

コマツナ炭そ病に関する研究

堀江博道・菅田重雄・阿部善三郎*

目 次

緒 言	191
I. 発生状況	191
1. 病 徵	191
2. 発生分布	191
3. 年間発生消長	191
4. アブラナ科野菜における炭そ病の発生状況	192
(1) コマツナ品種における発生状況	192
(2) 「中国野菜」を含む各種アブラナ科野菜における発生状況	194
II. 病原菌	197
1. 形 態	197
(1) コマツナ炭そ病菌の形態	197
(2) コマツナ炭そ病菌とアブラナ科野菜から分離された炭そ病菌の形態比較	201
2. 宿主範囲	203
(1) 「中国野菜」を含む各種アブラナ科植物に対する病原性	203
a. アブラナ科植物に対する病原性	203
b. アブラナ属「中国野菜」に対する病原性	205
(2) アブラナ科以外の野菜、花きおよび樹木類に対する病原性	206
(3) 各種アブラナ科野菜から分離された炭そ病菌のコマツナに対する病原性	206
(4) アブラナ科以外の植物から分離された炭そ病菌のコマツナに対する病原性	206
3. コマツナ炭そ病菌の感染および発病	210
(1) 感染および分生子層形成	210
(2) 分生子濃度と発病	210
(3) 温度と発病	213
(4) ぬれの時間と発病	213
4. コマツナ炭そ病菌の培養的性質	213
(1) 菌そう生育および分生子形成	213
a. 各種培地上における菌そう生育および分生子形成	213
b. 温度と菌そう生育および分生子形成	214

* 現農林水産部

(2) 分生子の発芽生理	216
a. 分生子発芽時間	216
b. コマツナ葉汁液中における発芽	217
c. 温度と発芽	217
d. 付着器の形成	217
III. 防除	219
1. 各種薬剤による菌そう生育阻害	219
2. 各種薬剤による分生子発芽阻害	220
3. 薬剤防除	222
VII. 考察	223
摘要	227
引用文献	227
Summary	229
図版説明	231
図版	233

緒 言

東京都のコマツナ生産は1983年(昭和58年)には栽培面積805ha、生産量17,872t、生産額34億円に達し、東京中央卸売市場の入荷量の54~78%(年平均64%)を占有する(東京都労働経済局 1985)。コマツナの主要産地は江東地区(江戸川区、葛飾区および足立区)で、東京都における栽培面積の58%を占めている。この地域でのコマツナ栽培は、露地あるいはハウスで周年行なわれており、作期が短いため、同一畠で年5~8回作付けされる。とくに最盛期の6~9月には数日~1週間間隔で小面積に播種され、20~30日後、連日、収穫、出荷される。

現在、江東地区のコマツナ生産において問題となる病害は、白さび病と炭そ病である。白さび病は1975年6月に江東地区および城南地区(世田谷区、大田区)のコマツナ産地に多発して以来常発し、大きな被害を与えてきたが、病原菌の生態等が解明され(堀江・菅田 1980)、現在登録へ向けて有効農薬が探索されている。一方、炭そ病は1974年9月に都区内の各産地で発生して以来、白さび病の発生がおさまる夏季に、しばしば大きな被害をもたらすようになった。しかし、コマツナ炭そ病およびその病原菌については今日までほとんど研究されていないので、本病の防除方法を明らかにするために、種々の検討を行なった。なお一部の成果についてはすでに公表した(阿部 1986; 堀江・菅田 1981, 1982, 1984; 堀江ら 1982)。

本文に先立ち、種々の御助言および御援助をいただいた東京都農業試験場飯鳴 勉博士、平野寿一氏(現農林水産部)、金丸日支男氏、同江戸川分場小菅悦男氏、高橋洋二氏、木村美鶴氏および東京都中央農業改良普及所各位、走査型電子顕微鏡による観察に便宜をはかっていただいた筑波大学柿島 真博士、また、貴重な菌株の分譲に労をとられた農林水産省農業環境技術研究所浜屋悦次博士、佐藤豊三博士、同林業試験場小林享夫博士に厚く御礼申し上げる。

I. 発 生 状 況

コマツナ炭そ病の発生状況については今まで報告されていない。本章ではコマツナ炭そ病の病徵、発生分布、年間発生消長、およびコマツナ炭そ病常発畠に栽培したコマツナ品種、「中国野菜」を含む各種アブラナ科野菜における炭そ病発生状況について検討する。

1. 病 徵

炭そ病は主に葉身に発生するが、被害の激しい場合には中肋や葉柄にも認められる。葉身では発病初期に淡緑色、淡灰緑色~青白色、水浸状の小円斑を形成する。やがて病斑部はくぼみ、周縁は明確となり、径1~2mm、淡灰褐色~淡灰黄色の小円斑となる(図版I-1)。病斑が集中して多数形成されると病斑周辺部から黄化が進み、葉枯れ状となる。多湿時には病斑部が破れ、脱落することがある(図版I-2)。中肋や葉柄の病斑は葉脈に沿って長さ2~8mm、淡灰褐色~黒褐色、紡錘状となり、ややくぼむ(図版I-3)。降雨等により高湿度状態が続くと、病斑上に病原菌の菌体(分生子層、分生子など)を生ずるが、微小なため、肉眼あるいはルーペでは認め難い。

2. 発生分布

コマツナ炭そ病は1974年9月に我国で初めて江戸川区および大田区で発生し、大きな被害が認められた。その後、本病は葛飾区、足立区、世田谷区などで相次いで発生が認められ、都区内のコマツナ生産地に広く蔓延した。コマツナ栽培の歴史が浅く、産地化が進んでいない多摩地区では、本病は問題となっておらず、1987年に立川市の一帯の畠で発生が初確認されたが、被害は小さかった。なお施設栽培では本病の発生はほとんど認められず、炭そ病は露地栽培特有の病気といえる。

3. 年間発生消長

試験方法

1980年7月から1984年12月に、コマツナ炭そ病の発生消長を調べた。江戸川分場内のコマツナ連作畠を1×2mまたは1×5mに区切り、冬季は1か月間隔、その他の時期は10日~2週間間隔にコマツナ(品種: 晩生大葉小松菜、トキタ種苗)を4条直播した。施肥などの栽培方法は東京都の栽培基準に拠った。播種後20~65日を経た収穫適期に20~40株を任意に抜き取り、各株とも最外葉から4枚、1区当たり80~160枚について発病程度を調査し、発病株率、発病葉率、発病度を求めた。発病程度は病斑発生数により、0:無発生、1:少発生、2:中発生、3:多発生、4:甚発生の5段階に区分して表わし、発病度は次式により算出した。発病度=Σ(階級値×階級値に属する葉数)×100/調査葉数×4。なお同時期の白さび病の年間発生消長についても炭そ病の場合と同様に調査した。気温および降水量は江戸川分場内の観測値を使用した。

結果

1980年から1982年における炭そ病および白さび病の年間発生消長、並びに同時期の旬平均気温と旬合計降水量および旬平均気温の平年値を図1に示した。

炭そ病は、1980年には、6月下旬から発生し始め、7～9月の収穫時には73～100%の株が発病し、特に8月下旬収穫区（7月24日播種）では発病株率100%，発病葉率93%，発病度68と、激しい被害を生じた。10月初旬収穫区（9月1日播種）および10月中旬収穫区（9月12日播種）では発病葉率が3～4%と低かったが、11月上旬収穫区（9月22日播種）では発病株率88%，発病葉率50%と被害が大きかった。1981年には6月中旬から激しい発病を認め、6月下旬収穫区（5月22日播種）では98%の株が発病し、発病葉率も60%と高かった。その後7月下旬および8月上旬収穫区（6月29日および7月10日播種）では発病がやや抑制された。しかし9～10月上旬の収穫区（8月10日～9月1日播種）では発病株率83～100%，発病度24～40と激しい発病を認め、12月中旬収穫区（10月12日播種）でも発病葉率13%と冬季としては高かった。1982年には5月下旬から発生し始め、徐々に発病が増加して8月上旬収穫区（7月21日播種）では発病株率100%となった。8月中旬収穫区（7月30日播種）では発病が減少したが、9～10月には再び発病が増大し、被害をもたらした。12月中旬収穫区（10月21日播種）でも病葉率3%であった。以上3年間の調査結果を総括すると、炭そ病は5月下旬～6月下旬に発生し始め、夏季から秋季に激しい被害をもたらし、厳寒期および春季には発生しないことが明らかとなった。なお、12月収穫区での発病葉は11月上旬までに発病したもので、11月中旬以降の病気の進展は認められなかった。なお1983年および1984年のコマツナ炭そ病年間発生消長もほぼ同様であった。

炭そ病菌のコマツナへの感染から病斑形成までの潜伏期間は、接種試験によると3～7日間である（Ⅱ章参照）。これを考慮して旬平均気温と発病の関係を見ると、炭そ病初発生期の5月中旬から6月上旬は平均気温18～21℃，7月中旬～9月下旬の多発生期は20～28℃であった。秋季、気温が15℃付近以下になると発生は急激に減少し、それ以下の気温では新たな病気の発生は認められなくなる。本病が終息する11月中旬の気温は12℃である。

降水量と炭そ病発生の関係についての詳細は不明確であるが、観察結果より、上記気温の範囲であれば、降雨が短時間でも、葉面が数時間ぬれていれば発病できると

考えられた。しかし降雨がなく葉面がぬれない場合には、伝染源が近接していても、発病は認められなかった。たとえば、1981年7月下旬および1982年8月収穫区では気温が十分高いのにかかわらず炭そ病発生は著しく低い。これは生育期に晴天が続いたため初期感染が遅れたことが原因と判断される。また1980年10月上旬収穫の区で発病が少なかったが、これも降水量が少なかったためと思われる。事実、これらの区を収穫適期である調査日以降の降雨から7～10日を経過して再調査したところ、発病葉率40～68%と顕著に発病を認めた。

白さび病の発生消長は調査年によりやや異なったが、一般的に3月下旬から7月まで多発し、夏季の高温時には発生が抑制されるが、秋季に再び多発し、12月の収穫期にもわずかながら認められる。このため、炭そ病と白さび病が併発する畑では、3月下旬から12月初旬まで、連続して病気が発生することが明らかとなった。

4. アブラナ科野菜における炭そ病の発生状況

(1) コマツナ品種における発生状況

市販のコマツナ28品種を供試し、畑における炭そ病の発生状況を調査する。また、炭そ病とともに被害の大きい白さび病についても品種間差異を検討する。

試験方法

炭そ病 試験1：表1に示した品種を、江戸川分場内の炭そ病が常発するコマツナ連作畑に栽培した。1区0.5×3m, 2条直播、3連制とし、1980年6月26日播種、7月25日に発病調査を行ない、その他の調査方法は前項に準じた。試験2：試験1に準拠し、1981年6月29日播種、7月27日に同様に調査した。

白さび病 試験1：前項に準拠し、江戸川区大杉、木村 清氏畑で1980年5月29日播種、6月23日調査した。試験2：試験1に準拠し、江戸川分場内の白さび病常発畑で、1980年5月29日播種、6月21日調査した。

結果

炭そ病 供試したコマツナ品種すべてに炭そ病が発生し、本病に対して高い抵抗性を示す品種は認められなかった（表1）。試験1では卯月小松菜、四季緑小松菜、東京あおなが比較的の発病が少なく、みすぎ小松菜、晩生小松菜（丸葉大晩生）、新晩生小松菜は発病が多かった。試験2では東京あおな、東京晩生小松菜が比較的の発病が少なく、城南小松菜、緑水小松菜、丸葉小松菜は発病が多かった。2回の試験を通して東京あおなが発病が少なかったが、他の品種ではばらつきが多く、一定した傾向は得られなかった。

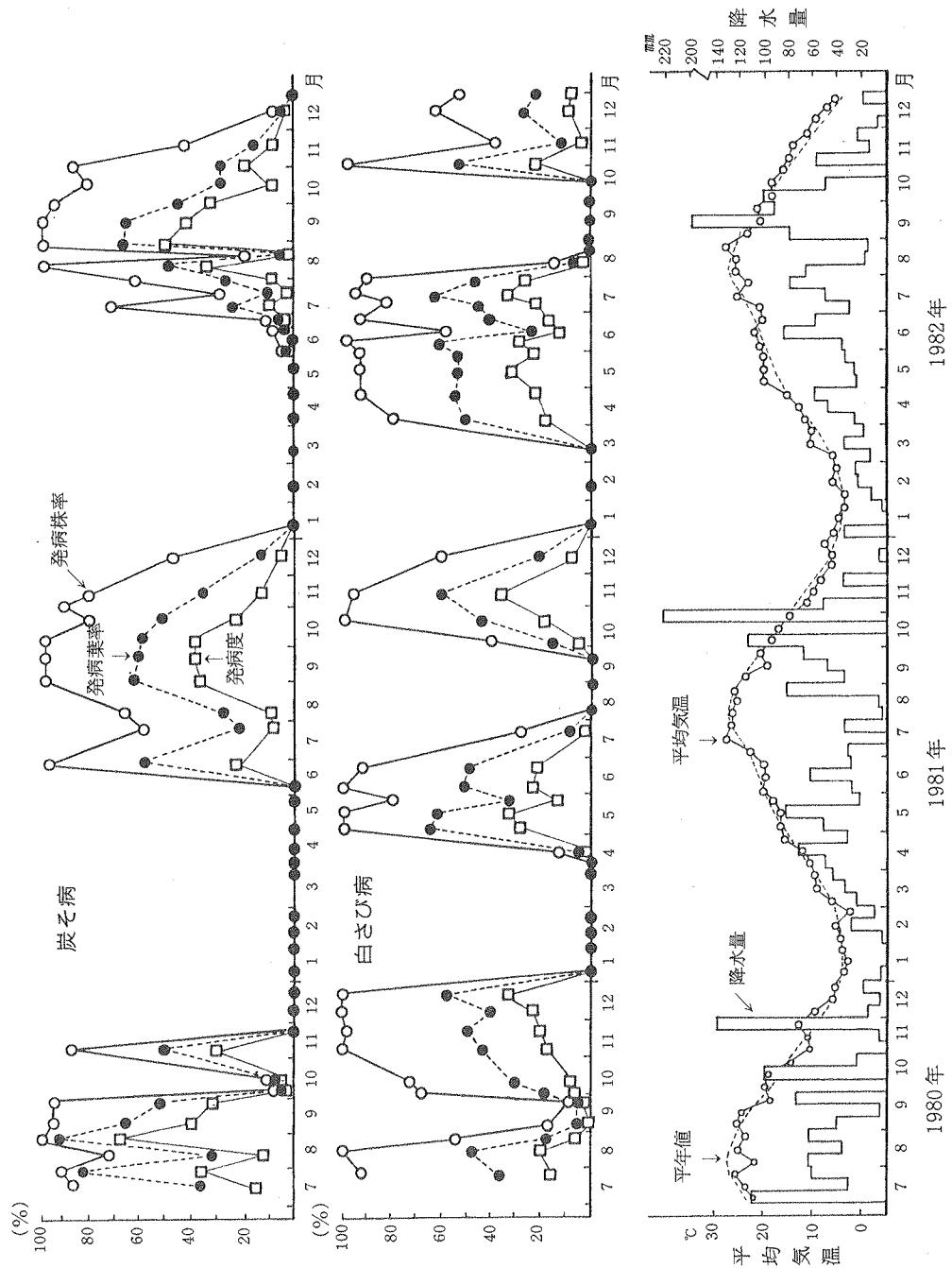


図1 コマツナ炭そ病および白さび病の発生消長

表1 コマツナ品種における炭そ病および白さび病発生状況

品種(入手先)	炭そ病						白さび病					
	試験1			試験2			試験1			試験2		
	発病株率	発病葉率	発病度									
晩生小松菜(大和農園)	85%	33%	18	82%	44%	17	83%	46%	16	43%	15%	5
晩生四季籾小松菜(後関種苗)	97	46	20	63	30	9	90	50	20	50	20	6
晩生黒葉冬綠小松菜(石塚種苗)	93	41	18	57	35	12	86	40	14	50	16	4
中生小松菜(石塚種苗)	95	46	20	72	35	11	98	55	21	47	14	4
緑水小松菜(石塚種苗)	100	46	23	85	53	22	98	52	20	43	14	4
四季綠小松菜(石塚種苗)	92	37	14	80	40	14	83	30	11	43	16	4
東京あおな(カネコ種苗)	93	35	15	48	18	6	91	46	16	58	20	6
やよい小松菜(協和種苗)	93	39	15	70	38	16	89	41	15	49	19	6
卯月小松菜(協和種苗)	78	22	7	60	28	11	82	49	21	63	23	7
晩生小松菜(みかど育種農場)	97	39	16	75	35	12	79	35	11	43	13	4
早生小松菜(日本農林社)	88	43	21	70	39	17	56	30	11	28	10	3
交配早生小松菜(日本農林社)	92	39	16	73	38	15	97	58	24	39	15	4
黒水菜(日本農林社)	93	40	17	78	41	15	99	57	22	64	24	7
城南小松菜(日本農林社)	100	45	22	88	56	24	70	38	14	53	20	6
東京晩生小松菜(日本農林社)	97	41	18	38	21	7	71	33	12	47	20	7
馬込小松菜(日本農林社)	95	38	18	70	33	11	40	19	5	23	7	2
丸葉小松菜(日東農産種苗)	95	41	17	88	44	17	97	58	21	45	15	5
晩生小松菜(日東農産種苗)	95	42	21	63	28	9	74	34	11	37	15	4
丸葉小松菜(坂田種苗)	95	43	21	57	32	10	52	27	11	44	19	6
みすぎ小松菜(坂田種苗)	97	50	30	78	40	14	93	57	20	72	28	9
早生小松菜(トキタ種苗)	95	42	18	65	34	11	68	42	19	54	20	6
晩生大葉小松菜(トキタ種苗)	95	42	19	77	36	13	76	45	19	57	20	6
東京黒水菜(トキタ種苗)	90	42	18	72	34	10	74	42	18	60	30	10
新丸葉小松菜(トキタ種苗)	85	35	17	52	24	8	76	33	11	33	11	3
晩生小松菜(丸葉大晩生)(東京種苗)	98	48	24	63	28	10	89	42	14	37	12	4
小松菜(丸葉)(東京種苗)	95	44	21	83	35	11	89	43	15	34	13	4
新晩生小松菜(東京種苗)	97	44	23	77	39	13	78	39	12	43	15	6
丸葉早生小松菜(ヤマト種苗農具)	93	38	18	52	22	8	57	30	11	48	17	5

白さび病 供試したコマツナ品種すべてに白さび病が発生した(表1)。本病に対して高い抵抗性を示す品種は認められなかったが、両試験を通じて、馬込小松菜は比較的の発病が少なかった。試験1と試験2は同時期の試験であるが、白さび病常発畠に栽培した試験2では、コマツナを連作していない畠に栽培した試験1に比べて激しい発病が認められた。

(2) 「中国野菜」を含む各種アブラナ科野菜における発生状況

江東地区ではコマツナ以外に各種のアブラナ科野菜が生産され、また近年、「中国野菜」も導入または試作されている。本項ではコマツナ以外のアブラナ科野菜の炭そ病発生状況を調査する。

試験方法

試験1 表2に示した市販のアブラナ科野菜^{*} 8種23品種を供試した。江戸川分場畑に、1982年8月31日に播種し、10月13日に調査した。調査時に常法により病斑部から病原菌を分離した。その他の試験方法は前項に準じた。

試験2 表3に示したアブラナ属5種3変種に属す22品種の「中国野菜」、および対照として従来から江戸川

区などで栽培されているアブラナ属野菜4種12品種を供試した。江戸川分場畑に1区1×2m、4条直播、無反復として、1980年8月15日に播種し、9月23日に前項の方法に従って調査した。発病した品種では病斑部から、無発病の品種では外観健全部からそれぞれ組織分離を行ない、病原菌または潜在している菌類の検出を試みた。

なお栽培管理は江戸川分場園芸研究室で行なった。

表2 各種アブラナ科野菜における炭そ病発生状況

品 種	発 病 株 率	発 病 葉 率	発 病 度	分 離
ハクサイ (Brassica pekinensis)				
長岡交配三宝白菜	48%	15%	5	+
長岡交配無双白菜	70	23	8	+
春蒔結球白菜	92	37	13	+
長岡交配新あづま山東白菜	97	47	23	+
丸葉山東菜	78	28	9	+
タイサイ (B. chinensis)				
雪白体菜	83	29	9	+
早生あぶら菜	78	26	9	+
カブナ (B. rapa)				
晩生大葉小松菜	85	28	10	+
野沢菜	92	37	18	+
極早生金町小蕪	82	28	8	+
長岡交配早生大かぶ	95	43	21	+
キヨウナ (B. japonica)				
サカタ交配綠扇2号京菜	92	38	15	+
新磯子京菜	77	27	7	+
丸葉壬生菜	69	21	7	+
カラシナ (B. cernua)				
葉からし菜	60	20	6	+
タカナ (B. juncea)				
本場広茎三池高菜	47	17	4	+
メキャベツ (B. oleracea var. gemmifera)				
長岡交配早生子持甘藍	10	3	1	+
ダイコン (Raphanus sativus)				
晩生巨大桜島大根	20	6	2	+
花知らず早太り時無大根	17	6	2	+
純白茎亀戸大根	75	28	11	+
耐病豊産赤筋大根	58	19	7	+
かいわれ大根	90	42	24	+
廿日大根雪小町	58	24	9	+

表3 アブラナ属「中国野菜」における炭そ病発生状況

品種 ¹⁾ (入手先)	発病 株率	発病 度	分離	品種 (入手先)	発病 株率	発病 度	分離
1 36号大白菜 (後関種苗)	100	63	+	18 扁甲芥菜 (台湾農業公司)	0	0	-
2 7419号大白菜 (後関種苗)	100	61	+	19 芥藍白心 (タキイ種苗)	0	0	-
3 抱大青大白菜 (後関種苗)	100	63	+	20 芥藍 (坂田種苗)	0	0	-
4 小青口大白菜 (後関種苗)	100	46	+	21 金門結頭菜 (台湾農業公司)	0	0	-
5 小白口大白菜 (後関種苗)	100	49	+	22 黄金芥藍 (台湾農業公司)	0	0	-
6 青麻叶 (後関種苗)	100	34	+	23 都花心白菜 (タキイ種苗)	95	43	+
7 黄金白菜 (美濃屋種苗)	100	66	+	24 丸葉山東菜 (小野種苗)	100	26	+
8 紅菜苔 (坂田種苗)	100	41	+	25 切葉山東菜 (坂田種苗)	100	54	+
9 六十天油菜 (台湾農業公司)	25	9	+	26 春蔥新山東菜 (坂田種苗)	100	84	+
10 全年心 (後関種苗)	0	0	-	27 ベカナ (後関種苗)	100	56	+
11 二月慢 (後関種苗)	30	8	+	28 大阪シロナ (日本農林社)	90	29	+
12 稷脚黃 (後関種苗)	100	44	+	29 唐菜 (シントリ) (後関種苗)	100	41	+
13 双白梗 (後関種苗)	40	13	+	30 青糸しんとり (後関種苗)	90	26	+
14 青軸パクチョイ (坂田種苗)	35	9	+	31 けんさき (まな) (後関種苗)	100	66	+
15 黒叶 (後関種苗)	15	5	+	32 雪白体菜 (美濃屋種苗)	100	59	+
16 奶白 (後関種苗)	20	8	+	33 黄からし菜 (後関種苗)	0	0	-
17 中国パクチョイ (坂田種苗)	100	59	+	34 平茎タカナ (後関種苗)	0	0	-

注) 1 品種1~22は「中国野菜」; 1~7および23~31はハクサイ類 (*Brassica pekinensis*), 8~10は *B. parachinensis*, 11~17および32はタイサイ類 (*B. chinensis*), 33はカラシナ類 (*B. cernua*), 18および34はタカナ類 (*B. juncea*), 19および20は *B. oleracea* var. *alboglabra*, 21は *B. o. var. gonogyloides*, 22は *B. o. var. acephala*.

結果

試験1 供試したハクサイ, タイサイ, カブナ, キヨウナ, カラシナ, タカナ, メキャベツ, ダイコンの計23品種すべてに炭そ病が発生した(表2, 図版II-1~9, III-1~3)。品種による発病の差異は大きく, 同一種の中でも, 品種による差異が認められた。かいわれ大根, 新あづま山東白菜, 早生大かぶは発病が多く, 本病に対して感受性の高いグループに入り, 早生子持甘藍, 桜島大根, 時無大根は発病が少なかった。病斑部からは高率に炭そ病菌が分離された。

試験2 「中国野菜」のうち, ハクサイ類およびタイサイ類は全品種が発病した(表3, 図版III-4~10)。*Brassica parachinensis*は品種間で発病程度に著しい差異が認められた。一方, タカナ類および*B. oleracea*は発病が認められなかった。対照として供試した江戸川区などで從来から栽培されている品種ではハクサイ類および

タイサイ類は全品種が発病したが, カラシナおよびタカナは発病が認められず, 「中国野菜」の発病結果にはほぼ一致した。組織分離の結果, 病斑を形成したすべての品種から炭そ病菌が検出された。一方, 病徵が認められない品種からは炭そ病菌が分離されなかった。

* 本報告の供試植物のうち園芸作物の学名は園芸作物名編(園芸学会編 1979), 樹木類の学名は日本植物誌(大井 1983)に基づいたが, アブラナ属の学名は篠原・富権(1951)による生態種(ecospecies)を採用した。篠原・富権(1951)は総合種(enospecies)のツケナ(*Brassica campestris*)に生態種ハクサイ(*B. pekinensis*), タイサイ(*B. chinensis*), カブナ(*B. rapa*)およびキヨウナ(*B. japonica*)を, 同じくカラシナ(*B. juncea*)にカラシナ(*B. cernua*)およびタカナ(*B. juncea*)を含めている。園芸作物名編にはカブは*Bra-*

*ssica campestris*のrapifera group, キアウナは*Brassica campestris*のjaponica group, カラシナは*Brassica juncea*のcernua group, タカナは*Brassica juncea*のintegerrima group, ダイコンは*Raphanus sativus*のdaikon group, ハツカダイコンは同じくradicula groupと記載されている。

II. 病原菌

1. 形態

コマツナ炭そ病菌の形態に関する報告はないので、本病菌の形態的特徴を明らかにするとともに、コマツナ以外のアブラナ科野菜から分離された炭そ病菌との形態の異同を比較検討する。

(1) コマツナ炭そ病菌の形態

試験方法

炭そ病菌の分離 病斑切片を10%次亜塩素酸ナトリウム20~40倍溶液に30~60秒浸漬して表面殺菌し、ただちにPDA平板培地に移した。20℃で7~10日培養後、発生した分生子塊を殺菌水に浮遊させ、白金耳で素寒天平板培地に塗抹し、発芽分生子を単個分離し、PDA培地で培養した。また、一部の菌株は病斑切片から発生した菌糸の先端を切り取り培養した。

菌糸の形状 コマツナ炭そ病菌ABr1-5菌（表4）を供試し、素寒天およびPDA培地で培養した菌糸、および接種によりコマツナ病葉中を走る菌糸を観察した。葉組織はアルコール・ラクトフェノールにより脱色した。

分生子層の形状 ABr1-5菌をコマツナ葉に接種し、病斑を形成した病葉を23℃、高湿度下に1~2昼夜保持し、分生子層の形成を促し、その形態を観察した。

分生子の形状 コマツナ炭そ病菌ABr1-5菌、ABr2-2菌およびABr9-3菌を、PDA培地上で、20℃、散光下、2~3週間培養して、形成された分生子の形態を観察し、50個について大きさを測定した。ABr1-5菌についてはPDA、麦芽、CMA、V8ジュース、コマツナ葉煎汁、Waksman、Richards、Czapekの各種寒天培地（表18）に、20℃、1か月、あるいは10℃~35℃でPDA培地上に15日間、暗黒下に培養し、形成された分生子50個について培地、温度の違いによる形態の差異を検討した。

付着器の形状 ABr1-5菌を供試し、以下の方法で付着器を形成させ、その形態を観察し、大きさを測定した。1) コマツナ葉に分生子浮遊液を噴霧接種し、24時間高湿度下に保持した、2) 素寒天平板培地上にセロフ

アンを置き、分生子浮遊液を塗布し、20℃から30℃までの異なる温度で、ブラックライト蛍光灯（BLB）による近紫外線照射あるいは暗黒下に24時間培養した。

観察方法 通常は光学顕微鏡により観察したが、一部の観察には走査型電子顕微鏡を用いた。

結果

コマツナ炭そ病菌の形態は以下のとおりであった。

菌糸 PDA寒天培地上では、無色、明灰色または黒褐色を呈し、幅1.9~3.8μm、隔壁膜を有し、隔壁部でややくびれる。分岐するが、多くはない。しばしば黒褐色、幅3.2~3.8μmの厚膜菌糸を生じ、細胞がたる状にふくらみ、径5.1~6.4μmとなる。また、幅1.9~2.6μmの無色あるいは着色菌糸の途中の細胞が淡褐色~褐色、径5.1~7.7μm、球状~亜球状にふくらむことがある、これはしばしば連珠状となる。

分生子層（図版IV-1） 病斑の表裏両面に形成され、円状~不整円状、小型で、径8~14μm。培地上では子座等は確認できなかった。

剛毛（図版IV-2,3） 分生子層内および培地の菌そろ上に形成されるが、しばしば欠く。褐色~黒褐色、平滑、真直~ジグザグ状、2~3隔壁膜を有し、基部は膨らみ、先端へ向かって細くなる。長さ42~89.5μm、中位部の幅2.6~3.8μm。

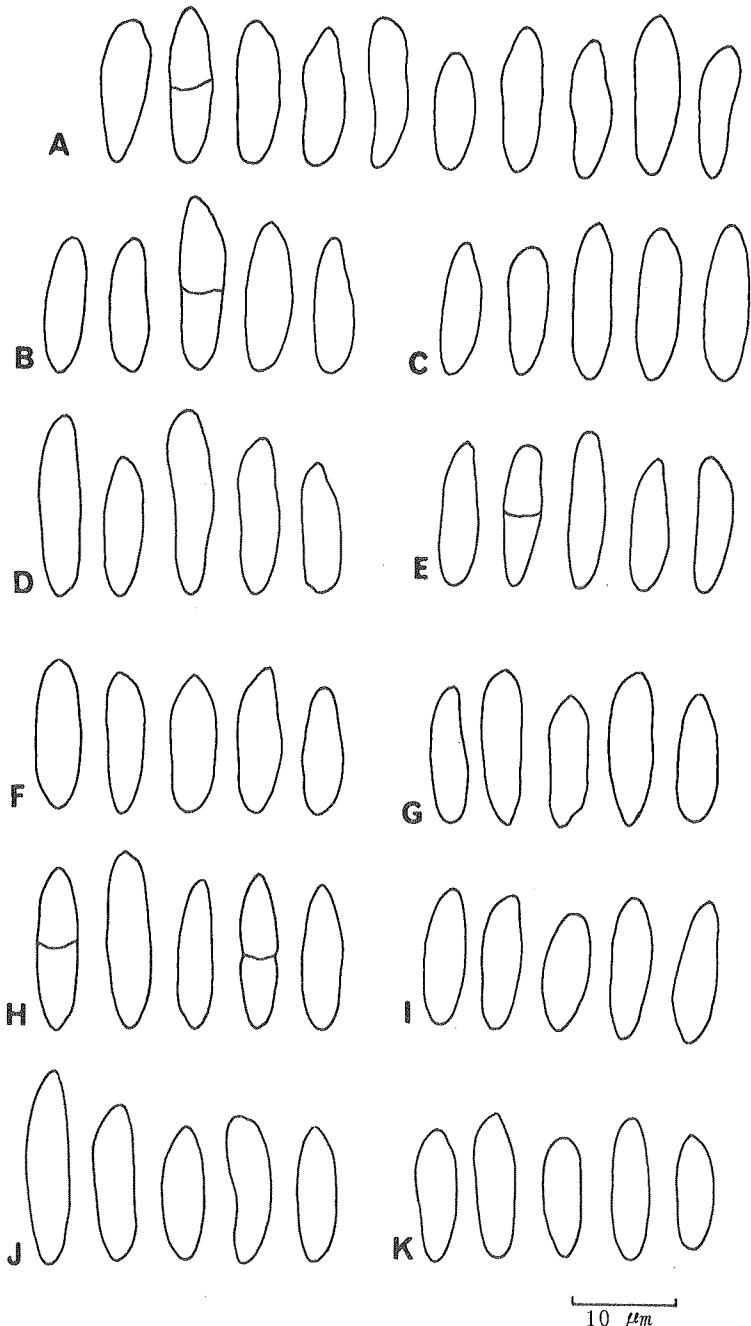
分生子（図2、図版IV-4） フィアロ型分生子で、無色、单胞、平滑、薄膜、真直~やや湾曲、紡錘状、長円状~米粒状、先端はやや先細り、鈍頭状を呈する。しばしば明瞭な油滴を有する。コマツナ葉に生じた分生子の大きさは8~15.5×2.5~3μm、PDA培地、20℃で形成された分生子の大きさは7~17.9×2.6~5.8μm、長さと幅の比2.63~3.76であった（表5,7）。ABr1-5菌は培地の種類の違いにより、形態には差異は認められなかつたが、大きさはRichards培地で一部小型の分生子を生じた。しかしその全体の範囲は5.1~18×1.9~6.4μmと大部分が互いに重複し、平均値の範囲は11.7~14.8×3.1~4.1μm、長さと幅の比の範囲3.02~4.00であった（表6）。10℃から35℃の異なる温度で培養した結果、各温度区とも大きさに変異はあるが、一定の傾向は認められず、全体の範囲7~20.5×2.6~5.8μm、平均値の範囲10.8~12.4×3.7~4.1μm、長さと幅の比の範囲2.76~3.10であった（表7）。以上の結果から、コマツナ炭そ病菌の分生子の大きさは変異に富むが、範囲と平均値は菌株の違いにより、また同一菌株であっても培養条件により、若干の差異を生ずるもの、分類学的所

表4 供試菌株 (1) アブラナ科野菜から分離された炭そ病菌

菌株名	宿主植物:品種(学名)	採集地	分離年月日	分離方法 ¹⁾
ABr1-5	コマツナ (<i>Brassica rapa</i>)	東京都江戸川区北篠崎	1980.10.6	分生子
ABr2-2	コマツナ:晩生大葉小松菜 (<i>B. rapa</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.10.6	分生子
ABr9-3	コマツナ:安藤早生小松菜 (<i>B. rapa</i>)	東京都立川市一番町	1987.9.2	単菌糸
199-4	ABr1-5菌をリンゴに接種し再分離			
ABr3-1	カブ:極早生金町小蕪 (<i>B. rapa</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABr3-5	カブ:極早生金町小蕪 (<i>B. rapa</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABCr1-2	カラシナ:葉からし菜 (<i>B. cernua</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABC1-1	タイサイ:二月慢 (<i>B. chinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABC1-3	タイサイ:二月慢 (<i>B. chinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABC2-2	タイサイ:雪白体菜 (<i>B. chinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABC2-4	タイサイ:雪白体菜 (<i>B. chinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABC3-1	タイサイ:奶白 (<i>B. chinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABC4-1	タイサイ:矮脚黃 (<i>B. chinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABC5-1	タイサイ:青軸パクチョイ (<i>B. chinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABC6-2	タイサイ:雪白体菜 (<i>B. chinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABC7-4	タイサイ:早生あぶら菜 (<i>B. chinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABj1-2	キョウウナ:新磯子京菜 (<i>B. japonica</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABju1-2	タカナ:本場広茎三池高菜 (<i>B. juncea</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABo1-1	メキャベツ:早生子持甘藍 (<i>B. oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
ABA1-1	紅菜苔 (<i>B. parachinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp1-2	ハクサイ:ベカナ (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp2-3	ハクサイ:7419大白菜 (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp3-1	ハクサイ:都花心白菜 (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp4-1	ハクサイ:青麻叶 (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp6-2	ハクサイ:小白口大白菜 (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp8-1	ハクサイ:小青口大白菜 (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp9-1	ハクサイ:36号白菜 (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp10-1	ハクサイ:唐菜(青系シントリ) (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp12-1	ハクサイ:みずな(江東在来種) (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp15-2	ハクサイ:けんさきまな (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980.9.24	分生子
ABp22-3	ハクサイ:無双白菜 (<i>B. pekinensis</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子
AR2-2	ダイコン (<i>Raphanus sativus</i>)	東京都江戸川区北篠崎	1980.10.21	分生子
AR3-1	ダイコン (<i>R. sativus</i>)	東京都江戸川区北篠崎	1980.10.21	分生子
AR3-5	ダイコン (<i>R. sativus</i>)	東京都江戸川区北篠崎	1980.10.21	分生子
AR8-1	ダイコン:純白茎亀戸大根 (<i>R. sativus</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1982.10.13	分生子

注) 1. 分生子:発芽した分生子1個をPDA培地に移植、培養した。

単菌糸:菌糸の先端をPDA培地に移植、培養した。



- | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|
| A. ABr1-5 菌 (コマツナ分離) | B. ABr2-2 菌 (コマツナ) | C. ABr9-3 菌 (コマツナ) |
| D. ABc2-2 菌 (タイサイ) | E. ABj1-2 菌 (キョウナ) | F. ABju1-2 菌 (タカナ) |
| G. ABol-1 菌 (メキャベツ) | H. ABal-1 菌 (紅菜苔) | I. ABp2-3 菌 (ハクサイ) |
| J. ABp8-1 菌 (ハクサイ) | K. AR2-2 菌 (ダイコン) | 菌株の由来は表4参照 |

図2 アブラナ科野菜から分離された炭そ病菌分生子の形態

表5 アブラナ科植物から分離された炭そ病菌分生子の大きさ

菌株名	宿主植物:品種	長さ×幅	(平均)	長さ/幅	測定数
ABr1-5	コマツナ	10.2~16.6×2.7~5.1 μm	(13.8×3.8) μm	3.63	50
ABr2-2	コマツナ:晚生大葉小松菜	10.2~15.4×2.6~5.1	(11.8×4.0)	2.95	50
ABr9-3	コマツナ:安藤早生小松菜	9.0~17.9×3.8~5.8	(12.9×4.9)	2.63	50
199-4	ABr1-5菌をリンゴに接種	11.5~17.3×3.8~5.1	(14.1×4.7)	3.00	30
ABr3-1	カブ:極早生金町小蕪	11.5~16.6×3.2~4.5	(14.3×3.8)	3.76	30
ABr3-5	カブ:極早生金町小蕪	11.7~17.8×2.5~4.3	(14.4×3.7)	3.89	30
ABCrl-2	カラシナ:葉からし菜	7.7~15.4×2.6~4.5	(11.4×3.8)	3.00	30
ABC1-1	タイサイ:二月慢	9.0~19.2×3.2~5.1	(14.1×3.8)	3.71	30
ABC1-3	タイサイ:二月慢	10.2~19.2×2.6~4.5	(14.3×3.5)	4.09	60
ABC2-2	タイサイ:雪白体菜	12.3~27.1×2.5~5.5	(18.0×3.7)	4.86	30
ABC2-4	タイサイ:雪白体菜	11.5~24.3×2.6~6.4	(14.5×4.0)	3.63	60
ABC3-1	タイサイ:奶白	9.6~16.6×2.6~4.5	(14.3×3.7)	3.86	30
ABC4-1	タイサイ:矮脚黃	10.2~24.3×3.8~5.8	(16.0×4.5)	3.56	30
ABC5-1	タイサイ:青軸バクチヨイ	12.2~22.4×3.8~7.7	(16.5×4.7)	3.51	30
ABC6-2	タイサイ:雪白体菜	10.2~17.9×3.8~6.4	(13.6×5.0)	2.72	30
ABC7-4	タイサイ:早生あぶら菜	10.2~19.8×3.2~5.1	(14.6×3.9)	3.74	60
ABj1-2	キョウナ:新磯子京菜	10.9~15.4×3.2~5.1	(13.8×4.0)	3.45	30
ABju1-2	タカナ:本場広茎三池高菜	10.2~16.6×3.8~5.1	(13.6×4.7)	2.89	30
ABo1-1	メキャベツ:早生子持甘藍	10.2~12.8×3.8~5.1	(12.2×4.0)	3.05	30
ABA1-1	紅菜苔	12.8~16.6×2.6~3.8	(14.3×3.6)	3.97	30
ABp1-2	ハクサイ:ベカナ	10.2~16.6×3.8~6.4	(14.1×5.1)	2.76	30
ABp2-3	ハクサイ:7419大白菜	9.8~14.8×3.1~4.9	(12.9×3.8)	3.39	30
ABp3-1	ハクサイ:都花心白菜	11.1~15.4×3.1~4.9	(12.9×4.2)	3.07	30
ABp4-1	ハクサイ:青麻叶	9.2~16.0×3.1~4.9	(13.8×3.8)	3.63	30
ABp6-2	ハクサイ:小白口大白菜	9.8~17.2×3.1~4.9	(12.7×4.1)	3.10	30
ABp8-1	ハクサイ:小青口大白菜	11.7~19.1×2.5~4.3	(15.1×3.7)	4.08	30
ABp9-1	ハクサイ:36号白菜	12.8~16.6×2.6~3.8	(14.2×3.6)	3.94	30
ABp10-1	ハクサイ:唐菜(青系シントリ)	8.0~18.5×3.1~6.2	(12.5×3.9)	3.21	30
ABp12-4	ハクサイ:みずな	12.2~16.6×3.2~4.5	(14.2×3.7)	3.84	30
ABp15-2	ハクサイ:けんさきまな	9.6~17.3×3.8~5.8	(14.0×4.2)	3.33	30
ABp22-3	ハクサイ:無双白菜	11.5~16.6×3.8~6.4	(13.7×5.1)	2.69	30
AR2-2	ダイコン	7.7~16.6×3.2~5.1	(11.9×3.8)	3.13	30
AR3-1	ダイコン	11.5~15.4×3.2~5.1	(13.7×4.2)	3.26	50
AR3-5	ダイコン	10.4~21.8×3.2~5.1	(14.6×4.2)	3.48	30
AR8-1	ダイコン:純白茎亀戸大根	7.7~15.4×3.8~5.1	(11.8×4.5)	2.62	30

表 6 各種培地上におけるコマツナ炭そ病菌分生子の大きさ

培地の種類	長さ×幅	(平均)	長さ／幅
P D A 培地	10.7 ~ 17.9 × 2.6 ~ 3.9 μm	(13.5 × 3.6) μm	3.75
麦芽寒天培地	9.0 ~ 14.7 × 2.6 ~ 5.1	(12.4 × 4.1)	3.02
C M A 培地	10.9 ~ 16.6 × 2.6 ~ 3.8	(13.3 × 3.6)	3.69
V 8 ジュース寒天培地	10.2 ~ 16.6 × 2.6 ~ 5.1	(14.0 × 3.5)	4.00
コマツナ葉煎汁寒天培地	11.5 ~ 16.6 × 2.6 ~ 3.8	(14.3 × 3.6)	3.97
Waksman 寒天培地	11.5 ~ 18.0 × 2.6 ~ 3.8	(14.8 × 3.7)	4.00
Richards 寒天培地	5.1 ~ 16.6 × 1.9 ~ 5.8	(11.7 × 3.1)	3.77
Czapek 寒天培地	10.9 ~ 16.6 × 2.6 ~ 6.4	(13.4 × 3.6)	3.72

表 7 培養温度とコマツナ炭そ病菌の大きさ

培養温度	長さ×幅	(平均)	長さ／幅
10 ℃	7.7 ~ 20.5 × 2.6 ~ 5.1 μm	(12.1 × 3.9) μm	3.10
15	7.0 ~ 14.1 × 2.6 ~ 5.8	(11.3 × 4.1)	2.76
20	7.7 ~ 16.6 × 2.6 ~ 5.8	(12.4 × 4.1)	3.02
25	7.0 ~ 15.4 × 2.6 ~ 5.8	(11.9 × 4.0)	2.98
30	9.0 ~ 12.8 × 2.6 ~ 5.1	(11.3 × 3.9)	2.90
35	7.0 ~ 14.1 × 2.6 ~ 5.1	(10.8 × 3.7)	2.92

属を左右するほどの大きな差異ではないことが明らかとなつた。

付着器(図3, 図版V-1~3) 葉組織上では発芽後ほとんど発芽管を伸長せず付着器を形成, または3~23 μm 伸長し, 形成する。円墳状に盛り上がり, 大きさ4.1~5 × 3.1~5 μm であったが, 走査型電子顕微鏡による観察のため, 色は不明である。素寒天培地上では淡褐色, 厚膜, 円状~長円状が多いが, しばしば棍棒状または心臓状を呈する。培養条件の違いによる大きさの差異はほとんど認められず, 全体の範囲5.1~9 × 3.8~6.4 μm , 平均値の範囲5.9~6.7 × 5~5.1 μm であった(表8)。

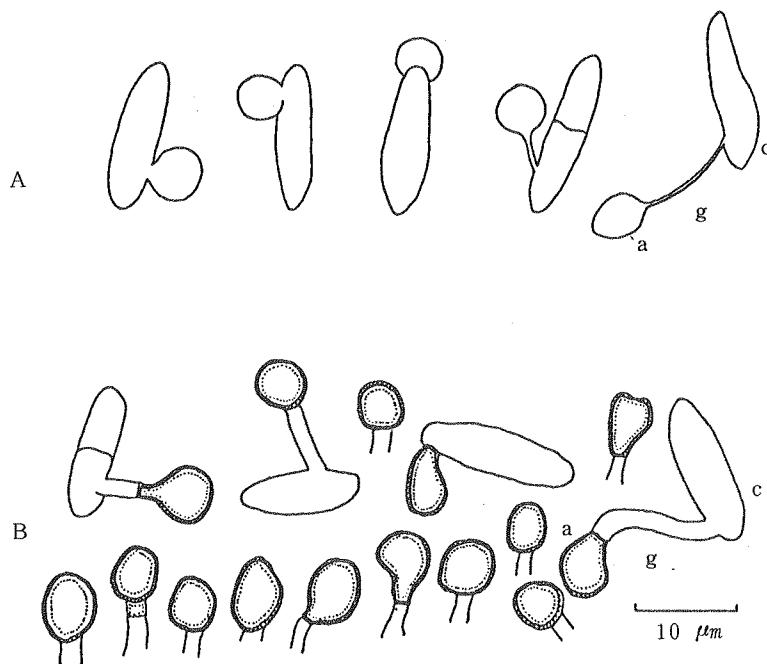
(2) コマツナ炭そ病菌とアブラナ科野菜から分離された炭そ病菌の形態比較

試験方法

表4に示した菌株を供試して, 前項に準じ, P D A 培地で培養し, 各菌株の分生子30~60個について大きさを測定するとともに, 分生子の形態を比較検討した。

結 果

表5にコマツナおよびアブラナ科野菜から分離された炭そ病菌分生子の大きさの範囲, 平均値, 長さと幅の比を記し, 図4に菌株別の分生子の長さおよび幅の平均値を座標に表わし, また図2に宿主植物のグループごとの代表菌株について分生子の形態を示した。コマツナ以外から分離された菌株の形状はいずれもコマツナ炭そ病菌とよく一致し, 大きさは菌株によってばらつきはあるものの, 大きさの範囲はコマツナ炭そ病菌と大部分が重なつた。すなわち全体の範囲7.7~27.1 × 2.5~7.7 μm , 平均値の範囲11.4~18.0 × 3.5~5.1 μm , 長さと幅の比2.62~4.86であった。宿主植物と分生子の形態の関係を分生子の平均値からみると, カラシナ分離菌が最小で, タイサイ分離菌が最大であったが, その間に, ハクサイ, ダイコン, コマツナ・カブ, 紅菜苔, キョウウナ, タカナ, メキャベツからそれぞれ分離された菌が連続的に位置し, 分生子の大きさによる宿主植物の属, 種, または生態種別にグループ分けはできなかつた。



A. モマツナ葉上(走査型電子顕微鏡による)

B. セロファン上(光学顕微鏡による)

a. 付着器, c. 分生子, g. 発芽管

図3 付着器の形態

表8 培養条件と付着器の大きさ

培養条件		大きさの範囲	(平均値)	測定数
温度	光線			
20 ℃	近紫外線	5.1 ~ 7.0 × 3.8 ~ 6.4 μm	(5.9 × 5.1) μm	30
	暗 黒	5.1 ~ 7.7 × 3.8 ~ 5.8	(5.9 × 5.0)	30
25	暗 黒	5.1 ~ 9.0 × 3.8 ~ 6.4	(6.1 × 5.1)	30
30	暗 黒	5.1 ~ 9.0 × 3.8 ~ 6.4	(6.7 × 5.1)	30

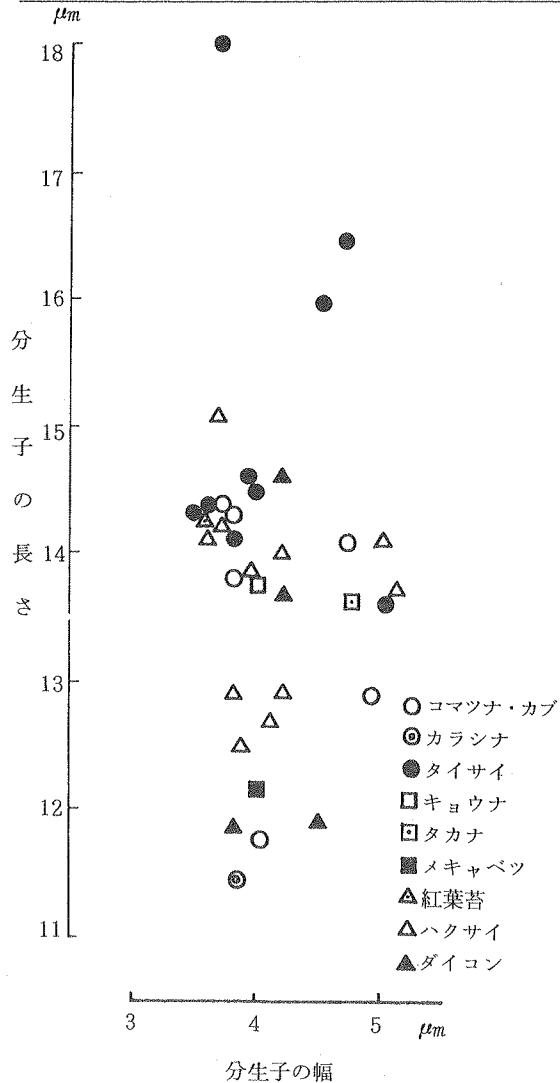


図4 アブラナ科野菜から分離された炭そ病菌分生子の平均値

上述したコマツナおよびアブラナ科野菜から分離された炭そ病菌の形態は Saccardo (1931), Scheffer (1950), および Sutton (1980)による *Colletotrichum higginsianum* Saccardo の記載とよく一致する。なお本病菌の分類学的所属については、次項の宿主範囲を含めて、IV章で論議する。

2. 宿主範囲

コマツナ炭そ病菌の宿主植物についての報告はない。本研究において、コマツナ炭そ病菌の接種により、アブ

ラナ科植物を含む各種野菜、花き、樹木類に対する本病菌の病原性の有無を明らかにするとともに、アブラナ科以外の植物から分離された各種炭そ病菌のコマツナに対する病原性の有無を調査する。

(1) 「中国野菜」を含む各種アブラナ科植物に対する病原性

a. アブラナ科植物に対する病原性 試験方法

表9に示した市販のアブラナ科野菜12種62品種をビニルポットに播種、育苗し、本葉2, 3葉期の幼苗を供試した。コマツナ炭そ病菌 ABr2-2 菌、および対照としてカブ分離菌 AB13-5 菌の分生子浮遊液（分生子 1.3×10^6 個/ml）を噴霧接種し、20°C, 湿室、暗黒下に2日間保持した。その後実験室内で観察を続け、接種による病徵の特徴および発病程度を調査した。発病程度は発生した病斑数に基づき、0:無発生、I:微発生、II:少発生、III:中発生、IV:多発生、V:甚発生に区分した。また接種20日後に接種葉の病斑部から組織分離法により、接種菌の再分離を試みた。

結果

供試したアブラナ科野菜62品種およびストックはコマツナ炭そ病菌に対してすべて感受性を示し、接種葉に病斑を生じた（表9）。

接種による病徵 カブナ類：接種してから病徵発現までの期間は、3~7日間であった。初め葉と同色またはやや淡色で、径0.5mm程度の小点を生じ、のち暗灰褐色となる。中央部黒色で周辺が黄化することも多い。やがて病斑の表裏ともにくぼみ、病斑部が薄くなる。病斑が拡大すると1~2mm程度となり、のち互いに融合拡大して不整斑を形成し、病斑部は乾枯する。ハクサイ類：淡灰緑色、水浸状、小斑を生じ、融合拡大し、のち淡灰褐色、乾燥、枯死する。キャベツ類：葉色よりやや淡色、水浸状、不鮮明で、径2mm程度の斑点となることが多い。カラシナ・タカナ類：不鮮明な淡色の斑点を生ずる。ダイコン：暗褐色の小点を生じ、病斑周辺が黄化することが多いが、葉色の濃い品種では葉と同色またはやや淡色の斑点となる。ストック（図版V-4）：淡灰緑色、水浸状、のち淡褐色、径2~3mmの不整円斑を生ずる。

品種による感受性の差異 ハクサイ類、タイサイ類、カブナ類、キョウナ、タカナ（青茎大葉たか菜）、ダイコン類は感受性が高く、接種3~4日後に病斑を形成し始め、7~8日後までには多数の病斑を生じた。のち乾燥状態となり、枯死した。ダイコン品種平安時無大根、

表9 コマツナ炭そ病菌に対するアブラナ科植物の感受性

接種植物: 品種	ABr2-2菌			ABr3-5菌		接種植物: 品種	ABr2-2菌			ABr3-5菌		
	接種後 5日 種後	8日 後	再分離	7日 後	再分離		接種後 5日 種後	8日 後	再分離	7日 後	再分離	
ハクサイ (Brassica pekinensis)												
極早生春苔結球白菜	I	IV	+	V	+	カラシナ (B. cernua)	0	III	+	(I)		
春苔白菜	III	V	+	V	+	葉からし菜	0	II	+	(II)	+	
紹菜(筍白菜)	II	V	+	V	+	タカナ (B. juncea)	三池高菜	0	(II)	+	(II)	+
無双白菜	II	V	+	V	+	青茎大葉たか菜	II	IV	+	IV	+	
花心白菜	IV	V	+	V	+	たかな(在来種)	0	(IV)	+	IV	+	
半結球山東菜	II	V	+	V	+	ケール (B. oleracea var. acephala)	青汁ケール	0	IV	+	IV	+
本白茎山東菜	II	V	+	IV	+	キャベツ (B. o. var. capitata)	四季取かんらん	0	(II)	+	III	+
丸葉山東菜	III	V	+	V	+	初秋甘藍	0	(II)	+	IV	+	
春苔新山東菜	III	V	+	V	+	メキャベツ (B. o. var. gemmifera)	子持甘藍	0	II	+	(II)	+
新あづま山東白菜	IV	V	+	V	+	ダイコン (Raphanus sativus)	理想大根	III	V	+	IV	+
東京べかな	III	V	+	V	+	秋づまり大根	III	IV	+	IV	+	
大阪しろな	III	IV	+	V	+	大蔵大根	IV	V	+	IV	+	
中生大阪白菜	II	IV	+	V	+	三浦大根	II	V	+	IV	+	
ビタミン菜	II	V	+	V	+	青首宮重大根	III	V	+	V	+	
タイサイ (B. chinensis)												
雪白体菜	II	IV	+	IV	+	聖護院大根	III	V	+	IV-V	+	
油菜	III	V	+	V	+	信州地大根	II	IV	+	IV	+	
バクチョイ	II	IV	+	III	+	方領大根	III	V	+	IV	+	
丸葉なたね菜	IV	V	+	V	+	桜島大根	II	IV	+	V	+	
カブナ (B. rapa)												
丸葉小松菜	II	IV	+	V	+	二年子大根	IV	V	+	III-V	+	
晩生大葉小松菜	IV	V	+	V	+	花知らず時無大根	II	IV	+	V	+	
野沢菜	II	V	+	IV	+	平安時無大根	0	III	+	IV	+	
日野菜蕉	III	V	+	V	+	亀戸大根	III	V	+	V	+	
極早生金町小蕪1.	II	IV	+	V	+	夏大根	0	III	+	III	+	
極早生金町小蕪2.	I	V	+	V	+	早生40日大根	IV	V	+	IV	+	
覆下かぶ	I	IV	+	III	+	貝割大根	III	IV	+	V	+	
寄居かぶ	II	IV	+	V	+	みの早生大根	III	V	+	IV	+	
天王寺かぶ	I	IV	+	IV	+	赤筋大根	III	IV	+	IV	+	
天王寺白中丸かぶ	II	IV	+	V	+	タクワン大根	II	V	+	IV	+	
本紅かぶ	III	V	+	IV	+	赤丸二十日大根(コメット)	0	IV	+	IV	+	
春苔白丸かぶら	II	IV	+	V	+	ストック (Matthiola incana)		0	III	+		
四季取小かぶら	II	V	+	V	+							
キヨウナ (B. japonica)												
大晚生茎広京菜	II	IV	+	V	+							
ルタバガ (B. napus)												
グランドデューカ蕉甘藍	0	I	+	IV	+							

注) 表中の()は接種9日以後に病斑を生じたことを示す。

夏大根、赤丸二十日大根（コメット）は他のダイコン品種よりも病斑形成が遅れ、接種6日目以後に病徵が発現した。ルタバガ、カラシナ、タカナ（三池高菜、在来種）ケール、キャベツ、メキャベツおよびストックでは病斑発現が遅れ、8日目以後に病斑が認められた。

なおルタバガ、葉からし菜、初秋甘藍では供試した2

菌株間で病斑の多少が異なったが、その他では2菌株間の病原性の差異はほとんど認められなかった。

b. アブラナ属「中国野菜」に対する病原性 試験方法

表10に示したアブラナ属「中国野菜」5種24品種および対照としてコマツナ（晩生大葉小松菜）を供試した。

表10 コマツナ炭そ病菌および白さび病菌に対するアブラナ属「中国野菜」の感受性

接種植物：品種（入手先）	炭そ病菌接種					白病菌さび接種	
	ABr1-5菌			ABr2-2菌			
	接5日後	8日後	再分離	7日後	再分離		
<i>B. pekinensis</i>							
福山抱頭白菜（後関種苗）	III	V	+	V	+	III	
魯雜1号白菜（後関種苗）	III	V	+	IV	+	III	
青麻叶（後関種苗）	0	III	+	III	+	IV	
抱大青大白菜（後関種苗）	II	V	+	IV	+	II	
小白口大白菜（後関種苗）	IV	V	+	V	+	II	
膠州大白菜（後関種苗）	II	V	+	V	+	IV	
36号白菜（後関種苗）	III	V	+	V	+	II	
青雜早生白菜（後関種苗）	I	V	+	V	+	IV	
青雜中生白菜（後関種苗）	III	V	+	V	+	III	
734大白菜（後関種苗）	III	V	+	V	+	I	
黄金白菜（美濃屋種苗）	III	IV	+	V	+	II	
<i>B. parachinensis</i>							
六十天油菜（後関種苗）	III	V	+	IV	+	II	
中国菜心（後関種苗）	III	V	+	IV	+	III	
<i>B. chinensis</i>							
奶白（後関種苗）	0	IV	+	IV	+	II	
静岡なつな（稻吉種苗）	III	IV	+	IV	+	IV	
青菜双白梗（後関種苗）	II	IV	+	IV	+	V	
慈脚黄（後関種苗）	IV	V	+	IV	+	IV	
清江白菜（台湾農業公司）	III	IV	+	III	+	II	
二月慢（後関種苗）	III	IV	+	III	+	II	
青軸パクチヨイ（坂田種苗）	I	III	+	III	+	III	
<i>B. juncea</i>							
扁甲芥菜（台湾農業公司）	0	(II)	+	(II)	+	0	
<i>B. oleracea</i> var. <i>alboglabra</i>							
白花芥藍（台湾農業公司）	0	III	+	V	+	0	
芥藍（後関種苗）	0	(IV)	+	IV	+	0	
中国芥藍白菜（後関種苗）	0	II	+	IV	+	0	
晩生大葉小松菜（トキタ種苗）	IV	V	+	V	+	V	

注) 表中の()は病斑を形成するが明確でないもの。

径9cmビニルポットに播種、15~20株育苗した。各区2ポットとし、幼苗期にコマツナ炭そ病菌ABr1-5菌あるいはABr2-2菌分生子浮遊液(分生子 1.3×10^6 個/ml)を噴霧接種し、湿室、20℃、暗黒下に2日間保持した後、20~25℃の実験室内に置き、観察した。接種5~8日後に前項と同様に病斑の形成程度により発病程度を調査し、接種20日後に常法による接種菌の再分離を行なった。

なお、「中国野菜」の白さび病に対する感受性については、今まで報告がないため、コマツナ葉に自然発生した白さび病菌分生胞子を各品種になすりつけ接種し、14日後に炭そ病に準じて感受性を調査し、参考資料とした。

結果

コマツナ炭そ病菌接種の結果、供試した全品種が発病し、再分離の結果、接種菌が高率に検出された(表10)。感受性は品種により異なったが、その程度は我国で從来栽培されているアブラナ属野菜のそれぞれの種類の発病程度(表9)とほぼ同等であった。タカナ、キャベツ類は圃場では発病が認められていないが(表3)、接種ではいずれも病斑を生じた。しかし病斑発現は他の品種より遅れ、接種後7~8日を要した。扁甲芥菜および芥藍では病斑が水浸状となった。

コマツナ白さび病菌接種の結果、ハクサイ類、タイサイ類、および対照として供試したコマツナは感受性が認められたが、タカナおよびキャベツ類はまったく発病せず、これらはコマツナ白さび病菌に対して強い抵抗性を有する。以上の結果は堀江・菅田(1980)の報告と一致する。

(2) アブラナ科以外の野菜、花きおよび樹木類に対する病原性

試験方法

アブラナ科以外の野菜・特用作物類11科20種、花き類20科56種、樹木類14科21種および対照としてコマツナ(晩生大葉小松菜)を供試した(表11)。リンゴ果実(品種:ふじ)を除き、いずれもビニルポットに播種、または挿木により育苗し、軟弱な新葉を着生している株を用いた。1983年5月14日、6月15日、1987年5月15日、または7月1日に焼傷を付し、コマツナ炭そ病ABr1-5菌あるいはABr2-2菌分生子浮遊液を前項と同様に噴霧接種したのち、2か月間観察し、病徵の有無を調査した。

結果

結果を表11に示した。対照として供試したコマツナに

は接種6日後に炭そ病の病斑が多数生じ、やがて激しい葉枯れが認められた。リンゴ果実は初め焼傷部から黒変が進み、やがて全面に多数の分生子層を生じてミイラ化した(図版V-5)。リンゴ病斑部より再分離した炭そ病菌(199-4菌)は形態的特徴およびコマツナに強い病原性を有することから、接種菌であることが確認された(表5、12)。しかし、他の野菜、特用作物、花き、樹木類は病徵がまったく発生せず、コマツナ炭そ病菌に対する感受性は認められなかった。

(3) 各種アブラナ科野菜から分離された炭そ病菌のコマツナに対する病原性

試験方法

アブラナ属8種26品種およびダイコンから分離された炭そ病菌34菌株を供試した(表4、12)。分生子浮遊液を噴霧接種あるいは毛筆によりコマツナ葉(安藤早生小松菜、協和種苗)に塗布し、20℃、高湿度下に1昼夜保持し、その後ガラス室内で病斑発生の有無を観察した。

結果

供試した34菌株すべてがコマツナに対して強い病原性を有し、コマツナ炭そ病菌接種と同様の病徵を示した(表12)。この結果より、各種アブラナ属野菜およびダイコンから分離された供試菌株は病原性の面からも同一種であることが示唆された。

(4) アブラナ科以外の植物から分離された炭そ病菌のコマツナに対する病原性

試験方法

アブラナ科以外の野菜および樹木類18科26種から分離された炭そ病菌28菌株を供試した(表13)。分生子浮遊液または破碎菌糸浮遊液を前項と同様にコマツナ(安藤早生小松菜)に接種し、コマツナに対する病原性の有無を検討した。

結果

供試した28菌株すべてがコマツナに対してまったく病原性を示さなかった(表14)。供試菌株の中には分生子の形態が鎌型を呈し、コマツナ炭そ病菌と形態的に明らかに異なる種類もあるが、一方アブラナ科に記載された *Colletotrichum higginsianum* とともに Arx(1957)により *Colletotrichum gloeosporioides* (完全世代 *Glomerella cingulata*) に統合された種あるいは同種と同定されている種も含まれる。しかし接種試験の結果から、後者に属する供試菌株の中にはコマツナに対してコマツナ炭そ病菌と同一の病原性を示す菌株は認められなかった。

表11 コマツナ炭そ病菌に対する野菜、花きおよび樹木類の感受性

接種植物：品種（学名：科名）	接種菌株	感受性 ¹⁾	既知炭そ病菌 ²⁾
野菜・特用作物類			
トウモロコシ：スイートコーン（ <i>Zea mays</i> ：イネ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>C. graminicola</i>
ネギ（ <i>Allium fistulosum</i> ：ユリ科）	ABr1-5	—	
ホウレンソウ（ <i>Spinacia oleracea</i> ：アカザ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
ツルムラサキ（ <i>Basella rubra</i> ：ツルムラサキ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
イチゴ（ <i>Fragaria × ananassa</i> ：バラ科）	ABr1-5	—	<i>C. fragariae</i> *
ソラマメ（ <i>Vicia faba</i> ：マメ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
ササゲ（ <i>Vigna sinensis</i> ：マメ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
オクラ（ <i>Abelmoschus esculentus</i> ：アオイ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
アンタバ（ <i>Angelica keiskei</i> ：セリ科）	ABr1-5	—	
トウガラシ（ <i>Capsicum annuum</i> ：ナス科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>C. atraementarium</i>
ピーマン（ <i>Capsicum annuum</i> ：ナス科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>C. atraementarium</i>
トマト（ <i>Lycopersicon esculentum</i> ：ナス科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>C. atraementarium</i>
タバコ（ <i>Nicotiana glitnosa</i> ：ナス科）	ABr1-5	—	<i>C. tabacum</i> *
ナス（ <i>Solanum melongena</i> ：ナス科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>C. atraementarium</i> , <i>G. melongenae</i>
スイカ（ <i>Citrullus lanatus</i> ：ウリ科）	ABr1-5	—	<i>C. lagenarium</i>
キュウリ（ <i>Cucumis sativus</i> ：ウリ科）	ABr1-5	—	<i>C. lagenarium</i>
カボチャ（ <i>Cucurbita sp.</i> ：ウリ科）	ABr1-5	—	<i>C. lagenarium</i>
ゴボウ：渡辺早生ごぼう（ <i>Arctium lappa</i> ：キク科）	ABr1-5	—	
シュンギク：大葉春菊（ <i>Chrysanthemum coronarium</i> ：キク科） ：中葉春菊	ABr1-5 ABr1-5	— —	<i>G. chrysanthemi</i> , <i>G. carthami</i> *
レタス：バビロンレタス（ <i>Lactuca sativa</i> ：キク科） ：リーフレタス・レッドファイア ：リーフレタス・グリンリーフ	ABr1-5 ABr1-5 ABr1-5	— — —	
コマツナ：晩生大葉小松菜（ <i>Brassica rapa</i> ：アブラナ科）	ABr1-5, ABr2-2	+	
花き類			
ケイトウ（ <i>Celosia argentea</i> var. <i>cristata</i> ：ヒユ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
センニチコウ：バディ（ <i>Gomphrena globosa</i> ：ヒユ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
マツバボタン（ <i>Portulaca grandiflora</i> ：スペリヒュ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
ビジョナデシコ（ <i>Dianthus barbatus</i> ：ナデシコ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
カーネーション：シャボー（ <i>Dianthus caryophyllus</i> ：ナデシコ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>G. dianthi</i>
カーネーション：ドワーフフラグラヌス	ABr1-5, ABr2-2	—	
カスミソウ：クリムソン（ <i>Gypsophila elegans</i> ：ナデシコ科）	ABr1-5	—	
ハナビシソウ：パレリーナ（ <i>Eschscholzia californica</i> ：ケシ科）	ABr1-5	—	
スイートピー：カスバートソン（ <i>Lathyrus odoratus</i> ：マメ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>Gl. cingulata</i>
キバナルピナス（ <i>Lupinus luteus</i> ：マメ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
ショクコソルピナス（ <i>Lupinus polyphyllus</i> ：マメ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
キンレンカ（ <i>Tropaeolum majus</i> ：ノウゼンハレン科）	ABr1-5	—	
ホウセンカ（ <i>Impatiens balsamina</i> ：ツリフネソウ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
ホリホック：サマーカーニバル（ <i>Althaea rosea</i> ：アオイ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>C. althaeae</i>
ゴデチア（ <i>Godetia amoena</i> ：アカバナ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
シクラメン（ <i>Cyclamen persicum</i> ：サクラソウ科）	ABr1-5	—	<i>C. cyclamene</i> *

接種植物：品種(学名：科名)	接種菌株	感受性 ¹⁾	既知炭そ病菌 ²⁾
スタークス：シヌアータ (<i>Limonium</i> sp.: イソマツ科)	ABr1-5, ABr2-2	—	
ニチニチソウ (<i>Catharanthus roseus</i> : キョウウチクトウ科)	ABr1-5, ABr2-2	—	
ヨルガオ (<i>Calonyction aculeatum</i> : ヒルガオ科)	ABr1-5, ABr2-2	—	
ワスレナグサ (<i>Myosotis palustris</i> : ムラサキ科)	ABr1-5, ABr2-2	—	
バーベナ：アイデアルフローリスト (<i>Verbena × hybrida</i> : クマツヅラ科)	ABr1-5, ABr2-2	—	
サルビア：バイオラセア (<i>Salvia splendens</i> : シソ科)	ABr1-5, ABr2-2	—	
サルビア：ボンファイア	ABr1-5	—	
ペチュニア (<i>Petunia × hybrida</i> : ナス科)	ABr1-5, ABr2-2	—	
キンギョソウ (<i>Antirrhinum majus</i> : ゴマノハグサ科)	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>C. antirrhini</i> *
ヒメキンギョソウ：マロッカナ (<i>Linaria bipartita</i> : ゴマノハグサ科)	ABr1-5	—	
アゲラタム：ブルーミング (<i>Ageratum houstonianum</i> : キク科) ：ブルーブレザー	ABr1-5	—	
デージー (<i>Bellis perennis</i> : キク科)	ABr1-5	—	
キンセンカ：オレンジキング (<i>Calendula officinalis</i> : キク科)	ABr1-5	—	<i>G. carthami</i> *
アスター：ピンポン (<i>Callistephus chinensis</i> : キク科) ：ちくま ：有明 ：おたき ：信濃の雪 ：新緑玉	ABr1-5, ABr2-2	—	
ベニバナ (<i>Cartamus tinctorius</i> : キク科)	ABr1-5	—	<i>G. carthami</i> *
ヤグルマソウ (<i>Centaurea cyanus</i> : キク科)	ABr1-5	—	
ハナワギク (<i>Chrysanthemum coccineum</i> : キク科)	ABr1-5	—	
シャスターデージー (<i>C. maximum</i>)	ABr1-5	—	
キク (<i>C. morifolium</i>)	ABr1-5, ABr2-2	—	
ナツシロギク (<i>C. parthenium</i>)	ABr1-5	—	
キンケイギク (<i>Coreopsis drummondii</i> : キク科)	ABr1-5	—	
ハルシャギク (<i>C. tinctoria</i>)	ABr1-5	—	
コスモス：センセーション (<i>Cosmos bipinnatus</i> : キク科) ：ピコティー	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>G. sp.</i>
キバナコスモス (<i>C. sulphureus</i>)	ABr1-5	—	
ディモルフォセカ (<i>Dimorphotheca sinuata</i> : キク科)	ABr1-5	—	
カカリア (<i>Emilia flammea</i> : キク科)	ABr1-5	—	
ガーベラ：パンワイク (<i>Gerbera viridifolia</i> : キク科)	ABr1-5	—	
ガザニア：サンシャイン (<i>Gazania × splendens</i> : キク科)	ABr1-5	—	
ヒマワリ (<i>Helianthus annuus</i> : キク科)	ABr1-5	—	
銀葉ひまわり：大雪山 (<i>H. argophyllum</i>)	ABr1-5	—	
ムギワラギク：帝王かいざいく (<i>Helichrysum bracteatum</i> : キク科)	ABr1-5	—	
ローダンセ (<i>Helipterum manglesii</i> = <i>Rhodanthe manglesii</i> : キク科)	ABr1-5	—	
ハナカンザシ：ブリリアントローズ (<i>Helipterum roseum</i> : キク科)	ABr1-5	—	
カモミール (<i>Matricaria chamomilla</i> : キク科)	ABr1-5	—	
ルドベキア：グロリオサデージー (<i>Rudbeckia hirta</i> : キク科)	ABr1-5	—	
マリーゴールド：ジプシーサンシャイン (<i>Tagetes patula</i> : キク科)	ABr1-5	—	
マリーゴールド (<i>Tagetes</i> sp.)	ABr1-5	—	

接種植物：品種（学名：科名）	接種菌株	感受性 ¹⁾	既知炭そ病菌 ²⁾
ダールベルグデージー（ <i>Thymophylla tenuiloba</i> ：キク科）	ABr1-5	—	
メキシコヒマワリ（ <i>Tithonia rotundifolia</i> ：キク科）	ABr1-5	—	
ジニア（ <i>Zinnia elegans</i> ：キク科）	ABr1-5	—	
ジニア：オールドメキシコ（ <i>Z. haageana</i> ）	ABr1-5	—	
ジニア（ <i>Z. tenuiflora</i> ）	ABr1-5	—	
樹木類（果樹を含む）			
オノエヤナギ：セッカヤナギ（ <i>Salix sachalinensis</i> ：ヤナギ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>Gl. salicina</i>
ブナ（ <i>Fagus crenata</i> ：ブナ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>C. dematum</i>
アジサイ（ <i>Hydrangea macrophylla</i> ：ユキノシタ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>Gl. cingulata</i>
カリン（ <i>Chaenomeles japonica</i> ：バラ科）	ABr1-5	—	
ビワ（ <i>Eriobotrya japonica</i> ：バラ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
リンゴ果実：ふじ（ <i>Malus pumila</i> var. <i>domestica</i> ：バラ科）	ABr1-5	+	<i>Gl. cingulata</i>
カナメモチ（ <i>Photinia glabra</i> ：バラ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
シャリンバイ（ <i>Raphiolepis umbellata</i> ：バラ科）	ABr1-5	—	
シモツケ（ <i>Spiraea japonica</i> ：バラ科）	ABr1-5	—	<i>C. gloeosporioides</i>
ストランベイシア（ <i>Stranvaesia davidiana</i> ：バラ科）	ABr1-5	—	
ツゲ（ <i>Buxus microphylla</i> var. <i>japonica</i> ：ツゲ科）	ABr1-5	—	
イヌツゲ（ <i>Ilex crenata</i> ：モチノキ科）	ABr1-5	—	
ニシキギ（ <i>Euonymus alatus</i> ：ニシキギ科）	ABr1-5	—	
マサキ（ <i>Euonymus japonicus</i> ：ニシキギ科）	ABr1-5	—	<i>G. euonymicola</i>
ツバキ（ <i>Camellia japonica</i> var. <i>hortensis</i> ：ツバキ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	<i>Gl. cingulata</i>
サルスベリ（ <i>Lagerstroemia indeca</i> ：ミソハギ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
ヤツデ（ <i>Fatsia japonica</i> ：ウコギ科）	ABr1-5	—	<i>G. yatsude</i>
パパイヤ（ <i>Carica papaya</i> ：パパイヤ科）	ABr1-5	—	<i>C. caricae</i>
アオキ（ <i>Aucuba japonica</i> ：ミズキ科）	ABr1-5	—	<i>C. crassipes</i> , <i>Gl. cingulata</i>
アメリカイワナンテン（ <i>Leucothoe fontanesiana</i> ：ツツジ科）	ABr1-5, ABr2-2	—	
クチナシ（ <i>Gardenia jasminoides</i> ：アカネ科）	ABr1-5	—	

注) 1. 感受性－：病徵を示さない。 +：病徵を認める。

2. 接種植物に記録され、日本有用植物病名目録（日本植物病理学会編 1975, 1980, 1984 a, 1984 b）に登載された炭そ病菌種名を示す。 C. : *Colletotrichum*, G. : *Gloeosporium*, Gl. : *Glomerella*, * : Arx (1957)により *Colletotrichum gloeosporioides* の異名として処理された種。

表12 アブラナ科野菜から分離された炭そ病菌のコマツナに対する病原性

菌株名	分離源宿主植物:品種	病原性
ABr1-5	コマツナ	+
ABr2-2	コマツナ:晚生大葉小松菜	+
ABr9-3	コマツナ:安藤早生小松菜	+
199-4	ABr1-5菌をリンゴに接種	+
ABr3-1	カブ:極早生金町小蕪	+
ABr3-5	カブ:極早生金町小蕪	+
ABCrl-2	カラシナ:葉からし菜	+
ABC1-1	タイサイ:二月慢	+
ABC1-3	タイサイ:二月慢	+
ABC2-2	タイサイ:雪白体菜	+
ABC2-4	タイサイ:雪白体菜	+
ABC3-1	タイサイ:奶白	+
ABC4-1	タイサイ:矮脚黃	+
ABC5-1	タイサイ:青軸バクチヨイ	+
ABC6-2	タイサイ:雪白体菜	+
ABC7-4	タイサイ:早生あぶら菜	+
ABj1-2	キョウウナ:新磯子京菜	+
ABju1-2	タカナ:本場広茎三池高菜	+
ABol-1	メキャベツ:早生子持甘藍	+
ABA1-1	紅菜苔	+
ABp1-2	ハクサイ:ベカナ	+
ABp2-3	ハクサイ:7419大白菜	+
ABp3-1	ハクサイ:都花心白菜	+
ABp4-1	ハクサイ:青麻叶	+
ABp6-2	ハクサイ:小白口大白菜	+
ABp8-1	ハクサイ:小青口大白菜	+
ABp9-1	ハクサイ:36号白菜	+
ABp10-1	ハクサイ:唐菜(青系シントリ)	+
ABp12-4	ハクサイ:みずな	+
ABp15-2	ハクサイ:けんさきまな	+
ABp22-3	ハクサイ:無双白菜	+
AR2-2	ダイコン	+
AR3-1	ダイコン	+
AR3-5	ダイコン	+
AR8-1	ダイコン:純白茎亀戸大根	+

注) + : 病原性を認め、接種葉上に病斑が形成され、病斑部より接種菌が再分離された。

3. コマツナ炭そ病菌の感染および発病

コマツナ炭そ病菌の感染条件は解明されていない。I章で明らかにした本病の発生消長の観察結果から、本病

菌の伝搬には、温度と降雨が大きな影響を及ぼすと考えられる。本項では、本病菌の感染から分生子層形成の経過、および2, 3の感染条件を検討する。

(1) 感染および分生子層形成

試験方法

コマツナ炭そ病菌 ABr1-5菌の分生子浮遊液をコマツナ(安藤早生小松菜)に接種し、18℃、湿室、散光下に保持し、経時的に葉片を1cm²方に切り取り、観察に供した。分生子の発芽、葉組織への侵入、分生子層の形成過程は、アルコール・ラクトフェノールを用いて、接種した葉組織の脱色を行ない、光学顕微鏡で検鏡するか、または、葉組織をグルタルアルデヒドで固定後、酢酸イソアミルアルコールで置換し、走査型電子顕微鏡により観察した。

結果

接種12時間後の観察では、分生子は葉面で発芽後ただちに、あるいは発芽管を3~23μm伸長し、先端に付着器を形成して表皮から侵入していた(図版V-1, 2)。葉肉部で菌糸が蔓延し、病斑形成2日後に、葉面がやや盛り上がり、中央部が破れ、分生子が表面に現われた(図版IV-1)。分生子は分生子形成細胞から内生出芽的(enteroblastic)に発生した。

(2) 分生子濃度と発病

試験方法

コマツナ炭そ病菌 ABr1-5菌を供試し、分生子数3×10⁶個/mlの浮遊液を原液として作成し、さらに原液を10~10⁶倍に稀釀し、それぞれ本葉2~3枚展開したコマツナ(晚生大葉小松菜)幼苗に噴霧接種した。湿室、暗黒下に24時間保持した後、実験室内で管理し、発病程度を調査した。発病程度は次のように表わした。0:発病せず、I:微発生 1葉当たりの病斑数3個未満、II:少発生 病斑数10個未満、III:中発生 病斑数10個以上、IV:多発生 病斑発生が多く、葉枯れ症状を呈する。

結果

原液および10~10³倍稀釀液噴霧区では、接種3日後に発病が見られた(表15)。10⁴~10⁶倍稀釀液噴霧区では、病斑発現が接種4~5日後と遅れた。基準液および10倍稀釀液噴霧区では接種5~8日後に著しい葉枯れ症状を呈した。以上のことから、分生子濃度が高いほど発病が激しいが、非常に低濃度であっても、侵入感染し、病斑を形成することが明らかとなった。

表13 供試菌株 (2) アブラナ科以外の植物から分離された炭そ病菌

菌株名	炭そ病菌種名 ¹⁾	分離源宿主植物:科名 (学名)	採集地	分離年月日	備考 ²⁾
NIAES 5074	<i>Colletotrichum atramentarium</i> (Berkeley et Broome) Taubenhaus	ジャガイモ:ナス科 (<i>Solanum tuberosum</i>)	北海道	1968	農環研
ACp1-4	<i>C. cyclamenae</i> Taubenhaus	シクラメン:サクランボ科 (<i>Cyclamen persicum</i>)	東京都八王子市	1987. 11. 20	
AA1-3	<i>C. gloeosporioides</i> Penzig	ノルウェーカエデ:カエデ科 (<i>Acer platanoides</i>)	東京都立川市富士見町	1980. 11. 1	
AA2-4	<i>C. gloeosporioides</i> Penzig	セイヨウカジカエデ:カエデ科 (<i>Acer pseudo-platanus</i>)	東京都立川市富士見町	1980. 10. 21	
AMa1-3	<i>C. gloeosporioides</i> Penzig	ヒイラギナンテン:ミギ科 (<i>Mahonia japonica</i>)	東京都立川市富士見町	1980. 9. 12	
ASp1-1	<i>C. gloeosporioides</i> Penzig	コデマリ:バラ科 (<i>Spiraea catoniensis</i>)	東京都調布市深大寺町	1980. 9. 20	
C2-66	<i>C. gloeosporioides</i> Penzig	ガクアシサイ:ユキノシタ科 (<i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>macrophylla f. normalis</i>)	茨城県稲敷郡基崎町	1982. 6. 28	林試
NIAES 5460	<i>C. graminicola</i> (Cesati) G. W. Wilson	ヒエ:イネ科 (<i>Panicum crus-galli</i> var. <i>frumentaceum</i>)	栃木県	1980.	農環研
NIAES 5390	<i>C. lindemuthianum</i> (Saccardo et Magnus) Briosi et Cavara	インゲンマメ:マメ科 (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	栃木県	1974.	農環研
AS1-4	<i>C. spinaciae</i> Ellis et Halsted	ホウレンソウ:アザ科 (<i>Spinacia oleracea</i>)	東京都江戸川区北篠崎	1980. 10. 6	
C2-72	<i>C. trichellum</i> (Fries) Voglino	キヅタ:ウコギ科 (<i>Hedera rhombea</i>)	福島県郡山市	1981. 5. 28	林試
NIAES 5389	<i>C. trifolii</i> Bain et Wolf	アカクローバー:マメ科 (<i>Trifolium pratense</i>)	栃木県	1974.	農環研
ACH1-2	<i>Colletotrichum</i> sp.	ボケ:バラ科 (<i>Chaenomeles speciosa</i>)	東京都調布市深大寺町	1977. 8. 8	
ACy1-1	<i>Colletotrichum</i> sp.	シンビジウム:ラン科 (<i>Cymbidium</i> sp.)	東京都八丈町大賀郷	1980. 10. 15	
AD1-1	<i>Colletotrichum</i> sp.	ドラセナ:ユリ科 (<i>Dracaena fragrans</i>)	東京都八丈町大賀郷	1982. 1. 29	
AF1-2	<i>Colletotrichum</i> sp.	シナレンギョウ:モクセイ科 (<i>Forsythia biridissima</i>)	東京都調布市深大寺町	1975. 12. 11	
AF2-5	<i>Colletotrichum</i> sp.	レンギョウ:モクセイ科 (<i>F. suspensa</i>)	東京都調布市深大寺町	1980. 9. 18	
AM1-2	<i>Colletotrichum</i> sp.	リンゴ:バラ科 (<i>Malus pumila</i> var. <i>domestica</i>)	不明	不明	
ACr1-3,1-4	<i>Gloeosporium carthami</i> (Fukui) Hori et Hemmi*	ショウギク:キク科 (<i>Chrysanthemum coronarium</i>)	東京都江戸川区鹿骨	1980. 6. 28	
AE5-1	<i>G. euonymicola</i> Hemmi	マサキ:ニシキギ科 (<i>Euonymus japonicus</i>)	東京都大島町	1982. 1. 18	
AN1-2	<i>Glomerella cingulata</i> (Stoneman) Spaulding et Schrank = <i>Gloeosporium oleandri</i> Saccardo*	キヨウチクトウ:キヨウチクトウ科 (<i>Nerium indicum</i>)	東京都調布市深大寺町	1980. 9. 18	
C2-74	<i>G. cingulata</i>	キヨウチクトウ	茨城県稲敷郡基崎町	1982. 6. 28	林試
NIAES 5143	<i>G. cingulata</i>	ヨーロッパブドウ:ブドウ科 (<i>Vitis vinifera</i>)	不明	1951.	農環研
NIAES 5146	<i>G. glycines</i> (Hori) Lehman et Wolf	ダイズ:マメ科 (<i>Glycine max</i>)	東京都	1950.	農環研
NIAES 5147	<i>G. lagenarium</i>	カボチャ:ウリ科 (<i>Cucurbita</i> sp.)	不明	1948.	農環研
NIAES 5148	<i>G. lindemuthianum</i>	インゲンマメ:マメ科 (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	東京都	1950.	農環研
NIAES 5426	<i>G. tucumanensis</i> (Spegazzini) von Arx et Müller	サトウキビ:イネ科 (<i>Saccharum officinarum</i>)	沖縄県	1977.	農環研

注) 1. 炭そ病菌種名は日本有用植物病名目録(日本植物病理学会 1980, 1984a, 1984b)または菌株所属機関の目録による。*: Arx (1957)により *Colletotrichum gloeosporioides* (*Glomerella cingulata*) の異名として処理された種。

2. 分譲菌株所属機関 農環研: 農林水産省農業環境技術研究所糸状菌分類同定研究室; 林試: 農林水産省林業試験場樹病研究室。

表14 アブラナ科以外の植物から分離された
炭そ病菌のコマツナに対する病原性

菌株名	菌種名 ¹⁾	分離源宿主植物	病原性
NIAES 5074	<i>C. atramentarium</i>	ジャガイモ	—
ACp1-4	<i>C. cyclamenae</i>	シクラメン	—
AA1-3	<i>C. gloeosporioides</i>	ノルウェーカエデ	—
AA2-4	<i>C. gloeosporioides</i>	セイヨウカジカエデ	—
AMa1-3	<i>C. gloeosporioides</i>	ヒイラギナンテン	—
ASp1-1	<i>C. gloeosporioides</i>	コデマリ	—
C2-66	<i>C. gloeosporioides</i>	ガクアジサイ	—
NIAES 5460	<i>C. graminicola</i>	ヒエ	—
NIAES 5390	<i>C. lindemuthianum</i>	インゲンマメ	—
AS1-4	<i>C. spinaciae</i>	ホウレンソウ	—
C2-72	<i>C. trichellum</i>	キヅタ	—
NIAES 5389	<i>C. trifolii</i>	アカクローバー	—
ACh1-2	<i>C. sp.</i>	ボケ	—
ACy1	<i>C. sp.</i>	シンビジウム	—
AD1-1	<i>C. sp.</i>	ユズリハ	—
AF1	<i>C. sp.</i>	シナレンギョウ	—
AF2-5	<i>C. sp.</i>	レンギョウ	—
AM1-2	<i>C. sp.</i>	リンゴ	—
ACr1-3	<i>G. carthami</i>	シュンギク	—
ACr1-4	<i>G. carthami</i>	シュンギク	—
AE5-1	<i>G. euonymicola</i>	マサキ	—
AN1	<i>Gl. cingulata</i>	キョウチクトウ	—
C2-74	<i>Gl. cingulata</i>	キョウチクトウ	—
NIAES 5143	<i>Gl. cingulata</i>	ヨーロッパブドウ	—
NIAES 5146	<i>Gl. glicines</i>	ダイズ	—
NIAES 5147	<i>Gl. lagenarium</i>	カボチャ	—
NIAES 5148	<i>Gl. lindemuthianum</i>	インゲンマメ	—
NIAES 5426	<i>Gl. tucumanensis</i>	サトウキビ	—

注) 1. C: *Colletotrichum*, G: *Gloeosporium*, Gl: *Glomerella*

表15 分生子濃度と発病

分生子濃度	発病程度 ¹⁾			
	3日 ²⁾	4日	5日	8日
3×10^6 個/ mL (原液)	I	II	IV	IV
3×10^5	I	II	IV	IV
3×10^4	I	II	II	II
3×10^3	I	I	I	II
3×10^2	0	I	I	II
3×10	0	I	I	II
3	0	0	I	II

注) 1. 発病程度 0: 無発生, I: 少発生,
II: 中発生, III: 多発生, IV: 蔓発生

2. 接種後の日数。

(3) 温度と発病

試験方法

ABr1-5 菌を供試し、分生子 3×10^5 個/ ml の浮遊液をコマツナ（晩生大葉小松菜）幼苗に噴霧接種し、4℃から35℃の各温度に設定した定温器内で湿室、暗黒下に24時間保持し、その後湿室をとき、そのまま各温度に保ち、発病程度を調査した。その他の接種方法、調査方法は前項の方法に準拠した。

結果

発病は設定した4℃から35℃の範囲すべてに認められた（表16）。20℃から30℃の範囲における発病は激しく、接種5～8日後には葉枯れ症状を呈した。一方、4℃および9℃の比較的低温度下では病徵発現が遅く、発生した病斑数が少ないために葉枯れ症状も認められなかった。

表16 温度と発病

温度	発病程度 ¹⁾			
	3日 ²⁾	4日	5日	8日
4℃	0	I	I	I
9	0	I	I	III
20	I	II	IV	IV
26	I	II	III	IV
30	I	II	III	IV
35	I	I	I	III

注) 1. 発病程度 0：無発生， I：少発生， II：中発生， III：多発生， IV：甚発生。
2. 接種後の日数。

(4) ぬれの時間と発病

試験方法

ABr1-5 菌を供試し、分生子 1.7×10^5 個/ ml の浮遊液をコマツナ（晩生大葉小松菜）幼苗に噴霧接種し、23℃、暗黒下に保持した。0～48時間後に湿室を解き、扇風機により風乾後、実験室内で管理した。その他の接種方法と調査方法は前項の方法に準拠した。

結果

各区とも発病が確認されたが、0～8時間湿室に保持した区では病斑発生が遅れ、病斑数も比較的少なかった（表17）。14～48時間保持した場合は接種3日後に病斑が認められ、5～8日後には多数の病斑が形成され、とくに14および22時間後では葉枯れ症状を呈した。この結

表17 ぬれ時間と発病

時間 ¹⁾	発病程度 ²⁾			
	3日 ³⁾	4日	5日	8日
0 時間	0	0	I	I
0.5	0	I	I	I
1	0	I	I	II
2	0	I	II	II
4	0	0	I	II
6	0	0	I	I
8	0	0	I	II
14	I	I	III	IV
22	I	II	III	IV
30	I	II	III	III
48	I	II	III	III

注) 1. 噴霧接種後、風乾開始までの時間。

2. 発病程度 0：無発生， I：少発生， II：中発生， III：多発生， IV：甚発生。
3. 接種後の日数。

果、本病菌は短時間の降雨があれば宿主植物に侵入することが示唆された。

4. コマツナ炭そ病菌の培養的性質

病原菌の生態を究明し、防除法を確立するためには、その生理的性質の解明が必要であるが、コマツナ炭そ病菌の培養的性質に関しては研究されておらず、不明な点が多く残されている。本項では種々の培養条件下におけるコマツナ炭そ病菌菌そうの生育、分生子の発芽生理などを明らかにする。

(1) 菌そう生育および分生子形成

コマツナ炭そ病菌菌そう生育および分生子形成に適する培地と培養温度を検討し、あわせて本病菌完全世代形成の有無を確認する。

a. 各種培地上における菌そう生育および分生子形成

試験方法

コマツナ炭そ病菌 ABr1-5 菌、ABr2-2 菌、ABr 9-3 菌およびダイコン分離菌 AR3-1 菌を供試した（表4）。それぞれ PDA 培地で前培養し、その周縁菌そう径 4 mm のディスクを PDA、麦芽、CMA、V8 ジュース、コマツナ葉煎汁、Waksman, Richards, Czapek の 8 種の平板寒天培地（9 cm ペトリ皿、培地 10 ml）に接種した（表18）。1 区 3 ペトリ皿とし、20℃、暗黒下

に保持し、培養5日および7日後に接種源周縁から菌そ
う先端部までの生育長を測定した。また菌そうの形状お

よび分生子形成程度を培養1か月後に、完全世代形成の
有無を1か月および3か月後に調査した。

表18 各種培地の組成

培地の種類	組成 ¹⁾
素寒天培地	寒天末19g
グルコース加用寒天培地	グルコース20g, 寒天末19g
PDA培地	ポテトデキストロース寒天培地(栄研化学製)39g, 寒天末4g
麦芽寒天培地	malt extract(Difco製), サッカロース10g, 寒天末19g
CMA培地	corn meal agar(Difco製)17g, 寒天末4g
V8ジュース寒天培地	V8ジュース10%, 寒天末19g
コマツナ葉煎汁寒天培地	コマツナ葉煎汁(コマツナ葉200g), 寒天末19g
Waksman寒天培地	グルコース10g, ペプトン5g, リン酸二水素カリウム(KH_2PO_4)1g, 硫酸マグネシウム($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)2.5g, 寒天末19g
Richard寒天培地	硝酸カリウム(KNO_3)10g, リン酸二水素カリウム(KH_2PO_4)5g, 硫酸マグネシウム ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)2.5g, 塩化第二鉄(FeCl_3)0.02g, サッカロース50g, 寒天末19g
Czapek寒天培地	硫酸マグネシウム($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)0.5g, リン酸水素二カリウム(K_2HPO_4)1g, 塩化カリウム(KCl)0.5g, 硝酸ナトリウム(NaNO_3)2g, 硫酸第一鉄($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0.01g, サッカロース30g, 寒天末19g

注) 1. 組成は培地1リットル当たりを示す。

結果

菌そうの形状は培地および菌株により異なった(表19, 図版V-6)。菌糸の色調は, ABr9-3菌がV8ジュース寒天培地を除いて黒色を呈したほかは, 各菌株とも白色ないし明灰色が多くいた。麦芽, CMA, V8ジュースの各培地では菌そうは薄く, 貧弱であった。菌そう伸長はコマツナ葉煎汁寒天培地がもっとも適し, 次いでPDA, V8ジュース寒天培地であった(図5)。分生子形成はCMAおよびV8ジュース寒天培地は劣ったが, その他の培地では菌株により大きく異なり, 一定の傾向は見られなかった。ABr1-5菌を培養したコマツナ葉煎汁寒天培地およびABr2-2菌を培養したWaksman寒天培地では鮮やかな鮭肉色の分生子塊が培地全面を覆った(表19, 20)。完全世代は供試培地上では培養3か月後においても認められなかった。

b. 温度と菌そう生育および分生子形成 試験方法

試験1 コマツナ炭を病菌ABr1-5菌およびABr2-2菌を供試し, PDA培地上で, 25℃, 暗黒下, 2週間前培養後, 径4mmのコルクボーラで周縁部の菌そうを打ち抜き, 接種源とした。PDA平板培地(9cmペトリ

皿, 培地10mℓ)に接種し, 各区3ペトリ皿を5, 10, 15, 20, 25, 30, 35および40℃, 暗黒下に保持した。培養5日および9日後に接種源周縁から菌そう先端までの生育を測定した。また培養3週間後に分生子形成程度を0:無, I:少, II:中, III:多, IV:豊富の5段階に分けて調査した。

試験2 コマツナ炭を病菌ABr2-2菌およびカブ炭を病菌ABr3-5菌を供試し, 前項に準じ, 各区5ペトリ皿を4, 8, 13, 18, 22, 26, 30, 35, および40℃, 暗黒下に保持し, 培養3日, 5日および7日後に菌そう生育を調査した。

結果

試験1 両菌株ともに5℃から35℃の範囲で生育し, 適温は25℃であった(図6)。分生子形成はABr1-5菌では5℃から30℃の範囲で認められ, 適温は20℃および25℃であり, ABr2-2菌では20℃から35℃の範囲で認められ, 適温は30℃であった。

試験2 ABr2-2菌は培養3日後に8℃から35℃の範囲で生育し, 最適温度は26℃で, 22℃および30℃が次いだ(図版V-7)。しかし4℃および40℃においては, 7日後においても生育をまったく認めなかった。ABr3

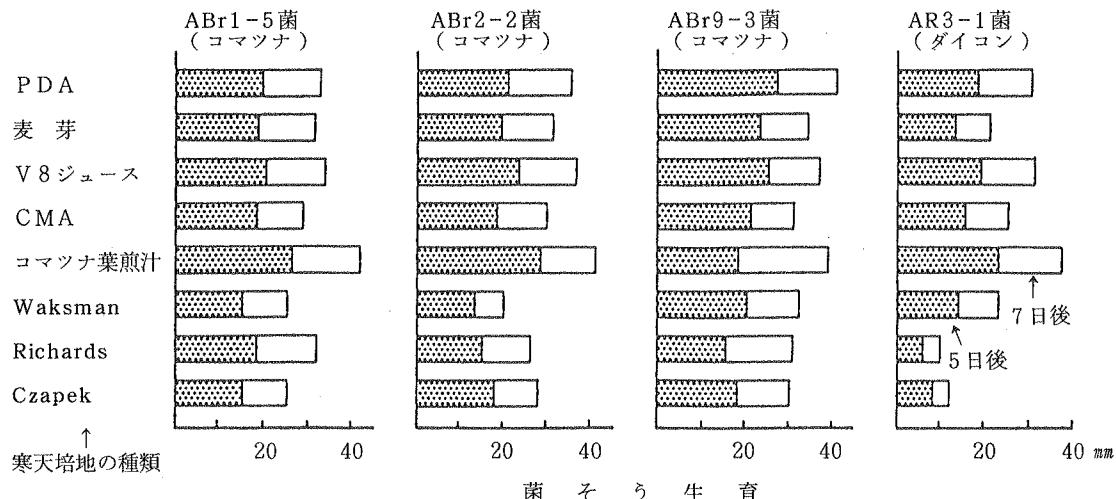


図5 各種培地における菌そう生育

表19 数種菌株の各種培地上における菌そうの形状

培地の種類	ABr1-5 菌 (コマツナ)	ABr2-2 菌 (コマツナ)	ABr9-3 菌 (コマツナ)	AR3-1 菌 (ダイコン)
PDA 培地	白色, 薄, 分生子塊多	白色, 和紙状, 分生子塊輪紋状	黒~暗灰色, ビロード~綿状	白色, 和紙状, 微小分生子塊全面
麦芽寒天培地	白~黒色, 薄, 微小分生子塊全面	白~黒色, 薄	黒~暗緑色, 綿状, 放射状	白色, 綿~粉状, 微小分生子塊全面
CMA 培地	明灰~白色, 薄, 微小分生子塊多	明灰~白色, 薄	明灰~白色, 薄, 黒色微小分生子塊多	明灰~白色, 薄
V8ジュース 寒天培地	白~明灰色, 薄, 微小分生子塊多	白色, 薄	白~明灰色, 薄, 黒色菌体輪紋状, 微小分生子塊多	白色, 薄
コマツナ葉 煎汁寒天培地	中央分生子塊覆う, 周辺明灰色, 密	白色, 密, 微小分生子塊全面	黒~暗灰色, ビロード~綿輪紋状	白色, 和紙状, 密, 分生子塊全面
Waksman 寒天培地	白色, 薄, 分生子塊全面	白色, 薄, 分生子塊花弁状密	暗灰~黒色, 菌核状菌そう輪紋状	白色, 和紙状, 分生子塊全面
Richards 寒天培地	明黄~白色, 粉状, 分生子塊全面	白色, 和紙状, 分生子塊多	灰色, ビロード状, 黒色, 放射~輪紋状	白色, 綿状, 周辺薄, 分生子塊全面
Czapek 寒天培地	白色, 薄, 微小分生子塊全面	白色, 和紙状, 微小分生子塊全面	黒~暗灰色, 輪紋~放射状, 綿~ビロード状	白色, 粉~綿状, 分生子塊全面

注) 分生子塊は鮭肉色, 微小分生子塊は一部黒色を呈す。

表20 数種菌株の各種培地上における分生子形成¹⁾

培地の種類	ABr1-5菌 (コマツナ)	ABr2-2菌 (コマツナ)	ABr9-3菌 (コマツナ)	AR3-1菌 (ダイコン)
PDA培地	IV	II	III	IV
麦芽寒天培地	III	I	II	IV
CMA培地	II	II	II	II
V8ジュース寒天培地	II	I	III	I
コマツナ葉煎汁寒天培地	V	III	I	IV
Waksman寒天培地	IV	V	I	IV
Richards寒天培地	IV	III	0	IV
Czapek寒天培地	IV	IV	I	IV

注) 1. 分生子形成 0:無, I:微, II:少, III:中, IV:多, V:豊富。

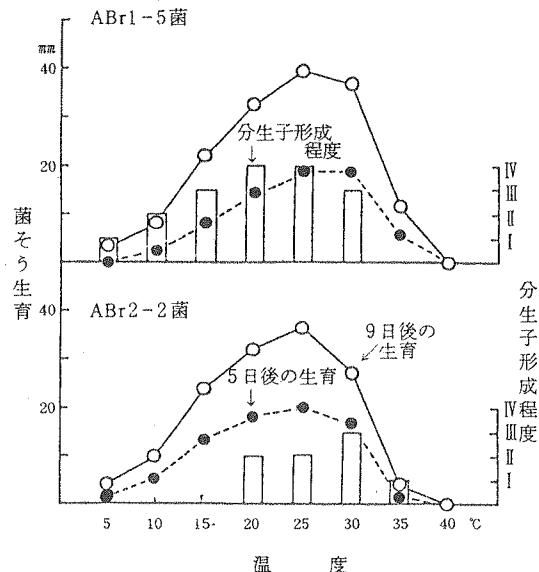


図6 温度と菌そう生育

-5菌はABr2-2菌とほぼ同様の傾向を示したが、培養5日後には4℃においても生育を認めた。なお本試験では分生子形成程度は調査しなかった。

試験1および試験2の結果より、本病菌の生育は4℃から35℃の範囲で認められ、適温は25℃付近であると判断された。分生子形成適温は菌株によりやや異なり、20℃から30℃であった。なお完全世代は本試験の温度範囲での培養1か月後には認められなかった。

(2) 分生子の発芽生理

コマツナ炭そ病菌の分生子発芽時間、コマツナ葉汁液

中における発芽、発芽温度範囲と適温、および付着器形成の条件を検討する。

a. 分生子発芽時間

試験方法

試験1 コマツナ炭そ病菌ABr1-5菌をPDA培地上で、20℃、3週間、暗黒下で前培養して得た分生子の浮遊液を、素寒天平板培地に塗抹した。ただちに25℃、暗黒下に1~9時間保持し、1時間間隔で各回とも3か所合計200個の発芽率、および発芽分生子30個の発芽菌糸長を測定した。なお以下の試験とともに分生子の幅以上に発芽菌糸を伸長した分生子を発芽分生子とみなした。

試験2 コマツナ炭そ病菌ABr2-2菌を供試し、試験1に準拠し、23℃、暗黒下に保持し、1, 2, 4, 6, および7時間後に発芽率を調査した。

結果

試験1 分生子発芽は3時間後まではまったく認められなかつたが、4時間後に発芽が確認され、6時間後には60%、8時間後に80%をそれぞれ超える良好な発芽率であった(図7)。発芽菌糸長も時間の経過とともに伸長した。

試験2 1時間後から発芽率3%を示し、6時間後には90%を超える発芽率であった(図7)。

試験1および試験2の結果より、本病菌分生子は好適条件下で1~3時間を経過すれば発芽を開始し、6時間以上で高率の発芽を示すことが明らかとなった。なお素寒天培地上に分生子浮遊液を塗抹し、暗黒下で培養した本試験の範囲では、付着器の形成は認めなかつた。

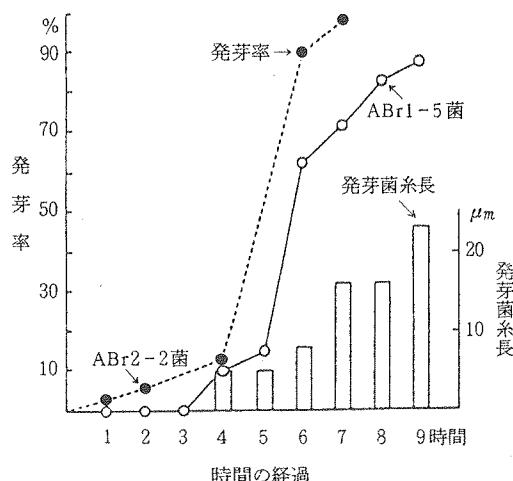


図7 分生子発芽時間

b. コマツナ葉汁液中における発芽試験方法

コマツナ生葉200gを細断、10分間煮沸して得た1000mℓの煎汁を高压滅菌し、これを原液とした。原液を10倍および100倍量の蒸留水で稀釀した。またコマツナ生葉を5倍重量の蒸留水を加えて、乳鉢ですりつぶし、磨碎汁液を作成した。対照に殺菌蒸留水を供試した。コマツナ炭そ病菌ABr1-5菌分生子を各溶液に浮遊させ、その1白金耳をカバーグラスに懸滴させ、ファンチガムセル上に置いた。3連制とし、20℃、湿室、暗黒下に保持した。17時間後に1区100個、合計300個の発芽率を調査した。

結果

コマツナ葉煎汁原液、同10倍稀釀液、およびコマツナ磨碎液中での発芽率は75～83%と高率であった(表21)。

表21 コマツナ葉汁液中における分生子発芽

区別	測定分生子数	発芽率
コマツナ葉煎汁原液	100個	79%
同 10倍稀釀	100	75
同 100倍稀釀	100	17
コマツナ葉磨碎汁液	100	83
殺菌蒸留水	100	0

注) 表中の数値は3区の平均。

コマツナ葉煎汁100倍稀釀液では発芽率が顕著に低く、また殺菌蒸留水中では48時間経過後においても分生子は発芽しなかった。以上のことからコマツナ葉汁液中に分生子の発芽を促進させる耐熱性成分が含まれることが示唆された。

c. 温度と発芽

試験方法

試験1 コマツナ炭そ病菌ABr1-5菌を供試し、分生子浮遊液を素寒天平板培地に塗抹し、3, 5, 10, 15, 17, 20, 22, 25, 27, 30, 35, および40℃、暗黒下に保持し、9時間後に、各区とも3か所合計200個の発芽率および発芽分生子30個の発芽菌糸長を測定した。

試験2 コマツナ炭そ病菌ABr2-2菌および対照としてカブ分離菌ABr3-5菌を供試し、前項に準拠し、その浮遊液をグルコース加用寒天平板培地(表18)に塗抹し、4, 8, 13, 18, 22, 26, 30, 35, および40℃、暗黒下に保持した。24時間および48時間後に各区3か所合計312～530個の発芽率、および発芽分生子30個について発芽菌糸長を測定した。

結果

試験1 15℃から35℃の間で分生子の発芽が確認された(図8)。発芽最適温度は25℃で、発芽率96%，次いで22℃の92%，20℃87%，27℃81%であった。発芽菌糸長も25℃が最長であった。

試験2 ABr2-2菌分生子は24時間後の調査では8℃から35℃の温度範囲で発芽を認め、とくに18～35℃では89～98%の高い発芽率であった(図9)。しかし4℃および40℃ではまったく発芽を認めなかった。48時間後の調査では4℃においても33%の分生子の発芽が確認された。発芽菌糸長は26℃で最長であり、次いで30℃であった。ABr3-5菌の分生子発芽もABr2-2菌の場合とはほぼ同様の傾向を示した。

試験1および試験2の結果より、本病菌分生子の発芽は4℃から35℃の範囲で認められ、適温は25℃付近であることが明らかとなった。

d. 付着器の形成

試験方法

コマツナ炭そ病菌ABr1-5菌分生子浮遊液を供試し、次の各項を組合せて培養した。1) 素寒天平板培地上に浮遊液を塗抹する、2) 素寒天平板培地上にセロファンを密着させ、セロファン上に浮遊液を塗抹する、3) ブラックライト蛍光灯(BLB)による近紫外線照射下または暗黒下で培養する、4) 培養温度は15, 20, 25,

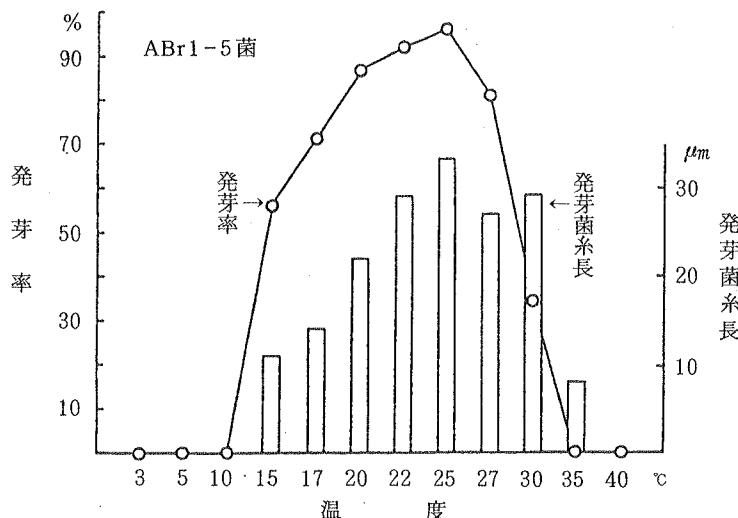


図8 温度と分生子発芽 (1) 9時間後

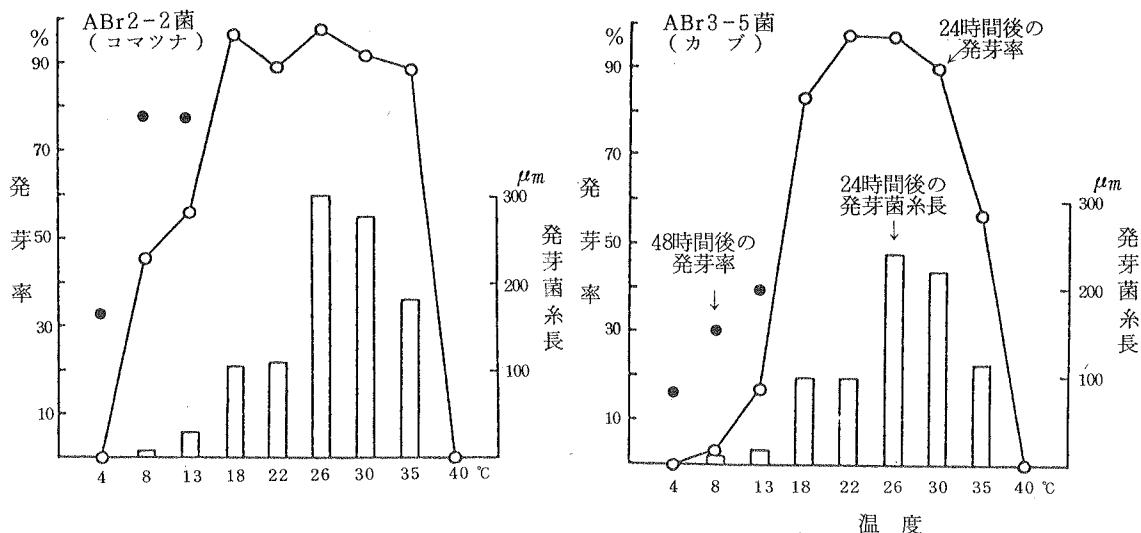


図9 温度と分生子発芽 (2) 24および48時間後

30°Cとする。3連制とし、24時間後に1区100個、合計300個の分生子について発芽および付着器形成の有無を調査した。付着器形成率は(付着器形成分生子/発芽分生子)×100でもとめ、発芽管長は3区合計30個について分生子から付着器までの長さを測定した。

結果

付着器は20°Cから30°Cの範囲で、セロファン上に浮遊液を塗抹した区で形成された(表22)。素寒天培地上に

塗抹した場合には高率の発芽にもかかわらず、近紫外線照射下、暗黒下とともに本試験の培養条件の範囲では付着器の形成は認められなかった。なお72時間後の観察では、近紫外線照射下の素寒天培地塗抹区においても低率だが付着器形成が確認された。近紫外線照射区では分生子発芽率が低く、近紫外線は発芽に影響を与えると考えられた。

表22 培養条件と付着器の形成

培養条件			調査分生子数	分生子発芽率	付着器形成率 ¹⁾	発芽管長 ²⁾	(平均値)
温度	光線	セロファン					
15℃	暗 黒	有	100個	85%	0%	—	—
	暗 黒	無	100	89	0	—	—
20	近紫外線	有	100	58	44	0.6~20.5 μm	(9.2) μm
	近紫外線	無	100	57	0	—	—
25	暗 黒	有	100	92	43	0.6~25.6	(6.4)
	暗 黒	無	100	95	0	—	—
30	暗 黒	有	100	95	19	1.3~21.8	(5.2)
	暗 黒	無	100	83	0	—	—
	暗 黒	有	100	92	50	1.3~28.2	(10.5)
	暗 黒	無	100	80	0	—	—

注) 発芽管長以外の数値は3区の平均。

1. 付着器形成率 = (付着器形成分生子数 / 発芽分生子数) × 100。

2. 分生子から付着器までの長さを示す。合計30個の範囲および平均値。

III. 防除

コマツナの病気に対する登録農薬は皆無であり、また安全性の保障された生鮮野菜を供給するためにも、本病に有効な薬剤を登録することが要請される。そのため各種薬剤を供試して本病菌菌そう生育および分生子の発芽阻害効果を調査し、さらに本病の防除試験を行ない、有効薬剤を探求する。

1. 各種薬剤による菌そう生育阻害

試験方法

チオファネートメチル、ペノミル、塩基性塩化銅、スルフェン酸系、TPN、トリアシン、およびキャプタン水和剤の7薬剤を供試し(表23)，それぞれ主成分量で1, 10および100ppm含有するように調整したPDA培地に、コマツナ炭そ病菌ABr1-5菌およびABr2-2菌の径4mm菌そうディスクを接種した。各区9cmペトリ皿

表23 供試薬剤の種類

一般名	商品名	有効成分・組成
ポリカーバメート水和剤	ビスマイセン水和剤	ポリカーバメート75%
チオファネートメチル水和剤	トップシンM水和剤	チオファネートメチル70%
ペノミル水和剤	ベンレート水和剤	ペノミル50%
ホセチル水和剤	アリエッティ水和剤	ホセチル80%
銅・メタラキシル水和剤	リドミルプラス水和剤	塩基性塩化銅58.8% (銅として35%)
マンゼブ・メタラキシル水和剤	リドミルMZ水和剤	マンゼブ55%，メタラキシル10%
ポリカーバメート・メタラキシル水和剤	—	ポリカーバメート55%，メタラキシル10%
オキサジキシル・銅水和剤	サンドファンC水和剤	オキサジキシル10%，塩基性塩化銅67.3% (銅として40%)
オキサジキシル・スルフェン酸系水和剤	(6011水和剤)	オキサジキシル8%，スルフェン酸系35%
スルフェン酸系水和剤	ユーパレン水和剤	スルフェン酸系50%
TPN水和剤	ダコニール水和剤	TPN 75%
トリアシン水和剤	トリアシン水和剤50	トリアシン50%
キャプタン水和剤	オーソサイド水和剤80	キャプタン80%

3枚, 25°C, 暗黒下で培養し, 6日および9日後に接種源から菌そう先端までの生育を測定した。

結果

結果を図10に示した。TPN水和剤は1ppmで, またトリアジン水和剤は10ppmでまったく生育を認めなかつた。ペノミル水和剤は1ppmで, チオファネートメチル, キャプタンおよびスルフェン酸系水和剤は10ppmで明らかな菌糸生育阻害効果を示した。塩基性塩化銅水和剤の効果は低かった。

2. 各種薬剤による分生子発芽阻害

試験方法

試験1 チオファネートメチル, ペノミル, 塩基性塩化銅, TPN, トリアジン, およびキャプタン水和剤を主成分量で1, 10, 100ppm, または1.25, 5, 20ppm含有するように素寒天平板培地を調整した(表23)。コマツナ炭そ病菌ABr2-2菌およびみずな分離菌ABp12-1菌(表4)の分生子浮遊液を白金耳で平板培地上に塗抹し, 23°C, 暗黒下に保持した。3連制とし, 24時間および48時間後に, 各区100個, 合計300個の分生子発芽率, および発芽分生子合計30個の発芽菌糸長を求めた。

試験2 試験1に準拠し, チオファネートメチルおよびスルフェン酸系水和剤を1.25, 5, 20ppmに調整し, コマツナ炭そ病菌ABr1-5を供試して, 20時間後に調査した。

結果

試験1および試験2の結果を図11および12に示した。フェニール系のTPN水和剤は高い発芽阻害効果を示し, 1ppmでまったく発芽を認めなかつた。同系のスルフェン酸系水和剤も1.25ppmで低率の発芽が見られたもの, 5ppm以上の濃度では発芽を認めなかつた。ヘテロ系のキャプタンおよびトリアジン水和剤は1ppmで発芽を認めたが, 10ppmでは発芽を阻害した。銅水和剤は1ppmおよび10ppmでは発芽阻害効果は認められなかつた。カーバメート系のチオファネートメチルおよびペノミル水和剤の発芽阻害効果は低かつたが, 発芽菌糸の伸長は抑制された。供試した3菌株は, 各薬剤に対して, それぞれ同様な傾向を示した。

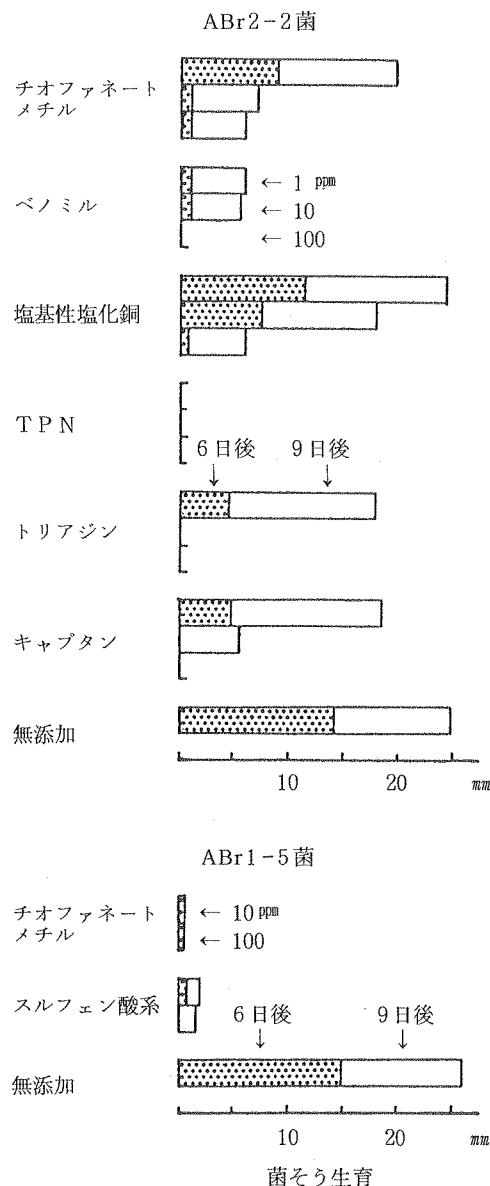


図10 各種薬剤による菌そう生育阻害

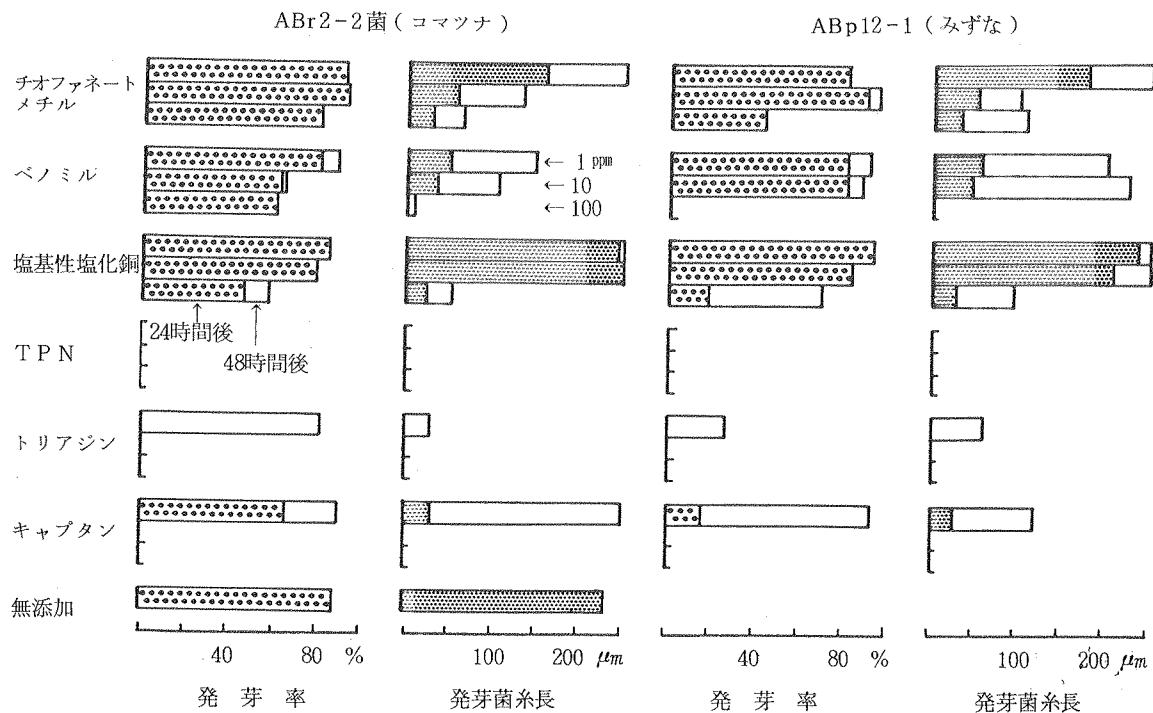


図 11 各種薬剤による分生子発芽阻害 (1)

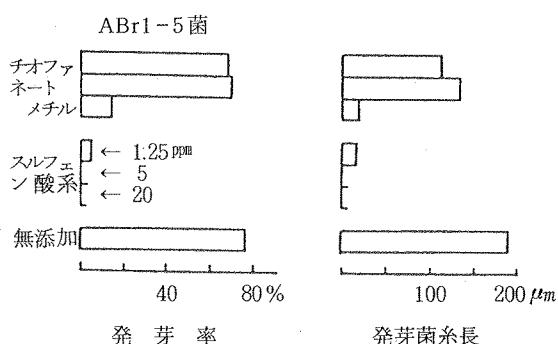


図 12 各種薬剤による分生子発芽阻害 (2)

3. 薬剤防除

試験方法

江戸川分場のコマツナ連作畠で1980年から1986年に5回の試験を行なった。供試薬剤は前項の炭そ病菌菌そう生育および分生子発芽に対する阻害効果、並びにアブラナ科等各種野菜類の炭そ病に対する登録薬剤を参考にして、ポリカーバメート、チオファネートメチル、ペノミル、ホセチル、メタラキシル・銅、メタラキシル・マンゼブ、メタラキシル・ポリカーバメート、オキサジキシル・銅、オキサジキシル・スルフェン酸系、スルフェン酸系、TPN、トリアジン、およびキャプタン水和剤を選択した。各試験とも、試験区は1区 $1 \times 3\text{m}$ 、4条直播、3連制とし、品種は晩生大葉小松菜を供試した。播種量、施肥などは東京都栽培基準に拠った。炭そ病の自然発生が少ない場合には、コマツナ炭そ病菌 ABr2-2菌の分生子浮遊液(分生子 5.8×10^5 個/ml)を噴霧接種した。薬剤は片掛け式手押し噴霧器で散布した。散布直後の降雨の影響はいずれも認められなかった。調査は収穫適期に行ない、各区20株について最外葉から4葉目までの発病程度を調べ、発病株率、発病葉率、発病度を求めた。調査方法の詳細はp.191に準ずる。各試験の概要を表24に示す。

なお各試験間で条件が異なるため、防除率を次式により算出して比較した。防除率 = (1 - 該当区発病度 / 無処理区発病度) × 100、または = (1 - 該当区発病葉率 / 無処理区発病葉率) × 100。

結果

結果を表25に示した。炭そ病自然発生状態で行なった試験1ではTPNおよびキャプタン水和剤の防除効果が比較的高かった。病原菌を接種して実施した試験2~5では、防除効果は同一薬剤処理区間ににおいても試験間でばらつきが認められた。これはとくに病原菌接種条件の違いによるものと思われる。薬剤散布前に接種した試験2では薬剤散布後に接種した試験3~5に比較して各薬剤とも防除効果が劣り、供試薬剤の中では本病に対して卓越した治病効果を示す薬剤は認められなかった。予防効果は試験3~5の結果から、スルフェン酸系水和剤800倍、キャプタン水和剤1,200倍、チオファネートメチル水和剤1,000~2,000倍などが期待できた。薬害は塩基性塩化銅混合剤散布により下位成葉の表面に無機銅特有の褐点~褐斑(スター・メラノーズ)を生じたが、他の薬剤では認められなかった。

表24 コマツナ炭そ病防除試験の概要

項目	試験1	試験2	試験3	試験4	試験5
播種年月日	1980年6月26日	1982年6月29日	1982年7月10日	1985年8月5日	1986年8月13日
薬剤散布月日	7月4日、6日	7月15日、20日	7月23日、27日	8月27日、9月2日、9日	9月18日、25日
接種月日	—	7月14日	7月24日	9月3日	10月2日
	(自然発病)	(散布前接種)	(散布後接種)	(散布後接種)	(散布後接種)
調査月日	7月14日	7月29日	8月14日	9月12日	10月15日
無 処 理 区	発病株率 発病葉率 発病度	100% 44% 21	100% 66% 42	— 60% 31	— 88% 45
防除率の算出	発病葉率	発病度	発病度	発病度	発病度

表25 コマツナ炭そ病に対する各種薬剤の効果（防除価による比較）

薬 剤	稀釀倍率	試験 1	試験 2	試験 3	試験 4	試験 5	薬害
ポリカーバメート	500 倍	—	40	68	—	—	無
	800	40	—	—	—	—	無
	1,600	29	—	—	—	—	無
チオファネートメチル	1,000	—	25	78	—	—	無
	1,500	—	—	—	—	60	無
	2,000	—	—	—	82	—	無
ベノミル	1,000	—	40	75	—	—	無
ホセチル	800	—	—	—	40	—	無
メタラキシル・銅	750	—	—	—	59	—	有*
メタラキシル・マンゼブ	750	—	—	—	—	70	無
メタラキシル・ポリカーバメート	750	—	20	65	—	—	無
オキサジキシル・銅	750	—	—	—	56	—	有*
オキサジキシル・スルフェン酸系	750	—	—	—	—	66	無
スルフェン酸系	800	—	—	—	92	81	無
TPN	800	57	40	77	—	—	無
	1,000	—	—	—	—	60	無
	1,600	37	—	—	—	—	無
トリアジン	500	—	55	71	—	—	無
キャプタン	800	54	33	52	—	—	無
	1,200	—	—	—	87	—	無
	1,600	34	—	—	—	—	無

注) 表中の数値は防除価、—は試験していないことを示す。

*下位成葉の表面に褐点～褐斑を生ずる。

IV. 考 察

1. 発生状況

東京都のコマツナ生産地においては以前は炭そ病の発生はまったく問題になっていたなかった。ところが1974年9月に江戸川区および大田区のコマツナ露地栽培で本病が大発生し、畑によっては収穫皆無の状況に追い込まれた。翌1975年6月には、白さび病が初めて大発生し、大きな被害を与えた。白さび病の年間発生消長についてはすでに明らかにしたが(堀江・菅田 1980)，炭そ病の発生消長の詳細については今まで明らかにされていなかった。本研究において、炭そ病は白さび病よりも2ヶ月ほど遅れた5月下旬～6月下旬から発生し、白さび病の発生が抑制される夏季の高温時に多発することが明らかとなった。両病が混発する畠では、3月下旬から12月初旬まで病気の発生が連続的に認められることになり、コマツナの露地周年栽培は大きな被害を受ける。

本病が、1974年9月に突如大発生した原因は明確ではないが、気象的には、同年8月24日から9月4日までの12日間、2度の台風を含めて、ほぼ連日降雨があり、江戸川分場における合計降雨量は204mmに達した。また、平均気温は24.6～28.7℃で、本病の発生最適気温であった。この連続降雨と気温が本病発生の誘因となった可能性が示唆される。なおコマツナ炭そ病の第一次伝染源については研究されていないが、カブ炭そ病では種子による伝染および土中における病葉での越冬が明らかにされている(Chupp 1935, Scheffer 1950)。コマツナ炭そ病の種子伝染および越冬形態の解明は、第一次伝染源および大発生原因の解明にも関連し、今後の研究課題である。

炭そ病の被害発生は現在のところ、区部には限られているが、コマツナ生産が多摩地区へも拡大傾向にあるので、未発生地域においても炭そ病発生に注意することが必要である。

他県のコマツナ生産地における炭そ病発生の詳細については明らかではないが、吉野(1982)は埼玉県東南部で本病の被害が問題化していることを報告している。

我国におけるアブラナ科野菜の炭そ病についての記述は、中田(1917)がHiggins(1917)の研究を「蕪菁炭疽病(*Colletotrichum*)菌によりて起る葉斑病」として紹介したのが最初である。その後出田(鉢方・斎藤 1925より引用)は蕪菁(アブラナ類)に、また鉢方・斎藤(1925)はアブラナ科の漬菜類に炭そ病を見出した。コマツナには炭そ病の発生は近年まで記録されておらず、飯嶋(1981)の解説が初記録と思われる。日本有用植物病名目録(日本植物病理学会 1980)にはダイコン(中田 1934), ハクサイ(同), カブ(中田 1917; 鉢方・斎藤 1925)およびアブラナ科類の漬菜および菜類(鉢方・斎藤 1925)に炭そ病が登載されている。なお Higgins(1917)は病原菌種名の同定を保留したが、他の研究者は Saccardo(1931)が Higgins(1917)の報告した菌をもとに記載した *Colletotrichum higginsianum* Saccardoを採用している。

本研究において自然発病を確認したカラシナ、キョウナ(京菜、壬生菜)、タカナ、メキャベツは我国における炭そ病の新宿主植物である。またカブナ類の野沢菜、アブラナ属「中国野菜」も今日まで炭そ病の発生記録がなく、本研究が初確認と思われる。なお東京都においてはアブラナ科「中国野菜」は唐菜(シントリ)やチンゲンサイが一部で導入されているが、その他の品種は試験的に栽培されている現状であり、「中国野菜」の炭そ病は現在のところ大きな問題とはなっていない。

2. 宿主植物および病原菌の所属

コマツナ炭そ病菌の宿主範囲を接種試験により調査したところ、各種アブラナ科植物に対して無傷接種で病原性を有することが確認された。アブラナ科以外では焼傷を付して接種したリンゴ果実に発病が認められたのみであった。またアブラナ科野菜から分離された炭そ病菌はコマツナに対して強い病原性を示した。このことは本病菌およびアブラナ科野菜の炭そ病菌がアブラナ科植物に特異的に病原力を有する炭そ病菌であることを示している。鉢方・斎藤(1925)は漬菜類の炭そ病菌を接種して、ハクサイ類(芝巻白菜、白茎体菜、直白菜、結球山東菜)およびカブ類(近江蕪菁、聖護院蕪菁)に病原性が強いが、ダイコン類(練馬大根、方領大根、聖護院大根)には感染しないと報告した。ダイコン類に病原性が認められないことは、本研究におけるコマツナ炭そ病菌接種

の結果とは異なった。

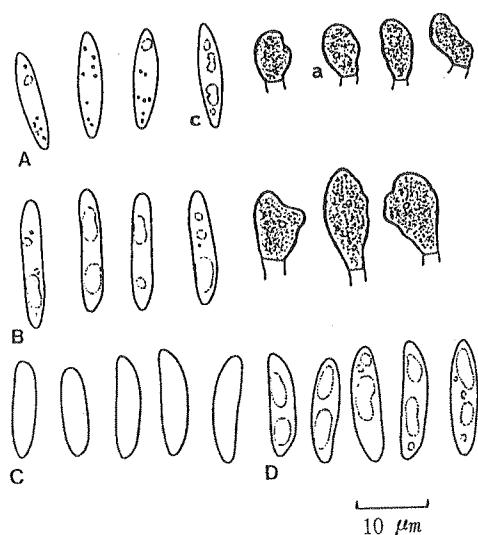
炭そ病菌は広範囲の植物上に非常に多くの種が記載されたが、Arx(1957)は基準標本を含む多数の標本を詳細に検討し、不完全世代(分生子世代)を *Colletotrichum* 属、完全世代(子のう胞子世代)を *Glomerella* 属に統合するとともに、多くの種を異名同種とした。とくに *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. には600以上の種を異名同種として整理した。その後、Sutton(1980)は Arx の分類体系を整理しなおし、22種を独立種として認めている。

Colletotrichum 属は Deuteromycotina(不完全菌亞門)、Coelomycetes(分生子果不完全菌綱)、Melanconiales(メランコニウム目)に所属する(宇田川ら 1977, Sutton 1980)。Sutton(1980)の表わした *Colletotrichum* 属の種の検索表によると、分生子が真直か、鎌型かにより大別し、真直分生子のグループは、さらに、先端が先細る紡錘形分生子と先端半円状の円筒形分生子のグループに分けられる。本研究に供試したコマツナおよび他のアブラナ科野菜の炭そ病菌は前者の形態を有する。紡錘形分生子を生ずる種は *Colletotrichum acutatum* Simmonds(1965), *C. coccodes* (Wallr.) Hughes(1958), *C. fuscum* Laub.(1927), *C. higginsianum* Sacc.(1931)の4種である。表26にコマツナ炭そ病菌および上記4種の分生子と付着器の形態、宿主植物、地理的分布を示し、また図13に Sutton(1980)による分生子と付着器の図を複写した。分生子の長さと幅の範囲は互いに大部分が重なるが、*C. acutatum* の分生子の形状は分生子中程から先細り、明瞭な紡錘形となる点で、コマツナ炭そ病菌(図2)とは明らかに異なる。Sutton(1980)の炭そ病菌の分類では付着器の形態が重要視されているが、コマツナ炭そ病菌の付着器は小型、主に円状~長円状であるのに対し、*C. acutatum* および *C. coccodes* は棍棒状、周縁不規則、大型である点で明らかに異なり、*C. fuscum* は付着器を欠く。また上記3種の宿主植物にはアブラナ科植物は記録されていない。残る *C. higginsianum* とコマツナおよび他のアブラナ科野菜炭そ病菌を比較検討すると、分生子の形態および宿主植物がよく一致することから同種と同定される。なお Sutton(1980)は *C. higginsianum* の付着器を観察していないようであり、本種の付着器は本研究が最初の記載と思われる。付着器は素寒天培地上にセロファンを密着させ、分生子浮遊液を塗抹することにより、容易に形成させることができた。

項目	<i>C. acutatum</i> ¹⁾	<i>C. coccodes</i>	<i>C. fuscanum</i> ¹⁾	<i>C. luteogriseum</i>	<i>C. luogianum</i>	コマツナ炭そ病指 標
分生子の大きさ	8.5~16.5×2.5~4 μm	16~22×3~4 μm	14~17×3.5~4 μm	15~19×4 μm ¹⁾	15~19×2.6~5.8 μm ⁴⁾	9~17.9×2.6~5.8 μm ⁴⁾
付着器の形態	棍棒状	長楕球状	欠く	記載なし	主に円状~長円状	
剛毛	8.5~10×4.5~6 μm 欠く	11~16.5×6~9.5 μm 有る	有る	1/2, 1, 2, 3)	4.1~9×3.1~6.4 μm 有る	
宿主植物	<i>Capsicum</i> <i>Carica papaya</i> <i>Delphinium</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Pinus elliottii</i>	<i>Medicago sativa</i> <i>M. tribuloides</i> <i>Mnium undulatum</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>S. tuberosum</i> <i>Zizyphus</i>	<i>Antirrhinum majus</i> <i>Digitalis purpurea</i> <i>B. communis</i> ¹⁾ <i>B. juncea</i> ²⁾ <i>B. j. rugosa</i> ¹⁾ <i>B. napus</i> <i>B. oleracea</i> <i>B. nigra</i> ³⁾ <i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i> (<i>kale, collard</i>) ³⁾ <i>B. o. botrytis</i> (<i>broccoli</i>) ³⁾ <i>B. o. capitata</i> (<i>cabbage</i>) ^{1, 3)} <i>B. o. gemmifera</i> (<i>brussels sprouts</i>) ³⁾ <i>B. o. gongylodes</i> (<i>kohlrabi</i>) ³⁾ <i>B. pekinensis</i> <i>B. rapa</i> <i>Raphanus sativus</i> <i>Maltiola incana</i> ⁵⁾	<i>Brassica campestris</i> ¹⁾ <i>B. chinensis</i> <i>B. japonica</i> <i>B. juncea</i> <i>B. oleracea</i> <i>var. acephala</i> <i>B. o. albograbra</i> <i>B. o. capitata</i> <i>B. o. gemmifera</i> <i>B. pekinensis</i> <i>B. rapa</i> <i>Raphanus sativus</i> <i>Maltiola incana</i> ⁵⁾	<i>Raphanus sativus</i> (<i>radish</i>) ³⁾ <i>R. sativus</i> (<i>radish</i>) ³⁾	
地理的分布	オセアニア アフリカ アジア オセアニア 北アメリカ 中央アメリカ	ヨーロッパ オセアニア アジア オセアニア 北アメリカ 北アメリカ	ヨーロッパ オセアニア アジア オセアニア 北アメリカ 北アメリカ	ヨーロッパ オセアニア アジア オセアニア 北アメリカ 北アメリカ	ヨーロッパ オセアニア アジア オセアニア 北アメリカ 北アメリカ	

注) 1. Sutton (1980), 2. Saccardo (1931), 3. Scheffer (1950), 4. 表5による。5. 接種による。

表26 数種炭そ病菌の形態および宿主植物



- A. *Colletotrichum acutatum*
- B. *C. coccodes*
- C. *C. fuscum*
- D. *C. higginsianum*
- a. 付着器, c. 分生子

図13 真直、紡錘状分生子を有する
炭そ病菌の形態
(Sutton 1980の複写)

*C. higginsianum*は、Higgins (1917)によりカブ上に発見されたが、氏は形態を記録したものの、種名の決定を保留した。のち Saccardo (1931)が Higgins の研究した菌を *Colletotrichum higginsianum* Saccardo と命名記載したが、Arx (1957, 1987) はこれを独立種と認めず、*Colletotrichum gloeosporioides* に統合した。その後、Sutton (1980) は *C. higginsianum* については分生子の形状が紡錘状であること、宿主範囲がアブラナ科に限定されることから *C. gloeosporioides* とは異なると見なし、独立種と認め、今日に至っている。しかし Sutton (1980) が *C. higginsianum* の宿主範囲の根拠として引用している Scheffer (1950) の論文ではアブラナ科以外の植物に対する病原性については試験されていない。本研究におけるアブラナ科植物およびその他の41科97種に及ぶ広範囲の接種試験により、本種がアブラナ科植物に対して特異的に強い病原性を有することが明確になった。この結果は、Sutton (1980) の宿主範囲に関する記述の正当性

を支持したことになる。なお *C. higginsianum* の完全世代は報告されておらず、本研究においても完全世代は自然界でも、また培養上においても認められなかった。本種の完全世代の確認は今後の研究課題として残された。さらに、*C. higginsianum* の分生子の大きさの範囲は Arx (1957) および Sutton (1980) の記載した *C. gloeosporioides* の範囲とほぼ一致しており、また *C. gloeosporioides* は円筒形で両端はとがらないとされているが、今まで各種植物に記載してきた *C. gloeosporioides* は形態的に変異に富む種である。また、山本 (1960) は、Arx (1957) の提案に基づいて、日本産の炭そ病菌の種名を整理したが、具体的なデータに乏しく、再検討の余地を残している。従って、今後、さらに炭そ病菌の分類を研究し、整理する必要があるものと思われる。

3. 病原菌の性質

感染に要する条件は今まで十分に研究されていなかった。本研究において、分生子濃度3個/mlと極めて低濃度で発病を起こすこと、感染発病の適温は20~30℃であること、噴霧接種後、ただちに扇風機により風乾した場合のようにわずかのぬれの時間があれば発病が認められることを明らかにした。また培養試験において菌そう生育は22℃から30℃の範囲で良好であり、分生子は適温、適湿を得ると1~4時間で発芽し、発芽率は20℃から27℃の範囲で80%を越すことを認めた。以上の事項は、本病が夏季から初秋にかけての高温期に発生し、特に降雨後に被害が拡大することと一致する。

培養的性質に関して、Scheffer (1950) は、カブ分離菌の菌そうおよび分生子形成には燕麦寒天培地が最適であり、PDA培地も良好であったが、カブ葉煎汁培地および普通寒天培地は不良であることを報告した。著者の試験ではPDA培地とともにコマツナ葉煎汁寒天培地も菌そう生育や分生子形成に好適であり、Scheffer (1950) の宿主植物葉煎汁培地が不良であるとの試験結果とは異なった。なお菌そう生育温度、発芽温度、および宿主植物汁液中で良好な分生子発芽を示すことは著者の結果とほぼ一致した。

4. 防除

本病の防除にあたり、前述した発生消長や病原菌の生理生態的特徴を考慮して栽培環境を良好に保つことが不可欠である。とくに、コマツナは周年栽培されるので、罹病株に近接して感染容易な幼植物が常に存在すること、市場価格の下落や労働力不足により、収穫を見合わせて放置するなど、残さ処理が不十分で、圃場衛生が悪化し

ていること、栽培畑の排水が不良で高湿度環境であることなど、炭そ病の発生しやすい条件は至る所に認められるので、これらの改善が望まれる。市販のコマツナ品種の中には抵抗性の強い品種は確認できず、現状では品種により被害を回避することはできない。しかしこマツナ以外のアブラナ科野菜には比較的発病の少ない品種が認められたので、今後、コマツナに他種の形質導入を検討する必要があると思われる。防除薬剤は現在のところ登録されていないが、本研究において数種の薬剤が予防的效果に優れていることを明らかにした。これらのうち、チオファネートメチル水和剤、スルフェン酸系水和剤については、現在、農薬残留の分析などが実施されており、近い将来、登録が実現するものと思われる。

摘 要

コマツナ炭そ病は1974年に我国で初めて江戸川区および大田区で発生し、大きな被害を与えた。本病はコマツナ生産にとって重大な病害であることを認めたので、本病およびその病原菌について研究に着手し、以下の結果を得た。

1. コマツナ炭そ病は江東地区（江戸川区、葛飾区）、城南地区（世田谷区、大田区）で発生が多く、多摩地区ではほとんど発生していない。本病は露地栽培特有の病気で、5月下旬～6月下旬から発生し、夏季から秋季に激しい被害をもたらし、冬季および春季には発生を認めない。多発期間の平均気温は20℃～28℃である。

2. 本病は葉身に淡灰褐色～淡灰黄色、径1～2mm、ややくぼんだ小円斑を、また中肋や葉柄に淡灰褐色、長さ2～8mmの紡錘斑を生ずる。

3. 本病はコマツナ以外にハクサイ、タイサイ、カブナ、キョウナ、カラシナ、メキャベツ、ダイコンの計23品種、およびアブラナ属の「中国野菜」に発生することを確認した。本病に対して抵抗性の高いコマツナ品種は認められなかった。

4. コマツナ炭そ病菌の分生子層は円状～不整円状、径8～14μm。剛毛は黒褐色、先端は先細り、長さ42～89.5μm。分生子はフィアロ型で、無色、单胞、直直～やや湾曲、紡錘状、長円状～米粒状、先端はやや先細り、鈍頭状、大きさ7～17.9×2.5～5.8μm。付着器は淡褐色で、主に円状～長円状、大きさ4.1～9×3.1～6.4μm。

5. 本病菌接種に供したアブラナ科植物はいずれも感受性を示した。このうちカブナ（コマツナ、カブ）、ハ

クサイ、タイサイ、ダイコンなどは感受性が高く、キャベツなどは感受性が低かった。アブラナ科以外の野菜類、花き類、樹木類は、焼傷接種したリンゴ果実を除いて感受性を示さなかった。

6. 各種アブラナ科野菜から分離された炭そ病菌は、その形態とコマツナに対して強い病原性を示すことから、コマツナ炭そ病菌と同一種であることが確認された。アブラナ科以外の植物から分離された炭そ病菌はコマツナに対して病原性を示さなかった。

7. 本病菌は形態的特徴および宿主範囲がアブラナ科植物に限られることから *Colletotrichum higginsianum* Saccardoと同定された。本種の付着器を初めて記載し、分類学的考察を加えた。

8. 本病菌は発芽してすぐに付着器を形成して表皮から侵入し、2～4日後に分生子層を形成する。発病に必要な分生子濃度は3個/ml以下であった。4～35℃で発病し、適温は20～30℃であった。14時間以上温室に保持すると発病が激しかった。

9. 本病菌の菌そう生育および分生子形成には、P D A培地、コマツナ葉煎汁寒天培地、Waksman寒天培地等が適した。菌そうは4～35℃の範囲で生育し、適温は25℃付近であった。分生子はコマツナ葉汁液中および素寒天培地上で良好に発芽した。発芽は4～35℃で認められ、25℃付近が最適であった。好適条件下では1～4時間で発芽した。付着器はセロファン上で発芽直後に容易に形成された。

10. 防除にはスルフェン酸系水和剤800倍、チオファネートメチル水和剤1,000～2,000倍などの予防散布が期待できた。

引 用 文 献

- 阿部善三郎（1986）コマツナ等葉菜類の病害.昭和61年度野菜病害虫防除に関するシンポジウム講演要旨—軟弱野菜病害の発生の現状と問題点—, pp. 30-39.日本植物防疫協会.
- Arx, J.A.von(1957) Die Arten der Gattung *Colletotrichum* Corda. Phytopath. Z. 29, 413-468.
- Arx, J.A.von(1987) Plant pathogenic fungi. pp.218-220. J.Cramer, Berlin.
- Chupp, C.(1935) *Macrosporium* and *Colletotrichum* rots of turnip roots. Phytopathology 25, 269-274.
- 園芸学会（編）（1979）園芸学用語集 園芸作物名編.

- 養賢堂, 東京.
- Higgins, B.B. (1917) A *colletotrichum* leafspot of turnips. Jour. Agr. Res. 10, 151-162.
- 堀江博道・菅田重雄 (1980) コマツナ白さび病の生態. 東京農試研報, 13, 31-47.
- 堀江博道・菅田重雄 (1981) コマツナ炭を病菌の宿主範囲. 日植病報, 47(3), 371.
- 堀江博道・菅田重雄 (1982) コマツナ炭を病菌に対する各種アブラナ科野菜の感受性. 関東東山病虫研報, 29, 75-76.
- 堀江博道・菅田重雄 (1984) 東京都におけるコマツナ炭を病の発生消長. 関東東山病虫研報, 31, 67-68.
- 堀江博道・菅田重雄・小菅悦男 (1982) 炭を病及び白さび病に対するアブラナ科「中国野菜」の感受性. 関東東山病虫研報, 29, 77-79.
- 飯嶋 勉 (1981) コマツナ炭を病. 合本/原色新しい病害虫(関東東山地区病害虫専門技術員協議会編), p.41. 全国農村教育協会, 東京.
- 鑄方末彦・斎藤太一 (1925) 潰葉類及蕪菁の炭疽病に就て. 病虫雑12(7), 379-382.
- 中田覚五郎 (1917) 蕃菁の炭疽病 (*Colletotrichum*) 菌によりて起る葉斑病. 病虫雑 4(11), 855-856.
- 中田覚五郎 (1934) 作物病害図編. pp.413-414. 養賢堂, 東京.
- 日本植物病理学会(編) (1975) 日本有用植物病名目録第1巻 食用作物, 特用作物(第2版). 日本植物病理学会, 東京.
- 日本植物病理学会(編) (1980) 日本有用植物病名目録第2巻 野菜, 草花, 牧草および芝草(第2版). 日本植物防疫協会, 東京.
- 日本植物病理学会(編) (1984) 日本有用植物病名目録第3巻 果樹(第2版). 日本植物防疫協会, 東京.
- 日本植物病理学会(編) (1984) 日本有用植物病名目録第5巻 広葉樹(林木, 觀賞樹木)(第2版). 日本植物防疫協会, 東京.
- 大井次三郎 (1983) 日本植物誌. 至文堂, 東京.
- Saccardo, P.A. (1931) Syllogue Fungorum 25, 567.
- Scheffer, R.P. (1950) Anthracnose leafspot of crucifers. North Carolina Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 92, 1-26.
- 篠原捨喜・富樫常治 (1951) 蔬菜園芸図編. pp.64-81. 養賢堂, 東京.
- Sutton, B.C. (1980) The Coelomycetes. pp.523-527. Commonwealth Mycological Institute, England.
- 東京都労働経済局 (1985) 昭和60年度版農林水産業の概要. pp.42, 52-53.
- 宇田川俊一・椿 啓介・堀江義一・三浦宏一郎・箕浦久兵衛・山崎幹夫・横山竜夫・渡辺昌平 (1977) 菌類図鑑下. p.1167. 講談社, 東京.
- 山本和太郎 (1960) 日本産炭疽病菌の種名と属名の改変. 植物防疫14(2), 49-52.
- 吉野正義 (1982) 埼玉県における未記載野菜病害の発生動向(1). 関東東山病虫研報, 29, 89-90.

(1987年12月15日 受理)

Studies on Anthracnose of Komatsuna, *Brassica rapa*

Hiromichi HORIE¹⁾, Shigeo SUGATA²⁾ and Zenzaburo ABE³⁾

¹⁾Tokyo Metropolitan Agricultural Experiment Station, ²⁾Tokyo Metropolitan Government,
³⁾Edogawa Branch, Tokyo Metropolitan Agricultural Experiment Station

Summary

Since anthracnose of komatsuna, a leafy variety of *Brassica rapa*, was first discovered infesting in Edogawa and Ota Ward of Tokyo in 1974, it has spread out over the major growing areas of komatsuna and is causing heavy damage upon the crop. In view of the grave injury inflicted by the pest, the disease and the causal pathogen were studied, and the results are summarized as follows:

1. Anthracnose of komatsuna widely infests in the east and south areas of Tokyo (Edogawa, Katsushika, Setagaya and Ota Ward), but it is scarcely observed in Tama area, the west of Tokyo. This disease is specific to open field culture, which infestation begins to occur late May to late June reaching its peak of injury in summer and early autumn. The infestation is not observed during winter and spring. The mean temperature of the period of the infestation is 20 to 28C.
2. The lesions on laminae are pale greyish-brown to greyish-yellow, small circles with diameters of 1 to 2mm and somewhat depressed. Pale greyish-brown and 2 to 8mm-long spindle like lesions are formed on midribs and petioles.
3. It was confirmed that this disease could infect the undernoted crops as well as komatsuna; total of 23 cultivars belonging to *Brassica pekinensis* (Chinese cabbage and santosai), *Brassica chinensis* (Chinese mustard and rape), *Brassica rapa* (turnip and nozawana), *Brassica japonica* (kyona), *Brassica cernua* (leaf mustard), *Brassica juncea* (takana), *Brassica oleracea* var. *gemmifera* (Brussels sprouts) and *Raphanus sativus* (Japanese radish), and Chinese vegetable varieties of *Brassica* spp. There found no cultivar of komatsuna that was tolerant/resistant to this disease.
4. The acervuli of the pathogen of komatsuna anthracnose are circular to irregularly circular and 8 to 14 μ m. The setae are blackish-brown, tapered and 42 to 89.5 μ m-long. Its conidia are phiale-type, colourless, monosporous, straight to slightly curved, fusiform, elliptical, with their ends slightly tapered and obtuse, and have the dimensions of 7~17.9 X 2.5~5.8 μ m. Their appressoria are mainly circular to elliptical and 4.1~9 X 3.1~6.4 μ m.
5. All cruciferous species tested for the inoculation of the pathogen showed susceptibility. Komatsuna, turnip, nozawana, Chinese cabbage, santosai, Chinese mustard, rape, kyona and Japanese radish were more susceptible among them, while cabbage and others were less susceptible. No other plant than cruciferous species such as floral crops, other vegetables and arbores showed susceptibility to the pathogen except apple fruits.
6. From the morphological characteristics and their strong pathogenicity on komatsuna of the fungi of anthracnose isolated from various cruciferous vegetables, it was confirmed that they were

identical with the pathogen of anthracnose of komatsuna. The fungi of anthracnose isolated from other plants than Cruciferae failed to infect on komatsuna upon their inoculation.

7. This causal pathogen was thus identified as *Colletotrichum higginsianum* Saccardo from its morphological characteristics and its limitation of the host range to Cruciferae. Also, the appressoria of the above species were first described in this paper and its taxonomy was discussed.

8. The causal fungi developed appressoria soon after their germination, penetrated from the epidermis of host plants, and formed acervuli within 2 to 4 days. The population of less than 3 conidia/ml was sufficient to initiate the disease. Anthracnose developed in the temperature range of between 4 and 35C, the optimum being 20 to 30C. The infestation was extremely severe when incubated under moist conditions for 14 hours or more.

9. For the mycelial growth and the formation of conidia of this species, PDA medium, komatsuna leaf decoction agar medium and Waksman's solution agar medium were suitable. The colonies grew in the range of 4 to 35C, the optimum being around 20 to 30C. The conidia germinated profusely in juice of komatsuna leaves and on water agar. The germination was observed in 4 to 35C, the optimum being around 25C, and within 1 to 4 hours under favourable conditions. Appressoria could readily be formed on cellophane paper after the germination.

10. Prophylactic sprays of dichlofluanid 50WP and thiophanate methyl 70WP at 800 and 1000 to 2000 times dilution respectively were effective in controlling komatsuna anthracnose.

(Received December 15, 1987)

図 版 説 明

図版 I コマツナ炭そ病の病徵

1. 葉身の小円斑
2. 病斑の融合拡大と病斑部の脱落
3. 中肋の紡錘状病斑(矢印)

図版 II 各種アブラナ科野菜の炭そ病(1)

1. 無双白菜
2. 新あずま山東菜
3. 雪白体菜
4. 早生あぶら菜
5. 野沢菜
6. 早生大かぶ
7. 緑扇2号京菜
8. 丸葉壬生菜
9. 葉からし菜

図版 III 各種アブラナ科野菜の炭そ病(2)

1. 三池高菜
2. 早生子持甘藍
3. 亀戸大根

アブラナ属「中国野菜」の炭そ病

4. 36号大白菜
5. 抱大青大白菜
6. 小青口大白菜
7. 小白口大白菜
8. 青麻叶
9. 紅菜苔
10. 稜脚黄

図版 IV コマツナ炭そ病菌(1)

1. 病斑上の分生子層(スケール 5 μm)
2. 病斑上の分生子層に生じた剛毛(スケール 20 μm)
3. 病斑上の分生子層に生じた剛毛(s)と分生子(c)(スケール 10 μm)
4. P D A 培地上に形成された分生子(スケール 10 μm)

図版V コマツナ炭そ病菌(2)

1. コマツナ葉上における分生子発芽直後の付着器(a)の形成 (スケール 5 μm)
2. コマツナ葉上における発芽管(g)伸長と付着器(a)の形成 (スケール 5 μm)
3. セロファン上における分生子(c)の発芽、発芽管(g)伸長、付着器(a)の形成 (スケール 5 μm)
4. コマツナ炭そ病菌接種によるストックの病徵(不整小円斑を生ずる)
5. コマツナ炭そ病菌焼傷接種によるリンゴの病徵(左:接種、マイラ化し、表面に分生子層を多数生ずる; 右:無接種)
6. 各種寒天培地における菌そう生育(ABr1-5菌; Malt: 麦芽寒天培地; V8: V8ジュース寒天培地; Brassica: コマツナ葉煎汁寒天培地; その他は各寒天培地)
7. 温度と菌そう生育(ABr2-2菌, 数字は温度区を示す)

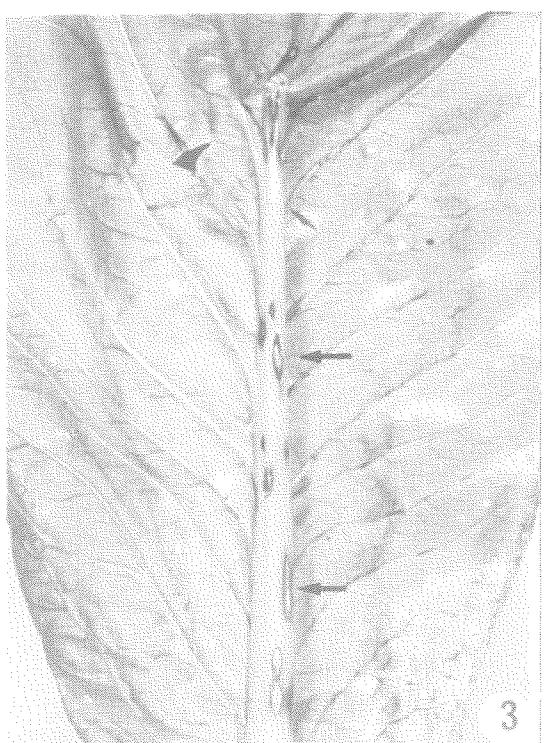
図版 I



1

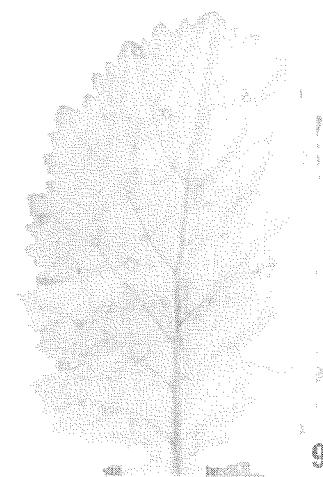
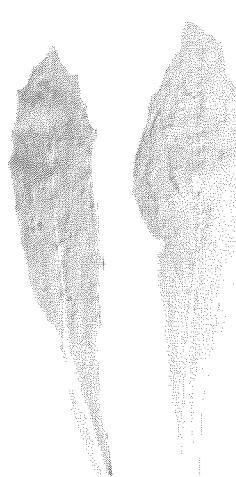
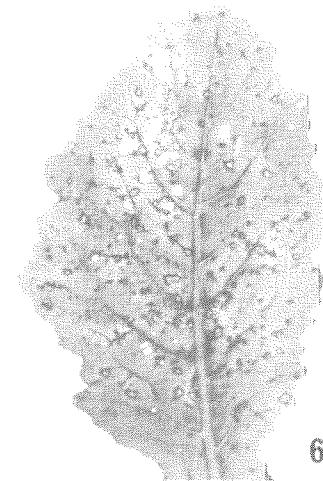
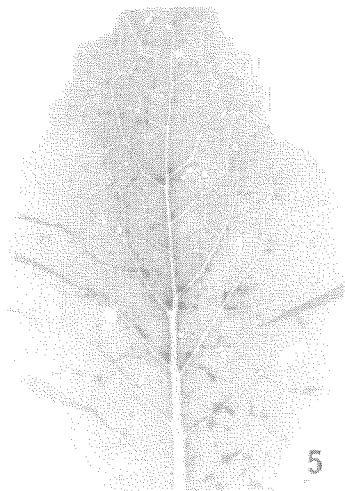
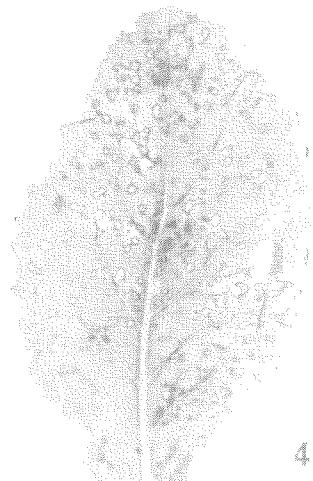
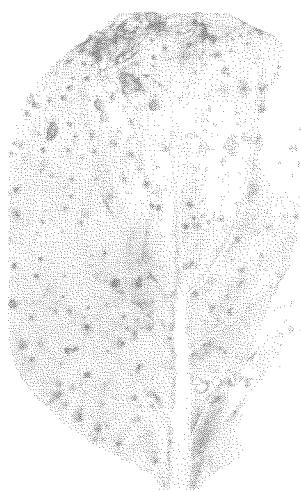
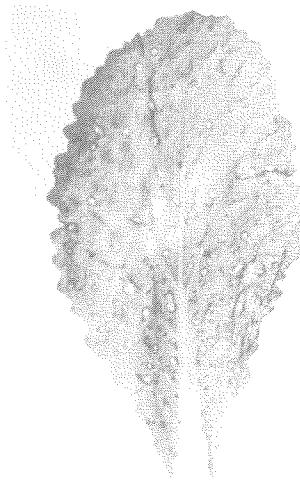


2



3

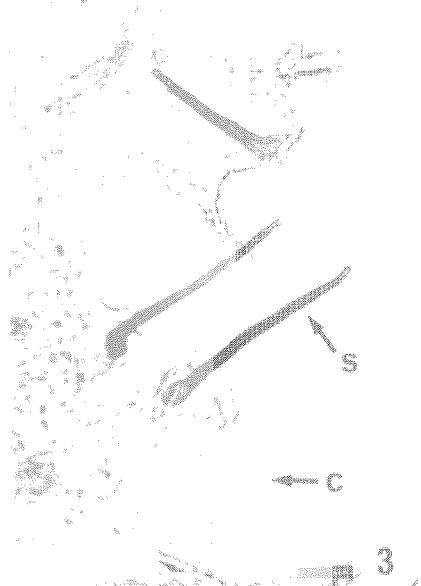
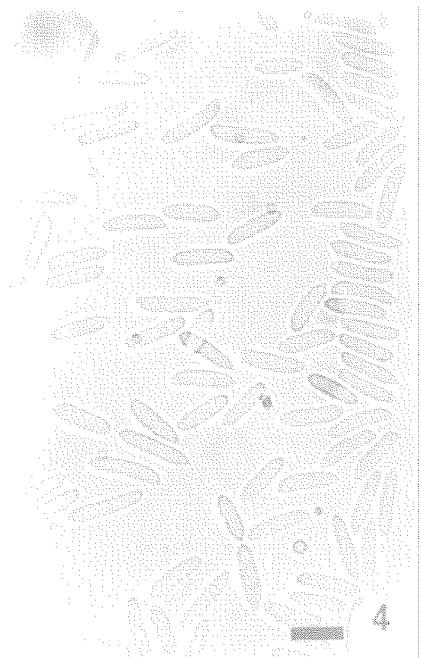
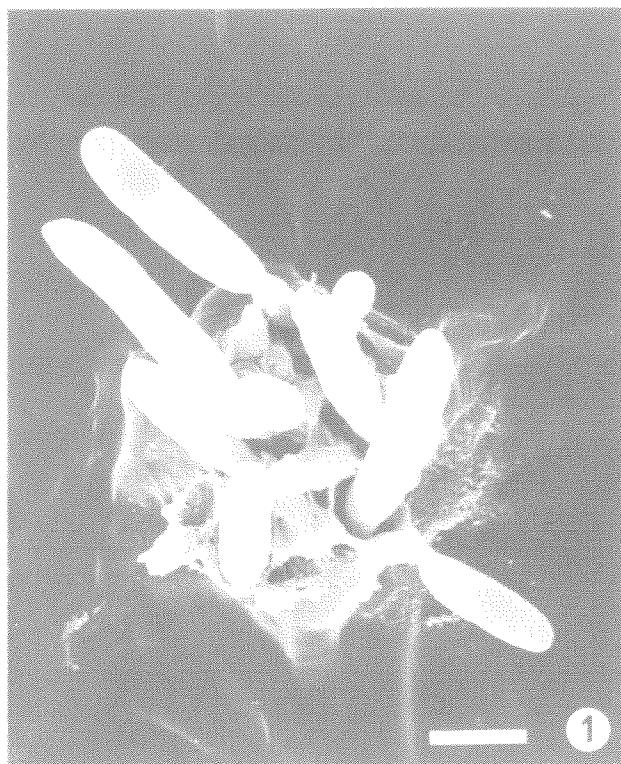
図版Ⅱ



図版 III



図版IV



図版 V

