

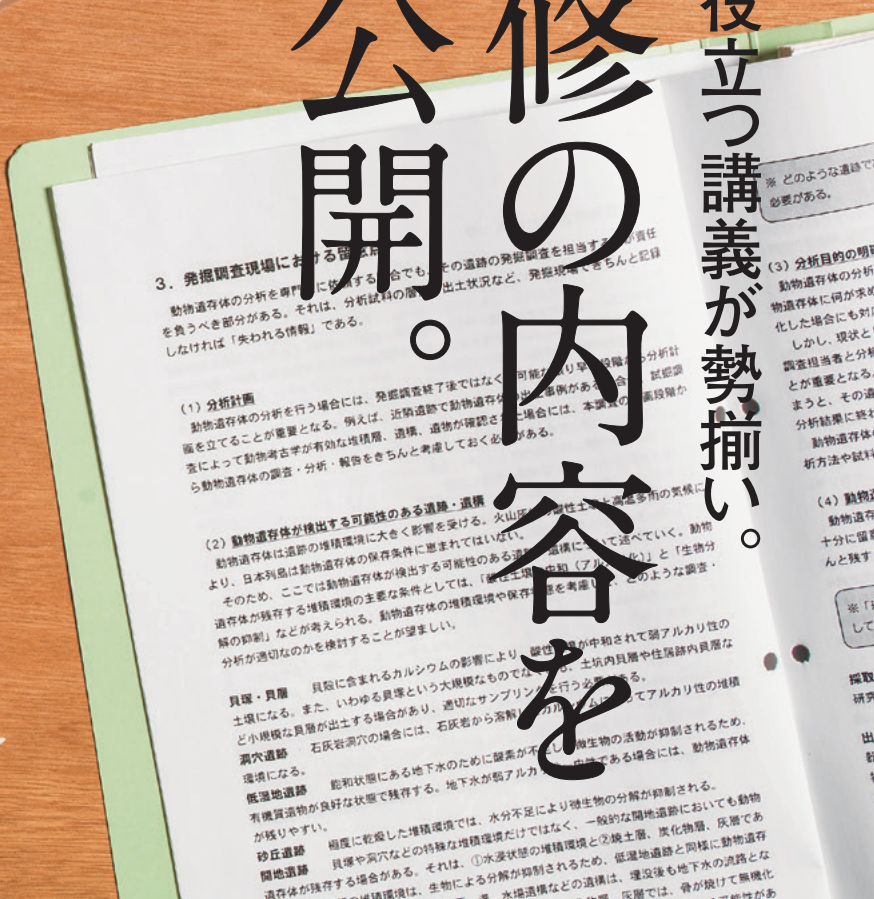
埋蔵文化財 ニュース

170

〒630-8577
奈良市佐紀町247番1
TEL 0742-30-6842
2018.3.15 FAX 0742-30-6841

環境考古学研究室の研修紹介

現場で役立つ講義が勢揃い。 研修の内容を 大公開。



3. 発掘調査現場における骨片... その遺跡の発掘調査を担当する... 責任を負うべき部分がある。それは、分析試料の層... 出土状況など、発掘現場できちんと記録しなければ「失われる情報」である。

(1) 分析計画

動物遺存体の分析を行う場合には、発掘調査終了後ではなく、可能な限り早く、発掘調査の分析計画を立てることが重要となる。例えば、近隣遺跡で動物遺存体... 事例がある場合、試掘調査によって動物考古学が有効な埋蔵層、遺構、遺物が確認された場合には、本調査の発掘層から動物遺存体の調査・分析・報告をきちんと考慮しておく必要がある。

(2) 動物遺存体が検出する可能性のある遺跡・遺構

動物遺存体は遺跡の埋蔵環境に大きく影響を受ける。火山灰、酸性土壌、高温多湿の気候により、日本列島は動物遺存体の保存条件に恵まれてはいない。埋蔵環境によって違っていく。動物遺存体は動物遺存体の検出する可能性のある遺跡・遺構に「埋蔵（ア）」「生物分解の抑制」などが考えられる。動物遺存体の埋蔵環境や保存性を考慮し、どのような調査・分析が適切なかを検討することが望ましい。

貝塚・貝層

貝塚に含まれるカルシウムの影響により、酸性土壌が中和されて弱アルカリ性の土壌になる。また、いわゆる貝塚という大規模なものだけでなく、土坑内貝層や住居跡内貝層など小規模な貝層が出土する場合があります。適切なサンプリングを行う必要がある。

溝穴遺跡

石灰岩溝穴の場合には、石灰岩から溶解したカルシウムによって弱アルカリ性の埋蔵環境になる。飽和状態にある地下水のために酸素が不足し、嫌気性である場合には、動物遺存体有機質遺物が良好な状態で残存する。地下水が弱アルカリ性である場合には、動物遺存体の分解が抑制される。

砂丘遺跡

粗度に乾燥した埋蔵環境では、水分不足により微生物の分解が抑制される。貝塚や溝穴などの特殊な埋蔵環境だけではなく、一般的な開地遺跡においても動物遺存体は貝塚や溝穴などの特殊な埋蔵環境と異なり、炭化土層、炭化物層、灰層である埋蔵環境に属する可能性がある。それは、①水浸状態の埋蔵環境と②低湿地遺跡と同様に動物遺存体が残存する可能性がある。生物による分解が抑制されるため、低湿地遺跡と同様に動物遺存体は埋蔵環境は、生物による分解が抑制されるため、埋蔵後も地下水の流路となることがある。水浸遺跡などの遺構は、埋蔵後も地下水の流路となることがある。水浸遺跡などの遺構は、埋蔵後も地下水の流路となることがある。水浸遺跡などの遺構は、埋蔵後も地下水の流路となることがある。

※ どのような遺跡で必要がある。

(3) 分析目的の明確化
動物遺存体の分析目的は、動物遺存体への求めた分析結果に基づいて、現状と過去の状況を調査し、調査担当者や分析結果を踏まえて、その遺跡の分析結果に基づいて、動物遺存体の分析方法や材料

(4) 動物遺存体の分析結果を十分に活用し、研究内容を充実させる

※ 分析結果を十分に活用し、研究内容を充実させる

※ 分析結果を十分に活用し、研究内容を充実させる

※ 分析結果を十分に活用し、研究内容を充実させる

※ 分析結果を十分に活用し、研究内容を充実させる

170

2018
March 15



COVER PHOTO

本号の表紙は、研修生の机をイメージしました。実際の研修でも、このような骨の標本やレプリカなどを使用します。

CONTENTS

CAO NEWS Center for Archaeological Operations

現場で役立つ講義が勢揃い。
研修の内容を
大公開。

埋蔵文化財ニュース 170

『環境考古学研究室の研修紹介』

1. 研修内容を大公開

人骨・動物骨調査課程 03

講義1 人骨・動物骨概説 05

講義2 発掘調査の留意点 その1 09

Photo Snap 研修風景 12

講義3 発掘調査の留意点 その2 13

講義4 人骨の研究 15

講義5 動物骨の研究 17

講義6 同位体分析 19

2. 紙上研修

今さら聞けないC14 21

3. ちょこっとご紹介

そのほかの研修

災害痕跡調査課程 27

植物遺体調査課程 28

編集後記 29

研修内容を大公開

Report

人骨・動物骨調査課程

What's?

人骨・動物骨調査課程ってなに？

人骨や動物骨の専門家を養成する研修ではありません。人骨や動物骨の専門家へ分析依頼することが多く、発掘現場と分析・報告を分担せざるを得ない調査体制の現状を踏まえて、「人骨や動物骨が出土した際に、調査担当者(分析依頼者)として、何をすべきか」を理解して、調査担当者(分析依頼者)と人骨・動物骨の専門家(分析担当者)の適切な協業を実現することが、研修の目的です。

具体的には、以下の3点にまとめられます。

- ① 分析依頼者としての責任と心構えを認識する。
- ② 出土した人骨や動物骨を適切に調査するための知識や準備を習得する。
- ③ 分析担当者である専門家に、わからないことを積極的に質問して、議論をする。

研修の講師は、人骨や動物骨の専門家や、人骨や動物骨が出土した遺跡の調査担当者です。
今回は、講義の一部について、研修内容を特別に公開します！



Schedule

人骨・動物骨調査課程の時間割

平成28年の7月25(月)～29日(金)に人骨・動物骨調査課程を開催しました。基本的に1日2回(午前・午後)の講義があります。2日目の調査事例は、最後に講師・研修生が車座になり、様々な意見交換をおこないました。わからない事項を持ち越さないように、質疑応答の時間をたくさん取っています。

	午前 (8:30～12:00)	午後 (13:00～17:00)
1日目	オリエンテーション・開校式	人骨・動物骨概説 山崎健(奈良文化財研究所)
2日目	調査事例 西野雅人(千葉市埋蔵文化財調査センター)・増山禎之(田原市教育委員会)・宮崎泰史(大阪府立狭山池博物館)	
3日目	人骨研究1 坂上和弘(国立科学博物館)	同位体分析・年代測定 米田稯(東京大学総合研究博物館)
4日目	人骨演習 茂原信生(京都大学名誉教授)	動物骨研究 樋泉岳二(早稲田大学)
5日目	人骨研究2 山田康弘(国立歴史民俗博物館)	閉校式

Voice!

研修参加者からの声

平成28年の人骨・動物骨調査課程に参加した研修者の方々のアンケートや感想文から、一部コメントを紹介します。

率直な感想として、「受講して良かった」の一言に尽きる。

全ての講義に司会がつき、参加者の方々の質問を積極的に引き出していただけると共に、より現場で役立ちそうな話題を振っていただいたのもよかったです。

今回の講義が縁で知り合えた先生方・各地担当者とのつながりも大事にしていきたいと思えます。

一方的に理想的な調査の話をするのではなく、様々な視点から骨へのアプローチを伺う事ができたので、より自分が現場でどう動いたらよいかイメージしやすかった。

人骨・動物骨調査課程

人骨・動物骨概説

研修の概要を説明するとともに、「仮同定」や「微細遺物の抽出」を実際におこないました。

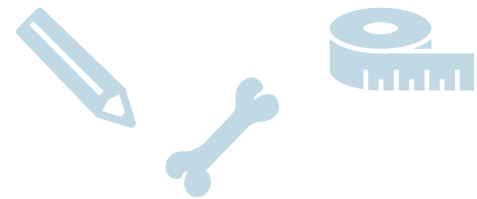
講師：山崎 健(奈良文化財研究所)

研修の企画・準備をおこない、各講義の司会も務めた。

主要業績

山崎健・上中央子編(2015)『現場のための環境考古学(携帯版)』奈良文化財研究所

山崎健編(2016)『藤原宮跡出土馬の研究』奈良文化財研究所



骨の専門家を養成する研修ではない

——研修の内容は？

発掘現場と分析・報告を分担せざるを得ない調査体制の現状を踏まえて、「人骨や動物骨が出土した際に、調査担当者(分析依頼者)として、何をすべきか」を理解して、**調査担当者(分析依頼者)と人骨・動物骨の専門家(分析担当者)の適切な協業を実現することが**、研修の目的です。

分析依頼者の立場から

研修は前半と後半で大きく2つに分けられます。前半は、人骨や動物骨の調査事例。調査担当者(分析依頼者)である講師の先生方には、以下のような依頼をしました。

- 分析依頼者として、人骨や動物骨の専門家と協業した調査事例を紹介して下さい。
- 専門家には、いつ、どのように依頼しましたか？
- 分析依頼者として、発掘現場で留意する点は？
- 分析依頼者として、整理作業や報告書作成で留意する点は？
- 「ああしておけばよかった」という後悔も話してほしいです。

- 参考となる発掘調査報告書を教えてください。

地域によって、人骨や動物骨に関わる様相は異なります。貝塚から出土する地域、低湿地から出土する地域。専門家が近くにいる地域、いない地域。西野雅人さん(千葉市埋蔵文化財センター)、増山禎之さん(田原市教育委員会)、宮崎泰史さん(大阪府立狭山池博物館)と異なる地域の先生方に、発掘調査や展示活用の事例を紹介していただきます。その後、講師と研修生が車座になり、研修生が抱える疑問をそれぞれ話しながら、様々な意見を交換しようと思います。その日は、経験交流会(懇親会)も開かれますので、夜遅くまで活発な議論も可能です。

分析担当者の立場から

後半は、人骨や動物骨の専門研修。専門家(分析担当者)である講師の先生方には、以下のような依頼をしました。

- 専門家の立場から、調査担当者の良い協業体制をするために必要な事をお伝えください。
- 骨が出土したら、こういう調査してほしい。
- 図面や写真などは、こういう記録を残してほしい。
- 発掘現場では、こういう点に気をつけてほしい。

- 整理作業や報告書作成では、こういう点に気をつけてほしい。
- 参考となる発掘調査報告書を教えてください。

人骨の研修は、坂上和弘さん(国立科学博物館)、茂原信生さん(京都大学名誉教授)、山田康弘さん(国立歴史民俗博物館)の3名の講義があります。坂上先生には人類学者の立場から、山田先生には考古学者の立場から、話をしていただきます。茂原先生には、人骨標本を用いて、人骨各部位の見方を丁寧に教えていただきます。

動物骨の研修は、樋泉岳二さん(早稲田大学)と山崎健(奈良文化財研究所)の講義があります。樋泉先生には貝塚調査を中心に話をしていただきます。私は、どの遺跡でも出土する可能性がある焼骨の事例を紹介するとともに、「微細遺物の抽出(試しフルイのスズメ)」や「出土動物骨の同定(仮同定のスズメ)」をおこないます。

さらに、同位体分析や年代測定は、米田稔さん(東京大学総合研究博物館)の講義があります。米田先生には、同位体分析や年代測定の原理とともに、実際に分析を導入する際の留意点を話していただきます。

堆積環境や出土状況をきちんと伝える

——発掘現場での留意点は？

専門家へ依頼する場合も、調査担当者が責任を負わなければならない部分があります。それは、堆積環境や出土状況など、**発掘現場できちんと記録をしなければ失われる情報**です。

骨が残る可能性のある堆積環境

骨は遺跡の堆積環境に大きく影響を受けるため、日本列島は骨の保存条件に恵まれていません。骨が残存する堆積環境の主な条件は「酸性土壌の中和」と「生物分解の抑制」です。

貝塚、洞穴遺跡、低湿地遺跡、砂丘遺跡という特殊な堆積環境だけでなく、どこかの遺跡でも骨が残存する場合があります。1つは、水浸状態の堆積環境です。埋没河川や井戸などは、埋没後も地下水の流路となるため、骨が残存することがあります。もう1つは、灰層や焼土層です。骨が焼けて無機化するために、残りやすくなります。人骨では火葬された場合に残る可能性があります。動物骨では炉やカマドなどの堆積土壌を水洗選別すると、焼けた骨を検出できることがあります。

大型の骨(仮同定のスズメ)

骨がまとまって出土した場合には、出土状況を記録する。図化するかどうかの判断基準は、同一個体に由来した資料なのかなど、土器がまとまって出土した時と同じ感覚です。

出土した骨の記録や取り上げは、動物種(ヒトか、ヒト以外の動物か)の判断)や、部位(解剖学的位置にあるか、散乱したものか

の判断)がある程度わかると、的確で効率の良い調査や記録がおこなえます。

この判断に、人骨や動物骨の骨格図譜集が役立ちます。とくに人骨がよく出土する自治体は「人骨の分離骨格標本」を購入して、現場へ積極的に持ち込むことをお勧めします。現場段階での判断は、あくまでも暫定的な仮同定で構いません。奈良文化財研究所のHPに、日本列島で出土することの多い哺乳類(ヒト、イヌ、イノシシ、ニホンジカ、ウシ、ウマ)の主要骨格部位について、三次元計測による立体的な骨格図譜(3D Bone Atlas Database)を公開しています。ぜひご活用下さい。

骨を取り上げる際は、記録した図面や写真と個々の骨を後から照合できるようにしておく。図面や印刷した写真に個々の骨の番号を付け、ビニールの小袋に分別して取り上げると便利です。歯や骨端部は、同定に有効な部位であるため、とくに壊さないように注意して下さい。脆くて破損しそうな場合には、全体の写真とともに、接写しておくことも有効です。

小型の骨(試しフルイのスズメ)

調査で出土した骨を採集しただけでは、微細な骨を見落としてしまうため、堆積土壌をフルイにかけて採集する必要があります。

ただし、大規模な貝層のような場合は、土壌の水洗選別に膨大な時間や経費を要するので、無計画に土壌採取すると整理作業の大きな負担になります。**発掘現場で試しに篩がけし、土壌選別の作業量を把握して、作業計画を立てる**ことが重要です。本格的な土壌選別を実施する前に、目的や場所、費用対効果(時間、予算、人員)などを十分に考慮して下さい。

目的	回収したい微細遺物の内容によって、選別方法や用いるフルイの目は異なる。一部を細かい目のフルイ、それ以外を粗い目のフルイにして、効率化を図ることも有効。
場所	「採取土壌(土嚢袋)の一時保管場所」、「水洗選別作業の実施場所」、「水洗選別に用いる水の確保」、「土壌を洗った後の排水の処理」などを考慮する必要がある。発掘中に、発掘現場で実施できると、一番便利。
人員・時間	土壌選別に要する人員や時間だけでなく、土壌選別した内容物の抽出・分類・計量に要する人員や時間も考慮する。

また、井戸や溝といった水浸の堆積環境や、炉跡やカマドといった焼土や灰層では、動植物遺体が残っている場合があります。遺構の半裁で掘り上げた土壌を、現場で試しに篩いがけすることをお勧めします。微細遺物を確認できた遺構について、残り半分の埋土を層位ごとに持ち帰って、正式な水洗選別を実施することで、効率よく微細遺物が回収できます。

専門家が先に一部の微細遺物を抽出するとい

——整理作業の留意点は？

骨の洗浄

保存状態によって判断します。貝塚出土資料のように、保存状態が良好な資料であれば、考古学でおこなわれる通常の洗浄で構いませんが、ブラシを強くこすのではなく、軽くたたくようにして、痕跡や付着物が失われないように注意して下さい。保存状態が良好でない場合は、洗浄で骨が劣化する危険性があり、無理に水洗いせずに暗所で自然乾燥させ、歯ブラシや筆で泥や砂を落とす程度に留めておくといでしょう。

微細遺物の抽出

専門家でない人間が「骨」と認識した資料だけが、専門家(分析担当者)へ届けられます。つまり、土壌選別で微細遺物をきちんと採集したとしても、選別時に「骨」と認識されない資料は、分析されない危険性があるのです。こうした問題を防ぐために、フルイにかけた土壌サンプルの一部を、専門家(分析担当者)が先に抽出・分類することが有効となります。

動物骨と骨角器

整理作業中、人工遺物(実測する資料)である「骨角器」と自然遺物(実測しない資料)である「動物骨」に分けられ、骨角器を除いた動物骨だけが分析担当者へ送られることがあります。間違えた解釈をしてしまう危険性があるため、骨角器と動物骨の担当者が同じ資料を共有することが重要です。

分析前の一時保管

カビの発生を抑えるため、冷暗所で保管して下さい。ただし一時保管は、あくまでも分析や保存処理までの緊急的な措置に過ぎません。一時保管のまま、遺物を長期間放置せず、可能な限り速やかに分析するように心がけましょう。なお、安定同位体分析や放射性炭素年代測定などの分析結果に影響を与える可能性があるため、取り上げた骨を運搬したり、一時保管したりする場合には脱脂綿の使用は避けて下さい。

分からない記述は何度も質問してほしい

——報告書作成ではどのような点に留意してほしいですか？

人骨や動物骨の所見は、発掘調査報告書の「考察」の後に「付編」や「自然科学分析編」として別扱いはせず、他の考古学的な研究成果とともに、遺跡の総合的理解に寄与するものです。

分析を外部機関へ依頼した場合には、分析依頼者と分析担当者が、お互いに共有すべき情報(発掘調査や整理作業によって得られた所見、観察所見や解釈など)に不足がないようにしなければなりません。そのために、**発掘現場や整理作業を通して得られた考古学的成果を、分析担当者にきちんとわかりやすく説明して下さい。**そして、**人骨や動物骨から得られた所見は、よく分らないければ何度も質問してほしいです。**

出土遺構

骨の取り上げ時にラベルへ書いた遺構記号や遺構番号が、整理作業や報告書作成中に変更される場合があると思います。その際は、必ず分析担当者へ連絡して下さい。実際、動物骨の分析結果にある遺構が、掲載されていない報告書も見受けられます。整理作業や報告書作成の過程で、出土遺構の性格や年代観が変わった場合も、もちろん分析依頼者へ確実に伝えて下さい。

報告すべき事項

分析結果の評価や他遺跡との比較に必要となるため、土壌選別に用いたフルイ目を、報告書に明示します。分析によっては影響が生じる危険性があるため、取り上げや強化処置に薬品を使用した場合は、薬品類の記録をきちんと記載して下さい。

報告後の試料保管

出土した人骨や動物骨は、研究結果を保証するだけでなく、第三者による追認(再検証)を可能にするものです。他の遺物と同様に、適切に保管・管理して下さい。カビが生えやすいため、できれば温度・湿度を一定に保った状態で保管することが望ましいです。



講義では、発掘現場や整理作業で注意すべきことを解説



微細遺物の抽出体験



同定作業を通して、どの部分が重要なかを把握しているところ



研修でも使用する本物の骨格標本

Recommend

私のおすすめ報告書

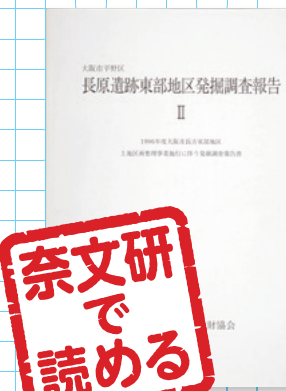


奈文研
で
読める

『里浜貝塚V・VI』

東北歴史資料館 / 1987年

遺跡がある松島湾周辺の魚類相を対象とした現生標本の収集、最小個体数の算定基準となる椎骨数の提示、松島湾周辺における生態学的データを用いた生業復元、各分析結果の総合化など、丁寧な記載による基礎データを元にした生業研究は、現在でもお手本です。



奈文研
で
読める

『長原遺跡東部地区発掘調査報告II』

大阪市文化財協会 / 1999年

保存状態の悪い動物骨でも、発掘現場での出土状況の詳細な記載により、ウシの四肢骨が左右を意識して埋納された祭祀であることが明らかとなった。動物骨の専門家が発掘調査へ参加することの意義がわかる良質な報告事例。

人骨・動物骨調査課程

発掘調査の留意点 その1

貝塚調査の先進地域における調査事例を分析依頼者の立場からお話いただきました。

講師：西野雅人(千葉市埋蔵文化財調査センター)

特別史跡の加曾利貝塚など、全国有数の貝塚集中地域の千葉で、発掘調査から展示活用まで数多く携わる。

主要業績

千葉県文化財センター (1999)「貝塚出土資料の分析—重要遺跡確認調査の成果と課題2—」『研究紀要』19

西野雅人・米倉貴之(2017)『史跡加曾利貝塚 総括報告書』千葉市教育委員会



各地の調査事例に関する講義の後、講師と研修生が一緒となっておこなう議論



調査段階で専門家に声をかける

——発掘現場の留意点は？

サンプリングで考えていること

貝塚の調査では、通常の遺物取り上げに加えて**動植物遺体を含む土を一部分サンプリング**しており、整理作業の段階で試験用フルイ(1cm～1mmメッシュなど)を使って微細遺物の回収を行っている。また、**可能な限りサンプル以外の土を現地でフルイ掛け**している(4mm程度のフルイで原則現地処理)。

どこで、どれだけサンプルを採るかが大事なところだが、①遺跡間での比較に耐える分析単位、②遺跡内での時期的変遷、遺構・堆積層間の比較に使える分析単位、をいかに多く得られるかを考えている。

時期が曖昧になったサンプルは、たくさんあっても労力に見合わない結果となるが、時期がわかるのは整理作業の段階である。その段階で時期が曖昧になったサンプルは、簡易フルイ(4mmメッシュ)に切り替えて大幅な力量短縮を図れるので、調査の段階ではそれも見越した量を採取できる。

骨の露出と取り上げ

劣化防止のためなるべく短時間で取り上げるため、詳細な図を描かずに垂直に撮影したデジカメ写真を利用して微細図を書いている。ただし、保存が悪く取り上げられない場合もある。その場合、できるだけ露出させ、現地に標本等を持ち込んで部位を判断することになる。

骨の露出は、製図用カッターや先端の尖ったスパチュラなどを用いてなるべく骨に触らずに土をほぐし、ブロワブラシで飛ばす方法で行っている。直射日光を避けるのはもちろん、乾く・湿るを繰り返すことも避けたい。

注意点

貝層だからと詳細な調査を意識しすぎることの注意をいくつか挙げたい。攪乱や二次堆積層の調査に時間を掛け過ぎて良好な貝層を粗く掘るような例、大変そうだからと後回しにして大変なことになった例を数多く目撃してきた。**サブトレやボーリングで厚さを把握する**などして計画的に調査する必要がある。また、分層発掘には限界があり、詳細な分層を分析に活かすことができないことが多い。

相談のタイミング

保存目的の調査では、計画段階から専門家に入ってもらうが、

通常は貝や骨が出土したときから、なるべく調査段階で動物遺体の専門家に声をかけた方がよい。

調査への参加や分析の実施に至らない場合でも、調査や整理方法について助言をもらうことができる。期間内に調査を終了するための計画を考える上でも早めのほうがよいと思われる。専門家を紹介してもらい、メールか手紙で情報を伝え、都合がつけば現地をみてもらうのが良いであろう。

すでに発掘が終了している場合には、整理作業の早い段階で相談したほうがよい。貝や骨が出土した遺構や層の記録類の整理と土器の内容把握を優先して、時期や堆積状況の情報が判明次第伝える。分析資料だけを送ることは避けるべきである。

条件・方針の確認と専門家との情報交換

依頼側は、以下のような条件や方針を伝える。**①貝層や骨等包含層の数・規模、②骨の出土傾向、③調査・整理の期間、④検討している分析と分析者。**

専門家から、遺跡・資料の重要性や調査方針について助言を受ける。与えられた期間・人員のなかで何をどのように行うのか計画し、進捗を管理するための情報をもらう。場合によっては、期間延伸の検討や必要な機材を揃えるといった、内部で説明するための根拠をなども。

予算・期間に合わせたコントロールが重要

——整理作業の留意点は？

サンプルの水洗・選別や、分析委託をする前に進めておくべ

きこととして、①実物と記録類を照合して一覧作成。時期や帰属遺構・層位等検討、②貝・土サンプル数、現地採取骨の大きな数量の把握し、水洗・選別、集計・計測等の作業の歩掛かりを検討して作業量を算出する、③実施すべき分析を検討する、といった準備が必要となる。

予算・期間に合わせた分析量・分析方法のコントロールがきわめて重要である。攪乱の有無や時期の確認(記録類や土器の整理を優先する)等により詳細分析用を絞り込み、**対象のなかでも優先順位をつけて進めるとよい**。人骨や動物骨については、クリーニング、接合、注記などをどこまでやるか、事前に相談しておきたい。期間と先方の都合の兼ね合いもある。

貝類については、組織や事業所ごとに貝塚出土貝類標本を作り、それを基に自分たちで同定している。新たな種は追加登録し、不明・不安なもの専門家にまとめて見てもらっている。これもどこまでやるか決まりはないので相談したほうが、同じ時間の中でより有効な成果が得られるはずである。

遺跡間の比較分析のためにもっとも重要なのは同定個体数であり、1個として数える部位は厳密にすべきである。一方、破片の同定や重量の提示は有効な比較分析に使われた例を見ないので省略すべきと考えるが、これも状況による。

サンプルからの微細遺物の抽出作業も、どこまでやるかを検討することで作業量は大きく変わってくる。炭化材の小片など分析に使われる可能性のないものの抽出に浪費することがないように、種類によってどのメッシュまで抽出するかを明確にしておくべきである。

まとめの文案を専門家にみてもらう

——報告書作成の留意点は？

各種分析と発掘の成果をもとにまとめを執筆したら、案を専門家にみてもらうようにしたい。期間的に難しくなる場合が多いが、**意見をいただく、あるいは交換することで学ぶところが非常に大きかった。**刊行後でもお願いとよと思われる。原稿提出や印刷までの日程や、章立ての方針(掲載は通常章か附章かなど)も伝えておく必要がある。

貝類などを自分で記載する場合に注意したいのは、不明な点や不安なことがあったらわかる人に相談することである。個人的には、あまり統計的手法にこだわり過ぎないほうが良いと考えている。難しい方法で算出された数値は使われにくいし、1遺跡のなかで細かな分析をしても役に立たないことが多いであろう。多い・少ない、大きい・小さいといった評価は、他の遺跡のデータとの比較によって行われることが多いので、比較しやすい形でデータを提示することのほうが大事であるように思う。

調査や工程、分析後の資料保管も計画的に

——「ああしておけばよかった」ということはありますか？

悔恨事例は枚挙にいとまがない。「ああしておけばよかった」を矢印の後に提示した。

1.過剰な意気込み、詳細な調査記録・整理作業があだになった

(攪乱貝層に時間をかけて人骨や遺構の調査は時間切れに。細かい分層記録があっても大まかな区分さえわからなかった。記録に時間をかけすぎて骨を傷めたなど)

→ 計画的な調査と工程管理、記録方法の改善と骨への配慮をすべきだった。

2.「これが出ました」、「違いました」だけの分析結果を受け取った。

→ 成果の予測、分析不能の場合の費用等を調整すべきだった。

3.処理や保管計画のない未水洗サンプルが大量に残された。

→ 保管計画を念頭に立てて、適切なサンプル処理をすべきだった。

4.報告書刊行後も、分析を継続したまま返却を失念していた。

→ 資料返却やその後の取扱いまでは担当者の責任であり、先方と自分の後任に申し送りをしなければならなかった。また自分でも、後から確認できるようにしておくべきだった。

5.良い成果が出ても使う人がいない。

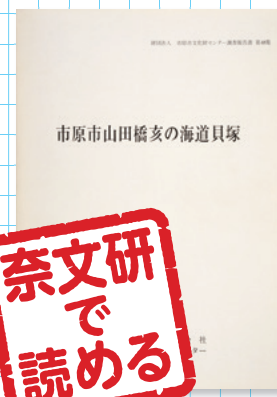
→ 成果を活かす道筋を作るのも担当者の役割であろう。資料や成果の魅力を活かすため重要性や活用案を考える。活かせる人に伝える・提供する。自分で活かすなど。

6.歯牙製品の割れ、ひび割れ(とくに冷暖房の風。保存の良いものほど割れやすく、収縮して修復不可能になる)。カビの発生。

→ 水洗後、整理作業中の急激な乾燥を防ぐ。湿ったまま封入しない。

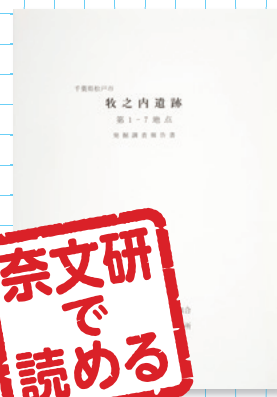
Recommend

私のおすすめ報告書



『市原市山田橋亥の海道貝塚』
市原市文化財センター / 1992年

千葉県内のお手本は市原市の澤成視さん・鶴岡英一さんの仕事である。成果は『市原市西広貝塚Ⅱ』『同Ⅲ』『市原市天神台遺跡Ⅰ』に結実されているが、貝サンプルの現場/整理での力量を示して計画と工程管理の重要性を記したこの報告書を第一に挙げたい。



『牧之内遺跡第1-7地点』
株式会社地域文化財研究所 / 2015年

骨の取り上げや分析に関しては松戸市牧之内遺跡第I-7地点の報告書を挙げたい。遺存状態の悪い人骨集積の記録・取り上げの方法や、集積の過程、個体の観察・分析や考察の過程が詳しく示されている。



質疑応答も和気あいあい

宮崎先生の展示に対する思いあふれる講義

レプリカ標本を用いた人骨の観察

Photo Snap

研修風景

人骨・動物骨調査課程では、すべての講義で気軽に話し合える雰囲気を大切にしています。



講義後も、夜遅くまで活発な議論が続きます

受講生だけでなく、司会も積極的に議論へ加わります



山田先生による頭蓋骨標本を用いた詳しい説明

時間をかけて人骨の見方を学びます

人類学者の坂上先生による熱い講義

Report

人骨・動物骨調査課程

発掘調査の留意点 その2

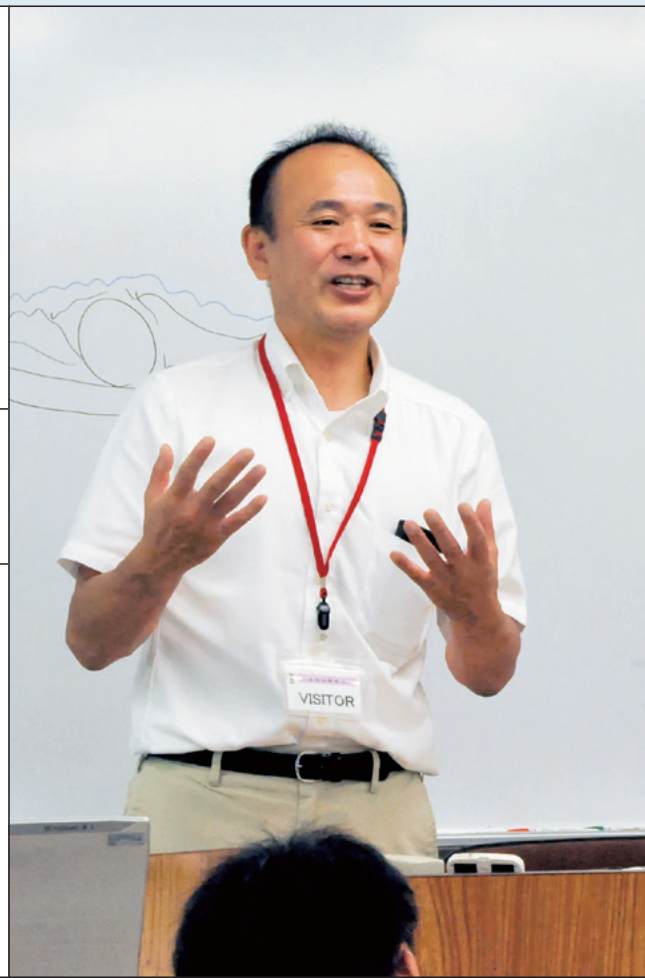
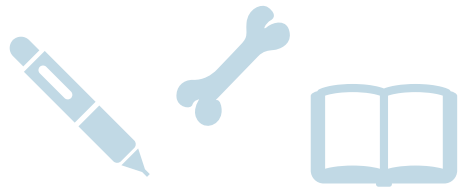
専門家が身近にいない地域で、どのように調査を進めたのか。分析依頼者の立場からお話いただきました。

講師：増山禎之(田原市教育委員会)

学史的に有名な渥美半島の縄文時代晩期の三大貝塚(吉胡貝塚、伊川津貝塚、保美貝塚)の発掘調査から展示活用まで携わる。

主要業績

増山禎之(2015)「埋葬人骨の調査記録と調査方法」『三河考古』25
増山禎之・坂野俊哉編(2007)『国指定史跡吉胡貝塚(I)』愛知県田原市教育委員会



専門家でなくても、身近に人材はいる

——発掘現場の留意点は？

現場では、骨はあるはずだ、という心構えで臨みましょう。また、骨から何を導き出す(可能性)ことができるか、できればヒトかその他の動物の骨か(大きな骨か小さな骨かぐらいでも)見分ける最低限の知識を持って臨むことが大切です。

骨の扱いについて目的を定め素早い対応をしましょう。形態か(遺物)、出土状況か(遺構)、分析か、展示をするか否かで対応が変わります。骨が出土した時に早い段階で決断しないと、**迷っているうちに劣化により形も含めその情報はどんどん失われます。**

厳密な出土状況図は大切ですが、骨を理解せず図化するくらいなら、あとで専門家の意見や図の修正のため、あらゆる方向から全体、細部など骨の特徴(部位、向き)を撮影(コンパクトなデジタルカメラ)することに時間を割いたほうが有効です。また、出土した骨を特定するため、打ち出した写真に直接番号をつけて取上げると、図に書き込むより現物との突あわせができて混乱がありません。

専門家と知り合えるこの研修は絶好のチャンスです。ぜひ参加

してもらいたいです。しかし、緊急に専門家を呼ぶのは予算、時間の面でも難しいのが現実です。

埋葬された子どもを調査した時には、知人の歯科医に来てもらい年齢を見てもらいました。また整形外科医には取上げ用のギブスを購入し使用方法を覚えてもらいました。身近にも手伝ってくれる人材はいるはずです。

目的なく専門家に一任しない

——整理作業の留意点は？

サンプル分析にあたり、**試験的に処理がどれくらいかかるか把握すること**をお勧めします。サンプルを処理には時間がかかりますので、その結果に基づき段取りや整理内容(何を重視するか)、分析量を定める必要があります。その際には専門家に意見をもらいましょう。

分析を通じどのような情報を得られる可能性があるかどうかを事前に把握しましょう。一番いけないのは、目的もなく専門家に一任することです。

よくあるのは、担当者の判断で抜き出しされたものだけが届く、

ということになります。珍品だけ分析してもその遺跡の評価全体を示すものではありません。依頼する側、依頼される側にも何の益もありません。

また、分析にかかる基礎作業は依頼する側が行うことによって、分析者の負担を軽減できますし、スキルアップにもつながります。できれば最低限の標本は欲しいですね。墓を発掘する機会の多い機関はプラスチック製の人骨模型を購入しておくことを勧めます。(現場だけでなく、講座にも利用できます)

骨の標本があると助かります

——報告書作成の留意点は

骨を図化する際には、その図を見ることによって骨のどの部位か、どのような加工が施されているかわかるように図化しましょう。特に素材の特徴があるものはわかるように。そうすると、骨の標本があるとほんとうに助かります。

当たり前ですが、現場の調査方法、目的を記述しましょう。また、資料の総量、うちどれだけをどのような目的で分析、整理したかも

記載してください。

目的のない土壌サンプルの過剰採取

——「あしてあげばよかった」ということはありますか？

知識も準備もせず臨んだ遺跡で、土器棺内から子どもの骨が見つかりました。時間もお金もなく頼る人もなく途方に迷いました。いろいろな方に電話をかけ、分析、保存方法や、展示の可能性の意見を聞きました。知識のない限られた情報でしつこく連絡をとりほんとうに迷惑をかけました。ほんの少しでも知識があれば、もっとスムーズに進んだと思います。また、埋葬人骨の部位(遠位、近位)を間違え、反対方向に掘り進んでしまいました。この例でも少しの知識で解決できたことでした。

貝塚調査で「念のため」、「いつかは」とサンプルを過剰に採取してしまいました。時間も費用もないのに収蔵庫は未調査のサンプルでいっぱいです。何を求めるのか、という目的がないのにむやみに採取すべきではありませんでした。**かえって情報が埋もれてしまうという結果**になってしまいました。

Recommend

私のおすすめ報告書

<p>『田柄貝塚Ⅲ』 宮城県教育委員会 / 1986年</p> <p>当時の分析方法のありとあらゆるものを実施した。この報告書を見れば貝塚からどのような情報を引き出すことができるかが理解できます。遺構と遺物との関係も明快です。見通し図がないのは残念ですが、個人的には埋葬人骨の平面図の表現は秀逸。芸術的です。私たちの現場では貝層の悉皆調査は現実には難しいかもしれませんが手本にしたものです。</p> <p>奈文研で読める</p>		<p>『伊川津遺跡』 渥美町教育委員会 / 1988年</p> <p>小さな町が大派と熱意でまとめた報告書です。当時学生だった研究者ものびのびと研究をしています。また、埋葬人骨、遺構の分析から導かれた内容を縄文文化の解釈に活用するか検討しています。</p> <p>奈文研で読める</p>	
---	--	--	--

人骨・動物骨調査課程

人骨の研究

分析担当者(専門家)の立場から、人骨が出土した際の留意点をお話いただきました。

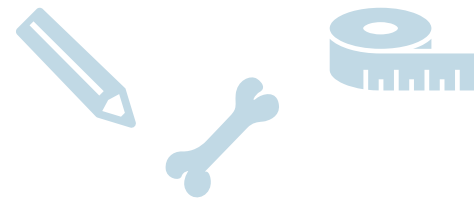
講師：茂原信生(京都大学名誉教授)

長野県北村遺跡や愛知県吉胡貝塚・保美貝塚など、出土した人骨の調査研究に数多く携わる。イヌの研究者としても著名。

主要業績

茂原信生(2007)「形から探る—イヌ」『生物科学』58-3

香原志勢・茂原信生ほか(2011)「栃原岩陰遺跡(長野県南佐久郡北相木村)出土の縄文時代早期人骨—縄文時代早期人骨の再検討—」『Anthropological Science (Japanese Series)』119-2



各骨のメモ写真を撮影してほしい

——発掘現場の留意点は？

人骨がでたら、まず、人類学関係者に連絡してどう処理するのがいいかを相談してください。人類学関係者に知っている人がいない場合は科学博物館の人類部門で紹介してもらおうのがいいでしょう。

考古学関係者の見た保存状態と、人骨を研究する上での保存状態は、異なることが多い。それを確認するのも重要。現場で、考古学的な観点から何を明らかにしたいか、あるいは人類学的には何を明らかに出来そうか、など**人類学を担当する研究者と十分話し合っておく**ことが重要です。出土量が少ない場合には考古学的報告に人類学の結果を取り込んで書く場合もあろうからその可能性についても検討します。破壊を伴う研究の可否(遺伝的研究、年代測定など)もお互いに検討しておくのがいいでしょう。

骨の取り上げ時には出来るだけ各骨についてメモ写真(簡単なスナップ)を撮影しておくことをおすすめします。歯から得られる情報もかなりあるので、歯の取り残しがないように、可能ならふいをかけてください。

壊れそうな骨は事前に撮影・観察・記録

——整理作業の留意点は？

土圧でつぶれていたり、細片化した物は復元が難しいので、壊れそうな物は事前に写真を撮り、観察・記載しておくこと。取り上げる前に計測できるものは、計測すること。安易な補強はできる限り避ける。また研究の方法によっては水洗いも避けたい場合があるので注意することが望ましい。プットバルなどで接着したり、補強したりしますが、湿気があるとまじかないので乾燥する必要があります。長期に置いておく場合は、ビニール袋に湿ったまま骨を入れておくとカビが生えるので、袋の口を開けて乾燥させるようにします。

現場で骨の片側が失われても、取り上げた跡に発掘するような場合は残りがある可能性が高いので、そのまま土ごと取り上げてゆっくり発掘する方法の可能性を考える。人骨の整理作業はある程度の日数が必要なのでその点を話し合っておくことが必要です。

人骨の番号を後から見ても必ずわかるようにする。1号人骨、2号人骨などではあとで他の遺跡と識別するのに困ることがありま

す。また、何回にもわたって発掘される遺跡などではいつの年度のものが混乱することがありますので、名前(番号)をつける時に考えておくのがいいでしょう。

人骨の保管場所を記載してほしい

——報告書作成の留意点は？

いつまでに原稿を出し、いつ印刷になるかをお互いに確認するのが大切です。原稿を提出したが印刷にならないものもかなりあったので、まず確実に印刷して公開するのが重要です。別刷りにしたり、PDFにしたりすることがあるので、**人骨の報告部分に遺跡の名称・所在地、人骨の年代を記載しておく**ことが望ましい。

また、将来、その人骨を研究したい場合にどこに連絡すればいいかわかるようにするため、人骨の保管場所が決まっていればそれを記載しておくことが望ましい。

報告書を書く場合に重要なことはまず、一つ一つの記載をしっかりとすることです。解釈も重要だが、いろいろな論の展開は報告書が出たあとの論文に任せて、報告書は基本的な事実をしっかりと記載することが必要です。あとで個体の識別に役に立つので、

状態のわかる写真をかならず載せること。

分析担当者に任せっきりにしない

——「ああしておけばよかった」ということはありますか？

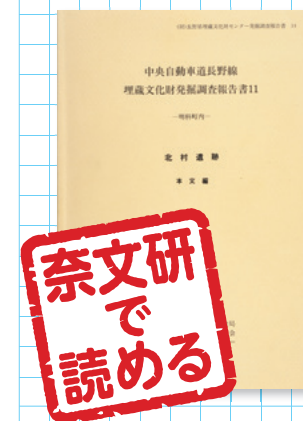
調査を依頼する、あるいはされた場合には原稿の締め切り、研究後の資料の所属、謝礼(整理用の必要経費など)に関して、簡単でいいので書類を交わしておくのが望ましい。人類学者は、人骨の研究で利益を上げる必要はないが、出土量によっては時間や経費(整理する人を依頼するなど)がかかるので、あらかじめ十分相談することが必要です。これらでのトラブルもあったのでそれを回避する意味でも重要なことです。

人骨を埋文などの方に整理して頂く場合、担当と十分に話し合うことが必要で、任せっきりではいけません。こういう狙いがあるのでこの点に気をつけて欲しいとかを分析担当者(専門家)にしっかりと説明すること。

デジタルカメラになってから可能になりましたが、取り上げるときの写真は丁寧に撮っておけばよかったと思います。

Recommend

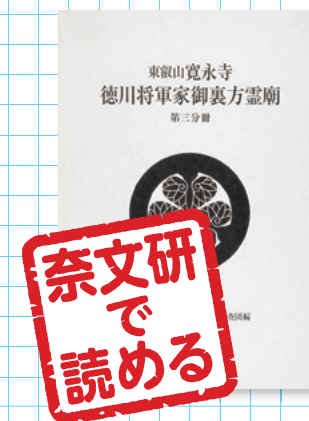
私のおすすめ報告書



『北村遺跡』
長野県埋蔵文化財センターほか /
1993年

手前みそで恐縮ですが、土圧のかかった人骨なので計測した数値の信頼性が低いなどいくつかの問題点はあるものの、いろいろな視点から人骨の記載を丁寧にしていると思う。

奈文研
で
読める



『東叡山寛永寺徳川將軍家御裏方靈廟』
寛永寺谷中徳川家近世墓所調査団 /
2012年

人類学の報告書の手本となるもの。ここまでの報告書をまとめられる人類学者は少ないが、まとめ方や写真の提示の方法など参考にすべき点は多い。人骨の形態に限らず遺伝子の研究も網羅しており人類学的研究は多岐にわたっている。

奈文研
で
読める

Report

人骨・動物骨調査課程

動物骨の研究

分析担当者(専門家)の立場から、動物骨が出土した際の留意点をお話いただきました。

講師：樋泉岳二(早稲田大学)

全国で出土した動物骨の調査研究を推進し、過去の動物資源利用や人と自然の関係性の歴史を研究している。

主要業績

樋泉岳二(2014)「脊椎動物遺体からみた琉球列島の環境変化と文化変化」『琉球列島先・原史時代の環境と文化の変遷』六一書房

樋泉岳二(2014)「漁撈の対象」『縄文時代(下)』講座日本の考古学4、青木書店



先に大まかな層所を把握した方がよい

——発掘現場での留意点は？

貝塚の層序把握

とくに貝塚調査においてしばしばみられる失敗例として、発掘方法がわからなかったり、逆に完璧を期そうと慎重になりすぎたりして調査終盤まで発掘が進まず、結局時間切れで雑な掘り上げがなされるケースがある。貝塚や調査の条件にもよるので一般論ではないが、多くのケースでは調査の初期段階で最小限のダメージはやむなしと腹を括り、トレンチを抜くなどして先に大まかな層序を把握しておいたほうが最終的には良い結果につながると思う。

また、貝塚全体を詳細な「廃棄単位」(と調査者が思いこんでいるもの)に分層しようとする試みもみられるが、筆者の経験からみて、これはよほど条件がよくなければ上手くいかないし検証も難しいのでお勧めはしない。まず巨視的・大別的な層序の把握を優先し、詳細な堆積構造の把握は小範囲(たとえばコラムサンプルなど)に限定して行ったほうがよい。対応方法がわからない場合は一人で考え込まずに、できるだけ早めに専門家や調査経験者に助言を求めたほうがよい。

遺体の採集

遺体の産状(出土状況)はその性格を判断する上で決定的に重要であり、とくに埋葬骨や骨集積などの特殊な産状がみられる場合、記録をとらずに取り上げてしまうと正しい評価は困難となる。典型例として、イヌの同一個体の骨がまとまって取上げられており埋葬犬の可能性があるにもかかわらず、産状記録がないために確認できないケースが多々あり、歯がゆい思いをさせられる。発掘担当者はそうした危険性を常に意識し特殊状況に早く気づくよう努めること、また調査を指導する立場の場合は作業員に注意を徹底させることを心がけてほしい。

また、取り上げの際には実測図の作成、写真撮影などを行うだけでなく、出土した位置がわかるように個々の(またはひとまとまりの)骨に個別番号をつけて取り上げることをお願いしたい。動物遺体の産状の判断にはある程度の動物解剖学的な基礎知識が必要となる場合があるので、判断に迷う場合には、できれば取り上げ前の段階で専門家に連絡し、現場で助言を求めることが望ましい。

堆積物(土壌・貝層など)のサンプルについても、採取位置・層準・サンプルのサイズの記録がないと意味がないので、これらを正確に記録しておく必要がある。

低湿地遺跡で注意すべき資料

淡水の低湿地遺跡では貝殻は溶けて消失してしまうことが多いが、厚い殻皮をもつ貝(たとえばインガイ類など)では殻皮だけが出土することがある。これらは一見すると木葉片などのように見えるため注意を要する。

また貝殻・殻皮が完全に溶解・消滅している場合でも、堆積物を塊で採取しこれを割ると貝殻の「型」(印象化石)が見つかることがある。この検討はほとんど行われていないように思われるので、ぜひ試みていただきたい。

層序・年代は早く確定してほしい

——整理作業・報告書作成の留意点は？

土壌サンプルの水洗

水洗選別に用いたメッシュのサイズ(何mm目のふるいをかけたか)はデータを評価する上での必須情報なので、必ず記録し報告書に記載すること。微小貝は水に浮くので採集する際にはフローテーション(浮遊物の回収)も必須である。また、将来の分析に備えてサンプルの一部(1サンプルにつき数100cc程度)を洗わずにそのまま保存しておくことが望ましい。

遺体の抽出作業については開始前に相談を

水洗後のサンプルからの遺体の抽出作業については、とくに小型骨が多く含まれる場合、2~1mmメッシュのような小メッシュの

回収試料では遺体の抽出に手間がかかるし、抽出の完了後に分析を依頼されても分量が多すぎて分析しきれないことがある。

また、分析依頼を受けた段階ですすである程度の仕分け(たとえば魚類の椎骨とその他など)が行われているケースがある。これは分析者の負担軽減に配慮してのことと承知はしているが、場合によっては以後の分析の障害になることもある。分析者の立場からの希望としては、できれば抽出作業の開始前に打ち合わせを行い、分析可能な資料の分量を想定したうえで、分析目的、どのサンプルを分析するか、抽出する遺体の種類、現場サイドと分析者の抽出・分類作業の分担などの計画を作成しておいたほうが無駄なく効率的に成果を得ることができるのでご検討願いたい。

混ぜるなキケン!

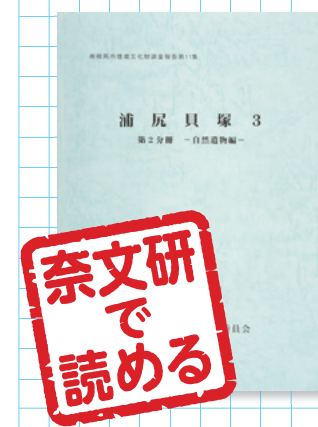
現地採集資料(発掘現場で取り上げられた資料)とふるいがけで回収された資料を混ぜてしまう例があるが、異なる方法で採集された資料が混在したデータは評価がきわめて難しくなるので絶対に混ぜてはいけない。

層序・年代の確定はできるだけ早めに!

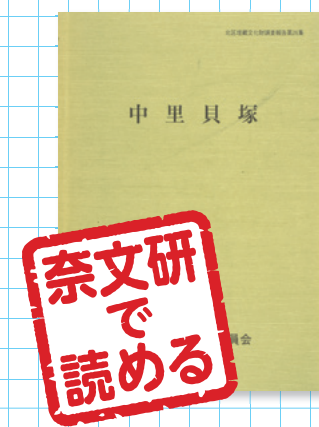
原稿締め切り間際になって層序・年代変更の連絡を受けることがしばしばある。土器などの整理の進行に伴う変更である事情は十分に理解できるが、土壇場で変更されると動物遺体の集計(とくに最小個体数の算出)をやり直さなければならなくなることもあるので、難しいことは承知の上で、層序・年代はできるだけ早く確定していただくよう、あえてお願いしたい。

Recommend

私のおすすめ報告書



『浦尻貝塚3』
福島県南相馬市教育委員会 / 2008年
層序把握、資料の採集・分析から結果の評価まで、調査担当者との連携がみあった好例。



『中里貝塚』
東京都北区教育委員会 / 2000年
層序とは何かを根本的に考えさせられた調査。これも調査担当者との緊密な連携が奏功した。

Report

人骨・動物骨調査課程

同位体分析

分析担当者(専門家)の立場から、同位体分析を実施する際の留意点をお話いただきました。

講師：米田 穰(東京大学総合研究博物館)

骨の化学分析を用いた自然人類学の研究をおこなう。全国で人骨・動物骨の同位体分析を精力的に進めている。

主要業績

Nakagawa *et al.* (2010). The Pleistocene human remains from Shiraho-Saonetabaru Cave on Ishigaki Island, Okinawa, Japan, and their radiocarbon dating. *Anthropological Science* 188(3)

米田穰(2014)「炭素・窒素同位体でみた縄文時代の食資源利用：京葉地区における中期から後期への変遷」『縄文時代の資源利用と社会』季刊考古学・別冊21



長時間地表に露出させない

——発掘現場の留意点は？

古人骨・動物骨の同位体分析は主に2つの成分を対象とする。ひとつは骨や歯の象牙質に含まれるタンパク質コラーゲンの炭素と窒素、もうひとつは歯の表面を覆うエナメル質の酸素とストロンチウムなどである。骨の無機成分はエナメル質と同じハイドロキシアパタイトだが、結晶が未熟なので汚染の影響を受けやすく、分析に適さない。

骨資料が遺跡で検出されてから実験室に持ち込まれるまで、①発掘現場における検出と記録と取り上げ、②形態学者によるクリーニングと接合・計測、③分析者によるサンプリングと実験処理、のステップがある。

発掘現場では、非常にもろくなることもある骨資料を丁寧に検出し、できるだけ正確に出土状況を記録することに多くの時間と労力が割かれている。将来の分析のためにはできるだけ迅速に取り上げて、乾燥して頂くことが望ましく、長期間地表に露出することは望ましくない。酸素が少なく、直射日光や水分の影響を受けにくい堆積中では有機物が保存されるが、地表に露出して水分に

接すると細菌の活動で急速に分解が進む可能性があるからだ。DNAは水に弱いので、DNA分析を計画している場合は水洗も避ける方がよいだろう。

冷暗所で保管した方がよい

——整理作業の留意点は？

堆積ごと切り出して密封された状態で長期間保管することは、骨中の有機物には過酷な条件である。固化材の塗布は、炭素の年代や安定同位体の分析にとっては大きな問題になる。塗布は、計測に必要な骨端部などに限定して、なるべく迅速に取り上げることをお勧めする。望ましくは、人骨検出の段階で速やかに形質人類学者に連絡して、取り上げを依頼するとよい。人骨の専門家は、日本人類学会骨考古学分会から紹介できる(<http://c14.um.u-tokyo.ac.jp/wiki/public/osteoaerchaeology/wiki.cgi>)。

ブラシなどで土壌を除去して、乾燥状態した冷暗所に保管するのが、コラーゲンやDNAを含む骨の有機物分析には良いようだ。綿や紙などの有機物との接触では、骨中タンパク質やエナメル質が汚染することはないので、取り上げた骨資料は新聞などに

くるんで乾燥するとよい。サランラップやチャック付きポリ袋で梱包された資料ではカビが発生することがある。またアルミ箔は腐蝕するので長期間の保管には向かない。

C/N比の報告もきちんと報告する

——報告書作成の留意点は？

骨コラーゲンは、その組成から汚染や変質がないか評価することができる点が、木炭や貝殻などの測定対象よりも優れている。コラーゲンの保存状態の指標としては、コラーゲン回収率(1%以上が望ましい)、コラーゲン中の炭素含有率(30%以上)、コラーゲン中の窒素含有率(14%以上)、炭素/窒素比(元素数比で2.9から3.6の範囲：重量比で報告された場合は1.17倍する)がある。業者に骨資料の年代測定や安定同位体比の測定を依頼した場合、元素分析(炭素・窒素含有率)がオプションとなる場合もあるそうだが、C/N比の報告がないデータは信頼性を評価できない点には注意が必要である。

人骨コラーゲンの炭素・窒素同位体比は、彼らが利用したタンパク質の平均値(死亡前10年程度)を反映している。部位による違いは無視できる。

日本列島では食料資源として利用された哺乳類がシカとイノシ

シに限定され変動が少ないので、相対的な海産物に利用について人骨の分析結果から大まかに議論できる。ただし、淡水生物や鳥類などは炭素・窒素同位体比の変動はかなり大きいので、動物骨にそれらが多く含まれる場合はあわせて動物骨を分析することが必要だ。ヒトの放射性炭素年代では、海産物の寄与率によって海洋リザーバ効果の大きさが個体によって異なる。陸海の動物骨を比較して地域的な海洋リザーバ効果の大きさを検討し、安定同位体比による食生活の復元もあわせて、年代を検討する必要がある。

一方、歯エナメル質のストロンチウム同位体比などは、歯が形成された時期(永久歯では10代後半まで)の地質環境をおおむね反映するので、遺跡周辺の値と比較してよそ者を検出できる可能性がある。遺跡周辺のストロンチウム同位体比は、移動が少ない動物歯のエナメル質や現生の植物で評価する必要があり、人歯エナメル質の値のみでは議論できない点には注意が必要である。

また、遺跡周辺の値と一致しない個体は「よそ者」と同定できるが、一致した個体がすべて「在地出身者」とは言えない。日本列島は非常に地質が複雑なので、同一の値となる場所が日本中に存在しうるからだ。同様の理由で、「よそ者」がどこから来たのかについてはストロンチウム同位体比だけで推定することはできない。「(考古学的に想定される)ある地点から移入者だとしても矛盾しない」という表現になる。

Recommend

私のおすすめ報告書



『東名遺跡群IV』
佐賀市教育委員会 / 2016年

貝層内の散乱人骨を網羅的に分析することで、集団内での食生活の個人差を示すことができた。また、様々な動物骨を分析することで、より具体的な食生活の様子を復元できた。今後、土器付着炭化物や炭化植物遺存体などの同位体比とも比較することで、過去の生態系におけるヒトの位置と食料を加工・調理する様子を復元できるだろう。



『藤原宮跡出土馬の研究』
奈良文化財研究所 / 2016年

本稿では触れられなかったが、歯エナメル質の酸素同位体比は降水・飲水を反映するのでヒトや動物の長距離移動を復元できる。本書には方法の基礎と応用についての詳しい説明が含まれる。



今さら聞けない **C14**

文化財担当者研修の雰囲気を感じてもらうため、紙上研修をおこないます。テーマは「放射性炭素年代」です。発掘現場で使おうと思ったとき、私たちが気をつけるべきことは何でしょうか。測定結果を受け取っても、実はよく分からずに報告書へ掲載していないでしょうか。

年代測定に関する様々な相談を日々受けている、株式会社パレオ・ラボの中村賢太郎さんに講師をお願いしました。この紙上研修は質疑応答形式で進めていきますが、実際の研修も質疑応答の時間を大切にしています。研修は、ふだん聞けないことや聞きにくいことを、専門家へ直接聞ける貴重な機会なのです。

Q どんな試料を測定すればいいですか？

A 生物由来の炭素を含む物質です。

生の木材や種実、炭化した木材や種実、骨、貝殻、土壌有機物(腐植)などです。たとえば、植物の放射性炭素年代は、生でも炭化していても、植物が死んだ年代を示します。

試料を選ぶ際には、層の堆積年代や遺構の年代など知りたいことを代表できる試料を選ぶ必要があります。たとえば、人為的な盛土の場合、盛土中に含まれる炭化材の薄片は、切土された地層中に含まれていた古い炭化材の可能性があります。盛土が形成された年代を知りたいにもかかわらず、それよりも古い年代が得られてしまうかもしれません。盛土の直下や直上に、焼土を伴う炭化材の集中があれば、そちらに含まれる炭化材の方が盛土の形成された時に近い年代が得られるかもしれません。

遺物の年代を知りたいければ、遺物との共伴関係が確実な試料を選ぶ必要があります。土器付着炭化物は土器との共伴関係の確実性が高い試料といえます。焼失住居の部材と床から出土した土器も共伴関係の確実性が比較的高いといえるでしょう。

試料の種類ごとに得られる年代の特性も理解しておくべきでしょう。木材では、内側の年輪であるほど、木が

死んだ年代よりも古い年代が得られます(古木効果)。1つの個体に古い組織と新しい組織を持つ試料の場合、新しい組織を選ぶ必要があります。

一方、植物の種実、葉、あるいは草本など単年で成長し、死んでいく試料は、どの部位でも同じ年代が得られると考えられます。

さらに、同じ時代に生きていても、陸産物と海産物では、海産物の方が数百年古い年代となり、「海洋リザーバー効果」と呼ばれています。海産物の放射性炭素年代は、後述するように、較正時に海洋リザーバー効果を補正した値を求める必要があります。海産物を食べる雑食の陸生動物(ヒトも含めて)の場合は、陸産物と海産物の摂取割合を推定した上で年代を補正する必要があります。土器付着炭化物では、土器内面や口縁部外面には煮炊き内容物に由来し、海産物を含む可能性があります。

複雑な補正をせずに、そのまま使える年代が欲しい場合、植物や草食動物(ニホンジカ、ウシ、ウマ)がお勧めです。

古木効果

Q ^{14}C 年代測定が有効な時代とあまり有効ではない時代はあるのですか？

A 較正曲線の傾斜が緩く平坦な年代域は、較正年代が絞り込みにくいです。

較正曲線を見ると「右へ下がっている傾斜の急な年代域」と「平坦に近く傾斜が緩い年代域」があります。こうした違いは、大気中の ^{14}C 濃度が時代により変化しているために起こります。

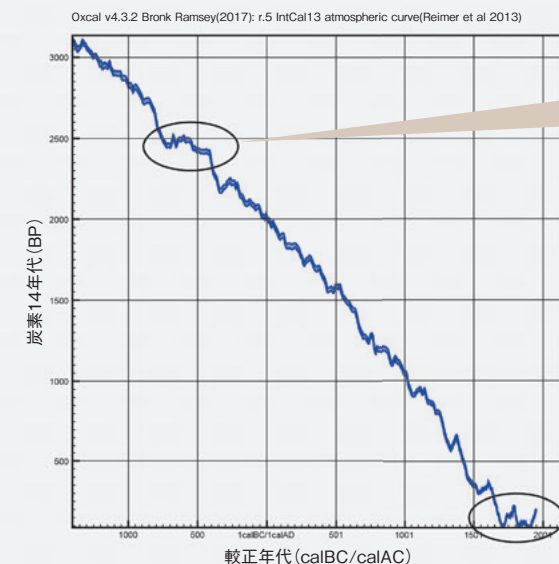
^{14}C 濃度が低い時代に生長した植物は、実際には新しくとも、1時代前の ^{14}C 濃度が高い時代に生長した植物と同じ ^{14}C 年代を示してしまいます。新旧の時間差があるにもかかわらず、見かけ上 ^{14}C 年代が同じであるため、較正曲線の傾斜が緩く平坦な年代域が生じます。こうした年代域では、他の時代に比べて、較正年代の絞り込みができず、幅広くなってしまいます。たとえば、図に示したように、紀元前8～前5世紀ころ(縄文時代晩期～弥生時代前期)、 ^{14}C 年代にして2,400 BPころは、較正年代の絞り込みにくい年代域として知られ、「2400年問題」という言葉で表現されます。また、17世紀半ば～20世紀半(近世～近現代)にかけての年代域も、較正年代が絞り込みにくい年代域といえます。

一方、較正曲線の傾斜が急な年代域は、数十年あるいは100年程度の幅で較正年代が得られます。

較正曲線の傾斜が緩く平坦な年代域では、1本の木から複数箇所の年輪を採取してそれぞれの ^{14}C 年代を測定

し、得られた ^{14}C 年代の変動パターンを較正曲線と照合して年代を絞り込むウイグルマッチングという手法が有効です。埋蔵文化財とはやや離れた話になりますが、1950年代以降は、核実験の影響により、大気中の ^{14}C 濃度が急激に高くなりました。1950年代以降は、1～2年あるいは2～3年幅程度で較正年代を絞り込むことが可能で、 ^{14}C 年代測定は、身元不明人骨の誕生年推定、ヴィンテージワインの製造年検査などにも応用されています。

別な問題として、日本産樹木と欧米産樹木との ^{14}C 年代の差があります。IntCal13は、完新世については、欧米産の樹木年輪を用いて較正曲線が作成されています。紀元後の1～3世紀(弥生時代後期～古墳時代前期)は欧米産樹木に比べて日本産樹木が古い ^{14}C 年代を示すことが知られています。日本の遺跡で出土した樹木をIntCal13で較正すると、数十～100年程度古くなってしまいます。将来、日本産樹木に基づく較正曲線を用いて、当該年代域の ^{14}C 年代を較正すると、より新しい較正年代になると思います。現状、IntCalで較正された紀元後1～3世紀の ^{14}C 年代については、注意して取り扱う必要があります。



較正年代の絞りにくい時期
紀元前8～前5世紀
(縄文時代晩期～弥生時代前期)

較正年代の絞りにくい時期
17世紀半ば～20世紀後半
(近世～近現代)

較正曲線 (Incal13)

Q 年代を測定する試料の優先順位はありますか？

A 年代が知りたい層や遺構を代表できる陸産物が望ましいです。

優先順位を考えるにあたって、出土層準と試料の種類という2つの面に分けて考えることができます。

層や遺構の年代を知りたいと考えているならば、上層から侵入した可能性のある根は避けるべきです。また、遺構の埋め戻し土の中に含まれている炭化物は、本来遺構とは関係ない地層に含まれていた可能性があるため、やはり避けるべきだと思います。水平方法に寝た状態が出てきた葉や茎、遺構の底面に面をなして広がる炭化物などが試料として望ましいと考えます。

また、試料の種類によって、得られる年代が異なります。たとえば、海産の貝類、魚、海獣などは、海洋リザーバー効果の影響で同時代の陸産物に比べ、数百年古い年代が得られ、そのずれを補正しなければ、知りたい年代

が得られません。一方、植物や草食獣などの陸産物は、補正をせずに、年代をそのまま利用できます。同じ層準に陸産物と海産物があれば、陸産物を試料に選ぶのが、年代を知るという目的への近道です。

ただし、**陸産物で注意が必要なのは、木材です。**材は、年輪の内側と外側で、得られる年代が異なります。樹皮直下の年輪は、木が伐られたか、枯れた年代を示します。一方、内側の年輪は内側であればあるほど古い年代が得られます。炉などから出土する炭化材は、破片化し部位が分からない場合が多いですが、詳細な年代を知りたい場合には、樹皮直下の年輪が残る小枝などを選ぶべきでしょう。まとめると、年代が知りたい層や遺構を代表できる、陸産物が望ましいといえます。

Q 分析するまで、どのように保管すればいいですか？

A 試料によって保管方法は異なります。

炭化植物、貝殻、骨、土壌、泥炭は**乾燥させて、常温で保管**しておけばよいです。

未炭化の植物遺体(木材、種実、葉など)は、**水で薄めたエタノールや水(こまめに取り替える)に漬けておく**のが良いと思います。乾燥させて変形してしまうと、分析に支障がある場合があります。たとえば、生の木材の場合、年輪の計数ができる状態で保管されていると、何年目の年輪が何年の¹⁴C年代かという情報を組み合わせる「ウィグルマツチング」という高精度に年代決定する手法が使えるかもしれません。なお、エタノールの影響は、ルーチンで行っている酸・アルカリ・酸処理で除去できるといふ実験結果があります。

土器を強化するためにバインダーが使われます。有機溶剤で良く洗えばバインダーは除去できるかもしれませんが、完全に除去できず、放射性炭素年代値に影響す

るかもしれません。炭化物が付着している**土器片のバインダー強化は、年代測定が終わってから行う**ことをお勧めします。

木製品の保存処理では、PEG(ポリエチレングリコール)は放射性炭素年代への影響を完全に除去するのが難しいとされています。できれば、**放射性炭素年代測定の試料採取を済ませてから、保存処理を行う**のが望ましいです。保存処理済み試料の場合、処理方法などの情報を測定機関へ伝えて、影響を除去できるか相談が必要です。

試料を綿で包むのは、繊維が絡みついて紛れ込む可能性があるため、止めた方がよいと思います。もし、緩衝材が必要であれば、プチプチシート(エアクッション)を使うか、袋に入れた上で周りを綿で覆うことをお勧めします。

Q 焼けた骨の年代測定は可能ですか？

A 可能です。

通常、生の骨を対象とする場合、コラーゲンを抽出し測定します。骨を構成する無機質にわずかに含まれる炭酸カルシウムも炭素年代測定の対象になりますが、生の状態では、周囲の環境との間で炭素の交換が起こりえるため、炭酸カルシウムを避けています。

白くなるまで良く焼けた骨は、コラーゲンが失われているため、コラーゲンを測ることができません。ですが、炭酸カルシウムは焼けることで再結晶し、安定します。そこで、生の骨では避けられていた炭酸カルシウムを測

定対象とすることが可能となり、**焼けた骨も年代を測定することができます。**

日本における測定事例として、奈良県三郷町持聖院の蔵骨器内の火葬人骨(棕本ほか2015)、宮城県蔵王町谷地遺跡の焼けた獣骨および長野県大桑村下条遺跡の焼けた人骨や獣骨(山田ほか2015)があります。これら焼骨の測定結果は、伝承や同一遺構から出土した炭化材の測定結果と一致しています。

参考文献

- 棕本ひかり・南雅代・中村俊夫(2015)「火葬骨の炭酸ヒドロキシアパタイトを用いた¹⁴C年代測定の試み」『名古屋大学加速器質量分析計業績報告書』XXVI
- 山田しょう・早瀬亮介・小原圭一・鈴木雅・百瀬忠幸(2015)「焼骨の放射性炭素年代測定の確度—縄文時代の取壊した獣骨・人骨の分析—」『日本文化財科学会第32回大会研究発表要旨集』

Q 報告書に記載すべきことは何ですか？

A 測定試料と測定結果の突合せができるようにして下さい。

土器編年と¹⁴C年代(較正年代・暦年代)との対応関係を整理しようと、発掘調査報告書を確認した際に、「どの遺構のどの層から採取したものか」や「どの土器と共存する植物片だったのか」、あるいは「どの土器のどの部位に付着した炭化物だったのか」などが、すぐに分らなかったという経験があります。

測定機関が発行する年代測定結果には、依頼時に教えていただいた遺構番号、遺物番号、試料番号などを文や表に記します。ですが、報告書作成の過程で、遺構番号が変更となる、遺物が接合されたことで元々付けられていた遺物番号が使用されなくなる、遺物が図化されずに報告されない、といったことが起こります。測定機関が作成した測定結果の原稿が修正されずにそのまま発掘調査報告書に掲載されてしまうと、遺構・遺物と放射性炭

素年代との突合せが難しくなります。

そうした問題が起きないように、測定機関が作成した原稿に記述された遺物の情報に対して、編集の過程でぜひ積極的に手直しをしていただきたいと思います。また、図化されない土器片であっても、年代測定を行った試料については、報告書に写真だけでも掲載する必要があります。

遺構や遺物の報告文、表、図において、年代測定をした旨、測定機関コード、年代値が分かるように示していただくと、発掘調査成果と年代測定の成果の関連付けが容易になり、報告書利用者の便が向上すると思います。とくに、**図面の脇に放射性炭素年代測定を行った旨や値が記されていると**分かりやすいです。

Q 測定結果の表がよく理解できないのですが…

A ポイントを押さえれば難しくありません。

Point 1

測定番号は、測定機関が発行する測定ごとに付けられた番号。PLDは測定機関がパレオ・ラボであることを意味し、番号はその機関での通し番号。

Point 2

暦年代範囲は、¹⁴C年代を較正して得られた暦年代。1σが68.2%、2σが95.4%の確率に収まることを意味する。範囲が単独あるいは複数になるのは、較正曲線の傾きによる。

放射性炭素年代測定および暦年較正の結果

測定番号	δ ¹³ C (%)	暦年較正用年代 (yrBP ± 1σ)	¹⁴ C年代 (yrBP ± 1σ)	¹⁴ C年代を暦年代に較正した年代範囲	
				1σ暦年代範囲	2σ暦年代範囲
PLD-△△△△△	-26.34 ± 0.18	885 ± 21	885 ± 20	1057-1076 cal AD (16.4%)	1046-1092 cal AD (26.7%)
				1154-1192 cal AD (45.5%)	1120-1140 cal AD (6.7%)
				1198-1205 cal AD (6.3%)	1147-1218 cal AD (62.0%)
PLD-●●●●●	-26.71 ± 0.18	809 ± 21	810 ± 20	1220-1254 cal AD (68.2%)	1191-1268 cal AD (95.4%)

Point 3

δ¹³Cは、¹²Cに対する¹³Cの比を、標準試料から千分率偏差で示した値。同位体分別効果の補正に用いられる。

Point 4

暦年較正用年代と¹⁴C年代は、同じ¹⁴C年代。¹⁴C年代は下の桁を丸め込み(四捨五入など)をしている。較正では丸め込んでいない値を用いている。

Q 1σと2σのどちらを採用すればいいのですか？

A 2σを採用するのが実用的と考えています。

確率の山をどこで区切って表現したかが、1σと2σの違いです。つまり、1σは68.2%のハードル、2σは95.4%のハードルで区切って較正年代を示しています。1σで示される較正年代が68.2%の確率ということは、反対に言えば31.8%は外れているかもしれません。2σで示される較正年代が95.4%の確率ということは、外れ

ている確率は4.6%と小さいです。なお、3σも4σもあり、数字が増えるほど確率は100%に近づきますが、その分、較正年代が幅広くなってしまいます。

外れる確率が低く、較正年代がほどほどに絞り込めている2σを採用するのが実用的と考えています。

Q 年代範囲が複数に分かれた場合、高い%の年代を採用すればよいのですか？

A 違います。

1σの確率を全部足すと68.2%です。2σの確率を全部足すと95.4%です。表に示したとおり、較正年代の範囲が1つの場合、1σであれば較正年代の後ろにつく確率は68.2%、2σであれば95.4%です。

較正年代の範囲が複数に分かれる場合、後ろに付いている確率も複数に分かれる場合があります。そうすると、確率の高い範囲、低い範囲が出てきますが、あく

までも全体として68.2%あるいは95.4%なので、確率の高い年代範囲だけを採用するのではなく、複数の範囲全体を見た方が良いと思います。考古学的な議論に較正年代を引用する場合、複数の範囲全て並べて記すか、古い端から新しい端までの範囲として記すのが良いと思います。

Q 過去の測定結果をそのまま利用していいのですか？

A 再計算が必要な場合があります。

いくつか注意点があります。まず、①¹⁴C年代の算出に用いられる半減期です。現在、半減期を5,568年として¹⁴C年代を算出することが約束事となっていますが、過去にはそれ以外の半減期を用いて¹⁴C年代が算出された例があります。同じ半減期を用いていないと、¹⁴C年代の比較ができないので、5,568年以外の半減期を用いた¹⁴C年代については、半減期5,568年で計算し直す必要があります。半減期を何年として計算したのかが分かれば、再計算により半減期5,568年相当の¹⁴C年代に改めることが可能です。

次に、②¹⁴C年代算出において同位体分別効果の補正をしているか否かです。植物の光合成などの過程で、炭素12、13、14の比は変化します。これを「同位体分別効果」と呼びます。ここ20年ほどは、同位体分別効果の補正はごく普通に行われていますが過去の¹⁴C年代では同位体分別効果の補正が行われていない場合があります。補正の有無で¹⁴C年代が数百年ずれてしまうこともあるので、同位体分別効果の補正が必要です。もし、同位体分別効果の補正が行われていない¹⁴Cを利用した場合、試料の残りをを使って炭素12と炭素13の比を測定するか、あるいは試料の種類ごとの一般的な炭素12と13

の比により改めて同位体分別効果の補正をして¹⁴C年代を計算しなおす必要があります。

上に示した①半減期と②同位体分別効果補正の再計算は、年代ユーザー自らが行うのは難しいため、測定機関に相談してみることをお勧めします。

最後に、③較正曲線についてです。この問題は¹⁴C年代に関わる上記2点とは意味が異なります。較正曲線を使って¹⁴C年代を較正年代へ変換しますが、較正曲線は数年に1度バージョンアップするため、どのバージョンで較正するかによって、同じ¹⁴C年代でも得られる較正年代が異なります。対策としては、較正曲線がバージョンアップされる度に、過去の¹⁴C年代をまとめて較正しなおすのが有効です。なお、現在最新の較正曲線はIntCal13という2013年版です。

較正用のソフトは、いくつかの種類が無償で配布されています。たとえば、イギリスのオックスフォード大学が公開しているOxCalは<https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>からダウンロードできます。もし、操作が難しいければ、最新の較正曲線で較正しなおしてほしい、と測定機関に相談してみても良いかと思います。

災害痕跡調査課程

東日本大震災以降、地震や津波といった災害の痕跡が発掘調査で数多く見つかリ、注目されています。防災や減災の観点から、災害痕跡調査は、考古学が現代社会にわかりやすい形で貢献できる分野となりつつあります。

What's?

災害痕跡調査課程ってなに？

災害痕跡は遺物(モノ)ではないため、現場での記録が不十分だと、後で再検証が難しくなります。災害痕跡を認定することだけが目的ではなく、地層(土層)について検証可能な情報をきちんと記録することが何よりも重要になります。

研修では、地震痕跡、津波痕跡、テフラ(火山灰)の各専門家から、研究の現状について講義をおこないました。また、災害痕跡を調査した発掘現場担当者の方から、どのように発掘調査を進めたのかという講義をおこないました。専門家と現場担当者の両面から活発な議論がおこなわれました。

災害痕跡をきちんと把握するためには、通常の自然堆積を認識していることが前提となります。しかし、発掘調査対象は「埋蔵文化財包蔵地=人間の活動痕跡」であるため、日本における考古学の教育体制では、人間の活動痕跡ではない自然堆積を学ぶ機会が非常に少ないという現状があります。そこで、発掘調査に必要な地質学や堆積学、土壌学の基礎を丁寧に学ぶ講義を実施するとともに、様々な自然堆積や災害痕跡の剥ぎ取り標本を使って、地層の観察や議論をおこないました。

最後に、奈良文化財研究所における災害痕跡のデータベースに関する講義があり、災害痕跡調査の現状と課題を総括し、発掘調査報告書にどのような記録を掲載すべきなのかについて議論をしました。

Voice!

研修参加者からの声

平成27年の災害痕跡調査課程に参加した研修者の方々のアンケートや感想文から、一部コメントを紹介します。

普段から実践しているはずの土層認識についても、土層の解釈や土層注記の方法の基礎が全くできていなかったことを、堆積学の講義の中で気付かされました。

現場の情報を
実際の調査者の言葉で、
そしてその反省点も含めて
聞いたことは非常に興味深く、
また自身の調査への反省、
注意点となりました。

各分野の専門講師の方々が基礎からじっくりとお話いただいたおかげで、これまで本などから表面的に解釈していた内容が、ひとつひとつ繋がっていきました。

植物遺体調査課程

低湿地遺跡の発掘調査が進展して、植物遺体の出土事例が増加しました。近年では、圧痕レプリカ法により、植物遺体が残らない遺跡でも植物利用が明らかとなってきています。

What's?

植物遺体調査課程ってなに？

動物遺体の研修と同じように、専門家へ分析依頼をすることが多い現状を踏まえた講義を実施しています。植物遺体が出土した際に、調査担当者(分析依頼者)として何をすべきかを理解し、発掘調査報告書の作成に向けて植物の専門家(分析担当者)と適切な協業を実現することが、研修の目的です。

初日は、植物遺体の概要に関する講義をおこないました。講義の中では、研修生が携わった植物遺体の調査事例を紹介しあうとともに、植物遺体に対する疑問や調査の課題について議論をしました。

2日目以降の研修では、各専門家による講義がおこなわれました。講義は、実習を交えながら進められました。花粉、種実、プラント・オパール、木材では、顕微鏡を使って、実際に資料を観察しました。また、圧痕レプリカ法を用い、シリコンゴムで土器圧痕のレプリカを作成しました。さらに、実際の遺跡の土壌を用いて、土壌選別の方法や留意点を学びました。

各講義で共通したのは、出土した植物遺体がどのような過程を経て堆積したのかを明らかにすること、すなわち調査現場での堆積物の記載が重要になってくるということでした。

Voice!

研修参加者からの声

平成26年の植物遺体調査課程に参加した研修者の方々のアンケートや感想文から、一部コメントを紹介します。

現場における心構え、分析する目的の明瞭化など、失敗例を入れながら、研修を受けることが出来た。今後の調査で上手く生かしていきたい。

これまで曖昧にしか理解できていなかった事柄を体系立てて学ぶことができて面白かった。年齢も地域もバラバラだったが、互いに話がしやすく、有意義な時間が過ごせた。

大変質問がしやすく、普段の調査で気になっていることから、素朴な疑問まで、自由な雰囲気の中で聞くことができ、何よりもその点が有意義であった。

研修に参加するには...

文化財担当者研修は、地域の中核となる地方公共団体の文化財担当者若しくはこれに準ずる者を対象としています。

研修の募集は、各都道府県および政令指定都市の教育委員会を通じて行われます。

お問い合わせ

TEL : 0742-30-6733

(奈良文化財研究所 総務課総務係)

研修に関する情報は、奈文研HPでも紹介しています!

奈文研 研修

<https://www.nabunken.go.jp/>

埋蔵文化財ニュース170

『環境考古学研究室の研修紹介』

発行：平成30年3月15日

編集：埋蔵文化財センター 環境考古学研究室

発行：独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所

印刷：能登印刷株式会社

編集後記

環境考古学に興味のない人も 研修へ来てほしい。

これが本号のコンセプトです。このコンセプトのもとに、環境考古学研究室の研修内容が“わかりやすく”伝わるように、表紙の写真から内容の構成、デザインなどこだわって作りました。本号をきっかけに、環境考古学や文化財担当者研修へ興味を持っていただけたら嬉しいです。

奈良文化財研究所では、1年を通して文化財に関する様々な研修を実施しています。

さあ、あなたも研修へ参加しませんか?



研究の目的

① 自然科学分析の適切な実施を目的に、現場での分析を促進する。

② 分析依頼者、分析者、現場との連携を強化し、分析の質を向上させる。

③ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

④ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑤ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑥ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑦ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑧ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑨ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑩ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑪ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑫ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑬ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑭ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑮ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑯ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑰ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑱ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑲ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

⑳ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉑ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉒ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉓ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉔ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉕ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉖ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉗ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉘ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉙ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉚ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉛ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉜ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉝ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉞ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㉟ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊱ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊲ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊳ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊴ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊵ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊶ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊷ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊸ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊹ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊺ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊻ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊼ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊽ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊾ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

㊿ 分析依頼者、分析者、現場の連携を強化し、分析の質を向上させる。

現場での分析

