

縄文土器のAMS¹⁴C年代（1）

山本 直人

名古屋大学文学部考古学研究室

〒464-01 名古屋市千種区不老町

はじめに

本研究の目的は、縄文時代における土器型式の¹⁴C年代をあきらかにすることである。その方法は、土器型式が明確な縄文土器に付着した炭化物を試料に、タンデトロン加速器質量分析計で¹⁴C年代測定をおこなうものである。

つぎに、このような研究を着想するにいたった動機や背景についてのべておきたい。

第一は、縄文時代の遺跡における土器を伴出しない遺構の時期決定の問題である。堅果類貯蔵穴や焼土のような土器を伴出しない遺構の年代については、加速器質量分析計（AMS）による¹⁴C年代測定法で時期を決定することができる。しかし測定された¹⁴C年代がどの土器型式に相当するのかが不明で、従来はどちらかという¹⁴C年代が報告されるだけにとどまり、それが考古学の研究にまでむすびつけられていないといえる。それで土器を伴出しない遺構の資料について¹⁴C年代測定をおこなった場合、¹⁴C年代がどの土器型式に相当するのかを明確にしなければならず、そのためには縄文土器編年における土器型式の¹⁴C年代を提示することが必要となってくる。

第二は、縄文時代の6期区分における各時期の絶対年代の問題である。縄文時代は一般的に草創期・早期・前期・中期・後期・晩期の6期に区分されているが、各時期の¹⁴C年代は地域によって異なっていたり（キーリ・武藤1982）、それにもとづく絶対年代をしらべてみると、研究者によって年代にかなりバラツキがみられたりする（表1）。そのため明確な絶対年代を提示することができず、共通的な年代をしめすことすら困難で、研究

表1 縄文時代の絶対年代

Table 1 Absolute Dates in the Jomon Period

	佐原 真(1987)	鈴木公雄(1988)	山本忠尚・松井 章(1988)
草創期	12,000～10,000		12,000～10,000
早期	10,000～ 6,000	10,000～ 7,000	10,000～ 7,000
前期	6,000～ 5,000	6,000～ 5,000	
中期	5,000～ 4,000	5,000～ 4,000	4,500～ 3,500
後期	4,000～ 3,000	4,000～ 3,000	3,500～ 3,000
晩期	3,000～ 2,300	3,000～ 2,000	3,000～ 2,300

者によって年代値が異なることを指摘するにとどまり、隔靴搔痒の感が強い。こうした現状を、土器型式の ^{14}C 年代をあきらかにすることによって、なんとか打開できないものかと考えていたことにもよる。

第三は、縄文土器型式の時間幅の問題である。現在のところひとつの土器型式の時間幅を算出する場合、各時期の時間幅を型式数でわって算出し、どの土器型式も同じ時間幅で考えるのが一般的である。またどの土器型式も一律の時間幅であるという前提のもとで、ひとつの時期の時間軸上にその時期に属する土器型式を均等に配分することが多い傾向にある。このような現状に対し、土器型式の ^{14}C 年代をあきらかにすることによって、土器型式それぞれの時間軸上での位置および時間幅を明確にできる可能性をひめている。

第四は、縄文文化と地球上の他の先史文化との国際比較の問題である。日本列島を中心としてその周辺地域をふくめても、縄文土器が分布する地域の考古学研究においては縄文土器編年は有効性をもちうるし、ひじょうに現実的である。縄文文化の研究を日本列島を中心とした地域研究にとどめておくかぎりにおいては、縄文土器の編年研究をすすめていけばよく、現在の研究を継続していってもなんら問題はないと考えられる。しかし一方、日本考古学の国際化という時勢のなかで、先史時代の国際的な比較研究を展開させたり、縄文文化研究を世界に発信していこうとすれば、世界共通の時間軸でかたる必要性がでてくる。それをなにもとめるかは研究者によって異なるであろうが、わたしの場合はそれを ^{14}C 年代にもとめ、 ^{14}C 年代測定法を活用しようとするものである。日本考古学の土器編年は、縄文時代はもちろんのこと時代をとわず、精緻でしかも正確である。レベルの高い縄文土器編年と ^{14}C 年代をむすびつける研究が必要とされつつある段階に達していると考え、両者を接着するための研究を実践しようとするものである。

第五は、自然地理学など関連科学との共同研究のためである。たとえば、完新世の古環境を復元するために沖積低地の堆積物の ^{14}C 年代が提示されても、比較の対象となる縄文時代の ^{14}C 年代の時間軸がしっかりしていないならば、必要とされる精度の比較が成立しないことになる。

第六は、 ^{14}C 年代測定の設定面での条件である。この研究は縄文時代の研究者ならばだれでもできるというわけではない。この方法で ^{14}C 年代測定法をおこなうには、試料を調整するための設備とタンデトロン加速器質量分析計がつかえることが必要となる。現在のところ、これらの条件をみたす機関は日本全国でも数カ所しかない。わたしが所属する名古屋大学の年代測定資料研究センター第一実験室には、試料調整室とタンデトロン加速器質量分析計が設置されており、学内共同利用機関ということで学内者であれば利用できることになっている。逆にいうと、学内者でなければ利用できない、利用が困難ということである。それで縄文時代の土器型式と ^{14}C 年代の対応づけについての研究は、めぐまれた研究環境下にある名古屋大学で縄文文化を研究している者につきつけられた課題としてうけとることができ、わたし自身このようにうけとめているので研究をおこなうものである。

さらに、縄文土器編年における土器型式に ^{14}C 年代をあたえることによって、 ^{14}C 年代の時間軸を作製するという基礎研究をすすめていこうとしているわけであるが、いま、な

表2 測定試料一覧表

Table 2 samples of Kitaduka site

試料番号	遺跡	時期	土器型式	器種	重量(mg)	付着部位	挿図番号
IKD01	北塚	中期	古串田新	台付鉢	762.88	内面・胴部上半	図1-1
IKD03	北塚	中期	古府Ⅱ	深鉢	377.24	外面・口縁部～胴部上半	図1-3
IKD04	北塚	中期	大杉谷	深鉢	130.48	内面・底部にちかい胴部下半	図1-2
IKD06	北塚	中期	串田新Ⅰ	深鉢	517.41	内面・口縁部～胴部上半	図1-4

ぜこのような研究をすすめていかなければならないか、なぜ研究が必要であるのか、この研究の意義についてのべておきたい。これは前述した動機や背景ともかかわってくることであるが、意義の第一は、縄文時代の遺跡で土器を伴出しない遺構の土器型式を決定できるようになるということである。第二は、地球上の各地域における先史文化と縄文文化を国際比較できるようになるということである。第三は、自然地理学など関連科学との共同研究をおこなえるようになるということである。

1. 目的と方法

1996（平成8）年度には、石川県金沢市北塚遺跡から出土した縄文土器について¹⁴C年代測定を実施した。北塚遺跡はこれまでに十数次にわたって調査がおこなわれてきており、1995（平成7）年4～6月には金沢市教育委員会文化財課によって調査がおこなわれ、本稿ではそのときに出土した縄文土器を対象とし（表2，図1），測定の結果を報告するものである。

その方法は、さきにのべたように土器型式が明確な縄文土器に付着した炭化物を試料に、タンデム加速質量分析計で¹⁴C年代測定をおこなうものである。この方法は中村俊夫氏によって開発されたもので、すでに2遺跡について¹⁴C年代測定が実施され、研究成果が報告されている（中村・中井他1990，中村・岩花1990）。わたしの場合も、試料調整から測定にいたるまで、基本的にはこの方法にしたがうものである。

縄文土器に付着した炭化物に関しては、内面のものは煮たきされた食物の残滓で、外面のものは燃料の煤がついたり、煮たきされている食物が煮こぼれたりしてついたものである。そして付着炭化物を試料に¹⁴C年代測定をおこなうと、その¹⁴C年代値は縄文土器がつかわれていた期間の一時点をしめすことになり、土器型式が明確な場合には、それと同時にその土器型式の時間幅の一時点をあらわすことにもなる。

なお、表2中の土器型式について言及すると、北陸における縄文中期後葉の土器編年は、貝殻腹縁文系の土器群と葉脈状文系の土器群に大別される。貝殻腹縁文系の土器型式のなかに古串田新式、串田新Ⅰ式、串田新Ⅱ式がふくまれ、葉脈状文系の土器型式として大杉谷式が存在する。古府Ⅱは縄文中期中葉の土器型式のひとつで、古串田新式よりひとつ前

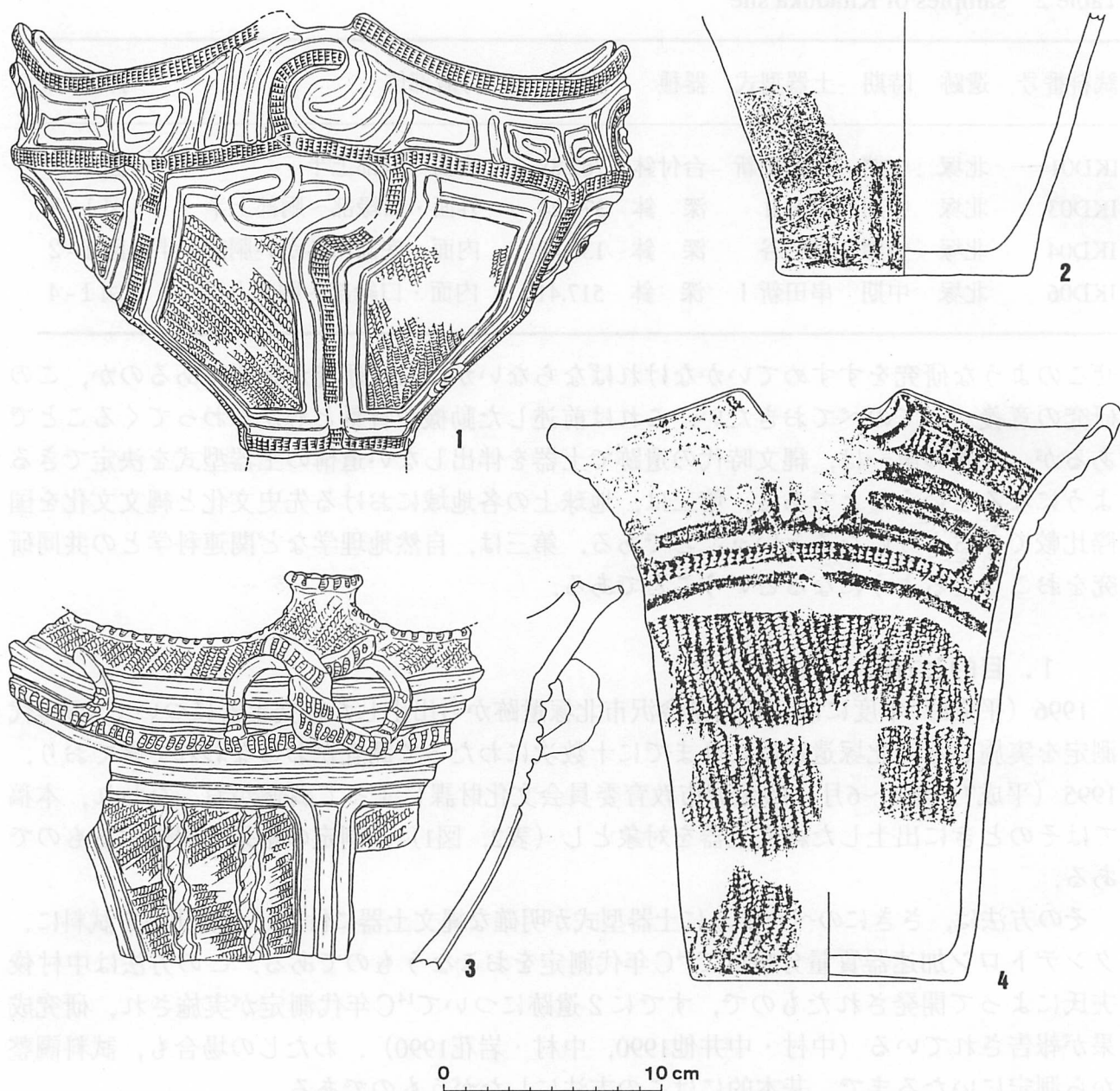


図1 北塚遺跡出土縄文土器

Figure1 Jomon Pottery of Kitaduka site

の型式である。すなわち本稿でとりあつかった型式のうち、その時間的順序は古いほうから古府Ⅱ，古串田新，串田新Ⅰとなる。また、大杉谷式は貝殻腹縁文系のどの土器型式と並行するかが問題となっている。この問題に関しては、型式学的・層位学的な研究から究明していくことが考古学の本道であり、そうした研究が積みかさねられてきて一定の成果がだされており、ここでは ^{14}C 年代をもちいたアプローチの方法もあるということをしめたものである。

2. 試料調整と ^{14}C 年代測定

今年度測定をおこなった試料の詳細については、表2のとおりである。なお、試料番号欄の「IKD」は「Isikawa KitaDuka」を略したものである。以下に、試料採取・試料調整・ ^{14}C 年代測定の手順についてのべていくことにする（小田他1995，奥野1996）。

（1）試料の採取

1996（平成8）年7月13日、金沢市教育委員会文化財課芳斉分室で試料の採取をおこなった。整理中の縄文土器のなかから、炭化物が付着していて型式が明確な縄文土器をえらびだした。A3版の方眼紙の上に、竹串で付着している炭化物をこそげおとした。それをチャックのついた小さなビニール袋にいれ、封をした。竹串はつかいおわるたびに、1回ずつカッターでけずって使用面をあたらしくした。土器型式の同定は、金沢市教育委の谷口宗治氏によっている。

（2）試料の調整

（a）試料に付着した土壌の除去である。最初に炭化物の重量を測定し、それを蒸留水中で超音波洗浄して細かな土壌を分散させた。

（b）酸処理とアルカリ処理である。1.2規定塩酸による処理（ 160°C ，1時間）を2回くりかえし、炭酸塩などを溶解・除去した。0.4規定水酸化ナトリウム水溶液による処理（ 170°C ，1.5～2時間）を8～10回くりかえし、アルカリ可溶成分を除去した。1.2規定塩酸による処理（ 160°C ，1時間）を2回くりかえし、蒸留水による洗浄（ 170°C ，1.5～2時間）を3～4回おこない、オーブンで乾燥させた。

（c）試料が水酸化ナトリウム水溶液に溶解していまい、良好な乾燥炭化物がえられなかったIKD03・06およびIKD01については、フミン酸を抽出した（池田1995）。

まずとっておいたアルカリ抽出液をガラス繊維濾紙で濾過する。濾過してえられたアルカリ溶液に少量の濃塩酸（12規定）をくわえると、フミン酸が沈殿しはじめるので、しばらく放置してフミン酸を沈殿させる。

これを遠心機にかけて上ずみ液のフルボ酸と沈殿物のフミン酸にわけ、フルボ酸をすてる。沈殿しているフミン酸に1.2規定の水酸化ナトリウムをくわえてとかす。これに濃塩酸を数cc添加するとフミン酸が沈殿しはじめ、約30分間そのまま放置して沈殿させる。1.2規定塩酸をくわえ、遠心機にかけ、上ずみ液をすてる。これを5回くりかえす。

500ccのビーカーに蒸留水を200ccいれ、そのなかに遠心管をたててシャーレで蓋をし、ビーカーごと加熱する。遠心管のなかのフミン酸がひからびないように蒸留水をくわ

え、ビーカーの蒸留水も蒸発するのでときどき蒸留水をくわえる。ビーカーの蒸留水を5回交換し、pH5～pH6になったことを確認し、遠心管をオーブンで乾燥させる。

(d) 試料の CO_2 化の工程である。乾燥させた炭成分3.88～48.78mgから試料の CO_2 化をこころみたが、そのなかに多量の砂をふくむものや量自体が少なく、うまくいかなかったものもある。それらに関しては、上記のようにとりだしたフミン酸で実施した。

炭成分およびフミン酸を計量し(表3)、一方では線状酸化銅940～980g(470～490g×2)をはかりとり、それらを9mmバイコール管につめる。それを真空ラインに接続し、真空にひいて封じきった。これを電気炉(950℃)で約2時間加熱し、試料をガス化(CO_2)した。加熱後のバイコール管を二酸化炭素精製の真空ラインにつなぎ、ラインにいた試料ガスからエタノールで H_2O を、ペンタンで SO_2 などの不純ガスをとりのぞいた。精製された3.91～5.13mgの CO_2 を、2本の6mmパイレックス管にわけて捕集した。そのうちの1本をグラファイト化に使用し、もう1本は予備とした。

(e) 標準体の CO_2 化の工程である。 ^{14}C 濃度の標準体として、NBS 蓼酸(SRM-4990:通称 OLD)をもちいた。その CO_2 化については、基本的には試料の CO_2 化とおなじである。NBS 蓼酸(SRM-4990:通称 OLD)16～17mgと線状酸化銅540～570g(550g前後)をはかりとり、9mmパイレックス管につめる。それを真空ラインに接続し、真空にひいて封じきった。これを電気炉で2時間450℃で加熱し、 CO_2 化した。加熱後のパイレックス管を二酸化炭素精製の真空ラインにつなぎ、ラインにいたガスからエタノールで H_2O をとりのぞいた。なお H_2O 以外に不純ガスがないため、ペンタントラップはおこなっていない。精製された2.80～3.07mgの CO_2 を、2本の6mmパイレックス管にわけて捕集した。

(f) グラファイト化に先だつ再還元である。6mm×10mmバイコールカップにFe粉末を1.34～1.84mgいれ、カップごと9mmバイコール管の底にいれる。これを真空ラインに接続して排気し、真空がよくなったら0.5気圧の H_2 をいれ、コックをしめて真空ラインからとりはずす。このあとバイコール管の下部を、電気炉(450℃)で1時間以上加熱した。

(g) 試料および標準体から精製した CO_2 のグラファイト化である。 CO_2 がはいった6mmパイレックス管と再還元済みのFe粉末がはいった9mmバイコール管を真空ラインに接続し、真空にひく。 CO_2 をラインに導入し、Fe粉末がはいった9mmバイコール管に液体窒素で捕集する。そこに H_2 をいれ、 H_2/CO_2 比が2.1になる位置でふうじきる。なお、このとき CO_2 の一部をわけとり、 $\delta^{13}\text{C}$ の測定に使用した。さらにこのバイコール管の下部を電気炉(650℃)で6時間以上加熱し、グラファイトを生成した。

(h) ターゲットの作製である。生成したグラファイトを専用の手動圧縮装置をもちいて圧縮し、ターゲットを作製した。

(3) ^{14}C 年代測定

このように調整したグラファイトターゲットについては、名古屋大学年代資料研究センターに設置されているタンデム加速質量分析計を利用して ^{14}C 年代測定をおこなった。 ^{14}C 年代値は半減期5568年をもちいて算出し、西暦1950年からさかのぼった年数でし

表3 測定結果一覧表

Table 3 ^{14}C ages of Jomon Pottery in Kitaduka site

試料番号	遺跡	土器型式	試料種類	乾燥重量(mg)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	^{14}C yrBP	測定コード番号
IKD01	北塚	古串田新	炭成分	25.45 (砂含)	-22.47	4490 $\pm$ 130	NUTA-4940
IKD01	北塚	古串田新	フミン酸	13.05	-23.01	4100 $\pm$ 110	NUTA-5029
IKD03	北塚	古府Ⅱ	フミン酸	13.22	未測定	4840 $\pm$ 90	NUTA-4941
IKD04	北塚	大杉谷	炭成分	9.51	-23.62	4040 $\pm$ 90	NUTA-4942
IKD06	北塚	串田新Ⅰ	フミン酸	13.13	未測定	4390 $\pm$ 110	NUTA-4943

めしている。測定誤差は1標準偏差 (1 σ) でしめしている。また、トリプルコレクター式気体用質量分析計により試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値を測定し、炭素同位体の質量分別効果を補正した。なお、一部の試料は $\delta^{13}\text{C}$ が未測定のために補正をおこなっていない。

3. 測定の結果

測定の結果は、表3のとおりである。

試料番号IKD01では炭成分とフミン酸の二通りの方法で ^{14}C 年代測定を実施したところ、炭成分では4490 $\pm$ 130年BP、フミン酸では4100 $\pm$ 110年BPという年代値をしめし、約400年の差がでた。フミン酸には炭化物自体が分解して生成されたものと他の場所から移動してきた起源の異なるものの2種類があり(中村・岩花1990)、IKD01の年代差は、他所からはこばれてきたわかい年代の有機物(フミン酸)がIKD01の炭化物に吸着されたことによって生じたものと推測される。IKD03とIKD06に関しても、炭化物自体が分解して生成されたフミン酸ならば ^{14}C 年代値はそれほどかわりないと考えられるが、他の場所から移動してきた起源の異なるフミン酸がまざっている場合は、実際よりあたらしい ^{14}C 年代値がでている危険性もある。

この点を考慮して土器型式の順序と ^{14}C 年代値をみていくと、両者のあいだには矛盾はみられない。並行する型式が議論されている大杉谷式については、串田新Ⅰよりあたらしい数値がでているが、今回串田新Ⅱ式の ^{14}C 年代を実施していないために厳密なことはこれ以上言及できない。

おわりに

前記のような目的にもとづき、土器型式の明確な縄文土器に付着した炭化物を試料に ^{14}C 年代測定をおこない、その結果を報告してきた。 ^{14}C 年代は統計値であり、土器型式の安定した ^{14}C 年代をえるには、数多くのデータをとる必要がある。しかしながら、現実問題として ^{14}C 年代測定を実施するにあたっては前処理から本処理まで膨大な時間を必要とし、一朝一夕に結果をだせるものではない。目的を達成するための基礎作業として信頼性の高

いデータをつみかさねていくよりほかに、いまのところほかに道はないと考えられ、データの集積をすすめていくものである。

また日本の考古学のなかでは、 ^{14}C 年代測定法は理化学的年代測定法のひとつとしてその存在をみとめられながらも、それに対する考古学研究者の評価はけっして高くない。 ^{14}C 年代は「誤差を考慮にいれると十分な精度とはいえず、 ^{14}C 年代測定法は年輪年代法よりおとる（藤本1985）とする意見や、理化学的な年代は土器編年との「関係では誤差の範囲が広く、測定資料が常に出土するとはかぎらず、測定にも時間がかか」る（渡辺1983）とする意見は、日本の考古学研究者のなかでは代表的なもので、大勢をしめるものであろう。しかし、あきらかにまちがった理解である場合にはそれをただし、こうした大勢をかえていくことも、本学に所属する者の責務であると考えている。

謝辞

試料調整やタンデトロロン加速器質量分析計による ^{14}C 年代測定に際しましては、中村俊夫先生をはじめとして太田友子女史、池田晃子女史、名古屋大学年代測定資料研究センター第一実験室の方々には、たいへんお世話になりました。記して深く感謝する次第です。

また金沢市教育委員会文化財課の谷口宗治氏には貴重な資料を提供していただき、明記して謝意を表する次第です。

引用文献

池田晃子（1995）：加速器 ^{14}C 年代測定における試料調整の実際。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書，VI，54-62。

奥野 充（1996）：南九州の第四紀末テフラの加速器 ^{14}C 年代（予報）。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書，VII，89-109。

小田寛貴・中村俊夫・古川路明（1995）：『今昔物語集』「鈴鹿本」の加速器質量分析計による ^{14}C 年代測定。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書，VI，99-116。

キーリ＝C. T.・武藤康弘（1982）：縄文時代の年代。縄文文化の研究，1，246-275。

佐原 真（1987）：『日本人の誕生』，大系日本の歴史1，11。小学館。

鈴木公雄（1988）：『縄文人の生活と文化』，古代史復元1，47。講談社。

中村俊夫・中井信之・石原哲弥・岩花秀明（1990）：岐阜県森ノ下遺跡出土の縄文土器に付着した炭化物の加速器による放射性炭素年代測定。第四紀研究，28-5，389-397。

中村俊夫・岩花秀明（1990）：岐阜県諸家遺跡出土の遺物から採取された炭化物とその抽出フミン酸の加速器 ^{14}C 年代の比較。考古学と自然科学，22，59-76。

藤本 強（1985）：年代決定論（1）。岩波講座日本考古学，1，193-215。

山本忠尚・松井 章（1988）：『日本考古学用語英訳辞典《稿本》』，3。

渡辺 誠（1983）：『縄文時代の知識』，11。東京美術。

¹⁴C Ages by a Tandetron Accelerator Mass Spectrometer of Charred Carbonaceous Residue on Jomon Pottery (1)

Naoto YAMAMOTO

Department of Archaeology, School of Letters, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-01, Japan

The purpose of this paper is to report radiocarbon (¹⁴C) ages for charred carbonaceous residue on the surface of deep bowls in the Middle Jomon, which were found during the excavation in 1995 at Kitaduka site, Kanazawa City, Ishikawa Prefecture (Table 2, Figure 1). Solid-carbon and Humic-acid ingredients were separated by using NaOH solutions from charred deposits, most likely the food residue of Jomon people, collected from the surface of four pottery fragments. ¹⁴C ages have been measured by using a Tandetron accelerator mass spectrometer at Dating and Materials Research Center, Nagoya University.

¹⁴C ages extend from 4,840 ± 90 to 4,040 ± 90 y.B.P. (Table 3). A possibility of the existence of the latter humic-acid component was shown for one charred-deposit sample from pottery fragments; the ¹⁴C age of humic-acid was younger by 390 years than that of solid-carbon for sample IKD01. ¹⁴C ages for four pottery fragments were consistent with chronological results obtained by typological studies of the fragments.