

熱を利用する方法としては、ほかに太陽熱を利用した土壌消毒法があります。この方法は天候に左右されやすいうえ、効果が不安定という欠点がありました。

熱水土壌消毒は太陽熱利用土壌消毒法の持つ欠点を補い、かつ、下方移行を主とする熱水を利用することで地中配管などの作業を不必要とします。また、殺菌方法が比較的緩効的であるため、くん蒸剤による処理や蒸気消毒に比べて土壌微生物に対する影響が少ないものと考えられます。ただし、本法はまだ開発段階であり、現状では作業時間がかかるため、小規模圃場や施設栽培での防除法と考えられます。

写真2に熱水土壌消毒の作業風景を、図3及び図4に熱水土壌消毒による黒根腐病の防除試験結果を示しました。これから明らかなように、熱水土壌消毒によって黒根腐病の発生はほぼ完全に抑制され、エダマメ収量も増加しました。

6 おわりに

エダマメの栽培は近年わずかながら増加傾向に

あります。価格も比較的安定しているので、水田転換作物としての栽培も増加しています。安定生産の確保と品質向上がより強く望まれますが、そのためにも、各種病害、特に連作と密接に関係する土壌病害の防除は今後の重要課題となるものと思われます。本稿がエダマメの黒根腐病防除の参考になれば幸いです。

〈引用文献〉

- ・藤田靖久・竹田憲一・佐久間比路子・加藤智弘・佐藤之信(1989)：山形農試研報，24：13-36.
- ・国安克人・西 和文・百田洋二・竹下定男(1991)：植物防疫，45：247-251.
- ・御園生 尹(1973)：植物防疫，33：93-97.
- ・三浦春夫・西 和文・高橋廣治(1988)：水田農業の基礎技術—転換畑研究の主要成果情報—，農林水産技術会議事務局・農業研究センター発行，pp. 82-85.
- ・西 和文(1989)：農業技術，44：63-68，108-112.
- ・西 和文・Mohamad Djaeni・高橋廣治(1990)：関東病虫研報，37：49-50.
- ・西 和文・佐藤文子・唐澤哲二・高橋廣治(1989)：関東病虫研報，36：35-36.
- ・角田佳則・杉山正樹・中田栄一郎・大井安夫(1988)：山口農試研報，40：80-88.
- ・柚木利文・五味唯孝(1979)：植物防疫，33：93-97.

芝草管理セミナー

ゴルフ場の低農薬へのアプローチ(Ⅲ)

① 冬期の病害(雪腐病など)の防除管理

イリノイ州立大学 教授

農学博士

ヘンリー ウイルキンソン

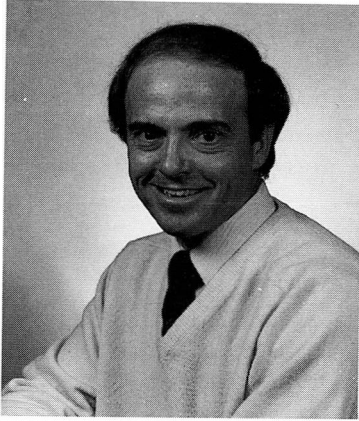
はじめに

ここでは、雪腐病を中心に冬期の病気ということでお話しさせていただきますが、これは北海道、アメリカ・イリノイ州に共通した病気ですので、ここで一緒に考えていきましょう。

北海道、東北で悩まされている病気はイリノイ州でも同じように出ています。日本で出る病気の条件を大別してみると低温多湿条件、高温多湿条件、高温乾燥条件の3つに大別できるものと考えられます。低温多湿条件では雪腐病も入ると思いますが、ここでは寒地型の病気についてお話しさ

せていただきます。

病気のお話に入る前に、基本的なことですが、何の病気であるかを判断することが大切なことです。



ウイルキンソン教授

イリノイ州にあるゴルフ場の例ですが、ベントグリーン、カラーにはケンタッキーブルーグラス、ライグラスが入っています。イリノイ州は非常に寒く、雪の量は北海道と違い少なく、乾燥し、風が強いので、時々枯れた状態になりますが、こういう条件では凍害であり、決して病気ではありません。枯れたからといってすぐに殺菌剤、殺虫剤をまくことがあります、これは避けてください。こういう場合は病気ではありませんので、特に処理方法はなく、保温するしかありません。しかし、こういうものは物理的、外的要因で起こっている一時的なものである、植物、芝生は死んでしまうわけではなく、外的条件が変われば必ず再生してきます。そして逆に、雪がないときは凍害が出ますが、雪腐病は発生しません。簡単に、雪腐病防除というときには雪に覆わせないということが条件になります。ただし、これは自然が相手ですので難しく、アメリカにおいても難しいことです。

雪腐病といってもいくつかありますが、その分類についてお話ししたいと思います。

ピシウム、菌核によって出てくる病気があり、これは病原菌が全く違います。日本では同じような病名がついていますが、菌、症状をきちんと把握することが大事です。

特にその中でも、冬場の病気で悩まされているものとして、グレー雪腐病、紅色雪腐病の2つが挙げられます。

1 グレー雪腐病

この代表的な病原菌として、*Typhya incarnata*

が挙げられます。次に *Typhya ishikaiensis* が有名です。これは石狩地方で発見されたものです。同じような種類で、カナダにおいても *Typhya canada...sis* が発見されており、アイダホ州においても *Typhya idaho...sis* という菌が発見されています。それぞれの菌の属は同じです。菌によって症状などが違いますので、その防除法も違いますが、それらを総称してグレー雪腐と呼んでいます。

雪腐病は根雪になる地域で多く、春先の雪解け時に多発するということです。

雪がなくて風が吹きますと温度は下がりますが、雪に覆われると比較的暖かく、地温が約4℃に保たれています。菌が発達しやすい条件というのは多湿な条件ですので、地温が下がる前に雪に覆われると保温されますので、そのような年には雪腐れのダメージが大きく、逆に、雪が遅れて凍結、凍上の方が進んだ年には雪腐れのダメージは少ないといえます。ですから、防除の1つとして、物理的な防除ですが、雪をなるべくぎりぎりまで覆わせない方法があります。

グレー雪腐れの場合の症状として、白い綿状の菌糸を見ることができます。雪解けの後、気温が低く、そして湿った状態（低温多湿）の一番悪い状態の時に現われます。この場合は、かなり被害がありますが、まだ周囲のほうには緑色に生きている芝があります。病気にかかってしまったので、しようがないと思いますが、そこで諦めずに、管理としては、まだ周囲に生きている芝がありますので、この感染を広げないという意味では湿った状態を回避するために、表面を引き搔いてやり、水はけをよくして乾燥させてやることです。これは機械でレーキングしてもいいし、グリーンのような少面積のところでは手で引き搔いてもよろしいです。これは実際に病気を抑制するものではありませんが、芝の活性を助けて芝自体の力によって病気を抑制することにはつながります。これは主に防除のほうに力を入れています。発生してしまっものはレーキングなどである程度は抑制できますが、一度、菌に汚染されてしまったもの(場所)は菌を完全に殺すことは不可能です。というのは、その菌も何10年も生き続けていきますので、

発生する前の予防，日ごろの管理に焦点が絞られると思います。

罹病した枯れ葉はどんどん蓄積されマットが厚くなり，湿った状態となる悪循環になってきます。雪がなければ雪腐病はある程度抑えられるということをお話しましたが，雪がなくても，死んだ葉が覆いかぶされば雪と同じような作用をしますから，それが低温多湿状態になって，病状が悪化するという悪循環になります。その部分はすでに死んでしまっても，きちんとサッチング，レーキングを行なって，なるべく乾燥状態を作るということを心掛けてください。

この菌は先ほど申しましたが，一度，感染，発生してしまうと殺すことは大変難しいものです。あちこちにグレー菌核ができますので，繁殖能力は大きく，これを殺すということは容易なことではありません。

冒頭に病気の診断をすることが大事だということをお話しましたが，春先にコースに出て，枯れたところをみて抜いてみると菌核が肉眼でも見ることができます。この菌核が見つかったらグレー雪腐病と判断してください。直径1~2mmありますので，肉眼でも十分判断できる菌です。この菌の色は赤，茶褐色，黒などいろいろありますが，秋口から春にかけて増殖していきます。そして，秋口に休眠期に入る前の比較的暖かくて湿度が多い場合には菌が急増殖して，春に向けてひどい状態を作っていきます。

(1) グレー雪腐病の防除管理

グレー雪腐病を管理するには，いくつかの方法があります。

1つは薬剤による防除ですが，薬剤による防除ですと冬の凍結期間に有効であるかという疑問がありますし，毒性の高いものですから，皆さんには望まれない方法だと思います。薬剤による防除については，秋口に行なって，それがきちんと芝の細胞に行きわたって必ず菌に侵される前にガードできるように，きちんと浸透できる薬剤の散布の仕方が必要です。

品種的には，現在，この雪腐病に対して抵抗性のある品種はありません。といいますのは，芝草，植物の活性のある時に発生する病気であると，そ

れに対する拮抗作用が期待できませんが，この病気の場合は休眠に入って芝が眠ってしまう，寝起きを起こすようなひどい菌ですので，寝たときに對抗するような作用が生理的にありませんので，抵抗性品種の育種は非常に難しいのです。

このように，抵抗性品種は期待できないし，薬剤についてもいろいろ問題があります。

それではどうするかといいますと，完全に100%防除することはできませんが，この発生を最小限に抑える管理法があります。それについて，お話ししたいと思います。

1つは窒素肥料を多くやり過ぎないこと。冬に休眠に入る前に多量の窒素を施肥すると病気の巣となり助長されることとなりますので，最後に刈取る6週間前までに施肥を終えることです。

次に，休眠に入る前にグリーン，フェアウエイの刈り高が高いと，それだけ病気の感染する場所，栄養物を与えることとなりますので避けてください。ですから，なるべく冬になる前に刈り高を低くして備えてください。簡単に葉が少なければ病気の出方も少ないと考えてください。刈っただけでなく，放置しないで必ず取り除いてください。せっかく刈っても，そのまま放置しておくと，それが食べ物，巣となります。

それから，サッチの厚さにも気を付けてください。グレー雪腐病はサッチ部分に生息しますので，あまり厚過ぎるサッチは彼らの巣となります。ですから，サッチをできる限り少なく保ってください。

2 紅色雪腐病

紅色雪腐病はフザリウム菌によって起こります。フザリウム菌はアメリカで4種類発見されています。他にも菌が見つかり，全部で5種類が発見されています。

紅色雪腐病はグレー雪腐病と違い，湿った状態で発生するのは同じですが，他の条件はグレー雪腐病と違います。

低温で多湿というのは変わりませんが，大きな違いはグレー雪腐病のように雪または他のもので覆われなくても出現します。根雪になり，春先に雨が多く，低温多湿条件が続くと紅色雪腐病の餌

食になります。

紅色雪腐病の場合は芝を殺すまではいきません。しかし、春の萌芽が遅れ、また、見た目も悪くなるという点では大きな妨害要素です。

紅色雪腐病の厄介なことは罹病していくのが非常に早いということです。菌が人のスパイク、水などによって早く移動（感染）していきます。

紅色雪腐病の判定には罹病したところを抜いてみてください。抜いてみると紅色を呈していて、それが粉状になっていきます。これが紅色雪腐病の特徴です。グレー雪腐病の場合は綿状に出ています。これが外見上の違いです。

(1) 紅色雪腐病の防除管理

紅色雪腐病を防除するためには薬剤による方法もありますが、それとともにグレー雪腐病の管理と同様に低刈りすることと乾燥させ芝の通気性をよくすることが大切です。

そのほかに、グレー雪腐病と違った管理をする

ことによって、紅色雪腐病の防除ができます。

まず最初に、紅色雪腐病の菌は低 pH には弱いので、なるべく pH を下げるということも重要です。2 番目に、秋にカリを施肥することによって紅色雪腐病は防げます。また、窒素を $1\text{g}/\text{m}^2$ 施肥することによって、周囲の生きている芝の成長を助け、この病気の部分を抑制することもできます。

冒頭に申し上げましたように、紅色雪腐病、グレー雪腐病も同じで、かかってからでは遅過ぎます。かかってしまうと治りにくいし、菌も強いですから、なかなか防除しきれません。

そこで、日ごろの管理において低刈りをする、グリーン、フェアウェイをきれいにするなどのことを行なって、罹病しない健康な芝（状態）を作ることが何といても大事なことです。

近い将来には、生物学的防除を含めた研究の中で、日ごろの管理と微生物でコントロールしていくことになると考えられています。

② 低農薬による芝草の管理

はじめに

いかにして有効微生物または拮抗菌を利用して、農薬以外のもので病気を防除していくか、ということを研究していますので、それについて話したいと思います。

芝生に限らず植物なんでもそうですが、拮抗菌、有効微生物というのは必ず自然界には存在しているものです。

必ず自然界にあるものですが、非常に手間のかかる作業です。難しいところは、これを何百何千とある菌の中から、どれが有効菌であるかということと同定すること、そして、その同定された菌がある一定の病原菌に対して有効であるということを実証しなければなりません。しかし、今、騒がれている農薬汚染問題の中で、この研究の促進が強く望まれています。

環境問題を無視すれば、毒性の高い農薬で菌を殺すことはできるかも知れませんが、有効微生物、

拮抗菌で行う場合には、それぞれ1つがオールマイティではないわけです。必ず1つの菌が1つの病原菌にアタックしていくわけです。

今、言ったように、1つの病気、1つの病原菌に対して1つの拮抗菌を発見して同定し、どのようにしてつけていくかという地道な研究がなされています。ゴルフ場のグリーンに1つの病気が出るのであれば、それを対象にすればいいのですが、ダラスポット、ブラウンパッチ、そしてピシウム菌のように数種の複合した病気によって侵されたときには非常に難しく、かなり時間と研究が必要とされます。

1 生物学的防除

一言に生物学的防除といいましても、いろいろな種類があります。一番よいのは植物体あるいは芝そのものに拮抗（抵抗性）があるということが理想的です。

ここでは、3つに分類してお話します。これら3

つはそれぞれ独立して作用するものではなく、これらがお互いに融合して作用しています。

1番目に健康な芝生を作ることです。これは単純なことで、かつ基本的で、かつ見逃されがちなところ。健康な芝というのは、例えば、根の健全な発育、冠部の健全な発育、葉の健全な発育というのが鍵になります。と言いますのは、健康体では病気を跳ね返す力がありますが、ストレスなどに遭った芝は健全な発育はせず、病気に対する抵抗力が弱り、そこから病原菌に侵されるということが容易に想像できると思います。

2番目は芝を取りまく生活環境をきちんと整理することです。と言いますのは、芝の回りにはたくさんの菌が生息しています。その菌には有害菌もありますが、自然界にはその菌によって、芝の健全な体を保つという有効な菌もあります。その菌が住むために、葉や根、地下茎などの中に有効微生物がきちんと生きていく環境というものを整備する必要があります。逆に、有効微生物を芝の周囲で生かすということは、病気あるいは強い薬剤、毒性の高いものを投与することによって、それが破壊されます。確かに、その病気の菌には効くと思いますが、それと同時に有効微生物まで殺してしまうということも同時に起こります。

3番目に病気を起こす病原菌の活動を抑制すること。これも基本的なことですが、これは1, 2番で言ってきたことを忠実に日ごろ行うことによって、この病原菌の数を抑えるということになってきます。病原菌というのは薬剤で殺してしまえばいいということではなくて、例えば、自然界には腐らせる菌も必要なのです。時によっては、堆肥作りの中で菌の活動によって腐っていくというのが必要な場合もあります。

ですから、ここで言いたいのは、菌を殺すことではなくて病原となるものを許容範囲内に抑えて、芝の害にならないようにしていく、共存していくということです。

2 有用微生物の活用

それでは実際に研究している2つの病気について、成功例があります。それは有効微生物（拮抗菌）が見つかっていますので、それについて説明

します。

有効微生物（拮抗菌）によって、病気から守るというのは3つの作用があります。1つは直接その菌が病原菌を殺してしまう、2つ目は逆に病原菌が生息する条件、あるいは病原菌の食料となるものを取ってしまう作用のある微生物、3つ目は病原菌から守る、それによって病原菌が近づかないようにする、という3つの作用が考えられます。

有効微生物（拮抗菌）の作用を有効的に作用させるためには3つの基本的な段階があります。1つは植物体の中で生きること、2つ目はその植物体の中で生きて、しかも増殖、成長して、その菌の働きで有効菌の働きが増殖していくこと、そして、それによって、抗体力を発揮するという3つのステップがあります。

夏に発生するピシウム菌による病気の事例をお話します。

一言に、ピシウム菌による病気といっても、ピシウム菌の中でも、今、確認されているだけでも14種類の菌があります。ですから、このピシウム菌への拮抗菌といっても14種類の拮抗菌を準備しなければなりません。アメリカではピシウム菌によって侵されると、グリーンが1日にして被害を受けるという恐ろしい菌です。

今、14種類の菌があると言いましたが、6つの菌について、ベントグラス、ケンタッキーブルーグラス、ライグラスの植物体へのダメージを試験しました。

菌そのもの一つ一つ、それと草種によっても拮抗菌を探すという作業ができてきますので、非常に手間のかかる緻密な作業が要求されます。この生物学的防除というものは菌を殺すことが目的ではありません。いかにして抑制するか、いかにして許容範囲内で抑制させるか、というのが目的です。

シャーレの中に真ん中に病原菌、その回りに拮抗菌を入れた試験では、拮抗菌によって周囲を取り囲まれていますので、病原菌はそのままで広がりません。抑制されているということです。そして、研究者はその回りの拮抗菌を抽出し、それを芝に接種して病気を抑制するという実験を成功させました。

病原菌だけを接種したベントグラス、ケンタッ

キーブルーグラス、ペレニアルライグラスの芝はほとんど枯死しましたが、それに対して病原菌と拮抗菌の両方を接種した場合はまだ死なない、許容できる（芝として使用できる）範囲まで抑制させることができました。

ここまでお話すると、もう出来ているのではないかと思われるかも知れませんが、これには一つ問題があります。それは、この時点では確かに効果がありますが、先ほどの話で拮抗菌としての条件の中で、生きていかなければならないという条件があり、これに対しては十分に対応できていません。というのは、この菌は48時間しか効力がありません。48時間以内においては病原菌を抑制しますが、48時間を過ぎると病原菌の力に負けてきて、拮抗菌としての力はなくなるという点が問題になっています。

ですから、このように微生物といっても、どうやって生かしていくか、どうやって増殖させていくか、どうやって微生物の生育する場を良くしていくか、ということが研究課題として残っています。そして、現時点においては、微生物だけの100%のコントロールはかなり難しいので、殺菌剤あるいは農薬の力も借りながら、それと一緒にやっていく。

ただし、この微生物の力を使うことによって農薬の使用量を減らして、両方の力で助け合いながらコントロールしていくことが現時点でできることです。

3 パッチ病の生物学的防除

次に葉病害でなく、根の障害に対する生物学的防除についてお話をします。

アメリカで恐ろしい病気とされているのがテイクオールパッチ (Take all patch) です。

これは、春先にベントグラスのみに発生する特有の病気です。約1m²の大きさまで大きくなるパッチ病です。そして、これは根についていく菌で、毎年毎年、根を感染経路にして確実に広がっていく病気です。

同じような病気にサマーパッチ (Summer patch) という病気があります。このサマーパッチとテイクオールパッチの違いは、サマーパッチはケンタッ

キーブルーグラスに発生するパッチです。このパッチの症状を特にカエルの目 (Frog eye) と言っています。これは真ん中が生きて外に広がっていくに従って菌も広がっていきますが、その回りにそれに対抗しようとする、拮抗しようとする菌も働いていてカエルの目のような形になります。

もう1つは夏場にスズメノカタビラに発生するポアパッチ (Poa patch) という病気があります。これも先ほどのものと同じで、根に発生する根病害に対する拮抗菌の条件ですが、やはり、一番目にその根で生きること、増殖すること、そして最後に拮抗菌として働くこと、この基本が守られなければなりません。

この根病害に対する防除として、どうやって拮抗菌を付着させていくかという点、1つは種子にコーティングという形で付着させていく。そして、種子から伸びた根を通してこの拮抗菌を土中に伸ばしていくという方法があります。ベントグラスのテイクオールパッチについて実施した試験で、病原菌のみのベントグラスがほとんど枯死状態であったのに対し、拮抗菌も付着させた区ではかなり許容できる範囲、健康な状態に近いところまで抑制できることが分かりました。

おわりに

生物学的防除はどこまで期待できるかという点、どこまで管理が完遂できるのかという質問がくるかと思いますが、これで100%病原菌を殺す、あるいは100%コントロールできるということを最終的には考えていません。

低農薬に向けてどうしたらいいか、と言うのは生物学的防除だけに頼ってはいけません。それだけでは完全に防除することはできません。もちろん、それも1つの方法であって、日ごろの管理、プラス自然界の拮抗菌をどのように有効に使っていくか、そして、もう1つ大事なことはそれに適応した草種・品種の選択などをコンビネーションにしていくことによって、低農薬の実現に向けて防除ができるのではないかと考えています。

(おわり)