

<Special Contribution>

고배류가 아니고 변성작용에 의한 칼집습곡 구조라고? - 옥천층군 향산리층 고배류 화석에 관한 이진한 외(2014, 2016)에 대한 논박 -

양승영^{1,*} · 김정률² · 이종덕³

¹킹덤오피스텔 805호

²한국교원대학교 지구과학교육과

³전북대학교 지구환경과학과

요 약

최근 Ree *et al.* (2014, 2016)이 옥천층군의 향산리층에서 Lee *et al.* (1972)이 보고한 고배류 화석에 대하여 재검토 결과를 발표하였다. 이들은 주로 광물 암석학적으로 고배류 여부를 검증하고 다른 나라에서 이미 보고한 고배류 화석과 형태학적으로 비교하여 그 결과로 고배류가 아닌 변성구조일 뿐이라는 결론을 제시하였다. 즉 dislocation creep 현상으로 만들어진 칼집습곡(sheath fold)구조일 뿐이라고 한다. 내벽과 외벽이 확실하고 그 사이를 미세한 격벽들이 연결하는 구조가 어떻게 변성, 변형작용으로 만들어진다는 말인지? 이들이 재검토한 내용을 필자들 나름대로 다시금 논의하려고 한다.

주요어: 고배류, 향산리층, 옥천층군, 변성작용

Seong Young Yang, Jeong Yul Kim and Jong Deock Lee, 2017, Not Archaeocyatha, But only a Sheath Fold by Metamorphism? - Discussion on Ree *et al.* (2014, 2016) about the Archaeocyatha from the Hyangsanri Formation, Okcheon Group -. Journal of the Geological Society of Korea. v. 53, no. 2, p. 361-366

ABSTRACT: Recently Ree *et al.* (2014, 2016) reported the result of the re-examination on the fossil specimen 'archaeocyatha' from the Hyangsanri Formation of the Okcheon Group, which was originally studied by Lee *et al.* (1972). Ree *et al.* examined mainly the mineralogical and petrological aspects of the specimen, and morphologically compared it to the archaeocyatha from the other countries. The conclusion was that the 'archaeocyatha' is not archaeocyatha, but only a sheath fold structure produced mainly by the metamorphic process. Then how were the outer and inner walls connected by the septa and the long ellipsoidal form by the metamorphologically or another inorganically made? The present authors discuss their results.

Key words: archaeocyatha, Hyangsanri Formation, Okcheon Group, metamorphism

(Seong Young Yang, #805 Kingdom Officetel, Daegu 42020, Republic of Korea; Jeong Yul Kim, Department of Earth Science Education, Korea National University of Education, Cheongju 28173, Republic of Korea; Jong Deock Lee, Department of Earth and Environmental Sciences, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea)

1. 머리말

최근 Ree *et al.* (2014, 2016)은 1972년 이대성 등 3인의 저자가 옥천층군 향산리층에서 보고한 고배류 화석을 재검토하여 고배류가 아니고 변성 구조일 뿐

이라고 발표하였다.

이전의 연구 결과를 새로이 다시 검토하고 이의를 제기하는 것은 우리 학계가 그만큼 발전하는 좋은 계기로 보여 한편으로는 바람직하다고 생각된다. 그렇지만 현재 이대성 등 3인의 저자 가운데 이미 두 명이

* Corresponding author: E-mail: youngi2x0@nate.com

나 고인이 된 이들의 논문을 반박하려면 적절한 예의를 갖추고 이들의 이론을 뛰어 넘는 탄탄한 논리적 근거를 제시해야 한다.

Ree *et al.* (2014, 2016)이 제시하고 있는 논리적 근거는 선뜻 수긍하기 어려운 점이 많다. 우선 화석을 검증하는데 사용한 근거로 광물학과 암석학 그리고 방사성 연대를 들고 있다. 고생물학은 고생물학 특유의 이론적 바탕으로 수 백 년 집적되어 온 분야임을 무시하거나 오해하는 듯하다. 오직 자신들이 평소 생각해온 이론과 어긋난다는 점에서 이전에 제시된 귀중한 자료를 비판하고 있다.

2. Ree *et al.* (2014, 2016)이 제시한 논리적 근거

특히 Ree *et al.* (2014, 2016)은 화석의 판단에 별로 무관한 광물학적 기술과 암석학적 설명으로 논문의 대부분을 채우고 있다. 이들이 향산리 고배류 화석을 재검토하였다는 논리적 근거는 다음과 같이 몇 가지로 나누어 생각할 수 있다.

- 1) 옥천대의 지구조적 발달에 대한 이제까지의 의견과 일치하지 않는다는 점.
- 2) 고배류로 동정되어 향산리층이 캄브리아기 지층으로 시대가 결정된다면 이는 방사성 연대와 잘 어울리지 않는다는 점.
- 3) 일반적으로 고배류로 보기에 너무 거대하다는 점.
- 4) 전형적인 고배류의 경질부는 원래 high-Mg 방해석으로 구성되며 때로는 돌로마이트로 치환되기도 한다. 그러나 향산리층의 표본은 활석만으로 구성되어 있으며, 외벽은 부성분 광물로 방해석과 불투명 광물과 함께 활석으로 구성되었다는 점.
- 5) 'septa'가 풍화 받은 표면에서는 보이지만 신선한 면에서는 관찰되지 않는다는 점.
- 6) 'septa'로 보이는 활석 결정이 외벽 밖으로까지 연장되어 'septa'로 생각할 수 없다는 점.
- 7) 돌로마이트가 활석으로 변하는 변성작용에서 부피가 28% 증가하며, 이것으로 인하여 기존 암석에 틈들이 형성되었고 이 틈들 속에 활석이 충전된 것을 'septa'로 오인한 것이라고 주장한다. 그리고 이 표본이 보여주는 타원 기둥의 형태는 방해석과 돌로마이트 입자들이 정

적인 재결정작용(static recrystallization)을 받은 후에 dislocation creep 현상으로 인한 변형된 칼집습곡(sheath fold) 구조라고 한다. 즉 변성 구조일 뿐이라고 하는 점이다.

3. Ree *et al.* (2014, 2016)의 논거에 대한 필자들의 생각

1)에 대해서: 옥천대의 지구조적 발달사는 과거 일제 강점기부터 오랫동안 논란이 되어 온 것으로 우리 학계의 숙제이다.

즉 옥천대의 지질학적 연구는 Nakamura (1923)가 처음으로 옥천층이라고 명명하면서 시작되었다고 할 수 있다. 그는 옥천층이 변성퇴적암으로 구성되었고 화강편마암의 관입을 받은 사실을 중시하여 은생이언의 시생대 혹은 원생대의 암층으로 판단하고 옥천층을 상, 중, 하로 세분하였다. 한편 Shimamura (1926, 1927)는 옥천대에 속하는 지질도폭 조사보고서에서 Nakamura의 옥천층 일부를 전주통, 옥천통이라고 명명하고 변성정도가 낮은 것을 고려하여 백악기 변성대로 판단하였다. 한편 Kobayashi (1942)도 역시 변성정도가 낮은 옥천층의 시대를 현생이언의 Cambro-Ordovician으로 해석하면서 옥천계로 새로이 명명하였다. 이처럼 옥천계의 시대는 Nakamura의 의견을 따라 은생이언의 암층으로 해석하느냐 아니면 Shimamura와 Kobayashi의 의견을 좇아 현생이언으로 해석하느냐로 갈려진 상태에서 광복을 맞이하였다.

광복 후 한국인으로는 처음으로 Cheong (1956)은 지질광상보고서에서 한국의 지질개요의 일부로 옥천계를 소개하는 글에서 식물의 인상화석을 발견하고 옥천층군의 시대를 후조선 ~ 선경상일 가능성을 지적하였다. Son (1957)은 Nakamura (1923)의 옥천층상, 중, 하층을 각각 트리아스기, 조선누층군 중부 및 평안누층군에 대비된다는 의견을 피력하였다가 다시 Son (1970a, 1970b, 1971)은 김옥준과 옥천계의 지질시대에 관한 논쟁에서 옥천층군의 상·하층을 Nakamura (1923)의 상부 옥천층인 충주층군을 제외 한 것에 한정시키고 이를 옥천층군으로 명명하였다. 그리고 옥천층군 대부분을 후조선누층군으로 보고 황강리층만을 트리아스기에 해당된다고 주장하였다. 손치무의 시대론에 대하여 Kim (1970)은 Nakamura의 상부 옥천층 전부를 포함시켜 단일 누층군으로

해석하고 명칭은 Kobayashi의 옥천계라는 명칭을 따랐다. 그리고 그 지질시대는 은생이언에 해당된다고 주장하였다.

손치무와 김옥준의 옥천층군 시대론에는 암석의 변성 정도와 지질구조만을 고려했고 시대론에 핵심이라고 할 수 있는 고생물학적 근거는 없었다.

광복 후 옥천층군 연구에 획기적인 성과를 올린 이는 이미 고인이 된 이대성과 이하영을 꼽을 수 있다.

이대성은 1970년대 전반에 옥천누층군의 연구를 통해 지질시대를 간접적으로 시사하는 내용을 발표하였으며, 그러는 사이 1972년 장기홍, 이하영과 함께 우연히 향산리층에서 고배류를 발견하게 되었다. 그리고 뒤 이어 창리층에서는 오르도비스기의 코노돈트 화석을 발견하기도 하였다(Lee and Lee, 1972). 이로써 옥천층군의 시대를 시대미상이 아니라 구체적인 지질시대 명칭인 선대동계의 지층으로 발표하기에 이르렀다.

이하영은 화석 불모지로 알려진 옥천층군의 향산리층에서 이대성, 장기홍과 더불어 고배류 화석을 발견·보고한 것 외에도 코노돈트 화석을 발견하였을 뿐만 아니라 Lee *et al.* (1989)과 더불어 황강리층에서 전기 오르도비스기를 대표하는 보존상태가 양호한 코노돈트, 완족류의 패각 그리고 삼엽충의 파편 등을 발견하여 학계의 주목을 받았다(Cheong, 1999). 이로써 옥천층군의 시대론에 새로운 지평을 여는데 결정적인 역할을 하였다.

이대성과 이하영 외에 장기홍은 박봉순과 더불어 (Chang and Park, 1977) 시대 미상으로 알려진 옥천층군의 일부에서 생흔화석인 *Chondrites*를 발견하고 그 지질학적 의의를 논의하였다.

그러한 점에서 1972년 당시 고배류 화석의 발견은 옥천층군의 시대론에 매우 고무적인 큰 사건으로 받아들여진 것이다.

이후 우리학계의 종합 연구보고서에 해당하는 “한국의 지질”(Cheong, 1999)에서도 고배류와 코노돈트 및 기타 화석들을 옥천층군의 시대 결정에 확고한 증거로 인정하고 있다. 그리고 Kim (1970)과 일부 회원들을 제외한 대부분의 연구자들은 고생물학적 증거로 옥천층군의 시대를 현생이언인 캄브리아기 이후의 지층으로 대비하거나 아니면 시대 미상으로 취급하고 있다(Cheong, 1999). 옥천대를 연구하는 후속 연구자들 가운데 화석을 발견하지 못한 이

들은 손치무와 김옥준의 어느 편에도 가담하지 못하고 막연히 시대미상이라는 표현을 사용했던 것이다. 그러나 김옥준도 화석이 발견된 이후에는 고생물학적 증거를 인정하였다는 이야기를 개인적으로 나는 대화에서 들었다.

그리고 최근 임순복 외(Lim *et al.*, 2005, 2006, 2007)는 옥천대 서북 지역에 선캄브리아 시대의 것으로 생각되었던 변성퇴적암에서 보존 상태가 상당히 양호한 평안계 식물화석을 발견하는 개가를 올렸다. 즉 옥천층군의 일부로 판단되는 비봉-연주, 진산-복수, 회남-미원 지역의 지층에서 평안계 식물을 상당한 양 발견하여 옥천층군의 시대가 서서히 밝혀지고 있다.

이렇듯 고생물학적 증거가 속속 발견되어 옥천층군의 시대적 윤곽이 밝혀지고 있는 분위기에 찬물을 끼얹듯 옥천층군의 시대론에 새로운 가능성을 보여줘 고생물학적 증거로 귀중하게 여겨왔던 고배류 화석을 부인하는 논문이 그것도 광물학과 암석학 전공자들이 주동적으로 발표하는 것에 필자들은 여간 놀라지 않을 수 없다.

2)에 대하여: 잘 알려져 있듯이 옥천층군은 지질 구조가 복잡한 것 외에 여러 차례 변성작용을 받은 암석들로 구성되었다(Cheong, 1999). 이러한 암석의 방사성 연대는 그 오차가 매우 클 뿐만 아니라 암석의 원래 생성 연대를 엉뚱하게 지시하는 예를 흔히 볼 수 있다. 그러므로 비록 불완전하더라도 화석에 근거한 화석 연대를 중요하게 참조해야 하는 이유가 그 때문이다.

화석에 의해 결정된 지질시대가 방사성 연대나 지구조 연구에 의한 시대와 다를 경우에는 이들 연구 방법의 오류 가능성을 검토해야 하는 것이다.

3)에 대하여: 생물의 크기도 생물의 분류형질로서 중요하지만 화석에서는 의외로 크기가 보통 상식으로는 생각하기 어려울 정도의 것들이 발견되기도 한다.

그리고 분류학에서 생물의 크기는 속이나 종 등 하위계급의 분류형질로서는 유효하지만 과 이상의 고차 분류군에서는 분류형질로 볼 수 없다. 10원 짜리 동전보다도 작은 암모나이트가 있는가 하면 초대형 트럭의 바퀴만 한 대형 암모나이트도 존재한다. 우리에게 친숙한 척추동물에서도 벌새처럼 수 cm 크기의 소형동물이 있는가 하면 코끼리나 고래와 같이

수 m 혹은 수 10 m 크기의 것도 존재하지 않는다.

따라서 화석의 크기가 고배류라는 고차 분류군의 동정에 문제가 될 수는 없다.

Curt (1972)의 고배류에 관한 “Treatise”에 의하면 직경이 1 ~ 2.5 cm 정도로 소규모의 것이 대부분이지만 예외적으로 50 ~ 60 cm의 대형의 것도 존재한다고 한다. 그러나 고배류는 19세기부터 알려지기 시작하여 20세기를 거치는 동안 분류학적으로 논란이 많은 분류군의 하나이다. 즉 독립된 문으로 봐야 하느냐 아니면 해면동물 문에 포함시켜야 하느냐로 분류학자에 따라 분류체계가 다르다. 현생 해면동물의 연구로는 해면동물의 일부가 고배류의 분류형질을 보여 재검토가 요구된다고 한다.

4)에 대하여: 화석의 화학 조성이나 광물학적 조성이 전형적인 고배류 화석에서는 high-Mg 방해석이나 돌로마이트로 구성되었는데 향산리 표본은 활석으로 구성되었다고 그 차이를 들고 있다. 일반적으로 화석이 화석화작용을 받는 기간에는 화학적인 치환이나 변성작용에 의해 원래의 화학조성을 그대로 유지하는 일은 매우 드물다고 할 수 있다. 향산리 표본이 전형적인 고배류와 조성의 차이를 보이는 것은 오랜 기간 화석화작용을 받아 달라질 수 있는 것이므로 이것을 들어 고배류가 아니라고 할 수는 없다.

5)에 대하여: ‘septa’가 풍화 받은 표면에는 보이는데 신선한 표면에서 보이지 않는다고 하는 것은 관찰 방법에 문제가 있는 것이 아닌지? 풍화는 일반적으로 감지하기 어려운 미묘한 구성 성분의 차이로도 기복을 만들 수 있기 때문에 신선한 면에서 보이지 않는다고 없다고 속단할 수는 없다.

현재 표본에서 풍화 받은 표면에서 관찰되는 ‘septa’도 내 외벽 사이를 가로지르는 것도 있지만 상당히 불완전하여 중도에서 tapering되는 것들도 눈에 띈다. 이는 퇴적 후 변성 변형작용을 받는 과정에서 지워진 것으로 볼 수 있고 현재 표본에서 관찰되는 것은 지워지는 과정에서 모면되어 일부만이 잔존한 것으로 해석할 수 있다.

그간 필자들은 윤혜수의 친절한 안내로 연세대학교에 소장하고 있는 표본을 육안 관찰할 수 있는 기회를 얻었으며 원저자 가운데 유일한 생존자인 장기홍의 안내로 화석 산지 일대를 답사한 일이 있다. 필

자들 외에도 여러 고생물학자들이 고배류 화석이 발견된 지역 주변을 여러 차례 방문하여 살펴보았으나 유감스럽게도 또 다른 화석을 아직 찾지 못했다. 이는 변성 변형과정에서 대부분의 화석이 흔적도 없이 지워진 것으로 해석된다.

그러므로 Lee *et al.* (1972)이 지워지는 과정에서 요행히 살아남은 화석 일부를 발견한 것이다.

6)에 대하여: 외벽 밖으로 활석 결정이 돌출한 모습을 보인다고 한다. 그렇기 때문에 ‘septa’가 아니라고 하는 것은 활석 결정 자체를 ‘septa’로 판단하기 때문 아닌가. 또는 외벽 밖으로 돌출한 것이 아니고 내벽 쪽으로 돌출한 것은 아닌지 검토할 필요가 있다.

7)에 대하여: 활석화 과정에서 28%정도 부피가 증가하며 이 때문에 암석에 틈들이 생겼고 그 틈들을 활석이 채웠다고 한다. 어떻게 외벽에 수직한 방향으로만 틈들이 생겼는지? 그리고 외벽과 내벽 사이에서만 팽창이 일어나 틈들이 생기고 그 틈들을 활석이 채워졌다고 생각하는지? 그리고 틈들이 어떻게 미세한 선상으로 조밀하게 생성되었는지 도저히 이해하기 어렵다. 그리고 긴 타원기둥이 dislocation creep 현상으로 어떻게 만들어졌는지 그 과정을 보여주고 이와 유사한 형태가 변성 구조로 보고된 사실이 있는지 그 예를 보여주기 바란다.

4. 토 의

현재 표본에 볼 수 있는 ‘외벽과 내벽’ 그리고 그 사이에 보이는 ‘septa’ 등으로 보이는 형태가, 그리고 긴 타원 기둥이 어떻게 무기적으로 형성되었는지를 광물 암석학적으로 설명할 수 있다고 생각한 것은 거화석을 많이 다룬 고생물학자라면 불가능하다는 사실을 모르지 않았을 것이다.

고생물학의 기본 원리 가운데 “부분으로 전체를 알 수 있다”는 고생물학 연구에 매우 중요한 원리이다. 즉 고배류의 판단은 고배류의 특징 모두가 아닌 일부만으로도 판단이 가능하다.

Lee *et al.* (1972)이 고배류로 판단한 향산리 표본에는 고배류의 특징을 모두 볼 수 있다고 할 수 없다. 당사자들도 이를 인정하였다. 다만 중요한 것은 외

벽과 내벽이 뚜렷하고 그 사이를 미세한 septa가 불완전하지만 연결하고 있다는 사실만으로 고배류로 동정하였다. 당시로서는 매우 놀라운 판단이고 성과라고 생각한다.

그리고 본 논문의 주제에서 벗어나는 것이지만 층명 표기도 priority를 고려하여 Hyangsanri 또는 Hyangsan-ri인지 Hyangsanri인지 통일해야 할 것이다.

5. 결론

옥천대에 분포하는 옥천층군의 지사학적 문제 해결은 이제까지 앞선 회원들이 제시한 여러 가지 고생물학적 증거들 즉 현재의 고배류와 코노돈트 등 미화석과 현재 속속 발견되고 있는 식물화석, 그리고 *Chondrites* 등 생흔화석까지 포함하여 면밀히 종합 검토하고 새로운 증거들을 추가로 탐색하도록 노력하여 확실한 결론을 이끌어 내야 할 것이다.

Ree *et al.* (2014, 2016)의 연구가 40여 년 전의 연구자들이 고배류라고 동정한 화석을 광물 암석학적 검증의 결과로 부정하는 것은 잘못이다. 이들이 연구 결과로 제시한 결론은 우리 학계의 정력만을 불필요하게 소모시키는 일이 될 것이다.

고배류가 아니라고 비판할 정도의 고생물학자라면 현재 표본에서 관찰되는 긴 타원 기둥의 화석은 어느 분류군의 무엇인지 그 정체를 구체적으로 밝혔다면 일보 전진의 결과라고 평가할 수 있겠다. 그리고 생물기원이 아닌 무기적인 변성작용으로 만들어진 칼집습곡 구조라면 이와 유사한 다른 예를 제시해야 할 것이다.

사 사

고령임에도 불구하고 이 논문의 원고를 읽고 격려의 말씀을 전해주셨으며 화석 산지 현장까지 안내해 주신 장기홍 교수께 감사한다. 연세대 표본을 친절하게 육안 관찰을 할 수 있도록 배려해 주시고 화석 산지까지 동행하여 주신 윤혜수 회원께 고마운 인사를 전한다. 그리고 옥천층군의 문헌 조사에 적극 협력해 주신 전희영 박사께도 감사의 뜻을 전한다.

본 논박의 글을 지질학회지에 신도록 배려해 주신 이진용 편집위원장과 이를 꼼꼼하게 읽고 유익한

지적을 해주신 익명의 두 심사위원께 고마운 뜻을 전한다.

REFERENCES

- Chang, K.H. and Park, B.S., 1977, Occurrence and significance of trace fossil *Chondrites* from age-debated dark gray low-grade metamorphic argillaceous rock of Ogcheon Supergroup, South Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 13, 263-266 (in Korean with English abstract).
- Cheong, C.H., 1956, Outline of Korean Geology. Report of Geology and Mineral Resources, 1, 2-31 (in Korean with English abstract).
- Cheong, C.H. (ed.), 1999, *Geology of Korea*, Geological Society of Korea, Sigma-Press, 802 p (in Korean).
- Curt, T. (ed.), 1972, *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part E, volume 1 (or 2). second edition Archaeocyatha by Dorothy Hill, The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas, 158 p.
- Kim, O.J., 1970, Reply to the article "On the Geological Age of the Ogcheon Group" by C.M. Son. *Journal of the Korea Institute of Mining Geology*, 3, 187-191 (in Korean with English abstract).
- Kobayashi, T., 1942, Brief notes on the geologic history of the Yokusen orogenic zone. 2 *Proceedings Imperial Academy*, 18, 677-681 (in Japanese with English abstract).
- Lee, D.S., Chang, K.H. and Lee, H.Y., 1972, Discovery of archaeocyatha from Hyangsanri Dolomite Formation of the Ogcheon System and its significance. *Journal of the Geological Society of Korea*, 8, 191-197 (in Korean with English abstract).
- Lee, D.S. and Lee, H.Y., 1972, Study on the petrology and micropaleontology of the calcareous beds interbedded in the Ogcheon system. *The Memoirs for Chi Moo Son's Sixtieth Birthday*, 141-150.
- Lee, J.H., Lee, H.Y., Yu, K.M. and Lee, B.S., 1989, Discovery of microfossils from limestone pebbles of the Hwanggangri Formation and their stratigraphic significance. *Journal of the Geological Society of Korea*, 25, 1-15 (in Korean with English abstract).
- Lim, S.B., Chun, H.Y., Kim, Y.B., Kim, B.C. and Cho, D.L., 2005, Geological ages, stratigraphy and geological structures of the metasedimentary strata in Bibong-Yeonmu area, NW Okcheon belt, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 41, 335-368 (in Korean with English abstract).
- Lim, S.B., Chun, H.Y., Kim, Y.B., Kim, B.C. and Song, K.Y., 2006, Stratigraphy and geological age of the metasedimentary strata in Jinsan-Boksu area, Chungchungnamdo, NW

- Okcheon belt, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 42, 149-174 (in Korean with English abstract).
- Lim, S.B., Chun, H.Y., Kim, Y.B., Lee, S.R. and Kee, W.S., 2007, Geological ages and stratigraphy of the metasedimentary strata in Hoenam-Miwon area, NW Okcheon belt. *Journal of the Geological Society of Korea*, 43, 125-150 (in Korean with English abstract).
- Nakamura, S., 1923, Outline of Cambrian geology in Korea. *Memories in celebration of the 60th birthday Dr. Ogawa*, 701-710 (in Japanese with English abstract).
- Ree, J.H., Choh, S.J., Lee, D.J. and Jung, H.M., 2014, Archaeocyathas in the Hyangsari Formation of the Okcheon Basin, South Korea, revisited and reexamined: Deformation origin?. *Proceeding of 2014 Autumn Meeting of the Geological Sciences of Korea*, 119 p.
- Ree, J.H., Cho, S.J., Jung, H.M. and Lee, D.J., 2016, Re-examination of a supposed 'archaeocyath' specimen from the Hyangsanni Formation, Okcheon Basin, Korea. *Geosciences Journal*, 20, 285-294.
- Shimamura, S., 1926, Geological atlas of Chosen, No. 5, Jinan and Jeonju sheets. Geological Survey of Chosen, 1-4 (in Japanese with English abstract).
- Shimamura, S., 1927, Geological atlas of Chosen, No. 7, (Chongsan and Yeongdong sheets). *Explanation of Geology*, 1-4 (in Japanese with English abstract).
- Son, C.M., 1957, On the geologic system of Korea. *Bulletin of the College of Liberal Arts and Sciences*, 15-1, 46-51 (in Korean and English abstract).
- Son, C.M., 1970a, A discussion on the Geological Age of Ogcheon Group. *Journal of the Korea Institute of Mining Geology*, 3, 231-244 (in Korean with English Abstract).
- Son, C.M., 1970b, On the geologic age of Okcheon group. *Journal of the Korea Institute of Mining Geology*, 3, 9-16 (in Korean with English abstract).
- Son, C.M., 1971, Discussion on the geological age of Okcheon group. *Journal of the Korea Institute of Mining Geology*, 3, 231-244 (in Korean with English abstract).

Received : June 26, 2016

Revised : July 30, 2016

Accepted : October 14, 2016