

三浦ダイコン産地では何故

ダイコン萎黄病が見られないのか？ (その2)

国際農林水産業研究センター

国際研究情報官 小林 紀彦

(前野菜・茶業試験場久留米支場病害研究室長)

神奈川県三浦半島のダイコン萎黄病発病抑止土壌について1992年1月号に(その1)を寄稿してから既に3年半が過ぎた。(その2)については、その後長い間皆様にご迷惑をかけたことになり、お許し戴きたい。

第1報では三浦地域の発病抑止土壌の探索とその発病抑止機構について述べた。今回は過去のデータを主として、多少旧聞に属する事項もあるかと思うが書かせて戴くこととする。

1. 三浦地域の全域の土壌がダイコン萎黄病に対して本当に発病抑止土壌なのか？

三浦のはほぼ全域から25点の土壌を採取し(表1)、前報と同様な方法で厚膜孢子発芽阻害率及び発病抑止性について検討した。その結果、孢子発芽抑制については、表2に示すように、供試土壌25点のうち、対照の発病抑止土壌でみられる孢子的発芽率17.3%を下回る土壌は耕地土壌の3点(No. 1, 7, 22)で、発病非抑止の対照土壌での発芽率77.1%を越える土壌は未耕地の1点(No.24)のみであった。一方、これらの土壌の発病抑止性について

は1土壌当たり3ポットを用い、1ポット、10本植えとして1年間に3連作し(1983年1/18-2/26, 4/11-5/13, 5/28-7/16)、各時期の発病推移を調査した。その結果、初作で発病株率30%以下の発病抑止土壌は4耕地土壌(No. 7, 13, 17, 22)であったが、2作目では発病株率50%以上の土壌がほとんどとなり、1土壌(No.13)が、37.9%を示すのみであった。3作目においてはさらに発病が激しくなり、50%以下の発病株率を示す土壌は全くなり、過酷な短期連作に耐えられる発病抑止土壌はないという結果となった。

2. 三浦土壌は、何故ダイコン萎黄病に対して発病抑止性を示すようになったのか

上述したように、三浦土壌の発病抑止性が完璧な土壌固有の性質に由来するとは考えにくい。そこで三浦地域で昔から指導されてきた数々の事柄を実験的に検証していくこととした。その事柄の1つは長年施されていた土壌改良資材(Ca資材)と完熟牛糞堆肥の施用効果で、他の1つは栽培時期と圃場衛生であり、それらに焦点を当てて述べ

本号の内容

§ 三浦ダイコン産地では何故ダイコン萎黄病が見られないのか？ (その2) … 1

国際農林水産業研究センター

国際研究情報官 小林 紀彦

(前野菜・茶業試験場久留米支場病害研究室長)

§ 砂丘地チューリップ球根養成栽培での被覆肥料「ロング」の肥効…………… 7

新潟大学農学部

教授 五十嵐 太郎

表1 供試土壌採集場所と諸性質

土壌番号	採 取 場 所	土 性	土 色	土壌統	圃場の種類
1	三浦市和田笹原	黒ボク	黒	M-1	畑
2	同 旧中学原	黒ボク	黒	K-11	畑
3	同 海道向	黒ボク	黒褐色	K-2	畑
4	同 高円坊清水	黒ボク	黒	K-4	畑
5	同 須軽谷	黒ボク	黒褐色	K-3	畑
6	同 高円坊仲尾	黒ボク	黒褐色	K-11	畑
7	同 台原	黒ボク	黒	K-3	畑
8	同 上宮田	黒ボク	黒	K-11	造成地
9	同 引橋	黒ボク	黒褐色	K-4	畑
10	同 遠原	黒ボク	黒	B-1	畑
11	同 金田	黒ボク	黒褐色	B-2	畑
12	同 釜田	砂 土	灰 色	Kmi-1	水 田
13	同 松輪	淡色黒ボク	黒褐色	K-3	畑
14	同 昆舎門渡戸	黒ボク	黒褐色	K-2	天地返し
15	同 岩堂下	黒ボク	黒	K-4	畑
16	同 諸磯	淡色黒ボク	褐 色	B-4	山削り
17	同 三戸大原	黒ボク	黒	M-2	天地返し
18	同 飯盛	黒ボク	黒褐色	M-2	天地返し
19	同 ご用邸が原	黒ボク	黒	K-3	畑
20	同 同	黒ボク	黒	K-3	畑
21	同 念仏寺	黒ボク	黒褐色	B-2	畑
22	同 上宮田三浦分場	黒ボク	黒	K-11	畑
23	同 小谷戸	黒ボク	黒褐色	B-1	畑
24	同 小谷戸	淡色黒ボク	赤褐色	B-1	未耕地
25	同 上宮田三浦分場	黒ボク	黒褐色	M-1	未耕地
C	鴻巣市農事試験場	褐色火山灰土	褐 色		畑
M	三浦市宮田三浦分場	黒ボク	黒	K-11	畑

る。

1) 土壌改良資材 (Ca 資材) の発病抑止効果

表2, 3に示すように, 三浦地域で初年目の発病株率の低い土壌(No7, 13, 22)はCa含量と土壌pHとも高いが, 厚膜孢子発芽率は低い。一方, 発病株率の高い土壌(No5, 19, K)はCa含量と土壌pHはともに低いが, 孢子発芽率は高いという傾向を示し, 供試土壌では発病抑止性とCa含量および土壌pHとは正の相関関係にあり, 厚膜孢子発芽率とは負の相関関係となった。

2) 完熟牛糞堆肥

発病抑止土壌(M)及び発病非抑止土壌(C)に, 実際農家が使用している完熟牛糞堆肥を10a当たり1.0, 2.5, 5.0tの割合で混合して発病抑止性

との関係について検討した。その結果, 図1に示すように, 一時的に投与した限りでは両土壌ともに直接的な発病抑止効果は認められず, かえって助長するようにも思われた。しかし, 前報でも述べたように, 長年の施用効果は三浦土壌の土壌微生物相(細菌, 放線菌)を豊富にしており(前報, 表1), これらの微生物は病原菌との栄養の搾取の場面において競合する。すなわち小さなこれらの微生物は速やかに栄養を利用して, 図体の大きな病原菌を栄養飢餓状態に追い込む一般的な拮抗作用の発病抑止性を三浦土壌に発現させるものと思われる。また, その裏付けとなるデータとしては, 表4に示すように, 細菌, 放線菌等が発病非抑止土壌(C)よりも発病抑止土壌(M)で増殖

表2 三浦地域から集めた土質の異なる土壌25点の厚膜胞子発芽率と連作による発病株率の変化

土壌 No.	厚膜胞子発芽率 (%)	発病株率 (%)			土壌pH
		1作	2作	3作	
1	14.8	33.3	93.6	96.7	6.50
2	31.6	60.0	86.7	—	5.85
3	57.1	62.1	53.3	—	5.15
4	30.1	65.5	86.7	—	5.85
5	71.1	83.9	93.6	—	4.95
6	27.4	68.8	58.1	—	6.30
7	6.6	28.1	58.6	96.7	6.90
8	61.0	48.4	100.0	93.8	5.25
9	24.3	37.9	66.7	100.0	6.50
10	52.8	93.8	96.8	—	5.65
11	51.9	33.8	100.0	100.0	5.60
12	57.6	93.3	100.0	100.0	5.70
13	28.0	23.3	37.9	77.4	6.30
14	47.2	74.2	100.0	—	5.60
15	37.6	93.8	96.8	—	5.90
16	67.2	43.8	96.7	100.0	5.70
17	36.6	26.7	64.5	96.9	6.05
18	32.8	75.9	29.0	80.0	6.25
19	59.1	87.1	100.0	—	5.20
20	19.4	32.3	83.9	93.6	6.25
21	40.3	90.3	87.5	—	5.55
22	7.3	25.8	87.1	93.8	6.95
23	45.6	96.8	100.0	—	5.80
24	79.9	83.9	100.0	—	5.35
25	43.2	79.3	100.0	—	5.35
C	77.1	93.3	100.0	100.0	5.05
M	17.3	—	—	—	6.60

表3 発病株率の低い土壌と高い土壌における交換性陽イオン含量と pH ならびに胞子発芽率

供試土壌No.	pH (H ₂ O)	交換性陽イオン			CEC me/100g	胞子発芽率 (%)
		Ca me	Mg me	K me		
5	4.95	7.7	1.1	1.1	29.08	71.1
19	5.20	8.0	2.3	0.9	31.88	59.1
C	5.05	2.5	0.2	0.1	15.40	77.1
7	6.90	20.8	4.2	1.1	38.45	6.6
13	6.30	11.3	3.6	1.5	25.17	28.0
22	6.95	19.4	3.6	1.2	40.83	7.3

図1 完熟牛ふん堆肥施用が発病抑止土壌(M)と発病非抑止土壌(C)の発病に及ぼす影響

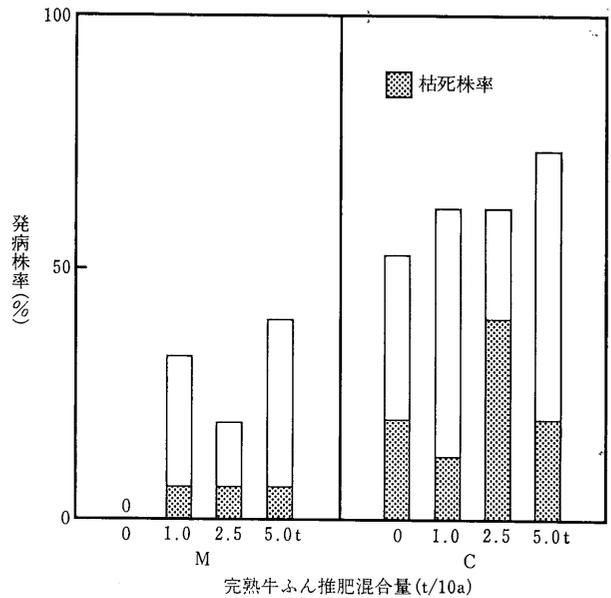


表4 発病抑止土壌および発病非抑止土壌における微生物の相対的生育

微生物	発病非抑止土壌	発病抑止土壌
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	—	+
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	—	—
<i>Corynebacterium michiganense</i> path. pv. <i>michiganense</i>	+	‡
<i>Pseudomonas solanacearum</i>	+	+
<i>Streptomyces scabies</i>	—	‡‡
<i>Rhizoctonia solani</i>	+	+

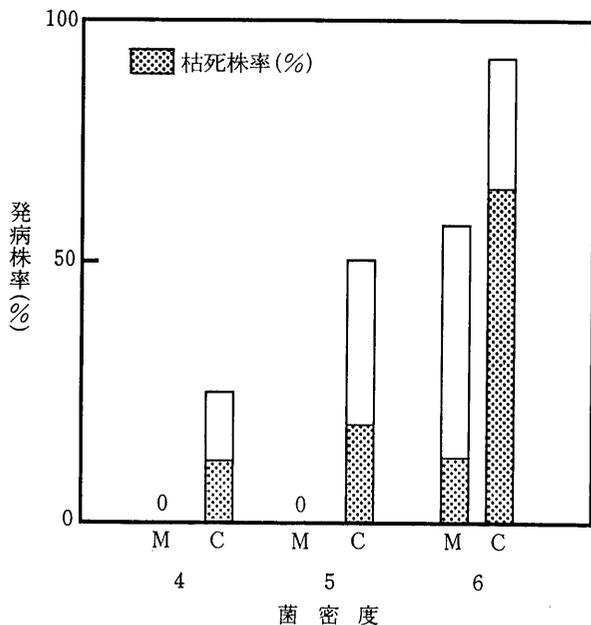
(—:生育せず, +:増殖, 生育する, ‡:増殖, 生育が良好, ‡‡:生育, 増殖が極めて良好)

がよく, 本土壌は有用微生物の増殖に極めて好適な環境を有している土壌と判断される。

3) 病原密度と発病抑止性

発病抑止土壌(M)及び発病非抑止土壌(C)に病原菌密度が1g生土当たり 10^4 , 10^5 , 10^6 となるように調整して, 各土壌の発病株率を調査した。図2に示したように, 病原菌密度と発病株率は正の相関関係を示した。病原菌密度 10^4 , 10^5 レベルでは両土壌間に顕著な発病差が認められるが, 10^6 になると両土壌間における発病差が小さくなり, 発病抑止土壌といえども病原菌が高いときにはその発病抑止性が十分発揮できないことを示してい

図2 発病抑止土壌(M), 発病非抑止土壌(C)での病原菌密度と発病株率の関係 (菌密度4: 10⁴, 5: 10⁵, 6: 10⁶)

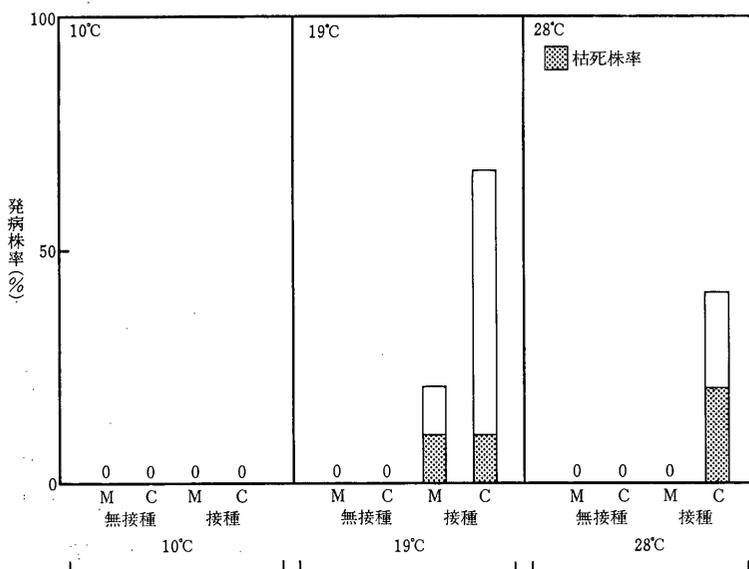


る。

4) 栽培時期

三浦地域でのダイコンの播種は9月中旬頃に行われ、その後の栽培期間中は日毎に温度が下がっていく。ダイコン萎黄病は地温が高いと発病しやすく、低くなれば発病が少なくなる傾向にある。

図3 地温が発病抑止土壌(M)と発病非抑止土壌(C)の発病に及ぼす影響



そこで、地温をコントロールした条件下で両土壌の発病を比較した。試験結果は図3に示したように、温度が10°Cでは両土壌とも発病が認められず、19°Cでは発病非抑止土壌の発病が高いのに対し、発病抑止土壌では発病が低かった。28°Cの発病非抑止土壌ではさらに発病が助長されると思われたが、この試験の結果では、接種の両土壌間において発病差が認められ、発病株率は19°Cよりやや劣った。

以上の2つの試験の結果は想定した通りではなかったが、個々の結果に考察を加えてみる。

(1) 土壌改良資材としてCa資材の長期施用は、病原菌側に病原菌発芽抑制効果があり、作物側には細胞壁のCa-pectate化による防御反応を構築させて病原菌の行動と侵入を抑制する効果を与えるものと推察された。これらが発病抑止性に関与している大きな要因と思われる。

(2) 完熟牛糞堆肥の施用は、直接的な発病抑止効果は認められなかったが、長年の連用により土壌微生物相が豊富になり、それらの微生物の活性化に伴って一般拮抗作用が誘起され、発病抑止性が発現する機構となっているようである。また、三浦土壌は細菌や放線菌が増殖しやすい好適な土壌環境を有しており、有用微生物の棲家としては極めて優れた環境をもっているといえよう。

(3) 栽培時期の温度試験結果では、温度が低くなる時期に播種する栽培体系は、病害を回避する上で有利となる大きな技術体系と思われる。しかし、三浦の発病抑止土壌といえども、土壌中の病原菌密度が高いとその発病抑止性が十分発揮できないことから、土壌と環境要因の関係を充分把握して、作物の選択、栽培体系を考える必要がある。

5) 圃場衛生

つぎに、三浦土壌の発病抑止性に重要な要因と思われる三浦野菜産地の圃場衛生について述べる。昭和50年頃三浦地域にキャベツ根こぶ病が初発生した。その時、農協は病原菌

図4 高円坊地域における発病畑分布 (昭和52年度)

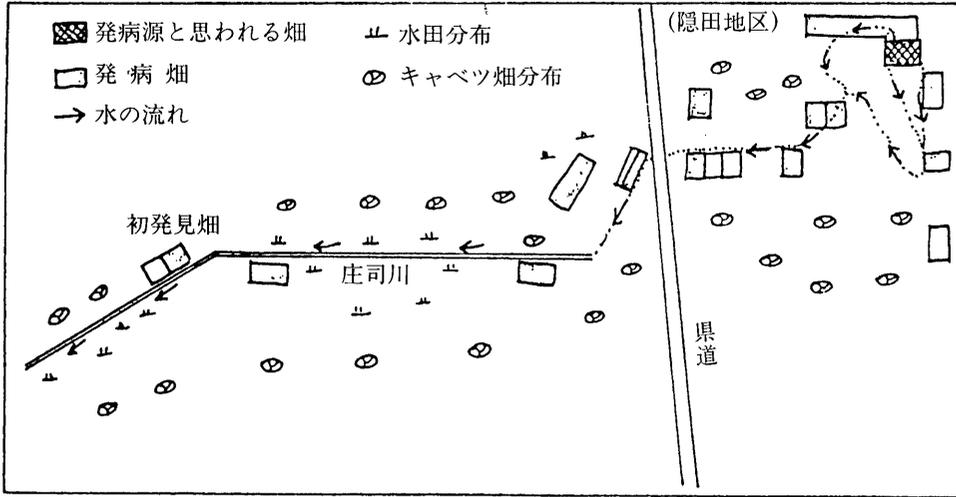
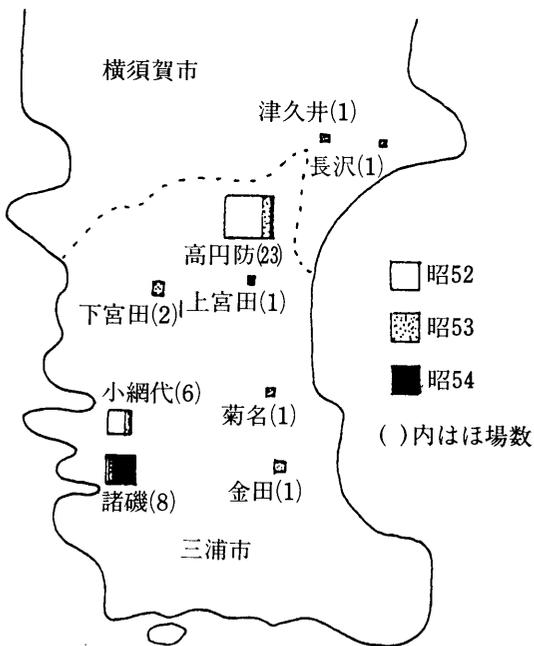


図5 三浦半島における根こぶ病の発生確認ほ場数と分布 (昭和52~54年)



の拡大防止対策として、まず、現地調査を行い、図4、5に示した調査結果に基づき、図6のような警告を農家に流した。具体的な対応として、(1)発病圃場を見つけるやすぐにその圃場の作物をその場で鋤込み、農薬処理等処理して病原菌の拡散を封じ込める作戦をとり、また、(2)その畑には当分寄主作物の作付けをさせず、さらに、(3)下流にある畑も同様の作物栽培を禁止した。このような防除対策はダイコン萎黄病が初発生したときにもとられている。これらの圃場衛生の徹底が産地全体の病原菌密度を上げさせない状況を維持し、病害発生を回避している大きな要因であると考えられる。

6) 発病抑止土壌の組成を分画してみると？

上述の諸結果を用いて農業生態系内での発病抑止土壌についての意義付けを試みてきたが、さらに視点を変えて検討を加えてみる。すなわち、発病抑止土壌(M)と発病非抑止土壌(C)を簡別法や

図6 各農家への警告

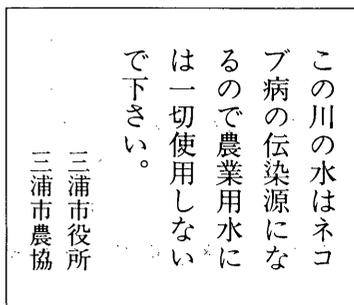


表5 遠心分離法による土壌組成の分画と発病抑止性

土壌の組成分画	発病非抑止土壌	発病抑止土壌
砂	84.7%	45.9%
シルト	70.1	17.4
粘土	85.0	6.5
原土	86.2	20.6

図7 篩別法による土壌の組成分画の発病抑止性

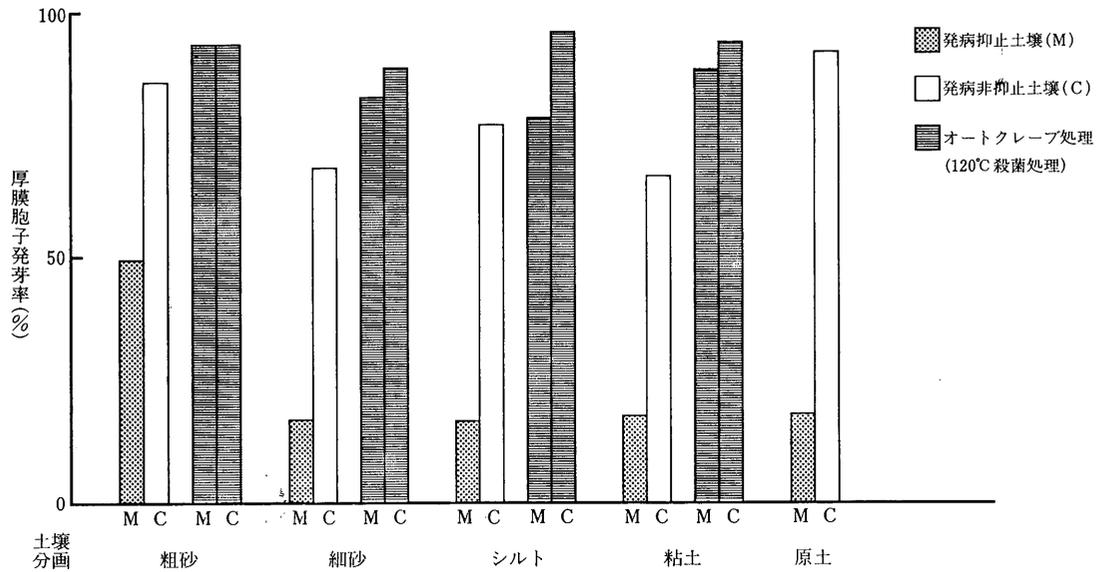


表6 篩別法による土壌組成の分画と微生物数ならびに拮抗微生物数

土壌組成分画	土 壤 微生物	発病非抑止土壌		発病抑止土壌	
		細菌(×10 ⁶)	放線菌(×10 ⁴)	細菌(×10 ⁶)	放線菌(×10 ⁴)
粗 砂		9.6(0)	0.8(0)	4.2(0.1)	0.7(0)
粘 土		72.7(1.8)	13.7(2.0)	145.9(0.6)	20.8(2.7)
原 土		22.8(2.0)	7.4(1.4)	29.8(0.8)	16.4(2.6)

注()は拮抗微生物数を示す。

遠心分離法で各土壌組成に分画して、各分画が厚膜胞子発芽に及ぼす影響について検討した結果を表5と図7に示した。表と図から分画方法が異なっても、発病抑止土壌の砂、シルト、粘土の分画はいずれも厚膜胞子の発芽を抑制し、とくに、粘土分画で顕著であった。そこで、これらの分画中の微生物密度を調査したところ、表6に示したように、発病抑止土壌、発病非抑止土壌ともに粘土分画において細菌、放線菌が多く、それらの微生物密度はとくに発病抑止土壌で顕著に高かった。このことは、これらの微生物が発病抑止性に関与している可能性が高いことを示しているものと思われる。

おわりに

このような結果をみると、三浦地域のダイコン萎黄病に対する発病抑止土壌には土壌固有の発病抑止性が存在するように感じられる。しかし、未

耕地土壌であるNo.24とNo.25土壌をみると、厚膜胞子発芽に対して、前者は抑制能力がないが、後者の土壌は抑制している。一方、発病抑止性は未耕地の両土壌ともに有せず、耕地化されるにつれて発現してきている。このように、発病抑止土壌は固定的な性質ではなく、環境要因によって大きく左右される。これらのことから考察すると、発病抑止性は後天的な要因によって構築されたものと思われる。今後、農業生態系の中で詳細に検討することが重要と考えられる。

いずれにしても、土壌くん蒸剤の使用が制限されつつある今日、これらの現象を解明することが、生物防除技術の開発や省農薬の病害防除体系の確立に大きく貢献するものと思われる。環境に優しい病害防除技術の確立が1日も早くくることを祈念しながら文責を終らせていただきたい。