

総説

内山 隆¹: 日本の冷温帯林および中間温帯林の成立史Takashi Uchiyama¹: Vegetation history of Japanese cool-temperate and mid-temperate forest

要 旨 日本列島の最終間氷期以降の植生変遷における代表種はスギであることが花粉分析結果に示されている。また、スギ以外の主要な樹種はマツ科針葉樹や落葉広葉樹であり、現在の冷温帯域に分布するブナ林や暖温帯の常緑広葉樹林が後氷期以前に広範囲に成立していたとは考えにくい。むしろ、コナラ亜属を主とする落葉広葉樹林が広範囲に分布していたと考えられる。このような推論は、現在の気候の極相林の気温減率をもとにした平行移動による復元とは異なるものであり、後氷期以前の冷温帯域と推定される地域をブナ林に代表させることはできない。

その意味で中間温帯域の多様な植生は気候的な移行帯として、ブナ林の分布域の変動を知る上でも興味深い。福島県の太平洋側平野部を主とした花粉分析結果は、後氷期後期の植生変遷を以下のように示唆している。

約4000年前以前には広範囲に分布していたブナを交えた落葉広葉樹林域は、南部を中心に約3000年前にかけてモミ林が発達し同時にカシ林も分布を拡大した。この間、北部でブナ林の分布域は縮小するが約2000年前から約1000年前にかけて再び増加した。約2000年前以降、各地ともにコナラ亜属を主とするが、モミ林の南部での分布拡大は地点間で不連続になり、ブナ林の南北における分布の連続性を不明瞭にした。約1000年前以降、マツ林の増加とともにモミ林が減少しナラ林を中心に南部ではカシ林が増加し、北部ではイヌブナ・ブナ・ナラ類を主とする森林が成立した。

キーワード: 花粉分析, 植生変遷, ブナ林, 中間温帯, 後氷期

Abstract *Cryptomeria japonica* is considered to be the primary component of Japanese vegetation history, evidenced by pollen analytical data for the period since the Last Interglacial Epoch. The other main components include some Pinaceae and deciduous oak, although beech forest and evergreen-leaved forest were not distributed in a wide area, when compared with the Post-Glacial Period. This information differs from the supposed vegetation during wide climatic movement based on a temperature change. Therefore it is necessary to recognize the regional different forest under the same climate. From pollen analyses on the Pacific Ocean side of the Tohoku district, the deciduous broad-leaved forest, including beech, was distributed across a wide area until 4000 yr. B.P., at which time fir trees as well as evergreen oaks increased in the southern part of the district up to 3000 yr. B.P. Although the distribution of beech forest shrank during that period, it expanded again until 1000 yr. B.P. After that time, the recent forest vegetation was consisted of evergreen and deciduous oak in the southern part, while mixed deciduous beech forest accompanied by *Fagus japonica* around the northern part. These various changes might be caused by a climatic change and human impact.

Key words: pollen analysis, vegetation change, beech forest, Mid-temperate zone, Post Glacial Period

はじめに

琵琶湖湖底堆積物の花粉分析の結果には数万年の比較的短期間の間氷期と10万年程度の比較的長期間の氷期を示す周期性の高い植生変遷が示されている(三好, 1995)。その間氷期と、氷期の前半はともにスギ属が優占し、氷期はマツ科針葉樹が優占するため広葉樹は付随的である。また、琵琶湖以外の地域の最終間氷期以降(約15万年間)の主要な構成種としてスギが日本列島に広く分布していた可能性(守田・日比野, 1991)、さらにスギを主とする花粉帯の優占期間に南北差のあること(内山, 1998a)が示されてきた。一方、西日本から関東地方の最終間氷期に相当する堆積物中にはシ

イ属やアカガシ亜属の出現は共通して低い状態にあり、完新世とは異なり照葉樹林は未発達であった(守田, 1994, 辻, 1983)。このように花粉分析から復元される完新世以前の植生には現在の森林帯とは異なる植生が想定されるため、現在の気候区分を前提とした平行移動による植生の復元には無理がある。

たとえば、東北地方を中心とした花粉分析結果(Yamanaka, 1978)にはブナ属が優占的に出現する時代が認められ、ブナ純林を典型とした森林が時間的にも空間的にもひろく存在していたものと類推されてきた。そのために後氷期の気候の変化にともなうブナ林の分布拡大は、欧州の場合

¹ 〒263-0021 千葉市稲毛区轟町4-3-30 千葉経済大学短期大学部

Chiba Keizai College, 4-3-30, Todoroki-cho, Inage-ku, Chiba, 263-0021, Japan

と同様に氷期の逃避地を起点とした分布拡大を想定すること (Tsukada, 1982) が一般的であった。しかし、函館周辺では晩氷期にブナ林が分布していた可能性が示され (滝谷・萩原, 1997), 冷温帯域以外での分布を考慮する必要がある。また、暖温帯常緑広葉樹林域に現存するブナ林の発見も続いている (吉川, 1992, 茨城県維管束植物調査会, 2001)。したがって、植生復元にはブナ林の気候的限界域をこえた分布を考慮する必要もある。

一方、ブナ林の分布域とも重なる中間温帯域に分布するツガやモミを主とする温帯性針葉樹林は組成的な独立性が低いために森林帯的な位置付けはあいまいであった (飯泉・菊池, 1980)。そのため、このような森林型を古植生図に明らかに位置づけたものはない。この森林型に対して、その成帯性を検討した結果、ブナもカシ類も欠く中間温帯性自然林として、新たに下部温帯林の一部とする位置付けも提案されている (野嵜・奥富, 1990)。先に示したようにスギ林を含めた温帯性針葉樹林や落葉広葉樹林は植生変遷史の中で歴史性の長い要素であり、現在とは異なる気候下においてその分布域を拡大させていた可能性がある。

本稿では、東北地方太平洋側平野部における花粉分析結果 (内山, 1987, 1990) を中心として冷温帯の主要な樹種であるブナと中間温帯域に分布するモミ、暖温帯に分布するカシ類について最温暖期以降の各森林型の変遷を検討する。

1. 最終氷期以降におけるブナ属花粉の出現状況

北海道南部においては、現在も分布可能な範囲まで北進していること (紀藤, 2001)、西日本の中国山地西部では照葉樹林の拡大により最温暖期以降ほぼ消滅したこと (三好, 1983) を踏まえれば、ブナ林は温暖化とともに列島を南から北へ分布の中心を移動してきたように思われる。しかし、晩氷期にあたる約 11,000 年前の東北地方では、各地に低率ながらブナ属花粉が出現しており、その出現率には地域差が認められない (表 1)。また、このブナ属花粉の由来が遠距離にあった可能性もあるが、後氷期にその出現率がコナラ亜属とともに急激な増加をすることから、分布拡大の起点となった多くの relic が存在していた (守田・藤木, 1997) 可能性が高い。このような小さな個体群の場合、ブナ優占林を形成するような分布の垂直的あるいは水平的な拡大・縮小を制限する気候的要因とは異なる背景を考慮する必要がある。

主要な分布域の変化が気候変動に結び付くことは当然であり、最寒冷期以降の東北地方 23 地点 (図 1, 表 1) のブナ林の成立と拡大は以下のようにまとめられる。すなわち、約 11000 年前の晩氷期に低率ながら各地で出現していたものが約 8000 年前になるとほぼ全域で拡大を始め、中部および南部に位置する福島県の内陸部 (崔・日比野, 1985) および宮城県仙台平野周辺 (宮城ほか, 1979, 内山, 1990) ではい

ちはやく 20%以上に達する。その拡大は約 6000 年前になって北部にも及び青森 (守田・相沢, 1986), 岩手 (守田, 1990), 秋田 (辻, 1981, Yamanaka, 1969) の 4 地点でも 20%をこえ、北部のほとんどの場では約 4000 年前まで増加を続け 30%以上に達する。この主要な要素としての出現は約 1000 年前まで持続するか約 2000 年前にかけて、やや減少し、約 1000 年前にかけて再び増加する (内山, 1998b)。このように温暖化を背景にしたブナ林帯の成立は、より早く増加が認められる中部地域や、その後の出現率が優占的となる北部地域が中心となり約 4000 年前までに形成されたが、コナラ亜属を主とする落葉樹も広範囲に分布していた。約 4000 年前以降に始まる冷涼・湿潤化はブナ林にとって地域的な差異を生じさせた。すなわち、北部・中部地域では拡大を促進する背景となったが、南部太平洋側ではモミ林やカシ類が分布を拡大し、太平洋側では北部のような優占的なブナ林の成立は生じなかった。

関東地方の場合 (図 2, 表 2), 約 18000 年前を示す堆積物は栃木 (辻ほか, 1984), 茨城 (鈴木ほか, 1993), 千葉 (千葉県文化財センター, 1985) の 3 地点で認められているが、ブナ属花粉はほとんど出現しておらず千葉で落葉広葉樹を主とする組成のなかでわずかに 0.6%含まれている。他の 2 地点はマツ科針葉樹あるいはカバノキ属が優占的に出現する。約 8000 年前では千葉県内 4 地点ではいずれも落葉広葉樹が優占的な出現を示し、3 地点 (千葉県文化財センター, 1985) でブナ属は 4~11%の出現を示している。その後減少し、約 2000 年前では約 2%となり約 1000 年前では 1.4%となる。このような状況の中で静岡県伊東市 (叶内ほか, 1989) の約 2 万年前の堆積物中に、ブナ属が 30%に近い出現を示しており氷期における関東地方の唯一のブナ林の逃避地としての可能性がある。しかし、この地点を起点としてブナ属を主要な構成種とする森林が平野部を經由して北方へ分布を拡大した可能性は低い。ただし、2%前後の出現が遠距離飛来によるものでないとするならば、後氷期の温暖化を背景とした落葉広葉樹林の北方への拡大の中で、約 8000 年前から約 6000 年前にかけて小規模なブナ属を含む群落が発達し約 2000 年前まで残存していた可能性がある。また、寒冷期の逃避地が海岸に沿う低地であり、海進後に海底に没したとしても、東京湾岸の千葉市周辺の分析結果からみて、ブナが優占林を形成することはなかった。

このように最終氷期以降、ブナ林の分布域は北方へ拡大してきたものの晩氷期に関東地方や東北地方太平洋側南部では、ブナが主要な構成種として分布することはなかった。

さらに、約 2000 年前以降の東北地方南部のブナ属の増加は、R11b として認識されたマツ属の優占する花粉帯の中で人為の影響を背景とした見かけ上の増加 (Tsukada, 1982) の可能性がある。しかし、東北地方南部の平野部 (内山,

表1 東北地方 23 地点の最終氷期以降のブナ属の花粉の出現状況 (内山, 1998 b; 出典についても同書を参照)

地点番号	地点名	標高 m	25000年前	18000年前	11000年前	8000年前	6000年前	4000年前	2000年前	1000年前	著者・発表年
1	尻矢崎湿原	10	0.0			3.9		40.8	62.3	50.0	Yamanaka, 1990
2	田代湿原	550			5.6	5.3	5.3	64.8	57.8	50.6	Yamanaka, 1978
3	津軽西海岸	0	0.0	0.0	0.0						辻, 1980
4	矢櫃谷地湿原 2	1080				0.5	37.8	35.6	33.3	29.4	守田・相沢, 1986
5	白地山湿原	1000						52.4	40.3	41.3	守田・相沢, 1986
6	芝谷地湿原	90			0.0	1.2	2.6	3.9	6.7	7.2	日比野, 1991
7	八幡沼湿原	1580						45.6	33.8	36.7	守田, 1985
8	栗木ヶ原	1130			1.1	2.9	22.6	44.5	34.8	48.3	守田, 1990
9	本柱葛法湿原	12					35.9	23.1	12.0	14.5	辻, 1981
10	龍ヶ原湿原	1180				2.2	29.7	24.6	25.9	42.7	Yamanaka, 1969
11	山形盆地浮沼地区	86	0.0	0.0	0.0						山野井, 1986
12	念仏ヶ原湿原	1100				1.7	3.5	6.2	12.9	29.9	Yamanaka et al., 1973
13	川樋盆地	300	0.0	0.0	0.0						日比野 他, 1991
14	蔵王No.4 (芝草平)	1690							18.6	30.0	守田, 1985
15	蔵王芝草平	1690						37.9			山野井・工藤, 1985
16	藤十郎湿原	1800					38.3	30.3	28.6	23.6	守田, 1984
17	法正尻湿原	530	1.0	0.0	6.9	5.4	9.2	8.5			Miyagi et al., 1981
18	矢野原湿原	660	1.0								叶内, 1988
19	宮床大谷地	850			2.4	33.0	34.5	27.4	37.1	35.6	崔・日比野, 1985
20	飯野川	7				20.0	16.0	10.0	17.0	16.0	内山, 1990
21	根白石湿原	270				48.6	26.2	29.4	25.5	39.0	宮城 他, 1979
22	新地	4						12.0	20.0	33.0	内山, 1987
23	原町	10						15.0	18.0	24.0	内山, 1987
23	双葉	13						8.0	3.0	24.0	内山, 1987

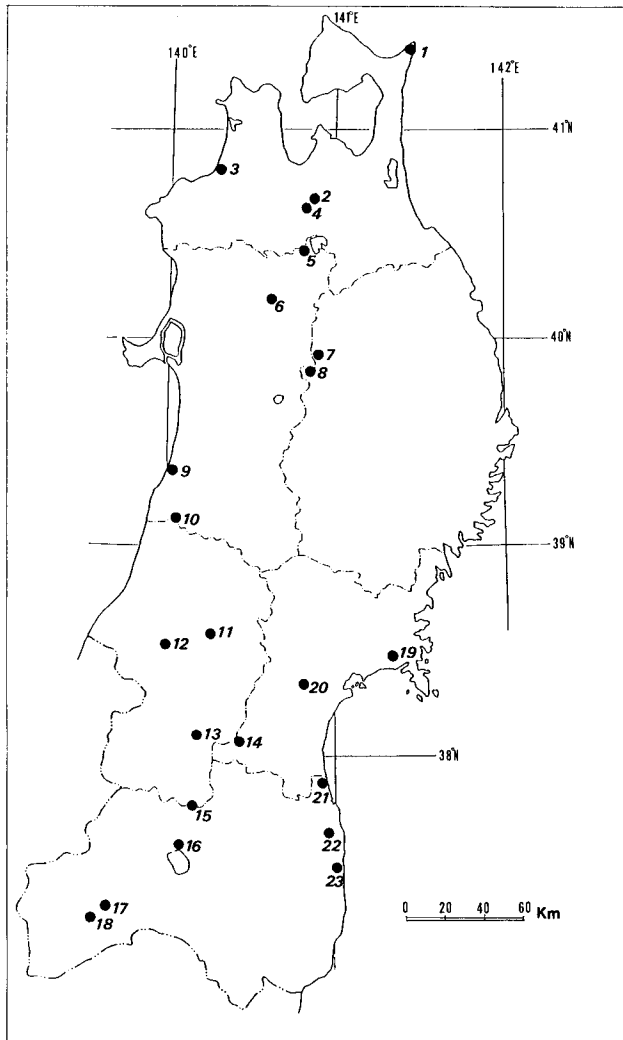


図1 東北地方 23 地点の位置 (内山, 1998 b). 番号は表 1 の番号に対応する。

表2 関東地方 28 地点の最終氷期以降のブナ属花粉の出現状況 (内山隆, 1998 a に加筆修正)
() 内はブナのみ%

地点番号	地点名	標高 m	25000年前	18000年前	11000年前	8000年前	6000年前	4000年前	2000年前	1000年前	著者・発表年
1	Ozegahara	1400			0.0						Sakaguchi, 1976
2	戦場ヶ原中央部	1400					27 (12)	20 (7)	21 (11)	18 (8)	内山, 1991
3	原分泥炭層	48		0.1							辻 ほか, 1984
4	古城沼FJ-A	8							0.5	2.4	辻 ほか, 1986
5	茂林寺沼MRJ-5	8								2.4	辻 ほか, 1986
6	Itakuranuma	10								0.0	Nakamura, 1971
7	下大島層	30	0.0	0.0							鈴木 ほか, 1993
8	埼玉県寿能泥炭層	5					2.8	2.6	2.8	0.0	堀口, 1983
9	赤山陣屋跡遺跡東堀	7					0.0	0.0	0.0	0.0	辻, 1989
10	名都借	7					0.1	1.1	0.1		遠藤 ほか, 1989
11	Noda swamp	5							0.0	0.0	Nakamura, 1971
11	Noda peat layer	5	0.0					0.0	0.0	0.8	Sakaguchi, 1987
12	堀之内	22							0.0	0.0	田原 ほか, 1977
13	杉ノ木台	5								0.0	田原, 1979
14	U-1上ノ台遺跡	5						0.0	0.0	0.0	田原, 1982
15	龜崎	5						2(1)	1(0)	5(2)	内山, 1994
16	Higashiterayama	5							0.0	0.0	田原, 1980
17	加普利	17							0.0	0.0	田原 ほか, 1977
18	Hanawa	12						0.0	0.0	0.0	田原, 1984
19	YK-6 of the Higata	5					0.0	0.0	0.0	0.0	辻 ほか, 1977
20	銚子半島高神低地 Loc.2	10				2.6	3.8	2.9			松下, 1991
20	Loc.101	10					0.0				太田 ほか, 1990
21	浜野川神門遺跡	6								0.1	バリノ・サーヴェイ (株), 1989
22	古市場	6				11.5	7.9	7.9	1.3	0.0	(財) 千葉県文化財センター, 1985
23	村田川河口	4		0.6		4.1					(財) 千葉県文化財センター, 1985
24	茂呂	13				4.3	1.9	2.0	2.4	1.4	(財) 千葉県文化財センター, 1985
24	茂呂SK-37	13						0.0	0.0	0.0	辻, 1992
25	館山市香谷、沼サンゴ	5					1.8				前田, 1980
26	栗窪 (KW-5)	17						0.1	0.7	0.7	清永, 1993
26	栗窪 (KW-6)								0.7	0.7	清永, 1993
27	横浜市金井	9						0.1	0.1	0.1	清永, 1990
28	一碧湖	186	30 (最大値)						1.2	1.2	叶内ほか, 1989

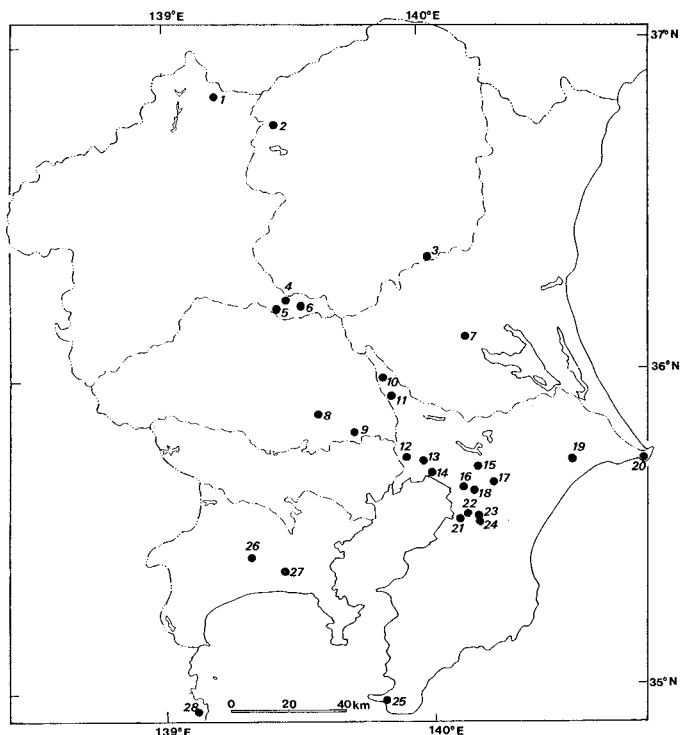


図2 関東地方花粉分析地点 (内山, 1998 a). 番号は表2の番号に対応する。

1987) では、いずれの地点ともブナ属花粉の百分率および花粉量/堆積物重量の増加はマツ属の急増期以前に認められ、相対的な影響と判断することはできない。また、見かけ上の増加とする別の指摘(守田・藤木, 1997)では程度の弱い森林破壊が、アカマツ二次林を極端に発達させる前段階のコナラ一次林の減少を導き、萌芽再生によるコナラ二次林の拡大が花粉生産量の減少に結果したために、平野部では遠距離飛来のコナラ・イヌブナ属の相対的な増加に結びついたとしている。新地の場合、マツ属が優占的に出現する直下の花粉組成においてコナラ垂属が減少し、ブナおよびイヌブナ属がやや増加傾向を示しており、上記の指摘に一致している。しかし、残りの南部2地点でコナラ垂属はブナ属と同調する傾向(双葉)や増加する傾向(原の町)を示している。したがって、これらブナ属の増加はコナラ一次林の変化と明らかな関係は認められず、冷温化とともに分布域を降下させてきたブナ林の拡大に結びつく可能性がある。ただし相対値に基づく増減の解釈には正確な堆積速度を基にした花粉流入量の測定が必要であり今後の問題としておく。

2. 後氷期後期の低温期における針葉樹とカシ類の増加について

モミ属など温帯性の針葉樹が後氷期の後半に漸増を開始することは、「有史時代以前の一時的なツガやスギの増加として全国的に認められ気温の低下とともに降雨量の増加が起きた完新世最後の多雨期」(中村, 1973)の変化とみなされてきた。亜高山地域にある日光戦場ヶ原の花粉変遷図にも比較的に明瞭なモミ属とトウヒ属の増加が示されており(内山, 1991, 1998a), オオシラビソやコメツガの分布拡大を示唆する。戦場ヶ原湿原内3地点の中で最も有機物に富み安定した堆積環境にあったと考えられる南部では約4800年前と約2300年前に針葉樹花粉の増加期があり、本州太平洋岸水域の海底微化石にみられる種の構成の時間的推移から明らかにされている2度の低温期(5000~4000年前ごろと2500~2000年前ごろ, 鎮西ほか, 1984)に対比できる。このように、温帯域においても亜高山域においても認められる針葉樹の増加は後氷期の減暖化による植生の変動(Tsukada, 1963, 塚田, 1981)と捉えられている。なかでも、この気候変化を背景として全国的に分布拡大を示したのはスギであり、西日本においては約4000年前から約2000年前にかけて急激に増加した経緯が論じられている(高原, 1998)。関東地方では約4000年前より、スギ、モミ属、ツガ属が連続的に出現し約2000年前以降スギが主要な構成種になった(内山, 1994)。また、東北地方太平洋側ではスギは約2000年前以降に出現する地点が多いが各地とも低率であり(安田, 1976, 内山, 1987, 1990, Yonebayashi, 1983), スギに代わってモミ属が主要な構成種として出現している。また、低率ながら

主に約4000年前から約2000年前にかけて各地でコウヤマキやツガ属の花粉が出現しており、温帯性針葉樹林の多様な樹種構成を示している。

このように2回の低温期をふくむ後氷期後期の減暖化のなかで常緑広葉樹林のような種群の分布拡大は停滞し垂直分布の上限は既に約4000年前ごろに形成されていたであろう。一方、水平方向は海水準の変動を受けた低湿地や丘陵地域が対象となる。日本海側の低地ではスギやハンノキの埋没林が多く認められ、低湿地を生育地とするスギ林が広く存在していた(高原, 1998)。この時期に西日本各地では既に常緑広葉樹林が成立していたが、富山湾沿岸以北への分布拡大は約3000~約2500年前頃とされ、その遅れは地表水分の多い環境に適応するスギ林との競合に原因があるとされている(松岡・三好, 1998)。

また、関東地方南部でも約6000年前以降、海退がすすむ低地では湿地が拡大しハンノキ林を形成していた(田原・中村, 1977)が、縄文海進の影響を直接受けたとみられる地域では、いずれもカシ林の成立が海進最盛期と一致しないことが指摘され、伊豆半島以西とは異なり黒潮の影響の弱い環境にあったことが類推されている(松下, 1991, 1992)。さらに、東北地方太平洋側におけるカシ林の分布拡大の遅れも指摘され「分布拡大が遅れた地域には代償的性格の強いコナラ・クリなどの雑木林が拡大した」(安田, 1990)とされている。このような分布拡大の遅れは、各地域ごとに原因が求められているが房総半島の沿岸地域や丘陵地域のカシ林にとっては海進期には強められていた潮風が制限要因として影響したために、水平的な分布拡大は遅れ、潮風の影響が弱まった海退期以降(約3000年前以降)に分布が拡大した可能性が示されている(内山, 1993, 1998a)。

このように後氷期後期の気温の低下は、カシ類を含む照葉樹林にとっては連続的な分布拡大を促すための時間が不足し、関東地方では西南日本と比較して種の多様性の面から未発達な状態にある(服部, 1985)ことや、気候的極相林として十分に成熟した安定した状態に達していないこと(吉野, 1968)の背景となったと考えられる。また、温度条件の限界域では内陸地域や北限地域での気温の低下が進んだために冬期の低温が制限要因になった。さらに冷温寡雪地ではブナを欠くコナラ林を主とする森林が成立した(川村, 1979)。その一方、海退とともに潮風の影響が弱められた低地では、カシ林が丘陵の南斜面など局地的に気温の低下の影響の弱い場では不連続ながら分布拡大を進行させた。

3. 東北地方太平洋側平野部における約5000年前以降の植生変遷

福島県浜通り地域の3地点(双葉・原の町・新地)と宮城県(飯野川)の4地点(いずれも海拔13m以下)を対象とし

た花粉分析結果(内山, 1987, 1990)の再検討を行い, ハンノキ属を除いた高木花粉の総数を基数として花粉変遷図を作成した。また, 各土壌試料に含まれる花粉量(堆積物乾重当たり2回測定したものの平均値), コナラ亜属花粉の粒径測定の結果を付して当該地域の植生変遷を改めて考察する。

東北地方南部の浜通り地域の泥炭形成期は海水準の変動と関係があり, 約4500年前に始まった海退期以降であるとされている(田崎, 1971)。年代測定の結果も同調する値を示し最下部には海進期の海成堆積物と思われる砂層が位置し, 約4000年前からは泥炭が堆積し淡水化後の堆積環境の変化を示している。柱状試料の堆積年代の推定は, 上記の放射性炭素測定年代の値を基に, その層準までの堆積速度を求めた。また下部については上部の堆積速度と他の測定資料(竹内, 1979)を基に, 泥炭を主とする部分について0.5~0.6 mm/年, シルトや砂を挟在する部分に1.2~2.0 mm/年の堆積速度を便宜的に用いた。

対象とした4地点における約5000年前以降の植生変遷を構成する主要な樹種は, モミ属, マツ属, アカガシ亜属, コナラ亜属, ブナ属, そしてケヤキ属であり, なかでもアカガシ亜属は南部でより高い出現率を示し, ケヤキ属そしてブナ属は北部で高い出現率を示す南北差が認められる。また, いずれの地点ともコナラ亜属が主要なものであることは共通している(図3, 4, 5)。さらに, モミ属, ブナ, イヌブナ, コ

ナラ亜属, アカガシ亜属に関して1000年毎に推定された層準付近の出現率を地点間で比較すると, 約4000年前より各地の植生に変化が起きていることがわかる。すなわち, 南部の双葉ではモミ属が増加し, 約1000年前までモミが主要な構成種であったことを示している。このモミ属の増加傾向は原の町では認められないものの新地では約3000年前以降に認められ, 北部飯野川ではさらに1000年遅れて約2000年前に連続的な出現が認められることから, 約4000年前以降モミ林が南部から北部へ拡大してきたものと考えられる。また, 約4000年前以降, 4地点ともアカガシ亜属が連続的に出現するようになり, さらに南部の双葉, 原の町では約2000年前以降に増加することから, カシ林の立地が海岸沿いの地域に同時多発的に生じ南部では主要な構成種となったものと考えられる。

約4000年前以前の飯野川ではブナを主要な構成種とする落葉樹林が成立していたが, 約4000年前以降になってイヌブナの割合が高くなるとともにブナ属の出現率は減少することから二次林化の影響が現れたと考えられている(Miyoshi & Uchiyama, 1987)。この二次林化を示す変化は双葉では約1000年前, 原の町と新地では約2000年前に認められることから森林に対する人為の関与は北部から南部に及んだものと考えられる。この間, コナラ亜属の出現は各地ともに比較的に安定しており20~40%を示し, 依然として主要な構成種

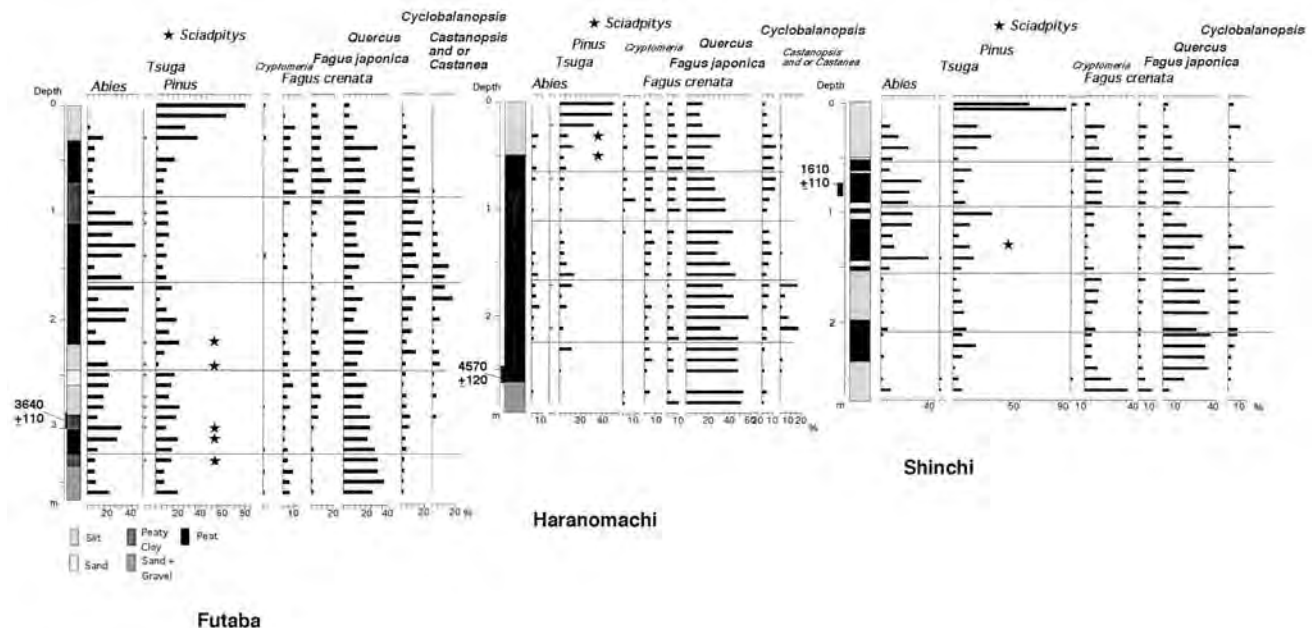


図3 東北地方南部3地点の主要な樹木花粉分布図(百分率)(左:福島県双葉, 中央:福島県原の町, 右:福島県新地)。

Fig. 3 Main arboreal pollen diagrams from southern part of Tohoku district. % (Left: Futaba, Fukushima Pref., Center: Haranomachi, Fukushima Pref., Right: Shinchi, Fukushima Pref.).

として存在していた。また、花粉量の推移には南部3地点で約3000年前に、北部飯野川では約4000年前に増加することから海退にともなう堆積環境の変化が各地で起きたことを示している。

約4000～2000年前にモミ属やアカガシ亜属が同調的に増加する背景には、先に示したように多雨による土壌の流出に伴う表土の攪乱や冷温化にともなう海退により潮風の影響が弱められた低地の拡大が考えられる。ただし、分析地点の中で原の町では、モミ属の顕著な増加は認められずモミ林の拡大期でも落葉広葉樹を主とする森林が存続した。おそらく、モミ属花粉は飛散性が低いために、何らかの原因で分布密度が低く抑えられた地域のモミ林の存在がさらに過小に評価されたものと考えられる。

一方、北限域に分布する温帯混交林の構造と種組成の研究(平吹, 1990)では気候的極相林として位置付けられたモミ・イヌブナ林(吉岡, 1952)を維持する動態単位としてモミと落葉樹の林冠パッチを認め、さらにモミ林冠下の植生に暖温帯性の常緑広葉樹が多いことから、モミの樹冠が冬季の低温や乾燥の緩和を導くという北限域における温帯混交林の成立および維持機構が考察されている。このように同一の気候環境下においてもモミ、ブナ、イヌブナ、アカガシ亜属の各樹種は温帯混交林の構成種として、わずかな環境勾配に応じて組み合わせを変えながら現在にいたったものと考えられ

る。しかも北限域を含む中間温帯域では約4000年前以降、ブナ属とアカガシ亜属の花粉の出現状況に大きな変化がなかったことは平野部において両属を含む植生帯の緯度的移動はなかったことを示唆しており、約3000年前に南部から低地・丘陵部においてモミ、イヌブナを含む森林型が成立・拡大したために、ブナ林とカシ林の連続性が不明瞭となった(内山, 1998b)。さらに低地や丘陵地域は人為の影響を受けたために植生の改変が進み各森林型の分布は不連続なものになったと考えられる。その過程においてコナラ亜属の二次林がマツ属の急増期に先だって成立していた可能性もある。次に落葉広葉樹のなかでは最も主要な出現を広範囲に示しているコナラ亜属について、花粉の粒径頻度分布の変動からコナラ二次林の成立を検討する。

コナラ亜属の花粉粒はその赤道径においてアベマキを中間型としてコナラ・ミズナラとカシワ・クヌギの頻度分布に差異がある。中でも最も小型のコナラは35 μm 以上のものがほとんどなく、一方、最大のクヌギでは30 μm 以下のものがほとんどない(内山, 1986)。現生の花粉形態におけるこのような差異を化石に直接応用することはできないが、赤道径の頻度分布の変化からコナラ亜属の内容を類推することはできる。東北地方太平洋側の平野部にはアベマキが分布していないことから、コナラ亜属の花粉は赤道径において27.5 μm 以下のものをコナラ・ミズナラ由来とし、35.0 μm 以上の

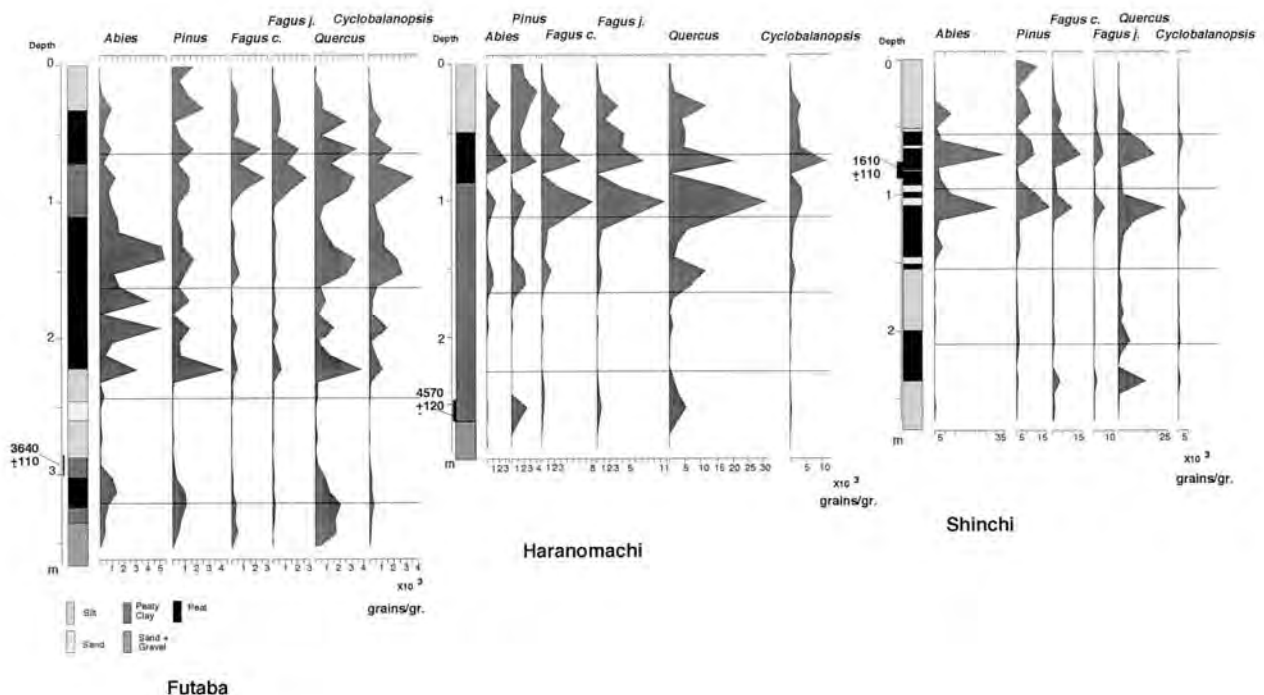


図4 東北地方南部3地点の主要な樹木花粉分布図(花粉量/堆積物重量g)。

Fig. 4 Main arboreal pollen diagrams from southern part of Tohoku district. amounts/g (Left: Futaba, Fukushima Pref., Center: Haranomachi, Fukushima pref., Right: Shunchi, Fukushima Pref.).

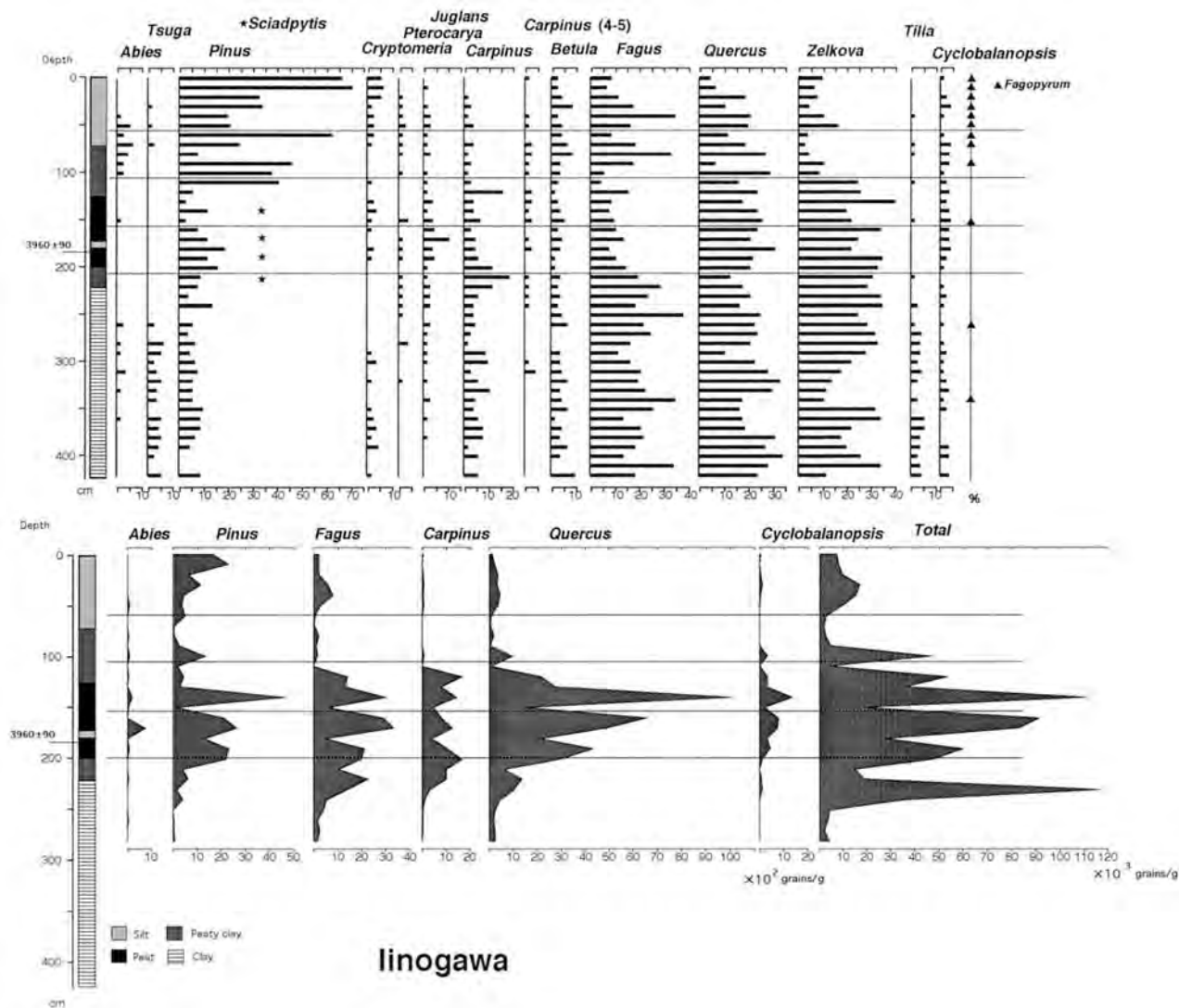


図5 宮城県飯野川の主要な樹木花粉分布図（百分率と花粉量/堆積物重量 g）。

Fig. 5 Main pollen diagram of Iinogawa, Miyagi Pref. (% and pollen amounts/g).

ものにクヌギ・カシワ由来の花粉が含まれるものとし、この中間の $30.0\ \mu\text{m}$ と $32.5\ \mu\text{m}$ を両者が重複する範囲とみなしコナラ亜属の内容を検討する。

- 1) 双葉：約 4000 年前以前には $30.0\ \mu\text{m}$ 以上の範囲に分布の中心があり、その傾向は約 3000 年前まで持続するが、その後、約 2000 年前にかけて $27.5\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で増加する。この傾向は約 1000 年前まで続くが、その後、 $35.0\ \mu\text{m}$ 以上の範囲に分布が移動し、その後、再度 $27.5\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で増加する（図 6）。
- 2) 原の町：約 4000 年前以前には $30.0\ \mu\text{m}$ 以上の範囲に分布し約 4000 年前にかけて $27.5\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で増加し、その傾向は約 3000 年前まで続く、その後、 $35.0\ \mu\text{m}$ 以上で増加し $30.0\sim 32.5\ \mu\text{m}$ の範囲に最頻値をもつ一山型とな

る。一時期 $27.5\ \mu\text{m}$ 以下で増加するが再度、一山型の分布に戻る（図 7）。

- 3) 新地：約 4000 年前以前には $30.0\sim 32.5\ \mu\text{m}$ の範囲に最頻値をもつ一山型を示す。約 4000 年前にかけて $27.5\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で増加する。その後、一山型を経て $35.0\ \mu\text{m}$ 以上の範囲で増加するが約 3000 年前にかけて、再び $27.5\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で増加する。その後、一山型となりこの傾向は約 1000 年前まで続くが、その後、 $27.5\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で再び増加する（図 8）。
- 4) 飯野川：約 4000 年前以前には $30.0\sim 32.5\ \mu\text{m}$ の範囲を中心として広範囲に分布する。約 4000 年前にかけて $27.5\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で減少するが約 3000 年前にかけて増加に転じ、その後 $30.0\sim 32.5\ \mu\text{m}$ の範囲に最頻値をもつ一山型

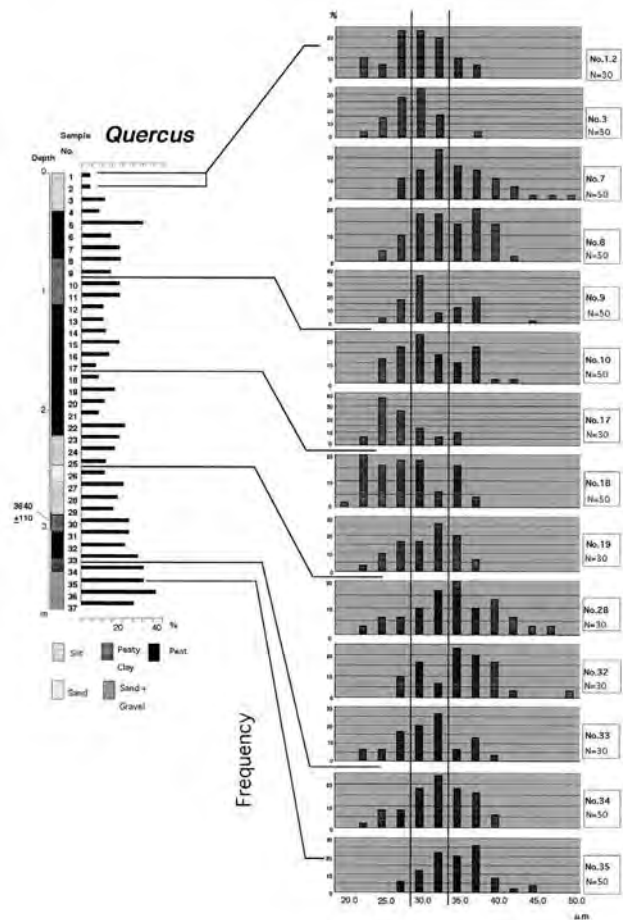


図6 双葉におけるコナラ亜属花粉の消長とその粒径頻度分布。
Fig. 6 Frequency distribution of equatorial diameter for *Quercus* fossil pollen from Futaba, Fukushima Pref.

となり、その傾向は約 1000 年前以降にも持続する (図 9)。

以上 4 地点の、頻度分布における変化には多様な変遷が示されているが、コナラ・ミズナラ型を主とする分布範囲における増加時期が人為の影響による二次林としてのコナラ林の成立に関連するならば、飯野川で最も古く約 4500 年前、他 3 地点は飯野川を含めた全域において約 3000 年前以降、コナラ林が成立したことになる。飯野川においては他の地点と比較してマツ属の急増の開始期も約 2000 年前で最も古い、またソバ花粉の連続的な出現も同時期に認められることから人為の影響が最も早く森林に及んだ可能性があり、粒径の頻度分布における特徴と一致する。ただし、約 4000 年前以前においてコナラ型の分布範囲に最頻値を示す場合もあることか

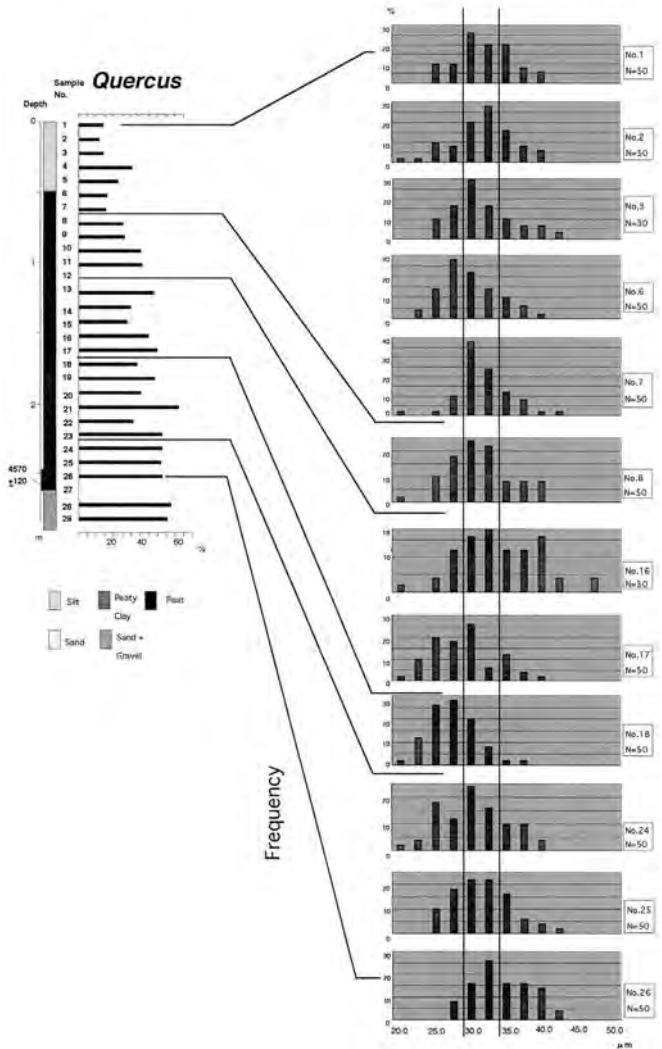


図7 原の町におけるコナラ亜属花粉の消長とその粒径頻度分布。
Fig. 7 Frequency distribution of equatorial diameter for *Quercus* fossil pollen from Haranomachi, Fukushima Pref.

ら、人為とは直接関係のないコナラ一次林の成立やクヌギを交えた二次林も考慮する必要がある。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本稿の元になった第 16 回日本植生史学会大会シンポジウムにおいて発表の機会を与えてくださった中静 透氏に心よりお礼申し上げます。中間温帯域における花粉分析の結果は既に報告済みでありましたが、再度の発表に合わせ書き直しができました。また、土壌採取時には高山晴夫氏、守田益宗氏、米林仲氏、原正利氏、鈴木和男氏、原慶太郎氏、平泉秀樹氏、辻村東國氏のお力をいただきましたこと記して改めてお礼申し上げます。最後に昨年、米寿を迎えられた恩師中村純先生に本報告をささげます。

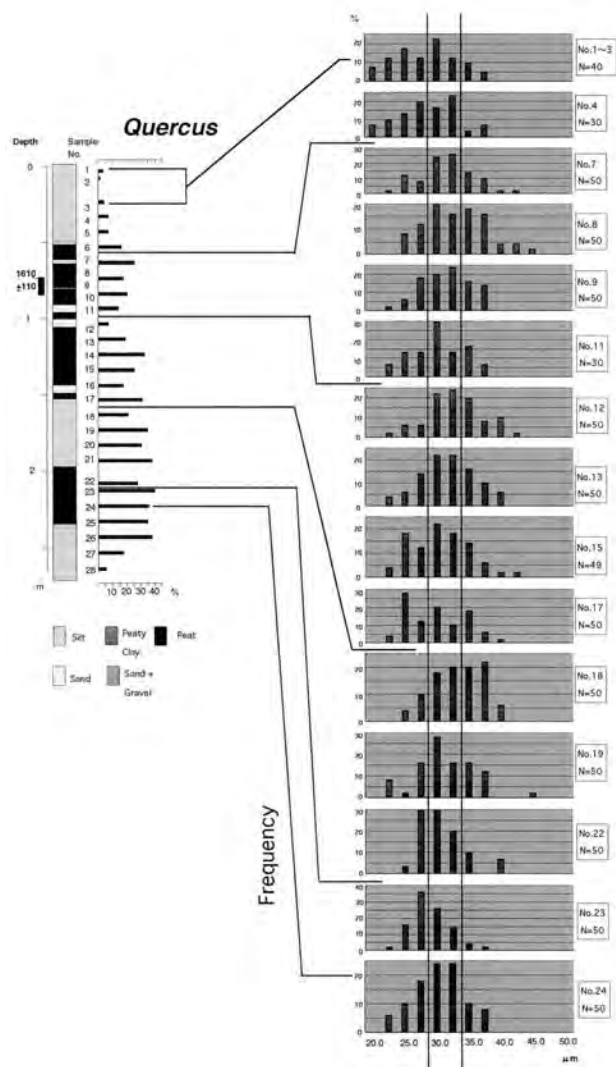


図8 新地におけるコナラ亜属花粉の消長とその粒径頻度分布。
Fig. 8 Frequency distribution of equatorial diameter for *Quercus* fossil pollen from Shinichi, Fukushima Pref.

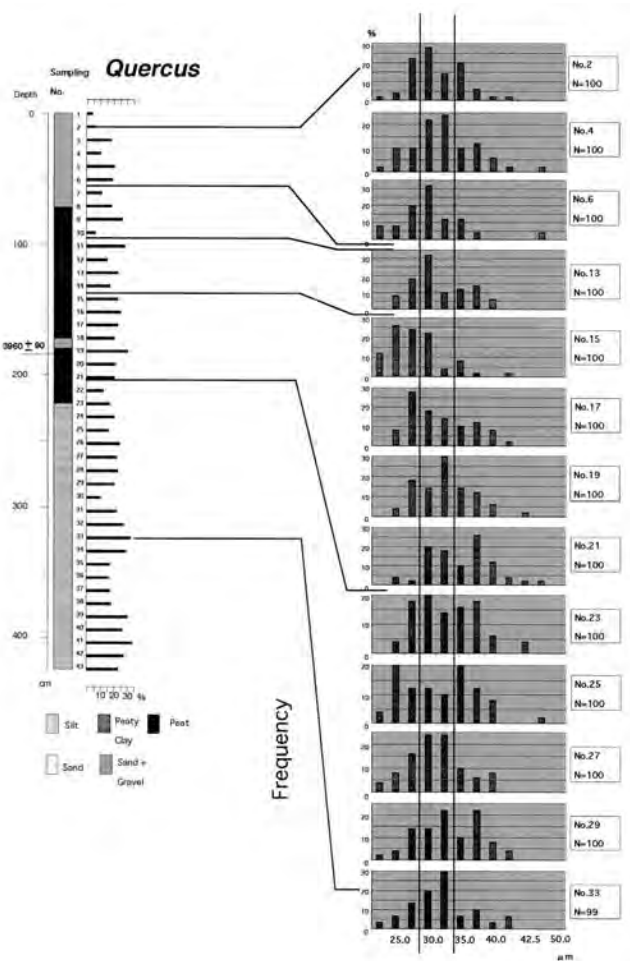


図9 飯野川におけるコナラ亜属花粉の消長とその粒径頻度分布。
Fig. 9 Frequency distribution of equatorial diameter for *Quercus* fossil pollen from Iinogawa, Miyagi Pref.

引用文献

- 千葉県文化財センター. 1985. I 房総における縄文時代を中心とする古環境の変遷. 2. 植生の変遷. 千葉県文化財センター研究紀要 9: 220-223.
- 鎮西清高・岡田尚武・尾田太良・大場忠道・北里 洋・小泉 格・酒井豊三郎・谷村好洋・藤岡換太郎・松島義章. 1984. 本州太平洋岸における最終氷期以降の海況変遷. 「古文化財に関する保存科学と人文・自然科学—総括報告書」(文部省科学研究費 特定研究「古文化財」総括班), 441-457.
- 服部 保. 1985. 日本本土のシー・タブ型照葉樹林の群落生態学的研究. 神戸群落生態研究会研究報告 1: 1-98.
- 平吹喜彦. 1990. 分布北限域に位置する一温帯混交林の構造と木本構成種の生態特性. 宮城教育大学紀要 25: 23-43.
- 茨城県維管束植物調査会. 2001. 「茨城県央地域の維管束植物. 茨城県自然博物館第2次総合調査報告書」. ミュージアムパーク茨城県自然博物館編, 125-209.
- 飯泉 茂・菊池多賀夫. 1980. 植物群落とその生活. 生物学教育講座 8. 201 pp. 東海大学出版会. 東京.
- 叶内敦子・田原 豊・中村 純・杉原重夫. 1989. 静岡県伊東市一碧湖(沼池)におけるボーリング・コアの層序と花粉析. 第四紀研究 28: 27-34.
- 川村智子. 1979. 東北地方における湿原堆積物の花粉分析的研究—とくにスギの分布について—. 第四紀研究 18: 79-88.
- 紀藤典夫. 2001. プナは北進しているか?. 第4回(1999年度)黒松内自然科学奨励事業プナセンター賞研究報告書. 23 pp. 北海道教育大学函館校, 函館.
- 松岡数充・三好教夫. 1998. 最終氷期最盛期以降の照葉樹林の変遷—東シナ海から日本海沿岸を中心として, 「図説 日本列島植生史」(安田喜憲・三好教夫編), 73-91. 朝倉書店, 東京.
- 松下まり子. 1991. 銚子半島高神低地の後氷期における植生変遷

- 史. 日本生態学会誌 **41**: 19-24.
- 松下まり子. 1992. 日本列島太平洋岸における完新世の照葉樹林発達史. 第四紀研究 **31**: 375-387.
- 宮城豊彦・日比野紘一郎・川村智子. 1979. 仙台周辺の丘陵斜面の削剥過程と完新世の環境変化. 第四紀研究 **18**: 143-154.
- 三好教夫. 1983. 花粉分析学的研究よりみた中国地方の洪積世後期以降の植生変遷. 「日本植生誌 IV中国」(宮脇昭編), 82-89. 至文堂. 東京.
- Miyoshi, N. & Uchiyama, T. 1987. Modern and fossil pollen morphology of the genus *Fagus* (Fagaceae) in Japan. Bulletin of the Hiruzen Research Institute, Okayama Univ. of Science No.13: 1-6.
- 三好教夫. 1995. 化石花粉が語る植生変遷とその周期性. 「講座文明と環境 1. 地球と文明の周期」(小泉 格・安田喜憲編), 182-198. 朝倉書店, 東京.
- 守田益宗・相沢俊二. 1986. 東北地方北部の亜高山帯における植生史に関する花粉分析学的研究. 東北地理 **38**: 24-31.
- 守田益宗. 1990. 栗木ヶ原湿原の花粉分析. 「栗木ヶ原湿原学術調査報告書 (南八幡平地域湿原調査事業)」, 23-43. 岩手県.
- 守田益宗・日比野紘一郎. 1991. 東北地方の過去 12 万年間の植生変遷史. 「文明と環境 2 (平成 3 年度文部省重点領域研究地球環境の変動と文明の盛衰)」, 34-37.
- 守田益宗. 1994. 福井県三方湖の湖底堆積物. 「文部省重点領域研究『文明と環境』平成 5 年度報告集 12」, 24-28.
- 守田益宗・藤木利之. 1997. 東北地方南部における過去 50,000 年の植生変遷史. 日本花粉学会会誌 **43**: 75-86.
- 中村 純. 1973. 花粉分析. 232pp. 古今書院, 東京.
- 野寄玲児・奥富 清. 1990. 東日本における中間温帯性自然林の地理的分布とその森林帯的位置付け. 日本生態学会誌 **40**: 57-69.
- 崔 基龍・日比野紘一郎. 1985. 福島県大谷地湿原における花粉分析的研究. 宮城県農業短期大学学術報告 **33**: 81-82.
- 鈴木正章・吉川昌伸・遠藤邦彦・高野 司. 1993. 茨城県桜川低地における過去 32,000 年間の環境変遷. 第四紀研究 **32**: 195-208.
- 田原 豊・中村 純. 1977. 千葉県における稲作の起源に関する花粉分析学的研究. 文部省科学研究費特定研究「古文化財」稲作の起源と伝播に関する花粉分析学的研究—中間報告—(中村 純編)—, 44-51.
- 高原 光. 1998. スギ林の変遷. 「図説 日本列島植生史」(安田喜憲・三好教夫編), 207-223. 朝倉書店, 東京.
- 竹内貞子. 1979. 沖積層. 「原町地区地盤沈下調査報告書」, 44-67. 東北農政局計画部, 仙台.
- 滝谷美香・萩原法子. 1997. 西南北海道横津岳における最終氷期以降の植生変遷. 第四紀研究 **36**: 217-234.
- 田崎敬修. 1971. 沖積世における海面変化 (高度・時期) について—東北部太平洋岸—岩沼・相馬・原町—. 福島考古 **12**: 23-28.
- 辻誠一郎. 1981. 秋田県の低地における完新世後半の花粉群集. 東北地理 **33**: 81-88.
- 辻誠一郎. 1983. 下末吉期以降の植生変遷と気候変化, アーバンクボタ **21**: 44-47.
- 辻誠一郎・南木睦彦・鈴木三男. 1984. 栃木県南部, 二宮町における立川期の植物遺体群集. 第四紀研究 **23**: 21-29.
- Tsukada, M. 1963. Umbrella pine, *Sciadopytis verticillata*: Past and present distribution in Japan. Science **142**: 1680-1681.
- 塚田松雄. 1981. 過去一万二千年間-日本の植生変遷史 II. 新しい花粉帯. 日本生態学会誌 **31**: 201-215.
- Tsukada, M. 1982. Late-Quaternary shift of *Fagus* distribution. Botanical Magazine, Tokyo **95**: 203-217.
- 内山 隆. 1986. 日本産コナラ属およびブナ属 (ブナ科) の花粉形態について. 日本花粉学会会誌 **32**: 81-87.
- 内山 隆. 1987. 中間温帯林域における花粉分析学的研究, その 1. 東北地方南東部. 日本花粉学会会誌 **33**: 111-117.
- 内山 隆. 1990. 中間温帯林域における花粉分析学的研究, その 2. 東北地方北東部. 日本花粉学会会誌 **36**: 17-32.
- 内山 隆. 1991. 日光戦場ヶ原湿原の花粉分析学的研究. 千葉経済短期大学初等教育科研究紀要 **14**: 1-16.
- 内山 隆. 1993. 関東地方の植生変遷史. 日本花粉学会第 34 回大会講演要旨, 17-19.
- 内山 隆. 1994. 英国および日本の森林破壊に関する花粉分析学的研究. 千葉経済大学短期大学部初等教育科研究紀要 **17**: 3-35.
- 内山 隆. 1998a. 関東地方の植生史. 「図説 日本列島植生史」(安田喜憲・三好教夫編), 73-91. 朝倉書店, 東京.
- 内山 隆. 1998b. ブナ林の変遷. 「図説 日本列島植生史」(安田喜憲・三好教夫編), 195-206. 朝倉書店, 東京.
- 安田喜憲. 1976. 宮城県角田市梁瀬浦遺跡周辺の自然環境. 梁瀬浦遺跡, 7-27. 角田市教育委員会.
- 安田喜憲. 1990. 気候と文明の盛衰. 358pp. 朝倉書店, 東京.
- Yamanaka, M. 1969. Palynological studies of peat moors in Mt. Chokai. Ecological Review **17**: 203-208.
- Yamanaka, M. 1978. Vegetational History since the Late Pleistocene in Northeast Japan. I. Comparative studies of the pollen diagrams in the Hakkoda Mountains. Ecological Review **19**: 1-36.
- Yonebayashi, C. 1983. Pollen analysis of Late Holocene deposits in the Kakuda Basin, Miyagi Prefecture, northeast Japan. Ecological Review **20**: 171-176.
- 吉岡邦二. 1952. 東北地方森林の群落学的研究, 第 1 報. 仙台市付近モミイヌブナ林地帯の森林. 植物生態学会報 **1**: 165-175.
- 吉川 誠. 1992. 益子町高館山の植物. フロラ栃木. No1: 31-43.
- 吉野みどり. 1968. 関東地方における常緑広葉樹林の分布. 地理学評論 **41**: 674-692.

(2003 年 8 月 8 日受理)