

農業と科学

1979
6

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO., LTD.

施設栽培の土壌管理

農林水産省野菜試験場久留米支場
育種第2研究室長

本多藤雄

はじめに

施設野菜の産地に指定され、施設が集団化し、固定化するにつれて、連作によると考えられる生育障害や、土壌病害が増加している。また、土作りという美名のもとで、大量の有機質資材が投入され、要素吸収のアンバランスによると考えられる障害が、漸次増加してきて、もう一度、施設栽培の土壌管理、肥培管理を見直すことが必要となっている。

九州の施設キュウリとトマトの指定産地において、障害の発生した圃場と、高収量圃場との、土壌の物理的と水分特性について調査した結果、地下3~8cmの耕土層は固相容積が27~37%と小さく、粗孔げき量が20~40%と大きく、pF1.5~2.5の低水分張力域での含水量が4~14%、pF2.5~4.1の高水分張力域での含水量が、11~24%の範囲に分布していて、障害の発生した土壌も、高収土壌でもほとんど差がみられず、この層の物理性の

第1表 キュウリハウス圃場の物理性と水分特性 (地下24~29cm層)

調査地	収量	水分恒数 (%)				三相分布 pF 1.5 (%)			孔げき量 (%)*		容水量 (%)**		
		pF 1.5	2.0	2.5	4.1	気相	液相	固相	全	粗	pF 1.5~2.5	2.5~4.1	1.5~4.1
福岡朝倉A	高	49.3	48.0	46.4	27.7	10.4	49.4	40.2	59.8	10.4	2.9	18.7	21.6
	B	50.9	49.5	46.6	31.4	6.9	50.7	42.4	57.6	6.9	4.3	15.2	19.5
	C	51.1	50.0	48.2	35.3	6.4	51.1	42.5	57.5	6.4	2.9	12.9	15.8
	D	51.5	50.5	46.9	33.2	6.4	51.5	42.1	57.9	6.4	4.6	13.9	18.3
熊本松橋E	高	42.6	42.0	40.9	29.4	14.3	42.6	43.1	56.9	14.3	1.7	11.5	13.2
	F	46.6	46.1	45.3	31.4	2.0	46.5	51.5	48.5	2.0	1.3	13.9	15.2
宮崎市	G	46.0	42.6	39.5	21.2	10.1	44.3	45.6	54.4	10.1	6.5	18.3	24.8
	H	45.2	42.6	40.0	20.0	11.4	37.3	51.3	48.7	11.4	5.2	20.0	25.2
	I	51.8	50.2	46.0	22.3	6.5	51.8	41.7	58.3	6.5	5.8	23.7	29.5
	J	49.2	47.4	45.4	25.1	9.2	49.2	41.6	58.4	9.2	3.8	20.3	24.1
	K	49.7	48.2	45.8	26.3	6.5	49.7	43.8	56.2	6.5	3.9	19.5	23.4
鹿児島枕崎L	低	51.7	49.3	46.2	22.6	5.8	51.7	42.5	57.5	5.8	5.5	23.6	29.1
	M	49.5	46.6	41.8	21.5	9.8	49.5	40.7	59.3	9.8	7.7	20.3	28.0

* 全孔げき量=気相+液相, 粗孔げき量は pF1.5 のときで全孔げき - pF1.5 の水分恒数

** 容水量は水分恒数の差, pF1.5~4.1の容水量=pF1.5の水分恒数

施設栽培の土壌管理というのは、基本的には、施設栽培を行うための基盤整備が行われているはずであり、また水が必要でありながら水に弱い野菜を栽培するための灌・排水工事が確実に施工されているという2つの大きな前提条件があって、実施すべきことであって、水田再編対策=施設野菜栽培と簡単にはいかない。

障害の発生した圃場と、高収量圃場との、土壌の物理性と水分特性の違い

<目次>

§ 施設栽培の土壌管理..... (1)

農林水産省野菜試験場久留米支場 本多藤雄
育種第2研究室長

§ 最近の農業の傾向と

トピックス..... (6)

農林水産省農業技術研究所 能勢和夫
農業化学第三研究室長

悪化はみられていないが、地下20cm前後に心土層が現れていて、地下24~29cmの心土層は固相容積が40~50%と大きく、粗孔げき量が2~15%と小さく、また、pF1.5~2.5の低水分張力域での含水量が1~8%、pF2.5~4.1の高水分張力域での含水量は10~25%で、有効水分域の含水量が小さいという、共通の特徴をもっていた。

キュウリ圃場の地下24~29cmの心土層では第1表の通りで、pF1.5のときの粗孔げき量は、高収圃場で9.2%以上であるのに対して、障害の発生した低収圃場では2~7%と小さく、かん水をひんばんに行うキュウリでは心土層の粗孔げき量の影響が大きいことがわかった。

た。

このように、障害の発生しない高収量を得るには、心土層の通気性や保水性を高めることが大切であるが、度が過ぎて土壌が乾燥したり、余剰水がたまって排水不良となることではない。通気性が悪くなる原因を考えると基盤整備の際、ブルドーザで均平にするとき、下層土が圧縮されて、礫や砂の多いところでは、下層土の孔げきのところに細砂や微砂が入り込んで、通気性を悪くして排水不良となる場合が多いが、更に集約な管理のため、ひんばんに歩いて、足で踏み固めてしまうことになる。また水田の場合は必ず下層にすき床層ができていて、

第2表 トマトハウス圃場の物理性と水分特性 (地下24~29cm層)

調査地	収量	水分恒数 (%)				三相分布 pF 1.5 (%)			孔げき量 (%)		容 水 量 (%)		
		pF 1.5	2.0	2.5	4.1	気 相	液 相	固 相	全	粗	pF _{1.5~2.5}	2.5~4.1	1.5~4.1
福岡久留米A	中	41.0	37.6	36.5	20.3	7.2	41.0	51.8	48.2	7.2	4.5	16.2	20.7
	B 低	48.8	46.6	42.0	30.4	2.7	48.8	48.5	51.5	2.7	6.8	11.6	18.4
	C 低	45.0	44.0	42.1	22.4	3.7	45.0	51.3	48.7	3.7	2.9	19.7	22.6
	D 低	45.6	43.9	40.4	21.1	2.4	45.6	52.0	48.0	2.4	5.2	19.3	24.5
	E 低	46.7	43.6	41.8	23.1	14.5	46.7	38.8	61.2	14.5	4.9	18.7	23.6
	F 高	55.3	52.7	50.6	24.7	4.5	55.3	40.2	59.8	4.5	4.7	25.9	30.6
	G 高	48.9	47.2	45.0	20.4	10.2	48.9	40.9	59.1	10.2	3.9	24.6	28.5
	H 高	47.1	45.1	44.5	22.6	6.0	47.1	46.9	53.1	6.0	2.6	21.9	24.5
熊本玉名	I 高	47.2	45.9	44.1	23.3	5.9	47.2	46.9	53.1	5.9	3.2	20.8	23.9
	J 低	56.3	55.5	54.5	34.0	2.6	56.3	41.1	58.9	2.6	1.8	20.5	22.3
熊本八代	K 高	41.4	40.4	38.2	15.6	5.6	41.4	53.0	47.0	5.6	3.2	22.6	25.8
	L 低	44.0	42.9	41.4	16.7	2.8	44.0	53.2	46.8	2.8	2.6	24.7	27.3
	M 高	43.1	40.5	40.1	15.3	7.9	43.1	49.0	51.0	7.9	3.0	24.8	27.8
	N 低	39.0	38.7	32.9	18.1	5.5	39.0	55.5	44.5	5.5	6.1	14.8	20.9

また、ママトの場合は第2表のとおりであって、地下24~29cmの心土層のpF1.5の粗孔げき量が4.5~10%の間では、順調に生育し高収量をあげたが、3%以下のところでは、障害が発生した収量の少ない圃場であり、また、14.5%の圃場では、尻ぐされ果が多く発生した。キュウリに比べるとトマトは、灌水水量をひかえるので、粗孔げき量はやや少なくともよく、むしろ粗孔げき量が大きいと乾燥害が出やすい。

次に土壌の水分特性をみると、キュウリ圃場では含水量は、高収圃場と障害の発生した圃場との間に、一定の傾向がなかったが、トマト圃場では、1点の例外を除けば、収量の多い圃場ではpF2.5~4.1の高水分張力域の含水量が多くなっていて、灌水水量をひかえるトマトでは、保水力が高いほうが好結果を得ていることがわかっ

これがあるから漏水しないといわれるが、施設野菜ではすき床層を破碎することが必要となる。しかし、野菜の種類によって多少違うが、耕土層はせいぜい50cmあればよい。

心土破碎やトレンチャー深耕、有機物投入による心土層の粗孔げき量の増大

施設野菜の障害発生や低収の原因が、心土の粗孔げき量の減少にあることがわかったので、その改善方法として、サブソイラーによる心土破碎、トレンチャーによる深耕、深耕と有機質資材の投入について検討した。

生育障害が発生したキュウリ圃場で、サブソイラーによる心土破碎を行った結果は第3表のとおりで、ロータリーによる耕土層の耕うんに比べて、心土層の粗孔げき量は13.3%と増大したが、その効果はサブソイラーの

第3表 心土破碎による物理性の改善 (地下24~29cm層)

処 理	水分恒数 (%)			三相分布 pF 1.5 (%)			孔げき量 (%)		容 水 量 (%)		
	pF 1.5	2.5	4.1	気 相	液 相	固 相	全	粗	pF _{1.5~2.5}	2.5~4.1	1.5~4.1
サブソイラーチズル通過	45.9	37.6	24.5	13.3	55.9	30.8	69.2	13.3	8.3	13.1	21.4
” 不通過	51.5	46.3	28.3	5.6	51.5	42.9	57.1	5.6	5.2	18.0	23.2
ロータリー耕耘のみ	50.9	46.6	31.4	6.9	50.7	42.4	57.6	6.9	4.3	15.2	19.5

チズルの通過した部分のみで、不通過部はほとんど変化がなかった。

この圃場でのキュウリの生育、収量、品質に対する効果をみると、第4表のとおりで、キュウリの茎葉の生育がよくなり、果実の収量が多く、果実の伸びもよく、秀

またキュウリの生育、収量、障害果の発生を調べると第7表のとおりで、つるの伸長は、根群の分布ほどではないが、無深耕区に比べると、深耕区、深耕して有機質資材投入区は伸長が優れた。しかし着果数には一定の傾向はなく、収穫果数にはほとんど差がみられず、わず

第4表 キュウリの生育、収量、品質に対する心土破碎の効果

	展開第3葉			展開第9葉			収穫果数	果実の品質				
	長さ	幅	茎径	長さ	幅	茎径		秀	優	良	長さ	果重
	cm	cm	cm	cm	cm	mm		%	%	%	cm	g
サブソイラー心土破碎	13.6	16.8	6.4	17.4	22.7	6.8	19.0	45	26	29	22.7	83.1
ロータリー耕のみ	12.5	15.6	5.4	15.4	19.2	6.2	13.5	33	24	43	20.0	76.4

品が多く品質もすぐれた。更に、トレンチャーによって50cm深さまで深耕すると、第5表のように、心土層の粗孔げき量は10%以上となり、キュウリ圃場では、土壌の物理性は改善されたが、これに有機質資材として麦わらを10a当たり2.7トン、あるいはバーク堆肥を10a当たり420kgを投入すると、更に粗孔げき量は増大し、改善効果は一層発揮された。

かに流水果(果実にならない)数は深耕や有機質投入を行った区が少なくなっていた。この農家の圃場は、前年度障害果が多く低収であったため、試験区を設定したが、無深耕区がよかったのは、同一ハウス内の西側の端という、比較的午後の光の投入のよい暖い場所であったため、前年度に比べると、明らかに障害も少なく高収量となったと、農家は喜んでいて、この産地の農家150

第5表 キュウリ圃場における水分特性ならびに物理性の変化

土層の深さ		水分恒数(%)			容水量(%)			孔げき量(%)		pF1.5のときの三相分布(%)		
		pF 1.5	2.5	4.1	pF 1.5~2.5	2.5~4.1	1.5~4.1	全	粗	気相	液相	固相
バーク堆肥 (無深耕)	3~8	43.0	33.8	16.6	9.2	17.2	26.4	64.4	20.5	20.5	43.0	36.5
	24~29	47.5	44.3	27.1	3.2	17.2	20.4	55.1	7.5	7.5	47.5	45.0
トレンチャー 深耕	3~8	39.7	29.3	14.8	10.4	14.5	24.9	69.9	30.2	30.2	39.7	30.1
	24~29	49.2	44.7	31.1	4.5	13.6	18.1	59.5	10.3	10.3	49.2	40.5
深耕+バーク 堆肥	3~8	41.7	32.4	17.3	9.3	15.1	24.4	66.0	24.3	24.3	41.7	34.0
	24~29	46.0	38.2	20.4	7.8	17.8	25.6	61.8	15.8	15.8	46.0	38.2
深耕+麦わら	3~8	43.3	32.7	12.8	10.6	19.9	30.5	66.3	22.9	22.9	43.3	33.8
	24~29	46.6	40.5	24.0	6.1	16.5	22.6	59.4	12.8	12.8	46.6	40.6

深耕せずに、バーク堆肥をロータリーで耕入した場合は、耕土層の容水量は増すが、心土層の粗孔げき量は少なく、下層の改善には役に立たなかった。これらの区のキュウリの根群の分布をみると、第6表のとおりで、径0.2mm以上の太根にしても、0.2mm以下の細根にしても、無深耕区に比べると、深耕して有機質資材を投入した区は、はるかに根量が多く、そのなかでも、麦わら投入区の根群の分布が優れ、明らかに根の発育には、深耕や有機質投入の効果は認められた。

第6表 キュウリの根群の分布(乾物mg/cm²)

試験区	径0.2mm以上の太根	径0.2mm以下の細根
無深耕	9.0	15.8
深耕+バーク堆肥	10.8	35.8
深耕+麦わら	17.8	39.6

戸は、ほとんどトレンチャーによる深耕とわら、きゅう肥、バーク堆肥など有機質資材投入を実施するようになった。

トレンチャー深耕と、有機質資材投入の持続効果

1年目にトレンチャー深耕を行い、更に稲わらを1トン投入してキュウ리를栽培し、2年目に稲わらを1トン投入して、深耕を行った区と、深耕を行わなかった区の2年目の土壌の物理性、水分特性の変化をみると、第8表のとおりで、稲わら投入と深耕の効果は大きく、粗孔

第7表 キュウリの生育、収量と流れ果の発生

試験区	つる長(cm)	着果数	収穫果数	流れ果数	くず果数
無深耕	507	69.8	53.8	10.8	5.2
深耕	544	65.2	53.0	7.2	5.0
深耕+バーク堆肥	559	68.2	53.0	8.0	7.2
深耕+麦わら	555	66.6	54.0	6.6	6.9

げき量は増加し、特に下層土の粗孔げき量は顕著に増大したが、2年目に深耕しなくても、前年度の深耕の効果は持続し、粗孔げき量はキュウリの生育に好都合な20%を保っていた。

たまたま福岡県下のキュウリ産地で、接木したキュウリを中心に苦土欠乏類似の葉脈間の緑色が抜け、白変したり、褐変したりする症状が発生したので、それらハウスについて実態調査を行ったところ、第10表のように、

第8表 キュウリ圃場におけるわら連用ならびに深耕の効果 (持続効果2年目)

土層の深さ (cm)	水分恒数 (%)			容水量 (%)			孔げき量 (%)		pF1.5のときの三相分布 (%)			有機物含量 (%)	
	pF1.5	2.5	4.1	pF1.5~2.5	2.5~4.1	1.5~4.1	全	粗	気相	液相	固相		
深耕+わら	3~8	32.2	29.0	17.7	13.7	11.3	14.5	65.9	33.7	33.7	32.2	34.1	3.80
	24~29	37.3	33.2	20.9	4.1	12.3	16.4	62.9	25.6	25.6	37.3	37.1	3.12
わら	3~8	36.4	33.7	20.0	2.7	3.7	16.4	64.5	28.1	28.1	36.4	35.5	2.59
	24~29	39.8	35.8	22.2	4.0	13.6	17.6	60.5	20.7	20.7	39.8	39.5	3.74

一方、初年目にトレンチャーによる深耕と、きゅう肥を10a当たり12トンと多投して、下層土の粗孔げき量が24.4%と増大した圃場にトマトを栽培したところ、乾燥しすぎて、ひんぱんに灌水を必要とし、条腐果や乱形果、尻腐果など障害果が多く発生した。

有機質資材、特に牛ふんを中心として投入量が多く、PHがkcℓで5.12~6.80、平均6.12、ECは0.470~6.840、平均1.948とかなり高く、置換性K₂Oが0.65~2.48me、平均1.58me、置換性CaOが8.95~22.40me、平均13.39me、無機態Nが11.35~224.48mg、平均50.29mgで、

第9表 土壌改善3年目のトマトの生育・収量および土壌物理性改善持続効果 (地下24~29cm層)

試験区	草丈 (cm)	茎径 (mm)	葉長 (cm)	収量 (kg/a)	果実の品質 (%)			容水量 (%)			孔げき量 (%)		pF1.5のときの三相分布 (%)		
					秀	優	良	pF1.5~2.5	2.5~4.1	1.5~4.1	全	粗	気相	液相	固相
無深耕	170.5	11.0	45.5	1,450	35	52	13	7.0	14.3	21.3	55.5	8.5	8.5	47.0	44.5
深耕+きゅう肥	175.5	11.2	46.0	1,620	43	50	7	7.0	16.2	23.8	57.8	11.7	11.7	46.1	42.3

この圃場で以後深耕も有機質資材の投入も行わず、更にトマトを2年連作した場合、トマトの収量は年とともに高くなって、第9表のように深耕ときゅう肥区の収量は無深耕区に比べて高く、また品質も優れており、このときの土壌の粗孔げき量は11.7%、容水量は23.8%と、

いずれもかなり多く、置換性MgOは2.06~5.04meの範囲で、特に少ないことはなく、そのなかで障害の発生がないものと、発生の激しいものとの間には、それぞれ2.35~3.72me、2.61~5.04meとMgOの含量は、発生の激しいほうが多い傾向がみられ、土壌中のMgO不足

トマトに最も適応した土壌となっていて、深耕と、有機質資材の投入の効果は、3年目でも粗孔げき量は10%も保っていて、効果は持続していると考えられ、1度、深耕を行えば、数年間は深耕する必要はないと考えられた。

第10表 牛ふんを中心とした有機質資材投入とキュウリ栽培後期の土壌中の残量

有機質資材の多投による、土壌中の肥料要素の蓄積

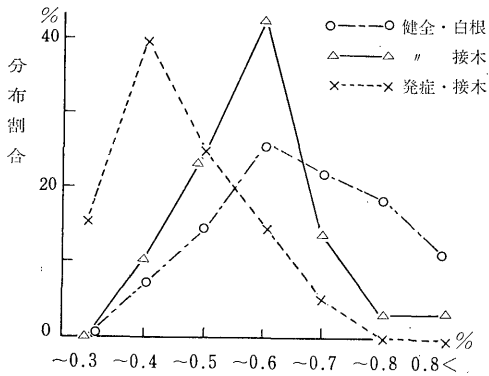
最近は土作りということで、有機質資材を投入することが常識となっている。しかし、有機質資材を入手しやすい人達や、一部、人より多くと考える人達の間から、N過剰、K過剰と考えられる茎葉繁茂、濃度障害、生育抑制、葉枯症や白変症などといわれる苦土欠乏類似症状などが発生し、その対策についての問合せが多くなっている。

農家	障害発生程度の度	有機質資材 (t/11a)				置換性塩基 (me)			pH (KCl)	FC (ミリモ- /cm)	NO ₃ -N (mg/100g)	T-N (mg/100g)	連作年数
		牛ふん	わら	スーパーソイル	けいふん	K ₂ O	CaO	MgO					
A	中	15.0		8.0		1.01	11.18	2.82	6.61	2.020	48.32	52.24	2
B	甚	12.5	2.5		0.25	1.33	14.82	2.84	6.41	1.630	24.26	29.03	1
C	20.0	0.5			1.0	2.48	18.74	4.96	6.55	0.672	14.23	17.16	3
D	17.5	0.6			1.00	12.02	2.47	5.61	2.240	42.19	46.96	2	
E	無	20.0	1.0			1.09	11.96	2.67	5.12	2.085	54.81	65.92	0
F	甚	35.0				1.57	10.59	2.61	5.73	6.840	66.32	244.48	1
G	中	30.0				0.90	10.68	2.19	6.55	2.985	51.58	56.98	0
H	中	20.0	2.4			1.74	14.85	3.42	6.12	1.750	43.08	49.31	1
I	中	33.0				1.11	11.06	3.04	6.49	1.240	16.10	21.38	3
J	軽	30.0				0.65	11.25	2.06	5.33	1.005	22.21	26.12	0
K	中	36.0	0.3			2.04	8.95	4.03	5.21	4.520	47.09	134.87	2
L	無	20.0	1.0			2.00	10.90	2.35	6.18	1.515	38.74	41.92	0
M	無	18.0	0.5			1.55	10.93	3.64	6.05	0.470	7.40	11.35	1
N	甚	18.0				1.94	22.40	3.78	6.80	1.070	13.77	16.42	2
O	36.0	2.0				2.00	9.22	2.92	5.33	2.300	42.88	52.91	2
P	中	25.0		7.0		1.87	13.82	3.72	6.51	1.315	22.04	24.93	4
Q	軽	15.0	1.5	6.0		1.47	12.87	5.01	6.65	1.130	17.61	22.25	4
R	甚	15.0	2.5	6.5		1.99	18.19	5.04	6.40	0.676	8.82	23.79	3
S	甚	15.0	1.3			2.46	15.20	3.94	6.42	2.575	45.89	51.75	4
T	甚	7.5		0.15		1.47	18.12	3.84	6.40	0.919	14.23	16.08	3
平均						1.58	13.39	3.37	6.12	1.948	32.08	50.29	

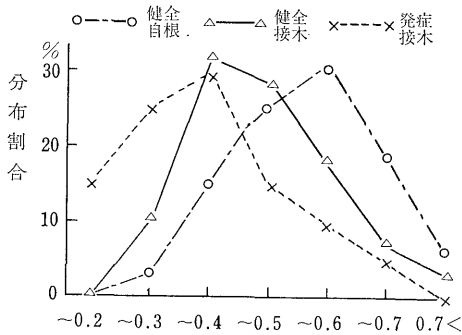
ということはいえなかった。

キュウリの葉身中のMg含量の分布状況をみると、第1図のように、症状の発生した区のMg含量は少なくなっており、また葉身中のMg含量とK含量の比の分布をみると、第2図のように症状の発生した区のMg/Kは明

第1図 葉身中のMg含量の分布

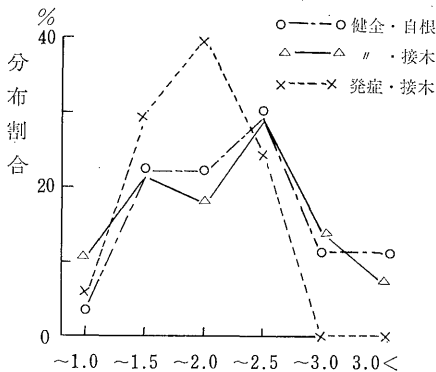


第2図 葉身中のMg/K(mje/g)比の分布



らかに低くなっている、Mgの吸収に対して、Kの過剰吸収が起こっていると考えられた。また、土壌中の置換

第3図 置換性塩基比Mg/Kの分布

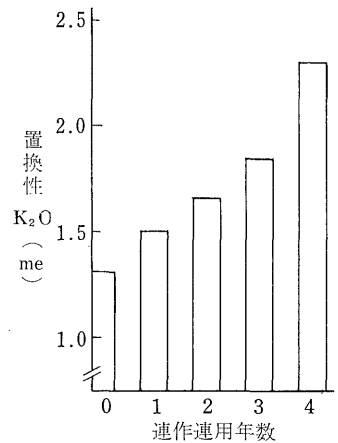


性MgOとK₂Oとの比をみると、第3図のように、総体的に症状の発生した区の値が小さくなっていた。

そこでキュウリの連作圃場で、牛ふんを連用している圃場について、置換性K₂Oの集積を年数ごとに分けてみると、連作連用年数が増加するにつれて、置換性K₂Oの集積量が増加し、特に4年以上になると、かなりの量が蓄積していることが認められた。(第4図) もちろんこれら農家では、牛ふんに含まれているカリの量は計算に入れずに、基準通りの施肥を行っていたためであるが、当然のことながら、牛ふんに含まれている置換性K₂Oの量を計算して、その分だけカリの施肥量を減ざることが望ましい。

つけ加えると、カリの集積が多くなった場合、土壌中のPHの変化は6.0~6.5の間にあり、またECとも1.0~2.0の間で、いずれもカリが多いからといって高くなることはなく、PHもECもカリ含量表示の目安とはならずむしろこのPHとECの範囲は、野菜にとって好適範囲といわれてきただけに

第4図 キュウリの連作圃場における牛ふん連用に伴う置換性K₂Oの集積



今後はカリの分析の励行が必要となる。(次頁へ続く)

第11表 過去10年間に全国農試において行われた施設キュウリ、トマト、イチゴに対する有機質資材の投入適量(kg/a)

有機質資材の種類	キュウリ	トマト	イチゴ
堆肥	400~800	100~300	150~300
生わら	100~200 ~400	50~200	50~120
もみがら	—	50	—
いがらくず	—	100	100
パーク堆肥	80~	50~100	100~200
いがら堆肥	—	200	—
ピートモスク	—	100	—
ケーク	—	200~400	—
生パーク	—	400~600	—
青刈トウモロコシ	300~1,500	—	300~900 ~1,800
青刈ヒエ	570	乾物 148	—
青刈水稲	—	乾物 70	—
牛ふん	—	1,000	—
おがくずけいふん	—	500	—