

コンニャクの苦土欠乏および亜鉛欠乏について

若林 重道・赤木 勇一

まえがき

コンニャクのクロロシスは相当に古くから知られ俗に「日焼」と思われていた。しかし特に注意され始めたのはごく最近のことで、その発生は年々増加の傾向にあり、広島県神石郡内の調査（昭・31）によると全耕作面積（約200町歩）のうち約30～40町歩を占めているが、クロロシスとなったコンニャクはその程度に応じて減収となるので、生産上の重要な問題として注視され始めている。筆者等は昭和27年以來その発生の実態調査を行って被害が広く全国的であることを知り、折にふれては耕作者の注意を喚起しその治療対策の究明につとめてきたが、昭和30・31年の試験結果によって、これらのクロロシスには亜鉛欠乏と苦土欠乏の2つがあることを併察し得たので、その概要を報告する。

この試験期間を通じて、種々の御助言と御援助とをいただいた当試験場 酒匂正雄技師・高橋内匠技師に厚く御礼を申上げる。

1. 苦 土 欠 乏

1. 症 状

8月上中旬ごろから各小葉の周囲が黄化し始めるが、症状は急速に進んで間もなく（急激な場合は2～3日中に）中肋のみに緑色を残すようになり、遂に全体が黄化して倒伏する（第1・4図）。発生は全国的であるが、その数はきわめて少く、コンニャクのクロロシス中の一部を占めるに過ぎない。しかし畑によっては一面に発生することもあり、亜鉛欠乏が漸次に発生して早期倒伏が少いのに対して、苦土欠乏は急激に発生してそのまま早期倒伏し、収量が著しく減少して大害を与える。

第1図 苦土欠乏症



2. 治療試験

苦土欠乏の障害を受けたコンニャクは往々にして根が萎凋・腐敗しているので、あるいは土壤微生物による疾病かと考え、昭和27～28年の間雑菌の分離・接種を試みたが成功しなかった。次に微量要素欠乏の疑を起し、昭和29年以來硫酸鉄・硫酸マンガン・硫酸苦土・硫酸銅・硼砂・硫酸亜鉛などの葉面散布・土壤施用を試みた結果、昭和30年に至って前年度に硫酸苦土を施用した圃場に発生が少い結果を發見した。そこで昭和31年度に下記のような実験を行った。

A. 諸要素の土壤施用試験

- (1) 圃場 1年発生する三浦湖粘土質土壤 PH6.0～6.8.
- (2) 供試材料 前年、同試験圃場に植付けて欠乏症を發現した1・2年生（欠乏芋とする）および前年他の圃場で栽培されて発生しなかった1・2年生（健全芋とする）を使用した。
- (3) 試験規模 4処理3区制、1区2坪。
- (4) 植付および管理 畦巾1.8尺、株間1年3寸・2年5寸（千鳥）、植付5月15日、手入6月26日（発芽2

期), 各区共尿素4.0貫・過石8.8貫・塩加3.5貫(反当)を施用した。

(5) 試験結果

2 年生

各区共順調に発芽・展開したが、欠乏芋の区は7月28日ごろ硫酸苦土区を除いて各区共全般に軽い症状が発現し、その後急速に進んで8月1日ごろには鮮やかなクロロシスとなった。その後さらに病勢が進んで次第に全体が黄化し、8月30日には硫酸亜鉛区が他区に先立って約30%倒伏し、9月20日には硫酸苦土区を残し他

第2図 硫酸苦土の土壌施用による
苦土欠乏症の治癒(左)



区のひとつは健全な緑色であった。健全芋の区は欠乏芋区より約10~15日遅れて症状が現われ、順次遅れに欠乏芋区とほぼ同様の経過をたどったが、発生本数は欠乏芋の区よりも少かった(第2図)。

1 年生

2年生より約15~20日遅れて症状が発現し、2年生の場合と全く同様の傾向を示したがクロロシスの発生本数は2年生区よりも少かった。

硫酸苦土区の葉はきわめて健全で10月21日の降霜後に倒伏した。8月20日の発生状況および10月24日

掘取後の収量比を第1表に示した。

その他別の1常習発生圃場(三紀層粘土質土壌、PH4.5)での試験においても硫酸苦土を反当10貫の施用で明らかにクロロシスの発生を防止することができた(成績表省略)。

第1表 諸要素の土壌施用とクロロシスの
発生率(%)および収量の関係(1) (昭.31)

試験区分		処理区分			
		硫酸苦土 (8.8貫)	硫酸亜鉛 (1.4貫)	硫酸 マンガン (2.6貫)	無処理
2 年 生	欠乏芋	8	100	100	98
	健全芋	0	95	94	96
1 年 生	欠乏芋	2	81	83	81
	健全芋	0	66	64	63
2年生	倒伏月日	10.23	9.10	9.20	9.20
欠乏芋	平均収量比	148.7	82.1	91.6	100

数値は三区平均値、施用量は反当

B 諸要素の葉面散布試験

試験1. 症状の発現以前の散布

(1) 圃場 連年発生する三紀層粘土質土壌PH6.0~6.8(土壌施用試験と同一圃場)。

(2) 供試材料 前年同試験圃場に植付けて欠乏症を発現した3年生。

(3) 試験規模 5処理3区制、1区2坪。

(4) 散布時期および回数 葉面に症状の現われ始めた時、すなわち7月25日から3日ごとに計5回水溶液を散布した。

(5) 散布後の症状の経過

8月1日ごろ硫酸苦土区を除いて各区共全面的に軽い症状が発現し、その後急速に進んで8月6日ごろには鮮やかなクロロシスとなり、9月20日には硫酸苦土区を残して他区は全部倒伏した。硫酸苦土区の葉はきわめて健全で10月21日の降霜以後に倒伏した。8月20日における発生状況および10月23日掘取後の収量比を第2表に示した。

試験2. 症状の発現初期の散布

8月5日全面的に黄化し始めた圃場を発見し(古生層風化土、PH5.2、大玉種2~3年生混合)、発生面積を散布と無散布の2処理として各2区ずつに区分し、8月8日より2日および4日間隔に硫酸苦土2%水溶液を4回散布した。

その結果2日間隔区においては、無散布区の黄化はそのまま進行して4回目散布の1週間後には鮮やかなク

第2表 諸要素の葉面散布とクロロシスの発生率(%)および収量の関係(1) (昭.31)

試験区分	処理区分				
	硫酸苦土 (2%)	硫酸亜鉛 (0.5%)	硫酸 マンガン (0.5%)	モリブデン 酸アンモン (0.2%)	無処理
1	0	100	96	100	98
2	0	98	99	100	99
3	0	97	100	94	95
平均	0	98.3	98.3	98.0	97.3
倒伏月日	10.23	9.20	9.20	9.20	9.20
平均収量比	138.5	101.2	100.7	99.8	100

功できなかった。

試験3. 症状発現後の散布

ある程度に黄化が明らかになった葉では硫酸苦土2%6~8回散布でも症状は少しも回復しなかった。

3. 発生条件の調査結果

集団的発生場所が少ないので十分な調査ができていないが大体に次のような傾向がある。

- (1) 大体2~3年生に発生しやすく、1年生や特に4年生以上の大芋には発生が少ない。
- (2) 概して酸性のやせ地に発生が多いが、PH6.6~6.8の発生地もあった。
- (3) 萎縮症状となったものが後に葉色を出した場合に多発し、一般に濃緑色で葉肉の厚くなった葉に発生しやすい傾向がある。
- (4) 前年の被害芋を植えた場合にも発生しやすい。
- (5) 品種では石玉種と大玉種に発生が多く南河種には少ない。
- (6) 治療試験の結果から、土壤中に可吸態の苦土が少ない場合に発生しやすいことが想像される。

4. 考 察

諸要素の土壤施用試験では、第1表のように2年生・1年生共に硫酸苦土施用区だけが極端にクロロシスの発生少く、硫酸亜鉛区・硫酸マンガン区及び無施用区の間には差が認められていない。さらに別の圃場での試験においても同様の結果が得られているので、硫酸苦土の土壤施用がこのクロロシス発現の抑制に顕著な効果のあることが確認される。硫酸亜鉛の施用区が早期に倒伏したが、これは亜鉛過多の障害とクロロシスとの相加した結果と考えられる。

次に諸要素の葉面散布試験においても、症状の発現以前の散布では硫酸苦土の散布区だけに全く症状が現われず、他区はいずれも同様にほとんど100%発生し、硫酸苦土葉面散布の効果がきわめて顕著である(第2表)。しかし、ある程度に症状が現われ始めてからの散布では、2日間隔散布の場合には症状を回復したが4日間隔散布の場合では全く効果が認められていない。これはおそらく黄化の進行が急進なために散布剤の吸収が間に合わなかったものと考えられ、症状の早期発見による散布でも場合によっては治療し得ないこともあると思われる。クロロシス発現後の散布では全く症状が回復しなかったが、この程度の症状ではすでに障害が不可逆の域に達しているものと推察される。

以上の結果から、このクロロシスの予防および治療の効果は硫酸苦土中の苦土によるものと推察され、前記の症状は苦土の欠乏に起因するものと思われるが、今後葉分析および土壌分析によってその実態をさらに深く調査したい。コンニャクの苦土欠は、一応土壤中苦土の少ない場合に発生するものと考えられるが、その発生地は麥の苦土欠の常習発生地と一致しないことも多くて、麥の場合よりも発生が少ない事実、およびその発生にはコンニャクの生理状態の関連も大きいことが観察されるので、コンニャク苦土欠乏症の発現にも複雑な生機があるものと予想される。

ロロシスとなったが、散布区は2区共初期の症状も消失して正常な緑色となった。しかしこの散布区も9月20日ごろから再び黄化し始めて症状は緩慢に進行した。

4日間隔区においては、2回目散布の際すでに散布区と無散布区との区別なく全面的にはなほだしく黄化し、その後も遂に回復しなかった。別の1圃場(三紀層風化土、PH4.6、大玉種2年生)においても4~5日間隔の散布では治療に成

2. 亜鉛欠乏

1. 症 状

症状のきつい場合には、葉身のひろがりが悪くY字状で、小葉も狭長で先端がとがる傾向があり、春期の開葉直後からかすかに症状が認められて、葉色が出ないままに次第にクロロシスとなる。葉面は主脈と側脈の部分だけに緑色が残り、脈間は淡黄緑色または黄白色となって、緑色の部分は表面にツヤがあり葉肉が厚いが黄化した部分はツヤがなくて葉肉も薄い。ことにはげしい場合には症状がさらに進んで側脈の部分も黄化し、次第に中肋に及んで遂には全体が黄化して早期倒伏し、芋の肥大が非常に悪い。

症状の軽い場合には、春期に健康が幼穂時より8月上旬・中旬ごろから次第に黄化し始め、9月上旬ごろには明瞭なクロロシスとなるが、小葉の中も広くツヤを失いので葉面はきわめて鮮明に現われることもある(第2・4図)。早期に倒伏することは割合に少く芋もかなりふとっている。全国的に多発しコンニャクのクロロシス中の大部分を占める。

2. 治療試験

A 諸要素の葉面散布試験

昭和27年以後の調査によって微量要素欠乏の疑が濃厚となったので、昭和28年以後硫酸鉄・硫酸マンガ・硫酸マグネシウム・硫酸銅・硼砂などの諸濃度について葉面散布を試みたが、クロロシスを治癒することはできなかった。ところが昭和30年に新しく設けた硫酸亜鉛区の一部において症状が不明瞭となる療法を認めため、昭和31年度に下記のような試験を行った。

試験1.

- (1) 圃場 連年発生する黒ホク生地、PH 5.0.
- (2) 供試材料 大玉種1年生
- (3) 試験圃場 6処理5区制、1区1坪
- (4) 散布時期および回数 葉面に症状の現われ始めた時、すなわち7月28日より3日ごと(計5回)水溶液を散布した。
- (5) 散布後の症状の経過

硫酸亜鉛区を除く他の区は、8月5日にはすでに点々とクロロシスが明瞭となり始め8月15日以後は鮮明なクロロシスが全面的に発生したが、硫酸亜鉛区は4回目散布ごろ(8月6日)にはすでに初期症状が消滅し、以後完全に治癒して9月下旬になってもなお1本のクロロシスも現われなかった。しかし硫酸亜鉛区は他区に先立って10月18日前後に一斉に倒伏したが、他区は9月中旬以後黄化の程度の激しいものから順次に倒伏したものが約40%であった。9月2日における発生率の調査結果および10月26日掘取後の収量比を第3表に示した。

なお他の一般圃場においてもクロロシスの発現し始めた場所を多数選定して硫酸亜鉛の散布を試みた結果、いずれも0.5%液3~4回散布で完全に治癒することができ、この場合は早期倒伏もみられなかった。

試験2.

- (1) 症状の発現以前の散布

第3図 亜鉛欠乏症



第4図 苦土欠乏および亜鉛欠乏の併発症状



第3表 諸要素の葉面散布と
クロロシスの発生率(%) および収量の関係(2) (昭31)

処理区分	硫酸苦土 (2%)	硫酸亜鉛 (0.5%)	硫酸 マンガン (0.5%)	モリブデン 酸アンモン (0.2%)	硼砂 (0.5%)	無処理
1	94.5	0	89.2	77.3	91.7	79.6
2	87.2	0	81.4	91.0	82.4	89.1
3	91.6	0	87.0	94.5	89.1	92.0
4	76.1	0	79.3	85.8	77.2	81.2
5	92.1	0	94.8	92.1	88.0	85.4
平均	88.3	0	86.3	88.1	85.7	85.5
倒伏月日	10.23	10.18	10.23	10.23	10.23	10.23
平均収量比	101.2	109.8	99.7	100.6	99.4	100

三紀層の粘土質土壌の圃場において、試験1と同様の実験条件で、開葉直後から散布試験した結果も第1表と同様に硫酸亜鉛だけに症状が現われなかった(成績表省略)。

(2) 症状の発現後の散布

8月上旬以降、或程度症状が明らかになり始めてからの散布では各区共全く差異は認められず、クロロシスは治癒しなかった(成績表省略)。

なお、一豊耕作者の圃場で

の多数の追試においても同様の結果であり、8月中旬～9月上旬の遅くても症状の発現初期のものは葉面散布によって完全に回復した。

B 諸要素の土壌施用試験

昭和31年に下記のような試験を行った。

- (1) 圃場 1. 連年発生する黒ボク土壌、PH5.0.
2. 連年発生する三紀層粘土質土壌、PH5.0.
- (2) 供試材料 前年同試験圃場に植付けて、欠乏症の発生した大玉種2年生を使用した。
- (3) 試験規模 6処理2区制、1区5坪。
- (4) 植付および管理 畦巾1.8尺、株間5寸(千鳥)、植付5月13日、手入6月22日(発芽2期)、各区共鶏糞75貫、尿素4.5貫、過石8.0貫、塩加8.0貫(反当)を施用した。
- (5) 試験結果

両試験圃場の各区共順調に発芽展開して葉の生育には差が見られなかったが、7月下旬から点々とクロロシスの発生が認められ、以後漸次増加して9月上旬には相当数に達したが、硫酸亜鉛の施用区のみは両圃場の各2区共少なかった。9月上旬以後の発生は各区共きわめて少数であり、黄化の程度の激しいものは9月中旬から漸次に倒伏し始め、10

月21日の初霜によって残りの約50%が倒伏した。ただし硫酸亜鉛区だけは両圃場の各区共早期倒伏し、第1圃場は10月14日前後、第2圃場は10月17日前後にほとんど一斉に倒伏した。

9月5日における発生率の調査結果および10月25日刈取後の収量比を第4表に示した。

第4表 諸要素の土壌施用と
クロロシスの発生率(%) および収量の関係(2) (昭31)

処理区分	硫酸苦土 (15貫)	硫酸亜鉛 (3貫)	硫酸苦土 (15貫)	硫酸亜鉛 (3貫)	石灰 (30貫)	無処理	
	石灰(30貫)	石灰(30貫)	石灰(30貫)	石灰(30貫)			
1	65.7	11.5	83.0	21.4	85.2	61.0	
2	67.0	41.7	82.3	58.6	90.5	67.2	
平均	66.3	26.6	82.6	40.0	87.9	64.1	
第2圃場	倒伏月日	10.23	10.17	10.23	10.18	10.23	10.23
	平均収量比	101.6	99.4	100.2	99.8	99.3	100

数値は2区平均値、施用量は反当

3. 発生条件の調査と試験

(1) 年数および地質との関係

一般に小芋(1~2年生)に発生しやすいが、広島県神石郡内での調査の一例を示すと第5表のようになっている。この調査およびその他の観察においても、地質系統による発生率の差異は認められていないが、

第5表 種芋年数および地質と

血鉛欠乏の発生率(%)の関係

(昭.28)

調査地	地質および土壌	種芋年数			
		1	2	3	4
油土町 油木	黒 上	85	43	7	0
" 安田	三 紀 層	100	51	11	4
" 仙養	黒 土	68	16	0	0
" 新地	坊 岩	30	12	2	0
豊松村上豊松	硯 石 層	100	68	9	3
神石町 永渡	古 生 層	90	52	5	4
三和町 小島	石 英 斑 岩	88	49	11	2
平 均		80.1	41.6	6.4	1.9

安3.4貫、過石3.1貫、燐10.5貫、塩加3.8貫とし、施肥量の試験には硫酸・過石・塩加を使用して、少量区N(2.0)・P(1.5)・K(2.5)、中量区N(3.5)・P(2.5)・K(4.0)、多量区N(5.0)・P(3.0)・K(5.5)（いずれも反当・貫）として8月20日に調査した。

コンニャクの塊は春期発芽時に急速に形成されるものであるが、肥料の過少又は遅延によって初期生育が悪く、根部の弱勢のために血鉛の吸収が不十分になるものと考えられる。従ってやはり畑に栽培して芽出し肥をやらない場合や施肥量の少ない場合にも発生しやすい傾向がある。

(3) 石灰施用との関係

連年多用した畑には発生が多く、ことに春期発根後（すなわち手入時）に多用した年には発生が多いが、この傾向は第8表の試験にも明瞭に現われた。

この試験には大玉種2年生を使用し、1区5坪2区制となし、反当施肥量は硫酸・過石・塩加を使用して反当N4.0貫・P2.5貫・K4.0貫とし、発芽第2期に石灰施用・施肥を同時に行い、8月15日に調査した。

(4) 土壌酸度との関係

常習発生地の酸度を調査した結果は第9表のように、概して酸性の場合が多かったが、PH6.6~6.8の場合もあった。

(5) 種芋の条件

一般に芋の勢力が悪いと思われる場合に多発する。すなわち新葉が萎縮となった場合や

概して腐植の多い土壌では発生率の低い傾向が見られる。

(2) 施肥の時期と量との関係

手入が遅れて肥料がむそくなつた場合や施肥量の少ない場合に多発する傾向があり、このことは第6、7表の試験によつても確かめられた。

この試験には連年常習的に多発する三紀層の畑地を大玉種2年生を使用し、1区2坪3区制として反当施肥量は、施肥時期の試験には葉種油粕25貫、硫酸

第6表 施肥時期と血鉛欠乏の

発生率(%)の関係

(昭.30)

試験区別	施肥時期		
	発根期 (5月17日)	発芽2期 (6月20日)	出葉3期 (7月1日)
1	4.2	14.0	68.2
2	2.3	10.7	71.3
3	6.1	10.2	55.6
平 均	4.2	11.6	65.0

第7表 施肥量と血鉛欠乏の

発生率(%)の関係

(昭.31)

試験区別	施肥量		
	少量区	中量区	多量区
1	56.2	21.0	7.0
2	44.1	18.2	2.6
3	68.7	20.0	4.2
平 均	56.2	19.7	4.6

第8表 手入れ時の石灰施用量と

血鉛欠乏の発生率(%)の関係

(昭.31)

試験区別	反 当 石 灰 量 (貫)		
	0	20	40
1	8.2	21.4	69.2
2	13.0	27.2	63.7
平 均	10.6	24.3	66.4
P H	5.2	5.8	6.4

PHの測定は8月20日、1N. KCl 浸出、比色法による

休み玉・前年の被害芋などを植えた場合に発生しやすい(第10表)。

(6) 品種との関係

石玉種、大玉種に多発し南洋種にはほとんど発生しない。

(7) 光線との関係

日照のきつい場合に発生が多く、陰地では症状が軽い。

4. 考 察

諸要素の葉面散布試験では、第3表のように各試験区共硫酸亜鉛の散布区だけに多発発生がなく、他区はいずれも多数のクロロシスが発生して、両者の区別はきわめて明瞭になっている。しかしある程度症状が進んでからは散布の回数を多くしてもすでに回復しないが、発現初期

である限り生育期に関係なく回復させ得たので、明瞭にクロロシスの発現した葉はすでに生理異常の程度が不可逆的になっていて、おそらく散布剤は吸収されても利用されないものと考えられる。

次に諸要素の土壤散布試験において、第4表のように第1圃場・第2圃場共に硫酸亜鉛区におけるクロロシスの発生が特に少なくなっている。しかし葉面散布の場合に比較して症状の発生率は多く、土壤施用では急速な倒伏が期待されないことを示している。

以上のような結果から、これらのクロロシス病の効率は硫酸亜鉛中の亜鉛によるものと思われ、前記の症状は亜鉛の欠乏に起因するものと推察されるが、その実態を更に深く調査すると共に、欠乏が生育に及ぼす影響および適切な予防対策なども追究したい。

なお硫酸亜鉛区は葉面散布の場合も土壤施用の場合も他区より幾分早期に倒伏しているが、おそらく亜鉛の過剰障害と考えられ、この障害は収量にも影響しているものと思われる。

発生原因について調査実験の結果、種々の条件があげられたが、これらの条件でも発生しない圃場があるし、逆に常習発生地もあるので、曠して土壤中に可吸態の亜鉛が少ない場合に多発するものと思われるが、他の作物ではなんらの症状も見られない点から、コンニャクの側にも欠乏を起しやすい特殊な条件があるものと思われる。

摘 要

1. コンニャクにはクロロシスが多発するが症状は2種に区別される。1は小葉の周囲から黄化を始めて中肋に緑色を残し、急速に全体が黄化して早期に倒伏する。他は葉脈だけに緑色を残して脈間が黄白化するが、症状の進行は緩慢である。
2. これらの症状の発現に対して、諸要素の土壤施用試験および葉面散布試験を行った結果、前者は苦土欠乏症であり、後者は亜鉛欠乏症であることを推察した。
3. 予防対策上の参考とするためにそれぞれの発生条件を調査試験した。

第9表 亜鉛欠乏常習発生地の酸度 (昭.30)

P H	発生地の数	を調査数に 対する率	備 考
4.0~4.5	9	18 %	I N. KCl 浸出、 比色法によ って測定し た。
4.6~5.0	19	38	
5.1~5.5	15	30	
5.6~6.0	5	10	
6.1~6.8	2	4	
計	50	100	

第10表 種芋の条件と亜鉛欠乏の発生率(%)の関係 (昭.31)

試験区別	種芋区別		昨年同試験圃 場で欠乏症と なった種芋	昨年他の圃場 で欠乏症とな った種芋
	健 々 芋	休 眠 芋 (休み玉)		
1	2.0	92.8	49.5	14.1
2	3.3	88.1	62.3	16.4
3	4.1	98.4	54.7	7.4
平 均	3.1	93.1	55.5	12.6