

研究紀要

第21号

黒曜石製石器の产地推定とその様相について
—雅楽谷遺跡と周辺遺跡—

上野真由美 望月明彦

池上・小畠田遺跡の土壙について
—その配置と性格を中心にして—

宅間清公

旧入間用水系下流域の周溝墓と周溝（上）

福田 聖

坂塚古墳群の様相

山本 稔

古墳時代の河川交易
—下田町遺跡へ貝を運んだ道—

赤熊浩一

中世渡来銭にみられる所謂星形孔銭の検討
—北宋の貨幣政策と銭貨化学組成の変動—

清水慎也

中世～近世の地鎮について（下）
—墨書き土器を用いる例を中心として—

鈴木孝之

図書の分類と整理について
—文献データベースの作成—

新屋雅明 金井義直

蓮田周辺採集大珠の鉱物分析

大屋道則

北本市内出土石製品の鉱物分析

磯野治司 斎藤成元 清水慎也 大屋道則

埼玉県内河用砂の鉱物組成について
—胎土分析に関する基礎資料—

大屋道則 清水慎也 横山一己

石器材料及び石器の理化学的分析値（1）
—XRFによる黒曜岩分析値（2005年度）—

大屋道則 西井幸雄 上野真由美 亀田直美
国武貢克 島立桂 田村 隆 望月明彦

2006

財団法人 埼玉県埋蔵文化財調査事業団





2 clinochlore talc



4 talc



3 clinochlore talc



20 talc



12 clinochlore muscovite



8 quartz muscovite



14 clinochlore



19 quartz celadonite



1 clinochlore



16 augite



13 omphacite



11 jadeite



17 tremolite



6 tremolite



10 jadeite



7 tremolite



18 tremolite



5 tremolite



15 tremolite



9 tremolite



目 次

序

- 黒曜石製石器の产地推定とその様相について 上野真由美 望月明彦 (1)
－雅楽谷遺跡と周辺遺跡－
- 池上・小敷田遺跡の土壤について 宅間清公 (35)
－その配置と性格を中心に－
- 旧入間川水系下流域の周溝墓と周溝（上） 福田 聖 (51)
- 飯塚古墳群の様相 山本 穎 (85)
- 古墳時代の河川交易 赤熊浩一 (91)
－下田町遺跡へ貝を運んだ道－
- 中世渡来銭にみられる所謂星形孔銭の検討 清水慎也 (109)
－北宋の貨幣政策と銭貨化学組成の変動－
- 中世～近世の地鎮について（下） 鈴木孝之 (145)
－墨書き土器を用いる例を中心として－
- 図書の分類と整理について 新屋雅明 金井義直 (171)
－文献データベースの作成－
- 蓮田周辺採集大珠の鉱物分析 大屋道則 (183)
- 北本市内出土石製品の鉱物分析 磯野治司 斎藤成元 (185)
清水慎也 大屋道則
- 埼玉県内河川砂の鉱物組成について 大屋道則 清水慎也 (191)
－胎土分析に関する基礎資料－ 横山一己
- 石器材料及び石器の理化学的分析値（1） (199)
－XRFによる黒曜岩分析値（2005年度）－
大屋道則 西井幸雄 上野真由美 亀田直美
国武貞克 島立 桂 田村 隆 望月明彦

埼玉県内河川砂の鉱物組成について

—胎土分析に関する基礎資料—

大屋道則 清水慎也 横山一己

要旨 土器胎土の理化学的な分析による産地推定に関して、単なる類型化に止まらず具体的な原料の推定を実施するためには、比較対照のための試料として粘質土や砂の分析が必要である。ここでは、この様な考え方方に基づき、県内の主要河川から採取した河川砂の鉱物組成について、分析値を示し検討した。

はじめに

土器がどこで作られたかを理解するためには、土器胎土の理化学的な分析手法による産地推定が重要である。この産地推定に際して、単に類型化に止まるならば天然物（粘質土や河川砂）との対比は必ずしも必要ないが、原料の具体的な産地を求めるようとするならば、天然の粘質土や砂についても、土器と同様な手法による理化学的な分析が必要となる。

今回は、土器の胎土から検出した鉱物と対比するための基礎的データを得る事を目的として、埼玉県内とこれに隣接する群馬県の主要河川から採取した河川砂の一部について、鉱物組成と特定鉱物の元素組成について分析した。

1 分析対象と目的

1. 1 目的

土器の胎土は一般的に、「粘質土」と「混和材としての砂」から構成されると考えられている。

埼玉県内においては、台地から丘陵部にかけては下末吉層に相当するロームが広く分布しているが、その下半は粘土化しており水性堆積物と考えられている。この粘質土は土器の原料として利用可能であり、縄文時代から古代にかけての土器は、多くがこの粘質土により製作されたと推測できる。また、この粘質土が堆積した時期は下末吉海進期にあたること

から、当該粘質土中には極少量ながら広域に、いわゆる「白色針状物質」あるいは「海綿骨針」と呼ばれる物質が含まれている。特に鳩山周辺の特定層位の粘質土中にこれが顕著に認められることから、当該粘質土を使用して製作された南比企窓跡群須恵器の指標として用いられていることは有名である。

一方の砂については、前述した粘質土の焼成実験が試みられており、多くの場合には混和材としての砂の添加が必要であると言われている。

砂は、土砂が水による淘汰作用を受けることによって生成されるため普遍的に見出されるが、各種の粒度のものが大規模に分布している場所は、河川敷である。日本中いたる所に河川があり、大量に砂が必要な場合には河川砂が最も適当な供給源となり得る。また河川砂は、流域の表層地質から洗い出された鉱物により構成されるため、流域の表層地質を如実に反映するとされている。

この様に、直接河川砂が土器の原料として使用されていることを想定し、あるいは流域の表層地質を反映していることを勘案して、鉱物学的、岩石学的な手法による胎土の分析の際に、河川砂は比較対照試料として広く利用されており、分析結果も各地で報告されている。

ここでも、同様な理由によって河川砂に注目し、鉱物学的な分析を実施した。

表1 分析試料採取地点一覧表

① 埼玉県小森川 No.1	② 埼玉県荒川 No.6	③ 埼玉県吉野川 No.1
④ 埼玉県都幾川 No.8	⑤ 埼玉県都幾川 No.11	⑥ 埼玉県高麗川 No.8
⑦ 埼玉県越辺川 No.8	⑧ 埼玉県入間川 No.3	⑨ 埼玉県入間川 No.12
⑩ 埼玉県入間川 No.15	⑪ 群馬県利根川 No.1	⑫ 群馬県烏川 No.3
⑬ 群馬県鍋川 No.1	⑭ 群馬県神流川 No.2	

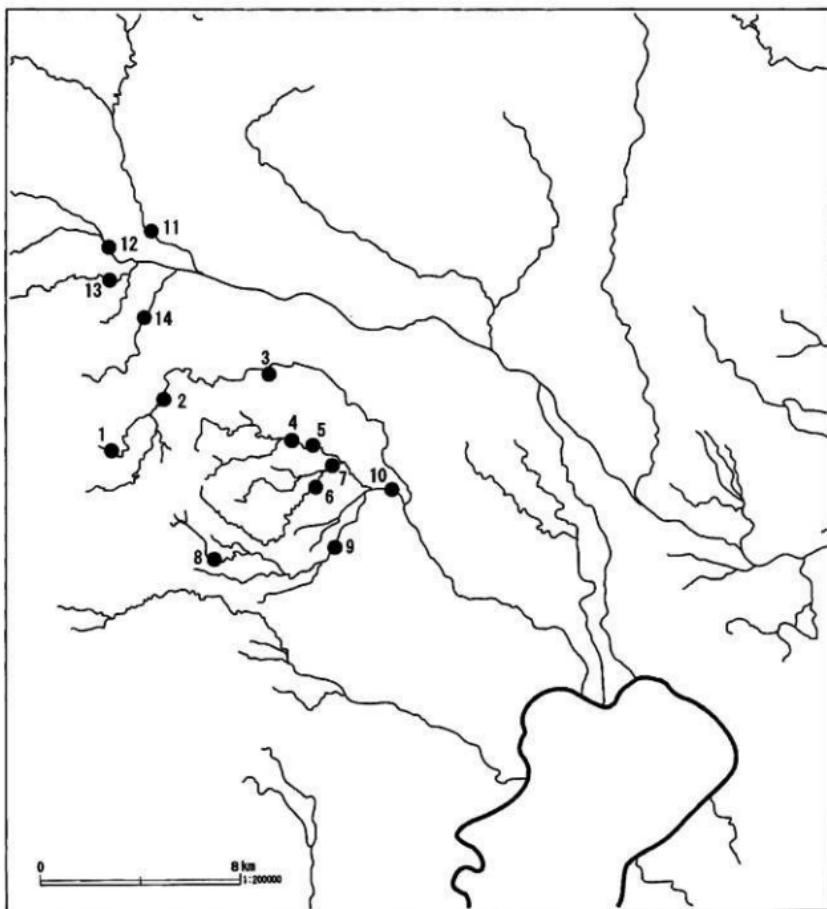


図1 分析資料採取地点

表2 試料から検出した鉱物のモード

鉱物名	①小森川	②荒川	③吉野川	④都幾川	⑤都幾川	⑥高瀬川	⑦越後川	⑧
斜方輝石	42	70	98	9	11	47	25	
カミングトン閃石	0	0	2	0	0	0	0	
単斜輝石	12	37	23	38	29	27	30	
角閃石	1	9	20	49	41	6	13	
チタン鉄鉱	1	9	11	1	1	4	7	
磁鉄鉱	6	31	19	4	5	5	5	
緑簾石	9	15	13	19	31	19	30	
チタナイト	6	9	2	5	8	8	2	
その他の鉱物	sp(1)	ti(2)	ti(1)	gro(2)	ti(1) sp(1)	gro(1)	ap(1) gro(1)	
鉱物名	⑨入間川	⑩入間川	⑪入間川	⑫利根川	⑬島川	⑭鍋川	⑮神流川	
斜方輝石	32	58	75	78	100	84	64	
カミングトン閃石	0	0	0	2	0	0	0	
単斜輝石	24	22	20	38	43	41	16	
角閃石	6	14	20	9	5	7	16	
チタン鉄鉱	5	8	8	3	4	11	5	
磁鉄鉱	4	11	21	47	47	29	33	
緑簾石	19	20	29	1	0	10	62	
チタナイト	8	4	3	0	0	1	7	
その他の鉱物	gro(1) ap(2)	ti(1) gro(2) ap(1) ol(4)	ti(1) gro(2) ap(1)	ap(1)	—	ti(1) ap(2) ol(4)	gar(3) gro(1) ap(2)	

*sp:クロムスピネル all:褐簾石 gro:カルシウム柘榴石 ap:矽灰石 ti:TiO₂鉱物
gar:柘榴石 ol:カンラン石 tor:電気石

2 供給源の地質と主要鉱物

2.1 供給源

埼玉県を流れる荒川・入間川水系の砂の供給源は、西部に分布する関東山地である。利根川水系の砂供給源は、北西部の榛名山を含む火山地帯と北東部の足尾山地が主なものであるが、支流の神流川は、関東山地である。関東山地は、三波川変成帯、秩父帯、四万十帯や白亜紀以降の堆積岩からなる。三波川変成帯や秩父帯では、各種の岩石が分布するが、主要重鉱物は緑簾石、角閃石、チタン石、磁鉄鉱などである。その他の重鉱物として、単斜輝石、カルシウム柘榴石、鉄雲柘榴石、チタン鉄鉱などがある。足尾山地は、花崗岩の貫入があり各種の岩石が産出するが、弱い変成作用と花崗岩の分布により、主な重鉱物は、関東山地と同様に緑簾石、角閃石、チタン石、磁鉄鉱などが期待される。一方、火山地帯では、火山の斑晶鉱物である磁鉄鉱、チタン鉄鉱、斜方輝石、角閃石、単斜輝石が主な重鉱物である。

3 試料の調整と分析法

3.1 試料の採取地点

今回分析した試料について、採取地点名の一覧を表1に、具体的な採取地点の位置を図1の地図上に示した。今回は埼玉県を中心として試料採取を実施したが、一部は埼玉県に隣接する群馬県についても行った。

3.2 検鏡用試料の作成

試料は、顕によって250 μm以上の粒子を予め除去し、残された粒子を重液(d=2.82)によって重鉱物と軽鉱物に分離し、重鉱物についてペトロボキシを用いてスライドグラスに固定した。スライドグラスは通常の工程どおり順次研磨し、最終的にはダイヤモンドペーストで鏡面仕上げとした後、鉱物同定及び元素分析用に炭素蒸着を行った。

簡い分けの粒度の基準は、複数の鉱物からなる岩石を極力除去し、単独の鉱物結晶を効率よく検鏡するための粒径を経験的に選択した。

なお軽鉱物は、河川の供給源を考える上では大きな変動や特徴がみられないため、岩石学で砂岩中の鉱物の供給源の比較に使われている重鉱物の種類とその量比を適用した(Yokoyama他1990 Morton1991)。

3.3 鉱物種の同定

作成したプレバートをLINK社製エネルギー分散型分析装置(EDS)を用いて測定し、元素組成のブ

ロファイルを得て、これにより鉱物種を判定した。

分析試料の鉱物組成を表2に示した。また、この中で比重が3~3.5程度のものを抽出し鉱物モードとして図2に示した。

多くの場合には、光学顕微鏡によって鉱物種の同定が為されている。光学顕微鏡による鉱物種の同定に関しては、從来から常に個人の能力差が問題とさ

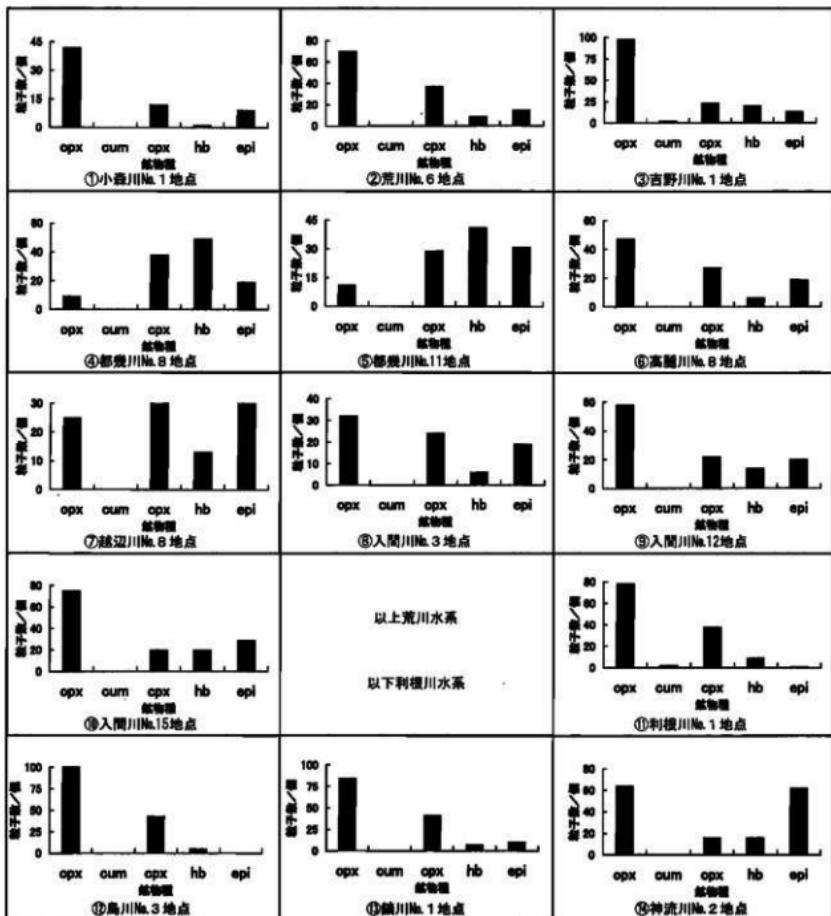


図2 試料の鉱物モード

れ続けてきた。もちろん結晶の光学的諸性質は、鉱物種を同定するための良質の情報を含んでいるので、各種の鉱物を多数同定した経験を持つ研究者が検鏡すれば、かなり精度の高い同定が可能である。

これに対してEDSでは元素組成が得られるので、元素組成と鉱物種との関係が理解できれば、鉱物種の同定が可能となり、全く異なった元素組成を持つ鉱物に誤同定する可能性は極めて低い。

なお図中では、鉱物名は以下の略号で表した。

oxp:斜方輝石 cum:カミングトン閃石

cpx:单斜輝石 hb:角閃石 epi:緑簾石

なおEDSのプロファイルでは、ほぼ同じ化学組成をもつ斜方輝石とカミングトン閃石の同定が困難であるが、この2種類の鉱物については、波長分散型分析装置で定量分析することによりそれぞれの量比を求めた。

3.4 対比する鉱物種

従来の分析では、同定した岩石種あるいは鉱物種が全体として対比されていた。しかし流域の表層地質を構成要素とし、河川流をはじめとする様々な力学的要因による淘汰作用を受けて生成した砂粒を考えた場合、様々な鉱物種より構成される砂粒は比重

による選別を受けていると考えられる。従って、同定した鉱物種全体での比較・分類は、本来的な構成要素と淘汰作用の和について類型化を行っていることになる。

淘汰作用の影響を極力除去するためには、力学的な淘汰作用に対して同一の挙動を示す、言い換えれば同一の比重を持つ鉱物どうしで対比することが必要である。ここでは、斜方輝石、カミングトン閃石、单斜輝石、角閃石、緑簾石の5種類の鉱物について取り上げた。

3.5 鉱物の元素組成

いくつかの試料については、特定鉱物の元素組成についても比較した。従来の光学顕微鏡を利用した胎土分析では、試料相互の鉱物種の一致が両者の同一性を示す重要な指標となっていた。しかしながら、表層地質のかなりの部分が火山起源の物質によって構成されている関東地方の場合、重鉱物種の一致だけでは同一性を判断することはできない。例えば、土器胎土と河川砂の双方から斜方輝石が検出されたとしても、斜方輝石の給源は多数あるので、両者の同一性を主張するためには同一の給源によることの証明が必要である。

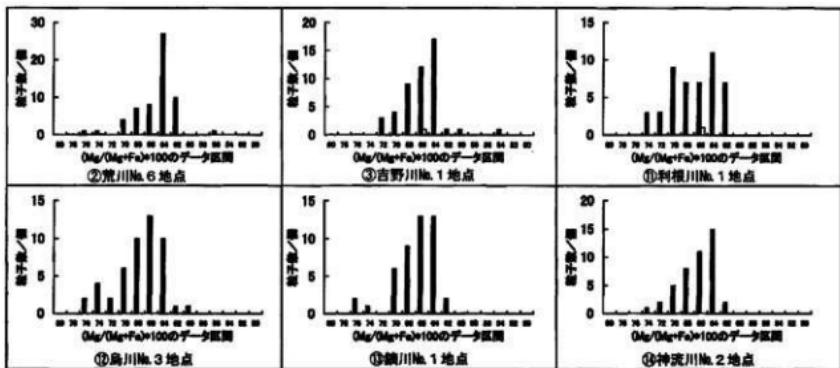


図3 試料に含まれる斜方輝石とカミングトン閃石の元素組成

ここでは、重鉱物の同一性(同一起源性)の指標として、固溶体を持つ鉱物の元素組成比に着目し、これを比較した。具体的には斜方輝石とカミングトン閃石について、粒子毎に $Mg / (Mg + Fe)$ を調べた。結果のヒストグラムは図3に示した。ヒストグラムのデータ区間は、煩雑になるので略記してある。図中で60と示された区間は、60以上62未満を表している。区間に2 molを設定した理由は、測定誤差と同一粒子内でのばらつきの範囲を勘案したことによる。化学組成については、日本電子製波長分散型分析装置(EPMA)を用いて、KD39中の斜方輝石を標準物質として測定した。

なお、図3では、斜方輝石を黒塗りで、カミングトン閃石を白抜きで表した。

4 分析結果

4.1 分析結果

河川砂中の重鉱物の種類と量比について、表2と図2に示した。関東山地を供給源とする河川では、分布する岩石から予想される緑簾石・单斜輝石やチタン石も多く含まれるが、最も多い鉱物は斜方輝石である。この鉱物は、関東山地を構成する主要岩石には含まれていないが、新しい時代に降った火山灰中に主要鉱物として存在している。供給源での火山灰の量は少なく、地質図などでもほとんど記載されていないが、表面に降下したものが固結していないため、量的に少なくとも削られやすく、河川へ大量に供給されているものと思われる。榛名山などの火山地帯を供給源とする河川(利根川No.1、烏川No.3)からの鉱物は、ほとんどが火山起源の斜方輝石・单斜輝石・磁鐵鉱からなり、関東山地にみられる変成岩起源の緑簾石はほとんど検出できない。関東山地を供給源とする河川の砂には、上述のように火山灰起源のものと変成岩起源のものが認められるが、そ

れぞれの河川で重鉱物の量比が異なっている。特に異なった量比を持つものは都幾川の2つの資料(都幾川No.8、都幾川No.11)である。これらの資料では、角閃石が最も多く、单斜輝石や緑簾石も多い。斜方輝石は、他の資料に比べ数分の1の量しか観察されない。この特異性は、主要構成鉱物が角閃石や单斜輝石である変はんれい岩、変玄武岩、角閃岩が広く供給源として流域に分布することによる。

その他の鉱物として多く確認されたものに、カルシウム柘榴石がある。前者は、荒川No.6試料で緑簾石や角閃石より多い。この鉱物は、ロジン岩と呼ばれる岩石の大半を占める鉱物で、河川砂採集場所の数百メートル上流の川底に分布している。他の資料には、カルシウム柘榴石がほとんどないため、この資料の中から高い確率で検出されることは、川底のロジン岩から供給されたものと推測できる。かんらん石は、2つの資料(鏡川No.1、入間川No.12)で少量検出できた。最も南部の入間川ものは関東ロームに見られるかんらん石に起源があるものと思われる。他の資料として鏡川にもかんらん石がみられる。どの火山に属するか不明であるが鏡川上流に局所的に玄武岩が分布しているものと考えられる。カミングトン閃石は、第四紀の火山灰中に稀な鉱物であるが(町田 新井 2003)、2つの資料から少量見いだされただけである。

4.2 斜方輝石の化学組成

斜方輝石は、単純な化学組成であるために火山灰の対比に使われている(高橋他 2005)。代表的な河川の砂中の斜方輝石を波長分散型分析装置で分析し、その $100 \times Mg / (Mg + Fe)$ 値 (X_{Mg} 値) を図3に示した。 X_{Mg} 値は、ほとんどが 60 から 76 の範囲に収まる。 X_{Mg} 値が 64 前後の斜方輝石は主に安山岩起源で、70 を超えるものは玄武岩起源である。一般的に1つの火山灰でも化学組成の範囲が広いものが存

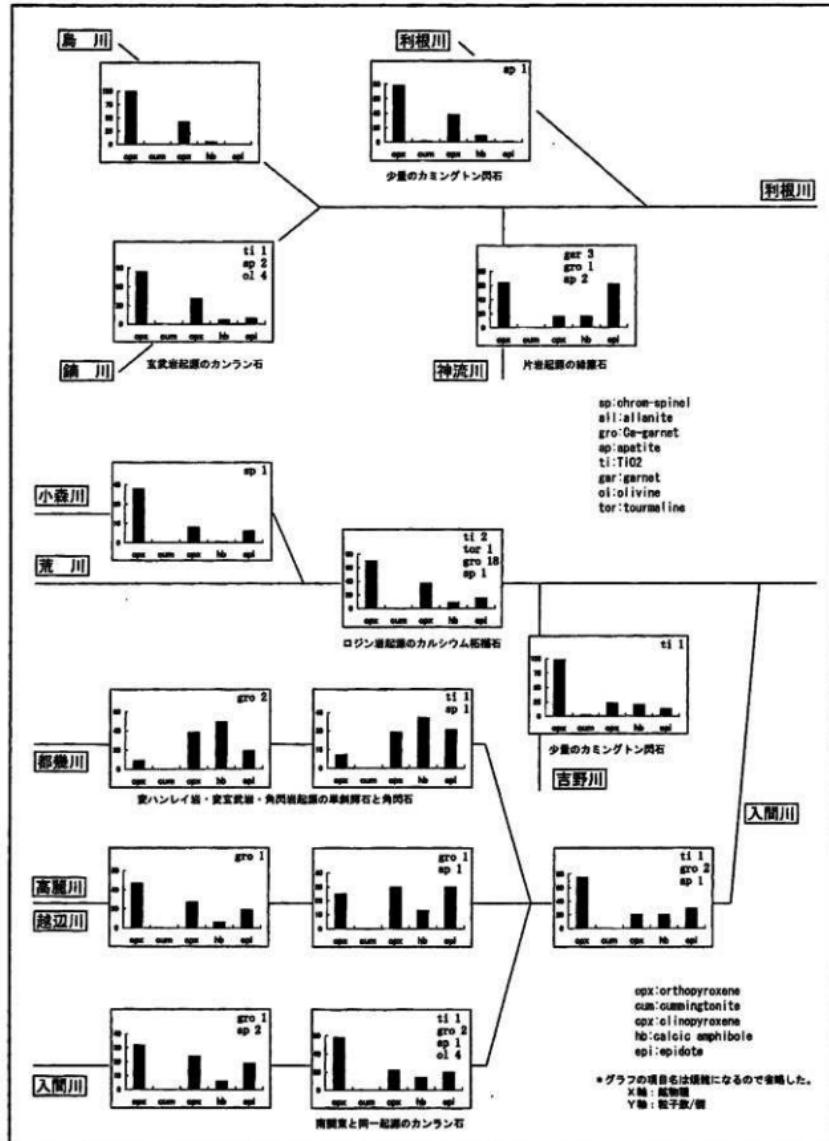


図4 河川の系統と重鉱物の特徴

在することもあるが、多くは、 X_{Mg} 値が狭い範囲に収まる。ほとんどの資料で組成範囲が広いことは、いろいろな起源の火山灰や火山岩が含まれることを示している。地表に分布している岩石からは一見火山灰起源のものが分布していないように見える地帯でも、各種の火山灰が降下している事がわかる。今回の分析結果は、斜方輝石の化学組成の広がりが1つの火山灰に起源をもつものではなく、いろいろな時代と給源の火山灰から供給されたことを示している。分析した6資料の供給源が異なるにも関わらず元素組成の範囲が似ているのは、安山岩起源の火山灰を中心に多くの火山灰から供給されたことによるものと考えられる。

榛名山を含む火山地帯から供給された斜方輝石は、 X_{Mg} 値のピークが66で、74にも小さなピークが見られ、多くが安山岩起源で一部に玄武岩起源があることが発見される。利根川No.1試料では、64と70にピークが見られ、玄武岩起源の斜方輝石が多くあることがわかる。関東山地の斜方輝石は、 X_{Mg} 値のピークが64で玄武岩起源の斜方輝石が前述のものに比べて少ないが、利根川水系の斜方輝石とほぼ同等の組成で、それぞれの水系を特徴づけることはできない。カミングトン閃石も二つの試料から検出された(利根川No.1、吉野川No.1)。 X_{Mg} 値は66であった。この鉱物は、火山灰の中で極めて特殊な鉱物であり、埼玉県内の下末吉ローム層に対比される粘質土

層や土器の胎土中からもよく見いだされており、その化学組成から火山灰の起源を特定できる可能性がある。

5 小結

現在の河川の重鉱物の大まかな量比は、火山灰起源の鉱物量比と供給源の岩石の種類により説明することができる。今回測定した河川の砂中の主要重鉱物は、磁鐵鉱、チタン鉄鉱、斜方輝石、角閃石、單斜輝石、綠簾石である。多くの河川では磁鐵鉱の方がチタン鉄鉱よりも多い。

比重が3~3.5の範囲の鉱物については、ほとんどの河川で斜方輝石が最も多く、单斜輝石も比較的多く観察される。角閃石や綠簾石の多い資料は、火山灰が少量というよりも供給源の変成岩に角閃岩や綠簾石片岩などの重鉱物の多い岩石が相対的に多く存在することによると考えられる。

斜方輝石は、測定した6試料でその X_{Mg} 値がほとんどが60から76の範囲にある。いずれの資料も X_{Mg} 値が62~66のピークを持つ安山岩起源の岩石を主な供給源とする。火山帯起源の利根川水系のものも火山地帯でない関東山地を供給源とする荒川水系のものには大きな違いが見いだせない。 X_{Mg} 値が70を超える玄武岩起源のものが多い資料もあるが、関東山地や利根川水系の上部での組成範囲の近似性は、広い範囲で各種の火山灰が降下していることによるものと考えられる。

引用・参考文献

- 高橋直樹 滝岡孝 加藤新 横山一己 2005 「南関東地方における第三紀／第四紀境界付近のテフラ鍵層KD38の対比-房総半島の上越層群と千倉層群との対比」『地質学雑誌』111 371~388
- YOKOYAMA, K., AMANO, K., TAIRA, A. & SAITO, Y. 1990. Mineralogy of silts from Bengal Fan. *Proceedings of Ocean Drilling Project, Science Results* 116, 69~73.
- MORTON, A.C. 1991. Geochemical studies of detrital heavy minerals and their application to provenance research. In *Developments in Sedimentary Provenance Studies* (eds Morton, A.C. Todd, S.P. and Haughton, P.D.W.) pp. 31~45. Geological Society of London, Special Publication no. 57.
- 町田洋 新井勝雄 2003 『新編火山灰アトラス』東京大学出版会

研究紀要 第21号

2006

平成18年6月20日 印 刷

平成18年6月27日 発 行

発 行 財団法人 埼玉県埋蔵文化財調査事業団

〒369-0108 熊谷市船木台4-4-1

電 話 0493-39-3955

<http://www.saimabun.or.jp>

印 刷 誠美堂印刷株式会社