

図1 加速器分析研究所白河分析センターの加速器質量分析器(AMS)



炭素14の測定、それはロマンをかき立てる

東北放射線科学センター 理事 石井 慶造氏



土の中から、人間の手で加工された木片などが見つかったら、それがいつの時代のものなのか、どのような目的で作られたものなのか、どのような人々が住んでいたのか、さらにそのまわりにどのような遺跡が埋もれているのか、馳せる思いにはきりがありません。

現在、大きい建造物等の開発事業を行う場合、その基礎工事において遺構・遺物があるかないか試掘調査をすることが文化財保護法で定められています。この調査で、重要な埋蔵文化財が見つかった例は少なくありません。有名な例としては、青森県の三内丸山遺跡(令和3年7月にユネスコ世界文化遺産に登録)があります。青森県の新県営野球場建設予定地を試掘調査したところ、縄文時代の遺物が次々と出土されました。一般に出土したものが、どのくらい昔のものかは放射性同位元素の炭素14の測定で年代の推定が行われています。

放射性炭素年代測定の概要

自然界には、重さの違う3種類の炭素の同位体である炭素12、炭素13、炭素14が存在します。このうち炭素14は、宇宙からの高エネルギーの宇宙線が地球の上空で空気中の原

子に衝突して発生した中性子が、空気中の窒素14に衝突して窒素14を炭素14にすることによって生成されます。生成された炭素14はすぐに酸素分子と結合して二酸化炭素となり空気中に広がって動植物に摂取されます。動植物が摂取された炭素14の量は、動植物が生命活動を止めた、そのときから減っていきます。その減り方は、5700年ごとに半分割合で減っていきます。これは、炭素14の中性子が電子を放出して陽子に変わり窒素14に戻るためです。一方、炭素12、および炭素13はその数が減らない同位元素なので、炭素14と、炭素12および炭素13の存在比率を調べれば何年前に生命活動を止めたのかを知ることができます。

加速器質量分析法(AMS法)とは

この年代測定の方法は、シカゴ大学の化学者ウィラード・リビー(W.F.Libby)によって開発されました。当初は炭素14が崩壊する際に発生されるベータ線を測定してその濃度を求めていましたが、現在では、加速器で炭素14を直接数える方法[AMS (Accelerator Mass Spectrometer)]が用いられています。

今回は、この方法で炭素14の分析を行っている株式会社加速器分析研究所白河分析センターを訪ねました。図1は同センターに設置されている炭素14を分析できる加速器質量分析器(AMS)です。イオン源から放射されたイオン原子の中から電磁石で炭素14イオンを選び分け、タンデム加速器で加速し、再び電磁石で選り分け、さらに電極板で選り分けることによって、炭素14のみを検出します。この時に使用される試料は少量で良いそうです【図2】。

図2 分析試料の作成について小原副センター長に説明を受ける筆者



ついで、所長の早瀬亮介さんに聞きました。

まず、試料中の炭素14の量を測定します。次に炭素14の濃度は昔も今も変わらないと仮定して、その炭素14の量から試料が何年前のものかを計算します。しかし、炭素14の空気中の濃度は時代ごとに変動したようですので、その数値は誤差があります。そこで、古木の年輪を一つずつ過去に向かって数えて求めた年数と各年輪の炭素14の量から計算された年数との関係をグラフに表して、そのグラフからその試料が何年前のものか推定しているそうです。図3は、『IAA ニュースレター No.1 / 2020年11月号』から抜粋した年代推定用校正曲線です。縦軸は1950年を起点としているとのこと。AD1050年から1150年間の推定は誤差が大きいようです。この方法では約5万年前まで調べられるそうです。福井県の水月湖の堆積層の年輪が発見されてからは古い年代の範囲をより正確に推定できるようになったそうです。

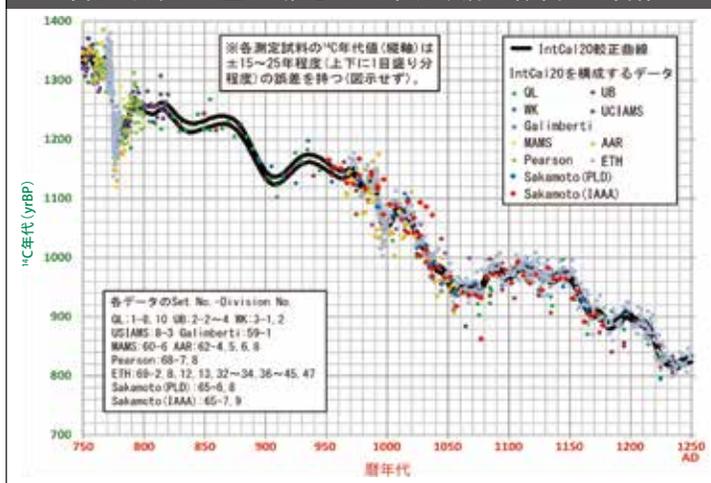
象牙の年代測定とバイオマス測定
現在、同センターでは、発掘物の年代測定の他に、象牙の年代

測定、バイオマス製品のバイオマス度の測定にこの分析法を使用しているそうです。象牙の年代測定は、1990年から象牙の国際的取引が禁止になったことにより、それ以前の象牙であることの証明を炭素14測定で行っているそうです。バイオマスとは、植物性の材料がどのくらい含まれているかを炭素14の検出により行っています。つまり、炭素14が含まれていれば、それは植物が

光合成によって大気中の二酸化炭素を取り込んだ炭素となり、バイオマス製品を燃焼処理して発生する二酸化炭素は植物が伐採されるまで吸収した二酸化炭素なので、結局、取り込んだ二酸化炭素を大気中に戻すことになる(カーボンニュートラル)ことに基づいています。

最近の話題として、2021年2月に福島県三島町大谷の大谷川の川底から発掘された樹齢数百年のケヤキの

図3 炭素14の量から推定された年数と実際の暦年代との関係



巨木の例を紹介してくれました。余りにも状態が良かったため見た目はそれほど古くはないと思われましたが、同センターで年代測定したところ約5400年前の縄文時代のものでわかったそうです。この巨木の太枝が広がった下を歩く縄文人の姿など、様々な光景に思いを馳せてしまいます。皆さんの身近にも、発掘を待っているロマンがあるかもしれません。