

砂質土での半促成トマトのかん水同時施肥栽培における養水分管理法

古川 雅文・松田 隆志・青木 孝一

キーワード：トマト、砂質土、半促成栽培、かん水同時施肥栽培

I 緒 言

近年、かん水同時施肥栽培が野菜・花きの収量及び品質の向上、環境保全型の新技術として関心が高まっている。かん水同時施肥栽培は、土壌を培地として、その緩衝能を生かしつつ、作物の生育に合わせて、水や養分を必要な時に必要な量を与える栽培法という特徴を有する。従来の栽培法と異なる点は、基肥は施さず、液肥倍率や流量を数値化できる液肥混入機と点滴（ドリップ）チューブを用い、毎日かん水施肥を行うことを基本とすることである。

かん水同時施肥栽培の特色として青木ら（2001）は、①かん水・施肥作業の省力化が可能となること、②かん水量・施肥量（窒素等）の削減が図れること、③土壌への塩類集積が起りにくいこと、④作物の生育が揃うこと、⑤収量・品質が安定して向上すること等を挙げた。また、用いる点滴チューブは硬質タイプで、水圧調節機能を有するものほど、かん水の均一性が高かった（後藤ら、2002）と言われる。

かん水同時施肥栽培は、点滴チューブを用いることで、作物の株元に水や肥料を集中して施用することが可能となる。トマト栽培において、点滴チューブを用いることにより、散水チューブを用いた慣行栽培に比較して、施肥量が多くなるにつれて施肥窒素利用率が高まった（林ら、2003）とされている。

千葉県では、かん水同時施肥栽培は、砂質土地帯である九十九里浜南部に位置する長生地域の一宮町、長生村及び白子町におけるトマトの促成及び半促成栽培を中心として導入されている。長生地域では、長年にわたりトマトの栽培が行われ、圃場によっては、これまでの肥料分の蓄積も見られ、適正なかん水量や施肥量（窒素等）による栽培が、環境への負荷軽減と、安定した収量を得るために必要であった。かん水同時施肥栽培では、前述のようにかん水量や施肥量の削減が期待できるため、こ

の点を試験を実施するに当たっての重要な視点とした。

トマト栽培では、第3花房開花期までは栄養生長を抑えて生殖生長を盛んにして着果や肥大を促進させ、第3花房が着果した後に栄養生長と生殖生長のバランスの取れた状態を維持するため、養水分の供給を増していく肥培管理法が、着果の安定と果実肥大に適した（青木、2004）とされている。また、第3花房開花期前後は第1花房が果実の肥大を始める時期に当たり、栄養生長と生殖生長をともに行わなければならないため、養水分の必要量が増加した（武井、1997）とされ、収穫期に入るとさらにかん水量を増加させる必要があると考えられた。

トマトの生育時期別の窒素施用量は、点滴チューブを使用しない慣行栽培の場合に、開花期までが1日60～100g/10a程度、収穫開始期までが同85～280g/10a程度、その後栽培終了時まで同140～280g/10a程度が目安とされた（六本木・加藤、2000）。また、現地（長生地域）では、半促成トマトのかん水同時施肥栽培において生育時期別のかん水量や窒素施用量を変えていくことで、収量が確保され、窒素施用量の減肥となることが、長生農業改良普及センター（現長生農林振興センター、2001）により調査報告されている。また、松浦ら（2002）により、生育時期別のかん水方法と窒素施用量を変えた養水分管理法を根域制限栽培と慣行栽培とで行い、トマトの収量や品質を検討し、前者では糖度7度以上の高糖度トマトを生産し、後者では商品化収量が10t/10a以上であったとの報告がされた。砂質土以外の土壌におけるトマトのかん水同時施肥栽培に関する知見は多いが、砂質土における養水分管理法の知見は見当たらない。そこで、これらの数値を参考にかん水量や窒素施用量を設定し、砂質土での半促成栽培における養水分管理法を確立するため、2000～2002年に試験を実施し、明らかになった内容について、ここに報告する。

本研究の実施に当たっては、当研究センター生産環境部環境機能研究室、長生農林振興センターの諸氏には貴重な助言及び情報提供をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

II 材料及び方法

試験は、千葉県匝瑳郡野栄町にある農業総合研究センター北総園芸研究所砂地野菜研究室ハウス圃場 (252m²) で実施した。土壌条件は中粗粒褐色低地土である。

供試品種は、「ハウス桃太郎」(株タキイ種苗)を用いた。

液肥混入機を中心とするかん水施肥システムは、(株)大塚化学の機材を用いた。かん水チューブは、かん水同時施肥区には吐出口間隔20cmの点滴チューブのラム17 (ネタフィム社)を、慣行区(土耕栽培)には散水チューブのエバフローA100 (株)三井プラテック)を用いた。

かん水同時施肥区の肥料は、定植から第3花房開花期は養液土耕5号(12-20-20)、第3花房開花期以降は養液土耕2号(14-8-25)を使用した。

慣行区の肥料は、基肥にはCDU複合燐加安 S555 (15-15-15)、くみあい被覆燐硝安加里エコロング 424-100 (14-12-14)及びくみあい被覆燐硝安加里エコロング424-180 (14-12-14)を用い、成分量としては、合計でN:P₂O₅:K₂O=20.0:18.2:20.0 (kg/10a)とした。追肥には燐硝安加里 S604 (16-10-14)を使用した。有機物施用は、かん水同時施肥区及び慣行区とも、センチュウ対策として栽培したギニアグラス約1,000kg・FW/10aを作付け前にすき込んだ。2001年11月には、牛ふん副資材入りたい肥を2t/10a施用した。

1. 試験1：かん水同時施肥栽培における適正なかん水方法

(1) 試験区の構成

試験区の構成を第1表に示した。保水力や保肥力の小さい砂質土における実用的なかん水頻度を求めることを目的に、かん水同時施肥区は、多量少回数かん水区(以降少回数区とする)と少量多回数かん水区(以降多回数区とする)を設けた。

株当たりの1回かん水量は、第3花房開花期までは同

一とし、第3花房開花期以降に少回数区は多回数区の2倍として、基本的に2日に1回のかん水、多回数区は毎日1回のかん水を行った。総かん水量は同一とした。

窒素施用量は、慣行区は現地における標準の28kg/10aとした。かん水同時施肥区では、トマトの生育時期別窒素施用量や現地における事例等を基に、慣行区の50%減を目標とし、14kg/10aとした。

試験規模は、1区21.6m²(ベッド幅70cm、通路幅50cm、ベッド長18m、反復なし)とした。

(2) 耕種概要

2000年11月6日に播種し、2001年1月9日に無接ぎ木苗をうね幅120cm、株間40cmの1条植で定植した。栽植密度は2,083株/10aとした。整枝法は、主枝1本仕立てのUターン整枝として、主枝の摘心は5月上旬に行った。収穫期間は3月21日から7月6日で、第11花房まで収穫した。

かん水同時施肥区のかん水は、活着後は第3花房開花期までは2区ともpF2.0(深さ20cm)を目安に控えめにを行い、第3花房開花期以降は基本的に少回数区は2日に1回、多回数区は毎日1回行った。しかし、曇雨天が続いた場合は、多回数区のpF値が、第3花房開花期までと収穫盛期には2.0を、第3花房開花期以降から収穫初期までは1.8を目安として、かん水量の減量もしくはかん水を中止した。慣行区のかん水は、生育時期別にはかん水同時施肥区と同じく、pF1.8~2.0を目安とした。

2. 試験2：かん水同時施肥栽培における適正な窒素施用量

(1) 試験区の構成

試験区の構成を第2表に示した。かん水同時施肥区は、窒素施用量の異なる3試験区を設けた。慣行区の窒素施用量(28kg/10a)に対して、窒素施用量を100%、75%及び50%の区を、それぞれ標準施肥区、窒素減肥1区及び窒素減肥2区として、慣行区と合わせて合計4区とした。

試験規模は、試験1と同じである。

第1表 かん水頻度を異にした半促成トマトのかん水同時施肥栽培の試験区(試験1)

試験区	かん水量 (mL/回/株)			窒素施用量 (kg/10a)
	定植後～ 第3花房開花期	第3花房開花期以降～ 収穫初期	収穫盛期	
かん水同時施肥				
少回数	300	1,000(2日に1回)	2,000(2日に1回)	14※
多回数	300	500(1日に1回)	1,000(1日に1回)	14※
慣行	300	1,000	2,000~4,000	28

注1) 収穫初期とは第1花房収穫期であり、収穫盛期とは第2花房以上の収穫期である。

2) かん水同時施肥区のかん水量の後の()はかん水頻度。

3) ※目標施用量

第2表 窒素施用量を異にした半促成トマトのかん水同時施肥栽培の試験区（試験2）

試験区	窒素施用量 {mg/日/株(かん水量mL/回/株)}				窒素施用量 (kg/10a)	減肥率 (%)
	定植時 (g/株)	定植後～第3花房開花期	第3花房開花期以降～収穫開始期	収穫盛期		
かん水同時施肥						
標準施肥	360	30～60(300)	60～100(500～1,000)	30～60(1,000)	28※	0
窒素減肥1	240	22.5～45(300)	45～75(500～1,000)	22.5～45(1,000)	21※	25
窒素減肥2	180	15～30(300)	30～50(500～1,000)	15～30(1,000)	14※	50
慣行		(300)	(1,000～2,000)	(2,000～4,000)	28	0

注) ※目標施用量

(2) 耕種概要

穂木に「ハウス桃太郎」、台木に「影武者」(株タキイ種苗)を用い、接ぎ木栽培で行った。穂木、台木とも2001年10月16日に播種し、接ぎ木は11月8日に幼苗鉢め合わせ接ぎ(接ぎ木専用ホルダー、商品名:スーパーウィズ)により行った。12月13日にうね幅120cm、株間40cmの1条植えで定植した。整枝法は、主枝1本仕立てのUターン整枝として、主枝の摘心は4月中旬に行った。収穫期間は2002年2月22日から6月14日で、第12花房まで収穫した。かん水法は、かん水同時施肥区では試験1における多回数区(毎日1回かん水)の方法とした。慣行区のかん水法は試験1と同じとした。

III 結果

1. 試験1: かん水同時施肥栽培における適正なかん水方法

(1) 土壌の化学性

作付け前及び収穫終了1か月前の土壌の化学性を第3表に示した。作付け前(施肥前)では、ECが0.16dS/mとやや低めで、硝酸態窒素量は4.3mg/100g乾土と比較的少なかった。収穫終了1か月前では、ECが0.10dS/m前後と低く、硝酸態窒素量は最も多い慣行区の深さ0～10cmの層が2.9mg/100g乾土と、全般には少なめであった。

(2) かん水量と窒素施用量

生育時期別かん水量を第4表に示した。かん水同時施肥の少回数区及び多回数区は、定植時、定植後から第3花房開花期及び第3花房開花期以降から収穫初期までは合計かん水量を同一とした。かん水同時施肥区は、第3花房開花期以降には、少回数区は基本的に2日に1回、多回数区は毎日1回のかん水を行うことを目標としたが、収穫初期までは曇天日が多く、pF値を目安にかん水を行い、かん水日数及びかん水量が予定より少なくなった。

株当たり1回かん水量は、第3花房開花期以降から収穫初期までは少回数区が900～960mL、多回数区が少回数区の半量の450～480mLであり、収穫盛期ではそれぞれ1,914mL、957mLであった。総かん水量はかん水同時施肥の2区が71.6Lであり、慣行区の92.7Lに対して23%の減量になった。生育時期別のかん水量(1日当たりかん水量×かん水日数)では、かん水同時施肥の2区は、定植後から第3花房開花期までが慣行区の67%、第3花房開花期以降から収穫初期のうち前期の12日間が同じく58%と少なかった。しかし、第3花房開花期以降から収穫初期のうち後期の35日間では、多回数区は概ね5日に4回のかん水を行ったため、慣行区と同等のかん水量(1日当たりかん水量×かん水日数)であった。かん水同時施肥の2区の収穫盛期におけるかん水量(1日当たりかん水量×かん水日数)は、慣行区のかん水量の74%であった。

トマトの生育時期別窒素施用量を第5表に示した。慣

第3表 かん水頻度を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの作付け前及び収穫終了1か月前の土壌の化学性

土壌採取時期	試験区	深さ (cm)	pH (H ₂ O)	EC (dS/m)	硝酸態窒素 (mg/100g乾土)
作付け前		0～15	6.6	0.16	4.3
収穫終了 1か月前	かん水同時施肥 少回数	0～10	7.0	0.11	1.6
		10～20	6.8	0.10	2.0
	多回数	0～10	7.0	0.08	-
		10～20	7.0	0.10	-
	慣行	0～10	6.1	0.12	2.9
		10～20	6.7	0.06	0.7

注) 土壌採取日は、作付け前は2000年11月20日、収穫盛期中期は2001年6月13日。

第4表 かん水頻度を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの生育時期別かん水量

試験区	定植時 1/6	定植後～ 第3花房開花期 (1/10～2/21) 43日	第3花房開花期以降～ 収穫初期		収穫盛期 (4/10～7/6) 88日	計
			前期 (2/22～3/5) 12日	後期 (3/6～4/9) 35日		
かん水同時施肥						
少回数 (mL/回/株)	1,000 (1)	360 (5)	900 (2)	960 (14)	1,914 (28)	
(総かん水量、L)						71.6 (77)
多回数 (mL/回/株)	1,000 (1)	360 (5)	450 (4)	480 (28)	957 (56)	
(総かん水量、L)						71.6 (77)
慣行 (mL/回/株)	1,000 (1)	540 (5)	780 (4)	1,000 (13)	2,804 (26)	
(総かん水量、L)						92.7 (100)

注1) 第3花房開花期以降から収穫初期までの期間のうち、前期(2月22日から3月5日)はかん水回数が少なく、後期(3月6日から4月9日)はかん水量を増加した。

2) かん水量(mL/回/株)の後の()はかん水回数。

3) 総かん水量(L)の後の数値()は慣行区を100とした場合のかん水同時施肥区の割合。

第5表 かん水頻度を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの生育時期別窒素施用量

試験区	定植時 1/6	定植後～ 第3花房開花期 (1/10～2/21) 43日	第3花房開花期以降～ 収穫初期		収穫盛期			計 (kg/10a)
			前期 (2/22～3/5) 12日	後期 (3/6～4/9) 35日	前期 (4/10～5/6) 27日	中期 (5/7～6/24) 49日	後期 (6/25～7/6) 12日	
かん水同時施肥								
少回数 (kg/10a)	0.3	0.4	0.4	4.5	4.3	3.8	0.0	13.7 (49)
(mg/日/株)		4.2	16.0	62.2	77.1	36.9	0.0	
多回数 (kg/10a)	0.3	0.4	0.4	4.5	4.3	3.8	0.0	13.7 (49)
(mg/日/株)		4.2	16.0	62.2	77.1	36.9	0.0	
慣行 (kg/10a)	20.0			2.0	2.0	4.0		28.0 (100)
(基肥)				(追肥)	(追肥)	(追肥)		

注1) 第3花房開花期以降から収穫初期までの期間のうち、前期(2月22日から3月5日)はかん水回数が少なく、後期(3月6日から4月9日)はかん水量を増加した。収穫盛期のうち、前期(4月10日から5月6日)はかん水同時施肥区における第6花房収穫期までの窒素多量施用期、中期(5月7日から6月24日)は第9花房収穫期までの窒素少量施用期、後期(6月25日から7月6日)は窒素無施用期である。

2) 総窒素施用量の後の()は慣行区を100とした時のかん水同時施肥区の割合。

行区の10a当たりの全窒素施用量は、基肥と追肥の合計で28.0kgであった。かん水同時施肥の2区の10a当たりの全窒素施用量は、目標施用量の14kgとほぼ同量の13.7kgであり、慣行区の約49%であった。生育期間別では、定植後から第3花房開花期までの期間と、第3花房開花期以降から収穫初期のうち前期の12日間の窒素施用量がきわめて少なかった。

(3) 生育及び収量

トマトの生育を第6表に示した。栽培終了時の生育は、かん水同時施肥の2区間には、茎長、茎葉重とも差が認められなかったが、慣行区と比較すると、茎長は同等で、茎葉重はかん水同時施肥の2区が約15%重かった。

トマトの収量及び果実品質を第7表に示した。収量は、かん水同時施肥の2区間では、総収量及び上物収量とも

第6表 かん水頻度を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの生育に及ぼす影響

試験区	茎長 (cm)	茎葉重 (g/株)
かん水同時施肥		
少回数	283.2	1,990 a
多回数	283.0	2,000 a
慣行	286.1	1,730 b
分散分析	n.s.	※※

注1) 茎長及び茎葉重は栽培終了時に1区20株調査。

2) 調査株の第2花房以下の本葉は摘葉してある。

3) 異なるアルファベットは1%水準で有意(t検定)。

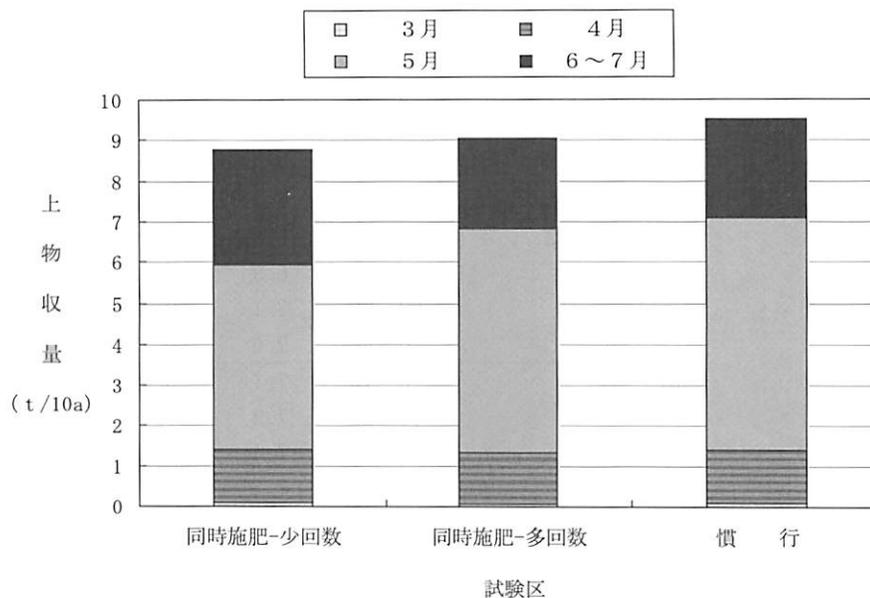
同等であった。しかし、かん水同時施肥の2区は、慣行区の10a当たり総収量15.3t、同上物収量9.5tに比べて、それぞれ5～7%、5～8%下回っていた。

下物収量の内訳は、各区とも形状不良果(軽度の空洞果を含む)が最も多く、総収量の約20%を占めていた。上物率(果重)は各区とも61～62%と同等であった。上

第7表 かん水頻度を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの収量、果実品質に及ぼす影響

試験区	総収量 (t/10a)	上物収量 (t/10a)	同左 対慣行区比	上物率 (%)	上物平均1果重 (g)	形状不良果 (t/10a)	裂果 (t/10a)
かん水同時施肥							
少回数	14.3	8.8	92.1	61.3	178.8	2.9	1.2
多回数	14.6	9.1	95.0	62.0	196.8	3.0	0.7
慣行	15.3	9.5	100.0	62.3	187.4	2.7	1.5

注) 上物収量は、トマトの出荷規格のA品及びB品。



第1図 かん水頻度を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの月別上物収量に及ぼす影響

注) かん水同時施肥各区は、同時施肥各区と省略。

物平均1果重は多回数区が少回数区に比べて重く、かん水方法の違いによる差が認められたが、多回数区の方が収穫果数が約8%少なかった。

収穫月別の10a当たりの上物収量を第1図に示した。収穫量の多かった4~5月は、慣行区の7.0tに対し、少回数区は5.8t(対慣行区83%)、多回数区は6.8t(同97%)であった。この期間の上物収量は、多回数区では慣行区と同等であったが、少回数区では慣行区より大きく減収した。

2. 試験2：かん水同時施肥栽培における適正な窒素施用量

(1) 土壌の化学性

作付け前及び収穫終了時の土壌の化学性を第8表に示した。作付け前(施肥前)では、表層に近い層ほどECが高く、硝酸態窒素量が多い傾向が見られたが、硝酸態窒素量は深さ0~15cmの層で3.9mg/100g乾土と比較的少なかった。収穫終了時では、作付け前に比べてpHがやや高く、ECがやや低く、硝酸態窒素量は各区の各層を平均して、概ね1.0mg/100g乾土と少なかった。

(2) かん水量と窒素施用量

トマトの生育時期別かん水量を第9表に示した。栽培期間中の株当たり1回のかん水量は、かん水同時施肥の3区(標準施肥区、窒素減肥1区及び窒素減肥2区)では500mL、収穫盛期には同832mLであり、総かん水量は株当たり86.6Lであった。これに対して、慣行区の株当たり総かん水量は108.7Lであり、かん水同時施肥区ではかん水量が20%少なかった。

トマトの生育時期別窒素施用量を第10表に示した。

液肥の施用は、収穫開始期までは曇雨天によりかん水頻度及びかん水量が予定した回数、量より少なかったため、液肥濃度を高くして行った。ただし、液肥混入機やパイプ等の詰まりを防ぐため、液肥濃度は600倍を上限にしたので、その結果として窒素施用量がやや少なくなった。その後、収穫盛期に入ると、前期(主枝の摘心時まで)は窒素施用量を増量し、その後は減量していった。以上の窒素施用方法により、かん水同時施肥区の10a当たり総窒素施用量は、標準施肥区が23.9kg、窒素減肥1区が17.9kg、窒素減肥2区が12.0kgであり、慣行区の施用量に対して、それぞれ86%、64%、43%であった。

第8表 窒素施用量を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの作付け前及び収穫終了時の土壌の化学性

土壌採取時期	試験区	深さ (cm)	pH (H ₂ O)	EC (dS/m)	硝酸態窒素 (mg/100g乾土)	
作付け前		0~15	6.7	0.19	3.9	
		15~30	6.7	0.13	3.5	
		30~45	6.8	0.09	1.8	
収穫終了時	かん水同時施肥	標準施肥	0~10	7.7	0.10	1.1
			10~20	7.6	0.09	0.8
			20~30	7.3	0.10	1.5
			30~40	7.0	0.11	1.1
		窒素減肥1	0~10	7.3	0.09	1.2
			10~20	7.4	0.08	0.8
			20~30	7.3	0.08	0.6
			30~40	7.1	0.11	1.1
		窒素減肥2	0~10	6.8	0.16	0.9
			10~20	6.9	0.12	0.8
			20~30	7.1	0.10	0.6
			30~40	7.0	0.11	0.8
		慣行	0~10	7.1	0.06	1.1
			10~20	7.3	0.06	1.0
			20~30	7.4	0.06	0.8
			30~40	7.2	0.08	1.4

注) 土壌採取日は、作付け前は2001年12月3日、収穫終了時は2002年6月11日。

第9表 窒素施用量を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの生育時期別かん水量

試験区	定植時 12/12	定植後～ 第3花房開花期 (12/13～1/19) 38日	第3花房開花期以降～ 収穫開始期 (1/20～2/16) 28日	収穫盛期 (2/17～6/14) 119日	計
かん水同時施肥					
標準施肥 (mL/回/株)	1,500 (1)	300 (20)	500 (20)	832 (83)	86.6 (80)
(総かん水量、L)					
窒素減肥1 (mL/回/株)	1,500 (1)	300 (20)	500 (20)	832 (83)	86.6 (80)
(総かん水量、L)					
窒素減肥2 (mL/回/株)	1,500 (1)	300 (20)	500 (20)	832 (83)	86.6 (80)
(総かん水量、L)					
慣行 (mL/回/株)	1,500 (1)	960 (8)	2,400 (5)	2,499 (35)	108.7 (100)
(総かん水量、L)					

注1) かん水量(mL/回/株)の後の()はかん水回数。

2) 総かん水量の後の数値()は慣行区を100とした場合のかん水同時施肥区の割合。

第10表 窒素施用量を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの生育時期別窒素施用量

試験区	定植時	定植後～	第3花房開花期以降～	収穫盛期			計
		第3花房開花期	収穫開始期	前期	中期	後期	
	12/12	(12/13～1/19)	(1/20～2/16)	(2/17～4/15)	(4/16～5/21)	(5/22～6/14)	
		38日	28日	58日	36日	25日	
かん水同時施肥							
標準施肥							
(kg/10a)	0.8	1.8	3.8	13.1	4.4	0.0	23.9(86)
(mg/日/株)		23.1	64.8	108.3	59.3	0.0	
窒素減肥1							
(kg/10a)	0.6	1.4	2.8	9.8	3.3	0.0	17.9(64)
(mg/日/株)		17.3	48.6	81.2	44.5	0.0	
窒素減肥2							
(kg/10a)	0.4	0.9	1.9	6.6	2.2	0.0	12.0(43)
(mg/日/株)		11.6	32.4	54.2	29.7	0.0	
慣行							
(kg/10a)	20.0			5.16(2.58×2)	2.58		27.7(100)
	(基肥)			(追肥)	(追肥)		

注1) 収穫盛期のうち前期(2月17日から4月15日)はかん水同時施肥区における第6～第7花房収穫期までの窒素多量施用期、中期(4月16日から5月21日)は第9～第10花房収穫期までの窒素少量施用期、後期(5月22日から6月14日)は第11～第12花房収穫期までの窒素無施用の期間。

2) 総窒素施用量の後の()は慣行区を100とした時のかん水同時施肥区の割合。

(3) 生育及び収量

トマトの生育を第11表に示した。栽培終了時の生育は、かん水同時施肥の3区及び慣行区間には、茎長及び茎重とも差が認められなかった。

トマトの収量及び果実品質を第12表に示した。10a当たり総収量は、いずれの試験区においても13.6～14.6tと高かった。上物収量は、かん水同時施肥区は、慣行区と同等かやや下回った。上物率は、慣行区がかん水同時施肥区に比べてやや高かったが、いずれも60%前後とやや低めであった。

第11表 窒素施用量を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの生育に及ぼす影響

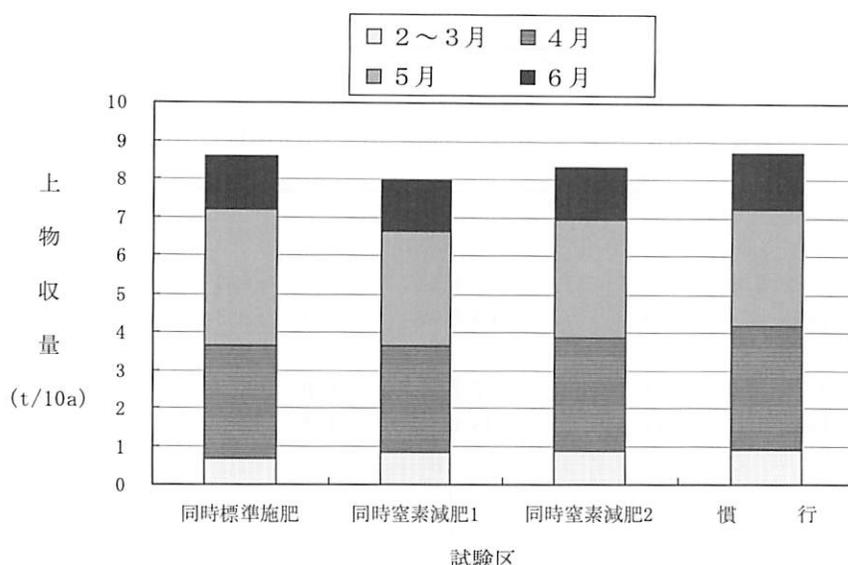
試験区	茎長 (cm)	茎重 (g/株)
かん水同時施肥		
標準施肥	310.1	579.4
窒素減肥1	304.9	550.2
窒素減肥2	311.8	554.0
慣行	309.7	562.4
分散分析	n. s.	n. s.

注) 茎長及び茎重は栽培終了時に1区10株調査。

第12表 窒素施用量を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの収量、果実品質に及ぼす影響

試験区	総収量 (t/10a)	上物収量 (t/10a)	同左 対慣行区比	上物率 (%)	上物平均1果重 (g)	形状不良果 (t/10a)	裂果 (t/10a)
かん水同時施肥							
標準施肥	14.1	8.6	99	61.1	157.5	3.1	0.6
窒素減肥1	13.8	8.0	92	57.8	161.5	3.4	0.4
窒素減肥2	14.6	8.3	95	57.1	163.2	3.5	0.6
慣行	13.6	8.7	100	63.8	148.3	2.0	1.2

注) 上物収量は、トマトの出荷規格のA品及びB品。



第2図 窒素施用量を異にしたかん水同時施肥栽培における半促成トマトの月別上物収量に及ぼす影響
注) かん水同時施肥各区は、同時各区と省略。

下物収量の内訳は、かん水同時施肥区と慣行区ではやや異なっていた。かん水同時施肥区では形状不良果（軽度の空洞果を含む）が最も多く、総収量の20%以上を占めていたのに対し、慣行区では裂果が最も多かった。

上物平均1果重は、150～160gと試験1に比べて全般に小果傾向であった。

収穫月別の10a当たりの上物収量を第2図に示した。収穫月別に見ると、かん水同時施肥の3区と慣行区との間には、収穫盛期前半の2～4月に慣行区の方が0.4～0.6t多かったが、5月以降には差が小さかった。

IV 考 察

1. かん水方法

砂質土では、一度に多量のかん水を行うと、下層へ水や養分が溶脱しやすいと考えられる。そこで、かん水同時施肥区を多量少回数かん水区（少回数区）と少量多回数かん水区（多回数区）を設けて、かん水頻度を検討した。点滴チューブかん水では、少量多回数かん水ほど、水の下層への浸透が少なかったとされる（井出、2001）。砂質土のような排水性の良い圃場では、かん水頻度をさらに多くして、1日複数回のかん水を行うことで根圏内の水分がより保持されやすくなると考えられる。しかし、栽培期間の前半は低温期であり、株1回当たりのかん水量が100～200mL程度と非常に少なくなり、生育への影響が懸念されるため、前述の2試験区とした。

1回当たりのかん水量をかん水同時施肥区間の収量で比較すると、総収量、上物収量及び上物率とも多回数区がわずかに上回る程度であったが、上物平均1果重では

多回数区が収穫果数がやや少なかったため、18g重かった。以上の結果から、上物収量及び上物平均1果重を重視すると、かん水は基本的に毎日1回行い、株当たりの1回かん水量については、定植後から第3花房開花期までが約300mL、第3花房開花期以降から収穫初期までが約500mL、収穫盛期は栽培終了時まで約1,000mLが必要なかん水量と考えられた。

2. 適正な窒素施用量

試験1では、かん水同時施肥の2区の窒素施用量が、慣行区に比べて51%の減肥となった。全窒素施用量はほぼ目標施用量であったが、生育期間別では定植後から第3花房開花期までの期間と、第3花房開花期以降から収穫初期までの期間の前期12日間に、きわめて少なかった。前述の六本木・加藤（2000）による、慣行栽培における開花期までの1日の窒素施用量の目安値である60～100g/10aを、本試験での栽植密度（2,083株/10a）で換算すると、概ね株当たり1日29～48mgとなる。実際の第3花房開花期までの施用量は、株当たり1日4.2～16.0mgであり、この数値と比較すると、実際の施用量がかなり少なかったと言える。

慣行区で総収量及び上物収量がかん水同時施肥区を上回った要因は、収穫果数の差と考えられた。かん水同時施肥区における定植前日の窒素施用量が0.25kg/10aと非常に少ない状態では、慣行区並みの収量を維持するには、この施用量のレベルは生育初期には不足であると考えられた。トマトでは、基肥による影響が追肥に比べて大きいということが、榊田（1989）により植物体内の窒素の動態の調査結果から報告されており、基肥を原則として

施用しないかん水同時施肥栽培では、生育初期の窒素施用量が重要と考えられた。

試験2では、かん水方法は一定とし、適正な窒素施用量の検討を行ったところ、かん水同時施肥区では慣行区に比べて窒素施用量が標準施肥区で86%、窒素減肥1区で64%、窒素減肥2区で43%であり、それぞれ14%、36%、57%の減肥となった。収量について見ると、総収量はかん水同時施肥の3区とも慣行区と同等以上であったが、上物収量では慣行区がやや優っていた。

半促成栽培では生育期間の前半が厳寒期に当たり、そのため蒸散速度が低下し、水要求量も少なくなり、結果的に窒素施用量も少なくなる。しかし、収量及び品質の向上のためには窒素の供給が必要であるため、第3花房開花期から収穫開始期は、株当たり1回300mL程度のかん水量で、窒素施用量を株当たり1日50~60mg程度となるように供給することが必要と考えられた。

収穫盛期の窒素施用量については、試験1及び試験2を合わせて見ると、前半（収穫盛期の前期、第6~7花房収穫期頃まで）は株当たり1日80~110mg程度、後半（収穫盛期の後期、第9~10花房収穫期頃まで）は同40~60mg程度であった。この値は前述の目安値に比べてやや少なかったが、半促成栽培の目標収量の10a当たり10t（千葉県、2004）は維持されたことから今回の窒素施用量は最低必要な量と考えられた。

加藤（2002）によると、トマトの果実1tを生産するための窒素吸収量は、慣行栽培では2.95kg/10a、かん水同時施肥栽培では2.46kg/10a（対慣行区の吸肥効率を120%として計算）とされている。このことから、本試験のかん水同時施肥区の10a当たりの総収量14tを得るためには、窒素吸収量が34.4kg/10aと計算される。本試験におけるかん水同時施肥区の窒素施用量は12.0~23.9kg/10aであるため、10.5~24.4kg/10aが土壌及び有機物からの供給と考えられた。このことは、土壌からの窒素供給量が減少すると、かん水施肥による窒素施用量を増加させなければならぬと考えられた。砂質土では、有機物を適宜施用して土壌の化学性や物理性を維持して、保肥力や保水力を向上させることにより、過剰に施肥を行わないことにつながると考えられる。

なお、かん水同時施肥栽培システムの導入には、初期費用として、液肥混入機ほかで10a当たり100万円程度が必要である。千葉県による現地の生産費及び収益調査からは、慣行栽培に比べて、生産費のうちの肥料費が減少し、トマトの売上高の増加と、追肥作業の省力化により、全労働時間が20%減少したという事例がある。システムの導入に当たっては、トマトの価格を重要な判断の目安として検討する必要がある。

V 摘 要

トマトの半促成栽培において、かん水同時施肥栽培における慣行施肥量に対する窒素の減肥の可能性、かん水方法及び生育時期ごとの適正な窒素施用量について検討した。

1. 生育時期別のかん水方法は、基本的に毎日1回のかん水頻度で、株当たり1回につき第3花房開花期から収穫開始期もしくは収穫初期までが500mL、収穫盛期には1,000mLとした場合に、2日に1回で各回のかん水量を2倍とした場合を収量で上回った。
2. かん水同時施肥栽培により、窒素施用量を50%減肥しても、実用的な収量レベルの半促成トマト栽培が可能であった。

VI 引用文献

- 青木宏史・梅津憲治・小野信一（2001）. 養液土耕の理論と実際. 8-11. 誠文堂新光社. 東京.
- 青木宏史（2004）. 農業技術体系. 土壌施肥編6-①. 技術編. 野菜・種類別の施肥技術. トマト. 135-139. 農文協. 東京.
- 後藤ひさめ・川島和子・今川正広・菅原眞治（2002）. 養液土耕に用いる点滴チューブの水理学的特性並びに点滴チューブの吐出孔間隔とトマトの生育・収量. 愛知農総試研報. 34: 67-72.
- 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 施肥量を段階的に変えた場合の施肥窒素利用率. 土肥誌. 74(2): 175-182.
- 井出 治（2001）. 点滴かん水による畝内水分の動態. 施設園芸. 43(6): 66-69.
- 加藤俊博（2002）. 農業技術体系. 野菜編12. 共通技術・先端技術. 養液土耕栽培. 追録第27号. 41-44. 農文協. 東京.
- 樹田正治（1989）. トマト栽培における施肥窒素の利用率と施肥量. 農業および園芸. 64(6): 67-71.
- 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糖度トマトの生産安定. 神奈川農総研報. 143: 55-60.
- 六本木和夫・加藤俊博（2000）. 野菜・花きの養液土耕. 143-146. 農文協. 東京.
- 武井昭夫（1997）. 農業技術体系. 野菜編2. トマト. 基礎編. 施肥. 335-338. 農文協. 東京.
- 千葉県（2004）. 主要農作物施肥基準.

千葉県・千葉県農林水産技術会議 (2004). トマト技術
資料「これからのトマト栽培と経営」. 47-48. 千葉.
長生農業改良普及センター(2000). グレードアップ産地

育成普及活動推進事業「ハウストマトの大玉果生産
をめざした3年目」. 22-26. 千葉.

Method of Water and Fertilizer Application during Drip Fertigation for Semi-forcing Tomato in Sandy Soil

Masabumi FURUKAWA, Takashi MATSUDA and Koichi AOKI

Key words : tomato, sandy soil, semi-forcing cultivation, drip fertigation

Summary

To apply drip fertigation for semi-forcing tomatoes, we examined the method of irrigation, the possibility of reducing nitrogen from the conventional amount, and a reasonable amount of nitrogenous fertilizer to be applied for each development phase. The results obtained are described below.

1. The yield of tomatoes for one irrigation period per day exceeded that for one irrigation every two days when the amount of irrigation was doubled. In the irrigation method for each development phase, the amount of irrigation per plant was 500mL from the flowering period of the third flower truss to early harvest time or primary harvest time, and 1,000mL per plant during harvest time.
2. In drip fertigation for semi-forcing tomatoes, it was possible to cultivate tomatoes with practical yield levels when the amount of applied nitrogen was reduced to half the conventional amount.