

^{14}C 及び ^{41}Ca を用いる年代学について^{*)}

山口嘉夫
(東海大・理)

放射性核種、特に ^{14}C と ^{41}Ca 、を用いて、考古学・人類学（気候学・地質学等へも応用できよう）への応用（の一部）を考察する。さらに、 ^{14}C を手始めに、種々な不安性核質を用いた年代決定のサービス・研究センターを構想する。

§ 1 ^{14}C 年代学

§ 1.1 はじめに

Manhattan project の中から発見された核種 ^{14}C は、radio-carbon dating に用いられ、考古学・人類学や海洋学等にとって今や必須のものとなった。

^{14}C は、大気中の原子核に宇宙線が衝突して、凡そ $2.2 \text{ }^{14}\text{C} / \text{cm}^2 \text{sec}$ の割合でつくられ、その半減期 $\tau_{1/2} = 5730 \text{yr}$ に比べて短い時間以内で、気圏・地圏・水圏・生物圏にわたって十分一様に平均化される。

元来 ^{14}C による年代決定は、古い含炭素資料より C を抽出して、 C を含むガスとし proportional counter につめて decay を観測することに基づいていた。その為に必要な資料は $1 \sim 10 \text{g}$ の C を含むものが必要で decay を $1 \sim 10 \text{hrs}$ ないしそれ以上にわたって測定してきた。因みに新鮮な C 資料の decay rate は

$$14 \text{ decays of } ^{14}\text{C} / \text{min} \cdot (\text{g of carbon})$$

である。そして例えば2000年前の資料の年代決定の精度は $\pm 1 \sim 2$ 世紀であった。この精度を本質的に向上させることは、 ^{14}C の decay に依存する限り困難なことであった。

近年の加速器の進歩、特に特定イオンを加速した後質量分析を行う方式の発展には目をみはるものがある。最近こうした新手法を ^{14}C その他放射性核種の存在比決定に応用する途が開けてきた。これによって、 ^{14}C 年代決定に於いては、 15mg の C があれば、 ≥ 4 万年に亘っての年代決定が可能となった。技術の進歩により、数 mg の C に基づき ~ 10 万年迄の年代決定のできる日は間近であろう。なお decay を測るのと比べて、accelerator-mass spectrograph のときには、必要な資料がごくわずか（米粒にして数 ~ 10 粒）ですむのは、格段に有利な点である。

^{*)}これは1988年3月9日 名古屋大学アイソトープ総合センターで開かれたシンポジウム「アイソトープを利用する年代測定の精密化について」での講演の大意である。

この加速ビームに対する質量分析法は、単に古い年代へとすすめる方向の他に、古さでは大したことの無い時代、例えば2000年前、の資料について年代決定の精度を、decay測定に比べて、格段に向上させるという注目すべき応用の途がある。具体的に日本に即していえば、縄文末期から弥生期にかけて日本では稲作が急速に伝播し発展した。こうした各地からの米粒の年代を0.1%の精度で決定できたら、(系統的誤差を加算して、結果的には±10年になるにもせよ)、遺跡各層の年代を世代毎に識別できることになる。そうなれば、日本最初の米作は筑紫か出雲か、またこうしたsiteと吉備、大和、河内、越等の「くに」との前後(世代)関係はどうか判る。更に米の品種を区別できるならばさらにくわしい伝播経路についての情報がえられる。疑もなく日本の古代史を一変せしめるに足る基礎的情報を提示できる。すばらしいことではないか。

宇宙線の永年変化(それは主に地磁気の永年変動に基づくものとされる)により、 ^{14}C による年代と実年代との間にいくらかの差がある。ここで縄文末から弥生にかけての年代においては、実年代を±10年とだすことに意味があるのではなくて、各遺跡の間の年代の差を±10年で求めることに意義がある。こうして北九州と出雲や大和・河内の有力遺跡の各層の年代の差をみようというのである。日本の古代史にとっては、これで十分意味があることであろう。

§1.2 ^{14}C dating にふさわしい資料

^{14}C dating にとって最も好ましい資料は短い時間の間に集積された含C物質である。一年生草木の「みのり」である穀粒は最も望ましい資料である。縄文期のソバ、ヒエ、アワ、マメ、イネはこうしたものである。

次に毎年みのる果物の種やドングリ、クルミなどがこれにつぐものである。

他方、木材(timber)は何年もかかって生長し、木を切ってから家屋・家具・道具にするまでに時間的な遅れがあるし、とくに家屋の場合には、平城京から長岡京に楼門・宮闕を移築した例の示すように、木そのものの年代と、それが使用された状況の年代との間には相当大きな開きがあり得る。

それ故一年生栽培植物の種(grain)やnuts, seedsにもとづく年代決定の方が、あいまいさなしにそうしたものの収穫された年そのものを問題にできて、歴史的な意義が大であろう。

§1.3 日本とヨーロッパの比較

ヨーロッパの grain はもちろんムギ（コムギ、オオムギ等）である。ムギは豊饒の三日月地帯東北部（トルコ、イラク）の山腹で栽培化され、東西に広がった、起源地より西欧の果てイギリスに達するのに凡そ5000年を要した。

他方東進したムギは1000B.C. の頃中央アジアより中国北西の周の地に伝えられ、すばらしい穀物としてたたえられ栽培が始まった。甲骨文・金石文にみるムギの字は、麦の穂  を表わし、ムギを背負って来る姿  が元来くる（come）の意を表わした。後世、來・麥の両字が交錯して、今日の来（くる）、麦（むぎ）となった。因みに夕は足をひきづる姿である。

南鮮には6～7c B.C. にすでに米作があり、楊子江下流地域の米作は10c B.C. にさかのぼる。西日本の米作は南鮮とほぼ同時にはじまっていてよい筈である。

更に日本の米作は、弥生以前に北九州から青森に達している。これはムギの中近東よりイギリスへの伝播速度よりかなり速いスピードと思われる。それはまた日本の縄文時代に焼畑を主とするいくつかの grains の栽培が全国に広がっており、そうした農耕技術の基盤があったからこそ、イネ—水田稲作—を世界的にみて稀にみる速いスピードで受容し得たのだと考えられる。日本の考古学者たちは縄文期の技術水準を不当に低くみつめる傾向がある。

§1.4 イネの起源と伝播のあとを探る

ムギに比べるとイネの起源と伝播、とくに後者、についての研究はおくれているように思える。¹⁴Cを用いた超精密年代決定を行えば、イネを起源地からどんな時間的経緯を亅て、東南アジア、華南・華中、日韓へ伝播していったか、また日本内部での伝播のあとを追跡できる。

日本のどこかに accelerator-mass spectrograph のすばらしい装置を設置し、各種 grain とくにイネの年代決定のできるサービス・センターができたなら、すばらしいことであろう。勿論サービスだけの為のセンターはすぐに古くなる。一流の研究・技術陣をもち、全国、否、全世界の共同利用研究所として機能しうるものを併せもっていなければ、forefront の研究とサービスはできまい。

名大のこの施設をできるだけ近い将来にこうした研究サービス・センターに発展させてもらえないものであろうか。また、年代を決定すべき資料は余りにも多い。上にのべた研究・サービス・センターは1つだけでなく複数できることは更に望ましいことである。そしてそこにアジアの近隣諸国から関係研究者が集うて grain を中心に人文から核科学にいたる学際的研究を展開できる日の一日も早いことを切望する。

§ 2 ^{41}Ca

前節の最後 (§ 1.4) に構想したような project が発足し軌道にのったら、 ^{14}C だけでなく古代史や地質的に有意な他の放射性核種の利用に関する研究も徐々に広げてゆきたい。

その中でとくに筆者が関心をもつものは ^{41}Ca である。Ca は脊椎動物の骨の主成分である。地上近くの宇宙線起源の中性子は生体に吸収されるがその一部は ^{40}Ca を ^{41}Ca にかえる。生きている動物の骨にあっては $^{41}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$ の比は 10^{-14} 前後と推定される。 ^{41}Ca の半減期は $1.0 \times 10^5 \text{ yr}$ であるので、45 万年前の北京原人やジャワ原人の骨につき $^{41}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$ の比を測れば骨自身に自らの年代を悟らせることができる。accelerator-mass spectrograph の精度があがれば、数 100 万年前以降のすべての化石人骨よりその年代を直接決定できよう。¹⁾ ヒトのみならず他の動物の骨についても同様である。

更に ^{41}Ca には地質学的な利用もある。²⁾ 技術的なことについては米や西独で精力的な研究が始まっている。³⁾

日本でもこうした研究開発が花開くことを待望する。

- 1) Y. Yamaguchi, Prog. Theor. Phys. 29, 567L(1963) ; INS-TCA-18 (1963, 6, 28)
- 2) G. M. Raisbeck and F. You, Nature 277, 42 (1979)
- 3) P. K. Kubik et al., Nature 319, 568 (1986)
D. Elmore et al., Nucl. Inst. d Meth. in Phys. Res., B5, 109(1984).