

# <sup>15</sup>Nトレーサー法によるウンシュウミカン‘寿太郎温州’と‘青島温州’の夏季窒素吸収分配特性の比較†

杉山泰之<sup>1)</sup>・鈴木晴夫<sup>2)</sup>・梅宮善章<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>農林技術研究所果樹研究センター, <sup>2)</sup>元静岡県柑橘試験場,

<sup>3)</sup>独立行政法人農業技術研究機構果樹研究所

## Absorption and translocation of nitrogen fertilizer on Satsuma Mandarin ‘Jutarou unshuu’ and ‘Aoshima unshuu’ in summer by the <sup>15</sup>N-tracer method

Yasuyuki Sugiyama<sup>1)</sup>, Haruo Suzuki<sup>2)</sup> and Yoshiaki Umemiya<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Furuts Research Center/Shizuoka Res. Inst. of Agri. And Forest.,

<sup>2)</sup>Past Shizuoka Prefectural Citrus Experiment Station,

<sup>3)</sup>National Institute of Fruit Tree Science an Independent Administrative Institution,

### Abstract

The characteristics of absorption and translocation of nitrogen fertilizer on Satsuma mandarin ‘Jutarou Unshuu’, a variety of bud mutation of ‘Aoshima Unshuu’ with weak vigor, was studied by the <sup>15</sup>N-tracer method using 4 year-old trees in pots. ‘Jutarou Unshuu’ was inferior to ‘Aoshima Unshuu’ in growth of the underground part, and had a larger T-R ratio. The difference between the varieties was not examined the quantity of nitrogen uptake or nitrogen absorption speed. However, the distribution of tendency of absorbed nitrogen was different between the varieties, where ‘Jutarou Unshuu’ had fewer relationships to the underground part (small and middle roots, big roots, root cap) in comparison with ‘Aoshima Unshuu’. The distribution of absorbed nitrogen in the above-ground part (trunk, branch, leaf) of ‘Jutarou Unshuu’ were greater than ‘Aoshima Unshuu’. The quantity of absorbed nitrogen in ‘Jutarou Unshuu’ was not different from ‘Aoshima Unshuu’, but the rate of distribution of absorbed nitrogen in the underground part was different.

キーワード：ウンシュウミカン, 寿太郎温州, <sup>15</sup>N, 窒素吸収量, 品種特性, 樹勢衰弱

## I 緒 言

ウンシュウミカンの‘寿太郎温州’は, ‘青島温州’の枝変わりとして, 静岡県沼津市西浦地区で発見され, 昭和 57 年ごろから産地化された普通温州の品種である. この品種の果実は‘青島温州’に比べ大きさが小さい,

糖度・酸度が高い, 浮き皮が少ないなどの特徴があり, 風味が濃厚であることから<sup>2)</sup>, 地域の特産品種として市場の高い評価を受け, 静岡県における生産面積は拡大傾向である.

‘寿太郎温州’の外観は‘青島温州’に比べ, 枝条は繊細で節間が短く, 葉が小さく, 葉色がやや淡く, やせ地では着花過多になるなど, 特性が異なる. また, 結実

†本報告の一部は, 平成 15 年園芸学会東海支部 (2003 年 8 月 29 日) で発表した

に伴い、樹勢が弱くなる特徴があり<sup>2)</sup>、これは生産量の減少や隔年結果の原因となるため、生産現場では特に問題となっている。

樹勢が弱いことには、何らかの栄養的な問題点があると考えられるが、一般的に果樹を土壤肥沃土の高い場で栽培するとやせ地より樹勢が強くなる傾向がある。これは地力窒素の発現量が多いため、樹体への窒素の取込量が増えるためと考えられる。

‘寿太郎温州’は比較的新しい品種であるため、肥料の吸収・分配特性は全く明らかになっていない。そこで、<sup>15</sup>Nトレーサー法を用い、窒素の吸収量や分配特性について‘青島温州’と比較検討したので報告する。

## II 材料及び方法

‘寿太郎温州’と‘青島温州’の60L容ポット植え4年生樹(カラタチ台、培地60L、1ポット当たり1樹植栽)を各3樹供試した。2001年7月13日に1ポット当たり<sup>15</sup>N硝酸カリウム(10.5atom%)35.7g(N:5g)を1Lの蒸留水に溶かして施用した。リン酸は無施用とした。

試験は降雨の影響を避けるため、屋根かけハウス内で行った。かん水は、1樹当たり4Lを2~3日間隔で実施した。また、ポット下部からは水がわずかに流出した。生理落果が多かったため無摘果で管理した。

<sup>15</sup>Nの吸収・転流を確認するため、各葉齢の葉(春葉、旧葉)を15日おきに、1樹から10~15枚採取した。

<sup>15</sup>N処理90日後の10月に12部位(果皮、果肉、夏葉、春葉、旧葉、夏枝、春枝、1年枝、枝・主幹、根幹、中小根(20~2mm)、細根(2mm以下))に分類し、葉面積をレーザー葉面積計(CID製)により測定した。送風乾燥機(105℃)で3~7日間乾燥後、乾物重を測定した。

また、経時的に採取した葉および解体した試料は振動式粉砕ミルで微粉砕し、同位体分析用質量分析装置(ANCA-SL: Europa scientific製)で<sup>15</sup>Nおよび窒素含有率を分析した。各部位に存在する<sup>15</sup>Nの割合は次式

$$^{15}\text{N 寄与率} = \frac{(\text{部位中の } ^{15}\text{Natom}\% - \text{自然界の } ^{15}\text{Natom}\%)}{(\text{標識肥料中の } ^{15}\text{Natom}\% - \text{自然界の } ^{15}\text{Natom}\%)} \times 100$$

により、<sup>15</sup>N寄与率を算出し、品種間および部位間差を比較した。

吸収された施肥窒素(処理した<sup>15</sup>N硝酸カリウムに含まれる窒素)は以下の式により算出した。

$$\text{施肥窒素含有量} = ^{15}\text{N 寄与率} \times \text{窒素含有率} \times \text{乾物重}$$

また、部位別の施肥窒素を合計し、窒素吸収量と窒素吸収率を算出した。

## III 結 果

解体時における‘寿太郎温州’は‘青島温州’より着果数が多かったが、葉数が多く、葉面積も大きいため、果実1果当たりの葉面積は、青島温州と同程度であった(表1)。

葉中の<sup>15</sup>N寄与率は、両品種とも15日目まで急激に増加し、その後90日目まで緩やかに増加した(図1)。また、その値は‘寿太郎温州’が‘青島温州’より春葉・旧葉とも高く推移した。葉齢別では、いずれの品種も春葉のほうが<sup>15</sup>N寄与率は高く推移した。

部位別の乾物重は、品種により傾向が異なり、‘寿太郎温州’は‘青島温州’に比べ、葉および枝の占める量が多く、地下部の根幹・大根および中小根が少なかった(表2)。このため、TR比は‘青島温州’の2.63に対し、‘寿太郎温州’は4.64と高くなった。しかし、細根の乾物重は同程度であった。

窒素含有率は両品種とも、葉、細根で高かったが、品種間の差は認められなかった(表2)。

全窒素の分布は乾物重と同様な傾向で、‘寿太郎温州’のほうが地下部の占める割合が小さかった(表2)。

部位別の施肥窒素含有量と<sup>15</sup>N分配割合も、乾物重と同様な傾向で‘寿太郎温州’で地下部が低く、分配割合は‘寿太郎温州’が16.2%、‘青島温州’が24.4%であった(表3)。しかし、施肥窒素吸収量の合計および窒素吸収率に、品種間差は認められなかった(表3)。また<sup>15</sup>N寄与率は、両品種とも、果肉、夏葉、春葉、夏枝、春枝および細根の値が高く、これらの部位に優先的に転流していた。

窒素の吸収速度は‘寿太郎温州’が31.6(mg/1000g樹・日)、‘青島温州’が32.0(mg/1000g樹・日)、と同程度だった(表4)。

## IV 考 察

### 1 吸収された窒素の分配

本試験では、樹勢の強弱が窒素吸収量および分配に関係していることを予想し、<sup>15</sup>Nトレーサー法により調査した。

施肥直後からの<sup>15</sup>N寄与率の変化は‘寿太郎温州’の方が旧葉・春葉とも高くなり、その後春葉は常に‘青島温州’より高い値で推移したが(図1)、解体時の窒素吸収

表1 解体時における調査樹の着果数および生育状況

品種	着果数	果重	1果重	葉数	葉面積	葉1枚当たりの葉面積	葉果比	1果当たりの葉面積
	個	g	g	枚	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>		cm <sup>2</sup>
寿太郎温州	37	2025	56	2036	19331	9.5	57	554
青島温州	27	2455	95	865	14738	17.0	34	610
分散分析	ns <sup>z)</sup>	ns	ns	**	*	**	ns	ns

z) \*\*は危険率1%、\*は危険率5%でそれぞれ有意差あり、nsは有意差なし

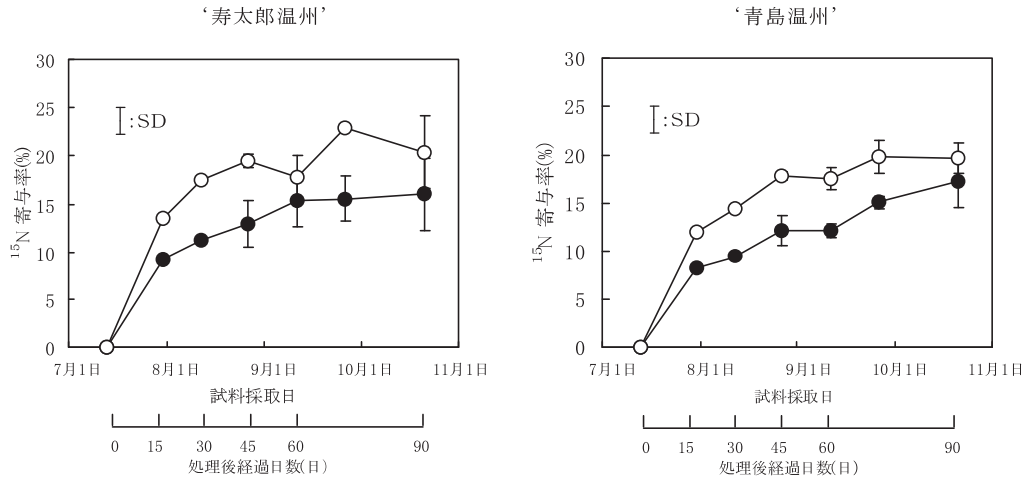


図1 ‘寿太郎温州’と‘青島温州’における葉中の<sup>15</sup>N寄与率の経時的変化

●：旧葉、○：春葉  
<sup>15</sup>N処理日：2001年7月13日  
 処理試薬：10.5atom% 硝酸カリ35.7g (N:5g)

表2 ‘寿太郎温州’と‘青島温州’の部位別の乾物重、窒素含有率

部位	乾物重		窒素含有率		全窒素の分布		
	寿太郎 g	青島 g	寿太郎 %	青島 %	寿太郎 %	青島 %	
果実	果皮	109	1.27	1.26	6.6	7.9	
	果肉	208	1.35	1.44	13.4	15.4	
	果実合計	317	341	1.32	1.38	20.0	23.3
葉	夏葉	9	2.97	2.74	1.3	0.4	
	春葉	140	115	3.12	3.14	20.8	18.0
	旧葉	108	83	3.00	2.99	15.5	12.3
	葉合計	257	201	3.06	3.06	37.6	30.7
枝	夏枝	6	0.3	1.99	1.82	0.5	0.0
	春枝	15	10	2.03	2.08	1.5	1.1
	1年枝	149	133	1.53	1.28	10.9	8.5
	枝・主幹	391	254	0.66	0.70	12.3	8.8
	枝合計	561	398	0.94	0.90	25.3	18.4
地上部合計		1135	940	1.53	1.52	82.9	72.4
根	根幹・太根	85	120	0.77	0.84	3.1	5.0
	中小根	75	139	1.27	1.57	4.6	10.8
	細根	84	98	2.34	2.39	9.4	11.7
	地下部合計	245	357	1.46	1.60	17.1	27.6
合計	1380	1297	1.52	1.54	100.0	100.0	
T/R比	4.64	2.63	-	-	-	-	

率および吸収速度には品種間差が認められなかった(表3, 4).

しかし, 吸収された窒素の分配割合に品種間差が認められた. すなわち, 樹勢が弱いとされている‘寿太郎温州’は‘青島温州’に比べ, 地下部への<sup>15</sup>N分配割合が少なく, 特に中小根, 根幹・太根への分配割合が少なかった(表3). Yanoら<sup>13)</sup>は樹勢の弱いユスラウメ台木のモモについて, <sup>15</sup>Nトレーサー法で窒素の分配を調査した. その結果, 本報告と同様ユスラウメ台木では, 地下部への分配割合が低かったことを確認している. ウンシュウミカンでは地下部に蓄積した窒素は, 春季になるとその74%が地上部に移動し, そのうち39%が新器官に, 17%が木本部に, 17%が旧葉に分配され, 新器官の生長に重要な役割があることが報告されている<sup>9)</sup>.

一方, 稲葉ら<sup>4)</sup>が生産現場で行った成木の調査では, ‘寿太郎温州’の根が少ないことが確認されており, 生産現場の樹でも本試験樹と同様に, 窒素の地下部への分配割合が少なくなっている可能性が考えられた. これらのことから, ‘寿太郎温州’は長年の栽培により, 地下部への窒素蓄積量が少なくなることが考えられ, その結果春季の新器官の生育が悪くなり, 樹勢が衰えることが予想された.

## 2 窒素の吸収率と吸収速度

これまでに<sup>15</sup>Nを用いて窒素吸収率を調査した結果は, 施肥時期や処理期間など条件が異なるが40.3~56.6%<sup>1)</sup>, 5.4~36.5%<sup>9)</sup>, 64~75%<sup>11)</sup>で, それらの試験に比較すると本試験での窒素の吸収率は‘寿太郎温州’78.6%, ‘青島温州’74.6%と高かった. 一方, 加藤ら<sup>5)</sup>の試験では84.2%と本試験以上の吸収率であった. これについて加藤ら<sup>5)</sup>は, 試験期間中の降雨が少なかったことを理由にあげている. 本試験は屋根かけハウス内でポット植栽樹を用い, かん水量はポットの下部から水がわずかに出るよう行った. このため, 根圏外への窒素の流亡が少なく, 結果的に吸収率が高くなったと考えられた.

窒素の吸収速度はLegazら<sup>8)</sup>が5年生柑橘樹(*Citrus mitis Blanco*)を用い調査している. この結果では, 開花時期の施肥で30(mg/1000g樹・日), 結実時期で50(mg/1000g樹・日)と報告しており, 夏季は春季より窒素の吸収が盛んである<sup>3)</sup>ことを考慮すると, 本試験における窒素吸収速

表3 ‘寿太郎温州’と‘青島温州’の部位別施肥窒素(<sup>15</sup>N硝酸カリ中の窒素)の分布と<sup>15</sup>N寄与率

部 位	施肥窒素含有量		<sup>15</sup> N分配割合		<sup>15</sup> N寄与率		
	寿太郎 mg	青島 mg	寿太郎 %	青島 %	寿太郎 %	青島 %	
果実	果皮	275	312	7.0	8.4	19.8	19.6
	果肉	646	704	16.4	18.9	23.0	22.8
	果実合計	921	1016	23.4	27.2	-	-
葉	夏葉	93	23	2.4	0.6	33.3	31.4
	春葉	886	715	22.6	19.2	20.4	19.7
	旧葉	520	428	13.2	11.5	16.0	17.3
	葉合計	1499	1166	38.2	31.3	-	-
枝	夏枝	35	2	0.9	0.1	30.8	31.3
	春枝	116	69	2.9	1.8	37.7	32.1
	1年枝	368	302	9.4	8.1	16.1	17.7
	枝・主幹	351	267	8.9	7.2	13.7	14.9
	枝合計	870	640	22.1	17.2	-	-
根	地上部合計	3290	2822	83.8	75.7	-	-
	根幹・太根	78	118	2.0	3.2	11.8	11.7
	中小根	153	337	3.9	9.0	16.0	15.4
	細根	407	454	10.4	12.2	20.8	19.3
地下部合計	638	909	16.2	24.4	-	-	
施肥N吸収量合計	3928	3730	-	-	-	-	
窒素吸収率	78.6%	74.6%	-	-	-	-	

表4 窒素の吸収速度

	寿太郎	青島
N吸収速度 mg/1000g・tree (dw)・day	31.6	32.0

度31.6(mg/1000g樹・日)(表4)はLegazら<sup>8)</sup>の結果より低かった.

## 3 窒素の吸収量と細根量の関係

今回の試験では, 施肥窒素吸収量の品種間差が認められなかった(表3). 解体調査の結果, 乾物重の地下部合計で品種間に大きな差がみられたが, 細根は差が小さかった(表2). 細根量と無機成分の吸収量とは相関関係があることが報告されていることから<sup>12)</sup>, 今回の試験で窒素の吸収量に差が認められなかったのは, 細根量がほぼ同程度に発生していたことに起因していると考えられた.

また, ポットに植栽された結実2年目の幼木を用いたため, ‘寿太郎温州’の極端な樹勢低下は発生しなかった. このことも, 窒素吸収量に差がなかった理由と考えられる. 今後は成木で樹勢が低下した樹においても, 同様の傾向がみられるか, さらに確認する必要があると考えられた.

## V 摘 要

‘青島温州’の枝変わり品種で、樹勢が弱いとされている‘寿太郎温州’の肥料の吸収・分配特性を把握するため、ポット植え4年生の幼木を用い、<sup>15</sup>Nトレーサー法により検討し、以下のことが明らかになった。

‘寿太郎温州’は‘青島温州’に比べ、地下部の生育が劣り、T-R比が大きかった。吸収された窒素量および窒素吸収速度に品種間の違いはみられなかった。しかし、吸収された窒素の分配は品種間で傾向が異なり、‘寿太郎温州’は‘青島温州’に比べ地下部(細根, 中小根, 太根, 根幹)への分配量が少なかった。また、‘寿太郎温州’の地上部における分配は、‘青島温州’に比べ、主幹・枝, 葉への分配が多かった。以上のことから、‘寿太郎温州’は‘青島温州’と窒素の吸収量は差がないが、地下部への分配量が少ないことが明らかになった。

## 謝 辞

本論文を作成するに当たり、校閲していただいた元静岡県柑橘試験場大城晃西遠分場長と静岡県農林技術研究所吉川公規主幹に深謝します。

## 引 用 文 献

- 1) Feigenbaum, S., H. Bielorai, Y. Erner and S. Dasberg. The fate of <sup>15</sup>N labeled nitrogen applied to mature citrus trees. *Plant and Soil*. 97 : 179~187.
- 2) 原節生. 1990. 寿太郎温州. p. 20~25. 廣瀬和榮編著. 高糖系ウンシュウの品種と栽培. 誠文堂新光社. 東京.
- 3) 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. 神奈川園研報. 17 : 18~26.
- 4) 稲葉元良・鈴木富・高橋哲也・鈴木宏史. 2003. ‘寿太郎温州’の生産性と果実品質に及ぼす要因の解明. 園学雑. 72(別2) : 304.
- 5) 加藤忠司・久保田収治・塚原貞雄. 1981. 重窒素利用によるウンシュウミカンの窒素の吸収とその体内移行に関する研究. 第6報. 後期夏肥窒素について. 四国農試報. 36 : 1~6.
- 6) Kato, T., S. Kubota, S. Bambang. 1982. Uptake of <sup>15</sup>N-nitrate by citrus tree in winter and repartitioning in spring. *J. Japan. Soc. Hort.* 50 : 421~426.
- 7) 久保田収治・加藤忠司・赤尾勝一郎・文屋千代. 1976. 重窒素利用によるウンシュウミカンの窒素の吸収とその体内移行に関する研究. 第4報. 初夏肥窒素について. 四国農試報. 29. 55~66.
- 8) Legaz, F., E. Primo-Millo, E. Primo-Yufero, C. Gil and J. L. Rubio. 1982. Nitrogen fertilization in citrus. Absorption and distribution of nitrogen in calamondin trees (*Citrus mitis* Bl.) during flowering, fruit set and initial fruit development periods. *Plant and Soil*. 66 : 339~351.
- 9) Martines, M., J. Banuls, A. Quinones, B. Martin, E. Primo-Millo and F. Legaz. 2002. Fate and transformations of <sup>15</sup>N labeled nitrogen applied in spring to Citrus trees. *J. Hort. Sci. Biotech.* 77 : 361~367.
- 10) 小野祐幸・岩垣功・高原利雄. 1986. カンキツの根群分布と葉の着生との関係. 果樹試報D. 8 : 25~36.
- 11) Quinones, A., J. Banuls, E. Primo-Millo and F. Legaz. 2003. Effects of <sup>15</sup>N application frequency on nitrogen uptake efficiency in Citrus trees. 2003. *J. Plant Physiol.* 160 : 1429~1434.
- 12) 橘泰憲. 1990. 養分吸収の種間差. p17-24. 農業技術体系土壌肥料編. 2作物の栄養と生育編. III作物の生産能と栄養生理. 農文協. 東京.
- 13) Yano, T., Y. Umemiya, H. Inoue, Y. Shimizu, S. Shinkai, 2330, Effects of Rootstock and interstock on <sup>15</sup>N-Labeled nitrogen.