

テンサイ根腐病の被害解析

阿部 秀夫† 馬場 徹代†

AN ANALYSIS ON THE DAMAGE OF SUGAR BEET BY ROOT ROT DISEASE

Hideo ABE & Tetsushiro BABA

テンサイ根腐病の合理的防除法を確立するためにその発生消長と被害について解析試験を実施した。

一般に本病の発生および被害の大きさは年次、地域および同一ほ場内においても、部分的または個体的に大きな差がある場合が多い。しかし発病によって生ずる根部収量への被害は一定の傾向で、ほぼ直接的関連性を示した。また生育期間中の葉柄基部を含めた根冠部の発病と収穫期における根部の罹病との関連性は、発病初期（7月）ではいまだ密接でないが、病勢がほぼ限度に達したと考えられる時期（8月中旬）においては両者の相関が高いので、地上部の病状から収穫時の根部罹病を、ある程度まで予測することが可能である。

I 緒 言

本病の発生を最初にわが国で報告したのは中田、中島、滝元（1922）¹⁾で、朝鮮における本病発生は降雨後に増加することを報告している。その後も、本病病原菌 *Pellicularia filamentosa* ROGERS (*Rhizoctonia solani* KÜHN) に関する種々の研究がなされているが、本病が収量におよぼす影響に関する研究は少なく、RICHARDS (1921) ²⁾が USA の Utah で40エーカーのてん菜畑を調査して20%以上の発病を認め、その経済的損害の重要性を指摘しており、また、宇井、栃内（1955）³⁾は夕張郡由仁町において本病の腐敗被害率が20%に達するほ場のあったことを報告している程度である。

本病の発生はほ場全面に一樣に分布することはまれで、畑の各所に点々とあるいは一部分にまとまってスポット状に発生することが多く、一般に発病株は畦に沿って拡大し、畦と直角の方向への進展は少ないことが認められている（宇井、1960）⁴⁾。このように、本病は局在的に発生するため、その被害を算定することには困難があり、実際の被害

に適合した防除方法を確立するためには、その実態をは握する必要がある。昭和39年度の発生状況調査（てん菜根腐病発生状況調査書、北海道）によると、一般に発生の多い地帯は道南の羊蹄山麓地帯、道央の由仁町および富良野市の高台地帯および十勝の清水町から本別町にかけての高台地であることを示している。しかし本調査でも根腐病の多少と収量との関係については検討されていない。それ故、本病のてん菜収量におよぼす影響を明らかにし、被害を予察することによって、より合理的防除方法を確立するため、本病の多発地帯である鹿追町、早来町および恵庭町の3地点ほ場を選定し試験を実施した。

本試験を実施するにあたり終始ご協力をいただいたホクレン糖業部、日本甜菜製糖株式会社恵庭原料事務所および早来町役場の方々に対し感謝の意を表する。

II 試験方法

試験 1、昭和41年度、河東郡鹿追町農家の標準耕種栽培によるほ場内で、地力のほぼ均一と思われる部分を選定し、その部分内でさらに根腐病の発病程度を異にする部位を抽出して、発病程度を

† 中央農業試験場

異にする3区(1区77m²)の調査区を設定し、7月22日および8月20日にTable 1の調査基準Aによって調査し、発病株分布図を作製した。また、収穫期には調査基準Bによる根部の罹病と根重を調査し、生育期の発病株分布図と対比した。

試験 2. 昭和41年度、勇払郡早来町の農家の慣行栽培によるほ場内で、1区4.2m²として8区を選定し、8月8日に調査基準Aにより、11月1日に調査基準Bにより調査した。その他は試験1に準じた。

試験 3. 昭和42年度、河東郡鹿追町農家の標準耕種栽培による20aのほ場から、ランダムに1区26m²として30区を選定し、そのうちの12区については7月14日、8月8日に各区内の1/4個体を抜き取り、調査基準AおよびBにより調査し、残り18区については7月14日、8月8日に地上部観察で基準Aにより調査し発病株分布図を作製し、収穫期に基準Bによって根部の罹病と根重を調査した。

試験 4. 昭和42年度、千歳郡恵庭町の農家の慣行栽培による23aのほ場からランダムに1区24m²として40区を選定し、そのうちの16区については7月21日、8月31日に区の1/4個体を抜き取り調査基準AおよびBにより調査し、残り24区については地上部観察で基準Aによって調査した。収穫期の調査は試験3に準じた。

Table 1. The scale for determining root intensity of sugar beet.

A, The scale for petiole and crown rot

Grade Symptoms.

0 No symptoms.

1 Slight rot in the base of petiole or crown.

3 Enlarging rot in the base of petiole or crown.

5 Severe rot.

B, The scale for root rot

Grade Symptoms

0 No symptoms.

1 Slight rot (The harvested root is available as raw material for sugar manufacture).

3 Enlarging rot. (The harvested root is no available as raw material for sugar manufacture).

5 Severe rot.

Degree of injury

$$= \frac{\sum (\text{Value of grade} \times \text{Number of plant in each grade})}{\text{Total number of plants}}$$

Ⅲ 試験結果

試験 1. 本病の時期別発生病長を検すれば、8

月における根冠部発病が最も高く、7月の根冠部発病の約2倍に増加し、収穫期の根部罹病は、8月の根冠部発病の1/2~1/3の罹病で根冠部の発病より各区とも低い数値であった。しかしTable 2に示したように8月22日における根冠部の発病の高い区では、10月25日における根部の罹病も多く、根冠部の発病と収穫期の根部罹病程度とは相対的に密接な関係があることを示している。

罹病程度と根重との関係について、1区600株の平均値と比較すると(Table 3)、罹病程度の異なる区の平均根重は発病の増加にともない減少の傾向を示した。

Table 2. The relation between root rot and petiole, crown rot (at SHIKAOI, 1966)

Plot	Percentage of diseased plants		Degree of injury	
	22 Aug. (C)	25 Oct. (B)	22 Aug. (C)	25 Oct. (B)
1	86	51	2.2	1.8
2	81	45	1.7	1.2
3	75	36	1.4	1.6
4	68	32	1.4	0.8
5	65	23	1.2	0.9
6	61	36	1.2	0.5
7	61	49	1.1	1.2
8	60	36	0.9	0.9
9	54	8	0.9	0.3
10	51	17	0.8	0.6
11	51	7	0.7	0.2
12	50	8	0.7	0.2
13	47	31	0.6	0.3
14	36	11	0.6	0.3
Correlation between (C) and (B)	$r=0.828^{**}$		$r=0.848^{**}$	

One plot; on 50 plants. (C); Investigated data on the petiole and crown rot. (B); Investigated data on the root rot.

試験 2. 8月の根冠部の発病と収穫期の根部の罹病とは試験1と同様に高い相関関係を示す。しかし、この試験では発病が全般に激しく、試験1とは逆に収穫期の根部罹病は8月の根冠部発病よりほとんどの区で高い値を示した。

根重と8月の根冠部発病および収穫期の根部罹

Table 3. The effect of the injury on crop yield
(at SHIKAOI, 1966)

Plot	Percentage of diseased plants			Degree of injury			Yield kg/10a
	©	©	®	©	©	®	
	22 July	20 Aug.	25 Oct.	22 July	20 Aug.	25 Oct.	
1	19	42	18	0.4	1.0	0.6	3,600
2	15	57	25	0.3	1.1	0.8	3,300
3	54	72	30	0.7	1.4	0.9	3,000

One plot; On 600 plants. ©; Investigated data on the petiole and crown rot. ®; Investigated data on the root rot.

病 (Table 4) は高い負の相関を示し、病株率 50% ~ 60%, 罹病程度 1.5 ~ 2.0 ではほとんど発病のない区に比較して 2 t/10a 前後の減収を、また病株率 30 ~ 40%, 罹病程度 1.0 ~ 1.3 では 1.0 t 前後の減収を示した。

試験 3. この試験では発病が少なく、7 月における発病はほとんど認められず、8 月に入っても病勢はあまり進展しなかった。地上部と地下根部

Table 4. The effect of the injury on crop yield
(at HAYAKITA, 1966)

Plot	Percentage of diseased plants		Degree of injury		Yield kg/10a
	©	®	©	®	
	8 Aug.	1 Nov.	8 Aug.	1 Nov.	
1	8	8	0.3	0.1	3,500
2	12	24	0.1	0.5	3,200
3	31	38	0.6	1.0	3,100
4	17	27	0.2	0.5	2,800
5	40	36	0.8	1.1	2,300
6	41	30	0.9	0.8	2,300
7	46	60	1.0	1.6	2,300
8	58	60	1.3	2.3	1,500
$r = \begin{matrix} a) \\ ** \\ -0.925 \end{matrix}$ $r = \begin{matrix} b) \\ * \\ -0.811 \end{matrix}$ $r = \begin{matrix} c) \\ ** \\ -0.855 \end{matrix}$ $r = \begin{matrix} d) \\ * \\ -0.821 \end{matrix}$					

One plot; On 30 plants. ©; Investigated data on the petiole and crown rot. ®; Investigated data on the root rot.

a); Correlation between © and yield, b); Correlation between ® and yield, c); Correlation between © and yield, d); Correlation between ® and yield.

Table 5. Relation of the degree of injury (No. 1) (at SHIKAOI, 1967)

Plot	Percentage of diseased plants					Degree of injury		(8) Yield kg/10a
	© (1) 14 July	® (2) 11 Oct.	© (3) 8 Aug.	© (4) * 8 Aug.	® (5) * 8 Aug.	© (6) 8 Aug.	® (7) 11 Oct.	
1	0	1	6	0	2	0.1	0.0	3,400
2	1	2	5	0	13	0.1	0.1	3,400
3	1	1	2	0	9	0.0	0.0	3,300
4	1	1	3	0	5	0.0	0.0	3,100
5	8	1	21	5	5	0.2	0.0	3,100
6	1	1	10	3	8	0.1	0.0	3,100
7	2	6	8	3	3	0.1	0.2	3,100
8	1	4	16	2	2	0.2	0.1	3,100
9	1	18	44	2	0	0.6	0.6	3,000
10	0	4	14	0	5	0.2	0.1	3,000
11	0	4	3	0	5	0.1	0.1	2,900
12	1	2	1	0	0	0.0	0.0	2,900
13	0	1	4			0.0	0.0	2,800
14	0	4	27			0.3	0.0	2,700
15	1	9	10			0.2	0.2	2,700
16	2	2	7			0.7	0.1	2,600
17	2	12	11			0.3	0.5	2,200
18	2	29	29			0.8	1.3	1,700

Correlation

(1) : (2) $r = 0.060$
 (2) : (3) $r = 0.260$
 (4) : (5) $r = -0.286$
 (3) : (8) $r = -0.337$
 (2) : (8) $r = -0.743$ **
 (6) : (8) $r = -0.674$ **
 (7) : (8) $r = -0.769$ **

One plot; On 200 plants. (*on 50 plants). ©; Investigated data on the petiole and crown rot. ®; Investigated data on the root rot.

の発病は一定の傾向を示さず、単に根重と8月の根冠部発病程度、および根重と収穫期の根部罹病との間に相関を認めたのみである。しかし、発病による減収はこのほ場でも試験1とほとんど同様に病株率25~30%、罹病程度1.0前後で、根重は約1.0tの減少を示した(Table 5)。

試験 4. 試験3と対照的に7月中旬から発病が多く、8月に入り病勢はさらに進展した。

7月中旬における根冠部の発病と根部の発病は一定の傾向を示さなかった。しかし8月下旬の根冠部と根部の相関はきわめて高く、ほとんどの区で地上根冠部と地下根部の発病が関連していることを示した(Table 6)。さらに収穫期(10月20日)の根部罹病は8月下旬の根冠部発病とほとんどの区で平行的推移を示し、8月の根冠部発病と収穫期の根部罹病は高い相関値を示した(Table 7)。8月の根冠部および収穫期の根部の罹病程度と収量との関係は一定の傾向を示さない区も若干みられるが、ほとんどの区では発病の増加にともない収

Table 6. Relation of the degree of injury (No. 2)
(at ENIWA, 1967)

Plot	Percentage of diseased plants				Degree of injury	
	© (1) 21 July	® (2) 21 July	© (3) 31 Aug.	® (4) 31 Aug.	© (5) 31 Aug.	® (6) 31 Aug.
1	18	21	56	62	0	0
2	15	6	26	19	0.0	0
3	11	44	18	31	0	0.1
4	3	15	26	21	0.2	0.1
5	13	34	15	14	0.1	0.1
6	28	22	15	17	0.3	0.2
7	9	34	10	20	0.2	0.2
8	2	27	8	13	0.3	0.3
9	29	24	20	14	0.2	0.3
10	25	13	9	9	0.3	0.5
11	7	22	5	5	0.5	0.4
12	3	23	3	7	0.6	0.5
13	3	12	6	6	0.7	0.6
14	14	32	0	8	0.7	0.7
15	0	18	3	0	0.9	0.7
16	8	26	0	0	2.0	2.0

Correlation

(1) : (2)	$r = -0.028$		
(3) : (4)		$r = 0.923$	**
(5) : (6)			$r = 0.978$
(1) : (3)	$r = 0.410$		
(2) : (4)	$r = 0.136$		

One plot; On 50 plants. ©; Investigated data on the Petiole and crown rot. ®; Investigated data on the root rot.

Table 7. The Relation between the degree of injury and crop yield (at ENIWA, 1967)

Plot	Percentage of diseased plants		Degree of injury		(5) Yield kg/10 a
	© (1) 31 Aug.	® (2) 20 Oct.	© (3) 31 Aug.	® (4) 20 Oct.	
1	5	16	0.2	0.5	4,000
2	14	14	0.4	0.4	3,800
3	13	15	0.3	0.3	3,600
4	2	19	0.0	0.4	3,500
5	5	18	0.1	0.3	3,400
6	9	33	0.3	0.7	3,300
7	3	9	0.1	0.1	3,300
8	25	30	0.7	0.8	3,200
9	13	32	0.5	0.9	3,200
10	7	16	0.2	0.4	3,200
11	25	24	0.7	0.7	3,200
12	16	16	0.3	0.4	3,200
13	25	25	0.7	0.7	3,100
14	4	12	0.1	0.3	3,100
15	24	28	0.6	0.8	3,000
16	16	19	0.4	0.5	2,900
17	29	41	1.0	1.1	2,900
18	13	11	0.2	0.3	2,800
19	16	23	0.5	0.6	2,800
20	28	30	0.8	1.1	2,600
21	32	43	1.0	1.3	2,300
22	32	38	1.1	1.4	2,300
23	35	38	1.1	1.5	2,300
24	35	36	0.9	0.9	1,700

Correlation

(1) : (2)	$r = 0.795^{**}$	
(3) : (4)		$r = 0.930^{**}$
(1) : (5)	$r = -0.775^{**}$	
(2) : (5)	$r = -0.645^{**}$	
(3) : (5)		$r = -0.750^{**}$
(4) : (5)		$r = -0.692^{**}$

One plot; On 200 plants. ©; Investigated data on the petiole and crown rot. ®; Investigated data on the root rot.

量は漸減し、高い負の相関関係を示した。発病による収量減は試験2とほとんど同様に病株率30~40%。罹病程度1.0~1.5では1.0t前後の減収を示した。

IV 試験結果の総括

1. 根冠腐れ(葉柄基部を含む)と根腐れとの関係

根腐病の発病を個体単位で比較すれば、すべての個体の地上部の発病が、かならずしも地下部の発病に対応しているとは限らない。また一定面積内の平均値をもって比較しても、Table 6およびFig. 1に示すように、7月中旬においては地上部

の葉柄基部を含む根冠部の発病と、地下根部の発病は一定の傾向を示していない。しかし、これに対して8月中～下旬においては地上部と地下部の発病は高い相関関係を示し、さらに8月の地上部発病は Table 7 および Fig 2 に示すとおり、収穫期における根部の罹病程度とも密接な関係にある。しかし、Table 5 の場合のように、発病の比較的少ないほ場では8月に調査しても地上部と地下部の発病は一定の関係を示さない場合もあった。

2. 根腐病の発生と収量との関係

Table 3～5 および Fig. 3 に示すように、若

干の偏差はあるが、罹病程度の増加に伴い収量は漸減していく傾向が認められ、さらに地域別に比較しても Fig. 4 に示すように、各地の収量水準は根腐病以外の条件、主として栽培ほ場の生産力による相異であって、本病による減収は各地ともほぼ同一の傾向を示している。すなわち、収穫期の罹病程度が1.0～1.2では、ほとんど罹病の認められない区に比較して約 1,000kg/10 a 程度の減収が認められる。

Fig. 1. The correlation between root rot and crown, petiole rot

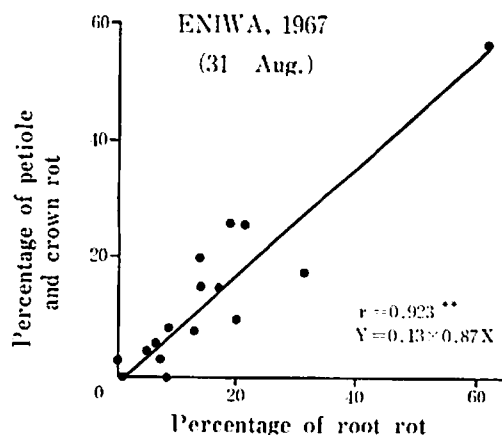
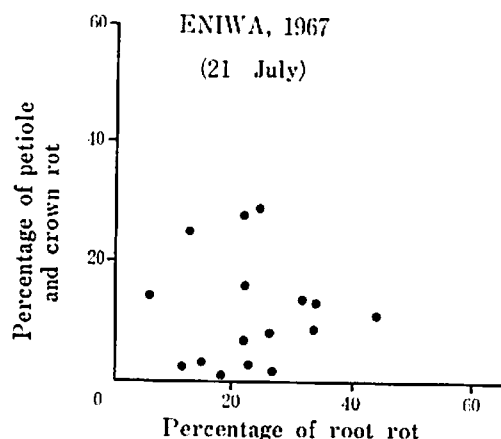


Fig. 2. The correlation between root rot and crown, petiole rot

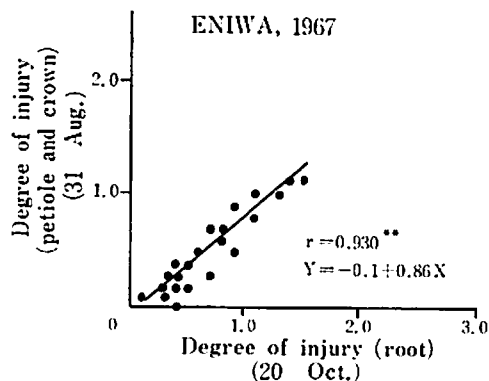
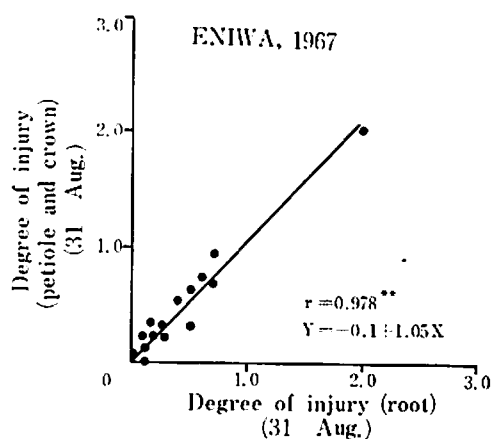
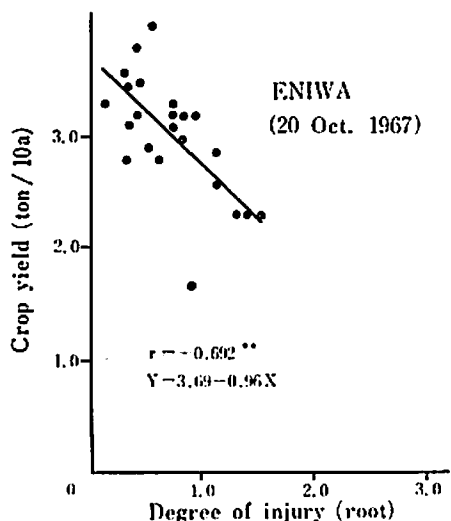
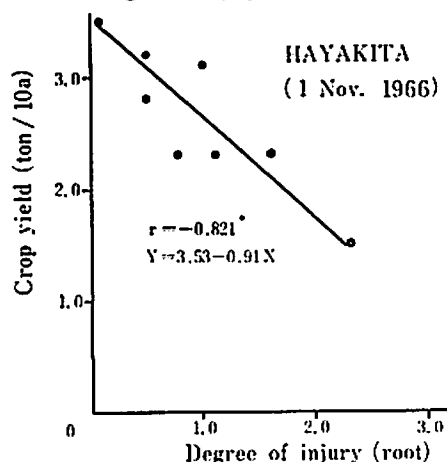


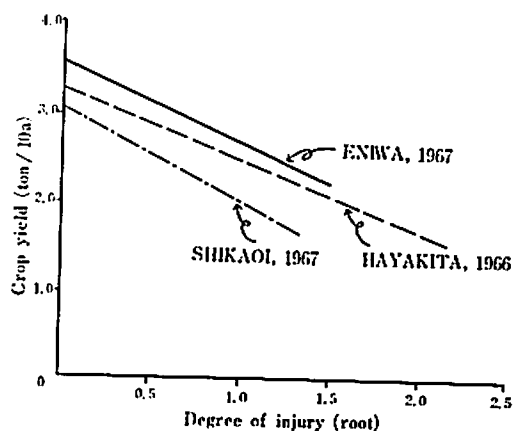
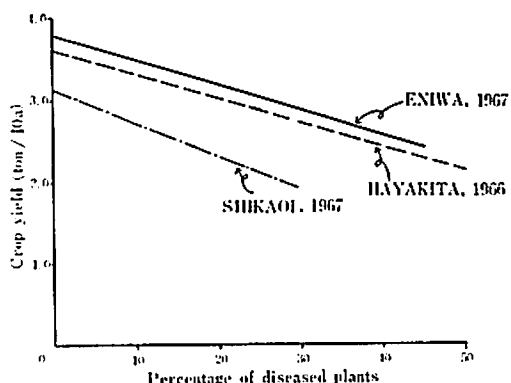
Fig. 3. The correlation between crop yield and degree of injury at harvesting time



Y 考 察

根腐病の感染初期の進展については、なお多くの観察および解析が必要であるが、初期感染部位は葉柄基部を含む根冠部または根部のいずれとも一定しておらず、ときにはこれら両部位の同時感染もあるが、一般には根冠部の発病から根部への感染拡大の起ることが多いと推察されている。そして発病初期の7月では、地上部の発病状況が地下部の発病程度や収穫期の根部罹病程度と相関しないことは、発病が根冠部または葉柄基部のみに止まる場合も少なくないことを示しているものといえよう。しかし本病原菌の密度と本病の発生状況との関係について宇井、栃内 (1955)³⁾、栃内ら

Fig. 4. The injury on crop yield in the different area at harvesting time



(1956)⁶⁾ は根腐病の激発に先行して、土壌中の病原菌が増加することを示し、菌量が多い場において根腐病発生 of 激しいことを報告している。したがって、2地点以上のほ場間における病原菌の相対的密度を、発病初期の葉柄基部を含む根冠部の発病状況によって比較することは、収穫時の根腐病の被害の多少を予測するために有効な手段であろう。

一方、てん菜稚苗期の欠株による株立本数の減少に伴う減収は残存個体によってかなり補償されるといわれるが、しかし根腐病のように根部肥大期またはそれ以降に根部の腐敗が進行する場合には、残存個体による補償作用はほとんど考えられず、発病が直接収量減に関連するものと思われる。それ故地域年次を異にした場合でも、本病による

収量減はほぼ一定の傾向を示すものと考えられる。

テンサイ根腐病は7月下旬前後の根部肥大期ころから発生し、8月に入ると病勢は急速に進展し、てん菜根部に亀裂を生じ、腐敗が拡大するが、9月以降の気温低下とともに病勢は衰え、軽症のものは病斑痕をのこす程度に回復するものもある。しかし一般に発病の進んだ多くの個体は、細菌やその他の腐生菌の二次的感染によって腐敗が助長され、はなはだしい場合は腐敗消失することもある。これらのことから考察して、発病がある程度進展拡大した時点(8月中旬以降)では、根冠部の初期感染個体は病斑が根部まで拡大し、また根部の初期感染個体は根冠部まで病斑が拡大するため、地上部の観察と地下部発病および収穫期の根部罹病程度との相関が高くなるものと考えられる。しかし一方、LECLERC (1939)³⁾は根冠腐(Crown rot)を起こす菌株群は根腐(Dry-rot canker)を起こす菌株群と種々の性質を異にすることを報告し、HUSTON(1945)²⁾は根腐病斑部(Dry-rot canker)から分離した *Rhizoctonia solani* の中でも系統の異なる菌株があり、培養性質によってA型、B型およびC型に分けられ、A型は根、根冠部ともに病原性を有するが、B型は根部に強い病原性を有し、根冠部および子苗に対してはほとんど病原性を示さないことを報告している。さらに、DURBIN (1959)¹⁾は *Rhizoctonia solani* を空中型(Aerial type)、表生型(Surface type)および地中型(Subterranean type)に分け、これらの間でCO₂耐性が異なり、各種植物の根部から分離される菌株は、根冠部から分離される菌株よりCO₂耐性が高いことを示唆している。これら以外にも根腐病菌には多くの生態的性質を異にする系統のことが数多く報告されている。しかしこの試験においてえられた根冠部と根部の発病部位から分離した数10種の *Rhizoctonia* 菌株について培養性質とてん菜各部位に対する病原性を調査したが、現在までのところ、菌株間に明らかな相異は認められていない(未発表)。さらに本試験において明らかにしたように、発病の激しいほ場では根冠部と根部の発病はきわめて高い相関関係を示すことから考えて、北海道におけるテンサイ根腐病に

関与する根腐病菌を生態的系統に区別できるかどうか疑問であり、今後の検討にまつものである。

VI 摘 要

1. テンサイ根腐病の収量におよぼす影響を明らかにするとともに、生育中の葉柄基部を含めた根冠部の発病状況から根部の発病状況を推定し、発病に対応した防除対策を樹立するために試験を実施した。

2. 地上部の発病観察から、地下根部の罹病を推定するためには発病初期(7月上～中旬)では困難であり、発病のほぼ最高に達した。8月中、下旬に相関が高くなる。

3. さらにこの時期の根冠部発病程度は収穫期の根部罹病程度ともほぼ一致する傾向を示す場合が多い。このように根腐病の被害に結びつく発病時期は8月中旬、下旬以前であることが明らかになった。したがって、初発期(7月)～8月上旬における地上部根冠の発病と地下根部の罹病との関係を明らかにすることが本病防除上最も重要である。しかし本試験では明らかにできなかった。

4. 収穫期における根部罹病程度と減収との関係は一定面積の平均罹病程度が1.0～1.2で約1,000kg/10a程度の減収を示した。このことは地域、年次を異にした場合でもほぼ同様の傾向であった。

引用文献

- 1) DURBIN, R. D., 1959; Factors affecting the vertical distribution of *Rhizoctonia solani* with special reference to CO₂ concentration. Amer. J. Bot., 46; 22-25.
- 2) HUSTON, B. R., 1945; Culture types and pathogenicity of isolates of *Corticium solani*. Phytopath., 35; 371-393.
- 3) LECLERC, E. L., 1939; Studies on dry-rot canker of sugar beets. Phytopath., 29; 793-800.
- 4) 中田覚五郎, 中島友輔, 滝本清透, 1922; 甜菜の病害に関する研究. 朝鮮勸業模範農場研究報告, 第6号.
- 5) RICHARDS, B. L., 1921; A dryrot canker of sugar beets. Jour. Agr. Res., 22; 47-52.
- 6) 橋内吉彦, 宇井格生, 鈴木精華, 田中弥平, 1956; *Pellicularia filamentosa* の土壤中における消長について I. 北大農, 邦文記要, 2; 91-100.
- 7) 宇井格生, 1960; テンサイ主要病害とその研究, 甜

菜研究会研究報告, 第 2 号。

- 8). ———, 橋内吉彦, 1955; *Pellicularia filamentosa* による甜菜根腐病の年間発生と病原菌の土壌中における消長との関係について. 日植病報. 19; 109~113.

Summary

The infection by root rot fungus, *Rhizoctonia solani* KÜHN, was observed at the petiole and the crown of the sugar beet plant, successively and the availability of this value as indicator to estimate the injury on root was discussed.

At the early stage of infection (in July), it was difficult to estimate the degree of injury

on roots by panoramic observation on the above ground part of the plant.

However, at the progressive stage (in August), the degree of injury on above ground parts of plants showed high correlation with the degree of injury on the root. From these results, it was assumed that the petiole and crown rot in the period of early stage could be considered as an indicator to estimate the further development of root rot, with respect to population and activity of the pathogen in the soil.

The root yield caused by the root rot disease decreased about 1,000 kg/10a constantly wherever average degree of injury was 1.0-1.2.