

最終氷期最盛期頃の照葉樹林
—東シナ海東部・男女海盆から得た柱状試料中の
約 24,000 年前の花粉群集—

松 岡 敷 充

長崎大学教養部地学教室
〒852 長崎市文教町 1 - 14
(1994 年 4 月 27 日 受理)

Geographical Distribution of the Japanese
Laureal Forests at the Last Glacial Age
—Pollen Assemblage of ca. 24,000yBP. in a Core Sample
Collected from the Danjo Basin in the East China Sea—

Kazumi MATSUOKA

Department of Geology, Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Nagasaki 852, Japan

For reconstructing a geographic distribution of the Japanese laureal forests at the last glacial age, a palynological investigation has been carried out on a core sediment collected from the Danjo Basin in the eastern part of the East China Sea. The pollen assemblage just above and below the AT volcanic ash layer dated to ca. 24,000yBP. consists mainly of both temperate and warm temperate coniferous and deciduous taxa with rare herbaceous taxa. Based on additional palynological information of the East China Sea at the last glacial age, more than two-third of the modern sea area was extremely flat and well-developed grasslands. According to the evidence, the warm temperate conifer, *Podocarpus* and broad-leaved taxa, *Myrica*, *Quercus* (*Cyclobalanopsis*), and *Castanopsis* grew along the coastal area of South Kyushu and the paleo-Yaku Peninsula, and such temperate conifers as *Abies*, *Picea*, and *Cryptomeria*, and such deciduous broad-leaved taxa as *Fagus*, *Betula*, and *Carpinus* were distributed around the south Kyushu mountain.

Key words : Laurel forest, Pollen, AT volcanic ash, Last glacial age, East China Sea.

はじめに

現在の日本列島西南部における代表的な森林—暖温帯広葉樹林（照葉樹林）—が最終氷期最盛期ごろにどのような地理的分布をしていたのかを明らかにすることは、現在の森林帯の歴史の変遷過程を理解するうえで重要な課題の一つである。これまでの研究（塚田⁽¹⁻⁴⁾；安田・成田⁽⁵⁾；那須^(6, 7)）によって、最終氷期最盛期には照葉樹林の主な分布が九州南部から、さらにそこと陸続きであった屋久島・種子島（塚田⁽¹⁾による古屋久島半島）にまで後退していた図が示されている。しかしそれらは直接的な化石資料に基づくものではなく、古生物学的証拠によって推定される冷温帯林との相対的な位置関係や温量指数などに依拠した結果である。本研究では東シナ海東部の男女海盆で採取したAT火山灰を含む柱状試料に、照葉樹林の構成要素を含んだ花粉群集を発見した。復元された当時の地形からみて、これらの花粉化石は近傍に生育していた照葉樹林に由来したと推察される。男女海盆は従来の研究によって推定された最終氷期最盛期の照葉樹林の分布域に近いことから、本研究では従前の仮説を実証する結論を得ることになった。さらに本論では、黄海南部から東シナ海およびその周辺における最終氷期最盛期ごろの花粉群集に関する既存の資料も合わせて東シナ海周辺の古植生の復元を試みる。

なお最終氷期最盛期については20,000～18,000年前と見る見解が多い（たとえば太田・米倉⁽⁸⁾）。本論では分析された試料の年代がAT火山灰の降下年代に基づいている。その降下年代について町田・新井⁽⁹⁾は21,000～22,000 yBP. とし、松本ら⁽¹⁰⁾は24,720 ± 290 yBP. と推定した。最近では加速器質量分析法によってAT火山灰を挟む堆積物から抽出された浮遊性有孔虫が示す¹⁴C年代を基に、その降灰年代は24,130 ± 555 yBP. と推定されている（村山ら⁽¹¹⁾）。以上の資料から、本論ではAT火山灰の降灰年代を24,000年前頃とする。そして考察に用いた既存の資料がAT火山灰の降下年代や¹⁴C年代のいずれかを用いていることから、最終氷期最盛期の年代についてある程度の幅を認めざるをえず、したがって本論中で使う最終氷期最盛期の年代は、およそ24,000～18,000年代を指している。

従来の研究

塚田^(1, 2, 12)は花粉分析や大型植物遺体の研究成果

に基づき、日本列島の最終氷期最盛期における植生帯復元に努めた。その結果、海洋性気候の影響を受ける地域では照葉樹林の主たる構成要素である *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) は最寒月が1℃以上、*Castanopsis* は2℃以上の地域が分布の北限であることと、各地の花粉群集中に占めるこれらの種類の出現頻度から判断して、少なくとも *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) は日本海側では琵琶湖付近まで、太平洋側では房総半島付近にまで存在していたことを示すとともに、典型的な照葉樹林は古屋久島半島に分布していたと結論した。

那須⁽⁷⁾は最終氷期の最寒時期（＝最盛期、約20,000年前）の古植生図で、暖温帯常緑広葉樹林（＝照葉樹林）およびそれらの要素を含む森林が薩摩半島、大隅半島、甕島列島などの南九州に分布し、さらにそこから足摺岬をへて房総半島南部までの太平洋岸に点在していたことを表現している。ただしそれらについての詳細な説明はなされていない。

安田・成田⁽⁵⁾は、最終氷期最盛期以降では吉良⁽¹³⁾の温量指数によって日本の森林帯の分布を基本的に説明できるとの立場をとり、最終氷期最盛期における照葉樹林の生育域が薩摩半島南西部から屋久島・種子島にあったと推定した。それは現在の照葉樹林は寒さの指数が(CI) -10以上で、かつ暖かさの指数(WI)が85以上で180の以下の範囲に成立していること、そして最終氷期最盛期の日本列島付近の年平均気温の低下を7～8℃と見積もることから結論されている。ただし照葉樹林の構成要素が落葉広葉樹と混在する状態で九州南部から、四国、紀伊半島の南岸、房総半島南端に生育していた可能性も指摘している。

前田⁽¹⁴⁾は古植生図を示してはいないが、最終氷期最盛期に照葉樹林がどのように振る舞っていたかを、計算によって求められた当時の暖かさの指数と最寒月の平均気温との組み合わせから推定した。それによると照葉樹林の主要分布域は九州南部から屋久島・種子島にあるが、シイ林やカシ林は足摺岬、潮岬、御前崎、石廊崎や房総半島南端の富崎に残存していた可能性を指摘している。

これまで紹介してきたように、いずれの研究者も最終氷期最盛期においては照葉樹林（暖温帯常緑広葉樹林）の主要分布域は九州南部から屋久島・種子島地域にあり、太平洋岸にはその要素が落葉広葉樹林や針葉樹と落葉樹の混交林に混在して生育していた様相を推定している。

Hatanaka⁽¹⁵⁾は南部九州において最終氷期最盛期

の古植生を花粉群集に基づいて推定している。それによると入戸火砕流 (= AT 火山灰の降下をもたらした火山活動) の直下の試料では *Pinus*, *Abies*, *Tsuga* が優勢であり, その直下の試料も *Pinus*, *Quercus* (*Lepidobalanus*), *Carpinus*, *Alnus* が優占しており, 照葉樹林の主要構成要素は検出されていない。これの意義については後に議論する。

試料の位置と層相

試料は長崎大学水産学部所属の練習船「長崎丸」によって, 1991年11月19日に東シナ海東部の男女海盆でピストンコアラーを用いて採取された。近接した地点で3本の試料が採取されたが, 本研究ではその中の1本(DJSt-3)を対象とした。この試料の採取位置は北緯31°42.83′, 東経128°57.6′, 水深736mである(図1)。試料の長さは320cmで, 他にパイロットコアラーにも20cmの試料がえられた。

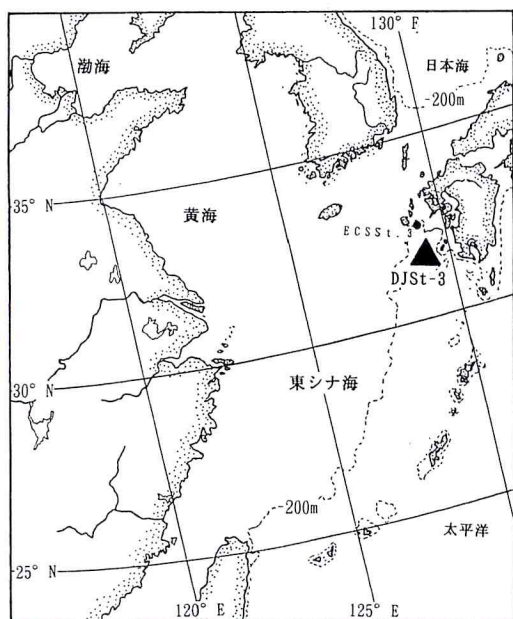


図1. 分析試料採取位置図

柱状試料は少なくとも3層準にガラスを主要構成物とする火山灰層を挟んでいる。それらは-95~-98cm, -155~-160cm, -173~-215cmの層準にあり, さらに-163~-173cmでは火山灰質シルトである。それ以外の部分は灰色からオリブ灰色の細粒砂

質シルトからシルト質粘土である。花粉分析用試料は-10~-11cm, -96~-97cm, -101~-102cm, -145~-146cm, -231~-232cmの層準で, 合計5個を採取した。また現世の東シナ海東部の花粉・孢子群集を知る目的で, 五島列島東南方の表層堆積物(ECSSSt. 3)も分析した(図1)。

処理は以下の方法で行った。試料数gを100mlのテフロン製ビーカーに取り, 約10%濃度のHClで石灰質粒子を除去し, 数回精製水で洗浄して中和した後, 約5%濃度の水酸化カリウム溶液でフミン質を除去した。さらに精製水で中和した後, 残渣をグリセリン中に保存した。検鏡は位相差像および微分干渉像観察装置を備えたオリンパスBH-2型顕微鏡を用いて, 400倍, ときには1000倍の倍率で木本性花粉を200個体以上得るまで行った。

火山灰の産状と分析試料の年代

肉眼観察によって確認した3層準にある火山灰層中のガラスの屈折率および化学分析結果を第1表に示す。

この資料から判断すると, DJSt-3パイロット試料には異なった屈折率と化学組成をもったガラスが混在している。屈折率が1.508~1.512のガラスはアカホヤ火山灰(喜界-アカホヤ(Ah)火山灰)に由来すると考えられ, 他の1.500~1.501のガラスはイラ火山灰(始良-丹沢(AT)火山灰)起源である。それ以外の層準に含まれている火山ガラスは屈折率が1.500~1.501に集中し, またSiO₂が約80%を占め, MgやTiO₂の含有率が小さいなどの特徴から, すべてAT火山灰と結論される。これまでの研究結果ではAT火山灰は入戸火砕流の噴出にともなって降下した火山灰とされている(町田・新井⁽⁹⁾)。始良カルデラからDJSt-3とほぼ等距離にある熊本平野では層厚数~10数cmのAT火山灰層が確認されている(田村⁽¹⁶⁾)。男女海盆(31°44.4'N, 129°02.1'E, 水深740m)ではこれまでもAT火山灰を含む12mの柱状試料(KH82-4-14)が採取されている(Ocean Research Institute of the University of Tokyo⁽¹⁷⁾)。このコアでは海底から85~90cmにAh火山灰が, 780~812cmにAT火山灰が確認されているが, これらの火山灰層が複数の層準に産するとの観察はない(Moriwaki et al.⁽¹⁸⁾)。以上のことから判断するとDJSt-3コアにおけるAT火山灰の産状は異常である。この産状を説明し得る可能性として, AT火山灰堆積直後に大規模な海底地滑りが発生し,

表 1. DJSt-3 試料中の火山ガラスの屈折率

層 準	屈 折 率
DJSt-3 バイロット	1.500 ~ 1.501と1.508 ~ 1.512のガラスが混在
DJSt-3 98 ~ 99cm	1.499 ~ 1.502 (1.500 ~ 1.501にピーク)
DJSt-3 156 ~ 159cm	1.499 ~ 1.501 (1.500 ~ 1.501にピーク)
DJSt-3 206cm	1.500 ~ 1.501
DJSt-3 210cm	1.500 ~ 1.501

それによって AT 火山灰をはさむ厚さ数 10cm ほどのブロックが滑動して堆積したものと考えられる。さらに KH82-4-14 コアでは AT 火山灰層が海底下 780cm に確認されているが、DJSt-3 では海底下 215cm に認められる。おそらく DJSt-3 の AT 火山灰層は現地性ではなく、地滑りによって移動してきたブロックの一つである可能性がきわめて高い。したがってこのようなコアからは、連続的な環境変遷を読みとることは不可能である。

しかし少なくとも 98cm より以深には AT 火山灰に由来する火山ガラスしか含まれていないことに着目すると、この試料の 98cm 以下の年代は AT 火山灰の降下年代前後に対応すると考えられる。この部分はおそらく AT 火山灰降下前後に形成された堆積物の繰り返しである可能性が高い。それは後述するように花粉化石を含むパリノモルフ群集もほぼ同じ要素から構成されていることから支持される。したがって DJSt-3 コアに含まれる AT 火山層の直上と直下の試料を分析することにより、男女海盆周辺におけるおよそ 24,000 年前ごろの植生を推定する手がかりを得ることができる。

結 果

1) DJSt-3 試料の分析結果 (図 2)

試料 DJSt-3 (10-11cm) : 針葉樹では *Pinus* が優勢で全花粉数の 65% 近くを占め、ついで *Tsuga* (5.7%) や *Abies* (4.3%), *Podocarpus* (4.3%), *Cryptomeria* (3.9%) が産する。広葉樹では常緑性の *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) が 10.9% と *Pinus* について多産し、落葉性の *Carpinus*, *Juglans*, *Quercus* (*Lepidobalanus*), *Ulmus* / *Zelkova* も含まれている。極めて少量の *Gramineae* や

Cyperaceae などの草本花粉も検出される。シダ植物の胞子は全花粉胞子の 22% を占めている。

試料 DJSt-3 (96-97cm) : 針葉樹が優勢し、*Pinus* が全花粉数の 43.2% を占める。そのほか *Abies* が 10.9%, *Cryptomeria* が 10.2%, *Tsuga* が 9.3%, *Podocarpus* が 3.4%, *Picea* が 3.1% の割合で産する。広葉樹では *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) が 13.7% と比較的多産するが、他の種類は少ない。*Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Ulmus* / *Zelkova* などが見られる。草本類では *Cyperaceae* が 12.1% とやや多く、ほかに *Carduoideae*, *Gramineae*, *Artemisia* が産する。シダ植物胞子は全花粉胞子数の約 10% を占めている。

試料 DJSt-3 (101-102cm) : この試料では針葉樹が極めて多産し、全花粉数の 88% 近くを占める。なかでも *Pinus* が 73.8% と優勢し、ついで *Cryptomeria*, *Podocarpus*, *Tsuga*, *Abies* の順になる。*Sciadopitys* も少量ではあるが産する。広葉樹は少なく、*Quercus* (*Cyclobalanopsis*) が 10.9% で産するほか、*Carpinus* と *Quercus* (*Lepidobalanus*) が認められたに過ぎない。草本類も *Artemisia*, *Gramineae*, *Carduoideae* が極めて少量産するのみである。シダ植物胞子は全体の 14.2% を占めている。

試料 DJSt-3 (145-146cm) : *Pinus* が優勢する (57.2%) 傾向はこれまでと同様であるが、ほかの針葉樹がやや多産する。*Cryptomeria* が 10.8%, *Tsuga* が 7.2%, *Picea* が 5.2%, *Abies* が 4.1% で、*Podocarpus* は 2.6% の産出量である。やはり広葉樹は少なく、*Quercus* (*Cyclobalanopsis*) が 8.8% で産する以外は、少量の *Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Quercus* (*Lepidobalanus*) が検出された。草本類も少なく、*Gramineae*, *Sanguisorba*, *Carduoideae*

deae などが見られるだけである。シダ植物胞子も少ない。

試料 DJSt-3 (231-232cm) : 針葉樹が優占する傾向は他の試料と変わることはない。Pinus が 58.2% と圧倒的に優勢で、ついで Cryptomeria の 12.8%, Podocarpus の 7.7%, Abies の 5.1%, Tsuga の 4.6% と続く。広葉樹も Quercus (Cyclobalanopsis) の 9.2% 以外は少なく、わずかに Juglans, Quercus (Lepidobalanus), Castanea/Castanopsis を含むのみである。草本類では Persicaria, Gramineae, Carduoideae が少量産する。シダ植物胞子も少ない。

分析した DJSt-3 試料の花粉・胞子群集はほぼ共通した特徴を示す。すべての試料で樹木花粉が全体の 73% 以上を占め、草本花粉やシダ植物胞子は多くても 15% から 20% 程度である。樹木花粉では針葉樹のマツ科、とくに Pinus が 35% から 73.8% の頻度で優占し、ついで Tsuga (最高で 9.3%), Abies (最

高で 10.9%) が多い。Picea の産出は比較的少ない。Cryptomeria は最高で 12.8% を占める。イヌマキ科の Podocarpus も最高で 7.7% を記録する。常緑広葉樹の Quercus (Cyclobalanopsis) は最高で 13.7% である。落葉広葉樹の Carpinus, Quercus (Lepidobalanus), Ulmus/Zelkova, Alnus, Betula, Fagus も多くはないがほぼすべての試料から検出される。

現世表層堆積物 (ECSSt-3) では DJSt-3 の試料に比べると花粉や胞子の種類構成がかなり単調である。樹木花粉が全体の 80% 以上を占め、草本花粉とシダ植物胞子は合わせて 20% 足らずである。その中でも Pinus が圧倒的に多産 (67.6%) し、ついで Cryptomeria (24.8%), Podocarpus (5%), Quercus (Cyclobalanopsis) (3.6%) が産する。極めて少量の Tsuga が認められたが、Abies, Picea の針葉樹をはじめ他の落葉広葉樹の花粉は検出されない。

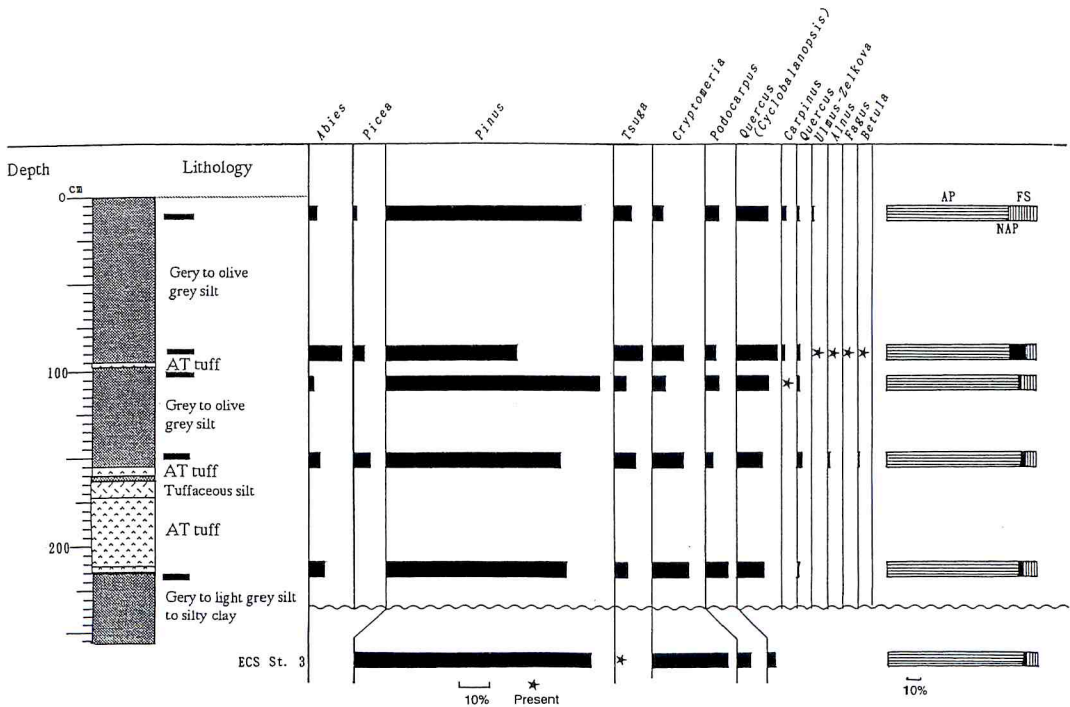


図 2. DJSt-3 資料の層相および花粉分析結果 ECSSt-3 の花粉分析結果も合わせて示す。

2) 既存試料中の東シナ海およびその周辺の最終氷期最盛期の花粉・孢子群集

北部九州地域

福岡平野（黒田・太田⁽¹⁹⁾，図3-1）：九州北部の日本海に面した福岡平野の地下 -9.5m ~ -9.0m ではそこから採取された材化石の¹⁴C年代が 20,600 ± 400yBP. を示す。この堆積物中の花粉・孢子群集は *Quercus* (*Lepidobalanus*), *Carpinus*, *Fagus*, *Tilia*, *Alnus*, *Betula* などの落葉広葉樹類が優勢で、マツ科に乏しい群集である。しかし *Quercus* (*Cyclobalanopsis*), *Myrica*, *Celtis* などの照葉樹林要素がごく少量ながら検出されている。

平戸堤西牟田遺跡（松岡⁽²⁰⁾，図3-2，図4）：平戸島西岸の堤西牟田には旧石器時代の遺跡（堤西牟田遺跡）が知られる。ここでは9枚の遺物包含層が認められ、第7層にはAT火山灰の降下層準が確認されている（平戸市教育委員会⁽²¹⁾）。この火山灰層準の上下、第6層と第8層から花粉・孢子化石を検出した。観察した個体数はいずれも200に満たないが、当時の植生を推定する手掛かりにはなる。第8層の花粉孢子群集は *Pinus* と *Alnus* が優占し、*Juglans*, *Cryptomeria*, *Ulmus/Zelkova*, *Tilia*, *Fagus* などが随伴する。草本花粉として Gramineae, Compositae, Chenopodiaceae が認められた。第6層では *Pinus* が50%以上を占め、*Abies*, *Corylus*, *Fagus*, *Elaeagnus*, *Symplocos* などが産している。草本花粉では Gramineae, Compositae, Cyperaceae が含まれている。他の層準では花粉・孢子の産出に乏しい。これらの試料には照葉樹林の構成要素は確認されていない。

中部九州地域

菊池盆地（長谷・岩内⁽²²⁾，図3-3）：AT火山灰層直下の黒色粘土層から草本花粉の卓越する花粉群集が知られている。草本花粉では Cyperaceae, Gramineae, *Artemisia* が優占する。樹木花粉では *Abies*, *Tsuga*, *Pinus* の針葉樹種が多く、*Quercus* (*Lepidobalanus*), *Carpinus* / *Ostrya*, *Betula* が比較的高率で産し、照葉樹林要素は確認されていない。

熊本平野（長谷・岩内⁽²²⁾，図3-4）：この地域ではAT火山灰層付近の花粉・孢子群集は未確認である。しかし標高2.24mの中島で得られたボーリング試料では、地表から -41.2mにある泥炭が18,000 ±

100yBP. の¹⁴C年代を示す。この層準では草本花粉が卓越し、それらは Gramineae, Cyperaceae, *Artemisia*, Umbelliferae などから構成されている。

樹木花粉では *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Tsuga* が豊産し、落葉広葉樹の *Quercus* (*Lepidobalanus*), *Carpinus*, *Betula*, *Ulmus* / *Zelkova* などが随伴している。ここでは数%の頻度で照葉樹林要素の *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) が産しているが、*Podocarpus* は未確認である。

阿蘇山周辺（長谷・岩内⁽²²⁾，図3-5）：標高477.02mにある内牧でもAT火山灰との関連は不明であるが約65m以深での花粉群集は、針葉樹の *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga* が優占し、*Betula*, *Carpinus*, *Quercus* (*Lepidobalanus*) と少量の *Fagus* が随伴する。ここでは草本花粉は比較的低率で産出している。

南部九州地域

加久藤盆地（畑中⁽²³⁾；畑中・長谷⁽²⁴⁾；岩内・長谷^(25,26)，図3-6）：南部九州中部の山間盆地の一つ加久藤盆地に分布する溝園層はAT火山灰とほぼ同じ年代の入戸火砕流の直下にある。畑中・長谷⁽²⁴⁾によると、この層の花粉・孢子群集は *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Tsuga* が極めて優勢で、その他 *Cryptomeria*, *Sciadopitys* が少量出現している。落葉広葉樹では *Ulmus* / *Zelkova*, *Alnus*, *Fagus*, *Corylus* が低率で産する。草本花粉は少ない。照葉樹林要素の *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) が最大で3.6%程度含まれている。また単条型孢子が多産している。しかし岩内・長谷⁽²⁵⁾によれば、溝園層（試料No.M2-10）の花粉・孢子群集は *Pinus* (*Dilpoxylon*) が優勢で、*Lepidobalanus*, *Carpinus*, *Betula*, *Ulmus* / *Zelkova*, *Alnus* などの落葉広葉樹種が多く、*Tsuga*, *Abies*, *Picea*, *Pinus* (*Haploxylon*) なども数%から10%程度は含まれている。そして当時の植生としては落葉広葉樹と針葉樹の混交林で、盆地南部の1000m以上の山地には亜寒帯針葉樹林が分布していたと推定している。

砂礫層：阿多火砕流の下位にある新開層を不整合に覆い、入戸火砕流の直下に位置する砂礫層がある。この砂礫層に介在する細粒で有機質泥層からは *Pinus* が卓越し、*Abies* や *Tsuga* を伴い、Taxodiaceae や *Castanea*, *Carpinus* を樹木花粉の構成要素とする群集が知られている。草本花粉では Gramineae や

Compositae, *Sanguisorba* が豊産し、単条型のシダ植物胞子も顕著である。また極めて少量ながら *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) (0.6%) が検出されている。

宮崎平野 (外山⁽²⁷⁾, 図3-7) : 宮崎駅構内で得られたボーリング試料では ^{14}C 年代が $12,800 \pm 180\text{yBP}$. である層準よりも下位から豊富な花粉・孢子群集が検出されている。このボーリング試料では AT 火山灰についての記述がなく、おそらく AT 火山灰降下年代よりも新しい推積物と考えられる。しかし層準から判断して最終氷期最盛期かその直後と推定される花粉・孢子群集である。そこでは樹木花粉の *Pinus* (*Diploxylon* と *Haploxylon* をともに含む), *Abies*, *Tsuga*, *Quercus* (*Lepidobalanus*), *Fagus* が優占し、少量の *Picea* や *Alnus*, *Carpinus*, *Ulmus* / *Zelkova* をともなう。常緑広葉樹では *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) が最大で数%含まれ、さらに Theaceae, *Ilex*, *Tilia* なども含まれている。草本花粉では Gramineae が多い。

沖縄地域

伊是名島 (黒田ほか⁽²⁸⁾, 図3-8) : 沖縄島本部半島の北方約 35km にある伊是名島でのボーリング試料には晩氷期に属すると考えられる花粉・孢子群集が報告されている。その群集は *Pinus* (リュウキュウマツ) を優占タクサとし、*Quercus* (*Cyclobalanopsis*), *Quercus ilex*, *Castanopsis*, *Pasania*, *Myrica* などの常緑広葉樹が豊産し、*Tsuga* や *Cryptomeria* が少量随伴する。また草本花粉やシダ植物胞子も少ない。冷温帯性の落葉広葉樹は産していない。

朝鮮半島

韓国・市永郎湖 (安田ほか⁽²⁹⁾, 図3-9) : 韓国東沿岸の江原道東草市永郎湖 (海拔 0 m) で採取されたボーリング試料の $-11.2\text{m} \sim -11.3\text{m}$ での ^{14}C 年代は $15,300 \pm 150\text{yBP}$. である。その下位の暗褐色泥炭層には草本花粉の Cyperaceae, *Artemisia* が極めて高率で優占し、樹木花粉では *Abies*, *Picea*, *Pinus* (*Haploxylon*), *Larix* などの針葉樹が豊産する花粉群集が報告されている。落葉広葉樹のタクサは極めて少量である。

渤海

渤海中部 Bc-1 コア (中国科学院海洋研究所海洋地質研究室 (編)⁽³⁰⁾, 図3-10) : 北緯 $39^{\circ}9'$, 東経 $119^{\circ}54'$ の渤海中部の水深 27 m で深度 300 m のボーリングが行われ、得られた試料について総合的な調査・研究が実施された。そこでの最終氷期最盛期の花粉分析に関しては次のような結果がある。深度 $-37.2\text{m} \sim -37.3\text{m}$ の ^{14}C 年代は $23,190 \pm 340\text{yBP}$. を示す。これを含む $-41.4\text{m} \sim -12.8\text{m}$ の陸成層中の花粉・孢子群集は草本花粉の Chenopodiaceae, *Artemisia*, Potamogetonaceae などが優占し、針葉樹の *Pinus* や *Abies* が随伴するが、落葉広葉樹は極めて乏しい特徴を示す。

黄海南部 (鄭光膺 (編)⁽³¹⁾)

QC-1 コア (図3-11) : 北緯 $32^{\circ}31'$, 東経 $122^{\circ}30'$ の黄海中部の水深 29.5 m からボーリングが行われ延長 117.23 m のコアが採取された。この試料では最終氷期最盛期を示す直接的な ^{14}C 年代値は得られていないが、前後の層位関係から $-24.0\text{m} \sim -9\text{m}$ がそれを含む堆積物とみなされている。その部分に含まれている花粉・孢子群集には *Quercus* (*Lepidobalanus*) が豊産し、*Castanea* / *Castanopsis*, *Fagus*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Liquidambar* (下位の層準に比べて減少する) などの落葉広葉樹や *Pinus*, *Tsuga* などの針葉樹を含んでいる。また Chenopodiaceae, *Artemisia* などの草本花粉の増加が明らかにされている。

QC-2 コア (図3-12) : 北緯 $34^{\circ}18'$, 東経 $122^{\circ}16'$ の黄海中部の水深 49.05 m で延長 108.83 m におよぶボーリング試料が採取され、花粉分析を含む総合的な調査・研究が実施された。それによると -28.68m は ^{14}C 年代値が $28,500 \pm 8,200\text{yBP}$., $-17.23\text{m} \sim -17.40\text{m}$ では年代値が $10,340 \pm 110\text{yBP}$. を示し、最終氷期最盛期はこの間にくる。このコアでは I から X までの花粉化石帯が設定され、 $-36\text{m} \sim 17\text{m}$ は IX 帯にあたる。IX 帯の花粉群集は *Suaeda* (*Artemisia* に近縁のタクサ) や Compositae, *Typha* などの草本花粉が優占し、それらに *Ulmus*, *Quercus*, *Betula*, *Corylus* などの落葉広葉樹と *Pinus* が豊産する。X 帯の下部 ($-17\text{m} \sim -14.5\text{m}$) では草本性の *Suaeda*, Gramineae, Compositae, *Typha* が 30% ~ 40% を占め、樹木性では *Quercus* (*Lepidobalanus*), *Ulmus*, *Castanea* / *Castanopsis* が多産する。

QC-3 コア (図3-13) : このコアは黄海南部の北緯

32° 42', 東経 123° 41', 水深 -39.23 m で掘削され, 32.93 m の長さの試料が採取された. -13.03 m での ^{14}C 年代値が $24,600 \pm 1,060\text{yBP}$. を示す. ここでは I ~ IX の花粉・孢子群集が認められ, 最終氷期最盛期は IX 帯にある. -23 m ~ -14 m では花粉・孢子は少なく, 中でも温帯性要素の *Liquidambar* や *Fagus* が減少する傾向が認められている. 草本性の *Suaeda* が比較的多産する.

QC-4 コア (図 3-14): 中国・江苧省阿水で行われた掘削により総延長 402.37 m の試料が採取された. -25.38 m ~ -25.47 m の ^{14}C 年代値は $33,470 \pm 940\text{yBP}$., -17.06 m ~ -17.24 m では $10,080 \pm 95\text{yBP}$. であり, この間に最終氷期最盛期がくる. この試料では X 帯の花粉・孢子化石帯が識別され, 最終氷期最盛期は IX 帯と X 帯のいずれかにある. -37.0 m ~ -19.0 m は IX 帯で, 草本花粉が極めて優勢で, *Chenopodiaceae* が 85% を占める層準もある. その他 *Suaeda*, *Gramineae*, *Compositae*, *Cyperaceae* が多産している. -19 m から表層までが X 帯で, 樹木花粉が優勢である. ここでは *Pinus* が特に豊産し, *Quercus (Lepidobalanus)* や *Castanea/Castanopsis* が伴われている.

QC-5 コア (図 3-15): 中国南通県三余鎮では 460.15 m の柱状試料が採取された. ^{14}C 年代値は -86.09 m ~ -86.22 m で $20,850 \pm 1,070\text{yBP}$., -76.33 m ~ -76.54 m で $29,255 \pm 1,255\text{yBP}$. で, 層序と逆転している. しかし -26.50 m ~ -26.95 m では $4,780 \pm 85\text{yBP}$., -8.75 m ~ -8.60 m では $2,230 \pm 85\text{yBP}$. を示すことから, 最終氷期最盛期はこの間にあることに間違いない. このコアでは I ~ X までの花粉・孢子群集帯が設定されており, 最終氷期最盛期から完新世にかけては VIII 帯と IX 帯, X 帯が対応している. VIII 帯は -100 m ~ -71 m にあり, 樹木花粉では *Quercus (Lepidobalanus)*, *Fagus*, *Liquidambar*, *Castanea/Castanopsis* などの落葉広葉樹と *Pinus* の針葉樹が多産する. 草本花粉では *Suaeda*, *Chenopodiaceae*, *Gramineae*, *Cyperaceae* が多い. IX 帯は -71 m ~ -59 m にあるとされるが, 花粉・孢子化石に極めて乏しく, 群集の特徴を述べるほどには産していない. -59 m ~ 0 m は X 帯とされ, 樹木花粉が優勢する傾向にある. *Quercus (Lepidobalanus)* が豊産し, *Castanea/Castanopsis*, *Ulmus*, *Betula*, *Corylus*, *Carpinus*, *Liquidambar*, *Fagus*, *Juglans* のほか, *Pinus* の出現が確認されている. 草本花粉は全体

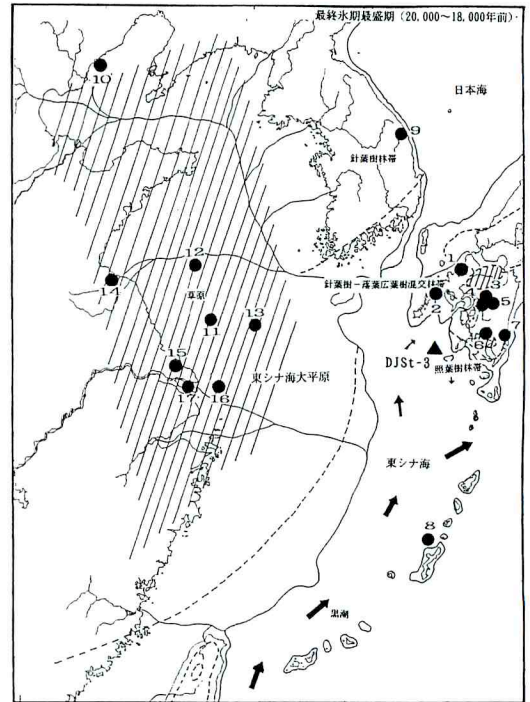


図 3. 最終氷期最盛期頃の東シナ海および周辺の環境概略図 図中の黒丸は最終氷期最盛期頃の資料の花粉分析が行われた地点を示す.

的に少なく, *Suaeda*, *Chenopodiaceae*, *Gramineae*, *Cyperaceae* などが産する.

東シナ海 (泰 蘊珊ほか (編)⁽³²⁾)

Ch-1 コア (図 3-16): 北緯 31° 10', 東経 122° 34' 48" の揚子江河口東方の水深 -24 m で行われたボーリングでは 50.05 m の試料が採取された. 表層から -48.4 m での ^{14}C 年代測定結果は $18,740 \pm 650\text{yBP}$. で, 最終氷期最盛期頃の堆積物である. -50.5 m ~ -40.00 m の花粉・孢子群集は樹木花粉が優勢し, とくに *Pinus*, *Abies*, *Picea* のマツ科や *Ephedra* が豊産するが, *Quercus (Lepidobalanus)* や *Betula* は少ない. 草本花粉は全体の 10% ~ 20% で, *Artemisia*, *Compositae*, *Cyperaceae* が産する.

Ch-4 コア (図 3-17) Z: 崇明島南門港旧申歴院内の標高 2 m では延長 63.7 m のボーリング試料がえられた. 表層から -54.7 m ~ -54.9 m の ^{14}C 年代値は $12,630 \pm 320\text{yBP}$., -40.0 m ~ 40.2 m では $13,950$

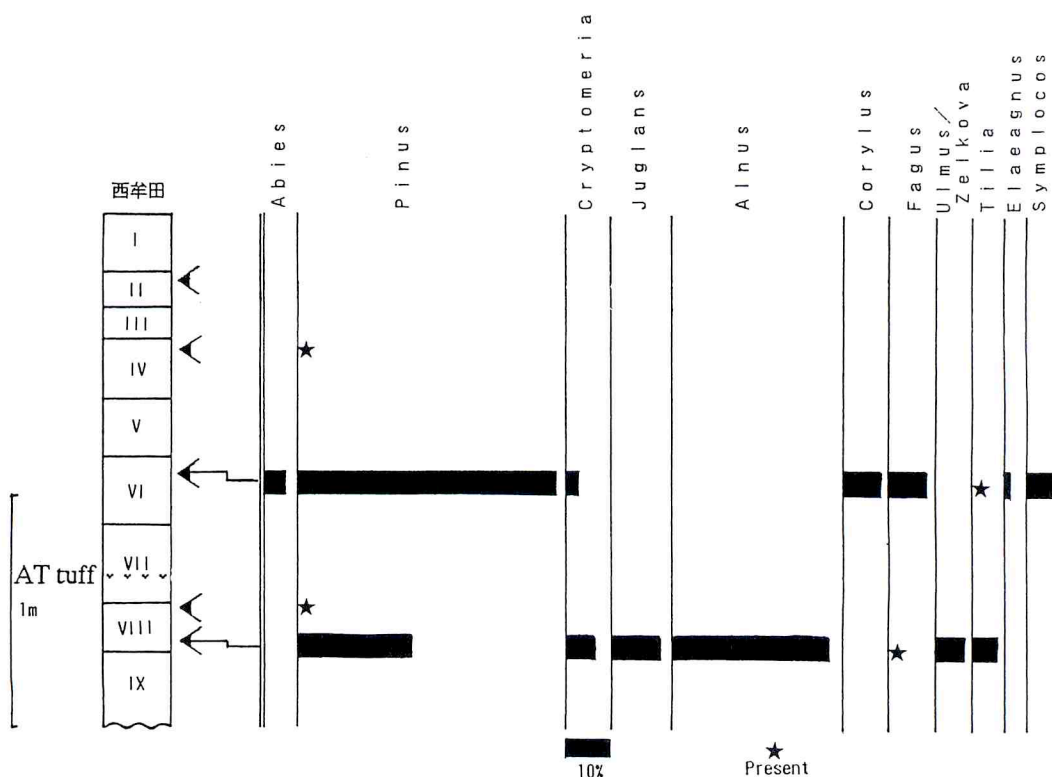


図4. 平戸島・堤西牟田遺跡での花粉分析結果（松岡⁽²⁰⁾を修正）

± 300yBP., 34.90 m ~ 35.50 m では 13,230 ± 280yBP. を示す。これらの年代の年代値は層序との間に不一致が見られるが、この試料の最下部はおそらく最終氷期最盛期もしくはその直後の堆積物と判断される。ここではI~Vまでの花粉・孢子群集帯が設定されており、I帯は-63.6m~-55.7mに、II帯は-55.7m~-33.5mにある。I帯では樹木花粉が優勢で、とくにPinusが優占し、Larix, Abies, Piceaなどが、また落葉広葉樹ではQuercus (Lepidobalanus), Betula, Castanea, Juglans, Tiliaが産出する。草本花粉では少量のArtemisiaが産する。II帯でも樹木花粉が優勢であるが、Pinusなどの針葉樹類が減少し、代わって落葉広葉樹のQuercus (Lepidobalanus), Betula, Castaneaが増加する。さらに草本類のGramineae, Chenopodiaceae, Artemisiaなども増加する。

考 察

1) 最終氷期最盛期頃の東シナ海の古地形

日本列島周辺での最終氷期最盛期の海面低下量に関しては、これまで最大で140m（たとえば井関⁽³³⁾）から最小で85m（大島⁽³⁴⁾）までの見積りがなされている。いずれの見積量が正しいかを判断する直接の証拠を得ていないが、ここでは対馬東方の海底面に残されている旧河川跡が水深約120mまで追跡可能であるとのことから、仮に当時の海面低下量を120m（茂木⁽³⁵⁾）として考察を進める。但しこれらの旧河川跡がいつの時代に形成されたものかを示す直接的な証拠はない。図3はこの仮定に基づいて描いた最終氷期最盛期ごろの東シナ海の古地理である。図5では北緯32°に沿い、揚子江河口から甌島列島を経て九州南部に到る東西の地形断面と、五島列島・福江島から甌島列島に到る北西~南東方向の地形断面を示し、そこに現在と最終氷期最盛期の海面の位置を現した。これらの図からは最終氷期最盛期には東シナ海の中国大陸側の大部分が陸化し、現在の揚子江沿岸の景観に類似した起伏に乏しい広大な低地が出現した様子が読み取れる。現在の東シナ海の地形断面からみるとこの大平原-東シナ海大平原と呼称する-は少なくとも現在の

九州南部のような起伏量の大きな陸地ではなかったことは明かである。

2) 男女海盆堆積物中に含まれている照葉樹林要素花粉の供給源

AT火山灰を挟む DJSt 3 の花粉群集は *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga* などの針葉樹を70%以上、かつ照葉樹林の構成要素である *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) や *Podocarpus* を数%から10%以上の割合で含み、さらに少量の *Fagus*, *Betula*, *Corylus* 等の冷温帯性落葉広葉樹を伴っている。東シナ海大平原 (QC-1, QC-2, QC-3) での最終氷期最盛期ごろの花粉群集は *Quercus* (*Lepidobalanus*), *Carpinus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Liquidambar*, *Betula* などの冷温帯性落葉広葉樹類が優占し、*Pinus* がやや多産するものの、*Picea*, *Abies*, *Tsuga* などの針葉樹、とくに *Tsuga* をほとんど含まず、また *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) や

Castanopsis などの照葉樹林要素も含んでいない。さらに全域にわたって *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Gramineae* などの草本花粉が優勢である。したがって DJSt 3 の花粉化石は *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Podocarpus*, *Cryptoeria* などの相当量含んでいることから、その大部分が南九州の山地より供給されたと考えざるをえない。

以上の資料から最終氷期最盛期ごろの南九州における森林植生帯の復元を試みると、海岸地域には *Podocarpus* などを交えたシイ林やカシ林が生育していた。溝園層が分布するおよそ海拔300m以上の山地には *Ulmus*, *Betula*, *Corylus* を交えたブナ林と *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Pinus* (*Diploxylon*, *Haploxylon*) を主とする冷温帯性針葉樹林の混交林が生育していた。そして沿岸地域の照葉樹林は中部九州にまで北上して分布していたと考えられる。但し北西部九州の沿岸に成立していた森林にはシイ類やカシ類などの照葉樹が多少混在していた。

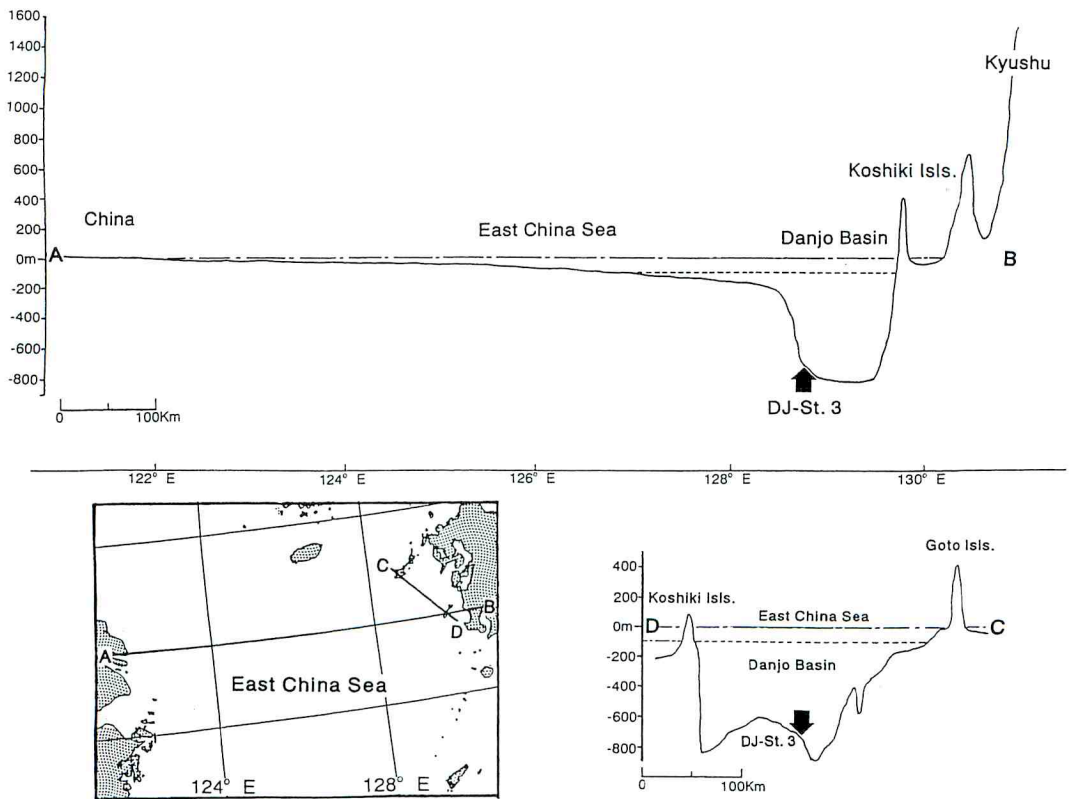


図5. 東シナ海海底地形断面図および DJSt-3 試料の採取地点

A-Bは北緯32°に添い、C-Dは五島列島から甌島に添う。1点鎖線は現在の海水面を、点線は最終氷期最盛期頃の海水面（およそ120m低下したと仮定する）を示す。

謝 辞

長崎大学水産学部所属長崎丸の矢田殖朗船長および乗組員の方々にはこの研究に使用した試料を採取していただいた。京都大学理学部竹村恵二助教授には火山ガラスの屈折率の測定を、奈良教育大学西田史朗教授には火山ガラスのEDX分析をお願いした。長崎大学教養部伊藤秀三教授には折りにふれ照葉樹林の生態について議論していただいた。以上の方々には深く感謝する。この研究の一部は文部省科学研究費重点領域研究「文明と環境」および国際学術研究「対馬暖流域の生物地理に関する共同研究(業績番号No.7)」による。

文 献

- (1) 塚田松雄：古生態学Ⅱ。共立出版 (1974)。
- (2) Tsukada, M. : *Cryptomeria japonica* : glacial refugia and late-glacial and post-glacial migration. *Ecology* 63, 1091-1105 (1982)。
- (3) 塚田松雄：日本列島における約2万年前の植生図。日本生態学会誌 34, 203-208 (1984)。
- (4) Tsukada, M. : Map of vegetaion during the last glacial maximum in Japan. *Quaternary Research* 23, 369-381 (1985)。
- (5) 安田喜憲・成田健一：日本列島における最終氷期以降の植生図復元への一資料。地理学評論 54, 369-381 (1981)。
- (6) 那須孝悌：森のうつりかわり。井尻昭二(編) 大氷河時代, 東海大学出版会 pp. 118-148 (1979)。
- (7) 那須孝悌：最終氷期のもっとも寒い時期の植生図。野尻湖発掘調査団・新堀友行(編) 日本人の系譜(日本の自然7), 平凡社 p. 20-21の図(1986)。
- (8) 太田陽子・米倉伸之：自然環境の変遷—海岸線—。日本第四紀地図, 日本第四紀学会(編) (1987)。
- (9) 町田 洋・新居房夫：広域に分布する火山灰—始良 Tn 火山灰の発見とその意義。科学 46, 339-347 (1976)。
- (10) 松本英二・前田保夫・竹村恵二・西田史朗：始良 Tn 火山灰(AT)の¹⁴C年代。第四紀研究 26, 79-83 (1987)。
- (11) 村山雅史・松本英二・中村俊夫・岡村 真・安田尚澄・平 朝彦：四国沖ピストンコア試料を用いたAT火山灰噴出年代の再検討—タンデトロン加速器質量分析計による浮遊性有孔虫の¹⁴C年代—。地質学雑誌 99, 787-798, (1993)。
- (12) 塚田松雄：花粉は語る。岩波書店 231pp. (1974)。
- (13) 吉良竜夫：温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて。寒地農学 2, 47-77 (1947)。
- (14) 前田保夫：縄文の海と森。蒼樹書房 238pp. (1980)。
- (15) Hatanaka, K. : Palynological studies on the vegetational succession since the Würm glacial age in Kyushu and adjacent areas. *Jour. Fac. Literature, Kitakyushu University, ser. B* 18, 29-71 (1985)。
- (16) 田村 実(編著)：熊本平野における完新世の古環境変遷に関する研究。平成元年度特定研究成果報告書, 熊本大学 79pp. (1990)。
- (17) Ocean Research Institute of the University of Tokyo (ed.) : Cruise report of KH 82-4. 167pp. (1983)。
- (18) Moriwaki, H., Furuta, T. and Arai, F. : Tephrochronology in the Sea of Japan and the northern East China Sea. Cruise report of KH 82-4, 160-166 (1983)。
- (19) 黒田登美雄・太田辰夫：福岡市天神地域の後期更新世—完新世の花粉分析学的研究, そのI。第四紀研究 17, 1-14 (1978)。
- (20) 松岡数充：平戸島における最終氷期—約23,000年前—以降の古植生変遷(概説)。伊藤秀三(編) 平戸の植物と植生, 平戸市文化協会 pp. 7-16 (1992)。
- (21) 平戸市教育委員会：堤西牟田遺跡。平戸市教育委員会 (1985)。
- (22) 長谷義隆・岩内明子：熊本市およびその周辺の更新世末—完新世の植生変遷。田村 実(編) 熊本平野における完新世の古環境変遷に関する研究。平成元年度特定研究成果報告書, 熊本大学 pp. 55-70, (1990)。
- (23) 畑中健一：加久藤盆地南西部における洪積世堆積物の花粉分析。北九州大学文学部紀要 4, 1-8 (1970)。
- (24) 畑中健一・長谷義隆：南部九州後期新生代層の

- 花粉層序学的研究. 第四紀研究 23, 1-20 (1984).
- (25) 岩内明子・長谷義隆: 地学基礎実験としての花粉分析. 熊本大学教養部紀要, 自然科学編 No. 28, 127-154 (1993).
- (26) 岩内明子・長谷義隆: 南部九州における最終氷期の植生—加久藤盆地溝園層の植物化石— 日本地質学会西日本支部会報 No.102, p.17 (1993).
- (27) 外山秀一: 大淀川流域における古環境の復元. 立命館文学 446/447, 190-219 (1982).
- (28) 黒田登美雄・古川博恭・大照明德・榎並信行・加藤俊典: 花粉分析による沖縄地方の晩氷期の植生変遷について. 日本花粉学会第31回大会講演要旨, p. 11 (1990).
- (29) 安田喜憲・塚田松雄・金 遵敏・季 相泰・任良宰: 韓国における境変遷史と農耕の起源. 海外学術調査中間報告—韓国における環境変遷史—, 1-19 (1980).
- (30) 中国科学院海洋研究所海洋地質研究室(編): 渤海地質. 科学出版社 232pp. (1985).
- (31) 鄭光膺(編): 南黄海第四紀層型地層対比. 科学出版社 276pp. (1986).
- (32) 秦 蘊珊・赵 一阳・陳 麗蓉・赵 松齡(編): 東海地質. 科学出版社 290pp. (1987).
- (33) 井関弘太郎: 沖積層基底礫層について. 地学雑誌 83, 247-264 (1975).
- (34) 大島和雄: 最終氷期の最低位海水準について. 第四紀研究 21, 211-222 (1982).
- (35) 茂木昭夫: 対馬海峡大陸棚の地形発達. 第四紀研究 20, 243-256 (1981).
-