

News and Views

Nature **439**, 673 (9 February 2006) | doi: 10.1038/439673a

Evolution: Memories of mammoths

<http://www.nature.com/nature/journal/v439/n7077/full/439673a.html>

Henry Gee



1. If elephants never forget, the **memories** of mammoths need a little prompting. Nevertheless, inventive approaches to the **extraction** and **sequencing** of DNA from mammoths preserved in Siberian permafrost are allowing direct access to the deeper **memories** of elephant evolution.
2. There has been much debate about whether the woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) — that **archetype** of everything icy and Palaeolithic — was more closely related to the extant African or Asian elephant (*Loxodonta africanus* and *Elephas maximus*, respectively). Analysis of the complete **mitochondrial genome** of a mammoth by Hofreiter and colleagues (*Nature* **439**, 724–727; 2006) provides the answer: mammoths are more closely related to Asian elephants, **but only just**.
3. **Current wisdom** has it that the **lineages** leading to mammoths and both extant elephant species **diverged** about 6 million years ago in Africa. The new data suggest that the African lineage split first, followed around 440,000 years later by the separation between Asian elephants and mammoths.
4. Now that the **phylogenetic** relationships are slightly clearer, it would be interesting to discover how other extinct elephants **fit into the picture**. One thinks of elephants such as *Anancus* and *Palaeoloxodon* that **foraged** in **temperate** Europe during the **Pleistocene** — not to mention the mighty *Mammuthus trogontherii*, which at up to five metres tall was possibly the largest species of elephant ever, making the woolly mammoth look, if not **dwarfed**, then at least somewhat **petite**.
5. These questions may not be answered using ancient DNA, however. The permafrost environment seems to favour the preservation of ancient DNA in quantity, from mammoths as well as other species, as shown by Poinar and colleagues (*Science* **311**, 392–394; 2006). But the likelihood of finding sufficiently informative DNA from species living outside the Arctic is almost certainly very much less. Yet, given the advances in sequencing ancient DNA (and, more importantly, verifying it), who knows? Perhaps there are still more **mammoth memories** to retrieve.

Science key words

1. **extraction:** 抽出
採取されたサンプルから、目的の物質のみを取り出すこと。
1. **sequence:** 配列解読
遺伝情報を運ぶ、DNAの4つの塩基（アデニン(A)、グアニン(G)、チミン(T)、シトシン(C))の配列を決定すること。サンプルの保存が悪いとDNAが痛み、解読がむずかしくなる。
- 1,5. **DNA:** DNA、デオキシリボ核酸
細胞核内にあり遺伝情報を運ぶ、生体の基本設計図ともいえる物質。デオキシリボース(糖の一種)、リン酸と4つの塩基(上記参照)

2. **mitochondrial:** ミトコンドリアの mitochondria (ミトコンドリア、単数形 mitochondrion) の形容詞形。ミトコンドリアは細胞小器官の1つで、好気呼吸により細胞の原動力となるエネルギーを生み出す。進化の過程で、好気性独立細菌が原始真核細胞内に取り込まれ、共生を始めたのが起源と考えられている。核内のDNAとは別に独自のDNAをもち、自己増殖する。
2. **genome:** ゲノム
生物機能に欠かせない遺伝情報の1組。しばしばDNAの全塩基配列を意味する。

3. **lineage:** 系統
生物種・群の進化の経路。また、進化上類縁関係にある生物群。
4. **phylogenetic:** 系統発生の
系統発生 (phylogeny) の形容詞形。生物種・群が生まれるに至った進化の過程に関連すること。
4. **Pleistocene:** 更新世
地質年代の1つ。新生代第四紀のうち現在を含む完新世を除く、約160万～1万年前を指す。最新世、洪積世ともいう。氷期・間氷期が繰り返され、その終わりにはマンモスを含む、哺乳類の大絶滅があった。

Nature 439, 673 (9 February 2006) | doi: 10.1038/439673a

進化：マンモスの思い出

http://www.nature.com/nature/journal/v439/n7077/full/439673a.html

ヘンリー・ジー (Nature のシニアエディター)

- ゾウは記憶力がよいというが、マンモスのことを思い出すには少し手がかりが必要だ。ところが、シベリアの永久凍土層に眠るマンモスの骨から DNA を抽出し、配列を解読する独創的な方法がこのほど開発され、ゾウの進化のより詳しい過程を直接的に解明できるようになったのだ。
- 氷に閉ざされた旧石器時代の典型的な生き物とされるケナガマンモス (*Mammuthus primigenius*) が、現存するアフリカゾウ (*Loxodonta africanus*) とアジアゾウ (*Elephas maximus*) のどちらとより近縁なのかという点については、かなりの論争があったが、Hofreiter たちによるケナガマンモスの完全長ミトコンドリアゲノムの解析結果 (Nature 439, 724-727; 2006) が答えを出している。マンモスは、アジアゾウにより近い関係にあるというのだ。ただし、その差はほんのわずかだ。
- 現在の通説によれば、マンモスに至る系統と 2 種のゾウの現存種に至る系統が、今から約 600 万年前にアフリカで分岐したとされている。これに対して、今回発表された新データでは、アフリカゾウの系統が最初に分岐し、それから約 44 万年後にアジアゾウとマンモスの系統が分岐したことが示唆されている。
- これで系統発生的な類縁関係が少し明確になったので、ほかの絶滅種のゾウをどのように系統樹上で位置づけるかが興味深い問題となる。そこで思い浮かぶのが、更新世の温暖なヨーロッパで食物をあさっていたアナンカスやナウマンゾウ^{*}、そしていうまでもなくステップマンモスだ。このマンモスは体高が最大 5 メートルあり、おそらくゾウとしては最も大きく、その隣にケナガマンモスを並べれば、

ケナガマンモスが小型ゾウになるとまではいかなくとも、少なくともいくん小柄に見えることだろう。

- しかし、このような絶滅種に関する疑問には、古代 DNA を使っても答えられないかもしれない。永久凍土という環境では、マンモスやほかの生物種の古代 DNA が大量に保存されやすいようで、このことは Poinar たちの論文 (Science 311, 392-394; 2006) で明らかにされている。これに対して、北極圏以外で生息していた生物種については、有益な情報が得られるような DNA を十分に採取できる可能性がかなり低いのは確かだ。それでも古代 DNA の配列解読技術 (そして、さらに重要な検読技術) が進歩してきているので、もしかしたら今後、たくさんのマンモスの思い出が見つかるようになるのかもしれない。

※ ナウマンゾウは、ゾウ科パレオロキソドン属の 1 種である。本来、「パレオロキソドン」とすべきところ、この 1 種がよく知られていることから、便宜的に「ナウマンゾウ」とした。

Words and phrases

- memories:** 「記憶」、「思い出」という意味だが、微妙に意味を変えながら繰り返し使われている。比喩的に、マンモスを含むゾウの進化の過程を指している。最初と最後のパラグラフはこの「memories」に関連した、「forget (忘却、第 1 パラグラフ)」、「retrieve (想起、第 5 パラグラフ)」といった神経科学的な用語を使って組み立てられており、実に巧みな文章になっている。
- archetype:** 系統分類学では「原型」という意味もあるが、ここでは一般用語として用いられており、「典型」の意味。
- but only just:** このフレーズの直前にある部分の意味合いの程度を弱める機能がある。「かろうじて」、「ほんの少し」といった意味。
- current wisdom:** 「英知、知恵」という意味の「wisdom」を使ったしやれた表現で、科学記事では「現在の通説 (定説)」という意味になることが多い。
- diverge:** 「分岐する」、「枝分かれする」という意味で、生物種の系統が分かれること。
- fit into the picture:** picture にはは状況、全体像といった意味があり、「全体像にはめこむ」という意味になる。この場合の「picture」とは、進化系統樹あるいは進化の過程のこと。
- forage:** 「食糧をあさる」という意味で、動物の生態や進化に関する記事や論文で使われる。
- temperate:** 一般的意味の「温暖な、温和な」と、気候区分の「温帯の」の 2 つの意味が考えられるが、文脈上前者と解すべきだろう。
- dwarfed, petite:** いずれも「小さい」を意味する形容詞。「dwarfed」は、「小人」を意味する「dwarf」から派生した形容詞、「petite」はフランス語に由来する形容詞で、語源から考えると「dwarfed」のほうがより小さい。
- mammoth:** 文字通り「マンモスの」という意味と、そこから派生した「巨大な」という意味の両方が考えられるが、ここでは 1 語で 2 つの意味をにおわす、粋な掛詞としたい。

Topics

生物分類と進化

生物分類には大きいほうから順に界、門、綱、目、科、属、種という階層構造がある。学名は属名と種小名をちょうど姓名のように並べた二名法で、属名は頭文字のみ大文字で、種小名はすべて小文字で表記される。マンモスはゾウ科マンモス属 (*Mammuthus*) に属する種の総称だが、文中の *Anancus* や *Palaeoloxodon* も同様に、その属に属するすべての種を指していることがわかりいただけるだろう。

生物の分類は、古くは体の構造や外見などの形態によっていたが、最近ではより確実に進化の道筋を探る方法として、DNA 解析が行われるようになってきた。進化は DNA の変異が生物個体の適応度に反映されて起こるものなので、現存する別々の種の DNA を比べることで、近縁の程度や、共通の祖先から分岐した時期が推測できる。しかし、古生物学では化石などから DNA を採取するのはほぼ不可能なため、昔ながらの形態学に頼らざるをえない。マンモスのように絶滅種の DNA を直接分析できるのは、極めてまれなことなのだ。