

日本海域の花粉化石からみた新第三紀の植生の変遷

山野井 徹(山形大学理学部地球環境学科)

はじめに

日本列島は恐竜が栄えた中生代にはユーラシア大陸の一部であった。その後、新生代になって日本海が誕生し、日本列島とともに変遷を続けてきた。この間、日本列島の上では様々な植物が生育してきたが、こうした植物の記録は、水域に堆積した地層や、そこに埋積されている植物化石に残されている。植物化石には葉や実など肉眼で認められる「大型植物化石」と顕微鏡下で観察される「花粉化石」などがある。大型植物化石は、主に湖など局所的で長続きし

- 1累層以上にわたる連続試料
- 1累層内の連続試料
- + 海底ボーリングコア試料



図1 花粉分析実施地点

ない場所の地層から産するのに対し、花粉化石は海の堆積物にも埋積されているので、長期の連続的群集を得ることができる。筆者はこのような花粉化石の特性を活かし、日本海の堆積物（陸上に露出する海成層）から花粉化石が取り出し、その組成を解析して、植生の変遷史を編んできた（図1）。1989年には ODP による日本海の海底の6地点でボーリングが行われた。とくに大和堆の東側の797地点での掘削は海底下900mにまで達し、日本海の形成の初期から現在に至るまでの地層がほぼ連続的に得られた。この際筆者は、このコアを分析して日本列島の植生史を編む上で、貴重な基礎資料を加えることができた。

今回は、日本海の発達と共に変遷した日本列島と、その上で起こった植生の変遷について述べることにする。

NP-1帯：日本海誕生期の植生 -湖畔の広葉樹林-

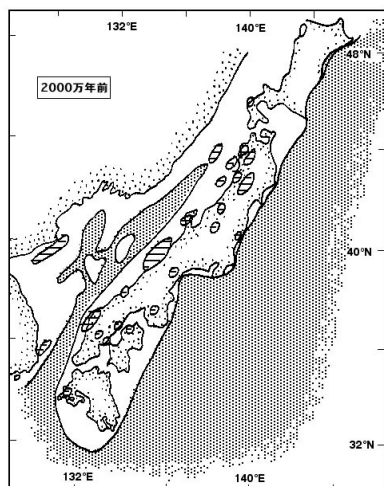


図2 NP-1帯時の古地理
凡例は以下の古地理図に共通

2500 万年前、それまでユーラシア大陸の東の端にあった日本列島は、太平洋側に引つ張られて裂け目ができた。裂け目は低地となり、湖となったが南の低地から太平洋が湾入し始めた。

2000 万年前頃になると、その海は東北方向に細長く侵入し、日本海の誕生となった（図2）。日本列島の上にも東西に引き裂かれるような力が及び、陥没帯ができて湖となった。湖には周囲に繁茂していた植物の葉や実などが流れ込み、埋積された。こうした地層から産出する大型植物化石としては、ヤナギ科、クルミ科、カバノキ科などの落葉広葉樹と、マツ科、スギ科などの針葉樹が多い。このような、中新世初期の大型植物化石群集は、その組成の特徴から「阿仁合型植物群」と呼ばれている。他方、花粉化石は、上記の大型植物として多産するもののほか、ブナ属、ニレ属の産出も多い。この時期の阿仁合型植物群に対応するような花粉化石群集は NP-1帯として区分されている。こうした植物群集からは、現在のそれよりもやや冷涼な気候下で成立する植生が導かれている。阿仁合型植物群は、古第三紀漸新世からの気候の寒冷化によって、温暖植物が次第に日本列島から除かれ、北方落葉広葉樹・針葉樹混交林として、広く日本列島を覆うことになったものである。

NP-2 帯：日本海海進期の植生 -干潟のマングロブ林-

1700～1600 万年前頃になると、それまでの細長い日本海は、列島部がさらに東側に引っ張られて移動し、急激に拡大を始めた。また、海水面の上昇も加わって、日本列島上にあった幾多の湖や陸地の多くも浅い海に変わった。日本列島はこうした海進によって多くの島と浅い海からなる多島海と化していった（図3）。

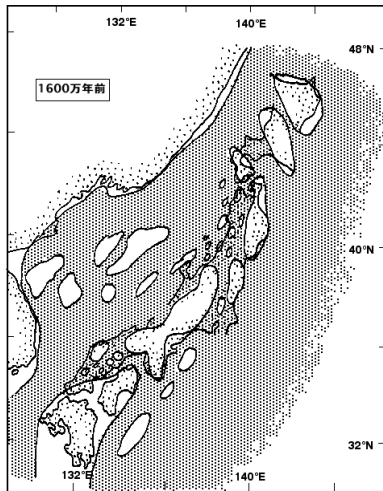
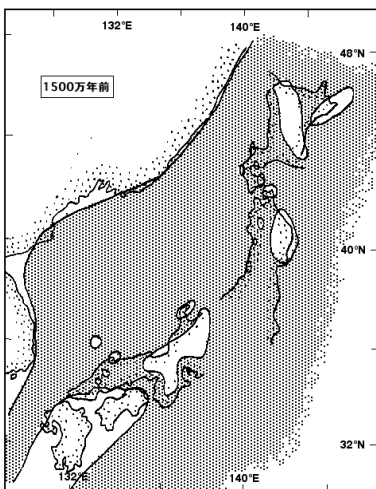


図3 NP-2 帯時の古地理

この時期の植物化石は暖温な要素である常緑樹などを多く含んでいることが特徴で、「台島型植物群」と呼ばれている。この植物群から導かれる当時の植生は、南北差はあるものの、現在のそれよりは暖温なものであった。したがって、前の時期の冷温な要素を主体とする阿仁合型植物群とはかなり異なっている。花粉化石の産出は、常緑のコナラ属、フウ属、カリヤクルミ属などが多く、マキ科のリムノキ属を伴うことなどが特徴である。こうした花粉群集は、NP-2 帯として区分され、台島型植物群に対比されている。

海進開始直後の 1600 万年前頃の海成層からは、熱帯の海域に棲む有孔虫や、マングロブ沼に棲息する貝類の化石も見出されている。さらに西南日本の各地のこの時期の地層から、マヤブシキ属やシマシラキ属などを主体とし、ヒルギ属を伴うマングロブ植物の花粉化石の産出が認められている（図4）。産出したマングロブ植物化石の種類から当時の西南日本の古気温（冬期）は、少なくとも現在の西表島と同程度以上であったと考えられている。このような熱帯化の証拠は、海生ないしは沿岸生の化石でのみ認められていることで、内陸の植物化石としてはまだ見つかっていない。こうした状況から、当時の海や沿岸域で認められる特異な温暖化は、「熱帯海中事件」と呼ばれていた。なお、熱帯・亜熱帯の動植物が生存できた期間は限られていて、台島植物群の全期間がそうであったわけではない。大きな気候変動の中にさらにいくつかの小さな変動のサイクルがあって、その1つの温暖化のピークがこの時期であったと考えられるようになった。このような約 1600 万年前に短期間、熱帯・亜熱帯的な環境になった事件は「トロピカル・スパイク」とも呼ばれている。

その後 1500 万年前頃になると、日本海はさらに拡大するとともに、急激にその深度を増していった。東北日本各地に見られる黒色の頁岩はこの時期の深海の堆積物である。こうした堆積物は、ほとんど大型の植物化石を含まないので、この時期の大型植物群がどんなものであったかは不明である。しかし、下位の浅海層から連続的に産する花粉化石によれば、深海化という環境の大変化があったにもかかわらず、花粉組成には大きな変化は認められず、NP-2 帯がこの深海の時期までも連続していたことが確認されている。



NP-2 帯のそれに比べて、明らかに低下はしたものの、海洋性の温暖な

NP-3 帯：日本海拡大期の植生 -島の暖温帯林-

1200 万年前頃になると、日本列島の東方への移動もおさまり、日本海の拡大もほぼ止まった。日本列島は西南日本が隆起して陸と化した。東北日本では、日高、北上などが比較的大きな島としてあった。この時期の堆積物からも大型植物化石の産出はまれで、群集の特徴は不明である。他方、花粉化石は多産し、その組成の特徴により NP-3 帯が設定されている。NP-3 帯の特徴は、常緑のコナラ属、カリヤクルミ属、フウ属が減少し、ブナ属やスギ科の産出がやや多くなる。このような群集から導かれる古気温は、



図4 マングロブ植物 (マヤブシキ) の花粉化石 (SEM 像)

NP-4 帯：浅海期（東北日本）の植生 -半島のブナ林-

中新世の後期になると一層陸化が進み、東北日本の日本海側（羽越地域）や石狩地域を除いてほぼ陸化する。西南日本は、さらに陸域が西に広がり、対馬海峡の陸化によって大陸とつながる。日本列島は図6のように、大陸から突出した半島となり、日本海への暖流の北上は断たれる。この時期になると大型の植物化石が多産するようになる。こうした化石から解析される植物相は落葉広葉樹を主体に、針葉樹を交えるもので、「三徳型植物群」と呼ばれている。この時期の化石種に近縁な現生種の大半は現在の日本の森林の中に求められる。したがって、三徳型植物群は第三紀植物の近代化が進んだ群集といえよう。

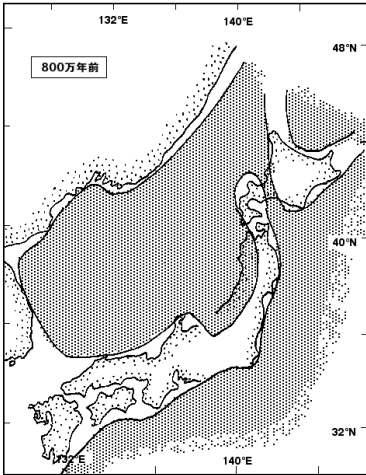


図6 NP-4 帯時の古地理

花粉化石群集は、それまで高率に産していたカリヤクルミ属やフウ属が急激に低率化し、代わってブナ属や、スギ科の高率化が特徴で、NP-4 帯として区分されている。この帯の下限に見られるこうした花粉群集への変化は、急激で、それが東北日本の新第三系の模式地がある男鹿半島の船川層下位の層準で認められることから、「船川遷移面」と呼ばれている。三徳型植物群やNP-4 帯から導かれる当時の東北日本の植生は、ブナなどの落葉広葉林を主体とするもので、現在の東北日本の冷温帯の植生に類似するようなものと考えられる。

NP-5 帯：列島の原形完成期の植生 -メタセコイアの湿沼地-

中新世の末期から鮮新世にかけて、対馬海峡が開き、半島が切れて日本海が南の海とつながり、日本列島の原形ができた（図7）。この時期の大型植物群は一層の現代化が進むがなお、コンプトニア属や、フウ属といった第三紀型の植物が交じる。このような化石植物群集は、「新庄型植物群」とされたが、その後、各地の研究成果の集積もあり、新庄型植物群といった単一の群集として論ずることは難しくなった。

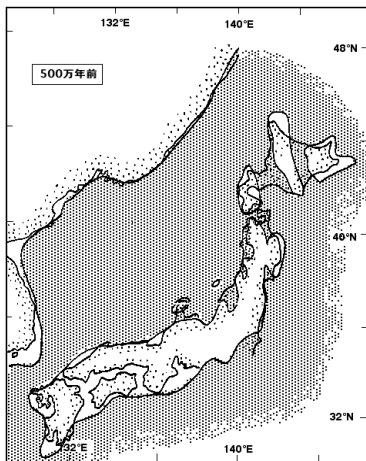


図7 NP-5 帯時の古地理

花粉化石では、大型植物と同様に第三紀型のフウ属の復活には著しいものがあるが、カリヤクルミ属は、東北日本ではほとんど産しない。また山形県の新庄層群のような海成層では、ヌマミズキ属が多産するし、羽越地域の手成層では、メタセコイア属の多産が加わる。低地の泥沼地の周辺には多くのメタセコイアが繁っていたに違いない。当時のこのような花粉群集はNP-5 帯として区分されている。このNP-5 帯の組成は、当時、気温の上昇があったことを示唆するものである。このことは、日本海の南部が開いて、暖流の北上があったことと関連するかもしれない。

NP-6 帯：第三紀から第四紀への植生 -第三紀型植物群の衰退と消滅-

この時期の日本列島は現在のそれに近い形となったが、大阪湾周辺や、越後平野では浅い海の湾入があった。東北日本の内陸部では新第三系の堆積盆のなごりとして各地に湖沼が残り、こうした水域に周辺から多くの植物遺体が搬入された。近畿地方では、大阪層群やその相当層には豊富に植物化石が含まれている。この地域では、スギ科にメタセコイアの新属を設定した三木 茂博士以来、多くの古植物の研究がなされてきた。大阪層群の古植物は「メタセコイア植物群」と総称されている。この群集はメタセコイア属、スイショウ属、ユサン属、オオバタクルミ層、カリヤクルミ層、フウ属、ヌマミズキ属などの第三紀型の植物を交えるものである。このメタセコイア植物群は新第三紀末から第四紀初頭にかけて、その内容を変えていくことに特徴がある。すなわち、大阪層群では、第三紀型の植物は、下位では繁栄するが、上位へかけて徐々に衰退し、さらには消滅して、寒い要素としての第四紀型植物に置き代わっていく。こうした大阪での植物群の消長に類似した変化は日本海側の新潟や会津などでも認められている。新第三紀から第四紀へかけての時期の花粉化石は、新潟県の魚沼層群や、日本海の試料から得られている。これらの花粉組成はNP-6 帯として区分されるもので、大型植物

の消長と同様に、第三紀型の植物が衰退し、やがて消滅していくという古植生を反映したものである。

QP 帯：日本列島完成期の植生 -氷河時代の植物群-

現在は氷河時代であるが、氷河時代は、地球の歴史の上では、先カンブリア時代末（約 7～6 億年前）、石炭紀末期からペルム紀前期（約 3.1～2.7 億年前）に次ぐもので、約 3 億年の周期で到来している。氷河時代はさらに短い周期の氷期と間氷期の繰り返しからなっている。近年、気候変動に密接に関連して地表部を循環する酸素の同位体注目し、その変動史を連続的な酸素同位体比（¹⁸O/¹⁶O 比）曲線として得られるようになった。その結果、氷期と間氷期の規模や時期が、かなり精密に分かるようになった。

花粉化石から氷期の到来を示す証拠として、日本海の 797 地点の花粉組成で、海底下 40m の層準から上は、それまでにはなかった寒冷な組成を示す層準が出現することが上げられる。この-40m 層準の時期は、古地磁気や微化石層序から 70～80 万年前であるし、大阪層群やその相当層での植物化石群集に寒冷な要素が多くなる時期も同時期と考えられる。他方、酸素同位体比曲線によれば、22 番ピークはそれまでにない顕著な寒冷化を示すものであり、その時期は約 80 万年前でもある。新生代の氷河時代の始まりを一線画して指摘することは難しいが、上記の花粉組成や大型植物化石の変化、あるいは酸素同位体比曲線が見せる規模の大きな寒冷化などは、約 80 万年前に第 1 級の氷期の到来を示唆するものである。そしてこの時期の層準より上では、寒冷化の影響下で成育した植物化石を何層準か挟むようになる。こうした植生は、古生代末のゴンドワナの氷河時代が終わって以来、約 3 億年周期で再来した氷河時代を表現するものといえる。したがって、この氷河時代の花粉群集は QP 帯として、それ以前の花粉化石帯と区別されている。

ところで、80 万年以降といえば、日本列島は平面的には現在とほぼ同じ形状になっていたが、垂直的な変異に関してはさらにそれ以後に激動の時期を迎えることになる。それは、この時期の地層や、もっと新しい 50～60 万年前の地層が、第三紀の地層と同様に變形して山地などを形成していることからわかる。すなわち、日本列島の急激な構造運動（第二期圧縮変動）は、少なくとも 60 数万年前よりは新しい時期に生じたと考えられている。現在の日本列島には、日本海側と太平洋側の対照がある。それは東北地方の地形で象徴されるように、脊梁山脈の存在によって生ずる気候的な差異が主たるものである。脊梁山脈は、50～60 万年以降にその高まりを急激に増したもので、気候的差異の出現はそれ以降のことである。したがって、日本海・太平洋側の気候の差異に起因する植生の違いもまたそれ以降に生じたものといえよう。ちなみに、東北日本の日本海側の亜高山帯では針葉樹の発達が悪いことなどが特徴となっている。これは最終氷期の低地に日本海・太平洋側の区別がなく分布していた針葉樹が後氷期の気候変化によって、移動する過程で生じた 1 万年以降のごく新しい出来事である。

おわりに

主に、日本海の堆積物からの情報により、日本海の誕生期から現在までの日本列島上にあった植生について紹介してきた。最後に、それらの古植生史の枠組を表 1 に掲げてまとめたい。

(引用文献は割愛した)

表 1 日本列島の新第三紀以降の植生

地質時代		年代 (百万年)	花粉化石帯	大型化石植物群
第四紀		0.8	QP	氷河時代の植物群
		1.6	NP-6	(メタセコイア植物群)
新 第 三 紀	鮮 新 世	2.5	NP-5	新庄型植物群など
		4	NP-4	三徳型植物群
中 新 世		5.2	NP-4	
		6.5	NP-3	
		12	NP-2	台島型植物群
紀	世	17- 18.5	NP-1	阿仁合型植物群
		23.3		