

# ‘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

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者名	三堂,博昭 石川,啓
発行元	園芸学会
巻/号	15巻2号
掲載ページ	p. 145-152
発行年月	2016年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 訂 正

第15巻第2号 p.145-152 原著論文「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」(三堂博昭・石川 啓)のなかで、誤りがありましたので、お詫びを申し上げるとともに、ここに訂正させていただきます。

園芸学研究 第15巻第2号

(誤)

p.148 横田ら (2000, 2003)

p.152 井上博道・伊藤豊彰・三枝正彦. 2000. 全量施肥・接触施肥・不耕起栽培における窒素の多量供給時期と幼樹の新梢伸長ならびに果実の収量・品質. 農業および園芸. 48: 479-480.

p.152 横田泰昌・徳永和代・内野浩二・橋元祥一. 2000.

p.152 横田泰昌・徳永和代・内野浩二・川島俊次・橋元祥一. 2003.

(正)

p.148 橋田ら (2000, 2003)

p.152 井上博道・伊藤豊彰・三枝正彦. 2000. 全量基肥・接触施肥・不耕起栽培におけるデントコーンの養分吸収と収量性. 土肥誌. 71: 674-681.

p.152 橋田泰昌・徳永和代・内野浩二・橋元祥一. 2000.

p.152 橋田泰昌・徳永和代・内野浩二・川島俊次・橋元祥一. 2003.

なお、J-STAGEにて掲載中のオンラインジャーナルでは修正済です。

園芸学研究編集委員会

# ‘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

三堂博昭<sup>1\*</sup>・石川 啓<sup>2</sup>

<sup>1</sup>愛媛県農林水産研究所 果樹研究センター 791-0112 愛媛県松山市下伊台町

<sup>2</sup>愛媛県農林水産研究所 果樹研究センター みかん研究所 799-3742 愛媛県宇和島市吉田町法花津

## Effective One-Split Application of Controlled-release Fertilizer for *Citrus unshiu* Marc ‘Miyagawa wase’

Hiroaki Mido<sup>1\*</sup> and Kei Ishikawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries, Fruit Tree Research Center, Matsuyama, Ehime 791-0112

<sup>2</sup>Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries, Research Institute of Citrus Fruits, Uwajima, Ehime 799-3742

### Abstract

Manuring with controlled-release fertilizer was studied to reduce the fertilizer application rate in ‘Miyagawa wase’ unshu over a period of five years. Reduction in the frequency from twice to once at each fertilization, a 20% reduction in the quantity of nitrogen ingredients, and 40–50% reduction in the quantity of phosphoric acid and potassium ingredients had no influence on the tree growth, yield, or fruit quality in wase unshu throughout the experimental period. The results suggest that controlled-release fertilizers can improve the fertilizer efficiency and reduce the labor required for fertilization management in the cultivation of ‘Miyagawa wase’ unshu.

**Key Words** : Coated Nitrogen-Phosphorus-Potassium, Coated Urea, Linia-Type, Sigmoid-Type

**キーワード** : 被覆燐硝安加里, 被覆尿素, リニア型, シグモイド型

### 緒 言

地球規模で環境への関心が高まっているなか、農業分野においても作物に吸収されず溶脱した硝酸態窒素の地下水への流出が懸念されており、河川・海への環境負荷が問題となっている(山本ら, 1995; 糸川, 1997)。また、肥料成分となる窒素の製造には石油資源を要し、リン酸やカリ肥の原料は世界の一部地域でのみ採掘される限られた資源のため、肥料資源の供給や価格の不安定は今後も続くことが予想される。そのような中、環境負荷の少ない持続的な生産を行うためには、生産性を低下させることなく施肥量を可能な限り低減することが課題となる。

一方、愛媛県は全国有数のカンキツ産地であるが、傾斜地園が多いことから(愛媛県農林水産部農業振興局農産園芸課編, 2015)、機械化が遅れ労働生産性が低い。特に、施肥管理作業時間は農作業全体から見れば4%程度と少ないが(農水省大臣官房統計部編, 2008)、10 aの面積に

100～150 kgの肥料を施用する作業は高齢化が進む生産者にとって労働強度が高く(関野ら, 1998)、大きな負担となる。

現在、肥料粒子から溶出期間・溶出速度の異なる被覆肥料(肥効調節型肥料)が多数開発されているが、これらの肥料は肥効の調節機能があるだけでなく、緩行的に溶出することから、植物体に吸収されずに溶脱する肥料成分が少ないことが知られている(羽生, 2001; 古屋, 1995)。また、水稻(上野ら, 1991)、野菜(高橋, 1998)、飼料作物(井上ら, 2000)では、この特性を生かし、施肥回数、施肥量に関する研究が早くから進んでいるが、カンキツ、特にウンシュウミカンの場合は、報告事例が少ないうえ窒素成分における検討のみで、リン酸、カリウム成分の削減に関する報告はない。

そこで、県内のウンシュウミカン栽培面積の中で最も多い‘宮川早生’(愛媛県農林水産部農業振興局農産園芸課編, 2015)を供試し、肥効調節型肥料を用いて施肥回数の削減や、窒素だけでなく、リン酸、カリウム成分を含めた低減が収量、果実品質に及ぼす影響について検討した。

### 材料および方法

#### 1. 肥効調節型肥料からの窒素溶出試験

窒素溶出試験として、被覆尿素および被覆燐硝安加里化

2015年5月21日 受付. 2015年10月6日 受理.  
本研究は全国農業協同組合連合会より助成をうけて実施した。  
本報告の一部は園芸学会中四国支部平成24年度大会にて発表された。

\* Corresponding author. E-mail: mido-hiroaki@pref.ehime.jp

第1表 窒素溶出を比較した肥効調節型肥料の特性

溶出期間	溶出パターン	種類	成分 (%) (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	略称表記
20日	リニア型	被覆尿素	42-0-0	LU20
40日	リニア型	被覆燐硝安加里化成	14-11-13	LP40
70日	シグモイド型	被覆燐硝安加里化成	14-11-13	SP70
80日	シグモイド型	被覆尿素	41-0-0	SU80

成を用いて時期別の窒素溶出状況を調査した。溶出パターンがリニア型(郡司掛, 2015)の肥料として20日溶出タイプ, 40日溶出タイプ, シグモイド型(郡司掛, 2015)の肥料として70日溶出タイプ, 80日溶出タイプを供試した(第1表)。

被覆尿素肥料は1.0g, 燐硝安加里化成肥料は3.0gをポリエチレン製の袋(網目幅1.5~2.0mm)を加工した小袋に入れ, 毎年10月下旬に愛媛県農林水産研究所果樹研究センター内の圃場(花崗岩を母材とする中粗粒褐色森林土)に施用した。施用方法は, 地表面に敷設し, 薄く敷草(生重約0.8kg・m<sup>-2</sup>)を実施した。肥料は各処理区3反復とし, 施用後約1か月間隔で回収し, 肥料中の全窒素(硝酸態窒素とアンモニア態窒素)を微量拡散法で定量し, 溶出率を算出した。なお, 試験は2009年から5年間実施し平均値を算出した。

## 2. 圃場試験

肥効調節型肥料を用いた施肥法が, 樹体や土壌中の肥料成分含量に及ぼす影響を検討するため, 2009年11月から2014年12月までの5年間, 同センター内圃場で試験を行った。

### 1) 供試肥料

第1表に示した各種の肥効調節型肥料および県内のカンキツ園で通常施用されている有機配合肥料(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=10-8-8, 有機率60%)を用いた。リニア型の被覆尿素については, 2009~2011年の間は30日溶出タイプ(略称: LU30)を使用し, 2012年以降は20日溶出タイプのものに変更した。

### 2) 供試樹

愛媛県農林水産研究所果樹研究センター内の圃場(花崗

岩を母材とする中粗粒褐色森林土)に植栽されている, ウンシュウミカン(24年生‘宮川早生’, 植栽間隔4.0m×5.5m, 清耕管理)24本(各試験区6反復)を供試し, その中から樹勢の揃った3~6樹を選び調査した。

### 3) 試験区の構成

年1回施用のA~C区および慣行施肥の年2回区(対照区)を設けた。年1回A区は, 愛媛県施肥基準(愛媛県農林水産部農業振興局農産園芸課編, 2009)の早生ウンシュウミカンの施肥量と同程度の成分量を2種類の肥効調節型肥料と有機配合肥料を混合して使用した。年1回B区は, 窒素を施肥基準量とし, リン酸, カリウムを4~5割程度削減し, 4種類の肥効調節型肥料を配合して施用した。年1回C区は, 窒素を2割量削減し, リン酸, カリウムを4~5割量削減し, B区と同様の肥効調節型肥料を施用した。年2回区は, 有機配合肥料のみを施用した(第3表)。なお, 年1回区は11月上旬(2010年のみ10月下旬), 年2回区は11月上旬と3月下旬に樹冠下に地表面施用した。

### 4) 土壌中および葉中の無機成分の分析

土壌中の無機態窒素の分析について, 2010年5月から, また, 可給態リン酸および交換性カリウムについては2011年5月から定期的に地表面下10~15cmのカンキツの主根域層の土壌を試験区当たり3~4か所(1樹から1か所)採取し測定した。無機態窒素については微量拡散法で分析し, 可給態リン酸についてはトルオーグ法, 交換性カリウムについては原子吸光法で分析した。なお, 試験開始前の土壌の化学性を分析するため, 2009年10月28日に試験圃場の5か所から土壌を採取し, 全炭素についてはチューリン法, 全窒素についてはケルダール法, pH, ECについては定法で分析した。

第2表 肥効調節型肥料を用いた効率的年1回施肥試験における試験区の構成

試験区	供試肥料	混合割合 <sup>z</sup>	施用量 (kg・10a <sup>-1</sup> ・year <sup>-1</sup> )		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
年1回A区	SU80, SP70, 有機配合肥料	SU80:SP70:有機配合肥料=4.0:45.7:110	19.0	14.3	15.2
年1回B区	LU20 (LU30) <sup>y</sup> , SU80, LP40, SP70	LU20 (LU30) <sup>z</sup> :SU80:LP40:SP70=13.6:10.4:37.7:27.4	19.0	7.8	9.1
年1回C区	LU20 (LU30) <sup>y</sup> , SU80, LP40, SP70	LU20 (LU30) <sup>z</sup> :SU80:LP40:SP70=8.4:6.4:37.7:27.4	15.2	7.8	9.1
年2回区	有機配合肥料		19.0	15.2	15.2

<sup>z</sup> 混合割合については重さで割合を算出した

<sup>y</sup> 2009~2010はLU30を供試し, 2011~2013はLU20を供試した

また、葉中成分については2010年5月から定期的に、無結果枝の中位に着生している新葉を20枚/樹程度採取し分析した。採取については、1試験区当たり4樹供試した。葉中窒素についてはケルダール法で定量し、リン酸については比色法、カリウムについては原子吸光法、葉色（SPAD値）については、葉緑素計（SPAD-502, コニカミノルタ（株））により測定した。

### 5) 樹冠容積、収量および果実分析

毎年11月中旬、試験区ごとに樹勢の揃った4～6樹を選び収量を調査した。樹冠容積については、2010年2月24日と2015年2月12日に7かけ法（農水省果樹試験津支場編, 1987）により計測し増加率を算出した。果実分析については各試験区4樹を供試し、樹冠赤道部周辺の外なり果を1樹当たり5個程度採取し、品質調査は定法（農水省果樹試験津支場編, 1987）により分析し、果皮色は、色彩色差計（CR-300, コニカミノルタ（株））により測定し、着色程度は完全着色をスコア10とした。

### 6) 経費

肥効調節型肥料については、10 kg 当たり LU20 は 2,237 円、SU80 は 2,339 円、LP40 は 2,703 円、SP70 は 2,786 円とし、有機肥料については 20 kg 当たり 1,880 円とし必要量を乗じ、10 a 当たりの経費を算出した。単価については全国農業協同組合連合会愛媛県本部より 2015 年 1 月に聞き取りを行い参考価格とした。

## 結 果

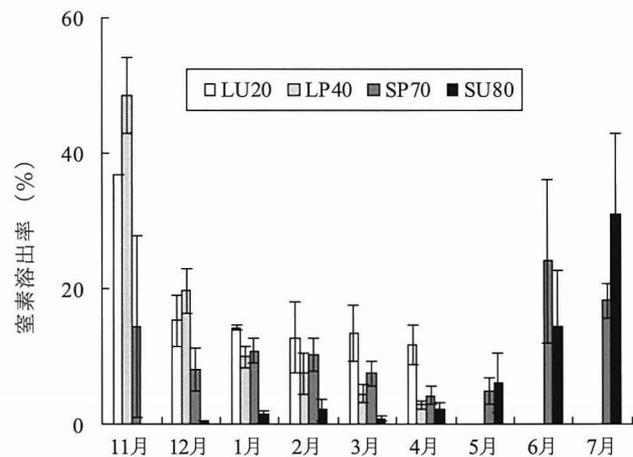
### 1. 肥効調節型肥料からの窒素溶出試験

調査期間中の気象は、平年並みに推移し、異常気象など特記すべき気象変動は観測されなかった（データ略）。肥効調節型肥料からの窒素の溶出状況をみると、1 か月ごとの期間別窒素溶出率はリニア型の各タイプでは施用直後の11月にLU20で37%、LP40で49%と最も高かった。一方、シグモイド型のSP70は6月に24%、SU80は7月に31%と最も多く溶出した（第1図）。4月下旬までの累積窒素溶出率は、LU20で78%、LP40では77%であった。SP70は1月から窒素の溶出が増加し、3月下旬までの累積溶出率は38%であった。SU80の窒素溶出は5月から増加し、累積溶出率は7月下旬までに50%であった（第2図）。

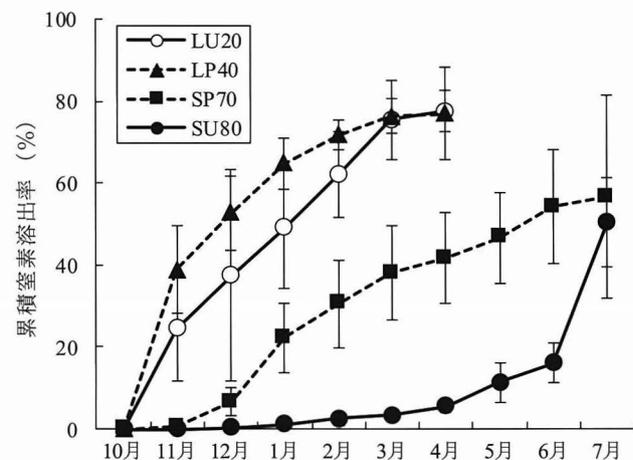
### 2. 圃場試験

#### 1) 土壌中および葉中成分

試験開始前の土壌の化学性については第3表のとおり土



第1図 肥料各タイプの期間別窒素溶出率  
(2009～2014年の平均)  
垂線は毎年の値の標準誤差を示す  
(LU20はn=3, その他はn=5)



第2図 肥料各タイプの累積窒素溶出率  
(2009～2014年の平均)  
垂線は毎年の値の標準誤差を示す  
(LU20はn=3, その他はn=5)

壌深が深くなるほど、炭素や無機態窒素が減少した。

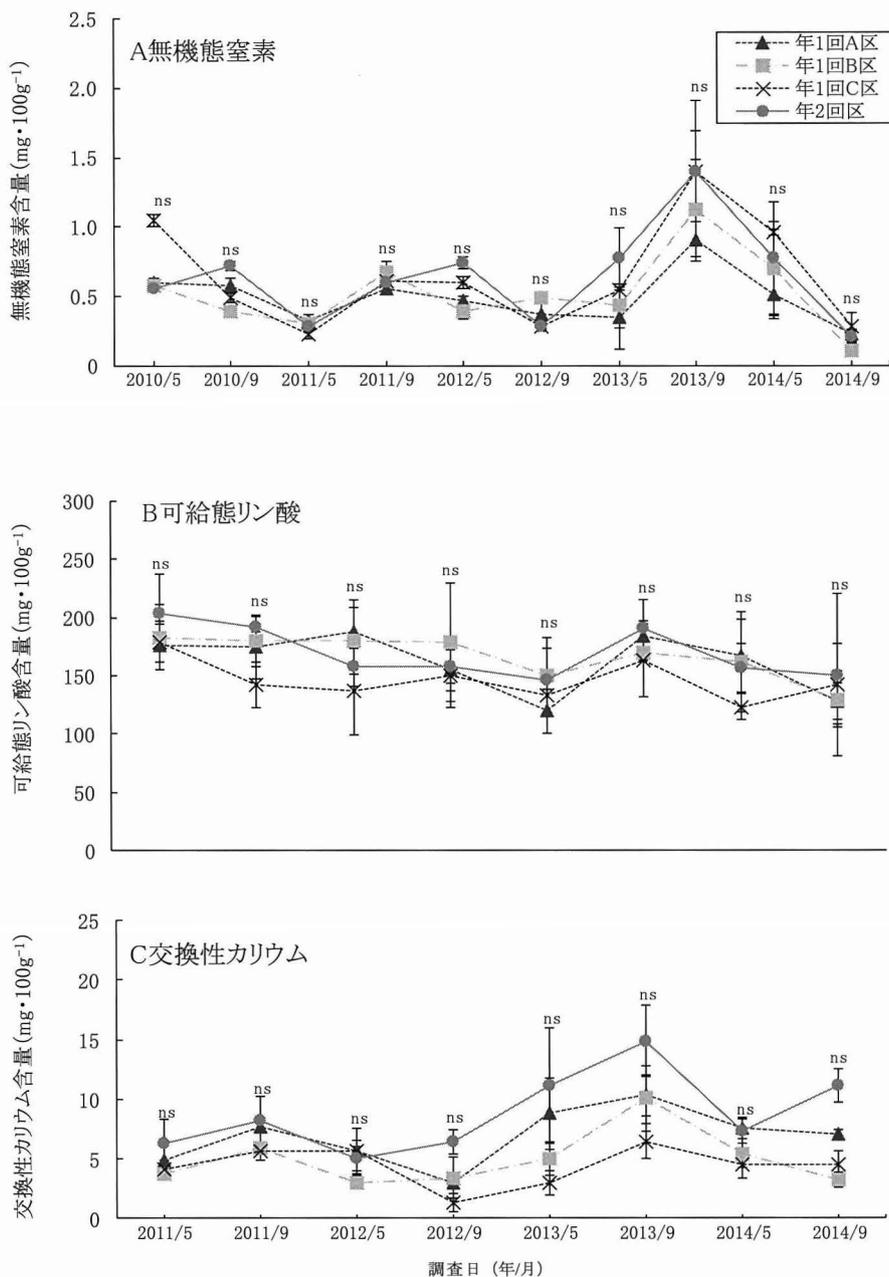
土壌中の無機態窒素、交換性カリウム含量は、すべての処理区で類似したパターンで推移し、2013年9月はすべての処理区で最も高い値を示したが処理区間に有意差は認められなかった。可給態リン酸含量は、大きな変動なく推移し、処理区間に有意差は認められなかった（第3図）。

葉中の窒素、リン含有率は、試験期間中、処理区間に有意な差は認められなかった（第4図）。カリウム含有率に

第3表 肥効調節型肥料を用いた施肥試験における試験開始前の供試圃場の土壌化学性<sup>2</sup>

土壌深	全炭素 (%)	全窒素 (%)	無機態窒素 (mg・100 g <sup>-1</sup> )	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (1:2) (ms・cm <sup>-1</sup> )
0～5 cm 層	1.85	0.20	0.88	6.76	0.10
5～15 cm 層	1.03	0.12	0.42	6.90	0.08
25～30 cm 層	0.79	0.07	0.30	7.13	0.08

<sup>2</sup> 調査日 2009.10.28



第3図 肥効調節型肥料を用いた施肥削減がウンシュウミカン‘宮川早生’圃場の土壤中(5~15cm層)無機成分に及ぼす影響  
 垂線は標準誤差を示す (n=3~4)  
 Tukeyの多重検定 ns: 5%水準で有意差なし

については、2012年9月および2014年7月はカリウムの施用量が少ない年1回B区および年1回C区は他の処理区と比べて低い傾向を示した。葉色 (SPAD値) は、いずれの区も類似した増加パターンを示し、処理区間に有意な差は認められなかった (第5図)。

## 2) 樹冠容積, 果実品質および収量

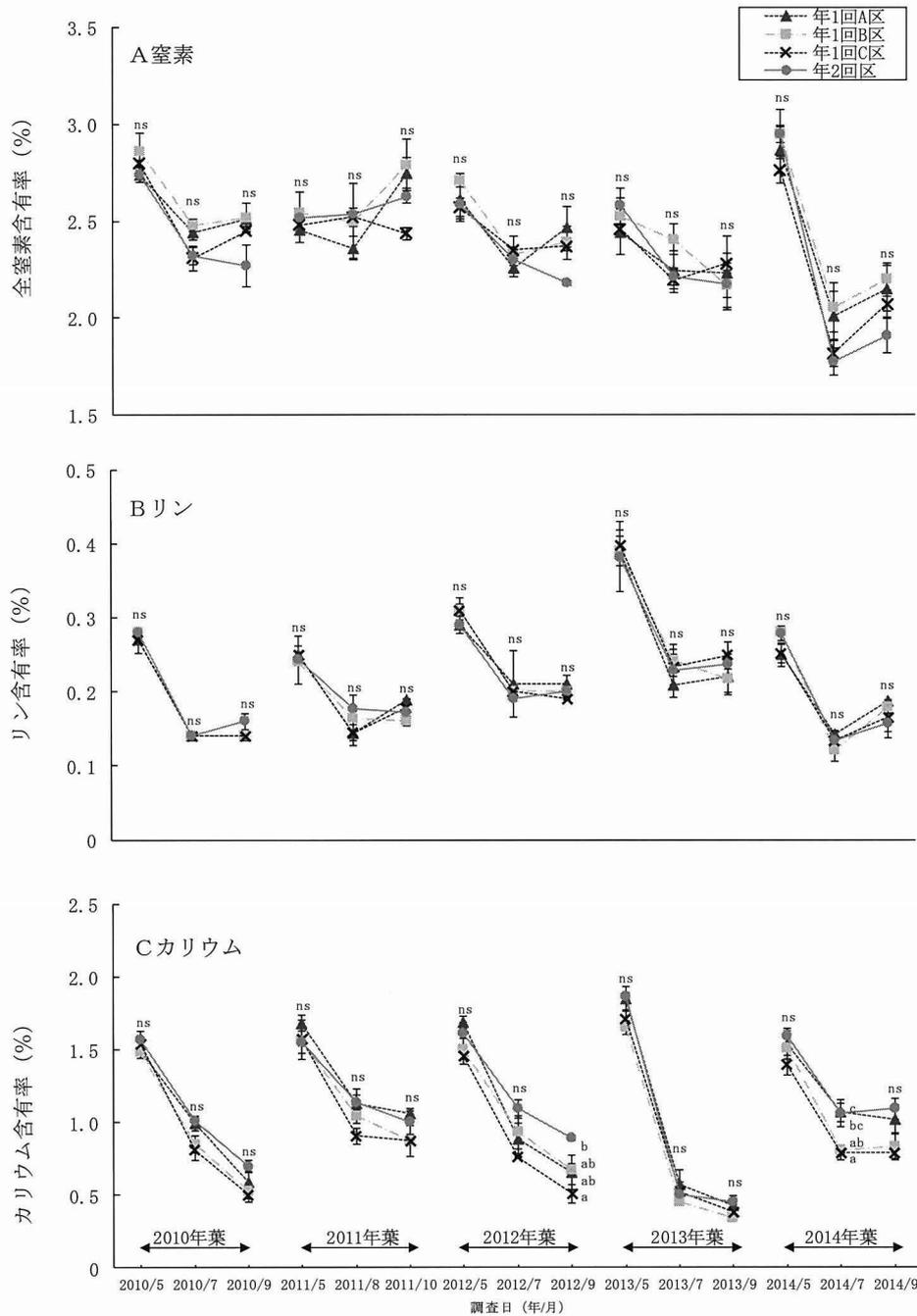
樹冠容積の増加率, 果実品質ともに処理区間に有意な差は認められなかった (第4表)。収量についても、年による増減はあったものの、処理区間で有意な差は認められなかった (第6図)。

## 3) 経費評価

年1回A区は24千円, B区は23千円, C区は21千円, 年2回区は18千円となり最も安価となった (第5表)。

## 考 察

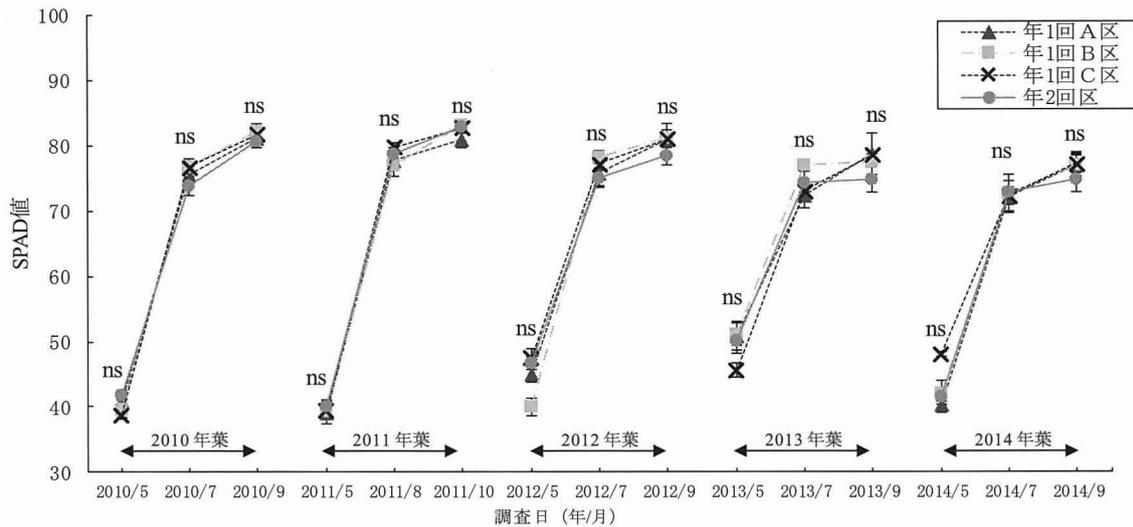
肥効調節型肥料は、成分の溶出時期, 溶出量をコントロールすることができること, 肥効が一定期間持続することが最も大きい特徴である。その特徴を活かし、カンキツにおいては、横田ら (2000, 2003) が‘吉田ボンカン’で施肥回数低減について報告している。本肥料の窒素成分は、25°Cの土壤中において、想定期間内に含有量の80%が溶



第4図 肥効調節型肥料を用いた施肥削減がウンシュウミカン‘宮川早生’の葉(無着果枝)の無機成分含有率に及ぼす影響  
 垂線は標準誤差を示す (n=3~4)  
 同一日における異符号間は Tukey の多重検定により、5%水準で有意差あり ns: 有意差なし

出すとされている(羽生, 2001; 古屋, 1995)。また、藤澤ら(1998)は土壌水分と肥効調節型肥料の溶出との関係について検討しているが、土壌水分が多いと溶出量が多く、少ないと溶出量も少ないと報告している。筆者らも試験期間中、溶出試験を毎年試みたが、年により溶出速度・溶出量が異なった結果を得たことは、藤澤ら(1998)、羽生(2001)、古屋(1995)の報告と一致した。また、問苧谷、町田(1976)、中原ら(1985)がウンシュウミカンの吸肥・給水能は地温の影響を大きく受け、10~12°C以下になる

とその能力が低下すると報告しているが、当研究センターでも12月中旬には地温が10~11°Cで推移し、12月下旬には10°C以下になることから(データ省略)、それまでにより多く成分が溶出されたほうが、より秋肥の効果が期待できる。そのため試験開始前に選択した肥料を3年目に再検討し種類を変更して試験を継続した。このことから肥効調節型肥料からの成分溶出は気象条件や土壌条件に大きく影響を受けるため、適切な肥料の選択が重要と考える。  
 年1回の施肥時期については、坂本・奥地(1968)によ



第5図 肥効調節型肥料を用いた施肥削減がウンシュウミカン‘宮川早生’の葉色（SPAD値）に及ぼす影響  
 垂線は標準誤差を示す（n=4）  
 Tukeyの多重検定 ns：5%水準で有意差なし

第4表 肥効調節型肥料を用いた施肥削減がウンシュウミカン‘宮川早生’の樹冠容積および果実品質<sup>2</sup>に及ぼす影響

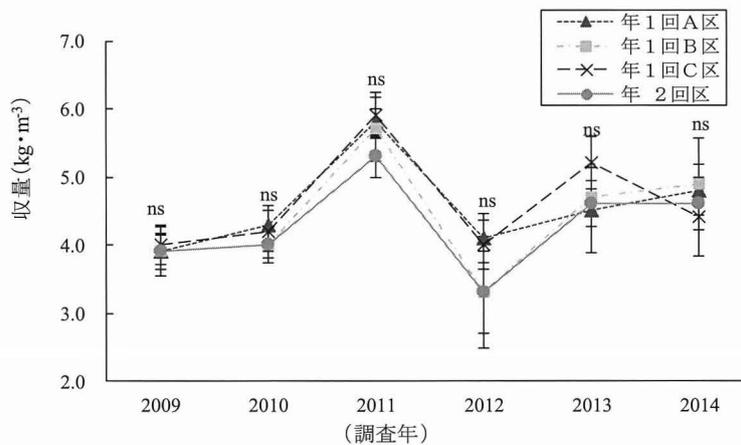
試験区	樹冠容積 (m <sup>3</sup> )			果実重 (g)	着色程度 <sup>x</sup>	果皮色 (a値)	果肉歩合 (%)	糖度 (°Brix)	クエン酸含量 (g・100 mL <sup>-1</sup> )
	2010年	2015年	増加率 (%) <sup>y</sup>						
年1回A区	15.3	15.6	102.0	110	9.3	20.2	79.3	11.1	0.92
年1回B区	14.1	14.5	102.8	110	9.0	19.9	79.5	10.9	0.90
年1回C区	15.4	15.8	102.6	113	9.2	20.6	78.9	10.7	0.93
年2回慣行区	12.0	12.5	104.2	107	9.3	19.9	79.2	10.8	0.95
有意性 <sup>w</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>2</sup> 樹冠容積の調査日については、2010.2.24と2015.2.12、それ以外の項目については2010～2014年の平均値

<sup>y</sup> 増加率 (%) = 2015年 / 2010年 × 100

<sup>x</sup> 無0～完全着色10

<sup>w</sup> Tukeyの多重検定 (n=4～5) ns：5%水準で有意差なし



第6図 肥効調節型肥料を用いた施肥削減がウンシュウミカン‘宮川早生’の収量に及ぼす影響  
 2009年試験を開始し調査を始めた  
 縦線は標準誤差を示す (n=4～6)  
 Tukeyの多重検定, ns：水準差なし

ると窒素供給時期と果実品質に相関があることを報告し、土田ら（2003）は肥効調節型肥料からの溶出の遅れにより果実品質への影響が懸念されることから、数種類の肥効調

節型肥料を組み合わせる場合には、収穫後の施肥が適しているとの報告がある。本試験においても、収穫後の施肥としたが、品質低下は認められなかったことから、

第5表 肥効調節型肥料を用いた施肥削減がウンシュウミカン‘宮川早生’の10a当たりの年間肥料費(千円・10a<sup>1</sup>)<sup>2</sup>に及ぼす影響

	LU20	SU80	LP40	SP70	有機配合肥料	合計
年1回A区	0	1	0	13	10	24
年1回B区	3	2	10	8	0	23
年1回C区	2	1	10	8	0	21
年2回区	0	0	0	0	18	18

<sup>2</sup>単価については全農愛媛県本部より聞き取りによる

LU20は2,237円, SU80は2,339円, LP40は2,703円, SP70は2,786円, 有機肥料は1,880円で試算し, 必要量を乗じ千円以下を四捨五入した

同様の結果を得た。

また、圃場試験において、古屋（1995）は、肥効調節型肥料は、少量ずつ溶出するために植物体が吸収しないで溶脱する量が少なく、特に20%以上も窒素溶脱量が抑えられる場合があったと報告し、また、松丸（1997）はサトイモ、高橋（1998）はハクサイ、上野ら（1991）はコマにおいて肥効調節型肥料を用いると作物による利用率が増加するため、基準より少ない施肥量であったとしても効率的に吸収できることから品質や収量への影響がないことを報告している。本試験ではウンシュウミカンを用いたが、リン酸とカリウム成分を減らしたB区、窒素、リン酸、カリウム成分を減らしたC区において、一時期の葉中のカリウム成分では差が確認できたものの、それを除いて葉中の無機成分で差が確認されなかったことは、肥効調節型肥料を利用すれば施肥効率の向上と施肥量の削減が可能だと考えられる。また、鈴木ら（1975）らは施肥量を減らすことで葉色値の低下と窒素含量・果実肥大の低下について報告した。しかしながら、5年間施肥量を減らした本試験では、そういった樹体内の葉色値、窒素含量の減少や果実品質の低下が確認されなかった。むしろ、葉中窒素の推移から判断すると、年2回区と同等の肥効があったものと推測された。ただし、10年間、ウンシュウミカンへのリン酸の施用量を変えた試験（坂本ら、1964）や、6年間、ウンシュウミカンへのカリ施用量を変えた試験（坂本・奥地、1963）において、その期間内でそれぞれの施肥量は樹体内や果実品質に影響しないことが報告されている。永年性作物は、樹体内にかなりの養分を含み、土壌中にも施肥前から肥料成分が存在していることから、成木では一時的に施肥量を変えても、すぐに有意な差が得られにくい。その点からも今後、比較的樹体変化の現れやすい幼木での検討も必要と考える。特に減肥区であるB・C区については成木による試験であったことから、将来樹体の変化が現れることも考えられるため引き続き調査検討を要する。

本試験で使用した肥料で経費を試算した結果、施肥成分量が少ないほど低コストとなったが、慣行施肥である年2回区ほど安価とはならなかった。しかし、たとえ経費がかかったとしても、施肥回数を削減でき省力化が図られること、肥料の流通量が増えることで単価が安くなることが期

待できる。このことから経費については、労働時間を含めた経費の算出、流通量の増加による単価の変動について、今後も検討を要する。

一方、問題点として、肥効調節型肥料は、石川（2010）が報告しているように、施肥後少なくとも半年は、施用場所に留まらなければ、施肥の効果が途絶えてしまうため、特に急峻な地形において使用する場合には、施肥後表層を軽く攪拌するなど滑落しないような対策も必要と考える。

以上のことから、肥効調節型肥料を用いることで、年2回の施肥が一般的となっている早生ウンシュウミカンにおいて、収量・果実品質を低下させることなく、施肥回数、施肥量を低減させ環境負荷軽減に貢献できる可能性があることが示唆された。

## 摘 要

5年間にわたり、肥効調節型肥料を用いて成木の早生ウンシュウミカンにおける施肥回数、施肥量を低減させた施肥法について検討した。施肥回数を2回から1回への削減、窒素成分量で2割の削減、リン酸、カリウムで4～5割の削減したすべての場合において、カンキツの生育や収量、果実品質に明らかな差が認められなかったことから、本肥料を用いることで、施肥効率の向上による施肥成分量の削減、施肥回数を減らすことによる施肥管理の省力化が可能となる。

## 引用文献

- 愛媛県農林水産部農業振興局農産園芸課編. 2009. 愛媛県施肥基準. 44.
- 愛媛県農林水産部農業振興局農産園芸課編. 2015. 愛媛の果樹. 32.
- 藤澤英司・小林 新・羽生友治. 1998. 被覆肥料の溶出速度に及ぼす土壌水分の影響. 土肥誌. 69: 582-589.
- 古屋 栄. 肥効調節型肥料による施肥技術の新展開 4. 1995. 果樹の被覆肥料施用技術. 土肥誌. 66: 574-580.
- 郡司掛則昭. 2015. 野菜に対する樹脂系被覆肥料の効果的な利用技術. 農業と科学. 3: 6-11.
- 羽生友治. 2001. 被覆肥料. p. 135-144 の 15. 農業技術体系 (土壌肥料編 第7-1巻). 農文協. 東京.

- 井上博道・伊藤豊彰・三枝正彦. 2000. 全量施肥・接触施肥・不耕起栽培における窒素の多量供給時期と幼樹の新梢伸長ならびに果実の収量・品質. 農業および園芸. 48: 479-480.
- 石川 啓. 2010. カンキツ園における土壌・施肥管理の改善による窒素利用効率向上と環境負荷軽減に関する研究. 愛媛農林水研果研セ研報.
- 糸川修司. 1997. 施設畑における施肥窒素の挙動と地下水の硝酸態窒素濃度. 土肥誌. 66: 327-330.
- 間苧谷 徹・町田 裕. 1976. 果樹の葉内水分不足に関する研究(第5報)ウンシュウミカンの葉の水ポテンシャル及び葉内水蒸気拡散抵抗の時期別推移について. 園学雑. 45: 261-266.
- 松丸恒夫. 1997. 被覆肥料利用による畑地からの肥料窒素溶脱抑制. 土肥誌. 68: 430-434.
- 中原美智男・岩切 徹・渋谷政夫・小山雄生・西垣 晋. 1985. アイソトープ  $^{15}\text{N}$  利用によるウンシュウミカン成木樹のチッ素施用法改善に関する研究. 佐賀果試特別報. 3: 15-130.
- 農水省大臣官房統計部編. 2008. 品目別経営統計. p. 1-12.
- 農水省果樹試興津支場編. 1987. カンキツの調査方法. p. 1-12.
- 坂本辰馬・奥地 進. 1963. 温州ミカン成木に対する6年間のカリ肥料施用の影響について. 園学雑. 32: 10-17.
- 坂本辰馬・奥地 進. 1968. 温州ミカンの樹の成長, 果実の品質, 葉中の窒素含量に及ぼす窒素供給時期の影響. 園学雑. 37: 30-36.
- 坂本辰馬・円木忠志・奥地 進・船上和喜. 1964. 温州みかん葉中の無機成分の組成ならびに土壌リンに及ぼす10年間のリン酸肥料施肥の影響. 園学雑. 33: 24-32.
- 関野幸二・猪之奥康治・高辻豊二. 1998. カンキツ作経営における園内作業道・小型機械化技術導入の経済効果. 農業経営研究. 36: 89-94.
- 鈴木哲男・岡本 茂・山田吉鋭. 1975. 温州ミカンの葉色と果実品質に及ぼす照度, チッ素濃度および土壌水分の影響. 園学雑. 44: 241-247.
- 高橋正輝. 肥効調節型肥料による施肥技術の新展開5(その1). 1998. 土肥誌. 69: 201-205.
- 土田通彦・相川博志・岡島量男. 2003. 肥効調節型肥料による露地ウンシュウミカンの年1回施肥法. 土肥誌. 74: 519-524.
- 上野正夫・熊谷勝己・富樫政博・田中信幸. 1991. 土壌窒素と緩効性肥料を利用した全量基肥施肥技術. 土肥誌. 62: 647-653.
- 山本洋司・朴 光来・中西康博・加藤 茂・熊澤喜久雄. 1995. 宮古島の地下水に硝酸態窒素濃度と  $\delta^{15}\text{N}$  値. 土肥誌. 66: 18-26.
- 横田泰昌・徳永和代・内野浩二・橋元祥一. 2000. '吉田ボンカン'の屋根掛け栽培における施肥回数低減. 九農研. 62: 235.
- 横田泰昌・徳永和代・内野浩二・川島俊次・橋元祥一. 2003. '吉田ボンカン'の屋根掛け栽培における肥効調節型肥料を利用した年1回施肥. 九農研. 65: 227.