

愛くるしいパンダは世界中の人気者です。今回、パンダの全ゲノムが解読され、パンダは本来肉食系なのに、肉のおいしさがわからないということがわかりました。お肉の味がわからないパンダは、私たちより人生の楽しみがちょっと少ないかもしれませんね。

NEWS nature news

語数：591 words 分野：生態・生物保全・遺伝・進化

Published online 13 December 2009 | Nature | doi:10.1038/news.2009.1141

http://www.nature.com/news/2009/091213/full/news.2009.1141.html



ISTOCKPHOTO

Genome reveals panda's carnivorous side

Bamboo-eater seemingly has no genes for cellulose-digesting enzymes.

Jane Qiu

1. The complete genetic sequence of the giant panda has revealed that the **iconic** Chinese bear has all the genes required to digest meat — but not its **staple** food, bamboo.
2. The international team sequenced a three-year-old female panda called Jingjing, who was also a mascot of the 2008 Beijing Olympics, and found that she lacks any recognizable genes for **cellulases** — enzymes that break down the plant material cellulose. "The panda's bamboo **diet** may be **dictated** by its **gut bacteria** rather than by its own **genetic composition**," says Wang Jun, deputy director of the Beijing Genomics Institute in Shenzhen, Guangdong province, who led the sequencing project.
3. The researchers also discovered that the *T1R1* gene, which encodes a key receptor for the **savoury** or 'umami' flavour of meat, has become an inactive '**pseudogene**' due to two mutations. "This may explain why the panda diet is primarily **herbivorous** even though it is **classified as** a carnivore," says Wang.
4. The research, published in *Nature*¹, shows that pandas have about 21,000 genes packed into 21 pairs of **chromosomes**, including one pair of **sex chromosomes**. Of all the mammals that have been sequenced, pandas are most similar to dogs — with 80% similarity — and are only 68% similar to humans.
5. But the bear's genome has undergone fewer genetic changes **over time** than those of dogs and humans, suggesting that it evolved more slowly. The panda is often regarded as a 'living fossil' because its **ancestors** are thought to have lived in China more than eight million years ago.
6. The study also shows pandas have a high degree of **genetic diversity** — about twice as much as humans. "This shows that the panda has a good chance of survival despite its small population size," says Wang.
7. "The study has laid the biological foundation to better understand pandas, and has the potential for improving conservation by controlling diseases and boosting reproduction of the species," says Jianguo Liu, a **conservation biologist** at Michigan State University in East Lansing, Michigan who was not involved in the study.
8. But critics stress that protecting the panda's increasingly fragmented and shrinking **habitat** is a more pressing issue in their conservation. China is thought to be home to around 1,600 wild pandas — though the actual number is hotly debated. Another 300 or so live **in captivity**.
9. Some conservationists, such as Fan Zhiyong, director of the conservation group WWF's China species programme, believe that the panda genome will have little **impact on** conservation efforts. "Protecting pandas in the wild remains the top priority, but their habitats are becoming smaller and smaller," says Fan. "If we don't have any wild pandas one day, what can we do with their genes?"
10. Although China has set up several panda sanctuaries since the 1960s, economic development often **takes precedence over** conservation. Consequently, pandas' habitats are often invaded by construction projects such as dams and highways. Tourism is also a big threat because pandas are **reclusive** creatures. For example, Jiuzhaigou, a panda sanctuary in Sichuan, is visited by millions of tourists every year. "You don't see any pandas there anymore," says Fan. "This is hardly surprising."
11. There is "no doubt" that information from the genome and habitat protection are both crucial for conservation efforts, says Wang. The panda genome, the first **in a string of** sequencing efforts by the Shenzhen institute, will be a test of how such genetic information can **help in** the conservation of endangered species, he adds. The team has got a draft genome map of the polar bear, and has started sequencing the genome of the **Tibetan antelope**.

Reference

1. Li, R. et al. *Nature* **463**, 311-317 (2009).

TOPICS

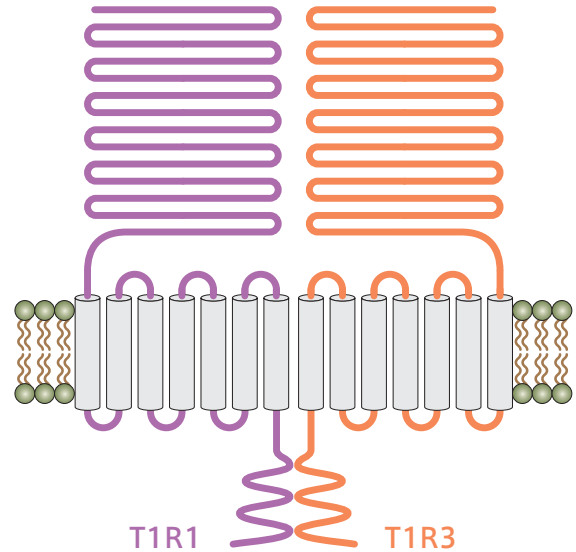
うま味とうま味受容体

味覚の基本は、甘味・苦味・酸味・塩味・うま味である。現在、味を感じる受容体として、7回膜貫通型のGタンパク質*共役型受容体T1RとT2Rファミリーが同定されており、甘味はT1R2/T1R3ヘテロ二量体、苦味はT2Rファミリーが感知する。

うま味の物質は、グルタミン酸ナトリウム、アスパラギン酸などのアミノ酸系と、イノシン酸、グアニル酸などの核酸系が挙げられる。うま味の受容体は、甘味と共通のT1R3とT1R1のヘテロ二量体と考えられている(右図参照)。しかしながら、種によって応答に差があり、げっ歯類のT1R1/T1R3は20種類のアミノ酸すべてに応答するが、ヒトのT1R1/T1R3はグルタミン酸ナトリウムとアスパラギン酸に非常に強く応答する。そしていずれのT1R1/T1R3も、イノシン酸やグアニル酸などの核酸系うま味によって、アミノ酸系うま味に対する応答が強く増強される。

肉がおいしく感じられるのは、肉に含まれるアミノ酸にうま味受容体のT1R1/T1R3が応答するためである。今回パンダのゲノム解析では、この二量体の一方のT1R1をコードする遺伝子が機能をもたないことがわかり、アミノ酸のうま味を感じできないと推測された。

*Gタンパク質：グアニンヌクレオチド結合タンパク質。細胞外からの情報を細胞内に伝える機構で役割を果たす。



SCIENCE KEY WORDS

リード **cellulose-digesting enzyme(s): セルロース分解酵素**

セルロースを分解する酵素セルラーゼ(下記参照)のこと。セルロースは、植物細胞の細胞壁の主成分である多糖。分子式(C₆H₁₀O₅)_nで表される。化学的には、β-グルコースが1,4-グリコシド結合して重合したものだ。

2. **cellulose(s): セルラーゼ**

セルロースの1,4-グリコシド結合を加水分解して、グルコースにする酵素。主として細菌や植物で産生され、動物はごく一部を除き産生できない。このため、ウシやウマなどの草食動物は腸内にセルラーゼ産生細菌を共生させることにより、植物を分解して栄養を得ている。

2. **gut bacteria: 腸内細菌**

動物の腸内に共生している細菌。セルラーゼを産生するなどして、宿主の食物の消化を助けたり、外部からの細菌の増殖を抑制したりしている(詳細は、2009年10月号「英語でnature」のTOPICS参照)。

2. **genetic composition: 遺伝的組成**

ゲノムにどんな遺伝子があるのかということ。

3. **pseudogene: 偽遺伝子**

生体内で機能をもつ遺伝子と塩基配列に高度な相同性があるにもかかわらず、機能をもたないDNA領域。かつては機能をもつ遺伝子産物をコードしていたものが、突然変異を起こしたりして、機能を失ったと考えられる。元の正常な遺伝子が残っている場合が多いが、今回のように単独で偽遺伝子になったものもある。

4. **chromosome(s): 染色体**

真核生物でみられる、遺伝情報をもつ長いDNAがコンパクトに折りた

たまれた構造。生物によって本数が決まっている。

4. **sex chromosome(s): 性染色体**

性決定に関与する染色体。雌雄によって異なる形や数を示す。雄が異型・雌が同型(大部分の哺乳類)のXY・XX型、雄が同型・雌が異型(鳥類)のZZ・ZW型のほか、YあるいはWがないと雄や雌になるものもある。

6. **genetic diversity: 遺伝的多様性**

生物の種内および種間で、どのくらい異なる塩基配列の遺伝子が存在するのかということ。種内および種間での相同遺伝子の違いを量的に測定。こうした多様性は、塩基置換や欠失、重複、組み換えなどに起因する。遺伝的多様性が高いということは、種としてさまざまな種類の遺伝子をもつことを意味し、すなわち、環境変化等に適応して生き残る確率が高いということになる。

7. **conservation biologist: 保全生物学者**

保全生物学とは、生物の多様性や生態系の維持を目的とした新しい学問領域。例えば、どのくらいの森林があれば多様な生態系を維持できるのか、どのくらいの個体数があれば絶滅を防げるのか、あるいは、ヒトの活動が自然に及ぼす影響からどのようにして生態系を守っていくかを研究する。

11. **Tibetan antelope: チルー、別名チベットレイヨウ、チベットカモシカ。**
チベット地方やインドのラダック地方北部の3700~5500m以上の高地に生息するウシ科の動物。雄には70cmにもなる角がある。背高は約70~90cm、頭胴長120~140cm、体重は30~50kg。雌は雄よりひとまわり小さい。

WORDS AND PHRASES

タイトル **carnivorous: 「肉食性の」**

3. のcarnivoreは「肉食動物」。“-vorous”は、「～を餌とする」、「～を習慣的に食べる」という意味の接尾辞。

1. **iconic: 「象徴的な」、「代表的な」**

“iconic Chinese bear”は、「ジャイアントパンダ」の言い換え。5. の“bear”もパンダのこと。

1. **staple: 「主要な」、「基本的な」**

“staple food”で「主食」

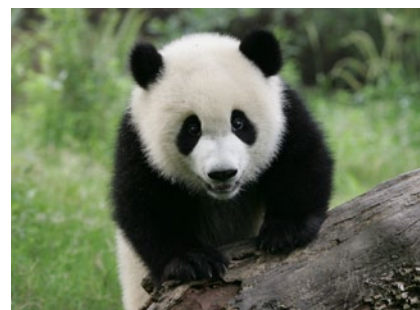
2. **diet: 「食餌」**2. **be dictated by ~: 「～によって決まる」、「～によって決定づけられる」**3. **savoury: 「おいしい味」、「うま味」**3. **herbivorous: 「草食性の」**3. **be classified as ~: 「～に分類される」**5. **over time: 「時の経過とともに」**5. **ancestor(s): 「祖先種」**8. **habitat: 「生息地」**8. **in captivity: 「飼育下で」、「飼育されている」**9. **impact on ~: 「～に影響を与える」**10. **take(s) precedence over ~: 「～に優先する」**10. **reclusive: 「孤立して生活する」**11. **in a string of ~: 「一連の〜」**11. **help in ~: 「～に役立つ」**

参考訳

ゲノムが明かすパンダの肉食動物としての顔

竹を主食とするパンダは、セルロース分解酵素の遺伝子をもっていないらしい。

ジェーン・チュー



ゲノム配列が解読された3歳の雌のパンダ「晶晶（ジンジン）」

1. ジャイアントパンダのゲノム塩基配列が完全解読され、中国を象徴するこのクマ科の動物が、肉を消化するのに必要な遺伝子はすべてもっているのに、主食である竹を消化するのに必要な遺伝子をもっていないことが明らかになった。
2. 国際的な研究チームが、2008年北京オリンピックのマスコットでもあった3歳の雌のパンダ「晶晶（ジンジン）」のゲノム塩基配列を解読したところ、植物質のセルロースを分解する酵素セルラーゼの遺伝子とみられるものがないことがわかった。今回の塩基配列解読プロジェクトのリーダーである北京ゲノム研究所深圳（中国広東省深圳）のWang Jun 副所長は、「パンダの主食を竹に決めたのは、パンダ自身の遺伝的組成ではなく、その腸内細菌だったのかもしれない」という。
3. Wang たちはまた、肉のうま味の重要な受容体をコードするTIR1 遺伝子が2つの変異によって不活性な「偽遺伝子」になっていることも発見した。「パンダが肉食動物に分類されているのに植物を主食としている理由はこれなのかもしれません」とWang は話す。
4. *Nature*¹ で発表された研究成果によると、パンダの21対の染色体（そのうちの1対は性染色体）には、約2万1000個の遺伝子が詰め込まれているという。その塩基配列は、これまでに塩基配列が解読された哺乳類の中ではイヌに最もよく似ていて、類似度は80%である。ちなみに、ヒトとの類似度は68%にとどまっている。
5. また、年月の経過とともにパンダのゲノムに生じた遺伝的変化はイヌやヒトほど多くなく、パンダの進化速度がイヌやヒトより遅いことを示唆している。パンダは、その祖先種が800万年以上も前から中国で生息していたと考えられているため、しばしば「生きた化石」とよばれている。
6. 今回の研究からは、パンダの遺伝的多様性がヒトの約2倍という高さであることも明らかになっている。「このことは、パンダの個体群が小さくても生き残れる可能性が高いことを示しています」とWang は話す。
7. ミシガン州立大学（米国ミシガン州イーストラッシング）の保全生物学者 Jianguo Liu は、今回の研究には関与していないが、「この研究は、パンダをより深く理解するための生物学的基盤となるだけでなく、パンダの疾病を防除し、繁殖を促すことにより、その保全の強化に役立つ可能性があります」と話す。
8. その一方で、パンダの保全のためには、（ゲノムを解析することよりも、）ますます断片化し、縮小していく生息地を保護することのほうが切迫した課題であるとする批判もある。中国には現在1600頭前後の野生のパンダが生息していると考えられているが、実際の生息数については激しい論争がある。そのほかに、約300頭のパンダが飼育されている。
9. 自然環境保護団体である世界自然保護基金（WWF）の中国生物種プログラムのFan Zhiyong ディレクターをはじめとする一部の保全活動家は、パンダのゲノムが保全活動に与える影響はほとんどないと考えている。「野生のパンダの保護が最優先課題であることに変わりはないのに、その生息地は縮小の一途をたどっています。野生のパンダがいなくなってしまうときに、その遺伝子で何ができるというのでしょうか?」とFan はいう。
10. 中国では1960年代から複数のパンダ保護区が設定されてきたが、生物保全よりも経済発展が優先されることが少なくなかった。その結果、パンダの生息地はしばしばダムや高速道路などの建設プロジェクトに侵食されている。野生のパンダは人目を避けて生活するため、観光も大きな脅威となる。例えば、パンダ保護区の1つである九寨沟（四川省）には毎年数百万人の観光客が訪れるが、「ここでパンダを見ることはできなくなりました」とFan は話す。「当然のことです」。
11. パンダの保全活動にとって、ゲノムから得られる情報と生息地の保護のどちらが欠けてもいけないことは「疑う余地はありません」とWang は話す。彼はまた、パンダのゲノムは、北京ゲノム研究所深圳の一連の塩基配列決定プロジェクトの最初の成果であり、こうした情報が絶滅危惧種の保全にどのように役立つのかという試金石になるだろうと付言する。Wang の研究チームは、ホッキョクグマのゲノムの概要配列を完成させており、チルー（チベットレイヨウ）のゲノム塩基配列の解読にも着手している。（菊川要 訳）