

第四紀の気候変動と植生変遷 - バイカル湖の花粉分析結果から -

志知幸治（森林総合研究所東北支所）

はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第4次評価報告書では、世界の平均気温や海水温の上昇、広範囲に渡る雪氷の融解、海面水位の上昇等の観測結果から、地球温暖化は疑いようのない事実であると報告されている。地球温暖化が様々な影響を生態系に及ぼす可能性が指摘されており、とりわけ森林に関してはその分布域に大きな変化を与えることが予測されている。現在、地球上にみられる森林の分布は気候の影響を強く反映しているが、過去においてもその時々々の気候に対応した森林が分布していたと考えられる。そのため、過去の気候変動と植生変遷の対応関係を詳細に明らかにすることは、地球温暖化の影響予測の精度を高めるために有効と考えられる。

第四紀の気候変動

約 180（260）万年前以降の第四紀は、それ以前とは異なり、大陸氷床が発達し、寒冷な気候が卓越した時代である。特に 80 万年前以降では、長い寒冷な時期（氷期）と比較的短い温暖な時期（間氷期）が約 10 万年周期で繰り返されている。この周期からみれば、現在は、最後の氷期（最終氷期）が終わって間氷期が 1.1 万年ほど続いた時期に位置づけられる。10 万年周期の気候変動は、地球と太陽の位置関係の周期的な変化に伴う太陽放射量の変化によってもたらされたと考えられている。また、これよりも短期的な気候変動が、大陸氷床の融解、太陽活動の減退、火山活動の増加などによって引き起こされている。このうち、北アメリカ大陸の氷床の融解が原因とされる約 12900 年前から 1300 年ほど続いた寒冷期（ヤンガードライアス寒冷期）の存在は、北半球の高緯度地域を中心に確認されている。

年代決定

過去の気候変動を精度よく復元するためには、分析に用いる試料の年代を正確に決定する必要がある。過去約 5 万年までの間の堆積物の年代決定には、放射性炭素年代測定法が最も有効である。これは、堆積物に含まれる生物遺体中の放射性炭素濃度が、時間とともに減少することを利用する方法である。それより古い数十万年以前の堆積物については、古地磁気年代測定法が有力な方法の一つである。これは、堆積物中の地球磁場が逆転する層を検出し、それが既知の地磁気逆転期のいずれに当たるかを特定する方法である。その他に、広域に堆積する火山砕屑物を用いた火山灰編年法も有効である。

花粉分析

過去の植生を復元するための方法としては、花粉分析、大型植物遺体分析、植物珪酸体分析、有機物分析などがあるが、花粉分析が最もよく用いられている。花粉分析は、堆積物から花粉および胞子を抽出し、その種類および個数を計測する方法である。スポロポレニンと呼ばれる物理的・化学的に強い高分子の外膜に覆われている花粉や胞子は、酸素が少ない環境下では長期間分解されないため、花粉分析により数千万年におよぶ植生復元が可能である。しかし、花粉の形態から植物の種類まで同定することは難しく、基本的には属および科レベルまでの同定にとどまる。

バイカル湖と古環境研究

シベリア南東部に位置するバイカル湖は、バイカルリフトと呼ばれる地溝帯の中で発達した世界で最深・最古の湖である。バイカル湖は約 3000 万年間の歴史を持ち、氷期においても完全には氷に覆われなかったことから、バイカル湖の掘削によって過去長期間の連続した堆積物を得ることができる。バイカル湖の湖底堆積物を用いた研究は 1990 年代から精力的に行われており、ケイ藻、粒度、有機物等の分析結果から過去の気候変動を詳細に記録していることが示されている。

バイカル湖地域は、現在、亜寒帯針葉樹林（タイガ）に広く覆われており、その北部にはカラマツ主体の森林が、南部にはモミ、トウヒ、マツ等の混交した森林が分布している。世界最大の森林地帯であるタイガの中に位置し、異なる種類のタイガの境界に位置するバイカル湖は、過去の森林分布を復元するための最適な場所ということができる。こうした観点から、過去の長期的および短期的な気候変動に対する、森林植生の応答に関する研究が進められている。

バイカル湖湖底堆積物の花粉分析に基づく過去 45 万年間の植生変遷

バイカル湖中央部のアカデミシャンリッジから掘削された BDP-96-2 コアの花粉分析から、バイカル湖北部地域の過去 45 万年間の植生変遷を明らかにした。それは、長期的な気候変動に対応して、植生が周期的に変遷したことを示す結果であった。主にマツ属、トウヒ属およびカラマツ属で構成された針葉樹林が、約 42, 33, 23, 12 万年前および現在の間氷期（酸素同位体ステージ 11, 9, 7, 5 および後氷期）に拡大した。そのうち、酸素同位体ステージ 11 では、3.3 万年間の長期に渡って針葉樹林が優占し、湿潤の指標と考えられるモミ属を比較的多く含んでいたことが特徴的であった。また、約 29, 21 および 19 万年前に、冷涼な気候の指標と考えられるカラマツ属を多く含む針葉樹林の一時的な拡大がみられた。しかし、それ以外の大半の時期では、草本植生がわずかに分布するのみの極めて貧弱な植生に覆われていた。寒冷化によってバイカル湖周辺の山脈が氷河に広く覆われたために、植生の分布できる範囲が狭められたと考えられる。

バイカル湖およびコトケリ湖湖底堆積物の花粉分析に基づく過去 2.5 万年間の植生変遷

バイカル湖南部のポソルスカヤバンクから掘削した G-12 コアおよび、バイカル湖東岸に位置するコトケリ湖から掘削した KTK-1 コアについて花粉分析を行い、過去 2.5 万年間の気候変動に対する植生の応答を明らかにした。G-12 および KTK-1 コアに含まれる花粉群集は、バイカル湖南部地域の広い範囲の植生および、コトケリ湖地域の狭い範囲の植生をそれぞれ反映していると考えられる。寒冷であった約 2.5 ~ 1.5 万年前には、草本主体の植生が両地域に広がっていた。ベーリング・アレード期と呼ばれる約 1.5 ~ 1.3 万年前の温暖期には、両地域で木本のトウヒ属およびハンノキ属が拡大した。また、後氷期初期の 1.1 万年以降には、カバノキ属およびモミ属の分布が拡大し、温暖化が進行した約 6500 年前からはマツ属が優占するようになった。このように、ほとんどの時期において、気候変動に対する両地域の植生の応答はほぼ同じ傾向であった。しかし、約 1.2 万年前のヤングドライアス寒冷期に対比される時期では、植生の変化は南部地域でより顕著であった。南部地域では、年間当たりの花粉堆積量が大きく減少したことから、その地域を覆っている植被の量が著しく減少していた。一方、コトケリ湖地域では、花粉堆積量の減少はみられず、草本植生のわずかな増加がみられたのみであった。これらのことは、バイカル湖の湖岸地域よりも南部地域の方が、ヤングドライアス寒冷期の気候変化が大きかったことを示している。