

土壌残留DBN (2,6-ジクロロベンゾニトリル) に対する 各種作物の感受性と生育障害情報

大橋 優二*¹ 中本 洋*² 赤司 和隆*³

除草剤DBN (2,6-ジクロロベンゾニトリル) の土壌残留濃度が各種作物の生育に及ぼす影響を枠試験により検討した。ウリ類3種 (かぼちゃ, メロン, すいか), 直・塊根類3種 (だいこん, にんじん, ばれいしょ), その他の作物類4種 (レタス, スイートコーン, 小麦, そば) を供試し, 次の知見を得た。①生育阻害率50%を与える土壌DBN濃度はかぼちゃ, だいこん, にんじん, ばれいしょ, レタス, そばで低く, これらの作物ではDBNに対する感受性が高い (生育阻害を受けやすい)。②かぼちゃ, だいこん, にんじん, ばれいしょではDBNによる特徴的な可視症状が発現する。以上の知見をもとに, 土壌のDBN濃度水準と障害程度との関係を作物別に生育障害情報として整理した。

緒言

北海道の果樹廃園跡地に栽培されたかぼちゃに果実の種子形成が皆無あるいは不完全となったり, 果肉内部に水浸状の白斑を生じる異常果が1980年代に発生した¹⁸⁾。この原因は土壌に残留した2,6-ジクロロベンゾニトリル (以下, DBNと略) による生育障害であること, さらにこの障害は土壌のDBN残留分析の検出限界以下 (0.002mg/kg) でも発生することが明らかにされている¹⁾。DBNはニトリル系除草剤に区分され, 一年生および広葉雑草の発生を長期間にわたり抑制する⁷⁾。その粒剤タイプは主に果樹園, 桑園の下草管理, 休耕田や水田畦畔, 非農耕地等で使用される。

DBN含有除草剤の「効果・薬害等の注意」欄によれば, ウリ科作物の栽培予定地には本除草剤を使用しないことが明記されている。しかしながら, 農地の流動化等によって栽培履歴が不明となり, 本除草剤の散布歴がある果樹廃園跡地にかぼちゃを栽培する事例がみられる。その結果, 依然としてかぼちゃ異常果は散発的に発生しているのが現状である。

さらに, 現地ではかぼちゃ以外の作物が本除草剤の散布跡地に栽培される可能性も想定される。DBNに起因する生育障害の研究については, 水稻²⁾, 麦¹⁶⁾, 温州ミカン^{15), 19)}, 防風樹⁷⁾, 桑⁹⁾ 等に限られており, 野菜をはじめ未検討の作物も多い。そこで, 本研究では主に未検討の作物を供試し, 土壌残留DBN濃度と生育障害発生の関係を調査し, 作物のDBN感受性 (生育阻害の受けやすさ) の違いや作物特有の障害症状を明らかにすることを目的とする。このことを通じ, DBNに起因する生育障害の診断に寄与する。

試験方法

1. DBN残留枠圃場の造成

試験は中央農業試験場内の無底枠圃場 (1m×1m) で行った。供試土壌は褐色低地土で, 表1に土壌の化学性を示した。供試したDBN含有除草剤は6.7%粒剤で, 使用方法に示される散布量はりんごで5~12g/m², なし・ももで8~10g/m²である。1999年11月16日, 1m²当たり5, 15, 30gの6.7%粒剤を土壌表面にそれぞれ散布して3水準のDBN処理区を設定した (土壌の仮比重を1として, 深さ15cm内の推定DBN濃度は各々2.23, 6.70, 13.40mg/kg)。さらに, かぼちゃ, メロン, すいかの栽培圃場では2001年5月にDBN濃度2.19mg/kgの土壌1kgを無散布枠圃場に均一散布し, 深さ15cm内で混和したDBN微量区 (土壌の仮比重1として, 調製時の推定DBN濃度0.01mg/kg) を追加してDBN処理4水準とした。

いずれの枠圃場も播種, 作付け前に, 2000年は0~5cm, 2001年~2003年は0~10cm深度で土壌を採取し,

2013年10月31日受理

*¹ (地独) 北海道立総合研究機構中央農業試験場 (現: 同上川農業試験場天北支場, 098-5738 枝幸郡浜頓別町)

E-mail: oohasi-yuuzi@hro.or.jp

*² 同上 (現: 同上川農業試験場, 078-0397 上川郡比布町)

*³ 同上 (現: 069-0804 江別市)

DBN濃度を測定した。

2. 供試作物と耕種概要

2000～2003年にわたり地中深15cmまで耕起後、各種作物を栽培し、生育、収量および生育障害の有無を調査した。供試作物は、①ウリ類3種：かぼちゃ、メロン、すいか、②直・塊根類3種：だいこん、にんじん、ばれいしょ、③その他の作物類4種：レタス、スイートコーン、小麦、そばの計10作物とし、のべ26作栽培した(表2)。レタス以外の作物は年1作とし、栽培に係る施肥量、栽植密度等は北海道野菜地図⁵⁾に基づいた。また、ウリ類はトンネル栽培とし、レタスと同様にマルチを使用した。

3. 各種作物のDBN感受性の評価

各種作物のDBN感受性を数値化するために、生育阻害率50%を与える土壌DBN濃度(以下、阻害50%濃度と略)をプロビット法⁴⁾により求めた。例えば、殺虫剤の効力検定では薬量を対数に、死虫率をプロビットと呼ばれる確率単位に変換し、薬量の対数(X軸)と死虫率プロビット(Y軸)の回帰直線からY軸が5.00(死虫率50%を意味する)の値となる薬量、すなわち半数致死用量(LD50)を求めることができる。本試験では、この手法を用い、作付け前の土壌DBN濃度の対数(X軸)と各作物の評価指標に基づく生育阻害率プロビット(Y軸)の回帰直線から、阻害50%濃度を作物毎に算出した。なお、各作物の評価指標は、①ウリ類では「茎長」、②直・塊根類は「根重(塊茎重)」、③その他の作物類は「総重」とした。

表1 供試土壌の化学性

pH (H ₂ O)	EC (mS/m)	土性	腐植 (g/kg)	全窒素 (g/kg)	トルオーグリン酸 (mg/kg)	交換性塩基 (mg/kg)			CEC (cmol _e /kg)
						K ₂ O	CaO	MgO	
6.5	5.2	CL	19.4	0.6	204	279	2161	606	16

表2 供試作物と耕種概要

作物 グループ	作物	品種	作付 形態	栽植密度 (株/m ²)	栽培年	栽培月	
						作付	収穫
ウリ類	かぼちゃ	えびす	苗	1	'00, '01, '02	6	9
	メロン	プリンス	苗	1	'00, '01, '02	6	9
	すいか	金華	苗	1	'00, '01, '02	6	9
直・塊根類	だいこん	春北海	種子	6	'00, '02, '03	6	8
	にんじん	向陽2号	種子	33	'03	6	10
	ばれいしょ	男爵薯	種芋	5	'02, '03	5, 6	9, 10
その他の 作物類	レタス	みすず	苗	5	'03	6, 8	8, 10
	スイートコーン	キャンベラ	種子	5	'00, '02, '03	6	9
	小麦	春のあけぼの	種子	-	'00, '02, '03	6	9
	そば	きたわせそば	種子	-	'00, '02, '03	6	9

注) そば、小麦は枠圃場1 m²に4畝を造成し、一定量を播種した。

4. 土壌のDBN分析

土壌のDBN分析は農薬の残留分析法¹⁾に準じて行った。すなわち、土壌20gにアセトン150mlを加えて振とう後、ろ過した抽出液を約50mlに濃縮した。次いで5% NaCl溶液100mlおよびヘキサン100mlを加えて振とう後、ヘキサン層を分取し、無水硫酸ナトリウムを加えて脱水した。ろ過後、2%ジエチレングリコールアセトン溶液を加えて濃縮し、5%エーテルヘキサン混液でSep-Pak(フロリジル)に通過させた。得られた精製液に2%ジエチレングリコールアセトン溶液を加えて約1 mlまで濃縮した。窒素ガスを吹きつけて乾固後、ヘキサン2 mlを加えて定容した液中のDBN濃度をNPD付きガスクロマトグラフ(アジレント6890PlusGC, カラム: HP-50+, キャリヤーガス: ヘリウム)により定量した。本試験におけるDBN濃度は乾土当たりへ換算して表示し、検出限界値は0.001 mg/kgであった。

5. ばれいしょのライマン価

ライマン価はばれいしょサンプルの比重(空中重量÷(空中重量-水中重量))を求め、それを次式に当てはめて算出した。

$$\text{ライマン価}(\%) = 214.5 \times (\text{比重} - 1.050) + 7.5$$

なお、測定したサンプルの塊茎重はDBN処理区毎に異なった。

結 果

1. 各種作物のDBN感受性

① ウリ類 (かぼちゃ, メロン, すいか)

茎長を評価指標とした阻害50%濃度の比較では、かぼちゃが最も低い値を示し、次いでメロン、すいかの順であった (図1)。次に、収穫時の果実重をみると、かぼちゃではDBNによる果実重の低下や着果不全が顕著であった (表3)。すなわち、20%以上の果実重低下が認められたDBN濃度はかぼちゃで0.06mg/kg (2001年) と極めて低かったが、メロン、すいかではそれぞれ0.37, 0.26mg/kg (2002年) とより高濃度の値を示した。また、果実が着果した土壤DBNの上限濃度はかぼちゃでは0.88mg/kg (2001年) であったのに対し、メロン、すいかでは1 mg/kgを超える高いDBN濃度 (2000年) でも着果が確認された。これらの生育、果実肥大の状況から、かぼちゃはDBNによる生育阻害を受けやすく、DBNに対する感受性が高かった。

② 直・塊根類 (だいこん, にんじん, ばれいしょ)

にんじんの阻害50%濃度は極めて低く、次いでばれいしょ、だいこんの順であった (図1)。すなわち、土壤DBN濃度0.06~0.07mg/kgで収穫時の根重はにんじんで約70%低下し、だいこんとばれいしょではいずれも約20%低下した (表4)。このことから、にんじんはだいこん、ばれいしょに比べてDBNにより著しい生育障害を受けた。

③ その他の作物類 (レタス, スイートコーン, 小麦, そば)

レタスの阻害50%濃度が最も低い値を示し、次いでそば、小麦、スイートコーンの順であった (図1)。すなわち、レタスでは0.10mg/kgで収穫期の総重は約40%低下し、そばの総重は0.22mg/kgで約40%低下した (表5)。これに対し、スイートコーンと小麦の総重は各々0.30, 0.26mg/kgでいずれも約20%低下した。これらのことから、とりわけレタスは小麦、スイートコーンに比べ極めて低いDBN濃度で生育障害が認められた。

2. DBNによる生育障害の特徴

① ウリ類

作付け前のDBN濃度が1.09~4.62mg/kgであった2000年では、3作物ともに定植直後から激しい生育障害が顕著にみられた (表3)。すなわち、茎伸長の抑制、葉身の矮小化、葉縁部の巻き上がり (カップ状) 等の症状 (写真1)、さらに茎部 (つる) の組織硬化や割れの症状も肉眼観察で認められた。また、果実についてはかぼちゃではDBN処理区から収穫した果実はすべて種子が全く形成されないか、果実内部が水浸状を呈する異常果であった (写真2, 表3)。一方、メロンとすいかの場合、DBN処理区の果実は肥大が抑制されても成熟しており、種子は外観上正常に形成され、かぼちゃで観察された水浸症状は認められなかった (表3)。

表3 DBN処理がウリ類の茎長, 果実重に及ぼす影響 (収穫時)

調査年次	DBN処理区	かぼちゃ			メロン			すいか		
		DBN濃度 (mg/kg)	茎長 (cm)	果実重比	DBN濃度 (mg/kg)	茎長 (cm)	果実重比	DBN濃度 (mg/kg)	茎長 (cm)	果実重比
2000年	無散布	-	337	※	-	213	100(0.8)	-	290	100(4.6)
	5 g/m ²	1.09	22	※	1.46	97	73	1.30	44	4
	15g/m ²	1.85	30	※	1.72	29	※	1.96	45	2
	30g/m ²	4.03	9	※	2.94	15	8	4.62	38	1
2001年	無散布	-	305	100(1.7)	-	165	100(0.5)	-	197	100(5.2)
	微量	0.06	236	76	0.06	161	110	0.06	192	105
	5 g/m ²	0.52	215	59	0.68	146	114	0.58	163	49
	15g/m ²	0.88	100	11	1.26	62	※	1.46	191	45
	30g/m ²	1.82	78	※	1.58	32	※	2.38	45	※
2002年	無散布	-	243	100(1.1)	-	167	100(1.0)	-	162	100(1.9)
	5 g/m ²	0.41	216	54	0.37	153	76	0.26	114	46
	15g/m ²	0.64	175	※	1.14	21	※	0.46	110	※
	30g/m ²	1.13	76	※	1.53	11	※	1.49	86	59

注1) DBN濃度は作付け前の土壤分析値 (0-10cm)

注2) 2000年は耕起前に土壤を採取したため、DBN濃度は耕起後、0-15cm層位に分布するとして算出した。

注3) 果実重比は無散布区を100とした指数 (カッコ内は実数: kg/個)

注4) ※: 着果せず (かぼちゃはすべて種子形成不全, 水浸状の異常果, メロンとすいかでは異常果は認められず)

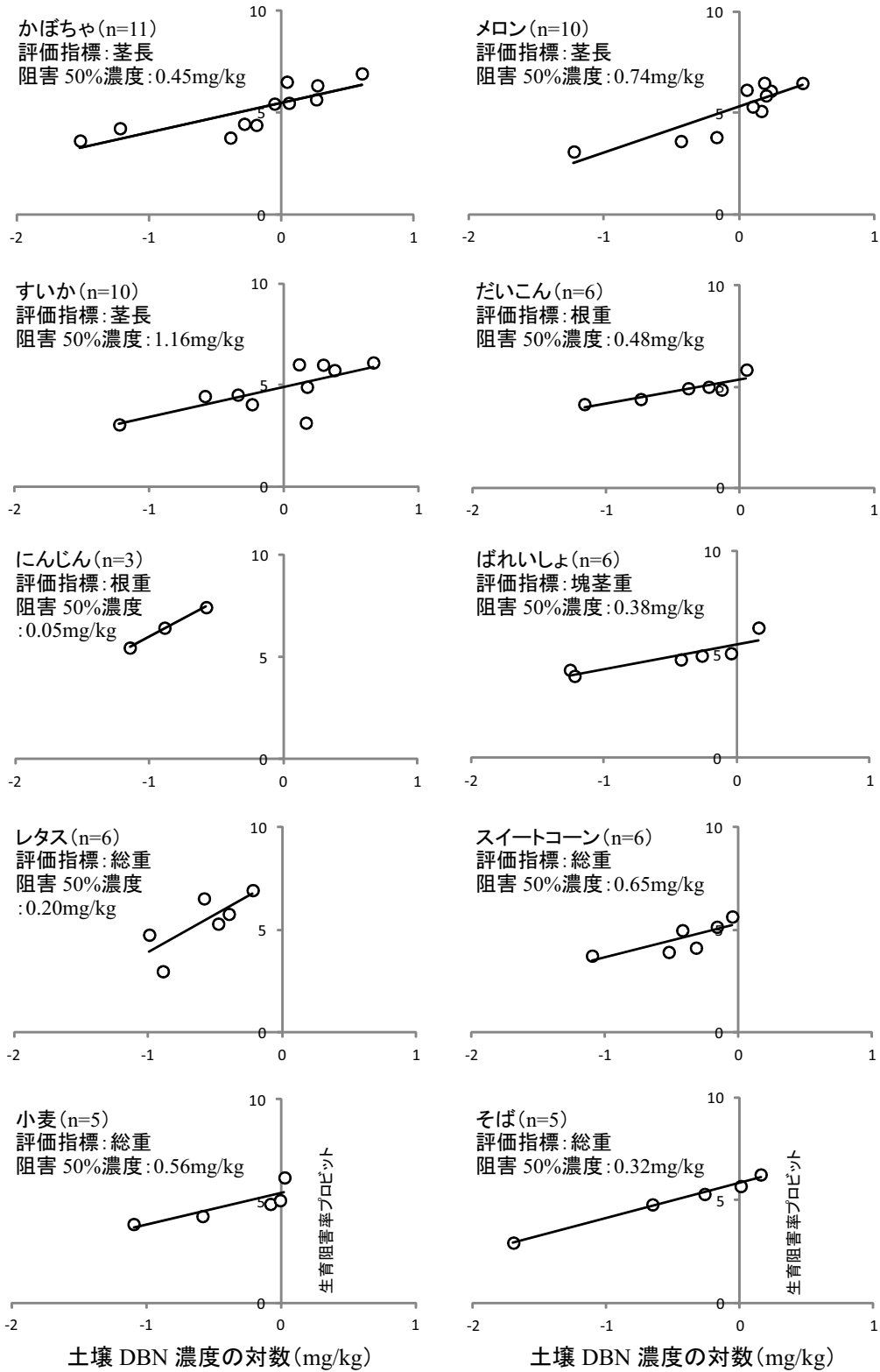


図1 作付け前の土壌DBN濃度の対数と生育阻害率プロビットの関係

注1) 生育阻害率: $100 - \text{DBN処理区の評価指標値} / \text{無散布区の評価指標値} \times 100$

注2) 生育阻害率プロビット: 生育阻害率のプロビット変換値

注3) 阻害50%濃度: 生育阻害率50%を示す土壌DBN濃度

表4 DBN処理が直・塊根類の根重(塊茎重)、障害根の発生に及ぼす影響(収穫時)

調査年次	処理区	だいこん			にんじん			ばれいしょ		
		DBN濃度 (mg/kg)	根重 比	障害根 発生率(%)	DBN濃度 (mg/kg)	根重 比	分岐根 発生率(%)	DBN濃度 (mg/kg)	塊茎重 比	ライマン 価(%)
2003 年	無散布	-	100(342)	0	-	100(154)	5	-	100(64)	14.2
	5 g/m ²	0.07	80	0	0.07	32	23	0.06	77	10.7
	15g/m ²	0.18	73	33	0.26	1	10	0.06	84	10.3
	30g/m ²	0.58	50	83	0.75	※	※	0.90	47	-

注1) DBN濃度は作付け前の土壌分析値(0-10cm)

注2) 根重比、ばれいしょの塊茎重比は無散布区を100とした指数(カッコ内は実数:g/個)

注3) だいこんの障害根:こぶ症根,分岐根

注4) ※:生育不良のため収穫不能

表5 DBN処理がその他の作物類の草丈,総重に及ぼす影響(収穫時)

調査年次	処理区	レタス		スイートコーン			小麦			そば		
		DBN濃度 (mg/kg)	総重 (g/株)	DBN濃度 (mg/kg)	草丈 (cm)	総重 比	DBN濃度 (mg/kg)	草丈 (cm)	総重 比	DBN濃度 (mg/kg)	草丈 (cm)	総重 比
2003 年	無散布	-	100(982)	-	142	100(351)	-	66	100(2.5)	-	79	100(5.7)
	5 g/m ²	0.10	59	0.08	139	89	0.08	66	87	0.02	78	98
	15g/m ²	0.26	6	0.30	140	86	0.26	56	77	0.22	51	58
	30g/m ²	0.60	3	0.48	135	81	0.98	45	48	0.54	36	38

注1) DBN濃度は作付け前の土壌分析値(0-10cm)

注2) 総重比は無散布区を100とした指数(カッコ内は実数:g/株)

注3) レタスは6月定植(初夏まき)の値

② 直・塊根類

だいこんでは無散布区ではみられない分岐やこぶ症状を呈する障害根の発生率が0.18mg/kg以上から高まった(写真3,表4)。また,にんじんでは分岐根の発生率がDBN濃度0.07mg/kg以上で高まる傾向を示した(写真4,表4)。ばれいしょではDBN処理による塊茎重の低下に伴い,収穫時のライマン価は低下する傾向がみられた(表4)。さらに,1 mg/kg以上の高いDBN濃度では塊茎の肥大が強く抑制されるとともに,根部の伸長抑制やこん棒状化の症状も観察された(写真5)。

③ その他の作物類

レタスではDBNにより株全体が著しく小葉化した。収穫時の根部を観察すると,根の伸長が顕著に抑制された。また,スイートコーン,小麦,そばでは茎が堅くなって弾力性が失われる硬化症状が肉眼観察により確認された。

考 察

ウリ類のDBN感受性の比較では,DBN処理の影響と最も関連性がみられた「茎長」を評価指標とした。かぼちゃはDBNに対する感受性がメロン,すいかに比べて高く(図1),また特異的に異常果が発生しやすい作物と判断された(表3)。かぼちゃの農薬吸収の選択性については,除草剤アミベン(3-アミノ-2,5-ジクロロ安息香酸)はきゅうりに薬害を生じるが,同じウリ科のかぼ

ちゃには薬害を生じないことが報告されている⁶⁾。これはかぼちゃの根がアミベンを吸収しないことに起因する。また,高い土壌残留性のために使用禁止となったディルドリンはかぼちゃやきゅうり等のウリ科作物に吸収されやすいことが明らかにされている^{12),13)}。かぼちゃの高いDBN感受性の要因および異常果発生のメカニズムは今のところ不明であるが,かぼちゃではDBNの特異的な選択吸収が行われたと考えられる。

直・塊根類のDBN感受性の比較では,DBNによる障害程度と最も関連性がみられた「根重(塊茎重)」を評価指標とした。3作物の比較ではにんじんのDBN感受性が極めて高く,次いでばれいしょ,だいこんの順であった(図1)。にんじんとだんこんでは障害根(こぶ症状,分岐)の発生率がDBNにより高まった(表4)。また,ばれいしょでは1 mg/kg以上の土壌DBN濃度で根部の伸長抑制やこん棒状化の症状がみられた(写真4)。Koopmanら⁸⁾によれば,細胞分裂が盛んな成長点はDBNに高い感受性を示して成長が抑制されるとともに,組織細胞はDBNの作用で特異的に膨張する。このことから,根部の障害症状はDBNが引き起こした異常な細胞形態の発現と考えられる。

その他の作物類では,DBNによる障害程度と高い関連性を示した「総重」を評価指標とした。4作物の比較ではレタスが最もDBN感受性が高く,次いでそば,小麦,スイートコーンの順であった(図1)。レタスでは

表6 土壌のDBN濃度水準と各種作物の生育障害

作物グループ	作物	障害症状				備考
		土壌中のDBN濃度水準 (mg/kg)				
		0.01未満	0.01~0.1未満	0.1~1未満	1以上	
ウリ類	かぼちゃ	☆	▼×	△		種子形成不全, 果実は水浸状, 茎の硬化
	メロン			▼×	△	種子は形成される, 茎の硬化
	すいか			▼×	△	種子は形成される, 茎の硬化
直・塊根類	だいこん		×	●		極低濃度で収量低下
	にんじん		×●			極低濃度で収量低下
	ばれいしょ		×☆			極低濃度で収量やライマン価の低下, 根の伸長抑制とこん棒状化
その他の作物類	レタス		▼×			極低濃度で生育抑制, 収量低下, 根の著しい伸長抑制
	スイートコーン			▼×		茎葉伸長の抑制, 茎の硬化
	小麦			▼×		茎葉伸長の抑制, 茎の硬化
	そば			▼×		茎葉伸長の抑制, 茎の硬化

注1) DBN濃度水準は作付け前の土壌分析値 (0-10cm)

注2) ▼は生育量の低下 (茎長, 草丈等), ×は収量の低下 (収穫部, 総重),

△は着果の低下, ●は外観品質の低下 (分岐根, こぶ症根),

☆は内部品質の低下 (かぼちゃ: 異常果, ばれいしょ: ライマン価) を示す。

微量なDBN濃度 (0.10mg/kg) であっても根部に著しい伸長抑制がみられ, 生育に伴う養分吸収が強く阻害されたと考えられた。また, ウリ類と同様にスイートコーン, 小麦, そばでも茎の硬化症状が肉眼観察で認められたが, これはDBNの作用機作とされるセルロースの生合成阻害³⁾や細胞間のペクチンの硬化⁷⁾に起因するものと推察される。供試した6.7%粒剤の効果・葉害等の注意欄によれば, 当剤はイネ科雑草に対する抑制効果は劣るとされ, また畑地のDBN含有除草剤の中には小麦, 大麦に適用が可能な除草剤もある。このことから, イネ科作物である小麦とスイートコーンのDBN感受性はレタスやそばに比べて低いことが想定され, 図1からもそれを支持する結果が得られた。

イネに対するDBN葉害の形態的観察¹⁴⁾によれば, 組織内では鞘葉の表皮細胞や維管束細胞において垂直方向の生長抑制および水平方向の異常な肥大化が認められ, 生体組織が崩壊することが報告されている。このことから, 本研究で確認された各作物の茎葉の短小化, 根の伸長抑制やこん棒状化等の障害症状はいずれも細胞組織の異常な膨張, 肥大化に起因する症状と推察された。

以上のことから, 土壌のDBN濃度水準に対応した各種作物の生育障害情報を表6に提示した。本情報では特徴的な障害症状の発現に基づき, 土壌中のDBN濃度水準を①0.01mg/kg未満, ②0.01~0.1mg/kg未満, ③0.1~1mg/kg未満, ④1mg/kg以上の4水準とした。かぼちゃ, だいこん, にんじん, ばれいしょ, レタスの5作物は0.1mg/kg未満の極めて低いDBN濃度から収量, 品質に影

響を受けるDBN感受性の高い作物と位置付けられた (表6)。一方, メロン, すいか, スイートコーン, 小麦, そばの5作物は0.1mg/kg未満の極低濃度のDBNでは生育, 収量に対する影響はほとんどみられなかったことから, 土壌DBNが0.1mg/kgを超える濃度で影響を受ける作物と判断した。本情報とカラー写真を併せて参照することにより, 土壌残留DBNによる生育障害が疑われる作物の障害診断に活用することが可能である。

なお, 本研究では土壌に残留したDBNを対象としたが, 土壌中の主なDBN代謝産物である2,6-ジクロロベンズアミドの吸収により, 作物 (ケール苗) は葉縁部に黄化症状を引き起こすことが報告されている¹⁰⁾。このため, DBNによる作物生育の影響は代謝産物を含む複合的な障害と考えられる。本研究でも散布4年目の試験結果には土壌中のDBN濃度が低いにもかかわらず, 生育障害の症状が強い場合が認められており, 代謝産物の関与が疑われる。このため, DBNのみならず代謝産物を含めた土壌残留による生育障害の解明が今後必要である。

謝辞 本研究を遂行するにあたり, アグロカネショウ株式会社札幌営業所西川真吾氏 (現: 東北支店北東北営業所), 営農者の方々および関係農業改良普及センターにご協力いただいた。記して感謝申し上げます。また, 本稿をとりまとめるにあたり, ご校閲を賜った道総研上川農業試験場天北支場長 吉澤 晃氏に謝意を表す。

引用文献

- 1) 藤倉潤治・長尾明宣・佐藤龍夫・土岐和夫. 除草剤 DBNに起因するかぼちゃ異常果の発生. 北海道立農業試験場集報. 77, 69-73 (1999).
- 2) 原田哲夫・滝広徳男. “水稻におけるDBNの薬害発現に関する2,3の試験”. 雑草研究. 2, 90-94 (1963).
- 3) 細辻豊二. 最新農薬生物検定法. 全国農村教育協会, 東京, 1985. p.457.
- 4) 細辻豊二. 最新農薬生物検定法. 全国農村教育協会, 東京, 1985. p.835-856.
- 5) 北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会. 北海道野菜地図. 北海道農政部, 2000.
- 6) 石崎寛. 農薬科学. 養賢堂, 東京, 1987. p.59.
- 7) 除草剤解説 (32). (ニトリル系除草剤) Dichlobenil. 雑草研究. 39(1), 64 (1994).
- 8) Koopman, H., Daams, J. 2,6-Dichlorobenzonitrile: a New Herbicide. Nature. 186, 89-90 (1960).
- 9) 池田正人. イグサに対するDBN薬害防止の一手法. 日本作物学会中国支部研究集録. 27, 1-2 (1985).
- 10) Leach, R. W. A., Biddington, N. L., Verloop, A., Nimmo, W. B. A side effect of chlorthiamid and dichlobenil herbicides. Ann. Appl. Biol. 67, 137-144 (1971).
- 11) 農薬残留分析法研究班. 最新農薬の残留分析法. 中央法規出版, 東京, 1995. p.278-280.
- 12) 大谷卓. 清家伸康. 植物の力で農耕地のPOPsリスクを低減する. 農業および園芸. 83, 449~456 (2008).
- 13) 乙部裕一. 佐藤龍夫. 作物の有機塩素殺虫剤(ディルドリン) 吸収特性. 北海道立農業試験場集報. 75, 21-24 (1998).
- 14) 清水正治. DBNがイネ科植物の生長と分化に及ぼす影響. 雑草研究. 2, 109-112 (1963).
- 15) 白井昭一・森本純平・田中 守. 温州ミカン園におけるDBN除草剤の利用について. 和歌山県果樹園芸試験場研究報告. 8, 22-27 (1984).
- 16) 鳥生誠二・兼頭明宏・渡辺 全. 稈麦と小麦に対する除草剤の薬害の差異. 雑草研究. 28, 36-40 (1983).
- 17) 高原利雄・石内伝治・奥代直巳・七條寅之助. カンキツ園の防風樹に対する各種除草剤の薬害. 果樹試験場報告D. 5, 27-46 (1983).
- 18) 山崎 博・小池靖雄・泰 弘侑・明瀬憲正. カボチャの異常果実発生要因についての一考察. 北海道園芸研究懇話会報. 18, 58-59 (1985).
- 19) 吉田 守・栗山隆明. カンキツ園の除草剤に関する研究 第4報 DBN粒剤の土壤残留について. 九州農業研究. 42, 196-197 (1980).



写真1 DBNによるかぼちゃ葉身の矮小化，葉縁部の巻き上がり症状
注) 2000年30g/m²区，定植後40日目，
作付け前のDBN濃度3.06mg/kg

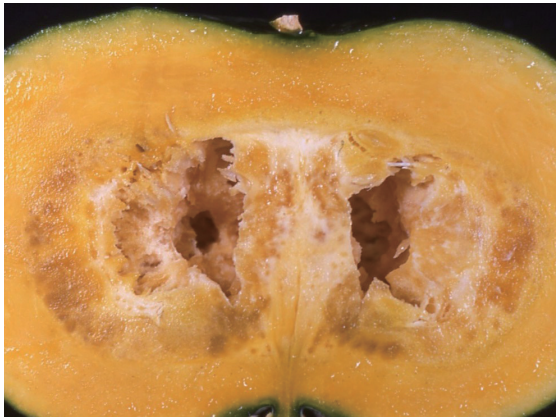


写真2 DBNによるかぼちゃ異常果
(種子形成の不全，水浸状)
注) 2001年微量区，作付け前のDBN濃度0.06mg/kg



写真5 DBNによるばれいしょ種子塊茎の伸長抑制，
根のこん棒状化
注) 2002年30g/m²区，作付け後42日目，
作付け前のDBN濃度1.45mg/kg



写真3 DBNによるだいこんのこぶ症状
注) 2002年15g/m²区，収穫時，
作付け前のDBN濃度0.73mg/kg



写真4 DBNによるにんじんの分枝症状
注) 2003年5g/m²区，収穫時，
作付け前のDBN濃度0.07mg/kg

Growth Inhibition Characteristics and Sensitivity of Various Crops to Residual Soil 2,6-dichlorobenzonitrile

Yuji OHASHI^{*1}, Hiroshi NAKAMOTO^{*2} and Kazutaka AKASHI^{*3}

Summary

This study examined the sensitivity and symptoms associated with exposure to 2,6-dichlorobenzonitrile (DBN) in the soil, and clarified the effect of DBN on the growth of pumpkin, melon, watermelon, radish, carrot, potatoes, lettuce, sweet corn, wheat, and buckwheat grown in frame examination. The DBN concentrations required to decrease crop growth rate by 50% was lower in pumpkin, radish, carrot, potatoes, lettuce, buckwheat than in the other crops tested. Carrots were particularly sensitive to DBN and their growth was severely inhibited at DBN concentrations as low as 0.07 mg/kg. Indeed, the results showed that six species showed high sensitivity to DBN and could be classified as being at high-risk to growth inhibition by residual soil DBN. Symptoms to DBN exposure consisted of inhibited root, stem and leaf growth, and hardening of the stem. In addition, pumpkin produced abnormal fruit, carrots and radishes showed branching, and potato had decreased Lyman values and developed club-like roots. The symptoms attributed to DBN exposure arise because the growing points of cells are inhibited growth is prevented and abnormal tissue expansion occurs. Based on these symptoms, we clarified and collected information related to plant growth inhibition due to soil DBN exposure. In combination with color photos, it will now be possible to accurately diagnose growth inhibition due to DBN exposure.

*¹ Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station (Present; Hokkaido Research Organization Kamikawa Agricultural Experiment Station Tenpoku Substation, Hamatombetsu, Hokkaido, 098-5738 Japan)

E-mail: oohasi-yuuzi@hro.or.jp

*² ditto. (Present; Hokkaido Research Organization Kamikawa Agricultural Experiment Station, Pippu, Hokkaido, 078-0397 Japan)

*³ ditto. (Present; Ebetsu, Hokkaido, 069-0804 Japan)