

黒ボク土壌における雨よけピーマンの生育阻害要因の解明と 対策

誌名	大分県農業技術センター研究報告 = Bulletin of the Oita Prefectural Agricultural Research Center
ISSN	03888576
著者	矢野, 輝人 小野, 忠
巻/号	20号
掲載ページ	p. 45-56
発行年月	1990年3月

黒ボク土壌における雨よけピーマン の生育阻害要因の解明と対策

矢野輝人・小野忠

The Occurrence Factors and Possible Countermeasures Against Growth

Impediments of Sweet Peppers Grown Under Rain

Shelters on Kuroboku-Upland Soils

Teruto YANO and Tadashi ONO

目次

I 緒言	45
II 現地実態調査	45
III 尻腐れ果の発生と土壌中の加里について	49
IV 深耕条件下における灌水方法及び収量	51
V 総合考察	54
VI 摘要	55
引用文献	55
Summary	56

I 緒言

本県のピーマン栽培は夏秋ピーマンが主体であり、1970年代後半から雨よけハウスが導入され、1986年の栽培面積は県全体で111haに達した。なかでも県の西南部に位置する大野川中流域は、野津町で34ha、大野町で10haと、県下のピーマン栽培面積の約40%を占めている。なお、当地域の土壌は黒ボク土壌が主体で、畑灌施設も整備された県下でも有数の畑地帯である。

しかし、近年のピーマン栽培は尻腐れ果を始めとする生理障害の多発や草勢の低下による収量の低迷等、土壌に起因するとみられる生産力の低下が問題となっている。

そこで、1986年から1988年の3年間、現地においてピーマン栽培土壌の実態や栽培期間中の生育状況及び農家の栽培管理等について調査を行うとともに、試験場内において土壌条件の違いや灌水を主とした土壌管

理の違いが、ピーマンの生育や生理障害の発生に及ぼす影響について検討したのでその結果を報告する。

なお、本研究を行うに当たり、三重農業改良普及所の永松主任(現白杵農業改良普及所主任普及員)をはじめ野津町農業協同組合の営農指導担当者に多大な協力を得た。ここに深く謝意を表する。

II 現地実態調査

ピーマン産地における収量の低迷や草勢の低下要因を土壌面から究明するため、大野郡野津町の夏秋ピーマンを対象に栽培圃場の理化学性、根群分布及び生育期間中の植物の生育量、植物体中の養分の変化等について追跡調査を行った。同時に有機物施用の有無や施用量、灌水等栽培管理については聞き取り調査を実施した。

1. 調査方法

1986年には、大野郡野津町において間口1.7mのミニハウスでピーマンの栽培を行っている農家10戸を選定し、調査対象とした。選定に当たっては、過去の単位面積当たりの収量を参考にして、多収園、中位園、低収園をほぼ同じくらい含むよう配慮した。

ピーマンの生育量の調査については、個々の対象圃場のハウス1棟を選定し、その中の20本のピーマンについて調査した。調査は、6月10日、7月23日、9月10日の3回にわたり草丈、主幹径、主幹節数、上位3~4節の平均節間長、上位3葉の葉面積、葉色等を計測した。なお、葉面積は予備試験の結果 $0.62 \times \text{葉長} \times$

葉幅+0.48で求められることが確認されたので、この式から計算した。葉色の測定には野菜用の葉色板を用いた。

また、個々の農家に収穫毎にコンテナ（9kg入）数を記帳してもらいハウス面積当たりの収量を算出した。

葉中成分については、葉面積測定後同サンプルから20葉を採取し、約20%の酢酸で葉面の汚れを洗浄した後、80℃で熱風乾燥後粉碎して分析用試料とした。また、生育後期の9月上旬に調査対象株から20果を採取し、乾燥後粉碎して果実中成分の分析を行った。

根群分布と下層土の物理性については、ピーマンの収穫終了後、株元を中心に、両側40cm、深さ60~70cmの土壌断面を作り、10cm毎のち密度を山中式土壌硬度計で測定した。また、細根の分布は観察により、ない、少ない、多い、富む、頗る富むの5段階に分類した。

1987年には、野津町戸上地区に38か所の調査圃場を選定し、作付け前の土壌の化学性及び有効根群域の深さについて調査を行った。なお、当地域に分布する黒ボク土壌では、有効根群域は主として下層土のち密度によって規制されていることから、本調査ではち密度が24以下の層を有効根群域とした。また、7月に草丈、主幹径等の生育量ならびに葉中の成分含量について調査を行った。

2. 調査結果及び考察

1) 調査圃場の土壌管理状況

1986年の調査圃場の大部分は黒ボク土であるが、一部に褐色低地土の水田転換畑が含まれていた。また、地形はほとんどが平坦になっているが、緩やかな傾斜畑になっているところでは傾斜に直交してピーマンの栽培が行われていた。

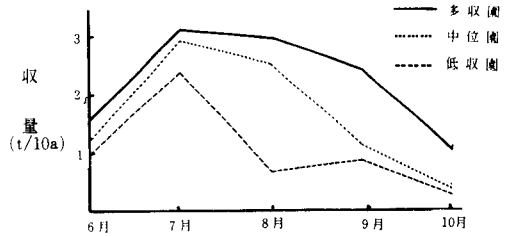
施用有機物の種類及び量は農家間で異なった。しかし、多収圃では山草堆肥や稲わら堆肥の施用傾向が、低収圃では牛ふん厩肥など未熟有機物の多量施用傾向があった。なお、これらの調査結果は第1表に示した。

2) ピーマンの生育及び収量

月別の収量の推移を第1図に示したが、多収圃は他の圃に比べ初期の収量が高く、生育後期までこの傾向が維持されていた。このことは第2表に示した生育量にも反映しており、多収圃はその他の圃に比べて初期の草丈が大きく8月以降の草丈の伸びも大きかった。また、節数、節間長、主幹径ともに多収圃は低収圃に比べて大きい値を示した。このように多収圃で生育後期まで草勢が強く維持されていた。しかし、葉色につ

第1表 灌水方法及び有機物の施用状況に関する聞き取り調査結果(1986)

農家番号	調査圃場の収量水準	圃場の傾斜度	灌水量 間断日数×灌水時間	施用する有機物の種類と量(t/10a)
1	多収圃	平坦	5×1.5	山草堆肥5+鶏ふん0.8
2	〃	緩傾斜	4×2	稲わら堆肥3
3	中位圃	〃	—	豚ふん厩肥 0.5
4	多収圃	(水田)	畝間灌水	鶏ふん 0.3
5	〃	平坦	5×2	牛ふん厩肥 10
6	低収圃	緩傾斜	—	牛ふん厩肥 3
7	〃	平坦	—	牛ふん厩肥10+鶏ふん0.3
8	中位圃	〃	レインガン	豚ふん厩肥 4
9	〃	〃	—	豚ふん厩肥 3
10	低収圃	〃	7×4	牛ふん厩肥 10



第1図 調査圃場におけるピーマンの収量の推移(1986)

第2表 現地におけるピーマンの生育調査結果(1986)

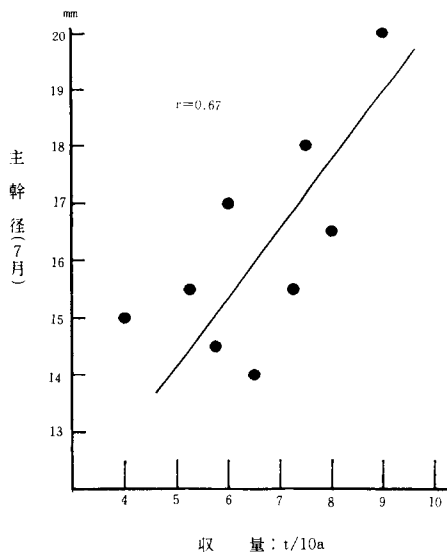
調査圃場	調査時間 (月・日)	草丈 (cm)	主幹径 (mm)	主幹節数	節間長 (cm)	葉面積 (cm ² /1葉)	葉色 (上位4葉)
多収圃	6・10	63	12.2	9.2	5.5	37.4	6.4
	7・23	88	15.9	12.5	6.1	42.6	6.8
	9・10	121	21.4	19.2	6.2	37.2	7.1
中位圃	6・10	55	10.8	8.2	5.8	31.1	6.3
	7・23	81	17.0	11.8	5.4	40.8	7.0
	9・10	96	19.9	16.8	4.2	29.9	7.5
低収圃	6・10	51	10.3	8.1	4.8	29.2	5.6
	7・23	69	16.0	10.8	5.0	33.5	6.9
	9・10	91	19.8	17.9	4.9	30.6	6.8

いては収量との間に一定の傾向はみられなかった。

なお、7月の主幹径と6~8月の合計収量との関係を第2図に示したが、両者の間にはr=0.67と正の相関が認められた。即ち、高収をあげるためには、生育初期における生育量の確保と同時に、生育後期まで草勢を維持するために、しっかりした茎を作っておく必要があることを示している。

3) 植物体中の成分濃度

第3表のように、葉中成分のうち加里と石灰については、各時期とも多収圃は低収圃に比べて低い値を示した。その他の成分については、圃場の収量水準との間に一定の傾向はみられなかったものの、全体的に生



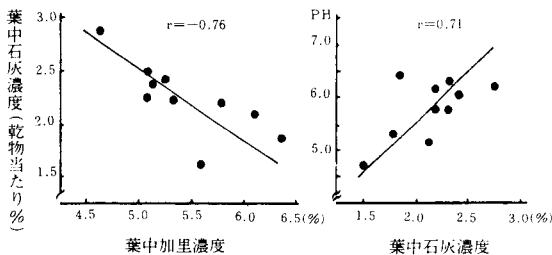
第2図 6~7月の収量と主幹径(野津町,1986)

第3表 現地ピーマンの上位3葉中時期別成分濃度(1986)

調査圃場	調査月日	(乾物中%)				
		N	P	K	Ca	Mg
多収圃	6・10	4.4	0.21	4.2	2.3	1.00
	7・23	4.3	0.23	5.0	2.2	0.97
	9・10	4.3	0.24	4.3	2.4	0.84
中位圃	6・10	4.3	0.20	5.6	2.9	0.93
	7・23	4.5	0.25	5.5	2.8	0.99
	9・10	4.6	0.32	5.6	2.2	0.76
低収圃	6・10	4.6	0.25	5.7	2.5	1.10
	7・23	4.4	0.24	5.1	2.8	1.27
	9・10	4.6	0.27	5.0	2.6	0.97

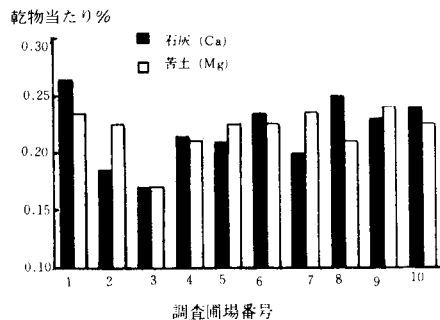
育の経過とともにりん酸濃度は高くなり、逆に苦土濃度は低下する傾向があった。また、第3図のように、7月23日の葉中石灰濃度と加里濃度との間には負の相関が、葉中石灰濃度と土壌pHとの間には正の相関がみられた。

一方、果実中の石灰、苦土濃度と収量との関係は特に



第3図 上位3葉中の加里濃度と石灰濃度及び葉中石灰濃度と土壌PHとの関係

みられなかった。しかし、果実中の石灰濃度が0.25%以下になると尻腐れ果が発生し易いとされていることから、この濃度を基準にすると、第4図に示したように、調査10圃場中8圃場で果実中の石灰濃度が基準値より低い値を示した。



第4図 現地調査圃場における果実中石灰、苦土含量(1986)

4) 土壌の化学性

第4表に1986年の調査圃場における土壌の化学性について、6月10日、7月23日、9月10日の3回測定し、その時の最高、最低、平均値を示した。これによると、土壌の化学性と圃場の収量水準との間には一定の傾向はみられなかった。しかし、全体的にpH、塩基飽和度が低く、反対に交換性加里濃度は平均で2.3meqと高い値を示した。このためMg/K比も10圃場中9圃場で九州における土壌診断基準値の2.0を下回った。

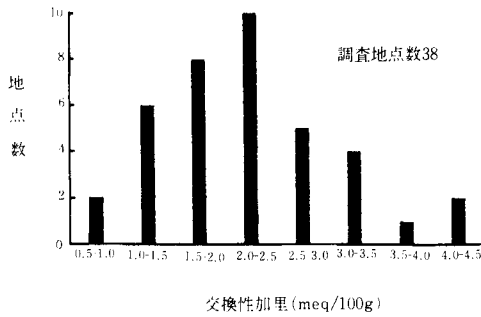
前述の有機物の施用状況に関する聞き取り調査結果からも解るように、土壌中における加里の蓄積傾向は牛ふん厩肥等有機物の多投が原因と考えられる。また、第5図に示したように、1987年に同地域で38か所の圃場を対象に実施した土壌中の加里の蓄積実態に関する調査でも2.0~2.5meqの圃場が最も多く、2.0meq以上の圃場が全体の半数以上もあり、前年の調査結果ともほぼ一致した。

一方、土壌中の交換性加里の水準ごとに土壌の化学性及びピーマン葉中の成分濃度を比べてみると、第5表のように土壌中の交換性加里が多くなるほど土壌中のMg/K比の低下がみられた。なお、土壌中の加里は葉中の加里と正の相関を、葉中の石灰、苦土とは負の相関を示した。また、土壌中の加里が増加するほど草丈、節間長もやや大きくなる傾向がみられたが、収量との関係は明らかでなかった。

このように、土壌中における加里の蓄積や、それに伴う塩基バランスの悪化は、収量に対する直接的な影響より、当地域で多発し問題となっている尻腐れ果の

第4表 栽培期間中の土壌の化学性(1986)

調査圃場	pH	EC (H ₂ O)(mS)	有機態 N (mg)	CEC (meq)	交換性塩基 (meq)			塩基 飽和度 (%)	Ca/K	Mg/K	硝酸 P ₂ O ₅ (mg)	
					Ca	Mg	K					
多収圃	最高	6.6	1.30	49.5	27.5	18.1	5.0	4.8	98	16.5	4.5	29.2
	最低	4.4	0.08	9.1	16.0	3.5	0.6	1.1	32	1.6	0.3	13.7
	平均	5.6	0.37	22.2	22.3	10.6	2.8	2.4	68	5.2	1.3	21.5
中収圃	最高	6.4	0.54	38.2	21.7	13.6	3.1	2.2	83	10.7	2.4	18.3
	最低	5.2	0.08	3.9	20.0	5.9	1.1	0.8	39	3.8	0.7	5.2
	平均	5.8	0.20	13.8	20.6	9.4	2.0	1.5	64	6.7	1.5	12.0
低収圃	最高	6.5	0.48	25.8	30.0	16.3	4.0	4.1	17	8.0	1.8	69.3
	最低	5.6	0.06	4.0	14.5	5.0	1.6	1.7	62	1.2	0.5	14.9
	平均	6.0	0.20	15.5	20.8	10.2	2.8	3.5	78	4.3	1.1	39.9



第5図 現地調査での交換性加里の分布(1987)

第5表 現地における土壌中加里水準とピーマンの育成(1987)

土壌中の 交換性加里水準 (meq/100g)	土壌中無機成分組成 加里酸和 Ca/Mg Mg/K 度(%) 比 比			葉中無機成分(乾燥物中%) K Ca Mg			草丈 cm	節間長 cm	収量 t/ha
	度(%)	Ca/Mg 比	Mg/K 比	K	Ca	Mg			
1.4以下	6	3.8	3.0	5.0	2.4	0.85	89	9.1	6.24
1.5~1.9	8	4.3	2.0	5.0	2.3	0.72	89	7.6	5.98
2.0~2.4	12	3.4	1.5	5.3	2.2	0.62	91	10.1	6.25
2.5~2.9	11	4.1	1.3	5.3	2.3	0.64	94	9.5	4.34
3.0以上	16	4.0	1.0	5.2	2.1	0.62	96	10.0	6.44

発生を助長し、ピーマンの品質低下に関与しているものと推察される。

5) 土壌の物理性と根群分布

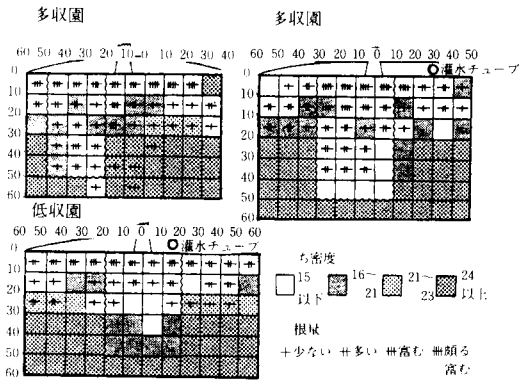
多収圃では下層にち密度24以上を示す圧密層がなく、全層にわたって細根が分布していた。特に表層30cm以内の細根の発達が良好であった。また、水田転換畑で見られるように、地下水が高い圃場では旧鋤床層以下に枯死した細根がみられるものの、畦を高くする等排水や根群域の拡大が図られた所では、高畦部での細根が多かった。

一方、低収圃では20cm以下にち密な層が有り、根群域が極めて浅いうえに、透水性不良のため根の発達を著しく阻害していた。なお、このような圃場では青枯

病等による病害の発生もみられた。

また、作土30cm以内にも密度25以上の圧密層が存在する圃場では、トレンチャー深耕による排水対策が行われているが、灌水チューブをマルチ下で深耕部直上に設置している場合には、深耕部の根量が少なく低収であった。このことは、深耕直上部での多灌水により水が深耕部に滞水し湿害による根系障害を起こしたり、水が深耕部に沿って流出し無深耕部への浸潤が少なく、灌水の効果が少なかったためと考えられた。

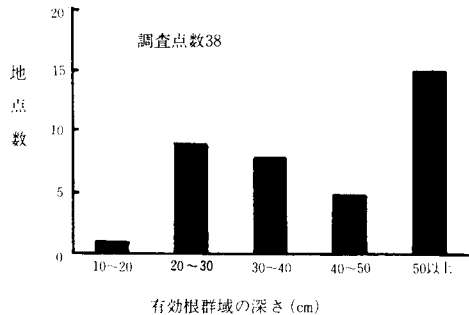
第6図に、これらの調査結果からの事例として、下層土の物理性及び深耕に伴う灌水チューブの設置場所の違いとピーマンの根量との関係について模式図で示した。



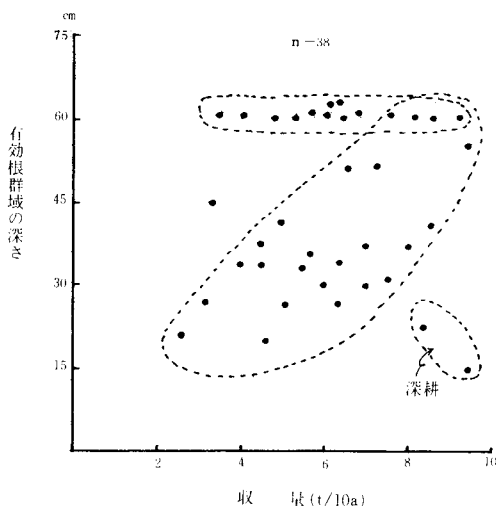
第6図 現地のピーマンに見られた深耕に伴う多収と低収事例

なお、1987年に調査した38か所の圃場について有効根群域の度数分布を第7図に、有効根群域の深さと収量との関係を第8図に示した。有効根群域の度数分布では40cm以下のものが約半数の18圃場でみられた。

有効根群域が50cm以下の圃場では、深耕が行われている圃場を除き、有効根群域が浅くなる程収量も低下する傾向がみられた。ピーマンの生育や収量に対して

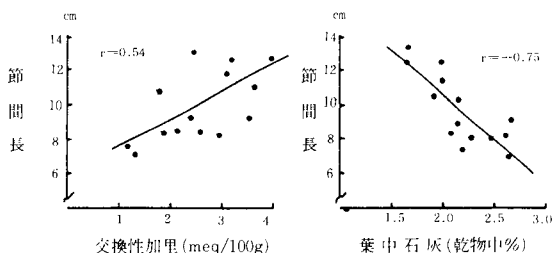


第7図 現地調査による有効根群域の分布(野津町戸上、1987)



第8図 有効土層の深さと収量

は有効根群域の深さが大きな要因ではあるが、有効根群域が50cm以上であっても、必ずしも多収に結びつかない圃場があった。これらの圃場での節間長は第9図に示すとおり土壌中の加里と正の相関が、また、葉中の石灰とは負の相関があったことから土壌の化学性や養水分管理等との関係も大きいものと考えられる。



第9図 有効土層50cm以上の圃場における節間長と交換性加里及び葉中石灰濃度(1987)

III 尻腐れ果の発生と土壌中の加里について

本県のビーマン栽培では、尻腐れ果の発生が大きな問題となっており、現地調査の結果、土壌中に加里の蓄積が著しいことが明らかとなった。そこで、加里と尻腐れ果の発生との関係及びそれを助長する要因を明らかにするため場内試験を実施した。

1. 試験方法

試験には、場内圃場に設置された縦1m×横2mの無底コンクリート枠20個を用い、60cmの深さに多腐植質黒ボク土を充填した。雨よけとして、間口1.7mの簡易ビニールハウスを付設し、4月20日に1枠当たり4本のビーマンを定植した。品種は比較的尻腐れ果の発生しやすいあきを用いた。

処理として土壌中の交換性加里含量を2水準設け、低加里区0.5meq、高加里区3.0meqとした。加里含量は作土15cmを硫酸加里で調整し、処理はビーマンの定植1か月前に行った。なお、各加里の水準ごとに有機物の施用区と無施用区を設けた。有機物資材としては、1年間以上野積みした牛ふん糞殻堆肥を用い、使用前に多量の水で養分を溶脱した。養分溶脱後の堆肥の成分は、乾物当たりN；1.8%、P₂O₅；0.9%、K₂O；0.3%であり、10a当たり5t施用ではK₂Oとして7kgに相当する。次に、灌水量については、有機物施用の有無の系列ごとに目標灌水量をPF値で2.2、2.4、2.6の3段階設け、灌水チューブを用いて1回当たり20mmの灌水を行った。

ビーマンの収穫は週に2回行い、正常果並びに尻腐れ果の個数と重量から収量及び尻腐れ果の発生率を求めた。収穫果実から尻腐れ果を除いた10個体を1区の試料とし、80℃で乾燥後粉碎して無機成分の分析に供試した。

土壌溶液中の無機成分の分析用として、追肥前の土壌の一定量を土壌溶液採取管に詰め、24時間冷蔵庫内(5℃)で吸水させて飽和状態にしたものを3,000rpmで30分間遠心分離し、土壌溶液を採取した。

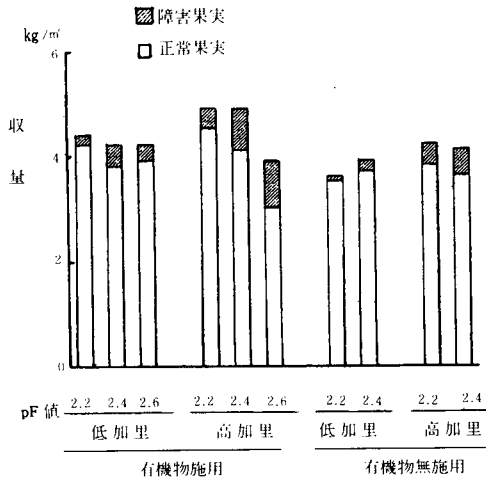
10a当たり施肥成分量は全区に基肥としてNを20kg、P₂O₅を40kg施用し、追肥には低加里区にN及びK₂Oを、また、高加里区にはNを7月と9月の2回10kgずつ施用した。

2. 結果及び考察

1) 尻腐れ果の発生率の推移と発生要因

土壌中の加里水準とビーマンの尻腐れ果の関係では第10図に示したように、低加里区に比べ高加里区では尻腐れ果の発生が多かった。なお、有機物施用区では無施用区に比べ全体的に収量は高くなったものの、尻腐れ果も多発した。

また、第11図に示した土壌中の加里水準及び土壌水分と尻腐れ果の発生率の推移をみても、低加里区に比べ高加里区で発生率が高く、特に高加里区では灌水間



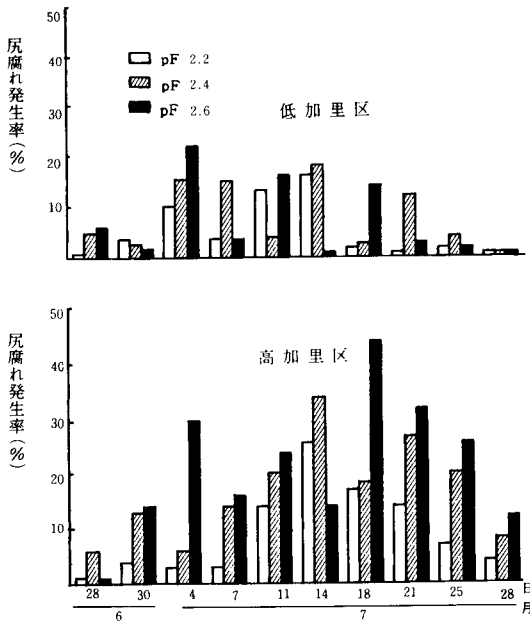
第10図 収量に占める尻腐れ果の重量(7月)(1988)

隔が長くなるほど、つまり、土壌水分が低くなる程尻腐れ果の発生が多くなる傾向が見られた。

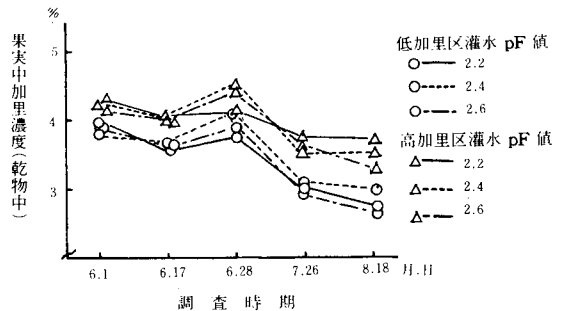
さらに、尻腐れ果の発生率の推移と最高気温との関係を第12図でみると、6月中旬、7月中旬、8月上旬にそれぞれピークがみられ、なかでも収獲量が最も多い時期に当たる7～8月の発生率は、高加里区で高くなった。なお、これらのピークは最高気温が30℃を越えた時期と一致した。このことは、福元らが、夏期の高温は果実肥大を促進し、吸収された石灰の果実への分配が肥大発育に追いつかないためとしていることからも理解できる。

2) 果実中の無機成分濃度

第13図は果実中の加里濃度を時期別に示したものである。果実中の加里濃度は6月から8月の全調査時期で、高加里区が低加里区より明らかに高く推移した。

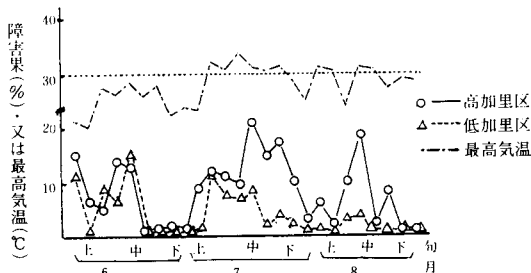


第11図 灌水量の違いと尻腐れ果発生率の推移(1988)



第13図 果実中加里濃度の時期別変化 (有機物施用区)(1988)

しかし、土壌水分及び有機物施用との関係はみられなかった。また、第6表のように果実中の石灰濃度と土壌中の加里との間にも一定の傾向はみられなかった。このことは、分析試料の調整にあたって尻腐れ果の発生個体を除外したことも一因と考えられる。なお、福元らも尻腐れ果の発生は石灰の吸収が阻害される条件



第12図 土壌中の加里及び最高気温と尻腐れ果発生率の推移(1988)

第6表 ピーマン果実中の石灰濃度の推移(1986)

有機物	加里水準	灌水点	6月1日	6月17日	6月28日	7月26日	8月18日
施用	低加里	pF 2.2	0.16	0.19	0.22	0.24	0.16
		pF 2.4	0.13	0.17	0.22	0.22	0.16
		pF 2.6	0.13	0.19	0.24	0.22	0.15
無施用	低加里	pF 2.2	0.12	0.19	0.19	0.22	0.16
		pF 2.4	0.13	0.18	0.23	0.20	0.16
		pF 2.6	0.13	0.19	0.19	0.20	0.14
高加里	低加里	pF 2.2	0.14	0.18	0.22	0.23	0.14
		pF 2.4	0.14	0.18	0.21	0.23	0.14
高加里	低加里	pF 2.2	0.13	0.16	0.19	0.22	0.13
		pF 2.4	0.14	0.18	0.19	0.21	0.13

とともに、吸収された石灰が果実内に充分転流されなかったときに発生し、また、多加里は石灰の吸収阻害要因の一つであることを指摘している。

第7表は、尻腐れの発生果について、果実の部位別に無機成分濃度を分析した結果を示したものである。この表から明らかに各部位とも正常果に比べ、尻腐れ発症果は果実中の石灰濃度が低く、逆に加里濃度が高くなり、加里と石灰に拮抗現象があることが解った。この傾向は特に果尻部で顕著であった。

このことから、ピーマンによる加里の多量吸収は果尻部への石灰の転流を阻害するとともに、果尻部への加里の集積を促進し、石灰と加里濃度間にアンバランスが生じるため、石灰欠乏症としての尻腐れ果を誘発するものと考えられる。

第7表 尻腐れ発生果の部位別無機成分濃度(1988)

		(乾物当たり・%)		
試料	成分	果頂部	中間部	果尻部
尻腐れ発生果	K	2.56	2.88	3.21
	Ca	0.10	0.03	0.02
	Mg	0.14	0.13	0.13
正常果	K	2.47	2.47	2.52
	Ca	0.16	0.10	0.07
	Mg	0.14	0.12	0.12

3) 土壌の加里レベルと土壌溶液中の無機成分濃度

7月14日に測定した追肥前の土壌溶液中の無機成分組成を第8表に示した。

これによると、多水分区ほど交換性塩基含有量や土壌溶液中の塩類濃度が低い傾向がみられた。このことは一つには灌水による養分の溶脱が考えられる。一方、高加里区は低加里区に比べ土壌溶液中の加里濃度が著しく高い値を示した。なお、交換性塩基含有量は石灰に

第8表 土壌中の交換性塩基と土壌溶液の塩類組成(1988)

有機物	加里水準	灌水点	Ca		Mg		K	
			交換性	土壌溶液	交換性	土壌溶液	交換性	土壌溶液
施用	低加里	pF 2.2	17.3	280	5.2	258	0.26	41
		pF 2.4	17.4	725	4.7	642	0.13	28
		pF 2.6	19.1	760	3.9	833	0.31	85
	高加里	pF 2.2	11.9	330	3.4	258	1.97	723
		pF 2.4	17.7	1160	4.6	1250	3.00	1479
		pF 2.6	20.7	925	5.5	1067	2.96	1077
無施用	低加里	pF 2.2	14.6	200	3.6	158	0.17	41
		pF 2.4	15.5	510	4.1	517	0.28	74
	高加里	pF 2.2	14.7	1160	3.3	992	2.50	1810
		pF 2.4	14.2	1130	3.8	1175	3.58	2495

単位：交換性塩基、meq/100g 土壌溶液の塩類組成、 μ eq/100g

比べて加里が明らかに低い値であったのに対し、土壌溶液中では両者がほぼ同程度か、むしろ加里濃度の方が高くなる傾向を示した。このことから、土壌中における加里の蓄積は石灰の吸収に対し拮抗的に働くことが明らかであった。

次に、有機物施用に伴い尻腐れ果の発生が助長された点については、福元らも果実肥大が著しく促進される場合に石灰の分配に影響を及ぼし尻腐れ果が発生するとしているが、有機物施用により地上部の生育が旺盛になり、同時に果実の肥大も促進される結果、土壌からの養分吸収と植物体における分配速度との間にアンバランスを生じることも一因であると推察される。

IV 深耕条件下における灌水方法と収量

下層土がち密で有効根群域の小さい圃場では、根群域の拡大と排水対策を兼ねて深耕が行われているが、現地調査の結果、深耕部直上の灌水による湿害や、多灌水によるマルチ内の養分溶脱が懸念された。

現地のマルチ栽培において、マルチ下の灌水は灌水量の把握が困難であることから、多灌水の傾向になりやすい。このことによって、根群の最も発達する作土の養分が流亡しやすく、主要根群域における適正な養分の維持が困難となり、養分欠乏から草勢低下をもたらすものと考えられる。

そこで、根群域における土壌中の養水分を適正に保つための有効な灌水方法について検討した。

1. 試験方法

試験は、場内試験圃場を用いたが、土壌は全層多腐植質黒ボク土壌で、有効根群域は25~30cmと下層土が極めてち密な透水不良畑である。

深耕処理は、間口3.4mの簡易ハウス内に、ハウスに平行して幅30cm、深さ40cmの深耕処理を2列作り、滞水しないように、圃場の外まで深耕部を貫いた。さらに、深耕部上に幅90cm、高さ15cmの畦をつくり、ピーマンの植付け床とした。なお、対照として無深耕区を設けた。

また、灌水は灌水間隔を2日間断(目標灌水点、pF2.2)とした多灌水区と6日間断(目標灌水点、pF2.6)とした少灌水区の2水準を設け、1回の灌水量を20mmに設定した。さらに、多灌水区、少灌水区のそれぞれについて、灌水チューブの設置位置を違え、マルチ下の深耕部直上区と、マルチ下の深耕側部区及びマルチ上設置区の3処理区を設けた。

供試品種には土佐かつらを用い、株間60cmで1畦1条植えとした。なお、10a当たり施肥成分量は全区とも基肥にN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ20kg、追肥としてNとK₂Oを7月と9月に10kgづつ施用した。なお、土壌改良資材として全面にようりんと苦土石灰を、それぞれ300mg、また、有機物として牛ふん厩肥を粉砕とともに堆積し醗酵させた牛ふん粉殻堆肥5tを各区共通に施用した。

ピーマンの収穫は、週2回行い、月別の収量として示した。主幹径は、株元から5cm上部の直径を測定した。

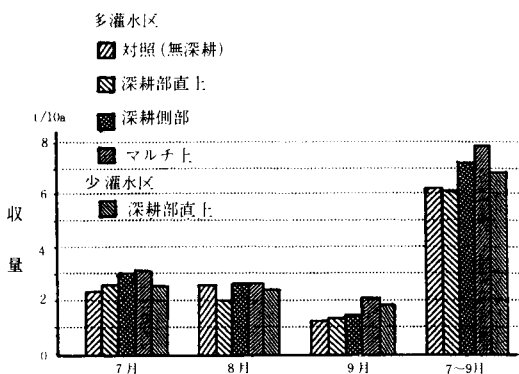
なお、畦の中心で深さ15cmと40cm(深耕部)の位置にテンションメーターを設置し、毎日の水分変化を記録した。また、生育期間中における土壌中の養分の垂直分布を追肥前の7月15日に測定した。

収穫終了後、各処理区から1株を選定し、株を中心に中央部30cm、通路側30cm、外側30cmについて、深さ0~10cm、10~20cm、20~40cm、40~60cmの根を採取し、水洗後乾燥重を求めた。なお、この場合の中央部の深さ20~40cmは深耕部に相当する。

2. 試験結果及び考察

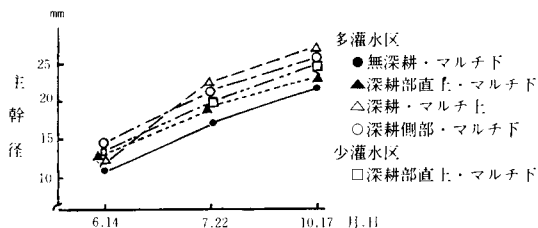
1) 灌水方法とピーマンの生育及び収量

灌水方法の違いとピーマンの収量との関係を第14図でみると、マルチ下の深耕直上灌水では無深耕の場合と同程度であったが、灌水チューブの設置位置を深耕側部にしたり、マルチの上にして水を深耕部に集中させないようにすると収量も高くなった。一方、灌水量を控え、灌水間隔を6日にすることでも、無深耕に比べ収量は高くなった。



第14図 深耕に伴う灌水方法と収量(1988)

次に、地上部の生育を主幹茎の増加でみると、第15図に示すように、多灌水區の中では、深耕區はいずれも無深耕區より主幹茎の肥大が大きかった。また、深耕區の中でも灌水方法によって差異がみられ、深耕部直上灌水に比べ、深耕側部やマルチ上灌水區の肥大が優った。なお、主幹茎の処理間差は生育後半に大きくなる傾向があった。



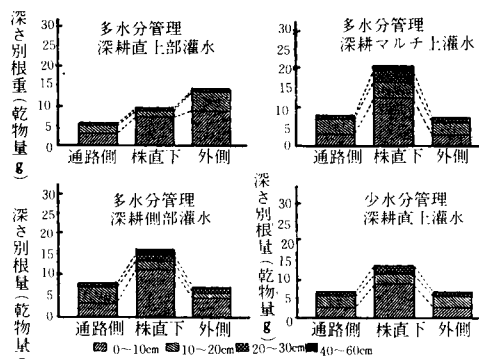
第15図 深耕に伴う灌水チューブの設置場所と主幹径の推移(1988)

2) 灌水方法の違いと根群分布

灌水方法の違いによる層別根量の分布については、マルチ下の深耕側部灌水、及びマルチ上灌水に比べて深耕部直上灌水に比べて深耕部での根量が増加した。また、これらの区では0~20cmの表層の根量も多くなった。

収穫終了時の下層土のち密度は、無深耕部では24以上の値を示し、根の伸長がこのち密な層により明らかに阻害された。一方、深耕部のち密度は最大でも16~18で極めて膨軟であった。

なお、第16図と第9表に畦内の根群分布及び土壌の物理性を示した。



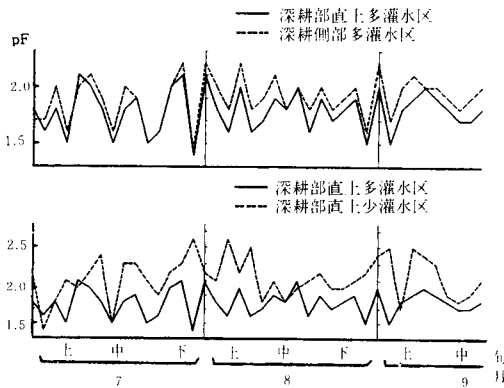
第16図 深耕に伴う水分管理の違いと根群分布(1988)

第9表 供試圃場の物理性(1988)

深さ cm	三相分布 (pF 1.5)			容積重 g	透水係数 cm/sec	平均 孔隙度
	固相	液相	気相			
10~20	24.2	56.5	19.3	61.5	8.4×10^{-3}	10
20~30	30.2	62.5	7.3	76.6	2.5×10^{-4}	25
50~60	28.7	63.0	9.3	72.2	2.5×10^{-6}	25
深耕部	24.4	58.3	17.7	63.0	4.4×10^{-3}	13

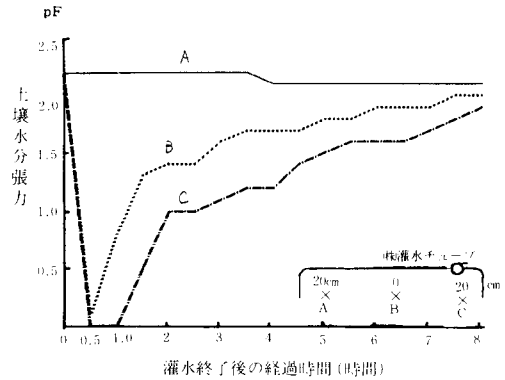
3) 深耕に伴う灌水と土壌水分の変化

深さ40cmの深耕部における土壌水分張力 (pF値) の推移を第17図に示した。水分の蒸散量が多く土壌が乾燥する時期に当たる7月中旬以降でも、多灌水区は少灌水区に比べて低値で推移し、深耕部がかなり多湿に経過していることが解った。しかし、灌水チューブをマルチ下の深耕側部に設置した場合には、深耕部直上に設置した場合に比べてやや高めに推移したことから、灌水による深耕部への水の集中がやや緩和されたものと考えられる。



第17図 灌水による深耕部(40cm深)の土壌水分の推移(1988)

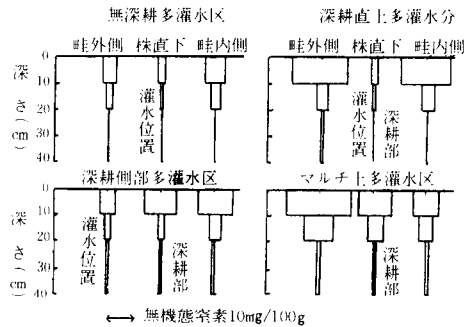
次に、灌水直後の灌水チューブの位置と畦内の水の浸潤速度との関係について、マルチ下深耕側部灌水の場合で調査した結果を第18図に示した。pF2.2で灌水を開始し、20mmの灌水終了後、チューブの設置位置から40cm離れた畦の反対側では、深さ15cmの部位が浸潤するのに約4時間を要した。また、灌水チューブ直下では、灌水終了後30分~1時間後にはpF値が最低を示し、その後徐々に上昇を始め、8時間後には畦内がほぼpF2.0となった。このように、灌水した水の土壌中での浸潤は主として縦方向に進み、横方向への移動は少ないものと推察される。このため、深耕部直上灌水は深耕部に水が集中することになり、畦の両端に対する灌水効果が少なくなるものと考えられる。



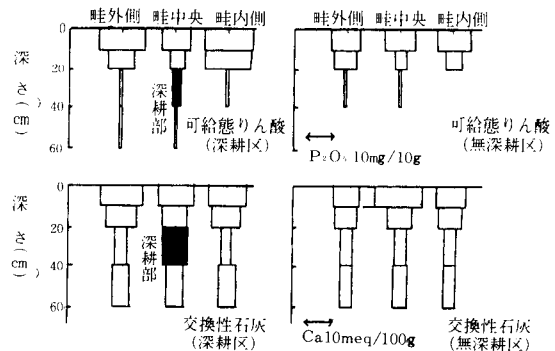
第18図 灌水後のマルチ内水分の変化(深さ15cm)(1988)

4) 深耕に伴う灌水と土壌の養分分布

灌水方法の違いによる土壌中の無機態窒素の垂直分布を第19図に、深耕の有無による可給態りん酸及び交換性石灰の垂直分布を第20図に示した。



第19図 灌水方法と畦内土壌中の無機態窒素の分布(1988)



第20図 深耕に伴う畦内の土壌養分の分布(跡地土壌)(1988)

マルチ下に灌水チューブを置いた場合には、深耕、無深耕を問わず、各層とも灌水チューブ直下の無機態窒素濃度が低い値を示した。これは、灌水のための溶

脱によるものと考えられるが、特に深耕部直上での多灌水は根が最も多く分布する株直下の窒素の溶脱を促進し、ピーマンの生育や草勢の維持の面からも好ましくないとされる。これに対しマルチ上からの灌水の場合には、灌水された水は畦の両側から株元に向かって徐々に浸潤し、株元に水が集中しないため畦内における窒素の溶脱もほとんどみられなかった。また、深耕側部灌水の場合も根の分布の多い株直下での溶脱が比較的少ないことが解った。

以上のことから、深耕部直上での灌水に比べ、深耕側部灌水やマルチ上灌水は、施肥を含めた土壤養分の維持の面からも有利であると考えられる。

吉永らは、土壤中での養分について、りん酸は窒素に比べて比較的移動が少ないことを報告している。このことは、表層に施用されたりん酸が下層には移動しにくいことを示している。また、現地でもりん酸肥沃度の低い黒ボク土壌の下層土改良のため、深耕部に直接りん酸質資材の投入を行っている場合が多い。しかし、今回の試験では表層土壌によりりんを10a当たり300kg施用し、混和後深耕を実施した場合でも、深耕部における土壌中のりん酸は無深耕部に比べて明らかに富化されており、深耕部に直接りん酸資材を投入する必要はないものと考えられる。なお、下層土の酸性改良のための石灰質資材の投入方法についても同様のことが言える。

V 総合考察

現地における雨よけピーマン栽培土壌と生産力に関する実態調査結果から、収量に対する圃場間差が大きく、解析試験の結果これらの原因は主に有効根群域の浅い圃場が多いことや、有機物の多量施用に起因するとみられる土壌中の加里の蓄積が尻腐れ果の発生等生理障害を助長していることが明らかとなった。

また、当地域には圃場整備畑が多く、種々の水準の透水性を持つ圃場があるが、かなりの農家で根群域の拡大と排水対策のためトレンチャーによる深耕を実施している。しかし、灌水方法によっては、むしろ低収をもたらしている実態も明らかになった。

大分県農業技術センター畑作部は、1980～1982年にピーマンの生産力と灌水量との関係を検討し、透水不良畑の場合は灌水を控え目に、また透水良好の場合には灌水を多くすることで多収例を得ている。しかし、一方では透水良好畑は透水不良畑に比べて6～7月に尻腐れ果が多発することを指摘している⁶⁾。

また、綿原も高温乾燥時の8～9月には、灌水量

を多くする必要があると述べている³⁾。なお、一般的に土壌の乾燥が石灰の吸収を抑制し尻腐れ果の発生を助長するとの認識から、現地では灌水量が多くなる傾向がある。そのため、下層に不透水層をもつ圃場では、深耕部直上で多灌水を行うと、水が深耕部に集中し、むしろ湿害となることが予想された。

そこで、深耕を伴う雨よけピーマンの灌水にあたって、灌水チューブの設置位置や灌水量が根の分布と収量に与える影響について検討した。

その結果、マルチ下で深耕直上部に灌水チューブを設置すると、1回20mmで2日間断の灌水では深耕部が過湿となり、根量が少なく低収となった。しかし、深耕直上部の側方位置や、マルチの上部に灌水チューブを設置し、水を深耕部に集中させないようにすると深耕部及び作土の根量が著しく増え増収となった。一方、マルチ下で深耕直上部に灌水チューブを設置した場合でも、灌水を6日間断にすれば深耕部の根量、収量ともに増加した。ただし、マルチ上灌水の場合は茎や葉が濡れ、病気の発生を招かないように灌水チューブの上にはわらを敷く等、水の飛散を防ぐための対策が必要である。なお、灌水チューブの設置位置を変えるか灌水間隔を変えるかについては、現地におけるピーマンの植栽方法等を考慮して決定するのが望ましい。

次に、ピーマンは果実の石灰欠乏により尻部が黒変する尻腐れ果が発生し易く、7～8月には収穫果の半分以上を占めることがある。現地における加里の過剰蓄積の実態のなかで、土壌中の加里と尻腐れ果の発生との関係が予想されたので、その軽減対策について検討した。

その結果、尻腐れ果は、7～8月の最高気温が30℃を越える時期に多発し、この時期に土壌中に加里が多い場合にはさらに発生率が高くなること等が明らかになった。

また、低加里条件では土壌水分との関係は明らかでなかったが、高加里条件では土壌水分の少ない方が発生率が高くなった。なお、有機物施用を行い、かつ土壌加里が多い場合に多発する傾向がみられた。

以上のことから尻腐れ果防止対策として、実肥としての加里の要求度から、定植前の土壌中の加里濃度を黒ボク土壌で1meq(加里飽和度5%)とし、これを越える場合は土壤診断によって基肥及び追肥量を減らす等の対策が必要と考えられる。

一方、当地域では、尻腐れ果の発生し易いあきのから、比較的発生の少ない土佐かつらへと品種の変更も図られつつあるが、あきの果実が柔らかいことや果皮の緑色が濃く光沢が優れている等、品質面で土佐か

つらより消費者に好まれている。従って、これらの高品質化指向に対応するためにはあきのに対する安定生産技術の確立がさらに望まれる。

VI 摘 要

雨よけピーマン栽培における収量の低迷や品質低下の問題は、当地域に分布する火山灰土壌の理化学的な地力低下に起因するものと考えられる。そこで、現地の実態を調査するとともに、その対策試験を実施した。

- 1) 現地調査の結果、ピーマンの生産力低下には、深耕に伴う灌水方法と土壌中における加里の蓄積に原因があった。
- 2) 土壌中の加里含量が高くなるほど、土壌水分が少なくなると尻腐れ果が発生し易い。
- 3) 土壌中の加里含量が高い場合には、有機物の施用で尻腐れ果が多発する。
- 4) マルチ下で深耕部真上に多灌水すると深耕部が過湿となり、根量が減少し、収量も低下した。
- 5) 灌水位置を深耕直上部からずらすか、灌水チューブをマルチの上に置くと根量も増し増収となった。
- 6) マルチ下に灌水する場合は、灌水を1回20mmで6日間隔にすると、深耕部の根量が増え収量も増加した。

引用文献

1. 福元康文・岩崎昭雄・服部一朋（1979）：ピーマンの尻腐れ果発生に関する研究、（第1報）尻腐れ果発生要因について、園芸学会中国支部昭54発表要旨、508
2. 福元康文・加藤 徹（1981）：ピーマンの尻腐れ果発生に関する研究、（第6報）果実肥大速度と尻腐れ果発生との関係について、昭和56年春期園芸学会発表要旨、278-279
3. 綿原孝夫・松田照男・谷口義彦（1968）：そ菜の養水分の時期別吸収量に関する試験、（第3報）ピーマンの養水分の吸収について、農業及び園芸43巻、693-694
4. 吉永憲正・松本満夫・上杉郁夫（1979）：ハウス栽培における施肥法の違いが土壌養分の分布とピーマンの生育収量に及ぼす影響、高知農林技術研究所研究報告第11号、77-82
5. 大分県農業技術センター（1984）：研究資料第5号、地域農業複合化推進試験報告書、13
6. 大分県農業技術センター・畑作部（1982）：土壌肥料試験成績書、1-11

The Occurrence Factors and Possible Countermeasures Against Growth
Impediments of Sweet Peppers Grown Under Rain
Shelters on Kuroboku-Upland Soils

Teruto YANO and Tadashi ONO

Summary

When sweet pepper is cultured with film mulch under rain shelters on Kuroboku-Upland soils, yield decline and quality deterioration occurs. It was thought that these problems were caused by the physical and chemical properties of the volcanic ash soils found in this region. Actual field conditions were investigated and possible countermeasures were examined.

1. As a result of the investigation, it was found that two of the occurrence factors that impeded growth were irrigation related to deep plowing and the accumulation of potassium in the soil.
2. Potassium accumulation in the soil caused vascular browning of the sweet pepper fruits. This browning increased with a decrease in the soil's water content or with the application of compost.
3. Root densities and fruit yield decreased when irrigation with much water was done directly over the deep-plowing position and under the film mulch. This was due to too much moisture near the bottom of the deep-plowing position.
4. When the irrigation tube was placed either away from the deep-plowing position and under the film mulch or on top of the film mulch, then root densities and fruit yield increased. This yield remained at a higher level in the later-half period than with irrigation done directly over the deep-plowing position.
5. Even if the irrigation tube was placed under the film mulch and directly over the deep-plowing position, irrigation with less water increased root densities and fruit yield.