ナギナタガヤ草生ミカン園における春肥窒素の吸収特性

石川 啓^{1*}・木村秀也²

¹ 愛媛県立果樹試験場 791-0112 松山市下伊台町 1618

² 近畿中国四国農業研究センター 721-8514 福山市西深津町 6-12-1

Absorption of Spring Applied Nitrogen in Satsuma Mandarin Orchard Covered with Rat's-tail Fescue, *Vulpia myuros*

Kei Ishikawa^{1*} and Hideya Kimura²

¹ Ehime Fruit Tree Experiment Station, Shimoidai, Matsuyama, Ehime 791-0112

² National Agricultural Research Center for Western Region, Nishifukatsu, Fukuyama, Hiroshima 721-8514

Abstract

A ¹⁵N-tracer method was used to study the absorption of nitrogen applied in the spring to Satsuma mandarin trees and Rat's-tail fescue, *Vulpia myuros*, in a mandarin orange orchard covered with Rat's-tail fescue. The amount of nitrogen applied in the spring that was absorbed by mandarin orange trees in a plot covered with Rat's-tail fescue was markedly smaller, about 47%, than that in a clean cultivated plot; the difference was particularly large in new leaves. The amount of nitrogen absorbed by Rat's-tail fescue in a sod culture plot was about twice as large as that absorbed by the trees in the plot. Trees in the clean cultivated plot showed higher rates of ¹⁵N occupied by supplied nitrogen in all organs than trees in the sod culture plot did; the difference was particularly large in newly developed organs. However, Rat's-tail fescue in the sod culture plot showed a markedly higher rate of ¹⁵N occupied by supplied nitrogen than the trees showed. A comparison of the utilization rates of nitrogen applied in the spring to trees in two different plots demonstrated that the rate was 16.7% in the sod culture plot and 35.3% in the clean cultivated plot; the rate was markedly higher in the clean cultivated plot. However, the utilization rate including an absorbed amount by Rat's-tail fescue was 51.6% in the sod culture plot, which was about 1.5 times as high as that in the clean cultivated plot.

Key Words : ¹⁵N-tracer method, Satsuma mandarin, Sod culture

キーワード : ¹⁵N トレーサー法, 草生栽培, ウンシュウミカン

緒 言

果樹園における草生栽培に関する研究については、既に多くの報告があり、これらの中には草生による土壌環境の変化、草生が樹体や収量・果実品質等に及ぼす影響を長期間にわたり詳細に検討した事例（笠原・渡辺, 1982; 坂本ら, 1965; 高辻ら, 1987; 渡辺・笠原, 1982; 渡辺, 1968）もみられる。しかし、カンキツ園の草生条件下における施肥窒素の樹体や草種による吸収特性について、定量的な手法で検討した研究例は極めて少なく、不明な点が多く残されている。

また近年、カンキツ園では雑草管理の省力化や土壌改良効果を期待して、ナギナタガヤを利用した草生栽培が急速に普及し始めている。ナギナタガヤは1年生のイネ科草種であり（長田, 1989）、秋季に発芽し、春季に旺盛な生育を示して出穂後は自重で自然に倒伏し、初夏に枯死する。こ

のため、刈り払う必要が無く、しかも枯死後は敷き草状態となり地表面を被覆するため夏草の発生を抑制することが可能である。一方、このナギナタガヤ草生栽培は、雑草管理以外にも、社会的な問題となっている施肥窒素の溶脱に起因する環境負荷の軽減策の一つとして注目されている。すなわち、樹体に加えナギナタガヤによる施肥窒素の吸収を利用し、園全体としての窒素利用率の向上を図ることが可能となれば、溶脱窒素量は減少することが期待できる。しかし、実際に本種をミカン園に導入した際の施肥窒素の吸収量、あるいはミカン樹との窒素競合関係等については、未だ明らかにされていない。

これらのことから、筆者らはナギナタガヤの生育盛期に施用される春肥窒素のウンシュウミカンおよびナギナタガヤによる吸収特性について、ポット栽培条件下において¹⁵N トレーサー法を用いて検討した。

材料および方法

愛媛県立果樹試験場内において容積約60 Lの黒色ポット（上面半径約24 cm、下面半径約21 cm、高さ約40 cmの逆

2005年10月3日 受付。2005年12月1日 受理。

本報告の一部は園芸学会中四国支部平成14年度大会で発表した。

* Corresponding author. E-mail: ishikawa-kei@pref.ehime.jp

円錐台形)に植栽されている3年生‘南柑20号’を3ポット/区供試し、ナギナタガヤ草生区(以下草生区)および清耕裸地区(以下裸地区)を設けた。草生区については、生育初期のナギナタガヤによる秋肥窒素の吸収に伴う樹体への影響を避けるため、別の圃場において2000年10月中旬に播種し(播種量:約8 kg/10 a換算量・雪印種苗社製の種子)、育成していたナギナタガヤを2001年2月にポットに移植した。なお、ポットの土壌は、2000年3月の苗木植え付け時に花崗岩質土壌(中粗粒褐色森林土、約50 L/pot)と牛糞オガクズ堆肥(約10 L/pot)を混合したものを用いた。

供試肥料として¹⁵N標識硫酸(10.3 atom%)を用い、N:10 kg/10 a換算量(8.18 g/pot)を2 Lの水に溶かし、2001年3月14日に施用した。リン酸および加里は、過磷酸石灰(7.93 g/pot)と硫酸加里(3.08 g/pot)を施用した。

供試ポットは、施肥前までは露地栽培を行い、施肥後は側面を解放したガラス室内に移し、解体時まで管理した。灌水は施肥後～解体時まで4～5日間隔(6～9 mm/回)

で実施した。

解体は、2001年6月6日～11日にかけて樹体を新葉・新梢・幼果・旧葉・1年枝・2年枝・主幹・細根・小中根・大根根幹に分けて実施した。また、施肥時から解体時まで旧葉や花器等の落下物を適宜採取した。ナギナタガヤは倒伏した穂部からの種子の脱落を防ぐため地上部を5月31日に刈り取り、地下部は樹体の解体時に採取した。

調査は、解体時に旧葉と新葉の着生数を測定するとともに、樹体およびナギナタガヤ各器官の乾物重、全窒素含有率および¹⁵N濃度について行った。全窒素分析はケルダール法、¹⁵N分析は狩野ら(1974)の方法に準じて発光分析法(日本分光社製 N-151 アナライザー)により実施した。

結 果

樹体の乾物重は、総量では草生区の方が裸地区より11%程度少なかった。これを器官別にみると、特に新葉における差異が大きく、裸地区の50%以下であった(第1表)。ま

第1表 ナギナタガヤ草生栽培における‘南柑20号’およびナギナタガヤの乾物重、全窒素含有率、全窒素量

部 位	乾物重 (g/pot [†])		全 N 含有率 (%)		全 N 量 (g/pot [†])	
	草生区	裸地区	草生区	裸地区	草生区	裸地区
(樹 体)						
新 葉	21.1	45.0 ^z	2.74	2.97	0.59	1.34*
新 梢	4.3	6.1	2.40	2.19	0.11	0.13
幼 果	12.0	15.7	2.47	2.42	0.30	0.38
旧 葉	60.1	62.0	2.45	2.48	1.46	1.51
1 年 枝	32.7	36.8*	1.29	1.42	0.42	0.52*
2 年 枝	49.4	58.6	0.75	0.81	0.37	0.46
主 幹	37.4	37.6	0.60	0.64	0.23	0.24
細 根	87.6	91.8	1.95	2.08	1.67	1.88
小 中 根	35.6	41.8	1.31	1.18	0.46	0.48
大根根幹	59.2	50.7	0.87	0.76	0.51	0.39
落下旧葉	22.3	23.4	2.27	2.42	0.50	0.57
落花(果)	31.5	40.2	3.48	3.65	1.09	1.47
樹 全 体	453.1	509.6	1.70	1.84*	7.70	9.36*
(ナギナタガヤ)						
茎葉・穂	91.9	—	1.58	—	1.45	—
根	16.4	—	1.19	—	0.20	—
ナギナタガヤ全体	108.3	—	1.52	—	1.65	—
合 計	561.4	509.6	—	—	9.35	9.36

^z*: T検定において5%レベルで有意差があることを示す (n=3)

[†]容積約60 Lの pot

第2表 ナギナタガヤ草生栽培が‘南柑20号’の旧葉および新葉に及ぼす影響

試 験 区	旧 葉		新 葉	
	着葉数 ^y	1 葉重 (mg DW)	着葉数 ^y	1 葉重 (mg DW)
草 生 区	326.3	178.7	500.0	41.8
裸 地 区	320.0	184.1	743.7	62.9
有 意 性 ^z	NS	NS	*	NS

^z*: T検定において5%レベルで有意差があることを示す (n=3)

^y解体時の着生葉, 1 pot 平均値

第1図 ナギナタガヤ草生区および裸地区における‘南柑20号’の器官別春肥窒素吸収量
誤差線は標準誤差を示す (n=3)

第2図 ナギナタガヤ草生区と裸地区の春肥窒素吸収量・利用率および ^{15}N 寄与率
誤差線は標準誤差を示す (n=3)

第3図 ナギナタガヤの春肥窒素吸収量および ^{15}N 寄与率
誤差線は標準誤差を示す (n=3)

第4図 ナギナタガヤ草生区および裸地区における‘南柑20号’の器官別吸収窒素分布割合
誤差線は標準誤差を示す (n=3)

た、草生区では新葉の着生数が減少し、1葉重も裸地区の66%程度であった(第2表)。ナギナタガヤの乾物重は樹体の24%程度と少なかった。ナギナタガヤは地上部の割合が高く、全体の85%程度であった(第1表)。樹体の全窒素含有率は、草生区では新葉、1年枝、2年枝、細根などにおいて裸地区より低い傾向にあったが、有意な差ではなかった。また、全窒素量についてみると、樹体では新葉および1年枝において、草生区の方が裸地区より有意に少なかった。総量でも草生区の方が18%程度少なかった。一方、ナギナタガヤの全窒素量は樹体の21%程度であった(第1表)。

トレーサーにより求められた春肥窒素の吸収量は、樹体では草生区が裸地区の約47%であり著しく少なかった。器官別に比較すると、新葉における差異が最も大きく、次いで落花(果)、幼果、新梢の順となった(第1図)。草生区におけるナギナタガヤの吸収量は、樹体の約2倍であった(第2図)。また、ナギナタガヤでは地上部による吸収量が著しく多かった(第3図)。

樹体内における吸収窒素の分布割合は、両区とも新葉、旧葉、細根、落花(果)などで高かった。これらの器官について比較すると、草生区は裸地区に比べ新葉において低く、旧葉・細根ではやや高い傾向がみられた(第4図)。

^{15}N 寄与率(赤尾ら, 1978)(その器官に存在する総ての窒素のうち施肥窒素の占める割合)は、両区に共通する傾向として、新葉、新梢、幼果、落花(果)などの新器官が、他の器官に比べてかなり高率であった。草生区と裸地区を比較すると、いずれの器官においても裸地区の方が有意に高く、特に新器官における差異が大きかった(第5図)。一方、ナギナタガヤにおける ^{15}N 寄与率は、樹体に比べ著しく高かった(第2図)。

春肥窒素の利用率(施用窒素総量に対する吸収窒素の割合)は、樹体で比較すると草生区16.7%、裸地区35.3%であり、裸地区の方が顕著に高かった。しかし、ナギナタガヤによる吸収量を加えた草生区の利用率は51.6%となり、裸地区の約1.5倍であった(第2図)。

第5図 ナギナタガヤ草生区および裸地区における‘南柑20号’の器官別 ^{15}N 寄与率
誤差線は標準誤差を示す (n=3)

考 察

ナギナタガヤの愛媛県における発芽期は概ね10月上旬頃であり、5～15 cm程度の草高で越冬する。気温が上昇し始める3月上旬頃から伸長を再開し、3月下旬～4月下旬頃には草高60 cm程に達し生育盛期を迎え、出穂後倒伏して5月中下旬頃に枯死する。ウンシュウミカンの春肥は一般に3月に施用されるため、寒地型草種であるナギナタガヤを導入した園地では、施用後の春肥はミカン樹と生育盛期に当たるナギナタガヤの双方に吸収されることが推測された。

草生区のナギナタガヤによる春肥窒素の吸収についてみると、その利用率は34.9%と高く、裸地区の樹体による利用率に匹敵する程であった。同じイネ科で寒地型草種のオーチャードグラスをリンゴ園に供試した佐藤・佐々木(1982)は、4月上旬に施肥を行った場合、5月中旬に実施した1回目の刈り取りまでの間に、オーチャードグラスが年間に吸収した施肥由来窒素の約74%の量が吸収されたことを明らかにしている。本試験の春肥施用時におけるナギナタガヤの草丈は10～15 cm程度であったが、生育盛期の4月中下旬頃には45～55 cmにまで伸長していたことから、オーチャードグラスと同様に施肥後から約40日の間に旺盛な生長に伴う急激な窒素吸収が行われたものと考えられた。

ナギナタガヤにおける春肥吸収窒素の分布割合は、茎葉部と穂部を合わせた地上部が約94%であり、地下部が約6%と地上部に偏在していた。 ^{15}N 寄与率についても地上部約40%、地下部約19%であったことから、この時期にナギナタガヤが吸収した春肥窒素の大部分は地上部の生育に利用されていることが示された。また、本試験の草生区におけるナギナタガヤの乾物重は、10 a当りに換算すると約625 kgであり、発芽から枯死までに吸収した全窒素量は約9.5 kg/10 aであった。このうち春肥窒素由来分は約3.5 kg/10 aであったことから、残量の約6.0 kg/10 aについては他時期の施肥窒素由来分、あるいは地力窒素に由来するものと考えられた。

草生区の樹体‘南柑20号’による春肥窒素の吸収についてみると、その利用率は16.7%であり、裸地区における樹体の吸収量の約47%と低率であった。これは、ナギナタガヤによる施肥窒素吸収(収奪)の影響によるものと容易に推測され、3～4年生のリンゴ樹を供試した佐藤・佐々木(1982)も、清耕区に比べオーチャードグラス草生区のリンゴ樹による利用率が著しく低いことを報告しており、本試験結果と一致する。ナギナタガヤの乾物重は樹体の約24%であり、全窒素量も約21%と少なかったにも関わらず、施肥窒素の吸収量は樹体の約2倍であった。早春季の草による窒素吸収については、寒地型のイネ科牧草による窒素の「先取り」が指摘されており(佐藤・佐々木, 1982)、ナギナタガヤの場合もその生育パターンから、樹体よりも早期から旺盛な窒素吸収が行われているものと考えられる。

草生区と裸地区の樹体における春肥窒素吸収量および ^{15}N 寄与率を比較すると、その差は春季新生器官、特に新葉において大きかった。この結果は、新生器官への集積が多い春肥由来窒素の吸収・移行特性(久保田ら, 1976)から容易に理解できる事象であり、このことが草生区の樹体に及ぼす影響として、新葉の乾物重の減少および全窒素含有率の低下が認められた。これは、新葉着生数および1葉重の減少によるものであり、春肥窒素の吸収不足に伴う新葉への移行量減少に起因するものと考えられた。

草生栽培が樹体の生育に及ぼす影響については、ウンシュウミカン(江口ら, 1959; 渡辺, 1968; 山崎, 1987)、リンゴ(森・定盛, 1955; 佐藤・佐々木, 1982; 澁川ら, 1952)の事例から、特に幼木期や草種導入当初、あるいは干ばつなどの異常気象時において、草との養水分競合から窒素レベルや樹勢の低下、生育不良や収量の減少が認められることが多い。本試験におけるナギナタガヤ草生栽培においても、前述のような窒素レベルの低下に伴う新葉数の減少が示されたことから、特に導入当初の幼木などでは春季の窒素補給対策を講じる必要がある。一方で、草生栽培の継続は多くの場合、顕著な土壌改良効果をもたらす(笠原・渡辺,

1982; 坂本ら, 1965; 渡辺, 1968), 長期の草生栽培によって樹体生育が旺盛になり, 収量が増加した例(坂本ら, 1965; 渡辺・笠原, 1982; 渡辺, 1968) もみられる. ナギナタガヤの場合も, 草生の継続によってこうした効果が期待され, また, 生育パターンから想定すると夏肥窒素の競合はほとんど無く, 夏季は敷き草状態になっているため, むしろ樹体による吸収率が高まる可能性があると推測される.

春肥窒素の利用効率を園全体として比較すると, 草生区はナギナタガヤと樹体による吸収量の加算値となるため 51.6%であり, 裸地区の 35.3%に比べ高率となった. これを 10 a 当たり換算すると, 草生区の春肥窒素吸収量は約 5.2 kg/10 a, 裸地区は約 3.5 kg/10 a となり, 草生区の方が 1.7 kg/10 a 程多くなることが確認され, 両区ともに吸収されなかった残量は溶脱あるいは土壌残存するものと考えられた. ライシメーターを用いて草生栽培と裸地栽培の窒素溶脱を検討した坂本 (1963) および山崎 (1981) は, 草生によって溶脱窒素量が減少することを報告しており, 本試験においても春肥窒素の残量は草生区の方が明らかに少なかったことから, ナギナタガヤの導入は環境負荷軽減に寄与できるものと推察される.

以上の結果から, ウンシュウミカン園へのナギナタガヤの導入は, 園全体での春肥窒素の吸収量を増加させることが明らかになった. しかし, ナギナタガヤによる吸収量は樹体に比べかなり多いため, 特に貯蔵窒素の少ない幼木園などに導入した当初は, 樹体への窒素補給対策を講じることが望ましく, その方法についてはさらに検討を要する.

摘 要

ナギナタガヤ草生ミカン園における, 春肥窒素のウンシュウミカン樹とナギナタガヤによる吸収特性を把握するため, 60 L ポット植え「南柑 20 号」を供試し, ^{15}N トレーサー法を用いて検討した.

草生区の樹体は裸地区に比べ, 新葉の着生数が減少し, 乾物重および全窒素量も少なかった. ナギナタガヤの乾物重は樹体の 24%程度であった. 樹体の春肥窒素吸収量は, 草生区が裸地区の約 47%と著しく少なく, 特に新葉における差異が大きかった. 草生区におけるナギナタガヤの吸収量は, 樹体の約 2 倍であった. また, ナギナタガヤは吸収窒素の大部分が地上部に分配されていた. 樹体の ^{15}N 寄与率は, いずれの器官においても裸地区の方が高く, 特に新生器官における差異が大きかった. 一方, ナギナタガヤにおける ^{15}N 寄与率は, 樹体に比べ著しく高かった. 春肥窒素の利用率は, 樹体を比較すると草生区 16.7%, 裸地区 35.3%であり, 裸地区の方が顕著に高かった. しかし, ナギナタガヤによる吸収量を加えた草生区の利用率は 51.6%となり, 裸地区の約 1.5 倍であった.

引用文献

赤尾勝一郎・久保田収治・林田至人. 1978. 温州ミカン樹の

- 春季新生器官形成時における樹体内貯蔵窒素, 特に秋肥窒素の利用について (その 1). 園学雑. 47: 31–38.
- 江口 浩・江口英信・高木義昭. 1959. 温州みかんの草生栽培に関する研究 (第 1 報) 草生植物の根群及び温州みかん幼木の生育について. 佐賀県農試果樹分場研報. 2: 1–16.
- 狩野広美・米山忠克・熊沢喜久雄. 1974. 発光分光分析法による重窒素の定量について. 土肥誌. 45: 549–559.
- 笠原敏夫・渡辺信吾. 1982. 砂丘地におけるモモ園の草生栽培に関する研究 (第 2 報) 土壌の理化学性に及ぼす影響. 新潟園試研報. 11: 15–29.
- 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, 温州ミカンの窒素の吸収とその体内移行に関する研究 (第 3 報) 早春肥窒素について. 四国農試報. 29: 49–53.
- 森 英男・定盛昌助. 1955. りんご園の草生栽培に関する試験 (第 1 報) 樹体とクローバー草生の土壌養水分の競合. 東北農試研報. 4: 106–124.
- 長田武正. 1989. 日本イネ科植物図譜. p. 136–141. 平凡社. 東京.
- 坂本辰馬. 1963. 温州ミカンの土壌ならびにその管理に関する研究. 愛媛果試研報. 3: 24–36.
- 坂本辰馬・奥地 進・円木忠志・船上和喜. 1965. 温州ミカン園における各種土壌管理法の 10 年間の比較. 園学雑. 34: 277–285.
- 佐藤雄夫・佐々木生雄. 1982. リンゴ園の窒素施肥に関する試験 (第 2 報) リンゴ樹の窒素吸収に対する草生および敷草の影響. 福島果試研報. 10: 23–33.
- 澁川潤一・細貝節夫・相馬盛雄・江渡達男. 1952. りんご園の草生栽培に関する研究 (第 2 報) 草生りんご園の諸調査. 園学雑. 21: 225–235.
- 高辻豊二・犬塚和男・後田経雄. 1987. 土壌表面管理法が草生ミカンの樹体栄養と収量に及ぼす影響. 九農研. 49: 109.
- 渡辺信吾・笠原敏夫. 1982. 砂丘地におけるモモ園の草生栽培に関する研究 (第 1 報) モモ樹の成長, 収量, 果実品質に及ぼす影響. 新潟園試研報. 11: 1–13.
- 渡辺登志彦. 1968. 瀬戸内カンキツ園の土壌管理に関する研究 (第 1 報) 各種土壌管理法が土壌の理化学性およびカンキツの発育, 収量におよぼす影響. 広島県農試報告. 28: 1–15.
- 山崎隆生. 1981. ミカン園土壌の養分収支に関する研究 (第 1 報) 地質母材, 施肥量及び土壌管理法が浸透水量及び肥料成分の浸出量に及ぼす影響. 広島県果樹試研報. 7: 9–17.
- 山崎隆生. 1987. ミカン園土壌の養分収支に関する研究 (第 2 報) 地質母材, 施肥量及び土壌管理法の違いが果実の収量及び品質に及ぼす影響. 広島県果樹試研報. 12: 39–46.