

## トマトの不織布ポット点滴灌水栽培において イノシン含有緩効性肥料が果実収量ならびに品質に及ぼす影響\*\*

伊藤 睦<sup>1</sup>・松岡瑞樹<sup>1</sup>・大平周子<sup>1</sup>・横井大輔<sup>2</sup>・福田直也<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>筑波大学農林技術センター

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>2</sup>味の素株式会社

104-0031 東京都中央区京橋1-15-1

### 要 旨

トマトの点滴灌水による不織布ポット根域制限土耕において、イノシン含有緩効性肥料を使用した場合の果実収量ならびに品質に及ぼす影響について調査した。早熟および抑制栽培を行い、早熟栽培は化成肥料、化成肥料+イノシン0.16%、有機肥料、有機肥料+イノシン0.13%、有機肥料+イノシン0.66%の5処理区、抑制栽培では、化成肥料、化成肥料+イノシン0.16%、化成肥料+イノシン0.88%、有機肥料、有機肥料+イノシン0.16%の5処理区において試験を実施した。地上部ならびに地下部の成育については、イノシンの効果は不明であった。葉色（SPAD 値）に関しては、イノシン添加処理は一定の促進効果があることが確認された。果実収量は作型によって肥料種類の効果が異なり、早熟栽培では肥料処理ならびにイノシン添加処理の効果は認められなかった。一方、抑制栽培では、有機肥料区において試験後半の果実肥大が良好であり、イノシン添加により一層の果実肥大促進効果が観察された。

キーワード：イノシン，緩効性肥料，点滴灌水，トマト，不織布ポット

### 緒 言

プロリンなどアミノ酸処理によって果実の肥大促進効果等が確認されている（弦間ら2003）。その作用機構については不明な点があるが、分解後に肥料として利用される他に、植物体に吸収された後に直接アミノ酸代謝機構に取り込まれ、各種生理機構を促進している可能性もあり、葉面散布剤や肥料の補助剤としての利用も期待されている。また、核酸の一種であるイノシンも、根圏に灌注施用すると根の伸長を促進することが味の素（株）で確認されている。このイノシンについても、農業用途への展開が考えられており、プロリンなど同様の効果が期待されるイノシンを固形肥料に混合する新しいタイプの肥料の開発が進んでいる。

\* Corresponding Author: naoyaf@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

\*\* 本研究は、味の素（株）アミノ酸カンパニーと筑波大学の共同研究契約により、課題名「イノシン含有固形肥料のトマトの生育及び品質に及ぼす影響の評価」として実施した。

トマトでは通気・透水性のある不織布ポットを使用し、根域を制限しつつ土壌から隔離し、土壌伝染性の病害抑制ならびに肥料の利用効率を高めることを目的とした不織布ポット隔離床栽培（岡ら2006；岡・三好2006）において、緩効性肥料を利用した高品質トマト生産方法が開発されている（猿渡ら2003）。この栽培方法と自動点滴灌水とを組み合わせる場合、無追肥省力栽培システムを構築できることに加えて、効率的な施肥により、環境親和的な栽培システムとして確立できる可能性がある。

本研究は、省力栽培を目的とした固形型肥料を利用した不織布ポット点滴灌水栽培について、肥料成分または、成長促進効果が期待できるイノシンの固形肥料への添加が、トマトの果実収量ならびに品質に及ぼす影響を評価した。

### 材料および方法

供試品種は、‘ハウス桃太郎’（タキイ種苗（株））とした。筑波大学農林技術センター温室4号において、ジフィー9を培地として播種後、そのまま底面灌水育苗し、本葉が3～4枚展開したところでエプアンドフロー式の水耕育苗装置に移植した。移植後は、大塚化学水耕用肥料A処方（EC = 1.2dS/m）を培養液として使用し、育苗を継続した。第一花房展開を確認後、直径25cmの不織布遮根性ポット（J-master R, グンゼ（株））に、農林技術センター蔬菜露地圃場の土を12L入れ培土とし、そのポットに移植した。なお、いずれのポットも、側面が地中に埋まる程度に埋設した。栽培システムは、農林技術センターファイロンハウス2号に設置したチューブ点滴灌水システムを基本とし、灌水はタイマーによって、明期中に一日5分程度の灌水を6回実施するよう設定した。地上部の栽培管理については、いずれの実験も一本仕立ての5段摘芯とした。開花後は、振動受粉機による交配作業と植物ホルモン処理（4-PCA 100倍濃度処理、トマトーン、石原産業（株））を行った。

実験は、早熟ならびに抑制の各作型について合計二回実施した。実験1として、2007年2月7日に播種し、4月5日に定植した後、5月29日から収穫を開始するハウス早熟栽培を実施した。また、同年9月4日に播種し、10月26日に定植後、2008年1月23日より収穫を開始するハウス抑制栽培試験を実験2として実施した。

使用した肥料は、共同研究先である味の素（株）により配合された、通常肥効型の配合化成肥料（N:P:K = 8:8:8）ならびに、有機入り配合肥料（N:P:K = 6.5:6.5:6.5）をベースに、核酸の一種であるイノシンを添加したものを使用した。なお、本有機入り配合肥料は、アミノ酸発酵副生液、廃活性炭、腐植物質、副生硫酸とNPKを補う化成肥料を配合したものである。ハウス早熟栽培試験では、A区：化成肥料、A1区：化成肥料+イノシン0.16%、B区：有機肥料、B1区：有機肥料+イノシン0.13%、B2区：有機肥料+イノシン0.66%の試験区を設けた上で各肥料成分がほぼ同程度となるように、化成肥料については112g、有機肥料は144g各ポットの培土に混入した（表1）。一方、抑制栽培試験では、早熟栽培試験と同じシステムにおいて施肥量基準は同じとし、A区：化成肥料、A1区：化成肥料+イノシン0.16%、A2区：化成肥料+イノシン0.80%、B区：有機肥料、B1区：有機肥料+イノシン0.16%となる試験区を設けた。なお、早熟栽培試験と抑制栽培試験において、イノシン処理区のイノシン配合比率は、早熟栽培試験においてイノシン添加の効果が不明確であったことから、更に濃度を上昇させることによりイノシンの効果を確認するために、抑制栽培において更にイノシンの比率

トマトの不織布ポット点滴灌水栽培においてイノシン含有緩効性肥料が果実収量ならびに品質に及ぼす影響

表1 各処理区.

早熟栽培試験区 (実験1)	A	化成肥料
	A1	化成肥料 + イノシン0.16%
	B	有機肥料
	B1	有機肥料 + イノシン0.13%
	B2	有機肥料 + イノシン0.66%
抑制栽培試験区 (実験2)	A	化成肥料
	A1	化成肥料 + イノシン0.16%
	A2	化成肥料 + イノシン0.88%
	B	有機肥料
	B1	有機肥料 + イノシン0.16%

が高くなる設定を行った。いずれの実験ともに、条間150cm, 株間50cm, 畦長300cm条件で各処理区1ブロック5株とし、各ブロックについて温室内の別の位置において二回反復した。

栽培期間中、温室内気温が25℃を越えた場合、天窓を開けて換気を行った。また、抑制栽培試験については、11月より温風暖房機（HK-160S, ネポン）により、最低気温の設定を10℃として暖房を行った。

いずれの実験とも、定植から摘芯までの期間に、毎週一回、草丈ならびに、測定時に最も大きい葉を選び、最大葉長、最大葉幅としてそれぞれ記録した。また、最大葉については、SPAD値（SPAD-502, コニカミノルタホールディング（株））を調査した。収穫した果実の重量を記録し、果汁について可溶性固形物濃度（Brix %）を屈折糖度計により調査した。また、各処理区より5個の果実を無作為に選び、果実のビタミンC含有量を計測した。各果実より10gのサンプルを採取し、10mlの5%メタリン酸とともに、乳鉢内で摩砕した。その後、5%メタリン酸によって100mlまでメスアップし、3000rpm, 4℃の条件で10分間遠心分離した。遠心分離した上澄みについては、簡易測定装置（RQ-FLEXplus, MERCK社）を使用してビタミンC含有量を測定した。

収穫を終了した植物体は掘り取り、地上部および地下部に選別後、乾燥機（80℃）で48時間乾燥後、それぞれの乾物重量を測定した。

## 結 果

早熟・抑制栽培試験のいずれについても、定植から摘芯までの生育期間中、草丈の伸長については、肥料処理による影響は明らかではなかった（図1）。また最大葉長も、早熟栽培の場合いずれの処理区も同様に推移した（図1）。抑制栽培試験では、特にイノシンを含んだ化成肥料区において最大葉長が長くなる傾向があり、A2区ではイノシンを含まないA区と比べて5%長くなった。最大葉幅も最大葉長と同様の傾向を示し、抑制栽培試験の場合、イノシンを含んだ化成肥料区で大きくなる傾向があった（図1）。しかしながら、早熟栽培試験の有機肥

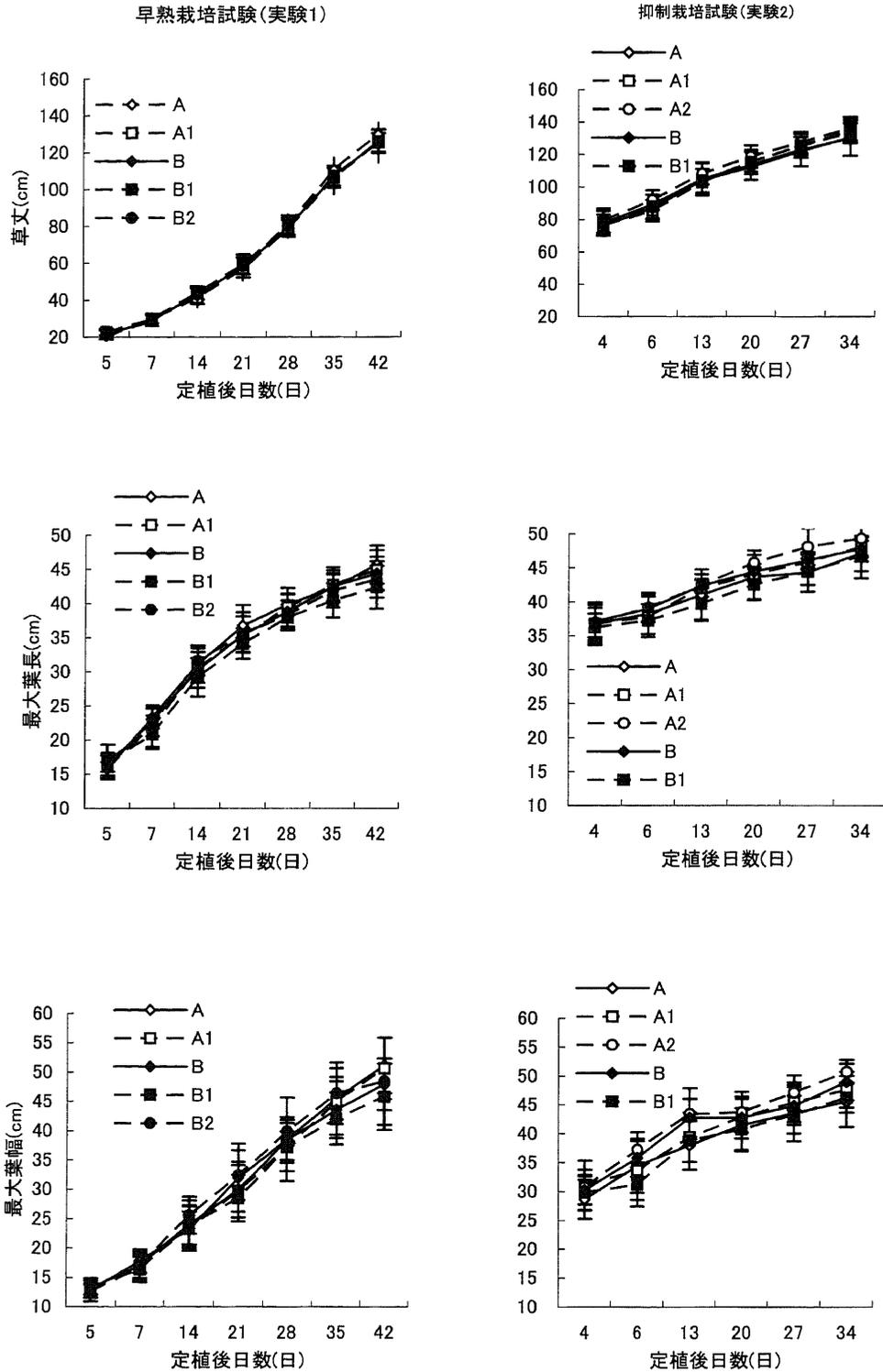


図1 各試験における草丈・最大葉長・葉幅の推移。  
 バーは、標準誤差 (n = 10) を示す。各処理区名については表1参照。

トマトの不織布ポット点滴灌水栽培においてイノシン含有緩効性肥料が果実収量ならびに品質に及ぼす影響

料区の場合、B1区では、イノシンを含まないB区と比較して、最大葉長ならびに葉幅とも小さくなった。葉色の濃さの指標となるSPAD値は、早熟栽培試験の場合、全体としてイノシン添加処理区で、実験期間中高く推移する傾向が示唆された(図2)。また、抑制栽培試験のSPAD値に関しては、生育前半部分において、A1区ならびにB1区で低くなる傾向があったものの、生育後半に関しては、化成肥料区および有機肥料区ともに、イノシンを添加したA1、A2ならびにB1区で、SPAD値が増大する傾向が示唆され、最終的にイノシンを添加した処理区平均で全体として7.8%、イノシンを添加しなかった処理区平均よりも高くなった。

早熟栽培試験において、収穫終了時の地上部乾物重量は、B2処理区で他の処理区と比較して低くなった(表2)。地下部についても同様に、B2処理区において低下する傾向があり、結果としてT/R比はB2処理区で小さくなった。一方、抑制栽培試験の場合、A区に対して、A1、

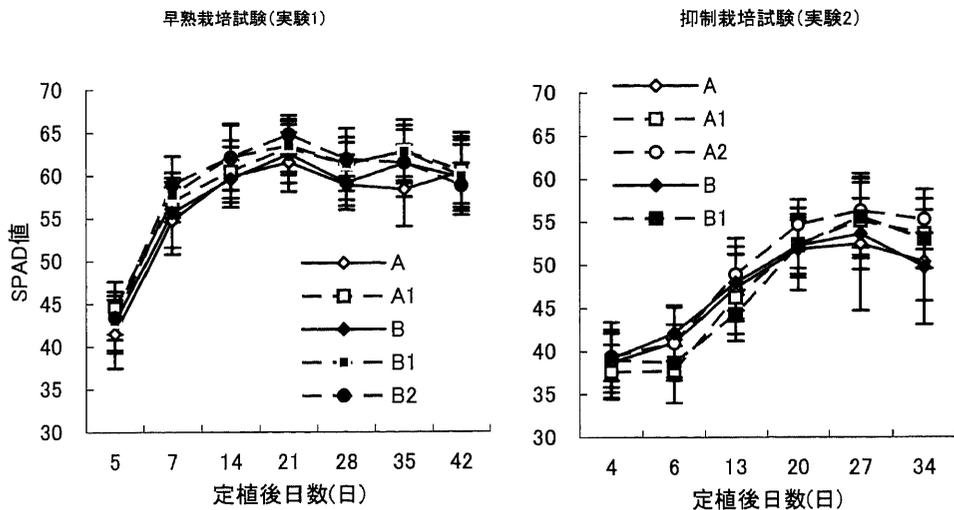


図2 各試験におけるSPAD値の推移。  
バーは、標準誤差(n=10)を示す。各処理区名については表1参照。

表2 各肥料試験区におけるトマトの地上部、地下部乾物重ならびに地上部/地下部乾物重比(T/R比)。

処理区	地上部乾物重 (g)	地下部乾物重 (g)	T/R 比
A	212.2±13.0	14.9±1.1	14.9±1.4
早熟栽培 A1	210.6±24.6	15.9±1.8	14.7±1.8
B	222.6±11.7	17.6±1.5	13.3±1.2
B1	250.4±17.8	19.2±1.2	13.5±1.4
B2	152.3±17.4	14.4±0.9	16.9±1.3
A	352.5±16.5	30.5±2.0	11.7±0.6
抑制栽培 A1	372.5±32.8	28.8±2.1	13.2±1.6
A2	385.0±29.9	30.3±2.7	12.8±0.6
B	390.0±46.9	27.3±1.9	14.3±1.3
B1	395.0±59.5	25.8±2.3	15.2±1.3

\*: 平均値 ± 標準誤差

A2, B ならびに B2とも地上部乾物重が大きくなった。また、地下部乾物重については、各処理区間で大きな変化はなく、結果としてT/R比は、A区以外の処理区が増大することとなった。

果房別収穫果実重量は、早熟栽培試験の場合、全体として第二～三果房でピークとなる傾向が示された(図3)。また、抑制栽培試験では、第一果房の果実収量ならびに平均果実重量が最も大きく、その後収穫果房段数が進むにつれて減少する傾向が示唆され、特に化成肥料区において、果房後半の収量の低下が顕著となった(図4)。

全収穫果実中、正常果の割合は、早熟栽培では7から8割程度となったのに対して、抑制栽培

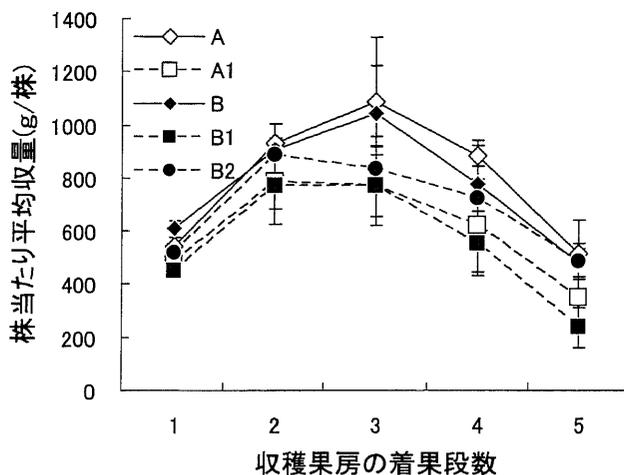


図3 早熟栽培試験における果房別収量.

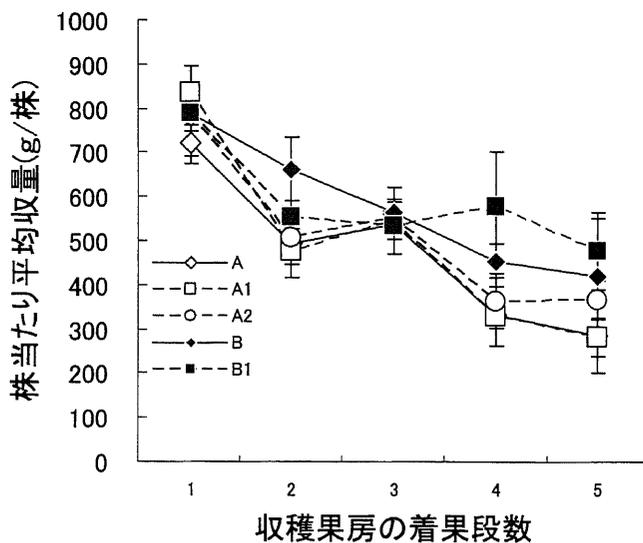


図4 抑制栽培試験における果房別収量.

トマトの不織布ポット点滴灌水栽培においてイノシン含有緩効性肥料が果実収量ならびに品質に及ぼす影響

培では、特に化成肥料区のAおよびA1区において6割程度へと低下した(表3)。障害果実の発生については、抑制栽培のチャック果発生率および尻腐れ果発生率がAおよびA1区で増大した。

株当たりの総収量については、早熟栽培試験の場合、B1区で有意に減少した(表4)。また、平均果実重量もB1区で総収量同様低下し、A区の8割程度であった。一方、果汁糖度ならびにビタミンC含有量については、処理区間に有意な差は確認できなかった。抑制栽培試験では、全体として、イノシンを添加した区において、添加しなかった処理区よりも果実収量が高く、また、化成肥料区よりも有機肥料区全体で総収量が増加する傾向があり、特にB1区において、A区に対して有意に収量が増大した。平均果実重量も、総収量と同様であり、BないしB1区ではA区よりも果実重量が高くなった。反対に、果汁糖度については、果実が大きくなったBならびにB1区において6.2前後と、AならびにA1区よりも低くなった。ビタミンC含有量については、早熟栽培試験と同様に処理区間に有意な差は認められなかった。

表3 全収穫果実中の正常果ならびに異常果比率(%)。

早熟栽培試験	正常果	窓あき果	変形果	チャック果	尻腐れ果	小果	その他
A	81.6	0.0	1.6	5.3	0.0	0.0	11.6
A1	76.5	0.0	3.9	7.8	0.0	2.2	9.5
B	80.5	0.0	1.6	8.9	0.0	0.0	8.9
B1	72.3	0.0	7.8	8.4	0.0	0.0	11.4
B2	71.9	0.0	3.4	9.6	1.1	0.6	13.5
抑制栽培試験	正常果	窓あき果	変形果	チャック果	尻腐れ果	小果	その他
A	65.4	6.4	7.7	14.1	5.1	1.3	0.0
A1	64.5	2.6	3.9	21.1	5.3	1.3	1.3
A2	85.1	4.1	2.7	6.8	0.0	1.4	0.0
B	74.0	1.4	6.8	15.1	0.0	0.0	2.7
B1	85.2	0.0	5.7	6.8	0.0	1.1	1.1

\* その他については、複数の障害が発生したものを含む。

表4 ポット土耕における肥料成分がトマトの総果実収量、平均果実重量、果汁糖度ならびにビタミンC(VC)含有量に及ぼす影響。

作型	肥料成分処理区	総果実収量 (g)	平均果実重 (g)	量果汁糖度 Brix (%)	VC含有量 mg · 100g f.w. <sup>-1</sup>
早熟栽培	A	3953.6 a	208.2 a	5.22 a	14.4 a
	A1	3270.3 bc	180.4 bc	5.30 a	14.6 a
	B	3808.8 ab	200.1 a	5.22 a	16.1 a
	B1	2780.4 c	167.6 c	5.52 a	18.6 a
	B2	3444.0 ab	192.4 ab	5.34 a	16.6 a
抑制栽培	A	2369.2 b	118.6 b	7.14 a	15.7 a
	A1	2464.9 ab	125.3 ab	7.43 a	13.9 a
	A2	2571.0 ab	138.7 ab	6.84 ab	14.8 a
	B	2835.1 ab	145.7 a	6.22 b	15.4 a
	B1	2929.5 a	152.0 a	6.19 b	15.3 a

\* : 異なる文字間には Student の t 検定により 5%水準で有意差がある。

## 考 察

葉色は、早熟ならびに抑制栽培試験とも、イノシンを添加した処理区で全体として濃くなる傾向が示された。プロリンを添加した場合に、SPAD 値が増加することが指摘されている（弦間ら2003；瀬古澤ら2008）。窒素をその構造に含むイノシンの場合も、アミノ酸同様に、分解産物が代謝機構に取り込まれ、結果として窒素肥料を施与した場合と同様に、葉色を濃くしている可能性がある。

果実収量に関しては、早熟栽培試験の場合、イノシンの添加による明確な違いは確認できなかった。なお、この試験では、化成および有機肥料といった肥料種類の違いに関する効果も明らかではなかった。特に、気温が高く、有機物の分解が早い季節に試験を行ったことに加え、日射も多く全体的に成育量が高い時期でもあり、結果的に各種の肥料試験処理の効果が明確にならなかったかもしれない。一方、収穫期が低温期に当たる抑制栽培試験については、有機肥料区ならびにイノシンの添加において果実収量が増大した。収量構成要素からみて、果実収穫個数よりも、平均果実重量の違いがより処理区間差異が生じていた。浅尾ら（2006）は、キュウリについて、雌花数がアミノ酸の添加処理により促進されたことを報告しているが、本試験では、イノシンの添加が果実数に与える影響は確認できなかった。速効性の化成を主体として設置した肥料試験区では、試験後半に果実重量が低下し、このことに関して、肥料切れが成育後半に起こった可能性を示唆できる。特に、早熟栽培試験と比較して気温が低い抑制栽培試験では、有機肥料試験区全体で、試験期間後半でも比較的平均果実重量が大きかった。分解されてから吸収される有機肥料区の場合、本試験結果のように成育後半でも肥料切れが起こらなかった可能性がある。また、イノシン添加処理区では、全体として、平均果実重量が増加する傾向があった（表4）。キュウイに関して、アミノ酸のプロリンが果実肥大促進効果をもつことが指摘されている（瀬古澤ら2008）。この報告のように、イノシンの場合もなんらかの形で果実肥大を促進させた可能性も否定できない。しかしながら、果実肥大に関してイノシン添加処理が関与するその作用機構については不明であり、より一層の検討が必要であろう。なお、抑制栽培試験では、イノシン添加濃度を増加させた結果として、果実肥大に対するイノシンの効果が確認できた可能性がある一方、実験期間中の気象条件が作型間でのイノシン添加効果の違いに関係している可能性も否定できない。すなわち、現在検証中であるが、土壤中微生物によるイノシンそのものの分解性が気温によって異なり、結果的に、期間中に初夏を含む早熟試験の場合、イノシンが早期に微生物により分解されてしまい、イノシンとしての効果を発揮できなかったことが推察される。

一方、果実品質への影響について、イノシン添加の効果は不明であった。抑制栽培試験の場合、果実肥大が低かったA区などで果汁の糖度が高かったのは、果実重量の低下に伴う果実内成分の濃縮効果の可能性が考えられる（齊藤ら2006）。障害果実については、特に抑制栽培試験の場合、化成肥料区において尻腐れ果率が5%程度発生した。猿渡ら（2003）によると、隔離床栽培において肥料量を増大させた場合にトマト果実の尻腐れ果発生率が増加している。本研究の場合、有機質肥料成分の分解が早かった早熟栽培では、その差は観察されなかったものの、気温が低い抑制栽培では化成の肥効が有機肥料に比べて相対的に強く、障害果実発生につながったのかもしれない。

以上の結果より、根域を制限した不織布隔離床栽培の場合、固形肥料の利用と点滴灌水の組

トマトの不織布ポット点滴灌水栽培においてイノシン含有緩効性肥料が果実収量ならびに品質に及ぼす影響

み合わせにより長期間トマトを栽培することが可能であることが示唆された。加えて、肥効が持続すると考えられる有機質タイプのものが抑制栽培の場合には望ましいことが判明した。本実験では使用しなかったが、肥効調節型の肥料を利用した場合、更に長期間の安定した生産が可能となるだろう。また、イノシンの添加効果については、低温時の抑制栽培において成育ならびに果実肥大を促進する補助要因として利用できる可能性が示唆された。

#### 引用文献

- 浅尾俊樹・竹内 誠・宮沢由紀・北澤裕明・伴 琢也・細木高志 2006. プロリン施与がキュウリの生育および収量に及ぼす影響. 園学雑, 75別2:235.
- 弦間 洋・中村寿孝・瀬古澤由彦・菅谷純子・竹内 誠・宮沢由紀・采亜希子・岩崎直人 2003. プロリン散布によるニホンナシ, 温州ミカンの果実品質向上. 園学雑, 72別2:121.
- 岡 准慈・三好 規・山口国夫 2006. 不織布製ポットを用いたキュウリの隔離床栽培における施肥・灌水管理. 園学雑, 75別1:380.
- 岡 准慈・三好 規 2006. 不織布製ポットを用いた隔離床栽培におけるトマトの高糖度果実生産. 園学雑, 75別2:229.
- 斎藤岳士・福田直也・西村繁夫 2006. 塩ストレス, 栽植密度ならびに果房直下の側枝がNFT栽培トマトの収量および糖度に及ぼす影響. 園芸学研究, 5:415-419.
- 瀬古澤由彦・秋元晴香・大宮秀昭・大島 泉・菅谷純子・弦間 洋 2008. キウイフルーツの果実肥大に及ぼすL-プロリン葉面散布の影響. 園学雑, 77別1:89.
- 猿渡 真・吉田耕起・森田敏雅・石田豊明 2003. 簡易隔離床における肥効調節型肥料を用いた冬春期高糖度トマト栽培法. 九州農業研究, 65:173.

## Effects of Slow Release Type Fertilizer with Inosine on the Yield and Quality of Tomato Grown under Drip Irrigation System Incorporated with Non-woven Fabric Pot Culture

Mutsumi ITOU<sup>1</sup>, Mizuki MATSUOKA<sup>1</sup>, Shuko OOHIRA<sup>1</sup>,  
Daisuke YOKOI<sup>2</sup> and Naoya FUKUDA<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba, 305-8577,  
Ibaraki. Tsukuba, Tennodai 1-1-1

<sup>2</sup> Ajinomoto Co., Inc., 104-0031 Tokyo Chuo, Kyobashi 1-15-1

### Abstract

Effects of the slow release type fertilizer containing the inosine on the growth and fruits yield of tomato grown under drip irrigation system incorporated with non-woven fabric pot culture, were evaluated. Experimental treatments were carried out as follows; 1) the chemical type fertilizer treatments with or without inosine, and 2) organic type fertilizer treatments with or without inosine in early and late cropping type. The leaf color was improved as the higher SPAD value in the treatments with inosine. It was not evident the fertilizers affected on the growth of tomato, whereas in early cropping type, there was no effect of fertilizer on the fruits yield. But in late cropping type, organic fertilizer could increase up the tomato fruits yield as compared with the chemical fertilizer. In addition, it was found that fruits size and fruits yield tended to be bigger and higher in late cropping type when inosine was applied.

**Key words:** Drip irrigation system, Inosine, Non-woven fabric pot, Slow release type fertilizer, Tomato

---

\* Corresponding Author: naoyaf@sakura.cc.tsukuba.ac.jp