

[分類] 普及技術

[成果名] リン酸蓄積ほ場でのきゅうり養液土耕栽培の液肥組成

[要約] リン酸が過剰に蓄積しているほ場のきゅうり養液土耕栽培では、養液土耕専用肥料に代えて硝安と大塚ハウス 3 号を用いた液肥組成が、収量に差がなく、肥料コストの低減に有効である。

[担当] 南信農業試験場栽培部

[部会] 土壌肥料部会、野菜花き部会

1 背景・ねらい

養液土耕栽培は、施肥効率の高い栽培方法として全国的に広がっている。県内のきゅうりほ場ではリン酸が過剰に蓄積されている実態があり、近年、土壌分析に基づいた施肥の奨励がなされる中で、リン酸過剰に対応した施肥方法が望まれている。養液土耕栽培では三要素を含んだ専用肥料の施用が慣例となっており、リン酸過剰に対応していない。ここでは、きゅうり養液土耕栽培において、リン酸が過剰に蓄積したほ場で、専用肥料に代わるリン酸成分を含まない液肥組成を検討する。

2 成果の内容・特徴

(1) きゅうり養液土耕栽培において、リン酸が過剰に蓄積したほ場では、養液土耕専用肥料に代えてリン酸成分を含まない液肥を使う。液肥は、養液土耕専用肥料 1 号 10kg に対しては、肥料として販売している硝酸アンモニウム 3.08kg と大塚ハウス 3 号 3.48kg を、専用肥料と同量の水に溶かして作製する。また、他の専用肥料に対する換算は、表 1 を活用する。

(2) きゅうりの収量、品質はリン酸成分を含んだ養液土耕専用肥料を施用した場合と同等である。土壌タイプ別の試験結果から、灰色低地土および褐色森林土のいずれでも同等～やや多い収量で、土壌タイプによる影響は認められない。

(3) 肥料コストを養液土耕専用肥料と比較すると、窒素および加里同量を含む液肥組成で 39～50% と顕著に低減できる。

3 利用上の留意点

(1) 液肥の施用量は「野菜養液土耕栽培の手引き（平成14年県野菜振興協議会）」を参考にし、気象条件や樹勢に応じて加減する。

(2) 液肥組成は樹勢・生育状況、葉柄汁液中リン濃度から判断し、樹勢低下や収量低下のおそれがある場合には液肥組成を、養液土耕専用肥料を用いた組成などに変更する。

(3) リン酸とともに土壌中の加里が過剰なほ場では、加里半量施用の液肥組成にしても収量に影響がなく、肥料コストも窒素同量、加里半量の場合で 25～29% とさらに低減できる。

(4) 硝安は J A では販売していないが、一般の肥料販売店で扱いがある。また、消防法上の肥料保管量は 180kg（9 袋）以下とする。

4 対象範囲 県下全域 きゅうり養液土耕栽培

5 具体的データ

(1) リン酸成分を含まない液肥の作製と試験区の設定

リン酸過剰圃場での養液土耕栽培においてリン酸成分を含まない液肥を作製するために、養液土耕専用肥料と同量の窒素・加里を含んだ液肥作成のための換算表を作成した(表1)。

表1 養液土耕専用肥料10kgに対する換算表(平成21年 南信農業試験場)

肥料名	成分 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	窒素・加里標準施肥量		窒素同量・加里半量	
		大塚ハウス3号 (kg)	硝安 (kg)	大塚ハウス3号 (kg)	硝安 (kg)
養液土耕1号	15- 8-16	3.48	3.08	1.74	3.75
養液土耕2号	14-25-25	5.43	2.04	2.72	3.08
養液土耕3・4号	15-15-15	3.26	3.16	1.63	3.79
養液土耕5号	15-20-20	4.35	2.75	2.17	3.58
養液土耕6号	13.5-20-20	4.35	2.31	2.17	3.14
養液土耕7号	15- 4-4	0.87	4.08	0.43	4.25

大塚ハウス3号(N13%、K₂O46%)、硝安(N34%)

南信農業試験場での試験は、「野菜養液土耕栽培の手引き(平成14年県野菜振興協議会)」を参考にして、専用肥料区は養液土耕専用肥料5号と1号を使用し、N・K標肥区は表1の換算量の大塚ハウス3号と硝安を、N・K半量区は窒素は専用肥料区と同量で加里を半量になるようにして大塚ハウス3号と硝安を使用した。各試験年の施肥実績量を表2に示した。

また、試験ほ場をリン酸蓄積状態とするため重過石を平成19年4月にP₂O₅ 85kg/10aの割合で、平成20年4月にP₂O₅ 415kg/10aで施用し、加里過剰蓄積状態とするためけい酸加里をK₂O 100kg/10aで、塩化加里をK₂O 50kg/10aで平成19年4月に施用した。

表2 試験区の施肥設計(平成21年 南信農業試験場)

試験区名	試験年 (平成)	成分施用量(kg/10a)			定植時トク
		窒素	りん酸	加里	りん酸 (P ₂ O ₅ mg/100g)
専用肥料区 ¹⁾	19年	23	24	28	34.9
	20年	24	26	30	90.0
	21年	33	25	37	89.5
N・K標肥区 ²⁾	19年	23	0	28	40.1
	20年	24	0	30	90.3
	21年	33	0	37	89.0
N・K半量区 ²⁾	19年	23	0	14	42.0
	20年	24	0	15	87.5
	21年	33	0	19	88.1

注) 1) 養液土耕専用1号・5号、2) 大塚ハウス3号、硝安を使用

表2以外の肥料資材施用量

【りん酸施用】重過石 P₂O₅ 85kg/10a(平成19年4月)、P₂O₅ 415kg/10a(平成20年4月)

【加里施用】けい酸加里K₂O 100kg/10a(平成19年4月)、塩化加里K₂O 50kg/10a(平成19年4月)

【石灰施用】苦土炭カル 現物100kg/10a(平成19、20、21年3月)

【堆肥施用】現物5 t/10a(平成19年4月)、3 t/10a(平成20年4月)、3 t/10a(平成21年4月)

(2)施肥の違いがきゅうりの収量・品質に及ぼす影響

キュウリの収量は、「金星」において専用肥料区との3ヵ年平均の収量比はN・K標肥区で104、N・K半量区105となり、減収はみられなかった。「夏すずみ」においては、平成19年及び平成21年に試験区の収量が若干低い傾向がみられたが統計的には差がないと言え、3ヵ年の平均は専用肥料区100に対して、N・K標肥区101、N・K半量区95となった。

果実品質は、試験年次による差がみられたが各試験年においては、専用肥料区、N・K標肥区、N・K半量区はほぼ同等であり、3ヵ年通して施肥の違いにより先細り果、曲り果の増加はみられなかった。

表3 キュウリの収量(平成21年 南信農業試験場)

試験年	試験区	「金星」			「夏すずみ」		
		全収量 (本/株)	上物 (本/株)	指数 ¹⁾	全収量 (本/株)	上物 (本/株)	指数 ¹⁾
平成19年	専用肥料区	126	62	(100)	134	73	(100)
	N・K標肥区	125	61	(99)	138	73	(100)
	N・K半量区	133	67	(108)	128	67	(92)
	分散分析 ²⁾	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	
平成20年	専用肥料区	139	52	(100)	141	56	(100)
	N・K標肥区	141	55	(105)	153	62	(110)
	N・K半量区	143	54	(104)	142	58	(103)
	分散分析 ²⁾	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	
平成21年	専用肥料区	131	87	(100)	159	101	(100)
	N・K標肥区	143	93	(107)	153	97	(96)
	N・K半量区	138	90	(104)	154	95	(93)
	分散分析 ²⁾	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	
3ヵ年平均	専用肥料区	132	67	(100)	145	77	(100)
	N・K標肥区	136	70	(104)	148	77	(101)
	N・K半量区	138	70	(105)	141	73	(95)

注)1)専用肥料区を100とした指数、2)n.s.:有意差無し

表4 キュウリの品質(平成21年 南信農業試験場)(単位:%)

試験年	試験区	「金星」				「夏すずみ」			
		上物 AB比率 ¹⁾	下物 C比率 ²⁾	下物 曲り率 ³⁾	下物 先細率	上物 AB比率 ¹⁾	下物 C比率 ²⁾	下物 曲り率 ³⁾	下物 先細率
平成19年	専用肥料区	49	17	25	5	53	17	23	4
	N・K標肥区	49	19	25	5	53	17	23	5
	N・K半量区	50	18	25	4	52	18	23	5
	分散分析 ⁴⁾	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
平成20年	専用肥料区	41	21	28	9	43	20	25	8
	N・K標肥区	42	19	27	9	44	20	25	8
	N・K半量区	41	19	28	10	45	20	25	8
	分散分析 ⁴⁾	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
平成21年	専用肥料区	67	15	16	2	64	15	17	4
	N・K標肥区	65	15	16	2	63	17	16	3
	N・K半量区	65	15	17	2	61	16	18	4
	分散分析 ⁴⁾	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3ヵ年平均	専用肥料区	52	18	23	5	53	18	22	5
	N・K標肥区	52	18	23	5	53	18	21	6
	N・K半量区	52	17	23	5	53	18	22	6

注)1)AB比率:曲り2cm以内果実の比率、2)C比率:曲がり2~3cm果実の比率、3)曲がり率:曲がり3cm以上果実の比率、4)n.s.:有意差無し

(3)施肥の違いがりん酸・加里吸収に及ぼす影響

植物体中のりん酸濃度を調査するため、平成19年は第10、15、20節位を、平成20年は15節、平成21年は15・16節位の葉柄と葉身の調査を行った。その結果、葉柄においては専用肥料区がN・K標肥区、N・K半量区よりりん酸濃度が高い傾向がみられた。葉身においても同様の傾向がみられ平成19年の15・20節位において専用肥料区がN・K標肥区及びN・K半量区より有意に高く、いずれにおいても施肥処理の効果と考えられた(表5、6)。

加里吸収量は、平成20・21年とも専用肥料区、N・K標肥区、N・K半量区はいずれも同等で、加里的減肥による総吸収量の低下はみられなかった(図1、2)。

表5 葉柄中りん酸濃度の比較¹⁾(平成21年 南信農業試験場)(単位:P₂O₅乾物%)

品種	試験区	平成19年 各節位			平成20年 15節位			平成21年15・16節位	
		第10節	第15節	第20節	7月8日	7月24日	8月11日	7月7日	7月31日
金星	専用肥料	0.44	0.38	0.27	1.01	1.02	1.20	0.98	1.35
	N・K標肥	0.31	0.20	0.15	0.89	0.96	1.22	0.64	0.91
	N・K半量	0.28	0.17	0.16	0.87	0.97	1.08	0.59	0.49
分散分析 ²⁾		n.s.	n.d	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
夏すずみ	専用肥料	0.36	0.33	0.24	0.84	0.86	1.23	1.16	1.15
	N・K標肥	0.24	0.19	0.14	0.69	0.79	1.02	0.47	0.41
	N・K半量	0.29	0.18	0.14	0.81	0.78	0.88	0.45	0.43
分散分析 ²⁾		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注)1)熱風乾燥後硫酸過酸化水素分解しモリブデン青法で定量

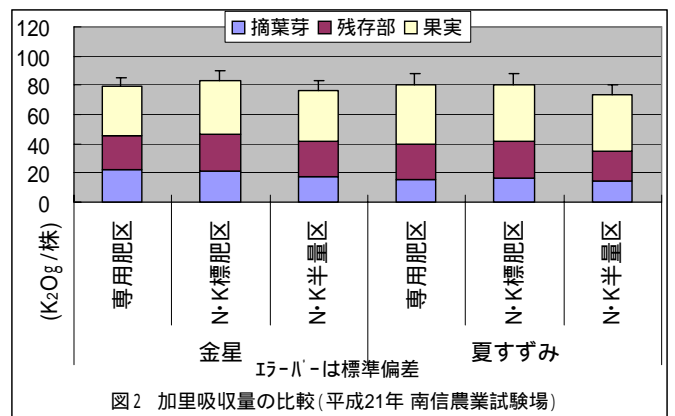
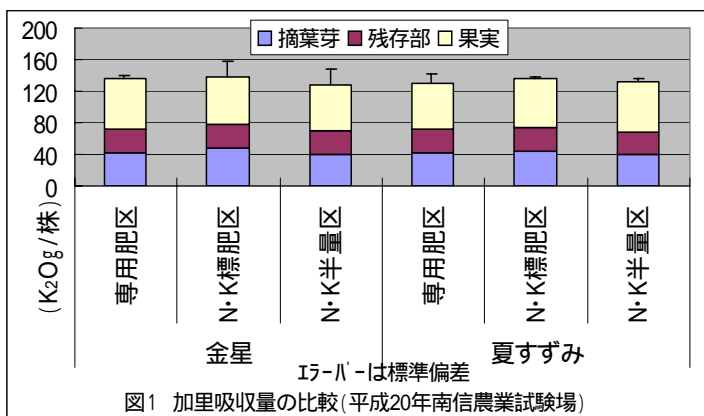
2)n.s.:有意差無し、n.d.*-タ不足

表6 葉身中りん酸濃度¹⁾の比較(平成21年 南信農業試験場)(単位:P₂O₅乾物%)

品種	試験区	平成19年 各節位			平成20年 15節			平成21年15・16節位	
		第10節	第15節	第20節	7月8日	7月24日	8月11日	7月7日	7月31日
金星	専用肥料	0.48	0.40	a 0.33	a 0.85	1.00	1.19	0.89	1.16
	N・K標肥	0.38	0.29	b 0.27	b 0.78	0.85	0.65	0.76	0.77
	N・K半量	0.37	0.28	b 0.26	b 0.77	0.86	1.02	0.72	0.81
分散分析 ²⁾		n.s.			n.s. n.s. n.s.			n.s. n.s.	
夏すずみ	専用肥料	0.45	0.39	a 0.33	0.76	0.97	1.40	0.88	0.86
	N・K標肥	0.34	0.29	b 0.25	0.70	0.79	0.95	0.63	0.58
	N・K半量	0.38	0.28	b 0.25	0.71	0.78	0.83	0.62	0.64
分散分析 ²⁾		n.s. *			n.s. n.s. n.s.			n.s. n.s.	

注)1)熱風乾燥後硫酸過酸化水素分解しモリブデン青法で定量

2)n.s.:有意差無し、危険率10%で有意、*危険率5%で有意



(4) 施肥が跡地土壌の化学性に及ぼす影響

栽培跡地の土壌をチューブ下と株間に分けて深さ 15cm から採取し、可給態りん酸、交換性陽イオンを調査した。可給態りん酸では、トルオーグ法と、水にすぐ溶けるりん酸量を評価する水浸出法で調査した。その結果、チューブ下のトルオーグりん酸、水浸出りん酸とも、専用肥料区がN・K標肥区、N・K半量区より高い傾向がみられた。交換性加里では専用肥料区、N・K標肥区、N・K半量区の順に高い傾向がみられ、いずれも施肥処理の影響と考えられた。また、株間の比較では、水浸出りん酸においてチューブ下と同様の傾向がみられたが、トルオーグりん酸、交換性陽イオンでは傾向がみられなかった(表7, 8)。

表7 跡地土壌の化学性【品種「金星」跡地】(平成21年 南信農業試験場)

試験年	試験区名	水浸出りん酸 (P ₂ O ₅ mg/100g)		トルオーグりん酸 (P ₂ O ₅ mg/100g)		交換性陽イオン(mg/100g)					
						加里(K ₂ O)		石灰(CaO)		苦土(MgO)	
		チューブ下	株間	チューブ下	株間	チューブ下	株間	チューブ下	株間	チューブ下	株間
平成 19年	専用肥料			55.7	37.7	119	133	392	474	59.3	80.9
	N・K標肥	測定値なし		37.0	35.2	122	140	418	480	58.1	86.7
	N・K半量			33.0	45.6	88.0	139	335	463	45.5	77.1
	分散分析 ¹⁾			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
平成 20年	専用肥料	18.8	a 12.1	92.8	97.5	101	a 95.6	475	537	31.2	46.1
	N・K標肥	7.0	b 8.2	74.7	79.0	87.2	ab 88.7	547	561	47.7	51.2
	N・K半量	5.8	b 6.8	75.4	78.9	43.8	b 74.4	452	590	25.0	59.7
	分散分析	**	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
平成 21年	専用肥料	36.1	7.9	131	a 76.9	131	a 99.8	338	637	34.6	78.2
	N・K標肥	6.5	7.1	64.3	b 75.4	99.0	ab 106	263	595	20.9	72.5
	N・K半量	4.7	5.8	57.8	b 73.6	59.4	b 85.8	204	607	14.2	67.9
	分散分析	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注) 1)n.s.:有意差無し、*:危険率5%有意、**:危険率1%有意、同一英小文字間に有意差無し

表8 跡地土壌の化学性【品種「夏すずみ」跡地】(平成21年 南信農業試験場)

試験年	試験区名	水浸出りん酸 (P ₂ O ₅ mg/100g)		トルオーグりん酸 (P ₂ O ₅ mg/100g)		交換性陽イオン(mg/100g)					
						加里(K ₂ O)		石灰(CaO)		苦土(MgO)	
		チューブ下	株間	チューブ下	株間	チューブ下	株間	チューブ下	株間	チューブ下	株間
平成 19年	専用肥料			67.1	32.9	136	a 136	384	468	57.2	87.3
	N・K標肥	測定値なし		44.9	34.3	90.8	b 140	182	497	18.7	89.9
	N・K半量			43.2	37.3	85.8	b 130	376	488	55.4	87.0
	分散分析 ¹⁾			n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
平成 20年	専用肥料	22.9	11.7	140	108	112	a 82.6	441	638	33.4	68.7
	N・K標肥	5.6	6.9	98.6	89.4	80.9	ab 94.8	402	544	22.3	55.3
	N・K半量	6.1	8.3	82.5	87.3	46.0	b 102	329	802	25.9	82.6
	分散分析	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
平成 21年	専用肥料	40.5	a 9.9	138	a 87.6	133	a 98.7	348	668	34.3	80.4
	N・K標肥	7.7	b 8.3	69.3	b 75.7	101	b 108	334	602	25.6	69.7
	N・K半量	4.9	b 8.4	62.1	b 78.0	58.4	c 67.3	165	554	6.9	57.2
	分散分析	**	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.d.	n.s.

注) 1)n.s.:有意差無し、*:危険率5%有意、**:危険率1%有意、同一英小文字間に有意差無し、n.d.:データ不足

(5) 現地適応試験

土壌タイプの違いを検討するために、トルオーグりん酸 500mg/100g 前後の灰色低地土(下条村)とトルオーグりん酸 200mg/100g 前後の褐色森林土(高森町)の現地農家ほ場において、農家慣行で処方される養液土耕専用肥料に対して硝安と大塚ハウス3号を用いた施肥を平成20年と21年に比較した。灰色低地土の現地試験では、2ヵ年とも専用肥料区よりN・K標肥区の収量が多い傾向がみられ、葉

柄中のりん酸濃度が処理により低下していることから施肥の効果が収量に反映されたと考えられた。褐色森林土の現地試験では、抑制作型と半促成作型の組み合わせで試験をしているが、処理間に収量差はみられず、葉中のりん酸濃度にも差はみられなかった（表9、10、11、12）。

以上により、いずれの土壌タイプにおいて、2カ年の現地試験で減収や品質低下はみられなかった。

表9 きゅうり収量の比較（平成21年 南信農業試験場）

(本/株)	平成20年					平成21年					
	5月	6月	7月	8月	計	5月	6月	7月	8月	9月	計
専用肥料区	15	38	59	39	151	6	41	45	26	12	130
NK標肥区	17	41	64	48	169	8	42	50	39	16	155

1本100gとして換算、調査場所：下伊那郡下条村、土壌タイプ：灰色低地土

表10 現地試験 葉中りん酸濃度比較（平成21年 南信農業試験場）（単位：P₂O₅乾物%）

分析 ¹⁾ 部位	試験区	平成20年				平成21年		
		6月18日	6月30日	7月11日	7月24日	6月10日	6月29日	7月20日
葉柄	専用肥料区	3.14	3.77	3.95	4.07	2.65	3.05	3.46
	N・K標肥区	2.44	3.38	3.51	3.55	1.57	1.90	1.96
	分散分析 ²⁾	**	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
葉身	専用肥料区	1.98	3.58	4.09	2.56	1.81	2.84	3.43
	N・K標肥区	1.47	2.49	2.60	3.48	1.15	1.46	1.60
	分散分析 ²⁾	*	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	*

注) 1)熱風乾燥後硫酸分解して測定、2)n.s.有意差無し、*危険率5%有意、**危険率1%有意

試験場所：下伊那郡下条村、灰色低地土(土性CL)。専用肥料の窒素と加里成分と同量になるように計算した硝安と大塚ウ3号で液肥を作製し、混入量及びびかん水量が試験区間で同じになるように調整しながら栽培。1区40株1連制。定植4月(品種:「金星」/「ひかりパワー」)、収穫5月中旬～8月(平成20年)、～9月(平成21年)

表11 きゅうり収量の比較（本/株）（平成21年 南信農業試験場）

	平成20年					平成21年				
	8月下旬	9月上旬	9月下旬	10月上旬	10月下旬	計	4月	5月	6月	計
専用肥区	6	50	16	22	13	107	39	65	50	154
NK標肥区	5	50	20	18	14	106	38	64	49	150

1本100gとして計算、調査場所：下伊那郡高森町、土壌タイプ：褐色森林土

表12 現地試験 葉中りん酸比較（平成21年 南信農業試験場）（単位：P₂O₅乾物%）

分析 ¹⁾ 部位	試験区	平成20年				平成21年				
		9月4日	9月17日	10月3日	10月17日	4月8日	4月23日	5月9日	5月25日	6月12日
葉柄	専用肥料区	1.64	1.35	1.52	2.48	0.80	0.68	1.09	0.93	1.17
	N・K標肥区	1.34	1.24	1.77	1.81	0.66	0.57	1.02	0.75	1.17
	分散分析 ²⁾	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
葉身	専用肥料区	1.06	1.18	1.83	2.03	0.74	0.86	1.17	1.11	1.33
	N・K標肥区	1.04	1.11	1.79	1.92	0.72	0.76	1.07	1.04	1.22
	分散分析 ²⁾	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注) 1)熱風乾燥後硫酸分解して測定、2)n.s.有意差無し

試験場所：下伊那郡高森町山吹、褐色森林土(土性CL)。専用肥料区の窒素と加里成分が同量となるように計算した硝安と大塚ウ3号液肥を作製し、混入量及びびかん水量が試験区間で同じになるように調整しながら栽培。1区80株1連制。[平成20年]定植8月2日、収穫：8月26日～11月2日、[平成21年]定植：3月、収穫：4月1日～6月24日

(6) 肥料コストの計算

肥料コストを実際の肥料購入価格と施用量を元に、場内試験ほ場を例にして試算した。平成 20 年は肥料価格の高騰により肥料単価が高くなったが、いずれの試験年においても N・K 標肥区は、専用肥料区の 39~50%で、N・K 半量区は 25~29%とさらに肥料コストを低下させた。N・K 半量区が、さらに肥料コストを低下できたのは、加里成分を半量としており安価な硝安の割合が増加したためである(表 13)。

表13 肥料コスト試算¹⁾(平成21年 南信農業試験場)

試験年	試験区	肥料名	施用量	肥料単価	肥料代
			(kg/10a)	(円/kg)	(円/10a) (指数) ²⁾
平成 19年	専用肥料	養液土耕5号	106.1	360	38,196
		養液土耕1号	89.6	320	28,672
		合計			66,868 (100)
	N・K 標肥	大塚ハウス3号	74.4	283	21,048
		硝酸アンモニウム	55.9	91	5,112
		合計			26,160 (39)
N・K 半量	大塚ハウス3号	37.2	283	10,524	
	硝酸アンモニウム	71.3	91	6,520	
	合計			17,044 (25)	
平成 20年	専用肥料	養液土耕5号	104.0	630	65,520
		養液土耕1号	40.0	530	21,200
		合計			86,720 (100)
	N・K 標肥	大塚ハウス3号	57.9	668	38,659
		硝酸アンモニウム	39.7	120	4,764
		合計			43,423 (50)
N・K 半量	大塚ハウス3号	28.9	668	19,329	
	硝酸アンモニウム	51.6	120	6,194	
	合計			25,523 (29)	
平成 21年	専用肥料	養液土耕5号	59.2	523	30,962
		養液土耕1号	160.0	460	73,600
		合計			104,562 (100)
	N・K 標肥	大塚ハウス3号	79.7	480	38,256
		硝酸アンモニウム	63.9	127	8,115
		合計			46,371 (44)
N・K 半量	大塚ハウス3号	39.8	480	19,104	
	硝酸アンモニウム	80.3	127	10,198	
	合計			29,302 (28)	

注)1)肥料単価は実際の購入価格を参考にした。2)専用肥料区を100とした指数

6 特記事項

[公開] 制限なし。

[課題名、研究期間、予算区分]

りん酸蓄積圃場の障害回避および適正施肥技術、平成 19~21 年度(2007~2009 年度)、県単プロジェクト