

## 우리나라 남부지방에 분포하는 곤충병원성곰팡이 *Beauveria* spp. 및 *Metarhizium* spp.

### Entomopathogenic Fungi, *Beauveria* and *Metarhizium* in the Southern Korea

이상명<sup>1</sup> · 추호렬<sup>2</sup> · 박영도<sup>2</sup>

Sang Myeong LEE<sup>1</sup>, Ho Yul CHOO<sup>2</sup> and Yeong Do PARK<sup>2</sup>

**ABSTRACT** Korean entomopathogenic fungi were serveryed from soil samples throughout the five provinces and within three city limits using larvae of great wax moth, *Galleria mellonella* as baits. The fungi were also isolated from the eight species of dead insects. Of the total 200 soil samples, 40(20.0%) were positive for entomopathogenic fungi with 21(10.5%) containing *Beauveria* and 19(9.5%) containing *Metarhizium*. Positive sample sites in each habitat included 25 of the 110(22.7%) from forests, 2 of the 20(11.0%) from agricultural fields, 6 of the 11(54.5%) from agricultural fallow areas, and 7 of the 19(36.8%) from riparian areas. In addition, *Metarhizium* was isolated from Japanese walking stick (*Phraortes elongatus*) and *Beauveria* from the other 7 species of dead insects.

**KEY WORDS** entomopathogenic fungi, *Beauveria*, *Metarhizium*, bioinsecticide, soil type

**초 록** 우리나라의 곤충병원성곰팡이 분포를 조사하기 위하여 5개도와 3개 광역시에서 200개소의 토양 sample을 채집하여 꿀벌부채명나방 유충을 이용하여 분리하였고 8종의 곤충 사체로 부터는 직접 분리하였다. 그 결과 40개소(20.0%)의 토양과 8종의 곤충 사체에서 곰팡이가 분리 되었는데, 토양에서 분리된 균종별로는 *Beauveria*가 21개소(10.5%), *Metarhizium*이 19개소(9.5%)이었다. 그의 7종의 곤충에서 *Beauveria*가 분리되었다. 서식처별로는 삼림 110개소중 25개소(22.7%), 경작지 20개소중 2개소(11.0%), 휴한지 11개소중 6개소(54.5%), 하천 제방 19개소중 7개소(36.8%)에서 곤충병원성곰팡이가 검출되었다. 한편, 곤충 사체에서는 긴수염 대벌레에서 *Metarhizium*이 분리된 것을 제외하고는 모두 *Beauveria*가 분리되었다.

**검색어** 곤충병원성곰팡이, *Beauveria*, *Metarhizium*, 생물농약, 토성

곤충의 곰팡이병은 농림생태계내에서 흔하게 발견되어지고 있으며 때로는 해충의 밀도를 자연적으로 크게 감소시키고 있다. 곤충병원성곰팡이는 현재까지 100여속에서 약 700여종이 알려져 있는데(Roberts 1989), 그중 *Beauveria bassiana*와 *Metarhizium anisopliae*를 이용하는 연구가 가장 활발하게 이루어지고 있다. 그외에도 특정해충의 방제를 위한 소수 곰팡이에 관한 연구도 다수 행하여지고 있다(Doberski 1981). 병원성곰팡이는 나뭇목 해충은 물론 흡수구를 가진 노린재목 또는 매미목 해충방제에 효과적이며, 토양내에 서식하고 있는 딱정벌레목 해충의 유충 및

성충방제에도 효과적이다. 그리고 숙주곤충의 범위가 넓고, 일부 곰팡이를 제외하고는 배양이 가능하기 때문에 구미에서는 Boverin, Metaquino, Mycar등의 상품명으로 시판되고 있다(梅谷와 加藤 1990). 농약에 의한 부작용의 우려로 화학적 방제가 아닌 대체적인 방제법 개발에서 생물농약에 대한 관심이 최근 증대되고 있는 가운데 곰팡이도 중요한 비중을 차지하고 있다. 이와같이 생물농약으로서의 중요성으로 곤충병원성곰팡이는 세계 여러곳에서 해충의 사체나 토양에서 분리·연구되고 있으나(Doberski와 Tribe 1980, Papierok 1989, Vanninen등 1989, Feng등 1990, Yip등 1992) 우리나라

본 논문은 한국과학재단에서 제2저자에게 지원한 연구의 일부임.

<sup>1</sup>산림청 임업연구원 남부임업시험장(Nambu Forestry Research Institute, Chinju, 600-300, Gyeongnam)

<sup>2</sup>경상대학교 농과대학 농생물학과(Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang Natinal University, Chinju, 660-701, Gyeongnam)

라에서는 이에 대한 연구가 미진한 실정이다.

한편 효과적인 해충방제를 위하여는 동일 생태계에서 해충과 함께 공존하여온 병원미생물을 선별하여 이용하는 것이 바람직하다. 따라서 본 연구는 농림생태계를 공유하여 온 곤충병원성곰팡이를 탐색함과 동시에 우수한 병원균을 선별하여 농림해충방제에 이용하기 위한 정보를 얻고자 우리나라의 남부지역에서 조사를 실시한 것이다.

재료 및 방법

토양채집

곤충병원성곰팡이를 분리할 목적으로 남부지역(Fig. 1)의 삼림, 농경지, 골프장, 강둑 토양과 이곳에 서식하던 자연 치사곤충을 채집하였다. 토양 sampling은 도로로부터 200 m내외 3-16 km간격 지점에서 실시 하였다. 각 sampling은 임의 지정된 sampling지점 2-4 m<sup>2</sup>

넓이내의 5군데지점을 설정하여 10×10×15 cm부피 내에서 토양 800 cc를 취하여 이중 250 cc를 300 cc의 플라스틱통에 넣었다. 그리고는 꿀벌부채명나방(*Galleria mellonella*) 노숙유충 5마리를 넣어 25±2°C에 7일간 보관하였다. 이후 병원성곰팡이가 감염된 유충으로부터 곰팡이를 분리하여 petri dish(10×1.5 cm)에 5마리의 꿀벌부채명나방 유충에 접종시켜 다시 25±2°C의 항온기에 8일간 보관하였으며, 감염유충에서 증식된 균은 PDA배지로 옮겨 증식시킨 후 분류하였으며 꿀벌부채명나방 유충에 재접종하여 병원성을 검정하였다. 한편, 조사기간중 야외에서 발견된 곤충의 사체도 플라스틱 백에 넣어 실험실로 가져와서는 위와 같은 방법으로 병원곰팡이를 증식시켜 Samson(1981)의 방법으로 분류하였다.

결 과

남부지역에서 채취된 200곳의 토양 sample중 곤충병원성 곰팡이가 검출된 곳은 40곳(20.0%)이었는데, *Beauveria*가 21곳(10.5%)이었고 *Metarhizium*이 19곳(9.5%)이었다(Fig. 1). 그리고 8종의 곤충사체에서도 곰팡이가 분리되었다(Table 1). 200곳의 토양 시료중 서식처별로는 삼림지 110곳중 25곳(22.7%), 경작지 20곳중 2곳(10.0%), 휴한지 11곳중 6곳(54.5%), 강둑 19곳중 7곳(36.8%)에서 곰팡이가 검출되었다(Table 1). 한편 곤충병원성 곰팡이가 분리되었던 토양은 경남농촌진흥원에서 토성을 분석하였으며 사토, 사양토, 양토, 점토로 구분하였다. 200곳의 토양 sample중 발견된 곰팡이의 종류별로는 *Beauveria*가 21곳(52.5%), *Metarhizium*이 19곳(47.5%)이었다. *Beauveria*는 서어나무, 밤나무, 소나무 등 낙엽수나 침엽수지대의 삼림지 11곳(52.4%)에서 검출된 것을 비롯하여 잡초등이 자라고 있었던 휴한지 4곳(19.1%), 강둑의 잔디밭에서 4곳(19.1%), 보리밭 1곳(4.8%)에서 분리되었다(Fig. 2). 그리고 *Metarhizium*이 검출된 서식처도 다양하여 삼림지에서 14곳(73.7%), 휴한지 2곳(10.5%), 강둑의 잔디밭 3곳(15.8%)에서 분리되었다. 곤충의 사체에서 분리되었던 것은 진주의 복숭아명나방(*Dichocrocis punctiferalis*) 유충에서 *Beauveria*가, 긴수염대벌레(*Phraortes illepidus* Brunner von Wattenwyl)에서 *Metarhizium*이, 남제주의 해송 고사목에서 채집된 솔수염하늘소(*Monochamus alternatus*) 유충에서 *Beauveria*, 남해 금산의 참나무를 가해하던 오

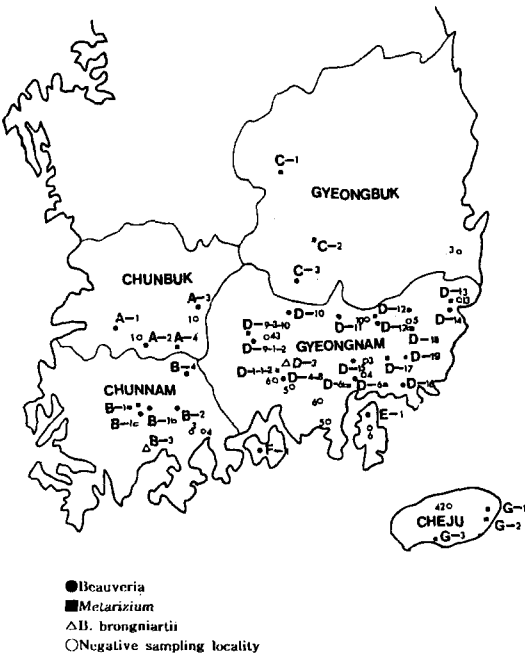


Fig. 1. Map of republic of korea showing the actual positivis sampling sites as indicated by the black dot for *Beauveria* the black tetragon for *Metarhizium* and open triangle for *B. brongniartii*. The open circles indicate the negative localities which contained a number of sampling sites. That is there were 200 sampling sites but not all negatives ones are shown

**Table 1. Number of positive sites of entomopathogenic fungi in southern parts of Korea**

Location	No. samples containing entomopathogenic fungi/ No.samples collected					
	Forest	Cultivated land	Fallow	River side	Golf courses	Dead insect
Cheju	(M:2)*/29	0/8	0/2	0/2	0/3	(B:1)/1
Daegu	0/6	N	N	N	0/10	N
Gyeongbuk	(B:1)(M:1)/5	N	N	(M:1)/1	0/8	N
Gyeongnam	(B:9)(M:10)/55	(B:2)/10	(B:1)/6	(M:3)/20	0/4	(B:5)(M:1)/7
Junbuk	0/6	N	(B:1)(M:1)/1	(B:1)/2	N	(B:1)/1
Junnam	(B:2)/5	0/2	(B:2)(M:1)/2	(B:1)/2	0/5	N
Pusan	0/4	N	N	(B:1)/1	0/10	N

\* B; *Beauveria* spp., M; *Metarhizium* spp.

**Table 2. Location, soil texture, habitat, and vegetation of entomopathogenic fungi isolated from Korean soils**

Province and location <sup>a</sup>	Soil texture <sup>c</sup>	Habitat	Dominant vegetation	Fungus genus
<b>Chunpook</b>				
Soonchang(A-2)	Sc	Forest	Japanese chestnut ( <i>Castanea crenata</i> )	<i>Beauveria</i>
Jangsoo(A-3)	Sc	Riparian	Turfgrass	<i>Beauveria</i>
Jeongju(A-1)	Sc	Agricultural	Fallow <sup>b</sup>	<i>Beauveria</i>
Namweon(A-4)	Sc	Agricultural	Fallow <sup>b</sup> Unidentified Cermbycidae	<i>Metarhizium</i> <i>Beauveria</i>
<b>Chunnam</b>				
Hwasoon(B-1a)	Sc	Agricultural	Fallow <sup>b</sup>	<i>Metarhizium</i>
Hwasoon(B-1b)	Sc	Agricultural	Fallow <sup>b</sup>	<i>Beauveria</i>
Hwasoon(B-1c)	Sc	Agricultural	Fallow <sup>b</sup>	<i>Beauveria</i>
Kurye(B-4)	Sc	Riparian	Turfgrass <sup>*</sup>	<i>Beauveria</i>
Bosung(B-3)	Sc	Forest	Longleaf ( <i>Pinus palustris</i> )	<i>B.</i> <i>brongiartii</i>
Sungju(B-2)	Sc	Forest	Hinoki cypress ( <i>Chamaecypalis obtusa</i> )	<i>Beauveria</i>
<b>Gyeongpook</b>				
Sangju(C-1)	Sc	Riparian	Turfgrass	<i>Metarhizium</i>
Koryoung(C-2)	Sc	Forest	Red pine ( <i>Pinus densiflora</i> )	<i>Metarhizium</i>
Koryoung(C-3)	Sc	Forest	Pitch Pine ( <i>Pinus rigida</i> )	<i>Beauveria</i>
<b>Gyeongnam</b>				
Chinju(D-1)	Sc	Riparian	Turfgrass	<i>Metarhizium</i>
Chinju(D-2)	-	Forest	Japanese walking stick adult ( <i>Phraortes elongatus</i> )	<i>Metarhizium</i>
Chinju(D-3)	C	Agricultural	Soybean field unidentified scarab larvae	<i>B.</i> <i>brongiartii</i>
Chinju(D-4)	-	Forest	Peach pyralid moth larvae ( <i>Dichrocrocis punctiferalis</i> )	<i>Beauveria</i>
Chinju(D-5)	Sc	Forest	Japanese sugi ( <i>Cryptomeria japonica</i> )	<i>Beauveria</i>

Table 2. Continued

Province and location <sup>a</sup>	Soil texture <sup>c</sup>	Habitat	Dominant vegetation	Fungus genus
Chinju(D-6)	-	Forest	Unidentified fly adult	<i>Beauveria</i>
Chinju(D-7)	-	Forest	Unidentified leaf insect adult	<i>Beauveria</i>
Chinju(D-8)	-	Forest	Unidentified grasshopper adult	<i>Beauveria</i>
Kimhae(D-17)	Sc	Riparian	Turfgrass	<i>Metarhizium</i>
Milyang(D-12a)	C	Forest	Oriental white oak ( <i>Quercus aliena</i> )	<i>Metarhizium</i>
Milyang(D-12b)	Sc	Agricultural	Jujube ( <i>Zizyphus jujuba</i> )	<i>Beauveria</i>
Yangsan(D-19)	Sc	Agricultural	Fallow <sup>b</sup>	<i>Beauveria</i>
Keoje(E-1)	Sc	Forest	Black pine ( <i>Pinus thunbergii</i> )	<i>Beauveria</i>
Changnyoung(D-11)	Sc	Agricultural	Barley	<i>Beauveria</i>
Ulji(D-13)	Sc	Forest	Black pine	<i>Beauveria</i>
Ulji(D-14)	Sc	Forest	Black pine	<i>Metarhizium</i>
Sancheong(D-9-1)	Sc	Forest	Japanese larch ( <i>Larix leptolepis</i> )	<i>Beauveria</i>
Sancheong(D-9-2)	Sc	Forest	Japanese larch	<i>Beauveria</i>
Sancheong(D-9-3)	Sc	Forest	Japanese larch	<i>Metarhizium</i>
Sancheong(D-9-4)	Sc	Forest	Japanese larch	<i>Metarhizium</i>
Sancheong(D-9-5)	Sc	Forest	Japanese larch	<i>Metarhizium</i>
Sancheong(D-9-6)	Sc	Forest	Japanese larch	<i>Metarhizium</i>
Sancheong(D-9-7)	Sc	Forest	Japanese larch	<i>Metarhizium</i>
Sancheong(D-9-8)	Sc	Forest	Japanese larch	<i>Metarhizium</i>
Sancheong(D-9-9)	Sc	Forest	Japanese larch	<i>Metarhizium</i>
Sancheong(D-9-10)	Sc	Forest	Japanese larch	<i>Metarhizium</i>
Namhae(F-1)	-	Forest	Japanese alder minute weevil ( <i>Rhynchaenus excellens</i> )	<i>Beauveria</i>
Hapchon(D-10)	Sc	Forest	Black locust ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	<i>Beauveria</i>
Euchang(D-19)	Sc	Forest	Oriental white oak	<i>Beauveria</i>
Haman(D-6a)	Sc	Forest	Red pine	<i>Beauveria</i>
Haman(D-6a)	Sc	Riparian	Turfgrass	<i>Metarhizium</i>
Pusan				
Gupo(D-16)	Sc	Riparian	Turfgrass	<i>Beauveria</i>
Cheji				
Namcheju(G-1)	-	Forest	Pine sawyer larvae ( <i>Monochamus alternatus</i> )	<i>Beauveria</i>
Namcheju(G-2)	Sc	Forest	Carpinus laxiflora	<i>Metarhizium</i>
Namcheju(G-3)	S	Forest	Red pine	<i>Metarhizium</i>

<sup>a</sup>The letter and number in the parenthesis refer to the location as shown on Fig. 1.

<sup>b</sup>Cultivated field that was fallow at time of sampling.

<sup>c</sup>C;Clay, S;Sandy, Sc;Sandy clay.

리나무벼룩바구미(*Rhynchaenus excellens*) 성충에서 *Beauveria*가 분리되었으며, 그외 미동정 파리 성충, 메뚜기 성충, 개미에서도 *Beauveria*가 분리되었다. 또한 진주지역의 콩밭에서 채집된 미동정 풍뎅이 유충에서는 *B. brongniartii*가 분리·동정되었다. 특히, 진

주 콩밭의 조사에서는 콩 수확 후의 전 포장에 불규칙적으로 곰팡이 분생포자가 형성되어 분포하고 있을 정도로 병원성이 높은 균임을 확인할 수 있었다. 곰팡이가 분리되었던 토양은 주로 사양토였으며(92.5%), 그외는 미동정 풍뎅이 유충이 분포하고 있었던 콩밭

과 밀양 삼림의 양토 2곳(5.0%)과 1곳의 사토(2.5%)였다.

### 고 찰

우리나라는 66%가 산으로 구성되어 있을 뿐만 아니라 삼림은 다양한 곤충상을 형성하고 있기 때문에 본 조사도 삼림지대에서 많이 이루어졌다. 본 조사의 결과 우리나라의 여러 서식처에는 삼림지나 농경지를 포함하여 어느 곳이건 곤충병원성곰팡이가 널리 분포하고 있음을 알 수 있었다. 즉, 200점의 토양 sample 중 20.0%에서 곤충병원성곰팡이가 분리됨으로서 다른 생물적 요소들과 함께 우리나라 토양에 공존하여 왔음이 밝혀졌다. 그리고 죽은 곤충들도 병원성곰팡이에 의하여 치사되었음이 확인되어, 병원성곰팡이는 농림생태계에서 곤충의 밀도를 자연적으로 억제시키는 생물적 방제 인자의 중요한 역할을 담당하고 있음을 알 수 있었다. 곤충병원성곰팡이는 자연생태계에 널리 분포하고 있다. Doberski와 Tribe(1980)는 자작나무 껍질과 자작나무 지제부 토양으로부터 *B. bassiana*를 분리하였는 바 수피의 표면이나 밑부분에 곰팡이가 분생포자 상태로 존재하고 있음을 확인하였고, 토양으로부터는 *M. anisopliae*를 분리하기도 하였다. 한편, Quinn과 Hower(1985)는 알팔라 포장에서 *B. bassiana*를, Papierok(1989)는 핀란드에서 진딧물을 가해하는 다수의 병원 곰팡이를 분리하기도 하였다. Vanninen 등(1989)도 핀란드에서 토양 243샘플을 채집하여 31.7%에서 병원 곰팡이를 검출하였다. 또한, Feng 등(1990)도 미국 Idaho 주 남서부지역에서 화곡류를 가해하던 진딧물로부터 많은 종류의 병원곰팡이를 분리하였으며, Yip 등(1992)은 타스마니아의 목초지 토양에서 204균주의 *M. anisopliae*를 분리하기도 하였다.

곤충병원성곰팡이의 분포는 토양의 물리적성질, 즉 pH나 강우량, 염류농도 표고 등과 관련이 없는 편인데 (Rath 등 1992), 본 조사에서는 사양토(92.5%)에서 빈번하게 검출된 것으로 보아 토성은 곰팡이의 분포와 관련이 있는 것으로 생각되었다. Vanninen 등(1989)은 부식토에서 *Paciliomyces farinosus*와 *B. bassiana*가 빈번하게 검출되었던 반면 점토에서는 발견되지 않았고, *M. anisopliae*는 반대의 경향을 나타내었다고 하였다. Rath 등(1992)도 타스마니아 목초지의 경우, 주로 점토에서 *Metarhizium*이 발견되었다고 하여 토성에 따라 곤충병원성곰팡이의 분포에 차이가 있었는데, 본조사

에서 병원성곰팡이가 발견된 곳은 주로 사양토였다. 그외는 2곳의 양토에서 곰팡이가 발견되었다. 양토중 한곳은 삼림지에서 *Metarhizium*이 발견되었고, 한곳은 미동정 풍뎡이 유충이 분포하고 있던 콩밭에서 *B. brongniartii*가 발견되었다. *B. brongniartii*는 풍뎡이 유충에 효과적이다(Ferron 1967). 본 조사에서 *B. brongniartii*가 발견된 콩밭을 3년간 임의 조사한 결과, 치사된 풍뎡이 유충에서 곰팡이가 계속적으로 발견되어 병원성과 지속성이 높은 균이었고(추등 1994a,b), 전 포장에서 쉽게 곰팡이가 관찰될 정도였으며 경계배지에서의 증식도 양호하였다(추등 1994a).

곤충병원성 곰팡이는 종이나 균주에 따라 병원성에서 차이가 있는것으로 알려져있다(Yip 등 1992). 따라서 우리나라에서 분리된 곤충병원성곰팡이를 지역해충에 대해 생물검정함으로써 해충별로 방제효과가 우수한 균을 선발하여 적극적으로 이용할 수 있는 연구가 앞으로 진행되었으면 한다.

### 인용문헌

추호렬, 이상명, 허진. 1994a. 곤충병원성 *Beauveria* 곰팡이를 이용한 생물살충제 개발연구. 1. *Beauveria brongniartii*의 대량생산을 위한 경계배지 선발과 제제기술개발. 농업논문집 36: 119-129

추호렬, 이상명, 허진. 1994b. 곤충병원성 *Beauveria* 곰팡이를 이용한 생물살충제 개발연구. 2. 경계배지에서 증식된 *Beauveria brongniartii*의 병원성과 지속성. 농업논문집 36: 131-140

Doberski, J. W. & H. T. Tribe. 1980. Isolation of entomogenous fungi from elm bark and soil with reference to ecology of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. Trans. Br. mycol. Soc. 74(1): 95-100

Doberski, J. W. 1981. Comparative laboratory studies on three fungal pathogens of the Elm bark beetle *Scolytus scolytus*: Effect of temperature and humidity on infection by *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces farinosus* J. Invertebr. Pathol. 37: 195-200

Feng, M. G., J. B. Johnson, & L. P. Kish. 1990. Survey of entomopathogenic fungi naturally infecting cereal aphids(Homoptera: Aphididae) of irrigated grain crops in southwestern Idaho. Environ. Entomol. 19(5): 1534-1542

Ferron, P. 1967. Etude en laboratoire des conditions ecologiques favorisant le developpement de la mycose

- a *Beauveria tenella* du ver blanc. *Entomophaga*. **12**: 257-293
- Papierok, B. 1989.** On the occurrence of Entomophthorales(Zygomycetes) in Finland. I. Species attacking aphids(Homoptera, Aphididae). *Annales Entomologici Fennici*. **55**: 63-69
- Liu, S. D. & S. C. Lin. 1989.** Microbial control Coconut leaf beetle(*Brontispa longissima*) with green muscardine fungus, *Metarhizium anisopliae* var *anisopliae*. *J. Invertebr. Pathol.* **53**: 307-314
- Prior, C & M. Arura. 1985.** The infectivity of *Metarhizium anisopliae* to two insect pests of coconuts. *J. Invertebr. Pathol.* **45**: 187-194
- Quinn, M. A. & A. A. Hower. 1985.** Isolation of *Beauveria bassiana* (Deutromycotina: Hypomycetes) from alfalfa field soil and its effect on adult *Sitona hispidulus* (Coleoptera: Curculionidae). *Environ. Entomol.* **14**: 620-623
- Rath, A. C., T. B. Koen, & H. Y. Yip. 1992.** The influence of abiotic factors on the distribution and abundance of *Metarhizium anisopliae* in Tasmanian pasture soils. *Mycol. Res.* **96**(5): 378-384
- Roberts, D. W. 1989.** World picture of biological control of insects by fungi. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* **84**(Supl. III): 89-100
- Samson, R. A. 1981.** Identification: Entomopathogenic Deuteromycetes In *Microbial control of pests and plant diseases. 1970-1980.* (Burgess, H.D. ed.), pp.93-106.
- 梅谷獻二, 加藤肇. 1990.** 農業有用微生物-その利用と展望-. 農林水産省農業研究センター. 次城縣. 592pp.
- Vanninen I., G. B. Husberg, & H. M. T. Hokkanen. 1989.** Occurrence of entomopathogenic fungi and entomopathogenic nematodes in cultivated soils in Finland. *Acta Entomologica Fennica*. **53**: 65-71
- Yip, H. Y., A. C. Rath, & T. B. Koen. 1992.** Characterization of *Metarhizium anisopliae* isolates from Tasmanian pasture soils and their pathogenicity to red-headed cockchafer(Coleoptera: Scarabaeidae: *Adoryphorus couloni*). *Mycol. Res.* **96**(2): 92-96  
(1995년 9월 25일 접수)