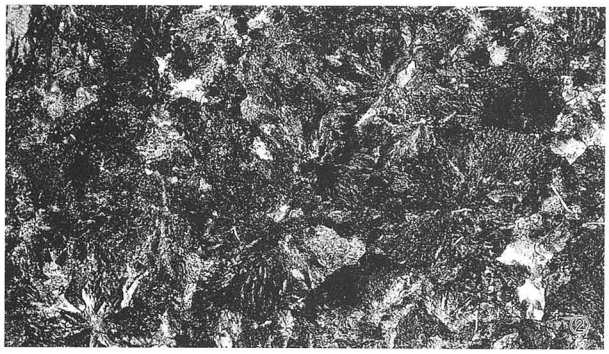
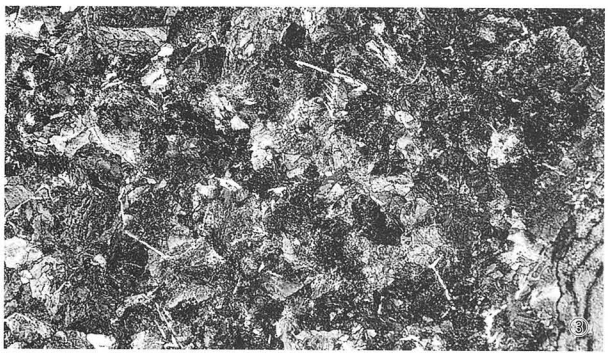
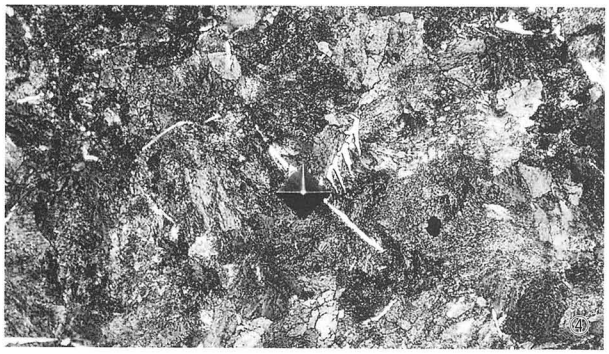
YNO－16D（2）
鉄釘
①～⑤　ナイタル etch
①×50　初析フェライト・素地：パーライト、亜共析組織
②③×100　①の拡大
④⑤×200　硬度圧痕：④247 Hv、⑤262Hv







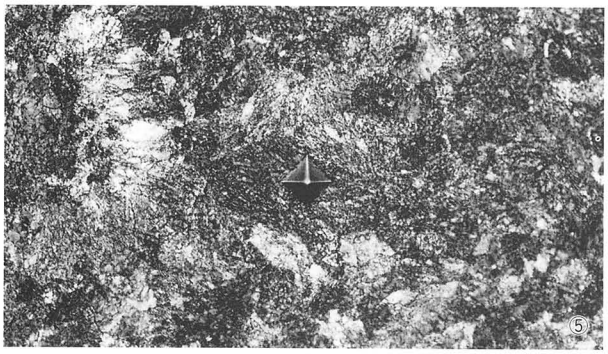
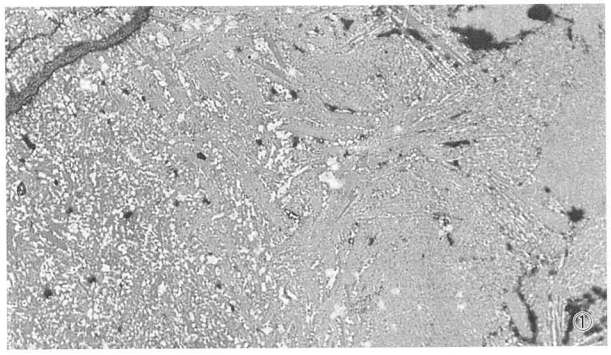
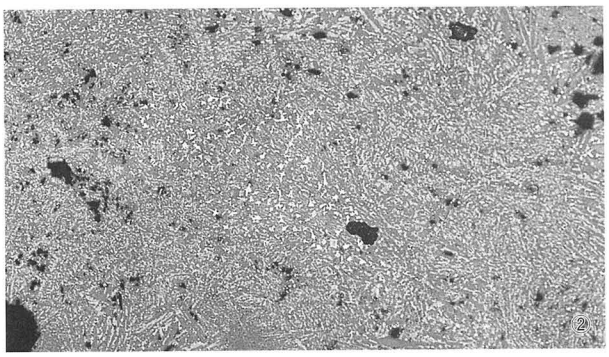
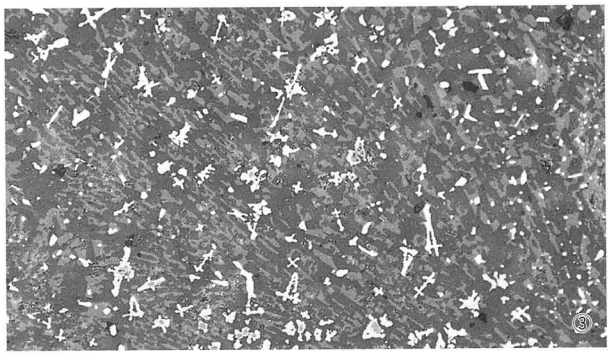


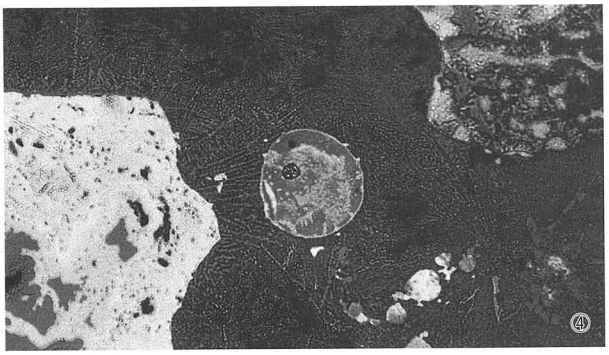
Photo. 11　鉄釘の顕微鏡組織

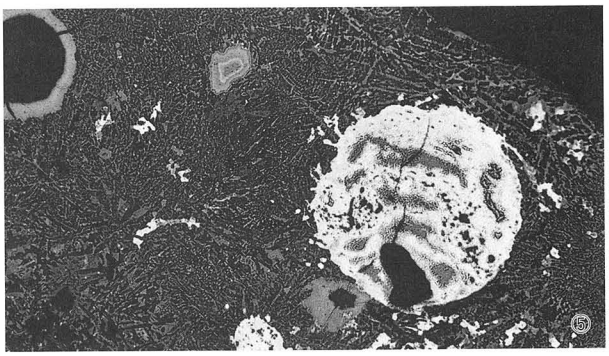
YNO－17D
椀形滓
①×100　滓部
灰色結晶：斜方輝石（Fe、Mg）SiO_3か
②×100　③×400　滓部
多角形結晶　明色部：マグネタイトとウルボスピネルの固溶体
暗色部：スピネルとヘーシナイトの固溶体
④×100 ⑧×400 灰色部:銹化鉄



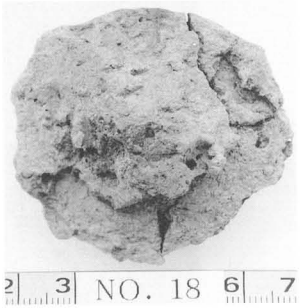


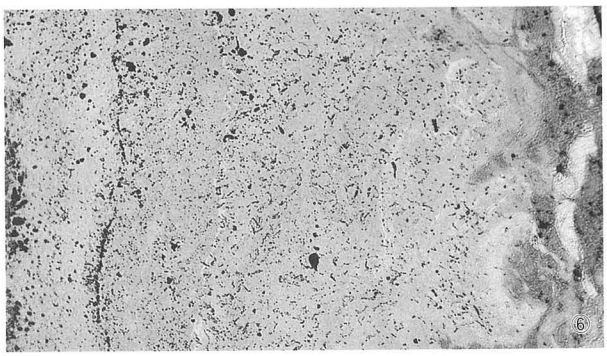






YNO－18D
紡錘車（紡輪部）
⑥×100　⑦の右側拡大
明色部：フェライト
暗色部：パーライト
亜共析組織痕跡
⑦×50　銹化鉄
中央部：層状亀裂
鍛造製品





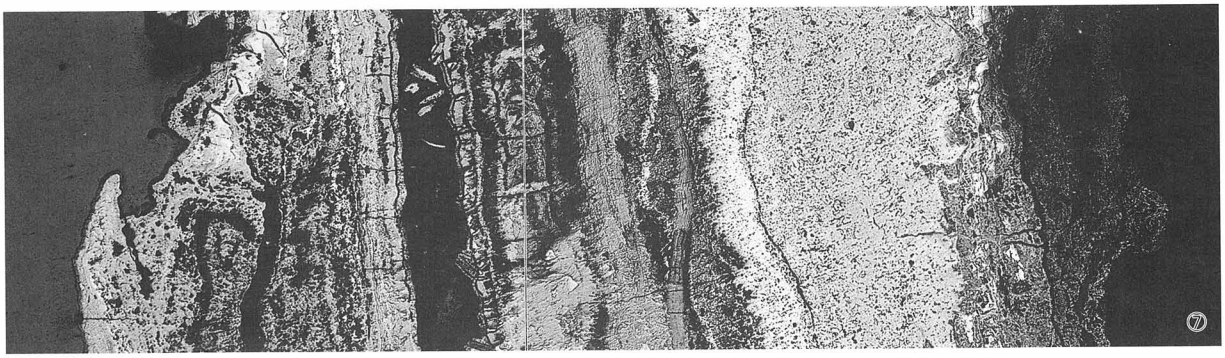
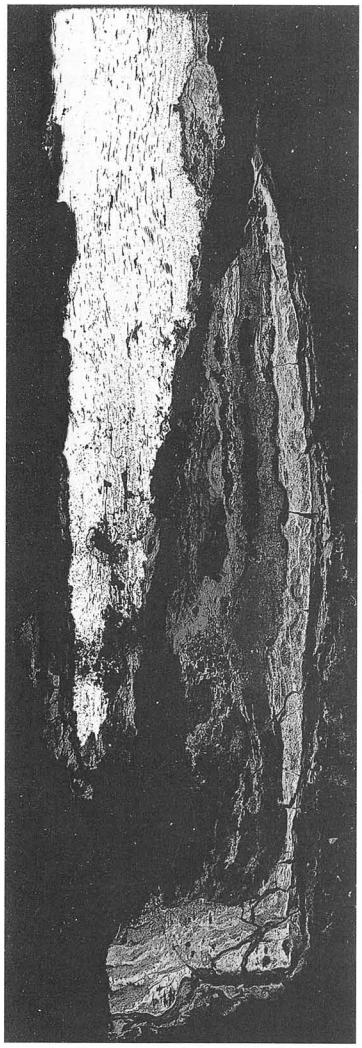
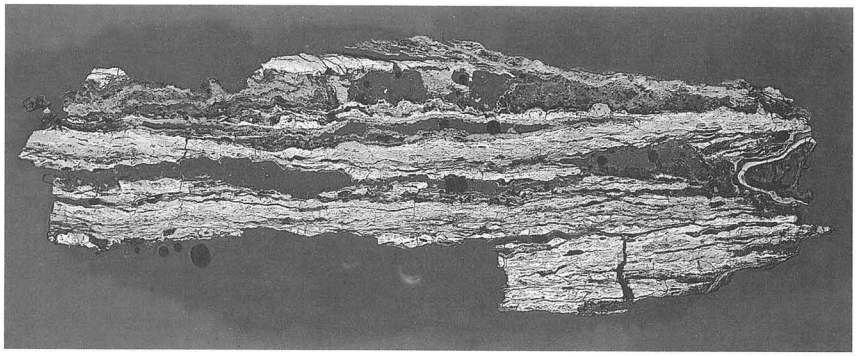


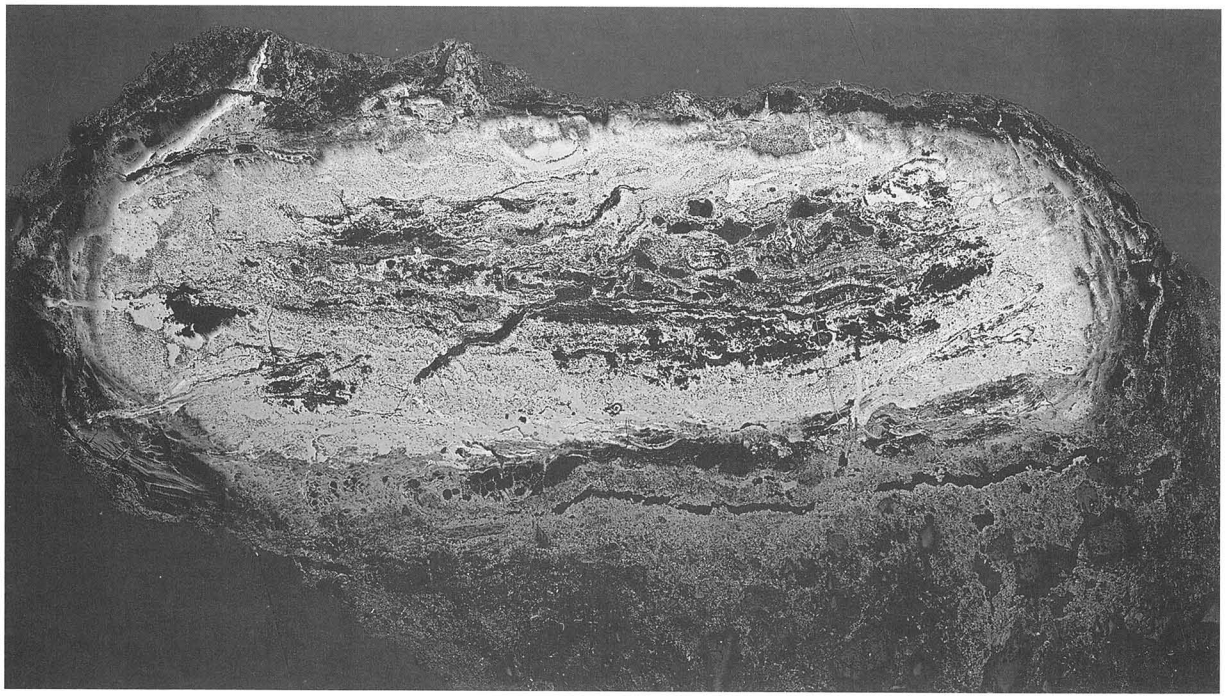
Photo. 12　椀形滓・紡錘車の顕微鏡組織



(YNO－1D×5)

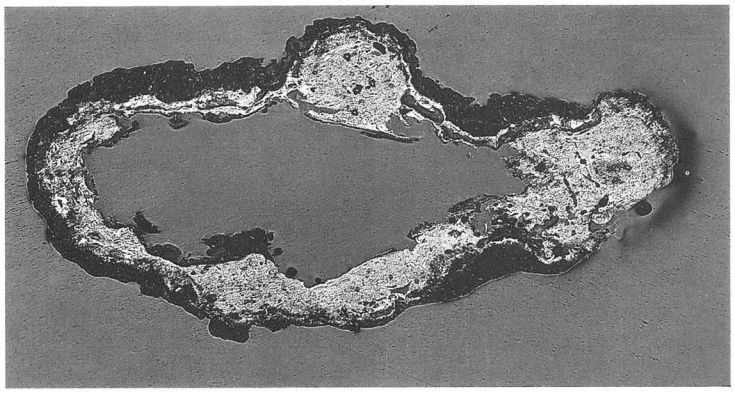


(YNO－2D×10)

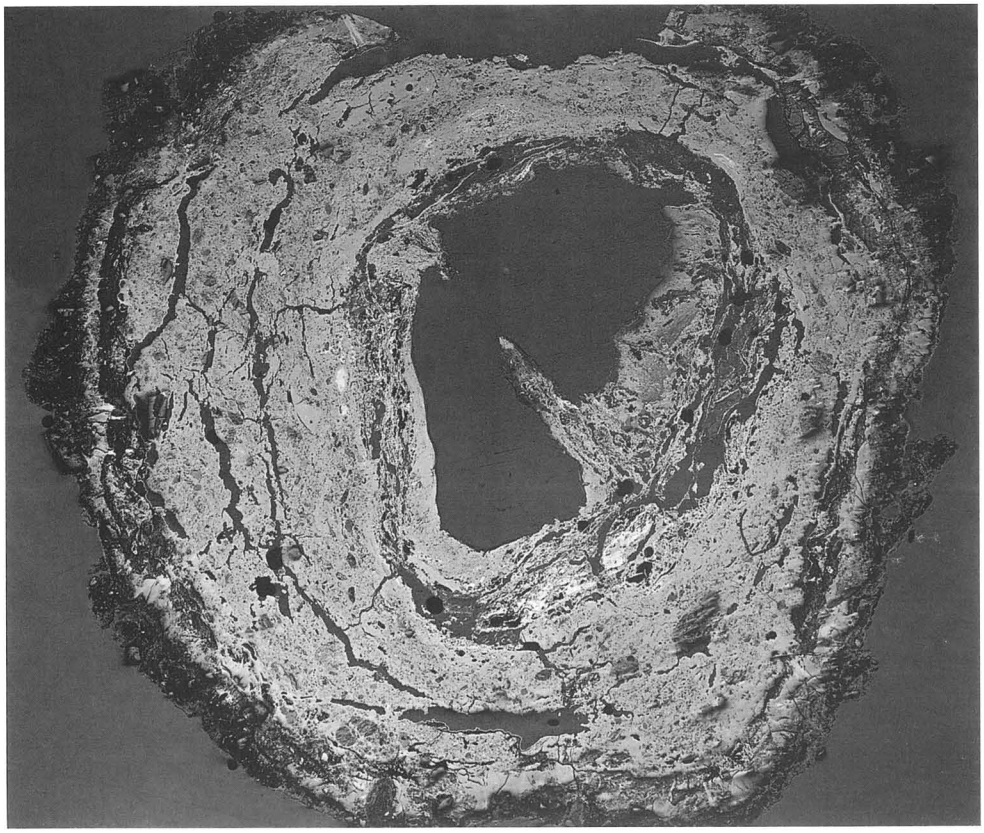


(YNO－3D×20)

Photo. 13　マクロ組織

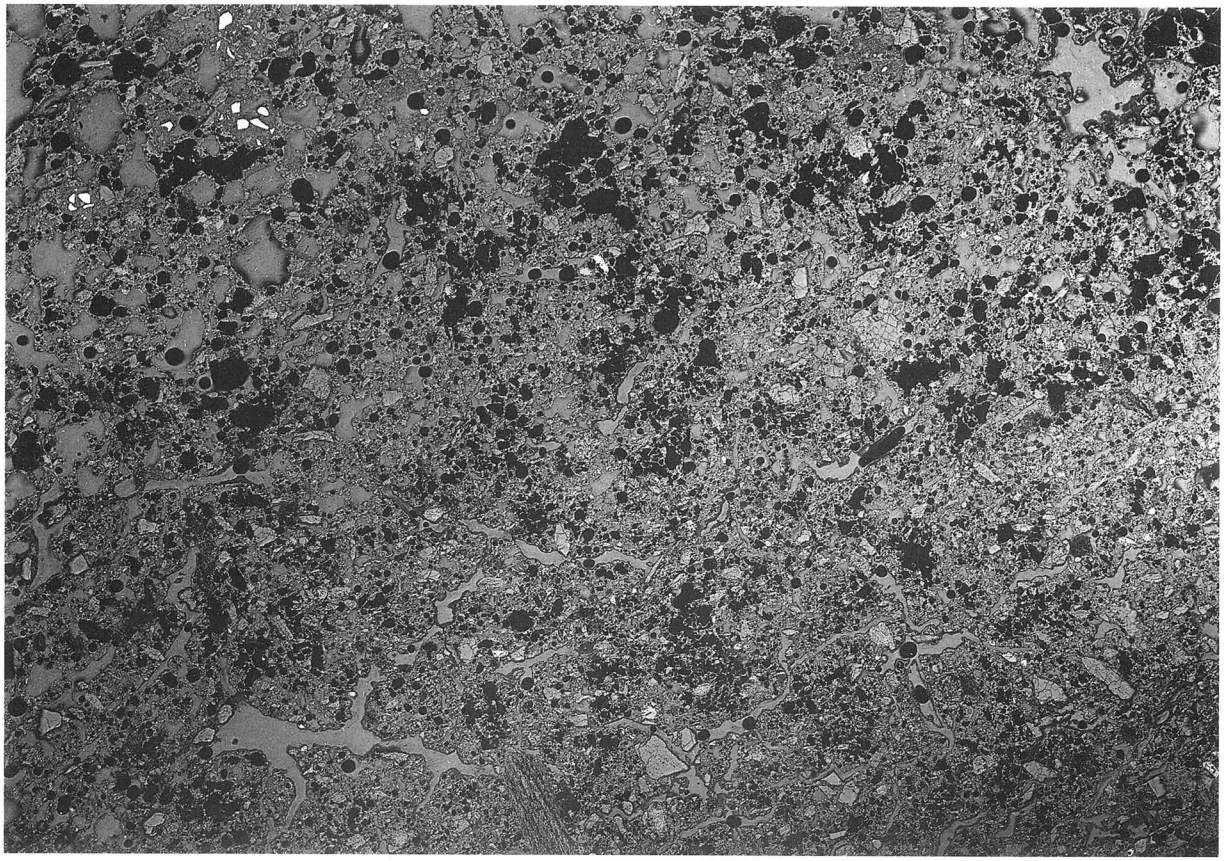


（YNO－4D×５）

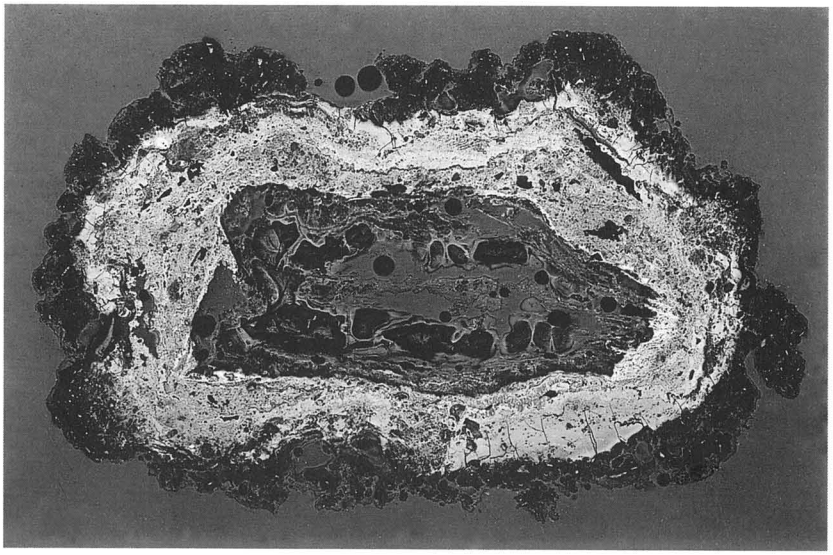


（YNO－5D×20）

Photo.14　マクロ組織

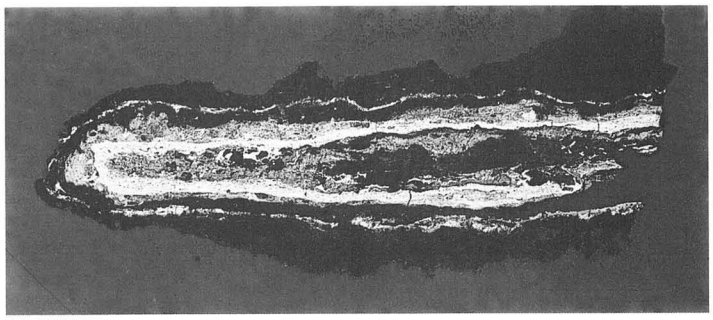


(YNO−6D×10)

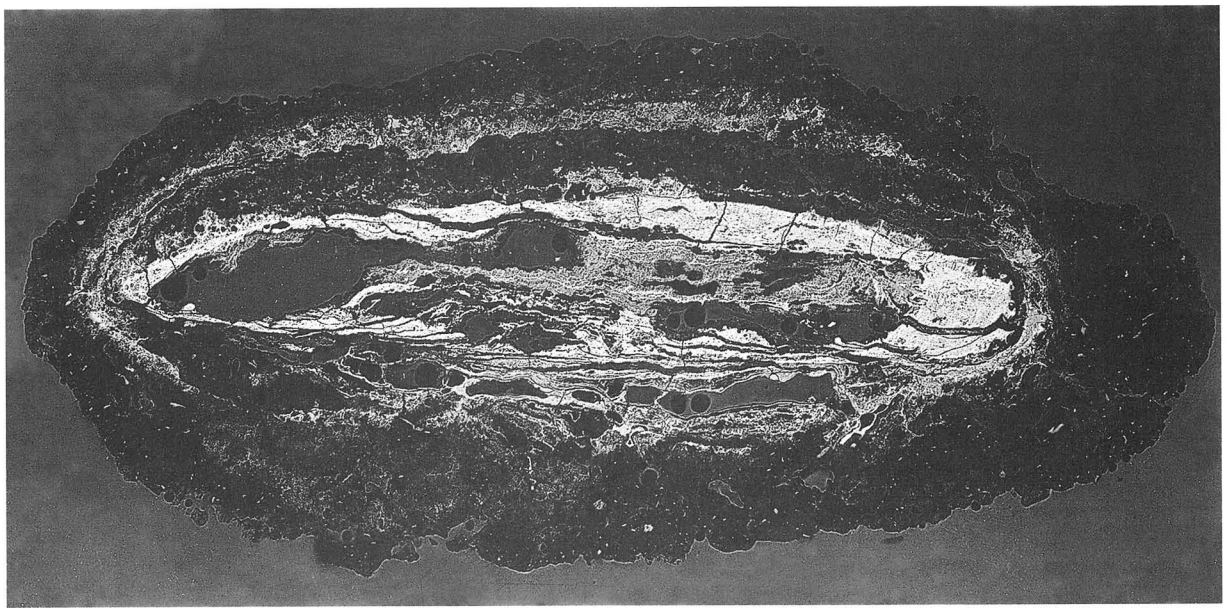


(YNO−7D×10)

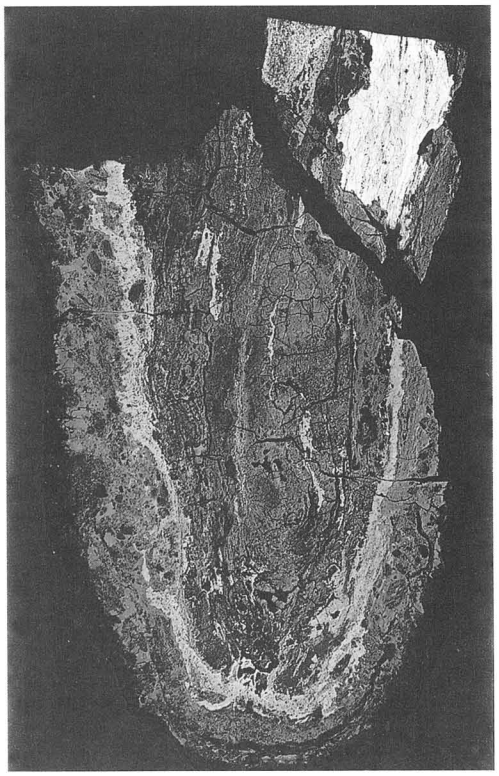
Photo. 15　マクロ組織



(YNO−8D×5)

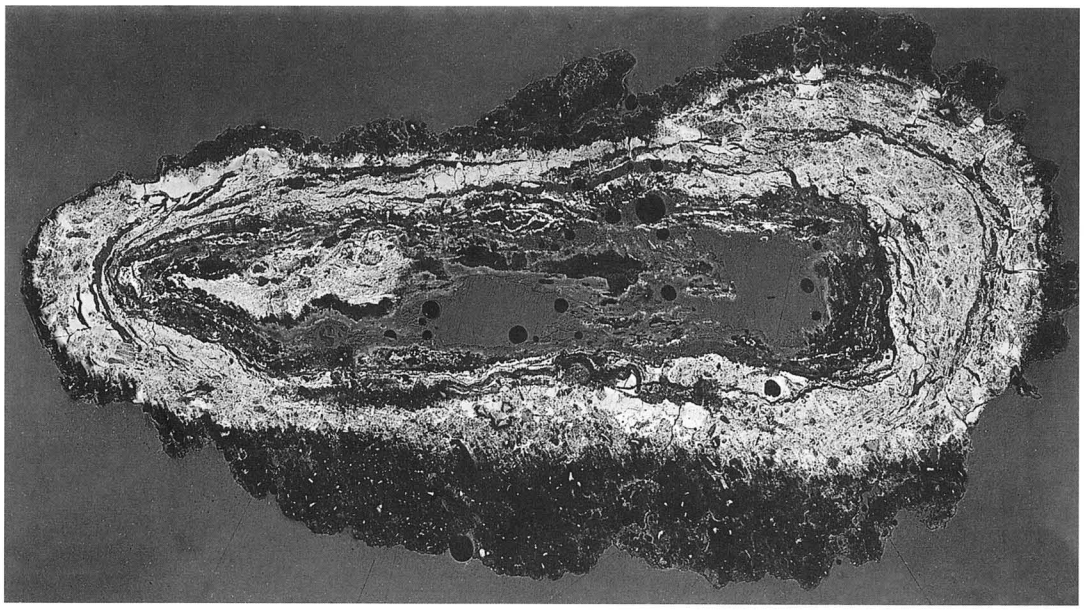


(YNO−9D×10)

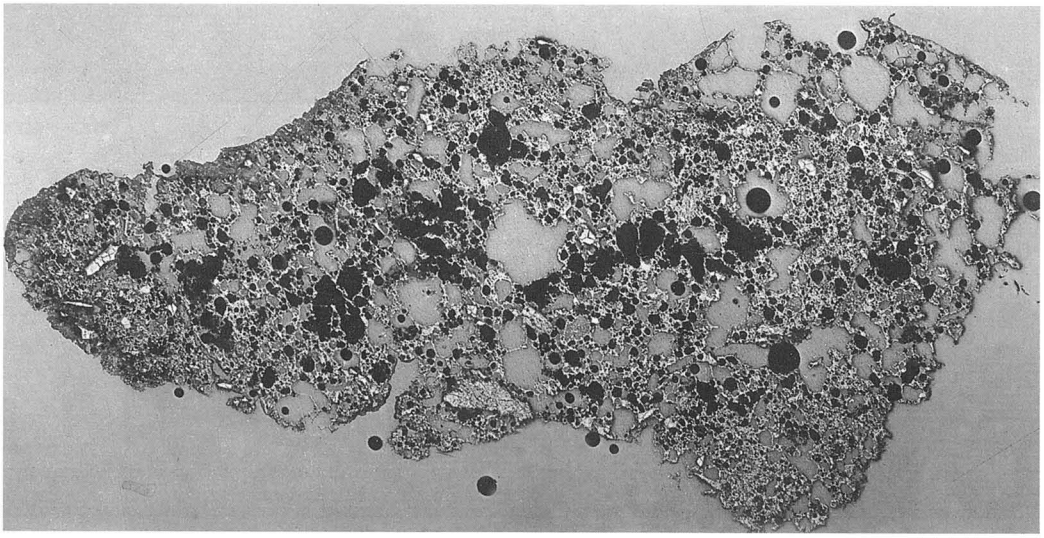


(YNO−10D×10)

Photo. 16　マクロ組織



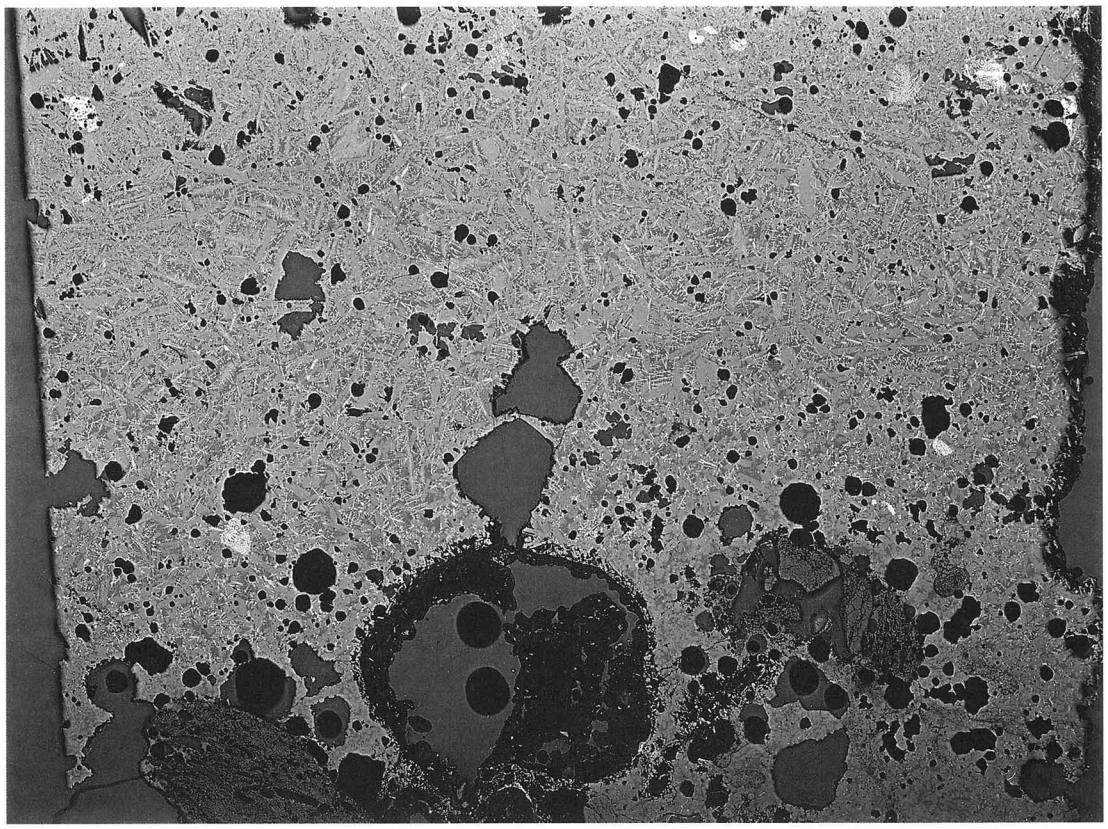
(YNO−11D×10)



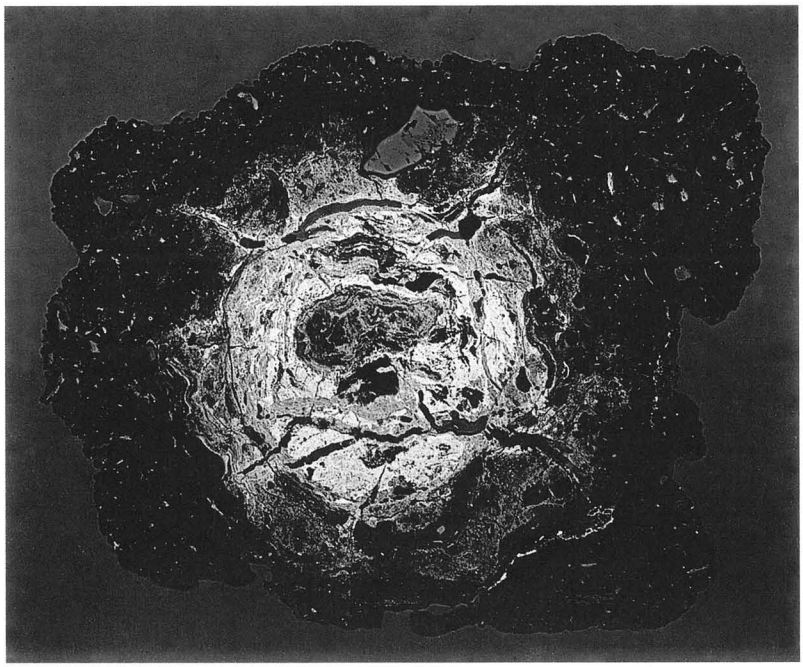
(YNO−12D×10)

(YNO−13D×10)

Photo. 17　マクロ組織



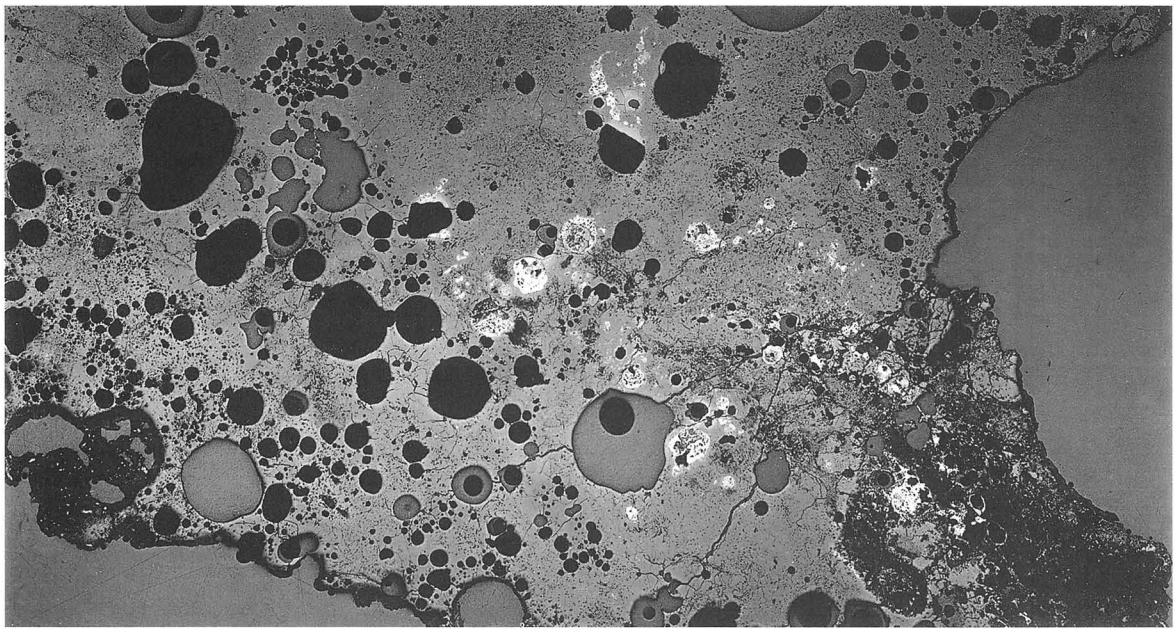
(YNO−14D×10)



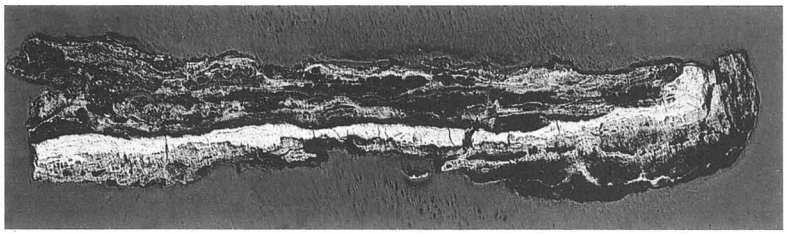
(YNO−15D×10)

Photo. 18　マクロ組織

(YNO−16D×10)



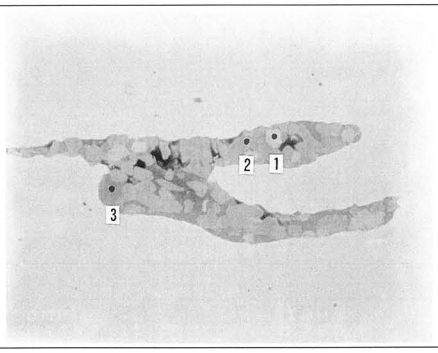
(YNO−17D×10)



(YNO−18D×5)

Photo. 19　マクロ組織

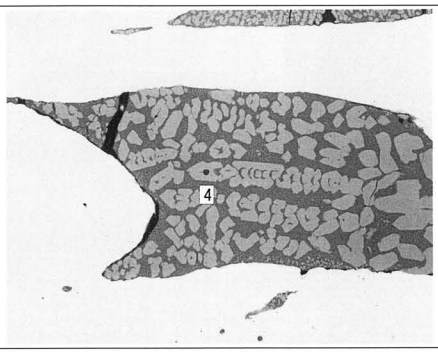
COMP
×700



Element	1	2	3
F	—	—	0.963
Na20	—	0.019	1.119
Mg0	0.078	1.232	0.538
Al203	0.586	0.248	0.033
Si02	0.346	28.656	—
P205	0.151	1.289	42.781
S	0.017	0.005	0.014
K20	—	0.005	0.056
Ca0	—	0.207	36.307
Ti02	0.441	0.048	0.032
Cr203	0.053	0.026	—
Mn0	0.044	0.354	0.141
Fe0	98.084	70.247	11.372
Zr02	—	0.029	0.069
Cu0	—	—	—
V203	—	0.019	0.029
Ba0	0.052	0.031	0.041
Total	99.848	102.414	93.087

YNO−1D

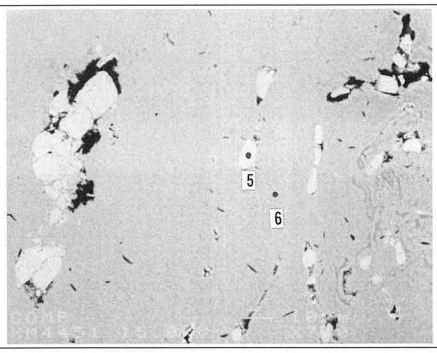
COMP
×500



Element	4
F	—
Na20	—
Mg0	3.425
Al203	0.168
Si02	28.908
P205	2.149
S	—
K20	—
Ca0	0.658
Ti02	0.072
Cr203	—
Mn0	0.995
Fe0	65.652
Zr02	—
Cu0	—
V203	0.029
Ba0	0.015
Total	102.071

YNO−1D

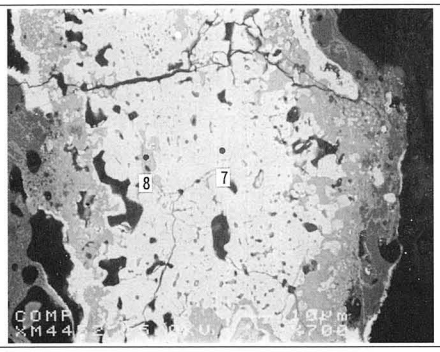
COMP
×700



Element	5	6
F	—	—
Na20	0.043	0.043
Mg0	0.375	—
Al203	0.260	0.082
Si02	0.133	2.100
P205	—	0.348
S	0.002	0.053
K20	—	—
Ca0	—	—
Ti02	0.098	0.007
Cr203	—	0.013
Mn0	0.024	—
Fe0	101.093	75.528
Zr02	—	—
Cu0	0.127	—
V203	—	0.018
Ba0	—	0.047
Total	102.155	78.226

YNO−5D

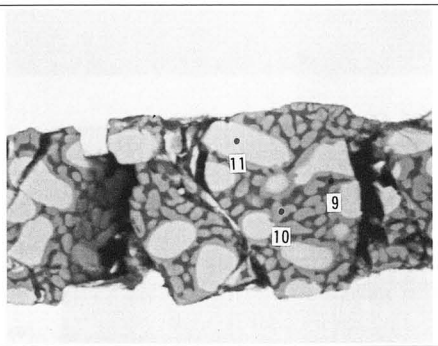
COMP
×700



Element	7	8
F	—	—
Na20	—	0.022
Mg0	0.015	1.287
Al203	0.437	0.139
Si02	0.702	35.438
P205	0.067	0.150
S	0.007	0.020
K20	—	0.003
Ca0	—	2.071
Ti02	0.675	0.291
Cr203	0.020	0.019
Mn0	0.065	0.130
Fe0	89.492	58.701
Zr02	0.003	—
Cu0	0.025	0.003
V203	0.072	0.050
Ba0	—	0.079
Total	91.578	98.398

YNO−6D

COMP
×2000

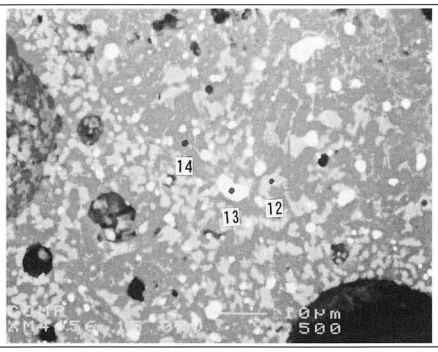


Element	9	10	11
F	—	—	—
Na20	1.134	0.529	0.064
Mg0	0.876	1.407	0.240
Al203	9.685	4.282	0.434
Si02	30.174	31.985	0.468
P205	0.598	0.502	0.020
S	0.036	0.023	0.002
K20	1.031	0.790	—
Ca0	4.135	3.617	—
Ti02	0.233	0.071	0.277
Cr203	—	—	0.007
Mn0	0.287	0.366	0.059
Fe0	56.176	59.774	99.870
Zr02	0.055	0.016	0.009
Cu0	0.032	0.010	—
V203	—	0.015	0.058
Ba0	0.056	0.069	—
Total	104.499	103.450	101.508

YNO−10D

Photo. 20　EPMA 調査結果　反射電子像（COMP）（70%縮小）と定量分析値

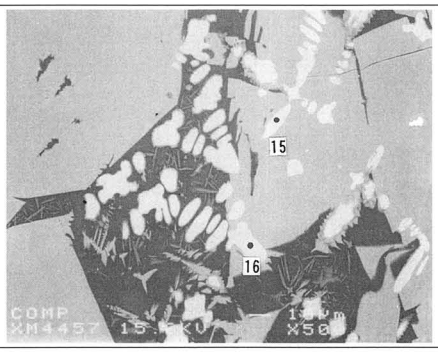
COMP
×1500



YNO−12D

Element	12	13	14
F	—	—	—
Na20	0.117	0.081	1.129
Mg0	21.059	0.374	0.464
Al203	5.013	1.349	30.634
Si02	35.958	3.465	46.588
P205	0.595	0.716	0.515
S	—	0.009	0.013
K20	0.025	0.008	0.404
Ca0	1.993	0.581	13.526
Ti02	0.169	0.314	1.130
Cr203	—	0.056	0.059
Mn0	1.470	0.129	0.156
Fe0	37.750	127.846	2.860
Zr02	0.037	—	0.037
Cu0	0.036	0.574	—
V203	0.202	0.022	—
Ba0	0.018	—	0.103
Total	104.442	135.522	97.615

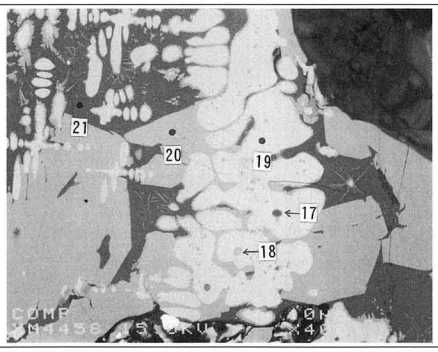
COMP
×500



YNO−14D

Element	15	16
F	—	—
Na20	—	—
Mg0	0.048	0.026
Al203	0.446	1.409
Si02	0.392	0.470
P205	0.008	—
S	—	—
K20	—	—
Ca0	—	0.007
Ti02	0.911	1.845
Cr203	0.033	0.109
Mn0	0.032	0.073
Fe0	97.501	95.622
Zr02	0.061	—
Cu0	0.021	—
V203	0.102	0.084
Ba0	—	—
Total	99.555	99.645

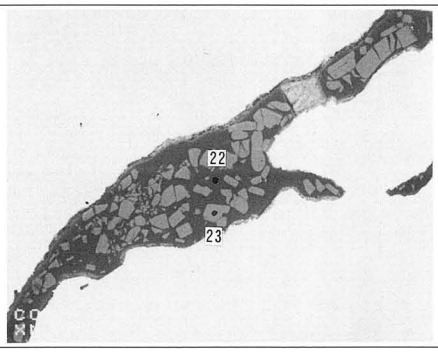
COMP
×400



YNO−14D

Element	17	18	19	20	21
F	—	—	—	—	—
Na20	4.375	0.072	0.012	0.031	4.159
Mg0	0.040	3.904	0.109	1.143	0.002
Al203	24.151	0.209	0.673	0.196	22.503
Si02	42.369	30.032	0.395	30.372	43.471
P205	0.770	0.150	0.026	0.107	0.632
S	0.084	0.011	0.008	0.004	0.035
K20	6.724	0.005	—	—	6.298
Ca0	8.075	0.513	—	0.841	8.293
Ti02	0.260	0.132	0.999	0.092	0.283
Cr203	—	0.056	0.126	—	0.027
Mn0	0.003	0.129	0.024	0.061	0.026
Fe0	11.702	63.180	97.615	67.153	12.732
Zr02	0.050	—	0.043	—	0.017
Cu0	0.089	—	—	—	—
V203	0.045	0.078	0.107	0.005	—
Ba0	0.296	0.019	—	—	0.115
Total	99.012	98.487	100.135	100.004	98.584

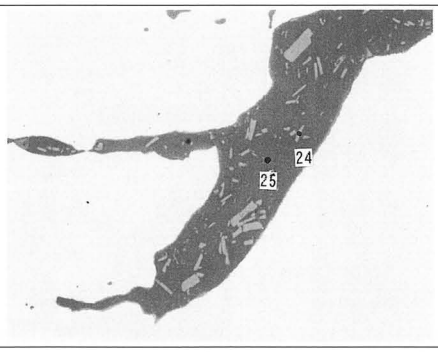
COMP
×700



YNO−16D

Element	22	23
F	0.170	—
Na20	0.978	—
Mg0	1.340	4.781
Al203	16.402	3.346
Si02	55.697	0.292
P205	0.019	0.028
S	0.011	0.002
K20	4.554	0.093
Ca0	10.057	0.259
Ti02	6.580	82.789
Cr203	0.055	0.276
Mn0	0.840	0.773
Fe0	2.079	5.590
Zr02	0.112	—
Cu0	—	0.044
V203	0.034	5.262
Ba0	0.124	0.591
Total	98.977	104.126

COMP
×700

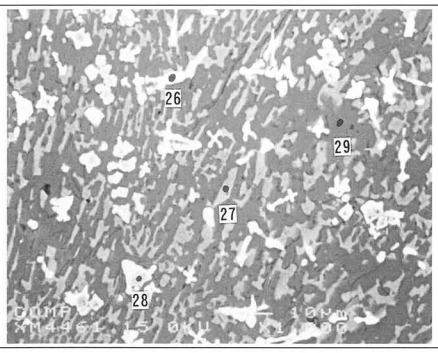


YNO−16D

Element	24	25
F	—	—
Na20	0.170	1.112
Mg0	6.542	1.872
Al203	3.889	16.136
Si02	4.253	54.530
P205	—	0.002
S	—	0.017
K20	0.386	4.534
Ca0	0.840	10.082
Ti02	77.696	6.694
Cr203	0.366	0.050
Mn0	1.224	1.025
Fe0	7.321	2.736
Zr02	0.077	0.027
Cu0	0.041	—
V203	2.099	0.108
Ba0	0.612	0.095
Total	105.516	99.016

Photo. 21　EPMA 調査結果　反射電子像（COMP）（70%縮小）と定量分析値

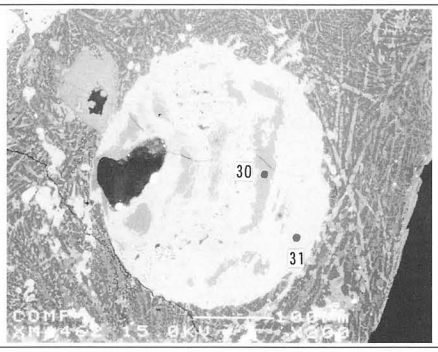
COMP
×1000



YNO−17D

Element	26	27	28	29
F	—	—	—	—
Na20	0.104	1.003	0.193	5.175
Mg0	0.548	12.186	7.102	0.877
Al203	1.938	7.845	46.923	24.363
Si02	1.523	49.455	2.968	55.024
P205	—	0.065	0.006	0.074
S	0.020	—	—	0.011
K20	0.008	0.057	0.024	0.265
Ca0	0.360	3.061	0.615	8.099
Ti02	20.359	1.233	1.412	0.326
Cr203	0.121	0.021	0.934	—
Mn0	0.507	0.670	0.285	0.128
Fe0	69.960	25.246	38.207	4.353
Zr02	0.187	—	—	0.042
Cu0	0.009	—	0.032	0.037
V203	0.581	0.043	0.160	—
Ba0	0.149	0.055	—	—
Total	96.369	100.940	98.861	98.771

COMP
×200



YNO−17D

Element	30	31
F	—	—
Na20	0.005	—
Mg0	0.052	0.019
Al203	3.308	—
Si02	20.000	0.093
P205	0.683	0.116
S	0.235	0.094
K20	0.053	—
Ca0	0.314	—
Ti02	0.023	—
Cr203	0.011	—
Mn0	—	—
Fe0	62.974	91.172
Zr02	—	0.037
Cu0	0.064	0.034
V203	—	0.094
Ba0	—	—
Total	87.663	91.636

Photo. 22　EPMA 調査結果　反射電子像（COMP）（70%縮小）と定量分析値

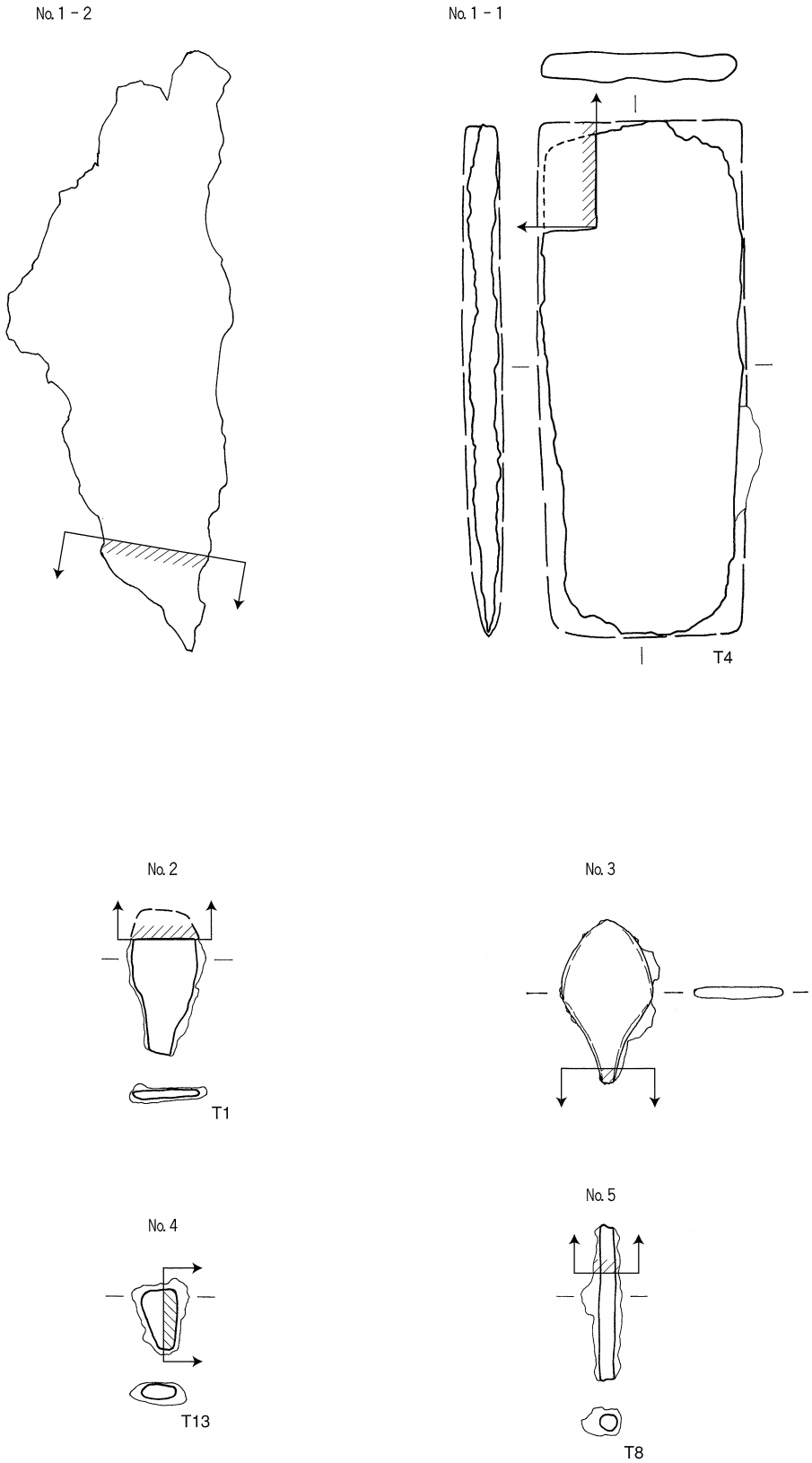


Fig. 1　試料採取要領（////// ←顕微鏡観察面）

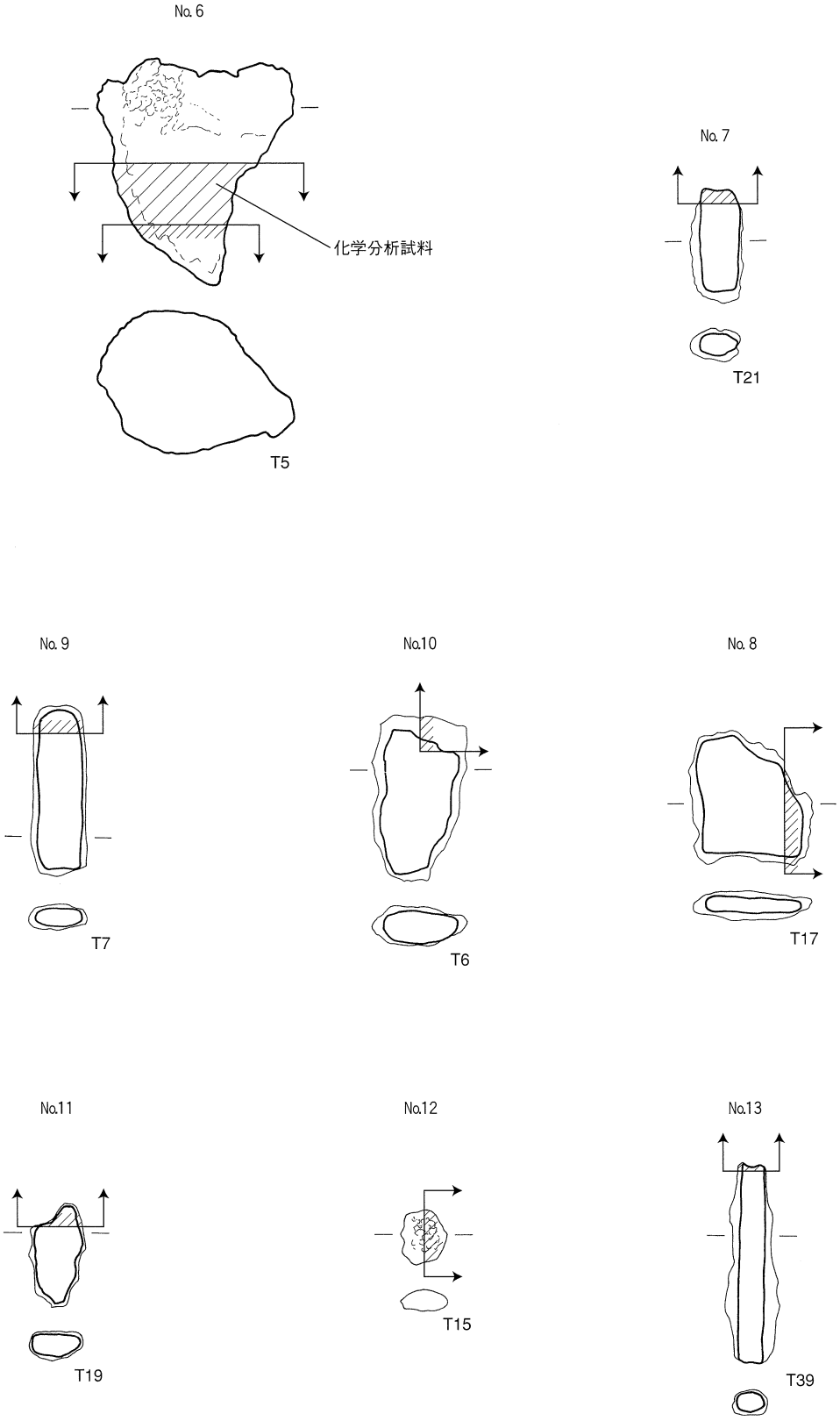


Fig. 2　試料採取要領（▨ 化学分析試料）

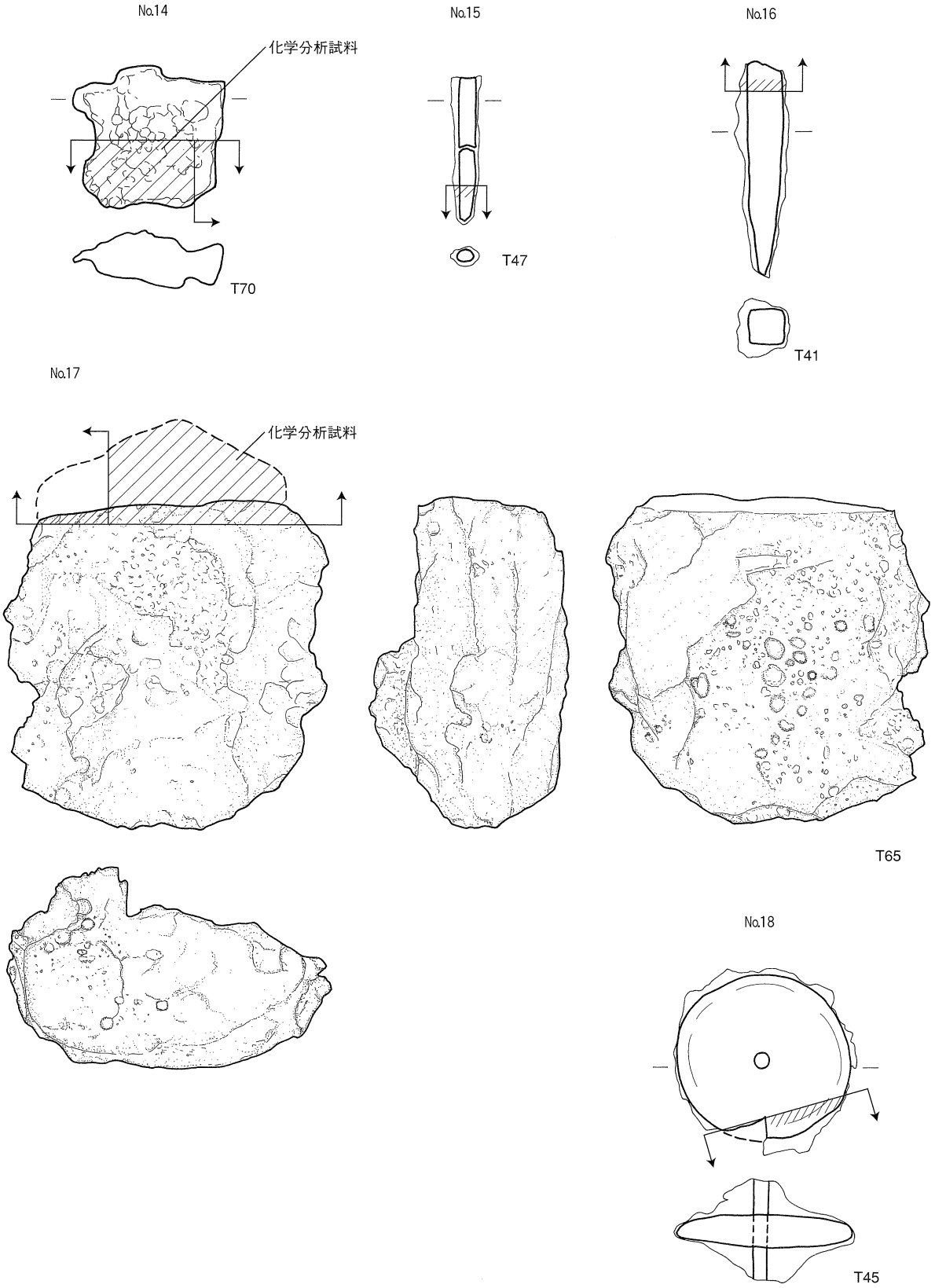


Fig. 3　試料採取要領

2　矢野遺跡出土石器、石片の原材産地分析

藁科　哲男（京都大学原子炉実験所）

はじめに

石器石材の産地を自然科学的な手法を用いて、客観的に、かつ定量的に推定し、古代の交流、交易および文化圏、交易圏を探ると言う目的で、蛍光X線分析法によりサヌカイトおよび黒曜石遺物の石材産地推定を行なっている[1,2,3]。石材移動を証明するには必要条件と十分条件を満たす必要がある。地質時代に自然の力で移動した岩石の出発露頭を元素分析で求めるとき、移動原石と露頭原石の組成が一致すれば必要条件を満たし、その露頭からの流れたルートを地形学などで証明できれば、十分条件を満たし、ただ一カ所の一致する露頭産地の調査のみで移動原石の産地が特定できる。遺物の産地分析では『石器とある産地の原石が一致したからと言っても、他の産地に一致しないと言えないために、一致した産地のものと言い切れないが、しかし一致しなかった場合そこの産地のものでないと言い切れる』が大原則である。考古学では、人工品の様式が一致すると言う結果が非常に重要な意味があり、見える様式としての形態、文様、見えない様式として土器、青銅器、ガラスなどの人手が加わった調合素材があり一致すると言うことは古代人が意識して一致させた可能性があり、一致すると言うことは、古代人の思考が一致すると考えてもよく、相互関係を調査する重要な結果である。石器の様式による分類ではなく、自然の法則で決定した石材の元素組成を指標にした分類では、例えば石材産地が遺跡から近い、移動キャンプ地のルート上に位置する、産地地方との交流を示す土器が出土しているなどを十分条件の代用にすると産地分析は中途半端な結果となり、遠距離伝播した石材を近くの産地と誤判定する可能性がある。人が移動させた石器の元素組成とA産地原石の組成が一致し、必要条件を満足しても、原材産地と出土遺跡の間に地質的関連性がないため、十分条件の移動ルートを自然の法則に従って地形学で証明できず、その石器原材がA産地の原石と決定することができない。従って、石器原材と産地原石が一致したことが、直ちに考古学の資料とならない、確かにA産地との交流で伝播した可能性は否定できなくなったが、B、C、Dの産地でないとの証拠がないために、A産地だと言い切れない。B産地と一致しなかった場合、結果は考古学の資料として非常に有用である。それは石器に関してはB産地と交流がなかったと言い切れる。ここで、十分条件として、可能なかぎり地球上の全ての原産地(A、B、C、D…)の原石群と比較して、A産地以外の産地とは一致しないことを十分条件として証明すれば、石器がA産地の原石と決定することができる。この十分条件を肉眼観察で求めることは分類基準が混乱し不可能であると思われる。また、自然科学的分析を用いても、全ての産地が区別できるかは、それぞれが使用している産地分析法によって、それぞれ異なり実際に行ってみなければ分からない。産地分析の結果の信頼性は何ヶ所の原材産地の原石と客観的に比較して得られたかにより、比較した産地が少なければ、信頼性の低い結果と言える。黒曜石、サヌカイトなどの主成分組成は、原産地ごとに大きな差はみられないが、不純物として含有される微量成分組成には異同があると考えられるため、微量成分を中心に元素分析を行ない、これを産地を特定する指標とした。分類の指標とする元素組成を遺物について求め、あらかじめ、各原産地ごとに数十個の原石を分析して求めておいた各原石群の元素組成の平均値、分散などと遺物のそれを対比して、各平均値からの離れ具合（マハラノビスの距離）を求める。次に、古代

人が採取した原石産出地点と現代人が分析のために採取した原石産出地と異なる地点の可能性は十分に考えられる。従って、分析した有限個の原石から産地全体の無限に近い個数の平均値と分散を推測して判定を行うホテリングのＴ２乗検定を行う。この検定を全ての産地について行い、ある石器原材と同じ成分組成の原石はＡ産地では10個中に一個みられ、Ｂ産地では一万個中に一個、Ｃ産地では百万個中に一個、Ｄ産地では…一個と各産地毎に結果が得られるような、客観的な検定結果からＡ産地の原石を使用した可能性が高いと同定する。即ち多変量解析の手法を用いて、各産地に帰属される確率を求めて産地を同定する。

今回分析した安山岩（サヌカイト）製遺物は、徳島市国府町に位置する矢野遺跡出土の弥生時代の23個および徳島県内比較遺跡として、旧石器時代の土成町の金蔵～上井（こんぞう～うわえ）遺跡出土の５個と椎ヶ丸～芝生遺跡の５個とチャート製が１個で、これら遺物の合計34個について産地分析の結果が得られたので報告する。

サヌカイト、ガラス質安山岩原石の分析

サヌカイト、ガラス質安山岩原石の自然面を打ち欠き、新鮮面を出し、塊状の試料を作り、エネルギー分散型蛍光Ｘ線分析装置によって元素分析を行なう。分析元素はAl、Si、K、Ca、Ti、Mn、Fe、Rb、Sr、Y、Zr、Nbの12元素をそれぞれ分析した。塊試料の形状差による分析値への影響を打ち消すために元素量の比を取り、それでもって産地を特定する指標とした。サヌカイト、ガラス質安山岩では、K/Ca、Ti/Ca、Mn/Sr、Fe/Sr、Rb/Sr、Y/Sr、Zr/Sr、Nb/Srの比量を指標として用いる。サヌカイトの原産地は、西日本に集中してみられ、石材として良質な原石の産地、および質は良くないが考古学者の間で使用されたのではないかと話題に上る産地、および玄武岩、ガラス質安山岩など、合わせて32ヶ所以上の調査を終えている。図１にサヌカイトの原産地の地点を示す。このうち、金山・五色台地域では、その中の多くの地点から良質のサヌカイトおよびガラス質安山岩が多量に産出し、かつそれらは数ヶの群に分かれる（図２）。近年、丸亀市の双子山の南嶺から産出するサヌカイト原石で双子山群を確立し、またガラス質安山岩は、細石器時代に使用された原材で、善通寺市の大麻山南からも産出している。これら産地の原石および原石産地不明の遺物を元素組成で分類すると154個の原石群に分類でき、その結果を表１に示した。香川県内の石器原材の産地では金山・五色台地域のサヌカイト原石を分類すると、金山西群、金山東群、国分寺群、蓮光寺群、白峰群、法印谷群の６個の群、城山群および双子山群に、またガラス質安山岩の原石群については、香川県埋蔵文化財センターの森下英治氏より提供された金山奥池、雄山の原石を補充して、金山・奥池第１群、奥池第２群、雄山群の原石群を確立し、神谷町南山地区の原石で南山群を作った。このうち、奥池第１群、雄山群、南山群の組成は非常に似ていて、遺物の産地分析では多くの場合これら３個の群に同時に帰属される。また、大麻山南産は大麻山南第一、二群の２群にそれぞれ分類され、奥池、雄山、南山の各群と区別することが可能である。これらのガラス質安山岩は成分的に黒曜石に近いものであり肉眼観察では下呂石に酷似するもの、西北九州産の中町、淀姫産黒曜石、大串、亀岳原石と酷似するものもみられるため、風化した遺物ではこれら似た原材の肉眼での区別は困難と思われるので、正確な原材産地の判定をするためには本分析が必要である。またサヌカイト原石のうち金山・五色台地域産のサヌカイト原石の諸群にほとんど一致する元素組成を示すものが淡路島の岩屋原産地の堆積層から円礫状で採取される。これら岩屋のものを分類すると、全体の約2/3が表２に示す割合で金山・五色台地域の諸群に一致し、これらが金山・五色台地域から流れ着

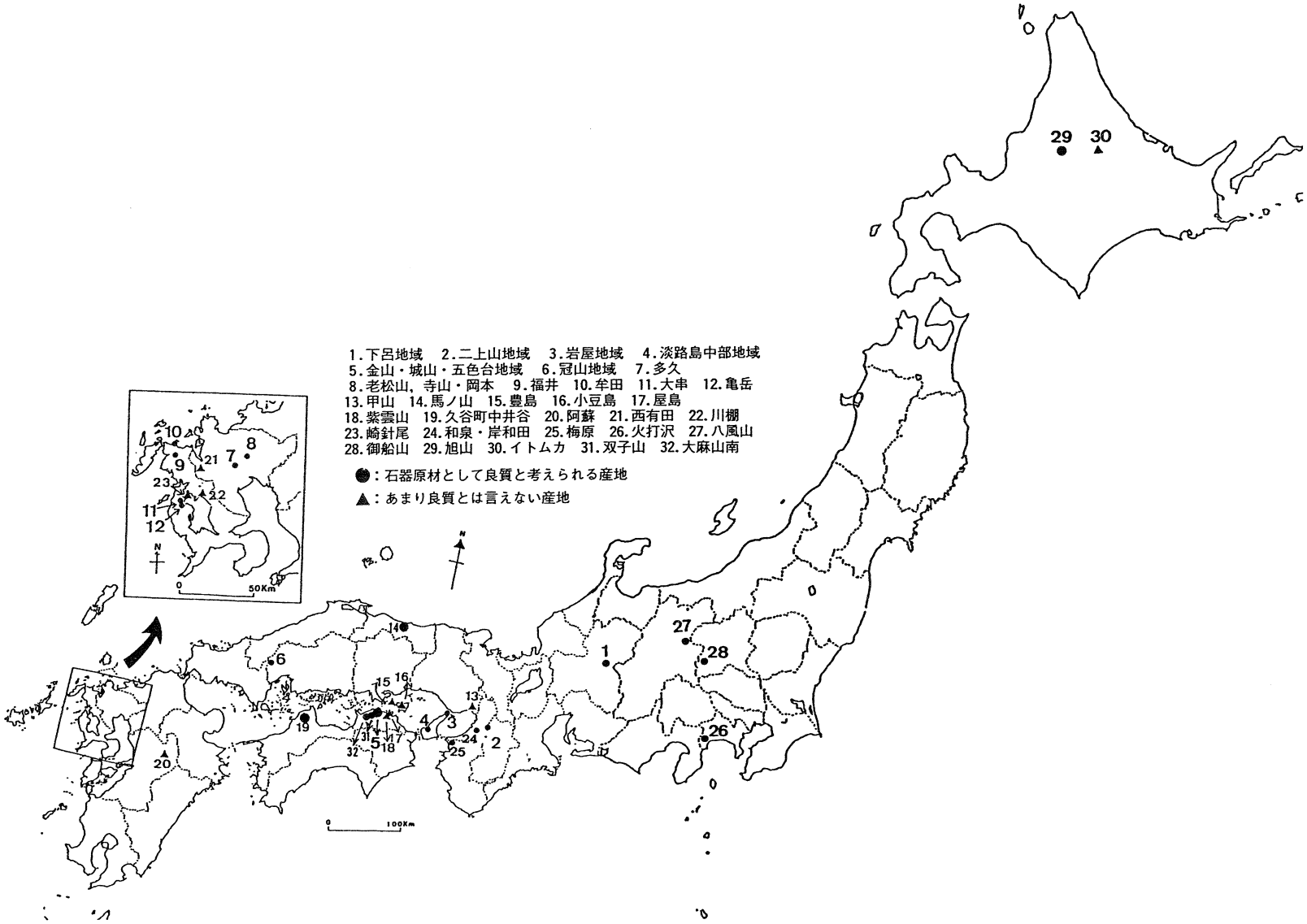


図1　サヌカイト及びサヌカイト様岩石の原産地

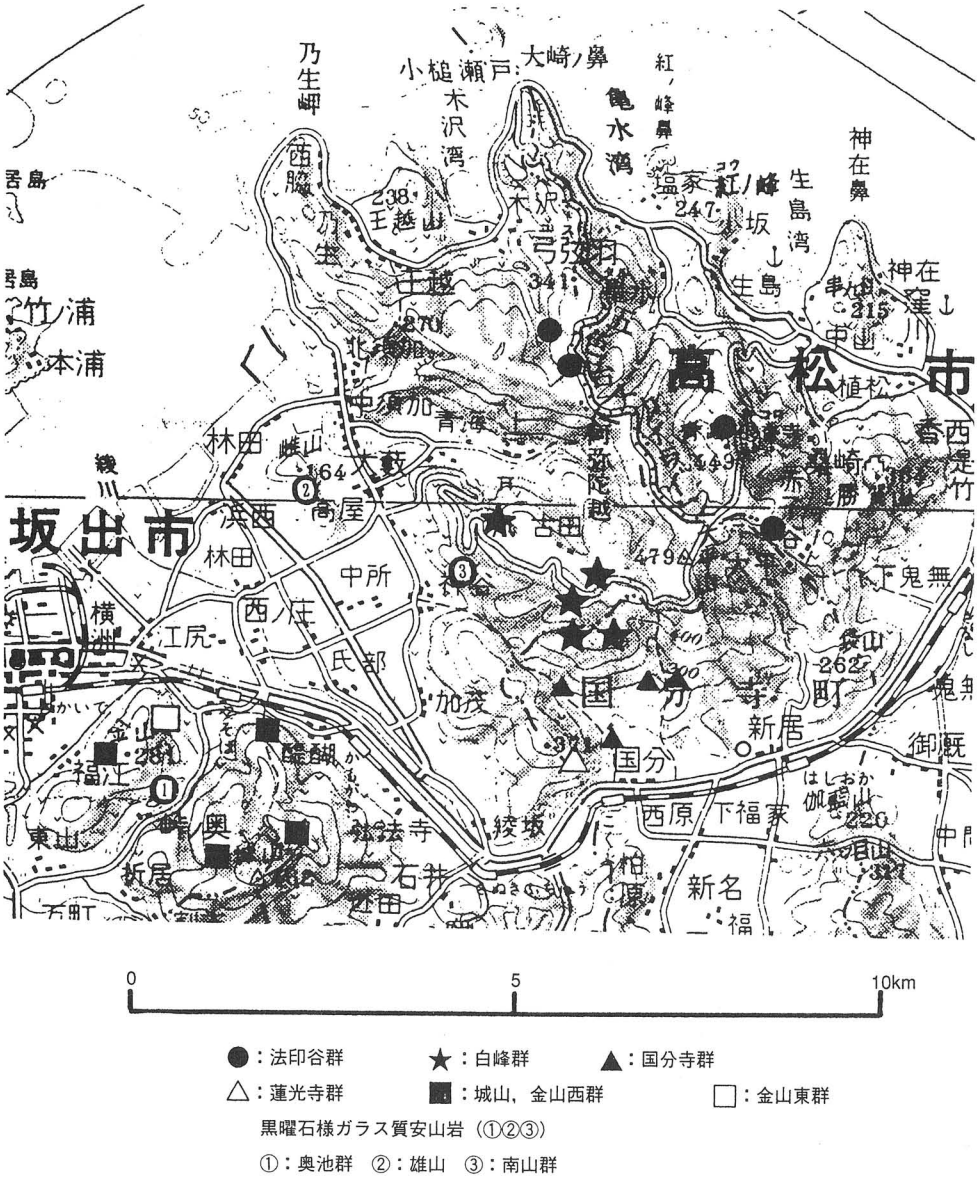


図２　金山・五色台地域サヌカイト、黒曜石様ガラス質安山岩の原産地

いたことがわかる。淡路島中部地域の原産地である西路山地区および大崩地区において岩屋第一群に一致する原石が、それぞれ92％および88％の割合の個数で存在し、その他に群を作らない数個の原石とがみられ、それらのうちで金山・五色台地域の諸群に一致するものはみられなかった。和泉・岸和田原産地からも全体の約１％であるが金山東群に一致する原石が採取される（表３）。また和歌山市梅原原産地からは、金山原産地の原石に一致する原石はみられない（表４）。仮に、遺物が岩屋、和泉・岸和田原産地などの原石で作られている場合には、産地分析の手続きは複雑になる。その遺跡から10個以上の遺物を分析し、表３、４のそれぞれの群に帰属される頻度分布を求め、確率論による期待値と比較して確認しなければならない。二上山群を作った原石は奈良県北葛城郡当麻町に位置する二上山を中心にした広い地域から採取された。この二上山群と組成の類似する原石は和泉・岸和田の原産地から６％の割合で採取されることから、一遺跡10個以上の遺物を分析し、表３のそれぞれの群に帰属される頻度分布をもとめて、和泉・岸和田原産地の原石が使用されたかどうか判断しなければならない。

表１－１　各サヌカイト（安山岩）の原産地における原石群の元素比の平均値と標準偏差値

原産地名原石群名			分析個数	元素比									
				K/Ca	Ti/Ca	Mn/Sr	Fe/Sr	Rb/Sr	Y/Sr	Zr/Sr	Nb/Sr	Al/Ca	Si/Ca
北海道		イトムカ	46	0.359±0.020	0.430±0.014	0.081±0.006	5.884±0.223	0.166±0.011	0.120±0.013	0.883±0.030	0.015±0.013	0.013±0.001	0.137±0.007
		旭山	80	0.351±0.011	0.288±0.010	0.089±0.005	5.064±0.140	0.174±0.011	0.096±0.009	0.903±0.029	0.015±0.012	0.015±0.001	0.141±0.005
		台場Ａ	48	0.278±0.010	0.323±0.009	0.086±0.009	4.941±0.223	0.143±0.008	0.095±0.010	0.768±0.032	0.012±0.006	0.018±0.002	0.149±0.005
		台場Ｂ	82	0.341±0.014	0.295±0.017	0.085±0.011	4.787±0.310	0.177±0.014	0.102±0.015	0.929±0.041	0.021±0.010	0.021±0.002	0.169±0.008
		台場Ｃ	50	0.238±0.016	0.303±0.008	0.116±0.012	7.800±0.313	0.160±0.016	0.135±0.015	0.856±0.056	0.018±0.012	0.018±0.002	0.150±0.009
		台場Ｄ	49	0.319±0.008	0.466±0.011	0.119±0.012	6.686±0.217	0.131±0.012	0.140±0.012	0.894±0.042	0.012±0.007	0.019±0.002	0.160±0.007
群馬県		荒船山	43	0.194±0.070	0.360±0.028	0.129±0.014	9.205±1.153	0.080±0.034	0.085±0.014	0.458±0.082	0.009±0.010	0.013±0.021	0.123±0.032
神奈川県		火打沢	40	0.092±0.005	0.285±0.009	0.166±0.009	12.406±0.332	0.023±0.006	0.111±0.008	0.483±0.023	0.005±0.007	0.012±0.001	0.012±0.001
新潟県		極野	48	0.231±0.008	0.349±0.028	0.141±0.015	10.218±0.328	0.141±0.012	0.159±0.011	0.819±0.042	0.019±0.012	0.012±0.001	0.124±0.005
福井県		滝波川	52	0.327±0.010	0.333±0.008	0.056±0.005	3.145±0.088	0.084±0.005	0.510±0.006	0.606±0.027	0.015±0.006	0.020±0.002	0.150±0.0052
		法恩寺山	38	0.478±0.029	0.349±0.020	0.033±0.003	2.137±0.099	0.148±0.007	0.038±0.008	0.667±0.028	0.022±0.006	0.024±0.002	0.192±0.012
長野県		横川	70	0.183±0.007	0.340±0.017	0.153±0.017	11.018±0.398	0.118±0.011	0.157±0.013	0.721±0.030	0.019±0.009	0.012±0.001	0.113±0.005
		八風山	46	0.274±0.028	0.324±0.010	0.090±0.008	4.905±0.505	0.104±0.009	0.100±0.009	0.581±0.033	0.012±0.009	0.018±0.002	0.168±0.014
岐阜県		下呂	93	1.576±0.055	0.227±0.011	0.038±0.004	0.766±0.025	0.277±0.020	0.031±0.013	0.504±0.024	0.035±0.009	0.052±0.003	0.660±0.025
愛知県		豊川	51	0.299±0.007	0.568±0.020	0.052±0.009	4.672±0.338	0.115±0.008	0.083±0.019	0.848±0.028	0.031±0.009	0.020±0.002	0.151±0.005
		茶臼山	24	0.293±0.005	0.324±0.007	0.093±0.009	6.643±0.256	0.141±0.009	0.107±0.011	1.086±0.037	0.038±0.009	0.021±0.002	0.157±0.006
奈良県		二上山	51	0.288±0.010	0.215±0.006	0.071±0.006	4.629±0.270	0.202±0.012	0.066±0.009	0.620±0.022	0.024±0.010	0.019±0.001	0.144±0.005
大阪府		和泉	26	0.494±0.023	0.325±0.025	0.056±0.004	4.060±0.148	0.296±0.021	0.065±0.010	0.706±0.025	0.038±0.010	0.023±0.001	0.194±0.009
兵庫県		岩屋第一	28	0.616±0.021	0.254±0.012	0.057±0.005	3.610±0.189	0.365±0.019	0.056±0.012	0.846±0.026	0.027±0.017	0.018±0.001	0.186±0.007
		岩屋第二	24	0.535±0.020	0.263±0.005	0.053±0.005	3.438±0.103	0.340±0.015	0.042±0.012	1.069±0.030	0.026±0.014	0.017±0.001	0.173±0.008
		甲山	22	0.300±0.017	0.154±0.005	0.056±0.007	3.350±0.261	0.130±0.012	0.061±0.033	0.574±0.021	0.012±0.007	0.018±0.001	0.159±0.008
香川県	五色台	国分寺	28	0.457±0.011	0.251±0.007	0.053±0.005	3.574±0.122	0.311±0.019	0.043±0.016	0.970±0.033	0.038±0.015	0.015±0.001	0.149±0.005
		蓮光寺	18	0.459±0.012	0.249±0.008	0.053±0.005	3.518±0.129	0.308±0.019	0.043±0.015	0.972±0.037	0.034±0.009	0.016±0.001	0.150±0.004
		白峰	51	0.534±0.015	0.262±0.005	0.053±0.005	3.376±0.108	0.340±0.014	0.040±0.016	1.071±0.051	0.032±0.011	0.017±0.001	0.173±0.007
		法印谷	25	0.397±0.009	0.239±0.004	0.069±0.005	4.619±0.127	0.277±0.012	0.059±0.011	1.145±0.029	0.031±0.013	0.015±0.001	0.130±0.004
	金山	金山東	48	0.478±0.014	0.227±0.006	0.076±0.009	4.511±0.119	0.293±0.022	0.083±0.014	1.183±0.046	0.020±0.010	0.025±0.003	0.188±0.005
		金山西	43	0.414±0.011	0.217±0.006	0.078±0.007	4.574±0.132	0.283±0.014	0.073±0.015	1.100±0.040	0.032±0.013	0.023±0.002	0.168±0.006
		城山	63	0.402±0.011	0.216±0.006	0.079±0.006	4.741±0.138	0.289±0.014	0.068±0.016	1.065±0.026	0.021±0.014	0.013±0.001	0.116±0.003
		双子山	54	0.350±0.007	0.233±0.005	0.074±0.006	4.898±0.169	0.261±0.012	0.061±0.014	1.093±0.035	0.023±0.016	0.011±0.002	0.105±0.004
		＊奥池第一群	51	0.842±0.046	0.127±0.006	0.024±0.006	2.087±0.088	0.492±0.030	0.018±0.018	0.722±0.047	0.045±0.013	0.035±0.003	0.434±0.024
		＊奥池第二群	50	0.641±0.052	0.133±0.007	0.033±0.007	2.471±0.135	0.391±0.028	0.021±0.017	0.934±0.067	0.038±0.011	0.029±0.003	0.331±0.027
		＊雄山	50	0.827±0.052	0.128±0.006	0.026±0.008	2.119±0.091	0.485±0.032	0.016±0.018	0.731±0.050	0.043±0.014	0.035±0.003	0.421±0.027
		＊神谷・南山	51	0.852±0.040	0.131±0.007	0.027±0.008	2.083±0.088	0.495±0.026	0.020±0.016	0.703±0.045	0.050±0.014	0.035±0.004	0.433±0.023
		＊大麻山南第一群	39	0.693±0.072	0.149±0.007	0.041±0.010	2.792±0.180	0.473±0.043	0.034±0.021	0.965±0.061	0.044±0.012	0.029±0.003	0.344±0.038
		＊大麻山南第二群	34	0.992±0.041	0.124±0.009	0.034±0.011	2.370±0.138	0.691±0.024	0.021±0.022	0.774±0.032	0.054±0.015	0.039±0.004	0.480±0.018
愛媛県		中井谷	40	0.458±0.041	0.374±0.007	0.073±0.009	5.160±0.157	0.393±0.022	0.108±0.017	1.473±0.051	0.037±0.021	0.020±0.008	0.219±0.009
鳥取県		馬ノ山	23	0.188±0.007	0.178±0.006	0.011±0.001	0.916±0.033	0.032±0.002	0.001±0.002	0.177±0.009	0.004±0.002	0.015±0.001	0.111±0.005
		下砂見	46	0.168±0.003	0.162±0.004	0.021±0.003	1.447±0.038	0.028±0.004	0.011±0.003	0.262±0.026	0.007±0.003	0.016±0.001	0.119±0.005
		麻畑	51	0.442±0.012	0.444±0.044	0.061±0.006	3.570±0.097	0.109±0.008	0.080±0.009	0.988±0.032	0.078±0.009	0.027±0.003	0.206±0.006
広島県	冠山	冠高原	60	0.651±0.021	0.485±0.014	0.046±0.004	3.322±0.104	0.174±0.009	0.029±0.009	0.462±0.017	0.185±0.010	0.025±0.002	0.241±0.008
		伴蔵Ｃ	45	0.277±0.010	0.345±0.008	0.019±0.002	1.604±0.057	0.039±0.015	0.008±0.006	0.368±0.012	0.026±0.006	0.019±0.001	0.171±0.006
		伴蔵Ａ	51	0.340±0.008	0.319±0.008	0.020±0.003	1.347±0.025	0.047±0.011	0.011±0.005	0.381±0.021	0.044±0.056	0.019±0.002	0.190±0.009
		冠山東	29	0.323±0.019	0.363±0.031	0.019±0.001	1.607±0.060	0.059±0.009	0.003±0.005	0.399±0.043	0.025±0.009	0.021±0.001	0.171±0.006
		飯山	25	1.116±0.061	0.472±0.022	0.037±0.005	2.228±0.080	0.245±0.011	0.023±0.009	0.524±0.014	0.246±0.013	0.038±0.003	0.391±0.021
山口県		平生	45	0.184±0.009	0.190±0.006	0.112±0.031	7.290±0.346	0.170±0.015	0.077±0.011	0.691±0.040	0.026±0.010	0.011±0.001	0.097±0.004

表１－２　各サヌカイト（安山岩）の原産地における原石群の元素比の平均値と標準偏差値

原産地名原石群名			分析個数	元素比									
				K/Ca	Ti/Ca	Mn/Sr	Fe/Sr	Rb/Sr	Y/Sr	Zr/Sr	Nb/Sr	Al/Ca	Si/Ca
福岡県	八女市	昭和池第一群	50	1.825±0.041	0.644±0.024	0.053±0.007	2.125±0.063	0.453±0.019	0.107±0.017	1.477±0.049	0.044±0.022	0.050±0.003	0.500±0.012
		昭和池第二群	50	1.592±0.066	0.609±0.020	0.061±0.005	3.075±0.123	0.534±0.039	0.111±0.020	1.671±0.134	0.049±0.012	0.042±0.003	0.419±0.014
		昭和池第三群	50	3.144±0.069	0.724±0.036	0.073±0.009	2.919±0.099	0.925±0.048	0.181±0.026	2.820±0.114	0.072±0.020	0.074±0.026	0.817±0.040
		昭和池第四群	50	1.922±0.108	0.681±0.050	0.064±0.005	3.023±0.103	0.607±0.033	0.122±0.017	1.887±0.098	0.050±0.015	0.050±0.004	0.499±0.018
佐賀県		多久第一群	40	0.820±0.053	0.405±0.013	0.056±0.009	4.680±0.233	0.494±0.033	0.049±0.029	0.912±0.045	0.199±0.030	0.031±0.003	0.284±0.017
		多久第二群	42	0.844±0.061	0.395±0.019	0.061±0.010	5.106±0.397	0.539±0.053	0.069±0.030	0.911±0.050	0.197±0.028	0.032±0.004	0.293±0.026
		梅野（多久第３群）	42	1.287±0.051	0.340±0.013	0.058±0.010	3.643±0.225	0.784±0.030	0.081±0.022	0.824±0.033	0.265±0.032	0.038±0.009	0.458±0.050
		老松山	62	0.704±0.029	0.314±0.009	0.073±0.015	5.266±0.176	0.533±0.035	0.077±0.027	0.720±0.053	0.191±0.035	0.026±0.028	0.249±0.010
		寺山・岡本	50	0.629±0.043	0.310±0.088	0.070±0.012	5.553±0.236	0.492±0.034	0.083±0.021	0.700±0.032	0.180±0.027	0.024±0.002	0.227±0.014
		西有田	17	0.453±0.019	0.331±0.005	0.098±0.010	7.489±0.249	0.307±0.024	0.081±0.015	0.568±0.023	0.106±0.010	0.023±0.002	0.237±0.016
		松尾転礫	47	0.717±0.036	0.410±0.012	0.081±0.006	5.312±0.241	0.383±0.024	0.094±0.013	0.810±0.039	0.095±0.023	0.028±0.027	0.291±0.014
		松尾第二群	40	0.970±0.032	0.330±0.009	0.066±0.007	3.683±0.122	0.431±0.021	0.077±0.016	0.554±0.023	0.110±0.021	0.034±0.003	0.377±0.012
		椎葉崖第一群	42	0.822±0.027	0.369±0.010	0.065±0.007	3.888±0.236	0.392±0.021	0.076±0.018	0.540±0.049	0.089±0.020	0.027±0.009	0.330±0.013
		椎葉崖第二群	41	0.675±0.016	0.390±0.010	0.073±0.007	4.666±0.218	0.346±0.021	0.078±0.012	0.582±0.065	0.087±0.013	0.024±0.007	0.280±0.011
		椎葉崖第三群	12	0.538±0.011	0.401±0.007	0.076±0.010	5.271±0.189	0.296±0.019	0.075±0.015	0.587±0.024	0.075±0.009	0.022±0.002	0.227±0.009
		椎葉崖第四群	37	0.744±0.014	0.409±0.010	0.080±0.010	5.176±0.202	0.399±0.020	0.092±0.015	0.807±0.027	0.096±0.023	0.029±0.003	0.302±0.010
長崎県		大串	28	1.111±0.118	0.140±0.009	0.055±0.020	1.650±0.236	0.236±0.043	0.041±0.027	0.486±0.038	0.082±0.022	0.050±0.006	0.607±0.059
		亀岳	19	1.072±0.042	0.144±0.008	0.041±0.006	1.776±0.152	0.233±0.014	0.015±0.013	0.497±0.018	0.065±0.015	0.049±0.003	0.587±0.018
		牟田第一群	51	0.788±0.084	0.341±0.023	0.067±0.009	4.581±0.198	0.884±0.119	0.224±0.055	0.753±0.082	0.259±0.053	0.029±0.004	0.273±0.028
		牟田第二群	40	0.588±0.042	0.330±0.018	0.088±0.014	7.611±0.599	1.058±0.119	0.348±0.069	1.033±0.102	0.402±0.064	0.023±0.003	0.203±0.014
		川棚第一群	59	0.498±0.030	0.302±0.011	0.067±0.005	4.225±0.181	0.220±0.018	0.076±0.010	0.814±0.048	0.035±0.012	0.012±0.002	0.133±0.008
		川棚第二群	9	0.406±0.048	0.265±0.027	0.071±0.004	4.854±0.374	0.203±0.029	0.081±0.012	0.714±0.048	0.034±0.017	0.011±0.001	0.109±0.011
		福井第一群	46	0.634±0.019	0.330±0.007	0.087±0.016	7.527±0.226	1.174±0.030	0.381±0.042	1.096±0.047	0.480±0.070	0.023±0.002	0.217±0.007
		福井第二群	47	0.509±0.016	0.315±0.007	0.078±0.010	7.118±0.234	0.909±0.042	0.299±0.046	0.947±0.054	0.361±0.055	0.020±0.002	0.177±0.007
		崎針尾第一群	68	0.382±0.026	0.252±0.023	0.052±0.006	4.106±0.227	0.160±0.018	0.057±0.009	0.434±0.039	0.056±0.011	0.010±0.001	0.107±0.007
		崎針尾第二群	56	0.590±0.072	0.393±0.020	0.077±0.009	5.396±0.448	0.330±0.028	0.078±0.015	0.675±0.059	0.096±0.017	0.024±0.006	0.219±0.041
		駒崎鼻	42	0.635±0.072	0.309±0.009	0.071±0.012	5.519±0.425	0.500±0.050	0.076±0.025	0.690±0.055	0.183±0.030	0.025±0.003	0.231±0.025
熊本県		阿蘇第一群	39	1.999±0.212	0.664±0.061	0.067±0.011	1.862±0.368	0.476±0.060	0.126±0.023	1.647±0.181	0.067±0.014	0.067±0.010	0.602±0.086
		阿蘇第二群	44	1.045±0.171	0.547±0.064	0.056±0.008	2.822±0.410	0.312±0.048	0.088±0.015	1.108±0.160	0.046±0.013	0.036±0.006	0.302±0.038
		菊池	42	0.678±0.057	0.458±0.020	0.062±0.005	3.457±0.206	0.194±0.018	0.072±0.009	0.728±0.054	0.025±0.010	0.019±0.002	0.185±0.015
鹿児島県		上牛鼻	50	0.612±0.015	0.496±0.009	0.042±0.005	2.625±0.103	0.164±0.007	0.073±0.013	0.977±0.021	0.018±0.008	0.029±0.003	0.271±0.007
標準試料		JG－１[a)]	56	1.327±0.021	0.266±0.006	0.058±0.006	2.817±0.074	0.756±0.015	0.183±0.024	0.762±0.033	0.078±0.014	0.036±0.003	0.448±0.011

麻畑原石産地は岡山理科大学白石純氏発見の原産地（近日正式発表予定）
平均値±標準偏差値、＊：黒曜石様ガラス質安山岩　　a)：Ando,A., Kurasawa,H., Ohmori,T. & Takeda,E.（1974）. 1974 compilation of data on the GSJ geochemical reference samples JG－１ granodiorite and JB－１ basalt. Geochemical Journal Vol. 8　175－192.

表１－３　原石産地不明の組成の似たサヌカイト（安山岩）製遺物で作られた遺物群の元素比の平均値と標準偏差値

遺跡名遺物群名		分析個数	元素比									
			K/Ca	Ti/Ca	Mn/Sr	Fe/Sr	Rb/Sr	Y/Sr	Zr/Sr	Nb/Sr	Al/Ca	Si/Ca
北海道	頭無川遺物群	35	0.352±0.029	0.291±0.021	0.094±0.012	5.376±0.721	0.170±0.015	0.103±0.016	0.874±0.101	0.018±0.011	0.017±0.021	0.156±0.090
	納内 No.17遺物群	48	0.284±0.006	0.316±0.008	0.113±0.016	9.214±0.461	0.158±0.013	0.160±0.013	1.067±0.046	0.022±0.012	0.020±0.002	0.164±0.0040
千葉県	千葉１群	32	0.089±0.002	0.307±0.005	0.177±0.013	13.143±0.459	0.066±0.006	0.116±0.012	0.557±0.030	0.016±0.008	0.012±0.002	0.102±0.004
	千葉２群	36	0.292±0.012	0.352±0.007	0.109±0.010	7.204±0.254	0.184±0.011	0.135±0.013	0.906±0.035	0.024±0.013	0.019±0.002	0.161±0.008
	千葉３群	48	0.098±0.002	0.306±0.004	0.141±0.012	8.952±0.285	0.032±0.008	0.096±0.008	0.419±0.019	0.011±0.006	0.014±0.001	0.120±0.003
	千葉４群	48	0.134±0.002	0.259±0.004	0.128±0.012	9.617±0.196	0.092±0.009	0.098±0.009	0.612±0.023	0.017±0.009	0.012±0.001	0.093±0.002
	有吉 No.13群	48	0.143±0.002	0.243±0.004	0.114±0.010	7.889±0.163	0.091±0.009	0.097±0.009	0.566±0.029	0.016±0.009	0.015±0.002	0.117±0.003
	有吉 No.14群	48	0.204±0.002	0.310±0.004	0.116±0.009	8.780±0.158	0.146±0.009	0.106±0.010	0.654±0.026	0.015±0.002	0.015±0.002	0.130±0.003
石川県	酒見遺物群	42	0.447±0.064	0.608±0.017	0.089±0.012	5.098±0.781	0.153±0.019	0.116±0.014	1.258±0.118	0.016±0.012	0.024±0.004	0.208±0.027
	地方15865群	48	0.366±0.011	0.341±0.013	0.077±0.008	4.116±0.119	0.115±0.012	0.087±0.010	0.586±0.059	0.012±0.008	0.022±0.002	0.204±0.007
	地方19398群	48	0.333±0.005	0.363±0.007	0.060±0.004	3.314±0.089	0.087±0.006	0.048±0.009	0.619±0.017	0.018±0.009	0.020±0.002	0.152±0.004
岐阜県	野笹 No.261他群	56	0.632±0.032	0.393±0.013	0.045±0.005	2.234±0.070	0.170±0.009	0.046±0.012	1.030±0.041	0.029±0.006	0.022±0.002	0.213±0.010
	野笹 No.271他群	35	0.407±0.010	0.304±0.005	0.040±0.005	1.882±0.041	0.089±0.005	0.033±0.005	0.671±0.030	0.023±0.005	0.018±0.002	0.177±0.006
	野笹 No.282他群	33	0.799±0.009	0.512±0.010	0.050±0.005	2.540±0.096	0.221±0.014	0.077±0.011	1.213±0.039	0.034±0.007	0.026±0.002	0.240±0.009
	野笹 No.289他群	32	3.515±0.134	1.068±0.047	0.149±0.023	6.620±0.453	0.617±0.041	0.210±0.032	1.330±0.067	0.158±0.027	0.167±0.015	2.525±0.081
	野笹 No.262群	40	0.384±0.004	0.318±0.006	0.057±0.005	2.356±0.068	0.102±0.007	0.051±0.007	0.651±0.022	0.022±0.005	0.017±0.002	0.161±0.004
	野笹 No.295群	32	3.584±0.178	1.077±0.058	0.075±0.016	3.775±0.153	0.441±0.024	0.197±0.019	1.118±0.053	0.150±0.028	0.183±0.019	2.989±0.159
静岡県	川津 No.1群	48	0.101±0.002	0.297±0.003	0.145±0.012	13.011±0.347	0.056±0.009	0.112±0.009	0.589±0.028	0.011±0.009	0.011±0.001	0.088±0.002
愛知県	朝日 No.7群	35	0.334±0.004	0.362±0.005	0.067±0.009	3.895±0.150	0.082±0.005	0.044±0.007	0.758±0.044	0.027±0.009	0.017±0.002	0.147±0.010
	朝日 No.15群	35	1.016±0.022	0.582±0.012	0.043±0.005	4.187±0.141	0.477±0.019	0.089±0.020	1.722±0.058	0.058±0.026	0.032±0.009	0.557±0.021
京都府	赤ヶ平 No.13群	48	0.458±0.012	0.199±0.003	0.053±0.007	3.752±0.073	0.217±0.017	0.060±0.011	0.635±0.047	0.013±0.006	0.019±0.002	0.145±0.004
大阪府	向出 No.6群	30	0.236±0.003	0.189±0.003	0.075±0.005	4.966±0.089	0.194±0.010	0.063±0.011	0.588±0.019	0.010±0.011	0.015±0.001	0.127±0.002
	向出 No.49群	30	0.310±0.003	0.203±0.003	0.052±0.004	3.734±0.074	0.228±0.016	0.059±0.010	0.610±0.021	0.011±0.012	0.017±0.001	0.147±0.002
	中社 No.62群	30	0.333±0.003	0.229±0.003	0.066±0.004	4.363±0.080	0.212±0.014	0.066±0.011	0.618±0.019	0.010±0.011	0.017±0.001	0.142±0.002
	中社 No.82群	30	0.340±0.003	0.226±0.003	0.065±0.005	4.305±0.085	0.208±0.010	0.069±0.009	0.628±0.015	0.010±0.010	0.016±0.001	0.136±0.002
	中社 No.86群	30	2.638±0.057	0.949±0.026	0.025±0.008	4.536±0.105	0.624±0.019	0.139±0.027	1.425±0.050	0.059±0.019	0.097±0.033	1.903±0.055
	中社 No.89群	30	0.600±0.005	0.287±0.004	0.046±0.004	3.077±0.060	0.363±0.014	0.048±0.012	1.088±0.022	0.022±0.016	0.028±0.002	0.256±0.004
	中社 No.104群	30	0.133±0.002	0.117±0.002	0.095±0.006	6.365±0.098	0.112±0.007	0.044±0.010	0.328±0.020	0.009±0.009	0.011±0.001	0.102±0.002
	鬼虎 No.16群	33	0.361±0.004	0.253±0.004	0.053±0.007	3.105±0.070	0.238±0.106	0.063±0.014	0.684±0.025	0.027±0.008	0.018±0.001	0.170±0.004
	鬼虎 No.17群	33	0.372±0.004	0.250±0.004	0.049±0.007	2.987±0.060	0.241±0.010	0.056±0.009	0.675±0.024	0.023±0.008	0.018±0.001	0.176±0.005
	粟生間谷 No.98群	48	0.421±0.009	0.227±0.005	0.066±0.009	4.359±0.132	0.217±0.015	0.067±0.009	0.651±0.025	0.026±0.009	0.015±0.002	0.129±0.006
	粟生間谷 No.T5群	48	0.240±0.002	0.268±0.005	0.058±0.007	4.106±0.087	0.160±0.010	0.059±0.009	0.582±0.027	0.022±0.008	0.018±0.002	0.123±0.004
兵庫県	寺田 No.117群	48	0.378±0.005	0.226±0.004	0.071±0.007	4.592±0.093	0.216±0.009	0.063±0.009	0.611±0.024	0.022±0.008	0.019±0.002	0.134±0.004
	熊内 No.7群	55	0.290±0.004	0.180±0.003	0.078±0.007	4.603±0.180	0.243±0.015	0.055±0.012	0.351±0.057	0.015±0.007	0.017±0.002	0.141±0.004
	熊内 No.13群	55	0.307±0.003	0.185±0.002	0.081±0.009	4.895±0.103	0.323±0.016	0.055±0.019	0.417±0.059	0.014±0.007	0.016±0.001	0.127±0.003
	熊内 No.17群	48	0.271±0.013	0.196±0.003	0.074±0.009	4.661±0.148	0.183±0.008	0.056±0.013	0.808±0.027	0.017±0.007	0.019±0.002	0.145±0.005
	熊内 No.33群	48	0.699±0.008	0.150±0.004	0.080±0.008	2.790±0.054	0.564±0.018	0.045±0.030	0.417±0.050	0.022±0.010	0.029±0.003	0.283±0.007
和歌山県	堅田 No.8遺物群	48	11.976±0.595	1.248±0.069	0.035±0.011	3.745±0.214	1.647±0.054	0.215±0.053	1.272±0.054	0.120±0.023	0.276±0.032	4.203±0.241
	堅田 No.24遺物群	48	23.782±1.975	3.082±0.279	0.045±0.014	6.290±0.406	2.437±0.192	0.444±0.070	2.258±0.134	0.178±0.026	0.500±0.066	5.731±0.519
	堅田 No.28遺物群	48	1.934±0.083	1.349±0.064	0.026±0.010	8.161±0.354	0.625±0.025	0.128±0.027	1.414±0.061	0.072±0.027	0.092±0.010	1.051±0.059

表１－４　原石産地不明の組成の似たサヌカイト（安山岩）製遺物で作られた遺物群の元素比の平均値と標準偏差値

遺跡名	遺物群名	分析個数	元素比									
			K/Ca	Ti/Ca	Mn/Sr	Fe/Sr	Rb/Sr	Y/Sr	Zr/Sr	Nb/Sr	Al/Ca	Si/Ca
鳥取県	笹畝２No.2群	48	0.491±0.008	0.524±0.009	0.040±0.005	2.278±0.047	0.098±0.006	0.045±0.007	0.629±0.017	0.066±0.006	0.028±0.002	0.222±0.006
	笹畝 No.3群	48	0.324±0.007	0.508±0.007	0.048±0.005	2.859±0.079	0.068±0.056	0.051±0.006	0.622±0.025	0.048±0.008	0.021±0.002	0.152±0.006
島根県	平田遺物群	70	0.211±0.006	0.296±0.007	0.092±0.014	7.108±0.245	0.098±0.011	0.071±0.012	0.552±0.038	0.021±0.008	0.013±0.001	0.118±0.005
	喜時雨遺物群	44	3.461±0.177	2.341±0.134	0.158±0.041	17.661±1.079	1.099±0.048	0.268±0.036	2.124±0.106	0.157±0.035	0.116±0.012	1.201±0.085
	下山遺物群	60	0.190±0.003	0.286±0.005	0.090±0.010	6.872±0.311	0.088±0.008	0.064±0.008	0.528±0.021	0.017±0.008	0.014±0.001	0.102±0.005
	下山 No.5遺物群	48	0.178±0.002	0.284±0.003	0.086±0.007	7.148±0.141	0.082±0.007	0.060±0.009	0.501±0.023	0.013±0.005	0.012±0.001	0.092±0.003
	下山 No.11遺物群	48	0.161±0.004	0.272±0.004	0.090±0.008	7.586±0.287	0.076±0.009	0.060±0.008	0.468±0.019	0.014±0.006	0.012±0.001	0.087±0.003
	東船１遺物群	48	4.547±0.269	0.836±0.030	0.168±0.048	10.523±1.762	2.447±0.594	0.375±0.120	14.278±3.081	1.094±0.249	0.114±0.008	1.029±0.047
	川平 No.2遺物群	48	0.745±0.012	0.216±0.006	0.017±0.002	0.685±0.015	0.104±0.005	0.005±0.005	0.276±0.025	0.019±0.004	0.032±0.004	0.311±0.011
	槙ヶ峠石斧群	48	8.728±1.974	2.927±0.557	0.242±0.037	25.324±3.676	2.332±0.005	0.115±0.045	1.833±0.105	0.040±0.012	0.142±0.030	0.952±0.188
	槙ヶ峠石棒群	48	0.020±0.003	0.170±0.011	0.319±0.027	33.311±1.670	0.053±0.016	0.151±0.017	0.517±0.051	0.022±0.012	0.007±0.001	0.051±0.002
	家の後 No.14群	48	1.518±0.195	0.929±0.084	0.108±0.014	7.721±0.024	0.462±0.036	0.101±0.022	1.134±0.046	0.026±0.011	0.049±0.007	0.384±0.041
	平田磨製石斧群	48	0.365±0.025	0.281±0.018	0.252±0.010	3.352±0.083	0.241±0.013	0.016±0.008	0.189±0.024	0.005±0.002	0.023±0.003	0.165±0.006
徳島県	城ノ内遺物群	50	3.129±0.089	1.851±0.049	0.185±0.028	17.480±0.603	1.168±0.046	0.235±0.052	2.177±0.082	0.115±0.038	0.144±0.012	1.445±0.053
香川県	六ツ目遺物群	30	0.307±0.004	0.258±0.005	0.067±0.005	4.736±0.096	0.235±0.010	0.058±0.014	0.840±0.023	0.030±0.013	0.016±0.005	0.133±0.004
	庵の谷遺物群	60	0.684±0.012	0.248±0.006	0.066±0.012	4.139±0.128	0.429±0.019	0.077±0.022	1.178±0.040	0.058±0.013	0.025±0.002	0.262±0.007
高知県	松ノ木遺物群	37	0.610±0.017	0.223±0.004	0.797±0.005	4.528±0.120	0.325±0.016	0.063±0.017	1.151±0.028	0.019±0.014	0.024±0.002	0.193±0.006
宮崎県	永迫 No.18遺物群	48	0.293±0.007	0.237±0.003	0.050±0.006	3.976±0.127	0.164±0.010	0.061±0.010	0.658±0.026	0.024±0.008	0.017±0.002	0.127±0.007
	永迫 No.19遺物群	48	0.440±0.085	2.190±0.242	0.026±0.005	0.671±0.068	0.012±0.002	0.057±0.005	0.913±0.047	0.050±0.008	0.339±0.037	4.867±0.543
	久木野10遺物群	34	0.397±0.006	0.297±0.007	0.071±0.009	3.723±0.129	0.181±0.011	0.048±0.012	0.397±0.029	0.071±0.010	0.021±0.002	0.189±0.012
	久木野12遺物群	48	0.687±0.010	0.369±0.008	0.046±0.005	2.596±0.074	0.132±0.008	0.033±0.010	0.995±0.027	0.066±0.011	0.033±0.003	0.284±0.014
	久木野17遺物群	45	37.546±7.947	6.872±1.512	0.055±0.024	12.163±1.242	1.718±0.118	0.319±0.060	1.898±0.167	0.211±0.052	1.490±0.316	16.795±3.403
	久木野26遺物群	48	20.336±1.582	7.598±0.614	0.046±0.015	7.914±0.477	1.359±0.073	0.396±0.064	3.562±0.227	0.050±0.029	0.803±0.098	8.469±0.649
	久木野44遺物群	45	0.766±0.067	0.513±0.029	0.049±0.019	2.430±0.163	0.334±0.034	0.418±0.052	0.739±0.083	0.069±0.036	0.080±0.016	4.625±0.293
	久木野45遺物群	48	1.207±0.070	1.243±0.056	0.022±0.009	1.545±0.063	0.152±0.015	0.080±0.015	0.493±0.039	0.030±0.012	0.160±0.020	7.566±0.327
	小田元１遺物群	48	3.016±0.070	0.776±0.023	0.072±0.015	5.825±0.210	1.422±0.045	0.327±0.070	2.927±0.123	0.128±0.032	0.095±0.010	1.075±0.035
	小田元２遺物群	48	6.803±0.509	6.350±0.483	0.053±0.019	28.371±1.498	0.952±0.046	0.273±0.046	2.286±0.179	0.114±0.041	0.505±0.068	10.179±0.870
	小田元16遺物群	48	10.792±0.566	6.922±0.400	0.039±0.011	7.900±0.181	0.941±0.035	0.152±0.048	2.189±0.088	0.103±0.027	0.449±0.040	3.550±0.188
	小田元17遺物群	48	7.394±0.483	5.276±0.388	0.087±0.020	16.004±0.737	1.026±0.046	0.209±0.053	1.914±0.088	0.094±0.042	0.359±0.039	3.562±0.299
	小田元18遺物群	48	1.235±0.051	1.195±0.063	0.066±0.029	1.396±0.168	0.779±0.069	0.908±0.074	2.009±0.190	0.139±0.063	0.100±0.013	5.405±0.216
	小田元20遺物群	48	4.151±0.104	0.877±0.032	0.069±0.018	5.517±0.182	1.853±0.058	0.515±0.061	3.206±0.112	0.197±0.011	0.129±0.011	1.394±0.045
	小田元21遺物群	48	0.152±0.015	0.188±0.022	0.023±0.010	2.606±0.215	0.123±0.023	0.227±0.026	0.621±0.086	0.033±0.019	0.026±0.005	1.251±0.131
	小田元22遺物群	48	2.988±0.185	1.712±0.113	0.083±0.018	12.064±0.318	0.995±0.031	0.214±0.069	2.217±0.088	0.114±0.033	0.099±0.009	0.901±0.048
	小田元23遺物群	48	1.071±0.027	0.751±0.028	0.075±0.012	10.726±0.392	0.708±0.030	0.147±0.040	1.690±0.066	0.093±0.025	0.043±0.004	0.377±0.010
鹿児島県	大原野24遺物群	48	0.783±0.013	0.525±0.008	0.041±0.006	2.415±0.071	0.202±0.010	0.091±0.016	1.131±0.034	0.025±0.011	0.033±0.003	0.324±0.006
	大原野27遺物群	48	7.505±0.286	3.161±0.125	0.065±0.019	16.100±1.244	1.072±0.042	0.154±0.049	1.722±0.067	0.102±0.032	0.190±0.021	1.418±080
	大原野28遺物群	48	7.403±0.961	2.017±0.279	0.096±0.039	0.621±0.075	1.250±0.098	0.800±0.091	1.995±0.192	0.118±0.062	0.326±0.065	16.352±2.120
	大原野34遺物群	48	0.694±0.010	0.337±0.005	0.079±0.011	6.278±0.206	0.592±0.023	0.081±0.031	0.872±0.034	0.190±0.002	0.043±0.004	0.258±0.008

注：向出遺跡、下山 No.5，No11群、中ノ社遺跡、六ツ目遺跡、松ノ木遺跡、朝日遺跡、鬼虎川遺跡、野笹 No.262、295群、粟生間谷遺跡、永迫２遺跡、笹畝２遺跡、川平Ⅰ遺跡、家の後遺跡、槙ヶ峠遺跡、川津町、有吉遺跡、堅田遺跡 No８，24，28遺物群、地方遺跡、小田元第２遺跡、大原野遺跡の分析個数は１個の遺物の分析場所を変えて分析した回数をあらわす。下山遺跡（No.4，No.14，No.15）、平田遺跡（No.12，No.13）、庵の谷遺跡、野笹遺跡、喜時雨遺跡、東船遺跡、千葉２，３，４遺物群、城ノ内遺物群（No.13，No.22）の分析個数はそれぞれ２個以上の遺物の分析場所を変えて分析した回数をあらわす。

表２　岩屋原産地からのサヌカイト原石66個の分類結果

原石群名	個数	百分率	他原産地および他原石群との関係
岩屋第一群	20個	30%	淡路島、岸和田、和歌山に出現
第二群	22	33	白峰群に一致
	6	9	法印谷群に一致
	5	8	国分寺群に一致
	4	6	蓮光寺群に一致
	3	5	金山東群に一致
	2	3	和泉群に一致
	4	6	不明（どこの原石群にも属さない）

表３　和泉・岸和田原産地からのサヌカイト原石72個の分類結果

原石群名	個数	百分率	他原産地および他原石群との関係
岩屋第一群	12個	17%	淡路島、岸和田、和歌山に出現
和　泉　群	9	13	〃　、　〃　、　〃
岩屋第二群	6	8	白峰群に一致
	4	6	二上山群に一致
	1	1	法印谷群に一致
	1	1	金山東群に一致
	39	54	不明（どこの原石群にも属さない）

表４　和歌山市梅原原産地からのサヌカイト原石21個の分類結果

原石群名	個数	百分率	他原産地および他原石群との関係
和　泉　群	10個	48%	淡路島、岸和田、和歌山に出現
岩屋第一群	1	5	〃　、　〃　、　〃
	10	48	不明（どこの原石群にも属さない）

結果と考察

遺跡から出土した石器、石片は、風化のためサヌカイト製は表面が白っぽく変色し、新鮮な部分と異なった元素組成になっている可能性が考えられる。このため遺物の測定面の風化した部分に、圧縮空気によってアルミナ粉末を吹きつけ風化層を取り除き新鮮面を出して測定を行なった。一方黒曜石製のものは風化に対して安定で、表面に薄い水和層が形成されているにすぎないため、表面の泥を水洗するだけで完全な非破壊分析が可能であると考えられる。産地分析で水和層の影響は、軽い元素の分析ほど大きいと考えられるが、影響はほとんど見られない。Ca/K、Ti/K の両軽元素比量を除いて産地分析を行なった場合、また除かずに産地分析を行った場合同定される原産地に差はない。他の元素比量についても風化の影響を完全に否定することができないので、得られた確率の数値にはやゝ不確実さを伴うが、遺物の石材産地の判定を誤るようなことはない。

今回分析した矢野遺跡と徳島県内比較遺跡から出土したサヌカイト製遺物の分析結果を表5－1、－2に示した。石器の分析結果から石材産地を同定するためには数理統計の手法を用いて原石群との比較を

する。説明を簡単にするためRb/Srの一変量だけを考えると、分析番号87878番の遺物はRb/Srの値が0.315で、金山東群の［平均値］±［標準偏差値］は、0.316±0.017であるから、遺物と原石群の差を標準偏差値（σ）を基準にして考えると遺物は原石群から0.06σ離れている。ところで金山東群の産地から100ヶの原石を採ってきて分析すると、平均値から±0.06σのずれより大きいものが95ヶある。すなわち、この遺物が、金山東群の原石から作られていたと仮定しても、0.06σ以上離れる確率は95%であると言える。だから、金山東群の平均値から0.06σしか離れていないときには、この遺物が金山東群の原石から作られたものでないとは、到底言い切れない。ところがこの遺物を二上山群に比較すると、二上山群の平均値からの隔たりは、約9σである。これを確率の言葉で表現すると、二上山群の原石を採ってきて分析したとき、平均値から9σ以上離れている確率は、十億分の一であると言える。このように、十億個に一個しかないような原石をたまたま採取して、この遺物が作られたとは考えられないから、この遺物は、二上山群の原石から作られたものではないと断定できる。これらのことを簡単にまとめて言うと、「この遺物は金山東群に95%の確率で帰属され、信頼限界の0.1%を満たしていることから金山東群の原石が使用されいると同定され、さらに二上山群に対しては千万分の一%の低い確率で帰属され、信頼限界の0.1%に満たないことから二上山産原石でないと同定される」。遺物が金山東群と一致したからと言っても、遺物が金山産地から採取された証拠はなく、分析している試料は原石でなく遺物でさらに分析誤差が大きくなる不定形（非破壊分析）であることから、他の産地に一致しないとは言えない、同種岩石の中での分類である以上、他の産地にも一致する可能性は推測される。即ちある産地（金山東産地）に一致し必要条件を満足したと言っても一致した産地の原石とは限らないために、帰属確率による判断を表1の154個すべての原石群について行ない十分条件を求め、低い確率で帰属された原石群の原石は使用していないとして消していくことにより、はじめて金山東産地の石材のみが使用されていると判定される。実際はK/Caといった唯1ヶの変量だけでなく、前述した8ヶの変量で取り扱うので変量間の相関を考慮しなければならならい。例えばA原産地のA群で、Ca元素とRb元素との間に相関があり、Caの量を計ればRbの量は分析しなくても分かるようなときは、A群の石材で作られた遺物であれば、A群と比較したとき、Ca量が一致すれば当然Rb量も一致するはずである。したがって、もしRb量だけが少しずれている場合には、この試料はA群に属していないと言わなければならない。このことを数量的に導き出せるようにしたのが相関を考慮した多変量統計の手法であるマハラノビスの距離を求めて行なうホテリングのT2乗検定である。これによって、それぞれの群に帰属する確率を求めて、産地を同定する[4,5]。産地の同定結果は1個の遺物に対して、サヌカイト製では154個の推定確率結果が得られている。今回産地分析を行った遺物の産地推定結果については低い確率で帰属された原産地の推定確率は紙面の都合上『記入』を省略しているのみで、実際に計算しているため、省略産地の可能性が非常に低いことを確認したという重要な意味を含んでいる、すなわち、金山東群の原石と判定された遺物について、香川県白峰産原石とか佐賀県多久産、北海道旭山の原石の可能性を考える必要がない結果で、高い確率で同定された産地のみの結果を表6に記入した。原石群を作った原石試料は直径3㎝以上であるが、多数の試料を処理するために、小さな遺物試料の分析に多くの時間をかけられない事情があり、短時間で測定を打ち切る。このため、得られた遺物の測定値には、大きな誤差範囲が含まれ、ときには、原石群の元素組成のバラツキの範囲を越て大きくなる。したがって、小さな遺物の産地推定を行なったときに、判定の信頼限界としている0.1%に達しない確率を示す場合が比較的多くみられる。原石産地（確率）の欄にマハラノビスの距離D2乗の値で記した遺物については、判定の信

表５－１　矢野遺跡出土サヌカイト製石器、石片の元素比分析結果

分析番号	元素比									
	K/Ca	Ti/Ca	Mn/Sr	Fe/Sr	Rb/Sr	Y/Sr	Zr/Sr	Nb/Sr	Al/Ca	Si/Ca
87872	0.439	0.229	0.073	4.729	0.285	0.090	1.204	0.014	0.024	0.176
87873	0.430	0.222	0.075	4.640	0.309	0.080	1.219	0.027	0.024	0.178
87874	0.455	0.221	0.080	4.643	0.288	0.099	1.199	0.031	0.022	0.177
87875	0.582	0.225	0.073	4.482	0.306	0.078	1.214	0.025	0.022	0.182
87876	0.445	0.217	0.091	4.747	0.293	0.056	1.234	0.017	0.023	0.175
87877	0.445	0.219	0.083	4.718	0.302	0.050	1.271	0.025	0.025	0.185
87878	0.436	0.221	0.075	4.692	0.315	0.017	1.191	0.032	0.024	0.175
87879	0.442	0.221	0.080	4.761	0.300	0.070	1.204	0.033	0.024	0.183
87880	0.458	0.233	0.079	4.503	0.309	0.090	1.244	0.010	0.023	0.188
87881	0.451	0.222	0.104	5.026	0.300	0.098	1.222	0.019	0.027	0.183
87882	0.432	0.212	0.096	4.638	0.287	0.065	1.161	0.021	0.026	0.166
87883	0.445	0.220	0.092	4.707	0.320	0.057	1.175	0.030	0.023	0.181
87884	0.435	0.218	0.071	4.526	0.252	0.080	1.097	0.023	0.020	0.171
87885	0.442	0.228	0.075	4.494	0.288	0.047	1.158	0.020	0.025	0.179
87886	0.450	0.224	0.066	4.623	0.308	0.079	1.203	0.016	0.024	0.177
87887	0.443	0.225	0.079	4.626	0.310	0.063	1.202	0.021	0.024	0.186
87888	0.447	0.226	0.069	4.443	0.295	0.037	1.183	0.028	0.022	0.168
87889	0.436	0.223	0.068	4.704	0.299	0.074	1.130	0.037	0.023	0.180
87890	0.453	0.218	0.091	4.434	0.281	0.077	1.195	0.032	0.022	0.175
87891	0.444	0.215	0.085	4.651	0.272	0.051	1.181	0.021	0.025	0.183
87892	0.453	0.226	0.090	4.381	0.292	0.081	1.160	0.019	0.024	0.186
87893	0.434	0.225	0.073	4.593	0.287	0.094	1.222	0.028	0.022	0.180
87894	0.451	0.218	0.086	4.999	0.264	0.084	1.150	0.031	0.024	0.190

表５－２　徳島県内比較遺跡出土のサヌカイト製石器、石片の元素比分析結果

分析番号	元素比									
	K/Ca	Ti/Ca	Mn/Sr	Fe/Sr	Rb/Sr	Y/Sr	Zr/Sr	Nb/Sr	Al/Ca	Si/Ca
87895	0.517	0.260	0.049	3.403	0.310	0.043	1.124	0.048	0.023	0.220
87896	0.275	0.231	0.068	4.482	0.217	0.067	0.678	0.017	0.020	0.139
87897	0.452	0.221	0.079	4.454	0.300	0.054	1.185	0.024	0.024	0.185
87898	0.411	0.220	0.086	4.744	0.284	0.082	1.125	0.019	0.024	0.173
87899	0.434	0.213	0.092	4.634	0.268	0.093	1.166	0.034	0.025	0.180
87900	0.515	0.264	0.062	3.337	0.307	0.042	1.121	0.040	0.028	0.208
87901	0.488	0.262	0.054	3.437	0.312	0.011	1.135	0.076	0.026	0.209
87902	0.500	0.269	0.041	3.189	0.301	0.024	1.110	0.035	0.027	0.203
87903	0.520	0.266	0.057	3.304	0.338	0.044	1.149	0.040	0.022	0.205
87904	6.153	3.679	0.051	2.149	0.401	0.019	0.572	0.054	0.455	31.330
87905	0.447	0.223	0.079	4.419	0.293	0.024	1.220	0.026	0.025	0.180
JG-1	1.265	0.284	0.052	2.736	0.737	0.171	0.854	0.045	0.035	0.410

JG-1：標準試料－Ando,A.,Kurasawa,H.,Ohmori,T.& Takeda,E. 1974compilation of data on the GJS geochemical reference samples JG-1 ranodiorite and

表６　矢野遺跡出土サヌカイト製石器、剥片の原材産地分析

分析番号	連番	遺跡名	遺物番号	調査区	遺構名	原石産地（確率）	判定	器種	時代
87872	5	矢野		10区	SB2039	金山東(19%)、金山西(４%)	金山東	剥片	弥生時代
87873	6	矢野		10区	SB1004	金山東(17%)、金山西(19%)	金山東	剥片	弥生時代
87874	7	矢野		10区	SB2037	金山東(73%)、金山西(0.7%)	金山東	削器	弥生時代中期末
87875	8	矢野		10区	SB2037	松ノ木遺物群(53%)	松ノ木遺物群	剥片	弥生時代中期末
87876	9	矢野		４区	SB2008	金山東(34%)、金山西(0.9%)	金山東	剥片	弥生時代
87877	10	矢野		４区	SB2007	金山東(34%)、金山西(４%)	金山東	剥片	弥生時代
87878	11	矢野		４区	SB2006	金山東(34%)、金山西(0.9%)	金山東	剥片	弥生時代
87879	12	矢野		４区	SB2005	金山東(58%)、金山西(９%)	金山東	剥片	弥生時代
87880	13	矢野		４区	SB2002	金山東(52%)	金山東	剥片	弥生時代
87881	14	矢野		４区	SB2004	金山東(10%)	金山東	剥片	弥生時代
87882	15	矢野		5･6区	SB2026	金山東(58%)、金山西(３%)	金山東	剥片	弥生時代
87883	16	矢野		5･6区	SX2006	金山東(69%)、金山西(２%)	金山東	剥片	弥生時代
87884	17	矢野		5･6区	SB2023	金山東(18%)、金山西(16%)	金山東	石鏃	弥生時代
87885	18	矢野		5･6区	SB2022	金山東(36%)、金山西(11%)	金山東	剥片	弥生時代
87886	19	矢野		5･6区	SB2018	金山東(88%)、金山西(0.4%)	金山東	楔形石器	弥生時代
87887	20	矢野		5･6区	SB2019	金山東(81%)、金山西(６%)	金山東	剥片	弥生時代
87888	21	矢野		5･6区	SB2016	金山東(60%)、金山西(２%)	金山東	剥片	弥生時代
87889	22	矢野		5･6区	SB2015	金山西(49%)、金山東(7%)、城山(0.3%)	金山西･金山東	剥片	弥生時代
87890	23	矢野		5･6区	SB2021	金山東(66%)、金山西(0.3%)	金山東	剥片	弥生時代
87891	24	矢野		5･6区	SB2021	金山東(28%)、金山西(0.4%)	金山東	剥片	弥生時代
87892	25	矢野		5･6区	SB2012	金山東(72%)、金山西(１%)	金山東	剥片	弥生時代
87893	26	矢野		5･6区	SB2012	金山東(25%)、金山西(８%)	金山東	剥片	弥生時代
87894	27	矢野		5･6区	SB2011	金山東(４%)、金山西(0.4%)	金山東	剥片	弥生時代
87895	28	金蔵～上井		C-9		岩屋第２群(69%)、白峰(47%)、蓮光寺(0.9%)	白峰	剥片	旧石器
87896	29	金蔵～上井		E-8		二上山(44%)	二上山	剥片	旧石器
87897	30	金蔵～上井	No3	D-8		金山東(91%)、金山西(0.5%)	金山東	剥片	旧石器
87898	31	金蔵～上井	No4	F-9		金山西(87%)、城山(44%)	金山西・城山	剥片	旧石器
87899	32	金蔵～上井	No5	D-8		金山東(15%)、金山西(８%)	金山東	剥片	旧石器
87900	33	椎ヶ丸～芝生		E-16		岩屋第2群(62%)、白峰(51%)、蓮光寺(1%)、国分寺(0.1%)	白峰	剥片	旧石器
87901	34	椎ヶ丸～芝生		F-15		岩屋第2群(14%)、白峰(2%)、蓮光寺(2%)、国分寺(0.4%)	白峰	剥片	旧石器
87902	35	椎ヶ丸～芝生		D-15		岩屋第2群(32%)、白峰(2%)、国分寺(2%)、蓮光寺(0.4%)	白峰	剥片	旧石器
87903	36	椎ヶ丸～芝生		D-18		岩屋第2群(93%)、白峰(82%)、蓮光寺(0.6%)、国分寺(0.3%)	白峰	剥片	旧石器
87904	36	椎ヶ丸～芝生		D-18		チャート		剥片	旧石器
87905	37	椎ヶ丸～芝生		C-14		金山東(17%)、金山西(0.1%)	金山東	剥片	旧石器

注意：近年産地分析を行う所が多くなりましたが、判定根拠が曖昧にも関わらず結果のみを報告される場合があります。本報告では日本における各遺跡の産地分析の判定基準を一定にして、産地分析を行っていますが、判定基準の異なる研究方法（土器様式の基準も研究方法で異なるように）にも関わらず、似た産地名のために同じ結果のように思われるが、全く関係（相互チェックなし）ありません。本研究結果に連続させるには本研究法で再分析が必要です。本報告の分析結果を考古学資料とする場合には常に同じ基準で判定されている結果で古代交流圏などを考察をする必要があります。

頼限界としている0.1%の確率に達しなかった遺物でこのD2乗の値が原石群の中で最も小さなD2乗値である。この値が小さい程、遺物の元素組成はその原石群の組成と似ているといえるため、推定確率は低いが、そこの原石産地と考えてほゞ間違いないと判断されたものである。今回分析した安山岩（サヌカイト）製遺物は、徳島市国府町に位置する矢野遺跡出土の弥生時代の23個の中で、21個が金山東群に確率高く同定され、分析番号87889番は金山西群に高く同定された。また、分析番号87875番は、原石産地不明の松ノ木遺物群に一致した。金山東群に一致する原石は香川県金山産地以外に、岩屋産地（表2）、和泉・岸和田原産地（表3）からも採取されるために、例えば、表2にしたがって、金山東群の21個全てが岩屋原産地から採取される可能性の確率は、0.05（5%）を21回累乗した確率になり、10のマイナス27乗になり、千兆の一兆倍分の一の零に近い確率になり、岩屋産地から採取されなかったと言える。また、和泉・岸和田産地（表3）から採取した確率は、0.01（1%）を21回累乗した確率になり、岩屋産地よりさらに低い確率で、和泉・岸和田産地からも採取されなかったと言える。金山東産地からは100%の確率になり、弥生時代の21個は金山東産地から採取されたと判定した。松ノ木遺物群は高知県、松ノ木遺跡、島根県、平田遺跡で同じ組成のサヌカイトが使用され、金山東産原石に伴って出土しているのが特徴である。次に、徳島県内比較遺跡として、旧石器時代の土成町の金蔵～上井遺跡出土の5個には、金山東産が2個で、金山西・城山産が1個、白峰産、二上山産が各1個使用されていた。椎ヶ丸～芝生遺跡では、白峰産が4個で、1個に金山東産が使用されている。旧石器時代の遺物について、岩屋産地、和泉・岸和田原産地からも採取された可能性を推測してみると、金蔵～上井遺跡では、岩屋産地からは金山東産が2個で0.0025、岩屋第2群（白峰）の1個が0.33で、これらを岩屋産地から採取する確率は0.1%と低い確率になり、和泉・岸和田産地からでは、それぞれが0.0001、0.08に二上山産の1個が0.06で全体を、和泉・岸和田産地から採取する確率は百万分の一の非常に低い確率となり、岩屋産地、和泉・岸和田産地から採取されなかったと推測した。椎ヶ丸～芝生遺跡の5個については、岩屋産地から0.1%の確率で、和泉・岸和田産地から採取する確率は0.0001%の低い確率になる。弥生時代の矢野遺跡では金山東産地、産地不明の松ノ木遺物群の産地は高知県松本遺跡、島根県平田遺跡などの情報が入手できる産地で、これら遺跡の時代・時期が矢野遺跡と合えば、産地地方の情報が矢野遺跡に原石と伴に伝播していると、また、旧石器時代では、海退していて、今と異なる産地の可能性も推測され、本州と四国は陸橋でつながっていた可能性がある。金蔵～上井遺跡には、白峰原石産地の国分台遺跡、金山遺跡、奈良県の二上山産地周辺の旧石器遺跡の情報が伝播し、椎ヶ丸～芝生遺跡には、国分台遺跡、金山遺跡の情報が伝播していたと推測しても産地分析の結果と矛盾しない。

参考文献

1）藁科哲男・東村武信　1975　「蛍光X線分析法によるサヌカイト石器の原産地推定（II）」『考古学と自然科学』8：p.61－69

2）藁科哲男・東村武信・鎌木義昌　1977・1978　「蛍光X線分析法によるサヌカイト石器の原産地推定(III)・(IV)」『考古学と自然科学』10：p.53－81，11：p.33－47

3）藁科哲男・東村武信　1983　「石器原材の産地分析」『考古学と自然科学』16：p.59－89

4）東村武信　1976　「産地推定における統計的手法」『考古学と自然科学』9：p.77－90

5）東村武信　1980　『考古学と物理化学』学生社

3　矢野遺跡出土の算盤玉、管玉の産地分析

藁科　哲男（京都大学原子炉実験所）

1．はじめに

勾玉、玉、垂玉、管玉などの岩石名の推定は、一般的には肉眼観察で岩石の種類を決定し、それが真実のよう思われているのが実態である。玉類の原材料としては滑石、軟玉（角閃石）、硬玉、蛇紋岩、結晶片岩、碧玉、緑色凝灰岩（グリーンタフ）などが推測される。それぞれの岩石の命名定義に従って岩石名を決定するが、非破壊で命名定義を求めるには限度があり、若干の傷を覚悟して硬度を求める、色、光沢感、比重、介在物の有無、定性的な成分組成を求めるなどで、岩石名を決める重要な結晶構造、屈折率など鉱物組成を明らかにする情報は得られない。また、肉眼観察で求めた岩石名が岩石・鉱物学界で通用するとは思えない。原石名が決定されたのみでは考古学の資料としては不完全で、例えば緑色凝灰岩の管玉と言う岩石名が決められても産地は沢山あり何れの産地か不明である。また、軟らかく加工が容易だと想像できても、実際の硬度、打撃亀裂性などを測定した上で考察しなければ、古代の管玉製作技術に関する資料として無意味である。地学の専門家でも、肉眼観察では、岩石名を間違うことは避けられないと指摘している。岩石名を決定することよりも、どこの産地の原石が使用されているか、産地分析が行われて初めて、考古学に寄与できる資料となり、また産地分析の過程で岩石名決定に関係する情報の一部が得られるが岩石名を特定するには至らない場合が多い。糸魚川市でヒスイが発見されるまでは、中国、雲南、ビルマ説、発見後は、専ら国内説で、岩石学的方法[1]および貴重な考古遺物を非破壊で産地分析を行った蛍光X線分析で行う元素比法[2,3),4)]が報告されている。また、碧玉製管玉の産地分析で系統的に行った研究は蛍光X線分析法と電子スピン共鳴法を併用し産地分析より正確に行った例[5)]が報告されている。石鏃など石器と玉類の製品はそれぞれ使用目的が異なるため、それぞれの産地分析で得られた結果の意味も異なる。（1）石器の原材産地推定で明らかになる、遺跡から石材原産地までの移動、活動範囲は、石器は生活必需品であるため、生活上必要な生活圏と考えられる。（2）

玉類は古代人が生きるために必ずしもいるものではない。勾玉、管玉は権力の象徴、お祭、御守り、占いの道具、アクセサリーとして、精神的な面に重要な作用を与えると考えられる。従って、玉類の産地分析で、明らかになるヒスイ製玉類の原石の分布範囲は、権力の象徴としての玉類であれば、権力圏を現わしているかもしれない、お祭、御守り、占いの道具であれば、同じような習慣を持つ文化圏が考えられる。石器の原材産地分析で得られない貴重な資料を考古学の分野に提供することができる。

産地分析で遺物の原材産地が特定出来なくても得られた分析値と同じ組成の遺物を使用した遺跡の広がりを求めることにより、遺跡間相互になんらかの関係があったと推測できる情報が得られ、将来、原材産地の所在地が明らかになれば原石伝播に関する情報も得られる。今回分析を行った玉類は徳島市国府町に位置する矢野遺跡出土の弥生時代中期末の算盤玉２個および管玉２個で、産地分析結果が得られたので、算盤玉、管玉の順番に報告する。

非破壊での産地分析の方法と手段

原産地推定の第一歩は、原産地間を区別する人間で言えば指紋のような、その原産地だけにしかない

という指標を見つけなければならない。その区別するための指紋は鉱物組成の組合わせ、比重の違い、原石に含有されている元素組成の違いなどにより、原産地同士を区別できなければ産地分析はできない。成功するかどうかは、とにかく行ってみなければわからない。原産地同士が指紋でもって区別できたならば、次に遺跡から出土する遺物の指紋と原産地の指紋を比較して、一致しない原産地を消去して一致する原産地の原石が使用されていると判定する。また、原石産地が不明の玉材を使用した遺物についても、遺物同士の指紋を比較することにより、同質の玉材が使用されているか否か判定できる。

ヒスイ、碧玉製勾玉、大珠、玉などは、国宝、重要文化財級のものが多くて、非破壊で産地分析が行なえる方法でなければ発展しない。石器の原材産地分析で成功している[4]非破壊で分析を行なう蛍光X線法を用いて玉類に含有されている元素を分析する。

遺跡から出土した大珠、勾玉、管玉などを水洗いして、試料ホルダーに置くだけの、完全な非破壊で産地分析を行った。ヒスイ製玉類は蛍光X線分析法で元素の種類と含有量を求め、試料の形や大きさの違いの影響を打ち消すために分析された元素同士で含有量の比をり、この元素比の値を原産地を区別する指紋とした。結晶片岩様緑色玉類はESR法を併用するが試料を全く破壊することなく、玉に含有されている常磁性種を分析し、その信号から玉材産地間を区別する指標を見つけて、産地分析に利用した[5]。

矢野遺跡出土の算盤玉の蛍光X線分析による定性分析結果

分析した算盤玉は、透明で、肉眼観察ではガラス製か水晶製かの判定は困難で、客観的な判定を行うために科学分析を試みた。算盤玉は超音波洗浄器で水洗を行うだけの完全な非破壊分析で行い、肉眼で汚染の少ない面を選んで分析した。エネルギー分散型蛍光X線分析の蛍光X線スペクトルを図1－1～1－2に示す。古代ガラスであれば、カリウム、カルシウムなどの元素が観測されるが、分析された元素は珪素（Si）のみで、不純物は検出限界以下で純度が高く、結晶化の過程で不純物元素が排除された珪酸鉱物と推測されることから、水晶製算盤玉と推測した。分析番号87868番の算盤玉の重量は0.20722で比重が2.604、また87869番は0.06935で2.639であることから水晶と推測しても矛盾はない。

矢野遺跡出土管玉の原材産地分析

碧玉原石の蛍光X線分析

碧玉の蛍光X線スペクトルの例として島根県、花仙山産原石を図2に示す。猿八産、玉谷産の原石から検出される蛍光X線ピークも異同はあるものの図2で示されるピークは観測される。土岐、興部の産地の碧玉は鉄の含有量が他の産地のものに比べて大きいのが特徴である。産地分析に用いる元素比組成は、Al/Si、K/Si、Ca/K、Ti/K、K/Fe、Rb/Fe、Fe/Zr、Rb/Zr、Sr/Zr、Y/Zrである。Mn/Fe、Ti/Fe、Nb/Zrの元素比は非常に小さく、小さい試料の場合測定誤差が大きくなるので定量的な判定の指標とはせず、判定のときに、Ba、La、Ceのピーク高さとともに、定性的に原材産地を判定する指標として用いている。

碧玉の原産地と原石の分析結果

分析した碧玉の原石の原産地を図3に示す。佐渡猿八原産地は、①新潟県佐渡郡畑野町猿八地区で、

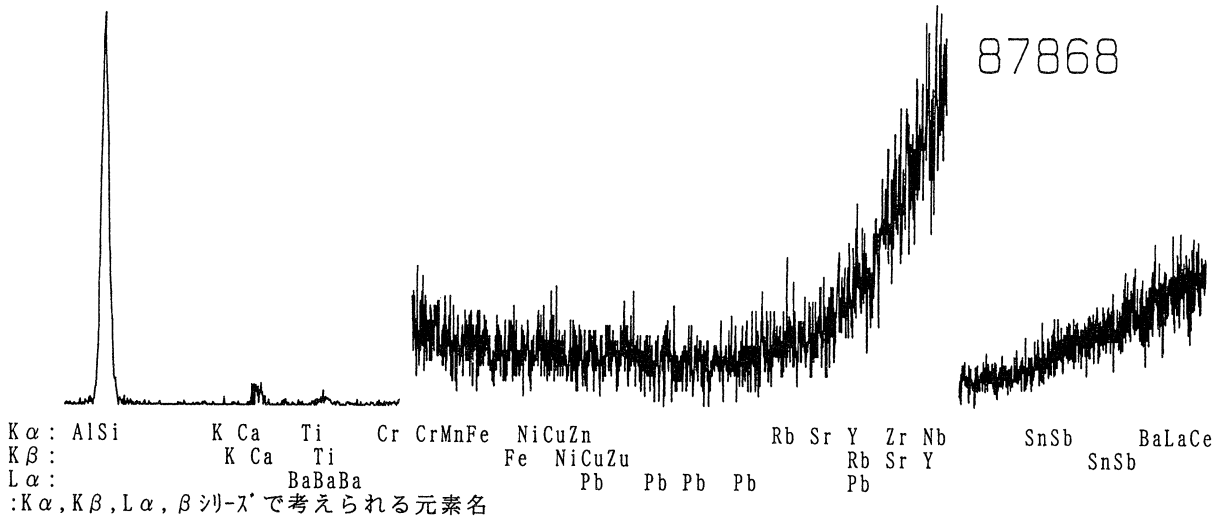


図１－１　矢野遺跡出土算盤玉（No.1）（87868）の蛍光Ｘ線スペクトル

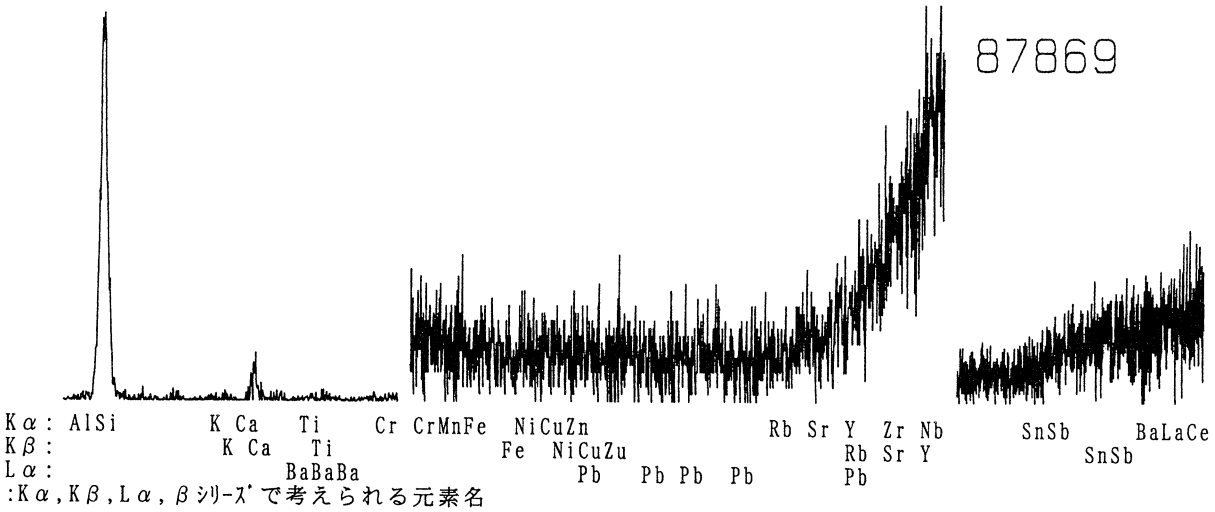


図１－２　矢野遺跡出土算盤玉（No.2）（87869）の蛍光Ｘ線スペクトル

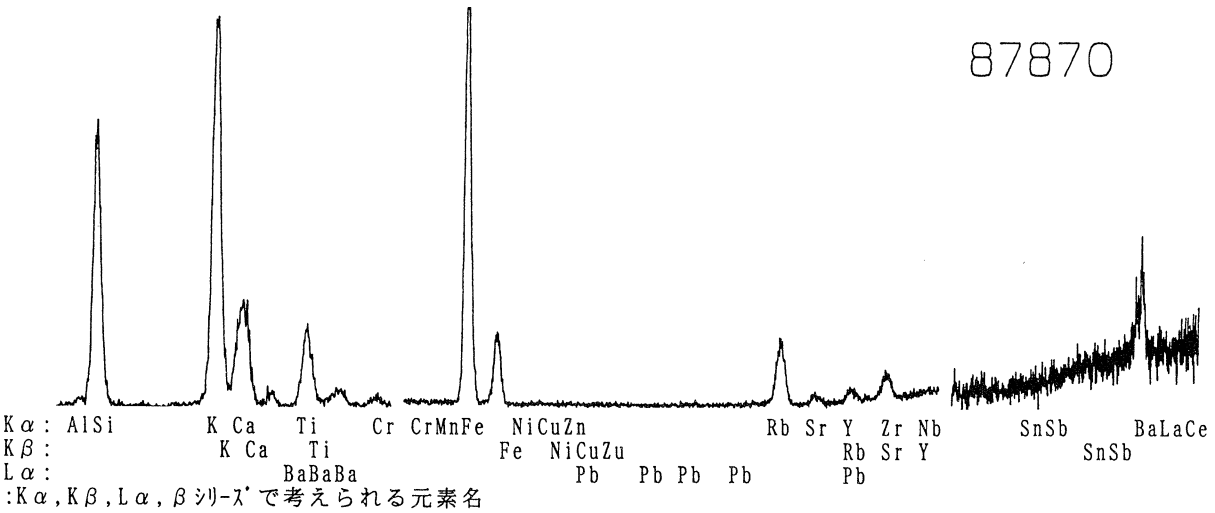


図１－３　矢野遺跡出土管玉（No.3）（87870）の蛍光Ｘ線スペクトル

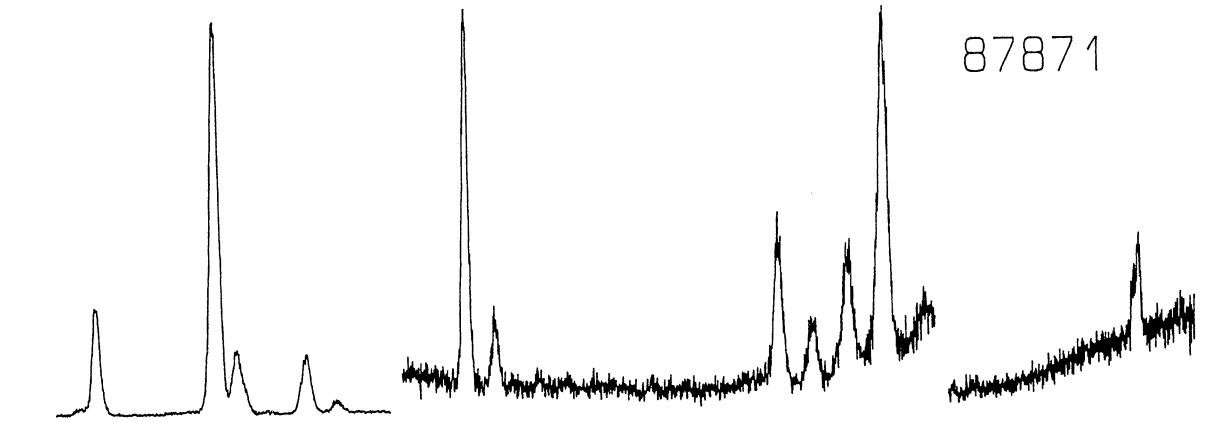


図１－４　矢野遺跡出土管玉（No.4）（87871）の蛍光Ｘ線スペクトル

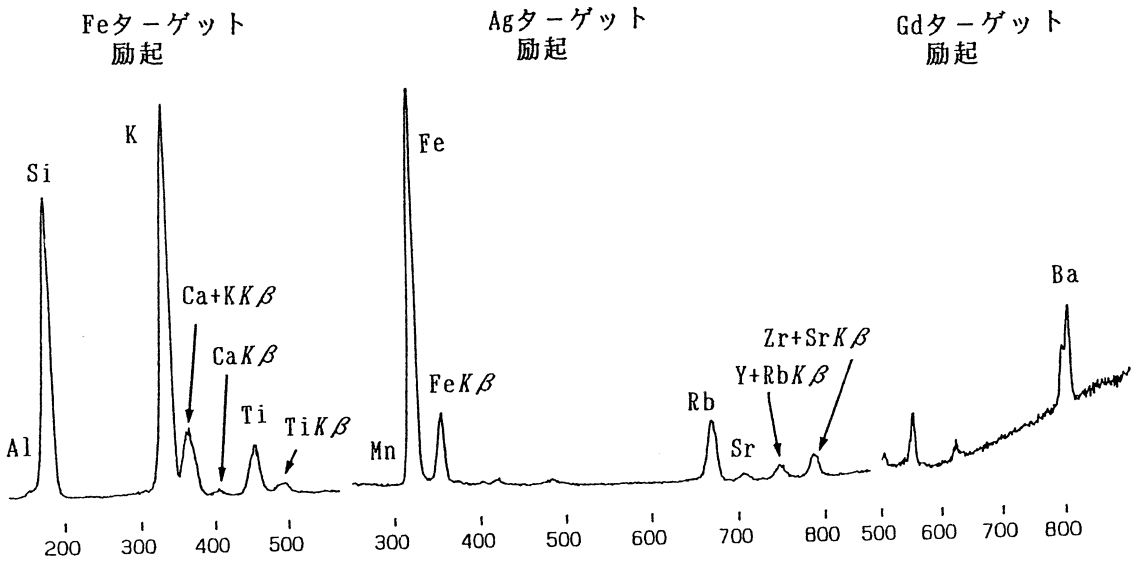


図２　花仙山産碧玉原石の蛍光Ｘ線スペクトル

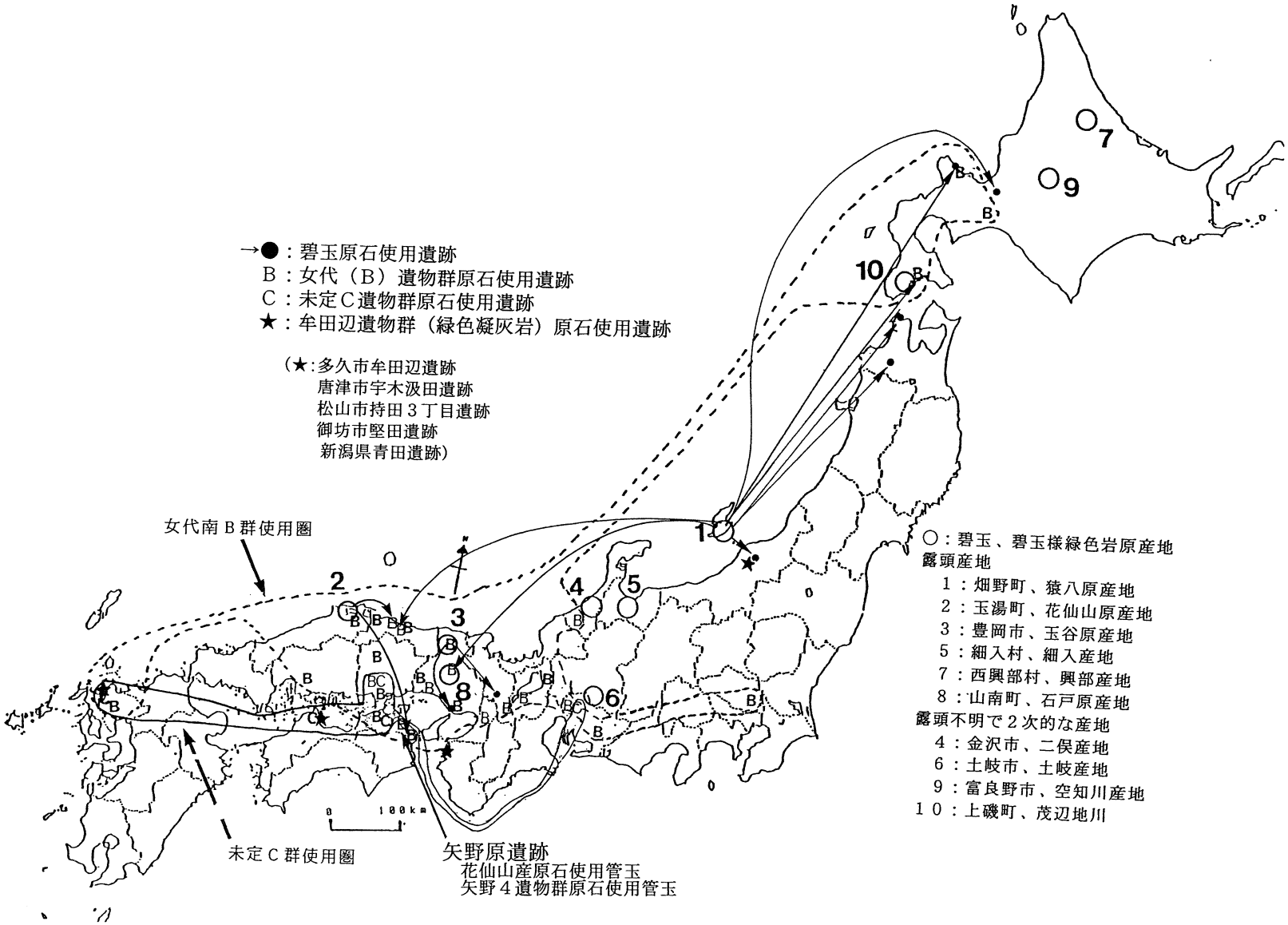


図３　弥生（続縄文）時代の碧玉製、緑色凝灰岩製玉類の原材使用分布圏および碧玉・碧玉様岩の原産地

産出する原石は地元で青玉と呼ばれている緑色系の石で、良質なものは割れ面がガラス光沢を示し、質の良くないものは光沢の少ないグリーンタフ的なものである。産出量は豊富であったらしく採石跡が何ケ所か見られるが、今回分析した原石は猿八の各地点から表採したもの、および地元で提供された原石などであり、また提供されたものの中には露頭から得られたものがあり、それはグリーンタフ層の間に約７㎝幅の良質の碧玉層が挟まれた原石であった。分析した原石の比重と個数は、比重が2.6～2.5の間のものは31個、2.5～2.4の間は５個の合計36個で、この中には、茶色の碧玉も２個含まれている。原石の比重が2.6～2.3の範囲で違っても、碧玉の色が茶色、緑色、また、茶系色と緑系色の縞があるなど、多少色の違いがあっても分析した組成上には大きな差はみられなかった。出雲の花仙山は近世まで採掘が行われた原産地で、所在地は②島根県八束郡玉湯町玉造温泉地域である。産出する原石は、濃緑色から緑色の緻密で剥離面が光沢をもつ良質の碧玉から淡緑色から淡白色などいろいろで、他に硬度が低そうなグリーンタフの様な原石も見られる。良質な原石の比重は2.5以上あり、質が悪くなるにしたがって比重は連続的に2.2まで低くなる。分析した原石は、比重が2.619～2.600の間のものは10個、2.599～2.500は18個、2.499～2.400は７個、2.399～2.300は11個、2.299～2.200は11個、2.199～2.104は３個の合計60個である。比重から考えると碧玉からグリーンタフまでの領域のものが分析されているのがわかる。花仙山産原石は色の違い、比重の違いによる分析組成の差はみられなかった。玉谷原産地は、③兵庫県豊岡市辻、八代谷、日高町玉谷地域で産出する碧玉の色、石質などは肉眼では花仙山産の原石と全く区別がつかない。また、原石の中には緑系色に茶系色が混じるものもみられ、これは佐渡猿八産原石の同質のものに非常によく似ている。比重も2.6以上あり、質は花仙山産、佐渡猿八産原石より緻密で優れた感じのものもみられる。この様な良質の碧玉の採取は、産出量も少ないことから長時間をかけて注意深く行う必要がある。分析した玉谷産原石は、比重が2.644～2.600は23個、2.599～2.589は４個の合計27個で、玉谷産原石は色の違いによる分析組成の差はみられなかった。また、玉谷原石と一致する組成の原石は日高町八代谷、石井、アンラクなどで採取できる。二俣原産地は、④石川県金沢市二俣町地域で、原石は二俣川の河原で採取できる。二俣川の源流は医王山であることから、露頭は医王山に存在する可能性がある。ここの河原で見られる碧玉原石は、大部分がグリーンタフ中に層状、レンズ状に非常に緻密な部分として見られる。分析した４個の原石の中で、３個は同一塊から３分割したもので、１個は別の塊からのもので、前者の３個の比重は2.42で後者は2.34である。また元素組成は他の産地の組成と異なっており区別できる。しかし、この４個が二俣原産地から産出する碧玉原石の特徴を代表しているかどうか検証するために、さらに分析数を増やす必要がある。細入村の産地は、⑤富山県婦負郡細入村割山定座岩地区にあり、そのグリーンタフの岩脈に団塊として緻密な濃緑の碧玉質の部分が見られる。それは肉眼では、他の産地の碧玉と区別できず、また、出土する碧玉製の玉類とも非常に似た石質である。しかし、比重が分析した８個は2.25～2.12と非常に軽く、この比重の値で他の原産地と区別できる場合が多い。土岐原産地は、⑥愛知県土岐市地域であり、そこでは赤色、黄色、緑色などが混じり合った原石が産出している。このうち緻密な光沢のよい濃緑で比重が2.62～2.60の原石を碧玉として11個分析を行った。ここの原石は鉄の含有量が非常に大きく、カリウム含有量が小さいという特徴を持ち、この元素比の値で他の原産地と区別できる。興部産地は、⑦北海道紋別郡西興部村にあり、その碧玉原石は鉄の含有量が非常に高く、他の原産地と区別する指標になっている。また、比重が2.6以下のものはなく遺物の産地を特定する指標として重要である。石戸の産地は、⑧兵庫県氷上郡山南町地区にあり、その安山岩に脈岩として採取されるが産出量は非常に少ない。また元素組成から他の産地の碧玉

と区別できる。⑨北海道富良野市の空知川流域から採取される碧玉は濃い緑色で比重が2.6以上が４個、2.62.5が５個、2.52.4が５個である。その碧玉の露頭は不明で河原の礫から採取するため、短時間で良質のもの碧玉を多数収集することは困難である。また元素組成から他の産地の碧玉と区別できる。⑩北海道上磯郡上磯町の茂辺地川の川原で採取される碧玉は不均一な色の物が多く、管玉に使用できる色の均一な部分を大きく取り出せる原石は少ない。これら原石を原産地ごとに統計処理を行い、元素比の平均値と標準偏差値をもとめて母集団を作り表１－１に示す。各母集団に原産地名を付けて、その産地の原石群、例えば花仙山群と呼ぶ。花仙山群は比重によって２個の群に分けて表に示したが比重は異なっても組成に大きな違いはみられない。したがって、統計処理は一緒にして行い、花仙山群として取り扱った。原石群とは異なるが、例えば、豊岡市女代南遺跡で主体的に使用されている原石産地不明の碧玉製の玉の原材料で、玉作り行程途中の遺物が多数出土している。当初、原石産地を探索すると言う目的で、これら玉、玉材遺物で作った女代南Ｂ（女代（B））群であるが、同質の材料で作られた可能性がある玉類は最近の分析結果で日本全土に分布していることが明らかになってきた。宇木汲田遺跡の管玉に産地未発見の原石を使用した同質の材料で作られた管玉で作った未定Ｃ（未定（C））群をそれぞれ原石群と同じように使用する。また、岐阜県可児市の長塚古墳出土の管玉で作った長塚（１）、（２）の遺物群、多摩ニュウタウン遺跡、梅田古墳群、上ノ段遺跡、梅田東古墳群、新方遺跡などから出土した玉類および玉材剥片でそれぞれ遺物群を作り他の遺跡、墳墓から出土する玉類に組成が一致するか定量的に判定できるようにし、遺物群を表１－２に示した。この他、鳥取県の福部村多鯰池、鳥取市防己尾岬などの自然露頭からの原石を４個分析した。比重は2.6以上あり元素比組成は、興部、玉谷、土岐石に似るが、他の原産地の原石とは組成で区別される。また、緑系の原石ではない。最近、兵庫県香住町の海岸から採取された親指大１個の碧玉様の玉材は貝殻状剥離がみられる緻密な石質で少し青っぽい緑の石材で玉の原材料になると思われる。この玉材の蛍光Ｘ線分析の結果では、興部産碧玉に似ているが、ESR信号および比重（2.35）が異なっているため、興部産碧玉と区別ができる。

表１－１　各碧玉の原産地における原石群の元素比の平均値と標準偏差値

原石群名	分析個数	Al/Si $X_{av}\pm\sigma$	K/Si $X_{av}\pm\sigma$	Ca/K $X_{av}\pm\sigma$	Ti/K $X_{av}\pm\sigma$	K/Fe $X_{av}\pm\sigma$
興部	31	0.011±0.003	0.580±0.320	0.123±0.137	0.061±0.049	0.022±0.006
空知Ａ１	42	0.039±0.006	1.026±0.281	2.728±0.907	0.547±0.119	0.042±0.011
空知Ａ２	46	0.021±0.008	0.866±0.447	0.797±0.393	0.225±0.050	0.032±0.006
空知Ｂ	47	0.064±0.004	3.600±0.328	0.088±0.008	0.101±0.009	0.242±0.037
猿八	36	0.046±0.007	3.691±0.548	0.049±0.038	0.058±0.011	0.370±0.205
土岐	51	0.006±0.004	0.361±0.131	0.072±0.063	0.098±0.063	0.023±0.005
玉谷	27	0.025±0.009	0.625±0.297	0.110±0.052	0.476±0.104	0.045±0.014
花仙山１	27	0.019±0.004	0.909±0.437	0.171±0.108	0.222±0.098	0.059±0.019
花仙山２	33	0.023±0.003	1.178±0.324	0.157±0.180	0.229±0.139	0.055±0.015
細入	8	0.019±0.003	0.534±0.284	0.991±0.386	0.372±0.125	0.031±0.008
二俣	4	0.043±0.001	2.644±0.183	0.337±0.079	0.158±0.009	0.312±0.069
石戸	4	0.019±0.004	0.601±0.196	0.075±0.022	0.086±0.038	0.154±0.072
茂辺地川	4	0.031±0.002	1.847±0.246	0.077±0.024	0.222±0.052	0.092±0.021
ケショマップ1	44	0.040±0.007	2.745±0.957	0.234±0.139	0.135±0.030	0.067±0.008

原石群名	分析個数	Rb/Fe $X_{av}\pm\sigma$	Fe/Zr $X_{av}\pm\sigma$	Rb/Zr $X_{av}\pm\sigma$	Sr/Zr $X_{av}\pm\sigma$	Y/Zr $X_{av}\pm\sigma$
興部	31	0.011±0.003	0.580±0.320	0.123±0.137	0.061±0.049	0.022±0.006
空知A1	42	0.039±0.006	1.026±0.281	2.728±0.907	0.547±0.119	0.042±0.011
空知A2	46	0.021±0.008	0.866±0.447	0.797±0.393	0.225±0.050	0.032±0.006
空知B	47	0.064±0.004	3.600±0.328	0.088±0.008	0.101±0.009	0.242±0.037
猿八	36	0.046±0.007	3.691±0.548	0.049±0.038	0.058±0.011	0.370±0.205
土岐	51	0.006±0.004	0.361±0.131	0.072±0.063	0.098±0.063	0.023±0.005
玉谷	27	0.025±0.009	0.625±0.297	0.110±0.052	0.476±0.104	0.045±0.014
花仙山1	27	0.019±0.004	0.909±0.437	0.171±0.108	0.222±0.098	0.059±0.019
花仙山2	33	0.023±0.003	1.178±0.324	0.157±0.180	0.229±0.139	0.055±0.015
細入	8	0.019±0.003	0.534±0.284	0.991±0.386	0.372±0.125	0.031±0.008
二俣	4	0.043±0.001	2.644±0.183	0.337±0.079	0.158±0.009	0.312±0.069
石戸	4	0.019±0.004	0.601±0.196	0.075±0.022	0.086±0.038	0.154±0.072
茂辺地川	4	0.031±0.002	1.847±0.246	0.077±0.024	0.222±0.052	0.092±0.021
ケショマップ1	44	0.040±0.007	2.745±0.957	0.234±0.139	0.135±0.030	0.067±0.008

原石群名	分析個数	Mn/Fe $X_{av}\pm\sigma$	Ti/Fe $X_{av}\pm\sigma$	Nb/Zr $X_{av}\pm\sigma$	比重 $X_{av}\pm\sigma$
興部	31	0.004±0.003	0.001±0.001	0.455±0.855	2.626±0.032
空知A1	42	0.028±0.009	0.020±0.005	0.007±0.010	2.495±0.039
空知A2	46	0.009±0.003	0.006±0.002	0.118±0.167	2.632±0.012
空知B	47	0.015±0.002	0.022±0.004	0.134±0.024	2.607±0.001
猿八	36	0.003±0.001	0.018±0.010	0.032±0.014	2.543±0.049
土岐	51	0.001±0.001	0.001±0.001	0.072±0.160	2.607±0.009
玉谷	27	0.006±0.003	0.016±0.003	0.054±0.021	2.619±0.014
花仙山1	27	0.001±0.001	0.009±0.002	0.042±0.034	2.570±0.044
花仙山2	33	0.001±0.001	0.009±0.004	0.035±0.025	2.308±0.079
細入	8	0.003±0.002	0.008±0.002	0.021±0.344	2.169±0.039
二俣	4	0.007±0.002	0.043±0.010	0.043±0.023	2.440±0.091
石戸	4	0.007±0.001	0.009±0.002	0.227±0.089	2.598±0.008
茂辺地川	4	0.003±0.008	0.016±0.001	0.132±0.069	2.536±0.033
ケショマップ1	44	0.003±0.001	0.009±0.001	0.035±0.018	2.287±0.013

X_{av}：平均値、　σ：標準偏差値

矢野遺跡出土の管玉と国内産碧玉原材との比較

遺跡から出土した玉類、玉材は表面の泥を超音波洗浄器で水洗するだけの完全な非破壊分析で行っている。遺物の原材産地の同定をするために、（1）蛍光X線法で求めた原石群と碧玉製遺物の分析結果を数理統計の手法を用いて比較をする定量的な判定法で行なう。（2）また、ESR分析法により各産地の原石の信号と遺物のそれを比較して、似た信号の原石の産地の原材であると推測する方法も応用した。

蛍光X線法による産地分析

これら玉類の蛍光X線分析のスペクトルを図1－3、－4に示し、比重および管玉の蛍光X線分析から原材料の元素組成比を求めて結果を表2に示す。碧玉と分類した管玉は、緻密で、蛍光X線分析

表２－１　矢野遺跡碧玉製管玉の元素分析結果

分析番号	元素比							
	Al/Si	K/Si	Ca/K	Ti/K	K/Fe	Rb/Fe	Fe/Zr	Rb/Zr
87870	0.018	0.988	0.244	0.207	0.033	0.184	14.333	2.641
87871	0.037	2.640	0.034	0.154	0.439	0.484	0.869	0.421
JG-1[a)]	0.056	3.412	0.785	0.230	0.112	0.264	3.740	0.986

表２－２　矢野遺跡碧玉製管玉の元素分析結果

分析番号	元素比					重量	比重
	Sr/Zr	Y/Zr	Mn/Fe	Ti/Fe	Nb/Zr	gr	
87870	0.303	0.056	0.002	0.007	0.048	0.14003	2.470
87871	0.178	0.265	0.008	0.063	0.008	0.41414	2.456
JG-1[a)]	1.348	0.246	0.023	0.023	0.042		

でRb，Sr，Y，Zrの各元素が容易に観測できるなどを条件に分類した結果、比重が2.4以上で、また、緑色凝灰岩（グリーンタフ）製は比重が2.4に達しない玉材が多いことから分析した２個は碧玉と判定した。これら遺物の元素組成比の結果をの碧玉原石・遺物群（表１）の結果と比較してみる。分析個数が少なく統計処理ができなかった産地については、原石の元素組成比と遺物の元素比組成を比較したが一致するものは見られなかった。原石の数が多く分析された原産地については、数理統計のマハラノビスの距離を求めて行うホテリングＴ２乗検定[6)]により同定を行ったところ、分析番号87870番は花仙山産原石に信頼限界の0.1％以上の確率で帰属され、必要条件は求められた。次に十分条件である他の全ての原石・遺物群（表１）について、信頼限界の0.1％に達しないなど、一致ないことを全ての群について証明しているが、紙面都合上、表３には原石・遺物群（表１）の中から高確率で同定された原石・遺物群を抜粋して記した。分析番号87871番は何処の原石・遺物群にも一致せず、原石産地未発見の原石が使用されていると推測した。この管玉の原材産地を探索するという目的で、遺物の分析場所を変えて48回分析し、矢野４遺物群と名付けて、数理統計のマハラノビスの距離を求めて行うホテリングＴ２乗検定が行えるようにした。従って、他の遺跡で矢野４遺物群と同じ兄弟原石が使用された遺物が使用さている場合、同定が可能になった。より正確に産地を特定するためにESR分析を併用して総合的に産地分析を行った。

ESR法による産地分析

ESR分析は碧玉原石に含有されているイオンとか、碧玉が自然界からの放射線を受けてできた色中心などの常磁性種を分析し、その信号から碧玉産地間を区別する指標を見つけて、産地分析に利用した。ESRの測定は、完全な非破壊分析で、直径が11㎜以下の管玉なら分析は可能で、小さい物は胡麻粒大で分析ができる場合がある。図４－（１）のESRのスペクトルは、幅広く磁場掃引したときに得られた信号スペクトルで、ｇ値が4.3の小さな信号（Ⅰ）は鉄イオンによる信号で、ｇ値が２付近の幅の広い

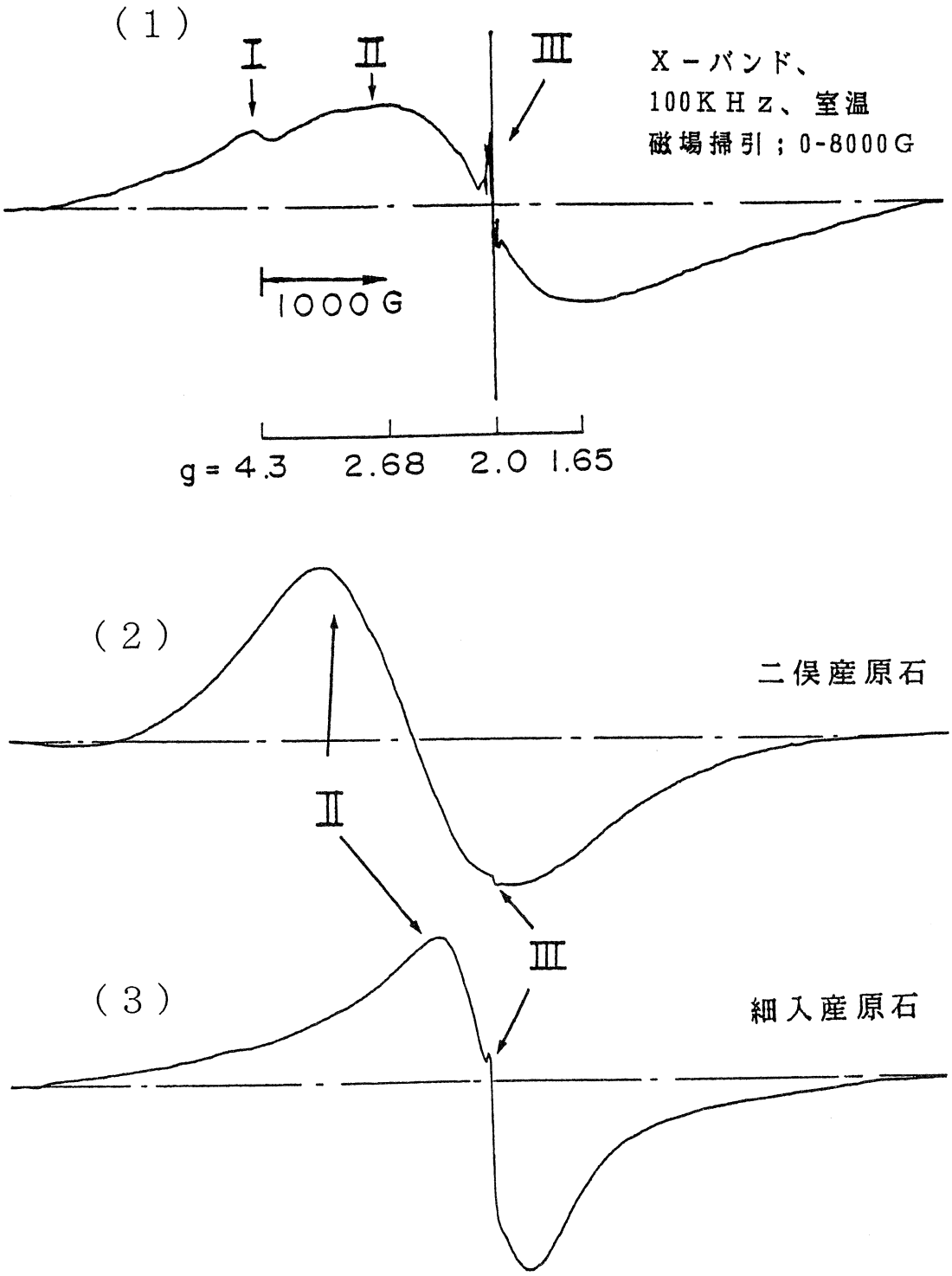


図4　碧玉原石のESRスペクトル（花仙山、玉谷、猿八、土岐）

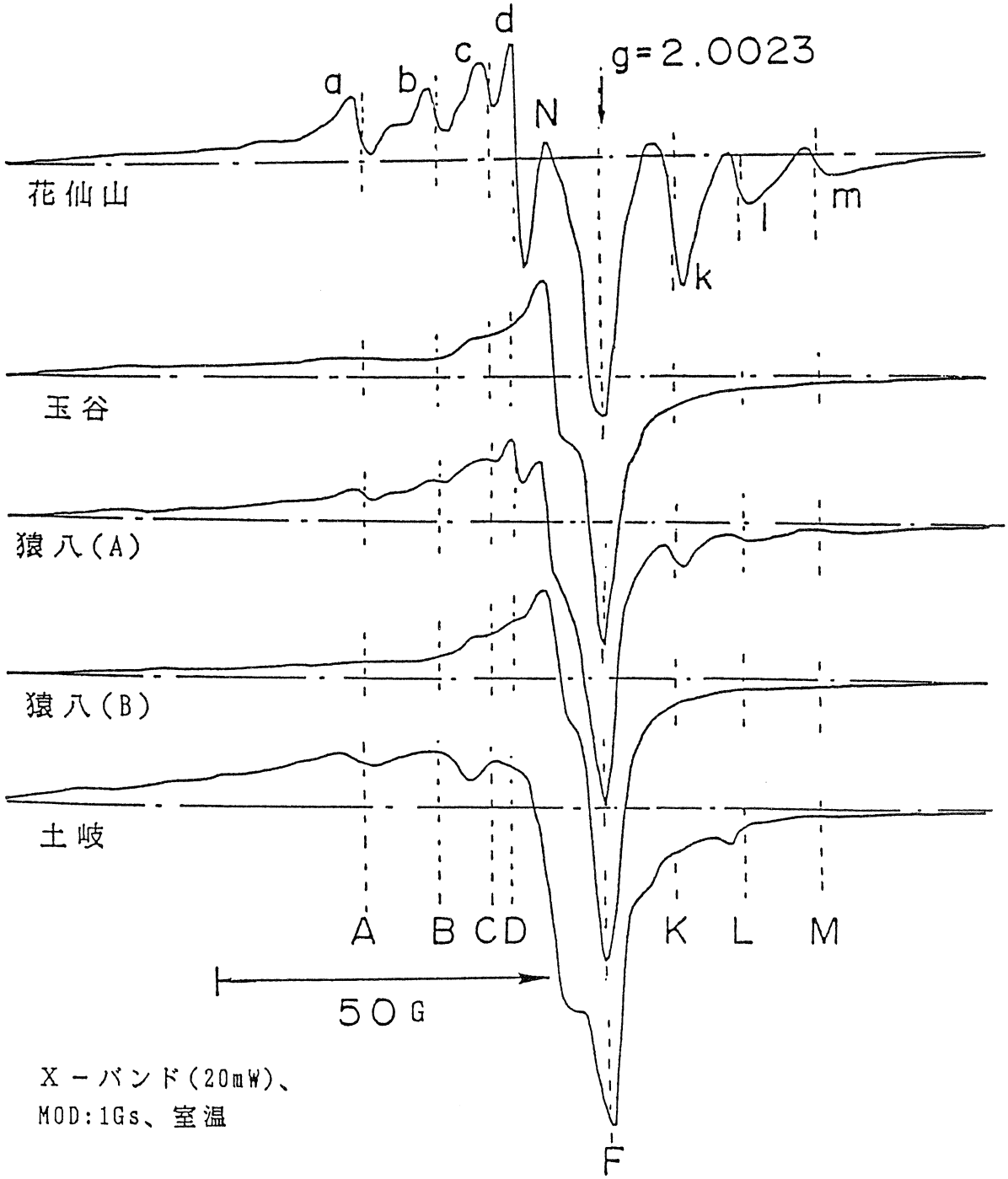


図5－1　碧玉原石の信号（Ⅲ）のESRスペクトル

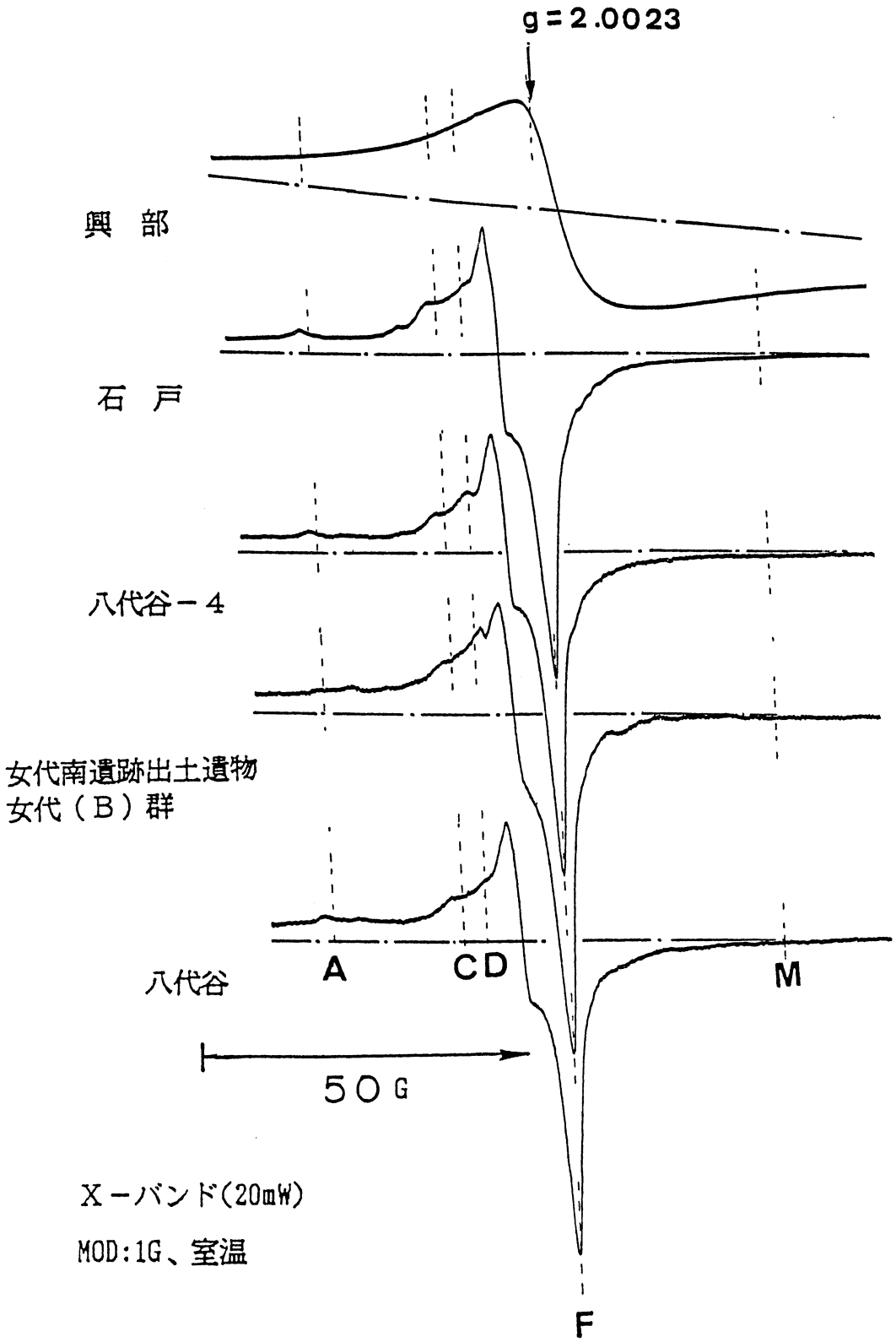


図５－２　碧玉原石の信号（Ⅲ）の ESR スペクトル

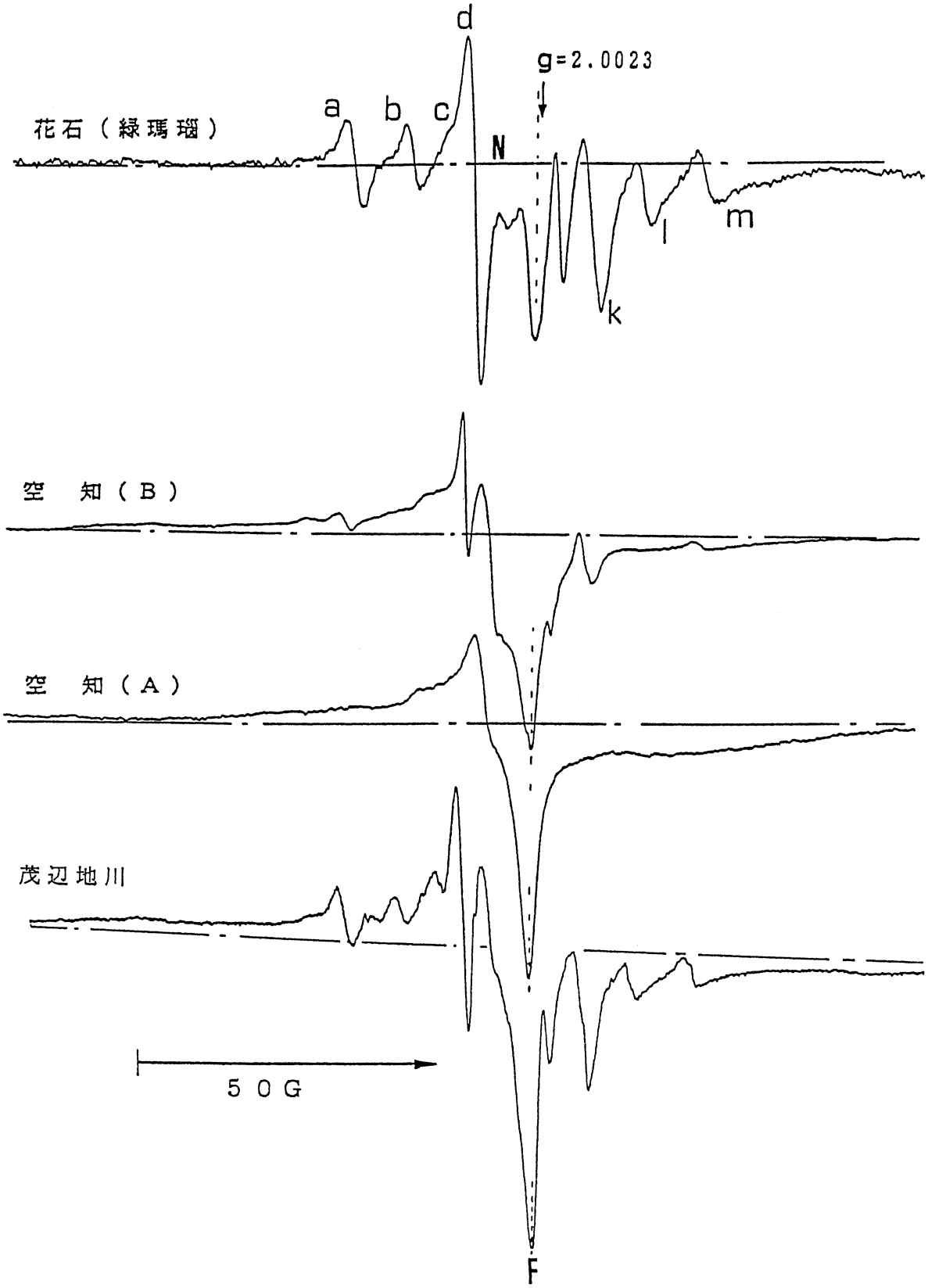


図5－3　碧玉原石の信号（Ⅲ）のESRスペクトル

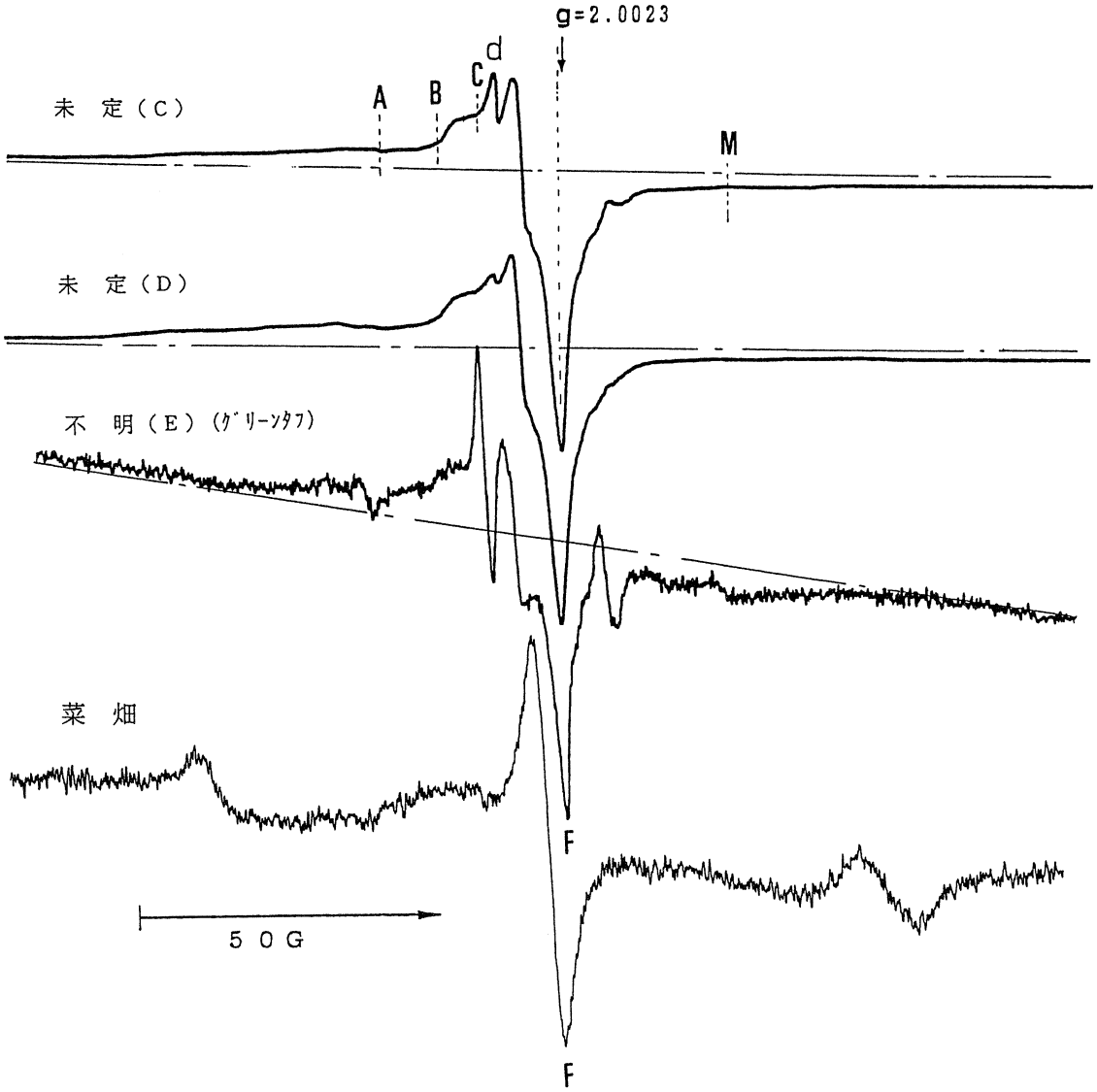


図５－４　碧玉原石の信号（Ⅲ）のESRスペクトル

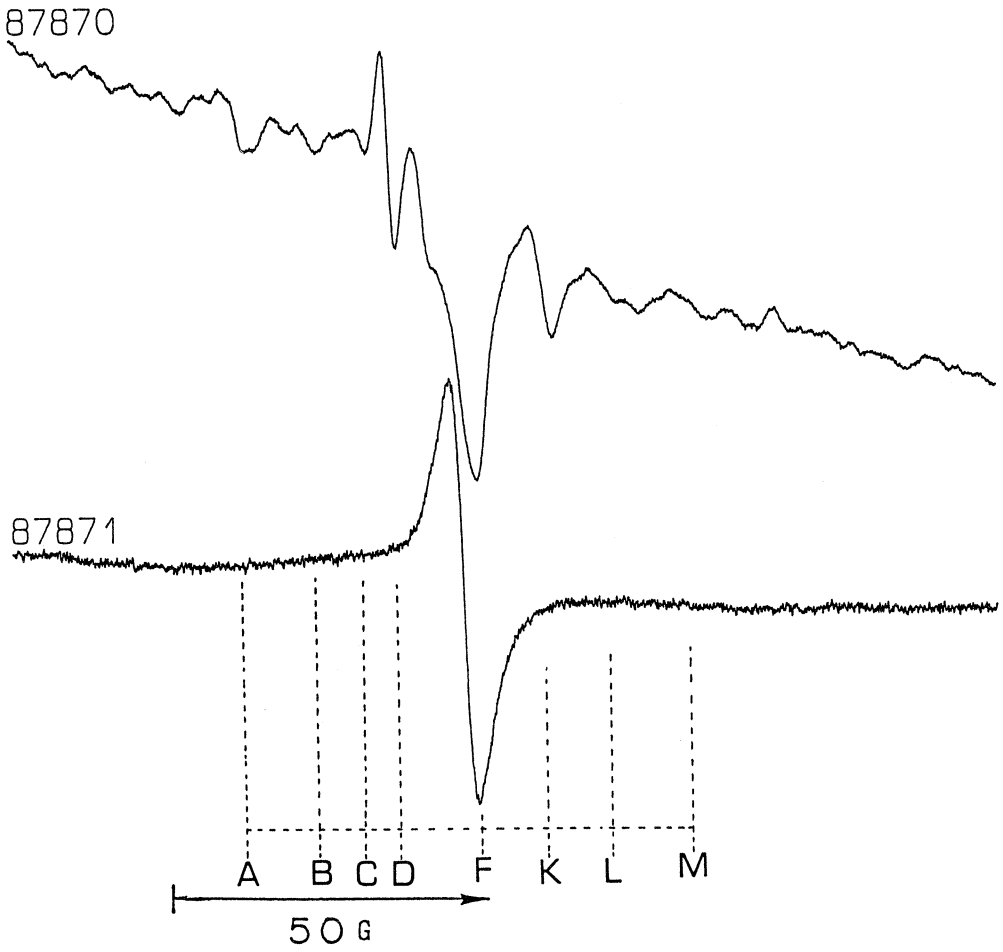


図6　矢野遺跡出土碧玉製管玉の信号（Ⅲ）のESRスペクトル

表3　矢野遺跡出土碧玉製管玉の原材産地分析結果

分析番号	器種	調査区	遺構名	原石産地（確立）	ESR信号形	総合判定
87870	管玉	10区	SB2037	花仙山（6％）	花仙山形	花仙山産原石
87871	管玉	10区	SB2037	矢野4遺物郡（24％）	単一形	

信号（Ⅱ）と何本かの幅の狭いピーク群からなる信号（Ⅲ）で構成されたている。図４－（１）では、信号（Ⅱ）より信号（Ⅲ）の信号の高さが高く、図４－（２）、－（３）の二俣、細入原石ではこの高さが逆になっているため、原石産地の判定の指標に利用できる。各原産地の原石の信号（Ⅲ）の信号の形は産地ごとに異同があり産地分析の指標となる。図５－（１）に花仙山、猿八、玉谷、土岐を図５－（２）に興部、石戸、八代谷－４、女代Ｂ遺物群、八代谷および図５－（３）に富良野市空知川の空知（A)、B、北海道今金町花石および茂辺地川の各原石の代表的な信号（Ⅲ）のスペクトルを示す。図５－（４）には宇木汲田遺跡の管玉で作った未定Ｃ形と未定Ｄ形およびグリーンタフ製管玉によく見られる不明Ｅ形を示した。ESR 分析では玉材剥片と管玉の ESR 信号の形が、それぞれ似た信号を示す原石だったり、産地不明遺物群の ESR 信号形と一致した場合、そこの産地の可能性が大きいことを示唆している。今回分析した剥片の ESR 信号（Ⅲ）の結果を図６に示す。分析番号87870番は大きな傾斜の信号（Ⅱ）の上に信号（Ⅲ）が重なっているが、信号（Ⅲ）は花仙山形で花仙山産原石の中にも大きな傾斜の信号（Ⅱ）の上に花仙山産が重なっている原石はある。また、分析番号87871番はフリーラジカルの位置に単純な一本の吸収信号（単一形）を示し、一般的な碧玉信号に対して、極めて特徴的な信号になっていることから加熱された可能性も考慮する必要がある。花仙山、玉谷、佐渡、女代南Ｂ遺物群の原石を600℃まで加熱実験を行い ESR 信号を求めているが、87871番と異なる信号であった。87871番の ESR 信号に加熱の影響がなかったとすると、蛍光Ｘ線分析と ESR を組み合わせると精度よく矢野４遺物群と同じ原石か、否か同定が行える。ESR スペクトルが一致した原石産地および遺物群に玉材の原産地を特定する。、より正確な原石産地を推測するために蛍光Ｘ線分析の結果と組み合わせ、両方法でともに同じ原産地に特定された場合は、蛍光Ｘ線の元素分析のみで判定した原石・遺物群産地よりも正確に、そこの原石・遺物群と同じものが使用されているとして総合判定原石産地の欄に結果(表３)を記した。

矢野遺跡出土の碧玉製管玉の考察

分析番号87870番の管玉は蛍光Ｘ線分析と ESR 分析の両結果が花仙山群、花仙山形に一致し、管玉は花仙山産原石が使用されていると判定された。また、分析番号87871番の管玉は表面の色は、茶系色で一部が凹形に欠けているが、欠けた部分は茶色が薄い。茶色が原材の色なのか、また加熱による変色なのか不明であるが、今までの分析結果では東大沼古墳群７号墳出土管玉も一部が凹形に欠けていて、加熱された温度を同定したところ花仙山産原石が300～400℃で加熱されたと判明した。また、管玉は緑色で色の変化少ない。500℃を超えると赤（茶）色化が起こり、ESR 信号（Ⅲ）は消える。分析番号87871番の管玉は、加熱されたことも考慮する必要があり、信号（Ⅲ）も、加熱されてできたひび割れに ESR 信号を出す不純物が入り込むこみ生じた可能性も考慮する必要がある。矢野４遺物群が加熱されていれば、他の遺跡で蛍光Ｘ線分析で非加熱の遺物が矢野４遺物群と一致しても、ESR 分析は一致しないことになる。

矢野遺跡で使用されている管玉が弥生時代中期終末とすると、花仙山産原石が国内最初の管玉の原材料として使用された例である。弥生時代中期の管玉に多用された女代南Ｂ遺物群の原石、豊岡市の女代南遺跡の中期の玉作り過程の管玉未製品と石片、滋賀県の筑摩佃、立花遺跡出土の管玉、神戸市の玉津田中遺跡の中期の石片、管玉には玉谷産と共に使用されていた。玉谷産碧玉は、京都府の余部遺跡で剥片が出土している。関東地方では埼玉県蓮田市宿下遺跡、東海地方では、清洲町朝日遺跡、新城市大宮の大ノ木遺跡の弥生時代の管玉に、畿内地域では東大阪市の、鬼虎川、巨摩、亀井、久宝寺北、久宝

寺南遺跡で、また中国地方では、作用町の長尾・沖田遺跡の中期末の管玉、総社市の南溝手遺跡出土の弥生前期末～中期初頭の玉材、岡山市の百間川原尾島遺跡出土の管玉、岡山県川上村下郷原和田遺跡の管玉、鳥取県羽合町の長瀬高浜遺跡の中期中葉の管玉、米子市の御建山遺跡尾高19号墳第２主体部出土の管玉、東広島市の西本６号遺跡の管玉に使用されている。四国地方では徳島県板野町の蓮華谷古墳群Ⅱ、２号墳、３世紀末の管玉、香川県善通寺市の彼ノ宗遺跡の末期の管玉に使用され、九州地方では、多久市牟田辺遺跡の中期の管玉、また宇木汲田遺跡の管玉に使用されていた。また、続縄文時代には北海道の上磯町茂別遺跡、余市大川遺跡、千歳市キウス遺跡にまで伝播し、女代南Ｂ群の原石は糸魚川産ヒスイに匹敵する広い分布圏を示している。一方、今だ畿内では使用が確認されていない管玉として、南溝手遺跡の中期前葉の管玉片には、唐津市の宇木汲田遺跡の管玉で作った原石群の未定Ｃ群の原石が使用され、この未定Ｃ群は坂出市の龍川・五条遺跡の管玉、今治市の持田町３丁目遺跡の前期の管玉、大和町の尼寺一本松遺跡の管玉、多久市牟田辺遺跡の中期の管玉、吉野ヶ理遺跡の南西サブトレ出土の管玉に使用されている。また、猿八産原石が弥生時代に使用されている遺跡は、北海道余市町の大川遺跡および茂別遺跡の続縄文時代では女代南Ｂ群原石の管玉と共に使用され、江別市の大麻22遺跡出土の続縄文（後北Ｃ１式）の管玉に、七飯町の大中山13遺跡（続縄文）出土の管玉に使用され、佐渡島以北で主に使用されていることが明らかになっている。西日本では、鳥取県の高瀬長浜遺跡では女代南Ｂ群と同時に猿八産碧玉が使用されているにすぎない。これら佐渡産碧玉、女代南Ｂ群の剥片出土遺跡は、豊岡市、米原町、福井県など日本海側で、これら玉類が日本海の玉材原産地地方で作られ、これら玉類の使用圏からみて、日本海を交易ルートとし遠距離に伝播したと推測され、伝播には遺跡をリレー式に伝わる場合、また、産地から遠距離の遺跡に直接到達する場合などが考えられる。未定Ｃ群は、最近の予備的な実験で朝日遺跡で使用されている可能性が推測されたことから、推測は空論になるが、未定Ｃ群の管玉が韓国で作られ、西北九州地方および瀬戸内海ルートを通って伊予、備前、讃岐へ流入し現在の東進の限界になっている。朝日遺跡での使用が確実になれば、播磨、摂津、大和、近江を飛び越え、尾張の朝日遺跡に伝播したことが明らかになり東進の限界が一気に300km延びる可能性がでている（図３）。最近の分析で初めて明らかになった、笠見第３遺跡の弥生時代後期の花仙山産管玉未製品は一個のみで、花仙山産原石地は笠見第３遺跡に近いが、圧倒的に北陸産と推測している女代南Ｂ遺物群が搬入されている。これは遺跡から近い産地が多用されとはかぎらないことを示し、先史の交易を推測する貴重な例と思われる。玉類の産地分析の困難さは原石の入手で、産地同定を定量的に行う場合、統計処理の母集団（原石群）を作り、原石群の組成の変動を評価するため多数の原石が必要で、今後、佐渡島猿八産原石が佐渡島以南に本当に伝播していないかを調査し、女代南Ｂ群、未定Ｃ群、不明の管玉などの原石産地を明らかにし、これら不明の原石群を作ること、また、玉類に使用されている産地の原石が多い方が、その産地地方との文化交流が強いと推測できることから、日本各地の遺跡から出土する貴重な管玉を数多く分析することが重要で、是非とも各地の遺跡の詳細な碧玉製遺物の科学的調査が必要であるが現在調査が殆ど進んでいないのが現状で、国庫補助での発掘調査には必ず科学的調査も加えるべきだと思う。今回行った産地分析は完全な非破壊で、玉類、碧玉産地に関する小さな情報であっても御提供頂ければ研究はさらに前進すると思われます。

参考文献

１）茅原一也　1964　「長者が原遺跡産のヒスイ（翡翠）について（概報）」『長者ケ原』新潟県糸魚川市教育

委員会:p.63-73
2）藁科哲男・東村武信　1987　「ヒスイの産地分析」『富山市考古資料館紀要』6:p.1-18
3）藁科哲男・東村武信　1990　「奈良県内遺跡出土のヒスイ製玉類の産地分析」『橿原考古学研究所紀要考古学論攷』14:p.95-109
4）藁科哲男・東村武信　1983　「石器原材の産地分析」『考古学と自然科学』16:p.59-89
5）Tetsuo Warashina　1992　Alloction of Jasper Archeological Implements By Means of ESR and　XRF. Journal of Archaeological Science19：p.　357-373
6）東村武信　1976　「産地推定における統計的手法」『考古学と自然科学』9:p.77-90, 92；2000　「東大沼古墳群７号墳、福田古墳群７号墳出土碧玉製玉類の非破壊による産地分析」『東大沼古墳群第７号墳発掘調査報告書』茨城県稲敷群東町立歴史民族資料館文化財調査報告第１集　東町立歴史民族資料館:p.134-155

Ｖ　ま　　と　　め

1　矢野遺跡Ⅰ群における土器編年と遺構の年代について

（1）弥生時代中期～後期初頭について

矢野遺跡Ⅰ群では、弥生時代の遺構が約700基検出されており、各遺構の検討から集落遺跡であることが判明している。その中で、型式がわかる土器が出土しており、ある程度土器様式が判断できる遺構を以下に掲げる。土器様式については、以前、筆者が示した編年案に沿っている[1)]。なお、中期から後期にかけての編年案の詳細は、別稿で示すものとしたい。

表1　土器様式別主要遺構一覧表

土器様式	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ－1	Ⅳ－2	Ⅳ－3	Ⅴ－1
遺構名	SK2026 SK2081	SB2024 SK2019 SK2094 SX2014	SB2019　SB2023 SK2018　SK2042 SK2043　SK2065 SK2078　SK2108 SK2109　SX2004 SX2008	SB2016 SK2032 SK2047 SX2017	SA2002　SB2002 SB2004　SB2005 SB2006　SB2013 SB2014　SB2022 SB2035　SB2037 SK2024　SK2076 SK2077	SB2026 SB2033

本報告書第1分冊の調査成果において、遺構の時期については、上記の土器様式により分類されたものを、弥生時代中期から後期初頭の時期に比定されるものとした。そして、実際の記述は、Ⅱ～Ⅲ様式を弥生時代中期前半（Ⅱ様式のみの場合は中期前葉、Ⅲ様式は中期中葉）、Ⅳ－1～3様式を中期後半（Ⅳ－3様式のみの場合は中期末、Ⅳ－2～3は中期後葉）、Ⅴ－1様式を後期初頭として報告した。

なお、Ⅲ様式とⅣ様式の区分の最も大きな属性は、凹線文と考えたい。凹線文の出現をもって、Ⅳ様式としてⅢ様式との区別をしている。そのほか、Ⅱ～Ⅳ様式の細分するための要素については、以前に提示した編年案に基づいている。紙幅の都合上、ここでは詳しくは述べないが、近年、一括資料の増加もあり、吉野川流域の土器編年案についていずれ再提示したい。また、後期初頭の開始実年代は、今のところ、紀元後1世紀前半（A.D.1年～50年）を想定しておきたい。

表1からは、Ⅳ－3様式の中期末に竪穴住居跡などの遺構数が最大になる傾向が認められる。ただし、SX2017は、本報告書掲載土器の約2割が出土する遺構で、遺物総量からみれば、Ⅳ－2様式にあたる時期がどうやら最大になりそうである。調査区が南北に細長く限定して設定されたことにより、集落の東西の広がりが判然としないことに加え、飛鳥時代以降の撹乱により弥生時代の遺構が破壊されることが多く、遺物量が少なく時期決定し難い遺構が数多くあることから、矢野遺跡Ⅰ群の中期集落の復原には非常に困難を伴うわけである。

このような制約はあるが、当該時期の集落は、SR2002・2003とSR2001に挟まれた南北約300mの微高地に、中期中葉になってはじめてその微高地が安定して竪穴住居跡が作られ、続く後期後半に本調査区域内でもおそらく10棟前後の竪穴住居と、1～2棟の掘立柱建物跡が同時併存していたと考えられよう。中期後半の竪穴住居にあっても、その遺物廃棄の行い方が異なるようで、Ⅳ－1～2様式期には、住居にそのまま廃棄または遺棄した場合は少なく、土坑などに廃棄する例が確認できる。Ⅳ－3様式期（中期末）になって住居に廃棄する例が増え、逆に土坑などからまとまった量の土器が出土するケースが少なくなる傾向にあると思われる。

（2）古代について

古墳時代後期末～平安時代にかけての遺構が約2100基確認されているが、遺物を伴うもので判断すれば、奈良時代と平安時代の遺構が多数を占める。出土須恵器と土師器について、既往の編年案[2]により時期区分して出土遺構を分類すると、以下の表にまとめられる。

表２　時期別主要遺構一覧表

時期	8世紀		9世紀		10世紀	
遺構名	SB1005 SB1008 SB1012 SB1016 SB1021 SB1024	SB1006 SB1010 SB1014 SB1019 SB1022 SB1025	SA1006 SA1048 SA1050 SA1056 SB1002	SA1022 SA1049 SA1051 SB1003	SA1001 SA1058	SA1057 SA1059

約60棟の掘立柱建物跡が、矢野遺跡Ⅰ群では検出された。最大規模を有するのは、SA1006で、床面積は80㎡を超える。検出できた部分での床面積の平均をとれば20㎡である。方位はＮ７～10°Ｗを示すものが多く、数少ないが、正方位のものも見られる。建物規模は50㎡を超えるものがまとまって見受けられる。また、調査区外へ延びており、完掘できなかった建物跡も多いことから、実際の建物跡の平均規模は40～50㎡と考えられよう。このような比較的大きな規模の建物は、普通の住居や倉庫と考えるより、国府に関連した施設の建物と推定される。矢野遺跡Ⅰ群のすぐ北に位置する観音寺遺跡、敷地遺跡などとともに今後、国府関連遺跡群として総合的な分析が必要であろう。

2　矢野遺跡Ⅰ・Ⅱ群における時代別変遷

（1）縄文時代後期前半

矢野遺跡Ⅰ群で、中期末を若干含むが後期前葉の時期にほぼ収まる遺構が発見された。最大で18棟の竪穴住居跡と考えられる遺構が検出されている。大きくは北東方向へ流れる自然流路に挟まれた標高6.0～7.6ｍの微高地上に、住居などの遺構が展開する集落であることがわかった。微高地は矢野遺跡Ⅰ群内では、２ヶ所見つかっており、それぞれ調査区外の北東方向へと微高地は延びており、集落も北東方向へさらに広がると予想される[3]。なお、矢野遺跡Ⅱ群では、縄文時代の遺構、遺物は発見されていない。

（2）縄文時代後期後半～弥生時代前期

縄文時代中期中葉の遺構面は確認されていない。後期後半から晩期にかけては100㎝前後の自然流路堆積層で矢野遺跡Ⅰ群は覆われる。弥生時代前期末まで遺構、遺物はほとんど発見されていない。SK2057が弥生時代前期末から中期初頭の遺物が出土した唯一の遺構である。矢野遺跡Ⅱ群は、縄文時代後期から弥生時代前期にかけての遺構、遺物は皆無であり、当該期の集落はⅡ群付近には無いものと判断される。

（3）弥生時代中期前半

矢野遺跡Ⅰ群で、中期前葉にわずかに土坑などが確認されるのみである。自然流路などから中期前葉の遺物が確認されることから、Ⅰ群北西側周辺に中期前葉の集落が展開するものと思われる。

中期中葉になって初めて、竪穴住居跡SB2024が確認される。ただし、当該調査区内で複数の住居が同時並存していたわけではなく、かなり散在したあり方を示すと考えられる。

矢野遺跡Ⅱ群では、この時期でも遺構、遺物の出土はほとんど見られない。

（４）弥生時代中期後半

SR2001とSR2002・2003で区切られる南北300m、おそらく東西200m前後の微高地上に矢野遺跡Ⅰ群は展開すると考えられる。発掘調査地区で10棟前後同時併存の竪穴住居が存在しており、調査区外の東西にどれだけ広がっていたか究明することが必要であろう。

矢野遺跡Ⅱ群では、一番南の延命遺跡に近い調査区で、中期後半の遺構、遺物が散見されるようになる。（図１・３参照）

（５）弥生時代後期前半

矢野遺跡Ⅰ群では、後期初頭の竪穴住居跡が２棟前後確認できるのみである。遺物量も中期後半に比べかなり減っている。一方、矢野遺跡Ⅱ群においては、ようやく安定した微高地になってきたようで、後期初頭を除く、前半の竪穴住居が合計13棟確認されている。Ⅰ群からⅡ群に居住空間が移ったと考えられる。ただし、中期後半に比べ遺構数、遺物量はかなり少ない。（図２参照）

（６）弥生時代後期後半～古墳時代前期初頭

矢野遺跡Ⅰ群では、自然流路などで遺物が散見される程度である。代わって、SR2001とSR2003に区切られるⅡ群に集落が展開する。南北600mを測り、東西も600mと考えると、20～30万m^2の範囲の微高地に竪穴住居跡などが作られた集落が展開していたと考えられる。ただし、奈良県磯城郡田原本町の唐古・鍵遺跡のように大規模な環濠で区画されているわけではなく、あくまで自然流路で分けられた微高地に居住域が存在している。この微高地上で、遺構はかなりの密度で重なり合って構築されたわけではなく、複数の切り合い関係はあるものの、遺構密度は、唐古・鍵遺跡などの集住型環濠集落に比べれば粗いものである。後期後半に同時並存住居数は最大を迎え、古墳時代前期初頭の庄内式期には、住居数は減少し、続く布留式期の遺構、遺物はほとんど確認できない。こうした中、突線鈕式の最新式銅鐸が埋納されるわけである。なお、Ⅱ群南の延命遺跡では、当該期の墓と水田遺構が確認されている。（図２・４参照）

（７）古墳時代後期～古代

古墳時代前期から後期前半の４～６世紀前半までの遺構、遺物は皆無に等しい。矢野遺跡Ⅰ・Ⅱ群とも当該期には集落が付近に存在していないと考えられる。古墳との位置関係や旧地形の復原などと合わせて、集落域の推定が必要であろう。

古墳時代後期末～飛鳥時代にかけて遺物が散見されるようになる。続く奈良時代の８世紀には、Ⅰ群で竪穴住居跡20棟前後、奈良～平安時代（８～10世紀）の掘立柱建物跡がⅠ・Ⅱ群で、70棟前後見つかっている。これら掘立柱建物跡のなかには、国府に関連した施設も含まれると推定でき、国分寺に通じると考えられる道路状遺構（Ⅱ群で調査）の存在や、矢野遺跡の北に展開する観音寺遺跡と敷地遺跡の発掘調査成果と関連させた総合的理解が急務である。

（８）中世～近世

矢野遺跡Ⅰ群、Ⅱ群とも、水田化が進み、柱穴や土坑などの建物跡に結びつくような遺構は発見されていない。中世から当該調査区周辺は水田開発が積極的に行われたと考えられる。鮎喰川の治水、利水と、中世以降の水田開発史の解明が今後の課題である。

註）

1）近藤　玲　2004「阿波の中期中葉～後期初頭の土器」『弥生中期土器の併行関係　第53回埋蔵文化財研究集会　発表要旨集』埋蔵文化財研究会

2）田辺昭三　1981『須恵器大成』角川書店
古代の土器研究会編　1993『古代の土器Ⅱ・都城の土器集成Ⅱ』

3）藤川智之編　2003　「Ⅲ調査の成果」『矢野遺跡（Ⅱ）（縄文時代篇）』財団法人徳島県埋蔵文化財センター発掘調査報告書第44集　徳島県教育委員会・財団法人徳島県埋蔵文化財センター・国土交通省四国地方整備局　22ページ

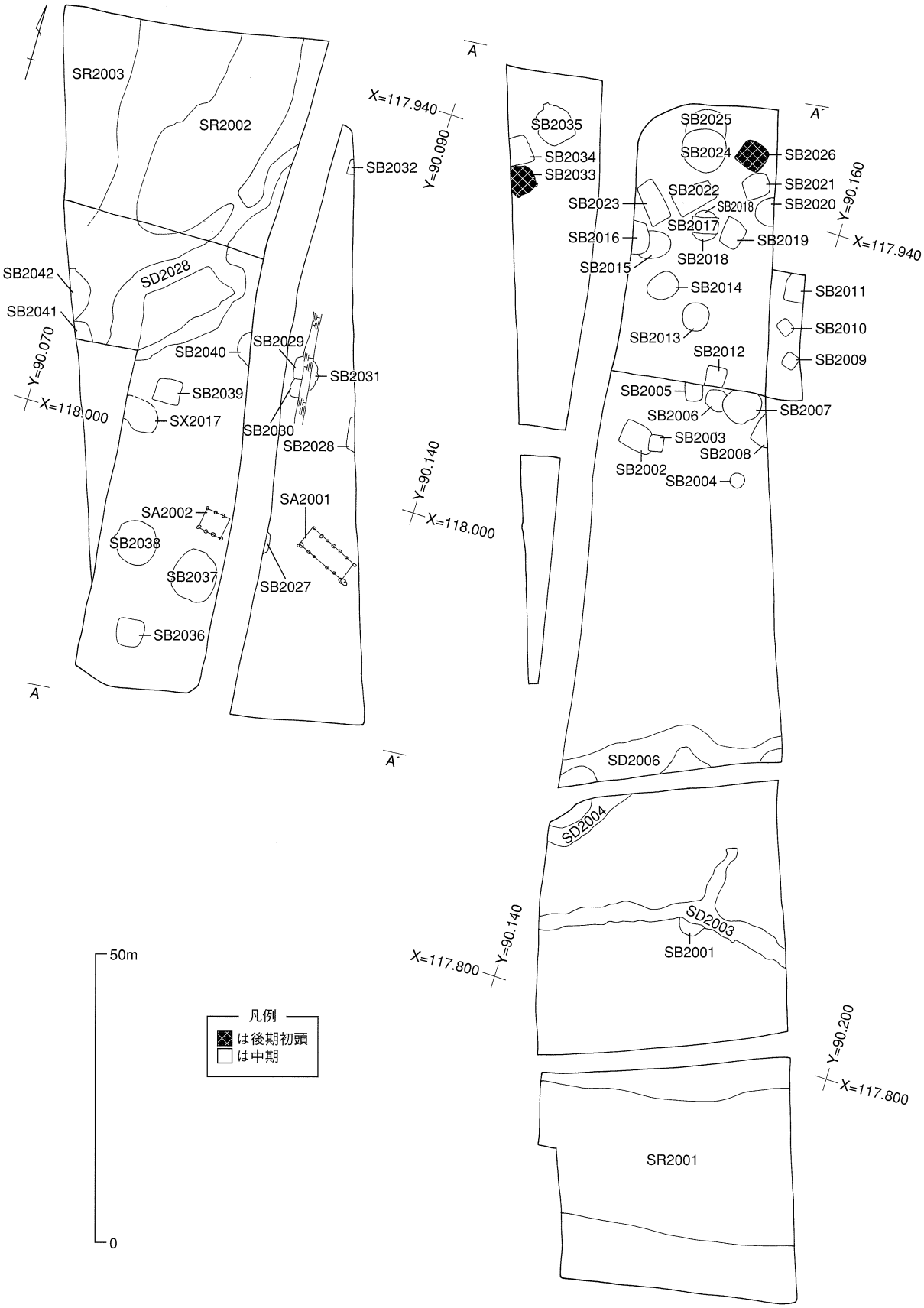


図１　矢野遺跡Ｉ群　弥生時代中期～後期初頭主要遺構配置図（S=1/1000）

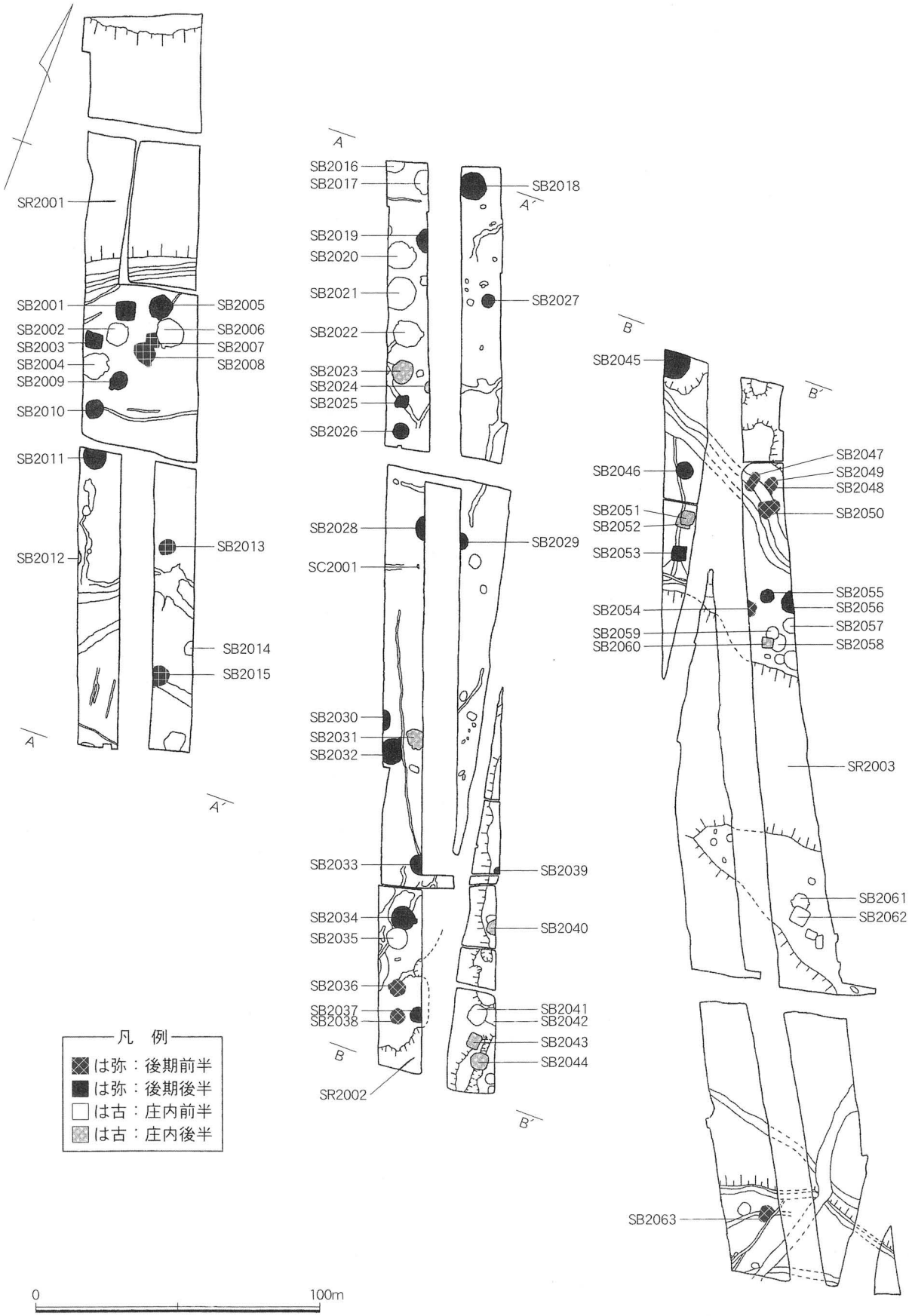


図２　矢野遺跡Ⅱ群　弥生時代後期～古墳時代前期主要遺構配置図（S=1/2000）

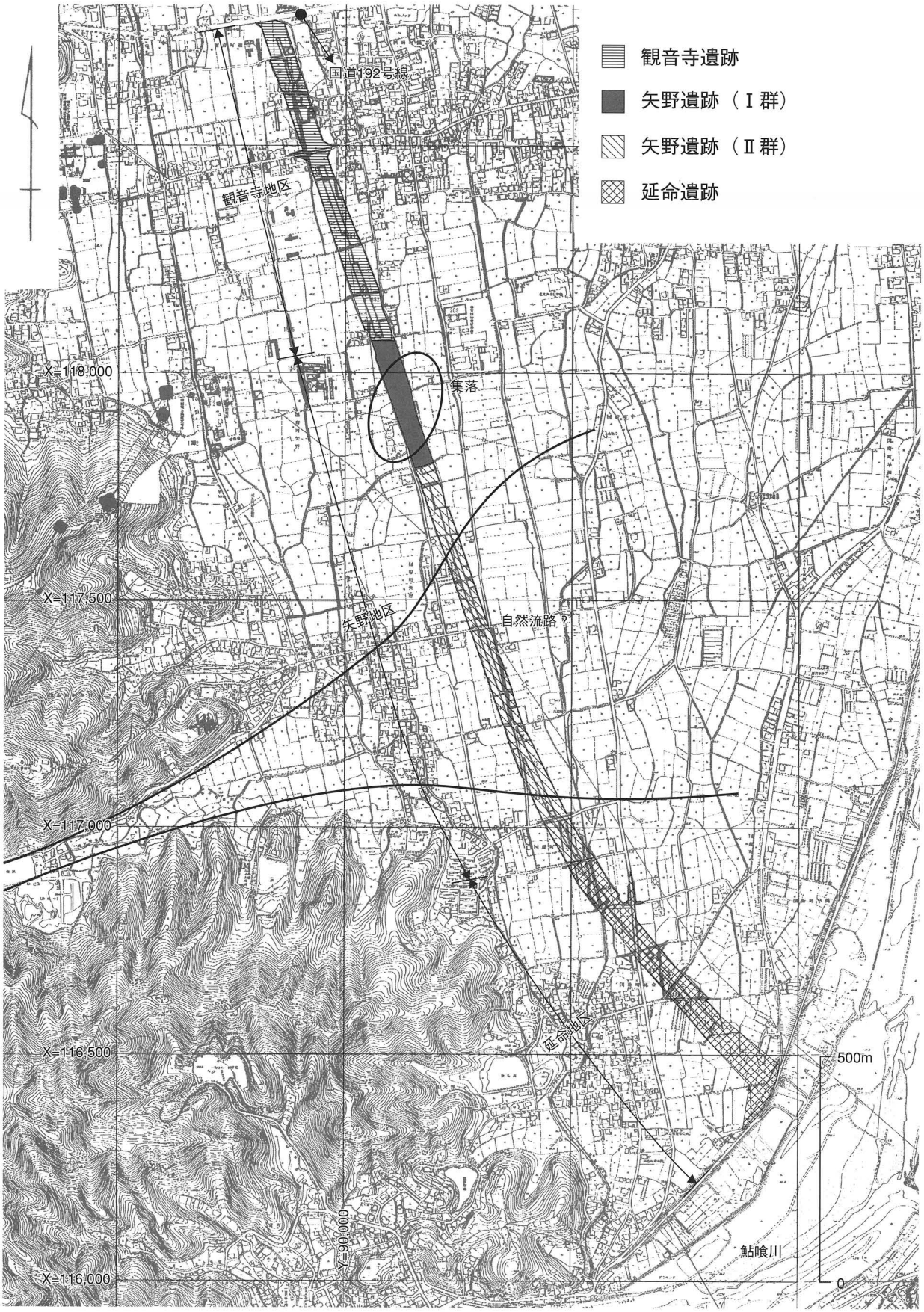


図３　弥生時代中期後半～後期初頭集落位置図

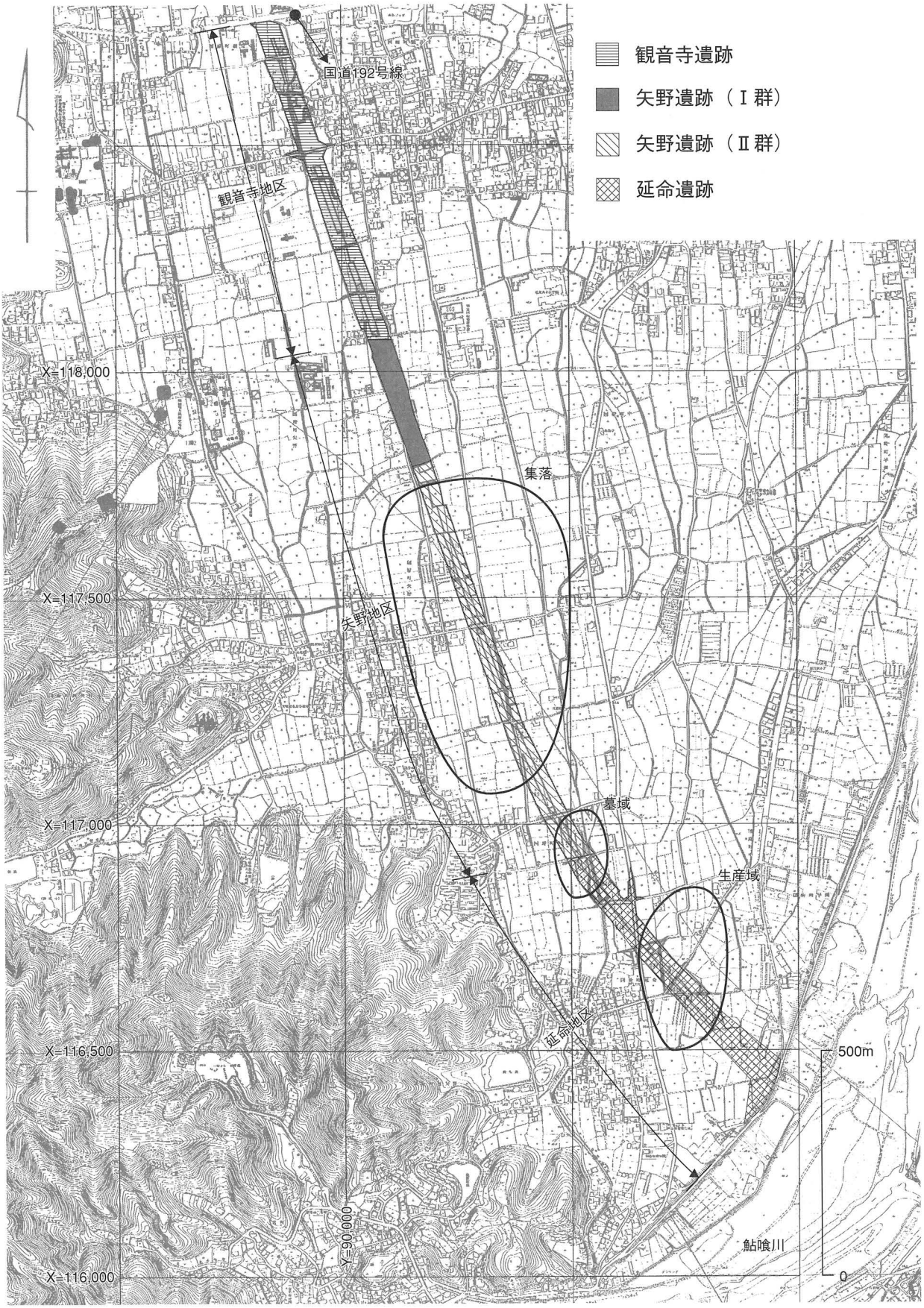


図４　弥生時代後期前半～古墳時代前期初頭集落位置図

報告書抄録

ふりがな	やのいせきさん　やよい・こだいへん
書名	矢野遺跡Ⅲ　（弥生・古代篇）
副書名	一般国道192号徳島南環状道路改築に伴う埋蔵文化財発掘調査
巻次	
シリーズ名	徳島県埋蔵文化財センター調査報告書
シリーズ番号	第63集
編著者名	大澤正己・近藤玲・谷川真基・藤川智之・藁科哲夫
編集機関	財団法人　徳島県埋蔵文化財センター
所在地	〒779－0108　板野郡板野町犬伏字平山86番２　　TEL　088－672－4545
発行年月日	平成18年３月31日

ふりがな 所収遺跡名	ふりがな 所在地	コード 市町村　遺跡番号	北緯	東経	調査期間	調査面積	調査原因
矢野遺跡（やの）	徳島県徳島市（とくしまけんとくしまし） 国府町矢野（こくふちょうやの）	36201	34度 3分 29秒	134度 28分 33秒	平成５年度 1993年４月30日 ～1994年1月27日 平成６年度 1994年５月17日 ～1995年2月20日 平成７年度 1995年４月29日 ～1996年3月25日 平成８年度 1996年４月３日 ～1997年３月25日 平成９年度 1997年９月１日 ～1998年2月27日 平成10年度 1998年４月２日 ～1999年3月31日	7,185㎡ 4,550㎡ 4,011㎡ 1,449㎡ 609㎡	一般国道192号徳島南環状道路改築に伴う発掘調査

所収遺跡名	種別	主な年代	主な遺構	主な遺物	特記事項
矢野遺跡	集落 工房	弥生時代 中期～後期 奈良時代 平安時代 鎌倉時代	掘立柱建物 竪穴住居跡 土坑 自然流路 土器棺墓 性格不明遺構	土器（弥生土器・土師器・須恵器・黒色土器・陶磁器） 土製品（土錘・紡錘車・瓦） 石器（石鏃・スクレイパー・楔形石器・石斧・敲石・台石・砥石など） 鉄器（鉄素材・鉄鏃）	

徳島県埋蔵文化財センター調査報告書 第63集

矢野遺跡（Ⅲ）（弥生・古代篇）
一般国道192号徳島南環状道路改築に伴う埋蔵文化財発掘調査
《第１分冊》

発行日　平成18年３月31日

編　集　財団法人 徳島県埋蔵文化財センター
〒779-0108 徳島県板野郡板野町犬伏字平山86番２
TEL（088）672-4545

発　行　徳　島　県　教　育　委　員　会
財団法人 徳島県埋蔵文化財センター
国土交通省　四国地方整備局

印　刷　株式会社 教育出版センター