

ニンジンのトンネル春夏どり栽培における 黒変陥没症の発生要因

川城 英夫・深山 弘志*・遠藤 正樹**・加瀬 元治***・宇田川 雄二

キーワード：ニンジン、黒変陥没症、薬害、ペンディメタリン

I 緒 言

千葉県におけるニンジンの作付面積は全国第2位の3,340ha(2002年)で、その25%を占める818haがトンネル春夏どり栽培である(農林水産省統計情報部, 2004)。本作型では、12月から3月にかけてニンジンを播種し、トンネルを被覆して生育を促進させ、5月から7月にかけて収穫・出荷を行っている。この出荷期の東京都中央卸売市場におき本県産ニンジンの市場占有率は60%を超える(青果物情報センター, 2004年)。本作型での栽培上の主要な問題点としては、低地温と土壤水分不足に起因する出芽不良、長年の連作に伴う土壤病害のしみ腐病の被害が挙げられるものの、さまざまな技術的対策を講じることにより生産は比較的安定している。

ところが、1994年頃から、本県ニンジンの主産地の一つである八千代市のトンネル春夏どり栽培において、ニンジンの直根肩部に障害が多発して問題となった。本障害の症状は、直根肩部の第1本葉及び第2本葉基部に発現し、軽度の場合はスポット状にわずかに盛り上がる程度であるが、重度になると褐変したり陥没して黒変する。陥没して黒変したものは市場性を大きく損なう。本障害を現地では「えくぼ症」と呼んでいるが、ここでは「黒変陥没症」とした(以下、「黒変陥没症」とする)。

これまでの現地調査では、本障害の被害部位から原因と見られる病原菌は検出されなかった。また、本障害が多発した生産者の圃場で土壤水分を異にした予備試験を実施したものの、土壤水分と障害との関係は明らかではなかった。被害を出している生産者に対する聞き取り調査を行なったところ、肥培管理、土壤水分管理及び温度管理は慣行に準ずるものであった。

本障害の発症部位であるニンジン直根肩部は、下胚軸由来の部位(ESAU, 1940)であり、出芽後4~5葉期までは地上部に抽出しているため、生育初期に障害を受けやすい部位であると推察された。土壤養水分、土壤温度以外で、ニンジンの下胚軸の生育を阻害しうる要素を検討したところ、現地で広く使用されている除草剤を本障害の原因と特定できたので報告する。

なお、本試験は八千代市吉橋 高橋克弘氏の多大なる協力のもとに実施したものであり、ここに記して厚く御礼を申し上げる。

II 材料及び方法

除草剤の影響に関する試験は、1998年と1999年の2か年にわたって2か所で実施した。また、黒変陥没症の発生と栽培条件との関係については、1998年に八千代市共進会に出品されたニンジンを対象に調査した。

1. 除草剤がニンジンの生育、黒変陥没症及び雑草の発生に及ぼす影響

除草剤がニンジンの生育及び黒変陥没症の発生に及ぼす影響を明らかにするために、1998年と1999年に八千代市吉橋の高橋克弘氏露地圃場(表層腐植質黒ボク土。以下、八千代市とする)において、また1999年には富里市の全農千葉県本部営農技術センター露地圃場(表層腐植質黒ボク土。以下、富里市とする)において試験を合計3回実施した。

なお、供試品種はいずれの試験においても「向陽二号」(タキイ種苗)で、供試した除草剤及び除草剤を含有する資材(以下、供試資材とする)、その有効成分名並びに成分含有量は第1表のとおりである。

八千代市における1998年の試験:供試資材は、試験圃場所有者である高橋氏がこれまで使用してきた除草剤トリフルラリン・ペンディメタリン粉粒剤と透明ポリフィルムにプロメトリンを練り込んだフィルムとした。試験区は、トリフルラリン・ペンディメタリン粉粒剤を1.5~

2004年10月13日受理

* 千葉県夷隅農林振興センター

** 全農千葉県本部営農技術センター

*** 元八千代市農業協同組合

本報告の一部は2005年度園芸学会春季大会において発表した。

第1表 供試資材の有効成分及び成分含有量

一般名	商品名	有効成分名	成分含有量(%)
トリフルラリン ・ペンディメタリン粉粒剤	コンボラル	トリフルラリン ペンディメタリン	1.2 1.2
ペンディメタリン粉粒剤	ゴーゴーサン細粒剤F	ペンディメタリン	2.0
ブタミホス粒剤	クレマートU粒剤	ブタミホス	50.0
トリフルラリン粒剤	トレファノサイド粒剤2.5	トリフルラリン	2.5
プロメトリン練り込みフィルム	サッソーシート	プロメトリン	4.0

注) プロメトリン練り込みフィルムの成分含有量は、100m²当たり g で示した。

9 kg/10 a の範囲で散布した 5 水準の処理区とプロメトリン練り込みフィルムでマルチをする区 (以下、プロメトリン練り込みフィルム区とする)、及び無処理区の計 7 区を設けた。プロメトリン練り込みフィルム区以外は緑色ポリフィルムでマルチをした。試験区は 1 区 25 m² で、2 反復とした。ニンジンは、1998 年 2 月 18 日にマルチをした後に深さ 1 ~ 1.5 cm に播種し、除草剤処理区は直ちにベッド面積当たりの所定量を均一に手散布し、その後幅 210 cm、厚さ 0.05 mm の酢酸ビニルフィルムでトンネル被覆した。栽植様式は畦幅 180 cm、ベッド幅 120 cm、株間 12 cm、8 条播きとし、施肥その他は慣行に準じた。トンネルの換気は孔換気とし、3 月 3 日に始め、適宜開孔率を高めた。被覆資材は 4 月 29 日に除去した。

1998 年 5 月 27 日及び 6 月 16 日に 1 区 1.6 m²、60 株相当を抜き取り、根重と黒変陥没症の被害を調査した。黒変陥没症は写真 1 に示したが、以下のようにその発症程度を 3 段階に分けて発症度を指数化した。無発生 (階級値 0) : 異常が全く認められない、軽 (階級値 1) : 第 1、2 葉基部がスポット的に盛り上がる、中 (階級値 2) : 盛り上がった部分が褐変する、甚 (階級値 3) : 盛り上がった部分が陥没して黒変する。発症度は、次式から算出した。

$$\text{発症度} = \frac{\sum (\text{階級値} \times \text{同階級値の株数})}{3 \times \text{全調査株数}}$$



写真1 ニンジン黒変陥没症の症状

八千代市における 1999 年の試験 : 前年の結果を受けて黒変陥没症発生の原因物質を特定するため、供試資材はすべて単一の有効成分のみを含む薬剤を使用した。供試資材は、ペンディメタリン粉粒剤、ブタミホス粒剤、トリフルラリン粒剤及びプロメトリン練り込みフィルムで、処理量、マルチの有無を組み合わせ、試験区を 19 区設けた。試験区は 1 区 12 m² ~ 25 m² で、2 反復とした。なお、プロメトリン練り込みフィルム区以外のマルチ区は緑色ポリフィルムでマルチをした。ニンジン、1999 年 2 月 4 日にマルチをした後に深さ 1 ~ 1.5 cm に播種した。除草剤処理区は直ちにベッド面積当たりの所定量を均一に手散布した後、厚さ 0.05 mm の酢酸ビニルフィルムでトンネル被覆した。栽植様式や施肥などは前年に準じた。

調査は 3 回実施したが、そのうち 3 月 8 日と 4 月 30 日はペンディメタリン粉粒剤区とプロメトリン練り込みフィルム区のみ調査した。生育量と黒変陥没症の被害は、1 区 30 ~ 60 株を抜き取って調査した。黒変陥没症の発症度は、前年の試験に準じて算出した。

富里市における 1999 年の試験 : 供試資材はペンディメタリン粉粒剤、ブタミホス粒剤、トリフルラリン粒剤で、試験区は各薬剤とも処理量 3 kg、6 kg/10 a の 2 水準とし、無処理区を加えて計 7 区を設けた。1999 年 2 月 7 日にかん水チューブで 20 mm かん水し、ニンジン、2 月 15 日に各区プロメトリン練り込みフィルムでマルチをした後に深さ 1 ~ 1.5 cm に播種し、除草剤処理区は直ちにベッド面積当たりの所定量を均一に手散布し、その後厚さ 0.05 mm のビニルでトンネル被覆した。栽植様式は畦幅 200 cm、ベッド幅 120 cm、株間 12 cm、8 条播きとし、施肥などは慣行に準じた。黒変陥没症の発症度は八千代市の試験に準じて算出した。

2. 共進会に出品されたニンジンの栽培条件と黒変陥没症の発生

1998 年 6 月 5 日に、八千代市で開催された農産物共進会に出品されたニンジンの収量・栽培条件・黒変陥没症の発生を調査した。

Ⅲ 結 果

1. 除草剤がニンジンの生育、黒変陥没症及び雑草の発生に及ぼす影響

(1) 八千代市における1998年の試験結果

4月30日、5月27日、6月16日の調査結果を第2表に示した。播種後71日目の4月30日には、黒変陥没症は全く認められなかった。播種後98日目の5月27日には、トリフルラリン・ペンディメタリン粉粒剤4.5kg以上の処理量で黒変陥没症の発生が認められ、処理量が多いほど多発した。根重が150gを超えて収穫できる大きさになった播種後118日目の6月16日には、トリフルラリン・ペンディメタリン粉粒剤3kgでも黒変陥没症の発生が認められた。発生傾向は5月27日と同様であったが、発生株率は低下した。

(2) 八千代市における1999年の試験結果

播種後62日目の4月7日におけるマルチ区のニンジンの生育量と黒変陥没症の発生を第3表に示した。ニン

ジンの茎葉重、葉長及び根重は、プロメトリン練り込みフィルム区が他の区より勝った。根重は0.4~0.7g、根径は3.3~4.5mmになっていたが、各区とも黒変陥没症の発生は認められなかった。

収穫期に達した播種後126日目の6月10日におけるニンジンの生育量と黒変陥没症の発生を第4表に示した。ニンジンの根重は、収穫に適した150g前後の重量になっていたマルチ区に比べて、無マルチ区は10~30g少なかった。黒変陥没症は、マルチの有無にかかわらず、ペンディメタリン粉粒剤4kg以上の区のみが発生し、マルチ区の発生株率は無マルチ区の2倍以上に高まった。

3月30日及び4月15日における各試験区の雑草発生量を第5表に示した。3月30日における試験圃場の優占草種は、カヤツリグサ、イヌビエであったが、その他イヌタデ、メヒシバ、シロザ、イチビ、ノボロギク、タネツケバナ、ハルジオン、ヒメジオン、ホトケノザ、スベリヒユ、クローバー、ハコベ、ナズナ、カタバミなど、多数の草種の発生が認められた。4月15日の調査において雑草発生量は全体にかなり多かったが、㎡当たり20

第2表 ニンジン黒変陥没症の発生に及ぼす除草剤の影響（八千代市、1998年）

試験区	供試資材名	処理量 (kg/10a)	4月30日	5月27日	6月16日					
			黒変陥没症 発生株率 (%)	黒変陥没症 発生株率 (%)	根重 (g)	黒変陥没症程度別発生株率(%)			黒変陥没症 発症度	
					軽	中	甚	合計		
		1.5	0	0	165			0	0	
	トリフルラリン	3.0	0	0	164	2		2	0.4	
	・ペンディメタリン 粉粒剤	4.5	0	29	155	12	3	1	16	4.8
		6.0	0	62	157	13	3		16	4.9
		9.0	0	67	157	21	7		28	8.8
	プロメトリン 練り込みフィルム	-	0	0	165				0	0
	無処理	-	0	0	177				0	0

注1) 表中の月日は調査月日を示す。

2) 発症度は0（全て無発生）~100（全て甚）。

第3表 ニンジンの生育及び黒変陥没症の発生に及ぼす除草剤の影響（八千代市、1999年4月7日）

試験区	供試資材名	処理量 (kg/10a)	茎葉重 (g)	葉長 (cm)	葉数 (枚)	根重 (g)	根径 (mm)	黒変陥没症 発生株率 (%)
	ペンディメタリン粉粒剤	2	1.4	12	5.4	0.4	3.3	0
		4	1.2	12	5.3	0.3	3.6	0
		6	1.5	12	5.4	0.4	3.5	0
	ブタミホス粒剤	4	1.4	13	5.4	0.4	3.3	0
		6	1.8	14	5.7	0.5	3.9	0
	トリフルラリン粒剤	4	1.4	12	5.5	0.4	3.9	0
		6	0.9	12	5.4	0.3	3.5	0
	プロメトリン練り込みフィルム	-	2.1	16	5.6	0.7	4.5	0
	プロメトリン練り込みフィルム +ブタミホス粒剤	4	2.1	15	5.8	0.6	4.4	0

注1) 試験区は全てポリフィルムでマルチングを行い、プロメトリン練り込みフィルム区以外のマルチ資材は緑色ポリフィルムとした。

2) プロメトリン練り込みフィルム+ブタミホス粒剤区は、プロメトリン練り込みフィルムでマルチをした上にブタミホス粒剤を散布した。

第4表 ニンジンの生育及び黒変陥没症の発生に及ぼす除草剤の影響 (八千代市, 1999年6月10日)

試験区	供試資材名	処理量 (kg/10a)	マルチ の有無	根重 (g)	根径 (mm)	黒変陥没症	
						発生株率 (%)	発症度
ペンディメタリン粉粒剤		2	有	155	49	0	0
		4	有	156	49	13	3.8
		6	有	154	48	31	10.0
		2	無	147	—	0	0
		4	無	126	—	3	0.8
		6	無	124	—	7	3.8
ブタミホス粒剤		2	有	159	—	0	0
		4	有	165	—	0	0
		6	有	161	—	0	0
		2	無	150	—	0	0
		4	無	123	—	0	0
		6	無	143	—	0	0
トリフルラリン粒剤		4	有	168	—	0	0
		6	有	163	—	0	0
		4	無	154	—	0	0
		6	無	125	—	0	0
	プロメトリン練り込みフィルム	—	有	156	59	0	0
	プロメトリン練り込みフィルム +ブタミホス粒剤	2	有	149	—	0	0
		4	有	167	—	0	0

注1) プロメトリン練り込みフィルム+ブタミホス粒剤区は、第3表と同様である。

2) 発症度は0 (全て無発生) ~100 (全て甚)。

第5表 ニンジン圃場における各種資材の除草効果 (八千代市, 1999年6月10日)

試験区	供試資材名	処理量 (kg/10a)	マルチ の有無	雑草発生量				
				3月30日 (本数/m ²)			4月15日 (g/m ²)	
				カツリグサ	イヌビエ	その他	合計	
ペンディメタリン粉粒剤		2	有	0	0	1	1.0	8.7
		4	有	0	0	0.3	0.3	1.3
		6	有	0	0	0	0	0
		2	無	0	0.6	1.1	1.7	53.8
		4	無	0	0	0.3	0.3	10.2
		6	無	0	0.3	0.8	1.1	2.6
ブタミホス粒剤		2	有	0.3	0.6	2.6	3.5	27.6
		4	有	0.6	1.0	0.3	1.9	29.5
		6	有	1.0	1.2	0.4	2.6	20.4
		2	無	0	0	1.9	1.9	43.8
		4	無	0	0.6	2.5	3.1	83.3
		6	無	0	0	0.3	0.3	8.3
トリフルラリン粒剤		4	有	0.1	0	0.7	0.8	5.1
		6	有	0.6	0	0.8	1.4	4.8
		4	無	0.3	0.3	0.2	0.8	22.5
		6	無	0	0.6	0.8	1.4	25.6
	プロメトリン練り込みフィルム	—	有	0	1.7	0.8	2.5	32.1
	プロメトリン練り込みフィルム +ブタミホス粒剤	2	有	0	0.4	1.7	2.1	16.9
		4	有	2.1	0	3.3	5.4	12.5

注) プロメトリン練り込みフィルム+ブタミホス粒剤区は、第3表と同様である。

g以下の区は、マルチ区ではベンディメタリン粉粒剤2～6kg区、トリフルラリン粒剤4kg区、同6kg区、プロメトリン練り込みフィルム+ブタミホス粒剤2kg区、同4kg区、無マルチ区ではベンディメタリン粉粒剤4kg区、同6kg区、ブタミホス粒剤6kg区であった。

(3) 富里市における1999年の試験結果

播種後119日目の6月14日におけるニンジンの根重及び黒変陥没症の発生を第6表に示した。根重は104～131gになっていた。黒変陥没症の発生は、ベンディメタリン粉粒剤処理区でのみ認められた。発生株率及び発症度は3kg区より6kg区で高かった。

2. 共進会に出品されたニンジンの栽培条件と黒変陥没症の発生

農産物共進会には10名の出品があり、そのうち耕種概要の明らかな生産者は8名であった。8生産者の栽培条件及び黒変陥没症の発生は第7表のとおりである。黒変陥没症は、8生産者の内4名のニンジンに発生していた。同地域の栽植密度は123株/3.3m²であることから、D氏

及びH氏は収穫物の20%ほどに黒変陥没症が発生していたものと推定される。また、栽培条件に挙げられた項目の除草剤、マルチ資材、品種、播種日のうち、黒変陥没症が発生していた圃場に共通していたのは、唯一、除草剤としてベンディメタリン粉粒剤を使用していることであった。

第6表 ニンジンの生育及び黒変陥没症の発生に及ぼす除草剤の影響（富里市、1999年）

試験区 除草剤名	処理量 (kg/10a)	根重 (g)	黒変陥没症	
			発生株率 (%)	発症度
ベンディメタリン粉粒剤	3	115	7	2.8
	6	104	21	8.1
ブタミホス粒剤	3	104	0	0
	6	117	0	0
トリフルラリン粒剤	3	131	0	0
	6	110	0	0
無処理	-	120	0	0

注) 発症度は0（全て無発生）～100（全て甚）。

第7表 八千代市共進会に出品されたニンジンの栽培条件と黒変陥没症の発生（1998年）

項目	A氏	B氏	C氏	D氏	E氏	F氏	G氏	H氏
除草剤名	ベンディメタリン	トリフルラリン	トリフルラリン	ベンディメタリン	ベンディメタリン	-	-	ベンディメタリン
マルチ資材	無マルチ	透明ポリ	緑色ポリ	緑色ポリ	緑色ポリ	サツシート	サツシート	緑色ポリ
品種	向陽二号	向陽二号	向陽二号	勝陽五寸	向陽二号	向陽二号	向陽二号	勝陽五寸
播種日	2月3日	2月5日	2月13日	2月7日	2月6日	1月31日	1月31日	2月2日
生育日数	132日	130日	122日	128日	129日	135日	135日	133日
収量 (kg/3.3m ²)	20.4	17.5	14.5	14.5	12.0	17.0	16.5	18.5
黒変陥没症発生本数 (本/3.3m ²)	8	0	0	26	4	0	0	24

注) 表中の除草剤名のベンディメタリンはベンディメタリン粉粒剤を、トリフルラリンはトリフルラリン粒剤を意味する。

IV 考 察

ニンジンは初期生育が緩慢であるため、発生した雑草によって生育を抑制されて収量減を招くことから、これを防止するために除草剤が広く使用されている（小川ら、1984）。ニンジンに適用登録のある除草剤は現在28薬剤あり（独立行政法人農薬検査所、2003）、千葉県ではその内の11薬剤を雑草防除基準に掲載している（千葉県、2003）。

試験に供した5資材は、本県ニンジンの除草目的に使用される主要なもので、これらに含まれる有効成分はベンディメタリン、トリフルラリン、ブタミホス、プロメトリンである。

これらの除草剤及び除草剤を含有するマルチフィルム

が黒変陥没症に及ぼす影響を検討したところ、1998年の試験ではトリフルラリン・ベンディメタリン粉粒剤のみで黒変陥没症が発生した。トリフルラリン・ベンディメタリン粉粒剤はベンディメタリンとトリフルラリンの混合剤であることから、本障害発生の原因となっている成分を特定するために、1999年には単剤を供試して検討した。その結果、八千代市及び富里市における試験ともベンディメタリン粉粒剤のみで発症が認められた。また、八千代市共進会に出品されたものの内、黒変陥没症が発生していたニンジンに共通していた栽培条件は、唯一、除草剤としてベンディメタリン粉粒剤を使用していることであった。これらのことから、ニンジン黒変陥没症はベンディメタリンによる薬害であると考えられた。

ベンディメタリンは粉粒剤と乳剤の2剤型が製品化され、雑草発生前の土壌処理によって畑地一年生雑草全般

に高い除草効果を発揮することから、ニンジンの除草剤として広く使用されている。本剤は、ジニトロアニリン系非ホルモン吸収移行型除草剤で、雑草の発芽前処理により地表下1～2 cmに処理層を形成し、雑草発芽時に幼根や幼芽部から吸収されて生長点の細胞分裂・伸長を阻害することにより雑草を枯殺するものである。蒸気圧は25℃で 1.25×10^{-3} Paと低く、ガス化しにくいために、除草効果の持続期間は45～60日と長い(日本植物調節剤研究協会, 1987; JA全農肥料農薬部農薬技術普及課, 2003; BASFアグロ株式会社, 2004)。

ペンディメタリンの薬害例については、過剰施用、高濃度散布、播種深度が小さいなどの条件下で、発芽・発根阻害、生育抑制を起こすことが報告されている。また、出芽後の植物に対する影響は発芽時に比べてかなり少ないものの、生長点に高濃度で散布されると生育抑制が現れる(行本ら, 1986)。

ペンディメタリン粉粒剤の使用基準は、播種直後処理で10 a 当たり4～5 kgである。ニンジンの場合、露地栽培だけでなくトンネル栽培あるいはマルチ栽培でも使用できるとされる(日本植物調節剤研究協会, 1987)。ペンディメタリン粉粒剤の処理量を10 a 当たり2～6 kgとした本試験の結果では、処理量が多くなるほど黒変陥没症は多発し、重症になった。また、収穫できるほどの大きさに肥大した時期の調査では、処理量が3 kg以上では発症が認められたものの、2 kgでは認められなかった。

トリフルラリン・ペンディメタリン粉粒剤においても、使用基準は播種直後処理で10 a 当たり使用量は4～6 kgであるが、本試験では使用基準以下の3 kgでも黒変陥没症の発生が認められた。

これらのことから、両薬剤とも農薬適用内容を見直す必要があると考えられた。

また、ペンディメタリン粉粒剤は、夏まき秋冬どり栽培においても主要な除草剤であり、広く使用されているものの黒変陥没症の被害は顕在化しておらず、夏まき秋冬どり栽培における本障害の被害は皆無とあってよい。これに対して、本試験におけるトンネル栽培では、無マルチでも障害が発生した。これは、トンネル被覆に伴う気温の上昇がニンジンの蒸散量を高めて除草剤吸収量を増加させるという報告(行本ら, 1986)を支持するものと考えられた。

千葉県におけるトンネル栽培でのフィルムマルチ使用割合は、80%を超えると推定される。これは、①マルチによって生育が10日ほど前進すること、②10%ほど増収すること、③根部形状が良好になること、などの優れた効果が認められるため、フィルムマルチは重要な技術となっている。また、マルチフィルムとしては、除草効

果を有するプロメトリン練り込みフィルムが広く使用されている(川城, 1987; 川城, 2000)。

マルチ栽培では、無マルチ栽培に比べて黒変陥没症が多発した。その要因として、①ベッド面積のわずかに15.7%にしかならないマルチ播種穴に薬剤が集積する局所的過剰害の影響、②マルチにより土壌水分の蒸発が抑制されてトンネル被覆下の相対湿度が低下し、これに伴ってニンジンの蒸散量及び除草剤吸収量が増大する影響、③フィルム表面に残る土壌に吸着されない薬剤の影響、などが考えられる。これらの要因が発症に及ぼす影響については今後の検討を要する。

なお、八千代市における1988年度の試験において、6月16日の黒変陥没症の発生率は、5月27日に調査したもののより低下していた。ニンジン根部の師部及び内鞘細胞は、収穫期まで分裂と肥大を続けること、コルク細胞化した周皮の最外層組織は根部の肥大に伴って剥皮を繰り返しており(鈴木, 1975; 斎藤ら, 1992)、根部表面に生じた軽微な障害は根部肥大に伴って消失することも考えられる。このような根部肥大に伴う軽微な障害の症状緩和が、調査時期による障害発生率の差となって現れたものと考えられた。

ニンジンでは、除草対策として除草剤及び除草剤を含む資材の使用が一般化している。雑草発生量のかかなり多い圃場で行った本試験において、供試した資材の除草効果を比較すると、ペンディメタリン粉粒剤とトリフルラリン粒剤、プロメトリン練り込みフィルムとブタミホス粒剤の組み合わせで効果が高かった。

このようなことから、ニンジンのトンネル栽培における除草対策として、雑草発生量が少ない圃場ではプロメトリン練り込みフィルムの使用が推奨される。また、除草剤を使用する場合は、トリフルラリン粒剤もしくはブタミホス粒剤が適する。一方、ペンディメタリン粉粒剤は、マルチを併用すれば薬剤の処理量が10 a 当たり2 kgでも除草効果が高く、しかも黒変陥没症の実害がない。このため、トンネル栽培では使用基準の半量が実用的な使用法と考えられた。

V 摘 要

ニンジンのトンネル春夏どり栽培において発生する直根肩部の障害(黒変陥没症)の原因究明を目的として、数種除草剤及び除草剤を含有する資材の影響について検討した。本障害の症状は、直根肩部の第1本葉及び第2本葉基部に発現し、軽度の場合はスポット状にわずかに盛り上がり、重度になると褐変したり陥没して黒変するものである。

1. 黒変陥没症は、ベンディメタリンを含むトリフルラリン・ベンディメタリン粉粒剤及びベンディメタリン粉粒剤を土壌処理した場合にのみ発生したことから、ベンディメタリンによる葉害と考えられた。
2. 黒変陥没症は、ポリフィルムでマルチを行うと発生が助長される。また、トンネル栽培においてベンディメタリン粉粒剤を使用すると、使用基準以下の10a当たり3kgでも発生した。
3. ニンジンのトンネル栽培において除草効果が高く、しかも黒変陥没症が発生しない除草剤処理法は、トリフルラリン粒剤の適量散布、もしくはプロメトリン練り込みフィルムでマルチをした上にブタミホス粒剤を散布する方法であった。ベンディメタリン粉粒剤の使用量は、使用基準の半量が実用的と考えられた。

VI 引用文献

- BASFアグロ株式会社(2004). ゴーゴーサン博士の除草ゼミナール:1-10.
- 独立行政法人農薬検査所(2003). 農薬適用一覧:794-797. 日本植物防疫協会. 東京.
- ESAU, K. (1940). Developmental anatomy of the fleshy storage organ of *Daucus carota*. *Hilgardia*, 13(5): 175-225.
- JA全農肥料農薬部農薬技術普及課(2003). クミアイ農薬総覧2003:1244-1245, 2000. 全国農村教育協会. 東京.
- 川城英夫(1987). 千葉県におけるニンジンの作型と品種農及園. 62: 973-980.
- 川城英夫(2000). にんじん生産の機械化最前線—千葉県. 農業機械学会誌. 62(6): 3-11.
- 農林水産省統計情報部(2004). 平成13年産野菜生産出荷統計: 48-51.
- 小川勉・川城英夫・加藤楠侯・佐藤忠弘 (1984). 作型を生かすニンジンの作り方: 189-191. 農山漁村文化協会. 東京.
- 斎藤隆・大川清・白石眞一・茶珍和男(1992). 園芸学概論: 114-120. 文永堂出版. 東京.
- 鈴木芳夫(1975). 生育ステージと生理, 生態. 農業技術体系 野菜編9: 基47-48. 農山漁村文化協会. 東京.
- 植物調節剤研究協会 (1987). 改訂 最新除草剤解説: 583-594.
- 千葉県(2003). 平成15年版農作物病虫害雑草防除基準 (付植物成長調整剤使用基準): 442-443, 454-456.
- 東京青果物情報センター (2004). 平成15年東京都中央卸売市場青果物流通年報 (野菜編): 34-35.
- 行本峰子・浜田虔二 (1986). 原色作物の葉害: 20, 26, 61, 132-146. 全国農村教育協会. 東京.

Effects of Herbicide on the Occurrence of Carrot Root Disorder “Black Dimple Symptom” in Plastic-Tunnel Culture

Hideo KAWASHIRO , Hiroshi MIYAMA , Masaki ENDOU , Motoji KASE and Yuji UDAGAWA

Key words : carrot, black dimple symptoms, phytotoxicity, pendimethalin

Summary

Black dimple-like lesions have occurred on taproots of carrots in plastic-tunnel cultures in Yatiyo City, Chiba Prefecture, since 1994, resulting in significant quality and yield losses. Slight swells form at the bottom of the first and second true leaves on taproots, and these often become brown, or black and dimpled at harvest. The influences of several herbicides and polyethylene film containing prometryn were examined in order to investigate the cause of the black dimple symptoms on taproots of carrot in plastic-tunnel cultures.

1. The black dimple symptoms occurred with soil application of pendimethalin and trifluralin. pendimethalin performed immediately after sowing. However, they did not appear at soil application of other herbicides or with mulching with polyethylene film containing prometryn. These results suggest that the disorder is phytotoxicity caused by pendimethalin.
2. The mulching with polyethylene film promoted the occurrence of the black dimple symptoms. The minimum dose at which symptoms appeared was 3 kg per 10a, which is less than the standard application dose for pendimethalin granules.
3. The soil application of trifluralin and butamifos after mulching with polyethylene film containing prometryn was highly effective in controlling weeds and did not cause injury to carrot plants. We conclude that the practical application of pendimethalin granules is half of the standard application dose.

(*Isumi Agriculture and Forestry Promotion Center, **Zen-noh Chiba Prefectural Headquarters Research and Development Center, ***One-time : Yachiyo City Agricultural Cooperative Association)