

法隆寺所蔵古材調査 3

— 金堂古材の塗装分析調査 —

1 はじめに

奈良文化財研究所では、法隆寺が所蔵する古材の調査を2009年度よりおこなっている。2012年度は引き続き金堂の古材を中心に調査をおこなった。古材に残る塗装については2010年度に金堂支輪板の調査をおこなっている(『紀要2011』)。本稿では、支輪板以外の塗装が残存する金堂古材から抽出した23点に対して、2012年度に実施した分析調査の結果を報告する。

分析対象は塗装の色を中心に、部材の種類ならびに部材の年代を勘案して抽出した。赤色は部材の見えがかり全体を同一色で塗装したものとみられ、斗や雲肘木、妻飾、勾欄の部材を分析対象とした。白色の塗装は壁付きの部材あるいは板壁に残存しており、軒桁や裳階腰板などを分析対象とした。黒色の塗装は裳階の屋根部材に残存しており、屋根板と屋根椽を分析対象とした。黄色の塗装は部材木口にみられ、化粧垂木と裏甲を分析対象とした。また、緑色、黒色など多色の塗装が残存している裳階上支柱飾獣形彫刻(図105)も分析対象とした。部材の年代は金堂創建当初から近世におよぶ(表19)。また、修理工事の際の再塗装などの要因があり、部材の年代と塗装の年代は必ずしも一致しない。

2 分析試料と調査手法

今回の調査は非破壊での色料分析を目的としているため、可搬型の蛍光X線元素分析(XRF)装置と可視分光分析(VIS)装置を使用した。蛍光X線装置は部材の形状によって異なる装置で分析をおこなった。

蛍光X線元素分析 蛍光X線元素分析装置はアワーズテック株式会社製OURSTEX100FSならびにThermo社製NITON Xlt500を用いた。前者の分析条件は、管電圧および管電流をそれぞれ40kVおよび0.5mA、測定時間を100秒とした。後者では、管電圧および管電流をそれぞれ40kVおよび0.1mA、測定時間50秒とした。両者とも管球はバラジウムをターゲットとするものである。

可視分光分析 可視分光分析には日本分光社製MV-2000を用いた。分析条件は、測定波長400~968nm、露光

時間0.5msec、積算回数120回とした。

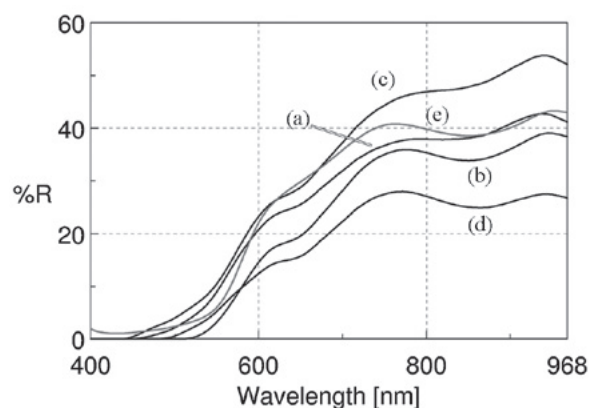
3 結果と考察

赤色部 赤色色料の中で、酸化鉄系赤色顔料については赤土、ベンガラ、丹土など様々な名称と種類が存在する。今回の非破壊調査ではこれらを区別することは困難であるため、すべて酸化鉄系赤色顔料と表記することにする。

XRFの結果、各部材赤色部の中で整理番号347-2、1821-1、1821-2および1822-2の3点において鉛(Pb)がもっとも特徴的に検出されたのに対し、これらの部材以外の赤色部からは鉄(Fe)がもっとも強く検出された。

図104に鉄(Fe)が特徴的に検出された整理番号107、111、115および134の可視分光スペクトルと参考資料として市販の赤土顔料の可視分光スペクトルを示す。これらの赤色部の可視分光スペクトルすべてにおいて、620nmに変曲点が認められた。整理番号111および134の赤色部はブロードではあるものの上に凸型の強い反射を示すピークが765nm~770nmと940nmに認められた。これはベンガラや赤土といった酸化鉄系赤色顔料に特徴的なパターンである。一方、整理番号107および115の赤色部の可視分光スペクトルは整理番号111および134のものに近い傾向を示したが、850nm付近の反射が大きくなる傾向があることから、同じ酸化鉄系赤色顔料でも異なる材料である可能性も考えられる。

赤色部の中で整理番号107および115のスペクトルと同じスペクトルパターンを示した部材は、整理番号126、269、247、1714および1927である。他方、整理番号111および134のスペクトルと同じスペクトルパターンを示したものは整理番号092、126、143および1821である。



(a) 107, (b) 111, (c) 115, (d) 134, (e) 市販赤土

図104 赤色部の分光スペクトル

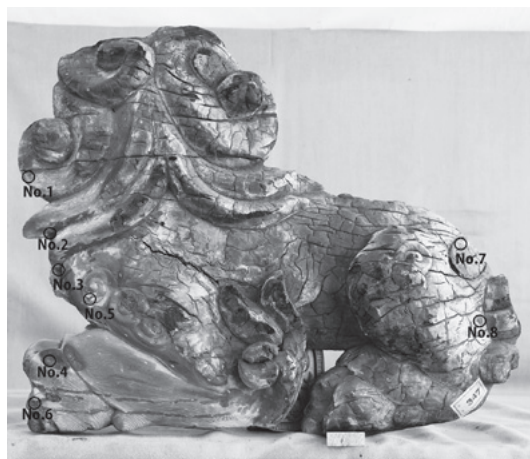


図105 裳階上支柱飾獣形彫刻 (347)
(奈良県教育委員会撮影)

整理番号126では、場所により異なる結果が得られた。

顕微鏡観察の結果から、整理番号225では表面に近い赤色層に白色粒子が混在していることがあきらかとなった。また、この部材の表面層が剥離した部分には褐色の色料が認められた。XRFの結果から、赤色表面層からは主として鉄 (Fe) と鉛 (Pb) が、剥離により表出した褐色部では鉄 (Fe) が検出されている。

また整理番号134の表面褐色部の下層には、丹色を示す部位が見られ、この部分のXRFでは、鉛 (Pb) が検出されており、鉛丹を使用している可能性がある。

黄色部 酸化鉄系黄色材料については一般には黄土が使用されることが多い。整理番号1714、1769の黄色に関しては、XRFの結果、主として鉄 (Fe) が検出された。VISの結果、標準試料の黄土と全体的なスペクトルパターンが酷似していることからこれらの色料は黄土と判断した。

裳階上支柱飾獣形彫刻 (347) 彩色部 (図105) この部材の347-1は白色を呈しており、全体的に細長い筋状の線が見られる。347-2は灰色の上にわずかに残った赤色色料、347-3および347-4は白色から緑色色料、347-5および347-6は灰色から黒色の膜である。347-7および347-8は灰色の膜の上に白色、緑色の色料がわずかに認められた部分である。分析ではこれらの色料を個別に分析することは困難であるため、測定結果はこの部分に含まれる全色料に関する結果を示すものである。白色色料については鉛系白色色料として鉛白が、カルシウム系白色色料として胡粉が日本画の材料として一般に多用されている。分光分析では白色色料の調査が難しいことか

ら蛍光X線のデータから白色色料の推定をおこなった。347-1 および5については、鉛 (Pb) が特に強く検出されており、鉛白の使用が考えられる。347-2の白緑色上の赤色部分を測定した結果、主として鉛 (Pb) が検出された。これは赤色の下の白緑色部の影響が強いと思われる。色料は不明である。347-3および4は顕微鏡観察の結果から、白緑色の色料を使用していることがあきらかとなった。白緑色部分のXRF測定では、主として銅 (Cu) と鉛 (Pb) が検出され、銅を主成分とする岩緑青と鉛を主成分とする鉛白を使用した可能性がある。一方で、VISでは580nm～585nmを中心波長とした上に凸型のブロードな反射が認められた。岩緑青の反射スペクトルは520nmが中心波長であり、分析箇所の分光スペクトルの中心波長は岩緑青とは大きくずれている (図106)。

4 まとめ

以上、法隆寺の各部材における色料の調査をまとめると、赤色は酸化鉄系赤色顔料と鉛丹の使用が考えられる。特に酸化鉄系赤色顔料は、765nm～770nmの上に凸型のピーク強度が強く検出される部位と、このピーク強度が非常に低いものと2種類存在することがあきらかとなった。これらは同じ酸化鉄系赤色顔料でも異なる材料の可能性が考えられる。また整理番号134は表面の酸化鉄系赤色顔料の下に橙色の部位があり、これは鉛丹と推定された。

整理番号1714および1769の黄色に関しては鉄が顕著に検出されたこと、分光スペクトルが黄土に酷似している

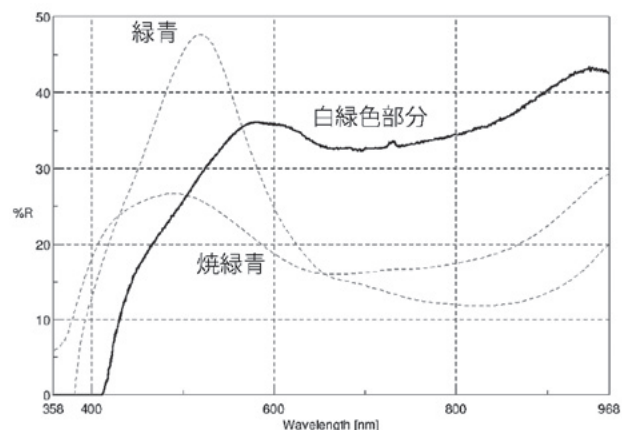


図106 裳階上支柱飾獣形彫刻 (347) の白緑色部の分光スペクトル

表19 法隆寺金堂古材の塗装材料の蛍光X線分析

番号	部材名称	年代	測定点	色調	検出元素	推定色料
092	初重出桁下雲肘木	当初	1	赤	Fe Si S K Ca Ti Mn (Al) (Cu) (Zn) (Sr)	酸化鉄系赤色顔料
107	上重出桁下雲肘木	室町	1	赤	Fe Si S K Ca Ti Mn (Al) (Cu) (Zn) (Sr)	酸化鉄系赤色顔料
111	初重尾垂木上巻斗	当初	1	赤	Fe Si S K Ca Mn Cu (Al) (Ti) (Zn)	酸化鉄系赤色顔料
115	初重尾垂木上巻斗	当初	1	赤 (一部白)	Fe Si S K Mn Cu (Al) (Ca) (Ti) (Zn)	酸化鉄系赤色顔料
126	妻飾大斗	慶長	1	赤	Fe K Ca Ti Pb	酸化鉄系赤色顔料
			2	赤	Fe K Ni Pb	酸化鉄系赤色顔料
134	妻飾実肘木	慶長	1	赤	Fe Pb Si (Ca) (Ti) (Cu)	酸化鉄系赤色顔料 +鉛丹または鉛白
143(1)	妻飾花肘木	慶長	1	赤	Fe Si S K Ca (Al) (Ti) (Mn)	酸化鉄系赤色顔料
		慶長	2	白	Fe Si S K Ca Ti (Al) (Mn) (Cu)	不明
209	裳階小斗	当初	1	赤	Fe Pb Si S K (Ca) (Ti) (Cu)	酸化鉄系赤色顔料+鉛丹?
225	裳階小斗	当初	1	淡赤	Fe Pb Si S K (Ca) (Ti) (Cu)	酸化鉄系赤色顔料+鉛丹?
			2	赤 (1の下層)	Fe Si S K Ca (Al) (P) (Ti) (Mn) (Pb)	酸化鉄系赤色顔料
237	上重隅尾極鼻 菊斗部延斗	慶長	1	赤	Fe Si S (Al) (K) (Ca) (Ti) (Mn) (Cu) (Pb)	不明
247	勾欄割束上巻斗	慶長	1	淡赤	Fe Pb Si S K (Ca) (Ti) (Cu)	酸化鉄系赤色顔料+鉛丹?
			2	赤	Fe Si S K Cu Pb (Al) (P) (Ca) (Ti) (Mn)	不明
			3	赤	Fe Si S K Cu Pb (Al) (P) (Ca) (Ti) (Mn)	不明
295	裳階腰板	慶長	1	白	Ca Si S K Fe (Mn) (Cu) (Pb)	胡粉
			2	褐色	Ca	不明
347	裳階上支柱飾 獸形彫刻(部分)	慶長	1	白	Pb Ca Fe Ni	鉛白
			2	赤	Pb Ca Fe Ni	不明
			3	緑	Cu Pb Ca Fe Ni	緑青? 鉛白?
			4	緑	Cu Ca Fe Ni As Pb	緑青? 鉛白?
			5	灰色	Pb Ca Fe Ni Cu	鉛白
			6	灰色	Cu Ca Fe Ni Pb	胡粉+緑青?
			7	灰色	Ca Cu Si S K Fe (Al) (Ti) (Mn) (As) (Sr) (Pb)	胡粉+緑青?
			8	灰色	Ca Cu S Fe As (Si) (K) (Ti) (Mn) (As) (Sr) (Pb)	胡粉
348	裳階上支柱飾 獸形彫刻(部分)	慶長	1	白	Fe S K Zn (Al) (Ca) (Ti) (As)	不明
			2	白緑	Pb Si S Ca Fe (K) (Ti) (Cu) (Zn)	鉛白
			3	白	Ca Si S Fe Cu Zn (Ti) (Mn)	胡粉
1680	上重尾極	当初	1	白	Fe K Ca Mn Ni Zn Pb	不明
1686	上重軒桁	中古	1	白	Zn K Ca Mn Fe Ni Pb	不明
1714	初重化粧地極	当初	1	黄色	Fe Ti Cu	黄土
			2	黄色	Fe Ti Cu	黄土
			3	赤	Fe Mn Ni Pb	酸化鉄系赤色顔料?
1769(1)	初重裏甲	慶長	1	黄	Fe Si S K Ti (Al) (Ca) (Mn) (Cu) (Zn)	黄土?
			1	赤	Pb S Ca Fe Ni	酸化鉄系赤色顔料+鉛丹?
			2	赤	Pb S Fe Ni	酸化鉄系赤色顔料+鉛丹?
1821	妻飾虹梁	慶長	3	白	Ca Fe Ni Pb	胡粉
			1	赤	Pb S K Ca Fe Cu Zn	酸化鉄系赤色顔料+鉛丹?
			2	赤	Fe Ca Ni Pb	酸化鉄系赤色顔料+鉛丹?
1822	妻飾虹梁	慶長	3	素地	Fe Ni	—
			4	白	Fe Ca Ni Pb	不明
1927	組子天井縁面戸	近世	1	赤白	Fe Si S K Ca (Al) (Ti) (Mn) (Cu)	酸化鉄系赤色顔料
			2	白	Fe Si S K Ca (Al) (Ti) (Mn) (Cu) (Zn)	不明
2093	裳階屋根板	慶長	1	黒	Fe Ca Mn Pb	不明
2110	裳階屋根棧	慶長	1	黒	Fe Ni	不明

* 1 検出元素 赤字：特に強く検出された元素、黒字：検出された元素、(黒字)：わずかに検出された元素

* 2 部材の年代は西岡リスト(『紀要2010』)による

ことから、黄土であると判断できる。

白色部については蛍光X線の結果から、胡粉と鉛白を使用しているものと考えられる。緑色については蛍光X線の結果から銅が検出され、緑青の可能性が示唆されたが、分光分析の結果とは符合しなかった。

今回の調査結果から、同じ酸化鉄系顔料でも異なる材料を使用している可能性を示唆することができた。今後はこの違いが何に起因しているのか検証する必要がある。また緑色色料など、その他の材料についても蛍光X

線元素分析の結果と可視分光分析の結果の相違について、詳細に検討すべきである。

(高妻洋成・脇谷草一郎・田村朋美・赤田昌倫・番 光・大林 潤)

謝辞 調査にあたっては、奈良教育大学の大山明彦教授ならびに奈良県教育委員会文化財保存事務所法隆寺出張所幹田秀雄氏の助言を得た。記して感謝の意を表する。