

포항 분지의 마이오세 연일층군의 두호층에서 산출된 *Albizia*의 열매 화석

김종헌^{1,*} · 이성복¹ · 안지민² · 이혜인² · 홍한솔²

¹공주대학교 사범대학 지구과학교육과, 314-701, 충남 공주시 신관동 182

²공주대학교 과학영재교육원, 314-701, 충남 공주시 신관동 182

Albizia Fruit Fossils from the Miocene Duho Formation of Yeonil Group in the Pohang Basin, Korea

Jong-Heon Kim^{1,*}, Seongbok Lee¹, Jimin An², Hyein Lee², and Hansol Hong²

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

²The Science Education Institute for the Gifted Kongju National University, Chungnam 314-701, Korea

Abstract: Two fruit fossils of *Albizia miokalkora* were collected from the Miocene Duho Formation of Yeonil Group in the northern Pohang Beach and Changpodong, Gyeongsangbuk-do, Korea. The legume is flat and long and has 7 rounded seeds. Although the legume fossils are preserved as impression, they show their whole shape well. It is considered that the fossil *Albizia* might have flourished in a warm temperate climate in East Asia. This discovery is the second record of *Albizia* from the Neogene of Korea.

Keywords: *Albizia miokalkora*, fruit fossils, legume, Miocene, Duho Formation

요약: 경상북도 포항시 북부해수욕장 부근과 창포동 일대에 분포하는 마이오세의 두호층에서 *Albizia miokalkora*의 열매 화석 두개가 채집되었다. 꼬투리는 편평하고 길며 7개의 종자가 들어있다. 꼬투리 화석은 비록 인상이기는 하지만 완전한 형태를 보여준다. 화석 *Albizia*는 동아시아에서 온난한 온대기후에서 번성한 식물로 판단된다. 이 화석의 산출은 우리나라 신제3기의 식물군에서 두 번째 기록이다.

주요어: *Albizia miokalkora*, 열매 화석, 꼬투리, 마이오세, 두호층

서론

공주대학교 영재교육원 사사과정 프로그램의 일환으로 중학교 학생들과 함께 포항 지역의 제3기층에 대한 지질답사를 하던 중에 *Albizia*의 열매 화석 2개를 비롯하여 여러 종류의 식물화석을 함께 채집하였다. 여기에서는 *Albizia* 화석에 초점을 맞추어 연구를 하였다. 화석 *Albizia*는 동아시아에서 그 산출이 매우 희귀한 화석으로 알려져 있으며, 현생과 화석의 유연관계에 대한 중요한 정보를 제공해 줄 뿐만 아니라 고식물 지리구 및 고기후의 추정에 기초적인 자료로

활용될 수 있다는 점에서 매우 귀중한 화석이다.

Kanehara(1936)에 의하면, 연일층군에는 이매패류, 굴족류, 권패류, 산호, 갑각류, 어류 등의 무척추 및 척추동물 화석이 산출되고 있을 뿐만 아니라, 다양한 종류의 식물화석(연일 식물군)도 동반되어 산출되고 있다. 연일식물군을 포함한 우리나라의 제3기 식물화석은 주로 외국인 연구자들에 의해 연구가 이루어졌다(Kryshstofovich, 1921; Oishi, 1935; Huzioka, 1943a, b, 1951, 1954a, b, 1955, 1972; Endo, 1950a, b, 1951, 1953; Tanai, 1952, 1983; Ablaev et al., 1993). 최근에 이르러 국내 연구자들에 의해 연구가 이루어졌으나 대부분 단편적인 연구에 지나지 않는다(Lee, 1975; 전희영, 1982; 전희영 외, 1983; 림경호 외, 1994; Kim, 2005; 김종헌, 2008; 김종헌과 최성일, 2008). 포항분지에서 산출되는 규화목에 대한 연

*Corresponding author: jongheon@kongju.ac.kr

Tel: 81-41-850-8298

Fax: 81-41-850-8299

구도 최근에 처음으로 Jeong et al.(2003, 2004)에 의해 이루어졌다.

Huzioka(1972)는 우리나라의 제3기 식물화석을 종합적으로 정리하였는데, 그에 의하면, 45과 79속 140여 종이 알려져 있다. Ablav et al.(1993)은 함경북도 경원 지역의 식물화석을 연구하였고, 림경호 외(1994)는 북한 지역에서 산출된 기존의 연구에 새로운 식물화석 자료를 추가해서 종합적으로 보고하였다. 그럼에도 불구하고 이들의 화석 목록에는 *Albizia*의 화석기록은 나타나지 않는다. *Albizia*는 우리나라의 제3기층에서는 산출되지 않는 것으로 알려져 왔지만 최근에 이르러 포항 지역의 두호층에서 3개의 화석이 처음 발견되었고(Kim, 2005), 이번에 2개가 추가로 발견된 것이다.

여기에서 *Albizia* 화석의 특징과 의의 그리고 동아시아에 있어서의 지사적 및 고지리적 분포에 대해 고찰해 보고자 한다.

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. 경위도상 동경 129°15'-129°30', 북위 36°00'-36°10'의 범위를 차지한다. 포항분지의 지질

은 백악기 경상누층군의 퇴적암류 및 화성암류와 이들을 부정합으로 피복하고 있는 이 지역의 3기 지층은 이암, 사질 이암, 셰일, 사암, 역질 사암 및 역암으로 구성된다.

Tateiwa(1924)는 포항 퇴적분지에 분포하는 제3기 지층에 대한 지질조사를 실시하고 이를 연일층으로 명명하였으며 그 후 많은 연구자들에 의해 조사가 이루어졌다(엄상호 외, 1964; 김봉근과 윤선, 1982; Kim, 1984, 1987; Yun, 1986; Yi and Yun, 1995; 윤선, 1998). 연일층군에 대한 층서구분과 층명은 연구자들에 따라 조금씩 다른데, 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 식물화석, 동물화석 및 미화석(e.g. Tateiwa, 1924; Kanehara, 1936, Huzioka, 1972; Yoon, 1975; Yun, 1981; Chun et al., 1982)에 근거하여 여러 가지 의견이 제안되어 있지만, 일반적으로 마이오세 중기로 알려져 있다.

연구 방법

포항시 북부해수욕장을 따라 분포하는 두호층은 조사가 급한 사면을 이루고 있어 풍화에 의해 크고 작

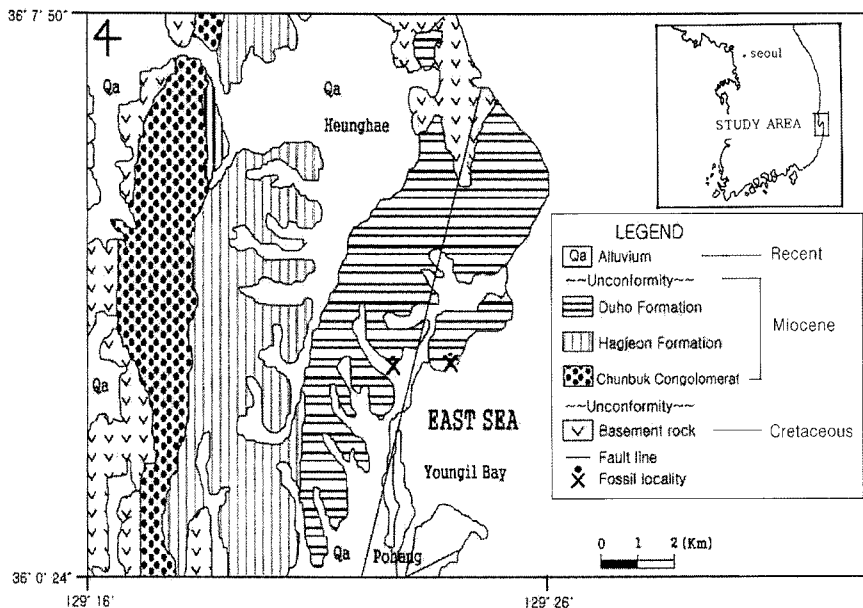


Fig. 1. Geological map of study area (partly modified after Yi and Yun, 1995) and fossil localities.

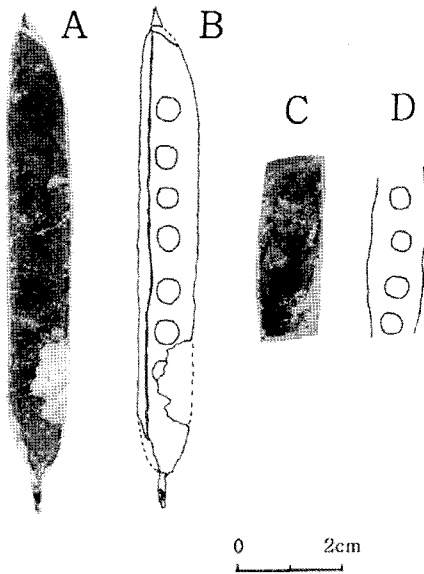


Fig. 2. A-D. Fossil legumes of *Albizia miokalkora* Hu and Chaney. A: An indehiscent legume bearing 7 seeds (KNU-2007-1003028), B: Drawn from 2A. C: A middle part of legume bearing 4 seeds (KNU-2008082008). D: Drawn from 2C.

은 암석 부스러기들이 쉽게 떨어져 나온다. 여기에서 크기 25×20 cm의 백갈색 이암편에서 *Albizia*의 화석 한 개가 발견되었다. 열매 화석은 비록 인상화석이지만 비교적 보존상태가 양호하여 열매의 전체 형태와 크기를 알 수 있으나 지표면에 장기간 노출되어 풍화를 받았기 때문에 종자의 관찰은 현미경으로만 가능하다. 다른 한 화석 표본은 창포동 아파트 공사장 부근에 분포하는 두호층에서 떨어져 나온 담록색 이암편에서 발견되었다. 크기는 15×10 cm이다. 열매의 중간 부분만 보존되었다. 따라서, 화석의 분류는 열매의 형태적 특징에 의해 이루어졌다. *Albizia*의 속명은 유럽에 처음 이 나무를 소개한 Albizzi의 이름을 따서 명명된 것이지만, 현재 *Albizia*는 폐기되었으며 일반적으로 *Albizia*의 속명이 자주 쓰이고 있다 (<http://ko.wikipedia.org/wiki>; Inoue et al., 1984). 여기에서는 국제적으로 많이 사용되고 있는 *Albizia*의 속명을 따른다.

연구 결과 및 토의

형태적 특징

Fig. 2의 A, B와 같이 포항시 북부해수욕장에서 채

집한 표본은 형태가 거의 완전하게 보존되어 있다. 열매는 편평한 꼬투리, 과병 및 종자로 구성된다. 꼬투리는 길고 가늘며 최대 길이가 10.3 cm, 최대 폭이 1.4 cm에 달한다. 과병(果柄)은 짧고 가늘며 길이는 직경이 1 mm이고, 길이는 8 mm에 달한다. 꼬투리에 인상으로 보존된 종자는 현미경하에서 7개가 관찰되며 각각의 종자는 원형 내지 타원형이고, 크기는 지름이 5-6 mm이다. Fig. 2의 C, D와 같이 창포동 표본은 열매의 중간 부분만이 보존되어 있으며 최대 폭은 1.3 cm이다. 종자는 현미경하에서 4개가 희미하게 관찰되며, 북부해수욕장에서 발견된 것과 같이 원형 내지 타원형이고, 지름이 5-6 mm이다. 창포동에서 발견된 표본은 비록 부분적인 것에 지나지 않지만 꼬투리의 모양과 종자의 크기 및 형태로 보아 북부해수욕장에서 발견된 것과 같은 것으로 판단된다.

분류 및 의의

위에서 설명한 두개의 표본은 꼬투리의 형태와 종자의 크기와 모양에 있어서 Kim(2005)에 의해 북부해수욕장 부근의 두호층에서 보고된 *Albizia miokalkora*와 잘 일치한다. Kim(2005)에 의해 처음 보고된 꼬투리 화석에는 과병이 없는 것으로 기재되었지만 이번에 발견된 화석은 과병이 붙어있으며, 이것에 의해 *Albizia* 열매의 전체적인 형태를 알 수 있게 되었다.

*Albizia*는 분류상 콩목(Fabales), 자귀나무과(Mimosaceae) 자귀나무속(*Albizia*)에 속한다. 콩목은 자귀나무과(Mimosaceae), 콩과(Fabaceae) 및 실거리나무과(Caesalpinjiaceae)의 3과를 포함하지만(Stewart and Rothwell, 1993), 이들은 콩과의 3아과로 취급되기도 한다(Inoue et al., 1984; Herendeen and Dilcher, 1990).

자귀나무과에 속하는 식물은 현생과 멸종된 그룹을 포함하며 아시아, 유럽 및 북미의 제3기층에서 꽃화석, 잎화석 및 열매의 화석이 다수 알려져 있지만, 자귀나무속(*Albizia*)의 화석 기록은 극히 적다. 동아시아 지역의 제3기층에서 자귀나무속에 속하는 화석은 지금까지 미지정종 2종을 포함하여 *Albizia miokalkora*, *A. juligreissin* 및 *A. bracteata*의 5종과 일본의 제4기층에서 보고된 *Albizia* (?) sp.의 1종뿐이다.

Hu and Chaney(1940)는 중국 Shantung(山東)의 Linqu(臨朐) 지역에 분포하는 마이오세의 Shanwang Formation(山旺層)에서 산출된 잎화석을 연구하고 신

종으로 *Albizia miokalkora*를 기재하였다. 그 후 중국과학원 북경식물연구소와 남경지질고생물연구소(1978)는 같은 지역에서 *Albizia miokalkora*의 열매 화석 4개를 추가로 발견하였다, 열매 화석은 길이가 9 cm, 그리고 폭이 1.2-1.5 cm이고, 종자는 난원형이며 5-7 mm에 이른다. 이들은 크기와 모양에 있어서 한국의 표본과 비슷하다. 중국과학원 북경식물연구소와 남경지질고생물연구소(1978)에 의해 도판에 언급된 *Albizia* sp.는 열매 화석이지만 본문에 그에 대한 기재와 산출지 및 층명에 대한 언급이 전혀 없다.

Hayashi(1975)는 일본 나가사키현(長岐縣) 이키도(壹岐島)의 초자바루(長者原)에 분포하는 제3기 마이오세의 지층에서 산출된 잎화석에 대해 *Albizia miokalkora*로, 그리고 다른 잎과 열매 화석에 대해 *Gleditsia miosinensis*로 각각 기재하였다. Hayashi(1975)가 기재한 두 개의 종은 모두 중국의 산둥(山東)에서 Hu and Chaney(1940)가 기재한 종들이다. 후자의 속명은 Hu and Chaney(1940)가 기재한 논문에서 *Gleditschia miosinensis*로 되어 있지만 인용하는 과정에서 속명을 *Gleditsia*로 수정하였는데, 이것은 Hu and Chaney(1940)가 잘못 쓴 것을 바로 잡은 것이다. 또한, Tanai(1978)는 Hayashi(1975)가 기재한 이키도(壹岐島)의 표본을 재검토한 후 *Gleditsia miosinensis*가 *Albizia miokalkora*와 동종이명이라고 보고 전자를 후자에 포함시켰다.

Tanai(1961)가 일본의 Hokkaido(北海島) 및 Honshu(本州)의 신제3기 식물군을 종합적으로 정리한 이후, 제3기 식물군에 대한 고식물학적 연구가 많이 이루어졌지만(e.g. Tanai and Suzuki, 1965; Tanai, 1971; Onoe, 1971, 1974; Huzioka and Uemura, 1973, 1974; Hori, 1987; Tanai and Uemura, 1991, etc), *Albizia*의 기록은 없다.

Chen et al.(1983)는 중국 Sichuan(四川)의 서부 고원 지대의 Litang(理塘) 지역에 분포하는 에오세 후기의 Relu Formation(熱魯層)에서 *Albizia* sp.를 보고 하였으며, 이 화석은 잎화석으로 고제3기의 최초의 기록이다.

Tao et al.(2000)이 중국 Yunnan(雲南)의 Tengchong(騰冲), Lianghe(梁河) 및 Linlun(臨滄) 지역의 신제3기 마이오세 후기의 지층으로부터 *Albizia miokalkora*와 *A. juligreissin*를, Yunnan(雲南)의 Kaiyuan(開遠) 지역에 분포하는 마이오세의 Xiaolongtan층(小龍潭層)으로부터 *Albizia miokalkora* 및 *A. bracteata*를 각각

보고했지만 기제가 없기 때문에 비교는 곤란하다. 또한, Tao et al.(2000)은 Shantung(山東)의 서쪽에 위치한 Shanxi(山西) 지역의 플라이트옹에서도 *Albizia*가 산출한다고 하였지만 정확한 지명과 층명 그리고 층명에 대한 언급이 없다.

제4기층에서는 Onoe(1971)가 일본의 규슈(九州) 미야자키현(宮崎縣)의 Ebino시 부근에 분포하는 제4기 플라이스토세의 Kakuto층군(加久藤層群)에서 보고한 잎화석 *Albizia* (?) sp.가 유일하다.

Huzioka(1972)가 종합적으로 정리한 우리나라의 제3기 식물군에는 콩목의 *Cercis oishi*, *Cladrastis aniensis*, *Entada mioformosana* 및 *Gleditsia miosinensis*의 4속 4종이 알려져 있지만, 명확히 자귀나무과에 속하는 화석은 *Entada mioformosana*의 1종뿐이다. Huzioka(1972)의 연구 이후, 북한 지역의 화석은 Ablaev et al.(1993) 및 림경호 외(1994)에 의해 연구되었다. Ablaev et al.(1993)은 함경북도 경원지역에서 1종의 신종을 포함하여 48종을 기재하였는데 그 대부분은 Huzioka(1972)에 의해 보고된 것들이다. 그 중에 *Cercis* aff. *oishi*, *Desmodium akhmetjevii* 및 *Maackia onoei*의 3속 3종은 콩목에 속한다. 그리고, 림경호 외(1994)는 북한 전역의 제3기 식물화석을 총망라해서 기재했지만 콩목에 속하는 식물은 포함되어 있지 않다.

현생종과의 비교

Polhill et al.(1981)에 의하면, 콩목은 3과에 약 650속 18,000여 종이 알려져 있다. 자귀나무과의 약 20속 2000종 이상이 주로 열대 및 아열대 지방의 건조한 지역에 자라고 있다(이유성과 이상태, 1991). 그리고 현생의 자귀나무속(*Albizia*)만 해도 현재 150여 종이 있으며(<http://ko.wikipedia.org/wiki/2008/10>), 우리나라에는 왕자귀나무(*Albizia kalkora*)와 자귀나무(*A. julibrissin*)의 2종이 서식하고 있다. 이창복(2006)에 의하면, 왕자귀나무는 목포 유달산에서 자라는 낙엽 소교목으로 자귀나무와 비슷하지만 잎이 자귀나무 잎보다 크고 수술이 많으며 짙은 백색의 꽃이 있고, 열매는 길이가 8-17 cm이고, 종자는 타원형으로 장지름이 7 mm 단지름이 4-5 mm에 달한다. 왕자귀나무는 화석종인 *Albizia miokalkora*에 가장 근연의 식물이다. 자귀나무는 황해도 이남에서 자라는 낙엽소교목이며 그 열매는 길이가 15 cm에 달하고 편평한 꼬투리에 5-6개의 종자가 들어있어 화석종인 *A. miokalkora*와는 쉽

게 구별된다.

실거리나무과(Caesalpinaceae)의 박태기나무(*Cercis chinensis*)는 꼬투리와 종자의 형태가 화석종인 *Albizia miokalkora*에 비슷하지만 일반적으로 전자의 꼬투리는 폭이 더 좁고 가늘다.

지사적 및 지리적 분포

콩목의 최초 출현은 백악기로 알려져 있지만 (Thomas and Spicer, 1987), 여기에는 몇 가지 이견이 있다. Crepet and Dilcher(1977)은 미국의 백악기 초기의 포토맥층(Potomac Formation)에서 Fontaine (1889)에 의해 기재된 *Acaciaephyllum*속의 잎화석을 자귀나무과의 최초 기록으로 보았다. 그리고 백악기 후기의 지층에서 보고된 *Acaciaphyllites*와 *Calliandra* 등(Berry, 1914)의 잎화석도 자귀나무과에 속한 것으로 보았다. Herendeen and Dilcher(1990)는 백악기 지층과 신생대 초기의 지층에서 보고된 자귀나무과의 화석 기록은 속의 동정에 있어 엽맥과 표피세포에 대한 정보가 부족하기 때문에 신뢰할 수 있는 속의 수는 그리 많지 않다는 것을 강조하면서 백악기 최상부의 Maastrichtian에서 보고된 실거리나무과의 화분 화석(Miller, 1981, 1984)과 자귀나무과 또는 실거리나무과에 속하는 것으로 알려진 목재화석 *Mimoxylon* (Miller-Stoll and Mdel, 1967; Raven and Polhill, 1981)이 가장 오래된 콩목의 화석 기록이라고 하였다. Crepet and Taylor(1985)는 자귀나무과의 화석은 에오세 중기의 지층에서 보고된 화분화석과 대형화석이 최초의 기록이라고 하였고, Herendeen and Dilcher (1990) 및 Taylor and Taylor(1993)는 콩목이 백악기 후기 동안에 자귀나무과, 실거리나무과 및 콩과의 3개과로 분화가 이루어졌다고 하였다.

위와 같이 자귀나무과의 기록과 진화에 대한 의견이 서로 다른 것은 그만큼 여러 연구자들의 연구와 그 의미에 대한 평가가 어렵다는 것을 의미하지만, 종합적으로 정리해 보면 적어도 백악기 후기에는 자귀나무과에 속하는 식물이 어느 정도 서식하였다고 볼 수 있다.

백악기의 자귀나무과 화석 기록은 많지도 않고 분류도 불완전하지만, 신생대 제3기의 에오세 중기부터는 잎화석을 포함하여 목재화석, 열매 및 종자의 화석들이 보편적으로 산출된다(e.g. Berry, 1916, 1930; Crepet and Dilcher, 1977; Herendeen and Dilcher, 1990; Mehrotra et al., 1999). 또한, 희귀하지만 자귀

나무과의 규화된 꽃화석도 팔레오세 후기의 지층에서 (Crepet and Dilcher, 1977; Crepet and Taylor, 1985, 1986), 그리고 에오세-올리고세의 지층에서(Daghlian et al., 1980) 각각 보고되었다.

Polhill et al.(1981)과 Raven and Polhill(1981)에 의하면, 자귀나무과의 주요한 적응방산은 신제3기에 일어났다. Herendeen and Dilcher(1990)도 비슷한 의견을 제안하였다. 그리고 자귀나무과의 다양성은 북미에서는 에오세와 올리고세의 식물군에서 나타나지만, 아시아에서는 마이오세에 더 풍부하게 나타난다고 하였다. 실제로 동아시아에서 기록된 *Albizia*의 화석은 대부분 마이오세에 국한되어 나타난다. 즉, 중국 사천성 서부 고원 지대의 에오통에서 보고된 *Albizia* sp.와 일본의 규슈 미야자키현의 제4계 플라이스토통에서 보고된 *Albizia* (?) sp.를 제외하면, 우리나라를 포함한 중국 및 일본에서 기록된 *Albizia miokalkora*, *A. juligreissin* 및 *A. bracteata*의 3종은 모두 마이오세의 지층에서 기록되었다. 이들의 지리적 분포를 도시하면 Fig. 3과 같다.

Fig. 3과 같이 화석 *Albizia*의 분포를 보면 우리나라의 포항, 중국의 Shantung(山東)과 일본의 이키도(壹岐島)는 대략 비슷한 위도의 온대 지역에 위치하지만, 중국의 Yunnan(雲南)과 Sichuan(四川)은 남쪽의 아열대 지역에 위치한다. 이것은 화석 *Albizia*가 아열대에서 온대 지역에 걸쳐 서식한 것을 보여주며 보다 따뜻한 기후에 적응한 식물인 것을 시사한다. 그러나 Yunnan(雲南)과 Sichuan(四川)은 아열대 지역에 속하기는 하지만 대부분 평균해발고도가 2,000 m 이상에 달하는 고원지대에 있으므로 습기가 낮고 연평균기온은 온대지역의 연평균 기온과 비슷했을 것으로 생각된다.

현생 *Albizia*는 주로 열대 및 아열대에 분포하고 있지만 난대 지역에도 서식하고 있다(Inoue et al., 1984). 중국에서는 현생 *Albizia*속의 50여 종이 열대 및 아열대 지역에 서식하고 있다(중국과학원 북경식물연구소와 남경지질고생물연구소; 1978). 우리나라에는 2종이 분포하고 있지만, 화석 *Albizia miokalkora*에 가장 근연종인 왕자귀나무(*A. kalkora*)가 주로 따뜻한 남부 지역에 서식하고 있다.

동아시아에서 화석 *Albizia*의 분포는 서로 비슷한 기후를 반영한 결과로 해석되며, 이것은 마이오세의 초기말부터 전 세계적으로 기온이 온난화되어 우리나라를 비롯한 일본, 중국 남부에 상록광엽수가 풍부한

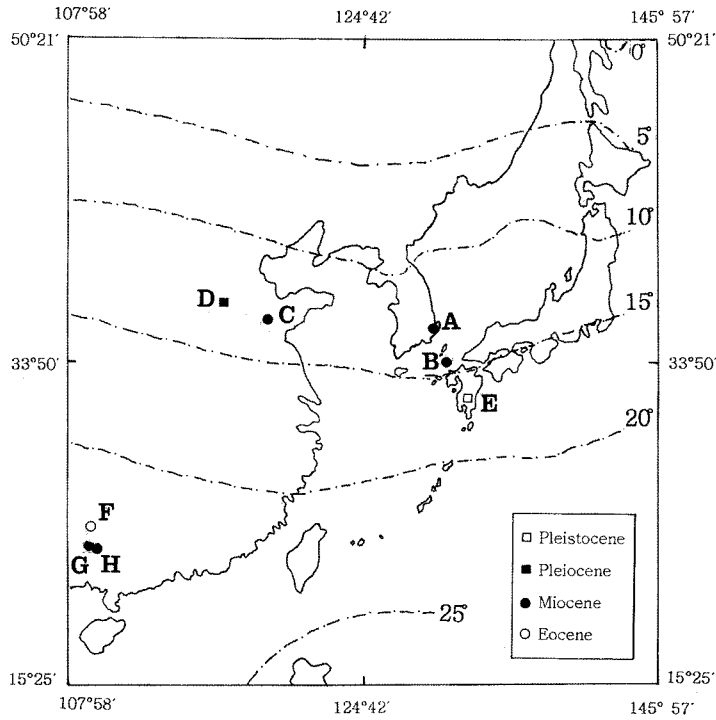


Fig. 3. Map showing distribution of fossil *Albizia* (partly modified after Tanai, 1961). Lines indicate annual mean temperature. A: Pohang, *A. miokalkora* (Kim, 2005). B: Ikido, *A. miokalkora* (Hayashi, 1975; Tanai, 1978). C: Shantung, *A. miokalkora* (Hu and Chaney, 1940; Inst. Bot. and Inst. Geol. and Palaeont. Chinese Acad Sin., 1978). D: Shanxi, *Albizia* (exact locality and species unknown, Tao et al., 2000). E: Ebino, *A. (?)* sp. (Onoe, 1971). F: Sichuan, Litang, *A. sp.* (Tao et al., 2000). G: Yunnan Linlun, Tengchong *A. miokalkora* and *A. juligreissin* (Tao et al., 2000). H: Yunnan Kaiyuan, *A. miokalkora* and *A. bracteata* (Inst. Bot. and Inst. Geol. and Palaeont. Chinese Acad. Sin., 1978; Tao et al., 2000).

난대성 식생이 발달했다고 하는 주장과 일치한다 (Tanai, 1991). 이제까지 연일식물군은 그 구성이 일본 북부의 마이오세 중기에 해당하는 아키타현(Akita Prefecture)의 다지마(台島) 식물군에 유사하다(Huzioka, 1972; Tanai, 1988). 연일식물군이 번성한 고기후는 그 구성에 의해 온난한 온대기후(Huzioka, 1972), 온난습윤한 기후(전희영 외, 1983), 아열대 내지 온난한 온대기후(정철환과 최덕근, 1993)로 추정되었다. 현생과 화석 *Albizia*의 분포로부터 판단하면 연일식물군의 고기후는 온난한 온대기후에 가장 가깝다.

결론

포항 분지의 제3기 연일층군의 두호층에서 산출된 두개의 열매 화석에 대한 분류학적 연구 결과, 자귀나무과의 *Albizia miokalkora*로 동정되었다. 이 종은 우리나라의 제3기 식물군에서 없는 것으로 알려져 왔

지만, 최근에 그 화석의 존재가 우리나라에서도 알려지게 되었다. 이번에 발견된 열매 화석은 꼬투리의 전체적 형태가 완전하게 보존되어 있는 것이 특징이다. 화석 *Albizia*의 종자 화석은 세계적으로 산출이 매우 귀하며, 특히 *Albizia miokalkora*는 동아시아의 제3기 식물군에서만 알려진 종이다. 현생 *Albizia*의 분포로부터 판단하면, 화석 *Albizia*는 따뜻한 온대지역에서 살았던 식물이라는 것을 시사한다.

사사

이 논문에 건설적인 비평과 제안으로 심사를 해주신 교원대학교의 김정률 교수님과 익명의 심사자에게 깊은 감사를 드립니다. 화석사진 촬영과 지질도 작성에 도움을 준 공주대학교의 이동희 조교에게 감사를 드립니다.

참고문헌

- 김봉균, 윤선, 1982, 신생대충. 연세대학교(편집), 김옥준교수 정년퇴임기념, 한국의 지질과 광물자원. 연세대학교, 서울, 133-154.
- 김종현, 2008, 포항 분지의 장기충군에서 산출된 목재화석의 광물학적 특성. 한국 지구과학회 2008년도 춘계학술 발표대회 논문집, p. 37.
- 김종현, 최성일, 2008, 포항분지의 장기충군 금광동층에서 산출된 메타세콰이아(*Metasequoia*) 화석에 대한 고찰. 한국지구과학회지, 29, 319-327.
- 림경호, 장춘빈, 권정림, 리혜원, 리현수, 김창건, 박정남, 1994, 조선의 화석. 과학기술출판사, 평양, 223 p., pls. 1-96.
- 임상호, 이동우, 박봉순, 1964, 포항도폭설명서(1:50,000). 국립지질조사소, 서울, 1-21 (in Korean), 1-10 (in English).
- 윤선, 1998, 신생대충, 제3기충. 이종혁, 원종관, 김정환, 이창진(편집), 한국의 지질, 시그마프레스, 서울, 274-306.
- 이유성, 이상태, 1991, 현대식물분류학. 우성, 서울, 509 p.
- 이창복, 2006, 대한식물도감. 향문사(상), 서울, 914 p.
- 전희영, 1982, 포항분지에 분포하는 제3기충군의 고식물군 연구. 한국동력자원연구소 조사연구보고 14, 7-23.
- 전희영, 이호영, 봉필윤, 백인성, 1983, 포항분지(형산강 이북 지역)의 충서고생물 연구. 한국동력자원연구소(편집), 지사종합연구. 82-국토기초지질-1-16, 7-29.
- 정철환, 최덕근, 1993, 포항지역 연일충군(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)
- Berry, E.W., 1914, Upper Cretaceous and Eocene floras of South Carolina and Georgia. U.S. Geological Survey of Professional Papers, 84, 1-200.
- Berry, E.W., 1916, The lower Eocene floras of southwestern North America. United States of Geological Survey of Professional Papers, 91, 61-73.
- Berry, E.W., 1930, Revision of the lower Eocene Wilcox flora of the southeastern states. United States of Geological Survey of Professional Papers, 156, 1-196.
- 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.
- Chun, H.Y., 1982, Plant fossils from the Tertiary Pohang sedimentary Basin, Korea. Korea Institute of Energy and Resources, 14, 7-23.
- Crepet, W.L. and Dilcher, D.L., 1977, Investigations of angiosperms from the Eocene of North America. Mimosoid inflorescence. American Journal of Botany, 64, 714-725.
- Crepet, W.L. and Taylor, D.W., 1985, The diversification of the Leguminosae: first occurrence of the Mimosoideae and Papilionoideae. Science, 228, 1087-1089.
- Crepet, W.L. and Taylor, D.W., 1986, Primitive mimosoid flowers from the Paleocene/Eocene and their systematic and evolutionary implications. American Journal of Botany, 73, 548-563.
- Daghlian, W., Crepet, W.L., and Delevoryas, T., 1980, Investigation of Tertiary angiosperms: A new flora including *Eomimosoidea plumosa* from the Oligocene of eastern Texas. American Journal of Botany, 67, 309-320.
- Endo, S., 1950a, On the fossil *Acer* from Japan, Korea and South Manchuria. Short papers, IGPS, 1, 11-17, pl. 3.
- Endo, S., 1950b, On the fossil *Carpinus* from Japan and Korea. Short paper, Institute of Geology and Paleontology, 2, 51-57, pl. 8.
- Endo, S., 1951, Notes on some Tertiary plants from Tyosen (Korea), II. Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series 3, 67-74, pls. 5-6.
- Endo, S., 1953, Notes on the Cainozoic plants of East Asia. Kumamoto Journal of Science, Japan, Series B., 4, 1-9, pls. 1-4.
- Fontaine, W.M., 1889, The Potomac of younger Mesozoic flora. United States of Geological Survey, Monography, 15, 1-377, pls. 1-180.
- Graham, A. and Dilcher, D., 1995, The Cenozoic record of tropical dry forest in northern Latin America and the southern United States. In Bullock, S.H., Mooney, H.A., and Medina, A. (eds.), Seasonally Dry Tropical Forests. Cambridge, England, 124-145.
- Hayashi, T., 1975, Fossils from Chojabaru, Iki Island, Japan. Science Institute of Island, Iki, Japan, 120 p. (in Japanese)
- Herendeen, P.S. and Dilcher, D.L., 1990, Fossil mimosoid legumes from the Eocene and Oligocene of southeastern North America. Review of Palaeobotany and Palynology, 62, 339-361.
- Hori, J., 1987, Plant fossils from the Miocene Kobe flora. Biological Society of Hyogo Prefecture, Japan, 215 p. (in Japanese).
- Hu, H.H. and Chaney, R.W., 1940, Part 1. Instruction and systematic considerations. In Hu and Chaney (eds.), A Miocene flora from Shantung Province, China. Carnegie Institution of Washington Publication No. 507, 1-84, pls. 1-50.
- Huzioka, K., 1943a, Notes on some Tertiary plants from Tyosen, I. Journal of Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Japan, Series 4, 7, 117-141, pls. 21-25.
- Huzioka, K., 1943b, On some fossil involucre of *Ostrya* and *Carpinus* from the Miocene deposits of Hokkaido and Tyosen (Korea). Journal of Geological Society of

- Japan, 50, 317-325, pl. 14. (in Japanese)
- Huzioka, K., 1951, Notes on some Tertiary plants from Tyosen (Korea), II. Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series 3, 67-74, pls. 5-6.
- Huzioka, K., 1954a, Notes on some Tertiary plants from Tyosen (Korea), III Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series 13, 117-123, pl. 13.
- Huzioka, K., 1954b, Notes on some Tertiary plants from Tyosen (Korea), IV. Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series 15, 195-200, pl. 25.
- Huzioka, K., 1955, Notes on some Tertiary plants from Tyosen (Korea), III Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series 16, 59-64, pl. 10.
- Huzioka, K., 1972, The Tertiary of Korea. Journal of the Mining College Akita University, Series A, 5, 1-83, pls. 1-14.
- Huzioka, K. and Uemura, K., 1973, The late Miocene Miyata flora of Akita Prefecture Northeast Honshu, Japan. Bulletin of National Science Museum, Tokyo, 16, 661-738, pls. 1-18.
- Huzioka, K. and Uemura, K., 1974, The Late Miocene Sanzugawa flora of Akita Prefecture, Northeast Honshu, Japan. Bulletin of National Science Museum, Tokyo, 17, 325-366, pls. 1-11.
- 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)
- Institute of Botany and Institute 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)
- Jeong, E.K., Kim, K.S., Kim, J.H., and Suzuki, M., 2003, Comparison of Korean and Japanese Tertiary fossil wood floras with special references to the genus *Wataria*. Geosciences Journal, 7, 157-161.
- Jeong, E.K., Kim, K.S., 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., 1965, The stratigraphic and paleontologic studies on the Tertiary (Miocene) of the Pohang area. Seoul National University Journal, Korea, 15, 32-121.
- 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.
- Kryshstofovich, A.N., 1921, Contribution to the Tertiary flora of Eastern Asia. Records of Geological Committee of the Russian Far East. No. 18, 1-14. (in Russian with English abstract)
- Lee, W.J., 1975, Discovery of the Miocene *Kalopanax* leaf from the Geumgwangdong Formation, Southeastern Korea. University Journal, Busan National University, Natural Science Series, Korea, 20, 47-52.
- Mehrotra, R.C., Awasthi, N., and Dutta, S.K., 1999, Study of fossil wood from the upper Tertiary sediments (Siwalik) of Arunachal Pradesh, India and its implication in palaeoecological and phytogeographical interpretations. Review of Palaeobotany and Palynology, 107, 223-247.
- Miller, J., 1981, Fossil pollen records of extant angiosperms. Botanical Review, 47, 1-142.
- Miller, J., 1984, Significance of fossil pollen for angiosperm history. Annual Botanical Garden, 71, 419-443.
- Miller-Stoll, W.R. and Mdel, E., 1967, Die fossilen Leguminosen-Hlzer: eine Revision der mit Leguminosen verglichenen fossilen Hlzer Beschreibungen lterer und neuer Arten. Palaeontographica, Abt B, 119, 95-174.
- Oishi, S., 1935, A note on the genus *Engethardtia* and its occurrence in the Palaeogene of Korea. Journal of the Geological Society of Japan, 43, 56-59.
- 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)
- Onoe, T., 1974, A middle Miocene flora from Ogunimachi Yamagata Prefecture, Japan. Report of Geological Survey of Japan, 253, 1-66, pls. 1-14.
- Polhill, R.M., Raven, P.H., and Stirton, C.H., 1981, Evolution and systematics of the Leguminosae. In Polhill, R.M. and Raven, P.H. (eds.), Advances in Legume Systematics. Royal Botanic Gardens, Kew, London, England, 1-26.
- Raven, P.H. and Polhill, R.M., 1981, Biogeography of the Leguminosae. In Polhill, R.M. and Raven, P.H. (eds.), Advances in Legume Systematics. Royal Botanic Gardens, Kew, London, England, 27-34.
- Tanai, T., 1952, Notes a propose de quelques plantes fossiles dans le groupe d'ennichi (Yongil) du Core Mridionale. I. Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series 8, 231-236, pl. 22.
- Tanai, T., 1961, Neogene floral change in Japan. Journal of Faculty of Sciences, Hokkaido University, Japan, Series

- 4, 119-398, pls. 1-32.
- Tanai, T., 1970, The Oligocene floras from the Kushiro Coal Field, Hokkaido, Japan. Journal of Faculty of Science, Hokkaido University, Japan, Series 4, 383-514, pls. 1-20.
- Tanai, T., 1971, The Miocene Sakipenpetsu flora from Ashibetsu area, central Hokkaido, Japan. Bulletin of National Science Museum, Tokyo, 127-172, pls. 4-11.
- Tanai, T., 1978, Angiospermae. In Huzioka, K. (ed.), Paleontology IV, Asakura Syoten, Tokyo, Japan, 311-383. (in Japanese)
- Tanai, T., 1983, Revision of Tertiary *Acer* from East Asia. Journal of Faculty of Science, Hokkaido University, Japan, Series 4, 20, 291-390.
- 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)
- Tanai, T. and Suzuki, N., 1965, Late Tertiary floras from northeastern Hokkaido, Japan. Palaeontological Society of Japan, Special papers No. 10, 1-117, pls. 1-21.
- Tanai, T. and Uemura, K., 1991, The Oligocene Noda flora from the Yuya-wan area of the western end of Honshu, Japan. Part 1., Bulletin of National Science Museum, Tokyo, Series C, 57-80.
- 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, Eunichi, Kyuryuho and Choyo sheets and explanatory text. Geological Survey Government, Chosen (Korea), 6 p.
- Talor, T.N. and Talor, E.L., 1993, The biology and evolution of fossil plants. Prentice Hall, New Jersey, USA, 982 p.
- Thomas, B.A. and Spicer, R.A., 1987, The Evolution and palaeobiology of land plants. Mackays of Chatham Ltd, Kent, England, 309 p.
- 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.
- 中國科學院 北京植物研究所와 南京地質苦生物研究所, 1978, 中國植物化石 第3冊. 中國 新生代 植物. 科學出版社, 北京, 中國, 232 p., pls. 1-149.
- <http://ko.wikipedia.org/wiki/2008/10> (검색일: 2008.10.18)

2008년 10월 29일 접수
 2008년 12월 10일 수정원고 접수
 2008년 12월 23일 채택