

イネの収量増加につながる小さな分子

はじめに

イネは、種子部分が食用となります。種子が得られるためには、植物体が順調に育った上で、花芽形成、受精、結実と種子の成熟の過程を経なければなりません。



イネの収量増加につながる遺伝子探し

いろいろな要因が関わっていれば、当然関連する遺伝子は複数あると考えられます。イネは全ゲノムの塩基配列が明らかになり、染色体地図も作られています。その地図のどこにどんな遺伝子があるかは、まだ全てはわかっていません。

収量増加に関わる遺伝子に関しては、いくつかの領域が重要であることが報告されています。そしてその領域の1つに、当時いろいろな現象に関わることで注目されていた「成長促進因子」の1つGRF4遺伝子があることが示されました。

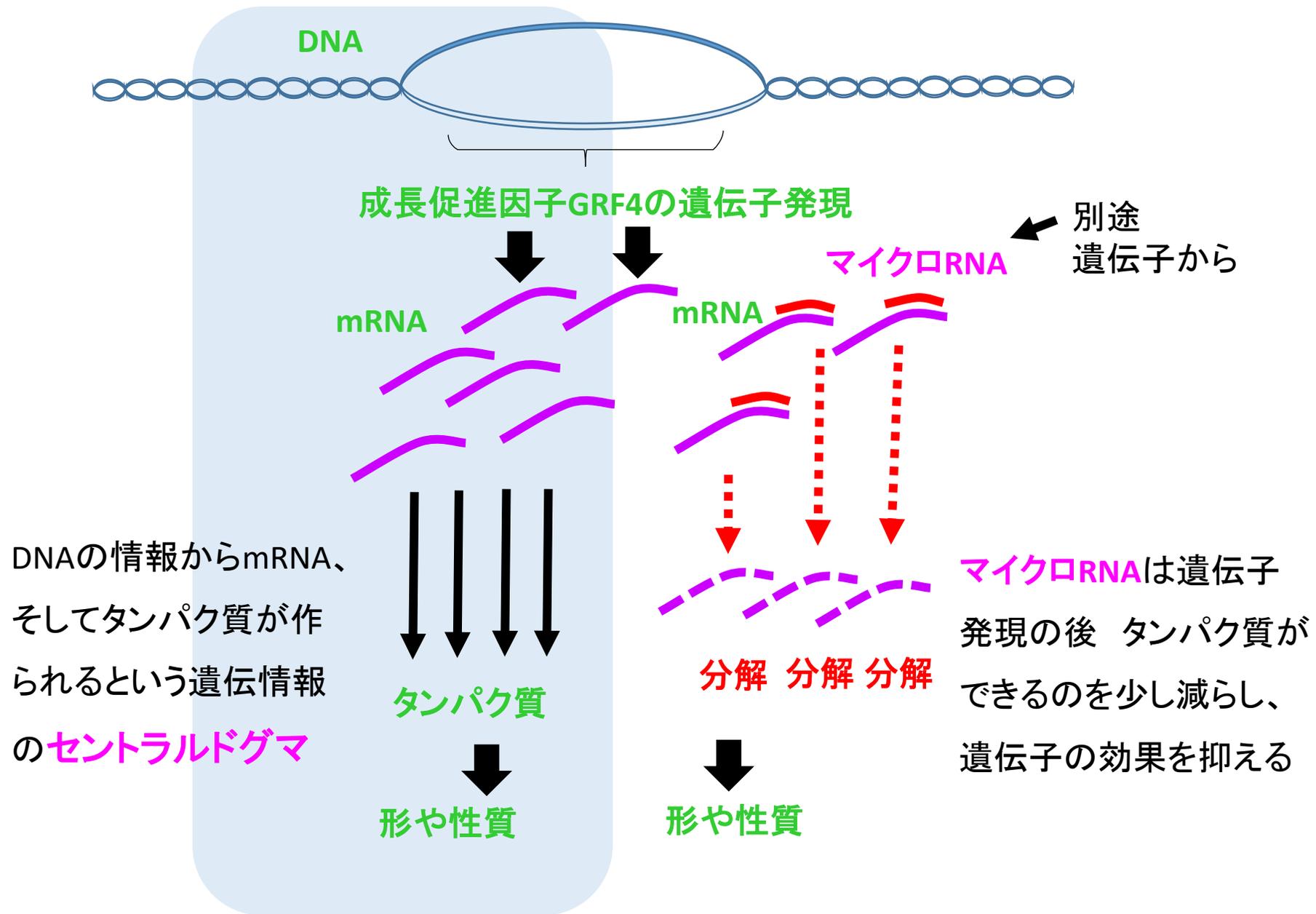
変異した成長促進因子の効果

この成長促進因子GRF4の遺伝情報は、4,000個の塩基配列です。そして、この塩基配列中の特別な部分の2つの塩基、TC(チアミン、シトシン)をAA(アデニン、アデニン)に変えるだけで、お米が大きくなり、収量増加をもたらすことがわかりました(Duan et. al., Nature Plants 2 15203, 2015)。

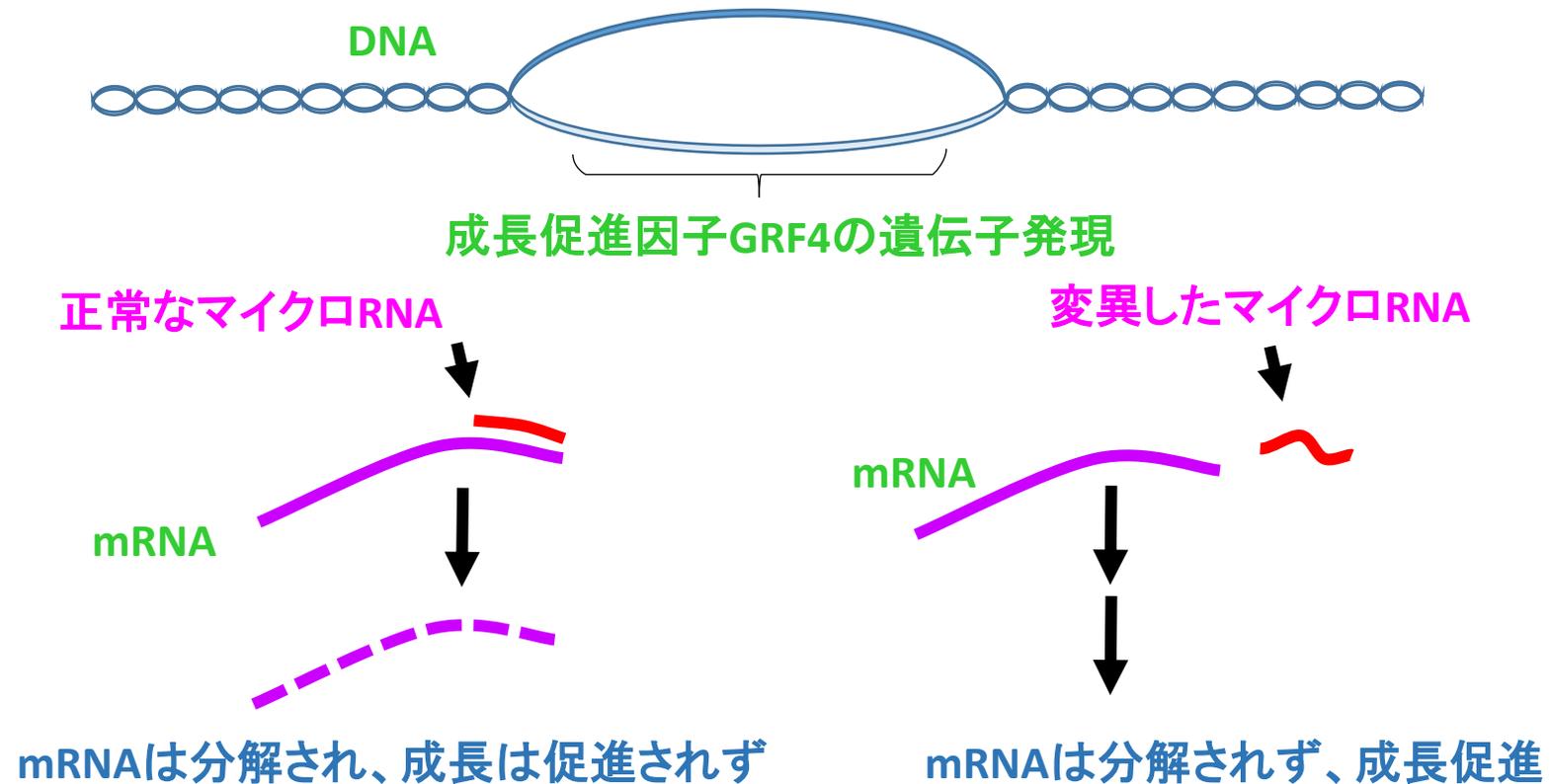
調査の結果、その2つの塩基が変わるとある小さな分子の働きを止めることがわかりました。その小さな分子の働きが、今回の注目点です。

仲介役の微調整

その小さな分子は、塩基がほんの20個ほど連なった短い二本鎖のRNAからできています。小さいことから、**マイクロRNA**と呼ばれます。そのマイクロRNAは、成長促進因子GRF4の遺伝子が発現する際に仲介役として作られるmRNAの一部とよく似た塩基配列をもっています。その**似た部分を目印にして1対1で成長促進因子のmRNAに結合し、酵素を働かせて分解し、成長促進因子を減らしてしま**います。



しかし前述のようにその小さな分子に似た部分の塩基配列の中の2つが変異し目印の機能が果たせなくなると、分解を免れ、成長促進因子が十分作られてお米が大きくなります。



RNAサイレンシング

つまりマイクロRNAは、特定の遺伝子が発現してできるmRNAを一部分解し、遺伝子産物であるタンパク質を減らすという、**ファインチューニング的な抑制システム**を担っているのです。

そしてマイクロRNAは他の遺伝子同様、遺伝情報として元々その生物に組み込まれています。そのことは、**マイクロRNAは正式な調節システムである**ことを示しています(科学技術動向 2011年7, 8月号 p24-33)。

実は植物では、内在する遺伝子と似た配列の外来遺伝子を導入すると、外来遺伝子のRNAが内在する遺伝子のmRNAの働きを抑えてしまうことが1990年に知られていました(総説 植物科学最前線8:48 2017)。この現象は、**RNAサイレンシング**と呼ばれます。

しかし1998年まず線虫で、そしてその後**ウイルスから動植物に至る全ての生物で、重要な遺伝子に関してはこのRNAサイレンシングによる発現抑制という微調整が行われることがわかりました。**

抽出技術の発達

当初RNA抽出といえば、遺伝子が発現する際に作られる仲介役 **mRNA** が中心でした。mRNAには、多数のアデニン塩基がしっぽのようにつながっています。そのしっぽと結合する成分を詰めた濾過装置(カラム)で、mRNAを効率良く集める(精製)することも行われていました。**しっぽもなく短いRNAはその精製を素通りし、操作で生じる残渣として捨てられていたのです。**

残渣にあったということも衝撃的ですが、遺伝子発現の後分解される微調整のしくみがあるということも、衝撃的でした。**マイクロRNAの発見は、遺伝子発現におけるセントラルドグマの考え方が覆るほどのインパクトを放ちました。**

マイクロRNAの方を制御する

2022年の総説には、**11種類のマイクロRNAファミリー**が紹介されています (Frontiers in Plant Science DOI 10.3389/fpls.2022.965745)。

前述の成長促進因子GRF4に対して働くマイクロRNAは、**miR396ファミリー**です。その**miR396ファミリー**は成長促進因子**GRF6**にも働き、**miR396の変異により穂の数が増えることがわかりました。**

今後

植物は、最適な環境ではエネルギーを成長につぎ込むことができますが、ストレス下ではストレスに耐えるためにエネルギーを使わなければなりません。マイクロRNAによる発現後の抑制は、そのような成長とストレス耐性のバランスをとるためと考えられています。

このバランスをとりながらも成長を促すようなマイクロRNAの活用例も報告され、育種への応用が期待されています。

