

リン酸過剰の施設キュウリほ場（灰色低地土）における 基肥リン酸無施肥が収量に及ぼす影響

長浜ゆり・齋藤穂高・加藤哲史・川田宏史・祖父江順*

要 旨

県内の施設キュウリ栽培（促成・抑制作型）ではリン酸過剰のほ場が多い。有機配合のリン酸減肥専用肥料の開発を受け、基肥リン酸を無施肥とした実証試験を灰色低地土のほ場で行った。慣行収量水準の施設ほ場において、前作栽培終了後に土壌分析を行い、可給態リン酸が 300mg/100g 以上の場合は、基肥リン酸を無施肥とし追肥は慣行とすることで、慣行施肥と同等の収量が得られると考えられる。

緒 言

群馬県の施設キュウリ栽培（促成・抑制作型）ではリン酸過剰のほ場が多い。2009～2010 年に実施した県内の実態調査では、作土層の可給態リン酸は全 44 地点で 100 mg/100g 以上であり、うち 35 地点で 300mg/100g 以上であった（データ未発表、群馬県土壌診断基準値は 50～150mg/100g）。本県同様に施設キュウリ栽培が盛んな高知県で行った実態調査でも、作土層の可給態リン酸は全 25 調査地点で 100 mg/100g 以上であり、301～400mg/100g の地点が最も多い結果となっている¹⁾。

このような状況の中、養分バランスの適正化、肥料コスト削減、資源の有効活用など、持続性の高い農業の実現のためには適正施肥が課題となっている。また、リン酸過剰がホモブシス根腐病の発病を助長すること²⁾、キュウリ養液栽培ではリン酸過剰による葉の白化症状が起こること³⁾など、新たな問題点も報告されているが、これらの過剰害は顕在化していないこともあり、リン酸の減肥は進んでいない。

群馬県農業技術センター東部地域研究センター内の施設ほ場で 2009～2013 年の 5 年間に 9 連作、作土層の可給態リン酸が約 300mg/100g のほ場でキュウリ栽培試験を実施し、基肥リン酸を無施肥としても施肥区と収量・品質に遜色のないことを確認した（データ未発表）。

この結果を受け、有機配合のリン酸減肥専用肥料が開発され、現地に普及しやすい環境が整ったことから、2015～2017 年の間に 5 連作、この肥料を用いた実証試験を行ったので報告する。

なお、この研究の一部は J A 全農肥料委託試験「園芸における省力施肥の普及技術の確立」（2015～2016 年）により行われた。

試験方法

群馬県農業技術センター東部地域研究センター（館林市、標高 17m）内の硬質フィルム展張鉄骨ハウス（南北 3 連棟、間口 6m、奥行 21m、柱高 2.1m、面積 378 m²）を用い、1 区 27 m²、2 反復で 2015～2017 年に試験を実施した。ほ場はリン酸吸収係数 1,000 程度の灰色低地土で、CEC は約 23me/100g である。

定植前の土壌分析で、可給態リン酸が約 300mg/100g のほ場で慣行施肥を行う区を「慣行施肥区」、約 300mg/100g のほ場で基肥リン酸を無施肥とする区を「808 施肥区－高 P」、約 200mg/100g のほ場で基肥リン酸を無施肥とする区を「808 施肥区－低 P」とした（表 1）。

基肥の窒素施用量は促成作型で 29.6kg/10a、抑制作型で 15.6kg/10a とし、追肥は「パワーエースⅡ」（10-4-6）を土壌の EC、植物体の硝酸イオン濃度などを目安に慣行どおり全区に施用した（表 1～2）。堆肥の施用、栽培終了後の残さのすき込みは行っていない。整枝方法は摘心栽培とし、基肥以外、追肥の肥培管理などについては慣行どおりとした。

調査株は 1 区 8 株、収穫果実は曲がり方が 1.5cm 以内を A 品とし、総収量、A 品収量を調査した。

天井被覆資材は、「シクスライトクリーンムテキ」から 2016 年促成作型開始前に「エフクリーン」へ張り替えを行った。

土壌の可給態リン酸は、試験開始前は試験区の全面

*現 群馬県東部農業事務所

から、それ以降は各作の栽培後に、畝から1区3か所採取し、トルオーグ法で測定した。

作物体のリン酸含有率は、整枝作業において摘み取った茎葉（以下、摘茎葉という）、栽培終了後に採取した茎葉（以下、残茎葉という）それぞれ1区2株分、栽培中の任意の1日に採取した収穫果実1区8株分を、乾燥粉碎後、湿式分解法（硝酸・過塩素酸）を用い分解した後、バナドモリブデン酸法で測定した。

養分吸収量は、作物体のリン酸含有率と作物体の乾物量から算出した。

1) 2015年促成作型

2014年12月19日に条間150cm、株間45cm（4ベッド/6m、栽植密度は1,481株/10a）で定植した。供試品種は穂木「ハイグリーン21」、台木「ゆうゆう一輝黒」（ともに埼玉原種育成会）とし、購入苗（9cmポット）を使用した。

2) 2015年抑制作型

2015年8月20日に条間160cm、株間45cm（3ベッド/6m、栽植密度は1,111株/10a）で定植した。供試品種は穂木「恵の風」、台木「ゆうゆう一輝黒」（と

もに埼玉原種育成会）とし、自家育苗の苗（10.5cmポット）を使用した。

3) 2016年促成作型

2015年12月22日に条間160cm、株間45cm（3ベッド/6m、栽植密度は1,111株/10a）で定植した。供試品種は穂木「極光607」、台木「ゆうゆう一輝黒」（ともに埼玉原種育成会）とし、購入苗（9cmポット）を使用した。

4) 2016年抑制作型

2016年8月8日に条間160cm、株間45cm（3ベッド/6m、栽植密度は1,111株/10a）で定植した。供試品種は穂木「ゆうみ637」、台木「ゆうゆう一輝黒」（ともに埼玉原種育成会）とし、購入苗（7.5cmポット）を使用した。

5) 2017年促成作型

2016年12月22日に条間160cm、株間45cm（3ベッド/6m、栽植密度は1,111株/10a）で定植した。供試品種は穂木「極光607」、台木「ゆうゆう一輝黒」（ともに埼玉原種育成会）とし、購入苗（9cmポット）を使用した。

表1 試験区の構成

試験区名	基肥資材名	可給態リン酸 (トルオーグ法) (mg/100g)	基肥施用量 (kg/10a)	
			促成	抑制
			N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O
慣行施肥区	やさい配合 666	約 300	29.6 - 29.6 - 29.6	15.6 - 15.6 - 15.6
808 施肥区－高 P	ぐんま野菜応援団 808	約 300	29.6 - 0 - 29.6	15.6 - 0 - 15.6
808 施肥区－低 P	ぐんま野菜応援団 808	約 200	29.6 - 0 - 29.6	15.6 - 0 - 15.6

表2 追肥施用量(kg/10a)

促成 (2015)	抑制 (2015)	促成 (2016)	抑制 (2016)	促成 (2017)
N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O
1.3 - 0.5 - 0.8	2.0 - 0.8 - 1.2	13.0 - 5.2 - 7.8	3.0 - 1.2 - 1.8	14.0 - 5.6 - 8.4

結果および考察

1) 総収量とA品収量について

基肥リン酸無施肥の808施肥区－高Pでは、5作全において総収量およびA品収量に慣行施肥区との有意差は認められなかった（図1）。一方、808施肥区－低Pは5作目で総収量に慣行施肥区との有意差が認められた（図1）。このことから、前作栽培終了後の土壌分析の可給態リン酸が約300mg/100gの場合は、基肥リン酸を無施肥とし追肥は慣行とすることで、慣行施肥と同等の収量が得られると考えられる。

一方、土壌の可給態リン酸が約200mg/100gの条件では、基肥リン酸を無施肥とすると慣行施肥とした場合の総収量より減収する可能性があることが示唆された。

2) 土壌の可給態リン酸の変化について

基肥リン酸無施肥の808施肥区では作物のリン酸吸収量が追肥によるリン酸施用量を上回ることから、土壌の可給態リン酸は減少すると予想された（表3～7）。しかし、土壌の可給態リン酸は全ての試験区でおおむね一定に推移した（図2）。この結果は、基肥リン酸無施肥区で可給態リン酸が減少した2009年か

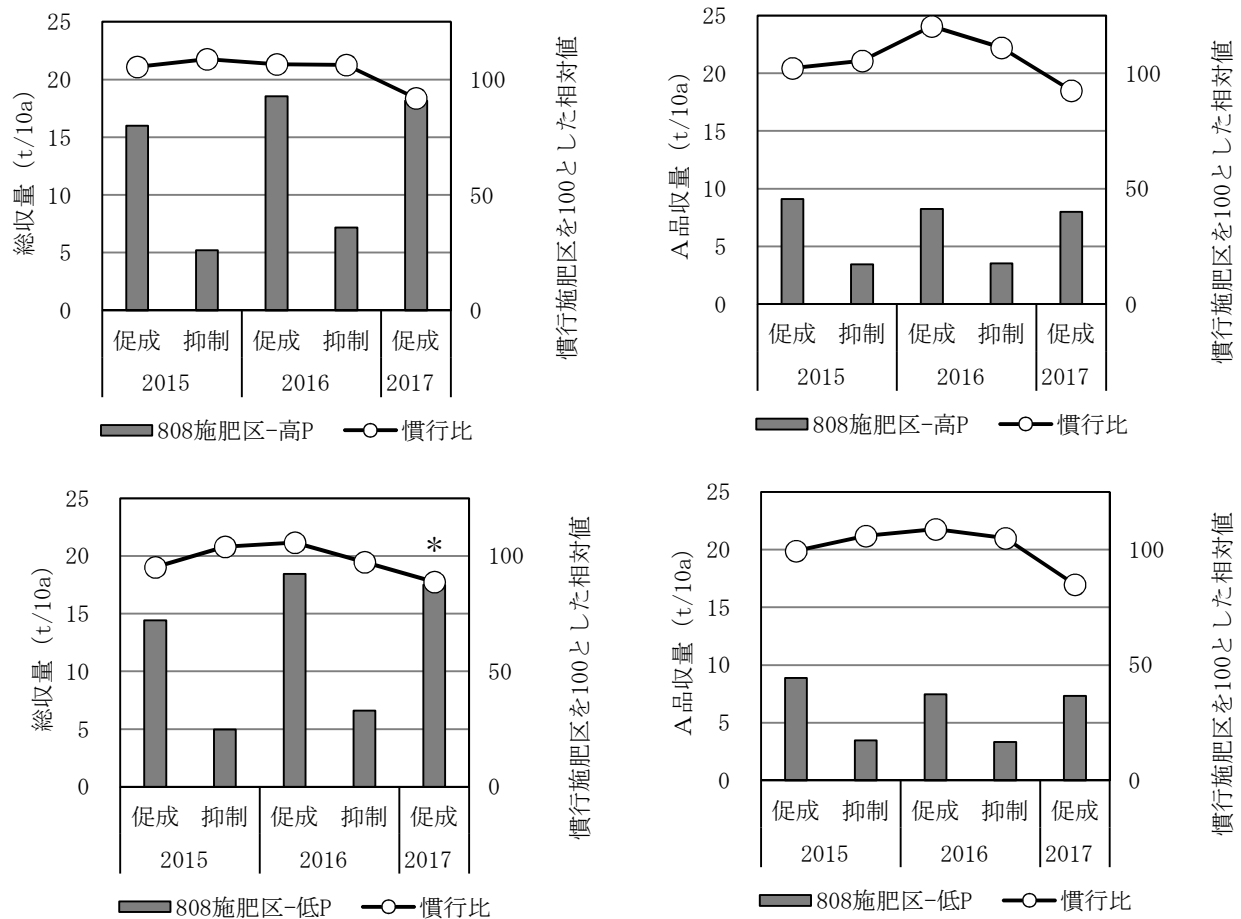


図1 基肥リン酸無施肥区の総収量及びA品収量の推移

注) *はt検定により5%水準で慣行施肥区に対して有意差あり

A品は曲がり（弧の隙間）が1.5cm以内

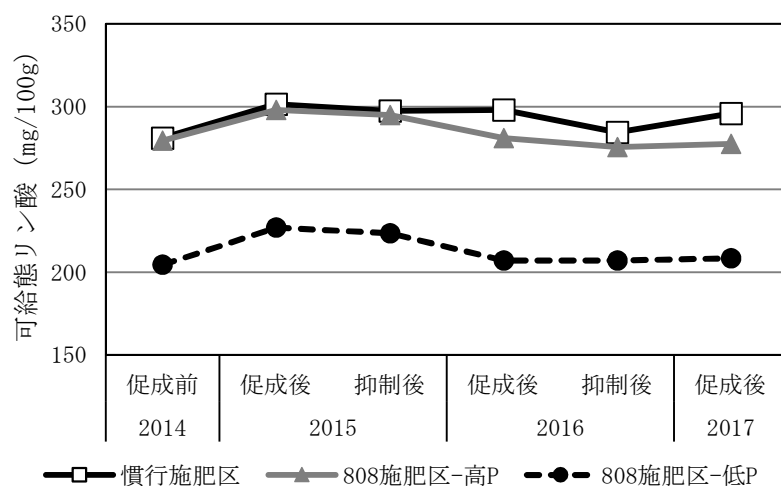


図2 試験ほ場の作土の可給態リン酸の推移

注) 2015年の促成前は試験区の全面から、それ以降は畝から土壌採取

試験ほ場の作土深：19cm、仮比重：1.1、作土量：200t/10a（2015促成前調査）

表3 作物体分析および養分吸収量 (2015 促成)

試験区	含有率 (P : 乾物%)			養分吸収量 (P ₂ O ₅ : kg/10a)			
	果実	摘茎葉	残茎葉	果実	摘茎葉	残茎葉	計
慣行施肥区	1.0	0.9	1.1	10.9	1.4	5.9	18.2
808 施肥区—高 P	1.0	0.9	1.2	12.3	1.4	5.6	19.3
808 施肥区—低 P	1.0	0.8	1.1	10.4	1.5	6.2	18.1

注) 果実は 2015 年 5 月 11 日収穫

表4 作物体分析および養分吸収量 (2015 抑制)

試験区	含有率 (P : 乾物%)			養分吸収量 (P ₂ O ₅ : kg/10a)			
	果実	摘茎葉	残茎葉	果実	摘茎葉	残茎葉	計
慣行施肥区	1.5	1.5	1.6	5.4	0.7	3.4	9.4
808 施肥区—高 P	1.5	1.3	1.5	5.5	0.6	3.4	9.4
808 施肥区—低 P	1.4	1.4	1.5	5.1	0.6	3.6	9.2

注) 果実は 2015 年 10 月 10 日収穫

表5 作物体分析および養分吸収量 (2016 促成)

試験区	含有率 (P : 乾物%)			養分吸収量 (P ₂ O ₅ : kg/10a)			
	果実	摘茎葉	残茎葉	果実	摘茎葉	残茎葉	計
慣行施肥区	1.2	1.0	1.5	16.0	1.2	7.4	24.5
808 施肥区—高 P	1.2	1.0	1.4	16.8	1.0	6.6	24.4
808 施肥区—低 P	1.1	0.9	1.3	16.0	0.8	7.0	23.8

注) 果実は 2016 年 5 月 14 日収穫

表6 作物体分析および養分吸収量 (2016 抑制)

試験区	含有率 (P : 乾物%)			養分吸収量 (P ₂ O ₅ : kg/10a)			
	果実	摘茎葉	残茎葉	果実	摘茎葉	残茎葉	計
慣行施肥区	1.6	1.0	1.7	6.6	2.1	9.1	17.6
808 施肥区—高 P	1.5	1.0	1.6	6.4	1.9	7.9	16.2
808 施肥区—低 P	1.4	0.8	1.6	5.9	1.7	8.6	16.0

注) 果実は 2016 年 10 月 15 日収穫

表7 作物体分析および養分吸収量 (2017 促成)

試験区	含有率 (P : 乾物%)			養分吸収量 (P ₂ O ₅ : kg/10a)			
	果実	摘茎葉	残茎葉	果実	摘茎葉	残茎葉	計
慣行施肥区	0.9	0.9	1.3	13.6	1.6	5.0	20.1
808 施肥区—高 P	0.8	0.9	1.2	12.5	1.2	3.9	17.6
808 施肥区—低 P	1.0	0.8	1.2	13.5	1.2	3.6	18.3

注) 果実は 2017 年 5 月 20 日収穫

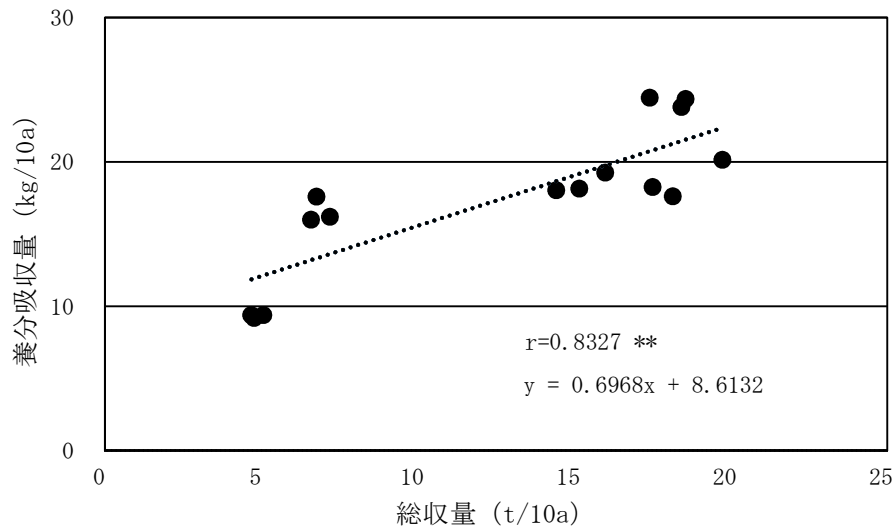


図3 総収量とリン酸の養分吸収量の相関

注) **は 1%水準で相関あり

ら 2013 年までの結果と異なる。ほ場へのリン酸投入量を確認するため、灌水に用いた井戸水のリン酸含有量を測定したところ、リン酸含有量はごく僅かであり、可給態リン酸が低下しなかった原因は不明である。

3) コスト削減効果について

慣行施肥区で供試した「やさい配合 666」を基肥リン酸無施肥区で供試した「ぐんま野菜応援団 808」に置き替えた場合のコスト削減効果（10a あたり）は、促成作型（基肥窒素 29.6kg/10a）で約 1 万円、抑制作型（基肥窒素 15.6kg/10a）で約 5 千円である（2017 年現在）。

4) リン酸減肥肥料使用の注意点

リン酸減肥用の肥料銘柄には窒素に対してカリウム成分比の低い商品があるので、基肥リン酸を減肥する場合には、カリウムなどが不足しないように注意が必要である。

5) 灰色低地土以外の土壌への適用の検討

県内のキュウリは本試験で実施した灰色低地土以外の土壌（黒ボク土など）でも栽培されている。黒ボク土では灰色低地土と可給態リン酸の値が同じであっても、水溶性リン酸の値が低くなることから、基肥リン酸無施肥の基準（300mg/100g 以上）が適用できるか検討する必要がある。

6) 総収量とリン酸吸収量について

リン酸吸収量は、抑制作型よりも促成作型で高い傾向があり、総収量と相関係数 $r=0.8327$ で高い正の相

関（有意水準 1%）が見られた（表 3～7、図 3）。施設内の飽差や炭酸ガス濃度などを最適化する環境制御技術（現在検討中）では、促成作型および抑制作型を合わせた年間収量は 30t/10a を目標としており、促成作型で 20t/10a を超える。当試験では促成作型 15t/10a、抑制作型 5t/10a 程度の慣行収量水準としており、促成作型で収量 20t/10a 未満であることから、基肥リン酸無施肥の基準（300mg/100g 以上）が年間収量 30t/10a を超える場合においても適用可能かどうかは、今後検証する必要がある。

以上のことから、灰色低地土の慣行収量水準の施設ほ場において、前作栽培終了後の土壌分析の可給態リン酸が 300mg/100g 以上の場合は、基肥リン酸を無施肥とし追肥は慣行とすることで、慣行施肥と同等の収量が得られると考えられる。

引用文献

- 1) 速水悠ら. 2014. 高知県の施設キュウリ栽培におけるリン酸の蓄積実態. 高知県農業技術センター研究報告. 23 : 17-23
- 2) 大島宏行ら. 2015. ホモプシス根腐病の発病に及ぼす土壌の種類、施肥リン酸、土壌 pH の影響. 日本土壌肥料科学雑誌. 86(2) : 81~88
- 3) 中野明正ら. 2014. キュウリ量管理養液栽培において発生した白化症状の原因. 野菜茶業研究所研究報告. 13 : 1~8

(Key Words : Cucumber , Phosphate ,No fertilization)

Influence of No Phosphate as Basal Fertilizer on Yield of Cucumber Cultivated with Excess Phosphate in Greenhouse (Gray Lowland Soil)

Yuri NAGAHAMA, Hotaka SAITO, Tetushi KATO, Hiroshi KAWADA and Jun SOFUE

Summary

Numerous greenhouses for cucumber cultivation (forcing/retarding type) in Gunma prefecture have fields with excess phosphate. As a result of developing organic compound fertilizer for the exclusive purpose of reducing phosphate level, a proof examination without the application of phosphate as the basal fertilizer was conducted in a field with gray lowland soil. Soil analysis was performed in the greenhouse's field with the usual yield standard, and indicated that when the amount of available phosphate exceeds 300 mg/100 g after the completion of the previous cultivation, the application of basal fertilizer without phosphate and that of additional fertilizer as usual may result in yield, which is equivalent to the case of usual fertilizer application.