

質疑応答

質問は、東京都千代田区大手町 1-3-4、気象庁内
日本気象学会天気編集委員会宛、どうぞ

問：古気候学の研究で、絶対年代の決定が重要と聞きました。その具体的な方法をお教え下さい。（一会員）

答：気候変化の研究のなかで、地質時代に属する部分の研究はしばしば Palaeoclimatology (古気候学) と呼ばれますが、この分野では気候の変化の程度と同時に、それが絶対年代（平均太陽日を単位にする）で表示されないと内容の価値が大きく減殺されます。年代決定の技術は dating または age determination と呼ばれますが、地質時代の扱う時間単位の幅が広く、歴史時代と接する部分では1000年単位が要求され、また気候変化の判定能力から見て、 $10^6 \sim 10^9$ 年を単位とするようなこともあります。

単位年数の多少によって種々の技術を使いわけることになるので、短いものから長いものについて概説します。

年輪年代学 (dendrochronology): A.E. Douglass が1904年、気候変化の周期性研究のため、アメリカ南西部の樹木年輪を調べたのが始まりで、年輪幅の変化曲線が年次のオーバラップする数多くの先住インディアン遺跡の木材に適用されて、歴史の浅いアメリカの編年が B.C. 100 年まで延長できた。標準変化曲線を現代の編年につなげるために何万本もの木材が解析され、同時に年輪幅が気候変化の指標（湿潤地で気温、乾燥地では降水量）となって年輪気候学 (dendroclimatology) が発達した。

氷縞粘土編年法 (geochronology of varve clay): 氷河や大陸氷床の末端にはしばしば湖ができるが、ここにたまる粘土が夏と冬であらさが違うため年輪を示すことになる。また堆積の量も氷床後退期（約2万年前に始まる）以後の年々の氷のとける量すなわち気候の変動に関連するとみられる。氷床の後退につれてできたこのような粘土を氷縞粘土と呼ぶ。その各年ごとの厚薄を前述の樹木年輪の場合と同じように扱い、スカンジナビア一帯の氷床後退の脈動的推移が、約2万年前までさかのぼって調べられるようになった。スウェーデンの De Geer が1884年に開発した手法で、今では北米五大湖周辺や南米パタゴニアをはじめ世界各地で進められるようになった。

放射性炭素年代測定 (radiocarbon dating): W.F.

Libby が1940年代後半に開発したもので、生物体内で生成された炭素化合物中に含まれる ^{14}C が、外界との連絡がなくなった後は、その濃度が5,680年の半減期によって減少していくことを利用する。生物遺体として木材・炭・貝殻・泥炭・骨などが利用できるのも、気候変動の調査法として活用されてきた花粉分析 (pollen analysis) の年代決定や、深海泥コアの $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 法による古温度測定に併用されて効果をあげてきた。問題は、精度のよい測定限界が半減期の数倍すなわち3万年前後までであること、測定誤差が10²年の単位ではいること（古い時代では10³年になる）、資料を閉じた系として扱えない場合があること、 ^{14}C 生成量自体（窒素原子に宇宙線が作用してできるとされている）に当時の気候変化の影響のはいっている可能性のあること、核爆発実験以後は自然状態の倍近くの濃度になってしまったなどの多くの誤差要因があることである。通常 ^{14}C 年代は BP をつけて1950年から何年前であるかを示す。

カリウムアルゴン法 (potassium-argon method または K-Ar dating): ^{40}K は半減期 1.3×10^9 年であるが β^- と電子捕獲で壊変、後者による ^{40}Ar とカリウムの含有量とから年代算出をする。条件がよいと新しい年代も測定できるが、通常は100万年以上昔のものに適用される。岩石によって違う年代がでる場合があるなど、誤差はかなり大きい。近年第4紀学が発達して、第4紀と第3紀の境界問題（昔は60万年前といわれたが、最近ではBP 200万年あるいは300万年説が有力になっている）や、その頃の古気候の時空的分布の説明に併用される。

年代決定法には地質学的には、このほか ^{238}U の壊変を利用するウラン-鉛法やそれに類する方法がいくつかあります。また考古学で重要視されている黒曜石表面の水和進行の一定性による経過年数の推定や、地質上の堆積層序に噴出年代のわかった火山灰土層を検出する方法なども補助手段としてしばしば用いられます。

どの年代決定法も特殊な技術を使う場合が多いので、気候変化の研究者が年代決定を行うことはあまりなく、大体はそれぞれの資料に応じた専門家に依頼することが多いようです。

(気象研究所 土屋 巖)