



# あたらしい 農業技術

No.510

環境にやさしい柑橘の草生栽培

平成 20 年度



## 要 旨

### 1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) イネ科の1年草ナギナタガヤを用いた草生栽培は、降雨時の柑橘園からのリン流出量を10%以下に削減できる。カンキツ園全面への草生栽培でなく、1/4の面積を被覆する部分草生栽培でも同等の効果が得られる。
- (2) ナギナタガヤ草生栽培のリン流出軽減効果は、ナギナタガヤの根の伸張・枯死による土壌の透水性向上により、土の表面を流れる水の量（表面流去水量）が減少したこと起因する。
- (3) ナギナタガヤ草生栽培は、カンキツ園の土壌水分や地温に対する緩衝効果、ナギナタガヤ地上部の土壌還元による有機物施用効果、土着天敵増強効果等の多面的効果を有する。
- (4) 導入初年度には種子購入費を要するが、除草剤、殺虫剤、有機物による資材費を抑えられるため、長期的には生産コストを減らすことができる。

### 2 技術、情報の適用効果

リン流出軽減やその他の多面的効果を持つナギナタガヤ草生栽培をカンキツ園に導入することで、自然環境にやさしく経済的な（環境負荷を減らし、生産コストを減らす）カンキツ生産技術が確立される。

### 3 適用範囲

県下のカンキツ栽培園

### 4 普及上の留意点

- (1) ナギナタガヤの播種前に、除草剤等で十分に雑草を除去する必要がある。
- (2) カンキツの株元への播種は、カンキツとナギナタガヤとの養分競合を招く可能性があるため、全面草生栽培の場合でも株元は除草するのが望ましい。
- (3) 作業道や水路脇等の土壌流亡が起こりやすい箇所への部分草生栽培が効果的である。
- (4) ナギナタガヤは1年生草本であるが、自然に散布された種子により草地が維持される。

## 目 次

はじめに	1
1 ナギナタガヤの生育	1
2 早生系ナギナタガヤと晩生系ナギナタガヤの違い	1
3 ナギナタガヤ草生栽培による降雨時のリン流出軽減効果	3
(1) リン流出軽減効果の推移	3
(2) ナギナタガヤを刈り取った後のリン流出軽減効果	3
4 ナギナタガヤ草生栽培による夏秋季の地温上昇抑制	4
5 ナギナタガヤ草生栽培による夏秋季の土壌水分保持	5
6 ナギナタガヤ草生栽培が‘青島温州’の果実品質に及ぼす影響	5
7 導入方法	6
8 導入コストと導入後の経済効果	7
おわりに	7

## はじめに







カンキツ園では、長年施肥し続けて果樹に吸われなかったリンが土に貯まっています。このリンは、強い雨が降ると土と一緒に流れることがあります。カンキツ園は傾斜地にある場合が多いので、平らな園地よりも土が流れやすいのです。また最近、樹の老齢化に伴う生産力低下を避けるため、改植頻度が多い傾向にあります。若木を植えることで樹冠に覆われていない裸地の面積が増加し、土が流れやすくなっている園地が増えていることも確かです。

下草を生やして地表面を管理する「草生栽培」は、雑草抑制や有機物補給といった効果だけでなく土の流出を防ぐ効果もあり注目されています。ここでは代表的な草生栽培草種であるナギナタガヤが持つ優れたリン流出軽減効果とともに、地温の上昇を抑える効果や土壌水分を保つ効果について紹介します。

### 1 ナギナタガヤの生育

「ナギナタガヤ」は、草生栽培に用いられるイネ科ウシノケグサ属の一年草で、秋に発芽し、春になると草丈 70cm 程度に生長し穂を出します。最大の特徴は、初夏になると自然に倒れて枯れることです。

表 1 生育の特徴

時期	生育	
8～10月	発芽する。	
11～2月	10cm 程度に伸びて冬を越す。	
3～4月	草丈 60～70cm 程に急生長する。	
5月	倒れ始める。	
6月	枯れて倒れ、ワラを敷いたような状態になる。	
8～10月	夏に落ちた種子が秋に再び発芽する。	

### 2 早生系ナギナタガヤと晩生系ナギナタガヤの違い

市販されているナギナタガヤ種子は、出穂や倒伏の早晩が異なる「早生系」と「晩生系」の2つの系統があります。2つの系統は、形態にも若干の違いがあります。早生系は茎がやや硬く、小穂のノギ（先端のトゲのような部分）がやや長い（約 19mm）特徴があります。これに対し、晩生系は茎がやや柔らかく（従って倒伏しやすい）、小穂のノギがやや短い（約 14mm）特徴があります。ナギナタガヤはノギが軍手や靴下に刺さり、チクチク痛いという欠点がありますが、晩生系はやや緩和される印象です。

生育の経過の中では、被度の推移は早生系でも晩生系でもほぼ同じです（図 1）。2つの系統

に発芽や分けつの様子に違いはなく、同じように地表面を被覆しています。土壌やリンの流出を防止する効果に大きな違いはないと思われます。

これに対し、草丈の推移は異なりました。12月中は、どちらも10cm程度でしたが、1月になると早生系は徐々に高くなり、3月下旬には約30cm、4月下旬には約70cmに達しました。ところが、晩生系は3月下旬までは10cm程度の低い草丈を保ち、4月下旬から急に高くなり5月下旬には早生系とほぼ同じ約70cmに達しました（図1）。

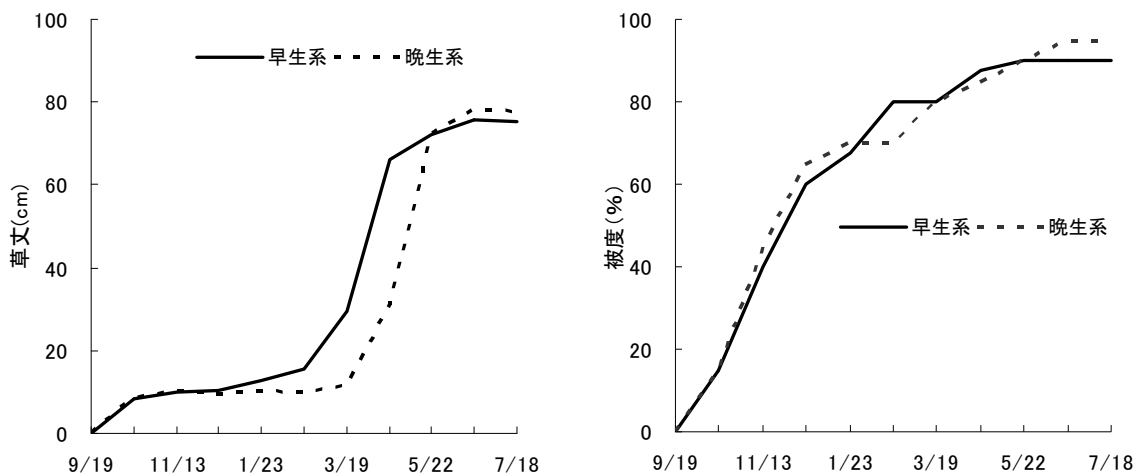


図1 早生系と晩生系における草丈と被度の推移（2006年9月にタネまき）

大きく異なったのが出穂と倒伏の経過です（表2）。調査時の気象条件によっても変化すると思われませんが、2007年では早生系は1月から早くも出穂が始まり、3月下旬には出穂が揃い4月下旬には倒伏が始まりました。ただ、徐々に出穂や倒伏が進む傾向があり、7月になっても倒伏が揃いませんでした。晩生系は4月下旬になってようやく出穂が始まりましたが、5月上旬には出穂が揃い5月下旬に倒伏が始まりました。倒伏が揃うのも早く、6月初めには全て倒伏しました。早生系と晩生系の特徴を表3にまとめました。

表2 早生系と晩生系における出穂、倒伏時期の違い

	出穂始め	出穂揃い	倒伏始め	倒伏揃い
早生系	1/10	3/27	4/20	7月末で全体の1/3が倒伏
晩生系	4/23	5/9	5/21	6/1

表3 早生系と晩生系の特徴

	特徴
早生系	春の生育が早い。穂の出る時期が早い。
晩生系	ノギの長さが短い。穂が出るのは遅いが倒れやすい。

### 3 ナギナタガヤ草生栽培による降雨時のリン流出軽減効果

#### (1) リン流出軽減効果の推移

草生栽培に土の流出を防ぐ効果があることから、土の粒に含まれるリンの流出も同様に防いでいることが推定されました。そこで、草生栽培がどれだけリンの流出を防いでいるかを確認するため、傾斜地カンキツ園に「無底ライシメーター」という調査枠を設置し、雨が降った時のリン流出量を測定しました。

カンキツ園にナギナタガヤ草生栽培を導入すると、降雨時に泥水として流れるリンの量が減少することがわかりました(図2)。この効果は、ナギナタガヤが生長し、枯れて倒れることによって変化します。導入1年目の場合、生長の著しい4月以降にその効果は大きくなります。そして初夏に倒れて地面を覆うと、効果はさらに高くなります。草生面積を全体面積の下端1/4とした場合(部分草生)でも、6月以降のリンの流出を清耕栽培(裸地で管理)の1割以下に減らすことができました。6月~9月は梅雨や台風の時期でもあり強い雨が降りやすいので、この時期に軽減効果が高くなるのはとても重要なことです。また2年目以降も同じようにリンの流出を防ぎます。また、スピードスプレーヤーの通路や水路脇などの泥水が流れやすい場所に草生栽培を導入するだけでも、カンキツ園からのリンの流出を減らす効果があると思われま

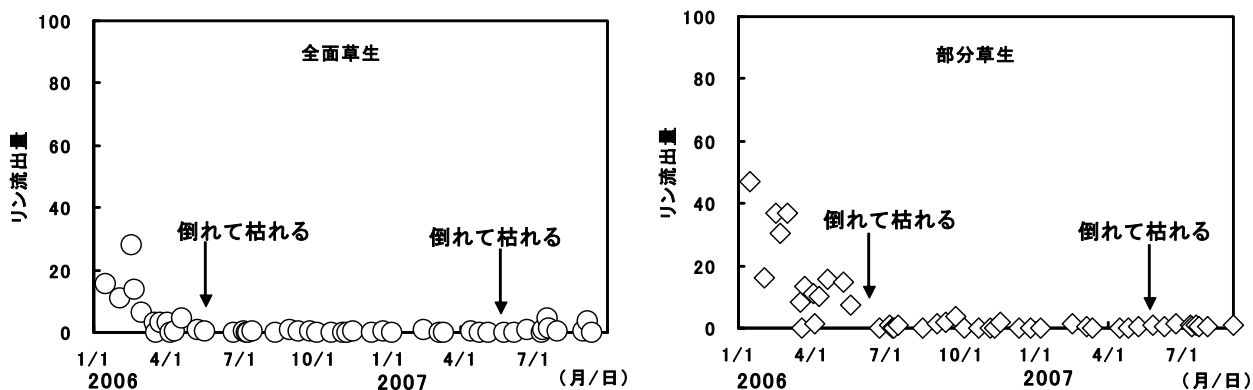


図2 ナギナタガヤのリン流出軽減効果(清耕栽培のリン流出量を100とした指数)

#### (2) ナギナタガヤを刈り取った後のリン流出軽減効果

ナギナタガヤの地上部を刈り取った後のリン流出軽減効果を調査しました。その結果、刈り取った後も刈り取る前と同様に、土の表面を流れる水(表面流去水)がほとんど発生せず、流出するリンの量もわずかであることがわかりました(図3)。枯れた後、種子を取るためにナギナタガヤを刈り取っても、ある程度リンの流出軽減効果が持続するというを示しています。このことから、ナギナタガヤ草生栽培によるリン流出軽減効果は、根が伸びたり、枯れたりすることによって土壌の透水性が増し、カンキツ園の表面を流れる水が少なくなったことが要因であると考えられます。

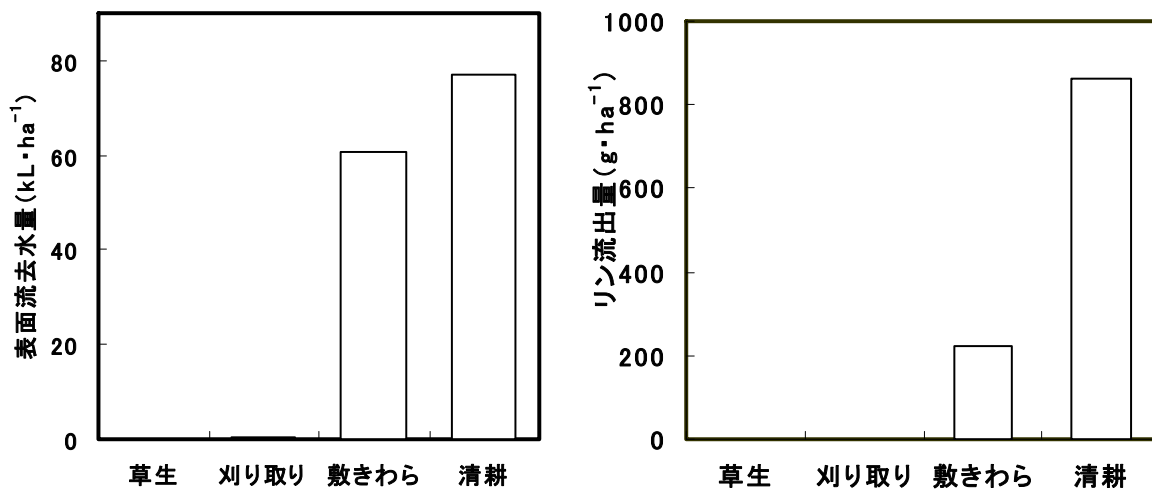


図3 刈り取った後の表面流去水量とリン流出量

(①草生=ナギナタガヤ草生、②刈り取り=ナギナタガヤの地上部を刈り取り、③敷きわら=ナギナタガヤの地上部を敷設、④清耕=裸地)

#### 4 ナギナタガヤ草生栽培による夏秋季の地温上昇抑制

気温が高い時期の例として、9月初旬における地温の変化を図4に示しました。この時期のナギナタガヤは、枯れて倒れた草の間から春にこぼれた種子の発芽が始まっている状態です。地表下5cmのナギナタガヤ草生栽培の地温は、清耕栽培よりも低く保たれていることが確認されました。特に暑い昼間ほど、地温の差は大きいことがわかります。一般的にカタチの根は30℃を超えると生育が阻害されると言われています。草生栽培は地温上昇を抑え、根の生育を保護する効果があると考えられます。

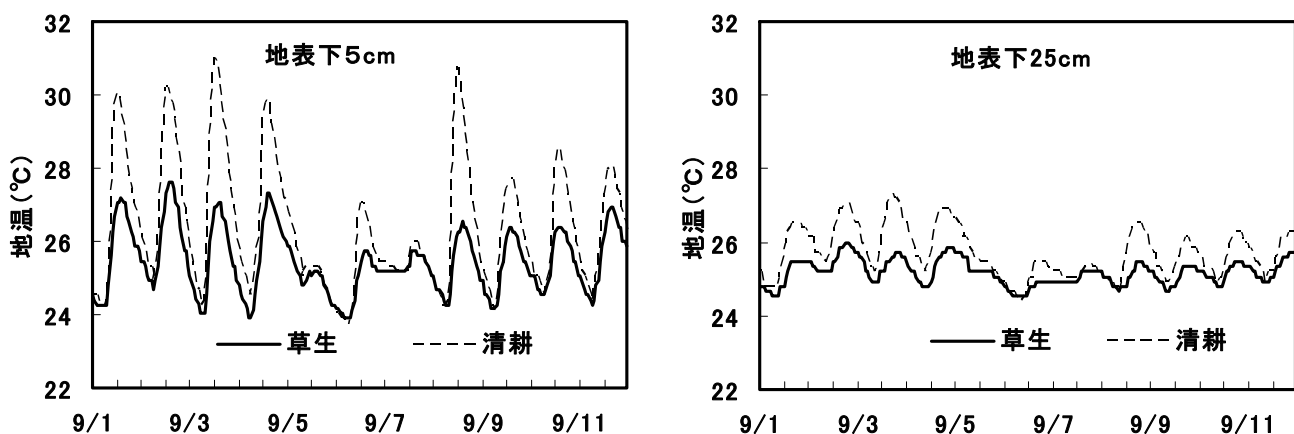


図4 9月初旬における地温の推移



## 5 ナギナタガヤ草生栽培による夏秋季の土壤水分保持

6~8月における土壤水分の変化を図5に示しました。グラフは値が大きくなるほど土壤が乾燥していることを示します。この時期のナギナタガヤは枯れて倒れている状態です。初めに、急な傾斜（傾斜角度 15°）の園地の事例を見てみましょう。ここは丘陵斜面で土が浅く、乾きやすい園地だと思われます。このような園地の場合、ナギナタガヤ草生栽培と清耕栽培とで土壤水分に大きな開きがあることがわかります。このことから急傾斜園地にナギナタガヤを導入すると、夏季の土壤乾燥を防ぐ効果があると思われます。

一方、緩い傾斜（傾斜角度 5°）の園地ではどうでしょうか？このような園地では草生栽培と清耕栽培の土壤水分の差が、急な傾斜（傾斜角度 15°）の園地ほど大きくありませんでした。緩い傾斜の園地ではナギナタガヤ草生栽培が土壤水分に及ぼす影響は比較的小さいと考えられます。

秋季の土壤水分についてはどうでしょうか？現在までの調査では、夏季と同様に急な傾斜（傾斜角度 15°）の園地では草生栽培の方が清耕栽培より高くなりやすく、緩い傾斜（傾斜角度 5°）の園地ではあまり違いがみられないという傾向が出ています。

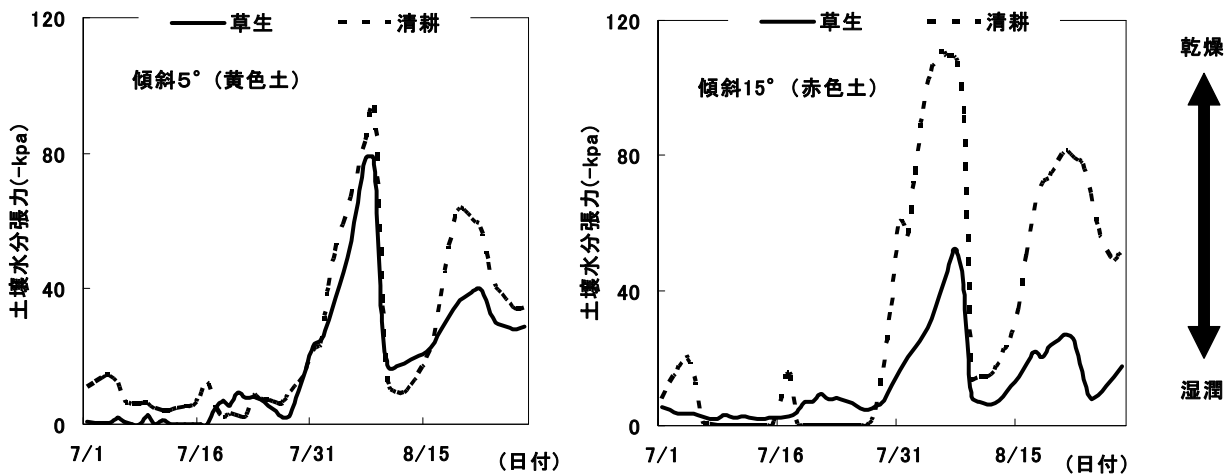


図5 土壤水分の推移（値が大きくなるほど土壤が乾燥していることを示す）

## 6 ナギナタガヤ草生栽培が‘青島温州’の果実品質に及ぼす影響

静岡県浜松市北区三ヶ日町の現地栽培園において、ナギナタガヤ草生栽培が‘青島温州’の果実品質に及ぼす影響を3年間にわたって調査しました。この調査では、果実肥大・糖度・酸度ともに草生栽培の有無で一定の傾向がみられていません（表4）。よって、ナギナタガヤ草生栽培が果実品質に及ぼす影響は小さいのではないかと思います。しかし、栽培する場所（土性や傾斜など）やカンキツの品種が異なれば、その影響も変わってくる可能性があります。今後は果実品質への影響を様々な園地で調査し、その影響を明確にしていくことが必要であると考えられます。

表4 草生栽培が‘青島温州’の果実肥大と果実品質に及ぼす影響（12月収穫時）

処理区	横径 (mm)			糖度 (%)			酸度 (%)			
	年度	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
草生		67	71	70	11.6	11.7	11.1	0.92	1.04	0.95
清耕		69	71	71	12.1	11.7	10.3	0.97	1.20	0.83
有意性		n.s. <sup>z</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**	**

z: \*\*は1%、\*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

## 7 導入方法

9月～10月に2～3kg（10a当たり）種子をまきます。種子をまく前に雑草を抜くか、茎葉処理剤を使って除草を徹底します。全面草生でも株元は草を生やさないようにします。雨が降った直後もしくは直前にまくのが良いでしょう。土を耕した所にまくと、早く発芽すると思われます。導入2年目以降の場合は、初夏にこぼれて落ちた種子の発芽状況を観察し、発芽にムラのある部分を見つけます。その部分に保管していた種子や新たに購入した種子をまきます。残暑や乾燥が厳しいと発芽後枯れてしまうので、数回に分けて種子をまくと良いでしょう。

ナギナタガヤ草生栽培は、今回説明した効果の他に雑草抑制や有機物補給などの効果があり、草生面積を大きくすればそれらの効果も高くなります。しかし、養分を下草が吸ってしまうことで果樹の養分が不足したり、枯れた下草の分解によって養分が意外な時に遅効きしてしまう可能性もあります。そこで、目的により草生栽培の導入場所や導入面積を変える必要があります。

肥料成分を流出させないことが主な目的であれば、園地の周囲やスピードスプレーヤーの通路、畝（うね）の下部など、果樹の根があまり伸びていない場所への部分的な草生栽培（図6）で十分な効果が得られます。この方法なら樹体や果実への影響を抑えられ、ナギナタガヤの種子代も節約できて、作業性も比較的低下しにくいと思われます。

一方、有機物補給や雑草抑制を目的として、園地のほぼ全面にナギナタガヤを導入する場合があります。その場合、草生面積が大きいので、草の上で滑りやすくなる等作業しにくい場面が出てくることも配慮する必要があります。よって全面的な草生栽培は、平坦地や緩い傾斜のカンキツ園に向いていると思われます。

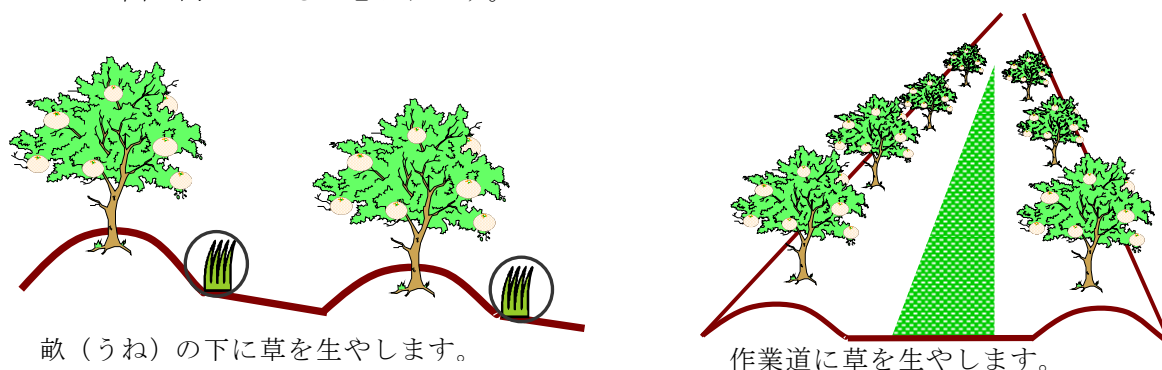


図6 部分草生栽培の導入例

## 8 導入コストと導入後の経済効果

ナギナタガヤを導入する場合、初期費用（種子代）がかかりますが、その後の生産管理において除草や有機物施用、病虫害防除費が削減できると試算されました（表5）。清耕栽培で管理すると147,568円かかるのに対して、全面草生栽培ではそのコストを85,669円、部分草生栽培では119,548円に抑えることができると考えられます。

表5 園地10a当りのコスト（資材費＋労働費）

作業項目	全面草生栽培	部分草生栽培	清耕栽培
ナギナタガヤの種子 <sup>z</sup>	7,815	1,954	0
除草	7,960	22,960	27,960
有機物施用	0	24,740	24,740
病虫害防除 <sup>y</sup>	69,894	69,894	94,868
合計	85,669円	119,548円	147,568円
（清耕との比較）	（41.9%減）	（19.0%減）	

z：種子をまく量を1年目3kg/10a、2年目以降1.5kg/10aとしたときの、導入後10年間の種子代の平均値

y：病虫害防除については平成19年度発行のあたらしい農業技術 492 「土着天敵とナギナタガヤ草生栽培によるミカンハダニの減農薬防除体系」を参照

## おわりに

ここ数年、日本各地において記録的な集中豪雨が発生しています。今後も地球温暖化の影響で、柑橘類の収量や価格に大きな影響を及ぼす豪雨や干ばつ等の異常気象が増えていくことが予測されています。草生栽培には、急激な地温上昇・土壌の乾燥を防ぎ、土壌環境を安定させる役割があります。豪雨や干ばつの影響を少なくする技術として注目される可能性も考えられます。

草生栽培が重要な役割を担うもう一つの背景として、資源の枯渇から肥料の値段が高くなっていることが挙げられます。特にリン資源は、近い将来入手困難になることが予測されています。「草を生やす」ことは、リンが含まれる土を流出させないだけでなく、下草に吸わせ有機物として土に還すことで土に蓄積したリンの有効利用にもつながると思います。

限られた資源を有効活用する技術として、草生栽培の特徴に興味を持っていただき、今後のカンキツ栽培に少しでも力添えできれば幸いです。

農林技術研究所果樹研究センター 技 師 山家一哲（現 中遠農林事務所）  
主任研究員 杉山泰之  
研究主幹 高橋和彦



平成20年10月発行

静岡県産業部振興局研究調整室

〒420-8601

静岡市葵区追手町9-6

TEL 054-221-2676

