

# 海底堆積物の花粉分析学的研究

## 1. 燧灘（愛媛県）

藤木 利之・三好 教夫・中村 隆昭\*

岡山理科大学理学部基礎理学科

\*東海大学海洋学部海洋土木学科

(1994年9月30日 受理)

### 1. はじめに

日本列島の陸成堆積物の花粉分析学的研究は、北海道から南西諸島までほぼ全域で行われ、最終間氷期以降の植生変遷と気候変動が次第に明らかになってきている。それに対して、日本列島をとりまく近海の海底堆積物については、Heusser and Morley (1985)<sup>1)</sup>と Heusser (1990)<sup>2)</sup>が太平洋側で15mと7mのコアを分析して過去8万年～15万年間の植生史を報告している。日本海側についても Morley, Heusser and Sarro (1986)<sup>3)</sup>が12mのコアを分析し、過去8万年間の植生史を報告している。このように日本近海の深海底堆積物の花粉分析はヒューサー女史の一人舞台で、我国の研究者によるものは、Yamanoi (1992)<sup>4)</sup>の日本海の分析がみられる程度である。日本列島沿岸域の浅海底堆積物については、古谷 (1984)<sup>5)</sup>の関西国際空港海底地盤、松岡 (1994)<sup>6)</sup>の東シナ海男女海盆などがある。

ここでは、東海大学海洋学部の調査船が瀬戸内海の燧灘で採取した海底堆積物の花粉分析を行ったので報告する。花粉分析用試料は、燧灘の北緯約34°23′、東経約133°24′の水深22mで採取したものである。試料採取はピストンコアラを海底面上数mから自由落下により採泥管を海底堆積物中に貫入させる方法で行い、表層から4.65mの深さまで採取されている。堆積物は、すべて粘土質であった。

花粉分析は表層より10cm毎に行い、化石花粉・胞子の分離および抽出には KOH 法、ZnCl<sub>2</sub> 比重分離法、HF 法、アセトリシス法を用いた。これらの処理により分離された化石花粉・胞子はグリセリンゼリーで包埋してプレパラートを作成した。化石花粉の計測は、各試料毎に木本類花粉を300個以上数え、しかも草本類を含め500個以上になるまで行った。出現頻度は、木本類花粉の総数を基本数として百分率で示した。

### 2. 分析結果

全層を通じて、49種類の化石花粉および胞子を検出した。化石花粉は、全層を通じ木本類が圧倒的に多く95%以上を占めている。その内訳を見ると、中層以深では常緑広葉樹がほぼ60%以上と高い出現率を示すが、上層では針葉樹が80%に増加する。草本類は全層を

通じ5%以下で非常に少ない(Fig. 1)。検出された49種類の化石花粉および胞子を木本類(AP: arboreal pollen), 草本類(NAP: non-arboreal pollen), シダ類(S: spore)に大別して示すと、次の通りである。

AP: *Abies*, *Cryptomeria*, Cupressaceae, *Picea*, *Podocarpus*, *Pinus*, *Sciadopitys*, *Tsuga*, *Acer*, *Aesculus*, *Betula*, *Carpinus*, *Celtis* & *Aphananthe*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Juglans* & *Pterocarya*, *Lepidobalanus*, *Platycarya*, *Ulmus* & *Zelkova*, *Castanopsis*, *Cyclobalanopsis*, *Myrica*, *Alnus*, *Elaeagnus*, Ericaceae, *Ilex*, *Salix*

NAP: Cyperaceae, Gramineae, *Typha*, *Artemisia*, other Compositae, Chenopodiaceae, Gentianaceae, *Haloragis*, *Oenothera*, *Persicaria*, other Polygonaceae, *Sanguisorba*, *Talicttrum*, Umbelliferae

S: monolete type, trilete type, Lycopodiaceae, Osmundaceae, Polypodiaceae

これら49種類の化石花粉および胞子のうち主要な種類の消長を見ると、次の通りである。まず針葉樹では、*Abies* は、全層に出現するが、そのほとんどが5%以下である。*Tsuga* は下層では1~20%であるが、上層では3~30%に増加する傾向がみられる。*Pinus* も *Tsuga* と類似した出現傾向がみられ、230 cm以深では2~20%であるが、230~60 cmでは15~60%、さらに60 cm以浅では50~80%と高い出現率を示す。*Sciadopitys*, *Cryptomeria*, Cupressaceae は全層を通じ出現するが2%以下である。落葉広葉樹では、*Betula*, *Carpinus*, *Celtis* & *Aphananthe*, *Fagus*, *Ulmus* & *Zelkova*, *Alnus* は、全層を通じ出現しているが、4%以下である。*Lepidobalanus* については、10%以下ではあるが全層を通じ安定して出現する。常緑広葉樹では、*Castanopsis* は60 cm以深では1~20%であるが、60 cm以浅では3%以下に減少する。*Cyclobalanopsis* は230 cm以深では20~70%で高い出現率を示す。しかし、230 cmより上層に向かうにつれ次第に減少する傾向を示す。草本類ではCyperaceae, Gramineae, *Artemisia* が2%以下の出現率であるが、ほぼ全層を通じて出現する。その他 *Typha*, Compositae, Chenopodiaceae, Polygonaceae, Umbelliferae は散発的にごくわずかに出現するのみである。シダ植物については、Polypodiaceae, monolete type, trilete type が全層にわたり安定して出現する。ただ trilete type のみ90 cm以浅でやや増加する傾向を示す。

以上の花粉分析結果を検討すると、本堆積層は次の4地域花粉帯に区分することができる。

1. 465-410 cm: *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* 時代 (HI-4 帯)
2. 410-230 cm: *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis*, *Pinus*, *Tsuga* 時代 (HI-3 帯)
3. 230-60 cm: *Pinus*, *Tsuga*, *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* 時代 (HI-2 帯)
4. 60-10 cm: *Pinus*, *Tsuga*, *Cyclobalanopsis* 時代 (HI-1 帯)

HI-4 と HI-3 の区分は、410 cm を境に *Tsuga*, *Pinus* がやや増加するのと *Castanopsis* がやや減少するのを基準とし、HI-3 と HI-2 の区分は、230 cm を境に *Pinus* が急増し、

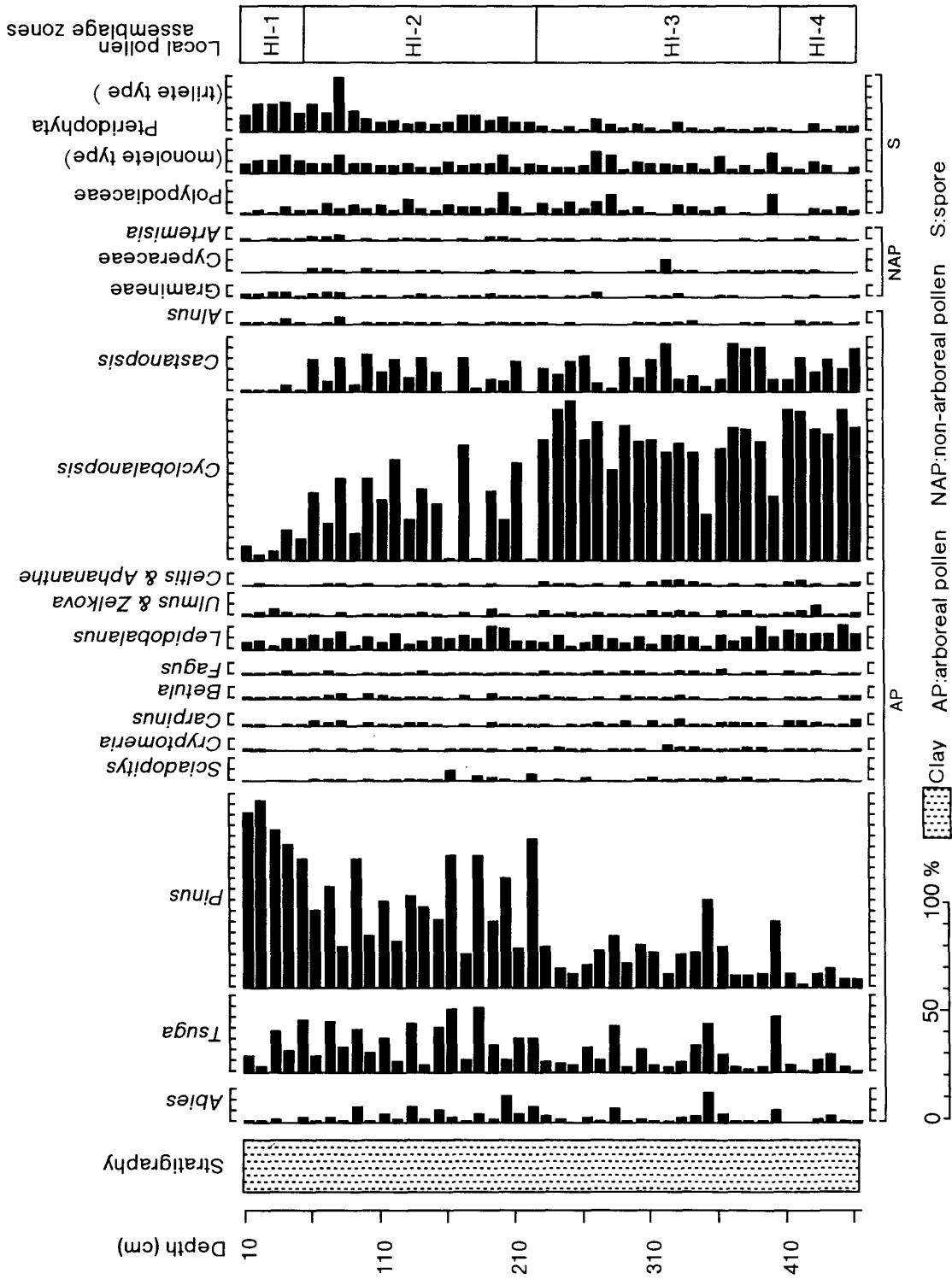


Fig. 1 Stratigraphic sequence and pollen diagrams of the Sea of Hiuchi in the Inland Sea, Japan

*Cyclobalanopsis* が減少するのを基準とした。HI-2 と HI-1 の区分は、60 cm を境に *Pinus* がさらに増加し、*Castanopsis*, *Cyclobalanopsis* が大きく減少するのを基準とした。

### 3. 考 察

HI-4 : *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* 時代 (465~410 cm)

HI-4 帯は、アラカシとみられる *Cyclobalanopsis* やツブラジイとみられる *Castanopsis* の優占によって特徴づけられる。また *Lepidobalanus* が HI-3 帯よりやや多く出現していることから、これまで行われた瀬戸内海沿岸の花粉分析結果<sup>7)</sup>と比較し、標準花粉帯 R-II a 帯に相当するとみられる。海底堆積物では、浮遊力に優れた *Pinus* は沖合いに向かって高率になり、Fagaceae は逆に減少する傾向がみられる<sup>8)</sup>。本帯や以降の HI-3 帯、HI-2 帯では Fagaceae の *Cyclobalanopsis* と *Castanopsis* が、かなり高率の出現率を示していることからみて、瀬戸内海沿岸の低地はシイ・カシを中心とした常緑広葉樹の極相林が広く繁茂していたことを示している。

HI-3 : *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis*, *Pinus*, *Tsuga* 時代 (410~230 cm)

依然として、*Cyclobalanopsis* や *Castanopsis* の常緑広葉樹が高い出現率を示す。また、*Pinus* と *Tsuga* が断続的に増加している。本帯は R-II b 帯にあたり後氷期の最暖期の縄文海進期に相当するとみられる。

HI-2 : *Pinus*, *Tsuga*, *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* 時代 (230~60 cm)

*Pinus*, *Tsuga* が連続的に増加する。*Cyclobalanopsis* もまだ高い出現率を示しているが、減少傾向にある。また、*Abies* や *Lepidobalanus* もわずかではあるが増加傾向を示し、R-III a 帯に相当するものとみられる。中国・四国地方の低地で、後氷期に *Tsuga* が20%前後も出現する例は、日本海側の宍道湖(大西, 1977)<sup>9)</sup>や太平洋側の伊達野(中村, 1969)<sup>10)</sup>などがあるが、瀬戸内海側では初めてである。本帯に入って減暖化し、モミ・ツガ中間温帯林の拡大をうかがわせるが、*Tsuga*も単気嚢をもち浮遊力があることから、*Pinus*と共にかなり過剰に表現される可能性が強い。

HI-1 : *Pinus*, *Tsuga*, *Cyclobalanopsis* 時代 (60~10 cm)

*Pinus* がさらに増加し、非常に高い出現率を示す。そして *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* はかなり減少する。特に *Castanopsis* は、3%以下に著しく減少する。これは伐採により自然植生が減少し、それに代わって二次林としてアカマツが繁茂したためと考えられる。本帯は人類の植生に対する影響が著しくなった R-III b 帯に相当するとみられる。日本各地の R-III b 帯では、*Pinus* 二次林の顕著な増加とともに、Gramineae などの栽培植物と雑草の急増がみられるが、本分析では草本類の急増がみられなかった。これは草本類花粉が河川下流から河口域で堆積し、海域までに流下する比率が低いためだと考えられる。

今回の分析試料は <sup>14</sup>C 年代測定が行われていないので絶対年代は不明であるが、これま

で行われた瀬戸内海沿岸堆積物の花粉分析結果と比較すると、常緑広葉樹の極相林が成立していた縄文海進期の約7000~6000年前以降の植生変遷史を含んでいるものと考えられる。また、試料が465cmとあまり厚い堆積物でなく、465cm以深はピストンコアラーでは採取不可能な基盤岩であったとみられる。以上のことから、本試料の採取地点は最終氷期には陸地化していた可能性が高い。その間は、堆積作用がなかったか、あっても降雨や川の侵食により流失して堆積物は残らず、本格的な堆積作用が開始したのは、後氷期に入り海面が上昇し始めてからとみられる。

今回得られた海成堆積物の花粉分析結果は、陸上や沿岸部のものと比較すると、化石花粉の出現傾向が次の3点でかなり相違が認められる。

1. *Pinus*, *Tsuga* など気嚢をもった花粉は、浮遊力が強いいため、かなり過剰に表現されている。
2. 落葉広葉樹や低木類の花粉は、虫媒花のものはもちろん、風媒花のものも出現種数が少なく過小に表現されているとみられる。
3. 草本類は局地性が強く、花粉の浮遊力も小さいためか出現頻度が極端に少ない。シダ類胞子は比較的多い。

#### 4. ま と め

東海大学海洋学部の調査船が、瀬戸内海の燧灘 (N 34°23', E 133°24') の水深22mで採取した465cmの堆積物の花粉分析を行った。

1. 堆積物は全て粘土質であった。
2. 花粉分析結果から燧灘周辺の植生変遷史は、以下の4地域花粉帯に区分でき、これは我国の標準花粉帯 R-II と R-III に対比できる。

- (1) 465-410 cm : *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* 時代 (HI-4 帯, R-II a 帯)
- (2) 410-230 cm : *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis*, *Pinus*, *Tsuga* 時代 (HI-3 帯, R-II b 帯)
- (3) 230-60 cm : *Pinus*, *Tsuga*, *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* 時代 (HI-2 帯, R-III a 帯)
- (4) 60-10 cm : *Pinus*, *Tsuga*, *Cyclobalanopsis* 時代 (HI-1 帯, R-III b 帯)

この結果と瀬戸内海沿岸堆積物の花粉分析結果と比較すると、縄文海進期の約7000~6000年前からの植生変遷史を含んでいるとみられる。

3. 本試料の採取地点は、最終氷期には陸地化していた可能性が高い。
4. 今回の分析結果と、陸上や沿岸の分析結果を比較すると次のことが言える。
  - (1) *Pinus*, *Tsuga* などの気嚢をもった花粉は、過剰に表現されている。
  - (2) 落葉広葉樹は、高木も低木も極端に少なく、過小に表現されている。

(3) 草本類は局地性が強く出現頻度が低いが、シダ類孢子は比較的多い。

稿を終わるにあたり、本稿の稿閲をして下さった北九州大学文学部野井英明博士に厚くお礼申し上げる。

#### 参考文献

- 1) Heusser, L.E. and Morley, J.J. : Pollen and radiolarian records from deep-sea core RC14-103: Climatic reconstructions of Northeast Japan and Northwest Pacific for the last 90,000 years. *Qua. Res.* **24**, 60-72 (1985).
- 2) Heusser, L.E. : Northeast Asian pollen records for the last 150,000 years from deep-sea cores V28-304 and RC14-99 taken off the Pacific coast of Japan. *Rev. Palaeobot. & Palynol.* **65**, 1-8 (1990).
- 3) Morley, J.J., Heusser, L.E. and Sarro, T. : Latest Pleistocene and Holocene palaeoenvironment of Japan and its marginal sea. *Palaeogeog., Palaeoclimatol. Palaeocol.* **53**, 349-358 (1986).
- 4) Yamanoi, T. : Miocene pollen stratigraphy of Leg 127 in the Japan Sea and comparison with the standard Neogene pollen floras of northeast Japan. *Proc. Ocean Drilling Prog., Scientific Results*, **127/128**, 471-491 (1992).
- 5) 古谷正和：花粉化石調査。関西国際空港地盤地質調査，91-116 (1984)。
- 6) 松岡數充：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。日本花粉誌，**40**，13-24 (1994)。
- 7) 藤木利之，三好教夫：瀬戸内海沿岸堆積物の花粉分析。八浜・岡南（岡山県）と鳴門（徳島県）。日本花粉学会第33回大会講演要旨，35 (1992)。
- 8) 松下まり子：播磨灘表層堆積物の花粉分析——花粉組成と現生植生の比較——。第四紀研究，**20**，89-100 (1981)。
- 9) 大西郁夫：出雲海岸平野第四紀堆積物の花粉分析。地質学雑誌，**83**，603-616 (1977)。
- 10) 中村 純：高知県低地部における晩氷期以降の植生変遷。第四紀研究，**4**，200-207 (1965)。

# Palynological Studies of Marine Sediments in Japan

## 1. The Sea of Hiuchi in the Inland Sea (Ehime Pref.)

Toshiyuki FUJIKI, Norio MIYOSHI and Takaaki NAKAMURA\*

*Department of Applied Science,*

*Okayama University of Science,*

*Ridai-cho 1-1, Okayama 700, Japan*

*\*Department of Ocean Engineering,*

*Tokai University,*

*Orido 3-20-1, Shimizu 424, Japan*

(Received September 30, 1994)

The Sea of Hiuchi (coordinates N34°23', E133°24') is situated in the middle part of the Inland Sea, western Japan. A core 465 cm long containing clay deposits was sampled from marine sediments at 22 m in depth by the marine research ship of Tokai University at the Sea of Hiuchi.

On the basis of the results of pollen and spore analysis, four local pollen assemblage zones (HI) coordinating two Japanese standard pollen zones (R) of the post-glacial period were recognized.

HI-4 *Cyclobalanopsis, Castanopsis, Lepidobalanus* stages

(465-410 cm in depth, R-II a zone)

HI-3 *Cyclobalanopsis, Castanopsis, Tsuga* stages

(410-230 cm in depth, R-II b zone)

HI-2 *Pinus, Tsuga, Cyclobalanopsis, Castanopsis* stages

(230-60 cm in depth, R-III a zone)

HI-1 *Pinus, Tsuga* stages

(60-10 cm in depth, R-III b zone)

Comparison with the results of pollen analysis from the Chugoku and Shikoku districts surrounding the Inland Sea shows that the present core contains a vegetational history spanning approximately seven thousand years. This means that the sampling area would have been terrestrial without accumulating work during the last glacial period, and would have started to accumulate in the Inland Sea, increasing its transgression after the post-glacial period.

Fossil pollen grains of *Pinus* and *Tsuga* with air sacs may be included excessively in marine sediments as compared with terrestrial sediments. On the other hand, the grains of deciduous broad-leaved trees such as *Lepidobalanus*, *Carpinus*, and herbs such as Compositae, Gramineae, may be included too little in the marine sediments.