

促成トマトの養液土耕栽培における窒素施用量と かん水量の違いが収量、品質に及ぼす影響

荒木雅登*・林田達也・井手 治・満田幸恵・山本富三・柴戸靖志

促成トマト「ハウス桃太郎」の養液土耕栽培における窒素施用量とかん水量の違いが収量、品質、窒素収支に及ぼす影響を明らかにするとともに、養水分管理のための栽培期間中の土壌中硝酸態窒素含量の診断指標値を検討した。

- 1 定植時の土壌中無機態窒素量は45kg/10aで、栽培期間中経時的に無機化する窒素量は4kg/10a程度と推定された。
- 2 点滴チューブを用いる養液土耕栽培では散水チューブを用いる慣行栽培と比較して、かん水を同量とした場合、窒素施用量は50%削減しても果実収量は97%と同水準で、品質も同等であった。また、このときの栽培期間中の窒素吸収量は32kg/10aであった。
- 3 高品質安定生産のためには、12月～5月において株当たりの1日のかん水量は100～500mL、窒素施用量は10～45mgで管理するのが適する。
- 4 土壌中の硝酸態窒素含量の診断指標値は5～10mg/100gである。

[キーワード：窒素栄養診断, 窒素収支, 点滴かん水, トマト, 養液土耕栽培]

Effects of Irrigation and Nitrogen Fertilizing on Yield and Quality of Tomatoes Cultured in a Forcing House by Drip Fertigation. ARAKI Masato, Tatsuya HAYASHIDA, Osamu IDE, Yukie MIZDA, Tomizou YAMAMOTO and Yasushi SHIBATO (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 24:16-22(2005)

This study was conducted to clarify the dynamics of nitrogen and the effect of irrigation and nitrogen fertilization on the yield and quality of forcing 'HAUSUMOMOTARO' tomatoes by drip fertigation. At the same time, the indexes of nutritional diagnoses for controlling fertigation were obtained. The results were as follows. (1) The amount of inorganic nitrogen in the plowed soil of the field at the time of planting was 45kg per 10a. The mineralized nitrogen while culturing the tomatoes was estimated at only 4kg per 10a. (2) When the amount of nitrogen applied by drip fertigation was reduced by 50% and the amount of irrigation was equal to a conventional culture, the yield and quality of the tomatoes were similar. Also, the amount of nitrogen uptake by the tomatoes by drip fertigation was 32kg per 10a. (3) While forcing tomato was cultured by drip fertigation from December to May, the amount of irrigation in the range of 100 to 500mL plant⁻¹ day⁻¹ and applied nitrogen in the range of 10 to 45mg plant⁻¹ day⁻¹ were appropriate. (4) The index of the nitrate nitrogen content for diagnosing the soil was 5 to 10mg per 100g.

[Key words : drip fertigation, drip irrigation, nitrogen balance, nutritional diagnosis of nitrogen, tomato]

緒 言

養液土耕栽培は従来の栽培に比べるとかん水・施肥を効率かつ省力的に行うことのできる栽培技術で、点滴チューブを使用する以外は特別な培地や設備を要しない手軽さから全国的に導入が進んでおり、ナス、キュウリ、ピーマン等の果菜類での適用事例が多く報告されている^{3, 6, 8, 13)}。本栽培のメリットの一つは肥料の利用率高いこと¹⁾であり、収量増や施肥量大幅削減の可能性を指摘した報告は多い^{3, 4, 6, 13, 16)}。しかし、作物の養分吸収量や土壌中の養分の動態等、土壌肥料の視点から詳細に解析した報告は少ない^{1, 2)}。

トマトの養液土耕栽培における生育・収量についての報告も多い^{5, 7, 9, 11, 13)}。菅沼¹⁾は現地圃場での生育や適正なかん水・窒素施用量について論じている。しかしながら、土壌からの窒素供給量の評価が可給態窒素量により行われていることや作物体の窒素吸収量が調査されておらず、窒素収支が明らかでないため、施用窒素の削減可能幅に

言及するには至っていない。

本報告では、促成トマト「ハウス桃太郎」の養液土耕栽培において、窒素施用量とかん水量の違いが収量、品質に及ぼす影響を、特に土壌からの窒素供給量を含めた窒素収支を踏まえたうえで一考した。また、養水分コントロールのしやすい本栽培の利点を生かすために土壌や作物体搾汁液等の栄養診断を組み合わせる給液管理することが望ましいことから、栽培期間中の土壌中硝酸態窒素含量および葉柄搾汁液硝酸イオン濃度を追跡調査し、診断の指標となる適正値について検討した。

試験方法

1 試験区の構成および耕種概要

2002～2003年に福岡県農業総合試験場内ガラス温室の砂壤土(全窒素含量0.17%, 全炭素含量2.01%)圃場で実施した。穂木品種には「ハウス桃太郎」を、台木に「がんばん根」を用い、それぞれ9月4日、9月2日に播種し、畝間135cm、株間35cmとして、1条植えで10月30日に定植した。なお、定植前に稲わら堆肥を5t/10a施用した。収穫段数は12段とし、第12果房の上位2葉を残して

*連絡責任者(土壌・環境部)

第1表 試験区の構成と施肥量

試験区	窒素 減肥率 (%)	かん水 率 (%)	かん水に 用いた チューブ	施肥量(kg/10a)				
				N			P ₂ O ₅	K ₂ O
				基肥	追肥	計	計	計
① 対照			散水チューブ	8.0	18.0	26.0	30.0	30.0
② 点滴	75	100	点滴チューブ	0.0	6.6	6.6	9.7	10.3
③ 点滴	50	100	点滴チューブ	0.0	13.1	13.1	20.6	21.3
④ 点滴	50	50	点滴チューブ	0.0	13.2	13.2	20.7	21.4
⑤ 点滴	50	25	点滴チューブ	0.0	13.1	13.1	20.5	21.2
⑥ 点滴	90	100	点滴チューブ	0.0	2.7	2.7	3.2	3.8

第2表 試験期間中の月別1日当たり株当たり窒素施肥およびかん水実績¹⁾

試験区	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	総量
① 対照 ²⁾	0.0	26.7	25.8	60.2	33.3	15.0	65.6	65.5	16.7	13.5
	500	319	215	502	278	126	547	547	139	82.0
② 点滴 - 75%減肥 - かん水100%	74.9	23.4	8.6	20.1	11.1	5.0	21.5	18.5	0.0	3.4
	500	319	215	502	278	126	537	556	139	82.0
③ 点滴 - 50%減肥 - かん水100%	74.9	32.3	17.2	40.1	22.2	10.0	43.0	44.5	11.1	6.8
	500	319	215	502	278	126	537	556	139	82.0
④ 点滴 - 50%減肥 - かん水50%	74.9	26.4	28.7	43.0	22.2	10.0	43.0	41.6	5.9	6.9
	500	171	179	269	139	63	269	260	56	43.6
⑤ 点滴 - 50%減肥 - かん水25%	74.9	35.1	0.0	49.6	29.3	11.6	51.3	43.0	0.0	6.8
	500	152	0.0	135	80	32	139	135	28	22.1
⑥ 点滴 - 90%減肥 - かん水100%	74.9	41.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
	500	319	215	502	278	126	537	556	139	82.0

1) 上段：窒素施肥量 (mg), 下段：かん水量 (mL).
 ただし総量については上段：窒素施肥量 (g), 下段：かん水量 (L).
 2) 窒素施用量に基肥の分は含まれていない。

摘心した。着果処理はすべてトマトーン100倍希釈液にジベレリンを5ppmとなるよう混合した液を用いて行った。栽培期間中の施設内の最低気温は10℃以上となるよう管理した。試験区の構成と施肥量を第1表に示した。基肥を本圃に施用し、散水チューブによって、かん水と追肥の液肥給液を行う区を対照区(①)とした。これに対して、基肥を施用せず施肥を点滴チューブによる液肥の給液でまかなう区を点滴区とし、窒素施用量を対照区の50%(③)、75%減肥(②)とする2水準の減肥区を設けた。なお、当初これに加えて、肥料を全く施用しない100%減肥区を設ける予定であったが、定植後約1ヵ月間は施肥を行ったため、施肥実績に従い、90%減肥区(⑥)とした。これらの区は対照区とかん水量が一致するように液肥濃度を調整した。また、かん水量を3水準で変えた試験区を設けた。すなわち、対照区とかん水量を同量としたかん水100%区(③)およびかん水量を50%、25%とした50%区(④)、25%区(⑤)である。これらの区は、窒素施用量を対照区の50%で統一した。給液は、天候とトマトの生育および土壌の水分状態を確認しながら適宜

行った。窒素施肥およびかん水実績を第2表に示した。肥料は、対照区の基肥にはCDU複合燐加安S555号(N-P₂O₅-K₂O=15-15-15%)を用い、各区の追肥には定植後、約1ヵ月間はOKF-1(15-8-17)を用い、その後は養液土耕5号(12-20-20)を用いて適宜液肥を調製した。給液用のチューブは、散水チューブ(スミチューブ)、点滴チューブ(Tテープ、吐出口20cm間隔)とも1畝に2本、株元から両側30cmの位置を通るよう設置した。試験区は1区9株の2連制とした。収量調査は週3回行い、果実個数、重量、障害果個数を測定した。上中下物の仕分けはJ A 全農ふくれんの出荷規格表に準じて行った。

2 土壌中の窒素動態

栽培期間中の土壌からの窒素供給量を評価するために、施肥・定植直前の土壌を採取し、培養試験を行った。採取後、未風乾のまま2mmの篩を通し、100mLのポリ容器に土壌40gを入れ、最大容水量の60%となるよう水分を調整した。アルミ箔でふたをして20℃、25℃、30℃の各

インキュベータ内にて静置培養した。なお、アルミ箔のふたには、ポリ容器内の好気的狀態を保つため1mm程度程度の細孔を2個ずつ設けた。培養期間中は、土壤水分が低下するため、1~2週間毎に水分を調整した。培養土壤を経時的に取り出し、80mLの10%塩化カリウム溶液を加え、振とう、ろ過し、ろ液についてブレンナー法により無機態窒素量を測定した。得られた結果を、杉原らの反応速度論的方法¹²⁾により解析し、トマト栽培期間中の日平均地温を用いて、試験実施圃場の土壤からの窒素供給量ならびに供給パターンの推定を行った。なお、地温は畝上面から10cmの位置での実測値を用いた。

給液管理の1つの目安として土壤中の硝酸態窒素含量の診断指標値を検討するため、栽培期間中2週間毎に土壤を採取した。土壤の採取は、井上ら³⁾に準じ、株元からチューブまでの間の中間付近の地表下0~20cmの位置から検土丈を用いて行った。採取した土壤に未風乾のまま、5倍量の10%塩化カリウム水溶液を加え、振とう、

ろ過後、ブレンナー法によって測定した無機態窒素量からアンモニア態窒素量を差し引くことにより硝酸態窒素含量を求めた。また、別途土壤の含水率も測定した。

収穫終了時点においては、主根群域の土壤をよく混合した上で採取し、上記同様に無機態窒素含量を調査した。

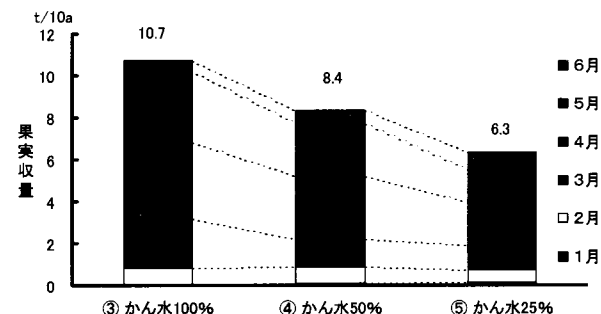
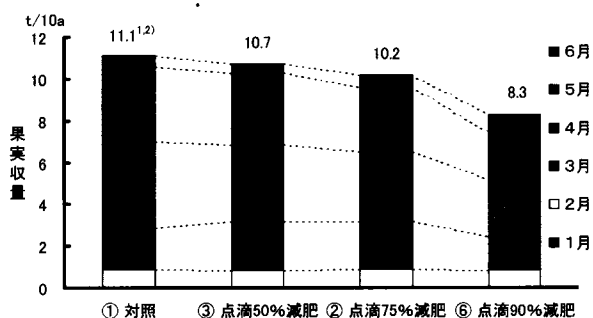
3 窒素吸収量および果実糖度

各区、中庸な2株の収穫果実、整枝葉を分析試料として逐次回収した。また栽培終了時に株を抜き取り、根、主枝、葉に分解した。各部位別の試料を通風乾燥後、乾物重を測定した。その後、粉碎したものを分析試料とし、全窒素含量を測定した。全窒素の測定はケルダール分解後、セミ・マイクロ法により行った。

また、週3回の収量調査の際、果実糖度を測定した。測定は、平均収穫果5個それぞれの搾汁液を屈折式糖度計(アタゴ社製)を用いて測定した。

4 葉柄摩砕液による窒素栄養診断

果実肥大期に葉柄摩砕液を利用した窒素栄養診断を行った。葉柄の採取部位は、山田ら¹⁵⁾に準じてピンポン玉大の肥大中の果実直下の中位葉の葉柄とした。葉柄の重量測定後、細断し、9倍量の蒸留水を加えて乳鉢上で葉柄残渣の原形が見えなくなるまで摩砕した。摩砕後、摩砕液を適宜希釈して硝酸イオン試験紙および小型反射式光度計(RQフレックス)を用いて硝酸イオン濃度を測定した。硝酸イオン濃度は新鮮葉柄重1kgあたりのmgで表示した。



第1図 窒素減肥率およびかん水率の違いが促成トマトの収量に及ぼす影響

- 1) 数字は総量を示している。
- 2) 分散分析の結果、各試験区間に有意差なし。

第3表 収穫果実の月別上中物率の推移 単位: %

試験区	1月	2月	3月	4月	5月	6月	平均
① 対照	-	71.5	78.9	73.2	67.9	64.0	71.7
② 点滴-75%減肥 - かん水100%	49.9	80.8	76.2	80.9	68.7	60.6	74.8
③ 点滴-50%減肥 - かん水100%	-	63.2	79.3	79.6	70.8	51.0	74.3
④ 点滴-50%減肥 - かん水50%	43.5	67.5	72.5	75.5	63.7	63.7	69.5
⑤ 点滴-50%減肥 - かん水25%	12.5	64.7	66.2	67.0	46.7	62.9	59.8
⑥ 点滴-90%減肥 - かん水100%	40.4	75.3	73.9	72.1	67.3	74.1	71.5
	-	n.s. ¹⁾	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

- 1) 逆正弦変換後の値を分散分析した結果、n.s.は有意差がなかったことを示す。
- 1月は欠損値があるため、検定不能。

第4表 収穫上中物果実の月別1果重の推移 単位: g

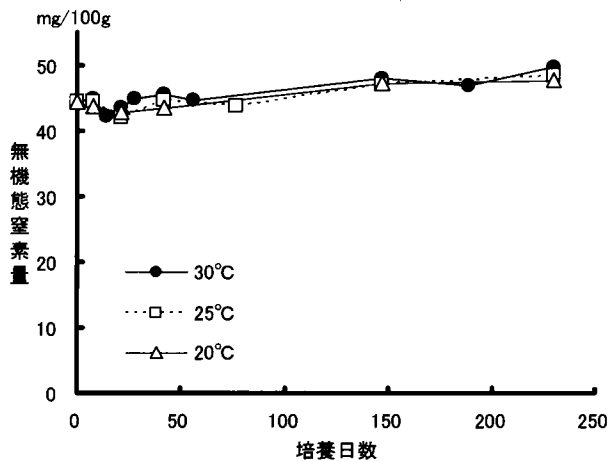
試験区	1月	2月	3月	4月	5月	6月	平均
① 対照	-	118.3	125.0	124.3	134.4	92.4	125.0
② 点滴-75%減肥 - かん水100%	195.0	126.2	129.7	143.4	129.2	102.6	132.4
③ 点滴-50%減肥 - かん水100%	-	102.8	136.6	136.0	148.7	92.6	134.7
④ 点滴-50%減肥 - かん水50%	112.0	99.4	100.2	111.0	109.5	114.0	107.8
⑤ 点滴-50%減肥 - かん水25%	109.0	86.8	85.0	99.5	85.7	90.2	90.9
⑥ 点滴-90%減肥 - かん水100%	72.5	101.9	109.1	109.1	109.0	146.9	111.4
	-	n.s. ¹⁾	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

- 1) 分散分析の結果、n.s.は有意差がなかったことを示す。1月は欠損値があるため、検定不能。

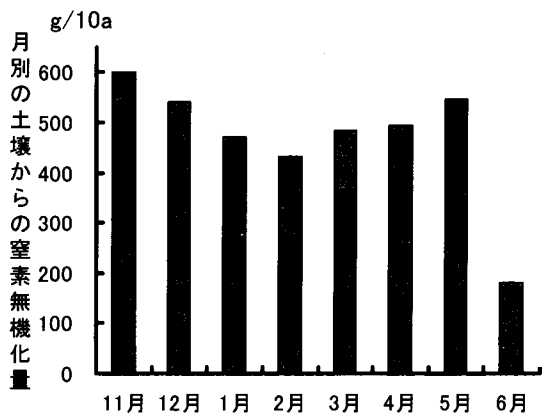
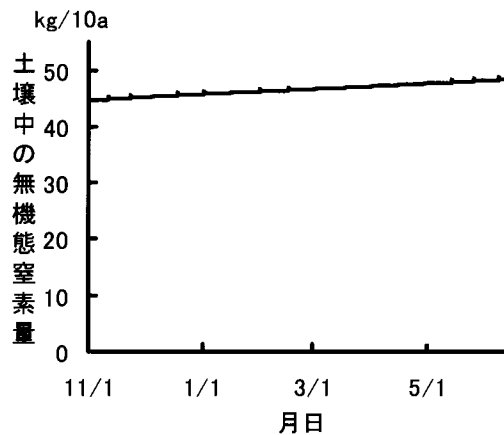
第5表 月別の平均果実糖度 単位：Brix.%

試験区	2月	3月	4月	5月
① 対照	6.5 b	5.5 c	7.0 c	8.0 b
② 点滴 - 75%減肥 - かん水100%	6.2 b	5.8 c	7.1 c	7.3 b
③ 点滴 - 50%減肥 - かん水100%	6.9 b	5.7 c	7.0 c	7.5 b
④ 点滴 - 50%減肥 - かん水50%	7.3 b	7.2 b	8.0 bc	8.5ab
⑤ 点滴 - 50%減肥 - かん水25%	8.8a	8.2a	9.1a	9.2a
⑥ 点滴 - 90%減肥 - かん水100%	7.2 b	6.8 b	7.9 bc	8.0 b

1) **, *はそれぞれ1, 5%水準で有意。
異文字間には5%水準で有意差があることを示す (Tukey法)。



第2図 試験圃場の土壌培養試験による無機態窒素量の推移



第3図 栽培期間における土壌中の無機態窒素量¹⁾

1) 土壌中無機態窒素量 (mg/100g) を仮比重1.03, 作土深10cmより10a当たり無機態窒素量 (kgまたはg) に換算した。

結 果

1 窒素施肥量とかん水量が収量と品質に及ぼす影響

減肥率別, かん水量別の果実収量を第1図に示した。また, 第3表に収穫果実の月別上中物率, 第4表に収穫上中物果実の月別平均1果重, 第5表に月別の平均果実糖度について示した。減肥率別の果実収量は, 対照区に対して75%減肥区で92%と劣る傾向にあったものの, 50%減肥区では97%と同等であった。また, 上中物率は平均すると③50%減肥区, ②75%減肥区ともに点滴区は対照区より高い傾向にあり, 上中物果実の平均1果重も同様であった。

一方, かん水量別には, ③かん水100%区に対して④かん水50%区で果実収量比78%, ⑤かん水25%区で59%と極端なかん水制限によって低下する傾向にあった。特に3~5月の減収幅が大きかった。同様に, 上中物率, 1果重もかん水量が少ないほど低く, 3~5月にこの傾向が顕著であった。一方で, 果実糖度に関してはこれまでに報告¹⁴⁾されているように, かん水量が少ないほど高まる傾向にあった。

2 窒素収支

土壌培養試験による無機態窒素量の推移を第2図に示した。培養開始時における土壌中の無機態窒素量は44mg/100gと多かったが, 200日以上培養したにもかかわらず

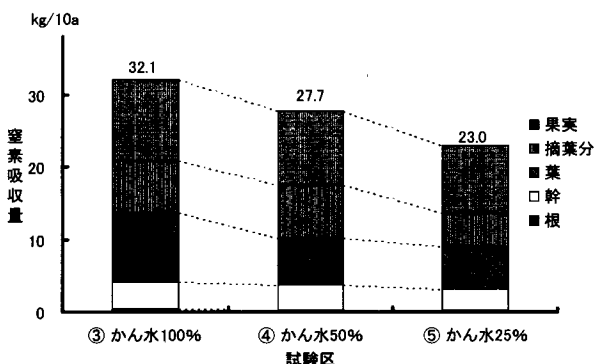
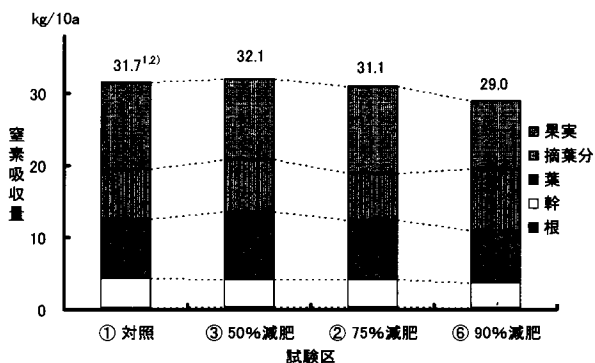
ならず培養期間中無機化した窒素量は30°Cで5 mg/100gに過ぎなかった。この結果を, 反応速度論的に解析したところ, 杉原ら¹²⁾の窒素無機化モデル式に適合した。このモデル式と日平均地温を用いて, トマト栽培期間中に無機化した10a当たり窒素量の推定を行った結果を第3図に示した。栽培開始時の無機態窒素量に対して経時的に無機化する窒素量は, 非常に少なく1ヵ月毎に見ると10a当たり400~600g程度であった。

減肥率別, かん水量別の作物体部位別窒素吸収量を第4図に示した。減肥率別には, ③50%減肥区が32.1kg/10aと①対照区に遜色がなかった。また, ②75%減肥区も31.1kg/10aと大きな差は認められなかった。これに対して当初窒素無施用を想定していた⑥90%減肥区は定植1ヵ月後以降はかん水のみとしたため, 29.0kg/10aとやや下回る傾向にあった。かん水量別には, ③かん水100%区に対して, ④かん水50%区, ⑤かん水25%区は窒素施肥量が同じであるにもかかわらず, 窒素吸収量は27.7kg/10a, 23.0kg/10aと低い傾向を示した。

第6表に窒素収支を示した。不明窒素量は, かん水量が同水準の区を比較すると, ①対照区の30kg/10aに対して点滴区はその30~55%であった。かん水量は少ないほど, 土壌残存窒素量が多い傾向にあった。

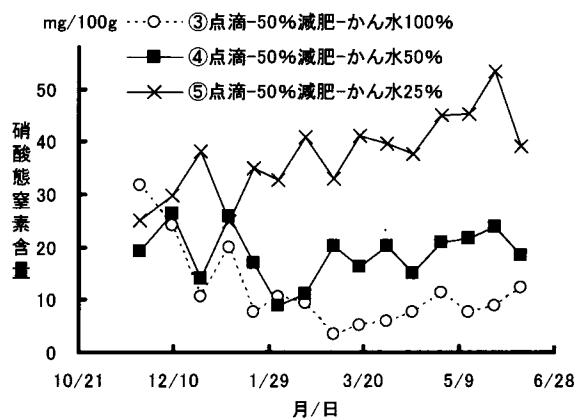
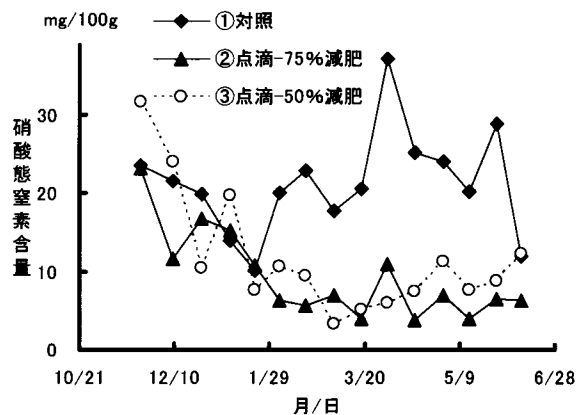
3 土壌中の硝酸態窒素の推移

第5図に減肥率別, かん水量別の土壌中硝酸態窒素含



第4図 窒素減肥率およびかん水率の違いが促成トマトの部位別窒素吸収量に及ぼす影響

1) 数字は総量を示している。
2) 分散分析の結果、各試験区間に有意差なし。



第5図 土壌中の硝酸態窒素含量の推移

第6表 窒素収支

単位: kg/10a

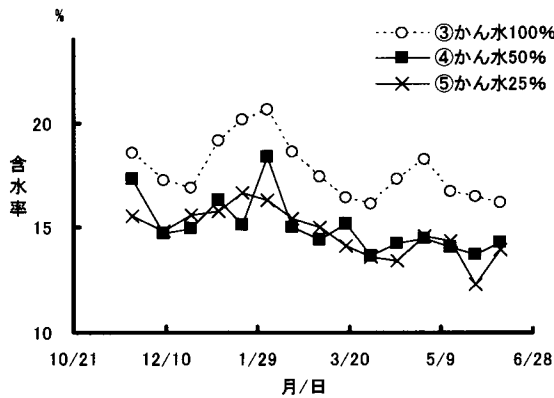
試験区	土壌由来		作物体	土壌	
	窒素供給量	窒素施肥量	窒素吸収量	窒素残存量	不明窒素量
	(A)	(B)	(C)	(D)	(A+B)-(C+D)
① 対照	48.5	26.0	31.7	12.8	30.0
② 点滴 - 75%減肥 - かん水100%	48.5	6.6	31.1	7.0	17.0
③ 点滴 - 50%減肥 - かん水100%	48.5	13.1	32.1	13.2	16.3
④ 点滴 - 50%減肥 - かん水50%	48.5	13.2	27.7	22.3	11.7
⑤ 点滴 - 50%減肥 - かん水25%	48.5	13.1	23.0	42.0	-3.4
⑥ 点滴 - 90%減肥 - かん水100%	48.5	2.7	29.0	13.5	8.7

量の推移を示した。月別収量の増加する2月以降5月にかけて、①対照区は18~37mg/100gで推移したのに対して、②75%減肥区では4~11mg/100gと低い水準で推移した。また、①対照区に対して果実収量で同等であった③50%減肥区では5~10mg/100g程度で推移した。

かん水量別には、③かん水100%区に対して④かん水50%区で11~24mg/100g、⑤かん水25%区で33~53mg/100gと非常に高い数字を示した。硝酸態窒素含量診断のために採取した土壌のかん水量別の含水率を第6図に示した。調査期間を通して③かん水100%区は、④かん水50%区、⑤かん水25%区両区よりも高い傾向を示したが、④かん水50%区と⑤かん水25%区との差は顕著でなかった。

4 葉柄中の硝酸イオン濃度の推移

葉柄中の硝酸イオン濃度を第7図に示した。時期による変動が大きかった一方で、処理区間の差は非常に小さく減肥率別に一定の傾向は認められなかった。しかし、かん水量は少ないほど、高い傾向を示した。収穫期間中2~4月において、③~⑤区のうち④区および⑤区に対して果実収量が上回る傾向にあった③点滴50%減肥かん水100%区の硝酸イオン濃度は6700~8400mg/kgで推移した。



第6図 かん水率別の土壌の含水率の推移

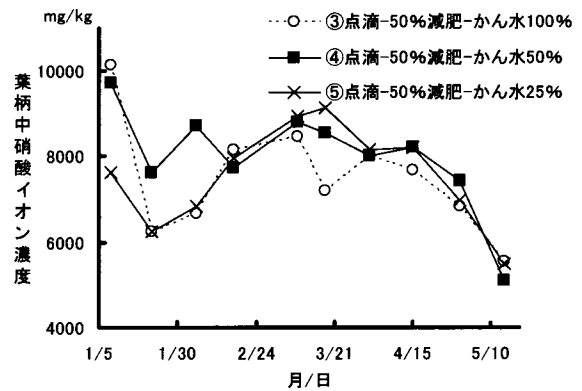
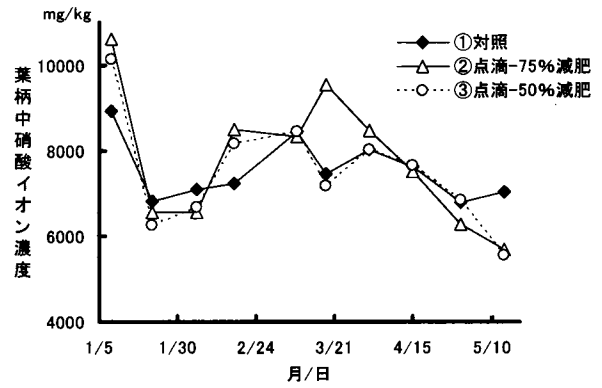
考 察

養液土耕栽培では、対照区に対して窒素施用量を50%削減しても、収量比で97%と同等で、75%を削減した区では92%と低下する傾向が認められた。この結果を生産現場に適用するにあたっては、本試験を実施した圃場の土壌条件を解析する必要がある。

試験圃場において、栽培期間中に土壌から供給される作物が吸収可能な無機態窒素量は49kg/10aと推定され、栽培期間中の作物体の窒素吸収量から考えると非常に多かった。このうち、45kg/10aが栽培開始時にすでに存在し、経時的に無機化する窒素量は4kg/10aで非常に少なかった。このことを考慮すると、慣行栽培における基肥窒素量を大幅に削減することが可能であった一方、追肥は必要量を適宜きちんと施用すべき土壌条件であったと考えられた。すなわち、本試験における、対照区の基肥窒素の他、各区において10月から11月にかけて約1ヵ月間、苗の活着を促すために施用した施肥窒素は、必ずしも必要でなかったと考えられた。しかし、林ら²⁾が、養液土耕栽培で大幅な施肥窒素削減を続けた圃場においては、土壌中の窒素の消耗が激しく、連作すると次第に初期生育の停滞が見られることから、必要に応じた基肥窒素の必要性を指摘しているように、定植時の土壌中に無機態窒素が少ない条件下では、当試験での10~11月における点滴区の施肥実績程度が適当ではないかと考えられる。

点滴区の中で最も果実収量の高かった③50%減肥区の12月~5月における株当たり1日の平均窒素施用量は10~45mgで、斎藤ら⁹⁾や菅沼¹¹⁾が提唱している100mgと比較すると、半分以下に相当した(第2表)。これは、上述のとおり、本試験圃場における土壌中の作物に供給可能な窒素量が、非常に多いためと考えられ、土壌条件によって株当たりの1日の適切な窒素施用量を調整する必要があると考えられた。

また、当初、無肥料で栽培することを想定していた⑥90%減肥区の窒素吸収量は29kg/10aとかん水量を同水準とした①~③区と比較して、結果的に下回る傾向であったが、顕著な差ではなかった。また、収量も10a当たり8.3tと①~③区よりも劣る傾向にあった。栽培開始時の土壌中の無機態窒素量を考慮すると、この時期に行う施肥の必要性は小さいものと考えられた。したがって、



第7図 葉柄中の硝酸イオン濃度の推移

窒素施用量の水準を⑥90%減肥区と同程度で増収を図るためには、定植から約1ヵ月間に施用した10a当たり2.7kgの窒素を12月以降、果実肥大期から収穫期にかけて分配して施用することが、有効であると考えられる。

窒素収支における不明窒素量は、主として下方浸透、さらに地下水へと溶脱しているものと考えられることから環境負荷の大小を評価する指標として想定できる。かん水量を対照区と等量とした点滴かん水区の不明窒素量は対照区の約30~55%であったが、このことは養液土耕栽培が、肥料の利用率高く環境負荷となる余剰な窒素の量を低減できることを裏付けている。

かん水量の違いは、収量および窒素吸収量に大きく影響を及ぼした。③~⑤区は窒素施用量を統一し、かん水量を変えたため、かん水量の少ない区ほど高濃度の液肥が施用されており、かん水量の少ない順に収量、窒素吸収量ともに減少する傾向にあった。この要因としては、かん水量が少なかったために、窒素をはじめとした養分が根に吸収され難かったことや、根域が高濃度の養分で満たされた状態にあったために根が障害を受け、養分吸収力が低下していたこと等が考えられる。

窒素収支において、かん水量別の不明窒素量は少ないほど少なく、⑤かん水25%区ではマイナス値を示した。これは、窒素供給量をかん水量にかかわらず、最大容水量の60%の水分条件下で得られた培養試験結果をもとに試算したことが一因であると考えられた。土壌水分が異なれば土壌中の微生物の活性も異なり、当然窒素の無機化パターンは異なってくると考えられる。米沢ら¹⁷⁾は、土壌と混合した有機質肥料の8週後の窒素無機化率について最大容水量30, 50, 70%で比較すると顕著な差は認

められないものの50%, 70%, 30%の順で低くなる傾向にあることを報告しているが, 室内培養試験の結果を栽培圃場により高い精度で適用するためには, 今後, 土壤水分が窒素の無機化に及ぼす影響について検討する必要がある。

対照区とかん水量を等量とした②区および③区の株当たりの1日の平均かん水量は130~560mLであった(第2表)。これは, 菅沼¹¹⁾の報告中の200~600mLとほぼ一致する。しかし, 時期別の推移を見てみると, 必ずしも一致しなかった。菅沼は, 株当たり日平均かん水量が600mLでは過剰であるため, 400~450mLが適量であるとしているが, 果実収穫期間中はかん水量を少なめにした方が, 果実糖度が高まり, より良いと考えられた。

土壤中の硝酸態窒素含量は, 散水チューブを用いた①対照区では, 2~5月においては18~37mg/100gと時期によって変動が大きかったが, これは必ずしも畝全体にかん水が均一に行われておらず, 栽培期間を通して土壤の水分状態が不安定であるためと考えられた。これに対して, ①対照区と果実収量で遜色のなかった③50%減肥区では5~10mg/100gの安定した水準で推移したことから, 土壤中の硝酸態窒素含量の診断指標値は5~10mg/100gとするのが, 適当であると考えられた。これまでに促成トマト栽培における土壤中硝酸態窒素含量適正值は明らかにされていないが, 土壤溶液等で報告^{11, 15)}されている数字を土壤水分を勘案して照合すると, 同水準に相当すると考えられた。なお, 井上³⁾が促成ナスについて報告した10~15mg/100gと比較すると低い水準であった。

収穫期間中の2~4月において, ③点滴50%減肥かん水100%区の葉柄中の硝酸イオン濃度は6700~8400mg/kgであった。これは促成トマトの葉柄汁液による窒素栄養診断についてのいくつかの報告の中で, 齊藤⁹⁾や菅沼¹¹⁾の報告に近いものであった。果実収量が③区よりも下回る傾向にあった他の点滴区では9000mg/kgを超えることがあったが, この水準は窒素過剰であると考えられた。

特殊な培地を用いる養液栽培と比較して, 土壤を用いる養液土耕栽培では, 土壤が果たす主な二つの役割, すなわち, 根と養分との緩衝剂的な役割および養分の供給源の役割によって, 精密な培養液管理を要しないため農家が導入しやすいものとなっている。今後, より高いレベルの技術として施肥効率をさらに高めるためには, 施設ごとの地力の違いをよく理解する必要がある。特に, 養分の動態を的確に把握しておくことが施肥量の大幅削減を図る上では重要である。窒素については, 栽培開始直前の土壤中無機態窒素量および栽培期間中に土壤中無機化する窒素量を把握する必要がある。本報中の試験圃場のように, 開始直前の無機態窒素量に対して経時的に無機化する窒素量が少ない場合には, 後者を把握する必要性は小さいが, 生産現場での土壤中の窒素無機化パターンは多様であることから, 経時的に無機化する窒素量は無視できない。しかし, 現行の反応速度論的方法による解析では, これを把握するのに100日以上長期間を要するため, 栽培当初において施肥設計に窒素肥沃度を反映させることは事実上困難である。したがって, 養液

土耕栽培を土壤の窒素肥沃度を十分に生かした低投入型栽培技術としてレベルアップを図るためには, 経時的に無機化する窒素量を栽培当初の段階で, 簡易かつ迅速に推定する方法を開発する必要がある。

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)栽培の肥効は高いのか. 土肥誌74:175-182.
- 2) 林康人・新妻成一・久保省三(2003) 灌水施肥(養液土耕)栽培における基肥の必要性 基肥窒素がトマトの初期生育に及ぼす影響. 土肥誌74:813-816.
- 3) 井上恵子・山本富三・柴戸靖志・石坂晃(2003) 促成ナスの養液土耕栽培における施肥およびかん水方法. 福岡農総試研報22:69-74.
- 4) 木村武(1999) 施設園芸における環境保全型土壌・肥培管理. 土肥誌70:475-480.
- 5) 松浦京子・高柳りか・佐藤達雄・吉田誠(2002) かん水同時施肥法による高精度トマトの生産安定. 神奈川農総研報143:55-60.
- 6) 長友誠・上之蘭茂(2001) 促成ピーマンのかん水施肥による減肥栽培. 土肥誌72:694-697.
- 7) 中野明正・上原洋一・山内章(2001) 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.
- 8) 六本木和夫(1995) 養液土耕による施設栽培キュウリの養水分管理. 農及園70:909-912.
- 9) 斎藤俊久・糠谷明(1998) トマトの点滴施肥灌水栽培における施肥量の違いが生育および養分吸収に及ぼす影響. 静岡大学農学部研究報告48:39-45.
- 10) 坂口雅己・日笠裕治・中住晴彦(2004) ハウス夏秋どりトマトにおける窒素栄養診断法. 土肥誌75:29-35.
- 11) 菅沼健二(1999) 現地温室における点滴施肥栽培トマトの生育. 愛知農総試研報31:103-110.
- 12) 杉原進・金野隆光・石井和夫(1986) 土壤中における有機態窒素無機化の反応速度論的解析法. 農環研報1:127-166.
- 13) 玉井光秀・大西健二(2002) キュウリ・トマトのかん水施肥栽培技術. 土肥誌73:311-314.
- 14) 栃木博美・川里宏(1989) トマトの促成栽培における土壤水分が果実品質に及ぼす影響. 栃木農試研報36:15-24.
- 15) 山田良三・加藤俊博・井戸豊・関稔・早川岩夫(1995) リアルタイム土壌・栄養診断に基づくトマトの効率的肥培管理(第1報) 葉柄汁液の硝酸濃度に基づく診断基準の作成. 愛知農総試研報27:205-211.
- 16) 山崎晴民(2002) 果菜類の養液土耕栽培による養水分の適正管理技術. 農及園77:906-912.
- 17) 米沢茂人・酒匂正雄(1966) 有機肥料に関する研究(第1報) 無機化について. 全購連農業技術センター報告1:15-23.