

## 거미꼬리고사리의 잡종성 분석

권영주 · 김철환 · 안진갑 · 선병윤\*

전북대학교 자연대 생물과학부

### Analysis of hybridity of *Asplenium castaneo-viride* Baker

Yong Ju Kwon, Chul Hwan Kim, Jin Kap Ahn and Byung-Yun Sun\*

Division of Biological Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Jeonbuk, Korea

**적 요:** 거미꼬리고사리의 잡종성을 분석하기 위하여 모종으로 추정되는 꼬리고사리, 거미고사리와 함께 외부형태, 포자형태, 해부학적 형질 그리고 염색체에 관한 연구를 수행하였다. 거미꼬리고사리는 엽신이 선상 피침형으로 1회 우상분열을 하지만, 우편 기부가 중축에 넓게 불어 거의 단엽에 가까운 형태를 띠어 거미고사리와 유사하거나 또는 도피침형이며 기부의 우편이 삼각상 피침형으로 2-3갈래져서 꼬리고사리와 유사한 특징을 동시에 가지고 있었다. 3 분류군의 포자의 표면무늬는 돌출된 날개를 형성하는 주름이 있고, 이들이 불규칙하거나 완전치 않은 망상을 형성하였다. 망상무늬의 분포양상은 꼬리고사리의 경우, 성긴 것부터 중간형까지, 거미고사리의 경우, 조밀한 것부터 중간형까지 나타난 반면, 거미꼬리고사리는 성긴 것부터 중간형 및 조밀한 것까지 모두 나타났다. 포자의 크기는 거미꼬리고사리가 평균  $54.63 \mu\text{m}$ 로  $47.81 \mu\text{m}$ 의 크기를 갖는 꼬리고사리와  $44.22 \mu\text{m}$ 의 크기를 갖는 거미고사리보다는 큰 것으로 나타났다. 모든 분류군에서 잎의 표면세포는 파상형으로 나타났으나 꼬리고사리의 굴곡이 가장 얕았고, 거미고사리가 가장 깊었으며 거미꼬리고사리는 중간형으로 차이를 보였다. 또한 단위면적당( $\text{mm}^2$ ) 기공의 수는 꼬리고사리가 67.00개로 가장 많았고, 거미고사리가 37.86개로 가장 적었으며, 거미꼬리고사리는 이들의 거의 중간인 45.91개로 나타나 차이를 보였다. 염색체의 수는 꼬리고사리와 거미고사리에서  $2n = 72$ 개로 나타난 반면, 거미꼬리고사리의 경우 마이산(전북)과 두륜산(전남)에서 채집된 개체에서  $2n = 72$ 개인 2배체와 불암산(서울)의 개체에서  $2n = 144$ 개인 4배체가 나타났다. 결과적으로 거미꼬리고사리는 잎의 형질, 포자의 표면무늬 및 크기, 잎의 표면세포의 형태와 기공 수 및 염색체의 변이 등을 고려하였을 때 꼬리고사리와 거미고사리의 타가배수화과정을 거쳐 기원된 잡종으로 확인되었다.

**주요어:** 거미꼬리고사리, 꼬리고사리, 거미고사리, 잡종성, 외부형태, 포자, 염색체

**ABSTRACT:** To verify hybridity of *Asplenium castaneo-viride*, external morphology, spore morphology, anatomy and chromosomes of the species and of the two presumed parental species, *A. incisum* and *A. ruprechtii*, were examined. *A. castaneo-viride* usually had 1-pinnately divided frond. However, some individuals had almost simple fronds with pinnatisect basal parts similar to *A. ruprechtii*, while others had fronds similar to *A. incisum* in having oblanceolate blades and basal pinnae with triangular, 2-3 lobed apices. On the surface of the spores, sculpturing consisted of folds that were usually prominent; forming long wings, and irregular or incomplete reticulation. However, reticulation patterns varied among species. *A. castaneo-viride* showed a wide range of variation from sparse to dense patterns, whereas *A. incisum* showed only from sparse to intermediate patterns. *A. ruprechtii* showed from intermediate to dense patterns. The spore size of *A. castaneo-viride* was  $54.63 \mu\text{m}$ , larger than other two species ( $47.81 \mu\text{m}$  in *A. incisum* and  $44.22 \mu\text{m}$  in *A. ruprechtii*). The level of undulation of epidermal cell wall was also different. *A. incisum* had the most shallowly undulated wall, and *A. castaneo-viride* had a pattern intermediate between the two presumed parental species. This same pattern was recognized in the density of stomata. The density of  $45.91 / \text{mm}^2$  in *A. castaneo-viride* was intermediate between the two presumed parental species ( $67.00 / \text{mm}^2$  in *A. incisum*, and  $37.86 / \text{mm}^2$  in *A. ruprechtii*). Chromosome number was constant ( $2x = 2n = 72$ ) as in *A. incisum* and *A. ruprechtii*. However, *A. castaneo-viride* showed a different

\*Author for correspondence: sunby@chonbuk.ac.kr

ploidy level. The populations of Mt. Mai (Jeonbuk province) and Mt. Duryun (Jeonnam province) were diploid ( $2n = 72$ ) which is a new record for this taxon, whereas the population of Mt. Buram (Seoul) was tetraploid ( $2n = 144$ ). Conclusively, *A. castaneo-viride* was revealed to be a hybrid of *A. ruprechtii* and *A. incisum* based on evidence involving leaves, spores, epidermal cells, stomata and chromosome number.

**Keywords:** *Asplenium castaneo-viride*, *A. incisum*, *A. ruprechtii*, external morphology, spores, chromosomes

꼬리고사리과(Aspleniaceae Newman)는 기준속인 꼬리고사리속(*Asplenium* L.)과 지느러미고사리속(*Hymenophyllum* Hayata)을 비롯하여 약 700종으로 구성되어 있는 분류군이다(Kramer and Viane, 1990; Wagner Jr. et al., 1993). 이들은 범세계적으로 분포하며, 신열대 지역에 30%, 아프리카 22%, 아시아 33%, 호주 등 태평양 지역 10% 그리고 유럽에 5%가 분포한다(Kramer, 1990). 국내에는 21분류군이 분포하는 것으로 알려져 있고(Kim and Sun, 2007), 인접지역인 중국에 변종을 비롯하여 131분류군(Wu, 1999), 일본에 50분류군이 분포한다(Iwatsuki, 1995).

꼬리고사리과는 분류학적으로 크게 꼬리고사리속(*Asplenium*), 거미고사리속(*Camptosorus* Link), 골고사리속(*Phyllitis* Hill), 지느러미고사리속(*Hymenophyllum*) 외에 *Ceterach* Willd., *Boniniella* Hayata 등 약 20여 속으로 구분된 바 있다(Kramer, 1990). 그러나 Wagner Jr. et al.(1993)은 이 분류군들이 속간 혹은 종간 자연교잡이 쉽게 일어나고, 선형의 포막을 갖는다는 점에서 *Asplenium* 한 속으로 보는 것이 타당하다고 판단하였다. 한편, 최근에  $x = 36$ 인 염색체수를 가진 *Asplenium*과는 달리  $x = 38, 39$ 를 가지고 옆으로 기는 지하경을 갖는 *Hymenophyllum*을 독립된 별개의 속으로 보는 것이 타당하다는 견해가 있으며(Murakami and Schaal, 1994), 최근의 DNA 연구에서도 *Hymenophyllum*이 독립된 최하위 단계통군으로 나타나 이를 뒷받침하고 있다(Murakami, 1995).

꼬리고사리속 내 분류군들은 분류군간 자연적 혹은 인위적으로 많은 잡종이 형성되어 있다(Lovis, 1973). 현재는 *Asplenium* 속에 통합되어 있는 *Ceterach*, *Phyllitis*, *Camptosorus* 등이 *Asplenium*과 자연 잡종을 형성하여, *Asplenium* × *Camptosorus*는 *Asplenosorus* Wherry(1936), *Asplenium* × *Phyllitis*는 *Asplenophyllitis* Alston(1940), *Asplenium* × *Ceterach*는 *Asplenoceterach* D. E. Meyer(1957) 등 별개의 속으로 기재된 바도 있다(Kramer, 1990). 일본에서도 *A. scolopendrium* L. × *A. incisum* Thunb., *A. ruprechtii* Sa. Kurata × *A. sarelii* Hook., *A. antiquum* Makino × *A. prolongatum* Hook., *A. wrightii* Eaton ex Hook. × *A. ritoense* Hayata 그리고 *A. ruprechtii* × *A. incisum* 등 다양한 종간 잡종이 보고된 바 있다(Iwatsuki, 1995).

활발한 종간 잡종을 통하여 꼬리고사리속 내 배수성은 매우 광범위하게 일어나서,  $x = 38, 39$ 를 기본으로 하는

*Hymenophyllum* 종류를 제외하고,  $x = 36$ 을 기본으로 하는 *Asplenium*의 경우, 2x에서 8x까지 다양하게 나타난다(Kramer, 1990). 가장 많은 염색체수는  $2n = 286$ 인 8x로 *Asplenium wrightii*에서 보고된 바 있다(Nakato, 1987). 꼬리고사리(*Asplenium incisum*)의 염색체수는 2x인  $n = 36$ ,  $2n = 72$ 로(Kurita, 1960; Kawakami, 1969), 거미고사리(*Asplenium ruprechtii* = *Camptosorus sibiricus* Rupr.) 또한 2x인  $n = 36$ ,  $2n = 72$ (Kurita, 1965; Kawakami, 1970)로 밝혀졌다. 거미꼬리고사리(*Asplenium castaneo-viride* Baker)는  $n = 72(4x)$ 로 보고된 바 있다(Lovis et al., 1972; Lin and Sleep, 1988).

꼬리고사리는 전국 산야의 계곡 주변이나 바위에 생육하고 있다. 그리고 거미고사리는 비교적 전국적으로 분포하지만 꼬리고사리보다 분포역이 협소하며, 다소 습한 바위에 생육하고, 1845년 *Camptosorus* 속으로 처음 기재되었으나 현재 대부분의 학자들에 의해 *Asplenium* 속에 통합하여 인식하고 있다. 한편, Tagawa(1932)는 거미꼬리고사리와는 달리 만주산 표본을 대상으로 *A. kobayashii* Tagawa를 신종으로 처리하였으나 이는 후에 거미꼬리고사리와 동일종으로 인식하여 처리하고 있다(Kitagawa, 1979; Chang et al., 1958). 국내의 거미꼬리고사리는 최근에 Kim et al.(2005)에 의해 한국산 미기록 양치식물로 발표한 바 있다. 거미꼬리고사리는 꼬리고사리와 거미고사리의 잡종으로 알려지고 있으며, 중국(Wu, 1999)과 일본(Iwatsuki, 1995), 한반도(Kim et al., 2005) 등에 분포하고 있다.

본 연구의 목적은 거미꼬리고사리와 모종으로 추정되는 거미고사리와 꼬리고사리의 외부형태, 포자, 해부학적 형질과 염색체의 관찰을 통하여 거미꼬리고사리의 잡종성을 분석하여 그 분류학적 실체를 밝히는데 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

본 연구에서는 꼬리고사리, 거미고사리, 거미꼬리고사리 세 분류군을 재료로 이용하였다. 거미꼬리고사리는 전남 두륜산(type 1), 전북 마이산(type 2) 및 서울 불암산(type 3) 등 3개 집단을 대상으로 하였다. 아울러 꼬리고사리와 거미고사리는 앞서 언급한 세 지역을 포함한 국내 각지에서 채집된 개체를 이용하였으며, 동시에 전북대학교 석엽표본관(JNU), 서울대학교 석엽표본관(SNU), 동경대학교 석엽표본관(TI)에 소장된

표본과 온실에 재배된 생체표본도 함께 사용하였다.

본 연구기간에 채집된 개체 중, 일부는 압착, 건조시켜 석엽표본으로 제작함과 동시에 해부학적 형질 및 염색체 관찰을 위하여 전북대학교 온실에 이식 및 재배하였다(Table 1).

## 2. 방법

**외부형태:** 표본과 생체를 이용하여 엽신, 엽맥, 인편, 포자낭군 등의 형질을 관찰하였다. 엽맥의 자세한 관찰을 위하여 10% NaOH에 48시간 이상 색소가 빠질 때까지 둔 다음 해부현미경으로 관찰하고 도해하였다. 기재용어는 Lee(1978)와 Iwatsuki(1995)를 참조하였다.

**포자:** 포자의 관찰은 성숙한 포자낭에서 채취한 포자를 Erdtman(1952)의 초산분해과정을 이용하였다. 포자를 glacial acetic acid로 달수시킨 후 초산분해 용액(acetic anhydride : sulfuric acid = 9 : 1)에 60°C water bath에서 10-15분 동안 증탕하고 철망으로 걸러내었다. 그 후 glacial acetic acid와 중류수로 세척하고 광학현미경 관찰을 위하여 글리세린 젤리와 파라핀으로 영구 프레파라트를 제작하였고, 주사전자현미경 관찰을 위하여 70% alcohol에 저장하였다. 프레파라트로 제작된 재료는 광학현미경을 이용하여 개체 당 30개 이상의 포자를 선택하여 극축면의 직경, 적도면의 길이 및 발아구의

길이를 측정하고 적도면과 극축면을 사진 촬영하였다.

주사전자현미경 관찰을 위하여 초산분해과정을 거친 포자를 전도성이 높은 양면테이프가 붙은 스텁(stub)에 고정시킨 후 warm bath에 올려놓고 건조시켰다. 그리고 ion coater (RMC-Eiko Corp.)로 5 mA에서 2분 30초간 금으로 도포한 후 주사전자현미경(Akashi SR -50)을 이용하여 perispore의 표면 미세구조를 비교관찰하고 사진촬영 하였다. 기재용어는 Lee(1978)와 Puttock and Quinn(1980) 그리고 Large and Braggs(1991)를 참조하였다.

**해부:** 조직의 횡단면은 생체표본을 대상으로 엽병, 주맥의 일정부위를 5 mm정도 절취하여 FAA(formalin : alcohol : acetic acid : water = 10 : 50 : 5 : 35)에 24시간 이상 고정한 후 70-100% 농도의 EtOH로 단계적인 탈수과정을 거쳐 파라핀에 포매하여 블락을 제작한 뒤 마이크로톱으로 10 µm로 절단한 다음 hematoxyline과 1% safranin으로 이중 염색한 후 영구 슬라이드를 만들어 광학 현미경하에서 관찰하고, 촬영하였다.

**미세구조:** 잎 표피세포와 기공세포의 관찰은 시료를 FAA에 고정한 후 엽신 양면에 매니큐어를 칠해 건조시킨 후 투명 테이프를 붙여 떼어낸 후 슬라이드에 붙여 광학 현미경으로 관찰하였다. 잎 표면 미세구조의 관찰은 일정부위를 잘라 EtOH series 70%, 90%, 95%에서 각 10분, 100%에서 20분

Table 1. Materials used for this study.

Taxon	Voucher specimen	*Mor	Spo	Ana	Chr
<i>Asplenium incisum</i> Thunb.	Korea: Jeju-do, seogwang, 16 Dec. 2001, B. Y. Sun & C. H. Kim 116 (JNU)	○			
	Korea: Jeju-do, suakgyo, 15 Sep. 1995, B. Y. Sun & C. H. Kim p-4 (JNU)	○			
	Korea: Jeju-do, dongbaekdongsan, 13 Dec. 2001, B. Y. Sun & C. H. Kim 132 (JNU)	○			
	Korea: Jeollanam-do, Geomundo, 5-6 Apr. 2001, B. Y. Sun & C. H. Kim s.n. (JNU)			○	○
	Korea: Jeollanam-do, Wandogun, Sanghwangbong, 25 Jun. 2003, C. H. Kim s.n. (JNU)	○			
	Korea: Jeollanam-do, Mt. Suinsan, 22 Jun. 2003, J. K. Ahn & M. R. Sul s.n. (JNU)	○			
	Korea: Jeollanam-do, Damyang Byeongpungsan, 11 Oct. 1996, ?, s.n. (JNU)	○			
	Korea: Jeollanam-do, Mt. Duryunsan, 5 Aug. 2001, C. H. Kim 800 (JNU)	○	○		
	Korea: Jeollabuk-do, Jeongeup-si Mt. Naejangsan, 28 Jul. 2002, C. H. Kim s.n. (JNU)	○			
	Korea: Jeollabuk-do, Mt. Maisan, 11 Mar. 2000, B. Y. Sun & J. K. Ahn s.n. (JNU)	○	○		
<i>A. castaneo-viride</i> Baker	Korea: Seoul, Sanggyedong Mt. Buramsan, 3 Sep. 2005, S. A. Ryu 00007 (SNU)	○	○		
	Korea: Kangwon-do, Donggang, 15~16 Oct. 2001, B. Y. Sun s.n. (JNU)	○			
	Korea: Jeollabuk-do, Mt. Maisan, 15 Apr. 2002, J. K. Ahn & M. O. Moon s.n. (JNU)	○	○		
	Korea: Jeollabuk-do, Mt. Maisan, 7 Apr. 2005, J. K. Ahn & Y. J. Kwon s.n. (JNU)	○		○	○
	Korea: Jeollanam-do, Mt. Duryunsan, 14 Oct. 2001, C. H. Kim & X. C. Zhang s.n. (JNU)	○	○		
	Korea: Jeollanam-do, Mt. Duryunsan, 4 May. 2006, Y. J. Kwon s.n. (JNU)	○		○	○
	Korea: Seoul, Sanggyedong Mt. Buramsan, 3 Sep. 2005, S. A. Ryu 00008 (SNU)	○	○		
<i>A. ruprechtii</i> Sa. Kurata	Korea: Seoul, Sanggyedong Mt. Buramsan, 29 Jul. 2006, Y. J. Kwon s.n. (JNU)	○		○	○
	Japan: Honshu Gunma pref. Mt. Hauna, 16 oct. 1923, M. Kobayashi s.n. (TI)	○			
	Korea: Jeollabuk-do, Mt. Maisan, 15 Apr. 2002, J. K. Ahn & M. O. Moon s.n. (JNU)	○	○		
	Korea: Jeollabuk-do, Mt. Maisan, 7 Apr. 2005, J. K. Ahn & Y. J. Kwon s.n. (JNU)	○			
	Korea: Jeollanam-do, Mt. Duryunsan, 4 May 2006, Y. J. Kwon s.n. (JNU)			○	
	Korea: Jeollanam-do, Mt. Duryunsan, 14 Oct. 2001, C. H. Kim & X. C. Zhang s.n. (JNU)	○	○		
Korea: Seoul, Sanggyedong Mt. Buramsan, 3 Sep. 2005, S. A. Ryu 00009 (SNU)		○	○		
Korea: Seoul, Sanggyedong Mt. Buramsan, 29 Jul. 2006, Y. J. Kwon s.n. (JNU)		○			○

\*Mor, Morphology; Spo, Spore; Ana, Anatomy; Chr, Chromosome

동안 탈수시키고 TBA 용액으로 15분씩 2번 치환시켜 동결건조 시킨 후 시료를 스텁에 올려 ion coater (RMC-Eiko Corp.)로 5 mA에서 3분간 금(Au)으로 코팅한 후 주사전자현미경(Akashi SR -50)으로 관찰하였다.

**염색체:** 체세포 분열상을 관찰하기 위하여 뿌리 끝부분을 중류수가 들어있는 투브에 넣고 얼음에 끓어 2-4°C 냉장고에 24시간 보관한 후 ethanol acetic acid (3 : 1)로 24시간 고정하여 관찰하였다. 감수분열상을 관찰하기 위하여 미성숙한 포자엽을 ethanol acetic acid(3 : 1)로 24시간 고정한 후 70% alcohol에 저장하고 관찰하였다. 관찰을 위하여 해부현미경 하에서 root tip과 미성숙한 포자낭을 분리하여 slide glass 위에 놓고 2% aceto-carmine으로 염색하고, Hoyer's solution 을 떨어뜨린 후 squash하여 1,000배의 배율로 관찰하였다.

## 결 과

### 1. 외부형태

거미꼬리고사리를 비롯한 3개 분류군을 대상으로 외부형질을 검토한 결과, 거미꼬리고사리는 망상맥이 없으며, 무성아를 갖지 않는 점과 특히, 엽신이 우상으로 분열하는 점에서 꼬리고사리와 유사하다. 한편, 거미꼬리고사리는 영양엽과 포자엽의 구분이 어렵고, 엽신 상부에서 다른 우편과 유합하는 양상과 더불어 엽신 상부에서 중축과 비교적 평행하게 붙는 포자낭군을 갖는 점에서는 오히려 거미고사리와 유사한 점이 있다. 그러나 거미꼬리고사리는 엽신의 각 우편이 최소한 중부이상에서 중축에 넓게 붙고, 심지어 다른 인접한 우편과 유합하여 마치 단엽의 형태를 취하는 점이 가장 중요한 표징형질로서 이를 근거로 꼬리고사리와 거미고사리와의 잡종으로서 취급될 수 있는 것으로 판단하였다.

**엽신:** 꼬리고사리는 2회 우상복엽으로 영양엽은 다소 짧고 옆으로 퍼지지만 포자엽은 다소 길게 곤추서기 때문에 영양엽과 포자엽의 형태가 다소 다르며, 기부쪽으로 점점 좁아지는 도피침형이다. 엽신은 길이 7.9-36.6 cm, 너비 1.1-5.6 cm로 생육 환경에 따라 분열 상태나 길이 등에 차이가 있지만 기본적으로 기부가 좁아지는 도피침형에서 크게 벗어나지 않는다(Fig. 1). 그리고 거미고사리의 엽신은 갈리지 않는 단엽으로 영양엽과 포자엽을 구분할 수 없는 선형 또는 선상 피침형이고, 가장자리가 전연이거나 불규칙적인 파상연이다. 끝은 가늘게 길어져 새로운 쪽이 돋을 수 있으며, 길이 2.5-12.0 cm, 너비 0.4-1.1 cm이다.

한편, 거미꼬리고사리의 엽신은 1회 우상복엽으로 영양엽과 포자엽을 구분하기 어려우며, 생육장소 및 개체에 따라 형태적 차이가 있다. 두륜산의 type 1과 마이산의 type 2는 선상 피침형으로 기부가 좁아지지 않아 중부까지 거의 평행하며,

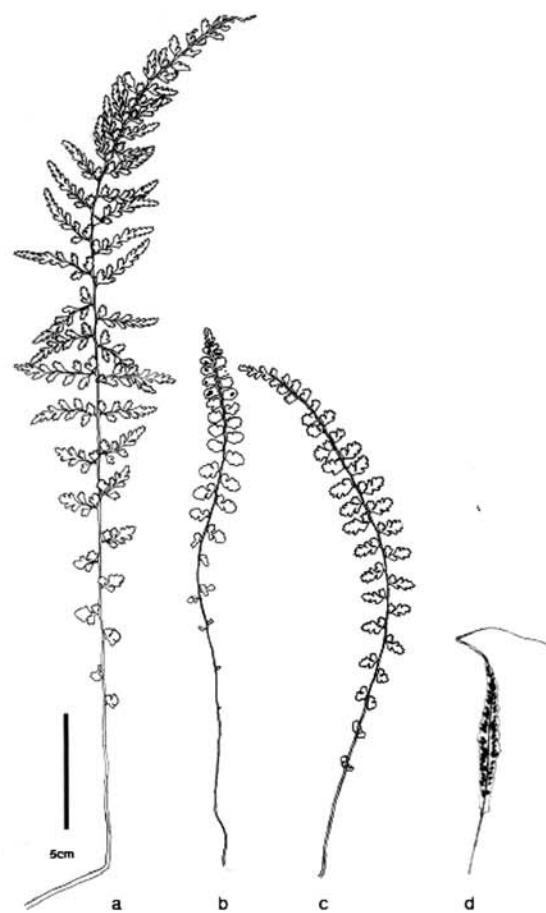


Fig. 1. Fronds of *A. incisum* (a-c) and *A. ruprechtii* (d).

길이 4.1-12.3 cm, 너비 1.0-1.9 cm로 크기가 비교적 작고, 중상부에서는 중열 또는 천열하는 단엽의 형태이다. 반면, 불암산의 type 3의 경우 기부쪽에서 약간 좁아지는 도피침형으로 길이 5.0-19.7 cm, 너비 1.1-2.7 cm이다(Figs. 2, 3). 이들은 모두 엽신의 끝에 무성아가 발달하지 않는다.

**엽병:** 꼬리고사리는 길이 평균 4.02 cm, 거미고사리는 평균 1.86 cm, 거미꼬리고사리는 각각 평균 1.50 cm (type 1), 4.18 cm (type 2), 5.44 cm (type 3)이다. 엽병 뒷면의 색은 꼬리고사리가 짙은 갈색을 띠지만 거미고사리의 경우, 엽병의 기부만 갈색을 띠거나 녹색이다. 한편, 거미꼬리고사리의 엽병은 type 2에서 전체 또는 기부에서 짙은 갈색을 띠며, type 1은 엽병 기부만 갈색을 띠거나 녹색이고, type 3은 짙은 갈색을 띠지만 작은 개체의 경우, 기부만 갈색을 띠기도 한다.

**우편:** 꼬리고사리의 우편은 길라져 여러개의 소우편으로 구성되고, 하부의 우편은 부채꼴 또는 삼각상 피침형으로 원두이고, 중부 이상에서는 피침형으로 예두로 기부가 중축에 넓게 붙지 않고, 짧은 자루가 있다. 거미고사리의 엽신은 단엽이므로 엽신에서 분열하는 우편이 없다.

거미꼬리고사리의 경우, 두륜산과 마이산의 type 1과 type 2의 우편은 중축에 넓게 붙고, 하부에서는 부채꼴에서 원형으로 둔두이며, 중부 이상에서는 개체에 따라 심열에서 중열하는 단엽의 형태로 자루가 없다. 그리고 불암산의 type 3의 하부 우편은 중축에 비교적 좁게 붙으며, 부채꼴에서 삼각상 피침형으로 2-3갈래지고, 중부 이상의 우편은 중축에 넓게 붙고 삼각상 피침형에서부터 타원형까지로 자루가 없다(Fig. 3).

엽맥: 꼬리고사리와 거미꼬리고사리는 엽신의 가장자리에 닿지 않는 차상맥만으로 구성되어 있다. 거미고사리는 엽신 중축(주맥)의 주변에 망상맥이 불규칙하게 형성되어 있으며, 차상맥은 가장자리에 닿지 않는다(Fig. 4).

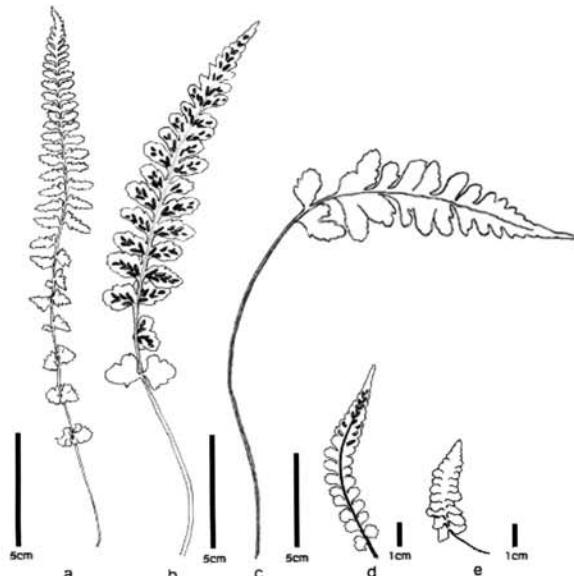


Fig. 2. Fronds of *A. castaneo-viride* (a, b, from Mt. Buram [type 3]; c, Mt. Mai [type 2]; d, e, Mt. Duryun [type 1]).

중축: 꼬리고사리와 거미꼬리고사리는 앞면에 얇은 흄이 있는 반면, 거미고사리는 앞면이 얕게 돌출된다. 꼬리고사리의 중축 뒷면의 색은 엽신 중부까지 갈색을 띠고, 거미고사리는 녹색이다. 거미꼬리고사리 type 1은 녹색이고, type 2는 대부분 녹

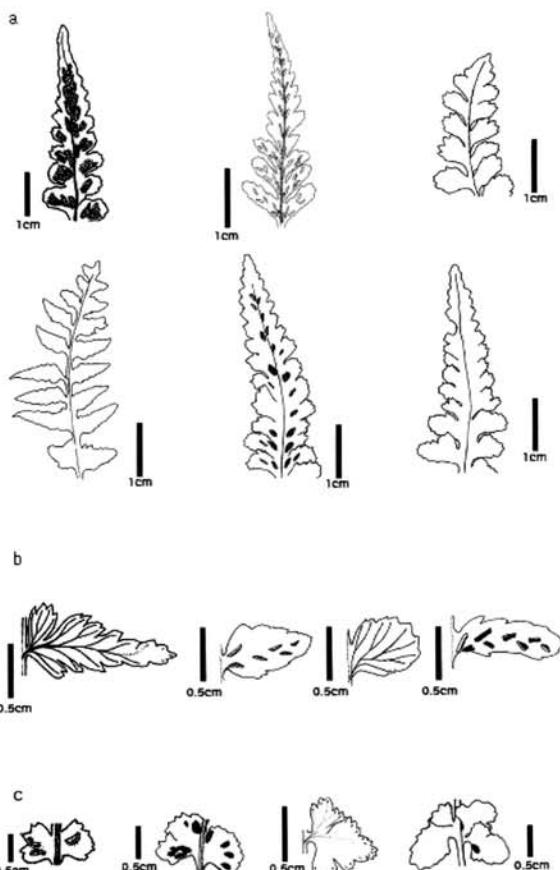


Fig. 3. Variation of leaf morphology of *A. castaneo-viride* (a, leaf apex; b, middle pinna; c, lower pinna).

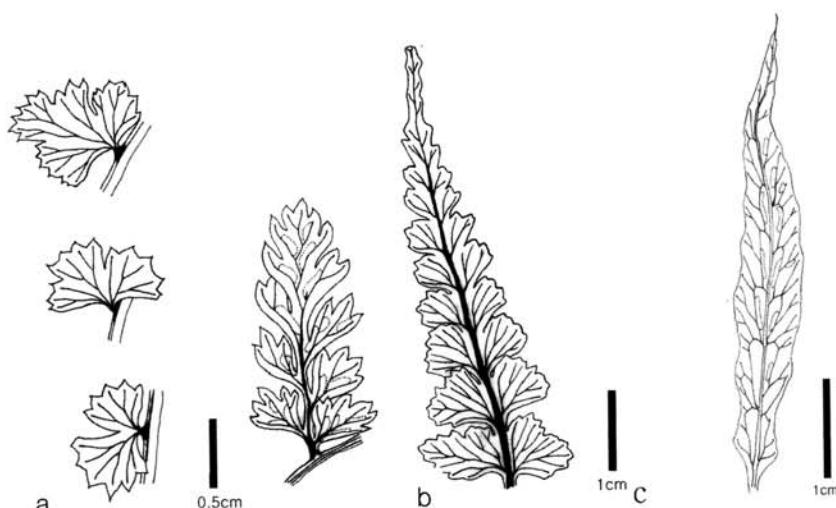


Fig. 4. Venation patterns of three *Asplenium* species (a, *A. incisum*; b, *A. castaneo-viride*; c, *A. ruprechtii*).

색이지만 큰 개체는 중부까지 갈색을 띠기도 하며, type 3은 중부까지 갈색이다.

인편: 3분류군의 인편은 모두 격자무늬, 막질로서, 좁은 피침형에서 선상 피침형, 전연이나 간혹 돌기가 있으며 윤채가 난다. 인편의 평균 길이는 꼬리고사리 4.25 mm, 거미고사리 2.58 mm, 거미꼬리고사리 3.6 mm로 거미고사리가 다소 작다.

포자낭군: 꼬리고사리는 최종열편에 수개씩 붙지만 엽신 상부의 중축에 거의 붙지 않는 반면, 거미꼬리고사리와 거미고사리는 엽신 상부의 중축 부근에도 비교적 중축과 평행하게 붙는다. 그리고 포자낭군의 길이는 꼬리고사리가 1-3 mm, 거미고사리 1-7 mm, 거미꼬리고사리 1-4 mm이다.

엽신, 엽병, 우편, 중축, 인편과 무성아의 유무 등 외부형태 형질 중, 주요 측정 결과는 Table 2와 같다.

## 2. 포자

포자형태는 세 종 모두 단립(monad)으로 좌우상칭(bilateral symmetry)이고 이극성(heteropolar)이다. 발아구는 단지형 (monolet), 적도면상은 요철상(concavo-convex)에서 평철상 (plano-convex), 간혹 양철상(biconvex)<sup>o</sup> 나타나고, P/E는 평균 0.74로 단구형(oblate)이다. 꼬리고사리의 극축면 길이는 23.75-40.00 μm, 적도면 직경은 34.50-55.00 μm<sup>o</sup>이고, 거미고사

리의 극축면 길이는 23.75-38.75 μm, 적도면 직경은 31.25-57.50 μm로 일반적으로 중립이나 간혹 대립이 나타난다. 특히, 거미꼬리고사리의 극축면 길이는 30.00-52.50 μm, 적도면 직경은 31.25-72.50 μm로 일반적으로 대립이나 간혹 중립이 나타나 앞에 언급한 2분류군보다 일반적으로 크다(Table 3).

Exospore는 평활상, perispore는 돌출된 날개를 형성하는 불규칙한 치아상의 주름이 있고, 이웃한 날개들과 합쳐져 불규칙하거나 완전하지 않은 망상을 만든다. 망상은 조밀한 것, 성긴 것, 중간형으로 구분할 수 있으며, 망상 안의 공간에는 불규칙한 척상의 돌기나 미립상 돌기가 있고, 구멍이 있거나 없으며 때로는 주름에도 구멍이 있다.

망상의 성격에 따라 꼬리고사리는 성기거나 중간형으로 구분할 수 있으며, 거미고사리는 조밀하거나 중간형까지로 분석된 반면, 거미꼬리고사리는 조밀한 것에서부터 성긴 것까지 다양하게 나타나 꼬리고사리와 거미고사리의 특성을 모두 포함하고 있다(Table 4, Figs. 5, 6).

### 1) *Asplenium incisum* Thunb.(꼬리고사리)

단립, 단지형, 좌우상칭, 이극성, 적도면상은 요철상에서 평철상: exospore는 평활상, perispore는 돌출된 치아상의 날개가 이웃한 날개와 합쳐져 불규칙한 망상을 만들거나 완전하지

Table 2. Characteristics of external morphology of three *Asplenium* species.

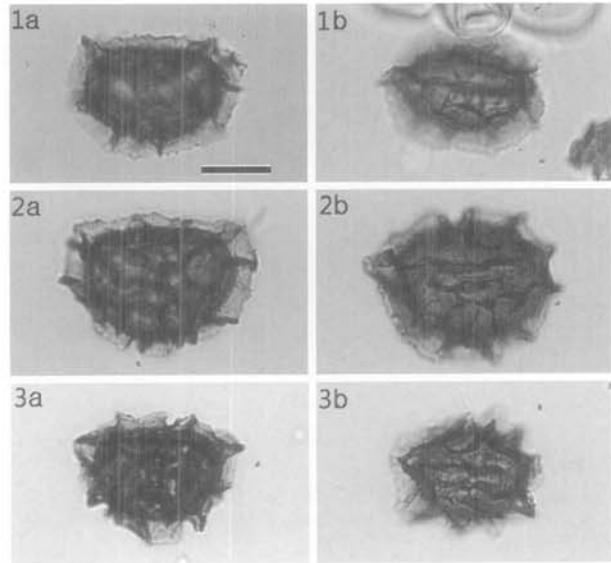
Character	<i>A. incisum</i>	<i>A. castaneo-viride</i>			<i>A. ruprechtii</i>
		type 1	type 2	type 3	
Rhizome	erect or ascending	erect	erect	erect or ascending	erect
Proliferous bud	none	none	none	none	present
Leaf blade	<p>length(cm)</p> <p>width(cm)</p> <p>pinnate</p> <p>shape</p>	<p>7.9-(23.4)-36.6</p> <p>1.1-(3.9)-5.6</p> <p>2</p> <p>oblanceolate</p>	<p>4.1-(4.3)-4.5</p> <p>1.2-(1.4)-1.5</p> <p>1</p> <p>linear-lanceolate</p>	<p>6.0-(8.7)-12.3</p> <p>1.0-(1.4)-1.9</p> <p>1</p> <p>linear-lanceolate</p>	<p>5.0-(12.9)-19.7</p> <p>1.1-(2.2)-2.7</p> <p>1</p> <p>oblanceolate to linear-lanceolate</p>
	veins	free	free	free	free
	lower pinnae	reduced	not reduced	not reduced	reduced
Pinna	<p>length(cm)</p> <p>width(cm)</p>	<p>0.50-(1.76)-3.20</p> <p>0.50-(0.92)-1.30</p>	<p>0.60-(0.65)-0.70</p> <p>0.45-(0.48)-0.50</p>	<p>0.50-(0.81)-1.09</p> <p>0.42-(0.62)-0.75</p>	<p>0.35-(0.96)-1.60</p> <p>0.25-(0.63)-1.05</p>
	shape	ovate to lanceolate	obovate and oblique	obovate and auricles	oblong to lanceolate
	apex	obtuse to acute	obtuse to rounded	obtuse	obtuse
	base	obtuse	decurrent and overlap adjacent pinna	decurrent and overlap adjacent pinna	triangular-lanceolate to auricles
	stalked	short	none	none	none
Petiole	<p>length(cm)</p> <p>color (adaxial side)</p>	<p>1.30-(4.02)-8.80</p> <p>dark brown</p>	<p>1.15-(1.50)-1.85</p> <p>dark brown at base</p>	<p>2.50-(4.18)-7.90</p> <p>dark brown or only at base</p>	<p>1.50-(5.44)-9.80</p> <p>dark brown or only at base</p>
Scale	length(mm)	2.5-(4.3)-5.3	2.5-(3.5)-4.5	2.1-(3.1)-4.0	3.0-(4.3)-5.2
Sorus	length(mm)	1.0-(2.1)-3.2	1.0-(2.0)-3.0	1.0-(2.3)-4.0	1.0-(2.6)-3.8
					1.0-(3.5)-7.0

**Table 3.** Measurements of spores in three *Asplenium* species (unit :  $\mu\text{m}$ ).

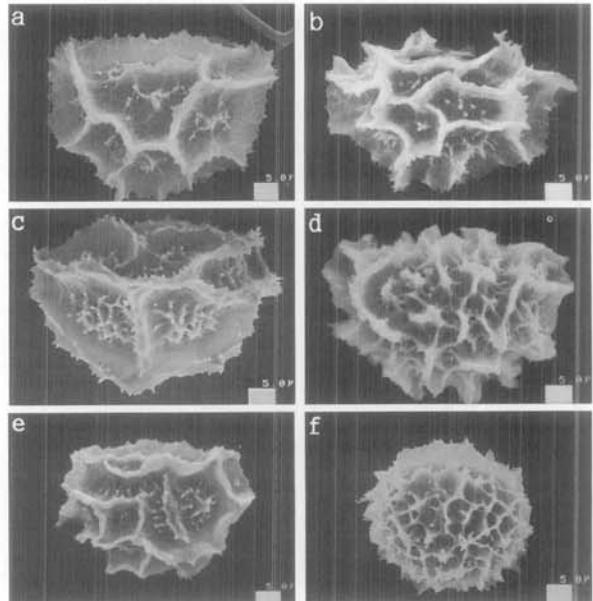
Taxon		Polar length	Equatorial diameter	P/E	Laesura length
<i>A. incisum</i>		23.75(33.51 ± 5.74)40.00	34.50(47.81 ± 3.40)55.00	0.71	15.00(19.13 ± 1.85)26.25
<i>A. castaneo-viride</i>	type 1	32.50(42.50)52.50	52.50(58.61)67.50	0.73	13.75(23.44)26.25
	type 2	30.00(37.50)45.00	43.75(51.87)58.50	0.73	20.00(26.18)27.50
	type 3	31.25(42.83)51.25	31.25(55.96)72.50	0.77	22.50(24.90)37.50
	mean	30.00(40.08 ± 6.97)52.50	31.25(54.63 ± 5.42)71.25	0.74	13.75(25.17 ± 3.25)30.00
<i>A. ruprechtii</i>		23.75(32.53 ± 4.66)38.75	31.25(44.22 ± 3.69)57.50	0.74	17.50(21.00 ± 1.98)22.50
Minimum (Mean ± Standard deviation) Maximum					

**Table 4.** Characteristics of perispore of three *Asplenium* species.

Taxon	Fold type	Pattern density	Fenestration	Ornamentation	Spore size
<i>A. incisum</i>	alate to costate-alate	intermediate & sparse	rare or none	irregularly echinate & scabrate	medium-sized, rarely large
<i>A. castaneo-viride</i>	alate to costat-alate, rarely echinate	sparse to dense	fenestrated or none	irregularly echinate & scabrate	large, rarely medium-sized
<i>A. ruprechtii</i>	alate to costate-alate, rarely echinate	dense & intermediate	fenestrated or none	irregularly echinate & scabrate	medium-sized, rarely large



**Fig. 5.** Light microscopic photographs ( $\times 400$ ) of spore of three *Asplenium* species (a, equatorial view; b, polar view). 1, *Asplenium incisum*; 2, *A. castaneo-viride*; 3, *A. ruprechtii*. Bar = 20  $\mu\text{m}$ .



**Fig. 6.** Scanning electron microphotographs of spore of three *Asplenium* species. a-b, *Asplenium incisum*; c-d, *A. castaneo-viride*; e-f, *A. ruprechtii*.

않다. 망상 안에 불규칙한 척상이나 미립상 돌기가 있고, 구멍이 수개 있거나 없으며, 망상은 성기거나 중간 모양이다. 발아구는 길이 15.00-(19.13)-26.25  $\mu\text{m}$ , 적도면 직경은 34.50-(47.81)-55.00  $\mu\text{m}$ , 극축면 길이는 23.75-(33.51)-40.00  $\mu\text{m}$ , 적도면 직경에 대한 극축면 길이의 비는 0.71이다.

## 2) *Asplenium castaneo-viride* Baker(거미꼬리고사리)

단립, 단지형, 좌우상칭, 이극성, 적도면상은 평철상에서 양철상: exospore는 평활상, perispore는 돌출된 치아상의 날개

가 이웃한 날개와 합쳐져 불규칙한 망상을 만들거나 완전하지 않다. 망상 안에 불규칙한 돌기와 구멍이 있으며, 망상은 성긴 것에서 조밀한 것까지 다양하게 나타난다. 발아구는 길이 13.75-(25.17)-30.00  $\mu\text{m}$ , 적도면 직경은 31.25-(54.63)-71.25  $\mu\text{m}$ , 극축면 길이는 30.00-(40.08)-52.50  $\mu\text{m}$ , 적도면 직경에 대한 극축면 길이의 비는 0.74이다.

## 3) *Asplenium ruprechtii* Sa. Kurata(거미고사리)

단립, 단지형, 좌우상칭, 이극성, 적도면상은 요철상에서 평

철상: exospore는 평활상, perispore는 돌출된 치아상의 날개가 이웃한 날개와 합쳐져 불규칙한 망상을 만들거나 완전하지 않고, 간혹 척상의 돌기가 얇고 조밀한 망상을 만든다. 망상 안에 불규칙한 척상이나 미립상 돌기가 있고 구멍이 있거나 없으며, 망상은 조밀하거나 중간 모양이다. 발아구는 길이 17.50-(21.00)-22.50  $\mu\text{m}$ , 적도면 직경은 31.25-(44.22)-57.50  $\mu\text{m}$ , 극축면 길이는 23.75-(32.53)-38.75  $\mu\text{m}$ , 적도면 직경에 대한 극축면 길이의 비는 0.74이다.

### 3. 해부

#### 1) 중축 횡단면

각 분류군의 중축 하부, 중부, 상부의 일정부위의 횡단면에서 하부는 등을 마주보고 있는 C자형, 중부는 C자형의 유관속이 붙어있는 형태인 X자형, 상부는 Y자형의 유관속으로 세 종 모두 크기의 차이에서 오는 특성을 제외하고는 모두 동일하다. 그러나 거미고사리는 주변에 후벽세포가 존재하였다(Fig. 7).

#### 2) 잎 표피

표피세포: 잎의 표면세포와 이면세포는 파상형으로 표면세포의 길이와 폭은 세 종 모두 표면세포보다 이면세포가 컸으며, 표면세포의 길이는 거미꼬리고사리가 평균 67.16  $\mu\text{m}$ 로 가장 작았고, 거미꼬리고사리는 평균 91.74  $\mu\text{m}$ 로 가장 컸다. 이면세포의 길이와 폭은 거미꼬리고사리가 평균 89.40  $\mu\text{m}$ 와 45.30  $\mu\text{m}$ , 거미고사리는 평균 106.45  $\mu\text{m}$ 와 57.95  $\mu\text{m}$ , 거미꼬리고사리는 평균 106.65  $\mu\text{m}$ 와 49.56  $\mu\text{m}$ 로 거미꼬리고사리는 비슷하였다(Table 5). 표면세포의 파상형태는 거미꼬리고사리의 굴곡이 가장 얕았고 거미고사리가 가장 깊었으며, 거미꼬리고사리는 중간형이었다(Fig. 8). 잎 표면의 미세구조에서는 전체 분류군이 뒷면에 미세구조를 갖는다(Fig. 8).

기공: 잎의 이면에만 분포하며, 형태는 둥근모양의 삼각상 부세포를 1개씩 가지거나 2~3개의 일반세포가 인접해있는 불균등형이었다(Fig. 8). 단위면적당( $\text{mm}^2$ ) 기공의 수는 거미꼬리고사리가 평균 67.00개로 가장 많았고, 거미고사리가 가장 적은 평균 37.86개였으며 거미꼬리고사리는 45.91개로 중간이었다 (Table 5).

### 4. 염색체

꼬리고사리와 거미고사리의 염색체 수는  $2n = 72$ 이고, 거미꼬리고사리의 경우 두륜산의 type 1과 마이산의 type 2는  $2n = 72$ 인 2배체, 불암산의 type 3은  $2n = 144$ 인 4배체로 나타났다(Fig. 9). 꼬리고사리와 거미고사리의 염색체수는 기존의 연구결과(Kurita, 1960, 1965; Kawakami, 1970)와 잘 일치하고 있다. 그러나 거미꼬리고사리의 경우,  $2n = 144$ 의 4배체가 보고된 바 있으나(Lovis et al., 1972; Lin and Sleep, 1988), 2배체는 이때까지 보고된 바 없으며, 본 연구를 통하여 전북 마이산과 전남 두륜산에서 염색체수가  $2n = 72$ 로 2배체인 거미꼬리고사리 집단이 처음으로 확인되었다.

### 5. 외부형태 기재

1) *Asplenium incisum* Thunb., Trans. Linn. Soc. London 2: 342. 1794.

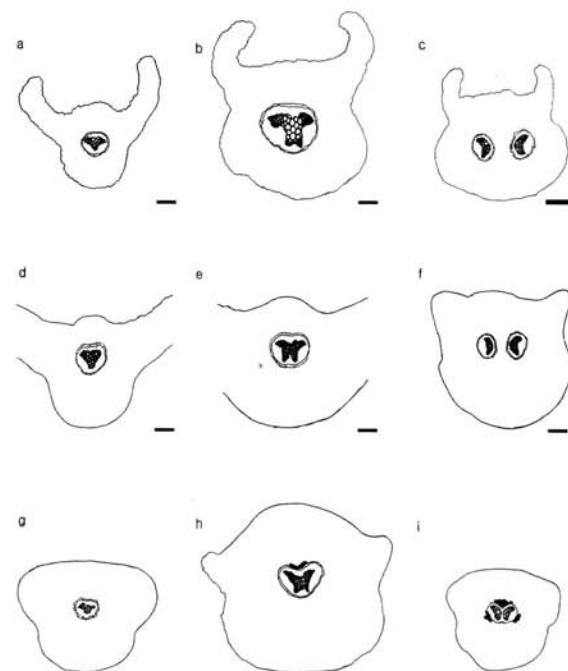
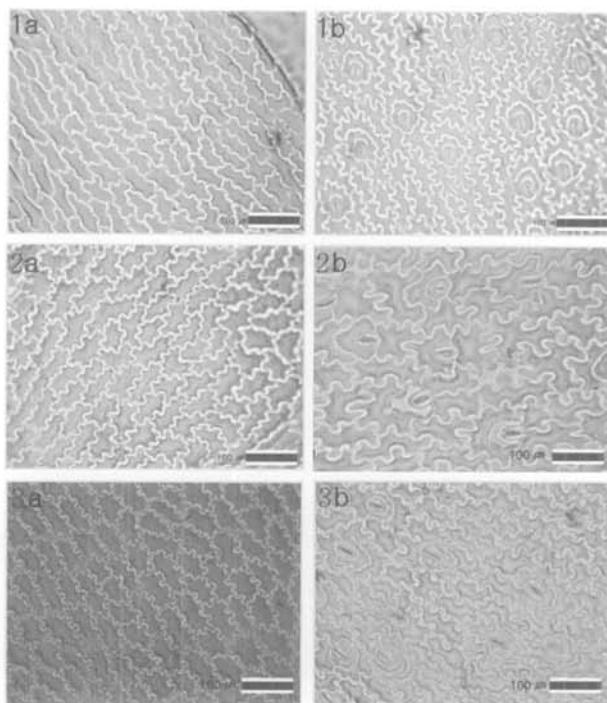


Fig. 7. Cross section of rachis and petiole in three *Asplenium* species. a-c, *A. incisum*; d-f, *A. castaneo-viride*; g-i, *A. ruprechtii* (a, d, g: upper part of rachis; b, e, h: middle part of rachis; c, f, i: petiole). Bar = 100  $\mu\text{m}$ .

Table 5. Size of the leaf epidermal cells and number of stomata (abaxial surface) in three *Asplenium* species.

Taxon	Adaxial surface			Abaxial surface			
	length (mm)	width (mm)	W/L	length (mm)	width (mm)	W/L	no./ $\text{mm}^2$
<i>A. incisum</i>	44.00-(67.16)	20.00-(28.45)	0.28-(0.44)	56.00-(89.40)	28.00-(45.30)	0.27-(0.52)	49-(67.00)
	-96.00	-36.00	-0.77	-124.00	-64.00	-0.86	-96
<i>A. castaneo-viride</i>	44.00-(91.74)	28.00-(44.53)	0.23-(0.51)	72.00-(106.65)	28.00-(49.65)	0.29-(0.49)	32-(45.91)
	-132.00	-66.00	-1.09	-156.00	-74.00	-0.93	-59
<i>A. ruprechtii</i>	56.00-(81.15)	36.00-(52.30)	0.49-(0.65)	60.00-(106.45)	34.00-(57.95)	0.93-(0.55)	26-(37.86)
	-108.00	-68.00	-0.60	-140.00	-80.00	-0.74	-50

Minimum-(Mean)-Maximum, W/L=width/length.

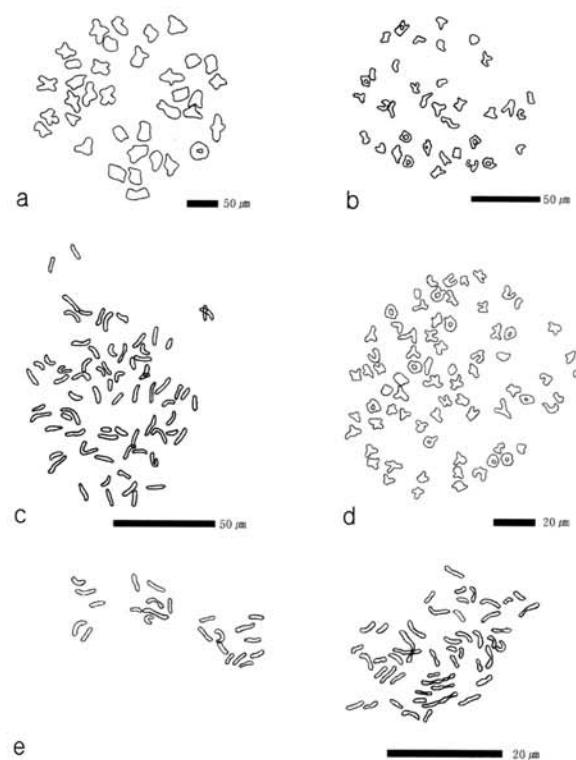


**Fig. 8.** Light microscopic photographs ( $\times 200$ ) of leaf epidermis side: (a, adaxial side; b, abaxial side). 1, *Asplenium incisum*; 2, *A. castaneo-viride*; 3, *A. ruprechtii*. Bar = 100  $\mu\text{m}$ .

#### 국명: 꼬리고사리

반상록성. 지하경은 짧고 곧게 서거나 비스듬히 서며, 인편 밀생; 인편은 막질이고 좁은 피침형에서 선상피침형, 길이 5 mm 내외, 너비 0.5 mm 내외, 흑갈색이고 전연, 격자무늬. 잎은 이형, 총생. 엽병은 길이 1.3-8.8 cm, 녹색, 뒷면은 엽신 중부까지 갈색을 띠고 선형의 인편이 드문드문 달리며 앞면에는 얇은 흠이 있음. 엽신은 2회, 드물게 3회 우상복엽이고, 도피침형, 길이 7.9-36.6 cm, 너비 1.1-5.6 cm, 포자엽은 길게 곧추서고, 영양엽은 작고 비스듬히 서거나 옆으로 퍼지며, 끝이 뾰족하고, 엽신 기부는 좁아짐. 우편은 길이 0.5-3.2 cm, 너비 0.5-1.3 cm, 삼각상 피침형, 자루는 매우 짧음, 기부의 우편은 부채꼴이고, 얇게 3갈래지며, 거치가 있음. 엽맥은 엽신의 가장자리에 닿지 않는 차상맥. 포자낭군은 최종열편에 수개씩 붙고, 엽신 상부의 중축에 거의 붙지 않음, 길이 1.0-3.2 mm. 포막은 선형에서 긴 타원형, 거의 전연.

관찰표본: KOREA: Prov. Jeollanam-do – Wandogun, Isl. Bogil-do, Buyongri, 15~16 Sep. 2001, J.K. Ahn & B.I. Oh s.n. (JNU); Wandogun, Sanghwabong, 25 Jun. 2003, C.H. Kim s.n. (JNU); Mt. Jeamsan, 23 Jun. 2003, J.K. Ahn & M.R. Sul s.n. (JNU); Mt. Suinsan, 22 Jun. 2003, J.K. Ahn & M.R. Sul s.n. (JNU); Haenamgun, Mt. Duryunsan, 5 Aug. 2001, C.H.



**Fig. 9.** Mitotic and meiotic configuration of chromosome of three *Asplenium* species in this study (a, b, e, meiotic configuration; c, d, mitotic configuration). a, *A. incisum*; b, *A. ruprechtii*; c-e, *A. castaneo-viride* (type 1-3).

Kim 800 (JNU); Mt. Huiasan, 7 Jun. 2002, C.H. Kim & J.K. Ahn s.n. (JNU); Jangheunggun, Guksabong, 1. Sep. 2003, J.K. Ahn & Y.J. Kwon s.n. (JNU). Prov. Jeollabuk-do – Jeongeup-si, Mt. Naejangsan, 29 JUL. 2002, C.H. Kim s.n. (JNU); Sunchanggun, Mt. Muryangsan, 15~16 Jun. 2002, B.Y. Sun et al. s.n. (JNU); Buangun, Gaeamsa, 2 Jun. 1990, S.H. Lee & M.J. Yeo s.n. (JNU). Prov. Chungcheongnam-do – Gongju-si, Mt. Museong-san, 22 Nov. 2001, B.Y. Sun & C.H. Kim s.n. (JNU). Prov. Isl. Jeju-do – Seogwang, 21 Jun. 2001, B.Y. Sun & C.H. Kim 5219 (JNU); Eoseungsaeengak, 18 Sep. 1995, B.Y. Sun & C.H. Kim s.n. (JNU); Seonheulri, Dongbaekdongsan, 13 Dec. 2001, B.Y. Sun & C.H. Kim 132 (JNU). Prov. Seoul – Sanggyedong, Mt. Buramsan, 3 Sep. 2005, S.A. Ryu 00007 (SNU).

2) *Asplenium castaneo-viride* Baker, Ann. Bot. 5: 304-305. 1891. - *Asplenium kobayashii* Tagawa, Acta Phytotax. Geobot. 1(4): 309-310. 1932.

#### 국명: 거미꼬리고사리

상록성. 지하경은 짧고 곧게 서며, 인편 밀생; 인편은 막

질이고 좁은 피침형에서 선상 피침형, 길이 5 mm 내외, 폭 1 mm 내외, 광택이 있는 흑갈색, 전연. 잎은 단형, 총생. 엽병은 길이 0.9-7.6 cm, 녹색, 뒷면 기부, 혹은 중부까지 갈색을 띠고, 선형의 인편이 드문드문 달리고, 얇은 흠이 있음. 엽신은 선상 피침형 혹은 좁은 피침형에서 도피침형, 1회 우상복엽, 중상부에서는 우편이 심열 혹은 중열하는 단엽, 길이 3-14.4 cm, 너비 1-2.7 cm, 끝은 뾰족하고 기부는 좁아지거나 넓고, 끝에 무성 아가 없음. 우편은 기부의 양측이 다소 동일하지 않은 난형에서 타원형, 길이 0.3-1.6 cm, 너비 0.3-1.1 mm, 15쌍 내외, 기부는 중축에 넓게 붙고, 간혹 엽신 기부의 우편은 2-3갈래침, 각 우편은 다소 겹치며, 원두 혹은 둔두, 둔한 거치 발달, 다소 두터운 초질; 자루는 없음. 엽맥은 엽신의 가장자리에 닿지 않는 차상맥. 포자낭군은 맥을 따라 비스듬히 나며, 엽신 상부에서는 중축에 비교적 평행하게 붙음, 길이 1.0-4.0 mm, 포막은 선형에서 긴 타원형, 거의 전연이거나 불규칙한 파상.

**관찰표본: KOREA:** Prov. Jeollabuk-do – Jinangun, Mt. Maisan, 28 May. ?, B.Y. Sun & J.K. Ahn s.n. (JNU). Jeollanam-do – Haenamgun, Mt. Duryunsan, 14 Oct. 2001, C.H. Kim & X.C. Zhang s.n. (JNU). Prov. Seoul – Sanggyedong, Mt. Buramsan, 3 Sep. 2005, S.A. Ryu 00009 (SNU); Sanggyedong, Mt. Buramsan, 16 Jun. 2006, Y.J. Kwon s.n. (JNU); Sanggyedong, Mt. Buramsan, 29 Jul. 2006, Y.J. Kwon s.n. (JNU). **JAPAN:** Honshu, Gunma pref., Mt. Hauna, 4 Aug.-29 Jul. 1955, A. Kitazawa s.n. (TI); Honshu, Gunma pref., Mt. Hauna, ? Oct. 1953, ? s.n.; Honshu, Gunma pref., Mt. Hauna, 16 Sep. 1923, M. Kobayashi s.n. (TI).

3) *Asplenium ruprechtii* Sa. Kurata, Enum. Jap. Pterid. 325, 338. 1961. - *Camptosorus sibiricus* Rupr., Beitr. Pflanzenk. Russ. Reiches 3: 45. 1845, non *Asplenium sibiricum* Turcz.

#### 국명: 거미고사리

상록성. 지하경은 짧고, 곧게 서며, 인편 밀생; 인편은 막 질이고 좁은 피침형, 길이 3 mm 내외, 너비 0.5 mm 내외, 광택이 있으며 흑갈색이고, 전연, 격자무늬. 잎은 단형, 총생. 엽병은 길이 0.3-2.4 cm, 녹색, 뒷면 기부 끝은 갈색이고, 선형의 인편이 드문드문 달리며, 좁은 날개가 있음. 엽신은 단엽, 전연이거나 불규칙적인 파상거치, 선상 피침형에서 좁은 피침형, 길이 2-7.3 cm, 너비 0.4-1.1 cm, 상부는 가늘고 길게 변으며, 끝에 무성아가 있음. 엽맥은 중축 주변에 불규칙한 망상맥이 있고, 차상맥은 엽신의 가장자리에 닿지 않음. 포자낭군은 맥을 따라 비스듬히 나며, 엽신 상부에서는 중축에

비교적 평행하게 붙음, 길이 1.0-7.0 mm, 포막은 선형에서 긴 타원형, 거의 전연이거나 불규칙한 파상.

**관찰표본: KOREA:** Prov. Jeollabuk-do – Jinangun, Mt. Maisan, 7. Apr. 2005, J.K. Ahn & Y.J. Kwon s.n. (JNU); Jinangun, Mt. Maisan, 15. Apr. 2002, J.K. Ahn & S.M. Moon s.n. (JNU). Prov. Jeollanam-do – Haenamgun, Mt. Duryunsan, 14 Oct. 2004, C.H. Kim & X.C. Zhang s.n. (JNU). Prov. Gyeongsangbuk-do – Uljin gun seokryugul, 21~22 Sep. 2001, B.Y. Sun & C.H. Kim s.n. (JNU). Prov. Seoul – Sanggyedong, Mt. Buramsan, 3 Sep. 2005, S.A. Ryu 00009 (SNU); Sanggyedong, Mt. Buramsan, 16 Jun. 2006, Y.J. Kwon s.n. (JNU); Sanggyedong Mt. Buramsan, 29 Jul. 2006, Y.J. Kwon s.n. (JNU).

#### 고 찰

거미꼬리고사리는 엽신의 각 우편이 최소한 중부이상에서 중축에 넓게 붙고, 다른 인접한 우편과 유합하여 단엽의 형태를 취하는 점과 포자낭군이 엽신 상부에서 중축과 비교적 평행하게 붙는 점이 가장 중요한 표징형질로 고리고사리와 거미고사리의 중간형으로 평가되었다. 이들은 생육지역에 따라 잎의 크기 및 형태에 차이를 보였다. 두륜산(type 1)과 마이산(type 2) 집단은 엽신이 1회 우상복엽으로 그 크기가 작고 기부가 거의 좁아지지 않지만 중상부에서는 천열 또는 중열하는 단엽의 형태를 띠는 점에서 거미고사리와 비슷하였고, 특히 두륜산 집단은 중축 뒷면이 녹색이거나 기부만 갈색인 점에서 더욱 가까운 형태를 띠었다. 불암산(type 3) 집단의 엽신은 위 두 type보다 크고 기부가 약간 좁아지는 도피침형이며, 기부의 우편이 부채꼴에서 삼각상 피침형으로 고리고사리와 비슷하게 보이기도 하였다.

포자의 크기에 있어 Roberts(1979)는 일반적으로 잡종이 부모종 보다 크게 나타난다고 하였는데, 고리고사리와 거미고사리는 각각 평균 47.81  $\mu\text{m}$ , 44.22  $\mu\text{m}$ 로 중립인 반면, 거미꼬리고사리는 평균 54.63  $\mu\text{m}$ 로 3 집단 모두 대립으로 나타나 거미꼬리고사리가 잡종임을 뒷받침해 주었다. 아울러 포자의 표면무늬는 망상으로 고리고사리의 경우, 성긴 것에서부터 중간형까지이고, 거미고사리는 조밀한 것에서부터 중간형까지이다. 반면, 거미꼬리고사리는 망상의 표면무늬가 조밀한 것에서부터 성긴 것까지 모두 나타나 고리고사리와 거미고사리가 갖는 특성을 모두 보여주었다. 특히 거미꼬리고사리의 2배체 집단과 4배체 집단 사이의 포자의 크기와 표면무늬가 거의 동일하게 나타나서, 거미꼬리고사리는 고리고사리와 거미고사리 사이에서 2배체 집단이 생성된 후, 이들의

염색체수가 배가되는 과정을 거쳐서 타가배수체로 분화된 것으로 판단되었다.

잎 표피세포는 세 분류군 모두 잎의 표면세포와 이면세포가 파상형으로 나타났으나 꼬리고사리의 굴곡이 가장 알았고, 거미고사리가 가장 깊었으며, 거미꼬리고사리가 중간형을 갖는 것으로 나타나 차이를 보였다. 또한 단위면적당( $\text{mm}^2$ ) 기공의 수는 꼬리고사리가 평균 67개, 거미고사리 37.86개, 거미꼬리고사리 45.91개로 거미꼬리고사리가 중간으로 나타나서 잡종기원임을 뒷받침하고 있었다.

## 사    사

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업의 연구비 지원 (과제 번호 052-081-070)으로 수행되었습니다.

## 인용문헌

- Baker, J. G. 1891. A Summary of the new Ferns which have been discovered of described since 1874. Ann. Bot. Oxford. 5(19): 304-305.
- Bir, S. S. 1976. Contributions of Spore Morphology in the Taxonomy of Ferns. Advances in Pollen Spore Research. 2: 1-8.
- Bower, F. O. 1923. The Fern. Vol. I. Cambridge Univ. Press.
- Chang, Y. S. X. Li, C. F. Fang and D. Q. Lu. 1958. Aspleniaceae. In Flora Plantarum Herbacearum Chinae Boreali-Orientalis. Tomus I. Liu, T. N. (ed.) Science press. Beijing. 34-37 (in Chinese).
- Devi, S. 1966. Spore Morphology of Indian ferns. Ph. D. Thesis, Agra, India.
- Erdtman, G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms. Chronica Botanica, Waltham, MA.
- Iwatsuki, K. 1995. Aspleniaceae. In Flora of Japan. Vol. I. Pteridophyta and Gymnospermae. Iwatsuki, K., T. Yamazaki, D. E. Boufford and H. Ohba (eds.), Kodansha, Japan. Pp. 98-111.
- Kawakami, S. 1970. Karyological Studies on Aspleniaceae II. Chromosome of seven species in Aspleniaceae. Bot. Mag. (Tokyo) 83: 74-81 (in Japanese with English abstract).
- Kim, C. H., M. O. Moon, Y. J. Kang, C. S. Kim, J. K. Ahn and B. Y. Sun. 2005. Unrecorded fern species from Korean flora: *Nephrolepis cordifolia* (Nephrolepidaceae), *Athyrium epirachis* (Athyriaceae) and *Asplenium castaneo-viride* (Aspleniaceae). Korean J. Pl. Taxon. 35(4): 287-294 (in Korean with English abstract).
- Kim, C. H. and B. Y. Sun. 2007. Aspleniaceae. In The Genera of Vascular Plants of Korea. Flora of Korea Editorial Committee (eds.) Academy Publishing Co. Pp. 48-52.
- Kitagawa, M. 1979. Aspleniaceae. Neo-Lineamenta Florae Man-
- shuricae. A. R. Gantner Verlag K.-G, Germany. Pp. 42-43.
- Kramer, K. U. and R. Viane. 1990. Aspleniaceae. In Kubitzki, K. (ed.) The Families and Genera of Vascular Plants. Vol. I. Pteridophytes and Gymnosperms. Kramer, K. U. and P. S. Green (eds.), Springer & Verlag, Germany. Pp. 52-57.
- Kurita, S. 1960. Chromosome numbers of some Japanese ferns. J. Jap. Bot. 35: 269-272 (in Japanese with short English abstract).
- Kurita, S. 1965. Chromosome numbers of some Japanese ferns (4). J. Jap. Bot. 40: 234-244.
- Large, M. F. and J. E. Braiggins. 1991. Spore atlas of New Zealand ferns and fern allies. New Zealand Journal of Botany Suppl. Pp. 90-106.
- Lee, S. T. 1978. Phylogenetic Significance of Pollen Morphology. Korean J. Pl. Taxon. 8: 59-68 (in Korean with English abstract).
- Lin, Y. X. and A. Sleep. 1988. A cytogenetic study of two *Asplenium* species from eastern Asia; *A. sarelii* and *A. pekinense* (Aspleniaceae: Pteridophyta). In Proceedings of the International Symposium on Systematic Pteridology. Shing, K. H. and K. U. Kramer (eds.), China Science and Technology Press, Beijing. Pp. 111-127.
- Lovis, J. D., P. J. Brensey, A. Sleep and M. G. Shivas. 1972. The origin of *Asplenium balearicum* Brit. Fern Gaz. 10: 263-268.
- Lovis, J. D. 1973. A biosystematic approach to phylogenetic problem and its application to the Aspleniaceae. Bot. J. Linn. Soc., Suppl. 1, 67: 211-228.
- Lugardon, B. and A. F. Tryon. 1990. Spores of the Pteridophyta. Springer - Verlag, New York.
- Metcalfe, C. R. 1979. Anatomy of the dicotyledons. Vol. 1. Oxford Univ. Pp. 158-162.
- Murakami, N. and B. A. Schaal. 1994. Chloroplast DNA variation and the Phylogeny of *Asplenium* sect. *Hymenaspplenium* (Aspleniaceae) in the New World Tropics. J. Plant Res. 107: 245-251.
- Murakami, N. and B. A. Schaal. 1995. Systematics and evolutionary biology of the fern genus *Hymenaspplenium* (Aspleniaceae). J. Plant Res. 108: 257-268.
- Nakato, N. 1987. Notes on chromosomes of Japanese Pteridophytes(1). J. Jap. Bot. 62: 261-267.
- Puttock, C. F. and C. J. Quinn. 1980. Perispore Morphology and the Taxonomy of the Australian Aspleniaceae. Aust. J. Bot. 28: 305-322.
- Roberts, R. H. 1979. Spore size in *Asplenium adiantum-nigrum* L. and *A. onopteris* L. Watsonia 12: 233-238.
- Tagawa, M. 1932. Spicilegium Pteridographiae Asiae Orientalis 3. Acta Phytotax. Geobot. 1(4): 309-310.
- Wagner, W. H. Jr., R. C. Moroan and C. R. Werth. 1993. Aspleniaceae. In Flora of North America. Vol. 2. Pteridophytes of Gymnosperms. Flora of North America Editorial Committee (eds.), Oxford Univ. Press, New York. Pp. 228-245.

- Wu, S. W. 1999. Aspleniaceae. In *Flora Reipublicae Popularis Sinicae*. Tomus 4(2). Wu, S. H. (ed.), Science Press, China.  
Pp. 1-153 (in Chinese).
- Yabe, Y. 1903. Fillices Koreae Uchiyamanae. Bot. Mag. (Tokyo)  
17: 63-69.