

ベルリン・アジア美術館所蔵のキジル将来壁画の放射性炭素年代
Radiocarbon Dating of the Kizil Mural Paintings collected in Museum für Asiatische Kunst, Berlin

中川原育子^{1*}・谷口陽子²・佐藤一郎³・中村俊夫⁴
Ikuko NAKAGAWARA¹, Yoko TANIGUCHI², Ichiro SATO³, Toshio NAKAMURA⁴

^{1*}名古屋大学文学研究科 (Graduate School of Letters, Nagoya University) ・²筑波大学 (University of Tsukuba) ・³東京藝術大学 (Tokyo University of the Arts) ・⁴名古屋大学年代測定総合研究センター (Center for Chronological Research, Nagoya University)

* Correspondence to: Ikuko NAKAGAWARA; E-mail: nakagawara@lit.nagoya-u.ac.jp

Abstract

The Kizil Grottoes, the largest Buddhist monastery complex in the Xinjian region of China, is decorated with wall paintings—the chronological dates of which are still under debate. This study aims to give some clarification regarding the chronological dates using AMS-¹⁴C dating of chaff tempers taken from the earthen renders of the wall paintings. ¹⁴C studies previously carried out by Chinese and German researchers had resulted in divergent dates often extending back hundreds of years earlier than hypothesized within the chronology of art history, which has created confusion. Six samples from six wall painting fragments (Caves 8 [III8425], 38 [III8700], 171[III8793, III8891], 207[III9148b(d)], and 224[III8865(a)]) held in collections at the Museum für Asiatische Kunst in Berlin were taken and analysed with ¹⁴C-AMS at the Center of Chronological Research at Nagoya University in Japan. As reference, nine dating results analysed between 1995 and 1998 at Nagoya University were also shown in the list.

Dates were obtained for only three out of the six samples: cal AD 128-216 [Cave 8], cal AD 255-306 and cal AD 312-34 [Cave 171], and 90-70 cal BC [Cave 224]; most of these extended back earlier than reference ¹⁴C data from the Chinese and German studies and far earlier than dates suggested by the timeline of art history. Even the Chinese and German reference dates derived in the past from ¹⁴C analysis often show varied dates occurring earlier than those represented in art history. This may indicate that old chaff was used in renders for the Kizil wall paintings probably as a form of re-use of old mud bricks, or that the chronology of art history must be drastically reconsidered, both of which would require further AMS-¹⁴C dating studies with careful and comprehensive sampling from well-documented contexts.

Keywords: AMS-¹⁴C dating; Kizil grottoes; Wall Paintings; chaff temper; Museum für Asiatische Kunst

1. はじめに

新疆ウイグル自治区のクチャの郊外にあるキジル石窟群は、かつて古代亀茲国と呼ばれた都市国家の重要な仏教寺院遺跡のひとつである。亀茲国はシルクロードの要衝にあり、宗教的、文化的にも東西交流史上重要な役割を演じてきた。石窟総数は 236 窟、少なくともそのうち約 80 余りの石窟は壁画と塑像によって荘厳されていた。

本研究は、いまだ明確な造営年代の定まらないキジル石窟に対して、壁画の下塗り層に含まれる藁スサの AMS-¹⁴C 年代測定の結果から、壁画が制作された年代を明らかにし、そこから石窟の造営年代の解明を目指すものである。

近年、名古屋大学年代測定総合研究センターを中心に、中央アジア、南アジアの壁画に関する AMS-¹⁴C 年代の測定事例が増えている。たとえば、敦煌莫高窟（中国）、バーミヤーン（アフガニスタン）、アジャンター（インド）等の壁画の下塗りから、木片や藁スササンプルを用いた年代測定を行った成果が蓄積されている。バーミヤーン大仏や壁画の事例では、4 世紀～9 世紀にかけて開鑿された数十の石窟を総合的に編年する上で貴重なデータが得られているだけでなく（独立行政法人文化財研究所国際文化財保存修復協力センター他 2006）、最も年代が新しいと考えられてきた中国の美術史的要素を持つ M 窟の壁画がバーミヤーン開鑿初期である 5 世紀に遡ることが明らかとなっており、インド北部に登場した仏教が、サーサーン朝の北魏への朝貢と関連してアフガニスタン経由で中国にもたらされたのではなく、逆に中国西域経由で中央アジアへ移入してきた可能性を指摘する非常に重要な成果へとつながっている（岩井 2007; 2008）。石窟形式と開鑿年代についても年代測定から詳細な成果が得られており、バーミヤーンにおいては、平面が正方形のドーム天井、平天井の石窟形式から、平面が円形の石窟へ、そして平面が長方形のヴォールト天井や平天井の大型の石窟へと展開していったことが明らかにされた（山内 責任編集 2011）。

また、敦煌莫高窟初期窟 4 窟の壁画や塑像から得られた藁スサによって、初期窟群の年代が明らかにされた。なかでも、大統 4 年（538 年）、5 年（539 年）の造窟発願の紀年名を有する第 285 窟から得られた試料は、その年代と極めて整合性の高い結果を示した。文字資料と自然科学的な分析手法の両方から、石窟の開鑿年代を確認することができ、この分析手法の有効性が改めて確認された事例である（Guo, *et al.* 2010）。

インドで発生した仏教がいつ頃どのように東の中国へ広がっていったのか明らかにするためには、キジル石窟の造営年代を知ることが極めて重要である。しかし、キジル研究において、年代の問題は研究の土台となるものでありながら、石窟の開鑿や壁画の制作に関わる銘文や文献記録が殆ど見出されないことから、長らく不明確なままであり、美術史学、文献学によるさまざまな編年案が議論されてきた。そのため、中国やドイツの研究者らによって放射性炭素年代を用いた研究が早くから試みられてきたが、従来の編年案と比較して、放射性炭素年代の値が数百年も古く得られる場合があることから、年代に関する決着はいまだにみられていない。主な分析は、中国・北京大学（宿白 1983）、中国社会科学院考古研究所、文物保護科学研究所炭素十四実験室によるキジル石窟現地の試料を対象とした分析と、ドイツ・ラトゲン研究所およびライプニッツ研究所によるアジ

ア美術館（ベルリン）所蔵のキジル壁画片の下塗り層から採取された藁スサを対象とした分析である（Yaldiz 2000; 2004 unpubl.; 2010）。2010年になってようやく、2000年に行われたドイツによる測定結果に基づいた報告が刊行されたが、分析のデータは開示されておらず、解釈に関して不透明な部分が多い。

そこで、アジア美術館所蔵のキジル壁画片を対象に、再度、放射性年代を検討することを目的として測定を行うこととした。これらの壁画片は、20世紀初頭（1906-07年、1913-14年）にル・コックらによる中央アジア探検隊により切り取られ、ドイツに将来したものである。

日本・ドイツの共同研究の枠組みの中で、アジア美術館、ラトゲン研究所、東京藝術大学、名古屋大学、筑波大学のメンバーにより、2011年3月に共同調査を行い、顔料の化学分析、高精細デジタル撮影等の記録作業を行った。そのうち、最も重要と思われる壁画6点を選択し、試料を採取した。持ち帰った試料を用いて、名古屋大学年代測定総合研究センターにて測定を行った。

2. 試料

第8窟（III8425）、第38窟（III8700）、第171窟（III8793, III8891）、第207窟（III9148b(d)）、224窟（III8865(a)）の壁画片から各1箇所ずつ、6点の藁スサ試料を採取した。サンプリングは、アジア美術館の修復専門家が行った。採取した試料は、将来的に得られた結果を相互に比較検討するため、2分割してドイツと日本においてそれぞれ測定を行うこととした。

現在アジア美術館では展示物の軽量化のために壁画と下塗り層を除去し、再マウントする作業を行っている。第8窟（III8425）については、すでに除去された下塗り層から採取したものである。

試料量はなるべく多いほうが望ましいが、今回分析対象とした壁画片は、修復の際に欠損部の充填処置が行われているうえに美術館の展示物としてマウントされているため、下塗り層が露出している個所が限られており、サンプリング可能な藁スサが極めて少ない状態であった。

3. 分析

今回行った年代測定は、過去に石窟から剥ぎ取られた壁画の下塗り層から採取された藁スサを試料としたものである。練り土層や彩色層は比較的脆弱であるため、アジア美術館において、過去に合成樹脂（Capaplex®やKlusel®）による強化処理が複数回行われている。それぞれ、ポリ酢酸ビニル（PVAc）、ヒドロキシプロピルセルロース（HPC）である。当然、練り土とともに含まれている藁スサにも、合成樹脂が含まれている可能性が高い。そのため、アセトンを用いて試料の超音波洗浄を行った。その後、有機態や無機態の炭素化合物からなる不純物を除去するための化学処理を行った（Nakamura et al 2000; 2004, 中村 2001; 2006）。1.2N 塩酸（70°C; 1週間）で塩酸溶液を交換して2度、0.2N 水酸化ナトリウム水溶液（常温; 2週間）、再度1.2N 塩酸（70°C; 1週間）を用いて不純物を溶解除去した後、蒸留水による洗浄を行った。乾燥後、酸化銅とともに900°Cで燃焼し、二酸化炭素に変えた。この二酸化炭素を真空ライン中で精製した後、鉄粉末を触媒として水素で還元することでグラファイトを得た。



Figure 1. Wall painting fragments from Kizil Cave 8 [III8425]

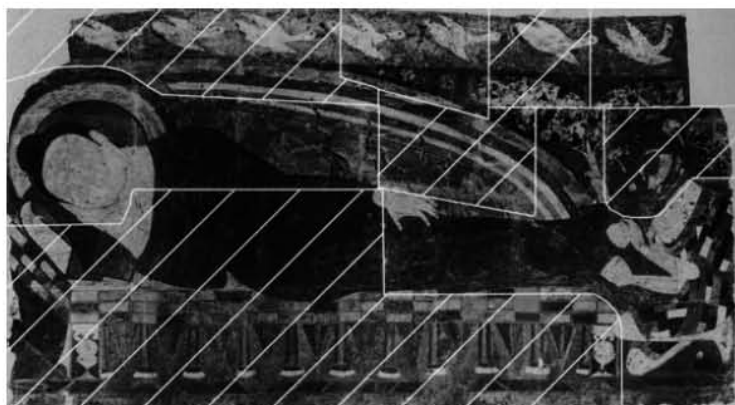


Figure 2. Wall painting fragments from Kizil Cave 171 [III8891]
(non-diagonal areas have been lost)



Figure 3. Wall painting fragment from Kizil Cave 224 [III8865(a)]

^{14}C 年代測定はHVEE社製タンデトロン加速器質量分析計 (Model4130-AMS) で行い、試料の ^{14}C を算出した (Nakamura *et al* 2000; 2004、中村 2001; 2006)。 ^{14}C 濃度の比較測定のための標準試料にはシュウ酸 (NIST-HOxII) を使用した (Nakamura *et al* 2000; 2004、中村 2001; 2006)。次に、暦年較正プログラム OxCal4.1.7 (Ramsey 2009) を用いて、試料の ^{14}C 年代値と較正曲線 IntCal09 (Reimer *et al.* 2009) とのフィッティングを行うことで、藁スサの暦年代を求めた。誤差は1標準偏差 ($\pm 1\sigma$) を示した。

4. 結果

炭素回収量が 0.6mg 以下と少なかったため、6 点中 3 点は二酸化炭素のまま残してある。近い将来、測定を行う予定である。データが得られた第 8 窟 (III8425) (fig.1)、第 171 窟 (III8891) (fig.2)、第 224 窟 (III8865(a)) (fig.3) の ^{14}C 年代測定結果を table.1 およびそのプロットを fig.4 に示す。

今回得られた年代値 (a) と比較するために、過去に名古屋大学の調査によってキジル石窟から

Table 1. AMS-¹⁴C dates of chaff/organic tempers in earthen renders of Kizil wall paintings, past ¹⁴C data by China and Germany with art historical chronologies

	Cave	¹⁴ C age (BP)	¹³ C _{POB} (‰)	calibrated age (±1σ range)	Yr Analysed	Lab No.	過去の ¹⁴ C分析値			様式から見た年代	
							Mus. Asian Art	北京大学考古学研究室 (<i>In-situ</i> sample)	中国社会科学院 (<i>In-situ</i> sample)	Waldschmidt	中川原
Mus. Asian Art	008	1851±30	-23.8	cal AD 128-216 (68.2%)	2011	NUTA2-17603	430-535	545±75, 685±65	cal AD 532-670	600-650	6-7世紀
	a. 171	1732±24	-23.5	cal AD 255-306 (44.0%) cal AD 312-342 (24.2%)	2011	NUTA2-17601	400-435	<i>395±65</i> , 465±65	cal AD 344-535		6世紀
	224	2042±24	-23.3	90-70 cal BC (15.1%) 60 cal BC - cal AD 2 (53.1%)	2011	NUTA2-17602	431-598		cal AD 392-542	600-650	6世紀
b.	013	1450±60	-7.91	cal AD 563-650 (68.2%)	1995	NUTA-4131		310±80, 350±60		600年頃	6世紀
	067	1450±70	-23.38	cal AD 547-654 (68.2%)	1995	NUTA-4132	431-599			600年頃	5世紀中頃-6世紀
	076	1890±90		cal AD 24-234 cal (68.2%)	1995	NUTA-4133				500年頃	5世紀
In-situ: Kizil grottoes	077	1563±37	-27.1	cal AD 434-494 (44.1%) cal AD 504-541 (24.1%)	1997	NUTA-4722	388-432	395±65, 465±65	<i>92 cal BC - cal AD 132, cal AD 173-405</i>	500年頃	5世紀
	092-2	1849±170	-22.9	36-30 cal BC (0.7%) 20-12 cal BC (1.0%) 1 cal BC-cal AD 383 (66.4%)	1998			395±65, 465±65			4-5世紀
	c. 092-3	1464±57	-23.7	cal AD 555-645 (68.2%)	1998						4-5世紀
	205-1a	1445±122	-24.1	cal AD 433-495 (13.8%) cal AD 504-680 (54.4%)	1998					600-650	6世紀
	205-1b	1380±112	-22.8	cal AD 552-773 (68.2%)	1998					600-650	6世紀
	205-2	1256±153	-26.5	cal AD 648-899 (62.3%) cal AD 918-950 (5.9%)	1998					600-650	6世紀

Italic: wood sample

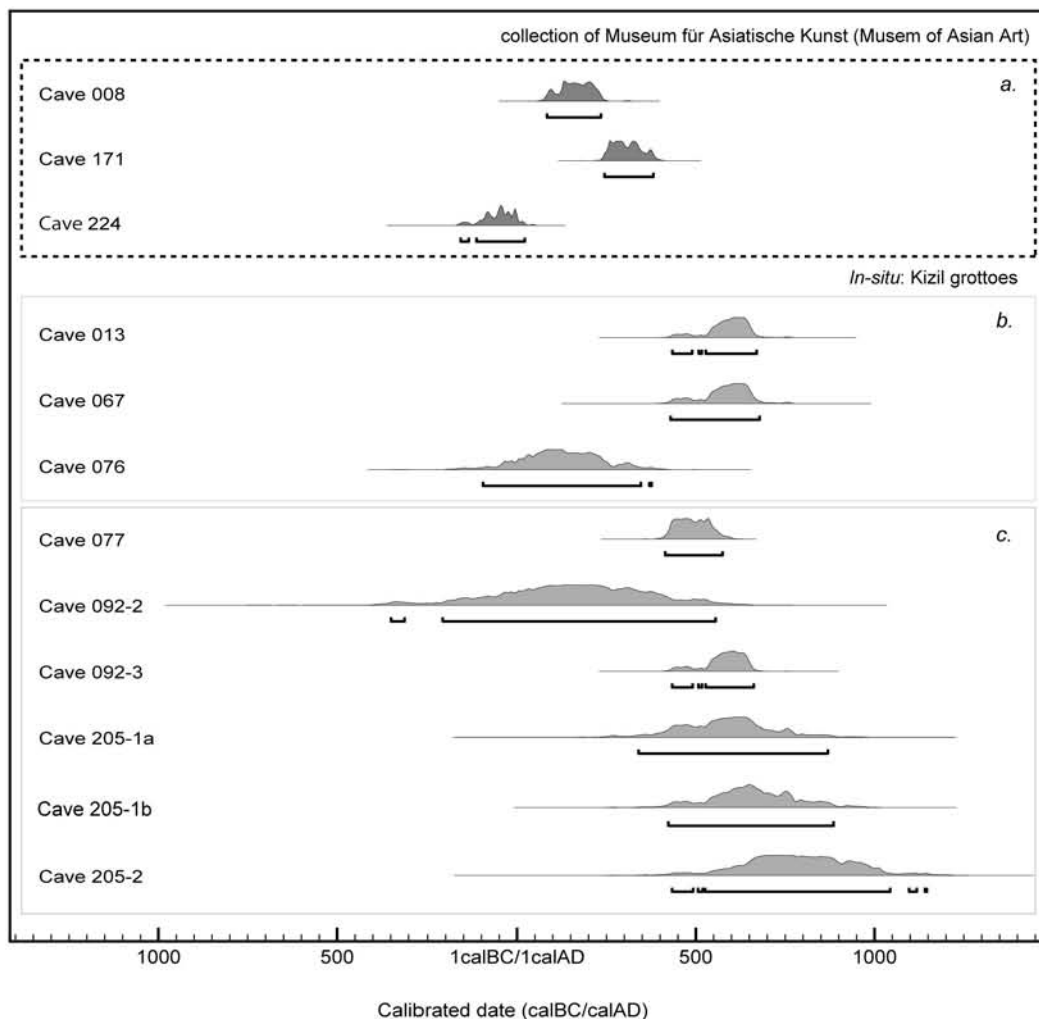


Figure 4. Calibrated plots of chaff/organic tempers in the renders of wall paintings from Kizil grottoes

採取した試料の測定結果 (b, c) も合わせて示した。b は 1995 年 1 月に中村俊夫が測定、c は 1997 年 10 月、1998 年 2 月に中川原育子・池田晃子が測定している。b および c の測定は、名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデム加速器質量分析計 1 号機 (General Ionex Corporation(GIC) 社製) を用いたものである。

今回の測定結果 (a) では、 $\pm 1\sigma$ において、第 8 窟で cal AD128~216 年、第 171 窟で cal AD255~306 年および cal AD 312~342 年、第 224 窟で 90~70 cal BC および 60 cal BC~cal AD 2 年の較正年代値が得られた。中国、ドイツで測定された放射性炭素年代の結果と比較すると、第 8 窟は 6 世紀~7 世紀、第 171 窟は 4 世紀~6 世紀、第 224 窟は 3 世紀~6 世紀であり、今回測定した 3 点すべてについて、中国、ドイツの測定結果に比べて数百年古い年代を示す結果となった。とくに、第 224 窟の年代は紀元前にまで遡り、従来の年代観と大きな齟齬が生じた。

ちなみに、美術史における編年 (Waldschmidt, 中川原) と比較すると、第 8 窟、第 171 窟、第 224 窟は概ね 6 世紀もしくは 6~7 世紀に帰属するものと考えられており、今回得られた放射性炭素年代とは大きく異なる。壁画や石窟の様式だけでなく、仏教そのものの成立年代から考えても、第 224

窟の壁画が 90~70 cal BC および 60 cal BC~cal AD 2 年に帰属するとは考えられないため、今回の測定に何らかの年代が古く現れる理由があると考えられる。

次に、過去に名古屋大学が現地キジル石窟から採取した試料の測定結果を見てみたい。第 76 窟第 92 窟 2、第 205 窟 1a, 1b, 2 の誤差が大きいのは、グラファイト化の調製が不十分であったことに起因するものと考えられる。第 205 窟 1a, 1b については、両方とも第 205 窟右壁壁画下塗り層から採取した同一の藁スサをサンプルとしたもので、CO₂抽出後に二分割してそれぞれ測定したものであり、得られた較正值をみてもそれほど大きな齟齬は見られない。第 92 窟 1,2 については、両方とも正壁壁画下塗り層から採取した別の藁スサを測定したものであるが、得られた年代の値は大きく異なっている。比較的誤差が小さいデータを見てみると、第 77 窟が 5~6 世紀、第 13 窟、第 67 窟、第 92 窟 3 が 6~7 世紀の年代を示している。これらは美術史による編年と調和した結果であるが、中国とドイツによる放射性炭素年代分析が行われている第 77 窟の場合については、両者ともにより古い年代値を得ており、名古屋大学による測定結果とは異なっている。

今回の 3 点の測定結果と、以前測定された 9 点の測定結果に加え、中国、ドイツで測定された結果を見てみると、中には較正年代が従来の編年と調和的な場合もみられるものの、いずれも試料によっては数百年古い値が得られたり、同一の壁画の下塗りから得られた試料であっても異なる年代を示したりするケースが認められた。

次に、試料に含まれる炭素の安定同位体比をみてみたい (table.1)。第 13 窟の正壁仏龕の塑壁の練り土から採取したスサ状の植物繊維に含まれる $\delta^{13}\text{C}$ は -7.91‰ を示したが、残りの試料に含まれる $\delta^{13}\text{C}$ はすべて -22.8~-27.1‰ の範囲であった。麦などの草本類は基本的に C3 植物 ($\delta^{13}\text{C}$: -30‰~-25‰ 程度) であるため、試料は麦由来の藁スサであろうと考えられる。一方で、第 13 窟の試料は C4 植物由来の植物繊維と考えられるが (-15‰~-10‰ 程度)、具体的に何の植物が下塗り層の混和材として使用されたのか不明である。立体物を塑形する塑壁の練り土に混和する植物繊維と壁画の下塗り層に用いるそれとは異なっている可能性もある。今後、植物繊維そのものの同定を行うとともに、試料数を増やして検討する必要がある。

5. 考察

従来の中央アジアの壁画下塗り層に含まれる藁スサを用いた年代測定と比較して、キジル壁画に含まれる藁スサ等の植物繊維を用いた放射性年代測定では、年代値に大きなばらつきがみられるだけでなく、場合によっては美術史、考古学の編年よりも数百年古く遡る値が得られる場合があることが確認された。

これは、今回の測定に限ったものではなく、中国、ドイツによる放射性炭素年代測定にも同様の傾向がみられる可能性がある。この不確実性が、キジル研究において美術史や文化史のなかで放射性炭素年代測定の結果を素直に採用してこなかった原因ともなっている。しかしながら、今まで名古屋大学年代測定総合研究センターにおいて同じ手法を用いて測定を行ったバーミヤーンや敦煌莫高窟壁画の事例では、このように年代が古く得られるような傾向は全く見られない。つまり、キ

キジル石窟の壁画に限って言えば、壁画の下塗り層に含まれる藁スサが、壁画の年代を代表しない可能性がある稀有な事例として注目に値する。

ここで、その原因について考察してみたい。

想定される要因は、1. 美術館所蔵の資料がなんらかの改変によるコンタミネーションを受けている、2. 壁画が描かれた時期より数百年古い藁スサを材料として使用している、3. 古い下塗り層の上に、後世壁画を描いている、4. 壁画の年代が実際に古い可能性がある、といったものが挙げられるだろう。

1. について、彩色の直下から試料を採取しているので、基本的に別の藁スサが混じり込んでいるとは考えにくい。しかし、20世紀初頭に現地の石窟から切り取られて以降、どのような保存処置が行われてきたのか正確にはわからない。コンタミネーションの可能性を除外するためには、キジル石窟現地から、直接試料を採取することが必要であろう。

2. について考えてみると、基本的に、中央アジアの壁画の年代は、描かれた年代が下塗り層に含まれる藁スサの年代によって代表されうると考えられる。下塗り層に混和する藁の原料となる麦は一年性の植物であり、現在の中央アジアや西アジアにおける民族例においても、練り土を作る場合には、新鮮な藁スサを土に混ぜるので、下塗り層が塗られた時期とスサ用の藁の得られた時期は、極めて近い時期であったであろうと考えることができるためである（谷口 2006）。しかし、キジルにおいては、従来の中央アジアの壁画の事例とは異なり、何かしらの古い藁スサを練り土に混ぜ込む、あるいは、古い泥レンガを再利用して下塗り層を作るといった手法を採用していたのかもしれない。このことについては、一つの石窟の複数の壁面、下塗り層上層、下層から多数の試料を採取して、包括的に検討することにより、確認できると思われる。

3. について考えてみると、ローマやビザンツのフレスコ壁画や、敦煌莫高窟 263 窟南壁の例（敦煌研究院編 2003）のように、古い壁画の上に新たに壁画を描く場合もある（谷口 2006）。その際には、古い壁画の表面に傷をつけて新たな壁を塗り重ねるため、明らかに塗り重ねの事実が判別可能である。そのため、今回測定したキジル壁画片についてはこの可能性を除外することができる。

4. について考えてみると、キジルにおいて仏教寺院、壁画の登場が紀元前後まで遡るとは考えにくいだが、ドイツの古典的な様式編年の枠組の延長線上で壁画様式をとらえるやり方から一端離れて、色彩、形、線、モチーフの比較といった美術史の基本に立ち返って現地の壁画そのものに向き合い見直した時、従来の編年案よりも早い時期にある壁画の存在を認める結果が導きだされる可能性がある。これは、材質や技法、構造等の成果とも合わせ総合的に検討すべきことと思われる。今後、より詳細かつ包括的なサンプリングを行いキジル石窟、壁画の年代を検討することによって、将来明らかにされてくるものと考えられる。

今回の結果はわずか3試料のみの測定から得られた値であり、キジルの年代全体について、何がしかの統一した見解を打ち出すということは当然不可能である。今回測定した試料にはいわゆる「第1様式」の壁画資料が含まれていないが、研究の進展によっては、既存の学説である「第1様式」が「第2様式」より古いというパラダイム自体を再検討する必要があるだろう。

藁スサそのものの測定結果を得ようとするならば、できるだけ状態のよいしっかりした藁スサを採取することが望まれるし、壁画の重層構造に留意して採取することが肝要と考える。今後の課題である。

キジル壁画の年代の問題を明らかにするためには、他のシルクロード沿線の遺跡を対象として、さまざまな壁画の年代データと比較し、広域的な壁画制作技術や仏教の流れというコンテキストのなかで検討する必要がある。

〔付記〕本稿は、平成 21 年度文部科学省科学研究費補助金（海外学術 基盤研究（B））〔課題番号 21401017 シルクロード・キジル壁画の材料・技法の研究（研究代表者：佐藤一郎）〕による成果の一部である。

参考文献

Bronk Ramsey, C., (2009), Dealing with outliers and offsets in radiocarbon dating, *Radiocarbon*, **51(3)**, 1023-1045.

Guo Q., Takabayashi, H., Nakamura, T., Chen G., Okada, K., Su B., Nishimoto, H., (2010), Radiocarbon chronology for early caves of Mogao Grottoes at Dunhuang, China, *Proceedings of the 20th International Radiocarbon Conference*, edited by A J T Jull, *Radiocarbon*, **52(2-3)**, 500-510.

Nakamura, T., Niu, E., Oda, H., Ikeda, A., Minami, M., Takahashi, H., Adachi, M., Pals, L., Gott dang, A., and Sua, N., (2000), The HVEE Tandetron AMS system at Nagoya University, *Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res.*, **B172**, 52-57.

Nakamura, T., Niu, E., Oda, H., Ikeda, A., Minami, M., Ohta, T., and Oda, T., (2004), High precision ¹⁴C measurement with the HVEE Tandetron AMS system at Nagoya University, *Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res.*, **B223-224**, 124-129.

Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C.E. (2009) INTCAL 09 and MARINE09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years Cal BP. *Radiocarbon*, **51 (4)**. 1111-1150.

Waldschmidt, E., (1933), Über den Stil der Wandgemälde, *Die Buddhistische Spätantike in Mittelasien VII: Neue Buldwerke III*, Berlin, 24-31.

Yaldiz, M., (2000), *Magische Gotterwelten, Werke aus dem Museum für Indische Kunst, Berlin, Potsdam : UNZE-Verl.- und Dr.-Ges.*

Yaldiz, M., (unpubl.), The Chronology of the Earliest Caves in the Kucha Region, Xinjiang. Beijing Forum Organizing Committee (2004), *Cultural Intercourse of Ancient East Asia, Collection of Papers and Abstracts on Archaeology.*

Yaldiz, M., (2010), Evaluation of chronology of the murals in Kizil, Kucha Oasis, In *From Turfan to Ajanta: Festschrift for Dieter Schlingloff on the Occasion of his Eightieth Birthday*, vol. II. eds. Franco, E. and Zin, M., Lumbini International Research Institute, 1029-1043.

岩井俊平 (2007) 「中央アジアの壁画の放射性炭素年代と美術史編年の比較」『シルクロードの壁画 東西文化の交流を探る』(独)文化財研究所 東京文化財研究所 文化遺産国際協力センター編), 95-104, 言叢社.

岩井俊平 (2008) 「バーミヤーン初期窟壁画の源流」『西南アジア研究』68, 63-81.

宿白 (1983) 「キジル石窟の形式区分とその年代」『中国石窟キジル石窟 1』162-178, 平凡社.

晁華山 (1985) 「20世紀初頭のドイツ隊によるキジル石窟調査とその後の研究」『中国石窟キジル石窟 3』241-261, 平凡社.

新疆龜茲石窟研究所 (編) (2000) 『克孜尔石窟内容総録』付録4 「克孜尔石窟 ^{14}C 測定数拠一覧表」、新疆美術攝影出版社.

谷口陽子 (2006) 「壁画の製作年代と下塗り層に含まれる藁スサについて」『バーミヤーン仏教壁画の編年—放射性炭素による年代測定—』(アフガニスタン文化遺産調査資料集 第2巻) (独)文化財研究所国際保存修復協力センター/名古屋大学名古屋大学博物館編), 29-31, 明石書店.

敦煌研究院編 (2003) 『敦煌 石窟全集 22 (石窟建築巻)』商務印書館.

中村俊夫 (2001) 「放射性炭素年代測定法とその高精度化」『第四紀研究』40 (6), 445-459.

中村俊夫 (2006) 「第 4 章 バーミヤーン遺跡の仏教壁画に関連するスサおよび木材の AMS による放射性炭素年代測定」『バーミヤーン仏教壁画の編年—放射性炭素による年代測定—』(アフガニスタン文化遺産調査資料集 第 2 巻) ((独) 文化財研究所国際保存修復協力センター/名古屋大学名古屋大学博物館編), 117-129, 明石書店.

山内和也 (責任編集) (2011) 『バーミヤーン仏教石窟の建築構造およびその意匠と技法』(アフガニスタン文化遺産調査資料集 第 5 巻), ((独) 国立文化財機構 東京文化財研究所、文化遺産国際協力センター、奈良文化財研究所/アフガニスタン情報文化省/株式会社パスコ) 明石書店.