

전남 화순군 청풍-이양 지역의 상부 고생대층의 코노돈트에 관한 연구

Conodonts of the Late Paleozoic Strata in Cheongpung-Iyang Area, Hwasoon, Cheonnam

박수인(Soo-In Park)*

요 약

한반도 서남부에 위치한 청풍, 이양, 춘양, 한천 지역(옥천 습곡대의 남단에 위치한 호남 탄전 지역의 일부에 해당됨)에는 상부 고생대층이 비교적 넓게 분포하며, 이는 지금까지 평안누층군에 대비되어 왔다. 이 지역의 상부 고생대층은 대부분 변성퇴적암류로 구성되며, 이는 주로 편암, 석영질 사암, 규암, 점판암 및 결정질 석회암으로 이루어졌다. 이 지층군에서는 화석이 거의 산출되지 않아 지금까지 체계적인 고생물학적인 연구가 전혀 이루어지지 못하였다. 이 연구 목적은 후기 고생대의 변성퇴적암류 내에 협재된 석회암에서 산출되는 코노돈트 연구를 통해 이 변성퇴적암류의 지질시대를 보다 명확히 밝히는 데 있다.

연구 지역의 후기 고생대의 변성퇴적암류 내에 협재된 여러 석회암 중 중기 내지 후기 석탄기를 지시하는 *Idiognathodus delicatus*와 *Streptognathodus elegantulus*가 청풍면 한지리 순지동 부근에 분포하는 오음리층 내에 협재된 소규모의 석회암에서 산출되었다. 이 코노돈트의 보존 상태는 비교적 양호하며, 색깔변화 지수는 6-7로 담회색 내지 백색을 띤다. 이 코노돈트들에 의하면 청풍-이양 지역의 오음리층의 지질시대는 중기 내지 후기 석탄기이며, 삼척 탄전과 문경 탄전 지역의 금천층과 영월 지역의 판교층에 대비될 수 있다.

주요어 : 중기 내지 후기 석탄기 코노돈트, 오음리층, 평안누층군, 청풍, 이양, 춘양, 화순

Abstract : The Late Paleozoic strata are distributed in Cheongpung, Iyang, Chunyang, and Hancheon areas, Hwasoon, of the southwestern part of the Korean Peninsula. These strata consist of metasediments such as schist, quartzite, slate, coal, and crystalline limestone. Up to now nobody has carried out any paleontologic and biostratigraphic investigation about these strata due to their lack of fossils. The purpose of this study is to find conodonts from the limestones intercalated in the metasediments and to determine the exact geologic age of the limestones and metasediments of the study area.

Many conodont specimens such as *Idiognathodus delicatus* and *Streptognathodus elegantulus* were recovered from a limestone outcrop of the Oeumri Formation near Soonjidong, Hanjiri, Cheongpungmyeon, Hwasoon. The state of the preservation of these conodonts is relatively good and their color alteration index is 6 to 7, i.e., their color is light gray to opaque white. It is generally known that these conodonts are found from the Middle and Late Carboniferous strata of many countries. Therefore, it can be said that the geologic age of the Oeumri Formation in the study area is the Middle to Late Carboniferous and that the formation is to be correlated with the Geumcheon Formation of the Samcheog and Mungyeong coal fields and the Pangyo Formation of the Yeongwol coal field.

Key words : Middle to Late Carboniferous conodonts, Oeumri Formation, Pyeongan Supergroup, Cheongpung, Iyang, Chunyang, Hwasoon

*강원대학교 자연과학대학 지질학과

서 언

한반도 서남부에 위치한 화순군 청풍, 이양, 춘양, 한천 지역에는 평안누층군에 대비되는 후기 고생대의 변성퇴적암류가 넓게 분포한다 (Fig. 1). 이 변성퇴적암류 내에는 석탄 자원이 풍부하게 부존되어 있어 오래 전부터 활발하게 개발되어 왔다. 이 지역의 상부 고생대층에 대한 연구는 Ichimura (1927) 이래 지금까지 계속 많은 연구자들에 의하여 수행되어 왔다. 이러한 연구는 그 성격에 따라 첫째, 일반 지질조사 및 지질 구조 조사 (정창희와 김길승, 1966; 이상만과 김형식, 1966; 김정환과 기원서, 1991), 둘째, 함탄대를 중심으로 한 석탄 자원의 분포조사 (Ichimura, 1927; 유의규, 1964; 이돈영 외, 1965; 금창도 외, 1984; 서해길 외, 1985; 서해길 외, 1986), 셋째, 변성퇴적암류 내에 협재된 고알루미나질 점토암층에 대한 광물학적 연구로 나뉜다 (박홍봉 외, 1984; 이동진과 이성록, 1988; 이성록, 1991).

이 연구 지역의 고생대층의 지질은 대부분 변성퇴적암류로 이루어지고 화석이 산출되지 않아 그동안 이 변성퇴적암류의 지질시대가 명확히 밝혀지지 못하였다. 단지 이 변성퇴적암류는 그의 일반적인 암상의 특징과 석탄층의 발달에 근거하여 관습적으로 후기 고생대의 평안누층군에 대비되어 왔다. 이 지역의 변성퇴적암류 내에는 결정질 석회암이 여러 곳에 협재되어 있으나 지금까지 이 석회암으로부터 어떠한 표준화석의 산출도 보고된 바 없었다. 따라서 연구 지역의 변성퇴적암류의 지질시대를 정확히 밝히기 위해서는 다른 화석에 비해 결정질 석회암에서 산출 가능성이 큰 코노돈트에 관한 연구가 절실히 필요하게 되었다.

이 연구 목적은 청풍, 이양, 춘양, 한천 지역에 분포하는 상부 고생대층 내에 협재된 여러 석회암 층군에서 체계적으로 표품을 채취하여 코노돈트에 관한 고생물학적인 연구를 수행하고, 이 연구에 근거하여 연구 지역에 분포하는 상부 고생대층의 지질시대를 명확히 밝히는 데 있다.

이 연구에 사진으로 제시된 코노돈트 화석은 강원대학교 지질학과 고생물 연구실에 보관되어 있다 (표품번호 DGGU 95001-95012).

지질개요

전남 화순군 청풍, 이양, 춘양, 한천 일대에 분포하는

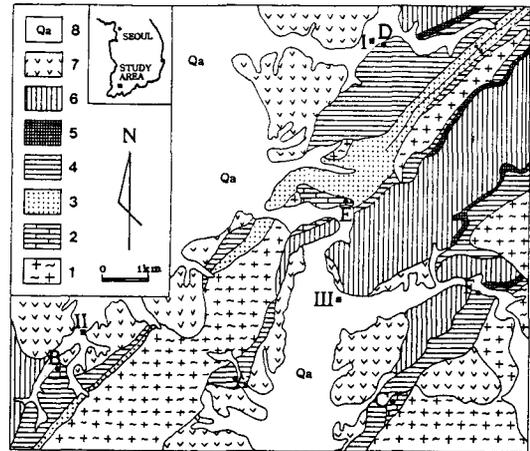


Fig. 1. Geologic map of the study area and collecting localities of limestone samples. 1, Precambrian Granitic Gneiss; 2, Lower Paleozoic Strata; 3, Yongamsan Fm.; 4, Oeumri Fm.; 5, Coal Bearing Fm.; 6, Cheonunsan Fm.; 7, Cretaceous Volcanic Rocks; 8, Quaternary. I, Hancheonri; II, Byeoncheonri; III, Geumneungri. A-F, Limestone collecting localities. A-C, productive; D-F, non-productive.

지질은 선캄브리아기의 화강암질 편마암, 전기 및 후기 고생대의 변성퇴적암류, 그리고 백악기의 화산암류로 구성된다 (Fig. 1). 이 지역의 변성퇴적암류는 규암, 석영편암, 운모편암, 결정질 석회암, 점판암 등으로 구성되며, 하부에서 상부로 용두리층, 용암산층, 오음리층, 함탄층 및 천운산층으로 나뉜다 (Table 1).

후기 고생대의 변성퇴적암류 내에는 석탄자원이 풍부하게 부존되어 있어 오래 전부터 이 지역에 대하여 많은 조사와 연구가 이루어졌다. 그러나 연구지역의 고생대층은 변성 작용을 받아 화석의 산출이 드물고 심한 지각 변동을 받아 지질구조가 매우 복잡하기 때문에 지금까지 고생대층의 정확한 분포, 층서 및 지질 시대가 명확히 밝혀지지 못하고 Table 1과 같이 각 연구자마다 다양한 의견을 제시하였다. 이 연구의 층서 구분은 새로 발견한 코노돈트를 고려하였으며, 이돈영 외 (1965)와 서해길 외 (1986)의 층서 분류를 기초로 하였다.

선캄브리아기의 화강암질 편마암

선캄브리아기의 화강암질 편마암은 이 연구 지역 내에 분포하는 암석 중 가장 오래된 암석으로 기반암을

Table 1. Stratigraphy of the study area(modified after Lee *et al.*(1965) and Seo *et al.*(1986)].

Ichimura(1927)		Lee <i>et al.</i> (1965)		Cheong & Kim(1966)		Seo <i>et al.</i> (1985, 1986)		This study		
Quarter- nary	Alluvium ~ uncon~	Quater- nary	Alluvium ~ uncon~	Quarter- nary	Alluvium ~ uncon~	Quater- nary	Alluvium ~ uncon~	Quater- nary	Alluvium ~ uncon~	
Creta- ceous	Volcanics and Tuff	Creta- ceous	Volcanics and Tuff	Creta- ceous	Volcanics and tuff	Creta- ceous	Volcanics and tuff	Creta- ceous	Volcanics and tuff	
Age unknown	Granite -intrusion-	Late Paleozoic	Cheonun- san F. ~ uncon~	Carbon.	Cheonun- san F.. ~ uncon~	G r a n i t i c G n e i s s	Cheonun- san Fm. ~ uncon~	Carbon.	Cheonun- san Fm. ~ uncon~	
Age unknown (or Late Paleozoic)	Guam Group	Paleozoic	Osanri Formation ~ uncon~	Permian	Osanri Formation ~ uncon~		Carbon.	Coal bearing F ~ uncon~	Permian	Coal bearing F. ~ uncon~
			Yongam- san Fm ~ uncon~		Yongam- san Fm. ~ uncon~		Permian	Oeumri Fm. Yongam- san Form. ~ uncon~		Yongam- san Fm. ~ uncon~
			Age unknown		Yongduri Fm. relation?		Yonduri Form. ~ uncon~	Yongduri Fm. ~ uncon~		Ordovician
		Age unknown	Granitic Gneiss			Pre-Cam.	Granitic Gneiss	Pre-Cam.	Granitic Gneiss	

이론다. 이 화강암질 편마암은 연구지역의 서부와 동부에 넓게 분포한다. 화강암질 편마암은 상부 고생대의 변성퇴적암류와 점이적인 관계에 있어 그 경계가 확실치 않은 곳이 많다. 또한, 이 암석은 일부 지역에서 백악기의 화산암류에 의하여 피복되기도 한다. 이 암석은 운모의 종류와 함량에 따라 흑운모 화강암질 편마암과 백운모 화강암질 편마암으로 구분된다. 화강암질 편마암은 회색 내지 담갈색을 띠며 조립질이다. 곳에 따라 이 편마암 내에는 열리구조가 잘 발달되어 있으며, 변성퇴적암류가 잔유물로 남아 있는 것이 관찰된다.

연구 지역에 분포하는 화강암질 편마암의 기원과 형성시기에 관해서는 연구자들 사이에 여러 의견이 있다. 즉, 이돈영 외 (1965), 정창희와 김길승 (1966), 이상만과 김형식 (1966) 등은 상부 고생대 이전의 퇴적암류와 상부 고생대의 퇴적암류 일부가 화강암화작용을 받아 화강암질 편마암이 생성된 것으로 해석하였으며, 유의

규 (1964)는 관입암으로 간주하였다. 최근, Rb-Sr 법에 의해 절대연령을 측정한 결과 이 지역의 화강암질 편마암의 생성시기는 $2,330 \pm 50$ Ma와 $1,150 \pm 30$ Ma로 밝혀졌다 (서해길 외, 1986). 또한, 화강암질 편마암에서 분리된 흑운모의 절대연령 측정에서는 흑운모 연령이 146-158 Ma로 나타나 그 정출 시기가 쥐라기 말임을 암시한다. 따라서, 이 지역의 화강암질 편마암은 선캄브리아기에 고기 퇴적암류가 광역변성작용과 화강암화작용을 받아 화강암질암으로 변화하였으며, 후기 고생대층이 퇴적된 후 대보조산운동에 의하여 이 화강암질 편마암은 후기 고생대층의 일부와 함께 재차 화강암화작용을 받아 현재의 화강암질 편마암이 된 것으로 여겨진다.

하부 고생대층

연구 지역 내에 하부 고생대층이 확실하게 분포하고

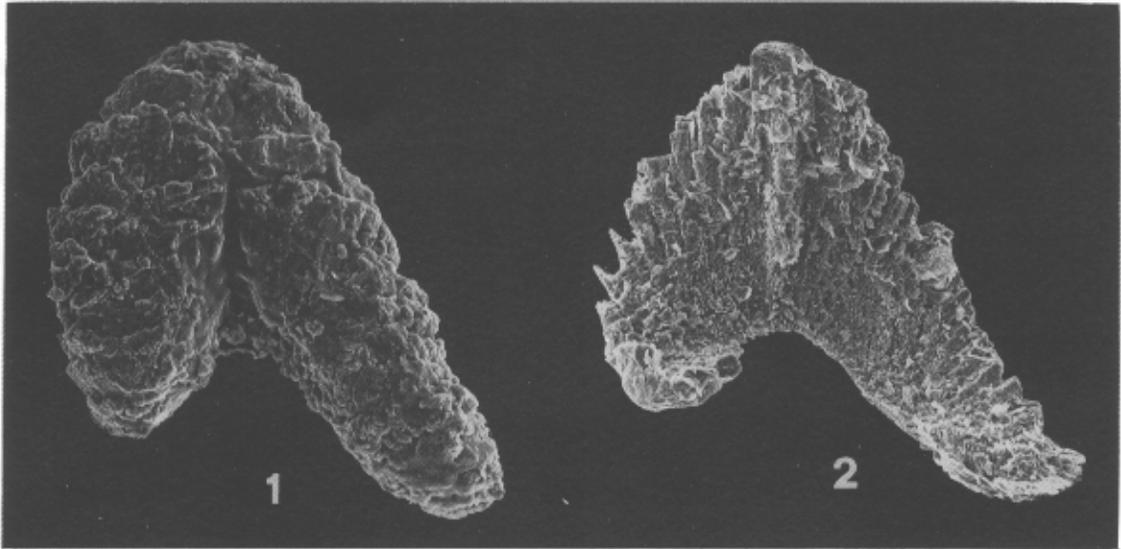


Fig. 2. Conodonts recovered from the Lower Paleozoic strata in the study area. 1, 2, *Serratognathus diversus*. 1. DGGU 95001, X173, Limestone sample near Pumpyeongri. Anterior view; 2. DGGU 95002, X173, Limestone sample near Pumpyeongri. Posterior view.

있음은 박수인(1993)에 의해 처음으로 오르도비스기 코노돈트 화석과 함께 보고되었다. 이 하부 고생대층은 이양면 품평리 부근과 춘양면 변천리 가동 저수지 부근에 소규모로 분포한다. 이 두 지역에 분포하는 오르도비스기 지층은 회색 내지 담회색의 결정질 석회암으로 이루어졌다. 이들 석회암에서 산출되는 코노돈트는 *Serratognathus diversus* An, *Belodella* sp., *Distacodus* sp., *Oistodus* sp., *Drepanodus* sp., *Scolopodus* sp. 등이 비교적 풍부하게 산출된다. 이들 코노돈트 중 Fig. 2의 *Serratognathus diversus*는 중국의 오르도비스기 Arenig의 지층에서 주로 산출되며, 우리나라에서는 이 연구를 통해 이양과 춘양 지역의 석회암에서 처음 발견되어 지질 시대 결정과 층서 대비를 보다 명확히 할 수 있게 하였다. 이 지역에서 산출되는 코노돈트들의 색깔변화 지수는 6 이상으로 담회색 내지 백색을 띤다. 일부 코노돈트는 분해되는 과정에 있는 것도 있다. An(1981, 1987)과 An et al.(1985)에 의하면 *Serratognathus diversus*는 *S. bilobatus*와 함께 중국 후베이(湖北) 지역에 분포하는 전기 오르도비스기의 Honghuayuan Formation(紅花園層)에서 산출된다. An과 An et al.은 그들의 코노돈트 화석 연구에 근거하여 *Serratognathus diversus* Zone을 설정하고 이를 하부 오르도비스기의 아레닉 조(Arenig stage)에 대비시켰다. Lee(1970)

는 강원도 상동 지역의 두무골층에서 *S. bilobatus*가 산출됨을 보고하였다. An et al.(1983)은 북중국의 당산(唐山) 지역에 분포하는 트레마독과 아레닉의 Liangjiashan Formation(亮甲山層)에서 *Serratognathus bilobatus*와 *S. diversus* 등의 코노돈트가 산출됨을 보고하고, 이 코노돈트에 근거하여 Liangjiashan층을 Honghuayuan층에 대비시켰다. 따라서, 연구 지역의 하부 고생대층의 지질 시대는 오르도비스기의 전기 아레닉 시대로 여겨지며, 강원도 상동 지역의 두무골층, 그리고 중국의 Liangjiashan층과 Honghuayuan층에 대비될 수 있을 것으로 판단된다. 서해길 외(1986)는 이 지역의 정밀지질 조사를 통해 이 두지역의 석회암은 중기 석탄기의 오음리층 내에 협재된 것으로 간주하였다. 연구 지역 내에 분포하는 하부 고생대층의 분포 양상이 태백과 영월 지역의 그것과 현저하게 다를 뿐만 아니라 대부분 석회암에서는 화석이 산출되지 않아 우리 나라 뿐만 아니라 인접 중국의 하부 고생대층과의 비교 연구가 매우 어렵다. 이돈영 외(1965)는 용두리 부근에 분포하는 결정질 석회암, 점판암, 규암 및 석영 편암으로 이루어진 지층을 용두리층이라 명명하였으며, 이 지층의 지질시대를 미상으로 하였다. 이번 조사에서 이 지역의 석회암으로부터 코노돈트를 직접 찾지 못하였으나 품평리 지역과 변천리 지역에서 오르도비스기 지층의 분포가 확인되었으

므로 용두리층의 지질 시대는 전기 고생대일 가능성이 클 것으로 생각된다.

상부 고생대층

후기 고생대의 변성퇴적암류는 대부분 변성암으로 구성되어 있으며, 그동안 지질시대를 명확히 지시해 주는 표준화석이 발견되지 않아 그의 지질시대가 분명치 않았으며, 다른 탄전지역의 지질과의 대비도 확실치 않았다. 다만 무연탄의 부존, 석회암의 협재, 구성암석 및 층서, 식물화석의 산출 등을 고려하여 이 변성퇴적암류는 평안누층군에 대비되었다.

용암산층

용암산층은 선캄브리아기의 화강암질 편마암과 용두리층을 부정합으로 피복하며, 오음리층에 의해 정합적으로 덮인다. 용암산층은 오산리-용암산 일대, 금성산-우치리 일대, 용두리 일대에 분포한다. 이 지층은 대체로 N30°-45°E의 주향을 가지며 북서쪽으로 경사한다. 이 지층은 풍화에 강하여 대부분 산능선이나 높은 봉우리를 이룬다.

용암산층의 주 구성암석은 유백색 내지 담회색의 규암이며 석영편암이 관찰되기도 한다. 층준에 따라 함력 규암이 발달된 곳도 있다. 규암의 대부분은 괴상이나 부분적으로 약한 층리를 보이기도 한다. 이 층의 규암을 이루는 광물은 대부분 석영이며 백운모 또는 견운모, 녹니석도 소량 포함된다. 용암산층은 대부분 지역에서 층의 상부 또는 하부가 단층에 의해 잘려나가 정확한 층의 두께를 확인할 수 없다. 용암산층의 지질시대는 화석의 산출이 없어 정확히 알 수 없으나 이 지층이 하위의 용두리층을 부정합으로 피복하며, 상위의 오음리층과는 정합적인 관계에 있어 태백 지역의 만항층에 대비되었다(서해길 외, 1986).

오음리층

오음리층은 용암산층을 정합적으로 피복하며, 천운산층에 의하여 부정합적으로 덮인다. 오음리층은 용반리, 발용산, 노적봉, 도덕산, 용두리, 우치리 등지에 분포한다. 이 지층의 주향은 대체로 N10°-40°E이며, 경사 방향은 북서에서 남동으로 변화가 크다. 이 지층은 천매암, 운모편암, 석영편암, 규암, 석회암, 점판암, 탄질 셰일 등의 암석으로 구성되며, 층의 상부에 탄층을 협재한다. 점판암과 셰일에는 엽리가 잘 발달되어 있으

며, 용반리 일대에서는 밝은 자색을 띠는 점판암이 관찰된다.

결정질 석회암은 용반리, 도덕산 정상, 한천리, 노적봉 계곡 입구 등 여러 지표에 노출되어 있으며, 이양 남성광업소 갱내와 일부 시추코어에서도 관찰된다. 석회암은 담회색에서 회색을 띠나 결정질 석회암의 경우 백색을 띠기도 한다. 대부분의 석회암은 소규모의 렌즈상 또는 불연속적인 층을 이루고 있다. 석회암의 주 구성 광물은 방해석이며, 백운모, 석영 등이 소량 관찰된다. 대부분의 석회암은 재결정작용을 받아 퇴적 당시의 입자종류 (grain kind)의 특징이나 퇴적구조를 잃고 말았다. 지역에 따라 석회암의 일부는 규화작용을 받아 규질 석회암이 되었다.

이번 연구에서 청풍면 한지리 순지동 부근의 노적봉 계곡 입구 지역에 분포하는 오음리층 내에 협재된 회색의 렌즈상 석회암으로부터 중기 내지 후기 석탄기를 지시하는 코노돈트 *Idiognathodus delicatus*와 *Strep-tognathodus elegantulus*가 발견되어 이 지층의 지질시대가 중기 내지 후기 석탄기로 밝혀졌으며, 녹색 및 밝은 자색의 셰일 내지 점판암을 협재하는 점으로 미루어 삼척 탄전과 문경 탄전 지역과 영월 지역에 분포하는 석탄기의 지층에 대비될 것으로 생각된다. 오음리층의 두께는 용반리-발용산 지역에서 150-300m이다.

함탄층

함탄층은 오음리층을 부정합으로 피복하며, 천운산층에 의하여 부정합적으로 덮인다(서해길 외, 1986). 함탄층은 용반리, 발용산, 이양리 등지에 단속적으로 대상 분포한다. 함탄층의 일반적인 주향은 N10°-45°E이며, 경사는 30°-60°NW이나 지역적인 변화가 크다. 연구 지역에서 이 지층의 하부 경계는 회색 내지 암회색의 조립 사암이며, 상부 경계는 천운산층의 회색 내지 담회색의 석영질 조립 사암의 바로 하부이다. 함탄층은 조립 사암, 중립 내지 세립 사암, 셰일(점판암), 무연탄-탄질 셰일 순으로 구성되며, 이러한 단위층이 수 회 반복된다(서해길 외, 1986). 이 지층의 사암은 변성작용을 받아 재결정된 경우가 많다. 함탄층 내에 협재된 일부 흑색 셰일 내에는 변성작용에 의해 생성된 공정석이 관찰된다. 여러 보고서에 의하면 호남 탄전 지역의 일부 함탄대에서 *Pterophyllum* sp., *Taeniopteris* sp., *Cordaites* sp. 등의 식물화석이 산출된다(서해길 외, 1986). 지금까지 함탄대의 지질시대가 명확하게 밝혀지지는 않았으나 삼척탄전 지역의

장성층에서 이와 같은 식물화석이 풍부히 산출되는 점을 고려할 때, 연구 지역의 함탄대의 지질시대는 페름기일 것으로 추측된다. 함탄층의 두께는 용반리-발용산 지역에서 60-90 m이다.

천운산층

천운산층은 금능리, 용반리, 발용산, 개천산 등 여러 곳에 넓게 분포한다. 천운산층은 함탄층을 부정합으로 피복하며, 백악기의 화산암류와 응회암에 의하여 피복된다. 천운산층의 주향과 경사는 곳에 따라 차이는 있으나 대체로 N20°-45°E의 주향과 30°-60°NW의 경사를 가진다. 천운산층은 주로 회색 내지 담회색의 조립사암, 담회색 내지 회백색의 석영편암 및 규암으로 구성되며, 암회색 내지 흑색 사암과 셰일이 협재된다. 셰일과 점판암은 천운산층의 중부에 협재되며, 일부 셰일은 납색 내지 반토질 셰일 (aluminous shale)로 변질되어 있다. 등용제 일대에 분포하는 천운산층 내에 적색 셰일이 협재되는 점과 본 연구 지역의 함탄층이 삼척탄전 지역의 장성층과 대비된다고 가정할 때 천운산층의 지질시대는 함백산층과 도사곡층에 대비될 것으로 판단된다. 천운산층의 전체 두께는 대략 600-700 m이다.

백악기의 화산암류

백악기의 응회암류와 화산암류는 연구 지역 곳곳에 넓게 분포한다. 이 화산암류는 선캄브리아기의 화강암질 편마암이나 상부 고생대층을 부정합으로 피복한다. 응회암류를 이루는 주요 암석은 녹색 내지 회녹색의 응회암, 자색 내지 적자색의 응회암, 유백색 내지 담회색의 유문암질 응회암, 담녹색의 라피리, 함력 라피리이며, 화산암류는 담자색 내지 담갈색의 유문암, 암회색의 안산암질암으로 구성된다. 변천리 일대에는 용결응회암이 소규모로 분포한다.

코노돈트 생층서

연구 지역에 분포하는 지질에 대한 정밀야외 조사를 실시하여 석회암의 분포를 조사하고 체계적으로 석회암 표품을 채취하였다. 석회암 표품 채취 지역은 용반리, 한천리, 용두리, 품평리, 한지리 순지동, 변천리 기동 저수지 부근, 도덕산 정상, 석공 화순광업소 갱내 등 여러 곳이다. 채취한 석회암 표품을 코노돈트 추출 방

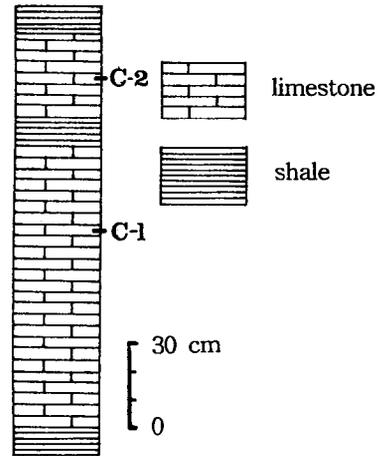


Fig. 3. Sampling horizons near Soonjidong village, Hanjiri, Cheongpung.

법에 따라 15%의 빙초산에 용해, 처리한 결과 청풍면 한지리 순지동 부근의 석회암, 이양면 품평리 부근 및 춘양면 변천리 가동 저수지 부근에 분포하는 석회암에서 코노돈트가 산출되었다. 이 중 청풍면 한지리 순지동 지역의 석회암에서는 중기 내지 후기 석탄기의 코노돈트가 발견되었으며, 나머지 두 지역의 코노돈트는 전기 오르도비스기 코노돈트이다. 이 연구에서는 중기 내지 후기 석탄기 코노돈트와 그 생층서만 다루고 오르도비스기 코노돈트에 관한 연구는 내용을 보완하여 별도의 논문으로 발표하고자 한다

청풍면 한지리 순지동 부근에 분포하는 석회암에서 채취한 표품의 층준은 Fig. 3과 같다. 이 석회암에서 산출되는 코노돈트는 2속 2종으로 *Idiognathodus delicatus*와 *Streptognathodus elegantulus*이다 (Table 2). 특징적인 것은 이 석회암에서 *I. delicatus*와 *S. elegantulus* 외에 다른 종류의 코노돈트가 산출되지 않으며, 산출되는 코노돈트의 수도 많지 않은 점이다. 이러한 사실은 이 석회암을 태백 지역과 영월 지역의 평안층군의 지층과 직접적인 대비를 어렵게 한다.

Merrill (1975)은 *Neognathodus*, *Idiognathodus*, *Streptognathodus*, *Diplognathodus*와 *Gondolella*를 이용하여 미국 일리노이 지역에 분포하는 중기 및 후기 석탄기의 코노돈트의 생층서 분대를 시도하였다. 그후 Grayson *et al.* (1985)은 Merrill (1975)의 코노돈트 생층서를 보완, 수정하여 Table 3과 같은 중기 및 후기 석탄기의 코노돈트 생층서 분대

Table 2. Conodonts of the Late Carboniferous limestone near Soonjidong, Cheongpung area, Hwasoon.

Sample number	C-1	C-2
Sample weight(kg)	5.0	1.0
<i>Idiognathodus delicatus</i>	3	4
<i>Streptognathodus elegantulus</i>	5	8
Total	8	12

를 제안하였다. Wang *et al.* (1987)은 중국 북부와 북서부 지역에 분포하는 석탄기 지층에서 산출되는 코노돈트에 관한 생층서학적인 연구를 수행하였으며, Taiyuan층의 하부에 *Streptognathodus elegantulus* - *Streptognathodus opletus* Zone을 설정하였다. 이 양면 한지리 순지동 부근의 석회암에서 산출된 *I. delicatus*와 *S. elegantulus*의 생층서는 Grayson *et al.* (1985)의 *Idiognathodus magnificus* - *I. elegantulus* Zone, 또는 Wang *et al.* (1987)의 *Streptognathodus elegantulus* - *Streptognathodus opletus* Zone에 대비될 수 있을 것으로 여겨진다.

*Idiognathodus delicatus*는 Gunnell (1931)에 의해 미국 미주리주에 분포하는 중기 석탄기의 Desmoinesian 시대의 Henrietta층에서 산출됨이 처음 보고된 이래 세계 여러 나라의 중기 석탄기와 후기 석탄기 지층에서 산출됨이 알려졌다. 우리 나라에서는 Gabert *et al.* (1965)가 태백 탄전의 옥동 지역에 분포하는 중기 석탄기 Desmoinesian의 금천층에서 *I. delicatus*가 산출됨을 처음 보고하였으며, 그들은 코노돈트에 의해 한국의 상부 고생대층의 지질시대를 보다 명확히 파악할 수 있음을 제시하였다. 그후 이종덕 (1985)과 이종덕 외 (1994)는 영월 지역의 중기 석탄기의 Morrowan과 Atokan의 요봉층에서 산출되는 *I. delicatus*와 함께 산출되는 코노돈트에 관한 자세한 연구를 수행하였다. 박수인 (1989)은 삼척 탄전의 사북 - 고한 지역에 분포하는 중기 석탄기의 만항층과 금천층에서 *I. delicatus*가 산출됨을 보고하였으며, 이종덕 (1992)은 삼척탄전 서부 지역에 분포하는 만항층에서 산출되는 이 코노돈트를 연구하였다. 또한, 박수인과 정창희 (1989)는 문경 탄전 지역에 분포하는 금천층에서 산출되는 *I. delicatus*와 *Streptognathodus elegantulus*를 연구하여 이 지역 금천층의 지질시대를 명확히 밝혔다.

*Streptognathodus elegantulus*는 Stauffer와

Table 3. Conodont zonation of the Middle and Late Carboniferous (after Grayson *et al.*, 1985).

	<i>Neognathodus</i>	<i>Idiognathodus</i>	<i>Gondolella</i>
Missourian		<i>I. elegantulus</i> <i>I. magnificus</i>	<i>G. elegantula</i> <i>G. n. sp. "A"</i>
Desmoinesian	<i>N. dilatus</i> <i>N. metanodosus</i>	<i>I. delicatus</i> <i>I. sp. "A"</i>	<i>G. magna</i>
	<i>N. roundyi</i> <i>N. medexultimus</i>		<i>G. bella</i>
	<i>N. Medexultimus</i> <i>N. medadulimus</i>		<i>G. laevis</i>
			<i>G. gymna</i>
Atokan	<i>N. bothrops</i> <i>N. atokaensis</i>		

Plummer (1932)에 의해 미국 텍사스주의 Desmoinesian 시대의 Graford층에서 처음 보고되었으며, Ellison (1941)은 미주리주와 텍사스주의 중기와 후기 석탄기 지층에서 산출되는 *S. elegantulus*와 *I. delicatus*를 자세하게 연구하였다. 또한, Von Bitter (1972)는 동부 텍사스 지역의 후기 석탄기의 Virgilian 지층에서 산출되는 *S. elegantulus*와 *I. delicatus*를 자세하게 연구하여 이 코노돈트들이 퇴적환경에 따라 산출되는 양상이 다름을 구명하였다. Park (1989)은 문경 탄전 남단의 농암 지역에 분포하는 전기 폐름기의 운암사층에서 *S. elegantulus*가 산출됨을 보고하였다.

Sweet (1975, Ziegler 편집)에 의하면 *I. delicatus*의 산출 범위는 후기 Morrowan 지층에서 전기 Virgilian 지층까지이며, *S. elegantulus*는 북미 지역의 경우 대부분 후기 Desmoinesian과 전기 폐름기 지층에서 산출된다.

이와 같이 *I. delicatus*와 *S. elegantulus*의 출현 시기와 산출 범위가 지역에 따라 중기 석탄기에서 전기 폐름기까지 매우 다양하여 청풍 지역에서 산출되는 *I. delicatus*와 *S. elegantulus*를 포함한 지층의 지질시대가 중기 석탄기인지 또는 후기 석탄기인지 판단하기 매우 어렵다. 다만 Grayson *et al.* (1985)의 연구, Wang *et al.* (1987)의 연구와 Sweet (1975, Ziegler 편집)의 조사를 고려할 때, 청풍면 한지리 순지동 지역의 오음리층의 석회암의 지질시대는 상부 더모이네시안 조(Upper Desmoinesian stage)에서 하부 미주리안 조(Lower Missourian stage)에 대비될 수 있을 것으로 생각된다. 따라서, 이 지역에 분포하는 오음리층은 산출된 코노돈트에 근거하면 태백 지역과 문경 지



Fig. 4. Conodonts found from the Middle to Late Carboniferous Oeumri Formation at the outcrop near Soonjidong, Hanjiri, Cheongpungmyeon, Hwasoon. 1-5. *Idiognathodus delicatus* Gunnell, 1931. All upper views. 1. DGGU 95003, X35, C-2; 2. DGGU 95004, X49, C-2; 3. DGGU 95005, X116, C-2; 4. DGGU 95006, X87, C-1; 5. DGGU 95007, X122, C-1. 6-10. *Streptognathodus elegantulus* Stauffer and Plummer, 1932. All upper views. 6. DGGU 95008, X128, C-2; 7. DGGU 95009, X158, C-2; 8. DGGU 95010, X98, C-2; 9. DGGU 95011, X116, C-1; 10. DGGU 950012, X113, C-2.

역의 금천층과 영월 지역의 판교층과 대비될 수 있을 것으로 여겨진다(박수인, 1989; 박수인과 정창희, 1989; 이창진 외, 1988).

이 연구는 옥천 습곡대 내의 최남단 지역에 분포하는 상부 고생대층에서 산출되는 코노돈트를 처음으로 보고함으로써 그 의미가 크며, 이 지역의 층서와 지사 연구에 크게 기여할 것으로 여겨진다.

결 론

한반도 서남부에 위치한 전남 화순군 청풍, 춘양, 이양, 한천 지역에는 상부 고생대층이 비교적 넓게 분포한다. 후기 고생대의 평안 누층군에 대비되는 이 지역의 변성퇴적암류는 주로 편암, 석영질 사암, 규암, 점판암 및 결정질 석회암으로 이루어졌다. 변성퇴적암류 내에 협재된 여러 석회암 중 청풍면 한지리 순지동 부근에 분포하는 오음리층 내에 협재된 소규모의 회색 석회암에서 *Idiognathodus delicatus*와 *Streptognathodus elegantulus*가 산출된다. 이 두 종류의

코노돈트 화석의 보존 상태는 비교적 양호하며, 이들의 색깔변화 지수는 6-7로 담회색 내지 백색을 띤다. 이들 코노돈트는 중기 내지 후기의 석탄기 지층에서 널리 산출된다. 따라서, 이 코노돈트에 의하면 연구 지역의 오음리층의 지질시대는 중기 내지 후기 석탄기이며, 삼척 지역과 문경 지역의 금천층과 영월 지역의 판교층에 대비될 수 있을 것으로 생각된다.

고 찰

이번 연구에서 많은 양의 석회암을 용해시켜 코노돈트 추출을 시도하였으나 청풍면 한지리 순지동 부근의 석회암, 이양면 품평리 부근의 석회암 및 춘양면 변천리 가동 저수지 부근의 석회암을 제외하고는 코노돈트를 얻지 못하였다. 이 연구를 통해 옥천 습곡대의 최남단 지역에 분포하는 하부 고생대층과 상부 고생대층에서 코노돈트가 산출됨이 확인되었으므로 이 연구 결과는 이 지역의 층서와 지사 연구뿐만 아니라 한반도 지사 연구의 기본 자료로 널리 활용 될 수 있을 것으로 여겨진다.

연구 지역에 분포하는 대부분의 석회암에서 코노돈트가 산출되지 않는 까닭은 열변성 작용에 의해 코노돈트가 분해(decompose)되어 없어졌을 가능성이 큰 것으로 여겨진다. 이러한 코노돈트의 분해 가능성은 이 지역의 석회암에서 산출되는 코노돈트의 색깔변화 지수가 매우 높으며, 천운산층 내에 협재된 고알루미나 점토암의 변성광물과 탄질물의 흑연화 정도에 의해 설명될 수 있다. 즉, 이 연구 지역의 석회암에서 산출되는 코노돈트의 색깔변화 지수는 대부분 6-7 정도로 담회색 내지 백색을 띤다. 또한, 변천리 가동 저수지 부근의 석회암에서 산출되는 오르도비스기의 일부 코노돈트에서는 이들의 분해현상이 뚜렷이 관찰된다. 이동진과 이성록(1988)과 이성록(1991)은 이 연구 지역의 북부에 분포하는 천운산층 내에 협재된 고알루미나질 점토암을 이루는 변성광물의 광물 안정영역, 공생 광물군 및 탄질물의 흑연화 정도에 근거하여 이 지역의 고알루미나질 점토암은 매우 낮은 변성 작용 내지 낮은 변성 작용(very low to low grade metamorphism)을 받았으며, 변성 압력은 4.0 kb 이하이고, 변성광물의 생성온도가 450-500°C 정도였음을 제시하였다. 층서상 천운산층보다 하위에 놓인 하부 고생대층과 석탄기의 오음리층은 보다 높은 온도의 영향을 받았을 것이며, 이와 같이 높은 온도하에서 연구 지역의 대부분 코노돈트는

분해되었을 것으로 여겨진다. 즉, 연구 지역에 분포하는 고생대층 내에 협재된 석회암에서 코노돈트를 포함한 다른 화석이 산출되지 않음은 이 지역에 일어난 변성작용에 수반된 비교적 높은 열의 영향 때문에 대부분 화석들이 분해되었기 때문인 것으로 생각된다.

이 연구를 통해 이양, 청풍, 춘양 지역에 분포된 석회암에서 전기 고생대와 후기 고생대의 코노돈트 산출이 확인되었으므로 앞으로 변성정도가 보다 낮은 석회암의 분포를 찾아 내어, 이 석회암에서 화석을 찾아냄으로써 이 지역에 분포하는 변성퇴적암류의 지질시대가 보다 정확히 밝혀질 수 있을 것으로 기대된다. 특히, 오음리층 내의 여러 곳에 석회암이 협재되어 있으며, 이들 일부 석회암에서는 전기 오르도비스기의 코노돈트가 산출되며, 다른 일부 석회암에서는 후기 석탄기의 코노돈트가 산출된다. 따라서, 오음리층 내에 협재되어 있는 석회암들의 관계를 명확히 밝히기 위해서 보다 자세한 정밀조사와 연구가 필요할 것으로 생각된다.

표본 채취 위치

(Fig. 1의 지질도상의 위치 참조)

- A. 청풍면 한지리 순지동에서 북서 방향으로 약 500 m 거리에 위치한 개울가의 회색 석회암 노두(N34° 54' 23", E126° 58' 23").
- B. 이양면 품평 마을에서 동쪽으로 약 750 m 거리에 위치한 석회암 노두(N34° 54' 09", E127° 00' 27").
- C. 춘양면 변천리 가동 저수지 도로변의 석회암 노두(N34° 54' 25", E126° 55' 45").
- D. 한천면 한천 마을에서 동쪽으로 약 400 m 거리에 위치한 회색 결정질 석회암 노두(N34° 58' 24", E127° 00' 23").
- E. 춘양면 용두리 마을에서 북동동쪽으로 약 1 km 거리에 위치한 석회암 채석장(N34° 56' 29", E126° 59' 48").
- F. 이양면 용반촌 마을에서 남쪽으로 약 250 m 거리에 위치한 회색 석회암 노두(N34° 55' 32", E127° 01' 39").

사 사

이 연구를 재정적으로 지원해준 한국과학재단에 감사드립니다(과제번호: KOSEF921-0050-004-2). 이 연

구의 야외 지질조사와 실내작업에 도움을 준 강원대학교 지질학과 함일찬 조교와 고생물학 연구실 학생들에게 감사한다. 석회암 노두의 위치와 연구 지역의 지질 분포 등에 관하여 많은 조언을 해준 대한광업진흥공사의 김일석 차장님과 손길상 과장님께 감사드린다. 또한, 갯내 석회암 표품을 채취해준 석탄공사 화순 광업소의 김병용 부장님께 감사드린다. 코노돈트의 미세구조 관찰과 도판 제작용 사진촬영은 서울대학교 기초과학교육연구공동기기원의 주사전자현미경을 사용하였다. 이 논문을 읽고 다듬어 주신 익명의 심사자께 감사드린다.

참고문헌

- 금창도, 안대영, 손길상, 1984, 호남탄전(남부지역) 조사보고서. 대한광업진흥공사, 탄전지질, 4, 65-136.
- 김정환, 기원서, 1991, 화순탄전에 발달된 순창 전단대의 구조적 특성. 지질학회지, 27, 642-655.
- 박수인, 1989, 사북-고한 지역에 분포하는 평안누층군의 코노돈트 생층서에 관한 연구, 지질학회지, 25, 192-201.
- 박수인, 1993, 화순군 이양-청풍 일대의 고생대층에 협재된 석회암의 지질 시대. 대한지질학회 학술발표논문 요약집, 72.
- 박수인, 정창희, 1989, 문경탄전 지역의 석탄-페름계의 층서 고생물학적 연구. 지질학회지, 25, 182-191.
- 박홍봉, 김용준, 박배영, 신상은, 1984, 고알루미나(Al_2O_3 성분 60% 함유) 광석 광물의 성인과 분포 (-천운산층 내의 것들 중심으로-). 대한광산학회지, 21, 73-80.
- 서해길, 임순복, 배두중, 백상호, 1985, 석탄자원조사보고서 (7호), 호남탄전(II) (한천-춘양 지역). 48 p.
- 서해길, 임순복, 배두중, 백상호, 1986, 석탄자원조사보고서 (8호), 호남탄전(III) (이양-청풍 지역). 84 p.
- 유의규, 1964, 화순탄전 지질조사보고. 탄전지질조사보고, 5, 1-19.
- 이돈영, 정춘식, 최준호, 남원희, 이백중, 1965, 호남탄전지질조사보고서. 대한석탄공사, 54 p.
- 이동진, 이성록, 1988, 천운산층 내 고알루미나 광석에 대한 광물학적 연구. 한국광물학회지, 1, 48-62.
- 이상만, 김형식, 1966, 한국지질도(1:50,000), 북내도폭 및 설명서. 국립지질조사소, 44 p.
- 이성록, 1991, 화순 지역 천운산층의 고알루미나질 점토암에 대한 광물학적 연구. 서울대학교 박사학위 논문, 137 p.
- 이종덕, 1985, 남한 강원도 영월 지역에 분포된 홍점층(후기 석탄기)의 코노돈트 화석군과 그의 생층서. 고생물학회지, 1, 167-182.
- 이종덕, 1992, 강원도 삼척탄전 지역에서 산출된 석탄-페름기의 코노돈트 화석군과 생층서(I). 고생물학회지, 8, 121-131.
- 이종덕, 이병수, 박영숙, 1994, 강원도 영월 - 평창 지역에서 산출된 석탄-페름계의 코노돈트 화석군과 생층서. 고생물학회지, 10, 195-208.
- 이창진, 박수인, 백인성, 1988, 강원도 미탄 부근 석탄 - 페름기에 관한 생층서학적 연구. 한국지구과학회지, 9, 163-174.
- 정창희, 김길승, 1966, 한국지질도(1:50,000), 능주도폭 및 설명서. 국립지질조사소, 42 p.
- An, T.X., 1981, Recent progress in Cambrian and Ordovician conodont biostratigraphy of China. Geol. Soc. Amer. Special Paper 189, 209-225.
- An, T.X., 1987, The Lower Paleozoic Conodonts of South China. Beijing Publishing Company, 273 p. (in Chinese).
- An, T.X., Du, G.Q. and Gao, Q.Q., 1985, Ordovician Conodonts from Hubei, China. Geology Publishing Company, 82 p. (in Chinese).
- An, T.X., Zhang, Y.Q., Xu, W.H., Zhang, H.J., Jiang, D.B., Yang, C.S., Lin, L.D., Cui, Z.T. and Yang, X.C., 1983, The Conodonts of North China and adjacent regions. Science Publishing Company, 255 p. (in Chinese).
- Ellison, S., 1941, Revision of the Pennsylvanian conodonts. Jour. Paleont., 15, 107-143.
- Gabert, V.G., Stoppel, D. and Vinken, R., Conodonten im Paläozoikum des Taebaek-Gebietes (Südkorea). Geol. Jb., 83, 397-410.
- Grayson, R.C., Jr., Trice, E.L., III and Westergaard, E.H., 1985, Significance of some Middle Atokan to Early Missourian conodont faunas from the Llano uplift and Colorado River Valley, Texas. Southwest Section Am. Assoc. Petrol. Geol. 1985 Trans., 117-131.
- Gunnell, F.H., 1931, Conodonts from the Fort Scott limestone of Missouri. Jour. Paleont., 5, 244-255.
- Ichimura, T., 1927, Hwasoon coal field, Rep. Surv. Coalfields, Chosen, 2, 1-23 (in Japanese).
- Lee, H.Y., 1970, Conodonten aus der Choson-Gruppe (Unteres Ordovizium) von Korea. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 136, 304-344.
- Merrill, G.K., 1975, Pennsylvanian conodont biostratigraphy and paleoecology of northwestern Illinois. Geol. Am. Microform Publ. 3, 1-130.
- Park, S.I., 1989, Microfossils of the Permian-Carboniferous strata of Nongam area in Mungyeong coal field. Jour. Kor. Earth Sci. Soc., 10, 102-110.
- Stauffer, C.R. and Plummer, H.J., 1932, Texas Pennsylvanian conodonts and their stratigraphic relations. Bull. Univ. Texas Bur. Econ. Geol. Technol., 3201, 13-50.
- Sweet, W. in Ziegler, W., 1975, Catalogue of conodonts 2. 404 p.

Von Bitter, P.H., 1972, Environment control of conodont distribution in the Shawnee Group (upper Pennsylvanian) of Eastern Kansas. Univ. Kans. Paleont. Contrib. Article 59, 1-105.

Wang, Z.H., Lane, H.R. and Manger, W.L., 1987, Carboniferous and Early Permian conodont

zonation of north and northwest China. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 98, 119-157.

1996년 2월 25일 원고접수

1996년 5월 22일 원고채택