

한반도 동남부에 분포하는 제3기 퇴적분지에 대한 중력탐사*

민경덕** · 방성수*** · 현용호****

Gravity Survey of the Tertiary Basin in the Southern Part of Korean Peninsula*

Kyung Duck Min**, Sung Soo Bang*** and Yong Ho Hyun****

ABSTRACT: The gravity measurement has been conducted at 53 and 34 stations with an interval of 1~1.5 km along the national roads of about 47 km and 34 km running from Duksungri to Yangpori and from Angangri to Byungpori, Kyungsangbookdo, respectively. The subsurface geology and geologic structure of Tertiary Pohang and Janggi basins along two survey lines are interpreted quantitatively by applying Fourier series and Talwani methods for Bouguer gravity anomaly.

The depths of Conrad discontinuity vary from 11.8 to 12.5 km and 11.5 to 13.2 km along the survey lines between Duksungri and Yangpori, and Angangri and Byungpori, respectively. The depths of pre-Cambrian Gneiss complex underneath Kyungsang Supergroup vary from 3.8 to 4.2 km and 3.8 to 4.6 km along the survey lines between Duksungri and Yangpori, and Angangri and Byungpori, respectively.

Massive granite bodies which are not exposed along the survey line between Duksungri and Yangpori are distributed on a large scale at the subsurface between Duksungri and Ochun, and Daegokri and Yangpori. Along the survey line between Angangri and Byungpori, it is exposed at Angangri, and extends underneath Chungrimdong, Pohang city. Andesite is distributed on a small scale underneath Pohang city and Ochun.

The thicknesses of Tertiary Yonil and Janggi Groups are 0.2~0.9 km and 0.1~0.5 km, respectively. The Tuffaceous rocks which are the lowest formation of Tertiary sedimentary rocks are distributed with the thickness of 0.2 km at the surface and between Kyungsang Supergroup and Yonil or Janggi Groups. The Yonil and Janggi Groups are in fault contact by a fault running through Ochun and Chungrimdong, Pohang city. Two other faults are newly found near Heunghae-eup and Hyungsan river.

서 언

한반도 동남부에 분포하는 제 3기 분지인 북평, 영해, 포항, 장기 및 울산분지들은 특징적으로 동해안을 연하여 분포하고 있으며, 따라서 이들의 발달은 어떠한 형태로든 동해의 형성 및 확장과 관련되어 있을 것으로 사료된다.

따라서, 이들 분지에 대한 지질학적 연구, 즉 지표지질 조사, 암석지구화학, 층서 및 고생물학적 연구(Tateiwa, 1924; 엄상호 외, 1964; Yoon, 1975; Yun, 1986; 진명식

외, 1987; 최위찬 외, 1988; Lee, 1988; 이문원 외, 1988)가 비교적 많이 이루어 졌으며, 근래에는 지구물리학적연구, 즉 고지자기나 지구물리탐사연구(이천훈 외, 1972; 김성균, 1979; Kim et al., 1986; 김인수 외, 1989; 김인수, 1990; 민경덕 외, 1990)도 수행되었다. 그러나, 분지의 생성 및 발달 연구에 중요한 지하지질 및 지질구조, 그리고 기반암의 심도 등에 대한 정량적인 연구는 미비한 상태로서, 아직까지 분지내에서의 지구조 운동과 분지 상호간의 관계 해석에는 학자들간에 이론이 많다.

본 연구에서는 중력탐사법을 이용하여 제3기 분지 중 규모가 가장 큰 포항분지와 장기분지에 대한 지구물리탐사를 실시하여 분지내의 지하지질 및 지질구조, 기반암의 심도와 분포양상, 그리고 분지 상호간의 관계를 밝히고, 분지내에서의 구조운동과 분지 상호간의 시대대비 연구를 위한 자료를 제공하고자 한다.

* 본 연구는 90년도 연세대학교 학술 연구비에 의해 이루어진 것임.

** 연세대학교 이과대학 지질학과(Dept. of Geology, College of Science, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea)

*** 농어촌 진흥공사(Rural Development Corporation, Korea)

**** (주)대우, 자원개발팀(Resources Development Team, Dae Woo Corporation)

지 질

본 연구지역에는 제3기 퇴적분지인 포항분지와 장기분지가 위치해 있으며, 중생대 백악기의 퇴적암류와 화성암류 및 이를 부정합으로 덮고 있는 신생대 제3기의 퇴적암류와 제4기의 현무암과 층적층이 분포한다.

중생대 암류는 본 역의 기저를 이루고 있는데, 이는 주로 경상누층군의 신라아층군에 속하는 대구층과 이를 관입한 불국사 화강암류이다. 제3기 퇴적암류는 팔레오세말에서 에오세초기에 생성된 응회암과 장기층군 및 연일층군으로 구분된다. 응회암은 과거에는 백악기 화산암(Tateiwa, 1924; Yoon, 1975) 및 마이오세 이후에 관입한 석영장석반암(김봉균 외, 1975)으로 알려졌으나, 진명식 외(1987)에 의한 K/Ar 및 Fission track 법과 한중환 외(1988)에 의한 K/Ar 법 절대연령 측정으로 팔레오세에서 에오세 사이에 생성된 암석임이 밝혀졌다. 장기층군은 비해성퇴적물로서 본 역의 동남부에 분포하며, 역암, 세일, 응회암 및 함탄층으로 구성되어 있다. 연일층군은 초기와 중기 마이오세의 해성 퇴적물인 역암, 사암 및 세일로 구성되어 있고, 장기층군과는 달리 화산암 및 화산성 퇴적물을 함유하지 않는다(문희수 외, 1986). 제4기 현무암은 구룡포-오천 일대에 제3기 지층들 위에 분출되어 있으며, 층적층은 영일만 및 형산강 일대와 흥해읍 일대에 분포한다.

본 연구지역의 지질은 Tateiwa(1924)와 Yun(1986)의 연구결과를 참고로 하였으며, Fig. 1은 지질과 중력탐사 축선 및 축점을 도시한 것이고, Table 1은 층서 분류표이다.

경상누층군

대구층: 경상누층군의 신라아층군에 속하며, 주로 적색, 황갈색 또는 암회색의 이암, 세일 및 사암으로 구성되어 있고, 주향과 경사는 N45°E, 8~10°SE이다. 본 층은 연구지역에 분포하는 지층중 최하위 기반암으로서 안강리 서부에 넓게 분포하고 있으며, 생성시기는 백악기 중기 내지 말기이다(엄상호 외, 1964).

불국사 화강암류: 주로 화강암과 화강섬록암이며, 부분적으로 섬록암질을 나타낸다. 본 연구지역내에서는 대구층과 연일층군사이에 관입되어 분포하고 있다.

응회암

본 역에 나타나는 제3기 지층 중 최하위 지층으로서,

Table 1. Stratigraphic sequence in the study area (Modified from Tateiwa, 1924; Yun, 1986).

Quaternary	<ul style="list-style-type: none"> — Alluvium — ~Unconf.~ — Yeonil Basalt — ~Unconf.~
Tertiary	<ul style="list-style-type: none"> — Yeonil Group — Janggi Group — Tuff — ~Unconf.~
Cretaceous	<ul style="list-style-type: none"> — Bulgusa Granite — Intrusion— — Silla Subgroup

Yoon(1975)은 본 지층을 백악기 화산암으로, 김봉균외(1975)는 마이오세 이후에 관입한 석영장석반암으로 기재한 바 있다. 그러나 진명식 외(1987)에 의한 K/Ar 및 Fission track 법과 한중환 외(1988)에 의한 K/Ar법 절대연령측정으로 팔레오세-에오세 사이에 생성된 암석임이 밝혀졌다. 본 층은 포항시 남부 및 덕성리-흥해읍 사이에 상당한 면적을 차지하며 분포하고 있다.

장기층군

본 층군은 연구대상지역에서는 포항시 남동부에 넓게 분포하고 있으며, 본 층군을 이루는 각 지층은 다음과 같다.

장기역암: 본 층에는 이암과 사암이 호층을 이루며 협재되어 있고, 역암내에 함유된 역은 주로 제3기 초의 화산암류이나 백악기 퇴적암류인 흑색세일과 사암등도 있으며, 그 크기는 대부분이 8~15 cm 이다. 본 층의 주향은 N50°~60°E이고, 경사는 20°~30°NW이다.

눌대리응회암: 본 층은 하부의 장기역암층위에 정합으로 놓이며, 주로 백색 내지 담회색을 띠는 지층으로서 유동구조를 갖는 세립질 유문암질 응회암으로 구성되어 있고 사암, 세일 및 역암이 얇게 협재되어 있다. 거친 풍화면과 유동구조는 조면암과 유사하여 Tateiwa(1924)는 본 층을 조면암질 응회암으로 명명하였으나, 그후 김옥준 외(1971)는 유문암질 응회암으로 명명하였다.

금광동세일: 본 층은 눌대리응회암을 정합으로 덮으며, 담회색 내지 담갈색의 세일과 응회암으로 구성되어 있고, 주향은 N35°E, 경사는 25°NW이다. 본 층에서는 식물화석과 규회목이 산출된다.

함탄층: 본 층은 현무암질 응회암을 사이에 두고 그

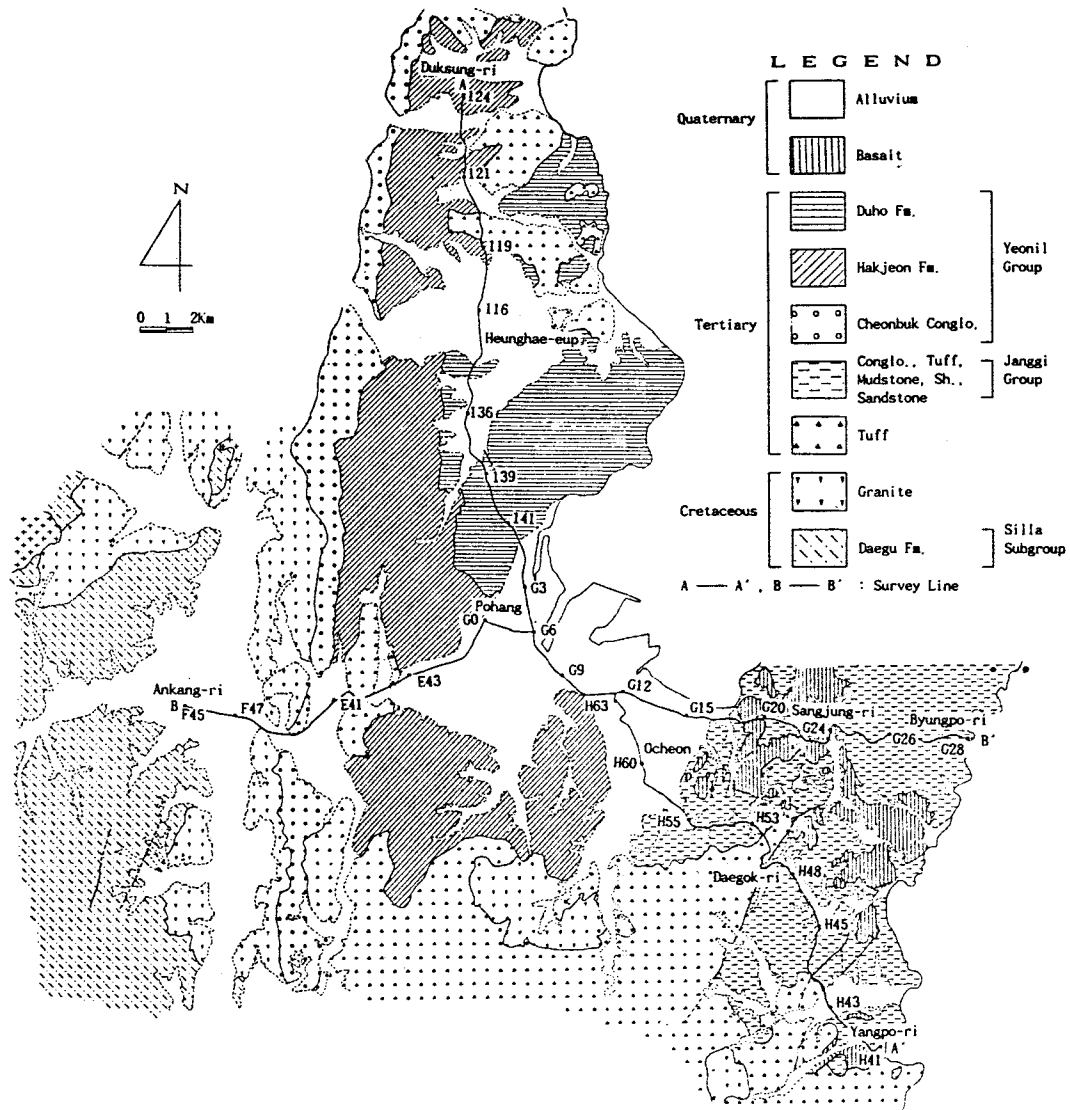


Fig. 1. Geologic map of the study area (from Tateiwa, 1924 and Yun, 1986), and survey lines and stations for gravity measurement.

상하부에 발달하며, 금광동세일층 위에 정합으로 놓인다. 담회색의 사암, 이암, 백색 내지 회백색 응회암 및 박층의 역암이 호층을 이루며, 탄층이 15~30 cm의 두께로 세일 내에 협재되어 있다.

현무암질 응회암 : 본 층은 하부 함탄층을 정합으로 덮으며, 대부분 안산암질 응회암으로 구성되어 있고, 사암, 세일 및 현무암질 응회암이 얇게 협재되며, 박층의 갈탄층을 수반한다.

금오리응회암 : Tateiwa(1924)는 본 층을 안산암질 암으로 명명하였으나, 본 층은 주로 유문암질 응회암으로

구성되고, 백색 내지 회백색 또는 황갈색을 띠며, 층리의 발달이 불량하다.

연일층군

본 층군은 Tateiwa(1924)에 의해 천북역암과 연일세일로 구분되었으며, 이중 연일세일을 엄상호외(1964)는 학전층, 흥해층, 이동층, 두호층 및 여남층으로 세분하였으나, Yun(1986)은 이들 층을 구조적 및 암상학적으로 재조사하고 미고생물학적 연구를 실시하여 학전층과 두호층만 존재

하고, 나머지 층들은 이들 두개 층이 습곡으로 인해 반복 노출된 것으로 해석하였다. 본 연구에서는 Yun(1986)의 층서를 따랐다.

천북역암: 본 층에 함유된 역은 주로 백악기의 화산암, 화강암 및 셰일 등이며, 또한 본 층에는 사암과 이암이 협재되기도 한다. 이중 사암에는 연체동물의 화석이 다량 포함되어 있는데, 이는 천해환경을 지시해 준다(Yoon, 1975). 본 층은 연구대상지역에서 덕성에서 포항을 잇는 축선(A-A')과 평행하게 축선 서부에 대상으로 분포하고 있다.

학전층: 본 층은 주로 암회색의 이암으로 구성되어 있으며, 역을 함유한 사암이 얇게 협재되기도 한다. 본 층에 포함된 사암을 Chough et al.(1990)는 홍해층으로 분류하기도 하였다. 본 층은 연구대상지역에서 천북역암층 동부에 천북역암층과 평행하게 대상으로 분포하고 있다.

두호층: 본 층은 연구지역 동부 포항시 주변에 잘 노출되어 있으며, 갈회색을 띠는 두껍고 균질한 이암으로 구성되나 사암이 얇게 끼기도 한다. 풍화면에서는 색이 밝게 변화하는데, 이는 주로 풍화면 가까이에서 산화와 leaching으로 유기탄소의 함량이 적어지기 때문이다(문희수 외, 1990).

연일현무암

본 층은 연구지역중 구룡포-오천간에서 소규모로 장기층군을 피복하여 분포하고 있으며, 암색은 암회색 내지 흑색이다. 반정은 거의 알칼리 장석이고 석기는 세립의 장석과 감람석을 소량 포함한다.

중력탐사

중력측정 및 보정

본 연구에서는 한반도 동남부에 발달하고 있는 제3기 퇴적분지들의 지질 및 지질구조, 기반암의 심도와 분포양상을 규명하기 위하여 경상북도 영일군 청하면 덕성리에서 지행면 양포리까지의 약 47 km의 남북방향 축선(A-A')와 경주군 안강읍 안강리에서 영일군 구룡포읍 병포리까지의 약 34 km의 동서방향 축선(B-B')를 설정하고, 이들 두 축선상에서 1~1.5 km의 간격으로 각각 53개와 34개의 측정점을 설정하여 중력을 측정하였다(Fig. 1).

중력측정기는 LaCoste & Romberg Land Gravitimeter

Model G이며, 측정된 상대중력치는 경북대학교내에 위치한 중력기점의 표준중력치를 이용하여 절대중력치로 환산되었고, 중력의 일변화 및 계기변화 보정을 위하여 중력기점을 왕복하면서 측정하였다. 또한, 측정간의 고도차에 따른 영향을 보정하기 위하여 각 측정점의 고도를 수준점을 이용한 폐합방법으로 수준측량을 실시하였다.

각 측정에서의 측정중력치에 대하여 일변화와 계기보정, 고도보정, 대기보정, 부계보정, 지형보정을 실시하였는데, 지형보정은 1/50,000의 지형도를 이용하여 Hammer's zone chart(Hammer, 1939)의 D-K zone까지 총 90개의 구획에 대한 평균고도를 산출하여 실시하였다.

이상의 각종 보정을 실시하여 부계중력이상을 구하였으며, 이때 사용된 표준중력식은 GRS 1967이다.

자료해석 및 결과

중력자료로부터 구한 부계중력이상곡선에 대해 야외지질조사 결과를 토대로 하여 정성적으로 고찰하고, Fourier 급수방법(Davis, 1973; Tsuboi, 1983)과 Talwani 방법(Talwani et al., 1969)을 이용하여 정량적으로 해석하였다.

부계중력이상곡선에 대한 고찰 결과: 남북방향의 축선 A-A'에서의 부계중력이상곡선(Fig. 2)을 고찰하여 보면, 국부적으로는 저이상대와 고이상대가 존재하나 광역적으로 볼 때 동남쪽으로 가면서 부계중력이상치가 증가하는 경향을 보이는데, 이는 동남쪽으로 가면서 Conard면의 심도가 알아지고 있음을 시사하여 준다. 덕성리-오천간에 나타나는 대규모의 저이상대는 지하에 밀도가 낮은 화강암체가 관입 분포하고 있기 때문인 것으로 해석된다. 덕성리부근의 국부적인 고이상대는 지표에도 노출되어 있는 고밀도(2.58 g/cm³)의 응회암에 의한 영향으로, 포항시 북쪽의 고이상대는 지하에 고밀도의 암석이 분포하기 때문인 것으로 해석된다. 또한, 홍해읍 일대와 포항시-오천사이의 저이상대는 지표에 나타나는 비교적 밀도가 낮은 퇴적층의 층후가 두꺼워지기 때문이며, 대곡리와 양포리사이의 저이상대는 이지역에 존재하는 소규모의 단층에 의한 것으로 해석된다. 포항분지와 장기분지가 직접 접하고 있는 것으로 조사된 오천부근에서 부계중력이상치가 급격히 증가하는 것은 연일층군과 장기층군이 이곳에서 단층으로 접촉하고 있다는 민경덕 외(1990)의 연구결과와 잘 부합된다.

동서방향의 축선 B-B'에서의 부계중력이상곡선(Fig. 3)을 고찰하여 보면, 포항시 청림동-병포리지역의 고이

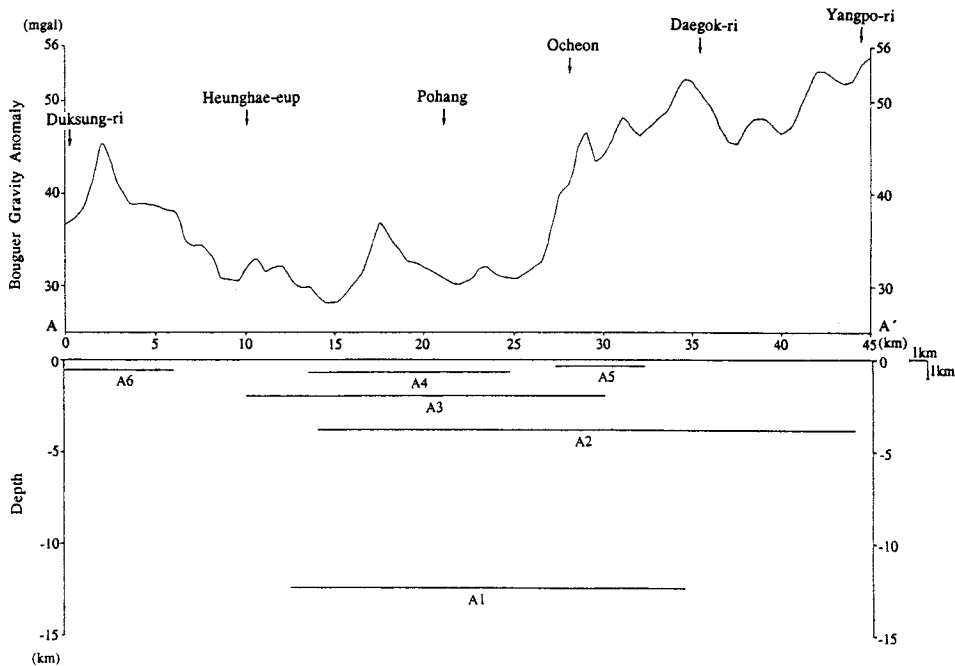


Fig.2. Profile of Bouguer gravity anomaly along the survey line A-A' and mean depth calculated by Fourier series method along the interval of A1-A6. The length and vertical location of each line indicate the interval for the Fourier series expansion and mean depth, respectively.

상대는 해안지역으로 가면서 콘라드면의 심도가 점차적으로 감소하고, 지표에 노출되어 있는 장기층군 하부에 두껍게 분포할것으로 예상되는 백악기 퇴적층의 영향인 것으로 해석된다. 안강-청림동지역의 저이상대는 밀도가 상대적으로 낮은 연일층군과 안강리부근의 지표에 노출되어 있는 화강암이 포항시부근까지 지하에 관입, 분포하고 있기 때문인 것으로 해석된다. 포항시 청림동에서 부계중력이상치가 급격히 상승하는 것은 측선 A-A'에서 고찰된 것처럼 연일층군과 장기층군이 단층(민정덕 외, 1990)으로 접촉하고 있기 때문인 것으로 해석된다.

Fourier 급수방법에 의한 해석결과 : Fourier 급수방법이란 부계중력이상곡선의 일부 또는 전부를 sine함수와 cosine함수로 나타내는 Fourier 급수로 전개한 후, 이로부터 지하의 밀도변화가 있는 경계면, 즉 지층 경계면의 평균심도를 구하는 방법이다.

본 연구에서는 Fourier 급수방법을 적용하기 위하여 부계중력이상곡선 중 Fourier 급수 전개가 가능하다고 생각되는 구간을 설정하고, 각 구간별로 지하밀도변화층의 평균심도를 산출하였으며, 그 결과는 각각 Fig.2 및 Fig.3와 같다. Fig.4 및 Fig.5는 Fourier 급수방법에 의하여

얻은 Logarithmic power spectrum으로서, r은 상관계수, b는 기울기, D는 평균심도이다.

Fig.2에서 구간 A1은 콘라드면의 평균심도가 약 12.4 km임을 나타내며, 구간 A2는 본 연구지역의 기반암인 선캄브리아기의 편마암과 백악기 퇴적층 및 화강암과의 경계면의 평균심도가 약 3.8 km임을 나타낸다. 구간 A3는 백악기 퇴적층과 화강암과의 경계면의 평균심도가 약 1.9 km임을 나타내며, A4-A6구간은 제3기 퇴적층들의 평균심도를 나타내는 것으로서, 구간 A4는 약 0.7 km, 구간 A5는 0.3 km, 구간 A6는 약 0.6 km의 평균심도를 보이는 데, 이로부터 포항시부근에는 제3기 퇴적층이 두껍게 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

Fig.3에서 구간 B1은 콘라드면의 평균심도가 약 13 km임을 나타내며, 구간 B2와 B3는 본 연구지역의 기반암인 선캄브리아기의 편마암과 백악기 퇴적층 및 화강암과의 경계면의 평균심도를 나타내는데, 구간 B2에서는 약 4.7 km, 구간 B3에서는 약 4.1 km의 심도를 보이고, 포항시 청림동부근에서 단층으로 인해 그 동측의 기반암 심도가 낮아진 것으로 해석된다. 구간 B4은 백악기 퇴적층과 화강암간의 경계면의 평균심도가 약 1.8 km임을 나타낸다.

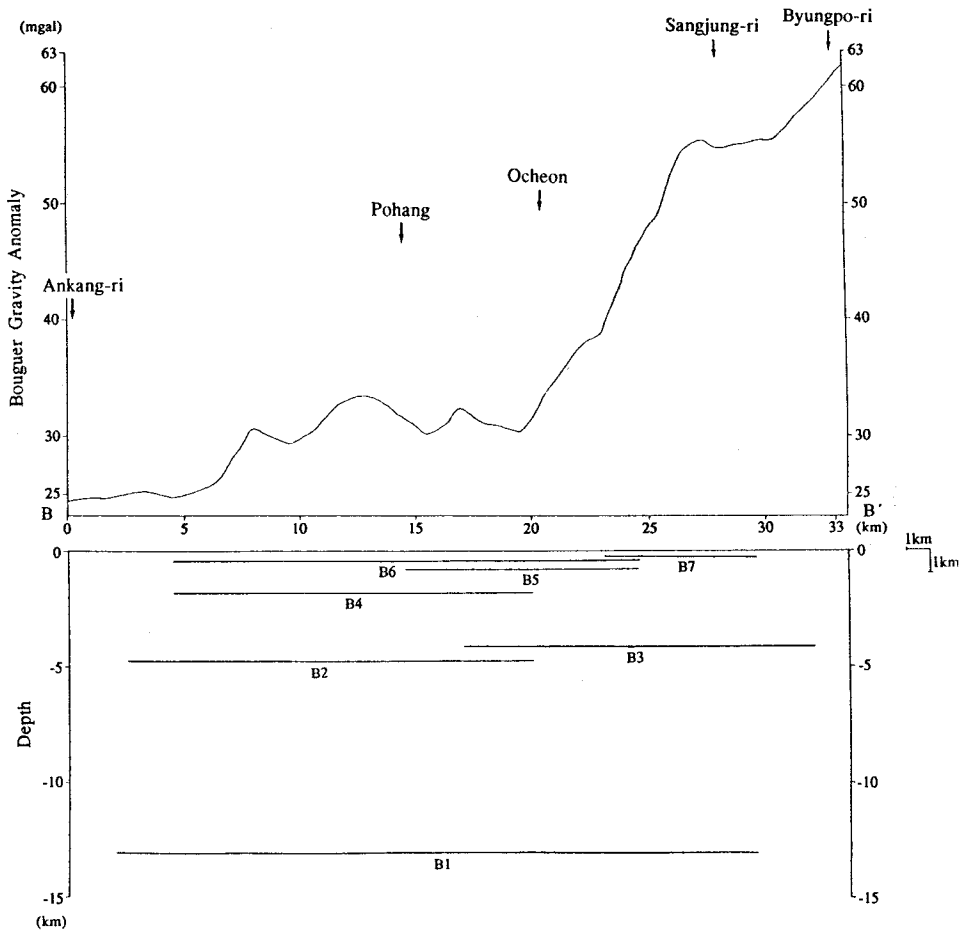


Fig. 3. Profile of Bouguer gravity anomaly along the survey line B-B' and mean depth calculated by Fourier series method along the interval of B1-B7. The length and vertical location of each line indicate the interval for the Fourier series expansion and mean depth, respectively.

B5-B7구간은 지표에 노출된 제3기 퇴적층들의 평균심도를 나타내는 것으로서, 구간 B5은 약 0.4 km, 구간 B6은 약 0.8 km, 구간 B7은 약 0.2 km의 평균심도를 보이는데, 이로부터 포항시부근에 제3기 퇴적층이 두껍게 쌓인 오목한 형태의 분지를 이루고있는 것으로 해석된다.

Talwani 방법에 의한 해석결과: 주위 물질과 밀도차가 있는 2차원 질량체에 의한 지표상의 임의의 점에서의 부계중력이상치는 질량체의 단면을 여러개의 변을 갖는 다각형으로 근접시키고 이 다각형의 변을 따라 선적분하여 구할 수 있다. 이렇게 계산된 중력이상치와 실측 부계중력이상치를 비교해 가면서 이들 이상치가 서로 일치하는 모델을 찾는 해석방법을 Talwani 방법이라 한다.

본 연구에서는 지표지질조사, 부계중력이상곡선의 고찰

및 Fourier 급수방법에 의해 얻은 기반암 또는 각종 암체의 평균심도와 이의 변화양상을 종합하여 지하지질 및 지질구조 모델을 설정한 후, 이 모델에 의한 중력이상치를 Talwani 방법에 의해 계산하고 이를 실측 부계중력이상치와 비교하면서 이들 사이의 최대오차가 1 mgal 이내가 될 때까지 모델을 수정하여 최종적인 지하지질 및 지질구조 모델을 구하였다.

Talwani 방법에 의한 중력이상치 계산에 필요한 암석의 밀도는 한국동력자원연구소에서 본 연구지역에 분포하는 암석이나 지층에 대하여 측정된 밀도자료(이천훈 외, 1972)와 직접 암석시료를 채취하여 밀도를 측정된 자료를 사용하였다(Table 2). 특히 연구지역에 분포하는 tuff들의 밀도를 직접 측정된 결과 각 지역마다 조금씩 다른값을

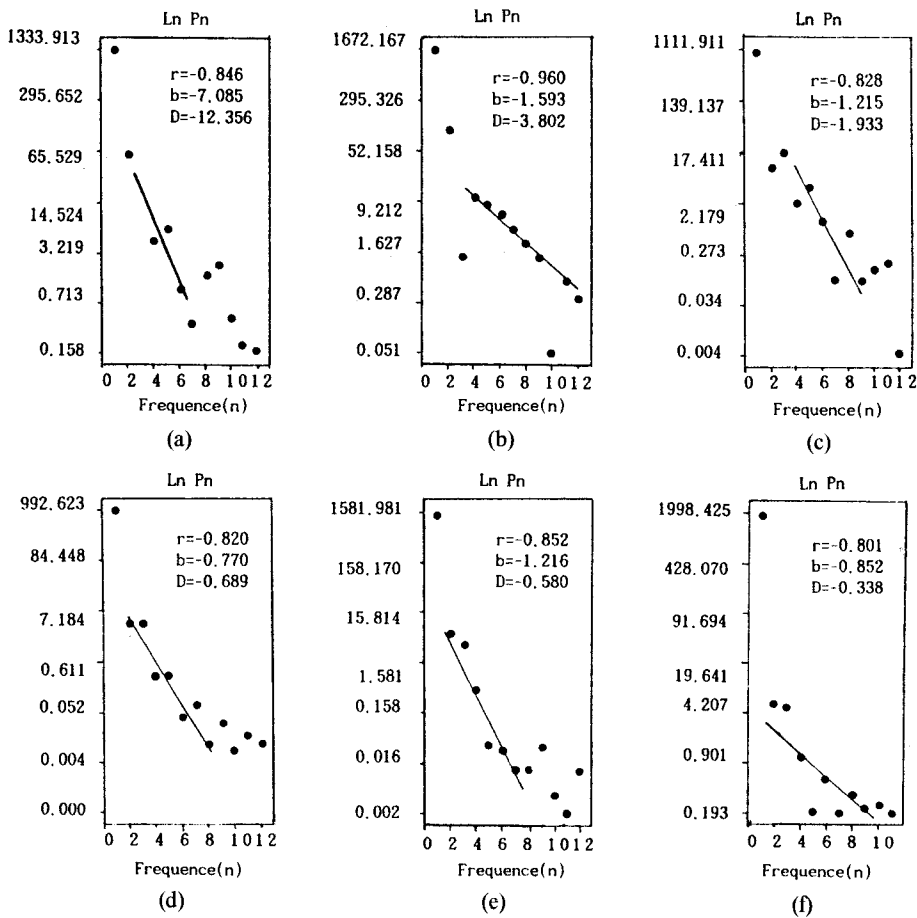


Fig. 4. Logarithmic power spectrums in the intervals of A1(a), A2(b), A3(c), A4(d), A5(e), and A6(f) along the survey line A-A'.

Table 2. Density of rocks in the study area (Lee, et al., 1972).

Rock Name	Mean Density (g/cm ³)
PreCamb. Gneiss	2.58
Kyoungsang Supergroup (sedimentary rocks)	2.60
Diorite	2.72
Granite	2.55
Tuff	1.88~2.6
Andesite	2.61
Jangi Group (sedimentary rocks)	2.20
Yeonil Group (sedimentary rocks)	2.03
Yeonil Basalt	2.90
Sea Water	1.03
Lower Crust	3.00
Upper Crust	2.67

얻었으며, 따라서 모델링시 각각에 해당하는 2.1과 2.6 g/cm³의 밀도값을 이용하였다. 또한 Conrad면 하부의 현무암질암의 평균밀도는 3.00 g/cm³로, 그상부의 평균밀도는 2.67 g/cm³로 하여 부계중력 이상을 구하고 Conrad면의 심도를 계산 하였다.

Fig. 6과 Fig. 7은 각각 측선 A-A'와 측선 B-B'에 대해 Talwani 방법에 의하여 얻은 최종적인 지하지질 및 지질 구조 해석결과를 도시한 것이다.

Fig. 6에서 콘라드면의 심도는 11.8~12.5 km로서 덕성리에서 12.2 km이고, 포항시 북쪽 5 km지점에서 12.5 km이며, 남동쪽으로 가면서 심도가 서서히 낮아져서 양포리에서 11.8 km이다. 경상누층군 하부의 선캠브리아기 편마암 복합체까지의 심도는 덕성리에서 4.2 km이고, 그 이남으로는 큰 변화가 없다가 오천에서 단층으로 인해 그 남측이 약 200 m정도 상승하여 3.8 km에 이르며, 대곡리에서 단층

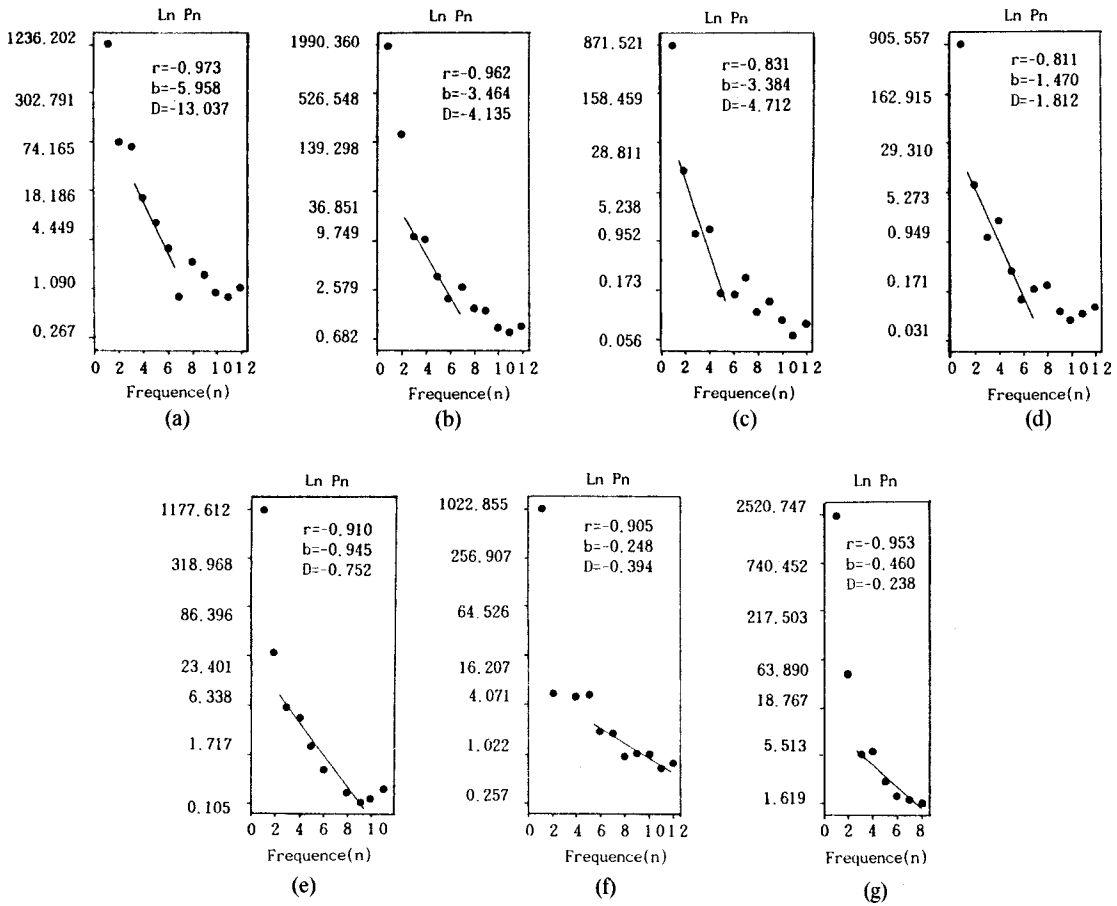


Fig. 5. Logarithmic power spectrums in the intervals of B1(a), B2(b), B3(c), B4(d), B5(e), B6(f) and B7(g) along the survey line B-B'.

에 의해 그 남측이 150 m 정도 하강하여 3.9 km에 이른다. 경상누층군은 덕성리 부근에서는 약 2.5 km의 두께로, 홍해와 포항시 부근에서는 평균 약 1 km의 두께로, 대곡리와 양포리 부근에서는 약 3.5 km의 두께로 지하에 분포하고 있다. 불국사화강암류는 본 측선 상에서는 지표에 노출되어 있지 않으나 덕성리-오천사이와 대곡리-양포리 사이에서 지하에 대규모로 경상누층군을 관입 분포하고 있는 것으로 해석된다. 안산암은 포항시 일대와 오천부근에서 지하에 소규모로 분포하며, 이들이 부계층력이 상곡선상에서 국부적인 고이상대를 보여주는 것으로 해석된다.

제3기 퇴적층중 최하위 지층인 응회암은 약 0.2 km의 두께로 본 연구지역 전역에 걸쳐 지표 및 경상누층군과 연일층군 또는 장기층군 사이에 분포한다. 장기층군의 층후는 오천 부근에서 약 0.4 km이고, 대곡리 부근에서 약 0.2 km이며, 양포리쪽으로 가면서 약 0.5 km로 두꺼워지

다가 양포리 해안가에서는 다시 약 0.2 km로 얇아진다. 연일층군의 층후는 덕성리 부근에서 약 0.4 km이고, 홍해에서 단층으로 인해 그 남측이 약 200 m 정도 하강하여 약 0.7 km가 되고, 포항시 북쪽 약 3 km 되는 지점에서 약 0.2 km의 최소 층후를 보이다가 포항시 부근에서 최대 층후 약 0.9 km가 되며, 형산강부근에서 단층으로 인해 그 남측이 약 250 m 정도 상승하여 0.6 km의 층후를 보인다. 포항분지와 장기분지가 직접 접하고 있는 것으로 조사된 오천부근에서 단층의 존재가 확인되며, 따라서 연일층군과 장기층군이 이곳에서 단층으로 접하고 있음이 명백하다. 또한, 홍해 부근과 형산강이 위치하는 곳에 단층이 존재하고 있다. 제4기 현무암은 오천 및 양포리에 약 50m의 두께로 분포한다.

Fig. 7에서 콘라드면의 평균심도는 약 12.5 km이며, 안강리에서 최대심도 13.2 km이고, 안강 동쪽 약 6 km 지점

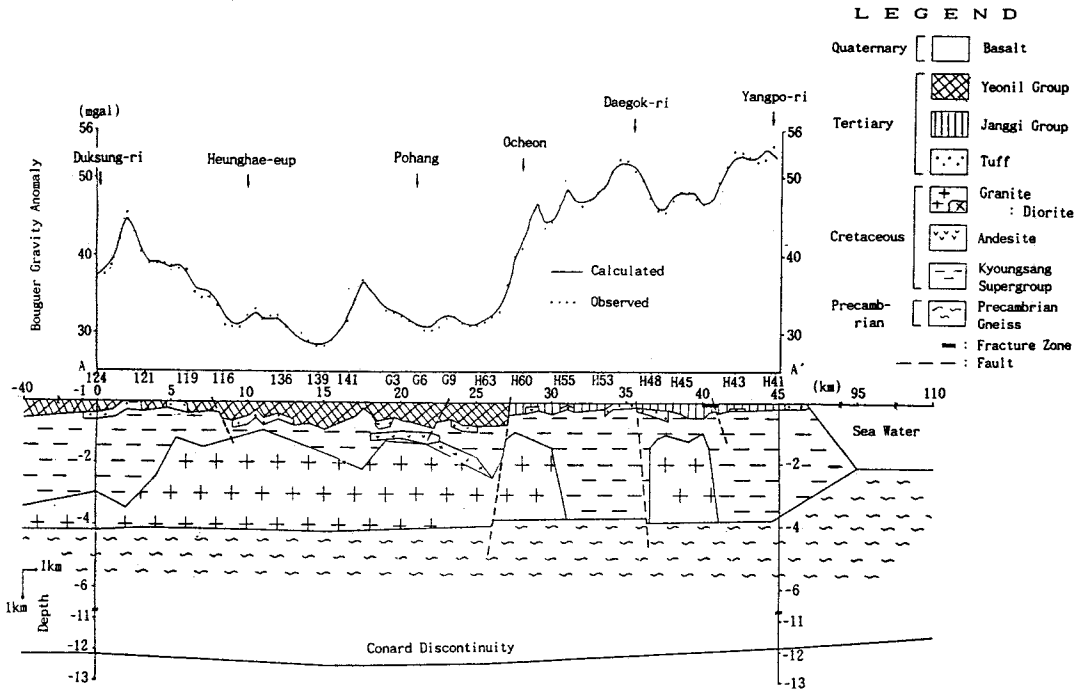


Fig. 6. Cross-sectional geologic model along the survey line A-A' obtained by Talwani method, and profiles of observed (dotted line) and calculated (solid line) Bouguer gravity anomaly.

에서 양산단층에 의해 단층동측이 약 300 m 하강하였고, 다시 동쪽으로 가면서 심도가 점차 감소하여 병포리부근에서 약 11.5 km이다. 경상누층군 하부 기반암의 심도는 안강리 부근에서 4.1 km이며, 양산단층에 의해 단층동측이 약 350 m 하강하여 인동리에서 4.6 km에 이르고, 포항시 청림동에서 단층에 의해 단층동측이 약 250 m 상승하여 약 4.1 km이며, 그 이후 동쪽으로 가면서 서서히 낮아져서 병포리에서 약 3.8 km가 된다. 경상누층군은 포항 서쪽에서는 약 2 km의 두께로, 청림동부근에서는 약 4 km의 두께로 분포한다. 불국사화강암류는 안강리에서 지표에 노출되어 있고, 이는 포항시 청림동까지 지하에 대규모로 관입 분포하고 있다. 안산암은 포항시 일대에서 지하에 소규모로 분포한다. 제3기 퇴적층중 최하위 지층인 응회암은 약 0.2 km의 두께로 지표 및 경상누층군과 연일층군 또는 장기층군 사이에 분포한다. 장기층군의 층후는 청림동부근에서 약 0.4 km이며, 해안가로 가면서 얇아져서 병포리에서 약 0.1 km가 된다. 연일층군의 층후는 안강리 동쪽 5 km지점에서 0.2 km이고, 동쪽으로 가면서 두꺼워져서 포항시 부근에서 0.7 km이다가 형산강부근에서 단층으로 인해 그 동측이 약 200 m 상승하여 0.5 km가 된다.

연일층군과 장기층군은 포항시 청림동에서 단층으로 접촉하고 있고 또한, 형산강이 위치하는 곳에 단층이 존재하고 있다. 제4기 현무암은 약전리 및 상정리부근에서 약 40 m 두께로 분포한다.

결론

한반도 동남부에 분포하는 제3기 퇴적분지들 중 규모가 큰 포항분지와 장기분지의 지하지질 및 지질구조를 밝히고 이들 두 분지간의 관계를 규명하기 위하여 경상북도 영일군 청하면 덕성리에서 지행면 양포리까지 약 47 km의 축선과 경상북도 경주군 안강읍 안강리에서 영일군 구룡포읍 병포리까지 약 34 km의 축선을 국도를 따라 설정하고, 이들 두 축선상에 1~1.5 km의 간격으로 각각 53개와 34개의 축점을 설정하여 중력을 측정하였다. 측정 자료로부터 필요한 모든 중력 보정을 실시하여 부계중력 이상을 구하고 이를 고찰한 후, Fourier 급수방법과 Talwani 방법을 이용하여 해석한 결과는 다음과 같다.

1) 본 역에서 콘라드면의 심도는 덕성리-양포리간에

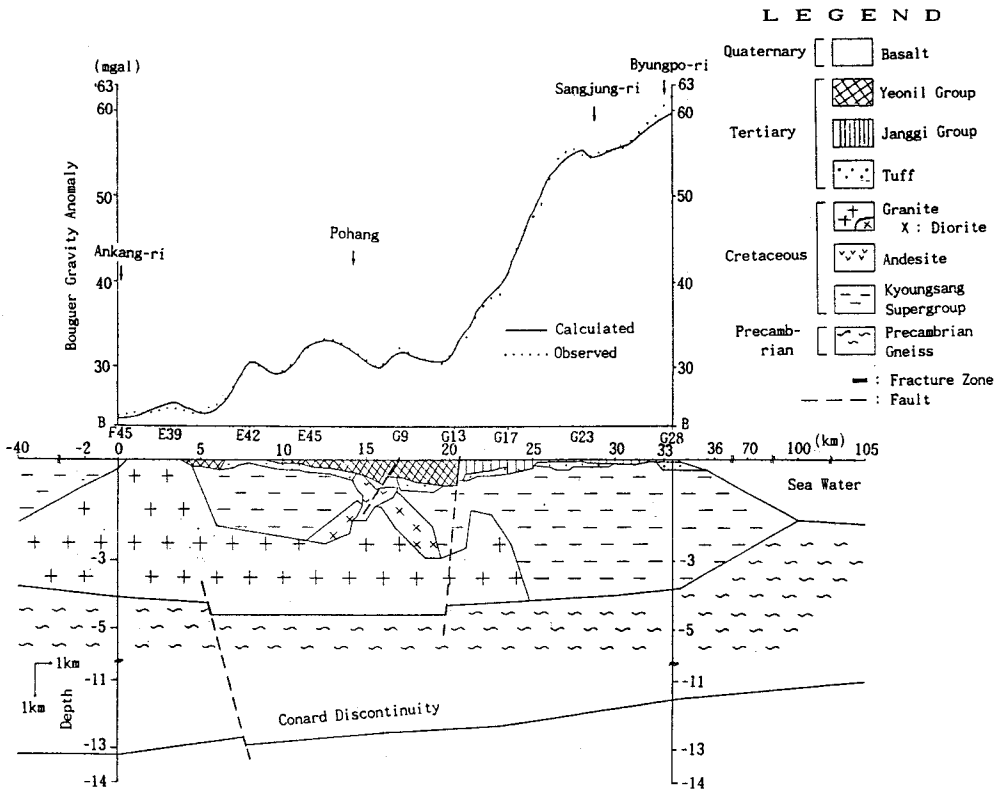


Fig. 7. Cross-sectional geologic model along the survey line B-B' obtained by Talwani method, and profiles of observed (dotted line) and calculated (solid line) Bouguer gravity anomaly.

서는 11.8~12.5 km이며, 덕성리에서 12.2 km이고 포항시 북쪽 5 km 지점에서는 12.5 km이며, 남동쪽으로 가면서 서서히 낮아져서 양포리에서 11.8 km이다. 안강리-병포리간에서는 11.5~13.2 km로서, 안강리에서 최대심도 13.2 km이고, 동쪽으로 가면서 서서히 낮아져서 12.7 km가 되다가 양산단층에 의해 그 동측이 약 200 m 정도 하강하여 12.9 km가 되고, 그 이후 서서히 감소하여 병포리에서는 11.5 km가 된다.

2) 경상누층군 하부의 선캠브리아기 편마암 복합체까지의 심도는 덕성리-양포리간에서는 3.8~4.2 km로서, 오천에서 단층에 의해 그 남측이 약 200 m 정도 상승하여 3.8 km이고, 대곡리에서 단층에 의해 그 남측이 150 m 정도 하강하여 3.9 km이다. 안강리-병포리간에서는 3.8~4.6 km로서, 안강리에서는 4.1 km이고, 양산단층에 의해 그 동측이 350 m 정도 하강하여 인동리에서는 4.6 km이고, 포항시 청림동에서도 단층에 의해 그 동측이 250 m 정도 상승하여 약 4.1 km이며, 그 이후 서서히 낮아져서 병포리에서 3.8 km가 된다.

3) 불국사화강암류는 덕성리-양포리구간에서는 지표에 노출되어 있지 않으나 덕성리-오천사이와 대곡리-양포리사이에서 지하에 대규모로 경상누층군의 퇴적암류를 관입하여 분포하고 있다. 안강리-병포리구간에서는 안강리에서 지표에 노출되어 있고, 이는 포항시 청림동까지 지하에 대규모로 관입, 분포하고 있다. 안산암은 포항시와 오천 일대에서 지하에 소규모로 분포한다.

4) 제3기 분지의 심도는 장기층군이 0.1~0.5 km의 두께로, 연일층군이 0.2~0.9 km의 두께로 분포하고 있으며, 제3기 퇴적층중 최하위 지층인 응회암은 약 0.2 km의 두께로 지표 및 경상누층군과 연일층군 또는 장기층군사이에 분포한다.

5) 오천과 포항시 청림동에서 확인된 주향이 N30°E이고 경사가 거의 수직인 단층에 의해 포항분지와 장기분지는 단층으로 접하고 있으며, 장기층군이 이 단층을 따라 약 300 m 상승하였다. 또한, 흥해부근과 형산강이 위치하는 곳에도 단층이 존재하고 있다.

참고문헌

- 김봉균, 정창희, 김수진 (1975) 경북 영일지역에 발달하는 갈탄층의 층서적 연구. 대한지질학회지, 11권 4호, p. 240-252.
- 김성균 (1979) 한국의 중력자료에 의한 측지학적 및 지구물리학적 해석. 광산지질, 12권, p. 17-28.
- 김옥준, 이하영, 김서운, 김수진 (1971) 포항-울산간의 점토자원의 지질과 그 물리화학적 특성에 관한 연구. 광산지질, 10권, p. 167-215.
- 김인수, 강희철 (1989) 어일분지 일대에 분포하는 제3기 층에 대한 고지자기학적 연구. 지질학회지, 25권, p. 273-293.
- 김인수 (1990) 포항이남 제3기 퇴적분지 암석의 자기 비등방성과 지구조적 응력장. 광산지질, 23권, p. 59-71.
- 문희수, 유장한, 김종환 (1986) 3기층 분포지역의 벤토나이트 및 불석광상에 대한 광물·광상학적 연구. 비금속광상조사연구(I). KR-86-8, 한국동력자원연구소, p. 1-11, p. 65-66.
- 문희수, 윤혜수, 민경덕, 이현구, 이종천 (1990) 포항지역 제3기층의 퇴적암중 화학적 풍화작용이 점토광물조성, 화학조성, 암색 및 미화석 산출빈도에 미치는 영향. 광산지질, 23권 p. 201-213.
- 민경덕, 윤혜수, 문희수, 이현구, 이대하 (1990) 전기비저항 탐사에 의한 포항분지와 장기분지의 경계규명. 광산지질, 23권, p. 215-219.
- 엄상호, 이동우, 박봉순 (1964) 한국지질도(1:50,000), 포항도폭. 국립지질조사소.
- 이문원, 원종관, 김광호, 노진환 (1988) 구룡포지역에 분포하는 신생대 화산암의 지질과 암석학적 연구. 지질학회지, 24권 p. 1-15.
- 이천훈, 이도영 (1972) 경상분지 중력탐사 보고서. 지구물리화학탐사연구보고, 6권, p. 71-102.
- 진명식, 김성재, 신성철 (1987) K/Ar 및 쉐트트랙법에 의한 포항-감포일대 화산암류의 암석연령 측정연구. 동위원소 지질연구 보고서, 한국동력자원연구소, p. 167-215.
- 최위찬, 원종관, 김광호, 노진환 (1988) 한국지질도(1:50,000), 어일지질도폭. 한국동력자원연구소.
- 한중환, 광영훈, 손진담 (1988) 한국 동남부지역 제3기 퇴적분지의 지체구조발달 및 퇴적환경 연구(IV). 한국동력자원연구소 연구보고서, p. 5-38.
- Chough, S.K., Hwang, I.G., and Choe, M.Y. (1990) The Miocene Doumsan fan-delta, southeast Korea: A composite fan-delta system in back-arc margin. J. Sed. Pet., v. 60, p. 445-455.
- Davis, John C. (1973) Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons, Inc., p. 192-231, p. 256-272.
- Hammer, S. (1939) Terrain correction for gravimeters stations. Geop. v. 4, p. 184-194.
- Kim Kwang Ho, Won Jong Kwan, Matsuda Jun-ichi, Nagao Keisuke and Lee Moon Won (1986) Paleomagnetism and K-Ar age of volcanic rocks from Guryongpo area, Korea. J. Kor. Inst. Mining Geol., v. 19, p. 231-237.
- Lee Jin Soo (1988) The Neogene volcanism of the Pohang basin(SE-Korea), New geochronological constraints for the opening of the Japan sea. Geodynamics, p. 1405-1411.
- Talwani, M., Worzel, J. L., and Landisman, M. (1969) Gravity computation for two-dimensional bodies. Geophysical Research, v. 64, p. 49-59.
- Tateiwa, I. (1924) Geological Atlas of Chosen. no. 2, Ennichi, Kyuryuho and Choyo sheets. 6p., 3 maps, Geol. Surv. Gov. Chosen.
- Tsuboi, C. (1983) Gravity. Geogry Allen & Unwin Ltd., 254 p.
- Yoon, S. (1975) Geology and Paleontology of the Tertiary Pohang Basin, Pohang district, Korea, Part I. Geology. J. Geol. Soc. Korea, v. 11, p. 187-214.
- Yun, Hyesu(1986) Emended stratigraphy of the Miocene formations in the Pohang basin, Part I. J. Paleontol. Soc. Kor., v. 2, p. 54-69.

1992년 5월 9일 원고접수