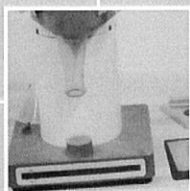
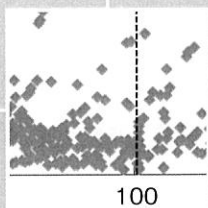


管理に活かす 芝草の植物生理学

第X回

分析に基づく肥培管理の 重要性

— 土壌分析・葉身分析はなぜ必要か? —



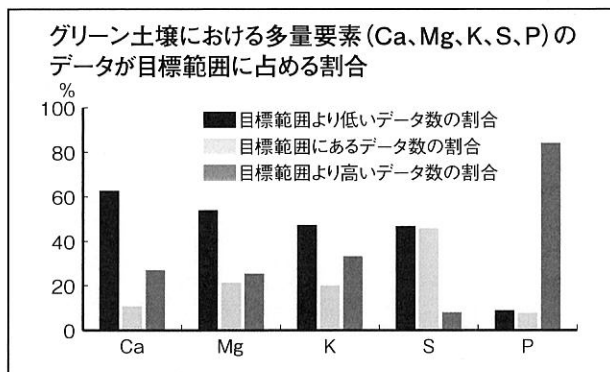
アクション植物科学研究所
所長 宇城 正和 (農学博士)

「診断なき処方是有害である」とは医学におけるフレーズですが、ゴルフコース管理においても、全く同じことが言えます。どんなに良い肥料や資材を用いても、適材適所・適時適量の施肥がなされなければ、効果が無いばかりか、害を与えることすらあります。適切な施肥は、結果として、コスト削減と入場者の増加につながります。効果的な施肥を行うためには、グリーンキーパーのみなさんが定期的に土壌・葉身分析を行い、芝草の現状と芝草環境をできるだけ正確に、科学的に把握することが重要です。

1 土壌分析

●日本のグリーンの現状

日本のグリーンは、多くがカルシウムCa不足で、逆にリンPが多すぎます。Ca不足は、ストレス耐性、細胞壁の形成、根の伸長、呼吸反応、炭水化物の移動等に問題を起こします。一方、過剰なPは、可給態微量要素と結合して、芝草への供給量を減らしてしまいます。2009年度、筆者の研究所に寄せられたグリーン土壌サンプル

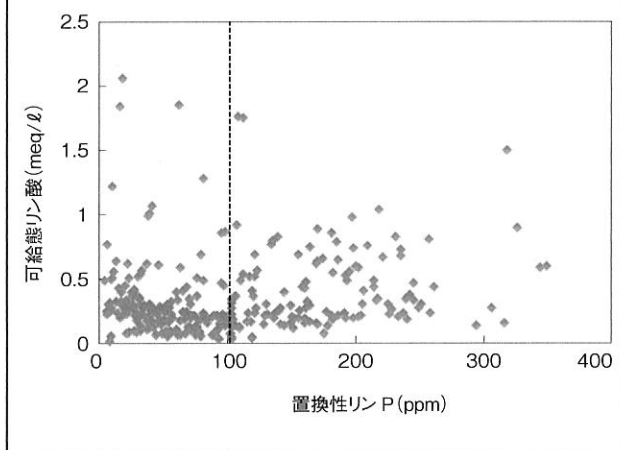


309個の多量要素の分析結果を
ごらん下さい。

CECを3・8と仮定した場合、各多量要素のデータが目標(最適)範囲と、それより低い、あるいは高い範囲に占める割合をグラフ化しました。目標値はCECの変化に応じて変わりますから、ここではCECの平均値3・8を基にしたおおよその値とお考え下さい。

このグラフによると、Mg、K、SとともにCaの不足しているグリーンが非常に多いことが明らかで

グリーン土壌の多量要素ーリン(置換性と可給態 P)



グリーン土壌における多量要素ーCa、Mg、K、S、Pの平均値

	Ca	Mg	K	S	P
置換性 (ppm)	492.8	59.9	97.2	7.5	102
可給態 (meq/L)	1.22	0.501	0.286	1	0.351
可給態/置換性 (%)	4.95	10	11.5	213	3.55
相関係数 (r)	0.68	0.6	0.047	0.56	0.15

*可給態の単位 (mg当量/L) をppmに変換して計算

す(63%)。一方、Pは逆に目標範囲よりも高い(あるいは過多の)グリーン土壌が多く、データ全体の84%を占めました。

●置換性と可給態栄養素について
置換性栄養素が多いからといって、芝根がすぐに吸収できる可給態栄養素も十分に含んでいるとは限りません。なぜなら、置換性栄養素が可給態に変わるには様々な環境要因が影響し、また、可給態栄養素どうしの結合で不可給態に変わる反応も進行するからです。

しかし、可給態栄養素は測定時点での芝草が即利用できる(吸収できる)量を示しているもので、重要な情報源になります。土壌分析においては、置換性のみならず可給態栄養素も把握できる事が重要です。

ここでは多量要素(置換性と可給態)の309データの平均値を表で示し、Pについてのみグラフ化しました。グラフ上の縦の破線は置換性データ309

個の平均値を表しています。

PやKでは、置換性栄養素と可給態栄養素の間にほとんど相関がなく(相関係数0.250)、その他の栄養素Ca、Mg、Sでも中程度の相関しかありませんでした(相関係数 $r=0.750 \sim 0.4$)。

土壌分析を行わないと、現状での土壌栄養素の多少を把握することができません。不足している栄養素の施肥量や、逆に施肥すべきではない栄養素が何であるかを知ることができないのです。

2 葉身分析



土壌分析によって、土壌がどれだけ栄養素を保持しているか、土壌の持つ栄養素の貯蓄量(置換性栄養素)や、すぐに使える量(可給態栄養素)などを把握することが出来ます。それではなぜ、葉身分析が必要なのでしょう？

●葉身分析のメリット

土壌分析では土壌中の栄養素量を測定するだけで、それらの栄養素が実際、どの程度吸収されているのかは一切わかりません。土壌内に適量の栄養素があったとしても、気象状況、土壌内の物理的・

化学的環境、微生物等の生物的環境も影響するので、それらの栄養素が実際、芝草にすべて吸収されるわけではありません。特に、芝根が衰退して吸収力が低下している時は、芝草体内に十分な栄養素を取り込むことが難しくなります。

一方葉身分析では、直接葉身中の栄養素量を測定するため、採取した時点での葉身中の栄養素量をそのまま知ることが出来ます。すなわち、芝草の葉身に実際、どれだけ栄養素を吸収できているかがわかるのです。

①芝草の健康状態をチェック

葉身分析の結果から、必要な栄養素がどの程度含まれているかを把握し、芝草の健康度をチェックすることが出来ます。目に見えて芝草が衰退する前に、欠乏している栄養素を知り、葉面散布等で不足栄養素を供給し、芝草の衰退を未然に防ぐことが出来ます。

②リアルタイムのデータ

葉身分析(特にNIRS法)は即日に結果が得られるので、芝草の栄養状態・健康状態を速やかに知ることが出来ます。

③葉面施肥をサポート

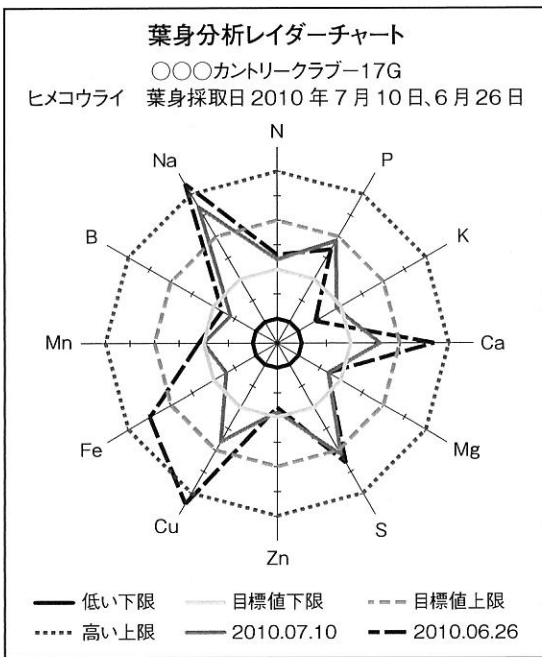
葉身分析データによって葉身中

の栄養状態がわかれば、葉面散布によって、欠乏している栄養素を直ちに供給することが出来ます。芝根が傷んでいたり、根上がりの状態で根からの吸収が期待できない場合でも、葉面施肥によって欠乏栄養素を即時に補うことが出来ます。特に、重要な窒素の供給量を決定するのに大変役立ちます。

●分析法について

現在、葉身分析の主な方法としてICPとNIRSがあります。

①ICP (Inductively Coupled Plasma高周波誘導結合プラズマ) 法

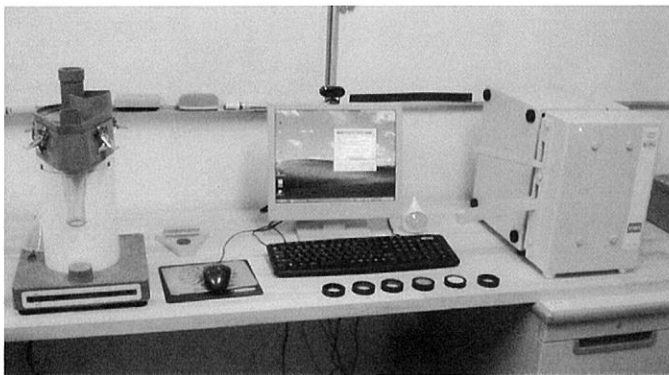


反射量を測定します。ICP法などであらかじめ得られたデータとの検量線により、各元素の量を推定します。精度はやや劣りますが、前処理に要する時間が短く、

不活性ガスであるアルゴンに高周波電流を作用させてアルゴン原子をプラズマ化し、この高温のプラズマによって試料中の原子を励起させ、多種類の原子とその量を同時に測定する方法です。精度は非常に高いのですが、前処理や測定に時間と熟練を要し、また測定機器が高価なため、葉身分析のコストが高くなります。

②NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) 近赤外(反射分光) 法

試料に近赤外線のスเปクトルを照射して入射量に対する各元素の



TTL.JAPANの葉身分析 (ARI)

NIRS法の測定精度について

NIRS法については、「結果が早く得られ、葉身の窒素含有量については正確であるが、他の重要な栄養素に関しては精度において不十分である」という報告があります(ストウエル博士、ゲラーンター博士)。一方、トーナメントターフ研究所(TTL)のヨーク博士は、NIRS法の開発に携わり、硫黄、亜鉛、マンガンを除く多くの栄養素(N、P、K、Ca、Mg、Cu、Fe、Bホウ素、Na)について、高い測定精度が得られるまで改良を重ねました(私信)。

3 土壌分析と葉身分析を有効に活用

且つ操作が簡単で、さらに測定機器もICPと比較すれば安価なため、葉身分析のコストを下げる事が出来ます。アメリカでは多くの有名コースで、NIRS法が広く用いられています。

土壌分析と葉身分析は、本来全く別物であることを認識すべきです。先に述べたように、土壌分析は土壌中の栄養素を測定しているだけで、それらの栄養素が芝草の葉身にどれほど取り込まれるかは不明です。栄養吸収にはさまざまな要因が影響を与えるからです。一方葉身分析では、土壌あるいは葉身から実際に吸収された栄養素がどれだけ葉身に含まれているか、採取時点での栄養素量のみを明らかにします。先述のゲラーンター博士とストウエル博士は、別の研究報告で、土壌分析と葉身分析には相関がほとんどないことを指摘しています。つまり、土壌の栄養素が十分にあるからといって、葉身中にもその栄養素が十分に含まれているとは限らないし、逆に葉

身栄養素が多いからと言って、土壌栄養素も多いとは言えないのです。

土壌の施肥設計、肥培管理の面からは土壌分析を基にすべきで、葉身分析は参考程度に考えましよう。

●分析の限界も考慮して

①土壌分析について

葉身分析でも言えることですが、各栄養素の最適範囲（目標範囲）はあくまでも、目安でしかありません。また、個々の分析機関によって、測定法や前処理の仕方も異なり、それぞれの最適範囲も異なることを念頭において考察すべきです。さらに現実の問題として、分析結果が良くても、芝の活性が低下していることは多々あります。厳しい気象状況、土壌内の酸素不足、微生物相の悪化等は土壌分析で知ることではできません。

②葉身分析について

葉身分析は葉身の栄養素だけを測定します。根の各栄養素量が葉身にそのまま反映されているわけではありません。データは葉身の栄養充足度、健康度を直接的に表しますが、芝草植物体の一部のデータ、それも葉身の一つの指標で

しかないということを忘れてはなりません。

また、栄養素が充足しているからと言って、土壌の同じ栄養素も充足しているとは限りません。芝草は欠乏している可給態栄養素を補うために、根酸等によって、置換性ではない難溶性栄養素、あるいは鉱物をも溶かし、多大なエネルギーを使って吸収している可能性があるからです。

データは季節や肥培管理の状況、芝種によっても大きく変動しますから、複数の目標（最適）範囲があるべきです。プレー量（踏圧）、病気の有無等も考えねばなりません。また、芝種によって適正な芽数が異なりますから、栄養素量が適正であっても、全体として芽数が少ない場合は施肥量を増やす必要もあります。これらを考慮して総合的な施肥量の調節を行います。

●サンプル回数は

適材適所・適時適量の施肥を行うためには、定期的にサンプルを採って分析することが必要です。土壌分析は一般に年2回以上、葉身分析は月1回、生長期などは2週間に1、2回行います。

●サンプル採取の注意

できる限り正確なデータを得るためには、分析機関の指定する方法でサンプルを正しく採取しなければなりません。

●水質分析

土壌・葉身分析の結果に問題がある場合、灌用水の水が影響を与えている可能性があります。ナトリウム、塩素、重炭酸イオン、硫酸イオン等が過多であったり、池水であれば、富栄養化して窒素、リン等が多く含まれていることがあります。土壌分析、葉身分析の結果で特定の要素が常に多い（過多の）場合は、水質分析もしてみる必要があります。

まとめ



①診断（分析）なき処方（施肥設計）は有害ですらある。

②通常、土壌分析は年2回以上、葉身分析は月1〜4回行う。

③土壌分析で土壌の栄養状態を把握する。可給態栄養素のデータも重要である。

④土壌の施肥設計、肥培設計を考えると、土壌分析を基にす

る。

⑤葉身分析によって芝草への直接的な栄養素の取り込みがわかり、栄養充足度、健康状態を速やかにチェックできる。

⑥葉身分析では、目視による芝草の活力低下が現れる前に、葉身栄養素が欠乏し、衰退の予兆を示すことがある。

⑦葉身分析結果を参考に、葉面からの施肥を行うと非常に効果的である。

引用文献

- 1) 眞木芳助(2008)：大改訂版芝草管理用語辞典、一季出版
- 2) Stowell, L.J. and W. Gelenter (1968) : Tissue Analyses: Guidelines and NIRS Revisited, PACE INSIGHTS, 4 (11) p. 1~4, <http://www.paceturf.org/SHomePage>→Super Journal→CategoriesのTissueをクリック。
- カリフォルニア州(25カ所)の良好なゴルフコースで得られたNIR法のデータと、精度の高い化学分析法による葉身分析データの統計グラフあり。
- 3) Gelenter, W. and L.J. Stowell (2002) : Turfgrass Tissue Testing: Pros and Cons, PACE INSIGHTS, 8 (1) p. 1~4, <http://www.paceturf.org/SHomePage>→Super Journal→CategoriesのTissueをクリック