



あたらしい 農業技術

No.638

施肥作業を大幅に省力化できる
柑橘の年1回施肥法

平成29年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 通常、柑橘栽培で年4回以上行われる施肥を、年1回にできる施肥法を開発しました。
- (2) 年1回施肥用の肥料は、栽培する品種の特性や栽培地域の土壌・気象条件を考慮し、肥効調節型肥料、土壌改良資材など粒状資材を配合して作製します。
- (3) 施肥時期は、温州みかんは11月から1月、中晩柑は3月です。
- (4) 樹体の養分吸収量の多い夏季に肥料溶出量を多くすることで樹勢を維持し、慣行と同程度の着果数と果実品質が得られます。
- (5) 石灰資材を含む年1回用肥料では、土壌 pH の低下を抑制できます。

2 技術、情報の適用効果

- (1) 本技術の導入により、施肥作業時間の短縮、労賃を含む施肥に係るコストを低減が可能です。
- (2) 技術導入の効果（導入規模3haとして試算）

施肥作業時間	慣行：165～225 時間	→	年1回：75～113 時間	（35～67%短縮）
施肥コスト	慣行：155～210 万円	→	年1回：119～168 万円	（2～62万円減）

3 適用範囲

- (1) この技術は平坦地、傾斜地いずれの園地でも導入可能です。

4 普及上の留意点

- (1) 新たな産地、品種で本技術を導入する場合、試験栽培を行って慣行施肥と同程度の養分吸収が得られているか把握する必要があります。手法として、RQフレックスを用いた葉柄汁液中硝酸イオン濃度分析（本シリーズ No. 626 参照）が有効です。
- (2) 傾斜地など肥料養分が溶脱しやすい園地では、施肥後の覆土や堆肥施用などの肥料流亡対策を施すと肥効が安定します。
- (3) 定期的な土壌分析により、土壌中の養分状態を把握することが望ましいです。

目 次

はじめに	1
1 カンキツ園地での年1回施肥技術開発	1
(1) 土壌への施用方法と溶出	1
(2) ‘青島温州’での年1回施肥の検討	2
2 年1回施肥の利用拡大	5
(1) 施肥設計	5
(2) 試験結果	6
(3) 省力化、低コスト化の効果	7
おわりに	7
参考文献	8

はじめに

静岡県では経営規模拡大を目指す生産者を支援するため、栽培管理のコスト削減と省力化技術の開発を進めています。通常、柑橘の施肥は石灰資材投入を含めて年4回以上行いますが、重量物を運び施用するため労働負荷の大きい作業です（図1-1）。また、他の作業（薬剤防除、収穫など）に比べて緊急性が低いと捉えられやすく、適期にできなかったことで樹勢を損ない、生産力が低下する場合があります。

そこで施肥作業を大幅に省力化でき、他の作業との競合も少なく、慣行施肥と同程度の着果量と果実品質が得られる柑橘の年1回施肥技術を開発しましたので紹介します（図1-2）。

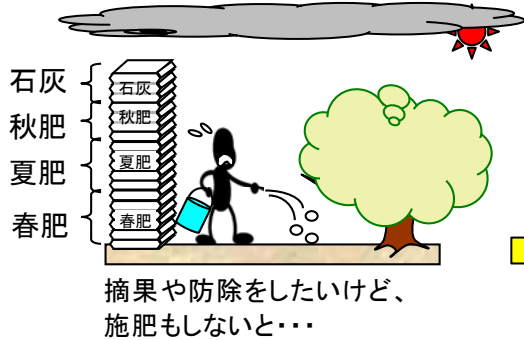


図1-1 従来の施肥のイメージ



図1-2 年1回施肥のイメージ

1 カンキツ園地での年1回施肥技術開発

カンキツの施肥に肥効調節型肥料を利用する研究は平成10年代から行っていましたが、なかなか普及までは至りませんでした。従来の化成肥料に比べて肥料単価が高かったこと、栽培面積が今より小規模の経営が多かったことなどから、敢えて高コストな資材を使う必要がなかったためと思われます。しかし、平成20年の原油、リンやカリ鉱石の価格高騰で肥料価格が上昇し、肥効調節型肥料と化成肥料や魚粕などの有機質肥料との価格差が少なくなりました。また、施肥コスト低減への意識が拡がり、肥効調節型肥料利用による省力化と環境負荷軽減効果が注目されるようになりました。

(1) 土壌への施用方法と溶出

肥効調節型肥料には何種類か溶出の異なるものがあります。施用後から溶出が進むリニア型としばらくの間は溶出を抑え、その後増加するシグモイド型があります（図2）。溶出期間は、25℃の水中で成分の80%が溶出するまでの期間で表されます。これらの資材を利用対象の作物、栽培期間に応じて使い分けます。

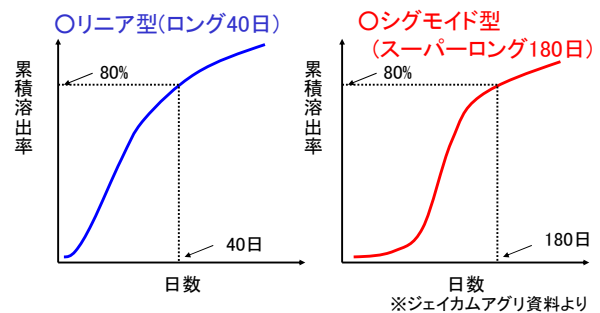


図2 肥効調節型肥料の溶出パターン(イメージ)

栽培条件下では、上記のような安定した環境条件のように溶出が進みません。実際の溶出の進み具合を調べるため、3月下旬に肥効調節型肥料を封入したネット袋を、屋外に設置した樹を植栽していない鉢の土壌表面に置いて軽く覆土し、週に2、3回かん水して管理しました。回収したネット袋から肥料を取り出し乳鉢に入れ、蒸留水を加えて磨砕、ろ過後、残っている

窒素分を測定し、溶出率を求めました。

窒素の80%が溶出するのにかかった期間は、リニア型(L40、L70)はそれぞれ90日、110日で、シグモイド型(SL140)は210日経過しても78%しか溶出しませんでした(図3)。気温によって溶出期間は変わりますが、3月施肥では80%溶出に表示期間の2倍程度かかる場合があることが分かりました。しかし、カンキツでの施肥は表面施用なので、さらに溶出期間が長くなると想定されます。そこでネット袋を土壌表面に置いた後に木質チップでマルチした場合とそのまま管理した場合で比較しました。リニア40型は同程度で溶出しましたが、シグモイド140型は裸地ではマルチよりさらに遅れる傾向が認められました(図4)。

以上のことから、3月施肥の場合、リニア型は4月から7月までの肥効を、シグモイド型は7月以降の肥効を考えて施用することとしました。

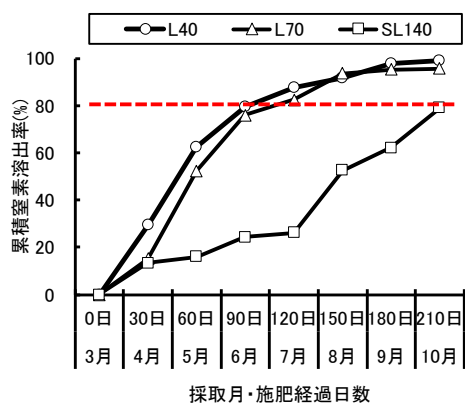


図3 肥効調節型肥料の溶出状況

※L40:エコング[®] 40、L70:NK エコング[®] 70、SL140:スパー[®]-エコング[®] 140

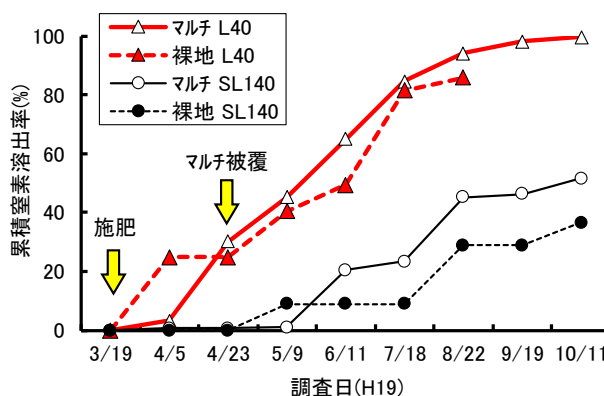


図4 肥効調節型肥料の溶出に被覆の有無が及ぼす影響

※L40:エコング[®] 40、SL140:スパー[®]-エコング[®] 140

(2) ‘青島温州’での年1回施肥の検討

温州みかんでは春、夏、秋の3回に分けて施肥します。9~10月に窒素肥料が効きすぎると浮き皮や着色遅れが発生しやすいので、年1回施肥では収穫期から翌春の発芽期までの施肥が適当と考えられます。そこで主力品種である‘青島温州’に適した施肥時期、組成を検討するため、24年秋肥から静岡市清水区の生産者ほ場4か所まで現地試験を実施しました(表1)。

土壌タイプは1園地(A)が表層多腐植質黒ボク土、3園地(B、C、D)が細粒黄色土です。8月から収穫まで全面マルチをする2園地(A、B)はマルチ撤去後の1月上旬施肥、無被覆の2園地(C、D)は収穫後の11月下旬施肥としました(表2)。

表1 試験園地の概況(26年度)

園地	所在地	土壌タイプ	傾斜	その他
A	清水区庵原	表層多腐植質黒ボク土	急傾斜地、山なり植栽	23年生、全面マルチ(8月中旬-12月)、26年2月苦土石灰施用
B	清水区原	細粒黄色土	平坦地、畝たて急勾配	20年生程度、全面マルチ(8月中旬-1月)
C	清水区山切	細粒黄色土	平坦地、畝たて緩勾配	11年生ヒリュウ台、大苗を移植
D	清水区山切	細粒黄色土	平坦地、畝たて緩勾配	11年生程度、密植園(26年2月間伐)

表2 試験区の施肥設計(24-25年度)

試験区	施肥量(N-P-K, kg/10a)			使用肥料(N-P-K, %)及び施肥日 ※年1回肥料混合資材(混合比率)
	秋肥	春肥	夏肥	
年1回	19-8-16	なし	なし	年1回肥料(12-5-10)、施肥日:A, B園25年1月8日 C, D園24年11月29日 ※燐硝安2903(7%)、エコング [®] 250-100(20%)、スパー [®] -エコート-100(11%)、エコカ-100(13%)、セカ(14%)、アヅ [®] ミン(9%)、燐安(10%)、硫加(8%)、水マク [®] (6%)、アグ [®] リエースE11(2%)
対照	10-6-8	7-4-6	7-4-6	秋肥/FTE-S604(16-10-14)、施肥日:A, B園25年1月8日 C, D園24年11月29日 春肥/柑配80(6-3-5)、施肥日:25年3月26日 夏肥/柑配80(6-3-5)、施肥日:25年6月14日(JAしみず第三紀土壌用施肥体系)

24-25年度の試験では、施肥時期に関係なく3月下旬には窒素の60%以上、8月下旬には80%以上が溶出し、施肥時期の影響はほとんど認められませんでした。しかし、年1回区の溶出量は3月下旬で対照区より20%以上多くなりました(図5)。これは3月の平均気温が平年より2.7℃高かったことが影響したと思われます(図6)。その後の生育に窒素不足の傾向が認められ、葉中窒素含有率はいずれの園地も対照区に比べて低く推移しました(図7)。

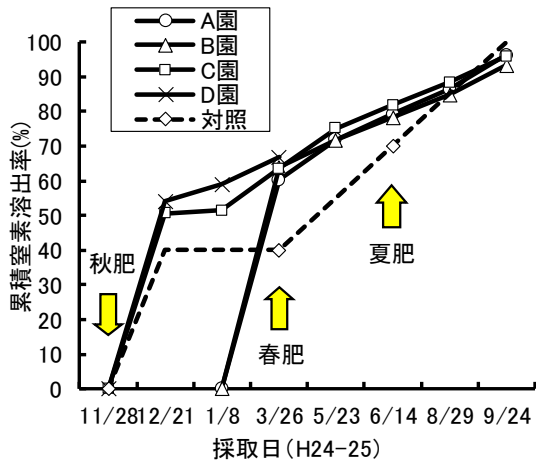


図5 年1回肥料の窒素溶出状況(24-25年)

※対照区は年間施肥配分を基に、秋肥の化成肥料は速やかに溶出し、春・夏肥の有機配合肥料は次の施肥までに徐々に溶出すると仮定した

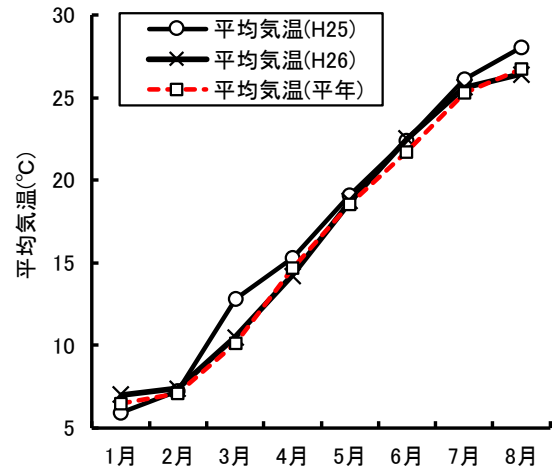


図6 アメダス清水地点の平均気温の推移

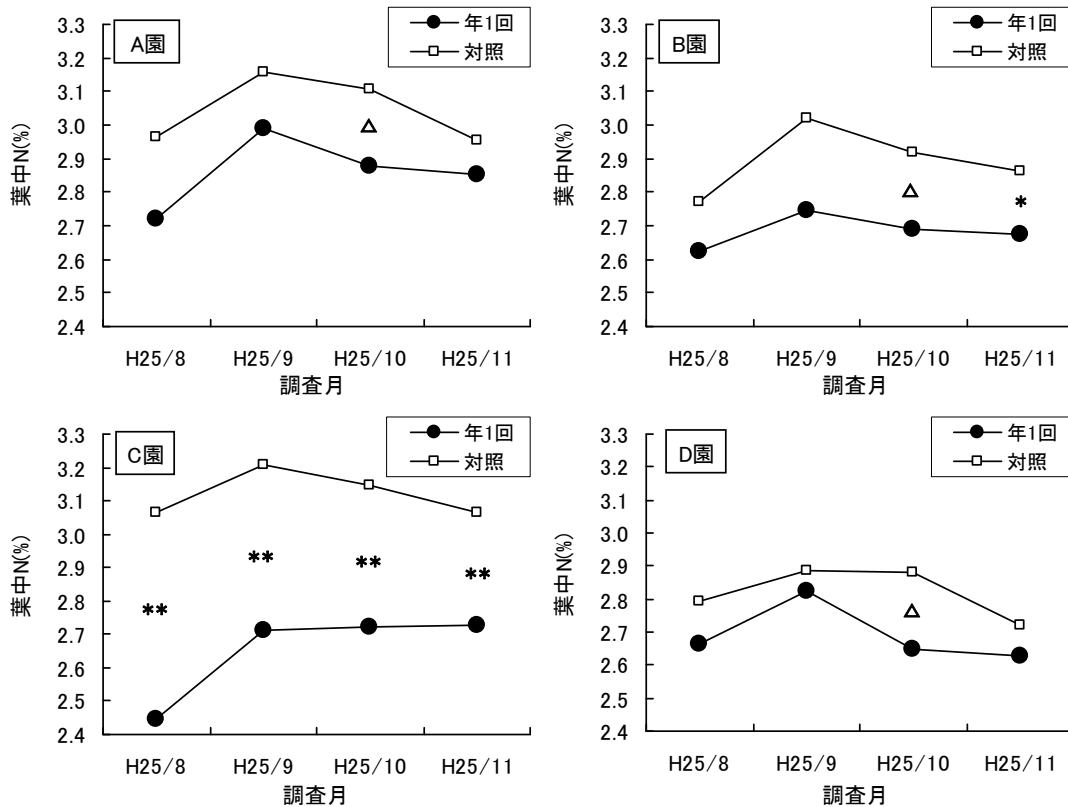


図7 年1回施肥による葉中窒素含有率への影響(25年度)

※図中△、*、**は分散分析により危険率10、5、1%水準で有意差有り

25-26年度の施肥設計ではエコロング 250-100 (N20-P5-K10:100日型) をエコロング 250-140 (同:140日型) に変更し、試験しました。気温が平年並みで推移したこともありますが、3月下旬までの溶出は対照区の秋肥分と同程度でした。6月下旬の累積窒素溶出率は53%と対照区よりやや低くなりましたが、8月下旬には86%が溶出し、対照区とほぼ同じ水準に達しました(図8)。

秋季の葉中窒素含有率は、25年はいずれの園地も年1回区が対照区より低い傾向で推移しましたが、26年はC園を除いて対照区と同程度で葉中窒素含有率の適正域(2.8%~3.2%)の範囲で推移し、肥料変更による効果が認められました(図9)。C園の葉中窒素含有率が低く推移したのは、樹冠下に施用した肥料が畝間に流れてしまったことが原因として考えられます。試験樹は樹冠が小さく肥料に強い雨が直接当たって流されやすかったことと、根量の少ない‘ヒリュウ’台では十分に吸収できなかったことが影響したと推測されました。

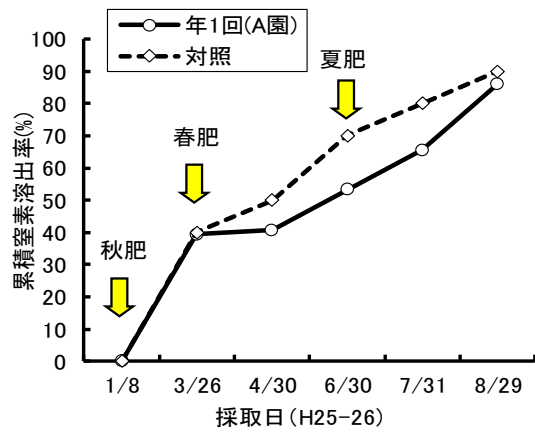


図8 年1回肥料の窒素溶出状況(25-26年)
 ※対照区は年間施肥配分を基に、秋肥の化成肥料は速やかに溶出し、春・夏肥の有機配合肥料は次の施肥までに徐々に溶出すると仮定した

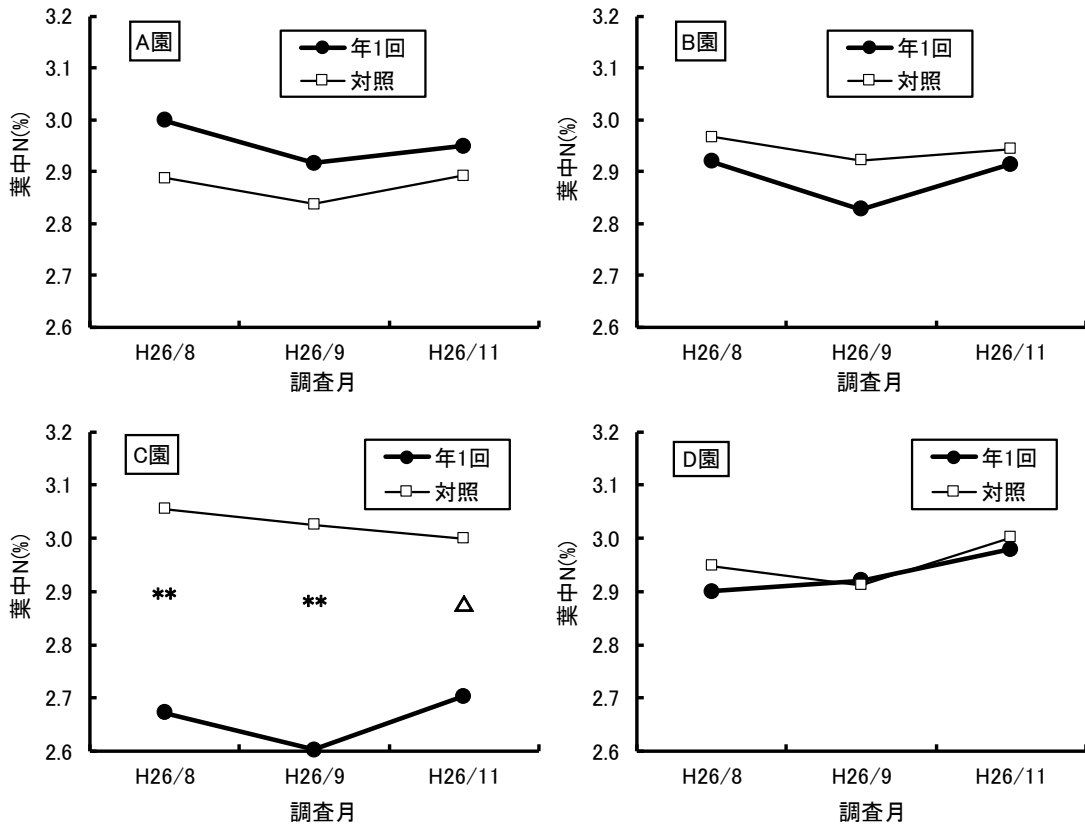


図9 年1回施肥による葉中窒素含有率への影響(26年度)
 ※図中△、**は分散分析により危険率10.1%水準で有意差有り

今回の年1回施肥試験区の組成では、年間の窒素施肥量を慣行区より削減し、緩効性の石灰資材を配合したので、土壌 pH の低下抑制が期待できると考えていました。B園地は土壌採取のために全面マルチを開けることが困難だったため、それ以外の3園地で2年間の試験による秋季の土壌化学性について検討しました。年1回区は対照区より土壌 pH が高くなりました。また、ECは低い傾向が認められ、交換性石灰、苦土が高くなりました(表3)。

表3 年1回施肥による土壌化学性への影響(深さ0-15cm、26年9月採取)

試験区	pH (H ₂ O)	EC mS/m	全窒素 %	腐植 %	Truog- P ₂ O ₅	交換性塩基			
						K ₂ O	CaO	MgO	
園地	施肥	mg/100g							
A	年1回	6.1	12.9	0.60	12.4	325	37	777	95
	対照	5.0	14.7	0.48	10.6	209	36	329	26
有意性 ¹		**	ns	ns	ns	ns	ns	△	**
C	年1回	6.3	5.5	0.09	1.1	41	68	650	163
	対照	5.6	7.9	0.11	1.3	68	120	557	115
有意性		*	ns	ns	ns	**	**	**	**
D	年1回	5.6	5.3	0.10	1.2	32	48	469	132
	対照	5.2	9.7	0.09	1.2	38	76	432	107
有意性		*	△	ns	ns	ns	ns	ns	ns
適正域 ²		5.5-6.5	-	-	-	20-100	15-50	260-380	55-90

¹ 分散分析により△、*、**は危険率10、5、1%で有意差有り、nsは有意差無し

² 鈣質土壌(褐色森林土、赤色土、黄色土、灰色台地土)

2 年1回施肥の利用拡大

(1) 施肥設計

26年からはその他の産地、品種で利用できるように、土壌や品種特性を考慮して肥料組成を決めて現地試験を実施しました(表4、5、6、図10)。

‘寿太郎温州’では樹勢維持を目的として、JAしみずの‘青島温州’用より夏季の溶出量が多く得られるように、シグモイド型の肥効調節型肥料を多く用いました。腐植の多い土壌のため有機質資材を除き、施肥量が多く土壌酸性化しやすいため、ブレンドセルカを配合しました。

‘日向夏’では石灰資材は別に施用するとして設計から除き、肥切れしないように長期間溶出が続く資材を用いました。‘はるみ’では樹勢維持のため夏季の溶出を多くし、秋季まで肥切れしないように長期間溶出が続く資材を用いました。また、主な土壌である細粒黄色土は腐植が少ないため、ある程度の土壌改良効果も得られるように、石灰資材、有機質資材を加えました。

表4 JAなんすん‘寿太郎温州’用施肥設計

試験区	施肥窒素量(重量/10a)				N-P-K (kg/10a)	施肥時期および使用肥料(N-P-K-Mg, %) ※年1回肥料混合資材(混合比率)
	1/下	3/中	4/下	6/中		
年1回	N29kg (180kg)	なし	なし	なし	29-7-18	1/下:年1回肥料(16-4-10-3)※スパー-エココート-140(17%)、スパー-エココート-70(9%)、エココート41-40(8%)、硫安(10%)、35%重焼リン(13%)、エコカー-70(26%)、スパーマク(6%)、プレントセルカ(11%)
対照	N11kg (160kg)	N13kg (180kg)	N6kg (40kg)	N7kg (120kg)	37-20-23	3/中:東部柑橘ベレット734(7-3-4)、4/下:タブルクイック660(16-6-10)、6/中:東部柑橘ベレット666(6-6-6)、11/上:青島温州秋ベレット(7-3-3)

表5 JA伊豆太陽‘井原日向’用施肥設計

試験区	施肥窒素量(重量/10a)				N-P-K (kg/10a)	施肥時期および使用肥料(N-P-K-Mg, %) ※年1回肥料混合資材(混合比率)
	3/下	6/中	8/下	10/上		
年1回	N30kg (200kg)	なし	なし	なし	30-14-18	3/下:年1回肥料(15-7-9-0)※エココート41-140(12%)、エココート41-70(10%)、NKEコロンク203-140(17%)、エコカー-70(20%)、硫安(19%)、苦土重焼リン(22%)
対照	N10kg (120kg)	N8kg (100kg)	N13kg (80kg)	N7kg (60kg)	38-21-23	3/中・6/中:東部柑橘ベレット855(8-5-5)、8/下:タブルクイック668(16-6-8)、10/上:FTE磷硝安加里S677(16-7-7)

表6 JAしみず‘はるみ’用施肥設計

試験区	施肥窒素量(重量/10a)					N-P-K (kg/10a)	施肥時期および使用肥料(N-P-K-Mg, %) ※年1回肥料混合資材(混合比率)
	3/中	5/上	6/下	9/上	11/上		
年1回	N26kg (200kg)	なし	なし	なし	なし	26-12-20	3/下:年1回肥料(13-6-10-4)※エコック [®] 250-140 (15.5%)、スーパ [®] -エココート-100(14%)、エコカ [®] -70(8%)、スーパ [®] -エコ コート-140(7%)、磷安(13%)、硫加(9%)、水マグ [®] (7.5%)、ブレ ントセルカ(24%)、アグ [®] リエス(2%)
対照	N7kg (120kg)	N8kg (140kg)	N7kg (120kg)	N6kg (40kg)	N6kg (40kg)	34-17-27	3/中・5/上・6/下:みーちゃん配合A(6-3-5-2)、9/上・11/ 上:かんたくんBB(7-3-3)

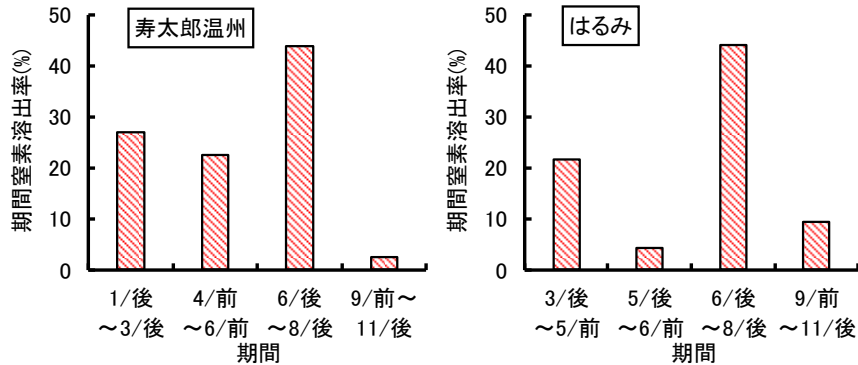


図10 年1回肥料で想定した期間窒素溶出率
※各地域の平均気温を基に溶出率を予測

(2) 試験結果

3年間の現地試験の結果、いずれの品種も秋季の葉中窒素含有率は年1回区と対照区で差がありませんでした(図11)。樹勢を維持できたことで、着果数と果実品質も対照区と同程度の結果が得られました(図12)。

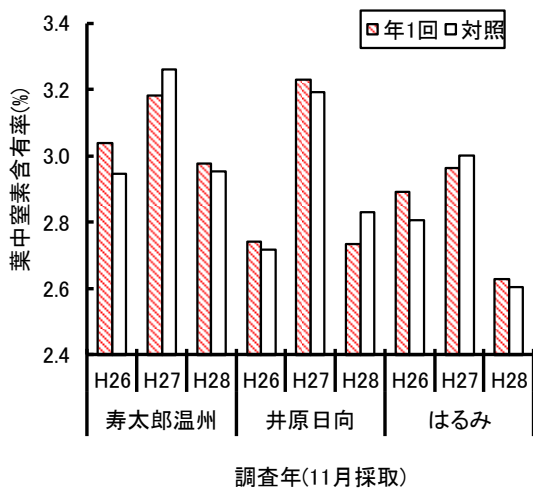


図11 年1回施肥による葉中窒素含有率への影響

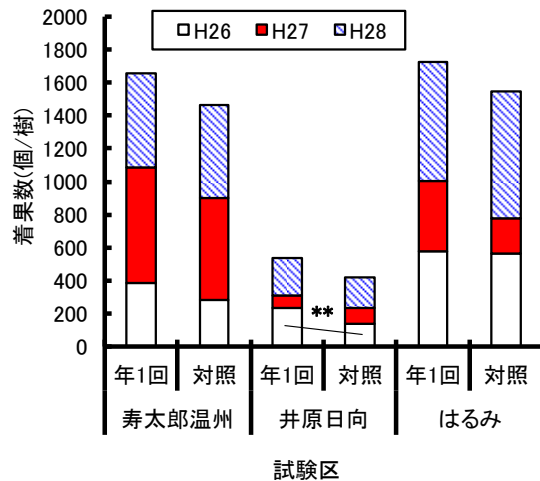


図12 年1回施肥による着果数への影響
※図中**は分散分析により危険率1%水準で有意差有り

土壌 pH は 28 年 9 月採取土壌では‘寿太郎温州’が対照区より有意に高くなりましたが、3 年間では‘はるみ’も年 1 回区の土壌 pH が高くなる傾向が認められました (図 13)。

(3) 省力化、低コスト化の効果

これらの年 1 回施肥を導入した場合の省力化、低コスト化効果について試算しました (図 14)。例えば 3 ha 経営の‘寿太郎温州’の場合、作業時間は慣行管理では年 225 時間に対し、年 1 回施肥では年 75 時間で 67%の短縮となりました。労賃を含めた施肥コストは慣行管理では年 167 万円に対し、年 1 回施肥では年 122 万円で 45 万円減になりました。JA 伊豆太陽の日向夏用では、石灰資材を年 1 回肥料とは別に施用することとしたので削減効果は低くなりましたが、それでも施肥にかかる作業時間短縮とコスト削減が可能でした。

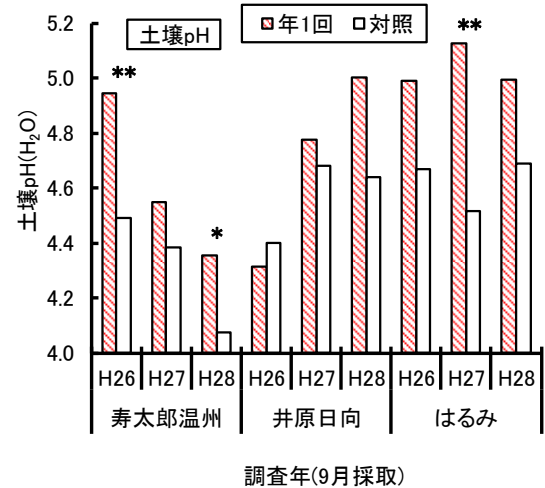
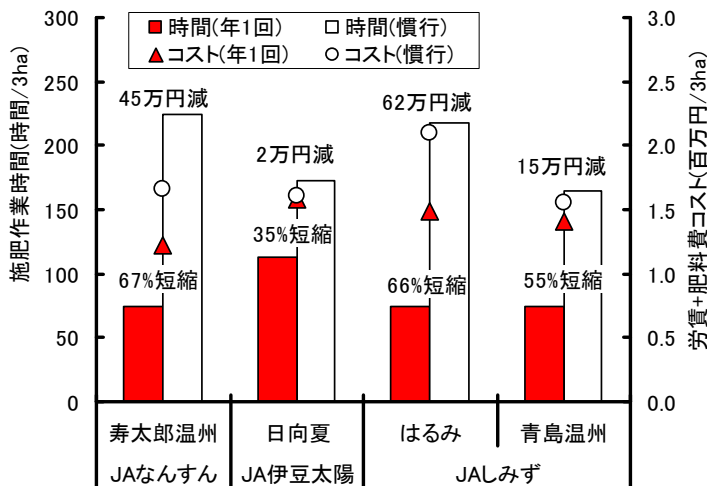


図 13 年 1 回施肥による土壌化学性への影響 (深さ 0-15cm、28 年 9 月採取)
 ※図中*、**は分散分析により危険率 5、1%水準で有意差有り



※試算条件

施肥時間 ¹	15 min/袋
往復移動時間	20 min/回
リフト操作時間	3 min/パレット
パレット積載袋数	25 袋/パレット
荷台積載限界	1000 kg
荷台積載パレット数	2 パレット/台
栽培面積	300 a
時給	1800 円/h

¹ ほ場内運搬時間を含む

図 14 年 1 回肥料導入による施肥作業時間短縮とコスト削減効果
 ※JA なんすん、伊豆太陽は未販売のため予定価格で試算

おわりに

年 1 回施肥は、施肥作業にかかる労力と施肥コストを大幅に軽減できる可能性を持った手法です。今回開発した肥料は、他の産地、品種でも利用可能なものだと考えていますが、必要な施肥量や肥効期間などは地域によって異なってくると思われます。実際に導入される場合は、試験栽培を行って効果を確認してください。

また、ここで実施した試験は短期間の結果ですので、土壌診断を定期的に行って養分バランスに問題がないか確認すること、堆肥投入による有機物の補給を行うことが持続的に安定した生産を続けるうえで必要になると思います。

参考文献

- 1) 中村明弘, 2015 年. 柑橘の省力施肥技術～バルクブレンディング肥料で年一回施肥～. グリーンレポート, NO.557, 10-11.
- 2) 中村明弘, 2016 年. 柑橘での年一回施肥技術. 柑橘, 68 号, 20-23.
- 3) 中村明弘, 2017 年. 柑橘での省力的施肥技術. 農業と科学, 29 年 1 月号, 2-6.

果樹研究センター生産環境科 上席研究員 中村明弘
(現 農林技術研究所土壤環境科)
生産環境科 科長 吉川公規
(現 栽培育種科)
生産環境科 科長 影山智津子
生産環境科 研究員 土田祐大
伊豆農業研究センター栽培育種科 上席研究員 馬場明子
(現 賀茂農林事務所地域振興課)

発行年月：平成30年3月
編集発行：静岡県経済産業部産業革新局研究開発課

〒420-8601
静岡市葵区追手町9番6号
TEL 054-221-3643

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>

