

有機性液肥の養液土耕への利用が トマトの生育, 収量, 糖度, 無機成分組成 および $\delta^{15}\text{N}$ 値に与える影響

中野 明正・川嶋 浩樹・佐久間青成*・上原 洋一

(平成 15 年 11 月 7 日受理)

Effects of Organic Fertigation on the Growth, Yield, Sugar and Inorganic Content and $\delta^{15}\text{N}$ Values of Tomato

Akimasa NAKANO, Hiroki KAWASHIMA, Harushige SAKUMA and Yoichi UEHARA

Synopsis

We attempted to establish an organic fertigation system by using corn steep liquor (CSL) as liquid fertilizer, instead of the usual inorganic fertilizer on long-term tomato cultivation. Plant height, stem diameter and chlorophyll content of tomato cultivated by organic fertigation were almost the same as those of the ordinal inorganic fertigation. As a result, almost the same yield of tomato fruits with similar brix sugar and mineral content as the ordinal inorganic fertigation were obtained by organic fertigation.

The $\delta^{15}\text{N}$ values of fruits reflected these results of the fertilizers even in long-term cultivation. A possibility exists to apply $\delta^{15}\text{N}$ values as an indicator of organic fertigated vegetables to distinguish them from the vegetables cultivated with inorganic fertilizers.

Key Words: $\delta^{15}\text{N}$ value, long-term cultivation, organic fertigation, tomato, quality

I 緒 論

トウモロコシを原料とする製糖工程から生じる副産物であるコーンステープリカー (Corn Steep Liquor: CSL) は、我が国では、年間 15 万トン余り生じており、現在、一部は微生物用基質や家畜飼料として用いられている。著者らは現在までに CSL 施肥がトマトの生産性に与える影響を検討し、濃度を調整して少量ずつ根圏に添加することによって、肥料として良好に使用できることを明らかにした (中野ら, 2000)。

実規模の栽培実験にこれらの結果を応用するために、少量ずつ土壌に添加する装置として、肥料効率が高く (林ら, 2003) 環境保全的な側面から近年導入が進みつ

つある養液土耕装置 (加藤, 2001) を著者らは改良して、有機養液土耕装置を試作した。この装置を用いて栽培を行った結果、トマトにおいて慣行の土耕栽培と同等の品質、収量が達成できることが明らかになった (中野ら, 2001b)。

これらの結果を踏まえて、本報では、高軒高温室における比較的長期の栽培において CSL 施肥がトマトの生育および収量などに与える影響を、通常使われる化学肥料の液肥と比較することにより明らかにし、有機養液土耕システムの開発に資することを目的とした。栽培実験においては、単為結果性の品種 'ルネッサンス' を使用することとした。単為結果性品種はホルモン処理が省略できるため、省力化品種として、高所作業のホルモン処理が想定される高軒高温室において導入が検討されてい

るためである。

施肥がトマトの生育に与える影響を、葉緑素値と莖径と草丈の推移により検討した。また、トマト果実の生産量と糖度および無機成分組成の推移を長期に渡り明らかにした。

野菜の $\delta^{15}\text{N}$ 値が、有機栽培したものにおいて通常の化学肥料を主体とした栽培をしたものより高くなることが示され（中野ら，2002；中野ら，2003），有機農産物の判別に使用できる可能性が指摘された。 $\delta^{15}\text{N}$ 値とは、試料の ^{15}N と ^{14}N の比（R sample）と標準試料（大気中の窒素）のその比（R standard）から、次の式（ $\delta^{15}\text{N} = [\text{R sample}/\text{R standard} - 1] \times 1000$ （‰））で計算され（米山ら，1994），主に生態学の分野で窒素動態の研究に用いられている。

有機液肥である CSL と液肥用の無機肥料（OK-F-1）を用いて栽培したトマトの $\delta^{15}\text{N}$ 値はそれぞれ、 $+7.1\%$ および $+0.3\%$ となり、施肥した窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値を反映していた（NAKANOら，2003）。しかしながら、本有機肥料の果実 $\delta^{15}\text{N}$ 値の影響については、4 段目までの栽培結果であり、さらに長期のトマト栽培においては明らかになっていない。そこで、比較的長期の栽培において果実 $\delta^{15}\text{N}$ 値への施肥の影響を明らかにし、 $\delta^{15}\text{N}$ 値の有機および無機養液土耕の判別指標としての有効性を明らかにした。

II 材料および方法

1 栽培条件

愛知県知多郡大府市吉田町地区内に設置した高軒高温室（ 400m^2 ，軒高 4m）内の、土耕用試験区 200m^2 において、長さ 16m 幅 40cm の南北 5 畝を作った。その内、西から 2 番目の畝を無機肥料を用いた無機養液土耕区（無機養液区）として、中央の畝を CSL を用いた有機養液土耕区（有機養液区）とした。

トマト「ルネッサンス」を 2002 年 2 月 14 日にバーミキュライトに播種，同年 3 月 4 日に育苗用培養土（クレハ園芸培土：苗一番，1：1 混合）を充填した 300ml 容量の育苗ポットに鉢上げし，約 30 日間加温育苗した。

定植は 2002 年 4 月 3 日に行い，2 条植で 1 畝当たり 56 株を定植した。無機養液区は養液土耕装置（液肥混入機，大塚化学）により，有機養液区は液肥導入後にチューブの洗浄が可能な養液土耕装置（液肥混入機 188，大塚化学）により灌水同時施肥を行った。

無機および有機養液区は表-1 に示す施肥を行った。CSL は野菜栽培肥料の成分としてはカルシウムが過剰であるため，基肥および追肥（定植後 105 日目）としてカキガラ石灰を施用した。表-1 に示す施肥量を施し，生育期間中の窒素施肥量は，1 株当たり無機養液区で 12.3g，有機養液区で 13.3g であった。灌水および施肥は図-1 のようであった。すなわち，灌水は，定植後 70 日目までは平均すると 1 日 1 株当たり約 0.45 l で制御した。その後は灌水量を増やし，両処理区とも，栽培期間中を平均すると 1 日 1 株当たり約 1.2 l であった。

施肥量も灌水量とほぼ同じパターンで増加させ，初期は少なめに管理し，70 日以降は施肥量を増やした。1 日 1 株当たり 100mg の窒素施用を目標にしたが，結果的には，有機養液区で平均 100mg の窒素，無機養液区で 93mg の窒素を施肥したことになった。なお生育期間中の温室内の平均気温および最高気温は図-2 のように推移した。

2 生育および収量調査

定植後の生育の調査は，区毎に 10 株を無作為に選び行った。それぞれ草丈と生長点から約 30cm 下部の莖径，同部位近傍に位置する葉部の先端の葉緑素値を葉緑素計（SPAD-502，MINOLTA 社）で測定した。定植後 28 日目からの 8 週は毎週，その後は隔週に測定した。草丈については，定植後 91 日目以降は計測が困難であったため栽培終了時にのみ測定した。

収穫調査は 10 株ある調査株から無作為に 5 株を選定し行った。毎週 1～2 回催色期のものを採取し個数および重量を測定した。

3 糖度の測定

糖度は奇数段について測定を行った。対象とした果実は，区毎 5 株ある調査株それぞれにおいて，最初に収穫

表-1 栽培期間中に各処理区に加えた肥料の種類と量

処理区	施肥	$\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-CaO-MgO}$	施肥量 (g/株)
無機養液区	無機液肥	OK-F-1 (15-8-17-6-2)	82
有機養液区	有機液肥	CSL (3.3-3.4-3.2-0.04-1.1)	402
	カキガラ石灰	セルカ (CaO-MgO: 48-1)	15(基肥) + 15(追肥)

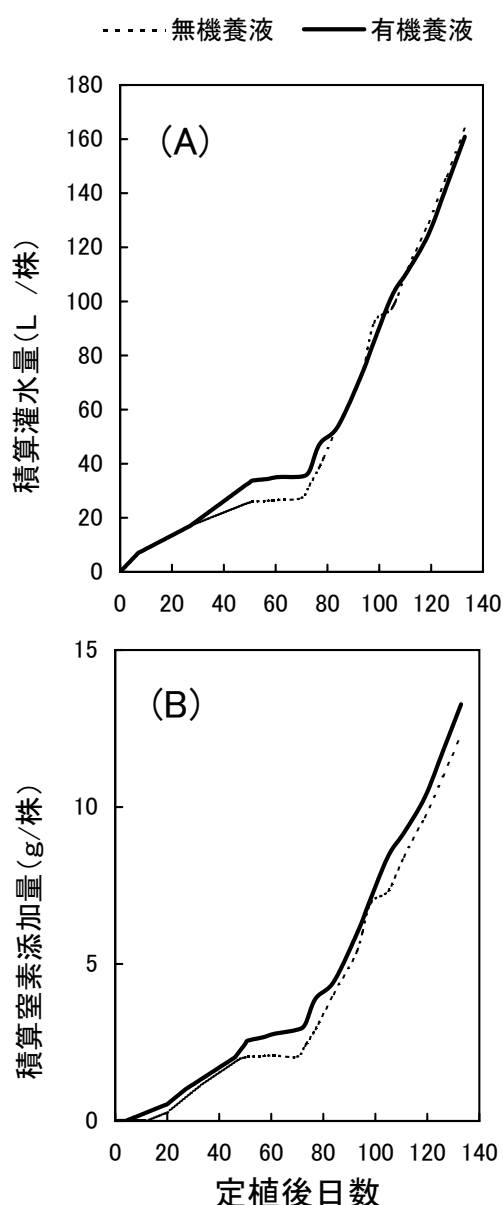
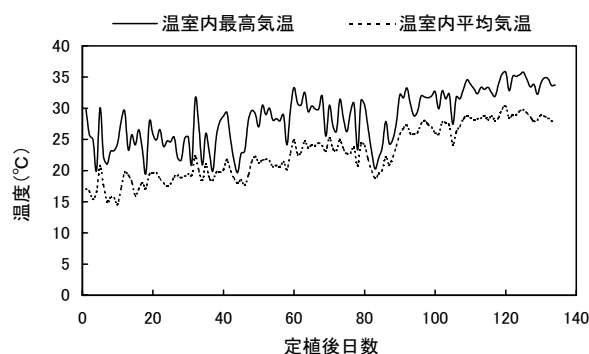


図-1 灌水および施肥のパターン

図-2 栽培期間中の温室内平均気温および最高気温
高さ2mのセンサーの値(野菜茶業研究所生育
特性研究室のデータから)

した果実とした。採取後、縮分した半分を速やかにすり下ろし、ろ紙(Toyo No.5)でろ過し、ろ液を糖度計(PR-1, ATAGO 社)で測定した。残った半分をさらに4分の1に縮分し凍結乾燥し分析試料とした。

4 果実の無機イオン組成および $\delta^{15}\text{N}$ 値

果実の無機イオンおよび $\delta^{15}\text{N}$ 値の分析については、それぞれの区、段において、上記で調製した果実の凍結乾燥試料5試料中3試料を抽出し粉碎して使用した。無機イオンについては、試料を硝酸分解し、適宜希釈し、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムをICP発光分析装置(SPS7700, セイコー電子工業)で測定した。果実の窒素含量および $\delta^{15}\text{N}$ 値については、凍結乾燥試料をスズカプセルに封入し、質量分析計(ANCA-SL, Europa 社製)によって測定した。この分析については日本酸素株式会社に依頼した。

III 結 果

1 トマトの生育

図-3Aに示すように栽培期間中、葉緑素値は50前後を推移し処理区間で差異は認められなかった。茎径については最初28日と35日目は無機養液区で細くなったが、その後、10mm前後を推移し処理間の差は無くなった(図-3B)。草丈については、無機養液区で有機養液区に比べ低く推移し、最終的には、無機養液区4.64mで有機養液区4.97mになり有機養液区で高くなった(図-3C)。

2 トマトの収量と品質

高軒高温室においても、夏場の収量の減少が認められた。特に8月から収穫を始めた第8、9段果房において収量が半減した(図-4A)。これは、収穫果実個数の減少によるものであった(図-4B)。4月3日に定植して、8月15日の第9段果房収穫までの1株当たり総収量は、無機養液区で3.69kg、有機養液区で3.79kgであり、収量に有意差は無いものと考えられた。糖度については、Brixで5前後の果実が定常的に収穫できた(図-5)。7段以上の果実で、無機養液区において有機養液区に比べ糖度が増加した。果実の無機イオン組成については、3段以上で有機養液区の窒素濃度が低めに推移した(表-2)。また、カルシウムについては、カキガラ石灰追肥後に収穫した7段以降の有機養液区で、無機養液区に比べ高くなる傾向が示された。その他の元素については、処

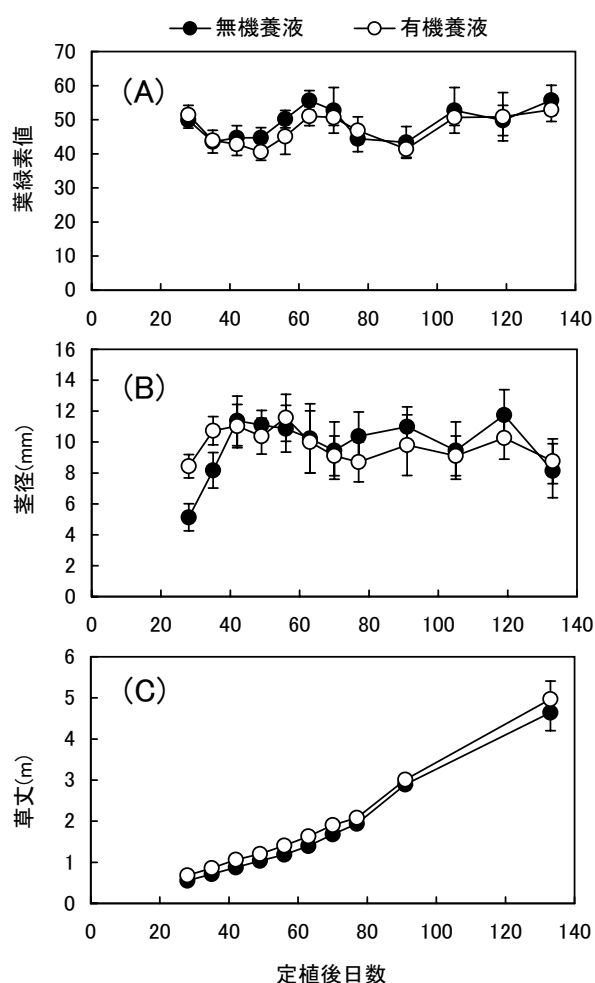


図-3 有機および無機養液土耕が草丈および葉緑素値に与える影響

n=10, 縦棒は標準偏差

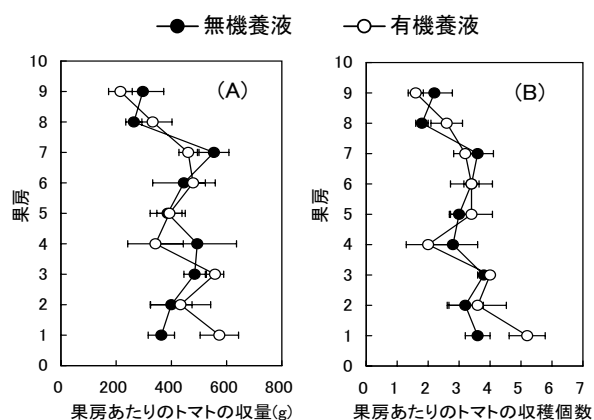


図-4 有機および無機養液土耕が収量および収穫個数に与える影響

n=5, 横棒は標準誤差

理間で顕著な差異は認められなかった(表-2)。

3 長期栽培におけるトマト果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値

奇数段毎のトマト果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、平均すると無機養液区で+1.1‰, 有機養液区で+7.4‰となり、有機養液区で高かった(図-6)。無機養液区の $\delta^{15}\text{N}$ 値は1段目は、+3.0‰, 3段目は+1.6‰となり、それ以上の段では、+1.0‰以下となった。有機養液区では1段目で+8.3‰であったが、高段ほど低下する傾向にあり、9段目では+6.4‰となった。 $\delta^{15}\text{N}$ 値については、全段を通して無機養液区に比べ有機養液区が有意に高い値であった。

IV 考 察

1 トマトの生育および収量

茎径は定植後28日と35日目は無機養液区で細くなったが(図-3B), これは初期の施肥窒素が無機養液区で低すぎたためと考えられた(図-1B)。その後, 施肥量を増やすことにより茎径も10mmに回復し処理間の差はなくなった。初期の施肥量の低下は葉緑素値には影響を与えなかったが, 1段目の収量減少を引き起こした(図-4A)。これは, 着果数の減少によるものであった(図-4B)。このように, 灌水同時施肥の施用量の指標としては, 葉緑素値が草勢を反映しない場合があり, 本

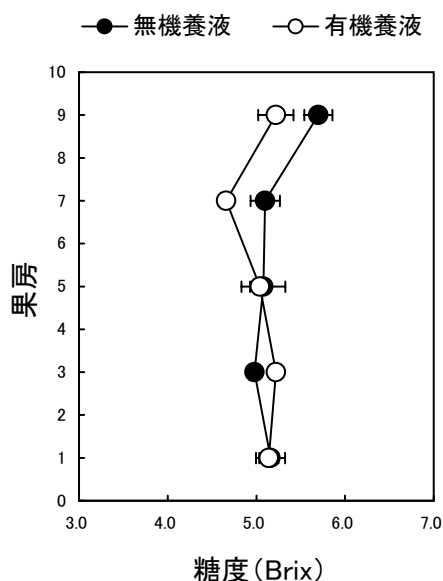


図-5 有機および無機養液土耕が糖度に与える影響

n=5, 横棒は標準誤差

実験の場合は茎径がより適切な指標となった。草丈についても、初期の低窒素の影響があり無機養液区で有機養液区に比べ低く推移した。最終的には、無機養液区 4.64m で有機養液区 4.97m になり、有機養液区で高くなったが（図-3C）、初期ほどの影響は認められなかった。表-1 に示すように期間を通じての総窒素添加量が有機養液区で無機養液区に比べ 8% あまり多かったことにも原因があると考えられた。

8 月 15 日の第 9 段果房収穫までの 1 株当り総収量は、無機養液区で 3.69kg 有機養液区で 3.79kg であり、収量に差はないものと考えられた。両方の処理区において、高気温となった 7 月上旬に着果したと考えられる 8 段お

よび 9 段果房で収量の低下が著しかった（図-4A）。これは、図-2 に示すように定植後 90 日（7 月 2 日）以降の高温により着果数が減少したことによると考えられる（図-4B）。この時期の灌水量は、1 日 1 株当たり平均で 2 l 以上であったため水分欠乏により着果数が減少したのではないと考えられた。したがって、少量多回数かん水を行い比較的浅い根系を形成する養液土耕栽培（中野ら 2001a）においては、高軒高温室においても遮光および細霧冷房などの高温対策を適切に講じる必要があると考えられた。実験終了時には第 13 段果房まで着果していたが、9 段以上の果実重量は、無機養液区に比べ有機養液区で増加する傾向が認められた（データ略）。

トマトの 4 段までの栽培結果でも、有機養液土耕栽培では上位果房ほど収穫量が増加することが示されており（中野ら, 2001b）、栽培後期に収穫量が減少しやすい野菜について有効な施肥法である可能性も示唆された。今後、各地で行われた事例を総合して有機養液土耕栽培の特性をさらに詳細に検討する必要がある。

本実験では平均 1 日 1 株当たり、有機養液で 100mg の窒素、無機養液で 93mg の窒素を添加した。灌水については、平均 1 日 1 株当たり、約 1.2 l の灌水量であった。全体的な、生育の状態を見るとほぼ適切な施肥および灌水条件であったと考えられるが、初期の施肥量が無機養液区で低すぎたため、有機液肥と同程度に増加させる必要があった。

2 トマトの品質と $\delta^{15}\text{N}$ 値

糖度については、有機無機を問わず Brix で 5 前後の果実が定常的に収穫できた。7 段目以降で、有機養液区の糖度が無機養液区に比べ減少したが、原因は今後検討する必要がある。有機物施用により糖度が上昇するなど

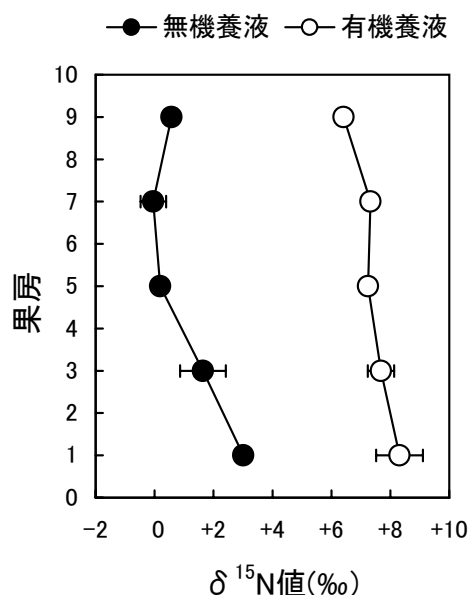


図-6 有機および無機養液土耕が果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値に与える影響

n=3, 縦棒は標準誤差

表-2 有機および無機養液土耕がトマト果実の成分組成に与える影響

果房	処理区	N	P	K g kg ⁻¹	Ca	Mg
1	無機	17.8±0.3	4.70±0.20	18.8±1.7	2.18±0.37	1.26±0.10
	有機	17.3±0.4	5.19±0.53	21.7±1.2	1.90±0.16	1.29±0.05
3	無機	19.1±2.5	4.68±0.31	22.4±1.2	1.17±0.22	1.35±0.04
	有機	17.3±0.6	4.35±0.13	21.0±1.2	1.06±0.03	1.32±0.05
5	無機	19.3±0.9	4.67±0.21	21.3±0.6	1.15±0.37	1.38±0.03
	有機	16.9±0.3	4.88±0.11	19.7±0.9	1.02±0.16	1.33±0.07
7	無機	17.4±1.3	5.13±0.04	20.9±1.1	1.22±0.04	1.45±0.04
	有機	15.6±0.5	4.93±0.28	20.3±0.3	1.45±0.21	1.40±0.08
9	無機	17.3±1.1	5.33±0.38	21.7±0.7	1.12±0.16	1.34±0.06
	有機	16.0±0.3	4.77±0.18	20.3±1.1	1.22±0.14	1.28±0.05

n=3, 平均値±標準誤差

の研究結果がまとめられているが(森, 1986), 有機液肥の場合は糖度上昇が認められなかった(中野ら, 2001b)(図-5)。果実の成分組成については(表-2), 3段以上で有機養液区の窒素濃度が低めに推移した。総施肥量としては有機養液区の方が無機養液区に比べ8%あまり多いが, それは, 茎葉部の伸長生長に反映され, 果実への窒素転流量はむしろ減少したと考えられた。また, カルシウムについては7段以降の有機養液区で無機養液区に比べ高まり, これは, 定植後105日目に追肥を行ったカキガラ石灰由来のカルシウムが吸収されたためと考えられた。カルシウムは他の元素に比べ1段目以降の含有率の低下が著しいが, 表層からでも追肥をすることにより果実中のカルシウム濃度が上昇し, 数段上の果実まで影響が継続した。その他の元素については処理間で顕著な差異は認められなかった。

比較的長期の栽培でもCSLとカキガラ石灰を使用し, 無機成分が通常の養液土耕と同等のトマトが生産できた。有機物施用により, スイカ, ニンジン, タマネギ等でリン酸, カルシウム, マグネシウムなどの無機元素含量が高くなることを示す報告(米澤, 1983)がある一方で, 両者に一定の傾向の差異を認めていない報告もある(高橋ら, 1995; 中野ら, 2003)。今回の結果は, 後者を支持するものであった。

野菜の品質は気象や土壌環境など様々な要因により影響を受けるため, 従来測定されてきた項目のみで有機と無機の差異を明らかにするのは困難と思われる。しかし, たとえ有機物施用によって野菜の収量や品質に直接的なプラス効果が無くても, 未利用資源の有効利用の観点から, 有機物の活用は推進される必要があるものと考えられる。そのため, 何らかの形で有機農産物を科学的に証明することは必要である。無機性の液肥と有機性の液肥でそれぞれの $\delta^{15}\text{N}$ 値が異なることから, 果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値がどのように影響を受けるか, 本試験同様, 有機および無機養液土耕で栽培した生産物の $\delta^{15}\text{N}$ 値を測定したところ, 果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値は施肥された肥料の $\delta^{15}\text{N}$ 値を反映していた(NAKANOら, 2003)。つまり, トマト果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値は用いた肥料OK-F-1およびCSLの $\delta^{15}\text{N}$ 値, それぞれ0.0‰および+8.5‰を反映し, +0.3‰および+7.1‰であった。本研究の長期の栽培においても, 図-5に示すように, 果実の平均 $\delta^{15}\text{N}$ 値が無機養液区で+1.1‰, 有機養液区で+7.4‰と, 同様の値を取ることが示され, 再現性が認められた。無機養液区では, 3段以下の果実において, 既報(NAKANO, 2003)で得られた値(+0.3‰)に比べ高い $\delta^{15}\text{N}$ 値(1段目+3.0, 3段目+1.6)で

あったが, これは, 図-1に示すように, 初期の無機養液区の施肥量が極めて少なかったことに起因しており, この期間中は $\delta^{15}\text{N}$ 値の比較的高い地力窒素を積極的に吸収していたためと考えられる。このように, 果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値の分析により施肥のパターンもある程度推察できることが示唆された。

総合すると, 無機および有機養液土耕法で, 収量および無機成分や糖度など品質で顕著な差異は認められなかったが, 果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値は両処理区で長期の栽培期間中において顕著に異なることが示された。これは, $\delta^{15}\text{N}$ 値を利用して, 有機液肥で栽培したトマトと無機液肥で栽培したトマトとを科学的に判別でき, 認証できる可能性を示唆している。

V 摘 要

有機性液肥であるCSLがトマト'ルネッサンス'の生育に与える影響を, 通常養液土耕で使われる化学肥料の液肥と比較することにより, 比較的長期の栽培において明らかにした。生育は, 処理区間で顕著な差は認められなかった。総収量も両区で差は認められなかった。糖度については, Brixで5前後の果実が両区とも定常的に収穫できた。果実の無機成分組成については, カルシウム濃度が7段以降の有機養液区で無機養液区に比べ高まった。これは, 定植後105日目に追肥を行った, カキガラ石灰由来のカルシウムが吸収されたためと考えられた。その他の元素については, 処理間で顕著な差異は認められなかった。

トマト果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値は, 有機液肥で栽培した場合, 無機液肥で栽培した場合より高くなることが示されているが, 本試験のような比較的長期の栽培においても, 得られた結果に再現性が認められ, 果実の平均 $\delta^{15}\text{N}$ 値は無機養液区で+1.1‰, 有機養液区で+7.4‰と, これまでの成績同様の値を取ることが示された。

総体的には, 収量および無機成分や糖度など品質で顕著な差異が認められなかった無機および有機養液土耕法であるが, 果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値は両処理区で長期の栽培期間中において顕著に異なることが示された。これは, $\delta^{15}\text{N}$ 値を利用して, 有機液肥で栽培したトマトと無機液肥で栽培したトマトとを科学的に判別でき, 認証できる可能性を示唆している。

引用文献

- 1) 林 康人・新妻成一・久保省三 (2003)：灌水施肥（養液土耕）栽培の施肥効率は高いのか 施肥量を段階的に変えた場合のトマトの施肥窒素利用効率. 土肥誌, **74**, 175–182.
- 2) 加藤俊博 (2001)：施設野菜の省力・環境保全的施肥管理技術. 安田環・越野正義編, 環境保全と新しい施肥技術, pp205–224, 養賢堂, 東京.
- 3) 森 敏 (1986)：食品の質に及ぼす有機物施用の効果. 日本土壤肥料学会監修, 有機物研究の新しい展望, pp85–137. 博友社, 東京.
- 4) 中野明正・上原洋一・山内 章 (2000)：有機性液肥（コンステーパーリカー）の施用がトマトの初期成育および根圏環境に与える影響－根箱法を用いた検討－. 生物環境調節, **38**, 211–219.
- 5) NAKANO, A., Y. UEHARA and A. YAMAUCHI. (2003) : Effect of organic and inorganic fertigation on yields, $\delta^{15}\text{N}$ values and $\delta^{13}\text{C}$ values of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Saturn). *Plant and Soil*, **255**, 343–349.
- 6) 中野明正・上原洋一・山内 章 (2001a)：養液土耕法による根圏ストレス軽減がトマトの尻腐れ果発生を抑制する. 土肥誌, **72**, 385–393.
- 7) 中野明正・上原洋一・山内 章 (2001b)：有機液肥の連続施用システムの開発とそれがトマトの生育・果実収量・品質および土壌の化学性に与える影響. 土肥誌, **72**, 505–512.
- 8) 中野明正・上原洋一・渡邊功 (2002)：有機農産物認証を受けた果菜類の $\delta^{15}\text{N}$ 値. 土肥誌, **73**, 307–309.
- 9) 中野明正・山内章・上原洋一 (2003)：有機物施用がトマトの収量，糖度，無機成分および $\delta^{15}\text{N}$ 値に与える影響. 土肥誌, **74**, 737–742.
- 10) 高橋巖・横山知子・坂牧成恵・牛尾房雄・植田忠彦・市川久次・友松俊夫・加藤芳美・小宮三紀子・小林俊明・寺門和也 (1995)：有機農産物の栄養成分について. 東京衛生年報, **46**, 159–164.
- 11) 米山忠克・笹川英夫 (1994)：土壌－植物系における炭素，窒素，酸素，水素，イオウの安定同位体自然存在比：1987年以降の研究進歩. 土肥誌, **65**, 585–598.
- 12) 米澤茂人 (1983) 有機質肥料の施用効果に関する研究. 全農農業技術センター特別研究報告, 全農, **1**, 167–171.

Effects of Organic Fertigation on the Growth, Yield, Sugar and Inorganic Content and $\delta^{15}\text{N}$ Values of Tomato

Akimasa NAKANO, Hiroki KAWASHIMA, Harushige SAKUMA and Yoichi UEHARA

Summary

We attempted to establish an organic fertigation system by using corn steep liquor (CSL) as liquid fertilizer, instead of the usual inorganic fertilizer on the long-term tomato 'Renaissance' cultivation. CSL is a byproduct of corn starch factories. It is viscous liquid and contains about 3% each of N, P_2O_5 and K_2O . In the organic fertigation, oyster shell fertilizer was added as a basal dressing to compensate for the lack of calcium in CSL. Height, stem diameter and chlorophyll content of organic fertigation were the same as the ordinal inorganic fertigation methods. As a result, almost the same yield of tomato fruits with similar brix sugar and inorganic content as the ordinal inorganic fertigation were obtained by organic fertigation. After top dressing with oyster shell, the calcium content of organic fertigation in the 7th and 9th cluster of tomato were increased because of the top dressing. In both the inorganic and organic fertigation, about 100mg nitrogen and 1.2L irrigation per day were appropriate doses in spring cultivation.

Average $\delta^{15}\text{N}$ values of tomato in the inorganic and organic fertigation were +1.1‰ and +7.4‰, respectively. The $\delta^{15}\text{N}$ values of fruits reflected these results of the fertilizers even in long-term cultivation. The possibility exists to apply $\delta^{15}\text{N}$ values as an indicator of organic fertigated vegetables to distinguish them from the vegetables cultivated with ordinal inorganic fertilizer.