

## 팽나무 뒷면흰가루병을 일으키는 병원균 *Pleochaeta shiraiana*의 존재 확인

이승규 · 이상현 · 조성은<sup>1</sup> · 박지현<sup>1</sup> · 신현동<sup>1\*</sup>

국립산림과학원 산림병해충연구과, <sup>1</sup>고려대학교 환경생태공학부

### Confirmation of the Presence of *Pleochaeta shiraiana* Associated with Powdery Mildew of *Celtis sinensis* in Korea

Seung-Kyu Lee, Sang-Hyun Lee, Sung-Eun Cho<sup>1</sup>, Ji-Hyun Park<sup>1</sup> and Hyeon-Dong Shin<sup>1\*</sup>

Division of Forest Diseases and Insect Pests, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

<sup>1</sup>Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul 136-701, Korea

(Received on September 2, 2011; Revised on September 23, 2011; Accepted on September 25, 2011)

The presence of *Pleochaeta shiraiana* associated with powdery mildew of *Celtis sinensis* in Korea is dubious, mainly due to incomplete records of earlier workers. To confirm the occurrence of the powdery mildew and the identity of the causal fungus, morphological characteristics of the anamorph and teleomorph from nine samples deposited in KUS (Herbarium in Korea University) were examined by light microscopy. Identification of the fungus was supported by comparing four ITS sequences from Korean samples with two Japanese data. This is the first confirmed report of the powdery mildew associated with *P. shiraiana* in Korea.

**Keywords :** Anamorph, Chasmothecia, ITS sequence, Teleomorph

팽나무(*Celtis sinensis* Pers.)는 느릅나무과(Ulmaceae)에 속하는 낙엽활엽교목으로 우리나라를 비롯한 동아시아에 분포하고 있다. 환경적응성이 뛰어나며 수명이 길고 수형이 아름다워 정자목이나 공원수로 널리 이용된다.

우리나라에서 팽나무에 발생하는 병은 4가지가 기록되어 있다(The Korean Society of Plant Pathology, 2009). 첫째, *Coriopsis polyzonus* (= *Polystictus polyzonus*; 갈색구름버섯)에 의한 ‘심재줄기썩음병’은 근거문헌이 확인되지 않은 상태이지만, 이 버섯은 여러 활엽수의 고사목이나 상처에서 흔히 발생하는 목재부후균의 하나이므로 팽나무에 특이성이 있는 병원체는 아니다. 둘째, *Gibberella baccata*에 의한 ‘가지마름병’은 鮮滿實用林業便覽(Anonymous, 1940)에서 기주 목록에 포함된 것이 기록의 전부이며, 지금까지도 이 병의 발생에 대해 다른 기록은 없었다. 셋째, *Pseudoperonospora celtidis*에 의한 ‘노균병’은 최근에 발견되었는데, 병원균에 대한 기록이 명확하고 근거표본도

잘 보존되었다(Shin과 Choi, 2003, 2006). 넷째, 다소 복잡한 상황에 있는 ‘흰가루병’이다.

팽나무 흰가루병은 두 종의 흰가루병균에 의해 발생한다고 기록되어 있다(The Korean Society of Plant Pathology, 2009; Yang 등, 1995). *Uncinula clintonii* 흰가루병균은 Lee와 Lee(1980)에 의해 처음 기록되었으며, Shin(2000)에 의해 *Uncinula kusanoi* Syd. & P. Syd. [현재명 = *Erysiphe kusanoi* (Syd. & P. Syd.) U. Braun & S. Takam.]로 재동정되었다. 또 다른 흰가루병균은 *Uncinula shiraiana*인데, 팽나무 잎 뒷면에만 발생하므로 뒷면흰가루병균이라고 한다. 이의 근거문헌으로 鮮滿實用林業便覽이 제시되어 있으며, 여기에 이 흰가루병균이 *Uncinulopsis shiraiana*로 기록되어 있다(注: 당시에 알려졌던 *Uncinulopsis shiraiana*의 오자로 여겨짐). 그 후 Park(1961)이 1958년 8월 6일 한산도(경상남도 통영시 한산면)에서 채집한 팽나무 뒷면 흰가루병 시료를 검경하여 무성세대의 특징을 근거로 *Uncinula shiraiana* (= *Uncinulopsis shiraiana*)로 동정하였으며, 유성세대의 형성은 없었다고 기록하였다. 또한 Lee와 Lee(1980)는 팽나무 뒷면흰가루병균으로 *Uncinula shiraiana*를 기록하면서 유성세대의 관찰결과만 기록하였

\*Corresponding author

Phone) +82-2-3290-3063, Fax) +82-2-921-1715

Email) hdshin@korea.ac.kr

으나, 그들의 기록은 *U. shiraiana*와는 너무나 큰 차이가 있고 *U. clintonii*를 잘못 기재한 것으로 판단된다. 이와 같은 세차례의 기록에서 근거 표본이 보존되어 있지 않으므로 재확인이 불가능한 상태이다.

결국, 팽나무 뒷면흰가루병 및 병원균에 대한 기록은 다음과 같이 정리될 수 있다. ① 우리나라에서 이 병의 최초 기록은 鮮滿實用林業便覽(1940)에 있으나, 병원균에 대한 기록은 없었다. ② 이 병원균에 대한 기록은 Park(1961)이 무성세대의 특징을 간단하게 기술한 것이 전부이며, 유성세대의 기록은 없었다. ③ Lee와 Lee(1980)가 기록한 유성세대는 *U. clintonii*(= *U. kusanoi*)로 판단되므로 *U. shiraiana*의 기록에서는 삭제됨이 마땅하다. ④ 이 병원균이 한국수목병명목록집(Yang 등, 1995)과 한국식물병명목록(The Korean Society of Plant Pathology, 2009)에 *Uncinulopsis shiraiana*로 수록되어 있으나 근거자료에 신빙성이 없다. ⑤ 이 병과 병원균의 존재를 확인할 수 있는 근거표본에 대한 기록(표본번호, 보존장소 등)이 없으며, 현재까지 보존이 확인된 바도 없다. ⑥ Shin(2000)이 Park(1961)의 기록을 *Uncinula kusanoi*에 잘못 인용함으로써 그의 종속지(Erysiphaceae of Korea, 2000)에 누락되었다.

따라서 저자들은 우리나라에서 팽나무 뒷면흰가루병 및 병원균에 대한 정확한 학술적 기록이 필요하며, 근거 표본도 보존되어야 한다고 판단하였다. 이에 고려대학교 표본실(KUS)에 보존 중인 팽나무 뒷면흰가루병 표본을 검경하여 무성세대를 상세하게 재기록함은 물론 유성세대에 대해서는 우리나라에서 처음으로 기록하고 동정하며, 한국의 시료를 분자분석함으로써 이 흰가루병균에 대한 명확한 동정자료를 제공하고 이 연구를 실시하였다.

**발생상황 및 표본보존.** 저자들은 식물병원균 채집활동과 현장 경험을 통하여 팽나무 흰가루병이 비교적 흔히 발생한다는 것을 알고 있다. 특히 *Erysiphe kusanoi*에 의한 흰가루병은 중부지방부터 남부지방까지 널리 분포한다고 알려져 있다. 즉, Shin(2000)이 근거로 제시한 보존 표본 및 2000년 이후에 채집되어 보존된 시료는 제주, 완도, 부안, 진주, 김해, 대전, 수원, 남양주, 포천 등에서 채집된 것이며, 총 37개의 시료가 KUS에 보존 중이다.

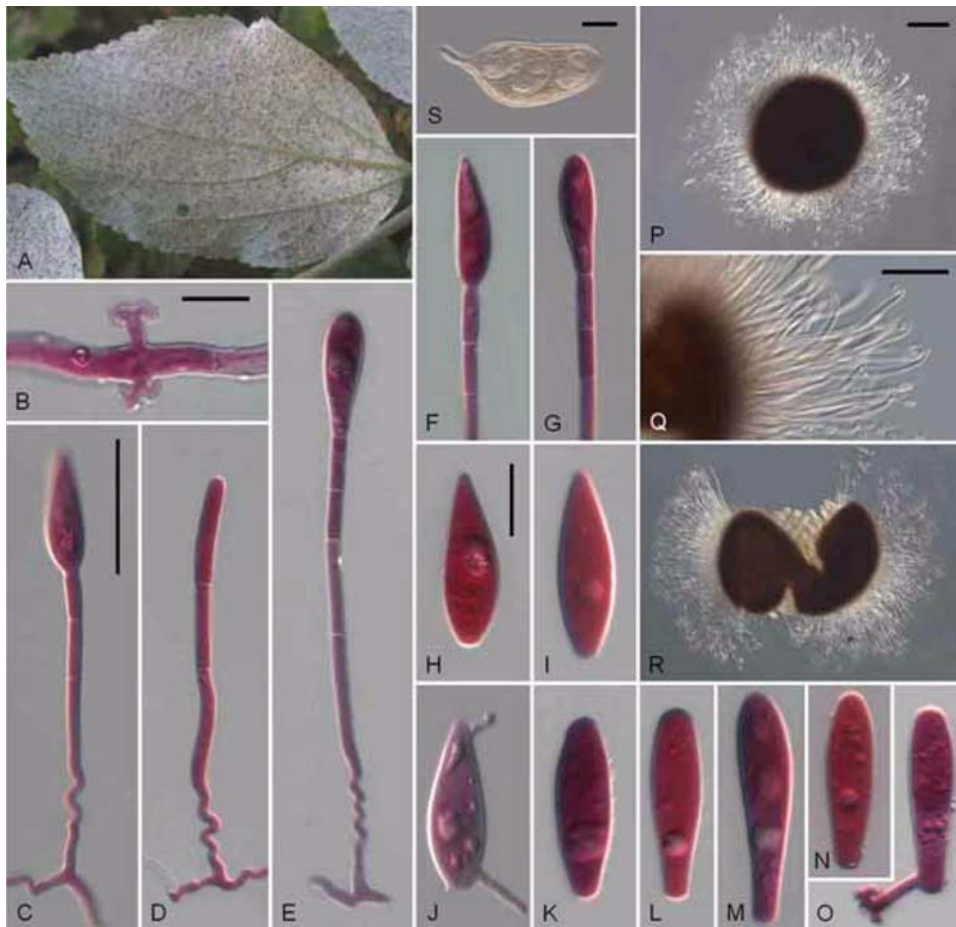
그러나 *Pleochaeta shiraiana*(= *Uncinula shiraiana*, *Uncinulopsis shiraiana*)에 의한 뒷면흰가루병은 상대적으로 드물고 주로 남부지방에서 발생한다. KUS에 보존된 뒷면흰가루병 시료는 총 9점인데, 모두 남부지방에서만 채집되었다. 다음은 소장된 시료의 내역이다. KUS-F18096(유성세대, 12 Nov. 2000, 완도군 완도읍), KUS-F18118(유성세대, 13 Nov. 2000, 완도군 완도수목원), KUS-

F18183(무성세대+유성세대, 22 Nov. 2000, 서귀포시 난대 산림연구소), KUS-F18789(무성세대+유성세대, 3 Nov. 2001, 제주시 한라수목원), KUS-F18985(무성세대, 13 Sep. 2002, 제주시 한라수목원), KUS-F21049(유성세대, 3 Dec. 2004, 제주시 한라수목원), KUS-F23133(무성세대+유성세대, 1 Nov. 2007, 제주시 한라수목원), KUS-F24837(무성세대+유성세대, 26 Oct. 2009, 김해시 대동면), KUS-F24858(무성세대+유성세대, 1 Nov. 2009, 서귀포시 외돌개).

**병징.** 팽나무 뒷면흰가루병은 잎 뒷면에만 발생하며, 발병환경에 따라 병징이 다소 다르게 나타난다. 즉, 흰가루병균이 빠르게 퍼질 때는 잎 뒷면에 얇은 병반이 확산되면서 넓은 면적에 얇게 나타나는데, 이때 잎 앞면에서는 발병을 인지하기 어렵다. 그러나 흰가루병균이 천천히 퍼질 때는 잎 뒷면에 작은 집락이 조밀하게 형성되므로 뚜렷하고 흰 균체가 군데군데 나타나는데, 이때 잎 앞면에서는 잎 뒷면의 병원체 존재 부위와 상응하는 부분이 다소 퇴색되어 보인다. 한편, 무성세대가 종료되고 유성세대가 시작되는 시기(남부지방은 대체로 10월 중순)에는 분생포자 형성이 더 이상 일어나지 않으므로 흰가루병균의 균충은 다소 흰빛을 잃어간다. 이어서 자낭구가 형성되기 시작하면 담황색 내지 담갈색의 어린 자낭구가 나타나고, 차츰 성숙되면서 진갈색 내지 흑갈색으로 보인다. 이러한 성숙 자낭구는 직경이 240–350  $\mu\text{m}$ 에 이르고 흰 균사층 위에 검은 점으로 나타나므로 맨눈으로도 쉽게 관찰된다(Fig. 1A).

**형태적 특징.** 팽나무 잎 뒷면에 발생한 뒷면흰가루병균의 무성세대와 유성세대를 검경하였다. 이 균의 분류학적 특성을 파악하고 크기를 측정하기 위해서 명시야광학 현미경(BX51, Olympus, Tokyo, Japan)을 사용하였고, 현미경사진은 미분간섭현미경(Axio Imager, Carl Zeiss, Göttingen, Germany)을 이용하여 촬영하였다. 무성세대의 특징은 Shin(2000)의 방법에 따라 lactofuchsin 염색법을 이용하여 검경하고 사진을 촬영하였다.

균사(mycelium)는 식물 조직의 바깥쪽과 안쪽에 모두 존재하며, 표생균사는 잎 뒷면에만 존재하였다. 균사는 대부분 과상이며, 때로는 결절을 형성하며, 길이는 30–70  $\mu\text{m}$ , 폭은 4–7  $\mu\text{m}$ 였다. 균사 부착기(hyphal appressoria)는 굴곡상이며, 단생하거나 쌍을 이루며, 잘 발달하였다(Fig. 1B). 분생포자경(conidiophores)은 표생균사의 윗부분으로부터 발달하며, 100–250  $\times$  (4–)5–6.5  $\mu\text{m}$ 이며, 3–5(–7)개의 세포로 구성되며, 기부세포의 아래쪽은 2–4회 뒤틀리며, 기부격벽은 균사의 분지점으로부터 (5–)10–22  $\mu\text{m}$  위쪽에 위치하며, 분생포자를 단생하였다(Fig. 1C–G). 1차 분생포자(primary conidia)는 정부가 뽕족하고 기부가 뭉툭한 도



**Fig. 1.** Powdery mildew of *Celtis sinensis* associated with *Pleochaeta shiraiana*. (A) Close-up view of an infected leaf. (B) Hypha with multilobed appressoria. (C) A conidiophore with a primary conidium. (D–E) Conidiophores with secondary conidia. (F) Upper part of a primary conidiophore with an asymmetrical conidium. (G) Upper part of a secondary conidiophore with an asymmetrical conidium. (H–I) Primary conidia. Note a conidium in H showing vertical asymmetry. (J) A primary conidium in germination. (K–N) Secondary conidia. Note a conidium in M showing vertical asymmetry. (O) A secondary conidium in germination. (P) Chasmothecium (Q) Chasmothecial appendages. (R) A mature chasmothecium producing many asci. (S) An ascus containing 3 ascospores. All structures in the conidial state were stained with lactofuchsin. Scale bars: B = 10  $\mu$ m, C–G = 50  $\mu$ m, H–O = 20  $\mu$ m, P & R = 100  $\mu$ m, Q = 50  $\mu$ m, S = 20  $\mu$ m.

근봉형(obclavate) 내지 백자술병형(ventricose)이며, 크기는 45–65 × 14–18  $\mu$ m이며, 다른 특성은 2차 분생포자에 준하였다(Fig. 1H–J). 2차 분생포자(secondary conidia)는 무색의 단세포이며, 피브로신체(fibrosin body)를 갖지 않으며, 아래쪽이 뿔뿔한 근봉형(clavate)이며, 크기는 48–70 × 12–18  $\mu$ m이며, 대부분 포자의 배꼽테두리(perihilar position) 바로 옆에서 발아하였다(Fig. 1K–O). 1차 분생포자와 2차 분생포자의 발아 위치 및 발아관의 모양은 차이를 발견할 수 없었는데, 위쪽 또는 아래쪽에서 발아하거나 위아래 양쪽에서 동시에 발아하는 경우도 있었다(Fig. 1J, O). 한편, 분생포자의 세로축을 기준으로 볼 때, 1차 분생포자는 대부분 좌우비대칭이었으며, 2차 분생포자는 대부분 좌우대칭이었다(Fig. 1H–O).

자낭구(chasmothecia)는 잎 뒷면에 흩어져 형성되며, 가

로직경은 240–350  $\mu$ m이고 세로직경은 110–170  $\mu$ m인 편구형이며, 벽세포는 직경 10–25  $\mu$ m 정도의 불규칙한 세포로 구성되었으며, 약 20–50개의 자낭을 가졌다(Fig. 1P, R). 부속사(appendages)는 대단히 많아 약 160–280개에 이르며, 자낭구의 위쪽에 분포하며, 길이는 자낭구 직경을 넘지 않으며, 폭은 5–7  $\mu$ m인데 위쪽으로 갈수록 다소 가늘어지며, 끝은 둥글게 말려 있고, 격벽은 없으며, 무색이며, 평활하였다(Fig. 1Q). 자낭(asci)은 타원형으로서 아래부분에 꼭지를 가지며, 크기는 75–95 × 25–40  $\mu$ m이며, 3–4개의 자낭포자를 지녔다(Fig. 1S). 자낭포자(ascospores)는 타원형 내지 달걀형이며, 크기는 25–34 × 16–20  $\mu$ m이며, 무색이었다. 이러한 균학적 특징은 앞선 연구(Braun, 1987; Gorter, 1988; Homma, 1937; Nomura, 1997; Tai와 Wei, 1932; Zheng과 Chen, 1978; Zheng과 Yu, 1987)에서

**Table 1.** Comparison of morphological characteristics of *Pleochaeta shiraiana* examined by different authors

Characteristics	Tai and Wei (1932)	Homma (1937)	Braun (1987)	Zheng and Yu (1987)	Gorter (1988)	Nomura (1997)	Present isolate
<b>Conidia</b>							
length×width (μm)	48–73 × 14–24	45.6–57.6 × 14.4–18	35–80 × (12–)15–25(–30)	(40.6–)45.7–63.5(–71.1) × (12.7–)15.2–17.8(–20.3)	(50–)55–70(–82.5) × (15–)17–22.5(–25)	55–80 × 20–30	48–70 × 12–18
<b>Conidiophores</b>							
length×width (μm)	–*	–	95–240 × 5–5.7	96–170 × 5.1–8.1	(90–)110–135 (–235) × 5– 6.2(–7.5)	–	100–250 × (4–)5–6.5
base of foot-cells	spirally coiled	3–4 times spiral	twisted	2–4 times spiral	3–4 times spiral	3–4 times twisted	2–4 times twisted
<b>Chasmothecia</b>							
diameter (μm)	204–292	196–322	(170–)190–320(–400)	(170–)210–270(–315)	(210–)240–260(–280)	190–315	240–350
wall-cells (μm)	–	16.8–21.6 × 10.8–13.2	10–20	(5.6–)7.6–17.8(–21)	–	15–18.5 × 10–15.5	10–25
no. appendages	200–300	–	100–300	(80–)160–360(–450)	ca. 200	–	160–280
no. asci	ca. 30	20–40	20–60	(19–)24–45(–66)	20–30	20–40	20–50
<b>Asci</b>							
length×width (μm)	65–109 × 27–41	72.8–92 × 24–36	(60–)70–95(–110) × (20–)25–35(–45)	(55.9–)76.2–99(–109.2) × (21–)25.4–35.5(–40.6)	75–95 × 20–30	72–92 × 24–35	70–100 × 30–35
no. ascospores	3–4	3–4	(2–)3–4	2–4	3–4	2–3(–4)	3–4
<b>Ascospores</b>							
length×width (μm)	24–41 × 15–24	19.2–30 × 13.2–21.6	(15–)20–40(–45) × 12–25	(15.8–)18.8–27.9(–43.2) × (12.7–)15.8–17.8(–23.1)	28–40 × 15–22.5	22–30 × 14–20	28–35 × 15–18
<b>Host plants</b>							
	<i>Celtis sinensis</i>	<i>Celtis sinensis</i>	<i>Celtis</i> spp. including <i>C. sinensis</i> **	<i>Celtis</i> spp. including <i>C. sinensis</i> **	<i>Celtis africana</i>	<i>Celtis sinensis</i> var. <i>japonica</i>	<i>Celtis sinensis</i>

\*Not described.

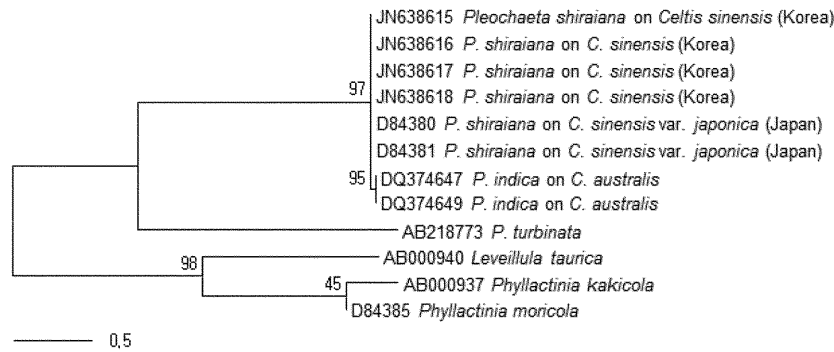
\*\*Refer to the reference for more information.

보고된 팽나무류(*Celtis* spp.)의 뒷면흰가루병균 *Pleochaeta shiraiana* (Henn.) Kimbr. & Korf와 일치하였다(Table 1).

**분자적 분석.** 고려대학교 표본실에 보존되어 있는 *P. shiraiana* 시료 중에서 KUS-F18096, F18789, F24837, F24858 등 4점의 rDNA의 complete internal transcribed spacer(ITS) 영역의 염기서열을 분석하였다. Takamatsu 등 (2009)의 방법에 따라 ITS5와 P3 프라이머를 사용하여 rDNA의 ITS 영역을 PCR(polymerase chain reaction)로 증폭시켰다. 전기영동을 통하여 PCR 산물을 확인한 후에 염기서열을 결정하였다. 4점의 시료에서 얻은 염기서열은 서로 완전히 일치하였으며, 이들을 GenBank에 기탁하였다(기탁번호 JN638615, JN638616, JN638617, JN638618). GenBank Blast를 이용하여 complete ITS 염기서열을 비교하였다. 그 결과, 우리나라의 *P. shiraiana* 시료 4점의 염기서열이 GenBank에 등록되어 있는 일본 시료 2점의 염기서열(Kiss 등, 2006)과 100%(535 bp/535 bp)의 상동성을 보였다. 계통수는 MEGA4 프로그램(Tamura 등, 2007)을 이용하여 neighbor-joining 방법으로 작성하였다(Fig. 2). 따라서 한국의 팽나무 뒷면흰가루병균이 *P. shiraiana*로

확인되었다.

**고찰.** 우리나라에서 팽나무 뒷면흰가루병과 병원체에 대한 불충분하고 잘못된 기록으로 인하여 다소의 혼란과 오류가 있었으나, 본 연구를 통하여 이러한 것들이 모두 해소되었다. 이로써 우리나라에서 팽나무 뒷면흰가루병의 발생이 재확인되었으며, 병원균은 형태적 특징 및 분자적 분석 자료를 통하여 *P. shiraiana*로 확인되었다. 이 병원균은 지금까지 팽나무류(*Celtis* spp.)의 뒷면흰가루병균으로서 일본, 중국, 대만, 한국, 남아공에서 기록되었다(Farr and Rossman, 2011). 그러나 현재까지 *P. shiraiana*의 ITS 염기서열 정보는 일본 시료 2건과 한국 시료 4건에 불과하다. 따라서 중국, 대만, 남아공에서 채집된 시료에 대한 추가적인 분자분석이 필요하다고 판단된다. 더구나 인도에서 *Celtis australis* 뒷면흰가루병균으로 채집되어 *P. indica*로 명명된 종에 대한 균학적 토의가 이루어지고 있다. 즉, Kiss 등(2006)의 주장에 따르면, *P. indica*는 *P. shiraiana*와 형태적으로는 구분되는 특성을 찾지 못하였으나 분자적으로는 뚜렷이 구분되는 계통학적 종(phylogenetic species)으로 취급되는 것이 마땅하다고 한다. 본 연구에서는 우



**Fig. 2.** Phylogenetic relationship between *Pleochaeta shiraiana* isolates and some reference isolates retrieved from GenBank, inferred by neighbor-joining method using the ITS rDNA region. Bootstrap values based on 1000 replications are indicated above the branches and the scale bar represents 0.5 nucleotide substitutions per site.

리나라 시료 4점의 분자분석 결과가 일본 시료 2점과 100% 일치함으로써 적어도 현재까지는 Kiss 등(2006)의 주장이 그르지는 않다는 것을 뒷받침하고 있다.

## 요 약

지금까지 우리나라에서 팽나무 뒷면흰가루병 및 병원균 *Pleochaeta shiraiana*의 존재에 대하여 확실하게 알려지지 않았으므로 이를 확인하기 위하여 고려대학교 표본실에 보존된 9개 시료를 대상으로 병원균의 무성세대와 유성세대의 형태적 특징을 현미경으로 관찰하고 기록하였다. 또한 4개 시료에서 획득한 ITS 염기서열을 일본의 2개 시료에서 알려진 자료와 비교하여 99% 이상의 상동성을 확인하였다. 이로써 *P. shiraiana*에 의한 뒷면흰가루병이 우리나라에서 발생함을 확인할 수 있었다.

## References

Anonymous. 1940. Handbook of forestry in Korea and Manchuria. Forest. Exp. Stat. Korea. pp. 521–535.  
 Braun, U. 1987. A monograph of the *Erysiphales* (powdery mildews). *Beih. Nova Hedw.* 89: 1–700.  
 Farr, D. F. and Rossman, A. Y. 2011. Fungal databases, systematic mycology & microbiology laboratory, ARS, USDA. Retrieved August 12, 2011, from <http://nt.ars-grin.gov/fungal-databases/>  
 Gorter, G. J. M. A. 1988. Die Suid-Afrikaanse Erysiphaceae. *Annale Universiteit van Stellenbosch* 3: 1–64.  
 Homma, Y. 1937. Erysiphaceae of Japan. *J. Fac. Agric. Hokkaido Imp. Univ.* 38: 183–461. (In Japanese)  
 Kiss, L., Khosla, K., Jankovics, T., Niinomi, S., Braun, U. and Takamatsu, S. 2006. A morphologically ill-founded powdery mildew species, *Pleochaeta indica*, is recognized as a phylogenetic species based on the analysis of the nuclear

ribosomal DNA sequences. *Mycol. Res.* 110: 1301–1308.  
 Lee, M. W. and Lee, H. W. 1980. Notes on some powdery mildew fungi in Korea. *Res. Bull. Dongkuk Univ.* 19: 235–244.  
 Nomura, Y. 1997. Taxonomic study of Erysiphaceae of Japan. Yokendo Ltd., Tokyo. 281 pp. (In Japanese)  
 Park, J. S. 1961. Fungous diseases of plants in Korea (2). Spec. Bull. No. 2, Chungnam Natl. Univ., Daejeon, Korea. 53 pp.  
 Shin, H. D. 2000. Erysiphaceae of Korea. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea. 320 pp. (In Korean)  
 Shin, H. D. and Choi, Y. J. 2003. A first check-list of Peronosporaceae from Korea. *Mycotaxon* 86: 249–267. (In Korean)  
 Shin, H. D. and Choi, Y. J. 2006. Peronosporaceae of Korea. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea. 166 pp. (In Korean)  
 Tai, F. L. and Wei, C. T. 1932. Notes on Chinese fungi II. *Sinensia* 3: 93–130.  
 Takamatsu, S., Heluta, V., Havrylenko, M. and Divarangkoon, R. 2009. Four powdery mildew species with catenate conidia infect *Galium*: molecular and morphological evidence. *Mycol. Res.* 113: 117–129.  
 Tamura, K., Dudley, J., Nei, M. and Kumar, S. 2007. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0 *Mol. Biol. Evol.* 24: 1596–1599.  
 The Korean Society of Plant Pathology. 2009. List of plant diseases in Korea, 5th ed. Suwon, Korea. 853 pp. (In Korean)  
 Yang, S. I., Kim, K. H. and Yeo, W. H. 1995. A list of tree diseases in Korea. Forestry Research Institute, Seoul, Korea. 193 pp. (In Korean)  
 Zheng, R. Y. and Chen, G. Q. 1978. Taxonomic studies on the genus *Pleochaeta* of China. II. The imperfect state of *Pleochaeta: Streptopodium* gen. nov. *Acta Microbiol. Sin.* 18: 181–188.  
 Zheng, R. Y. and Yu, Y. N. (eds). 1987. Flora fungorum sinicorum. Vol. 1, Erysiphales. Science Press, Beijing, China. 552 pp. (In Chinese)