



生育中のインゲン。

野菜発育のメカニズム

今さら聞けない
実践第一の
作造さん



京都府立大学大学院
農学研究科
藤目 幸擴

Vol. 2 生長



1年草、2年草と塊茎類
あるいは宿根草はどこが
違うのですか？

答

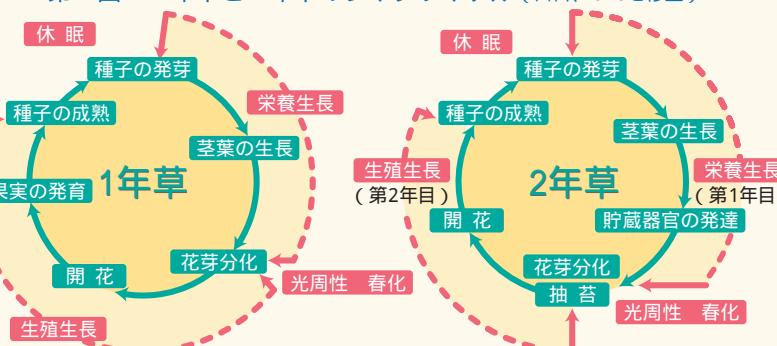
1年草、2年草は一巡植物といい、一度花が咲けば枯れてしまいます。タネをまいてから1年以内に開花するのが1年草、1~2

年かかるのが2年草です(第1図)。

それに対して毎年花が咲くのが宿根草で、塊茎、球茎、塊根や木本もこれに含まれ、多

巡植物あるいは多年草と呼ばれます。イチゴやフキは宿根草、ジャガイモは塊茎、サトイモは球茎、サツマイモは塊根です。木本の野菜にはサンショウがあります。

第1図 1年草と2年草のライフサイクル(田口、1970を修正)



暑さに強い野菜と寒さに強い野菜があるのはなぜですか？

答

暑さに強いのは熱帯原産の野菜で、春にタネをまくナスやトウガラシなどがあります(第1表)。これらの葉の表面にはたくさんの白い毛が生えていて、それが光を反射し、体温が上がるのを防ぎます。しかし、氷点下では細胞内の水分が凍り、細胞は破壊されてしまいます。そこで冬季には、暖かいビニールハウスなどで栽培します。

逆に、寒さに強い野菜の多くは温帯原産で、秋にタネをまくハクサイやダイコンなどがあります。これらは、細胞に多くの塩類を含んでいるため、細胞内は0℃では凍らず、細胞の破壊を防いでいます。ただし、高温になると、生産された光合成産物の多くが呼吸で消費されてしまい、貯蔵されるべき養分が足りなくなつて生長が止まり、細胞が死んでしまったりします。

野菜を栽培するときは、生育が最も旺盛なときが適温になるようタネのまきどきを決め、それを守ることが大切です。

第1表 高温性蔬菜と低温性蔬菜

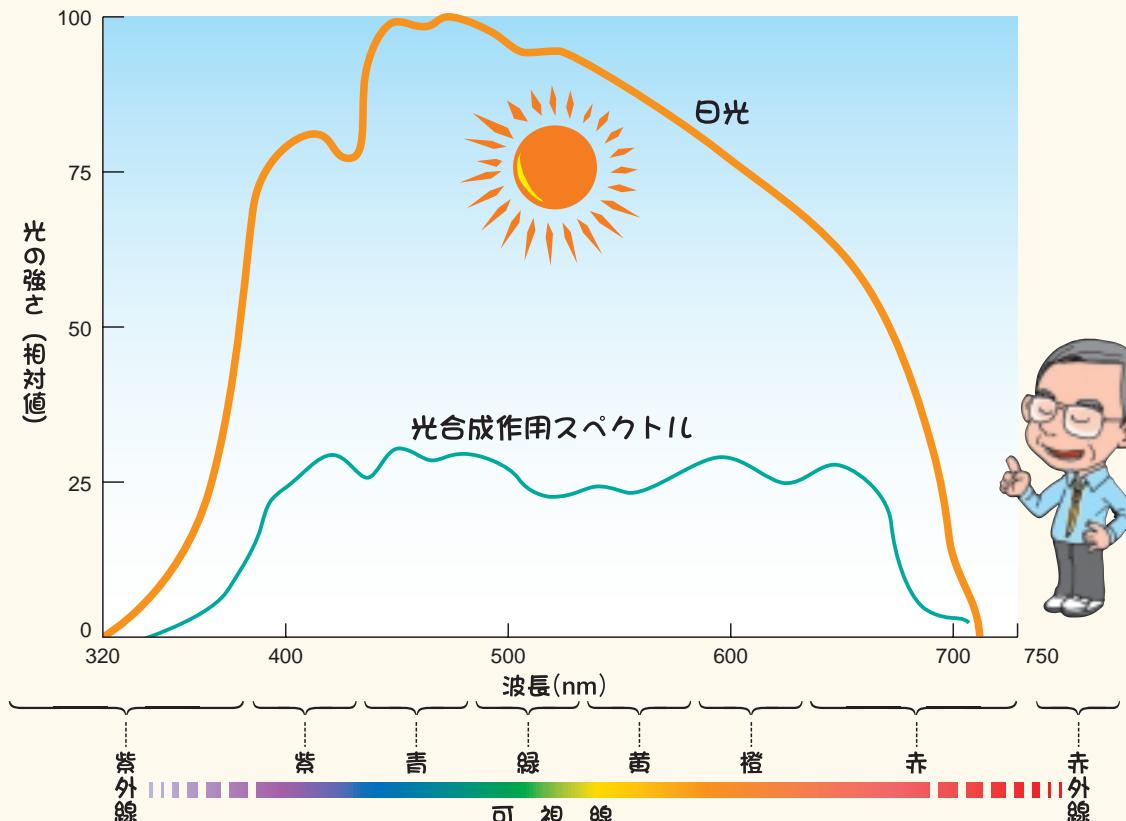
温度適応性	種類
低温性蔬菜 (適温約10~18℃)	耐寒性の強い種類 イチコ、エントウ、ソラマメ、ハクサイ、キャベツ、メキャベツ、ツケナ類、カラシナ類、ホウレンソウ、ネギ、ラッキョウ、リーキ、タイコン、カブ、ワサビ
	耐寒性のやや弱い種類 カリフラワー、レタス、セルリー、シュンキク、セリ、ミツバ、フタソウ、アスハラカス、フキ、ウツ、ニンニク、ワケギ、シャカイモ、ニンジン、ヒート
高温性蔬菜 (適温約18~26℃)	耐暑性の弱い種類 トマト、キュウリ、マクワウリ、スイカ、カボチャ、インゲンマメ、ヘニハナインゲン、ライマヒーン、スイートコーン、ユリ、コホウ
	耐暑性の強い種類 ナス、トウカラシ、シロウリ、トウカブ、ユウカブ、ニカウリ、ヘチマ、ハヤトウリ、ササゲ、エタマメ、フシマメ、ナタマメ、オクラ、シソ、ツルナ、ツルムラサキ、スイセンシナ、ヨウサイ、ミョウガ、マコモ、タケノコ、ニラ、ヒユ、ハスイモ、サトイモ、ヤマイモ、サツマイモ、レンコン、クワイ、キクイモ、ショウガ

答



野菜が生育するのに必要な光とは?

第2図 光合成に有効な波長(高野、1991を修正)



植物は根から吸収した養水分を材料に、太陽光を利用して葉で光合成を行い、炭水化物をつくりています。光合成に必要なのは青色(450nm(ナノメートル)付近)(第2図、第2表)から赤色(660nm付近)の光で、これらは葉緑体に吸収されます。一度吸収されると、陰にある葉には光が届かず、光合成もできません。そこで、光を受けるため、葉はとなりの葉と重ならないように決まった角度をあけながら茎に規則的についています。

光が弱いと、光合成産物の生産量と呼吸による消費量が同じになります。そのときの光の強さを光補償点といいます。光が強くなるほど光合成は促進され、その最大時が光飽和点(第3表)です。トマトの場合、光補償点は3,000lx(ルクス)、光飽和点は7万lxで、これは真夏の太陽光ぐらいの強光です。そのため、曇天が続くと光合成は低下し、生育や花芽の発達も悪くなります。なお、低温期に栽培されるレタスの光補償点は1,500~2,000lx、光飽和点は2万5,000lxです。

ルクスは見た目の明るさの単位で光の強さではないため、最近は光の強度を光合成量子束密度(PPFD)で示します。2万、7万lxはそれぞれ約336、1,176 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ となります。

第2表 単位の換算

単位	μm (マイクロメートル)	nm(ナノメートル)	\AA (angstrom)
μm	1	1,000	10,000
nm	1/1,000	1	10
\AA	1/10,000	1/10	1

第3表 蔬菜の光飽和点・光補償点(異、堀、1969を修正)

蔬菜の種類	最大光合成速度 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2/\text{h}$	光飽和点 lx	光補償点 lx
トマト	31.7 (16~17)	70	3.0
ナス	17.0	40	2.0
トウカラシ	15.8	30	1.5
キュウリ	24.0	55	—
カボチャ	17.0	45	1.5
スイカ	21.0	80	4.0
キャベツ	11.3	40	2.0
ハクサイ	11.0	40	1.5~2.0
サトイモ	16.0	80	4.0
インゲン	12.0	25	1.5
エンドウ	12.8	40	2.0
セイリ	13.0	45	2.0
レタス	5.7	25	1.5~2.0
ミツバ	8.3	20	1.0
ミョウガ	2.3	20	1.5
フキ	2.2	20	2.0



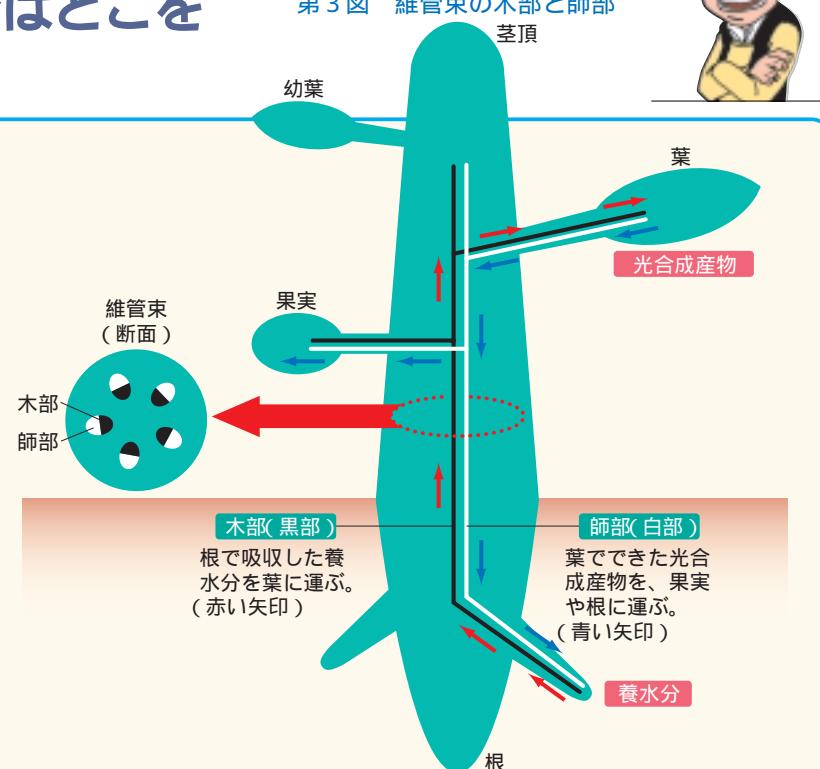
光合成に必要な養水分はどこを通って移動しますか？

答

茎、根、葉は維管束（第3図）でつながっており、これには木部と師部があります。根で吸収した養水分が、木部を通って葉に運ばれ、葉でできた光合成産物は、師部を通って果実や根に運ばれます。

根の細胞は塩類を含んで高浸透圧であるため、土壤中の養水分が根の細胞に吸収されます。一方、葉からは水分が蒸散するためその不足を補おうとして、毛細管現象によりつながった維管束という1本の水の柱を通じて、根での吸収が促進されることになります。

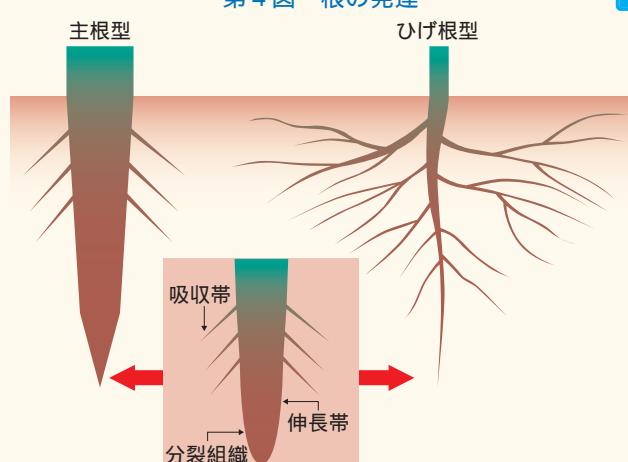
第3図 維管束の木部と師部



根は地下部で発達して植物体を支えていますが（第4図）、最も大きな役割は養水分の吸収です。根の先端には分裂組織、伸長帯と吸収帯があります。吸収帯からはたくさんの根毛が発生していて、養水分を効率的に吸収しています。また、肥料成分は主に地表近くにあるため、吸収根であるひげ根は地下50cmくらいに多く分布しています。

根張りをよくするには、土を耕して通気性と保水性をよくすること、そして未熟な堆肥や石などを除くことが大切です。

第4図 根の発達



答

根はどんな役割をしていますか？

トマトやキュウリは、果実を作るのに何枚くらいの葉が必要ですか？

答

果樹では果実当たりの葉数が重要になりますが、野菜の場合ほど新しい葉が出て、果実数も増加します。

トマトでは3枚の葉ごとに花房があり、1花房当たり最大7~8個の果実ができます。また、キュウリでは葉ごとに1~2個の果実ができます。

そのため、常に花芽と葉が旺盛に生

育するよう、栄養生長と生殖生長のバランスを保つことが大切になります。キュウリのかんざしは生殖生長に偏った例で、カボチャやスイカのつるぼけは栄養生長に偏った例です。葉が多くて花のつきが悪い場合は、摘芯や整枝をして茎葉の生育を抑える必要があります。



キュウリのかんざし。



耐病性台木に接ぎ木すると、なぜ病気に強くなるのですか？

答

多くの土壤伝染性の病原菌は、根から侵入してきます。しかし、病原菌に抵抗性を持つ系統の野菜を台木にし、栽培したい野菜を穂木として接ぎ木をすると、罹病を防ぐことができます。台木には一般的に同じ種類の野菜を選びますが、近縁の野菜に接ぐこともあります。「ウリのつるにはナスビはならぬ」といいますが、カボチャのつるにスイカをならすことはできます。

穂木と台木には親和性と呼ばれる相性があり、相手を選びます。接いだ木がうまく活着するかどうかは、いかにお互いの形成層を密着させ、その癒合を速やかに進めるかにかかっています。そのため、ク

リップやテープなどで接ぎ木部を固定したり、乾燥しないように養生したりすることが大切です。最近では接ぎ木をするロボットもできています。

具体的な活用例として、低温伸長性の台木を選べば寒い時期の栽培が可能になり、また特定の台木にキュウリを接げば、果実に白粉（ブルーム）の出ないブルームレスのキュウリを作ることもできます。ただし、ヒラナスと呼ばれる赤い果実のつく台木にナスを接いだ場合、台木から伸びてくる芽はすべて摘み取らないとヒラナスの赤い実ができる、「トマトがついたのでは?!」と驚くことがあります。



ダイコンなどの根を作るのにどれくらいの水が必要ですか？

答

ダイコンなど、野菜のほとんどは9割程度の水分を含んでいます。野菜は光合成に水分を必要とするだけでなく、体温の上昇を防ぐ目的で蒸散をしており、そのためにかなりの水分を吸収しています。

土壤に含まれる水分の量は、土壤粒子の団粒構造や孔隙率に左右されます。土壤粒子への水分の吸着程度はpF（ピーエフ）で示します。pFの値が大きくなるほど水分が土壤へ強く吸着されているということで、植物が水分を利用するのが困難になります。根が吸収できるのはpF1.8～3.8の水分です。

野菜の乾物1gを生産するのに必要な水分量(g)を、要水量あるいは蒸散係数と呼びます。この要水量は、野菜の種類によって100～1,000とかなりの違いがあります(第4表)。栽培に必要な水分量は、乾物重に要水量をかけられれば求められ、ハクサイでは株当たり50kg、キュウリでは100kgとなります。もちろんこの値は、果実をどれだけつけるかなどの諸条件によっても変わります。

茎葉が旺盛に生育し、花や果実が発達するには大量の水を必要とします。晴天の日は朝早くから光合成が始まり、日中には蒸散が多くなりますので、午前中早いうちの、十分な灌水が大切です。

第4表 要水量(蒸散係数)

作物	測定日数	全蒸散量 kg/株	乾物重 g/株	要水量 (蒸散係数)	日蒸散量 平均g/株
ハクサイ	72	50.7	154	329	704
キャベツ	43	34.7	177	196	807
レタス	49	6.6	36	183	135
セリリー	94	55.9	78	716	595
ハナヤサイ	68	88.9	153	581	1,308
サトイモ	133	156.1	507	308	1,174
ショウガ	119	94.8	95	998	797
キュウリ	64	101.7	133	765	1,591
ナス	63	100.3	237	423	1,590
ヒーマン	78	96.9	155	625	1,244
スイートコーン	76	39.9	416	96	525
タイス(疎植)	138	149.0	255	584	1,080
”(密植)	138	42.4	73	581	307
水稻(水田作)	101	14.2	48	296	140
”(畑作)	101	17.5	48	364	172

・トマトの支柱

一般的な立性のトマトは、まず葉を7～8枚分化して、その先に第1花房ができます。第1花房に花ができるころ、先端のわき芽が生長を始め、葉を3枚分化してその先に第2花房をつけます。これを繰り返していくと、見かけ上は主茎から花房ができるよう見えます。トマトのわき芽には巻きひげができ



トマトの支柱誘引作業。

ないため、普通は支柱に誘引します。

・キュウリにネット

一方、キュウリでは、それぞれの葉と茎の間に1～2個の花と巻きひげができます。品種によっては、わき芽が側枝に発達することもあります。ネットを張っておけば、主枝や側枝から出た巻きひげが、自然に巻きついて伸びていきます。ネットを使用すると、管理がしやすく場所もとりません。

答



支柱やネットを使うのはなぜですか？



稔さんのあれこれ 素朴な質問箱

ダイコンやナスには、どうして
いろんな形があるのかしら？

ナスやダイコンは、古くから日本で栽培されてきました。日本の地形は複雑で気象も微妙に異なるため、各地で形や性質の違ったものができる、それぞれ用途別に選抜されてきました。ナスには丸ナスや長ナスが、ダイコンにはゴボウのような守口ダイコンや、大きく肥大した桜島ダイコンなどがあります。

その後、F₁野菜が登場し、全国で同じ品種が大量に作られるようになりますが、近年は地産地消への動きもあり、味のよい京野菜や大阪の水ナスなどが再認識されるようになってきました。



答

植物のすべての細胞は、同じ遺伝情報を持っています。生長が始まると茎は茎、根は根として発達しますが、根と茎が切り離されると新たに根からは茎が、茎からは根が分化します。このことは、葉挿しや根挿しとして利用されています。

試験管内で培養すれば、ひとつの細胞からでも完全な個体を作ることができます。これは植物細胞が分化の全能性を持っているためで、この性質を利用してクローリン増殖や無病苗ができるようになりました。



なぜまた生えてくるのは
茎が折れたりして
ちぎれたりして
なぜですか？

一巡植物と多巡植物

一巡植物では花が一度咲くと種子ができるが植物は枯れますが、多巡植物では毎年花が咲き、株際からは新しいわき芽が伸びてきます。

ナノメートル

ナノとは 10^{-9} のこと、ナノメートルは 10^{-9}m 、単位を変えると 10^{-6}mm (ミリメートル)になります。

光補償点と光飽和点

光が弱くて、光合成による生産量と呼吸での消費量が同じとき、光合成は見かけ上はゼロになります。このときの光強度が光補償点です。これより光が強くなると光合成は促進され、最大になったときの光強度が光飽和点です。

光合成光量子束密度

光合成は、光の粒子である光量子の数に左右されます。そこで、光合成に有効な光強度を表すには、この光量子の個数で表現した光合成光量子束密度が使われます。単位は $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ です。

維管束、木部と師部

植物の根から茎や葉には、通導組織である維管束が発達しており、根からの養水分を葉に運ぶ木部と、葉からの光合成産物を貯蔵器官に運ぶ師部からできています。

ブルームレス

キュウリの果実やキャベツの葉などの表面は、ブルーム(果粉)と呼ばれる白い粉状のろう物質で覆われています。これが乾燥や病気を防いでくれるのですが、消費者からは農薬などと誤解されることがあるため、ブルームのないブルームレスのキュウリが好まれています。

かんざしちつるぼけ

栄養状態が悪かったり乾燥したりすると、キュウリの茎の先端にはたくさんのが花、特に雌花がかんざしつき、葉の生育が劣ります。一方カボチャやスイカでは、肥料などが効きすぎて葉が過繁茂することがあり、このつるぼけになると花(特に雌花)のつきが悪くなります。

団粒構造と孔隙率

土壤中には土の粒子が集まって団粒構造をつくり、水分や空気を保っています。また土壤には、小さな孔隙(穴)からミミズの巣穴のような大きさの孔隙(穴)までがあり、その穴に水分や空気が入っています。孔隙が大きすぎると雨が降っても流れてしまい、逆に小さすぎると水分は強く吸着されて植物に利用できません。そこで、一定の大きさの孔隙や団粒構造が、水分や空気の保持のため重要になります。

要水量(蒸散係数)

植物の乾物1gを生産するのに必要な水分量(g)が要水量で、蒸散係数とも呼ばれます。

分化の全能性

植物のすべての細胞は同じ遺伝情報を持っています。生長が始まると茎は茎、根は根として発達しますが、根と茎が切り離されると新たに根からは茎が、茎からは根が分化します。このことは、葉挿しや根挿しとして利用されています。



Dr.フジメ 言葉の解説