テンサイ根腐病発生ほ場における越冬植物残渣 および菌核の感染源としての役割*

百町満朗**・宇井格生**

Mitsuro HYAKUMACHI**and Tadao UI**: The Role of the
overwintered Plant Debris and Sclerotia as Inoculum
in the Field occurred with Sugarbeet Root Rot*

Abstract

Survival of sugarbeet root rot fungus (*Rhizoctonia solani* AG 2 Type 2) in the field and the role of the overwintered plant debris and sclerotia as inoculum have been studied. After overwintering, as the disease index increased, sclerotial number, viable sclerotial number (sclerotial number $\times$ sclerotial germination %), and the appearance of *R. solani* from plant debris (%) in the soil around the diseased sugarbeet were increased, and there were high correlations among them. Appearance of *R. solani* from overwintered plant debris (%) was extremely low (0~4.2 %). Although, sclerotial germination decreased rapidly from autumn to the next spring, there were many viable sclerotia in the soil around the sugarbeet with high disease index. Hyphal density emerging from plant debris was low (0.3 %), and there was no correlation between the appearance of *R. solani* from plant debris (%) and the damping-off of seedlings of sugarbeet (%). On the other hand, hyphal density emerging from sclerotia was high (34.2 %), and there was a high correlation between number of viable sclerotia and damping-off of seedlings of sugarbeet (%). Viable sclerotia, not plant debris, were thought to be the main inoculum.

(Received April 3, 1982)

Key Words: sugarbeet, *Rhizoctonia solani* AG 2 Type 2, sclerotia, inoculum.

緒 言

テンサイを連作すると、*Rhizoctonia solani* 菌糸融合群第2群第2型による根腐病は、前年激発したところを中心に広がる¹⁾。このことは、罹病根周辺土壌中に残存する罹病植物残渣あるいは菌核が翌年の感染源であることを示唆するが、残渣と菌核のいずれが主要な感染源であるかは明らかでない。植物残渣はその数が極めて多いことから、感染源として重要であるとされる²⁾。一方、植物残渣中での本菌生存率は前年秋にくらべ翌春は著しく低いことから、次年度の発病に対し残渣の感染源としての役割は少ないとも考えられる³⁾。

本研究は、これらを明らかにするため、ほ場で越冬した植物残渣と菌核を用いて発病試験を行い、残渣と菌核のいずれが感染源として主要な役割を果しているかを検討したものである。

本研究を行うに当たり、土壌採取等に多大の便宜を頂いた日本甜菜製糖K.K. 神沢克一氏に深謝の意を表す。

実験材料および方法

供試土壌 帯広市清川町にある日本甜菜製糖K.K.の試験農場にテンサイ根腐病菌(*R. solani* 菌糸融合群第2群第2型)を1977年6月に接種し、発病したテンサイの根の周辺土壌を用いた。土壌は収穫時の1977

* 本報告の概要は、日本植物病理学会北海道部会(1980年8月)において発表した。

** 北海道大学農学部 Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Kita-ku, Sapporo 060, Japan

年10月と翌春1978年5月との2回, Naiki・Ui (1977)の方法⁷⁾に従い, 採土管(径5cm, 深さ5cm)を用いて1株当たり約200gを採取した。収穫時には各段階の発病指数(0~6)を示す個体30株ずつ計210株の周辺土壌を採取し, ビニール袋につめ, 実験室に持ち帰り, 翌春まで屋外に保存した。また, 前年秋に発病指数0, 3, 5および6を示した個体30株ずつ計120株の抜き取り跡から, 翌春, 同様に周辺土壌を採取し, 実験室に持ち帰り直ちに実験に供した。なお, 発病指数6は, 早期に根腐病にかかり, テンサイ根が肥大する前に枯死した株を示す。

植物残渣中および菌核で越冬した *R. solani* の生存率と活性 収穫時と翌春に採取した各指数の発病株周辺土壌試料を各々充分混合した後, その一部, 生重約30gを取り, 1978年5月に2%過酸化水素水を用いた節別浮上法¹⁰⁾により, 植物残渣および菌核を抽出し, 同時に菌核数を測定した。また, 抽出した植物残渣(1片約5mm)および菌核はそれぞれ50個を乳酸酸性素寒天(WA)(pH4.0)平板上におき, 2日後に*R. solani*の菌糸が出現する割合を調べ発芽率とし, 発芽したものを生存菌核とした。試料菌核数が50個未満の場合には, そのすべてを供試した。実験は各指数ごとに30反復した。抽出した植物残渣の残りは, その後の発病試験の接種源に供試した。

また, 1個の植物残渣あるいは菌核からWA上に

出現した*R. solani*菌糸が5本以上のものを菌糸密度の高いものとし, 5本未満のものを低いものとし, 菌糸密度の高いものの全体に占める割合で, 植物残渣あるいは菌核の*R. solani*の活性を評価した。

***R. solani* の分離および類別** 植物残渣および菌核よりWA上に出現した*R. solani*菌糸先端部(約4mm²)をそれぞれ200個切り取り, ジャガイモ・ブドウ糖寒天(PDA)斜面培地に移植保存し, その培養性質および菌糸融合法により, 接種に用いた母菌株との異同を調査した。

植物残渣中で越冬した *R. solani* の病原力 翌春採取した各区の土壌試料から抽出した植物残渣のうち, 残渣中の*R. solani*の生存率が0, 5, 10, 15, 20, および25%を示すものを, それぞれ集め接種源とした。各区とも植物残渣100mgを, 隣接地で*R. solani*の存在しないことを確かめた畑土壌(健全土壌)100g(乾土)に均一に混入した。この土壌を容積200mlのプラスチックカップにつめ, 発芽率95%の品種モノヒルを10粒播種し, 2週間, 温室内で栽培し, テンサイ苗の発病を調査した。実験はそれぞれ3反復で行った。なお, 植物残渣100mgは発病指数5の株の周辺土壌100g(乾土)中に含まれる植物残渣重量にほぼ相当する。

越冬菌核の病原力 WA上で発芽する菌核を乾土100g当たり0~916.3個含む18の異なる土壌試料

Table 1. Number of sclerotia, sclerotial germination, number of viable sclerotia, and the appearance of *R. solani* from the plant debris in the soils around roots with different disease indexes (0~6) after overwintering-May, 1978

Sample ^{a)}	Disease index	No. of sclerotia/ 100g dry soil	Sclerotial germination (%)	No. of viable sclerotia ^{b)} / 100g dry soil	Appearance of <i>R. solani</i> from the plant debris (%)
A	0	0.0 ^{c)}	—	0.0	0.0
	1	1.2	92.9	1.1	0.4
	2	2.3	57.4	1.3	0.4
	3	20.5	39.8	8.2	1.4
	4	31.4	27.3	8.7	1.9
	5	158.9	32.0	50.8	4.2
B	6	516.0	14.5	74.8	3.6
	0	0.0	—	0.0	0.0
	3	31.1	25.1	7.8	0.4
	5	415.7	16.8	69.8	2.1
	6	509.3	16.7	85.1	2.1

a): A was sampled on October, 1977, and was preserved outdoors.

B was sampled on May, 1978.

b): No. of viable sclerotia = No. of sclerotia × sclerotial germination (%).

c): The data above are expressed as the means of 30 sub-samples.

(Table 4) を、前述と同様、プラスチックカップにそれぞれ 100g つめ、テンサイ苗の立枯率を調べた。この際、*Aphanomyces* による立枯れを防ぐため、土壌 100g にデクソン紛剤 4 (*p*-ジメチルアミノフェニルジアゾスルホン酸ナトリウム 4%) を 100mg の割合で混入した。

テンサイ苗の立枯率 テンサイ苗の立枯率は、播種後 2 週間目に次式により求めた。

$$\text{立枯率(\%)} = \frac{X - Y}{X} \times 100$$

但し、X は対照とした健全土壌に播種したテンサイの

出芽苗数、Y は越冬した植物残渣あるいは菌核を加えた土壌におけるテンサイの出芽苗数を表わす。なお、対照とした健全土壌として、殺菌土壌の代りに前記隣接は場の土壌を用いた。

結 果

ほ場におけるテンサイ根腐病菌の越冬

人為接種して根腐病が発生した畑土壌について、翌春、発病株周辺土壌中に存在した菌核数とその発芽率、および植物残渣からの *R. solani* 菌糸の出現率を調査した (Table 1)。菌核の発芽率は 14.5~92.9%

Fig. 1. The relationship among disease indexes, number of sclerotia, number of viable sclerotia, and appearance of *R. solani* from plant debris (%) after overwintering — May, 1978.

であるが、植物残渣からの *R. solani* の菌糸出現率は 0～4.2% と低かった。また、罹病株の発病指数が高くなるにつれ、その周辺土壌中から抽出される菌核数とその生存しているものの数は増加し、植物残渣からの *R. solani* 菌糸の出現率も高くなり、発病指数との間に極めて高い正の相関があった (Fig. 1)。

収穫時に採取し、翌春まで屋外で保存した土壌と、翌春畑より採取した土壌とから抽出される菌核の数はほぼ同様な傾向を示すが、菌核の発芽率、および植物残渣からの *R. solani* 菌糸の出現率とも、ほ場で越冬したものの方が低い傾向があった (Table 1)。発病株周辺土壌から抽出した菌核の発芽率は、発病指数が高くなるにつれ低下した。

越冬した植物残渣中の *R. solani* および菌核の活性

越冬した植物残渣のうち *R. solani* の出現率が高い残渣でも、個々の残渣から WA 上に出現する菌糸本数は少なく、5 本以上の菌糸が出現した残渣は、平均 0.3% にすぎなかった (Table 2)。

一方、越冬した菌核の発芽率が高い場所の菌核ほど、個々の菌核から出現する菌糸本数は増加した。越冬した菌核から、5 本以上の菌糸が出現するものの割合は平均 34.2% であった (Table 3)。

このことから、越冬した植物残渣中の *R. solani* の活性は菌核とくらべ著しく低いと考えられる。

越冬した植物残渣および菌核から分離した

R. solani の類別

植物残渣および菌核より分離した *R. solani* はほとんど菌糸融合群第 2 群第 2 型に属し、それぞれ 95.5% と 100% で、培養性質はいずれも接種源とした母菌株と同一であった。

越冬した植物残渣の病原力

土壌から抽出した越冬植物残渣について *R. solani* 菌糸の出現率が 0, 5, 10, 15, 20 および 25% を示したものを対照とした健全土壌に加え、これに播種したテンサイ苗の立枯率を調べた。立枯率はいずれも 0～2.2% と極めて低く、また、菌糸出現率の異なる残渣を接種源としたときにも立枯率には差がなかった。

このことから、越冬した植物残渣は感染源としての役割は著しく低いと認められる。

越冬菌核の病原力

乾土 100g 当たりの菌核数が 0～2311.4 個、菌核発芽率が 0～83.0% で、乾土 100g 当たりの生存菌核数が 0～916.3 個を含む土壌にテンサイを播種し、苗の立枯率を調べた。立枯率は全般に生存菌核数が多くなるにつれ増大する傾向を示した (Table 4)。また、

Table 2. The relationship between appearance of *R. solani* from plant debris (%) and plant debris with 5 or more emerging hyphae (%)

Appearance of <i>R. solani</i> from plant debris (%)	Plant debris with 5 or more emerging hyphae (%)
1.0>	0.2
1.0～1.9	0.2
2.0～2.9	0.4
3.0≤	0.3
av. 0.3	

The data above are expressed as the means of 30 samples.

Table 3. The relationship between sclerotial germination (%) and sclerotia with 5 or more emerging hyphae (%)

Sclerotial germination (%)	Sclerotia with 5 or more emerging hyphae (%)
10>	12.0
10～24	14.9
25～49	32.5
50≤	77.2
av. 34.2	

The data above are expressed as the means of 30 samples.

生存菌核数 (X) の対数変換値 ($\log(X+1)$) と立枯率 (Y) との間に $Y=31.3X-34.4$ という一次回帰式が得られ、両者の間には極めて高い正の相関 ($r=0.800$, $p<0.01$) が認められた (Fig. 2)。この回帰式より、テンサイ苗に 50% の立枯れをおこす菌核数 (inoculum density 50; ID_{50})¹⁾ を求めると、乾土 100g 当たり約 400 個であった。一方、比較のため、二重ペトリ皿法⁹⁾ にて培地で形成させた菌核を接種源とし、対照とした健全土壌に混合した場合の ID_{50} は、乾土 100g 当たり約 100 個であった (Fig. 2)。

以上のことから、越冬した菌核は、培地上で形成した菌核と比較すると、病原力は著しく低い、越冬した植物残渣にくらべ、翌春の主要な感染源になるものと考えられる。

Table 4. The relation between number of viable sclerotia and damping-off of sugar beets in pot tests in greenhouse

Sample number	Number of sclerotia /100g dry soil	Sclerotial germination (%)	Number of viable sclerotia/100g dry soil	Damping-off (%)
1	0	—	0	0
2	0	—	0	0
3	0	—	0	0
4	0	—	0	0
5	0	—	0	0
6	0	—	0	0
7	138.6	0	0	0
8	214.3	2.0	4.3	0
9	2,311.4	0.2	4.6	0
10	71.4	30.0	21.4	7.1
11	498.6	5.7	28.4	0
12	1,202.3	3.6	43.3	16.7
13	60.0	81.0	48.6	0
14	105.7	56.8	60.0	0
15	141.4	77.8	110.0	10.0
16	1,380.0	11.7	161.5	40.0
17	227.1	83.0	188.5	53.4
18	1,983.3	46.2	916.3	80.0

Fig. 2. The relation between log number of viable sclerotia and damping-off of sugarbeet seedlings. A: Sclerotia artificially produced on agar media, B: Sclerotia naturally overwintered in the field soil.

論 議

テンサイ根腐病菌は、菌核および植物残渣中に菌糸で越冬する²⁾が、越冬後、土壌中の本菌の菌量は著しく低下することが明らかにされている^{4,5)}。

本実験の結果 *R. solani* は根腐病が激発した株の周辺土壌中で主に越冬 (Table 1) するため、テンサイを連作すると、発病は前年激発した株を中心に拡がることが明らかである。

発病株周辺土壌中の植物残渣は、越冬後、その 0～4.2% から *R. solani* 菌糸が出現するにすぎないが、越冬菌核の多い所から得た残渣ほど、菌糸の出現率は高い。Roberts・Herr⁶⁾ が指摘している通り、植物残渣から出現する菌糸は、残渣に付着していた菌核に由来する可能性がある。

Boosalis・Scharen²⁾ は、植物残渣が極めて重要な感染源であるとしている。一方、Henisら³⁾ は病土の小塊 (soil pellet) を選択培地⁹⁾ 上におき、それから出現する菌糸本数が10本以下のものは、感染力が低いと指摘している。本実験で、越冬後、畑土壌から抽出した植物残渣から出現する菌糸本数は、ほとんど5本未満であった (Table 2)。また、本菌が高率に出現した植物残渣を混入した土壌でも、テンサイ苗の立枯れはほとんど発生しなかった。これらの結果から、土壌中で越冬した植物残渣は翌年の感染源としては重要とは認められない。

前年激発した株の周辺土壌には、多数の越冬菌核が存在するが、越冬した菌核は発芽率が低下し、なかには菌核より出現する菌糸本数が著しく少ないこともある。しかし、越冬菌核数とテンサイ苗の立枯率との間には、高い正の相関が認められる (Fig. 2)。このことから、これら越冬菌核が感染源として主要な役割を果たすと考えられる。

摘 要

1. テンサイ根腐病菌のは場における越冬、および越冬した植物残渣と菌核の感染源としての役割について検討した。
2. 越冬後の発病株周辺土壌中の菌核数、そのうちの生存菌核数、および残渣中での本菌生存率は、発病指数が高くなるにつれ増加した。すなわち、本菌は前年激発した株の周辺土壌中で主に越冬する。
3. 越冬した植物残渣中における本菌の生存率は、0～4.2% と低く、また残渣から培地に出現する菌糸本数は極めて少なかった。残渣中の本菌の病原力は弱く、感染源としての役割は著しく低い。
4. 植物残渣に比較し、菌核の生存率は14.5～92.9% と高く、また菌核から出現する菌糸本数も多かった。越冬菌核数とテンサイ苗の立枯率の間には高い正の相関 ($r=0.800$, $p<0.01$) が認められることから、越冬した菌核が感染源として重要であると考えられる。

引 用 文 献

1. Benson, D. M. and Baker, R. (1974). *Phytopathology* 64: 957-962.
2. Boosalis, M. G. and Scharen, A. L. (1959). *Ibid.* 49: 192-198.
3. Henis, Y., Ghaffar, A., Baker, R. and Gillespie, S. L. (1978). *Ibid.* 68: 371-376.
4. Herr, L. J. (1976). *Can. J. Microbiol.* 22: 983-988.
5. 百町満朗・宇井格生 (1979). *てん菜研究会報* 21: 1-7.
6. Ko, W. and Hora, F. K. (1971). *Phytopathology* 61: 707-710.
7. Naiki, T. and Ui, T. (1977). *Soil Biol. Biochem.* 9: 377-381.
8. Roberts, D. L. and Herr, L. J. (1979). *Can. J. Microbiol.* 25: 902-910.
9. 宇井格生 (1966). *日植病報* 32: 203-209.
10. 宇井格生・内記 隆・秋元正信 (1976). *同上* 42: 46-48.
11. 宇井格生・小林喜六・内記 隆・百町満朗 (1977). *てん菜研究会報* 19: 37-47.