

# 徳島県の砂地畑におけるサツマイモのホウ素過剰による葉縁褐変症\*

黒田康文・岡田俊美・山本英記

Leaf Marginal Burn being due to Boron Excess in Sweet Potato on Sandy Field in Tokushima Prefecture .

Yasufumi KURODA , Toshimi OKADA , and Hideki YAMAMOTO .

## 要約

黒田康文・岡田俊美・山本英記(1993): 徳島県の砂地畑におけるサツマイモのホウ素過剰による葉縁褐変症 . 徳島農試研報 , (29) : 20 ~ 27 .

砂地畑に作付されているサツマイモの葉脈間が黄化し, 更に症状が進むと葉縁部が黄褐変化して壊死する症状がみられたので, 現地調査と再現試験を実施した結果, ホウ素過剰であることが明らかとなった。

再現試験の結果, 本症状は挿苗後15日目で葉脈間に続いて葉縁部の黄化が始まり, 32日を経過すると葉縁部が褐変化し, 症状の激しいものは壊死した。しかしその後50日以上を経過して新たに展開した葉身には発生しなかった。

過剰症発生の主な要因はホウ素入りの肥料や資材の併用によるホウ素の多量施用である。

砂地畑で作付けされるサツマイモは, 土壌中の熱水可溶性ホウ素濃度が1.0ppm, 葉身中のホウ素濃度が200ppmを越えると過剰症が発生すると考えられた。

キーワード: サツマイモ, ホウ素過剰, 砂地畑, 葉縁褐変

## はじめに

徳島県の北東部沿岸に位置する鳴門市を中心に分布する約1,000haの砂地畑では夏作にサツマイモを栽培し, 約600haで冬作にダイコンを栽培しており, とともに青果用として日本有数の産地を形成している。

このうちサツマイモは4月中旬から5月中旬を中心に挿苗し, 6月下旬から10月上旬にかけて収穫する作型であるが, 1987年頃から鳴門市の一部の地域でサツマイモの葉脈間や葉縁部が黄化し, 激しい場合は褐変化して壊死する症状がみられるようになり, 1989年には広範囲で発生するようになった。

そこで, この症状を葉縁褐変症と仮称し, 発生原因を明らかにするため現地調査並びにポット栽培による再現試験を実施した結果, ホウ素過剰症であることが判明した。

農作物のホウ素過剰による生育障害の事例は多数報告<sup>2), 3), 4), 10), 17)</sup>されているが, ホウ素過剰によるサツマイモの葉縁褐変症状の発生事例については報告されていない。

なお本調査を実施するにあたり, 県農業改良課, 徳島, 鳴門, 藍住の各農業改良普及所, 徳島市, 大津, 里浦, 松茂の各農業協同組合並びに地元農家の方々に多大な御協力をいただいた。ここに記して厚くお礼申し上げる。

\*本報告の一部は1990年日本土壌肥料学会関西支部講演会において発表した。

## 調査, 試験方法

### 1 圃場の実態調査

1989年6月21, 22日にサツマイモの葉縁褐変症が発生した圃場(以下発生圃場という)と葉縁褐変症が発生しなかった圃場(以下健全圃場という)について栽培管理の聞き取り調査を実施した。調査圃場の内訳は第1表のとおりである。

第1表 調査圃場の内訳，圃場条件および栽培管理等に関する聞き取り調査結果

	圃場 No.	圃場の所在地	圃場条件	連作年数	手入れ砂の時期	手入れ砂量 (t/a)	挿苗時期	サツマイモに施用した肥料	サツマイモの前作	ダイコンに施用した肥料
発 生 圃 場	1	徳島市川内町	造成	6	無	0	5月下旬	配合	無	
	2	"	砂丘	25	1981年	6	4月中旬	配合，リン肥，微量	ダイコン	化成，リン肥，微量
	3	鳴門市里浦町	炭殻	20	1988年	2	4月下旬	配合，珪加，微量	ダイコン	化成，微量，液肥
	4	"	造成	13	1988年	8	5月下旬	化成，リン肥，微量	無	
	5	鳴門市大津町	造成	10	1989年	4	4月中旬	配合，リン肥	ダイコン	化成，リン肥
	6	"	造成	8	1984年	5	4月下旬	配合，リン肥	ダイコン	化成，リン肥
	7	"	造成	14	1984年	5	4月中旬	配合	ダイコン	化成，リン肥
	8	"	造成	20	1984年	5	4月下旬	配合，リン肥	無	
	9	"	造成	20	1983年	6	4月下旬	配合，リン肥，微量	ダイコン	化成
	10	"	造成	20	1981年	6	4月中旬	配合，リン肥，微量	ダイコン	化成
	11	"	造成	20	1981年	6	4月下旬	配合，リン肥，微量	ダイコン	化成
	12	板野郡松茂町	造成	15	1985年	5	5月上旬	配合，リン肥	無	
	13	"	造成	10	1979年	5	5月中旬	配合，リン肥，珪加	ダイコン	化成，リン肥，微量
	14	"	砂丘	25	1982年	5	4月下旬	配合，リン肥	ダイコン	化成，微量
	15	板野郡北島町	造成	12	1982年	4	4月上旬	配合，リン肥，珪加	ダイコン	化成
	16	"	造成	12	1982年	4	4月上旬	配合，リン肥，珪加	ダイコン	化成
健全圃場	17	徳島市川内町	造成	6	無	0	5月下旬	化成，リン肥	無	
	18	鳴門市大津町	造成	20	1988年	3	4月下旬	配合	ダイコン	化成，リン肥
	19	板野郡松茂町	造成	20	1988年	5	4月中旬	配合，珪加	無	
	20	板野郡北島町	造成	10	1983年	4	4月中旬	化成，リン肥	ダイコン	化成

注1) No.9～11およびNo.15, 16はそれぞれ同じ農家の圃場で，同じ肥培管理を行っている。

2) 砂丘畑は天然の砂地畑，炭殻畑は地表下15～30cmに石炭殻を10～20cmの厚さに入れ，その

上に砂を客土した畑，造成畑は水田に砂を客土して造成した畑である。

3) 手入れ砂とは3～5年に1回，海砂を1a当たり3～5t程度客土することをいう。

4) 肥料の略称は，配合：サツマイモ専用配合肥料，化成：化成肥料，リン肥：リン酸肥料，珪加：珪酸加里，微量：微量元素肥料，液肥：液状複合肥料をあらわし，印はホウ素入りの肥料であることを示す。

## 2 土壌，作物体分析調査

聞取り調査と同じ日に第1表に示した調査圃場において，表層から2～12cmの部分の土壌とサツマイモの葉身部を採取し，それぞれを分析試料に供した。

採取した試料は常法<sup>7)</sup>に準じて以下のとおり分析，測定した。

土壌分析は，EC(電気伝導度)とpH(H<sub>2</sub>O)は1:5，pH(KCl)は1:2.5で各々浸出し，電気伝導度計，pHメーターで測定した。

全窒素はケルダール法で，有効態リン酸はトルオーグ法で，交換性の石灰，苦土，加里は土:1M酢酸アンモニウム溶液 = 1:10で浸出した後，原子吸光光度法で，ホウ素は土:水 = 1:2で5分間煮沸して抽出した熱水可溶性ホウ素をクルクミン比色法で，それぞれ測定した。

作物体分析は，窒素はケルダール法で，リンはバナドモリブデン酸法で，カルシウム，マグネシウム，カリウムは原子吸光光度法で，ホウ素はクルクミン比色法で，それぞれ測定した。

## 3 再現試験

健全圃場の砂を60cmの厚さに入れた0.3m<sup>2</sup>のコンクリート製ポットを用いて，7月5日に基肥と一緒にホウ酸ナトリウムをホウ素(B)として10g/aおよび100g/a施用した処理区と無施用区の3処理区を設定し，葉縁褐変症の発生状況について観察した。

試験は1ポット当たり2株を7月5日に挿苗し，2反復で実施した。

## 試験結果

### 1 聞取り調査

圃場の条件，サツマイモの栽培管理，肥培管理等について聞取り調査した結果を第1，第2表に示した。

第2表 肥培管理に関する聞取り調査結果

	圃場 No.	サツマイモ				ダイコン
		窒素(N) (kg/a)	リン酸(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/a)	加里(K <sub>2</sub> O) (kg/a)	ホウ素(B) (g/a)	ホウ素(B) (g/a)
発	1	0.70	2.14	3.12	19.6	-
	2	1.12	3.92	3.68	31.4	54.0
	3	0.30	1.76	1.53	25.5	33.9
生	4	0.77	3.18	2.34	16.5	-
	5	0.80	2.60	0.80	10.0	6.2
	6	0.72	4.32	2.16	10.0	13.6
圃	7	0.60	2.82	2.00	10.9	14.3
	8	0.42	2.50	1.80	15.8	-
	9	0.70	4.50	3.00	31.9	31.1
場	10	0.70	4.50	3.00	31.9	31.1
	11	0.70	4.50	3.00	31.9	31.1

	12	0.60	4.20	2.60	20.8	-
	13	0.46	2.57	2.74	23.3	26.1
	14	0.80	4.28	2.64	20.8	18.6
	15	1.04	2.20	3.44	7.3	3.7
	16	1.04	2.20	3.44	7.3	3.7
健全圃場	17	0.40	3.08	2.44	0.0	-
	18	0.55	1.26	1.56	0.0	0.0
	19	0.50	1.50	3.00	11.5	-
	20	0.60	1.66	1.66	0.0	7.5
平均	発生圃場	0.72*	3.26*	2.58	19.7**	22.3
	健全圃場	0.51	1.88	2.15	2.9	3.8
不偏標準 偏差	発生圃場	0.22	1.02	0.77	9.1	15.1
	健全圃場	0.09	0.82	0.68	5.8	5.3
変動係数 (%)	発生圃場	31	31	30	46	68
	健全圃場	17	44	32	200	141

\*5%で有意

\*\*1%で有意

葉縁褐変症の発生状況を見ると、1989年に発生した圃場の中で、当年に初めて発生した圃場が16圃場中15圃場あり、いずれも挿苗後約1ヵ月以内に発生した。

その症状は、初めに葉脈間や葉縁部が黄化し、次いで葉縁部が褐変し、症状が激しい場合には葉身部全体が枯死するものであった。

その後の葉縁褐変症の発生状況を調査した結果、挿苗後1ヵ月以上を経過して新たに展開した葉身には葉縁褐変症の発生はみられなかった。

圃場の条件や連作年数と葉縁褐変症の

発生状況との間には一定の傾向はみられず、葉縁褐変症状の発生と手入れ砂(3~5年に1回、圃場に海砂を客入すること)を入れた時期との関連も明らかではなかった。

手入れ砂の客土量をみると、健全圃場の客土量の平均は3.0t/aであり、発生圃場の客土量の平均は4.8t/aであった。

サツマイモの平均施肥量をみると、発生圃場は健全圃場と比較して窒素、リン酸、加里、ホウ素とも多かった。特にホウ素は健全圃場が0~11.5g/a、平均が2.9g/aであるのに対し、発生圃場は7.3~31.9g/a、平均が19.7g/aと、健全圃場の約7倍の施用量であった。

また前作のダイコンに対するホウ素の施用量をみると、健全圃場で前作にダイコンを作付した2圃場のうち1ヵ所は無施用、もう1ヵ所は7.5g/aであった。これに対して発生圃場で前作にダイコンを作付した12圃場は3.7~54.0g/a、平均22.3g/aのホウ素を施用しており、これら12圃場はダイコン、サツマイモのホウ素施用量の合計が10.0g/aを越えていた。



第1図 サツマイモのホウ素過剰症

## 2 土壌、作物体分析結果

第3表に土壌分析結果を示した。

第3表 土壌分析結果

	圃場 No.	EC (1:5) (mS/cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	全窒素 (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K <sub>2</sub> O (mg/100g)	B (ppm)
発 生 圃 場	1	0.03	6.1	4.5	0.017	29	31	18	7	0.9
	2	0.04	5.8	4.3	0.042	43	30	14	15	1.7
	3	0.05	7.0	6.2	0.027	85	66	13	22	1.6
	4	0.06	7.9	7.2	0.021	77	142	10	15	1.4
	5	0.06	6.3	5.0	0.018	105	34	16	17	2.1
	6	0.05	7.1	6.4	0.022	96	51	14	20	1.5
	7	0.05	6.2	4.9	0.021	58	33	15	15	1.6
	8	0.04	6.1	4.5	0.021	40	29	12	11	1.1
	9	0.07	6.7	5.9	0.025	58	51	19	14	2.3
	10	0.10	7.5	6.8	0.018	95	101	18	14	1.7
	11	0.12	6.2	5.0	0.027	86	65	12	22	4.0
	12	0.14	6.4	5.9	0.018	57	35	28	24	1.9
	13	0.21	6.7	5.9	0.027	36	44	14	26	4.3
	14	0.58	6.7	6.4	0.032	90	51	48	41	5.6
	15	0.09	6.8	5.8	0.025	65	36	30	18	2.5
	16	0.22	6.7	5.8	0.025	46	31	25	25	4.4
健 全 圃 場	17	0.03	6.2	4.8	0.027	65	32	14	12	0.1
	18	0.10	6.7	6.1	0.013	39	41	14	17	0.8
	19	0.17	6.8	6.2	0.024	54	59	17	18	1.5
	20	0.17	6.3	5.8	0.020	76	49	20	15	0.7
平 均	発生圃場	0.12	6.6	5.7	0.024	67	52	19	19	2.4*
	健全圃場	0.12	6.5	5.7	0.021	59	45	16	16	0.8
不 偏 標 準 偏 差	発生圃場	0.14	0.6	0.9	0.006	24	31	10	8	1.4
	健全圃場	0.07	0.3	0.6	0.006	16	12	3	3	0.6
変 動 係 数 (%)	発生圃場	114	8	15	26	36	59	50	41	57
	健全圃場	57	5	11	29	27	25	18	17	74

\*5%で有意

健全，発生両圃場を比較すると，健全圃場の土壌中の熱水可溶性ホウ素濃度(以下土壌中ホウ素濃度という)は0.1～1.5ppm，平均0.8ppm，発生圃場は0.9～5.6ppm，平均2.4ppmで，平均値で発生圃場が健全圃場の3倍で，有意な差が認められた。

発生圃場の個々の土壌中ホウ素濃度をみるとNo.1圃場を除いた全圃場で1.0ppmを越えていた。

その健全圃場他の分析項目は健全圃場と発生圃場に有意な差はみられなかった。

サツマイモの葉身中の養分含有率をみると，第4表に示したように，発生圃場は健全圃場と比較して，窒素，カリウムは低く，リン，カルシウム，マグネシウム，ホウ素は高くなり，リンを除いて有意な差が認められた。

特に葉身中の全ホウ素濃度(以下葉身中ホウ素濃度という)は健全圃場は56～115ppm，平均82ppm，発生圃場は212～973ppm，平均656ppmであり，平均値で発生圃場は健全圃場の8倍であった。

第4表 サツマイモ葉身部分析結果

圃 場	N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	B (ppm)
--------	----------	----------	-----------	-----------	----------	------------

	No.						
発 生 圃 場	1	3.54	0.51	0.78	0.68	2.88	304
	2	3.73	0.43	1.19	1.12	2.54	973
	3	3.68	0.33	1.89	1.06	2.89	944
	4	3.42	0.25	2.10	0.83	3.15	790
	5	3.88	0.57	0.55	0.49	4.14	377
	6	3.91	0.63	1.32	1.27	2.41	689
	7	3.76	0.48	0.82	0.81	3.47	642
	8	3.87	0.41	1.02	0.91	3.27	596
	9	3.48	0.41	1.41	1.24	2.27	715
	10	3.93	0.41	0.90	0.62	3.20	212
	11	3.54	0.50	0.67	0.76	3.30	591
	12	3.39	0.48	1.04	1.09	2.86	707
	13	4.67	0.37	0.86	0.65	3.50	759
	14	3.68	0.55	0.98	1.07	2.94	702
	15	2.62	0.47	1.48	1.11	3.20	803
	16	3.34	0.40	1.20	0.92	3.51	686
健 全 圃 場	17	4.50	0.43	0.78	0.65	3.80	56
	18	4.07	0.34	0.63	0.49	4.24	75
	19	3.81	0.34	0.57	0.30	3.72	115
	20	3.76	0.39	1.02	0.50	5.06	83
平 均	発 生 圃 場	3.65*	0.45	1.14*	0.91**	3.10**	656**
	健 全 圃 場	4.04	0.38	0.75	0.49	4.21	82
不 偏 標 準 偏 差	発 生 圃 場	0.42	0.09	0.42	0.23	0.47	208
	健 全 圃 場	0.34	0.04	0.20	0.14	0.61	25
変 動 係 数 (%)	発 生 圃 場	12	21	37	26	15	32
	健 全 圃 場	8	12	27	30	15	30

\*5%で有意

\*\*1%で有意

### 3 再現試験結果

ハウ素資材の多量施用による葉縁褐変症の再現試験結果を第5表に示した。

ハウ素無施用区では葉縁褐変症の発生は認められなかった。

ハウ素10g/a施用区では現地では10g/a以下のハウ素施用で葉縁褐変症が発生した事例がみられたが、再現試験では葉縁褐変症の発生はみられなかった。

ハウ素100g/a施用区では、挿苗後15日目で葉脈間と葉縁部の黄化が始まり、32日を経過すると葉縁部が褐変して壊死する現地と同じ症状の発生が認められた。その後展開した葉身について挿苗から50日を経過した後に観察すると、葉身は健全に生育し、葉縁部の黄褐変化はみられず、現地と同様の発生状況となることを確認した。

32日目で採取した葉身中ハウ素濃度は、ハウ素無施用区が30ppm、ハウ素10g/a施用区が175ppm、ハウ素100g/a施用区が500ppmであった。

第5表 葉縁褐変症状の再現試験結果

試験区名	褐変症状の発生程度(観察)		葉身中ハウ素濃度(ppm)
	挿苗15日目	32日目	32日目
ハウ素無施用区	無	無	30
ハウ素10g/a施用区	無	無	175
ハウ素100g/a施用区	葉脈間と葉縁部の黄化	葉縁部の褐変化	500

### 考察

#### サツマイモ葉縁褐変症の発生要因

現地調査と再現試験の結果から次のことが明らかになり、サツマイモの葉縁褐変の発生はハウ素過剰によるものと推定した。

1 発生圃場は健全圃場と比較してハウ素の平均施用量が約7倍、土壌中の平均ハウ素濃度が3倍、葉身中の平均ハウ素濃度が8倍といずれも著しく高く、有意な差がみられた。

2 ハウ素を100g/a施用して再現試験を行った結果、現地と同じ葉縁褐変症の発生を認めた。

ハウ素100g/a施用区の葉身中のハウ素濃度は、ハウ素無施用区と比較して15倍以上であった。

ハウ素過剰による農作物の生育障害に関する文献をみると、清水<sup>10)</sup>のキュウリ、山中・山崎<sup>16)</sup>のオクラ、石上・松野<sup>3)</sup>のクワ、岩切ら<sup>4)</sup>によるネーブル、石田ら<sup>2)</sup>による秋ギクなどがあり、いずれもその症状は葉脈間や葉縁部、葉身の先端が黄褐変化し、ネーブルでは枯死するという報告がある。また高橋<sup>12)</sup>はハウ素過剰による葉身の先端部や周縁部の黄褐変化は作物の種類にかかわらず共通にみられる症状であることを報告している。

これらの報告はいずれも本調査におけるサツマイモと同様の症状であることから、サツマイモの葉縁褐変症をハウ素過剰によるものと断定した。

砂地畑で栽培されているサツマイモのハウ素過剰症の発生の背景をみると、従来この地域の農家は三要素肥料に加えてBMようりんなどのハウ素入りのリン酸資材やハウ素入りの微量要素資材をハウ素資材として基肥時に施用してきた。

しかし第1表の聞き取り調査結果のように、1989年からは施肥作業の省力化を目的としたハウ素入りのサツマイモ専用の三要素肥料を多くの農家が施用するようになり、更に発生圃場ではハウ素入りサツマイモ専用肥料に加えて、ハウ素入り資材を上乗せ施用した事例が16圃場中12圃場あった。

このような肥培管理を行った結果、ハウ素過剰症が1989年になって広範囲で発生するようになったと考えられる。

また第2表のように、発生圃場で前作にダイコンを作付した12圃場のハウ素施用量は3.7～54.0g/a、平均施用量が22.3g/aであり、サツマイモ作付け時に施用したハウ素施用量と同量か、それ以上のハウ素をダイコン作付け時に施用していたことから、ハウ素過剰症を誘発させる要因としてダイコン収穫後

の土壤中の残存ホウ素のサツマイモへの影響が考えられる。

一般にダイコンの属するアブラナ科の作物はホウ素要求量が高く、山内<sup>17)</sup>はダイコンは土壤中のホウ素濃度に対する適応範囲が広く、高ホウ素濃度に対する耐性の強い作物としている。

本県でもダイコンのホウ素欠乏症の発生を防ぐためホウ素資材を施用しているが、前作のダイコンに施用されたホウ素がサツマイモの基肥施用時にどの程度土壤中に残存し、影響を及ぼすのかは明らかではない。従って、サツマイモ - ダイコンの作付体系の圃場においては両作物に施用されたホウ素の合計量に注意を払う必要がある。

一方、手入れ砂に含まれるホウ素の影響も考えられる。筆者らの調査によると、海砂には1.0～2.0ppmの熱水可溶性ホウ素が含まれているため、海砂を5t/a客土すると5～10gのホウ素が圃場に供給される。作土の厚さを15cm、仮比重を1とすると、1a当たりの砂の重量は15tとなるので、土壤中のホウ素濃度は約0.3～0.7ppmとなる。

従って、手入れ砂を客土した時のホウ素資材の施用には手入れ砂に含まれるホウ素量にも考慮する必要がある。

## 土壤中のホウ素濃度とホウ素過剰症の発生

前田<sup>5)</sup>によると農作物の欠乏症は、土壤中のホウ素濃度が0.4ppm以下で発生しやすく、過剰症は7.0ppm以上で発生しやすくなり、好適濃度範囲は0.8～2.0ppmであると述べている。

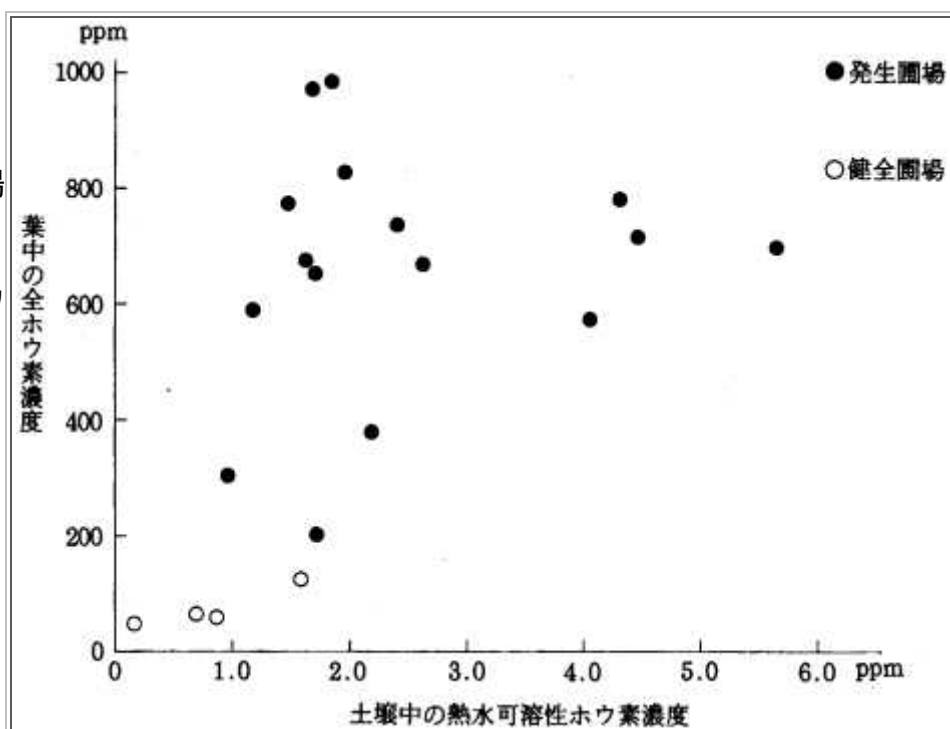
第3表をみると発生圃場の土壤中ホウ素濃度は0.9～5.6ppm、平均2.4ppmであり、No.1圃場を除いた全圃場でホウ素濃度が1.0ppmを越えていた。

今回の調査の結果、本県のような造成砂地畑では前田が述べている好適濃度範囲のレベルでホウ素過剰症が発生したことから、サツマイモは特に生育初期にはホウ素に対する耐性が弱い作物と考えられる。

## 葉身中のホウ素濃度とホウ素過剰症の発生

発生圃場の葉身中ホウ素濃度は212～973ppm、平均656ppmであった。これはサツマイモの葉身中のホウ素の適正濃度といわれる20～50ppm<sup>5)</sup>、過去の本県の砂地畑での調査結果の50～90ppm<sup>6)</sup>、そして今回の健全圃場での調査結果の56～115ppmを大きく上回るものであった。

第2図は土壤中ホウ素濃度と葉身中ホウ素濃度の関係を発生圃場と健全圃場について示したものであるが、発生圃場では全圃場で葉身中ホウ素濃度が200ppm以上であったことから、サツマイモは葉身中ホウ素濃度が200ppmを越えると葉縁部の黄褐変化が発生すると考えられる。



第2図 土壤中のホウ素濃度と葉中のホウ素濃度

奥田ら<sup>8)</sup>はトマト、水稻を供試して植物体内に集積したホウ素は他の部位に移行しにくいことを報告し



ており、高下ら<sup>13)</sup>もトマトを供試して植物体内でのホウ素の移動について検討し、ホウ素過剰にすると葉身部へのホウ素集積が著しくなり、ホウ素は葉身部で固定され、他の部位には再移動しにくくなることを報告している。

高橋<sup>12)</sup>もホウ素は蒸散流によって植物体内を上昇移行するので葉脈端に蓄積する傾向があり、過剰症もその部分に発現しやすいと述べている。

また近年、核磁気共鳴(NMR)法による植物体中の化合物の非破壊分析が可能となり、本方法を用いてヒマワリのホウ素の動態の検討がなされた結果、根から吸収されたホウ素は大部分は無機態ホウ素のまま葉身部まで運ばれ、そのうちの2分の1から3分の2が光合成産物の多糖類と反応し、結合態ホウ素となって存在する<sup>15)</sup>ことが明らかになっている。

今回の調査結果から、サツマイモのホウ素過剰症は挿苗から1ヵ月間までの生育初期に葉身が黄褐変化する症状としてあらわれ、約50日を経過した後に新たに展開した葉身部には葉脈間や葉縁部の黄褐変化する症状はみられなくなることが明らかとなっている。

上記の報告からサツマイモにおいても過剰に吸収されたホウ素の多くは葉身部に移動、集積して葉縁部の黄褐変症状を呈し、他の部位に移動することなく葉身部に集積されたまま壊死し、挿苗から50日以上を経過して地上部の生育量が旺盛になると、新たに展開した葉身部のホウ素濃度は相対的に低下するため過剰症の発生はみられなくなると考えられる。

## 高pH砂地畑土壌でのホウ素過剰症の発生

一般に土壌中の石灰含量が多くなり土壌pHが上昇するとホウ素の吸収が抑制される<sup>9)</sup>といわれている。田中<sup>14)</sup>は30%以上の粘土を含むpH4.2の鉍質酸性土壌を用い、炭酸カルシウムを添加して土壌pHを7.1に高めると土壌へのホウ素の吸着量が3倍になり、また鉍質酸性土壌よりも有機物を多く含む腐植質土壌が土壌pHの上昇によるホウ素の吸着量の増加が多くなることを報告している。

これは土壌pHの上昇によってホウ素が粘土粒子や有機物に吸着される<sup>1), 11), 14)</sup>ためであり、吸着されたホウ素の土壌中への溶出速度が減少する結果、作物に吸収されにくくなる<sup>14)</sup>ことが明らかとなっている。

本県の砂地畑の大部分は水田に海砂を客土した砂質土壌の造成畑であり、造成後も4~5t/aの海砂を3~5年おきに客土するため、海砂に含まれる貝殻中の炭酸カルシウムの影響により土壌pH(H<sub>2</sub>O)が7.0を越える比較的土壌pHの高い圃場が多くみられ<sup>6)</sup>、今回の調査においてもNo.3, 4, 6, 10の4圃場で土壌pH(H<sub>2</sub>O)が7.0を越えていた。

これら4圃場の土壌中ホウ素濃度は1.4~1.7ppmであり、前田<sup>5)</sup>が述べているホウ素の好適濃度範囲内であるにもかかわらずホウ素過剰症が発生している。これは本県の海砂客土による造成畑は、粘土粒子や有機物をほとんど含まないため、海砂中の貝殻に由来する炭酸カルシウムの影響により高pH土壌となってもホウ素を吸着する能力が小さく、このため基肥時に多量に施用されたホウ素は土壌に吸着されることなく生育初期の段階で速やかにサツマイモに吸収され、葉身部に集積して黄褐変化を呈したものと推察される。

## ホウ素過剰症の防止対策

サツマイモのホウ素過剰症の発生は、地上部の生育量が小さい初期段階にみられることから、ホウ素資材の適正施用によって過剰症の発生を抑えることが最良の対策と考えられる。

よってホウ素過剰症の防止対策としてはホウ素入りのサツマイモ専用肥料と他のホウ素資材との併用を避け、また過剰症の発生がみられた圃場では翌年のホウ素の施用を控えることが望ましい。

また海砂を客土した年は海砂からもホウ素が供給されることに留意し、ホウ素資材の1a当たりのホウ素の合計量がBとして10~15gを越えないよう注意する。

## 摘要

砂地畑に作付されているサツマイモの葉縁部が黄褐変化する、激しい場合には壊死する症状がみられたので、1989年に現地実態調査と再現試験を実施し、その発生原因と対策について検討した。

- 1 発生圃場は健全圃場と比較して、平均ホウ素施用量が19.9g/aで約7倍、平均土壌中ホウ素濃度が2.4ppmと約3倍、平均葉身中ホウ素濃度が656ppmと約8倍であった。
- 2 土壌中の熱水可溶性ホウ素濃度が、おおむね1.0ppmを越えると過剰症が発生し、葉身中の全ホウ素濃度は200ppmを越えていた。
- 3 ホウ素を10g/a、100g/a施用して再現試験を実施したところ、10g/a施用区では健全に生育し、葉身中のホウ素濃度は175ppmであったが、100g/a施用区では現地と同様の葉縁褐変症状が発生し、葉身中ホウ素濃度が500ppmであったことから、本症状はホウ素過剰症であると判明した。
- 4 本症状は挿苗15日でサツマイモの葉脈間や葉縁部の黄化が始まり、32日で葉縁部が褐変した。挿苗から50日以上を経過して新たに展開した葉身には葉縁部の黄褐変化はみられなかった。
- 5 過剰症の発生の背景にはホウ素入りの肥料とホウ素資材の併用によるホウ素の施用過多およびホウ素を含む海砂の客土による圃場へのホウ素の供給があるので、過剰症の防止対策としてホウ素の合計量が1a当たり10～15gを越えないように注意する。

## 引用文献

- 1) BERGER . K . C and E . TRUOG(1945): Boron availability in relation to soil reaction and organic matter content . Soil . Sci . Soc . Ame . Proc . , (10): 113 ~ 116 .
- 2) 石田明・増井正夫・糠谷明・重岡広夫(1983): 秋ギクの生育、日持ち並びに葉縁褐変に及ぼす多量、微量要素及びホウ素の影響 . 園学雑 , 52(3): 302 ~ 307 .
- 3) 石上忠幸・松野端彦(1976): クワのホウ素過剰症についてI . 福島蚕試研報 , (17): 27 ~ 30 .
- 4) 岩切徹・松瀬政司・小野忠(1980): カンキツ類ほう素過剰症の一事例について . 九州農業研究 , (42): 198 .
- 5) 前田正男(1969): 要素の欠乏・過剰に関する資料 . 原色作物の要素欠乏・過剰症 . (第3版)農文協(東京): 207 ~ 209 .
- 6) 美馬克美(1977): 徳島県におけるカンショの亜鉛欠乏 . 徳島農試研報 , (15): 15 ~ 19 .
- 7) 農林水産省農蚕園芸局農産課編(1979): 土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法 . 土壌保全調査事業全国協議会(東京): 1 ~ 202 .
- 8) 奥田東・堀士郎・井田正二(1961): 高等植物のホウ素栄養(第1報)ホウ素欠乏植物の育成 . 土肥誌 , 32(4): 153 ~ 157 .
- 9) REEVE . E and J . W . SHIVE(1944): Potassium - boron and calcium - boron relationships in plant nutrition . Soil . Sci . , (57): 1 ~ 14 .
- 10) 清水武(1987): 肉眼観察による作物の栄養診断技術、キュウリの栄養障害特徴 . 土肥誌 , 58(1): 82 ~ 85 .
- 11) SHIMS . J . R and F . T . BINGHAM(1967): Retention of boron by layer silicates , sesquioxides , and soil materials . Soil . Sci . Soc . Ame . Proc . , (31): 728 ~ 732 .
- 12) 高橋英一(1971): ホウ素の生物学 . 京大食研報告 , (34): 9 ~ 27 .
- 13) 高下正則・高橋英一(1976): 植物のホウ素栄養に関する比較生理的研究(第2報)トマト植物体内ホウ素含量の推移と分布 . 土肥誌 , 47(4): 138 ~ 141 .
- 14) 田中啓文(1972): 土壌 - 作物系におけるホウ素の行動(第1報)土壌によるホウ素の吸着と溶脱 . 土肥誌 , 43(8): 297 ~ 301 .
- 15) 渡辺正夫編(1990): 肥料化学研究開発の動向 . 肥料年鑑第37版 , 肥料協会新聞部(東京): 277 ~ 278 .
- 16) 山中律・山崎幸重(1991): オクラの生理障害、無機養分の過剰症状 . 土肥誌 , 62(2): 181 ~ 186 .
- 17) 山内益夫(1979): ホウ素に関する作物栄養学的研究 . 鳥大農研報 , 31: 37 ~ 91 .