暑かった夏も過ぎ行き、いよいよ食欲の秋が到来しました。最近では、食事に合わせてワインやシャンパンを日常的に楽しむ人も多いようです。

そこで今回は、赤ワインなどの原料として知られるピノ・ノワール種のゲノムの塩基配列が解読された記事を読んで、まずは勉強にいそしんでみましょう。

NEWS news@nature.com

語数：623 words 分野：遺伝・進化・植物

Published online: 26 August 2007 | doi:10.1038/news070820-13

Grape genome unpicked

Vintage sequence could lead to improved pest resistance and new wine flavours.

<http://www.nature.com/news/2007/070820/full/070820-13.html>

Michael Hopkin

1. A French-led team of geneticists has **cemented** the country's reputation as the world's wine capital — by compiling the complete **genetic code** of a Pinot Noir grape. Perhaps unsurprisingly, they have discovered that the species has **a large repertoire** of genes that produce compounds known to give complex flavours to fruit.
2. Among the almost half-billion **DNA 'letters'** pieced together by the researchers are a host of genes that encode **terpenes** and **tannins** — which any **wine buff** will tell you are essential for a fine vintage.
3. The finished sequence is the work of a consortium of French and Italian researchers led by Patrick Wincker, a geneticist based at Genoscope — the French national genetic-sequencing facility in Evry. Full analysis of the more than 30,000 genes contained within the sequence could aid breeding **strains** with novel flavours or better pest resistance.
4. It is the first genome of any fruit crop to be sequenced, and only the fourth **flowering plant**. It also gives evolutionary geneticists a valuable insight into the crucial evolutionary event that divided flowering plants into the two main groups we see today.
5. **Full of flavour**
Wine-producing grapes (*Vitis vinifera*) show lots of **genetic variation**. So the researchers chose Pinot Noir grapes, which **lend** their flavour **to** both Burgundy and Champagne wines, and subjected the grapevines to several generations of **inbreeding** to get a strain (called PN 40024) with a less variable sequence.
6. They then chopped its DNA into millions of fragments, sequenced these, and **spliced** the code back together using a computer programme to create the full genome. The sequence is published online by *Nature*¹.
7. The finished sequence shows a huge expanse of terpene and tannin genes compared with other plant genomes studied so far, says team member Jean Weissenbach, who is based at Genoscope. The strain studied contains 70-80 terpene genes alone, he says. Studying these could lead to new styles to **tickle the palate**, Weissenbach suggests. "We may be able to find combinations of terpene genes which could provide new flavours," he says.
8. But genetically **tweaking** the taste of wine won't be **straightforward**, since flavour also depends upon the conditions under which the grapes are grown and the wine is produced. And there is a lot of genetic variation that the team doesn't yet know about. "There are probably a different number of [flavour] genes from vine to vine; more or less flavour genes may be expressed at a given time; there may be seasonal differences," says Weissenbach.
9. Helping farmers to beat pests could be more straightforward. Many grape varieties fall victim to pests such as **mildew**, and spotting the genes grapes use to defend themselves could help in breeding varieties more resistant to attack.
10. **Grain and grape**
In evolutionary **terms**, the grape genome also shows the **tell-tale** signs of a crucial event, roughly 250 million years ago, that divided the flowering plants into their two main groups — **dicotyledons**, such as trees, fruit and vegetables; and **monocotyledons**, which include grass-like crops such as wheat and rice, as well as flowers such as orchids.
11. **Drinking lore** warns against 'mixing the grain and the grape'. But comparing the grapevine sequence with that of rice reveals that grapes show the **hallmarks** of

a **wholesale triplication** of the entire genome, which dicotyledons underwent but monocotyledons did not. The pattern is consistent with the organization of the two other dicotyledons genomes so far sequenced, the **poplar tree** and the genetic model plant *Arabidopsis*.

12. But while evolutionary geneticists **ponder** this, and wine-producers **contemplate the prospect of** new flavours, the insights provided by genetics can't replace the knowledge gained through centuries of tradition, Weissenbach points out. "We may create an increase in variety in terms of flavours, but in terms of quality that might be a different story," he says.

References

1. French-Italian Public Consortium for Grapevine Genome Characterization. *Nature* advance online publication, doi:10.1038/nature06148 (2007).

Topics 「ゲノム・プロジェクト」とは？

細菌からヒトまで、さまざまな生物の全遺伝子の塩基配列を解読しようとするプロジェクト。これまでに、大腸菌、酵母菌、イネ、シロイヌナズナ、マウス、ヒトなど、多くの種の全遺伝子が解読されており、現在進行中のプロジェクトも数多い。

ゲノム・プロジェクトにより、新薬を開発したり、進化の過程を解明したり、病虫害に強い農作物を品種改良したりすることが可能になる。例えば、ある病気の原因遺伝子が同定されれば、その機能を制御する薬品を開発することで、より効果的な治療ができるようになる。

Science key words

リード **sequence** : 塩基配列

「配列」「順番」「連続」の意味であるが、ここではDNAの塩基配列を意味する。生物学では、タンパク質のアミノ酸配列や糖鎖の配列にも用いられる。

1. **genetic code** : 遺伝子コード (遺伝暗号)

タンパク質のアミノ酸配列に対する遺伝情報を担う暗号。DNAの塩基配列によって示される。

2. **DNA 'letters'** : DNA 「文字」

DNAの塩基配列を記述するときに、4種類の塩基 (Adenine, Cytosine, Guanine, Thymine) の頭文字 (A, C, G, T) を用いるところから、ここではこのように表現している。

2. **terpene(s)** : テルペン

複数のイソプレン ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$) が結合してできた天然有機化合物の総称。イソプレノイドともよばれる。植物、菌類、昆虫などに存在し、ホルモンなどとして生理活性を有するものも多い。

2. **tannin(s)** : タンニン

$\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_9$ 。赤ワインやお茶、柿などに含まれている、渋みや苦味の植物由来成分。タンニンは、赤ワインの風味に影響を与えるだけでなく、酸化を防止する役割をもつ。

4. **flowering plant** : 顕花植物

花を咲かせ、種子をつける植物の総称。厳密な花の区別があいまいで、現在では種子植物 (seed-plant) とよばれることが多いため、参考訳では文脈によって種子植物あるいは被子植物としている。

5. **genetic variation** : 遺伝的多様性

個体群内にさまざまな遺伝子が存在すること。genetic diversityともいう。遺伝的多様性が保たれていると、環境の激変などに耐えて種としての絶滅を免れたり、進化を促進したりする可能性があるといわれている。

Words and phrases

タイトル **unpicked** : 「解読された」

unpick(ed) には、「縫い目をほどく」や「(花や果実が) 摘みとられていない」という意味がある。

リード **vintage** : 「ビンテージワイン」「当たり年のワイン」という意味があるが、ここでは「ワイン用ブドウ」の意味。

リード **pest resistance** : 「病虫害抵抗性」

1. **cemented** : 「強固にした」

動詞cementは、もともとは「セメントでつなぐ」という意味。

1. **a large repertoire of...** : 「～の大レパートリー」

2. **wine buff** : 「ワイン愛好家」

buffは主に北米の口語表現で、「ファン」「マニア」「専門家」の意味。もともとは火事や消防士のマニアのことを意味していた。20世紀初頭のニューヨーク市ボランティア消防士の制服の色 (buff; くすんだ淡黄色) に由来している。

3. **strains** : 「系統」「菌株」「品種」

5. **lend A to B** : (AをBに) 「与える」「添える」「加える」

6. **spliced** : 「つなぎ合わせた」

7. **tickle the palate** : 「味覚を楽しませる」

8. **tweaking** : 「微調整する」

8. **straightforward** : 「単純明快で、問題がないこと」「一筋縄」

10. **In ... terms** : 「～に関して」「～の点から見ると」「～についていえば」

10. **tell-tale** : 「(証拠として) 物語っている」

11. **drinking lore** : 「酒飲みの教え」

11. **hallmarks** : 「顕著な特徴」

もともとは、金銀の品質を証明する公的な刻印のこと。

11. **wholesale** : 「大規模な」「大量の」

12. **ponder** : 「熟考する」「じっくり考える」

12. **contemplate** : ponderと同じ意味で用いられる場合もあるが、「予期する」「もくろむ」といった意味の場合もある。

12. **the prospect of ...** : (～の) 「見込み」「見通し」「可能性」

5. **inbreeding** : 同系交配

同じ系統に属する個体間での交配。品種改良の際、同系交配を繰り返すことで、必要な遺伝子の発現を安定化することができる。反面、劣勢の有害遺伝子の発現が表面に現れることも多い。

9. **mildew** : うどんこ病

ウドンコカビ科の純活物寄生菌による植物病害の総称。葉などがうどん粉をまぶしたように白くなり、徐々にその範囲が広がっていく。その結果、光合成が正常にできなくなったり、葉から栄養を吸収されたりするため、成長不良が起きて枯れてしまうこともある。

10. **dicotyledons** : 双子葉植物

被子植物のうち、2枚の子葉をもつ植物のこと。網状になった葉脈や、維管束が環状に並んでいることなどが特徴として挙げられる。

10. **monocotyledons** : 単子葉植物

被子植物のうち、1枚の子葉をもつ植物のこと。主に草本にみられる。根がひげ根ばかりであり、葉脈が平行脈であることなどの特徴をもつ。

11. **triplication** : DNAの三重複

一般的には「3倍」「三重」の意味であるが、ここでは、同じ塩基配列をもつDNA断片がゲノム上に3つ存在するようになった状態をいう。

11. **poplar tree** : ポプラ (の木)

ヤナギ科ヤナギ属 (*Populus*) の樹木の一般的な呼称。2006年9月に、ポプラの一種、ハコヤナギ (*Populus trichocarpa*) の全ゲノム配列解読が、樹木としては初めて終了した。

11. **Arabidopsis** : シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*)

アブラナ科シロイヌナズナ属の雑草。2000年12月に、植物としては初めて全ゲノム配列解読が終了した。ゲノムサイズは1.3億塩基対、遺伝子数は約2万6000個で、被子植物では最小の部類に入る。分子生物学実験に適しているため、モデル生物として広く利用されている。

Published online: 26 August 2007 | doi:10.1038/news070820-13

ブドウのゲノムが解読された

ワイン用ブドウのゲノムの塩基配列解読は、病虫害抵抗性の改善や新たな風味をもつワインの開発につながるかもしれない。

<http://www.nature.com/news/2007/070820/full/070820-13.html>

マイケル・ホプキン

1. フランス主導の遺伝学者チームが、ピノ・ノワール種のブドウの全遺伝コードをまとめあげ、世界のワインの中心地としてのフランスの名声を確固たるものとした。当然のことかもしれないが、このブドウからは、果実に複雑な風味をもたらすことが知られている物質を作り出す遺伝子が多数見つかった。
2. 研究チームによってつなぎ合わされた約5億のDNA「文字」(すなわち塩基)の中には、テルペンとタンニンをコードする多数の遺伝子が含まれている。テルペンとタンニンが上質のビンテージワインにとって必須なことは、ワイン愛好家ならば誰でも教えてくれるだろう。
3. この塩基配列の解読完了は、ジェノスコープ(フランスのエブリーにある国立の塩基配列解読センター)に所属するPatrick Winckerをリーダーとする、フランスとイタリアの研究者による共同研究の成果である。この塩基配列に含まれる3万個以上の遺伝子が十分に解析されれば、新たな風味や高い病虫害抵抗性をもつ品種の育種に役立つかもしれない。
4. ブドウは、ゲノム配列が解読された初めての果樹作物で、種子植物としても、まだ4番目である。また、進化遺伝学者に対しては、種子植物が、今日みられる2つの主要な分類群に分岐した進化上の重大な出来事に関する貴重な知見をもたらしてくれる。

風味の豊かさ

5. ワインの原料となるブドウ (*Vitis vinifera*) は遺伝的多様性が著しく高い。そこで研究チームは、ブルゴーニュ・ワインやシャンパンに風味を加えるピノ・ノワール種のブドウを選び、同系交配を数世代繰り返して、配列多様性の少ない系統(PN 40024)を作り出した。
6. 次に、このPN 40024のDNAを数百万の断片にして配列解読してから、コンピュータープログラムを使って遺伝コードを元どおりにつなぎ合わせて、ゲノム全体の配列データを構築した。この配列データは、*Nature* 誌オンライン版で発表された¹。
7. 解読が完了した塩基配列からは、既にゲノム配列が解読されたほかの植物と比べて、大量のテルペンとタンニンの遺伝子が見つかった、と研究チームのメンバーであるジェノスコープのJean Weissenbachは語る。彼によれば、PN 40024にはテルペン遺伝子だけで70~80個あり、これらを研究することで、

味覚を楽しませる新しいスタイルにつながる可能性があるという。「新しい風味を作り出すテルペン遺伝子の組み合わせを見つけられるかもしれません」とWeissenbachは話す。

8. ただし、ワインの味を遺伝技術で微調整するのは一筋縄ではない。風味は、ブドウの栽培条件やワインの製造条件によっても左右されるからである。おまけに、ブドウの遺伝的多様性については、今回の配列解読では明らかになっていないことが多い。「おそらくブドウの木によって[風味] 遺伝子の数は異なっているでしょうし、発現する風味遺伝子の数は時期によって増減する可能性があります。季節差もあるかもしれません」とWeissenbachはいう。
9. それよりは、ブドウを病虫害に強くして栽培農家を助けるほうが簡単そうである。数多くのブドウの品種が、うどんこ病などの病虫害に見舞われているため、ブドウが病虫害から身を守るために使っている遺伝子を発見すれば、病虫害に強い品種の育種に役立つかもしれない。

穀物とブドウ

10. 進化という面からみると、ブドウのゲノムには、被子植物の2つの主要な分類群(双子葉植物と単子葉植物)への分岐という、今から約2億5000万年前の重大な出来事の痕跡が残っている。双子葉植物には、樹木、果物、野菜が含まれ、単子葉植物には、コムギ、イネなど草のような作物やランなどの花類が含まれる。
11. 「穀物酒とワインのチャンポン」はするな、という酒飲みの教えがあるが、今回は、イネとブドウの(「チャンポン」ならぬ)ゲノム比較解析が行われた。その結果、ブドウにはゲノム全体にわたって大規模なDNAの三重複の存在という顕著な特徴があることが判明した。双子葉植物は三重複を被ったが、単子葉植物は被っていない。このようなブドウゲノムのパターンは、これまでに塩基配列が解読された2種の双子葉植物(ポプラと遺伝学モデル植物のシロイヌナズナ)のゲノム構成とも整合性がある。
12. 進化遺伝学者はこの点を熟考し、ワイン醸造メーカーは新たな風味の可能性を検討しているが、遺伝学研究で得られる知見は、数世紀にもわたる伝統によって培われた知識に取って代わることはできない、とWeissenbachは指摘し、「風味の種類は増やせそうですが、質となると、話は別かもしれません」と語った。