

남포층군 아미산층에서 산출된 *Margaritifera* cf. *isfarensis* (Chernishev)

김종헌^{1,*} · 이진규¹ · 최동열²

¹공주대학교 지구과학교육과

²과학영재학교 대전과학고등학교

요 약

이 연구는 충남 보령시 미산면 도풍탄광 지역에 분포하는 아미산층으로부터 기존의 담수성 화석 이매패와 최근에 새로이 얻어진 자료에 근거하여 *Margaritifera* cf. *isfarensis* (Chernishev)를 기재한 것이다. 이 종은 러시아와 중국의 쥐라기 지층에서 산출된 *Margaritifera isfarensis* (Chernishev)에 형태적으로 가장 유사하다. 아미산층에서 산출된 화석 이매패는 *Margaritifera*의 1속 1종으로 구성되며, 이 속은 한반도의 중생대층에서 유일한 기록이다.

주요어: 아미산층, 화석 이매패, *Margaritifera* cf. *isfarensis*

Jong Heon Kim, Chin Kyu Lee and Dong Yeol Choi, 2015, *Margaritifera* cf. *isfarensis* (Chernishev) from the Amisan Formation, Nampo Group, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*. v. 51, no. 4, p. 357-362

ABSTRACT: This study describes *Margaritifera* cf. *isfarensis* (Chernishev) based on the previously-reported data and newly collected samples from the Amisan Formation distributed in the Dopung coal mine of Misan-myun, Boryung-city, Chungnam Province, Korea. The shape of this species is very similar to that of *Margaritifera isfarensis* (Chernishev) reported from the Jurassic strata of Russia and China. The fossil bivalve from the Amisan Formation consists of only one species belonging to *Margaritifera*, this genus is the first record in the Korean Mesozoic strata.

Key words: Amisan Formation, fossil bivalve, *Margaritifera* cf. *isfarensis*

(Jong Heon Kim, Department of Earth Science Education, Kongju National University, 56 Gongjudaehak-ro Gongju 32588, Republic of Korea; Dong Yeol Choi, Science Academy for the Gifted Daejeon Science High School, 46 Gwahak-ro Yuseong-gu, Daejeon 34142, Republic of Korea)

1. 서 론

충청남도 서남부 지역의 보령시 일대를 중심으로 선상지와 하성 퇴적환경에서 퇴적된 육성 기원의 남포층군이 널리 분포한다(Shimamura, 1931; Choi, 1987, 1988). 남포층군의 하부층에 속하는 아미산층은 주로 화석 식물이 많이 산출되지만, 곤충, 패갑류, 이매패 등의 화석도 산출된다.

아미산층의 지질 시대는 화석 식물과 화석 패갑류에 의해 일반적으로 후기 트라이아스기로 알려져 왔다(e.g., Kobayashi, 1951; Kimura and Kim, 1984a,

1984b; Chun *et al.*, 1988; Lee and Kim, 2015). 그러나 최근 남포층군 암석에 대한 절대 연대치가 측정되어 화석 연대와 비교가 가능해졌다. Jeon *et al.* (2007)은 남포층군의 사암과 응회암에 들어있는 저어콘의 U-Pb의 연구로부터 남포층군의 절대연대가 187-172 Ma라고 했으며, Egawa와 Lee (2011)는 아미산층 상부에서 채집한 일라이트의 K-Ar의 연구로부터 아미산층의 연대가 157-140 Ma라고 했다. 이것은 대체로 중기 쥐라기에 해당한다. 따라서 남포층군의 화석 연대와 절대 연대는 현재 서로 불일치한다.

* Corresponding author: +82-41-850-8298, E-mail: jongheon@kongju.ac.kr

최근, 충남 보령시 미산면 도화담리에 분포하는 아미산층의 중부 세일대에서 비교적 보존 상태가 양호한 화석 이매패가 새로이 채집되었다. 남포층군의 아미산층에서 화석 이매패는 Hwang and Hwang (1985)에 의해 처음 그 산출이 알려졌고, 이 화석은 Yang (1987)에 의해 *Margaritifera cf. isfarensis* (Chernyshel) (Nomen nudum)로 분류되었지만 이것은 Nomen nudum으로 기재적 연구없이 학명만 주어진 상태였다. 후에 Lee (2001)에 의해 고생물학인 연구가 수행되었지만 학계에 정식으로 발표된 바가 없었다.

따라서 이 연구는 Lee (2001)의 연구와 최근에 아미산층으로부터 새로이 채집된 자료에 근거하여 화석 이매패의 형태적 특징을 기재하고 중국의 중생대층에서 기재된 유사종들과 비교해 보고자 한다.

2. 연구 지역의 지질 개요

충남탄전에 분포하는 남포층군은 대동누층군의 일부로서 충청남도 서남부에 걸쳐 분포한다. 남포층군에 대한 지질학적 연구는 Shimamura (1931)에 의해 처음 이루어졌고, 그 후 국내의 연구자들에 의해 지질학적 및 층서고생물학적 연구가 수행되었다 (e.g., Son et al., 1967; Lee et al., 1974; Suh et al., 1980; Chun et al., 1988). 이 연구는 Suh et al. (1980)의 층서분류를 따랐다. 남포층군은 하부로부터 하조층, 아미산층, 조계리층, 백운사층 및 성주리층으로 구분된다. 그리고 아미산층은 구성 암석에 따라 다시 하부 사암대, 하부 세일대, 중부 사암대, 중부 세일대 및 상부 사암대로 세분된다(Suh et al., 1980). 화석 이매패는 중부 세일대에서 산출되며, 엽리가 잘 발달되고 세일과 실트스톤으로 구성되어 있어 호수 환경에서 수류가 거의 없거나 미약한 정수에서 뜬짐이 퇴적된 것으로 알려져 있다(Choi, 1987). 연구 지역의 지질도와 화석이 산출된 위치는 그림 1과 같다.

3. 시료 및 연구 방법

세일의 상부면에 보존된 6개의 화석 이매패는 모두 인상 화석이다. 그림 2의 a, c, e, f는 분리된 각이 거의 완전한 형태로 보존되었고, b는 좌우 양각이 붙어있는 상태의 등을 보이며, 그리고 d는 캐스트의

형태로 보존되었다. 현생 이매패는 주로 연체부의 해부학적 특징과 발생학상의 특징이 분류의 기초가 되지만, 화석의 경우는 경조직의 형태로 추정되는 계통이 주로 분류의 기초가 된다. 본 연구에서는 각

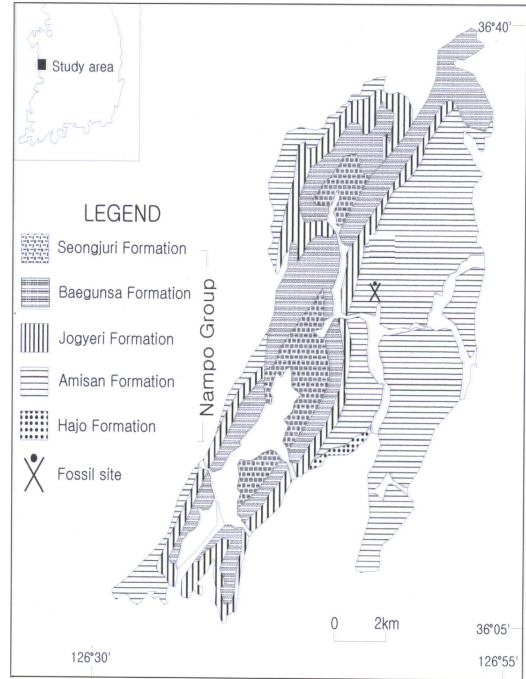


Fig. 1. Simplified geological map of study area (Suh et al., 1980) and fossil locality.

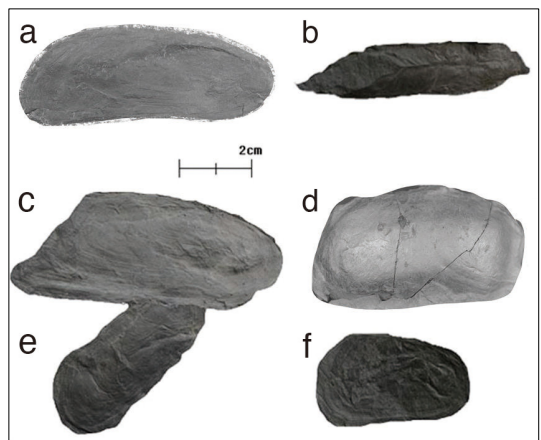


Fig. 2. a-f. *Margaritifera cf. isfarensis* (Chernishev) from the Amisan Formation. a, c, e, f: Left side view of KNU-2013-0001, KNU-2013-0006, KNU-2013-0002, external mold. b: Dorsal view of KNU-2013-0004. d: Right side view of KNU-2013-0011, internal cast.

Table 1. *Margaritifera* species from the Mesozoic strata in East Asia.

Taxa	Age	References
<i>M. isfarensis</i> (Chernishev)	Middle-Late Jurassic	Chernishev, 1937
<i>M. cf. isfarensis</i> (Chernishev)	Jurassic	Yu and Zhang, 1980
<i>M. cretata</i> Wei	Early Jurassic	Wei, 1984
<i>M. zhungarica</i> Wei	Early Jurassic	Wei, 1984
<i>M. delunshanensis</i> Wei	Early Jurassic	Wei, 1984
<i>M. antiqua</i> Gu et Yu	Upper Cretaceous	Zhu, 1980
<i>M. (Qiyangia) qiyangensis</i> Xiong et Wang [= <i>M. isfarensis</i> (Chernishev)]	Early Jurassic	Chen and Zhang, 1997
<i>M. (Qiyangia) shenmunensis</i> Xiong = <i>M. isfarensis</i> (Chernishev)]	Early Jurassic	Chen and Zhang, 1997
<i>M. yangbiensis</i> Ma	Middle Jurassic	Ma <i>et al.</i> , 1976
<i>M. (Palaeomargaritifera) guangyuanensis</i> Ma	Jurassic	Ma, 1982
<i>M. (Palaeomargaritifera) qianwei</i> Ma	Middle Jurassic	Ma, 1982
<i>M. (Palaeomargaritifera) xuanhanensis</i> Ma	Early Jurassic	Ma, 1982
<i>M. (Palaeomargaritifera) lilingensis</i> (Zhang)	Early Jurassic	Ma, 1982
<i>M. tugrigensis</i> (Martinson)	Late Jurassic	Nanjing Institute of Geology & Palaeontology, 1976
<i>M. shanxiensis</i> Yu	Jurassic	Yu <i>et al.</i> , 1993

의 일반적 형태, 크기, 각장과 각고의 비율 등의 특징을 파악하여 종을 분류하는 기준으로 하였다.

4. 계통적 기재

석패목(Unionoida) Stoliczka, 1871
 강진주조개과(Margaritiferidae) Hass, 1940
 강진주조개속 *Margaritifera* Schumacher, 1817
Margaritifera cf. isfarensis (Chernishev)

Fig. 2A-F

Korean specimens

1987 *Margaritifera cf. isfarensis* (Chernishev)
 : Yang, pl. 2, Figs. 6-8

Comparable specimens

1937 *Unio isfarensis* Chernishev
 : Chernishev, p. 20, pl. 3, Figs. 2-3
 1976 *Margaritifera isfarensis* (Chernishev)
 : Nanjing Institute of Geology & Palaeontology, Academia Sinica, p. 354, pl. 98, Figs. 17-23;
 pl. 100, Figs. 14, 21

산출지: 충남 보령시 미산면 도화담리 도풍탄광 지역

산출층: 남포층군 아미산층

자료: KNU-2013-0071외 10 개 표본

특징: 성패의 형태는 긴 장타원형이며, 가장 큰 것은 각장이 10.5 cm, 각고가 4 cm, 중간 크기는 각장이 6.5 cm, 각고가 2.5 cm, 소형은 각장이 3.8 cm, 각고가 1.8 cm에 달한다. 각장과 각고의 비율은 약 2.6이다. 각정은 낮고 중앙에서 약간 전배연 쪽에 위치한다. 전배연은 비교적 짧고 아래쪽으로 원형을 이루며 구부러진다. 후배연은 길고 배면과 대략 평행하다. 후배연의 각고가 전배연부의 각고보다 약간 높다. 배면은 등면과 대략 평행하지만 중앙부가 위로 약간 오목하다. 전면부는 좁은 원형을 이루고 후면부는 비교적 넓은 원형을 이룬다. 각의 표면에는 동심원상의 가는 성장선이 희미하게 밀집되어 나타난다. 교치, 폐각근, 투선 등은 보존되지 않았다.

비고: 아미산층에서 산출된 화석 이매패는 모두 몰드와 캐스트의 인상화석으로 보존되었으며 각의 크기가 조금씩 다르지만 각의 형태

가 서로 비슷하고 각장과 각고에 대한 비율이 비슷한 것으로 보아 모두 같은 종에 속하는 것으로 판단된다. 또한 아미산층에서 산출된 다른 종류의 화석 이매패는 없으며 *Margaritifera*속의 1종이 유일하다.

5. 토 의

Zhu (1980)와 Wei (1984) 등에 의하면, 강진주조 개과의 *Margaritifera*에 속하는 화석 이매패는 세계적으로 후기 트라이아스기(?)부터 쥐라기와 백악기를 거쳐 신세3기까지 화석으로 산출한다. 그리고 그 후에인 현생종이 현재도 일본과 러시아를 비롯한 북반구 지역의 담수에 살고 있다(e.g., Bogatov, 2013; Makhrov et al., 2014).

아미산층에서 산출된 화석 이매패의 형태적 특징은 러시아와 중국의 쥐라계에서 보고된 *Margaritifera isfarensis* (Chernishev)와 비슷하다(e.g., Chernishev, 1937; Zhang et al., 1977; Jiang et al., 2005). 이 종은 Chernishev (1937)가 처음 러시아의 쥐라계에서 *Unio isfarensis*로 기재하였으나, 후에 중국의 연구자들에 의해 *Margaritifera isfarensis* (Chernishev)로 속명이 변경되었다(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, 1976). 그러나 아미산층의 이매패는 모두 인상으로 보존되었고 교치구조가 잘 나타나지 않으며 지역적으로도 멀리 떨어져 있어 정확한 종의 동정이 어렵기 때문에 Yang (1987)의 분류를 따라 *Margaritifera cf. isfarensis* (Chernishev)로 정한다.

동아시아의 중생대층에는 표 1과 같이 *Margaritifera* 속에는 적어도 15종 이상의 화석종이 보고되어 있다. 그 중에서 *M. (Palaeomargaritifera) guangyuanensis* Ma와 *M. delunshanensis* Wei는 형태적으로 아미산층의 이매패에 비슷하다. *M. (Palaeomargaritifera) guangyuanensis*는 Ma (1982)가 중국 Sichuan (四川)의 중부 쥐라계에서 보고한 종이지만, 크기가 아미산층의 이매패보다 더 크고 길며 각장과 각고의 비가 2.7에 달한다. 그리고 *M. delunshanensis*는 Wei (1984)가 중국 서북 지역의 하부 쥐라계에서 신종으로 보고한 종으로 전연이 짧고 전면부가 더 좁은 원형을 이루므로 아미산층산 이매패와 구별된다.

한편, Sha et al. (2006)이 중국 몽고의 하부 백악계에서 보고된 *Unio longus* (Zhu)는 형태적으로 아

미산층의 *Margaritifera cf. isfarensis* (Chernishev)와 비슷하지만, 전자는 후자에 비해 각장과 각고의 비가 훨씬 더 작다.

Yang (1979)이 이미 언급한 바와 같이 육성 기원의 화석 이매패는 대부분 지역적인 고유성을 갖고 있기 때문에 일반적으로 국제 대비에는 사용하기 어렵지만, 층서적 관계로부터 그들의 계통 진화 양식이나 종의 분포에 중요한 정보를 제공하므로 중요한 의미를 갖는다. 한반도에 분포하는 중생대층은 모두 육성층이며 각 시대마다 고유한 이매패 화석군이 알려져 있다(Suzuki, 1941, 1949; Yang, 1987). Suzuki (1941)는 한반도의 중생대층에서 산출되는 화석 이매패를 대동형, 경상형, 신의주형의 3군으로 구분하였다. 평양 부근의 대동형 이매패는 unionid, corbiculis, sphaerid, bulimid가 대표적이고 경상형과 신의주형과는 쉽게 구별된다고 하였다. 그리고 한반도의 중생대층에서 11곳의 이매패 화석 산지를 열거했지만 남포층군은 포함되지 않았다. 1940년대 북한 지역을 중심으로 채집된 화석 이매패는 현재 동경대학교 자료관에 보관되어 있다는 기록은 있지만(Kobayashi et al., 1942), 이들에 대해 계통적으로 상세히 연구된 논문은 없다.

Suzuki (1941)와 Kobayashi et al., (1942)의 연구 이후, 화석과 지질에 관련하여 북한 연구자들에 의해 저술된 단행본에는 “조선의 화석 (2)”(Kim et al., 1992), “Geology of Korea”(Pak and Kim, 1996) 및 “조선고생물화석”(Hong et al., 1997) 등이 있지만, 대동형의 화석 이매패에 대한 기록은 거의 나타나지 않는다. 단지 조선고생물화석(Hong et al., 1997)에 평양 부근에서 산출된 대동형의 *Cyrena*, 그리고 신의주 부근에서 산출된 신의주형의 *Limnocyrena*, 와 *Pleuromya*가 사진과 함께 게재되어 있지만, 이들은 계통적 기재나 산출층명 및 종명에 대한 상세한 내용이 없기 때문에 큰 의미가 없다. 이에 비해 한반도 남부에는 신의주형과 경상형의 화석 이매패가 많이 산출되고 있다(Yang, 2013). 위와 같이 북한의 중생대층에서 대동형 화석 이매패의 산출 기록이 적은 이유를 정확히 알 수 없지만, 현재까지 대동형에 속하는 화석 이매패는 실제로 알려진 것이 거의 없다. 이런 점에서 *Margaritifera cf. isfarensis* (Chernishev)는 한반도에서 남포층군의 아미산층에서만 산출되는 유일한 이매패 화석으로 볼 수 있다. 강원도 영월

의 연하리에 분포하는 반송층군에도 분류 미상의 화석 이매패가 산출되고 있지만, 남포층군의 화석과는 형태적으로 전혀 다르다.

6. 결론

충남 보령시 미산면 도풍 탄광 지역에 분포하는 아미산층에서 산출된 화석 이매패를 *Margaritifera cf. isfarensis* (Chernishev)로 기재하고 중국의 중생대층에서 기재된 종들과 비교하였다. 이 종은 러시아와 중국의 쥐라계에서 알려진 *Margaritifera isfarensis* (Chernishev)에 형태적으로 비슷하다. *Margaritifera* 속은 한반도의 중생대층에서 유일한 기록이다.

사 사

투고에 앞서 원고를 읽어주시고 건설적인 비평과 제언해 주신 경북대학교 명예교수인 양승영 교수에게 깊은 감사를 드립니다. 그리고 논문을 세밀히 심사해준 익명의 심사위원께도 감사를 드립니다.

REFERENCES

- Bogatov, V.V., 2013, A lengthy discussion concerning the composition of the genus *Margaritifera* Schum., 1915 (Mollusca, bivalvia). *Biology Bulletin*, 40, 488-491.
- Chen, J.H. and Zhang, B.L., 1997, Unionids (bivalvia) from Jurassic Yima Formation of Henan, with a discussion on Lower and Middle Jurassic palaeobiogeographic correlation of China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 321-333 (in Chinese with English abstract).
- Chernishev, B.J., 1937, Jurassic lamellibranchs from Fergana. *Transactions of the Geological Trust of the Central*, 1, 1-34, Table 3, Figs. 2-3 (in Russian with English summary).
- Choi, H.I., 1987, Despositional 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 with English abstract).
- 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.
- 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 with English abstract).
- 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.
- Hong, S.K., Jang, T.S., Kim, C.G., Pak, J.N., Pak, Y.H., Pak, Y.C., Ri, H.S. and Ri, S.D., 1997, Paleontological Fossils of Korea. Kim, I.S. University, Pyongyang, DPR of Korea, 112 p (in Korean).
- Hwang, S.H. and Hwang, G.C., 1985, On the study of the fossils occurred from the Amisan Formation of the Nampo Group, Korea. The 31st National Science Exhibition, 30 p (in Korean).
- 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.
- Jiang, B.Y., Cai, H.W. and Cheng, S.W., 2005, Some Middle Jurassic bivalves from the Kuche Depression of the Tarim Basin, northeastern China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 44, 296-305.
- Kim, S.T., Han, N.G., Yun, H.B., Chun, B.J., Pak, C.N., Rim, G.H., Pak, Y.S., Ri, J.H. and Choi, J.H., 1992, The fossils of DPR of Korea. Science Technology press, Pyongyang, DPR of Korea, 112 p (in Korean).
- 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 with English abstract).
- Kimura, T. and Kim, B.K., 1984b, Geological age of the Daedong flora in the Korean Peninsula and its phyto-geographical significance in Asia. *Proceedings of the Japan Academy*, Series B, 60, 337-340.
- 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., Suzuki, K. and Takai, F., 1942, Contributions to the knowledge of the non-marine Mesozoic formation in eastern Asia and the fossils contained I. A preliminary report on the four distinct suites of Mesozoic faunas in the Koreo-Manchurian land. *Journal of the Faculty Science, Imperial University of Tokyo*, Section 2, 6, 63-74.
- Lee, C.K., 2001, Bivalve fossils from the Upper Triassic Amisan Formation, Nampo Group, Korea. Unpublished M.S. thesis, Kongju National University, Gongju, Korea, 43 p (in Korean with English abstract).
- Lee, D.Y., Ryu, Y.S., Kang, K.W., Yae, J.K. and Ryu, B.H., 1974, Geological report on Chungnam Coalfield.

- Ministry of Commerce and Industry Dong-a Engineering Geological Consultant, Company, 50 p (in Korean).
- Lee, G.H. and Kim, J.H., 2015, Fossil Conchostraca from the Amisan Formation of the Nampo Group, Korea. *Journal of the Earth Science Society*, 36, 1-9 (in Korean with English abstract).
- Ma, Q., 1982, Jurassic-Lower Cretaceous Lamellibranchia from Sichuan Basin. In Cui, Z.H. and Luo, X.C. (eds.), *Continental Mesozoic stratigraphy and paleontology in Sichuan Basin of China. Part II*. Peoples Publishing House of Sichuan, Chengdu, China, 582-615 (in Chinese).
- Ma, Q., Chen, J.H., Lan, S., Gu, Z.W., Chen, C.Z. and Lin, M.Q., 1976, Fossil lamellibranchia of Yunnan, China. In Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica (ed.), *Mesozoic fossils of Yunnan*. Science Press, Beijing, China, 161-386, pls. 1-42 (in Chinese).
- Makhrov, A., Bespalaya, J., Bototov, I., Vikhrev, I., Gofarov, M., Alekseeva, Y. and Zotin, A., 2014, Historical geography of pearl harvesting and current status of populations of freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in the western part of northern European Russia. *Hydrobiologia*, 735, 149-159.
- Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, 1976, Fossil lamellibranchia of China. Science Press, Beijing, China, 522 p (in Chinese).
- Pak, I.S. and Kim, Y.N., 1996, Mesozoic Era. In Paek, R.J., Kang, H.G. and Jon, G.P. (eds.), *Geology of Korea*. Foreign Languages Books Publishing House, Pyongyang, DPR of Korea, 155-188.
- Sha, J., Li, L., Chen, S. and Matsukawa, M., 2006, Some Lower Cretaceous nonmarine bivalves from fluvio-lacustrine deposits bearing dinosaur fossils in Mongolia and Northeast China. *Cretaceous Research*, 27, 262-278.
- Shimamura, S., 1931, Geological Atlas of Chosen (1:50,000), Cheongyang, Daechon, Buyeo and Nampo sheets and the explanatory text. Geological Survey of Chosen (Korea), 11 p (in Japanese and English).
- Son, C.M., Jeong, C.H., Kim, B.K. and Lee, S.M., 1967, Geological Report on Chungnam Coalfield (VI). Geological Survey of Korea, 156 p. (in Korean with English abstract).
- 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 with English abstract).
- Suzuki, K., 1941, A summary report of the study on the non-marine faunas in Chosen (Korea). *Japan Journal of Geological Society*, 48, 128 (in Japanese).
- Suzuki, K., 1949, Development of the fossil non-marine molluscan faunas in eastern Asia. *Japan Journal of Geology and Geography*, 21, 91-133.
- Wei, J.M., 1984, Non marine bivalvia. In Geological Institute of Xinjiang oil Administration Bureau and District Measurement Working Team of XinJiang Geology Bureau (eds.), *Fossil Atlas of Northeast China*. Geological Publishing House, Peking, China, 4-47 (in Chinese).
- Yang, S.Y., 1979, On international correlation with non marine brackish water fossils, especially the bivalve fauna from the Gyeongsang Group, Korea. *Fossils*, 29, 120-131 (in Japanese).
- Yang, S.Y., 1987, Mesozoic Erathem. In Lee, D.S. (ed.), *Geology of Korea*, Kyohaksa, Seoul, Korea, 157-175.
- Yang, S.Y., 2013, Mesozoic mollusks, dinosaur and fossil fishes and insects. In Yang, S.Y. (ed.), *Megafossils of Korea*. Academi Press, Seoul, Korea, 138-236.
- Yu, J., Mizuno, A. and Wang, L., 1993, The Jurassic system in the Qinshui Basin, Shanxi Province, with notes on the bivalve province of North China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 105, 157-170.
- Yu, J.S. and Zhang, R.J., 1980, Jurassic bivalves. In Chinese Academy and Geological Science (ed.), *Mesozoic stratigraphy and palaeontology from the basin of Shanxi, Gansu, and Ningxia (II)*. Geological Publishing House, Peking, China, 27-47.
- Zhang, R.J., Wang, D.Y. and Zhou, Z.R., 1977, Bivalvia. In Hubei Instrument of Geological Science and others (eds.), *Fossil Atlas of Middle South China*. Geological Publishing House, Peking, China, 4-64 (in Chinese).
- Zhu, G.X., 1980, Lamellibranchia. In Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources (ed.), *Paleontological Atlas of Northeast China (II)*. Geological Publishing House, Peking, China, 8-32 (in Chinese).

Received : March 18, 2015

Revised : August 12, 2015

Accepted : August 21, 2015