

풍암퇴적분지 내 시추공 PABH1에서의 물리검층에 의한 암상의 판정 Lithology Determination by Log Analysis from a Borehole-PABH1 in the Pungam Sedimentary Basin

김 영 화 (Yeonghwa Kim)
장 승 익 (Seung Ik Jang)

강원대학교 자연과학대학 지구물리학과
강원대학교 자연과학대학 지구물리학과

요약 / ABSTRACT

강원도 홍천군 서석면 일대에 발달하고 있는 풍암퇴적분지 내에 위치한 시험시추공 PABH1에서 실시된 시추결과에 대한 암상판정과 동 퇴적분지의 구성암에 대한 물성반응의 특성을 확인하기 위하여 코어관찰과 코어의 물성측정, 그리고 지구물리검층을 실시하고 그 결과를 종합분석하였다. 시추공의 64미터와 124미터 구간에 걸쳐 정밀 코어관찰을 실시하고 11개 암상군으로 분류하였다. 코어 관찰결과 구분된 11개 그룹의 코어시료에 대하여 비저항, 자연감마 및 밀도를 측정하고 그 결과를 분석하였다. 지구물리검층 또한 비저항과 밀도, 자연감마곡선을 중점적으로 분석하여 암상판정을 시도하였다. 지구물리검층과 코어물성측정의 결과에서 각 암상별로 특징적인 물성분포가 얻어졌으며 검층곡선만의 분석에 의해서도 암상의 구분이 충분히 가능할 수 있음을 보였다. 특히 이 지역에서의 조립질퇴적암과 세립질퇴적암, 그리고 퇴적기반인 화강편마암의 물성반응이 가장 현저하여 검층 해석에서 좋은 열쇄층의 역할을 할 수 있는 것으로 나타났다.

Suite of log analysis techniques consisting of geophysical well log, geological core log, and physical core log have been made to understand the well log responses and to determine the lithology of a test borehole-PABH1 located in Pungam sedimentary basin, Sosok, Hongchon-gun, Kangwon Province. Geological core logging has been precisely made over the cores taken between 64 and 124 meters, and 11 groups of rock types were deduced. Using the core samples divided by 11 groups, geophysical property measurements consisting of resistivity, natural gamma and density were made. Each rock group in the area is shown to have its characteristic physical response from geophysical well log and geophysical core logs. The outstanding physical responses particularly shown from siltstone, coarse sandstone to conglomerate, and granitic gneiss in the area were effectively used as keybeds in correlating the geophysical well logs to the result of geological core logs.

서 언

지구물리검층은 시추공에서의 연속적인 물성 자료들을 제공하므로써 암상, 지층두께, 풍화정도, 대수층의 연속성, 지하수의 근원과 수질특성 및 공극 내 유체 정보들을 제공하는 매우 효과적인 조사방법이다. 지구물리검층은 무엇보다도 높은 해상도의 연속적인 많은 자료를 신속하게 얻을 수 있으며, 코어검층에 비하여 큰 조사범위(volume of investigation)를 가지며 조사자의 주관적인 판단에 의한 그릇된 해석의 가능성이 배제될 수 있어, 객관적이고 정량적인 자료를 제공한다는 큰 장점을 가지고 있다.

그러나 검층반응이 각 암상에 대한 유일반응(unique response)이 되지 못하며(Keys, 1989), 경우에 따라서는 동일 퇴적분지 내에서도 특정 환경에 대한 반응양상이 달리 나타날 수가 있어 이것이 자주 검층해석 오류의 원인이 되고 있다. 임의의 지질지역에서 행해진 검층의 보정 및 해석이 다른 지역에서는 적용이 곤란한 경우가 자주 있으며, 암석 구조에서의 작은 변화가 검층 결과에서의 큰 변화요인이 될 수도 있다. 검층반응이 유일반응이 아니라는 사실은 검층결과의 해석이 필수적으로 다른 source로부터 획득된 자료들과 비교 분석되어야 함을 의미하고 있다. 또한 검층해석을 위한 많은 방정식과 물성값을 제공하는 많은 chart(Schlumberger, 1991)가 있음에도 불구하고 물리검층 반응에 미치는 많은 영향요인들이 아직 완전하게 이해되지 못하고 있다. 더욱이 토목지질학이나 지하수 분야에서의 검층활용(Jones and Buford, 1951; Guyod, 1966; Keys, 1989)은 그 역사가 짧고 경험과 인력, 자료의 부족을 겪고 있으며 대부분 석유 분야로부터 발전된 경험과 실험식에 의존하고 있는 형편이다.

이러한 관점에서 이 연구에서는 경상계 퇴적분지의 하나인 풍암분지 내에서 시험시추와 지구물리검층 및 코어분석연구 등 동지역에서의 암상관정을 위한 종합적인 비교 분석 연구를 실시하므로써 풍암분지의 구성암상에 대한 물성학적 특성 규명과 향후 효과적인 물리검층 해석을 위한 기초자료를 수집하고 아울러 비슷한 지질환경 지역에서의 검층 해석을 위한 효과적인 기준 마련을 도모하였다.

일 반 지 질

시험시추공은 중생대 백악기에 형성된 것으로 판단되는 경상계 소퇴적분지의 하나인 풍암분지 속에 위치하고 있다(Fig. 1). 주변의 지질은 편마암과 화강암, 안산암, 그리고 각종 퇴적암류 및 암맥 등 다양한 분포를 보이고 있다(강필종과 진명식, 1972). 편마암은 호상편마암을 비롯한 여러 종류로 구성되어 있으며 대체로 엽리 및 편리의 발달이 양호한 편이다. 화강암류는 흑운모화강암과 반상화강암의 형태로 나타나고 있으며 산성암맥에 의하여 관입된 흔적이 자주 발견된다. 안산암은 은미정질 안산암, 안산반암 또는 각력질안산암의 형태로 녹회색 또는 암자색을 띠고 있으며 심한 규화작용의 흔적이 보인다. 중생대 백악기의 것으로 알려지고 있는 퇴적암은 적색, 회색, 회녹색의 다양한 칼라에 역암에서 이암에 이르는 다양한 입도 분포를 보이며, 입자크기, 퇴적구조 등에 따라 12개(Cheong and Kim, 1997) 또는 13개의 퇴적상(김경희, 1998)으로 세분되고 있다. PABH1 시추공의 약 200미터 서북쪽에 N53E에서 N35E 주향의 단층이 관통하고 있으며 이 단층에 평행한 여러 개의 소규모 단층의 존재도 확인되고 있다(김현규, 1998). 이 단층은 경사가 큰 좌수향주향이동 단층대로 알려지고 있으며(이회권, 1997), 주변 퇴적암의 주향은 대체로 북동방향에 15~35도 북서 내지 서측의 경사를 보인다.

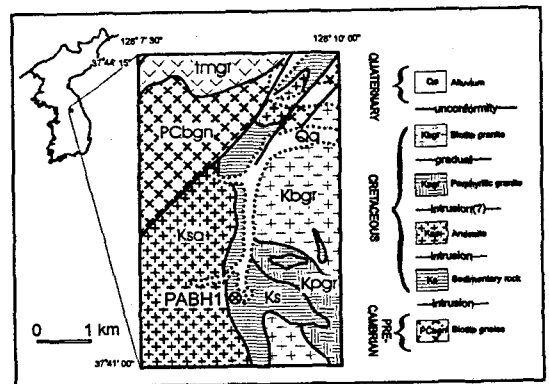


Fig. 1. Geologic map and location of the test borehole PABH1.

연구 방법

본 연구에서는 시추공에서의 지질발달 상태, 특히 암상판정에 관련된 제반 관심사를 해결하기 위하여 시추조사에 이은 코어관찰과 물리검층 그리고 코어시료에 대한 물성반응특성 연구를 실시하고 이들 결과를 종합하는 방법을 적용하였다. 시추는 NQ규격의 와이어라인 시추(공경 75.8mm)로 다이 어몬드 비트와 겹코어바렐(double tube core barrel)을 사용하여 이루어졌으며 일부 파쇄대 구간을 제외하고는 거의 100%의 코어회수율이 얻어졌다. 코어관찰은 암석의 육안적인 특징과 현미경관찰을 근거로 이루어졌으며 전체 11개의 암상형태로 구분되었다. 아울러 코어시료에 대한 사진 촬영작업과 코어스캔 작업을 수행하여 코어자료에 대한 초기 암상 상태 유지와 객관적 암상구분에 노력하였다.

구성암석의 물성반응특성 연구는 코어시료에서의 밀도, 전기비저항, 자연감마를 대상으로 하였다. 시료의 선정은 별도의 시편 성형작업이 필요하지 아니한 자연감마의 경우, 50cm 내외의 샘플링 간격이 적용되었으며 시편성형 작업이 필요한 밀도와 전기비저항측정에서는 1~2미터의 샘플링 간격이 유지되었다. 시편성형은 코어절단기와 표면 연삭장치에 의해 이루어졌으며 0.02mm 이내의 수평 평면도가 유지되었다. 코어시료의 자연감마측정에는 GRS-500 Differential Gamma Ray Spectrometer (EDA Instrument Inc.)가 사용되었으며, 주변방사능 영향으로부터 보다 신뢰성 있는 데이터를 획득하기 위해 3mm 두께의 납판으로 된 차폐장치 속에서 측정이 이루어졌다. 감마측정은 400KeV이상의 감마선을 측정 대상으로 하고 한 시료에 대하여 지속시간 10초에 5회 평균값을 취하였으며, 측정자료는 연속적인 배치치 측정을 통하여 보정되었다. 전기비저항 측정은 시료를 진공펌프와 수중에서 3주 이상 포화시킨 후 실시하였으며 장비는 Wheatstone Bridge(Yokogawa Electric Works, Ltd.)를 사용하였다. 밀도측정은 전기비저항측정과 연계하여 수침법으로 구해졌으며 건조중량은 섭씨 60도와 진공 상태에서 70시간 이상 건조 후 측정되었다.

물리검층은 영국 Geologging Limited의 Portalog

III System을 사용하여 소정의 검층과정에 따라 자료획득이 이루어졌다(장승익, 1998). 검층자료의 merge와 자료보정작업 등 물리검층 자료의 처리는 PCL2를 사용하여 수행되었으며 그래픽작업 및 자료편집작업은 LOGCAD Version 2.6(Robertson Geologging Ltd., 1995)이 사용되었다. 현장검층자료는 이동평균법(Moving Average Method)을 이용하여 필터링을 수행하였다.

코어관찰 결과

시험 시추공의 지질구성은 화강편마암의 기반 위에 이암, 역암, 사암의 복잡한 호층으로 구성되는 정상계퇴적암이 발달하고 있으며 퇴적암 사이에 화산암의 관입 내지 분출의 흔적이 인지되고 있는 등 매우 다양한 지질 구성을 보인다. Fig. 2에서는 본

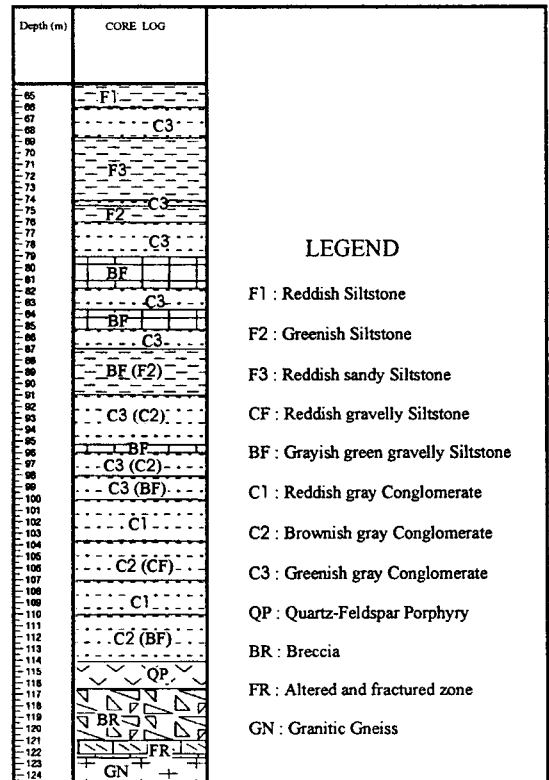


Fig. 2. The result of geological core log with 11 groups of rock type in the area.

연구에서의 대상 구간인 64미터와 124미터 사이의 지질주상도를 보여주고 있다. 코어시료의 육안관찰 결과로부터 만들어진 실험시추공의 지질구성은 114미터를 개략적인 경계로 상부의 경상계퇴적암층과 하부의 결정질암으로 크게 구분되며 122미터 부근에 퇴적분지의 기반이 존재하는 것으로 나타나고 있다.

상부 퇴적암층은 74미터와 91미터를 경계로 암상을 달리하고 있다. 심도 64미터에서 74미터까지는 적색의 이암(F1) 내지 사질이암(F3)으로 주로 구성되어 있으며 부분적으로 회갈색 내지 녹회색 역암(C3)이 협재되고 있다. 74~91미터 구간에는 상부의 적색퇴적암과 뚜렷이 구분되는 녹회색의 색조가 특징적인 세립질과 조립질퇴적암의 호층대로서 녹회색의 역암(C3)과 회녹색역질이암 내지 이암(BF 또는 F2)으로 구성되어 있다. 91미터에서 114미터 사이는 전반적으로 조립질 퇴적암이 우세한 구간으로 녹회색역암(C3), 회갈색역암(C2) 또는 적회색역암(C1)이 주로 발달하고 있으나 역질이암(CF) 또는 사질이암(BF)이 협재되고 있으며 특히

하부로 옅어감에 따라 점차 세립화 경향을 보이면서 박층의 이암이 자주 협재되고 있다. 녹회색이 전반적인 색조를 대표하고 있으며 분급이 불량한 편이고 화산활동의 영향이 상대적으로 큰 구간일 가능성이 크다.

114미터에서 122미터 사이의 구간은 석영장석반암(QP)과 변질 사암류 또는 각력암(BR)이 나타나며 화성활동에 의한 변질의 영향을 가장 많이 받은 구간으로 판단되어 관입변질대로 판단되었다. 심도 122미터 이하의 최하부층은 화강암질 편마암이며 소규모의 경상계퇴적분지인 풍암퇴적분지의 퇴적기반으로 판단되고 있다. 이 구간 역시 상부에서 심한 파쇄의 흔적이 나타나고 있다.

코어물성의 반응특성

자연감마, 비저항 및 밀도에 대한 코어물성 측정 결과는 Fig. 3과 Table 1에 제시되었다. Fig. 3은 물성측정 결과를 11개 그룹의 암상으로 구분하여 물성값의 범위를 도시한 것이며 Table 1은 이들 그

Table 1. Physical properties of each rock type deduced from core samples from borehole PABH1.

Rock Type	Classification	Physical Properties			Abbreviation
		Natural Gamma	Density	Resistivity	
Reddish Siltstone	F1	High	High	Low	Gh Dh Rl
Greenish Siltstone	F2	High	High	Low	Gh Dh Rl
Reddish sandy Siltstone	F3	High	Medium- High	Low	Gh Dm-h Rl
Reddish gravelly Siltstone	CF	Medium	Medium	Medium	Gm Dm Rm
Grayish green gravelly Siltstone	BF	Medium	Medium	Medium	Gm Dm Rm
Reddish gray Conglomerate	C1	Low	Low - Medium	Medium- High	Gl Dl-m Rm-h
Brownish gray Conglomerate	C2	Medium	Low	Medium- High	Gm Dl Rm-h
Greenish gray Conglomerate	C3	Low	Low	High	Gl Dl Rh
Quartz-Feldspar Porphyry	QP	High	Medium	Medium- High	Gh Dm Rm-h
Breccia	BR	Medium - High	Low	High	Gm-h Dl Rh
Granitic Gneiss	GN	High	Low	Very High	Gh Dl Rvh

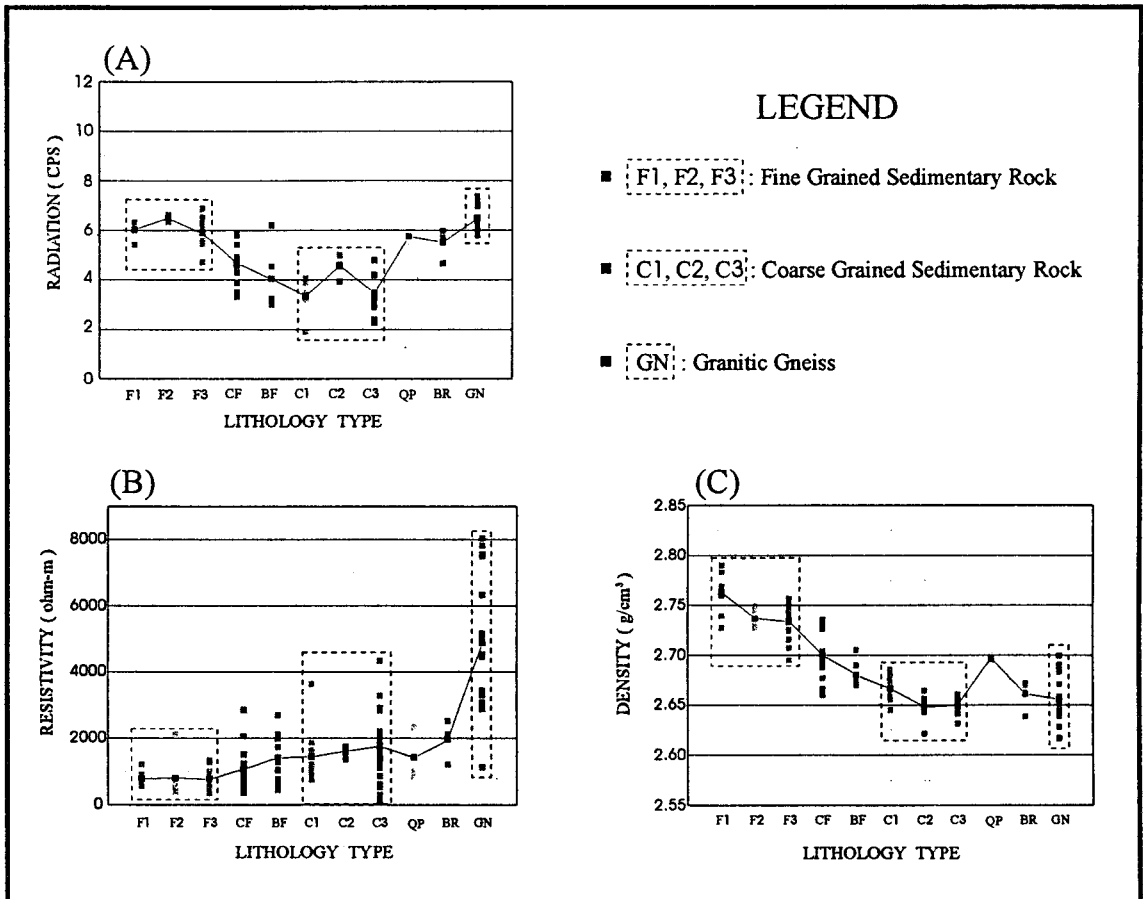


Fig. 3. Natural gamma(A), Resistivity(B) and Density(C) responses obtained from core analyses.

룹간의 상대적인 물성반응 특성을 도표화한 것이다. 암상간에는 물성적으로 차이가 거의 없는 경우와 약간의 물성차가 존재하는 경우, 현저한 물성차가 존재하는 경우가 혼재하고 있다. 적색이암(F1)과 녹색이암(F2)이 암상간에 전혀 물성적으로 차이가 없는 경우이며 현저한 물성차가 존재하는 대표적인 경우에는 퇴적암 중에서의 세립질(이암)과 조립질(역암), 그리고 퇴적기반에 해당되는 화강편마암의 세 그룹으로서 물성값에 의하여 독자적으로 암상을 구분할 수 있는 기준이 되고 있다. 나머지 대부분의 경우는 Table 1에서 제시된 바와 같이 물성의 종류별로 약간의 물성차가 존재하고 있음을 보인다.

자연감마 측정결과(Fig. 3A)에서는 세립질퇴적암

에 속하는 F1, F2, F3그룹에서 높은 방사능 값을 보이는 반면에 조립질퇴적암에 속하는 C1, C2, C3 그룹에서 낮은 값을, 그리고 퇴적분지의 기반에 속하는 GN그룹에서 높은 방사능값을 나타내고 있다. 비저항반응의 특성(Fig. 3B)은 이암상에서의 상대적인 저비저항(평균 800 ohm-m 이하)과 사암, 역암 상에서의 상대적인 고비저항(평균 1400~1700 ohm-m), 그리고 화강편마암에서의 현저한 고비저항(평균 2000 ohm-m 이상)으로 특징 지워진다. 밀도반응((Fig. 3C)에 있어서는 세립질퇴적암그룹에서의 높은 밀도값(평균 2.74g/cm³)과 조립질퇴적암그룹에서 낮은 밀도값(평균 2.65g/cm³)이 특징적으로 백악기 퇴적분지 내에서의 이암상 퇴적암이 결정질 암 보다 월등히 높은 밀도값이 나타나고 있다.

물리검층 반응특성

암상판정에 이용된 짧은이극법 전기비저항검층(이하 SHN), 자연감마검층, 감마감마검층 및 밀도곡선이 Fig. 4에 제시되어있다. 비저항곡선의 형태는 풍화나 파쇄에 의한 영향이 중첩되어 매우 복잡하나 대체로 SHN곡선에서 800 ohm-m 이하의 낮은 비저항값이 이암을 중심으로한 세립질퇴적암층을, 800~1600 ohm-m의 높은 비저항값이 조립질퇴적암층인 사암 내지 역암층을, 그리고 2000 ohm-m 이상의 높은 비저항이 화강편마암의 존재를 대표하면서 서로 구분 또한 용이하여 물리검층 해석에 있어서 열쇄층 역할을 하고 있다.

감마곡선의 특징은 약 90미터 심도를 기준으로 상부 구간에서 130 cps이상의 고감마와 95 cps 이하 저감마의 반복이 특징적인 반면에 하부구간에서는 95cps와 130cps 범위내의 값으로 복잡한 곡선형태를 보이다가 시추공 하부에서 120 cps 이상으로 다시 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 경향은 코어 감마측정과 코어로깅의 결과들과 비교할 때 세립질퇴적암인 이암구간에서 높은 방사능 값과 사암 및 역암 구간에서의 낮은 방사능 값, 그리고 퇴적분지의 기반인 화강편마암에서의 높은 감마값으로 특징 지을 수 있다.

감마감마검층의 결과 중에서는 LSD(Long Spaced Density)곡선으로부터 구해진 밀도곡선(DN95)이 해상도는 떨어지나 밀도값 확인이란 의미에서 제시되었으며 BRD(Bed Resolution Density)곡선이 가장 해상도가 좋은 자료로서 암상 대비에 가장 많이 이용되었다. 밀도는 전구간에 걸쳐 2.55~2.8g/cm³의 분포를 보이고 있으며 특히 세립질퇴적암층인 이암상구간에서 높은 밀도값을, 조립질퇴적암층인 사암, 역암층에서 낮은 밀도값을 보이는 것으로 해석된다. 검층곡선들 중에서 밀도값이 높게 나타나는 부분은 대체로 높은 방사능값이 나타나는 구간에 해당되며 저밀도 구간이 저방사능 구간에 대비되는 경향을 보인다. 감마감마 검층곡선에서 나타나는 가장 현저한 현상은 121미터 부근에서 나타나는 상대적 저밀도(평균 2.63g/cm³)값으로서, 이 결과는 이 구간이 파쇄대임을 보이고 있다.

물리검층에서의 물성반응 특성은 코어의 물성반응 특성과 거의 비슷하게 나타났으며 세립질퇴적상에서의 고감마-고밀도-저비저항(Gh-Dh-Rl), 조립질퇴적상에서의 저감마-저밀도-고비저항(Gl-Dl-Rh) 및 화강편마암에서의 고감마-저밀도-고비저항(Gh-Dl-Rvh) 세 그룹이 특히 뚜렷하게 구분되고 있다.

물리검층과 암상의 판정

물리검층반응이 유일반응의 의미를 가지지 못한다는 사실은 시추공 PABH1에 있어서도 예외가 되지 못하였으며 검층곡선 해석에 큰 장애요인이 되고 있다. 그러나 코어회수율이 거의 100%에 달하는 정밀시추와 코어관찰, 코어시료에 대한 물성 측정결과와 종합적 활용에 의하여 시추공 PABH1에 있어서의 물리검층곡선과 암상의 연결이 가능하였으며 그 결과가 Fig. 5에 제시되어 있다.

Fig. 5의 첫번째 트랙(track)에서는 코어물성측정자료와 물리검층자료의 비저항반응특성(Resistivity Response)을 비교하고 있으며 두 번째 트랙에서 코어관찰결과(Core Log)와 지구물리검층(Well Log)의 결과를 비교하고 있다. 두 번째 트랙에서 제시된 코어관찰결과와 지구물리검층 결과의 비교는 특히 세립질퇴적상에서의 고감마-고밀도-저비저항, 조립질퇴적상에서의 저감마-저밀도-고비저항, 그리고 화강편마암에서의 고감마-저밀도-고비저항 특성을 지층대비에서의 열쇄층으로 활용하여 해석한 결과로서 상부에서 1.5 내지 2미터, 그리고 하부에서 3.5미터 내외의 심도차이를 보이고 있다. 한편 코어비저항분포와 비저항검층곡선 사이에서 나타나는 좋은 일치(Fig. 5의 첫 번째 트랙 오른쪽)가 원래의 코어비저항분포(Fig. 5의 첫 번째 트랙 왼쪽)로부터 시추 심도오차를 보정하여 얻어졌으며 그 심도오차의 정도가 두 번째 트랙에서의 코어관찰결과와 물리검층 사이에서 발생한 심도차이와 동일하게 나타난다. 이러한 경향은 자연감마와 밀도 곡선의 경우에도 동일하게 나타나고 있어 신뢰성을 더하고 있다(김영화와 장승익, 1998). 이와같이 물성간의 단순비교결과가 암상과 물성에 기초한 종합분석(Synergistic log analysis) 결과와 동일한 심도정

풍암퇴적분지 내 시추공 PABH1에서의 물리검층에 의한 암상의 판정

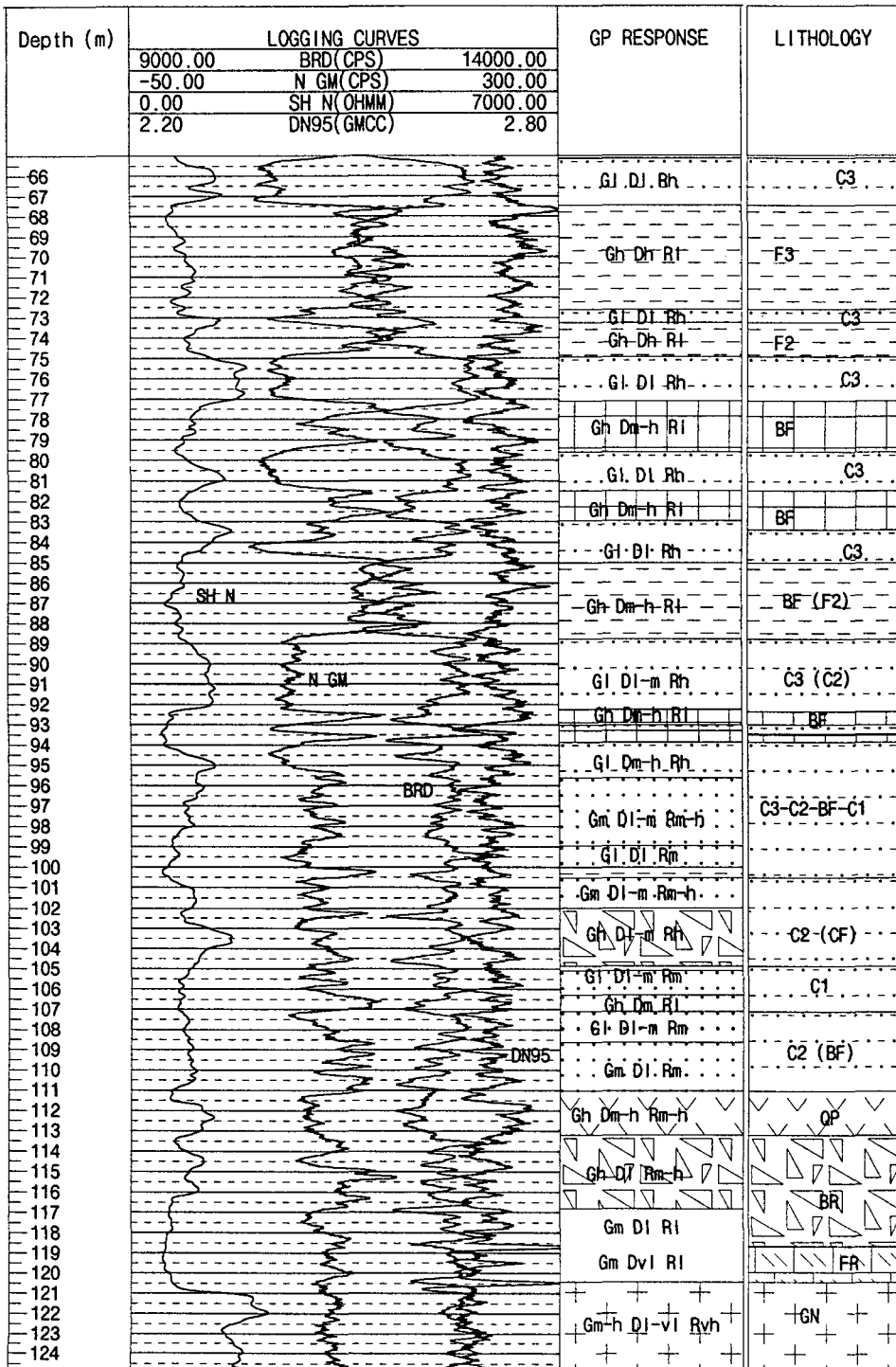


Fig. 4. The typical responses of geophysical well log from the test borehole PABH1.

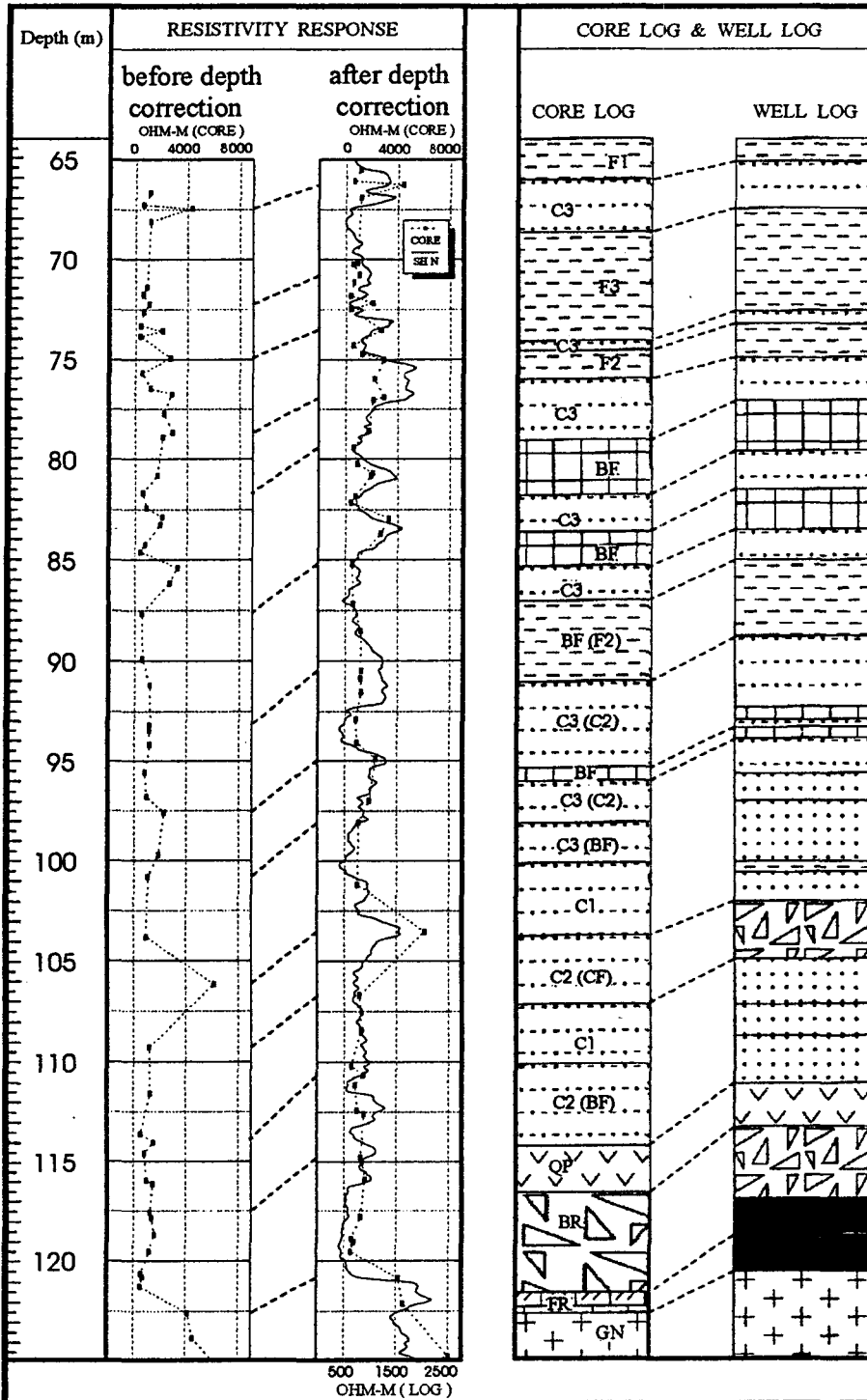


Fig. 5. The result of core log and geophysical well log with the result of depth correction obtained by comparing the core resistivity to short normal resistivity curves.

향을 보이고 있음은 검층종합해석에 의한 암상구분이 합리적임을 지지하는 간접적인 증거라고 판단되고 있다. 시추공 PABH1에서 나타난 코어관찰과 물리검층에서 나타난 심도차이는 시추코어의 심도 부정확에서 기인한 것으로(김영화와 장승익, 1998) 물리검층에서의 심도가 심도기준이 될 수 있는 것으로 밝혀졌으며 그러한 관점에서 Fig. 4에서 제시된 암상판정(Lithology)이 이루어졌다.

물리검층의 결과가 동 지역에서의 물성반응특성과 코어관찰결과, 코어시료의 심도별 물성분포특성 등이 감안되어 만들어졌을 뿐만 아니라, 코어관찰 결과 또한 물리검층의 결과를 감안하여 수정, 보완되었다. 물리검층과 코어관찰의 결과가 매우 유사하게 제시된 사실이 이에 기인되며 매우 높은 코어 회수율 지역에서의 조사효과의 극대화는 충분히 도모된 것으로 판단되고 있다. 이와 같은 방법의 적용은 특히 물성반응이 비교적 확실한 89미터 심도상부와 121미터 하부에서 효과적이었으며 물리검층 해석 결과는 이 구간에서의 지질발달 상태를 정확하게 잘 나타내고 있는 것으로 판단된다. 이에 비하여 89~113 미터 심도 구간에서의 물리검층 결과는 이 구간의 복잡한 암상변화를 표현하기에 충분하다고 볼 수 없는 상태이다. 단지 각력화된 이질

역암 내지 역질사암들이 보이는 감마검층반응으로부터 화산활동의 영향이 상대적으로 심했던 구간으로 예상될 수 있다.

물리검층곡선의 반응특성으로부터 구한 물성값의 분포는 6개 그룹(Table 2)으로 구분하여 나타낼 수 있다. 밀도는 물리검층과 코어물성측정에서 거의 동일하게 나타나면서 좋은 일치를 보인다. 전기비저항의 경우는 물리검층과 코어측정값 모두 비저항 범위의 하한이 일치하나 전반적으로 코어측정값이 물리검층값 보다 높게 나타나는 경향을 보인다. 이 결과는 권병두와 구자학(1983) 및 박삼규와 김희준(1994)의 연구에서 구해진 경상분지 퇴적암의 물성과의 비교가 가능하며 특히 조립질 퇴적암에 비하여 현저히 높게 나타나는 세립질 퇴적암의 고밀도가 주목되고 있다. Table 2의 검층물성은 코어물성(Table 1)의 11개 구분에 비하여 매우 단순화되었으며 이는 무엇보다도 이 지역에서 가장 현저한 암석물성 중의 하나인 감마검층값이 물성값의 표준화 문제로 제외되었음에 기인한다. 따라서 감마검층값을 포함한 암상별 상대적 특성차에 주목하여 구분한 경우에는 8개의 그룹으로 구분이 가능하다(Table 3). 일반적으로 물성값이 암종 외에도 풍화변질의 정도에 크게 영향을 받으며 지층수의 특

Table 2. Density and resistivity distribution obtained from geophysical well log(Log) and core log(Core).

Rock Type	Density (g/cm ³)		Resistivity (ohm-m)	
	Log	Core	Log	Core
Siltstone	2.70 - 2.77	2.73 - 2.78	550 - 750	600 - 900
Sandy Siltstone	2.69 - 2.76	2.72 - 2.76	600 - 800	600 - 1300
Gravelly Siltstone	2.69 - 2.73	2.68 - 2.73	600 - 1200	600 - 2700
Conglomerate	2.68 - 2.71	2.65 - 2.71	1300 - 1600	1200 - 2900
Quartz-Feldspar Porphyry	2.70 - 2.72	2.69 - 2.70	1200 - 1400	1500 - 2300
Granitic Gneiss	2.66 - 2.69	2.64 - 2.69	2000 - 6000	2800 - 7600

Table 3. Geophysical responses expected from the rocks in the Pungam sedimentary basin.

Rock Type	Well Log Responses		
	Natural Gamma	Density	Resistivity
Siltstone	High	High	Low
Sandy Siltstone	High	High	Medium
Gravelly Siltstone	Medium- High	Medium- High	Medium
Conglomerate (red. to br. gray)	Medium	Medium-Low	High
Conglomerate (greenish gray)	Low	Low	High
Quartz-Feldspar Porphyry	Low	Medium- High	Medium- High
Breccia	Medium - High	Low - Medium	Medium-Low
Granitic Gneiss	High	Low	Very High

성 또는 시추공환경에 따라서도 매우 민감하게 영향을 받을 수가 있음을 고려한다면 Table 3이 비슷한 지질지역에서의 향후 검증해석에 있어서 보다 효과적인 참고가 될 것으로 기대된다.

적분지 또는 다른 경상계퇴적분지 지역에서의 넌코어링(non-coring) 시추조사에서도 효과적인 물리검층 해석의 지표가 될 수 있을 것으로 판단된다.

결 언 사 사

물리검층 결과를 올바르게 해석하기 위한 연구의 일환으로 경상계퇴적분지 지질에서의 물리검층의 반응특성을 알아내고 물리검층곡선의 해석에 의한 시추공에서의 암상판정의 결과를 제시하였다. 풍암퇴적분지에서의 구성지질에 대한 물성분포의 특성은 코어시료의 물성측정결과와 물리검층의 결과에서 거의 동일하게 나타났으며 향후 검증해석을 위한 자료로서 도표화하여 제시되었다. 풍암퇴적분지에서 가장 현저한 물성특성으로서는 이암, 조립질 사암 및 역암, 화강편마암의 물성반응으로 각기 고감마-고밀도-저비저항, 저감마-저밀도-고비저항, 고감마-저밀도-고비저항의 형태로 나타난다. 이 물성 반응특성은 동 지역에서의 물리검층 해석에서 매우 효과적인 해석기준이 될 수 있었으며, 향후 풍암퇴

시추시추에서 도움을 주신 인월드건설주식회사의 정사룡사장님과 검층자료 획득과정에서 도와준 강원대학교 지구물리학과 학생들에게 고마움을 표한다. 아울러 코어관찰과정에서 많은 도움을 주신 강원대학교 지질학과 노진환교수와 정대교 교수, 그리고 감마측정기 사용을 허락해 주신 서울대학교 지구과학교육학과의 권병두 교수님께 감사를 드린다. 이 연구는 강원대학교부설 자원개발연구소의 일부지원으로 수행되었다.

참 고 문 헌

강필중, 진명식, 1972, 한국지질도 풍암도폭(1 : 50,000), 국립지질조사소.

- 권병두, 구자학, 1983, 물리검층에 의한 경상계 퇴적암류의 특성연구. 지구과학회지, 4권 1호, 1-8.
- 김경희, 1988, 강원도 홍천군 북부지역 백악기 풍암 퇴적분지 퇴적층의 퇴적학적 연구. 강원대학교, 석사학위논문, 97p.
- 김영화, 장승익, 1998, 물리검층공에서의 심도오차 분석과 보정. 지질공학, 8권1호, 87-98.
- 김현규, 1998, 고해상도 반사법을 이용한 풍암퇴적분지 경계부의 탄성파연구. 강원대학교, 석사학위논문, 69p.
- 박삼규, 김희준, 1994, 거제도지역 지질조사에 대한 물리검층의 적용성. 광산지질, 27권 3호, 289-294.
- 이희권, 1997, 강원도 홍천지역 풍암분지에 대한 구조지질학적 연구, 강원대학교, 12-37.
- 장승익, 1998, 풍암지역 시험시추공에서 수행된 물리검층결과와 종합해석. 강원대학교, 석사학위논문, 71p.
- 정대교, 김경희, 1997, 강원도 홍천 일대의 백악기 풍암분지 퇴적층에 대한 퇴적학적연구, 대한지질학회 학술발표회(요약문), 13p.
- Cheong, D. and Kim, K., 1997, Sedimentary basin analysis of the tectonic-controlled Cretaceous Poongam Basin in mid Korea, Crustal Evolution in Northeast Asia: Proceeding on 4th Korea-China Joint Geology Symposium, The Research Institute for Development of Earth Resources, Kangwon National University, 133-139.
- Guyod, Hubert, 1966, Interpretation of electric and gamma ray logs in the water wells : The Log Analyst, v.6, no.5, 29-44.
- Jones, P.H., and Buford, T.B., 1951, Electric logging applied to ground-water exploration. Geophysics, v.16, no.1, 115-139.
- Keys, W. S., 1989, Borehole Geophysics applied to groundwater investigations, National Water Well Association. 313p.
- Schlumberger Educational Services, 1991, Log Interpretation Principles/Applications, 3rd ed, Schlumberger Ltd. 13-19p.
- Robertson Geologging Ltd., 1995, LogCAD Version 2.6 Introduction and user guide. Digital Geologging Systems and Services, 26p.

김영화, 장승익
 강원대학교 자연과학대학 지구물리학과
 200-701 강원도 춘천시 효자동
 Tel : 0361-250-8582
 Fax : 0361-244-8580
 Email : yhkim@cc.kangwon.ac.kr
 Dept. of Geophysics, Kangwon National
 University, Chuncheon, Kangwondo 200-701 Korea