

山陰地方の第四紀中・後期の植物化石

大 西 郁 夫

(島根大学文理学部地学教室)
(1973.9.12受理)

Middle and Late Quaternary Floras in San'in District

Ikuo ONISHI

山陰地方の中・上部第四系は、三瓶山および大山の火山噴出物が良いカギ層となり、層準決定が比較的容易である。そのうえ、これらの火山噴出物におおわれるため、植物化石産出層の保存も良好であることが多い。それにもかかわらず、植物化石に関する報告は少ない。

筆者は、1969年以来、いくつかの地点で新しく植物化石を採集し、またこれまでの産地の再調査を行い、同時に泥炭層や粘土層の花粉分析も進めてきた。その結果を報告し、あわせて、第四紀中・後期の気候変化について考える。

この研究を行うにあたり、鳥取大学・赤木三郎教授をはじめとする山陰第四紀研究グループならびに萩山原団体研究グループの各位には種々の援助を得た。また、福島大学、鈴木敬治教授をはじめとする古植物グループの各位には、とくにウルム氷期の植生変遷に関して、討論と助言を得た。記して感謝する。

I 層序について

山陰地方の第四系に関しては、山陰第四紀研究グループ(1969)により詳細にまとめられている。しかし、その後の研究により、次の点で訂正・追加が加えられなければならない。

1) **中位段丘について**：山陰第四紀研究グループ(1969)によって中位段丘として一括された乃木層と差海層は、赤色風化の程度が異なり、時代を異にする可能性が強い。乃木層は厚い赤色土をもつことから高位段丘に属すると考えられる。また、島根県玉湯町湯町の宍道湖南岸には、乃木面(山陰第四紀研究グループ(1969)は山廻面としているが、赤色土の厚さ、堆積サイクルの数からみて乃木面である)より約20m低所に大山中部火山灰層(DK)をのせる段丘がみられる。この段丘堆積物(湯町層と呼ぶ)の植物・花粉は、鳥取市周辺の津ノ井粘土層のそれに類似し、層序的にも対比可能である。

一方、中海湖底の弓ヶ浜層は、DKよりも下位の海成層であることが明らかにされ(三位他, 1969), 乃木層より新期でリス・ウルム間水期と推定されている(水野他, 1972)。山陰地方東部では、京都府北部の黒部(近畿グループ, 1969)や兵庫県北部の城崎付近(坂本・上村, 1972)で、海拔10m前後の海成段丘が知られている。これらの海成層が弓ヶ浜層と対比される可能性が強い。また、差海層の下位にある外園層の花粉は黒部貝層のそれと類似し、温暖な気候が推定され、水野他(1972)の推定を裏付ける。

この結果、中位段丘(リス・ウルム間水期)には、黒部貝層、弓ヶ浜層および外園層があり、乃木層はそれより古期であり、津ノ井粘土層、差海層および湯町層はより新しい堆積物と考えられる。

2) 三瓶火山の層序: 松井・井上(1971)によれば、降下軽石を遠方まで噴出した活動は4回あり、下位から、神戸川降下軽石(K₁)、木次降下軽石(K₃)、池田降下軽石(I₂)および浮布池降下軽石(U₂)と呼ばれている。このうち、K₁、K₃は出雲海岸平野で見られるが、I₂、U₂はその分布が南に偏し、島根・広島県境付近にのびている。K₁、K₃は大田軽石流(O₂)の25,600±1,000¹⁴C年以前であり、U₂は浮布池軽石流(U₁)の16,000±400¹⁴C年直後である。

3) 横田地域の段丘: 三位・藤井(1972b)によって3段の段丘が区分され、低位より第I、第II、第III段丘と呼ばれた。第I段丘は火山灰層におおわれることはないが、第II、第III段丘は、DK、K₃およびその上位の2枚の三瓶起源の軽石層におおわれ、顕著な赤色風化を受けている。横田駅南の植物化石産出層は、第II段丘に属するとされた(三位・藤井, 1972b)が、顕著な土壌化を受けずに、整合的にDKにおおわれていて、第II段丘よりも新しいことが明らかである。

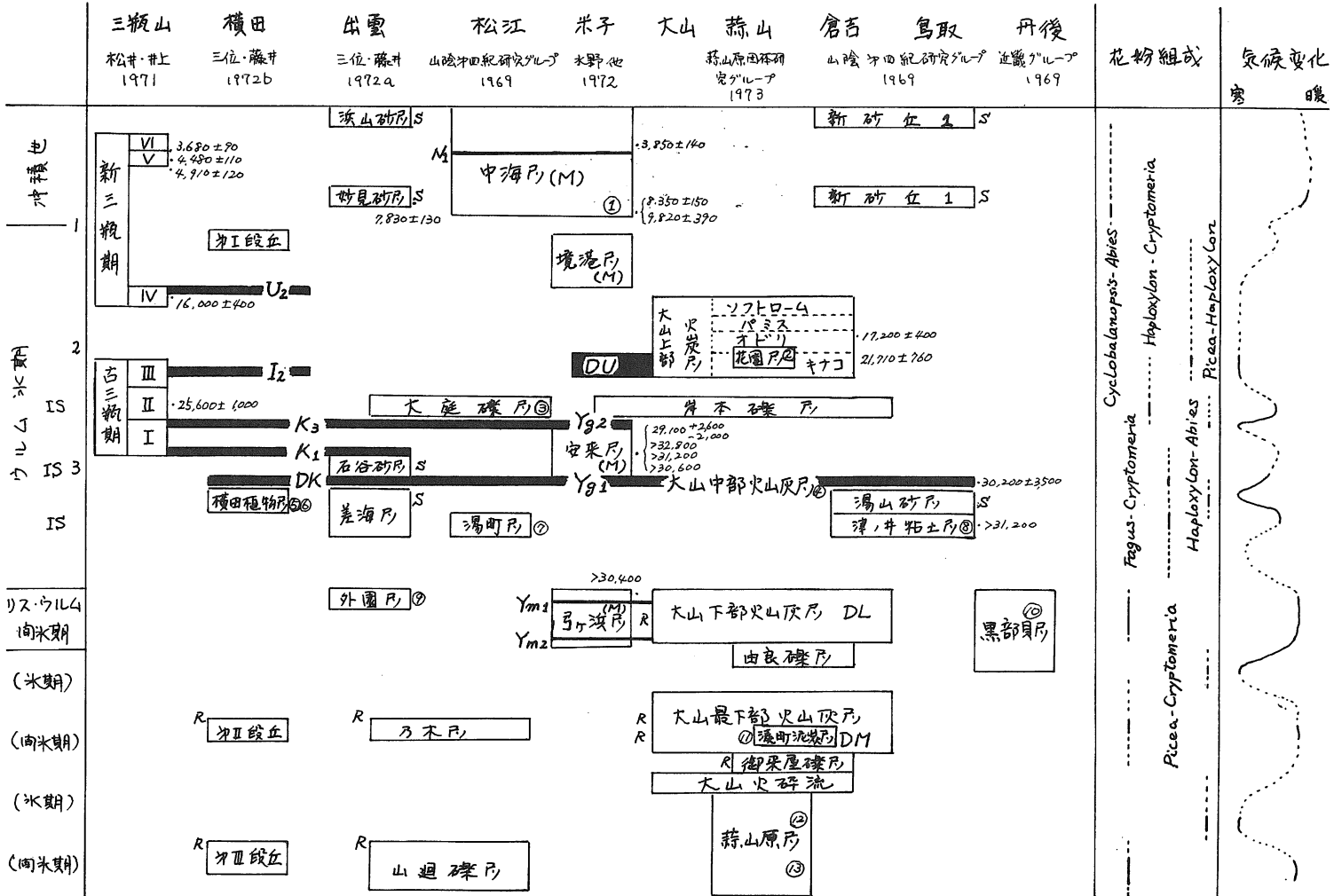
4) 出雲砂丘地の層序: 差海層に不整合におおわれる泥～泥炭層(三位他, 1969)は、外園層と呼ばれ、山陰第四紀研究グループ(1969)の差海層と合わせて“差海層”と再定義された(三位・藤井, 1972a)。ここでは、両層間の不整合を重視し、山陰第四紀研究グループ(1969)の意味で差海層を使用する。

差海層上部の風成砂(古砂丘1)はDKにおおわれ、さらにこれらをおおって石谷砂層(古砂丘2)が発達する。石谷砂層は、K₁、およびK₃におおわれ、洪積世であることが明らかにされた(三位・藤井, 1972a)。

5) 中海湖底の層序: 水野他(1972)は、多数の湖底ボーリングの資料にもとづいて、弓ヶ浜層、安来層、境港層および中海層に区分した。安来層は、下部にDKを、上部にK₃をもち、中部の泥炭層の年代は、3万年以前を示している。また、大山上部火山灰の“キナコ”に当たる火山灰(DU)も、中海層の下位に認められている(正岡, 1972)。

6) 大山噴出物の年代: 安来層中部が3万年以前とされるから、これまで30,200±3,500年が唯一の測定値であった中部火山灰(DK)の年代はその下限あたりと考えなければならない。

第I図 山陰地方の層序
 (M): 海成層, R: 赤色土壌, S: 風成砂



山陰地方の第四紀中・後期の植物化石

大山上部火山灰 (DU) の年代は、蒜山原の花園において $21,710 \pm 760^{14}\text{C}$ 年が得られた。この値は、上部火山灰の最下部層 (キナコ) を欠き、その上位の「オドリ」以上の層準に整合におおわれる泥炭層から得られたもの (蒜山原団体研究グループ, 1973) で、上部火山灰のはじまりは、2.2~2.3万年前と考えられる。

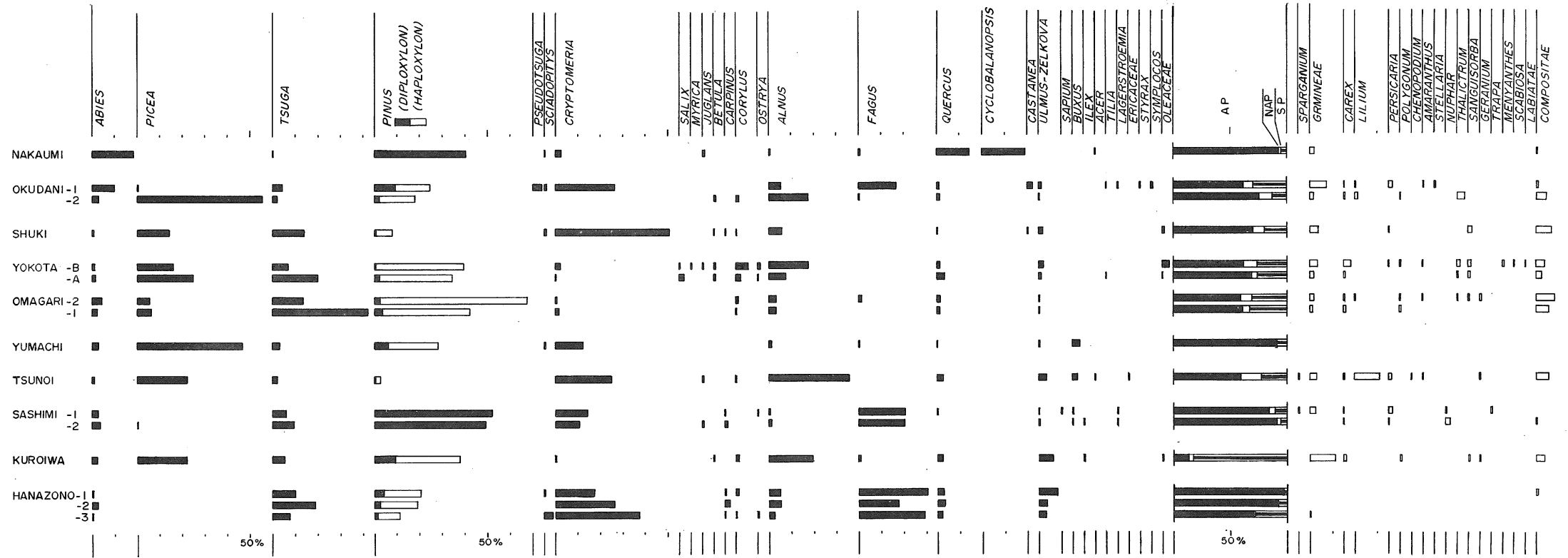
下部火山灰は、弓浜層にはさまれ (正岡, 1972), その活動はリス・ウルム間氷期にまで及ぶことは、ほぼ確実である。

上記の諸点をふまえて、山陰地方の第四系層序表をまとめた (第1図)。なお、鮮新・更新統には都野津層群があるが、ここではとりあつかわない。

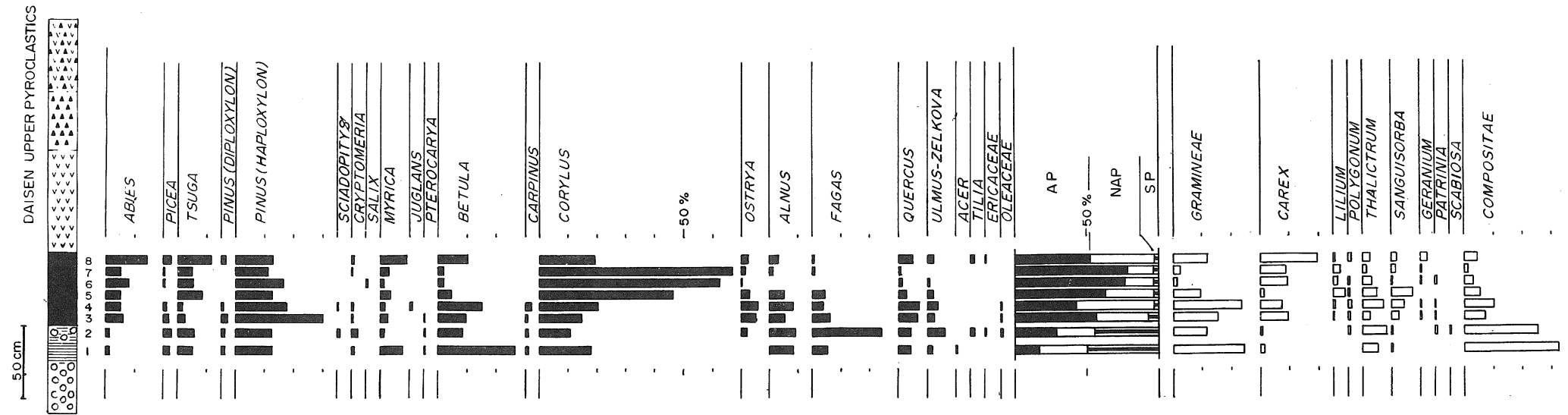
II 植物化石および花粉試料採取地点

合計13地点の植物化石および花粉試料採取地点について、時代順に場所、①地層名、岩石名、②絶対年代、層序関係、③文献、④植物化石リスト、⑤花粉組成の特長、⑥その他、について述べる。

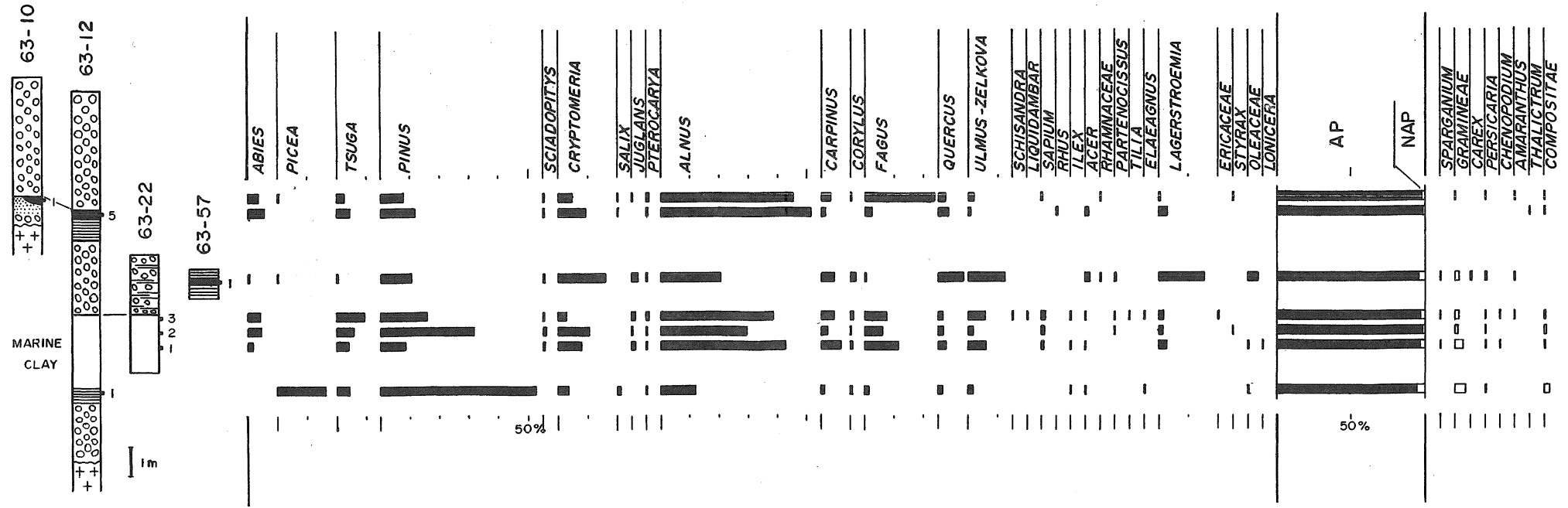
- 1) 米子市葭津 (よしづ) 五町開207, 中海試錐 No. 4, 海面下19.97~20.20m。
 - ①中海層基底, 泥炭層
 - ② $8,350 \pm 150$ 年B. P. (GaK—1125)
 - ③建設省 (1967), 水野他 (1970)
 - ⑤ *Diploxylon*, *Cyclobalanopsis* が多く温暖気候を示す。*Abies* も多い (第2図)。
 - ⑥沖積世の試料はこれだけである。ほぼ8千年B. P.で、すでに現在とほぼ同様の気候であったと推定できる。
- 2) 岡山県真庭郡八束村花園
 - ①低位段丘下位面 (花園層), 泥炭層
 - ② $21,710 \pm 760$ 年B. P. (GaK—4033), 大山上部火山灰層のオドリ以上に整合におおわれる
 - ③蒜山原団体研究グループ (1973)
 - ④ *Picea maximowiczii* ヒメバラモミ
 - ⑤下部・中部・上部と花粉組成に変化があるが、全体的に *Haploxylon*, *Abies*, *Tsuga*, *Betula*, *Corylus* が多い。大型化石で多産した *Picea* は少い。下部, 中部では *Fagus* が多いが, 上部では減少する。草本では, 中・上部で *Carex* が増加し, *Compositae* が減少する。また, *Polygonum*, *Thalictrum*, *Sanguisorba*, *Geranium*, *Scabiosa* など寒冷気候に伴われる草本種がみられる (第3図)。
 - ⑥絶対年代に示されるように, ウルム氷期後半の寒冷期を代表する。ウルム氷期前半にみられる *Picea* 優占の花粉組成が, 沖積世の寒冷気候でみられる *Abies* 優占型に移行する時期に当たると考えられる。
- 3) 松江市奥谷町



第2図 山陰地方各地の花粉ダイヤグラム



第3図 森山、花園層の花粉ダイヤグラム



第4図 京都府北部，黒部貝層の花粉ダイヤグラム

- ①低位段丘（大庭礫層）、泥層
- ②火山灰との関係から2.3~2.5万年 B. P. と推定される
- ③ *Abies firma* モミ

Pseudotsuga japonica トガサワラ

Tsuga sieboldii ツガ

Cryptomeria japonica スギ

Fagus sp.

Styrax japonica エゴノキ

Styrax obassia ハクウンボク

Stewartia monadelphica ヒメシャラ

- ④基底部では、*Picea*, *Haploxyton* に富み、*Polygonum*, *Thalictrum* などの草本を伴ない、寒冷気候を示す（第2図）。
中部は、*Picea* は少く、*Diploxyton* と *Haploxyton* がほぼ同程度存在し、*Fagus*, *Cryptomeria*, *Pseudotsuga* が基底部に比して増加し、温和な気候を示す。
- ⑤基底部はウルム氷期の寒冷気候を示すが、中部は温和な気候を示し、亜間氷期に当たると考えられる。

4) 倉吉市秋喜

- ①大山中部火山層（DK）基底部、泥炭層
- ②同層準とされる名和火砕流は、30,200±3,500年B. P. (GaK-225)
- ③山陰第四紀研究グループ（1969）、赤木他（1970 a）
- ④赤木他（1970 a）によれば

Menyanthes trifoliata ミツガシワ

Fraxinus mandshurica ヤチダモ

Picea maximowiczii ヒメバラモミ

Scirpus sp.

- ⑤ *Picea*, *Tsuga*, *Haploxyton* が優勢な寒冷気候を示すが、*Cryptomeria* も多い。草本では *Sanguisorba* を伴う（第2図）。
- ⑥安来層の年代からみて、3万数千年と考えられる。ウルム氷期の中のやや寒冷な時期を示している。

5) 島根県仁多郡横田町大曲

- ①第II段丘中とされているが、DK直下と推定される。泥質砂層
- ③三位・藤井（1972 b）
- ④ *Tsuga diversifolia* コメツガ（多産）

Pinus koraiensis チョウセンマツ

Pinus parviflora ゴヨウマツ

Abies veitchii シラベ

⑤ *Tsuga*, *Haploxyton*, *Picea* が優勢で、草本では、*Polygonum*, *Thalictrum*, *Sanguisorba*, *Geranium* などがみられる。寒冷気候を示す (第2図)。

⑥ 次の横田と同じ。

6) 島根県仁多郡横田町横田

① 第Ⅱ段丘とされているが、DKに整合的におおわれる。砂質泥層

③ 三位・藤井 (1972b)

④ *Picea maximowiczii* (?) ヒメバラモミ (?) (多産)

Tsuga diversifolia コメツガ

Pinus koraiensis チョウセンマツ

Abies sp.

⑤ *Picea*, *Tsuga*, *Haploxyton* が優勢で、*Polygonum*, *Thalictrum*, *Sanguisorba*, *Menyanthes*, *Scabiosa*などを伴う (第2図)。

⑥ 5), 6) 共にDKに整合的におおわれる。亜高山帯性の針葉樹が優勢で、ウルム氷期中の寒冷期を示す。

7) 島根県八束郡玉湯町湯町

① 湯町層, 泥層

④ *Picea* sp.

Fagus sp.

Buxus japonica ツゲ

Styrax sp.

⑤ *Picea*, *Haploxyton* に *Cryptomeria*, *Buxus* を伴う (第2図)。

⑥ 次の津ノ井と同じ。

8) 鳥取市津ノ井

① 津ノ井粘土層

② >31,200年 B. P. (GaK-815)

③ 三木 (1957, 1958), 赤木他 (1970b)

④ 杉崎にて山陰シンポジウムの際採取 (鈴木敬治氏同定)

Picea maximowiczii ヒメバラモミ

Alnus japonica ハンノキ

Magnolia kobus コブシ

Prunus cf. *salicina* スモモ

Buxus japonica ツゲ

Rosaceae

Camellia sp.*Scirpus* sp.

- ・三木 (1958) の船木

Acer, *Buxus*, *Phellodendron*, *Chamaecyparis pisifera* サワラ

- ・山陰第四紀研究グループ (1969)

Chamaecyparis obtusa ヒノキ*Picea maximowiczii* ヒメバラモミ*Styrax* sp., *Juglans* sp.

- ・赤木他 (1970b) の船木

Chamaecyparis obtusa (材)*Picea maximowiczii* ヒメバラモミ*Picea* sp.*Styrax japonica* エゴノキ*Buxus* sp., *Juglans* sp.

- ・三木 (1957) の長谷

Picea bicolor マツハダ*Rubus* sp., *Carex* sp. *Prunus* sp.

- ⑤ *Picea*, *Cyrtomeria*, *Alnus* が優勢で, *Quercus*, *Castanea*, *Buxus* などの温帯要素も伴う (第2図)。

- ⑥7), 8) の花粉組成は, *Picea*, *Cryptomeria* が優勢で, *Buxus* などの温帯要素も伴い, 亜間氷期を示すと考えられる。

9) 島根県簸川郡湖陵町差海

- ① 外園層, 粘土

- ③ 三位・藤井 (1972a)

- ④ *Trapa macropoda* シリブトビシ

- ⑤ *Diploxylon*, *Cryptomeria*, *Fagus* に富み, *Lagerstroemia* を伴う。温暖な気候を示す。

- ⑥ *Diploxylon* が多く, *Lagerstroemia* を伴うなど, 次の黒部に似た花粉組成を示す (第2図)。

10) 京都府竹野郡弥栄町黒部

- ① 黒部貝層とそれをはさむ段丘堆積物, 海成粘土, 淡水成粘土および泥炭

- ③ 近畿グループ (1969)

- ⑤ 海成粘土層の直下では, *Pinus*, *Picea*, *Tsuga* の多い寒冷型の組成を示す。海成粘土層およびそれより上位では, *Alnus* 優占であるが, *Pinus*, *Abies*, *Tsuga*, *Cryptomeria*, *Fagus*,

Quercus も多く、*Lagerstroemia* も伴われ、温暖型の花粉組成である（第4図）。

- ⑥弓ヶ浜層と共にリス・ウルム間氷期を代表すると考えられている。花粉から推定される古気候は、この考えを支持する。

11) 倉吉市打吹山麓野球場

- ①湊町泥炭層

- ②大山最下部火山灰層には含まれる

- ③赤木他（1970 a）

- ④赤木他（1970 a）によれば

Styrax cf. japonica エゴノキ

Fagus sp.

- ⑤赤木他（1970 a）によれば、*Cryptomeria*（と考えられる *Taxodiaceae*）、*Fagus*、*Ulmus-Zelkova* が優勢で、針葉樹種は少ない。

- ⑥花粉組成からは、温和な気候が推定され、間氷期の堆積物と考えられる。

12) 岡山県真庭郡川上村間谷

- ①蒜山原層，泥炭

- ②大山火砕流の下位に位置する

- ③三木（1957, 1961），粉川（1961）

- ④三木・粉川によれば

Picea jezoensis エゾマツ

Picea bicolor マツハダ

Menyanthes trifoliata ミツガシワ

Alnus sp.

Iris ensata ノハナショウブ

- ⑤同層準の黒岩の泥炭層の花粉組成は、*Picea*、*Haploxyylon*、*Tsuga* に富み、広葉樹種をほとんど含まない。*Polygonum*、*Sanguisorba*、*Geranium* などの草本種もみられる（第2図）。

- ⑥植物化石・花粉共に、亜高山性針葉樹に富み、氷期の堆積物と考えられる。

13) 岡山県真庭郡八束村花園

- ①蒜山原層，ケイソウ土

- ②12) の泥炭層よりも下位

- ④ *Tsuga* sp.

Cryptomeria japonica スギ

Chamaecyparis obtusa ヒノキ

Alnus sp.

Castanea crenata クリ

Fagus crenata ブナ

Quercus sp.

Stewartia monadelphica ヒメシャラ

Aesculus turbinata トチノキ

Styrax obassia ハクウンボク

Styrax japonica エゴノキ

⑤ *Fagus*, *Cryptomeria* が多く, *Haploxyylon*, *Tsuga* も伴われる (第2図)。

⑥ 植物化石, 花粉共に落葉広葉樹林帯を示す。現在とあまりちがわないと考えられ, 間氷期の堆積物と思われる。

III ウルム氷期の気候変化

リス・ウルム間氷期以降沖積世以前に3回のやや温和な時期がみられる。

最も下位のもの, 津ノ井粘土と湯町層で代表されるもので, *Picea* などの寒冷要素と共に *Cryptomeria* が多く, *Buxus* などの温帯要素も伴われるという特徴をもち亜間氷期の気候が推定される。

この亜間氷期に引きつづいて, 横田や大曲などの亜氷期があり, ここでは亜高山性の針葉樹種が多産する。花粉でも *Crypomeria* は多くない。

DK基底部の秋喜では, *Picea*, *Tsuga*, *Haplolxylon* のほかに *Cryptomeria* が多く, 横田よりもやや温和な気候が推定できる。DK直上の安来層中部は, 海進期とされている(水野他1972)が, 秋喜は, この海進の極大期(亜間氷期)に向う気候温和のはじまりと考えられる。

最新の亜間氷期は, 奥谷で示される温和な時期である。この亜間氷期の直前に寒冷期があったことは, 基底部の花粉組成から知られる。

約2.1万年前には, 亜氷期の寒冷気候がみられる(花園層泥炭)。

これら3つの亜間氷期の年代は, 前の2つは3万年以上前であり, 最新のものは2.3~2.5万年前と推定される。

IV リス・ウルム間氷期以前の気候変化

蒜山原層では, 下位のケイソウ土層の示す間氷期から, 上位の泥炭層の示す氷期への移行がみられる。蒜山原層の上位には大山火砕流堆積物が重さなり, 大山火砕流は, 最下部火山灰層におおわれる。最下部火山灰層は, 数ユニットの降下火山砂層や軽石層などから構成されるが, それぞれのユニットの上部は赤色風化をうけている。ユニットの基底部には, 新鮮な火山砂が残っていることから, 赤色風化は, 最下部火山灰層の堆積中に起ったことがわかる。現在の赤色土壌の生成環境は, 亜熱帯的な常緑広葉樹林帯の気候が推定されている(松井・加藤, 1962)。最下部火山灰層には含まれる湊町泥炭層の花粉組成は, それほど温暖な気候を示さないにしても, 一応間氷期を示すと考えられる。

大山下部火山灰層は弓ヶ浜層にはさまれ(水野他, 1972), また陸上でも, 赤色風化を受けていて, 間氷期に降下したことがたしかめられる。

黒部貝層の基底部には氷期を示す花粉組成が得られたが, 大山火山灰層との関係が不明である。このように, 山陰地方では, リス・ウルム間氷期以前に, 少なくとも2回の間氷期から氷期へのくりかえしがみられる。

V 植物群・花粉群の変遷

氷期・間氷期および亜間氷期という気候変化に対応して特徴ある植物群がみられる。

氷期を代表する植物群としては, 横田植物層および花園層が上げられる。

横田においては, ヒメバラモミ(?), コメツガ, チョウセンマツなど亜高山性針葉樹種のみからなる。花粉組成においても, *Picea*, *Tsuga*, *Haploxyton* などの針葉樹種が優勢で広葉樹種はほとんどみられない。このような花粉組成を *Picea-Haploxyton* 花粉群と呼ぶ。植物化石の証拠は不完全であるが, 黒岩, 黒部の最下部, 奥谷の基底部もこの花粉群がみられ, 洪積世の寒冷気候を示す花粉群と考えられる。それに対し, 花園層では, 大型化石ではヒメバラモミを産するが, 花粉では, *Picea* が少く, かわって *Abies* が多くなり, *Betula*, *Corylus*, *Myrica*, *Fagus*, *Quercus* などの広葉樹種も多い。現生堆積物の花粉分析によれば, 亜高山帯において同様な花粉組成がみられ(島倉, 1968), この型の花粉組成は, 新しい時代の寒冷気候を代表すると考えられる。これを *Haploxyton-Abies* 花粉群と呼ぶ。

亜間氷期を示す植物群にも, 新・旧2通りある。古い型は, 津ノ井粘土層に代表される植物群で, ヒメバラモミ, ヒノキ, サワラなど亜高山帯～温帯性の種に, ツゲ, *Camellia sp.* などの温暖要素が混じる。花粉組成では, *Picea*, *Cryptomeria* が優勢で, *Buxus* を伴う。この型の花粉組成を *Picea-Cryptomeria* 花粉群と呼ぶ。湯町層, 秋喜などにもこの花粉群がみられる。

新しい型の亜間氷期植物群は, 奥谷でみられる。モミ, トガサワラ, ツガ, スギ, *Fagus sp.* など温帯要素を産し, 花粉では, *Cryptomeria* が優勢で *Diploxyton*, *Haploxyton*, *Fagus* などを伴い, *Picea* はほとんどみられない。この型の花粉組成を *Haploxyton-Cryptomeria* 花粉群と呼ぶ。

間氷期の植物群は蒜山原層でみられるように, ブナを主とし, スギ, ヒノキ, トチノキなどを伴っている。花粉では *Cryptomeria*, *Fagus* が優勢で *Tsuga*, *Haploxyton* を伴う。蒜山原層は現在海拔約450mに分布し, 海岸部より冷温であると考えられる。しかし, 黒部や差海の花粉組成でも, *Haploxyton* を含まないことや *Lagerstroemia* を含むことなど, 温暖要素が増すが, *Cryptomeria*, *Fagus* が優勢であることは変りない。この型の花粉組成を *Fagus-Cryptomeria* 花粉群と呼ぶ。

沖積世の花粉群は, 中海層基底の1試料ではあるが, *Diploxyton*, *Quercus*, *Cyclobalanopsis*,

Abies が優勢で *Fagus* は少ない。この型の花粉組成を *Cyclobalanopsis-Abies* 花粉群と呼ぶ。

以上の花粉群・植物群を時代ごとは並べると、大庭礫層を境にして、新期と古期に分かれる。

	古 期	新 期
間氷期	<i>Fagus-Cryptomeria</i> 花粉群	<i>Cyclobalanopsis-Abies</i> 花粉群
亜間氷期	<i>Picea-Cryptomeria</i> 花粉群	<i>Haploxyton-Cryptomeria</i> 花粉群
氷 期	<i>Picea-Haploxyton</i> 花粉群	<i>Haploxyton-Abies</i> 花粉群

それぞれの氷期・間氷期の気候が同様であった保証はないが、Taxa の適応範囲・優占度が、時代的に変化した可能性が強い。すなわち、*Picea* は古期には氷期から間氷期にわたって広く優勢な分布を示したが、新期には、衰微して、寒冷気候にかぎられるようになった。それに対し、*Abies* は新期に優勢となる。また *Fagus* は古期には間氷期に優勢であったが新期では亜間氷期（冷温帯）に限られるようになり、沖積世においては *Cyclobalanopsis* が優勢となった。

VI ま と め

山陰地方の13の植物・花粉群を、最も新しい層序にしたがって整理した結果次のことが明らかになった。

- 1) リス・ウルム間氷期以前に、山陰地方では、少なくとも2回の間氷期→氷期のくりかえしが認められる。
- 2) ウルム氷期には、少なくとも3回の亜間氷期が認められる。
- 3) 大庭礫層を境にして、花粉群に時代的な変化が起った可能性が強い。すなわち、*Picea* および *Fagus* の適応範囲が制限されるようになったと考えられる。

文 献

- 赤木三郎・伊藤博美・佐治孝弑 (1970 a) 鳥取県倉吉市打吹山麓の第四系と植物遺体について。鳥取大学教育学部研究報告, 自然科学, **21**(1), 79-90.
- ・星見清晴・豊島吉則 (1970 b) 鳥取平野南緑津ノ井の船木植物化石層の ¹⁴C年代——日本の第四紀層の¹⁴C年代 (60)——。地球科学, **24**(6), 230-231.
- 蒜山原団体研究グループ (1973) 岡山県北部・蒜山原における泥炭層の年代——日本の第四紀層の ¹⁴C年代 (84)——*Ibid.*, **27**(5), 210-211.
- 建設省 (1967) 中海臨海地帯の地盤。都市地盤調査報告書**15**, 142頁。
- 近畿グループ (1969) 近畿地方の第四系。*日本の第四系、地団研専報 **15**, 331-354.
- KOKAWA, Shohei (1961) Distribution and Phytostratigraphy of *Menyanthes* Remains in Japan. *Jour. Biol. Osaka City Univ.*, **12**, 123-151.
- 正岡栄治 (1972) 重鉱物組成からみた中海・宍道湖湖底下の第四紀火山灰。第四紀研究, **11**(2), 61-69.
- 松井整司・井上多津男 (1971) 三瓶火山の噴出物と層序。地球科学, **25**(4), 147-163.
- 松井 健・加藤芳朗 (1962) 日本の赤色土壌の生成時期・生成環境にかんする二, 三の考察。第四紀研究, **2**(4-5), 161-179.
- 三位秀夫・水野篤行・大嶋和雄 (1969) 出雲海岸平野の問題点。地質学会シンポジウム「海岸平野」資料集, 167-171.
- ・藤井一泰 (1972 a) 出雲砂丘地の第四系について。三位博士論文集, 25-38.
- ・——— (1972 b) 横田地域表層地質図および同説明書, *Ibid.*, 67-73.
- MIKI, Shigeru (1957) Pinaceae of Japan, with Special Reference to Its Remains. *Jour. Inst. Polyt., Osaka City Univ.*, D, **8**, 221-272.
- (1958) Gymnosperms in Japan, with Special Reference to the Remains. *Ibid.*, D, **9**, 125-151.
- (1961) Aquatic Floral Remains in Japan. *Jour. Biol., Osaka City Univ.*, **12**, 91-121.
- 水野篤行・大嶋和雄・中尾征三・野口寧世・正岡栄治 (1972) 中海・宍道湖の形成過程とその問題点。地質学論集, **7**, 113-124.
- 坂本 亨・上村不二雄 (1972) 兵庫県北部, 城崎東方の海成更新統。地質学雑誌, **78**(8), 415-416.
- 山陰第四紀研究グループ (1969) 山陰海岸地域の第四系。*日本の第四系、地団研専報**15**, 355-376.
- 島倉巳三郎 (1968) 現世堆積物の花粉分析。奈良教育大学紀要, 自然科学, **16**(2), 33-46.

図版説明 (倍率 1~6 は×1, 7~10は×1,000)

1. *Pseudotsuga japonica* トガサワラ。奥谷
2. *Picea maximowiczii* ヒメバラモミ, 花園。2e は 2d の側面を示す。
3. *Picea maximowiczii* (?) ヒメバラモミ(?). 横田。3e は 3d の側面を示す。
4. *Tsuga diversifolia* コメツガ。横田大曲
5. *Pinus koraiensis* チョウセンマツ。横田大曲
6. *Fagus* sp. 奥谷
7. *Sanguisorba*. 横田 B
8. *Lagerstroemia*. 差海1
9. *Thalictrum*. 奥谷 1
10. *Buxus*. 湯町

