

## 지열자료 정보 D/B 구축 요소

김 형찬<sup>1)</sup>, 박 정민<sup>2)</sup>

### Geothermal properties for Database

Hyoungchan Kim, Jeongmin Park,

**Key words** : 지열류량, 열생산량, 지온경사, 큐리심도, 지온계

**Abstract** : It is require to construct geothermal database to develop geothermal energy as renewable energy policy. It must be consist of geologic data, borehole data and geophysical data for geothermal database. In aspect of geology, there are included the distribution of geology, structural geology, geological time, rock name, density of rock, porosity, thermal diffusivity, specific capacity and thermal conductivity. In order to calculate the heat generation, it is needed to analysis the radioactivity elements as U, Th and K of rock. In aspect of borehole data, there are included temperature of depth, surface temperature and geothermal gradient. And also there is geothermometry using chemical components of groundwater as Na, Ca, K and SiO<sub>2</sub>. In aspect of geophysical data, there are some thematic map as bouger gravity anomaly data and magnetic survey data and etc.. In addition, it is important to descript the distribution of hot spring and water temperature.

### 1. 서 론

최근 전 세계적으로 새로운 친환경 및 청정에너지, 즉 태양(solar), 풍력(wind), 조력(tidal), 지열(geothermal), 생물(biomass) 등 신재생에너지 개발의 필요성을 강조하게 되었고, 최근 몇 십 년 동안 미국, 영국, 일본, 러시아, EU 등 선진국에서는 막대한 금액의 연구비와 인력을 투입하여, 많은 성과와 실적을 쌓고 있는 실정이며, 한국에서도 새로운 청정 대체에너지의 연구 및 개발에 이미 많은 예산과 인력을 투입하여 연구 중이나, 그 예산과 인력의 규모는 선진국과 비교할 수 없을 정도로 취약한 편이다. 그 중에 지열에너지 개발은 경제성이 없다는 이유로 연구비의 투자가 저조하였다. 그러나 유가의 상승, 도료의정서 발효, 에너지원 감소 등으로 지열개발의 필요성이 높아지고 있다. 최근에는 시추기술의 발달로 심부시추공을 굴착하여 고온의 지열수를 뽑아내어 지역난방이나 발전까지

가능하도록 하려는 연구가 진행 중이며, 천부 지질의 열물성을 이용한 Heat pump System의 보급이 늘면서 지열에 대한 관심이 높아지게 되었다. 이러한 지열에너지 개발이 효율적이고 경제적인 연구가 되려면 개발하고자 하는 지역의 지질 열물성 정보를 파악하여야 한다. <sup>(1)</sup> Ball et al. (1979)은 지열자원탐사기술로서 암석의 방사성 동위원소 함량에 따른 열생산량 분석, 지표로 상승한 지하수의 화학성분을 이용한 지온계(geothermometry) 산출, 지하의 온도검층, 지진빈도 분포, 자력탐사 자료를 이용한 큐리 등온선 분석, 지열류량 측정, 그리고 지표에 나타나는 징후로서 온천, 분기공 및 열수변질대 또는 광화대 등의 분포 등이 있으며, 이러한 지질학적인 각각의 특징을 이용하여 지열

1) E-mail : khc@kigam.re.kr  
Tel : (042)868-3074 Fax : (042)868-3358  
2) E-mail : min2000u@naver.com  
Tel : (042)868-3074 Fax : (042)868-3358

이상대를 예측한다고 하였다. 또한 <sup>(2)</sup>한옥 (1992)은 세계적으로 지열류량과 지질연대와의 관계에서 두 가지의 특징을 들었다. 캄브리아기 이후 약 4억 년 전까지의 지역에서는 지질연대가 옅어질수록 지열류량이 감소하고, 선캄브리아기 지역에서도 지열류량이 감소하나 그 정도가 작다고 하였다. 그러므로 지열개발 최적지 선정에는 지질의 시대적 특징을 반영하여야 할 것이다. 지열자원탐사에서 가장 기초적인 자료는 지열류량을 들 수 있지만 지열류량이 높다할 지라도 열을 전달해 줄 수 있는 매체가 있는 곳이어야 한다. <sup>(3)</sup>Vrouzi (1985)는 지열자원개발을 위해서는 지열수 순환시스템이 발달되어 있어야 한다고 하였다. 즉, 열전달 매체인 물이 지하심부로 들어가 심부 지열을 얻어 상부로 올라올 수 있는 지하수의 순환체계가 있어야 한다는 것이다. 그러므로 지층의 투수성, 즉 단층대 및 파쇄대가 잘 발달되어 있어야 하므로 지질구조와의 관계 또한 필수적이다.

## 2. 지열자료 D/B 구축 요소

지열연구의 최종 목표는 지열류량이며 이러한 지열류량은 지구내부로부터 전달되는 열생산량에 의존한다. 이러한 열생산량과 지열류량의 산출을 위해 측정 및 연구되어지는 요소들이 여러 가지가 있다. 이러한 요소가 데이터베이스화 되어 통계 또는 분석으로 지열 정보를 얻게되면 지열의 부존을 예측할 수 있다. 이러한 지열 요소들을 정리하면 지질자료와 시추공자료, 물리탐사자료가 있다.

### 2.1 지질자료

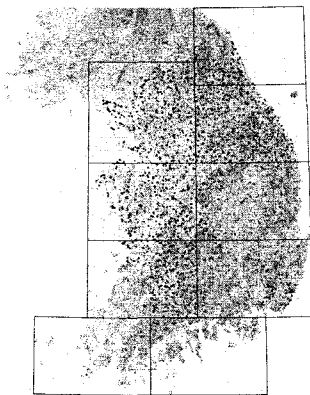


Fig. 1. Rock Sample sites for measure thermal properties in South Korea.

지열연구에 가장 기초적인 작업이 지질의 분포이다. 현재 우리나라의 지질도 작성 현황은 1:1,000,000 축적의 지질도, 1:250,000 축적의 지질도는 전체가 만들어져 있으며, 1:50,000 지질도는 약 87%가 완성되어 있다.

최근에 완성된 지질도는 수치지질도화 하여 사용자가 쉽게 이용할 수 있다. 이러한 지질도에는 지열연구의 기초 요소를 이용할 수 있는 지질의 분포, 생성시대, 암석명, 지질구조가 포함되어 있다. 이러한 자료는 전체적인 분포를 이용해야 하므로 GIS 시스템을 이용한 공간데이터베이스가 만들어져야 한다. 지질자료 중에 암석자료에서는 지열전달을 할 수 있는 능력파악하기 위한 열전도 측정과 열생산율을 측정할 수 있다. 열전도를 측정하기 위해서는 Fig.1과 같이 암석의 채취의 위치좌표, 밀도(건식밀도, 습식밀도), 공극율, 열확산율, 비열이 측정되어야 하며, 열생산율산출을 위해서는 암석이 함유하고 있는 U, Th, K의 방사성원소의 함량 분석이 필요하다.

### 2.2 시추공자료

지온 측정을 위해서는 지표온도뿐만 아니라 심도별 온도측정이 중요하다. 이를 위해서 남한에 분포하는 모든 시추공 조사가 되어야 하나 현실적으로 통합관리하는 곳이 없어 많은 비용을 들여 굴착한 시추공의 자료를 얻기는 상당히 어렵다. 지온측정을 하기위해 일부러 굴착하는 것은 엄청난 비용의 낭비라고 할 수 있다. 그러므로 여러 관청의 협조를 얻어 시추공의 위치와 굴착심도, 굴착연도를 수집해야 하고 조사 가능한 시추공에서는 공내물리검층을 통하여 자료를 얻어야 한다.

시추공에서 얻을 수 있는 지열요소는 심도별 지온, 물리검층자료(감마선검층), 지온경사등이 있으며, 이를 이용하여 심도별 지온분포 및 지표온도를 추정할 수 있으며, 지온경사 분포를 작성할 수 있다. 또한 시추공내 지하수는 열전달 매체로 이용되므로 수위자료도 지열요소에 들어갈 수 있으며, 지하수의 화학성분도 지온계 산출을 할 수 있으므로 성분분석이 필요하다. Na, K, Ca, SiO<sub>2</sub>와 같은 성분이 형성되는 온도로서 지온계 산출은 지열요소로서 많이 쓰이나 지표수의 혼합을 주의하여야 한다.

### 2.3 물리탐사자료

지열이상대의 특성은 지구물리적 특성과의 상당히 밀접한 관계가 있다. 현재 우리나라 전체를 커버할 수 있는 지구물리자료는 매우 빈약하다. 대부분 구간별 조사가 진행되었기 때문에 이를 합치시켜도 서로 보정이 필요하며, 이러한 보정이 쉽지 않다. 현재 우리나라 전역에 대한 지구물리 주제도는 중력분포도가 유일하다. 중력탐사의 결과로 모호하면 분포를 파악할 수 있으며 이는 지각의 두께를 산출할 수 있다(Fig. 2).

한편 부분적으로 조사된 것으로는 자력탐사가

있으며, 이는 큐리깊이를 결정할 수 있는 자료로 쓰인다. 또한 지진의 빈도와 진도의 분포도 지열 근원의 운동에너지 하나로 파악할 수 있다(Fig. 3).

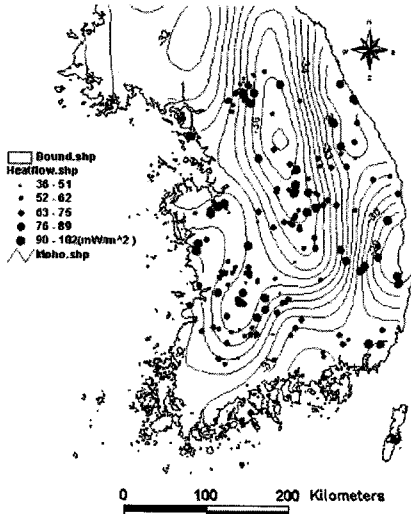


Fig. 2. Moho' depth and heat flow in South Korea.

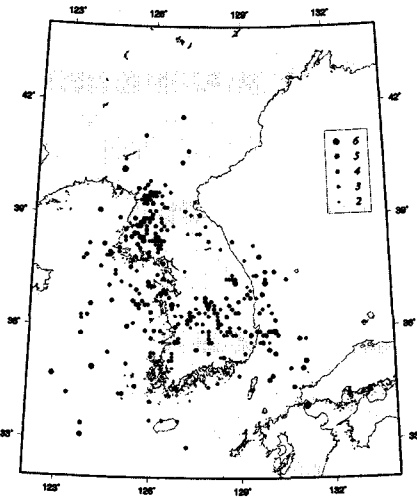


Fig. 3. Seismologic data in South Korea (KMA1978-1997).

## 2.4 기타 자료

지열의 직접적인 흔적으로는 온천이 가장 확실하다. 국내에 20여개의 온천이 과거부터 이용되고 있으며, 최근에도 여러지역에서 수온이 30℃ 이상인 온천이 발견되고 있다. 이러한 온천의 수온과 위치는 지열개발에 중요한 정보를 줄 수 있다(Fig. 4).

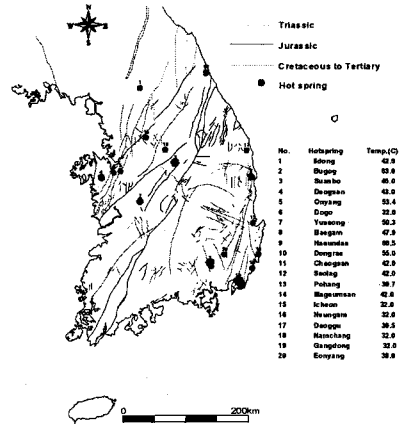


Fig. 2. Structural map and hot springs of South Korea. Green line occurred at Triassic, blue line at Jurassic and red line at Cretaceous to Tertiary. Superimposed are the hot springs more than 30 °C in South Korea (Jeon et al., 1993, modified).

이상과 같은 내용은 학문적, 기술적 자료에 해당되는 것이며, 지열자료 D/B는 지열에너지 개발에 대한 정책 자료로도 이용되어야 한다. 그러므로 국내의 지열에너지 보급현황, 미래의 지열에너지 사용 예측 등의 자료도 지열 자료 D/B 구축에 포함되어야 할 것이다.

## 3. 결론

이상과 같이 지열자료 D/B 구축에 들어가야 할 요소들을 알아보았다. 지열 D/B 요소 중에는 점으로서 표기하는 자료가 대부분이나 면을 표기해야 하는 지질도, 탐사주제도 등이 있으며, 선을 표기해야 하는 지질구조도가 있다. 그러므로 일반 D/B 구축이 아니라 공간을 이용할 수 있는 D/B가 구축되어야 한다. 기본적인 공간 D/B가 구축되면, 여러 가지의 지열주체도를 작성할 수 있으며, 지열에너지를 개발하고자 하는 지역의 정보뿐만 아니라 통계 및 분석을 통하여 지열에너지 개발 최적지 선정 및 지역 냉난방 설계에 필요한 Heat pump system의 최적 설계에 기여하게 될 것이다.

## 후기

본 연구는 에너지관리공단 중점과제 중 세부과제 “지하 열물성 정보 D/B 구축 및 평가” 사업 (NP2005-024)의 일환으로 수행되었습니다.

## References

- [1] Ball, L., Salisbury, J. W., Kintzinger, P. R. and Veneruso, A. F., 1979, The national geothermal exploration technology program,

- Geothermics, Vol. 44, No. 10, p. 1721-1737.
- [2]한옥, 1992, 지열류량과 지질연대의 상호관련성, 지질학회지 제28권 4호, p. 437-445
- [3]Vrouzi, F., 1985, Research and development of geothermal resources in Greece: Resent status and future prospects, Geothermics, Vol. 14, No. 2/3, p. 213-227.