

남포층군의 아미산층에서 산출된 패갑류 화석

김종현^{1,*} · 이귀형²

¹공주대학교 지구과학교육과, 충남 공주시 공주대학로 56

²천안여자고등학교, 330-150 천안시 동남구 삼룡 3길 30

Fossil Conchostraca from the Amisan Formation of the Nampo Group, Korea

Jong-Heon Kim^{1,*} and Gui-Hyeong Lee²

¹Department of Earth Science Education, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

²Cheonan Girls' Highschool, Cheonan 330-150, Korea

Abstract: A large number of fossil conchostraca used in this study were collected from the Amisan Formation distributed in the western part of Chungnam, Korea. These fossils were densely discovered in several horizons of the Amisan Formation, and might have flourished in the fresh water environment of subtropical climate. The fossil conchostraca from the Amisan Formation were classified into four species belonging to three genera as follows: *Euestheria kawasakii*, *E. shimamurai*, *Sphaerestheria koreanica*, and *Cyclestherioides rampoensis*. Out of four species, the last species was previously described from the Amisan Formation, and the other three species were newly found. Based on the fossil conchostraca, it is inferred that the geological age of the Amisan Formation falls under the Late Triassic Period.

Keywords: fossil conchostraca, Amisan Formation, *Sphaerestheria*, *Euestheria*, *Cyclestherioides*

요약: 충청남도 서부에 분포하는 아미산층에서 많은 패갑류 화석이 채집되었다. 이들 화석은 아미산층의 여러 층군에서 밀집된 상태로 산출되며, 아열대 기후의 담수 환경에서 번성한 것으로 추정된다. 아미산층산 패갑류 화석은 다음과 같이 3속 4종으로 분류되었다: *Euestheria kawasakii*, *E. shimamurai*, *Sphaerestheria koreanica*, 그리고 *Cyclestherioides rampoensis*. 그중에서 후자는 이전에 아미산층에서 기록된 종이고, 나머지 3종은 새로이 발견된 종이다. 패갑류 화석에 의한 아미산층의 지질 시대는 후기 트라이아스기로 추정된다.

주요어: 패갑류, 아미산층, *Euestheria*, *Sphaerestheria*, *Cyclestherioides*

서론

패갑류는 절지동물문 갑각강(Crustacea) 새각아강에 속하고, 태본기에 출현하여 현재까지 생존하고 있다. 새각아강은 멸종된 3개의 목을 포함하여 7목으로 구성

된다. 패갑류는 현재까지 28과 200속 이상이 알려져 있다(Chen and Shen, 1985). 패갑류의 배갑은 그 형태가 이매패의 각과 비슷하지만 성장선 사이에 독특한 장식이 나타나거나(e.g., Kobayashi and Huzita, 1943a; Chen and Shen, 1985), 배갑이 키티노스로 되어 있고 탈피를 한다는 점에서 이매패의 각과 쉽게 구별된다(Hanai, 1974). 패갑류 화석은 남극 대륙을 포함한 전 세계의 모든 대륙에서 발견되며 생태학적인 지시자로서 유용할 뿐만 아니라, 아시아의 고생대와 중생대 지층의 층서 대비에도 중요하게 이용되고 있다(Tasch, 1979). 아시아에서는 한국을 포함하여 중국과 동남아시아에서 패갑류 화석이 많이 산출되고 있다(e.g., Kobayashi, 1975; Chen and Shen, 1985; Lee, 1997).

*Corresponding author: jongheon@kongju.ac.kr

Tel: 82-41-850-8298

Fax: 82-41-850-8299

남포층군에서는 Kobayashi (1951)가 아미산층에서 처음 패갑류 화석을 보고하였다. 이어서 Kimura and Kim (1984a)은 아미산층에서 수 종의 패갑류 화석을 발견하였으며, Lee (1997)도 아미산층의 여러 화석 산지에서 패갑류 화석을 보고하였다. Chun et al. (1988)은 아미산층 이외에 백운사층에서도 아미산층의 것과 형태가 유사한 패갑류 화석을 보고한 바 있다. 아미산층은 패갑류 화석 이외에도 다양한 식물 화석(e.g., Kimura and Kim, 1984a, 1988, 1989; Kim, 1993, 2010; Kim et al., 2002; Kim and Roh, 2008)과 곤충 화석이 많이 산출된다(Nam and Kim, 2014).

남포층군의 식물 화석을 처음 연구한 Kawasaki (1925, 1926, 1939)는 그 지질 시대를 전기 쥐라기로 생각하였다. Kobayashi (1951, 1975)는 일본의 Kamonosho층과 공통 종을 갖는 김포층군 통진층의 지질 시대를 후기 트라이아스기로 보았고, 또한 통진층과 1종의 공통 종을 갖는 아미산층의 지질 시대를 간접적인 대비에 의해서 역시 후기 트라이아스기로 추정한 바가 있다. Kimura와 Kim (1984a, 1984b)는 식물 화석의 연구로부터 남포층군의 시대가 후기 트라이아스기에서 전기 쥐라기에 이르는 것으로 해석하였다. 이후 일반적으로 Kimura and Kim (1984a)의 화석 연대가 널리 받아들여져 왔다.

최근 남포층군 암석에 대한 절대 연대가 측정되어 화석 연대와 비교가 가능해졌다. Jeon et al. (2007)은 남포층군의 사암과 응회암에서 채집한 저어콘의 U-Pb의 연구로부터 남포층군의 절대 연대가 187-172 Ma라고 했으며, 이것은 전기 쥐라기 말기에서 중기 쥐라기 초기를 지시한다. 그리고 Egawa와 Lee (2011)는 아미산층 상부에서 채집한 일라이트의 K-Ar의 연구로부터 아미산층의 연대가 157-140 Ma라고 했다. 이것은 중기 쥐라기 말기에서 후기 쥐라기 초기에 해당한다. 따라서 남포층군의 화석 연대와 절대 연대는 서로 불일치한다는 문제가 존재한다.

이 연구는 아미산층에서 산출된 패갑류 화석을 기재하고 패갑류 화석에 근거하여 아미산층의 지질 시대에 대해 고찰해 보고자 한다.

시료 및 연구 방법

남포층군의 아미산층에 분포하는 세일층에서 200개 이상의 화석 표본을 채집하였지만, 이들은 모두 희미

한 인상 화석으로 보존되었으며, 각의 표면에 어떤 장식도 확인되지 않았다. 한반도에서 이전에 기재된 종들도 대부분 표면장식이 보존되지 않았다. 따라서 표면 장식에 의한 비교는 불가능하므로 패갑류 화석의 분류는 주로 배갑의 외형, 크기, 성장선 수 등의 형태적 특징을 이용하였다. 패갑류는 일명 변갑류, 엽지개, 개갑류 등의 여러 이름으로 호칭되고 있으나 본 연구에서는 Hanai (1974)의 분류 체계를 따른다.

Kobayashi and Huzita (1943b)는 종래 패갑류 화석에 대해 관용적으로 사용해 왔던 *Estheria*의 속명 대신에 *Estherites*라는 새로운 속명의 사용을 제안하였다. 왜냐하면, 패갑류에 *Estheria*속이 설립되기 이전에 이미 곤충의 쌍시목에서 그 속명이 사용되었기 때문에 중복하여 사용할 수가 없고, 또한 현생에 대해서도 관용적으로 사용되어왔던 현생 *Estheria*의 모식종이 *Leptestheria*로 변경되어 *Estheria*라는 속명이 소멸되었기 때문이다(Kobayashi and Huzita, 1943b). 이후 한동안 *Estherites*의 속명이 일반적으로 널리 사용되었다.

그러나, Kobayashi (1954)는 그 자신이 설립한 *Estherites*의 속명을 다시 폐기하고, 새로운 분류 체계를 도입하였다. 따라서 동아시아에서 *Estherites*로 기재된 모든 종들은 새로운 분류 체계에 의해 여러 다른 속으로 재분류되었다. 따라서 종래 사용되어 왔던 *Estheria*와 *Estherites*속은 폐기되었다. Zhang et al. (1976)과 Chen and Shen (1985)도 Kobayashi (1954, 1975)의 제안을 받아들여 패갑류 화석을 체계적으로 정리하였다. 한편, Chen and Shen (1985)은 아직도 일부 화석에 대해 *Estherites*라는 속명을 사용하고 있지만, 현재 대다수의 연구자는 Kobayashi (1954)의 재분류된 속명들을 널리 받아들이고 있다. 본 연구에서는 Kobayashi (1975)의 분류 체계를 따른다.

한반도에서 패갑류 화석을 처음 기재한 Ozawa and Watanabe (1923)와 Kobayashi (1951)는 신종을 기재하면서 완모식 표본을 지정하지 않았고, 보관 장소도 명시하지 않았다. 따라서 신종 기재에 사용한 표본이 현재 어디에 보관되어 있는지 알 수 없다.

이 연구에 사용된 표본은 공주대학교 사범대학 지구과학교육과 화석 표본실에 보관한다.

연구 지역의 지질 개요

남포층군은 일반적으로 후기 트라이아스기~전기

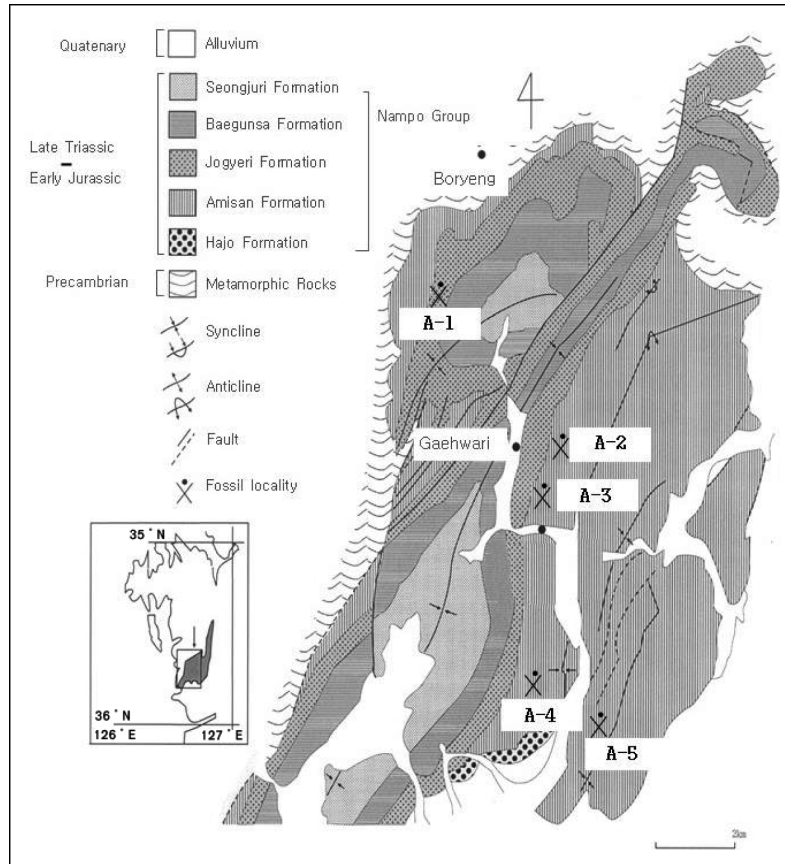


Fig. 1. Simplified geological map of study area (Suh et al., 1980) and fossil localities.

쥐라기에 퇴적된 퇴적암류로 구성되고(Kimura and Kim, 1984a, b), 그 외곽에 변성암류가 분포한다. 남포층군에서 산출되는 식물 화석과 담수 이매패 화석, 어류 화석, 개형충 화석 등은 육성충임을 지시하며, 이 지역의 퇴적 환경은 선상지와 하성 환경으로 추정된다(Choi, 1987, 1988).

연구 지역에 분포하는 남포층군의 층서는 Shimamura (1931)에 의해 처음 조사된 이래, 국내의 연구자들에 의해 수차 개정 또는 수정되었다. 본 논문에서는 Suh et al. (1980)의 층서 분류를 따랐다. Suh et al. (1980)에 의하면, 남포층군은 하부로부터 하조층, 아미산층, 조계리층, 백운사층 및 성주리층으로 구분된다. 남포층군은 전체적으로 식물 화석이 우세하게 산출된다. 연구 지역의 지질도와 화석이 산출된 위치는 Fig. 1과 같다.

Suh et al. (1980)에 의하면 아미산층은 구성 암석에 따라 하부 사암대, 하부 셰일대, 중부 사암대, 중

부 셰일대 및 상부 사암대로 세분된다. 화석은 주로 아미산층의 하부 셰일대와 중부 셰일대에서 산출된다. 하부 셰일대는 주로 흑색 셰일과 실트스톤으로 구성되어 있고 일반적으로 층리가 잘 발달되어 있으며 흑색 셰일에서 패갑류 화석이 산출된다. 중부 셰일대도 엽리가 잘 발달되며 셰일과 실트스톤으로 구성되고, 셰일층에서 패갑류 화석이 산출된다. 패갑류 화석이 산출하는 하부 셰일대와 중부 셰일대는 암상이 서로 비슷하고 엽리가 잘 발달되어 있다는 점에서 호수 환경에서 수류가 거의 없거나 미약한 정수에서 뜬짐이 퇴적된 것으로 알려져 있다(Choi et al., 1986).

연구 결과

아미산층의 다섯 산지에서 산출된 패갑류 화석은 Table 1과 같이 3속 4종으로 분류되었으며 화석의 형태적 특징은 Fig. 2와 같다.

과 중국 동북부 마천령에 분포하는 지층에서 (Kobayashi, 1951), 그리고 중국 윈난성의 후기 트라이아스기 지층에서 알려져 있다 (Zhang et al., 1976).

Sphaerestheria koreanica (Ozawa and Watanabe)는 일본의 Asa 지역에 분포하는 후기 트라이아스기의 Yamano층 (Middle Carnian)과 Kamonosho층 (Norian)에서 보고되었다 (Kobayashi, 1951, 1954). Chen and Shen (1985)에 의하면 이 종은 세계 각지의 데본기에서 백악기까지 산출한다.

한편, Kobayashi (1951)에 의해 아미산층에서 보고된 *Cyclestherioides* aff. *rampoensis* (Kobayashi)는 중국 허베이 지역의 후기 트라이아스기에서 전기-중기 쥐라기까지 산출이 알려져 있다 (Zhang et al., 1976).

위에 기술한 종들은 동아시아에서 대부분 공통 종으로 산출되며 이들의 산출 범위를 요약하면 아래와 같다.

Cyclestherioides rampoensis (Kobayashi): 중기-후기 트라이아스기

Euestheria kawasakii (Ozawa and Watanabe): 중기-후기 트라이아스기

Euestheria shimamurai (Kobayashi): 후기 트라이아스기

Sphaerestheria koreanica (Ozawa and Watanabe): 데본기-백악기

Cyclestherioides aff. *rampoensis* (Kobayashi): 후기 트라이아스기 · 중기 쥐라기

위와 같이 아미산층의 여러 산지에서 발견된 패갑류 화석은 동아시아에서 그 산출 범위가 다양하게 나타난다. 특히 *Sphaerestheria koreanica* (Ozawa and Watanabe)는 산출 범위가 데본기에서 백악기까지 생존 기간이 길지만, 나머지는 동아시아에서 비교적 시대가 정확하게 알려진 후기 트라이아스기 지층에서 산출되고 있다. 따라서 이들에 근거하여 판단하면, 아미산층의 지질 시대는 적어도 후기 트라이아스기일 가능성이 높다. Kobayashi (1951, 1975)도 일본의 Kamonosho층과 공통 종을 갖는 남포층군의 통진층과 아미산층의 지질 시대를 후기 트라이아스기로 추정하는 바가 있다.

또한, 식물 화석에 의한 화석 연대도 패갑류 화석의 연구 결과와 조화적이다(e.g., Kimura and Kim, 1984a, 1984b). 아미산층과 백운사층에는 많은 식물 화석이 산출되고 있지만, 두 층의 식물 화석은 서로 비슷하다. 또한, 남포층군의 식물 화석 중에는 그 시

대가 후기 트라이아스기에 한하여 산출되는 화석이 다수 포함되어 있다(Kim, 1976; Kimura and Kim, 1984a, 1984b, 1988, 1989; Kimura, 1985; Kim, 1993). 특히 아미산층의 상부에 놓이는 백운사층에는 고기형의 식물 화석이 산출된다. 가장 좋은 예는 *Lobatannularia*와 *Sphenophyllum*의 2속이다. 이들은 고생대말 동아시아에 존재한 *Cathaysia* 식물군의 가장 대표적인 식물들이다. 전자는 Kawasaki (1925)가 처음 남포층군의 백운사층에서 보고하였고, 그 후 Kim and Kimura (1988)가 백운사층에서 화석을 추가로 보고하였다. 그리고 일본의 후기 트라이아스기 지층(Kobatake, 1954)과 중국의 중기-후기 트라이아스기 지층에서도 각각 보고되었다(Zhang et al., 1980; Duan and Chen, 1984a, 1984b). *Sphenophyllum*속은 일본에서 후기 트라이아스기까지 생존하였고(Asama and Naito, 1978; Asama and Oishi, 1980), 남포층군의 백운사층에서도 발견되었다(Kim, 1989). 두 속의 식물은 카타이시아 식물지리구에 속했던 지역에서 유존종(relic)으로 후기 트라이아스기까지 생존했던 것으로 보인다. 현재까지 이들 두 속의 화석은 동아시아는 물론 세계 어느 곳의 쥐라기 지층에서 발견된 적이 없는 것으로 보아 아미산층을 포함한 백운사층까지는 적어도 그 시대가 후기 트라이아스기로 볼 수 있는 근거가 되고 있다.

그러나, 서론에서 언급한 바와 같이 남포층군의 절대 연대는 187-172 Ma (Jeon et al., 2007)에서 157-140 Ma (Egawa and Lee, 2011)까지 나타난다. 또한, 자북의 위치와 자기극성의 연구로부터 추정된 남포층군의 연대도 전기 트라이아스기에서 중기 트라이아스기(Kim and Kim, 1998), 중기 트라이아스기(Suk et al., 2004) 또는 후기 트라이아스기에서 전기 쥐라기까지 다양하게 나타난다(Min et al., 1992).

따라서 아미산층의 지질 시대는 패갑류에 의해 후기 트라이아스기로 볼 수 있지만, 절대 연대 측정값과는 일치하지 않는다. 만약 남포층군의 지질 시대가 절대 연대 측정치인 중기 쥐라기가 맞다고 한다면 기존에 확립된 우리나라의 지사, 대비 및 지질 계통을 대폭 개정해야 한다는 문제에 직면한다. 이 문제를 해결하기 위해서는 앞으로 더 많은 화석 증거를 찾아야 하고 남포층군의 각 층에 대한 절대 연대 측정 자료를 더 보강하여 화석 연대와 절대 연대 간의 시간적 간격을 줄여나가야 할 필요성이 제기된다.

Kobayashi and Kido (1943)에 의하면, 현생 패갑류

는 대체로 남·북반구의 위도 20°~50° 사이의 온대 지방에서 분포 밀도가 높으나 고위도의 한대나 저위도의 열대로 감에 따라 그 밀도가 희박해지므로, 패갑류의 서식은 온대의 대륙적 기후가 최적의 기후 조건이고 한대와 열대의 기후는 부적당한 기후에 속한다고 하였다. 아미산층에서 산출된 패갑류 화석은 어디에서나 밀집하여 산출되기 때문에 분포밀도가 상당히 높다. 패갑류의 밀도 분포만으로 본다면, 당시의 고기후가 온대의 대륙적 기후로 생각될 수도 있지만, 실제로 당시의 고기후가 온대였다는 증거는 거의 없다. 평양 부근의 대동층군과 남포층군에서 발견된 규화목에 뚜렷한 나이테(e.g., Shimakura, 1936; Kim et al., 2005)가 존재하는 것으로부터 당시에 계절성이 존재했다는 것을 확인할 수 있지만, 이것이 온대 기후를 직접 지시하는 증거로 보기는 어렵다. 나이테는 계절성이 있는 아열대 기후에서도 잘 만들어지기 때문이다. 아미산층에서 많이 산출되고 있는 식물 화석의 조성으로부터 판단하면, 당시의 고기후가 열대 내지 아열대의 기후를 지시한다(Kimura and Kim, 1984a; Kim, 1993). 이것은 당시 한반도가 저위도에 위치해 있었다는 고지자기학의 연구 결과와도 일치한다(McElhinny et al., 1981; Sasajima, 1991). 따라서, 패갑류는 온대보다는 적어도 아열대 기후 하에서 서식한 것으로 판단된다.

결 론

아미산층에서 산출된 패갑류 화석을 연구하고 다음과 같은 결론을 얻었다. 패갑류 화석은 아미산층의 하부에서 중부에 걸친 여러 층군에서 밀집된 상태로 나타나며, 이들은 아열대 기후의 담수 환경에서 서식한 것으로 추정된다. 패갑류 화석은 3속 4종으로 분류되었으며 이들 화석에 근거한 아미산층의 지질 시대는 후기 트라이아스기로 추정된다.

Systematic description

Family Euestheriidae Defretin, 1965

Genus *Euestheria* Deperet et Mazeran, 1912

Euestheria kawasakii (Ozawa et Watanabe)

Kobayashi

Fig. 2A, B

1923 *Estheria kawasakii* Ozawa et Watanabe, p. 41, pl. 5, figs. 3b, 4b.

1951 *Estherites kawasakii* (Ozawa et Watanabe), Kobayashi, p. 436, pl. 1, fig. 12b.

Material: KNU-2013-0017 and other 5 specimens.

Description: Carapace is transversely elongated, quite inequilateral and gradually dilated backward, 9.5 mm in length and 4 mm in height. Dorsal margin is nearly straight and broadly arcuate. Umbo is located on the terminal of dorsal margin. Growth lines are densely distributed with uniform intervals, and about 17 in number on the surface of carapace. Sculpture is not preserved.

Occurrence: Black shale of the Amisan Formation at Dowhadamri

Remarks: The present specimens are characterized by their transversely elongated and quite inequilateral carapace, and these features well agree with *Estherites kawasakii* (Ozawa et Watanabe) originally described by Ozawa and Watanabe (1923) from the Tongjin Formation of the Kimpo Group. Among the 16 species described by Kobayashi (1954) from the Daedong Supergroup, such elongated inequilateral carapace as in the *E. kawasakii* (Ozawa et Watanabe) have not yet been recorded.

Family Euestheriidae Defretin, 1965

Genus *Euestheria* Deperet et Mazeran, 1912

Euestheria shimamurai (Kobayashi) Kobayashi

Fig. 2C, D

1951 *Estherites shimamurai* Kobayashi, p. 437-438, pl. 1, figs. 6-8, 14.

1954 *Euestheria shimamurai* (Kobayashi), Kobayashi, p. 63, text-fig. I

1976 *Euestheria shimamurai* (Kobayashi), Zhang et al., p. 123, pl. 18, figs. 12-13

Material: KNU-2013-0022, 0028 and other 40 specimens.

Description: Carapace is subelliptical in shape, but more expanded on the rear side, typically 8.2 mm in length and 6.7 mm in height. Umbo is located at the terminal part of the dorsal margin. Growth lines are 13 in number. Sculpture is not preserved.

Occurrence: Black shale of the Amisan Formation at Dowhadamri.

Remarks: The present specimens agree with *Euestheria shimamurai* (Kobayashi) originally described by Kobayashi (1951) from North Korea. This species is similar in shape to *Euestheria zeili* (Mansuy) figured by Kobayashi (1954), but the shape of the latter is more expanded on the anterior margin and the umbo is located on the subterminal.

Euestheria rampoensis (Kobayashi) Kobayashi
Fig. 2E, F

1951 *Estherites rampoensis* Kobayashi, p. 135, pl. 1, fig. 12c.

1954 *Cyclestherioides rampoensis* (Kobayashi), Kobayashi, p. 62, text-fig. e 1975 *Cyclestherioides rampoensis* (Kobayashi), Kobayashi, p. 64 (name only)

Material: KNU-2013-0010 and other 100 specimens

Description: Carapace is subcircular, nearly as long as high, 9 mm in length and 0.8 mm in height. Dorsal margin is nearly straight and occupying about a half of the carapace-length in the middle part. Umbo is located at the terminal part. Sculpture is not preserved.

Occurrence: Black shale of the Amisan Formation at Myeongam, Gaehwari, Keumgangam, and Dohwadamri.

Remarks: This species was originally described by Kobayashi (1951) from the Amisan Formation distributed in the Keumgangam area. This species is most similar in shape to *Euestheria kusumii* (Kobayashi) figured by Kobayashi (1954), but the former differs from the latter by its elliptical carapace with dense growth lines

Incertae Sedis

Genus *Sphaerestheria* Nobojilov, 1954

Sphaerestheria koreanica (Ozawa et Watanabe)

Kobayashi

Fig. 2G, H

1923 *Estheria koreana* Ozawa et Watanabe, p. 41, pl. 5, figs. 3a, 4a.

1951 *Estherites koreanica* (Ozawa et Watanabe), p. 433, pl. 1, fig. 12a.

1954 *Cyclestherioides koreanica* (Ozawa et Watanabe), Kobayashi, p. 62, text-fig. h

1975 *Sphaerestheria koreanica* (Ozawa et Watanabe), Kobayashi, p. 64. 1985 *Sphaerestheria koreanica* (Ozawa et Watanabe), Chen and Shen, 1985, p. 170, pl. 21, fig. 9

Material: KNU-2013-0031, 0032 and other 10 specimens

Description: Carapace is roundly trigonal with a nearly straight dorsal margin, and 8.3 mm in length and 8.1 mm in height. Anterior margin is gently arcuate. Umbo is located at the frontal end of the dorsal margin. Growth lines are dense and separated by interspace of subequal breadth, and 17 in number on the surface. Sculpture is not preserved..

Occurrence: Black shale of the Amisan Formation at Dohwadamri, Myeongam, and Gahwari.

Remarks: *Sphaerestheria koreanica* (Ozawa et Watanabe) is characterized by its trigonal carapace with a terminal umbo. This species closely resembles in trigonal carapace to *Cyclestherioides cycloides* (Kobayashi), but the former differs from the latter by its smaller angle (90°) between the anterior and posterior margins.

사 의

본 논문에 건설적인 비평과 의견을 주신 경북대학교 명예교수인 양승영교수님과 진주교대의 김경수 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 화석 사진 촬영에 수고해준 이성화 조교에게도 감사를 드립니다.

References

- Asama, K. and Natio, G., 1978, Upper Triassic *Trizygia* (Sphenophyllales) from Omine, West Japan and evolution of *Trizygia* Series. Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series C, 4, 89-98, p. 1.
- Asama, K. and Oishi, T., 1980, Upper Triassic *Parasphenophyllum* (Older Sphenophyllales) from Omine, Western Japan. Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series C, 6, 115-118.
- Chen, P.J. and Shen, Y.B., 1985, Fossil Conchostraca. Science Press, Beijing, China. 241 p, 26 pls. (in Chinese)

- Choi, H.I., 1987, Depositional environment and basin evolution of the Daedong strata in the eastern part of the Chungnam Coalfield. Korea Institute of Energy and Resources Research Report, KR-86-2-10, 55 p. (in Korean)
- Choi, H.I., 1988, Lacustrine turbidite sequence in the Amisan Formation Ogma area, Chungnam Coalfield: A sublacustrine fan deposit. Journal of the Geological Society of Korea, 24, 376-387.
- Choi, H.I., Suh, H.G., and Kim, D.S., 1986, Depositional environment and basin evolution of the Daedong strata in the western part of the chungnam Coalfield. KIER Research Report, 55 p. (in Korean).
- Chun, H.Y., Lee, H.Y., and Choi, S.J., 1987, Paleontology and stratigraphy of the Mungyeong Coalfield (in Korean with English abstract). Korea Institute of Energy and Resources Research Report, KR-86-2-15, 69 p. (in Korean)
- 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 Research Report, KR-87-28, 52 p. (in Korean)
- Duan, S.Y. and Chen, Y., 1984a, Mesozoic coal bearing strata and fossil plants in the eastern part of the Sichuan Basin. Continental Mesozoic stratigraphy and palaeontology in Sichuan Basin of China. Sichuan People Publishing House, Chengdu, China, 491-519, pls. 1-16. (in Chinese)
- Duan, S.Y. and Chen, Y., 1984b, On plant megafossils from the Late Triassic sediments of the Eastern part of Sichuan Basin, China, Palaeobotanist, 32, 203-210.
- 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.
- Hanai, T., 1974, Branchiopoda. In Matsumoto, T. (ed.), Paleontology II, Asakura Shoten, Tokyo, Japan, 219-224. (in Japanese)
- Jeon, H., Cho, M., Kim, H., Horie, K., and Hidaka, H., 2007, Early Archean to Middle Jurassic evolution of the Korean Peninsula and its correlation with Chinese cratons: Shrimp U-Pb zircon age constraints. Journal of Geology, 115, 525-539.
- Kawasaki, S., 1925, Some older Mesozoic plants in Korea. Bulletin on the Geological Survey of Chosen (Korea), 4, 1-71, pls. 1-47.
- Kawasaki, S., 1926, Addition to the older Mesozoic plants in Korea. Bulletin on the Geological Survey of Chosen (Korea), 4, p.1-35, pls. 1-11.
- Kawasaki, S., 1939, Second addition to the older Mesozoic plants in Korea. Bulletin on the Geological Survey of Chosen (Korea), 4, 1-69, pls. 1-16.
- Kim, B.K., 1976, Geological and paleontological studies of Chungnam Coalfield. Journal of the Geological Society of Korea, 12, 124-143.
- Kim, J.H., 1989, *Sphenophyllum* sp. (Sphenophyllales) newly found from the Upper Triassic Baegunsa Formation, Nampo Group, Korea. Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Seres 2, 15, 93-96.
- Kim, J.H., 1993, Fossil plants from the Lower Mesozoic Daedong Supergroup in the Korean Peninsula and their phytogeographical and paleogeographical significance in East and Southeast Asia. Ph. D. thesis, Kyushu University, Hukuoka, Japan, 315 p, 36 pls.
- Kim, J.H., 2010, New materials of *Leptostrobus myeongamensis* Kim (Czekanowskiales) from the Upper Triassic Amisan Formation of Nampo Group in Korea. Journal of the Korean Earth Science Society, 31, 430-436.
- Kim, J.H. and Kimura, T., 1988, *Lobatannularia nampoensis* (Kawasaki) from the Upper Triassic Baegunsa Formation, Nampo Group, Korea. Proceedings of the Japan Academy, Series B, 64, 221-224.
- Kim, J.H., Kim, H.S., Lee, B.J., Kim, J.M., and Lee, H.K., 2002, A new species of *Leptostrobus* from the Upper Triassic Amisan Formation of the Nampo Group in Korea. Journal of the Korean Earth Science Society, 23, 30-37.
- Kim, J.H. and Roh, H.S., 2008, Organ fossils of *Neocalamites carrerei* from the Amisan Formation of the Nampo Group, Korea. Journal of the Korean Earth Science Society, 29, 466-473.
- Kim, K., Jeong, E.K., Kim, J.H., Paek, S.D., Suzuki, M., and Philippe M., 2005, Coniferous fossil woods from the Jogyeri Formation (Upper Triassic) of the Nampo Group, Korea. IAWA Journal, 26, 253-265.
- Kim, S.W. and Kim, I.S., 1998, Palaeomagnetism of the Triassic Taedong Supergroup in the Chungnam Coal Field area, SW Okchon Belt. Journal of the Geological Society of Korea, 34, 1-19.
- Kimura, T., 1985, On the Daedong flora, Korea (abstract). Journal of Geography, 94, 72-74. (in Japanese)
- Kimura, T. and Kim, B.K., 1984a, General review on the Daedong flora, Korea. Bulletin of Tokyo Gakugei University, Part 4, 36, 201-236. (in Japanese)
- Kimura, T. and Kim, B.K., 1984b, Geological age of the Daedong flora in the Korean Peninsula and its phytogeographical significance in Asia. Proceedings of the Japan Academy, Series B, 60, 337-340.
- Kimura, T. and Kim, B.K., 1988, New taxa in the Late Triassic Daedong flora, South Korea. Part 1. Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, 152, 603-624.
- Kimura, T. and Kim, B.K., 1989, New taxa in the Late Triassic Daedong flora, South Korea. Part 2. Transactions and Proceedings of the Palaeontological

- Society of Japan, 155, 141-158.
- Kobatake, N., 1954, On the Mesozoic verticillate leaves from Japan and Korea with some views on *Lobatannularia* and its affinities. Science Report of South and North College, Osaka University, 3, 71-80.
- Kobayashi, T., 1951, Older Mesozoic *Estherites* from Eastern Asia. Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section 2, 7, 431-440, pl. 1.
- Kobayashi, T., 1954, Fossil estherians and allied fossils. Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section 2, 9, 1-192.
- Kobayashi, T., 1975, Upper Triassic Estheriids in Thailand and the conchostracan development in Asia in the Mesozoic Era. In Kobayashi, T. and R. Toriyama (eds.), Geology and palaeontology of Southeast Asia. University of Tokyo Press, Tokyo, Japan, 16, 57-90.
- Kobayashi, T. and Huzita, A., 1943a, Morphological features of living Estheriids. Journal of the Geological Society of Japan, 50, 263-275.
- Kobayashi, T. and Huzita, A., 1943b, On *Estherites*, new genus in Japanese with English résumé. Journal of the Geological Society of Japan, 50, 276-282.
- Kobayashi, T. and Kido, Y., 1943, Climatic effect on the distribution of living Estheriids and its relation to the morphic characters of their carapaces. Journal of the Geological Society of Japan, 50, 326-333.
- Lee, G.H., 1997, Fossil conchostraca from the Amisan Formation, Nampo Group, Korea. Unpublished M.S. thesis, Kongju National University, Gongju, Korea, 80 p. (in Korean)
- McElhinny, M.W., Embleton, B.J.J., Ma, X.H., and Zhang, Z.K., 1981, Fragmentation of Asia in the Permian. Nature, 293, 212-216.
- Min, K.D., Um, J.G., Kim, D.W., Choi, Y.H., Lee, Y.S., and Nishimura, S., 1992, Paleomagnetic study of the Daedong Group in the Chungnam Coal Field. Journal of the Korean Institute of Mining Geology, 25, 87-96.
- Nam, K.S. and Kim, J.H., 2014, Occurrence of the fossil *Mesopsyche dobrokhotovae* in the Late Triassic Amisan Formation, Nampo Group, Korea and its geological implication. Journal of the Korean Earth Science Society, 35, 161-167. (in Korean)
- Ozawa, Y. and Watanabe, T., 1923, On two new species of *Estheria* from Mesozoic shale of Korea. Japan Journal of Geology and Geography, 2, 40-42, pl. 5.
- Sasajima, S., 1991, Geophysical geology and its development. Housei Publishing, Kyoto, Japan, 413 p. (in Japanese)
- Shimakura, M., 1936, Studies on fossil woods from Japan and adjacent lands. Contribution. Science Report of Tohoku Imperial University, 18, 267-310.
- 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. (in Japanese and English)
- Suh, H.G., Kim, D.S., Park, S.H., Lim, S.B., JO, M.J., Bae, D.J., Lee, D.Y., Ryu, R.S., Park, J.S., and Chang, Y.H., 1980, Four sheets of geological maps of the Seongju area (1:10,000) and the explanatory text, Korea Institute of Energy and Resources, 42 p. (in Korean)
- Suk, D., Doh, S.J., and Kim, W., 2004, Paleomagnetic study of the Proterozoic and Mesozoic rocks in the Kyeonggi Massif. Korean Society of Economic and Environmental Geology, 37, 413-424.
- Tasch, P., 1979, Branchiopoda. In Fairbridge, R.W. and Jablonski, D. (eds.), The encyclopedia of paleontology. Academic Press, Stroudsburg, United States of America, 7, 138-141.
- Zhang, W.T., Chen, P.J., and Shen, Y.B., 1976, Fossil Conchostraca of China. Science Press, Beijing, China. 325 p., 138 pls. (in Chinese)
- Zhang, W., Zhang, Z.C., and Zhang, S.L., 1980, Fossil plants. In Shenyang Institute of Geology and Mineral Resource (ed.), Palaeontological atlas of Northeast China. II. Mesozoic and Cenozoic volume. Geological Publishing House, Peijing, China, 221-339, 389-402, pls. 103-210. (in Chinese)

Manuscript received: October 16, 2014

Revised manuscript received: December 13, 2014

Manuscript accepted: January 15, 2015