

후기 트라이아스기 아미산층에서 산출된 밀들이(*Mesopsyche dobrokhotovae*) 화석과 그 지질학적 의의

남기수 · 김종현*

공주대학교 지구과학교육과, 314-701, 충남 공주시 공주대학로 56

Occurrence of the Fossil *Mesopsyche dobrokhotovae* in the Late Triassic Amisan Formation, Nampo Group, Korea and its Geological Implication

Kye Soo Nam and Jong-Heon Kim*

Department of Earth Science Education, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

Abstract: Recently, a winged insect fossil the Mecoptera has been discovered for the first time in the Late Triassic Amisan Formation in the Boryeong area, Chungnam, Korea. The fossil is classified as *Mesopsyche dobrokhotovae* based on the characteristics of wing venation. Insect fossils which belong to this Genus show worldwide distribution in the Late Triassic, making it possible to estimate that they thrived in this period. Extant Mecoptera survive in humid environments by hanging onto tree leaves or stems and eating other small insects. Compared to the ecology of extant Mecoptera, the presence of the fossil Mecoptera indicates that the paleoenvironment in Nampo Group was very similar to the present during the Late Triassic Period. *Mesopsyche dobrokhotovae* is the first Mecoptera occurrence and one of the oldest insect fossil occurrences in Korea.

Keywords: Mecoptera, *Mesopsyche dobrokhotovae*, Amisan Formation, Nampo Group, Late Triassic

요약: 최근 충남 보령 일대에 분포하는 후기 트라이아스기의 아미산층에서 밀들이목에 속하는 날개 화석이 처음 발견되었다. 날개 화석은 그 맥의 특징에 의해 Mesopsychidae과의 *Mesopsyche dobrokhotovae*로 분류되었다. 이 속에 속하는 화석 곤충은 후기 트라이아스기에 세계적인 분포를 보이며 상당히 번성한 그룹이었다고 추정된다. 현생의 밀들이는 나뭇잎, 식물 줄기 등에 매달려 있거나 습한 환경에서 작은 곤충을 섭식하며 생활한다. 따라서 밀들이 화석의 존재는 후기 트라이아스기 동안 남포 층군이 퇴적될 당시의 서식 환경이 이미 현생의 환경과 상당히 비슷했다는 것을 지시한다. *Mesopsyche dobrokhotovae*는 우리나라에서 발견된 곤충화석 중 가장 오래된 화석의 하나이며 밀들이 화석으로는 최초의 기록이다.

주요어: 밀들이, 메소사이키 도브로코토티비, 아미산층, 남포층군, 후기 트라이아스기

서 론

최근 충청남도 보령 일대에 분포하는 남포층군의

아미산층에서 밀들이목의 Mesopsychidae과에 속하는 곤충화석이 우리나라의 중생대 지층에서 처음으로 발견되었다. Mesopsychidae과의 화석은 고생대 페름기부터 백악기까지 생존했던 화석이다(Carpenter, 1992; Grimaldi and Engel, 2005). 밀들이목 화석은 고생대 말부터 중생대 전반에 걸쳐 풍부하게 산출되고 높은 다양성을 보이지만, 신생대부터 현재까지는 다른 곤충에 비해 종의 수와 양이 현저하게 감소한 분류군 그룹으로 알려져 있다(Grimaldi and Engel, 2005). 밀들이목에 속하는 화석은 전 세계적으로 넓은 분포를 보이고 있으며, 북미, 오스트레일리아, 중앙아시아,

*Corresponding author: jongheon@kongju.ac.kr
Tel: +82-41-850-8298
Fax: +82-41-850-8299

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

중국 등의 호성 퇴적층에서 가장 많이 산출되고 있다(Tillyard, 1917; Riek, 1953; Carpenter, 1992; Novokshonov and Sukacheva, 2001; Hong, 2007; Aristov and Bashkuev, 2008; Ren et al., 2010).

보령 지역에 분포하는 남포층군의 아미산층에서는 주로 식물화석의 산출이 보고되었지만(Kawasaki, 1926; Kim, 1976; Chun et al., 1988; Kim et al., 2002), 드물게 이매패, 어류, 패갑류, 곤충의 유충 등의 화석도 산출되고 있다. 최근에 이르러 매미목, 바퀴벌레목, 메뚜기목 등에 해당하는 곤충의 날개 및 성충 화석이 발견되어 주목을 받고 있다(Hwang and Hwang, 1985; Pyo and Yang, 1995; Nam, 2012). 그러나 이들 화석 중에서 식물화석만이 체계적으로 연구가 되었고, 나머지 화석들에 대한 연구는 미미한 수준에 머물러 있다.

곤충류는 지질시대를 통하여 다양한 형태로 진화하였으며 현생 생물 중에서 가장 큰 분류군에 속하고, 현생의 종수만 해도 925,000종이 넘는 것으로 알려져 있다(Triplehorn and Johnson, 2005). 곤충은 종이 나 개체수가 많지만 주로 육상에서 활발하게 생활하는 것이 많고 또한 단단한 골격이 없기 때문에 화석으로 보존될 확률이 낮다.

그럼에도 불구하고 다양한 분류군의 많은 곤충화석이 알려져 있다. Carpenter (1992)는 곤충화석에 대해 1983년까지 세계 각지로부터 보고된 약 3,000여 종을 체계적으로 정리하였으며 이후로도 500과 1,000 종 이상의 새로운 분류군이 추가되었다(Grimaldi and Engel, 2005).

곤충화석에 대한 연구는 비교적 화석이 많이 산출되는 유럽, 러시아, 북미 및 호주에서의 연구가 대부분을 차지한다. 우리나라의 곤충화석은 현재까지 고생대층을 제외한 중생대층과 신생대층에서 발견되고 있다. 특히 중생대 전기의 아미산층과 중생대 후기의 진주층에서 다양한 종류의 곤충화석이 많이 산출되고 있지만, 체계적인 연구가 이루어진 것은 진주층에서 산출된 잠자리, 바퀴벌레, 집게벌레, 풀잠자리 등의 일부에 불과하다(Engel et al., 2002; Engel et al., 2006; Baek and Yang, 2004; Ueda et al., 2005). 또한, 북한 지역의 후기 쥐라기에서 전기 백악기로 알려진 용성통과 신의주통에서 잠자리를 비롯한 6종의 유시류와 1종의 유충 화석이 보고된 바가 있다(Kim et al., 1992). 신생대층에서는 메뚜기 1종에 대한 연구가 유일하다(Kim and Lee, 1975).

이 연구의 목적은 충남 보령 지역의 아미산층에서 처음 산출된 Mesopsychidae과에 속하는 날개 화석을 형태적 특징에 의해 분류하고 그의 지질학적 의미에 대해 알아보는 것이다. 아미산층의 밑들이 화석에 대한 연구는 중생대의 쥐라기와 백악기를 거쳐 현재로 이어지는 곤충 진화사의 잃어버린 고리를 이어줄 수 있는 귀중한 자료이며, 동아시아의 후기 트라이아스기 곤충의 분포, 진화 및 생태 발달사를 이해하는 데 중요한 실마리를 제공해 준다.

아미산층의 지질 개요와 시대

충남 퇴적분지는 충청남도 서남부의 6개 시군에 걸쳐 분포하고 있다. Shimamura (1931)는 본 지역에 분포하는 퇴적암이 화강암과 편마암류 상위에 부정합이 놓이는 것으로 보고 6개의 층으로 구분하였고, 이를 남포층군이라 처음 명명하였다. Shimamura (1931)의 층서구분은 후에 국내의 학자들에 의해 수정되어 현재 5개의 층으로 구분되고 있지만, 층의 경계는 연구자마다 다르다(Son et al., 1967; Lee et al., 1974; Suh et al., 1980). 본 연구는 Suh et al. (1980)의 층서구분을 따랐다. 그들에 의하면 남포층군은 하부로 부터 하조층, 아미산층, 조계리층, 백운시층, 성주리층으로 구성된다. 연구 지역의 지질도는 Fig. 1과 같다. 최근 이신우와 정공수는 남포층군의 최하부층인 하조층의 퇴적상을 분석하였다(Lee and Chung, 2010). Lee and Chung (2010)에 의하면, 하조층은 초기에 테일러스의 상부 선상지 삼각주 환경에서 퇴적되었고, 중기에 상부 선상지 삼각주와 중부 선상지 삼각주가 교호한 환경에서, 그리고 말기에는 중부 선상지 삼각주와 하부 선상지 삼각주가 교호하는 환경에서 각각 퇴적된 것으로 해석하였다.

남포층군에서 산출되는 화석은 주로 식물화석으로 정확한 지질시대를 추정하는 데는 한계가 있다. 정확한 시대에 대한 실마리를 제공해 주는 화석은 소수의 식물화석과 패갑류(Conchostraca) 화석 정도에 지나지 않는다. 전체적으로 남포층군의 지질시대는 절지동물의 패갑류에 속하는 *Cyclestherioides rampoensis*, *C. koreanica* 및 *Euestheria kawasakii* 화석이 산출되는 것에 의하여 그 시대가 후기 트라이아스기로 추정되고 있으며(Kobayashi, 1975), 아미산층에서 산출되는 것과 동종의 패갑류 화석과 식물군 조성을 바탕으로 일본의 미네층군(Mine Group)에 대비되고 있

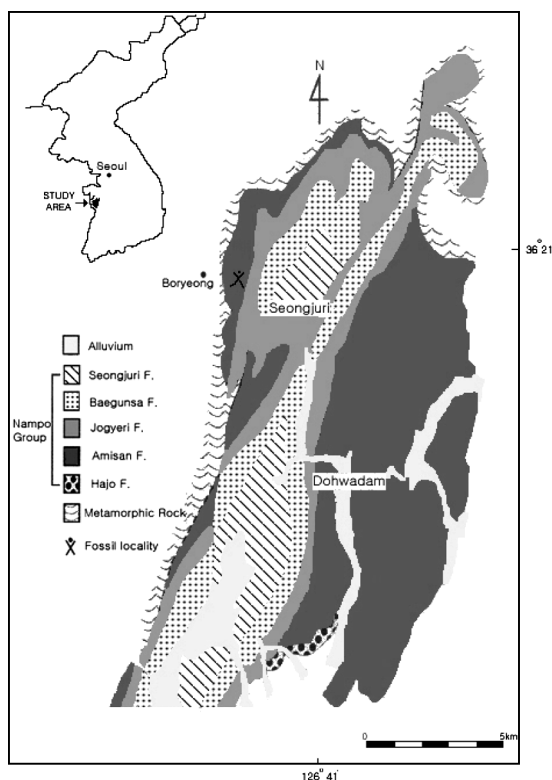


Fig. 1. Geological map of the study area (after Suh et al., 1980) and fossil locality.

다(Kimura and Kim, 1984). 한편 아미산층에 퇴적된 점토광물(Illite)의 K-Ar 연대측정 결과 아미산층의 연령은 157-140 Ma로 추정하고 있다(Egawa and Lee, 2011). 이처럼 고생물학적 연대와 절대연대는 상당한 차이가 있다. 따라서 두 연대 측정 방법과 결과에 대한 추가적인 검증을 통해 아미산층의 정확한 연대를 확인하는 것이 필요하다. 한편, 본 연구에서는 Kimura and Kim (1984)의 연구 결과를 토대로 아미산층의 시대를 후기 트라이아스기로 나타낸다.

재료 및 연구 방법

본 연구는 2004년부터 연구 지역을 조사하면서 수집한 많은 곤충화석 중에서 밀들이 화석에 대해서만 초점을 맞추어 진행하였다. 곤충화석의 산지는 충청남도 보령 지역으로 남포층군의 아미산층에 해당되는 명암 지역이며 청석을 채굴하던 곳이다. 화석이 산출된 지역은 아미산층의 중부 세일대로 암상의 특징은

역암층이 적으며 사암과 얇게 쪼개지는 세일이 발달되어 있다. 곤충화석은 세일 중 매우 고운 입자들로 구성된 암편에서 인상화석으로 발견되며 다른 화석에 비해 크기가 작기 때문에 발견하기 매우 힘들다. 표본들은 실내에서 접사대를 이용하여 사진 촬영을 한 후, 촬영한 사진들을 바탕으로 스케치하였다. 본 연구에서는 날개의 외형과 시맥을 정밀 관찰한 후 이들에 근거하여 분류하였다. 날개 시맥의 형태와 명칭 그리고 대략적인 위치는 Gullan and Cranston (2003)의 방법에 따라 기재하였고 날개의 형태는 Hamilton (1972)의 방법에 따라 기술하였다(Fig. 2). 본 연구에 사용된 표본은 공주대학교 표본실에 보관되어 있다.

계통적 기재

Order Mecoptera Packard, 1886

Family Mesopsychidae Tillyard, 1917

Genus *Mesopsyche* Tillyard, 1917

Mesopsyche dobrokhotovae Novokshonov, 1997

Fig. 3

1997, *Mesopsyche dobrokhotovae* Novokshonov, p. 66, Fig. 1(a)

기재: 날개 화석은 곤충의 앞날개이며 길이는 23.6 mm, 폭은 9.6 mm로 길이에 대한 폭의 비율은 0.41이다. 날개의 형태는 가장자리가 매끄럽지 않은 둥근형이다. Sc는 날개의 1/3 지점과 2/3 지점에서 C와 2개의 횡맥으로 연결되어 있다. 연문은 존재하지 않는다. R₁은 Sc와 나란하며 갈라지지 않고 날개의 가장자리까지 이어진다. R은 날개의 1/5 지점에서 둘로 나뉜다. MA는 Sc와 C의 첫 번째 횡맥이 나뉘는 곳보다 앞부분에서 R₁과 나뉜다. MA는 R이 나뉜 부분 근처에서 둘로 갈라진다. MP는 날개의 1/2 지점에서 둘로 갈라진 후 각각 둘로 다시 갈라져서 총 4개의 맥으로 나뉜다. MP₁과 MP₂가 갈라진 부분보다 MP₃과 MP₄가 갈라진 곳이 날개의 앞부분이다. MP₄와 CuA맥은 날개의 중간 부분에서 희미하게 연결되어 있다. CuA맥과 CuP맥은 갈라지지 않고 하나의 맥을 유지하며 날개의 가장자리까지 이어져 있다. CuP맥이 끝나는 지점의 날개 가장자리가 모퉁이 모양이 되어 있다. A맥은 2개이며 평행하고 서로 연결되어 있거나 갈라지지 않는다.

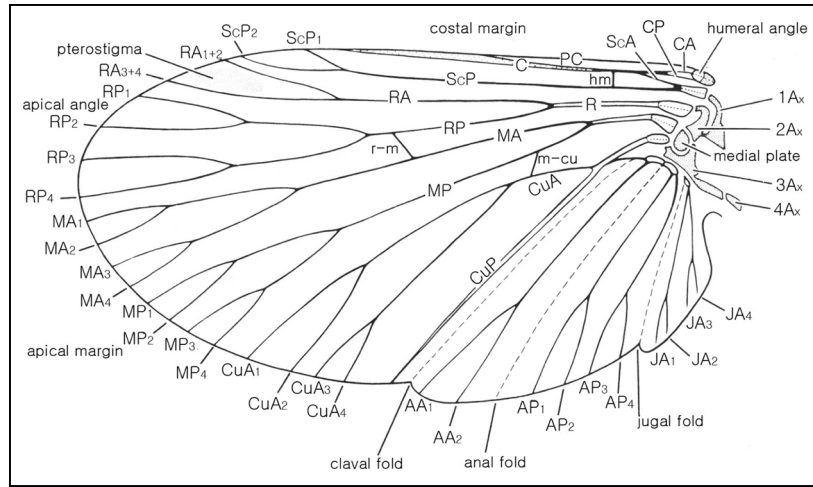


Fig. 2. Diagram of wing venation with veins named according to the Comstock-Needham system (Gullan and Cranston, 2003). C: costa, Sc: subcosta, R: radius, M: media, Cu: cubitus, A: anal vein, J: jugal, Rs: radius sector, h: humeral cross-vein, r: radial cross-vein, s: sectorial cross-vein, r-m: radiomedial cross-vein, m: medial cross-vein, m-Cu: medio-cubital medial cross-vein, Ax: axillary sclerite, A: anterior, P: posterior.

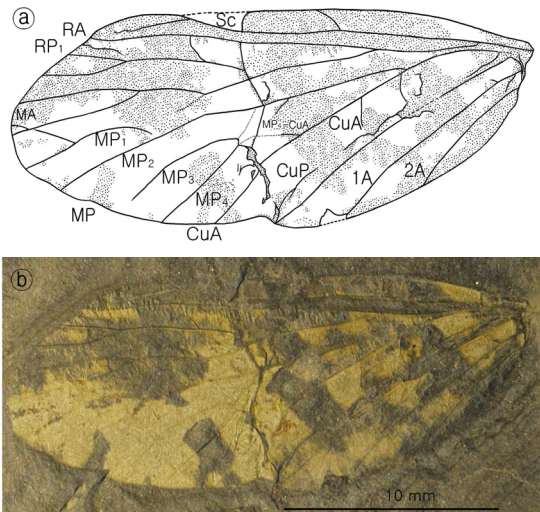


Fig. 3. Wing of the *Mesopsyche dobrokhotovae* Novokshonov from the Amisan Formation. (a) Sketch of *Mesopsyche dobrokhotovae* Novokshonov Drawn from KNU-2009023, (b) Photograph of *Mesopsyche dobrokhotovae* Novokshonov (KNU-2009023).

표본: KNU-2009023

산출: 날개 화석은 충남 보령시 성주면 명천동의 아미산층에서 1개의 표본이 산출되었다(128°37'33.40"E, 36°20'20.24"N).

비교: 아미산층 표본은 날개의 시작 부분이 넓고, CuP맥은 날개의 가장자리와 만나는 부분이 오목하며 R+MA맥의 길이가 MA맥보다 더 짧다는 특징을 갖고 있다. 이런 특징은 Novokshonov (1997)가 우크라이나의 후기 트라이아스기 Protopivskaya층에서 보고한 *Mesopsyche dobrokhotovae*와 잘 일치한다. 아미산층산 *M. dobrokhotovae*는 앞날개의 형태와 CuP맥의 끝 부분이 오목하다는 점에서 Novokshonov (1997)가 중기-후기 트라이아스기의 Madygen층에서 보고된 *M. shcherbakovi* Novokshonov와 비슷하다. 그러나 전자는 후자에 비해 RS+MA맥의 길이가 M보다 길고, r-rs맥이 RS와 MA가 분지되는 곳보다 더 먼 곳에 위치한다는 점에서 다르다. 또한 아미산층산 *M. dobrokhotovae*는 Tillyard (1917)가 오스트레일리아의 후기 트라이아스기 지층에서 보고한 *M. triareolata*와 날개의 외형과 주맥의 분포가 비슷하지만, 전자는 Sc맥이 9개의 횡맥으로 구성되고, CuA-CuP맥이 날개 가장자리 쪽으로 치우쳐 있다는 점에서 후자와 쉽게 구별된다. 그리고 Bashkuev (2011)가 러시아의 후기 페름기 지층에서 보고한 *M. incompleta* Bashkuev는 아미산층 표본과 날개 시작 부분이 넓고 Sc와 R맥의 분지 형태가 비슷하지만 전자는 연문이 발달하고 Sc와 R맥이 횡맥으로 연결되어 있다는 점에서 후자와 다르다.

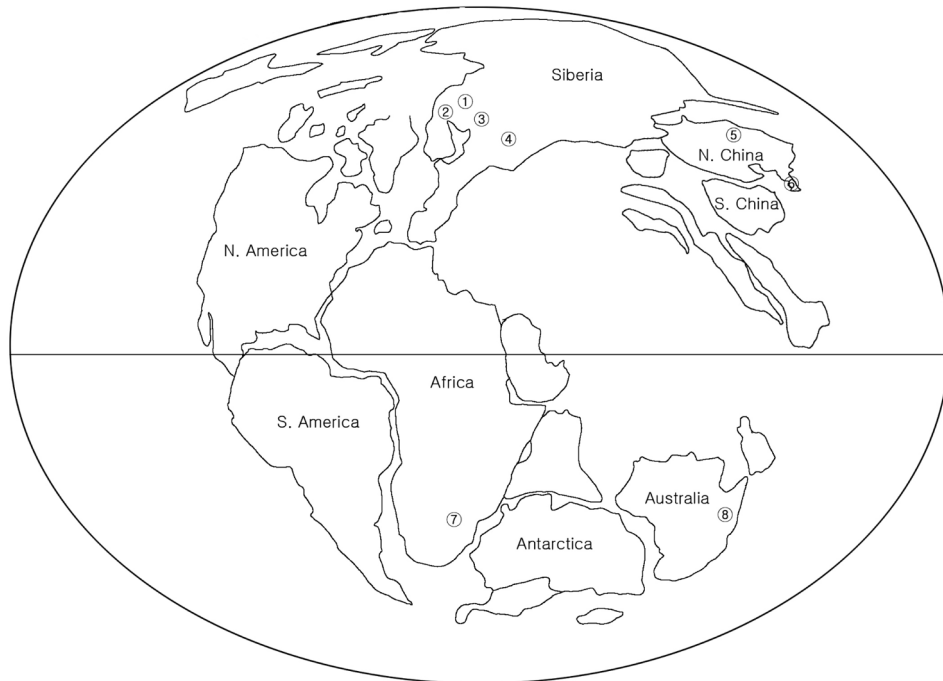


Fig. 4. Distribution of the Genus *Mesopsyche* base on the Late Triassic paleomap (① *M. incompleta* Bashkuev, 2011 from the Late Permian of Russia; ② *M. dobrokhotovae* Novokshonov, 1997 from the Late Triassic of Ukraine; ③ *M. javorskii* Zalesky, 1936 from the Middle Triassic of Russia; ④ *M. justa*, *M. ordinata*, *M. tortiva*, *M. gentica* Novokshonov and Sukatcheva, 2001 from the Late Triassic of Kyrgyzstan; ⑤ *M. tongchuanensis* Hong, 2007 from the Middle Triassic of China; ⑥ *M. dobrokhotovae* Novokshonov, 1997 from the Late Triassic of Korea; ⑦ *M. optata*, *M. magna* Riek, 1976 from the Late Triassic of South Africa; ⑧ *M. triareolata* Tillyard, 1917 from the Late Triassic of Australia).

논 의

*Mesopsyche*속은 Tillyard (1917)가 오스트레일리아의 후기 트라이아스기 지층에서 산출된 화석 곤충에 근거하여 설립되었다. 그리고 Tillyard (1917)는 이 속을 모식속으로 하여 Mesopsychidae과를 설립하였다. 현재 이 과에 속하는 화석 곤충은 러시아의 상부 페름계 외에도 오스트레일리아, 우크라이나, 키르기스스탄, 타지키스탄, 남아프리카공화국 등의 트라이아스기 지층에서 발견되며 중국 북동부의 쥐라기와 백악기 지층에서도 보고되어 있다(Tillyard, 1917; Riek, 1953; Novokshonov and Sukacheva, 2001; Hong, 2007; Ren et al., 2010; Bashkuev, 2011). 그리고 이 과는 현재 *Mesopsyche*속을 포함하여 8개의 속으로 구성되어 있다(Ren et al., 2010; Bashkuev, 2011). *Mesopsyche*속에는 현재까지 12종이 포함되어 있는데, 러시아의 상부 페름계에서 발견된 *M. incompleta*의 1종을 제외하면 모두 중생대층에서 보고되었다.

이것은 1종만 발견된 고생대에 비하여 중생대에 가장 번성했고 다양성이 높았다는 것을 의미한다.

Fig. 4와 같이 *Mesopsyche*속은 지리적으로 세계적인 분포를 보인다. 즉, 러시아와 중국의 중기 트라이아스기, 오스트레일리아, 우크라이나, 키르기스스탄, 남아프리카공화국의 상부 트라이아스기(Tillyard, 1917; Bashkuev, 2011)에서 *Mesopsyche*속에 속하는 종들이 각각 알려져 있다. 이것은 *Mesopsyche*속이 지역적인 고유성을 갖지 않고 전 세계적으로 매우 번성한 그룹이라는 것을 지시한다.

현생 밀들이목은 Bittacidae과를 포함하여 총 9개 과로 구성된다(Grimaldi and Engel, 2005). 중생대에 멸종된 화석 Mesopsychidae과는 Sc와 R맥 사이의 횡맥의 유무, A맥들 사이의 횡맥의 유무 등의 특징에 의해 현생의 다른 모든 과와 뚜렷하게 구별된다(Triplehorn and Johnson, 2005). 현생의 밀들이목은 습한 곳의 식물 줄기나 잎의 아래쪽에 붙어 있다가 작은 곤충이나 곤충의 사체를 먹고 사는 포식자로

알려져 있다(Gullan and Cranston, 2003; Triplehorn and Johnson, 2005). 따라서 남포 지역에서 밀들이 화석의 존재는 그 당시 밀들이 서식할 수 있는 습한 환경의 존재, 다양한 크기의 식물 분포, 먹잇감이 되는 다양한 곤충들이 서식했음을 추정케 해 준다.

결 론

남포층군 아미산층에서 산출된 앞날개 화석은 날개의 형태가 둥근형이며, CuP맥은 날개 가장자리와 만나는 곳이 오목하게 들어간 것과 Rs+MA맥이 MA맥보다 더 짧다는 특징을 갖는다. 이 화석은 계통분류학적으로 밀들이목 Mesopsychidae과 Mesopsyche속의 *Mesopsyche dobrokhotovae*에 속한다. 이 속에 속하는 화석 곤충은 후기 트라이아스기에 세계적인 분포를 보이며 상당히 번성한 그룹이었다고 추정된다. 밀들이목 화석의 존재는, 현생 밀들이 곤충의 생태로부터 판단하면, 후기 트라이아스기의 남포 지역에 현생과 비슷한 서식 환경이 존재했음을 지시한다. 또한 우리나라에서 발견된 곤충화석 중 가장 오래된 화석의 하나이며 밀들이 화석으로는 최초의 기록이다.

사 사

본 논문의 미비점에 대하여 상세한 지적과 건설적인 비평을 해주신 한국교원대학교 김정률 교수님, 충북대학교 이동찬 교수님 그리고 진주교육대학교 김경수 교수님께 깊은 감사사를 드립니다.

References

- Aristov, D.S. and Bashkuev, A.S., 2008, New insects (Insecta: Mecoptera, Grylloblattida) from the Middle Permian Chepanikha Locality, Udmurtia. *Paleontological Journal*, 42, 2, 159-165.
- Baek, K.S. and Yang, S.Y., 2004, Cockroaches from the Early Cretaceous of Korea. *Journal of Paleontological Society of Korea*, 20, 71-98. (in Korean)
- Bashkuev, A.S., 2011, The earliest Mesopsychidae and revision of the family Mesopanorpididae (Mecoptera). *Zookeys*, 130, 263-279.
- Carpenter, F.M., 1992, Superclass Hexapoda. *Treatise on invertebrate paleontology*, part R, Arthropoda 3-4. Geological Society of America, Colorado, USA, 655 p.
- Chun, H.Y., Bong, P.Y., Lee, H.Y., and Choi, S.J., 1988, Palaeontology and stratigraphy of the Chungnam Coalfield. Korea Institute of Energy and Resources, KR-87-28, 52 p. (in Korean)
- Egawa, K. and Lee, Y.I., 2011, K-Ar dating of illites for time constraint on tectonic burial metamorphism of the Jurassic Nampo Group (West Korea). *Geosciences Journal*, 15, 131-135.
- Engel, M.S., Lim, J.D., and Baek, K.S., 2006, Fossil snakeflies from the Early Cretaceous of southern Korea (Raphidioptera: Mesoraphidiidae). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 12, 249-256.
- Engel, M.S., Lim, J.D., Baek, K.S., and Martin, L.D., 2002, An earwig from the Lower Cretaceous of Korea (Dermaptera: Forficulina). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 75, 86-90.
- Grimaldi, D. and Engel, M.S., 2005, *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press, New York, USA, 755 p.
- Gullan, P.J. and Cranston P.S., 2003, *The insects, an outline of entomology second edition*. Blackwell Publishing, Iowa, USA, 470 p.
- Hamilton K.G., 1972, The insect wing, part II. Vein homology and the archetypal insect wing. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 45, 54-58.
- Hong, Y.C., 2007, Midtriassic new genera and species of Mesopanorpididae (Insecta: Mecoptera) from Shanxi, China. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 28, 716-720.
- Hwang, S.H. and Hwang, G.C., 1985, Study on the fossils from the Amisan Formation of the Nampo Group. Report of the 31st National Science Contest, 30 p. (in Korean)
- Kawasaki, S., 1926, Addition to the older Mesozoic plants in Korea. *Bulletin Geological Survey of Chosen (Korea)*, 4, 1-35.
- Kim, B.K., 1976, Geological and paleontological studies of Chungnam Coalfield. Geological Society of Korea, 12, 124-143. (in Korean)
- Kim, K.C. and Lee, W.J., 1975, A fossil long horned Katydid (Orthoptera: Tettigoniidae) from Miocene Geumgwangdong Formation, Yeonil-gun Korea. *University Journal of Busan National University*, 20, Natural Science Series, 53-59.
- Kim, J.H., Kim, H.S., Lee, B.J., Kim, J.M., and Lee, H.K., 2002, A new species *Leptostrobis* from the Upper Triassic Amisan Formation of the Nampo Group in Korea. *Journal of Korean Earth Science Society*, 23, 30-37.
- Kim, S.T., Han, N.K., Yoon, H.B., Jeon, B.C., Park, J.N., Lim, K.H., Park, I.S., Lee, J.I., and Choi, J.H., 1992, *The fossils of Chosen 2*. Science Engineering Press, Pyongyang, North Korea, 112 p. (in Korean)
- Kimura, T. and Kim, B.K., 1984, General review on the Daedong flora, Korea. *Bulletin Tokyo, Gakugei University*, 36, 201-236.

- Kobayashi, T., 1975, Upper Triassic esterhids in Thailand and the conchostracan development in Asia in the Mesozoic Era. *Geological Palaeontology, SE-Asia*, 16, 57-90.
- Lee, D.Y., Ryu, Y.S., Kang, K.W., Yae, J.K., and Ryu, B.H., 1974, Geological report on Chungnam Coalfield. Dong-A Engineering Geology Consultant, KR-M-Tanji-2_1974, 50 p. (in Korean)
- Lee, S.W. and Chung, G.S., 2010, Facies analysis of the Mesozoic Hajo Formation in the Chungnam Basin, Boryeong, Korea. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 31, 18-35 (in Korean with English abstract).
- Nam, K.S., 2012, Study on the earliest insect fauna from the Early Mesozoic. Report of the 58st National Science Contest, 44 p. (in Korean)
- Novokshonov, V.G., 1997, Some Mesozoic Scorpionflies (Insecta: Panorpida=Mecoptera) of the families Mesopsychidae, Pseudopolycentropodidae, Bittacidae and Permochoristidae. *Paleontological Journal*, 31, 65-71.
- Novokshonov, V.G. and Sukacheva, I.D., 2001, The fossil scorpionflies of "Suborder" Paratricopectera (Insecta: Mecoptera). *Paleontological Journal*, 35, 173-182.
- Packard, 1886, A new arrangement of the orders of insects. *American Naturalist*, 20, 808 p.
- Pyo, J.H. and Yang, L.M., 1995, Study on the venation of insect fossils from the Amisan Formation in Boryeong, Chungnam. Report of the 41st National Science Contest, 33 p. (in Korean)
- Ren D., Conrad, C.L., and Shih, C.K., 2010, New Mesozoic Mesopsychidae (Mecoptera) from Northeastern China. *Acta Geologica Sinica*, 84, 720-731.
- Riek, E.T., 1953, Fossil Mecopteroid insects from the Upper Permian of New South Wales. *Records of the Australian Museum*, 22, 55-87.
- Riek, E.T., 1976, A new collection of insects from the Upper Triassic of South Africa. *Annals of the Natal Museum*, 22, 791-820.
- Shimamura, S., 1931, Geological atlas of Chosen (1:50,000), Cheongyang, Daecheon, Buyeo and Nampo sheets and the explanatory text. Geological Survey of Chosen (Korea), 11 p.
- Son, C.M., Jeong, C.H., Kim, B.K., and Lee, S.M., 1967, Geological report on Chungnam Coalfield (VI). Geological Survey of Korea, KR-58-8_1967, 156 p. (in Korean)
- Suh, H.G., Kim, D.S., Park, S.H., Lim, S.B., Cho, M.C., Bae, D.J., Lee, C.B., Lee, D.Y., Ryu, Y.S., Park, J.S., and Chang, Y.H., 1980, Geology of the Seongju area, Chungnam Coalfield (I). Korea Institute Energy and Resources, KR-M-Seoktanji-2_1980, 42 p. (in Korean with English abstract)
- Tillyard, R.J., 1917, Mesozoic insects of Queensland. no 1. Planipennia. Tricopectera and the New order Protomecopectera. *Proceedings of the Linnean Society, New South Wales*, 42, 175-200.
- Triplehorn, C. and Johnson, N., 2005, Borror and Dellong's introduction to the study of insects. Thomson Brooks & cole, Belmont, USA, 864 p.
- Ueda, K., Kim, T.W., and Aoki, T., 2005, A new record of Early Cretaceous fossil dragonfly from Korea. *Bulletin Kitakyushu Museum of Natural History and Human History Series, A*, 145-152.
- Zalessky, G., 1936, Sur deux restes d'insectes fossiles Provenant Du basin de Kousnetzsk et sur l'age geologique des depots qui les renferment. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 5, 687-695.

Manuscript received: March 16, 2014

Revised manuscript received: April 17, 2014

Manuscript accepted: April 30, 2014