

## 関東内陸部における中期更新世の古植生及び古気候

～約 78 万年前から 12 万年前～

楡井 尊

埼玉県立自然の博物館 〒369-1305 埼玉県秩父郡長瀬町長瀬 1417-1

**要旨** 関東内陸部の中期更新世の 18 地点における花粉化石と大型植物化石の記録について、海洋酸素同位体層序 (MIS) との対比を検討するとともに、古植生と古気候の変遷を概観した。

最も下位の MIS 19 (国本層相当層), MIS 17 (柿ノ木台層相当層) は、コナラ亜属の多産で特徴づけられ暖温帯落葉広葉樹林が優勢だった。MIS 15 (長南層相当層), MIS 13 (笠森層相当層) はスギ属, ブナ属, ニレ属-ケヤキ属が多くなる一方でコナラ亜属は減少した。古植生は温帯針葉樹を伴う落葉広葉樹林に変化し、古気候はやや冷涼で湿潤となった。MIS 11 (地藏堂層相当層) はアカガシ亜属などの暖温帯常緑広葉樹を伴う落葉広葉樹林が優勢になった。古気候は最も温暖であった。MIS 9 (藪層相当層), MIS 7 (清川層相当層) ではブナ属を主体とする温帯落葉広葉樹林にトウヒ属の針葉樹林を伴うことが多くなった。化石種のヒメブナは MIS 11 まで記録があるが、その後絶滅した。こうした古植生の変遷は、西日本での中期更新世の古植生・古気候変動の例 (本郷 2009) と同時期と考えられ、地球規模の気候変動を陸域の古植生が反映した結果であるといえる。

**キーワード**: 花粉化石, 大型植物化石, 酸素同位体比層序, ヒメブナ, アカガシ亜属, コナラ亜属

### はじめに

関東内陸部における第四紀中期更新世 (約 78 万年前～12 万年前) の地表地質は、主に段丘堆積物からなるため、地層の連続性に乏しい。そのため、前期更新世の地層と比較して編年は遅れていた。埼玉県下の中期更新世の地層には、狭山丘陵の芋窪層、加治丘陵の豊岡層、秩父盆地尾田蒔丘陵の安立ローム層、曾根坂峠段丘堆積物などがあるが、花粉化石・大型植物化石に関する記録は、1980 年代までは曾根坂峠段丘堆積物 (藤本, 1936) など断片的な情報しかなかった。そのため、埼玉県地質の概説として現在でも広く参照されている「埼玉県の地形と地質, 新編埼玉県史別編 3 自然」(堀口, 1986) には、第四紀中期更新世に関する記述は極めて少ない上に、花粉化石・大型植物化石に関する記述はまったくない。

1980 年代以降、稠密な人口を抱える関東平野において、地盤沈下対策や活断層調査などの社会的要請の高まりにより、埼玉県下の平野部において多くの地質調査ボーリングが行われたため、中期更新世の地質層序の解明が進んだ。地質調査ボーリングの際に、層序のほかテフラの調査、古地磁気層序、様々な微化石分析が行われ、花粉分析のデータも多く蓄積されている。そのため現在では、埼玉県下の地下地質の花粉分

析データの集積は全国的に見ても多い地域となった。一方、群馬県下の中期更新世の地層は、埼玉県とは異なり地表にも植物化石・花粉化石を含む地層が露出しており、多くの報告がある (新井, 1969; 高橋ほか, 1981; 高橋・早川, 1995; 楡井・榛名団体研究グループ, 2001; 久保ほか, 2014 など)。これらの多くは湖成層で、沈降傾向にあった埼玉県の平野部とは異なり、高い基盤の上に多くの火山が活動し湖の形成があったことが背景にある。

ところで、花粉化石では基本的に属レベルまでの同定しか出来ないため、大型植物化石による種レベルの情報と合わせることで、古植生や古気候に関する解析精度を上げることができる。そこで本論では、関東内陸部の現時点での既存の花粉分析資料と大型植物化石の記載 18 地点を整理し、古植生・古気候の変遷を叙述する。なお、参照した研究成果の多くは、地質学・古植物学の専門家を対象とした論文に書かれており、特にボーリング資料では、地層名や地域花粉帯にも記号が使われる。また、花粉や大型植物化石の記載にも学名が使われるなど、地質分野や古植物学分野の研究者以外には判りにくい。そこで記述するにあたり地域花粉帯などの名称は極力使わず、時代別に整理して図示した。花粉や大型植物化石についても学名は必要最小限とし、表記を和名に統一して示した。

そのため学術的な正確さを表現することが難しい場合もある。個々の資料の出典は明記するので、詳細はそれらを参照して欲しい。また、花粉化石のデータがあるが分析数が少ないコア試料や、植物化石の産出があると記載されているが具体的な種類が記載されていない地層などは割愛した。

#### 第四紀の編年の特徴と古花粉学・古植物学の編年における意義

地質年代の編年は基本的に古生物によって行われる。「新生代」という用語の「生」は生物を意味しており、ほ乳類の時代という意味になる。ところが第四紀は、古生物を基準に編年されない。なぜなら第四紀は氷河時代で、周期的な氷期-間氷期の繰り返しが知られており、氷河性の気候変動は全世界的に同時に起こる現象なので、気候変動を指標にするほうが生物の進化を指標にするより優れているからである。

四半世紀ほど前までの教科書には、第四紀にギュンツ・ミンデル・リス・ウルムの4つの氷期があったと書かれていた。しかし、それらの用語はヨーロッパでの氷河の消長を基準にしたもので、全世界的に基準とするには不都合なため、現在の地質学においては用いられない。海底堆積物の有孔虫化石等から得られる海洋酸素同位体による編年は、氷河地形による編年とは異なり連続性が良く全世界的に追跡可能であるので、現在の地質学ではこれを編年の基準として使用している。これを海洋酸素同位体層序という (marine isotope stage=略して MIS と表記される)。海洋酸素同位体による古気候変動の解析により、中期更新世には7つの間氷期があったことが判っている。MIS は現在から過去に向かって温暖期は奇数(現在が MIS 1)、寒冷期(氷期)が偶数(最終氷期が MIS 2)となる。数字が大きいほど古いことになる。本論でも MIS は頻繁に使用するが、たとえば MIS 11 などと数字で示されているのみでイメージし難い。そこで地質時代観の理解を助ける意味で各間氷期の代表的な地層である房総半島の層序と地層名(徳橋・遠藤 1984)を併せて用いる。このように全世界的な気候変動が編年のカギとなっている第四紀において、陸域の古植物の情報から古気候を推定することの出来る花粉化石や大型植物化石の研究は、重要な意義がある。また、花粉化石は微化石の中でも海産プランクトンである有孔虫や放散虫と違い、海と陸の双方の地層から産出するため、陸成層の多い第四紀層では特に有効である。

本論は、国際地質学連合 (ISGS) の層序小委員会 (ICS) が定義する第四紀の層序区分に従った (ICS, 2016)。第四紀は更新世と完新世に区分され、更新世はさらに前期・中期・後

期に区分される。中期更新世は、約 78 万年前～12 万年前の最終間氷期 (MIS 5) 開始直前までの時期になる。国際地質学連合の定める層序表と年代値はしばしば改定されるので、本論では概略の年代値として約 78 万年前～12 万年前と表記した。これらの定義の最新版はインターネットで公開されており閲覧できる。

#### 関東内陸部における中期更新世の花粉化石・大型植物化石の既存資料

##### 1) 地層の編年

関東内陸部の埼玉県、群馬県を中心に(一部東京都を含む)中期更新世の花粉化石・大型植物化石の記録がある 18 地点を本論の対象とし、位置を図 1 に、その一覧を表 1 に示す。

地下地質の層序については、各地質調査ボーリングで実施された古地磁気層序、広域テフラ、海成層準、堆積相解析の資料を用いて MIS に対比した。広域テフラの対比を検討した資料としては、水野・納谷 (2011) が、海成層準の検討は納谷ほか (2012) が、堆積相の検討は平社 (2008) などがある。ボーリングコア間の対比を検討した資料としては、松島ほか (2012)、須貝ほか (2011)、納谷・安原 (2014) などがある。これらの資料も参照した。地質層序対比資料が正しい範囲では、地質対比より地域花粉帯の対比が優先されることは原理的にあり得ない。花粉化石の記録に違いがあれば、それは地域性の違いや花粉の堆積環境による花粉化石群の歪みなどに起因することになる。ただし、広域テフラの対比や堆積層解析は解釈を含んでいるので誤っている可能性もある。今回の検討のなかでも若干の矛盾点があったので、別に説明する。

群馬県下の各湖成層の層序的位置については、各記載論文の層序のほか矢口ほか (1992)、矢口 (1999)、竹本ほか (1987)、群馬県地質図作成委員会 (1999) を参照した。

##### 2) 中期更新世の花粉化石・大型植物化石資料の層序的位置

中期更新世の花粉分析データが最もそろっていて MIS との対比も行われている菖蒲コア (本郷ほか, 2011) を基本に、深作コア A-1 (本郷・水野, 2009)、春日部コア 90KK・川島コア 84KJ (関東平野中央部花粉グループ, 1994)、行田コア GD (埼玉県環境部水質保全課, 1983)、鷲宮コア WM (埼玉県環境部水質保全課, 1981)、越谷 GS-KS-1 (中澤ほか, 2012) のデータを参照して、中期更新世の古植物相と古植物・古気候について下位より記述する。

図 2 は菖蒲コアの花粉ダイアグラムに納谷・安原 (2014)

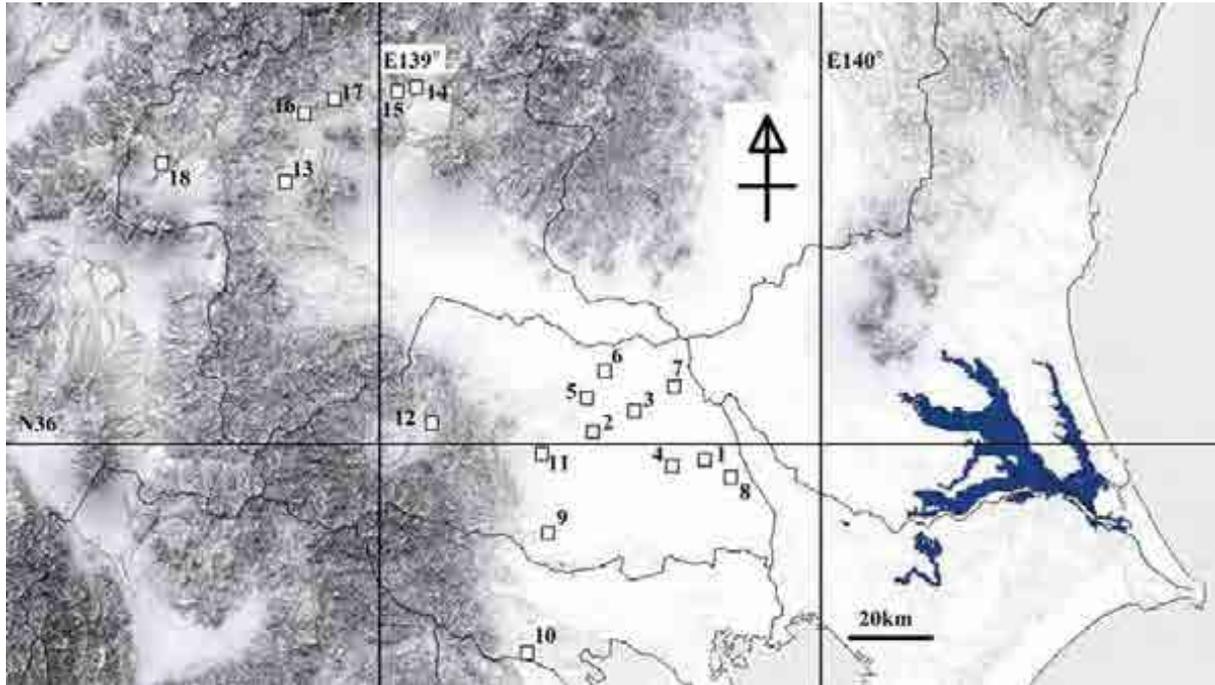


図1. 参照・引用した文献のサイト位置. 一覧は、表1参照. 地図はカシミール3D スーパー地形セットを用いた.

表1. 参照したボーリング資料および花粉化石・植物化石の記録の一覧. 9は論文で豊岡層とは明記していないが、本論中では豊岡層と記す.

No.	地名/コア名	地層or深度	参照した資料の種類	出典
1	春日部コア(90KK)	600m	花粉	関東平野中央部花粉グループ(1994)
2	川島コア(84KJ)	600m	花粉	関東平野中央部花粉グループ(1994)
3	葛蒲コア(GS-SB-1)	350m	花粉	本郷ほか(2011)
4	深作コア(A-1)	300m	花粉	本郷・水野(2009)
5	吹上コア(GS-FG-1)	173m	花粉	水野ほか(2004)
6	行田コア(GD)	617m	花粉	埼玉県環境部水質保全課(1983)
7	鷲宮コア(WM)	514m	花粉	埼玉県環境部水質保全課(1981)
8	鯉谷コア(GS-KS-1)	180m	花粉	中澤ほか(2012)
9	埼玉県入間市高倉	豊岡層	大型植物化石, 花粉	松岡ほか(2007)
10	東京都八王子市宇津貫町	御殿峠礫層	花粉	楢井(1993)
11	埼玉県東松山市立野	物見山丘陵段丘堆積物	大型植物化石, 花粉	大澤ほか(1993)
12	埼玉県秩父郡皆野町	菅根坂峠段丘堆積物	トウヨウソウ, 大型植物化石	藤本(1936)
13	群馬県吾妻郡東吾妻町萩生	萩生層	花粉	楢井・榛名団体研究グループ(2001)
14	群馬県沼田市/昭和村	貝野湖層	花粉・材化石	久保ほか(2014)
15	群馬県沼田市	沼田湖成層	花粉・大型植物化石	新井(1969)
16	群馬県吾妻郡中之条町日影	上部中之条湖成層	大型植物化石	高橋・早川(8995)
17	群馬県吾妻郡中之条町名久田川渡域	中之条湖成層	大型植物化石	新井(1969)
18	群馬県吾妻郡嬬恋村大笹	嬬恋湖成層	ナウマンソウ, 材化石	高橋ほか(1981)

の層序区分と主要なテフラを記入したものである. 本論で議論した分類群は学名を和名に変更した. 特徴ある部分については、矢印などを用いて加筆した. 植物化石の産出記録は表2に示した.

これらの資料を基に各資料の編年を図3に示した.

群馬県的大型植物化石・花粉化石の記録のうち、新井(1969)の中之条湖成層の4つの層準については、矢口(1999)の水成層序との対応関係に不明な点が多い. そのため、表2には4つの産地ごとに産出を報告している大型植物化石を記載したが MIS との対比は保留した. 植物化石を産するとされるが具体的な植物名が記載されていない野殿層については(矢口

ほか1992など)、今回は対象としなかった. そのほかの地層については、各論文、記録の解釈に従った. 詳しくは図3の説明に記した. このように、群馬県下的大型植物化石の記録は、層序学的な対比に課題も多く、産地の正確な位置も記されていない場合があり、証拠標本も残されていないが、温暖な古気候を示唆する化石種などの重要な情報を含んでいるので表2には表示した. 今後の研究の進展が待たれる. なお、埼玉県立自然の博物館に2016年10月時点で登録保管されている、中期更新世の植物化石・花粉化石のリストを付表1~3に付した.

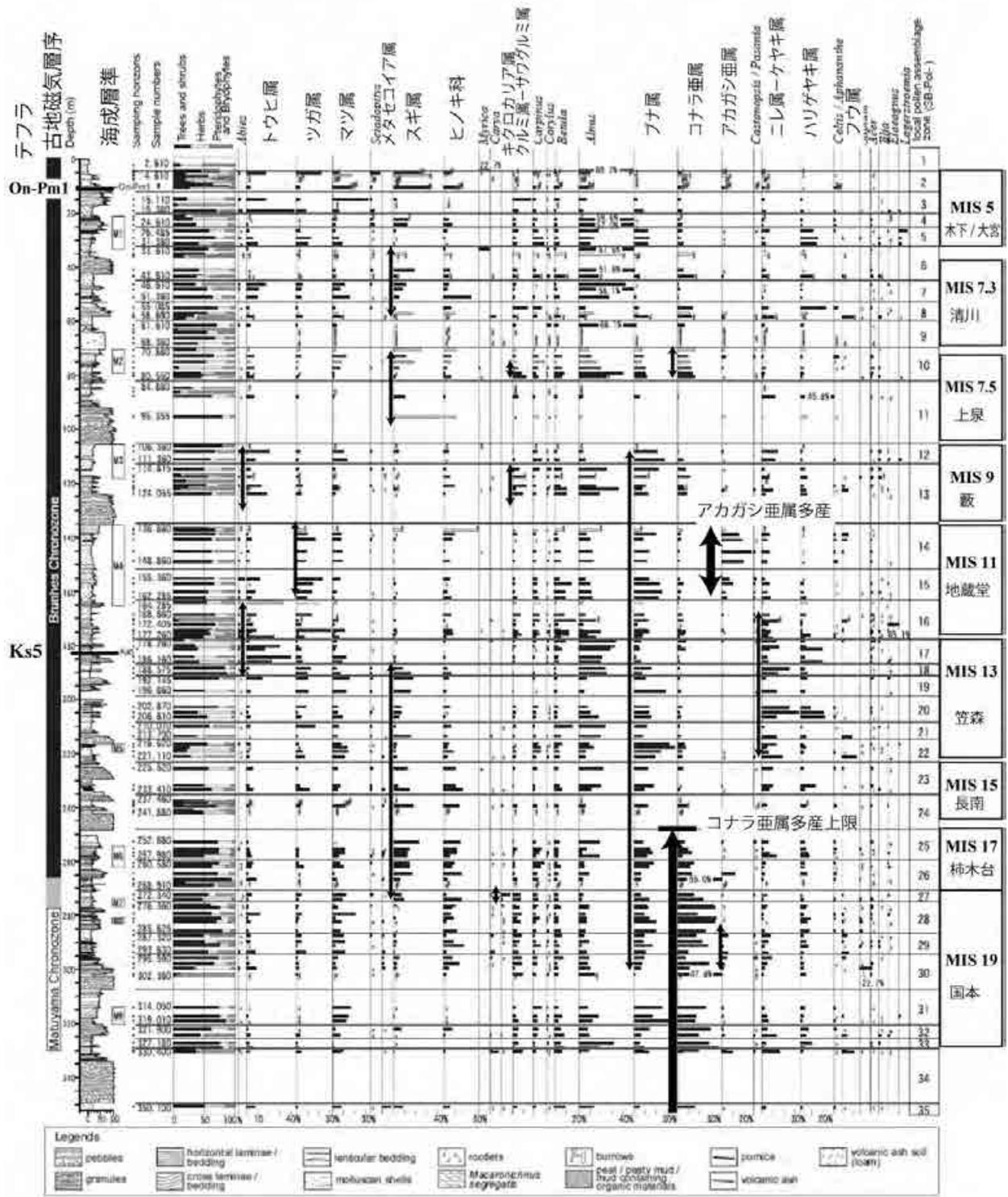


図2. 菖蒲コアの花粉ダイアグラムとMISの関係。



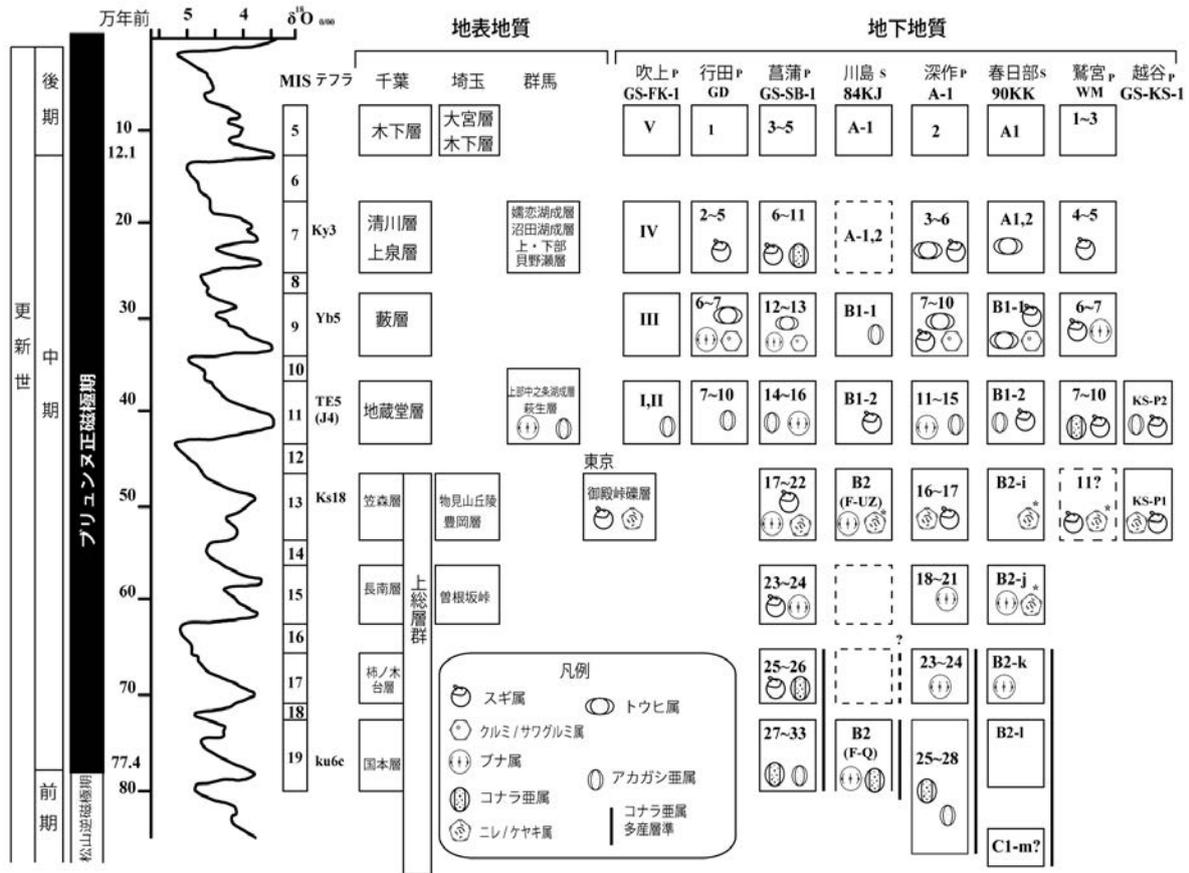


図3. 関東内陸部の中期更新世層序と花粉化石および大型植物化石産出層準。古地磁気層序と海洋酸素同位体層序 (MIS) は国際地質学連合の国際層序委員会 (ICS) のサイトにある最新の第四紀層序表 (global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7million years v2016a) を簡略化して作図した。MISの間隔は正確に決めておらず概略を示している。各ボーリングコア資料の層準は出典の論文での解釈されている場合は、そのまま採用した。明記されていない層準は、基本的に古地磁気層序、テフラ対比、海成層層準、堆積相解析のデータを参考に MIS に対比した。以下に各ボーリング資料の判断基準を示す。コア地名の表示の横に p と付したのは出典の花粉帯番号を使った資料、s を付したのは、地層区分の名称を使った資料である。菖蒲コア GS-SB-1 (本郷ほか 2011) 花粉帯の層準は On-Pm-1 が SB-Pol-2 帯にあり 3~5 帯を木下層に対比している。Ks5 が 17 帯に挟在すること、ブリュンヌ正帯磁期の下限が 26 帯付近にあること、花粉組成の特徴から 14,15 帯のアカガシ亜属多産層準を房総半島の地蔵堂層 (MIS11)、大阪群層の Ma9 に対比している。基本的に納谷・安原 (2014) の MIS への対比に従った。深作コア A-1 (本郷・水野 2009) 清川層のテフラ Ky3 が Fs-pol-3 帯に、笠森層のテフラ Ks5 が同 16 帯に、国本層のテフラ Ku6c が同 25 帯に挟在している。ブリュンヌ正帯磁期の下限が 22 帯に存在する。納谷ほか (2012) の海成層準の認定をもとに海進=間氷期と判断して、花粉帯を MIS サイクルに当てはめた。上記の層序学的な制約条件が新たに判明すれば、これらの花粉帯の層準解釈は変更されることになる。春日部コア 90KK (関東平野中央部花粉グループ 1994) 平社 (2008) による堆積相解析で A1 層が木下層、A2 層が清川層、B1-1 層が藪層、B1-2 層が地蔵堂層に対比されている。B2 層以下の層準は、関東平野中央部研究会 (1984) のサイクル区分を上位から順に当てはめた。川島コア 84KJ (関東平野中央部花粉グループ 1994) 平社 (2008) による堆積相解析で A1 層が木下層、A2 層が清川層、B1-1 層が藪層、B1-2 層が地蔵堂層に対比されている。関東平野中央部花粉グループ 1994 では A2 層から花粉化石が検出されていないので、点線で示した。B2 層の F-UZ 帯の層準は笠森層のテフラ Ks22 が挟在するので、その層準を MIS13 とした。B2 層の下部は帯にあたる。この層準には、古地磁気層序の B/M 境界と上越テフラ (水野・納谷 2011) が挟在することから、MIS 19 に対比した。この場合、MIS15,17 は欠けていることになる。鷺宮コア WM 埼玉県環境部水質保全課 (1981) 平社 (2008) の堆積相解析に基づく対比から花粉帯を対比した。MIS 11 以下の層準にも花粉のデータは存在しているが、データが大変少ないので表示は保留した。行田コア GD 環境部水質保全課 (1983) 平社 (2008) の堆積相解析に基づく対比から花粉帯を対比した。MIS 11 以下の層準にも花粉のデータは存在しているが、花粉以外の層準を規制する情報が不足しているので表示は保留した。花粉帯 13,14 ではブナ属とニレ属-ケヤキ属 (ハリゲヤキ属を区別していないと思われる) が多産する特徴的な花粉組成が見られる。吹上コア GS-FG-1 水野ほか (2004) 出典の論文の対比をそのまま使用した。越谷 GS-KS-1 中澤ほか (2009) 出典の論文の対比をそのまま使用した。

以下に各間氷期の特徴を述べる。

**MIS 19 国本層相当層** 約 78 万年前。代表的な花粉帯 SB-Pol-27~33

コナラ亜属を主体としブナ属、ハンノキ属、クルミ属-サ

ワグルミ属(属名をつなぐは and/or を意味する。以下同様)、ヒノキ科などを伴う。ブナ属は植物化石資料によると化石種であるヒメブナ (*Fagus microcarpa* Miki, 1933) の産出範囲に入る。スギ属は最上部の SB-Pol-27 (SB-Pol-○は菖蒲コアの地域花粉帯名) でやや多いがそのほかの層準では少ない。ス

ギ属が少ないことから降水量は現在よりやや少なかったと推定される。温帯の落葉広葉樹にヒノキ科などの針葉樹を交える古植生が推定できる。消滅属ではハリゲヤキ属が伴われ、一部でキクロカリア属、フウ属もやや多い。アカガシ亜属は少ないが産出する。

ところで深作コアではスギ属がほとんど見られない。これは地域的な違いか堆積環境の違いと考えられる。春日部コアでは花粉化石がほとんど産出しない。植物化石の記録は得られていない。

**MIS 17 柿ノ木台層相当層** 約 70 万年前。 代表的な花粉帯 SB-Pol-25,26

コナラ亜属多産層準の上限。ブナ属、スギ属、ヒノキ科を伴う。スギ属、クルミ属ーサワグルミ属が MIS 19 より多い点が異なる。古植生は温帯の針葉樹を交える落葉広葉樹林。コナラ亜属が多いことから、降水量はあまり増加しなかった。アカガシ亜属は SB-Pol-26 の 1 資料で多く産出するが、連続的に多くはない。深作コアではスギ属は MIS 19 に引き続き少ない。春日部コアではスギ属は上位に向かい減少する傾向がある。植物化石の記録は得られていない。

**MIS 15 長南層相当層** 約 60 万年前。 代表的な花粉帯 SB-Pol-23,24 曾根坂峠段丘堆積物 (藤本 1936)

ブナ属、スギ属が多い一方コナラ亜属が少ないことで特徴づけられる。ブナ属は化石種であるヒメブナの可能性がある。温帯の針葉樹を交える落葉広葉樹林。降水量は多い。深作コアではスギ属は下位の MIS 17 に引き続き少ない。春日部コアではニレ属ーケヤキ属が多い。植物化石では、秩父市から秩父郡皆野町にかけての曾根坂峠段丘堆積物 (藤本 1936) にヒシ属の一種の記録がある。なお、曾根坂峠段丘堆積物は、年代の根拠に乏しいが、尾田蒔礫層に対比されると考えられており (堀口 1986)、MIS15 としておく。

**MIS 13 笠森層相当層** 約 50 万年前。 代表的な花粉帯 SB-Pol-17~22 御殿峠礫層 (楡井, 1993), 豊岡層 (松岡ほか, 2007), 物見山丘陵段丘堆積層 (大澤ほか, 1993)

花粉化石では、ブナ属、ニレ属ーケヤキ属、ハリゲヤキ属、スギ属、マツ属、ツガ属などが多く、ヒノキ科は少ない。大型植物化石では化石種のヒメブナが物見山丘陵段丘堆積層から産出する (表 2)。深作コアではスギ属は最上位だけ多くなる点が異なる。春日部コアではスギ属は少ない。温帯の針葉樹・落葉広葉樹混交林。古気候はやや冷涼。入間市の豊岡層 (松岡ほか, 2007 では豊岡層と明言していないがここでは豊

岡層と表記する) と東松山市の物見山丘陵段丘堆積物、八王子市の御殿峠礫層は、いずれもスギ属・ブナ属・ニレ属ーケヤキ属を多産する点でこの層準と同様の特徴を有しており、対比可能と判断した。

**MIS 11 地蔵堂層相当層** 約 40 万年前。 代表的な花粉帯 SB-Pol-14~16 萩生層 (楡井・榛名団体研究グループ, 2001), 上部中之条湖成層の下部 (高橋・早川, 1995)

アカガシ亜属が多い点で特徴的な層準 (本郷ほか 2011)。ブナ属 (おそらくヒメブナが多い) が多い一方、スギ属は少なく、下部 (SB-Pol-16) では、ニレ属ーケヤキ属がやや多い。スギ属が少ないことから降水量は少ないと考えられる。中期更新世で最も温暖。植物化石は群馬県の萩生層では、ヒメブナが産出している (表 2)。上部中之条湖成層では上部でトウヒ属パラモミ節など針葉樹の植物化石も産出しており (表 2)、MIS 10 に入る可能性が指摘されている (高橋・早川, 1995)。ところで、春日部コアの B1-2 層の下部は平社 (2008) 対比により、この層準に含めたが、花粉化石群はスギ属が多産する点でほかの資料とは異なる。対比に検討の余地がある。

**MIS 9 藪層相当層** 約 34 万年前。 代表的な花粉帯 SB-Pol-12,13

ブナ属・トウヒ属が多く、下部ではクルミ属ーサワグルミ属が特徴的に多い。ニレ属ーケヤキ属も伴う。大型植物化石の記録は無い。

**MIS 7 上泉層および清川層相当層** 約 20~25 万年前。 代表的な花粉帯 SB-Pol-6~13 沼田湖成層 (新井, 1969), 貝野瀬層 (久保ほか, 2014), 嬬恋湖成層 (高橋ほか, 1981)

菖蒲コアの層序では MIS 7.5 と MIS 7.3 に区別されているが、そのほかのボーリング資料や地表地質での区分が明確でないこと、古植物相に大きな違いが無いことから、まとめて記述する。

コナラ亜属がやや多く、ブナ属と同程度の出現率を示す。スギ属はやや多い点で、MIS 9 とは異なる。クルミ属ーサワグルミ属が下部 (SB-Pol-10) でやや多い。トウヒ属・スギ属は上位で多くなる傾向がある。沼田湖成層・貝野瀬層ではコメツガ・ヤツガタケトウヒなどの寒冷な要素の針葉樹が産出する。嬬恋湖成層では材化石の記録があるほか、トウヒ属、ツガ属が多くマツ属単維管束亜属を伴う花粉化石の記録がある。これら湖成層が、海拔が高い場所に位置している点を考慮すると、古植生は山地では亜寒帯~冷温帯の針葉樹林で落葉広葉樹を交える、平地では温帯の針葉樹を交える落葉広葉

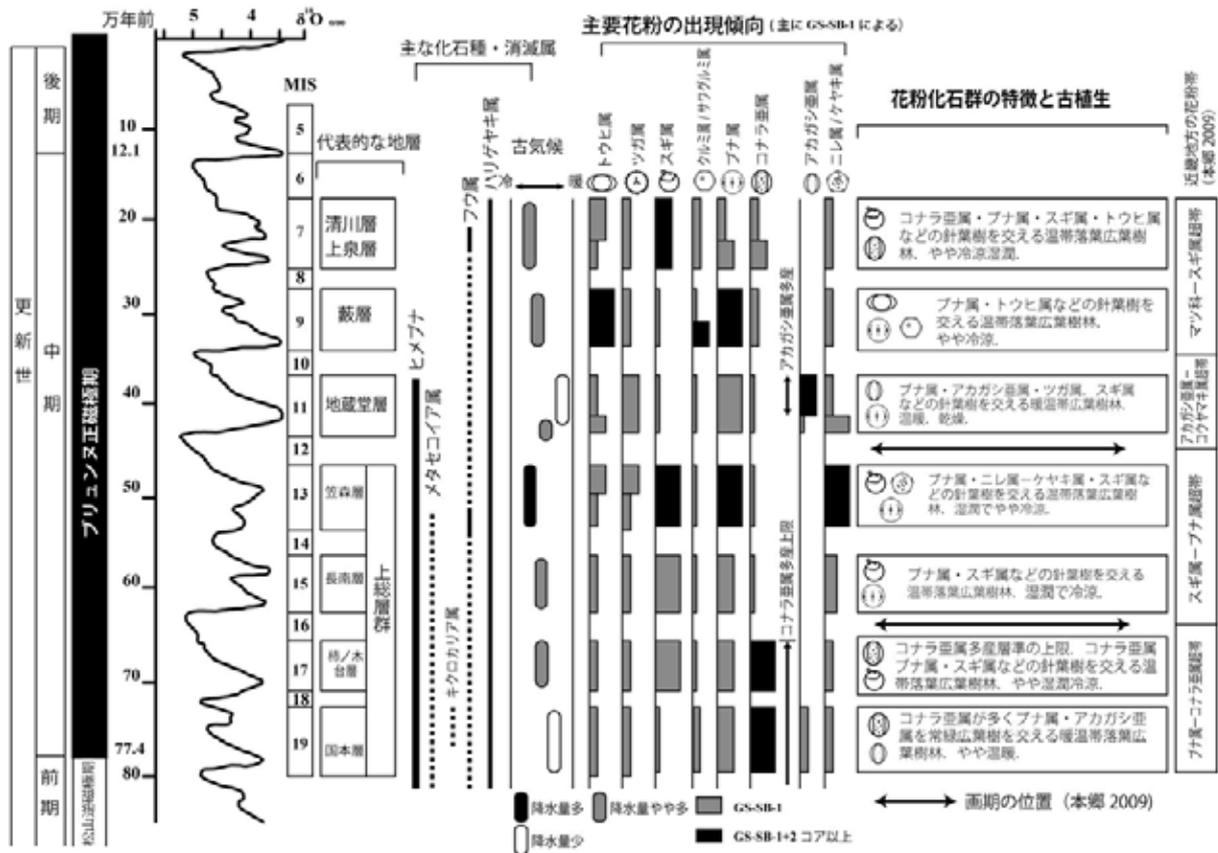


図4. 関東内陸部の花粉化石・大型植物化石による中期更新世の古気候と古植生の変遷総括。最も層相が詳しく花粉化石のデータ密度も高いGS-SB-1の花粉層相を基本に、他の資料のデータも合わせて、各MISごとの陸域の古植生・古気候を推定した。古気候は各間氷期の相対的な温暖～冷涼を示した。また、化石種や消滅属など現在の植生には見られない要素のうち主要な分類群の産出範囲を示した。花粉化石の出現頻度が低い化石種の記録が不十分なものを点線で示した。海洋酸素同位体曲線と古地磁気層相は、図3と同じである。比較のため大阪堆積盆地の花粉超帯と古植生の変換時期（本郷 2009）を加えた。

樹林だったと思われる。古気候はやや冷涼。ただし菖蒲コアのSB-Pol-8でフウ属が多く出現する。

### 中期更新世の古植物相と古植生・古気候に関する諸問題

ここまで述べた資料をもとに各間氷期の古植生と古気候の特徴を図4に示した。この図を用いて中期更新世の関東内陸部における古植生・古気候変遷の特徴と課題を紹介する。

#### 1) 古植生と古気候の変遷の概要

本郷（2009）は大阪堆積盆地の中期更新世の花粉層相を検討して、4つの（花粉）超帯を設定しMIS 16/15の約60万年前とMIS 12/11の40万年前に古植生の大きな変換期があり日本列島で地球規模の気候変動に起因する広域的かつ同時期に生じた変化があったことを指摘した。本郷（2009）の指摘は、関東内陸部にも当てはまると考えられるので、図4に、その

変換期の層相的位置と大阪堆積盆地の超帯を参考に記入した。ここでは下位より時代順に4つに区分して古植生と古気候の変遷の概要を述べる。

MIS 17（柿ノ木台層相当層）以下ではコナラ亜属を多産することから温帯落葉広葉樹林を主体にとヒノキ属・スギ属などの温帯針葉樹林を伴った古植生が考えられる。ブナ属と比較するとコナラ亜属は乾燥した環境でも耐えることができる（原，1992）ため、相対的に降水量の少なくやや温暖な古気候が考えられる。本郷・水野（2009）のブナ属-コナラ亜属超帯にあたる。

MIS 15（長南層相当層）・MIS 13（笠森層相当層）ではスギ属・ブナ属・ニレ属-ケヤキ属が多く、針葉樹を交える温帯落葉広葉樹林でやや冷涼で湿潤な古気候が想定できる。特にMIS 13（笠森層相当層）でその傾向が強い。本郷（2009）のスギ属-ブナ属超帯にあたる。

MIS 11（地蔵堂層相当層）はアカガシ亜属を伴い、温暖で後背地に温帯針葉樹林を伴う暖温帯常緑広葉樹林が広がった

と考えられる。花粉化石も大型植物化石からも、前後の時代と比較して顕著に暖かい古気候を推定することができる。本郷（2009）のアカガシ亜属—コウヤマキ超帯にあたる。

MIS 9（藪層相当層）より上位（上部中之条湖成層を含めると MIS 10 より上位）では、花粉化石ではトウヒ属・ブナ属が多く、大型植物化石では、ヒメバラモミ・ヤツガタケトウヒなどの冷温帯上部のトウヒ属バラモミ節や寒冷で乾燥した環境に適応したカラマツ属の大型植物化石も産出記録があるようになる。その一方でヒメブナは見られなくなる。スギ属は MIS7 で多い。本郷（2009）のマツ科—スギ属超帯にあたる。

このように、中期更新世では間氷期—氷期の繰り返しの中で、現在の中国大陸南部に見られるような温暖な要素はしだいに消滅し、大陸北部に見られるようなマツ科の針葉樹林の存在が増加する過程が段階的に進行したと考えられる。

## 2) 花粉層序の特徴

関東内陸部での中期更新世の花粉層序学的に重要な特徴は、以下のとおりである。

約 40 万年前の MIS 11（地蔵堂層相当層）はアカガシ亜属多産層準で、この層準を含むボーリングコアではほぼ例外なく見いだされる（本郷ほか、2011；納谷ほか、2014）。アカガシ亜属の多産は群馬県の地表地質にも対比可能な花粉化石・植物化石の資料として吾妻郡東吾妻町の萩生層（楡井・榛名団研究グループ、2001）がある。

コナラ亜属多産層準の上限（MIS 17, 柿ノ木台層相当層）も図 3 のとおり複数のボーリング資料で見いだされる（本郷ほか、2011；納谷ほか、2014）。

MIS 13（笠森層相当層）は、ニレ属—ケヤキ属とブナ属が多産することが特徴的で、同様の傾向は八王子市の御殿峠層（楡井 1993）でも見いだされる。

この層準ではハリゲヤキ属も多産する。アカガシ亜属多産層準の直下にニレ属—ケヤキ属・ブナ属の多産層準があれば、MIS 13 に対比できる可能性がある。

各 MIS では海進初期にあたる下位の地層と海進後の上位の地層で花粉化石群の特徴が異なることが多い。例として、MIS 11 の下部ではトウヒ属、ニレ属—ケヤキ属の多い層準 SB-Pol-16 などがあり、上位でアカガシ亜属が多くなる。クルミ属—サワグルミ属は海成層準の直下でやや多くなることが繰り返し見られるため、海成層が堆積する前にクルミ属—サワグルミ属の河畔林が増加したことが考えられる。

## 3) 針葉樹花粉化石の出現率

針葉樹については、ボーリングコアによって同一層準であるにもかかわらず、出現傾向が一致しない場合が多い。スギ属の場合、菖蒲コアでは MIS 13~17 にかけてやや多く連続的に出現するが、深作コア（本郷・水野、2009）では、MIS 13 では多いものの、MIS 15~17 では出現率が低い。スギ属は、後期更新世の MIS 5 では 3 回のピークをもつ増減が広く見つかっており、花粉層序学的に対比可能（大嶋ほか、1997、五十嵐、2009、楡井、2016 など）だが、今回検討したボーリング資料では、一致しない点があり、検討の余地がある。

トウヒ属の場合、菖蒲コアの MIS 11~13 に多産層準があるが、深作コアの同層準では少ない。春日部コアの MIS 9 層準では、トウヒ属・ツガ属・マツ属とスギ属が多産するが、菖蒲コアではスギ属が少なく、トウヒ属もある程度出現するが春日部コアほどは多くない。トウヒ属のバラモミ節は水湿地の近傍で多産する可能性があること（西内ほか、2015）のように、地域的要素を反映していることを考慮しなければならないことを示唆する。これら針葉樹の花粉化石の出現率の地域的な変化については、今後の課題として残されている。

## 4) 氷期の古植生

河川成の地層と海成層が主体の地下地質資料では、氷期に当たる MIS の偶数の層準は、ほぼ礫層であり、今回検討した資料でも花粉化石や植物化石の情報を含まないと考えられる。一方、群馬県の上部中之条湖成層は、氷期にあたる MIS10 にかかると考えられる層準がある（高橋・早川、1995）。他の地域でも同様な例がある。その一つに東京港の地下地質で東京層下部層（清川層に対比している層準）から得られた花粉化石群は、トウヒ属が著しく高率で、ブナ属・コナラ亜属をほとんど含まない（東京港地下地質花粉グループ、2000）。層相は泥炭層であり、ミツガシワ属の花粉が連続的に出現する点からも湿地の堆積物であるので、湖成層と同様に氷期の記録が残った例であろう。この層準は、ブナ属・コナラ亜属が極めて低率であるので、泥炭層を堆積させた湿地の後背地にも落葉広葉樹林がほとんど無いことになる。したがって寒冷な古気候が推定され、氷期の古植生と考えられる。

前述のように関東内陸部のボーリング資料の堆積相は海成層や河川成の地層で、寒冷期の地層は主に礫層であると考えられるので、広域テフラを含むなど層準のはっきりした泥炭層などが見つからないと、氷期の情報は得られない可能性が高い。いずれにせよ、どのようにして氷期の古植生情報を得るかが今後の課題である。

## 5) 消滅属・化石種にかかわる諸問題

ハリゲヤキ属は、現在では朝鮮半島から中国東北部に分布する落葉広葉樹で現在の日本には分布しない属で、楡井 (1996) が花粉形態で同定可能であることを示した以前の花粉分析資料では、ニレ属一ケヤキ属と区別されていないと考えられる (楡井 2012)。Hongo (2007) は大阪堆積盆でハリゲヤキ属の出現層準を検討し中期更新世のほとんどの層準で産出することを報告した。筆者が関わった春日部コアと川島コア (関東平野中央部花粉グループ, 1994) では、検鏡時に区別して計数したが、統計処理の際には、ニレ属一ケヤキ属に含めていた。御殿峠礫層 (楡井, 1993) では、ニレ属一ケヤキ属に近似する分類群として記載しているが、その後、ハリゲヤキ属に訂正した (楡井, 1996)。今回参照した資料で 1980 年代に行われた行田コア・鷲宮コアはニレ属一ケヤキ属とハリゲヤキ属の両者を区別していないと判断される。2000 年代以降に報告された吹上コア・菖蒲コア・深作コア・越谷コアはいずれもハリゲヤキ属を同定している。ハリゲヤキ属は海成層準の直下で多くなる傾向があり、海進初期に生育地を広げたと思われる。吉田ほか (2011) は大型植物化石を検討し絶滅種であるヒメハリゲヤキ (*Hemiptelea mikii* Minaki *et al.*, 1988) は地下水位の変動や土壌擾乱の激しい不安定な環境に立地していたと指摘した。

第三紀型植物の花粉化石ではフウ属・カリヤ属・キクロカリア属・メタセコイア属が記載されている。誘導化石と考えるには保存状態も産出頻度も多く、一部は中期更新世にも残存していた可能性が指摘されている。(本郷ほか, 2011 など)。

大型植物化石では、化石種であるヒメブナは物見山丘陵段丘堆積物と萩生層から、現生種で日本からは消滅しているタイワンブナ (*Fagus hayatae*) については中之条湖成層から記録がある (表 2)。ヒメブナに極めて近い現生種は、テリハブナ (*Fagus lucida*) とナガエブナ (*Fagus longipetiolata*) である (百原 1992)。テリハブナとナガエブナは、中国南部の揚子江中・下流域に分布しており、ナガエブナはフウ属、クスノキ科、ツバキ科の植物と混生し、テリハブナはアラカシなどのコナラ属アカガシ亜属、スダジイ属、マテバシイ属と混生する常緑樹と落葉樹の混交林を作るとされている (百原ほか, 2011)。中期更新世の MIS 11 (地蔵堂層相当層, 約 40 万年前) より古い地層から産出するブナ属の花粉化石は、ヒメブナが母植物である可能性があり、ヒメブナは温暖な気候下に生育する化石種である可能性が高い。随伴する分類群の内容を検討し推定する必要があるが、中期更新世では暖温帯～冷温帯の落葉広葉樹のメンバーは現在と異なっていることに注意が必要である。同様にマツ属単維管束亜属すなわちゴヨウマツ

類の花粉化石も多く記録されているが、ヤクタネゴヨウ (元記載はアマミゴヨウ) の化石が神奈川県の中期更新世の地層から見つかった (Minaki 1986) ので、これも冷温帯～亜寒帯とは決めつけられない。

中期更新世では、前期更新世のような第三紀型植物群の要素は少なくなり、より現在の植生に近くなるが、現在とは異なる要素と構成であった可能性を常に念頭に置く必要がある。

## まとめ

埼玉県・群馬県における中期更新世の花粉化石・植物化石の資料をまとめ、MIS 層準に対比するとともに、古植生と古気候の変遷を概観した。それらは以下のようにまとめられる。

1. 下位より MIS 19 (国本層相当層) ではコナラ亜属が多くアカガシ亜属を伴うやや温暖な古気候が推定される。MIS 17 (柿ノ木台層相当層) ではコナラ亜属が多い。
2. MIS 15 (長南層相当層)、MIS 13 (笠森層相当層) では、ブナ属 (ヒメブナを含む) を主体としスギなどの針葉樹を伴う温帯の落葉広葉樹林が広がった。MIS 13 では、ニレ属一ケヤキ属が多く伴われる特徴がある。ヒメブナの産出記録がある。
3. MIS 11 (地蔵堂層相当層) は、ブナ属が優勢だがアカガシ亜属を伴う点で特徴づけられる温暖期だった。これは群馬県の萩生層まで追跡可能である。ヒメブナの産出記録がある。
4. MIS 9 (藪層相当層) は、ブナ属主体だが、トウヒ属を伴うなど間氷期としてはやや冷涼であった。植物化石の点からもパラモミ節などを産出記録がある。この時代より後ではヒメブナは見つかっていない。
5. MIS 7 (上泉層・清川層相当層) は、ブナ属は存在するがやや減少し、スギ属が多く出現する。沼田湖成層・貝野瀬層・孺恋湖成層から大型植物化石・材化石の記録がある。
6. 中期更新世では、7 回の間氷期の地層から花粉化石・大型植物化石などの記録があるが、MIS 19 と MIS 11 が温暖で特に MIS 11 は顕著に温暖である。
7. MIS 11 より下位では、ブナ属花粉化石は化石種のヒメブナ由来の可能性があり、MIS 9 以上とは異なる種に由来する可能性がある。
8. 氷期の古植生については、寒冷な古気候を示唆する資料はあるものの、断片的で年代の明確な資料に乏しく、今後の検討課題である。
9. 中期更新世の間にも、第三紀型植物の花粉化石記録があり、

一部は中期更新世にも残存していた可能性がある。消滅属のうちハリゲヤキ属は中期更新世を通じて記録されている。

## 謝 辞

本論をまとめるに当たり、文献の収集には埼玉県埋蔵文化財事業団の金子直行氏、群馬県太田市の金子陽子氏、群馬県高崎市の飯島静男氏にお世話になった。群馬県立自然史博物館の高栞祐司博士、茂木 誠氏には、群馬県の中期更新世層序についてご教示いただいた。中期更新世の花粉層序と考察については、有限会社アルプス調査所の本郷美佐緒博士にご教示頂いた。記して感謝の意を表する。

## 文 献

新井房夫, 1969. 北関東の第四系. 地団研専報, **15**: 161-171.  
 原 正利, 1992. 第3章 日本のブナとブナ林. ブナ林の自然誌: 49-55.  
 藤本治義, 1936. *Stegdon orientalis shodoensis* MATSUMOTO? の新産地. 地質学雑誌, **43** (508): 45-46.  
 平社定夫, 2008. 関東平野中央部における中・上部更新統の層序と構造運動. 地球科学, **62**: 43-55.  
 Hongo, M., 2007. stratigraphic distribution of *Hemiptelea* (Ulmaceae) pollen from pleistocene sediments in the osaka sedimentary basin, southwest Japan. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **144**: 287-299.  
 本郷美佐緒, 2009. 大阪堆積盆地における中部更新統の花粉生層序と古環境変遷. 地質学雑誌 **115** (2): 64-79.  
 本郷美佐緒・水野清秀, 2009. 埼玉県さいたま市で掘削された深作 A-1 ボーリングコアの花粉化石群集. 地質調査所報告, **60**: 559-579.  
 本郷美佐緒・納谷友規・山口正秋・水野清秀, 2011. 関東平野中央部埼玉県菖蒲町で掘削された 350m ボーリングコア (GS-SB-1) から産出した花粉化石群集. 地質調査研究報告, **62** (7,8): 281-318.  
 堀口萬吉, 1986. 埼玉県の地形と地質. 新編埼玉県史, 別編 3 自然: 5-74.  
 ICS, 2016. global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years v.2016a <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale> (2016.11.13 閲覧)  
 五十嵐八枝子, 2009. 北西太平洋・鹿島コア MD-2421 の MIS6 以降の花粉記録: 陸域資料との対比. 地質学雑誌, **115**

(7): 357-366.

関東平野中央部花粉グループ, 1994. 関東平野中央部ボーリングコアの花粉層序. 地団研専報, **42**: 121-150.  
 関東平野中央部地質研究会, 1994. 関東平野中央部地下地質の編年と層序. 地団研専報, **42**: 154-164.  
 勝木俊雄・井出雄二・鈴木和夫, 1995. 日本産トウヒ属樹木のグリセリン酸脱水素酵素の変異. 東京大学農学部演習林報告, **93**: 41-48.  
 北爪智啓・高橋誠・磯田喜義・榛名団体研究グループ, 1994. 中之条盆地の中部更新統の層序と植物化石. 日本第四紀学会講演要旨集, **24**: 176-177.  
 久保誠二・鈴木幸枝・中島正裕・宮沢広明・崔聖国・中島啓治, 2014. 群馬県北東部片品川下流に分布する埋没林. 群馬県立自然史博物館研究報告, **18**: 101-116.  
 松岡喜久次・大澤 進・渡辺正巳, 2007. 埼玉県加治丘陵東方で発見された泥炭層の層序対比と産出植物化石. 地球科学, **61**: 415-420.  
 松島紘子・須貝俊彦・水野清秀・八戸昭一, 2009. 関東平野内陸部, 吹上〜行田地域における中・上部更新統の地下層序と堆積環境変化. 第四紀研究, **48** (2): 59-74.  
 Miki, S., 1933. On the pleistocene Flora in Prov. Yamashiro with the Description of 3 New Species and 1 New Variety. *The Botanical Magazine*, **47** (561): 619-631.  
 Minaki, M., Noshiro S., and Suzuki, M., 1988. "Hemiptelea mikii sp. nov. (Ulmaceae), fossil fruits and woods from the Pleistocene of central Japan. *The botanical magazine*, **101**(4): 337-351.  
 Minaki M., 1986. Morphology of *Pinus armandii* aff. var. *amamiana* from the Middle Pleistocene of Japan. *Acta Phytotax. Geobot*, **34** (4-6): 148-157.  
 水野清秀・須貝俊彦・八戸昭一・中里裕臣・杉山雄一・石山達也・中澤努・松島紘子・細矢卓志, 2004. ボーリング調査から推定される深谷断層南東部の地質構造と活動性. 活断層・古地震研究報告, **4**: 69-83.  
 水野清秀・納谷友規, 2011. 広域テフラ対比と海成層準の認定に基づくボーリングコアの対比. 地質調査総合センター速報 No.56, 平成 22 年度沿岸域の地質・活断層調査報告: 121-132.  
 百原 新, 1992. 第4章 ブナの起源と進化. ブナ林の自然誌: 56-60.  
 百原 新・齋藤 毅・黄 永江・周 浙昆, 2011. 貴州省北東部梵淨山のテリハブナとナガエブナの優占林. 植生史研究, **20** (2): 55-56.  
 中澤 努・中里裕臣・大嶋秀明・堀口誠示, 2009. 関東地方

- 中央部における上総ー下総層群境界:越谷 GS-KS-1 コアでの MIS 12 層準. 地質学雑誌, **115** (2) : 49-63.
- 納谷友規・八戸昭一・松島紘子・水野清秀, 2012. 珪藻化石と岩相に基づく関東平野中央部で掘削されたボーリングコアの海成層準の認定. 地質調査研究報告, **63** (5-6) : 147-180.
- 納谷友規・石原武志・植木岳雪・本郷美佐緒・松島(大上) 紘子・八戸昭一・吉見雅行・水野清秀, 2014. 関東平野中央部の第四系地下地質. 関東平野中央部の地下地質情報とその応用, 特殊地質図 N0.40.
- 納谷友規・安原正也, 2014. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅) 鴻巣地域の地質. 82pp., 産総研地質調査総合センター.
- 楡井 尊, 1993. 東京都八王子市の中部更新統御殿峠礫層上部の花粉化石. 地球科学, **47** : 81-84.
- 楡井 尊, 1996. 更新統産ハリゲヤキ属 (ニレ科) の花粉形態. 第四紀研究, **35** (4) : 333-338.
- 楡井 尊・榛名団体研究グループ, 2001. 群馬県榛名山西麓の中部更新統菰生層の花粉化石群集. 日本地質学会第 108 年学術大会講演要旨 O-369.
- 楡井 尊, 2012. 日本における古花粉学および花粉形態研究の諸問題. 化石研究会誌, **44**(2) : 66-72.
- 楡井 尊, 2016. 武蔵野台地北東部, 埼玉県和光市における上部更新統の花粉層序. 埼玉県立自然の博物館研究報告, **10** : 1-8.
- 西内李佳・百原 新・遠藤邦彦・大里重人・沖津 進, 2015. 最終氷期最寒冷期末期の北関東丘陵域における古植生分布ー宇都宮市中里の植物化石群からの復元ー. 第四紀研究, **54** (4) : 185-201.
- 野手啓行・沖津進・百原新, 1998. 日本のトウヒ属 *Paracomia* 節樹木の現在の分布と最終氷期以後の分布変遷. 植生史研究, **6** (1) : 3-13.
- 大澤 進・楡井 尊・間室幸仁, 1993. 岩殿丘陵より産出した *Fagus microcarpa* をふくむ植物化石群. 埼玉県立自然史博物館研究報告, **11** : 65-72.
- 大嶋秀明・徳永重元・下川浩一・水野清秀・山崎晴雄, 1997. 長野県諏訪湖湖底堆積物の花粉化石群集とその対比. 第四紀研究, **36** (3) : 165-182.
- 埼玉県環境部水質保全課, 1981. 鷲宮地盤沈下観測所地質調査報告書. 174pp., 埼玉県.
- 埼玉県環境部水質保全課, 1983. 行田地盤沈下観測所地質調査報告書. 138pp., 埼玉県.
- 須貝俊彦・松島(大上) 紘子・水野清秀, 2013. 過去 40 万年間の関東平野の地形発達史ー地殻変動と氷河性海水準変動の関わりを中心にー. 地学雑誌, **122** (6) : 921-948.
- 高橋啓一・神谷英利・黒岩俊明・小林将喜・山岸勝治・磯田喜義・中島啓治・田中裕之, 1981. 群馬県嬭恋村産のゾウ化石, および産出地の地質について. 群馬県立歴史博物館紀要, **2** : 1-23.
- 高橋 誠・早川由起夫, 1995. 群馬県中之条湖成層に産する植物遺体. 群馬大学教育学部紀要, 自然科学編, **43** : 71-86.
- 竹本弘幸・米澤 宏・由井将雄・小池一之, 1987. 中之条湖成層の層序とフィッシュトラック年代. 駒沢地理, **23** : 93-108.
- 徳橋秀一・遠藤秀典, 1984. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅) 姉崎地域の地質. 136pp., 地質調査所.
- 東京港地下地質研究会花粉グループ, 2000. 東京港地下, 東京層下部の泥炭層の花粉化石群集. 東京港の地下地質. 地団研専報, **27** : 76-78.
- 矢口裕之, 榛名団体研究グループ・高崎地学愛好会, 1992. 群馬県榛名火山周辺の中部中新統. 第四紀, **25** : 57-62.
- 矢口裕之, 1999. 群馬県北西部のテフラとローム層の層序. 群馬県埋蔵文化財調査事業団研究紀要, **16** : 61-90.
- 吉田明弘・鈴木三男・金 憲爽・大井信三・中島 礼・工藤真一郎・安藤寿男・西本豊広茨城県花室川堆積物の花粉・木材化石からみた最終氷期の環境変遷と絶滅種ヒメハリゲヤキの古生態. 植生史研究, **20** (1) : 27-40.

## **Paleovegetation and paleoclimate changes in middle Pleistocene of inland area of Kanto district, Japan**

Takashi NIREI

Saitama Museum of Natural History, Nagatoro1417-1, Nagatoro, Saitama , 369-1305 Japan

**Abstract :** We correlated the records of pollen fossils and mega plant fossils of the Middle Pleistocene inland the Kanto region correlated the marine isotope stage (MIS) and overview the transition of the paleovegetation and the paleoclimate. The MIS 19 and MIS17 were characterized by *Quercus* subgen. *Lepidobalanus* pollen fossils, which means that Warm temperate deciduous broad-leaved forest dominated. In the MIS 15 and MIS 13, changed into deciduous broad-leaved forest with temperate coniferous forest, and it is presumed that the climate condition were slightly cool and wet. The MIS 11 was characterized by *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* pollen fossils, which means that the Warm temperate deciduous broad-leaved forest and evergreen broad-leaved forest dominated. It is presumed that the climate condition was warm and dry. In the MIS 9 and MIS 7, it changed to accompany coniferous coniferous forests in the deciduous broadleaved forests. *Fagus microcarpa* Miki was recorded in MIS 11, but it had been extinct since MIS10. In this study, we clarified that paleovegetation changes of inland area of the Kanto region responded to global climate change in the Middle Pleistocene .

**Keywords:** pollen fossil, mega plant fossil, marine isotope stage, *Fagus microcarpa*, *Cyclobalanopsis*, *Quercus* subgen. *Lepidobalanus*

付表1. 登録標本一覧 (植物化石)  
 埼玉県立自然の博物館に収蔵保管されている中期更新世の植物化石 (smnh-PIF) を示した。和名の場合表記にゆらぎがある。複数の和名がある場合は調整した。例：ヒメブナ←シキシマブナ, コウセキブナ

物見山丘陵高位段丘構成層			大澤ほか(1993)記載					
記号	番号	和名	学名	産地	採集者	数量	固定者	部位ほか
PIF	103	モミ属	<i>Abies</i> sp.	東松山市立野	楡井 尊	10	大澤 進	球果
PIF	104	イヌシデ属	<i>Carpinus</i> sp.	東松山市立野	楡井 尊	10	大澤 進	果実
PIF	105	イヌシデ属	<i>Carpinus</i> sp.	東松山市立野	間室幸仁	12	大澤 進	果実
PIF	106	イヌシデ属	<i>Carpinus</i> sp.	東松山市立野	間室幸仁	1	大澤 進	果実
PIF	107	ブナ属	<i>Fagus</i> sp.	東松山市立野	楡井 尊	2	大澤 進	殻斗
PIF	108	ブナ属	<i>Fagus</i> sp.	東松山市立野	楡井 尊	5	大澤 進	殻斗
PIF	109	ヒメブナ	<i>Fagus microcarpa</i> Miki	東松山市立野	楡井 尊	4	大澤 進	殻斗
PIF	110	ヒメブナ	<i>Fagus microcarpa</i> Miki	東松山市立野	間室幸仁	4	大澤 進	殻斗
PIF	111	ブナ属	<i>Fagus</i> sp.	東松山市立野	間室幸仁	1	大澤 進	殻斗
PIF	112	ブナ属	<i>Fagus</i> sp.	東松山市立野	間室幸仁	2	大澤 進	果実
PIF	113	ノイチゴ属	<i>Rubus</i> sp.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	果実
PIF	114	ハナ科の刺条	Rosaceae	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	刺条
PIF	115	サンショウ	<i>Zanthoxylum piperitum</i> (Linn.)DC.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	種子
PIF	116	ミツバウツギ	<i>Staphylea bumalda</i> DC.	東松山市立野	間室幸仁	1	大澤 進	種子
PIF	117	ブドウ属	<i>Vitis</i> sp.	東松山市立野	間室幸仁	1	大澤 進	種子
PIF	118	ミズキ属	<i>Cornus</i> sp.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	果実
PIF	119	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i> Sieb. et Zucc.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	種子
PIF	120	ニワトコ	<i>Sambucus racemosa</i> L.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	種子
PIF	121	ホタルイ属	<i>Scirpus</i> sp.	東松山市立野	間室幸仁	1	大澤 進	果実
PIF	122	カヤツリグサ科	Cyperaceae sp.	東松山市立野	楡井 尊	3	大澤 進	果実
PIF	123	カヤツリグサ科	Cyperaceae sp.	東松山市立野	楡井 尊	3	大澤 進	果実
PIF	124	カヤツリグサ科	Cyperaceae sp.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	果実
PIF	125	カヤツリグサ科	Cyperaceae sp.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	果実
PIF	126	カヤツリグサ科	Cyperaceae sp.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	果実
PIF	127	カヤツリグサ科	Cyperaceae sp.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	果実
PIF	128	カヤツリグサ科	Cyperaceae sp.	東松山市立野	楡井 尊	1	大澤 進	果実

豊岡礫層相当層			松岡ほか(2007)記載					
記号	番号	和名	学名	産地	採集者	数量	固定者	部位ほか
PIF	552	ハンノキ	<i>Alnus japonica</i> (Thunb.)Steud.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	2	大澤 進	果序
PIF	553	ハンノキ	<i>Alnus japonica</i> (Thunb.)Steud.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	3	大澤 進	果実
PIF	554	イヌシデ	<i>Carpinus ischonoskii</i> Maximowicz	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	5	大澤 進	果実
PIF	555	クマシデ	<i>Carpinus japonica</i> Blume	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	1	大澤 進	果実
PIF	556	ブナ	<i>Fagus cf. crenata</i> Blume	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	11	大澤 進	殻斗
PIF	557	ブナ	<i>Fagus cf. crenata</i> Blume	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	10	大澤 進	種子
PIF	558	ブナ属	<i>Fagus</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	16	大澤 進	殻斗
PIF	559	ブナ属	<i>Fagus</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	9	大澤 進	種子
PIF	560	ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.)Makino	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	2	大澤 進	果実
PIF	561	マルミノヤマゴボウ	<i>Phytolacca japonica</i> Makino	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	3	大澤 進	種子
PIF	562	ホウノキ	<i>Magnolia hypoleuca</i> Sieb. et Zucc.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	3	大澤 進	種子
PIF	563	コウホネ属	<i>Nuphar</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	2	大澤 進	種子
PIF	564	サルナシ属	<i>Actinidia</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	26	大澤 進	種子
PIF	565	ケマン属	<i>Corydalis</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	6	大澤 進	種子
PIF	566	トサミズキ属	<i>Corylopsis</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	2	大澤 進	内果皮
PIF	567	トサミズキ属	<i>Corylopsis</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	2	大澤 進	種子
PIF	568	キイチゴ属	<i>Rubus</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	65	大澤 進	種子
PIF	569	ゴゴメウツギ	<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.)Zabel	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	74	大澤 進	種子
PIF	570	ミツバウツギ	<i>Staphylea bumalda</i> (Thunb.)DC.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	4	大澤 進	内果皮
PIF	571	クマヤナギ属	<i>Berberis</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	3	大澤 進	内果皮
PIF	572	ノブドウ属	<i>Ampelopsis</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	4	大澤 進	種子
PIF	573	ブドウ属	<i>Vitis</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	2	大澤 進	種子
PIF	574	ミズキ	<i>Cornus controversa</i> Hemsley	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	6	大澤 進	内果皮
PIF	575	タラノキ	<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	1	大澤 進	果実
PIF	576	ハクウンボク	<i>Styrax obassia</i> Sieb. et Zucc.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	4	大澤 進	種子
PIF	577	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i> Sieb. et Zucc.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	4	大澤 進	種子
PIF	578	ニワトコ	<i>Sambucus racemosa</i> L.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	5	大澤 進	種子
PIF	579	ガマズミ属	<i>Viburnum</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	3	大澤 進	内果皮
PIF	580	ヒルムシロ属	<i>Potamogeton</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	1	大澤 進	果実
PIF	581	オヒシバ	<i>Eleusine indica</i> (L.)Gaertn.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	1	大澤 進	内果皮
PIF	582	ミケリ属	<i>Sparganium</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	1	大澤 進	果実
PIF	583	オニスゲ	<i>Carex dickinsii</i> Franch. et Savat.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	32	大澤 進	果実
PIF	584	ホタルイ属	<i>Cyperus</i> sp.	埼玉県入間市高倉	松岡喜久次	30	大澤 進	果実

付表 2. 登録標本一覧 (植物化石)  
埼玉県立自然の博物館に収蔵保管されている中期更新世の植物化石 (smnh-PIF) を示した。

萩生層		未発表資料						
記号	番号	和名	学名	産地	採集者	数量	同定者	部位ほか
PIF	259	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	高橋 誠	1	楡井 尊	果実
PIF	260	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	高橋 誠	1	楡井 尊	果実
PIF	261	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	高橋 誠	1	楡井 尊	果実
PIF	262	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	高橋 誠	1	楡井 尊	果実
PIF	263	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	264	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	265	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	266	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	267	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	268	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	269	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	270	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	271	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	272	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	273	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	種子
PIF	274	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	種子
PIF	275	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	種子
PIF	276	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	種子
PIF	277	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	種子
PIF	278	エゴノキ属の一種	<i>Styrax</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	種子
PIF	279	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	280	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	281	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	282	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	283	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	284	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	285	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	286	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	287	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	288	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	289	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	290	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	291	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	292	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	293	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	294	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	295	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	296	ハンノキ属の一種	<i>Alnus</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	297	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	298	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	299	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	300	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	301	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	302	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	303	ヒシ属の一種	<i>Trapa</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	304	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	305	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	306	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	307	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	308	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Sieb. et Zucc.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	309	カエデ属の一種	<i>Acer</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	310	ハンノキ属の一種	<i>Alnus</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	311	ハンノキ属の一種	<i>Alnus</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	312	ハンノキ属の一種	<i>Alnus</i> sp.	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	果実
PIF	313	未同定種実	Unknown	群馬県吾妻郡吾妻町萩生	楡井 尊	1	楡井 尊	-

付表3. 登録標本一覧（花粉化石）  
 埼玉県立自然の博物館に登録保管されている中期更新世の花粉化石（smnh-PFS）

御殿峠礫層			楡井(1993)					
記号	番号	和名	学名	産地	採集者	数量	同定者	部位ほか
PFS	115	集合花粉化石	Fossil pollen	東京都八王子市東京造形大 校地.16	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	116	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	117	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	118	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	119	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	120	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	121	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	122	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	123	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	124	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	125	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	126	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	127	集合花粉化石	Fossil pollen	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	集合標本
PFS	136	マツ属単維管束蕨属	Pinus (Hapoxylon) sp.	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	単体花粉標本
PFS	137	ニレ属-ケヤキ属	Ulmus and/or Zelkova sp.	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	単体花粉標本
PFS	138	ニレ属-ケヤキ属	Ulmus and/or Zelkova sp.	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	単体花粉標本
PFS	139	ニレ属-ケヤキ属	Ulmus and/or Zelkova sp.	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	単体花粉標本
PFS	140	ニレ属-ケヤキ属	Ulmus and/or Zelkova sp.	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	単体花粉標本

御殿峠礫層			楡井(1996)記載					
記号	番号	和名	学名	産地	採集者	数量	同定者	部位ほか
PFS	141	ハリゲヤキ属	Hemiptelea sp.	東京都八王子市東京造形大 校地.38	楡井 尊	1	楡井 尊	単体花粉標本
PFS	142	ハリゲヤキ属	Hemiptelea sp.	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	単体花粉標本
PFS	143	ハリゲヤキ属	Hemiptelea sp.	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	単体花粉標本
PFS	144	ハリゲヤキ属	Hemiptelea sp.	同上	楡井 尊	1	楡井 尊	単体花粉標本

物見山丘陵高位段丘構成層			大澤ほか(1993)記載					
記号	番号	和名	学名	産地	採集者	数量	同定者	部位ほか
PFS	135	集合花粉化石	Fossil pollen	埼玉県東松山市立野	楡井 尊・岡 室幸仁	1	楡井 尊	集合標本