



ASIAN TURFGRASS CENTER

ターフサイエンスセミナー2011



東京セミナー：2010年12月14日

大阪セミナー：2010年12月15日

講師：マイカ・ウッズ博士

通訳：上野幸夫

syngenta[®]

TORO[®]

Simplot
Turf and Horticulture

本セミナーの最初の話題として、この2010年に開催されたマスターズ、全米オープン、全英オープンにおけるコース準備に参加して気づいた点をいくつかお伝えする。メジャーな大会では、要求されたレベル通りのプレーコンディションを確実に実現するために膨大な量の作業が行われる。グリーンは速度やプレー面の硬さなど、プレーアビリティを判断する目安となる指標を厳密に測定するといったこともそういった作業の中に含まれる。メジャー大会におけるこういった準備は、日本におけるクリーピング・ベントグラス・グリーンとの管理との接点があると思う。日本の多くの地域では、夏はベントグラスの生育が難しい。だから日本のグリーンキーパーは、望ましいプレーコンディションを作り上げるために、また時には芝草が死んでしまわないように、膨大な作業をしなければならない。従って、芝草の状態やプレーコンディションといった重要事項についてのデータを測定し、それを基に管理作業を進めていくのは日本のグリーンキーパーにも役に立つはずである。今回のセミナーではまた、本年に発表された芝草研究の中で特に目を引いた内容をいくつか紹介する予定である。

第1節

マスターズ、全米オープン、および全英オープン大会における コース準備のハイライト報告



メジャー中のメジャーと言われるような大会において、当日に向けてどのようなコース準備作業が行われるのか、グリーンキーパーならば誰しもが興味を持っていることであろう。本年は、幸いにして、4月に行われたマスターズ・トーナメント、6月にペブルビーチで開催された全米オープン、そして7月にセントアンドリュースで行われた全英オープンという3つの大イベントのグリーンキーピング・サポートとして実際に現場を見るチャンスに恵まれた。

これら3大会で共通に行われていたことがいくつかある。グリーンキーパーとしては、メジャー大会のコース準備に関する設定や管理についての概略を知っておく必要があると思う。もちろん、そのような知見は、自分自身のコースに直接関係がないかもしれないし、そのまま役立てられることではないかもしれないが、大きな大会におけるコース管理の知識から自分の仕事のためのヒントを得ることは多いのではないだろうか。

1. 最大の関心・配慮は、ゴルフ場のコンディションである。あらゆる作業は、トーナメントの開催中にプレーコンディションが最高の状態になるように調整する、という目標の下に計画・実施される。
2. フェアウェイの刈り込みパターンのトレンドは「一方向」であった。マスターズ大会では、フェアウェイはグリーンからティーに向けて刈り込まれていた。今年の全米オープンでは、フェアウェイの刈り込み方向はティーからグリーンに向けての一方向であった。全英オープンでは、刈り込み方向は一方向であったが、オールド・コースのレイアウトの関係で、ティーからグリーンへ向けて刈り込んだフェアウェイと、グリーンからティーへ向けて刈り込んだフェアウェイとがあった。
3. グリーンの転圧が行われていた。全米オープンでは、アプローチにもローラを使用していた。全英オープンでは、アプローチを転圧する必要はなかったが、フェアウェイとアプローチをグリーンよりも硬く仕上げるという目標があった。今年の観察では、これらの大会開催地では、トゥル・ターフ (Tru-Turf) という名称のローラが一般的であったようだ。ローラ掛けの目的は一般にグリーンのスピードをアップすることと、表面を平滑化することにある。全英オープンでは、トゥルーネス・メータ (Trueness Meter) という名称の新しい計器が導入され、これによって、ローラ掛けがグリーン面の滑らかさを大きく向上させることが証明された。
4. 各種の計測は毎日実施・分析されて目標値との比較が行われ、それを基にして管理作業が見直され、ベストコンディションに向けての調整が行われた。具体的な測定項目と器具を挙げる：ボールの転がり速度 (スティンプメータとベルツメータ) ; 表面硬さ (トゥルフームまたはクレッグ式インパクト・ハンマー) ; 土壌水分 (TDR-3000 または テタ・プローブ (Theta-probe)) ; そしてトゥルーネス (忠実度) (トゥルーネスメータ : 全英オープンにて使用) である。

第2節

2010年の天候と日本の芝草への影響



質問1：オーガスタ・ナショナルGCは米国の南東部、ジョージア州に位置しており、夏期の天候は日本に酷似している。すなわち高温多湿であり、時に雷雨に見舞われ、また早魃がある。このような条件下でクリーピング・ベントグラスが無事に夏を越してメンバーがプレーでき、マスターズ大会に向けてパーフェクトなコンディションを作れるような環境管理、根圏温度管理のためにオーガスタ・ナショナルGCが使用している3つの「機械的」システムがある。それは何でしょうか？

メジャー大会に向けてのコース整備は、日本においてベントグリーンを管理することに通ずる。ひとつの類似点は、メジャー大会に向けたコース準備においてはグリーンを所定のコンディションに仕上げるために膨大な作業が行われ、その結果、グリーンが非常にデリケートな状態となり、ほんのわずかの違いや些細なミスが命取りになる、という点である。芝草の健康状態に関することであれ、プレー面としての出来不出来ということであれ、ごくわずかのことが明暗を決定的に分けてしまう。高温多湿の夏のために、日本でも同じようなことが起こる。日本のベントグリーンは夏の間にいろいろな作業を受けて非常にデリケートな状態になり、そこにちょっとした天候の急変や管理ミスが起こるとグリーンが落ちるといった事態が発生する。

簡単に言うと、メジャー大会中のグリーンは、いわばギリギリの状態まで追い詰められている。それはすべて所定のプレーコンディションを達成するため、である。日本の夏のベントグリーンも、ギリギリの状態まで追い詰められている。それは単純に気温が非常に高いからである。

そして、この2010年の夏のように天候が非常に極端に振れると、クリーピング・ベントグラスの管理はほとんど不可能になってしまう。今月のセミナーでは、なぜ問題が発生するのかを明らかにし、来る1月と2月のセミナーでは、夏を乗り越えられる芝草を作る可能性を最大化するために何をどう修正していくべきなのか、それを体系的にお話したい。

暑くなるとクリーピング・ベントグラスにどんな問題が起こるのか？ごく簡単な説明がある。それは、高温になると、ベントグラスが自分で（光合成によって）作り出す炭水化物の量よりも、自分で（呼吸によって）消費する炭水化物の量の方が多くなってしまふからである。赤字経営と同じことで、これを炭素収支の赤字（*negative carbon balance*）と呼ぶことができるだろう。炭素収支が黒字であれば、生産が消費を上回るため炭水化物の余剰があり、それが根量の増大になり、あるいは根茎や匍匐茎に多くの炭水化物が貯蔵される。このことは、ラトガーズ大学のビングル・ホアン博士とその学生たちによる研究によって非常に明確化されており、グリーンキーパーは以下のことを理解しておかなければならない：

1. 平均気温（24時間の平均）が常時22℃を超える状態になると、クリーピング・ベントグラスは高温ストレスを受けるようになる。平均気温が常時25℃を超える状態になると、クリーピング・ベントグラスはさらに強い高温ストレスを受けるようになる。
2. 気温よりも地温のほうが重要である。地温が気温よりも低くなるように維持された土壌では、クリーピング・ベントグラスは通常通りの生育を続けることができるが、地温が上昇すると、気温が低くても高温ストレスによる障害を受けることが実験で分かっている。
3. 昼間の温度よりも夜間の温度の方が重要である。一日のうちで気温が25度以下になる時間帯がないと、非常に厳しい高温ストレスに襲われる。だから、高温ストレスのリスクを見積もるときには、日中の最高気温よりも夜間の気温がどうなるかを考慮する必要がある。一例として表1を挙げる。米国アリゾナ州のスコッツ

デールでは、7月の平均最高気温が40℃にもなるが、ベントグラスは元気に育つ。おそらく東京よりも元気に育つが、それはなぜだろうか？夜間の気温を見ればわかる。

		6月	7月	8月	9月
	東京	27.5	31.6	33.5	29
最高気温	大阪	28.2	32	35.2	31.1
	スコッツデール	38	40	39	37
	東京	20.5	25	27	22.3
最低気温	大阪	20.6	24.8	27.2	23.5
	スコッツデール	20	24	24	21

表1：東京、大阪、および米国アリゾナ州のスコッツデールにおける日中の平均最高気温と平均最低気温を示す（℃）。スコッツデールのデータは過去30年間の平均値、東京と大阪のデータは2010年の平均値である。

4. クリーピング・ベントグラスの中でもペンクロスは、新しい草種に比べて高温ストレス耐性が低い。
5. 高温ストレス耐性を強化するテクニックとしては、プリモマックス（トリネキサパックエチル）を投与すること、刈高を上げること、栄養管理を最適化すること、ファンを使用すること、海草抽出物を投与すること、そして土壤中の水分を正確に管理すること、などがある。これらについては、1月と2月のセミナーで詳述することとしたい。

第3節

2010年の芝草研究から



質問2：芝草科学に関して、詳しく知りたいと思っている話題がありますか？芝草にかかわる最近の研究に関して、何か質問がありますか？

米国ミシガン州立大学には、ターフグラス・インフォメーション・ファイル・データベースというものがあり、最近に発表された文献についての情報が毎月ここから研究所におくられてくる。また、クロップ・サイエンス誌と応用芝草科学誌も購読しており、これらの出版物やそのほかの情報源から芝草にかかわる研究開発活動について学ぶことができる。本年、最も興味を引いたものを以下に報告する。

トリネキサパックエチルと海草抽出物起源のバイオスティミュラント(生物刺激剤)の投与によって夏期におけるクリーピング・ベントグラスの状態良化を図る

ホアン、およびシュウ

- 夏のストレス下においてトリネキサパックエチルを葉面散布することにより、クリーピング・ベントグラスの葉の老化の進行が鈍化し、ターフの質をよりよく保持することができた。根の生長に対しては限定的な効果を認めるのみであった。
- 夏のストレス下における海草起源の生物刺激剤の投与は、葉および根の生長を促進し、目視によるターフ品質の向上が見られた。
- 夏のストレス期間中、トリネキサパックエチルと海草起源の生物刺激剤を2週間間隔で投与することにより、クリーピング・ベントグラスの状態が向上する効果が見られた。

*** **

クリーピング・ベントグラスの高温ストレス耐性の向上を目的として海草抽出サイトカイニンとゼアチンリポンドを使用する場合の最適投与量について

チャン、ワン、およびアーウィン

- 海草抽出サイトカイニンは、芝草の高温ストレス耐性向上に効果があるが、最適投与量は不明である。
- クリーピング・ベントグラスに対し、異なる濃度で海草抽出サイトカイニンの葉面散布を14日間隔で実施した。第1回目の実験では、各検体は日中温度35℃、夜間温度25℃の条件下におかれ、第二回目の実験では、日中温度38℃、夜間温度28℃の条件下で観察された。
- 海草抽出サイトカイニンは、少なくとも10マイクロモルで投与した場合に、高温ストレス下において芝草の質と葉内クロロフィル含有量を維持することに効果が見られた。
- この研究は、将来のサイトカイニン製品の市販製剤化、および最適投与量の設定に役立つだろう。

*** **

界面活性剤(浸透剤)は、サンドグリーンにおける土壤中の水分分布の均一度を向上させ、土壌の疎水性を低減させる

ソルダット、ロウエリー、およびカツウ

- ドライスポット発生歴のあるサンドグリーンの根圏に対して実験を行った。使用した浸透剤は、アクイダクト (Aqueduct)、レボリューション (Revolution)、プライマー (Primer) である。
- 早魃期間中、浸透剤を投与した土壌は、土壌水分分布の均一度が最も高く、各

生育期間の終わりの疎水性が最も低かった。これらの結果から、上記製品の使用によって、サンドグリーンにおける用水量の低減、目視品質の向上、ドライスポットの予防、およびの根圏における土壤水分分布の均一性の向上を期待することができるといえる。

*** **

商品化されている葉面散布液肥を使用しているのベントグラスの施肥: 温室内での評価 グエータル

葉面散布液肥として販売されている9種類の製品の比較を、温室環境にてグリーンの高で管理されているクリーピング・ベントグラス (*Agrostis stolonifera* L.) に投与することによって実施した。根および地上部の生長と窒素の取り込みを観察対象とした。実験は3回行い、2回は1週間にわたるもの、1回は3週間にわたるものである。すべての実験において葉面液肥は同じN濃度で散布し、回収した刈りかすを組織分析にかけて葉身内のNを求めた。製品によりNの取り込みおよび乾物収量に相違が見られたが、それらの相違が3回の実験において製品別に一定の傾向があるということにはなかった。多くの場合において、尿素の葉面散布は、他のどの製品にも劣らず効果的であった (Nの取り込みおよび乾物収量において)。

*** **

カリ投与はスズメノカタビラの好冷菌感受性に影響を与える ムーディ、およびロッシ

- クリーピング・ベントグラスに対して秋に高濃度のカリ投与を行うと、その冬における雪腐病の被害が大きくなるのがコーネル大学のマイカ・ウッズの研究で報告されている。今研究では、この点についての検討を、制御された条件下で行った。
- 今実験においては、カリの投与量を増やすと雪腐病に対する感受性が増加した。
- カリの投与量を増やすと雪腐病の進行が早くなる、言い換えれば、植物体の感受性が増加して菌の成長速度が大きくなる。
- この研究により、カリ投与について従来行われていた投与量、特に秋の投与についての見直しが行われるかもしれない。

第4節

データ収集とプレーコンディション



スティブメータについてのクイズ：スティブメータの正しい使用方法是？

1. 1つの方向に転がすボールの数は何個？
 - a. 1個
 - b. 2個
 - c. 3個
 - d. 4個

2. ボールを転がす方向は全部で何方向？
 - a. 1方向にのみ転がし、それをスティブメータの読み値とする。
 - b. 2方向に転がし、平均値を取る。
 - c. 3方向に転がし、方向はグリーンの傾きを相殺するように決める。
 - d. 4方向に転がし、方向はグリーンの傾きと芝目を相殺するように決める。

3. 2方向にボールを転がした時の距離の差は最大何センチまで許容される？
- 0インチ (0cm) : 同じ距離でなければだめ。
 - 12インチ (30cm) : 1フィートまでの差はOK。
 - 18インチ (45cm) : 1.5フィートまでOK。
 - 制限なし: グリーンは完全にフラットではないから距離の差は関係ない。

おまけ: 法面重力加速によるボール歪曲効果を取り入れた計算式を開発した芝草科学者は誰？

- ジェームズ・ベアード博士
- ダグラス・ブレード博士
- バン・クライン博士
- ミルト・エンゲルケ博士

ターフのプレーコンディションに関わるデータの収集はトーナメントのためのコース準備には欠かせない仕事である。日本では、夏の天候が原因となって、クリーピング・ベントグラスは、ほぼ間違いなく、生き残れるかどうかの瀬戸際まで追い詰められる。従って、非常に精緻な管理が必要とされるのであり、データ収集が欠かせないのである。もし自分がグリーンキーパーならば、管理作業の違いによって芝草がどのような影響を受けるのかをデータによって理解し、それを基にして管理プログラムを調整することによって最適なプレーコンディションを作るといいう手法をとると思う。

第2回と第3回では芝草の生長能 (growth potential: GP) を話題として取り上げるが、これはC3植物およびC4植物の光合成活動のための最適温度を基にして、これに草種ごとのチッソ要求に関わる経験的な知識を組み合わせた理論である。GPを利用するという事は、ターフ管理においてデータをうまく利用するという事の一例である。今回は、芝草の状態を知るために利用することのできる計器、すなわちデータ収集のための道具について検討する。

スティンプメータ

自分がグリーンキーパーをしていた時には必ず持っていた、がめったに使わなかった。が、それはよいことではなかった。ゴルフはお客があって成り立つ。グリーンキーパーがお客にグリーンの正確な速度を教える必要はないが、自分がグリーンの正確な速度をいつでも言えることは必要である。そして、どういう作業をすればグリーンがどうなるのか、をいつでも知っていなければならない。プレーシーズン中、グリーンキーパーは、少なくとも一週間に一度はグリーンの速度を測るべきである。

表面の硬さまたは固結

面の硬さを測定する道具は数種類存在する。トゥルフアーム (USGA が出している計器) は、ゴルフボールと同じ直径の筒をターフに落としてその食い込み深さを測るものである。クレッグ式インパクト・テスターは表面の硬さ (Gmax と呼ばれる数値) を測定する。マスターズ・トーナメントと全米オープンでは、トゥルフアームが使われ、全英オープンではクレッグ・テスターが使われた。一つ発見したことだが、どちらの計

器も土壌・ターフのコンディションのわずかな変化にも非常に敏感に反応する。たとえば、ほんのわずかの降雨があっても、これらの計器で計ると表面硬さが変化していることが分かるし、表面硬さの低下が10%とか20%にもなっていることが分かる。どちらの計器も表面硬さの変化を非常に正確に知ることができるものだ。日本では固結計という装置が一般的に使用されているが、一度、トゥルファームとクレグと横並びで比べてみたいと思っている。日本の固結計で興味を引くことは、ほとんど必ず（少なくとも自分が立ち会った現場では必ず）測定値が21か22か23か、そのあたりの数値になることである。トゥルファームやクレグほどの感度がないように思われるのだ。表面の硬さを測ることは重要であるから、グリーンキーパーは定期的に使えて正確な評価のできる計器を持っているべきである。

土壌水分

土壌水分は表面硬さとグリーンの速度、そして芝草の健康に影響を与える。米国ではグリーンキーパーの間で使用が始まっており、非常に役に立つという評価が定着しつつある。メジャー大会では、毎日土壌水分計で測定を行い、その結果をベースに土壌水分を最適値に管理することが常識化している。個人的には、ハイドロセンス (Hydrosense) メータが比較的安価で頑丈でもあり使いやすいと思う。テータ・プローブは正確で使いやすいが価格はやや高く、頑丈さに欠ける点がある。スペクトラム・テクノロジー社から出ているTDRシリーズは頑丈さと使いやすさについては問題ないが、自分の経験でいうと、水分中の塩度が高いと測定値がやや不正確になるきらいがあるので、積極的な候補にはしていない。とはいえ、TDRはマスターズでも全米オープンでも使用され、成果を出しているし、日本でも塩分の心配をする必要のない地域なら十分に使用できるだろう。これから土壌水分計の購入を検討しようかという人のための情報を以下に示す：

1. 第一候補はハイドロセンス土壌水分計(キャンベル・サイエンティフィック社)。正確で使いやすく、頑丈である。さらに、日本に代理店がある：

太陽計器(株)
営業本部
〒114-0032
東京都北区中十条1-12-3
電話：03-5963-5361
FAX：03-5963-5362
Email: campbell@taiyokeiki.co.jp
Web: www.taiyokeiki.co.jp

2. 第二候補はテータ・プローブ。これはセントアンドリュースのゴードン・マッキーが使用している計器である。「テータキット」というものを購入する。正確で、土質を選ばずに正確な水分量を測定できる。ウェブサイトは：

<http://www.delta-t.co.uk/products.html?product2005092818876>

唯一の問題は、測定針がデリケートなこと。注意深い取り扱いが必要で、特に乾いた土や固結した土では慎重さが必要。ゴルフ場のグリーンならば問題はないと思う。香港のプロジェクトで使用した経験があるが、大変よい計器であった。日本に代理店があるかどうかはわからない。

3. 第三候補はスペクトラム・テクノロジー社から出ているTDR-100、TDR-200、TDR-300のシリーズである。会社用にこれを購入したが、土壌中の塩分が高いと正確な読みがでないのが欠点で、個人的にはあまり気に入っていない。しかし塩分値が低い場所なら精度に問題はなく、頑丈でよい計器である。日本に代理店があるかどうかはわからない。

http://www.specmeters.com/international/Soil_Moisture/index.html