

# 土壌pH分析からみた明石人骨の保存性

富岡直人・沖田絵麻・江川達也

## － 論 文 要 旨 －

酸性土壌が多い日本において、酸性土壌は遺物・遺構の保存にマイナスの影響を与えるものと理解されている。一方で土壌pHの数値から、考古学資料への影響を詳細に論じるタフノミー研究は少ない。本稿は、土壌pHを中心に遺跡の土壌データを整理した後、渡辺直経による明石人骨出土地点等の土壌データを、松浦秀治による明石市西八木海岸の土壌データや筆者らによる遺跡土壌データと比較し、明石人骨の保存性について検討した。その結果、酸性土壌からでも動物遺存体が検出されることを示し、明石人骨が弥生時代以降の所産ならば、pH5程度の酸性土壌においても保存されていた可能性を指摘した。さらに、土壌pHの管理が遺跡保護にも重要であることを指摘した。

キーワード：酸性土壌，土壌pH，明石人骨，タフノミー

## 1. 考古学における土壌

可視的な遺物や遺構の研究はもとより重要であるが、不可視のデータに対する論究も、考古学の進展・検証に資するものである。例えば、遺跡とその構成要素である遺物や遺構がなぜ保存されているのか、なぜ減少するおそれがあるのか、なぜ風化しているのかという問題は、現存する考古資料の分析のみでは解決しきれない。

なかでも土壌は、発掘直後に水洗作業で洗い流される排土と呼ばれ、その多くは省みられないことが常である。一方で、このように遺物を包み込んでいた土壌こそが、埋存時から発掘時まで遺物を保護し、残存させてきた摇篮なのであり、化学的風化を把握する有効な指標である。土壌の多くは母岩が風化したものに加え、気候や生物の作用と生物自体の遺存体に加わることで生成したものである。

pH: potential of Hydrogenは「ピーエイチ」あるいは「ペーハー」と発音され、水素イオン指数を示すもので、0～14の数値で示される。pH7が中性、これより小さい数値が酸性、これより大きい数値がアルカリ性である。

日本に多い酸性土壌は、酸性を呈する土壌の総称で、多雨の影響で生まれたり、火山灰のような酸性物質が集積して生まれたりする。日本は年平均降水量が約1,700mmと、世界平均の約2倍もあり、土壌に吸着している塩基類が土壌水中に交換溶出し、浸透水とともに土壌系外に流出するため酸性になりやすい〔新島1997: p.165〕。また、火山灰の堆積が多いことも酸性土壌の豊富さに結びついている。一方、イギリス等でみられる未固結石灰岩のチョークchalkを母材とする土壌では、pH8.5に達し、骨格・貝殻の保存に適している。

土壌pHは勿論、土壌の温度・湿度、生物の活動、太陽の紫外線も遺跡の保存に大きく影響すると推定される。ここで論じる土壌pHは、土壌内での遺跡保存を左右する化学的風化のファクターの一つなのだと考えて頂きたい。

## 2. 明石人骨をめぐる土壌pHとタフオノミー研究

日本考古学における遺跡土壌pHの最初の研究は、明石人骨の検討のひとつとして取り組まれた。明石人骨は、1931年に直良信夫によって兵庫県明石市西八木海岸で発見された第1図に示す寛骨〔直良1954, 1981〕を指す用語で、明石寛骨という呼び方もある。この寛骨は、後に長谷部言人によって更新世（長谷部は「最新世」の用語を用いた）に属する先行人類として*Nipponanthropus akashiensis*の通称を与えた〔長谷部1948〕。しかし、旧

石器時代の人骨ではないとする考えが1982年に遠藤萬里、馬場悠男によって示され、1980年代以降その考えが広く共有されている〔Endo & Baba 1982, 馬場1984, 百々1987〕。

第2図は、1985年の西八木海岸の発掘調査〔春成編1987, 市原1987〕での層序を渡辺〔1950b〕と比較した図で、第3 a, b 図の土壌pH分布図と対比されるものである。

この明石人骨については、第2図cのb層に帰属したと直良は考えたが、「明石の場合も、本来寛骨を包含していた堆積の同定が間違いであったことは、可能性としては充分ありうる」〔遠藤1984〕という意見のように帰属層位への根本的な疑義も示され、今まで多数の資料批判がなされて来た〔春成1994, 2007, 2013〕。

これらのうち化石の生成を論じるものは、タフオノミー研究と捉えられる。パイオニアである渡辺直経の取り組み〔渡辺1950a, b〕の後、これを化学的見地からデータに基づいて論じたものに、松浦秀治の論考がある〔松浦1987〕。もしも、明石人骨の実物が残されていたら、骨自体をサンプルとする放射性炭素年代測定やフッ素年代測定、X線回折分析による分子構造や蛍光X線分析を用いた元素含有状況の把握等を通じ、より深くこの人骨を理解する取り組みがなされたであろう。

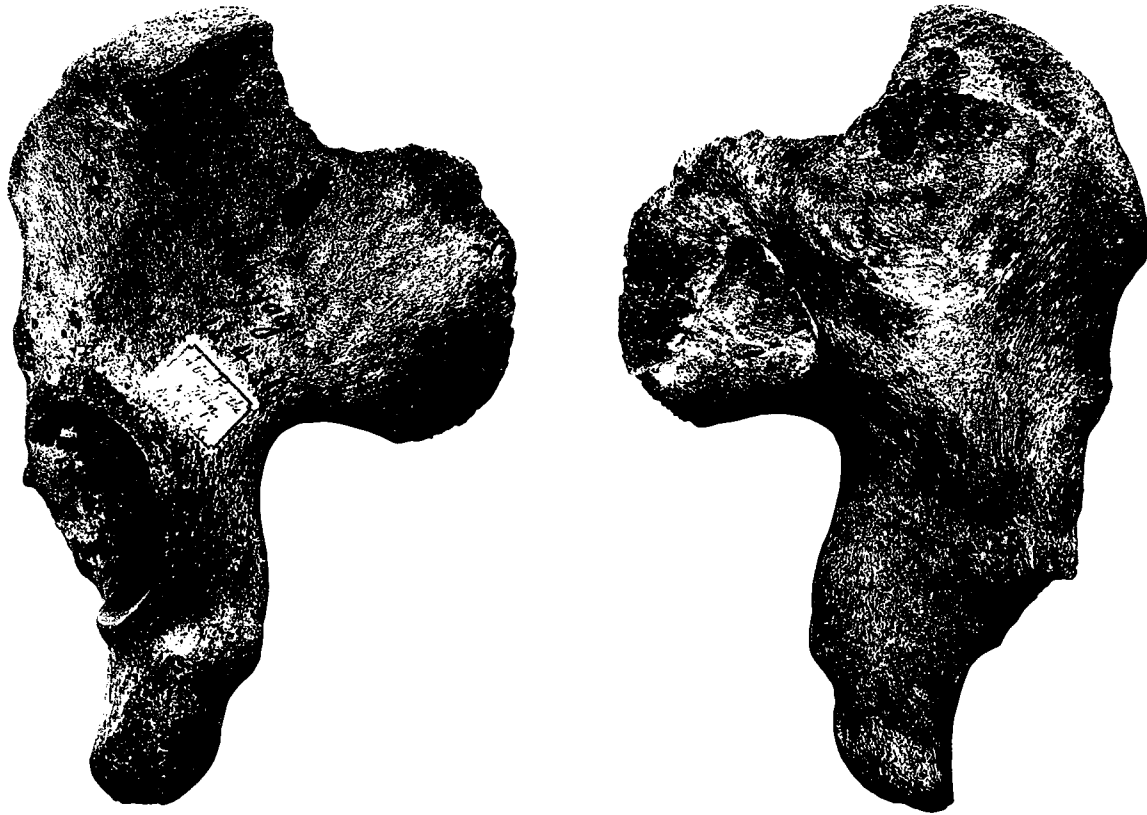
この西八木海岸は、兵庫県南部の明石市大久保町にある。明石人骨が出土した地点は海蝕作用によって既に失われたとされ、検証の調査や検証発掘が隣接地や多少離れた地点で実施されたものであることもタフオノミー研究の低調さの原因となった〔春成編1987〕。

産出地周辺での土壌についても、骨が含まれていたか検討するにはリン分析の実施が考えられる。これは日本のみならず広く世界で行われている分析で、骨のカルシウム分が溶脱し、形態が把握できなくなっても動物遺存体の有無を判断することができる手段として理解されている<sup>(1)</sup>。このような一見骨と関連のない分析を導入することも、西八木海岸の土壌環境を考える上では重要であったのかもしれない。

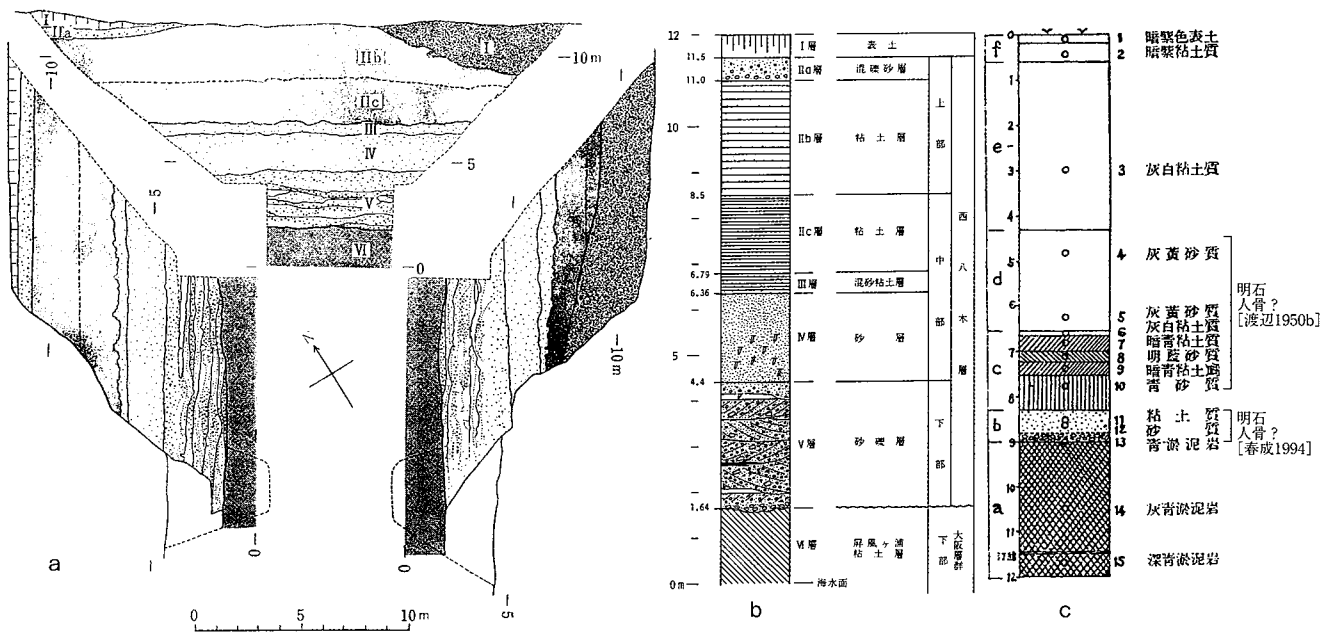
## 3. 西八木の土壌pH

明石人骨の形態は、ホモ・サピエンス的であるということが遠藤・馬場によりほぼ証明されたが、考古学的にその判断が明石人骨の研究の終着点ではない。特に、明石人骨が化石的な様子を示していたこと、酸性土壌中で残存した可能性についての追究は、骨考古学上重要な命題である。明石人骨の評価を考古科学的に深めるためにも、西八木海岸での層群がどのような環境にあったのか、明石人骨がどのような土壌で保存されていたのかを、渡辺報告から考えてみたい。

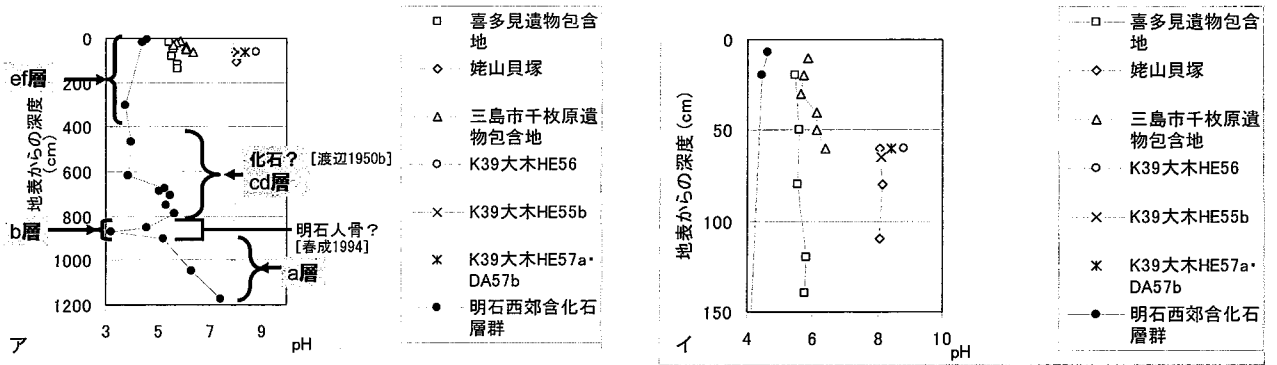
渡辺直経〔1950a, b〕は、明石人骨の検証の為に骨格



第1図 明石人骨（寛骨，h: 17.3cm 1931年東京帝国大学人類学教室木川半之丞撮影 春成秀爾氏提供）  
 藍鉄鉱が析出しているかは不明である。破断面が暗色化していたという所見も本写真から看取できる。寛骨臼関節面も汚れており、関節が大腿骨から離れ長時間を経た状態であったことを示している。



第2図 明石西八木発掘区と各研究者による層序 a: 1985年発掘区 [春成ほか1987:p.37, 図24], b: 柱状図 [市原他1987:p.46, 図29], c: 1948年発掘地域の西端より東約2mの個所の地層垂直断面図 [渡辺1950b: p.184, 第1図]



第3 a, b 図 遺跡土壌pH分布図 [渡辺1950a・b, 富岡1997, 富岡他2006] ア：西八木海岸データを中心としたもの、イ：全体動物遺存体出土する遺跡土壌の多くは、pH8程度を示すが、酸性土壌の遺跡からも出土する場合がある。

の保存性を土壌の化学的特性から検討した。この研究は、動物遺存体の遺物化過程を客観的に示した先駆的研究として高く評価される。この研究において、渡辺は骨格の保存状態と土壌pHに関するデータ蓄積の重要性をいち早く指摘していたといえる。

明石人骨の出土層位は渡辺 [1950b] はc-d層としたが、先述したように春成 [1994] が指摘する通り直良の主張する帰属層位はb層の可能性が高い。

その後、松浦 [1987] は、1985年の国立歴史民俗博物館を中心とする西八木海岸の再発掘で得られたサンプルと渡辺のデータを比較した。松浦 [1987] のデータより書き起こした第1表で、それぞれの土壌pH測定値を示す。

松浦 [1987] は、渡辺 [1950b] の新鮮試料とされる土壌pHデータを自分の行った土壌pHデータ（「生土」利用）と比較し、I層とVI層（渡辺の示したa層）を除いて、「いずれも弱酸性から強酸性を呈し、全体の印象は渡辺 [1950b] と変わらない」としている [松浦1987：pp.157-158]。渡辺 [1950b] の研究で風乾試料の土壌

pHは新鮮資料に対し大きく異なった数値を示したことも踏まえ、松浦は新鮮試料に限定して測定している。筆者らのデータでは、新鮮試料あるいはサンプル後密閉容器に入れられていた試料での測定値であり比較に適した条件を有すると考えられる。

松浦は表層に近いI層がpH6.21であったことを挙げ、この層が骨の残存する可能性が低いことを指摘している [松浦1987：p.158]。ここで思い浮かぶのはI層が骨の残存に適しているとする、明石人骨が周辺に存在した墓等からの混入であった可能性をさらに検討すべき要因が増えるという点にある。この墓の存在は春成 [1994：pp.230-232] により詳細な検証がなされ否定的見解が示されている。直良は付近に墓等はなかったと証言しているが、我々は発掘で表土に墓が確認できない場合でも人骨を掘り当てることもある。伝聞と地表のみでの観察から墓域の存在を否定することは難しいかもしれない。松浦 [1987：pp.158-159] はpH4～5の強酸性下に埋蔵されていた骨でも300～350年程前の資料であれば保存されていた事例等を挙げ、pHの値によらず明石人骨が今から300～350年より新しい時代の所産ならば、土層がたとえ強酸性でも残る可能性を指摘した。

強酸性の土壌に埋存していたならば、筆者の札幌市K39遺跡や、岡山城二の丸遺跡出土資料の分析 [富岡1998a, 2001] の経験では、強酸性の土壌ならば、カルシウム分が溶脱し、骨自体がやや軽い印象となるか、藍鉄鉱 Vivianite  $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$  の付着が激しいとやや重くなるものと考えられる。今後、比較資料の比重測定等での検証が必要であるものの、直良が発見した直後に海水で洗える程、丈夫な骨が出土した事が事実ならば、さらに発見された明石人骨は骨自身が重く、化石化したような状況となっていたのならば、その層はpH7～8程度であることが適している。松浦 [1987] の数値は、渡辺 [1950b] と異なり、I層がその期待されるような数値のなかに入るものである。

第1表 西八木海岸発掘地のpH分析（新鮮資料）  
松浦 [1987：p.158表15]

松浦[1987]			渡辺[1950b]第1表より	
層位	層の特徴	pH*	層位	pH
I		6.21	f	4.60, 4.42
II a	砂	5.87		
II b	湖成	4.89	?← e	3.78
II c	海成	5.04	d	3.95, 3.85
III	海成	6.21	?← c**	5.27, 5.07, 5.51
IV	海成	5.67	?← //	5.34, 5.64
V	上部、砂れき	3.97		
V	下部、砂	4.55	b	4.57, 3.20
V	黄褐色灰色砂	4.03		
V	粘土	4.79		
V	粘土・砂	3.79		
VI	湖成	7.09	a***	5.24, 6.33, 7.47

\* 生土：蒸留水 = 1：2.5  
\*\* pH：6.47, 5.86, 5.70 [渡辺1950b, 第2表]  
\*\*\* pH：6.40, 7.54 [渡辺1950b, 第3表]

また、松浦はⅥ層（直良の示した a 層）が骨の残存に適した数値であったことを、松浦の分析での結果と渡辺の3つの分析結果の1点、計2点で得られたことを示し、さらにそれ以外の層でも明石市藤江西畑の西八木層下部出土象牙片のフッ素含有量が2.65%だったこととあわせ、海水の影響が強い場合には、ほぼ何れの層でも骨の残存する可能性が「決して低くない [松浦1987：p.158]」とした。ただし化石化とみられる着色や脱灰等の問題には論及されていない。

#### 4. 遺跡土壌pHデータの蓄積とその問題

1986～1997年にかけて須藤隆を主体とした東北大学文学部考古学研究室では、骨格の検出がほとんどない旧石器時代遺跡の発掘とともに、豊富に骨格・貝類が出土する貝塚発掘も行い、日常的に酸性土壌とアルカリ土壌を検討する機会に恵まれていた。このことから、1986年以来当時学部生だった富岡が須藤教授にプランを提案し、骨格や貝殻の保存性と土壌pHの関わりを検討するため、遺跡包含資料の悉皆採集と土壌サンプルの確保、さらにpH分析データの蓄積に取り組んだ [須藤他1995, 1997]。

同時期に札幌市を主体とする遺跡調査では、0.42mmメッシュ幅の金属フルイを利用することと、花粉やプラントオパール対象の非水洗土壌サンプルを実施することによって、微小動植物遺存体をほぼ網羅する「分析条件の標準化」を図っていた。この解釈を進めるために、1990年代より遺物包含土壌のpH分析も実施し、比較データの蓄積を図ってきた [富岡他2006]。

土壌pH測定法にはいくつかの手法がある。生土または風乾土に2.5倍の蒸留水を加えて振とう・放置後、懸濁液や上澄み液を測定する方法や、土壌粒子に吸着しているものも含めた全酸性物質によるpH測定として強酸と強塩基の溶液を用いた抽出液を測定する方法もある [新島1997：p.163]。

東北大学文学部考古学研究室で筆者らが農学部からの指導を受けて実施した方法、および札幌市埋蔵文化財センターでの方法は、10gの土壌を25ml (25g) の蒸留水で攪拌し、約20度の室温で24時間沈殿して得た上澄液を電導率計で測定する方法である。この手法は松浦 [1987] が体積比で各土壌新鮮試料を蒸留水 (1:2.5) に分散しガラス電極を用いて測定するとした方法とほぼ同じであり、また新鮮資料として生土を主に利用するプランも共通している。

作業プロセスで測定迄に時間を経過した場合は、やむを得ず乾燥した土壌を利用するが、その際にはできるだけ固まりとなった土壌塊を選択し、露出部分を木篋等で

切削した後、できるだけ新鮮な試料を抽出し、測定に供する。また、貝殻や礫等、本来の土壌pHにノイズを与えるような含有物は取り除き、定量する。いずれの場合もサンプルが乾燥状態か湿潤状態か、サンプリング後どれほど時間が経過して測定を実施したか等、条件を記すべきである。このような測定条件の微妙な変化は、測定値に反映することが知られており [渡辺1950b]、我々も追実験でこの傾向を把握している。

遺物化過程の把握という目的からすると、本来の埋存環境に近い状態の条件を把握することが必要である。このため、サンプリングは動物遺存体を検出しているすぐ側の土壌－三次元座標も把握されることが望ましい－を対象として、酸化を避けるために検出後の早い時点で実施し、採集後できるだけ早く密封容器に収納し、数日のうちに測定に供するべきであろう。ただし、この測定によって得られたpHはあくまで抽出液のpHで、埋存時の土壌pHの傾向を間接的に示すものであり、埋存時のpHと完全に一致しているとはいえない。例えば、日光や空気中への暴露は、測定結果にバイアスを生じることが把握されている。

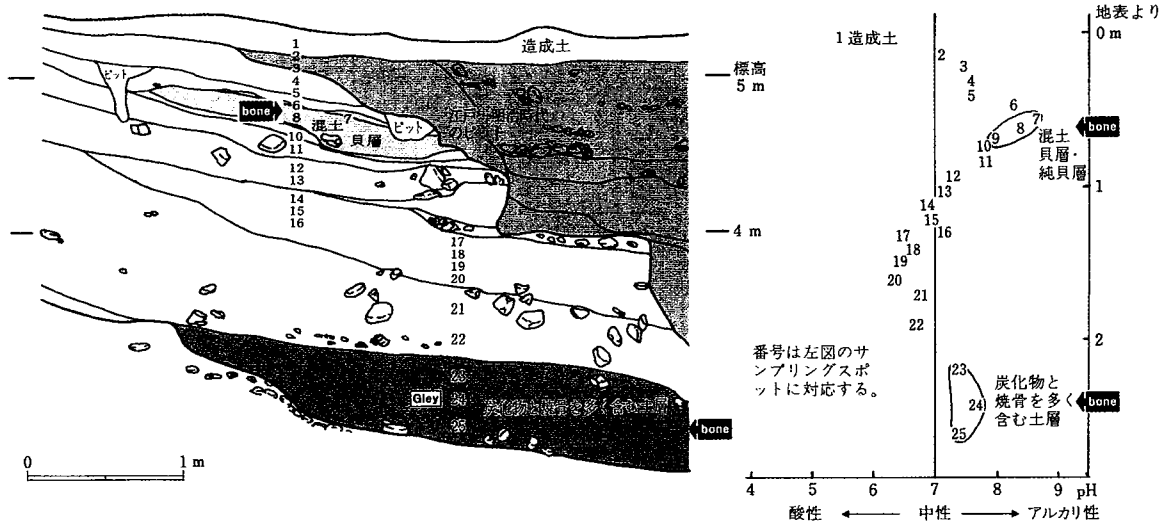
また、窒素酸化物や硫黄酸化物が溶け込んだ酸性雨の影響も軽視できない。酸性雨は、pH5.6以下の酸性の雨を指す用語で、世界各地の土壌・森林・湖沼に被害を与えていることが知られている。例えば、大理石彫刻などの文化財にも影響が生じている場合がある [Saiz-Jimenez et al. 2004]。

第2表に示した岡山県岡山市東区犬島地竹ノ子島の犬島貝塚の場合、上層程土壌の酸化が著しいが、例外的にD2E2区の貝層である4 a層と4 b層は、pH4.39, pH4.59という強酸性を示し、炭酸カルシウムを主成分とする貝殻・貝層が失われる可能性さえ考えられる [大智他2009]。また、E6N5区であっても、上層は深刻な酸性土壌なので、このままであればD2E2区と同様に酸性土壌に影響を受け酸性に変化し、貝殻が溶脱する可

第2表 岡山県岡山市犬島貝塚（地竹ノ子島古墳）土壌pH  
縄文時代早期（4層）・古墳時代（2 a, b層）

層位	細分層位	土壌サンプル区	土壌pH サンプルNo.	土壌pH
1層	-	E6N5区	1	4.38
		E6N5区	8	4.7
2層	2a層	E6N5区	2	4.81
	2b層	E6N5区	3	4.85
4層	4a層	D2E2区	5	4.39
		E6N5区	4	7.16
	4b層	D2E2区	6	4.59
		E6N5区	7	7.14





第5図 岡山県岡山市 朝寝鼻貝塚東壁とpH分布図 [富岡1998b]

動物遺存体を出土する土壌はいずれもpH8程度であったが、動物遺存体が出土しない層でも一部はpH8程度を呈していた。このことは、動物遺存体がかもより包含されていなかった可能性を強く示唆する。また、間層は崖面の崩落により短期間で形成された土層で、動物遺存体も検出されず、pHも酸性であった。図中の“bone”は骨、“Gley”は還元状態のグライ層を示す。

珪藻のように珪酸体を多く含むものと炭化物はpHが高くても低くても保存性が高いが、それら以外は一般に保存に適したpHにそれぞれ違いがある。

保存性が高い微化石には、先述の通りプラントオパールを挙げることができる。これは植物珪酸体とも呼ばれ、ガラスに似た珪酸体でできた物質であることから酸性にもアルカリ性にも比較的強いが、経年変化の結果表面は風化してしまうことが知られている。

花粉は、糖類等から成る細胞壁で外皮が形成されていることから、微生物の分解が抑制される場合に残りやすく、水漬状態に強い一方、逆に著しい乾燥状態でも残りやすい。また、強い酸性度、有毒な金属イオンの存在などがその保存を助けることが知られている [ディムプレヴィ1996]。花粉は、アルカリ性に弱く、白亜や石灰岩起源の土壌では検出・分析が困難になりがちで、貝塚のようなアルカリ性の土壌では花粉の数量が本来の埋存時より減少してしまうと考えられるが、先述の沖縄の場合は残りやすいと考えられている。

さらに花粉の放出量も植物の種類や植物がおかれた条件により異なることが知られており、花粉量の見かけでの多さが実際に繁殖していた植物の多少を示すとは限らない。

胞子は、植物および菌類が無性生殖の手段として生ずる生殖細胞である。これは厚くて丈夫な被膜を持つことから花粉に比べアルカリ性に強く、土壌がアルカリ性の場合、花粉に比して胞子が多くなってしまうことが想定される。

また、土壌pHは、植物の生育や土壌微生物に影響を与えることが知られ、高等植物は一般に中性に近い場合

に生育が良好とされる。このことから遺跡土壌や遺物の保存性に土壌自体が影響を与えることがうかがわれる。これらは地層中の骨格の続成作用にも影響するものと考えられる。

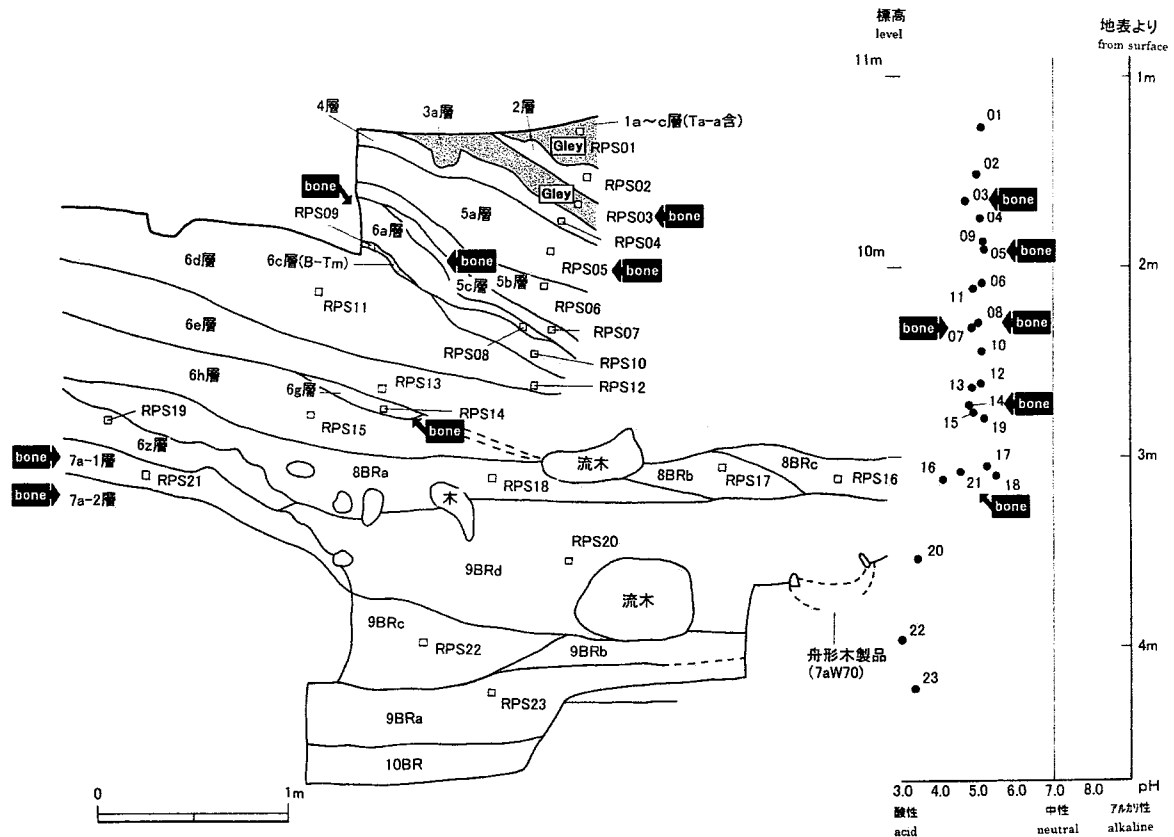
もともと植物微化石類は小型のため分析サンプルに混入しやすい上に、土壌pHによって大きな影響を受けることから、このような埋存条件を考慮して数値分析の結果を検討しないと、植生史の復元や気候変遷史の復元、農耕の起源論などを論じるのは危険であると考えられよう。

## 7. 遺跡土壌pHの比較

渡辺直経 [1950a, b] が土壌pHを測定した遺跡は、喜多見遺跡（遺物包含地東京都世田谷区）、焼山貝塚（千葉県市川市）、千枚原遺跡（静岡県三島市）、明石西郊含化石層群（明石市西八木海岸）であった。

第3 a, b 図は、渡辺のデータと札幌市でのK39遺跡大木地点でのpHデータを重ねて示したものである。カルシウム分の保存に適したpH8程度の土壌は、貝塚や焼土を多量に伴う開地性遺跡で確認されている。一方で、酸性土壌の遺跡からも、動物遺存体が発見されていることが指摘できる。

第5図は、朝寝鼻貝塚（岡山県岡山市、富岡1998b）における遺跡層位の断面図とそこからサンプリングされた土壌pH分布図である。動物遺存体は上層の貝層（3層）と下層のグライ・シルト層（10層）で検出されている。動物遺存体を出土する土壌はいずれもpH8程度であったが、動物遺存体が出土しない層でも一部はpH8程度



第6 a 図 北海道札幌市 K39遺跡第6次調査北18条地点 (42-05区) 南壁 5 a 層・13世紀 擦文時代後期 [富岡2001]

ほとんどの土壌がpH6以下の酸性でありながら、一部は動物遺存体を包含。地表からの深さがほぼ同じ地点であっても、遺構や体積層が異なるとpHが大きく異なること (サンプル16~18) が明らかである。

を呈していた。このことは、動物遺存体がもとより包含されていなかった可能性を強く示唆する。

このように動物遺存体が上・下層で発見され、中間の層位で発見されなかった場合、その土壌がカルシウム分の保存に適しているか否かは、動物遺存体の存否、あるいは消失を論じる上で重要な鍵である。

さらに微量元素分析・脂肪酸分析・DNA分析のような脆弱な資料体を分析する場合も、土壌pHは影響を持つ可能性があることから、検討すべき条件として重要といえる。

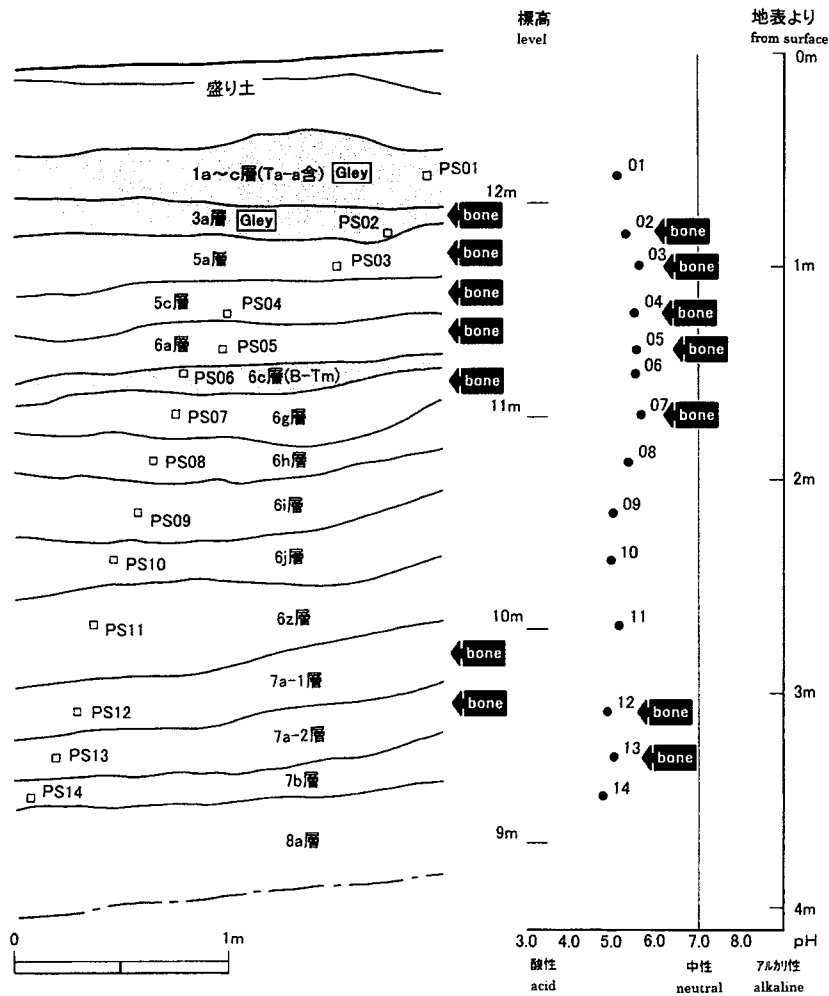
第6 a, b 図のうち特に第6 a 図に示す通り、K39第6次調査北18条地点 (北海道札幌市) の場合、同一遺跡内の同一標高であってもサンプル16~18にみられるように、土壌pHには明確な違いが生じる場合がある [富岡2001]。この例からすると、西八木海岸の土壌pHは地点が南へ10m近く離れた明石人骨発見地点や西に80m近く離れた長谷部言人調査地点周辺の堆積層の土壌pHとは異なる可能性は十分あることが予想される。

札幌市の調査では第8 a, b 図K514遺跡13-03区、21-03区6 a 層 (続縄文時代前期)、第9 図C507遺跡トレンチC-12 (擦文時代、7 a, b 層) といったpH5.5程

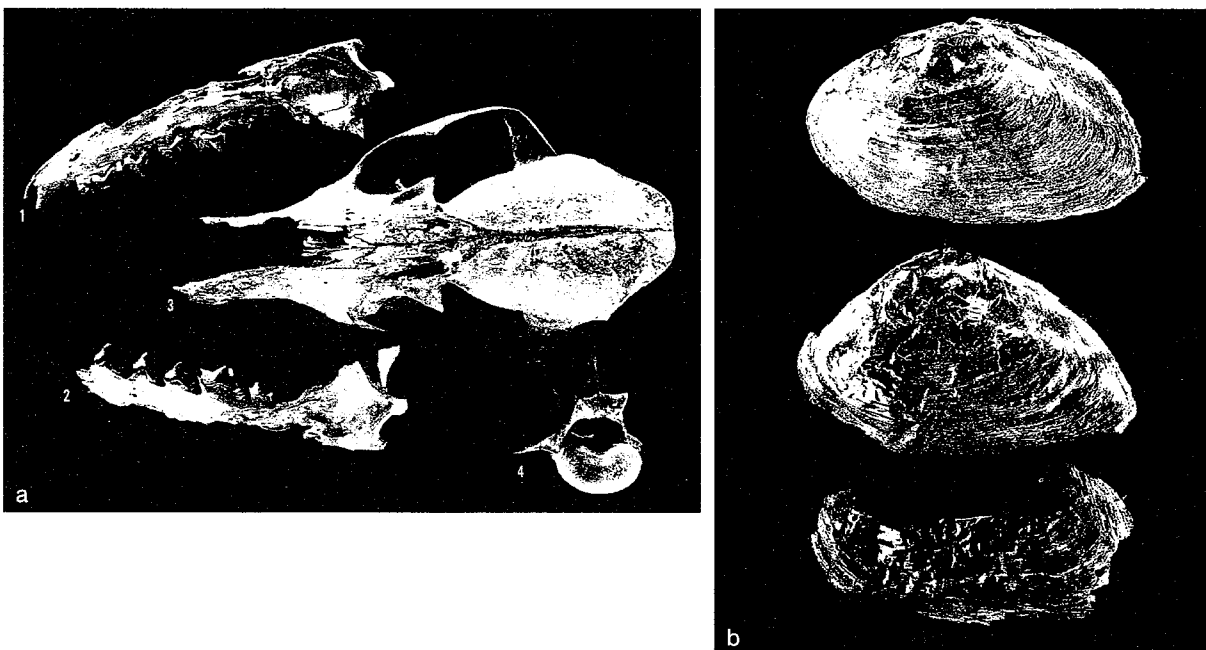
度の酸性土壌群からも、動物遺存体が検出されていることが指摘できる。第7 図にK39遺跡第6次調査北18条地点で5 c 層のpH5.5程度の酸性土壌中から出土しカルシウム分が溶脱しかけていた生骨のキタキツネと主に殻皮が残存しカルシウム分が溶脱したカワシンジュガイを示す。この例のように、これらの札幌の遺跡からは、骨格とともに貝殻 (一部は殻皮のみ) が出土し、かつ二枚貝 (カワシンジュガイ等) の炭酸カルシウムは溶脱し、殻皮が残っている場合が多かったという所見が得られた。これは西八木海岸のb~cd層と類似性が指摘できるし、また、貝殻と骨格資料の残存状況が異なること、貝殻に比して骨格の方が低湿地遺跡で残存しやすい可能性をうかがわせる内容である。

ただし、これらの動物遺存体資料には碎片となった焼骨も多く含まれており、これらも骨の出土例としてカウントしている。このような焼骨を焼けていない骨格と同質に扱うことは困難かもしれない。また、土壌温度が札幌市の資料は西八木海岸と条件として異なる可能性も考えうる。いずれにせよ、現時点では焼骨が生骨よりも酸性土壌で残存しやすいという証明がない限り、あるいは札幌と西八木海岸での土壌温度の大きな差が指摘されな

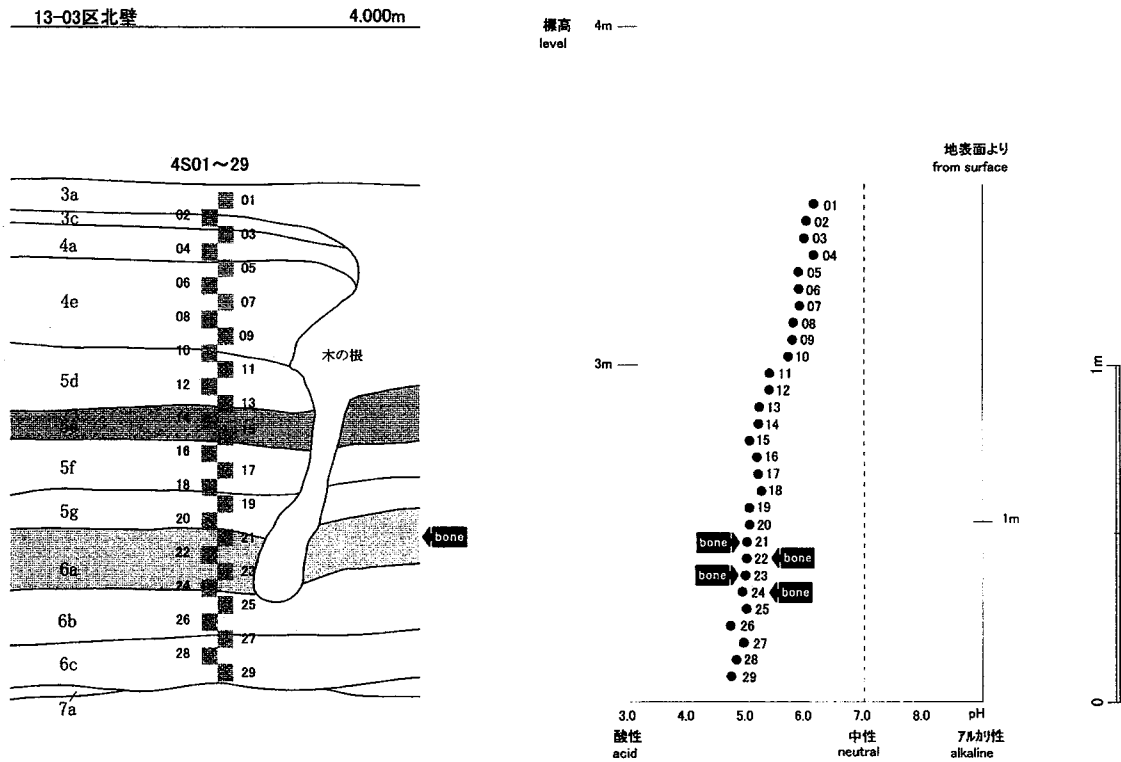




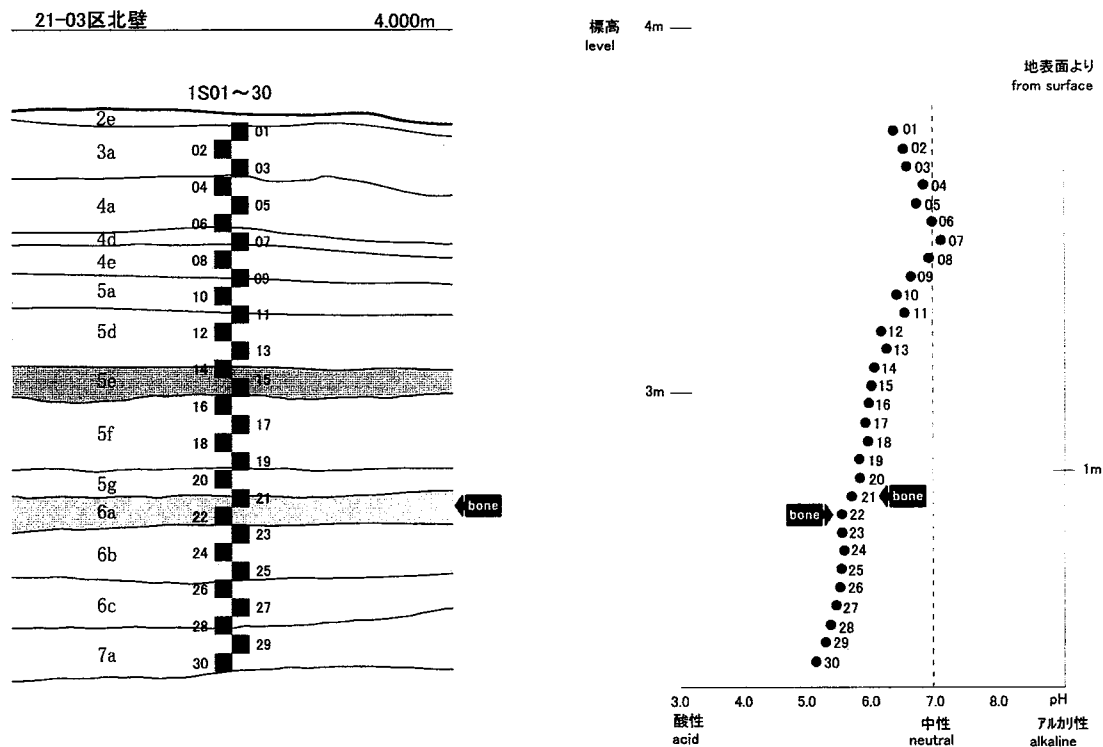
第6 b 図 北海道札幌市 K39遺跡第6次調査北18条地点 (42-05区) 南西壁 6 a 層・10世紀後葉 [富岡2001]



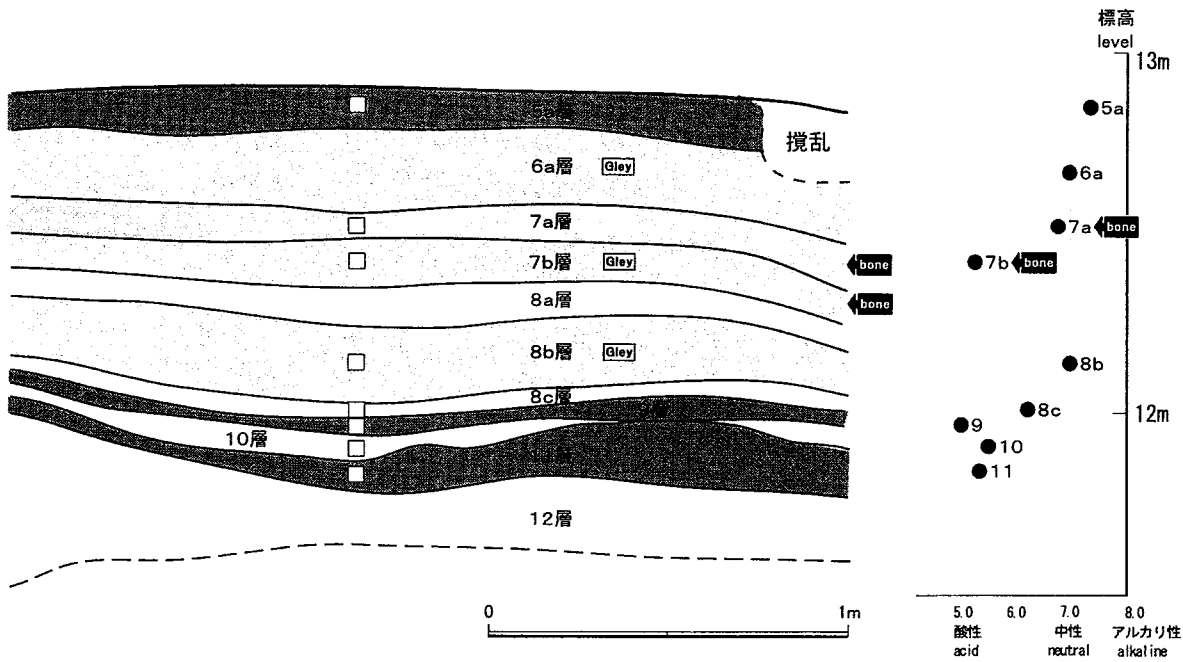
第7図 酸性土壌より出土した擦文時代の動物遺存体 K39遺跡第6次調査資料  
5 c 層出土 a : キタキツネ, b : カワシンジュガイ [富岡2001]



第8 a 図 北海道札幌市 K514遺跡 (13-03区北壁) 続縄文時代前期 (後北BC 1式) [富岡2004 一部改変]



第8 b 図 北海道札幌市 K514遺跡 (21-03区北壁) 続縄文時代前期 (後北BC 1式) [富岡2004 一部改変]



第9図 北海道札幌市 C507遺跡 トレンチC-12 擦文時代 [富岡2003 一部改変]

い限り、松浦 [1987] が言及した強酸性での骨の残存例を約250～900年も遡るものであり、明石人骨の帰属年代を弥生時代～近世までを視野に再考するべきであろう。

以上より、土壌の温度や保存期間といった環境要因を考慮する必要性やカルシウム溶脱の評価が課題として残るものの、渡辺 [1950b] が記した貝殻の無機質が完全に溶脱する環境条件下では、骨化石が良好な保存状態を保って残存しうると考えがたいとする説は再考が必要といえる。

また、この遺跡では酸性土壌中からもリン酸カルシウムを主体とする動物遺存体が検出されている。これらの保存には酸性土壌はマイナス要因であったものの、豊富な湧水と細粒の堆積層による酸素の遮断、焼土や灰の集積による部分的なアルカリ環境の存在により、土壌温度が低かったため、カルシウムを分解する反応や微生物の活動が不活発であったことなど、個別に良好な保存環境が得られたものと推定される。

一方、明石人骨の保存状況はどのようなものかという点、直良 [1954: pp.158-159] では「骨面全体は水磨を受けてやや滑らかだった。そして一部は既に骨面が古く破損していて土色がしみ、そこからのぞいてみられる骨組織のスポンジは、赤褐色に色づいて光沢をもち、骨面はやや暗茶褐色だった。誰がみても化石であることを否定し得ない標本であった」と述べている。このように明石人骨を化石化していたとみる意見は、松村瞭も同意し [高橋1977: 口絵2, p.93]、鹿間時夫も同意していた [鹿

間1954]。今まで見てきた実際の遺跡での風化状況を考えると、この人骨が、埋存後数千年程度の比較的早い段階でカルシウムが酸化に強い物質（松浦の指摘したフッ素も含まれるであろう）に置換していれば、その後土壌が酸性となっても、酸性土壌による骨格の溶脱が防がれる可能性が残されてはいる。

## 8. 遺跡の保存と土壌pH

不適切な土地の改変や災害により引き起こされる「土壌流出」という現象により遺跡が失われるケースがある。不適切な土地改変の例には、本来の植生に適していない樹種の植林、過度の耕作・灌漑・放牧、公害による植生の破壊などが挙げられる。これらの誘因がみられた遺跡に、降雨などが作用し遺跡に堆積していた土壌が失われ、遺構や遺物までもが流失してしまうことがある。

瀬戸内海は、「白砂青松」のイメージが有名であるが、実際に踏査をしてみると工場等からの煤煙等の供給により植生が破壊され、深刻な土壌流出が生じている地点が存在する。このような遺跡では、表土のみならず数千年・数万年を経て堆積した筈の堆積層・遺物包含層までが流出し、遺物が露出してしまっているケースがある。このような場合、遺跡における遺構と遺物の有機的繋がりを示す証拠は失われ、遺物のみが流出土に紛れ潮干狩りの様に表面採集できるだけである。また、残された土器・石器であっても、土壌流出によって紫外線下と露天に暴露されると、風化が進み、表面・器壁が損なわれ、十分

な遺物観察が出来なくなってしまう場合がある。

現在、土壤関係の法律としては「農用地の土壤の汚染防止などに関する法律（略称：土壤汚染防止法）」が存在するが、これは基本的に農地に関する特定有害物質による汚染防止・除去などについて定めたものであり、農地ではない遺跡に適用されるものではない。また、地球環境の保全も視野に入れて従来の「公害対策基本法」に代わって1993年に制定された「環境基本法」にしても、埋蔵文化財の保全までは視野に入っていないのが現状である。本来は、文化財の保存と活用を図って国民の文化的向上に資することを目的とする法律である「文化財保護法」や実際に遺跡を管理している地方公共団体が制定する条例で、このような遺跡土壤の適切な維持・管理が規定されることが望ましいといえよう。

## 結 語

考古学資料に影響する埋存条件の指標として、土壤pHの重要性を指摘した。

明石人骨の考察では、日本各地での土壤pHと動物遺存体の残存状況の比較から、強酸性の土壤にあっても、条件が整えば弥生時代～近世の人骨に由来する可能性があることを示した。今後は、明石市周辺の遺跡での土壤pHと骨格の残存状況の検討を行い、この仮説を検証する必要がある。

遺跡を保護する視点からの考察では、貝殻や骨格、あるいはそれらを原料とする漆喰を包含する貝塚や古墳、古墓等の遺跡の保存を意識するならば、土壤pHの把握は義務であることが指摘できた。さらに、同一遺跡内、同一層位であっても複数のサンプリングスポットを設定し、記録することが今後の研究の促進に資するものと期待される。

また、酸性雨や酸性排水は、貝塚をはじめとする貴重な遺跡の遺物保存環境を脅かす存在として、大いに危惧される。今後遺跡の永久保存を視野に、国史跡をはじめとする重要性の高い遺跡の土壤pHモニターを実施し、そのデータを蓄積することをはじめ、自然・社会環境を含めた保存環境の整備が論じられる必要がある。

## 謝辞

白石純先生には、岡山理科大学に赴任する以前より親しく接して頂き、その後岡山理大で奉職する先輩として、様々な指導、学恩を頂戴した。特に考古学の面では、常にアドバイスを頂き、ゼミ生の分析まで親身に対応を賜り、その学恩は筆舌に尽くしがたい。ここに先生の還暦記念誌の一部として、感謝を込めつつ私どもの考古学分野の研究成果を寄稿することとした。

東北大学文学部名誉教授須藤隆先生には、この研究を

1986年に開始したきっかけを与えて下さり、東北大学農学部での土壤分析実習の便宜を図って頂いた。その後現在まで、様々な御指導を頂いている。

国立歴史民俗博物館名誉教授の春成秀爾先生には、西八木海岸発掘の意義をお教え頂くとともに、渡辺報告を含めた土壤分析の比較をお勧め頂き、貴重な明石人骨の写真を提供頂いた。特に、1992年に国立歴史民俗博物館で西本豊弘先生と岡山城二ノ丸出土資料の骨について議論していた時に、「遺跡から豊富に出土する動物遺存体の骨の残存状況を土壤分析結果と比較することをより深めなさい」と宿題を頂いた。須藤先生から頂いた宿題と近い内容であり、何れの先生方にも20年を超す遅れた宿題をどうかこの度提出することとなった。

札幌市埋蔵文化財センター仙庭伸久氏、藤井誠二氏には、札幌市における土壤pH分析の推進に多大なる御協力を賜った。両氏の協力がなしに本稿を書き上げることはできなかった。また、同センターにいらした上野秀一氏、羽賀憲二氏、出穂雅実氏、秋山洋司氏、石井淳氏、柏木大延氏には資料の提供と御協力を頂いた。また、データ抽出とその整理にあたっては高橋雅子さん、飯田美矢子さんなど同センターの作業員各位に、御協力を頂いた。

データの再整理とその分析については、岡山理科大学卒業生の藤田美美さん、谷村彩さん、畑山智史君の多大なる協力を得た。また、福武文化振興財団の助成等を利用しながら共同調査に参加を促してくれた遠部慎氏、竹内信三氏、岡嶋隆司氏、小野伸氏、楠原透氏、田代尚利氏及び多くの協力者のみなさんには数多くの備讃瀬戸地域の遺跡調査を同行させて頂き、地竹ノ子島での人骨検出を含め、あらためて土壤pH分析の重要性を考える機会を与えて頂いた。

論文の執筆にあたっては、岡山理科大学2016年度ゼミ生の岩川桂大君、後藤森香君、原田大史君、山地健太君の協力を得た。

東京大学大学院米田穰先生、同大学院生覚張隆史氏には、遺跡土壤について様々な御教示を得た。

以上、記して深謝の意を表します。

## 註

註1：これに代わるものとして藍鉄鋼の析出状況の観察があり、これは既に渡辺らの研究当初から初見が述べられている。

## 引用文献

- 市原 実・稲田卓史 1987 「西八木海岸の地質」『国立歴史民俗博物館研究報告』第13集 [国立歴史民俗博物館] : pp.45-54  
 遠藤萬里 1984 「吉岡の「批判2」に対する反論－明石寛骨に関して－」『日本人類学会誌』92 (3) : pp.239-241  
 大智淳宏・元木俊文・富岡直人 2009 「第1次調査 1. 調査の概要」『犬島貝塚－瀬戸内海最古の貝塚を求めて－』 [六一書

- 房] : pp.106-117
- 鹿間時夫 1954 「書評・紹介 直良信夫 日本旧石器時代の研究」『考古学雑誌』40-1 : pp.60-63
- 須藤 隆 他 1995 『縄文晩期貝塚の研究2 中沢目貝塚Ⅱ』[東北大学文学部考古学研究室]
- 須藤 隆 他 1997 『中神遺跡の調査』[東北大学文学部考古学研究室・岩手県花泉町教育委員会]
- 高橋 徹 1977 『明石原人の発見 -聞き書き・直良信夫伝』[朝日新聞社]
- ディムプレヴィ, G.W. 1996 『考古遺跡の花粉分析』[古今書院]
- 富岡直人編著 1998b 『岡山市津島東3丁目朝寝鼻貝塚発掘調査概報』[加計学園埋蔵文化財調査室] pp.1-11 (岡山県)
- 富岡直人 1997 「K39遺跡大木地点出土動物遺存体」『K39遺跡大木地点』札幌市文化財調査報告書54 [札幌市教育委員会] : pp.87-105
- 富岡直人 1998a 「岡山城二の丸跡出土の動物遺存体」『岡山城二の丸跡 中国電力内山下変電所建設に伴う調査報告』[中国電力内山下変電所建設事業埋蔵文化財調査委員会] : pp.136-163
- 富岡直人 2001 「K39遺跡第6次調査地点出土動物遺存体について」『K39遺跡第6次調査』札幌市文化財調査報告書65 [札幌市教育委員会] 第5分冊 : pp.60-101,174-178
- 富岡直人 2003 「C424遺跡A, B地点・C507遺跡における動物遺存体の分析」『C424遺跡・C507遺跡』札幌市文化財調査報告書71 [札幌市教育委員会] : pp.415-442 : pp.579-581
- 富岡直人 2004 「K514遺跡出土の動物遺存体」『K514遺跡』札幌市文化財調査報告書73 [札幌市教育委員会] : pp.159-171 : p.292
- 富岡直人・仙庭伸久・藤井誠二・谷村 彩・畑山智史 2006 「酸性土壌と骨格の保存 -札幌市遺跡群を中心とした土壌pHの研究-」『日本文化財学会大会 第23回大会』 : pp.60-61
- 百々幸雄 1987 「明石人 = 現代人説の検討」『国立歴史民俗博物館研究報告』第13集 : pp.249-262
- 直良信夫 1954 『日本旧石器時代の研究』早稲田大学考古学研究室報告2 [寧楽書房]
- 直良信夫 1981 『学問への情熱』[佼成出版社]
- 新島純子 1997 「土の物理化学性」『土の環境圏』[フジ・テクノシステム] : pp.158-166
- 長谷部言人 1948 「明石市附近西八木最新世前期堆積出土人類腰骨(石膏型)の原始性に就いて」『人類学雑誌』第60巻 第1号 pp.32-36
- 春成秀爾編 1987 「明石市西八木海岸の発掘調査」『国立歴史民俗博物館研究報告』第13集 [国立歴史民俗博物館]
- 春成秀爾 1994 『「明石原人」とは何であったか』(NHKブックス) [日本放送出版協会]
- 春成秀爾 2007 「明石海岸の哺乳類化石の産状」『徳永重元博士 献呈論集』[パリオサーヴェイ株式会社] : pp.175-225
- 春成秀爾 2013 「明石人骨発見地点の写真」『旧石器考古学』78 : pp.35-44
- 馬場悠男 1984 「骨盤構造の進化」『人類学 - その多様と発展』[日経サイエンス] : pp.150-155
- 松浦秀治 1987 「西八木海岸発掘地のpH分析」『国立歴史民俗博物館研究報告』第13集 : pp.157-160
- 渡辺直経 1950a 「遺跡に於ける骨類の保存」『人類学雑誌』第61巻第2号 : pp.67-74
- 渡辺直経 1950b 「明石西郊含化石層に於ける骨の保存可能性」『人類学雑誌』第61巻第4号 : pp.183-190
- Endo, B and Baba, H, 1982 'Morphological investigation of innominate bones from Pleistocene in Japan with special reference to the Akashi man.' "Journal of the Anthropological Society of Nippon," 90 [Anthropological Society of Nippon] : pp.27-53.
- Lindsay, W. 1979 "Chemical Equilibria in Soils" [John Wiley & Sons]
- Saiz-Jimenez,C. and Brimblecombe, P. 2004 'Damage caused to European Monuments by Air Pollution: Assessment and Preventive Measures' "Air Pollution and Cultural Heritage." [CRC Press] : pp.91-109

