

肥効調節型肥料を用いたウンシュウミカン栽培の 年2回施肥法による省力化

江本勇治¹⁾・村田裕行^{2)a}

¹⁾農林技術研究所果樹研究センター,²⁾中部農林事務所

Labor-Saving Two-Split Application of Controlled-Release Fertilizer for *Citrus unshiu* Marc.

Yuji Emoto¹⁾ and Hiroyuki Murata^{2)a}

¹⁾Fruit Tree Research Center, Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry,

²⁾Shizuoka Prefecture Chubu Agriculture and Forestry Office

Abstract

In recent years, owing to climate change, the maximum daily temperatures in summer have exceeded the average value. In addition, many mandarin orange orchards in Shizuoka Prefecture are located on slopes, and the growers are aging, making it urgent to reduce the labor required for summer maintenance work from June onward. Therefore, to reduce the labor required for summer fertilization in mid- to late June, we have developed a two-split application method using a controlled-release fertilizer: spring and summer fertilizers are applied in a single application, and autumn fertilizer is applied in a single application. We then investigated its effects on tree growth, yield, and fruit quality. Although the two-split application was mainly applied in spring based on the seasonal release ratio, there was no difference between the control and experimental areas in terms of tree growth, yield, or nitrogen content in leaves over the three years of cultivation trials. In addition, this management method has been shown to allow omission of summer fertilization in mid- to late June during high temperatures, reduce the total amount of fertilizer applied, and streamline the transport of heavy fertilizers from storage warehouses to fields. Future challenges include preventing the leakage of plastic materials from farmlands and developing a two-split application system that uses controlled-release fertilizers without plastic coating.

キーワード ウンシュウミカン 年2回施肥 省力 夏肥 肥効調節型肥料

I 緒 言

ウンシュウミカンの施肥は極早生品種を除き、春肥、夏肥、秋肥の年3回の施用体系が一般的である¹⁾。静岡県

主要品種である「青島温州」は春肥を3月下旬、夏肥を6月上中旬、秋肥を11月上旬に施用することを推奨している¹²⁾。施肥管理の作業時間は全体から見れば5%程度と少ないが⁵⁾、近年の気候変動により夏肥施用時期の日最高気温(2022~2025年)は平年値より高く、6月中旬から30℃を

^a 研究実施時：農林技術研究所果樹研究センター

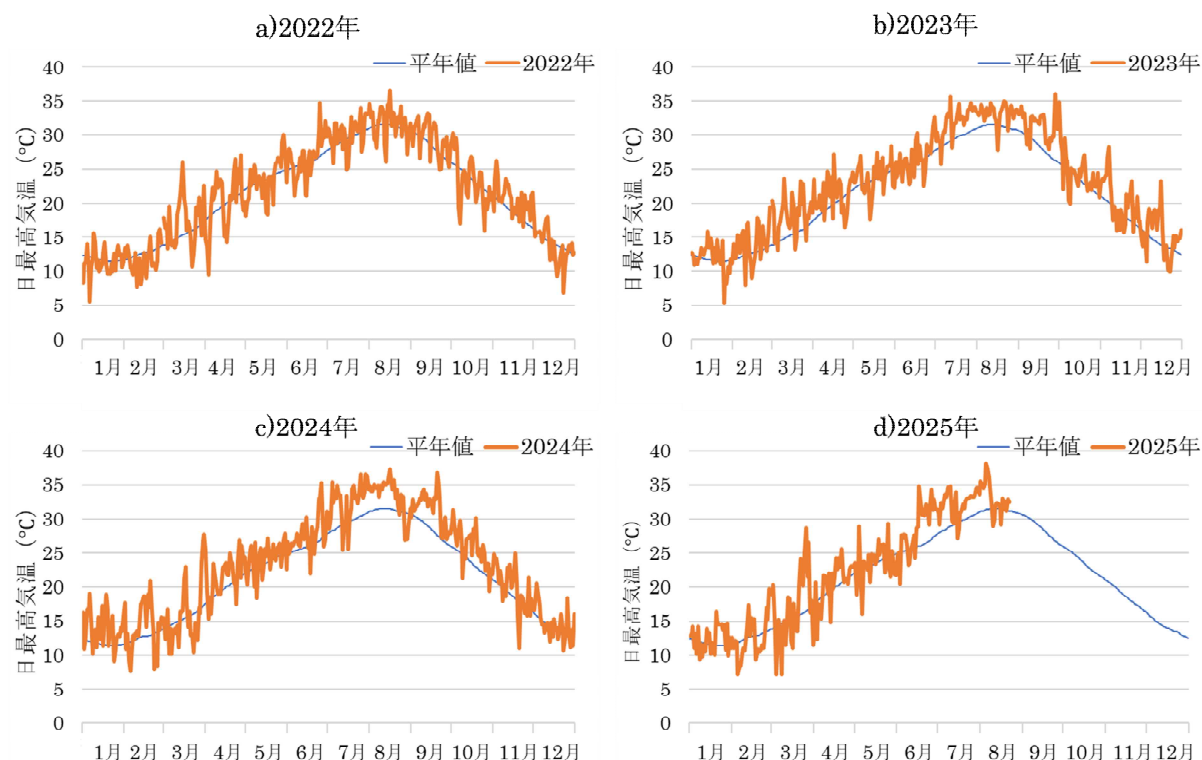


図1 2022～2025年のアメダス清水の日最高気温と平年値（1991～2020年）の比較

上回る（図1）。2025年は6月中旬から35℃に迫る状況である。静岡県内のウンシュウミカン園は傾斜地が多く¹¹⁾、ウンシュウミカンの生産者も高齢化が進んでいることから、6月以降夏季の管理作業の省力化は喫緊の課題である。そこで、本研究では肥効調節型肥料を利用して6月中下旬の夏肥を省き、春肥と秋肥を1回ずつ施用する年2回施肥法を開発し、樹体生育、収量および果実品質に及ぼす影響を調査した。

Ⅱ 材料および方法

1 年2回施肥用肥料の開発

(1) 年2回施肥用肥料の肥料配合割合

年2回施肥用肥料は、肥効調節型肥料としてスーパーエココート70日溶出タイプ（ジェイカムアグリ（株）製）を25%、新エコロング25070日溶出タイプ（ジェイカムアグリ（株）製）を24%、エコカリコート70日溶出タイプ（ジェイカムアグリ（株）製）を5%配合し、即効性の窒素成分として、尿素を17%、燐硝安2903（ジェイカムアグリ（株）製）を7.5%、その他の成分は苦土重焼燐7%、硫酸カリ6%、ニューエコマグ5.5%、焼成微量元素複合肥料3%を配合したみーかん2タッチを用いた（表1）。年3回施肥の春肥、夏肥の配合肥料は、窒素成分として菜種粕

を22%、綿実粕を20%、魚粕を20%、硫酸を13.5%、その他に硫酸カリ9.5%、副産複合肥料5%、蒸製骨粉5%、副産複合苦土3.5%、焼成微量元素複合肥料1.5%を配合したみーちゃん配合Aを用いた（表2）。

(2) 年2回施肥用肥料の窒素溶出量の測定

2019年3月22日、静岡県農林技術研究所果樹研究センター（以下、センターとする）の露地ほ場（細粒黄色土）に、表1に示した年2回施肥用肥料（みーかん2タッチ）を5g入れたメッシュバックを10cmの深さに土壌と接触するように埋設するとともに土壌表層にも設置した。なお、土壌表層に設置したメッシュバックは肥料の表層施用を想定したため覆土は行わなかった。定期的に回収し、メッシュバックから肥料粒を回収し乳鉢内で蒸留水とともにすりつぶし、本液を希釈し蒸留法により無機態窒素含量を測定した。埋設0日目の無機態窒素含量を100とし各測定時の窒素残存割合を求め、100から窒素残存割合を差し引くことで窒素溶出割合を求めた。2020年も2019年と同様に調整したメッシュバックを2020年3月30日にセンター露地ほ場の10cmの深さに埋設、土壌表層に設置し、2019年と同様の手法で肥料からの窒素溶出割合を求めた。2019年、2020年ともメッシュバックは各回6袋回収した。

表1 年2回施肥用肥料（みーかん2タッチ）の配合割合および肥料成分

肥料名	配合肥料名	含有成分(%)							配合割合	有機率(%)	配合後の成分(%)						
		窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	マンガン	ホウ素			窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	マンガン	ホウ素
みーかん 2タッチ	スーパーエココート70日タイプ	40	0	0	0	0	0	0	25.0	0	10.0	0	0	0	0	0	0
	新エコロング250 70日タイプ	20	5	10	0	0	0	0	24.0	0	4.8	1.2	2.4	0	0	0	0
	尿素	45	0	0	0	0	0	0	17.0	0	7.7	0	0	0	0	0	0
	燐硝安2903	29	3	0	0	0	0	0	7.5	0	2.2	0.2	0	0	0	0	0
	苦土重焼燐	0	35	0	0	0	0	0	7.0	0	0	2.5	0	0	0	0	0
	硫酸カリ 粒状	0	0	50	0	0	0	0	6.0	0	0	0	3.0	0	0	0	0
	ニューエコマグ 粒状	0	0	0	0	55	0	0	5.5	0	0	0	0	0	3.0	0	0
	エコカリコート 70日タイプ	2	0	38	0	0	0	0	5.0	0	0.1	0	1.9	0	0	0	0
	焼成微量要素複合肥料	0	0	0	0	0	29	5	3.0	0	0	0	0	0	0	0.87	0.15
計									100.0	0	24.7	3.9	7.3	0	3.0	0.87	0.15
保証成分											24	3	7	0	3	0.8	0.1

表2 年3回施肥用の春肥および夏肥の肥料（みーちゃん配合A）の配合割合、配合割合および肥料成分

肥料名	配合肥料名	含有成分(%)							配合割合	有機率(%)	配合後の成分(%)						
		窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	マンガン	ホウ素			窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	マンガン	ホウ素
みーちゃん 配合A	菜種粕	5.3	2	1	0	0	0	0	22	100	1.2	0.4	0.2	0	0	0	0
	綿実粕	5.5	2	1.2	0	0	0	0	20	100	1.1	0.4	0.2	0	0	0	0
	魚粕	6	7	0	0	0	0	0	20	100	1.2	1.4	0	0	0	0	0
	硫安	21	0	0	0	0	0	0	13.5	0	2.8	0	0	0	0	0	0
	硫酸カリ	0	0	50	0	0	0	0	9.5	0	0	0	4.8	0	0	0	0
	副産複合肥料	16	0	1	0	0	0	0	5	100	0.8	0	0.1	0	0	0	0
	蒸製骨粉	3	21	0	0	0	0	0	5	100	0.2	1.1	0	0	0	0	0
	副産複合苦土	0	0	0	0	60	0	0	3.5	0	0	0	0	0	2.1	0	0
	焼成微量要素複合肥料	0	0	0	0	0	19	9	1.5	0	0	0	0	0	0	0.29	0.14
計									100	72	7.3	3.3	5.3	0	2.1	0.29	0.14
保証成分											6	3	5	0	2	0.2	0.1

2 年2回施肥がウンシュウミカン樹の生育、収量、果実品質、葉中窒素含有率、土壌化学性および肥料経費に及ぼす影響

(1) 栽培概要

本試験は、センター露地ほ場のカラタチ台「青島温州」7年生樹を用いて行った。春肥として、年2回施肥区は2019年3月22日、樹冠外周部付近に10a当たり60kg（1

樹当たり0.54kg）のみーかん2タッチを施用し（表3）、同一日に対照区である年3回施肥区はみーちゃん配合Aを10a当たり120kg（1樹当たり1.08kg）施用した。夏肥として、年3回施肥区はみーちゃん配合Aを2019年6月28日に10a当たり140kg（1樹当たり1.26kg）施用した。年2回施肥区は夏肥の施用は行わなかった。秋肥は両区とも2019年11月29日にかんたくんBB（日本オーガニック

表3 年2回施肥の試験区の構成

試験区		春肥（3月）			夏肥（6月）			秋肥（11月）			計		
年3回施肥区 （対照区）	肥料名	みーちゃん配合A			みーちゃん配合A			かんたくんBB					
	施用量(kg/10a)	120			140			60			320		
	施用成分量(kg/10a)	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ
		7.2	3.6	6.0	8.4	4.2	7.0	9.0	4.8	6.0	24.6	12.6	19
年2回施肥区	肥料名	みーかん2タッチ			—			かんたくんBB					
	施用量(kg/10a)	60			0			68			128		
	施用成分量(kg/10a)	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ
		14.4	1.8	4.2	0	0	0	10.2	5.4	6.8	24.6	7.2	11

(株)製)を施用した。年3回施肥区は10a当たり60kg(1樹当たり0.54kg)、年2回施肥区は年3回施肥区と窒素成分量を合わせるため、10a当たり68kg(1樹当たり0.612kg)施用した。2020年、2021年も同様の処理を行った。2020年の春肥は3月30日、夏肥は6月18日、秋肥は11月25日に施用した。2021年の春肥は3月26日、夏肥は6月18日、秋肥は11月25日に施用した。各区4樹を試験樹とし各種調査を実施した。毎年8月下旬に葉果比が25~30程度になるよう摘果を行った。毎年12月上旬に全果実を一度に収穫する一斉収穫を実施した。せん定は毎年3月下旬に間引き主体のせん定を実施した。

(2) 調査および分析方法

生育調査については、せん定後の4月と収穫後の12月に樹幅と樹高を測定し、カンキツの調査方法編集委員会³⁾の方法に従い樹冠容積を求めた。

収量および果実品質調査は、収穫日に品質分析用の果実を樹当たり5果採取後、果実を一斉収穫し樹ごとに果実数、収量を求めた。収量調査は2019年12月3日、2020年12月7日、2021年12月6日に実施した。果実品質のうち、1果重は収量を収穫果実数で除し求めた。糖度は分析用果実搾汁液を糖度計(株)アタゴPAL-1)を用い測定した。酸含量はカンキツの調査方法編集委員会³⁾の方法に従い測定した。果皮歩合は品質分析用果実5果の果皮重量を全重量で除して求めた。

葉中窒素含有率の調査は、当年不着果春枝中位葉の葉身を樹当たり5枚定期的に採取し、脱塩水で洗浄後、70℃で通風乾燥し、パイブレーションサンプルミル(株)シー・エム・ティTI-200)で微粉砕後、NCアナライザー(株)住化分析センターNC-22F)を用いて測定した。

土壌の調査は、毎年収穫後の12月に深さ0~15cmの土壌を採取し、風乾後、土壌pH、可給態リン酸含量、交換

性カリ含量、交換性石灰含量および交換性苦土含量を測定した。土壌pHは風乾土10gに蒸留水50ml添加し30分間振とう後、pH計(東亜ディーケーケー(株)HM-30R)により測定した。可給態リン酸含量は風乾土1gを0.004M硫酸200mlで抽出した液を、ICP発光分光分析装置(株)パーキンエルマー・ジャパンOptima8300)で測定し求めた。交換性カリ含量、交換性石灰含量および交換性苦土含量は風乾土2gを1M酢酸アンモニウム溶液25mlで抽出した液を、ICP発光分光分析装置で測定し求めた。

肥料経費については、令和7年肥料年間特別予約共同購入運動説明資料¹⁰⁾を基に、みーかん2タッチは10kg当たり3,993円、みーちゃん配合Aは20kg当たり3,162円、かんたくんBBは4,048円とし、施用した肥料金額を算出した。

Ⅲ 結 果

1 年2回施肥用肥料の窒素溶出量の推移

2019年、みーかん2タッチの34日後の窒素溶出割合は埋設したものが66%、表層に設置したものが67%、84日後は埋設したものが87%、表層に設置したものが89%、117日後は埋設したものが92%、表層に設置したものが94%であった(図2a)。表層に設置した84日後の窒素溶出割合は埋設したものよりも高かったが、34日後および117日後は差がみられなかった。2020年、みーかん2タッチの16日後の窒素溶出割合は埋設したものが55%、表層に設置したものが43%で、埋設の窒素溶出割合は表層に設置したものより高かった(図2b)。30日後は埋設したものが62%、表層に設置したものが60%で、埋設と表層に設置したものに差はみられなかった。64日後は埋設したものが80%、表層に設置したものが85%、85日後は埋設

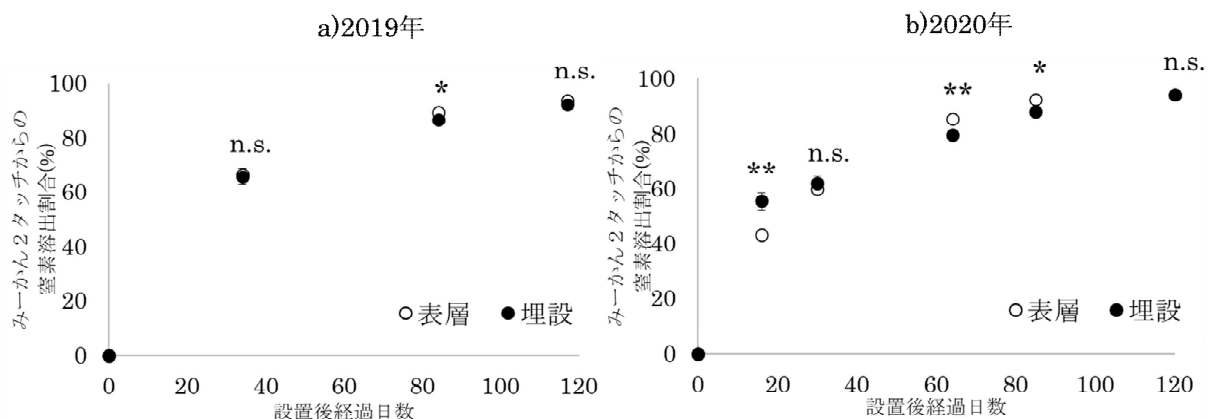


図2 年2回施肥用肥料の窒素溶出割合の推移

図中の**および*はt検定により1%および5%水準で有意差があることを、n.s.はt検定により有意差がないことを示す。

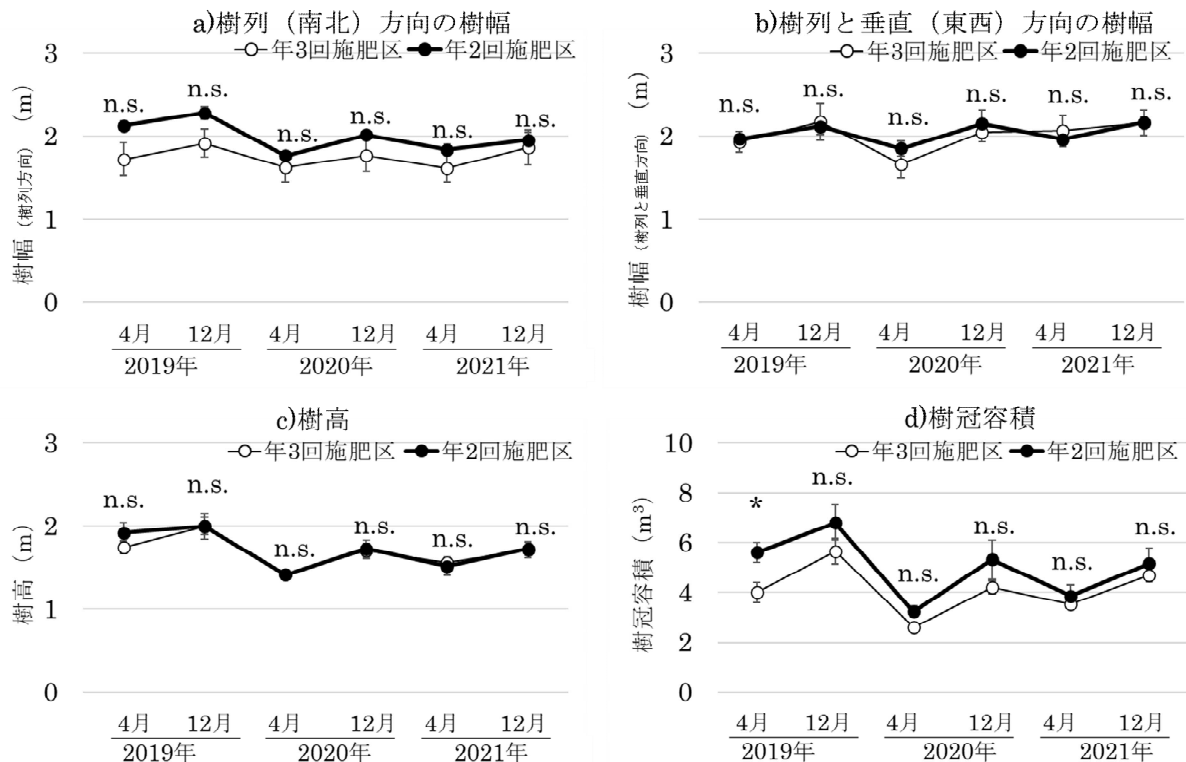


図3 年2回施肥が樹冠容積の推移に及ぼす影響

図中の*はt検定により1%および5%水準で有意差があることを示す。n.s.はt検定により有意差がないことを示す。垂線は標準誤差を示す (n=4)。

したもののが88%, 表層に設置したもののが93%で、いずれも表層に設置したものの窒素溶出割合は埋設に比べて高かった。120日後は埋設および表層設置ともに94%で差はみられなかった。

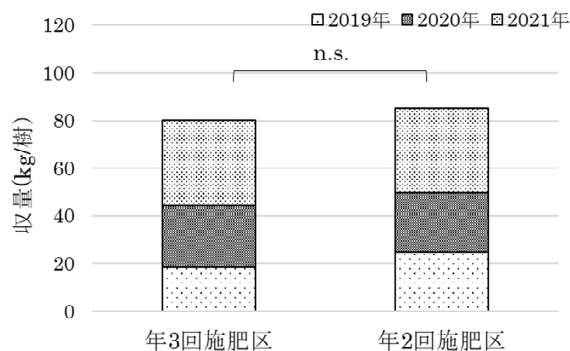


図4 年2回施肥が樹当たり収量に及ぼす影響

図中のn.s.はt検定により有意差がないことを示す。

2 年2回施肥がウンシュウミカン樹の生育、収量、果実品質、葉中窒素含有率、土壌化学性および肥料経費に及ぼす影響

年2回施肥区の樹幅、樹高といった樹体生育量は対照区である年3回施肥区と差はみられず、それらから求めた樹

冠容積は試験開始時の2019年3月には有意差がみられたが、試験開始後に差はみられなかった(図3a-d)。2019年~2021年の3年間の年2回施肥区の樹当たり合計収量は、対照区と差はみられなかった(図4)。年2回施肥区の1果重、糖度、酸含量、果皮歩合といった果実品質は対照区と差はみられなかった(表4)。年2回施肥区の葉中窒素含有率は、調査期間を通じ対照区と差はみられなかった(図5)。収穫後の土壌化学性を調査したところ、年2回施肥区の土壌pH、可給態リン酸含量、交換性石灰含量および交換性苦土含量はいずれの年も対照区と差はみられなかったが、年2回施肥区の交換性カリ含量は対照区と比べ少なかった(表5)。

各区の肥料経費を算出したところ、年2回施肥区の10a当たりの合計肥料価格は37,700円であり、年3回施肥区の53,300円と比べ15,600円安価であった(図6)。

IV 考察

本研究は、夏季の施肥作業を省力化するため、肥効調節型肥料を利用し春肥と夏肥を春肥の時期に1回で施用する年2回施肥法が樹体生育や収量、果実品質に及ぼす影響について調査した。

表4 年2回施肥が果実品質に及ぼす影響

試験区	1果重 (g)			糖度 (°Brix)			酸含量 (%)			果皮歩合 ^y (%)		
	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年
年3回施肥区	132	133	115	10.8	10.9	10.8	1.02	1.11	0.88	23.8	25.9	24.4
年2回施肥区	137	143	145	10.9	10.8	10.9	0.97	1.13	0.87	24.8	24.5	24.8
有意性 ^z	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^z n.s.はt検定により有意差がないことを示す。

^y 果皮歩合はアークサイン変換数値で検定を行った。

年2回施肥用肥料であるみーかん2タッチの窒素溶出割合の経時変化について2019年、2020年に2か年調査した。

の時点では90%程度溶出していた。その後も溶出は進み、施用後120日程度経過した(7月下旬)時点ではいずれも

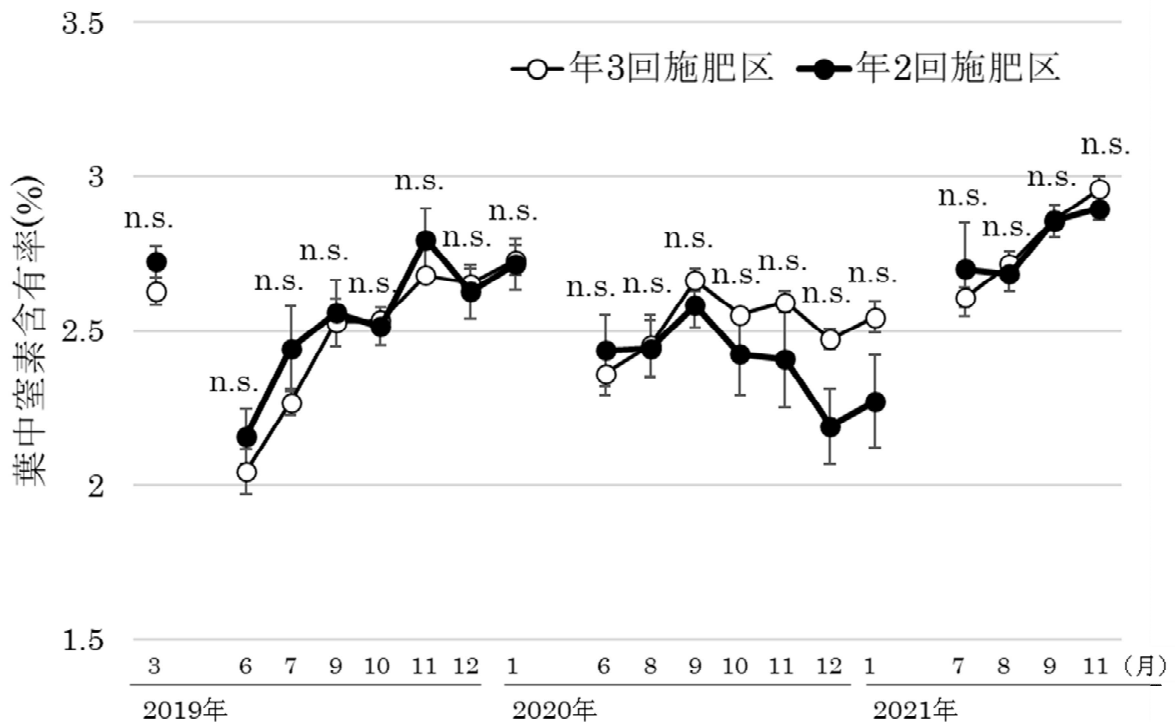


図5 年2回施肥が葉中窒素含有率の推移に及ぼす影響

図中のn.s.はt検定により有意差がないことを示す。垂線は標準誤差を示す(n=4)。

2年間の窒素溶出割合をみると、施用後30日程度経過した時点(4月下旬)では、2019年は埋設したものが66%、表層に設置したものが67%溶出しており、2020年は埋設したものが62%、表層に設置したものが60%で、いずれの年も4月下旬時点で年2回施肥用肥料の窒素が60%程度溶出していた。その後も順調に窒素の溶出が進み、施用後60日程度経過した(5月下旬)時点では80%程度、施用後80日程度経過した時点(6月中下旬)では、2019年は埋設したものが87%、表層に設置したものが89%溶出しており、2020年は埋設したものが88%、表層に設置したものが93%で、いずれの年も対照区の夏肥施用時期である6月中下旬

94%程度溶出しており、7月下旬時点で年2回施肥用肥料の肥効は完了したと考えられた。

2019年、2020年いずれも対照区の夏肥施用時期である6月中下旬で90%程度溶出が進んでおり、その後溶出した窒素は数%程度であることから、今回配合した年2回施肥用肥料は春肥重点型であると考えられる。夏肥の不足が懸念されたものの、3年間の樹体生育、収量、葉中窒素含有率に差はみられなかった。ウンシュウミカンの窒素吸収量は5月から8月にかけて多く²⁸⁾、被覆肥料は化成肥料と比べ溶出が緩やかなため⁷⁾、年2回施肥区の5月以降の窒素吸収効率は対照区と比べ高まったと考えられた。そのため、

表5 年2回施肥が収穫後の土壌化学性に及ぼす影響

試験区	pH (—)			可給態リン酸含量 (mg・100g ⁻¹)			交換性カリ含量 (mg・100g ⁻¹)			交換性石灰含量 (mg・100g ⁻¹)			交換性苦土含量 (mg・100g ⁻¹)		
	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年
年3回施肥区	4.7	5.0	4.7	23.8	8.0	14.2	48.9	38.1	43.5	352	406	330	66.3	70.4	62.0
年2回施肥区	4.7	4.7	4.8	6.6	7.3	7.8	28.6	19.8	24.2	377	382	353	71.7	71.2	70.0
有意性 ^z	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^z *はt検定により5%水準で有意差があることを、n.s.は有意差がないことを示す。

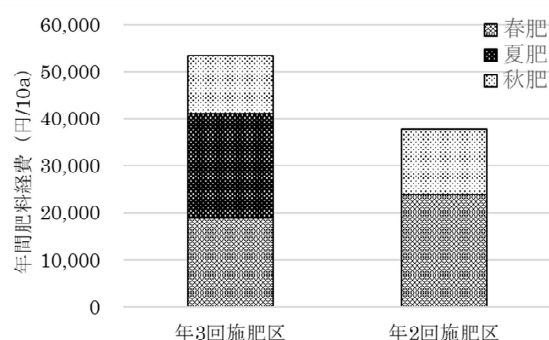


図6 年2回施肥と年3回施肥の肥料コストの違い

6月中下旬以降の夏肥の窒素成分溶出量が少なかったものの、樹体生育や収量、窒素含有率に影響が現われなかったと考えられた。夏肥の役割を確認するためにも、夏肥の時期まで窒素の溶出が継続するような配合に改善することが必要であり、夏肥の時期の溶出を想定し配合したスーパーエココートを実験で使った70日タイプから100日タイプなどへの変更、メッシュバックを用いた埋設試験による窒素溶出量の比較検討が必要である。また、2年間の溶出試験の結果から、施用初期は埋設の方が表層施用したものとは比べ溶出が進んでおり、施用60～80日経過時点では表層施用の方が埋設したものとは比べ溶出が進んでいた。これは、施用初期は日平均気温が14℃程度と低く、土中の方が土壌表層と比べ温度が高く維持されていたためと考えられた。施用60～80日経過時点では日平均気温も20～27℃程度に上昇し土中の温度上昇と比べ土壌表面は温度が上昇していたためと考えられた。いずれにおいても7月下旬時点では年2回施肥用肥料の溶出は完了しており、窒素の遅効きによる着色遅延や果皮歩合の増加など果実品質に及ぼす影響は確認されず、果実品質への懸念はないと考えられた。

収穫後の土壌化学性のうち、年2回施肥区の交換性カリ含量がいずれの年も対照区と比べて低かった。これは年2回施肥区の年間カリ成分施肥量が対照区と比べ少なく(表3)、カリは窒素成分と同様土壌中から溶脱しやすいためであると考えられた。

年2回施肥区は、年3回施肥区と比べ施肥回数が減り、省力化となる。さらに、年2回施肥用肥料(みーかん2タッチ)の現物施肥量は10a当たり60kgであるが、対照区

である年3回施肥区のみーちゃん配合Aの10a当たり施肥量は、春肥120kg、夏肥140kgで合計260kgにもなり年2回施肥の4.3倍の重量である。夏肥を施用しない省力効果もあるが、重量物である肥料の運搬などの作業が減る効果もあると考えられる。

さらに、年2回施肥区の肥料経費が37,700円であり、年3回施肥区が53,300円と比べ15,600円コスト面で有利である。年3回施肥区は春肥、夏肥に有機率が高く窒素成分含有率の低い配合肥料を使用していることが施肥量増加、コスト増加の要因と考えられる。

三堂・石川⁹⁾が早生温州で実施した年1回施肥法や竹岡¹³⁾がウンシュウミカン‘石地’で実施した年2回施肥法においても肥効調節型肥料が使用されており、対照区と比べ施用した肥料の有機率が低下していることが推察される。しかし、いずれにおいても糖度、酸含量、果皮歩合、着色歩合などの果実品質には試験期間を通じ対照区と差がみられていない。酒井ら⁹⁾は有機栽培がウンシュウミカン‘興津早生’の収量や果実品質に及ぼす影響を検討している。ともに慣行防除で肥料のみダイズ油粕や骨粉などを使用した有機区と尿素などの化成肥料を使用した化成区を5年間比較しているが、収量や糖度、酸含量などの果実品質にいずれも明確な影響はみられていない。これらのことから、果皮色等の外観品質や糖度、酸含量などの内部品質を選果基準とする現行の出荷形態では、施用する肥料の有機率の多少は出荷価格に及ぼす影響は小さいと考えられる。

以上の結果、肥効調節型肥料を利用したウンシュウミカン‘青島温州’の年2回施肥は、配合肥料などを利用した慣行法である年3回施肥と樹体生育、収量および果実品質に差はみられず、気温の高い時期の作業である夏肥を省略することが出来、施肥量も減らすことが出来る有効な手法であることが明らかになった。

本研究で利用した肥効調節型肥料は化成肥料をプラスチックでコーティングしたものである。近年のプラスチック

ごみ問題に端を発して、農耕地で使用されたプラスチック製資材の適正処理や流出防止など新たな課題への対応が求められている⁴⁾。プラスチックコーティングを利用しない肥効調節型肥料であるIB肥料やCDU肥料を活用した年2回施肥体系の開発が今後の課題である。

Ⅳ 摘 要

近年の気候変動により夏季の日最高気温は平年値を上回っている。また、静岡県内のウンシュウミカン園は傾斜地が多く、ウンシュウミカンの生産者の高齢化が進んでいることから、6月以降夏季の管理作業の省力化は喫緊の課題である。そこで、本研究では6月中下旬の夏肥を省力化するため、肥効調節型肥料を利用し春肥の時期に夏肥を合わせて1回、秋肥を1回の年2回施肥法を開発した。その結果、時期別溶出割合からみて年2回施肥用肥料は春肥重点型であるものの、栽培試験を実施した3年間の樹体生育、収量、葉中窒素含有率は対照区である年3回施肥と差はみられなかった。本施肥法は気温が上昇する6月中下旬の夏肥を省略することが出来るうえ、肥料の総施用量も低減でき重量物である肥料の運搬作業も省力化できる管理法であることが明らかになった。農耕地からのプラスチック製資材の流出防止などの対応や、プラスチックコーティングを利用しない肥効調節型肥料を活用した年2回施肥体系の開発が今後の課題である。

謝 辞

本研究の分析補助業務を行って下さった静岡県会計年度任用職員の立花貞美氏、濱田知子氏および試験肥料を提供して下さいたジェイカムアグリ株式会社杉田宏之氏に感謝申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 伴野 潔・山田 寿・平 智. 2013. 果樹園芸学の基礎. p.81. 農文協. 東京.
- 2) 広部 誠・大垣智昭. 1969. 温州ミカンの養分吸収に関する調査(第2報)成木樹の時期別養分吸収について. 神奈川園試研報. 17: 18-26.
- 3) カンキツの調査方法編集委員会. 1987. 生態調査法および果実調査法. p.1-12. 農林水産省果樹試験場興津支場編著. カンキツの調査方法. 農林水産省果樹試験場興津支場. 静岡.

- 4) 勝見尚也・中嶋亮太・二瓶泰雄・石原孝司・星野裕子. 2023. 農耕地土壌におけるプラスチック問題の解決をめざして. 土肥誌. 94: 312-317.
- 5) 公益財団法人中央果実協会. 2020. 令和元年度果樹農業における省力栽培に関する調査報告書. p.26. 東京.
- 6) 三堂博昭・石川 啓. 2016. ‘宮川早生’ウンシュウミカンにおける肥効調節型肥料を用いた効率的年1回施肥法. 園学研. 15: 145-152.
- 7) 農林水産省. 緩効性肥料の利用技術(肥効調節型肥料). https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_seh_i_kizyun/pdf/ntuti30.pdf
- 8) 大垣智昭・藤田克治・伊東秀夫. 温州ミカンの隔年結果に関する研究(第6報)窒素, リン酸および加里吸収量の季節的消長について. 1966. 園学雑. 35: 8-18.
- 9) 酒井正勝・川口公男・秋成 昇・森 聡・安宅雅和. 1997. 有機栽培が温州ミカンの収量, 果実品質, 葉中無機成分および土壌に及ぼす影響. 徳島果試研報. 25: 9-16.
- 10) 清水農業協同組合. 2024. 令和7年肥料年間特別予約共同購入運動説明資料. p.18. 静岡.
- 11) 静岡県経済産業部農業局農芸振興課. 2021. 静岡県果樹園芸の生産と流通. p.31. 静岡.
- 12) 静岡県経済産業部農業局食と農の振興課. 2025. 静岡県土壌肥料ハンドブック. p.32. 静岡.
- 13) 竹岡賢二・川崎陽一郎・塩田 俊. 2020. ウンシュウミカン‘石地’主幹形仕立てにおける肥効調整型肥料を用いた省力施肥法の開発. 園学研. 19: 167-174.