

檜山北部地域におけるネギ根腐萎ちょう病の発生実態^{*1}

新村 昭憲^{*2} 坂本 宣崇^{*2} 林 哲央^{*2} 星 春光^{*3} 故谷井 昭夫^{*2}

北海道檜山北部地域のハウス栽培において発生したネギ根腐萎ちょう病とこれにともなう収量低下について発生の実態と2, 3の要因を調査した。本病は、連作3～4年を経過した頃から発生し、調査した85棟のハウス中58棟(38.9%)からネギ根腐萎ちょう病, *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hansen が分離され、連作年数が長いほど分離率が高かった。罹病ネギの生育量は根の腐敗程度と高い負の相関を示した。また、施肥量は明らかに過剰であり、土壌の塩類濃度は高い場合が多く、これが被害を助長していた。

I 緒 言

北海道の檜山北部地域のハウスにおいて、簡易軟白ネギにネギ根腐萎ちょう病¹²⁾が発生し、収量は激減した。ネギは本地域に1985年頃から主として水田転換畑に導入された。この栽培法の特徴は、ハウス内で遮光性の被覆資材を用いた軟白化、畝幅が露地栽培の3分の1(30cm)の超密植、年2回の作付け、連作などである。本病は今のところハウスに限られ、露地栽培では発病が確認されていない。また、ネギが多肥栽培されている実態を考慮すると、本病の発病や被害程度に塩類集積や養分の偏りに由来する濃度障害や生理障害も関与していると推定された。本報では現地での発生実態を明らかにするとともに、調査の過程で着目された発生要因を検討した。

II 試験方法

1. 実態調査

北海道檜山北部地域今金町の3地区(金原, 八束, 神丘)を対象にネギが栽培されている全ハウスを調査した。最初の調査時期は、簡易軟白ネギ¹⁰⁾が露地ネギとの出荷競争を避けて、11月から12月に収穫されることから、作物と土壌との両試料を同時期に対で採取できる初冬時の1995年11月2～3日に行い、各ハウスの2地点からそれぞれ5個体の作物体と2点の作土を採取するとともに、栽培歴や栽培方法の聞き取りを17戸・85ハウスで行った。2回目は1996年8月22日に前年と同じ地区の

同一農家内で年2作および年1作付けハウスが併存する農家の両者の6戸・14ハウスについて調査した。発病調査は、根の腐敗指数(0:健全, 1:腐敗微, 2:腐敗少, 3:腐敗多, 4:殆どの根が腐敗脱落)により行い、ネギの根から常法¹²⁾により病原菌を分離した。作物体は草丈、茎直径、個体重を測定した。土壌は風乾後2mmのふるいで調製し、pH、電気伝導度(以下ECと表示、乾土:水=1:5)、有効態リン酸(トルオーグ法)、交換性塩基について分析した。

2. 土壌の塩類濃度と発病との関係

1) 農家発病土に対する除塩効果

土壌の塩類濃度と発病との関係を明らかにするため、現地のネギ根腐萎ちょう病の発生している3ハウスから土壌を採取し、それぞれの土壌をポット(276cm²×8cm)に詰めた。各ポットの土壌にクロロピクリン錠剤を1錠埋め、ポットごとにビニール袋で包み7日放置して土壌消毒を行った。つぎに、それぞれの土壌を2等分し、一方を水道水により湛水処理後上澄液を捨て、土壌のECが0.2mS/cm前後に低下するまで除塩処理を繰り返した。つぎに罹病根から分離した根腐萎ちょう病菌(以下F.Or菌¹²⁾と略記する)の菌株TF9495を蔗糖加用ジャガイモ煎汁液体培地で28°C、5日間振とう培養し、この培養菌液(孢子密度3×10⁷/ml)を接種源とした。これにネギ苗「元蔵」の根を浸し除塩土および無処理土ポットに10個体定植した。試験は2反復で行い、施肥としてs555(15-15-15%)を2.8g施用した。定植後は温室内で管理し、3ヶ月後に根部の腐敗程度および生育量を調査した。

2) 土壌の塩類濃度と接種菌密度との関係

道南農業試験場圃場のネギ無栽培歴の土壌を混合塩(硫酸カリウム、塩化カリウム、過燐酸石灰、塩化ナトリウム、硫酸マグネシウムを重量比で2:2:2:1:1の割合

1997年11月17日受理

^{*1} 本報の概要は1996年度日本土壌肥料学会北海道支部会(1996年12月)で発表した。

^{*2} 北海道立道南農業試験場, 041-1201 亀田郡大野町

^{*3} 檜山北部地区農業改良普及センター, 049-4308, 瀬棚郡今金町

合で混合)を用いて施肥前 EC を 0, 0.5, 1.0, 2.0 mS/cm に調整した。それぞれの土壌に PS 液体培地で 28°C, 5 日間振とう培養した F.Or 菌 (TF 9495) を接種し, 密度 0, 10³, 10⁴, 10⁵, 10⁶/g 乾土に調整した。これらの土壌を生重 3 kg ずつ 1/5,000 a のワグネルポット・3 反復に詰め, 各ポットに 5 本ずつネギ苗「元蔵」を移植した。共通施肥として s 555 (15-15-15%) を 2.0 g/ポット施用した。ポットは温室内で管理し, 4 ヶ月後に根部の腐敗程度, 生育量を調査した。

III 試験結果

1 実態調査

1) 初冬時の調査

a. 発生地区の土壌および病原菌の分離

この地区の土壌は小河川沿いに形成された沖積土で, 腐植が少なく(あり～含む), 土性は砂壤土～壤土である。この土壌条件における作物生育の特徴は, 排水が良好であるため湿害の発生が稀であるが, 保水性が小さいため水分不足や濃度障害が発生しやすい土壌である。各ハウスにおけるネギの定植時期は 5 月中旬から 9 月上旬までと長期間であるが, 葉身の萎ちょう症状および生育の良否と根の腐敗との間に密接な関係が観察され, 根の腐敗指数が 3 以上になると, 葉身が著しい萎ちょう症状を呈し生育量が激減した。この指数 3 以上のハウスは, 調査した 85 棟中 33 棟(38.9%)であった。また, 罹病根部からの分離試験の結果, F.Or 菌は 58 棟(68.2%)のネギから分離された。

b. 栽培管理の経過

発生地区は 1985 年ころから水田転換が進んだ地域で, 水田が前歴のハウスは 85 棟中 72 棟(84.7%)であり, 残りは水稻育苗ハウスや畑地であり, 過去にネギの栽培歴は全くなかった。ネギの栽培年数で最も長期なハウスが 13 年目で, 大部分が建設から 5～10 年の連作であり, この調査時でネギが存在したハウスは全て年 2 作の周年利用型栽培で, 輪作や交互作などの他作物との作付け方式はなかった。

農家からの聞き取り調査の結果, ネギの生育の低下が始まったのは連作年数が 3～4 年が 13 棟(16.0%), 5～6 年が 11 棟(13.6%), 7～8 年が 6 棟(7.4%)であった(表 1)。

施肥実態は, 市販の「ばかし肥料」や動物質や植物質の各種有機質肥料あるいは微生物資材が多用され(表 2), かつ, これらに含まれる肥料成分を算出すると, 平均(79 棟)で窒素-リン酸-カリ: 31-28-12 kg/10 a であり, 北海道施肥標準(20-25-15 kg/10 a)に比較して, 窒素の施肥量が明らかに多かった(表 3)。

表 1 連作年数とネギの発病(聞き取り調査)

連作年数	発病ハウス数*	同左率(%)
1～2	1	1.2
3～4	13	16.0
5～6	11	13.5
7～8	6	7.4
(生育良好)	(50)	61.7

注 1) *ネギ生育の低下を発病と表現した。

表 2 肥料の形態

肥料の形態	ハウス数	同左率(%)
無機質肥料のみ	6	7.1
無機質肥料主体	9	10.6
有機質肥料主体	57	67.1
有機質肥料のみ	12	14.1
不 明	1	1.1

注) 窒素の施肥割合が 50%を越えるか否かで, 無機および有機質肥料主体を区分

表 3 調査地区の施肥量(kg/10 a)

項 目	窒素	リン酸	カリ
平 均	30.7	28.1	12.4
標準偏差	13.6	21.2	14.6
最大値	58.0	75.3	52.0
最小値	12.0	7.0	0.0

注) 集計点数: 79

c. 病害の症状と調査項目との関連

発病要因を明らかにするため, 各調査項目と生育量(草丈×茎径)との単相関を算出した(表 4)。ネギの生育量は根の腐敗指数と有意な負の相関があり, 根の腐敗指数はこの病原菌である F.Or 菌の検出率($r=0.51^{**}$)や定植から調査時点までの生育日数($r=0.44^{**}$)と密接な関係が存在した。つまり, 根の腐敗は生育が進む程激化した。また, 有効態リン酸と根の腐敗指数(0.24^{*})および F.Or 菌(0.25^{*})の分離率との間にはそれぞれの有意な相関がみられた。

栽培年数別に集計すると, ハウス建設年が古く栽培年数が長いほど根の腐敗指数が高く, 根から F.Or 菌の分離数が高かった(表 5)。土壌養分と栽培年数との関係では, EC については一定の傾向は認められないが, 有効態リン酸は栽培年数が長いほど高く, リン酸蓄積が著しく進行していた。なお, 前述した有効態リン酸と根の腐敗指数・F.Or 菌の分離率との間に有意な相関がみられたが, これは単に有効態リン酸が栽培年数に対応して蓄積する要素であるからであり, 有効態リン酸が病害と直接

表4 現地調査項目の単相関表

項 目	根腐敗 指数	フザリウム 菌分離率	F.Or 分離率	土 壤				栽培 年数	生育 日数
				pH	EC	NO ₃ -N	有効態リン酸		
生育量	-0.40**	-0.47**	-0.34**	-0.10	-0.19	-0.27*	-0.03	-0.08	0.31**
根腐敗指数		0.51**	0.59**	-0.09	0.01	0.15	0.24*	0.12	0.44**
フザリウム菌分離率			0.74**	-0.10	0.18	0.28*	0.04	0.16	0.09
F.Or菌分離率				-0.04	0.12	0.21	0.25*	0.23*	0.13
pH					-0.08	-0.15	0.03	-0.20	-0.15
EC						0.83**	0.01	-0.04	-0.18
NO ₃ -N							-0.04	0.02	-0.12
有効態リン酸								0.44**	-0.09
栽培年数									0.04

注1) *, **は5%, 1%水準で有意, n=81

2) フザリウム菌およびF.Or菌分離率はネギ10個体当たりの分離個体率

表5 連作年数別の腐敗指数と土壌要因

連作年数 (年)	根の 腐敗指数	菌分離本数*		pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	NO ₃ -N (mg/100g)	有効態 リン酸	交換性塩基 (mg/100g)			ハウス数
		フザリウム	F.Or					K ₂ O	MgO	CaO	
1～ 4	1.5	4.7	1.3	5.9	0.41	16.6	111	44.6	79.9	367	6
5～ 7	2.7	7.9	4.3	5.7	0.37	18.3	140	39.9	81.7	410	27
8～10	2.1	7.6	3.2	5.9	0.37	16.8	150	47.7	72.1	407	37
11～13	3.0	8.5	5.3	5.4	0.37	20.6	276	57.2	72.4	452	13

注) *菌分離本数：ネギ10個体当たりのフザリウム菌の分離個体数

関係しているか否かは不明である。また、この時点では土壌消毒を実施したハウスは一例もなかった。

2) 萎ちよう症状激発時の調査

本根腐萎ちよう病は盛夏に激発することが、最初の現地調査における聞き取り調査やその後の観察で判明したので、2回目の現地調査は高温を経過した後の1996年8月22日に行った。この調査では前年の調査時にネギの収穫が終わっていたために調査ができなかった年1回栽培ハウス（夏作で、多くの場合冬季は被覆排除）も含めて調査対象とした。年1回利用ハウスでは概して根の腐敗程度が低く、かつ、土壌の塩類濃度も低いハウスが多かった。しかし、根が著しく腐敗（指数3以上）したハウスが8例中2例あり、これらの土壌のECはそれぞれ0.66, 1.09 mS/cmとかなり高い値であった（表6）。一方、周年利用型ハウスでは年1作型ハウスに比較して、明らかに根の根腐指数が高いハウスが6棟中3棟あり、これらの土壌のECはいずれも0.5 mS/cmを上回った。また、根の腐敗指数と粗収量との間には密接な負の相関関係があり（ $r=-0.67^{**}$ ）、ECとの間には有意な正の相関（ $r=0.79^{**}$ ）がみられた。

また、ハウス内全体のネギが激しい萎ちよう症状を呈しているにも関わらず（腐敗指数3.6, EC 0.66 mS/cm）、部分的に生育が画然と良好な箇所が観察された。ここで

は灌水チューブが一部破損して漏水し灌水量が多くなっていた。この漏水部分では根の腐敗指数（1.8）並びにEC（0.26 mS/cm）とも明らかに低く、粗収量はハウス全体の3倍強も高かった（表7）。なお、漏水部土壌のECの低下は、NO₃-Nが対照土壌に比較して低いことから、漏水によって硝酸塩が溶脱したためと考えられた。

2. 土壌の塩類濃度と発病との関係

1) 農家発病土に対する除塩効果

病原菌の有無と除塩がネギ生育に及ぼす影響を検討するため、農家の発病ハウスの土壌を用いて、土壌消毒後に、除塩処理した土壌を用いてポット試験をした。供試3土壌の平均ECは対照区が1.03 mS/cmであったが、除塩区のそれは0.20 mS/cmに低下し、十分な除塩土壌がえられた。除塩がネギの生育に与える影響をみるため、病原菌の無接種系列と比較すると、除塩区の腐敗指数および生育量（草丈×茎直径）はそれぞれ0.2および371であり、対照区は2.0, および349であった。一方、病原菌の接種系列では、除塩区の指数および生育量はそれぞれ1.4および384であり、対照区が2.4, 258であった（表8）。つまり、除塩処理は病原菌の存在しない条件ではネギの生育に殆ど影響しない（106%）が、病原菌が存在する条件では腐敗指数が半減し、生育抑制が著しく軽減した（149%）。

表6 ハウスの利用型と収量および土壌 EC

ハウスの 利用型	定植時 期月旬	根の腐敗指数 (0~4)	草丈 (cm)	粗収量 (tFM/10a)	土 壌 分 析 値			
					pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	NO ₃ -N (mg/100g)	有効態リン酸 (mg/100g)
年1回	5 上	1.1	111.5	8.60	5.8	0.18	5.3	93.8
	6 中	1.1	101.1	6.13	5.6	0.24	10.1	64.0
	5 上	1.2	98.0	6.22	5.6	0.39	15.6	114.9
	5 上	1.3	99.6	6.31	5.5	0.34	25.1	80.7
	5 上	1.7	109.0	8.06	6.1	0.31	4.5	87.7
	5 上	2.0	48.9	1.16	6.2	0.28	5.6	189.4
	5 上	3.6	49.6	1.70	5.4	0.66	36.0	114.9
	4 下	3.8	49.6	1.52	5.2	1.09	57.4	120.1
	4 上	1.0	107.8	6.86	6.1	0.22	2.5	65.8
	5 中	2.1	116.8	7.74	5.5	0.28	9.3	57.9
年2回 (周年)	3 中	2.3	112.2	10.10	6.1	0.58	12.9	118.4
	6 下	3.6	56.4	2.21	5.5	0.58	22.6	116.6
	2 中	3.8	97.8	4.87	6.0	0.58	15.0	91.2
	6 下	3.9	50.6	1.26	5.6	0.52	17.3	316.6

表7 灌水チューブ漏水箇所の生育および EC

箇 所	根の腐敗指数 (0~4)	草丈 (cm)	粗収量 (tFM/10a)	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	NO ₃ -N (mg/100g)	有効態リン酸 (mg/100g)
漏 水	1.8	73.1	5.86	5.7	0.26	6.1	135.9
対 照	3.6	49.6	1.69	5.4	0.66	36.0	114.9

注) 定植時期: 5月5日, 品種: 元蔵, 1996年8月22日調査

表8 除塩と病原菌接種がネギの生育・根腐敗に及ぼす影響

除塩処理	供試土壌番号	施肥前のEC (mS/cm)	無 接 種 系 列		接 種 系 列	
			根の腐敗指数	生育量*	根の腐敗指数	生育量*
除 塩	S9	0.11	0.3	346	1.2	408
	S4	0.18	0.0	418	1.3	374
	S5	0.30	0.5	350	1.7	370
	平均(A)	0.20	0.2	371	1.4	384
対 照 (非除塩)	S9	1.16	1.8	351	3.1	232
	S5	0.92	2.3	309	1.5	257
	S4	1.01	2.0	388	2.6	284
	平均(B)	1.03	2.0	349	2.4	258
指数 (A/B×100)		—	10	106	58	149

注) *生育量 (草丈×茎直径)

2) 菌密度と土壌の塩類濃度がネギの生育に及ぼす影響

施肥前 EC が 0.0 mS/cm (施肥後 0.3 mS/cm) と低い場合は, 菌密度を $10^3 \sim 10^6$ /g 乾土に高めると, 根の腐敗

指数は高まり, 個体重も徐々に低下した。また, 施肥前 EC が 0.5 mS/cm (同 0.8 mS/cm) と中程度の場合は, 菌密度が $10^3 \sim 10^4$ /g 乾土では腐敗指数は高まるものの個体重の低下が認められないが, $10^5 \sim 10^6$ /g 乾土では腐敗指

表9 菌濃度および塩類濃度がネギの生育に及ぼす影響

EC (mS/cm)		根の腐敗指数 (0~4)					個体重 (gFM)				
施肥前	施肥後	菌 密 度					菌 密 度				
		0*	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	0*	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
0.0	0.3	0.1	1.3	2.1	2.1	2.5	34.0	28.7	32.1	28.7	24.7
0.5	0.8	0.4	0.9	1.7	3.1	3.6	34.0	34.7	34.0	23.3	18.0
1.0	1.4	0.7	2.1	3.0	3.3	3.5	34.0	20.7	17.3	15.3	8.7
2.0	2.4	3.3	2.1	3.1	3.9	3.9	5.8	11.3	8.7	5.4	3.3

注) *無接種

数が著しく高まり、個体重も明らかに低下した。施肥前 EC が 1.0 mS/cm (同 1.4 mS/cm) と高い場合は、菌密度が比較的低い 10³/g 乾土から根では腐敗指数が著しく高まり、かつ、個体重が低下した。施肥前 EC が 2.0 mS/cm (同 2.4 mS/cm) と極めて高い水準では、無接種でも腐敗指数も 3 以上に達し、個体重も激減した。つまり、塩類濃度が低い水準では発病程度が低く、生育低下も少ないが、塩類濃度が適正值付近 (北海道土壌および作物の診断基準、野菜土壌植え付け前の EC 基準値: 0.7 mS/cm 以下) では、菌密度が 10⁵/g 乾土で根の腐敗は顕在化し、生育もかなり低下する。塩類濃度が高い場合では菌密度が低い 10³/g 乾土条件から、根の腐敗と生育低下が明らかだった。なお、施肥前 EC が 2.0 mS/cm (同 2.4 mS/cm) では無接種でも自然発病と同様な腐敗症状が認められたが、この濃度では塩類の単独効果で根に障害を発生させた (表 9)。

IV 考 察

発生地域の全ハウスを調査した結果、ネギの連作の長期化とともに被害が拡大していることが明らかとなった。また、本地域のネギへの施肥量は、北海道施肥標準を大幅に上回っており、加えて、本病による収量低下が進行して以来、農家はさらに各種肥料や土壌改良材を追加投入して生育の回復を図ろうとしたことがハウスでの年 2 作栽培条件と複合して土壌の塩類集積を加速したと考えられた。

さて、本病が激甚であることが生産現場から知らされて、最初に着目したのが既知のネギ萎ちょう病⁵⁾並びにタマネギ乾腐病⁶⁾との発病環境に関する類似性であった。とりわけ、後者については既に詳細に研究されている^{3,6)}。すなわち、タマネギ乾腐病は高温乾燥⁶⁾・多肥¹¹⁾・高塩類濃度⁴⁾、砂礫土²⁾で多発すると報告されている。そこで、これらの知見を参考に、現地発病ハウスの土壌を用いて塩類濃度と発病との関係を見ると、除塩により発病が明らかに軽減され、ネギの生育が回復することが確認された。また、この実験では土壌の塩類濃度は、対照区 (非除塩) は 0.9~1.2 mS/cm の高い値を示し、この

土壌試料の土壌溶液 EC (ほ場容水量の 60% 含水率条件で pH 3.9 までの土壌溶液を採取) を測定したところ、ほぼ 4 mS/cm であった。この塩類濃度は多くの野菜で生育低下が始まる条件である¹⁾。また、タマネギは耐塩性が最弱な作物であるが¹³⁾、本実験の無接種条件における除塩処理により生育が回復したことを考慮すると、ネギでもこの程度の塩類濃度が生育に対して抑制的に作用したと推定された。一方、発病と土壌の塩類濃度および病原菌密度との関係を見ると、塩類濃度が低い条件では根の腐敗が多少進行しても、生育抑制は僅かであった。しかし、塩類濃度を高めると 10³/g 乾土の低い菌密度から根の腐敗と生育抑制が進行した。この現象の機作、すなわち、高い塩類濃度が耐塩性の弱いネギにストレスを与え発病に至らしめるのか、あるいは、病原菌の増殖などに影響するのは今後の検討課題である。いづれにしても、病原菌による根の腐敗や高い塩類濃度は作物にとって水分吸収が阻害されることを意味し、萎ちょうの主要因の一つである。

また、本病が連作年数が長くなるほど激化するの、塩類が栽培年数の経過とともに集積する特性と連作による菌密度の上昇が同時に進行したためであり、栽培開始から 3~4 年後 (年 2 作であることから、作付け回数では 6~8 作) には発病環境が整ったからと理解されよう。

ところで、ネギ根腐萎ちょう病は、根腐れとこれに伴う葉身の萎ちょうを病徴とする点で、トマト根腐萎ちょう病とも酷似している^{8),9),15),16)}。高温性のトマトは低温で発病し、低温性ネギは高温で発病する。つまり、両作物とも生育に不適な温度で作物自体の活性が衰えているときに発病している。また、トマト根腐萎ちょう病は施肥量が多い場合や土壌の塩化ナトリウム濃度の上昇によって発病が顕著に助長される⁸⁾点も共通している。このように本病は、①病原菌による根の腐敗脱落、②塩類濃度の上昇による水分吸収阻害、③高温による本病原菌の繁殖を助長¹²⁾と同時に④高温によネギの生理活性の低下⁷⁾、などが複合して作用するため、ネギは激しい萎ちょう症状を呈するに至ったと推察される。この意味において、トマト根腐萎ちょう病と同様に *Fusarium oxyspor-*

um による一般の導管病とはかなり性質が異なる。なお、ネギ根腐萎ちょう病の被害発生地域は1996年時点で松山北部地域のみであるが、トマトの根腐萎ちょう病が高知県で1970年代に最初に報告されて以来北海道を含め各地で発生し、大きな問題となったこと、並びに、この方式のネギのハウス栽培も今後増加する傾向にあることを考慮すると、近い将来被害発生地域が広がる可能性があるだろう。

謝 辞 本論文の校閲をいただいた北海道立中央農業試験場病虫部長宮島邦之博士、同環境化学部長沢口正利博士並びに北海道立道南農業試験場場長土屋武彦博士に深く感謝いたします。また、同澤田一夫研究部長、同主任研究員阿部秀夫博士には研究上の助言をいただいた。

引用文献

- 1) 土岐和夫, 下野勝昭, 西田忠志, 川原祥司. “ハウス土壌における塩集積の進行とその回避策. 塩集積土壌と農業”. 日本土壌肥料学会編. 博友社. p.96-103. 1991.
- 2) 東田修司, 大崎玄佐雄. “北見地方のタマネギ土壌病害(乾腐病)に関する実態調査”. 北海道立農試集報. 47, 31-38 (1982).
- 3) 岩淵晴郎, 多賀辰義, 相馬 暁. “施肥並びに土壌水分条件が春播タマネギの生育・収量・貯蔵性に及ぼす影響, IV. 生育初期における濃度障害と乾腐病発生の関係”. 北海道立農試集報. 39, 27-33 (1978).
- 4) 岩淵晴郎. “北海道・道央地区タマネギ畑土壌の肥沃度的特性とその肥培管理改善に関する研究”. 北海道立農試報告. 51, 1-90 (1984).
- 5) 児玉不二雄. “*Fusarium oxysporum* によるネギ萎ちょう病 (新称). 日植病報. 43, 340 (1977).
- 6) 児玉不二雄. “タマネギ乾腐病とその防除に関する研究”. 北海道立農試報告. 39, 1-65 (1983).
- 7) 小林五郎. “ネギ類の生理と栽培の基礎. ネギ類の生理と栽培技術”. 農耕と園芸編集部. (野菜栽培の新技術II). 誠文堂新光社. p.26-27. 1989.
- 8) 斉藤 正, 山本公昭, 山本 磐, 西内美武. “*Fusarium* によるトマトの一根腐性病害に関する研究”. 高知農技研報. 4, 9-19 (1972).
- 9) 佐藤倫造, 荒木隆男. “*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* 各菌株のトマト品種に対する病原性ならびに土壌温度との関係”. 日植病報. 39, 148 (1973).
- 10) 沢田一夫. “ネギの栽培法に関する研究, 簡易軟白による栽培法について”. 北農. 35(5), 25-31 (1968).
- 11) 相馬 暁, 岩淵晴郎, 平井義孝, 多賀辰義. “施並びに土壌水分条件が春播タマネギの生育・収量・貯蔵性に及ぼす影響, I. 土壌水分及び窒素施肥量が生育・収量初期に及ぼす影響”. 北海道立農試集報. 35, 45-52 (1976).
- 12) 新村昭憲, 坂本宣崇, 林 哲央, 星 春光, 谷井昭夫. “*Fusarium oxysporum* によるネギ根腐萎ちょう病の発生”. 北海道立農試集報. (印刷中).
- 13) 高橋英一. “塩と農業. 生命にとって塩とは何か”. 農文協 p.139-161. 1987.
- 14) 高桑 亮, 石坂伸之, 児玉不二雄, 斉藤 泉. “タマネギ乾腐病の寄主範囲”. 日植病報. 43, 479-481 (1977).
- 15) 山本 磐, 斉藤 正, 西内美武. “*Fusarium* 菌によって起こるハウス栽培トマトの根腐性病害について”. 日植病報. 36, 351 (1970).
- 16) 山本 磐, 駒田 旦, 国安克人, 斉藤 正, 江塚昭典. “トマトに根腐萎ちょうを起こすトマト萎ちょう病菌の新レース”. 関西病虫研報. 16, 17-29(1974).

Estimation of the Environmental Factors on Disease Development of Fusarium Root Rot of Welsh Onion in Imakane, Hokkaido

Akinori SHINMURA^{*1}, Nobumitsu SAKAMOTO^{*1}, Tetuo HAYASHI^{*1},
Harumitsu HOSHI^{*2} and Akio TANI^{*1}

Summary

Welsh onion (*Allium fistulosum* L.) causing wilt and root rot has been found in Imakane district of Hokkaido since 1994. The growth of plants in these green house was inhibited, top of leaves withered, root turned brown, and showed severe dumping off. Estimation of the environmental factors on disease development in field during 1995 to 1996, revealed that the long-term monoculture of welsh onion in green house developed severe disease incidence and highly frequent isolation of *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* (Schlech.) Snyder et Hansen). Amount of applied fertilizer in these green houses was higher than the standard of fertilizer of Hokkaido and the salts were accumulated in the green house soil which caused the disease. In pot examination, welsh onion grown in the soil that the concentration of salts, suppressed the disease development. Otherwise, the disease increased in summer and occurred only in green house which were kept at high temperature. These green houses in this district were used on year-round culture and the soil was heated in winter season.

The disease was caused by the *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* (Schlech.) Snyder et Hansen) and increased under high concentration of salt in soil and high temperature conditions.

^{*1} Hokkaido Prefectural Donan Agricultural Experiment Station, Ohno, Hokkaido, 041-1201, Japan

^{*2} Hokkaido Hiyama-hokubu Agricultural Extension Center, Imakane, Hokkaido, 049-4308, Japan