

台木品種及び施肥量の違いがハウス半促成栽培 トマトの養分吸収に及ぼす影響

岩佐博邦・山本二美・斉藤研二

キーワード：トマト，台木，窒素吸収，リン酸吸収，硝酸態窒素

I 緒 言

窒素は作物の生育・収量に最も大きな影響を及ぼす養分であるため、必要かつ十分な量を与えることが大切で、その施肥量については施肥基準などの形式で定められている。一方、作物が吸収する量を超えて過剰に施用された窒素が地下水中に浸透し、地下水の硝酸態窒素濃度を上昇させた事例が数多く見られる(熊澤, 1999)。したがって、十分な収量を確保しつつ、農業が環境に及ぼす負荷を軽減するために、適切な窒素施肥が重要である。

また、安全・安心な農産物を求める消費者ニーズに応えて、減農薬・減化学肥料栽培が推進されている。千葉県においても化学肥料由来の窒素施肥量を慣行の半分以上に減らした「ちばエコ農産物」の栽培が推奨されている。減化学肥料栽培を実施するうえで、有機質肥料による代替等が広く行われているが、地下水等の硝酸態窒素汚染については窒素負荷量との高い相関が認められている(西尾, 2001)。したがって環境に対する影響を考慮すると、化学肥料由来、有機質肥料由来の如何を問わず、窒素施肥量そのものを減少させることが必要である。

また、窒素と並んでリン酸も作物の生育・収量に大きな影響を及ぼす養分であるが、昨今のリン酸資材の高騰や資源としてのリンの有限性(小田部, 1982)、施設圃場へのリン酸蓄積傾向(小原・中井, 2004)を考慮すると、適切なリン酸施肥の重要度も増していると考えられる。

これらの課題に対応するために、土壌診断に基づく施肥量の適正化と併せて、様々な環境保全型農業技術が開発されてきた。圃場に施用した肥料分を効率的に作物に吸収させ、系外への窒素流出を抑制する環境保全型農業技術としては、肥効調節型肥料の利用、局所施肥などが挙げられる(庄子, 1999)が、本試験においては台木の利用に着目した。

トマト栽培においては、土壌病害虫対策技術のひとつとして広く台木が利用されている。トマト栽培における台木の利用が養分吸収に及ぼす影響については、台木品種の違いにより、トマトの窒素及びリン酸吸収量が異なること

(甲田・萩原, 1984)、台木を利用し、葉柄汁液診断による追肥を行うことで、施設栽培トマトの窒素施肥量を大きく減少させられること(山本・松丸, 2007)が明らかになっている。また、ナス栽培においては窒素施肥量の異なる条件下で台木品種の違いが生育・収量に及ぼす影響について報告されている(鈴木・森下, 2002)。

トマト栽培においては、同様な研究が松添ら(1993, 1995)によって行われているが、使用している台木はトルバム等のナス属の植物であり、市販のトマト台木用F₁品種ではない。そこで、本試験においては、施肥量の異なる条件下でトマト台木用F₁品種の違いが収量及び養分吸収量に及ぼす影響について検討したので報告する。

II 材料及び方法

1. 供試品種

トマト栽培の穂木品種として「ハウス桃太郎」(タキイ種苗)、トマト台木用F₁品種(以下、「台木品種」とする)として「ジョイント」(サカタのタネ)、「マグネット」(サカタのタネ)、「ドクター K」(タキイ種苗)、「影武者」(タキイ種苗)を供試した。それぞれの台木品種の持つ土壌病害虫抵抗性は第1表のとおりである。また、発売元の種苗メーカーは、「ジョイント」及び「ドクター K」は草勢が弱く、「マグネット」及び「影武者」は草勢が強いと表示している。

2. 施肥量

施肥量の異なる試験区として標準区、減肥A区及び減肥B区を設定した。

標準区は基肥としてCDU複合燐加安S555(N:15%, P₂O₅:15%, K₂O:15%)を10a当たり100kg、過リン酸石灰(P₂O₅:17.5%)を62.9kg施用した。追肥としてくみあい液肥2号(N:10%, P₂O₅:4%, K₂O:8%)を10a当たり15kgずつ10回施用した。1作を通じた10a当たり施肥量は窒素30kg, リン酸32kg, 加里27kgとなった。

減肥A区は基肥としてCDU複合燐加安S555を10a当たり50kg, 苦土重焼りん1号(P₂O₅:35%)を21.4kg, 過リン酸石灰を28.6kg, 塩化加里(K₂O:60%)を12.4kg施用した。追肥としてくみあい液肥2号を10a当たり10.5kgず

第1表 供試トマト台木品種の草勢と土壌病害虫抵抗性

	草勢 ¹⁾	萎凋病 レース1	萎凋病 レース2	根腐れ 萎凋病	半身 萎凋病	褐色 根腐病	青枯病	サツマイモ ネコブ センチュウ
ジョイント	弱い	○	×	○	○	○	○	○
マグネット	強い	○	○	○	○	○	○	○
ドクターK	弱い	○	○	○	○	○	×	○
影武者	強い	○	○	○	○	×	○	○

注1) メーカー表示

2) ○は抵抗性あり, ×は抵抗性なし

第2表 栽培圃場の化学性 (その1)

試験区	pH	EC (mS/m)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	可給態N (mg/100g)	無機態N(mg/100g)	
							NO ₃ -N	NH ₄ -N
標準	7.0	9.9	3.9	0.29	13.7	4.5	0.9	0.9
減肥A	7.2	10.5	4.0	0.28	14.4	4.4	0.9	1.0
減肥B	7.2	10.2	3.9	0.29	13.8	4.7	1.0	0.9

注)深さ0-15cmで測定

第3表 栽培圃場の化学性 (その2)

試験区	Truog P ₂ O ₅ (mg/100g)	CEC (me/100g)	交換性陽イオン(mg/100g)		
			CaO	MgO	K ₂ O
標準	8.0	35.2	613.8	84.1	35.2
減肥A	13.3	35.7	683.8	86.6	31.0
減肥B	8.1	31.9	601.6	92.4	51.8

注)深さ0-15cmで測定

つ10回施用した。1作を通じた10a当たり施肥量は窒素18kg, リン酸24.2kg, 加里23.4kgとなった。

減肥B区は基肥としてCDU複合燐加安S555を10a当たり50kg, 過リン酸石灰を31.5kg施用した。追肥としてくみあい液肥2号を10a当たり10.5kgずつ10回施用した。1作を通じた10a当たり施肥量は窒素18kg, リン酸17.2kg, 加里16kgとなった。

標準区は主要農作物等施肥基準(千葉県, 2009)に示されたハウス半促成栽培における施肥量に準じた。減肥A区は、窒素施肥量を千葉県の定めた「ちばエコ農産物」栽培基準とし、リン酸及び加里の施肥量をそれぞれ標準区の76%, 87%の量とした。減肥B区は窒素施肥量を減肥A区と同じく「ちばエコ農産物」栽培基準とし、リン酸及び加里の施肥量をそれぞれ標準区の54%, 59%の量とした。このように、減窒素施肥条件下において、リン酸及び加里の施肥量を異にした場合の台木品種の反応を評価するために、窒素施肥量が同一であるが、リン酸及び加里施肥量の異なる減肥A区と減肥B区を設定した。

3. 試験区の構成と規模

施肥量の異なる3試験区(「標準区」, 「減肥A区」, 「減肥

B区」)に、供試台木4品種を組み合わせた12の試験区を設定した。2棟のハウスを使用し、施肥量を1次要因、台木品種を2次要因とした2反復の分割区法で試験を実施した。試験規模は1区14株(6.4㎡)とした。

4. 栽培方法

千葉県農林総合研究センターのPO被覆ハウス(216㎡)においてトマトの半促成栽培を行った。土壌は表層腐植質黒ボク土で、その化学性は第2表及び第3表に示した。前作はトマトであったが、圃場に残存する硝酸態窒素量を減少させるため、2008年6月の栽培終了後に600mm程度のかん水を行ったところ、深さ0~60cmにおいて9kg/10a程度の硝酸態窒素の減少が認められた。栽培前圃場の土壌中無機態窒素含有量は第4表に示した。

2008年12月19日に穂木及び台木を播種し、2009年1月14日にチューブ利用の幼苗斜め合わせ接ぎで接ぎ木を行い、2月20日に定植した。栽植様式は、畝間130cm, 株間35cm(2,197株/10a)の1条植えとした。斜め誘引とし、摘心は8段花房の上2葉を残して5月21日に行った。収穫期間は4月27日から7月3日であった。なお、ハウス内の最低温度を10℃に設定し、暖房・加温した。

第4表 栽培前圃場の土壌中無機態窒素含有量

ハウス	試験区	(mg/100g乾土)									
		0-15cm		15-30cm		30-45cm		45-60cm		0-60cmの平均値	
		NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
1	標準	0.8	1.0	0.7	1.0	0.5	0.7	0.5	0.8	0.6	0.9
	減肥A	0.5	1.0	0.6	1.2	0.6	1.1	0.5	1.0	0.5	1.1
	減肥B	0.8	0.9	1.2	0.9	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
2	標準	0.7	0.9	0.5	0.8	0.7	1.1	1.0	1.2	0.7	1.0
	減肥A	0.7	1.0	0.8	1.2	0.6	1.3	0.5	1.5	0.7	1.2
	減肥B	0.6	1.1	0.7	1.2	0.8	1.5	0.9	1.6	0.7	1.3

5. 調査項目及び調査方法

(1) 生育調査

第3花房開花期にあたる3月下旬、及び摘心期にあたる5月中旬に草丈、葉身長、葉身幅、茎径及び葉色を調査した。葉身長、葉身幅及び葉色は第3花房開花期においては第1花房直下の葉、摘心期においては第5花房直下の葉について調査した。葉色は葉緑素計 (SPAD-502, コニカミノルタ社製) で調査した。

栽培終了時に1区当たり4株をサンプリングし、葉、茎、採取可能な根に分けて、70℃で3昼夜通風乾燥した後に乾物重を測定した。根は株元から周囲30cm程度を深さ30cmまで掘り取って採取した。また、2009年6月22日に1区当たり4果の果実をサンプリングし、新鮮重を測定した後、70℃で1週間通風乾燥した後の重量を測定して乾物率を算出した。この数値に果実の総収量を乗じて果実の総乾物重とした。また、2009年3月16日から5月7日の期間に、1区当たり4株から15cm程度に伸長した側枝を順次サンプリングし、70℃で3昼夜通風乾燥した後に乾物重を測定した。

(2) 果実の収量・品質調査

収穫開始日の2009年4月27日から収穫終了日の2009年7月3日まで、週2回の頻度で収穫し、果実の等級別収量を調査した。等級は千葉県園芸作物出荷規格 (千葉県, 2006) に基づき、A・B級品 (上物品) とC・D級品 (下物品) に分けた。収穫中期の2009年5月28日と収穫後期の2009年6月19日に果実の糖度と硬度を測定した。糖度は光屈折式デジタル糖度計 (PR-101, ATAGO社製)、硬度は直径8mmの円錐型先端を装着したデジタルフォースゲージ (DPS II-R, IMADA社製) で貫入式抵抗値を測定した。調査には1区当たり8果を供試した。

(3) 窒素吸収量調査

葉、茎、根、果実及び側枝の部位別に窒素吸収量を調査した。葉、茎及び根の窒素含有率は、栽培終了時に1区当たり2株からサンプリングし、乾燥・粉砕後、乾式燃焼法 (植物栄養実験法編集委員会, 1990) で測定した。測定にはNCアナライザー (SUMIGRAPH NC900, 住化分析センター製) を用いた。各部位の乾物重に窒素含有率を乗じて

窒素吸収量を算出した。果実の窒素含有率は、収穫後期の6月22日に、1区当たり4果をサンプリングし、乾燥・粉砕後、乾式燃焼法で測定した。収穫物の乾物重に窒素含有率を乗じて窒素吸収量を算出した。側枝の窒素含有率は、3月16日から5月7日の期間に、1区当たり4株からサンプリングしたものを、乾燥・粉砕後、乾式燃焼法で測定した。乾物重に窒素含有率を乗じて窒素吸収量を算出した。

(4) リン酸吸収量調査

葉、茎、果実及び側枝の部位別にリン酸吸収量を調査した。サンプリング及び調製は窒素吸収量調査の場合と同様にを行い、リン酸含有率は500mgの乾燥・粉砕サンプルに濃硝酸8mLを加え、マイクロウェーブサンプルプロセッサ (ETHOS900, マイルストーンゼネラル社製) で湿式分解し、バナドモリブデン法 (作物分析法委員会, 1975) で測定した。リン酸吸収量は各部位のリン酸含有率にそれぞれの乾物重を乗じて算出した。

(5) 栽培圃場の無機態窒素含有量調査

栽培開始前と栽培終了後にすべての試験区における深さ0～60cmの土壌中無機態窒素含有量を調査した。採土位置は畝 (ベッド) 上の株と株の中間とし、深さ0～15cm, 15～30cm, 30～45cm, 45～60cmの4層で採取した。10%塩化カリウム溶液で振とう、抽出した後、硝酸態窒素は銅・カドミウム還元—ナフチルエチレンジアミン吸光光度法 (土壤環境分析法編集委員会, 1997)、アンモニア態窒素はインドフェノール青吸光光度法 (土壤環境分析法編集委員会, 1997) により、フローインジェクション分析装置 (FA-100, アクア・ラボ社製) を用いて測定した。

Ⅲ 結 果

1. 生育及び収量・品質

第3花房開花期においては、台木品種もしくは施肥量の違いがトマトの草丈、葉の大きさ (葉身長×葉身幅)、茎径及び葉色に及ぼす影響は認められなかった (データ省略)。しかし、摘心期においては、台木品種の違いが草丈に影響を及ぼし (第5表)、「マグネット」の草丈は「ドクター K」と比較して明らかに長くなった (第6表)。葉の大きさ、茎

第5表 台木品種もしくは施肥量が摘心期のトマトの草丈に及ぼす影響

要因	平方和	自由度	平均平方	F値	P値
ハウス(C)	4	1	4	0.04	0.868
施肥量(A)	599	2	300	2.67	0.272
1次残差	224	2	112	2.90	0.106
台木品種(B)	642	3	214	5.54	0.020
AxB	489	6	82	2.11	0.151
2次誤差	348	9	39		
計	2306	23			

第6表 台木品種の違いが摘心期におけるトマトの生育に及ぼす影響

台木品種	草丈 (cm)	葉身長×葉身幅 (cm ²)	茎径 (mm)	葉色 (SPAD値)
ジョイント	257±13.0 ab	1,837±152	9.8±1.3	51.1±1.8
マグネット	265± 9.9 b	2,100±122	10.4±0.7	51.0±1.2
ドクターK	252± 6.0 a	1,847±139	9.3±0.6	53.0±1.5
影武者	263± 5.6 ab	1,964±244	10.4±0.8	52.3±1.7

注1)数値は施肥量の異なる3試験区の平均値±標準偏差(n=6)

2)同一列上の異なる文字はTukey-Kramer法による多重比較の結果、
5%レベルの有意差が見られることを示す

3)穂木品種は「ハウス桃太郎」(タキイ種苗)

第7表 台木品種もしくは施肥量がトマトの収量に及ぼす影響

要因	平方和	自由度	平均平方	F値	P値
ハウス(C)	889130	1	889130	28.66	0.033
施肥量(A)	137995	2	68997	2.22	0.310
1次残差	62043	2	31022	0.84	0.462
台木品種(B)	484711	3	161570	4.38	0.037
AxB	338744	6	56457	1.53	0.271
2次誤差	331730	9	36859		
計	2244353	23			

第8表 台木品種の違いがトマトの収量に及ぼす影響

台木品種	A・B級品	C・D級品	(g/株) 合計
ジョイント	2,673±153	927±200 a	3,600±299 ab
マグネット	2,601±266	1,305±233 b	3,906±349 b
ドクターK	2,601±261	939±156 ab	3,540±344 a
影武者	2,603±300	1,170±155 ab	3,751±151 ab

注1)数値は施肥量の異なる3試験区の平均値±標準偏差(n=6)

2)同一列上の異なる文字はTukey-Kramer法による多重比較の結果、
5%レベルの有意差が見られることを示す

径及び葉色については、台木品種間で有意な差が認められなかった。

台木品種もしくは施肥量の違いが収量に及ぼす影響を調査したところ、台木品種の影響が認められ(第7表)、A・B級品の収量については台木品種間で有意な差が認められなかったが、C・D級品の収量は「マグネット」が「ジョイント」に比べて明らかに多かった(第8表)。さらに、A・B級品とC・D級品を合計した総収量では「マグネット」が「ドクターK」に比べて明らかに多くなった。

また、施肥量の違いが収量に及ぼす影響を調査したところ、試験区間に有意な差は認められなかった(第9表)。

果実の糖度と硬度については、収穫中期(5月28日)及び収穫後期(6月19日)のいずれの時期においても、台木品種及び施肥量の違いによる差が認められなかった(第10表)。

台木品種もしくは施肥量の違いが栽培終了時の乾物重に及ぼす影響を調査したところ、台木品種の影響が認められた(第11表)。そこで、台木品種の違いが部位別の乾物重に及ぼす影響を調査したところ、葉、茎及び根の乾物重にお

第9表 施肥量の違いがトマトの収量に及ぼす影響

試験区	(g/株)		
	A・B級品	C・D級品	合計
標準	2,623±211	1,178±305	3,800±395
減肥A	2,617±133	1,001±194	3,618±250
減肥B	2,603±300	1,077±200	3,680±287

注)数値は台木4品種の平均値±標準偏差(n=8)

第10表 施肥量の違いがトマトの糖度及び硬度に及ぼす影響

試験区	5月28日調査		6月19日調査	
	糖度 (brix, %)	硬度 (g/cm ²)	糖度 (brix, %)	硬度 (g/cm ²)
標準	5.7±0.2	807±46	5.8±0.3	778±70
減肥A	5.7±0.3	832±49	5.8±0.4	730±65
減肥B	5.7±0.2	797±68	5.7±0.3	739±65

注1)数値は台木4品種の平均値±標準偏差(n=8)

2)分散分析の結果, 試験区間に有意差なし

第11表 台木品種もしくは施肥量が栽培終了時のトマト乾物重に及ぼす影響

要因	平方和	自由度	平均平方	F値	P値
ハウス(C)	11432	1	11432	7.86	0.107
施肥量(A)	36612	2	18306	12.59	0.074
1次残差	2908	2	1454	0.42	0.671
台木品種(B)	76452	3	25484	7.32	0.009
AxB	33469	6	5578	1.60	0.252
2次誤差	31320	9	3480		
計	192194	23			

第12表 台木品種の違いが栽培終了時のトマト部位別乾物重に及ぼす影響

台木品種	(kg/10a)					
	葉	茎	根	果実	側枝	合計
ジョイント	215±28	103±14	81±25	476±41 ab	114±18 ab	989±87 ab
マグネット	245±38	110±13	68±3	500±22 ab	132±12 b	1,055±78 b
ドクターK	189±20	98±10	75±31	467±33 a	102±9 a	931±85 a
影武者	239±21	113±11	63±6	531±22 b	128±16 b	1,074±49 b

注1)数値は施肥量の異なる3試験区の平均値±標準偏差(n=6)

2)同一列上の異なる文字はTukey-Kramer法による多重比較の結果, 5%レベルの有意差が見られることを示す

第13表 施肥量の違いが栽培終了時のトマト部位別乾物重に及ぼす影響

台木品種	(kg/10a)					
	葉	茎	根	果実	側枝	合計
標準	246±46	113±15	78±32	500±47	129±18	1,067±121
減肥A	210±22	103±12	68±9	492±25	115±18	988±69
減肥B	209±18	103±10	69±12	489±42	112±16	981±54

注)数値は台木4品種の平均値±標準偏差(n=8)

いては台木品種間に差が認められなかった。しかし、果実と側枝の乾物重においては台木品種間に差が認められ、果実においては「影武者」が「ドクターK」より明らかに重く、側枝においては「マグネット」及び「影武者」が「ドクターK」より明らかに重くなった。すべての部位を合計

した株全体の乾物重においては、「影武者」及び「マグネット」が「ドクターK」より明らかに重くなった(第12表)。

また、施肥量の違いが栽培終了時の部位別乾物重に及ぼす影響を調査したところ、いずれの部位においても差は認められなかった(第13表)。

第14表 台木品種もしくは施肥量がトマトの窒素吸収量に及ぼす影響

要因	平方和	自由度	平均平方	F値	P値
ハウス(C)	4.11	1	4.11	6.36	0.128
施肥量(A)	70.30	2	35.15	54.42	0.018
1次残差	1.29	2	0.65	0.69	0.526
台木品種(B)	55.57	3	18.52	19.81	0.000
AxB	22.39	6	3.73	3.99	0.031
2次誤差	8.42	9	0.94		
計	162.07	23			

第15表 台木品種及び施肥量の違いがトマトの窒素吸収量及び施肥窒素利用効率に及ぼす影響

試験区	台木品種	窒素吸収量(kg/10a) ¹⁾						施肥窒素 利用効率(%) ²⁾
		葉	茎	根	果実	側枝	合計	
標準	ジョイント	5.6±0.1 bcd	1.5±0.1 de	0.6±0.3	8.9±0.4	5.7±0.8	22.2±0.9 cde	72.0 ab
	マグネット	7.1±0.2 d	1.6±0.1 e	0.4±0.0	9.1±0.1	6.3±0.0	24.5±0.1 e	80.4 bc
	ドクターK	4.3±1.2 abc	1.0±0.1 ab	0.5±0.4	7.8±0.9	4.8±0.6	18.3±3.2 abc	59.4 a
	影武者	6.2±0.5 cd	1.4±0.1 cde	0.4±0.0	9.4±0.8	5.9±0.0	23.2±0.3 de	76.1 b
減肥A	ジョイント	3.3±0.3 a	0.9±0.1 a	0.4±0.1	7.0±0.6	4.2±0.5	15.8±0.2 a	85.5 bcd
	マグネット	3.9±0.0 ab	0.9±0.1 a	0.4±0.0	8.4±0.4	4.9±0.2	18.5±0.4 abc	101.0 defg
	ドクターK	4.4±0.6 abc	0.9±0.0 a	0.3±0.0	7.5±0.7	4.4±0.0	17.6±0.1 ab	96.1 def
	影武者	4.9±0.0 abc	1.1±0.1 abcd	0.4±0.0	8.6±0.7	5.0±1.3	20.0±0.6 abcd	109.0 efg
減肥B	ジョイント	4.4±0.2 abc	0.9±0.0 a	0.3±0.0	7.5±1.3	4.3±0.9	17.4±0.5 ab	94.8 cde
	マグネット	5.0±0.4 abc	1.1±0.2 abcd	0.4±0.1	8.7±0.0	5.3±0.3	20.5±1.0 bcde	111.6 fg
	ドクターK	4.0±0.5 ab	1.0±0.1 abc	0.4±0.1	8.4±0.2	4.2±0.4	18.0±1.1 abc	97.9 defg
	影武者	4.9±0.2 abc	1.4±0.1 bcde	0.4±0.1	8.8±0.5	5.1±0.1	20.6±0.1 bcde	112.4 g

注1)数値は平均値±標準偏差(n=2)

2)施肥窒素利用効率(%)=窒素吸収量÷窒素施肥量×100

3)同一列上の異なる文字はTukey-Kramer法による多重比較の結果、5%レベルの有意差が見られることを示す

2. 窒素吸収量

窒素吸収量について、施肥量を1次要因、台木品種を2次要因として分割区法で分散分析を実施したところ、それぞれの要因とその交互作用で有意差が認められた(第14表)。そこで、すべての試験区について多重検定比較を行った。その結果、葉の窒素吸収量については、標準区では「マグネット」が「ドクター K」に比べて明らかに多かった(第15表)。減肥A区及び減肥B区では台木品種間における差が認められなかった。

茎の窒素吸収量については、標準区では「ジョイント」、「マグネット」及び「影武者」が「ドクター K」に比べて明らかに多かった。減肥A区では台木品種間における差は認められなかった。減肥B区では「影武者」が「ジョイント」に比べて明らかに多かった。

根、果実及び側枝の窒素吸収量については、いずれの施肥条件下においても台木品種間で差が認められなかった。

すべての部位における窒素吸収量を合計した値について

は、標準区では「マグネット」及び「影武者」が「ドクター K」と比べて多かった。減肥A区及び減肥B区では台木品種間の有意差が認められなかった。

窒素吸収量を窒素施肥量で除して、施肥窒素利用効率を求めたところ、標準区では「マグネット」及び「影武者」が「ドクター K」と比べて高かった。減肥A区では「影武者」が「ジョイント」と比べて高かった。減肥B区では「マグネット」及び「影武者」が「ジョイント」と比べて高かった。

3. リン酸吸収量

台木品種もしくは施肥量の違いが地上部リン酸吸収量に及ぼす影響を調査したところ、台木品種の影響が認められた(第16表)。そこで、台木品種の違いが部位別のリン酸吸収量に及ぼす影響を調査したところ、葉のリン酸吸収量は「マグネット」が「ジョイント」に比べて多かった(第17表)。茎、果実及び側枝については台木品種間の有意差は認められなかった。地上部のリン酸吸収量の合計値は「マ

第16表 台木品種もしくは施肥量がトマトのリン酸吸収量に及ぼす影響

要因	平方和	自由度	平均平方	F値	P値
ハウス(C)	10.28	1	10.28	46.08	0.093
施肥量(A)	0.04	1	0.04	0.16	0.760
1次残差	0.22	1	0.22	0.69	0.439
台木品種(B)	9.57	3	3.19	9.82	0.010
AxB	0.70	3	0.23	0.72	0.576
2次誤差	1.95	6	0.32		
計	22.75	15			

第17表 台木品種の違いがトマトのリン酸吸収量及び施肥リン酸利用効率に及ぼす影響

台木品種	地上部リン酸吸収量(kg/10a)					施肥リン酸 利用効率(%) ¹⁾
	葉	茎	果実	側枝	合計	
ジョイント	1.8±0.1 a	0.5±0.0	4.9±0.8	1.6±0.1	8.8±0.6 a	43.8 a
マグネット	2.6±0.6 b	0.6±0.1	5.2±0.4	2.2±0.1	10.7±1.0 b	53.0 b
ドクターK	1.9±0.4 ab	0.5±0.1	4.8±0.7	1.6±0.3	8.8±1.4 a	44.1 a
影武者	2.2±0.1 ab	0.7±0.1	5.0±0.4	1.9±0.5	9.8±1.0 ab	48.6 ab

注1)施肥リン酸利用効率(%)=地上部リン酸吸収量÷リン酸施肥量×100

2)数値は施肥量の異なる2試験区の平均値±標準偏差(n=4)

3)同一列上の異なる文字はTukey-Kramer法による多重比較の結果、5%レベルの有意差が見られることを示す

第18表 施肥量の違いが栽培後の圃場における無機態窒素含有量に及ぼす影響

試験区	(mg/100g乾土)							
	0-15cm		15-30cm		30-45cm		45-60cm	
	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
標準	11.4±3.4	0.5±0.1	3.8±2.5	0.6±0.1	3.4±3.3	0.7±0.0	1.6±0.7	0.7±0.0
減肥A	0.7±0.5	0.5±0.1	0.3±0.2	0.6±0.1	0.3±0.2	0.7±0.0	0.3±0.2	0.7±0.0
減肥B	1.5±0.9	0.5±0.0	0.8±0.5	0.5±0.0	1.1±0.4	0.6±0.0	1.0±0.4	0.6±0.0

注)数値は台木4品種の平均値±標準偏差(n=8)

グネット」が「ジョイント」及び「ドクター K」に比べて多かった。

地上部リン酸吸収量をリン酸施肥量で除して、施肥リン酸利用効率を求めたところ、「マグネット」が「ジョイント」及び「ドクター K」に比べて明らかに高かった。

4. 栽培圃場の無機態窒素含有量

台木品種の違いが栽培後の圃場における深さ別の無機態窒素含有量に及ぼす影響について調査したところ、いずれの深さにおいても台木品種間の有意な差が認められなかった(データ省略)。

施肥量の違いが栽培後の圃場における深さ別の無機態窒素含有量に及ぼす影響について調査したところ、いずれの深さにおいても標準区の硝酸態窒素含有量が多くなる傾向にあった(第18表)。

IV 考 察

半促成栽培のトマトでは、台木用F₁品種を利用した接ぎ

木栽培を行うことで、自根栽培と比較して草勢が強くなることが明らかにされている(青木ら, 1980)。本試験では摘心期において、台木品種間で草丈に有意な差が認められ、草勢が強いとされる「マグネット」は、草勢が弱いとされる「ドクター K」と比べて草丈が長くなった。したがって、自根栽培との比較においてだけではなく、台木品種間でも草勢の強弱が認められた。

また、草勢が強いとされる「マグネット」及び「影武者」の栽培終了時の乾物重が、草勢が弱いとされる「ドクター K」より重くなることから、草勢の強弱は乾物生産量に関連しているといえる。

窒素施肥量については、慣行の施肥基準に対して窒素施用量を大幅に減らした減肥A区及び減肥B区と、施肥基準に則って窒素施肥を行った標準区との間には収量及び乾物重において有意な差が認められなかった。したがって、栽培前における深さ0～60cmの土壤中無機態窒素量の平均値が1.7mg/100gを超える条件下であれば、ハウス半促成栽培トマトにおいて「ちばエコ農産物」栽培基準まで窒素施

第19表 施肥量の違いが窒素収支に及ぼす影響

試験区	窒素施用量	窒素吸収量	a-b	土壤中無機態窒素量 ¹⁾			施肥窒素 利用効率 ²⁾
	(a)	(b)		(kg/10a)			
	(kg/10a)	(kg/10a)		(kg/10a)	栽培前	栽培後	
標準	30.0	22.1	7.9	6.5	22.6	16.1	72.0
減肥A	18.0	18.0	0.0	7.0	4.2	-2.8	97.9
減肥B	18.0	19.1	-1.1	8.5	6.6	-1.9	104.2

注1)深さ0-60cmの圃場10aの土壌の重さを黒ボク土の一般的な仮比重0.67g/cm³から400,000kgとし、
深さ0-60cmの無機態窒素含有量の平均値(mg/100g)に乗じて算出

2)施肥窒素利用効率(%)=窒素吸収量÷窒素施用量×100

肥量を減少させたとしても、本試験で供した台木を利用することにより標準の窒素施肥量で栽培した場合と同等の収量が得られると判断される。

トマト栽培においては台木品種の違いにより、養分吸収量が異なることが明らかになっている(甲田・荻原, 1984)。

本試験においては、窒素吸収量を窒素施肥量で除した施肥窒素利用効率が、減肥A区で「影武者」が「ジョイント」より高く、減肥B区で「マグネット」及び「影武者」が「ジョイント」より高かった。この結果から、減窒素施肥条件下において、「マグネット」及び「影武者」は、「ジョイント」と比べて施肥窒素を効率よく吸収利用できると判断される。したがって、本試験の結果から、土壌病害虫抵抗性を考慮した上で草勢の強い台木品種を利用することにより、施肥窒素をより効率よく吸収させることが可能となり、減窒素栽培を実現できることが明らかとなった。

リン酸吸収量については、窒素と同様に、草勢が強いとされている台木品種のリン酸吸収量は、草勢が弱いとされている台木品種に比べて多くなる傾向が認められ、施肥リン酸利用効率は「マグネット」が「ジョイント」及び「ドクター K」と比べて高かった。このことは窒素の吸収に優れた台木品種はリン酸の吸収にも優れている可能性を示唆している。

窒素収支については、標準区では10a当たり30kgの窒素が施用され、22.1kgの窒素がトマトにより吸収された(第19表)。すなわち施肥量と吸収量の差は7.9kgであった。深さ0～60cmの無機態窒素含有量の平均値5.65mg/100gに、仮比重を0.67g/cm³として深さ0～60cmの土壌の乾土重を乗じて算出したところ、圃場に残留する無機態窒素含有量は10a当たり22.6kgであった。栽培前の圃場に含まれる無機態窒素量は同様な計算により10a当たり6.5kgであることから、10a当たり16.1kgの無機態窒素量が増加したことになる。

一方、標準区と同様の方法で窒素収支を求めると減肥A区では施肥量と吸収量の差が0となり、栽培後の土壌中無機態窒素は10a当たり2.8kg減少した。減肥B区では施肥量

と吸収量の差が10a当たりマイナス1.1kg、栽培後の土壌中無機態窒素は10a当たり1.9kg減少した。

このように、標準区においては施肥量が吸収量を大きく上回り、栽培後の土壌中無機態窒素量が栽培前と比べて増加したのに対し、減肥A区及び減肥B区の施肥量と吸収量はほぼ等しく、栽培前後の土壌中無機態窒素量の差もわずかであった。したがって、ハウス半促成栽培トマトにおいて、本試験で供した台木を利用し、窒素施用量を「ちばエコ農産物」栽培基準である10a当たり18kgに減少させることで、圃場への無機態窒素の残存を抑えられることが明らかとなった。

V 摘 要

台木の利用による減肥栽培技術の確立に向け、施肥量の異なる条件下で台木用F₁品種の違いがトマトの収量及び養分吸収量に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、窒素及びリン酸施肥量の異なる3つの試験区に草勢が強いとされる台木品種(「マグネット」、「影武者」)及び草勢が弱いとされる台木品種(「ジョイント」、「ドクター K」)に接いだトマト(穂木品種:「ハウス桃太郎」)を定植し、ハウス半促成栽培を行った。トマトの収量、窒素及びリン酸の吸収量を調査したところ、以下の結果が得られた。

1. 減窒素施肥(「ちばエコ農産物」栽培基準)条件下において、草勢の強い台木品種「マグネット」及び「影武者」は供試した草勢の弱い台木品種と比べて施肥窒素利用効率が高かった。したがって、減窒素栽培においては、台木品種の持つ土壌病害虫抵抗性を考慮した上で、草勢の強い台木を利用することが適切だと判断された。
2. 栽培圃場の施肥前における可給態リン酸含量が8.0～13.3mg/100g、リン酸施肥量が10a当たり17.2～24.2kgの条件下において、台木「マグネット」は供試した他の台木と比べて施肥リン酸利用効率が高かった。
3. 栽培前の深さ0～60cmにおける土壌中無機態窒素量の平均値が1.7mg/100gを超える圃場において、本試験に供した台木を利用することで、窒素施肥量を慣行施肥基準

の半分である「ちばエコ農産物」栽培基準に減少させても慣行の施肥を行った場合と同等の収量・品質が得られた。

4. 台木の利用と減窒素施肥を組み合わせることで、栽培後の圃場に残存する硝酸態窒素量を抑えることができた。

Ⅵ 引用文献

- 青木宏史・萩原佐太郎・湯橋 勤（1980）トマトの褐色根腐病防除のための接ぎ木トマトの台木と品質. 千葉農試研報. 21：131-138.
- 千葉県（2006）千葉県園芸作物出荷規格（青果物編）. p19.
- 千葉県（2009）主要農作物等施肥基準. p181.
- 土壤環境分析法編集委員会（1997）土壤環境分析法. pp253. 博友社. 東京.
- 甲田暢男・萩原佐太郎（1984）トマトの接ぎ木栽培における台木別の生育・養分吸収・光合成特性. 千葉農試研報. 25：101-111.
- 熊澤喜久雄（1999）地下水の硝酸態窒素汚染の現況. 土肥誌. 70：207-213.
- 松添直隆・中村浩美・大久保敬・藤枝國光（1993）ナス属植物を台木とした接ぎ木トマトの生育および収量. 園学雑. 61：847-855.
- 松添直隆・間 浩美・花田勝美・M. Ali・大久保敬・藤枝國光（1995）ナス属植物を台木とした接ぎ木トマトの養分吸収特性. 九大農学芸誌. 49：143-148.
- 西尾道徳（2001）作物種類別の施肥窒素負荷量に基づく地下水の硝酸性窒素汚染リスクの評価手法. 土肥誌. 74：522-528.
- 小原 洋・中井 信（2004）農耕地土壌の可給態リン酸の全国的変動. 土肥誌. 75：59-67.
- 小田部廣男（1982）世界のリン資源とわが国の農業. 農及園. 57：126-132.
- 作物分析法委員会（1975）栄養診断のための栽培植物分析測定法. pp70. 養賢堂. 東京.
- 鈴木敏征・森下正博（2002）少施肥条件で栽培されたナスの生育・収量に及ぼす穂木および台木品種の影響. 園学雑. 71：568-574.
- 植物栄養実験法編集委員会（1990）植物栄養実験法. pp163. 博友社. 東京.
- 庄子貞雄（1999）環境保全型農業における新肥料の活用. 研究ジャーナル. 22：6-11.
- 山本二美・松丸恒夫（2007）接ぎ木栽培によるトマトの汁液診断に基づく追肥量の削減. 土肥誌. 78：391-394.

Effects of Different Rootstock Cultivars and Fertilizer Applications on Nutrient Uptake in Semi-forcing Cultured Tomato

Hirokuni IWASA, Futami YAMAMOTO and Kenji SAITOH

Key words : tomato, rootstock, nitrogen uptake, phosphoric acid uptake, nitrate nitrogen

Summary

To reduce the need for fertilizer application, we investigated the yield and the nitrogen and phosphate absorption of various tomato F₁ cultivars in semi-forcing culture to determine rootstock differences under different conditions of fertilizer application. The tomato F₁ rootstock cultivars tested were ‘Magnet’ and ‘Kagemusha’ (which have strong plant vigor) and ‘Joint’ and ‘Dr. K’ (which have weak plant vigor). The following results were obtained:

1. Under conditions of reduced nitrogen fertilizer application (Chiba Eco Agriculture standard cultivation), the two tomato rootstock F₁ cultivars with strong plant vigor (‘Magnet’ and ‘Kagemusha’) had higher nitrogen fertilizer use efficiency than the tomato rootstock F₁ cultivars with weak vigor. Therefore, tomato rootstock F₁ cultivars with strong plant vigor should be chosen in consideration of soil pest and disease resistance under conditions of reduced nitrogen fertilizer application.
2. ‘Magnet’ rootstock had higher phosphate fertilizer use efficiency than the other tested rootstocks under conditions of 8.0 to 13.3 mg/100 g available phosphate content and 172 to 242 kg/ha phosphate fertilizer application.
3. In a field with an average of 1.7 mg/100 g inorganic nitrogen at 0 to 60 cm soil depth before planting, it was possible to obtain equivalent yield and quality of tomato with the tested rootstock F₁ cultivars under conditions of reduced nitrogen fertilizer application (Chiba Eco Agriculture standard cultivation).
4. By combining the use of appropriate rootstocks and nitrogen fertilization reduction, we were able to reduce the amount of nitrate remaining after cultivation in the field.