

## 딸기 겹무늬病菌의 Thiophanate-methyl 및 Iprodione 劑에 대한 抵抗性

文炳周\* · 曹鍾澤\*

### Resistance of *Dendrophoma obscurans* to thiophanate-methyl and iprodione

Byung Ju Moon\* and Chong Taik Cho\*

#### ABSTRACT

Sixty isolates of *Dendrophoma obscurans* isolated from 19 important strawberry growing areas of Korea were tested *in vitro* for resistance to thiophanate-methyl and iprodione. Naturally-occurring thiophanate-methyl-resistant isolates were about 43 percents of isolates tested, whereas iprodione-resistant isolates were 10 percents. All these resistant isolates except SU 1 and SU 2, which were highly resistant to thiophanate-methyl, showed a week level of resistance.

Iprodione-resistant isolates were readily obtained *in vitro*, when mycelial disk of the fungus was incubated on PDA media containing iprodione at the concentrations of  $1\mu\text{g/ml}$  and  $10\mu\text{g/ml}$ , but no thiophanate-methyl-resistant isolate from the mycelia with or without UV irradiation. All these artificially-obtained iprodione-resistant isolates were showed a high degree of resistance.

On the strawberry leaves, thiophanate-methyl and iprodione were no longer effective to all resistant isolates at the recommended concentration, and the protective value to highly resistant isolates was much less than that of weakly resistant isolates.

Isolates resistant to thiophanate-methyl were also resistant to benomyl but iprodione-resistant isolates did not show cross-resistance to thiophanate-methyl, benomyl, captan and zineb. Captan controlled both thiophanate-methyl-resistant and iprodione-resistant isolates as effectively as sensitive isolates.

#### 緒 論

銅劑나 dithiocarbamate 등 중래 널리 사용된 藥劑는 딸기 최근 選擇의 浸透性 殺菌劑 또는 抗生劑의

使用量 및 使用頻度の 増加로 이들 藥劑에 대한 植物病原菌의 藥劑 저항성이 문제화되고 있다<sup>3,4,8,10</sup>.

합동<sup>2)</sup>은 딸기·겹무늬病菌의 防除에 가장 효과적인 藥劑는 thiophanate-methyl 과 iprodione 이었으나 菌 株 중에는 이들 藥劑에 대하여 藥効가 현저히 저하된

東亞大學校 農科大學 農生物學科 (Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Dong-A University, Pusan, Korea 600)

것이 발견되어 이는 藥劑抵抗性 발생때문인 것으로 추정할 바 있다.

浸透性 殺菌劑로서 benzimidazole 계통인 thiophanate-methyl 에 대한 抵抗性은 *Monilinia fructicola*<sup>12)</sup>, *Venturia nashicola*<sup>9,10,11)</sup>, *Coccomyces hiemalis*<sup>13)</sup>, *Pericillium expansum*<sup>32)</sup>, *P. digitatum*<sup>33)</sup>, *Botrytis cinerea*<sup>17)</sup>, *Erysiphe graminis* 外 8種<sup>8,19)</sup>의 菌에서 報告되어 있고 benomyl 과 그 밖에 benzimidazole 에 대한 다수의 菌에서 발생이 알려져 있다<sup>6,18,21,22,23,31)</sup>. 그러나 thiophanate-methyl 抵抗性菌의 대부분은 benomyl 에도 抵抗性을 나타내어 benzimidazole 系 藥劑間的 交叉抵抗性의 발생이 확인되었다<sup>3,8,9,10,11,12,13,17,19,32)</sup>.

thiophanate-methyl 기타 benzimidazole 系劑 抵抗性은 포장이나 자외선 또는 기타 돌연변이 유발원 처리에 의하여 실험실에서 용이하게 발생된다고 하였으나<sup>1,4,25)</sup> 실험실에서는 분리되지 않는다는 報告도 있다<sup>6,30)</sup>.

dicarboximide 계통으로서 비침투성 약제에 속하나 植物體內에 침투 이행하여 活性을 나타낸다고 알려진<sup>16,30)</sup> iprodione 에 대한 抵抗性菌의 발생은 *Monilinia fructicola*<sup>26)</sup>, *Alternaria alternata*<sup>16)</sup> 菌에서 報告되고 있으나 *Botrytis cinerea* 抵抗性菌이 가장 많이 보고되고 있다<sup>15,18,23,29)</sup>. 또한 procymidione, vinclozoline, diclozoline 등 기타 dicarboximide 系劑에 대한 *B. cinerea* 抵抗性菌의 발생이 보고되고 있으며<sup>6,17,30)</sup> 대부분 iprodione 과 이들 藥劑間에는 交叉抵抗性이 출현된다고 하였다. 그러나 iprodione 과 기타 dicarboximide 系劑 抵抗性은 배지상에서는 용이하게 발생되며<sup>6,18,29,30)</sup> 포장에서는 발생이 어렵다고 하였으나<sup>6,30)</sup> 최근 圃場에서도 抵抗性菌을 分離한 報告를 볼 수 있다<sup>18,23)</sup>.

本 實驗에서는 딸기·점무늬病菌 *Dendrophoma obscurans* (Ell. & Ev.) Anderson 에서 thiophanate-methyl 과 iprodione 에 대하여 抵抗性菌이 圃場에서 발생하는지 조사해 보고 인위적으로 실험실에서 抵抗性菌의 발생여부를 확인하고 이들 抵抗性菌을 딸기에 接種한 후 이들 藥劑에 대하여 防除效果가 低下되는지 검토하였다.

## 材料 및 方法

1981年 6~7月 중에 濟州도를 제외한 全國 各 市道의 딸기 栽培面積 率으로 19개 지역을 선정하여 罹病藥을 채취, *D. obscurans*를 單孢子分離하여 保存中인 60개 菌株를 供試菌으로 PDA 배지에서 4일간 배양한 菌叢 先端部의 菌原(직경 3 mm)을 市販 thiophanate-methyl [1,2-bis (3-methoxycarbonyl-2-thio)

eido) benzene](70% W.P.)과 iprodione [1-isopropyl carbamoyl-3-(3,5-dichlorophenyl) hydantoin](50 W.P.)를 각각 0, 1, 10, 100, 300, 500 $\mu$ g/ml 添加한 PD 培地(이하 添加 PDA 培地로 표시)에 移植하여 菌叢 生育 유무에 의하여 抵抗性 檢定을 실시하였다.

*in vitro* 에서 抵抗性菌의 分離는 繼代培養法<sup>24,27)</sup> 의하여 thiophanate-methyl 과 iprodione 感性菌의 4차원판을 thiophanate-methyl 과 iprodione 각각 10 $\mu$ g/ml 添加 PDA 培地에 移植하여 4일간 배양후 여기서 生育한 菌叢를 藥劑 無添加 PDA 培地에 移하고 培養후에 다시 동일한 방법으로 藥劑를 모두 회까지 처리한 후 藥劑處理回數別로 抵抗性 檢定을 실시하였다.

抵抗性菌의 接種에 의한 藥劑의 防除效果는 딸 *Senga sengana* 品種의 幼苗 1株씩을 10cm 포트에 植, 本葉이 4~5枚된 것을 사용하여 thiophanate-methyl 500倍(1,400 $\mu$ g/ml), 1,200倍(583 $\mu$ g/ml) iprodione 500倍(1,000 $\mu$ g/ml), 1,000倍液(500 $\mu$ g/ml) 을 各 各 잎의 앞·뒷면에 살포하고 20시간 후에 thiophanate-methyl 抵抗性菌은 thiophanate-methyl, iprodione 抵抗性菌은 iprodione 을 살포한 잎의 앞면 各 各 菌사접중(菌사원판 직경 5mm)하였으므로 7일후 斑 直徑을 측정하여 다음과 같이 防除價를 算出하였다

$$\text{防除價} = \frac{\text{藥劑無處理區의病斑直徑} - \text{處理區의病斑直徑}}{\text{藥劑無處理區의病斑直徑}} \times 100(\%)$$

交叉抵抗性 檢定은 thiophanate-methyl 抵抗性菌 iprodione 抵抗性菌 및 感性菌의 菌사원판을 thiophanate-methyl (70% W.P.), iprodione (50% W.P.) 1 nomyl(50% W.P.), captan(50% W.P.), zineb(72 W.P.)를 각각 10, 100, 500 $\mu$ g/ml 添加 PDA培地에 移하여 4일간 배양후 菌叢 生育率을 測定하여 비교하였다. 上記의 모든 *in vitro* 試驗에서는 PDA培地 9ml 시험관에 分注하여 殺菌후 50~55°C로 냉각시켜 藥 1ml를 혼합하여 소정의 處理濃도가 되도록 한 다음 9cm 페트리 접시에 注加하여 固化시키고 24시간에 供試菌을 移植, 25°C에서 4~7일간 培養하여 다과 같이 菌叢 生育率을 測定하였으므로 3반복 2회 실시하여 平均하였다.

菌叢 生育率 = 
$$\frac{\text{藥劑添加 PDA 培地上的 菌叢直徑} - 3n}{\text{藥劑無添加 PDA 培地上的 菌叢直徑} - 3n} \times 100(\%)$$
 (菌사원판)

接種試驗에서는 1포트 당 1株씩 3반복하여 1株여 3개 小葉 총 27개 小葉에 接種하였다.

## 結 果

全國 19개 地域에서 分離한 60개 菌株에 대하여 thiophanate-methyl 과 iprodione 抵抗性檢定을 실시한 결과 藥劑를 전혀 살포하지 않은 포장에서 分離한 菌株은 thiophanate-methyl 이나 iprodione 10 $\mu$ g/ml 添加 PDA 培地에서 菌系生育이 完全 억제되었으나 上記 農藥을 連用하고 있는 地域에서 分離한 菌株중에는 이 濃度에서도 菌系生育이 良好하였으므로 10 $\mu$ g/ml 濃度에서 生育한 菌株을 抵抗性菌으로 判定하였다. 그 結果 thiophanate-methyl 抵抗性菌은 26개 菌株(약43%)가 확인되었다.

thiophanate-methyl 抵抗性 菌株중 抵抗性的 정도는 表 1과 같이 菌株간에 현저한 차이를 보였으나 대부분의 菌株가 10 $\mu$ g/ml 이상의 濃度에서 菌系生育率이 현저히 低下되어 抵抗性 程度가 낮았으나 수원에서 分離한 SU1, SU2 菌株는 500 $\mu$ g/ml 에서도 菌系生育이 良好하여 抵抗性 程度가 현저히 높았다(그림 1).

iprodione 抵抗性菌은 6개 菌株(약 10%)가 확인되었 으며 表 2와 같이 抵抗性菌株 모두 100 $\mu$ g/ml 濃度에서 는 生育이 完全 저지되어 抵抗性 程度는 크지 않은 것 으로 나타났다.

**Table 1.** Mycelial growth of naturally-occurring thiophanate-methyl-resistant isolates of *Dendrophoma obscurans* on PDA amended with various concentrations of thiophanate-methyl

Isolate	Percentage of mycelial growth <sup>a)</sup>			
	10 $\mu$ g/ml	100 $\mu$ g/ml	300 $\mu$ g/ml	500 $\mu$ g/ml
GOY 4	3.6	4.1	0	0
GOY 5	3.2	0	0	0
GW 1	10.0	0	0	0
BU 1	3.1	3.3	2.1	1.7
SU 1	98.3	77.2	66.0	46.9
SU 2	100.0	100.0	70.7	53.4
SU 3	4.5	0	0	0
SU 4	9.4	0	0	0
IG 1	15.2	0	0	0
CHU 1	8.2	3.2	1.3	0
CHU 4	6.3	0	0	0
HW 5	3.5	6.9	3.8	3.6
J1 1(Sensitive)	0	0	0	0

a)  $\frac{\text{Diam. of colonies grown on PDA containing fungicide-3mm}}{\text{Diam. of colonies grown on fungicide free PDA-3mm}} \times 100(\%)$ . Means of two experiments with 3 replicates.

**Table 2.** Mycelial growth of naturally-occurring iprodione-resistant isolates of *Dendrophoma obscurans* on PDA amended with two concentrations of iprodione

Isolate	Percentage of mycelial growth <sup>a)</sup>	
	10 $\mu$ g/ml	100 $\mu$ g/ml
GW 2	36.6	0
DA 2	5.2	0
GOS 5	5.7	0
YA 2	6.6	0
YA 3	33.8	0
CH 1(Sensitive)	0	0

a) Means of two experiments with 3 replicates.

*in vitro*에서 thiophanate-methyl 과 iprodione 抵抗性菌株의 發生與否를 菌系의 繼代培養에 의하여 檢討한 結果 thiophanate-methyl 은 10회 以上 處理하여도 感性菌에서 抵抗性菌이 分離되지 않았으며 또한 低度 抵抗性菌을 供試하여도 抵抗性이 增加되지 않았었다. 그러나 iprodione 은 1회 處理에 의해서도 抵抗性菌이 용이하게 발생 되었으며 抵抗性菌株 모두 500 $\mu$ g/ml에 서도 生育이 良好하였으나 藥劑 10 $\mu$ g/ml 添加 PDA 培地에서 分離된 DA2-10과 CH1-10 菌株가 1 $\mu$ g/ml 濃度에서 分離된 DA2-1과 CH1-1 菌株에 比하여 菌系生育率이 높은 경향이 있었다(表 3, 그림 2).

iprodione 抵抗性菌 分離시에 藥劑處理回數와 抵抗性 發達程度와의 關係를 檢討하였으나 藥劑를 10회 以上 處理하여도 抵抗性程度는 증가되지 않았었다.

thiophanate-methyl 과 iprodione 의 抵抗性菌의 抵抗性 安定性的 與否를 檢討한 結果 thiophanate-methyl 의 高度抵抗性菌인 SU1, SU 2 菌株는 藥劑無添加培地에 4일 간격으로 20회 반복移植 후에도 同劑 500 $\mu$ g/ml 에서 生育에 良好하여 抵抗性이 유지되었으나 低度抵抗性菌의 抵抗性은 매우 不安定하여 10회 移植 후에는 感性菌으로 복귀되었다.

iprodione 抵抗性菌도 低度抵抗性菌은 不安定하였 으며 高度抵抗性菌 중에서 DA2-10菌株는 安定성을 보였 으나 DA2-1 菌株의 抵抗性은 5회 반복 移植후에도 현저히 감퇴되어 不安定하였다.

抵抗性菌을 딸기잎에 接種하여 thiophanate-methyl 및 iprodione 에 대한 防除效果의 低下與否를 檢討한 結果 thiophanate-methyl 의 防除效果는 表 4와 그림 3에서와 같이 thiophanate-methyl 感性菌 J11의 接種시에는 상용농도인 1,200배(유효농도 583.3 $\mu$ g/ml)에서 완전 防除되었으나 低度抵抗性菌 SU3, BU1의 경

**Table 3.** Mycelial growth of artificially-obtained iprodione-resistant isolates of *Dendrophoma obscurans* on PDA amended with various concentrations of iprodione

Isolate <sup>a)</sup>	Source of resistant isolate		Percentage of mycelial growth <sup>c)</sup>		
	conc. of iprodione-PDA ( $\mu\text{g/ml}$ )	parent isolate <sup>b)</sup>	100 $\mu\text{g/ml}$	300 $\mu\text{g/ml}$	500 $\mu\text{g/ml}$
DA 2-1	1	DA 2	72.5a	39.0b	10.6c
CH 1-1	1	CH 1	70.8a	24.5c	16.4bc
DA 2-10	10	DA 2	100.0a	58.4a	29.9a
CH 1-10	10	CH 1	100.0a	53.8ab	21.9ab

a) Resistant isolates obtained from colonies grown on 1 and 10 $\mu\text{g/ml}$  iprodione-PDA of each parent isolate.

b) DA 2 : Weakly resistant isolate. CH 1 : Sensitive isolate.

c) Means of two experiments with 3 replicates. Numbers followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

**Table 4.** Effect of thiophanate-methyl on infection of strawberry leaves by thiophanate-methyl-sensitive and resistant isolates of *Dendrophoma obscurans*

Isolate	Protective value(%) <sup>a)</sup>	
	538 $\mu\text{g/ml}$	1,400 $\mu\text{g/ml}$
SU 1 (highly resistant)	4.5c	7.9c
SU 2 (highly resistant)	0c	51.4b
SU 3 (weakly resistant)	63.4b	100.0a
BU 1 (weakly resistant)	53.6b	100.0a
JI 1 (sensitive)	100.0a	100.0a

a)  $\frac{\text{lesion size of check leaves} - \text{lesion size of thiophanate-methyl sprayed leaves}}{\text{lesion size of check leaves}} \times 100(\%)$ .

Means of 54 leaflets per treatment. Numbers followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

**Table 5.** Effect of iprodione on infection of strawberry leaves by iprodione-sensitive and resistant isolates of *Dendrophoma obscurans*

Isolate	Protective value(%) <sup>a)</sup>	
	500 $\mu\text{g/ml}$	1,000 $\mu\text{g/ml}$
DA 2-10 (highly resistant)	35.6 bc	44.8 b
CH 1-10 (highly resistant)	10.7 c	23.7 c
DA 2 (weakly resistant)	53.7 b	100.0 a
CH 1 (sensitive)	100.0 a	100.0 a

a) Means of 54 leaflets per treatment. Numbers followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

우에는 防除價가 현저히 低下되었고 高度抵抗性菌 SU 1, SU2는 500배(1,400 $\mu\text{g/ml}$ )의 高濃度에서도 不良하였다.

iprodione 抵抗性菌에 대한 iprodione 防除效果에서 도(表 5, 그림 3) thiophanate-methyl 抵抗性菌에서와 같은 結果이어서 iprodione 高度抵抗性菌은 高濃度에서도 防除價가 극히 不良하였다.

thiophanate-methyl 抵抗性菌 또는 iprodione 抵抗性菌의 交叉抵抗性을 檢定하고 抵抗性菌의 防除에 効果的인 藥劑를 규명하기 위하여 5種의 藥劑添加 PDA培地에서 抵抗性菌과 感性菌의 藥劑感受性을 조사한 結

**Table 6.** Cross resistance of thiophanate-methyl and iprodione-resistant isolates of *Dendrophoma obscurans*

Isolate <sup>b)</sup>	Fungicide	Percentage of mycelial growth <sup>a)</sup>		
		10 $\mu\text{g/ml}$	100 $\mu\text{g/ml}$	500 $\mu\text{g/ml}$
SU 1	thiophanate-methyl	94.8	84.5	44.5
	benomyl	86.4	53.9	21.1
	captan	66.0	0	0
	zineb	102.0	57.0	10.4
	iprodione	0	0	0
CH 1-10	thiophanate-methyl	0	0	0
	benomyl	0	0	0
	captan	79.1	0	0
	zineb	99.3	85.7	64.2
	iprodione	108.0	102.6	56.2
CH 1	thiophanate-methyl	0	0	0
	benomyl	0	0	0
	captan	88.9	1.8	0
	zineb	98.0	77.3	62.5
	iprodione	0	0	0

a) Means of two experiments with 3 replicates.

b) SU 1 : thiophanate-methyl-highly resistant isolate.

CH 1-10 : iprodione-highly resistant isolate.

CH 1 : thiophanate-methyl and iprodione-sensitive isolate.

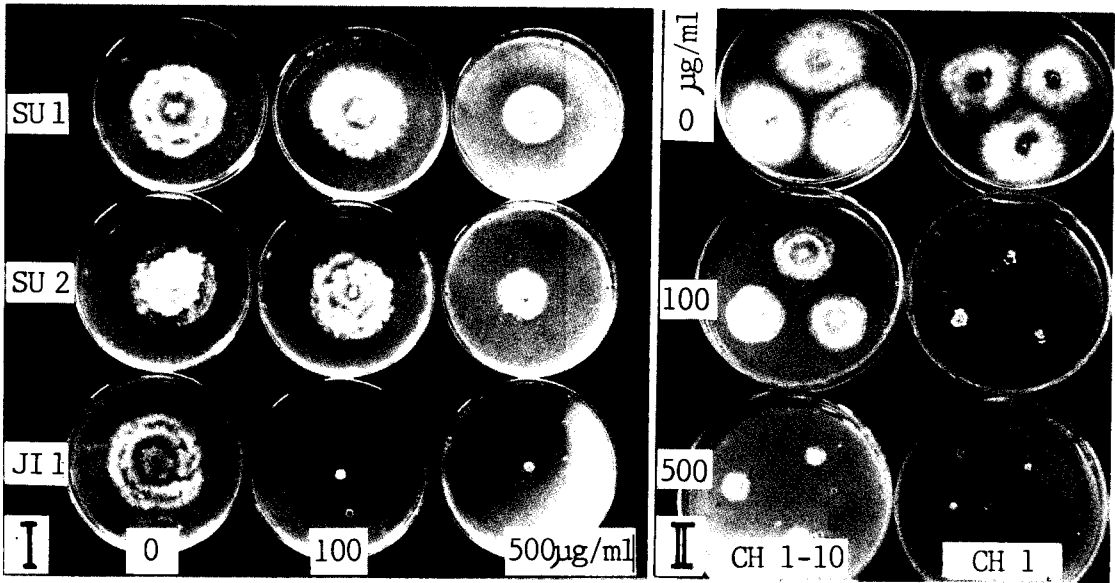


Fig. 1. Mycelial growth of naturally-occurring thiophanate-methyl resistant (SU1 and SU2) and sensitive (JI1) isolates of *Dendrophoma obscurans* on PDA containing thiophanate-methyl.

Fig. 2. Mycelial growth of artificially-obtained iprodione-tolerant (CH 1-10) and sensitive (CH 1) isolates of *Dendrophoma obscurans* on PDA containing iprodione.

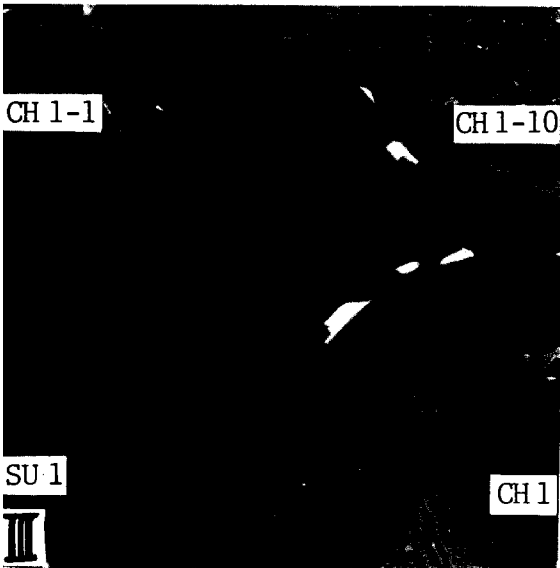


Fig. 3. Effect of thiophanate-methyl and iprodione on infection of strawberry leaves by thiophanate-methyl-highly resistant (SU 1), iprodione-highly resistant (CH 1-10), weakly tolerant (CH 1-1) and sensitive (CH 1) isolates of *Dendrophoma obscurans*.

果는 表 6과 같이 thiophanate-methyl 抵抗性菌(SU1)은 benomyl 에도 抵抗性을 보였으나 기타 他藥劑에는 抵抗性이 없었으며, iprodione 抵抗性菌(CH1-10)은 他藥劑 모두 交叉抵抗性을 보이지 않았다. 그러나 thiophanate-methyl 抵抗性菌, iprodione 抵抗性菌 및 感性菌에도 藥劑感受性이 가장 높은 藥劑는 captan 이었다.

## 考 察

thiophanate-methyl, benomyl 기타 benzimidazole 系劑 抵抗性은 多數 菌에서 보고되고 있으며 이들은 圃場에서 自然的으로 발생될 뿐만 아니라 실험실에서 도 자의선등에 의하여 人工的으로 용이하게 分離된다고 하였다<sup>1,3,4,25</sup>). 그러나 thiophanate-methyl 의 *Botrytis cinerea* 抵抗性菌은 一般 栽培채소등에서는 많이 출현되나 *in vitro* 에서는 分離되지 않는다는 相反된 報告도 있다<sup>6,30</sup>). 本 實驗에서는 *Dendrophoma obscurans* 의 thiophanate-methyl 抵抗性菌은 圃場에서는 發生率이 높았으나 *in vitro* 에서는 菌糸 繼代培養法으로 藥劑를 10회 이상 處理하여도 分離되지 않았고 또한 Bartels-Schooley 등<sup>1)</sup>, Hwang 과 Chung<sup>7)</sup>의 方法에 의하여 포자부유액에 자의선을 照射하여 thiophanate-methyl 을 處理하였으나 역시 分離되지 않았다.

iprodione 기타 dicarboximide 系 藥劑의 抵抗性 발생은 주로 *Botrytis cinerea* 에서 많이 報告되고 있으나 대부분이 *in vitro* 에서는 抵抗性菌의 發生이 용이하여 高頻度로 分離되며<sup>6,16,29,30</sup>) 圃場에서는 發生이 어렵다고 하였으나<sup>6,30</sup>) 최근 低度抵抗性菌이 圃場에서도 分離된다는 報告가 있다<sup>16,23</sup>). 本 實驗에서도 iprodione 의 抵抗性菌은 *in vitro* 에서는 용이하게 分離되었으나 圃場에서는 發生率이 낮고 低度抵抗性이어서 上記報告와 一致되었다.

Hisada 등<sup>9)</sup>은 *B. cinerea* 의 procymidione 室内抵抗性菌은 感受性的의 母菌에 비하여 病原性, 胞子形成 및 胞子發芽能力이 낮고 寄主植物體上에서 感性菌과 경합력의 劣性 때문에 抵抗性菌이 藥劑도태압에 의하여 寄主植物體上에서 발생된다 하더라도 그 개체집단중에서 毒性으로 되기 어렵다고 하였으며 Ohmori<sup>20)</sup>는 *Pyricularia oryzae* 의 kasugamycin 抵抗性菌이 室内에서 分離되었으나 圃場에서는 발생되지 않았는데 이것은 抵抗性菌의 病原性 및 胞子形成能力의 低下때문이라 하였다. 本 實驗의 結果에 대해서도 이러한 해석이 가능하다. 그러나 本 實驗에서는 抵抗性菌의 性質, 포장에서 藥劑의 사용수준과 頻度등 약제 도태압에 관한 조사는 수행하지 않았으므로 앞으로 이에 대한 연구가 수행되어야 할

것이다.

*in vitro* 에서 抵抗性菌의 分離시에 iprodione 10μg/ml 添加培地에서 分離된 抵抗性菌株(CH1-10)가 1μg/ml 에서 分離된 菌株(CH1-1)에 비하여 藥劑感受性이 낮은 경향이었고 藥劑 無添加培地에서 20회까지 반복 移植후에도 抵抗性 程度가 변하지 않았으며 또한 抵抗性의 程度가 藥劑處理回數에 따라 증가되지 않았다. 이러한 結果로부터 *in vitro* 에서 分離된 iprodione 抵抗性菌은 低濃度の 藥劑 存在下에서 발생된 抵抗性菌株가 藥劑處理에 따라 서서히 抵抗性 程度가 높은 菌株로 발달되는 것이 아니라 藥劑에 의한 어떤 變異 때문인 것으로 생각된다.

최근 藥劑抵抗性菌에 대한 接種試驗에서 防除效果가 저하된다는 보고가 他藥劑의 抵抗性菌에서 많으며<sup>5, 10, 12, 14, 29, 31, 32</sup>), *Botrytis cinerea* 의 dicarboximide 抵抗性的의 발생에 의한 防除效果 低下에 대해서는 부정적인 견해가 있으나 Murakosi 등<sup>18)</sup>, Takayama 등<sup>23)</sup>은 iprodione 과 procymidione 의 防除效果는 抵抗性菌에서 명백히 저하된다고 하였다. 또 Ishii 등<sup>10)</sup>은 *Venturia nashicola* 의 thiophanate-methyl 抵抗性菌中 低度 抵抗性菌에서도 藥劑防除效果가 저하된다고 보고한 바 있다. 本 菌에서도 포장에서 발생한 thiophanate-methyl, iprodione 抵抗性菌은 물론 *in vitro* 에서 分離된 iprodione 抵抗性菌에서도 藥劑防除效果가 현저히 낮았으며 이때 高度抵抗性菌이 低度抵抗性菌에 비하여 不良하였다.

thiophanate-methyl 抵抗性菌의 benzimidazole 系劑간의 交叉抵抗性<sup>9,4,8,12,13,19</sup>)과 iprodione 抵抗性菌의 dicarboximide 系劑간의 交叉抵抗性<sup>2,15,16,17,30</sup>)에 관한 보고가 많다. 本 實驗에서도 thiophanate-methyl 抵抗性菌은 benomyl 에도 抵抗性을 보였으나 iprodione 抵抗性菌은 thiophanate-methyl, benomyl, captan 및 zineb 에 交叉抵抗性이 없어서 thiophanate-methyl 과 iprodione 은 *D. obscurans* 에 대하여 서로 다른 작용점을 가지고 있음을 추정할 수 있다. 한편 captan 이 兩藥劑 感性菌은 물론 thiophanate-methyl 抵抗性菌과 iprodione 抵抗性菌을 效果의으로 防除하였다. 따라서 *D. obscurans* 의 thiophanate-methyl 抵抗性菌과 iprodione 抵抗性菌의 발생대체의 일환으로서는 本 劑와 captan 을 交互的으로 사용하거나 또는 포장에서는 抵抗性이 不安定한 低度抵抗性菌의 發生率이 높은 것을 감안하여 thiophanate-methyl 과 iprodione 의 사용을 중지하는 것이 바람직하다고 생각한다.

## 摘 要

딸기·겹무늬病菌 *Dendrophoma obscurans* 에 현저한 효과를 나타내는 thiophanate-methyl 과 iprodione 劑에 대하여 *D. obscurans* 의 抵抗力菌이 圃場과 實驗室에서의 발생 및 抵抗力菌에 의한 이들 藥劑의 防除效果 低下 與否등에 대하여 檢討하였다.

1. 全國 主要 딸기 產地에서 分離한 本 菌의 60개 菌株에 대하여 抵抗力檢定을 실시한 결과 포장에서 thiophanate-methyl 抵抗力菌의 發生率은 약 43%로서 高度 抵抗力菌 SU 1 과 SU 2 外는 低度 抵抗力菌이었다. 이에 반하여 iprodione 抵抗力菌의 發生率은 10%이었고 모두 低度 抵抗力菌이었다.

2. *in vitro* 에서 thiophanate-methyl 抵抗力菌은 菌糸의 繼代培養 또는 자외선 처리에 의해서도 전혀 分離되지 않았으나 iprodione 抵抗力菌은 자외선처리 없이도 iprodione 1 $\mu$ g/ml 또는 10 $\mu$ g/ml 添加 PDA 培地에서 용이하게 分離되었으며 모두 高度 抵抗力菌이었다.

3. 딸기 잎에서 抵抗力菌의 接種에 의한 thiophanate-methyl 과 iprodione 의 防除價는 抵抗力菌 모두 저하되었으며 高度 抵抗力菌이 低度 抵抗力菌에 비하여 현저히 不良하였다.

4. thiophanate-methyl 抵抗力菌은 benomyl 에도 抵抗力를 보였으나 iprodione 抵抗力菌은 thiophanate-methyl, benomyl, captan 및 zineb 등 供試藥劑에 모두 交叉 抵抗力를 보이지 않았으며, captan 이 感性菌은 물론 thiophanate-methyl 抵抗力菌과 iprodione 抵抗力菌을 效果的으로 防除하였다.

## 引用 文 獻

1. Bartels-Schooley, J., and B. H. Mac-Neill. 1971. A comparison of the modes of action of three benzimidazoles. *Phytopathology* 61 : 816-819.
2. 曹鍾澤, 文炳周. 1981. 딸기의 겹무늬病 [*Dendrophoma obscurans* (Ell. & Ev.) Anderson] 에 관한 연구 (II) - 발생 분포, 培養的 性質, 營養 및 生殖生理와 化學的 防除效果에 관하여 - . *문교부 정책연구과제* : 1-33.
3. Dekker, J. 1976. Prospects for the use of systemic fungicides in view of the resistance problem. *Proc. Am. Phytopathol. Soc.* 3 : 60-66.
4. Dekker, J. 1976. Acquired resistance to fungicides. *Annu. Rev. Phytopathol.* 14 : 405-428.
5. Goh, N., T. Yaoita, K. Aoyagi, T. Osaki, U.

- Ikeda, and H. Sakurai. 1977. Occurrence and distribution of drug-resistant strains of *Pyricularia oryzae* Cavara in Niigata prefecture. *Proceedings of the association for plant protection of Hokuriku.* 25 : 58-60.
6. Hisada, H., H. Takaki, Y. Kawase, and T. Ozaki. 1979. Difference in the potential of *Botrytis cinerea* to develop resistance to procymidone *in vitro* and in field. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 45 : 283-290.
7. Hwang, B.K., and H.S. Chung. 1977. Acquired tolerance to Blasticidin-S in *Pyricularia oryzae*. *Phytopathology* 67 : 421-424.
8. Iida, W. 1975. On the tolerance of plant pathogenic fungi and bacteria to fungicides in Japan. *Japan Pesticide Information* 23 : 13-16.
9. Ishii, H., and A. Yamaguchi. 1977. Tolerance of *Venturia nashicola* to thiophanate-methyl and benomyl in Japan. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 43 : 557-561.
10. Ishii, H., and A. Yamaguchi. 1981. Resistance of *Venturia nashicola* to thiophanate-methyl and benomyl: Existence of weakly resistant isolates and its practical significance. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 47 : 528-533.
11. Ishii, H., and H. Yanase. 1983. Resistance of *Venturia nashicola* to thiophanate-methyl and benomyl: Formation of the perfect state in culture and its application to genetic analysis of the resistance. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 49 : 153-159.
12. Jones, A.L., and G.R. Ehret. 1976. Isolation and characterization of benomyl-tolerant strain of *Monilinia fructicola*. *Plant. Dis. Repr.* 60 : 765-769.
13. Jones, A.L., and G.R. Ehret. 1980. Resistance of *Coccomyces hiemalis* to benzimidazole fungicides. *Plant Disease* 64 : 767-769.
14. Katan, T., and E. Bashi. 1981. Resistance to metalaxyl in isolates of *Pseudoperonospora cubensis* the downy mildew pathogen of cucurbits. *Plant Disease* 65 : 798-800.
15. Leroux, P., R. Fritz, and M. Gredt. 1977. Etudes en laboratoire de souches de *Botrytis cinerea* Pers., résistantes à la dichlozoline, à la dicloran, au quintozone, à la vinclozoline et

- 26019RP (ou glycephene). *Phytopath. Z.* 89 : 347-358.
16. Mcphee, W.J. 1980. Some characteristics of *Alternaria alternata* strains resistant to iprodione. *Plant Disease* 64 : 847-849.
  17. 村越重雄, 大類壽和. 1980. 灰色かび病菌の各種殺菌剤に対する感受性. *日植病報* 46 : 408.
  18. Murakoshi, S., and S. Hosoya. 1982. Occurrence of *Botrytis cinerea* resistant to iprodione in tomato fields. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 48 : 547-550.
  19. Ogawa, J.M. 1977. Review of plant pathogens resistant to fungicides and bactericides. *FAO Plant Prot. Bull.* 25 : 97-111.
  20. Ohmori, K. 1967. Studies on characters of *Pyricularia oryzae* made resistant to Kasugamycin. *J. Antibiotics, Ser. A.* 20 : 109-113.
  21. Pearson, R.C., D.A. Rosenberger, and C.A. Smith. 1980. Benomyl-resistant strains of *Botrytis cinerea* on apples, beans and grapes. *Plant Disease* 64 : 316-318.
  22. Pearson, R.C., and E.F. Taschenberg. 1980. Benomyl-resistant strains of *Uncinula necator* on grapes. *Plant Disease* 64 : 677-680.
  23. Porter, D.M., and R.K. Lankow. 1981. Growth of *Sclerotinia minor* on media containing chlorothalonil and benomyl. *Plant Disease* 65 : 591-594.
  24. 櫻井壽. 1975. 薬剤耐性菌の検定法. *植物防疫* 29 : 44-50.
  25. 鈴木直治. 1978. 農薬の生理作用. 南江堂. 東京. pp.75-85.
  26. Szejnberg, A., and A.L. Jones. 1978. Tolerance of the brown rot fungus *Monilinia fructicola* to iprodione, vinclozoline and procymidone fungicides. *Phytopathol. News.* 12 : 187.
  27. Taga, M. 1981. Genetical studies on fungicide-resistance of blast fungus. *Bulletin of Pesticide Biology* 1 : 1-75.
  28. 高山保子, 畑めぐみ, 永田利美. 1980. プロサイミドン及びアイプロデオンに対する灰色かび病菌の人工耐性変異株の性質. *日植病報* 46 : 61.
  29. Takeuchi, T., and Y. Nagai. 1982. *Botrytis cinerea* resistant to dicarboximide fungicides on tomato and cucumbers in greenhouses. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 48 : 210-216.
  30. Tezuka, N., Y. Nishi, and Y. Watanabe. 1980. *In vitro* selection of mutants of *Botrytis cinerea* resistant to procymidone. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 46 : 26-33.
  31. Whiteside, J.O. 1980. Tolerance of *Mycosphaerella citri* to benomyl in Florida citrus groves. *Plant Disease* 64 : 300-302.
  32. Wicks, T. 1977. Tolerance to benzimidazole fungicides in blue mold (*Penicillium expansum*) on pears. *Plant Dis. Repr.* 61 : 447-449.
  33. Wild, B.L., and J.W. Eckert. 1982. Synergy between a benzimidazole-sensitive isolate and benzimidazole-resistant isolates of *Penicillium digitatum*. *Phytopathology* 72 : 1329-1332.