

泥つきのままか、はたまたきれいに洗うべきか。ごぼうや大根の話ではなく、実はこれ、化石の話なのです。これまで古生物学では、化石は泥を落として、きれいに洗って保存することが当たり前とされてきました。しかしこれでは、古遺伝学の研究で有用な、古い時代の DNA は洗い流されてしまいます。

それでは、いったいどのようにして化石を保存処理するのが望ましいのでしょうか。ニュース記事に出てくる研究者が、それぞれどのような意見をもっているのかを整理しながら、読んでみましょう。

News

語数 : 630 words 分野 : 古生物学、古遺伝学

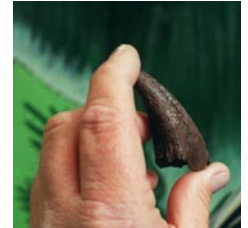
Published online: 8 January 2007 | doi:10.1038/news070108-2

Don't wash those fossils!

Kerri Smith

<http://www.nature.com/news/2007/070108/full/070108-2.html>

Standard museum practice can wash away DNA.



1. Washing, brushing and varnishing fossils — all standard **conservation treatments** used by many fossil hunters and **museum curators** alike — vastly reduces the chances of recovering ancient DNA.
 2. Instead, **excavators** should be handling at least some of their **bounty** with gloves, and freezing samples as they are found, dirt **and all**, concludes a paper in the *Proceedings of the National Academy of Sciences* today.
 3. Although many **palaeontologists** know **anecdotally** that this is the best way to **up the odds** of **extracting** good DNA, Eva-Maria Geigl of the Jacques Monod Institute in Paris, France, and her colleagues have now shown just how important **conservation practices** can be. This information, they say, needs to be **hammered home** among the people who are actually out in the field digging up bones.
 4. Geigl and her colleagues looked at 3,200-year-old fossil bones belonging to a single individual of an extinct **cattle** species, called an **aurochs**. The fossils were dug up at a site in France at two different times — either in 1947, and stored in a museum collection, or in 2004, and conserved in **sterile conditions** at -20°C .
 5. The team's attempts to extract DNA from the 1947 bones all failed. The newly excavated fossils, however, all **yielded** DNA.
 6. Because the bones had been buried for the same amount of time, and in the same conditions, the **conservation method** had to be to blame says Geigl. "As much DNA was **degraded** in these 57 years as in the 3,200 years before," she says.
- Wash in, wash out**
7. Because many palaeontologists base their work on the shape of fossils alone, their methods of conservation are not designed to preserve DNA, Geigl explains.
 8. The biggest problem is how they are cleaned. Fossils are often washed together on-site in a large bath, which can allow water — and **contaminants** in the form of **contemporary DNA** — to **permeate into** the **porous** bones. "Not only is the **authentic DNA** getting washed out, but **contamination** is getting washed in," says Geigl.
 9. Most ancient DNA specialists know this already, says Hendrik Poinar, an **evolutionary geneticist** at McMaster University in Ontario, Canada. But that doesn't mean that best practice has become widespread among those who actually find the fossils.
 10. Getting hold of fossils that have been preserved with their DNA in mind relies on close relationships between lab-based geneticists and the excavators, says palaeogeneticist Svante Pääbo of the Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology in Leipzig, Germany. And that only occurs in exceptional cases, he says.

11. Pääbo's team, which has been **sequencing Neanderthal DNA**, continually faces these problems. "When you want to study ancient human and Neanderthal remains, there's a big issue of contamination with contemporary human DNA," he says.
12. This doesn't mean that all museum specimens are fatally **flawed**, notes Pääbo. The Neanderthal fossils that were recently sequenced in his own lab, for example, had been part of a museum collection treated in the traditional way. But Pääbo is keen to see samples of fossils from every major find preserved in line with Geigl's recommendations — **just in case**.

Warm and wet

13. Geigl herself believes that, with cooperation between **bench and field researchers**, preserving fossils properly could open up avenues of discovery that have long been assumed closed.
14. Much human cultural development took place in temperate regions. DNA does not survive well in warm environments in the first place, and can vanish when fossils are washed and treated. For this reason, Geigl says, most ancient DNA studies have been done on **permafrost** samples, such as the woolly mammoth, or on remains sheltered from the elements in cold caves — including cave bear and Neanderthal fossils.
15. Better conservation methods, and a focus on fresh fossils, could boost DNA extraction from more delicate specimens, says Geigl. And that could shed more light on the story of human evolution.

Words and phrases

- リード **Standard museum practice** : 「博物館での標準的なやり方」
イギリスでは、museum は「博物館」のことで、美術品のみが展示されている施設は museum とはいわない。practice は「慣例、慣行」のこと。
1. **conservation treatments** : 「保存処理」
これに関連して 3. の **conservation practices** は「保存処理のやり方」あるいは「保存処理の方法」のことで、6. の **conservation method** も「保存処理の方法」のこと。
1. **museum curators** : 「博物館学芸員」
2. **excavators** : 「化石発掘者」
本来は「穴を掘る人」のことだが、ここでは fossil hunter のいい換えとして用いられている。
2. **bounty** : もともとは人や物の「美徳、長所、価値」といった意味だったが、「気前のよさ、恵み深さ」といった意味に転じ、ついで「恵み」自体を意味するようになり、最後には「報奨金、賞金」となった。この記事で「賞金」は「化石」を指している。bounty hunter (賞金稼ぎ) という言葉があるが、この記事では fossil hunter という表現が用いられている点に注意。
2. **... and all** : 「そしてその他もろもろ」
3. **anecdotally** : 「逸話的には」「厳密な解析や科学的解析が行われておらず、単に観察結果や徴候がもたっている」
3. **up the odds** : 「可能性を高める」
ここでの up は動詞で、「上げる」こと。odds は「可能性、確率」のこと。
3. **extracting** : 「抽出する」
分離して取り出すこと。
3. **hammered home** : 「(人に対してある事柄を) 十分に認識、理解、銘記させる」
4. **cattle** : 「畜牛、ウシ (集合名詞)」
4. **sterile conditions** : 「無菌状態」
5. **yielded** : 「もたらした」
6. **degraded** : 「分解された」
8. **contemporary DNA** : 「現代の DNA」
8. **permeate into** : 「(<気孔や小穴を通して>物質中に) 浸透する」
8. **porous** : 「多孔質」
小穴 (pore) がたくさんある状態のこと。
8. **authentic DNA** : 「本物の DNA」
11. **sequencing** : 「塩基配列を解読すること」
12. **flawed** : 「欠陥や不具合がある」
12. **just in case** : 「念のため」「万一の場合に備えて」
13. **bench and field researchers** : 「実験系研究者と野外研究者」
bench researcher は研究室内で実験などの研究を行う者。bench は実験ベンチのこと。field researcher は実地調査や野外研究を行う者のこと。

Science key words

3. **palaeontologists** : 「古生物学者」
palaeontology (古生物学) は、地質時代に生存していた生物を研究する学問のこと。
4. **aurochs** : 「オーロックス、原牛」
偶蹄目ウシ科 (*Bos primigenius*)。ヨーロッパ系統の家畜種の先祖にあたる野生のウシ。体長が約 3 メートル、体重も 1 トン近くある非常に大きなウシで、大きな角をもつその姿は 1 万 5000 年前の洞窟画にも残っている。乱獲・狩猟の対象になり、1627 年には絶滅したとされている。
8. **contamination** : 「コンタミネーション (コンタミ)、実験汚染」
一般的には「汚染」と訳されるが、科学分野ではカタカナ語のまま用いられることが多い。周りの環境と実験環境とを分けているとき

に、一方の物質が、本来入ってはならないもう一方の中に異物として混入してしまうこと。ここでは古遺伝学の研究において、化石の中に現代の DNA が異物として入ってしまうことを指している。同じ段落の **contaminants** は、汚染物質のこと。

9. **evolutionary geneticist** : 「進化遺伝学者」
進化遺伝学とは、ある生物が環境に応じて適応している状態を、遺伝学的変異の発生機構を明らかにすることによって解明しようとする分野。
14. **permafrost** : 「永久凍土層」
連続した 2 年以上の間、温度が 0°C 以下になっている土壌や岩盤のこと。シベリアやアラスカ、南極大陸など、地球上の陸地の約 15% の面積に広がっている。日本では、富士山や北アルプスなどの山岳地域にみられる。地球温暖化によって永久凍土が溶けて、閉じ込められていたメタンガスなどが放出され、地球温暖化にさらに拍車をかけることが懸念されている。

Published online: 8 January 2007; | doi:10.1038/news070108-2

その化石を洗わないで!

Kerri Smith

<http://www.nature.com/news/2007/070108/full/070108-2.html>

博物館で通常行われている化石の洗浄作業で、DNA が洗い流されてしまうことがある。



1. 化石の洗浄やブラシがけ、コーティングはいずれも、多くの化石発掘者や博物館学芸員が皆一様に行う標準的な保存処理法であるが、これが古代 DNA 回収の可能性を大きく低下させている。
2. 本日 (2007 年 1 月 8 日) *Proceedings of the National Academy of Sciences* に掲載された論文では、むしろ化石発掘者は、発掘した化石の少なくとも一部に対しては手袋をはめて取り扱い、化石標本を発見したときのままの状態 (泥などもそのままにして) 冷凍保存すべきだとする結論が示されている。
3. これこそが良好な状態の DNA を抽出する可能性を高める最善策であることは、数多くの古生物学者が逸話的に知っているが、今回の研究で、ジャック・モノー研究所 (フランス、パリ) の Eva-Maria Geigl たちは、化石の保存処理がどれほど重要なものとなりうるかを明らかにした。この情報は、野外の現場で実際に化石発掘に携わる人々にもれなく知って理解してもらう必要がある、と Geigl たちはいう。
4. Geigl たちは、今から 3200 年前の、オーロックスという絶滅したウシ種 1 頭分の化石骨を調べた。これらの骨は、フランスの同じ場所で異なる時期に計 2 回に分けて発掘されたもので、一度目の標本は 1947 年に発掘されて博物館の収蔵品として保管され、二度目の標本は 2004 年に発掘されて -20°C の無菌状態で保管されていた。
5. 研究チームは、1947 年発掘の化石骨から DNA を抽出しようとしたが、ことごとく失敗に終わった。ところが、2004 年発掘の化石骨からはいずれも DNA が抽出できた。
6. これらの骨は、同じ期間、同じ状態で地中に埋もれていたもので、保存処理の方法に原因があるのは間違いない、と Geigl は話す。そして、「この (発掘時期の差にあたる) 57 年間に分解された DNA の量は、発掘まで埋もれていた 3200 年間で分解された DNA 量と同じくらいだった」という。

洗浄による浸透と流出

7. 多くの古生物学者は化石の形状だけに基づいて研究するので、彼らが行う化石の保存処理方法は DNA を保存することを想定していないのだ、と Geigl は説明する。
8. 最大の問題は、化石の洗浄方法だ。多くの場合、化石は発掘現場で大型水槽にひとまとめに入れて洗浄される。このため、洗浄用の水や現代の DNA といった汚染物質が多孔質の骨に浸透する。「これによって本物の (古代)

DNA が洗い流されてしまうだけでなく、汚染物質が入り込んでしまう」と Geigl はいう。

9. 古代 DNA の専門家の多くは、このことを既知っている、とマクマスター大学 (カナダ、オンタリオ) の進化遺伝学者である Hendrik Poinar はいう。しかしだからといって、実際に化石を発掘する人々の間に最善の処理法に関する情報が行きわたっているわけではない。
10. 古代 DNA の保存に留意して発掘・保存された化石を確保するには、実験系の遺伝学研究者と化石発掘者が密に連携する必要がある、とマックス・プランク進化人類学研究所 (ドイツ、ライプチヒ) の Svante Pääbo は語る。しかし、そうした連携は例外的にしかみられないのだという。
11. Pääbo の研究チームは、*Neanderthal DNA* の配列解読を続けており、この問題に絶えず直面している。「古人類やネアンデルタール人の遺骸化石を研究しようとすると、現代のヒト DNA による汚染という大きな問題がどうしても生じてくる」のだと彼はいう。
12. だからといって、博物館に収蔵されている化石標本すべてが DNA 抽出にまったく使えないわけではない、と Pääbo は指摘する。例えば、彼の研究室で最近 DNA 配列を解読したネアンデルタール人の化石は、従来の方法で保存処理された博物館収蔵標本だった。ただし Pääbo も、主要発掘品の化石標本を、念のため Geigl の提言に従って保存することを強く望んでいる。

温暖と湿潤

13. 実験系研究者と野外研究者が協力し合って化石を適切に保存すれば、これまで不可能と考えられていた発見への道が開けるかもしれない、と Geigl 自身は考えている。
14. 人類の文化は、温帯地方で大いに発達した。もともと DNA は温暖な環境では保存されず、また、化石を洗浄処理することで失われてしまうことがある。そのため、これまでの古代 DNA 研究のほとんどは、永久凍土層から発掘されたケナガマンモスなどの化石標本や、低温の洞穴で風雨から守られていたホラアナグマやネアンデルタール人の遺骸化石に関するものだった、と Geigl は話す。
15. 化石の保存方法を改善し、新鮮な化石を重視することで、より繊細な化石標本からの DNA 抽出が進むかもしれない、と Geigl はいう。そしてそれが、ヒトの進化過程の解明を進めることになるかもしれないのだ。