

第四章 神戸の自然史と化石記録



アカシゾウの発掘

- 第一節 地層と化石が語る自然の歴史
- 第二節 日本列島誕生期の神戸層群
- 第三節 人類出現期の神戸の自然
- 第四節 古大阪湾の拡大と明石海峡の誕生
- 第五節 最終間氷期から現在の自然へ

第一節 地層と化石が語る自然の歴史

1 自然史の研究法

自然史の鍵・ 現在の神戸の自然環境は、長い地球の歴史の中で、どのような過程を経て形成されてきた地層と化石 のであるか。この章では新生代新第三紀の神戸層群の時代から現在にいたる間の、神戸

の気候、水陸の分布、動植物などの変遷の概要について述べる。

一〇〇万年とか一〇〇〇万年という長い時間単位で表わされる地質時代の自然の様子は、地層と化石の研究を通して明らかになる。神戸市に分布する地層の調査や化石の研究がなされて、はじめて神戸の自然史を編むことができるのである。

たとえば気候の変化は、シユロやガジュマルなどの化石が産出すれば、その当時は暖かく、コマツガヤシラカバの化石があれば現在よりも寒かったと推定する。陸上の植物化石のみならず海の貝化石が発見されれば、暖流にすむ種類か、寒流の種類かを判別して水温や気候を推定するとともに、海と陸との分布状態を知るのに役立つ。象や鹿のような移動距離の大きい動物化石からは、日本列島とアジア大陸との離合問題の情

報がもたらされる。

また肉眼では確かめられないが、火成岩や地層に残る地磁気の偏角や伏角は、日本列島の移動や日本海の拡大の様子を探る手がかりになる。そして岩石や化石に含まれる同位体元素の変化を測定して、地層のできた年代や火山の噴火した年代など地球の歴史上特筆される事件の起こった時代を確定できるようにしている。

神戸の自然史といえば、気候や水陸の分布、生物などの変遷のほかに、六甲山地の形成や大阪湾の誕生などもその対象になる。こうした問題は、すでに第三章の「神戸の地形と地質」で述べたので、ここでは主に化石の記録にもとづく生物の変遷を中心にした神戸の自然史を紹介する。

2 神戸の自然史の概観

自然史調

今回の新修神戸市史の編集にあたって、これまで明らかにされていなかった問題点を解明する調査を行った。その一つは六甲アイランドで実施された海底ボーリング調査で、現在から一

〇万年前までの森林変遷の様子がこの調査によって導き出された(図69)。この間に、旧石器人が神戸に登場したし、縄文人の狩猟採集の対象となった動植物をはじめ、太古の人達の生活舞台である自然環境の変化を連続して追跡できるようになったことの意義は大きい。

また西区を中心とする大規模造成地からは開発工事の進行に伴って、約二百万年前に生息したアカンゾウ

の骨格復元が可能な大量の化石が発見されたほか、高塚山粘土層から約五〇万年前の温暖気候下の自然の詳細が明らかになった。さらに、日本列島誕生期の森林・気候を示す保存良好な神戸層群の植物化石が一万点を超す量的規模で採集されている。これらはアカンゾウ化石とともに世界的に誇りうる自然文化財である。

自然史の

概観

神戸の自然史の概要を表31にまとめることができた。新生代新第三紀にアジア大陸の近くに位置したところの神戸は温暖な亜熱帯〜温帯南部的な気候下にあった。その後の変遷を示す直接資料は欠くものの温暖気候は二〇〇万年前の第三紀末まで続き、メタセコイアの森にアカンゾウが生息する自然景観がつくられていた。第四紀に入り、地球的規模の寒冷と温暖気候のおとずれの中で大阪湾は拡大と縮小を繰り返し、中期更新世の温暖期に明石海峡が誕生する。このころから東西、北西―南東方向の強い圧力が地殻に加わり、六甲変動の名で呼ばれる六甲山地の上昇と大阪湾盆地の沈降が加速化され、現在の神戸の大地の骨格ができあがる。

現在に最も近い数万年前に起こった最終氷期の最寒期には一〇〇メートルにおよぶ海面低下が生じ大阪湾は陸化し、海は紀伊水道まで退く。そして六甲山地にはマツ科を中心とする針葉広葉樹林が形成されるが、約一万年前から本格化する急速な気候の温暖化により海は大阪湾に戻り、照葉樹林が生まれ、狩猟採集の民、縄文人の出現へと続くのである。

第二節 日本列島誕生期の神戸層群

1 神戸層群の海成層

多井畑の 神戸層群が形成されつつあ
貝化石 った新第三紀中新世中期に
は、日本列島はアジア大陸の東端で、狭
い日本海を挟んで朝鮮半島と相対する位
置にあった。その後の日本海の急速な拡
大運動により現在の地理上の位置に日本
列島は定着することになる。南北に長く
連なり、その両側に太平洋と日本海をも
つ日本列島の誕生は、いわば、この神戸
層群の時期にあたり、日本の自然のルー

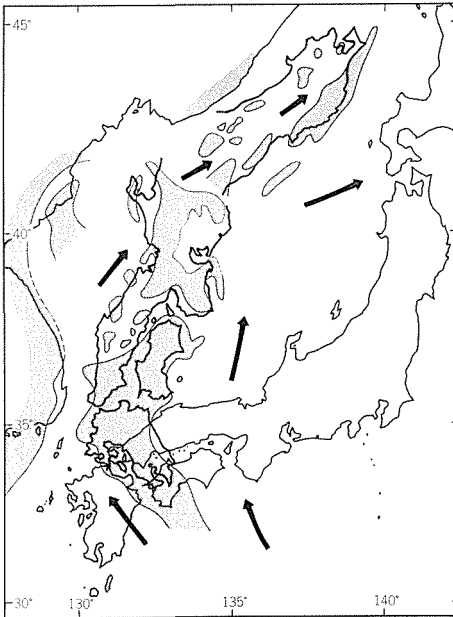


図 59 日本海拡大前(1600~1500万年前)の日本の古地理(小泉格, 1986)

第二節 日本列島誕生期の神戸層群

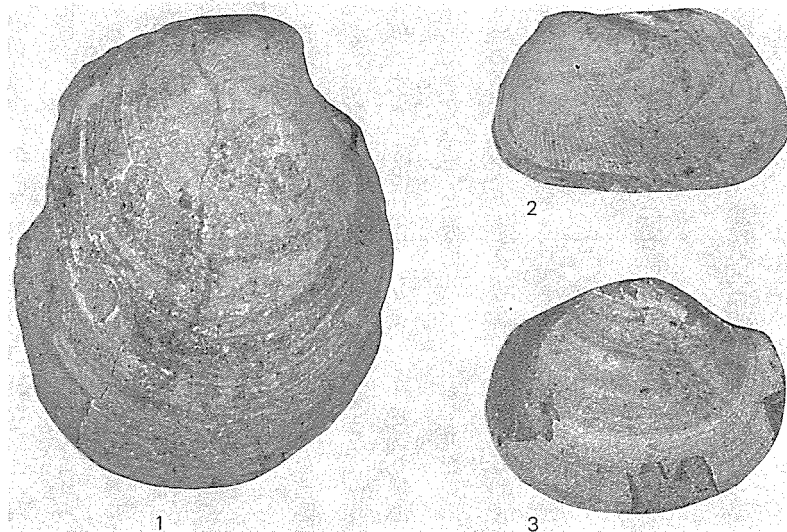


写真 56 多井畑累層の貝化石

表 32 多井畑累層から産出した貝化石
(糸魚川淳二, 1983)

<i>Barbatia</i> sp. (エガイの1種)
" <i>Anadara</i> " sp. (リュウキュウサルボウガイの1種)
" <i>Ostrea</i> " sp. (カキの1種)
<i>Trapezium</i> (<i>Neotrapezium</i>) sp. (フナガタガイの1種)
<i>Cycladicama</i> cfr. <i>takeyamai</i> (シオガマガイの1種)
<i>Cyclina takayamai</i> OYAMA (オキシジミの1種)
<i>Clementia</i> sp. (フスマガイの1種)
<i>Callista</i> ? sp. (マツヤマワスレガイ?の1種)
<i>Macoma</i> sp. (シラトリガイの1種)
<i>Cultellus izumoensis</i> YOKOYAMA
<i>Calyptraea tubura</i> OTUKA
" <i>Natica</i> " sp. (タマガイの1種)

ッを探れば神戸層群に到達するのである。
須磨区の県立須磨友が丘高等学校の校門付近からカキの化石が多く産出した。ここから西へ塩屋谷川の上流の神戸市水道局多井畑ポンプ場近くの黒灰色泥質岩からエガイ、オキシジミ、タマガイ

など一二種が報告されている。また、舞子沖の明石海峡大橋の橋脚下にある神戸層群からも似た組成の貝類化石がボーリング調査の際に発見された。これらの貝類群集は、内湾で淡水が流れこむ汽水域きすいの砂泥質のところにて特徴的にすむ群集で、当時は、暖流の影響下にある内湾に面した環境下にあったと推定される。

明石海峡を挟んだ対岸の岩屋層と多井畑累層との直接の関係は確かめられないが、岩屋層は貝類の種類も多く、ツリテラ・キエンシスをはじめ暖流域に生息する種が多い。多井畑累層と岩屋層とは、異なった堆積環境に形成されたものである。

岩屋層が堆積した中新世中期の海の分布を追跡すると、紀伊半島から海が入り、西へは岡山県中北部（備北層群）を経て鳥取県、島根県東部に広がる内湾であったことがわかる（図26）。これらの地層からは熱帯系の貝類やサンゴ礁化石、マングローブ林要素の貝化石などが産出する。現在の温帯気候下の日本列島からは想像もできないような海洋環境であるが、北海道南部までが亜熱帯的環境であった。しかし、第三章「神戸層群」の項でも述べたように、神戸層群は、漸新世に形成されたとする説が最近発表された。それに従えば多井畑累層は、岩屋層とは地質時代が異なる古い地層である可能性もある。

2 神戸層群の植物化石

神戸層群のフロ

須磨区白川台一帯は、古くから形の整った美しい木の葉の化石が採集できるので、「白

ーラ（植物相）

川の化石」と呼ばれ、多くの市民に親しまれてきた。

第三紀中新世に属するこの神戸層群の植物化石は、単に保存良好な化石を多産するのみでなく、日本列島誕生期にかかわる情報を提供してくれる。そのころ、アジア大陸の東縁りにあった陸地は、日本海の拡大の影響を受け、東に大きく回転しつつ移動を始め、南北方向に細長くのびる日本列島の原型が形成され始めた。神戸層群の植物化石は、アジア大陸から分離し、誕生したばかりの日本列島の自然の様子を語る貴重な証言者といえる。

神戸層群の植物化石は、西神戸一帯の丘陵地を中心とする急速な開発の影響を受けて、質的にも量的にも飛躍的に増えた。堀治三朗、横山章、松尾裕司らの報告によれば、二〇〇種近い植物化石種が知られている。ここではその全貌を記述することはできないので、次の観点から神戸層群のフローラの特徴を紹介する。

- 1 神戸層群からのみ特徴的に産出する植物
- 2 地質時代を決定づけた示準化石（示準）
- 3 中国中南部などに現在も自生している植物
- 4 現在の日本列島の森林に自生している植物

神戸層群から特徴 へコバタケナラ・*Quercus kobatakei* TANAI et YOKOYAMA 葉の大きさは手の平ほどの大に産出する種 大きさで、葉の縁りが大きく切れ込んでいるコナラ属の化石である。このコバタケナラの

系統をひくナラが、今も北アメリカ東部やロッキー山脈の麓などに自生している。スカレット・オークとか、ホワイト・オークと呼ばれる樹高二五〜三五メートルにも達する落葉性高木のナラである。

へヨコヤマヌマミスキ・*Nyssa a. yokoyamai* TANAI 葉の長さは二〇センチメートルもある手の平型の楕

円形の大型の葉である。葉の縁りは切れ込みのないタイプ（全縁）が多く、なかには三角状にとがったのこぎり葉をもつタイプもある。北アメリカや東アジアに自生しているヌマミズギがあり、名のように水辺に生える高木で、高さ三〇メートルに達する。

〈サルノコシカケ科のキノコ・*Paraphysporites japonica* TANAI〉長さ四センチメートル、幅五センチメートルほどのうちわ型の小さいキノコの化石で、表面に同心円状の環紋と、放射状の浅いしわがある。管孔は円形で、孔の回りは平滑である（口絵13）。これらの特徴からこのキノコの化石は、サルノコシカケ科に属するカワラタケ属とツヤウチワタケ属に共通した性質をもつ。キノコの化石そのものが世界的にみても非常に珍しい産出例であり、この時代でもわずかに数例あるにすぎない。西区学園東町で松尾裕司によって発見されたこの化石を、棚井敏雅はキノコ類の進化史上重要な意義をもつ標本であるとし、新属新種として発表した（昭和六十一年）。

示準化石コ 〈コンプトニア *Comptonia* 属〉神戸層群はどれぐらいの古さの地層なのか、それを決定する
 コンプトニア のが、世界的に広い分布をもち、生存期間の短い示準化石である。神戸層群が新第三紀中新
 世中期に形成された地層であると決定づけたのは、ヤマモモ科のコンプトニア属である。

 神戸層群から産出するコンプトニアは、見かけはシダ植物のような形をしているが、その実生みしょうの化石は明瞭にヤマモモ科の特徴を示す。このタイプのコンプトニアは日本の台島期に属する地層から、ごく普通に産出し、中新世中期を指示する重要な示準化石である。この時代直後の中新世後期になると、現在のヤマモモに似た形のコンプトニア・キドイが出現する。この中新世中期型のコンプトニアは、現在では世界でただ一

第二節 日本列島誕生期の神戸層群

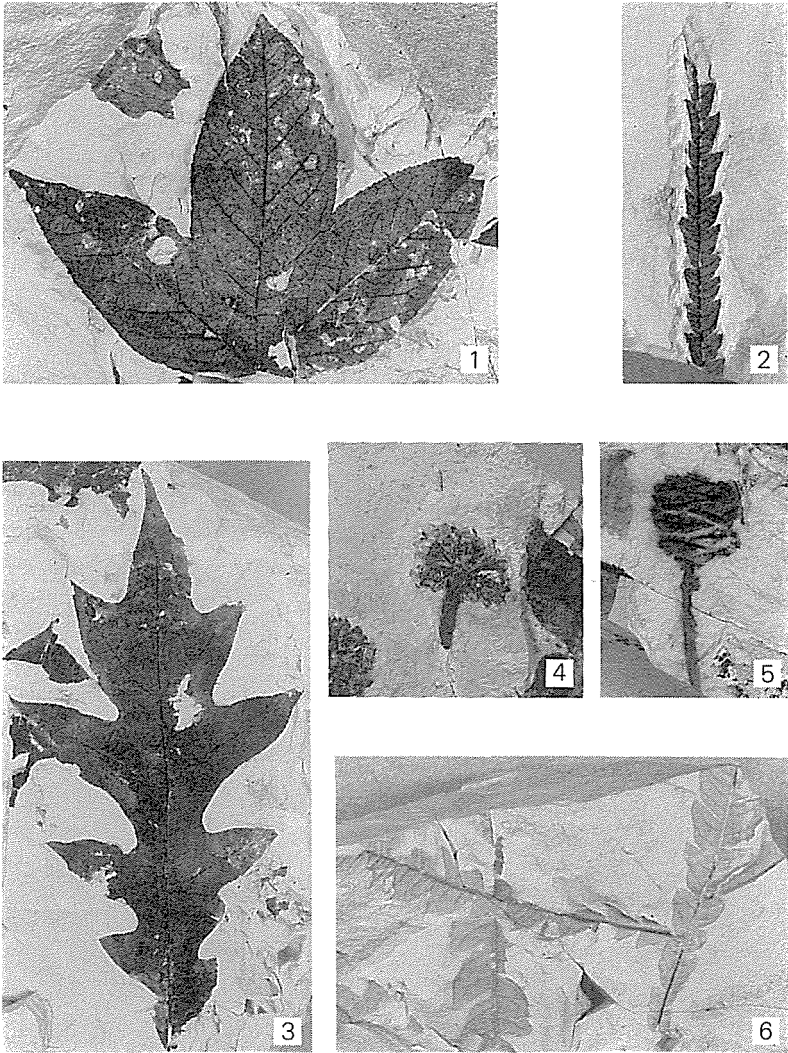


写真 57 神戸層群の植物化石(1)

- 1 フウ属 (*Liquidambar* sp.) 2 コンプトニア属 (*Comptonia* sp.) 3 コナラ属 (*Quercus Kobatakei* Tanai et Yokoyama) 4 フウ属 (*Liquidambar* sp.) 5 メタセコイア属 (*Metasequoia* sp.) 6 コンプトニア属 (*Comptonia* sp.)

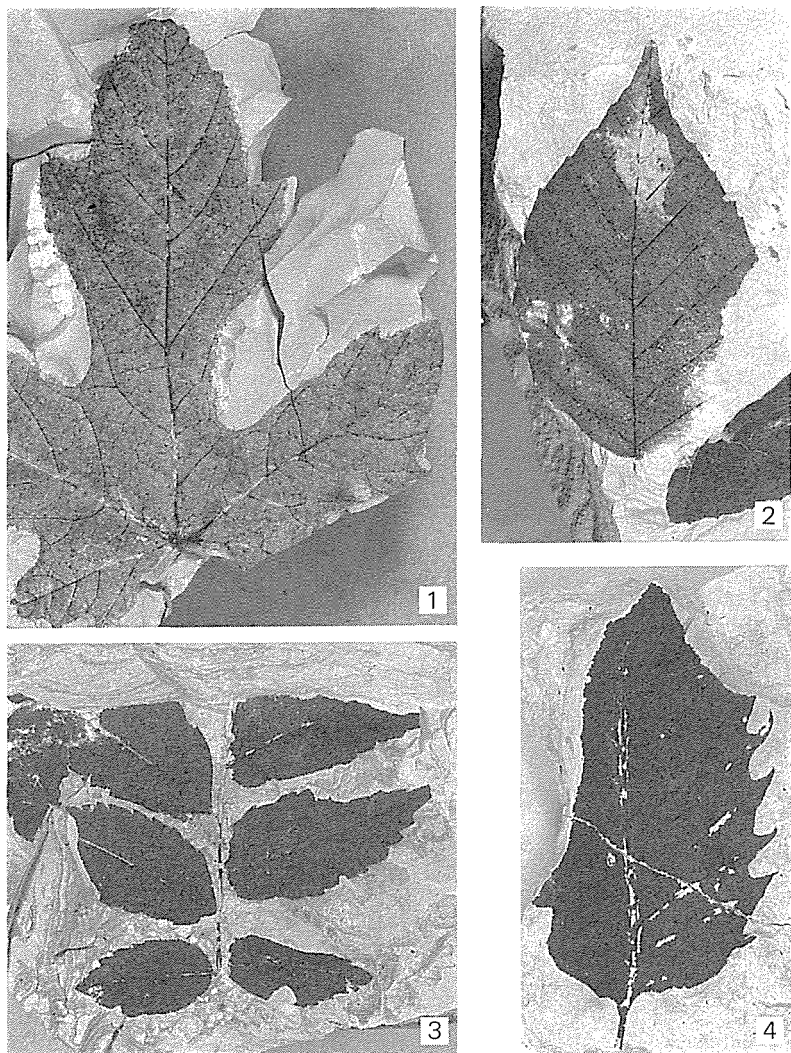


写真 58 神戸層群の植物化石(2)

- 1 カエデ属 (*Acer* sp.) 2 ブナ属 (*Fagus* sp.) 3 ナナカマド属 (*Sorbus* sp.)
 4 クリ属 (*Castanea* sp.)

第二節 日本列島誕生期の神戸層群

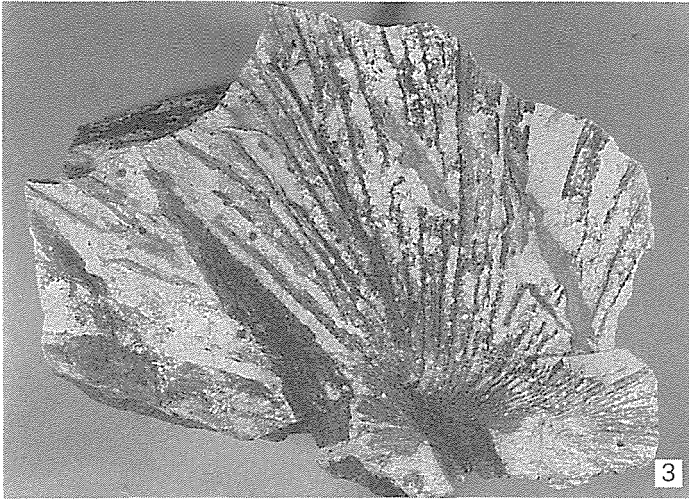


写真 59 神戸層群の植物化石(3)

- 1 カエデ属 (*Acer* sp.) 2 ヌマミズキ属 (*Nyssa a-yokoyamai* Tanai)
3 ビロウ属 (*Livistona* sp.)

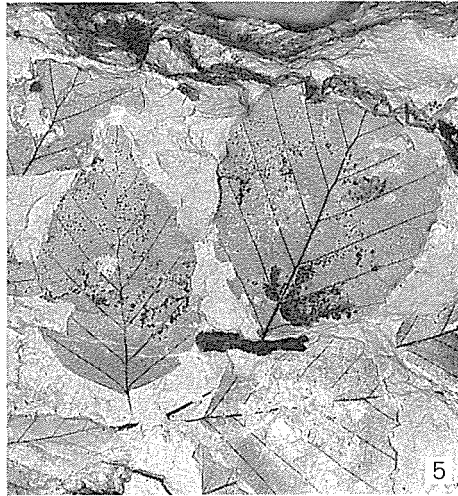
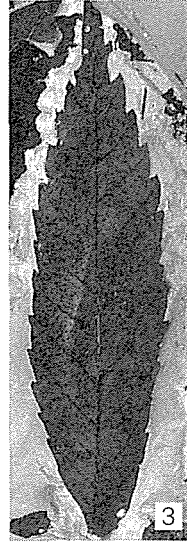
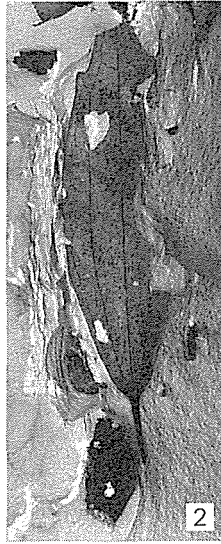
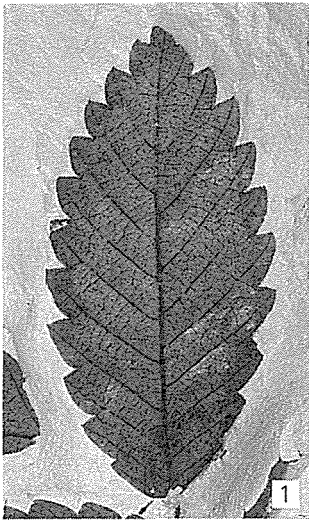


写真 60 神戸層群の植物化石(4)

- 1 ケヤキ属 (*Zelkova* sp.) 2 クスノキ属 (*Cinamomum* sp.?) 3 ナナカマド属 (*Sorbus* sp.) 4 クマンデ属 (*Carpinus* sp.) 5 ブナ属 (*Fagus* sp.)

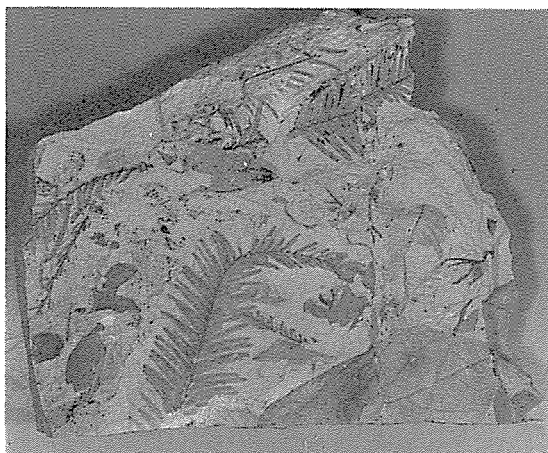


写真 61 メタセコイアの葉

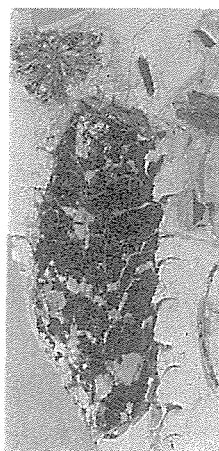


写真 62 シマモミの球果

種、北アメリカのアパラチア山脈北部に自生する低木がある。

中国中南部に

神戸層群の植物化石種の中には、現在でも「生ける化石」として中国の四川省や湖北省、

自生する種

雲南省、台湾などに生き残っているものが少なくない。これら植物は現在の日本の気候に

も適応するので、神戸市内の公園や庭木などに植栽されているものが多い。

メタセコイア、ヌマスギ、コウヨウザン、シマモミ、フウ、イチヨウなどが、こうしたエキゾチックな樹

木である。日本より南の温帯南部から亜熱帯地方にわたって分布する種が多いことから、神戸層群当時の気候は現在よりも温暖気候下にあったと推定されている理由は、これらの植物群の産出による。

温暖気候型という視点からみれば、ビロウをはじめとするシュロ、シュロチクなどのヤシ科の化石やフトモモ科のアデクなども産出する。これらの植物は宮崎県南部や屋久

島などに自生している温暖気候型の植物である。

現在の日本の森　ブナ、カエデ、ケヤキ、コナラ、クスギ、アベマキ、ミズナラ、エノキ、クマシヅ、ア

林をつくる種

カメガシワなどで、日本の温帯林をつくっている普通種である。特にケヤキ属とコナラ

属が圧倒的に多く産出する。これらの温帯型の樹木は第四紀に入って日本の森林の中核を占める存在になるのである。六甲山地をはじめ、丹生山地にも生えているごく普通の樹木で、現在の日本の森林を構成している樹木群である。このような観点からみれば、六甲山地の緑のルーツは神戸層群にあるといえる。

硅化木の

神戸層群の植物化石には、多産する葉の化石のほか、けいかぼく硅化木や実の化石も産出する。硅化木は

化石

木の幹や根などの組織をつくる炭質物が湖水中で化石化するとき、湖水中の硅酸分に置換され

てできた材化石である。灰白色で硬く、樹幹の特徴をよく残しているため、庭石などに珍重されていることが多い。

神戸層群の材化石で本格的に研究された例はまだ少ないが、次に述べるトウダイグサ科のニセホバシライシに近い *Paraphyllanthoxylon kobense* M. Suzuki 1984 は直径八〇×二二〇センチメートル、高さ二・三メートルもある巨木の化石で、鈴木三男によって新種として報告された。この化石は昭和三年ごろ、神戸電鉄敷設のとき北区鈴蘭台の軌道予定地で発見されたもので、現在、神戸市立森林植物園の展示館に陳列されている。

鈴木によれば、この材化石の道管は中位の大きさに均一に分布し、年輪界は目立たない。道管はほとんどが放射方向に二―五個が複合するが、なかには単独のものも認められる。道管の輪廓は放射方向に長い楕円形をしている。道管の穿孔は単一で、道管相互の避孔は交互状で密に分布し、隔壁木組織をもち、放射組織



写真 63 硅化木

は異性で一—四細胞幅で直立細胞に結晶をもつなどの特徴を有する。

これらの特徴は北九州の古第三紀層から報告されたニセホバシライシ (*Panaphylloxyton pseudohobasiraii*) に極めてよく一致するという。さらにこの科に属する大型の木は熱帯から亜熱帯に分布する種が多いことから、神戸

層群産のこの化石種の生存した時も現在より温暖な気候であったと推定している。

このほか森林植物園の展示館前庭には、現在中国南部に自生するシマモミの大きな材化石が数本、他の材化石とともに野外展示されている。また地下鉄名谷駅構内には板宿付近のトンネル工事場で、発見されたガジュマルの材化石が展示されている。ガジュマルは現在沖縄地方に分布する。

自然史からみた神戸層群の植物化石が国際級の内容をもつと評価されるのは、その保存状態がきわめて神戸層群の位置づけ 良好であることに加え、二〇〇種に達する産出種の豊富さにある。しかし、もっと重要

なことは、神戸層群には、日本列島が日本海の拡大によって、アジア大陸から分離した前後の自然史上の情報が多数記録されている事実である。

すでに述べたように、現在の日本列島の森林の起源をたどると、その半ば近くのもの属レベルで神戸層群のフローラに求められる。コナラやケヤキ、ブナ、シデなど、今の六甲山地の森にみられる樹木は、神戸層群の時期に、南方系の植物群の中にまじって出現しはじめた属である。神戸の緑の問題を論じるときに、

一つの歴史的視点を与えてくれる植生史上の貴重な記録である。

また、小規模であるが、須磨区多井畑から垂水区塩屋、舞子沖の海底に分布する海成層も、今後の研究によって、当時の海況に関する新しい事実の発見が期待される。

神戸市の西部と北部に広く分布している神戸層群が、このように日本列島誕生に深くかかわっている重要な地層であることは、意外に神戸市民には知られていないのではなからうか。神戸層群の植物化石は植物の進化史上、非常に価値ある植物化石群として国際的に高く評価されており、後述するアカシゾウ化石とともに神戸市の誇る自然文化財であるといえる。

第三節 人類出現期の神戸の自然

1 アカシゾウの発見

伊川谷町の 二本の足で立ち、歩行した最初の人類であるオウストラロピテクス(南の猿人の意味が東アフリカシゾウ リカに現れたのは、およそ二〇〇万年前のことである。地球の歴史を研究する地質学では、人類出現期から現在までを第四紀という。

東アフリカのエチオピアのオールドヴァイ渓谷で発見された最古の人類遺跡では、オウストラロピテクス・アフマンレンシスの骨や彼らが使った石器とともにマムサス(マンモス象)の化石が発掘されている。人類は地球上に現れると同時に象と深くかかわって生きていたのである。

そのころの神戸の自然はどんな様子であったのだろうか。神戸にも象は生息していたのだろうか。

昭和五十年代から急速に開発が進んだ西区の伊川谷、櫛谷^{はよたに}、押部谷などの丘陵地を構成している大阪層群から、人類出現期前後の神戸の自然史をさぐる上で重要な役割を果たすアカシゾウをはじめ多くの化石が発見されている。



写真 64 アカシゾウの発見地

それらの中で、もっとも重要なアカシゾウは、伊川谷町長坂、小寺、井吹などで相次いで発見されたが、なかでも昭和六十二年十月、猪本^{はし}格らによって発見されたアカシゾウ（口絵14）は、ほぼ一頭各部位の化石が発掘されるという本格的なものであった。このアカシゾウは現在、神戸市立教育研究所に保管され、研究が続けられているが、これまでのところ以下に述べるような興味深い事実がわかっている。

この標本の体高（肩までの高さ）は約一・八～二メートル、体長は約四メートルで、象としては中型の大きさで、現在のインドゾウの雌ぐらいのものである。牙は長く、大きくゆるやかに湾曲し、一・七メートルの長さで、体長や体高に比べて著しく大きい。体全体から受けるイメージは、骨太で短足胴長型といえる特徴をもつ。

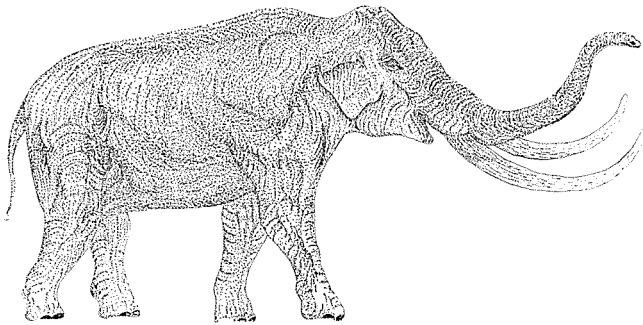


図 60 アカシゾウ復元図（三枝春生・猪本格原図）

アカシゾウの 伊川谷町で発掘されたアカシゾウが、西神戸一帯を歩きまわっていたのは、どれくらい前
生息した年代 なのだろうか。

化石の年代を測定する方法はいろいろあるが、アカシゾウ級の古さでは、骨の化石を使って直接測定する
技術はまだ十分に開発されていない。

それで今回は、アカシゾウを含んでいた地層のすぐ下にある火山灰中の鉱物を試料に、フィッシュントラ
ック法によって年代測定を試みた。使った鉱物はジルコンで、その原理は次のようである。ジルコンの中に
含まれているウランは一定の率で自ら核分裂をするが、そのときの傷跡を顕微鏡で測定すれば、ジルコンが
火山活動で噴出してから現在までの時間経過が算定できるしくみである。

フィッシュントラック法による伊川谷町井吹のアカシゾウ直下の火山灰層は $1.6 \pm 0.4 \text{ Ma}$ (二六〇万
年プラス・マイナス四〇万年前) という年代値が出た。

この年数は、すでに述べたように猿人オウストラロピテクスが出現した年代にきわめて近い値である。そ
れでは伊川谷町井吹以外で発掘されているアカシゾウのフィッシュントラック年代はどうか。

ここから数キロ離れた学園西町で発掘されたアカシゾウの一メートル上にある小寺火山灰の年代は $1.9 \pm 0.4 \text{ Ma}$ である。また明石市西八木海岸の屏風浦粘土層中の火山灰は $2.2 \pm 0.3 \text{ Ma}$ と測定された
が、この粘土層からもアカシゾウが産出している。アカシゾウはおよそ二〇〇万年前後の日本に生息してい
たステゴドン系の象とみてよさそうである。

アカシゾウは昭和十一年、明石海岸の林崎粘土層から採集されていた標本に対して、高井冬二がパラステ

ゴドン・アカシエンシス (*Purustegodon akashiensis* Takai 1936) と命名して以来、アカシゾウと呼ばれてきたものである。アカシゾウの化石は明石から神戸西部にかけて分布する大阪層群の青粘土層や、明石海峡底から漁網にかかり引き揚げられている。アカシゾウに酷似する象化石は、金沢のアケボノゾウ、埼玉のカントウゾウ、香川のスギヤマゾウ、ミツゴシマゾウなどが知られ、関東地方以西の十数カ所から発見されている。

明石動物化

伊川谷町井吹ではアカシゾウのほかの動物では、鹿(ニホンムカシジカ?)の下あごと角などが発見されたのみである。珍しい産出例として鹿の骨を噛んだネズミの歯型のついた化石が出ている。動物としては象・鹿・ネズミの三種だけである。神戸付近のほかの化石産地の状況はどうか。

石群の特徴

この時代の動物化石を含んでいる地層(明石累層)は、伊川谷町から北西の神出町、岩岡町に延び、さらに明石市の西八木海岸に分布している。特に明石の西八木海岸は「明石人骨」問題などで、これまで三回におよぶ大規模な発掘調査が行われた有名な所であり、象や鹿の化石が数多く発見された場所としても広く知られている。ここからはアカシゾウ、ルサジカ、シカマシフゾウ(鹿)、ニホンムカシジカなどの産出報告がある。さらに明石海峡底で潮流に洗い出され、漁網で引き揚げられた化石を加えると、アカシゾウだけでも数十

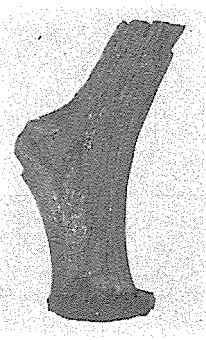


写真 65 鹿の角

十体は発見されている。明石累層の分布する神戸～明石は日本における象化石の宝庫である。象も鹿もともに草食動物であるから、食物連鎖上、これらを餌食にする肉食獣が生息したはずであるが、これまでに虎や狼などは一種類も発見されていない。明石動物化石群は量的には多いが、種の構成は象と鹿のみからなる謎の多い化石動物相である。

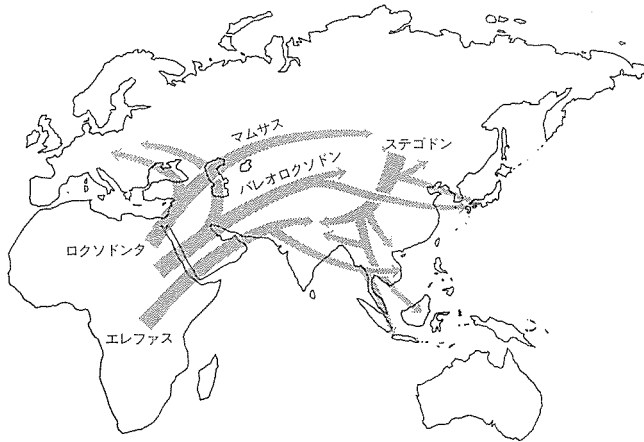


図 61 ゾウの来た道 (三枝春生原図)

アカシゾウ アカシゾウはどこから来た象なのか。日本列島のみに生息した固有種であるのか。の来た道 アカシゾウに類縁の象の全国分布をみると関東地方以西の十数カ所で発見されている。海を隔てたアジア大陸では、朝鮮半島には発見例の報告がなく、中国中部には、体の大きさは違いますが骨格の構造のよく似た黄河象が数多く発掘されている。黄河の中流に位置する甘肅省合水で全骨格がそろった標本が発見されており、それによればこの黄河象は肩までの高さが四メートルに達する巨象である。それに比べてアカシゾウは二メートル前後の体高である。両者には体の大きさの違いこそあれ、骨格の特徴、特に頭骨の構造に共通した点が認められ、両象は同一の系統に属すると考えられる。

地質年代上は黄河象のほうが古く、約五〇〇万年前の地層から産出している。とすると、アカシゾウは黄河象から分化した象であるとの推測ができる。それでは日本に移動してきた黄河象からアカシゾウが分化したのか、それとも中国ですでに黄河象から分化していたアカシゾウが日本に移ってきたのか、この点が問題となる。

このアカシゾウ分化の謎を解く鍵となる象化石が三重県菟

芸地方から報告されている。ここでは中国の黄河象なみの体格をもつ巨象の一部が発見され、その含有地層（奄芸層群）も四〇〇〇～五〇〇〇万年前の古きで、年代的な面も矛盾はない。現在のところ、日本に渡ってきた黄河象の子孫がアカシゾウであるとみると有力である。

そうすると、黄河象はどのようなコースで日本列島にやってきたのか。朝鮮半島にはまだ黄河象の系統の発見報告はないから、東シナ海の陸橋を渡ったコースが考えられる。陸橋というのは、現在は海または海峡で隔離されているが、かつては陸続きであった場所をさしている。黄河象の生息した新第三紀鮮新世に日本とアジア大陸は陸続きであったことは、後述する植物化石でも両地方に共通するものが知られており、象の渡来コースとして問題はない。

次に体高四メートルもの巨象がなぜ二メートル前後の体型に小型化が進んだのか。一般に動物が小型化する場合の例として、大陸から離れ島嶼化とうしよした地域にこうした現象が認められる。この考えに立てば、黄河象渡来ころの日本は大陸とは陸続きであったが、渡来後、アジア大陸と日本列島とは海で離れていたと推測される。大陸から分離した時期はいつなのか。現在の段階では明らかになっていないが、神戸の自然史の考察を進める上でもアジア大陸との離合問題は重要な課題である。

2 メタセコイアの森と湖

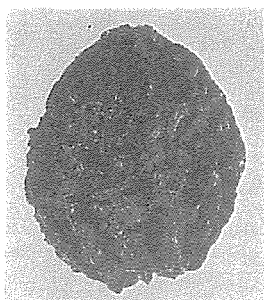


写真 67 オオバタグルミ

メタセコ アカシゾウがすんでいたころの神戸には、どんな森や林が茂っていたのだろうか。象や鹿たちはどのような種類の木立ちの中から出沒していたのであろうか。

西神戸から東へ、現在の市街地と山地との境に、アカシゾウを含んでいた青粘土層（明石累層）が六甲山地を囲む形で分布している。その青粘土層からメタセコイアをはじめ、イチヨウ、オオバラモミ、モミ、ツガ、シマモミ、スギ、マツ、コウヤマキ、ヒノキ、ヤナギ、シデ、ケヤキ、ハンノキ、ブナ、コナラ、ホオノキ、ナンキンハゼ、フウ、センダン、ヒイラギ、オオバタグルミなど百種類近い植物化石の報告がある。これは神戸周辺のみならず、近畿、四国地方にわたって広く認められる。

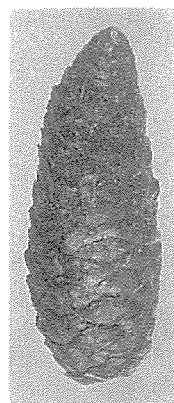


写真 66 オオバラモミ

これらの植物の多くは現在も日本に分布しているものもあるが、メタセコイア、シマモミ、ランダイスギ、イチヨウ、フウなどは、中国の四川省、湖北省や一部は台湾にも自生するが、現在の日本列島には分布しない。またオオバラモミやオオバタグルミのように、この時代を最後に絶滅したような種もある。こうした特徴をもつこの植物化石は、メタセコイア植物化石群と呼ばれている。

神戸層群のころのようにアメリカ大陸との共通種や熱帯的な要素の植物はみられないものの、中国南部などの現生種を産出するのが、メタセコイア植物化石群の特徴である。

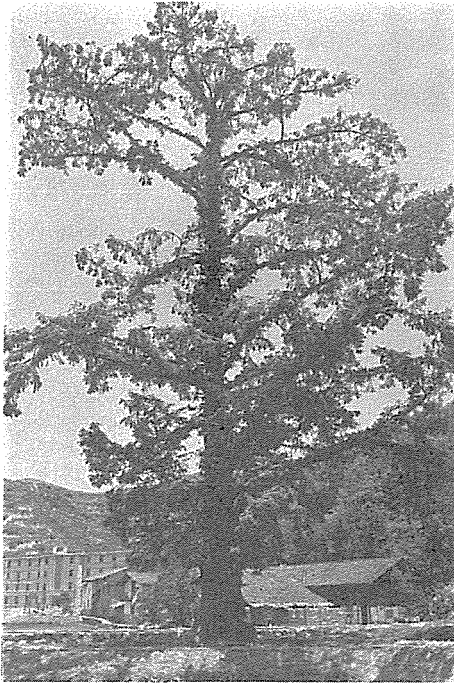


写真 68 中国湖北省に自生するメタセコイア

生ける化石メ メタセコイアは「生ける化石」として広く知られている植物である。神戸では神戸層群に
タセコイア も大阪層群の地層にも含まれているし、第二次世界大戦後、現生種が発見された中国から
アメリカを経て日本に移植されたものが、各地で一〇メートルを超す高さに生長している。

メタセコイアは植物化石学者の三木茂が、北半球の第三紀層から普通に産出するが第四紀に入ると急速に
減少し、日本列島からはついに絶滅することをつきとめ、スギ科の化石植物の新種 (*Metasequoia distica* Miki 1941)
として発表したものである。

ところが同じころ、中国の湖北省や四川省で種名不詳のスギ科の大木の自生地が発見された。中国の植物
学者はすでに発表されていた三木茂の
論文と照合したところ、絶滅したもの
と報告されているメタセコイアの現生
種であることがわかった。そして一九
四八年にメタセコイア・グリプトスト
ロポイデス (*Metasequoia glyptostroboides*
Hu et Cheng) と命名し、絶滅したと考
れたメタセコイアの現生種を中国で発
見したと報じた。

この新しい発見は世界の植物学者や

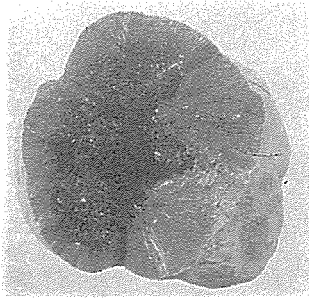


写真 69 藍鉄鉱

地質学者の大きい注目するところとなったのであるが、もうひとつ、不完全な化石の状態で推定したメタセコイアの特徴が、現生種で確かめたところ一分の狂いもないことがわかり、改めて三木の観察眼の鋭さと正確さが高く評価されたのであった。

メタセコイアの化石は須磨区名谷付近の神戸層群、西区の大阪層群明石累層、東灘区赤塚山の大阪層群などから産出している。

湖の広がり

メタセコイア植物化石群を含み、ときにアカシゾウを産出する青粘土層には、シジミ、ヌマガイ、タニシなどの淡水貝化石も産出する。植物化石を多産すること、淡水貝化石を含み、湖底に形成される藍鉄鉱が発見されることから、この青粘土層（大阪層群下部亜層群）は淡水域、つまり湖の堆積物である。いうまでもないが海生化石は全く発見されていない。

それでは、メタセコイアの林の水辺に遊ぶ象や鹿の群れといった景観の湖は、どれくらいの広さの湖であったのか。近畿地方を中心にしたその分布を追うと、琵琶湖、奈良盆地、大阪平野、六甲南麓、淡路島、播磨地方に広がり、さらに西の香川県にのびていく広大な湖で、古瀬戸内湖とも名づけたくなるスケールの大きい湖である（図45参照）。

現在の神戸市域では西区岩岡町、神出町はすっぽり湖面下に没し、雌岡山は小さな島となっていた。雄岡山は押部谷町の山に続き、そこから南へほぼ直線状に太山寺に向けて湖岸線は南下し、そのまま垂水まで延びる。

さらに須磨アルプスの鉄拐山の麓から高取山の麓を通り、会下山、大倉山、海洋気象台は湖水域内にあった。

市の中央部では湖は新神戸駅、布引中学校、長峰中学校を結ぶ線より南を通り、神戸大学の南から北東方向に延び鴨子ヶ原、住吉川筋を通り、芦屋ゴルフ場、奥池方面に広がっていた。東灘区の保久良神社をはじめ金鳥山、荒地山なども湖底下にあったものと推定される。この地帯にある六甲山の前山的位置を占める五〇〇メートル前後の山地は、メタセコイアの森以後の六甲変動によって高度を増し、山地化したものである。

第四節 古大阪湾の拡大と明石海峡の誕生

1 朝霧海進と舞子貝層

海の拡大を告げる舞子貝層 アカンゾウとメタセコイアの森で特徴づけられる温暖気候の後、気候変化の激しい、氷河時代⁴に入る。長田区の丘陵部には最後のメタセコイア植物群を産出するMa₂を含むMa₁

からMa₅までの地層が分布する(図38)。古大阪湾の海が播磨側へ流入する前の地層群である。古大阪湾の海が明石海峡を越えて播磨灘に拡大するのは、五〇万年前ころであるが、次に述べる舞子貝層は、そのさきがけとしておとずれた海進(朝霧海進)によってできた地層である。

垂水区の舞子海岸に面した丘陵の地層から保存の良い貝化石の出ることは、早くから知られていた。舞子貝層と名づけられて、新種を含む一八種の二枚貝や巻貝の化石が学会に報告されたのは、大正十二年である。

昭和四十年ころまでは、舞子浜の西端の山田川を越えて狩口台に登る道に沿って貝化石の地層が露出し、舞子貝層の化石はここで採集できた(口絵15)。しかし昭和六十二年から始まった住宅地の大規模造成によって貝化石の採集や地層の観察は不可能になった。

表 33 舞子貝層の主な貝化石

コベルトフネガイ	ヒメシラトリガイ
サルボウガイ	マテガイ
イガイ	キスマトイガイ
ムカシチヒロ	クチベニエガイ
ハリマニシキ	コンダカガンガラ
ウスユキミノガイ	アダムスタマガイ
ナミマガシワ	アカニシ
イタボガキ	ムギガイ
マガキ	セキモリガイ
ヤマトシジミ	ウネナシトカケガイ
アサリ	イトカケガイの仲間
シオフキガイ	

し、堆積までに流れの影響を受けていることなどから推定される。さらにこの粗粒堆積物は西へ数十メートルで消滅し、川西粘土層本来のシルト質粘土に移化する。

舞子貝層は貝化石のほか、ウニ、フジツボ、ヒトデなどを産出するが(口絵15)、これらはいずれも潮通しのよい砂泥底に生息するものが多い。全体として、暖流の影響下にある内湾に特徴的な種が多いことから、現在の大阪湾の前身にあたる海がここまで進入していたことがわかる。またシルト質粘土から抽出した花粉化石の構成をみると、マツ属、モミ属、ツガ属、トウヒ属、スギ、コウヤマキなどの温帯性針葉樹に混じっ

舞子貝層のある狩口台の東の端、垂水区狩口台七丁目から西へ、同六丁目、朝霧、明石市の松ヶ丘にかけて、厚さ約三〇メートルの海成粘土層が分布し、川西粘土層と呼ばれている。舞子貝層はこの川西粘土層の一部である。川西粘土層は主に粘土からなる内湾の堆積層を示すが、細かな葉理(ラミナ)の発達するのが特徴である。舞子貝層のある東端部は川西粘土層としては例外的に砂や礫などの粗粒堆積物が厚く堆積している個所で、化石はその中のシルト層から産出する。これは、河口から海に流れこんだ砂や礫などが入江のような水域に急速に堆積した場所であることを示している。貝化石の中にはヤマトシジミのように海水に淡水が混入する汽水域に生息する種が産出することや、貝化石の表面が磨滅

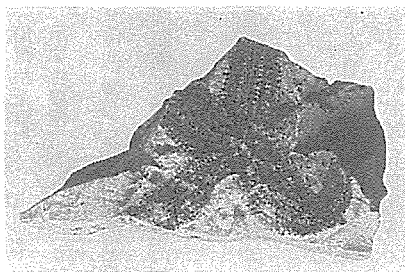


写真 70 ヒトデの化石

てブナ属、コナラ亜属、アカガシ亜属などの温帯広葉樹が産出することから、当時は温帯気候下であった。生ける化石ム 舞子貝層から産出する貝化石の中には、現在の大阪湾に生息している種の多いことが、化石チヒロ 石種の時間的経過を知る上で重要な情報である。コシダカガンガラ、アカニシ、コペルトフネガイ、サルボウ、シオフキ、ヤマトシジミ、マガキなどは現在の大阪湾岸の砂泥底や礫的環境の所に生息している。これらの貝化石の子孫は川西粘土層以降も大阪湾の消長とともに数十万年にわたって種として連続してきたのである。また舞子貝層から新種として報告された二枚貝の一種、ムカシチヒロ (*Volachalanyx yugurua*) は、現在の大阪湾の須磨沖、岩屋沖、洲本沖などのやや泥質の砂底にすむヤミノニシキとアワジチヒロの祖先種ではないかという研究がなされ(速水格・一九八五)、舞子貝層のもつ意義が見直されている。

ヤミノニシキ (*Volachalanyx hirasei*) はイタヤガイ科に属する一種で表面に一五〜一六本の強い放射肋をもつ、均整のとれた美しい貝である。この貝は大阪湾をはじめ、紀伊水道北部、播磨灘、伊予灘、周防灘、有明海、京畿湾、渤海湾などの水深二一六〇メートルのところすんでいるが、その形態上の特徴を手がかりに地質時代にさかのぼると、最古の化石は舞子貝層のムカシチヒロに到達するというのである。その特徴のある放射肋は、舞子貝層の化石種では一九〜二八本、次の時代の高塚山粘土層のものでは一六〜二二本に減り、時間の経過とともに減少していく傾向が注目されている。

川西粘土層の示す古環境

川西粘土層に含まれている化石にもとづいて、当時の神戸の自然環境を要約すると次のようになる。汎地球的規模でおとずれた気候の温暖化は、神戸に針葉樹と広葉樹の混生する

温帯林をつくり、海面上昇によって大阪湾に流れこんだ海水は垂水、舞子まで広がる大きい内湾を生んだ。

その海には暖流系の内湾種が生息し、現在の大阪湾にすむ貝類の祖先種も多数出現した。この本格的な温暖化の時期は、中期更新世のいつごろか、今から何年ぐらいい前におとずれたのか、興味ある問題であるが、現在のところ、火山灰層など年代測定の対象になるものが発見されていないので将来の問題とせざるを得ない。ただ、川西粘土層の次におとずれた温暖気候によって形成された高塚山粘土層は火山灰のフィッシュントラック年代で約五〇万年前と測定されているので、これに近い年代であろう。従来の研究では、川西粘土層を第四紀初頭の下部更新世とする説もあったが、そのような古い時代の地層ではない。

2 高塚山海進と明石海峡の誕生

高塚山層の示す温暖な気候

前節に述べた川西層の時代を上回る温暖気候の到来を示す証拠が垂水区多聞町小東山一帯に分布する高塚山層から発見された。高塚山層で化石がもつとも多量に産出したのは、地

下鉄学園都市駅前から南へ延びる市道に沿う道路の法面^{のりめん}で、同駅から約一キロメートルの所にある。近くの高塚山にちなんで高塚山粘土層と名づけられたこの地層は、模式地のここでは約二〇メートルの厚さである。地層は図63に示したように下から上へ緑色を帯びた青灰色粘土（下部粘土）、貝化石や植物化石を含む暗青灰

色粘土(中部粘土)、黄灰色のシルト混りの砂(上部砂層)の三つに区分される。

それぞれの地層は後述するように産出化石の内容によって下部粘土は高塚山海進前の淡水成層、中部粘土は海進期に形成された海成層、上部砂層も海成層であるが、海面が停滞し、そのあと後退(海退)するのに伴って、それを追いかけるように堆積した砂層である。高塚山海進の始まる直前に火山灰の降下があり、その中に含まれるジルコンを試料にフィッシュトラック法による年代測定を行ったところ、○・四九土○・○九Ma(四九万年プラス・マイナス九万年前)という年代が得られた。高塚山火山灰と名づけられたこの火山灰は約五〇万年前後の噴火活動によって飛来したものである。

高塚山層の堆積当時の自然環境を明らかにするために、貝類、サンゴ、魚類、有孔虫(ゆうこうちゅう)、貝形虫(かいがたちゅう)、珪藻(けいそう)などの水中生物群と、花粉、大型植物化石など陸上植物の化石群を調査し、次のような結果を得た。なお、この節の内容は今回の新修神戸市史編集に関連して行った地質学的研究によって明らかにされた新事実であり、他の節にくらべ詳しく述べる。

メジロザメの歯と 珍しい化石ではメジロザメの歯とシオガマサンゴの産出があげられる。鮫(さま)の歯は化石とシオガマサンゴ してよく発見されるものであるが、大阪層群からは初めての発見である。高塚山層の中

部粘土からメジロザメの上あごの歯と下あごの歯の二つが産出した。メジロザメの現生種はインド洋から太平洋の熱帯および亜熱帯海域に広く分布するが、温帯の内湾などにも入ってくる中型のサメで、体長は二メートルぐらいである。シオガマサンゴは一般に知られているサンゴ礁を造る造礁サンゴではなく、貝や石の表面などに付着する単体サンゴの一種である。日本列島では黒潮の流れる沿岸に生息し、日本海でも能登半

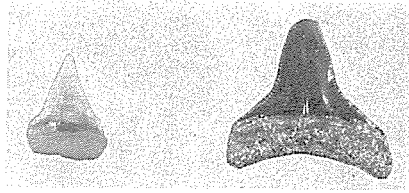


写真 71 メジロザメの歯

島あたりまで分布している。この中部粘土からはマガキの殻表などに附着したものがよく発見される。メジロザメもシオガマサンゴも現生種は日本列島周辺では黒潮域に生息している。

貝化石群と フジツボ 二枚貝や巻貝などの貝類化石は約三〇種（口絵16）産出するが、さきに紹介したムカシチヒロとハリマニシキの二種以外はすべて現生種

であり、産出種のはほとんどのは現在の大阪湾に生息している。もっとも多く産出するのはマガキで潮間帯の砂

泥底に特徴的に生育する。貝類化石群を生態別にみると内湾の

潮間帯の潮通しのよい砂泥底にすむ群集と、内湾の湾奥部のやや循環の悪い潮間帯下の泥質底にすむ群集とに二分される。前者の群集は中部粘土の下部の海進開始期の層準に多く、後者は中部粘土の上部に多い。これは海進がすすみ、水深が増すとともに深く入りこんだ入江状の環境ができたことを示唆している。

高塚山粘土層の貝化石のうち、一つの新種が記載されている。コガタスマコダキガイ (*Potamocorbula amurensis*)

表 34 高塚山貝層の主な貝化石

ホソヤツメタガイ	ウメノハナガイ
タマガイの仲間	ツキガイモドキ
アカニシ	スダレガイの仲間
ミミエガイ	カガミガイ
マルミミエガイ	ウラカガミガイ
ムカシチヒロ	ウラシマハマグリ
ハリマニシキ	コガタスマコダキガイ
イタヤガイ	ナミガイ
ナミマガシワ	シオフキガイ
イタボガキ	トリガイ
マガキ	ツクエガイ
イワガキ	コヅツガイ
ケガキ	ヤカドツノガイ
カモノアシガキ	ツノガイの仲間
ヤマトシジミ	

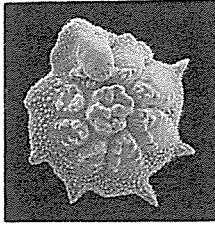


写真 72 有孔虫

Ikaulicorymbus Ando)は小型の二枚貝でその現生種は須磨沖の砂質底からも採集されている。かつてこのコガタヌマコダキガイが、青森県を南限とするヌマコダキガイに同定され、高塚山層から産出する貝化石の多くの種は暖流域に生息する種であるが、ヌマコダキガイとナガガキは寒流の影響下にある水域にすむものであるから、高塚山海進の初期には一部寒流の影響を受ける環境下にあったとする説もあったが、ほとんどの種は暖流系の内湾に特徴的に生育するものであることがその後の研究で判明した。

また、潮間帯に特徴的にすむフジツボはシロフジツボ、ムレフジツボ、ゲンビフジツボ(仮称)の三種があり、いずれも暖流域の外海の浅海に生息するが、ゲンビフジツボは内湾にも広く分布する種である。当時は内湾とはいえ、ここは外洋水が直接流入する位置にあった。

有孔虫と貝形虫
による環境解析

有孔虫も貝形虫も一般にはなじみのない動物であるが、ともに大きさはミリメートル単位の微小な生物である。どちらも海に生息するが淡水には生息せず、環境に応じて生息する種類が異なるので、この点を利用して環境解析に利用される。有孔虫は原生動物で、アモebaに石灰質の殻をつけたような微生物で、貝形虫は甲殻類に属し、左右不ぞろいの石灰質の背甲をもつ微生物である。有孔虫も貝形虫も石灰質の殻をもっているため化石として残りやすい微化石である。

高塚山層の中部粘土の五層準の試料から有孔虫化石群を抽出し、その変化を追跡したところ次のような海の変遷過程が明らかになった。A-1では汽水域の内湾の湾奥部のもっとも塩分の低い泥底に特徴的にすむ *Ammonia beccarii* form 1が

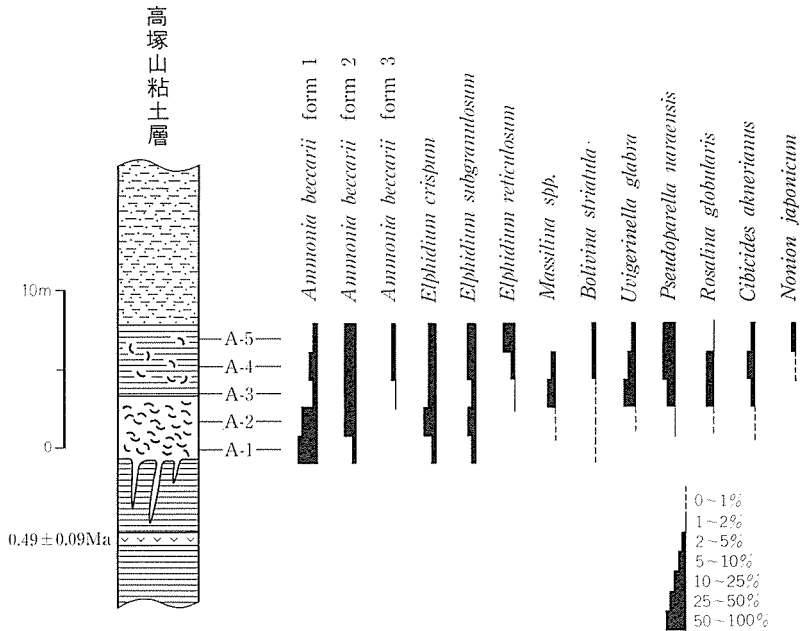


図 62 高塚山層中部粘土の有孔虫の産出状況(北里洋調査)

八〇%を越す優占状況を示す。A-2でも同種は四七%と優占するが、*Ammonia beccarii* form 2などが増加する。このA. b. form 2は湾中央の塩分の濃い場所に生息する有孔虫である。A-3とA-4になると、A. b. form 2はさらに増加し、これに代わってA. b. form 1は大きく激減する。これは海面が引き続いて上昇したことを示している。こうしたなかでA-4には熱帯から亜熱帯の海にすむ珍しい*Timosina* sp. が産出する。中部粘土の最上位のA-5では*Ammonia beccarii* form 2, form 3, *Pseudoparella narvensis*, *Elphidium reticulosum*などが多く産出する。*E. reticulosum*は黒潮域の浅海に特徴的に生息する種である。このことは海進がまだ続き、海退はまだ始まっていない状況を示している。

第四節 古大阪湾の拡大と明石海峡の誕生

表 35 高塚山層中部粘土から産出した貝形虫

1. *Aurila corniculata* Okubo
2. *A. Kiritsubo* Yajima
3. *Bicornucythere bisanensis* (Okubo)
4. *Callistocythere alata* Hanai
5. *C. undulatifacialis* Hanai
6. *Cornucoquimba tosaensis* (Ishizaki)
7. *Cytherois* ? sp.
8. *Cytheromorpha acupunctata* (Brady)
9. *Loxoconcha viva* Ishizaki
10. *L.* sp.
11. *Microcythere*? sp.
12. *Munseyella japonica* (Hanai)
13. *Nipponocythere bicarinata* (Brady)
14. *Paracytheroma* ? sp.
15. *Paradoxostoma pseudadonta* Hanai
16. *Parakrithella pseudadonta* Hanai
17. *Pistocythereis bradyi* (Ishizaki)
18. *Propontocypris* sp.
19. *Pseudopsammocythere tokyoensis* Yajima
20. *Sclerochilus* sp.
21. *Semicytherura elongata* Ikeya & Hanai
22. *S.* sp.
23. *Sinocytheridea latiovata* Hou & Chen
24. *Spinileberis quadriaculeata* (Brady)
25. *S.* sp.
26. *Trachyleberis scabrocuneata* (Brady)
27. *Xestoleberis* sp.

このようにA—1からA—5までの有孔虫化石群の変遷にもとづいて、当時の海の変化を推定すると、下位から上位に向かって海進が進み、水深は二〇メートルぐらいになった。そしてA—5でもこの状態は続き、黒潮系の群集がみられることから、この直上に重なる上部砂層の一部は、海面の低下による陸上からの供給ではなく、三角州の発達に伴って堆積した前置層である。

それでは、この高塚山海進の海は、現在の大阪湾のようなものであったのだろうか。現在の大阪湾に分布する有孔虫群集の大半は、高塚山層にも認められるが、大阪湾で

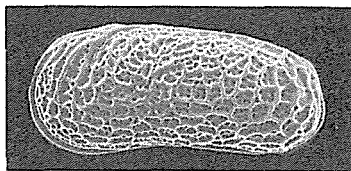


写真 73 貝形虫

数%から一〇%程度を占める寒冷種の *Buccella frigida* は、高塚山層から全く産出しない。むしろ *Elphidium reticulosum* のような暖かい種が産出する。この事実は、当時は現在の大阪湾よりも暖かったとみななければならない。同じ海にすんでいた貝形虫ではどのような結果が出ているのだろうか。

A—1、A—2では沿岸砂底質にすむ *Amnia kiritsubo*, *Callistocythere alata*, *C. undulatifacialis* に混じって内湾奥の泥底にすむ *Trachyleberis scabrolineata* が産出する。A—3、A—4では口の広い内湾泥質環境が形成されたが、外部より沿岸砂底種が混入している。このなかには南方種（中国沿岸に現生）*Sinocytheridea latirostrata* が産出し、貝類や有孔虫にみられる温暖種と共通する。A—5には内湾種が多い。高塚山層中部粘土から産出する貝形虫は、黒潮系浅海種が多く、寒流系を示すものは認められない。

珪藻が語る湖か
珪藻は有孔虫や貝形虫よりもさらに小さい藻類で、その大きさはマイクロン（千分の一ミリ）から海への変化
メートル）で表わされる顕微鏡的生物である。二酸化ケイ素からなるしつかりした殻をもつ。

珪藻は淡水にも海水中にも生息するが、それぞれの水域によってすむ種類が異なり、種の違いは殻の形、構造、大きさで見分けられる。珪藻も地層の堆積した環境を的確に示す優れた示相化石である。

珪藻化石の調査は、模式地の高塚山層の19の層準から採取した試料で行われた。その結果は図63に示したように試料1から10までの下部粘土からは淡水種のみで、海水種は全く産出しない。それに対して試料11から19には海水種が圧倒的に多く、高塚山層は淡水湖であった所へ、急激に海が進入してきたことが明確に示されている。その境界は試料10の直上であり、湖から海への変化が見事に再現されている。ただ上位の試料18・19では淡水種の *Melosia ambigua*, *M. italica*, *M. granulata* が増加し、淡水と海水とが混じり合う汽水域

を示す。

こうした水域の変化をもう少し詳しくみると、湖の初期は止水的な環境にあり、水深は一〇メートルぐらいである。上位になるにつれ、*Flagellaria conspersus* のような流水域にすむ種の増加で湖水は流れのある環境に変わったことが推定されるが、ヒシの実やその花粉などの産出が、この推定を支持する。

海になってからの珪藻で注目されるのは

Actinophyus undulatus や *Thalassiosira* spp. のような広い海域にすむ温暖種の出現することで、これは貝類、有孔虫、貝形虫などの化石の産出でも確かめられている通りである。ここでもやはり古大阪湾の拡大と温暖化が共通の現象として認められる。

大規模な森

林の移動

これまで述べてきた高塚山海進の大規模な海面上昇を起こし、それをおし広めた原因は何によるものか。それは第三章でも述べたように地球的な規模で生じた気候の温暖化によって増加した海水量によるものである。気候変動にもとづく海面変化であるならば、その温暖化の影響は陸上の植物界にも反映されているに違いない。気候の変化は水中生物に比べ、陸上の生物は、もっと直接的に影響を受けたはずである。

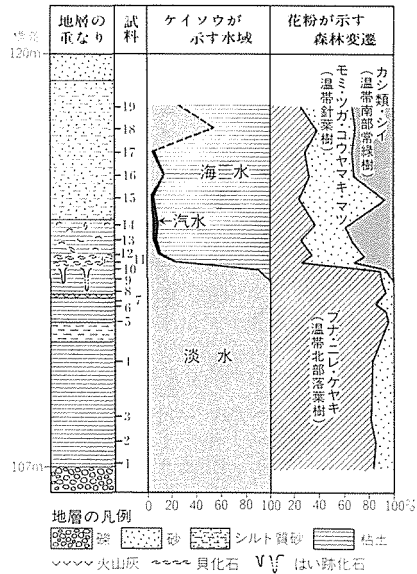


図 63 高塚山層が示す自然環境の変化

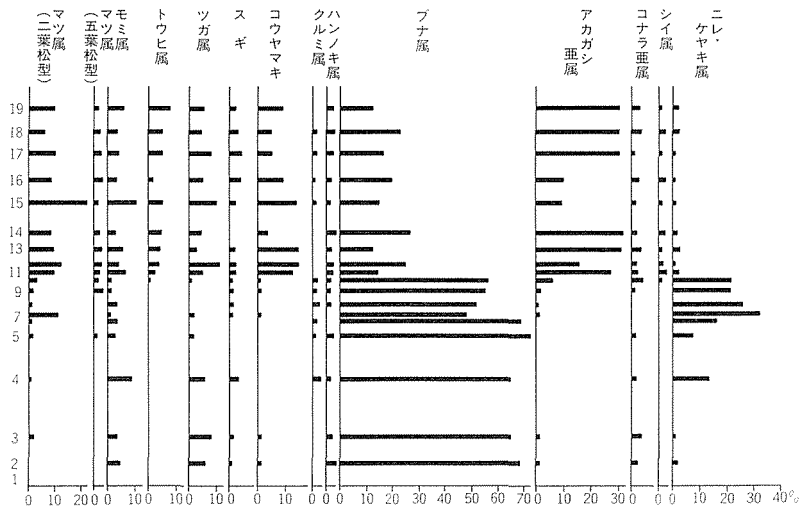


図 64 高塚山層の樹木花粉化石の出現傾向

花粉化石は、珪藻化石と同じ試料にもとづいて分析したが、結果はさきの子測を立証する森林帯が一つ入れかわるほどの大規模な森林の交代が行われていた。下部粘土層の試料10までは、ブナ属を中心にクルミ、クマツデ、ハンバミ、カバノキ、コナラ亜属、ニレ・ケヤキ属、トネリコ、カエデなどの各属が産出する。このような落葉性の広葉樹が花粉化石の九〇%前後を占め、特にブナ属とニレ・ケヤキ属が高率で産出するが、コナラ亜属は数%以下の低率であることと、針葉樹種も低率である点が注目される。現在の日本列島の森林では温帯北部（冷温帯林）の落葉樹林に近い構成の森林である。中部粘土の試料11より上位ではマツ属をはじめ、モミ、ツガ、トウヒの各属に、コウヤマキ、スギなどの温帯性針葉樹のグループと、広葉樹ではアカガシ亜属が圧倒的に優占し、それに伴って低率であるが、ヤマモモ、シイ、モチノキ、ネズミモチ、ミミズバイ属などの常緑性の広葉樹のグループからなる森

第四節 古大阪湾の拡大と明石海峡の誕生

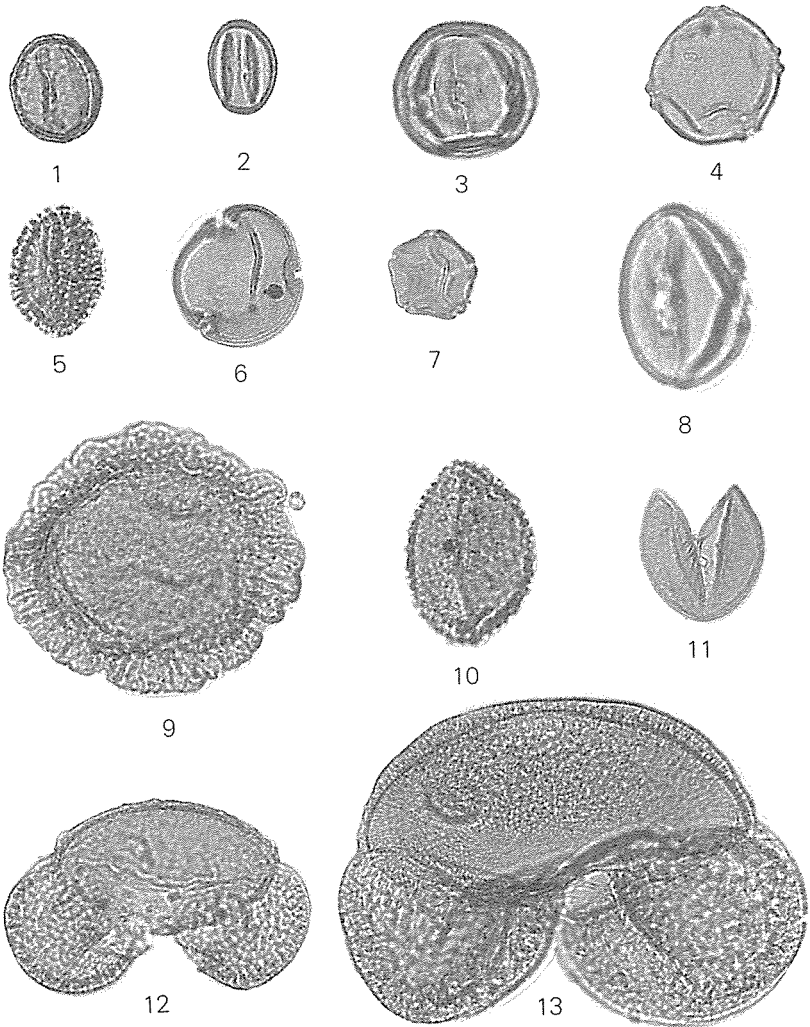


写真 74 高塚山層から産出した花粉化石(8は約1000倍, 他は約500倍)

- 1 コナラ亜属 2 アカガシ亜属 3 ブナ属 4 クマシデ属 5 モチノキ属
 6 シナノキ属 7 ハンノキ属 8 トチノキ属 9 ツガ属 10 コウヤマキ
 11 スギ 12 マツ属 13 モミ属

林相にがらりと急変する。

この二つのグループのうち、常緑広葉樹林は現在の温帯南部（暖温帯林）の森林構成に似るが、針葉樹林は、現在の中間温帯林（モミ、ツガ林）に近く、常緑広葉樹林と同時に出現する点が注目される。後述するが、現在の森林帯の原型がつけられた完新世の植生史をみると、中間温帯林は常緑広葉樹林（照葉樹林）が本格的に進出する直前の時期の七〇〇〇年前に繁茂し、四〇〇〇年前の小寒冷期でも常緑広葉樹林に先立つ動きをしている。

この高塚山海進で代表される温暖気候下の森林相は、前述のように落葉広葉樹ではコナラ亜属が少く、針葉樹は常緑広葉樹と動きをともにするなど現在の森林相とはかなり異なった組成であった。大型遺体植物では中部粘土から産出するブナの実は、現在のブナやイヌブナのそれより小型の日本には現存しないものがある。したがって、この高塚山層の時期に大規模な森林移動が起こったものの、その当時の年平均気温などの推定は難しい課題である。

3 明石海峡の誕生

高塚山層 神戸市の前面に広がる大阪湾は、最初の海が百数十万年前に生まれてから、現在まで十数回の
の広がり 生成と消滅を繰り返してきた歴史をもつ。そのことは大阪平野のOD 1（大阪港深層ボーリング第一号）をはじめとする深層ボーリングや関西新空港建設に伴う海底地質調査で確かめられている。それでは大

第四節 古大阪湾の拡大と明石海峡の誕生

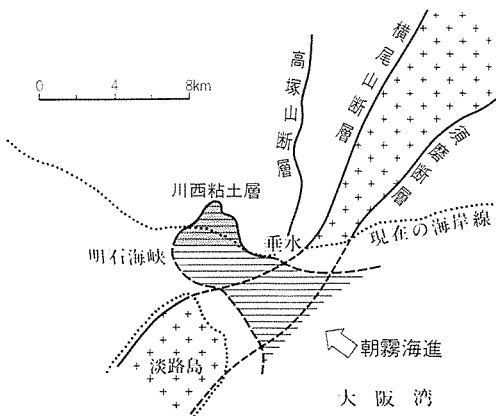


図 65 朝霧海進と明石海峡部の入江

大阪湾が西へ延び播磨灘とつなぐ明石海峡は、いつ、どのようにしてできたのか。

明石海峡の成因に関しては第三章で、六甲変動によって生じた断層の集中部が明石海峡にあたり、歪みの集中をうけた地殻の弱線部（低地帯）に海が進入して海峡が生まれたと説明している。この低地帯にいつ海が入ってきたのか、それを具体的に立証する地質学上の証拠はこれまで発見されていなかった。

しかし高塚山層に対して総合的に研究を進める過程で、次のような明石海峡の形成期に関する回答が得られた。その手がかりになったのは、高塚山層の分布と堆積相の観察、フィッシュメントラック年代などである。

高塚山層の分布をみると、明石海峡に面した現在の垂水や舞子海岸には分布しないが、舞子墓園のある花こう岩の丘の北側に分布する。垂水区小束山を東限に多聞町、西区学園都市、伊川谷町小寺方面に広がっている。高塚山層の堆積当時の古地理をかくと、図66のように前述の花こう岩の小島を西側から回りこんで内湾が描かれる。垂水海岸から福田川の方角、東からの海の進入も考えられるが、堆積相の観察結果によれば、この予測はくずれぬ。高塚山層は東に寄るほど粗粒堆積物が多く、北西へ向け沖合相を示す細粒堆積物に漸移する。これは当時の陸地が東側と南側に存在したことを示し、高塚山海進の海は、現在の明石海峡の位置を通り、西から回りこんできた口の広い内湾

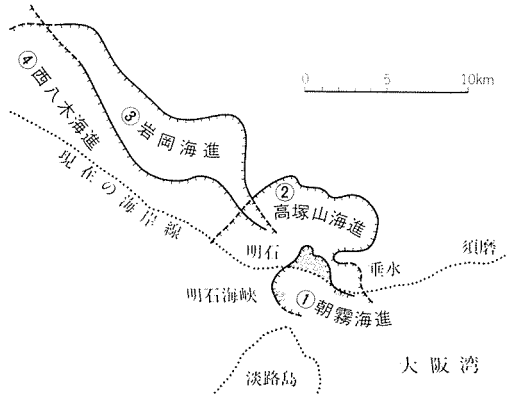


図 66 中部更新世以降の海進とその範囲

を形成していた。この時期はすでに述べたように約五〇万年前後の中部更新世である。

高塚山海進に先立つ朝霧海進の海は、明石海峡北岸に入江状の湾入部をつくったものの、播磨灘側に海水は流入しなかった。狭い海峡を海水が本格的に通過するようになるのは高塚山海進以後である。

寒冷・温暖気 高塚山層以後、明石川以西に時代の違う海成層候の繰り返し が少なくとも三層分布している。西区岩岡町印

路付近の海成粘土、さらに西の加古川市日岡町の海成粘土、明石市西八木海岸の海成粘土である。このほか堆積物は残していないが海岸段丘と思われる地形もあり、五〇万年前後の明石海峡成立

以後、海は数回にわたって播磨灘へ流入した。高塚山海進以後、岩岡町の赤坂粘土層、日岡町の海成層を堆積させた温暖気候が存在したが、こうした温暖気候の前後にはきびしい寒冷気候がおとずれた。その寒冷気候期には、北方系のトウヒ属やカバノキ属などから構成される森林が形成されていた。

昭和六十一年、明石市西八木海岸で行われた明石人骨発掘調査の際、西八木層直下からやや寒冷気候を示すトウヒ属、カバノキ属、ナナカマド属、ハシバミ属、コナラ亜属などのような植物化石が報告されている。

第五節 最終間氷期から現在の自然へ

1 現在の自然に近い最終間氷期

現在に似た 今から一二万五〇〇〇年前、世界的に温暖気候がおとずれた。海は高さをまし、陸地に進入
自然環境 してきたが、大阪湾沿岸でも現在の海岸線を越える広い範囲に拡大された。土地の上昇量の

大きい神戸では当時の海面の高さはわかりにくい、変動量の少ないハワイのオアフ島などでは約五メートルの高さまで上昇したとされている。この海面の高まりを日本では下末吉海進というが、大阪湾では伊丹海進とも呼ぶ。

陸上では森林が温暖気候にあわせて移動し、その最盛期には神戸の低地に常緑の森（照葉樹林）が定着した。森林を構成する樹木の種類は現在の照葉樹林に近いが、そのなかにモミ、ツガ、コウヤマキなどの中間温帯林の樹種が加わっていた構成を示す。森林からみるとこの温暖気候下の気温は、現在の暖かさにはわずかに及ばなかったのではないかと推定される。

大型動物ではナウマンゾウが生息していた。神戸市域からの報告はないが、明石市の西八木層や、それと

同時代と推定される播磨町の地層から臼齒まげが発見されている。

人類史の上では、すでに世界各地に人類は登場しているが、日本でもここ数年間に東北地方の仙台周辺でこの時期と推定される旧石器人の遺跡が相次いで発見された。雨量が多く、酸性土壌で、洞くつの少ない日本では旧石器人骨は融解され化石化しにくいのが、将来、神戸市域でも旧石器人の遺跡発見の可能性はある。

一二万五〇〇〇年前ころが温暖化のピークだとする温暖気候はその後数万年続き、徐々に最終氷期の寒冷気候に入っていくが、その時期は六万年前といわれ、確実に寒冷化に向かう。現在にもっとも近い最終氷期と、その前の寒冷期との間に挟まれたこの数万年の温暖期を世界的には最終間氷期と共通した名称で呼んでいる。現在の自然環境に近い自然界の構成であった。

今より広か

った大阪湾

最終間氷期の海面上昇は、どれぐらいの位置の海から始まったかは、はっきりしないが、海が最高に達したときの海底の平らな面が、海岸段丘として残っているので、海岸線の復元は可能である。今の市街地のどの辺りまで海が広がってきたのか興味ある問題であるが、手がかりになる海岸段丘面は、その後の六甲山地から供給された扇状地性の堆積物で埋積されてしまい、旧海岸線の推定は難しい。しかし神戸市の東と西にある伊丹市と明石市には、この間氷期の海底に形成された地層が地表に現われており、また、海岸段丘も開析されないで平坦面が残っており海岸線追跡の鍵となる。

伊丹市の地下には、地表の砂礫層下に伊丹粘土層と呼ぶ海成層が広く分布している。ビルや大きい構造物建設のとき、地下掘削によって顔を出す未凝固の貝殻混りの青粘土層がそれである。伊丹粘土層は、伊丹市の北部を横断する中国自動車道建設の際、そのルートに沿って分布しているのが確認されていることから、

伊丹海進の海は、中国自動車道を越えて、阪急宝塚線の近くまで広がっていたと推定される。

一方、明石市では、明石城のある平坦面が、当時の海底である。この平坦面は明石川を越え、JR西明石駅をはじめ、海岸から土山や大久保などの丘陵の麓まで、ブルドーザーで大規模に整地したような平らな地形が続く。そして明石川の河口から東二見港まで海岸につづく波食崖^{はしょくがい}に、海の貝化石を含む海成層(西八木層)が現われている。現在は波食を防ぐ防波堤や護岸工事のために一部をのぞいて詳細な観察は不可能なもの、この海成層と地表の平坦面とはセットになっているのがわかる。海進による西八木層の堆積と、ゆるやかに後退したあとに残った海底の広がり跡である。

伊丹と明石における旧海岸線を神戸市にのばすと、市街地西部では、西から東へ山麓線や会下山、大倉山などの丘陵の麓までたどれる。中央区から灘区、東灘区では、現海岸線と山麓との中間地点ぐらゐまで、海は広がっていたと推定される。

針葉樹・広葉樹

最終間氷期における神戸の森林の情報は、現在計画中の大阪湾岸道路のうちポートアイ

混生の暖温帯林

ランドおよび六甲アイランドと陸地を結ぶ橋脚予定地の海底ボーリング試料と明石海岸

の西八木層の研究報告によった。海進が始まった海成層(Ma12)の最下部にはトウヒ属、オニグルミ、ハンバミ属、コナラ亜属、キハダ、エゴノキ、イタヤカエデ、カバノキ、アサダ、トネリコ属などが産出する。これらに共通するのは温帯北部的要素の広葉樹種が多いことである。

Ma12層の中部から上部にかけて温帯北部の森(冷温帯林)の要素は急速に減少し、それに代わってアカガシ亜属やシイなどの温帯南部(暖温帯林)の樹種が増えはじめ、気候温暖化に伴って森林交代が加速されていく。

しかし現在の照葉樹林の域にまでは進行しなかった。モミ、ツガ、コウヤマキ、スギなどの針葉樹と、クルミ、クマシデ、ハシバミ、イヌブナ、コナラ、ケヤキ、カエデなどの落葉性の広葉樹が混生する森林ができていく。そのなかにはさきにあげたアカガシ亜属、ヤマモモ、シイ、サルスベリ、ネズミモチ、イヌマキ属など南の系統の樹木も加わってくる。

このような森林構成を現在の日本列島の森林帯と比べると、暖温帯落葉広葉樹林（中間温帯林）に近いがそれにモミ、ツガ、コウヤマキなどの針葉樹を加えた組成を示すものの、これに類似する森林は見当たらない。このような森林構成をふまえて、当時の気候を大づかみにいうと、気温などは現在にはほ近いが、やや乾燥した気候環境下にあったと推定される。

2 きびしい自然の最終氷期

旧石器人の登

昭和五十九年、兵庫県下で相次いで旧石器人の生活した遺跡、遺物が発見されて話題をよ場と寒冷気候 んだ。多紀郡西紀町板井と、氷上郡春日町七日市で、二万五〇〇〇年前に噴出した始良火

山灰層に伴う上下の層準からナイフ型石器をはじめ炉跡などが発見された。これまで神戸市でも遺跡を伴わない旧石器が断片的に採集されていたものの、これらの遺跡では年代を決定できる広域火山灰層に伴って発見されたのであるから、その意義は大きい。

この画期的な発見のあった同じ昭和五十九年五月、六甲アイランドで新修神戸市史編集のためのボーリン

グ調査が行われた。深さ八〇メートルに達する連続した堆積物の採集の目的は、大阪湾が陸地化していた最終氷期の自然環境を復元する情報源となるピート（泥炭層）を入手することであった。市史・県史編集上、ユニークといえるこのボーリング調査は、後述するように旧石器人の生活舞台そのものである当時の自然環境の復元に成功し、期待されていた最終間氷期と後氷期（完新世）とをつなぐ自然史上の空白を十分埋める成果をあげた。この調査におけるもっとも重要な成果は、最終氷期はこれまで考えられていたほど寒冷化しなかった事実が明らかにされたことである。森林を例にあげれば、当時の神戸には本州の高山地帯や北海道にみられる亜寒帯針葉樹林は分布せず、温帯北部的な森林（冷温帯林）が生育していた。大阪湾も最終氷期中に数回、六甲アイランドやポートアイランドの南端に海が進入してきていたことも判明した。この研究成果は、同じころ関東平野で研究されていた最終氷期の自然環境の変遷ともよく適合し、また丹波地方の旧石器遺跡とは調査時期も、年代的にも合致したタイムリーな調査であった。

今回の調査で得られなかった情報のうち、旧石器人と深くかかわる哺乳動物相に関する情報をみると、二万五〇〇〇年～一万五〇〇〇年のころにはナウマンゾウ、ヤベオオツノジカ、ニホンムカシジカ、イノシシなどのほか、北方から渡来したウマ類、ヘラジカ、バイソン（野牛）などの大型哺乳類が本州に生息していた。



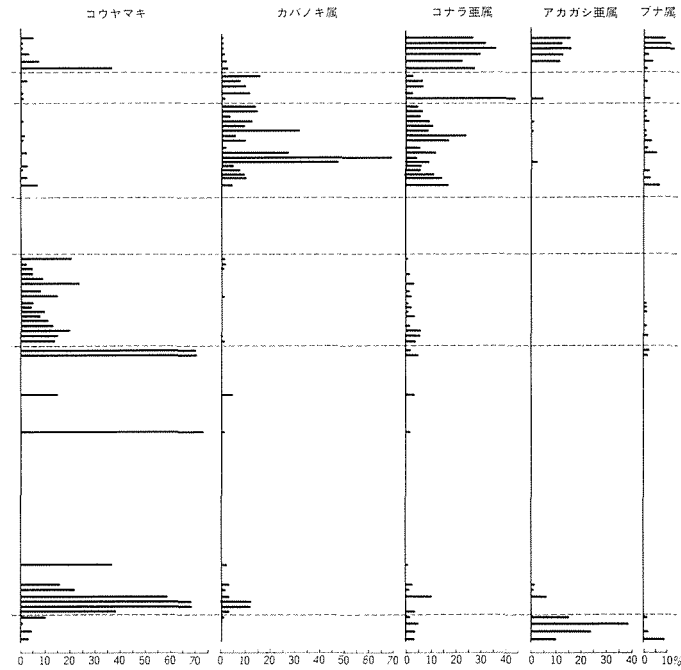
写真 75 六甲アイランドで実施したボーリング調査

冷涼湿潤だった
前半の寒冷化

約六万年前から始まる最終氷期の前半は、スギ、コウヤマキとハンノキの三種が森の大半を占める針葉樹林優占の時期が長く続いた(図67)。スギ科に属するスギとコウヤマキ

は、現在世界中で日本にだけ分布する日本特産の針葉樹である。最終氷期の前半に、神戸地方の森林に優占していたスギとコウヤマキの生育条件が現在のそれと同じであったとする確かな証拠はないが、現在の両種の天然分布地の気候条件を参考にあげてみる。

スギの自生林の南限は鹿児島県屋久島で、北限は青森県で北海道には分布しない。自生林の多い地方の気候は、日本海側では年間降水量が二〇〇〇～二五〇〇ミリメートルで、夏は比較的温度が高く、冬はかなり寒い。太平洋側では三〇〇〇～四〇〇〇ミリメートルで、海拔高度の高い所に自生地が多



付近の植生変遷

第五節 最終間氷期から現在の自然へ

く、やや寒冷な気候下にある。

コウヤマキの南限は宮崎県、北限は福島県で、年間降水量は一五〇〇〜二〇〇〇ミリメートル、夏は冷涼、冬はやや低温の地方によく分布している。

さらに両種の高度分布をみると、ともに低山帯に多い。これを森林帯におきかえると、広義の温帯林に相当する。

乾燥化と小温暖 四万年前後にはスギ、コウヤマキ、

ハンノキ林は姿を消し、代わってマツ科のマツ、モミ、ツガ、トウヒ属などの温帯性針葉樹と、カバノキ、コナラ属、ニレ・ケヤキ、ブナ、ハンノキ属などの落葉広葉樹からなる針葉広葉混生林が出現する。スギ、コウヤマキの林から乾燥に耐えられるマツ科の林

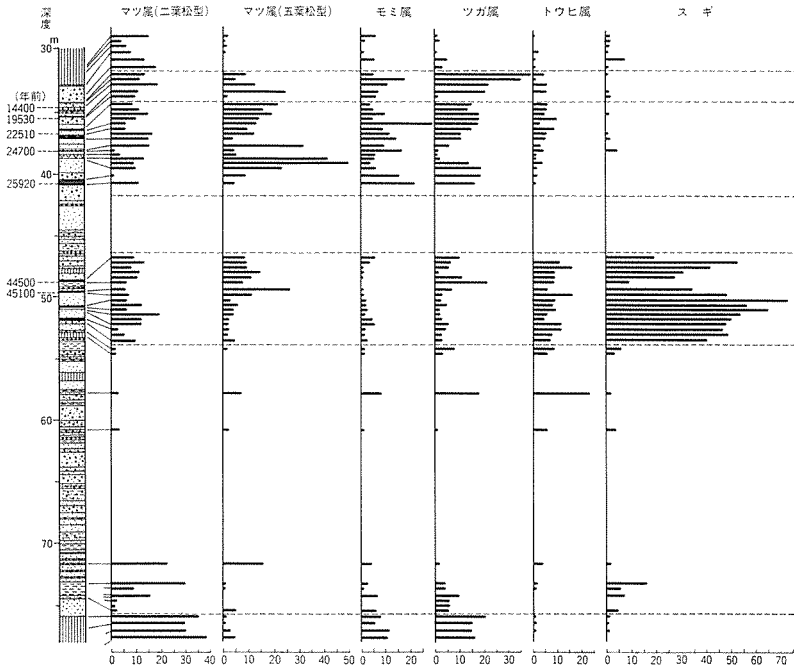


図 67 最終氷期における六甲アイランド

への移行は、気候が乾燥化に向かってきたことを示す(丹波地方の旧石器遺跡調査による)。

三万〜二万五〇〇〇年前には、コナラ亜属、カバノキ、ブナ、ハンノキ属などの広葉樹がマツ科を中心とする針葉樹を上回る混生林を形成していた。乾燥化に加えて小規模な気温上昇をもたらした温暖気候がおとずれたのである。

寒冷気候の

おとずれ

二万五〇〇〇年前、南九州で大噴火を起こした始良火山の火山灰(AT)は偏西風にのり、広域に分布するが、六甲アイランドでも深度三八メートルで発見され、堆積物の年代を示す鍵層の役割りを果たした。AT火山灰層の上下の泥炭の花粉化石は、さきの小温暖気候が去り、寒冷化へ向かう兆しをみせる。それは落葉広葉樹の減少と針葉樹の増加という形で現われる。神戸市域ではないが、篠山盆地の板井・寺ヶ谷遺跡のAT層準からヒメバラモミ、キタゴヨウ、シラカバ、ハンノキなどの材化石や実が産出している。



写真 76 ボーリングで採取した始良火山灰(白色部)

六甲アイランドの約二万年前の泥炭層からは針葉樹の優占する花粉化石群が認められるが、昭和六十二年、灘区のJR六甲道駅北側のフォレスト六甲の敷地の泥炭層から寒冷気候を示す化石が発見された。地表下一・三メートルの泥炭層からチョウセンゴヨウの種子が発見され、その泥炭層の¹⁴C年代は一万七四〇〇年前と測定された。チョウセンゴヨウは朝鮮半島を中心に中国東北部から日

布する垂直分布帯であり、日本のブナ林（落葉広葉樹林）に相当する森林帯である。このようなチョウセンゴヨウが、最終氷期の最寒冷期に六甲山地の麓に生育していたのであるから、当時は現在に比べて年平均気温が数度低下していたと推定できる。この泥炭層の花化石もマツ属、モミ属などの針葉樹花粉が六〇〜八〇%の高率で産出し寒冷気候を支持する。氷期といっても当時の六甲山地には山岳水河は発達しなかった。

寒冷気候 一万五〇〇〇〜一万年の間は晩氷期といい、寒冷気候が緩和し温暖化に向かう時期である。この緩和

の気候緩和期の植生の状況は灘区の灘郵便局敷地の泥炭層と、六甲アイランドやポートアイランドの泥炭層（口絵9）からもたらされた。灘郵便局の一万五〇〇〇年代を示す泥炭層の花化石群は、針葉樹花粉が多いものの、その中にスギとコウヤマキが認められ、広葉樹ではコナラ亜属をはじめ、カバノキ、

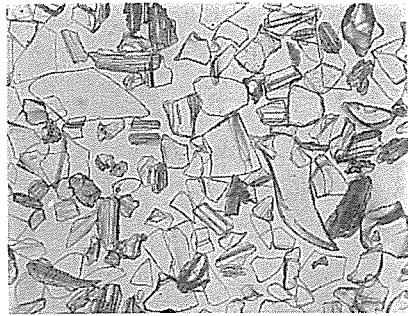


写真 77 始良火山灰の火山ガラス



写真 78 工事中のフォレスト六甲

本列島の高山地帯に分布するマツ科の一種で、そら豆大の種子は食用に供される。高さ千メートル級の六甲山地には自生しないが、中部地方の山岳地帯では一五〇〇〜二三〇〇メートルの範囲に多く分布する。朝鮮半島中部の日本海側にある雪岳^{ソウソク}山では高度八〇〇メートルからチョウセンゴヨウの自生がみられ、一〇〇〇〜一三〇〇メートルの間がもっともよく分



写真 80 灘郵便局

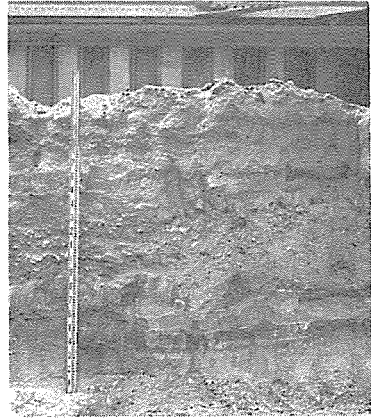


写真 79 灘郵便局敷地内の泥炭層

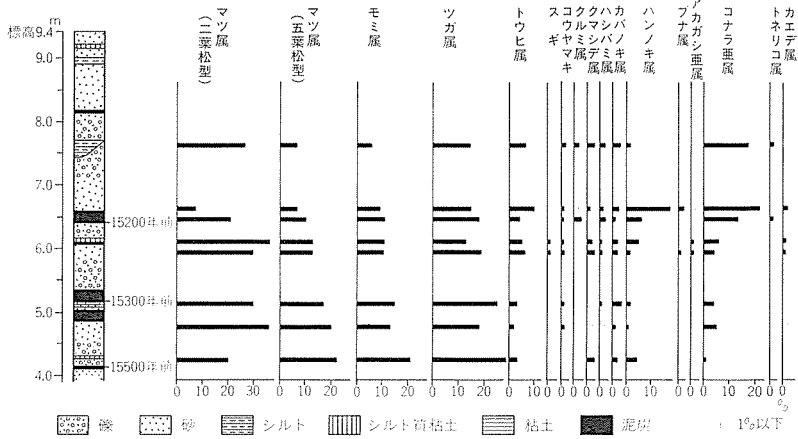


図 68 灘郵便局敷地内の泥炭層の樹木花粉の産出傾向

クルミ、クマシデ、ハシバミ、ニレ・ケヤキ、ブナ属などが産出し、樹木の種類数の増加が注目される。徐々ではあるが確実に温暖化してきたことが花粉化石の構成の中から読みとれる。

3 現在の自然の成立

一万年前の 一万年前から現在までを完新世といい、もっとも新しい地質時代であり、考古学上の縄文・神戸の自然 弥生・古墳時代を経て現在にいたる期間をさす。六甲山地の森林や大阪湾の広がりなど、われわれが日常接している現在の神戸の自然は、この完新世の一万年間に形成されたのである。

狩猟を生業とする縄文人が住みはじめの一万年前の縄文時代草創期早期における神戸の自然環境はどのような状態であったか。その当時の地形、植生、地質、気候などについて概観する。

一万年前の大阪湾は現在よりも一回り小さく、約三五～四〇メートルの低い所に海面があったため、当時の海岸線は神戸港埋め立て以前の自然海岸から三～四キロメートルも離れた沖合にあった。現在のポートアイランドや六甲アイランドの南端のあたりに一万年前の海岸があったのである。したがって今の市街地とほぼ同じ幅の陸地が大阪湾に張り出していた。

最終氷期の二万年前後には、世界的な寒冷化の影響を受けて海面が一〇〇メートル近くも下がり、紀伊水道付近まで後退していた海が、一万年前には神戸沖合まで戻ってきていたのである。

六甲山は現在とほぼ似た高さで、すでに九〇〇メートルの高さを持つ山地を形成していた。もっとも海面

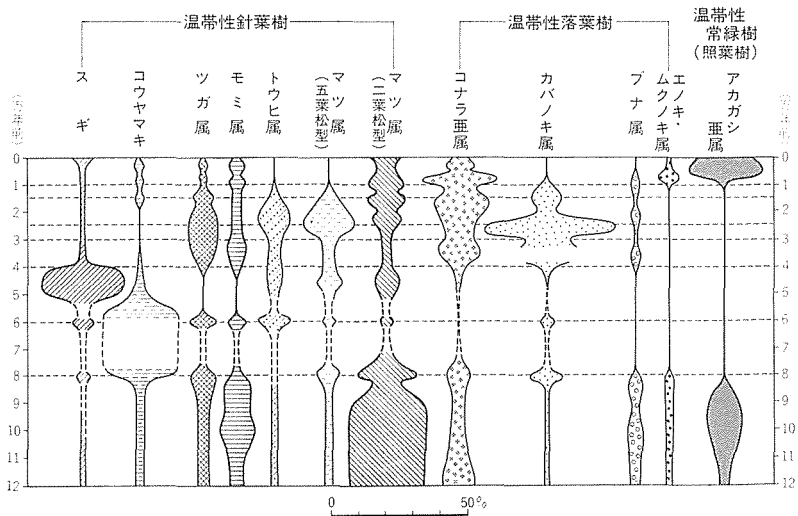


図 69 最終間氷期以降における神戸地域の森林変遷

が四〇メートルも低い位置にあったから六甲山の高さは相対的に高くなる。この幅数キロメートルを超える海岸低地には落葉広葉樹林に針葉樹が混生する樹林から、コナラを中心とする落葉広葉樹林に変貌する大規模な森林移動が進行している時期であった。

その当時、神戸の海岸低地の森林の中核を占めていたコナラの優占する落葉林は、現在の日本列島の森林帯には存在しないため、森林帯の分布にもとづく気温の推定は難しいが、年平均気温は現在に比べ約二〜三度前後低かったと思われる。また太平洋海岸を流れる黒潮は、最終氷期には南下していたものの、すでに駿河湾沖には黒潮前線が到達しており、大阪湾は黒潮の影響下にある内湾であった。しかし、日本海にはまだ対馬暖流が本格的に流入していなかったため、冬の海面蒸発は盛んでなく、神戸市域は現在よりも乾燥した気候環境下にあった。

第五節 最終間氷期から現在の自然へ

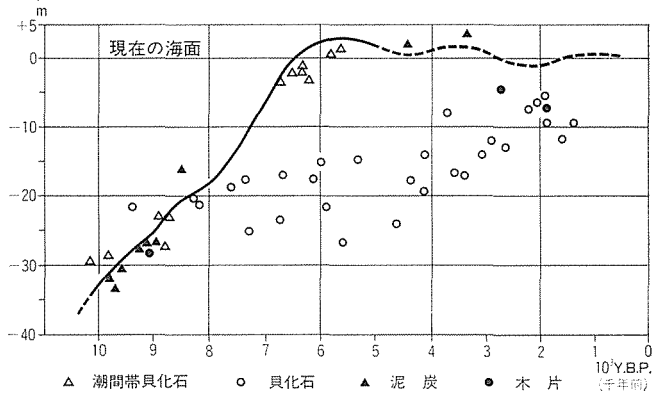


図 70 1万年前以降における大阪湾の相対的海面変化曲線

八千年前こ 一万年以前以降も、汎地球的な規
 の自然 模で気温上昇はつづき、その様
 子は花粉分析をとおしてみた神戸の森林相の変

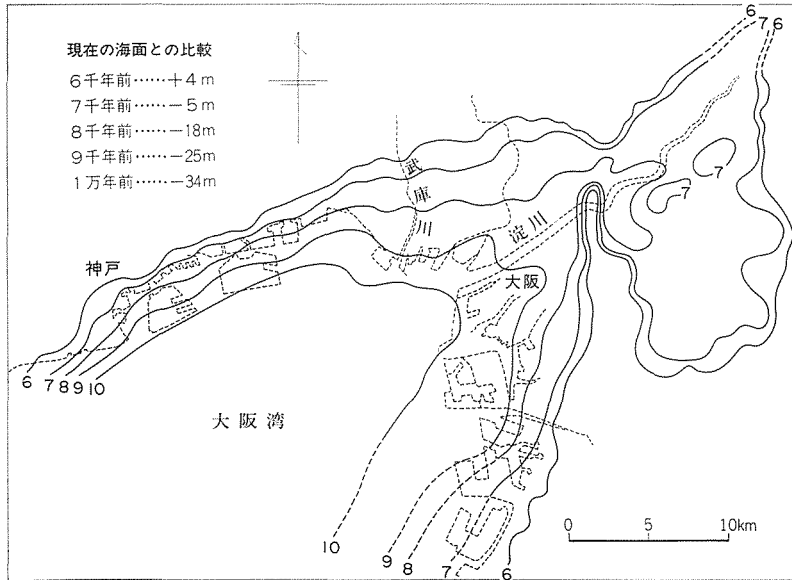


図 71 縄文海進による大阪湾沿岸の海岸線の変化

化にも表われてくる。コナラ中心の落葉林に、ミ、ツガ、コウヤマキなどの針葉樹が混生し始め、広葉樹ではイヌブナやサワシバ、トチノキ、ニレ・ケヤキなどの落葉性の樹種が増加してくる。

この時期の森林変化のなかで、もっとも注目されるのは、アカガシ亜属、シイノキなどの南方系の常緑樹の出現と増加である。一万〜八〇〇〇年前にわたる時期に神戸の森の主役であった落葉樹林の中に出現し始める常緑樹の微増の原因は、うまでもなく気候暖化によるものである。

大阪湾の海面も徐々に高さを増しつつ、確実に陸地内部に進入してきた。八〇〇〇年前には現在の海面下約一八メートルに達し、海岸線はほぼ現在の海岸線に似た位置にまで回復した。大阪湾の海水は、依然として太平洋岸を流れる黒潮の影響下にあった。日本海では朝鮮海峡から本格的に対馬暖流が流入を始め、冬期の海面からの蒸発がさ

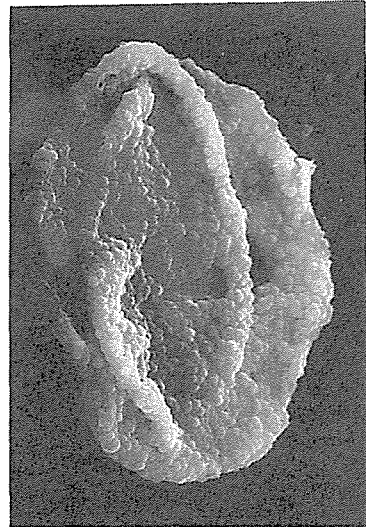


写真 81 コナラ亜属の花粉化石
(走査電顕 約1700倍)

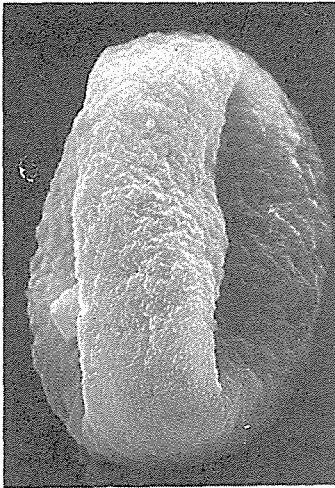


写真 82 アカガシ亜属の花粉化石
(走査電顕 約2000倍)

かんになり、その影響を受け現在に近い気温・降水の状態になる。特に冬の気候の緩和と降水量の増加が、次に述べるように大規模な植生変化の推進力となった。

七〇〇〇年代に入ると、コナラ中心の落葉林の構成が崩れはじめ、エノキ・ムクノキ林の進出に続いて、アカガシ亜属が優占する照葉樹林（常緑広葉樹林）時代へ移る。冬に落葉するコナラ林から年中緑をもつかし林への森林交代の様子を花粉分析によってさぐってみよう。

八〇〇〇年代には、コナラ亜属の花粉化石が圧倒的に多いが、七〇〇〇年代に入るとアカガシ亜属の増加が著しく、ほぼ六〇〇〇年前には両者が一対一の関係になり、六〇〇〇～五〇〇〇年前には、アカガシ亜属が圧倒的に多く、森林の主役が完全に入れ代わる。

アカガシ亜属に伴ってこの時期の照葉樹林を構成していた樹木には、シイ、ヤブツバキ、ヤマモモ、クスノキ類、ムクノキ、アカメガシワ、コナラ亜属などがある。この構成の要素は、六〇〇〇年前以後も基本的には変わることなく、現在の神戸の森林に引き継がれてきている。最近の研究によれば、当時の神戸をはじめ瀬戸内地域の照葉樹林は、紀伊半島や四国南部などの照葉樹林に比べてシイの少ないのが特徴であり、それは瀬戸内特有の乾燥気候によるもので、その傾向は現在も同様である。

こうした大規模な森林の移動は、日本のみならず世界各地で起こっている。この時期を特にクライマティック・オプチマム（気候最暖期）といい、現在を上回る温暖気候であった。クライマティック・オプチマムは陸上に緑の大変革を引き起こしたが、海にはどのような変化が生じたのであろうか。

大阪湾でも、海面上昇は続き、六〇〇〇年前には、海はついに現在の海面の高さを上回る四メートルの高

