

# 肥効調節型肥料を用いた 早生ウンシュウミカンの効率的年1回施肥法

愛媛県農林水産研究所  
果樹研究センター

主任研究員 三 堂 博 昭

## 1. はじめに

愛媛県は全国有数のカンキツ産地で知られていますが、傾斜地園が多いことから、機械化が遅れ労働生産性が低くなっています。特に、施肥管理作業時間は農作業全体から見れば4%程度と少ないものの、10aの面積に100~150kg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、大きな負担となっています。

現在、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ますが、これらの肥料は肥効の調節機能がある

だけでなく、緩効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ます（羽生，2001；古屋，1995）。また、水稻や野菜では、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ますが、カンキツでは報告事例は少ない状況です。そこで、‘宮川早生’ウンシュウミカンにおいて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ました。なお、本稿については、全農肥料委託試験のなかで実施し、園芸学研究に投稿した論文（印刷中）を参考としました。

## 2. 材料および方法

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いました。

## 1) 供試肥料

表1に示した各種の肥効調節型肥料および有機配合肥料（N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=10-8-8、有機率60%）を用いました。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：LP30）を使用し、2012年以降は20日溶出タ

表1. 窒素溶出試験における供試肥料

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	LP20
40日	リニア型	被覆燐硝安加里	14-11-13	ロング40
70日	シグモイド型	被覆燐硝安加里	14-11-13	Sロング70
80日	シグモイド型	被覆尿素	41-0-0	LPS80

イプのものに変更しました。

## 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’）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樹を選び調査しました。

## 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）を設けました。年1回A区は、愛媛県施肥基準の早生ウンシュウミカンの施肥量と同程度の分量を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ました。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ました。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ました。年

表2. 試験区の構成

試験区	試験区	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	LPS80, Sロング70, 有機配合肥料	19.0	14.3	15.2
年1回B区	LP20 (LP30) <sup>2</sup> , LPS80, ロング40, Sロング70	19.0	7.8	9.1
年1回C区	LP20 (LP30) <sup>2</sup> , LPS80, ロング40, Sロング70	15.2	7.8	9.1
年2回区	有機配合肥料	19.0	15.2	15.2

<sup>2</sup> 2009-2010年はLP30を供試し, 2011-2013年はLP20を供試した

2回区は, 有機配合肥料のみを施用しました(表2)。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ました。

#### 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下10~15cmのカンキツの主根域層の土壌を採取し測定しました。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ました。なお, 試験開始前の2009年10月28日に試験圃場から土壌を採取し, 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ました。

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ました。採取については, 1試験区当たり4樹供試しました。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

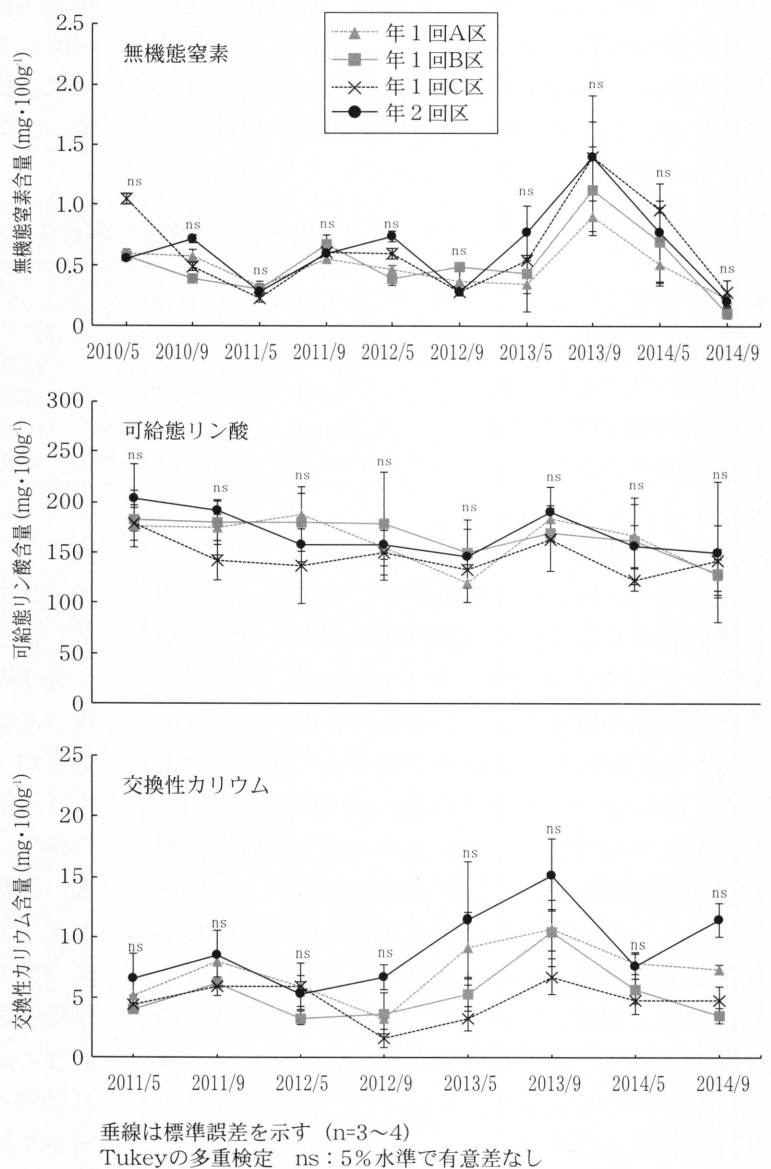


図1. 肥効調節型肥料を用いた施肥量削減がウンシュウミカン‘宮川早生’圃場の土壌中(5~15cm層)無機成分に及ぼす影響

値)については葉緑素計 (SPAD-502, コニカミノルタ (株)) を用いて計測しました。

### 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樹を選び収量を調査しました。樹冠容積については, 2010年2月24日と2015年2月12日に7かけ法により計測し増加率を算出しました。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としました。

### 6) 経費

肥効調節型肥料については, 10kg当たりLP20は2,237円, LPS80は2,339円, ロング40は2,703円, Sロング70は2,786円とし, 有機配合肥料については20kg当たり1,880円とし必要量を乗じ, 10a当たりの経費を算出しました。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聞き取りを行い参考価格としました。

## 3. 結果

### 1) 土壌中および葉中成分

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ませんでした。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ませんでした (図1)。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ませんでした (図2)。カリウム含有率については, 2012年9月および2014年7月はカリウムの施用量が少

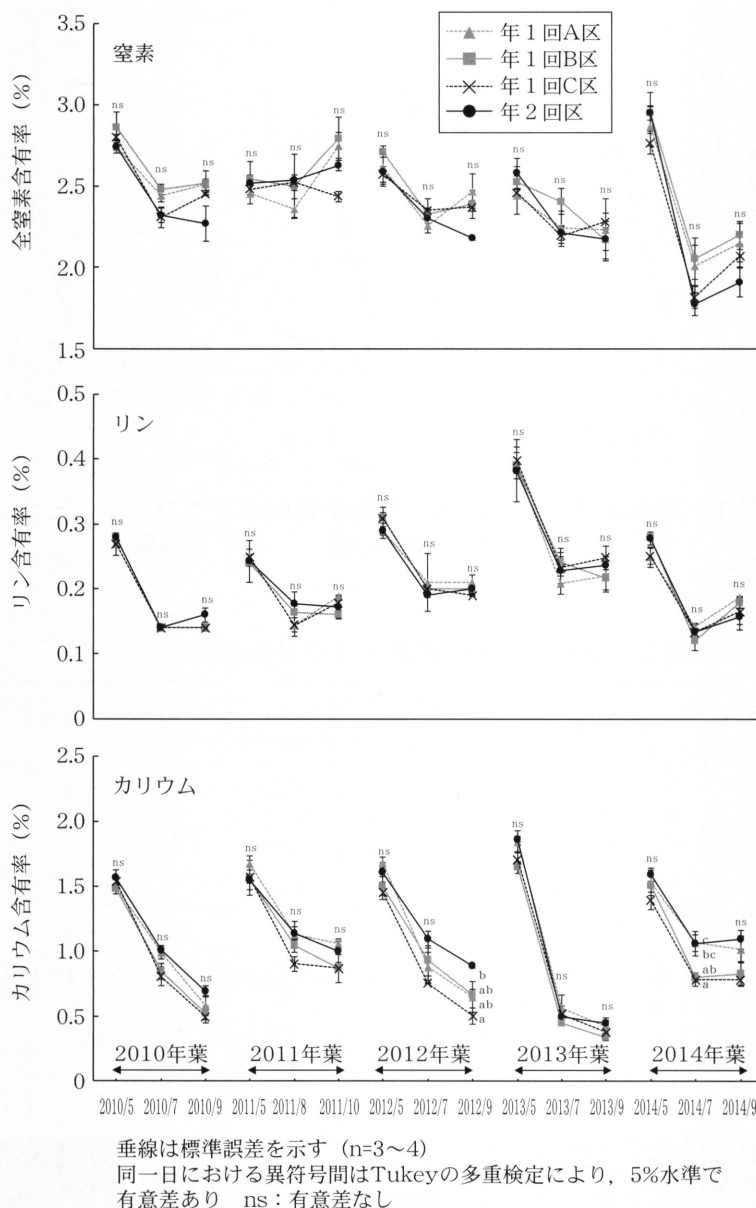


図2. 肥効調節型肥料を用いた施肥量削減がウンシュウミカン‘宮川早生’の葉(無着果枝)の無機成分含有率に及ぼす影響

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ました。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ませんでした (図3)。

### 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ませんでした (表3, 写真1)。収量についても, 年による増減はあったも

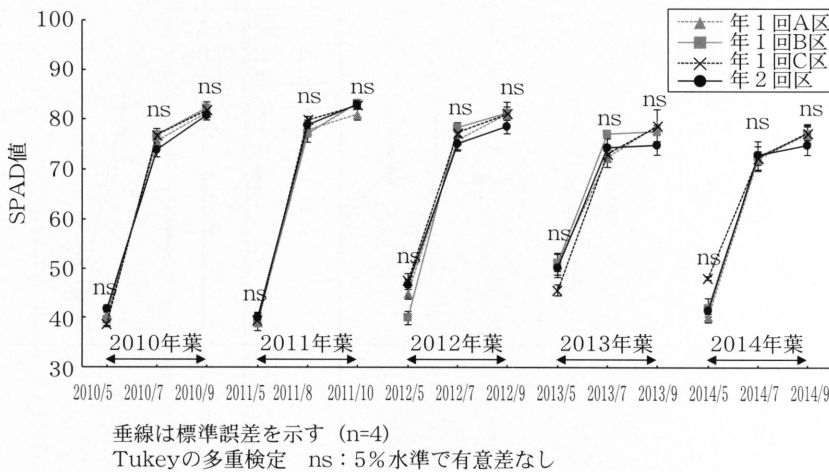


図3. 肥効調節型肥料を用いた施肥量削減がウンシュウミカン‘宮川早生’の葉色（SPAD値）に及ぼす影響

価となりました（表4）。

4. 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す。その特徴を活かし、カンキツにおいては、横田ら（2000, 2003）が‘吉田ポンカン’で施肥回数低減について報告しています。本肥料の窒素成分は、25℃の土壤中において、想

表3. 供試樹の樹冠容積および果実品質<sup>Z</sup>

試験区	樹冠容積 (m <sup>3</sup> )			果実重 (g)	着色程度 <sup>Y</sup>	果皮色 (a値)	果肉歩合 (%)	糖度 (°Brix)	クエン酸含量 (g・100mL <sup>-1</sup> )
	2010年	2015年	増加率(%)						
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>X</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>Z</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> 無0～完全着色10

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



写真1. 各処理区の樹の状態（試験開始6年目の状況）2015.11.16撮影

の、処理区間で有意な差は認められませんでした（図4）。

3) 経費評価

10a当たりの年間の施肥量を試算しますと、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、年2回区が最も安

定期間内に含有量の80%が溶出するとされています（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ますが、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ます。また、間苧谷, 町田（1976）、中原

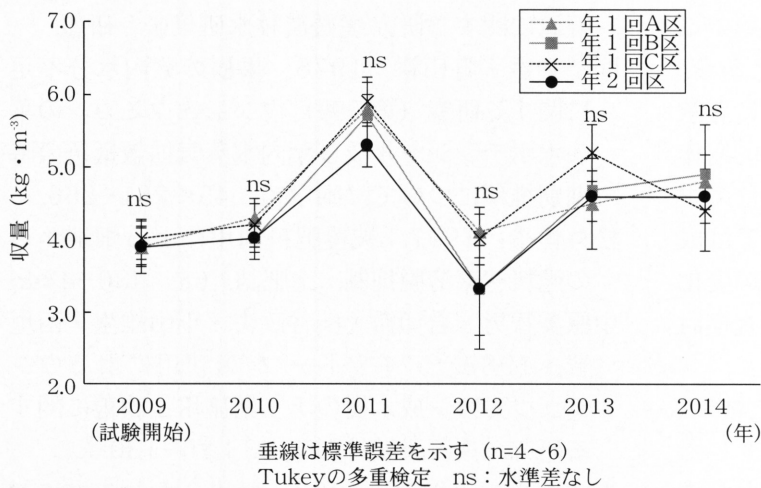


図4. 肥効調節型肥料の施肥量削減がウンシュウミカン‘宮川早生’の収量に及ぼす影響

表4. 10a当たりの年間肥料費 (千円/10a) z

試験区	LP20	LPS80	ロング40	Sロング70	有機配合肥料	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

z 単価については全農愛媛県本部より聞き取りによる。LP20は2,237円、LPS80は2,339円、ロング40は2,703円、Sロング70は2,786円、有機配合肥料は1,880円で試算し、必要量を乗じ千円以下を四捨五入した。

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℃以下になるとその能力が低下すると報告しており、それまでにより多くの成分が溶出したほうが、秋肥の効果が期待できます。当研究センターは12月中旬には地温が10~11℃で推移し、12月下旬には10℃以下になることから(データ省略)、試験開始前に選択した肥料を3年目に再検討し、肥料の一部を溶出速度の速い種類に変更して試験を継続しました。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ます。

施肥時期については、坂本・奥地(1968)によると窒素供給時期と着色遅延等の果実品質の低下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ります。本試験においては、収穫後の施肥としたことで、品質低下は認められませんでした。

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)、高橋(1998)、上野ら(1991)は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ます。本試験ではウンシュウミカンを用いましたが、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生じたものの、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ます。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ています。しかしながら、5年間施肥量を減らした本試験では、そういった葉色値、窒素含量の減少や果実品質の低下が確認されませんでした。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ます。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(坂本ら、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ます。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、すぐに有意な差がでません。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ます。特に減肥区であるBおよび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が必要と考えます。

本試験で使用した肥料で経費を試算した結果、施肥分量が少ないほど低コストとなりましたが、慣行施肥である年2回区ほど安価とはなりません。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は図られます。肥料の流通量が増えれば単価が安くなることが期待できます。

一方、肥効調節型肥料は、石川(2010)の報告によれば、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ます。

以上のことから、溶出タイプの異なる肥効調節型肥料を組み合わせることで、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ました。

### 引 用 文 献

- 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. 1995. 肥効調節型肥料による施肥技術の新展開4. 果樹の被覆肥料施用技術. 土肥誌. 66: 574-580.
- 羽生友治. 2001. 被覆肥料. p.135-144の15. 農業技術大系(土壌肥料編第7-1巻). 農文協. 東京.
- 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.
- 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<sup>15</sup>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.
- 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.
- 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. 1998. 肥効調節型肥料による施肥技術の新展開5(その1). 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.
- 横田泰昌・徳永和代・内野浩二・橋元祥一. 2000. '吉田ポンカン'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. '吉田ポンカン'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.