

백토동지구에서 새로 발굴된 백악기하세의 백토새화석에 대하여

원철국, 서광식, 리철준

경애하는 김정은동지께서는 최근에 신의주시 백토동지구에서 새로 발굴된 새화석을 《백토새》로 명명해주시는 은정깊은 조치를 취해주시었다.

본문에서는 신의주시 백토동지구에 분포되어있는 신의주주층에서 새로 발굴된 백토새화석의 산출층위와 형태구조적특징을 고찰하고 다른 나라들에서 이미 알려진 중생대의 새화석들과의 비교를 진행한데 기초하여 이 화석이 날아다니는데 적응된 세계적으로 희귀한 새의 화석이라는것을 밝혔다.

1. 백토새화석의 지질시대와 형태구조적특징

백토새화석은 평안북도 신의주시 백토동에 분포하고있는 신의주주층의 3번층에서 발굴되었는데 회록색분사질니암에 보존되어있다. 이미 이 지구에서 연구된 곤충화석과 엽지개화석들에 기초하여 밝혀진 신의주주층의 3번층의 상대적지질시대는 중생대 백악기하세 바렘-아쁘뜨년(약 130Ma)이다.[5]

새로 발굴된 백토새화석에는 한쌍의 날개뼈와 대가리뼈, 깃들이 잘 보존되어있다.(그림 1)

대가리뼈는 우아래방향으로 늘리워 납작한 3각형을 이루고 중간축을 중심으로 좌우대칭을 이루며 대가리의 뒤부분에는 목뼈가 1개마디정도 보존되어있으며 앞부분에는 몽툭한

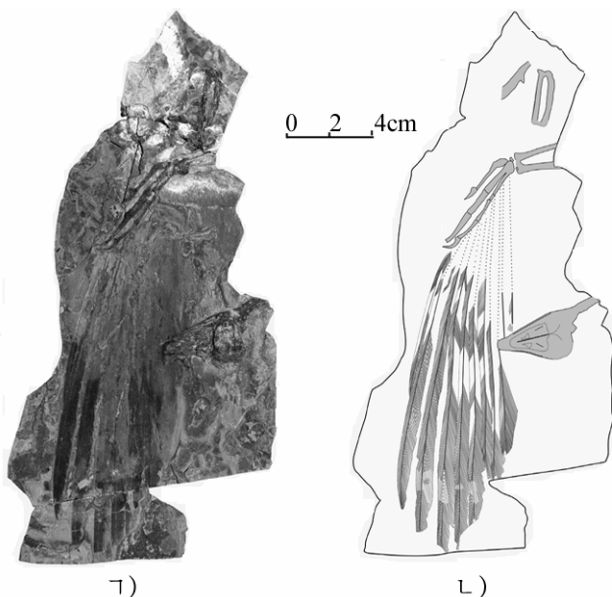


그림 1. 백토새화석(1)과 그 세부구조도(2))

부리가 선명하게 나타나있다.(그림 2)

대가리의 길이는 3.63cm, 너비는 2.34cm이고 목뼈의 길이는 1.2cm, 너비는 0.46cm이다.

날개뼈는 한쌍이 나타나있는데 그중 1개의 날개뼈가 잘 보존되어있다. 이 날개뼈는 갈구리모양의 발톱을 가진 길이가 서로 다른 3개의 발가락들(기본 발가락, 부차적인 발가락, 작은 날개발가락)과 함께 요골과 척골, 발목뼈로 이루어져있다.(그림 3, 표 1)

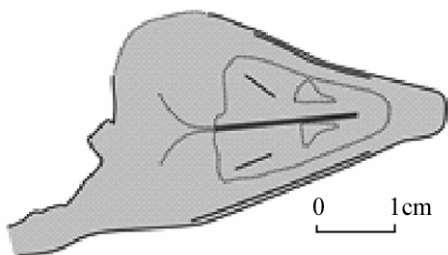


그림 2. 백토새화석의 대가리뼈와 목뼈

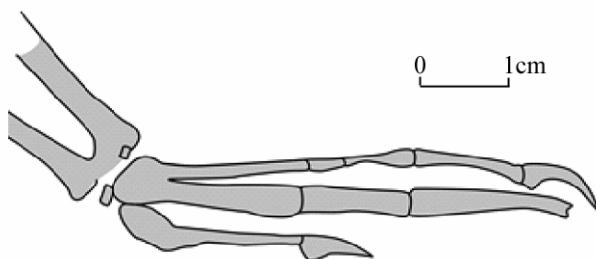


그림 3. 백토새화석의 날개뼈

표 1. 날개뼈의 크기

구분	마디수/개	마디길이/cm	마디너비/cm	발톱길이/cm
작은 날개발가락	2	1.62	0.1~0.2	0.8
		0.46	0.2~0.26	
기본발가락	3	2.05	0.23~0.35	
		1.17	0.24~0.26	
		1.8	0.15~0.29	
부차적인 발가락	4	2.11	0.11~0.15	0.92
		0.4	0.09~0.13	
		0.77	0.05~0.2	
		1.18	0.1~0.2	

3개의 발가락 가운데서 기본발가락의 발톱은 보존되지 않았고 부차적인 발가락과 작은 날개발가락의 발톱들이 명확하게 나타나는데 여기서 부차적인 발가락의 발톱이 작은 날개발가락의 발톱보다 더 크고 명확하다.

기본발가락에는 비교적 굵고 긴 3개의 발가락뼈들이 거의 직선으로 나있고 부차적인 발가락에는 상대적으로 가늘고 긴 4개의 발가락뼈들이 나있으며 작은 날개발가락은 2개의 발가락뼈들로 이루어져있는데 발톱에 붙은 발가락뼈가 더 가늘고 길다.

새로 발굴된 새화석에서 제일 중요하고 잘 보존된 부분은 날개깃들이다. 이 날개깃들은 날개의 앞부분에 위치한 1차날개깃들인데 모두 11개의 깃들로 구성되어있으며 매 깃들은 깃자루와 깃축, 깃가지와 작은깃가지들을 가지고있다.

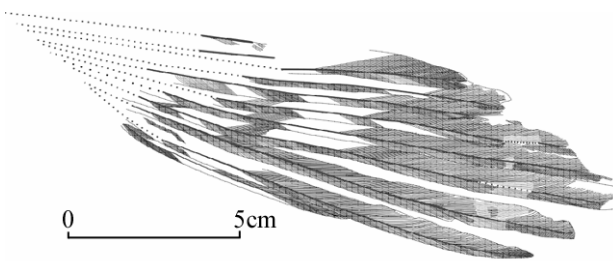


그림 4. 새화석의 1차날개깃

1차날개깃들은 날개의 발가락뼈들에 약 30°정도의 경사각으로 보존되어있으며 개별적인 깃들의 길이와 깃가지들의 보존상태는 약간 차이난다.(그림 4)

매 깃들은 좌우비대칭인 깃가지들을 보존하고있으며 대부분의 깃가지들에서 보다 미세한 작은깃가지들도 선명하게 관찰할수 있다.

가지들에 나있는 작은깃가지들은 보통 불규칙적인 미세한 실오리모양으로 배열되어있으며 그 크기도 각이하다.(그림 5, 표 2)

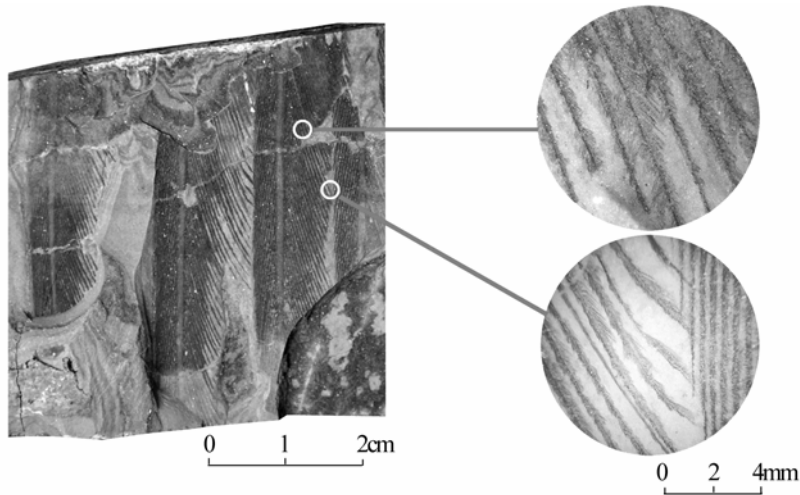


그림 5. 백토새화석의 깃가지와 작은깃가지들의 세부구조

표 2. 깃의 크기

깃 번 호	길이/cm	너비/cm	깃축너비/cm	1cm당 깃가지의 수	깃가지 총수	깃축과 깃가지 사이의 각 ^o	
						오른쪽	왼쪽
1	6.97	0.27	0.04	29	200	18.4	10.3
2	13.74	0.69	0.04	18	240	19.6	8.1
3	15.06	0.79	0.04	20	300	18.1	10.9
4	16.5	0.8	0.04	20	320	18.3	10.2
5	17.68	0.8	0.04	17	300	18	10.8
6	15.3	0.8	0.04	18	275	17.1	8
7	13.39	0.5	0.04	21	280	15.5	9.4
8	13.69	0.63	0.04	23	315	14.9	10
9	12.62	0.88	0.04	14	177	17.9	8.5
10	7.62	—	0.04	—	—	—	—
11	7.28	—	0.04	—	—	—	—

표 2에서 깃축과 깃가지사이의 각은 깃을 아래방향으로 드리웠을 때 오른쪽깃가지와 왼쪽깃가지로 갈라서 측정하였다.

대가리뼈와 날개뼈의 형태구조적특징, 11개로 구성된 1차날깃들의 배열상태와 깃가지와 작은깃가지들의 보존특징들에 기초하여 이번에 새로 발굴된 새화석은 다음과 같이 계통분류할수 있다.

문 CHORDATA

아문 VERTEBRATA

강 AVES

아강 ARCHAEORNITHES

목 CONFUCIUSORNITHIFORMES

과 Confuciusornidae Hou et al., 1995

선행연구[3]에 의하면 주체84(1995)년에 중국에서 처음으로 설정된 Confuciusornidae과에는 중생대 유라기상세—백악기하세의 이발이 있는 조류들가운데서 진화된 조류들이 포함되어있다.

현재 이 과에는 3개의 속 즉 *Confuciusornis*, *Changchengornis*, *Jinzhourornis*가 속해있으며 그중에서도 우리의 표본과 가장 비슷한 *Confuciusornis*속에는 현재까지 3개의 종 즉 *C. sanctus*, *C. dui*, *C. suni*이 알려져있다.

이 과의 가장 중요한 특징은 부리를 가진 최초의 새화석이라는것과 이 시기에 화석으로 알려진 다른 조류들에 비하여 상대적으로 매우 긴 1차날깃들을 가지고있는것이다.

우리가 이번에 새로 발굴한 새화석에는 *Confuciusornidae*과의 이러한 특징들이 그대로 반영되어있다.

이 과의 특징은 또한 현대새와 비슷한 1차날깃들을 가지고있고 깃판우에 배열된 깃가지들이 비대칭을 이루고있는것이다.

일반적으로 날아다니는 새들에서 깃판에 나있는 깃가지들은 깃축을 중심으로 전형적인 비대칭을 이루고 깃가지들은 깃축에 촘촘히 붙어있으며 개별적인 깃가지들에는 실오리모양의 작은깃가지들이 불규칙적으로 나있는데 바로 이번에 발굴된 백토새화석에 이 모든 특징들이 그대로 반영되어있다.

2. 세계적으로 알려진 깃을 보존한 새화석들과의 대비

지금까지 세계적으로 적지 않은 새화석들이 발굴되었지만 이번에 우리 나라에서 발굴된 백토새화석처럼 선명하게 잘 보존된 깃을 가지고있는 화석은 보기 드물다.

다른 나라들에서 이미 알려진 중생대의 새화석들은 대부분이 골격들만을 보존하고있으며 골격과 함께 1차날깃들을 보존하고있는 새화석들인 경우에도 부분적인 깃들만을 보존하고있다. 또한 백악기층을 비롯한 중생대층에서 이미 알려진 깃화석들은 대부분이 1개의 깃판만 보존되어있으며 그것마저도 매우 드물게 알려지고있다.[2-4]

지금까지 연구된 자료들을 종합해보면 세계적으로 1차날깃이 가장 잘 보존된 화석은 주체95(2006)년에 중국에서 발견된 *Confuciusornis*의 한 종이다. 이 표본에 보존된 1차날깃들은 비교적 규칙적으로 배열되어있지만 11개의 1차날깃들중 9개만이 보존되어있으며 작은깃가지는 거의나 관찰할수 없고 대부분의 깃가지들도 우리의 표본에 비하여 상대적으로 잘 보존되어있지 않다.[2, 4]

일반적으로 조류의 진화에서 깃들의 크기는 짧은것으로부터 긴것으로 진화되는데 우리의 표본에서 가장 긴 깃의 길이는 약 18cm이고 중국에서 알려진 표본(표본번호: IYPP V 13156)에서 가장 긴 깃의 길이가 26cm정도이다. 이것은 우리가 발굴한 새화석이 중국에서 알려진 *Confuciusornis*에 비하여 보다 일찍 출현한 새화석이라는것을 보여준다. 중국을 제외한 여러 나라의 중생대층에서도 깃을 보존한 새화석들이 드물게 나타나지만 그것들은 보통 1~2개의 깃들만을 보존하고있다. 도이칠란드에서 이미 알려진 시조새화석에서는 규칙적으로 배열된 깃들의 존재를 보여주는 흔적만이 나타나있고 선명한 깃은 개별적으로 분산되어 나타난다. 그러나 백토새화석의 깃들은 지금까지 세계적으로 알려진 깃화석들과 비교해볼 때 명백한 깃축과 깃가지들을 보존하고있을뿐아니라 개별적인 깃가지들에 촘촘히 나있는 미세한 작은깃가지들까지도 선명하게 보존하고있다. 이것은 백토새화석의 깃들이 세계적으로 깃이 가장 잘 보존된 새화석이라는것을 말해준다.

새로 발굴된 새화석은 시조새나 현대새와 마찬가지로 11개의 1차날깃을 모두 보존하고있는데서도 보기도문 화석으로 된다. 선행연구자들은 도이칠란드에서 발견된 시조새화석의 1차날깃이 모두 11개의 개별적인 깃들로 이루어져있으며 이것을 현대새의 1차날깃과 비교하여 볼 때 개별적인 깃의 개수가 일치한다는것을 이미 밝혔다.[2, 3]

우리가 이번에 발굴한 새화석은 11개의 1차날깃들을 보존하고있으며 그것들이 날개뼈에 밀착되어 화석으로 보존된것으로 하여 날아다니는데 적응된 새화석이라는것을 보여준다. 주체109(2020)년에 일부 조류학자들은 지금까지 알려진 조류들을 종합적으로 고찰하면서 명확한 깃축을 보존하고있는 조류집단들의 분기도를 작성하여 발표하였다. 이 분기도를 보면 46개의 과 또는 속들가운데서 깃축이 명확한 날개깃을 보존하고있는 과, 속은 겨우 3개 즉 *Confuciusornis*, *Eopengornis*, *Sphenisciformis*이다. 그가운데서도 중생대의 조류는 *Confuciusornis*, *Eopengornis*뿐이다.

이와 같은 자료들은 백토새화석이 명확한 깃축과 함께 깃가지, 작은깃가지들까지 보존한 세계적으로도 희귀한 새화석이라는것을 말해준다.

1993년에 백토동지구에서 발굴된 조선시조새화석과 백토새화석을 비교해보면 이 화석들이 다같이 신의주주층의 3번층에서 나온다는 점에서는 공통성이 있지만 그 발굴층위는 서로 다르다. 백토새화석은 조선시조새화석이 발견된 층준보다 40m정도 더 위에 놓이는 층준에서 나온다. 또한 조선시조새화석에서는 깃들을 눈으로 직접 관찰할수 없고 발가락뼈의 개별적인 마디들의 크기와 비에서도 일정한 차이가 있다.[1]

맺 는 말

백토새화석은 신의주시 백토동지구에 분포되어있는 백악기하세층인 신의주주층의 3번층에 속하는 회록색분사질니암에서 알려진 날아다니는데 적응된 새화석으로 된다.

이 화석은 대가리뼈와 목뼈, 날개뼈와 11개의 1차날깃들을 보존하고있는것으로 하여 세계적으로 희귀한 새화석으로 된다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 46, 7, 128, 주체89(2000).
- [2] L. M. Chiappe et al.; Mesozoic Birds, University of California Press, 4~523, 2002.
- [3] M. Gerald; Avian Evolution: The Fossil Record of Birds and its Paleobiological Significance, Wiley Blackwell, 4~311, 2016.
- [4] B. Michael; Science, 348, 6235, 617, 2015.
- [5] S. H. Jon et al; Cretaceous Research, 99, 240, 2019.

주체110(2021)년 4월 5일 원고접수

On the Paektho Bird Fossil of Lower Cretaceous Newly Found in Paektho-dong Region

Won Chol Guk, So Kwang Sik and Ri Chol Jun

The Paektho bird fossil was newly found in the third member of the lower cretaceous-Sinuiju formation in Paektho-dong, Sinuiju City. This is very rare bird fossil in the world for its nearly perfect 11 primary barbs as well as skull, neck bone, and pterygoid.

Keywords: Paektho bird, fossil