

葉面で本当に吸収できるのか？ (葉面吸収のメカニズム)

アクション植物科学研究所
宇城 正和

芝草への葉面散布は、1960年代後半になって米国で始められたが、日本でも次第に芝草への葉面施肥が認知され、行われるようになってきている。しかし、本当に葉面から吸収されるのか、結局、土壤に落ちた肥料が根から吸収されているのはいか、あるいは、気孔から吸収されるとして、植物の葉の気孔は裏側にほとんどあるはずだから、裏面へ向けて散布しないと吸収されないのではないかとといった疑問が投げかけられる。もっと言うと、植物は本来、根から栄養を吸収するはずだから、葉から吸収させるのは不自然であるという考え方も根本にあらう。ここでは、葉面から吸収されるメカニズムを簡単に説明してみたい。

1. 葉のどこから吸収されるのか？

もともと原始の植物（海藻）は水の中で生活していたので、葉面から栄養を吸収していた。それなら、陸に上がった植物でも、少し工夫をすれば、栄養を葉から入れてやるのも、そんなに可笑しいことではないと考えられる。では、どこから吸収できるのか？現在の時点では、葉の表面にあるクチクラ層の極微小孔や気孔から吸収されるとされている。クチクラ層の極微小の穴は、気孔を取り巻く孔片細胞に多いので、気孔の数が重要になってくる。

海藻は根からではなく、
葉面から栄養分を吸収する

- 海藻には維管束系がない！
- 水中の栄養分をそのまま、葉面から吸収している
- 海藻は陸上植物の起源であると考えられている
- 原始植物は、もともと葉面から栄養素を吸収していた



図：ウイキペディアより

2. 気孔は本当に裏面に多いのか？

小中学校で植物の葉の気孔は、葉の裏側に多いと教わった。米国の芝草研究者の中にも、そのように考えている人がいる。しかし、事実はまったく違って、単子葉植物のイネ科では葉表にも多数あり、寒地型芝草では、表の方が圧倒的に多い。裏より2倍ぐらい多いと思ってよい。暖地型芝草でも葉表の方が多し、さらに気孔数は寒地型芝より表裏とも多くなる。したがって、葉面から肥料を散布する際、液材は葉表に当たりやすいから、葉表に気孔の多いことは好都合になる。図には寒地型芝の気孔数 100 個/mm² と暖地型芝の気孔数 348 個/mm² を模式的に表してある。気孔数からすると、暖地型芝の方が葉面での吸収が良いことになる。ここで、注目していただきたいのは単位面積が 1 平方ミリメートルという非常に小さな面積での数だということである。

寒地型 vs 暖地型

寒地型(12種の平均値)

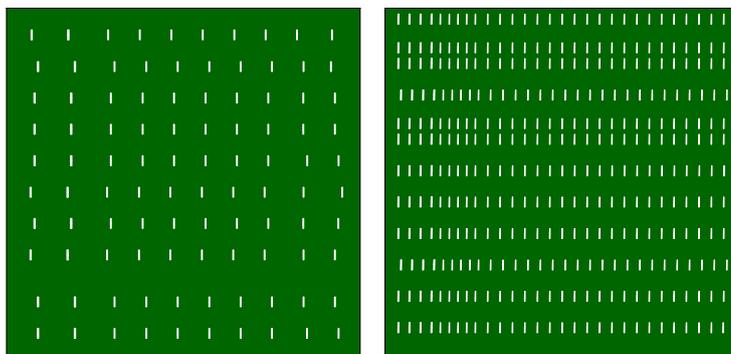
葉表 68~203/mm²

葉裏 0~100/mm²

暖地型芝(10種の平均値)

葉表 96~468/mm²

葉裏 84~348/mm²



コウライシバは気孔密度が高いため、葉面吸収しやすいだろう

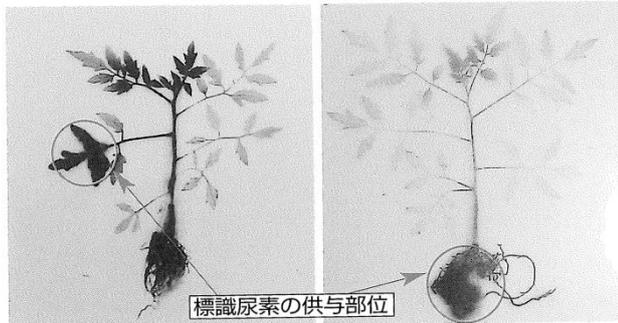
3. クチクラの極微小孔や気孔のサイズと栄養素の大きさの関係

クチクラの極微小孔や気孔は非常に小さいので、栄養素がこれらの穴から入るのだろうかといった疑問が湧いてくる。クチクラ極微小孔は1~2ナノメートルぐらいの大きさで、これは1mmの百万分の1~2にあたる。ブドウ糖やアミノ酸ですら、1ナノメートル程なので、通過できそう。また、もっと小さな分子であるイオン態の栄養素カリウムや鉄などは十分に入れる大きさである。ペンクロス気孔のサイズは長軸で約12ミクロン(μm)あるので、この大きさと栄養素の分子やクロロフィル等の大きさを比較してみた。気孔はこれらの分子より、とてつもなく大きいことがわかる!

4. 葉から根まで転流するのか?

次に、葉から吸収されるとして、その栄養素は芝草の他の場所、例えば、根まで本当に運ばれるのか(転流するのか)、確かな証拠があるのかという疑問が起こってくる。ここでは、我が国の作物栄養に詳しい渡辺先生の研究成果を観ることにしよう。放射性同位元素¹⁴Cで標識した尿素を葉から吸収させた場合と、根から

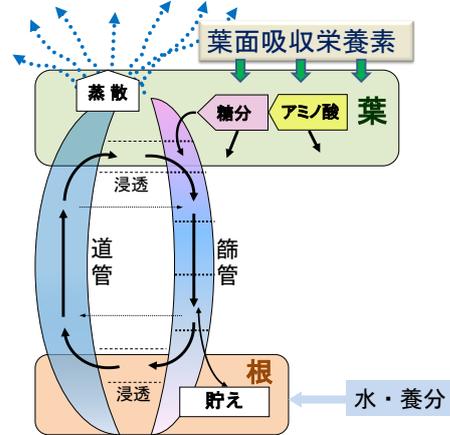
写真2 尿素の葉からと根からの吸収分布状態(3日後)
(渡辺和彦 原図)



注:放射性同位元素¹⁴Cで標識した尿素を、左は葉から、右は根から与えて3日後の分布。葉から与えた尿素は、新葉だけでなく、根にもよく転流している。

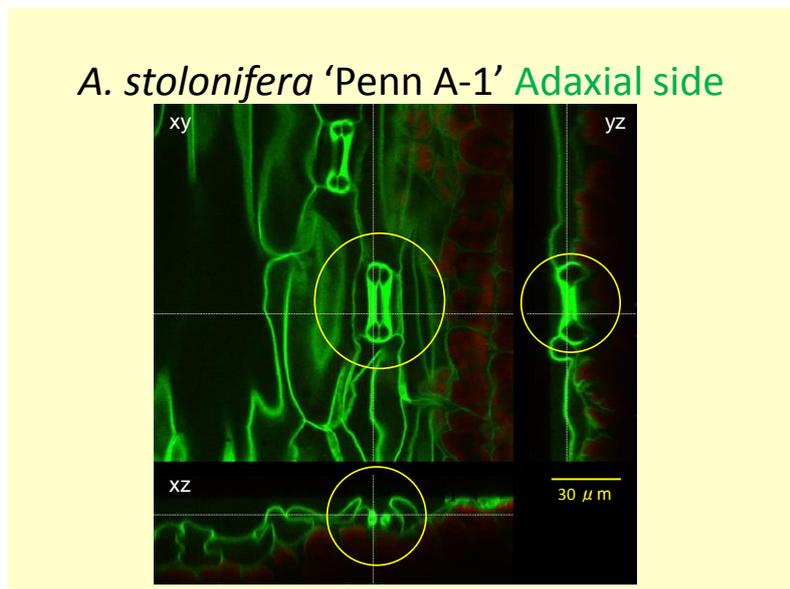
吸収させた場合の尿素の分布がわかる。この画像をみると、葉から吸収させた尿素は明らかに根まで転流し、他の葉や茎にも移行していることがわかる。尿素では、根から吸収させた場合よりも、移動が大きい。放射性同位体を用いた研究は芝草でも行われており、葉から根までの転流が明らかとなっている。

葉面吸収⇒転流して根に！



5. 葉面散布資材の工夫

芝葉の表面はまずワックス（ろう）の微細な繊維で被われている。このワックスは散布水をはじいてしまうから、専用の葉面吸収資材には、ワックスにはじかれないよう工夫がなされている。また、米国の専用資材には短時間だけ気孔を開かせ、葉面から急速に吸収させる技術も取り入れられている。丸で囲った気孔の画像は共焦点レーザー顕微鏡で観察したもので、x y 面がペンA-1の表面、x z 面が横断面、y z 面が縦断面である。気孔が少し開いているのがわかる。また、表皮の細胞はジグソーパズルのように接着していて、強度を増していそうなことや、細胞壁とその外側にあるクチクラ層が



厚いので発色が強い。一方、気孔のすぐ下の葉肉細胞の細胞壁とクチクラ層からの発色はとても弱いので、葉肉細胞への吸収が容易であることを感じさせる。

さらに、散布した資材の90%以上を葉面から吸収させるにはさまざまな高度が技術が必要とされるが、特に重要なのが散布水量である。40 ml/m²前後の極少量で散布することが必要で、80 ml 散布になると60%程に吸収が低下して、残りは地際部へ落下してしまう。

6. 葉面吸収施肥の利点

葉面から吸収させる施肥法のメリットは、土壌の環境の影響を受けないことだ。例えば、①リン酸過多の施肥をしてしまっって他の栄養素と固結している、あるいは②夏場、根が衰退している、③春先、地温が低く、根や土壌微生物の活性が低い等の理由で根から栄養を十分に吸収できない時に、非常に効果がある。また、生長期では1~4時間で栄養素の大半を吸収させることができるのも大きなメリットである。栄養素の吸収量を的確に指定して施肥できることや、スプーンフィーディングによる細やかな施肥管理ができる。土壌から吸収できる量に比べ、葉面から吸収できる量は少ないので、土壌施肥と上手く組み合わせることにより、年間を通じた芝草の健全度を高めることができるので、芝草管理が楽になろう。

今後、環境問題への対策がますます重要になることから、葉面吸収施肥はさらに注目されてくると思う。

引用文献

渡辺和彦 (2006): 作物の栄養生理最前線、ミネラルの働きと作物、人間の健康、農文協。

