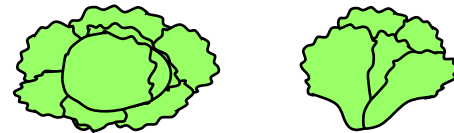


レタスの形を決める遺伝子

はじめに

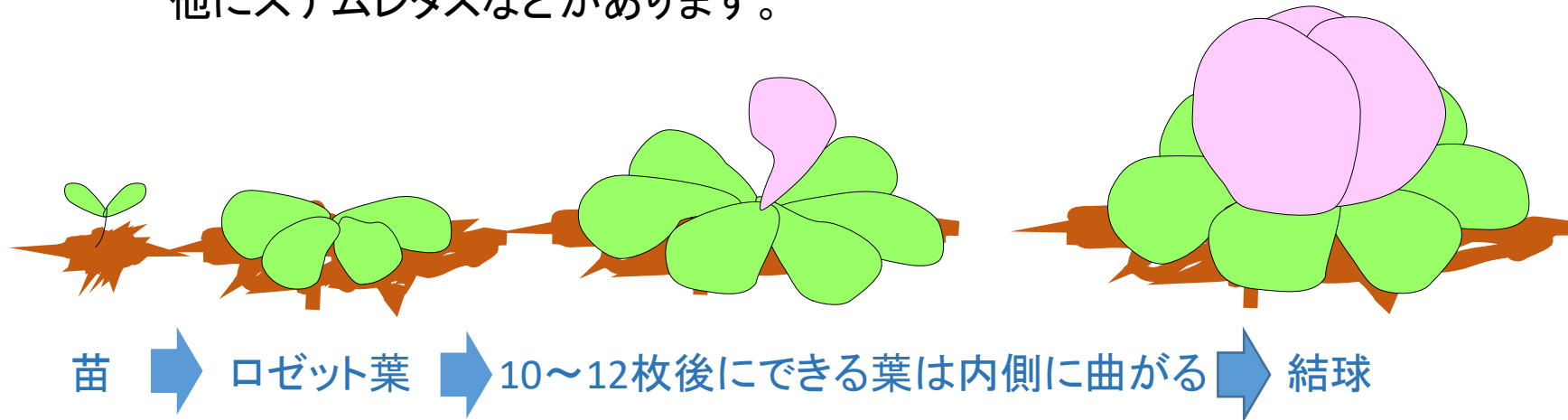
最近ハクサイに関して、中国で大がかりな遺伝資源収集や交配後代の調査が行われました(植物バイオ133、2021年11月)。

同様のアプローチで、レタスの結球に関する遺伝子の手がかりが得られました(C. Yuら、PNAS vol.117 no.52 pp33668-33678、2020)。



レタスの結球

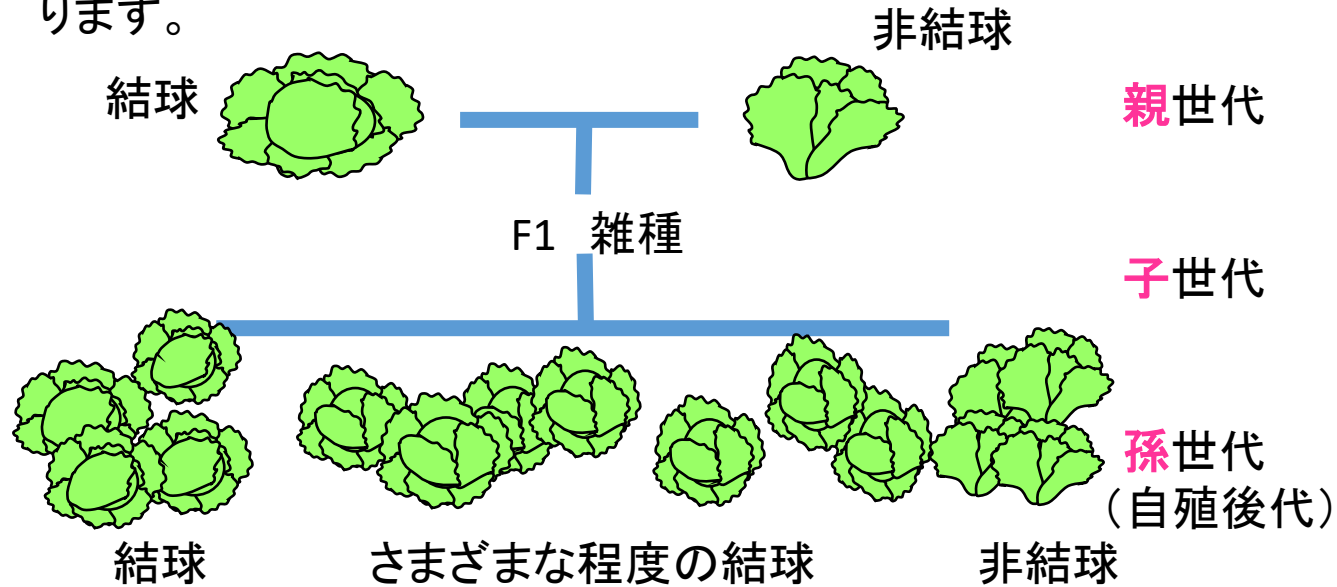
結球するレタスには、パリパリした食感のクリस्पヘッドレタス、結球しないレタスにはサニーレタスや、サラダ菜、ロメインレタス、他にステムレタスなどがあります。

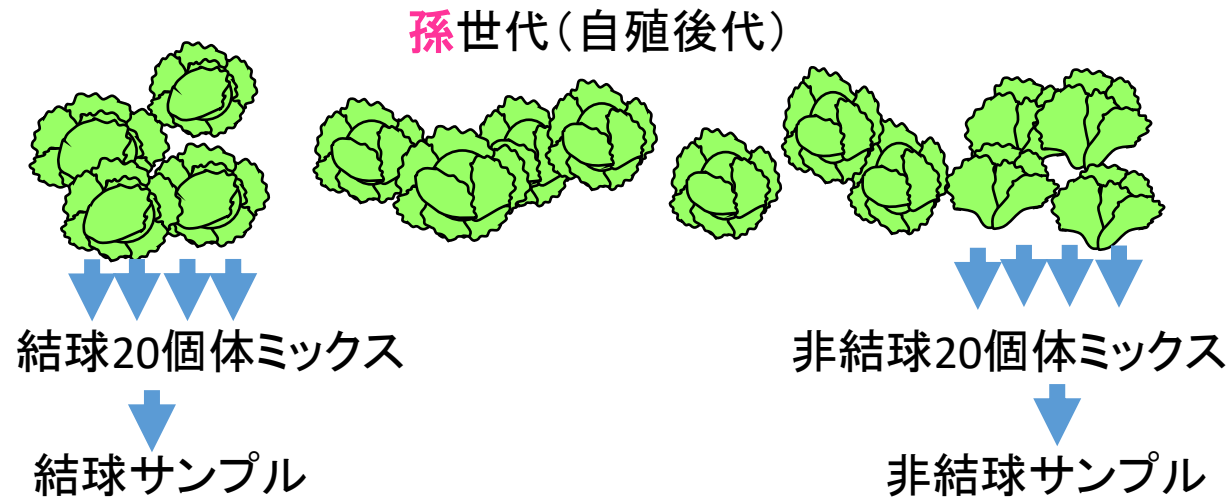


結球レタスは、苗からロゼット葉の時期を経て、結球します。ロゼット葉は、光を受けて光合成を行うため、平らです。**ロゼット葉が10～12枚展開した後の葉は、内側(軸側)に曲がります。**内側に曲がる葉が重なって、球がつけられます。

結球と非結球レタスの交配

ハクサイ同様レタスでも、結球するレタスと結球しないレタスで交配が行われ、その雑種の自殖後代(いわば孫世代)が調査に用いられました。自殖後代のレタスは、結球する、しないを両極端とし、連続してさまざまな結球の程度を示しました。このことから、結球に関与する遺伝子領域(遺伝子座)が多いことがわかります。





この自殖後代の中から、しっかり結球する20個体、全く結球しない20個体を選びます。結球の以外の違いは無視します。そして各20個体から等量(20mg)ずつ組織をとりミックスし、結球サンプル、非結球サンプルとします。

このようにミックスして比較すると、結球以外の違いは相殺され、結球または非結球という違いだけが際立ちます。

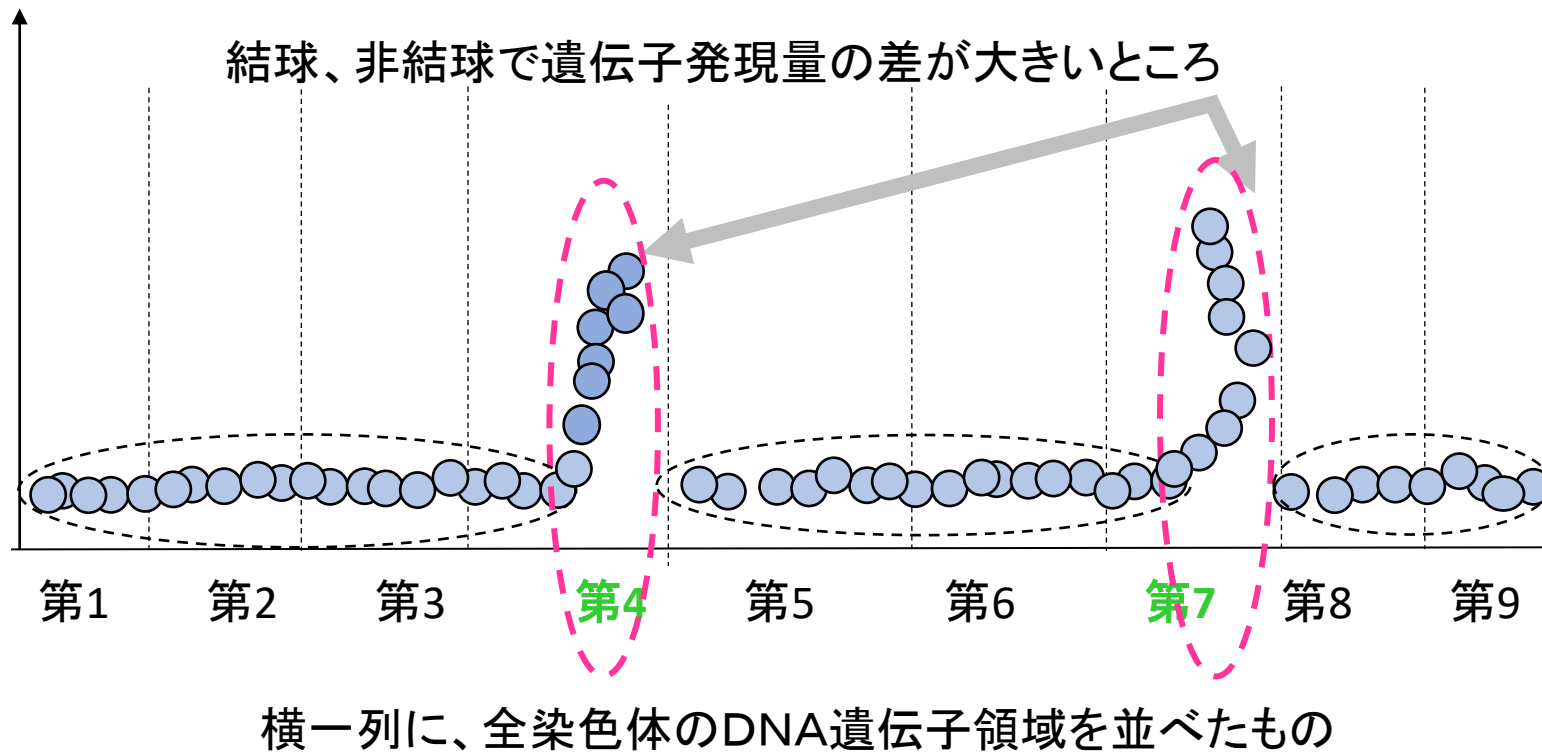
結球、非結球の比較調査

この2サンプルから抽出するのは、遺伝子(DNA)が働くときに遺伝子毎に作られるRNAという中間業者です。1万個の遺伝子(DNA)が働いているとすると、中間業者はそれぞれ何百個と作られます。

そして試験管に入った何百万個もの全RNAに関して、1万個の遺伝子のどこから作られたのかを明らかにします。説明を省きますが、塩基配列情報からできるようになったことです。

そして、1万個のうち、結球、非結球でRNA量に差がある遺伝子を明らかにします。

そうすると、**第4、7染色体**に、RNA(発現)量の差が大きいことがわかりました。下図は、横軸に全染色体、縦軸に発現量の差をプロットしたものです。



大規模DNA調査

ある生物の全遺伝子領域の発現を解析するというのは、最先端のDNA解析を何万サンプルも行うようなもので、費用がかかります。

例えば、新型コロナに関するPCR調査や変異株の調査も、同様のDNA解析です。これらが手軽に行われないことから考えても、中国でのハクサイやレタスの研究にいかにか多額の費用がかかったかが察せられると思います。

結球に関わる遺伝子がみつかる

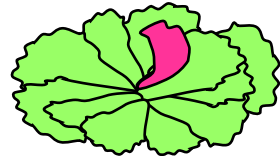
第4, 7世代のひ孫世代の交配調査により、第7世代のひ孫世代に結球との関連がよりはっきりみられたので、第7染色体の遺伝子領域の解析が行われました。そしてここに、11個の遺伝子があることがわかりました。

その中に**KN1遺伝子**という既知の遺伝子が見出されたことは、幸運でした(PNAS 117 p33668-より)。**KN1遺伝子は、茎頂分裂組織で発現し、他の多くの遺伝子の働きを調節し、葉の原基形成や背腹性に関わる重要な遺伝子**です。

KN1遺伝子の発現と結球

そして結球するレタスのKN1遺伝子には約4000塩基の挿入がありKN1遺伝子の発現量が多く、結球しないレタスには挿入はなく発現量が少ないことがわかりました。論文に準じ、挿入のあるKN1遺伝子は、KN1▽遺伝子と表します。

KN1▽遺伝子を結球しないレタスに導入すると遺伝子発現が増え、結球しました。さらに、発現量を恒常的に増やすことが知られている調節領域を組み込み、KN1遺伝子の発現をさらに増やすと、ロゼット葉の3枚目から内側に曲がり、早く結球することがわかりました。



通常は10～12枚で内側へ



遺伝子操作で3枚目から内側へ

挿入部分▽の不思議

多くの場合、遺伝子に挿入があると不具合が生じ、遺伝子が働かなくなります。しかし*KN1*▽遺伝子では**挿入部分▽が新たな調節領域として働き、発現量を増や**していました。

挿入部分▽には**動く遺伝子(トランスポゾン)**と似た配列がありましたが、働きとの関連はまだ不明です。遺伝子の働きを調節する仕組みとして、興味深いと思います。

KN1▽遺伝子のターゲット

KN1*▽遺伝子**により作られるタンパク質は、何千という遺伝子に結合し、それら下位の遺伝子発現を調節することが示されました。その中に、葉の向軸性を決める遺伝子(AS1*遺伝子**)がありました。この***AS1*遺伝子**を過剰発現させると、葉が内側に曲がらず、結球しなくなりました。

まとめますと、**レタスの結球には、*KN1*▽遺伝子、次いで*AS1*遺伝子が関わる**というところまでが明らかになりました。

今後

2回にわたって結球に関わる大規模一斉調査の論文でした。
見出された関連遺伝子2つの、具体的な働きがわかっておらず、
単なる略号表記なので、わかりにくかったかもしれません。

これから、現象に伴う具体的な遺伝子の働きが明らかになって
いきます。 解明はこれからで、今後が期待されます。