

原 著

## 渡辺正巳<sup>1</sup>・石賀裕明<sup>2</sup>：島根県西部益田平野における 過去6400年間の環境変遷

Masami Watanabe<sup>1</sup> and Hiroaki Ishiga<sup>2</sup>: Environmental change during the last 6400 years in the Masuda plain, western Shimane Prefecture, southwest Japan

**要 旨** 島根県西部益田平野において、ジオスライサーを用いて得た6400 yr BPころ以降に堆積した試料を対象に、花粉分析と、イオウ濃度分析、AMS <sup>14</sup>C年代測定を行った。花粉分析結果を基に2局地花粉帯(MGS2-I, II帯)と5花粉亜帯(MGS2-IIa, IIb, IIc, IId, IIe 亜帯)を設定し、AMS <sup>14</sup>C年代測定結果から堆積速度を求め、各花粉帯と花粉亜帯の境界年代を推定した。花粉分析の結果、6400 yr BPころの益田平野周辺にスギ林が分布していたことが明らかになった。このことは、スギ林が益田平野から中国山地西部へ拡大したことを示唆する。6400～5300 yr BPには、アカガシ亜属花粉とイオウ濃度の増加傾向が一致した。これは海進を伴う気候の温暖化を示す。4660～3570 yr BPには「縄文中期の小海退」に対応する冷涼・湿潤な気候が認められた。1500 yr BP以降に認められるアカマツ林の拡大を、人間活動に伴う自然破壊によると考えた。同時に認められるスギ林の縮小は、人間活動に伴う現象と考えられるほか、「奈良・平安・鎌倉温暖期」に伴う現象である可能性を指摘した。花粉帯の境界年代を基に、益田平野と山陰地方中央部の古植生と古気候を比較した。

キーワード：イオウ濃度分析、花粉分析、完新世、スギ、益田平野

**Abstract** We carried out pollen analysis, measurement of total sulfur content, and radiocarbon dating with accelerator mass spectrometry (AMS) on the Holocene sediments (MGS2) in the Masuda plain, western Shimane Prefecture. We established two local pollen zones with five sub-zones and estimated the sedimentation rate and ages of the pollen zones and sub-zones from AMS radiocarbon dates. *Cryptomeria japonica* forest existed around the Masuda plain at 6400 yr BP. This suggested that *Cryptomeria japonica* forest spread from the Masuda plain over the western part of the Chugoku Mountain Range. An increase in the total sulfur content in the sediments coincided with an increase in *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* pollen between 6400 and 5300 yr BP. This correspondence showed a climatic warming with the rise of the sea level. The pollen data indicated a wet and cool climate between 4660 and 3570 yr BP, corresponding to the cool period with a minor regression during the middle Jomon period. Expansion of *Pinus* subgen. *Diploxylon* forest after 1500 yr BP was thought to be induced by the human disturbance of natural forests. Contemporaneous destruction of the *Cryptomeria japonica* forest was probably induced by either the human disturbance or the climatic warming in the Nara to Kamakura periods.

**Key words:** *Cryptomeria*, Holocene, Masuda plain, pollen analysis, total sulfur content

### はじめに

高原(1998a)は、若狭湾周辺から中国山地東部と中国地方西部の日本海側において後氷期初期から中期まで、および後氷期後期にスギ林の拡大が認められるが、中国地方中部(東経132～134°)ではスギ林の顕著な発達認められないとした。塚田(1987)は、島根・山口県境付近の中国山地西部に位置する宇生賀湿原をスギの最終氷期最盛期における逃避地の一つとした。これら中国山地西部と中国地方中部(山陰地方中央部)に挟まれる東経132°近辺の地域(島根県西部)には、益田平野、浜田平野、江津平野、

大田平野などの小規模な沖積平野が分布する(図1)。しかし、これらの沖積平野では花粉分析がほとんど行われておらず、島根県西部の沖積平野におけるスギの分布はもとより、植生史に関する資料も皆無に近い状況であった。このため、中国山地西部から山陰地方中央部にいたるスギ林の広がり、明らかにされていなかった。

今回、島根県西部益田平野において、ジオスライサー(原口ほか, 1998)を用いて花粉分析試料、イオウ濃度分析試料及び放射性炭素年代測定用試料を採取した。放射性炭素年代測定の結果、これらの試料がおよそ6400 yr BP

<sup>1</sup> 〒690-0822 松江を下東川津町131 文化財調査コンサルタント株式会社

Consultant of Archaeological Research, Inc., 131 Shimohigashikawatsu, Matsue 690-0822, Japan

<sup>2</sup> 〒690-8504 松江を西川津町1060 島根大学総合理工学部地球資源環境学科

Department of Geoscience, Shimane University, 1060 Nishikawatsu, Matsue 690-8504, Japan

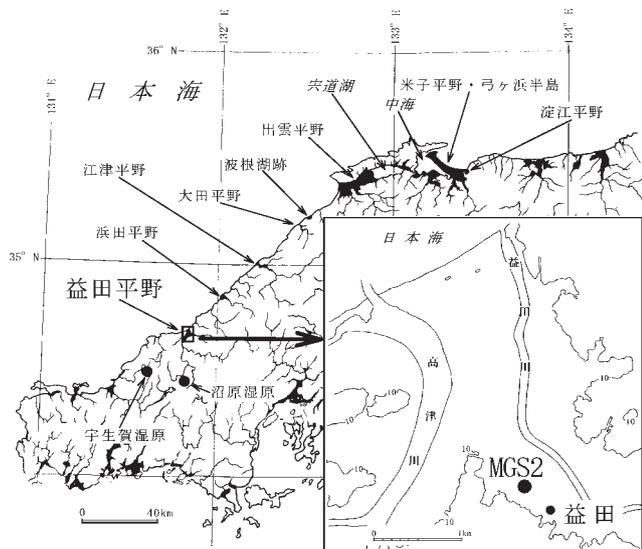


図1 試料採取地点。黒塗りは海岸平野，拡大図内の数字は標高 (m)。地域図は大西 (1988) から引用。

Fig. 1 Location map of the study area. Black areas in the area map are alluvial plains. Area map from Ohnishi (1988).

以降に堆積したものであることが明らかになった。花粉分析の結果，スギ属花粉が卓越する花粉化石群とその変遷が明らかになった。イオウ濃度分析の結果，堆積環境の変化が明らかになった。本論では，これらの分析結果について報告するとともに，スギ林の拡大，及び古気候変遷について考察した。また，山陰地方中央部の花粉帯 (渡辺ほか，2003) との関係についても考察を加えた。

## 調査地点の概要と調査方法

### 1. 採取試料について

益田平野は島根県西端に位置し，高津川と益田川の沖積作用によって形成された三角州平野である (図1)。平野の北は日本海に面し，それ以外の三方を標高200 m以下の山地と丘陵に囲まれている (林，2000)。現存植生図 (宮田・枚村，1987a, b) によれば，益田平野周辺の山地・丘陵の植生は，アカマツ林 (アカマツ植林，コバノミツバツツジ-アカマツ群集) やシイ・カシ萌芽林が広く分布するほか，スギ植林も分布する。

試料採取地点は，島根県益田市駅前町 (北緯  $34^{\circ} 40' 38''$ ，東経  $131^{\circ} 50' 21''$ ，標高4.4 m) である。益田川の三角州上に立地し (林，2000)，現在の益田川河口から3 km，海岸線から2.7 km内陸に位置する。

試料採取地点において，幅 (内り) 35 cm × 厚さ 10 cm × 長さ 530 cm のジオスライサーにより，深さ 460 cm の柱状試料 (MGS2) を採取した (図2)。ジオスライサーによるサンプリングの利点は，サンプラーに接した数 cm

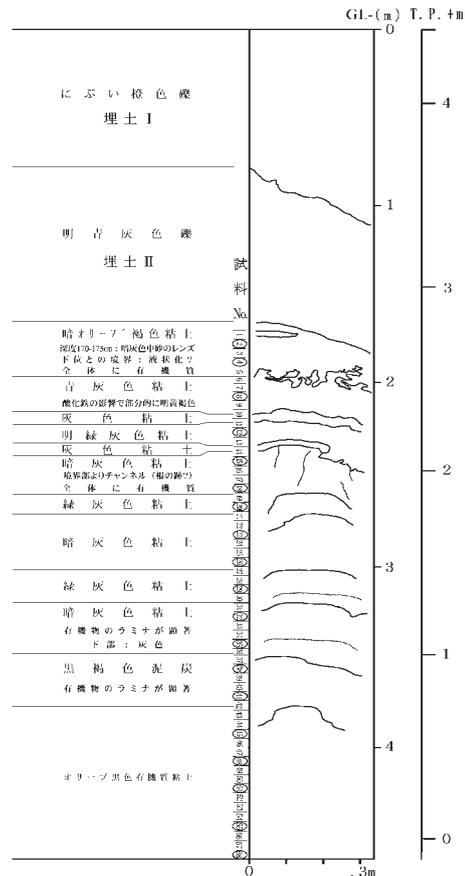


図2 採取試料 (MGS2) の記載と，スケッチ，試料採取位置。スケッチ両端の線はサンプラー内壁で，それに接した数 cm 幅は試料が乱れていたため，乱れない部分の地層境界線を示す。分析試料 (丸囲み数字) は乱れない中央部で採取した。

幅が摩擦で乱れるものの，堆積構造がはっきりと観察できること，サンプラーの長さの範囲で切れ目のない連続試料が得られること，多量の分析試料が得られることである。

堆積層は下位よりオリーブ黒色有機質粘土，黒褐色泥炭，暗灰色粘土，緑灰色粘土と暗灰色粘土互層，灰色粘土，青灰色粘土，暗オリーブ褐色粘土からなり，最上部1.75 mは埋土からなる。GL -2.37 m (標高+2.03 m) の暗灰色粘土層と上位の灰色粘土層の境界では，境界から下に向かい根の跡と考えられるチャンネルが発達していた。さらに灰色粘土層を削り込んで上位の青灰色粘土が堆積している。

上部の埋土を除き，GL -1.75 m (標高+2.65 m) 以深4.6 m (標高-0.2 m) までの間で，厚さ約5 cmごとに58試料を採取した。そのうち，花粉分析は各層中10～15 cm間隔で19試料を行った。イオウ濃度分析は層厚15 cm以上の層に対し各層1試料，層厚の厚い最下位層では等間隔になるように3試料を行い，合計10試料を分析した。ま

表 1 採取試料 (MGS2) の AMS  $^{14}\text{C}$  年代測定結果

Table 1 Radiocarbon ages measured with AMS and calibrated ages of organic sediments from the MGS2 core

試料 No.	深度 (m)	試料の種類	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ による補正年代 (yr BP $\pm 1\sigma$ )	較正年代 (INTCAL04)		測定コード
					1 $\sigma$ 暦年代範囲 (確率)	2 $\sigma$ 暦年代範囲 (確率)	
2	1.75–1.80	有機質粘土	-25.68 $\pm$ 0.17	760 $\pm$ 30	1225–1280 AD (68.2%)	1215–1285 AD (95.4%)	PLD-3857
16	2.45–2.50	有機質粘土	-24.77 $\pm$ 0.12	3315 $\pm$ 25	1625–1600 BC (19.8%) 1595–1530 BC (48.4%)	1680–1520 BC (95.4%)	PLD-4533
33	3.30–3.35	有機物	-26.98 $\pm$ 0.13	4700 $\pm$ 25	3630–3600 BC ( 8.3%) 3530–3490 BC (16.9%) 3440–3370 BC (43.0%)	3630–3580 BC (16.9%) 3530–3490 BC (21.3%) 3470–3370 BC (57.2%)	PLD-4534
38	3.55–3.60	泥炭	-31.56 $\pm$ 0.24	5055 $\pm$ 45	3950–3790 BC (68.2%)	3970–3750 BC (92.4%) 3740–3710 BC ( 3.0%)	PLD-3858
58	4.55–4.60	有機質粘土	-28.33 $\pm$ 0.12	6375 $\pm$ 25	5460–5450 BC ( 1.8%) 5380–5310 BC (66.4%)	5470–5400 BC (20.7%) 5390–5300 BC (74.7%)	PLD-6361

暦年代への較正には、較正曲線 INTCAL04 と較正ソフト Oxcal3.1 を使用した。

た、試料 No. 2, 16, 33, 38, 58 の 5 試料 (有機質粘土, 有機物, 泥炭) の AMS  $^{14}\text{C}$  年代測定を (株) パレオ・ラボに委託して行った (表 1)。本文中では従来の結果との対応関係を確認するために、暦年較正年代を用いず、 $\delta^{13}\text{C}$  による補正年代を用いた。

## 2. 花粉分析

渡辺 (1995) の振動ふるい法により花粉・孢子化石の分離処理を行い、プレパラートを作成した。プレパラートの観察・同定は、光学顕微鏡により通常 400 倍で、必要に応じ 600 倍あるいは 1000 倍で行った。木本花粉総数が 200 粒以上になるように同定を行い、同時に検出される草本花粉・孢子化石の同定も行った。また、イネ科花粉については中村 (1974) に従い、粒径 40  $\mu\text{m}$  以上でイネを含む可能性が高い「イネ科 (40  $\mu\text{m}$  以上)」と、粒径 40  $\mu\text{m}$  未満でイネを含む可能性が低い「イネ科 (40  $\mu\text{m}$  未満)」に二分した。

## 3. イオウ濃度測定

イオウ濃度は、分析試料を 110°C で 24 時間乾燥後、自動メノウ乳ばちにより粉砕し、それを粉末プレス法 (小笠原, 1987) によりかためて、島根大学の蛍光 X 線分析装置 (リガク RIX2000) を用いて測定した (寺島, 1976 参照)。

## 結 果

### 1. 花粉分帯

主要木本花粉の出現率の層位的な変化を基に、MGS2-II 帯と MGS2-I 帯の 2 局地花粉帯を設定し、さらに MGS2-II 帯を e 亜帯から a 亜帯の 5 花粉帯に細分した (図 3, 表 2)。MGS2-II 帯 b ~ e 亜帯に相当する層準では AMS  $^{14}\text{C}$  年代測定値がほぼ直線状に並び、線形近似曲線 ( $y = 1451.9x - 202.19$ ) が得られた (図 4)。また、MGS2-II

帯 b 亜帯と a 亜帯の境界にあたる灰色粘土と明緑灰色粘土の境界には時間間隙が認められることから、b 亜帯と a 亜帯の境界で堆積速度が変わると考えた。下部の線形近似曲線 ( $y = 1451.9x - 202.19$ ) から得られる b 亜帯と a 亜帯の境界年代 (3195 yr BP) と試料 No. 2 での AMS  $^{14}\text{C}$  年代測定値 (760 yr BP) から、上部の線形近似曲線 ( $y = 4309.7x - 6999.9$ ) が得られた。これら 2 本の線形近似曲線から、各花粉帯と花粉帯の境界の年代を算出した。

以下、下位より順に各局地花粉帯の特徴及び下限の年代を示す。

**MGS2-II 帯 (試料 No. 58 ~ 8) :** およそ 6400 yr BP  
スギ属が卓越し、アカガシ亜属を伴う。II 帯はさらに、e ~ a 亜帯に細分できる。

**e 亜帯 (試料 No. 58 ~ 45) :** およそ 6400 yr BP  
スギ属が 50% 程度、アカガシ亜属が 20% 程度の出現率を示すほか、トチノキ属が低率であるが連続して出現する。

**d 亜帯 (試料 No. 41 ~ 35) :** およそ 5300 yr BP  
スギ属が 41% と減少し、アカガシ亜属が 37% まで増加する。

**c 亜帯 (試料 No. 32 ~ 20) :** およそ 4660 yr BP  
スギ属が増加し最大 71% を示す。一方、アカガシ亜属は 9% まで減少する。また、モミ属、マツ属 (複維管束亜属)、コウヤマキ属やコナラ亜属の出現率が微増するほか、ツガ属やコウヤマキ属も断続的に検出される。

**b 亜帯 (試料 No. 18, 15) :** およそ 3570 yr BP  
スギ属が 33% まで減少し、アカガシ亜属が 33% まで増加する。このほかモミ属、ツガ属、コウヤマキ属、マキ属などの針葉樹も微増する。

**a 亜帯 (試料 No. 12, 8) :** およそ 3200 yr BP  
スギ属が 58% まで増加し、アカガシ亜属が 21% まで減少する。スギ属を除く針葉樹類やコナラ亜属も前亜帯に比べ減少する。



表 2 採取試料 (MGS2) 中で検出量の少ない分類群の出現率 (上段: 検出数量, 下段: 百分率)

Table 2 Abundance of minor taxa in the MGS2 core samples

分類群	試料 No.																		
	2	4	8	12	15	18	20	23	26	29	32	35	38	41	45	48	51	55	58
マオウ属	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ephedra</i>	(0.4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤマモモ属	-	-	6	-	-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrica</i>	-	-	(1.9)	-	-	(0.3)	(0.3)	(0.2)	-	-	(0.4)	-	-	-	-	-	-	-	-
クルミ属-サワグルミ属	-	-	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	3
<i>Juglans-Pterocarya</i>	-	-	(0.3)	(0.3)	-	(0.3)	-	(0.2)	-	-	-	-	(0.3)	(0.4)	-	-	-	-	(1.0)
ハシバミ属	-	-	2	-	-	-	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corylus</i>	-	-	(0.6)	-	-	-	(0.4)	(0.4)	-	-	(0.6)	(0.4)	-	-	-	-	-	-	-
クワ科-イラクサ科	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	2	1	1	1	1	-	-
Moraceae-Urticaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	(0.2)	-	(0.7)	(0.5)	(0.4)	(0.4)	(0.4)	(0.4)	(0.4)	-	-
ウルシ属	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhus</i>	-	-	-	(0.3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カエデ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Acer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(0.4)	-	(0.3)	-	-	-	-	-	-
ツバキ属型	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	1
<i>Camellia</i> type	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(0.3)	-	-	(0.4)	-	(0.3)	(0.5)
グミ属	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elaeagnus</i>	-	-	-	-	-	-	(0.3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ウコギ科	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araliaceae	-	-	(0.3)	-	-	-	(0.3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ミズキ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-
<i>Cornus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(0.9)	-	-	(0.3)	-
ツツジ科	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Ericaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(0.3)	-
ハイノキ属	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Symplocos</i>	-	-	-	(0.3)	(0.4)	(0.3)	-	-	-	-	-	-	(0.3)	-	-	-	-	-	-
イボタノキ属型	-	-	-	1	2	2	-	-	-	-	1	1	-	-	1	2	-	2	-
<i>Ligustrum</i> type	-	-	-	(0.3)	(0.6)	(0.6)	-	-	-	-	(0.4)	(0.4)	-	-	(0.4)	(0.8)	-	(0.7)	-
ユリ科	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liliaceae	(0.4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ギンギン属	-	-	-	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rumex</i>	-	-	-	(1.9)	-	-	-	-	(0.3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
キンボウゲ科	1	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ranunculaceae	(0.4)	-	(0.3)	(0.3)	(0.4)	(0.3)	(0.3)	(0.2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カラマツソウ属	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalictrum</i>	-	-	-	-	-	(0.3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
マメ科	1	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae	(0.4)	-	-	-	-	-	-	(0.4)	(0.6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ブドウ科	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vitaceae	-	-	-	(0.3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヒメミソハギ属-ミソハギ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Ammannia-Lythrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(0.4)	-	-	-	-	-	-
キカンクサ属	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rotala</i>	(0.4)	(0.8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アリノトウグサ科	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Haloragaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(0.3)
セリ科	1	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umbelliferae	(0.4)	-	-	-	-	-	-	(0.4)	(0.4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ゴキツル属-アマチャヅル属	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Actinostemma-Gynostemma</i>	-	-	-	-	-	-	-	(0.2)	(0.3)	(0.4)	-	-	-	(0.4)	-	-	-	-	-
ブタクサ属-オナモミ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ambrosia-Xanthium</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(0.4)																			
単条溝型孢子	12	9	13	39	172	121	63	39	18	22	4	3	1	2	5	12	11	17	13
monolet type spores	(4.6)	(3.6)	(4.0)	(12.3)	(63.7)	(36.7)	(20.7)	(8.2)	(5.5)	(4.7)	(1.5)	(1.1)	(0.3)	(0.9)	(2.2)	(4.9)	(4.7)	(5.8)	(5.9)
三条溝型孢子	14	13	11	24	111	78	27	18	16	10	4	2	2	2	4	1	3	4	-
trilete type spores	(5.4)	(5.3)	(3.4)	(7.6)	(41.1)	(23.6)	(8.9)	(3.8)	(4.9)	(2.1)	(1.5)	(0.7)	(0.5)	(0.9)	(1.7)	(0.4)	(1.3)	(1.4)	-

とほぼ一致する。

### 3. MGS2-II 帯 c 亜帯での冷涼・多雨化

那須・坂本 (1980) は、大阪平野での温帯針葉樹類の増加を、気候の悪化 (冷涼化) と多雨化に起因するとしている。これに従うと、MGS2-II 帯 c 亜帯で認められるスギ属を始めとする温帯針葉樹類の増加とアカガシ亜属の減少は冷涼化と多雨化に起因すると考えることができる。

山陰地方東部の山間盆地である大沼湿原では 4600 yr BP ころからブナ属花粉およびコナラ亜属花粉が増加し、気温の低下が示唆されている (Miyoshi & Yano, 1986)。また、太田ほか (1982) は日本各地の海面変化曲線を検討した結果、5000 ~ 4000 yr BP ころの海面小低下期を見だし、「縄文中期の小海退」と呼び、さらにこの海面小低下が、気温低下に起因することを示唆している。これら

の時期は MGS2-II 帯 c 亜帯の年代 (4660 ~ 3570 yr BP) にほぼ対応し、MGS2-II 帯 c 亜帯で冷涼化したとすることを裏付ける。

### 4. MGS2-II 帯 b 亜帯での植生変化

MGS2-II 帯 b 亜帯ではスギ属の減少に伴い、ほとんどの木本が増加する。さらにキク亜科、ヨモギ属などの草本のほか孢子の増加も顕著である。スギ属の減少がそのほかのほとんどの花粉、孢子に影響することから、スギ属の絶対量が減少したことにより、そのほかの花粉、孢子が相対的に増加したと考えられる。なんらかの原因でスギ林が縮小したことは明らかであるが、そのほかの樹木を要素とする森林が拡大したか否かの判断は出来ない。スギ属花粉の減少に比べ草本花粉や孢子の増加が著しいことから、調査地近辺で草地在拡大したと考えられる。また、スギ林縮小の

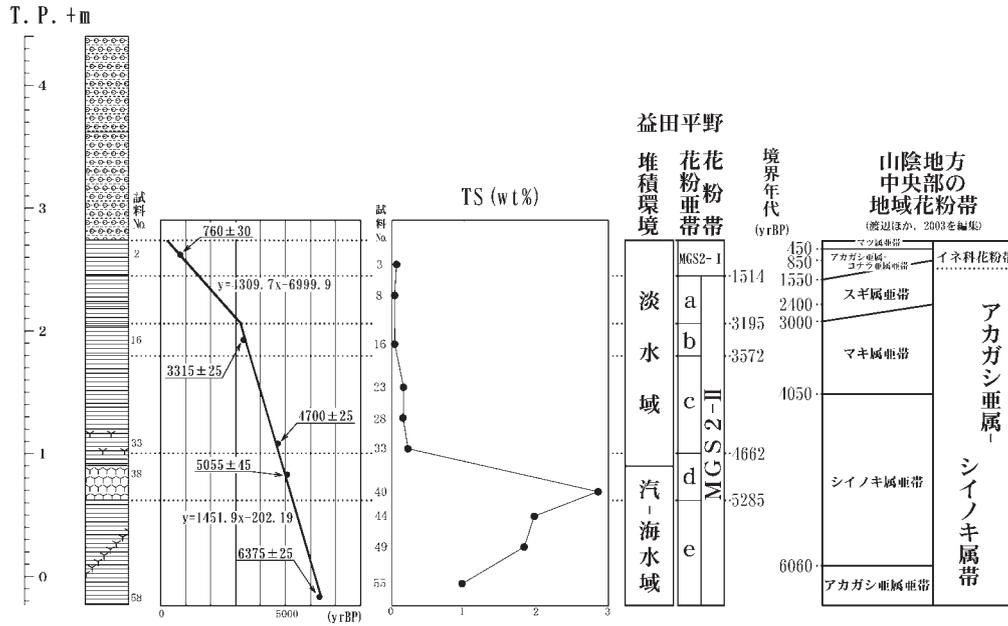


図4 花粉帯境界の年代と堆積速度、およびイオウ含有量（重量百分率：wt%）、堆積環境、花粉帯の対比。縦軸はジオスライサーの深度。AMS  $^{14}\text{C}$  年代測定値は中央値をプロットし、堆積速度は Microsoft Excel 2000 を用いた線形近似曲線として示した。山陰地方中央部の地域花粉帯は、渡辺ほか（2003）によって、鳥根県大田市波根湖跡から鳥取県米子市淀江平野にいたる沖積平野地域の地域花粉帯として設定されたものを用いた。

Fig. 4 Ages of pollen zones and sub-zones of the MGS2 core, sedimentation rate, total sulfur contents (TS, weight ratio), sedimentary environment, and correlation of the pollen zones and sub-zones of the MGS2 core with the regional pollen zones of the central Sanin district established by Watanabe et al. (2003).

原因については、今後の検討が必要である。

##### 5. MGS2-II 帯 a 亜帯でのスギ林の拡大と稲作の開始

MGS2-II 帯 a 亜帯では、b 亜帯に比べスギ属が高率になり、スギ属を除くほとんどの木本花粉が低率になる。また、イネ科（40  $\mu\text{m}$  以上）の増加が顕著であり、孢子の割合は低下する。スギ属の増加は d 亜帯から c 亜帯でも認められるが、d 亜帯から c 亜帯では温帯針葉樹類が増加傾向を示すなど、b 亜帯から a 亜帯の変化とは異なる様相を示している。したがって、b 亜帯から a 亜帯でのスギ属の増加を、d 亜帯から c 亜帯への変化同様に冷涼・多雨化に起因すると考えることには難がある。高原（1998a）は、約 4000～2000 年前の間に、中国地方中央部を除く若狭湾以西の本州日本海側の各地でスギが増加することを示した。高原・竹岡（1990）は、福井県上中郡若狭町黒田（旧三方郡三方町黒田）で 3000 yr BP ころの埋没樹木の樹種同定および花粉分析を行い、高木のほとんどをスギが占め、スギが最も優勢でハンノキ属がこれに混生する森林が生育していたことを明らかにした。渡辺・古野（2003）は、山陰地方中央部大田市三瓶町小豆原に位置する、およそ 3800 yr BP の三瓶小豆原埋没林の立木の分布を調べ、立

ち木の 77% をスギが占めていたことを報告した。このように、約 4000～2000 年前の間に、沖積低地あるいは谷底低地で純林に近いスギ林が存在したことが明らかになっている。今回の調査地に近い沖積低地にスギ主体の林が拡大していったとすると、スギ属花粉の絶対量が増加し、遠方から飛来するスギ属を除く木本花粉が相対的に減少したと考えられ、b 亜帯から a 亜帯への花粉化石群の変化が説明できる。ただし、スギのみが沖積低地で拡大した原因については、今後の検討が必要である。

一方、a 亜帯では、イネを含む可能性が高いイネ科（40  $\mu\text{m}$  以上）が高率を示し、この時期から近辺で稲作が始まったと考えられる。オモダカ属やキンポウゲ科などの、水田雑草を含む分類群が検出されることから、試料採取地点近辺には水田があり、徐々に広がっていった可能性が指摘できる。また、やや離れた地点でスギ林が拡大したと考えられる。ただし、MGS2-II 帯 a 亜帯と b 亜帯の間で堆積速度が変わり、両亜帯の間に時間間隙の存在が指摘できる。花粉帯境界の年代とした 3200 yr BP ころは、厳密には b 亜帯上限の値である。日本国内では水田稲作が弥生時代早期（約 2500 yr BP 以降）に始まったとされることから、a 亜帯開始時期が弥生時代早期以降であった可能性もある。

## 6. MGS2-I 帯での温暖化と二次林化

MGS2-I 帯では MGS2-II 帯 a 亜帯に比べマツ属複維管束亜属が高率になり、スギ属が低率になる。上位では卓越分類群が、スギ属からマツ属複維管束亜属へと変化する。

時期に若干の差があるものの、同時期でのマツ属複維管束亜属の増加は日本各地で認められている。また多くの地点でイネ科花粉の増加を伴うことから、人間活動に伴う自然林破壊によってアカマツが分布を拡大し、イネ科草原や稲作の拡大がおこったと考えられている (高原, 1998b)。今回のマツ属 (複維管束亜属) の増加は、イネ科 (40  $\mu\text{m}$  以上) の増加にやや遅れるものの、同様の原因が考えられる。

スギ属の減少は、過去においてスギ林が成立していた沖積低地が現在では水田化していることから想像されるように、沖積低地の開墾に伴いスギ林が縮小していった様子を示すと考えられる。しかしこの時期は、温暖小雨とされる「奈良・平安・鎌倉温暖期」(阪口, 1984) に相当する時期でもある。また豊島 (1975) は、島根・鳥取地域の海岸砂丘が発達することから、平安・鎌倉時代が温暖であったと推定している。したがって、温暖小雨化によりスギの分布域が縮小したと考えることも可能であろう。

## 7. 山陰地方中央部との古植生・古気候の比較

今回設定した局地花粉帯と山陰地方中央部での花粉帯 (渡辺, 2002; 渡辺ほか, 2003) を比べると、山陰地方中央部では、今回得られた花粉化石群とは異なり、完新世を通してほとんどの地点で、スギ属花粉が卓越することがない (図 4)。以下では、両地域の各花粉帯境界の推定年代をもとに、それぞれの花粉帯で推定されている古植生と古気候を比較する。

MGS2-II 帯 d 亜帯中部の 5050 yr BP ころが、今回の分析で最も気温の高かった時期であると考えられる。一方、山陰地方中央部ではアカガシ亜属-シイノキ属帯シイノキ属亜帯の時期に最も気温が高かったと推定されている (渡辺, 2002)。ただし渡辺 (2002) は、スダジイの生態 (難波・波田, 1997) から、降水量が多かった可能性も指摘している。シイノキ属亜帯の下限が 6060 yr BP ころ、上位のマキ属亜帯との境界が 4050 yr BP と考えられており (渡辺ほか, 2003)、MGS2-II 帯 d 亜帯の時期がシイノキ属亜帯の時期に含まれる。したがって、シイノキ属亜帯の最も温暖な時期に、MGS2-II 帯 d 亜帯が対応していると考えられる。

最暖期から一転して冷涼・多雨化が認められる MGS2-II 帯 c 亜帯は、およそ 4660 yr BP から 3570 yr BP まで続くと考えられる。ただし、上位の b 亜帯におけるスギ林の縮小が局地的な現象であるとすれば、3200 yr BP ころまで同様の環境が続く可能性がある。山陰地方中央部でこの時期に重なる花粉帯は、シイノキ属亜帯上部からアカガシ亜属

-シイノキ属帯マキ属亜帯にかけてである。マキ属亜帯では、シイノキ属亜帯の時期に比べマキ属が高率になるほか、マキ属が数%~10%程度の小ピークを幾つか成して検出される (大西ほか, 1990)。一般にマキ属は暖温帯林要素と考えられており、冷涼化によりマキ属が増加したとは考えられない。マキ属の一種であるイヌマキの生育地について林 (1960) は、緩傾斜地の湿潤な土壌を好み、年間降水量 1500~4000 mm の地域に分布するとしている。このことからマキ属増加の要因として、降水量の増加が示唆される。一方、山陰地方中央部、鳥取県米子市西部に位置する目久美遺跡の花粉分析結果では、マキ属亜帯の時期にマキ属がほとんど検出されず、温帯針葉樹類やブナ属が増加する (渡辺, 2002)。目久美遺跡で認められるこれらの樹種の増加は、一般に冷涼化や降水量の増加を示唆すると考えられる。山陰地方中央部における気候変化と考えると、マキ属の増加からマキ属亜帯での降水量の増加が示唆される。このように、同時期の山陰地方中央部では多雨化のみが顕著に認められ、MGS2-II 帯 c 亜帯で認められる冷涼化は認められなかった。

スギ属が再度増加し、スギ属を除く温帯針葉樹類の割合が低下する MGS2-II 帯 a 亜帯の時期は、3200~1500 yr BP と考えられる。針葉樹の中でスギ属のみが増加するという特徴と花粉帯の時期は、山陰地方中央部におけるスギ属亜帯の花粉化石群の特徴及び時期とほぼ一致する。

MGS2-I 帯の特徴であるマツ属 (複維管束亜属) とイネ科 (40  $\mu\text{m}$  以上) の急増は、山陰地方中央部のイネ科帯アカガシ亜属-コナラ亜属帯の花粉化石群の特徴と一致する。さらに、MGS2-I 帯の時期は 1500~760 yr BP 以降 (上限が不明) と、アカガシ亜属-コナラ亜属帯とほぼ同時期である。

## まとめ

島根県西部益田平野におけるジオスライサー試料の花粉分析と、イオウ濃度分析、AMS  $^{14}\text{C}$  年代測定から以下の事柄が言えた。

- 1) 花粉分析結果を基に 2 花粉帯 (MGS2-I, II 帯), 5 花粉亜帯 (MGS2-IIa, IIb, IIc, IId, IIe 亜帯) を設定した。
- 2) AMS  $^{14}\text{C}$  年代測定値から堆積速度を求め、各花粉帯と亜帯の境界年代を推定した。最下部はおよそ 6400 yr BP に堆積したと考えられた。
- 3) 島根県西部の平野部では、6400 yr BP ころにはスギが既に卓越していた。この結果は、現在の日本海海底から益田平野を経て中国山地西部山間盆地へとスギ林が拡大したことを示唆するものである。
- 4) 下部でアカガシ亜属とイオウ濃度の増加傾向が一致した。これは気候の温暖化とそれに伴う海進を示す。

5) 「縄文中期の小海退」に対応する冷涼・多雨を示す花粉化石群集 (MGS2-II 帯 c 亜帯) が見いだされた。

6) MGS2-II 帯 a 亜帯でのスギ林の縮小は、沖積低地の開墾のほか、「奈良・平安・鎌倉温暖期」に伴う現象である可能性がある。

7) 各花粉帯の推定時期を基に、益田平野と山陰地方中央部で推定される古植生・古気候について比較した。

#### 謝 辞

本研究には、島根大学プロジェクト研究推進機構重点研究部門 (汽水域の自然・環境再生研究拠点形成プロジェクト) の経費の一部を利用した。

試料採取に当たり、益田市、株式会社熊谷組の方々には便宜を図っていただいた。本論をまとめるに当たり、島根大学総合理工学部木村純一教授には細部にわたる御助言を頂いた。文化財調査コンサルタント株式会社金津まり子氏にはデータ整理および図表類の作成にご協力いただいた。また、2名の匿名の査読者および担当編集委員の大井信夫氏には、投稿より半年以上に渡り丁寧な査読・ご助言を繰り返していただいた。紙面をお借りし、以上の方々には深く感謝の意を示し、御礼申し上げます。

#### 引用文献

- Berner, R. A. 1984. Sedimentary pyrite formation: An update. *Geochimica et cosmochimica acta* 48: 605–615.
- 原口 強・中田 高・島崎邦彦・今泉俊文・小島圭二・石丸恒存. 1998. 未固結堆積物の定方位連続地層採取方法の開発とその応用. *応用地質* 39: 306–314.
- 畑中健一・三好教夫. 1980. 宇生賀盆地 (山口県) における最終氷期最盛期以降の植生変遷. *日本生態学会誌* 30: 239–244.
- 林 正久. 2000. 益田平野の古地理の変遷. 「中世今市船着場文化財調査報告書」, 44–56. 益田市教育委員会, 島根.
- 林 弥栄. 1960. イヌマキ (*Podocarpus macrophylla*). 「日本産針葉樹の分類と分布」, 194. 農林出版, 東京.
- 宮田逸夫・枚村喜則. 1987a. 益田. 現存植生図 島根県 27. 環境庁.
- 宮田逸夫・枚村喜則. 1987b. 日原. 現存植生図 島根県 28. 環境庁.
- Miyoshi, N. & Yano, N. 1986. Late Pleistocene and Holocene vegetational history of the Ohnuma moor in the Chugoku Mountains, western Japan. *Review of Palaeobotany and Palynology* 46: 355–376.
- 中村 純. 1974. イネ科花粉について、とくにイネを中心として. *第四紀研究* 13: 187–197.
- 難波靖司・波田善夫. 1997. 岡山県における植物分布要因の解析—特に森林構成樹種の分布とその気候要因—. 岡山県自然保護センター研究報告 No. 5: 15–41.
- 那須孝悌・坂本清子. 1980. 花粉分析. 「亀井・城山—寝屋川南部流域下水道事業長吉ポンプ場築造工事関連埋蔵文化財発掘調査報告書」, 423–431. 財団法人大阪文化財センター, 大阪.
- 小笠原正継. 1987. Rh 球管を用いたけい光 X 線分析による岩石中の微量元素成分の定量. *地質調査所月報* 38: 57–68.
- 大西郁夫. 1988. 中国地方の第四紀層. *地質学論集* 30: 127–144.
- 大西郁夫・干場英樹・中谷紀子. 1990. 宍道湖湖底下完新統の花粉群. 島根大学地質学研究報告 No. 9: 117–127.
- 太田陽子・松島義章・森脇 広. 1982. 日本における完新世海面変化に関する研究の現状と問題—Atlas of Holocene Sea-level Records in Japan を資料として—. *第四紀研究* 21: 133–143.
- 阪口 豊. 1984. 日本の先史・歴史時代の気候—尾瀬ヶ原に過去 7600 年の気候変化の歴史を探る. *自然* 39(5): 18–36.
- 杉田真哉・塚田松雄. 1983. 山陰地方・沼原湿原周辺における過去 1.7 万年間の植生変遷史. *日本生態学会誌* 33: 225–230.
- 高原 光. 1998a. スギ林の変遷. 「図説 日本列島植生史」(安田喜憲・三好教夫編), 207–220. 朝倉書店, 東京.
- 高原 光. 1998b. 近畿地方の植生史. 「図説 日本列島植生史」(安田喜憲・三好教夫編), 114–137. 朝倉書店, 東京.
- 高原 光・竹岡政治. 1990. 福井県三方郡三方町黒田のスギ埋没林. *京都府立大学農学部演習林報告* No. 34: 75–81.
- 高安克己. 2004. 地質コア分析結果と周辺の環境変遷に関する考察. 「出雲大社境内遺跡」, 359–378. 大社町教育委員会, 島根県.
- 寺島 滋. 1976. けい光 X 線分析法による岩石中の塩素及びイオウの定量. *地質調査所月報* 27: 185–194.
- 豊島吉則. 1975. 山陰の海岸砂丘. *第四紀研究* 14: 221–230.
- Tsukada, M. 1981. *Cryptomeria japonica* D. Don. 1. Pollen dispersal and logistic forest expansion. *Japanese Journal of Ecology* 31: 371–383.
- Tsukada, M. 1986. Altitudinal and latitudinal migration of *Cryptomeria japonica* for the past 20,000 years in Japan. *Quaternary Research* 26: 135–152.
- 塚田松雄. 1987. 第四紀後期の植生変遷史. 「日本植生誌 3 東北」(宮脇 昭編), 93–126. 至文堂, 東京.
- 渡辺正巳. 1995. 花粉分析法. 「考古資料分析法」(田口 勇・齋藤 努編), 84–85. ニュー・サイエンス社, 東京.
- 渡辺正巳. 2002. 山陰地域中央部における縄文時代の花粉組成変遷—*Cyclobalanopsis*-*Castanopsis* 帯の再設定と気候変化, 野尻湖花粉層序との比較—. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告 No. 10: 17–28.
- 渡辺正巳・古野 毅. 2003. 樹種同定結果(過年度分を含む). 「三瓶埋没林調査報告書 III (平成 10 ~ 14 年度調査まとめ)」, 49–50. 島根県景観自然課, 島根.
- 渡辺正巳・佐伯純也・平木裕子. 2003. 目久美遺跡発掘調査における花粉層序の成果. *鳥取地学会誌* No. 7: 1–9.

(2007年10月25日受理)