

생강마름썩음병(立枯腐敗病)의 발병분포 및 방제에 관하여

蘇 仁 永 · 金 炯 武

(全北大學校 農科大學 農學科)

On the occurrence and control of the rhizome rot of the common ginger caused by *Fusarium oxysporum f. zingiberi*

SO, In Young and Hyung Moo KIM

(Dept. of Agriculture, Agricultural College, Jeon-Buk Univ.)

ABSTRACT

The rhizome rot of ginger, caused by *Fusarium oxysporum f. zingiberi*, gives a great deal of damages to the ginger farming in Korea. Main symptoms to the disease include the yellowing and blighting of the stems as the rotting of rhizomes.

The infection rate was 20 percent in Bongdong, Jeonbug, whereas 10 percent in Susan, Chungnam. The rate was higher at the farm where gingers had been cultivated for many years.

To control the disease, soil fungicides Dowfum MC-2 and Tolene C-17 were turned out to be more effective than Di-Trapex and Daconil. Treatment of Benlate to the rhizome pieces, which were cut for propagation, also showed a better result as compared with that of Othocide. Dual treatment of both Dowfum MC-2 or Tolene C-17 to the farm soil and Benlate to the rhizome pieces was recommended for the best chemical control.

緒 論

생강의 根莖部位에 부패병증을 일으키는 病原體는 박테리아(Pegg 등 1971, 1974) 및 곰팡이(Eduard 1963, Armstrong 및 Armstrong 1968, Pegg 등 1974, 新須 1974, 1980)가 외국에서 보고되어 있다. 우리나라에도 박테리아성 부패병(韓國植物保護學會 1972, 金命午 1972, 表現九 1975)과 곰팡이성 부패병(尹 등 1979)이 발생되고 있음이 기록되어 있다.

*Fusarium*性 마름썩음병에 관해서는 Eduard (1963)에 의하여 하와이에서 처음 보고되었고, 그 후 오스트리아(Armstrong 및 Armstrong 1968), 일본(新須 1980)에서도 보고되었다. 우리나라에서는尹 등(1979)의 생강병해충조사에서 *Fusarium*性 부패병의 피해를 보고한 바 있다.

본인들은 우리나라 생강재배단지인 全羅北道 鳳東地方과 忠清南道 瑞山地方에 생강마름썩음병이 발생하여 많은被害가 있음을 확인하고 이의 [病原菌 分離同定, 發病分布 및 藥劑防除에 관한 실험을 하였다.

Table 1. Fungicides used in this experiment and their active ingredient

| Chemicals | Ingredient or structure formula | | Method of application and rate | Treatment |
|--------------|---|----------------|--------------------------------|--------------------|
| Dowfume MC-2 | Methyl bromide Chloropicrin | 98% 2% | 1.51b/900ft ² | Soil disinfectant |
| Tolene C-17 | 1,3-Dichloropropene Chloropicrin | 76.3% 17.1% | 9.5 1/10a | Vinyl covering |
| Di-Trapex | Methylisothiocyanate 1,3-dichloropropene | 20% 80% | 15 1/10a | |
| Daconil | Terachloro isophthalo nitril | 75% | 8.1kg/10a | |
| Benlate | Methl 1-(buthl-carbamyl)-2-benzimidazolcarbamate | 50% | 2.5g/l | Piece disinfectant |
| Othocide | N-((trichloromethyl) thio)-4-cyclohexane-1,2-dicarboximide. | 50% | 3.0g/l | Dipping for 10min. |

材料 및 방법

供試植物: 1979는 全北鳳東生薑園地에서 種薑으로 사용되고 있는 鳳東在來種 生薑(*Zingiberi officinale* Roscoe, common strain)을 무작위로 수집 혼합하여 시험목적에 따라 植栽하였다.

圃場設計 및 栽培方法: 防除實驗은 連作圃場을 택하여 1區當 3.3m²(1坪) 3반복, 총 45區를 分割區 배치하였다. 栽培管理는 진(1967)의 표준재배법에 따랐다.

病原菌 分離 및 發病調査: 병원균의 분리는 渡邊(1970), 駒田(1975), Sun(1979), 渡邊(1980)등의 방법을 응용하여 1次分離하였고, 同定은 PDA기본배지에 순수배양하여 (Abawi 1971), 松尾(1969), William(1965)등의 기준에 따랐다. 病原性 檢定은 생강에 재접종하여 부패현상을 확인하였다.

一般農家の 發病率 調査는 우리나라 생강재배단지인 全北 鳳東地方과 忠南 瑞山地方을 대상으로 1979년 8~9월 사이에 하였다. 발병주율은 1개 지역 9포장을 무작위 선정하여 1포장 3장소 총 72포장을 조사하였다. 조사기준은 9.9m²(3坪)내의 총주수 대비 이병주수로 산출하였다.

방제실험포의 萌芽株率은 9.9m²에 파종한 109개의 종강수에 대한 맹아된 株數, 發病率은 萌芽株數 대비 이병주수, 生産量은 10a當으로 환산하였다.

供試農藥 및 藥劑處理: 供試農藥은 土壤殺菌

劑인 Dowfume Mt-2, Tolene C-17, Di-Trapex, Daconil이고, 種薑殺菌劑는 Benlate, Othocide를 처리하였다. 藥劑處理는 각 약제의 사용지시에 따라 土壤處理는 심기전 15일에 토양에 처리하고 비닐로 피복하였다. 종강처리는 심기 7일전에 10分間 浸漬處理後 음건하여 사용하였다 (Table 1 참조).

結果 및 考察

病徵 및 病原菌의 同定

생강마름썩음병의 초기병증은 아래잎부터 黃化現象이 나타나고 후기에는 잎과 줄기 전체가 黃化되어 말라 주저앉는다. 뿌리는 細根부터 병원균에 侵害되어 導管部가 부패하기 시작하여 나중에는 塊莖도 썩는다. 병원균에 침해받은 塊莖은 초기에 흰색곰팡이가 증식되다가 후기에 黃褐色의 곰팡이덩이로 변한다(Plate 1~2).罹病된 塊莖은 박테리아性 썩음병에서 나오는 汚白色의 汁液은 나오지 않고 乾腐되며 포장에서 발병상황은罹病株를 중심으로 주위로 퍼져 나간다.

病原菌의 分離는 鳳東地方과 瑞山地方에서罹病株를 수집하여 병원균을 분리 동정한 결과 *Fusarium oxysporum* f. *Zingiberi*가 모두 분리 확인되었다. 병원균은 大型分生孢子, 小型分生孢子, 厚膜孢子등을 形成한다(Plate 3~5). 大型分生孢子는 無色 반달형으로 2~4개의 隔膜이 있고, 크기는 6.4×24.9~40μm위였다. 大型分

Table 2. Counted number of the spores in regards to their types and sizes in *Fusarium oxysprum f. zingiberi*

| | | Size range | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|------------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Spore | Width | 6.34 | 3.12 | 6.24 | 9.36 | 3.12 | 9.36 | 3.12 | 3.12 | 6.24 | 6.24 | 6.24 | 6.24 | 6.24 | 6.24 | | |
| Types | Length | 6.24 | 9.36 | 9.36 | 9.36 | 12.48 | 12.48 | 15.6 | 18.72 | 24.96 | 28.08 | 31.12 | 34.32 | 37.41 | 40.56 | Total | |
| Chlamydospore | | 129 | | 102 | 215 | | 54 | | | | | | | | | | 500 |
| Microconidia | | | 91 | | | 131 | | 235 | 43 | | | | | | | | 500 |
| Macroconidia | | | | | | | | | | 35 | 52 | 161 | 102 | 121 | 29 | | 500 |

生胞子の 형성 모형은 바나나송이 같이 연속상을 이룬다. 小型分生胞子は 무색으로 卵型 또는 원통형이고 크기는 $3.1 \times 12.4 \sim 18.7 \mu$ 범위였다. 厚膜胞子は 頂生 또는 間生으로 형성되며 單胞 또는 二胞로 $6.24 \sim 9.3 \times 6.24 \sim 12.4 \mu$ 의 타원형이었다(Table 2).

이상의 결과로 보아서 생강마름썩음병을 일으키는 病原菌은 病徵, 포자의 종류, 포자의 크기 포자의 형성양상, 격막의 수등 여러가지 성질로 보아 William(1965), 松尾(1969)의 분류기준을 참고할때 *F. oxysporum f. zingiberi*로 동정된다. *Fusarium*性 생강마름썩음병에 대해서는 Eduardo(1963)가 처음으로 *F. oxysporum f. zingiberi*로 동정한 후 Armstrong 및 Armstrong(1968), Pegg등(1974), 可須(1980)등에 의해서 확인되었으며 이들의 보고는 본 실험 결과와 일치되는 내용이었다.

發病分布

1979년 8~9월 생강의 생장말기에 우리나라 생강재배단지인 鳳東과 瑞山地方의 72개 포장을 대상으로 총 4,460포기를 조사한 결과 1,104포기가 발병되어 22.25%의 높은 이병율을 나타냈다. 지역별로는 鳳東地方이 20%로 瑞山地方의 10%수준에 비하여 높았으며, 연작포장 일수록 발병율이 많았다(Table 3). 이와 같은 결과는 생강썩음병균이 토양전염이 된다는 것을 입증하는 결과이다. 또한 포장에 따라서는 생장초기에 병이 격발하여 생강재배를 포기하고 다른 작물을 재배하는 곳도 있었다. 경우에 따라서는 포장의 局部的 격발 장소에 다른 작물을 間作하는 포장도 있었다. 이와 같은 현상은 생강마름썩음

병이 생강 생산을 左右하는, 피해 많은 병임을 뜻하는 것으로 생각된다.

*Fusarium*균에 의한 작물의 썩음병은 그 병증이 심하며(伊阪 1976, Takken등 1975), 또한 병원균의 分化型이 많아(Armstrong 및 Armstrong 1969) 寄主範圍가 넓은 병원균이다. 따라서 우리나라의 다른 생강재배지에도 생강마름썩음병이 널리 발생되고 있을 것으로 생각되며 이의 효과적인 방제책이 요망된다고 하겠다.

藥劑防除

생강마름썩음병의 防除를 목적으로 土壤殺菌劑와 種薑殺菌劑를 처리한 후에 萌芽率, 發病率 生産量을 조사한 결과는 약제처리구가 무처리구보다 모두 効果의으로 나타났다(Table 2, 4. 참조).

萌芽效果를 보면 종강처리약제로서는 Benlate 및 Othocide 처리구가 무처리구에 비하여 고도의 유의성이 인정되었다. 토양살균제처리 효과는 Tolene과 Dowfume 처리구가 고도의 유의성으로 나타났다. 또한 종강과 토양을 동시에 처리한 구중에서 Othocide+Dowfume, 89%, Othocide+Tolene, 84%, Benlate+Dowfume, 88%, Benlate+Tolene, 88%의 좋은 방제효과를 나타내고 있다. 그러나 종강만을 처리한 평균 萌芽率은 64%, 토양만을 처리한 평균은 75%이며 둘다 무처리한 구는 40%의 저조한 萌芽率을 나타내고 있다.

發病率效果를 보면 약제무처리구의 30% 罹病率에 비하여 종강만을 처리한 평균이병율, 토양만을 처리한 평균이병율은 다같이 20%이었고, 토양과 종강을 모두 처리한 총평균 이병율은

Table 3. Occurrence of rhizome rot of ginger plants at various growing fields.

| Region | Area | First year | | | Second year | | |
|-----------|------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|
| | | Total No. of checked plants | No. of infected plants | Infection rate(%) | Total No. of checked plants | No. of infected plants | Infection rate(%) |
| Bong dong | Yulsori | 757 | 163 | 21.53 | 797 | 216 | 27.10 |
| | Hwasan | 891 | 129 | 14.47 | 897 | 166 | 18.50 |
| | Nacpyungri | 816 | 209 | 25.61 | 802 | 221 | 27.55 |
| | Sub-total | 2,464 | 501 | *20.33 | 2,496 | 603 | *24.15 |
| Susan | Buseck | 922 | 86 | 9.32 | — | — | — |
| | Inji | 978 | 109 | 11.04 | — | — | — |
| | Sub-total | 1,900 | 194 | *10.21 | | | |
| Total | | 4,364 | 695 | *15.93 | | | |

*: Average percent.

12.8%로서 고도의 유의성을 나타내고 있다. 특히 토양과 종강을 동시에 처리한 실험구중 Othocide+Dowfume, Othocide+Tolene은 각각 6%, Benlate+Dowfume, Benlate+Tolene은 각각 7%로서 고도의 방제효과를 나타내고 있었다 이들의 방제효과는 생강재배단지의 일반농가 평균발병율 22%(Table 3)에 비하면 약제방제의 효과가 인정되는 것이다. 따라서 발병억제를 위하여 종강소독제로는 Benlate, Othocide가 공히 좋고 토양살균제로는 Dowfume과 Tolene이 좋았다.

防除効果에 따른 生産量을 보면 약제처리구의 총평균이 900kg/10a, 토양만을 소독한 구의 평균은 800kg, 종강만을 처리한 구의 평균은 600 kg로서 무처리구의 300kg에 비하면 고도의 유의성을 나타내고 있다. 또한 單一 약제처리보다 토양과 종강처리를 병행한 Benlate+Dowfume, Benlate+Tolene은 1,200kg을 상회하였으며, Othocide+Dowfume, Othocide+Tolene은 1,000kg의 많은 生産量을 나타내었다.

이상의 萌芽率, 發病率, 生産量등 약제처리방제면에서 볼때 약제처리구는 무처리구에 비하여 모두 효과적이며, 특히 단일약제처리보다는 토양약제와 종강약제처리를 병행하는 것이 더욱 효과적이다.

마름썩음병 방제를 위한 종강소독 살균제로

Benlate(Pegg 1974), Othocide, Diholadan(新須 1974, 1980, 尹 등 1979), 토양살균제로서는 Methyl bromide, Di-Trapex, Chloropicrin(Pegg 1974, 新須 1980)등이 効果的으로 보고되어 있다. 또한 생강의 부패병 종합방제로는 연작피해가 심하므로 약제방지와 동시에 윤작의 효과, 종강관리등이 보고되기도 하였다(小川 등 1974).

본 실험에서도 Benlate, Methyl bromide (Dowfume), Othocide등은 상기 보고자들과 방제면에서 일치되는 점이 있다. 특히 마름썩음병의 방제를 위하여는 단일약제 처리보다 토양 및 종강소독을 병행하는 것이 더욱 효과적이며 특히 토양처리약제로는 Dowfume, Tolene, 종강처리약제로는 Benlate가 효과적이었다. 그러나 농가의 현실을 고찰하여 볼때 본 실험에 사용한 Dowfume과 Tolene의 흡중제로서 사용상의 불편이 있고 현실적인 영농실정에서 토양을 전면 소독하여야만 된다는 난점이었다. 따라서 발생 부위만을 관주하여 치료할 수 있는 약제가 개발되어야 하겠다. 종강약제처리면에서도 분의소독은 종강의 形態上 문제점이 있고, 침지소독이 이상적이나 침지후 陰乾時에 다른 병원균의 침입 및 관리문제등이 있다. 따라서 침지소독시의 다른 병원체 침입을 막을 수 있는 종합약제 개발이 따라야 할 것이다. 또한 윤작문제에 있어서도 본 병원체인 *F. oxysporum*은 寄生範圍가

Table 4. Effect of some chemicals for rhizome rot of ginger plants on sprouting, infection rate and yield

| Piece disinfectants | Soil disinfectants | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------|------|-------------|------|-----------|-------|---------|------|------------|------|---------------|-------|---------------|------|-------|-------|
| | Dowfume MC-2 | | Tolene C-17 | | Di-Trapex | | Daconil | | Sub avrage | | Non treatment | | Total average | | | |
| | S | I | Y | S | I | Y | S | I | Y | S | I | Y | S | I | Y | Y |
| Othocide | 96 | 6 | 1,000 | 91 | 6 | 1,011 | 83 | 17 | 645 | 82 | 20 | 715 | 88 | 12.3 | 867.8 | 793 |
| | 88.9 | 6.3 | 84.3 | 6.6 | 76.9 | 20.5 | 75.9 | 24.4 | 81.5 | 13.9 | 61.1 | 21.2 | 77.8 | 15.5 | | |
| Benlate | 95 | 7 | 1,220 | 95 | 7 | 1,260 | 77 | 16 | 730 | 91 | 12 | 730 | 89.5 | 10.5 | 985 | 914 |
| | 87.9 | 7.4 | 87.9 | 7.4 | 71.4 | 20.8 | 84.3 | 13.2 | 82.9 | 11.7 | 67.6 | 19.2 | 79.7 | 12.8 | | |
| Sub average | 95.5 | 6.5 | 1,135 | 93 | 6.5 | 1,135 | 80 | 16.5 | 687.5 | 86.5 | 16 | 722.5 | 88.8 | 11.4 | 881.4 | 562.5 |
| | 88.5 | 6.8 | 86.1 | 6.9 | 74.1 | 20.6 | 80.1 | 18.5 | 82.2 | 12.8 | 64.4 | 20.2 | | | | |
| Non treatment | 84 | 12 | 1,041 | 91 | 14 | 1,025 | 72 | 19 | 675 | 78 | 25 | 550 | 81.3 | 17.5 | 822.8 | 712 |
| | 77.8 | 14.3 | 84.2 | 15.4 | 66.1 | 26.4 | 72.2 | 32.1 | 75.2 | 21.6 | 38.9 | 30.9 | 67.6 | 23.3 | | |
| Total average | 92 | 8 | 1,120 | 92 | 9 | 1,099 | 77 | 17 | 683 | 84 | 19 | 665 | 60 | 14 | 465 | 806 |
| | 85.2 | 8.7 | 85.2 | 9.8 | 71.3 | 22.1 | 77.8 | 22.7 | | | 55.6 | 23.4 | 75.0 | 16.1 | | |

S : Number of thesprouted plants out of 108 rhizome pieces. Plated in 9.9m².

I : Number of infected plants out of the sprouted plants

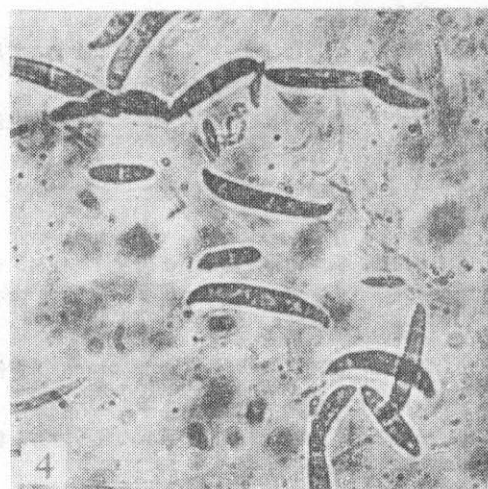
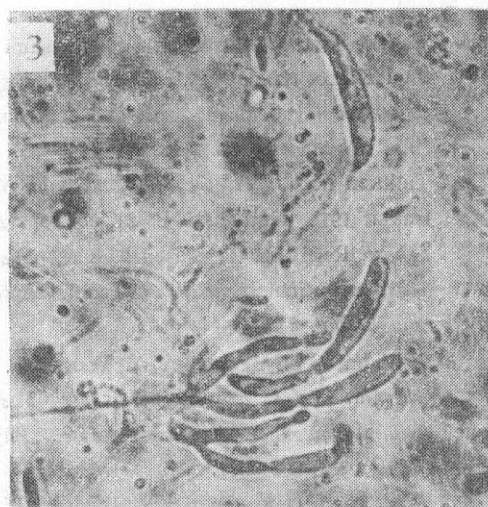
Y : Yield per 10a(kg)

Under row numerals of each data were percentage.

Sprouting LSD : 13.9, 7.1

Infection LSD : 8.9, 6.5

Yield LSD : 4.5, 16



Explanation of plates

- Plate 1—2. Symptoms of rhizome rot caused by *Fusarium oxysporum* f. *zingiberi* in ginger plants. Roots and rhizomes were rotted.
- Plate 3—5. Various spore types of *Fusarium oxysporum* f. *zingiberi*(400X). 3: Forming stage of macroconidia 4 : Showed the macroconidia and microconidia 5 : Chlamydospores

대단히 넓으므로 윤작작물의 작부체계도 비기주성작물을 택하는 것이 가장 이상적이라 하겠다.

적 요

우리나라의 생강재배단지에 발병되고 있는 생강마름쇠음병(立枯腐敗病)의 病原體는 *Fusarium oxysporum f. zingiberi*로 분리 동정되었다.

생강마름쇠음병의 주 病徵은 줄기가 黃化 枯死되고 塊莖은 부패되어 많은 被害를 준다. 이병의 발병분포를 보면 全北 鳳東地方은 20%, 忠南 瑞山地方은 10%의 발병율을 나타내며 연작 할수록 발병율이 높아진다.

이 병의 防除를 위하여 土壤殺菌劑, Dowfume MC-2, Tolene C-17 Di-Trapex, Daconil등을 처리한 결과 Dowfume MC-2과 Tolene C-17이 效果的이었다. 種薑殺菌劑로는 Benlate Othocide중 Benlate가 더욱 效果적이었다. 따라서 생강마름쇠음병의 종합적방제를 위해서는 土壤과 種薑消毒을 병행하여야 하며, 토양은 Dowfume MC-2, Tolene C-17이 좋고, 種薑은 Benlate로 처리하는 것이 效果적이다.

REFERENCES

1. Abawi, G.S. and J.W. Lorbeer. 1971. Population of *Fusarium oxysporum f. sp. cepa* in organic soil in New York. *Phytopathology* **62** : 1042—1048.
2. Armstrong, G.M. and J.K. Armstrong. 1968. Formae speciales and race of *Fusarium oxysporum* causing a tracheomycosis in the syndrome of disease. *Phytopathology* **68** : 1242—1246.
3. Armstrong, G.M. and J.K. Armstrong. 1969. Relationship of *Fusarium oxysporum* formae speciales *apii*, *asparagi*, *cassiae*, *melongenae*, and *vasinfectum* race 3 as revealed by pathogenicity for common hosts. *Phytopathology* **59** : 1256—1260.
4. Eduardo E. Jrujillo. 1963. Fusarium yellows and rhizome rot of common ginger. *Phytopathology* **53** : 1370—1371.
5. Pegg, K.G. and M.L. Moffett. 1971. Host range of the ginger strain of *Pseudomonas solanacearum* in Queensland. *Australian J. Exp. Agr. and Animal Husbandry* 696—698.
6. Pegg, K.G., M.L. Moffett and R.C. Colbran. 1974. Disease of ginger in Queensland. *Queensland Agr. J.* **100** : 611—618.
7. Sun, E.-J., H.J. Su and W.H. Ko. 1978. Identification of *Fusarium oxysporum f. cubense* race 4 from soil or host tissue by cultural characters. *Phytopathology* **68** : 1672—1673.
8. Takken Matuo, Akira Matruda, Katsumi Ozaki and Kijuro Kato. 1975. *Fusarium oxysporum f. arcttii n.f.* causing wilt of great burdock. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* **41** : 77—80.
9. Takken Matuo, Akira Matsuda, and Makoto Isaka. 1979. Fusarium basal rot of *Allium bakeri* Regel and its caused fungus, *Fusarium oxysporum* Schl. f. *allii n. f.*, *Ann. Phytopath. Soc. Japan.* **45** : 305—312.
10. William, C. Snyder and T.A. Toussoum. 1965. Current status of taxonomy in *Fusarium* species and their perfect stages. *Phytopathology* **55** : 833—837.
11. 韓國植物保護學會. 1972. 韓國植物病虫雜草名鑑. 서울, p.36.
12. 伊阪實人. 1976. ラッキョウの腐敗を起こす病原菌とその病徴. 植物防疫, **30** : 365—368.
13. 金성계. 1976. 생강재배에 관한 시험. 全北農振院 試驗報告. 135—140.
14. 金命午, 朴鍾聲, 鄭厚燮, 1972. 植物病理學, 重版, 鄉文社, 서울.
15. 小川勉, 松原德行, 森憲昭, 岩永皓. 1974. ショウガ種苗の生産安定に關する研究. 長崎縣 総合農林 試驗場研究報告(農業部分), **2** : 3—30.
16. 駒田且. 1975. *Fusarium oxysporum* の選擇分離培地とその利用. 植物防疫, **29** : 125—130.
17. 松尾卓見. 1969. フザリウム菌の見分け方. 植植物防疫, **23** : 473—480.
18. 表現九, 崔廷一, 李庚熙. 1975. 菜蔬園藝學各論. 鄉文社. 서울.
19. 新須利則. 1974. ショウガ病害の防除に關する試験 (I). 長崎縣總合農林 試驗場 研究報告(農業部分)

- 2: 31~37.
20. _____. 1980. ショウガの病害対策と生産安定対策. 農業および園藝, **55**: 77-81.
21. 渡邊文吉郎. 1970. 土壤病害検診用選擇培地—糸狀菌用培地—植物防疫 **24**: 391-332.
22. 渡邊恒雄. 1980. 土壤傳染性病原 糸狀菌の分離. 植物防疫 **34**: 171-177.
23. 尹淳奇, 蘇仁永, 金炯武. 1979. 全北鳳東生薑園地の 病虫害調査研究. 全北農大 論文集 **10**: 1-24.