

ジベレリンとプロヒドロジャスモンの混合散布による早生・中生ウンシュウミカンの浮皮軽減技術

国立研究開発法人農研機構
果樹研究所カンキツ研究領域

佐藤 景子

浮き皮とは温州ミカンにおいて著しく果皮と果肉が分離した状態のことで、この症状になると食味や貯蔵性が低下するなどの問題が発生する。浮き皮は温度が一定であれば湿度が高いほど、湿度が一定であれば温度が高いほど発生しやすいことが示されており（河瀬 1984）、全国の試験研究機関に対するアンケート調査の結果、温暖化により温州ミカンの浮き皮が多発していると指摘されている（杉浦ら 2007）。

浮き皮の発生を軽減するには果実成熟期の窒素の肥効を小さくする施肥方法（河瀬 1984；鳥潟ら 1955）や、樹冠上部摘果（高木ら 2009）、樹冠表層摘果（北園ら 2007）、後期重点摘果（井上ら 2005）といった摘果方法の改善などがある。また、炭酸カルシウム水和剤（クレフノン）、塩化カルシウム・硫酸カルシウム水和剤（セルバイン）、エチクロゼート乳剤（フィガロン乳剤）などの農薬を用いた方法も利用されている（表-1）。2010年には、温州ミカンの浮き皮を軽減する農薬としてジベレリン（GA）とプロヒドロジャスモン（PDJ）が新たに登録・実用化された（2010年の登録内容：3.3～5ppmのジベレリンをプロヒドロジャスモン1000～2000倍液に加用。散布時期は収穫予定日の3か月前。ただし、収穫45日前まで）。

ジベレリンが温州ミカンの浮き皮を抑制することは古くから知られていたが（倉岡ら 1966）、処理によって着色遅延と葉害の発生が伴うため、実用

化には至らなかった。しかし、牧田ら（2004）が、GAとPDJを混合した液を9月に散布すると、葉害の発生を回避して、浮き皮を効果的に抑制できることを示し、実用化に向けた研究が進められ、登録・実用化された。この処理の浮き皮軽減効果は高く、安定的である（表-2）。しかし、処理に伴う着色遅延が顕著なため、着色遅延を収穫後に回復できる貯蔵ミカンの作型や、慣行収穫期よりも大幅に収穫時期を遅くして、樹上で完全着色させる樹上完熟の作型にのみ使用が限定されていた。

慣行収穫期に収穫し、貯蔵せずに出荷することが主体の‘南柑20号’や‘向山温州’のような温州ミカン品種でも浮き皮発生が問題となっており、このような作型に対するGAとPDJの利用拡大が望まれ、浮き皮軽減効果

を発揮し着色遅延を小さくするGAとPDJの散布濃度と散布時期の検討が行われた。2014年4月にジベレリンの登録濃度が1～5.5ppmに変更となり、より低濃度のGAが利用できるようになり、早生および中生温州ミカンにおける浮き皮軽減技術の開発が行われた。

1. GAとPDJの混合液の散布濃度と散布時期が浮き皮と着色に及ぼす影響

(1) 散布濃度の影響

PDJ濃度を25ppmとし、GA濃度を0～3.3ppmに変えて混合散布を行った結果、GA濃度が高いほど浮き皮軽減効果が高く、それに伴う着色遅延も顕著になった（図-1）。また、GA濃度を1ppmとし、PDJ濃度を

表-1 温州ミカンにおいて登録されている浮き皮軽減に有効な農薬（2015年2月28日時点）

農薬の種類	農薬商品名	使用方法
炭酸カルシウム水和剤	クレフノン	100倍 収穫1か月前から収穫直前までの間に1回散布
塩化カルシウム・硫酸カルシウム水溶液	セルバイン	300倍 生理落果終了から着色期までに20～30日間隔で2～3回散布
エチクロゼート乳剤	フィガロン乳剤	2000～3000倍 1回目：虫尻期、2回目：虫尻期の2週間後の2回散布
ジベレリンとプロヒドロジャスモンの混用	ジベレリンとジャスモメート液剤の混用	ジベレリン水溶液または液剤の1～5ppmとプロヒドロジャスモン液剤の1000～2000倍を混用 収穫予定日の3か月前（ただし収穫45日前まで）に1回散布

表-2 GAとPDJの混合散布の作用性

浮き皮軽減効果	浮き皮軽減効果は高く、品種や年次にかかわらず安定的な作用を示す
散布にともなう副作用	着色が遅延するほか、果頂部に緑斑（涙滴斑）が残る場合がある
散布濃度と作用性の関係	GAとPDJのどちらも、濃度が高くなるほど作用性が高くなる
散布時期と作用性の関係	9月中下旬の散布が最も高い作用性を示し、それより早い時期や遅い時期に散布すると作用性が低下する

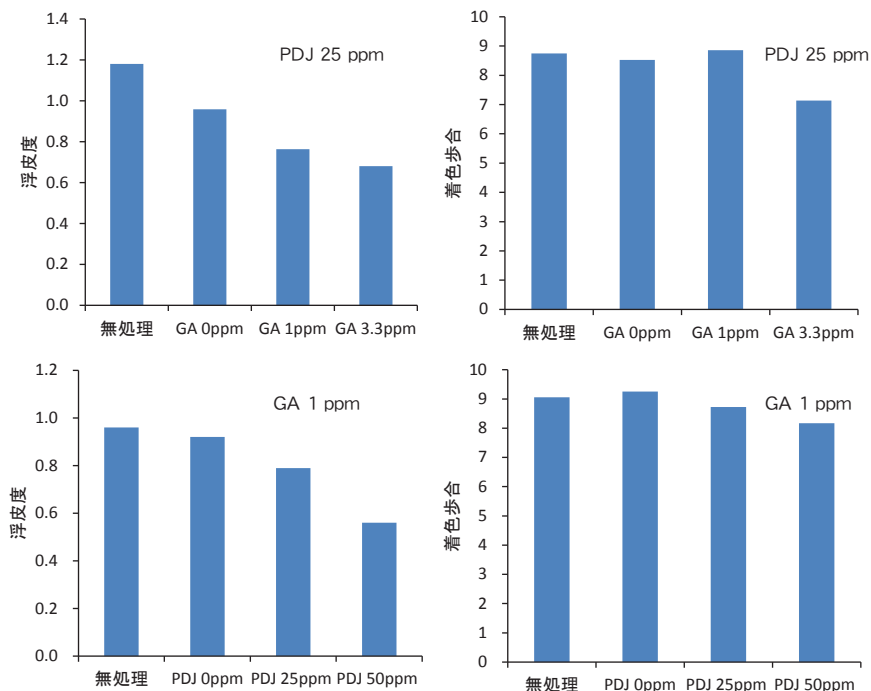


図-1 GA濃度およびPDJ濃度の影響

上段の散布日は8月31日、調査日は11月27日。

下段の散布日は9月3日、調査日は12月3日。

いずれの試験もシルバーヒル温州(中生)を供試。

浮皮度(無しは0、軽は1、中は2、甚は3として評価)、着色度(完全着色を10として評価)は達観評価。

PDJの25と50ppmは、それぞれジャスモメート液剤の2000倍と1000倍。

農研機構果樹研究所の結果

0～50ppmに変えて混合散布を行った結果、PDJ濃度が高いほど浮き皮軽減効果が高く、それに伴う着色遅延も顕著になった。このように、GAとPDJは強調して効果を発揮し、一方だけ濃度を高くすることで効果を増大させることができる。逆に、濃度を低くすることで効果を低下させ、着色遅延を緩和することができる。

(2) 散布時期の影響

8月から11月の間で時期別にGAとPDJの混合散布を行い、収穫適期に果実比重(浮き皮程度の指標で、この値が小さいほど浮き皮程度が大となる)と a^*/b^* (果皮の着色の指標で、この値が大きいほど着色がよい)を測定した。その結果、9月下旬の散布で浮き皮軽減効果が高く、それに伴う着

色遅延も顕著になり、それよりも早い時期(8月)や遅い時期(10月、11月)に散布した場合には、浮き皮軽減効果が劣る一方、着色遅延は緩和される傾向にあった(図-2)。このように、散布時期を変えることで、効果を増大させ浮き皮軽減効果を増強させたり、逆に、効果を低下させ着色遅延を緩和させることができる。

2. GAとPDJ混合液の目的別使用方法

GAとPDJの混合散布技術の浮き皮軽減効果や副作用の着色遅延は、前述のように散布濃度や散布時期を変えることで調節することができる。温州ミカンの作型により、散布濃度や散布時期が異なるので、表-3に記載の使用目的に合わせて、散布濃度や散布時

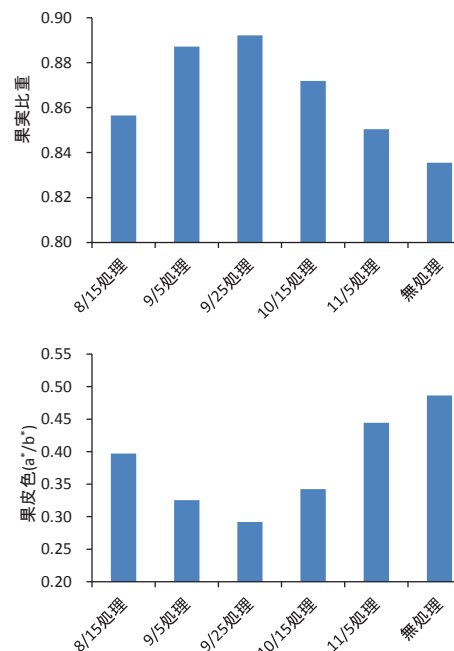


図-2 GGAとPDJの混合散布時期の影響
8月15日、9月5日、9月25日、10月15日、11月5日にGA 5ppmとPDJ 50ppmの混合液を散布。

12月1日に果実比重と色差計で a^* 値および b^* 値を測定

農研機構果樹研究所の結果

期を選定して技術の導入を行う。

(1) 浮き皮を軽減して慣行の時期に収穫する

着色遅延を1週間以内に抑えられるので、慣行の時期に収穫する作型に適している(表-4)。慣行収穫期が11月中旬～12月上旬の早生・中生温州ミカンでの利用を想定している。具体的には、GAの1ppmとPDJの25ppmを混合して9月上旬(満開120日後頃)に散布する(散布条件A)。この条件は、使用する薬剤購入コストを低減したい場合に有効である。または、GAの3.3ppmとPDJの25ppmを混合して8月中旬～下旬(満開100日後頃)に散布する(散布条件B)。この条件は、安定的な浮き皮軽減効果の発現に有効である。なお、着色遅延が出やすい園地では、散布条件Aの濃度で、8月中旬～下旬に散布する方

表-3 GA と PDJ の混合散布の使用目的と散布方法の概要

使用目的	対象	散布濃度	散布時期
浮き皮を軽減して慣行の時期に収穫する	早生及び中生ウンシュウミカン	GA 1ppm+PDJ 25ppm	9月上旬
		GA 3.3ppm+PDJ 25ppm	8月中下旬
浮き皮を強く抑制して収穫時期を計画的に1~2週間遅くする	中生ウンシュウミカン	GA 1ppm+PDJ 50ppm	9月上旬
		GA 3.3ppm+PDJ 25ppm	9月上旬
浮き皮を強く抑制して貯蔵する	晩生ウンシュウミカン	GA 3.3ppm+PDJ 25ppm	9月上旬

表-4 浮き皮を軽減して慣行の時期に収穫するための散布条件

散布濃度	散布時期の目安				収穫時期の目安			
	8月		9月		11月		12月	
	中旬	下旬	上旬	中旬	中旬	下旬	上旬	中旬
(散布条件A) GA 1ppm PDJ 25ppm	←-----→				←-----→			
(散布条件B) GA 3.3ppm PDJ 25ppm	←-----→				←-----→			

想定している慣行の収穫期は、収穫時期の目安欄の灰色の部分。
 黒色矢印は散布時期、灰色矢印は収穫時期を示す。
 PDJの25ppmは、ジャスモメート液剤を2000倍に希釈して作成。
 着色遅延が出やすい園地では、散布条件Aの濃度で破線の矢印の時期に散布。

法を用いる。

和歌山県果樹試験場で行われた研究結果では、‘向山温州’を用いて、GAの1ppmとPDJの25ppmを9月1日に散布（散布条件A）またはGAの3.3ppmとPDJの25ppmを8月15日散布（散布条件B）したところ、収穫日の12月5日にはいずれの散布条件でも、浮き皮は軽減され、着色は無

処理とほとんど差がなかった（図-3）。

(2) 浮き皮を強く抑制して収穫時期を計画的に遅くする

表年などで収穫が間に合わない場合に、一部の園地にこの方法を導入すれば、計画的に収穫時期を1~2週間遅らせても浮き皮を軽減できる（表-5）。この方法は、慣行収穫期が11

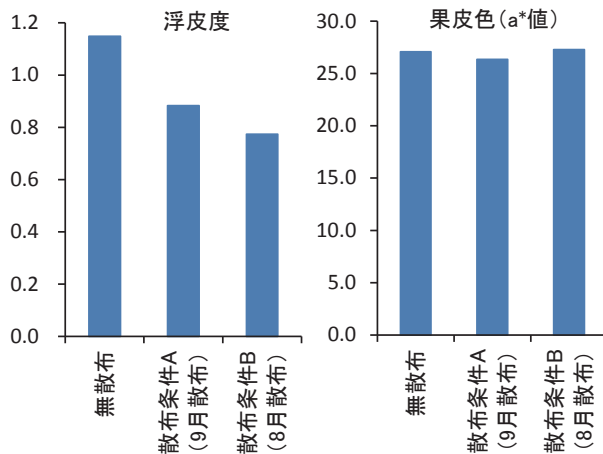


図-3 浮き皮を軽減して慣行の時期に収穫するための散布条件の研究結果事例響

向山温州に散布条件A（9月1日）または散布条件B（8月15日）で散布。収穫は12月5日。浮皮度は、浮皮無を0、軽を1、中を2、甚を3として触感で評価。a*の値が高いほど着色良好。和歌山県果樹試験場

月下旬~12月上旬の中生温州ミカンでの利用を想定している。具体的には、GAの1ppmとPDJの50ppmを混合して9月上旬（満開120日頃）に散布する（散布条件C）。この条件は、使用する薬剤購入コストを低減したい場合に有効である。または、GAの3.3ppmとPDJの25ppmを混合して9月上旬（満開120日頃）に散布する（散布条件D）。この条件は、安定的な浮き皮軽減効果の発現に有効である。なお、2週間以上収穫を遅らせたい場合には、GAの5ppmとPDJの50ppmを混合するなど、濃度を高くして9月上旬に散布する。

農研機構果樹研究所（静岡市）で行われた研究結果では、中生温州ミカンの‘シルバーヒル温州’を用いて、GAの1ppmとPDJの50ppmを混合して9月3日に散布（散布条件C）、または、GAの3.3ppmとPDJの25ppmを混合して9月3日に散布（散布条件D）を行ったところ、収穫日1週間前の11月26日と収穫日の12月3日において、いずれの散布条件においても浮き皮は強く抑制され、着色度は1~2週間程度遅れた（図-4）。

(3) 浮き皮を強く抑制して貯蔵する

数ヶ月の貯蔵を行う温州ミカンの作型に適している。収穫時には着色が遅延しているが、貯蔵中に浮き皮が少ない状態で着色が追いつく。晩生の貯蔵用の温州ミカンでの利用を想定している。具体的には、GAの3.3ppmとPDJの25ppmを混合して9月上旬

表-5 浮き皮を強く抑制して収穫時期を計画的に遅くするための散布条件

散布濃度	散布時期の目安				収穫時期の目安			
	8月		9月		11月		12月	
	中旬	下旬	上旬	中旬	中旬	下旬	上旬	中旬
(散布条件C) GA 1ppm PDJ 50ppm		↔				↔		
(散布条件D) GA 3.3ppm PDJ 25ppm		↔				↔		

想定している慣行の収穫期は、収穫時期の目安欄の灰色の部分。
 黒色矢印は散布時期、灰色矢印は収穫時期を示す。
 PDJの25ppmと50ppmは、ジャスモメート液剤を2000倍と1000倍に希釈して作成。

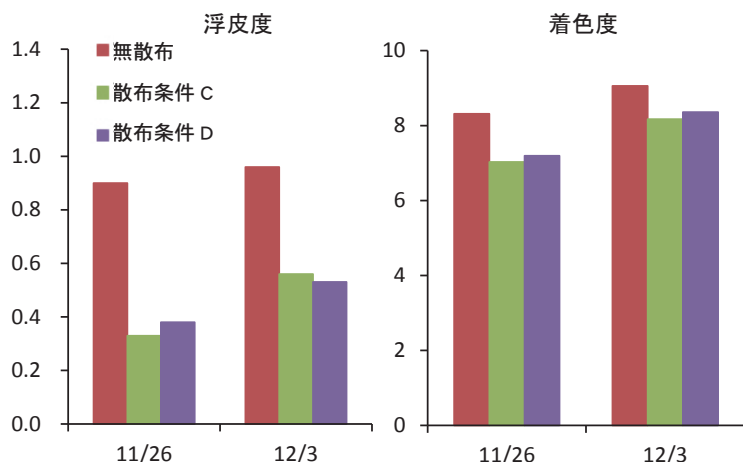


図-4 浮き皮を強く抑制して収穫時期を計画的に遅くするための散布条件における研究結果事例
 シルバーヒル温州に9月3日に散布し、11月26日と12月3日に収穫。
 浮皮度は、浮皮無を0、軽を1、中を2、甚を3として触感で評価。着色度は着色無を0、完全着色を10とした11段階評価。
 農研機構果樹研究所

に散布する(図-5)。慣行の収穫期に散布果実は完全着色に至らないが、その状態で収穫し、予措・貯蔵後、着色遅延が回復するのを待って出荷する。

3. 果実品質への影響

貯蔵ミカンの‘青島温州’に、GAの5ppmとPDJの50ppmの混合散布またはGAの3.3ppmとPDJの25

ppmの混合散布を9月の上旬に行った場合、12月2日の収穫日には、いずれの処理区も無処理区よりも糖度が低く、酸度が高かったことが報告されている(澤野 2010)。一方、前述した早生および中生温州ミカンにおける利用方法では、果汁の糖度と酸度への影響はほとんどみられない(佐藤ら 2015)。

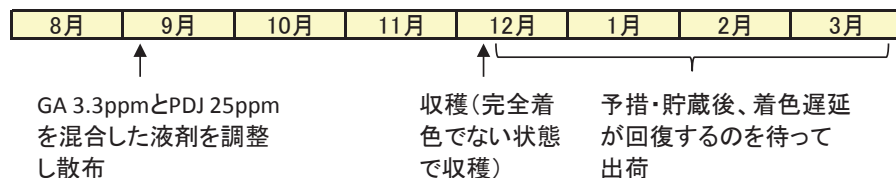


図-5 貯蔵用温州ミカンにおける散布条件と収穫・出荷方法

4. 薬剤の購入コスト

GAとPDJの混合散布の薬剤購入コストは、慣行時期に収穫する方法の散布条件A(GA 1ppm+PDJ 25ppm)では、セルバインと同等である(図-6)。収穫時期を計画的に遅くする散布条件C(GA 1ppm+PDJ 50ppm)と、慣行時期に収穫する方法の散布条件B(GA 3.3ppm+PDJ 25ppm)および収穫時期を計画的に遅くする散布条件D(GA 3.3ppm+PDJ 25ppm)であってもフィガロン乳剤より購入コストが低い。さらに、GAとPDJの混合散布は、葉に薬液がかからなくても効果を発揮し、果実散布でよいいため、結実部にのみ散布すればよく、散布量を半減程度にすることができる。GAとPDJの混合散布は散布回数が1回と少なく省力的であることから、他の農薬よりも使用しやすいと考えられる。

5. 使用の注意点

本研究の結果は、静岡県や和歌山県に所在する研究機関の園地や生産者の園地で行った試験に基づいたものである。したがって、その他の地域において本技術を導入する場合には、地域の試験研究機関や技術指導機関と相談して、それぞれの地域に適した散布条件を確認するなどの注意が必要である。また、GAとPDJの混合散布を実施する場合には、購入した農薬に添付されている使用上の注意事項に留意する。

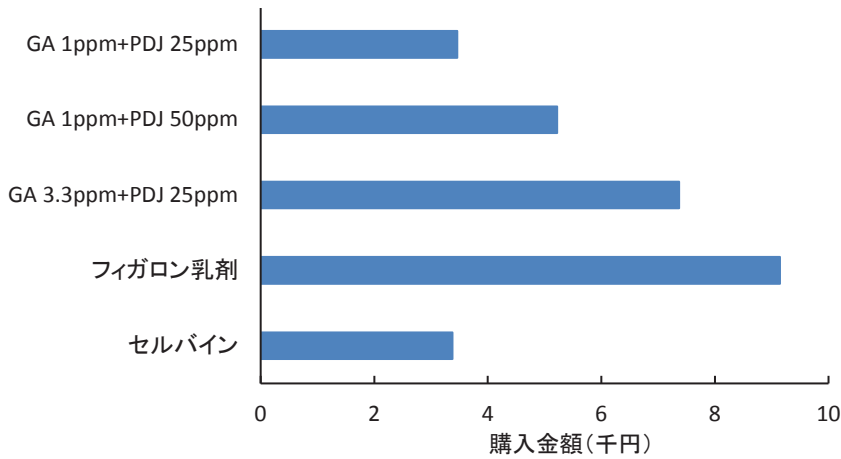


図-6 浮き皮軽減に有効な薬剤の購入費用の試算(10a当たり)

いずれの薬剤も1回の散布量を400L/10aとした

GA・PDJ混合散布は1回散布した場合

フィガロン乳剤は、3000倍に希釈し、2回散布した場合

セルバインは300倍に希釈し、3回散布した場合

6. 技術の導入方法

実際に技術を導入する年には、園地全体に散布を行わず、一部の樹を選んで試験的に導入し、浮き皮軽減効果や着色遅延程度がどの程度かを確認する。試験的導入の手順は以下の通りである。

- 1 園地の中で3本程度の樹を選定する。
- 2 選んだ樹の1部の枝(亜主枝または大きい側枝程度)に、使用目的に応じた散布方法により、GAとPDJの混合散布を行う。
- 3 使用目的に応じた収穫時期に散布した枝の果実の浮き皮程度や着色程度を、同じ樹の無散布の

枝の果実と比較する(貯蔵する場合には、貯蔵した後に比較する)。

4. 着色遅延が著しい場合には、次年度の本格導入の際に濃度を低くするか、散布時期を早くする。浮き皮軽減効果が小さい場合には、濃度を高くするか、散布時期を遅くする。

参考文献

- 井上久雄ら 2005. 後期重点の摘果と開花後の弱せん定は早生ウンシュウの高品質果実連年安定生産を実現. 平成16年度近畿中国四国農業研究成果情報 359-360.
- 河瀬憲次 1984. ウンシュウミカン果実における浮皮発現の要因と防止法に関する研究. 京都大学学位論文.
- 北園邦弥ら 2008. 樹冠表層摘果, シートマルチ, エチクロゼートによる早生ウンシュウ

ウの果実品質向上効果. 熊本農研セ研報 16, 63-68.

倉岡唯行ら 1966. 温州ミカンの浮皮果発現防止に関する研究(第5報). ジベレリン処理について. 園学要旨 昭41春, 43-44.

牧田好高・山家一哲 2004. プロヒドロジャスモンを添加したジベレリン水溶液の秋季散布はウンシュウミカンの浮皮を軽減する. 園学雑 73(別2), 106.

農研機構 2014. 浮皮軽減のための技術情報(2014.12改訂版). http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/fruit/material/030159.html

佐藤景子ら 2015. ウンシュウミカン果実の浮き皮と着色に及ぼすジベレリンとプロヒドロジャスモンの散布濃度・時期の影響. 園学研(印刷中).

澤野郁夫 2010. ジベレリンとプロヒドロジャスモンの混合液散布が異なる栽培管理法におけるウンシュウミカンの果実品質に及ぼす影響. 園学研 9(別1), 54.

杉浦俊彦ら 2007. 温暖化がわが国の果樹生育に及ぼしている影響の現状. 園芸学研究 6, 257-263.

高木信雄ら 2009. 温州みかんの樹冠上部摘果による中玉高糖均質連年安定生産. 愛媛農水研果樹セ研報. 1, 1-8.

鳥潟博高ら 1955. 温州みかんの果皮の発育に関する研究(第1報) 晩期窒素質施与が果皮の発育に及ぼす影響. 園芸学研究集録 7, 42-44.

ゴルフ場における管理のコツとは

静岡県芝草研究所
Ph.D.

池村 嘉晃

ゴルフ場では、芝生の状態が悪くなり始めたときは、肥料を撒いてみたり、殺菌剤を撒いてみたり、更新作業を試みたり、秘密の薬剤・資材を使ってみたりと、ありとあらゆる手を尽くしたくなる。「芝生は悪くなってしまったが、各種対策を講じた。」との実績を残したいのもあるかもしれないが、多くの場合、芝生の状態を少しでも良くするために何かやらないといけないと感じるからである。しかし、何かをすることは、一時的にでも芝生にダメージを与えることになる。落ち込み始めている芝生には、たとえ少しのダメージでも致命傷になりかねず、何か特別なことをしたことで落ち込みが加速することも多々ある。特に夏場の施肥と更新作業（ムク刈でも）はダメージが大きいので、敢えて無意味な作業をしないのも大切だとキーパーを思い

とどまらせることも重要である。

ゴルフ場における管理のコツとは、「特別な作業をしない」のが管理のコツの一つであるが、読者の皆様は、コツと聞いて、2～3のそれさえ実行すれば全て上手く行く魔法の方法を知りたいのだと思う。雑誌などでは、「〇〇に成功するためのたったひとつのコツ」などの記事をよく目にする。ゴルフ場における管理では、2～3のそれさえ実行すれば全て上手く行く魔法の方法は、『存在しない！』と断言できる。もちろん、芝草の生育を促進させる薬剤や生きるか死ぬかの瀬戸際に効果のある資材などもあるが、それらを当てにしている管理では後手の管理となる。管理のコツとは、魔法の薬剤や管理方法がないのを理解し、「地道に基礎を徹底すること」がコツである。どこまで基礎を忠実に実践できるかが大

切なのである。ゴルフ場の管理状態に大きな差が出てくるのが梅雨明け以降だが、梅雨が明けてからあたふたしているコースは、残念ながら手遅れである。グリーンを夏越しは、なんとかできるかもしれないが、後手の対応により管理スタッフ全員が体力・精神的に消耗するのが目に浮かぶ。梅雨明け前にやるべきことをすべてやり、後は運を天に任せる気持ちで管理すると良い結果が得られるだろう。

さて、管理の基礎だが、過去には分かっていなかったことや間違っ理解していることがある。基礎を間違っ理解しているがために、地道にやっいても、結果が悪いのである。今回は、それらについて述べたい。

1. 年間窒素量とその割り振り

ここ数年、年間窒素量についての話題を聞かないが、サンドグリーンで維持するペントグラスの生育に必要な年間窒素量は、およそ 20g/m^2 である。多ければ多い程良いと言うわけではなく、年間窒素量が 30g/m^2 近くなると、夏場のグリーンの維持はかなり難しくなる。但し、造成直後のグリーンは通常の2～3倍の窒素量が必要となり、その後の維持管理は全く違った管理をする必要があるため、特別管理となる。さて、年間窒素量 20g/m^2 に戻ると、実際の管理ではそれ以下の年間窒素量 $15\sim 18\text{g/m}^2$ で管理しているコースが多いと思う。年間 16.5g/m^2 前後



写真-1 無事に夏越ししたゴルフ場