

水稲用葉色カラーチャートによる芝草の窒素栄養診断

松山 稔*・桑名健夫*・吉倉惇一郎*

要 約

芝草の窒素栄養状態を簡易に把握することを目的として、水稲用葉色カラーチャートを用いた葉色診断により施肥の要否を判断する手法を開発した。

- 1 水稲用カラーチャートによる芝草の葉色値(群落)と窒素含有率の間には、高い正の相関があり(ヒメコウライシバ: $r=0.951$, ベントグラス: $r=0.865$), 芝草の窒素栄養状態は葉色値により推定が可能であった。
- 2 窒素施肥量と芝草の生育量及び葉色値を検討した結果, 施肥量は慣行量の2割減(年間 $24\text{ g}/\text{m}^2$)で十分であった。
- 3 適正な窒素含有率はヒメコウライシバの場合2%未満であり, 葉色値5(群落)を目安に管理すれば芝草を適正な窒素含有率で維持できると考えられた。

Diagnosis of Nitrogen Nutrition Condition of Turf Grass by Using a Leaf Color Chart for Rice Plants

Minoru MATSUYAMA, Takeo KUWANA and Jun-ichiro YOSHIKURA

Summary

We developed a simple method to know the nitrogen nutrition condition of turf grass by using a leaf color chart for rice plants.

- (1) The leaf color index of turf grass had correlations with nitrogen content in turf grass respectively (*Zoysia matrella* Merr. : $r=0.951$, *Agrostis* L. : $r=0.865$), and it is possible to know the nitrogen nutrition condition of turf grass by using a leaf color chart.
- (2) Considering relationships between the amounts of applied nitrogen and the growth amounts of turf grass and a leaf color index, the amount of applied nitrogen, $24\text{ g}/\text{m}^2/\text{year}$ (20% reduced from conventional amount) was enough for growing turf grass.
- (3) We can maintain suitable condition of nitrogen nutrition percentage in turf grass (under 2% : *Zoysia matrella* Merr), if we do manuring by keeping a leaf color index 5 (community).

キーワード: 芝草, 葉色, カラーチャート, 窒素, 栄養診断

緒 言

我が国では1980年代の終わり頃から、ゴルフ場で使用される農薬や肥料の環境に及ぼす影響が、大きな社会問題となり、周辺環境の水質は、ゴルフ場や行政機関により、常時監視されるようになった²⁾。兵庫県においても各地のゴルフ場で、富栄養化現象を引き起こす窒素やリンの測定が実施されており、肥料成分のゴルフ場外への流出に対しても注意が喚起されている。

一方、ゴルフ場における芝草管理では、常に茎葉を刈り取りながらプレーに良好な状態を維持していくことが求められる。ともすれば、芝草の再生を急ぐ余り、過剰

な施肥を行いがちである。窒素栄養が過剰になると、芝草の水分状態が高まり、細胞壁が薄くなって、干ばつ、低温、病害虫、刈り取り、踏圧等のストレスに対する抵抗性が低下することが知られている³⁾。しかし、施肥を控えすぎると、芝草の生育が衰え、再生力減退を招くことになる。したがって、芝草を健全に育成、維持しつつ、環境にもやさしいゴルフ場にするためには、芝草の栄養状態に合わせた合理的な施肥が望まれている。

既に水稲や野菜・果樹類では、ほ場で葉色カラーチャートを用いて簡易に葉色を測定して、栄養診断が行われている⁶⁾。

また、葉色診断にはこの他にも、簡易葉緑素計で葉中のクロロフィル量を測定する方法がある⁵⁾。

そこで、本報告では水稲用葉色カラーチャートによる

1996年8月30日受理

* 中央農業技術センター

葉色値と窒素含有率の関係を明らかにするとともに、カラーチャートと簡易葉緑素計による診断の性能比較を行った。これらの結果をふまえて、簡易に芝草の窒素栄養状態を把握し、施肥要否判定基準の作成を試みた。

材料及び方法

1 プランター試験

大型プランター（縦650mm×横650mm×深さ283mm）を用い、窒素施用量を変えて芝草を育成し、芝草の葉色と窒素含有率がどう変化するかを調査した。

芝草の種類は日本芝のヒメコウライシバと、西洋芝のベントグラスを用いた。土壌はマサ土と海砂の2種類を用いた。窒素肥料は硫酸を用い、慣行施肥量は一般的に施肥量の多いグリーンを想定して、年間30g/m²とし、慣行量の4割増施肥区、2割増施肥区、2割減肥区、4割減肥区、6割減肥区、無窒素区、慣行区の計7区を設定した。

ヒメコウライシバは5月から9月にかけて、ベントグラスは9月から翌年の5月にかけて、それぞれ5回に分けて均等に施肥した。なお、リン酸（過リン酸石灰）とカリ（塩化カリ）は全量基肥として1回目の施肥時に、それぞれ30g/m²・年施肥した。

刈り取りは施肥後約1カ月に行い、その刈り芝の重量（新鮮物重）を測定し、一部を乾燥後粉碎し、サリチル硫酸分解した後、水蒸気蒸留法で窒素含有率を測定した。

葉色測定は、水稻用の葉色カラーチャート（指数：1～7、富士葉色カラスケール水稻用）を用いて刈り取り直前に行った。測定に当たっては、カラーチャートを芝草の上に置き、太陽光を背にして1.0～1.5m離れ、測定者の影が入らない位置に立って、斜め上から群落としての葉色を読みとった。ヒメコウライシバは春夏季（6～8月）の平均値、ベントグラスは年間（10～6月）を通じての平均値を求めた。

2 ほ場調査

ほ場での測定の実用性を検討するため、中央農業技術センター内で管理の異なる芝ほ場3カ所から葉色の異なる場所を無作為に14地点選定し、葉色値と葉中の内容成分（水分、窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム）を分析し、葉色との関係を調査した。

葉色の測定及び芝草のサンプリングは、5月と7月に7地点ずつ行った。

また、簡易葉緑素計（ミノルタ葉緑素計、SPAD-502）による測定値との比較を行った。

分析方法については、窒素はプランター試験と同じ方法を用いた。窒素以外については硝酸－過塩素酸による湿式灰化後、リンはバナドモリブデン酸法、カリウムは炎分光分析法、カルシウムとマグネシウムはICP発光

分光分析法により測定した。

なお、葉緑素計による測定は、芝草の場合、立毛状態では地上部が短く刈り込まれているので、そのままでは測色部に葉を挿入しにくく、測定できないため、鋏で葉を約1cm程度に切り、透明セロテープ上に表向きに隙間のないように張り付けて測定した。異常値を除いた20回の平均値を葉色値として求めた。

結果

1 プランター試験

(1) 芝草の葉色値と窒素含有率

ヒメコウライシバ及びベントグラスの葉色値と窒素含有率の関係を図1に示した。ヒメコウライシバ、ベントグラスとも高い正の相関があった（ヒメコウライシバ： $r=0.951$ 、0.1%有意、ベントグラス： $r=0.865$ 、0.1%有意）。

また、ヒメコウライシバでは、窒素含有率が約1.4%から2.2%の範囲で、葉色値が4から7に変化し、ベントグラスでは、窒素含有率が約3.2%から4.5%の範囲で、葉色値が4.5から7に変化した。

(2) 窒素施用量と葉色値並びに生育量

図2に示したように、ヒメコウライシバ、ベントグラスとも窒素施用量に対する生育反応は鋭敏で、施用量が多くなるほど顕著に刈り芝量が増加した。

また、両芝草とも窒素施用量は慣行量（30g/m²・年）の2割減区（24g/m²・年）でも、生育量はやや減少したが、生育状態は慣行量と同等であった。

葉色値については窒素施用量に対する反応は鈍感で、4割減肥区においても、両芝草で葉色値5前後を示し、葉色値5以上では窒素施用量を増加させてもあまり葉色値は高くならなかった。

葉色値4以下では、両芝草ともほとんど刈り芝量が出ないほど生育が悪くなった。

また、葉色値6（4割増施肥区）以上では、両芝草とも刈り芝量が慣行量区の約1.5～2倍と過剰な生育を示した。

土壌については、両芝草ともマサ土の方が海砂よりも

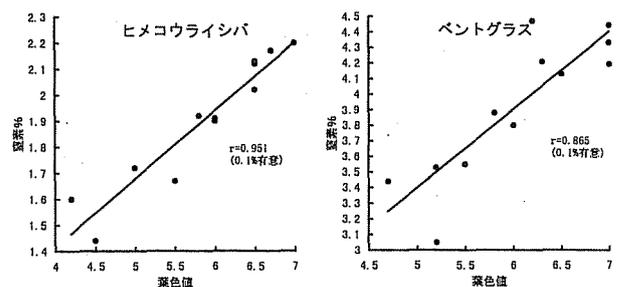


図1 芝草の葉色値（カラーチャート）と窒素含有率：プランター試験

窒素施用量の増加につれて刈り芝量が多くなったが、葉色値については両土壌であり差がなかった。

2 ほ場調査

(1) 芝草の葉色値と窒素含有率

図3に示したように、ほ場においてもプランター試験と同様に、芝草（ヒメコウライシバ）の葉色値（カラーチャート）は窒素含有率と高い正の相関があった（ $r=0.895$, 0.1%有意）。また、窒素含有率が約1.2%から3%の範囲で葉色値が3.5から6.5に変化した。

窒素含有率と葉色値との相関をカラーチャートと葉緑素計で比較すると、カラーチャートによる葉色値の方が

相関が高かった（葉緑素計： $r=0.761$, 1%有意）。

また、表1に示したように、カラーチャートによる葉色値と葉緑素計による葉色値の間には正の有意な相関があった（ $r=0.693$, 1%有意）。

(2) 葉色値と葉中内容成分との関係

表1に示したように、葉色値とカリウムとの間には正の有意な相関がみられた。また、水分と窒素、カリウムの含有率との間には正の有意な相関がみられたが、水分とリン、マグネシウムの含有率との間には負の有意な相関がみられた。

考 察

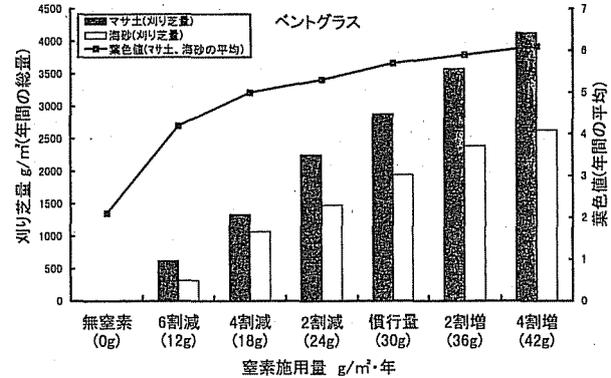
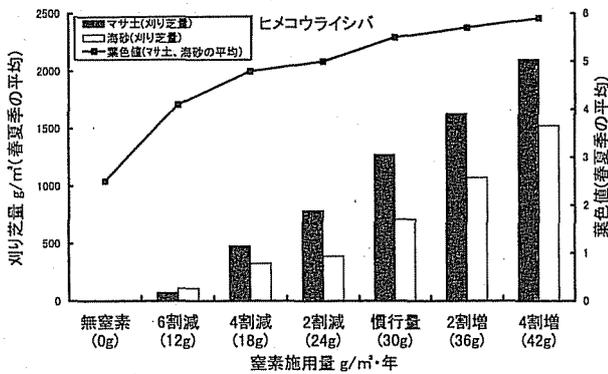


図2 窒素施用量による芝草の葉色値（カラーチャート）と刈り芝量：プランター試験

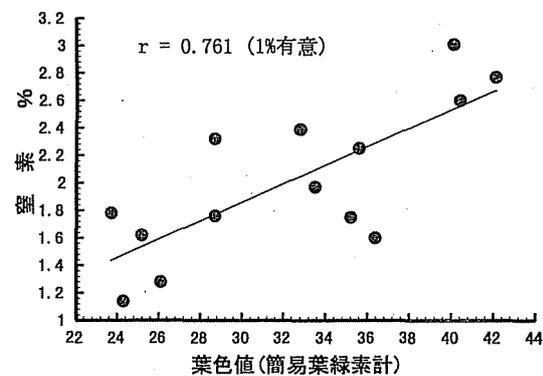
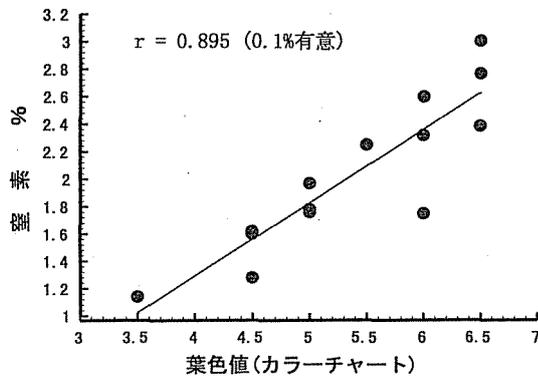


図3 ヒメコウライシバの葉色値と窒素含有率：ほ場調査

表1 供試ヒメコウライシバにおける各調査項目の測定値の範囲及び項目間の単相関係数の有意性：ほ場調査

項 目	最小値～最大値	1	2	3	4	5	6	7	8
1 葉色（カラーチャート値）	3.5 ～ 6.5		0.693	0.435	0.895	0.108	0.597	0.154	0.199
2 葉色（簡易葉緑素計値）	23.7 ～ 42.1	**		0.727	0.761	-0.439	0.499	-0.311	-0.249
3 水分（%）	45.3 ～ 67.4		**		0.605	-0.760	0.580	-0.456	-0.541
4 葉中窒素（%）	1.14 ～ 3.01	***	**	*		-0.205	0.484	-0.105	-0.191
5 葉中リン（%）	0.242 ～ 0.470			(**)			-0.318	0.673	0.750
6 葉中カリウム（%）	1.40 ～ 2.63	*		*				0.056	0.222
7 葉中カルシウム（%）	0.284 ～ 0.633					**			0.794
8 葉中マグネシウム（%）	0.051 ～ 0.169			(*)		**		***	

注）葉中養分含有率は乾物当たり%，右上の数値は単相関係数，左下の記号は単相関係数の有意性を示す（n=14）

*, **, ***：それぞれ5%，1%，0.1%水準で有意，ただし（）は負の相関を示す

窒素施用量と葉色値の相関が高いことから、葉色は窒素施用量が大きく影響していることが明らかとなった。しかし、窒素施用量が慣行より多くなり、カラーチャートによる葉色値が5を超えると、葉色値の増加はほぼ頭打ちとなり、生育量だけが顕著に増えて、過剰な施肥は刈り芝量の増加につながることを示唆した(図2)。

芝草の生育状況と葉色値の両者を考慮すれば、慣行量の2割減である年間24 g/m²の窒素施用量でも慣行量と同等な生育と葉色値(5)が期待できると考えられた。

以上の点を考慮して、芝草の生育量及びゴルフ場としての景観を維持して施肥管理を行うには、カラーチャートによる葉色値は5を目安とし、5未満では追肥を行い、5であれば追肥の必要はないものと考えられた。

ほ場調査を行った結果、窒素含有率と葉色値の関係はプランター試験と同様、高い相関が得られたことから、実際のゴルフ場でも上述の技術は十分活用できると思われる。プランター試験とほ場調査を比較すると、ヒメコウライシバの窒素含有率は、プランター試験の方がやや低くなった。これは、ほ場では頻りに刈り込みを行ったが、プランター試験では刈り込み頻度が約1カ月毎と少なく、草丈が高くなり、葉先の活力の低い部分での窒素含有率を測定したためとも考えられる。

窒素含有率は病害とも密接な関係があり、ヒメコウライシバは葉色値6以上では葉中窒素含有率が2%以上となり、日本芝葉腐病にかかりやすくなる¹⁾。この病害は兵庫県下約140カ所のゴルフ場の約70%で大きな被害を与えている最も重要な病害である。ヒメコウライシバの場合、葉色値5は窒素含有率1.7%程度に相当することからも、カラーチャートによる葉色診断は病害予防面にも有効であると思われる。

葉色値と葉中成分の関係では、葉色値と窒素含有率との高い正の相関がみられ、カリウムの含有率とも正の相関があった。また、水分と窒素、カリウムの含有率とは正の相関があり、水分とリン、マグネシウムの含有率とは負の相関があった。これは、芝の窒素吸収が増えると水分吸収が増え、それに伴って2価イオンであるマグネシウム及びそれらに随伴しているリン酸よりも、1価イオンである硝酸態窒素やカリウムが優先的に吸収されることを示唆している。以上のことから葉色値は窒素含有率との関係が強く、窒素栄養を示す指標であり、他の栄養診断への利用は難しいと思われた。

したがって、葉色値に基づき肥培管理をする場合、窒素栄養以外の成分については、個別に考える必要がある。

カラーチャートと葉緑素計を比較すると、測定値のばらつき具合から判断して、カラーチャートの方が信頼性が高く、簡便で実用性も高いと思われた。

また、葉緑素計は測定値が数値で表現され、確実性は

あるが、測定器が高価であり、芝草では刈り込みのため葉長が短く細いため、測定に手間がかかった。

カラーチャート使用時の留意点は、天候との関係で、晴天の日には午前9時から11時頃に測定するのがよく、曇天時には早朝、夕刻を除けばいつでもよいとされている。また、葉の水分状態によっても葉色が違って来るので葉が乾いてから測定の方がよい。

また、葉色判定時の条件(日時、天候、生育状態、耕種概要、測定者等)も記録しておくことが望ましい。

なお、この結果の利用に当たっては、ヒメコウライシバとベントグラスのグリーンにのみ適用可能であり、他の品種についてはさらに検討が必要である。グリーン以外の場所については、従来ティーグラウンドで25 g/m²年、フェアウェイ14 g/m²年、ラフ6 g/m²年となっているが¹⁾、上述の結果からこの2割減でも十分生育可能と推察される。

さらに、芝草の葉色は同一施肥量でも芝草の種類、生育時期、土壌条件、生育場所、気象条件等により異なるため、各ゴルフ場にあった適切な施肥量を把握しておくことも必要である。

土壌条件についてみれば、本試験でもマサ土の方が海砂よりも同一施肥量でも生育が旺盛であった。グリーンでは海砂が用いられている場合が多いので、施肥成分の流出を少なくして吸収率を高めるには、やはり少量分施肥を心掛ける必要がある。

以上、本試験の結果から、葉色カラーチャートによる窒素栄養診断を行えば、グリーンキーパーの経験に頼っていた施肥の要否の判定が客観的に行え、グリーンキーパーの有力な判断材料になると考えられる。また、余分な施肥を省くことで、経費の節減とともに、環境にやさしく健全な芝草を維持することができると思われる。

引用文献

- (1) 相野公孝・桑名健夫(1994): 窒素ケイ酸施用と日本芝葉腐病の発病との関係: 今月の農業 12, 30-33
- (2) 原田尚之・山田憲一・船引泰造・松山 稔(1989): 環境条例シリーズ(8), ゴルフ場における農薬等の安全使用に関する指導要綱: 環境情報科学 18-4, 44-48
- (3) 日本芝草学会編(1988): 新訂芝生と緑化(ソフトサイエンス社), 180
- (4) 日本芝草学会編(1988): 新訂芝生と緑化(ソフトサイエンス社), 309-311
- (5) 農業技術大系土壌施肥編(1993): 4 土壌診断・生育診断, 281-284
- (6) 植物栄養実験法編集委員会(1990): 植物栄養実験法(博友社), 362-367