

흰개미집살이사슴벌레족

(*Penichrolucanini* Arrow, 1950)의 소개

A synopsis of the tribe *Penichrolucanini* Arrow, 1950

장서준

들어가며

흰개미사슴벌레족(*Penichrolucanini*)는 *Penichrolucanus*, *Brasilucanus*, *Sinolucanus* 세 속을 포함하는 족이다. 족의 모식속인 *Penichrolucanus*속은 Deyrolle (1863)에 의해 속의 모식 종인 *P. copricephalus*와 함께 기재되었다. Parry (1864)는 *Penichrolucanus*를 Figulidae에, Roon (1910)과 Didier & Séguy (1953)은 이 속을 Figuliniae에 포함하였다. 이후 Arrow (1935, 1938)는 추가적으로 4개의 신종을 기재하였고, 사슴벌레과의 새로운 아과인 *Penichrolucaninae*를 제안하였다 (Arrow, 1950). Vulcano & Pereira (1961)은 아과의 새로운 속인 *Brasilucanus*를 신종 *B. alvarengai*와 함께 제안하였다. Ratcliffe (1984)는 신종 *B. acomus*와 함께 *Penichrolucaninae*에 대한 계통분류 및 생물지리학적 연구를 발표하였다. Kikuta (1984, 1986)는 *Penichrolucaninae*를 구별되는 아과가 아닌, 사슴벌레아과의 족인 *Penichrolucanini*로 다루었다. Bartolozzi (1989)는 *Penichrolucanus*속에 대한 분류학적 검토를 하였다. 그는 이들의 생식기 구조가 꼬마사슴벌레속(*Figulus*)와 매우 닮았고, Holloway (1960)의 분류를 따라 이들이 구별되는 아과가 아닌, 사슴벌레아과(Lucaninae)에 포함된다고 주장하였다. Araya & Ochi (1993)는 송장풍뎅이과로 기재된 *Xiangia*를 *Penichrolucanus*의 동물이명으로 다루었다. Nikolajev (1999)는 새로운 족인 *Brasilucanini* 제안하였고, *Penichrolucanini*는 Rhyssonotini (무효명), Chiasognathini와 함께 색사슴벌레아과(Lampriminae)에 포함될 것이라고 평가하였다. Nikolajev (2010)은 *Penichrolucanus*의 화석종인 *P. kabakovi*를 기재하였고, 속이 Figuliniae에 포함된다고 설명하였다. Bartolozzi (2015)는 미발표된 자료에 의하면, *Penichrolucanini*는 단계통군이며, Figulini의 자매군임을 밝혔다. Bartolozzi & Zillioli (2016)은 Bartolozzi (2015)를 따라 *Penichrolucanini*를 유효한 족으로 다루었다. Paulsen (2017; 2018)은 *Brasilucanini*와 *Penichrolucanini*를 Figulini의 동물이명으로 다루었다. Huang & Chen (2022)은 *Xizangia*를 *Penichrolucanus*로부터 구분되는 속으로 다루었고, 새로운 종인 *X. quiae*를 기재하였다. 그들은 *Penichrolucanini*의 Figulini와 구분되는 특징들을 근거로 이를 유효한 족으로 보았고, 족에 다음과 같은 3속을 포함시켰다: *Penichrolucanus*, *Brasilucanus*, *Xizangia*. Wang & He (2024)는 *Penichrolucanini*의 *Xizangia* Zhang, 1988가 *Xizangia* Zhang, 1982의 동명이물임을 지적하였

고, *Xizangia Zhang* 1988에 대한 대체명 *Sinolucanus*를 제안하였다.

족의 특징 및 속의 구분

흰개미집살이사슴벌레족(Penichrolucanini)은 일반적인 사슴벌레 종들과 매우 다른 생김새를 가진다. 다음은 다른 사슴벌레족들과 구분되는 Penichrolucanini의 주요한 특징들이다: 1) 눈가두리 돌기는 눈을 완전히 나누며, 눈가두리 돌기는 넓게 확장됨; 2) 큰턱은 머리보다 짧음; 3) 성적 이형이 뚜렷하지 않음; 4) 발톱은 마지막 부절의 말단 구멍에 숨겨져 있음; 5) 부절의 길이는 경절의 길이보다 확연히 짧음; 6) 부절들은 서로 융합되어 있어 개별로 움직이지 못함. 추가적인 형태적 특징들은 Huang & Chen (2022)를 참고하면 된다.

Penichrolucanini에 포함되는 세 속들은 서로 매우 비슷한 생김새를 갖지만. *Penichrolucanus*는 등면에서 관찰 시 큰턱이 보이는 반면, *Brasilucanus*와 *Sinolucanus*는 큰턱이 숨겨져 있어 보이지 않는다. *Brasilucanus*는 *Penichrolucanus*와 *Sinolucanus*에 비해 퇴절이 매우 두껍게 발달하며, 두 속에 비해 큰 몸길이를 갖는다. 또한 *Brasilucanus*는 아시아와 오세아니아에 서식하는 다른 두 속과 달리 남미(브라질, 페루)에 서식한다. 속을 구분하는 추가적인 형태적 특징들은 Huang & Chen (2022)를 참고하면 된다.

분류군 목록

Family Lucanidae Latreille, 1804 사슴벌레과

Subfamily Lucaninae Latreille, 1804 사슴벌레아과

Tribe Penichrolucanini Arrow, 1950 흰개미집살이사슴벌레족

Genus *Penichorlucanus* Deyrolle, 1863

P. copricephalus Deyrolle, 1863 – 말레이반도, 보르네오, 수마트라: *Penichrolucanus*속의 모식종이다.

P. elongatus Arrow, 1935 – 말레이반도: 속 내부에서 가장 큰 종이며, 다른종들과 달리 *P. leveri*와 같이 더듬이가 10개의 마디로 구성되어 있다.

P. sumatrensis Arrow, 1935 – 수마트라, 보르네오: *P. copricephalus*와 닮았지만 머리에 한 쌍의 돌기(frontal tubercle)가 존재한다.

P. leveri Arrow, 1938 – 뉴기니, 솔로몬 제도: 다른 종들에 비해 부절이 길며, 몸이 덜 납작하다. 또한 눈가두리돌기가 비교적 좁고, 둥글지 않다. Ratcliffe (1984) *P. leveri*는 가장 원시적인 형질을 가지고 있다고 평가하였으며, Bartolozzi (1989) 또한 종의 형질을 바탕으로 Ratcliffe (1989)에서 제시한 계통수를 지지하였다.

P. hirohiro Nagai, 2001 – 술라웨시: *P. copricephalus*와 매우 닮았지만 머리의 앞쪽 융기 (frontal carina)가 두순과 매우 가깝게 형성되어 있다.

P. nicobaricus Arrow, 1935 – 니코바르 제도, 안다만 제도: *P. sumatrensis*와 닮았지만 앞다리 경절의 가시들이 뚝뚝하다.

P. martinii Schenk, 2006 – 보르네오: *P. copricephalus*와 매우 닮았지만 머리의 앞쪽 융기 (frontal carina)가 첨두형(ogival)이다.

P. allenii Bartolozzi, 2015 – 민다나오: 속 내에서 유일하게 더듬이의 곤봉부가 두개의 마디로 구성되어 있다.

P. kabakovi Nikolajev, 2010 – 러시아(지바이칼): 속 내의 유일한 화석종이다.

Genus *Brasilucanus* Vulcano & Pereira, 1961

B. alvarengai Vulcano & Pereira, 1961 – 브라질(아마조나스주), 프랑스령기아나: 족 내부에서 유일하게 몸 전체가 노란 강모로 뒤덮여 있다.

B. acomus Ratcliffe, 1984 – 브라질(아마조나스주), 페루: *B. alveranegai*와 매우 닮았지만, 몸 전체가 강모가 없이 매끈하다.

Genus *Sinolucanus* Wang & He, 2024

S. cryptonychus (Zhang, 1988) – 중국(시장): *Sinolucanus*속의 모식종으로, 현재 암컷만이 알려져 있다.

S. quiae (Huang & Chen, 2022) – 중국(원난성): *S. cryptonychus*보다 왼쪽 턱의 복면 내치 (ventral tooth)가 짧다.

생태 및 형태

흰개미집살이사슴벌레족(Penichrolucanini)은 사슴벌레과에서는 희귀하게 호개미성, 혹은 호흰개미성을 띠는 분류군이다. Ratcliffe (1984) 는 납작한 몸과 축소된 부절, 납작한 퇴절과 같은 형질들을 근거로 Penichrolucanini의 종들이 호개미성, 혹은 호흰개미성 생태를 가질 것으로 예측하였다. Bartolozzi (1989) 는 *Hospitalitermes* sp.의 군체에서 *P. copricephalus*와 *P. elongatus*를 발견하였다는 사실을 근거로 Ratcliffe (1984) 의 추론을 확인하였다. Huang & Chen (2022) 은 *Xizangia quiae* (=*Sinolucanus quiae*)가 *Dolichoderus*속의 개미 군체 아래에서 발견되었고, *X. quiae*가 생활하는 환경으로 개미들이 침범하지 않았다고 설명하였다. *Brasilucanus*속의 종들에 대해서는 생태적 특성이 보고된 적이 없지만, 족의 다른 두 속과 같이 호흰개미성, 혹은 호개미성 생활사를 가질 것으로 예측된다.

흰개미집살이사슴벌레족의 특징적인 외형은 호개미성, 혹은 호흰개미성을 띠는 분류군의 생태적 특징과 밀접하게 맞닿아 있다. Penichrolucanini의 종들의 측면으로 강하게 발달된 눈가두리돌기에 의한 특이한 머리의 구조를 갖는다. Parker (2016) 는 이러한 투구게형(limuloid) 몸이 호개미성 딱정벌레류에서 흔히 찾아볼 수 있는 형태라고 설명했다. 또한 융합된 부절, 짧고 두꺼운 다리도 호

개미성 딱정벌레류에서 널리 보이는 형질이다 (Parker, 2016). *B. alvarengai*는 족 내에서 유일하게 몸 전체가 노란색 강모로 덮여 있는데, 이는 호개미성 생활사를 갖는 사슴벌레속인 *Torynognathus* 속에도 관찰되는 특징이다. Kakizoe et al. (2023) 은 *T. chrysomelinus*의 몸의 강모들이 어두운 지하 환경 속에서 촉감정보를 수용할 수도 있다고 설명하였다. 생활사의 유사성을 고려할 때 *B. alvarengai*의 강모들 또한 이러한 역할을 수행할 가능성이 존재한다.

생태 및 형태

흰개미집살이사슴벌레족의 생물지리학적 연구는 Ratcliffe (1984) 에 의해 이루어졌다. 그는 족의 기원에 대해서 다음과 같은 두가지의 모델을 제안하였다:

1) 전북부 기원 모델

이 모델은 Penichrolucanini가 마이오세 중기 이전 북아메리카, 혹은 동아시아로부터 기원하여 적응 방산을 경험했다고 주장한다. 이후 이들은 베링 해협을 통해 동아시아, 혹은 북아메리카로 이주하였다. 이 모델은 현재의 분포 양상에 대해서는 홍적세(Pleistocene) 동안의 극심한 기후변화는 북부 지역에서는 멸종되었고, 아시아에서는 마이오세 이후 말레이시아나 수마트라 등지로, 북아메리카에서는 플라이오세 이후 남아메리카로 이동하였다고 설명된다.

2) 곤드와나 기원 모델

이 모델은 Penichrolucanini가 전북부 기원 모델보다 더 오래된 계통이며, 중기 백악기 이전에 곤드와나에서 기원하였다고 주장한다. 남아메리카와 아프리카가 분리되기 이전에 일부 개체군들은 남아메리카에 남아 현재의 Brasilucanus가 되었고, 나머지 개체군들은 아프리카를 통해 아시아로 이동하였다. 아프리카로부터 아시아의 이동은 아프리카와 유럽이 연결되어 있던 초기 팔레오세 이전, 혹은 중기 미오세에 이루어졌을 것으로 판단되며, 어느 시기에 이동이 이루어졌는지 확실하지 않지만, 후자가 더욱 설득력을 가질 것으로 설명된다. 이후 아시아에서의 분포 변화는 전북부 모델과 비슷할 것으로 설명된다.

Nikolajev (2010) 는 자바이칼로부터 백악기 전기의 화석종인 *Penichrolucanus kabakovi*를 보고하였다. 곤드와나 모델을 따르면, Penichrolucanini는 최소 팔레오세 이후에야 아시아에서 발견될 수 있다. 따라서, *P. kabakovi*의 연대가 팔레오세보다 약 6~7천만년 이른 백악기 전기임을 고려할 시 곤드와나 모델은 설득력을 잃는 것으로 판단된다. 전북부 기원 모델은 이 계통이 중기 마이오세 이전 북아메리카, 혹은 동아시아로부터 기원했다고 설명한다. 전북부 기원 모델을 따른다면, 백악기 전기 아시아에 서식했던 *P. kabakovi*의 존재로 인해 Penichrolucanini는 북아메리카가 아닌 동아시아로부터 기원했음을 알 수 있다. 전기 백악기는 전북부 모델이 기원 시기로 추정하는 마이고서 중기 이전보다 약 1억년 이상 차이가 난다. 이를 고려할 시, 계통의 기원 시기가 전북부 모델이 예측하는 중세 마이오세가 아닌, 초기 백악기 이전일 것이다. 최소 백악기 전기부터 아시아에 분포하던 Penichrolucanini가 이후 베링 해협을 통해 북아메리카로 이주하였고, 홍적세를 거쳐 현재와 같은 분포양상을 보이는 것으로 생각된다. 다만, 이는 Ratcliffe (1984) 의 모델들을 기반으로 이루어진 추론이며, 정확한 모델의 추정에 있어서는 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다.



B. alvarengai



P. copricephalus



P. leveri



P. elongatus

그림 1. Penichrolucanini의 4종.

참고문헌

- Arrow, G. J. (1935)** A contribution to the classification of the Coleopterous family Lucanidae. *Transactions of the Royal entomological Society of London*, 83(1): 105-125.
- Arrow, G. J. (1938)** Some notes on stag-beetles (Lucanidae) and descriptions of a few new species. *Annals and Magazine of Natural History*, (11)2: 49-63.
- Arrow, G. J. (1950)** The fauna of India, including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya. 4. (Coleoptera Lamellicornia- Lucanidae & Passalidae). *Taylor & Francis*, London, UK.
- Bartolozzi, L. & Zilioli, M. (2016)** Remarks on the genus *Penichrolucanus* Deyrolle, 1863 (Coleoptera: Lucanidae). *Onychium*, 12, 123-128.
- Bartolozzi, L. (1989)** Taxonomic revue of the genus *Penichrolucanus* Deyrolle 1863 (Coleoptera Lucanidae) with notes on its biology. *Tropical Zoology*, 2(1): 37-44.
- Bartolozzi, L. (2015)** A new species of *Penichrolucanus* Deyrolle, 1963 (Coleoptera: Lucanidae) from the Philippines. *The Coleopterists Bulletin*, 69 (3), 389-394.
- Deyrolle, H. (1863).** Nouveau genre de Lucanide. *Annales De La Société Entomologique De France (Quatrième Série)* 3:485-487.
- Didier, R. & Séguin, E. (1953)** Catalogue illustré des Lucanides du Globe. texte. Encyclopédie Entomologique Série A, 27. Paul Lechevalier, Paris. 223 pp.
- Holloway, B.A. (1960)** Taxonomy and phylogeny in the Lucanidae (Insecta: Coleoptera). Records of the Dominion Museum, 3, 321-36:
- Kakizoe, S. et al. (2023)** Myrmecophily of the enigmatic stag beetle *Torynognathus chrysomelinus* (Coleoptera: Lucanidae: Lucaninae) with remarks on adult morphology, immature stages, and systematic position. *Entomological science*, 26(1): e12539.
- Kikuta, T. (1984)** On the subfamilies and tribes of Lucanidae. *The Japanese Coleopterists Monthly Magazine*, 1(2): 1-14.
- Kikuta, T. (1986)** On the higher taxa of the stag beetle family Lucanidae, J. Aoki (editor). Papers on Entomology Presented to Professor Takeshiko Nakane in Commemoration of His Retirement. *Japanese Society of Coleopterology*, Tokyo: 131-138
- Nikolajev, G. V. (2010).** On the discovery of the genus *Penichrolucanus* Deyrolle, 1863 from the Lower Cretaceous of Transbaikalia. *Caucasian Entomological Bulletin* 6(1):25-26.
- Nikolajev, G.V. (1999)** On the polyphyly of the subfamily Penichrolucaninae (Coleoptera, Lucanidae), with the erection of the new monotypic tribe Brasilucanini. *Tethys Entomological Research*, 1: 171-172.
- Parker, J. (2016)** Myrmecophily in beetles (Coleoptera): evolutionary patterns and biological mechanisms. *Myrmecological News*, 22: 65-108.
- Ratcliffe, B. C. (1984)** A review of Penichrolucaninae with analysis of phylogeny and biogeography, and description of a second New World species from the Amazon Basin (Col. Luc.). *Quaestiones Entomologicae*, 20: 60-87.
- Roon, G. van. (1910)** Lucanidae. *Coleopterum catalogus* 8: 1-70.
- Schenk, K.D. (2006)** Contribution to the knowledge of the Stag beetles and description of several new taxa. *Animma.X* 15:1-15.
- Vulcano, M.A. & Pereira, F.S. (1961)** A subfamilia Penichrolucaninae representada em America (Col., Lucanidae). *Studia Entomologica*, 4: 471-480.
- Wang, C.-B. & He, T.-L. (2024)** *Sinolucanus* nom. nov., a new replacement name for *Xizangia* Zhang, 1988 (Coleoptera: Lucanidae). *The Indochina Entomologist*, 2024, 1 (9): 61-63.