

「炭素年代測定とはなんだろうか」

総合研究大学院大学日本歴史研究専攻博士課程 伊達 元成

突然ですが、あなたの年齢を教えてください。そう聞かれたときに、自分の年齢はすぐに答えることができると思います。たとえちょっと迷っても、「えーっと、私は昭和23年1月2日の生まれだから…」というように生年月日から現在の年齢を計算することもできます。それは自分が生まれた誕生日の正確な情報をなんらかの形で持っているからです。住民票や保険証や免許証にも生年月日が記載されていますので、その情報さえあれば、ずばり年齢を計算することができます。

では、誕生日がまったくわからない時はどうしましょう？多くの人が見た目で年齢を当てる事に失敗しているように、見た目で年齢を当てることほど危険なことはありません。そこで年齢を求めるために何か別の方法が必要になります。

考古学や歴史学では年代を測定する方法として、炭素14年代法がたびたび用いられるようになってきました。今回は、この年代測定法についてご紹介いたします。

■ここにも炭素 あなたにも炭素

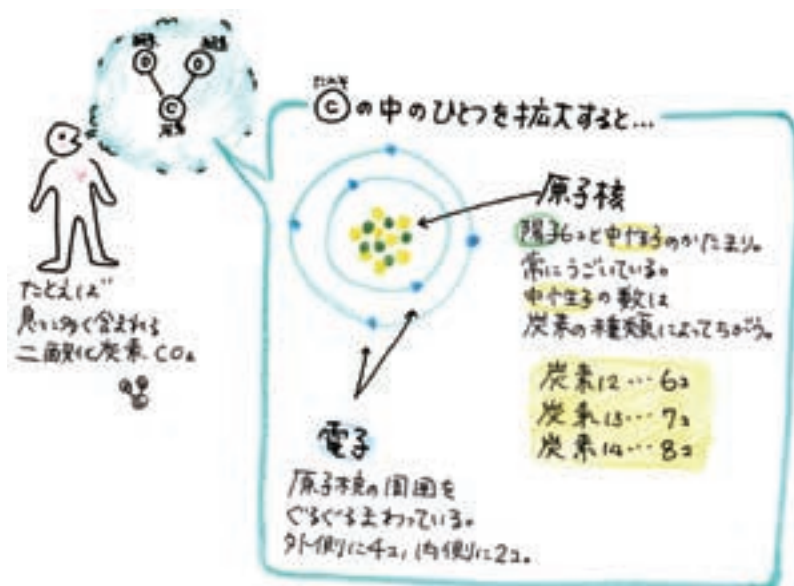
炭素という言葉は一度は聞いた事があると思います。炭素たちは化学的に全く同じ性質なので普通の生活の中では全く見分けがつかいません。このような物質を炭酸飲料に入っているシュワっとする二酸化炭素、鉛筆の芯の原料、ダイヤモンドも炭素からできています。しかし、炭素には3つの種類があるのをご存知でしょうか？ちょっと難しくなるかもしれませんが、ここから少しだけ化学の話になります。

私たちの身の回りにあるすべての物（物質）はさまざまな種類の原子の集合体で作られています。たとえ

ば、わかりやすい例として、二酸化炭素（ CO_2 ）は1つの炭素原子（C）と2つの酸素原子（O）で構成されています。さらにそれぞれの原子を拡大してみると、原子は電子と陽子と中性子で構成されています。そして、陽子の数で酸素なのか炭素なのか、はたまた他の原子なのかが決まっています。

さて、炭素は6個の電子と陽子を持っているのですが、中性子の数が違うことで3種類に分類されています。陽子6個と中性子6個でできているのを炭素12（陽子の個数+中性子の個数）、同じく陽子6個と中性子7個でできているのを炭素13、そして陽子6個と中性子8個でできているのを炭素14といいます。普段なにげなく使っている炭素にはこのように3種類の炭素があります。

3種類もの炭素があったのであれば、炭酸飲料に入っている二酸化炭素や鉛筆の芯の炭素はどの炭素？と疑問に思うことでしょうか。じつは、この3種類の炭素たちは化学的に全く同じ性質なので普通の生活の中では全く見分けがつかいません。このような物質を化学の言葉では「同位体」といいます。つまり、中性子の数が多いか少ないかということ以外、化学的に同じ性質なので二酸化炭素の場合ですと、 $^{12}\text{CO}_2$ 、 $^{13}\text{CO}_2$ 、 $^{14}\text{CO}_2$ 、というような状態で私たちのまわりの空气中に存在しています。そして植物は光合成によりこれらの二酸化炭素を体内に取り入れ、葉や果実を作り、動物がさらにそれを食べて栄養とすることで筋肉や骨を作っています。私たちの体も野菜を食べたり、草食動物の牛や羊の肉を食べたりすることで、栄養素に含まれる炭素を間接的に体に取り込んでいて、私たちの体の中には骨や筋肉などを構成する素材の一つとして炭素が存在しています。





■かわりモノの炭素 14

3つの炭素のうち、炭素 14には他の炭素と違い、ちょっと変わった性質があります。それは、「放射線(β線)を出しながら、ある時間をかけて窒素原子にその形を変えていく」、というものです。この時、もともとあった量が半分になるまでに必要とする時間を「半減期」と呼び、炭素 14の半減期は 5730 ± 40 年であることがわかっています。この半減期は温度や圧力など周囲の環境に左右されず一定なため、土の中でも水の中でも規則的に起こります。地球の大気中では炭素 14が生成される量と崩壊する量とがほぼ保たれている状態にあります。つまり、過去も現在も炭素 14の濃度は一定であった、と考えることができます。

私たちは生きていくために食べものを食べ、体の中で栄養を取り込み、エネルギーとしたり骨や筋肉を作ったりしています。食べ物の中には、炭素を含んだ栄養素があるため、食べ続ける事により常に新しい炭素を体の中に取り込んでいることとなります。では、死んでしまったらどうなるでしょう。ご飯を食べることができなくなってしまうので、新しい炭素は取り込まれず、すでに体の中に骨や肉の材料として固定された炭素 14は半減期 5730 ± 40 年の速度をもって徐々に崩壊し減っていきます。つまり、死んだ生物の中の炭素 14の量が半分になるのに 5730年、さらに半分の 1/4になるのに 11460年、さらに半分の 1/8になるのに 17190年の時間がかかるのです。

年代測定はこの残った炭素 14を精度よく計り、元あった炭素の量(世界標準試料の炭素)と比較し、その減少にかかった時間をもとめることで、年代を知ることができます。

■海の恵み 測定の敵…

伊達市の遺跡は、その多くが海岸線に集中しています。今は海岸から離れたところに位置している北黄金貝塚も当時の海水面の高さを考えれば、海岸に近いところで生活していたことがわかります。そして、それらの遺跡からたくさんの魚の骨や鯨やオットセイの骨が見つっています。これは当時そこに住んでいた縄文人たちが海の恵みに支えられていたことを示しています。きっと豊かな噴火湾で採れた魚介類が毎日食卓に並んでいたことでしょう。これだけたくさんの骨が見つければ、骨をつかった年代測定もたくさんできて正確な遺跡の年代が求まる！と思いたいのですが、炭素 14年代測定の側から見ると、「海洋リザー



ある日の夕食 すべての食材に炭素がふくまれています

バー効果」というちょっと厄介な問題があります。海水は大海原をととてもゆっくりとしたスピードで長時間をかけて循環しています。その流れにのって海水に溶け込んだ二酸化炭素も循環しますが、そのスピードは大気の循環と比べて非常に遅く、海洋を循環している炭素は大気中の炭素に比べると古い年代のものとなっています。海洋生物は海水に含まれたこの古い炭素を食物連鎖により摂取しているため、鯨やオットセイなどの海洋生物が示す年代はどうしても古くなってしまいます。さらに、それを食べた人間には古い炭素が体に取り込まれ、人間の骨の年代測定を行うと本当の年代よりもはるかに古い年代を示してしまいます。これでは正確な年代を求める事ができません。そこで海洋リザーバー効果を補正するという方法を考えなければなりません。噴火湾の周りにはそれぞれ個性的な遺跡が数多く見つっています。おそらくそれぞれの遺跡では生活様式も集落ごとに異なることから、食べ物による影響を考える必要があります。また、火山灰の情報や地質学などの情報を上手に組み合わせる事でより精度の高い年代測定を行うことが求められています。

さて、普段なにげなく食べているおいしいご飯の中にも炭素が含まれています。その炭素はどこから来て、どう体に取り込まれていくのか。よく考えてみると食卓にも人体と地球規模のロマンが広がりますね。