

リン酸が蓄積した圃場におけるリン酸減肥がトマトの半促成栽培及び 促成長期栽培に及ぼす影響

佐藤広幸¹⁾・今枝寛幸²⁾・大藪哲也³⁾・番喜宏⁴⁾・恒川靖弘⁵⁾

摘要：リン酸が過剰に蓄積した圃場におけるトマトの半促成栽培及び促成長期栽培のリン酸減肥について検討した。

可給態リン酸含量が2 g-P₂O₅ kg⁻¹前後の土壌で、リン酸施肥量をトマトの半促成栽培で0、4、8、14 g-P₂O₅ m⁻²、トマトの促成長期栽培で無施用とした栽培を慣行栽培と比較した。その結果、生育、収量及び養分吸収量は同等であったことから、可給態リン酸含量が2 g-P₂O₅ kg⁻¹前後の土壌においてリン酸無施肥で栽培が可能であることが明らかとなった。一方、リン酸を無施肥とした栽培を継続した場合、土壌の可給態リン酸含量が慣行栽培に比べて早く減少していくことが示唆された。

キーワード：リン酸、トマト、半促成栽培、促成長期栽培

Effects of Phosphate Fertilizer Reduction in Semi-Forcing and Long-Term Forcing Culture of Tomato in a Greenhouse with Excessive Phosphate.

SATOU Hiroyuki, IMAEDA Hiroyuki, OYABU Tetsuya, BAN Yoshihiro and
TSUNEKAWA Yasuhiro

Abstract: By comparing the effects of the addition of 0, 4, 8, and 14 g/m² of phosphoric acid through the usual fertilization method to the soil initially holding about 2 g/kg of available phosphoric acid for the semi-forcing and long-term forcing cultures of tomato, we found that the usual growth, yield, and nutrient uptake in plants can be achieved without phosphate fertilization. However, it was suggested that the soil phosphoric acid content decreased more rapidly with the addition of phosphoric acid than with conventional cultivation wherein the cultivation was continued without phosphoric acid.

Key Words: Phosphoric acid, Tomato, Semi-Forcing culture, long-term culture

本研究の一部は「農業と科学」第707号において発表した。

本研究は愛知県経済農業協同組合連合会との共同研究「リン酸が蓄積したトマト栽培圃場に適した肥効調節型肥料の開発」により実施した。

¹⁾園芸研究部 (現尾張農林水産事務所) ²⁾園芸研究部(現海部農林水産事務所) ³⁾園芸研究部(退職) ⁴⁾園芸研究部 ⁵⁾園芸研究部 (現園芸農産課)

(2020.9.9受理)

緒 言

愛知県の冬春トマトの生産量は43000 t (全国第2位、平成30年)¹⁾で、本県の主力品目である。冬春トマトの生産は加温設備を備えた施設で行われることから、降雨による肥料成分の溶脱がなく、土壤中に蓄積されやすい。

愛知県の施設土壌における問題の一つとして、リン酸の蓄積が挙げられる。土壌中の可給態リン酸含量が2 g-P₂O₅ kg⁻¹以上蓄積した県内の施設土壌は、全体の6割を超える²⁾。愛知県では可給態リン酸含量が2 g-P₂O₅ kg⁻¹を超える場合、リン酸を無施用とすることを指針としている²⁾。また、土耕栽培の場合、有機物投入によるリン酸の補給も見込める。しかし、生産者はリン酸の施用量を減らすことによる収量や品質の低下を危惧していることに加え、リン酸は過剰障害が現れにくいいため、施用量の適正化は進んでいない。

愛知県では、2012年度、2013年度にトマトの促成栽培において被覆尿素肥料を利用した窒素の全量基肥施肥及び施設土壌へのリン酸蓄積の現状を踏まえたリン酸の減肥について検討し、可給態リン酸含量が1.75 g-P₂O₅ kg⁻¹の土壌でリン酸の無施用及び被覆尿素肥料を用いた全量基肥栽培が可能であることを明らかにした³⁾。一方、本県におけるトマト栽培は、促成栽培または抑制栽培と半促成栽培を組み合わせた作型及び促成長期栽培が普及しており、半促成栽培及び促成長期栽培についてはリン酸の減肥について検討されていない。そこで、本試験では、トマトの半促成栽培及び促成長期栽培において、施設土壌へのリン酸蓄積の現状を踏まえてリン酸の減肥について検討し、知見が得られたので報告する。

材料及び方法

試験1 リン酸が蓄積した半促成トマト栽培圃場におけるリン酸減肥の検討 (2014年度作、2015年度作)

1 栽培概要

試験は愛知県長久手市内(愛知県農業総合試験場)の間口5.7 m、奥行き21.0 mのP0フィルムパイプハウスにおいて行った。土壌は山地黄色土で、供試品種は、穂木に「麗容」(株式会社サカタのタネ、神奈川)、台木に「がんばる根3号」(愛三種苗株式会社、愛知)を用いた。表1に各試験区の施肥概要を示した。リン酸の減肥量を検討するため、慣行区のリン酸施用量を愛知県の施肥基準に準じた14 g-P₂O₅ m⁻²とし、施肥量を0、4及び8 g-P₂O₅ m⁻²とした試験区を設けて、それぞれリン酸0 kg区、リン酸4 kg区、リン酸8 kg区として比較した。各試験区の栽培前土壌の化学性について表2に示した。栽培前土壌に含まれる可給態リン酸含量は2014年度作で1.75 g-P₂O₅ kg⁻¹~1.97 g-P₂O₅ kg⁻¹、2015年度作で1.88 g-P₂O₅ kg⁻¹~2.06 g-P₂O₅ kg⁻¹であった。

肥料は、窒素に既存の被覆尿素肥料(LP、LPS配合、ジェイカムアグリ株式会社)を用いた。被覆尿素肥料を利用した果菜類の窒素減肥率が2~3割であること⁴⁾を考慮して、農作物の施肥基準²⁾より2割程度削減して窒素を20 g-N m⁻²を全量基肥施用した。リン酸肥料には過リン酸石灰を用い、試験区ごとの施肥量に合わせて全量基肥施用した。カリウムには硫酸加里で26 g-K₂O m⁻²となるように全量基肥施用とした。また、土壌改良を目的に、2014年度作後にあたる2015年7月3日にバーク堆肥(N:P₂O₅:K₂O=1.5%:1.6%:3.4%) (葵バーク、愛知)を10 aあたり2 t施用した。

2014年度作の耕種概要は穂木・台木播種11月28日、接ぎ木12月27日、定植2月1日、収穫は4月17日から開始し、5月11日に第7果房上位葉2枚を残して摘心して6月30日に収穫を終えた。

表1 半促成栽培における試験区の施肥設計(試験1)

試験区	肥料成分(g m ⁻²)		
	窒素	リン酸	カリウム
リン酸 0 Kg	20	0	26
リン酸 4 Kg	20	4	26
リン酸 8 Kg	20	8	26
慣行	20	14	26

表2 半促成栽培における作付前の土壌の化学性(試験1)

年度	試験区	pH (土:水 =1:5)	EC (dSm ⁻¹)	無機態窒素		AV-P ¹⁾ (g-P ₂ O ₅ kg ⁻¹)	CEC (cmol _c kg ⁻¹)	交換性塩基(g-塩基 kg ⁻¹)		
				NH ₄ -N (g-N kg ⁻¹)	NO ₃ -N (g-N kg ⁻¹)			K ₂ O	CaO	MgO
2014 年度 作前	リン酸 0 Kg	6.77	0.11	0.06	0.86	1.83	9.31	0.17	1.64	0.26
	リン酸 4 Kg	6.68	0.19	0.05	0.91	1.80	9.31	0.21	1.86	0.30
	リン酸 8 Kg	6.61	0.26	0.06	0.91	1.97	9.91	0.20	1.70	0.35
	慣行	6.57	0.27	0.06	0.99	1.75	10.30	0.20	1.81	0.36
2015 年度 作前	リン酸 0 Kg	6.70	0.07	0.12	1.49	1.88	9.52	0.17	1.66	0.27
	リン酸 4 Kg	7.01	0.09	0.12	1.58	1.95	9.34	0.26	1.82	0.32
	リン酸 8 Kg	6.97	0.07	0.11	1.38	1.94	9.17	0.18	1.69	0.33
	慣行	6.87	0.09	0.11	1.47	2.06	9.82	0.17	1.77	0.30

1) Truog 法

2015年度作の耕種概要は穂木・台木播種11月24日、接ぎ木1月3日、定植2月9日、収穫は4月28日から開始し、5月14日に第7果房上位葉2枚を残して摘心して6月30日に収穫を終えた。

栽培様式は、畝幅180 cm、通路幅80 cm、株間20 cm、1条振り分けとした。灌水は散水チューブで行い、黒色ポリマルチを敷設した。施設内の温度管理は、定植時から5月上旬まで最低温度を12℃に設定して温風暖房機で加温を行うとともに、30℃以上で換気扇を稼働させ強制換気した。着果促進のため、各花房の第3花開花期に4-CPA液(15 mg L⁻¹)を花房全体へ噴霧した。収穫終了後に作物残渣を圃場外へ持ち出した。

調査株は1区当たり5株の3反復とした。

2 調査項目

定植後から摘心まで1か月ごとに葉長、葉色、茎径、茎長を測定した。葉長は開花花房直下葉、茎径は開花花房直下の短茎を測定した。葉色は、開花花房直下葉について、葉緑素計SPAD-502(コニカミノルタ株式会社、東京)で測定した。茎長は地際部から生長点までの長さを測定した。

収穫した果実は80 g以上の良果と80 g未満または病害虫及び生理障害により商品価値がない不良果に分別し、それぞれの果数及び重量を測定した。

トマトのリン酸吸収量は、各部位(腋芽、葉、主茎、果実)について乾物重に作物体の養分含有率を乗じて算出したものを合算した。作物体の養分含有率の分析は、各試験区5株を部位別に採取し、70℃で3日間通風乾燥して乾物重を測定した後に粉碎したものを供試した。リン濃度は、植物栄養実験法⁵⁾に準じて乾式灰化後、バナドモリブデン酸法で測定した。

作付前の土壌は、整地した後に畝立てし、各試験区の表層から約15 cm下の土壌を採取した。作付け後の土壌は、残渣を持ち出し後に各試験区の表層15 cm下の土壌を採取した。土壌試料は風乾してから、目開き2 mmの篩で篩別後、分析に供試した。土壌中の可給態リン酸含量をTruog法⁶⁾で測定した。

試験2 リン酸が蓄積した促成長期トマト栽培圃場におけるリン酸減肥の検討(2016年度作、2017年度作)

1 栽培概要

試験2は試験1と同様の施設で行った。トマトの供試

品種は、穂木に「りんか409」(株式会社サカタのタネ、神奈川)、台木に「がんばる根3号」(愛三種苗株式会社、愛知)を用いた。

表3に各試験区の施肥概要について示した。試験1の結果及びトマトの促成栽培³⁾において被覆尿素肥料を用いた窒素の全量基肥施用及びリン酸無施用による栽培が可能であったため、試験区はリン酸無施用としたリン酸0 kg区と愛知県の施肥基準²⁾に準じてリン酸を18 g-P₂O₅ kg施用した慣行区を比較した。各試験区の栽培前土壌の化学性について表4に示した。栽培前土壌に含まれる可給態リン酸含量は2016年度作で2.4 g-P₂O₅ kg⁻¹~2.57 g-P₂O₅ kg⁻¹、2017年度作は2.32 g-P₂O₅ kg⁻¹~2.35 g-P₂O₅ kg⁻¹であった。

肥料は、慣行区の基肥に有機アグレット(朝日工業株式会社、東京)で窒素10 g-N m⁻²、リン酸10 g-P₂O₅ m⁻²、カリウム10 g-K₂O m⁻²、粒状ヨウリン(日之出化学工業株式会社、京都)でリン酸8 g-P₂O₅ m⁻²施用し、追肥にNK化成で窒素32 g-N m⁻²、カリウム32 g-K₂O m⁻²を10回(2016年度作は2016年10月1日、10月21日、11月24日、12月21日、2017年1月16日、2月13日、3月6日、3月30日、4月14日、5月15日。2017年度作は2017年10月5日、10月24日、11月24日、12月22日、2018年1月17日、2月13日、3月8日、3月29日、4月17日、5月10日)に分けて施用した。リン酸0 kg区の窒素は被覆尿素肥料(LP、LPS配合、ジェイカムアグリ株式会社)を用いて全量基肥施用した。被覆尿素肥料を利用した果菜類の窒素減肥率が2~3割であること⁴⁾を考慮して、農作物の施肥基準²⁾より2割程度削減して窒素を34 g-N m⁻²施用した。カリウムは施肥基準に準じて硫酸加里を用いて42 g-K₂O m⁻²を全量基肥施用した。また、土壌改良を目的に、2016年度作後にあたる2017年7月3日にバーク堆肥(N:P₂O₅:K₂O=1.5%:1.6%:3.4%)(葵バーク、愛知)を10 aあたり2 t施用した。

2016年度作の耕種概要は台木播種7月14日、穂木播種7月15日、接ぎ木8月4日、定植9月1日、収穫は11月24日から開始し、5月15日に開花果房上位葉2枚を残して摘心

表3 促成長期栽培における試験区の施肥設計(試験2)

試験区	肥料	肥料成分(g m ⁻²)		
		窒素	リン酸	カリウム
リン酸0 kg	基肥	34	0	42
慣行	基肥	10	18	10
	追肥	32	0	32

表4 促成長期栽培における作付前の土壌の化学性(試験2)

年度	試験区	pH (土:水 =1:5)	EC (dSm ⁻¹)	無機態窒素		AV-P ¹⁾ (g-P ₂ O ₅ kg ⁻¹)	CEC (cmol _c kg ⁻¹)	交換性塩基(g-塩基 kg ⁻¹)		
				NH ₄ -N (g-N kg ⁻¹)	NO ₃ -N (g-N kg ⁻¹)			K ₂ O	CaO	MgO
2014年度 作前	リン酸0 Kg	6.76	0.05	0.010	0.013	2.57	10.16	0.30	2.20	0.39
	慣行	6.80	0.06	0.005	0.015	2.40	10.38	0.26	1.98	0.38
2015年度 作前	リン酸0 Kg	6.99	0.06	0.005	0.014	2.35	11.59	0.25	2.36	0.40
	慣行	6.81	0.05	0.005	0.016	2.32	10.39	0.22	2.02	0.33

1)Truog法

して6月30日に収穫を終えた。

2017年度作の耕種概要は台木播種7月13日、穂木播種7月14日、接ぎ木8月2日、定植9月4日、収穫は11月20日から開始し、5月23日に開花果房上位葉2枚を残して摘心して6月20日に収穫を終えた。

栽培様式及び調査株は、試験1と同様とした。

2 調査項目

試験1と同様の調査を行った。

結果及び考察

1 リン酸蓄積土壌におけるリン酸の減肥が半促成栽培トマトの生育、収量及びリン酸吸収量に与える影響（試験1）

定植後から摘心までの1か月ごとの生育について表5に示した。2014年度作及び2015年度作の定植から摘心までの1か月ごとの生育にいずれの項目も有意な差は認められなかった。

表5 半促成栽培におけるリン酸減肥が生育に及ぼす影響（試験1）

調査時期	試験区	2014年度作				2015年度作			
		葉長 (cm)	葉色 (SPAD 値)	茎径 (mm)	茎長 (cm)	葉長 (cm)	葉色 (SPAD 値)	茎径 (mm)	茎長 (cm)
定植1カ月後	リン酸0 kg	38.7	47.8	10.2	85.9	51.2	51.3	14.1	91.7
	リン酸4 kg	39.4	48.0	10.5	87.6	49.5	52.3	13.7	88.5
	リン酸8 kg	40.2	49.5	10.1	83.4	49.8	51.7	13.2	93.5
	慣行	38.5	48.5	10.6	85.7	47.9	52.0	13.1	91.7
分散分析		n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s
定植2カ月後	リン酸0 kg	47.1	47.9	13.0	184.7	40.1	46.5	13.1	163.8
	リン酸4 kg	49.7	48.9	12.9	185.3	41.8	46.1	12.9	164.8
	リン酸8 kg	48.5	48.6	12.9	177.9	43.5	43.7	13.9	166.1
	慣行	48.5	47.9	13.2	182.9	44.0	44.2	13.8	169.8
分散分析		n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s
定植3カ月後	リン酸0 kg	43.6	58.5	10.9	261.6	31.3	44.6	10.8	217.7
	リン酸4 kg	45.6	59.0	11.2	271.7	32.9	41.8	10.3	217.9
	リン酸8 kg	43.3	56.1	10.7	258.9	33.5	39.9	11.5	215.5
	慣行	44.3	56.1	11.0	264.3	33.1	42.2	11.3	223.2
分散分析		n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s

n. s. =not significant

表6 半促成栽培におけるリン酸減肥が収量、収穫果数及び可販果1果重に及ぼす影響（試験1）

年度	試験区	可販果収量 (kg 株 ⁻¹)	不良果収量 (kg 株 ⁻¹)	可販果数 (果 株 ⁻¹)	不良果数 (果 株 ⁻¹)	可販果1果重 (g)
2014年度作	リン酸0 kg	4.0	0.5	22.6	4.3	176.6
	リン酸4 kg	4.3	0.5	23.9	3.5	177.7
	リン酸8 kg	4.3	0.4	24.1	2.8	179.5
	慣行	3.9	0.5	22.3	3.9	174.8
分散分析		n. s.	-	n. s.	-	n. s.
2015年度作	リン酸0 kg	4.2	0.4	23.1	3.2	180.8
	リン酸4 kg	4.2	0.4	24.7	3.7	170.3
	リン酸8 kg	4.5	0.3	24.1	2.7	185.0
	慣行	4.1	0.4	23.5	3.9	172.7
分散分析		n. s.	-	n. s.	-	n. s.

n. s. =not significant

2014年度作及び2015年度作の収量、収穫果数、可販果1果重について表6に示した。2014年度作及び2015年度作の可販果収量、可販果数、可販果1果重はいずれも試験区間で有意な差は認められなかった。また、各年度作における可販果収量はいずれの試験区も半促成栽培の目標収量である12 kg m⁻²(本試験の栽培密度で4.3 kg 株⁻¹)と同等で実用的な収量であった。

2014年度作及び2015年度作のトマトのリン酸吸収量について表7に示した。2014年度作及び2015年度作のトマトの各部位合計のリン酸吸収量はいずれも試験区間で有意な差は認められなかった。

以上の結果から、リン酸が蓄積した圃場におけるト

マトの半促成栽培において、リン酸無施肥とした栽培でも、施肥した場合と同等の収量が得られることがあきらかとなった。また、本試験では、被覆尿素肥料を用いた窒素の全量基肥施肥を行っており、全量基肥施肥が可能であることも示された。

2 リン酸蓄積土壌におけるリン酸の減肥が促成長期栽培トマトの生育、収量及びリン酸吸収量に与える影響(試験2)

定植後から摘心までの1か月ごとの生育について表8に示した。2016年度作の生育において、定植8か月後の葉色 (SPAD値)が慣行区に対してリン酸0 kg区でSPAD値

表7 半促成栽培におけるトマトのリン酸吸収量 (試験1)

年度	試験区	腋芽	葉	主茎	果実	合計
		(g -P ₂ O ₅ m ⁻²)	(g -P ₂ O ₅ m ⁻²)	(g -P ₂ O ₅ m ⁻²)	(g -P ₂ O ₅ m ⁻²)	(g -P ₂ O ₅ m ⁻²)
2014年度作	リン酸0 kg	3.3	6.3	3.0	8.1	20.6
	リン酸4 kg	3.5	7.7	3.2	8.8	23.2
	リン酸8 kg	2.6	6.0	2.8	8.6	20.1
	慣行	3.0	6.8	3.4	8.4	21.6
分散分析		-	-	-	-	n. s.
2015年度作	リン酸0 kg	2.2	7.2	3.4	8.1	20.9
	リン酸4 kg	1.3	6.7	3.2	8.4	19.6
	リン酸8 kg	1.3	7.0	3.3	8.3	19.9
	慣行	1.4	7.2	3.4	7.7	19.6
分散分析		-	-	-	-	n. s.

n. s. =not significant

表8 促成長期栽培におけるリン酸減肥が生育に及ぼす影響 (試験2)

調査時期	試験区	2016年度作				2017年度作			
		葉長 (cm)	葉色 (SPAD 値)	茎径 (mm)	茎長 (cm)	葉長 (cm)	葉色 (SPAD 値)	茎径 (mm)	茎長 (cm)
定植1か月後	リン酸0 kg	57.5 a	39.0 a	12.6 a	104.7 a	51.7 a	41.7 a	11.0 a	142.9 a
	慣行	56.4 a	37.8 a	12.5 a	95.9 a	50.5 a	42.2 a	10.4 b	144.7 a
定植2か月後	リン酸0 kg	47.5 a	42.1 a	11.6 a	175.9 a	48.1 a	37.7 a	9.4 a	216.2 a
	慣行	45.9 a	40.7 a	11.2 a	169.2 a	51.1 a	38.8 a	10.0 a	220.9 a
定植3か月後	リン酸0 kg	48.9 a	40.8 a	9.7 a	231.3 a	44.0 a	40.7 a	9.0 a	257.1 a
	慣行	44.7 a	40.5 a	9.7 a	222.4 a	45.0 a	43.3 a	9.6 a	261.6 a
定植4か月後	リン酸0 kg	45.1 a	42.2 a	9.9 a	302.9 a	41.9 a	41.1 a	9.5 a	308.2 a
	慣行	42.9 a	41.5 a	9.5 a	286.3 a	41.3 a	44.2 a	10.0 a	316.1 a
定植5か月後	リン酸0 kg	45.7 a	46.2 a	10.1 a	329.1 a	42.3 a	44.0 a	10.3 a	350.7 a
	慣行	43.3 a	46.0 a	9.3 a	313.2 a	39.6 a	46.2 a	11.1 a	356.4 a
定植6か月後	リン酸0 kg	35.7 a	46.8 a	8.9 a	401.3 a	37.9 a	45.6 a	8.6 a	407.0 a
	慣行	34.9 a	49.2 a	9.1 a	400.3 a	34.9 a	50.0 a	9.6 a	417.1 a
定植7か月後	リン酸0 kg	28.5 a	45.6 a	7.6 a	450.4 a	31.9 a	48.5 a	8.4 a	477.8 a
	慣行	31.4 a	49.7 a	8.6 a	445.9 a	30.7 a	50.4 a	8.6 a	485.5 a
定植8か月後	リン酸0 kg	29.1 a	46.7 a	6.9 a	506.3 a	30.1 a	47.8 a	7.1 a	533.8 a
	慣行	30.9 a	57.5 b	8.4 a	516.6 a	29.7 a	48.1 a	6.8 a	555.5 a

各調査時期別の異なるアルファベット間に5%の水準で有意差あり (Tukey 法)

表9 促成長期栽培におけるリン酸減肥が収量、収穫果数及び可販果1果重に及ぼす影響（試験2）

年度	試験区	可販果収量 (kg 株 ⁻¹)	不良果収量 (kg 株 ⁻¹)	可販果数 (果 株 ⁻¹)	不良果数 (果 株 ⁻¹)	可販果1果重 (g)
2016年度作	リン酸0 kg	10.2	0.9	52.3	5.7	194.8
	慣行	10.6	0.9	53.1	6.8	200.7
分散分析		n. s.	-	n. s.	-	n. s.
2017年度作	リン酸0 kg	11.6	1.1	55.9	6.2	208.5
	慣行	11.6	1.2	54.5	7.3	213.8
分散分析		n. s.	-	n. s.	-	n. s.

n. s. =not significant

表10 促成長期栽培におけるトマトのリン酸吸収量（試験2）

年度	試験区	腋芽 (g -P ₂ O ₅ m ⁻²)	葉 (g -P ₂ O ₅ m ⁻²)	主茎 (g -P ₂ O ₅ m ⁻²)	果実 (g -P ₂ O ₅ m ⁻²)	合計 (g -P ₂ O ₅ m ⁻²)
2016年度作	リン酸0 kg	3.2	14.5	2.3	14.2	34.3
	慣行	3.9	17.1	2.9	16.6	40.5
分散分析		-	-	-	-	n. s.
2017年度作	リン酸0 kg	2.4	13.6	4.9	13.7	34.5
	慣行	2.6	15.1	4.8	15.7	38.2
分散分析		-	-	-	-	n. s.

n. s. =not significant

表11 半促成栽培及び促成長期栽培における土壌の可給態リン酸含量の変化

作型	年度	試験区	AV-P ¹⁾		
			栽培前	栽培後	収支
(g-P ₂ O ₅ kg ⁻¹)					
半促成	2014年度作	リン酸0 kg	1.83	1.64	-0.19
		リン酸4 kg	1.80	1.74	-0.06
		リン酸8 kg	1.97	1.83	-0.14
		慣行	1.73	2.03	0.30
	2015年度作	リン酸0 kg	1.88	1.75	-0.12
		慣行	2.06	1.94	-0.12
促成長期	2016年度作	リン酸0 kg	2.57	2.39	-0.19
		慣行	2.40	2.37	-0.03
2017年度作	リン酸0 kg	2.35	1.85	-0.49	
	慣行	2.32	1.92	-0.39	

1)Truog 法

が有意に低かった。なお、2016年度作の生育について、この他の項目に有意な差はみられなかった。2017年度作の生育において定植1か月後の茎径が慣行区に対してリン酸0 kg区で有意に太かった。なお、2017年度作の生育について、この他の項目に有意な差は認められなかった。

可販果収量、収穫果数、可販果1果重について表9に示した。2016年度作、2017年度作の可販果収量、可販果数、可販果1果重はいずれも試験区間で有意な差は認められなかった。また、各年度作における可販果収量は促

成長期栽培の目標収量である20 kg m⁻²(本試験の栽培密度で9.0 kg 株⁻¹)より多く、実用的な収量であった。

2016年度作及び2017年度作のリン酸吸収量について表10に示した。各年度におけるリン酸吸収量はいずれも試験区間で有意な差は認められなかった。

以上の結果から、リン酸が蓄積した圃場におけるトマトの促成長期栽培において、リン酸無施肥とした栽培でも、施肥した場合と同等の収量が得られることがあきらかとなった。また、本試験では、被覆尿素肥料を用いた窒素の全量基肥施肥を行っており、全量基肥施肥が可能であることも示された。

3 トマトの半促成栽培及び促成長期栽培におけるリン酸減肥の可能性と注意点

門馬⁷⁾は、トマトにおいて10 a当たり約10 tの果実を生産するのに必要なリン酸吸収量は、5 g-P₂O₅ m⁻²~8 g-P₂O₅ m⁻²であることを明らかにしている。本試験で得られた果実収量から必要とされるリン酸吸収量を試算すると、半促成栽培では6 g-P₂O₅ m⁻²~11 g-P₂O₅ m⁻²であるが、リン酸を無施肥とした試験区のリン酸吸収量は約21 g-P₂O₅ m⁻²と11 g-P₂O₅ m⁻²を超えており、果実生産に対して必要と試算されるリン酸吸収量よりも多かった。同様に、促成長期栽培における果実生産に対して必要なリン酸吸収量は11 g-P₂O₅ m⁻²~22 g-P₂O₅ m⁻²であるが、リン酸を無施肥とした試験区のリン酸吸収量は約35 g-P₂O₅ m⁻²と22 g-P₂O₅ m⁻²を超えていた。本試験では、土壌改良を目的に既存の技術として、バーク堆肥を2015年度作付け前及び2017年度作付け前に投入し、リン酸としてそれぞれ32 g-P₂O₅ m⁻²が投入されたが、トマトの半促成栽培

及び促成長期栽培においてバーク堆肥の投入の有無にかかわらず、いずれの年度作も果実生産に必要なリン酸吸収量を超えていたことから土壌または有機物からの十分な供給があったと考えられた。これらのことから、土壌にリン酸が十分に存在する場合（本試験では半促成栽培で $1.83 \text{ g-P}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$ 以上、促成長期栽培で $2.35 \text{ g-P}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$ 以上）、基肥のリン酸を無施肥とした栽培が可能であることが明らかとなった。

一方、栽培後土壌に含まれる可給態リン酸含量は、栽培前と比べてリン酸 0 kg 区で4作とも減少しており、半促成栽培を行った2015年度作以外の3作で最も減少していた（表11）。リン酸を無施肥とした栽培でのリン酸吸収量は慣行区と同程度だが、基肥でリン酸を施用しなため、果実や作物残渣の持ち出しにより土壌中のリン酸含量が慣行栽培と比べてより早く減少していくことを示している。そのため、リン酸を無施肥とする栽培を継続する場合は、栽培前に土壌診断を行って、必ず可給態リン酸含量を確認する必要があると考える。

謝辞：本研究を行うに当たり愛知県経済農業協同組合連合会、ジェイカムアグリ株式会社にご指導いただいたので、ここに感謝の意を表す。

引用文献

1. 農林水産省. 野菜生産出荷統計平成 30 年産.
http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/ (2019. 4. 23 参照)
2. 愛知県農林水産部農業経営課. 農作物の施肥基準. 野菜. p. 1-154 (2016)
3. 中村嘉孝, 田中哲司, 番喜宏, 大藪哲也. リン酸が蓄積した施設土壌でのトマトの促成栽培における窒素の全量基肥施肥とリン酸の無施肥栽培. 愛知県農総誌研報 49, 119-122 (2017)
4. 小菅佐代子, 桑野伸晃, 三枝正彦. トマト栽培における肥効調節型肥料を利用した全量基肥施肥法. 日本土壌肥料学会誌. 72(5), 621-626 (2001)
5. 植物栄養実験法編集委員会. 植物栄養実験法. 博友社. 東京. p. 127-128 (1990)
6. 土壌環境分析法編集委員会. 土壌環境分析法. 博友社. 東京. p. 267-269 (1997)
7. 門馬信二. 新編野菜園芸ハンドブック. (西貞夫監修). 養賢堂. 東京. p. 548-570 (2001)