

## 植物群落에서 VA 内生菌根 發見

賈康鉉 · 李相宣 · 李敏雄\*

韓國敎員大學校 生物學科, 東國大學校 農生物學科\*

### Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi Found from the Soils of Plant Communities

Kang-Hyeon Ka, Sang-Sun Lee and Min-Woong Lee\*

Department of Biology, Korea National University of Education, Chung Buk 363-791, and

\*Department of Agrobiolgy, Dongguk University, Seoul, 100-715, Korea

**ABSTRACT:** Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi were isolated from the soils of three different plant communities (*Cassia mimosoides* var. *nomame*, *Themeda triandra* var. *japonica*, *Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*). Eight azygospores or chlamydo-spores of VA-mycorrhizal fungi were identified (eight species of four genera), and six among them newly described in Korea (six species of two genera); *Glomus aggregatum*, *Gl. ambisporum*, *Gl. geosporum*, *Gl. mosseae*, *Scutellospora coralloidea*, *Sc. heterogama*.

**KEYWORDS:** VA-mycorrhizae, *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora*

Vesicular-arbuscular mycorrhizae(VAM)은 식물 뿌리의 皮層에 皮에 소포(vesicles)와 침입균사망(arbuscles)을 형성하는 内生菌根이다. 분류학적으로, VAM는 Zygomycetes의 Endogonales에 속하며, Schenck와 Perez(1988)의 분류체계에 따르면, 1目 6屬 130여種이 발견되어 있다. 그러나, VAM의 진화학적인 연구에서는 위의 분류체계에 많은 문제점을 언급하여, 새로운 2목 2아목 4과 7속을 새로이 정리하여 분류하고 있다(Morton과 Benny, 1990).

VA-mycorrhizae는 대부분이 고등식물에서 침입하여, 뿌리의 침입균사망을 형성하여 식물의 성장을 도와주는 것으로 알려지고 있다. 이러한 것은 대부분이 메마른 땅 및 비경작지에서 식물뿌리와 내성균근의 상호작용이 일어나는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서는 몇몇의 고등식물뿌리에 VA mycorrhizae 형성은 Kim 등(1986, 1989, 1990), Lee와 Koo(1983), Koo(1986) 및 본 실험실(Eom과 Lee, 1989, 1990; Ka 등, 1990) 등에 의해 보고되고 있으며, 계속적으로 연구되고 있는 것으로 알고 있다.

VA mycorrhizae의 분류는 포자의 외부형태적인

방법(현미경적 형태와 孢子果 형성)에 의해 주로 이루어지고 있었다(Trappe, 1982). 80년대 이후, 편역학적인 방법(Wilson, 1983) 및 Lipid 분석(Suha, 1983)을 이용한 분류방법이 도입되었다. 그러나 최근에는 포자막 및 포자부착균사의 형태를 중점으로 수리분류(Morton, 1990)에 의한 진화의 체계를 시도하였다.

우리나라에서는 4속 25종(Ka, 1990; Koo, 1986; Kim, 1990; Eom과 Lee, 1989, 1990)이 보고되어 있다. 우리나라 대부분의 고등식물에 VA-mycorrhizae 존재가 확인되고 있으므로 아직도 미확인 종들이 많이 있을 것으로 추측된다. 그러므로 본 연구는 세 식물 군락에서 내생균근 형성을 관찰하였으며, 그 곳에서 동정된 4속 8종을 언급하였으며, 새로운 6종을 분류 기재하였다.

### 材料 및 方法

#### 토양 채취 및 방법

토양 채취는 충남 태안군 태안읍 도내리(Site A)

**Table I.** Vesicular-arbuscular mycorrhizal status of the three plants collected from the two sites<sup>a</sup>

Plant species in the community	Site	VA-mycorrhizal statub <sup>b</sup>	VA-mycorrhizal species found <sup>c</sup>
<i>Cassia mimosoidea</i> var. <i>nomame</i>	A	+	<i>Ac. scrobiculata</i> , <i>Gl. aggregatum</i> , <i>Gl. mosseae</i> , <i>Sc. heterogame</i> , <i>Gi. margarita</i> .
<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i>	A	+	<i>Gl. ambisporum</i> , <i>Sc. coralloidea</i> .
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	B	+	<i>Gl. geosporum</i> .

에서 차풀과 솔새군락에서 1989년 10월에서 1990년 1990. 3까지 이루어졌고, 경북 월성군 신창리 영남대학교 해양과학 연구소(Site B)에서는 1988년 6월에서 10월까지 역새군락에서 채취하였다. 식물의 뿌리와 주변 흙(깊이 약 15 cm, 직경 10~15 cm 안의 흙)을 비닐 봉지에 넣어 암소에 보관하였다.

**뿌리 염색**

뿌리는 깨끗이 세척 후 FAA 용액에 보관 또는 직접 Phillips와 Hayman(1970) 방법을 약간 수정하여 사용하였다. 채취된 뿌리의 조각을 1 cm 크기로 1 N KOH에서 10분간 끓인 후 수세, 10% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>로 30분 이상 처리후 수세, 0.05% Trypanblue lactophenol에서 10분간 끓인 후 lactophenol로 탈색하였다.

**포자추출 및 동정**

채취 및 보관된 토양은 Eom과 Lee(1989; 1990)의 방법에 따랐다. 채취 및 보관된 토양은 Wet-sieving method(Gerdeman, 1963)에 의해 포자를 분리 PVL(polyvinyl alcohol lactophenol)로 영구 slides를 만들었다. 이 때 만들어진 영구 slides는 한국교원대학교 이상선 연구실의 표본실(KNUE S)에 보관하였다. 포자의 동정은 영구 slides를 Trappe's keys(Trappe, 1982)에 중점을 두어 동정하였으며,

Hall의 slides(Hall, 1981)와 Schenck and Perez(1988)을 참고하였다. 그리고 *Gigaspora*와 *Scutellospora*의 동정은 Walker(1986)가 서술한 포자막층 방법을 따랐다.

**結果 및 考察**

차풀과 솔새의 VA-mycorrhizae 감염상태 조사에서 소포(vesicles)는 관찰되었으나 침입근사망(arbuscles)은 관찰되지 않았다. 또한 역새의 뿌리는 염색하지 않았으며 그 결과는 Table I과 같다. VA-mycorrhizae 균사 침입을 관찰한 결과 콩과인 차풀에서는 많은 내생효근포자가 발견된 반면에 다른 두 외떡잎 식물에서는 각각 솔새 2종 역새 1종씩 발견되었다. 우리나라 야생식물 중 콩과, 벼과에서 VA-포자가 존재한다는 것이 Kim(1989) 등에 의해 보고되었으나, 윗 식물의 VA-mycorrhizal flora는 보고되지 않았다. 한 식물에서 몇 종의 VAM 포자가 발견되었으므로 소포가 어느 종의 것인지 확인할 수 없었으며, 이는 화분배양으로서 판별되어야 할 것으로 고려된다.

두 지역에서 발견된 種은 4屬 8種으로 새로 기술되는 종은 2속 6종이다. 종의 동정은 Trappe's keys(Trappe, 1982)에 따라 이루어졌으며, 분류된 종은 Schenck와 Perez(1988)의 분류 체계를 따랐다. 그리고 종의 기재에서 벽구조는 Walker(1983)의 기술을 따랐다.

*Acaulospora scrobiculata* Trappe

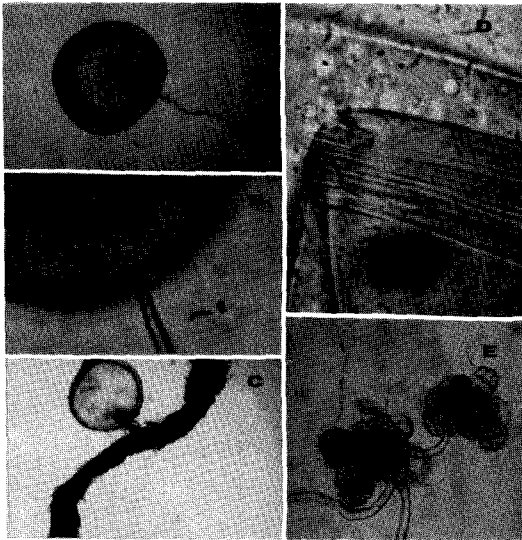
Trappe, J.M. 1977. *Mycotaxon* 6 : 359-366  
 검경표본 : KNUE S 177-184 ; Site A/차풀  
 종의 기재 : Ka과 Lee(1990) 및 Eom과 Lee(1990) 참조

토론 : 이 종은 주로 연한 황색이며 간혹 연한 갈색을 띠며, 포자 표면 전체에 고르게 홈(pit)이 있는 것으로 다른 *Acaulospora*와 쉽게 구별된다.

*Gigaspora margarita* Becker and Hall

Becker, W.N. and I.R. Hall. 1976. *Mycotaxon* 4 : 155-160  
 검경표본 : KNUE S 148-152 ; Site A/차풀  
 종의 기재 : Eom과 Lee(1990) 참조

토론 : 이 종은 엄 및 이(1990)의 보고와 일치하며 차이점은 포자벽이 전자보다 훨씬 두껍고(27~40



**Fig. 1.** Azygospores of *Gigaspora margarita*: A) 8×6.3 Whole spore, B) 8×25 germ tube, C) 8×6.3 spore attached to the plant root, D) broken wall layers and E) masses of auxiliary cells.

μm ; Fig. 1D), 여러개 층판(laminated walls)으로 구성되어있다(Fig. 1D). 새롭게 발견된 것은 조세포(auxilicery cell)가 불규칙한 모양의 무색으로 표면에 작은 돌기(papillate), 3~4×3~5 μm이었다(Fig. 1E). 또한 차풀의 뿌리에 이 내생균근의 포자가 직접 달려있는 것이 흥미롭다(Fig. 1C). 이러한 상세한 사진은 아직 보고되지 않았다.

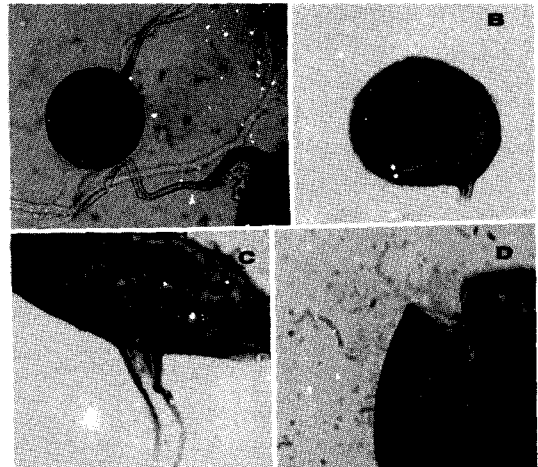
*Glomus aggregatum* Schenck and Smith

Schenck and Smith. 1982. *Mycologia* 74 : 77-92

Koske. 1985. *Mycologia* 77 : 619-630

검경표본 : KNUE S 165-170 ; Site A/차풀

종의 기술 : 포자과는 발견되지 않았고 후막포자는 드물게 산집합생(loosely aggregated spores)이며, 주로 單生으로 발견되었다. 포자는 꿀색 계통의 연한 밤색, 구형으로 60~105 μm, 혹은 타원형으로 61~96×84~100 μm이었다(Fig. 2A and B). 포자 표면은 약간 거칠하거나 매끄럽다. 내부증식은 포자도 관찰되었다(Fig. 2D). 포자벽은 단층(single wall layer) 3~5 μm이고, 내용물은 투명한 방울모양이었다. 포자부착균사(subtending hyphae)는 지름이 5~9 μm이며 벽두께는 포자부착 기부에 가까울수록 두꺼우며 1~3 μm이었다(Fig. 2C). 균사색깔은 포자에서 멀어질수록 연한 밤색이 희미해졌으며,



**Fig. 2.** Chlamydospores of *Glomus aggregatum*: A) 8×40 Whole spore and subtending hyphae, B) 8×40 irregular shape with a spore proliferation, C) 8×100 curved subtending hyphae, and D) 8×100 broken spore with wall layers.

격막은 관찰되지 않았다. 부착균사 주위에 크림색 조각들이 붙어 있는 것도 있었다(Fig. 2A).

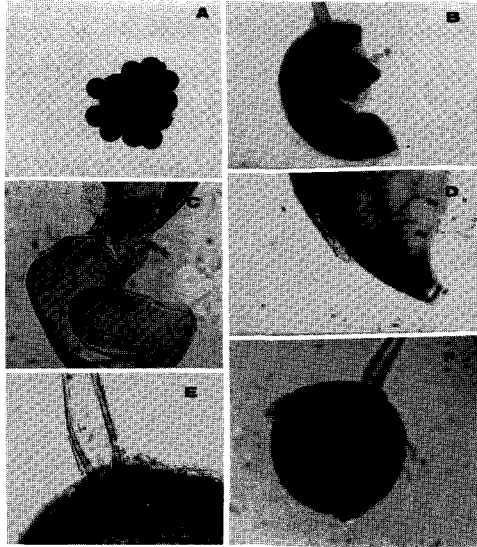
토론 : *G. aggregatum*은 다른 종과 구별되는 특징은 포자 표면이 매끄럽고, 얇은 벽과 황갈색을 띠며, 내부증식에 의한 포자 생성에 있다(Koske, 1985). 포자 동정에서 *Gl. deserticola*와 혼동이 되었으나, 내부증식에 의한 포자생성과 포자색깔 및 포자벽에 의해 구별하였다(Fig. 2B and D).

*Glomus ambisporum* Smith and Schenck

Smith and Schenck. 1985. *Mycologia* 77 : 566-574

검경표본 : KNUE S 171-176 ; Site A/솔새

종의 기술 : 포자과는 발견되지 않았으며 후막포자는 단생 또는 10~20개의 밀집합생(dense formed cluster)이었다(Fig. 3A and F). 포자는 연한 갈색-흑갈색을 띠었으며 구형 95~115 μm이었다(Fig. 3 F). 포자 표면은 거칠하며 벗겨져 나가는 외피(evanescent)를 가졌다(Fig. 3C and D). 포자벽은 세 개의 벽(three walls)으로 구성되어있으며, 외벽은 연한 황색-황갈색, 두께는 2~5 μm로 거칠하였다(Fig. 3C and D). 중간벽(middle layer)은 연한 갈색-갈색을 띠며 5~7 μm이다(Fig. 3D). 내벽은 관찰하기 어렵고 Melzer's reagent에서 적갈색을 띠었다(Fig. 3B). 포자 부착균사는 지름이 10~15 μm로 황갈색



**Fig. 3.** Chlamydospores of *Glomus ambisporum*: A) 8×6.3 A dense formed cluster of spores, B) 8×40 whole spore reacted with Melzer's reagent, C) 8×100 fragile spore wall, D) 8×100 wall layers, E) 8×100 compressed subtending hyphae, and F) 8×40 broken spore.

이며 포자에서 멀어질수록 희미해졌다(Fig. 3E and F). 벽 두께는 3~4 μm이며 두개 벽으로 구성되어 있었다. 부착균사 기부가 약간 수축되어 있다(Fig. 3 E).

토론 : 이 종은 포자표면에 육각형의 무늬가 질서적으로 배열된 것이 특징(Schenck, 1985)인데, 우리의 채집표본에서는 관찰되지 않았다. 이 종의 동정은 포자 모양, 벽 구조에 중점을 두었다. Melzer's reagent에서 안쪽벽이 적갈색으로 변한 것이 원문과 차이점이 있다.

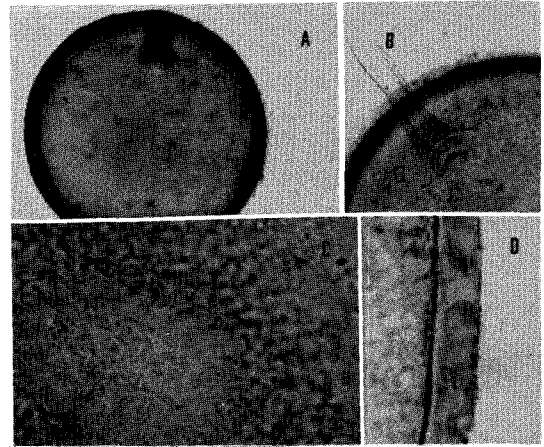
*Glomus geosporum* Nicolson and Gerdemann  
Nicolson and Gerdemann. 1968. *Mycologia* 60 : 313-325

Gerdemann and Trappe. 1974. *Mycologia Memoir*, No.5

Walker. 1982. *Mycotaxon* 15 : 49-61

검경표본 : KNUE S 126-130 ; B/역새

종의 기술 : 포자과는 발견되지 않았으며 후막포자는 단생이었다. 포자는 진한 갈색-흑갈색을 띠었으며, 구형 250~325 μm이었다(Fig. 4A). 포자의 표면은 매끈하거나, 거칠하였으며 내용물은 무색의



**Fig. 4.** Chlamydospores of *Glomus geosporum*: A) 8×40 Whole spore with a dense areas, B) 8×40 subtending hyphae, C) 8×100 spore surfaces, and D) 8×100 wall layers.

방울모양이었다(Fig. 4C). 포자벽은 단층벽그룹(single wall layer group)으로 15~17 μm로 막외층은 15~16 μm 갈색, 막내층은 무색 0.5 μm로 구분하기 어렵다(Fig. 4D). 포자부착균사는 지름이 25~33 μm, 벽두께는 7~10 μm로 갈색을 띠며 직립형이었다(Fig. 4B). 부착균사는 200 μm 이상 길게 뻗어 있고 포자에서 멀어질수록 무색에 가까웠다(Fig. 4 B).

토론 : 이 종은 *Gl. constrictum*와 유사하지만 부착균사의 모양과 길이에서 큰 차이점을 보인다(Gerdemann and Trappe, 1975). *Gl. constrictum*은 부착균사의 길이가 짧으며 부착균사 기부가 수축되어 있다(Walker, 1982). 이 종의 분류는 부착균사와 포자벽에 중점을 두어 분류하였다.

*Glomus mosseae* Gerdemann and Nicolson  
Nicolson and Gerdemann. 1968. *Mycologia* 60 : 313.

Gerdemann and Trappe. 1974. *Mycologia Memoir*, No.5

검경표본 : KNUE S 131-136 ; Site A/차풀

종의 기술 : 포자과는 발견되지 않았으며 후막포자는 단생이었다. 포자는 밝은 황색에서 주황색을 띠며 구형 160~190 μm이었다(Fig. 5A). 포자내용물인 granular가 포함되어 있고(Fig. 5A). 포자표면은 밀도가 높은 부분과 낮은 부분들이 있는 것으로 나타났다(Fig. 5B). 포자의 표면은 단층으로 포자부

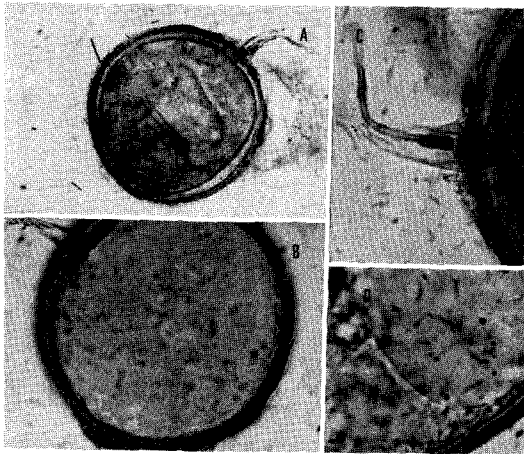


Fig. 5. Chlamydo spores of *Glomus mosseae*: A) 8×40 Whole spore with a globose contents, B) 8×100 Spore surface, C) 8×100 Recurved subtending hyphae, and D) 8×100 wall layers.

착균사는 직립형 또는 굽은형(recurved)이며 직경이 20~25 μm로 밝은 황색 또는 무색을 띠었다(Fig. 5A and C). 벽은 단층(single wall layer)으로 두께는 4~5 μm이며(Fig. 5D), 층판들로 형성되었다. 부착균사는 컵모양의 격막에 의해 막혀있고 깔때기모양(funnel shape)이 특징이며, 부착균사를 통해 발아한다(Fig. 5C).

토론 : 이 종은 컵모양의 격막을 가진 깔때기 모양 부착균사가 다른 종과 구별되는 특징이다(Nicolson, 1968). *Gl. lactum*(Rose, 1980)과 포자크기 및 벽 구조에서 비슷하지만 부착균사에서 뚜렷한 차이가 있다. 이 종의 분류는 부착균사 모양에 중점을 두었다.

*Scutellospora coralloidea*(Trappe, Gerd and Ho) Walker and Sanders

Gerdemann and Trappe. 1974. *Mycologia Memoir*, No.5

Koske and Walker. 1985. *Mycologia* 77 : 702.

검경표본 : KNUE S 160-164 ; A/솔새

종의 기술 : 포자과는 발견되지 않았으며, 비접합 포자(azygospores)는 단생으로 발견되었다(Fig. 6 A). 포자는 해부현미경에서 갈색-흑갈색으로 보이나 현미경에서 갈색-적갈색으로 보인다. 포자는 구형 370~490 μm이며 포자표면은 약간 거칠거나 대부분 매끄럽고, 포자의 내용물은 무색의 방울모양

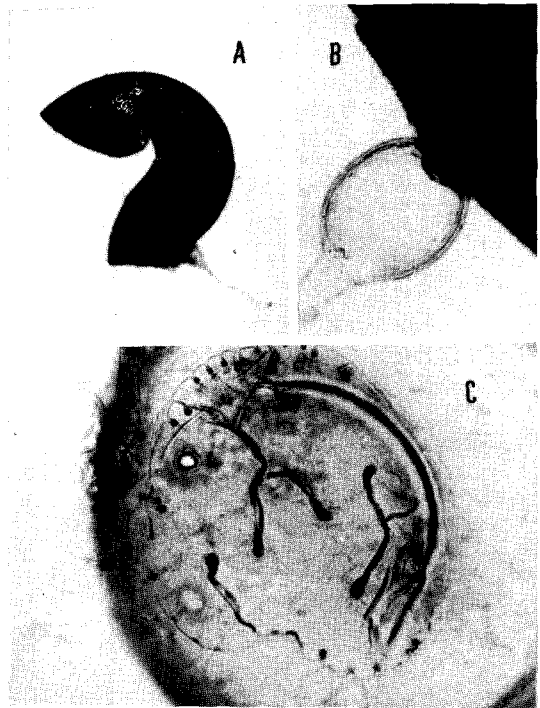


Fig. 6. Azygospores of *Scutellospora coralloidea*: A) 8×25 Borken and dark brown spore, B) 8×40 bulbous subtending hyphae and ornamentation, and C) 8×40 germination shield on the spore surfaces.

이다(Fig. 6A). 포자벽은 두개의 벽그룹(two wall groups)으로 A그룹은 적갈색 8~17 μm로 층판(laminated wall)이고 2~4 μm의 작은 돌기(wart)가 산재하였다(Fig. 6B). B그룹은 무색 1 μm의 막층(membranous wall)으로 이루어졌다. 모든 벽은 Melzer's reagent에 반응이 없었다. 포자부착균사(subtending hyphae)은 주걱형(bulbose)으로 직경 60~70 μm로 포자보다 연한 갈색을 띠었다(Fig. 6 B). Peg like projection은 관찰되지 않았다. 전형적인 발아방패(germination shield)는 무색으로 B 그룹의 벽에 존재한다(Fig. 6C). 균사에는 격막이 존재하며 조포자는 연한 적갈색이며 작은 포도송이 모양으로 표면이 매끈하였다.

토론 : 이 종은 포자의 색깔, 모양, 크기 및 Melzer's reagent 반응에 중점을 두어 분류하였다. 포자의 크기, 색깔면에서 *Sc. gregaria*와 비슷하지만 포자벽 장식에서 커다란 차이를 보인다(Koske, 1985). 그리고 *Sc. gregaria*는 4개벽으로 구성되어 있는 반면에

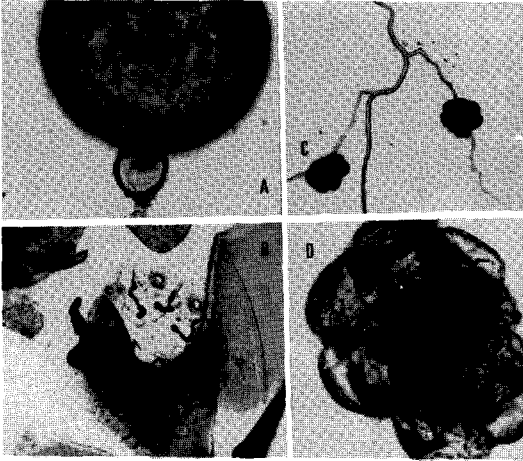


Fig. 7. Azygospores of *Scutellospora heterogama*. A) 8×40 Whole spore with bulbous subtending hyphae, B) 8×100 germination shield and broken wall layers, C) 8×24 two masses of auxiliary cells attached to plant roots, and D) 8×100 Auxiliary cells.

*Sc. coralloidea*는 3개벽으로 구성되어 있다. 본 종에서는 이 종의 특징인 결래조각 모양 돌기(patch-like warts)은 관찰할 수 없었다.

*Scutellospora heterogama*(Nicol & Gerd) Walker & Sanders

Nicolson and Gerdemann. 1968. *Mycologia* 60 : 313-325

Koske and Walker. 1985 : . *Mycologia* 77 : 702-720

검경표본 : KNUE S 153-158 ; A/차풀

종의 기술 : 포자과는 발견되지 않았으며, 비접합 포자는 단생으로 발견되었다. 포자는 연한 갈색-적갈색의 구형 157~300 μm이었다(Fig. 7A). 포자의 표면은 매끄럽고 포자 내용물은 무색의 방울모양(granular)이었다. 포자벽은 두개 벽그룹으로 A그룹은 갈색-적갈색 5~8 μm의 층판이며 0.5~1 μm의 작은 돌기(wart)가 밀집분포하였다. B그룹은 4~5 μm 무색의 두개 벽으로 구성되어 있다. 모든 벽은 Melzer's reagent에 반응하지 않거나 또는 가장 인쪽 벽이 연한 주황색을 띠었다. 포자부착균사는 주걱형(bulbose)의 구형으로 37~45 μm 격막이 존재하였다(Fig. 7A). 벽두께는 5~7 μm이며 연한 갈색을 띠었다. 발아방패는 mount된 거의 모든 samples에서 관찰되었으며 아주 연한 갈색을 띠었다(Fig. 7B).

보조세포는 포도송이 모양으로 연한 갈색을 띠며 표면이 매끄러운 모양이었으며(Fig. 7C and D), 7~10개의 보조세포가 달려 있었다.

토론 : *Sc. heterogama*는 표면장색과 벽구조가 특징적이다(Koske, 1985). 이 종의 분류는 포자벽 장식, 포자 크기, Melzer's reagent 반응, 보조세포에 중점을 두었다. 현재 wart된 장식을 가지는 종으로 *Sc. coralloidea*, *Sc. dipapillosa*, *Sc. gregaria*, *Sc. persica*, *Sc. verrucosa*가 있다. *Sc. heterogama*는 0.5~1 μm wart가 포자표면 전체에 뺨뺨하게 덮여있고, B그룹은 0.5~3 μm인 것이 다른 종과 구별된다(Koske, 1985).

## 摘 要

접합내생균근은 세 식물군락(차풀, 솔새, 억새)의 토양에서 분리되었다. 분리된 포자는 형태학적으로 분류 동정한 결과 4속 8종이었다. 우리나라에서 새롭게 기술하는 종은 2속 6종이다; *Glomus aggregatum*, *Gl. ambisporum*, *Gl. geosporum*, *Gl. mosseae*, *Scutellospora coralloided*, and *Sc. heterogama*.

## 参考文献

- Becker, W.N. and Hall, I.R. (1976): *Gigraspora margarita*, a new species in the Endogonaceae, *Mycotaxon*. 4: 155-160.
- Eom, A.H. and Lee S.S. (1989): Endomycorrhizal fungi indentified on the soils in forest and coast arers. *Kor. J. Mycol.* 17(1): 14-20.
- Eom, A.H. and Lee, S.S. (1990): Endomycorrhizal fungi found from the soils of the communities of *Persicaria thunbergii* H. Gross. *Kor. J. Mycol.* 18(1): 26-41.
- Gerdemann, J.W. (1964): The effect of mycorrhiza on the growth of Maize. *Mycologia*. 56: 342-349.
- Gerdemann, J.W. and Nicolson, T.M. (1963): Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 46(2): 235-244.
- Gerdemann, J.W. and Trappe, J.M. (1974): The Endogonaceae in the Pacific Northwest *Mycologia Memoir* No. 5, p.76.
- Hall, I.R. and Abbott, L.K. (1981): Photographic slide collection illustrating features of the En-

- dogonaceae. Technical Report No. 14, IARC and Depart soil Science and Pl. Nutro Univ. Western Australia. *Mosgiel*. New Zealand. p.23.
- Ka, K.H., Lee, S.S. and Lee, M.N. (1990): New description of *Acaulospora scrobiculata* collected in Korea. *Kor. J. Mycol.* **18**: 178-180.
- Ka, K.H., Ryu, C.N. and Lee, S.S. (1990): Identification of several endomycorrhizal fungi from the communities of *Cassia mimosoides* var. *nomame* Makino. *Kor. J. Pl. Pathol.* **6**(1): 1-7.
- Kim, C.K. and Ku, S.H. (1986): Vesicular-arbuscular mycorrhizal in some plants (III). *Report of Sci. Edu.* **18**: 129-138.
- Kim, C.K., Choe, D.M. and Min, H.T. (1989): Vesicular-arbuscular mycorrhizae in some plants (IV).
- Kim, C.K., Choe, D.M. and Mun, H.T. (1990): Effect of Vesicular-arbuscular mycorrhizae on the growth of Bell Pepper and Corn seedlings. *Kor. J. Ecol.* **13**(1): 1-8.
- Koske, R.E. (1985): *Glomus aggregatum* amended: A distinct taxon in the *Glomus fasciculatum* complex. *Mycologia.* **77**: 619-630.
- Koske, R.E. and Walker, C. (1985): Species of *Gigaspora* (Endogonaceae) with roughened outer walls. *Mycologia* **77**(5): 702-720.
- Lee, K.J. and Koo, C.D. (1983): Taxonomic distribution of Ecto-and Endomycorrhizae among woody species in Korea. *J. Kor. For. Soc.* **59**: 37-45.
- Morton, J.B. (1990): Evolutionary relationships among arbuscular mycorrhizal fungi in the Endogonaceae. *Mycologia.* **82**(2): 192-207.
- Morton, J.B. and Benny, G.L. (1990): Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): A new order, Glomales, two new suborders, Glomineae, and Gigasporineae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. *Mycotaxon* **37**: 471-491.
- Nicolson, T.H. and Gerdemann, J.W. (1968): Mycorrhizal Endogone species. *Mycologia.* **60**: 313-325.
- Phillips, J.M. and Hayman, D.S. (1970): Improved procedures for clearing roots and stuning parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc* **55**: 158-161.
- Rose, S.I. and Trappe, J.M. (1980): Three new endomycorrhizal *Glomus* spp. associated with actinorrhizal shrubs. *Mycotaxon.* **10**: 413-420.
- Schenck, N.C. and Perez, Y. (1988): Manual for the identification of VA-mycorrhizal fungi (2nd ed). INVAM. Plant Pathology Department, Univ. of Florida. p.241.
- Schenck, N.C. and Perez, Y. (1990): A unique code for each species of VA-mycorrhizal fungi. *Mycologia.* **82**(2): 256-260.
- Schenck, N.C. and Smith, G.S. (1982): Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. *Mycologia.* **74**: 77-92.
- Schenck, N.C. and Smith, G.S. (1985): Two new dimorphic species in the Endogonaceae, *Glomus ambisporum* and *Glomus heterosorum*. *Mycologia.* **77**: 566-574.
- Suha, J.H. (1988): Lipid and fatty acid profiles of some Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi: Contribution to taxonomy. *Mycologia.* **80**(5): 622-629.
- Trappe, J.M. (1977): Three new Endogonaceae: *Glomus constrictus*, *Sclerocystis clavisporea*, and *Acaulospora scrobiculata*. *Mycotaxon* **6**(2): 356-366.
- Trappe, J.M. (1982): Synoptic keys to the genera species of Zygomycotous mycorrhizal fungi. *Phytopathology* **72**: 1102-1109.
- Walker, C. (1982): Species in the Endogonaceae: A new species (*Glomus occultum*), and a new combination (*Glomus geosporum*). *Mycotaxon* **15**: 49-61.
- Walker, C. (1983): Taxonomic concepts in the Endogonaceae: Spore wall characteristics in species descriptions. *Mycotaxon* **18**(2): 443-455.
- Walker, C. and Sanders, F.E. (1986): Taxonomic concepts in the Endogonaceae: III. The separation of *Scutellospora* gen. nov. from *Gigaspora* Gerd & Trappe. *Mycotaxon* **27**: 169-182.
- Wilson, J.M., Trinick, M.J. and Parker, C.A. (1983): The identification of Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi using immunofluorescence. *Soil. Biol. Biochem.* **15**(4): 439-445.
- 고성덕(1986) : 해안 간척지에서 Vesicular-arbuscular mycorrhizae에 관한 생태학적 연구. 서울대학교 대학원 이학박사 학위논문. p.236.

Accepted for Publication 1 September 1990