

仕組みを知って順調な生育につなげる

葉根菜のトウ立ちメカニズム



トウ立ちしたダイコンのイメージ。花芽に養分が集中し、収穫部位の根が肥らなくなってしまう。

葉根菜の多くは栽培中に低温に当たると花芽ができ、葉や根の発育が抑えられて収量が低下したり、品質が悪くなってしまいます。しかし、中にはブロッコリーのように、低温に積極的に当てることで収穫部位である花蕾を形成する種類もあります。花芽をつけた茎であるトウはどのようにできるのか、そのメカニズムを説明します。



京都府立大学大学院 名誉教授
藤目 幸擴
大阪府生まれ。京都大学大学院農学研究科修了、農学博士。京都府立大学大学院農学研究科教授、同大学農学部附属農場長を経て、現在NPO京の農・園芸福祉研究会理事長、(一財)京都園芸倶楽部会長。

「トウ立ち」とは？

花芽がついた茎が伸びることを「トウ立ち」または「抽苔」といいます。花芽がつくと、それまで根や莖葉に移動していた養分は、花芽に集中します。例えば、ブロッコリーは蕾ができるころから地上部の重さ、特に花蕾の乾物重（対象となる物の水分を除いた重さで、養分の蓄積量を測る目安になる）が増加し、葉や根は逆に軽くなります【図1】。

このような状態になると葉数が増えなかつたり根が肥らなくなつたりして、十分に収穫できなくなります。そのため葉根菜では花芽をつけさせないように管理します。一方でトウ立ちした部分の蕾を食べる、ブロッコリーなどの花菜類では花芽をつけさせ、莖葉を旺盛に発育させることが重要です。

トウ立ちが起こる原因

ダイコンやキャベツなど葉根菜の多くは、栽培中にほとんど茎は伸びません。このような茎を短縮茎と呼び、キャベツでは結球の中心に短縮茎があり、ダイコンでは地際部分に根と思われている茎（下胚軸）があります【図2】。花芽ができると花芽をつけた短縮茎が伸びるようになり、これがいわゆるトウ立ち（抽苔）です。トマトやナ

スで花芽をつけた茎が伸びても単なる茎の伸長であり、短縮茎が伸びるトウ立ちとは異なります。ブロッコリーが花蕾を形成するのは厳密にはトウ立ちではありませんが、ほぼ同じ仕組みで花蕾ができるため、ここでは一緒に説明します。

トウ立ちが起こる原因のうち、栽培中に低温に当たって起こる反応を「春化（バーナリゼーション）」といいます。【表1】に、

主要野菜における花芽を形成する要因を示しました。葉根菜類が低温に反応するタイプには2種類あります。タネが吸水し、発芽し始めた時から低温に反応する「種子春化型」と、ある程度の大きさになってから低温に反応する「植物体春化型」です。

トウ立ち防止には保温資材が有効

種子春化型のダイコンは、タネのうちから低温に当たると花芽ができますが、その時の日長が長日であれば一層、花芽形成は促進されます【表2】。ダイコンのトウ立ちを抑えるには、タネをまく時の温度が重要です。マイナス1℃〜プラス12℃の低温に反応し、特に敏感なのは5〜7℃です。

厳寒期の2月ごろにタネをまく春ダイコンで花芽を作らせないためには、低温に長期間当たらない限りトウ立ちしない晩抽



ダイコンの生育初期にトンネル被覆をする。

図1 ブロッコリーの花蕾形成に伴う部位別の乾物重変化

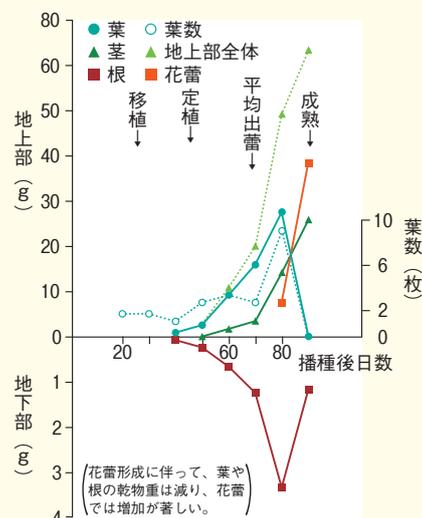


図2 トウ立ちが起こる前のキャベツとダイコンの短縮茎

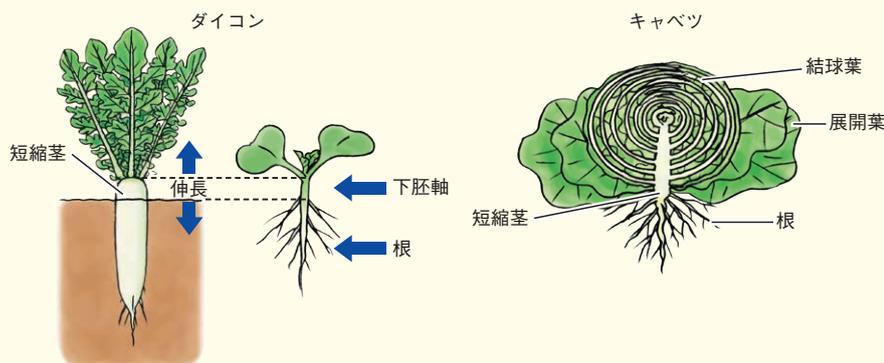
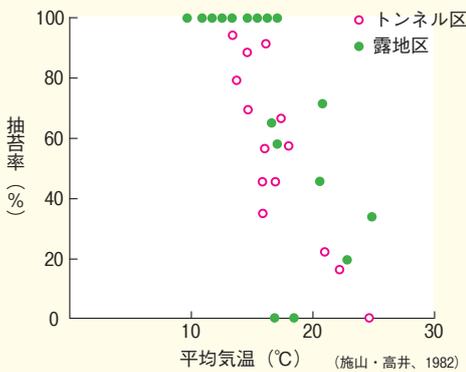


図3 ダイコンの抽苔とトンネル被覆内気温の関係



トンネルをかけて昼間を高温に保ち「脱春化」させると、トンネルなしよりも抽苔率が下がる。

表2 主要野菜の花芽形成と発達の条件

野菜	花芽分化の条件主要因(副要因)	花芽発達の条件
ブロッコリー	低温・長日	温暖・長日
カリフラワー	低温	〃
ダイコン	低温(長日)	〃
オクラ	低温(短日)	〃
イチゴ	低温・短日	〃
シソ	短日	〃
シュンギク	長日(低温)	〃
レタス	温暖	〃

長日：昼間の長さが、ある一定の長さよりも長くなること。
短日：昼間の長さが、ある一定の長さよりも短くなること。

表1 野菜が花芽を形成する主要因

花芽形成要因		種類
温度	低温	種子春化(タネのうちから低温に反応) 植物体春化(ある程度大きくなってから低温に反応)
	高温	ハクサイ、ツケナ類、ダイコン、カブ キャベツ、カリフラワー、ブロッコリー、セルリー、ネギ、タマネギ、ニンニク、ニンジン、ゴボウ
日長	短日	レタス
	長日	シソ ハウレンソウ、タカナ、シュンギク、ニラ、ラッキョウ
栄養		トマト、ナス、ピーマン

性品種をまきましよう。さらに、タネまき後の畝にベタがけやマルチなどの保温資材を使って生育を促進して寒害を防ぎ、花芽形成を防ぎます。最も効果的なのは生育初期にトンネル被覆をすることです。

ダイコンは茎頂で低温を感じ、低温効果は毎日、植物体内に蓄積されます。その蓄積量が一定の量を超えると花芽が形成されます。トンネルをかけても夜間は変わりませんが、昼間のトンネル内を高温に保つことで夜間の低温効果を打ち消します。これを「脱春化(ディバーナリゼーション)」といいます。【図3】では、平均気温が10°Cの時に比べて20°Cでは、トンネルをすることで抽苔率が低下しています。脱春化を起こさせるには20°C以上の高温に、毎日4〜6時間以上保つ必要があります。

毎日昼温を高く保つことが重要

カリフラワーやブロッコリーでも昼夜夜温により春化と脱春化を繰り返すという、相反する作用が見られます。【図4】はカリフラワーの例です。夜温が10〜15°Cの時だけ花蕾が形成されますが、それは昼温が10〜20°Cの範囲で、昼温が25〜30°Cでは花蕾は形成されません。植物は毎日の夜間の低温効果を、日中の気温が高ければある程度打ち消しています。そこで重要なのは毎日高温に保つことで、曇雨天で気温が低くなる場合は花芽を形成しやさいので、保温に注意します。幸い種子春化型のダイコンは、発芽後の低温感応は弱くなります。

種子春化と植物体春化の仕組みは同じ!?

種子春化と植物体春化は別々の反応と思

われがちですが、どうもそうではないようです。植物体春化型のカリフラワーなどでは、発芽し始めたタネに低温処理をすると、花芽が早くできることが知られています。

なぜそのようなことが起こるかという点、植物体春化型であっても、タネのうちに低温に当たった影響が、植物体内に蓄積されるからです。育苗中やタネを直まきする時の温度が低ければ、低温効果は株内に残ると考えられます。

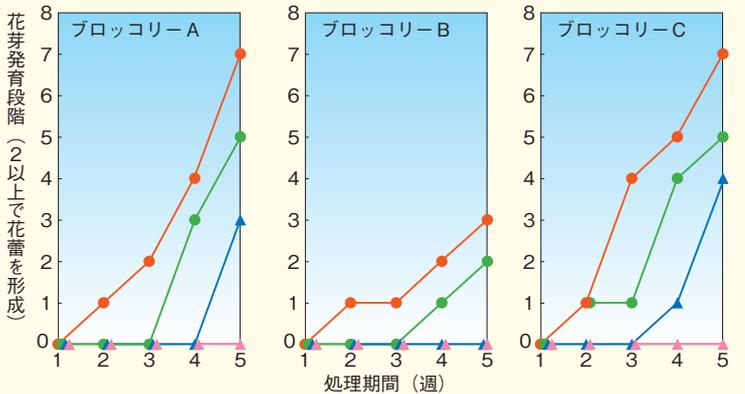
その後戸外で低温に当たると低温効果が加算され、早期にトウ立ちしやすくなるので注意が必要です。

長日では花芽形成の温度範囲が広がる

花芽形成には低温が作用する「春化反応」と、日長が関係する「光周性反応」があります。これらは別々に働くのではなく、どうも相互に関係しているようです。例えばブロッコリーの場合は、早生品種では気温が上昇する初夏でも花蕾ができたため、低温要求性はないと思われることもありました。しかし、低温が必要なのはなく、どうやらその時の日長が「長日条件」であったため、花芽ができてやすくなったと考えられます。

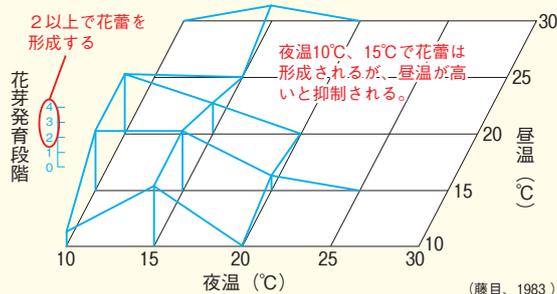
ブロッコリーの3品種を15°Cの長日・短日条件と、20°Cの長日・短日条件で育てました【図5】。その結果、長日条件であれば、花蕾ができる低温の範囲が広がることが分かりました。このような性質は「温度と日長の相乗作用」と呼ばれており、ほかの野菜についてもこの作用が認められています。

図5 ブロッコリーの花蕾形成に及ぼす温度と日長の影響



● 15°C・8時間日長 ● 15°C・16時間日長 ▲ 20°C・8時間日長
どの品種についても、15°C・16時間日長の長日では、15°C・8時間日長の短日より1週間早く花蕾ができており、20°Cでは16時間日長の長日条件の時のみ花蕾ができています。

図4 カリフラワーの花蕾形成に及ぼす昼夜変温の影響



(藤目、1983)