

## ニンニク青かび病について

石井 正義・入山 倍久  
(野菜試験場)

都崎 芳久・十河 和博  
(香川県農業試験場)

### は じ め に

香川県善通寺市と観音寺市のニンニク栽培地帯で、種用のニンニクリン茎が腐敗し、また播種後にも不発芽、生育不良、萎凋枯死を起こす新病害が発生し、その原因究明と防除対策が要請された。そこで、1981~'83に試験を行い、本病は青かび病菌の寄生によって起こり、ニンニクを主に有傷で侵害して腐敗や生育不良を起こすことが判明したので、ここにとりまとめて報告する。なお、収穫後の腐敗については、著者らとはほぼ同時に研究を始めた斉藤・鶴田(1984)がすでに市販ニンニクの青かび腐敗として報告しているが、立毛中にも発病することから、鶴田と協議の結果、本病をニンニク青かび病*Penicillium rot*と命名することにした。

### 材 料 お よ び 方 法

#### 1. 病徴

##### (1) 立毛中の病徴と発病状況

善通寺市と観音寺市の現地は場で発病状況を調査した。

症状は11月中・下旬頃から認められた。初めニンニクの茎葉が黄化し、やがて葉先から黄褐色になって枯れ上り、萎凋、枯死するものもあった。これらの株は容易に引き抜くことができた。りん茎の表面には青色のかびが発生しており、表皮下の肉質部にも青色のかびが密生し、その周辺には白色のかびの蔓延する部分も認められた(写真-1)。かびで覆われたりん茎の内部は淡黄色になり腐敗していた。茎ばん部にかびが発生しているものは、根も侵されて腐敗するため、株は萎凋枯死した。

12月中旬の発病調査では、発生は場は一部の農家に限られていたが、第1表に示すように病株率62%の激発は場や19%の多発生は場も認められた。これらの多発生は場では、病株は坪状あるいは連続して集団発生していた。病株率5~8%のは場では、散在して発生していた。概して鶏ふんや堆肥などの有機物を多施用したは場での発生が多かった。腐敗したりん茎上には青かび菌が発生していた。なお、播種前にはりん茎を各りん片に分ける種球割りの作業を行うが、りん茎が乾燥し、固くて手を傷めるので、一部の農家では庭先に並べたりん茎を足で踏んで割っていたようで、第1表に示した善通寺市と北町2の農家は足で割り、その他の農家でも足で割った可能性が高い。

#### 1) A new disease, *Penicillium rot* of garlic.

By Masayoshi ISHII, Michihisa IRIYAMA, Yoshihisa TSUZAKI and Kazuhiro SOGO.

Proc. Assoc. Plant Protec. Shikoku, No. 21: 13 ~ 21 (1986).

第1表 ほ場における青かび病の発生状況

(香川農試)

| 調査場所     | 調査株数 | 病株数 | 病株率  | 播種月日     | その他      |
|----------|------|-----|------|----------|----------|
|          | 株    | 株   | %    | 月 日      |          |
| 善通寺市与北町1 | 300  | 17  | 5.7  | —        | —        |
| “ “ 2    | 650  | 120 | 18.5 | 10.25    | けい糞400kg |
| “ 稲木町    | 300  | 185 | 61.7 | 10.10    | けい糞多用    |
| 観音寺市高屋町  | 200  | 12  | 6.0  | 10.20    | 有機物多用    |
| “ —      | 500  | 39  | 7.8  | 10.10・17 | “        |

注：1981年調査

## (2) 種用りん茎の病徴

観音寺市の農業協同組合から送付されたニンニクリン茎の症状はいずれも同様で、病徴は主に茎ばん部に現われ、灰褐色に変色し、一部は腐敗し始めていた。腐敗の進んだりん茎上には、処々青かび菌分生胞子の集塊が見られた(写真-2)。

## 2. 菌の培養的性質

菌の生育最適培地を知るために、ほ場立毛の発病株から分離した3菌株を5種類の培地上に置床し、25℃の定温器内に保ち6～12日後の菌糸の生育状況を調査した。また、菌の生育適温を知るために、発病した種用りん茎から分離した3菌株を用い、所定の定温器内に保ち2および4日後の菌糸の生育状況を調査した。

その結果は、第2および第3表に示すように、いずれの培地でもよく生育し、培地や菌株による生育差は認められなかった。生育適温は比較的低温条件が良く、20℃が最適で、15℃、25℃がこれに次ぎ、30℃、10℃は前三者に比べやや劣った。35℃では生育しなかった。なお、分離菌の形態はほぼ同様で、分生子柄が基質から直生、壁がいぼ状突起で被われ、またその他の特徴から、さきに斉藤・鶴田(1984)が関東地方の市販ニンニクの青かび腐敗から分離した*P. viridicatum*に該当するものと考えられるが、さらに検討したい(写真-3)。

## 3. 菌の病原性

立毛中の発病りん茎から分離した菌の病原性を明らかにするために、ニンニク、タマネギのりん茎、

第2表 異なる培地上における各菌株の生育状況

(香川農試)

| 供試培地      | P - 1             |                   | P - 2             |                   | P - 3             |                   |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|           | 6日後               | 12日後              | 6日後               | 12日後              | 6日後               | 12日後              |
| 麦芽寒天培地    | 1.9 <sup>cm</sup> | 4.5 <sup>cm</sup> | 1.8 <sup>cm</sup> | 3.8 <sup>cm</sup> | 2.4 <sup>cm</sup> | 4.5 <sup>cm</sup> |
| ツアベック培地   | 1.6               | 2.3               | 1.9               | 3.3               | 1.8               | 4.7               |
| P D A 培地  | 2.1               | 4.4               | 2.4               | 4.2               | 2.1               | 4.2               |
| P S A 培地  | 2.5               | 3.2               | 2.2               | 3.6               | 2.4               | 4.3               |
| V-8ジュース培地 | 2.4               | 5.4               | 1.4               | 4.8               | 1.4               | —                 |

注：径4mmのコルクボーラーで打ち抜いた菌糸片を供試

第3表 青かび病菌の発育温度

(野菜試)

| 培養後<br>日数 | 温度<br>(℃) | 35  | 30   | 25   | 20   | 15   | 10   |
|-----------|-----------|-----|------|------|------|------|------|
|           |           |     |      |      |      |      |      |
| 2 日       |           | 5.0 | 8.9  | 10.9 | 12.0 | 8.6  | 5.0  |
| 4         |           | 5.0 | 11.5 | 17.0 | 23.1 | 19.3 | 12.3 |

注：3株の平均。5mmの培養片供試。単位はmm

ユリ、グラジオラスの球根、サツマイモ塊根、ジャガイモ塊茎に接種刃で十字に軽く付傷したものおよび無傷のものに、PDA培養した菌を白金耳でかきとって接種し、25℃の定温器内で湿度を保ち、経時的に発病状況を調査した。また、種用の腐敗りん茎から分離した菌については、有傷および無傷のりん茎(片)に接種し、温度条件を変えてその後の発病状況を調査した。すなわち、任意に選んだ5菌株の培地を、径5mmのコルクボーラーで打ち抜き、有傷(厚さ0.1mmの炭素鋼刃で軽く付傷)および無傷のニンニクリん茎(片)各1個当たり1菌株の培養片を付着させたのち、5～10℃の冷蔵庫内のニンニクリん茎は湿ったろ紙を敷いたビニール袋に、また25℃の定温器内のニンニクリん片は湿ったろ紙を敷いたペトリ皿に1個ずつ入れて、適宜給水し、湿度を保った。その結果は第4表および第5表に示したとおり、

第4表 ニンニクほか数種植物に対する病原性

(香川農試)

| 接種植物名          | 接種月日   | P-1 |    | P-2 |    | P-3 |    |
|----------------|--------|-----|----|-----|----|-----|----|
|                |        | 有傷  | 無傷 | 有傷  | 無傷 | 有傷  | 無傷 |
| ニ    ニ    ク    | 月    日 |     |    |     |    |     |    |
| ニ    ニ    ク    | 2. 22  | ++  | ±  | +++ | +  | +++ | +  |
| ニ    ニ    ク    | 3. 15  | +   | -  | ++  | -  | ++  | -  |
| タ   マ   ネ   ギ  | "      | +   | -  | +   | -  | +   | -  |
| ジャガイモ          | "      | -   | -  | -   | -  | -   | -  |
| サツマイモ          | "      | -   | -  | -   | -  | -   | -  |
| グラジオラス         | "      | -   | -  | -   | -  | -   | -  |
| ユ            リ | "      | +   | -  | +   | -  | +   | -  |

第5表 ニンニクへの接種条件と発病

(野菜試)

| 病原菌接種後の日数 | 25℃ |     | 5～10℃ |     |
|-----------|-----|-----|-------|-----|
|           | 有 傷 | 無 傷 | 有 傷   | 無 傷 |
| 4 日       | 5   | 0   | 0     | 0   |
| 8         | 5   | 0   | 0     | 0   |
| 20        | 5   | 0   | 2     | 0   |

注：1区5りん茎ずつ供試。メスの先で1カ所だけ軽く付傷、野菜試の供試品種は以後すべて亳州早生。

立毛株からの分離菌はニンニク、タマネギのりん茎およびユリ球根に有傷で病原性が認められた。ニンニクリん茎の病徴は、有傷接種で自然発病と同様の症状を示し、無傷接種でもわずかに侵入が認められた。種用の腐敗りん茎から分離した菌を接種した場合には、25℃では4日後から有傷の全りん片が発病し始めたが、無傷のりん片は20日後にも発病しなかった。5～10℃では、20日後に有傷区で5りん茎中2りん片が発病し始めたが、無傷区では発病しなかった(写真-4および5)。無傷区については、さらに5カ月間観察を続けたが、ニンニクリん茎の表面に多少分生胞子の形成は見られたものの発病には至らなかった。

一方、10月下旬に嘉定種の無傷りん片とりん片を生花用剣山で付傷したものに、PDA培養した立毛中の株からの分離菌の分生胞子懸濁液(400倍1視野約20個)を噴霧接種し、また同菌の分生胞子懸濁液を(400倍1視野15個)1㎡当り1ℓは場に灌注し、これに前試験と同様の無傷および有傷のりん片を播種し、その後の発病状況を調査した。種用の腐敗りん茎からの分離菌株についても有傷のニンニク(1カ所だけ炭素鋼刃で軽く付傷)を200倍1視野中に約15個の分生胞子懸濁液に瞬時浸漬接種して、10月中旬は場に播種し、その後の発病状況を調査した。その結果は第6～第7表に示したとおり立毛中のりん茎からの分離菌を接種した区では、供試りん片の品質が悪く、平均発芽率50～53%のものを供試したが、有傷りん片に病原菌を接種した場合および病原菌をは場に接種し、有傷のニンニクを播種した場合はともにかなり高率にりん茎腐敗を起こして発芽せず、高い病原性が認められた。しかし無傷りん片を用いた場合には、いずれも本菌無接種の場合と同等かやや低い程度であった。また、種用の腐敗りん茎からの分離菌を接種した結果でも約30%が腐敗し、出芽したものも生育不良になるもののがかなり認められた(写真-6)。

#### 4. 種用りん片の消毒

##### (1) りん片の消毒剤と効果

10月下旬ニンニク嘉定種のりん片を生花用剣山で付傷し、PDAで培養したP-1菌株の分生胞子懸濁液(400倍1視野20個)を噴霧接種し、ポリ袋内に3日間保って病原菌を接種した。この病原菌接種りん片と対照の無接種りん片を供試し、ベノミル水和剤とチウラム・ベノミル水和剤20を用いて、第8表に示す処理法によりりん片消毒したのち、ほ場に播種し、約1.5カ月後の発芽状況を調査した。その結果、いずれの処理区とも無処理区にまさる発芽率を示し、有効と考えられた。ただし、本試験の有傷接種りん茎は、病原菌が侵入したのちのものを供試したため、全般に効果が低く現われた。

##### (2) ベノミル耐性菌の出現

前項でニンニクリん片消毒に有効と判定されたベノミル剤に対し、耐性菌が存在することが確認されたので、培養上の性質などについて2～3の調査を行った。

##### 1) 耐性菌の検出

種用りん茎1個から1菌株を分離し、計13菌株を供試し、所定のベノミルを含む培地上に、菌糸の上

第6表 病原菌を接種したりん片の発芽状況  
(香川農試、野菜試)

| りん茎の処理 | 供試菌     | 播種数 | 発芽数 | 発芽率(%) |
|--------|---------|-----|-----|--------|
| 有傷     | ほ場立毛りん茎 | 42  | 1   | 2.3*   |
| 無傷     | からの分離菌  | 42  | 18  | 42.9*  |
| 有傷     | 種用腐敗りん茎 | 60  | 38  | 63.3   |
| 無傷     | からの分離菌  | 60  | 58  | 96.7   |

注：\* 供試りん片の品質悪く、平均発芽率50～53%。

第7表 病原菌接種ほ場における有傷と無傷りん片の発芽率  
(香川農試)

| 播種りん片の種類 | 播種数 | 発芽数 | 発芽率   |
|----------|-----|-----|-------|
| 有傷りん片    | 58個 | 6本  | 10.3% |
| 無傷りん片    | 51  | 27  | 52.9* |

注：第6表の注に同じ。

第8表 病原菌接種と無接種りん片を種球消毒した場合の発芽率

(香川農試)

| 消毒方法                 | 病原菌接種りん片 |     |      | 無接種りん片 |     |      |
|----------------------|----------|-----|------|--------|-----|------|
|                      | 播種数      | 発芽数 | 発芽率  | 播種数    | 発芽数 | 発芽率  |
|                      | 個        | 本   | %    | 個      | 本   | %    |
| チウラム・ベノミル水和剤 200倍30分 | 52       | 12  | 23.1 | 44     | 16  | 36.4 |
| “ 500 “              | 48       | 12  | 25.0 | 51     | 27  | 52.9 |
| “ 0.5%粉衣             | 51       | 13  | 25.5 | 41     | 22  | 53.7 |
| ベノミル水和剤 500倍30分      | 52       | 13  | 25.0 | 42     | 19  | 45.2 |
| “ 1,000 “            | 51       | 11  | 21.6 | 47     | 24  | 51.1 |
| “ 0.5%粉衣             | 52       | 14  | 26.9 | 39     | 20  | 51.3 |
| 無処理                  | 74       | 12  | 16.2 | 120    | 57  | 47.5 |

注：第7表の注に同じ。

発芽後、間もなく萎凋、枯死したものは、無発芽として扱った。

面が直接培地に触れる様に、1ペトリ皿(径9cm)当り10カ所ずつ置床し、20℃で3日間培養後、菌糸の発育の有無を調査した。その結果は、第9表に示したとおり、13菌株中3菌株(23%)がベノミル耐性菌で、そのうちの2菌株は1,000ppmを含む培地上でも生育する高度耐性菌で、1菌株は10ppmでは生育したが、100ppmでは生育しなかった。

## 2) 耐性菌の生育と分生孢子形成

耐性菌の生育と分生孢子的形成が感性菌のそれと異なるかどうかを明らかにするために、高度耐性菌2菌株と感性菌10菌株を供試し、ベノミルを含まないPSA培地上に置床し、20℃の定温器内に入れ、2日および3日後の菌糸の伸長状

況を調査した。さらに、分生孢子的形成量を比較するために、7日後径5mmのコルクボーラーで培地ごと菌そうを打ち抜き、蒸溜水5mlを加えて攪拌し、その1滴をとり、200倍20視野中に存在する分生孢子的数を数えた。その結果は第10表に示したとおり、耐性菌の菌糸の発育は感性菌とほぼ同等で、また耐性菌の分生孢子的形成量は、大部分の感性菌とほぼ同等であった。

## 3) 培地上で生じた耐性菌の性質

試験1)の培養のうち10および100ppmのベノミルを含む培養をその後6週間にわたって観察したところ、供試した10菌株のすべてから菌糸の伸長が見られた。そこで、ベノミル剤を含む培地上で発育した

第9表 ベノミルの濃度と耐性菌の発生 (野菜試)

| ベノミルの濃度 (ppm) | 0  | 1  | 10 | 100 | 200 | 500 | 1,000 |
|---------------|----|----|----|-----|-----|-----|-------|
| 菌株別           |    |    |    |     |     |     |       |
| No. 2         | 10 | 10 | 9  | 0   | 0   | 0   | 0     |
| No. 3         | 10 | 10 | 10 | 10  | 10  | 10  | 10    |
| No. 8         | 10 | 10 | 10 | 10  | 10  | 10  | 10    |

第10表 耐性菌の生育と分生孢子形成 (野菜試)

| 供試菌               | 菌の生育 (mm) |      | 7日後<br>孢子数 |
|-------------------|-----------|------|------------|
|                   | 2日後       | 3日後  |            |
| 耐性菌 No. 3         | 9.0       | 16.3 | 401        |
| 耐性菌 No. 8         | 7.5       | 15.0 | 483        |
| 感性菌総計10菌株<br>(平均) | 7.4       | 14.8 | 358        |

菌株が、どの程度の薬剤耐性菌になったかについて調査した。供試株は3菌株で別にりん茎から分離した低濃度耐性菌も供試した。供試菌は、区ごとに一旦ベノミルを含まない培地上で培養したのち、ベノミル剤100, 300および1,000ppmを含む培地上に1処理区当たりそれぞれ10培養片づつ置床し、20℃で3日後の発育状況を調査した。その結果は第11表に示すとおり、ベノミル剤の10および100 ppmを含む培地上で生じた耐性菌は、すべて300および1,000 ppmの高濃度でも生育した。また、ほ場から採集した低濃度耐性菌も供試したが、この場合も高濃度で生育し得た。

#### 4) 耐性菌と感性菌の競合

種用りん茎から採集した耐性菌と感性菌の競合力を調べるために、23℃で4日間培養した各菌株を白金耳でかき取り、径9 cmのペトリ皿のPSA培地上に1 cm間隔で、耐性菌と感性菌を交互に基盤目状に置床した。23℃で1週間培養したのち、表面に基盤目状に傷をつけたニンニクリん片を置き、表面に菌が十分繁殖したのち、10ppmのベノミルを含む培地上に軽く落し、23℃で3日間培養して、菌糸の伸長の有無により耐性菌分生胞子の発生率を調査した。供試した耐性の2菌株はいずれも分生胞子形成力が強く、これに感性菌の分生胞子形成力の強、弱のそれぞれ1菌株を組合せた。その結果、第12表

に示すとおり耐性菌と同等の分生胞子形成力をもつ感性菌を組合せた場合には平均24%と耐性菌の発生は少なかったが、分生胞子形成力の弱い感性菌を組合せた場合は76%の耐性菌が発生した。

第11表 培地上で発生した耐性菌の  
各濃度での耐性菌発生状況  
(野菜試)

| 菌 株 別            | 検定濃度<br>区分       | 100 | 300 | ppm<br>1,000 <sup>2)</sup> |
|------------------|------------------|-----|-----|----------------------------|
|                  |                  |     |     |                            |
| ほ場耐性菌No. 2       | 10 <sup>1)</sup> | 10  | 5   | 0                          |
|                  | 100              | 10  | 10  | 10                         |
| No. 1<br>培地上で    | 10               | 10  | 10  | 10                         |
|                  | 100              | 10  | 10  | 10                         |
| 生じたNo. 10<br>耐性菌 | 10               | 10  | 10  | 10                         |
|                  | 100              | 10  | 10  | 10                         |
| No. 12           | 10               | 10  | 10  | 10                         |
|                  | 100              | 10  | 10  | 10                         |

注：1) 10 および100 ppmの培地上で発生した耐性菌を供試。

2) 10および1,000ppmのベノミルを含む培地上で検定。1処理区10カ所置床。10は100%耐性菌が発生したことを示す。

第12表 高度耐性菌と感性菌の競合  
(野菜試)

| 区 分                    | 耐性菌の発生率<br>% |
|------------------------|--------------|
| 高度耐性菌×同程度の生育<br>を示す感性菌 | 24.2         |
| 高度耐性菌×生育の劣る<br>感性菌     | 75.8         |

## 考 察

香川県下のニンニク栽培地帯で立毛中に生育不良や萎凋枯死する株と種用りん茎の腐敗が発生した。これらのニンニクからは青かび病菌が分離された。本菌の生育適温は20℃前後で、PSAほか4種の培地上では、いずれも同様に良く生育し、有傷でニンニクリん茎のほかチューリップ、ユリの球根を侵した。また、本菌を接種したニンニクリん片のは場播種および本菌接種ほ場への有傷ニンニクリん片の播種で高率の不発芽を生じ、一部は生育不良株となった。

ニンニクの市販りん茎からは、斉藤・鶴田(1984)が青かび菌を分離し、その大部分が*P. viridicatum*

であり、コルクボーラーで打ち抜いたニンニク片を侵すことを報告しているが、著者らが立毛中のニンニクリン茎および種用ニンニクリン茎から分離した菌も *P. viridicatum* に該当するようである。

前述したように、本菌は種用ニンニクリン茎を有傷で侵害し、ほ場での伝染源になり得る。香川県下の一部の農家では、足による種球割りの方法が行われていたが、これはいん片に多くの傷を付け、本菌の侵入を助長する原因となっていたものと考えられる。

本病の防除にはベノミル剤あるいはチウラム・ベノミル剤によるりん片消毒が有効のようであるが、すでに発病したりん片に対する効果はやや低かった。本病菌の中には低率ではあるがベノミル剤に高度の耐性菌が存在していた。しかし、耐性菌と感性菌を競合させると一般には、耐性菌の発生は著しく抑えられるという結果を得た。

このような結果から、種用としては発病りん茎の混入しないものを選び、植付時にはりん片をなるべく付傷しない様注意し、また収穫は晴天の日に行い、傷部を早く治癒させる様注意が必要である。種球消毒に当っては、今直ちにベノミル耐性菌が問題になるとは考えられないが、他病害の防除も含めベノミル単剤を連用することは差しひかえた方がよいと考える。なお、現在現地の農家では指導に従って種球割りは手で行い、併せてベノミル水和約1,000倍液またはチウラム・ベノミル水和剤400倍液30分間浸漬消毒を行っており、激発または多発生ほ場は見られなくなり、軽微な発生に留まっている様である。

## 摘 要

1. 立毛中の発病株および種用りん茎から青かび病菌を分離した。生育適温は20℃で、PSAほか数種の培地上で同様に良く生育した。本菌は形態的特徴などから *P. viridicatum* と考えられる。
2. 本菌はニンニクリン茎のほかチューリップ、ユリの球根を有傷で侵害した。ほ場播種前のりん片への有傷接種、病原菌接種ほ場への有傷りん片播種で、播種後高率の枯死株と生育不良株を生じ、ほ場発病株と同様の病徴を示した。本病は未記載の病害であるので、ニンニク青かび病 *Penicillium rot* と命名した。
3. 13分離株中に3菌株のベノミル耐性菌が認められ、うち2菌株は1,000ppmでも生育する高度耐性菌であった。耐性菌と感性菌を競合させると多くの場合、感性菌が耐性菌に打ち勝つと考えられる結果を得たが、一方感性菌も、ベノミルを含む培地上では容易に高度耐性菌になった。したがって、他病害の防除も含め、連用はさけた方がよい。
4. 発生地で、種用りん茎の足による分割をやめ、りん片を傷付けないよう手で割り、ベノミル剤あるいはチウラム・ベノミル剤によるりん片消毒を行った結果、以前のような多発生ほ場は見られなくなった。

## 引用・参考文献

- 斉藤道彦・鶴田 理(1984)：市販ニンニクの青かび腐敗。食総研報，127-129。  
箕浦久兵衛・宇田川俊一(1978)：菌類図鑑(下)*Penicillium* 属の分類と同定，講談社，1076-1120。

## 写真説明

- |      |                                  |
|------|----------------------------------|
| 写真-1 | ほ場の発病株                           |
| 写真-2 | 種用りん茎の発病                         |
| 写真-3 | 病原菌                              |
| 写真-4 | 病原性(25℃) 左:有傷接種<br>右:無傷接種        |
| 写真-5 | 病原性(5~10℃) 左:有傷接種<br>右:無傷接種      |
| 写真-6 | 有傷接種りん茎のほ場発病<br>矢印は不発芽, 発芽株も生芽不良 |

