

팔공산화강암체와 그 인근지역에서의 중력탐사 연구

황종선^{1*} · 민경덕¹ · 최철¹ · 유상훈¹

¹연세대학교 지구시스템과학과

Gravity Survey Around the Palgongsan Granitic Body and Its Vicinity

Jong-Sun Hwang^{1*}, Kyung Duck Min¹, Chul Choi¹ and Sang Hoon Yu¹

¹Department of Earth System Sciences, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

This study was performed to delineate the subsurface geology, geologic structure, and distribution pattern of the Palgongsan granitic body, and to reveal the relationship between the Kyeongsang basin and Yongnam massif by gravity survey. The study area is located between the latitude of 35°45'-36°21'N and longitude of 128°15'-129°00'E. Total of 966 gravity data measured by Seoul National University, KIGAM(Korea Institute of Geology, Mining & Materials), Pusan National University and Yonsei University were used. The Bouguer gravity anomaly in the study area ranges from -12.88 to 26.01 mgal with a mean value of 11.27 mgal. A very low anomaly zone is located in the Yongnam massif in west of the study area. The anomaly value increases going from west to east. A low anomaly distribution in Palgongsan granite and Yongnam massif is interpreted as the effect of their lower density than that of Kyeongsang Super Group. Power spectrum analysis is applied to evaluate the average depth of basement the Kyeongsang Basin and Conrad discontinuity from gravity anomaly. The average depths of density discontinuities are calculated 10.45 km and 4.9 km, and these are interpreted as Conrad discontinuity and depth of basement of the Kyeongsang Basin, respectively. The depth of Palgongsan granite is derived by means of 2-dimensional modeling and it decreases gradually toward the east. The gravity anomaly east of the study area decreases abruptly due to Shingryeong fault and Nogosan ring fault. Two deepest and sharp roots of Palgongsan granite are recognized by 2-dimensional modeling of each profiles. The depths of those roots are 5.3 km on a profile AA' and 7 km on a profile BB' which is the maximum depth of Palgongsan granite. Small granitic bodies are also seen to be intruded around the Palgongsan granite. The root of Palgongsan granite is shown by 3-dimensional analysis based on the interpolation of 2-dimensional modeling along each profiles to exist in the southwest vicinity of Palgongsan granite. The total volume of Palgongsan granite is approximately 31.211 km³.

Key words : gravity survey, Palgongsan granite, power spectrum analysis, 2-dimensional modeling, 3-dimensional analysis

본 연구는 중력자료를 이용하여 팔공산화강암체의 분포양상, 인근지역의 지하 지질 및 지질구조, 경상분지와 영남육괴와의 관계규명 등을 밝히는데 그 목적이 있다. 연구지역은 북위 35°45'-36°21', 동경 128°15'-129°00'에 해당한다. 중력자료는 서울대학교, 한국지질자원연구원, 부산대학교 및 연세대학교에서 측정한 기존의 중력자료 826개와 팔공산화강암체를 포함하는 주변지역에서 급변에 측정된 중력자료 140개에 대해 계기보정, 조석보정, 위도보정, 푸리에어보정, 부계보정, 대기보정, 지형보정을 실시하여 부계중력이상을 구하였다. 연구지역의 부계중력이상은 -12.88~26.01 mgal의 분포를 보이며, 평균치는 11.27 mgal이다. 연구지역의 서쪽에 위치한 영남육괴에서는 평균에 비해 상당히 낮은 저 이상대를 보이며, 연구지역의 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 이상값이 높아진다. 팔공산화강암체와 영남육괴 분포지역에서 부계중력이상이 낮게 나타나는 것은 이들의 밀도가 경상분지의 퇴적암보다 낮기 때문인 것으로 해석된다. 부계중력이상으로부터 지하에 존재하는 밀도 불연속면의 평균심도를 구하기 위해 진폭스펙트럼과 공간주파수를 이용한 파워스펙트럼분석을 실시한 결과, 밀도 불연속면의 평균 심도는 4.9 km와 10.45 km이며, 이는 각각 분지기반암과 콘라드면의 평균심도로 해석된다.

*Corresponding author: hjs@geophy.yonsei.ac.kr

연구지역의 동쪽에서 갑자기 낮아지는 저이상대는 신령단층과 노고산 환상단층의 영향으로 해석된다. 2차원 모델링에 의한 팔공산화강암체의 심도는 연구지역의 중앙을 기준으로 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 감소한다. 각 축선의 2차원 모델링에 의한 팔공산화강암체의 분포 심도가 두 지점에서 첨예하게 깊게 나타나며, 각각의 심도는 축선 AA1에서는 5.3 km, 축선 BB1에서는 팔공산화강암체의 최대심도인 약 7 km이다. 또한, 팔공산화강암체 주변의 친부지역에는 작은 화강암체들이 관입해 있음을 알 수 있다. 각 축선별 2차원 모델링에 의해 얻어진 자료의 보간을 통해 구현한 3차원 해석으로부터 팔공산화강암체의 뿌리는 지표에 나타나는 팔공산화강암체를 중심으로 남서쪽부근에 위치하며, 지하에 분포하는 팔공산화강암체의 전체 부피는 약 31.211 km³으로 추정된다.

주요어 : 중력탐사, 경상분지, 팔공산화강암, 파워스펙트럼분석, 2차원 모델링, 3차원 해석

1. 서 론

본 연구지역인 경상분지 내의 의성분지 하단과 밀양분지의 상단은 흥미있는 지질구조, 층서-퇴적 및 화성활동 등을 수반하는 지역으로 많은 연구가 수행되어 왔다. 하지만, 이들 모두 분지의 광역적인 특성과 백악기 화강암체에 대한 암석학적 및 지구화학적 연구이며, 화강암체의 깊이와 온도등에 관한 자료는 매우 드물다. 실제 팔공산화강암체 분포지역에 대한 중력자료는 아주 미약하여 이 지역에 대한 지구물리학적 연구도 미약한 실정이다.

본 연구지역은 북위35°45'~36°21', 동경128°15'~129°00'에 해당하는 지역으로서, 본 연구에서는 서울대학교, 한국지질자원연구원, 부산대학교 및 연세대학교에서 측정 한 기존의 중력자료 826개와 팔공산화강암체 및 그 주

변지역에서 새로이 측정된 중력자료 140개를 이용하여 팔공산 화강암체의 분포양상 및 심도를 알아내고, 영남육괴와 경상분지와의 관계규명을 포함한 이 지역에 대한 지질 및 지질구조를 규명하고자 한다.

측정된 중력자료에 대해 계기보정, 조석보정, 고도보정, 대기보정, 지형보정을 수행하여 얻은 부계중력이상으로부터 파워스펙트럼분석으로 절단파수를 결정 한 후, 밀도 경계면의 평균심도를 계산한다. 또한, 각 축선에 대한 2차원 및 3차원 모델링을 통해 팔공산화강암체의 깊이와 분포양상을 규명한다.

2. 지질개요

본 연구지역은 선캠브리아기의 편마암류와 중생대 주라기 후기 대보조산운동에 의한 화강암류가 분포하며,

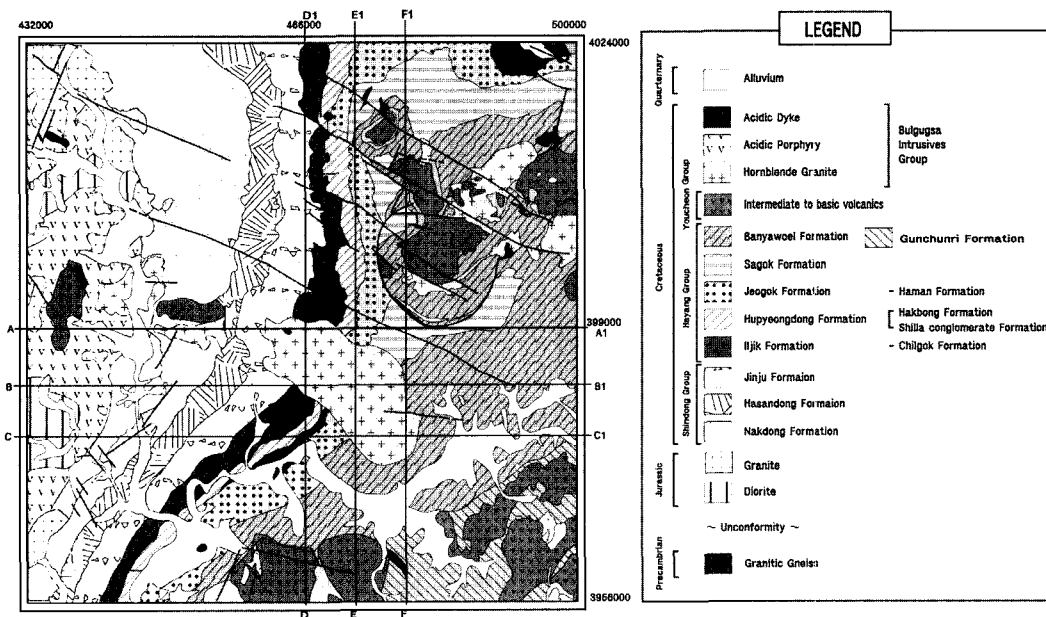


Fig. 1. Geologic map of the study area(Korea Institute of Geology, Mining and Materials, 1996).

뒤이어 백악기 퇴적분지인 경상분지가 형성되어 퇴적암류가 분포하게 되었으며, 이후 화산활동과 그에 수반한 화산암류, 요곡작용과 단층작용 후 불국사 화강암류의 관입이 뒤따랐다. 또한, 의성소분지는 영남육괴를 기반암으로 하여 북으로는 안동단층을 경계로 영양소분지와 경계를 이루고, 남으로는 팔공산선을 경계로 밀양소분지와 경계를 이루고 있다(대한지질학회, 1998). 본 연구지역 내의 백악기 퇴적암류는 신동층군, 하양층군, 유천층군으로 대분되며, 불국사관입암류가 이들을 관입하여 분포한다. Fig. 1은 연구지역의 지질도이다.

2.1. 기반암류

백악기 퇴적암류의 기반을 이루는 영남육괴의 선캄브리아기 변성암류는 연구지역의 동부일원을 제외하고는 그 서부에 넓게 분포하고 있다. 선캄브리아기에 속하는 변성암류들은 본 연구지역내의 최고기 암석으로 화강암질 편마암과 반상변정 화강암류 편마암으로 구분되며, 주로 석영, 정장석, 사장석 및 흑운모로 구성되어 있다.

2.2. 경상누층군

2.2.1. 신동층군

신동층군은 영남육괴와 접하면서 경상분지의 서쪽 경계를 따라 남해안에서 안동단층까지 약 20km의 폭으로 분포한다. 분지 기반암 위에 부정합으로 놓여 있으며, 사암, 세일 및 역암 등으로 구성되어 있고, 하부로부터 비자색의 낙동층, 자색의 하산동층 및 비자색의 진주층으로 세분된다.

2.2.2. 하양층군

하양층군의 분포지는 팔공산 단층선 이남의 밀양소분지 지역과 그 이북의 의성소분지 지역으로 나눌 수 있다. 하양층군 내에는 퇴적동시성 화산활동도 인지되는데, 특히 의성소분지에 분포하는 점곡층과 춘산층에는 응회암 박층이나 녹회색 응회질 사암이 협재하며, 춘산층에는 흔히 화산회와 수성퇴적암의 중간적 성격을 띠는 부분이 많은 것으로 알려지고 있다(최현일 등, 1982). 하양층군의 퇴적시기에는 팔공산단층과 같은 서북서 방향의 성장단층에 의해 분지 내에서 소규모의 지각 블록을 형성하였고, 각각의 블록은 서로 다른 침강이 일어났다. 따라서, 하양층군의 퇴적시기에 블록의 서로 다른 움직임에 의해 분지 내에서는 다소 복잡한 층서를 보인다.

2.2.3. 유천층군

하양층군의 상위에는 안산암과 현무암, 중성 및 산

성 화산암들로 구성된 유천층군이 경사부정합 혹은 침식부정합으로 덮고 있으며, 구성 암석은 안산암, 유문암질 석영안산암, 유문암, 용암, 응회암 및 용결응회암 등이다.

2.3. 불국사 관입암류

경상분지에 퇴적암류와 화산쇄설물의 퇴적이 완료된 후, 중성 내지 산성 심성암류로 이루어진 불국사 화강암류의 관입이 뒤따랐다. 불국사 화강암류는 흑운모각섬석화강암, 화강섬록암, 섬록암 및 화강반암으로 구성되어 있다. 특히, 팔공산 화강암의 구성광물은 주로 석영, 정장석 및 사장석이며, 흑운모, 자철광, 인회석, 전기석 등을 수반한다.

2.4. 지질구조

경상분지는 전기 백악기에 분지의 서측에서 NNE방향의 낙동곡분에서 신동층군의 퇴적으로 한정되었고, 하양층군 퇴적기간중 경상분지는 동쪽으로 확대되면서 침강범위가 확장됨과 동시에 화산활동이 일어났으며, 성장단층인 안동단층과 팔공산 단층에 의해 영양지괴, 의성지괴 및 밀양지괴로 구분된다(장기홍, 1988). 신동층군과 하양층군의 경계는 최초의 화산기원 퇴적물 함유 층군으로 해석되었으나, 애쉬폴(ash fall)층이 이미 진주층 상부에서부터 나타남으로서 화산활동의 시작과 일치되지 않는다(엄상호 등, 1983). 최현일(1985)은 경상분지의 퇴적과 층서분류의 연관성 연구에서 경상분지 초기에 해당하는 신동층군과 분지의 확장시기인 하양층군 시기 동안 분지 경계에서 분지의 중앙부로 층적 선상지, 하상지와 호수환경으로 수평적인 퇴적상의 변화가 있다고 하였으며, 층적 선상지는 지구조 운동의 영향으로, 하상지와 호수퇴적환경은 기후의 영향으로, 화산지는 화산활동의 영향을 받았다고 하였다. 실제로 신동층군과 하양층군의 경계는 호수 퇴적시스템과 층적평야 퇴적시스템의 경계에 해당한다.

본 연구 지역내의 단층으로는 서북서방향의 주향이동 단층들이 발달하고 지질도상에서 지층들을 좌수향으로 끊고 있으며, 의성소분지와 밀양소분지를 구분하는 팔공산 단층선과 평행하다. 또한, 이들 단층들은 점곡층과 사곡층의 퇴적기간동안 성장단층형의 정단층으로 작용하다가 불국사 관입암류의 관입 이전 좌수향 주향이동 단층으로 전환되었으며, 신생대 초에 주요이동을 일으킨 것으로 해석된다. 분지 내에서는 이러한 주향이동 단층들 외에도 화산 활동시 형성된 특징적인 모양의 환상단층들이 북서에서 남동 방향으로 발달되

어 있다(장기홍, 1977).

이와 같이 본 연구지역의 경상분지에 대해서 많은 연구자들에 의해 생성기, 발달과정, 분지 규모 및 형태에 대한 다양한 모델이 제시되었으나, 그 형성에 대해서는 크게 반지구성(장기홍, 1988, 1997; 최현일, 1985)과 pull-apart 분지(황재하, 1992, 1994)로 구분된다.

3. 중력자료 분석

중력이상으로부터 지하 지질구조나 광체부존 여부를 해석하는 방법에는 중력이상의 전체적인 양상을 고찰, 해석하는 정성적인 방법과 이상체의 크기와 심도 등을 결정하는 정량적인 방법이 있다. 특정한 이상값에 대한 지질구조는 매우 다양한 해석이 가능하다는 해석의 한계성을 고려해 볼 때, 정성적인 해석은 다양한 경험과, 해석자의 주관이 포함될 수 있다. 본 연구에서는 지하 지질구조에 가장 근접하는 유일한 해를 얻기 위해 비선형 반복적 역산을 수행한다. 먼저, 2차원 중력자료의 파워스펙트럼을 이용하여 밀도 경계면의 평균 심도를 구하고, 자료의 진폭스펙트럼 분석으로 주파수 영역에서 중력이상을 분리한다. 또한, 연구지역 지하에 분포하는 밀도 경계면의 양상을 구하기 위해 모델링을 수행한다(김원균, 1999).

3.1. 파워스펙트럼분석

파워스펙트럼분석은 모든 주파수에서 일정한 파워를 갖는 백색광의 스펙트럼원리를 이용하여 자료의 일부 혹은 전체를 푸리에 급수로 전개하여 파워스펙트럼을 구한 후, 자료의 주파수 특성을 분석하여 지하 물성 변화가 존재하는 경계면의 평균심도를 구하는 방법이다. 이 방법은 지하를 구성하는 매질의 밀도값을 가정하지 않고도 심도계산을 할 수 있다(Tomoda, 1960).

3.2. 모델링

중력 모델링은 지질학적, 지구물리학적 정보를 바탕으로 지하구조에 대한 초기 모델을 설정하고, 이에 의한 모델의 이상값을 계산한 후, 관측 이상값과 비교하여 두 이상값이 가능한 한 일치하도록 모델의 파라미터를 조정하여 최적의 지하구조를 구하는 방법이다. 이와 같이 지하구조의 조절, 이상값 계산, 이상값 비교와 같은 3단계는 두 이상값이 충분히 일치하게 될 때까지 반복된다. 본 연구에서는 푸리에 급수 해석방법에 의해 구해진 밀도변화 경계면의 평균심도와 지표 지질조사 결과를 토대로 지하 지질구조 및 암석의 분포 형태

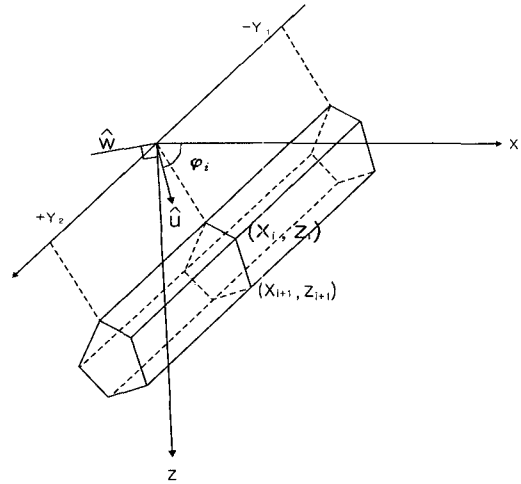


Fig. 2. 2.5-dimensional gravity model in the Cartesian coordinate (Rasmussen and Redersen, 1979).

에 대한 개략적인 지하모델을 설정하고, Talwani 방법(Talwani, 1973)을 적용하여 최적의 지하지질 및 지질구조를 구하였다. 본 연구에서는 지하구조를 기존의 2차원 모델링 방법에서 축선방향에 수직인 y축 방향으로 무한히 연장되어 있다는 가정 대신에, x-z 평면에 대칭적으로 유한한 길이의 모델에 대한 알고리즘을 기초로 하여 프로그램을 작성한 2.5-D GRAVMAG를 사용하여 자료를 해석하였다(Fig. 2).

4. 자료처리 및 해석

4.1. 자료의 특성

본 연구에서 사용한 중력자료는 팔공산 및 인접지역에서 측정된 기존자료와 금번에 새로이 측정된 자료이다. 기존 자료는 연세대학교에서 측정된 자료 96점과 서울대학교에서 측정된 자료 63점, 한국지질자원연구원에서 측정된 자료 32점, 그리고 부산대학교에서 측정된 자료 635점이며, 본 연구를 위해 새로이 측정된 자료는 140점으로 총 966점이다. 측정의 고도는 삼각측량과 고도계, 그리고 GPS에 의해 측정되었으며, 중력 측정기는 Lacoste & Romberg gravimeter(G 200)이다. 측정된 중력치는 경북대학교 캠퍼스내의 중력기점(979815.957 mgal)을 이용하여 절대중력치로 환산하였다. 기존의 자료들은 주로 도로를 따라 측정된 것으로서 일부 산악지역에 대한 자료는 빈약하다고 볼 수 있다. 그러나, 새로이 측정된 중력자료는 팔공산 및 인근 지역의 자료가 빈약한 부분에서 주로 측정되었으므로 연구지역에서의 자료는 비교적 조밀, 균등하게 분포한

다. 측정시기가 다른 기존 자료간의 오차를 알아보기 위해 거리가 수 m 이내인 자료를 검색하여 비교하였을 때 대부분이 0.7 mgal 이내의 차이를 보였다(제일영, 1998; 김원균, 1999). 본 연구지역은 비교적 광역적이며 팔공산 화강암지역에 대한 측점은 새로이 측정된 자료가 대부분이므로 이러한 자료간의 오차가 해석에 크게 영향을 미치지 않을 것으로 판단되어 별다른 처리과정없이 자료를 통합하여 사용하였다(Fig. 3).

4.2. 파워스펙트럼 분석

본 연구에서는 지하의 밀도 불연속면의 평균심도를

구하기 위하여 부계 중력이상을 이용하여 주파수 영역에서의 스펙트럼 분석에 의해 절단주파수를 결정하고, 결정된 파수를 이용한 파워스펙트럼 분석을 실시하였다. Fig. 4는 부계 중력이상 자료를 이용하여 지하에 존재하는 밀도 불연속면의 평균심도를 구하기 위하여 부계 중력 이상 전체를 푸리에 급수로 전개하여 구한 파워스펙트럼이다. Fig. 4의 종축은 공간파수(kr)이고, 횡축은 파워스펙트럼의 자연대수값으로서, 공간파수에 대한 자료의 파워분포로 밀도경계면의 평균심도를 구할 수 있다. 파워스펙트럼의 고주파에서는 파수에 대한 파워의 산란이 큰데, 이는 지하 천부에 존재하는 밀도 이상체에 의한 효과와 자료가 갖는 잡음의 중첩

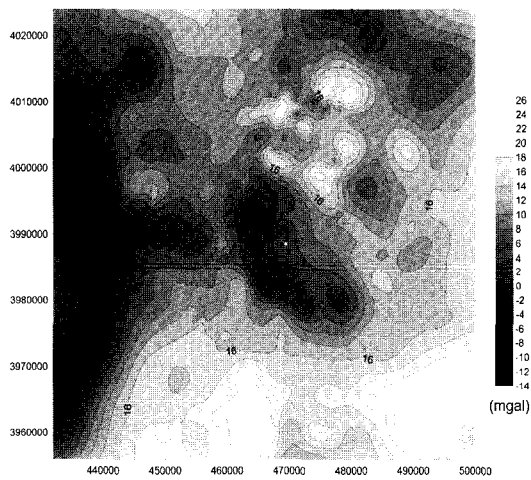


Fig. 3. Bouguer gravity anomalies in the study area.

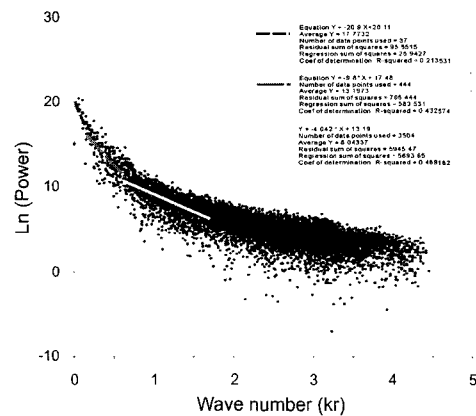


Fig. 4. 2-dimensional power spectrum of Bouguer gravity anomaly in the study area.

Table 1. Rock densities in and around the Gyrongsang basin.

Rock Type	Density(g/cm ³)		Reference
	Range	This study	
Crust			Worzel and SHurbet(1955)
Basault layer	2.90		Bott(1982)
Granitic layer	2.67	2.67	Min and Kim(1987)
Kyeongsang Basin			
Basement			
- Granitic Gneiss	2.51-2.60	2.59	Ahn et al.(1971)
- Jurassic Granite	2.60	2.60	Min and Kim(1987)
Sedimentary rocks		2.64	
- Sandstone	2.30-2.75		Ahn et al.(1971)
- Shale	2.30-2.77		Ahn et al.(1971)
- Conglomerate	2.53-2.60		Ahn et al.(1971)
- Tuff	3.10-3.17		Ahn et al.(1971)
Intursives & Extr.			
- Granite	2.51-2.64	2.57-2.58	Ahn et al.(1971)
- Andesite & Rhyolite	2.54-2.61	2.54	Ahn et al.(1971)
Fracture Zone	1.5-2.5	2.3-2.5	Min and Kim(1987)

에 의한 것으로 해석된다.

부계 중력자료를 이용한 한반도의 지각구조에 대한 기존의 연구에서, 최광선(1995)은 콘라드면의 깊이는 평균 11 km이고, 전정수(1995)는 밀양분지에서의 중, 자력자료의 파워스펙트럼분석을 통해 최저 파수에 시작되는 창 의 범위를 0.05씩 증가시키면서 구한 밀도 경계

면의 심도는 31.3 km, 14.4 km, 6.3 km에서 각각 밀도 불연속면이 존재한다고 하였다. 본 연구지역에 대한 밀도 불연속면의 심도를 김원균(1999)은 각각 12.57 km와 4.75 km라고 하였고 제일영(1998)은 11.1 km, 5.7 km, 2.5 km라고 하였다. 본 연구결과 파수에 대한 스펙트럼 분석에 의해 결정된 절단주파수는 각각 0.165, 0.615

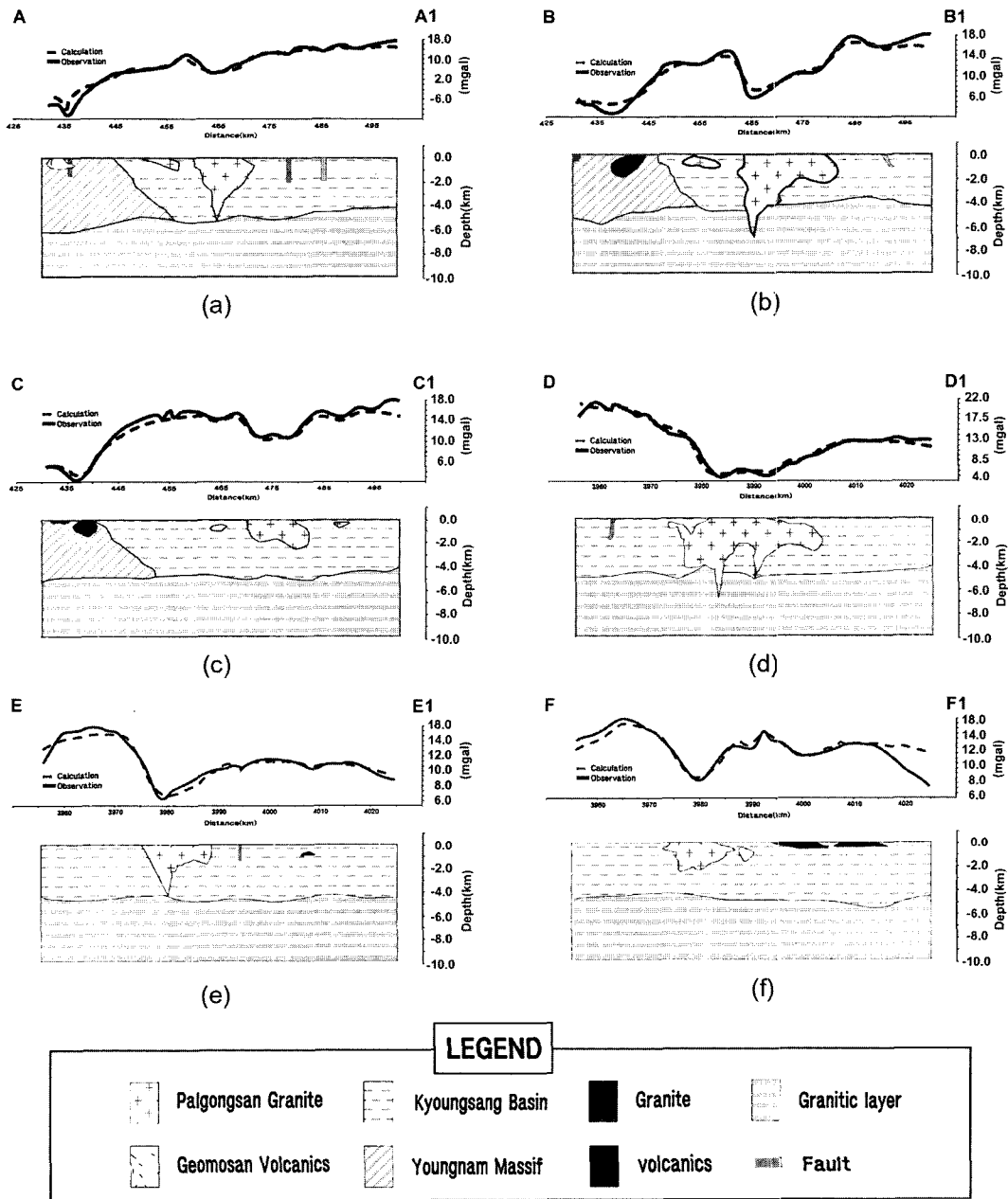


Fig. 5. 2.5-Dimensional model obtained from gravity effect along profiles of AA1(a), BB1(b), CC1(c), DD1(d), EE1(e) and FF1(f) in Fig. 1.

및 1.6이며, 0.165의 절단파수에 의한 심도는 10.45 km이고, 절단파수 0.615에 의한 심도는 4.9 km이며, 절단파수 1.6에 의한 심도는 2.02 km이다.

4.3. 2.5차원 모델링

팔공산화강암체의 지하 분포양상 및 지하구조에 대한 정량적인 해석을 위해 부계 중력 이상값에서 광역 중력 이상값을 제거한 잔여 중력 이상을 이용하여 GRAVMAG 프로그램을 사용하여 2.5차원 모델링을 실시하였다. 모델에 사용된 밀도는 Table 1과 같다.

파워스펙트럼 분석을 통하여 구한 기반암의 평균심도와 지질도상에 나타난 단층의 위치 등을 기초로 하여 초기 지하구조 모델을 설정한 후, 계산된 부계 중력 이상값이 측정된 부계 중력 이상값에 유사해질 때까지 모델을 수정해 가면서 반복 계산하였다.

Fig. 5는 AA1, BB1, CC1, 및 DD1 측선 하부의 지하 모델링 결과이다. 각각의 측선은 고주파 성분까지 모두 포함하는 절단파수를 결정하여 분지기반암의 경계와 팔공산화강암체의 분포양상, 그리고 천부 지층 경계 및 단층에 의한 영향까지 유추하였다.

모델링 결과에서 측선 AA1의 중앙을 기준으로 동쪽으로 12 km지점과 20 km지점에서 부계 중력 이상 곡선이 “V”형으로 갑자기 떨어지는데, 이는 각각 신령단층과 노고산 환상단층으로 해석되며, 측선 서쪽의 금오산 화산암류 부근에서 금오산의 북서쪽에서 확인된 단층이 금오산의 남동쪽으로 연장됨이 발견되었다. AA1 측선 서쪽의 금오산화강암류는 그 심도가 약 1 km로 추정되며, 이 측선 하부에서 팔공산화강암체의 심도는 약 5 km로 추정할 수 있다. 팔공산화강암체의 최대심도는 BB1 측선 하부에서 나타나며 약 7 km로 추정되며, 측선 BB1 하부의 모델링을 통해 중앙을 기준으로 서쪽으로 10 km 부근에서 AA1측선 원편의 팔공산화강암체와 연결되는 팔공산화강암체가 천부 지하에 분포함을 추정하였다. 또한, CC1 측선과 BB1 측선에서 팔공산화강암 분포지역으로부터 동쪽으로 갈수록 부계 중력 이상값이 높아지다가 갑자기 약간 떨어지는 구역이 나타나는데, 이러한 이상분포로부터 화강암 모암을 중심으로 크기가 작은 불국사화강암류가 천부에 존재하는 것을 유추할 수 있다. 측선 DD1의 남단으로부터 약 7 km 지점에서 단층이 발견된다. DD1 측선 하부에서는 팔공산화강암체의 최대심도가 약 7 km가 되는 것을 추정할 수 있으며, 이로부터 BB1 측선과 DD1 측선이 교차하는 지점에서 모델에 의해 추정된 심도가 7 km 정도로 거의 일치함을 알 수 있다. 측선 EE1의

중앙을 기준으로 북단 5 km 지점에서 갑자기 낮아지는 부계 중력 이상은 신령단층으로 해석된다. 또한, 측선 FF1를 통해 팔공산화강암체 주변의 천부지역에 작은 화강암체들이 관입해 있음을 알 수 있다.

4.4. 3차원 해석

2.5차원 모델링을 통해 계산된 결과를 기초로 하고 Spline 보간법을 이용하여 팔공산화강암체의 양상을 3차원적으로 해석하였다. Fig. 6은 각각 부계 중력 이상과 이에 따른 2.5차원 모델링을 통하여 구한 값들을 이용한 팔공산화강암체의 지하 분포양상을 추정하여 각기 다른 각도에서 나타낸 그림이다. Fig. 6으로부터 팔공산화강암체의 뿌리가 팔공산화강암체를 중심으로 남서쪽에 위치함을 유추할 수 있다. 이는 팔공산화강암체의 뿌리가 지표상의 중심보다 남서쪽에 있다는 김원균(1999)의 해석 결과와도 일치한다. 팔공산화강암체 본체의 원편에 독립적으로 존재하는 작은 화강암체는 관입당시에는 본래 본체의 일부분이었다가 후에 점차 떨어져 나갔을 것으로 유추할 수 있으나 모델링을 통해서 그 연결성을 확인하기 어렵다. 연구지역의 전체

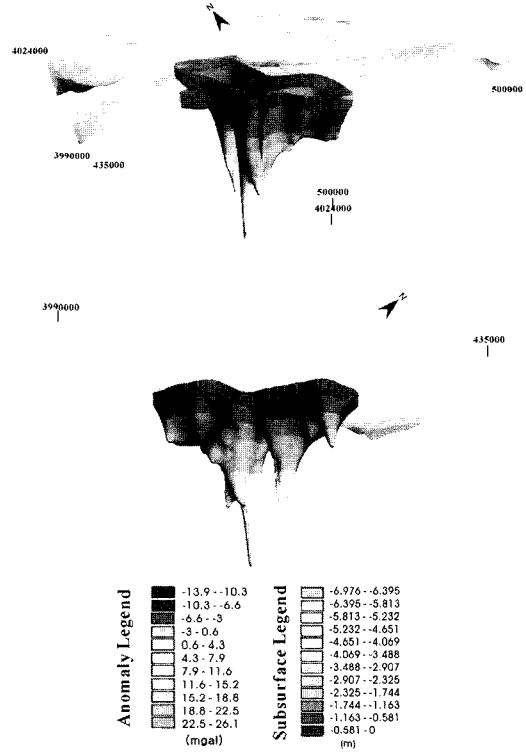


Fig. 6. Gravity anomaly and 3-dimensional subsurface distribution of Palgongsan granite combined from 2.5-dimensiona modeling by spline method.

면적은 4,624 km²이며, 3차원적인 팔공산화강암체의 분포 양상으로부터 계산한 부피는 약 31.211 km³이다.

5. 결 론

의성소분지의 남부와 밀양소분지의 북부에 해당되는 본 연구지역의 중력자료는 기존의 자료와 새로이 측정된 자료의 추가로 인해 저지대와 고지대 및 모든 방향으로 골고루 분포하고 있어, 이들로부터 구한 부계 중력 이상은 이 지역의 지질 및 지질구조를 대체로 잘 반영하고 있다.

부계 중력 이상으로부터 파워스펙트럼 분석에 의한 연구지역 하부에 존재하는 밀도 불연속면의 심도는 약 10.45 km, 4.9 km, 2.02 km이고, 이들은 각각 콘라드면, 분지기반암 경계면, 천부지질구조로 해석된다. 밀도경계면의 심도변화로 기인하는 중력효과의 분리를 위해 주파수영역에서의 필터링으로 광역 중력 이상과 잔여 중력 이상을 분리하였으며, 광역 중력 이상은 콘라드면 이하의 영향으로 장주기의 이상값을 갖으며, 잔여 중력 이상은 기반암과 천부의 이상체 영향으로 단주기의 특성을 갖는다.

팔공산화강암체 분포 지역과 연구지역 서쪽인 영남육괴 지역에서 낮은 부계 중력 이상 분포를 나타내는데 이는 팔공산화강암류나 영남육괴 구성암류가 경상분지의 퇴적암류보다 낮은 밀도에 의한 영향으로 해석된다.

측선 AA1의 중앙을 기준으로 동쪽으로 12 km 지점과 20 km 지점에서 신령단층과 노고산 환상단층이 나타나며, 측선 BB1 하부의 모델링을 통해 중앙을 기준으로 서쪽으로 10 km 부근에서 AA1측선 원편의 팔공산화강암체와 연결되는 팔공산화강암체가 천부 지하에 분포함을 추정하였다. 또한 측선 DD1의 남단으로부터 약 7 km 지점에서 단층이 발견되며, 측선 AA1과 교차되는 지점에서 팔공산화강암체의 심도가 7 km로 거의 일치하였다. 측선 EE1의 중앙을 기준으로 북단 5 km 지점에서 갑자기 낮아지는 부계 중력 이상은 신령단층으로 해석된다.

3차원 해석결과 팔공산화강암체의 심도는 연구지역의 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 감소하며, 팔공산화강암체의 뿌리가 팔공산화강암체의 지표 분포의 중심으로 부터 남서쪽에 위치함을 알 수 있다. 모델링을 통해 팔

공산화강암체의 두 곳에서 뾰족하게 심도가 깊게 나타나는데, 이들의 심도는 측선 AA1에서 약 5.3 km이고 측선 BB1에서 최대심도인 약 7 km이다. 최대심도의 위치는 UTM좌표로 465,000 mE, 3,990,000 mN 지역이다. 3차원 해석을 통해 계산된 본 연구지역 팔공산화강암체의 전체부피는 약 31.211 km³으로 추정된다.

참고문헌

- 김원균 (1999) 의성분지의 지질 및 지구조 연구. 중력, 자력, 위성영상 및 수치지도 자료의 해석과 GIS를 이용한 종합 분석. 연세대학교 박사학위 논문, pp. 152.
- 대한지질학회 (1998) 한국의 지질. 시그마프레스, p. 237-253.
- 민경덕, 김정우 (1987) 중력탐사에 의한 마산-부산간의 지구조 연구. 광산지질, 20권, p. 203-209.
- 안은식, 유공열, 문인연, 김원식 (1971) 한반도 동남부 암석의 물리적 성질 측정 보고서. 지질광상 조사보고 제 12호, 국립 지질 조사소, p. 43-53.
- 엄상호, 최현일, 손진담, 오재호, 광영훈, 신성진, 윤현수 (1983) 경상분지에서의 경상층군의 지질학적 및 지화학적 연구. KIER Bull., 36, pp. 124.
- 장기홍 (1977) 경상분지 상부중생계의 층서퇴적 및 지구조, 지질학회지, 14권, p. 76-90.
- 장기홍 (1988) 경상분지 백악기 층서와 고수류 해석. 지질학회지, 24권, p. 194-205.
- 장기홍, 박순욱 (1997) 경상분지 중앙부의 구조발달사와 화산활동사. 자원환경지질 30권, p. 143-151.
- 전정수 (1995) 경상분지 남부지역(밀양소분지)의 지질구조에 관한 지구물리학적 연구. 연세대학교 지질학과 박사논문.
- 제일영 (1998) 중력자료를 이용한 의성분지의 지구조 연구. 연세대학교 석사학위 논문, pp. 73.
- 최광선 (1995) 지구중력장 분포 및 우주환경에 관한 연구, ATRC-408-940877.
- 최현일 (1985) 백악기 경상분지의 퇴적과 그의 층서분류와의 연관성. 지질학회지, 21권, p. 26-37.
- 황재하 (1992) 경상분지 고응력장 복원 및 구조운동사: 고령읍 부근의 경우, 지질학회지, 28권, p. 471-482.
- 황재하 (1994) 백악기초 이후 한반도 남동부에 작용한 고응력 복원. 지질학회지, 30권, p. 27-34.
- Bott, M.H.P. (1982) The interior of the earth ; its structure, constitution and evolution, 2nd(ed.), Edward Arnold, p. 30-86.
- Talwani, M. (1973) Computer usage in the computation of gravity anomalies. John Wiley & Sons, p. 31-115.
- Tomoda, Y. (1960) Thickness of the earth's crust from Bouguer anomaly statistics. Jour. Geod. Soc. Japan, v. 6, p.47-56.
- Worzel, J.L. and Shurbet, G.L. (1955) Gravity anomalies at continental margins. Proc. Nat. Acad. Sci., v. 41, p. 458.

2003년 7월 5일 원고접수, 2003년 8월 11일 게재승인.