

藤原宮・京出土瓦の胎土分析

1 はじめに

瓦の生産地（瓦窯）と消費地の双方において同一の軒瓦が出土している場合、型式比較によって生産地のひとつを推定することが可能である。しかし、瓦窯が不明である、軒瓦が出土していないなど、前述の条件が成立しない場合は、丸平瓦の製作技法や胎土の肉眼観察による産地推定に頼らざるをえない。

藤原宮出土瓦の産地推定は、瓦窯資料との型式比較と胎土の肉眼観察によって進められてきたが、現在でも生産地不明の型式がある（例：6646D・6646G）¹⁾。また宮内出土資料のうち、南北大溝（運河）1901A最下層出土資料には軒瓦がないために生産地があきらかではないといった問題がある²⁾。

このような問題を解決するため、主に藤原宮・京出土の主要軒瓦型式を調査対象とし、胎土の偏光顕微鏡観察および蛍光X線分析をおこなった。胎土分析による産地推定は、本来であれば瓦窯出土遺物の分析を先におこない、消費地である藤原宮・京出土資料と比較し生産地を推定していくのが常套手段であるが、瓦窯出土遺物の分析は現時点では未実施である。今回は製作技法や胎土の肉眼観察から産地が推定されている藤原宮出土資料を、従来とは別の手法を用いて検証し、その分析結果を利用して生産地不明瓦の産地推定を試みたので、その結果について報告する。

2 分析資料

今回分析に供した資料は、藤原宮所用とされる主要軒瓦を中心とする14型式32種39点、および生産地不明の比較資料として南北大溝（運河）1901A最下層出土の丸瓦3点・平瓦1点、大官大寺所用の軒丸瓦6231Aを1点・軒平瓦6661Aを2点、藤原宮・本薬師寺所用瓦2型式3種3点の計49点である（表I-6）。

本分析は、微量ではあるが破壊分析であるため、軒瓦は型式があきらかで、かつ残存度ができるだけ低い資料を選択している。試料採取は瓦当面以外で製作技法の観察などに支障をきたさない部分でおこなった。

3 分析方法

本報告では偏光顕微鏡観察と蛍光X線分析を併用している。それぞれの分析手法は現在広く実施されており、すでに多くの発掘調査報告書や研究報告で成果が発表されている。いずれの分析方法が有効であるかは、胎土の性質によるところも大きい。本報告では結果を組み合わせて考察することとした。すなわち、胎土の構成をマトリックス（主に粘土）と砂礫に分けられるとすると、蛍光X線分析はマトリックス部分を対象に胎土の化学組成を、偏光顕微鏡観察は砂礫部分を対象として胎土を構成する岩石・鉱物組成を分析する。この方法は、おもに水沢・建石による土器胎土分析法³⁾を参照したもので、複数の方法で1つの資料を分析するため、信頼性を高めることができる点で優れており、瓦においても同様の効果が期待できる。蛍光X線分析法では、資料に含まれるマトリックスと砂礫の双方を粉砕して測定する方法もあるが⁴⁻⁶⁾、今回は採取する試料が微量であることから、マトリックスのみを対象とした。

偏光顕微鏡観察 瓦資料から2～3mm厚の切片を切り取り、スライドガラスに貼り付けたのち厚さ0.02mm程度になるまで研磨した。薄片の観察は、偏光顕微鏡ML-9200（メイジテクノ製）およびOPTIPHOT2-POL（Nikon製）でおこない、撮影はHDデジタルカメラMC120HD（Leica製）を使用した。観察対象は構造の判別できる0.05mmまでの鉱物、石英・カリ長石・斜長石・白雲母・黒雲母・角閃石・輝石・カンラン石である。

蛍光X線分析 瓦に付着している埋土を除去したのち、胎土を5～10mg採取し分析試料とした。胎土分析は微量の資料に対して実施していることから、ここで得られた化学組成はおもにマトリックス部の特徴を示していると考えたこととした。

使用した装置は蛍光X線分析装置EAGLE III（EDAX製）、測定条件は管電圧30kV、管電流100 μ A、X線照射径50 μ m、測定時間300秒、ターゲットRh、真空雰囲気中である。定量分析の標準試料には産業技術総合研究所地質調査総合センター岩石標準試料JB-1a、JF-1、JF-2、JG-1a、JG-3、JGb-1、JGb-2、JR-1および窯業協会標準試料（R701）を用い、検出元素の各酸化物の合計が100wt%になるよう規格化しFP法によって定量値を求め

た。分析は1つの資料に対し3～6回測定し平均値をとっている。

4 分析結果

表 I-6 に示した胎土の蛍光 X 線分析結果から、三角ダイアグラム (CaO-K₂O-Na₂O) を作成した (図 I-34)。これは規格化により3成分の和が1となるように表示している。図から日高山瓦窯産とされてきた資料は領域 I とするまとまりをもつことがわかり、他資料との判別が可能である。高台・峰寺瓦窯産とされてきたものは、大きく2つに大別でき、このうち領域 II としたまとまりをもつ資料は、高台・峰寺瓦窯産のなかでクサリ礫を含む胎土で C グループと呼称している資料群と一致する (胎土分類は石田 (2010)¹⁾ による)。同様に N/P グループと呼ばれる石英粒を多く含む資料群は領域 II から外れ散在する傾向がみられる。今回の分析資料では高台・峰寺瓦窯産とされる C と N/P の二つの胎土グループは化学組成でも区別できるといえる。淡路土生寺瓦窯産と推定和泉産は領域 III を構成し近接しているが、この二つの生産地が類似する結果となった理由は不明である。安養寺瓦窯や推定大和盆地産資料の分布は散在する傾向を示す。牧代瓦窯産と推定近江産、西田中・内山瓦窯産は高台・峰寺瓦窯 N/P グループの近傍に領域 IV を構成する。これらは図 I-34 では明瞭に分布範囲が分かれなため、別の元素 (CaO-K₂O-Fe₂O₃) を用いて判別を試みた (図 I-35)。

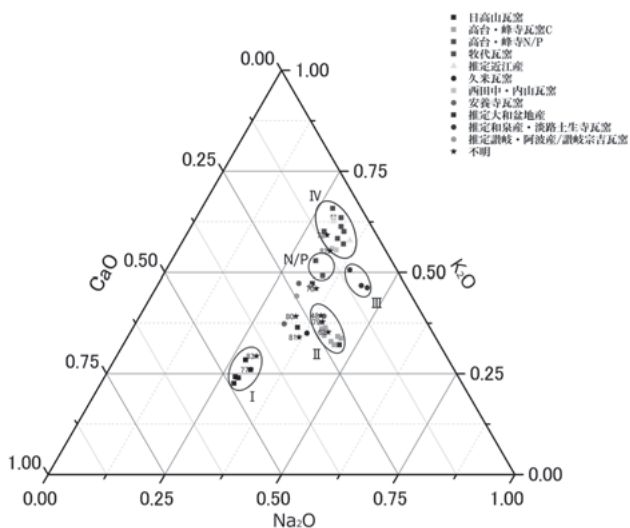


図 I-34 三角ダイアグラム (CaO-K₂O-Na₂O)

分布範囲がやや広く明瞭ではないが、高台・峰寺瓦窯 N/P グループのそれは牧代瓦窯・推定近江産とは異なる傾向がある。いっぽう牧代瓦窯産と推定近江産は重複しているためこれらの判別は難しい。牧代瓦窯産と推定近江産はいずれも白色・精細な胎土で肉眼的共通性が比較的高い資料である。偏光顕微鏡観察では、牧代瓦窯産の石英粒子の粒径は0.1mm以下、推定近江産は0.5～0.3mmの割合が多いという違いが認められる (図 I-36)。また分布が散在する安養寺瓦窯産とされる資料 (No.45, 53, 57) は、肉眼観察および顕微鏡観察の結果でもそれぞれの胎土の特徴が異なり、雲母や輝石、かんらん石などの鉱物組成の違いが大きいことを確認できる。分布が近接する淡路土生寺瓦窯産と推定和泉産とされる資料は0.5mm以下の石英が多く、稀に0.1mm以下程度のかんらん石を含むなど、高い共通性を示している。

比較資料とした産地不明資料の結果を表 I-7 に示す。本薬師寺出土瓦 (No.47, 48) はそれぞれ牧代瓦窯、高台・峰寺瓦窯 C グループとよく一致した分布を示す。南北大溝 (運河) 1901A 最下層出土瓦 (No.77, 78, 79, 83) のうち、No.77・83は領域 I (日高瓦窯産) の分布域と、No.79は領域 II (高台・峰寺瓦窯 C グループ) と重複し、No.78は高台・峰寺瓦窯 N/P グループの分布付近にプロットされる。次に大官大寺所用瓦 (No.80, 81, 82) は、No.80・81が図 I-34 では領域 II の近傍に、図 I-35 では領域 II に分布し、No.82は新たに図 I-37 を用いて判別を試み、高台・

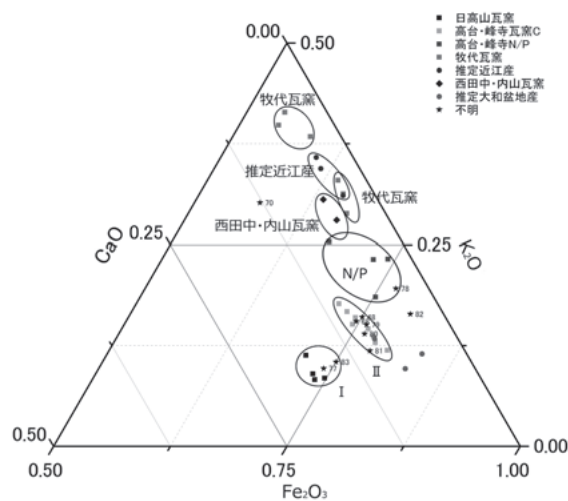


図 I-35 三角ダイアグラム (CaO-K₂O-Fe₂O₃)

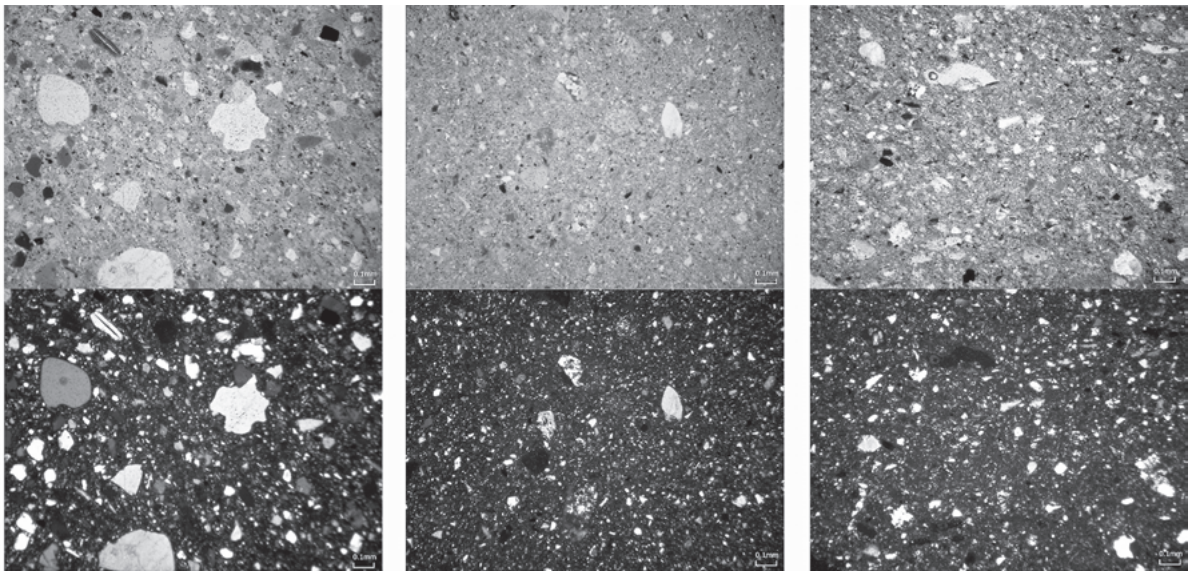


図 I-36 偏光顕微鏡観察（上-ニコル、下+ニコル、写真左から推定近江産（資料No.66）、牧代瓦窯産（No.73）、不明資料（No.70）

峰寺N/Pグループと近い位置にプロットされた。藤原宮の産地不明型式（No.68、70）は、No.68が領域Ⅱにプロットされる。No.70は今回分析した資料群には類似する資料が検出できず、産地は不明である。偏光顕微鏡観察でも空隙を多く含むなど、他資料とは異なる特徴を示す（図I-36）。また牧代瓦窯は2カ所に分布する傾向を示すことから、新たに胎土が分類できる可能性がみえてきた。これらは顕微鏡観察からも大きさの異なる石英粒子を含んでいるなどの違いを確認できた。

5 考 察

南北大溝最下層から出土した資料は、日高山瓦窯と高台・峰寺N/Pグループである可能性が高い。これまで南北大溝最下層からは軒瓦が出土しておらず、将来の調査を待つほかない状況であったが、今回の結果により藤原宮所用の瓦が含まれていることは確実といえる。

本薬師寺出土軒丸瓦6276Aa（No.47）が牧代瓦窯、軒丸瓦6276Ac（No.48）は高台・峰寺瓦窯Cグループである可能性が高まった。6276Aaは金堂本屋根用、筈の摩耗の進んだ6276Ab、6276Acは西塔本屋根用とされており、西塔造営時に筈が移動した可能が指摘できる。西塔の創建もしくは再建、あるいはその葺き上げ・葺き替えが平城薬師寺より遅れるとすれば、高台・峰寺瓦窯の操業時間が長期に及ぶことを意味するため、今後とも検討を要する。大官大寺所用瓦が高台・峰寺瓦窯の分布範囲の近傍にプロットされることも、高台・峰寺瓦窯が藤原宮造営後も官窯として官寺建立に関与していくことを示す可能性があり、さらに分析事例を増やし検証を進めていきたいと考えている。

6 ま と め

藤原宮出土瓦についてはこれまで試みられていなかった蛍光X線分析と偏光顕微鏡観察を併用した胎土分析をおこなった。得られた成果を以下にまとめておきたい。

従来の型式対比と肉眼観察による産地推定の多くが、本報告の胎土分析により補強される見通しが得られた。反面、安養寺瓦窯産とされる瓦は個々の特徴が異なることから複数の生産地を1つの窯跡の所産としてまとめてしまっている可能性も指摘できた。最後に従来は生産地が不明であった南北大溝（運河）SD1901A最下層から出土した瓦、藤原宮、本薬師寺、大官大寺の各所用瓦の生産地候補を指摘することができた。

本報告の分析手法により既往の生産地研究を検証できる見通しが立てられたが、今後さらにデータを蓄積することで産地推定の信頼性を高めていく必要がある。とりわけ瓦窯出土資料の分析をおこなうことが研究を進展させるうえで必要不可欠である。また藤原宮所用瓦についてもすべてを調査しているわけではないため、今後も分析点数を増やしていきたいと考えている。軒瓦の出土がないため生産地を不明とせざるをえない資料についても広く試みしてみる価値があると考ええる。

（降幡順子・森先一貴）

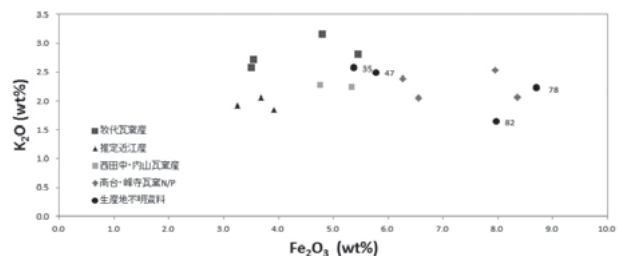


図 I-37 資料No.82の判別

表 I-6 分析資料一覧および蛍光X線分析結果 (wt%)

No	出土地	型式	注記	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Rb ₂ O	SrO	ZrO	肉眼観察による推定産地
35	本薬師寺	6121A	本薬1994-2次 5BMY NM28 073	1.4	1.6	18.3	69.0	2.6	0.27	1.1	0.07	5.4	0.10	0.12	0.20	牧代瓦窯カ
36	藤原宮	6233B	37次 6AJK FM34 001	2.5	1.5	18.1	65.1	1.9	1.1	1.0	0.10	8.2	0.08	0.20	0.18	高台・峰寺瓦窯
37	藤原宮	6273A	37次 6AJK FO34 001	2.1	1.7	19.1	62.9	1.8	1.1	1.1	0.16	9.5	0.08	0.21	0.20	高台・峰寺瓦窯
38	藤原宮	6273B	37次 6AJK FS34 002	2.1	1.6	17.5	62.7	1.8	1.2	1.1	0.39	10.3	0.09	0.19	0.18	高台・峰寺瓦窯
39	藤原宮	6274Aa	27次 6AJB PS29 002	1.5	0.64	10.4	69.4	1.5	0.28	0.36	0.31	12.8	0.09	0.11	0.13	推定和泉
40	藤原宮	6274Ab	29次 6AJB QN43 003	1.8	2.7	20.0	56.8	1.5	2.9	1.4	0.16	12.0	0.11	0.19	0.19	日高山瓦窯
41	藤原宮	6274Ac	27次 6AJB PO40 012	1.0	1.9	24.9	57.1	1.5	0.62	1.4	0.10	10.9	0.11	0.15	0.24	推定大和盆地
42	藤原宮	6274B	27次 6AJA UD28 004	1.6	0.95	15.3	68.4	1.7	0.35	0.56	0.15	9.5	0.10	0.12	0.17	淡路土生寺瓦窯
43	藤原宮	6275A	不明 002	2.2	1.6	18.5	64.2	1.8	1.2	1.2	0.13	8.7	0.09	0.19	0.24	高台・峰寺瓦窯
44	藤原宮	6275A	27次 6AJB PR29 004	1.4	1.1	20.9	65.6	2.4	0.73	1.1	0.06	6.3	0.09	0.14	0.19	高台・峰寺瓦窯
45	藤原宮	6275D	18次 6AJE KN29 001	1.2	1.3	19.6	65.5	1.9	0.90	1.1	0.05	8.1	0.10	0.15	0.17	安養寺瓦窯
46	藤原宮	6275E	7次 6AJK F地区 001	1.7	2.6	20.0	55.8	1.4	2.9	1.7	0.17	12.8	0.12	0.21	0.30	日高山瓦窯
47	本薬師寺	6276Aa	本薬1994-2次 5BMY NL28 141	1.5	1.5	18.4	68.3	2.5	0.36	1.1	0.07	5.8	0.10	0.13	0.17	牧代瓦窯カ
48	本薬師寺	6276Ac	本薬1994-2次 5BMY ZZ 005	1.9	1.7	18.6	64.2	1.9	1.0	1.1	0.13	8.8	0.10	0.21	0.24	不明
49	藤原宮	6278A/D	18次 6AJE KZ 001	1.0	0.74	15.8	75.3	2.1	0.25	0.66	tr	3.7	0.08	0.10	0.18	推定近江
50	藤原宮	6278F	24次 6AJB QV40	0.89	0.80	17.2	74.5	1.9	0.21	0.73	tr	3.2	0.07	0.09	0.12	推定近江
51	藤原宮	6279Aa	18次 6AJE KA36 001	1.6	2.9	23.9	53.6	1.3	2.8	1.4	0.14	11.7	0.09	0.20	0.20	日高山
52-1	藤原宮	6279B	29次 6AJB QJ40 005	2.1	1.8	20.0	61.2	1.6	1.1	1.3	0.10	10.4	0.09	0.18	0.18	高台・峰寺瓦窯
52-2	藤原宮	6279B	29次 6AJB QJ40 005	0.90	0.98	20.6	66.9	2.1	0.23	1.2	0.04	6.6	0.09	0.12	0.17	高台・峰寺瓦窯
53	藤原宮	6281A	11次 6AJF RQ09 006	1.5	1.9	19.7	60.4	1.8	1.5	1.4	0.11	10.9	0.09	0.16	0.20	安養寺瓦窯
54	川原寺	6281B	川原寺 6BKH KO65 007	1.4	0.94	18.7	70.3	2.3	0.43	0.75	0.05	4.7	0.10	0.12	0.14	西田中・内山瓦窯
55	藤原宮	6561	29次 6AJH QQ92 002	1.9	1.2	17.2	67.7	1.8	1.4	1.0	0.10	7.1	0.08	0.18	0.19	久米瓦窯
56-1	藤原宮	6641Aa	136次 6AJG ML30 006	2.2	1.7	20.7	61.9	1.5	1.0	1.3	0.14	8.8	0.08	0.20	0.44	推定大和盆地
56-2	藤原宮	6641Ab	136次 6AJG MK11 012	1.4	1.9	20.7	58.6	1.5	1.1	1.3	0.11	12.6	0.11	0.18	0.32	推定大和盆地
57	藤原宮	6641C	1次 6AJH JE39 009	1.1	1.2	20.1	58.8	1.1	0.58	1.4	0.11	15.2	0.09	0.12	0.17	安養寺瓦窯
58	藤原宮	6641E	29-6次 6AJH QM63 004	2.2	1.6	18.3	65.7	1.6	0.99	1.1	0.11	7.6	0.07	0.18	0.39	高台・峰寺瓦窯
59	藤原宮	6641F	34次 6AJM BL44 001	1.3	1.0	18.6	69.7	2.3	0.45	0.74	0.07	5.3	0.09	0.11	0.25	西田中・内山瓦窯
60	本薬師寺	6641H	本薬1994-2次 5BMY NM28 007	1.5	1.6	18.4	68.5	3.2	0.27	1.1	0.05	4.8	0.10	0.13	0.19	牧代瓦窯
61	藤原宮	6643C	37次 6AJK FR32 002	2.2	1.5	17.8	65.1	2.0	1.2	1.1	0.10	8.3	0.09	0.22	0.18	高台・峰寺瓦窯
63	藤原宮	6643Aa	37次 6AJK FN34 006	1.6	2.3	21.7	58.2	1.6	2.4	1.4	0.11	10.0	0.09	0.19	0.27	日高山
64	藤原宮	6643C	20次 6AJF KF35 001	1.2	0.91	16.7	68.7	2.5	0.45	0.96	0.07	8.0	0.09	0.14	0.22	高台・峰寺瓦窯
65	藤原宮	6643C	20次 6AJF KN41 001	2.1	1.8	20.0	62.3	1.5	1.1	1.2	0.16	9.2	0.08	0.23	0.22	高台・峰寺瓦窯
66	藤原宮	6646B	29-6次 6AJH QE63 017	1.1	0.92	17.5	73.4	1.9	0.21	0.67	tr	3.9	0.08	0.10	0.17	推定近江
67	藤原宮	6646C	27次 6AJB PS29 005	1.4	1.3	19.6	64.6	2.1	0.69	1.2	0.12	8.4	0.09	0.17	0.32	高台・峰寺瓦窯
68	藤原宮	6646D	29次 6AJB QK40 003	2.2	1.7	18.5	64.1	1.8	1.1	1.2	0.12	8.7	0.08	0.19	0.20	不明
69	藤原宮	6646E	18次 6AJE KM30 002	1.4	1.3	18.7	68.7	1.8	0.37	0.71	tr	6.5	0.09	0.12	0.15	淡路土生寺瓦窯
70	藤原宮	6646G	27次 6AJB PN29 011	1.0	1.2	18.6	73.4	1.3	0.57	1.0	tr	2.5	0.06	0.11	0.14	不明
73-1	藤原宮	6647Ca	27次 6AJA UC29 006	1.5	1.2	16.5	73.3	2.6	0.39	0.66	tr	3.5	0.08	0.11	0.14	牧代瓦窯
73-2	藤原宮	6647Ca	27次 6AJA UC29 006	1.5	1.2	17.6	71.8	2.7	0.30	0.82	tr	3.5	0.10	0.13	0.19	牧代瓦窯
74	藤原宮	6647D	29-6次 6AJH QE63 021	1.4	1.6	16.6	67.4	2.0	1.1	0.86	0.17	8.4	0.10	0.12	0.15	讃岐宗吉瓦窯
75	藤原宮	6647D	29-6次 6AJH QE-QF64 004	1.3	1.1	19.3	64.0	1.9	0.82	0.95	0.30	9.8	0.11	0.15	0.21	推定讃岐/阿波
76	本薬師寺	6647G	本薬1994-2次 5BMY NK26 022	1.2	1.6	17.2	70.0	2.8	0.26	1.0	0.09	5.5	0.10	0.14	0.16	牧代瓦窯
77	藤原宮 (丸瓦)	20次 6AJF KI32 006		1.9	3.1	20.9	55.4	1.6	2.7	1.5	0.15	12.2	0.10	0.21	0.19	不明
78	藤原宮 (丸瓦)	20次 6AJF KI32 007		1.1	1.6	23.0	61.2	2.2	0.40	1.1	0.07	8.7	0.11	0.15	0.17	不明
79	藤原宮 (平瓦)	20次 6AJF KI32		2.0	1.6	17.8	64.1	1.9	1.1	1.1	0.17	9.6	0.10	0.23	0.21	不明
80	大官大寺	6231A	大官1次 6BTK OV49 041	1.5	1.4	20.0	62.0	1.8	1.3	1.5	0.08	9.9	0.09	0.17	0.27	不明
81	大官大寺	6661A	大官1次 6BTK GA59 003	1.7	1.9	20.8	59.9	1.6	1.4	1.6	0.11	10.5	0.09	0.17	0.24	不明
82	大官大寺	6661A	大官1次 6BTK QF59 001	0.97	1.0	23.4	63.1	1.6	0.36	1.0	0.07	8.0	0.10	0.11	0.17	不明
83	藤原宮 (丸瓦)	20次 6AJF KI32		1.6	2.3	22.3	56.9	1.5	2.1	1.6	0.11	11.0	0.10	0.17	0.19	不明

註

- 1) 石田由紀子「藤原宮出土の瓦」『古代瓦研究V』古代瓦研究会、2010。
- 2) 石田由紀子「藤原宮における瓦生産とその年代」『文化財論叢IV』2012。
- 3) 水沢敦子・建石徹「屋代遺跡群出土土器胎土の検討」『長野県立歴史館研究紀要』17、2011。
- 4) 三辻利一・杉直樹・黒瀬雄二・木立雅明「瓦の胎土分析」『古文化財教育研究報告』16、奈良教育大学、1987。
- 5) 白石純「林田池ノ内遺跡出土の瓦および粘土採掘坑採取年度の胎土分析」『林田池ノ内遺跡発掘調査報告書』津山市教育委員会、2005。
- 6) 矢作健二・植木真吾・石岡智武・齋藤紀行「古代朝鮮半島産瓦の胎土分析」『徳永重元博士献呈論集』パリノ・サーヴェイ株式会社出版刊行会、2007。

参考文献

近江俊秀「藤原宮の造瓦(上)(下)」『古代文化』52-7、2000。
清野孝之「大官大寺の出土軒瓦」『古代瓦研究VI』古代瓦研究会、2014。

高田寛太「本薬師寺の創建軒瓦」『古代瓦研究V』古代瓦研究会、2010。

花谷浩「本薬師寺の発掘調査」『仏教芸術』235、毎日新聞社、1997。

表 I-7 産地不明資料の結果

不明資料	No.	分析から推定された産地
本薬師寺出土資料	35	牧代瓦窯
	47	牧代瓦窯
	48	高台・峰寺瓦窯 (C)
藤原宮出土資料	68	高台・峰寺瓦窯 (C)
	70	不明
	(南北大溝) 77	日高山瓦窯
	(南北大溝) 78	高台・峰寺瓦窯 (N/P)
	(南北大溝) 79	高台・峰寺瓦窯 (C)
(南北大溝) 83	日高山瓦窯	
大官大寺出土資料	80	高台・峰寺瓦窯 (C) カ
	81	高台・峰寺瓦窯 (C) カ
	82	高台・峰寺瓦窯 (N/P) カ