,粒径変化は水流 速の減衰の変化に応じたものと考えられる.礫層 中にはレンズ状に礫支持の特徴をもつ薄層が挟在 するが,これらは河川州上面において河川増水時 に運搬された砂・礫が,水位の低下に伴い礫以外 の細粒砕屑物が運び去られ河川州上面に堆積した サーフェス・アーマー(surface armour : Forbes, 1983)礫と考えられる.したがって,本堆積組相 は,礫質河道充填堆積物および礫質バー(州)堆 積物と解釈できる.

## B砂質河川(河道充填)/砂質バー(州)堆積物

礫あるいは中礫混じり粗粒砂から中〜細粒砂へ と粒径を減じる上方細粒化構造を示す.それら の多くはトラフ型あるいは平板状斜交層理を示 し、各々の堆積相の下底面は浸食面を形成してい る.下位層を削り込む斜交層理はチャネルの形状 を示し、トラフ型斜交層理は泥岩の偽礫(rip-up clasts)を伴っていることが多いことから、堆積 物はベッドロードとして運搬・堆積したものと考 えられ、河道あるいは河川州で砕屑粒子が水流に よる剪断力を受けながら形成された堆積と解釈で きる.上方への粒径細粒化は水流速の減衰変化に 応じたものである.また平板状斜交層理は、増水 時に河川州前面に水没して形成されたフォアセッ ト堆積物の表れであると考えられる.したがっ て、本堆積組相は、砂質河道充填堆積物および砂 質バー(州)堆積物であると解釈できる.

#### C 氾濫原/後背湿地堆積物

本堆積相は、細かな木質片を含む塊状の暗~青 灰色シルトから粘土、ならびに極細粒砂で特徴づ けられる. 側方への層厚変化は著しい. 多くの場 合は塊状であるがリップル葉理を伴うこともあ る. 植物片が混在する淘汰不良の層相を示すもの と, 植物片がほとんど混在しない層相がある. 本 堆積相中には根痕を伴うことがある. これらは、 先に述べた A, Bの河川堆積物の上部を占めるこ とが多い.

#### D 自然堤防/氾濫洪水堆積物

極細粒砂(細粒砂)とシルトの薄互層をつくり, 各単層は数 cm の層厚を呈する.一般にシルトは 炭質物などを含むなど黒色有機質であることと, 構成粒子が河道堆積物よりは細粒で,かつ氾濫原 /後背湿地堆積物より粗粒であること,さらに根 痕化石なども見られることなどから,河道付近で の氾濫洪水堆積物と解釈できる.すなわち河道か ら溢れ出した氾濫洪水堆積物あるいは,A,Bで 示したバー上面などに一時的に氾濫水とともに砕 層物が供給され堆積したものであろう.またシル ト~砂へと粒径が上方へ粗粒化する逆級化(上方 粗粒化)構造を示す場合がある.これらの堆積 物は,自然堤防帯などに形成される氾濫洪水堆積 物と解釈できる(増田・伊勢屋,1985; 鈴木, 1994,1995).

#### E 氾濫洪水/クレバス・スプレイ堆積物

氾濫原堆積物としての塊状シルト~粘土層中に シート状に挟在する砂層である.時として礫混じ り中~粗粒砂から極細粒砂へと粒径を減じる級化 構造を示す.これは,河川から溢れ出した砕屑物 が掃流状態で運搬され,氾濫水とともに流速が減 衰する過程で形成された堆積物と考えられる.こ れらの堆積物は,Dの氾濫原堆積物中に露頭規模 でシート状の形態をつくりながら堆積しているこ

表1. 堆積相の区分と解釈できる堆積環境

とが多いことから、本流から離れた場所で氾濫原 の広がる堆積場に氾濫洪水として流れ出た堆積物 あるいは堤防決壊(越堤)堆積物と解釈できる. この堆積物の上部にはリップルやクライミング リップルを伴うことが多い.

#### F池沼(沼沢)/氾濫原堆積物

灰褐色〜黒褐色の塊状シルト・粘土ならびに植 物片(炭化植物)などの有機物を含む不淘汰な細 粒堆積物で特徴づけられる.淘汰は不良で,炭化 植物片および草本類の葉片や茎などが葉理を形成 して密集または黒色有機物の葉理としてシルト層 中に見られる.これらは有機物が多い場合には亜 炭層(泥炭層)ということができる.本堆積相か らは昆虫(甲虫)化石が多産している.炭化した 木質片は年輪や樹幹組織を生々しく残しているこ とが多い.本堆積相は嘉例川火山灰層周辺の地層

	層相	特徴	堆積環境
A	礫~細粒砂	礫(砂礫)から細粒砂への上方細粒化 を示す.トラフ型斜交葉理や平板型斜 交葉理など発達する.	礫質河川/礫質バー 堆積物
В	礫質砂~ 細粒砂	粗粒砂ならびに細粒砂で上方細粒化を 示す.トラフ型斜交葉理や平板型斜交 葉理などが発達する.	砂質河川/砂質バー 堆積物
С	極細粒砂~ 粘土	青灰色~暗灰色、塊状無層理、斑紋構 造、根痕化石などがみられる。	氾濫原/後背湿地 堆積物
D	細粒砂~ シルト	シルトと砂の薄互層を示す.植物片な どの有機物もが多く,リップル,根痕 化石などがみられる.	自然堤防/氾濫洪水 堆積物
E	中粒砂~ 細粒砂	級化構造を示し、まれにトラフ型斜交 葉理をもつ、堆積相Cなどの細粒堆積 物中に挟在する.	氾濫洪水/ クレバス・スプレイ 堆積物
F	不淘汰泥炭~ 有機質シルト	泥炭(亜炭)ならびに有機質シルトで 植物片(木質片)を多く含む.甲虫化 石などが産出する.	池沼(沼沢)/氾濫原 堆積物



図7. 調査地点1の堆積柱状図と堆積環境



図8.調査地点2の堆積柱状図と堆積環境

#### 図9. 調査地点3の堆積柱状図と堆積環境



— 15 —

に多く認められる.また植物の根痕化石も認めら れるが多くはない.これら炭化植物は,河川の後 背湿地などの止水滞水域に繁茂していた植物(植 物片)などが,細粒砕屑物とともに堆積したもの である.これらの堆積物は,河川の移動に伴い形 成された後背湿地内の止水滞水域で形成されたも のと解釈できる.

調査地点では、ここに示した堆積物が様々な堆 積相の組合せで累重している.このような堆積物 の特徴を考慮して、堆積柱状図を作成し図7~9 に示した.図7は調査地点1、図8は調査地点2、 そして図9は調査地点3の堆積柱状図である.な お、各堆積柱状図には堆積相から解釈された堆積 環境をA~Fのコードを用いて併記している.

#### 6. 堆積環境

本地域に見られる東海層群の堆積環境を岩相の 堆積学的な観点から考察する.

調査地域の暮明層・大泉層堆積期の堆積環境に ついては,多度団体研究グループ(1998)により 詳細な報告があるが,本研究によって得られた データでもほぼ同じような河川形態を想定するこ とができる.本研究では坂東2火山灰層を含む上 位の地層について検討を行なっているため,研究 対象とした地層の殆どは大泉層に相当することに なる.したがって暮明層に見られる礫や砂礫層中 心の層相は極めて少ない.

多度団体研究グループ(1998)によると, 暮明 層の時代は, 礫質(網状?)河川システムが発達 していて, その上位の大泉層の時代になると徐々 に砂質蛇行河川システムへと変化することが示さ れている.本調査の検討においても概ね暮明層堆 積期から大泉層堆積期にかけて網状河川環境から 蛇行河川環境へ変化したことが確認できた. とく に堆積柱状図を作成した3つの調査地点では、全 体として堆積相B(砂質河川/砂州堆積物)とそ の上位に重なる堆積相C(氾濫原堆積物)あるい は堆積相 F(池沼/沼沢堆積物)の組合せからな る上方細粒化堆積組相を示す堆積物が顕著であっ た. また頻繁に堆積相CやFの中に堆積相E(氾 濫洪水/クレバス・スプレイ堆積物)が挟在して いるのが確認できる. ここでの上方細粒化堆積組 相の繰り返しは、湿地などの氾濫原を伴う河川環 境が時代とともに河川移動することで形成される ことを意味している.また氾濫原では亜炭層(泥 炭層)が形成されるような池沼(沼沢)ならびに 湿地環境がつくられ、そこでは昆虫を含む動植物 が生活していたのであろう、そうした場所もその 後に再度主河川(河道)環境となるなど堆積環境 が目まぐるしく変化していたと考えられる. また 自然堤防帯(堆積相D)が形成され、洪水氾濫堆 積物やクレバス・スプレイ堆積物など粗粒堆積物 が氾濫原堆積物中に挟在しているのも興味深い. 現在の自然下では河川の攻撃斜面などにこれらが 発生することが多く、少なくとも河川がある程度 の屈曲形状を呈していた可能性が推定できる。こ れらのことを考慮に入れこの当時の河川形態を考 えると、扇状地(扇頂・扇央・扇端)ではこのよ うな氾濫原や湿地の環境を形成することが難しい ことから、扇状地を越えた低地に河川が流れてい たことは間違いない. そしてトラフ型斜交層理の セット高(10cm~数10cm)の規模を考えると. 水深の深い大河川を想定することは難しく、定常 的には水深の浅い河川が低地をゆっくりと流れて いたことがうかがえる.

すでに述べたが,河川の淵には湿地や池沼など 遊水地の広がりがあり,上方細粒化堆積構造のサ イクリックな累重からは,このような氾濫原の環 境が時間の経過とともに河川(河道)の環境に変 化し,再度また氾濫原の環境に変化するなど,幾 度となく堆積環境の移り変わりがあったことが想 像できる.仮にこのように河道が移動するような 河川を考えた場合,ある程度蛇行する河川形態 (蛇行河川)を想定するのが妥当だと考えられる. しかしながら,本調査地では蛇行河川の直接的な 証拠といわれるイプシロン型斜交層理(Allen, 1963; Reading, 1986)などは見つかっていない.

また堆積相 C や F で示される氾濫原や氾濫原 に広がる池沼(沼沢)堆積物の層厚は概ね1~ 2m である.このことは氾濫原と河道が自然堤防 帯でしっかりと分離されていて氾濫原堆積物があ る程度まで厚く堆積するまで同じ環境が固定され るような河川であったといえる.しかしながら, その一方で氾濫原堆積物中に草本性の根痕化石な どは見られるものの,氾濫原が離水して干上がっ てできる乾裂痕や土壤層位構造など典型的な古土 壌堆積物(Retallack, 1988)はほとんど見られない.

ここで暮明層堆積期における網状河川環境は 徐々に蛇行河川環境へと移り変わっていくとされ ている(多度団体研究グループ,1998)が,調査 地点の地層は、ちょうど網状河川で特徴づけられ る暮明層の時代が終わり,礫層がほぼ減少した直 後の大泉層が主体となっている.それを反映し池 沼/氾濫原堆積物(堆積相 C,F)も多く認めら れ、蛇行河川へ移り変わろうとしている河川環境 と想像できる.しかしながらシート状(レンズ状) に挟在する連続性の悪い堆積相の存在や、ここで は堆積相 A,Bの中に河川州として含めているが、 そうした河川州と認定できる堆積物の少なさ、そ して氾濫洪水堆積物としている堆積相 DやEが 頻繁に見られるのも事実である.また先に述べた 氾濫原が離水した痕跡が見当たらないなどのこと

を総合すると、網状流的(網目のように分流と合 流を繰り返す)な要素をもちつつ、個々の流路は 蛇行する砂質河川の要素をもって形成された可能 性も捨てきれない. すなわち単純な単流路蛇行河 川ではなく、網状流的な要素を持ちつつ蛇行河川 の要素の両方を兼ね備えるアナストモージング河 川 (Schumm, 1968;米地, 1990)の環境が想定 できる. 湿地帯や氾濫原が離水して干上がること がなかったのは、ある程度は氾濫原の環境が固定 されるものの,河道が近くに存在し常時地下水位 の高い状態下にあったか、あるいは氾濫洪水を頻 繁に起こすような河川環境下にあったことが想像 できる.確かに調査地においては氾濫洪水堆積物 が多く認められ、そのために氾濫原堆積物をつく る砕屑物の供給量が多かったことが推定できる. 単流路蛇行河川であれば、氾濫原堆積物をつくる 砕屑物の供給量は少ないが、次に河川が再び同じ 場所へ戻ってくるまでの十分な時間で離水した氾 濫原に土壌層(古土壌層)が形成されることが多 い.このことからもアナストモージング河川の環 境にあり氾濫洪水が頻繁に起きていた環境であっ たのではないかと考えられる.

#### 7.まとめ

1) 力尾造成地の3地点で堆積相の解析を行った. その結果,堆積組相の特徴より堆積相A~Fで 示される6つの堆積環境を認定した.それらはA 礫質河川(河道充填)/礫質バー(河川州)を形 成する堆積相,B砂質河川(河道充填)/砂質バー (州)を形成する堆積相,C氾濫原/後背湿地を 形成する堆積相,D自然堤防やその周辺の氾濫原 において形成される堆積相,E氾濫洪水/クレバ ス・スプレイにより形成される堆積相,そしてF 池沼(沼沢)地において形成される堆積相である. 2)植物葉化石ならびに昆虫(甲虫)化石などは 亜炭層や泥炭層,ならびに泥炭質シルト・粘土層 から産出する.これらの堆積物は,総じて淘汰が 悪く弱いリップルまれに根痕化石などが認められ ることから,河川の氾濫原にある池沼や沼沢環境 の堆積物と考えられる.

3)復元できる河川形状は、基本的には蛇行河川 であるが、網状流的な性質をもつ蛇行河川の環境 も想定できることから、アナストモージング河川 の環境が考えられる。

4)多度団体研究グループ(1988)が示す坂東1 火山灰層は、坂東2火山灰層であることを確認した.また坂東2火山灰層としていたものは其原火 山灰層である可能性が高い.

### 文 献

- Allen, J.R.L. (1963) Asymmetrical ripple marks and the origin of water laid cosets of crossstrata. Liverpool Manchester Geol. Journal, 3, 187-236.
- Collinson, J.D. (1986) Alluvial sediments. In Sedimentary environments and facies by Reading, H.G. (1986), second edition, Blackwell Scientific Publications, 20-62.
- Forbes, D. L., (1983) Morphology and sedimentology of a sinuous gravel-bed channel system: lower Babbage River, Yukon coastal plain, Canada. Spec.Publs int. (Modern and ancient fluvial systems) Ass. Sediment. 6, 195-206.
- Itihara, M., Yoshikawa, S., Inoue, K., Hayashi, T., Tateishi, M. and Nakajima, K. (1975) Stratigraphy of the Plio-Pleistocene Osaka Group in Sennan-Senpoku area, South of Osaka,

Japan. Jour. Geosci. Osaka City Univ., 9, 1-29.

増田富士雄・伊勢屋ふじこ(1985)"逆グレーディ ング構造":自然堤防帯における氾濫原洪水堆 積物の示相堆積構造.堆積学研究会報,22・23, 108-116.

- 森 勇一・齊藤 毅・宇佐美 徹(2012)東海層 群のフィッション・トラック年代と昆虫およ び花粉化石群集. 日本第四紀学会講演要旨集, 42, 4-5.
- Retallack, G.J. (1988) Field recognition of paleosols. Geol. Soc. America Spec. Paper, 216, 1-20.
- Schumm, S.A. (1968) Speculations concerning paleohydrologic controls of terrestrial sedimentation. Geol. Soc. America Bull., 79, 1573-1588.
- 鈴木一久(1994) 1993 年 9 月 9 日野洲川洪水氾 濫堆積物の 3 次元形態と堆積構造 - 1 回の洪 水氾濫で成された複数の逆級化構造ユニット -. 地質雑, 100, 867-875.
- 鈴木一久(1995) 滋賀県野洲川,現世河川堆積物 の堆積史と洪水氾濫堆積物の堆積機構.地質雑, 101,717-728.
- 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.
- 多度団体研究グループ (1998) 三重県北部の鮮新・ 更新統東海層群の古環境.地球科学, 52, 115-135.

米地文夫(1990) 北海道のアナストモージング河 道とその消失時期,北海道地理,64,15-21.

吉川周作・立石雅昭・風岡 修(1994)大阪層群 の福田火山灰層と魚沼層群の辻又川火山灰層の 対比.地質雑,100,486-494.

- 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 弁郡付近の東海層群火山灰層. 地調月報, 39, 615-633.
- 吉田史郎(1987)津東部地域の地質.地域地質
   調査報告(5万分の1地質図幅),地質調査所,
   72p.
- 吉田史郎(1990)東海層群の層序と東海湖盆の古地理変遷.地調月報,41,303-340.
- 吉田史郎(1999)岐阜県南宮山周辺の東海層群牧 田累層と東海層群上部のフィッション・トラッ ク年代. 日本地質学会第106年学術大会講演要 旨集, p.318.
- 吉田史郎・栗本史雄・宮村 学(1991) 桑名地域の地質.地域地質調査報告(5万分の1地質図幅),地質調査所,146p.
- 吉田史郎・高橋裕平・西岡芳晴(1995)津西部地域の地質.地域地質調査報告(5万分の1地質図幅),地質調査所,136p.

# 多度力尾地区周辺の地形と地質構造 居川 信之(エイト日本技術開発)

# Topography and Geological structures around Tado-Chikarao area, Kuwana City,

# Mie Prefecture, Japan

## Nobuyuki Ikawa (Eight-Japan Engineering Consultants Inc.)

## 1. はじめに

多度力尾地区は、三重県北部の桑名市から員弁 町にかけて広がる丘陵に位置する(図1).これ らの丘陵には、第二瀬戸内累層群(近畿〜東海地 方に分布する新第三紀鮮新世〜第四紀更新世の 地層)の代表的地層である東海層群が広く分布す る.特に本地区には、我が国の前期更新世の広域 火山灰層として最も重要なものの一つである嘉例 川火山灰層を含む層準が分布するとともに、多様 な化石の産出が認められている(吉田・栗本・宮 村 1991、多度団体研究グループ 1998 など).ま た本地区は、多度 – 嘉例川褶曲帯に位置し、著し い褶曲や断層及び地形面の撓曲といった新期変動 に伴う特徴的な構造が発達している(吉田ほか、 1991;活断層研究会編、1991 など)、これらのこ とから本地区は、当丘陵地域の古環境及び地質構



図1 位置図 国土地理院電子国土基本図(地図画像)に加筆.

造発達史を研究する上で重要な調査地域と位置付 けられる。

今回,新規工業団地の造成工事に伴って東海層 群の層序・構造・火山灰層及び各種化石を詳細に 把握できる露頭が出現した.本稿では,力尾地区 学術調査の一環として行われた地形及び地質構造 の調査結果について報告する.

#### 2. 多度力尾地区周辺の地形と地質構造の関係

図2に調査地域の遠望写真,図3に調査地域周辺の等高線図を示す.

養老山地の南~南西側に発達する丘陵は, 桑名 丘陵及び員弁丘陵とよばれ, 標高 30 ~ 150m 程 度の小起伏地形を呈している. 調査地域は員弁丘 陵の東端に位置し, その東側には, 同丘陵と桑名 丘陵とを隔てる谷が北北東 - 南南西方向に直線的 に延びている. この谷沿いには多度 – 嘉例川褶曲 帯(吉田ほか, 1991)が発達する. これは, 猪飼 背斜(松井, 1943)と嘉例川向斜(森, 1972)が 一対となったものであり, 東海層群に著しい急傾 斜帯を形成している.

桑名丘陵の東縁は,養老・桑名断層を介して濃 尾平野と接している.同断層は西側が隆起し東側



図2 養老山地~多度・桑名丘陵 国営木曽三川公園展望台より西方を望む.



#### 図3 調査地周辺の等高線図

国土地理院10mメッシュ標高データを用いカシミール3Dで描画. 等高線間隔は5m



#### 図4 調査地周辺の地形断面図と地質構造概念図

断面図作成位置は図3に示す.地形断面図は国土地理院10mメッシュ標高データを用いて作成.東海層群の地層推定線は吉田ほか(1991)を参考にした.

が沈降する逆断層であり,濃尾平野側における東 海層群上面の伏在深度は約900mに達する(須貝・ 杉山,1999).

図4に調査地域を通る東西及び南北の地形断面 図及び地質構造の概念図を示す.員弁川から濃尾 平野にかけての東西断面図(A ~ C 断面)を見 ると,大局的には本地域の地形は地質構造と調和 的であることがわかる.すなわち,員弁川東岸の 河岸段丘及び員弁丘陵は,猪飼背斜の軸に向かっ て徐々に高度を上げていき,背斜の東翼部でいっ たん高度を下げる.次に嘉例川向斜の東翼にあた る桑名丘陵に入って再び高度を上げ,丘陵東縁の 下深谷部撓曲(吉田ほか,1991)の東側で桑名断



図5 調査地周辺の活構造 上;新編日本の活断層(活断層研究会編, 1991) 下;都市圏活断層図(鈴木ほか, 1996)

層に切られて一気に濃尾平野下に没している.

次に、本地域の東側の谷を通る南北断面(D~ F断面)を見ると、こちらも地質構造を反映した 地形を呈していることが見てとれる.この谷には、 吉田ほか(1991)が指摘したように谷中分水界が 形成されていて、北側の揖斐川水系肱江川に合流 する沢地川と、南側の員弁川水系嘉例川の水系を 隔てている.分水界付近では、地形の高まりと調 和して東海層群が背斜構造をなしており、新期変 動に伴って形成された地形であると推察される.

図5に多度力尾地区周辺に分布する活構造を示 す.本地域付近を通る活構造は,嘉例川撓曲とよ ばれる.これは東落ちの撓曲地形であり,猪飼背 斜の東翼に対応した変動地形と考えられる.都市 圏活断層図では調査地域の東に推定断層が描かれ ているが,これは吉田ほか(1991)で推定されて いる嘉例川向斜の軸に沿った伏在断層である.

#### 3. 東海層群の地質構造

#### (1) 調査地域の東海層群の層序及び構造

図6に調査地域の平面図を示す.今回調査を 行ったのは,事業区域(造成範囲)の北部にあた る地区である.その南半部は古くから地形改変に よる平坦化が進んでいたが,本調査期間中に,残 存する丘陵区域の掘削が行われ,その過程で出現 した露頭により東海層群の層序と地質構造を詳細 に観察することができた.

吉田ほか(1991)によると,調査地域の層準は 暮明層及び大泉層に相当し,坂東1火山灰層(竹 村,1984)~嘉例川火山灰層(森,1971)を含む 地層が分布する.またこれらを不整合に覆って力 尾層(吉田・竹内・吉川,1990)が分布する.力 尾層の地質年代は更新世前期の後半(ほぼ100~ 70万年)と推定され(吉田ほか,1990),大泉層 の嘉例川火山灰層直上の層準(ほぼ150万年)を 傾斜不整合に覆い,さらに大泉層とともに嘉例川 向斜による褶曲を受けている.力尾層の岩相は, 本地域においては礫層主体で,東海層群の礫層と の岩相上の相違はあまり明瞭でない.

多度団体研究グループ(1998)は、本地域に分 布する積算層厚200m以上の東海層群について堆 積相を詳細に観察し、古環境の変遷を考察した. それによると、本地域の同層群は、10~20mオー ダーの砂礫層から泥層への上方細粒化の繰り返し で特徴づけられ、その堆積相は礫質~砂質蛇行河 川の環境を示す.本調査では、同研究時点の露頭 がほぼそのままの状態で残っていたため、その記 載内容を追認できた.ただし、同論文で坂東1と 記載された火山灰層は、全体の層序関係ならびに 火山灰層の特徴から坂東2火山灰層に対比され、 坂東2と記載された火山灰層は、その特徴から其 原火山灰層(竹村、1984)である可能性が高いと 判断される(田中・宇佐美、2013).

なお,吉川・吉田・服部(1988)によれば,坂 東1火山灰層は,層厚4m以上に達する火山灰層 で坂東2火山灰層の約60m下位に挟在するとさ れているが,今回,該当する層準付近の露頭(図 7の柱状図の最下位付近及びそれより下位の露 頭)をくまなく調査したが,坂東1火山灰層を確 認することはできなかった.

図7に調査地域の地質図を示す.

同図に示す柱状図は,多度団体研究グループ (1998)による詳細調査ルートの柱状図を簡略化 して編集したものである(前述の通り火山灰名は 修正した).坂東2火山灰層の約80m下位から 嘉例川火山灰層の約20m上位に至る積算層厚約 210mの東海層群が記載されている.当地域には, その上下の層準を含め積算層厚約350mの東海層 群が分布すると推定される.それらの大部分は猪 飼背斜の東翼(=嘉例川向斜の西翼)に位置し, 80°~90°の高角度で東に傾斜している(図7の 地質断面図参照).柱状図と地質図の岩相区分は 完全には一致していないが,比較的連続性の良い 火山灰層や粘土・シルト層に着目して,地質図を 作成した.

東海層群の地質構造は,調査地の南部では走向 NS~N15°E,傾斜82°E~90°,調査地の北部 では走向N30°E前後,傾斜85°E~90°であり, 北へ行くにしたがって東向きにゆるやかに湾曲す る. 嘉例川向斜の向斜軸はほぼN30°E方向に延 び,軸直近における地層の傾斜は,西翼側で60 °E前後,東翼側で20°W前後となり,非対称を 呈する. これは図8の露頭写真からわかるように, 軸面が著しく東に転倒した傾斜褶曲となっている ためである.

図9に向斜東翼部の露頭写真を示す.この露頭 には,西に20°程度で傾斜する東海層群大泉層の シルト主体層とそれを緩やかな傾斜不整合に覆う 力尾層の礫主体層が分布していた.

次に,造成中に現れた東海層群の特徴的な露頭 状況について述べる.

(2) 直立した坂東2火山灰層の露頭

坂東2火山灰層は, 暮明層の最上部に挟まれ, 4~5層の火山灰層の組み合わせから構成され全 体の層厚は10数mに達する火山灰層(吉田ほか, 1991)である.調査地域のほぼ中央部に分布し, 連続性が非常によく,既存露頭や新規掘削法面で 観察されたほか,事業区域北方の農道沿いの露頭 でも確認できる.新規掘削法面(図10)では,砂・ シルトと単層の厚さ1~2mの火山灰層が層厚約 14mにわたって互層をなしている様子が観察され た.また本火山灰層直上に挟在する泥炭質層(図



図 6 調査地平面図 地形図は三重県 web-GIS (M-GIS)による.





10 左下の箇所)からは,昆虫化石が多数産出している(森, 2013).

(3) 池底に現れた縞模様 – 坂東2火山灰層~嘉 例川火山灰層の連続露頭

事業区域北端部に掘削された調整池の池底に は、坂東2火山灰層〜嘉例川火山灰層の上位にか けての地層が、ほぼ連続露頭として出現した(図 11).

本露頭に露出する東海層群は,走向が N30° E 前後で,嘉例川火山灰層以下の層準についてはほ ぼ直立していた.嘉例川火山灰層上端から東へ約 50mの位置に嘉例川向斜の軸が延び,その直近に おける地質構造は,向斜軸の西側では N34° E・ 60° E,東側では N30° E・20° W であり,上述の 非対称(傾斜)褶曲の特徴を示していた.吉田ほ か(1991)は,本向斜軸付近に西落ちの断層を推 定しているが,本露頭ではそのような断層の存在 は確認できなかった.

なおこの露頭には,調査地南部で確認された其 原火山灰層の挟有層準が含まれているはずである が、該当する層準に同層を見つけることはできな かった.

#### 4. まとめ

多度力尾地区の地形及び地質構造について調査 した結果,以下のことが明らかになった.

(1)多度力尾地区には、坂東2火山灰層の下位から嘉例川火山灰層の上位にかけての積算層厚約350mの東海層群とそれを不整合に覆う力尾層が分布する。

(2) 東海層群の地質構造は,多度 – 嘉例川褶曲帯(猪飼背斜及び嘉例川向斜)に位置するため, 調査地域の西部では東落ち 80° ~ 90°,東部では 西落ち 20°前後の傾斜を示す. (3) 嘉例川向斜は,N30° E 前後の走向で西に大 きく傾斜する軸面を持った傾斜褶曲である.西翼 側では東海層群は直立~60°程度の急傾斜,東翼 側では20°前後の緩傾斜を示す.また東翼側に分 布する力尾層は,東海層群大泉層の嘉例川火山灰 層直上の層準を緩い傾斜不整合で覆うが,東海層 群とともに褶曲している.

(4) 多度力尾地区及びその周辺の地形は,東海 層群の地質構造と調和的な起伏を持っており,新 期変動に伴う変形(撓曲)を受けていると考えら れる.



図8 嘉例川向斜の写真(撮影:森 勇一氏) 向斜軸面が東に大きく転倒した傾斜褶曲である.



図9 嘉例川向斜東翼部の写真

図 8 の露頭の裏側に位置する露頭. 東海層群大泉層(露頭下半分のシルト主体層)を緩やかな傾斜不整合に覆う力尾層(露頭上半分の礫主体層).



図10 調整池南側法面に露出する坂東2火山灰層とそのスケッチ 火山灰層の直上の層準(写真左下)で化石採取が行われている.


図 11 調整池掘削面に露出する東海層群 坂東 2 火山灰層から嘉例川火山灰層上位に至る連続露頭である。白っぽく見える層は粘土層及び火山灰層。黒っぽ く見える層は砂層または礫層である。

# 文 献

- 星 博幸・長谷川敬彰(2013)桑名市力尾地区に
   分布する更新世堆積物の古地磁気層序.本報告
   書, 29-35.
- 活断層研究会編(1991)「新編日本の活断層 分 布図と資料」.東京大学出版会,437p.
- 松井 寛(1943) 三重県四日市·桑名地方の地質. 京大地鉱教室学術報告, 2, 1-11.
- 百原 新(2013)三重県桑名市力尾地区の前期更 新世大型植物化石群.本報告書,52-55.
- 森 一郎(1972)三重県北部,とくに桑名背斜地 域の段丘,三重県桑名市立成徳中学校,1-11.
- 森 忍(1971)瀬戸層群, 奄芸層群の火山灰層に ついて – 瀬戸層群の研究 その3 – . 竹原平一 教授記念論文集, 99-111.
- 森 勇一(2013)桑名市力尾地区の東海層群より 産出した昆虫化石.本報告書, 67-81.
- 須貝俊彦・杉山雄一(1999)深層ボーリング(GS-NB-1)と大深度地震探査に基づく濃尾系道盆地の沈降・傾動速度の総合評価.地質調査所速報, EQ/99/3,77-87.

- 鈴木康弘・千田 昇・渡辺満久・岡田篤正 (1996) 1:25,000 都市圏活断層図「桑名」. 国土地理院 技術資料 D・1-No.333.
- 多度団体研究グループ (1998) 三重県北部の鮮新・ 更新統東海層群の古環境.地球科学, 52, 115-135.
- 竹村恵二(1984) 三重県員弁地域の鮮新・更新統 東海層群-特に岩相層序と火山灰層の関係につ いて-.地質学雑誌,90,799-813.
- 田中里志・宇佐美徹(2013)三重県桑名市力尾地 区に分布する嘉例川火山灰層層準の東海層群の 地質と堆積環境.本報告書, 7-19.
- 吉田史郎・竹内圭史・吉川清志(1990)東海層群 最上部と力尾累層(弥富累層相当層)の対比と その地史的意義.第四紀研究, 29, 361-369.
- 吉田史郎・栗本史雄・宮村 学(1991) 桑名地域 の地質.地域地質研究報告(5万分の1地質図 幅),地質調査所,154p.
- 吉川周作・吉田史郎・服部俊之(1988)三重県員弁郡付近の東海層群火山灰層. 地質調査所月報.39, 615-633.

# 桑名市力尾地区に分布する更新世堆積物の古地磁気層序 星 博幸・長谷川敬彰 (愛知教育大学)

# Magnetostratigraphy of the Pleistocene sediments in the Chikarao area,

# Kuwana City, Mie Prefecture

# Hiroyuki HOSHI and Takaaki HASEGAWA (Aichi University of Education)

# 1. はじめに

筆者らは今回, 力尾地区学術調査の一環として 桑名市力尾地区に分布する東海層群大泉層下部堆 積物の古地磁気層序を検討した. 古地磁気を測定 したのは, 下位から, 坂東2火山灰層と考えられ る火山灰層(以下, 坂東2火山灰層), 其原火山 灰層と考えられる火山灰層(以下,其原火山灰層), シルト岩, 嘉例川火山灰層である(図1). 小論で はその結果を記載し, 古地磁気層序の観点から堆 積物の年代について考察する.

東海層群の古地磁気層序はTakemura and Torii (1978),中山・吉川 (1990),Nakayama *et al.* (1995)などによって全容がほぼ明らかにされてい る.Nakayama *et al.* (1995)によると、本地区の 堆積物はChron C2n (Olduvai)前後の松山逆磁極 期(2 Ma前後)に堆積したものと考えられる.し かし最近、愛知県常滑市に分布する約4 Maの火 山灰層について中山らの先行研究と有意に異なる 古地磁気方位が報告された(星・出口,印刷中). よって本地区の堆積物(火山灰層を含む)につい ても古地磁気を詳細に検討し、中山らの結果と比 較する必要がある.

なお、本地区の地質については多度団体研究グ ループ(1998)の詳細な報告がある。本研究の試料 採取地点・層準を含む地質の詳細については、本 報告書の層序・地質構造関係報告(田中・宇佐美, 2013)を参照されたい。

#### 2. 試料および測定方法

試料は上記のように3枚の火山灰層(坂東2, 其原,嘉例川)および其原火山灰層と嘉例川火山 灰層の間にあるシルト岩から採取した(図1). 試 料採取地点の緯度・経度を表1に示した.地点名 は坂東2火山灰層が「力尾I」,其原火山灰層が 「力尾II」,その上位のシルト岩が「力尾II」,そ して嘉例川火山灰層が「Kr」である. 嘉例川火 山灰層は後述のように火山灰中の異なる3層準か ら試料を採取し,下位からKr-c,Kr-b,Kr-aとした. 本報告書の田中・宇佐美(2013)と居川(2013)には 地質図および柱状図に試料採取位置・層準が示さ れている.

試料採取には充電式ドリルを使用し,露頭で直径 25 mmのコアを採取した.力尾 I (坂東 2 火

表1 古地磁気測定結果.

Site	Lat (N)	Long (E)	Strike/Dip	N	D	Ι	Dc	Ic	$\alpha_{95}$	k	Polarity
	2 13		. 73		(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		
Kr-a (Karegawa VA)	35°06'14.0"	136°37'05.8"	N17°E/80°E	7	6.5	61.0	77.6	13.8	11.6	28.2	ND
Kr-b (Karegawa VA)	35°06'14.0"	136°37'05.8"	N17°E/80°E	8	155.1	4.0	183.1	-40.1	1.5	1453.0	Reversed
Kr-c (Karegawa VA)	35°06'14.0"	136°37'05.8"	N17°E/80°E	6	150.8	6.1	178.6	-43.5	7.4	82.4	Reversed
Chikarao III (siltstone)	35°06'08.9"	136°37'03.1"	N03°E/84°E	4	308.9	-13.4	334.3	49.4	22.3	23.7	Normal
Chikarao II (Sonohara VA)	35°06'09.4"	136°37'01.3"	N03°E/84°E	5	134.8	15.7	154.9	-43.3	5.0	235.0	Reversed
Chikarao I (Bando 2 VA)	35°06'14.9"	136°37'00.6"	N18°E/90°E	14	135.1	12.5	172.1	-60.4	4.4	84.3	Reversed

Site = 試料採取地点(VA = 火山灰層); Lat = 緯度; Long = 経度; Strike/Dip = 地層の走向/傾斜;  $N = 平均方位計算に用いた試料の数; D/I = 傾動補正前の偏角/伏角; Dc/Ic = 傾動補正後の偏角/伏角; <math>a_{95} = 95\%$ 信頼限界円の半径; k = 集中度パラメータ; Polarity = 古地磁気極性(Normal = 正極性; Reversed = 逆極性; ND = 決定できない).



性が高いが、Chronozone C2r.1n (Reunion)に対比される可能性も否定はできない.

山灰層)では平行葉理の発達する細粒~極細粒砂 サイズの火山灰のコアを8本採取した. 力尾Ⅱ(其 原火山灰層)では風化により粘土化した火山灰の コアを5本採取した.力尾Ⅲ(シルト岩)では青 灰色シルト岩のコアを8本採取した. Kr-c は嘉 例川火山灰層基底部の粗粒~中粒砂サイズの結晶 質火山灰で、コアを4本採取した. Kr-b は火山 灰層基底から1m上位に位置し、葉理のある細 粒砂~極細粒砂サイズのガラス質火山灰のコアを 4 本採取した. Kr-a は火山灰層基底から 5.8 m 上 位に位置し、葉理のある中粒砂サイズのガラス質 火山灰のコアを8本採取した. コアの定方位付け には磁気コンパスを用いた. コアを愛知教育大学 の実験室に持ち帰り、岩石カッターを用いて高さ 約22 mmの円筒状試料を各コアから1~2 個切 り出した。

測定は愛知教育大学の古地磁気・岩石磁気実験 室で実施した.まず,複数の試料に対して段階交 流消磁法 (AFD) および段階熱消磁法 (ThD) によ るパイロット測定を行った(力尾IIはAFDのみ). 試料の自然残留磁化 (NRM) を測定後, AFD, ThDとも10ステップ以上に消磁レベルを段階 的に上げながら消磁と残留磁化測定を繰り返し (AFD は最高80 mT まで、ThD は最高650℃まで)、 残留磁化の安定性を調べた.パイロット測定後, 残りの試料に対してより少ない消磁ステップ数 で段階消磁を行った(パイロット測定結果をもと に消磁法を判断).残留磁化の測定には夏原技研 ASPIN スピナー磁力計を用いた。磁力計のノイ ズレベル(ブランク測定値)は約2×10<sup>-10</sup> Am<sup>2</sup> であった. AFD には Schonstedt GSD-5 交流消磁 装置(夏原技研により電源・制御部とタンブラー を更新)を, ThD には Schonstedt TSD-1 熱消磁 装置(夏原技研によりコントローラー部を更新) を使用した。AFD. ThDとも、残留磁化強度が NRM 強度の2%以下まで減少したとき、または

測定結果に大きな乱れが生じ始めた時点で測定を 終了した.Kr-cとKr-bでは80mTのAFD後も NRMの半分以上の磁化強度が残っていたため, 引き続きThDを適用した(ハイブリッド消磁). 測定後,段階消磁結果を直交投影図,等積投影図, 消磁強度曲線に示し,残留磁化成分の認定を試み た.直交投影図上で原点に向かって直線的に減衰 する固有磁化成分(特徴磁化成分)が認められた 試料については,3次元の主成分解析 (Kirschvink, 1980) を適用して固有磁化成分方位および最大角 偏差 (MAD) を決定した.本研究では MAD < 20° の方位を採用した.段階消磁の進行に伴って方位 が変化し,等積投影図上で弧状の方位変化を示 した試料については,Kirschvink (1980)の方法に よって最適消磁大円の極を決定した.最終的に地 点平均方位は,固有成分のみから求める場合(力



図2 各地点(力尾I, 力尾I, カ尾I, 大尾I, Kr)の段階消磁結果の例(ベクトル直交投影図). ■は残留 磁化ベクトルの水平面投影(横軸N-S, 縦軸E-W), □は鉛直面投影(横軸N-S, 縦軸Up-Down). 印の 数字は消磁レベル. 括弧内の数値は自然残留磁化(NRM)の強度(×10<sup>-6</sup> Am<sup>2</sup>/kg).

尾Ⅲを除く5層準が該当)は試料方位を長さ1の 単位ベクトルとして平均方位を計算する一般的な 方法で,最適消磁大円を含めて求める場合(力尾 Ⅲのみ該当)は McFadden and McElhinny (1988) の大円法によって決定した.95%信頼限界半径 (*a*<sub>95</sub>)と集中度パラメータ(k)の計算はFisher (1953) の方法に従った.

#### 3. 測定結果

代表的な段階消磁結果を図2に示す.各地点(層 準)の結果は次の通りである.

# 力尾 I (坂東 2 火山灰層)

すべての試料に二次磁化と考えられる不安定 な残留磁化成分が認められたが,図2の例(試 料I-7b, I-6a)に見られるように,不安定成分は10 mT前後あるいは200℃前後の消磁で完全に除去 され,固有磁化成分が分離された.

固有磁化成分の方位を図3下段に示す.地層の 傾動を補正する前の状態(*in situ*)において方位は 南東下向き(浅い伏角)を示したが,露頭で計測 した走向・傾斜(表1)を用いて傾動を補正すると 南方上向きという方位になった.傾動補正後の方 位は逆磁極期の地心軸双極子磁場方位(偏角180°, 伏角-54.6°)に近く,この地点の坂東2火山灰層 は逆極性と判断できる.

### 力尾Ⅱ(其原火山灰層)

上述の力尾 I と同様, この地点でもすべての試料に二次磁化と考えられる不安定な成分が認められたが, AFD および ThD によって除去することができた. 図2に示した例(試料 II-1a)では, 20mT の消磁で不安定成分が除去され, それ以降固有磁化成分が現れている.

固有磁化成分の方位を図3上段に示す.力尾 I の場合と同様, *in situ* で方位は南東下向き(浅い 伏角)を示したが, 傾動を補正すると南東上向き



図3 坂東2火山灰層(地点:力尾I)と其原火 山灰層(地点:力尾I)の残留磁化方位. グレー の方位は地点平均で,平均方位のまわりの楕円は 95%信頼限界域(半径 α<sub>95</sub>)を示す.

の方位になった. 傾動補正後の方位は逆磁極期の 地心軸双極子磁場方位とやや離れているが(地磁 気永年変化のためと思われる), この地点の其原 火山灰層も逆極性と判断できる.

#### 力尾田(シルト岩)

この地点のシルト岩は他地点の火山灰層に比べ て消磁に対する残留磁化の安定性が低かった.固 有磁化成分を分離できたのはわずか2試料であ り,他試料で決定された最適消磁大円と組み合わ せて大円法によって地点平均方位を求めた.固有 磁化成分を分離できた試料にも大きな不安定磁化 成分が付着しており(図2の試料 III-6a),固有磁 化成分の決定精度は他地点の試料に比べて良くな い.試料 III-2a(図2)では NRM から 20 mT まで のデータに対して最適消磁大円を決定した.

固有磁化方位(2 試料)と最適消磁大円(2 試料) を図4左に示す.大円法によって求めた平均方位 は北西偏角で伏角が水平に近い.この方位を傾動



図4 シルト岩(地点:力尾皿)の残留磁化方位. 左図の大円は最適消磁大円で,実線が下半球投影, 破線が上半球投影. グレーの方位は地点平均で,平均方位のまわりの楕円は 95%信頼限界域を示す.

補正すると正磁極期の地心軸双極子磁場方位(偏角0°,伏角54.6°)に近くなる(図4右).方位の 精度にやや難があるものの(a<sub>95</sub>が比較的大きい), この地点のシルト岩が正極性であることは間違い ない.

#### Kr (嘉例川火山灰層)

嘉例川火山灰層中の3層準について残留磁化 方位を検討した結果,Kr-c(火山灰層基底部)と Kr-b(基底から1m上位)については堆積残留磁 化に由来すると考えられる方位を決定できたが, Kr-a(基底から5.8m上位)については信頼でき る方位を決定できなかった(図5).

Kr-cとKr-bのほとんどすべての試料には二次 磁化と考えられる不安定成分が多かれ少なかれ付 着していたが,図2の例(試料Kr-b-2b,Kr-b-1a, Kr-c-3a,Kr-c-2b)に示されているように,AFD お よびThDによって不安定成分を完全に除去する ことができた.固有磁化成分の方位は,傾動補正 前には南東偏角でほぼ水平であったが,傾動補正 後には南方上向きの方位になった.2層準の方位 は95%の信頼度で区別することができない(ほぼ 一致している). 逆磁極期の地心軸双極子磁場方 位に比べてやや浅いが,これは地磁気永年変化の ためと思われる.これら2層準は逆極性と判断で きる.

一方, Kr-aの試料は大きく異なる結果を示した. AFD および ThD によって直線性のよい固有磁 化成分を分離できたが(図2の試料 Kr-a-5a, Kra-5b),それは傾動補正前に北方下向きを示し,そ の平均方位は正磁極期の地心軸双極子磁場方位と 95%の信頼度で区別できない.この平均方位を傾 動補正すると,東方偏角で伏角が浅いという異常 方位になった.よって,この固有磁化成分は明ら かに傾動後に獲得された二次磁化である.この層 準の結果は古地磁気層序の検討に用いないことに する.

# 4. 考察および結論

本研究によって明らかになった力尾地区の大泉 層下部の古地磁気極性層序を図1に示す. 堆積物 は下位から逆, 正, 逆という3つの磁極帯に区分 できる.

この古地磁気層序(magnetostratigraphy)

を Ogg and Smith (2004) の 地 磁 気 年 代 層 序 (geomagnetic chronostratigraphy) に対比し, 堆 積物の年代を古地磁気の観点から探ってみる. そ の際,火山灰層の年代に関する情報が重要になる ため,以下に鍵となる情報をまとめてみる.

坂東2火山灰層:本火山灰層は大隅石を含むという際立った特徴があり,古琵琶湖層群の原火山 灰層,大阪層群の東畑火山灰層,北陸層群大桑層のO1火山灰層などに対比されている(田村ほか, 2004).本火山灰層からは2.2 ± 0.2 Maのフィッ ション・トラック(FT)年代が得られている(森 ほか, 2012).

嘉例川火山灰層:本火山灰層は中部地方を中心 に関東,近畿地方に渡って分布する広域火山灰層 であることが判明しており(吉川ほか,1996),対 比される各地の火山灰層は一括して「恵比寿峠-福田テフラ」と呼ばれる(長橋ほか,2000).FT 年代や広域層序対比から,本層はChronozone C2n (Olduvai, 1.95 ~ 1.78 Ma; Ogg and Smith, 2004)直上の層準(年代は約1.75 Ma)にあるこ とが判明している(吉川ほか,1996;長橋ほか, 2000).

これらの情報を頼りにすると、本地区堆積 物の中部に認められた正磁極帯は Chronozone C2n (Olduvai) に対比され、その上位および下 位の逆磁極帯はそれぞれ Chronozone C1r.3r と Chronozone C2r.1r に対比される。中部の正磁極 帯が Chronozone C2r.1n (Reunion) に対比される 可能性もないとは言えないが、坂東2火山灰層直 下から Takemura and Torii (1978) によって正帯 磁が見出されており、中山・吉川 (1990) はこの正 帯磁層準が Chronozone C2r.1n に対比される可能

Nakayama et al. (1995) も 嘉 例 川 火 山 灰 層 の



★☆ 地心軸双極子磁場(下半球,上半球)

図 5 嘉例川火山灰層(地点:Kr)の3層準の残 留磁化方位.グレーの方位は地点平均で,平均 方位のまわりの楕円は95%信頼限界域を示す.

下位の層準から正帯磁を見出しており,それを Chronozone C2n に対比している.今回筆者らが 力尾地区で明らかにした古地磁気層序およびその 地磁気年代層序との対比はNakayama *et al.* (1995) と基本的に同じであり,中山らの見解を追認した ことになる.

以上の考察より,本地区の火山灰層の年代について次のように結論できる.

1) 嘉例川火山灰層は 1.78 Ma よりも若い.

2) 其原火山灰層および坂東2火山灰層は1.95 Maよりも古い.

#### 5. 謝辞

試料採取では森 勇一氏,田中里志氏,宇佐美 徹氏,津村善博氏,小竹一之氏,居川信之氏,齊 藤 毅氏ら力尾地区学術調査団の皆様のご協力を 得た.本研究の磁気測定の一部は科研費(基盤(C), no. 23540532)によった.

# 文 献

- Fisher, R. (1953) Dispersion on a sphere. Proc. Roy. Soc. London, Ser. A, 217, 295–305.
- 星 博幸・出口久美子(印刷中)東海層群に挟在 する Znp-大田テフラ層の古地磁気再検討.豊 橋市自然史博研報, no. 23.
- 居川信之 (2013) 多度力尾地区周辺の地形と地質構造.本報告書, 20-28.
- Kirschvink, J. L. (1980) The least squares line and plane and the analysis of palaeomagnetic data. Geophys. J. Roy. Astr. Soc., 62, 699–718.
- McFadden, P. L. and McElhinny, M. W. (1988) The combined analysis of remagnetization circles and direct observations in palaeomagnetism. Earth Planet. Sci. Lett., 87, 161-172.
- 森 勇一・齊藤 毅・宇佐美徹 (2012) 東海層群 のフィッション・トラック年代と昆虫および花 粉化石群集. 第四紀学会 2012 年大会演旨, 4-5.
- 長橋良隆・里口保文・吉川周作 (2000) 本州中央 部における鮮新 - 更新世の火砕流堆積物と広域 火山灰層との対比および層位噴出年代.地質雑, 106, 51-69.
- 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.
- Nakayama, K., Yoshikawa, S. and Ito, T. (1995)

Magnetostratigraphy of the Late Cenozoic Tokai Group in central Japan and its sedimentologic implications. J. Southeast. Asian Earth Sci., 12, 95–104.

- Ogg, J. G. and Smith, A. G. (2004) The geomagnetic polarity time scale. In Gradstein, F. M., Ogg, J. G. and Smith, A. G., eds., A geologic time scale 2004, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 63–86.
- 多度団体研究グループ (1998) 三重県北部の鮮 新・更新統東海層群の古環境.地球科学, 52, 115-135.
- Takemura, K. and Torii, M. (1978) Magnetostratigraphy of the Plio-Pleistocene Age Group in the northern part of Mie Prefecture, Japan. Rock Mag. Paleogeophys., 5, 69–72.
- 田村糸子・山崎晴雄・水野清秀・時実良典 (2004) テフラ対比から見た大桑層の堆積年代 —大桑 O1 火山灰(北陸層群)と坂東2(東海層群)・原 (古琵琶湖層群)火山灰との対比—. 地惑関連学 会 2004 年合同大会予稿, Q042-005.
- 田中里志・宇佐美徹 (2013) 三重県桑名市力尾地 区に分布する嘉例川火山灰層層準の東海層群の 地質と堆積環境.本報告書, 7-19.
- 吉川周作・里口保文・長橋良隆 (1996) 第三紀・第 四紀境界層準の広域火山灰層:福田・辻又川・ Kd38 火山灰層. 地質雑, 102, 258-270.

# 三重県桑名市力尾地区の東海層群から産する珪藻化石 宇佐美 徹 (愛知県立杏和高等学校)

# Fossil diatoms from the Tokai Group distributed in the Chikarao district,

# Kuwana city, Central Japan

Toru Usami (Aichi Prefectural Kyowa High School)

# 1. はじめに

2010年2月11日から2月14日にかけて三重 県桑名市力尾地区において工業団地造成に伴う学 術調査が実施された.また,2011年8月21日, 12月23、24日にその追加調査が行われた.筆者 はそれらの調査で,調査地域に分布する東海層群 から試料採取を行い,珪藻化石の分析を試みたと ころ,多くの珪藻化石を得ることができた.本地 域において,筆者は多度団体研究グループ(1998) で珪藻化石の報告を行っているが,今回の調査で は,先の報告とは異なる層準からも珪藻化石を得 ることができた.

珪藻はあらゆる水域に生息する.また,水域の みならず多少湿り気のある陸上にも生息してお り,その環境によって生息する種を異にする.そ のため,堆積環境の復元にあたって珪藻化石の果 たす役割は大きい.本報では,今回の調査で東海 層群中から産出した珪藻化石を報告するととも に,それらから復元される古環境について考察を する.

## 2. 試料および分析方法

試料の採取は造成工事の進行に合わせ、調査地 域を ck1, ck2, ck3 の 3 つのエリアに分けて行っ た(図1).各エリアの試料採取層準および層序 の関係を図2に示す.なお、図2には試料採取を したが、珪藻化石が検出されなかった層準または 検出されたが、量が非常に少なく破片が主で分析 に適しなかった層準には×が、珪藻化石が検出さ



図1 調査地域(国土地理院発行2万5千分の1地形図「阿下喜」「弥富」を使用)

れ分析を行った層準には試料番号が記してある.

ck1 では坂東2火山灰層の下位3 mから嘉例川 火山灰層の上位6 mの地層中より26 試料を採取 した.図2 に示したとおり,途中123 mの露頭欠 如があるが,露頭欠如の下位は東海層群暮明層, 上位が大泉層に含まれる.

ck2では坂東2火山灰層は5層に分かれており,最も上位の坂東2火山灰層の上下約4mの地層中より5試料を採取した.この層準は,幕明層に含まれる.

ck3 では嘉例川火山灰層下位 50 mから上位 10 mの地層中より 17 試料を採取した. この層準は 大泉層に含まれる. なお, 坂東2火山灰層はフッ ショントラック法による 2.2 ± 0.2Ma という年代



値(森ほか,2012)が,嘉例川火山灰層は恵比寿 峠 – 福田テフラ(長橋ほか,2000)に一括され, 1.75Maの堆積年代が示されている(吉川ほか, 1996).

試料の処理は,多度団研珪藻グループ(1988) の方法に従った.珪藻殻の同定は,1,000倍の光 学顕微鏡下でメカニカルステージを任意に走査 し,珪藻殻が計200殻になるまで同定・計数した.

珪藻化石の分類体系についてはRound *et al.* (1990) に従い,種の分類および生態的 特性についてはHustedt (1930, 1930-1966), Foged(1954), Cholonky (1968), Lowe (1974), Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b),安藤 (1990),伊藤・堀内 (1991), 渡辺ほか (2005) などに基づいた.

# 3. 分析結果

採取した試料のうち, ck 1では 14 試料, ck 2では4 試料, ck3 では6試料の分析を行った. 産出化石は全 体で 55 属 196 分類群であり, 出現した珪藻化石のリ ストを表1に示す.

各試料より多産した珪藻化石については ck1 では, Aulacoseira granulata (ck1-4 で 10 %), Hannaea arcus (ck1-8 で 11%), Staurosira construens (ck1-3 で 10.5%), Diadesmis contenta (ck1-1 で 18.5 %, ck1-3 で 40 %), Diploneis ovalis (ck1-4 で 11.5%), Eunotia minor (ck1-10 で 23.5%, ck1-11 で 20%), Luticola mutica (ck1-1 で 11%, ck1-3 で 10.5 %, ck1-9 で 11%), Pinnularia gibba (ck1-5 で 17%, ck1-12 で 11%) があげられる. ck1-2, ck1-6, ck1-7, ck1-13, ck1-14 については出現率の高い種は 特にない. 属レベルでの特徴としては Aulacosira 属 が ck1-4 で 18%, ck1-7 で 20.5 %, Acnanthidium japonicum な ど の Acnanthdium 属 が ck1-2 で 18.9 %, ck1-6 で 14.5%, ck1-8 で 22.5%, ck1-13 で 14%, *Diploneis* 属 が ck1-4 で 24 %, *Eunotia* 属 が ck1-5 で 16%, ck1-10 で 64.5%, ck1-11 で 56.5%, *Pinnularia* 属 が ck1-2 で 23.6%, ck1-5 で 35.5%, ck1-9 で 18%, ck1-11 で 22%, ck1-12 で 24%, ck1-13 で 14% それぞれ産出していることがあげられる.

ck2 では, Aulacoseira ambigua (ck2-1 で 34%, ck2-3 で 28.5%), Aulacoseira distans (ck2-1 で 21.5%,ck2-3 で 12%), Staurosira construens (ck2-1 で 18.5%, ck2-2 で 12.5%), Diadesmis contenta (ck2-2 で 26%) があげられる. ck2-4 については出現 率の高い種は特にないが, Pinnularia viridis などの Pinnularia 属が 15% 出現した.

ck3 で は, Aulacoseira ambigua (ck3-2 で 25.9%), Achnanthidium lineare (ck3-3 で 17.5%), Achnanthidium japonicum (ck3-1 で 10%, ck3-3 で 13.5%), Achnanthidium minutissimum (ck3-3 で 13%, ck3-6 で 11%), Cocconeis placentula var. euglypta (ck3-3 で 11%), Encyonema minutum (ck3-5 で 12.5%), Eunotia minor (ck3-4 で 24.5%), Frustulia rhomboides (ck3-5 で 12.5%), Frustulia vulgaris (ck3-5 で 11.5%), Reimeria sinuata (ck3-3 で 13%), Stauroneis phoenicenteron (ck3-2 で 19.7%) が出現した.

#### 4.考察

### (1) 堆積環境の区分

調査地域の24 試料から得られた珪藻化石の生 態的特性をもとに古環境解析を試みたところ,次 の堆積環境 I ~ Vに大別することができた.しか し,これらの堆積環境に一致しない試料もあるた め,それらについては別記する.以下に各堆積環 境の特徴および該当する層準を示すとともに表2 にまとめる.なお,産出した珪藻化石のすべてが 現地性化石であるかどうかは堆積相とともに慎重 に検討する必要がある.

# 表1 桑名市力尾地区東海層群珪藻化石リスト

	Species Name							С	k1								ck	<2				ck	<b>3</b>		
L		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6
( Aulacosaira	centric diatoms			2	13	·····		13		6	•••••		17	1	10	68	14	57	12	·····	38		1	6	5
Aulacoseira	distans (Ehr.) Simonsen	2		1	3	2	5	11	1	12			17	2	2	43	3	24	6	2	3	3	1	5	1
Aulacoseira	granulata (Ehr.) Simonsen	1			20		5	5					5	-	2	1.5	5	2.	0		5	5		0	•
Aulacoseira	islandica (O.Mull.) Simonsen							6	2	6		1									9				
Aulacoseira	italica (Ehr.) Simonsen	1		1				1	1	1						7	1		1					2	
Aulacoseira	valida (Grun.) Krammer							5																	
others	• • • •	<u> </u>			1			3	6	2				1		1	4	1	1						
Araph	id, pennate diatoms				<u>.</u>																				
Fragilaria	vaucheriae (Kutz.) Petersen	1	1	7	1	1	2	4	4	1	1	0		3	9	4	12	3	3	3		4	1	9	4
r raguarijorma Hannaea	arcus (Ehr.) Patrick			/	1	2		2	22	2		0	1	1	2	4	12	1	2	3		1	2	5	3
Pseudostaurosia	hrevistriata (Grun.) Williams & Round			2		2		5	1				1	1		1	6	1	2	5		1	1	5	5
Staurosira	construens Ehrenberg			21	12		3		1				3	2	3	37	25			1		1		1	1
Staurosirella	pinnata (Ehrenberg) Williams & Round	1		13	5			2	1		2		1	1	1	11	8	5	4	1	1				1
Synedra	ulna (Nitzsch) Ehrenberg	3	3			5	3	5	1	4				3	2					1					1
Tabellaria	flocculosa (Roth.) Kutzing						1				6	3		1							7				
others		2	1	0	0	0	1	2	7	3	1	2	0	4	0	2	0	4	0	1	4	4	1	0	2
Monora	phid, pennate diatoms																								
Achnanthidium	lineare W.smith	7	7	1	2	1	15	2	16	10	1		1	17	9	2		2	5	16		35		6	18
Achnanthidium	japonicum (H.Koba.)H.Kobayashi	3	10	2		1	8	5	17	6				7	4				1	20		27	2	3	15
Achnanthidium	microcephalum Kutzing	2	2	1			6		1		2		2	2	~	1			4	10		26		0	22
Acnnantniaium	minutissimum Kutzing	2	3	1		4	17		2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	4	10	1	26	4	8	22
Planothidium	lancaolatum (Brah) Lange Bertalot	0	3	1		4	1/		2	1		2	2		3	1	1	2	2	19	1	1	2	1	2
others	tanceotatian (Breb.) Lange-Bertaiot	1	3	1	3	4	3		2	2		1	2	3	1	1	1	3	1	2		1	2	1	1
Biran	hid, pennate_diatoms	-			5	-	5			2				5	1		-	5		2		-		-	-
Caloneis	hacillum (Grun) Cleve	3	1		2	1	1	1		2			6	6			4	3	2			1		1	
Caloneis	silicula (Ehr.) Cleve	5			-	1		1		2			5	1			·	1	1	2					2
Cymbella	cistula (Ehr.) Kirchner					-	1	-	5					-				-	-	_					-
Cymbopleura	naviculiformis (Auer. ex Heib.) Krammer					5		1	2	2			2	1	3			3	3	1	1		5		7
Diadesmis	contenta (Grun.) Mann	37	1	80			2	4	1	6			2	10	11	1	52	1		2		1	1		8
Diploneis	elliptica (Kutz.) Cleve				17			4					1			1			1						
Diploneis	finnica (Ehr.) Cleve				6												1	1							
Diploneis	oblongella (Näge. ex Kütz.) Cleve-Euler				10																				
Diploneis	ovalis (Hilse) Cleve	1		2	23	1	3						2	1			2		1						
Diploneis	puella (Schum.) Cleve				6																				1
Encyonema	gracile Ehrenberg	1				10	8	1	2	4	2	1	2		2	1			2	3			4	11	2
Encyonema	minutum (Hil. ex Raben.) D.G.Mann	3	6	1	3	2	8	7	8		3	1	17	18	4	1	3	2	3	10				25	8
Eunotia	arcus Ehrenberg					3		3			10	3		1											
Eunotia	bigibba Kutzing	3				5			1						1										
Eunotia	exigua (Breb.) Rabenhorst				1			1	8	1	6	4		1					4	1			9	2	
Eunotia	faba Ehrenberg	2				2		1			13	7						1					9	1	
Eunotia	flexuosa (Breb.) Kutzing		2			3	2	2			10	5	1		2				2		2	2	10		2
Eunotia	minor (Kutz.) Grunow	2	3	1		1	5	3	4	4	47	40	3	1	3		1		2	1	2	3	49 7	1	3
Eunotia	pectinalis (Kutz.) Kabelmoist	2 4	2 1	1		2 7	с С	1	2	Э Л	10	15	1	1	n	1	2		1	1	1	1	12	1	1
Eunotia	praerupta var bidens Grunow	4	1	5 7		10	∠ 8	5		4			1	1	2	1	2 8	1	1	1		1	12	1	1
Eunotia	sudetica O Muller	10		,		10	0	5									0	1			1		5		
Eunotia	tronica Hustedt										15	16	1								2		2		
Eunotia	veneris (Kutz.) De Toni		1								7	19		1	1			1			-		5		
Frustulia	rhomboides (Ehr.) D.Toni				2	3		5					4	2		1		1	2			1		25	
Frustulia	vulgaris (Thwa.) D. Toni	1	2				3	4	3	3	2	3		5				5	1	1				23	2
Gomphonema	angustatum (Kutz.) Rabenhorst						1	3							1				1	4			8		1
Gomphonema	clevei Fricke	1				8	14		3	2	1			5	1		2	2		11		7			5
Gomphonema	gracile Ehrenberg					1	1		1	_	2	3	3	2	5					2	1	1			
Gomphonema	intricatum Kutzing	1				1	4		3	2	1	1	1		1					18		3	1	1	4
Gomphonema	olivaceum (Horn.) Brebisson	2	1	2				1	6	1	0	7	2	1	0				_	1	1	_	,	1	2
Gomphonema	acuminatum (Kutz.) Rutzing	1	8	2	5		0	8			9	/	2		8	1			6	6		0	0	4	/
Hantzschia	amphiorys (Ehr.) Grunow	6	1		5	6	2	3	1	10			2		2		2		1	5	1				
Luticola	mutica (Kutz.) Mann	22	2	21		3	4	13		22	1	1	4	10	2	1	12	3	5	5	1	5		2	1
Navicula	capitata Ehrenberg		2	21	3	2	1	10		22			6	10	1			8	5			5		-	•
Navicula	cryptocephala Kutzing	1		1	3			1	4				1		8			3						6	5
Navicula	cryptotenella Lange-Bertalot	-						2	3	1				1	8					1				6	3
Navicula	hasta Pantocsek				12								1	4	3			1	5					1	4
Navicula	radiosa Kutzing		1		1	1			2	1				5	8										
Navicula	viridula (Kutz.) Ehrenberg				1		1	1	3				2	2	9	1		1	1	1					2
Pinnularia	braunii (Grun.) Cleve				1			1					2	1			1		6				2	1	
Pinnularia	gibba Ehrenberg	2	8	1	1	34	10	7		3	9	19	22	6	4	1	4	3		3			13	6	2
Pinnularia	hemiptera (Kutz.) Rabenhorst					4	2	1					3				1	1	5						
Pinnularia	interrupta W. Smith		10		1	5		-			2	-	3	2				2	2	-			-		-
Pinnularia Dimmi -	microstauron (Ehr.) Cleve	3	10			12	2	5		4	6	5	8	6	2			4	5	5			5	1	3
Pinnularia Dimmi -	nodosa (Enr.) W.Smith	0	E	2	1	2	2			11	1	5	2	4	2		E	2		2		2	1		2
Pinnularia Pinnularia	viridis (Nitzsch) Ehrenberg	0	5	2	1	10	4	3		11	1	15	2	4	2	1	3	2	12	5	10	2	7		1
Placoneis	clementis (Grun) Cox	2	1	1	1	10	1	5		2	0	15	3	1	3	1		1	12	5	10		6		1
Placoneis	eastrum (Ehr.) Meresch.	2					1			2			1	3	5		1	2					1		1
Placoneis	elginensis (Greg.) Cox	5	1	1			3			2				5	3		2	-			1		1		2
Reimeria	sinuata (Greg.) Kociolek & Stoermer	5	6	7		3	11	3	9	5				4	1	1	2	4	9	10		26	1	9	6
Rhopalodia	gibba (Ehr.) O.Muller																		13		13				1
Sellaphora	bacillum (Ehr.)D.G.Mann	3		1	2	3		2		1			2	1			1	3	6		1		1		1
Sellaphora	pupula (Kutz.) Meresckowsky	4			4	9	5	1				1	5	3	13	5		8	12	2	5		3	1	2
Stauroneis	phoenicenteron (Nitz.) Ehrenberg				3	1	2	2			3	5	8	3	1		1	1	13	1	29			2	
others		32	14	16	30	20	16	21	22	21	11	6	29	26	33	5	18	23	25	18	15	16	14	21	27
	Total	200	106	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	147	200	200	200	200

# 堆積環境 I (ck1-1, ck1-3, ck2-2)

出現した珪藻化石は Diadesmis contenta が最 も多く,それに Luticola mutica などが随伴する. これらの珪藻は湿り気のあるコケ、土壌表層(含 水率 35%前後)、岩石・壁などの表面に付着し て生育する耐乾性のある陸生珪藻(伊藤・堀内, 1991)に分類されている.上記以外のものも含め ると陸生珪藻が全体の 50%前後に達する.陸生 珪藻以外の水生珪藻については出現率が高い種は ない.水生珪藻全体では付着生種および底生種が 大半を占め,浮遊生種は各試料10%以下であった. pH に関しては、真~好アルカリ性種の出現率が 57~75%と高い.

以上より堆積環境としては、しばしば干上がる ような非常に浅いアルカリ性に傾いた水域が考え られる.ck2-2以外は堆積物が植物の根痕化石を 含み、赤褐色のモトリング構造が見られることを 考え合わせると、普段は植生がある湿った土壌の

#### 表2 堆積環境区分

環境(陸上)で,洪水等による溢れ出しによって 砕屑物の堆積が行われたと推定できる。

#### 堆積環境Ⅱ (ck1-10, ck1-11, ck3-4)

水生珪藻が大半を占める.付着生種および底生 種が多く,浮遊生種はほとんど出現しない.出 現率の高い種として*Eunotia minor*があげられ, これを含む*Eunotia*属がck1-10で64.5%,ck1-11で56.5%,ck3-4で53%と高率に出現した. *Pinnularia gibba*などの*Pinnularia*属もck1-10で 13.5%,ck1-11で22%,ck3-4で14.5%出現した. これらに属する珪藻の多くは腐植酸性の湿地を好 む.安藤(1990)は*Eunotia minor*,*E.pectinalis*, *Pinnularia gibba*,*P. viridis*などは水深が1m内 外の止水域で植物が一面に繁殖している沼沢や湿 地(沼沢湿地)の指標となる種群としている.ま た,平野(1981)は高層湿原では珪藻の全種数 に対する*Eunotia*属および*Pinnularia*属の種数の 割合が高く,*Gomphonema*属,*Cymbella*属(広

堆積環境区分	試料番号	堆積環境					
堆積環境 I	ck1-1, ck1-3, ck2-2	湿った土壌 (ごく浅い水域、アルカリ性)	陸域環境 ▲ 浅い				
(堆積環境 I – Ⅱ)	ck1-5	(ごく浅い沼沢湿地,腐植酸性)					
(堆積環境 I -Ⅲ)	ck1-9	(ごく浅い滞水域,アルカリ性)					
堆積環境Ⅱ	ck1-10, ck1-11, ck3-4	沼沢湿地ー湿原 (腐植酸性)					
堆積環境Ⅲ	ck1-12, ck2-4, ck3-5	浅い滞水域 (ややアルカリ性?)					
堆積環境Ⅳ	ck1-2, ck1-6, ck1-8, ck1-13, ck1-14, ck3-1, ck3-3, ck3-6	浅い水域 (氾濫水の流れ込みを伴う、 アルカリ性)					
(堆積環境Ⅲ−Ⅴ)	ck1-4, ck1-7, ck3-2	(やや深い水域,アルカリ性)					
堆積環境V	ck2-1, ck2-3	ある程度水深のある滞水域 (アルカリ性)	↓ 深い 滞水域環境				

義の)が低いことを指摘している. Eunotia 属と
Pinnularia 属の合計の種数は全種数の 33~43%
を占め, Gomphonema 属と Cymbella 属の合計の
種数(15~20%)に比べ高率であり,湿原的な
環境であった可能性も考えられる. pH に関して
は好~真酸性種が 73~74%を占める.

以上より堆積環境Ⅱは、ミズゴケなどが生育す る腐植酸性の沼沢湿地 – 湿原で堆積した堆積物と 推定できる.特に ck1-10, ck1-11 は堆積物が泥 炭質であることも含め、湿原の性質が強かったと 思われる.また、本堆積環境のみが酸性(腐植酸 性)を示すが、これは気温の低下などで有機物が 分解されにくい環境であったことを示すと考えら れる.

# 堆積環境Ⅲ (ck1-12, ck2-4, ck3-5)

水生珪藻が大半を占める.出現率の高い種は特 にない.付着生種や底生種が多く,浮遊生種は 少ない(10%前後).止水性種がck1-12で30%, ck2-4で28%,ck3-5で29%,流水性種がck1-12 で13%,ck2-4で15%,ck3-5で29%とck1-12お よびck2-4では止水性種が多く,ck3-5では同じ である.pHに関しては真~好アルカリ性種が34 ~36%で真~好酸性種(20~27%)よりやや多 い.ck3-5については,高層湿原の指標種とされ る*Frustulia rhomboides*が12.5%出現したが,こ れ以外に湿原を好む種はほとんど見あたらない. また,Patrick&Reimer(1966)はこの種を熱帯 のpH7~8の水域からも報告されたとしており, この種の出現だけを根拠に高層湿原のような環境 を推定するのは難しい.

以上より, 浅い滞水域(ややアルカリ性?)で あったと思われる.

堆積環境N (ck1-2, ck1-6, ck1-8, ck1-13, ck1-14, ck3-1, ck3-3, ck3-6) 水生珪藻が大半を占め、陸生珪藻は13%以下 である.出現率の高い種は特にない.付着生種 や底生種が大半を占め、浮遊生種は少ない(0 ~6%). Gomphonema parvulum, Encyonema minutum,清冽河川の代表的な普遍種(渡辺ほか, 2005)とされる Achnanthidium japonicum など の流水を好む種群が24~37%出現し、好~真止 水性種(6~20%)を卓越する.pHに関しては 真~好アルカリ性種が26~50%で各試料とも真 ~好酸性種より出現率が高い.

以上より,水草などの付着基物が存在するアル カリ性に傾いた浅い水域が推定できる.流水性種 が止水性種に比べ多く出現するが,堆積物が細粒 (粘土~シルト)であることから,河道のような 常に流れのあるような場所ではなく,氾濫原の滞 水域で洪水等による氾濫水が流れ込みやすい環境 であったと考えられる.

#### 堆積環境V(ck2-1, ck2-3)

水生珪藻がほとんどである.出現率の高い種 としてAulacoseira ambigua があげられ,それ にAulacoseira distans が随伴する.これらを含 むAulacoseira 属が ck2-1 で 59%, ck2-3 で 41 % 出現する.安藤 (1990)はAulacoseira ambigua, A. distans は水深約 1.5 m以上で水生植物が岸で はみられるが,水底には生育しない湖沼における 浮遊生種としても,沼沢湿地における付着生種と しても優勢に現われるが,他では稀であるとし, 田中 (2002)はAulacoseira ambigua を浮遊性で 湖沼に広く分布するとしている.これらの種があ る層準に限られて増加することは,水深が増した ことを示す可能性が大きい.pH に関しては,真 〜好アルカリ性種が 54 ~ 63%を占め,水流に関 しては止水性種が 50 ~ 83%であった.

以上より, ある程度の水深のあるアルカリ性の

滞水域であると推定できる.これらの試料を含む 地層が炭質物を多く含む粘土〜細粒シルトで構成 され、側方で根痕化石を含有し、部分的に赤褐色 を示すシルト層へ漸移すること、これらの試料の 上位の試料では、浮遊生種がほとんど認められな いことから、放棄河道などの窪地に一時的に滞水 したものと思われる.

その他 (ck1-4, ck1-5, ck1-7, ck1-9, ck3-2)

ck1-4, ck1-7, ck3-2 については、水生珪藻が大
半を占める.特に出現率の高い種はない.付着生
種および低生種が多いが、Aulacoseira ambigua
などの浮遊生種も19~34%出現する.止水性種
(32~58%)が流水性種(1%~18%)を卓越し、
pHに関しては真~好アルカリ性種(36~48%)
が真~好酸性種(7~34%)よりやや多い.

以上より,浅いアルカリ性に傾いた止水域を推 定できるが,堆積環境Ⅲに比べ,やや水深があり, 堆積環境Vとの中間的な環境を示すものと思われ る.

ck1-5 については、水生珪藻が多いが陸生珪 藻も18%出現する.出現率の比較的高い種とし ては*Pinnularia gibba* があげられ、これを含む *Pinnularia* 属が35.5%,また*Eunotia* 属が16%出 現した.付着生種および底生種がほとんどで、浮 遊生種はわずかに1%であった.pHに関しては、 好~真酸性種が48%であり、好~真アルカリ性 種(21%)より出現率が高い.また、止水の沼沢 湿地を好む種群が41%出現した.

以上より,腐植酸性の沼沢湿地の要素を含むご く浅い滞水環境であり,堆積環境 Iと堆積環境 Ⅲ の中間的な環境を示すものと思われる.

ck1-9 については,水生珪藻が多いが陸生珪藻 も 30% 出現する.出現率の高い種は特にない. 付着生種および低生種が大半を占める.止水性種 (25%)が流水性種(14%)を, 真~好アルカリ 性種(39%)が真~酸性種(22%)をそれぞれ卓 越する.

以上より,ごく浅いアルカリ性に傾いた滞水域 が推定でき,堆積環境 Iと堆積環境Ⅲの中間的な 環境を示すものと思われる.

#### (2) 珪藻化石が示す堆積環境

調査地域は堆積相の解析により,蛇行河川シス テムが主となる堆積場で,試料採取を行った層準 は氾濫原の堆積物であったと推定されている(田 中・宇佐美,2013;多度団研グループ,1998). その中で珪藻化石から復元される堆積環境 I ~堆 積環境 V (その中間的環境を含む)は氾濫原内の 詳細な古環境,すなわち河道との位置関係による 氾濫水の流れ込みの頻度や量,後背湿地の微地形 や放棄河道の存在による滞水の状況などを反映し ているものと思われる.

そして,各試料の比較から堆積環境の時間的変 化や側方への連続性を読み取ることができる.例 えば ck1-1 から ck1-2 においては湿った土壌的環 境から浅い滞水環境へ,ck1-5 から ck1-6 ではご く浅い腐植酸性の湿地からアルカリ性に傾いた浅 い滞水域へ,ck2-1 から ck2-2 ではある程度水深 のある滞水域から非常に浅い水域への時間的変化 を表している.

また,坂東2火山灰層堆積期のck1-1,2は湿っ た土壌から浅い滞水域の堆積物であるが,同層準 の試料であるck2-1,3はある程度水深のある滞水 域の河跡湖の堆積物と考えられ,側方への堆積環 境の変化を表わしている.逆に嘉例川火山灰層堆 積直後のck1-11,12とck3-4はどちらも腐植酸性 湿地 – 湿原であり,同様な環境が側方へ広がって いたことを示している.

(3) 嘉例川火山灰層中の珪藻化石

今回の分析では, 嘉例川火山灰層中から7 試料 を採取した. 7 試料中下位の4 試料は珪藻化石が 含まれていなかったが, 上位の3 試料(ckl-7, 8, 9)からは豊富な珪藻化石を得ることができた.

嘉例川火山灰層は恵比寿峠 – 福田テフラのひと つであり,降下火山灰ユニットとその後の再堆積 ユニットの分かれ(吉川ほか,1996),再堆積を した部分には土石流堆積物,ハイパーコンセント レイティッド流堆積物,河道充填堆積物,氾濫原 堆積物などのさまざまな堆積環境を示すものが認 められる(片岡ほか,1998).調査地域の嘉例川 火山灰層の層厚は約8mで,珪藻化石が含まれて いるのは上位3mである.珪藻化石が含まれる上 位3mについては,降下や土石流などで短時間に 堆積した堆積物ではなく,珪藻が繁殖可能な十分 な時間をかけて堆積した堆積物であると推定でき る.また ck1-7,8,9はごく浅い滞水域から浅い 水域の環境を示していることから,氾濫原的な堆 積環境が考えられる.

# 5. まとめ

調査地域内の坂東2火山灰層の下位6mから嘉 例川火山灰層上位10mの地層中から採取した48 試料中,珪藻化石が含まれる24試料について分 析を行った.その結果,55属196分類群の珪藻 化石を検出することができた.これらの珪藻化石 もとに堆積環境の復元を試みた.復元された調査 地域の古環境をまとめると以下のようになる.

分析を行った試料は氾濫原堆積物と考えられ る.氾濫原では嘉例川火山灰層直上を除き,主に アルカリ性の湿った土壌からやや水深のある滞水 域で堆積が行われ,流れ込む氾濫水の量や頻度な どによって水深が変化していたと推定できる.坂 東2火山灰層堆積期にはある程度水深のある堆積 環境が認められ,河跡湖等の滞水域が一時的に存 在していたと思われる.また,嘉例川火山灰層中 にも珪藻化石が含まれており,少なくとも上位3 mは氾濫原的環境下(アルカリ性のごく浅いから やや深い水域)で堆積が行われたと推定できる.

嘉例川火山灰層堆積直後については,腐植酸性 湿地 – 湿原が広がりをもって存在していたと考え られるが,これは気候の寒冷化などの環境変化が 起きたことを示している.

引用文献

- 安藤一男(1990)淡水産珪藻による環境指標種群 の設定と古環境復元への応用.東北地理,42, 73-88.
- Cholnoky, B. J. (1968) Die Okologie der Daitomeen Binnengewassern. Cramer, Germany, 699pp.
- Foged, N. (1954) On the Diatom flora of some Funen lakes. Fol Limnol Scandinavica, Copenhagen, 6 : 1-76.
- 平野 実(1981), 深泥池の自然と人 深泥池学 術調査報告書, 139 - 162, 京都市文化観光局.
- Hustedt, F. (1930) Bacillariophyta (Diatomeae).In A. Pascher(ed.) Die Susswasser Flora Mitteleuropas, 10, Gustav Fischer Jena. 466pp.
- Hustedt, F. (1930-1966) Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz unter Berucksichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In L.Rabenforst(ed.), Kryptogamen-Flora. Leipzig I:920pp,:845pp,:816pp.
- 伊藤良永・堀内誠示(1991)陸生珪藻の現在に於 ける分布と古環境解析への応用. Diatom, 6, 23-44.

片岡香子・中条武司・吉川周作(1998)鮮新.更

新世境界付近,福田火山灰層の再堆積過程.日 本地質学会第105年学術大会講演要旨.154.

- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986)
  Bacillariophyceae. 1 Teil. In H. Ettl, , J.
  Gerloff, H. Heyning and D. Mollenhauer (eds.).
  Süsswasserflora von Mitteleuropa. 2/1, Gustav
  Fischer jena, Stuttgart, 876pp.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1988)
  Bacillariophyceae. 2 Teil. In H. Ettl, J.
  Gerloff, H. Heyning and D. Mollenhauer (eds.).
  Süsswasserflora von Mitteleuropa. 2/2, Gustav
  Fischer jena, Stuttgart, 539pp.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1991a)
  Bacillariophyceae. 3 Teil. In H. Ettl, J.
  Gerloff, H. Heyning and D. Mollenhauer (eds.).
  Süsswasserflora von Mitteleuropa. 2/3, Gustav
  Fischer jena, Stuttgart, 578pp.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1991b)
  Bacillariophyceae. 4 Teil. In H. Ettl, J.
  Gerloff, H. Heyning and D. Mollenhauer (eds.).
  Süsswasserflora von Mitteleuropa. 2/4, Gustav
  Fischer jena, Stuttgart, 437pp.
- Lowe, L. R. (1974) Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. National environmental research center, US Environmental Protection Agency, Cincinati, 333pp.
- 森 勇一・齊藤 毅・宇佐美徹(2012)東海層群 のフィッション・トラック年代と昆虫および花 粉化石群集.日本第四紀学会2012年大会講演 要旨集,4-5.
- 長橋良隆・里口保文・吉川周作(2000)本州中央 部における鮮新 - 更新世の火砕流堆積物と広域 火山灰層との対比および層位噴出年代.地質学

雑誌,106,1,51-69.

- Patrick&Reimer (1966) The diatoms of the United States Exclusive of Alaska and Hawaii. Volume 1. 688pp. Academy of Natural Sciences, Philadelphia.
- Round, F. E., Crawford, R. M., Mann,D. G. (1990) The diatoms: Biology & morphology of the Genera. 747pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- 多度団体研究グループ (1998) 三重県北部の鮮新・ 更新統東海層群の古環境.地球科学, 52, 115-135.
- 多度団研珪藻グループ(1988)三重県北勢地域の 奄芸層群上部から産した珪藻化石と古環境. 瑞 浪化石博物館研究報告, 15, 39-56.
- 田中正明(2002)日本淡水産動植物プランクトン 図鑑.名古屋大学出版会,584pp.
- 田中里志・宇佐美徹(2013)三重県桑名市力尾地 区に分布する嘉例川火山灰層層準の東海層群の 地質と堆積環境 本報告書 7-19.
- 渡辺仁治編著(2005)淡水珪藻生態図鑑 内田老 閣圃, 666pp.
- 吉川 周作・里口 保文・長橋 良隆 (1996) 第三
   紀・第四紀境界層準の広域火山灰層 福田・辻
   又川・Kd38 火山灰層 . 地質学雑誌, 102,258-270.

図版1



1. Aulacoseira ambigua (Grun.) Simonsen.

2. Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen.

10. Staurosira construens Ehrenberg.

- 3. Aulacoseira distans (Ehr.) Simonsen. 4. Fragilaria vaucheriae (Kutz.) Petersen.
- 5. *Hannaea arcus* (Ehr.) Patrick. 6. *Eunotia tropica* Hustedt.
- 7. Achnanthidium minutissimum Kutzing. 8. Achnanthidium japonicum (H.Koba.) H.Kobayashi.
- 9. *Eunotia praerupta* var. *bidens* Grunow.

11. Eunotia minor (Kutz.) Grunow.

- 12. Eunotia bigibba Kutzing.
- 13. Caloneis silicula (Ehr.) Cleve. 14. Diploneis elliptica (Kutz.) Cleve.
- 15. Diadesmis contenta (Grun.) Mann. 16. Luticola mutica (Kutz.) Mann.
- 17. Placoneis elginensis (Greg.) Cox. 18. Sellaphora pupula (Kutz.) Meresckowsky.



1. Encyonema minutum (Hil. ex Raben.) D.G.Mann.

2. Cymbopleura naviculiformis (Auer. ex Heib.) Krammer.

- 3. Gomphonema clevei Fricke. 4. Reimeria sinuata (Greg.) Kociolek & Stoermera.
- 5. Gomphonema parvulum (Kutz.) Kutzing. 6. Frustulia rhomboids (Ehr.) D.Toni.
- 7. Stauroneis phoenicenteron (Nitz.) Ehrenberg. 8. Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grunow.
- 9. Pinnularia viridis (Nitz.) Ehrenberg. 10. Pinnularia gibba Ehrenberg.
- 11. Pinnularia subcapitata Gregory. 12. Pinnularia microstauron (Ehr.) Cleve.

# 三重県桑名市力尾地区に分布する嘉例川火山灰層準から産出する花粉化石 齊藤 毅 (名城大学)・津田直季 (名城大学卒業生)

Pollen fossils from the adjacent horizons to the Karegwa volcanic ash layer in the Chikarao district, Kuwana city, Mie Prefecture, Japan

Takeshi SAITO (Meijo University) · Naoki TSUDA (Ex-student of Meijo University)

# 1. はじめに

三重県桑名市多度町力尾地区には東海層群大泉 層などが分布しており,土地区画整理事業に伴い 大規模に地層が露出した.今回,この地区の大泉 層を中心に調査をする機会を得た.

本報告では,露出した地層の中で,もっとも明 瞭な鍵層である嘉例川火山灰層上下に夾在する亜 炭層の花粉分析結果について述べる.嘉例川火山 灰層は中部日本に広く分布する広域火山灰の一つ で,長野県の鷹狩山火山灰層 II,新潟県の辻又川 火山灰層などと対比されており堆積年代は約180 万年前と推定されている(長橋ほか,2000).こ の火山灰の堆積前後の古植生を調べることは,本 調査区域における古植生を復元するだけではな く,太平洋側と日本海側との古植生の差異などを 今後検討する際に有用なデータとなる.

# 2. 試料

試料採取地点を図1に示す.採取地周辺では 16 試料(CKPOL1~16)を採取したが、本報告で は十分な量の花粉化石を産出した嘉例川火山灰層 上下の3層準4 試料について説明する.

試料採取地点周辺の地質については,田中・宇 佐美(2013),居川(2013)に詳しく記載されている. 花粉化石を十分に産出した試料はCKPOL9,11, 12,14である.これらの産出層準は以下のとお りである.

CKPOL9: 嘉例川火山灰層下面から約 3m 下位の 亜炭層 0. 便宜的に亜炭層と名付けら

CKPOL11, 12: 嘉例川火山灰層直上の亜炭層 I CKPOL14: 嘉例川火山灰層上面から約 3m 上位

の亜炭層Ⅱ



図 1. 試料採取地点. 国土地理院発行 1/2.5 万地形図「阿 下喜」を使用.

# 3. 花粉分析

試料を乾燥後に粉砕し,水酸化カリウム水溶液, フッ化水素酸,アセトリシス処理によって花粉化 石以外のものをできるだけ溶解し,最後に塩化亜 鉛飽和水溶液重液によって比重分離した.その後, グリセリンゼリーで封入し,光学顕微鏡 400 倍で 観察し各試料につき 200 個以上の花粉化石を同定 した.

スギやメタセコイアは近年ヒノキ科に含まれる ようになったが、本報告では"スギ科"と表現す ることにした. また, メタセコイア属に対応する と思われる小型の"スギ科"花粉粒をメタセコイ ア型として区別した.

# 4. 結果

花粉分析結果を表1に示す.すべての花粉数を 基数とした百分率で表現した.主要花粉化石の花 粉分析図を図2に,花粉化石の光学顕微鏡写真を 図3および図4に示す.いまのところ48分類群 の花粉化石を同定している.これらのうち日本か ら絶滅した分類群としてはイヌカラマツ属,ギン サン属,シマモミ属,(メタセコイア型),サイク ロカリア属,ハリゲヤキ属,フウ属がある.

亜炭層0(試料CKPOL9)の花粉化石群集はト ウヒ属,ブナ属の産出率が高い.また,トウヒ属 を含むマツ科の産出率が高く合計36.3%を占め る.落葉性コナラ属(ナラ類)の産出率も比較的 高い.ミツガシワ属の産出もある.

嘉 例 川 火 山 灰 層 直 上 の 亜 炭 層 I (試料 CKPOL11 および 12) では亜炭層 0 で優占したマ ツ科やブナ科の産出率が減少し,"スギ科"およ びハンノキ属の産出率が高くなる.他にはトネリ コ属の産出率も高い.また,草本のセリ科,カヤ ツリグサ科,イネ科,ミゾソバ属の産出も比較的 高い.

亜炭層Ⅱ(CKPOL14)は亜炭層Ⅰの花粉群集 と類似しているが、ハンノキ属の産出率が低くな り、草本類の産出率が高くなっている。

#### 5. 考察

#### (1) 古気候

亜炭層0では寒冷要素のカラマツ属,トウヒ属 の産出率が高く,カシ類などの温暖要素の花粉化 石の産出がほとんどないことから,冷温帯~亜 寒帯の古気候が推定でき,現在よりも寒冷であっ たことがわかる.また,ミツガシワ属も伴うこと もこの推定を支持する.

亜炭層 I および II の古気候は"スギ科"などの 温帯性針葉樹の産出率が高いこと,温暖要素をほ とんど産出しないことから現在よりも寒冷な冷温 帯気候が推定できる.

#### 表1. 産出花粉リスト(%表示)

計划 平 口	CKPOL							
<b>試料</b> 番 亏	9	11	12	14				
層準	亜炭層0	亜炭	É層 I	亜炭層Ⅱ				
木本								
カラマツ属	8.0	0.8	0.0	1.2				
イヌカラマツ属	-	-	-	0.4				
マツ属	4.0	3.1	1.5	-				
ギンサン属	-	0.8	-	-				
モミ属	1.6	0.4	-	0.4				
シマモミ属	0.4	-	-	-				
トウヒ属	16.3	5.4	4.4	2.4				
ツガ属	5.6	0.8	1.1	2.0				
マツ科(属不明)	0.4	-	0.7	-				
コウヤマキ属	0.4	0.4	-	0.8				
"スギ科"メタセコイア型	1.6	12.0	12.8	10.9				
"スギ科"	1.6	13.2	13.2	6.5				
ヒノキ科	1.2	4.3	2.6	1.6				
ヤナギ属	-	-	-	0.4				
サイクロカリア属	-	-	0.4	-				
ハンノキ属	2.8	20.2	26.4	3.6				
カバノキ属	1.6	-	0.4	2.8				
ハシバミ属	0.4	-	-	1.2				
クマシデ属	0.4	0.4	0.7	-				
ブナ属	13.1	1.2	1.5	1.6				
落葉型コナラ属	7.2	2.7	3.3	3.6				
ニレ属・ケヤキ属	3.2	0.4	1.8	0.8				
ハリゲヤキ属	1.2	0.4	0.4	0.4				
フウ属	-	0.4	-	-				
カエデ属	0.8	-	-	0.8				
シナノキ属	1.2	0.4	-	-				
エゴノキ属	0.8	0.4	-	0.4				
スイカズラ属	-	0.4	-	0.8				
トネリコ属	1.2	6.2	4.4	0.4				
モクセイ科	-	-	0.4	-				
ツツジ科	0.8	-	0.4	-				
ミカン科	0.4	-	-	-				
草本								
ミゾソバ属	5.2	4.7	3.3	5.6				
アカザ科	-	-	0.4	-				
ナデシコ科	-	-	-	2.0				
カラマツソウ属	-	0.4	-	-				
マメ科	-	-	-	0.8				
ワレモコウ属	-	-	0.4	-				
フウロソウ属	-	-	-	1.2				
ヒシ属	0.4	-	-	-				
セリ科	-	5.4	4.4	16.5				
アサザ属	-	-	-	0.4				
ミツガシワ属	0.4	-	-	-				
シソ科	-	0.4	-	-				
ヨモギ属	0.8	0.4	-	1.6				
キク亜科	1.2	0.8	-	0.8				
ガマ属・ミクリ属	0.4	0.4	-	-				
タンポポ亜科	-	-	-	0.4				
カヤツリグサ科	2.4	4.3	5.9	14.9				
イネ科	6.4	2.7	4.4	7.7				
未同定花粉	6.8	6.6	5.1	4.8				
同定花粉数	251	258	273	248				
1717C101/13X	201	200	210	2-10				

-48 -



図2. 主要分類群の花粉分析図. ヒノキ科に含まれる旧 "スギ科"は「スギ科」と表現した. またスギ科メタセコイアに類似する花粉をスギ科からメタセコイア型として区別した.

#### (2) 堆積環境と花粉化石群集

亜炭層0と亜炭層I・Ⅱの花粉化石群集はかな り違っている.これは、亜炭層0と亜炭層I・Ⅱ の堆積物の性質の違いに起因している可能性があ る.すなわち、亜炭層0は完全な亜炭ではなく、 むしろ亜炭質な泥層であり、堆積場から少し離れ た山地植生を反映している可能性がある.

一方, 亜炭層 I · II は泥炭をつくるような湿地 環境で形成されたものと考えられる. つまり, 湿 地を構成するスギ科, ハンノキ属などの木本類, カヤツリグサ科, イネ科, セリ科などの草本類か らなるほぼ現地性の植生を表していると思われ る.

#### 文 献

- 居川信之(2013)多度力尾地区周辺の地形と地質 構造、本報告書, 20-28
- 長橋良隆・里口保文・吉川周作(2000)本州中央 部における鮮新 - 更新世の火砕流堆積物と広 域火山灰層との対比および層位噴出年代.地質 学雑誌, 106, 51-69.
- 田中里志・宇佐美徹(2013)三重県桑名市力尾地 区に分布する嘉例川火山灰層層準の東海層群の 地質と堆積環境.本報告書,7-19



図3. 産出花粉化石その1 (括弧内の数字は試料番号 CKPOL を示す). a: マツ属 (9), b: ツガ属 (9), c: カラマツ属 (9), d: トウヒ属 (11), e: "スギ科" メタセコイア型 (14), f: "スギ科" (11), g: ハンノキ属 (11), h: カバノキ属 (9), i: 落葉型コナラ属 (9), j: ブナ属 (9)



図 4. 産出花粉化石その2(括弧内の数字は試料番号 CKPOL を示す). a: シナノキ属(9), b: ハリゲヤキ属(9), c: トネリコ属(11), d: ミゾソバ属(9), e: ツツジ科(9), f: ヨモギ属(9), g: カラマツソウ属(11), h: カヤツリグサ科(14), i: ミツガシワ属(9), j: ヒシ属(9), k: イネ科(11), l: セリ科(11).

# 三重県桑名市力尾地区の前期更新世大型植物化石群 百原 新(千葉大学大学院園芸学研究科)

# Plant macrofossil assemblages from the Early Pleistocene in Chikarao district, Kuwana city, Mie Prefecture, Japan

# Arata Momohara (Graduate School of Horticulture, Chiba University)

# 1. はじめに

三重県桑名市多度町力尾地区には東海層群が分 布し,約170万年前に降灰したとされる広域火山 灰の恵比須峠福田テフラ(長橋ほか,2000)に対 比される嘉例川テフラや,約210年前の鍵層(里 口ほか,1999)となっている坂東2テフラが分布 している.今回,土地区画整理事業に伴い大規模 に地層が露出し,嘉例川テフラの上位と坂東2テ フラの下位から,大型植物化石を含む砂層や泥炭 層が見つかった(図1).

この地域の嘉例川テフラの直上の泥炭層から は、此松・多度団体研究グループ(1995)により ミツガシワが報告されている.恵比須峠福田テフ ラに対比されている菖蒲谷層のSh I テフラ直上 の層準からは、トウヒやヒメバラモミを含み、現 在の暖温帯以南を北限とする植物を含まない大型 植物化石群が報告されている(Momohara *et al.*,



図1. 植物化石採取地点(国土地理院発行「桑名」5万分の1地形図)

1990). これらの化石記録は, 嘉例川テフラの上 位に比較的顕著な寒冷期の層準が存在することを 示している. この層準の植物化石群の組成を調べ ることは, 前期更新世の氷期の寒冷乾燥気候の程 度を明らかにする上で重要である. しかも, 新潟 県から関東, 近畿地方に広く分布する恵比須峠福 田テフラを鍵層として太平洋側と日本海側, 本州 中部内陸域までの植物地理を解明する上でも, こ の層準の植物化石群を検討する意義は大きい.

本報告は、力尾地区の造成工事に伴って露出し た、嘉例川テフラの上位と、坂東2テフラの下位 の大型植物化石群の組成を明らかにし、化石群を とりまく古環境を復元する、本報告をまとめるに あたり、現地調査を手伝って頂いた名古屋大学大 学院杉浦真琴氏に感謝いたします.

# 2. 試料と方法

坂東2テフラ下位の化石群(CO1)は、力尾地 区南西部露頭の、坂東2テフラの300cm下位の 葉理の発達した中・粗粒砂に挟在する植物遺体密 集層から採取した(図2,3). 嘉例川テフラの上 位の化石群は、力尾地域北東部では厚さ約10m の嘉例川テフラ直上の層厚30cmの泥炭質シルト とその上位の層厚10cmの木本泥炭層から、現地 で大型植物化石を採取した(CO2). 力尾地域南 東の露頭からは、2地点で嘉例川テフラの上位の 化石群を採取した(CO3, CO4). CO3はテフラ の1m上位に発達した層厚30cmの泥炭層から、 試料CO4は嘉例川テフラ直上の層厚30cmの泥



図2. 力尾地区の植物化石採取地点

炭層を削り込んで堆積する層厚 40cm の粗粒砂層 中の植物化石密集層から採取した.この粗粒砂層 は嘉例川火山灰層由来と考えられる軽石に富み, 葉理が発達していた.

現地の露頭からブロック状に切り出した試料

CO1, CO3, CO4 は、フリーザーにいれて -40℃で 1日以上凍結させ、解凍した後、水につけて軟ら かくしながら小さく割り、水洗篩分した、水洗篩 分は土壌洗浄機を用い、水中で 0.5mm の篩を上 下させることで、篩の上の植物片から無機物を洗 い流した. 0.5mm 目の篩の上に残った植物片を 8mm, 4mm, 2mm, 1mm 目の篩で植物片の大 きさ別に分けた後、シャーレにとり分けて実体顕 微鏡下で観察した。0.5mm 目の篩を通過した植 物片は 0.35mm の篩に載せて水洗し, 篩の残査を 同様に観察した. 試料 CO1 と CO4 は 2000 cm<sup>3</sup>の 堆積物を水洗篩分し、その半分(1000cm<sup>3</sup>)につ いては 0.35mm 目以上の篩の残査を、残りの半分 は 1mm 目以上の篩の残査を検鏡した. 試料 CO3 については堆積物 100cm<sup>3</sup>について 0.35mm 目以 上の篩の残査を、400cm<sup>3</sup>について 1mm 目以上の 篩の残査を検鏡した. ピンセットを使って分類群 が認識できる植物の部位を拾い出し、分類群、産 出部位ごとに個数を数えた.得られた大型遺体が 破片となっている場合は完形に概算して数え,1 個に満たない場合は1とした。拾い上げた植物遺



# 表1. 桑名市力尾地区から産出した大型植物化石一覧表

表中の数字はOC1とOC4は堆積物1000cm3あたり、OC3は堆積物500cm3あたりの産出個数、OC2は現地で採取した植物化石の個数を示す.

	分類群	部位	0C1	OC2	OC3	OC4
木本						
メタセコイア	Metasequoia glyptostroboides Hu et Cheng	球果 種子	5 2			
スイショウ	Glyptostrobus pensilis (Staunt. ex D.Don) K.Koch	短校 枝条	5 1		1	
サワラ	<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Sieb. et Zucc.)Endlicher	種子				1
オオバタクルミ	<i>Juglans megacinerea</i> Miki ex Manchester	堅果				1
ハシハミ	Corylus heterophylla Fischer var. thunbergii Blume	堅果				2
7574	Alnus japonica (Thunb.) Steud.	朱美序 果実鱗片 田中				22
ミズナラ	Quercus mongolica Fischer ssp. crispula (Blume) Menitsky	未天 嗀斗				24
コナラ属コナラ亜属	Quercus subgen. Quercus	設斗	1			•
コナラ属	Quercus	幼果	-			1
		芽				2
ヒメハリゲヤキ	<i>Hemiptelea mikii</i> Minaki.	果実				1
ヤマグワ	<i>Morus australis</i> Poir.	核				1
コブシーシデコブシ	<i>Magnolia praecocissima</i> Koidz <i>M. tomentosa</i> Thunb.	種子		1		1
マンサク科	Hamamelidaceae	種子	1			
フジ	<i>Wisteria floribunda</i> (Willd.) DC.	芽				1
キハダ	Phellodendron amurense Rupr.	種子				1
サンショウ属	Zanthoxylum	種子				1
カラコギカエデ	<i>Acer ginnala</i> Maxim. var. <i>aidzuense</i> (Franch.) Ogata	果実				1
カエデ属	Acer	果実				1
ミツバウツギ	<i>Staphylea bumalda</i> (Thunb.) DC.	種子	1	1		
ブドウ属	Vitis	種子				1
エゴノキ	<i>Styrax japonicus</i> Sieb. et Zucc.	種子	1			
ヤブデマリ	<i>Viburnum plicatum</i> Thunb. var. <i>tomentosum</i> (Thunb.) Miq.	核				1
草本						
キンボウケ属	Ranunculus	果実			1	
キジムシロ属	Potentilla	果実				2
エノキクサ	Acalypha australis L.	種子				4
トウダイクサ属	Euphorbia	種子	1			
スミレ属	Viola	種子				3
アササ	Nymphoides peltata (Gmel.) O.Kuntze	種子				1
ミツカシワ	Menyanthes trifoliata L.	種子		8		5
	<i>Mosla punctulata</i> (J.F.Gmel.) Nakai	果美				3
キランソワ属	Ajuga	果美				1
オモダカ属ーヘフオモダカ属	Sagittaria-Alisma	理 <u>十</u>		10		I
ホタルイ ーカンカレイ	<i>Scirpus juncoides</i> Roxb <i>S. triangulatus</i> Roxb.	朱美田田田		10		5
アノフカヤ領	Scirpus wichurae Bockir.type	朱夫	-1			9
ヘソ 周入リ人ケ即 った屋マジュビ笠	Carex sect. Mitratae	<b>禾夫</b> 田中	I		+	1
ヘソ 周 / セヘソ 即 った屋	Carex sect. Macocystis	未夫 田宝	1	1	I	2
へて周		米天田宝	I	1		0
ハインリン リ 竹	Сурегасеае	未天				U

体は70% エタノールに液浸し,千葉大学園芸学 部で保管している.

## 3. 結果と考察

カ尾地区からは,木本21分類群,草本16分類 群の化石が産出した(表1).このうち,日本か らの消滅種はメタセコイア,スイショウ,オオバ タグルミ,ヒメハリゲヤキである.

# (1) 坂東2テフラの下位の化石群

メタセコイアやスイショウといった前期更新世

後半に近畿地方から消滅した植物が含まれてい た.メタセコイアがもっとも多く産出するが、そ れ以外の化石の種数と個数は少なかった.この化 石群は河川成砂層中に含まれていることから、後 背湿地に発達したメタセコイアやスイショウの湿 地林を含む、川沿いの植生を反映していると考え られる.産出種数が少ないのは、大きな砂の粒子 が植物化石に食い込んでいて保存状態が悪く、堅 い皮をもつ種実類しか取り出せなかったことも反 映している.

#### (2) 嘉例川テフラの上位の化石群

現地で採取した嘉例川テフラ直上の泥炭層の化 石群 OC2 には、ミツガシワとホタルイーカンガ レイがもっとも多く含まれていた. 草本はミツガ シワや、ホタルイ、スゲ属といった水湿地性の植 物から構成され、木本はミツバウツギやコブシー シデコブシが含まれていた. 嘉例川テフラの 1m 上位の泥炭層 OC3 では、木本はスイショウ 1 種 類、草本は2種類と極めて少なく、いずれも湿っ た場所に生育する植物だった. この2層準の泥炭 層の植物群の種構成は、泥炭層が堆積した河川の 後背湿地の植生を反映しているが、OC2 に含ま れていたコブシーシデコブシやミツバウツギは、 湿地の周囲の植生から流れ込んできたと考えられ る.

一方,河川成砂層中の化石群 OC4 には,ハン ノキ,アサザ,ミツガシワ,ホタルイ-カンガレ イ,アブラガヤ類といった河川氾濫原の後背湿地 に生育する植物だけではなく,サワラやミズナラ といった河川沿いの斜面に生育する木本や,乾燥 した裸地に生育する1年生草本のエノキグサも含 まれていた.このように,泥炭層の化石群に比べ て種多様性が高いことは,河川沿いの多様な立地 の植生に由来する化石が水流によって運搬されて きて堆積したことを示している.

嘉例川火山灰の上位の化石群のうち,直上の化 石群 CO2 には冷温帯以北に分布するミツガシワ と,冷温帯上部に北限をもつミツバウツギとコブ シーシデコブシを含み,植物化石群の組成から冷 温帯気候下にあったと考えられ,3層準で最も 寒冷な気候が復元される.一方,CO3 では中国 南部の暖温帯南部を分布の北限とするスイショウ を含む.CO4 にはミツガシワが含まれるが,こ の化石群に含まれるオオバタグルミに最も近縁な 現生種カタヤグルミは中国南部の冷温帯下部を北 限とする.したがって,これらの化石群から復元 される気候はCO2よりも温暖だといえる.和歌 山県北部橋本市の福田火山灰直上層準でもトウヒ やヒメバラモミ,ウダイカンバといった冷温帯以 北に分布する植物を含み,暖温帯以南に分布北限 をもつ植物を含まない化石群が見つかっており (Momohara *et al.* 1990),化石群 CO2 も同じ氷期 に近畿地方の低地域が冷温帯の気候下にあったこ とを示している.一方,嘉例川火山灰の直上より も上位の化石群 CO3 と CO4 からは,このような 寒冷な気候は復元できない.

#### 引用文献

- 此松昌彦・多度団体研究グループ(1995)三重県 の鮮新・更新統奄芸層群の嘉例川火山灰層直上 から産出したミツガシワ属種子化石.植生史研 究, 3, 77-82.
- Momohara, A., Mizuno, K., Tsuji, S., and Kokawa, S., (1990)Early Pleistocene plant biostratigraphy of the Shobudani Formation, southwest Japan, with reference to extinction of plants. The Quaternary Research (Tokyo), 29, 1-15.
- 長橋良隆・里口保文・吉川周作(2000)本州中央 部における鮮新 - 更新世の火砕流堆積物と広 域火山灰層との対比および層位噴出年代. 地質 学雑誌, 106, 51-69.
- 里口保文・長橋良隆・黒川勝己・吉川周作(1999)
   本州中央部に分布する鮮新 下部更新統の火山
   灰層序、地球科学、53、275-290.

# 三重県桑名市多度町より産出した脊椎動物化石 樽野博幸(大阪市立自然史博物館)・森 勇一(金城学院大学)

# Vertebrate fossils found from Tado-town, Kuwana city, Mie Prefecture

# Hiroyuki TARUNO (Osaka Museum of Natural History) Yuichi MORI(Kinjogakuin University)

# 1. はじめに

1970(昭和45)年10月,筆者の一人森は,愛 知教育大学地学教室の卒業研究の調査中,多度町 古野で採石業を営んでいた故石川周一氏から,長 鼻類化石と思われる骨化石を見せられた.大部分 の化石は,ノジュールに含まれていて,表面に硬 い土や褐鉄鉱を帯びた砂が取りまき,内部に黒褐 色の骨組織が観察されるものだった.化石は10 数点存在したが,そのときには正確な点数は確認 できなかった.これらの化石の内1点(大型の大 腿骨)は,1965(昭和40)年5月15日付朝日新 聞の「古代象の大腿骨発見」という記事により, 一般に紹介されている.

長鼻類化石に関する学術的報告は、「多度町古 野南谷の南谷火山灰層直下の厚いシルト層中から Stegodon elephantoides の大腿骨および脊椎骨の 一部が発見されている」(森・木村,1973)と紹 介されたのが最初である.この報告では、南谷火 山灰層は、まだ1と2に分けて記載されておらず、 ここにいう南谷火山灰層は、南谷2火山灰層にあ たる.

1971年より約3年間,森は愛知県立津島高等 学校生徒とともに,化石発見現場とされた多度町 古野南谷周辺を調査した.化石の正確な発見場所 について,結局,石川氏は語ることはなかったが, 何回かの調査には石川氏も同行し,この過程でノ ジュール中の化石片が1点見つかった(発見者石 川周一氏).その後,化石の追加発見はなかった. 1991(平成3)年より5カ年計画で実施され た「多度町史・自然」執筆に向けての調査・研究 活動の中で,これら長鼻類化石のクリーニングが 計画されたが,化石の所有権は町になく作業は思 うように進まなかった.町史では,南谷1火山灰 層上位のシルト層中から,*Stegodon shinsyuensis* の右大腿骨(樽野博幸同定)はじめ,計9点の旧 象化石が発見された(森, 1995),と記載される にとどまった.

その後、亡くなられた石川周一氏の家族より、 化石が町に寄贈され、クリーニング作業を進め るにあたっての障害はなくなっていた.2003年、 飯田市立美術博物館の小泉明裕氏より、化石をク リーニングさせてほしいと申し出があり、多度町 教育委員会で協議した結果、期限付きでこれを許 可することとした.この化石クリーニングの過程 で、化石標本の中にそれまで分かっていた大腿骨 や脊椎骨のほか、臼歯の化石が含まれることが明 らかになった.また、今回の調査により、長鼻類 の他にシカ類の化石も含まれることが確認され た.

# 2. 長鼻類化石の産出層準

石川周一氏の証言から, 化石は多度町古野南谷 の南谷川に沿った北面の崖か, 南谷川に流れ込む 小河川内に露出した地層中から産出したと考えら れる(図1). しかしノジュールの表面は円摩さ れていることから, 化石を含むノジュールは, 崖 から採集されたものでなく, 川床の転石だった可



分の1地形図「阿下喜」を使用)

能性がある.ただし,南谷川の流域の広さを考え れば,それほど遠距離を運ばれていないことも明 らかである.この付近には,南谷1火山灰層(竹村, 1984)および南谷2火山灰層(竹村,1984)が露 出しており,両火山灰層に挟まれた層準には,シ ルト層や砂層など,約40mの地層が累重している. 化石は約40mの地層中の下位の部分で,より南 谷1火山灰層に近い層準から発見されたものと考 えられる(図2).なお産出場所と推定される付 近は,東建多度カントリーゴルフ場となっており, 現在見ることができない.

南谷1火山灰層は古野層上部に挟まれ,層厚1.0 ~2.2mで,最下部の約30cmの部分は黄緑色中 粒ガラス質火山灰層であり,きわめて堅硬である. この部分には,植物化石が挟まれる.その上位 約50cmの部分はラミナの発達したシルト質火山 灰層であり,この部分も黄緑色を帯びて堅硬であ る.中部~上部の100cmは黄色を帯びた灰白色で, ラミナの発達した細粒砂質火山灰層である.最上 部約30cmは再びシルト質となっている.

南谷1火山灰層は,東海層群中の亀山市長明寺 II火山灰層(和田,1982)に,古琵琶湖層群の相 模I火山灰層,大阪層群の土生滝I火山灰層に対 比される(吉川・吉田,1989). なお,南谷1火山灰層に対比される長明寺Ⅱ 火山灰層のフィッション・トラック年代は2.8 ± 0.2Maとされている(吉田, 1987).

南谷2火山灰層は、市之原層下部に挟まれる.本 火山灰層の層厚は約1.0mであり、下部40cmは黄 緑~暗灰色の細粒ガラス質火山灰層、上部60cmは 葉理の発達した黄白色のシルト質火山灰層である. 古地磁気層序のうえでは、ガウスクロン最末期の ころに降下した(吉川,2001)とされ、本火山灰 層のフィッション・トラック年代は、2.7 ± 0.3Ma と求められている(森ほか、2012).つまり、石 川氏採集の化石はフィッション・トラック年代で 280~270万年前、古地磁気層序のうえではガウ ス正帯磁期の終わりころのものと考えられる.

なお,石川氏採集の化石のうち,大型の大腿骨 (標本番号-02)のみが確認当初よりノジュールに 含まれておらず,この化石は別の場所または層準 で採集された可能性も考えられる.



# 3. 産出化石の種類ならびに部位と化石包含層

今回の調査で明らかになった化石の種類と部位 については、表1にまとめた.同時に、それぞれ の化石が、どのような堆積物中から産出したかも 示してある.なお、標本番号は今回の調査のため に付けた仮番号である.クリーニングの結果、動 物化石が含まれていないものもあったが、番号を 付けたものについては表に含めてある.ひとつの ノジュールに複数の化石が含まれていた場合は、 枝番号で示した.以前の報告にあった「ゾウの脊 椎骨」は、今回の調査では認められなかった.お そらく、クリーニング前の化石の断面のみの観察 から、脊椎骨と判断されたものがあったのであろ う.

南谷産脊椎動物化石

			14 至 14 1主 14-1
<b>奋</b> 方	<u> </u>		何有堆積物
01 - 1	ステゴドン属	右下顎第2大臼歯	泥~細礫,偽礫
01-2	ステゴドン属	左下顎第2大臼歯	泥~細礫,偽礫
02	ステゴドン属	右大腿骨	細砂
03	ステゴドン属	右大腿骨	泥~細礫,偽礫
04	ステゴドン属	右下顎骨	泥~細礫,偽礫
05 - 1	ステゴドン属	肋骨	泥~細礫,偽礫
05-2	ステゴドン属	肋骨	泥~細礫,偽礫
06-1	ステゴドン属	右橈骨遠位端	泥~細礫,偽礫
06-2	ステゴドン属	右第3中手骨	泥~細礫,偽礫
06-3	シカ科	角	泥~細礫,偽礫
07	ステゴドン属	右上腕骨近位端	泥~細礫,偽礫
08-1	ステゴドン属	左膝蓋骨	泥~細礫,偽礫
08-2	ステゴドン属	肋骨	泥~細礫,偽礫
09	ステゴドン属	骨片	泥~細礫,偽礫
10	不明	骨片または角片	泥~細礫,偽礫
11	動物化石なし		
12	動物化石なし		
13	動物化石なし		
14	動物化石なし		
15	動物化石なし		
16	動物化石なし		
17	シカ科	角	なし
18	ステゴドン属	肋骨	泥~細礫,偽礫
19	ステゴドン属	肋骨	泥~細礫,偽礫
20	ステゴドン属	肋骨	泥~細礫,偽礫
21	「高師小僧」		
22	動物化石なし	<b>b</b>	
23	シカ科	角	泥
24	シカ科	角	泥
25	シカ科	角	泥
26	个明	骨片	泥

表1 「南谷産」脊椎動物化石(石川標本). 番号に関しては本文参照.

この表で明らかなように,長鼻類の右大腿骨 が2点含まれている、後述するように、これらの 右大腿骨はほぼ同じ部分が保存されていて、かつ 大きさが異なるため、石川標本には、少なくとも 大小2個体の長鼻類化石が含まれていることに なる.これらの内,標本番号-02の大腿骨には、 灰色の細砂がわずかに付着しているのみである. いっぽう.標本番号-03の大腿骨や標本番号-01 の臼歯化石など他の全ての長鼻類化石を含む堆積 物は、淘汰の悪い黄緑灰色ないし灰色の泥~砂~ 細礫で、黄緑灰色の火山灰あるいは火山灰質シル トのレンズや偽礫、また植物化石(葉・種子・材 など)の破片も多く含んでいる.そして、化石を 中心に、これらの堆積物が硬いノジュールを形成 しており、堆積物の一部ならびに化石は、鉄を含 む鉱物の生成によって明紫色~暗褐色を呈する. このような、化石を包含する堆積物の違いから、 2個体の長鼻類化石は別地点あるいは別層準から 産出したと推定される.本報告ではこれ以降,標 本番号-03を含む標本群を長鼻類第1個体、標本 番号-02を長鼻類第2個体と呼ぶ、なお第1個体 の標本群では、少なくともこれまでに明らかに なった範囲では、部位の重複は見られない.

今回,産出が明らかになったシカ類の角化石に は,標本番号-06の長鼻類化石と同じノジュール から産出した1点と,まったく堆積物が付着して いない標本番号-17を除くと,3点ともやや固結 した灰色の細砂~シルトが付着している.化石を 包含していた堆積物の違いから,これら3点のシ カ化石は,2個体の長鼻類化石とは,さらに異な る産地または層準から産出した可能性が考えられ

る.

#### 4. 記載

	長鼻目	PROBOSCIDEA Illiger
ステゴ	ドン科	Stegodontidae Young-Hopwood
ステゴ	ドン属	Stegodon Falconer and Cautley

*Stegodon* sp. ステゴドン属の一種 (図版1;1-12,図版2;1-7)

# 【右下顎第2大臼歯:標本番号-01-1】

後述する左下顎第2大臼歯と近接して,同じノ ジュールから産出した.近心部は摩耗し尽くし, かつ舌側が斜めに欠けており,3稜と遠心副稜が 保存されている.遠心副稜以外の3稜を近心のも のから順にそれぞれ第1稜,第2稜,第3稜と呼 ぶ.極めて摩耗の進んだ臼歯で,遠心副稜を含め 全ての稜が摩耗している.摩耗面は全体としてほ ぼ平らであるが,正中部がわずかに高く,舌側縁 および頬側縁との間がわずかに凹む.遠心面には, 後続の臼歯との接触によって,接触面が形成され, 頬側よりではよく凹んでいて,遠心面のエナメル 質の一部が摩耗し尽くしている.

咬合面観では, 臼歯全体の輪郭はほぼ四角形で, 舌側縁は凸に頬側縁と遠心縁は凹に, それぞれわ ずかに曲がる. 遠心副稜も含め全ての稜は, 摩耗 によりそれぞれが単一のエナメル環を形成し, 第 1稜から第3稜の保存されている部分では, それ ぞれのエナメル質は近心側と遠心側がほぼ平行 で, 舌側と頬側では半円を描く. また各稜のエナ メル環は, 舌側では遠心に, 頬側では近心に曲が り, ごく緩い逆S字を描く. 副稜を除く3稜の長 軸は, 臼歯全体の近 - 遠心軸と直角でなく, 舌側 が頬側より近心にずれる. 遠心副稜の近 - 遠心長 は, 舌側で大きく頬側へ次第に小さくなって, 舌 側端では尖滅する. 遠心副稜の遠心 - 舌側隅には 上下に亀裂が走り, エナメル質が開いている.

舌側面観ならびに頬側面観においては, 歯頚線 は緩く歯冠頂側に向かって凹に曲がる.

稜間の谷は舌側では底部まで幅広いが,中央から頬側の底部では狭い.セメント質は稜間の谷の 底部にのみわずかに見られる.

計測値は, 左下顎第2大臼歯と共に表2に示す.

	祛粉	歯冠長	歯冠幅	歯冠高	稜頻度	エナメル質厚さ
	1交 改入	(mm)	(mm)	(mm)	(N/100mm)	(mm)
右下顎第2大臼歯	$+3\times$	128 +	110	25 +	2.8	—
左下顎第2大臼歯	$+4\times$	178 +	98 +	25 +	2.9	6.0

表2「南谷産」ステゴドン属の臼歯の計測値.

#### 【左下顎第2大臼歯:標本番号-01-2】

大きさ・摩耗程度ともに上記の右下顎第2大臼 歯とよく類似しており,これと対をなす臼歯であ る.近心部は摩耗し尽くしていて,4稜と遠心副 稜が保存されている.第1稜は大部分が破損して いて,歯根部と舌側のエナメルの一部のみが残さ れている.第2稜も近心の一部が欠けている.ま た,頬側は近心から遠心まで全体にわたって破損 し,エナメル質の断面が観察される.

咬合面観において,舌側縁は凸に曲がる.頬側 で歯頚部に残されたエナメル質の断面は,凹に曲 がる.遠心面には,後続の臼歯との接触によって 凹んだ接触面が形成され,中央付近から頬側のエ ナメル質は摩耗し尽くしている. また右臼歯と 同様に,遠心副稜の遠心-舌側隅では臼歯が割れ, 遠心側のエナメル質が遠心へずれているのが観察 される.

遠心副稜も含め全ての稜は,摩耗によりそれぞ れ単一のエナメル環を形成しており,エナメル環 の形態は右下顎第2大臼歯とほぼ同じである.

第4稜の近心側中央部のエナメル質では,内層 と外層の耐摩耗性の差によって,わずかであるが, 内層が高く突出して外層の摩耗面との間に段差が 生ずる「段構造」が見られる(樽野,1985;三枝, 1991).この臼歯の他の部分のエナメル質でも, 内層の摩耗面は外層のそれより高く突出するが, 外層の摩耗面は内層との境界からエナメル-セメ ント境界へ向かって一様な傾斜で低くなってセメ ント質の摩耗面に漸移し,内層の摩耗面より低い 面を形成せず,明瞭な「段構造」は見られない.

稜間の谷の形態と、そこに見られるセメント質 の発達程度は、右下顎第二大臼歯と同様である.

# 【右下顎骨:標本番号-04】

右下顎体の一部分が保存されており,背側の近 心と遠心の2ヶ所に深い歯槽の凹みが見られる. 両者の間には,舌側で高く頬側でやや低い,頂上 の丸い鞍部が見られる.

近心の歯槽は保存されている部分の2/3を占 め、開口部の概形は、遠心-舌側端が直角で、近 心端が鋭角の直角三角形に近い.凹みは底へ向 かって次第に狭くなるが、最深部は凹みの中心よ り遠心に偏る.歯槽の壁の傾斜は近心側で緩く、 舌側での傾斜がこれに次ぎ、頬側では垂直に近い. 遠心側の壁は底部では垂直であるが、開口部へ向 かって次第に傾斜が緩くなる「朝顔型」で、中央 と頬側端近くには近心に向かって突出する隆起が 上下に伸びる.開口部の大きさは近-遠心長150 mm+、頬-舌長88mmである.遠心の歯槽につ いてはクリーニングが完了していない.

近心の歯槽は、その形態から臼歯の遠心部の歯 槽と考えられる.またその大きさから、標本番号 -01-1 すなわち右下顎第2大臼歯が植立していた 跡と考えて矛盾はない.遠心の歯槽は、その位置 から、右下顎第3大臼歯の近心部の歯槽と考える ことができる.

## 【右上腕骨:標本番号-07】

近位端の外側部で,大結節から小結節と体の一 部が保存されている.

大結節は,外側面観で近位-尾側へ丸く大きく 膨らみ,尾側面観では外側に傾き,近位面観では ほぼ矢状方向に伸びる.小結節は,外側面観で近 位-頭側へ丸く膨らみ,頭側面観では外側に傾き. 近位面観では,矢状方向よりやや内側を向く.

大結節と小結節の内側には解剖頚の溝が観察さ れるが、上腕骨頭から内側は失われている.保存 されている外側面でも内側の破面でも、骨端線は 全く認められない.外側端での近位部最大頭 - 尾 長は 175mm である.

#### 【右橈骨:標本番号-06-1】

遠位骨端とそれに続く体の一部が保存されてい る.ただし、外側部は失われており、骨の断面が 観察される.骨端線は認められない.遠位部最大 頭-尾長は94mmである.

#### 【右第3中手骨:標本番号-06-2】

ほぼ全体が保存されているが,背-掌方向に圧 縮され,やや扁平になった標本である.また,掌 側近位端の,腱が付着する突起は失われている.

近位面観では,骨の輪郭は背側縁の長い台形で, 内側に有頭骨との,外側に有鈎骨との関節面が見 られ,両者は明瞭な稜で境される.有頭骨との関 節面は近位面観で背側縁が長い台形で,全体とし て内側に傾き,背-掌には凸に,内-外には凹に 曲がる.有鈎骨との関節面は背-掌に細長い長方 形で,外側に傾き,曲がり方は有頭骨との関節面 と同様である.

近位端の内側面には、第2中手骨との関節面、 外側には第4中手骨との関節面が見られる。第2 中手骨との関節面は垂直面より大きく内側に傾 き、有頭骨との関節面と最大115°で交わり、背- 掌方向に凹に曲がる.第4中手骨との関節面は垂 直面よりわずかに外側に傾き,有鈎骨との関節面 とほぼ直角に交わり,背-掌方向にわずかに凹む.

遠位端の基節骨との関節面の遠位縁は,背側面 観でやや凹んでいる.この関節面の掌側面から遠 位面では,中央に矢状面に沿う低い高まりが見ら れる.計測値は以下の通りである(単位はmm).

最大長:156

近位端最大幅:72 近位端最大背-掌長:74 体最小幅:66 体最小背-掌長:27

遠位端最大幅:83

遠位端最大背-掌長:57

# 【右大腿骨:標本番号-03】

大腿骨体のほぼ中央部が保存されている標本で ある.保存されている近位端・遠位端ともにその 破面は新鮮で摩滅しておらず,埋没当初には,よ り大きな部分が保存されていたと考えられる.

近位の断面は,内・外側では丸く,頭・尾側は 中央よりやや外側でわずかに凹み.全体としては 8字型である.遠位の断面は,尾側を底辺とする 角の取れた鈍角三角形で,頭内側は丸く膨らみ, 頭外側は平らで,尾側の外側端近くではやや凹む. 頭側面観で内側縁はほぼ真っ直ぐで,遠位端近く でやや外側に広がる.外側縁は,遠位端から1/3 付近で折れ曲がって,そこから近位の2/3では凹 曲線を描き,遠位の1/3では直線的である.内側 面観では,頭側縁はほぼ真っ直ぐで,遠位端近く でわずかに凹曲線を描く.

残されている部分の全長は 314mm, 体最小幅 は 114mm である.

# 【右大腿骨:標本番号-02】

大腿骨体のほぼ中央部が保存されている. また

外側縁は、その遠位部が欠けている.

全体としてはほぼ楕円柱状で,わずかに左ネジ 方向にねじれる.近位の断面は,内・外側は丸く, 頭・尾側は平らである.遠位の断面は内-外に長 い長卵型で,内側で頭-尾長が大きい.ただし, 外側縁が保存されていれば,外側端はより薄かっ たであろう.頭側面観で内側縁は緩やかなカーブ で凹む.外側縁は現状では保存されている部分の 中央よりやや遠位で膨らみ,その近位及び遠位で はごくわずかに凹む.この外側に張り出す部分は, 欠損部を復元すれば,より遠位に位置するであろ う.内側面観では,頭側縁は近位から中央までわ ずかに凹み,遠位で明らかに膨らむ.尾側縁は破 損あるいは変型のため複雑に凹凸を繰り返す.

残されている部分の全長は 413mm, 体最小幅 は 166mm + である.

### 【左膝蓋骨:標本番号-08-1】

外側面の近位部から中央に欠損が見られるが, 他の部分はほぼ保存されている.

頭側および尾側面観では近 - 遠心にやや長い楕 円形の輪郭を持つ.近位面観では,頭側縁は頭側 によく膨らむが,膨らみの中心は中央より外側に ずれる.尾側面はほぼ全体が大腿骨滑車との関節 面で,中央を近 - 遠位に走るなだらかな高まりで, 左右に2分される.これら2面は共に近 - 遠位方 向にも,内 - 外方向にも緩やかに凹み,内側の部 分は尾側よりやや内側に,外側の部分は尾側より やや外側に向く.

外側面観では,輪郭はゆがんだ三日月型で,頭 側縁は近位端から約1/3の位置で,最もよく膨ら む.

最大長は115mm, 最大幅は98mm, 最大頭-尾長は69mmである. 鯨偶蹄目 CETARTIODACTYLA Montgerald,

Catzeflis and Douzery

シカ科 Cervidae Goldfuss,

Gen. et. sp. indet.

シカ科の一種 属・種不明

# (図版2;8)

シカ類の角化石が5点保存されている.いずれ も属・種を考察できるほどの形態を残していな い.残されている部分の全長は、以下の通りであ る.

標本番号 06-3:137mm 標本番号 17:24mm 標本番号 23:171mm

標本番号 24:235mm

標本番号 25:76mm

# <考察>

#### (1) 長鼻類化石の同定

日本の鮮新 - 更新統からは多くの Stegodon 属 の化石が産出しており,産出層準が異なると,稜 数などの臼歯形態にも違いが見られることが知ら れている. 樽野 (2010) はそれらを第3大臼歯の 稜数に基づき,下位から Stegodon shinshuensis, S. miensis, S. aff. aurorae, S. aurorae, S. orientalis の5種に分類した. また Aiba et al. (2010) は, 第2大臼歯の稜数に基づいて, 樽野 (2010) の S. aff. aurorae に当たると思われる標本を S. protoaurorae として新種記載を行っている. い ずれにせよ, Stegodon 属の種の同定においては 臼歯の稜数が根拠とされている.

石川標本の第一個体に含まれる臼歯化石は,後 続する臼歯があることが確実なため,第3大臼歯 ではないことは明らかである.そして歯冠幅が 110mm あるいは98mm +とかなり大型であるこ とから,第2大臼歯である可能性が高い.これは, 同じ個体に属すると考えられる上腕骨や橈骨に骨 端線が見られず,第1個体は成長も終った個体で あると考えられることからも支持される.ところ が,近心部が摩耗し尽くしているため,それらの 稜数は明らかではなく,上記のような臼歯の稜数 のみに基づく種の同定はできない.

先に述べたように石川標本の第一個体の年代 は、280から270万年前と考えられるが、この年 代は*S. miensis, S.* aff. *aurorae* への移行期に当た り(樽野,2010),産出層準による種の推定も困 難である.しかし、第一個体の臼歯の歯冠幅の 大きさ、エナメル質の厚さそして稜頻度を、こ れまでに報告されている標本と比較すると、*S.* aff. *aurorae* あるいは*S. protoaurorae* よりは、*S. miensis* に同定される可能性が高いであろう.

第二個体の大腿骨は第一個体よりはるかに大き く、中国の黄河象 S. huanghoensis に近い大きさ を持つ(黄河象研究小組、1975). このような大 型の長鼻類化石は、日本の既知の資料の中では S. shinshuensis あるいは S. miensis しか知られてい ないので、これらの内どちらかの種に同定される 可能性が高い.

# (2) 産出状況

第1個体に属する化石で,これまでに部位が明 らかになったものには,重複する部位の化石は認 められないので,これらは1個体分の化石であろ う.そして,表2に示されているように,歯や頭 部から体幹そして前肢・後肢まで,総数は少ない が体の各部の骨が含まれていることから,第一個 体は,死後,骨格が広範囲に分散する前に,地層 中の狭い範囲に埋没したと考えられる.

第2個体に属する化石は右大腿骨1点のみである.骨の表面には細粒砂がごくわずか付着してお

り, 髄腔も中〜細粒砂で埋められている. 観察し た範囲では, 粘土質の堆積物や植物化石は見られ ない. 髄腔に堆積物が侵入していることから, こ の大腿骨は埋没時には, 少なくともその一部が破 損していたであろう.

(引用文献)

- Aiba, H., Baba, K. and Matsukawa, M. (2010) A new species of *Stegodon* (Mammalia, Proboscidea) from Kazusa Group (Lower Pleistocene), Hachioji, City, Tokyo, Japan and its evolutionary morphodynamics. Palaeontology, 54, 471-490.
- 黄河象研究小組(1975)黄河象.科学出版社,北 京,46p,20pls.
- 森 勇一・木村一朗(1973) 三重県員弁地域の鮮 新・更新統. 名古屋地学, 28-29, 26-33.
- 森 勇一(1995)第2節:三重県多度町に分布する新生代層.多度町史・自然,多度町,367-407.
- 森 勇一・齊藤 毅・宇佐美徹 (2012) 東海層群 のフィッション・トラック年代と昆虫および花 粉化石群集. 日本第四紀学会 2012 年大会講演 要旨集, 4-5.
- 三枝春生(1991)Ⅱステゴドン類 2形態.「日本の長鼻類化石」, 亀井節夫編著, 築地書館, 東京, 72-82.
- 竹村恵二(1984) 三重県員弁地域の鮮新・更新統 東海層群 – 特に岩相層序と火山灰層序の関係に ついて – . 地質学雑誌, 90, 799-813.
- 樽野博幸(1985)ステゴドン属とステゴロホドン 属―識別と系統的関係―. 大阪市立自然史博物 館研究報告, 30, 23-36.
- 樽野博幸(2010)哺乳類化石の変遷から見た日本 列島と大陸間の陸橋の形成時期.第四紀研究,

49, 309-314.

- 和田幸雄(1982) 三重県亀山市周辺の奄芸層群. 地質学雑誌, 88, 121-139.
- 吉田史郎(1987)津東部地域の地質.地域地質研
   究報告(5万分の1地質図幅),地質調査所,
   72p.
- 吉田史郎・栗本史雄・宮村 学(1991) 桑名地域 の地質.地域地質研究報告(5万分の1地質図 幅),地質調査所,154p.
- 吉川周作(2001)伊勢平野の東海層群火山灰層序. 島根大学地球資源環境学研究報告,20,59-67.
- 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.地質調査所月報,40,258-298.
- 吉川周作・吉田史郎・須川栄司(1991) 東海層 群の火山灰層とその対比.地球科学, 45, 453-467.
図版1

#### Stegodon sp.

#### ステゴドン属の一種

- 1. 左下顎第2大臼歯(標本番号01-2);咬合面観.
- 2. 同上;舌側面観.
- 3. 右下顎第2大臼歯(標本番号01-1);咬合面観.
- 4. 同上;舌側面観.
- 5. 同上;頬側面観.
- 6. 右下顎骨(標本番号04);背側面観.
- 7. 右上腕骨(標本番号07);外側面観.
- 8. 右橈骨 (標本番号 06-1); 内側面観.
- 9. 右第3中手骨(標本番号06-2);背側面観.
- 10. 同上; 内側面観.
- 11. 同上;掌側面観.
- 12. 同上;外側面観.

図版2

Stegodon sp.

#### ステゴドン属の一種

- 1. 右大腿骨(標本番号02);頭側面観.
- 2. 同上;尾側面観.
- 3. 右大腿骨 (標本番号 03); 頭側面観.
- 4. 同上;尾側面観.
- 5. 左膝蓋骨(標本番号08-1); 頭側面観.
- 6. 同上;尾側面観.
- 7. 肋骨2点 (標本番号 05-1, -2).

Cervidae gen. et. sp. indet.

シカ科の一種

8. シカ類;角(標本番号24).





スケールは6,7では10cm,その他では5cmを示す.



スケールは1-4,7では10cm,その他では5cmを示す.

# 桑名市力尾地区の東海層群より産出した昆虫化石 森 勇一(金城学院大学)

# Insect fossils from the Tokai Group of the Chikarao-district, Kuwana city,

## **Central Japan**

## Yuichi MORI(Kinjogakuin University)

#### 1. はじめに

三重県桑名市力尾地区の丘陵地において,工業 団地の進出が計画され,嘉例川火山灰層の模式地 やその直上に堆積した亜炭層を含む重要な露頭が 失われてしまうことが明らかになった.そのため, 工事に先だって,この地域の地層や含有される化 石などについて記録保存することを目的に,「多 度力尾地区東海層群学術調査団」が組織され,調 査にあたった.現地調査は,2000年2月,2011 年8月,同年12月の計3回にわたって実施され た.ここに述べる昆虫化石は,こうした3回の調 査によって採取されたものであるが,一部これよ り以前,森(1996)および多度団体研究グループ (1998)によって公表された試料も含まれる.

調査地点(図1の地点1)は,桑名市多度町力 尾(北緯35°05′10″,東経136°37′28″,標高約 60m)の丘陵地の一角に位置しており,そこには



図1 調査位置図(国土地理院発行5万分の1「桑名」を使用)

東海層群上部にあたる暮明層と,その上位に堆積 した大泉層が分布している.暮明層は主に砂礫層 よりなり,層厚は約150mである.大泉層は主に シルトないし粘土層と砂層で構成されており,層 厚は約200mである.調査地点一帯には,養老断 層に伴う南北性の断層が走っており,その影響を 受けて地層は直立するか東に向かって急傾斜して いる.なお,堆積相や地質構造の詳細については, 本報告書所収の田中・宇佐美(2013)および居川 (2013)の報文を参照されたい.

## 2. 昆虫化石の層位および分析方法

図2は、桑名市多度町周辺に分布する東海層群 の地層の模式柱状図である. 試料1~7は、昆虫 化石の産出層準を示したものである. 試料1のみ、 桑名市陽だまりの丘の宅地造成地(図1の地点2) から産出したものであるが、試料2~7の計6サ ンプルについては、すべて多度町力尾の工業団地 造成地より得られたものである.

産出層準については, 試料1は二之瀬火山灰 層より約10m上位のシルト層中より, 試料2は, 調査地域周辺で4ないし5枚組みで堆積してい る坂東2火山灰層の最下部から3m下位の植物 片混じり砂層中より採取した. 試料3は, 坂東2 火山灰層の2m上位のシルト層中から産したもの であるが, 化石の発見場所はそれぞれ平面的に約 300m隔たったところより発見された. 試料4は, 坂東2火山灰層と嘉例川火山灰層のほぼ中間に位 置する砂質シルト層, 試料5は, 嘉例川火山灰層 より 3.2m 下位に堆積した暗灰色の腐植質シルト 層(調査時の亜炭層 0)から採取したものである. 試料 6 は, 嘉例川火山灰層の直上に重なった木材 や植物片を多く挟む暗褐色の泥炭質シルト層(調 査時の亜炭層 I)より得られたものである.また, 試料 7 は, 嘉例川火山灰層の約 2 m上位に位置す る腐植物を含んだシルト層(調査時の亜炭層 II に 相当)から発見されたものである.



図2 模式柱状図

フィッション・トラック年代は, 図中の南谷 2火山灰層が2.7 ± 0.3Ma, 坂東1火山灰層が2.1 ± 0.3Maと求められている(森ほか, 2012). 坂 東1火山灰層については,吉田(1999)により2.5 ± 0.2Maという年代値も得られていて,同火山灰 層は四日市地域では川島II火山灰層に対比され年 代的には 2.3Ma ぐらいが妥当であるされる(吉 川, 2001). 坂東 2 火山灰層のフィッション・ト ラック年代は,今回の調査で 2.2 ± 0.2Ma と測定 された(森ほか,2012). また嘉例川火山灰層は, 大阪層群の福田火山灰層,古琵琶湖層群の五軒茶 屋火山灰層,魚沼層群の辻又川火山灰層,北陸層 群の大桑 02 火山灰層などに対比される広域火山 灰層であり,1.79 ± 0.17Ma(吉田,1999) ほか, 多数の年代測定値が知られている.

古地磁気については、二之瀬・坂東1・坂東 2・嘉例川の4火山灰層とも逆磁性を示し、松山 逆帯磁期に堆積したものである.これらより下位 の南谷2火山灰層は、正磁性とされ、ガウス正帯 磁期に堆積したことが明らかになっている(吉川, 2001).そのため、本地域では、南谷2火山灰層 と二之瀬火山灰層との間に、ガウス – 松山の古地 磁気境界があることを示しており、新第三紀と第 四紀の境界も、この間の層準に存在するものと考 えられる.

化石抽出はブロック割り法(野尻湖昆虫グルー プ,1988)により実施した.同定は,一つずつの 化石について実体顕微鏡下で現生標本と比較しな がら行った.なお,地層中より産出する昆虫化石 はいずれも節片に分離した状態で検出されてお り,したがって本論で述べた産出点数は個体数で はなく,いずれも節片ないし破片数を示したもの である.主な検出部位は,上翅・前胸背板・頭部・ 腹部腹板等である.

#### 3. 産出した昆虫化石

分析試料中から発見された化石のリストを表1 に、また主な昆虫化石の顕微鏡写真を図3~5に 掲げた.産出した昆虫化石計674点について分類 群ごとにみると、目レベルまで同定できたもの1 目1点、科レベルまで分類できたもの15科275 点, 亜科レベル4 亜科 37 点, 族レベル1 族 20 点, 属レベルは 11 属 89 点, 種まで同定できたも のは 18 種 191 点の計 613 点であった. これ以外 に, 不明昆虫とした昆虫が 61 点存在する. なお, 不明昆虫としたものの大半は, コウチュウ目で 占められるため, 本来は不明甲虫 non identified beetles と呼ぶべきであろう.

試料別では,試料1より28点,試料2より2 点,試料3より20点,試料4より22点,試料5 より297点,試料6より303点,試料7より2点 と,分析試料によって産出点数に偏りがある.産 出点数に大きな差が生じた理由の一つは,昆虫化 石を含有する地層の違いに求められる.泥炭層や 亜炭層に昆虫化石が多く含まれるのは,こうした 地層が生成されるような環境下では,昆虫の生息 密度そのものが高く,それらが死後移動すること なく埋没し分解されないまま,今日に至ったこと が考えられる.

調査地域より得られた昆虫化石は、オサム シ科 Carabidae(289 点)とネクイハムシ亜科 Donaciinae(204 点)の多産により特徴づけられ る昆虫化石群集ということができる。両者の産出 点数だけで、全体の73.1%が占められた。オサム シ科の大半は属や種を確定することができないゴ ミムシ類であったが、ネクイハムシ亜科と一括さ れた昆虫化石の半数以上は、エゾオオミズクサ ハムシ Plateumaris constricticollis constricticollis 1種のみで構成されるものであった。

試料ごとに特徴種をみると, 試料1では, エゾ コガムシ Hydrochara libera と推定される2点の 水生昆虫が産出している. これらは, あるいはコ ガムシ Hydrochara affinis である可能性も考えれ るが, 両種とも現在, 東海地方に自生し, 水深の 浅い池沼や水たまりなどに生息することが知られ ている. このほか, 試料1からは, ネクイハムシ の仲間が計19点発見された. このうちの2点は, コウホネネクイハムシ Donacia ozensis, 1点は ヒラタネクイハムシ Donacia hiurai に同定される 可能性のある昆虫化石である. いずれも上翅のみ の産出であるため, 種の確定は困難であった.

試料2からは、わずかに2点の昆虫化石が確認 されたのみである.その中で、オサムシモドキ *Craspedonotus tibialis* が同定された意義は大き い.本種は、現在では、低山地から低地にかけて の河川敷内の砂地に生息することが知られている (森,2008).オサムシモドキの示す生態的特性は、 坂東2火山灰層下位に堆積した砂層や、坂東2火 山灰層そのものの堆積システムを考えるうえで手 がかりを与える.

試料3では、場所を異にする同一層準より計 20点の昆虫化石が発見された.森林性のカナブ ン Rhomborrhina japonica や、ハナムグリ亜科 Cetoniinae、コガネムシ科 Scarabaeidae などが 含有され、これ以外にフトネクイハムシ Donacia clavareaui、キヌツヤミズクサハムシ Plateumaris sericea などのネクイハムシ類が見つかった.本 層準では、オサムシ科 Carabidae の産出が、わず か2点と極端に少なかった.

試料4からは、特徴的な昆虫化石は産出しなかった.計22点のうち約半数を占める11 点がオサムシ科、それ以外にもハネカクシ
科 Staphylinidae (2点)、ゴミムシダマシ科
Tenebrionidae (1点)をはじめ、地表性昆虫の 出現が目だった.

試料5では,産出点数計297点のうち,地表
性歩行虫として知られるオサムシ科が計189点
(63.6%)と多数を占めた.オサムシ科の中でも,
主に東北地方北部の泥炭地に多いマークオサムシ

Apotomopterus maacki が計8点発見されたこと は重要である. ミズゴケの繁茂する止水域に生息 するヒメセマルガムシ Coelostoma orbiculare が 計12点含まれた.水辺に生活する昆虫では,こ のほかクロゲンゴロウ Cybister brevis (1点), エゾコガムシ (1点),コガムシ (1点)などの 水生甲虫や,カワトンボ科 Calopterygidae (2 点)・イトトンボ科 Coenagrionidae (1点)など トンボの仲間が発見され,決して多くはないが エゾオオミズクサハムシやコウホネネクイハム シなどのネクイハムシ類も見つかっている.ま た,各種動物の糞に集まる食糞性のエンマコガ ネ属 Onthophagus sp. (1点),マグソコガネ属 Aphodius sp. (1点)なども確認された.

試料6では、嘉例川火山灰層下位の分析試料 (試料5)と出現傾向をやや異にしている.計 303点のうち、オサムシ科(81点)の占める割合 は26.7%と低率となり、湿地を特徴づけるネク イハムシ類(156点)が51.5%と多産した.この うちの113点が、東北地方以北の湿地に生息す るエゾオオミズクサハムシで占められ、ヒラシ マミズクサハムシ Plateumaris hirashimaiと考え てよい上翅や前胸背板も計14点確認された.こ れ以外に、ミズゴケやスゲ類の繁茂する水深の 浅い池沼や水たまりなどに生息するクロヒメゲ ンゴロウ Ilybius poppiusi(13点)、マメゲンゴ ロウ属 Agabus sp.(7点)、ヒメゲンゴロウ亜科 Colymbetinae(1点)、ヒメセマルガムシ(2点) など、多様な水生甲虫が発見された.

試料7からは、オオヒラタシデムシ近似種
 *Eusilpha* cf. *japonica* 計2点が発見されたことが
 特筆される.

4. 主な昆虫化石の記載

1. マークオサムシ Apotomopterus maacki

aquatilis (Bates) 右上翅 (長さ18.0mm) 試料5 金属光沢を伴う黒緑色.上翅上半部の第二次間 室が強く膨隆し,連続する2隆条が認められる. 第一次間室は弱く鎖状に隆起するが,その陥凹は 浅い.間室間の凹部は光沢が鈍くかつ粗面であり, 全面に中ないし微細な顆粒を配する.これらに加 え,翅端部の外側縁が浅くえぐれる特徴を有する ことにより,本種に同定される.試料5からは, ほぼ同じ特徴を有する上翅が,本標本を含め5点, 前胸背板が1点,腹部腹板が2点の計8点発見さ れた.このほか,試料6の泥炭質シルト層からも, 左上翅が2点が見つかっている.

A. maacki aquatilis は,はじめ長野県諏訪湖から記載されたが,現在の分布はほぼ東北地方に限られ,福島・宮城・山形・岩手・秋田・青森各地の,主として泥炭地から記録されている.北海道には生息しない.なお,基亜種のA. maacki は,シベリア東部・朝鮮半島北部・中国東北部に分布する.

 エゾオオミズクサハムシ Plateumaris constricticollis constricticollis (Jacoby) 左右 上翅 (長さ 4.1mm) 試料6

金属光沢を有する青緑色. 10 点刻列および 1列の会合部小条を有する. 点刻は浅く縦長で あり,間室に浅い横しわを伴う. 翅端部は丸み を帯び,幅広のねじれ上反部を有することによ り, Donacia 属と識別される. また,翅長が 5.2 ~ 6.4mm,翅長/翅幅が 3.2 ~ 3.6mm であり, 上翅表面の光沢が強く肩部の張りだしが少ない 特徴,および点刻が小型で浅くかつ間室に伴う しわが浅い特徴などから,オオミズクサハムシ Plateumaris constricticollis に分類される. オオ ミズクサハムシは,エゾオオミズクサハムシ P. c. constricticollis, チュウゴクオオミズクサハムシ P. c. toyamaensis, シナノオオミズクサハムシ P. c. babai の4 亜種で構成されるが、上翅会合部の内 角が尖らない特徴からは、東日本亜種であるエゾ オオミズクサハムシかシナノオオミズクサハムシ にあたる. また、同層準より産出した前胸背板が 平滑であり,前縁部に微細な点刻を散布し,縦溝 が中央部で切れることもオオミズクサハムシの東 日本亜種の特徴と合致する. さらに, 中後胸腹板 では中胸の腹板突起の幅が狭く、後胸腹板の後縁 部が直線状であることより、エゾオオミズクサハ ムシに同定される. エゾオオミズクサハムシは. 上翅および前胸背板・中後胸腹板など計 113 点発 見された。本種は北海道南部と東北地方北部(福 島県以北)にのみ分布し、冷温帯を特徴づけるネ クイハムシである.ヨシ・ミズバショウなどの群 落や,ハンノキ類の繁茂する湿地のスゲ群落中に 最も多く見られる(野尻湖昆虫グループ,1985). なお、同層準より、ほかに翅長が 3.8~4.4mm と 極端に短いミズクサハムシ属の一種(Plateumaris sp.) も計 20 点発見された.

3. クロヒメゲンゴロウ *Ilybius poppiusi* Zaitev 左右上翅(長さ 9.8mm) 試料 6

黒色・縦長の上翅が2枚重なり,右上翅は会合 部が左上翅で覆われる.翅長/翅幅= 3.1 である. 上翅に鈍い金属光沢があり,表面に不明瞭で微弱 な網状印刻をそなえる.基部と外縁に明瞭なふち どりを有し,小紋は認められない.これらの特徴 より,クロヒメゲンゴロウ属か,マメゲンゴロウ 族の大型種に分類される.該当する種は,現生種 ではクロヒメゲンゴロウ属ではクロヒメゲンゴロ ウ*Ilybius poppiusi*,ヨツボシクロヒメゲンゴロ ウ*I. weymarni*,マメゲンゴロウ族ではオオクロ マメゲンゴロウ Agabus erichsoni などが考えら れる.なお,これらの現生種の上翅の網状印刻は, 会合部付近ではクロヒメゲンゴロウが気泡状に浅 く印刻され,他の2種では不規則なモザイク状な いし長柱状のやや深い印刻が認められる.本標本 では圧密により平滑化が進み網状印刻は不明瞭で あるが,気泡状である.同様の特徴を有する甲虫 化石は,上翅・後胸腹板など,計13点発見された. クロヒメゲンゴロウは,北海道の道北部および道 東部,サハリン・中国東北部などの亜寒帯に分布 し,水深の浅い湿地や池沼・小河川などに生息し ている(森・北山, 1990).

4. ヒメセマルガムシ *Coelostoma orbiculare* (Fabricius) 左上翅(長さ 3.2mm) 試料 5

光沢のある黒色を呈する.現生種の上翅は大き く湾曲するが、本標本では平圧されており上下お よび左右の長さはそれぞれ約 20~ 30% 程度増加 している. 上翅は密に点刻され, 亜会合線により 明瞭にくまどられる.近縁種のセマルガムシ C. stultum より小型であり、複眼が著しく小さいこ とから明瞭に区別できる(林, 2008)が、上翅や 前胸背板のみで識別することは容易ではない。生 態的には、本種がミズゴケの繁茂するような湿地 や水たまりなどに見られあまり移動しないのに対 し、セマルガムシは水田や池沼など人為度の高い 富栄養水域に好んで生活し灯火に飛来するなど移 動能力が高い.分布のうえでは、本種は本州(東 北部)・北海道などに主に生息し、国外ではシベ リア・ヨーロッパなど北方に分布の中心を有して おり、セマルガムシが本州南西部・四国・九州・ 琉球などに見られ、国外では台湾・東南アジア・ インド・スリランカなどに分布するなど、両者の 間には異所的分布が認められる.

しかし, ヒメセマルガムシの九州での採集記録 がある(林, 2008)とのことから, 分布域の重な る地域では注意が必要である.日本および国外に おいて,同じような分布傾向を有するエゾコガム シなどとともに,化石の情報がいっそう重要度を 増している.

5. オオヒラタシデムシ近似種 *Eusilpha* cf. *japonica* (Motschulsky) 前胸背板(最大幅 7.8mm,高さ5.0mm)試料7

青色光沢を伴う黒色. 大きさ・形状・点刻の 配置などにより、オオヒラタシデムシ Eusilpha japonica, ツシマヒラタシデムシ S. jakowlewi, およびこの亜種のオオサカヒラタシデムシ S. *jakowlewi similator* のいずれかに同定される.し かし,本標本がやや小さく,かつ前胸背板上に不 明瞭で中~小型の点刻を装うのに対して、3(亜) 種はいずれも明瞭で大型の点刻を配し、前胸背板 中央部の点刻を欠く位置を異にするなど、本標本 の特徴と必ずしも合致しない. そのため、本標本 はこれら3(亜)種のいずれかか、この近縁種に 分類されるものと考えられるが、現在の地理的 分布ではツシマヒラタシデムシ・オオサカヒラ タシデムシが近畿地方以西に限定される(春沢. 1991) ことから、現時点ではオオヒラタシデムシ 近似種と同定するにとどめた. なお. オオヒラタ シデムシは日本全土に分布し, 垂直的にも平地か ら山地帯にまで広範囲に生息するが、現在では主 に林縁の人家周辺や畑の周りに多く認められる (春沢, 1991).

6. ヒラシマミズクサハムシ *Plateumaris hirashimai* Kimoto 前胸背板 (幅 1.8mm) およ び左右上翅 (長さ 4.8mm) 試料 6

光沢のある金緑色.前胸背板は横長の四角形で, 前側隆起が発達する.中央縦溝は不明瞭であり, 前胸の表面は主に浅い点刻で構成され,しわを欠 くことから,近似種のシラハタミズクサハムシ*P. shirahatai*やキヌツヤミズクサハムシ*P. sericea* 

と識別される. 左右上翅は前胸背板同様, 光沢の ある金緑色である.オオミズクサハムシにくらべ. やや深く縦長の点刻を密布する. 点刻に伴う間室 上のしわは浅く弱い。前述の2種に似るが、肩部 の張り出しが少なく、また丸みのある翅端部を有 すること,外側縁が会合線に平行的であることな どにより区別される。前胸背板の特徴と併せ、現 生種に同定されるとすれば、本標本はヒラシマミ ズクサハムシである可能性が最も高い. 同様の特 徴を有する化石は、前胸背板7点を含め、計14 点産出した. ヒラシマミズクサハムシは. 亜寒帯 性で北海道(道東部)の高層湿原の池塘のへりや 水面のない湿原に見られ、スゲ類を食する(野尻 湖昆虫グループ、1985). なお、ヒラシマミズク サハムシは、中央アジアから北欧にかけて帯状分 布する Plateumaris weisei のシノニムとされてい る (Askevold, 1991).

**7. カナブン** *Rhomborrhina japonica* Hope 右上翅(長さ17.0mm) 試料 3

つやのある黒色.現生種は銅色ないし暗緑色で あるが、本標本は、発見された当初より黒化して いた.翅端の一部を欠くものの、右上翅ほぼ一体 分が産出した.大きく逆二等辺三角形に切れ込む 小楯板の特徴が、本標本の前角会合部にもよく現 れている.基部を除き、上翅全面に横しわ状の点 刻が発達する.この点刻は中央部で失われ、上半 部や会合付近では弧状ないし半円状であるが、側 縁後方では連続してつながり、鮫肌状となる.こ うした特徴は、現生種にも認められる.

成虫は、クヌギやコナラなどの樹液に集まる性 質があり、幼虫は朽ち木などの腐植物を食べる. 本州・四国・九州から屋久島まで生息するが、ト カラ列島以南や北海道には分布していない.

8. オサムシモドキ Craspedonotus tibialis

**Schaum** 左上翅(長さ18.0mm) 試料2

つやのある暗褐色.現生標本は,黒色で光沢が 鈍い.上翅の点刻列はやや不規則,間室は膨隆し 前後によく連続する.粗粒砂層から産出したため 標本の保存が悪く,上翅表面は何カ所か剥がれて いる.産出した標本は,現生種よりやや大きいも のである.

砂地を好み,海岸や川原などに生息する.成虫 は,昼間地面に管状の穴を掘ってかくれ,夜間地 表でほかの虫を食べる.後翅が退化したオサムシ 亜科 Carabinae と異なり,本種は前翅が癒合して おらず,よく飛ぶ.

北海道から本州・四国・九州を経て,南西諸島 や台湾などにも生息する.

#### 5. 昆虫化石と古環境

試料1~7の昆虫化石について、近接した層準 ごとに4期にまとめ、含有される組成から推定し た古環境について述べる。それぞれの時期と層準 は以下のとおりである。1期は、二之瀬火山灰層 の上位 10m から産出した昆虫化石の層準をいう. およその相対年代は、250万年前のものであり、 試料1のみが該当している。2期は、坂東2火山 灰層最下位より 3m の層準(試料2)と、坂東2 火山灰層より2m上位の層準(試料3)までをいう。 年代的には、坂東2火山灰層から得られたフィッ ション・トラック年代の 2.2 ± 0.2Ma ぐらいが妥 当な値である.3期は、坂東2および嘉例川両火 山灰層のほぼ中間に位置する層準(試料4)と嘉 例川火山灰層の3.2m下位の層準(試料5)をいう. 年代的には、およそ 200 万年前のものである。4 期は、嘉例川火山灰層直上の泥炭質シルト層(試 料6)とこの上位に堆積したシルト層(試料7) をさしている.年代的には.嘉例川火山灰層下部 より求められた180万年前(1.79 ± 0.17Ma)と

いうのが妥当な年代観である.

#### 1期(約250万年前)

計28点の昆虫化石の中に、エゾコガムシに同 定される昆虫化石が2点含まれた. ヒラタネクイ ハムシやコウホネネクイハムシに同定される可能 性のあるネクイハムシが計3点.種が特定できな いネクイハムシの仲間が計16点発見された。こ のほか、本層準では所属不明で分類困難な昆虫化 石片が計2点含有され、はたして250万年前ころ の昆虫化石が現生種に同定されるのか、あるいは 絶滅種や本土に生息しない南方系の昆虫を含む群 集組成であるのか、判断することが難しいもので あった. ほぼ同じ時期にあたる三重県鈴鹿市御 幣川河床の亀山層からは、絶滅種のダイコクコガ ネ属の一種 Copris sp. や,現在ではトカラ列島 以南にしか生息しないツマキハバヒロガムシ近似 種 Sphaeridium cf. dimidiatum を含む御幣川昆虫 化石群の存在が知られており(森, 2010), 1期 における昆虫化石も同様の特徴を示す可能性が考 えられる. なお、御幣川河床の堆積物の年代につ いては、昆虫化石を含む地層下位 4.3m の御幣川 火山灰層のフィッション・トラック年代が2.5 ± 0.2Ma. と求められている(森ほか、2012).

#### 2 期 (2.2 ± 0.2Ma)

2層準の計22点の昆虫化石には、森林性で主 に樹液に集まるカナブンやハナムグリ亜科、ほぼ 同様の環境下に生息するコガネムシ科の甲虫化石 が含有され、この時期、周辺地域に落葉広葉樹の 森林が存在したことが考えられる.主に低山地の 河川敷内に生息する肉食性のオサムシモドキが発 見されたことから、森林におおわれた丘陵地の中 に、川が流れていたことが推定される.オサムシ モドキのほか、水辺に生息するオサムシ科甲虫が ほとんど認められないことから、この時期、湿潤 地表面を形成するような流れのおだやかな堆積場 は多くなかったことが考えられる.

### 3期(約200万年前)

この時期の2層準の堆積物は、オサムシ科の多 産によって特徴づけられる. 試料4では、計22 点のうち、半数の11点がオサムシ科であり、試 料5では、計297点のうち63.6%にあたる189点 がオサムシ科で占められた. なかでも、湿地や水 たまりをはじめ止水域に生息するヒラタゴミムシ 族(15点)をはじめ、ツヤヒラタゴミムシ属(7 点)、ミズギワゴミムシ属(7点)、モンコミズギ ワゴミムシ属(6点)など、いずれも湿潤地表面 の存在を示している. このほか、計8点発見され たマークオサムシについても、泥炭地に生息する ものであり、水生昆虫のヒメセマルガムシは湿地 に生息しミズゴケ類の葉や茎を食することが知ら れている.

3期のころの古気候については、東北地方北部 に生息するマークオサムシや、同じく東北日本に 分布の中心を有するヒメセマルガムシ・エゾオオ ミズクサハムシなどの産出から、現在よりかなり 冷涼であったことが考えられる.そのほか、本層 準において種まで同定することができた昆虫に、 クロゲンゴロウとコウホネネクイハムシがあげら れる.クロゲンゴロウは、本州・四国・九州に分 布し、国外では中国や韓国からも記録されている. しかし、津軽海峡を越えた北海道では生息が確認 されていない(森・北山、1993).

コウホネネクイハムシは、学名に示すように群 馬県尾瀬で最初に記録され、南限は長野県軽井沢 市で、中部地方の山地帯と東北地方北部から新潟 県中部にかけての日本海側に生息する.本種も北 海道には分布していない(野尻湖昆虫グループ, 1985). こうした昆虫組成をふまえると,この時期の気 候はせいぜい本州北部程度の気候であった可能性 が考えられる.

#### 4期(約180万年前)

嘉例川火山灰層直上の地層からは、水生昆虫を 中心に計 305 点の昆虫化石が発見された.水生昆 虫は主に湿地に生息するネクイハムシの仲間と. 止水域を好む中~小型のゲンゴロウ科で占められ た. ネクイハムシの仲間計 156 点のうち. 113 点 はエゾオオミズクサハムシ. 14 点はヒラシマミ ズクサハムシに分類される昆虫化石であった. 両 種はハンノキなどの繁茂する清澄で水温の低い湿 地に好んで生息する.クロヒメゲンゴロウ(13点) もまた、スゲ類の群生する水深の浅い湿地・池沼 などに生息する水生昆虫である.また同層準から は、湿地や湿潤地表面に生息するツヤヒラタゴミ ムシ属・ミズギワゴミムシ属などのオサムシ科も 発見された、そのため、調査地域周辺は水深の浅 い湿地や沼沢地のような環境であったと考えられ る。ほかに陸生の食植性昆虫であるハムシ科やゾ ウムシ科、および雑食性甲虫のコメツキムシ科が 認められた、産出化石のなかに陸生の食植性甲虫 (とくに食葉性のコガネムシ科など)がほとんど 見られないことから、湿地周辺の植生は水生植物 や草本類を中心としたものであった可能性が考え られる.

4期の地層からは, 亜寒帯性のクロヒメゲンゴ ロウ・ヒラシマミズクサハムシ, および冷温帯に 生息するエゾオオミズクサハムシなどの寒冷型昆 虫(力尾昆虫化石群)が多数発見された.種が未 同定のため生息環境を十分把握できていないもの も認められるが, 寒冷型昆虫の発見により, この 時期, 氷期が存在したことが考えられる.当時の 気候は,現在, クロヒメゲンゴロウおよびヒラシ マミズクサハムシがともに生息する釧路市(年平 均気温 5.7℃)や、エゾオオミズクサハムシが生 息する札幌市(同 8.2℃)周辺の気候に匹敵する ほど寒冷であったと推定される.桑名市の年平均 気温が 15.1℃であることから、当時の年平均気温 は現在より7~9℃程度低かったことが考えられ る.

#### 6. 環境変化を示す力尾昆虫化石群

石川県から富山県にかけて分布する北陸層群 大桑層の貝化石や浮遊性有孔虫化石を調査した Kitamura *et al* (2001)は、間氷期ごとに対馬海流 が日本海に流入するようになったのは酸素同位体 ステージ 60/59 にあるとし、その年代を 1.7Ma と 見積もった.この頃より、日本海側の積雪量が飛 躍的に増加し日本列島の動植物相に多大な影響を 及ぼした可能性が考えられる.

Tamura *et al.*(2008)は、北陸層群より大桑 02 テフラ層を見いだし、このテフラ層を恵比須峠 -福田テフラ(1.75Ma)と対比したうえで、本 テフラ降灰層準が、時代を画する生物化石と して知られる石灰質ナンノ化石 *Gephyrocaspa caribbeanica*の出現期(高山ほか、1995)の直下 に位置しているとした。

大阪層群の福田火山灰層は、メタセコイア植 物群の消滅期のはじまり付近の層準に位置して おり、従来、第四紀型植物の出現期を示すもの として知られてきた(市原,1993).福田火山灰 層付近の層準から得られた植物化石についての 情報は多数得られており、和歌山県の菖蒲谷層 からは、福田火山灰層に対比されるSh1火山灰 層付近より、トウヒ Picea jezoensis・ヒメバラ モミ Picea maximowiczii・ウダイカンバ Betula maximowicziana を含み、ツガ属 Tsuga、モミ属 Abies などの優占する大型植物化石群集が報告さ れている(Momohara et al., 1990). 古琵琶湖層 群では,福田火山灰層に対比される蒲生堂火山 灰層の約36m上位に位置する宮川火山灰層直下 よりヒメバラモミ(古琵琶湖団体研究グループ, 1977),宮川火山灰層の上位より第四紀型植物と されるチョウセンゴヨウ Pinus koraiensis とミツ ガシワ Menyanthes trifoliata(古琵琶湖団体研究 グループ,1977)が,また同じく福田火山灰層に 対比される五軒茶屋火山灰層の約60m上位に位 置する丸尾新田火山灰層上位5mよりミツガシワ (古琵琶湖団体研究グループ,1981)の産出が報 告されている.このように,1.75Maを示す福田 火山灰層層準付近からは,第四紀の氷期を特徴づ ける大型植物化石群(百原,2010)が出現している.

その一方で、新第三紀-第四紀境界は、新たに ガウス-松山古地磁気境界をその境とすることが 国際的に定義され、第四紀のはじまりのフィッ ション・トラック年代は、2.58Maとされた.大 型植物化石では、 $3.3 \sim 2.6$ Maの間に、ツガ属 *Tsuga longibracteata*・カリアクルミ属 *Carya striata*・ムカシブナ *Fagus stuxbergii* など 20分 類群が消滅したことから、新第三紀-第四紀境界 のころは、植物相の最も大きな変換期であった(百 原、2010)とされている.

昆虫化石の調査結果では、2.5 ± 0.2Maの年 代値を示す御幣川火山灰層の4.3m 上位の地層か ら、ツマキハバヒロガムシはじめ亜熱帯種が確 認され、新第三紀-第四紀境界付近の層準は温暖 であったことが明らかになっている(森, 2010). 桑名市力尾地区より得られたエゾオオミズクサハ ムシ・クロヒメゲンゴロウ・ヒラシマミズクサハ ムシほか多数の寒冷型昆虫を含む分析結果は、第 四紀型植物の出現期ともよく対応しており、昆虫 相のうえでは環境変化の画期は新第三紀-第四紀 境界より,日本海に対馬海流が流入しはじめた 1.75Ma付近の方が顕著であったと考えられる.

謝 辞

本稿を草するにあたり,以下の方々にお世話に なった.記してお礼申し上げる.

林 成多 (ホシザキグリーン財団)・久保田耕 平 (東京大学)・戸田尚希 (名古屋昆虫同好会).

#### 文 献

- Askevold IS (1991) Classification, Reconstructed Phylogeny,and geographic history of the New World members of Plateumaris Thomson,185 9(Coleoptera:Chrysomelidae:Donaciinae). *Mem Ent Soc Can*,157:5-175.
- 春沢圭太郎(1991)淀川のシデムシ. 第18回特 別展「淀川の自然」解説書,大阪市立自然史博 物館,51-54.
- 林 成多(2008)日本産セマルガムシ属の同定 と分布.ホシザキグリーン財団研究報告,11,, 93-102.
- 星 博幸(2010)御幣川火山灰層の古地磁気.御 幣川ゾウ足跡化石発掘調査報告書,三重県立博 物館,20-23.
- 市原 実編 (1993) 大阪層群. 創元社, 340p
- Itihara,M. Yoshikawa,S. Inoue,K. Hayashi,T. Tateishi,M. and Nakajima,K. (1975) Staratigraphy of the Plio-Pleistocene Osaka Group in Sennan-Sen poku area, south of Osaka, Japan., Jounr. *Geosci. Osaka City Univ.*, 19:1-29
- 百原 新(1993) 19. 近畿地方とその周辺の大 型植物化石相. 市原 実編大阪層群, 創元社, 256-270.
- 百原 新(2010)中部ヨーロッパと中部日本の新 第三紀から第四紀への植物化石群変化の時期:

気候変動との関連で. 第四紀研究, 49, 299-308.

- 高山俊昭・佐藤時幸・亀尾浩司・後藤登美子(1995) 第四紀石灰質ナンノ化石層序と鮮新/更新統境 界の年代値.第四紀研究, 34, 157-170
- 多度団体研究グループ (1998) 三重県北部の鮮新・ 更新統東海層群の古環境.地球科学, 52, 115-135.
- 森 勇一(1996)三重県多度町の鮮新・更新統東
   海層群より産出した寒冷型昆虫化石.第四紀研
   究,35 (5),373-381.
- 森 勇一(2010)御幣川河床亀山層から産出した
   昆虫化石.御幣川ゾウ足跡化石発掘調査報告書
   (I),三重県立博物館,40-47.
- 森 勇一・齊藤 毅・宇佐美徹 (2012) 東海層群 のフィッション・トラック年代と昆虫および花 粉化石群集. 日本第四紀学会 2012 年大会講演 要旨集, 45.
- 森 正人・北山 昭 (1993) 図説日本のゲンゴロ ウ. 文一総合出版, 217p.
- 中根猛彦(1975)学研中高生図鑑,昆虫Ⅱ.学習 研究社,445p.
- 中根猛彦·大林一夫·野村 鎮·黒沢良彦(1984) 原色昆虫大図鑑(Ⅱ)·北隆館,443p.
- 野尻湖昆虫グループ(1985)アトラス日本のネク イハムシ, 182p.
- 佐藤時幸・樋口武志・石井崇暁・湯口志穂・天野 和孝・亀尾浩司(2003)秋田県北部に分布する 上部鮮新統-最下部更新統の石灰質ナンノ化石 層序-後期鮮新世古海水準変動と関連して-. 地質学雑誌,109,280-292.
- 上野俊一・黒澤良彦・佐藤正孝 (1985):原色日 本甲虫図鑑(Ⅱ). 保育社, 514p.

吉田史郎(2000)伊勢湾周辺の東海層群の年代と

対比. 日本地質学会第 107 年学術大会講演要旨 集, 230.

- Kitamura, A., Takano, O., Takada, H., and Omote, H.(2001) Late Pliocene-early Pleistocene paleoceanographic evolution of the Sea of Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 172, 81-98.
- Tamura, I,Yamazaki, H., Mizuno, K.(2008) Characteristics for the recognition of Pliocene and early Pleistocene marker tephras in central Japan. *Quaternary International*, 178,85-99.

#### 表1. 桑名市多度力尾地区の東海層群から産出した昆虫化石 Table 1 Insect fossils from the Tokai Group of the Chikarao-district, Kuwana city, central Japan

				Sample	1	2	3		4	5	6	7
51.0	10 2	<del>24</del> 7			1.547	坂東2 坊	<b>反東2</b>	坂東2		<b>T</b> # 4	<b>T</b>	
<u>科名</u> がパープロウお	机名 Durtiggidag	字名	Ecology	Food habit —	之瀨	下3m 上	.2m复	上2m <sup>1</sup>	阪東−カレ	亜炭0	亜炭1	シルト層 計
クシュロクト	F Dyliscidae ゲンゴロウ科	Dytiscidae gen et sn indet	aquatic	carnivorous			1		1	1	5	8
	クロゲンゴロウ	Cybister brevis Aube	aquatic	carnivorous					'	1	0	1
	クロヒメゲンゴロウ	<i>Ilibius poppiusi</i> Zaitzev	aquatic	carnivorous							13	13
	ヒメゲンゴロウ亜科	Colymbetinae	aquatic	carnivorous							1	1
-	マメゲンゴロウ属	Agabus sp.	aquatic	carnivorous				1			7	8
ミズスマシ科	Gyrinidae											0
ポムシ科ト	オオミススマン drophilidae	Dineutus orientalis Modeer	aquatic	carnivorous							1	1
<b>ガムン(キロ)</b>	ガムシン科	Hydrophilidae gen et sp indet	aquatic	nhytophagous						1		1
	エゾコガムシ?	Hydrochara libera (Sharp)	aquatic	phytophagous	2					1		3
	コガムシ	Hydrochara affinis (Sharp)	aquatic	phytophagous						1		1
	ヒメセマルガムシ	Coelostoma orbiculare (Fabricius)	aquatic	phytophagous						12	2	14
	セマルガムシ?	Coelostoma stultum (Walker)	aquatic	phytophagous						1	1	2
オサムシ科	Carabidae											0
	オサムシ科	Carabidae gen.et sp.indet.	geophilous	omnivorous	4	1		1	9	137	58	210
	オサムン亜科	Carabinae Apotomontoruo magaki equetilis (Petee)	geophilous	carnivorous			1			0	2	10
	オサムシチドキ	Craspedonotus tibialis Schaum	geophilous	carnivorous		1				0	2	10
	アオゴミムシ属	Chlaenius sp.	geophilous	carnivorous						1	2	3
	ナガゴミムシ属	Pterostichus sp.	geophilous	carnivorous						4	2	6
	ヒラタゴミムシ族	Platynini	geophilous	omnivorous						15	5	20
	ツヤヒラタゴミムシ属	Synuchus sp.	geophilous	omnivorous					1	7	5	13
	マルガタゴミムシ属	Amara sp.	geophilous	omnivorous						1	1	2
	ゴモクムシ族	Harpalini gen.et sp.indet.	geophilous	omnivorous						2		2
	ミスキリコミムン属	Bembidion sp.	geophilous	omnivorous					1	1	1	9
シデムシ科	Silnhidae	<i>Tachyura</i> sp.	geophilous	ommivorous						0	5	0
× ) = > 17	シデムシ科	Silphidae gen.et sp.indet.	geophilous	carnivorous						1		1
	オオヒラタシデムシ	<i>Eusilpha</i> cf. <i>japonica</i> (Motschulsky)	geophilous	carnivorous								2 2
ハネカクシ科	Staphylinidae											0
	ハネカクシ科	Staphylinidae gen.et sp.indet.	geophilous	omnivorous					2	8		10
ゴミムシダマ	シ科 Tenebrionidae											0
	ゴミムシダマシ科	Tenebrionidae gen.et sp.indet.	geophilous	omnivorous					1	1	1	3
コガネムシネ	+ Scarabaeidae	Complexides and star in lat	4				-			-		0
	コルイムン科 エンマコガネ属	Onthonhagus sp	reophilous	pnytopnagous			1			1		1
	マグソコガネ属	Onthophagus sp.	geophilous	coprophagous						1		1
	ハナムグリ亜科	Cetoniinae	terrestrial	phytophagous			1					1
	カナブン	Rhomborrhina japonica Hope	terrestrial	phytophagous				1				1
ハムシ科 Cl	nrysomelidae											0
	ハムシ科	Chrysomelidae gen.et sp.indet.	terrestrial	phytophago	1			1	2	5	2	11
	ネクイハムシ亜科	Donaciinae	terrestrial	phytophagous			2		1	6	8	17
	ミズクサハムシ属	Plateumaris sp.	terrestrial	phytophago	16		4	1		8	20	49
	エソオオミスクサハムン	Plateumaris c. constricticollis (Jacoby)	terrestrial	phytophagous			0			2	113	115
	、スノドミヘクリハムン とラジノマミズカサハムジ	riaceumaris sericea Linne Plataumaris hirashimai Kimoto	torrostrial	phytophagous			2				1/	14
	コウホネネクイハムシ?	Donacia ozensis Nakane?	terrestrial	phytophagous	2					1	14	3
	ヒラタネクイハムシ?	Donacia hiurai Kimoto?	terrestrial	phytophago	1							1
	フトネクイハムシ	<i>Donacia clavareaui</i> Jacobson	terrestrial	phytophagous			2				1	3
	キムネアオハムシ?	Cneorane elegans Baly ?	terrestrial	phytophagous			1				3	4
	クワハムシ	<i>Fleutiauxia armata</i> Baly	terrestrial	phytophagous					1			1
オトシブミ科	Attelabidae			1 . 1								0
1000	オトシフミ科 Currentianidas	Attelabidae gen.et sp.indet.	terrestrial	phytophagous					1			1
ノリムン科(	Jurculionidae ゾウムン和	Curculionidae con et en indet	torroctrial	nhytophogous					1	10	1	14
コメツキムシ	シリムン 14 私 Flateridae	Curculonidae gen.et sp.indet.	terrestriai	phytophagous					- 1	12	- 1	0
-///	コメツキムシ科	Elateridae gen.et sp.indet.	terrestrial	omnivorous						4	3	7
	サビキコリ亜科	Pyrophorinae	terrestrial	omnivorous						1	5	1
ホタル科 La	mphylidae	• •										0
. <u> </u>	ホタル科	Lamphylidae gen.et sp.indet.								1		1
カワトンボ科	Calopterygidae				_							0
AL 1 & 1447	カワトンボ科	Calopterygidae gen.et sp.indet.	terrestrial	carnivorous						2	1	3
イトトンボ科										,		0
<b>カメ/ シ.P</b> ・	<u>コトトンが科</u>	Coenagrionidae gen.et sp.indet.	terrestrial	carnivorous						1		1
77478I	iomptera カメムシ目	Hemintera fam oen et spindet	terrestrial	carnivorous						1		1
不明昆虫	不明昆电	non identified insects	unknown	unknown	2				1	33	25	61
a province and the second s	. ////			소리	20	0	15	E	20	207	202	0 674



#### 図 3

- 1. カナブン *Rhomborrhina japonica* Hope 右上翅 (17mm) 試料3(坂東2火山灰層上位2m)
- 2. マークオサムシ Apotomopterus maacki aquatilis
   (Bates) 右上翅(18mm) 試料5(亜炭層0)
- 3. オサムシモドキ *Craspedonotus tibialis* Schaum 左上翅 (18mm) 試料2 (坂東2火山灰層下位9m)
- 4. オオヒラタシデムシ *Eusilpha* cf. *japonica* (Motschulsky) 前胸背板(幅7.2mm) 試料7
- 5. アオゴミムシ属 Chlaenius sp. 左上翅上半部(7.0mm)

試料5 (亜炭層0)

- モンコミズギワゴミムシ属 *Tachyura* sp. 左上翅
   (2.6mm) 試料5 (亜炭層0)
- 7. オオヒラタシデムシ *Eusilpha* cf. *japonica* (Motschulsky) 前胸背板(高さ5.0mm) 試料7
- 8. ゴミムシダマシ科 Tenebrionidae gen.et sp.indet. 前胸背板(幅 4.8mm)試料 5 (亜炭層 0)
- 9. マグソコガネ属 *Aphodius* sp. 右上翅上半部(長さ 1.7mm) 試料5(亜炭層0)



#### 図4

- クロヒメゲンゴロウ *I libius poppiusi* Zaitzev 左 右上翅(9.8mm) 試料6(亜炭層I)
- クロヒメゲンゴロウ *I libius poppiusi* Zaitzev 左 右上翅(9.0mm) 試料6(亜炭層I)
- 3. エゾコガムシ *Hydrochara libera* (Sharp) 右上翅 (13mm) 試料 1 (二之瀬火山灰層上位 10 m)
- 4. エゾコガムシ *Hydrochara libera* (Sharp) 前胸背板 (幅 7.0mm) 試料5 (亜炭層 0)
- 5. エゾコガムシ *Hydrochara libera* (Sharp)? 左上 翅上半部(7.0mm) 試料1(二之瀬火山灰層上位10m)
- 6. オオミズスマシ Dineutus orientalis Modeer 左上 翅上半部(幅3.6mm) 試料6(亜炭層I)
- 7. コガムシ Hydrochara affinis (Sharp) 左上翅(11mm) 試料5(亜炭層0)
- 8. ヒメセマルガム*シ Coelostoma orbiculare* (Fabricius) 左上翅(3.3mm) 試料5(亜炭層0)
- 9. ガムシ科 Hydrophilidae gen.et sp.indet. 左上翅 (3.6mm) 試料5 (亜炭層0)
- 10. マメゲンゴロウ属 *Agabus* sp. 右上翅 (4.2mm) 試 料6 (亜炭層 I)



#### 図 5

- 1. エゾオオミズクサハムシ Plateumaris c. constricticollis (Jacoby) 前胸背板(幅1.7mm) 試 料6(亜炭層I)
- 2. ヒラシマミズクサハムシ *Plateumaris hirashimai* Kimoto 前胸背板(幅 1.8mm) 試料 6 (亜炭層 I)
- 3. フトネクイハムシ *Donacia clavareaui* Jacobson 前胸背板(幅1.8mm) 試料6(亜炭層I)
- 4. エゾオオミズクサハムシ Plateumaris c. constricticollis (Jacoby) 左右上翅(5.2mm) 試料
  6 (亜炭層I)
- 5. ヒラシマミズクサハムシ Plateumaris hirashimai Kimoto 前胸背板(幅2.0mm)および左右上翅(4.8mm) 試料6(亜炭層I)
- 6. フトネクイハムシ *Donacia clavareaui* Jacobson 左上翅 (4.5mm) 試料3 (坂東2上位2m)
- 7. ミズクサハムシ属 *Plateumaris* sp. 右上翅(4.0mm) 試料6(亜炭層I)
- 8. キムネアオハムシ *Cneorane elegans* Baly? 左右 上翅(4.2mm)試料6(亜炭層I)
- 9. ゴモクムシ族 Harpalini gen.et sp.indet. 前胸 背板(幅5.0mm)試料5 (亜炭層0)

# 東海層群から得られたフィッション・トラック年代と古環境 森 勇一(金城学院大学)・齊藤 毅(名城大学)

# Fission-track Ages and Paleoenvironment from the Plio-Pleistocene Tokai Group, Central Japan

## Yuichi MORI (Kinjo University) · Takeshi SAITO (Meijo University)

#### 1. はじめに

伊勢湾をはさんで三重県・愛知県の丘陵地には, 鮮新 – 更新世の河川成堆積物である東海層群が広 く分布している(図1). 三重県内の東海層群の 地層からは, 古くよりミエゾウやアケボノゾウな どのゾウ化石が多数確認されている. 桑名市多度 力尾地区工業団地造成に伴う学術調査をはじめ, 鈴鹿川・御幣川河床内の足跡化石調査, 三重県立 博物館建設に伴う地層調査, 愛知県では市史(日 進市・豊明市)執筆に関連した地層調査の過程で, ゾウ以外の化石が数多く発見されるようになっ た.

#### 2. 東海層群のフィッション・トラック年代

多度力尾地区はじめ各地の調査を通じ,得られ た東海層群の火山灰層のフィッション・トラック 年代は,表1のとおりである.三重県立博物館 によって行われた御幣川火山灰層の年代値(2.51 ±0.18Ma)については,既報(森,2010a;居 川,2010)であるが,それ以外の8点については 未報告である.東郷火山灰層は,三重県津市周辺 に分布する阿漕火山灰層や愛知県知多地域の大 谷火山灰層に対比されていて,阿漕火山灰層の フィッション・トラック年代は4.6 ± 0.2Ma(吉 田,1987),大谷火山灰層では4.2 ± 0.2Ma(牧野 内ほか,1983)の値が得られている.また,坂東 1火山灰層のフィッション・トラック年代は,吉 田(1999)による2.5 ± 0.2Maという年代値があり, この火山灰層は四日市地域では川島Ⅱ火山灰層に 対比されていて,年代的には 2.3Ma が妥当とされている(吉川, 2001).

古地磁気については,御幣川・坂東1・同2火 山灰層は逆磁性を示し,松山逆帯磁期にあたる. 沓掛火山灰層(新称)の古地磁気は不明であるが,



図1. 東海層群の分布と調査地点

野村火山灰層は逆磁性であることから,従来ギル バート逆帯磁期とされた(中山・吉川, 1990)が, 正磁性の南谷2火山灰層とともにいずれもガウス 正帯磁期に,丸根・東郷両火山灰層は逆磁性とさ れ,ギルバート逆帯磁期に堆積したものと考えら れる(図2).なお,9.3 ± 1.0Maというフィッショ ン・トラック年代が得られた愛知県日進市北新町 (きたしんちょう)の北新町火山灰層(新称)に ついては年代値が古く出過ぎており,層位の見直 しを図るとともに,年代値そのものについても再 検討の必要がある.

火山灰層	所在地	層 位	測定鉱物	測定方法	結晶数	年代值(Ma)
坂東2	三重県桑名市	暮明層	ジルコン	外部ディテクター法	71	$2.2 \pm 0.2$
坂東1	三重県桑名市	暮明/市之原層	ジルコン	LA-ICP-MS-FT 法	60	$2.1 \pm 0.3$
御幣川	三重県鈴鹿市	亀山層	ジルコン	外部ディテクター法	30	$2.51 \pm 0.18$
南谷2	三重県桑名市	市之原層	ジルコン	外部ディテクター法	60	$2.7 \pm 0.3$
野 村	三重県亀山市	亀山層	ジルコン	外部ディテクター法	29	$3.1 \pm 0.3$
沓 掛	愛知県豊明市	矢田川層	ジルコン	外部ディテクター法	30	$3.3 \pm 0.3$
東 郷	愛知県日進市	矢田川層	ジルコン	外部ディテクター法	24	$4.6 \pm 0.2$
丸根	愛知県日進市	矢田川層	ジルコン	外部ディテクター法	36	$4.7 \pm 0.3$
北新町	愛知県日進市	矢田川層	ジルコン	LA-ICP-MS-FT 法	20	$9.3 \pm 1.0$

表1. 東海層群から得られたフィッション・トラック年代(森ほか, 2012)

#### 3. 東海層群の古生物

亀山市の鈴鹿川河床の野村火山灰層下位の地層 からは、ゾウ類・偶蹄類・鳥類などの足跡化石の ほか、ワニ類の椎骨やスッポン類の肋骨板が発見 された.鈴鹿市の御幣川河床の御幣川火山灰層上 下の地層からは、ゾウ類・偶蹄類の足跡化石だけ でなく、サンバー亜属に位置づけられるシカのツ ノ化石が発見された.また、津市の三重県立博物 館建設地の野村火山灰層下位の地層からは、ゾウ 類・偶蹄類の足跡化石、サンバー亜属のツノ化石 や下顎骨、ワニ類の歯および鱗骨、スッポン類の 肋骨板、魚類の骨化石や鱗などが発見された.桑 名市の南谷2火山灰層下位の地層からは、ミエゾ ウの大腿骨のほか、ミエゾウより小型のゾウの第 二大臼歯などが発見されている.貝化石や大型植 物化石については、ほぼ全層準より確認された.

#### 4. 昆虫および花粉化石群集と古環境

愛知県日進市の東郷火山灰層(4.7Ma) 直下の 矢田川層日進部層の亜炭層では,エゾコガムシ近 似種 Hydrochara cf. libera のほか,ヤマトトック リゴミムシ近似種 Lachnocrepis cf. japonica・ミ ズギワゴミムシの仲間 Bembidion sp. などの昆虫 化石,およびギンサン属・イヌカラマツ属・フウ 属などの花粉化石が含有され,温暖な気候であっ たことが知られている(森ほか, 2012).

三重県立博物館建設地の野村火山灰層(3.1Ma)

下位の3.5Ma付近の地層には、日本に生息しな い亜熱帯性のオオミズスマシ Dineutus australis やミナミヒメガムシ近似種 Sternolophus cf. inconspicuus などの昆虫化石が含有され、花粉化 石でもフウ属花粉が優占するなど、亜熱帯のよう な気候だったことが考えられる. 同鈴鹿市御幣 川河床の地層から得られたトカラ列島以南にし か生息しないツマキハバヒロガムシ Sphaeridium dimidiatum や亜熱帯性のダイコクコガネ Copris sp. などの昆虫化石の産出より、こうした気候は 御幣川火山灰層 (2.5Ma)堆積期付近まで継続し たと考えられる.

ガウス – 松山境界 (2.588Ma) 上位の桑名市陽 だまりの丘に堆積した二之瀬火山灰層上位 10m の地層からは,エゾコガムシ近似種やヒラタネク イハムシ Donacia hiurai,コウホネネクイハムシ Donacia ozensis に同定されるネクイハムシが確 認され,この時期,気候が冷涼になった可能性が 考えられる.こうした分析結果は,鈴鹿市御幣川 河床の亀山層からも得られている (森, 2010b).

2.2 ± 0.2Ma というフィッション・トラッ ク年代が得られた桑名市力尾の坂東2火山灰 層上位2mの層準からは、現生種のカナブ ン *Rhomborrhina japonica* やオサムシモドキ *Craspedonotus tibialis* が発見され、落葉広葉樹 の森林に覆われた丘陵地の存在が推定される. 桑名市力尾の嘉例川火山灰層(1.79 ± 0.17Ma)上下の層準では、マークオサムシ Apotomopterus maacki・クロヒメゲンゴロ ウIlybius poppiusi・エゾオオミズクサハムシ Plateumaris constricticollis constricticollis など亜 寒帯性の昆虫化石や、トウヒ属・ツガ属・ミツガ シワ属など冷涼な気候下に生育する花粉化石の産 出から、この時期、気候が急速に寒冷化し氷期が 到来したことが考えられる.

#### 文 献

- 居川信之(2010)御幣川火山灰層のフィッション・
   トラック年代.御幣川ゾウ足跡化石発掘調査報
   告書(I),三重県立博物館,17-19.
- 中山勝博・吉川周作(1990)東海層群の古地磁気 層序.地質学雑誌, 96, 2, 967-976.
- 牧野内猛・檀原 徹・磯田邦俊(1983)伊勢湾東 岸部の東海層群および関連層のフィッション・ トラック年代とその地史的意味.地質学雑誌, 89, 257-270.
- 牧野内猛(2001)東海層群の層序と東海湖堆積 盆地の時代変遷.豊橋市自然史博物館研究報 告,11,33-39.
- 森 勇一(2010a)新第三紀・第四紀境界の東海
   層群から産出した昆虫化石.日本第四紀学会
   2010年大会講演要旨集,56-57.
- 森 勇一(2010b)御幣川河床亀山層から産出した
   た昆虫化石.御幣川ゾウ足跡化石発掘調査報告書(I),三重県立博物館,40-47.
- 森 勇一・齊藤 毅・宇佐美徹(2012)東海層群 のフィッション・トラック年代と昆虫および花 粉化石群集. 日本第四紀学会 2012 年大会講演 要旨集, 4-5.
- 横山卓雄・松田高明・竹村恵二(1980)東海層群 のフィッション・トラック年代(その1).第

四紀研究, 19, 301-309.

吉川周作(2001)伊勢平野の東海層群火山灰層序. 島根大学地球資源環境学研究報告,20,59-67.

- 吉田史郎(1987)津東部地域の地質.地域地質調
   査報告(5万分の1)地質図幅,地質調査所,
   72p.
- 吉田史郎・竹内圭史・吉川清志(1990)東海層群 最上部と力尾累層(弥富累層相当層)の対比と その地史的意義. 第四紀研究, 29, 361-369.
- 吉田史郎・栗本史雄・吉川清志(1991) 桑名地域 の地質.地域地質調査報告(5万分の1)地質 図幅,地質調査所,154p.
- 吉田史郎(1999)岐阜県南宮山周辺の東海層群牧 田累層と東海層群上部のフィッション・トラッ ク年代.日本地質学会第106年学術大会講演要 旨,318.
- 吉田史郎(2000)伊勢湾周辺の東海層群の年代と 対比.日本地質学会第107年学術大会講演要旨, 230.
- Nakayama,K. Yoshikawa,S. and Ito,T. (1995) Magnetostratigraphy of the Late Cenozoic Tokai Group in central Japan and its sedimentologic imprications. J.SE Asian Earth Sci., 12, 95-104.



図2 東海層群の主な火山灰層とフィッション・トラック年代値



図3 東海層群の堆積盆の変遷(牧野内, 2001を改変)



4 東海層群の主な昆虫化石と古気候

X

# まとめ Summary

#### 1. 東海層群の堆積相

桑名地域の東海層群は、下位より美鹿層、古野層、市之原層、幕明層、大泉層、米野層の順に重なり、層厚は約850mである.調査地域には、暮明層と大泉層が分布するが、暮明層は主に礫層と砂礫 層からなり、この上位の大泉層は砂層、砂礫層と粘土層やシルト層により構成される.調査地域に分 布する火山灰層は、坂東2火山灰層(4~5枚からなり最大層厚約10m)と嘉例川火山灰層(層厚約 8m)のほか、其原火山灰層に対比される層厚数10cmの火山灰層も発見された.

調査は坂東2火山灰層より上位の大泉層を研究対象としたため,暮明層に見られる礫や砂礫層中心 の層相は少なく,調査地域の地層は全体として砂質河川の砂州堆積物と,その上位に重なる氾濫原堆 積物,沼沢堆積物の組合せからなっている.いずれも,上方細粒化堆積組相を示す堆積物である.そ の堆積場は,扇状地を越え低地を河川がゆっくりと流れているような環境下であり,河川は網状流的 な性質を併せ持つ蛇行河川が想定される(田中・宇佐美論文)

#### 2. 地質構造

調査地域には、坂東2火山灰層の下位から嘉例川火山灰層の上位にかけての積算層厚約350mの東海層群と、それを不整合に覆う力尾層(100~70万年前)が分布する。東海層群の地質構造は、多度-嘉例川褶曲帯(猪飼背斜および嘉例川向斜)に位置するため、調査地域の西部では東落ち80°~90°、 東部では西落ち20°前後の傾斜を示す。嘉例川向斜は、N30°E前後の走向で西に傾斜する軸面を持つ 非対称の傾斜褶曲である。西翼側では東海層群は直立から60°程度の急傾斜、東翼側では20°前後の緩 傾斜を示している。また東翼側に分布する力尾層は、東海層群大泉層の嘉例川火山灰層直上の層準を 緩い傾斜不整合で覆うが、東海層群とともに褶曲している(居川論文)。

#### 3. 古地磁気

調査地域の計4地点から古地磁気試料を採取し,分析した.地点名は,下位より力尾I(坂東2火山灰層),力尾II(其原火山灰層),力尾II(其原および嘉例川両火山灰層間のシルト岩),およびKr(嘉 例川火山灰層)である.解析の結果,力尾I,力尾II,嘉例川火山灰層はいずれも逆磁性,力尾IIの み正磁性であった.本調査地域の堆積物に認められた正磁極帯はChronozone C2n(Olduvai)に対比され, その上位および下位の逆磁極帯はそれぞれ Chronozone C1r.3r と Chronozone C2r.1r に対比される可 能性が高い.

調査地域に分布する火山灰層について,嘉例川火山灰層は1.78Maより若く,其原火山灰層および坂 東2火山灰層は1.95Maより古い,と結論することができる(星論文).

#### 4. 珪藻化石

坂東2火山灰層の下位3mから嘉例川火山灰層の上位6mの地層中より計48 試料を採取し, 珪藻分 析を実施した.2試料を除いて,計24 試料より珪藻化石を産出し,55 属 196 分類群が識別された.分 析結果をもとに,湿った土壌(陸域環境)や,沼沢湿地~湿原,ある程度水深のある滞水域など,5 つの堆積環境を設定し古環境の解析にあたった.

珪藻化石から復元しうる古環境は、すべて氾濫原に堆積したものと考えられる.氾濫原では、嘉例 川火山灰層の直上試料を除き、アルカリ環境の湿った陸域から、やや水深のある滞水域であった可能 性が指摘でき、流れ込む氾濫水の量や頻度などによって水深が変化したものと考えられる.嘉例川火 山灰層堆積後まもなくの層準では、腐植酸性湿地ないし湿原のような環境が推定され、こうした湿原 の成立には気候の寒冷化が影響を与えていると考えられる(宇佐美論文).

#### 5. 花粉化石

嘉例川火山灰層の下位3mの亜炭層0, 嘉例川火山灰層直上の亜炭層I, 同火山灰層上面から約3 m上位の亜炭層IIの計3層準よりサンプルを採取し, 花粉分析を実施した. 試料からは, 計48分類群 の花粉化石を産出した. この中には, イヌカラマツ属・ギンサン属・シマモミ属・(メタセコイア属)・ サイクロカリア属・ハリゲヤキ属・フウ属の7分類群の絶滅属が含まれた.

亜炭層0ではトウヒ属を含むマツ科の産出率が高く,合計36.3%に達した.カラマツ属・ブナ属・ミ ツガシワ属などの産出から,冷温帯~亜寒帯の古気候が推定され,この時期現在より寒冷であったと 考えられる.亜炭層Iではマツ科やブナ属が減少し,スギ科やメタセコイア属・ハンノキ属などが増 加する.亜炭層IIではハンノキ属が減少し,草本類の産出が目立つものの,全体としては亜炭層Iに 似た傾向を示した.古気候のうえでは,亜炭層0のころが最も寒冷であったという分析結果になったが, この結果は亜炭層0が完全な亜炭でなく,むしろ亜炭的な泥層であるため,堆積場から離れた山地植 生を反映している可能性がある (齊藤論文).

#### 6. 大型植物化石

坂東2火山灰層下位3mの植物片混じりの砂層(CO1),および嘉例川火山灰層直上の亜炭層 I (CO2), 同火山灰層より1m上位の泥炭層(CO3), 亜炭層 I を削る砂層(CO4)の計4層準より,大型植物化石 用試料を採取し,抽出と分析にあたった.試料中からは,木本21分類群,草本19分類群の化石が発 見された.産出植物化石のうち,日本からの消滅種は,メタセコイア・スイショウ・オオバタグルミ・ ヒメハリゲヤキであった.

坂東2火山灰層下位のCO1では、メタセコイア・スイショウといった前期更新世後半に近畿地方から消滅した植物が含まれた。嘉例川火山灰層の上位3層準では、嘉例川火山灰層直上のCO2試料から、 冷温帯以北に分布するミツガシワと、冷温帯上部に北限をもつミツバウツギとコブシーシデコブシが 産出し、植物化石群の組成から冷温帯気候下にあったと考えられ、3層準で最も寒冷な気候が復元さ れる.こうした分析結果より,日本列島が氷期であった時期,近畿地方の低地域は冷温帯の気候下にあったと考えられる(百原論文).

#### 7. 脊椎動物化石

本事業地域ではないが,多度町古野南谷の南谷1火山灰層と南谷2火山灰層の間の層準より産出した脊椎動物化石について,クリーニングののち同定作業を行った.南谷1火山灰層は,東海層群では 亀山市長明寺II火山灰層(フィッション・トラック年代2.8 ± 0.2Ma)に対比され,南谷2火山灰層の フィッション・トラック年代は2.7 ± 0.3Maと測定されており,化石は古地磁気層序のうえではガウ ス正帯磁期の終わりころのものと考えられる.

脊椎動物化石のうち、16点は長鼻類のステゴドン属に分類される骨や歯の化石で、5点はシカ科の 角化石であった.ステゴドン属に分類されたゾウ化石は少なくとも2個体あり、そのことは右大腿骨 が2点含まれたことによって確認された.第一個体とされた右大腿骨には、左右の下顎第2大臼歯な ども伴われたが、種の同定にまで至っていない.280~270万年という産出層準は、Stegodon miensis (ミエゾウ)からS aff. aurorae (Aiba et al.,2010 は、これをS. protoaurorae とした)への移行期に あたり、種の推定を困難にしている.だが、第一個体の臼歯の歯冠幅の大きさ、エナメル質の厚さそ して稜頻度を、これまでに報告されている標本と比較し、S. aff. aurorae やS. protoaurorae より、S. miensis に同定される可能性が高いとした.第二個体の右大腿骨は、その大きさからS. miensis あるい はS. shinshuensis (シンシュウゾウ)に同定される可能性が高い (樟野・森論文).

#### 8. 昆虫化石

多度町力尾の坂東2火山灰層下位3mの植物片混じり砂層(試料2)から嘉例川火山灰層の2m上 位のシルト層(試料7)まで、これに桑名市陽だまりの丘宅地造成地の二之瀬火山灰層より10m上位 の試料(試料1)を加え、計8層準から昆虫化石を採集し、同定・分析を行った、産出した昆虫化石は、 計674点であった。

層準ごとにみると、約250万年前の二之瀬火山灰層下位の昆虫化石では、エゾコガムシに同定され る化石が2点含まれたが、種が特定できないネクイハムシの仲間や所属不明で分類困難なものが多かっ た.坂東2火山灰層(フィッション・トラック年代2.2±0.2Ma)上下の層準では、森林性のカナブン や低山地の河川敷内に多いオサムシモドキが発見された。約200万年前の嘉例川火山灰層の下位から は、東北地方北部に生息するマークオサムシや、同じく東北日本に分布の中心を有するヒメセマルガ ムシ・エゾオオミズクサハムシなどが確認され、現在よりかなり冷涼であったことが考えられる。嘉 例川火山灰層(約180万年前)直上では、エゾオオミズクサハムシに加え、亜寒帯性のクロヒメゲン ゴロウ・ヒラシマミズクサハムシなどの寒冷型昆虫が多数発見された.この時期、日本列島は氷期であっ たと考えられる(森論文).

#### 9. 東海層群のフィッション・トラック年代

伊勢湾をはさんで三重県・愛知県の丘陵地に分布する東海層群の主な火山灰層について,フィッション・トラック年代の測定が行われてきている.それらの値と,本調査における測定結果をふまえ,昆 虫化石と花粉化石などの分析結果をもとに,古環境や古気候を考察した.

愛知県日進市の東郷火山灰層(阿漕火山灰層に対比)直下の矢田川層日進部層の亜炭層からは,エ ゾコガムシ近似種のほか,ヤマトトックリゴミムシ近似種などが発見された.花粉化石ではギンサン 属やイヌカラマツ属などが含有され,この時期の気候が温暖であったと考えた.約350万年前の三重 県立博物館建設地の地層には,日本に生息しない亜熱帯性のオオミズスマシの仲間などが含有され, 花粉化石でもフウ属花粉が多数確認された.鈴鹿市伊船町の御幣川火山灰層(2.51 ± 0.18Ma)の上位 の地層からは,トカラ列島以南にしか分布しないツマキハバヒロガムシ近似種や絶滅種のダイコクコ ガネなどが発見されている.この結果,温暖な気候は新第三紀と第四紀の境界より上位の層準まで, 継続したことが考えられる(森・齊藤論文).

火山灰層	所在地	層位	測定鉱物	測定方法	結晶数	年代值(Ma)			
坂東2	三重県桑名市	暮明層	ジルコン	外部ディテクター法	71	$2.2 \pm 0.2$			
坂東1	三重県桑名市	幕明/市之原層	ジルコン	LA-ICP-MS-FT 法	60	$2.1 \pm 0.3$			
御幣川	三重県鈴鹿市	亀山層	ジルコン	外部ディテクター法	30	$2.51 \pm 0.18$			
南谷2	三重県桑名市	市之原層	ジルコン	外部ディテクター法	6 0	$2.7 \pm 0.3$			
野 村	三重県亀山市	亀山層	ジルコン	外部ディテクター法	29	$3.1 \pm 0.3$			
沓 掛	愛知県豊明市	矢田川層	ジルコン	外部ディテクター法	30	$3.3 \pm 0.3$			
東 郷	愛知県日進市	矢田川層	ジルコン	外部ディテクター法	24	$4.6 \pm 0.2$			
丸 根	愛知県日進市	矢田川層	ジルコン	外部ディテクター法	36	$4.7 \pm 0.3$			
北新町	愛知県日進市	矢田川層	ジルコン	LA-ICP-MS-FT 法	20	$9.3 \pm 1.0$			

表. 東海層群から得られたフィッション・トラック年代

#### 文責:森 勇一

#### 事業主体

桑名市多度力尾土地区画整理組合 理事長 蛭川三蔵

#### 調査参加者

森 勇一(金城学院大学)・津村善博(三重県立博物館)・小竹一之(同)・宇佐美徹(愛知 県立杏和高等学校)・田中里志(京都教育大学)・中川知子(同)・百原 新(千葉大学)・ 工藤雄一郎(国立歴史民俗博物館)・齊藤 毅(名城大学)・林 佳孝(同)・毛利拓己(同)・ 津田直季(同)・星 博幸(愛知教育大学)・出口久美子(同)・長谷川敬彰(同)・水田良 祐(同)・新美恵理(同)・二村 昇(同)・居川信之(エイト日本技術開発)・奥野絵美(名 古屋大学)・杉浦真琴(同)・加藤 亮(愛知工業大学)・佐藤永太郎(信州大学)・三輪俊 仁(愛知学泉大学)・伊藤清貴(中部大学)・樽野博幸(大阪市立自然史博物館)・小泉明裕 (飯田市美術博物館)・小串芳夫(桑名市教育委員会)・水谷芳春(同)・石神教親(同)・ 水野新司朗(桑名市役所多度地域振興課) ※所属は調査当時

#### 協力

前田建設工業株式会社,株式会社三菱化学アナリテック,株式会社京都フィッション・ト ラック,株式会社京都科学

### 桑名市多度力尾土地区画整理事業地内

三重県嘉例川火山灰層発掘調査報告書

多度力尾地区東海層群学術調査団				
也				