

〈Short Note〉

함평분지 백악기층에서 산출된 딱정벌레화석에 대한 보고

허민 · 정철환*

전남대학교 지구환경과학부, 한국공룡연구센터

Min Huh and Chull-Hwan Chung, 2009, A report on fossil beetles(Insecta: Coleoptera) from the Cretaceous deposits in the Hampyeong Basin, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*. v. 45, no. 3, p. 275-281

(M. Huh and C.-H. Chung, Faculty of Earth Systems and Environmental Sciences and Korea Dinosaur Research Center, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea)

1. 서 론

곤충은 육상환경에 가장 성공적으로 적응한 절지 동물로 고생대 데본기에 처음 출현한 이후 가장 다양성이 높고 풍부한 육상 동물로 알려져 있다. 곤충 화석은 미약한 경질부 발달로 인하여 화석기록에서는 제한적으로 나타나고 있다. 그러나 지난 30년 동안 세계 여러 지역에서 다양한 형태의 곤충화석이 발견되면서 과거 지질시대 동안 중요한 육상 무척추 동물군 중 하나였다는 것이 다양한 연구 결과를 통해 보고되고 있다(Jarzembowski and Ross, 1996). 고생대 데본기 초기에 날개가 없는 원시 무시아강(Apterygota)에 속하는 곤충이 처음 출현한 이후 석탄기 중기에 날개를 갖춘 무변태 유시아강(Pterygota)이 나타났으며 페름기에는 완전변태 유시아강이 확산되었다. 고생대 이후 곤충은 석탄-페름기, 쥐라기 초기, 백악기 초기, 제3기 에오세의 네 차례 절정기를 이루며 진화해 왔으며 트리아스기 초기와 백악기 후기 및 팔레오세에 다양성 감소가 나타나나 전체적으로 낮은 멸종률과 지속적인 출현률로 인해 다양성이 증가되어왔다(Labandeira and Sepkoski, 1993).

곤충은 매우 풍부하고 수명이 짧은 동물로서 다양한 환경에서 서식하는 육상 생물이며 따라서 고환경에 대한 유용한 정보를 제공해 줄 수 있다(Jarzembowski, 1995; Batten, 1998; Whitehouse, 2000; Martinez-Delclos et al., 2004). 특히 곤충은 식물과 밀접한 상호작용을 통해 진화해왔으며 곤충의 다양화는 식물과의 공진

화(coevolution)에 의한 것으로 알려져 있다(Morris, 1990). 피자식물이 새로이 출현했던 중생대 백악기는 곤충이 폭발적으로 증가했던 시기로 다양한 형태의 새로운 종류의 출현과 사회적 조직력을 갖춘 곤충의 등장 등 곤충류 진화에서 매우 중요한 시기였으며 이 시기동안 어떠한 다른 육상 동물보다 다양했던 것으로 알려져 있다(Jarzembowski, 1995).

우리나라에서의 곤충화석에 대한 연구는 백악기 경상층군을 중심으로 몇 차례 보고된 바 있으나(황상현과 황규철, 1986; 서승조, 1992; 양승영 외, 1998; 이삼식 외, 2000; 백광석과 양승영, 2004), 육성 퇴적층의 넓은 분포에도 불구하고 아직 미진한 편이며, 체계적인 연구는 거의 이루어지지 못했다. 이 연구는 전라남도 함평군 학교면과 대동면 일대 백악기 퇴적층에서 산출된 곤충화석에 대한 예비 연구로 보존상태가 양호한 딱정벌레화석을 중심으로 기재, 분류하고 그 고생물학적 의미를 고찰하려 한다.

2. 지질개요

연구지역인 함평분지는 옥천습곡대를 따라 발달된 10여개의 소규모 백악기 퇴적분지 중 하나로 옥천조산대 남쪽에 위치하고 있으며, 행정구역상 전라남도 함평군 함평읍, 대동면, 엄다면, 학교면과 나주시 문평면 및 다시면 그리고 무안군 북동부 일대에 분포하고 있다. 광주단층을 따라 북동-남서 방향의 대상으로 발달된 함평분지는 서쪽으로는 시대미상

* Corresponding author: +82-62-530-0577, E-mail: chungch93@hanmail.net

의 편암류 및 쥐라기 화강암류와, 동쪽으로는 쥐라기 화강암류와 단층 및 부정합으로 접하고 있다(황재하 외, 2002). 함평분지의 백악기층은 주로 육성기원의 쇠설성 퇴적암류와 화산쇄설암류로 이루어져 있으며 분지의 기반을 이루고 있는 시대미상의 편암류 및 쥐라기 화강암류를 부정합으로 덮고 있다. 층의 두께는 약 500 m이며(홍준표 외, 2007; You *et al.*, 2000), 주구성 암석은 역암, 사암, 이암, 응회암 및 이들을 관입한 화산암류이다. 함평분지의 백악기 퇴적암류는 인근의 해남분지와 잘 대비되는데 함평분지로부터 약 30 km 남쪽에 위치한 해남-목포지역의 해남분지에는 백악기 화산쇄설암류 및 화산암류와 함께 흑색 셰일과 사암이 넓게 분포하고 있다. 함평분지 및 해남분지의 퇴적암류는 화산활동의 영향을 받은 하성-호성환경(fluvio-lacustrine depositional environment)에서 형성된 것으로 알려져 있다(황재하 외, 2002; 홍준표 외, 2007; Reedman and Um,

1975; Chun, 1989; Chun and Chough, 1995; You *et al.*, 2000). 함평분지의 백악기 퇴적암류는 암상에 따라 하부로부터 산성 응회암류, 적색 응회질 사암 및 이암, 녹회색 역암·사암·이암, 흑색 사암 및 이암, 라필리 응회암 등으로 구분된다(그림 1). 이들 퇴적층은 피자식물화석의 산출과 하양층군에 대비되는 적색 사질암 및 녹회색 사암에 근거하여 Aptian에서부터 Santonian에 해당하는 것으로 알려져 있다(홍준표 외, 2007; You *et al.*, 2000). 곤충화석이 발견된 흑색 사암 및 이암층은 함평분지의 중심부인 함평군 학교면 월산리와 대동면 백호리 및 향교리 일대에 분포하고 있다. 이 층은 부분적으로 수평엽리가 발달된 두꺼운 흑색 이암으로 주로 이루어져 있으나 수 cm 내지 수십 cm 두께의 암회색 역암 및 사암이 국지적으로 협재한다. 곤충화석은 흑색 사암 및 이암층 상부에 협재된 흑색 셰일층에서 산출되었다(그림 2).

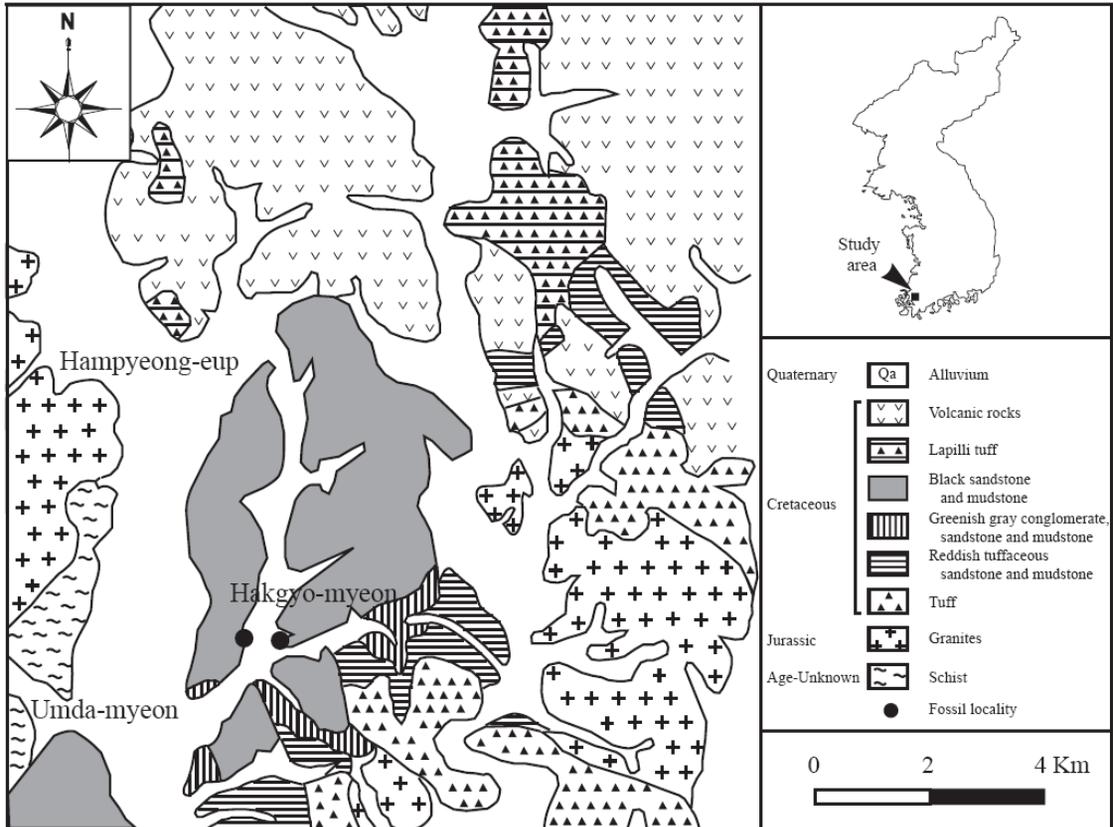


Fig. 1. Geologic map of study area and fossil locality(modified from Hwang *et al.*, 2002).

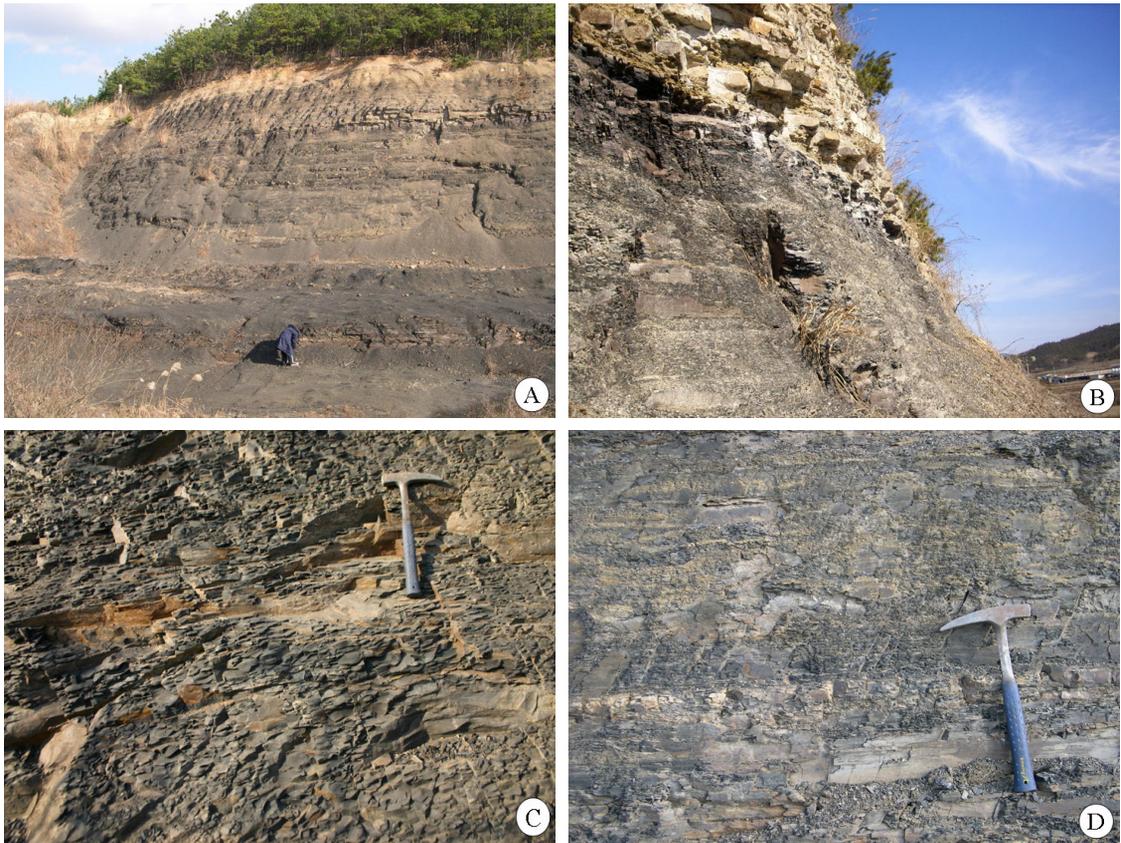


Fig. 2. Photographs of outcrops yielding insect fossil. Overall and close-up views of lithology of Wolbong(A & C) and Hudong(B & D) sections.

3. 시료 및 방법

함평분지에서 산출된 곤충화석은 대부분 머리와 다리가 남아 있지 않고 앞가슴 등판(pronotum)과 시초(elytra)로 구성되어 있거나 떨어져 나온 시초로 이루어져 있어 종 수준(species level)까지의 분류에는 어려움이 있었다. 일반적으로 딱정벌레목에 속하는 곤충화석은 분류에 중요한 기준이 되는 날개의 산출이 드물고 날개 덮개(wing case)로 알려진 딱딱한 시초와 외골격 일부만이 불안전하게 보존되는 특성이 있어 속(genus) 수준이나 종 수준의 분류에 대한 타당성과 객관성에 많은 논란이 있다(Carpenter, 1992; Ponomarenko *et al.*, 1999). 이번 연구에서는 과(family) 수준에서 분류가 이루어졌으며 주로 전체적인 형태와 앞가슴 등판 구조, 시초의 모양 및 표면 조직, 다리구조 등에 의해 분류하였다(그림 3). 곤

충화석이 채취된 지점은 학교면 사가리 월봉마을 도로변과 후동마을 인근에 위치하며 흑색 셰일층에서 산출되었다. 채취된 곤충화석 표품은 실체현미경하에서 관찰하고 확인된 곤충화석 표품은 일련번호를 부여하고 사진을 찍어 기록하였다. 곤충화석 표품은 전남대학교 한국공룡연구센터 수장고에 보관되어 있다.

4. 분 류

Class: Insecta Linnaeus, 1758
 Order: Coleoptera Linnaeus., 1758
 Suborder: Archostemata Kolbe, 1908
 Family: Cupedidae Laporte, 1836

원시아목(Archostemata)에 속하는 곰보벌레과

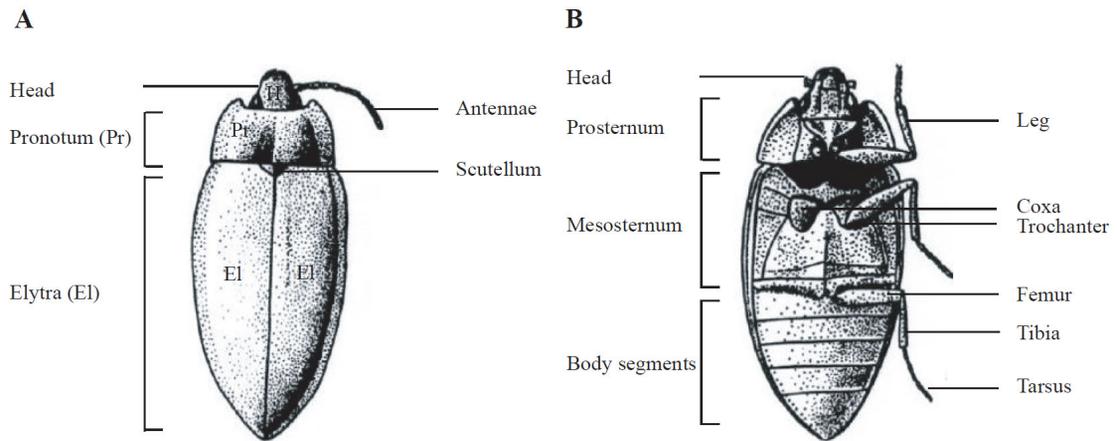


Fig. 3. General structure of fossil beetles. A, dorsal part. B, ventral part.

(Cupedidae)는 중생대 트리아스기에 출현한 초기 딱정벌레로서 길고 납작하며 측면이 나란한 몸체를 가지고 있다. 또한 시초 표면에는 정사각형의 구멍이 그물눈 구조(reticulate)를 이루고 있는데 이러한 표면조직이 곰보벌레과의 가장 큰 특징이다. 몸체 길이는 대부분 5-25 mm 정도이다. 썩은 나무속이나 나무 껍질 아래에서 서식하며 주로 균류와 나무를 먹고 사는 것으로 알려져 있다. 함평분지에서 발견된 표품(시료번호 KDRC-HPI-15)은 머리부분과 앞가슴 등판 및 다리는 남아있지 않고 분리된 시초로 이루어져 있다(그림 4). 분리된 시초의 길이는 2.2 mm이고 최대 너비는 0.9 mm이며 길이 대 최대 너비의 비는 2.4인 길쭉한 장방형태이다. 시초 표면에 그물눈 구조의 발달이 뚜렷하다. 분리된 시초 형태로 불완전하게 산출되는 것으로 보아 퇴적장소 외부에서 운반되어 온 것으로 생각된다.

Class: Insecta Linnaeus, 1758

Order: Coleoptera Linnaeus., 1758

Suborder: Polyphaga Emery, 1886

Family: Eucinetidae Lacordaire, 1857

다식아목(Polyphaga)에 속하는 Eucinetidae는 육상에 서식하는 작은 종류로 큰 기절판(coxal plate)과 약간 볼록한 타원형 몸체, 그리고 작고 아래로 굽은 머리가 특징이다. 몸체 길이는 대부분 1-4 mm 정도이고 몸체 길이 대 몸체 최대 너비의 비는 1.3-1.8

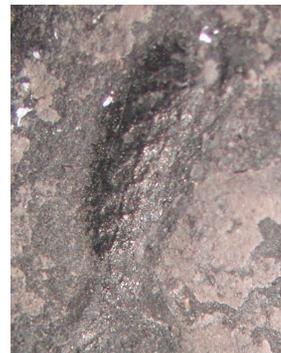


Fig. 4. Cupedidae elytron (KDRC-HPI-15), 2.2 mm long.

이다. 썩은 나무나 통나무 껍질에서 발견되며 주로 곰팡이와 나무를 먹고 사는 것으로 알려져 있다. 함평분지에서 발견된 표품(시료번호 KDRC-HPI-26A와 B)은 등 부위(dorsal part)와 배 부위(ventral part)가 함께 나타나고 있으며 몸체 길이는 3.6 mm이고 몸체 최대 너비는 2.6 mm이다. 머리부분은 남아 있지 않다(그림 5). 등 부위에서는 앞가슴 등판과 시초로 구성되어 있으며 배 부위에서는 앞가슴 배판(prosternum)과 가운데 가슴배판(mesosternum)의 경계가 뚜렷하며 기절홈(coxal cavity)도 관찰된다. 또한 기절(coxa), 전절(trochanter), 퇴절(femur), 경절(tibia)이 구분된 3쌍의 다리구조가 나타나며 몸체 후단부에 체절구조가 관찰된다.

Mesocinetus Ponomarenko, 1986과 유사하다.

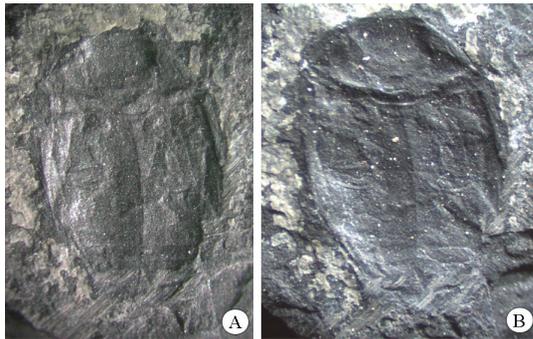


Fig. 5. Eucinetidae beetle showing dorsal and ventral parts, 3.6 mm long. A, dorsal part(KDRC-HPI-26A). B, ventral part(KDRC-HPI-26B).

Class: Insecta Linnaeus, 1758
 Order: Coleoptera Linnaeus., 1758
 Suborder: Polyphaga Emery, 1886
 Family: Chrysomelidae Latreille, 1802

다식아목에 속하는 잎벌레과(Chrysomelidae)는 식물을 섭취하는 대표적인 종류로서 지금까지 약 35,000종이 알려져 있다. 물가에 서식하는 식물의 잎이나 꽃에서 주로 발견되며 약간 연장된 아원통형 내지 둥근 타원형의 몸체와 몸체의 2/1보다 짧은 더듬이(antennae), 4개의 마디로 나타나는 부절(tarsal) 구조가 특징이다. 몸체 길이는 다양하여 1-16 mm 정도이다. 함평분지에서 발견된 표본(시료번호 KDRC-HPI-25A와 B)은 등 부위와 배 부위가 함께 나타나고 있으며 몸체 길이는 4.1 mm이고 몸체 최대 너비는 2.2 mm이다(그림 6). 머리부분과 다리 일부는 남아 있지 않다. 등 부위에서는 앞가슴 등판과 시초로 구성되어 있으며 아삼각형의 소순판(scutellum)이 뚜렷하게 발달되어 있다. 소순판 위에 작은 타원형태의 돌기가 발달되어 있다. 좌우측 시초 경계부를 따라 약 0.2-0.3 mm 정도 벌어져 있는데 후미부로 가면서 틈이 좁아지는 경향을 보인다. 후단부의 두개의 시초가 만나는 끝부분은 약간 갈라져 있다. 배 부위에서는 앞가슴 배판과 가운데 가슴 배판의 경계가 다소 불분명한 파형을 이루고 있다. 측면으로 길게 연장된 파형의 앞가슴후측판(proepimeron)이 특징적이다. 좌측 복면(abdomen)에서는 기절을 포함한 2개의 다리구조가 관찰된다.

Pseudomegamerus Medvedev, 1968과 유사하나 함평 표본의 크기가 약간 작다.



Fig. 6. Chrysomelidae beetle showing dorsal and ventral parts, 4.1 mm long. A, dorsal part(KDRC-HPI-25A). B, ventral part(KDRC-HPI-25B).

Class: Insecta Linnaeus, 1758
 Order: Coleoptera Linnaeus., 1758
 Suborder: Adephaga Schellenberg, 1806
 Family: Carabidae Latreille, 1802

육식아목(Adephaga)에 속하는 먼지벌레과(Carabidae)는 육상 곤충류를 대표하는 종류 중 하나로서 머리와 대악(mandible)이 큰 편이고 다리가 길다. 또한 시초에 용기선(ridge)이 발달되어 있는 것이 특징이다. 몸체의 형태는 매우 다양하고 길이는 3-36 mm 정도이다. 나무 껍질속이나 통나무 밑, 강가나 물가 주변의 모래와 암반에서 주로 서식하며 대부분 다른 무척추동물을 사냥하여 섭취한다. 함평분지에서 발견된 표본(시료번호 KDRC-HPI-19)은 등 부위로서 머리, 앞가슴 등판, 시초로 구성되어 있으며 시초 후미부가 남아 있지 않다(그림 7). 몸체 길이는 3.8 mm이고 몸체 최대 너비는 1.5 mm이다. 앞가슴 등판과 시초 경계부 중앙에 삼각형의 소순판이 발달되어 있다. 머리는 1.2 mm의 너비로 큰 편이며 앞가슴 등판으로부터 멀어지면서 약간 좁아지는 모양을 하고 있다. 머리 전면부 좌우측에 눈의 흔적이 관찰된다. 앞가슴 등판은 대체로 사각형 형태를 하고 있으며 측면저부(lateral depression)가 부분적으로 나타난다. 측정된 시초의 길이는 2.1 mm이나 후미부가 남아 있지 않아 실제 길이는 더 길 것으로 보이며 최대너비가 0.8 mm이다. 시초 표면에는 용기선이 뚜렷하게 발달되어 있다.

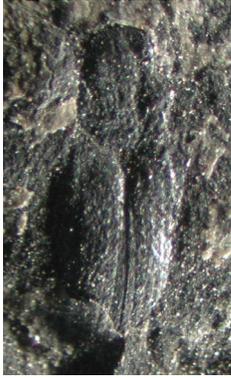


Fig. 7. Carabidae beetle (KDRC-HPI-19) showing dorsal part, 3.8 mm long.

Class: Insecta Linnaeus, 1758

Order: Coleoptera Linnaeus., 1758

Suborder: Adephaga Schellenberg, 1806

Family: Gyrinidae Latreille, 1810

육식아목에 속하는 물맴이과(Gyrinidae)는 물 표면에 주로 서식하는 수생 딱정벌레로 두개의 복안(compound eyes)을 가지고 있어 수면 위와 아래를 동시에 볼 수 있다. 둥근 타원형이거나 연장된 길쭉한 형태를 하고 있으며 3-15 mm 길이의 납작한 몸체를 하고 있다. 앞가슴 등판은 너비가 좁고 평활하며 시초 표면에는 특징적인 줄무늬가 규칙적으로 발달되어 있다. 호숫가나 습지 흐름이 약한 하천가에 주로 서식하는 것으로 알려져 있으며 다른 곤충이나 유충을 먹이로 생활한다. 함평분지에서 발견된 표본(시료번호 KDRC-HPI-18)은 분리된 시초로 이루어져 있다(그림 8). 이 시초의 길이는 5.2 mm이고 최대 너비는 2.5 mm이며 길이 대 최대 너비의 비는 2.1인 길쭉한 방추형 모양을 하고 있다. 후미부로 가면서 점차 가늘어진다. 산출상태가 좋지 않아 다소 불규칙적이지만 시초 표면에 특징적인 줄무늬가 발달되어 있다. Ponomarenko *et al.*(2005)는 줄무늬의 연장성과 모양에 따라 백악기 물맴이과를 종 수준(species level)까지 분류하였다. 함평분지에서 산출된 물맴이과는 줄무늬가 부분적으로 남아 있어 세부적인 분류에는 한계가 있다. 분리된 시초 형태로 불완전하게 산출되는 것으로 보아 퇴적장소 외부에서 운반되어 온 것으로 생각된다.



Fig. 8. Gyrinidae elytron (KDRC-HPI-18), 5.2 mm long.

5. 요약 및 결론

한반도 서남부 함평분지의 백악기 퇴적층에서 산출된 곤충화석을 분류, 기재한 결과 딱정벌레목에 속하는 곰보벌레과(Cupedidae), Eucinetidae, 잎벌레과(Chrysomelidae), 먼지벌레과(Carabidae), 물맴이과(Gyrinidae) 등이 확인되었다. 딱정벌레는 오늘날 전체 동물계의 25%를 차지하는 대표적인 곤충 종류로 시초라는 독특한 외골격을 갖고 있어 다른 곤충과 쉽게 구별될 뿐만 아니라 화석으로 보존되는 데에도 유리하다. 함평분지의 딱정벌레화석은 대부분 머리와 다리가 남아 있지 않고 앞가슴 등판과 시초로 구성되어 있거나 떨어져 나온 시초로 이루어져 있으나 일부 표본은 등 부위와 배 부위가 함께 나타나고 있어 입체적인 형태에 대한 단서를 제공해 주었다. 이들 딱정벌레화석군에는 균류에서부터 식물과 다른 무척추동물에 이르기 까지 다양한 섭생형태가 포함되어 있으며 각 종류의 생태학적 특성 및 산출상을 고려해 볼 때 이 곤충화석군은 육상, 수생 및 삼림 등 다양한 생태계에서 서식하던 종류들로 이루어져 있다. 일부 종류는 분리된 시초 형태로 불완전하게 산출되는데 퇴적장소 외부에서 운반되어 온 것으로 생각된다.

사 사

이 연구는 한국과학재단 특장기초연구과제(KOSEF R01-2008-000-20056-0)의 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사드린다. 시료의 채취와 시편 제작에 도

음을 준 전남대학교 지구환경과학부 지질학전공 고생물연구실 학생들과 한국공룡연구센터 연구원들에게 감사사를 드린다.

참고문헌

백광석, 양승영, 2004, 경상층군산 바퀴류 화석. 한국고생물학회지, 20, 71-98.
 서승조, 1992, 진주지역 진주층산 곤충화석. 자연사환경학회 특별강연회, 25 p.
 양승영, 김태완, 백광석, 1998, 진주부근의 동명층에서 발견된 백악기 비해성 절지동물에 관한 보고. 한국고생물학회 제 14차 학술발표회, 21 p.
 이삼식, 김기분, 양승영, 2000, 경상층군 동명층과 칠곡층에서 발견된 백악기 곤충화석군. 한국지구과학회 2000년도 추계학술발표 논문요약집, 99 p.
 홍준표, 석동우, 도성재, 2007, 부여분지와 함평분지에 분포하는 백악기 암석에 대한 자기특성 연구. 대한자원환경지질학회지, 40, 191-207.
 황상현, 황규철, 1986, 남포층군 아미산층의 화석에 대한 연구(요약). 한국지구과학회지, 7, 59-68.
 황재하, 김복철, 기원서, 송교영, 이승렬, 2002, 함평도폭지질보고서(1:25,000). 한국지질자원연구원, 58 p.
 Batten, D. J., 1998, Palaeoenvironmental implications of plant, insect and other organic-walled microfossils in the Weald Clay Formation (Lower Cretaceous) of southeast England. *Cretaceous Research*, 19, 279-315.
 Carpenter, F.M., 1992. Superclass Hexapoda. In: Moore, R.C., Kaesler, R.L. (Eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R. Arthropoda 4 (3/4)*, The Geological Society of America and University of Kansas, Lawrence, 1-655.
 Chun, S. S., 1989, Sedimentary processes, depositional environments and tectonic settings of the Cretaceous Uhangri Formation, Southwest Korea. Ph.D. Thesis, Seoul National University, 328 p.
 Chun, S. S. and Chough, S. K., 1995, The Cretaceous Uhangri Formation, SW Korea; Lacustrine margin

facies, *Sedimentology*, 42, 293-322.
 Jarzembowski, E. A., 1995, Early Cretaceous insect faunas and paleoenvironment. *Cretaceous Research* 16, 681-693.
 Jarzembowski, E. A., Ross, A. J., 1996, Insect origination and extinction in the Phanerozoic. Geological Society of London, Special Publications, 102, 65-78.
 Labandeira, C. C., Sepkoski, J. J. Jr., 1993, Insect diversity in the fossil record. *Science*, 261, 310-315.
 Martinez-Delclos, X., Briggs, D. E. G., Penalver, E., 2004, Taphonomy of insects in carbonates and amber. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 203, 19-64.
 Morris, S. C., 1990, Coevolution. In: Briggs, D. E. G. and Crowther, P. R. (Ed.). *Palaeobiology*. Blackwell Scientific Publications, pp. 136-138.
 Ponomarenko, A.G., Coram, R.A., Jarzembowski, E.A., 2005, New beetles(Insecta: Coleoptera) from the Berriasian Purbeck Limestone Group, Dorset, UK. *Cretaceous Research* 26, 277-281.
 Ponomarenko, A.G., Coram, R., Jarzembowski, E.A., 1999, Fossil Beetles (Insecta: Coleoptera) from the Purbeck Limestone Group of Dorset a Preliminary Report. *Dorset Proceedings*, 121, 107-112.
 Reedman, A. J. and Um, S. H., 1975, *Geology of Korea*. Geological and Mineralogical Institute of Korea, 139p.
 Whitehouse, N. J., 2000, Forest fires and insects: palaeontomological research from a subfossil burnt forest. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 164, 231-246.
 You, H.S., Kenrick, P., Koh, Y.K., Kim, J. Y., Yun, S.T., Kim, H.G., Chung, C.H., Ryu, S.O., 2000, Paleodepositional environment of the Cretaceous Hampyeong Basin, southwestern Korea. *J. Korean Earth Sci. Soc.*, 21, 683-694.

투 고 일 : 2009년 5월 6일
 심 사 일 : 2009년 5월 6일
 심사완료일 : 2009년 5월 26일