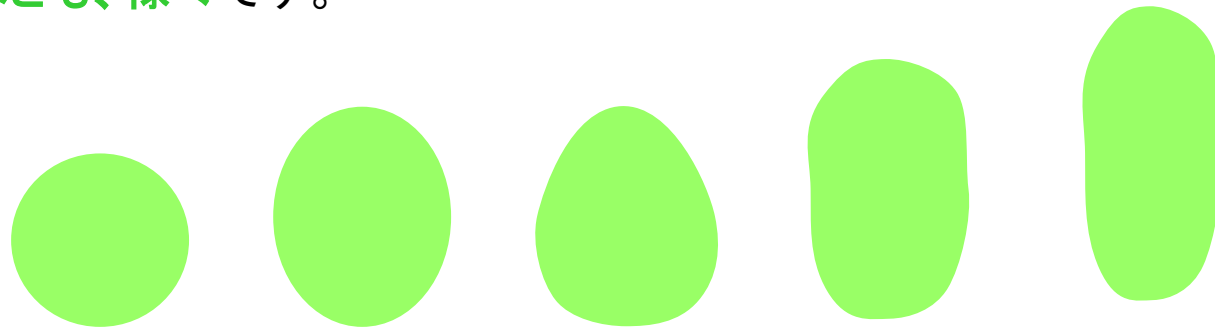


ハクサイの形を決める遺伝子

はじめに

涼しくなると、白菜のに入った鍋がおいしくなります。

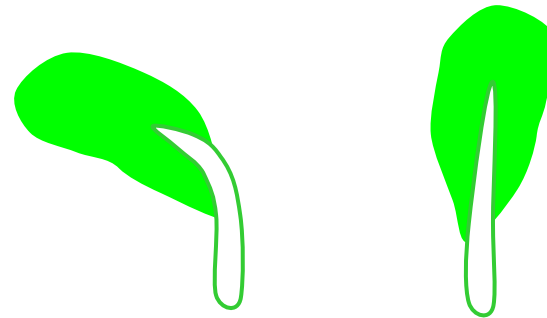
近所の店頭で見かける白菜の球は、どれもほぼ同じような形をしています。しかしその断面は、円形から楕円形、卵形や細長円形など様々な形が可能なようです(農林水産省 品種登録ホームページ 農林水産植物種類別審査基準 はくさい亜種より)。葉の形や凹凸なども、様々です。



球の形

ハクサイの球は、葉の上部が内向きになって重なり合っているようなものが中国では好まれるとのこと。

葉の外向き、内向きといった曲りは、植物ホルモンの1種オーキシンが関与する葉の内外の成長の違いにより生じるという生理学的な面からの研究があります。



その一方、**遺伝的な要因からの研究**も、進められています (Front. Plant Sci 9,1455, 2018、Hort. Res., 8:106, 2021)。

中国で集められたハクサイの遺伝資源152系統を用いた調査により、**結球する前の葉の形と収穫期の球の形には関連があること**が示されました。早い時期に球の形を推測できれば、育種の効率化になります。

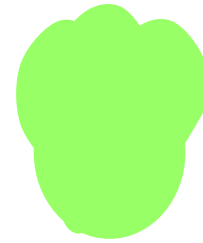
球の形に関わる交配試験

結球しないチンゲンサイ(パクチョイ)と結球するハクサイを両親として交配し、その雑種(子にあたる)の自殖後代(孫世代にあたる)を用いた調査も行われました。

孫の世代調査から、**球の上部の形は、外側の葉も含めた球の高さと、外側の葉または結球前の葉の長さや葉柄の長さとの関係が深いことが示されました。** DNAマーカーを用いた染色体地図においてもこれらの領域は重なっており、関連性が示唆されました。染色体地図上の領域には、それぞれ関与する複数の遺伝子があると考えられます。

球の形の異なるグループ間のDNA比較

また、結球しないグループ、結球するが球の上部の葉が外向きまたは内向きで重なるグループという計3つのグループ間で染色体DNAを比較し、145から398箇所の違いがあることも示されました。染色体地図上の関連領域とグループ間のDNA比較から、葉や球の形に関わる遺伝子がわかるかもしれません。



葉のでき方から

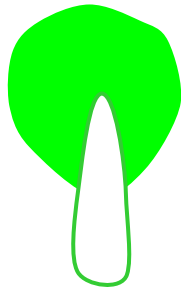
一方、モデル植物の葉の形に関わる遺伝子から、ハクサイの球の形に迫る遺伝子の研究も行われています。

葉は、茎頂分裂組織の周りの一部が細胞分裂してできる原基から作られます。葉原基では、細胞分裂による成長の後、葉の先端から分裂が止まります。分裂が停止した細胞では、液胞が分化および発達し、肥大します。最終的には葉全体を液胞化した細胞が占めます。

葉の形

葉の細胞分裂が停止する時期と部位によって、葉の面積や形がさまざまに変化します。例えば葉の周縁部で細胞分裂停止が遅れると、そこで細胞分裂が続いて面積が増し、フリル状になります。

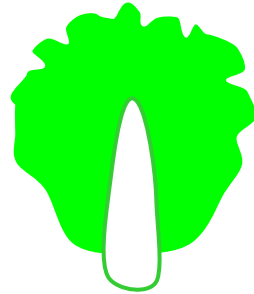
葉の細胞分裂停止に関わるのは、TCP遺伝子ファミリーであることが、モデル植物のシロイヌナズナで明らかになっています。TCP遺伝子ファミリーは、他の(下位の)遺伝子の発現を制御し、最終的に葉の細胞分裂を停止させます。下位の遺伝子の詳細は、まだ不明です。



マイクロRNA正常

*TCP*遺伝子正常

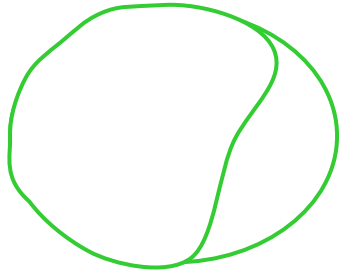
細胞分裂が徐々に停止し
平らで内向きの葉になる



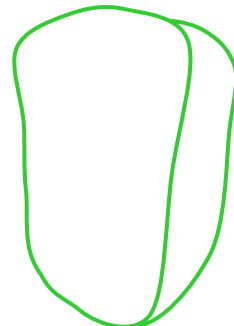
マイクロRNA過剰

*TCP*遺伝子抑制

細胞分裂停止が遅れ
波打つ。葉先はまっすぐ。



球形



円筒形

ハクサイの球と葉の形

遺伝子の働きを左右する小さな分子

TCP遺伝子ファミリーの働きを遅らせるのは、ある小さな**RNA**分子であることが、シロイヌナズナで明らかになりました。

RNA分子といえば、遺伝子DNAの塩基配列に対応するような分子(**mRNA**)として作られ、タンパク質合成時のアミノ酸の並びを指定するという働きしか知られていませんでした。

しかしここで働く小さな**RNA**は、**mRNA**より桁違いに小さく、アミノ酸の指定はしません。 **ある標的遺伝子から作られるRNA(mRNA)を切断し、働きを抑えるという特殊な任務**を有します。

このよう小さな**RNA**は複数あり、一般に**マイクロRNA**(または**miRNA**)と総称されます。

ハクサイの球の形

シロイヌナズナで明らかになった **TCP**遺伝子ファミリーと**マイクロRNA**の塩基配列情報を手がかりにして、ハクサイが調べられました。

円形の球になるハクサイ品種でも、**TCP**遺伝子ファミリー1つ(**Brp TCP4**遺伝子)が働いていました。対応する**マイクロRNA**を過剰に働くようにすると、葉の先の**Brp TCP4**遺伝子の働き(発現)が遅れ、結球前から葉先がフリル状になり、球が円筒形になることが示されました(Plant Physiol. 164, pp710-720, 2014)。 **ハクサイの球の形にとって、Brp TCP4**遺伝子と、この遺伝子を抑える**マイクロRNA**が重要ということになります。

今後

ハクサイの球や葉の形に関与する遺伝子が明らかになれば、品種改良は加速するでしょう。また、ここで重要な働きをするのが**マイクロRNA**だとわかると、この新しい分子にも興味がわきます。