

第8回名古屋大学博物館特別展記録 時を測る —地球誕生から中世まで—

Records of 8th NUM Special Exhibition
“Accounting for Time”
— Research into geological and historical dating at Nagoya University —

新美 倫子 (NIIMI Michiko)

名古屋大学博物館
The Nagoya University Museum, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan

会 場：名古屋大学博物館
会 期：平成17年3月23日～7月31日

ごあいさつ

このたび、第8回名古屋大学博物館特別展として、『時を測る —地球誕生から中世まで—』を、名古屋大学年代測定総合研究センター（年測センター）、名古屋大学大学院文学研究科考古学研究室と共同で開催する運びとなりました。

名古屋大学は年代研究の分野で世界をリードしており、1981年、日本で最初にアイソトープ総合センターに導入されたタンデトロン加速器質量分析計（AMS）を使って、炭素14（¹⁴C）年代研究を始めました。その後も、年代測定資料研究センターに導入された新型のタンデトロンによる文化財などの¹⁴C年代研究、鈴木和博教授らによって開発されたCHIMEチャイム法（ウラン-トリウム-鉛年代測定法）を駆使した地球の岩石の年代研究など、複雑多岐な地球誌の解明へのチャレンジが年測センターを中心に行われています。

年測センターと博物館は、1982年設置の古川総合研究資料館を経て、1990年に設置された年代測定資料研究センターが改組されて、2004年4月に創設された兄弟部局です。博物館には、各種の年代研究に用いられた標本・資料および研究成果の一部が常設展示されていますので、特別展とあわせてご覧ください。

ここでは、名古屋大学で行われてきた年代測定研究の成果をいくつか取り上げ、年代研究の面白さ・難しさの一端を紹介します。この特別展が、名古屋大学の年代研究・学際研究の一端を知っていただくきっかけになれば幸いです。

特別展の開催に当たり、以下の方々から多大なご協力をいただきました。厚くお礼申し上げます。

赤塚次郎、池田和臣、岡 篤、設楽博巳、芹澤宏行、田中 剛、野田敏昭、藤田恵子、宮治 昭、與語節生、吉沢康和、愛知県埋蔵文化財センター、朝日新聞社、金沢市教育委員会、国立歴史民俗博物館、鷹島町埋蔵文化財センター、中日新聞社、東京文化財研究所、野々市町教育委員会、本川根町教育委員会

2005年3月23日

名古屋大学博物館長 足立 守

「時を測る」とは

「46億年にわたる地球の歴史」、「約600万年前に誕生した人類」、「愛・地球博で展示されている1万8000年前のマンモス」、……など、よく耳にするこれらの“時”を示す値は、一体、どのようにして決められたものでしょうか？

どれほど正しいのでしょうか？ 一度決まったら、変わることはないのでしょうか？

地球やヒトの歴史の理解には、歴史の一コマ一コマを作っている様々な出来事が「いつ起きたのか」という“時”の情報が不可欠です。この「いつ？」を決めるのが「年代測定=dating」で、その年代が何の出来事を意味するのか、どのくらい性格なのかを研究したり、新しい年代測定法の開発を行うのが、「年代学=chronology」です。

年代測定にはいろいろな方法があり、樹木の年輪を数えるのも年代測定の一つで、年輪年代(dendrochronology)の第一歩です。よく使われるのは化石を用いる方法で、恐竜の化石はマンモスの化石より下(すなわち、より古い時代)の地層から見つかり、三葉虫の化石は恐竜の化石より下の地層から見つかるので、三葉虫が一番古く、次に恐竜、最も若いのがマンモスという具合です。しかし、一般に、化石から分かるのは、化石を含む地層の新旧関係から推定される地質時代(相対年代)だけです。



図1 特別展ポスター

年代測定に用いられる主な放射性同位体

年代測定法	放射性同位体	放射壊変によってできる安定同位体	半減期(年)*
・放射性炭素 (^{14}C)	^{14}C	^{14}N	5730年
・カリウム-アルゴン法	^{40}K	^{40}Ar , ^{40}Ca	1.28×10^9 (12.8億年)
・ルビジウム-ストロンチウム法	^{87}Rb	^{87}Sr	4.88×10^{10} (488億年)
・トリウム-鉛法	^{232}Th	^{208}Pb	1.41×10^{10} (141億年)
・ウラン-鉛法	^{235}U	^{207}Pb	7.04×10^8 (7.04億年)
・ウラン-鉛法	^{238}U	^{206}Pb	4.47×10^9 (44.7億年)
・サマリウム-ネオジウム法	^{147}Sm	^{143}Nd	1.06×10^{11} (1060億年)

* 初めの同位体の原子数が半分になる時間

放射性同位体(例えば、 ^{14}C 、 ^{40}K 、 ^{87}Rb 、 ^{232}Th など、上の表を参照)が、一定の割合で壊れて別の同位体になること(放射壊変)を利用すれば、岩石・鉱物・骨・紙などの絶対年代(放射年代)を測定することができます。この場合、初めの同位体の原子数が半分になる時間、つまり“半減期”が非常に重要な意味を持っています。

例えば、 ^{14}C の場合、半減期が5730年と非常に短いので、半減期のおよそ10倍の約6万年くらい前までの若い年代しか正確には求められません。逆に、 ^{87}Rb の半減期は488億年と非常に長いので、長い時間が経たないと測定できるだけの ^{87}Sr が生成されず、Rb-Sr法では約100万年よりも若い時代の岩石の

年代測定は困難です。しかし、この放射性同位体を用いる年代測定も万能ではありません。水や空気のある地球では、骨や岩石や鉱物などの風化が進み、放射壊変によってできた同位体が風化とともになくなってしまい、骨・岩石・鉱物の生成年代を示さないこともよくあります。

このように、年代測定にはいろいろな難しい側面があり、測定しようとする“モノ”の化学組成、風化の度合い、放射性同位体の半減期などをよく考えて、適切な年代測定法を選ぶことが重要

です。こうして得られた「年代」という共通の「ものさし」を使うことにより、地球と月のたどった歴史の違い、地球上の異なった場所におけるヒトの活動や文化史などを互いに比較しながら研究することが可能になります。



図2 導入コーナー

炭素 14 年代測定法とは

生物は、炭素や水素などの様々な元素から構成されており、そのうち炭素（元素記号：C）には、炭素 12 (^{12}C)、炭素 13 (^{13}C)、炭素 14 (^{14}C) の 3 つの種類があります。そのうちの ^{14}C は、宇宙線が大気中の窒素 (^{14}N) に衝突することによって生成されます。 ^{14}C は生成後、放射線を出しながらまた窒素に戻っていきます。このように、ある元素が放射線を出しながら他の元素に変化することを、放射壊変といいます。

植物は生存中、呼吸や光合成によって常にまわりの空気と炭素を交換しているので、植物体内の 3 つの炭素の割合は空気中と同じです。動物は植物を食べることによって炭素を体内に蓄積するので、生存中の体内における 3 つの炭素の割合は、結果的に空気中と同じになります。しかし生物の死後は、体内外の炭素の交換が行われなため、体内に閉じこめられた ^{14}C は、放射壊変によって年とともに減っていきます。その割合については、元々の ^{14}C の量が半分になるのに 5730 年かかることが、今までの研究によって分かっています。

したがって、遺跡から発掘される骨や木炭などに残されている ^{14}C の量比を精密に測定し、放射壊変によって減った ^{14}C の量を計算すれば、生物の死んだ時代、つまり遺跡の年代を知ることができます。

名古屋大学で行っている炭素 14 年代測定法

炭素 14 (^{14}C) 年代測定法には、放射線計数法と加速器質量分析法（AMS = Accelerator Mass Spectrometry）の 2 種類の方法があります。名古屋大学では AMS による年代測定を行っています。

地球上には、 ^{12}C は普通に存在しますが、 ^{13}C と ^{14}C は微量にしか存在しません。また資料が非常に貴重な場合は、ごく少量の炭素で年代測定をしなくてはなりません。AMS では、数ミリグラムの炭素中に含まれるごく微量の ^{14}C を、精度よく測定することができます。

^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C はそれぞれ重さが異なっており、 ^{12}C が一番軽く、 ^{14}C が一番重い炭素です。加速器質量分析計のターゲットから発射された 3 種類の炭素イオンは、加速器の中で加速され、その後、電磁石

によって進行方向を曲げられます。その時、軽いものほど軌跡が曲がりやすいため、一番軽い ^{12}C が一番内側の容器に、一番重い ^{14}C が一番外側の容器に収まります。このようにして、全炭素中から ^{14}C を分離することができます。

木曽ひのきと年代学

木曽ひのきに残された核実験の痕跡

地上で核爆発が起こると多量の中性子が放出されます。空気中で中子と窒素 (^{14}N) がぶつかると炭素 (^{14}C) が生成され、空気中の ^{14}C 濃度が高くなります。樹木は生きているとき、常に空気と炭素の交換を行っているため、年輪の中にはその年ごとの ^{14}C 濃度が記録されます。

名古屋大学では、AMS法を使って木曽ひのきの各年輪の ^{14}C 濃度を精密に測定しました。その結果、1962年は1950年の1.4倍、1964年は1.88倍の ^{14}C を含むことが分かりました。核実験は1955年ごろから増えだし、1962年には1年間に133回も行われています。年輪中の ^{14}C 濃度の変化は、この核実験の頻度と数年遅れで一致しています。



図3 木曽ひのきと年代学コーナー

正しい炭素14年代を求めて

^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C の存在する割合は、大まかにはどの時代でも同じですが、厳密には少しずつ違います。この違いを無視すると、年代の計算を誤る恐れが出てきます。そこで、年代があらかじめ分かっている年輪の炭素量を測り、各年代の ^{14}C が実際にどれだけあったのかを調べておく必要があります。名古屋大学では、木曽の大ひのきの年輪に着目し、800年にわたる厳密な ^{14}C の量を測定しています。

年輪年代学と木曽ひのき

樹木の年輪の幅は、その年輪が作られたときの環境（気候や災害など）によって広くなったり狭くなったりします。年ごとの年輪の幅の変化パターンを比べていくと、異なる2本木で、同じ年にできた年輪を見つけることができます。

生きていた時代が部分的に重なっている、複数の木のパターンを“のりしろ”のようにつないでいくと、長い時代にわたっての年輪幅の変化を知ることができます。こうして得られた年輪幅の変化パターンは、「標準曲線」とよばれます。

古い木材などは、その年輪幅の変化パターンを標準曲線と比べることによって、いつの時代のものかを推定することができます。標準曲線は、年輪を使った“年代のものさし”といえます。樹齢950年の木曽の大ひのきも、“年代のものさし”の一部として使われています。

最新の研究成果

バーミヤン遺跡の年代測定

名古屋大学博物館は、2002～2003年にアフガニスタンに関する2回の特別展を開催しました。これがきっかけとなり、名古屋大学博物館を中心とする「名古屋大学シルクロード調査会」が発足しました。その後、「平成16年度名古屋大学総長裁量経費」を得て、当博物館は東京文化財研究所と共同でバーミヤン仏教遺跡の年代測定に着手しました。そして2004年に、遺跡の壁に混ぜ込まれた麦わらや、仏像を壁に取り付けていた木片をAMS法にて年代測定した結果、この遺跡が5世紀中頃（450年A.D.）～9世紀中頃（850年A.D.）に造られたことがわかり、世界中に大きなインパクトを与えました。バーミヤン仏教遺跡の年代測定に自然科学的手法を取り入れたのは、これが世界で初めてです。

バーミヤン遺跡がいつ造られたかについて、それまでは文献資料などから6世紀～9世紀と推定されていました。名古屋大学が行った年代測定研究によって、この遺跡の年代に関する具体的データが初めて得られました。



図4 最新の研究成果コーナー

縄文時代と弥生時代の境界は？

縄文晩期が古くなる —日本をリードした名古屋大学の研究—

展示ケースの土器は、石川県御経塚遺跡から出土した縄文時代晩期のものです。名古屋大学文学研究科の山本直人助教授（当時）を中心に、これらの炭素14年代測定をすすめたところ、これまで紀元前400年前と考えられていた中屋式と下野式の境界が、紀元前900年頃になることがわかりました。測定に使った材料は土器に付着している煮炊きの痕跡（オコゲやスなどの炭化物）です。これによって土器に使われていた年代を知ることができます。

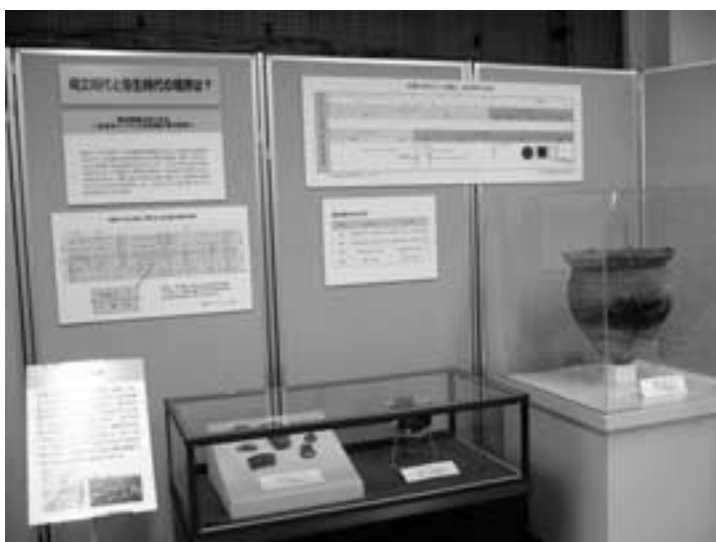


図5 縄文時代と弥生時代の境界は？ コーナー

弥生時代の分け方

弥生時代	これまでの説	新しい説
早期	紀元前 400 年～紀元前 300 年	紀元前 1000 年～紀元前 800 年
前期	紀元前 300 年～紀元前 180 年	紀元前 800 年～紀元前 400 年
中期	紀元前 180 年～50 年	紀元前 400 年～50 年
後期	50 年～270 年	50 年～270 年

御経塚遺跡

御経塚遺跡（縄文時代後期～晩期）は、3700年前から2500年前まで約1200年間続いたと考えられている集落跡で、^{ほったてはしらしき} 竪穴式やの掘立柱式住居跡がたくさん発見されています。生活に使われた道具のほか、まつりや祈りの道具もみつかっています。遺跡のひろがりや出土した土器や石器の量から、60～70人が一緒に生活していた集落であったと考えられています。北陸地方を代表する縄文遺跡で、1977年には国史跡に指定されました。

体験コーナー

修復に挑戦

- ① 破片が、土器のどの部分にあたるかを考えながら大まかに分けてみよう。
- ② くっつきそうな破片を選んで合せてみよう。違っていたら、また別の破片を合せてみてね。
- ③ いよいよ、合った破片どうしをくっつけて
- ④ 完成!!



図6 体験コーナー1

古墳時代の始まりは？

古墳時代の開始年代を求めて

- ・「弥生時代の始まり」が古いほうにずれると「古墳時代の始まり」も古くなるのでは？
- ・地域によって弥生時代の開始年代に差があると、古墳時代の開始年代も地域によって異なるのでは？

このような疑問から、東海地方の古墳時代の開始年代を調べる試みがはじまりました。

ここに展示した土器は東海地方の古墳と同じ時代の遺跡から出土しました。これらを年代測定した結果、東海地方の古墳時代の開始年代はこれまで考えられていたよりも古くなりそうです。いまはそれを裏付ける測定結果は少ないですが、今後さらに多くの土器で年代を測定していく予定です。

濃尾平野ではどのような土器が使われていたのか

弥生時代から引き続いて、古墳時代も米を炊いたり、魚介類などを煮たりする土器（甕）が作られました。とくに、下に台が付いている甕を台付甕と呼んでおり、弥生時代後期から古墳時代前半にかけてのみ見られる東海地域特有の土器です。甕の表面にはススが付いていますが、これは木など、生物の炭素がついているので、これらのススから土器が使われた年代を測定することができます。



図7 古墳時代の始まりは？ コーナー

朝日遺跡

朝日遺跡は愛知県西春日井郡清洲町・春日町・新川町、名古屋市西区にまたがる弥生時代を代表する遺跡の一つです。東西1.4km、南北0.8kmに及ぶ広大な範囲からは数多くの住居跡や墓がみつかり、最盛期には1000人もの人々が生活していたと推定されています。これは有名な佐賀県吉野ヶ里遺跡にも匹敵する大きさです。集落のまわりには環濠と呼ばれる堀がめぐり、その外側は逆茂木などの防衛施設によって守られていました。

石の年代を測る

CHIME 年代測定法とは

岩石中には、モナザイトやジルコンといった鉱物が含まれています。これらに含まれるウランやトリウムは、時間とともに放射壊変*し、最後には鉛になってしまいます。CHIME法とは、モナザイトやジルコン中の鉛量と残っているウランやトリウムの量比から、これらの鉱物ができてからの時間を測る方法です。

CHIME 年代用分析装置

名古屋大学では、高性能化した電子線マイクロアナライザ（写真）を用いて、モナザイトやジルコン粒子を分析して年代を決定する方法（CHIME法）を開発しました。この装置は鈴木和博（年代測定総合研究セン



図8 石の年代を測るコーナー

*放射壊変：原子核の中には、自然に電磁波などを放出して別の原子核に変わるものがあります。この現象を原子壊変または原子核の崩壊といいます。

ター教授) および足立守 (博物館教授) らによって独自に開発されたもので、微小鉱物を用いた世界の年代測定研究をリードしています。

CHIME 年代測定法の原理

鉱物の中にはウランやトリウムが多い部分 (大時計) や少ない部分 (小時計) があります。同じ時間が経つと、ウランやトリウムから大時計では小時計よりたくさんの鉛が生じますが、鉛と残っているウランやトリウムとの割合はどちらも同じです。従って、鉛の分析値を通る直線 (アイソクロン) は年代が古くなるほど急勾配になります。この直線 (アイソクロン) の傾きから地質年代を決定することができます。

CHIME 法の開発の経緯

名古屋大学では1980年代の早い時期から、岩石の年代測定とその技術開発を行ってきました。岩石は、鉱物とよばれる結晶の集合体です。岩石の年代を知るためには、集合体の一員である鉱物の年代を測ることが重要です。また鉱物の中の年代は一様ではなく、地球誌を正確に読み解くためには、鉱物の中の不均質な部分ごとの年代を測定する必要があります。

一般的な岩石の年代測定法は、分子の質量の差を利用するため、質量分析計が必要です。しかし、この方法では鉱物ごとや、あるいは鉱物内の不均質な部分ごとの年代測定はできません。鉱物ごとの年代測定は、オーストラリア国立大学が開発したSHRIMP法を使えば可能ですが、この方法では鉱物内の部分ごとの年代測定はできません。そこで名古屋大学の研究グループは、鉱物内のさらに小さな領域の年代を測るための研究を開始しました。

ジルコン・モナザイトに注目した理由

鉱物のできた年代を正確に知るためには、鉱物の中と外とで、元素の行き来が行われていないことが必要となります。例えばカリウム-アルゴン法などの方法では、加熱されることによってアルゴンが鉱物の外に逃げってしまうこともあるため、鉱物のできた正確な年代が得られないことがあります。一方、ウランやトリウム、鉛などの元素は散逸しにくいいためそのような心配はありません。

また年代測定では、鉱物の風化にも気をつける必要があります。風化によって溶けやすい鉱物はその中と外とで元素を交換し、少しずつ化学組成を変化させていきます。したがって正確に年代を知るためには、できるだけ風化しにくい鉱物を選ぶ必要があります。ジルコンやモナザイトは、融点が高く、風化にも強く、また鉱物の外に逃げにくい放射性元素 (ウラン・トリウム・鉛) を含むことから、地球誌を解明するために適した鉱物と言えます。

CHIME 法の特徴

CHIME法は、電子線を鉱物にあてて分析を行います。このような年代測定法には、非常に小さい領域の年代測定ができる利点があります。

CHIME法のほかには、オーストラリア国立大学で開発されたSHRIMP法が知られています。電子線を使う年代測定法では、電子線の直径が小さいほど、より微小領域の年代を測ることができます。CHIME法で使う電子線の直径はSHRIMP法の数十分の一であり、CHIME法は数ミクロン単位の超微小領域での精密年代測定を世界で初めて可能にしました。

CHIME 法と SHRIMP 法の比較

CHIME法で使う電子線の太さは、SHRIMP法で使うものの数十分の一です。SHRIMP法では、上のようなごく小さな鉱物(ジルコン)の内部(青線の内側)を精密測定することができませんが、CHIME法では測定することができます。CHIME法でこの鉱物を年代測定したところ、青線の内側(約17億年前)と外側(約13億年前)とで、年代が異なることが分かりました。鉱物の中の年代値や化学組成は、決して均一ではないのです。

CHIME 年代測定法のあゆみ

年	CHIME 法の開発・改良	学会発表	論文	
1985	CHIME 年代測定の基礎研究を開始 CHIME 年代測定用分析装置を開発			
1986	ジルコンの主成分分析法を確立			
1987	ジルコンの鉛を分析する方法を確立			
1988	最初の CHIME 年代測定 モナザイト、ゼノタイムの分析法を確立			CHIME 年代に関する論文を初めて学術雑誌に投稿
1989		多くの学術雑誌で却下される		
1990				
1991			4	初めて学術雑誌に掲載される*
1992	CHIME 年代測定用分析装置のトランスが燃える	3	4	
1993	CHIME 年代測定用分析装置を改良	6	6	
1994	モナザイトの鉛拡散係数決定 新型の CHIME 年代測定用分析装置を開発	6	8	国際学会において多くの研究者より絶賛される
1995		2	5	
1996		6	8	
1997	CHIME 年代測定用分析装置を改良	10	9	
1998	CHIME 年代と SHRIMP 年代の比較 鉱物中の年代マッピングプログラムが完成	7	7	
1999		5	4	29th Hallimond Lecture で CHIME 法が評価される
2000	CHIME 年代測定用分析装置を年代測定総合研究センターに移設	5	6	
2004				日本地質学会賞を授与される

*CHIME 年代に関する最初の論文は、「書籍コーナー」にて閲覧できます。

CHIME 年代測定法がみつめられるまで

名古屋大学では、1980年代の後半から CHIME 年代測定方法の確立を目指して研究を進めてきました。そして1988年に最初の論文を投稿しましたが、Natureをはじめ多くの学術雑誌で受け付けられず、投稿してから日の目を見るまでには2年以上の歳月を要しました。その理由は、CHIME法が通常の年代測定方法とはあまりにも異なっていたため、海外の年代測定を行っている多くの研究者が論文内容をまともに理解しようとしなかったためです。最終的に掲載が決まった海外の学術論文誌でも、当初、否定的な意見が多かったため編集委員長のK.A.W. Crook教授（当時オーストラリア国立大学、現在は米国ハワイ大学）は論文の掲載を迷っていました。しかし、年代測定の世界の権威であるオーストラリア国立大学のI.S. Williams博士が論文の掲載を強く推進した結果、やっと掲載可となったという経緯があります。CHIME法は、その後、1994年にカリフォルニア大学で開催された国際学会において多くの研究者に絶賛され、地質年代学の分野で市民権を得ました。そして2004年には、日本地質学会賞を受けました。

世界最古の岩石

地球がいつできたのかを知ることは地球科学の大きな課題の1つです。この岩石（花崗岩質片麻岩）^{かこうがんしつへんま}は、カナダ・スレイブ地域から採取された地球上でも最も古い岩石の1つです。

岩石中のジルコン粒子を CHIME 法で測定した結果 40.1 億年のという地質年代であることが判明しました。

日本最古の岩石（上麻生礫岩）^{うえあそうれきがん}

岐阜県加茂郡町七宗上麻生の飛騨川沿いの地層（上麻生礫岩）^{ひらそう}には約 20 億年前の花崗片麻岩の礫が含まれます。この礫は現在知られている日本最古の岩石です。この礫の発見と CHIME 法による年代決定は名古屋大学の研究者によってなされました。この礫の発見は、日本列島形成の歴史を知るための重要な手がかりとなっています。

ジルコン粒子の年代

日本最古の礫（花崗変麻岩）中に入っているジルコン粒子の形を詳しく調べると、結晶面や稜が明確な角ばった粒子（図の 1～3）と、よく円磨された粒子（図の 4）があり、ときには丸い粒子が角張った粒子の中に取り込まれていたりします。これらの粒子を CHIME 法で測定すると、角ばった粒子は約 20 億年、円磨された粒子は約 30 億年という、異なった年代を示します。このことは、円磨された粒子が、20 億年前にマグマ中に取り込まれた外来粒子であることを示しています。

このような複数の年代を 1 つの鉱物の中に持つジルコン粒子の年代測定は、CHIME 法でしかできません。CHIME 法の超微小領域年代測定を駆使することによって、岩石や鉱物が受けてきた歴史が初めて“正確”に解き明かされるのです。

鷹島海底で発見された碇^{いかり}

この発見で碇の形態が初めて明らかになりました。碇は現在の錨と原理的に変わりありません。300kg を超す碇石を装着し、40m 級の大型船をぎ止める当時のハイテク製品であったと考えられます。

海底から引き上げられた^{いかり}碇石の年代

北九州沿岸の海底から、加工成形された長柱状の石材が数多く発見されています。これらの石材は「^{もろこいかりいし}蒙古碇石」と呼ばれてきましたが、^{げんこう}元寇の蒙古軍船のものであると確かめられたわけではありません。長崎県北松浦郡鷹島町（伊万里湾）神崎地区の防波堤工事に伴う事前発掘調査（1994年・1995年）で、碇石を装着した木製碇が多数発見されました。

名古屋大学で実施した元素分析によって、碇に使用されていた石が、日本のものではなく中国福建省産の花崗岩であることがわかり、木柁や竹製ロープの炭素14年代測定の結果から、この碇の年代が13世紀後半という元寇の時期と一致することが判明しました。

碇の復元図

碇石は碇身を左右から挟むように取り付けられていました。いちばん大きい碇石は片方の長さが約1.3mで、重量が約170kgです。碇歯は最大長が3.15mに達します。

岐阜県、上矢作町の幻の湖！

—天正地震（1586年）の山崩れでできたせき止め湖—

岐阜県の長野県境に近い矢作川上流沿いに「海」という地名があります。しかし、その由来はよくわかっていませんでした。平成12年9月11～12日の東海豪雨で、この地域が湖だったと考えられる「埋もれ木」を含む、細流砂～シルトの地層が見つかりました。「埋もれ木」は、大きいものでは長さが十数メートル、根元の直径が70センチに達する大きなものです。



図9 上矢作町の幻の湖コーナー

天正地震の激震域

多くの木々を埋もれさせた地層は、山崩れでできた湖の底に溜まったものです。周辺の調査から、川を堰き止めた天然ダムの堤高は60m程度と推定され、山間に大きな湖のあったことを示します。これが「海」の由来と考えられます。

「埋もれ木」の放射性炭素年代の測定結果は、西暦1590年前後を示すことから、川をせき止めた山崩れは1586年1月18日（天正13年11月29日）の天正地震で起きたと考えられます。天正地震は、本学の故・飯田汲事名誉教授の研究で、マグニチュード8.1の濃尾地震に匹敵する大地震と推定されているものです。

この研究は、名古屋大学総長裁量経費（2004、2005年度）によって行われています。

書の^{しんがん}真贋に迫る

書写年代の判明している古経典

古文書が書かれた年代も、炭素14年代測定法によってわかるのでしょうか。

この問いに答えるために、年代が既にわかっている古經典などの測定を行いました。ここにその一部が展示されています。

奥書や書風などによって判明している「書写年代」に比べると、測定によって得られた「炭素14年代」は、誤差があるものの、奈良・平安・鎌倉・室町・江戸という時代区分とよく一致していることがわかります。

炭素14年代測定法は、縄文時代・弥生時代など古い時代のための測定法というイメージが強いのですが、古文書のような比較的新しい時代の資料にも利用することができます。



図10 書の真贋に迫るコーナー

伝 藤原行成筆「佚名本朝佳句切」

この古筆切こひつぎれ*は、その書風や筆致から、平安中期の能書家藤原行成ふじわらのゆきなりの手になるものとされています。藍色の繊維が漉き込まれた、飛雲紙あいいろすとよばれる大変珍しい和紙です。

この飛雲紙の炭素14年代を測定したところ、890～1000年頃という結果が得られました。行成(971～1027)の筆であることを考えると、10世紀末～11世紀初め頃に書かれた古筆切であることになりました。

飛雲紙は、11世紀半ばから12世紀初頭までの資料に限って、その使用例を見出すことができます。今回得られた年代から考えると、この料紙は飛雲紙の中でも特に古い、初期のころのものといえます。

伝 二条為氏筆「散佚物語切」

この古筆切には、物語の一部分が書かれています。しかし、その内容は『源氏物語』や『竹取物語』など現在知られている物語とは全く異なるものです。これは、かつては存在していたけれども現在まで伝わることなく失われてしまった「幻の物語」の一部分です。

文章の一部分だけでは、書かれた年代を知ることは困難ですが、炭素14年代測定によって、1220～1290年頃(鎌倉時代中期)のものであることが示されました。これは、書き手と伝えられる二条為氏にじょうためうじ(1222～1286)が歌人として活躍した時代にも符合します。

現在は、わずかこの2ページ分しか発見されていませんが、今後、さらに調査が進むことで、失われてしまった物語の一部だけでも復元されることが期待されています。

伝 藤原定家筆「古今集拔書切」

この資料は、古今和歌集にある五首の恋歌が書かれた古筆切です。

この古筆切にはツレ(同じ写本から切りとられた部分)と思われるものが存在し、それは、鎌倉前期

*古筆切とは、平安・鎌倉時代などの古写本が1ページ1ページ切り取られて、現在まで伝えられたものです。

の歌人として有名な藤原定家(1162～1241)の若い頃の筆写とされています。しかし、一方で、「連(れ)」
「遣(け)」等の文字のくずし方が、定家の真筆とは異なっているという疑問点もありました。そこで、
紙の炭素14年代測定を行いました。その結果、1640～1800年頃という値が得られ、この古筆切が17
世紀半ば以降の紙に書かれたものであることが示されました。

つまり、この古筆切は、定家の生きた鎌倉時代ではなく、やはり、ずっと後代の江戸時代になってから書かれたものであることが明らかにされました。定家の書とされるものには、定家が歌道の上で神格化されたため、後代の偽物や模写がきわめて多いのです。

炭素14年代測定法のための試料調整

どうやって測るの？

正確な測定結果を得るには、混じり物をなくすことが重要です。

そのために試料の作製には細心の注意が必要です。ここでは土器についてオコゲを例にして試料作製のやり方を説明します。

- (1) まわりの土等が混ざらないようにオコゲを土器からはがす。
- (2) はがしたオコゲを洗う。
- (3) きれいになったオコゲを燃やして二酸化炭素(CO₂)ガスにする。
- (4) 真空ラインでそのガスを精製する。
- (5) 精製したガスに水素(H)を加え、水(H₂O)をつくり酸素(O)を奪い炭素の粒(グラファイト)(C)にする。
- (6) グラファイトを加速質量分析計にかけ、炭素14の量を測る。



図11 炭素14年代測定法のための試料調整コーナー

体験コーナー

ミクロの化石・ミクロの鉱物を探してみよう。

- ① 水を少し付けて
- ② 顕微鏡をのぞいて
- ③ 選んだ星砂(有孔虫の化石)にふれると
- ④ 水の力で吸い付きます
- ⑤ びんに入れて持ち帰りましょう

* ミクロの化石・鉱物の採取方法(水をつけすぎないのがコツです)

ジルコン

ジルコンは花崗岩などの岩石中に広く含まれている鉱物ですが、大きさは1mmよりも小さいものが一般的です。しかし、風化されにくく、比重が大きいため、海岸などにジルコン粒子が濃集している場

所ができることがあります。これはジルコンサンド（展示）といい、特殊耐火物の製造などにも利用されています。

ジルコンの結晶は^{しかくすいじょう}四角錐状ないし短柱状で、透明やピンク、茶色などいろいろな色のものが多く見られます。また、ペグマタイト中には大型の結晶を産し、まれに数cmの大きさに達するものもあります。ノルウェー北部の花崗岩から産する標本（写真）は特に有名です。



図12 体験コーナー 2

顕微鏡を使おう

接眼レンズの幅を合わせて一つの視野にしよう

接眼レンズをのぞきながらフォーカス（ピント）を合わせよう

ジルコン結晶の写真をプリントしよう

プリントするには、この部分を操作します

矢印ボタンでプリントしたい画像を選ぶ（モニターにあらわれている画像がプリントされます）

OK ボタンを押すとプリントが始まります。

書籍・情報コーナー

Radiocarbon Dating WILLARD F. LIBBY (The University of Chicago Press, 1955)

リビー (Willard F. Libby) の著書「Radiocarbon Dating」(炭素14年代測定法) の図に、年代が判っている資料の炭素14放射能の測定結果が示されています。歴史的年代 (HISTORICAL AGE) (図の横軸) が古い資料ほど、炭素14放射能 (ABSOLUTE SPECIFICRADIOACTIVITY) (縦軸) が少ないことがわかります。

炭素14年代測定法は1940年代後半に、シカゴ大学のリビー教授らによって行われた一連の研究で確立されました。リビー教授は、1946年に、放射壊変をおこす炭素14が自然界に存在することを予言し、翌1947年に、下水処理場で採取したメタンガスから炭素14を検出することに成功しました。1949年には、年代がすでに判っている資料の炭素14放射能を測定することで、炭素14が年代測定に利用できることを実証しました。その功績により、1960年にノーベル化学賞を受賞しました。

特別展に関連した講演会

第38回 4月14日 小田寛貴 (年代測定総合研究センター助手)

「歴史時代資料の炭素14年代測定」

第39回 5月12日 山本直人 (文学研究科教授)

「弥生時代はいつ始まったのか」

第40回 6月5日 赤塚次郎（愛知県埋蔵文化財センター）

「邪馬台国時代の東海の風景」

ギャラリートーク

第41回 6月30日 水垣桂子（産業技術総合研究所）

「どこにでもある電子が時を刻む」

第42回 7月21日 鈴木和博（年代測定総合研究センター教授）

「名古屋大学で開発したCHIME年代測定法」

特別展に関連した体験学習

6月4日 「ミクロの鉱物・化石の拾い出し体験」