

ハウレンソウの土壤病害とその発生に関する 土壤肥料的考察

1. 札幌市における土壤病害の発生実態と 俗称「鎌いらす」症の原因について*

赤司 和隆** 阿部 秀夫**

1984年にハウレンソウの道内最大産地である札幌市内45ヶ所の現地圃場において、土壤病害と思われる根腐れ症状の発生程度とその病原菌を調査した。発病率は6月の低温期では2%以下と低かったのに対し、8、9月の高温期では20%近くにまで及んだ。罹病株から主に分離された4種の糸状菌のうち、*Pythium*は低温期の子葉期株から、一方*Aphanomyces*は高温期の子葉、中期株から、また*Fusarium*は同期の中、後期株からそれぞれ多く分離された。なお、*Rhizoctonia*の分離率は最も低かった。これら4菌の一部の菌株はハウレンソウに対して病原性が認められた。さらに、生育中、後期に主根部が全体的に褐変して細くなり、しばしば地際部から切れるため、現地では「鎌いらす」と称され、原因不明とされていた障害は*Aphanomyces cochlioides* Drechslerによる根腐病であることが判明した。

I 緒 言

ハウレンソウは一般に連作されることから、土壤環境条件の悪化による連作障害が近年全国のハウレンソウ産地で問題となっている。この連作障害の原因として、① *Rhizoctonia solani*による立枯病¹²⁾、株腐病^{9,17)}、② *Pythium* spp.による立枯病^{7,14)}、③ *Fusarium oxysporum* f.sp. *spinaciae*による萎ちょう病^{9,16)}、④ *Aphanomyces cochlioides*による根腐病^{6,18)}、⑤ *Phytophthora* sp.による根腐症状⁴⁾などが報告されている。

一方、ハウレンソウ畑では連作に基づく、りん酸、塩基等の過剰蓄積¹⁵⁾、微量要素欠乏⁹⁾、それに伴う養分のアンバランスなどの土壤環境の悪変も

みられる。このような土壤の不良性により、作物の栄養代謝が乱され、根や葉等の表皮組織の構造に変化が生じ、このため感染・発病が助長されることも十分に想定される。すなわち、農業環境技術研究所の速水と彦氏が提案した「栄養病理複合障害」が連作障害の実体であることも考えられる¹⁰⁾。そこで、土壤学、作物栄養学の観点から土壤病害の発生について検討し、土壤理化学性の改良を前提とした耕種の防除法の確立を図ることは、土壤病害に対する薬剤散布の有効性には限度があることを考え併せると、極めて意義のあることと思われる。現在、著者らは土壤病害現地実態調査、病原糸状菌の分離・同定、病害多発圃の土壤理化学特性の把握、病害発生と土壤理化学性の関係解明、土壤理化学性改良による土壤病害軽減効果の検討など一連の調査、研究を進めている。

本報では、栽培面積150ha(うち、雨よけハウス8ha)を擁し、道内ハウレンソウの最大産地である札幌市を対象にして行った土壤病害実態調査の

1985年5月17日

* 本報告の一部は1984年度日本植物病理学会北海道部会で発表した。

** 北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町

結果並びにその中で明らかとなった俗称「鎌いらず」病の原因について報告する。

II 調査方法

1984年の6月から9月にかけて、札幌市の有明、

篠路など5地域計45圃場（露地：25、雨よけハウス；20）の土壤病害発生状況について調査を行い、うち40圃場から糸状菌の分離を試みた（Table 1.）。調査地域の土壤条件は羊ヶ丘および里塚が淡色黒ボク土であり、その他の地域は褐色低地土である。

Table 1. Number of fields examined

Month	Name of Sampling site	No. of fields	No. of fields in which fungi were detected
Jun.	Ariake	6	4
	Hitsujigaoka, Satozuka	2	2
Jul.	Ariake	6	6
	Hitsujigaoka	1	1
	Shinoro, Shinkotoni	10	9
Aug.	Ariake	14	13
Sept.	Ariake	4	4
	Hitsujigaoka, Satozuka	2	1

土壤病害発病率は地上部病徴発現株数/栽植本数 $\times 10^2$ （1圃場当り200m²調査）で示し、試料は正常、罹病株それぞれ10地点から2株ずつ計40株採取した。罹病根および正常根を水道水で約1時間水洗後、表面殺菌を行わず、殺菌水で十分に洗滌した。

次に殺菌ろ紙上で乾燥させた後、3～5 mmの長さに切断し、得られた切片を下記の寒天培地に置床させ、25°Cで1～3日間培養後、出現した糸状菌の菌糸先端を分離した。

すなわち、*Aphanomyces* は殺菌水法（テンサイ苗立枯病菌の検出法であるC法³⁾）で遊走子の塊を確認した後、コーンミール煎汁寒天培地（ファンティガムセル使用）で、その他の菌は素寒天（WA）およびジャガイモ煎汁寒天培地（PDA）でそれぞれ検出、分離した。なお、分離された糸状菌はPDA斜面培地に培養保存し、同定に供した。

菌株の一部については殺菌土壌を充填した径12 cm 素焼鉢内で発芽させた子葉期のハウレンソウ（15株/鉢、3連制）に接種し、病原性を検定した。すなわち、各菌株を径9 cmのシャーレ内のPDA上で25°C、1週間培養した後、約2 mm平方に切断して得られた含菌寒天を土壤表面に接種し、感染・発病の経過を25°Cの人工気象室内で2週間観察した。さらに病原性の認められた *A-*

phanomyces と *Rhizoctonia* の一部について同定を試みた。*Aphanomyces* は標準菌株との形態比較並びに宿主特異性を検定し、*Rhizoctonia* は標準菌株との菌糸融合並びに菌叢比較を行った。

III 調査結果

1. 土壤病害発生状況

札幌市近郊畑で発生した主な土壤病害の病徴は概ね下記のように大別出来た。子葉期の罹病株では、①地上部は立枯れ症状を呈し、根部は水浸状に褐変する。生育中、後期の株では、②地上部は萎ちよう黄化し、主根部、側根部の先端並に導管部が褐変し、しばしば罹病部位に菌叢をともなった土壤粒子の付着が観察される。③地上部は②と同様萎ちよう黄化するのに対し、根部は全体的に褐変して細くなり、しばしば地際部から切れる（後記「鎌いらず」症）。

このような明らかに生理障害とは異なる土壤病害の発生状況は、Fig. 1.に示したように調査時期、生育期により変動することが認められた。すなわち、発病率は低温期の6月では2%以下と極めて低いのに対し、その後気温の上昇とともに増加する傾向にあり、8、9月の高温期では20%近くにまで及んだ。

また、生育期別では、8、9月の生育中、後期に多発する傾向にあった。これらのことから、高

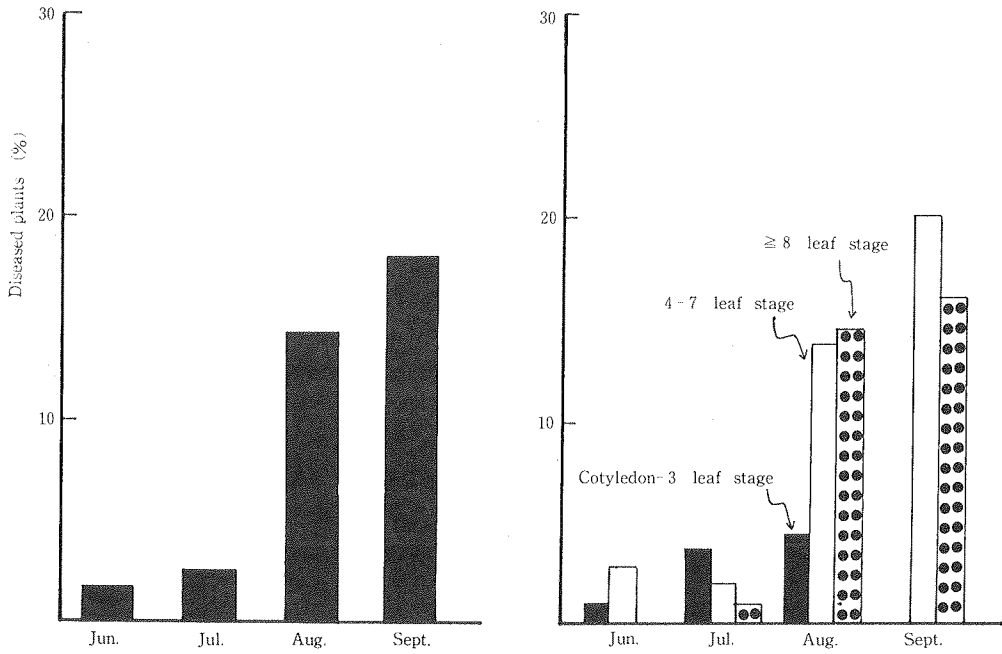


Fig. 1. Occurrence of spinach root disease (1984)
 left: during the main growing season
 right: at the different growth stages

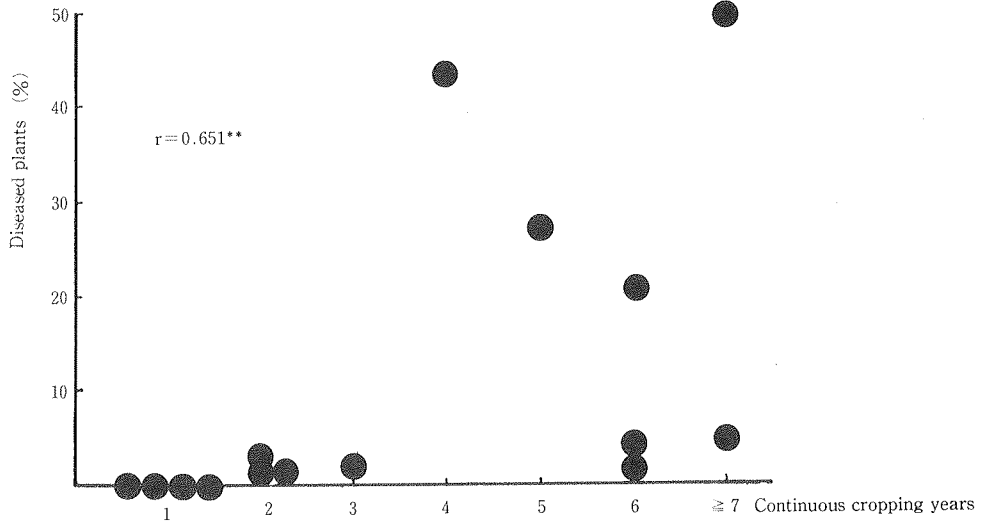


Fig. 2. Correlation between continuous cropping years and diseased plants (%)

温期の7, 8月の生育初期に感染した株に8, 9月になって病徴が顕著に発現したものと推察され, 感染から病徴発現までには Time lag が認められた。このように気象条件やハウレンソウの生育期によって発生状況は異なるが, このほかにも土壌の種類, 標高, 連作年数等によって異なることも報告⁹⁾されている。札幌市の場合, ハウレンソウ栽培地帯の大部分は褐色低地土であること並びに地域間の標高差もほとんど無いことから, 連作年数と発病率の関係について検討を加え, その結果を Fig.2 に示した。主な栽培型である露地栽培の病害の多発する夏, 秋作では連作年数と発病率の間に正の相関関係 ($r=0.651^{**}$) が認められ, とくに4年目以降多発することが明らかになった。露路では通例年平均2回連作することを考慮すると, 連作7作目以降に病害多発が問題になると思われた。

2. 罹病株から分離される糸状菌

土壌病害の原因と想定される糸状菌の分離率を月別, 生育期別に検討し, その結果を Table 2, 3. に示した。 *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Aphanomyces* の4種類が確認され, *Fusarium* > *Pythium* > *Aphanomyces* > *Rhizoctonia* の順に多く分離された。 *Fusarium* は生育期全般を通じて分離されたが, とくに高温期の生育中, 後期で多かった。一方, *Pythium* は低温期の子葉期株から, また *Aphanomyces* は高温期の子葉期株, 中期株からそれぞれ多く分離される傾向にあった。なお, *Rhizoctonia* の分離率は極めて低かった。

今回の調査では, 地域によって調査圃場数が少ないこともあり, 地域別の分離される糸状菌について正確には言及し得ないが, 傾向として有明地区では前記4菌とも分離されたのに対し, 篠路, 新琴似地区ではほとんど *Fusarium* であった。

Table 2. Frequency¹⁾ of isolation of the fungi from the diseased spinach during the main growing season

Isolated fungi	Culture medium	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.
<i>Pythium</i>	WA ²⁾	23	6	5	7
<i>Fusarium</i>	WA	77	77	83	94
<i>Rhizoctonia</i>	WA	0	2	3	0
<i>Aphanomyces</i>	SW ³⁾	0	6	10	0
No. of root segments tested	WA	45	334	520	160
	SW	47	334	520	160

Notes: 1) Frequency (%) = $\frac{\text{No. of fungi isolated}}{\text{No. of root segments tested}} \times 10^2$

2) Water agar

3) Sterilized water

Table 3. Frequency of isolation of the fungi from the diseased spinach at different growth stage

Isolated fungi	SW			WA			PDA ⁴⁾		
				Stage					
	A ¹⁾	B ²⁾	C ³⁾	A	B	C	A	B	C
<i>Pythium</i>	18	4	5	12	2	5	11	1	5
<i>Fusarium</i>	—	—	—	75	85	92	68	82	90
<i>Rhizoctonia</i>	—	—	—	1	1	2	2	1	2
<i>Aphanomyces</i>	8	10	4	—	—	—	—	—	—
No. of root segments tested	315	297	449	310	297	452	291	300	454

Notes: 1) Cotyledon-3 leaf stage, No. of fields=13

2) 4-7 leaf stage No. of fields=10

3) ≥ 8 leaf stage No. of fields=13

4) Potato dextrose agar

3. 分離糸状菌の病原性

罹病株から分離された糸状菌4種について、分離時期、場所を異にする一部の菌株を供試してハウレンソウ幼苗に対する病原性の有無並びに病徴について検討した。

Table.4 に示したように *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Aphanomyces* にはともに子葉期株に対して立枯れ症状を引き起こす菌株の存在が認められた。なかでも *Aphanomyces* の平均立枯れ率は94%と極めて高く、強い病原性が認められた。なお、*Aphanomyces* については「鎌いらず」病との関連で

次項で詳細に述べる。

また *Pythium* による病徴は根部が水浸状に褐変するのに対し、*Rhizoctonia* では地際部が根くびれ状に褐変した。一方、*Fusarium* の接種個体では本葉3~4葉期頃から地上部が萎ちよう黄化し、主根あるいは側根の先端が褐変した。これらの病徴は現地での生育異常株において観察されたものとほぼ一致した。

以上のとおり、札幌市のハウレンソウ畑では病原性を有する *Fusarium*, *Pythium*, *Aphanomyces*, *Rhizoctonia* の存在が確認された。

Table 4. Pathogenicity of fungal isolates to spinach seedling

Tested fungi	No. of isolates tested	Pathogenic isolates		
		No. of pathogenic isolates	Average damping-off frequency (%)	Average root-rot frequency (%)
<i>Pythium</i>	12	9	24	52
<i>Fusarium</i>	2	1	70	77
<i>Rhizoctonia</i>	10	4	17	94
<i>Aphanomyces</i>	3	3	94	100

Table 5. Number of fungi detected from damping-off and root-rot spinach in Ariake area

Field name and sampling date	Growing stage	Symptom	Culture medium	Kind of root	No. of detection from root			
					<i>Py.</i>	<i>Fu.</i>	<i>Rhi.</i>	<i>Aph.</i>
A 8/2 (Vinyl house)	cotyledon	Damping-off	SW	Diseased	0	—	—	17
				Normal	0	—	—	0
			PDA	Diseased	0	28	0	—
				Normal	0	25	0	—
B 7/27 (Open-field)	8-9 leaf	Root-rot	SW	Diseased	1	—	—	11
				Normal	1	—	—	0
			PDA	Diseased	1	39	0	—
				Normal	1	39	0	—
C 8/2 (Open-field)	6-7 leaf	Root-rot	SW	Diseased	2	—	—	11
				Normal	2	—	—	1
			PDA	Diseased	1	34	0	—
				Normal	0	35	0	—
D 8/2 (Vinyl house)	6-7 leaf	Root-rot	SW	Diseased	0	—	—	18
				Normal	0	—	—	1
			PDA	Diseased	0	32	0	—
				Normal	0	28	0	—
E 8/2 (vinyl house)	11-12 leaf	Root-rot	SW	Diseased	0	—	—	2
				Normal	0	—	—	0
			PDA	Diseased	0	40	4	—
				Normal	0	24	0	—

Notes: No. of plants tested, normal=20 diseased=20

No. of root segments tested, normal=40 diseased=40

4. *Aphanomyces* による根腐病と「鎌いらず」症との関連

7月から8月にかけての高温期に札幌市有明地区からの3農家圃場(雨よけハウス)で根部が水浸状に褐変する、一見 *Pythium* による立枯病に酷似した症状が子葉期の株に発生した。

このうち2圃場で *Pythium* と *Aphanomyces* が分離されたが、1圃場では Table.5 (Field A) に示したように *Pythium*, *Rhizoctonia* は分離されず、罹病株から *Aphanomyces* と *Fusarium* のみが多く分離された。しかし、*Fusarium* は正常株でも罹病株とほぼ同数分離されたことから、*Aphanomyces* を本症状の病原と考え、単菌糸分離後、本菌の接種試験を行った。接種後5日目あたりから病原性が認められ (Table. 6 A-K-1菌株)、地上部、根部とも現地と同様の病徴を確認し得た。また、同時期、同地域の4農家圃場の生育中、後期に古い葉から萎ちょう黄化する一見 *Fusarium* に

よる萎ちょう病に酷似した症状の異常株が発生した。根部は明らかに萎ちょう病とは異なり、全体的に根腐れ症状を呈し、細くなっており、しばしば地際部から切れる現象が認められた (Fig.3)。

現地有明地区の農家では風の強い日、あるいは農薬散布時に地際部から切れることから、この症状を「鎌いらず」と称しており、以前から原因不明の障害として問題になっていた。この障害による被害は少発圃では1%台であるのに対し、多発圃では50%にも及んだ、異常株から糸状菌を検出した結果、正常株に比べほとんどの個体から *Aphanomyces* が特異的に多く確認された (Table. 5)。また、罹病根において遊走子のう並びに藏卵器などの器官が観察された (Fig. 4, 5)。

このような症状は生育中期頃に感染した場合に発現するものと推察されたので、分離に成功した *Aphanomyces* の3菌株を供試して5葉期の株に接種を行った結果、Table 6. に示したように3菌

Table 6. Pathogenicity of *Aphanomyces* and *Rhizoctonia* from diseased spinach in Ariake area to spinach

Tested fungal isolates	Name of field	Inoculation			
		to cotyledon	to 5-leaf stage		
		Damping-off (%)	Foot-rot (%)	Root-rot (%)	
<i>Aphanomyces</i>	A-K-1	A	80	—	100
	A-K-6	D	100	—	100
	A-Ka-2	B	100	—	100
<i>Rhizoctonia</i>	R-1	E	25	0	—
Control ¹⁾	—	—	0	0	0

Notes: 1) Non-inoculated soil

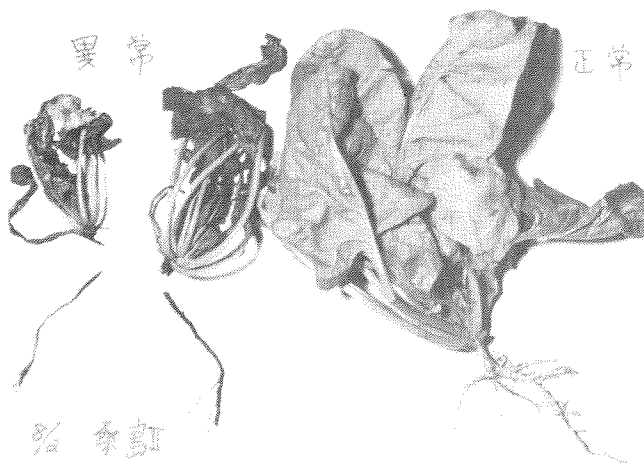


Fig. 3.

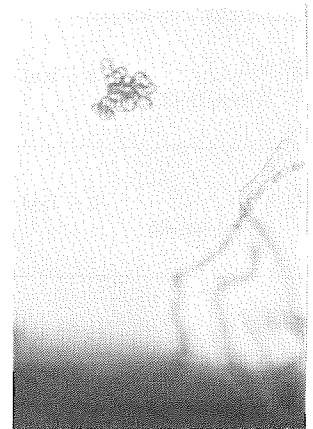


Fig. 4.

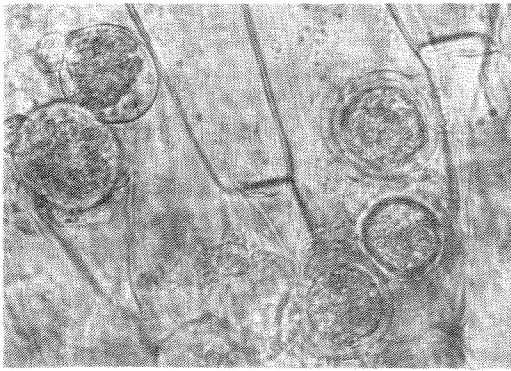


Fig. 5.

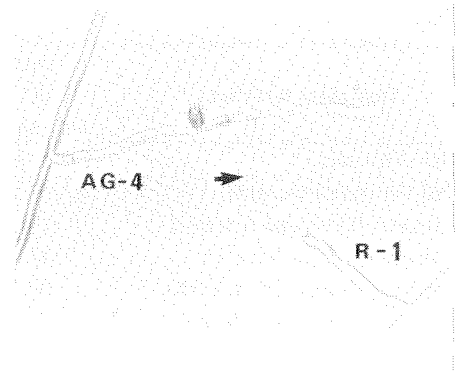


Fig. 6.

- Fig. 3. Root rot of spinach caused by *A. cochlioides* showing tap root completely rotted off
- Fig. 4. Zoosporangia from spinach root tissue
- Fig. 5. Oogonium with antheridium in spinach root tissue
- Fig. 6. Imperfect fusion between *rhizoctonia solani* AG-4 and R-1 from diseased spinach

Table 7. Comparison of some measurements of the diameters of oogonia, oospores and mycelium

Species	Host	Oogonia (μm)		Oospores (μm)	Mycelium (μm)	
		Diameters	Thickness of wal			
<i>Aphanomyces</i>	A-K-1	Spinach	20-28	1.5-2.5	17-22	3-10
	A-K-6	Spinach	20-28	1.0-2.5	17-24	4-10
	A-Ka-2	Spinach	22-29	1.0-3.0	18-25	4-10
<i>A. cochlioides</i>	¹⁾	Reet	20-29	1.1-2.4	16-24	3-9
<i>A. cochlioides</i>	²⁾	Beet	22-26	1.6-2.6	16-22	4-11
<i>A. cladogamus</i>	³⁾	Tomato	19-42	0.8-1.9	15-26	4-10
<i>A. euteiches</i>	⁴⁾	Pea	25-40	0.8-3.8	17-26	5-14

Notes: 1) Drechsler²⁾ (1929)

2) U²⁰⁾ (1963)

3) Drechsler¹⁾ (1927)

4) Yokozawa²¹⁾ (1974)

株ともに病原性を有することが認められ、また現地とほぼ同様の症状を再現出来た。さらにこれら3菌株について、ハウレンソウに対して病原性を有する既知の数種の標準菌株との形態比較を行った同定を試み、その結果を Table.7 に示した。

表から明らかなように分離菌株は、藏卵器径：20~29, 藏卵器膜の厚さ：1.0~3.0, 卵孢子径：

17~25 μm であり、ほぼ *A. cochlioides* に該当するものと思われたが *A. cladogamus* の可能性もあることから11種の作物に対する病原性を調査した。

その結果、3菌株ともに標準の *A. cochlioides* と同様、ハウレンソウ、テンサイ、シロザのアカザ科に対してのみ病原性を有していた。

Table 8. Pathogenicity of *Aphanomyces* from spinach to various plants

Test plant (Cultivar)	Number of cotyledon	Damping-off (%)			Control ¹⁾
		Isolates from spinach			
		A-K-1	A-K-6	A-Ka-2	
Oat (Okhotsk)	30	0	0	0	0
Pea (30-days kinuzaya)	30	0	0	0	0
Tomato (Kyoryoku shuukou)	30	0	0	0	0
Chinese cabbage (Musou)	30	0	0	0	0
Cabbage (Kinkei 201 Kanran)	30	0	0	0	0
Turnip (Taibyō hikarikabu)	30	0	0	0	0
Radish (Taibyō soubutori)	30	0	0	0	0
Lettuce (Great lake 366)	30	0	0	0	0
Goose foot	40	65	90	78	0
Beet (Mono hikari)	30	57	67	67	0
Spinach (Sun light)	30	80	100	100	0

Notes: 1) Non-inoculated soil

このことから、ハウレンソウ、トマト、ダイコン、チシャに対して病原性を有する *A. cladogamus* ではなく、栃木県のハウレンソウ根腐れ症状株で確認されたもの⁶⁾と同様、本菌を *Aphanomyces cochlioides* Drechsler と同定した。

なお、「鎌いらず」症に似た症状は *Rhizoctonia* による株腐病でも報告⁹⁾されており、このことから、罹病株から特異的に *Rhizoctonia* が多く分離された圃場 E (Table 5.) では株腐病発生の可能性も考えられるので、接種試験を行い病原性を検定した。分離した4菌株は全て同種の *Rhizoctonia* であることを確認した後、1菌株、R-1を供試した結果、子葉期株に対して立枯れ症状を引き起こすが、5葉期では病原性は認められなかった (Table 6.)。

このことから、R-1は「鎌いらず」症の主な原因とは考えられなかった。さらに、R-1について標準菌株との菌叢比較並びに菌糸融合による同定を試みた結果 *Rhizoctonia solani* AG-4と菌叢が極めて似ており、また両菌は不完全融合 (Fig.6.) することから、R-1は野菜等の立枯れを引き起こす第4群の *Rhizoctonia solani* と同定した。

以上のことから、札幌市有明地区で発生した *Pythium* による立枯病に酷似した病害は子葉期に発生する *A. cochlioides* による根腐病であること、また同地区で発生した「鎌いらず」症の主な原因は同菌による根腐病であり *Rhizoctonia* による株腐病の可能性は極めて薄いことが判明した。

IV 考 察

連作障害は近年各地の野菜産地で深刻な生産障害要因として問題となっている¹¹⁾。

露地、施設栽培を問わずその原因の6~7割は病害、しかも大部分は土壤病害と言われている。このように野菜畑では連作に伴う土壤病害の発生は顕著であり、年2~3回連作されるハウレンソウ畑では一層深刻である。

現に、岐阜⁹⁾、徳島⁴⁾、埼玉¹⁴⁾などでは土壤病害についての報告がなされている。

しかしながら、道内ではハウレンソウの土壤病害実態調査は過去にほとんどなされていない。そこで本調査では札幌市の土壤病害実態を明らかにするとともに、現地で「鎌いらず」と称されている原因不明の障害の解明を試みた。なお、ここでは土壤病害を中心に考察を加え、発生に関する土壤肥料的考察については次報以降にゆずりたい。

一般にハウレンソウの土壤病害は①連作年数の多い圃場で多発する傾向にあること、②5、10月の低温期では少なく、6、7、8、9月の高温期において多くなることなどが明らかにされている⁹⁾。本調査でも①の点はほぼ一致したが、②の点ではやや異なり、6月の病害発生は低いことが認められた。これは北海道の6月の気温はほぼ本州以南の5月に対応することから、このような現象が起ったものと思われる。また、高温期において

土壌病害が多発する原因として次のことが考えられる。すなわち、気温の上昇とともに *Fusarium* 等の病原菌の繁殖、活性は活発となるのに対し、生育適温が15～20°Cとやや低いハウレンソウでは25°Cを越えた場合生育は抑制されることなどが病害発生に対して相乗的に作用するものと推察される。

罹病根から分離された糸状菌は *Fusarium* > *Pythium* > *Aphanomyces* > *Rhizoctonia* の順に多かった。*Rhizoctonia* の分離率は *Fusarium* とほぼ同率の60%前後分離される報告⁹⁾もあり、これに比べると予想外に低い結果であった。

このことは札幌市だけの特異的な現象なのか判断としないことから、今後同市において再調査を行うとともに、全道的な調査、検討が必要であると思われる。

Fusarium は高温期の萎ちよう黄化した生育中、後期の株から、一方、*Pythium* は低温期の立枯れ症状を呈した子葉期の株からそれぞれ多く分離される傾向にあり、従来の報告⁹⁾とほぼ一致した。*Aphanomyces* は道外の報告¹³⁾では低温期に問題となることが明らかにされているが、今回の調査では高温期の子葉、生育中期に多く分離される傾向にあった。このような差異は、北海道の高温期の気温は道外の5、6月の低温期に対応することから生じたものと推察される。なお、雨よけ栽培の場合、露地に比べ地温が上昇しやすいこともあり、低温期に問題になることも十分に想定される。また、以上述べた4菌の全てに病原性を有する菌株の存在が認められ、今後未同定の菌株については同定の作業が必要となろう。

以前から有明地区で問題となっていた「鎌いらず」症は、①罹病根から *Aphanomyces* が正常根に比べ特異的に多く検出されること、②生育中期(5葉期)の *Aphanomyces* 接種試験から現地とほぼ同様な症状を再現出来たこと、③これらの

Aphanomyces は *A. cochlioides* と同定されたことなどの理由から、主に *A. cochlioides* による根腐病によって引き起こることが判明した。このように根腐病によって地際部から切れる症状はすでに道外では報告¹⁸⁾があり、このことは今回の調査結果を支持するものと思われる。なお、「鎌いらず」様の症状は本病以外にハウレンソウでは *Rhizoctonia* による株腐病⁹⁾、ハクサイでは *Aphanomyces raphani* による根くびれ症、俗称「ポックリ病」¹³⁾ などでもすでに報告がなされている。

北海道では以前からテンサイ苗立枯病および黒根病の病原菌として *A. cochlioides* の存在は認められており^{19,20)}、テンサイと同じアカザ科に属するハウレンソウでも *A. cochlioides* による根腐病の発生するおそれのあることは予想⁹⁾されていたが、未確認の状態であった。したがって、本調査により北海道のハウレンソウで初めて *A. cochlioides* が確認されたことになる。

以上のとおり、札幌市における土壌病害実態調査によって、①連作年数の多い圃場や高温期の生育中、後期に土壌病害が多発する傾向にあること、②病原糸状菌として *Fusarium*, *Pythium*, *Aphanomyces*, *Rhizoctonia* が確認されたこと、③現地で生育中、後期に発生する「鎌いらず」と称されている原因不明の障害は *Aphanomyces cochlioides* Drechsler による根腐病であることを明らかにした。

謝辞 本調査の遂行にあたり、有益な御助言をいただいた北海道立中央農業試験場技術連絡室長 岩淵晴郎博士、同稲作部関口久雄科長、同成田保三郎博士並びに同病虫部の各研究員、さらに標準菌株の提供および御指導をたまわった北海道大学農学部教授生越明博士、百町満朗博士、また、本稿の御校閲をいただいた北海道立中央農業試験場大垣昭一化学部長、同富岡暢病虫部長、同土壌肥料一科科长前田要博士に心から厚く謝意を表す。

引用文献

- 1) Drechsler, C. "Two water-molds causing tomato rootlet injury". J.Agric.Res.34, 287-296 (1927).
- 2) Drechsler, C. "The beet water-molds and several related root parasites". J.Agric.Res. 38, 309-361 (1929).
- 3) 土壤病害対策委員会編, "土壤病害の手引 (II)", 日本植物防疫協会, 1964 p.26.
- 4) 福西務, "ハウレンソウの根腐れ症状株とその土壌から分離される病原菌", 日植病報, 44, 86(1978).
- 5) 北海道立中央農業試験場, "マンガン欠乏によるハウレンソウ黄化葉症状の当面の対策について", 北海道農業試験場会議資料, 1985.
- 6) 国永史郎, 久保庭孝, 寺中理明, 若井田正義, "ハウレンソウ根腐れ症状株からの *Aphanomyces cochlioides* の分離およびその病原性", 日植病報, 41, 118 (1975).
- 7) 草刈真一, 辻博美, 山田貴義, 田中寛, "Pythium sp. によるハウレンソウの立枯病", 日植病報, 45, 268-271 (1979).
- 8) 成田武四, "北海道における農作物病害", 帯広畜産大学, 1977 p.145.
- 9) 内記隆, 加納正和, "ハウス栽培ハウレンソウの土壌病害の発生とその病原菌", 日植病報, 44, 543-553 (1978).
- 10) 西尾道徳, "最近の農業技術の変化に伴う土壌微生物の関与する新たな研究課題", 東北大農研報, 36, 67-75 (1984).
- 11) 農水省野菜試験場編, "最近における野菜・花きの連作障害の実態", 研究資料, 18, (1984).
- 12) 奥田純一郎, 古田力, "ハウレンソウの立枯病の病徴と病原菌", 日植病報, 29, 89 (1964).
- 13) 生越明, 酒井隆太郎, 横沢菱三, "ハクサイの根くびれ病 (俗称ポックリ病) について", 植物防疫, 26 (1), 10-12 (1972).
- 14) 島崎豊, 内山綾子, "埼玉県における夏まきハウレンソウ立枯病の発生実態", 日植病報, 51, 93 (1985).
- 15) 里見研二, 中本和雄, 伊丹清二, 多賀辰義, "ハウレンソウ畑の施肥改善, 第1報, 旭川地方におけるハウレンソウ畑土壌の実態と問題", 北海道園芸研究談話会報, 18, 36-37 (1985).
- 16) Takashi Naiki; Masakazu Kanoh, "On fusarium wilt of spinach and its causal fungus". Ann.Phytopath.Soc. Japan. 43, 297-300 (1977).
- 17) Takashi Naiki; Masakazu Kanoh, "Grouping of *Rhizoctonia solani* Kuhn causing root diseases of spinach in plastic house cropping". Ann.Phytopath.Soc. Japan. 44, 554-560 (1978).
- 18) 寺中理明, "農業総賢 原色病害虫診断防除編, 3.", 農文協, 1979 p.19-22.
- 19) 宇井裕生, "テンサイ主要病害とその研究", 甜菜研究会研究報告, 2, 26-90 (1960).
- 20) 宇井裕生, 中村重治, "てん菜の黒根病, 特にその病原菌 *Aphanomyces cochlioides* Drechsler の病原性と寄主範囲について", 甜菜研究会研究報告, 3, 78-95 (1963).
- 21) 横沢菱三, 国永史郎, 寺中理明, "*Aphanomyces euteiches* Drechsler によるエンドウ根腐病の発生", 日植病報, 40, 454-457 (1974).

Studies on Root Diseases of Spinach and Soil Scientific Research on the Occurrence

1. Occurrence of Root Diseases in Sapporo City and Root-rot (Common name : Kamairazu)

by *Aphanomyces cochlioides*

Kazutaka AKASHI and Hideo ABE

Summary

Severe outbreaks of the root diseases of spinach caused by continuous cropping are becoming a serious problem recently in Hokkaido. However, reports of this type of research on these diseases have apparently not been published as of yet in this prefecture. Therefore, the research on the occurrence and pathogens have been carried out in 45 fields around Sapporo city, being the largest area for spinach growing in Hokkaido. In this research, the reason for this unaccountable injury "Kamairazu" was sought. Kamairazu can be literally translated as "things out without a sickle". This phenomenon occurs in fields because root-rot tap root is sometimes broken off from the surface of the soil due to high wind or during times when agricultural chemicals are being sprayed over the fields.

The results obtained are as follows :

1. Some serious spinach root diseases showing symptoms of damping-off, wilting and root-rot have been found more in fields that have been used for continuous cropping for more than three years.

The occurrence of these diseases was less in spring period (less 2%) and most prevalent in the middle summer and early fall periods (nearly 20%).

2. The fungi that were isolated most frequently from the diseased plants were *Fusarium* and *Pythium* followed by *Aphanomyces*. *Rhizoctonia* occurred the least. It seemed that *Fusarium* were isolated most frequently from the wilting plants of the middle growing stage and the harvesting stage in August and September, *Pythium* from the damping-off plants in June, and *Aphanomyces* from the root-rot plants of cotyledon and middle growing stages in July and August. It was confirmed from inoculation tests that some fungi of the four kinds of fungi mentioned above are pathogenic to spinach.

3. *Aphanomyces* were detected more frequently from "Kamairazu" plants in middle growing stage and the harvesting stage. It was confirmed from the spinach inoculation tests that three fungi of *Aphanomyces* isolated diseased plants were pathogenic to 5-leaf stage plant and caused the same symptom as that in cropping area. These *Aphanomyces* were identified with *A. cochlioides* Drechsler from a comparison with the sex organs of authentic *Aphanomyces* and the results of the inoculation tests on various plans. Consequently, it was elucidated that "Kamairazu" is *Aphanomyces* root-rot which occurs in the middle growing stage and the harvesting stage.

In addition, *Aphanomyces* root-rot of spinach in Hokkaido was discovered for the first time during this research.