

포항 분지 연일층군(마이오세)의 두호층에서 산출된 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney

김 종 현*

공주대학교 사범대학 지구과학교육과, 314-701 충남 공주시 신관동 182

Albizia miokalkora Hu and Chaney from the Duho Formation of Yeonil Group (Miocene) in the Pohang Basin, Korea

Jong-Heon Kim*

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

Abstract: Three legume fossils collected from the Miocene Duho Formation of Yeonil Group in the northern Pohang Beach, Gyeongsangbuk-do, Korea were described as *Albizia miokalkora* Hu and Chaney. This species has only appearing in the Miocene floras of Korea, China and Japan until present. It has wide distribution from warm temperate to subtropical-tropical regions but, the diversity of the species of *Albizia* is not so high. It is considered that the fossil *Albizia miokalkora* Hu and Chaney might have adapted to the warm climate such as warm temperate climate and subtropical to tropical climate.

Keywords: *Albizia miokalkora*, legume, Miocene, Duho Formation, Yeonil Group

요 약: 경상북도 포항시 북부해수욕장 부근 일대에 분포하는 마이오세의 두호층에서 산출된 3개의 꼬투리 화석을 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney로 동정하였다. 이 화석은 현재까지 한국, 중국, 일본의 제 3기 마이오세 식물군에서 유일하게 산출되고 있고, 난온대에서 아열대-열대 지역에 걸쳐 광범위하게 나타나지만 종의 다양성은 매우 낮았다고 생각된다. 화석 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney는 난온대와 아열대-열대 기후와 같은 따뜻한 기후에 적응한 식물로 추정된다.

주제어: *Albizia miokalkora*, 꼬투리, 마이오세, 두호층, 연일층군

서 론

자귀나무속(*Albizia*)의 화석은 동아시아에서 매우 희귀한 화석으로 알려져 있으며, 현생과 화석의 유연 관계에 대한 중요한 단서를 제공해 줄 뿐만 아니라 고식물 지리구 및 고기후의 추정에 기초적인 자료로 활용될 수 있다는 점에서 매우 귀중하다(김종현 외, 2009). 동아시아의 제3기 식물군에서 자귀나무속의 화석은 잎이나 꼬투리가 주요한 연구 대상이며, 이들은 주로 중국과 일본에서 보고되어 있지만(Hu and Chaney, 1940; Hayashi, 1975; Tao et al., 2000; Yao

et al., 2010), 종의 수는 많지 않다.

우리나라 제3기 지층에서 산출된 화석잎에 대한 Huzioka(1972)의 연구를 비롯하여 Ablaev et al.(1993)과 립경호 외(1994)에 의한 북한 지역에서 산출된 화석잎의 연구에서 나타난 바와 같이, 우리나라 제3기의 지층에서는 자귀나무속의 화석이 산출되지 않는 것으로 알려져 왔다. 근년에 이르러 Kim(2005) 및 김종현 외(2009)가 포항 지역에서 자귀나무속의 꼬투리 화석의 산출을 처음 보고함으로써 우리나라에서도 산출되고 있음이 입증되었다.

최근, 포항 지역의 조사에서 3개의 꼬투리 화석이 새로이 발견되었다. 여기에서는 새로이 발견된 화석에 기초하여 기재를 하고 고식물학적 의미에 대해서 고찰한다.

*Corresponding author: jongheon@kongju.ac.kr
Tel: 81-41-850-8298
Fax: 81-41-850-8299

연구 지역의 지질과 층서

포항 퇴적분지는 경북 영일군의 동부 지역에 위치하며 영일만을 중심으로 대략 북북동-남남서 방향으로 분포하고 남한에 분포하는 제3기 퇴적분지 중에서 규모가 가장 크다. 포항분지의 지질은 백악기 경상누층군의 퇴적암류 및 화성암류와 이들을 부정합으로 피복하는 제3기의 해성층이 발달해 있다(윤선, 1998).

Tateiwa(1924)는 포항 퇴적분지에 분포하는 제3기 지층에 대한 지질조사를 실시하고 이를 연일층으로 명명하였으며 그 후 국내의 많은 연구자들에 의해 조사가 이루어졌다(엄상호 외, 1964; 김봉균과 윤선, 1982; Kim, 1984, 1987; Yun, 1986; Yi and Yun, 1995; 윤선, 1998). 연일층군에 대한 층서구분과 층명은 연구자들에 따라 조금씩 다르며, 여기에서는 Yun(1986)의 층서 구분을 따른다. Yun(1986)에 의하면, 연일층군은 하부로부터 천북역암, 학전층, 두호층으로 구분된다. 연구지역의 지질분포와 화석산지는 Fig. 1과 같다.

연일층군의 지질시대는 연일층군에서 산출된 식물 화석, 동물화석 및 미화석(e.g., Tateiwa, 1924; Kanehara, 1936; Huzioka, 1972; Yoon, 1975; 전희영, 1982)에

근거하여 여러 가지 의견이 제안되어 있지만, 일반적으로 마이오세 중기로 알려져 있다.

재료 및 연구 방법

포항시 북부해수욕장을 따라 분포하는 두호층에서 3개의 꼬투리 화석이 발견되었다. 두호층은 해변을 따라서 노두가 잘 발달하며 경사가 급한 사면을 이루고 있어 풍화에 의해 크고 작은 암석 부스러기들이 쉽게 떨어져 나온다. 여기에서 16×15 cm의 크기의 백갈색 이암편에서 *Albizia*의 꼬투리 화석 한 개가 발견되었다. 꼬투리 화석은 비록 인상화석이지만 비교적 보존상태가 양호하여 꼬투리의 전체 형태와 크기를 알 수 있으나 지표면에 장기간 노출되어 풍화를 받았기 때문에 종자의 보존 상태는 그다지 선명하지 않다. 그리고 같은 지역의 인근에서 채집한 2개의 표본은 두호층에서 떨어져 나온 담록색 이암편에서 발견되었다. 이암편의 크기는 각각 12×5 cm, 9×7 cm이며 꼬투리의 중간 부분만이 보존되었다. 인상화석으로 보존되었기 때문에 화석의 분류는 꼬투리의 크기 및 형태적 특징과 종자의 모양과 크기에 의해서 이루어졌다. *Albizia*의 속명은 유럽에 처음 이 나무를 소개한 Albizzi의 이름을 따서 명명된 것이

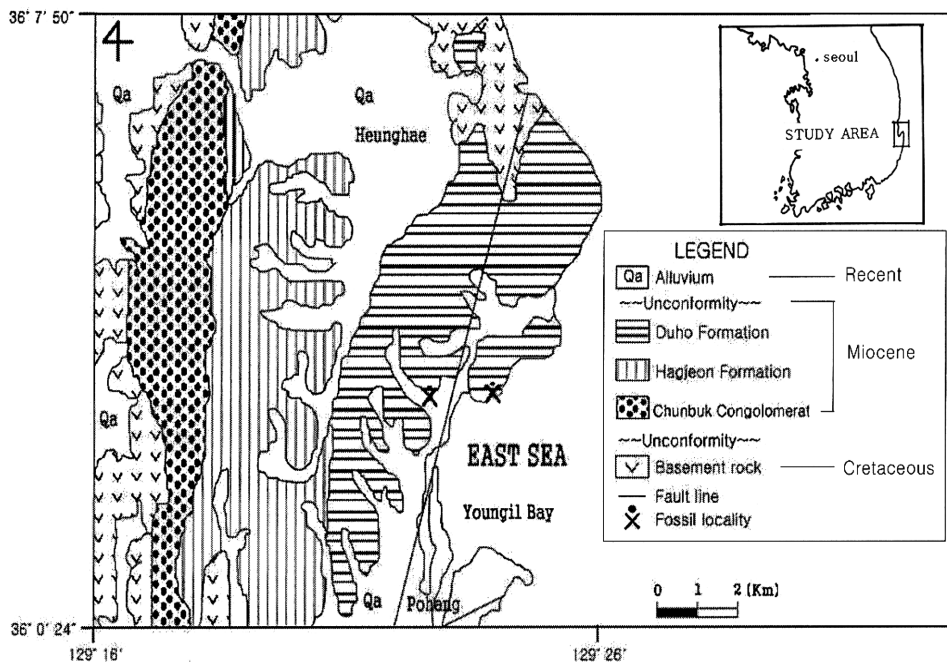


Fig. 1. Geological map of study area (partly modified from Yi and Yun, 1995) and fossil localities.

만, 현재 *Albizzia*는 폐기되었으며 일반적으로 *Albizia*의 속명이 자주 쓰이고 있다(<http://en.wikipedia.org/wiki/Albizia>; Inoue et al., 1984). 여기에서는 국제적으로 많이 사용되고 있는 *Albizia*의 속명을 따른다.

화석의 기재

콩목(Fabales)

자귀나무과(Mimosaceae)

자귀나무속(*Albizzia*) Durazzini, 1772

Albizia miokalkora Hu and Chaney

Fig. 2A-C

Albizia miokalkora Hu and Chaney: Hu and Chaney, 1940, pl. 27, fig. 6

Albizia miokalkora Hu and Chaney: Beijing Institute of Botany and Nanjing Institute of Geology and Paleontology of Chinese Academy Sinica, 1978, pl. 87, fig. 1, 2, pl. 90, figs. 5, 6

Gleditsia miosinensis Hu and Chaney: Hayashi, 1975, pl. 15, figs. 1, 10

Albizia miokalkora Hu and Chaney: Tanai, 1978, pl. 24, figs. 1, 2

Albizia miokalkora Hu and Chaney: Kim, 2005, figs. 2A-D; Kim et al., 2009, figs. 2A-D.

산출층: 현재까지 두호층에서 8개의 꼬투리 화석이 발견되었으며 두호층 이외의 다른 층에서는 발견되지 않았다.

기재: Fig. 2A는 꼬투리의 형태가 거의 완전하게 보존되어 있다. 꼬투리는 길고 가늘며 중간 부위에서 가장 넓고 양끝으로 가면서 점차로 가늘어진다. 길이는 적어도 9 cm 이상이고 폭은 가장 넓은 곳에서 1.2 cm에 달한다. 꼬투리 내부 긴 쪽의 중축부를 따라서 5-7 mm 간격으로 종자가 배열되어 있다. 종자는 현미경하에서 8개가 관찰되며 각각의 종자는 원형 내지 타원형이고 크기는 지름이 5-6 mm에 달한다. Fig. 2B와 2C는 꼬투리의 중간 부분에 해당하는 화석이다. Fig. 2B의 보존된 길이는 5 cm이고, 최대 폭은 1.3 cm이며 3개의 종자가 육안으로 확인된다. 종자의 크기는 대략 7 mm에 달한다. Fig. 2C의 길이는 4.2 cm이고 폭은 1.3 cm에 달한다. 현미경 하에서 희미하게 타원형의 종자 3개가 보이며, 크기는 6 mm이다. Fig. 2B와 2C는 크기와 형태로 보아 한 개의 꼬투리가 두 개로 쪼개진 것으로 판단된다.

비고: 위에서 설명한 3개의 표본(Fig. 2A-C)은 꼬투리의 형태, 종자의 크기와 모양에 있어 같은 층에서 Kim(2005)와 Kim et al.(2009)가 보고한 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney의 꼬투리 화석(Fig. 2D-H)에 아주 비슷하다. 이 종은 중국 산둥(山東)의 임구(臨朐) 지역에 분포하는 마이오세의 산왕층(山旺層)에서 Hu and Chaney(1940)에 의해 처음 신종으로 기재되었다. 산둥의 산왕층에서 보고된 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney는 잎과 꼬투리 화석으로 구성되며, 꼬투리 화석은 길이가 9 cm이고 폭이 1.2-1.5 cm이며, 종자는 난원형으로 5-7 mm로서 두호층에서 보고된 꼬투리 화석에 형태적으로 구별할 수 없을 만큼 매우 비슷하다. Tao et al.(2000)에 의하면, 중국 운남(雲南)의 등충(騰沖), 양하(梁河) 및 임륜(臨滄), 개원(開遠) 지역에 분포하는 마이오세의 지층에서도 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney를 비롯하여 *A. juligreissin* 및 *A. bracteata* Dunn.가 산출된다.

또한, *Albizia miokalkora* Hu and Chaney는 일본 나가사키현(長岐縣) 이키도(壹岐島)의 초자바루(長者原)에 분포하는 마이오세의 지층에서도 산출이 알려져 있다(Hayashi, 1975). Hayashi(1975)는 이키도의 초자바루에서 산출된 화석잎에 대해 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney로 그리고 다른 잎과 열매 화석에 대해 *Gleditsia miosinensis* Hu and Chaney로 각각 기재하였다. 그가 기재한 두 개의 종은 모두 중국의 산둥에서 Hu and Chaney(1940)가 기재한 종들과 같은 것이다. Kim et al.(2009)가 이미 언급한 바와 같이, *Gleditsia*(죽엽나무속)의 속명은 기존부터 존재했던 이름이지만, Hu and Chaney(1940)가 신종을 기재하면서 *Gleditschia miosinensis* Hu and Chaney로 잘못 쓴 것을 Hayashi(1975)가 *Gleditsia*로 수정하였다. Beijing Institute of Botany and Nanjing Institute of Geology and Paleontology of Chinese Academy Sinica(1978)의 연구도 Hu and Chaney의 *Gleditschia* 대신에 *Gleditsia*의 속명을 따랐다.

한편, Tanai(1978)는 Hayashi(1975)의 표본을 재검토한 후 *Gleditsia miosinensis* Hu et Chaney로 기재된 화석 중에서 꼬투리(pl. 15, fig. 1)와 화석잎(pl. 15, fig. 10)을 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney에 포함시켰다. Hayashi(1975)가 *Gleditsia miosinensis* Hu et Chaney로 기재한 두 개의 꼬투리는 육안 상으로 보아도 현저히 다르기 때문에 Tanai(1978)의 판단이 옳다고 생각된다.

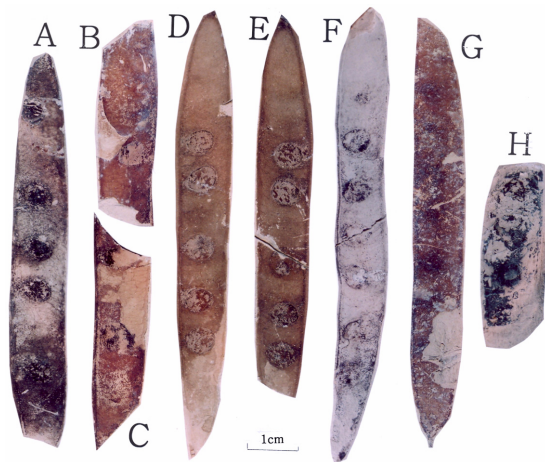


Fig. 2. A-H. Fossil legumes of *Albizia miokalkora* Hu and Chaney from the Duho Formation. A: An indehiscent legume bearing 8 seeds (KNU-2009-0001), B: A middle part of legume bearing 2 seeds (KNU-2009-0002), C: A middle part of legume bearing 3 seeds (KNU-2009-0003). D-F: *Albizia miokalkora* Hu and Chaney (Kim, 2005, figs. 2A, 2C, 2D), G-H: *Albizia miokalkora* Hu and Chaney (Kim et al., 2009, figs. 2A, 2C).

최근 Zhang and Wang(2010)은 중국 산동의 산왕층에서 콩과 등나무속(*Wisteria*)에 속하는 꼬투리 화석을 *Wisteria shanwangensis* Wang, Dilcher, Zhu, Zhou and Lott로 기재하였다. 이종은 꼬투리의 모양 및 종자의 크기와 수에 있어서 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney의 꼬투리와 쉽게 구별된다. *Albizia miokalkora* Hu and Chaney는 현생종인 왕자귀나무 [*Albizia kalkora*(Roxb.) Prain]에 가장 근연의 식물로 알려져 있지만(Hu and Chaney, 1940; Hayashi, 1975), 꼬투리의 길이가 매우 짧다는 점에서 왕자귀나무의 꼬투리와 구별된다.

고식물학적 의미

자귀나무과에 속하는 식물은 현생과 멸종된 그룹을 포함하며 아시아, 유럽 및 북미의 제3기층에서 꽃화석, 잎화석 및 열매화석이 다수 알려져 있지만, 자귀나무속(*Albizia*)의 화석 기록은 극히 적으며 동아시아의 마이오세의 지층에서만 알려져 있다(Tanai, 1978). 동아시아의 제3기 식물군에서 자귀나무속에 속하는 화석은 지금까지 미지정종 2종을 포함하여 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney *A. juligreissin* 및 *A.*

bracteata Dunn. 등 5종(Hu and Chaney, 1940; Hayashi, 1975; Chen et al., 1983; Tao et al., 2000)과 일본 큐슈의 제4기의 Kakuto층군에서 *Albizia* (?) sp.(Onoe, 1971)의 1종이 전부이다. 이들의 지사적 및 지리적 분포에 관해서는 Kim(2005)와 Kim et al. (2009)에 의해 충분한 논의가 이루어졌다.

Kim et al.(2009)가 언급한 바와 같이 동아시아에서 화석 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney의 지리적 분포는 우리나라의 포항, 중국의 산둥과 운남, 일본의 이키도(壹岐島)에 한정되어 있다. 중국의 산둥과 일본의 이키도는 포항 지역과 대략 비슷한 위도에 위치하고 있지만, 중국의 운남은 중국 남부의 열대 및 아열대 지역에 위치한다. 이것은 화석 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney가 마이오세 동안에 열대-아열대에서 온대 지역에 걸쳐 광범위하게 분포한 것을 의미한다. 현생의 자귀나무속(*Albizia*)은 현재 150여 종이 있으며, 이들은 주로 열대 및 아열대 지역에 분포하지만 난대 지역에도 분포하고 있다(<http://en.wikipedia.org/wiki/Albizia>; Inoue et al., 1984). 중국에는 현생 *Albizia*속의 50여 종이 주로 중국 남부의 열대 및 아열대 지역에 분포하며 소수는 북부의 온대 지역에도 분포한다(Beijing Institute of Botany and Nanjing Institute of Geology and Palaeontology of Chinese Academy Sinica, 1978). 우리나라에는 2종이 분포하고 있지만(이창복, 2006), 화석 *Albizia miokalkora*에 가장 근연종인 왕자귀나무(*A. kalkora*)는 주로 따뜻한 남부 지역에 서식하고 있다. 화석 *Albizia*속의 분포 양상은 현생의 자귀나무속의 식물들이 주로 열대와 아열대와 같은 따뜻한 지역에 많이 분포하고 있는 것과 조화적이다.

Song et al.(1983)은 제3기 마이오세 동안에 중국내에 3개의 식물지리구를 설정하였다. 즉, 중국의 중앙부를 대략 양분해서 좌측 남서부 지역에 청장동(靑藏棟), 화류(樺類) 및 관총식물구계(灌叢植物區系)를, 좌측 북서부 지역에 내륙삼림초원 및 초원식물구계를, 그리고 우측에 동부 계풍구 활엽식물구계를 각각 설정하였다. 후자는 다시 3개의 식물아구(植物省)으로 구분되는데, 위에서부터 북부 온대 식물아구, 중부 난온대 및 아열대식물아구, 남부 남아열대 및 열대식물아구로 세분된다(Song et al., 1983). *Albizia miokalkora* Hu and Chaney의 1종이 보고된 산동의 산왕식물군은 난온대 및 아열대식물아구의 대표적인 식물군이며(Sun et al., 2001), 연일식물군과 그 조성

이 비슷하다. 운남 지역은 남부 남아열대 및 열대식물아구에 속한다. 운남의 여러 지역에 분포하는 마이오세의 지층에서 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney를 비롯한 *A. juligreissin* Durazzini와 *A. bracteata* Dunn.의 3종이 보고되어 있으므로 종의 수는 산둥, 포항이나 일본의 이키도보다 약간 많다. 이것으로 보아 화석 *Albizia*는 따뜻한 기후에 적응한 식물이라는 것을 의미한다. 최근, Yao et al.(2010)은 남중국에 분포하는 마이오세 식물군을 조사하고 총 364종을 열거했다. 그중에 2종의 자귀나무속 화석이 포함되어 있지만, 이들은 기존에 이미 보고된 종들이다. 이것으로 보아 자귀나무속의 화석 식물은 마이오세 동안에는 종의 다양성이 매우 낮았다고 생각된다.

연일층군의 연일식물군은 그 구성이 일본 북부의 마이오세 증기에 해당하는 아키타현(Akita Prefecture)의 다이지마(Daijima) 식물군에 유사하다(Huzioka, 1972; Tanai, 1988). 연일식물군과 다이지마(Daijima)형 식물군에는 공통종이 많이 존재하지만, 자귀나무속의 화석은 일본의 제3기 식물군에서 아직까지 발견되지 않았다. Tanai(1991)에 의하면, 다이지마(Daijima)형 식물군은 일본 북부의 여러 곳에 분포하며 난온대 내지 아열대의 기후를 나타내고, 그 시대는 마이오세 초기말의 16-18 Ma로 알려져 있다.

위에서 언급한 바와 같이, 동아시아의 제3기 식물군에 *Albizia*의 공통종의 존재는 서로 비슷한 기후를 반영한 결과로 해석되며, 이것은 마이오세의 초기말부터 전 세계적으로 기온이 온난화되어 우리나라를 비롯한 일본, 중국 남부에 상록광엽수가 풍부한 난대성 식생이 발달했다고 하는 주장과 일치한다(Tanai, 1991). 상록수를 포함하는 난대성 식물은 Huzioka (1972)의 연구 이후 연일층군에서만 나타나는 것으로 알려져 있었지만, 최근의 장기층군의 상부합탄층에서 산출된 화석목재에도 난대성의 상록수가 포함되어 있다는 사실이 새롭게 밝혀졌다(Jeong et al., 2004; Jeong, 2009; Lim et al., 2010). Lim et al.(2010)에 의하면, 상부합탄층의 화석목재는 3종의 나자식물과 8종의 쌍자엽식물로 구성되며, 후자는 상록성이 25%, 낙엽성이 75%인 반면에, 바로 하부에 있는 하부합탄층의 화석목재는 3종의 나자식물과 22종의 피자식물의 쌍자엽식물로 구성되고, 후자는 모두 낙엽성이다. 이러한 점에서 상부합탄층의 화석목재는 하부합탄층의 그들과 다르다고 했다(Lim et al., 2010). 그리고 상부합탄층의 화석목재는 상록성의 수종을 포함한다

는 점에서 연일식물군과 비슷하지만 후자는 대부분이 산공재(diffuse porosity)로 구성되어 있고 환공재(ring porosity)가 적다(Lim et al., 2010). 산공재는 연륜 전체에 걸쳐 비슷한 크기의 도관이 대략 일정하게 배열된 형태이며 주로 아열대 내지 열대 지방의 목재에 많이 나타나고, 환공재는 연륜의 경계부를 따라서 현저하게 큰 도관이 배열되어 있는 형태로서 주로 온대의 목재에 많이 나타난다(Saiki and Harada, 1985). Lim et al.(2010)은 상부합탄층의 화석목재에 근거하여 기후를 난온대 내지 아열대 기후로 추정했다.

앞에서 언급한 바와 같이 *Albizia*의 화석을 포함하는 연일식물군은 일본 북부의 난온대 내지 아열대의 기후를 대표하는 Daijima형 식물군에 대비되고, 중국의 중부 난온대 및 아열대식물아구의 산왕식물군과도 비슷하다. 연일식물군이 지지하는 고기후는 연일층군의 화분포자로부터 얻어진 고기후도 조화적이다(정철환과 최덕근, 1993). 또한, 연일식물군의 쌍자엽식물의 대부분이 산공재로 구성되어 있다는 점도 난온대 내지 아열대 기후를 지지하는 강력한 증거의 하나로 들 수 있다.

결 론

포항 분지 연일층군의 두호층에서 산출된 3개의 꼬투리 화석을 연구하고 다음과 같은 결론을 얻었다. 꼬투리 화석은 자귀나무과의 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney로 동정되었다. 이 종은 마이오세 동안에 포항 분지를 포함하여 일본의 이키도, 중국의 산둥, 운남 지역의 마이오세 지층에서 공통종으로 산출되며, 난온대에서 열대-아열대 지역에 걸쳐 광범위하게 분포하였다. 화석 *Albizia miokalkora* Hu and Chaney는 마이오세 동안에 난온대 내지 열대-아열대 기후와 같은 따뜻한 기후에 적응한 식물로 추정된다.

사 사

이 논문의 심사를 통해 건설적인 비평과 제안을 해주신 익명의 심사위원님께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

김봉균, 윤선, 1982, 신생대층. 김옥준교수 정년퇴임기념 편

- 집위원회, 한국의 지질과 광물자원. 대립문화정판사, 서울, 133-154.
- 김중헌, 이성복, 안지민, 이혜인, 홍한술, 2009, 포항 분지의 마이오세 연일층군의 두 호층에서 산출된 *Albizia*의 열매 화석. 한국지구과학회지, 30, 10-18.
- 림경호, 장춘빈, 권정림, 리혜원, 리현수, 김창건, 박정남, 1994, 조선의 화석. 과학기술출판사, 평양, 223 p., pls. 1-96.
- 엄상호, 이동우, 박봉순, 1964, 포항도폭설명서(1:50,000). 국립지질조사소, 서울, 1-21 (in Korean), 1-10 (in English).
- 윤선, 1998, 신생대층, 제3기층. 이종혁, 원종관, 김정환, 이장진(편집), 한국의 지질. 시그마프레스, 서울, 274-306.
- 이창복, 2006, 대한식물도감(상). 향문사, 서울, 914 p.
- 전희영, 1982, 포항분지에 분포하는 제3기층군의 고식물군 연구. 한국동력자원 연구소 조사연구보고 14, 7-23.
- 정철환, 최덕근, 1993, 포항지역 연일층군(마이오세)에서 산출된 포자화분 화석군의 고기후적 의미. 한국고생물학회지, 9, 143-154.
- Ablaev, A.G., Sin, E.U., Vassiliev, I.G., and Lu, Z.M., 1993, Miocene of the North Korea and the South Primorye (beds with *Engelhardia*). Feb Ran, 1-140. (in Russian)
- Beijing Institute of Botany and Nanjing Institute of Geology and Palaeontology of Chinese Academy Sinica, 1978, Cenozoic plants from China. Fossil plants of China (3), Science Press, Beijing, China, 232 p., 149 pls. (in Chinese)
- Chen, M.H., Kong, Z.C., and Chen, Y., 1983, On the discovery of Palaeogene flora from the western Sichuan Plateau and its significance in phytogeography. Acta Botanica Sinica, 25, 482-491, pls. 1-2.
- Hayashi, T., 1975, Fossils from Chojabaru, Iki Island, Japan. Science Institute of Island, Iki, Japan, 120 p. (in Japanese)
- Hu, H.H. and Chaney, R.W., 1940, Part 1. Instruction and systematic considerations. In Hu, H.H. and Chaney, R.W. (eds.), A Miocene flora from Shantung Province, China. Carnegie Institution of Washington Publication, 507, 1-84, pls. 1-50.
- Huzioka, K., 1972, The Tertiary of Korea. Journal of the Mining College Akita University, Japan, Series A, 5, 1-83, pls. 1-14.
- Inoue, H., Iwaki, K., Kashiwaya, H., Iwamura, M., Horita, M., Miura, M., and Yamakishi, T., 1984, Foundation of phylogenetic classification. Hokuryukwan, Tokyo, Japan, 389 p. (in Japanese)
- Jeong, E.K., 2009, The comparison of the Miocene fossil wood floras between Korea and Japan. Unpublished Ph. D. dissertation, Tohoku University, Sendai, Japan, 130 p.
- Jeong E.K., Kim, K., Kim, J.H., and Suzuki, M., 2004, Fossil woods from Janggi Group (Early Miocene) in Pohang Basin, Korea. Journal of Plant Research, 117, 183-189.
- Kanehara, K., 1936, The geology of the northern part of Yeonil-gun, Kyeongsangbuk-do, Korea. Journal of Geological Society of Japan, 43, 73-103. (in Japanese)
- Kim, B.K., 1984, Cenozoic biostratigraphy of South Korea. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 46, 85-96.
- Kim, B.K., 1987, Cenozoic Erathem. In Lee, D.S. (ed.), Geology of Korea. Geological Society of Korea, Seoul, Korea, 202-221.
- Kim, J.H., 2005, Fossil *Albizia* legume (Mimosaceae) from the Miocene Duho Formation of the Yeonil Group in the Pohang area, Korea. Journal of the Korean Earth Science Society, 26, 166-171.
- Lim, J.D., Jeong, E.K., Kim, K., Paik, I.S., and Kim, H.M., 2010, Miocene woods of the Janggi Basin in Korea: Implications for paleofloral changes. Geosciences Journal, 14, 11-22.
- Onoe, T., 1971, A Pleistocene flora Ebino City, Miyazaki Prefecture, Japan. Bulletin of Geological Survey of Japan, 241, 1-46, pls. 1-12. (in Japanese)
- Saiki, H. and Harada, H., 1985, Broad-leaved woods. In Harada, H. and Haraguchi, H. (eds.), Structure of woods, 49-124. (in Japanese)
- Song, Z.C., Li, H.M., Zheng, Y.H., and Liu, G.W., 1983, Miocene Phytogeographic Province of China. In Editorial Committee of the Memories of the Basic Principle of the Paleontology (ed.), Paleobioogeographic Provinces of China. Science Press, Beijing, China, 178-184. (in Chinese)
- Sun, G., Collinson, M.E., Li, C.S., Wang, Y.F., and Beerling, D.J., 2001, Quantitative reconstruction of palaeoclimate from the Middle Miocene Shangwang flora, eastern China. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 180, 315-329.
- Tanai, T., 1978, Angiosperm. In Huzioka, K. (ed.), Paleontology, IV, Asakura Shoten, Tokyo, Japan, 313-383. (in Japanese)
- Tanai, T., 1988, Dajima-type floras (Miocene) in Southwestern Hokkaido and northern Part of Honshu, Japan. Bulletin of National Science Museum, Tokyo, Series C, 15, 121-149.
- Tanai, T., 1991, Tertiary climatic and vegetational changes in the northern hemisphere. Journal of Geography, 100, 951-966. (in Japanese)
- Tao, J.R., Zhou, Z.K., and Liu, Y.S., 2000, The Evolution of the Late Cretaceous-Cenozoic Floras in China. Science Press, Beijing, China, 282 p. (in Chinese)
- Tateiwa, U., 1924, Geological atlas of Chosen, no. 2, Eunnichi, Kyuryuho and Choyo sheets and explanatory text. Geological Survey of Chosen (Korea), 6 p.
- Yao, Y.F., Bruch, A.A., Mosbrugger, V., and Li, C.S., 2010, Quantitative reconstruction of Miocene climate

- patterns and evolution in southern China based on plant fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 295, (in press).
- Yi, S. and Yun, S., 1995, Miocene calcareous nannoplankton from the Pohang Basin, Korea. *Palaeontographica B*, 237, 113-158.
- Yoon, S., 1975, Geology and paleontology of the Tertiary Pohang Basin, Pohang district, Korea. Part 1. Geology. *Journal of the Geological Society of Korea*, 11, 187-214.
- Yun, H., 1986, Emended stratigraphy of the Miocene Formation in the Pohang Basin, Part 1. *Journal of Palaeontological Society of Korea*, 2, 54-69.
- Zhang, J. and Wang, Q., 2010, Further observations on the pod fossils of *Wisteria* (Leguminosae) from the Middle Miocene Shangwang Formation of Linqi, Shangdong Province. *Acta Palaeontologica Sinica*, 49, 87-95. (in Chinese with English abstract)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Albizia> (검색일: 2010.8.18)

2010년 8월 31일 접수
2010년 9월 28일 수정원고 접수
2010년 10월 25일 채택