

細粒黄色土における土壤中可給態リン酸含量が 早生タマネギの収量および成分含量に及ぼす影響

長崎県農林技術開発センター

石 井 研 至

1. はじめに

長崎県のタマネギ作付面積は早生品種約188ha、普通品種約24ha、加工用品種約73haである¹⁾。早生タマネギは県下各地で栽培され、特に、県央地区では、諫早市の五家原岳から本明川、諫早湾調整池に続く温暖で日当りの良い丘陵地の緩斜面を中心に約100haが作付けされている²⁾。当地区は、栽培が始まってから百十数年の歴史があり、県内でも有数な産地で、全国消費地へのタマネギの供給に寄与している。しかしながら、長年にわたる連作は、作土に養分集積を招き、連作障害とみられる収量・品質の不安定化などが危惧されている。このような中、2008年に生じた肥料価格の高騰を契機として、リン酸、加里を節減した低成分（低コスト）肥料の普及が本格化し、関連する多くの試験等が行われてきた。しかしながら、西南暖地で、当地区に広く分布する重粘で緻密な細粒黄色土での試験例は少ない。一方、同時期の諫早湾干拓の完成により、周辺地である当地区においても、一層の環境に負荷の少ない土壤管理、

施肥法等の取組みへの協力が求められている。そこで、2014年～2017年にかけて当該地区の連作圃場の作土の化学性を調査するとともに、熟畑化の指標とされてきたリン酸に注目し、リン酸施肥量および土壤中可給態リン酸含量がタマネギの収量・品質に及ぼす影響とリン酸を減肥した低成分肥料の有効性を調査したので紹介する。

2. 試験方法

1) 土壤調査

2014年～2015年の夏期において前述の地域65圃場の作土を採取し、化学性を分析した。

2) 圃場試験

本試験は諫早市西部の丘陵地低位部に位置する長崎県農林技術開発センターの圃場で2014年11月から2017年4月にかけての3ヶ年実施した。

試験区の構成は表1のとおりで、堆肥施用の有無に、慣行の窒素施肥量24kg、加里施肥量24kgとし、リン酸施肥量を0、12、24、48kg/10aの4水準と設定した。窒素は被覆尿素肥料（LPS30）由来窒素60%、硫安由来窒素40%とした。これら

本 号 の 内 容

§ 細粒黄色土における土壤中可給態リン酸含量が 早生タマネギの収量および成分含量に及ぼす影響	1
---	---

長崎県農林技術開発センター

石 井 研 至

§ 被覆尿素を用いた春一発肥料による カンキツの年1回施肥技術	8
------------------------------------	---

三重県熊野農林事務所農政室

地域農政課長 中 村 元 一

(前 三重県紀州地域農業改良普及センター)

表 1. 試験区の構成

区No	処理内容	施用量 (kg/10a)			
		窒素	リン酸	加里	牛ふん堆肥
1	窒素・無リン酸・加里・堆肥標準量	24	0	24	2000
2	窒素・リン酸半量・加里・堆肥標準量	24	12	24	2000
3	窒素・リン酸・加里・堆肥標準量 (対照)	24	24	24	2000
4	窒素・リン酸2倍量・加里・堆肥標準量	24	48	24	2000
5	窒素・リン酸半量・加里・無堆肥	24	12	24	0
6	窒素・リン酸・加里・無堆肥	24	24	24	0
7	窒素・リン酸2倍量・加里・無堆肥	24	48	24	0

* 窒素はLPS30 (60%) + 硫酸 (40%) リン酸：過リン酸石灰 加里：硫酸加里

の肥料を全量基肥施肥した。堆肥の成分含量は表2に示した。

耕種概要は、供試した品種が「レクスター1号」で、9月下旬128穴のトレイに専用培土を用いて播種し、11月下旬に定植した。また、5月下旬～7月上旬は緑肥作物（スーダングラスとセスバニア混播）を作付し鋤き込んだ。土壌改良資材として、苦土石灰を40kg/10a施用した。栽植密度は、畦幅150cm、株間12cmの4条千鳥植えとした。翌年の4月下旬に収穫した。また、試験は2014年～2017年の3作実施したが、べと病の発生が発生予察事業の調査実施基準で判断すると、2015年産の1作目の発病程度が中で、全国的に発生が問題化した2016年産の2作目は発病程度が甚であったため、発生がなかった2017年産を中心に紹介する。

表 2. 堆肥の成分含量 (現物当たり%)

全炭素	全窒素	C/N比	リン酸	加里	水分
18.79	1.32	14.2	2.22	3.30	44.4

表 3. 作土の化学性 (65圃場の平均値)

pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	腐植 (%)	全窒素 (%)	CEC (me)	交換性塩基 (mg/100g)			塩基飽和度 (%)	石灰飽和度 (%)	可給態リン酸 (mg/100g)
					CaO	MgO	K ₂ O			
6.3	0.13	5.25	0.31	19.8	375	58	115	95	68	211

3. 結果と考察

1) 土壌調査結果

当該地区の土壌は安山岩質碎屑岩を母材とする残積性の黄色土で、土性は重粘で緻密である。作土のCECは約20で、保肥力は中庸である。腐植も約5%と長年の土づくりの成果として、緩衝能の高い作土を創出している (表3)。

一方で、可給態リン酸含量は平均211mg/100gと集積傾向がみられ、また、加里をはじめとした塩基含量にも同様の傾向がみられる。しかし、可給態リン酸含量と加里含量との統計的な相関は低かった。

作土の化学性の項目について相関行列表を作成し (表4)、これら成分の集積が各項目間に及ぼす影響を考察した。pH値は、石灰等塩基類、可給態リン酸、全窒素、腐植の間で相関行列の有意性は高く、また、石灰、苦土、加里の相関係数は大きかった。EC値は、苦土、加里、全窒素の間で有意性は高く、特に、加里の相関係数は大きかったが、可給態リン酸との有意な相関は認められなかった。可給態リン酸含量でみると、pH、石灰、全窒素、腐植との相関の有意性は高く、特に、全窒素、腐植との相関係数は大きかった。

以上から、家畜ふん堆肥施用や施肥による石灰、苦土、加里、全窒素、可給態リン酸含量の変動によりpH値は変動し、苦土、加里、全窒素含量の変動によりEC値は変動することが検証できた。可給態リン酸含量の変動ではEC値の影響は小さいことも検証できた。また、可給態リン酸の変動は、全窒素および腐植の変動と相関が高かった。

表4. 作土の各化学性項目の相関行列

	pH	EC	交換性石灰	交換性苦土	交換性加里	可給態リン酸	全窒素	腐植
pH	1							
EC	0.315*	1						
交換性石灰	0.807**	0.150	1					
交換性苦土	0.737**	0.560**	0.629**	1				
交換性加里	0.464**	0.921**	0.271*	0.648**	1			
可給態リン酸	0.331**	0.037	0.464**	0.233	0.102	1		
全窒素	0.262*	0.277*	0.580**	0.437**	0.329**	0.548**	1	
腐植	0.121	0.237	0.461**	0.283*	0.263*	0.484**	0.922**	1

注) 各項目間で, **は1%水準で, *は5%水準で有意であることを示す。

このことから、土づくり資材や家畜ふん堆肥等で土づくりを熱心に行うことにより、腐植の増加（緩衝能の増加）とともに、可給態リン酸含量も増加すると思われた。しかしながら、可給態リン酸含量の増加によりEC値は増加しないことから、タマネギの根に障害を及ぼす可能性は低いと思われる。

一方、これらの成分が増加傾向にあるが、当産地はほぼ全域で収穫後にソルガム等の緑肥作物が栽培され、梅雨期の養分流亡抑制、濁水発生抑制等に努めている。そして、このことが重粘で緻密な土壌の物理性改善、緩衝能の向上等にもつながっている。



(タマネギ圃場より諫早湾干拓を望む)

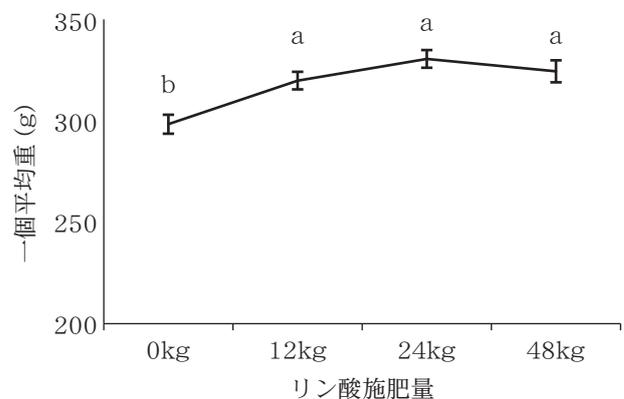
写真1. 地区の緑肥栽培の様子

2) 圃場試験

(1) 収量および品質

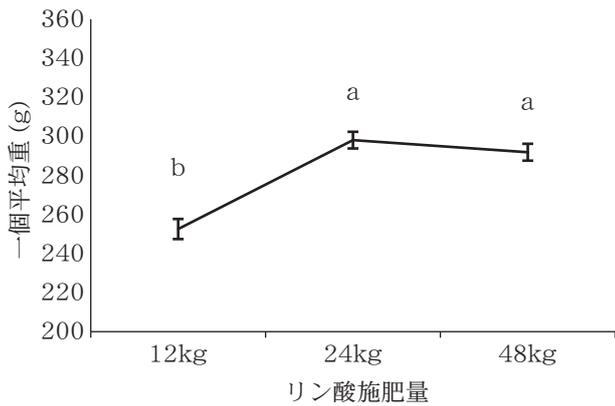
牛ふん堆肥を2t/10a施用して、リン酸を0, 12, 24, 48kg/10aそれぞれ施肥した区間でみると、A品の一個重は、標準の24kg施肥が331gで、24kg区 \geq 48kg区 \geq 12kg区 $>$ 0kg区の順であった。0kg区と12kg, 24kg, 48kg区は有意な差異がみられたものの、12kg, 24kg, 48kg区の3区間では有意な差異はみられない。しかし、24kg施肥を境として、減少傾向がみられた（図1）。

牛ふん堆肥を施用せず、リン酸を12, 24, 48kg/10aそれぞれ施肥した区でみると、A品の一個重は、12kg区に比べて24kg, 48kg区は大きく、有



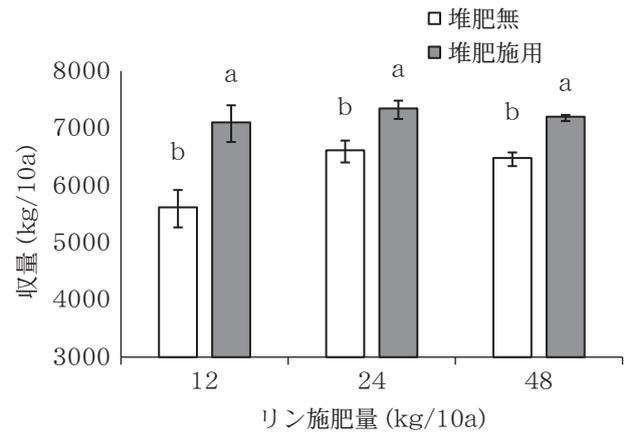
注) Tukeyの多重検定により異符号間には5%水準の有意差あり

図1. 堆肥施用下におけるリン酸施肥量の差異とタマネギ一個重の変動



注) Tukeyの多重検定により異符号間には5%水準の有意差あり

図2. 堆肥無施用下におけるリン酸施肥量の差異とタマネギ一個重の変動



注) Tukeyの多重検定により異符号間には5%水準の有意差あり

図3. 堆肥施用の有無およびリン酸施肥量の差異とタマネギ収量の変動

意な差異がみられる。しかし、牛ふん堆肥施用区と同様に、24kg施肥区を境として、減少傾向がみられた(図2)。

収量も同様に、牛ふん堆肥施用の有無に関わらず、リン酸施肥量24kg/10aで高く、48kg/10a施肥でやや低くなる傾向にあった。また、同量のリン酸施肥区間では、牛ふん堆肥を施用しない区に比べて、施用した区すべてが統計的に有意な差で増収した(図3)。

規格別割合は、リン酸施肥量を増加することで2L級品は多くなったが、48kg/10a施肥で2L級品はやや減少した。また、同量のリン酸施肥区では、牛ふん堆肥を施用することで2L級品は著しく増加した(図4-1、図4-2)。

以上から、早生タマネギの全量基肥施肥において窒素、加里の施肥量を24kgとし、リン酸の施

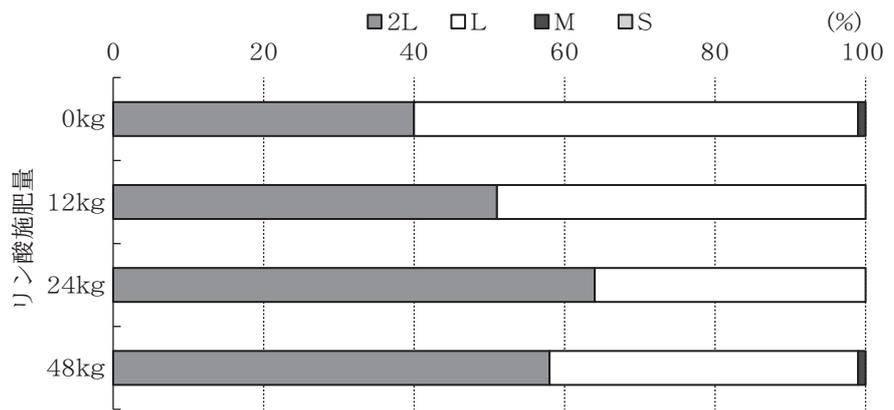


図4-1. 堆肥施用下におけるリン酸施肥量の差異と規格別割合の変動

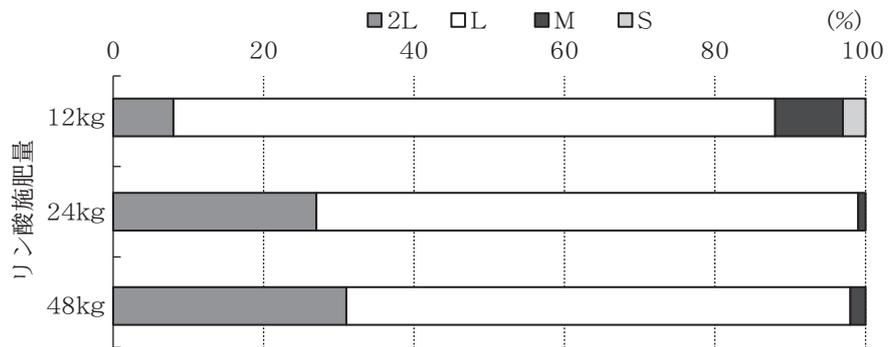


図4-2. 堆肥無施用下におけるリン酸施肥量の差異と規格別割合の変動

肥量を0, 12, 24, 48kg/10aとすると、早生タマネギの収量は24kg/10aまでは増加するが、

48kg施肥では、減少あるいは鈍化することが明らかになった。また、牛ふん堆肥2t/10a施用は、リン酸施肥量の変動に関わらず増収効果があることが検証できた。

一方、牛ふん堆肥を2t施用すると、リン酸を慣行24kgから50%減肥してもほぼ同程度の収量となることも検証できた。

(2) 早生タマネギの収量と土壤中可給態リン酸含量の関係

牛ふん堆肥を2t施用して、リン酸をそれぞれ0, 12, 24, 48kg/10a施肥すると、3作目には、土壤中可給態リン酸含量は70, 96, 120, 130mg/100gとなり、牛ふん堆肥を施用せずに12, 24, 48kg/10aリン酸を施肥すると、45, 70, 93mg/100gとなった。

土壤中可給態リン酸含量水準と早生タマネギの収量との関係では、牛ふん堆肥を2t/10a施用して栽培すると、1作目(図5)に比べ、可給態リン酸含量は100~130mg/100gへ増加したが、収量は鈍化する傾向がみられた(図6)。このことは、相馬³⁾らの結果とほぼ一致した。一方、牛ふん堆肥を施用せずに栽培すると、可給態リン酸が約70mgで収量は鈍化する傾向がみられた(図6)。

3作栽培後の土壤の化学性を表5に示す。可給態リン酸含量の差異を除けば、牛ふん堆肥施用の有無による成分変動が大きく、3作連用により、腐植、全窒素、保肥力(CEC)が増加し、土壤の緩衝能が高くなると同時に、交換性加里含量、可給態リン酸含量が増加した。

(3) 早生タマネギの収量とリン酸吸収量の関係

牛ふん堆肥を2t施用して、リン酸をそれぞれ0, 12, 24, 48kg/10a施肥すると、3作目の早生タマネギのリン酸吸収量は2.49, 2.94, 3.42, 3.42kg/10aとなった。牛ふん堆肥を施用せずにリン酸をそれぞれ12, 24, 48kg/10a施肥すると、

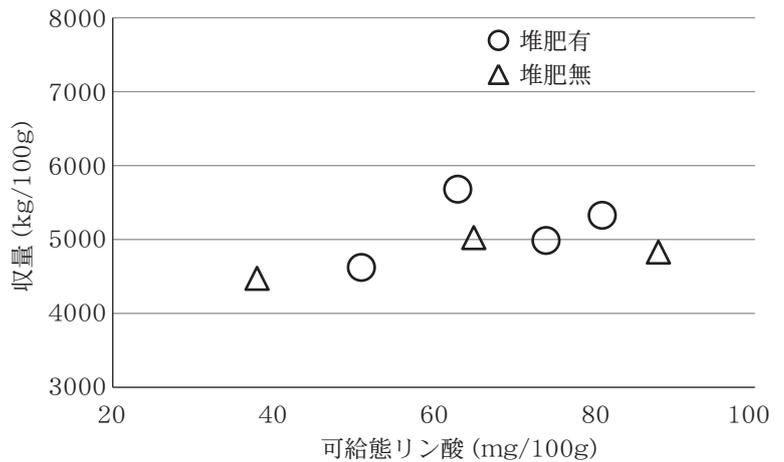


図5. 1作目の収量と土壤中可給態リン酸含量

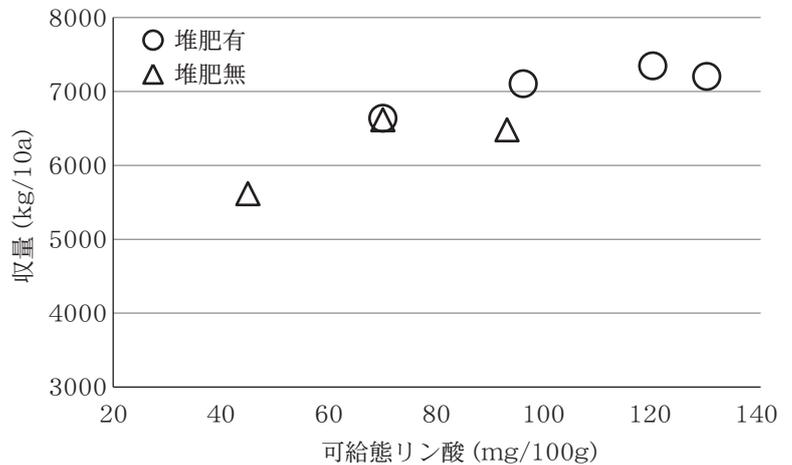


図6. 3作目の収量と土壤中可給態リン酸含量

リン酸吸収量は2.13, 2.55, 2.97kg/10aとなった。収量とリン酸吸収量の関係は、牛ふん堆肥を施用すると、収量の鈍化傾向がみられた土壤中可給態リン酸含量約100~130mg/100gの時、リン酸吸収量は約3kg~3.4kgであった。牛ふん堆肥を施用しない場合、収量の鈍化する傾向がみられた可給態リン酸含量約70mg/100gにおけるリン酸吸収量は約2.6kgであった(図7)。

また、牛ふん堆肥を施用することにより、12, 24, 48kg/10aのリン酸施肥全区で、リン酸吸収量は増加した(図8)。特に、12, 24kg/10a施肥区では有意な差で増加し、3作施用した牛ふん堆肥由来のリン酸の肥効が裏付けられた。しかしながら、48kg/10a施肥区では有意な差はみられ

表5. 試験土壌の化学性

区No.	施用量 (kg/10a)				pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	腐植 (%)	全窒素 (%)	CEC (me)	交換性塩基 (mg/100g)			可給態リン酸 (mg/100g)
	窒素	リン酸	加里	牛ふん堆肥						CaO	MgO	K ₂ O	
1	24	0	24	2000	5.9	0.258	5.36	0.28	22.9	446	86	129	70
2	24	12	24	2000	5.9	0.304	5.64	0.30	23.6	458	90	128	96
3	24	24	24	2000	5.6	0.332	5.58	0.30	23.7	477	85	129	120
4	24	48	24	2000	5.9	0.340	5.41	0.28	23.8	491	82	117	130
5	24	12	24	0	5.5	0.223	3.10	0.17	19.3	414	63	59	45
6	24	24	24	0	5.8	0.215	3.36	0.18	22.0	475	67	61	70
7	24	48	24	0	5.6	0.303	3.29	0.18	21.8	504	60	55	93

なかった。

早生タマネギのリン酸以外の無機成分含量の変動をみると、今回の試験では、鱗茎部においてリン酸含量が増加すると、石灰含量がやや減少する傾向がみられた(表6)。

4. まとめ

本県に広く分布する細粒黄色土の圃場において、早生タマネギの収量・品質を確保して、施肥コストの節減および環境に負荷の少ない施肥技術の確立を図るために、連作圃場の作土の化学性を調査し、熟畑化の指標とされてきたリン酸が早生タマネギの収量・品質に及ぼす影響を検討した。

タマネギの連作圃場は、長年にわたる土づくり等の成果として、腐植含量等が高く、作土の物理性改善、緩衝能の向上等につながっているが、可給態リン酸含量、加里を始めとした塩基類に集積がみられる。

土壌中可給態リン酸含量と早生タマネギの収量との関係では、細粒黄色土においても、牛ふん堆肥を2t/10a/年連用すると、収量は可給態リン酸含量100~130mg/100gで最大となり、それ以上では鈍化することが示唆された。

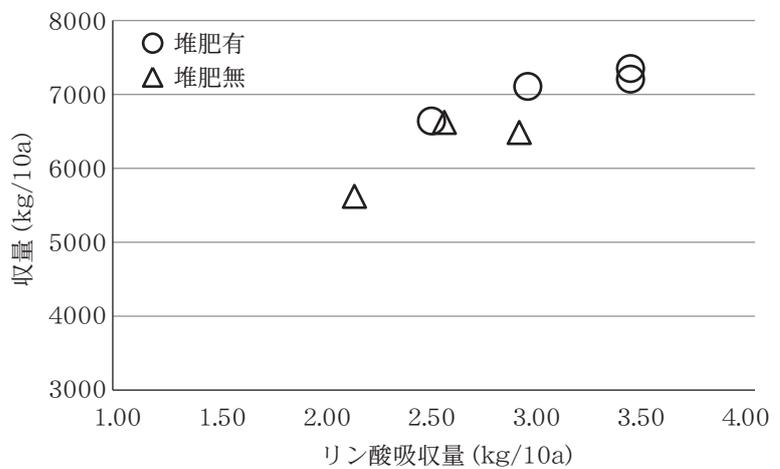
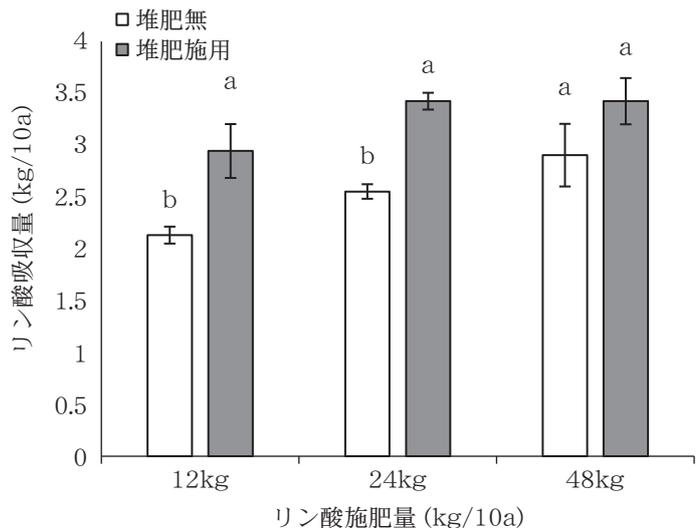


図7. リン酸吸収量と3作目の収量



注) 各リン酸施肥区において、Tukeyの多重検定により異符号間には5%水準の有意差あり

図8. 堆肥施用の有無およびリン酸施肥量の差異とリン酸吸収量

表6. 早生タマネギ中の成分含量

(乾物当たり%)

区No.	施用量 (kg/10a)				葉部					鱗茎部				
	窒素	リン酸	加里	牛ふん堆肥	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	24	0	24	2000	3.45	0.49	5.59	2.43	1.58	1.23	0.56	1.59	0.20	0.59
2	24	12	24	2000	3.24	0.54	5.66	2.26	1.52	1.43	0.72	1.68	0.21	0.61
3	24	24	24	2000	3.65	0.60	5.76	2.26	1.47	1.39	0.74	1.54	0.20	0.59
4	24	48	24	2000	3.67	0.58	6.38	2.23	1.33	1.37	0.76	1.50	0.20	0.58
5	24	12	24	0	3.54	0.46	4.96	2.39	1.34	1.32	0.54	1.76	0.26	0.61
6	24	24	24	0	3.59	0.53	5.75	2.48	1.37	1.27	0.61	1.37	0.24	0.55
7	24	48	24	0	3.85	0.58	5.59	2.42	1.28	1.46	0.70	1.58	0.22	0.57



写真2. 現地実証圃の様子 (2016年3月)

また、牛ふん堆肥を2t施用することにより、リン酸施肥を慣行24kg/10aから50%減肥しても、慣行とほぼ同程度の収量となることが検証できた。

今回の試験では、地元の協力を得て、地元で普及しているたまねぎ名人(15-15-15、全窒素に対してLP40由来窒素を約60%配合)、たまねぎ名人2号(15-10-10、全窒素に対してLPS30由来窒素を約60%配合)を対照肥料として、更に、リン酸、加里を節減した低成分肥料(20-8-7、全窒素に対してLPS30由来窒素を約60%配合)について、緑肥作物の作付け・鋤き込み、堆肥施用のもとで、実証試験を試みた。その結果、慣行肥料に対して約103~105の収量指数で、ほぼ同程度の収量をあげることができた。これらの施肥コストの試算では、たまねぎ名人を100%とすると、

たまねぎ名人2号で14%、試験低成分肥料で28%のコスト節減につながる(全農長崎県本部試算)。

このようなことから、細粒黄色土の畑地で栽培する早生タマネギでは、土壤診断の結果、可給態リン酸含量が100~130mg以上であれば、緑肥の栽培と家畜ふん堆肥の適正施用のもと、全量基肥施肥においても、リン酸、加里の50%減肥が可能であると思われた。但し、作型が早生品種での試験であり、他の作型については今後の検討が必要である。

多くの関係機関、指導員が呼びかけているように、農作物の収量・品質を確保して、施肥コストの節減、環境に負荷の少ない施肥を行うには、定期的な土壤診断を実施し、土壤の物理性や土壤養分の化学性等を把握し、診断結果に基づく施肥量調整および品目・品種の生育ステージに適合した緩効性肥料や低成分肥料の選定、畦内施肥等の局所施肥技術等を導入することが重要である。

今回の調査は全農委託肥料試験の結果等を活用して、とりまとめを行った成績であり、ご協力を頂きました全農長崎県本部をはじめ関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

5. 参考文献・資料

- 1) 長崎県玉葱部会(全農長崎県本部):平成29年産玉葱出荷協議会資料
- 2) 長崎県中央農業協同組合たまねぎ部会:平成29年度生産振興大会資料
- 3) 相馬暁, 岩渕晴朗:りん酸肥沃度及びりん酸施肥がタマネギの生育・収量に及ぼす影響, 北海道立農試集報, 47, 47-56 (1982)