

リン酸過剰による高温下でのダイコンの葉枯れ障害*

川合貴雄・小野芳郎・内藤恭典

Necrotic Disorder in Leaves of Japanese Radish
at High Temperature by Excessive Phosphorus

Takao KAWAI, Yoshirou ONO and Yasusuke NAITO

緒 言

岡山県倉敷市連島町の砂質土地帯において1975年ごろからダイコン‘夏みの早生3号’の夏播き栽培で葉枯れ障害が発生し、被害面積は約20haに及んだ。障害を受けた根は肥大の遅延、肉質の硬化、辛味の発生等により品質が著しく低下したために産地では重大問題となった。生産現場における発生時期は7月中旬から9月中旬ごろまでで、その後はみられなかった。また、発生の有無やその程度が圃場により異なることも観察された。

そこで、本症の発生要因を明らかにし、防止技術を確認するために1982年から'84年にかけて生産現場における発生実態調査、播種期、施肥等による再現試験および抑制効果試験を行った。

調査および試験遂行に当たり、多大なご協力を賜った倉敷農業改良普及所、連島町農業協同組合、岡山県普及園芸課、岡山県経済農業協同組合連合会、当場化学部および野菜・花部の関係者の方々に対して深謝の意を表する。

材料および方法

発生実態調査は倉敷市連島町江長地区（以下生産現場と記す）のダイコン栽培圃場で行った。試験は‘夏みの早生3号’を用い、当場のビニルハウス内および生産現場の葉枯れ障害発生圃場で行った。当場内の供試土壌は中粗粒黄色土、生産現場の供試土壌は中粗粒褐色低地土であった。圃場試験での施肥量は施肥試験以外はa当たり窒素、リン酸、カリをそれぞれ1.1kgとし、栽植密度は畝幅120cm、株間27cmの2条播きとした。

葉枯れ障害の調査は、障害が発生してそれ以上発生

が進行しないことを確認してから行った。葉枯れ障害の程度は、0（健全）、1（葉縁に紫斑点）、2（葉縁から内部へ2mm程度黒紫色または黒褐色に変色）、3（葉縁から内部へ1cm程度灰白色または黒褐色に変色）、4（葉脈の周辺だけに緑色を残し、他の部分は灰白色または黒褐色に変色）、5（葉身全体が壊死）の段階に指数化した。

気温および葉温はサーミスタ打点式記録温度計（千野製作所、KT-812）を用いて測定した。

土壌の可給態リン酸はトルオーグ法、土壌の交換性塩基類はpH7.0の1N酢酸アンモニウムで抽出した後、カリウムは炎光法、カルシウムおよびマグネシウムは原子吸光法で定量した。ダイコンの葉については、リンはモリブデン青法、カリウムは炎光法、カルシウムおよびマグネシウムは原子吸光法で分析した。

1. 生産現場での発生実態

1982年に発生症状を観察するとともに発生圃場と無発生圃場について各6か所の土壌の化学性調査およびダイコンの葉分析を行った。

2. リン酸施肥量の影響

当場の未耕地土壌を1/2,000aのワグネルポットに充填し、1ポット当たりリン酸1, 2, 4, 6, 8gの各施用区および無施用区を設けた。リン酸は過リン酸石灰を用いた。リン酸以外の肥料として1ポット当たり窒素、カリウムをそれぞれ1g、苦土石灰を6g施用した。2回作付けし、第1回目は1984年8月14日に播種し、第2回目は、第1回目の調査終了後、1回目と同様の処理を行い、11月5日に播種した。なお、ポット全体をビニルで被覆して日中の気温が30℃以上になるよう留意した。一区1ポット2株、2反復と

*本報告の一部は園芸学会昭和60年度秋季大会および昭和61年度春季大会で講演発表した。

1992年12月28日受理

し、第1回目の作付けでは10月28日、第2回目の作付けでは2月7日に葉枯れ障害の程度を調査した。

3. カリ施用による障害抑制効果

生産現場の葉枯れ障害常発圃場の土壌を1/2,000 aのワグネルポットに充填し、1ポット当たり硫酸カリ2, 4, 6 g施用の各区および無施用区を設け当場内で実施した。カリ以外の肥料は1ポット当たり窒素3 g, リン酸2 g施用し、1984年7月26日に播種した。一区1ポット2株、2反復として8月30日と9月10日に葉枯れ障害の程度を調査した。

4. 各種無機成分含有資材施用による障害抑制効果

前項3と同様に常発圃場の土壌を1/2,000 aワグネルポットに充填し、1ポット当たり硫酸マグネシウムを4 gまたは8 g施用、硫酸マンガン0.75 gまたは1.50 g施用、硫酸第1鉄を0.3 gまたは0.6 g施用、硫酸亜鉛を0.1 gまたは0.2 g施用、ホウ砂を0.05 gまたは0.10 g施用の各区と無施用区を設け、当場内で実施した。三要素肥料は1ポット当たり窒素3 g, リン酸2 g, カリ2 gを施用した。1984年7月26日に播種し、一区1ポット2株、2反復として8月30日および9月10日に葉枯れ障害の程度を調査した。

5. 堆肥施用による障害抑制効果

前項3と同様に常発圃場の土壌を1/2,000 aポットに充填して1ポット当たり稲わら堆肥50 gまたは150 g施用区と無施用区を設け、当場内で実施した。三要素肥料は1ポット当たり窒素3 g, リン酸2 g, カリ2 gを施用した。1984年7月26日に播種し、一区1ポット2株、2反復として8月30日と9月10日に葉枯れ障害の程度を調査した。

6. 施肥改善による障害抑制効果

生産現場の葉枯れ障害常発圃場でリン酸無施用 (a 当たりN1.0kg, P₂O₅0kg, K₂O1.0kg) 区, リン酸無施用・カリ増施 (a 当たりN1.0kg, P₂O₅0kg, K₂O4.0kg) 区, リン酸無施用・窒素・カリウム増施 (a 当たりN1.5kg, P₂O₅0kg, K₂O4.0kg) 区および対照 (a 当たりN1.0kg, P₂O₅1.0kg, K₂O1.0kg) 区を設け、1984年7月25日に播種した。一区56本、4反復として9月7日に葉枯れ障害の程度別株数および肥大根重を調査した。

7. 播種期の影響

試験1 生産現場の葉枯れ障害常発圃場で1982年7

月12日、7月28日、8月25日および9月14日の4回播種した。一区36㎡、2反復とし、7月12日播種は8月31日、7月28日播種は9月19日、8月25日播種は10月18日、9月14日播種は11月28日にそれぞれ肥大根重と葉枯れ障害の程度を調査した。

試験2 生産現場の葉枯れ障害常発圃場の土壌、同地区の未耕地土壌および当場の畑地土壌を1/2,000 aのワグネルポットに充填して、それぞれのポットに1983年4月19日、5月17日、6月21日、8月2日および9月2日の5回播種し、当場内で実施した。肥料は1ポット当たり窒素1.2g, リン酸0.8g, カリ0.8gを施用した。一区1ポット2株、2反復として葉枯れ障害の程度を調査した。また、生育期間中の気温および日射量を測定して葉枯れの障害程度と気温および日射量との関係も調べた。

8. 高温処理の影響

生産現場の葉枯れ障害常発圃場の土壌を1/2,000 aのワグネルポットに充填し、本葉12枚に達した時期からポットに透明ビニルを被覆した高温処理区と透明ビニルを水平張りした無処理区を設け、これにリン酸の標肥条件 (0.8g/ポット) および多肥条件 (2.3g/ポット) を組合せ、当場のビニルハウス内で実施した。肥料は1ポット当たり窒素1.2g, カリ0.8g施用した。一区1ポット2株、2反復として葉枯れ障害の程度を調査した。

試験は2回行い、1回目は1983年9月2日に播種して10月4日から11月3日まで処理し、2回目は12月8日に播種して翌年2月2日から2月14日まで処理した。

9. 冷水細霧処理による障害抑制効果

生産現場の葉枯れ障害常発土壌を1/2,000 aワグネルポットに充填して当場のビニルハウス内で、1983年7月25日にポットに播種し、本葉が7枚展開した8月8日から処理を開始した。処理区と無処理区を設け、処理区は気温が32℃以上に上昇した時にミスト用ノズルで水道水を葉面に噴霧した。1ポットに2株育て、一区6ポット、反復なしとして葉枯れ障害の発生が十分確認できた8月29日に障害程度を調査した。また、処理期間中である8月19日から8月27日まで毎日8時から18時までダイコン葉の直上20cmの位置における気温と8月27日13時から15時までの葉温を測定した。

10. 葉上かん水による障害抑制効果

当場のビニルハウス内で、1984年9月4日に播種し

た後、ハウス内ができるだけ高温になるように管理し、葉上かん水区と地表面かん水区を設けた。葉上かん水区は如露のはす口で水が葉面に十分かかるようにかん水し、地表面かん水区は地表面に敷設したドリップ用かん水チューブで葉面にかからないようかん水処理した。かん水は2～4日毎に午前中に行った。一区50株、反復なしとして10月15日に肥大根重と葉枯れ障害の程度を調査した。

11. 寒冷しゃ被覆による障害抑制効果

当場内で、生産現場の葉枯れ障害常発圃場の土壌を1/2,000 aのワグネルポットに充填し、1ポット当たりリン酸0.8g施用の少肥区、2.3g施用の多肥区を設け、これに白色寒冷しゃ（クレモナ300番）被覆の有無を組合せ処理した。1983年8月2日に播種し、一区1ポット2株、2反復として9月16日に葉枯れ障害の程度を調査した。

12. 障害の品種間差異

試験1 生産現場の葉枯れ障害常発圃場において、みの早生群4品種、宮重群1品種用い、7月30日に播種して9月9日に葉枯れ障害の程度を調査した。

試験2 生産現場の葉枯れ症常発圃場においてみの早生群4品種、宮重群6品種用いて7月27日に播種し、9月10日に葉枯れ障害の程度を調査した。

結 果

1. 生産現場での発生実態

本障害は本葉6枚以上に生育したダイコンの中位葉に発生した。症状は最初に葉の鋸歯の先端が黒紫色を呈し、その後、葉縁全体から内部に進行して葉脈間が黒褐色、葉脈の裏面が黒紫色になった。急激に発生する場合には最初、葉脈間が水浸状になり、2～3日後には白色に変色し、さらに数日後には灰白色ないし黒

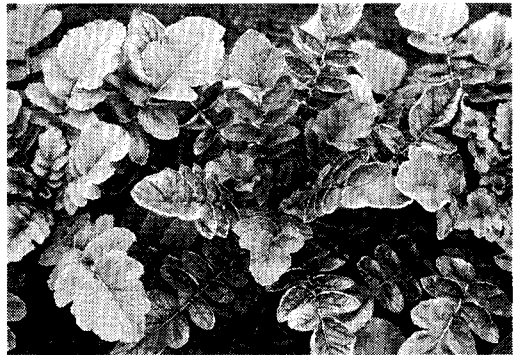
褐色に変色して枯死した（第1図）。

土壌のpH、全窒素、陽イオン交換容量、交換性カルシウム、交換性カリウム、交換性マグネシウムについては、発生圃場と無発生圃場との間には差が認められなかった。しかし、発生圃場では、無発生圃場に比べて可給態リン酸含量は高く、無機態窒素含量は低く、交換性カリウム含量は、有意ではないが、わずかに低かった（第1表）。

葉中無機成分では、葉枯れ障害の発生葉は無発生葉に比べてリン、カリウムおよび亜鉛含有率は高く、窒素、カルシウムおよびマグネシウム含有率は低かった（第2表）。

2. リン酸施用量の影響

第1回目の作付けにおける葉枯れ障害の発生は、リン酸無施用区およびリン酸1g/ポット施用区ではみられなかったが、2g/ポット以上の施用区で認められ、施用量の増加に伴って障害程度が高くなった。第2回目の作付けにおける発生は、リン酸無施用区ではみられなかったが、リン酸施用区では第1回目作付けのリン酸が残っていたため、1g/ポット区でも軽い症状が認められ、2g/ポット以上の施用区では第1



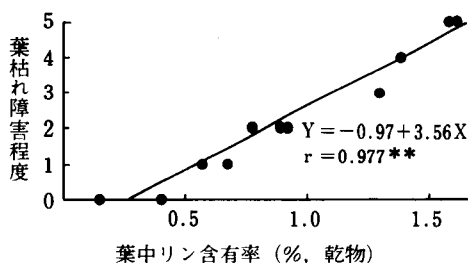
第1図 ダイコン葉枯れ障害の症状

第1表 生産現場のダイコン収穫時における土壌の化学性

項 目	葉枯れ障害無発生圃場	葉枯れ障害発生圃場	比較検定 (to) ^{a)}
pH (H ₂ O)	6.6 ± 0.5	6.8 ± 0.2	-0.9
T-C (%)	0.46 ± 0.15	0.50 ± 0.14	0.5
T-N (%)	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.02	0.8
CEC (meq/100g)	5.2 ± 0.4	4.7 ± 0.4	2.1
交換性CaO (mg/100g)	141 ± 21	150 ± 51	0.4
交換性MgO (mg/100g)	21.0 ± 5.1	19.7 ± 8.2	0.3
交換性K ₂ O (mg/100g)	21.2 ± 12.1	15.5 ± 3.1	1.1
可給態P ₂ O ₅ (mg/100g)	123 ± 35	175 ± 17	-3.2**
無機態N (mg/100g)	1.8 ± 0.9	0.7 ± 0.2	3.4**

a) **: 1%水準で有意

回目の作付けよりも障害程度が高かった(第3表)。また、この試験の各区における葉中リン含有率と障害程度との間には高い正相関が認められ、葉中リン含有率が高いほど障害程度が高かった(第2図)。



第2図 葉中リン含有率と葉枯れ障害発生との関係

** : 1%水準で有意

3. カリ施用による障害抑制効果

葉枯れ障害は、8月30日には無施用区と2g/ポット施用区でわずかに認められたが、4gと6g/ポット施用区ではみられなかった。9月10日には無施用区で著しく発生し、2g/ポット施用区でも若干認められたが、4gと6g/ポット施用区ではみられなかった。また、カリ施用量の増加に伴って葉中カリウム含有率は高まったが、リン含有率には変化がみられなかった(第4表)。

4. 各種無機成分含有資材施用による障害抑制効果

葉枯れ障害は、無施用区では8月30日にわずかに認められ、9月10日には障害程度が若干高くなった。9月10日における葉枯れ障害は、硫酸マグネシウム8g/ポット施用区、硫酸第1鉄0.6g/ポット施用区お

第2表 ダイコン葉枯れ障害の発生葉および無発生葉の無機成分含有率^{a)}

項目	無発生葉	発生葉	比較検定 (To) ^{b)}
N (%)	4.59 ± 0.29	3.96 ± 0.15	4.7 **
P (%)	0.82 ± 0.10	1.63 ± 0.19	-9.1 **
K (%)	5.10 ± 0.38	6.67 ± 0.52	-6.0 **
Ca (%)	3.03 ± 0.33	2.37 ± 0.12	4.6 **
Mg (%)	0.52 ± 0.03	0.41 ± 0.08	3.2 **
Fe (ppm)	262 ± 80	304 ± 96	-1.9
Mn (ppm)	90.0 ± 31.6	103.0 ± 20.1	-0.9
Zn (ppm)	45.2 ± 13.7	94.2 ± 18.1	-5.3 **

a) 乾物率で表した。

b) ** : 1%水準で有意。

第3表 リン酸施用量の影響

施用量 (g/ポット)	第1作目		第2作目	
	土壤中可給態	葉枯	土壤中可給態	葉枯
	P ₂ O ₅ (mg/100g)	障害程度	P ₂ O ₅ (mg/100g)	障害程度
0	3.2	0	2.8	0
1	20.4	0	24.8	2
2	14.0	1	26.2	3
4	27.2	1	54.4	4
6	33.6	2	66.6	5
8	44.8	2	59.2	5

第4表 カリ施用による障害抑制効果

施用量 (g/ポット)	葉枯れ障害程度		土壤中無機成分含有量 (mg/100g)		葉中無機成分含有率(% , 乾物)	
	8月30日	9月10日	可給態P ₂ O ₅	交換性K ₂ O	P	K
	0	1	4	84	4	0.99
2	1	2	148	6	1.03	3.82
4	0	0	101	9	1.03	5.06
6	0	0	87	12	0.99	5.56

よびホウ砂0.10g/ポット施用区で無施用区よりも障害程度がわずかに低かったが、その他の施用区では無施用区と同等ないし高かった。なお、各資材施用による葉中リン含有率には一定の傾向はみられなかった(第5表)。

5. 堆肥施用による障害抑制効果

葉枯れ障害は無施用区でかなり認められたが、堆肥施用により障害程度が低下し、150g/ポット施用区ではみられなかった(第6表)。また、堆肥施用により土壤中可給態リン酸含量はほとんど変化しなかったものの、葉中リン含有率は減少した。

6. 施肥改善による障害抑制効果

葉枯れ障害は対照区でかなり高率に発生したが、施

肥改善の各区で発生が少なく、特にリン酸無施用・窒素・カリ増施肥区で少なく、次いでリン酸無施用・カリ増施肥区で少なかった(第7表)。

7. 播種期の影響

試験1 葉枯れ障害の発生は7月12日および28日播種で最も多く、8月25日播種でわずかにみられ、9月14日播種ではみられなかった(第8表)。

試験2 葉枯れ障害の発生は6月21日および8月2日播種で最も多く、次いで5月17日および4月19日が多く、9月2日播種では発生がみられなかった。各播種期を通して発生時期をみると6月上旬から9月中旬までであり、9月下旬以後は発生がみられなかった(第9表)。本試験の各播種期における発生前の気温および日射量と3種類の土壌の平均障害程度との間に

第5表 無機成分含有資材施用による障害抑制効果

資材の種類	施用量 (g/ポット)	葉枯れ障害程度		葉中P含有率(%, 乾物)
		8月30日	9月10日	
硫酸マグネシウム	8.0	1	1	0.97
	4.0	2	2	1.06
硫酸第1鉄	0.6	1	1	1.03
	0.3	2	2	1.09
硫酸マンガン	1.5	2	3	1.00
	0.8	1	2	1.10
硫酸亜鉛	0.2	2	2	0.98
	0.1	1	2	1.00
ホウ酸	0.10	1	1	0.98
	0.05	2	2	0.89
無施用		1	2	1.04

第6表 堆肥施用による障害抑制効果

堆肥施用量 (g/ポット)	肥大根重 (g/株)	葉枯れ障害程度		土壌中の可給態 P ₂ O ₅ (mg/100g)	葉中P含有 率(%, 乾物)
		8月30日	9月10日		
150	240	0	0	141	0.97
50	186	0	1	123	1.16
0	128	1	2	134	1.51

第7表 葉枯れ障害常発圃場での施肥改善による障害抑制効果

試験区	肥大根重 (g/株)	葉枯れ症被害程度別発生株率(%)					
		0	1	2	3	4	5
リン酸無施用・窒素・カリ増施	657	77	19	3	1	0	0
リン酸無施用・カリ増施	601	69	20	9	1	1	0
リン酸無施用	702	59	29	9	3	0	0
対照	537	62	22	8	6	2	0

は次のような関係が認められた。すなわち、発生5日前から発生日までの日平均気温と障害程度とは有意の相関が認められ、気温が高いほど障害程度は高かった。しかし、発生前の日射量と障害程度とは有意な相関は認められなかった(第3図)。

区よりも日最高気温および日平均気温が高く、リン酸多肥および標肥ともに葉枯れ障害程度が高かった。無処理区での葉枯れ障害はリン酸多肥でわずかに認められたもののリン酸標肥ではみられなかった。

12月8日播種の第2回目では、高温処理区は無処理区よりも日最高気温および日平均気温が高く、リン酸多肥および標肥ともに葉枯れ障害は多発した。しかし、無処理区ではリン酸多肥、標肥ともに葉枯れ障害

8. 高温処理の影響

9月2日播種の第1回目では、高温処理区は無処理

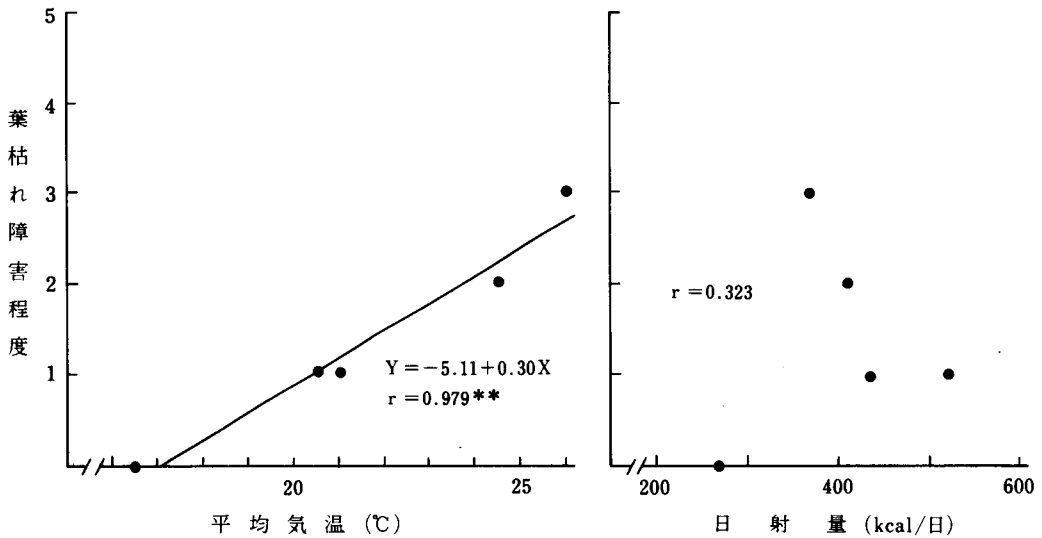
第8表 生産現場における播種期の影響

播種期 (月・日)	肥大根 重(g/株)	葉枯れ障害程度別発生株率(%)					
		0	1	2	3	4	5
7. 12	612	96	3	1	0	0	0
7. 28	690	78	17	4	1	1	0
8. 25	692	99	1	0	0	0	0
9. 14	697	100	0	0	0	0	0

第9表 生産現場および当場内の土壌を用いた場内における播種期の影響

播種期 (月・日)	発生時期 (月・日)	葉枯れ障害程度			
		生産現場 畑地土壌	生産現場未 耕地土壌	当場内畑 地土壌	平均
4. 19	6. 8	1	0	3	1
5. 17	6. 21	2	0	2	1
6. 21	7. 18	4	0	3	2
8. 2	9. 17	3	1	4	3
9. 2 ^{a)}	—	0	0	0	0

a) 葉枯れ障害は発生しなかったため収穫適期の11月4日に調査を打ち切った。



第3図 葉枯れ障害発生5日前の平均気温および日射量と葉枯れ障害程度

** : 1%水準で有意

は発生しなかった（第10表）。

9. 冷水細霧処理による障害抑制効果

葉枯れ障害発生の数日前からの日中の気温は、無処理区では最高33.8℃、平均30.7℃であったのに対して処理区ではこれよりも最高で4℃、平均で3℃低く推移した。葉温は処理区が無処理区よりも1.6℃低かった。葉枯れ障害程度は処理区が無処理区よりもかなり低かった。なお、一見しただけでは、ダイコンの生育についての区間差はみられなかった（第11表）。

10. 葉上かん水による障害抑制効果

葉枯れ障害の発生は全般に少なかったものの、葉上かん水区は地表面かん水区よりもさらに少なく、葉上かん水による葉枯れ障害の抑制効果が認められた。肥大根重には区間差はみられなかった（第4図）。

11. 寒冷しゃ被覆の効果

寒冷しゃの被覆処理区は、無処理区に比べて気温はほぼ同等であったが葉温は低下した。葉枯れ障害程度は、無処理区ではリン酸多肥、標肥ともに高かったが、処理区ではリン酸多肥、標肥ともかなり低かった（第12表）。

12. 障害の品種間差異

試験1 葉枯れ障害の発生はみの早生群の‘夏富’が最も多く、次いで‘夏みの早生3号’が多く、‘かずさ夏みの2号’および宮重群の‘青首早どり’は極めて少なかった（第5図）。

試験2 葉枯れ障害の発生は、みの早生群では‘青みの’および‘夏みの早生3号’が多く、‘秀山’は発生しなかった。宮重群ではどの品種も発生しなかった（第13表）。

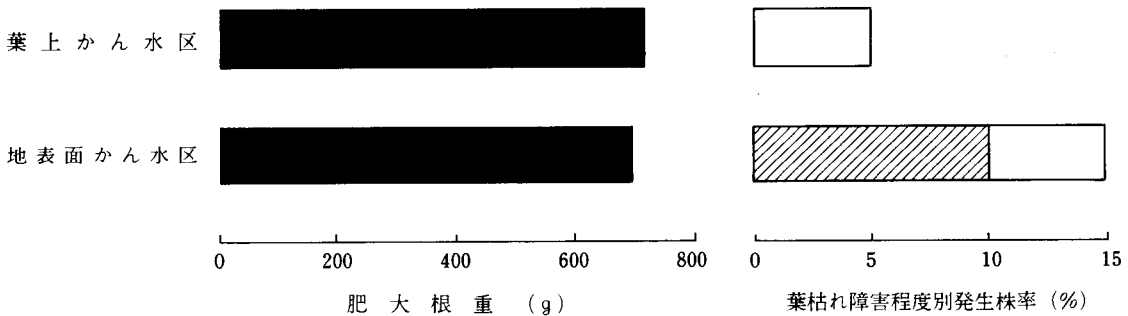
第10表 高温処理の影響

播種期 (月・日)	高温 処理	気温(℃) ^{a)}		葉枯れ障害程度	
		日最高	日平均	リン酸標肥	リン酸多肥
9. 2	処理	30.3	21.8	3	3
	無処理	24.1	16.4	0	1
12. 8	処理	36.8	28.4	2	3
	無処理	30.2	23.5	0	0

a) 高温処理期間中の平均値で表した。

第11表 冷水細霧処理による障害抑制効果

葉面細霧 処理	葉枯れ障害程度別発生株率(%)						葉温(℃)	気温(℃)	
	0	1	2	3	4	5		最高	平均
処理	42	8	0	25	17	8	31.9	29.7	27.7
無処理	8	0	0	17	42	33	33.5	33.8	30.7



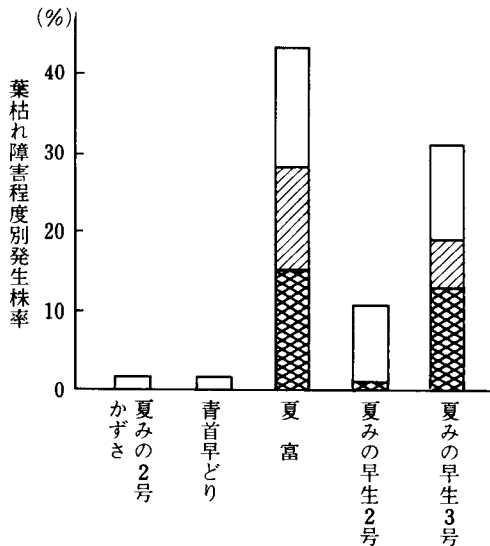
第4図 葉上かん水の影響

□：障害程度1，▨：障害程度2

第12表 寒冷しゃ被覆の影響

寒冷しゃ被覆	葉枯れ障害程度		気温 (°C) ^{a)}		葉温 (°C) ^{a)}	
	リン酸標肥	リン酸多肥	日最高	日平均	9時~12時	13時~16時
処理	1	1	31.2	26.5	22.2	24.5
無処理	3	4	31.0	26.3	23.7	28.0

a) 寒冷しゃ被覆処理期間中の平均値で表した。



第5図 葉枯れ障害発生率の品種間差異

□: 障害程度1, ▨: 障害程度2, ▩: 障害程度3

考 察

症状からみて、本障害は光化学オキシダントの可能性も否定できなかったため、再現実験を実施した。しかし、オキシダント障害とは異なっていた(未発表)。要素欠乏の検索表⁴⁾等からの診断ではカリウム、マグネシウム、亜鉛、マンガン等の欠乏症状に類似したが、特定できなかった。生産現場の土壌は全層が砂土で粘土や腐植は極めて少なく、塩基置換容量も低かった。発生圃場の土壌は無発生圃場の土壌よりも可給態リン酸が175mg/100gと極めて多かった。可給態リン酸について、北海道道南農試⁷⁾では本障害の発生現場の土壌と同種類の褐色地地土におけるダイコン栽培圃場の上限値を50mg/100gとしている。これに比べて発生現場の土壌は可給態リン酸が極めて多い。また、葉枯れ発生葉は無発生葉よりもリン含有率が極めて高い。

そこで、葉枯れ障害発生に対するリン酸過剰の影響を調べるために、場内の中粗粒黄色土である未耕地土壌でリン酸を施用した結果、リン酸施用量が多いほど

第13表 みの早生群と宮重群との発生差異

品種群	品 種	葉枯れ障害発生株率 (%)
みの早生	夏みの早生3号	7
	夏みの早生1号	5
	青みの秀	10
	山の	0
宮 重	太宮	0
	耐病宮重	0
	弥吾七早どり	0
	弥吾七総太り	0
	耐病総太り	0
	貴聖	0

葉中のリン含有率が高まり、障害も多発した。その土壌に、さらに、リン酸を施用してダイコンを連作すると障害程度が一層高まった。また、生産現場の葉枯れ障害発生圃場の土壌にリン酸を多量施用すると葉枯れ障害の発生が顕著になり、逆にリン酸を施用しないで栽培すると障害発生はわずかに減少した。このことからリン酸過剰が発生に強く関与していると考えられた。リン酸は、農産物の品質向上や増収には重要な成分であること、窒素やカリに比べて施肥による過剰障害が起こりにくいこと等から、これまで一般に多量施用されてきた。しかし、近年、土壌中のリン酸過剰が指摘されるようになった^{2),3),5),7)}。リン酸過剰による外見的症状は現われにくいとされる⁷⁾ものの、イネの稚苗^{2),5),6)}、キク³⁾、カーネーション⁷⁾、トマト⁷⁾、キャベツ⁷⁾等で認められている。

土壌のリン酸過剰は一般にカリウム、マグネシウム等の交換性塩基および鉄、ホウ素、亜鉛、モリブデン等微量元素の作物への吸収を抑制する傾向があり^{1),5),6)}、これらの元素の植物体内でのアンバランスが障害発生を誘発する^{3),6)}ことも指摘されている。このことから、リン酸過剰による障害発現には交換性塩基類や微量元素の関与も考えられる。

そこで、カリ、マグネシウム、微量元素施用による葉枯れ障害への影響を試験した結果、カリウムの影響が最も大きかった。葉枯れ障害常発圃場にカリを増施

すると障害発生がかなり抑制され、無施用では増加した。渡辺⁷⁾もキャベツのリン酸過剰障害の試験においてカリ施用で発生が抑制されることを認めている。この抑制効果については、カリ施用により葉中のリン含有率が低下するものの、障害が発生したキャベツ葉のカリウム含有率は特に低くないとの理由から、キャベツでの障害はリン酸過剰によるカリウム欠乏ではなく、リン酸の古い葉への異常蓄積であることを示唆している。本試験でも生産現場の実態調査で葉枯れ障害発生圃場の土壌中交換性カリウムはやや少なかったものの、葉中のカリウムは葉枯れ障害発生葉においてむしろ多かった。また、生産現場の葉枯れ障害発生葉ではマグネシウム含有率がやや低く、マグネシウム、鉄、ホウ素含有資材の多量施用によって葉枯れ障害程度はわずかに抑制できた。これらのことから本障害の抑制にはカリの効果が大きいものの、リン酸過剰による単なるカリウム欠乏だけでなく、カリウムをはじめとする各種無機成分の吸収のアンバランスが関与しているものと思われる。

イネ稚苗のリン酸過剰は窒素施用量を増すと発生しない⁷⁾こと、生産現場の葉枯れ障害発生圃場では無機態窒素含量が低く、障害発生葉で窒素含有率がやや低かったことから、葉枯れ障害発生圃場で窒素増施の影響を調べた結果、発生が抑制された。このことから若干の窒素増施は発生を抑制する方向へ作用すると思われる。また、障害発生圃場で堆肥を施用したところ、葉中のリン含有率を低下させ、葉枯れ障害の発生を抑制できたことから、堆肥もリン酸の過剰吸収を抑制し、葉枯れ障害の抑制に有効であるものと考えられる。

葉枯れ障害発生時期について、生産現場での聞き取り調査や生産現場での播種期試験の結果から発生時期は7月から9月までと限定された。これを確認するために場内で播種期試験を行った結果、播種期により発生の有無およびその程度が異なり、早い時期では4月中旬播種で6月上旬、遅い時期では8月上旬播種で9月中旬に発生し、9月上旬播種では発生せず、生産現場以外の場所でも発生時期が限定された。

この播種期による発生の相違には気温と日射量の影響が考えられる。渡辺⁷⁾もリン酸過剰になると強日射によって白化または褐変することがあるとしている。筆者らは、障害発生の5日前から発生初日までの5日間の気温および日射量と障害程度との関係をみたところ、平均気温と障害程度には高い正の相関関係が認められた。しかし、日射量との相関関係は低かった。さらに、冷水の細霧処理により気温および葉温が低下

し、障害が減少したこと、土壌だけでなく葉面にも掛かるようにかん水すると発生が少なかったこと、寒冷しゃの被覆によって葉温が低下し発生を軽減できたこと、葉枯れ障害は極めて短期間に症状を発現し、一時的な脱水症状に類似することなどから、葉枯れ障害の発生は急激な葉温の上昇が影響しているものと考えられる。

このように、葉枯れ障害は主としてリン酸過剰と高温が影響すると考えられる。しかし、高温とリン酸施用量との組合せ処理の結果、高温条件を与えても土壌中のリン酸が多くなければ葉枯れ障害は発生しないし、リン酸を多量施用しても低温条件では発生しないか、あるいは発生しても障害程度が軽かった。このことからリン酸過剰単独では発生しにくく、リン酸過剰と高温とが重複して発生するものと判断される。

以上のことから、葉枯れ障害発生を未然に防止するには、リン酸過剰にならないよう施肥に十分留意すること、堆肥や土壌改良資材を十分施用すること、リン酸が過剰集積した場合は窒素およびカリを多めに施用することが必要である。また、寒冷しゃを可能な限り長期間被覆するか、あるいは高温時に葉上からかん水して葉温を低下させる等の工夫が大切と考えられる。

なお、品種の相違によっても発生率や障害程度が異なるので、夏播き栽培において品種を選択する場合、宮重品種群等、発生しにくい品種を採用することも考慮する必要がある。

摘 要

倉敷市連島町において、夏播きダイコンに葉枯れ障害が発生したので発生要因の解明と抑制効果について検討した。

1. 発生圃場の土壌は無発生圃場の土壌よりも可給態リン酸が著しく多く、無機態窒素含量が少なかった。また、発生葉では無発生葉よりもリン含有率が極めて高く、窒素含有率が低かった。
2. 未耕地土壌においてリン酸施用量の多いほど葉枯れ障害が多発し、葉中のリン含有率が高まった。
3. 発生圃場においてリン酸無施用でダイコンを栽培すると葉枯れ障害はわずかに軽減できた。
4. 葉枯れ障害はカリの増施でかなり抑制でき、また窒素の増施や堆肥の施用でもいくぶん抑制できた。
5. 生産現場での発生時期は7月中旬から9月中旬ごろまでであり、播種期により発生の有無およびその程度が異なった。
6. 葉枯れ障害は気温が高く、葉温が高まると発生し、寒冷しゃ被覆や葉上からのかん水により発生を抑

制することができた。

7. 品種により葉枯れ障害発生の有無およびその程度が異なった。

8. 以上のことから本葉枯れ障害は土壌中のリン酸過剰により葉中のリン含有率が高まり、これに高温が影響して発生すると考えられ、カリおよび窒素の増施、堆肥施用、寒冷しゃ被覆、葉上からのかん水等によって発生およびその程度を抑制できるものと考えられた。

引用文献

1. BINGHAM, F. T. (1963) Relation between phosphorus and micronutrients in plants. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27: 389—391.
2. 伊藤純雄・徳永美治 (1975) リン酸過剰障害と土壌りん酸. 東近農試研報, 28: 137—162.
3. 伊藤嘉明 (1984) キクの栄養診断. 第2報. リン酸過剰について. 福岡農総試研報, B—4: 97—100.
4. 杉山直儀 (1956) そ菜の要素欠乏. 農及園, 31, 1: 243—247.
5. 田中啓文・河合 功・角田哲康・永津彰司 (1981) 高リン酸水耕液によるトマトと水稻幼植物の生育. 名城大農報, 17: 1—5.
6. ———・小林園和 (1982) 水稻幼植物のリン酸過剰 鉄施用による回復. 名城大農報, 18: 1—5.
7. 渡辺和彦 (1986) 原色生理障害の診断法. 農文協, 東京. 145—150PP.