

ミズタマカビ胞子のうによる青ジソ葉への付着被害の発生

奈尾雅浩
(愛媛県農業試験場)

Occurrence of spoilage on *Perilla* leaves by spatter of discharged *Pilobolus* sporangia

By Masahiro NAO (Ehime Agricultural Experiment Station, Kaminanba-ko 311, Matsuyama, Ehime 799-2405)

In November 2004, in Yahatahama city, Ehime prefecture, numerous small black granules ca.0.1-0.3mm in diameter were observed on *Perilla frutescens* leaves, which was cultivating in greenhouse. The granules were also observed on grounding irrigation equipment and some weeds i.e. *Oxalis fontana*, *Digitaria adscendens*. Adhere to plant leaves or fruits by small black granules, in the past in Ehime prefecture, were observed on the tomato plants in a cultivation under rain shelters in 1997. There are difference in characteristic of granules diameter and vertically upwards to a maximum height. In the present case, these granules were not reached to the stays at 2 meters from the ground. The granules were identified as sporangia of *Pilobolus* sp. belonging to Mucorales. The fungus produced sporangiophore and sporangia on dung extraction agar medium under light condition. Its sporangiophore was rising from a single, erect, no branching. Sporangia, contained mass of spores, were flattened, their wall were dark black and shiny. Discharging sporangia were violently. In this greenhouse, *Pilobolus* sp. was inhabited on the cultivating bed with grown moss plant, but this fungus was not able to be found out in the pellet fertilizer covered with mold. I could not find out any reasons why the spoiling occurred in these greenhouse, in spite of every effort of searching cultural conditions in it.

(Received May 11, 2006; Accepted August 1, 2006)

はじめに

愛媛県における青ジソ栽培は、2004年の生産販売統計(愛媛県農林水産部農業振興局農産園芸課)によると販売数量は72t、生産額は約1億7千万円程度であるためマイナー品目に位置付けられる。しかし、本作目の単価は2,312円/kgと野菜類の中で最も価格が高く、軽量野菜の有利性を備えている。従って、1995~2004年の10年間の栽培面積の推移をみると、2004年の栽培面積は1995年の2.3倍まで増加し維持されている。なお、栽培型ではハウス栽培が中心となっている。

2004年11月に愛媛県八幡浜市のハウス栽培の青ジソ葉に大きさ0.1~0.3mmの黒色小粒が多数付

着する被害がみられた(写真1)。この被害は本作で初めて確認された。このような付着被害は1997年に愛媛県内の夏秋トマトでも確認されている(奈尾・山崎, 1998)。当時の付着物は大きさが約0.9mmのタマハジキタケのグレバ塊であった。青ジソで確認された黒色小粒は、これよりも小さく、プレパラート上で検鏡すると小粒内部から多数の胞子の流出が確認されたため、今回の黒色小粒は糸状菌の一種と考えられた。そこで、うね上のコケ類が密生した表層土壌を密封円筒容器内で培養したところ、現地で確認された黒色小粒と同じ物が飛散し、特徴的なカビが成育してきた。その所属を明らかにしたところ、黒色小粒は

ミズタマカビが放出した孢子のうであることが判明した。本稿では圃場内での孢子のうの飛散特性の把握と同定までの経緯について報告する。

本論に入るに先立ち、試験の実施に当たり有益な助言を頂いた千葉県農業総合研究センター暖地園芸研究所の香川晴彦氏に厚くお礼を申し上げます。なお、本報告の概要は平成17年度四国植物防疫研究協議会大会で発表した(奈尾, 2005)。

材料および方法

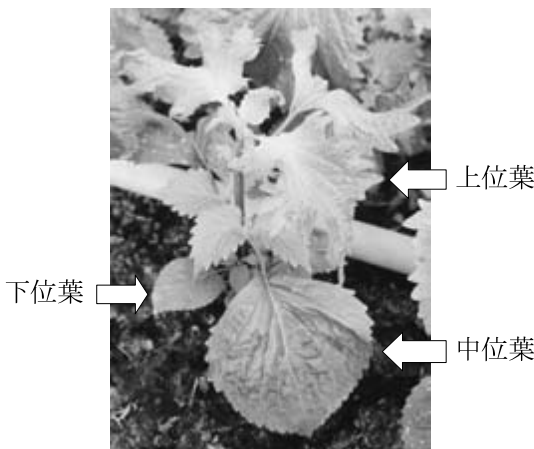
1. 発生経過

1) 圃場内での黒色小粒の付着状況

2004年11月29日に現地圃場で黒色小粒の付着状況を青ジソ葉上、圃場内の資材、植生していた雑草と近接圃場で小面積で栽植されていたエンドウ等、合計10品目の野菜類について調査した。青ジソ葉上の黒色小粒は、第1図に示す草丈30cmの栽培株を対象に上・中・下位葉を各10葉採集し、各葉の葉表と葉裏別に黒色小粒の付着数をカウントした。青ジソ以外の雑草や資材では黒色小粒の付着の有無を確認した。

2) 稲わら被覆の有無と黒色小粒の付着状況

黒色小粒の付着実態を明らかにするため、2004年11月29日から12月3日までの間、青ジソが栽植されているうねを稲わらで被覆する区(約1m×2m幅:青ジソ4株×2条植え)と無被覆区(慣行)をそれぞれ3箇所設け、黒色小粒の付着数を比較した。付着調査には10cm×10cmの白色厚紙を第2図に示すよううね面より30cm上部に水平、



第1図 黒色小粒付着数調査時の青ジソ葉位
草丈30cm程度。

垂直方向に設置して方向別の付着数を調べた。

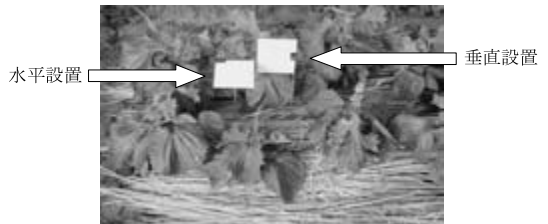
2. 分離菌の圃場内生存箇所の特定と同定

1) 圃場採集物からの黒色小粒の飛散調査

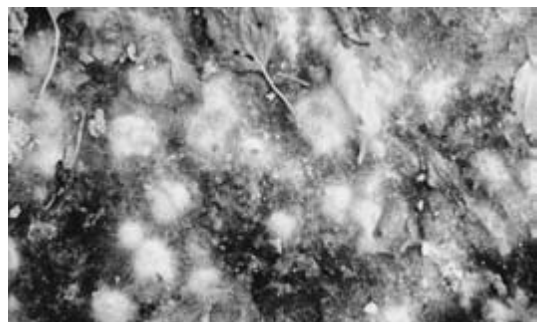
2004年11月30日に①うね上のコケ類が密生した表層土壌、②同一のカビが成育していた有機ペレット肥料(第3図)を採集し、これらを内径11cm、高さ4cmの市販の密封透明円筒容器(以下、容器)に入れ人工気象器(NC-350、日本医化器械製作所製)内で光照射の有無別で管理した。光照射区は22℃、照度約20,000lxの照射条件16時間、暗黒条件8時間とした。連続暗黒区はアルミホイルで容器を完全に被覆し同様に人工気象器内に置いた。なお、容器の蓋の裏側に5cm×5cmのろ紙を貼り付け、培養2日後の黒色小粒の付着状況から、黒色小粒を飛ばす微生物の圃場内の生息箇所を特定した。

2) 黒色小粒からの培養菌体の形態による同定

葉上の黒色小粒を滅菌水中で潰し、孢子を寒天培地上に展開して、25℃で4日間培養した。培養



第2図 稲わら被覆と厚紙トラップの設置
厚紙トラップは、大きさ10cm
四方の白色厚紙をうね面より約
30cmに固定。



第3図 有機ペレット肥料に生育するカビ
多核菌糸体を示す同一種が生育。
残渣は青ジソ葉。

は扉前面にガラス窓のあるインキュベータ (MIR-153, 三洋電機株式会社製) を用いた。寒天培地は2%のセルロースを加えた糞抽出液寒天培地 (森永, 1983) を使用した。牛糞は放牧地の雨よけのエサ場に放置されていた乾燥糞を使用した。牛糞100gを600mlの水道水で20分間煮沸し、タオルを使って不溶物を濾過し、煎汁抽出液を300ml得た。これを500mlまで希釈し、寒天末18g/1, セルロース20g/1量を加えオートクレーブ滅菌し、シャーレに分注して使用した。

培養後に生じた胞子のう柄、胞子のうの特徴を伊藤 (1936), 印東 (1969), Hesselstine and Ellis (1973) の記載と比較して同定した。

また、今回の発生原因を明らかにするため、圃場内に施用した肥料と併せて耕種概要を青ジソ生産者 (園主) に聞き取り調査した。

結 果

1. 発生経過

1) 圃場内での黒色小粒の付着状況

青ジソ葉上の黒色小粒は他の葉位に比べて中位葉で多く付着し、葉表で1葉当たり最大453個付

着するものがあつた。また、葉位にかかわらず葉表の付着数が多かった (第1表)。

なお、黒色小粒は葉、葉柄に付着していたが、主枝や側枝には付着していなかった。

この圃場では、うねごとに時期をずらして青ジソを栽培していた。草丈が100cm, 20cmのうねでは黒色小粒の付着はみられず、草丈30cmのうねの青ジソに付着が集中していた。

黒色小粒は、圃場内の土面に設置された灌水器具に多数付着し、植生していたムラサキカタバミ、メヒシバの葉上には少数であるが付着がみられた (写真2, 3)。しかし、高さ2mの支柱資材には全く付着していなかった。

ハウス外の近接圃場で小面積で栽植されていたエンドウ等10品目の野菜類には、いずれも黒色小粒の付着はみられなかった。

2) 稲わら被覆の有無と黒色小粒の飛散特性

第2表に示すように稲わら被覆の有無にかかわらず厚紙上面の黒色小粒の付着数が多く、青ジソ葉で葉表の付着数が多かったことと一致していた。これは稲わらを被覆していない箇所から飛散

第1表 圃場内の青ジソ葉上の黒色小粒の付着数

葉位	葉表			葉裏		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均
上	14	250	78.1	2	28	12.6
中	157	453	322.7	2	80	18.9
下	41	323	170.2	2	34	16.8

1葉当たりの黒色小粒の付着数。
各葉位10葉ずつ調査。

第2表 稲わら被覆の有無と厚紙トラップへの黒色小粒の付着数

処理区	厚紙トラップ水平設置		厚紙トラップ垂直設置	
	厚紙上面	厚紙下面	厚紙西面	厚紙東面
稲わら被覆	4	0	1	0
無被覆	6	1	1	3

大きさ100cm²の厚紙への付着数 (厚紙1枚ずつ設置, 3箇所の合計値)。

水平設置は上面:天ビニールに面する側, 下面:うねに面する側,

垂直設置は西面:西から見た側, 東面:東から見た側とした。

設置期間:2004年11月29日~12月3日。

した黒色小粒が稲わら被覆区の厚紙や青ジソ葉上面に付着したためと判断された。稲わら被覆区の小粒付着数は無被覆区の半分程度となったが、今回のような部分的な稲わら被覆では付着を完全に防げなかった。

2. 分離菌の圃場内生存箇所の特定と同定

1) 圃場内採集物からの黒色小粒の飛散調査

第3表に示すように光照射をしたうね上のコケ類が密生した表層土壌を入れた容器の蓋の裏側の紙上に黒色小粒の飛散が認められた。但し、容器によっては、黒色小粒の飛散がみられなかったため、黒色小粒を飛ばす微生物はうね上で偏在していることが示唆された。なお、反復区2の黒色小粒の付着数は10個以内であった。これに対し暗黒処理区、カビを生じていた有機ペレットを入れた容器では付着は認められなかった。

2) 黒色小粒からの培養菌体の形態による同定

黒色小粒を潰すと中から多数の胞子が噴出してきた(写真4)。また、コケ類が密生した表層土壌と糞抽出液寒天培地に展開した黒色小粒内の胞子から同一形態を示すカビが成育してきた(写真5, 6)。本菌の形態は、胞子のう柄が直立して分枝せず、上端が膨れsubsporangial vesicleを示していた。表層土壌から成育した胞子のう柄の基部は膨らんでいたが、糞抽出液培地で成育していた胞子のう柄の基部は培地内に埋もれており、McVickar (1942) の報告と一致していた。また、胞子のうは弧生して柱軸を有し、この上部が黒く、成熟後には胞子のうが胞子のう柄から放出された。胞子のう内部には多数の胞子を形成していた。胞子のうの大きさは0.1~0.3mm、胞子は

楕円形や不整形を示し大きさは10-16×8-12 μ mであった。以上の形態は伊藤(1936)、印東(1969)、Hesseltine and Ellis (1973) の*Pilobolus spp.*の記載と一致した。また、Money (1998) 等、多くの報告にある胞子のう表面の水滴も観察された(写真6)。以上のことから、青ジソ圃場で認められた黒色小粒は*Pilobolus*属の一種が放出した胞子のうであることが判明し、胞子のう柄、胞子のうの形成には光照射が必要であった。

*Pilobolus*属菌は糞生菌類に分類(森永, 1983)され、草食動物の糞と発生に密接な関係があるため、堆肥の施用を聞き取り調査したが、最近10年間施用していないとのことであった。また、施用経歴のあった動植物質有機入り粒状肥料の成分も聞き取りしたが、草食動物の糞は配合されていなかった。

耕種概要では、4連棟のハウス内に2条植で畦を4列ずつ移植日を変えてうね幅90cm、株間25cmで栽植していた。栽培株は購入種子を用いポット育苗し圃場へ移植していた。また、栽培株は8~9月までに植え替え、土壌消毒をすることなく周年栽培していた。但し、青ジソは通常、周年的に移植栽培をするため、この圃場だけの特別な栽培管理法は見出せなかった。

考 察

ミズタマカビ(*Pilobolus*属)は接合菌類(Zygomycetes)ケカビ目(Mucorales)に属する(大瀧ら, 2000)。本種は三好(1911)によって「ミツタマカビ」として表記されたこともあり、この書籍には、胞子のう柄の最も長いものとして「ナガエノミツタマカビ(*Pilobolus longipes*)」が

第3表 培養時の光照射の有無と圃場採集物からの黒色小粒の飛散

反復	うね上のコケ類密生表層土壌		カビを生じた有機ペレット肥料	
	光照射有	連続暗黒	光照射有	連続暗黒
1	-	-	-	-
2	+	-	-	-

+ : 黒色小粒の飛散有り, - : 飛散なし

培養は内径11cm、高さ4cmの市販の密封透明容器を用いて行った。

黒色小粒の飛散は透明容器の裏蓋に貼付した正方形の濾紙(5×5cm)への付着の有無で判定した。

光照射有: 22℃, 照度約20,000luxの照射条件16時間, 暗黒条件8時間の周期設定。

連続暗黒: 22℃管理(アルミホイルでの被覆)。

記載されている。また、ミズタマカビは馬糞より生ずる特徴から「まぐそかび」の名称もある(安田, 1911; 村越, 1935)。本種は胞子のうと呼ばれる黒色小粒を放出することが古くから観察されている。Bullerは総説(Buller, 1934)の中でRay, Johnが1688年に世界で初めてミズタマカビを確認したことを報告している。以上のように国内でも幾つかの名称があるなどミズタマカビは古くから知られた菌類である。

飯島・神田(1967)は東京農試のガラス室およびビニールハウスのセルリーにミズタマカビの胞子のうの付着がみられたことを報告した。また、香川(1996)も同様な被害を千葉県内のコニファー類、ハーブ類で確認したことを報告している。しかし、このような付着被害はこれだけに留まり、少なくとも西日本での被害報告は見当たらなかった。今回、青ジソ葉上の付着部位を実体顕微鏡で観察しても植物体への侵入痕跡は認められなかった。従来、ミズタマカビは植物病原菌で記載されておらず(Farr et al, 1989; 小林ら, 1992)本事例においても単に胞子のうを対象植物に付着させているだけであった。

現地圃場では、高さ2mのハウス資材に胞子のうの付着は認められなかった。1997年に確認されたトマトへのタマハジキタケのグレバ塊は高さ2.5~3mの天ビニールにも多数付着していた(奈尾, 山崎, 1998)ことに比べ、ミズタマカビの胞子のうの垂直到達点は低いものと思われた。Buller(1934), Webster(1970)は胞子のうは垂直方向に6 feet(約1.8m)飛散することを報告しており、今回の青ジソ圃場の飛散特性と一致した。

次に青ジソ葉での胞子のうの付着数は葉表で多かったが、ミズタマカビはうね上のコケ類が密生した表層土壌に生息していた。このことからすれば、葉裏の付着数が多くなるはずである。トマトで観察されたタマハジキタケのグレバ塊は、葉裏での付着数が多くなっていた(奈尾・山崎, 1998)。しかし、ミズタマカビで明らかに葉裏より葉表の付着数が多かったため、厚紙トラップを青ジソ葉のモデルとして胞子のうの付着特性を調べたが、厚紙上面の付着数が多くなった。このことから葉裏に胞子のうは付着できないか、付着しても地面に直ちに落下していた可能性を見出し

た。

一般にミズタマカビの胞子のう形成には光が必要である(Buller, 1934; 大瀧ら, 2000)。但し、*P.sphaerosporus*は、連続暗黒条件下でも胞子のうを形成する(Page, 1962)。今回、現地で採集したミズタマカビは、胞子のう形成に光が必要であったが、インキュベータ(MIR-153)内部の照度は実測値で20~30lux程度の薄光条件であった。本菌は弱い光線でも胞子のう形成が誘導されていた。Buller(1934)は*Pilobolus longipes*が日射を感受した後、夜間に胞子のう柄・胞子のうを発達させ翌日の日射に反応し胞子のうを射出すること、その先方には植物葉があることを詳細に観察している。今回、培養4日後に胞子のうの射出を確認でき、断続的な人工照明の点灯でも胞子のう柄が形成された。

本圃場へのミズタマカビの侵入経路は明らかにできなかった。園主からの聞き取りでは堆厩肥の投入はなく、ハウスは完全に外部と遮断されており、野ウサギなど野生動物の侵入形跡もなく、動物糞も見当たらなかった。また、近接圃場の野菜類にも胞子のうの付着は認められなかった。飯島ら(1967)は東京農試における発生例では投入した馬糞にミズタマカビが混入していたと判断していた。ところで、宇田川(1977)は糞生菌類は全ての種が糞由来ではなく胞子が昆虫や空気流によって運ばれることもあること、ミズタマカビは代表的な短命型で動物の腸管を生活サイクルの一部としていることを述べている。これらの知見と前作までミズタマカビの被害がなかったことを考えると圃場内にミズタマカビが長期に生存していたことは考えにくい。また、ハウス内の発生箇所も限定的であった。通常、有機物は全面施用されることから、生産者が何らかの有機物を施用し、そこにミズタマカビが混入していたと考えるのも不自然である。また、ハウス内の青ジソはミズタマカビの付着被害に拘わらず正常に生育していたことから、土壌のpHや肥料成分の違いで発生が部分的に助長されたことも考えにくい。先の香川(1996)の報告と関連するが、千葉県のミズタマカビの付着被害の伝染源も特定できていない(千葉農試, 1995)。以上のことから、人為的に堆厩肥を投入しなくても、ミズタマカビが圃場内に侵入し被害を生じる可能性を指摘できる。

今回、青ジソ葉では1葉当たり葉表で胞子のうが453個付着するものがあり、著しく商品価値を損ねていた。このことから、何らかの防除手段が求められる。飯島ら(1967)は土面のマルチングが有効であると述べている。今回実施した稲わら被覆の防除効果は不十分であったが、うね面を完全に覆うことができれば、マルチ栽培は一つの防除手段として活用できると思われる。すなわち、発生圃場では乾燥した土壤には、ミズタマカビは成育していなかったため、土壤が湿りコケ類が成育する灌水部分を対象としてマルチをすれば良いと思われる。

ミズタマカビの胞子のうは一見すると微小昆虫の虫糞にも見える。圃場は害虫被害ではないかと混乱していた。このため、今後も的確な診断が必要となる。

摘 要

1. 2004年11月、八幡浜市のハウス栽培の青ジソ葉に0.1~0.3mmの黒色小粒が多数付着する被害を生じた。この黒色小粒はミズタマカビ(*Pilobolus*属菌)の胞子のうと判断された。
2. 胞子のうは、葉表で1葉当たり最大453個付着し、葉位にかかわらず葉表の付着数が多かった。圃場内の灌水器具、植生していたムラサキカタバミなどにも付着がみられた。圃場内でペレット状肥料に密生していたカビはミズタマカビとは無関係であった。
3. 胞子のうは高さ2mの支柱資材には全く付着していなかった。
4. ミズタマカビはうね上のコケ類が密生した表層土壤に生息していた。
5. ミズタマカビは糞生菌類として知られているが、被害圃場では堆肥の施用は10年間行われておらず明確な侵入経路は特定できなかった。

引用文献

Buller, A.H.R. (1934): Researches on Fungi Vol. 6 The biology and taxonomy of *Pilobolus*, the production and liberation of spores in the discomycetes, and pseudorhizae and gemmifers as organs of certain hymenomycetes, Longmans, Green and Co., London: 1~224.

千葉県農業試験場(1995): タマハジキ属菌やミズタマカビによる観葉植物等の被害発生とその特徴, 千葉県農業試験場試験研究普及カード.

Farr, D.F., Bills, G.F., Chamuris, G.P. and Rossman, A.Y. (1989): Fungi on plants and plant products in the United States, APS Press, St. Paul 859pp.

Hesseltine, C.W. and Ellis, J.J. (1973): Key to families and genera of Mucorales, The Fungi An advanced treatise (Ainsworth, G.C., Sparrow, F.K., Sussman, A.S. eds.) Academic Press, San Diego: 205~215.

飯島勉・神田多(1967): ピロボラス属菌の一種によるセルリーの被害. 関東病虫研年報, 14: 51~52.

印東弘玄(1969): 糞生ケカビ目検索表とリスト. 日本菌学会雑報: 12~20.

伊藤誠哉(1936): *Pilobolaceae* 水玉黴科, 大日本菌類誌第一巻藻菌類, 養賢堂, 東京: 293~294.

香川晴彦(1996): 千葉県における最近10年間の花植木類の病害診断結果と傾向. 今月の農業, 40(11): 94~96.

小林享夫・勝本謙・我孫子和雄・阿部恭久・柿島真(1992): 植物病原菌類図説, 全国農村教育協会, 東京 685pp.

McVickar, D.L. (1942): The light-controlled diurnal rhythm of asexual reproduction in *Pilobolus*. Amer. jour. bot., 29: 372~380.

三好学(1911): 植物の生殖 菌類の胞子の散布, 最新植物学講義下巻, 東京富山房, 東京: 543~544.

Money, N.P. (1998): More g's than the Space Shuttle: ballistospore discharge. Mycologia, 90: 547~558.

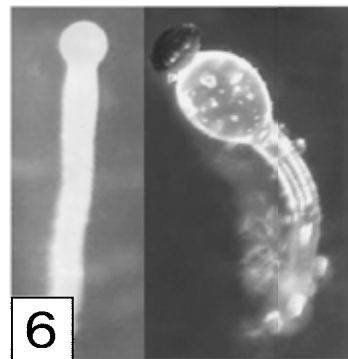
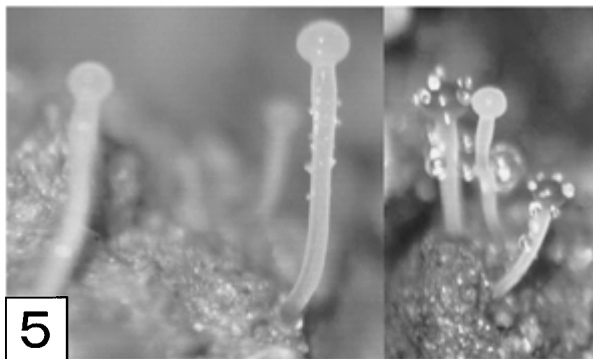
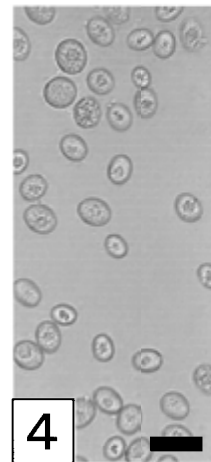
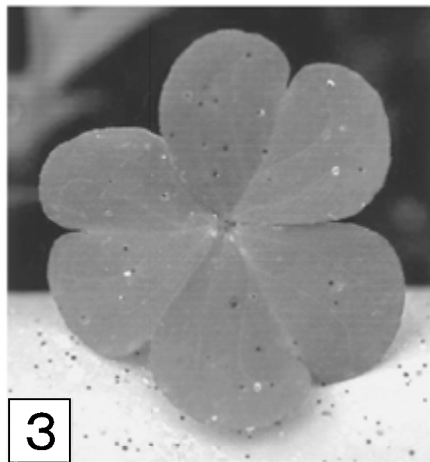
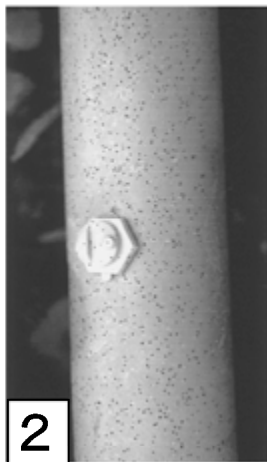
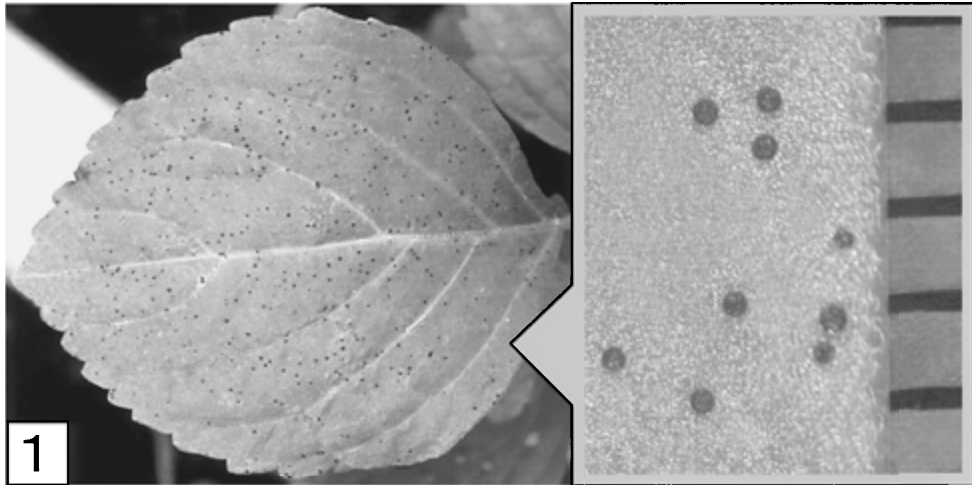
森永力(1983): 糞生菌類, 菌類研究法(青島清雄・椿啓介・三浦宏一郎編), 共立出版, 東京: 135~138.

村越三千男(1935): まぐそかび亜科, 内外植物原色大図鑑第12巻, 内外植物, 大図鑑刊行会, 東京: 83.

奈尾雅浩(2005): 青ジソにおけるミズタマカビの胞子のうによる付着被害. 四国植防, 40: 54.

奈尾雅浩・山崎康男(1998): タマハジキタケの

- グレバ塊付着によるトマト果実の被害. 四国植
防, 33:13~18.
- 大瀧保・宮寄厚・三原等 (2000) ミズタマカビ
(*Pilobolus*) における刺激応答反応. 日菌報,
41:137~149.
- Page,R.M. (1962) : Light and the asexual
reproduction of *Pilobolus*.*Science*, 138 : 1238
~1245.
- 宇田川俊一 (1977) : 糞生菌類, 菌類図鑑 上,
講談社サイエンティフィック, 東京 :63~69.
- Webster, J. (1970) : *Pilobolus*, Introduction
of fungi,CAMBRIDGE at the university
press,Cambridge:123~129.
- 安田篤 (1911) : まぐそかび亜科, 植物学各論陰
花部, 博文館, 東京 :286~287.



写真説明

- 1: 青ジソ葉に付着した胞子のう(黒色小粒)(左写真の目盛りは1mm)
- 2: 灌水器具に付着した胞子のう
- 3: 植生していたムラサキカタバミ葉に付着した胞子のう
- 4: 胞子のうから噴出した胞子(スケールバー: 20 μ m)
- 5: 畦上のコケ類が密生した表層土壌から生育した胞子のう柄と胞子のう
- 6: 糞抽出液寒天培地上で生育した胞子のう柄と胞子のう(右写真は未熟)