

東大寺南大門仁王像吽形の修復材料選定に関する基礎データ —木戻漆中の木戻の調査および鎧漆中の鎧の調査—

佐野 千絵・朽津 信明・馬淵 久夫*

東大寺南大門に安置される木造金剛力士立像（国宝）の本格的な解体・再組付修理は、昭和63年度から開始され、吽形像本体の解体は平成元年7月に行なわれた。その経緯や構築物としての構造、内蔵資料等に関しては、文化庁美術工芸課主任文化財調査官松島 健氏により詳しく報告されている¹⁾。著者らは、平成元年12月に松島氏の依頼を受け、修復材料選定のための保存科学的手法を用いた調査を行なった。現在の時点で修復材料を比較的多量に入手できるかという制約、またその混合割合などに関しても現在用いられている技法との関係から生じる作業性の良否などの、修復材料選定に特有な条件があるため、本調査は在来仕様調査にとどめ、選定そのものに関しては美術院側の経験にゆだねた。

木戻については、木戻²⁾として纖維状のものが肉眼でも認められ、（財）美術院が想定していたわら・麻・木はだ・木片のうち、在来仕様に近い材を選定することを目的とした。混入の可能性のある粉状のものの同定は現段階では困難であるため、光学顕微鏡を用いて高倍率で観察するに止めた。鎧漆中の鎧については、鎧の色が茶系であることが肉眼で認められ、美術院側が修理材料として各種砥の粉、地の粉を想定していた。その内、粒径からみて修理材料として適している物を選定することを目的とした。

1. 調査方法

1-1. 試料

文化庁松島氏が東京国立文化財研究所に来所した折に、（財）美術院東大寺工房 山本敏昭氏採取の吽形の脱落片 29点（A 5点、B 13点、C 2点、D 9点。ABCDに分類分けがなされていたが、分類法は明らかでない）を受け取った。このうち鎧の残っている試料は、B 2点（写真 1-a,b）、D 3点のみであり、彩色はまったく残っていなかった。

他に比較試料として、美術院が修復材料として想定しているわら・麻・木はだ・木片、砥の粉 6点（美術院使用 [山科]、山科 [赤]、山科 [赤口赤]、山科 [白]、鳴滝、建材用）、砥の粉原石 3点（赤、白、黄）、地の粉 4点（美術院使用、輪島一辺地、輪島二辺地、輪島三辺地）を、山本氏から提供された。

1-2. 方法の詳細

(1) 木戻の調査

(1)-1. 実体顕微鏡による観察

木戻纖維の長さを測定し、平均的な長さを求めた。

(1)-2. 光学顕微鏡による観察

樹脂に包埋して作成した断面薄片の観察から纖維を同定し、纖維の長さ、粉状の木戻の有無について検討した。

(1)-3. 走査電子顕微鏡による観察

纖維表面・断面を高倍率で観察し、纖維を同定した。

(1)-4. 顕微X線透視撮影による調査

* 東京国立文化財研究所名誉研究員

エポキシ樹脂に包埋して作成した試料断面の薄片(約 $60\mu\text{m}$)に、超微粒子フィルムを密着させて超軟X線写真撮影し、砥の粉、地の粉などの混入の可能性を検討した。この操作によりX線写真を200倍まで拡大することが可能になるが、この手法は歯科や医科で骨や歯の薄片を作成・検討する際用いられるものである。使用機器は、ソフロンSRO-M40S、撮影条件は、電圧8.5~10kV、電流5mA、時間20分、距離5.5cm、使用フィルムEKC 649-Oであった。

(2) 鑄についての調査

(2)-1. 走査電子顕微鏡による観察

鑄漆表面をそのまま、あるいは一部鑄を採取して観察し、粒径を測定した。

(2)-2. 顕微X線透視撮影による調査

断面薄片の軟X線透視観察から、粒径分布を求めた。

(2)-3. X線回折分析による材質調査

在来仕様の確認のため、鑄を一部採取し、X線回折分析で材質同定を行なった。比較試料についても、同様に分析した。

2. 調査結果

(1) 木戻の調査

(1)-1. 実体顕微鏡による観察

得られた結果を表-1にまとめた。纖維の長さは、3mmから6mmのものがもっとも多く、数cmに及ぶ長いものも観察された。試料毎に長さが大きく異なり、同じ試料中でも一様ではなく、非常に均一な長さの木戻が混ぜられているのは一部の試料のみであった。

混入の状態としては、撚りをかけられた状態のまま切断されたものが多く(写真 1-c)、ほぐして漆中に混ぜられていたものは少なかった。一部、麻布の裂もあった。

小さな木片の混入は3点(資料A-2、B-4、B-10)、木の纖維の混入は1点(写真 1-d)で認められたが、同一試料中での麻纖維と木片の使用量は約20:1と圧倒的に麻が多く、木片は意識的に混ぜられたものではないと判断した。木片の樹種に関しては、文献2を参考に木口から判断して、組付け部材と同じであった。

木戻漆の硬さに関しては、経年変化をしているので正確なことはいえないが、縄をほぐしたものと混ぜている場合のほうが軟らかく(写真 1-e)、粉状のものが多く含まれている試料では硬かった。ふわっとやわらかい試料は少なかった。

(1)-2. 光学顕微鏡による観察

脱落片薄片の断面写真(写真 2)から、木戻漆に麻布で布着せし、鑄漆で表面を整えた様子がうかがえる。また、長い麻纖維によって木戻内部にたくさんの空気を抱え込んでいることがわかる。麻布を構成する纖維の太さは約 $250\mu\text{m}$ であった。木戻纖維は、麻布断面と同じく扁平にひしゃげた形態を持ち、麻の一種と推定された。この試料は、一部に木の纖維の混入が見られた。粉状の木戻の混入は、光学顕微鏡観察で2点認められた。

(1)-3. 走査電子顕微鏡による観察

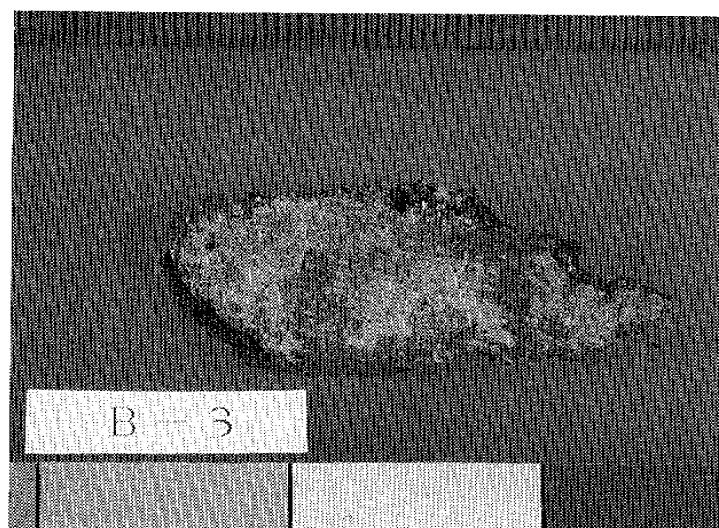
一部纖維を採取し、纖維表面を観察したところ(写真 3)、扁平で節のある形態が観察され、文献3および4を参考に麻と同定した。大麻、苧麻などの詳細な同定は、経験不足と判断し、あえて行なわなかった。

(1)-4. 顕微X線透視撮影による調査

軟X線で透視撮影したフィルムを顕微鏡で拡大したところ、麻や漆に比べて原子番号の大きな

表一 1. 実体顕微鏡による木屎の長さの観察結果

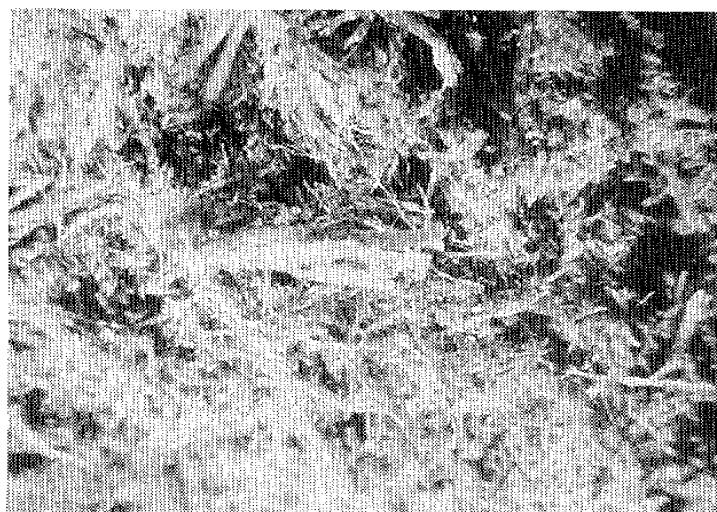
資料番号	繊維状物質の材質・状態と長さ (mm)				注
	麻	撫りをほぐしたもの	木片	木の繊維	
A. 1	3-20				軟
2	~ 4		+	~ 4	硬
3	3-8				軟 繩状に撫ったものもあり
4	3-8				軟
5	3-6				軟
B. 1	3-12				硬
2	4-15				硬
3	4-9				硬
4	4-15		+		硬木種は A-2,3 に付着した部材と同じ
5	~ 4				硬
6	3-8				硬
7	3-8				硬
8	4-7				硬
9	3-5				硬
10	5-8		+		硬
11	3-4				硬
12	~ 4				粉状のものが多い
13	4-8				硬
C. 6	6-8				硬
2	3-6				硬
D. 1	~ 5				硬
2	~ 4				硬
3	~ 5				硬
4	3-8				硬
5	3-6				硬 粉状のもの少量あり
6	4-25				硬
7	4-8				硬
8	6-8				硬
9	3-12				硬



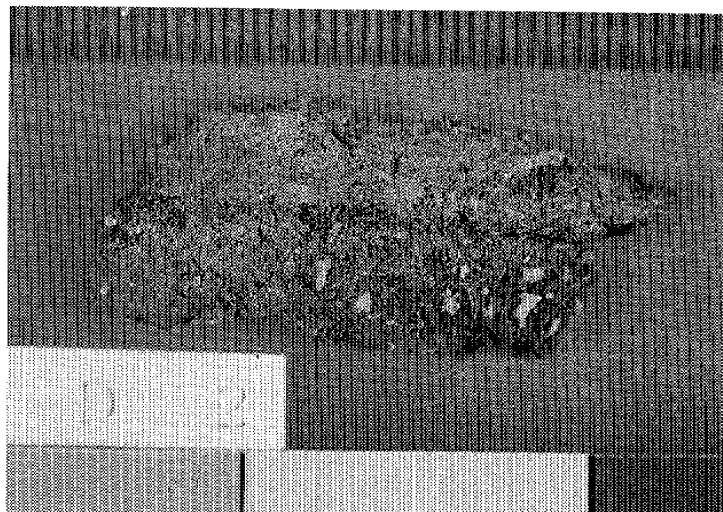
(a) 脱落片 B-3



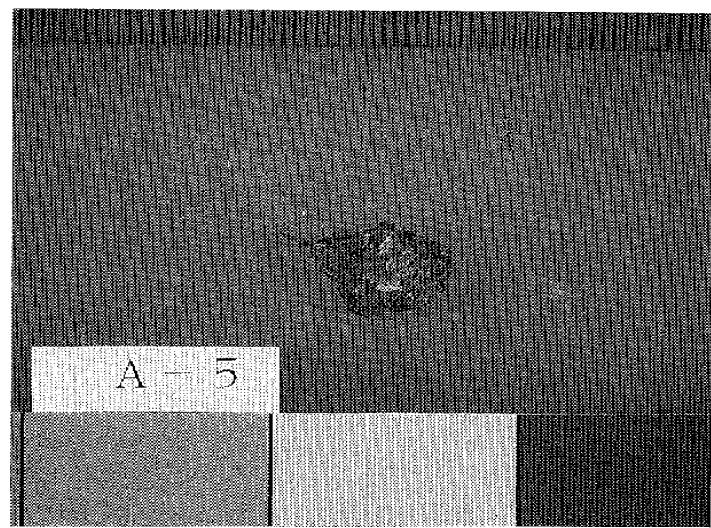
(b) 脱落片 B-3 (実体顕微鏡像、目止めの麻布の部分を拡大)



(c) 脱落片 A-3 (実体顕微鏡像)

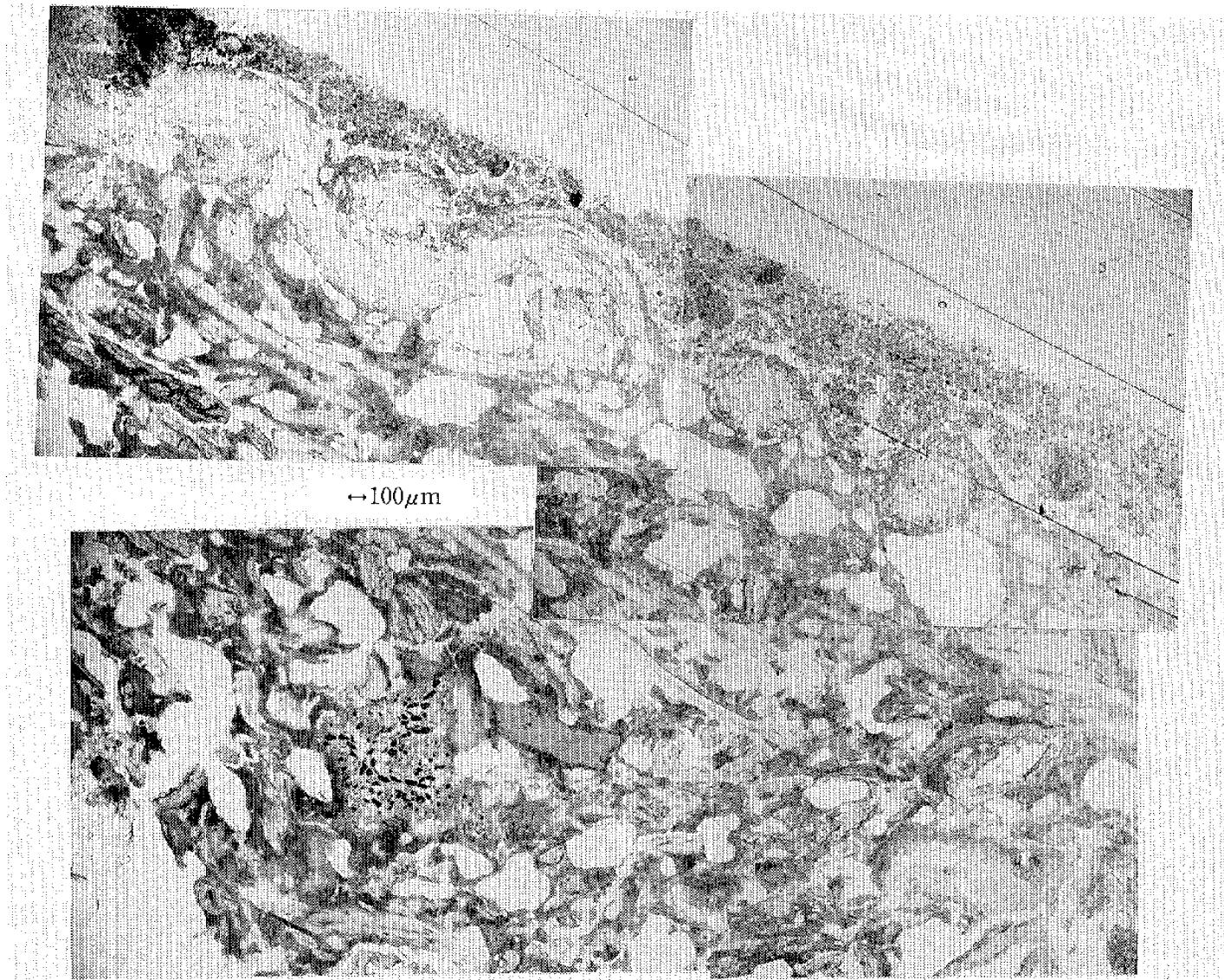


(d) 脱落片 D-2

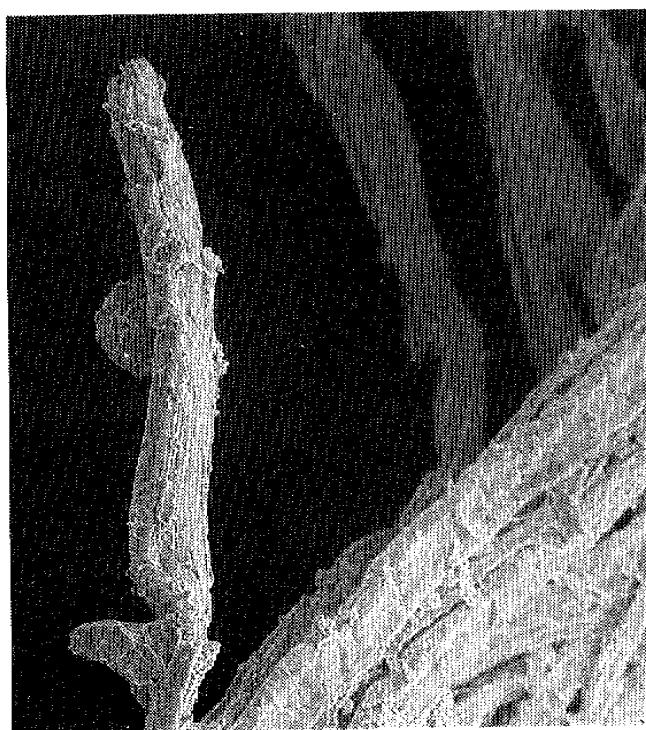


(e) 脱落片 A-5

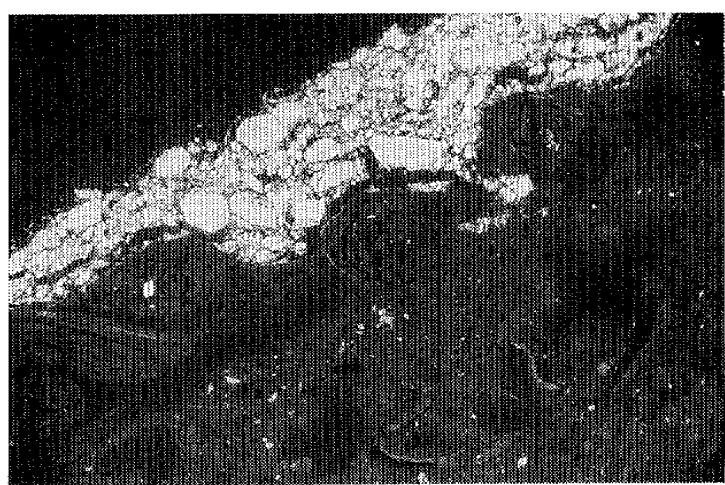
写真-1. 試料片



写真一2. 光学顕微鏡像（断面）



写真一3. 走査電子顕微鏡像



写真一4. 顕微X線撮影像

元素を含む粉状のものの像が認められた(写真 4)。しかしその量は少なく、意識的に混入したものではなくて、現場で混ざったものと判断した。

(2) 鑄の調査

(2)-1. 走査電子顕微鏡による観察

比較試料および仁王像の鑄を一部採取して観察した結果を、写真 5 に示す。輪島・一辺地の地の粉のみ倍率が低い観察像である。この像から比較試料の粒径を計測し、粒度分布を考察した結果(表-2)、美術院使用(山科)の砥の粉がもっとも粒度分布が近かった。

(2)-2. 顕微 X 線透視撮影による調査

断面薄片の軟 X 線透視写真(写真 4)から計測したところ、 $10\sim25 \mu m$ の粒径のものが多かった。一方、100 から大きいもので $200 \mu m$ にも及ぶ粗い粒子の混入があり、体積的には細かいものと粗いものの量比は約 5 対 1 であった。このことから、美術院使用(山科)の砥の粉の粗いものを選んで使うか、あるいは美術院使用(山科)の砥の粉に、その 5 分の 1 量ほどの美術院使用の地の粉を混ぜると良いと判断した。鑄の厚さは、厚いところで $400 \mu m$ であった。

修復技術部の中里氏によると、砥の粉さびは原石を破碎して水簸により粒径をそろえ乾燥させ、まとまるまで水で練ったものを同量の生漆でのばしたものである。約 18 世紀以前のさびの目は粗く、それ以降は目の粗いものから細かいものまで何層かに分けて表面を整えるようになったとのことである。仁王に使われている砥の粉さびは、地の粉とは言えないまでも、比較的目の粗い方の砥の粉であり、その製作年代に適合しているといえよう。

(2)-3. X 線回折による材質調査

図 1-a. に、仁王像吽形の鑄の X 線回折分析結果を示す。ここで地固めに用いた鑄には粘土鉱物は含まれず、石英のピークのみ認められ、岩石がわずかに含まれることがわかった。一般的な土であるといえる。一方、比較資料 13 種類については、輪島の地の粉 3 種類を除き、すべて粘土質のものであった。スペクトルを図 1-b 以下に示す。粘土質の良否からみた比較試料間の類縁関係は、表 3 のようになる。

美術院側が修復材料の候補として選定した美術院使用の砥の粉・地の粉は、すべて良質の粘土質のものであり、在来仕様とは異なるが、輪島の地の粉の特殊性を考えると、輪島の地の粉を修復材料として選定するのは不適であると判断した。

仁王に使われている砥の粉さびは、その材質から判断して、良質の粘土質のものを遠隔地から求めたものではなく、製作材料をその近隣から集めたものであろう。

3. 結論

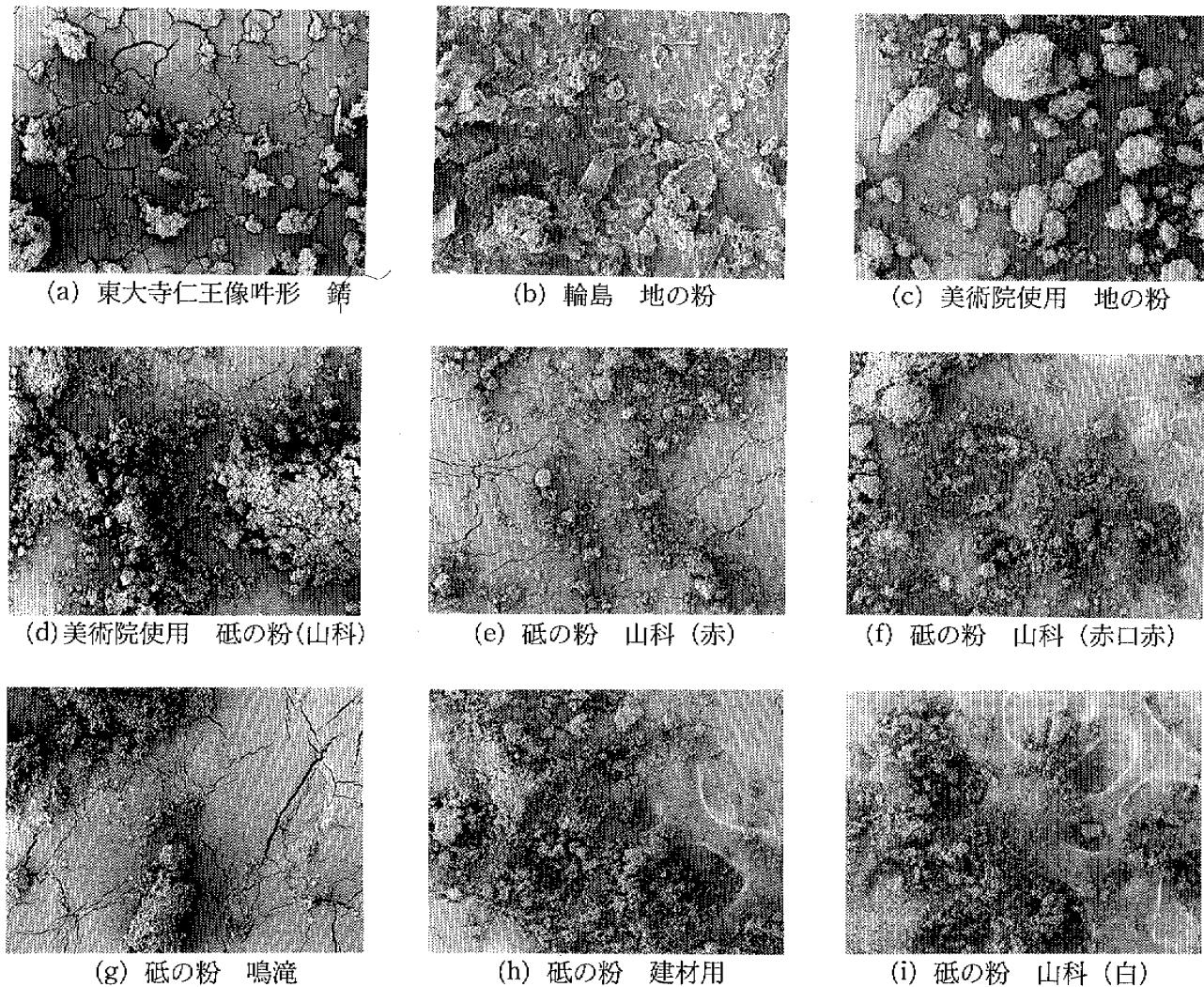
以上の調査結果から、平成 2 年 7 月、文化庁松島氏および美術院山本氏に対して、修復材料の選定に関する次の報告を行なった。

(1) 木戻について

充填用の修理材料としては、麻纖維を長さ $3 mm\sim6 mm$ に断ち切り、麦漆と混せて用いる。麻纖維の撚りは、混ぜる際にほぐれる程度で良い。粉状のものの混入については、現状では分析が困難で、有無およびその混入量を特定できなかった。

(2) 鑄について

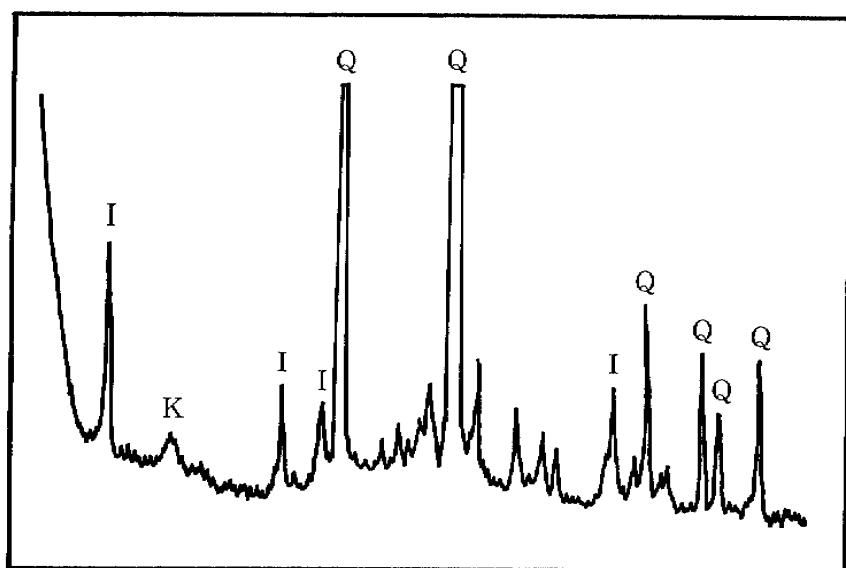
美術院使用(山科)の砥の粉の粗いものを選んで使うか、あるいは美術院使用(山科)の砥の粉に、その 5 分の 1 量ほどの美術院使用の地の粉を混ぜると良いと考えられる。



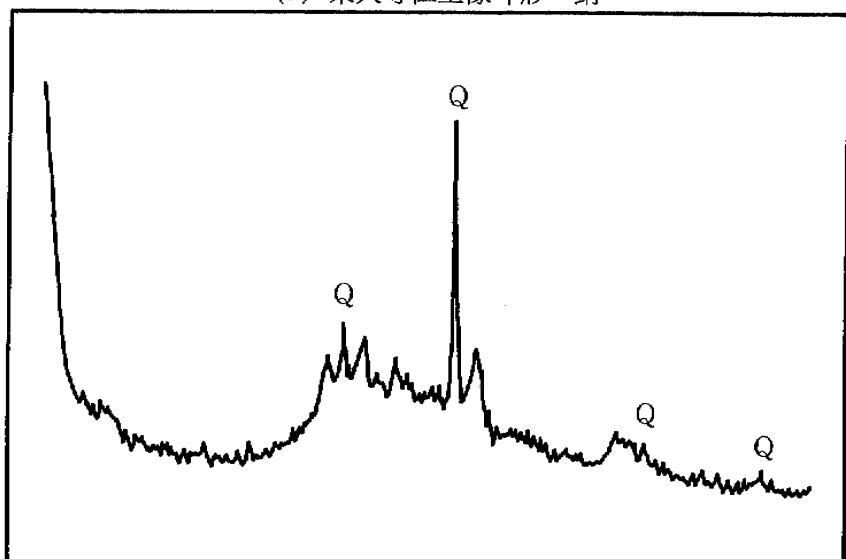
写真一5. 走査電子顕微鏡像

表一2. 東大寺仁王像の鑄および比較試料の粒径と均質性

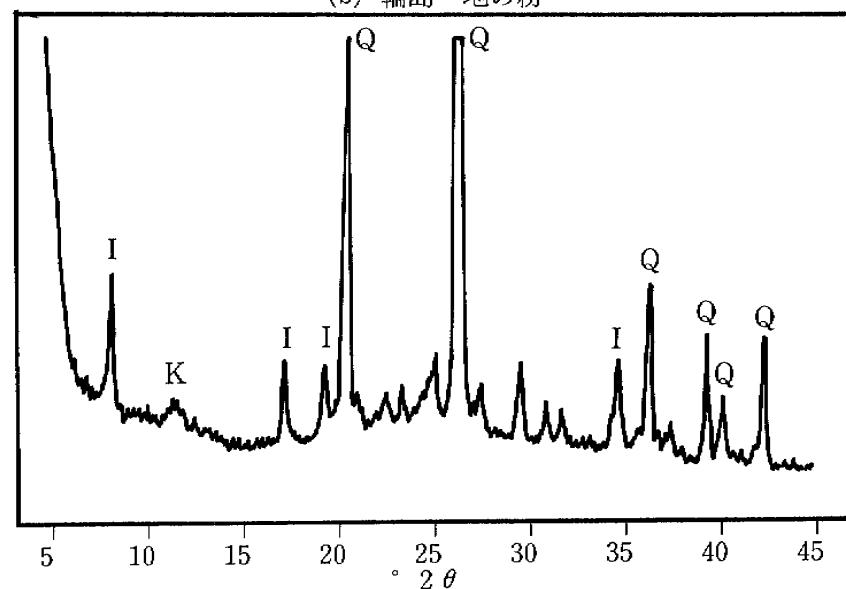
	ばらつき	粒径/ μm	(その粒径の個数の比)
東大寺仁王像鑄	不均一	約 $\phi 6$ 、 $\phi 30$ のもの多	
比較試料			
<砕の粉>			
山科			
美術院使用	やや不均一	約 $\phi 8$ 、 $\phi 20$	(約3:1)
白	ほぼ 均一	約 $\phi 6$ 、($\phi 20$ がわずかにあり)	
赤	不均一	約 $\phi 10$ 、 $\phi 20$	(約1:1)
赤口赤	やや不均一	約 $\phi 6$ 、 $\phi 20$	(約1:1)
鳴滝	均一	約 $\phi 6$	
建材用	ほぼ 均一	約 $\phi 5$ 、 $\phi 20$	(約3:1)
<地の粉>			
美術院使用	不均一	約 $\phi 60$ 、 $\phi 120$	(約2:1)
輪島	不均一	約 $\phi 5$ ~ $\phi 20$	



(a) 東大寺仁王像吽形 鑄



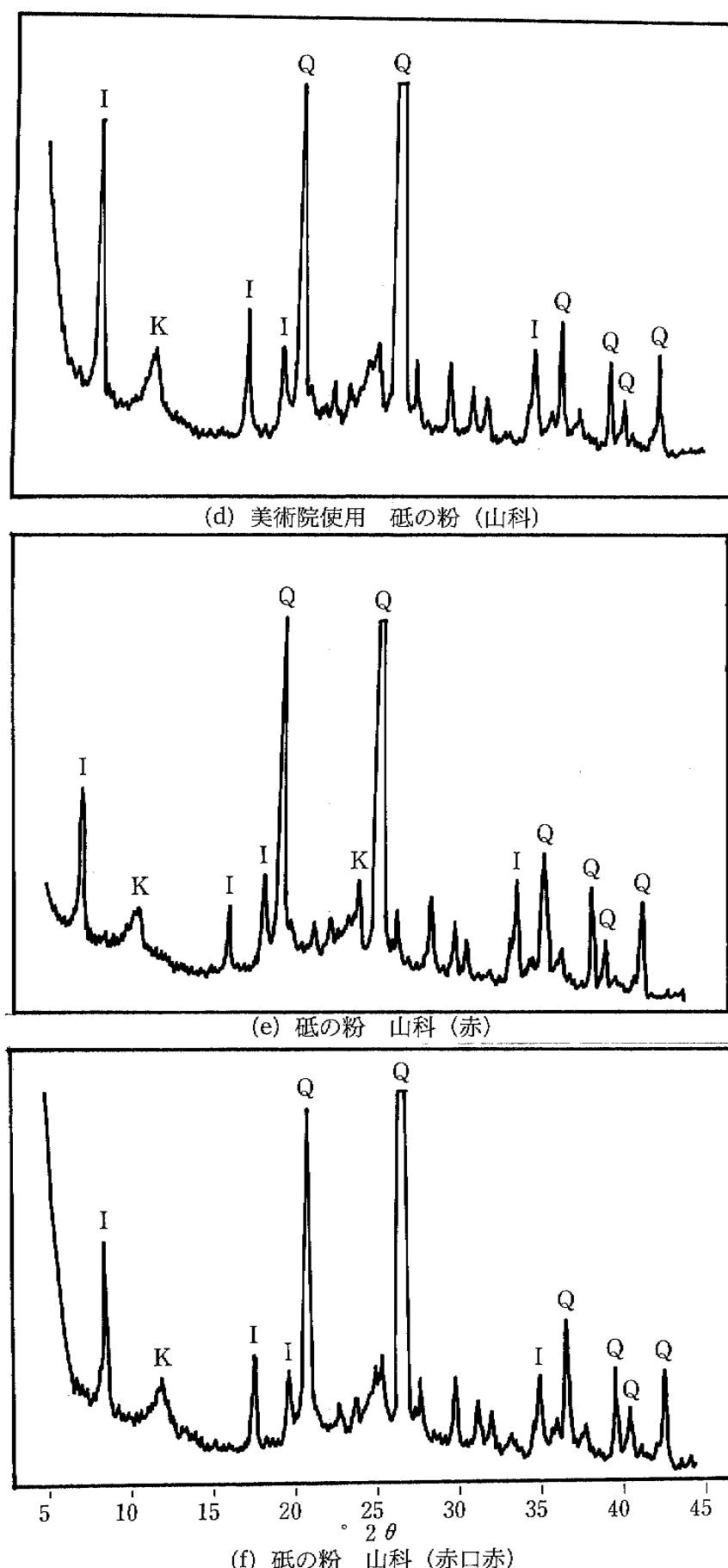
(b) 輪島 地の粉



(c) 美術院使用 地の粉

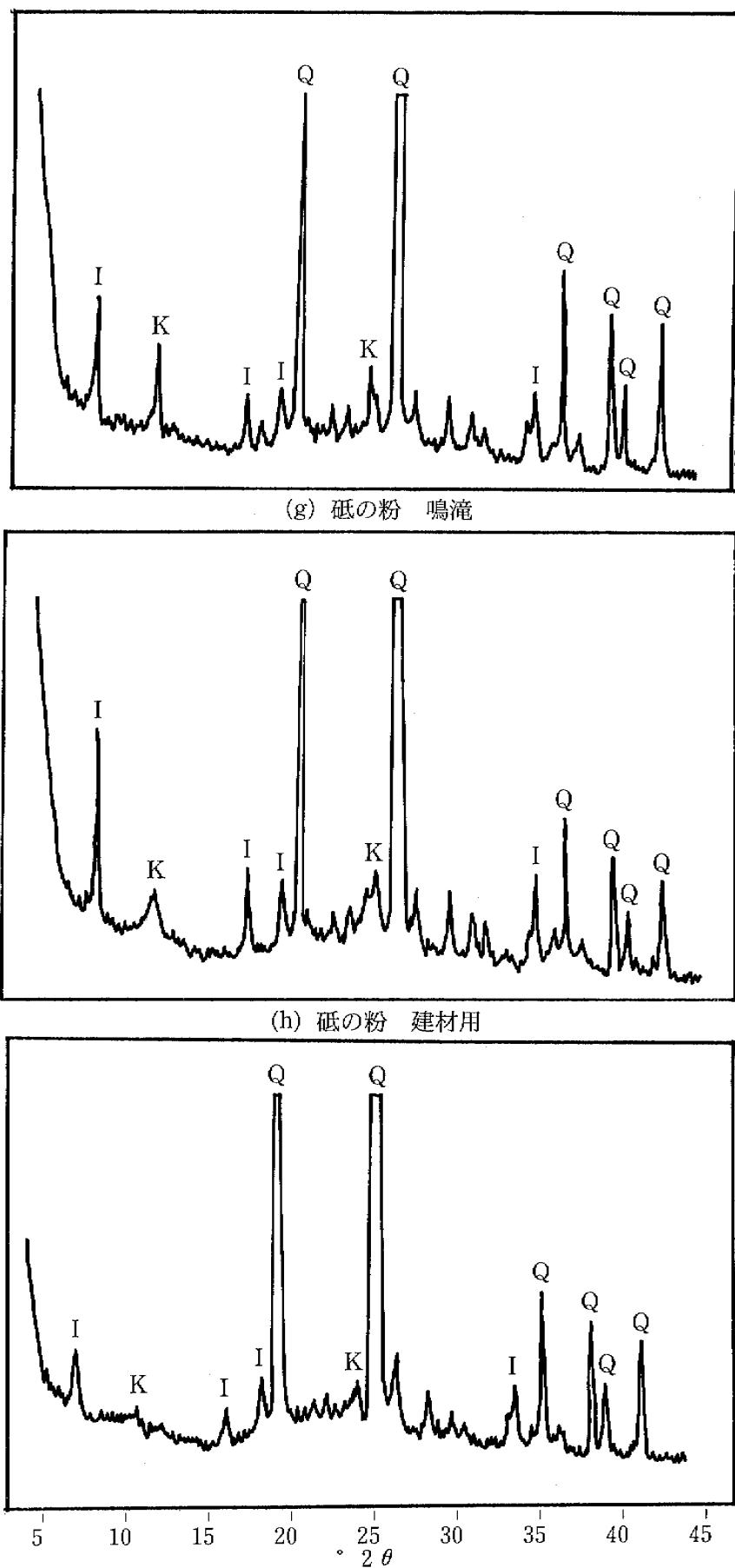
I: イライト K: カオリナイト Q: 石英

図-1. X線回折分析結果



I : イライト K : カオリナイト Q : 石英

図一 1 . X 線回折分析結果（続き）



I: イライト K: カオリナイト Q: 石英
図一1. X線回折分析結果(続き)

表-3 X線回折分析結果からみた、比較試料間の類縁関係

		吸収ピークの高低・形状等		
		イライト	モンモリロナイト	カオリナイト
良	砥の粉（白）原石	類似	高	あり
	砥の粉（赤）原石		↓	↓
粘	砥の粉 鳴滝		(少)	なし
土	砥の粉 山科（美術院使用）		↓	↓
質	砥の粉 山科（赤口赤）	類似	高	鋭い
	砥の粉 建材用		↓	↓
	砥の粉 山科（赤）		↓	鈍い
	砥の粉 山科（白）		↓	↓
	地の粉 美術院使用		低	微量
	地の粉 輪島 一辺地～三辺地		なし	なし
	仁王像吽形 鑄		なし	なし

実際には、修復現場の側の経験に基づき、麦漆に比較的長い麻纖維が適量混合されて、モデリングが行なわれたとの報告を受けた。また表面塗装については、漆と混ぜた後の砥の粉の色味との関係から、修復現場で数種類混合して用いたと聞いている。後日、修復施工後の感想がよせられたが、長い纖維によって多く気泡が含まれた結果、通常以上に漆の乾燥が早かったとのことであった。

薄片作成については（株）マルトーの伊田氏、井ノ口氏のご助力を得た。顕微X線写真撮影については、（株）ソフロンの本間氏のご好意で実現した。他、美術史的背景については東京国立文化財研究所長 西川杏太郎氏に、漆工史的背景については修復技術部第1修復技術研究室長 中里壽克氏に、多くのご教示を受けた。記して感謝する。

（注）用語に関しては、東京国立文化財研究所長 西川杏太郎氏によった。

麦 漆： 漆に小麦粉を混ぜたもの。

鑄 漆： 麦漆に砥の粉を混ぜたもの。目止め、地固めの塗装に用いられる。

木犀漆： 麦漆に抹香、木粉、地の粉、麻の纖維、その他のものをまぜたもの。

充填材として用いられる。混入物そのものを木犀と呼ぶ。

参考文献

- 1) 松島 健：東大寺仁王像修理について、月刊文化財 318号、41-53 (1990)
- 2) 島地 謙、伊東隆夫、林 昭三：第3章 生業 古代における宮殿・官衙の使用樹種、自然科学の手法による遺跡・古文化財等の研究 総括報告書、文部省科学研究費特定研究「古文化財」総括班、249-260、(1978)
- 3) 布目順郎：「目で見る纖維の考古学」、染織と生活社 (1992)
- 4) 布目順郎：「絹と布の考古学」、考古学選書 28、雄山閣 (1988)

A Study on the Original Materials Used in *Kongō-rikishi* at Nandai-mon, Tōdai-ji Temple

Chie SANO, Nobuaki KUCHITSU and Hisao MABUCHI*

Upon request from the Agency for Cultural Affairs to choose materials for the restoration of closed-mouthed form of the images of guardian kings, usually called *Ni-ō*, at Nandai-mon, Tōdai-ji temple in Nara, a study was made on its original material. Admixtures in a thick paste of kneaded *urushi* used to cover *kokuso*, the wooden foundation, and grains mixed in raw *urushi* used for *sabi*, the ground layer, were identified by observation with stereoscopic microscope, optical microscope, and scanning electron microscope, by micro-scopic observation of X-ray transparent film, and by examination of X-ray diffraction. The fiber mixed in *kokuso* was characterized to be a kind of hemp, which measured about four millimeter in length. The grains mixed in *sabi* were not clay but soil and the grain size of the grinding powder, *tonoko*, measured about fifty micrometer in diameter.

* researcher emeritus, Tokyo National Research Institute of Cultural Properties