

タマネギの生育期と *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* による 軟腐病の発病との関係^{*1}

田中 民夫^{*2} 斎藤 泉^{*3}

ほ場で生育中のタマネギの茎葉に軟腐病細菌を噴霧接種した。その結果、軟腐病の発生は接種時期によって変動し、ある特定の時期に接種した場合にのみ、軟腐病が多発生した。すなわち、6月中・下旬では、軟腐病の発生は遅れ、しかも少発生のまま推移した。7月になると接種時期が遅くなるにしたがって発生量が増加し、7月5半旬の接種により最も激しく発生した。この接種時期以後、まもなくタマネギの生葉数が最も多くなり、鱗茎肥大の最盛期となった。したがって、生育の旺盛な時期に軟腐病細菌の感染がおこりやすく、ほ場における軟腐病の発病率が高まると考えられた。一方、生育ステージの異なるタマネギに軟腐病細菌を噴霧接種すると生育が進んでいる個体ほど発病しやすいが、生育日数が100日に満たない場合には発病しなかった。さらに、軟腐病細菌を葉身に注射接種した場合($1.18 \times 10^6 \sim 3.86 \times 10^6$ cfu/ml)、6月下旬の接種では発病しなかったが、7月および8月中旬の接種では、いずれも軟腐病の発病率が高かった。注射接種で80%の個体を発病させるのに必要な菌密度は接種時期が遅くなるにしたがって減少した。すなわち、6月下旬には 3.86×10^7 cfu/ml $\sim 3.86 \times 10^8$ cfu/mlの範囲内にあったが、8月中旬には 1.56×10^2 cfu/ml以下となった。

緒 言

タマネギの重要病害の一つである軟腐病(*Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*) についてこれまでに簡易診断法²⁾、土壤中越冬した病原細菌の第1次伝染源としての役割⁵⁾、生育中の接触伝染による本病まん延の重要性を報告した⁴⁾。また、田中³⁾はタマネギ軟腐病の発生要因として気象条件が重要であり、北海道では、6月下旬から7月下旬が多雨で寡照の年に多発生することを報告した。一方、宿主要因と軟腐病発生との関係についてはハクサ

イでは、軟腐病に対する感受性が生育時期、葉位および施肥条件により変化することが知られており⁸⁾、さらに、病原細菌の潜伏感染も確認されている^{1,7)}。したがって、タマネギにおいても軟腐病発生とこれら宿主要因との関係を明らかにすることが必要であると考え、本研究においては生育にともなうタマネギの発病変動を調査し、タマネギが軟腐病に罹病しやすくなる時期を明らかにした。

実験材料および方法

1. 耕種概要

1980年から1983年の4年間にわたり、北海道常呂郡訓子府町弥生、北海道立北見農業試験場内ほ場において「北見黄」を供試品種として試験を実施した。耕種概要は表1に示した。

1987年12月10日受理

^{*1} 本報の一部は1981年および1982年度日本植物病理学会北海道部会で発表した。

^{*2} 北海道立道南農業試験場, 041-12 亀田郡大野町

^{*3} 北海道立北見農業試験場, 099-14 常呂郡訓子府町

表1 耕種概要

	1980年	1981年	1982年	1983年
は種月日	3月19日	3月16日	3月15日	3月17日
定植月日	5月20日	5月20日	5月2日	5月10日
畦間	30cm	30cm	30cm	30cm
株間	10.5cm	10.5cm	10.5cm	10.5cm
施肥量N (a当り)	1.6kg	1.6kg	1.6kg	1.6kg
P ₂ O ₅	12.0kg	12.0kg	5.0kg	5.0kg
K ₂ O	1.6kg	1.6kg	1.6kg	1.6kg

2. 接 種 法

1) 噴霧接種

罹病タマネギ個体から分離した *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* E 1 菌を供試し、接種源は次のように調製した。供試菌を普通寒天斜面培地で25℃、24時間培養した後、菌体を10mlの殺菌水にけん濁し、この1mlを普通寒天培地平板上に塗布した。25℃で24時間培養した後、培地平板10枚を2ℓの脱イオン水に投入、よくかくはんして、菌体を浮遊させた。この細菌液をガーゼでろ過して寒天培地を除去し、菌密度が 5.6×10^8 cfu/mlの細菌液を得た。接種に当たり、細菌液2ℓにツウィーン20を0.4ml添加し、供試した。

1980年および1981年に、生育中のタマネギ茎葉に対して上記の細菌液を背負式噴霧器で所定の時期に噴霧接種した。接種細菌液の量は㎡当り0.1ℓになるようにした。試験区面積は1区6㎡で、2反復とした。

一方、1982年には、7月20日および8月6日に生育ステージの異なるタマネギに病原細菌をそれぞれ上記と同様の方法で接種した。供試したタマネギのは種月日を表2に示した。

2) 注射接種

罹病タマネギから分離した *E. carotovora* ssp. *carotovora* E 816 菌を供試した。本菌を25℃、24時間普通寒天斜面培地上で培養した後、殺菌水に

けん濁した。その後、このけん濁液を原液として殺菌水による10倍段階の希釈シリーズを作り、各希釈段階の細菌液を接種源とした。

1983年にはタマネギの最長葉の葉身中空部に0.1mlの各希釈段階の細菌液を時期別に注射接種した。各希釈段階に対してそれぞれ10個体を供試した。

また、1983年には、生育ステージの異なるタマネギの葉身中に病原細菌 (1.33×10^6 cfu/ml) を7月25日に注射接種し、病株率を調査した。供試したタマネギのは種月日を表2に示した。

結 果

1. 茎葉噴霧接種の時期と発病との関係

軟腐病細菌 (5.6×10^8 cfu/ml) を立毛中のタマネギに噴霧接種した場合、軟腐病の発生推移は接種時期により大きく異なったが、2ヶ年ともほぼ

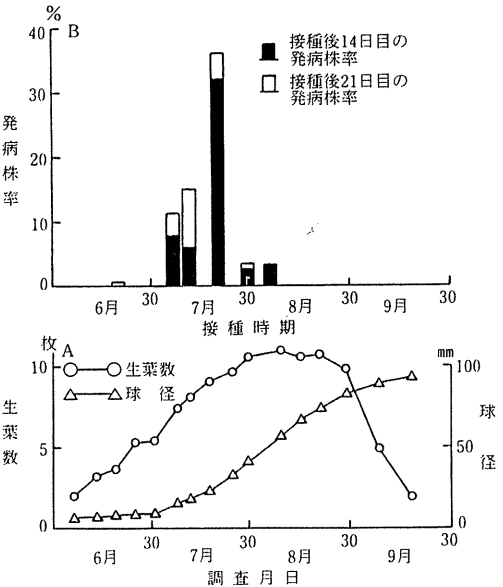


図1 ほ場におけるタマネギの生育(A)と噴霧接種による発病の接種時期による変化(B) (1980年)

表2 異なる生育ステージのタマネギ個体を得るための育苗方法

処理区	1982年			1983年		
	は種月日	定植月日	育苗期間	は種月日	定植月日	育苗期間
A	3月15日	5月20日	66日	2月24日	5月2日	66日
B	4月1日	6月5日	65日	3月12日	5月18日	66日
C	4月15日	6月20日	66日	4月1日	6月7日	66日
D	5月1日	7月5日	65日	4月15日	6月21日	66日

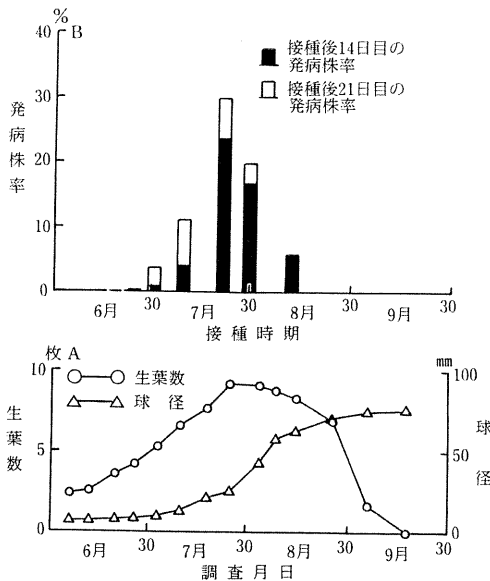


図2 ほ場におけるタマネギの生育(A)と噴霧接種による発病の接種時期による変化(B)(1981年)

同様な傾向を示した(図1-B, 2-B)。すなわち、まだ生葉数が少なく鱗茎が肥大する前の6月に軟腐病細菌を噴霧接種した場合には、2週間から1ヵ月経過した後に初めて発病し、1980年には5.1% (6月20日接種, 8月13日調査)、1981年には4.4% (6月25日接種, 8月26日調査)の個体が発病した。一方、生葉数が増加し、鱗茎が急速に肥大する7月に噴霧接種を行うと、接種時期が遅くなるとともに、発病が認められるまでの期間も短くなり、発病株率は急速に増加し、7月5半旬の接種で病株率は最大になった。しかし、8月接種では、軟腐病は多発することなく、少発のまま推移した。

なお、1980年と1981年の無接種区での軟腐病の発生はそれぞれ0.3%および1.8%と少なく、ほ場での噴霧接種により発病が促進されたと見なされる。

以上のように、軟腐病細菌を7月5半旬に接種すると、軟腐病が最も激しく発生したが、この接種時期以後、まもなくタマネギの生葉数が最も多くなり、鱗茎肥大の最盛期となった(図1-A, 2-A)。

2. 葉身注射による接種時期と発病との関係

病原細菌を注射接種したときの軟腐病の発生変動を検討した。結果を図3に示した。6月下旬の

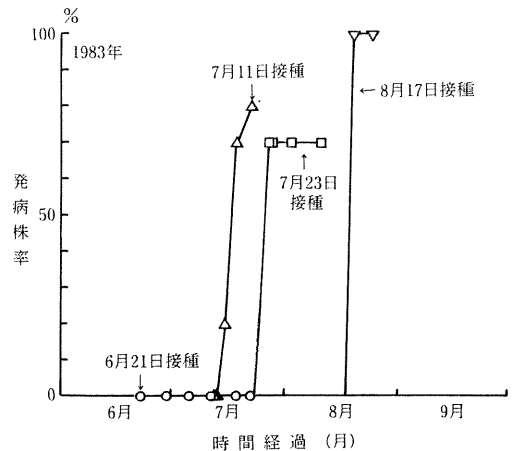


図3 葉身内注入による接種の時期と発病との関係
接種菌密度: $1.18 \times 10^6 \sim 3.86 \times 10^6$ /ml, 1葉身内に0.1ml注入した。

接種では、軟腐病の発生をまったく認めなかったが、7月および8月接種では、発病までの期間もきわめて短く、発病株率は急速に増加した。

つぎに、80%発病株率を得るのに必要な菌密度の時期別変動を検討した。その結果を図4に示した。6月下旬での必要な菌密度は $3.86 \times 10^7 \sim 3.86 \times 10^8$ cfu/mlの範囲内にあった。その後、菌密度は

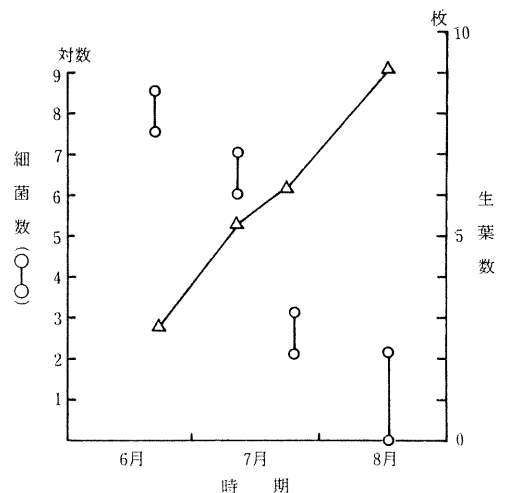


図4 タマネギ生育程度と80%発病株率を得るのに必要な細菌濃度との関係(葉身内注入接種)

○ ○ 水1ml当りの細菌数の範囲
△—△ 生葉数によって示されるタマネギの生育

しだいに減少し、8月中旬には、 1.56×10^2 cfu/ml 未満となった。

3. タマネギの生育ステージと発病との関係

タマネギの生育ステージと発病との関係を1982年には噴霧接種法で、1983年には注射接種法で検討した。1982年の試験においては、は種期とそれに伴う定植期を変えることで生葉数は大きく変化した(図5の脚注)。このような生育ステージの明確に異なる個体に軟腐病細菌を噴霧接種したときの軟腐病の発生推移を図5-Aおよび図5-Bに示した。すなわち、7月20日接種では(図5-A)、生育の進んだ個体ほど軟腐病が多発し、生育日数が100日に満たない個体では、発病をまったく認めなかった。一方、8月6日接種では(図5-B)、生育日数が100日に満たない個体には、7月20日接種と同様に、発病を認めなかったが、生育が進んだ個体においても、軟腐病は多発することなく、いずれも少発に推移した。

一方、1983年の注射接種による試験でも(図6)、1982年の試験と同様に、供試したタマネギの生葉

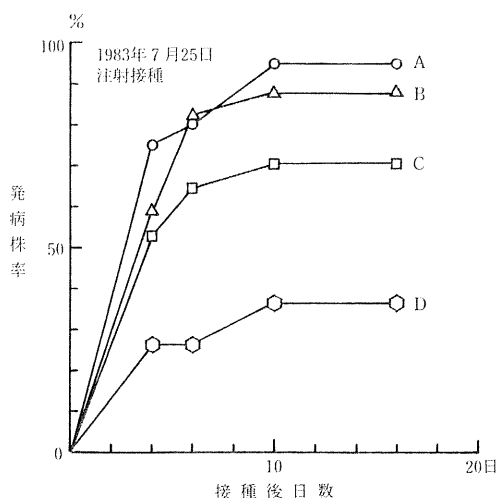


図6 生育ステージの異なるタマネギに注射接種したときの発病推移

平均生葉数±標準誤差(1983年7月28日調査)

A : 6.5 ± 0.21

B : 6.3 ± 0.17

C : 5.1 ± 0.16

D : 3.9 ± 0.11

病原細菌密度： 1.33×10^6 /ml, 1葉身0.1ml接種

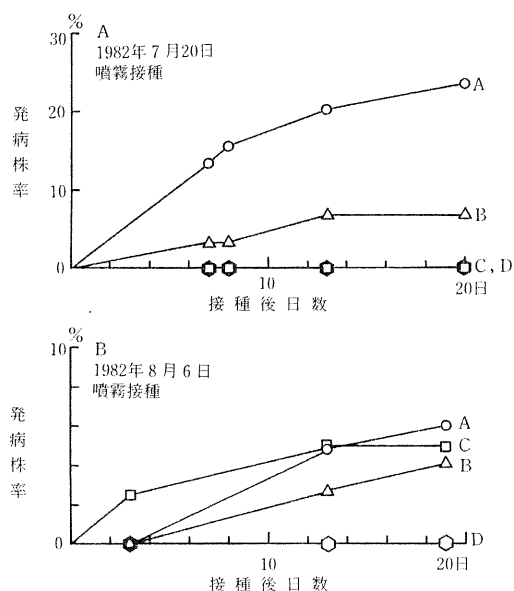


図5 生育ステージの異なるタマネギに噴霧接種したときの発病推移

平均生葉数±標準誤差

1982年7月20日 1982年8月6日

A : 8.9 ± 0.10 10.8 ± 0.11

B : 6.4 ± 0.08 8.5 ± 0.12

C : 4.7 ± 0.07 7.4 ± 0.09

D : 2.7 ± 0.05 4.4 ± 0.09

病原細菌密度： 5.6×10^6 /ml, 接種量：0.1ℓ/m²

数は生育ステージのちがいで大きく異なったが、7月25日の接種で、は種期が早く、生育が進んでいる個体ほど、軟腐病が多発することが明らかになった。

考 察

ほ場で生育中のタマネギがいつごろから軟腐病に罹病しやすくなるかを明らかにすることは、罹病しやすい時期における手取り除草作業を回避したり、防除薬剤の適切な散布時期を知るために重要である。本試験では、生育中のタマネギが軟腐病に罹病しやすくなる時期を明らかにするために、軟腐病細菌を経時的に噴霧接種し、その後の発病の推移を調査した。さらに、生育ステージの異なる個体に軟腐病細菌を接種し、生育ステージと軟腐病発生との関係を明らかにした。

生育中のタマネギに噴霧接種を行った1980年と1981年には、無接種区での軟腐病の発生はきわめて少なかったため、発病の大部分は自然感染によるものではなく、接種病原細菌の感染による発病と見なすことが出来る。

6月接種で軟腐病が少発生であったのは、タマ

ネギの生育ステージが発病に必要な段階にまで達しておらず、感受性が低いことが原因の一つであろうと考えられる。このことは、生育ステージの異なる個体に軟腐病細菌を同時に噴霧接種した場合、生育の進んだものほど発病率が高く、生育日数が100日に満たない場合はまったく発病しなかった事実、病原細菌を葉身内に直接注入した場合にも、生育が進んでいる個体ほど発病率が高かった事実、さらに6月中・下旬に生育日数が100日前後の鉢植えタマネギに軟腐病細菌を噴霧接種した後、発病に好適な人工条件下（温度25°C、湿度70%から100%）で管理したにもかかわらず、軟腐病の発生に至らなかった事実ともよく一致する⁹⁾。すなわち、タマネギが発病するには、タマネギの生育ステージがある程度以上に達していることが必要であると考えられる。

つぎに、7月に噴霧接種を行った場合、7月5半旬の接種により最も激しい発病が見られた。この接種時期以後まもなく、タマネギの生葉数が最も多くなり、鱗茎肥大の最盛期となった。すなわち、生育の旺盛な時期に軟腐病細菌の感染がおりやすく、ほ場における軟腐病の発病率が高まると考えられる。7月下旬の降水量とタマネギ軟腐病発生程度との間には強い相関関係が認められるが³⁾、タマネギの軟腐病感受性が増大するこの時期の降水は発病に大きく影響すると考えられる。

一方、8月に接種を行った場合には、接種方法のちがいににより発病に大きな相違が認められた。すなわち、噴霧接種すると、軟腐病の発生は少発であったが、注射接種では、激しく発病し、またきわめて低密度の病原細菌（ 1.56×10^2 cfu/ml）を接種した場合にも、すべてのタマネギに発病が見られた。8月の噴霧接種でなぜ軟腐病が多発しないかについては、現在のところまったく不明であり、今後、病原細菌の組織内侵入の状況などを検討する必要があると考えられる。

以上のように、軟腐病細菌を生育中のタマネギに噴霧接種する時期により、軟腐病の発生は大きく変動し、タマネギの生育が旺盛になる7月5半

旬の接種で、軟腐病は最も多発することが明らかにされた。しかし、時期別噴霧接種による発病変動の原因解明については、宿主要因および気象要因の両面から今後さらに詳細に検討する必要がある。

謝 辞 本報告の取りまとめに当たり、道南農試大垣昭一場長には貴重な御助言と御校閲をいただいた。また、中央農試病虫部長赤井 純博士ならびに同場園芸部長三木英一氏には、本文の御校閲をいただいた。さらに、中央農試病虫部病理科長児玉不二雄博士ならびに北見農試病虫予察科長宮島邦之博士には、有益な御指導、御助言をいただいた。各位に深く謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) Kikumoto, T. "Ecological studies on the soft rot bacteria of vegetables (15) latent infection of Chinese cabbage by the soft rot bacteria in the field". Rep. Inst. Agr. Res. Tohoku Univ. **32**, 27-35 (1981).
- 2) 田中民夫, 坪本和男. "タマネギ軟腐病のペクチン質含有培地を用いた簡易診断". 北海道立農試集報. **48**, 32-39 (1982).
- 3) 田中民夫. "北海道におけるタマネギ軟腐病の発生と気象要因との関係". 北海道立農試集報. **50**, 64-68 (1983).
- 4) 田中民夫, 斎藤 泉. "ほ場におけるタマネギ軟腐病のまん延機作". 北海道立農試集報. **53**, 61-66 (1985).
- 5) 田中民夫, 斎藤 泉. "タマネギ軟腐病細菌の土壌中における越冬と伝染源としての役割". 北海道立農試集報. **55**, 45-51 (1986).
- 6) 田中民夫. 未発表.
- 7) Togashi, J. "Studies on the distribution and survival of soft rot bacteria in Chinese cabbage following artificial inoculation and the outbreak of soft rot disease". Bull. Yamagata Univ., Agri. Sci. **9**, 357-365 (1985).
- 8) 津山博之. "白菜軟腐病に関する研究". 東北大農研彙報. **13**, 221-345 (1962).

Relationship between Onion Growth Stage and Susceptibility to Bacterial Soft Rot (*Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*)

Tamio TANAKA*¹ and Izumi SAITO*²

Summary

The incidence of bacterial soft rot of onion in a field varied according to the time of spray inoculation with the causal bacteria (*Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*) (5.6×10^8 cfu/ml, 10 l/a). The highest incidence occurred only at a particular time during the growing period. When inoculation was carried out in mid-or late June, the incidence was least and occurred after a long latent period. In July, the incidence increased gradually with lapse of time following inoculation, being most severe during the fifth five days just before maximum foliar and bulb development. When onion plants at various growth stages were simultaneously inoculated with a spray bacterial suspension in late July, higher incidence was noted in older plants while those less than 100 days old showed no symptoms. The results of syringe inoculation of leaves were essentially the same as those of the spray inoculation. In late June, the disease did not occur following this type of inoculation of the bacterial suspension (range from 1.18×10^6 cfu/ml to 3.86×10^6 cfu/ml, 0.1ml/leaf), but its incidence was most frequent after the inoculation during July to mid-August. In late June, the inoculum density necessary for 80% of plants to have the disease was $3.86 \times 10^7 \sim 3.86 \times 10^8$ cfu/ml, but it became rapidly less with lapse of time following inoculation and was less than 1.56×10^2 cfu/ml in mid-August.

*¹ Hokkaido Prefectural Dounan Agricultural Experiment Station Oono, Hokkaido, 041-12, Japan

*² Hokkaido prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-14, Japan