

ゴルフ場グリーンのコケ類・藻類対策

日本芝草学会 ゴルフ場部会長 東洋グリーン(株) 代表取締役社長 山田孝雄

はじめに

わが国には現在、約 2400 のゴルフ場が存在している。ゴルフ場は老若男女が楽しめるレクリエーションの場であるとともに、都市緑地や野生生物の生息地としての役割も有している。特に、ゴルフ場造成後の都市開発の結果、都市に囲まれてしまったゴルフ場も多く、全国の都市公園の総面積の 2 倍近くの総面積 (21 万 8000ha) を有するゴルフ場は、都市緑地としての意義が見直されている。また、ゴルフ場内の適度に手入れされた樹林は、かつての里山の樹林が提供していた野生動物の生息地の役割も帯びており、「ゴルフ場は生き物の里山」との見方もされ始めている (亀山, 2013)。

そのゴルフ場の「グリーン」は、どのプレーヤーも必ずボールを打ってホールに入れるパッティングを行ない、そこで勝敗が決する、きわめて重要な場所である。そのために、グリーン芝草は通常の作物や園芸植物とは異なり、単なる収量や美しさではなく、ボールの転がりというプレーイングクオリティが求められるという、スポーツターフとしての性格を強く有している。このプレーイングクオリティを得るために、野生状態では数十 cm にも成長する植物を、毎日の刈込や綿密な肥培管理によって、わずか 3mm 程度のごく低い草高 (刈高) で維持するという、栽培学的にも極めて特殊な環境である。

そのようなゴルフ場グリーンにおいては、わが国の在来草種である日本芝類 (*Zoysia* spp.) だけではなく、より高いクオリティを提供できるヨーロッパ原産の草種であるクリーピングベントグラス (*Agrostis stolonifera* L.) の利用が広がっているが、クリーピングベントグラスは高温多湿に弱いため、夏場に生育が落ち込んで芝の密度が下がるサマーディクラインが起きやすい。また近年、ベントグラスの品種の変化に伴う管理方法の変化、農薬の使用規制などにより、ゴルフ場グリーンでのコケ類・藻類の問題が顕在化してきている。

日本芝草学会では、ゴルフ場の芝草管理における現場の課題に対し、現場実務者と企業などの技術者、大学などの研究者が協力して課題解決に取り組むことを目的に、「ゴルフ場部会」を 2005 年に設立した。今までに 2006 年・2010 年の大会で「グリーンのコケ類・藻類対策」をテーマに部会を開催し、さらにその部会での議論や報告を元にした研究論文や実用記事を学会誌に掲載している。ここでは、そのゴルフ場部会での情報を中心に、ゴルフ場グリーンに発生するコケ類・藻類の特徴を解説し、対策の現状を紹介する。

1. コケ類 (ギンゴケ) の防除

1) ギンゴケの特徴

ゴルフ場に発生するコケは 4 種類報告され

ているが、問題となるコケ類はほぼギンゴケ (*Bryum argenteum* Hedw.) に限られている。コケ類は高等植物のように水分や養分を吸収する根はなく、仮根といわれるもので地面に定着する。葉(茎葉体)は葉脈や気孔はないが表面からの吸着と吸収で水分・養分を取り込む。土壌 pH にはあまり影響を受けず、砂土など土壌微生物の貧弱なところに発生する。湿った日陰でも乾いた日向でもよく育つ。(具ら, 2008) 一層目の茎葉体は少ない水分を効率的に吸収し、二層目にピートモス状の生育床(水分保持マット層)を形成し保水しているので耐乾燥性を有しているものと考えている。

あらゆる環境で生育できる特徴を持つ反面、ギンゴケは病気に弱い。最近、農業の規制や経費の削減から殺菌剤の使用を減らしたグリーンにおいて、グリーンに発生したギンゴケが病気に侵されて枯死してしまう事例が聞かれるようになった。その原因として、従来はギンゴケを宿主とする菌が殺菌剤によって死滅し、ギンゴケが逆に増殖していたが、薬剤散布の減少により病原菌密度が減少せずギンゴケが病気にかかって枯死してしまうということである。

ギンゴケの丈は5~20mmほどであるがコロニーを形成すると目立つようになり、葉先は葉緑素がないので見る方向により銀白色に見える。

自然界では孢子(有性生殖)と無性芽(無性生殖)の両方で増殖する。グリーンへの最初の侵入は乾燥した孢子や無性芽が風によって外から飛んでくる例も考えられるが、グリーンに発生したギンゴケは孢子で増えることは少なく、刈込や更新作業で機械的に伝播助長する。低刈や更新機械の刃で一層目の茎葉体が細かく刻まれ、無性芽が機械的に芝の上にはらまかれ、適度な目砂や定期的な灌水で無性芽の発芽が促進

更新作業・刈り込みで増殖

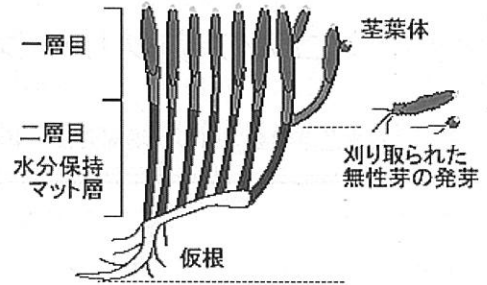


図-1 ギンゴケの体と芝生地での生活史 (熊倉 2007)

される(図-1)。中でも芽数の少ない部分、低刈になりやすいアンジュレーションの高い部分や病害跡、ボールマークや更新作業で傷つけられた裸地部分では、発芽増殖が旺盛となる。グリーンには冬期も含めて年中発生しているが、早春期になると増殖が盛んになる。

2) ギンゴケの対策

(1) 耕種的方法

四季を通じて健全で適切な密度の芝草の茎葉と根の生育を維持すれば、藻類やコケ類は発生しにくいと考えられている。藻類やコケ類を未然に防ぐためには、健全な生育環境を作る一連の耕種作業が必要と考えられる。特に永年作物である芝生は、不耕起で数年~数十年も栽培されるため、適切な対応をしないと土壌の固結や枯死した根や葉などの未分解有機物(サッチ)の蓄積により、土壌物理性(水はけ、通気)が悪化し、芝草の生育の低下を招く。この対処のために、機械的に土壌をほぐしたり有機物を除去したりするいわゆる更新作業や、芝の間に新しい土を入れる目土作業などが行なわれる。これらの耕種作業は芝草の健全な生育のために必須であるが、一方で更新作業で茎葉に傷をつけ

られたり生育が衰弱するのに乗じて、コケ類が侵入してくる例も多い。また、ギンゴケは切断された茎葉体からも増殖することが指摘されており、更新作業後の芝カスの回収にスーパーではなくプロアーを使用しているコースで発生が多いとの報告もある。

また、窒素不足、頻繁なグリーン刈り、低刈（特にグリーンのマの背部分）、芝密度の低い部分や裸地化した部分など、芝草の隙間が多く、地面に光が当たりやすい条件で発生しやすいことに留意して日常管理することが予防対策となる。しかし、いったん侵入した場合は、こういった耕種的作業のみでの防除は困難であり、薬剤による防除が必要となる。薬剤による防除においては、その発生を早く確認し、早期の薬剤処理を行うことと、更新作業後の広がりを抑える注意も必要と考えられる。前年発生していた場所など当年の発生が見込まれる場所では、生育を開始する前の寒い時期に処理しておくことで春の発生を抑えられる。

なお、現場においては、土壌中の微生物相及び殺菌剤の使用とコケ類の発生に関係があるとの指摘がなされ、微生物資材の利用も試みられている。

ギンゴケが侵入した場合の治療的措置としては、農薬以外では強酸や強アルカリ、金属を含む資材（硫酸鉄、水酸化銅など）で防除が試みられているが、ベントグラスに対する薬害が問題になりやすい。

除草剤や殺菌剤も使われるが、処理時期によって防除効果が異なるようである。気温の低い冬期に除草剤と鉄材の体系処理で薬害も少なく防除できた例が多く聞かれる。薬剤散布直前に散水し、薬剤に界面活性剤（特にカオチン系）を添加すると効果が増大するという報告もあ

る。また後述のようにコケの配偶体、胞子、無性芽に対する薬剤の反応も異なることが知られている。防除の基本は一度に無くするのではなく、定期的に処理して徐々に減らすことが肝要である。いったん発生したコロニーは手取りや薬剤で除去できるが、痕跡が残るのでターフとして回復するには時間を要する。

(2) 薬剤による防除

コケ類を対象として登録されている農薬は5種類あるが、ここではゴルフ場部会でも取り上げられた ACN 剤（キレダー水和剤）とピラフルフェンエチル水和剤（芝用エコパート FL）について解説する。両剤は作用性、防除効果、芝種に与える影響が異なるため、コケの発生状況に応じた薬剤の選択および体系処理することが可能である。

ACN 剤

ACN 剤はもともと水稲（移植水稲）の除草剤として開発され、主に浮草、藻類、コケ類に効果を示す。作用機構は呼吸の電子伝達系の阻害により、ATP の生成が止まることで葉緑体が破壊されるものである。芝生ではコケ類の発生時の散布で即効的に効果が現れる。

ACN 剤は、コロニー（群落）を形成した有性芽に満遍なく薬剤が浸透することで高い効果を示す。処理後葉 1～2 週間で症状が現れ 1 ヶ月程度で効果を発揮する（図-2）。

適用時期は冬期芝生育期であるが、コケに極大の枯殺草効果を示しても芝生の被度が回復しなければクオリティは落ちてしまう。従って、理想的な処理時期は初冬期ではなくベントグラスが動き出す時期（ソメイヨシノ開花）1 ヶ月前の、2 月下旬から 3 月が適期と考える。コロニー形成したギンゴケに薬効が現れ褐変、枯死



図-2 ACN剤処理10日でコケ面が選択的に褐変(右=無処理、左=薬剤処理)。(熊倉 2007)

する時期にベントグラスが動き出し、芽数が徐々に回復しながら切り替わると言うことである。

散布方法であるが、芝生の表面が乾燥しているとラベル通りの散布液量では水量不足となってしまうことがある。そのため、処理前後に軽い散水することで薬剤の拡散・浸透を促し、防除効果を最大限に発揮し葉害もなくベントグラスに切り替わる。

ピラフルフェンエチル水和剤

ピラフルフェンエチル水和剤はコケ類、一年生広葉雑草の発生初期に茎葉処理で効果を示す。作用機構はクロロフィル合成阻害剤で活性酸素が葉緑体の膜に作用して膜にダメージを与えることにより光合成が阻害される。

コケ類に対しては、生育期の茎葉処理で効果を示す。即効的であり、本剤処理後約3日で症状が現れ、7日程度で効果を発揮する。刈込や更新作業で発生する無性芽に効果が期待できる。また、春夏期芝生育期で適用があるが、ベントグラスの感受性を考えると適期は盛夏期を除いた時期が適期と考えられる。

8月の高温期はベース芝が健全であれば問題はないが、一般的にベントグラスの生育が鈍化している時期は避けた方が良くであろう。また、低温期はコケ類の新陳代謝が鈍く効果が劣る。

コロニー化したコケ類には薬効が落ちる前に処理を反復することで、徐々に抑制し効果を発揮する。また、健全なベントグラスには安全性も高く問題はないが、暖地型の芝に葉害が生じやすいのでグリーン周りのコウライ、ノシバにかからないよう、散布機、散布ノズルを選定しなければならない。

このように、使用する剤の性質を知り、コケとベントグラスの生活環を考慮して、ひと工夫することで薬剤効果を高めることができる

2. 藻類の防除

1) 藻類の特徴

狭い面積に多くのプレーヤーが乗るグリーンでは、踏圧による土壌の固結が問題となりやすい。この対策として、固結しにくい砂を根圏土壌に用いるいわゆるサンドグリーンが広まっている。また、パッティングクオリティの追求から、少肥料管理が増えた。これらの変化の影響で、土壌微生物相が単純貧弱となり、芝草の密度が下がることで、藻類の大発生につながったといわれている。グリーンで問題となる土壌藻類は主として藍藻類(シアノバクテリア)のフォルミディウム (*Phormidium*) 属、とノストック (*Nostoc*) 属である(図-3)。単細胞の小さい藻類(緑藻類や珪藻類など)もグリーンに発生するが、散水や降雨によって流されるため問題になることが少ない。多くの微生物が活動を停止している冬期にも藻類は活動しているが、特に梅雨～夏期にかけて大繁殖して暗緑色のパッチ状になって肉眼でも見えるようになる。このように大発生すると美観を損ねるばかりでなく、芝は養分や酸素の供給が抑えられて弱ってしまう。さらに土壌の通気性や透水性を悪化させ、サマーディクラインや嫌気性土壌(ブラッ



図-3 ゴルフ場グリーンに発生した藻類
Phormidium sp. (中野原図)

クレイヤー) 形成の原因のひとつにもなる。

藻類の発生には種々の要因が考えられる。

水条件では、散水方法や頻度などとの関連性が指摘されている。朝日が出てからの散水で藻が出てしまった例、刈込前の散水によって軸刈をおこし、藻やコケを発生させた例、高温時に表面排水の改善のためにスライサーを掛けたが、乾燥に対する散水が増え、藻を増やす結果になった例などが報告されている。

また、グリーン朝日の当たらない、朝露が残っ

ている部分で、藻の発生が多いように感じるとい声が上がられ、グリーンの微気象との関係が推測されている。

土壌と発生の関係では、表層のサッチ層が透水を悪化させることにより、藻が増えるのではないかと思われる。また、土壌中の藻の中には従属栄養で生命を維持しているものがあると考えられることが指摘されており、サッチが分解した有機物が藻の栄養源となっている可能性も考えられる。

2) 藻類の対策

(1) 耕種的方法

藻類増殖を抑制するためには過湿と芽数(芝草の茎葉密度)に注意することである。過湿防止には扇風機の利用も有効である。また、目砂を薄くし多回数の使用とすることは藻類に光を当てない効果がある。さらに、硫黄やアミノ酸などの施用は藻類の重要な栄養源となることから、液肥(特にりん酸)を控える(または施用

表-1 ベントグラス中のコケ類に適用のある登録薬剤

登録番号	農薬の種類	農薬の名称	作物名称	病害虫・雑草名称
第13870号	ACN水和剤	キレダー	西洋芝(ベントグラス)	コケ類
第14637号	クロルフタリム水和剤	三菱ダイアメート水和剤	西洋芝(ベントグラス)	
第14638号		ダイアメート水和剤		
第15664号	有機銅水和剤	オキシンドー水和剤80	芝(ベントグラス)	
第17832号		ドウグリン水和剤		
第20872号	カルフェントラゾンエチル水和剤	タスクDF	西洋芝(ベントグラス)	
第21306号		石原タスクDF		
第22300号	ピラフルフェンエチル水和剤	芝用エコパートFL	西洋芝(ベントグラス)	

表-2 ベントグラス中の藻類に適用のある登録薬剤

登録番号	農薬の種類	農薬の名称	作物名称	病害虫・雑草名称
第 17502 号	TPN水和剤	クミアイバサポートフロアブル	芝 (ベントグラス)	藻類
第 20210 号		ダコニールターフ		
第 21910 号		STバサポートフロアブル		
第 20954 号	オキシボコナゾールフマル酸塩・マンゼブ水和剤	ベンコシャイン水和剤	西洋芝 (ベントグラス)	
第 20955 号		大塚ベンコシャイン水和剤		
第 22782 号	ジラム水和剤	モノドクター水和剤	西洋芝 (ベントグラス)	
第 23060 号	チウラム・TPN水和剤	ダコグリーン顆粒水和剤	西洋芝 (ベントグラス)	
第 23061 号		理研ダコグリーン顆粒水和剤		
第 23062 号		SGダコグリーン顆粒水和剤		
第 22532 号	フルジオキシニル水和剤	メダリオン水和剤	西洋芝 (ベントグラス)	
第 22362 号	プロピネブ水和剤	プロテクメートWDG	西洋芝 (ベントグラス)	
第 17832 号	有機銅水和剤	ドウグリーン水和剤	芝 (ベントグラス)	

後すぐに散水して表面を洗い流す)。まだパッチ状に出ていない時期 (5月ころ) に薬剤や酸性資材 (硫酸カルシウム) を散布しておくとは非常に効果的となる。これはサマーディクラインの抑制対策にもなる。高刈り (4mm以上)、日陰対策も抑制的に作用する。池の水の散水は水中藻類を持ち込むというよりも栄養分に富んだ水を供給することの方が問題であり、このような場合は池の水の利用を控える。

(2) 薬剤による防除

ベントグラスで藻類対象に適用のある薬剤は7剤あるが、発生前あるいは発生初期までの適用時期となっている。従って、大発生しパッチ

状となってからの散布では消失は困難である。現場では、午後よりも午前の方の方が経験的に結果がよいとの意見もある。一般的には芝生面が乾いているときの散布、散布後の目砂施用がより効果的である。

3) コケ類・藻類共通の対策

i. 耕種作業

排水不良を改善する更新作業は、芝草の貯蔵養分がある状況で実施することが必要で、夏など貯蔵養分が少ない時期に強い作業をすると、芽数の低下と藻類・コケ類の侵入を引き起こす危険があると考えられる。

こういったことから、芽数の調整とサッチ管

理を目的とした頻繁なバーチカルなどによる更新作業と、目土散布後の翌日までに有効薬剤の散布を行い、藻やコケの抑制に成功しているコースもある。逆に、目土散布後、通常は翌日までにやっている殺菌剤処理を数日空けてしまったところ、藻の発生を抑えることができなかったという知見もある。

また、温暖地では、夏に生育が低下していても根への酸素供給と表層の透水改善をする更新作業を行わないと維持できない環境にある。その方法として表層 3cm に対して無数の細かい穴を開けるローラー状の播種機を掛けているコースでは、グリーン面のスポンジ状が改善され、ピッチマークの治りも早くなり、茎葉の密度も落ちることがないということが報告されている。

ii. 土壌養分

土壌の無機養分に関しては、鉄・銅・亜鉛があるレベル以上だとコケと藻の発生が減ると言われている。また、藻は土壌中のリンのレベルや施肥の形態（リン酸・亜リン酸）の影響も受けると考えられる。さらに、土壌 pH と藻の関係も指摘されている。

また、グリーンの窒素施肥量を年間 8 ~ 10g/m² から 17g/m² に増やし、さらにインターシード（既存の芝の中への、環境ストレスに強く茎葉密度の高い新品種の追い播き）を実施した結果、グリーンの新芽数は増加し、コケが減ったという報告がある。

iii. 薬剤防除の留意点

発生前から発生初期に使用する剤がほとんどであり、生育期に卓効を示す登録薬剤がないため、まめに観察し使用時期を逸さない事が最も

重要である。

また、薬剤処理で効果がみられても多くの場合は再生があり、反復使用が必要となることが多いことを念頭に置き、薬剤の選定、体系処理の間隔等を設定すべきである。

また、混用処理については、薬剤の種類によっては相乗効果や薬害増長につながることもあるため、他コース等での事例を参考にしつつ、各自のコースのナーセリー等で事前に効果、薬害を確認しておくことが必要である。展着剤、固着剤、着色剤の加用についても同様である。

ゴルフ場グリーンにおけるコケ類・藻類の発生生態は未だ解明されていない点が多く、防除法については使用できる薬剤が限られていることもあり確立されているとは言いがたい。今後は、ゴルフ場管理の現場と、企業・大学等の研究者が協力して取り組み、効果的、効率的な技術開発が促進されることを期待したい。

* 引用文献

- 亀山章, 2013. ゴルフ場は生き物の里山. 第 65 回関東ゴルフ連盟グリーン研究講習会.
 具 光潤・阿部拓也・須藤裕子・西尾孝佳・小笠原勝, 2008. ギンゴケの生育と日射および土壌環境との関係. 芝草研究. 37:7-10.
 熊倉興和, 2007. コケ（とくにギンゴケ）の化学防除法・稲森誠ら編「芝生の更新作業と管理機械」ソフトサイエンス社.
 中野武登・水島茂樹・極楽寺ひとみ, 2012. 芝地における土壌藻類の垂直分布に関する研究. 芝草研究. 41:21-27.
 山田孝雄, 2006. 日本芝草学会 2006 年度春季大会ゴルフ場部会記録. 芝草研究 35:38-44.
 山田孝雄, 2010. 日本芝草学会 2010 年度春季大会ゴルフ場部会記録. 芝草研究 39:49-53.

山田孝雄, 2011. 日本芝草学会 2010 年度秋季
大会ゴルフ場部会記録. 芝草研究 39:183-185.
山田孝雄・熊倉興和・椎木 建・岡沢 均,
2011. グリーンの藻・苔対策 - 2010 年度
秋季大会ゴルフ場部会から -. 芝草研究
40:62-67.
・コケ類 Ask Dr. Green 芝生病害アトラス
[http://www.es.bayer.jp/product_green/ask_dr/
case/case_006.html](http://www.es.bayer.jp/product_green/ask_dr/case/case_006.html)

・藻類 Ask Dr. Green 芝生病害アトラス [http://
www.es.bayer.jp/product_green/ask_dr/case/
case_005.html](http://www.es.bayer.jp/product_green/ask_dr/case/case_005.html)
・芝草研究 J.jpn.soc.TurfgrassSci.35(1),38 ~
44
・農林水産消費安全技術センターホームページ
[http://www.acis.famic.go.jp/searchF/vtllm000.
html](http://www.acis.famic.go.jp/searchF/vtllm000.html)

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤

SU抵抗性雑草に優れた効果を発揮

非SU系水稲用初期除草剤

プレキープ[®]フロアブル

・湛水直播の播種前後にも使用可能!

長期間安定した効果を発揮

石原
ドクジガード[®]

フロアブル/1キロ粒剤

- ・SU抵抗性雑草、難防除雑草にも優れた効果!
- ・クログワイの発根やランナー形成を抑制!
- ・田植同時処理が可能!

高葉齢のノビエに優れた効き目



フルセトスルフロロン剤
ラインナップ



スガザチ[®] 1キロ粒剤

フィルチャージ[®]
1キロ粒剤・ジャンボ

フィルフォース[®]
1キロ粒剤

フィルインガ[®]
1キロ粒剤

ナイスドリル[®]
1キロ粒剤

そのまま散布ができる

乾田直播専用

アンカマツ[®]
DF

ハードパンチ[®]
DF

ISK 石原産業株式会社
〒550-0002 大阪市西区江戸堀1丁目3番15号

販売 **ISK** 石原バイオサイエンス株式会社
〒112-0004 東京都文京区後楽1丁目4番14号