

경상분지 중앙부의 구조발달사와 화산활동사

장기홍* · 박순옥*

Aspects of Tectonics and Volcanism Recorded in Cretaceous Medial Kyongsang Basin, SE Korea

Ki-Hong Chang* and Sun-Ok Park*

ABSTRACT : The history of the Palgongsan Fault comprises the growth-fault, the dormant and the strike-slip phases. Dissecting the Palgongsan Granite, the Palgongsan Strike-slip Fault, which is the product of the final phase, sinistrally offset about 5.5 km as shown in the dislocation of the Hasandong Formation. Faulting, sedimentation and igneous activity were inter-related in the early phases of the Palgongsan Fault. Some other faults such as the Dansan Pond Fault and the Hayang Fault have also been discovered, and their some stratigraphic implications and the ages of faulting are discussed. The anomalous development of the Jindong Formation in the study area and the related stratigraphic problems are discussed. It has been confirmed that the Konchonri Formation deposited over the Chaeyaksan Volcanic Formation in spite of the recent doubts on their such stratigraphic relation. The chronological sequence of the volcanisms of the Kyongsang Basin has been summarized.

서 연

경상분지의 지사에 관하여 과거 여러 차례에 걸쳐 퇴적의 측면을 다루었으므로 (장기홍, 1977, 1978; Chang, 1988; Chang *et al.*, 1990) 본보에서는 특히 지질구조와 화산활동의 지사를 다루었다. 팔공산단층의 최종단계가 좌수향 주향이동으로 특징되는 것은 이미 발표되었으나 (Chang, Park, 1995) 본보에서는 팔공산단층이 성장단층 단계에서 중간의 활동정지단계를 거쳐 주향이동 단계를 가지는 것으로 파악하였다. 화산활동사를 종합함에 있어서는 경상분지 중앙부에 한하지 않고 분지전체를 대상으로 하였다.

본 연구지역은 경상분지의 밀양소분지와 의성소분지 (Chang, 1975; 장기홍, 1977)의 경계지대로서 학봉화산암층과 채약산화산암층과 같은 이 지역 특유의 국지적 화산암층들이 산출하며 함안층-진동층의 층서체계와 사곡층-춘산층의 층서체계가 만나는 지역으로 층서가 비교적 복잡하다. 그러나 이 지역은 경상분지 전역에서 지도폭조사가 가장 먼저 수행되었던 곳이며 (立岩, 1929) 그 때의 지층분

류의 틀이 지금도 지배하는 층서학상의 고전적 지역이다. 지질연구의 진보에 따라 이 지역의 새로운 지질도와 설명서가 요청되는데 본보는 그러한 과제의 예비적 보고서이다. 근래 이룩된 이 지역의 지질학적 진보의 하나는 초기 지질조사 시에는 밝히지 못했던 주요 지질구조들의 발견이다. 괴복단층들의 발견에 따라 지질구조 뿐 아니라 층후의 새로운 산정과 같은 층서적 수정도 가해졌다.

팔공산단층 발달사

서북서-동남동 방향으로 길다란 팔공산화강암체의 이북과 이남이 보여주는 하양층군 하부 퇴적상의 갑작스러운 횡적 변화의 원인으로서 팔공산화강암 관입 이전에 팔공산화강암의 중축부의 위치에 성장단층이 있었다고 추정한 것은 이미 오래 전의 일이나 (장기홍, 1977) 팔공산성장단층의 개념 이외의 다른 대안은 아직 없다.

팔공산성장단층은 화강암 관입에 의하여 소실되어버렸기 때문에 추상적인 것이다. 그러나 근래 팔공산화강암체는 그 장축의 위치를 통과하는 서북서-동남동 방향의 팔공산주향이동단층으로 절단되어 좌수향 이동을 하였음이 발견되었고 (김희섭, 1985) 이번 연구에서 그 좌수향 이동치가 약 5.5 km임이 측정되었다. 그리하여, 팔공산성장

* 경북대학교 지질학과 (Department of Geology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea)

단층과 팔공산주향이 동단층은 각각 팔공산단층 발달사의 초기와 말기를 대표함이 알려졌다.

팔공산단층 이전

팔공산화강암 부근에서 하산동층은 두께가 약 500 m에 불과하며 함유된 적색층들은 수매 미만이다. 그러나 팔공산화강암체를 떠나 북쪽과 남쪽으로 멀어질수록 하산동층의 층후와 적색층 수는 증가한다. 그와 같은 횡적 암상 변화는 특히 북쪽에서 현저한데, 약 40 km 북쪽 지역(안계 부근)에 있어서 하산동층은 두께 약 900 m이며 25 매 이상의 적색층을 함유한다. 이러한 사실은 하산동층 퇴적 기간중 장차 팔공산화강암이 자리잡을 지역에서는 퇴적 속도가 느렸다는 것으로 해석된적이 있으며 위에 언급한 횡적변화는 퇴적분지 가장자리로부터 분지 중심부로의 상변화를 대표한다고 판단된다. 팔공산 화강암부근의 하산동층은 퇴적분지 중심부에 비교적 가깝다.

성장단층 단계

팔공산단층 발달사의 초기에 해당되는 시기에 있었던 성장활동에 관하여는 퇴적기록에 의거하여 간접적으로 그 단층활동의 성격을 구명할 수 있을 뿐이다. 팔공산성장단층과 '구조동시성 차별 퇴적'의 개념이 발표된(장기홍, 1977) 이후에, 성장단층 기간에 퇴적된 지층단위에 대하여 구조동시층(syntectosome)이란 일종의 지층단위명이 고안되었는데 (Chang, 1985), 여기서 말하는 '성장단층 단계'는 곧 '팔공산구조동시층'의 시기에 해당하며 이는 팔공산단층 발달사의 초기 단계이다.

성장단층에 인접했던 팔공산구조동시층은 화강암 관입에 의해 지워져버렸고 다만 화강암 주위, 즉 성장단층에서 다소의 거리가 있는 지역들의 지층기록이 보존되어 있다. 팔공산화강암 이북의 의성소분지에 있어서는 팔공산구조동시층은 구미동층, 구계동층 및 점곡층으로 구성되고 팔공산화강암 이남의 밀양소분지에 있어서는 칠곡층 중부층원 및 상부층원, 신라역암층 및 학봉화산암층으로 구성된다. 이 구조동시층은 공통된 상위층(함안층)과 공통된 하위층(진주층) 사이에 협재하므로 동시기층임이 자명하나 내부 각 층준들의 상호 대비는 애매한 경우가 많다. 예를 들면 신라역암층은 팔공산 이북에서는 대략 점곡층에 대비됨을 알 수 있을 뿐이다.

팔공산화강암의 남쪽 가장자리 곧 팔공산화강암의 중축부에서 남쪽으로 약 3.5 km 떨어진 지역에서 칠곡층 중부 및 상부의 흑색 퇴적층이 북쪽을 향해 갑작스럽게

두꺼워져감(10 km 거리 내에서 두께 400 m에서 1600 m로)이 측정되었고, 칠곡층의 급격한 두꺼워짐의 방향으로 신라역암층과 학봉화산암층은 급격히 첨멸한다. 이러한 불안정 퇴적의 기록은 보존되어 있으나, 이 부분 보다 북쪽에 있던 연속부는 팔공산화강암에 의해 파괴되었다.

퇴적작용이 진행중인 퇴적분지의 기반암에 정단층작용이 일어나면 성장퇴적이 진행된다. 시간이 경과하면서 단층의 상반과 하반의 바뀌는 변동이 일어나면 그만큼 복잡한 성장퇴적이 일어날 것이 예상된다. 그러한 변화요인을 포함하는 복잡한 과정에 의하여 팔공산구조동시층이 생성된 것으로 생각된다. 팔공산화강암 이남의 팔공산구조동시층은 화산암층이나 화산암력을 함유함이 특징이다. 이는 구조동시성 퇴적이 퇴적분지내 화산활동과 동시기임을 의미하며, 화산암력들은 분지내의 화산분출물에서 유래한다. 팔공산구조동시층의 기저는 화산암 역들(안산암 및 응회암)을 함유하기 시작하는 층준이며, 팔공산구조동시층 상부의 신라역암층의 역들 역시 안산암과 현무암이 대부분이며 그 위의 학봉화산암층은 기본적으로는 현무암이다. 학봉화산암층은 팔공산화강암에 인접하여 대구 시내에만 분포하므로 두 화성활동의 밀접한 성인적 관계가 암시된다. 나아가 팔공산구조동시층이 이렇게 화성 활동과 관계가 많다는 사실은 팔공산구조동시층을 만든 성장단층이 이들 화성활동의 통로였을 가능성을 암시한다. 성장성 퇴적작용과 화산활동은 대체로 동시기이며, 화산활동은 초기에는 안산암질, 중기에는 안산암질 및 현무암질, 그리고 마지막에는 현무암질이다.

단층활동 휴지기

팔공산단층의 초기의 성장활동 단계의 종말에서부터 팔공산단층의 말기의 주향이동운동의 시작까지의 시기이다. 이 기간에 함안층-진동층의 퇴적 및 간헐적 화산활동, 유천화산활동 및 불국사관입암류의 생성이 있었다. 이 팔공산단층 발달사 중간시기의 퇴적암층과 화산암층에는 아직 팔공산단층의 운동기록은 발견되지 않았다. 구미도 폭(김정환, 임주환, 1974) 지역의 화산암체들은 팔공산 주향이동단층의 서북서 연장선 상에 집결 분포되어 있는데, 이는 단층이 화성활동의 통로로서 작용했음을 암시한다. 금오산화산암류와 선산화강암류의 분포범위 안에서 팔공산단층을 추적하는 연구가 있어야 할 것이다. 구미도 폭 지역의 유학산-봉두암산의 안산암-응회암체는 서북서 방향의 특이한 분포를 보이며 팔공산단층이 그 암체의 중심을 통과한다.

여러 백악기 화성암체들이 팔공산주향이동단층의 서북서 연장선을 따라 관입한 것을 보면 팔공산단층의 공간적 범위는 마지막의 주향이동단층의 범위보다 서북서쪽으로 더 연장되어 있었던 것으로 추정된다.

주향이동단층 단계

팔공산단층 말기의 단층운동은 '팔공산주향이동단층'에 기록되어 있다. 팔공산주향이동단층은 팔공산화강암을 절단하는 것으로 보아 그 주향이동 시기가 팔공산화강암 생성 이후임이 명백하다.

하산동층은 야외에서 식별이 용이한 적색층들을 함유하기 때문에 팔공산주향이동단층에 의한 변이를 잘 보여준다. 팔공산주향이동단층은 하산동층이 최대 약 5.5 km의 좌수향 변이를 보이는 곳에서 가장 잘 관찰된다. 이 단층은 동쪽으로는 하양읍 부근에서 침멸되나 서쪽의 침멸지점은 아직 충분히 연구되지 않았다. 단층의 길이가 한정되어 있는 만큼 (50 km 이하) 주향이동량은 단층 침멸점으로부터의 거리에 따라 달라질 것은 자명하다. 실제에 있어서 팔공산화강암과 퇴적암의 접촉지점들에서 측정된 이 단층의 주향이동치는 다양하며 하산동층이 보이는 5.5 km보다 적다. 이 사실은 팔공산화강암의 고결 후기에 주향이동 단층활동이 시작되어 고결 이후에 그 활동이 끝났을 가능성을 암시한다.

팔공산단층 각 단계의 지질연대

팔공산성장단층의 지질시대는 곧 하양층군 하부의 시대인데, 그 시대가 Albian 전기에 해당함을 보여주는 Fig. 4는 여러 자료에 근거하여 종래 필자가 작성해오던 유사한 도표들 (예를 들면 Chang, 1987)을 개괄한 것이다. 유천층군과 불국사화강암류의 동위원소 연령치는 Albian에서 백악기 후기에 걸쳐 있다 (李倫鍾, 1980; 진명식 등, 1991). 불국사화강암류에 속하는 팔공산화강암에 대해 최초로 얻어진 K-Ar 칼리장석연령치는 73 Ma였고 (김옥준, 1971) 그후 동암에서 얻어진 흑운모 연령치는 82 Ma였다 (李倫鍾, 1980). 최근 얻어진 동암의 Rb-Sr 전암 동시연령치는 82 Ma (Campanian초)이다 (Shin, Jin, 1995a, 1995b). 팔공산주향이동단층의 운동이 팔공산화강암 관입 직후에 끝났다는 전술한 논의에 따르고 팔공산화강암 고결의 시기를 82 Ma로 본다면 Campanian 전기 동안에 팔공산단층의 활동은 끝났다고 보게 되므로 팔공산단층 발달사의 기간은 Albian초에서 Campanian전기까지 약 30 Ma이다.

단산지단층과 하양단층

경상분지의 지층에는 신장성 구조운동의 증거가 되는 정단층이 많이 발달되어 있다. 하양(河陽)단층과 단산지(丹山池)단층의 발견, 특히 충적층 아래 잠복되어 있던 부분들의 발견은 연구 지역의 층서를 밝히는데 많은 도움을 주었다. 단산지단층은 팔공산화강암체 안에 발달된 파쇄대에 의해 발견된 단층으로 동 화강암을 절단하고 있다. 이 단층은 팔공산화강암체를 다소 주향이동시키고 있으나 서쪽으로 금호강저에 있어서는 충적층 아래에서 약 600 m로 추정되는 낙차를 보이는 정단층으로서 학봉화산암층을 반복시키는 정단층이다. 현무암과 그 응회암 및 퇴적암 협층들로 구성된 학봉화산암층의 최대 층후는 대구직할시 침산동 부근에서 금호강을 가로질러 약 400 m로 계측되었었다 (장기홍, 1977). 그러나 금호강 하상 아래의 피복 단산지단층이 인지되어 학봉화산암층의 두께는 그 단층에 의해 반복되어 실제의 두배로 측정되었던 것임이 알려져, 실제 두께는 약 200 m로 새롭게 산정되었다 (Chang, Park, 1995; 박순옥, 1996). 이것은 지질구조연구의 진전에 의해 층서학적 발전이 이루어 좋은 예이다. 단산지단층이 절단한 가장 얕은 암석은 팔공산화강암인데 그 관입시기가 82 Ma (Campanian초)라면 단산지단층의 운동시기는 Campanian 중엽 혹은 이후의 어느 시기일 것이다.

하양읍과 영천시 사이의 한 둠 (등사배사구조)은 본보에서 하양단층이라고 부르는 북동-남서 방향의 단층에 의해 절단되어 있다. 둠의 북서반(半)부의 윤곽은 구산동응회암의 분포가 잘 그려주고 있다 (Fig. 1). 그러나 하양단층으로 절단된 둠의 남동부 반쪽은 구산동응회암보다 상위의 지층으로 구성되어 있고 구산동응회암은 지하에 있어 노출되어 있지 않다. 이 사실은 하양단층이 남동쪽을 낙하시킨 정단층임을 입증하는 것이다.

하양단층은 옛 지질도 (立岩, 1929)에 이미 표시되어 있지만, 금호강 하상 아래 잠복된 그 단층의 남서쪽 연장부는 이번 연구에서 그 중요성이 강조되었다. 이번에 작성된 지질도 (Fig. 2)는 하양단층의 상반(上盤)과 하반(下盤)의 지질이 현저한 구조적 부조화를 보이며 (하양단층을 경계로) 서로 만난다는 것을 보여준다. 하반지괴에 있어서 채약산화산암층의 침멸(尖滅)층준은 아래의 하부진동층 ('반야월층'과 '송내동층')과 위의 건천리층의 상호 경계로서 북쪽을 향해 연장된다. 그러나 그 경계를 포함하는 지질체들이 금호강 너머로는 연장되지 않고 금호강 충적층 아래에서 절단됨으로써 피복된 하양단층의 존재를 입증해 준다 (Fig. 2).

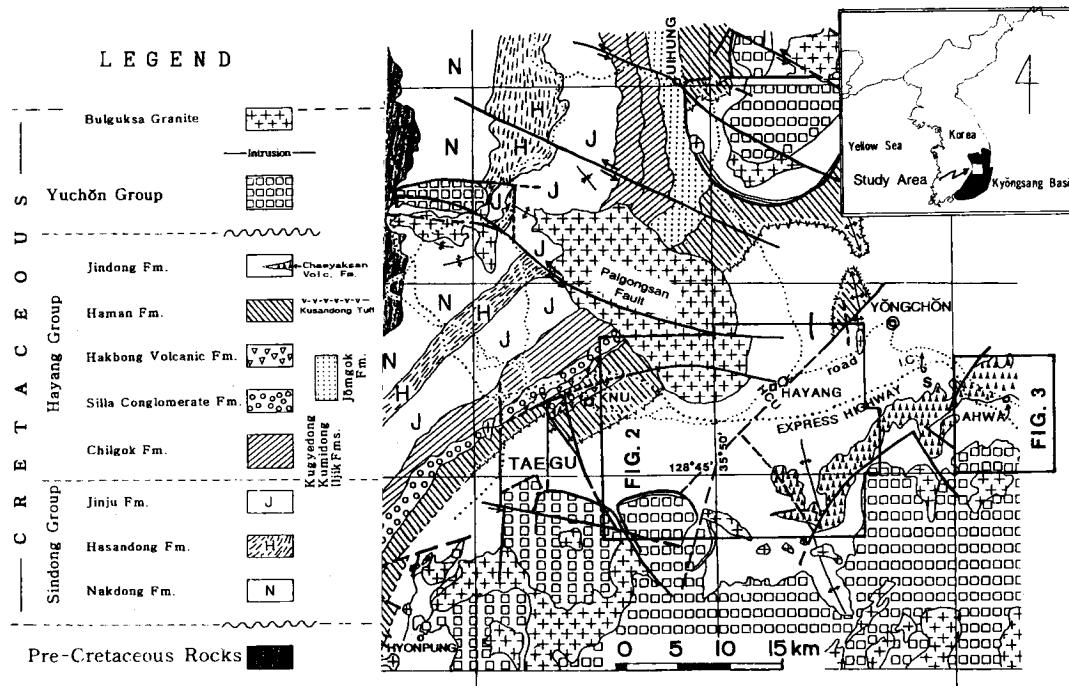


Fig. 1. Sub-alluvium geologic map of Taegu and the vicinity. The locations of Figs. 2 and 3 are shown.

진동층의 지역적 변화

함안층과 진동층(최유구, 김태열, 1963; 김종환, 김정택, 1963; 박노영, 지정만, 1963)의 북쪽 연장부는 대구시내에서는 다데이와(立岩, 1929)의 '대구층'이 되므로 '대구층'은 함안층과 진동층으로 이분되어 자연히 해체되었다(Chang, 1975). 그러나 대구시내에서 동쪽으로 향하면 반야월 부근에 있어서는 (1)진동층을 반야월층과 자인층(건천리층)으로 구분하는 문제가 제기되었으며(원종관외, 1971) 그보다 이전에는 (2)대구층과 건천리층으로의 구분이 문제되었다(立岩, 1929). (1)과 (2)는 동일한 과제임에도 불구하고 그 지층 경계는 충준을 상당히 달리 하여 그어졌다. 즉, 그들의 건천리층 하한은 서로 달랐으며 두 경우 모두 인위적이었을 뿐 매우 자연적인 경계는 아니었다. 야외에 있어서 진동층(암회색 사질-이질상) 내의 어느 충준을 건천리층 하한으로 삼으려는 노력은 암질의 유사성으로 말미암아 적당치 않다. 그러므로 본보에서는 하양단층을 경계로 그 북서쪽의 지역에 있어서는 미분류 진동층의 개념을 적용하였다. '반야월층'의 표식지라 보아야 할, 반야월이 위치한 지역에 있어서 반야월층과 그 위의 건천리층과의 구분이 되지 않는 것은 반야월층의 독립성을 의문시하게 되는 조건이다(Fig. 2).

본보의 '진동층 하부'는 '송내동층'을 하나의 층원으로

포함하고, '반야월층'이란 이름은 사용하지 않는다(Table 1). 하양단층을 넘어 하양단층의 하반(下盤) 즉 하양단층 남동부 지괴에 이르면 진동층 해당층은 그 중부에 협재하는 채약산화암층과 그 아래의 송내동층원으로 말미암아 복잡한 층서를 보인다. 이 지역에 있어서 함안층과 송내동층원 사이에 놓이는 진동층 하부는 '반야월층'이라고도 불린다. 손치무 등(1968)에 의하면 반야월층은 함안층 위에 놓이는 흑색 내지 암회색의 세립 쇄설암상으로 반야월(지명)이 위치한 하양단층 북서 지괴가 그 표식지이나 하양단층을 건너 남동쪽으로 가면 그곳의 함적색상인 송내동(松內洞)층 아래 놓이는 지층이다.

송내동 부근의 표식 송내동층원의 두께는 약 800 m로 측정되었다(Chang, 1975). Fig. 2의 연구지역에서는 본층의 두께는 약 700 m이며 암회색 및 적색 실트질 셰일로 주로 구성되나 하부는 사질이다. 석회질 혹은 이회질 개층들이 합유되어 있다.

하양단층 부근에서 진동층과 진동층 하부라는 지층명들을 사용함으로써 남쪽으로부터의 연결을 도모한다 하더라도 다시 북쪽으로부터의 춘산층과의 관련이 문제된다. 그 개념이 의성소분지에서 기원한 춘산층(장기홍 등, 1977)은 구산동옹회암을 기저로 하는 사암과 셰일의 호층으로서, 구산동옹회암이 분포하는 지역에서는 하한이 명백하다. 상한은 신양동층 혹은 그 대비층인 건천리층의

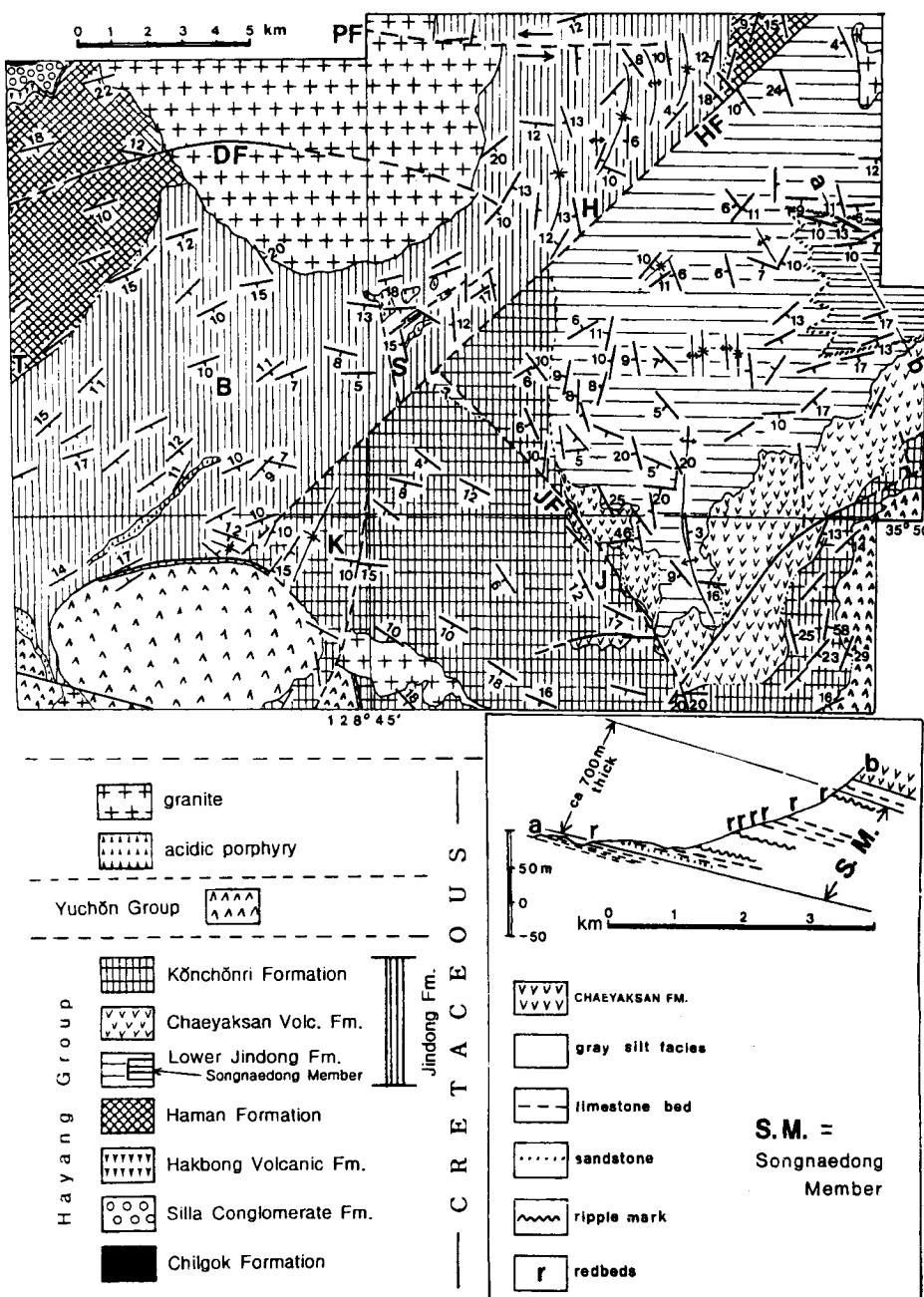


Fig. 2. Sub-alluvium geology of Taegu (T)-Banyawol (B)-Kyongsan (K)-Jain (J)- Hayang (H)-Sukchon (S) area. See Fig. 1 for location. The Lower Jindong Formation is inclusive of the Songnaedong Member (S.M.), a reds-dominant facies; the boundary of S.M. is arbitrary and, thus, dotted on the map. Hayang Fault (HF) crops out in the NE of Hayang town but mostly covered (dotted line) by alluvium. DF, Dansan Pond Fault, JF; Jeokje Fault, PF; Palgongsan Strike-slip Fault.

하한으로서 규정된다. 이렇게 규정된 춘산층의 암질은 기저의 응회암 이외에는 세립 쇄설암으로 구성되며 암색은 암회색이 우세하지만 적색층도 함유된다.

본 연구지역의 적색상(赤色相) 송내동층원은 춘산층 내의 적색상(특히 춘산층 상부의 적색상)에 대비된다. 춘산층의 개념은 본래 의성소분지에서 기원했지만 팔공산

Table 1. Correlated units of Hayang Group in two sub-basins of Kyongsan Basin. V. Fm. is the abbreviation of volcanic fromation.

Uisong Subbasin	Milyang Subbasin	
Sinyangdong Fm.	Konchonri Fm.	
	Chaeysan V. Fm.	
Chunsan Formation	(Songnaedong Mb.) Lower Jindong Formation	Jindong Formation
<hr/>		
Haman Formation		
Jomgok Fm.	Hakbong V. Fm.	
	Silla Conglomerate Fm.	
Kugyedong Fm.		
Kumidong Fm.		
Ilgik Fm.	Chilgok Formation	

이동에 있어서는 의성소분지와 밀양소분지의 경계가 불분명하며 춘산층은 본연구지역으로 연장된다. 암색에 따라 구획되는 함안층(함적색상)과 진동층(흑색-암회색상)의 경계는 상당히 인위적이지만 우수한 시준자인 구산동옹회암이 함안층 상부에 산출하는 사실이 현재에는 확인되어 있다. 사곡층과 구산동옹회암을 기저로 하는 춘산층의 체계와의 대비가 가능하며 이북의 사곡층-춘산층의 체계와 이남의 함안층-진동층의 체계가 만나는 지역은 대체로 하양-신령 일대이다.

채약산화산암층은 안산암과 현무암, 동옹회암 및 화산원퇴적암(이 두 암류는 종종 적색을 띠)으로 구성되며 두께 500 m 미만이다. 본역에는 정단층이 많이 발달되어 있으며, 채약산층과 그 위에 퇴적된 전천리층은 흔히 서로 단층으로 접촉되어 있다(Fig. 3). 그러나 전천리층이 채약산화산암층의 풍화면 위에 퇴적된 관계를 관찰할 수 있는 지점들이 있으며, 채약산화산암층에서 유래한 원마된 안산암 역들이 전천리층 기저부에 포함되어 있는 것이 관찰된다.

그러나 채약산화산암층의 화산암류가 관입암이라는 의견과 함께 전천리층 대신 '자인층'이라는 새로운 지층명이 제안되었다(손치무 등, 1968). 원종관 등(1971)도 채약산화산암층을 관입암으로 인정하였고 자인층이란 이름을 채약산화산암층 이하의 일부 지층까지를 포함하는 광의의 '자인층'으로 사용하였다. 그들에 의하면 자인층 퇴적직후에 채약산관입활동이 있었다.

실제에 있어서 채약산화산암층은 지표에서 형성된 화산암과 화산원쇄설물로 구성되어 있다(김상옥, 1982). 채약산화산암층 형성시대에 이어 그 지층을 덮으면서 환

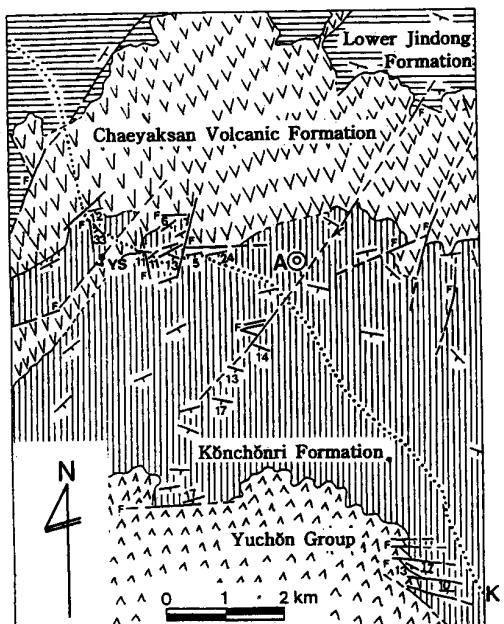


Fig. 3. Sub-alluvium geology of Ahwa Town (A) and the vicinity. That the Konchonri Formation deposited on the Chaeyaksan Volcanic Formation with a basal conglomerate is observable at the Express Highway (dotted line) just east of YS (Yonggwang School). But the contact of the two formations frequently are faulted as shown by a detailed geologic mapping near YS.

원형 퇴적물인 전천리층이 퇴적되었음이 분명하다. 그러나 채약산화산암류가 관입암이라는 견해를 따르는 저자들(박봉순, 윤윤영, 1973; 전희영 등, 1988)이 있고, 그렇지 않은 연구가들도 있다(Kim, 1994; Choi, 1985).

경상분지 화산활동사

경상누층군을 구성하는 3 층군들은 각각 다음과 같은 특징에 의해 구별된다. 첫째, 신동층군은 아주 드물게 세립옹회암과 옹회암질 퇴적암을 가지지만 화산역과 용암을 가지지 않고, 둘째, 하양층군은 용암, 옹회암 및 화산쇄설암을 혼재하며, 그리고 세째, 유천층군은 화산암이 우세하다. 이하 열거하는 화산활동사는 본연구지역을 포함하는 경상분지 전부의 화산활동사이다.

신동층군의 옹회암질 성분(Choi, 1981)은 세립질이어서 경상분지 바깥에서 유래하여 경상분지에 유입되었을 가능성이 크다. (1) 신동층군의 옹회암층들은 Fig. 4에서는 번호 1로 묶었다. 확실한 경상분지 내의 화산활동은 하양층군 퇴적시작 이후에 있었다(Fig. 4의 번호 2-11).

Geol. Time (Ma)	Stratigraphic Units	Volcanisms	Faultings			
			P Fault	Others		
DANSAN POND FAULT						
Strike-slip Phase						
Camp.	83	(82) consolidation of Palgongsan Granite				
Late Sant.	86			d		
Con.	88			o		
Tur.	91		Acidic	r		
Cret. Cenom.	Yuchon	acidic	11	m		
Volc.			K	a		
95	Group	interm.	Y	n		
			O	t		
			N			
			G			
			S			
Alb.	Hayang	Jindong Fm.	A			
		Haman Fm.	N			
Early	Group	Silla Cg.	G			
		Chilgok Fm.	S	Growth		
			U	Fault		
107			P	Phase		
			E			
			R			
Cret.		Jinju Fm.	G			
Apt.	Sindong		R			
		Hasandong Fm.	O			
114	Group		U			
Barr.	116	Nakdong Fm.	P			
Haut.						
	120					
Val.						

Fig. 4. Geochronological summary of stratigraphic units, volcanism and faults in Kyongsang Basin. Numbers, 1 to 10 represent volcanic events in Kyongsang Basin (see text for explanations). Number 1 represents tuff beds of Sindong Group, which are uncertain as to provenance. P in P Fault represents Palgongsan.

(2) 팔공산구조동시층 기저의 화산암역들. 하양층군에 있어서 화산암 성분(안산암 및 응회암)의 역들이 산출하는 최하 층준이 팔공산구조동시층의 기저에 해당한다는 사실은 신장성 구조운동의 시작과 화산활동의 시작이 동

시기임을 의미하며 단층을 따라 화산암이 분출했음을 시사한다. (3) 신라역암층의 화산암역들. 이 층의 화산암 역들의 성분은 안산암 및 현무암이다. 영양소분지의 청량산 역암은 대략 이 시기의 것이다. (4) 학봉화산암층. 팔공산

구조동시층의 최상부 지층이며, 화산암과 화산원 퇴적암으로 구성되는데 화산암의 성분은 대부분이 양감람석 현무암과 그 응회암이며 이들은 알카리화산암류이다 (Kim, 1994). 본 층은 대구시내 일부에만 국지적으로 분포하며, 그 산출이 팔공산화강암 부근에 한정되는 사실은 화산분출과 화강암 관입의 장소와 성인이 서로 밀접한 관계에 있음을 암시한다. 영양소분지의 오십봉현무암은 대략 이 시기의 것이다. (2), (3), (4)를 종합하면, 팔공산구조동시층 형성의 초기에는 안산암질, 중기에는 안산암질 및 현무암질, 그리고 마지막에는 현무암질 화산활동이 있었다.

(5) 영양소분지의 도계동층은 함안층과 진동층에 대비되는데 도계동층 하부에는 함동(含銅) 감람석-현무암류(流) 2매가 산출하며 (Lee, 1968) 2매 중 비교적 두꺼운 상위의 것은 두께 10 내지 20 m이다.

(6) 구산동응회암. 일반적으로 층후 2~3 m인 본암은 의성소분지와 밀양소분지에 있어서 현저한 횡적 연속성을 보인다. 본암은 산성(유문석영안산암질) 결정질 조립 화산회성분을 다양 함유하는 퇴적암으로 함안층의 잡색 미사암 암편들이 다량 함유되어 있다. 조립의 화산회성분은 석영과 장석 결정들로서 현미경하에서 흔히 예각의 파편임을 보이므로 폭발성 화산회였음을 알 수 있고, 이들과 공존하는 미사암 암편들도 화도(volcanic vent)에서의 파편으로 생각된다. 그 조직과 성분이 주는 본암의 인상은 화강암 또는 역암에 유사하다. 구산동응회암은 내부에 충리가 없고 상향조립의 충서를 보여주는 점에서 암설류(debris flow)를 닮았으며 분포가 넓고 횡적 연속성이 우수한 점으로 미루어 매우 유동적인 기체-충전 화산회류의 고결물이었을 것으로 판단된다. 그것은 동서방향에서 보면 영천 북부에서 침멸하여 이동으로는 분포하지 않으나 (Fig. 1), 남북방향의 연장성은 더 좋으므로 건층의 가치가 충분하다. 본 연구지역을 떠나 남서쪽의 한 인접 지역에 있어서는 약 15 km의 거리에 걸쳐 구산동응회암이 산출되지 않는다. 이는 국지적 층간 침식의 결과로 보인다.

(7) 하마지(下馬池)현무암. 본암은 행인상(杏仁狀, amygdaloidal) 현무암과 그 집괴암으로 구성되며 신령읍 부근의 대안동과 완전동 사이의 2 km에 걸쳐 렌즈상으로 산출하는 최대 두께 200 m의 지층으로 진동층 하부에 산출한다 (손진담, 1976). 본암은 유문석영안산암질(rhyodacitic) 구산동응회암의 분출 이후 오래지 않아 분출한 것이다.

(8) 함안안산암. 밀양소분지 남부 함안읍 부근에 분포하는 본암은 구산동응회암의 분출 이후에 분출한 것으로 하마지현무암과 거의 같은 충준을 점한다. 최대 두께 190 m의 렌즈상 화산암체로서 용암류 및 집괴암으로 구성된

다. (6), (7) 및 (8)의 산성화산암과 중염기성암의 분출이 거의 동시에 일어났음을 특기할만 하다. 이는 다성분 화산활동 (polymodal volcanism)을 의미한다.

(9) 채약산화산암층. 최대 두께 500 m의 렌즈상 화산암 층인 채약산화산암층은 안산암질 화산쇄설암(응회암 및 집괴암)과 동 용암류 및 화산원 퇴적암으로 구성된다. 그 분포는 밀양소분지의 북쪽 가장자리에 대개 위도를 따라 약 40 km 연장되어 있다. 채약산화산암은 암석화학적으로 스필라이트질(spilitic)로 알려져 있다 (Kim, 1994). 본층 위에는 건천리층이 퇴적되어 있으며 이들은 동쪽으로 함께 침멸한다. 그 위에는 칼코-알칼리 성분(김상옥, 1982)의 유천화산암류를 주체로 하는 유천층군이 놓인다.

유천층군의 화산암류는 (10) 하부는 주사산안산암질암류, 그리고 (11) 상부는 운문사유문암질암류이다. 주사산 안산암질암류는 4개 안산암류(流)와 5개 안산암질 응회암 및 응회암질 퇴적암이 교호하는 두꺼운 층이며, 운문사유문암은 주로 화산회류(火山灰流)와 결정질 용결응회암으로 구성되고 부수적으로 유문암 및 흑요석이 함유되어 있다.

결 론

1. 팔공산 주향이동단층은 팔공산화강암체를 좌수향으로 절단하면서 최대 약 5.5 km 이동하였다. 이 주향이동단층은 약 30 Ma (Aptian 말에서 Campanian 전기)의 역사를 가진 팔공산단층 벌달사의 ① 초기의 성장단층 단계, ② 단층운동 휴지기 및 ③ 최후의 주향이동단층 단계 중 ③ 단계의 산물이다.

2. 단산지단층과 하양단층의 연속부가 금호강의 충적층 아래 잠복되어 있음이 발견되어 충서학적 연구에 진보를 가져왔다. 과거에는 단산지단층에 의해 반복된 채로 층후가 과대하게 계산되었던 학봉화산암층의 실후를 새로이 산정하였다.

3. 암회색의 진동층과 구산동응회암을 기저로 하는 춘산층이 횡적으로 만나는 본연구지역은 진동층 최북단부에 렌즈상의 채약산화산암층이 협재하는 등 복잡한 충서를 보인다. 채약산화산암층 아래의 진동층 부분을 본보에서는 '하부 진동층'이라 불렀는데 이는 과거의 '반야월층'과 '송내동층'에 해당한다.

4. '반야월층'의 표식지라 보아야 할 하양단층-하양읍 이서(以西)에 있어서는 반야월층과 그 위의 건천리층과의 자연적 경계를 찾을 수 없어 미분류 진동층의 개념을 적용하였다.

5. 건천리층은 채약산화산암층의 풍화면 위에 퇴적되었

으며, 그 기저부에는 후자로부터 유래한 원마된 안산암역들이 포함되어 있다. 채약산화산암류가 관입암이라는 오인 때문에 '자인층'이 명명되었었다.

6. 공급원지가 불분명한 신동충군의 응회질 성분을 제외한 확실한 경상분지 내의 화산활동사 기록은 다음과 같다. ① 팔공산구조동시층 기저의 화산암역들, ② 신라역암층의 화산암역들, ③ 학봉화산암층, ④ 도계동층 하부의 함동(含銅) 감람석·현무암류(流), ⑤ 구산동응회암, ⑥ 하마지(下馬池)현무암, ⑦ 함안안산암, ⑧ 채약산화산암층, ⑨ 주사산안산암질암류, 및 ⑩ 운문사유문암질암류.

감 사

본보는 BSRI-96-5421로 수행되었다. 야외조사는 서승조, 김희섭 외 여러분의 도움을 받았으므로 사의를 표한다. 김진섭 박사의 사독에 감사드린다.

참고문헌

- 김상욱 (1982) 북부 유천분지 내에 분포하는 후기 백악기 화산암류의 암석학적 연구-지체구조와 관련하여. 서울대학교 대학원 박사학위논문, 133p.
- 김옥준 (1971) 남한의 신기 화강암류의 관입 시기와 지각변동, 광산지질, 4권, p. 1-9.
- 김정환, 임주환 (1974) 한국지질도 구미 도록 및 설명서 (1:50,000). 국립지질광물연구소, 20p.
- 김종환, 김종택 (1963) 한국지질도 마산 도록 및 설명서 (1:50,000). 국립지질조사소, 26p.
- 김희섭 (1985) 대구, 영천, 안강 일대의 하양충군의 층서 및 퇴적. 경북대학교 대학원 석사학위논문, 32p.
- 박노영, 지정만 (1963) 한국지질도 진동리 도록 및 설명서 (1:50,000). 국립지질조사소, 24p.
- 박봉순, 윤윤영 (1973) 한국지질도 자인 도록 및 설명서 (1:50,000). 국립지질광물연구소, 27p.
- 박순우 (1996) 경상분지 중앙부의 백악계 층서와 개암류 화석. 경북대학교 대학원 박사학위논문, 164p.
- 서승조 (1985) 경상분지 중앙부 하부 백악계의 지질과 고생물(유조화석). 경북대학교 대학원 박사학위논문, 177p.
- 손진담 (1976) 경상북도 군위-대율동-신령 일대의 상부 백악계 층서 및 지사. 복현지질, 2호, p. 13-19.
- 손치무, 정장희, 김봉균, 이상만 (1968) 중생대의 지각변동, 화성활동 및 광화작용의 시기에 관한 연구. 과학기술처, E68-5, 31p.
- 원종관, 고중배, 홍승호 (1971) 한국지질도 경산 도록 및 설명서 (1:50,000). 국립지질연구소, 20pp.
- 장기홍 (1977) 경상분지 상부 중생계의 층서, 퇴적 및 지구조. 지질학회지, 13권, p. 76-90.
- 장기홍 (1978) 경상분지 상부 중생계의 층서, 퇴적 및 지구조 (II) (퇴적환경과 구조해석-에너지 자원 부존 검토를 겸하여). 지질학회지, 14권, p. 120-135.
- 장기홍, 김상우, 이재영, 고인석 (1977) 한국지질도 구산동 도록 및 설명서 (1:50,000). 자원개발연구소, 25p.
- 전희영, 봉필윤, 이호영, 최성자 (1988) 한반도 퇴적분지별 화석상 연구 (I) - 경상퇴적분지 화석상 연구 (왜관-대구-영천-경주 Line). 과학기술처, 79p.
- 진명식, 김성재, 신성천 (1991) 한국 동남부 지역 화강암류의 헛선트랙 및 K-Ar 연령: 화성활동사와 지체구조적 의의. 동위원소지질연구, 한국동력자원연구소 연구보고서 KR-90-1B-2, p. 57-98.
- 최유구, 김태열 (1963) 한국지질도 의령 도록 및 설명서 (1:50,000). 국립지질조사소, 7p.
- 李倫鍾 (1980) 韓國 南東部, 慶尚盆地 南部 地域の 花崗岩質 岩類 その 1. 一般地質と 花崗岩類の K-Ar 年代. 岩石鑄 物鑄成會誌, 第75卷, p. 105-116.
- 立岩巖 (1929) 朝鮮地質圖 (1:50,000), 僕館-大邱-永川. 地質 調査所, 9p.
- Chang, K.H. (1975) Cretaceous Stratigraphy of Southeast Korea. Jour. of Geol. Soc. Korea, v. 11, p. 1-23.
- Chang, K.H. (1985) Synopsis of Cretaceous Stratigraphy of Kyongsang Basin -with Special Reference to "Syntectosome", a New Concept. Jour. Nat. Sci., v. 3, Kyungpook Nat'l Univ., p. 89-101.
- Chang, K.H. (1987) Cretaceous Stratigraphy. in "Geology of Korea" ed. by D. S. Lee, Kyohak-sa, p. 175-194.
- Chang, K.H. (1988) Cretaceous Stratigraphy and Paleocurrent Analysis of Kyongsang Basin, Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, v. 24, p. 194-205.
- Chang, K.H. (1994) Cretaceous System of Kyongsang Basin, SE. Korea: The Cretaceous System in East and South Asia. Research Summary 1994, Newsletter Special Issue IGCP 350, Kyushu Univ., Japan, p. 25-30.
- Chang, K.H., B.G. Woo, J.H. Lee, S.O. Park, and A. Yao (1990) Cretaceous and Early Cenozoic Stratigraphy and History of Eastern Kyongsang Basin, S. Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, v. 26, p. 471-487.
- Chang, K.H. and J.D. Son (1994) Field Excursion Guide Book-Kyongsang Basin (Cretaceous). 15th Int. Symp. of Kyungpook Univ., Paleoenvirn. History of E. and S. Asia and Cret. Correlation, 23p.
- Chang, K.H. and S.O. Park (1995) Cretaceous Stratigraphy and Geologic History of Taegu-Kyongju Area, Korea. in Environmental and Tectonic History of East and South Asia (Proceedings of 15th International Symposium of Kyungpook National University), p. 419-434.
- Choi, D.K. (1985) Spores and Pollen from the Gyeongsang Supergroup, Southeastern Korea and Their Chronologic and Paleoenvironmental Implications. Jour. of the Paleont. Soc. Korea, v. 1, p. 33-50.
- Choi, H.I. (1981) Depositional Environments of the Sindong Group in the Southwestern Part of the Gyeongsang Basin. Ph. D. Thesis of Seoul National University, 144p.
- Kim, S.W. (1994) Cretaceous and Tertiary Volcanism in Kyongsang Basin. ABSTRACTS of Int. Symp. on Paleoenvironm. History of E. and S. Asia and Cret. Correlation, 24p.
- Lee, J.H. (1968) Genesis of the Native Copper Deposits in Mesozoic Basalt Flows in the Yongyang Basin, Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, v. 4, p. 111-166.
- Shin, S.C. and M.S. Jin (1995a) Isotope Age Map of Volcanic Rocks in Korea (Scale 1:1,000,000). Korea Institute of Geology, Mining & Materials.
- Shin, S.C. and M.S. Jin (1995b) Isotope Age Map of Plutonic Rocks of Korea (Scale 1:1,000,000). Korea Institute of Geology, Mining & Materials.