

百原 新*・水野清秀**・沖津 進*：近畿地方南部，
菖蒲谷層上部層の前期更新世末寒冷期の大型植物化石群

Arata Momohara*, Kiyohide Mizuno** and Susumu Okitsu*: Plant Macrofossil Assemblages in a Latest Early Pleistocene Cold Stage from the Upper Member of the Shobudani Formation, Southwestern Japan

要 旨 和歌山県橋本市と奈良県五條市の菖蒲谷層上部層から得た前期更新世末の寒冷期の大型植物化石群を記載し、古植生を復元した。植物化石群にはチョウセンゴヨウを含むマツ属単維管束亜属、トウヒ属バラモミ節、シラビソを含むモミ属、シラカバといった冷温帯から亜寒帯に分布する樹種が卓越し、水湿地に生育する草本が多く含まれていた。シラビソ、シラカバ、サワグルミの産出は西南日本の第四系における最古の記録であり、前期更新世末の寒冷期には、中期更新世前半の寒冷期と同様の亜寒帯針葉樹が優占した古植生が、東北日本だけではなく西南日本にも分布したことが明らかになった。

キーワード：亜寒帯針葉樹，大型植物化石群，寒冷期，前期更新世末

Abstract We described and reconstructed paleovegetation from plant macrofossil assemblages in a latest Early Pleistocene cold stage from the upper member of the Shobudani Formation in Hashimoto and Gojyo, southern Kinki District, southwestern Japan. Trees distributed in the cool temperate and subarctic zones such as *Pinus* subgen. *Haploxylon* including *P. koraiensis*, *Picea* sect. *Picea*, *Abies* including *A. veitchii*, and *Betula platyphylla* var. *japonica* dominated in the fossil assemblages with wetland herbs. The occurrence of *A. veitchii*, *B. platyphylla* var. *japonica*, and *Pterocarya rhoifolia* represent the oldest records in the Quaternary in southwestern Japan. The results show that paleovegetations dominated by subarctic conifers similar to those in the early Middle Pleistocene cold stages were distributed not only in northeastern Japan, but also in southwestern Japan.

Key Words : Cold stage, Latest Early Pleistocene, Plant macrofossil assemblage, Subarctic conifers

1. はじめに

第四紀が始まり、氷河性海水準変動が気候の変化に伴って繰り返される中で、チョウセンゴヨウ、トウヒ、カラマツ、コメツガ、シラビソ、シラカバ、ブナといった現在の冷温帯から亜寒帯の森林植生を構成する樹種が日本列島に出現し、分布を拡大していった。これらの植物の分布の歴史的変遷を明らかにすることは、現在の日本列島の冷温帯および亜寒帯植生の成立過程を知る上で重要である。第四紀になってはじめて出現したこれらの植物群のうち、ブナ以外は中期更新世や後期更新世の寒冷期の地層から多く産出している。しかしながら、前期更新世後半から中期更新世初頭はこれらの植物群が分布拡大を開始する重要な時代であるにもかかわらず、寒冷期の大型植物化石群の種構成を量的に検討した例は少な

い。化石群が量的に記載されたのは福島県会津盆地の山都層群（鈴木ほか，1990）と広島県東南部の西条層（東元ほか，1985；水野・南木，1986）だけで、近畿地方での記載例はない。そこで本論文では、Momohara *et al.*（1990）と水野・百原（1993）によって主要な植物だけが報告された、菖蒲谷層上部層、前期更新世末の寒冷期大型植物化石群の種構成を量的に検討して古植生を復元した。さらに、第四紀の寒冷期を特徴づけるチョウセンゴヨウのほか、日本の下部更新統では最も下位の産出であり西南日本の下部更新統でははじめての産出報告となるシラビソ、シラカバ、サワグルミの形態記載を行い、寒冷期植物化石群の層序学的考察を加えた。

本研究には文部省科学研究費補助金（課題番号 08680185）の一部を使用した。

*〒271 千葉県松戸市松戸 648 千葉大学園芸学部緑地・環境学科

Department of Environmental Science, Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo 648, Chiba 271, Japan.

**〒305 茨城県つくば市東 1-1-3 地質調査所環境地質部

Environmental Geology Department, Geological Survey of Japan, 1-1-3 Higashi, Tsukuba, Ibaragi 305, Japan.

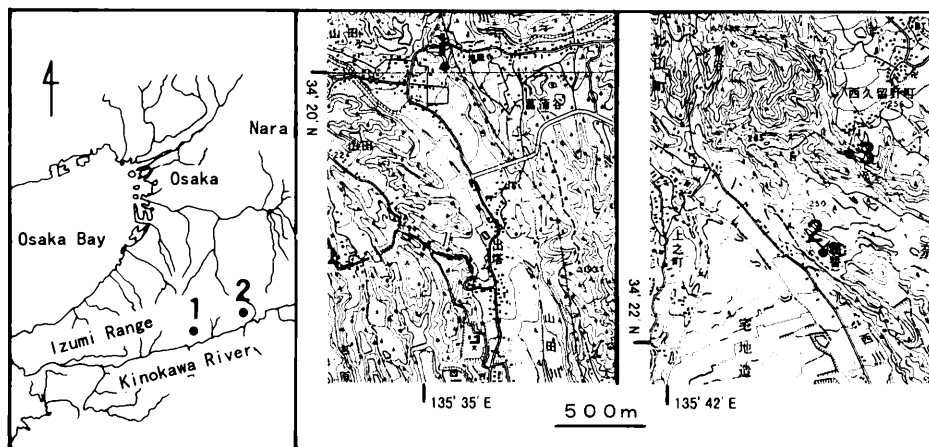


図1 葛蒲谷層上部層の大型植物化石群採取地点

1: 地点1. 2: 地点2. 3: 五条4 (Go4) 火山灰層の分布地点.

Fig. 1 Locality map of plant macrofossil assemblages from the upper member of the Shobudani Formation

1: Loc. 1. 2: Loc. 2. 3: outcrop of Gojo 4 Volcanic Ash.

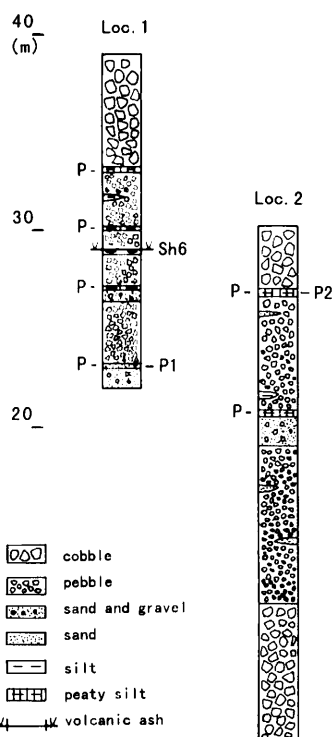


図2 試料採取地点の地質柱状図

Sh6は葛蒲谷6 (Sh6) 火山灰層. 柱状図左のPは植物化石群. 図左側の数字は葛蒲谷層上部層基底からの層厚 (水野・百原, 1993 に従う) を示す.

Fig. 2 Columnar sections of the sampling sites
Sh6: Shobudani 6 Volcanic Ash. P: plant macrofossil assemblages. Numbers to the left of the columnar sections indicate the sediment thickness from the base of the upper member of the Shobudani Formation (following Mizuno & Momohara, 1993).

2. 試料と方法

チョウセンゴヨウを含む植物化石群は、和歌山県橋本市地蔵寺の山田川支流河床の地点1と奈良県五條市越替の地点2で得た(図1)。これらの試料を採取した地層は、紀ノ川流域に分布する鮮新・更新統葛蒲谷層のうち、前期更新世後半から中期更新世初頭に堆積したとされる葛蒲谷層上部層に相当する (水野・百原, 1993)。試料採取地点の柱状図を図2に示す。地点1の化石群P1は、葛蒲谷6 (Sh6) 火山灰層の7m下位に位置し (Momohara *et al.*, 1990), 中礫サイズの和泉砂岩の亜角礫層に含まれる葉理の発達した厚さ10cmの細粒砂層から得た。この細粒砂層には、レンズ状に厚さ1cm以内の数枚の植物化石密集層が挟在していた。一方、地点2の化石群P2は、五条4 (Go4) 火山灰層の約8.5m上位に位置すると推定され (水野・百原, 1993), 花崗岩, 礫岩, ミロナイト等から構成される中礫サイズの亜角礫層に挟在する厚さ30cm, 幅4m以上の塊状の炭質シルト層から得た。P1, P2を含む礫層は、ともに葛蒲谷層分布域北側の和泉山脈を構成する岩石から構成され、しかも亜角礫主体で淘汰が悪いことから、和泉山脈から南へと発達した扇状地上で堆積したと考えられる。

地点1と地点2は約10km離れており、葛蒲谷層上部層の中には地点1と地点2の周辺で共通の火山灰が含まれていないために、地層の直接の対比はできない。しかしながら、地点1と地点2付近の葛蒲谷層下部層には大阪層群の福田火山灰層に対比される葛蒲谷1 (Sh1) 火山灰層と五条1 (Go1) 火山灰層がそれぞれ分布し、P1と葛蒲谷1火山灰層間の層厚と、P2と五条1火山灰層間

の層厚はともに約 78m である(水野・百原, 1993)。また、
葛蒲谷層上部層基底からの層厚も P1 が 23m, P2 が
27m であることから, P1 と P2 はほぼ同層準であると考

えられる(図 2)。さらに, 地点 1 で P1 の 7m 上位に位置
する葛蒲谷 6 火山灰層(図 2)のフィッシュ・トラック
年代が $0.93 \pm 0.21 \text{ m.y.BP}$ (鈴木, 1988 の地藏寺火山灰)

表 1 葛蒲谷層上部層の大型植物化石群一覧表

表中の数字は堆積物 100cm³ あたりの個数を示す。

+ は化石は含まれるが, 産出個数の計数を行っていないことを示す。

Table 1 List of plant macrofossils from the upper member of the Shobudani Formation

Numbers show the count of each plant part per 100 cm³ sediments. Plus (+) indicates presence of the plant part, but without an exact count.

分類群	Taxa	plant part	assemblage	
			P1	P2
木本	arbor			
チョウセンゴヨウ	<i>Pinus koraiensis</i> Sieb. et Zucc.	seed	1	1
マツ属単維管束亜属	<i>Pinus</i> subgen. <i>Haploxylon</i>	short shoot	24	7
		leaf	115	+
トウヒ属バラモミ節	<i>Picea</i> sect. <i>Picea</i>	cone scale		1
		seed	1	5
		shoot	2	2
		leaf	92	2
		bud	1	
シラビソ	<i>Abies veitchii</i> Lindl.	cone scale		4
モミ属	<i>Abies</i>	seed		3
		leaf	1	1
サワラ	<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Sieb. et Zucc.) Endl.	seed	1	
		shoot	1	1
ビャクシン属	<i>Juniperus</i>	seed		1
シラカバ	<i>Betula platyphylla</i> Sukatchev var. <i>japonica</i> (Miq.) Hara	fruiting bract	19	
		fruit	120	
サワグルミ	<i>Pterocarya rhoifolia</i> Sieb. et Zucc.	fruit	1	
クマノミズキ	<i>Cornus macrophylla</i> Wall.	stone		1
マタタビ属	<i>Actinidia</i>	seed	1	1
キイチゴ属 A	<i>Rubus</i> A	stone	1	2
キイチゴ属 B	<i>Rubus</i> B	stone	1	
草本	herb			
クラマゴケ	<i>Selaginella remotifolia</i> Spring	megaspore	1	
クラマゴケ属	<i>Selaginella</i>	megaspore	1	
アブラガヤ	<i>Scirpus wichurae</i> Boeckl.	fruit	354	
ナキリスゲ	<i>Carex lenta</i> D. Don	fruit	1	
スゲ属アゼスゲ節 A	<i>Carex</i> sect. <i>Carex</i> A	fruit	14	
スゲ属アゼスゲ節 B	<i>Carex</i> sect. <i>Carex</i> B	fruit	2	
スゲ属シバスゲ節	<i>Carex</i> sect. <i>Praecoces</i>	fruit	3	1
スゲ属 A	<i>Carex</i> A	fruit	2	
スゲ属 B	<i>Carex</i> B	fruit	1	9
スゲ属 C	<i>Carex</i> C	fruit		1
スゲ属 D	<i>Carex</i> D	fruit		1
カヤツリグサ科 A	Cyperaceae A	fruit	10	
カヤツリグサ科 B	Cyperaceae B	fruit	1	
イグサ属	<i>Juncus</i>	seed	2	
ホシクサ属	<i>Eriocaulon</i>	seed	1	
カラムシ属	<i>Boehmeria</i>	fruit	4	
ミゾソバ	<i>Persicaria thunbergii</i> (Sieb. et Zucc.) H. Gross	fruit		7
ヤナギタデ	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	fruit		1
スミレ属 A	<i>Viola</i> A	seed	2	1
スミレ属 B	<i>Viola</i> B	seed		3
スミレ属 C	<i>Viola</i> C	seed	1	
キジムシロ属 A	<i>Potentilla</i> A	fruit	1	
キジムシロ属 B	<i>Potentilla</i> B	fruit	1	
キンボウグ属	<i>Ranunculus</i>	fruit	1	
トウゴクサバノオ	<i>Isopyrum trachyspermum</i> Maxim.	seed	1	
ウド	<i>Aralia cordata</i> Thunb.	stone	1	
コミヤマカタバミ近似種	<i>Oxalis</i> cf. <i>acetosella</i> L.	seed		1
オトコエシ	<i>Patrinia villosa</i> (Thunb.) Juss.	fruit	1	
オトギリソウ属 A	<i>Hypericum</i> A	seed	9	
オトギリソウ属 B	<i>Hypericum</i> B	seed	1	

であること、P2 の 8.5m 下位の層準(図1 地点3)に分布する五条4火山灰層が大阪層群のピンク火山灰層(フィッション・トラック年代は $0.92 \pm 0.52 \text{ m.y.BP}$, 鈴木, 1988)に対比されている(水野, 1992)ことから、

化石群 P1 と P2 を含む地層がほぼ同層準で、古地磁気層序のハラミヨ・イベント ($0.97 \sim 0.89 \text{ m.y.BP}$) よりも上位の前期更新世末($0.97 \sim 0.73 \text{ m.y.BP}$)の地層に属すると考えられる。

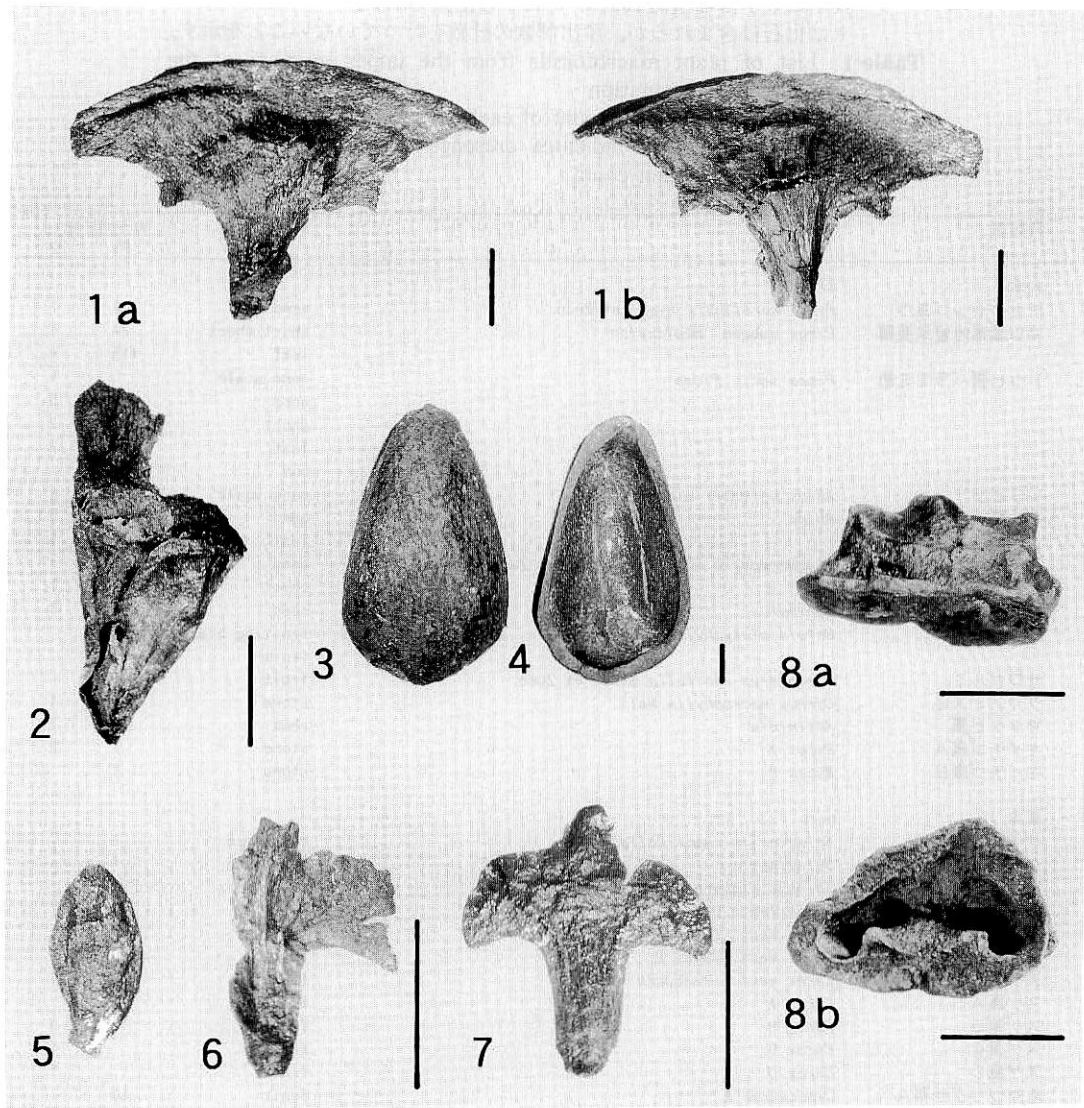


図3 菖蒲谷層上部層の大型植物化石

1: シラビソ球果鱗片, P2 (AM334-1-1, 1a: 背軸側, 1b: 向軸側). 2: モミ属種子, P2 (AM334-2-1). 3, 4: チョウセンゴヨウ種子, P1 (3: 側面観, AM217-2-2, 4: 縦断面, AM217-2-1). 5: シラカバ果実, P1 (AM217-1b-1). 6, 7: シラカバ果実鱗片, P1 (6: 向軸側, AM217-1a-2, 7: 背軸側, AM217-1a-1). 8: サワグルミ果実, P1 (AM217-25-1, 8a: 上面観, 8b: 縦断面). スケールは2mm.

Fig. 3 Plant macrofossils from the upper member of the Shoubudani Formation

1: cone scale of *Abies veitchii* (P2 AM334-1-1), 1a; abaxial face, 1b; adaxial face. 2: seed of *Abies* sp. (P2 AM334-2-1). 3: side view of seed, *Pinus koraiensis* (P1 AM217-2-2). 4: longitudinal section of seed, *P. koraiensis* (P1 AM217-2-1). 5: fruit of *Betula platyphylla* var. *japonica* (P1 AM217-1b-1). 6: adaxial face of fructing bracts, *B. platyphylla* var. *japonica* (P1 AM217-1a-2). 7: abaxial face of fructing bracts, *B. platyphylla* var. *japonica* (P1 AM217-1a-1). 8: fruit of *Pterocarya rhoifolia* (P1 AM217-25-1), 8a; upper view, 8b; longitudinal section. Scales are 2 mm.

植物化石群は、露頭から採取した堆積物のブロックを水につけて軟らかくし、0.25mm 目以上のふるいで水洗した。P1 は 500cm³ を、P2 は 200cm³ を水洗した。P2 は乾燥して固結していたために、微量の過酸化水素水を加えて軟らかくした。実体顕微鏡下で、ふるい上の残渣から分類群が認識できる植物の組織を拾いだし、個数を数えた。針葉樹の葉はふるい分けの際に破損することが多いので、マツ属単維管束亜属は先端部を、モミ属では基部を拾い上げて計数した。P2 ではマツ属単維管束亜属の葉の破損がひどかったため、マツ属単維管束亜属の葉の計数は行わなかった。植物化石標本は種類ごとにガラス瓶にわけて 70% エタノールで液浸し、千葉大学園芸学部にて保管している。標本番号は化石群 P1 は AM217、化石群 P2 が AM334 に対応する。

3. 大型植物化石群の記載

P1 と P2 に含まれる植物化石の一覧を表 1 に示す。化石群 P1 は木本 9 分類群、草本 24 分類群、化石群 P2 は木本 8 分類群、草本 9 分類群から構成される。木本にはチョウセンゴヨウを含むマツ属単維管束亜属、トウヒ属バラモミ節、シラビソを含むモミ属、サワラ、ビャクシン属といった常緑針葉樹と、落葉広葉樹のシラカバ、サワグルミ、クマノミズキ、マタタビ属、キイチゴ属を含む。このうち、高木性の樹種はチョウセンゴヨウを含むマツ属単維管束亜属、トウヒ属バラモミ節、シラビソを含むモミ属、サワラ、シラカバ、サワグルミで、これらはすべて現在では冷温帯から亜寒帯に分布している。P1、P2 とも、木本は個数に比べて種数が少ないことが特徴的である。P1 に含まれる木本のうち、マツ属単維管束亜属の葉と短枝、トウヒ属バラモミ節の葉、シラカバの果実と果実鱗片が圧倒的に多く、草本ではアブラガヤが非常に多く、スゲ属アゼスゲ節 A とカヤツリグサ科 A も比較的多い。P2 では木本はチョウセンゴヨウを含むマツ属単維管束亜属の短枝の他に、トウヒ属バラモミ節種子、シラビソ球果鱗片が多く、草本ではスゲ属 B とミゾソバが多い。

草本の多くが水湿地に生育する植物で、アブラガヤ、スゲ属アゼスゲ節、イグサ属、ホシクサ属、ミゾソバ、ヤナギタデ、キンポウゲ属が含まれる。その他の分類群は林縁や林床に生育する植物で、クラマゴケ、スゲ属シバスゲ節、トウゴクサバノオ、ウド、コミヤマカタバミ近似種が含まれるが、乾燥した草地に生育する植物は含まれていない。

現在の冷温帯から亜寒帯に分布する木本のうち、第四紀の寒冷期を特徴づけるチョウセンゴヨウのほか、西南日本の下部更新統からの初の産出報告となるシラビソ、

シラカバ、サワグルミの形態記載を行い、その層序学的意義を述べる。

(1) シラビソ *Abies veitchii* Lindl. (図 3-1)

球果鱗片の多くは破損していたが、1 つがほぼ完全な状態で産出した。種鱗は扇形で高さ 7.1mm、基部の幅は 1mm。基部より高さ 3mm の部分で種鱗の側辺は弧を描くように外側へと曲がり、種鱗の幅が急に広がって種鱗本体へと移行する。種鱗本体は高さ 4.1mm、幅 11.3mm で、側部は両側とも破損している。種鱗の先端 1.5mm はほぼ直角に向軸側へと折れ曲がる。種鱗基部の背軸側には高さ 0.8mm の突起がある。種鱗の背軸側表面は無毛で縦皺があり、上部 2mm にのみ褐色の微細な突起または短毛を密生する。種鱗の向軸側は中央部が隆起し、表面は無毛で平滑、上部 1mm だけに短毛を密生する。包鱗は種鱗の柄から本体への移行部より下で種鱗と合着する。種鱗から遊離した包鱗の上部は円形、幅 2.2mm、高さ 2.5mm で先端が破損している。

日本に分布する 5 種類のモミ属のうち、モミ *A. firma*、ウラジロモミ *A. homolepis*、オオシラビソ *A. mariesii* の種鱗は大型で種鱗本体の高さは 1cm 以上あり、種鱗本体の割に柄が著しく短い。一方シラビソとトドマツ *A. sachalinensis* の種鱗は高さ 1cm 以下と小型で種鱗本体の高さに対して柄の長さが比較的長い。トドマツは種鱗背軸側の大部分にシラビソよりも長い毛を密生することで、毛を密生する部分が少なくしかも毛が比較的短いシラビソとは区別される。日本のモミ属の中で種鱗先端が向軸側へと強く屈曲するのはシラビソだけで、他の種類は屈曲しない。これらの特徴から、産出した球果鱗片はシラビソに同定できる。

シラビソの下部更新統でのこれまでの産出報告は、福島県会津盆地の七折坂層 (表 2 の地点 7) で *A. sp.* (*A. cf. veitchii* Lindl.) として記載された球果鱗片の産出例だけである (鈴木ほか, 1990)。この植物化石群は、古地磁気層序のハラミヨ・イベント (97~89 万年前) の直上の寒冷期のものとされており (鈴木ほか, 1990)、今回記載した葛蒲谷層の化石群と同時代か、それよりも少し古い時代のものと考えられる。しかしながら、七折坂層の球果鱗片は破損して保存状態が悪く、写真からは包鱗の形態は読みとれない。したがって、今回のシラビソの産出報告は、日本の下部更新統では最初の確実な記録となる。中期更新世の前半~中頃 (約 73 万年前から約 40 万年前) の地層からのシラビソ球果鱗片の報告も少なく、岡山県西条盆地の西条層から 2 例 (水野・南木, 1986)、大阪層群上部の Ma6 海成粘土層と Ma7 海成粘土層の間の地層で 2 例 (Miki, 1941; 高谷・市原, 1961) が報告されている。

(2) チョウセンゴヨウ *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. (図3-3, 4)

縫合線に沿って縦に半分に割れた種子が地点1から2個、地点2から1個産出した。種子は卵形で高さ13.9~14.4mm、基部(hilum側)から上へ1/4~1/5の部分がもっとも幅があり、幅8.4~8.6mm、縫合面からの種子半分の厚さは3.7~4.0mm。種子表面は黒く、微細な凹凸がある。種皮は木質で、縫合面では頂部の珠孔部がもっとも薄くなっている。種皮の厚さは珠孔の両側とhilum側で厚さ1.0mm、側辺では厚さ0.6mmである。

日本とその周辺のマツ属の中では大型の種子をつけるマツ属単維管束亜属の分類群のうち、ハイマツ *P. pumila* とヒメコマツ *P. parviflora* は種子の高さが10mm以下であることから、チョウセンゴヨウと区別できる。

下部更新統産のチョウセンゴヨウ種子化石は、表2の地点3, 4, 5, 8のほかに、兵庫県西宮市寒天小屋の大阪層群下部イエロー火山灰層層準からも産出している(Kokawa, 1961のLoc. 18)。チョウセンゴヨウは、トウヒとともに前期更新世を通じて寒冷期植物群を特徴づける植物であるが、西宮市寒天小屋では暖温帯以南に分布するコウヨウザン属 *Cunninghamia* sp. とともに産出する(Kokawa, 1961)。チョウセンゴヨウ種子化石は、広島県西条層、福島県塔寺累層、大阪層群上部の中期更新世の寒冷期植物化石群にも比較的普通に含まれる。

(3) シラカバ *Betula platyphylla* Sukatchev var. *japonica* (Miq.) Hara (図3-5, 6, 7)

果実鱗片は扇状で先は3裂し、長さ3.0-5.0mm、幅2.0-4.1mm、黄褐色、膜質で維管束が透けて見える。鱗片基部は丸みを帯びた切形で、基部向軸側では高さ0.2-0.3mmの着点突出、着点付近では鱗片に厚みがある。果実鱗片基部から1.7~2.0mmの高さで、側裂片が頂裂片に対して直角に開出する。側裂片は高さ0.9-1.5mm、幅1.0-1.7mmで先端は少し反り返り、鈍頭。頂裂片は高さ1.1mm~1.5mm、幅0.9~1.2mmの三角形で鈍頭、側裂片の上部より0.3~1.0mm突出する。

果実は赤褐色で高さ1.0~2.5mm、幅0.8~1.2mmの狭倒卵形、翼は大部分が破損しているが、側辺には翼の跡が残っている。果皮は赤褐色、膜質で高さ1.0~1.6mmの倒卵形の種子が透けて見える。果実の表面には微細な縦皺があり、光沢がある。柱頭は2本、高さ0.2mm以上で、果実の長軸に対して2本とも平行に伸びている。

果実鱗片が膜質で側裂片が開出し、頂裂片が短いこと、果実が狭倒卵形であることから日本のカバノキ属のなかでは、シラカバに同定される。

シラカバの下部更新統からのこれまでの産出例は会津

盆地の大沢植物化石群(表2の地点8、鈴木ほか、1990)だけで、今回の報告は西南日本の下部更新統からの最初の報告となる。中部更新統では会津盆地塔寺累層(鈴木ほか、1990)と、西宮市満池谷の大阪層群上部Ma6海成粘土層とMa7海成粘土層間(Miki, 1941)、広島県西条盆地と黒瀬盆地の西条層(水野・南木、1986; 東元ほか、1985)から報告されている。

(4) サワグルミ *Pterocarya rhoifolia* Sieb. et Zucc. (図3-8)

縫合線にそって半分に割れ、上下に少し圧縮された果実が1個産出した。果実は高さ2.2mm、幅5.0mmの扁球形で、基部から頂部へと走る高さ0.4~0.8mmの5本の顕著な稜がある。2次隔壁(secondary septum)は低く、縫合面では2次隔壁から高さ0.6mmのイボ状突起を生ずる。

日本からはサワグルミのほか、シナサワグルミ *P. stenoptera* の化石が鮮新・更新統から報告されている(Miki, 1955)。シナサワグルミは2次隔壁が発達して縫合面では果実の基部より1/2の高さまで盛り上がり、イボ状の突起が発達しないことから、サワグルミと区別できる。

下部更新統のサワグルミ果実化石は、魚沼層群の鮮新統最上部から下部更新統下半部に相当する下部累層海老凝灰岩層準から中部累層SK110火山灰層準までの地層から報告されている(新潟古植物グループ・新潟花粉グループ, 1983)。しかしながら、サワグルミは鮮新世から前期更新世前半の地層(Momohara *et al.*, 1990; Momohara, 1992)から普通に産出するシナサワグルミとは外見での区別は難しい。十日町東南部の魚沼層群下部~中部累層からは、百原(1988)はシナサワグルミの果実化石を報告している。新潟古植物グループ・新潟花粉グループ(1983)はシナサワグルミを認識せずにすべてサワグルミに同定しているため、魚沼層群下部~中部累層のサワグルミの報告はシナサワグルミである可能性が高い。したがって、今回の報告が日本の下部更新統産のサワグルミの初めての記載となる。中期更新世前半の地層からは、これまで会津盆地の塔寺累層の5層準からしか報告されていない。

4. 植物化石群からの古植生復元

化石群P1は葉理の発達した砂層に含まれており、河川の比較的広い流域の植生を反映していると考えられるにもかかわらず、木本の産出種数が10種類と極めて少ない。同地域の葛蒲谷層下部層で同様の層相の氾濫原堆積物には、200cm³中に22~40種類の木本が含まれることを考えると、地点1を含む流域の森林植生の種組成はき

わめて単調だったことがうかがえる。P1の化石群からは、扇状地上の河川沿いにはアブラガヤ、スゲ属アゼスゲ節などのカヤツリグサ科が生育する湿地が広く分布し、その背後にチョウセンゴヨウを含むマツ属単維管束亜属、トウヒ属バラモミ節、シラカバが優占した針広混

交林が成立していたと考えられる。

一方、化石群P2は、河川の後背湿地で堆積したと考えられる塊状の有機質シルトに含まれ、比較的原地性が高いと考えられる。すなわち、化石群は湿地とそれに隣接した森林植生を反映している。扇状地上の河川沿いの

表2 前期更新世の寒冷期大型植物化石群の一覧
Table 2 List of plant macrofossil assemblages in the Early Pleistocene cold stages

地名	地層名	層位	時代	文献	主要な植物化石
1 和歌山県橋本市御幸辻	葛蒲谷層下部層	葛蒲谷1火山灰層(大阪層群の福田火山灰層)の2m上位	鮮新-更新世境界付近	Momohara <i>et al.</i> (1990) のP4,P5	<i>Picea jezoensis</i> <i>Picea maximowiczii</i> <i>Tsuga</i> sp. <i>Metasequoia glyptostroboides</i> <i>Betula maximowicziana</i> <i>Phellodendron amurense</i> <i>Chamaecyparis pisifera</i>
2 大阪府岸和田市土生滝	大阪層群下部	福田火山灰層の27m上位	前期更新世前半	Momohara (1992) のP32, P33	<i>Picea maximowiczii</i> <i>Metasequoia glyptostroboides</i> <i>Phellodendron amurense</i> <i>Acer diabolicum</i>
3 滋賀県蒲生郡竜王町山面	古琵琶湖層群蒲生堂礫層	蒲生堂火山灰層(福田火山灰層)の55m上位	前期更新世前半	古琵琶湖団体研究グループ(1977)のP23	<i>Pinus koraiensis</i> <i>Menyanthes trifoliata</i>
4 大阪府茨木市大岩	大阪層群下部	上村火山灰層の15m下位	前期更新世前半	茨木団体研究グループ(1966)のLoc.14	<i>Pinus koraiensis</i> <i>Picea polita</i> <i>Metasequoia glyptostroboides</i> <i>Stewartia pseudocamellia</i> <i>Magnolia</i> cf. <i>obovata</i> <i>Carpinus cordata</i>
5 香川県栗井町新池西岸	三豊層群財田礫層		前期更新世前半	古市(1982)の地点5	<i>Pinus koraiensis</i> <i>Picea maximowiczii</i> <i>Tilia japonica</i>
6 福島県新鶴村佐賀瀬川	山都層群七折坂層	T3火山灰層の下位	前期更新世末(ハラムヨ・イベントの直上)	鈴木ほか(1990)のSk-6	<i>Picea jezoensis</i> <i>Picea pleistoceaca</i> <i>Tsuga</i> cf. <i>standishii</i> <i>Juglans mandshurica</i> <i>Magnolia kobus</i> <i>Hippuris vulgaris</i>
7 福島県新鶴村入田沢	山都層群七折坂層	T3火山灰層の下位	前期更新世末(ハラムヨ・イベントの直上)	鈴木ほか(1990)のIr-3	<i>Picea jezoensis</i> <i>Abies</i> sp. (<i>A.</i> cf. <i>veitchii</i>) <i>Hippuris vulgaris</i>
8 福島県会津坂下町大沢	山都層群七折坂層	T3火山灰層の下位	前期更新世末(ハラムヨ・イベントの直上)	鈴木ほか(1990)のOs	<i>Pinus koraiensis</i> <i>Picea pleistoceaca</i> <i>Tsuga</i> sp. <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> <i>Ilex crenata</i> <i>Hippuris vulgaris</i> <i>Menyanthes trifoliata</i>
9 和歌山県橋本市地藏寺	葛蒲谷層上部層	葛蒲谷6火山灰層の7m下位	前期更新世末(ハラムヨ・イベントの上位)	本論文	<i>Pinus koraiensis</i> <i>Picea</i> sect. <i>Picea</i> <i>Chamaecyparis pisifera</i> <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> <i>Pterocarya rhoifolia</i>
10 奈良県五條市越智	葛蒲谷層上部層	五條4火山灰層(大阪層群のピンク火山灰層)の8.5m上位	前期更新世末(ハラムヨ・イベントの上位)	本論文	<i>Pinus koraiensis</i> <i>Abies veitchii</i> <i>Picea</i> sect. <i>Picea</i> <i>Chamaecyparis pisifera</i>

湿地に成立したスゲ属やミゾソバを含む草本群落の背後には、チョウセンゴヨウを含むマツ属単維管束亜属、トウヒ属バラモミ節とシラビソから構成される常緑針葉樹林が分布していたと考えられる。

5. 植物化石群の生層序学的意義

化石群 P1 は冷温帯～亜寒帯に分布する植物によって構成され、暖温帯以南に分布する植物を含まないことから、Momohara *et al.* (1990) によって寒冷期の化石群と考えられたが、P2 も同様な種構成から寒冷期の化石群と推定される。メタセコイア植物群消滅期(市原, 1960)の化石群を特徴づけるメタセコイアは、P1 の 4m 下位の化石群 (Momohara *et al.* 1990 の P26) と P2 の 7m 下位の化石群 (水野・百原, 1993 の図 11.5) まで普通に含まれるが、P1 と P2 よりも上位の化石群には含まれていない。一方、菖蒲谷層の分布域より和泉山脈をはさんで約 10km 北側の大阪層群では、大阪層群下部層の Ma2 海成粘土層を最後にメタセコイアは産出しなくなる (Itihara *et al.* 1975)。同地域の Ma2 海成粘土層と Ma3 海成粘土層の間の層準にはミツガシワの種子化石を含む泥炭がしばしば見つかることから、市原 (1960) はこの泥炭層がメタセコイア植物群消滅期終末の寒冷気候を示しているとし、五軒屋寒冷期と呼んだ。メタセコイアの消滅層準が菖蒲谷層と大阪層群で同じだとすると、P1 と P2 の地層はともに大阪層群の Ma2 海成粘土層と Ma3 海成粘土層の間の寒冷期の地層に対比される可能性が高い。

日本でこれまでに報告された前期更新世の植物化石群のうち、チョウセンゴヨウやトウヒ、シラビソ、ヒメバラモミといった冷温帯上部から亜寒帯に分布する植物を含み、しかも暖温帯以南に分布する植物を含まない寒冷期の植物化石群は、8 地点からしか見つかっていない (表 2)。このほかに、現在冷温帯を中心に分布するミツガシワが会津盆地や近畿地方の下部更新統では普通に見ついているが、ミツガシワが産出しただけでは寒冷気候を示すとは限らないので、表 2 には載せていない。ミツガシワは現在暖温帯にも分布しており、古琵琶湖層群では暖温帯南部以南に分布するナンキンハゼと同じ化石群に含まれる (山川, 1993) からである。表 2 からは、前期更新世前半と前期更新世末では寒冷期の植物化石群の種構成が異なっていることが読みとれる。すなわち、前期更新世前半の化石群はメタセコイアを含む一方で、前期更新世末の化石群は前期更新世前半には見られないシラビソ、シラカバ、スギナモを含む。今回記載した菖蒲谷層の化石群はトウヒやスギナモを含まないが、チョウセンゴヨウ、シラビソ、シラカバ、トウヒ属バラモミ

節が化石群で卓越することで、会津盆地の前期更新世末の植物化石群 (表 2 の地点 6, 7, 8) と種構成が似る。

中期更新世前半の寒冷期の植物化石群は、前期更新世末の化石群と種構成はほとんど変わらない。中期更新世前半の植物化石群は、福島県会津盆地の塔寺累層と広島県東南部の西条層から報告されている。これらの植物化石群はコメツガを含むことで前期更新世末の化石群と異なるが、やはりチョウセンゴヨウ、シラカバ、トウヒ、トウヒ属バラモミ節が優占する。同じ時代の近畿地方では、寒冷気候を示す植物化石群は西宮市満池谷の Ma6 海成粘土層と Ma7 海成粘土層の間の非海成層から見つかっており、ここではカラマツが含まれる (Miki, 1941)。このようにして寒冷期の植物化石相を時代を追って比較すると、前期更新世前半の寒冷期にトウヒとチョウセンゴヨウが、前期更新世末の寒冷期にシラビソ、シラカバ、スギナモが出現し、中期更新世に入ってコメツガとカラマツが加わるというように、植物化石相が多様になっていく過程が追跡できる。

前期更新世末の寒冷期が中期更新世の寒冷期と比較して特に寒冷であるという証拠は、近畿地方を含む西南日本でこれまで見つかっていなかった。しかしながら、今回記載した菖蒲谷層の化石群の存在によって、チョウセンゴヨウなどの亜寒帯針葉樹が優占する古植生が会津盆地のような東北日本内陸部だけではなく西南日本にも分布し、前期更新世末の寒冷期の気候がかなり厳しかったことが示された。このことは、前期更新世末のメタセコイア植物群の絶滅過程を考察する上でも重要な意味を持つ。前期更新世後半のおよそ 110 万年前以降に活発化した山地形成と海水準変動によって、メタセコイア植物群が生育していた沖積平野の分断はすでに進んでおり (百原, 1993)、気候変化によって絶滅が起きやすい状況になっていたと考えられるからである。

引用文献

- 古市光信. 1982. 香川県西部大野原町付近の三豊層. 香川県自然科学館研報, 4: 25-34.
- 東元定雄・松浦浩久・水野清秀・河田清雄. 1985. 呉地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 93pp. 地質調査所.
- 茨木団体研究グループ. 1966. 茨城北方の大阪層群とゾウ化石 (*Elephas shigensis*) の産出—近畿地方の新期新生代層の研究, その 6—. 松下進教授記念論文集, 117-131.
- 市原 実. 1960. 大阪, 明石地域の第四紀層に関する諸問題. 地球科学, 49: 15-25.
- Itihara, M., Yoshikawa, S., Inoue, K., Hayashi, T.,

- Tateishi, M. & Nakajima, K. 1975. Stratigraphy of the Plio-Pleistocene Osaka Group in Sennan-Senpoku area, south of Osaka, Japan. Jour. Geosci. Osaka City Univ., 19 : 1-29.
- 古琵琶湖団体研究グループ. 1977. 水口丘陵西部の古琵琶湖層群. 地球科学, 31 : 115-129.
- Kokawa, S. 1961. Distribution and phytostратigraphy of *Menyanthes* remains in Japan. Jour. Biol. Osaka City Univ., 12 : 123-151.
- Miki, S. 1941. Floral remains of the conifer age at Manzidani near Nisinomiya, Japan (preliminary note). Jap. Jour. Bot., 11 : 377-383.
- Miki, S. 1955. Nut remains of Juglandaceae in Japan. Jour. Inst. Polytech. Osaka City Univ. Ser. D, 6: 131-144, pls. 1-3.
- 水野清秀. 1992. 中央構造線に沿う第二瀬戸内期の堆積場—その時代と変遷. 地質学論集, No. 40 : 1-14.
- 水野清秀・南木睦彦. 1986. 広島県西条盆地南部の第四系の層序. 地質調査所月報, 37 : 183-200.
- 水野清秀・百原 新. 1993. 菖蒲谷層と段丘層・沖積層. 「大阪層群」(市原 実編), 145-157. 創元社, 大阪.
- 百原 新. 1988. 鮮新・更新世の植物相の変遷—新潟県十日町東南部の魚沼層群の例—. 日本第四紀学会大会講演要旨集, No. 18 : 140-141.
- Momohara, A. 1992. Late Pliocene plant biostratigraphy of the lowermost part of the Osaka Group, southwest Japan, with reference to extinction of plants. The Quat. Res. (Tokyo), 31 : 76-88.
- 百原 新. 1993. 近畿地方とその周辺の大規模植物化石相. 「大阪層群」(市原 実編), 256-270. 創元社, 大阪.
- Momohara, A., Mizuno, K., Tsuji, S. & Kokawa, S. 1990. Early Pleistocene plant biostratigraphy of the Shobudani Formation, southwest Japan, with reference to extinction of plants. The Quat. Res. (Tokyo), 29 : 1-15.
- 新潟古植物グループ・新潟花粉グループ. 1983. 魚沼層群産出の大規模植物化石と花粉化石. 地団研専報, No. 26 : 103-126.
- 鈴木敬治・相馬寛吉・野中俊夫. 1990. 会津盆地西縁地域における更新統塔寺層・七折坂層上部の層位学的・古植物学的研究. 福島大学教育学部論集理科報告, No. 45 : 1-49.
- 鈴木正男. 1988. 第四紀火山灰層のフィッシュトラック年代について. 地質学論集, No. 30 : 219-221.
- 高谷好一・市原 実. 1961. 枚方丘陵の第四紀層—とくに新香里層・枚方層にみられる気候変化について. 地質学雑誌, 67 : 589-592.
- 山川千代美. 1993. 愛知川化石林にともなう植物化石. 琵琶湖博物館開設準備室研究調査報告, No. 1 : 57-65. (1997年12月20日受理)

書評(新刊紹介) : Li Xingxue (eds.). 1995. Fossil Floras of China through the geological ages (English Edition). 695pp+144pls. Guangdong Science and Technology Press, Guangzhou, China.

本著は、近年の中国で集積された膨大な古植物学的資料を整理、総説したもので、シルル紀以降、第四紀までの中国の植物の進化と植生変遷、植物地理変遷について、大型植物化石資料だけではなく花粉資料を含めて包括的に取り上げている。時代(紀)ごとに中国の化石植物相を集約しているが、これまで報告された各地の植物化石群を層序学的に整理しただけではなく、各時代で植物区系を認めた上で植物相や植生の地理分布を議論したのが

評価できる。第四紀の植生史は、主に花粉資料に基づいてまとめられている。INQUA 第8回北京大会前後に出版された文献も含めて膨大な資料が蓄積されていると思われるが、各地域の代表的な花粉ダイアグラムを提示するにとどまっており、中国全体での第四紀の植物地理変遷が総括されていないのが残念なところである。

(百原 新)