

# ニンジン産地における新しい病害の発生と対策

新村 昭憲  
北海道立中央農業試験場

## Occurrence and Control of Carrot Diseases in Hokkaido

Akinori SHINMURA  
Hokkaido Central Agricultural Experiment Station

キーワード：ニンジン，乾腐病，*Fusarium solani*，発生要因

### 1 はじめに

北海道では全国のニンジン生産量，約69万tのうち約3割を占め，全国一の生産量がある。そのうち北海道内では富良野市周辺が最も生産量が多く，次いで函館周辺の道南地域が多い。ニンジンの病害は黒葉枯病に代表される地上部病害，被害が直接収量に影響する根部病害，収穫後に問題となる市場病害に分けられ，防除が行われている病害は，線虫類を除くと黒葉枯病に限られる。本病の場合，激発すると収量への影響があるが，北海道においては，多くの場合収量の低下よりも機械収穫による収穫作業に支障があるために（機械収穫では茎葉を持ち上げて収穫するため）防除を行う場合が多い。茎葉に発生する病害は他に斑点病などがあるが，重要度はそれほど高くない。

最も重要で対策が困難な土壌病害では，シミ症状を引き起こす乾腐病，しみ腐れ病，黒しみ病，根腐病が発生しているが，特に乾腐病が重要である。この他に市場病害が一部地域で発生しており，黒すす病，白かび腐敗病が数年前から発生の報告がある。市場病害の発生件数は

それほど多くはないが，消費者の目にふれることもあるため，産地としては重要な問題である。以上の病害が近年北海道で問題となっているが，これらの中で，最も重要で防除が困難である乾腐病について1999年から2年間，発生状況，発生生態について検討を行い，その生態の一部が明らかになった。

### 2 北海道におけるニンジンのしみ症状の発生実態

1999年に上川農試および道南農試においてニンジンのしみ症状に関する実態調査を行った。上川農試では富良野管内の5地区においてニンジン選果場からニンジンのしみ症状のサンプリングを行い，表面殺菌後PDAおよびCMA培地上で分離，原因菌種の判定を行った。道南農試においては，1999年に渡島管内の七飯町および函館市のニンジン選果場より1ほ場あたり無作為に20本のニンジンを採取し，しみ症状の発生状況および原因菌種の特異性と病原性の判定を行った。さらに2000年には函館市15ほ場(8/11採取)，七飯町16ほ場(7/28採取)より1ほ場20本のニンジンを採取，しみ症状の発病株率，発病

表1 富良野管内におけるニンジンしみ症状からの分離結果

採取場所	サンプル点数	<i>F. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>P. sulcatum</i>	<i>R. solani</i>
麓 郷	6	3		1	
麓 郷	1				
麓 郷	10	5		2	
麓 郷	2	2			
麓 郷	10	5	1	2	
麓 郷	10	1		2	
麓 郷	19	3	2		
東 山	6	3			
扇 山	8	3			
南富良野	15	3	1	1	1
南富良野	9	2		2	
中富良野	6	3	1	1	

表2 渡島管内の共選場から無作為に採取したニンジンの発病程度 (1999年7月)

函館市亀田			七飯		
ほ場No.	発病株率	発病度	ほ場No.	発病株率	発病度
1	100.0%	60.0	1	80.0%	36.7
2	95.0%	48.3	2	66.7%	22.2
3	95.0%	46.7	3	65.0%	25.0
4	95.0%	46.7	4	65.0%	25.0
5	94.4%	55.6	5	60.0%	23.3
6	90.0%	61.7	6	50.0%	18.3
7	85.0%	30.0	7	45.0%	15.0
8	80.0%	38.3	8	45.0%	15.0
9	80.0%	33.3	9	40.0%	15.0
10	80.0%	31.7	10	35.0%	11.7
11	80.0%	31.7	11	31.8%	13.6
12	75.0%	36.7	12	25.0%	8.3
13	68.4%	29.8	13	25.0%	8.3
14	60.0%	33.3	14	20.0%	8.3
15	55.0%	23.3	15	20.0%	8.3
16	55.0%	20.0	16	18.2%	6.1
17	50.0%	23.3	17	15.0%	8.3
18	50.0%	20.0	18	15.0%	5.0
19	45.0%	16.7	19	10.0%	3.3
20	40.0%	20.0	20	0.0%	0.0
21	35.0%	16.7			
22	35.0%	16.7			
23	35.0%	13.3			
24	30.0%	10.0			
25	25.0%	10.4			
26	20.0%	6.7			
27	15.0%	6.7			
平均	61.8%	29.2	平均	36.6%	13.8

表3 JA亀田共選場で採取した乾腐病ニンジンの菌種割合

	分離菌株数	分離率	検定菌株数	病原菌率
<i>F.solani</i>	384	87.3%	87	100.0%
<i>F.oxysporum</i>	45	10.2%	26	57.7%
<i>F.avenaceum</i>	11	2.5%	6	100.0%

表4 JA七飯共選場で採取した乾腐病ニンジンの菌種割合

	分離菌株数	分離率	検定菌株数	病原菌率
<i>F.solani</i>	143	89.9%	68	98.5%
<i>F.oxysporum</i>	45	8.8%	11	63.6%
<i>F.avenaceum</i>	11	1.3%	2	100.0%

度を調査した。

調査の結果、富良野管内における調査では、*Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium sulcatum*, *Rhizoctonia solani*が分離され、*F.solani*が最も多く、約60%、*P.sulcatum*が約20%であった(表1)。

渡島管内における調査ではJA亀田において、27ほ場について調査を行った結果、平均で発病株率61.8%、発病度29.2で、そのうちの約90%は*F.solani*が原因であった。JA七飯では20ほ場について調査を行い、平均で発病株率36.6%、発病度13.8であった。七飯においても原因の90%は*F.solani*であった(表2, 3, 4)。

2000年の調査では31農家31ほ場のうち3ほ場では全く発病が認められなかったが、80%を超える発病株率のほ場も認められ、平均すると発病株率33.2%、発病度13.2

であった(図1)。以上の結果から、北海道で発生している根部しみ症状は*F.solani*による乾腐病が最も多く、次いで富良野ではしみ腐病、道南では黒しみ病、*F.avenaceum*による乾腐病が発生していることが明らかとなった。そこで根部しみ症状の多くの原因である*F.solani*による乾腐病について多発要因の調査を行ったところ、いくつかの有用な結果が得られた。

### 3 *Fusarium solani*によるニンジン乾腐病の発病要因

しみ症状(乾腐病)は道南地域のJAの話によると1998年から発生が多くなっているが、年によって発生する時期が異なっており、発生の変動の原因は明らかではない。

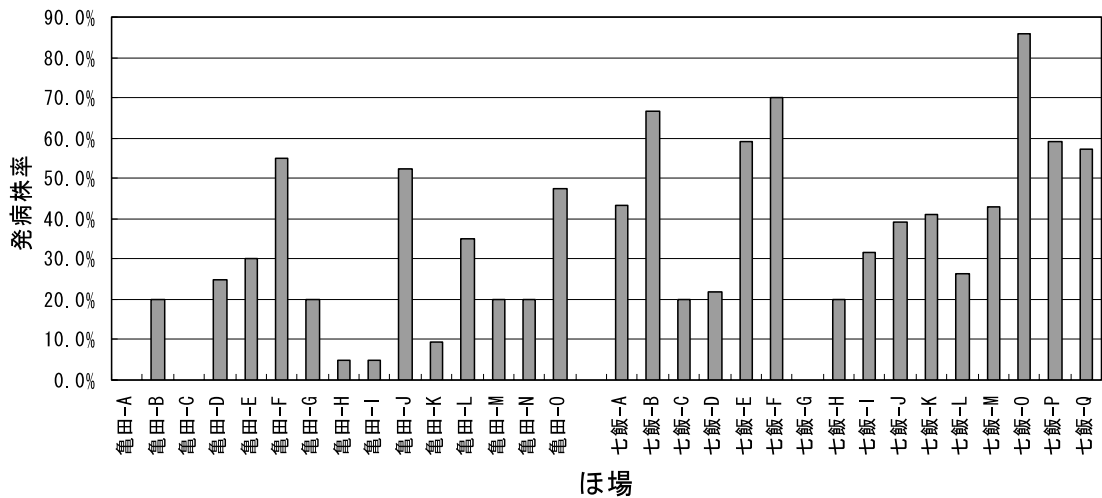


図1 函館市亀田と七飯町における各農家ほ場での乾腐病発病株率

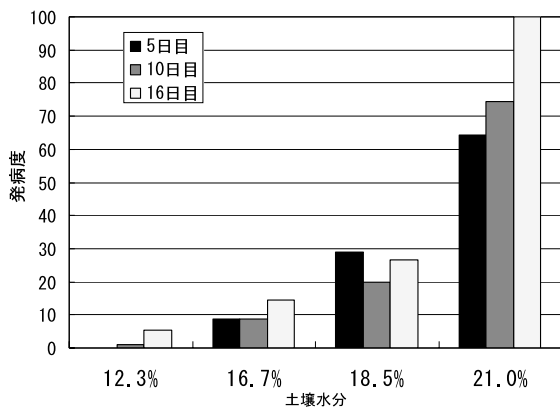


図2 土壌水分と発病の関係

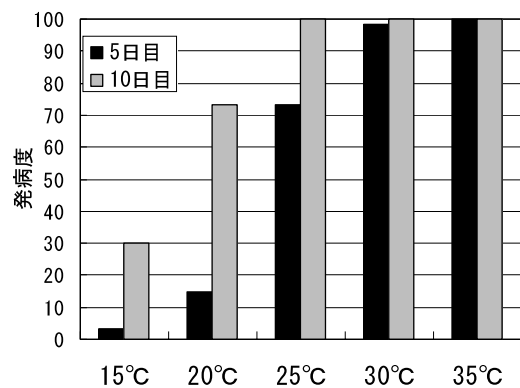


図3 地温と発病の関係

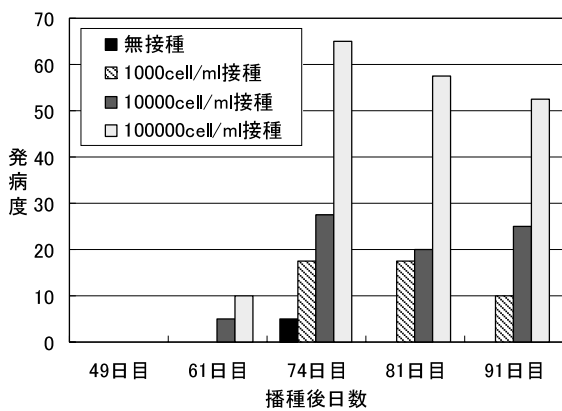


図4 生育日数と発病の関係

一方、ニンジン栽培農家にアンケート調査を行ったところ、乾腐病の発生が多いほ場条件として、排水性が悪いほ場と答える生産者が多かった。また、発生が多くなる気象条件では雨が多く、気温が高いことをあげている。以上のことから、乾腐病の発生条件として土壌水分の影響があると考えられ、土壌水分、温度と乾腐病の関係を明らかにすることを目的に検討を行った。

### 3.1 土壌水分、地温、生育ステージと発病

播種後97日目の無発病ニンジンに土壌フスマ培養菌けん濁液を接種、これらのニンジンに予め土壌水分を調節（無処理（12.3%）、1 L 灌水（16.7%）、2 L 灌水（18.5%）、3 L 灌水（21.0%）したハウス内の直径40cmの無底ポット内の土壌（平均地温は24℃）に埋め、5、10、16日後に掘り出し発病調査を行った。

この結果、灌水量によって発病には顕著な差が認められ、土壌水分の少ない土壌中では根面に病原菌を接種したにも関わらず、ほとんど発病が認められなかったが、土壌水分を増やすことによって激しく発病した（図2）。

同様の方法で接種ニンジンを多水分土壌に埋め、恒温器内で発病する温度条件を調査したところ、接種後5日目までは15℃、20℃では激しい発病は認められなかった。しかし、25℃以上では5日目で発病度70を超えており、ニンジン内部まで腐敗が進んだ。接種10日後では15℃でも発病が進んだが、高温時に比べ明らかに発病は少なかった（図3）。以上のように高温、多水分条件が、本病の発病に必要と考えられる。

次にニンジンの生育ステージと発病の関連を調べるた

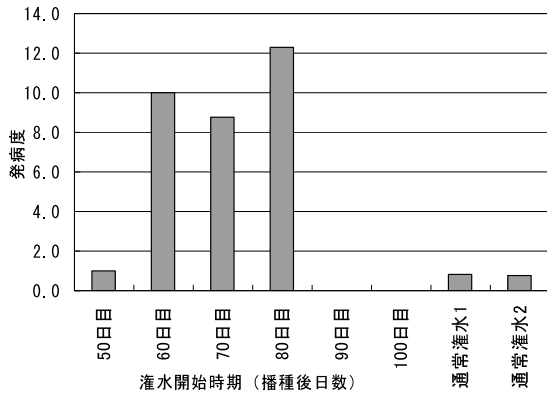


図5 ニンジンの生育ステージと多灌水による発病の関係 (播種後105日目に調査)

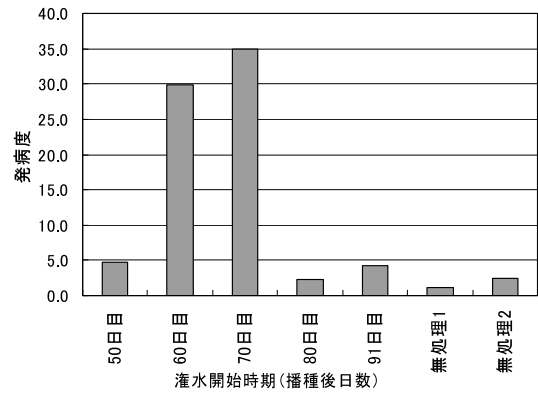


図6 ニンジンの生育ステージと多灌水による発病の関係 (播種後101日目に調査)

め、ハウス内に栽培したニンジン(播種後49~91日目に抜き取り 1 ml当たり  $10^3 \sim 10^5$  濃度で接種した滅菌黒ボク土壌に埋め、ほ場容水量 (47.0%) になるよう灌水を行った。25℃で培養し 5 日後に調査を行った。この結果、49日目のニンジンでは全く発病が認められなかったが、61日目では  $10^4$ 、 $10^5$  接種で僅かに認められ、74日以降のニンジンでは激しく発病した。また、接種菌量が多いほど激しく発病した (図4)。この方法は、ほ場から抜き取ったニンジンに接種を行っているため、自然発病とは異なる。そこで *F.solani* を接種した土壌にニンジンを栽培し、異なる一定の期間だけ土壌を多水分条件とし、発病状況を調査した。ハウス内の無底ポットにおいて 50~100日目から 4 日間多灌水(多灌水区は 4 日間連続50mmの灌水、通常灌水区は 3 日に一度10mmの灌水)を行った。その結果、60、70、80日目から多灌水を行った場合は、発病が増加し、50日目から多灌水を行った場合は、発病が僅かであった。90、100日目から多灌水を行った場合は、発病が認められなかった (図5)。

同様の試験を温室内の大型ポットで行った場合も播種後60日以降に灌水した場合に発生が増加した。また、収穫21日前から灌水した場合も僅かな発病しか認められな

かった (図6)。

以上の結果から、播種後60日に達した頃からニンジンの発病する条件が整うと考えられる。一方、収穫の25~22日前までの多灌水および31~28日前までの多灌水では発病したが、15~12日前および21~18日前までの多灌水では発病に至らなかった。この結果から、収穫20日前まで灌水は発病に至る可能性があるが、収穫20日前以降の灌水であれば影響しないと言える。つまり、ニンジンが発病するにはニンジンが60日目以上の生育ステージであり、病土が水分を十分に保持し、発病条件が整ってから発病まで20日程度必要であると考えられる。以上のことは、自然発病条件では、播種後60日目から収穫前20日程度までの雨や、土壌の排水性の悪化が乾腐病の発生に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

### 3.2 現地ほ場における乾腐病の発病推移と降雨

現地のニンジン乾腐病発生ほ場において 2 年間乾腐病の発生推移を調査した。1999年の函館市ほ場 (トンネル栽培) と 2000年の同一ほ場の発病推移を比較すると、1999年は 7 月上旬に急激に発病株率が上昇しているが 2000年は 僅かである (図7)。1999年は 5 月下旬から 6 月上旬

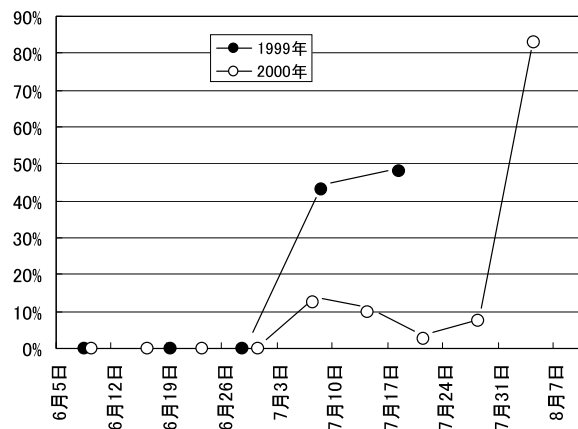


図7 函館市の同一ほ場における 2 カ年の乾腐病の発病推移 (1999年は4/12播種, 2000年は4/4播種)

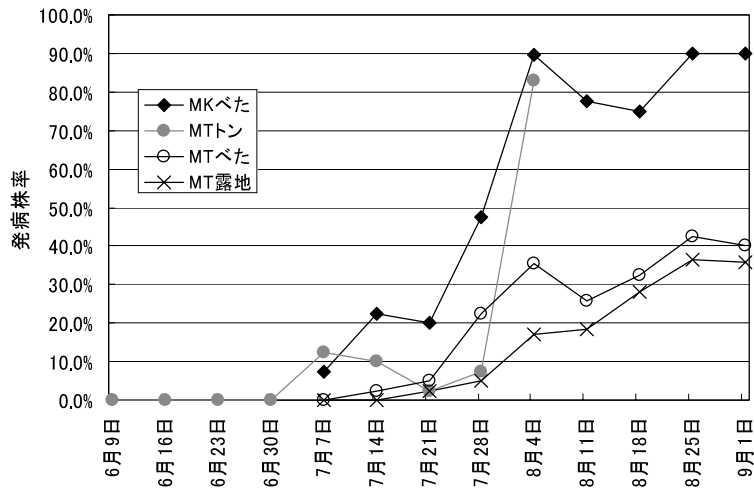


図8 異なるほ場における2000年の乾腐病発病推移  
(べた：不織布資材による被覆栽培，トン：トンネル栽培，露地：露地栽培)

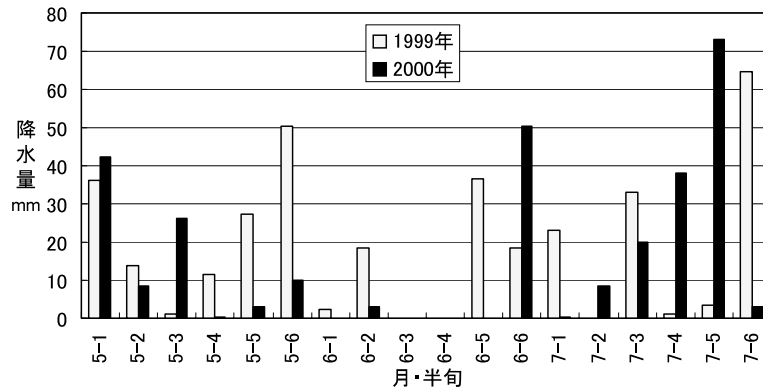


図9 1999年および2000年の降水量の変化

にまとまった降雨が認められるが、2000年には同時期に僅かの降水しか認められない(図9)。このほ場が黒ボク土壌であり保水性が良いことを考慮すると5月下旬からの雨が影響したと考えられる。

2000年の函館市6ほ場(トンネル栽培3ほ場、べたがけ栽培2ほ場、露地栽培1ほ場)で播種後60日目前後より発病調査を行ったところ、MT氏のトンネルほ場では7月中はほとんど発生が無く、8月4日に急激な発病を示した(図8)。また、べたがけほ場では7月28日から8月4日にかけて発病株が多くなっている。露地ほ場でも8月4日から発病株が増えた。ほ場が異なるため発病程度に差はあるが、同じ時期に発病が上昇しており、6月下旬の降雨が影響していると考えられる(図9)。また、7月後半にかけて降水が上昇しているが、発病は8月下旬にかけて上昇している。

### 3.3 共選場における廃棄ニンジンの割合と降水量

乾腐病の症状は、収穫の現場での確認が困難な場合が多く、共選場において洗浄された後、乾腐病のニンジンが廃棄されている。また、JA亀田の共選場において3回、

廃棄ニンジン进行调查したところ、その4～8割は乾腐病が原因であった。そこで、乾腐病が多発生している1998年から2000年の廃棄ニンジンの割合をJA亀田の協力で算出し、アメダスによる函館市の降水量とニンジン廃棄率を比較した。

3カ年とも高温年で、温度条件は似ているが降水量と時期には大きな違いがある。1998年は6月中旬および8月中旬に大雨があり、その雨のほほ1ヶ月後にニンジンの廃棄率が上昇している。この年はトンネル栽培のニンジンで乾腐病が多発生した(図10)。

1999年は大雨はないが、6月中旬および8月上旬以外は雨が降り、7月のニンジン出荷開始より緩やかに廃棄率が上昇した。9月上旬までは廃棄率の伸びは止まったが、8月下旬からの雨のあと約20日後の9月中旬から廃棄率が上昇した。2000年は6月中の雨は6月下旬以外にほとんど降雨が無く、6月中は乾燥していた。廃棄率は7月中は小さく、6月下旬および7月中下旬の降雨の後、約1ヶ月後の8月に大きく上昇した。また、9月上旬および下旬の降雨の約20日後に廃棄率がやや上昇した(図11)。

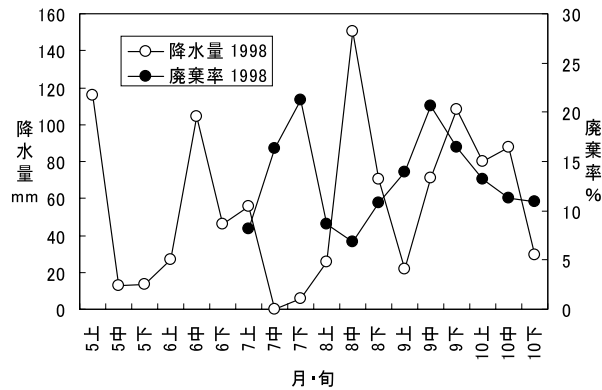


図10 1998年の降水量とニンジン廃棄率の変化

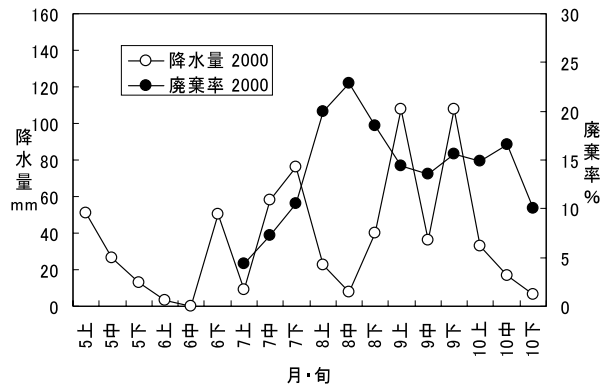


図11 2000年の降水量とニンジン廃棄率の変化

ニンジンは様々な原因で廃棄されるが、急激に廃棄率が増加する原因としては乾腐病、線虫等の病害虫や、割れがあげられる。近年七飯、函館では線虫の被害はほとんど認められないことから、廃棄の原因は乾腐病およびそれに伴う割れが主であると考えられる。

#### 4 考察

ニンジン乾腐病は1983年に長野県で初めて確認された比較的新しい病害である<sup>1,2)</sup>。北海道においては、阿部らによって1996年に*Fusarium solani*による乾腐病の発生が確認されており<sup>3)</sup>、さらに*Fusarium. avenaceum*による乾腐病も報告されている<sup>4,5)</sup>。北海道の道南地域での発生は、アンケート調査の結果、1993年頃と推定され、1998年頃からは特に被害が増加している。

本研究において乾腐病の発生生態の解明を中心に行った。その結果、ニンジンの生育ステージと土壤水分、温度が重要であることが明らかとなった。雨が多い年に多発することは、長野県の報告においても指摘しているが、十分な解析は行われていない。本研究の結果、乾腐病の発病する条件は、十分な病原菌が存在する土壤に生育したニンジンが、播種後60日以上生育ステージにあり、収穫20日以上前に土壤水分が高く維持されることである。そのため、100日で収穫を行う場合、排水性の良好な畑であれば、播種後60～80日の20日間にまとまった雨が降らなければ被害を避けることができると考えられる。実際に七飯町の場合では、1998年は乾腐病による大きな被害を受けたが、2000年はほとんど被害は認められなかった。七飯では7月中にほとんどのニンジンの収穫を終えるため、6月の雨が重要になるが、アメダスのデータでは1998年の6月に七飯町近隣の大野町で144mm、2000年6月には44mmの降雨であり、降水量の差が発病の差になったと考えられる。

本病が多発した1998年は、7月に収穫するニンジン(トンネル作型)に発生が多かったため、トンネル作型に特有の病害と考えられたこともあった。しかし、本病の発病は生育中期以降に十分な温度があれば、作型には無関

係であり、2000年の調査では、トンネル、べたがけ、露地のどの作型でも発生が認められた。

本病の防除対策については、土壤病害であることから、薬剤の散布や灌注によって防除を行うのは困難である。長野県の報告ではクロルピクリン剤による土壤消毒が有効とされている。しかし、効果は期待できるが、作業上の問題や、費用の面からも利用できる可能性は低い。そのため、本試験の結果から、発病軽減策として、ほ場の排水性の改善やほ場の排水性を悪化する多水分時の管理作業を避けることで、発病を軽減することは可能と考えられる。また、播種後60日以降(土壤の排水が悪い場合はさらに早い時期から)にまとまった雨が合った場合、その20～30日後には発病が増加する可能性が高いため、出荷可能になった時点でできるだけ早く掘り取ることが望ましい。高畝栽培などの栽培法の改良や、品種の変更によっても発病を軽減する可能性があると考えられるが、さらに検討が必要である。

#### 摘要

ニンジンの主産地である北海道では多くの病害が発生しているが、根に発生し、防除が困難な「しみ症状」が最も重要である。

北海道におけるニンジンの根部しみ症状の多くは*F. solani*による乾腐病が原因である。本病は、土壤中の病原菌密度が高く、さらに土壤水分と地温が高いほど発病量が多くなる。しかし、環境条件が整った後、発病まで20～30日必要である。また、播種後60日以前のニンジンには発生しない。このことから乾腐病の回避対策として、播種後60日以降に降雨により土壤水分が過多になった場合、雨の20日以降に発病するため、雨の20日以前か、あるいはできるだけ早くに収穫する。また、ほ場の排水対策を行う。本病菌の密度低下のため輪作することなどが考えられる。

#### 引用文献

- 1) 清水節夫・武田和男・石坂尊雄. 1985. ニンジン乾腐病(新称)について(講要). 日植病報. 51(3): 333

- 2) 武田和男・石坂尊雄・清水節夫・丸山進. 1986. ニンジン乾腐病(新称)に関する研究. 長野野菜花き試報. 4 : 73-80
- 3) 阿部秀夫・新村昭憲・秋松祐子. 1997. 北海道に発生したニンジンの乾腐病. 北日本病虫研報. 48 : 106-108
- 4) 阿部秀夫・新村昭憲・秋松祐子. 1997. *Fusarium avenaceum*によるニンジン乾腐病の発生(講要). 日植病報. 63(6) : 531
- 5) 大上大輔・岩田康広・五十嵐文雄・林恵美・児玉不二雄. 1997. *Fusarium avenaceum*によるニンジン乾腐病の発生と北海道における分布(講要). 日植病報. 63(6) : 531