

A.R.I.「芝草通信」No.1

(2008年5月13日)

アクション植物科学研究所: 所長 宇城正和 (農学博士)

梅雨の前にいかにして根を充実させるか？

梅雨とその後にくる夏の猛暑に備えるためには、春からの根の充実が重要になってきます。創刊号としてARI「芝草通信」では、主に根の成長のメカニズムと根上り現象に重点をおいて解説します。芝の植物生理を十分に理解して頂くことで、適切な施肥設計が可能となり、それをもとに正しい手当を行えば、芝草を梅雨や夏のヒートストレスから守ることができるのです。

1. 根の成長のメカニズムを科学する

根の充実を図るためには、根が良く生長する時のメカニズムを知らねばなりません。では、根が生長する時、どの様に根の細胞が増え、一つ一つの細胞が大きくなるのでしょうか？

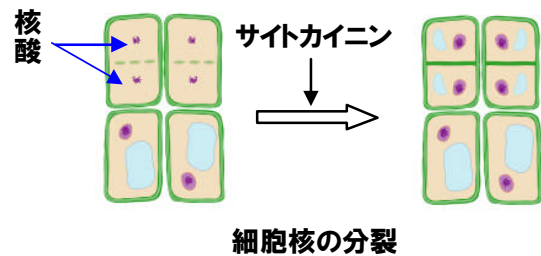
① まず、根の細胞を増やす

根が生長するためには、根の生長点（根端分裂組織）で細胞分裂が盛んに行われる必要があります。1個の細胞が2個になる時、まず、核の分裂が先立って起こります。核の染色体の中には、遺伝物質としてDNA（デオキシリボ核酸）が入っており、このDNAがDNA合成酵素によって複製されねばなりません。

DNAの塩基配列の中に、ベントグラス、バミューダグラス、高麗など、芝種によって異なる遺伝情報がすべて入っています。

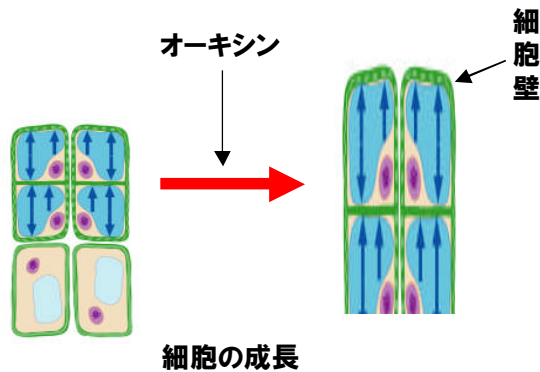
DNAの塩基は葉で作られるアミノ酸から合成されます。DNAのヌクレオチドには糖が含まれています。

糖はデオキシリボースといって炭素原子5個から成るので「五炭糖」と呼ばれ、光合成の結果生じるブドウ糖から作られます。さらに、ヌクレオチドにはリン酸が成分として入っています。根の生長に先立ち、まず根の細胞を増やすためには、DNAの構成物質を十分に供給しなければなりません。核の中のDNAを構成する窒素やリンの供給が必須であり、炭水化物も不可欠です。



② 次に、根の細胞を大きくする

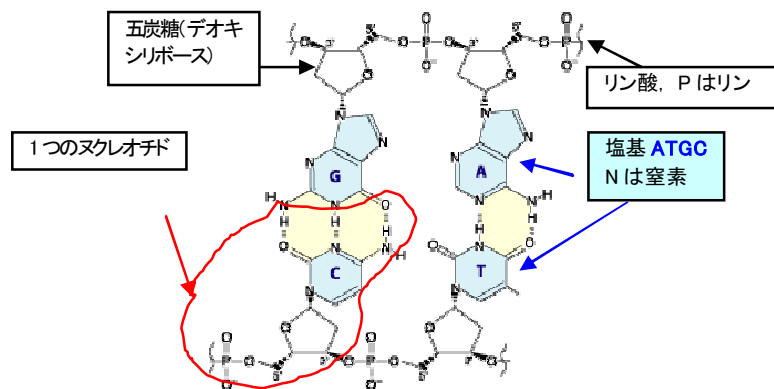
さて、根の細胞の数が増えれば、それで根が伸び、生長してくれるのでしょうか。そう簡単ではありません。次の段階として、一つ一つの細胞が大きく長く成長する必要があります。そのためには、根細胞の細胞壁のセルロースがゆるめられなければなりません。



細胞壁は細胞を保護するためにあり、強靱な繊維性物質で出来た堅い組織です。それをゆるめてやらなければ、細胞は大きくなれません。また、細胞の中の液胞とよばれるところに、水と水に溶けた様々な有機物が含まれています。細胞が吸水してこの部分に水や養分が蓄えられると、細胞そのものが大きくなります。

豆知識：

DNA はたくさんの鎖の輪がつながったものだと考えてください。ひとつの輪をヌクレオチドといいます。このヌクレオチドは三つの物質からできています。塩基・糖・リン酸です。塩基には 4 種類ありますが、いずれも窒素原子を含んでいます。4 種の塩基とは、アデニン (A)、チミン (T)、グアニン (G)、シトシン (C) です。4 つの塩基のうち三つの塩基の配列によって 1 つのアミノ酸が決まります。例えば、T・A・C と三つ並んでいると、これがひと組の暗号としてメチオニンというアミノ酸を指定します。1 つの遺伝子には、それぞれのアミノ酸を指定する塩基の暗号が多数並んでいるというわけです。地球上の生物のほとんどは、こうした同じ暗号によって遺伝情報が決められています。



③ 根の成長には植物ホルモンの働きが欠かせない

植物の生長には各種のホルモンが欠かせませんが、根の生長には特にオーキシンとサイトカイニンが必要です。サイトカイニンは細胞の分裂を促進してくれます。オーキシンは細胞壁のセルロースの縛りを緩めてくれます。栄養素が十分にあっても、この二つのホルモンがバランスよく働いてくれないと根の生長、充実が見込めないのです。オーキシンは茎の先端で作られますが、グリーン芝の芝は先端部分が刈られてしまうので、十分なオーキシンが供給できません。また、葉面積が少ないので、光合成によって作られる炭水化物とエネルギーの確保ができにくくなり、根で作られるサイトカイニンの量も減ってしまいます。繰り返し刈り込まれ、様々なストレスを受ける芝草に、人間が適切な植物ホルモンを供給してやることで、活力が付き、根が充実してきます。植物ホルモンの供給体としては、海藻ケルプのような天然のものがバランスもよく、[ホルモン薬剤のような危険性もないため](#)、おすすめです。

2. 根上りはなぜ起こるのか？

以上が根の生長に関するおおまかなメカニズムですが、それでは根上りという現象はなぜ起こるのでしょうか？

① 栄養素の欠乏

根上がり原因の1つが栄養素の欠乏です。中でも、細胞分裂に欠かせない窒素やリンはもちろん、炭水化物の不足も問題になります。ゴルフ場の芝草は刈込まれるため、十分な光合成ができず、その結果、炭水化物の作られる量も減少します。植物も動物と同様「呼吸」によって生きていくために必要なエネルギー（ATP）を得ており、植物はその「呼吸」に必要な炭水化物を光合成によって作り出します。光合成で供給される炭水化物量（光合成量）と「呼吸」で消費される炭水化物量（呼吸量）を比較した場合、植物が生き続けるためには、呼吸量より光合成量が大きくなければならず、芝草も例外ではありません。

光合成量 > 呼吸量

ところがゴルフ場の芝草は、急激な高温や、度重なる刈込みなどで、逆に**光合成量 < 呼吸量**の状態に陥りがちです。そうなると、芝草はエネルギー不足となり、枯れて行く方向に向かいます。

根に蓄えられていた炭水化物も、様々なストレスで急速に消費されると、根の下方部が維持できなくなり、根上りを起こすのです。

② 微量栄養素の欠乏

芝草には、多量栄養素の N・P・K、中量栄養素の Ca・Mg・S・Si と並んで微量元素の Fe・Mn・Zn・Cu・B・Mo などが必要です。ここで、「ごく微量しか必要としないものは重要度もごくわずかである」というような誤った解釈をしないように注意しなければなりません。栄養分全体に占める割合に関わらず、「最も欠乏している栄養素の量が植物全体の生長を制限してしまう」と説く「リービッヒの最少律」という法則があるのです。根上りの現象も、微量元素が決定的に欠乏していることによって引き起こされる可能性もあるわけです。

③ 他の要因

様々なストレス：酷熱、乾燥、高湿度、酸素不足、活性物質の欠乏なども、根上りの原因となります。要するに根にとって環境が生育にふさわしくない時間が続き、芝が耐え切れなくなって、根上りが起こってくるのです。

また、夏季に窒素を過剰施肥した場合、芝の葉茎が徒長し、根の蓄えを使い過ぎた結果、根上りを起こすこともあります。

3. 根上りの防止策

根上りを防ぎ、根を充実させるための肥料・資材をまとめてみましょう。

栄養素の施肥について適切な量を決定するためには、土壌分析や葉身分析を行い現在の状況を正確に把握することが必要です。

① 三大栄養素：窒素・リン・カリウム

土壌に必要な三大肥料がまず大切です。芝の活性と栄養素の消費に合わせて適宜施肥することが重要です。有機肥料の方が望ましいでしょう。

② アミノ酸やリン酸肥料：葉面からの供給

細胞分裂に必要な核酸の DNA の塩基はアミノ酸から合成されます。アミノ酸は窒素同化により葉で作られますが、葉の多くの部分が刈り取られてしまうグリーンでは、アミノ酸量が不足します。根の状態が良くない場合は、特にアミノ酸資材を葉面から直接供給してやることにより、そのアミノ酸が根まで送られ、DNA の塩基をつくる材料になるので非常に効果的です。同様にリン酸も土壌から吸収されにくいので、葉面から施肥することで速やかに根の根端分裂組織のところまで送られ、細胞分裂に使われます。

③ 天然ケルプエキス：オーキシンとサイトカイニンをバランスよく含む

海藻ケルプは海水中でミネラルを十分に吸収しながら非常に速く成長します。その際に植物性ホルモンが分泌されますが、全体がバランスよく成長するために、オーキシンやサイト

カイニンのバランスも適切に保たれています。したがって、海藻ケルプ抽出液を施肥することにより、ターフの成長に必要な植物ホルモン、オーキシシンとサイトカイニンをバランスよく供給できます。さらに、海藻中に豊富に含まれる微量要素も同時に供給できるメリットがあります。

④ 炭水化物肥料:糖分

日照が不足したり、高温が続いたりした場合、光合成量の低下、あるいは呼吸量の増加により光合成量<呼吸量となってしまいます。光合成産物の欠乏しがちな芝草には、炭水化物(糖類等)を施肥することで状態を改善できます。

⑤ 酸素供給資材

土壌には酸素を必要とする微生物がたくさんいて、酸素が欠乏すると活動が低下します。次項に述べる土壌の活性化に酸素は欠かせないわけですが、一方で、芝草は根からも酸素を吸収する必要があります。土壌中の酸素不足が起こると根は呼吸量が不足し、十分な ATP が得られず、生長できなくなり、根が上がってくるわけです。酸素供給資材を与えることによって土壌を活性化し、さらに根への酸素供給量を増やし、根上りの一因を除去できるのです。

⑥ フミン酸資材:土壌の活性化

根を充実させ、根上りを防ぐには、土壌の活性化も欠かせません。土壌の活性化とは、土の微生物が良く働くようになることで、具体的には、微生物が増えることです。土壌には細菌類、原生動物、菌類(カビなどの仲間)、放線菌などの微生物が生息しています。これらの微生物が増えるとき、土壌の有機物やミネラルが必要になります。春になると土の温度が上がり、土壌微生物が盛んに活動するようになります。微生物の増殖は、温度の変化に大きく依存していて、たとえば、土中温度が10℃上がると、増殖速度はおおよそ2倍になるといわれています。微生物の生産している酵素の働きは、最適温度までの範囲内なら、温度が上がるほど、より活性化するからです。もちろん、微生物が増殖するためには、温度の上昇以外に、栄養源となる有機物質やミネラル、さらに酸素が必要です。フミン酸資材にはフミン酸と結合したさまざまなミネラルやアミノ酸、炭水化物などが含まれているため、まさに、微生物にとって格好の増殖促進資材になります。土壌に酸素や有機物質、フミン酸資材を給供することによって微生物が活気づき、土壌の有機物質を、芝が吸収しやすい可給態栄養素に変換してくれます。

根上りを防止し、根を充実させることによって、梅雨・サマーストレスに備えることができます。また、更新後のターフの回復が非常に速やかなることは言うまでもありません。