

2004-1-518

2004년  
 (사)한국지하수토양환경학회  
 임시총회 및 추계학술발표회



- 일 시 : 2004년 9월 9일(목) 13:30~10일(금)
- 장 소 : 전주대학교 지역혁신관
- 주 최 : (사)한국지하수토양환경학회
- 후 원 : 환경부, 전주대학교, 한국과학기술단체총연합회,  
 대우Eng., 대한토양환경연구소, 동명엔터프라이즈,  
 아름다운환경건설, ENVAC 센트럴석, 자연환경연구소,  
 환경관리공단

한국지하수토양환경학회

9/10(금요일)

시간	A 발표장	B 발표장	C 발표장
좌 장	이평구(한국지질자원연구원)	김용제(한국지질자원연구원)	윤성백(고려대학교)
09:00-09:20	Reclamation of the Closed/Abandoned Coal Mine Overburden Using Lime wastes from Soda Ash Production 김희중, 양재희, 옥용식, 유경영, 박병길, 이재영, 전상호 (강원대학교, 용진, 서울시립대학교)	유전율을 이용한 토양오염 모니터링 기법의 제안 김만일, 김형수, 정교철 (한국수자원공사 수자원연구원, 안동대학교)	염/담수 분포특성을 이용한 해수침투보호구역설정 황세호, 신재현, 박권규, 박윤성, 이상규 (한국지질자원연구원, 충남대학교)
09:20-09:40	부산석회층 활용한 휴·폐 석탄광산 폐기물에서 유출된 침출수의 안정화 김희중, 양재희, 옥용식, 유경영, 박병길, 이재영, 전상호 (강원대학교, 용진, 서울시립대학교)	군열 암반·대수층 활용 지하수 인공 함양 주입 예비 평가 김형수, 백진하, 윤운영, 한정상 (한국수자원공사 수자원연구원, 한국수자원공사, (주)한서엔지니어링)	지하수 유량-유속 자료 및 군열 분포물 이용한 군열암반 C성화 기법 김태희, 신재현, 황세호, 김구영, 조병욱, 채병근, 김용제 (한국지질자원연구원)
09:40-10:00	Long-term hydraulic conductivity and cation exchange of a geosynthetic clay liner(GCL) permeated with inorganic salt solutions Hoyoung Jo, Craig H.Benson, Tuncer B. Edil (고려대학교, Univ. of Wisconsin-Madison)	Effect of land use and urbanization on groundwater recharge in metropolitan area: time series analysis of groundwater level data Gi-Tak Chae, Seong-Taek Yun, Dong-Seung Kim, Hyeon-Su Choi (고려대학교)	기하양상을 고려한 군열 내 무수계수 산정 채병근, Ichikawa Y., 김용제 (한국지질자원연구원, 일본나고야대학)
10:00-10:10	Coffee Break		
좌 장	황인성(부산대학교)	신원식(경북대학교)	김경웅(KJIST)
10:10-10:30	다중오염토양복원을 위한 고온공기 주입/추출 공정의 토양 파입 공법에의 적용 연구 박기호, 박민호, 홍승모, 고석오 (주)내우건설, 경북대학교)	한반도 온천수의 수리화학 및 염속기체 기원: 대전 충청지역을 중심으로 정찬호, 박지선, K.Nagan, H.Surino, 김규환, 허순도, 이종익, 고용권, 박승화 (대전대학교, 동경대학교, 이화여자대학교, 한국해양연구원, 한국원자력연구원)	대표적 4개 오염지역의 수리지질 특성과 미생물학 연구 연병우, 고성석, 김재곤, 조경숙, 이상돈 (한국지질자원연구원, 이화여자대학교)
10:30-10:50	철과 망간 침출을 이용한 PCE와 크롬 제거에 관한 연구 조원희, 천병식, 박재우 (한양대학교)	A study on groundwater and pollutant recharge in urban area: use of hydrochemical data Jang-Soon Kwon, Juhee Lee, Seong-Taek Yun, Gi-Tak Chae, Seong-Sook Park (고려대학교)	연-아연광산 지역 내 복토된 광미장 부지 농작물(벼)의 체내 중금속 오염도 이평구, 신영식, 최상훈 (한국지질자원연구원, 충북대학교)
10:50-11:10	Evaluation of electrokinetic remediation of arsenic contaminated soils Soon-Oh Kim, Won-Seok Kim, Kyoung-Woong Kim (경상대학교 광주과학기술원)	Hydrogeochemical study of a watershed in Pocheon area: controls of water chemistry Kyoung-Ho Kim, Seong-Taek Yun, Soo-Ho Chae, Jong-wook Jeon, Jeong-Ho Lee, Hae-woo Kwon (고려대학교, 광업진흥공사)	인회석을 이용한 도금폐수 내 중금속 제거 효율 실험 최정찬, 라원진, 강두현 (부경대학교, (주)바우환경기술)
11:10-11:30	Electrokinetic-fenton 공정에 의한 phenanthrene으로 오염된 토양의 정화시에 보조 첨가제의 종류에 따른 영향 김철환, 양지원, 김수삼 (KAIST, 한양대학교)	피트휴민(Peathumins)을 이용한 연속 흐름에서의 중금속 제거 연구 이향훈, 신현상, 권순용, 강기훈 (서울산업대학교, 대림산업(주))	Analysis of a microbial community denitrifying nitrate to nitrogen gas in a nitrate-contaminated aquifer 김영, 어성욱, 권수열, 김진환, 손봉호 (고려대학교, 우송대학교, 한국수자원공사)

한국지열수토양환경학회 추계학술발표회  
2004년 9월 9~10일 전주 대학교

518

## 한반도 온천수의 수리화학 및 영족기체 기원 : 대전-충청지역을 중심으로

정찬호, 박지선\*, K.Nagao\*, H.Sumino\*, 김규한\*\*

허순도\*\*\*, 이종익\*\*\*, 고용권\*\*\*\*, 박종화

대전대학교 지구시스템공학과, \*동경대학교 지진화학연구소

\*\*이화여자대학교, \*\*\*한국해양연구원 \*\*\*\*한국원자력연구원 (chjeong@dju.ac.kr)

### <요약문>

The purpose of this research is to investigate the noble gas isotope and the hydrochemical characteristics of hot springs in the Chungcheong area in Korea. This study was carried out by the financial support of Korea-Japan joint research program of KOSEF. Noble gases are very useful tracers to investigate volatile elements circulation, because of their unique isotopic compositions in various reservoirs of the Earth. Isotopic ratios of noble gases has been carried out for 16 hot-spring samples from Daejeon and its near areas in Korea last January 2004. Helium isotope ratio gave the evidence that helium gas of different origins (air-crust mixing origin, crust-origin and mantle-origin) is supplied into hot-spring waters in Korea. We found the distinct relationship between temperature of hot springs and helium gas origin.

key word : hot-spring, noble gas, mantle, crust

## 1. 서론

해양관의 심입 깊이가 매우 깊은 동해와 내륙지역에 속하는 한반도에서는 온천수에 대한 노블가스 동위원소 연구가 지극히 미흡하다. 본 연구에서는 노블가스 동위원소 조성을 측정하고, 한반도에서 맨틀 또는 심부지각으로부터 유래된 휘발성원소의 존재도를 추적하고자 한다. 이를 통하여 온천유형별 생성 환경의 규명과 열원의 추적이 가능할 것이다.

이 단어가 심부로부터 운반된 휘발성원소의 비율과 유출정도를 구하고, 심입내로부터 비교적 멀리 떨어진 한반도에서의 휘발성원소의 물질 순환 기구를 이해하고자 한다. 또 심입내와 가까운 일본열도 자오와 비교해 심입내 주변(또는 대륙연변부)에서의 광역적인 휘발성원소 순환과정을 알아보고자 한다. 영족기체의 깊은 영족기체(noble gas) 동위원소 분석은 국내 온천연구에서 지금까지 적용된 바 없는 국내 최초의 연구이다.

그림 1은 대평양 및 필리핀 해 지각판이 일본열도 아래로 침강하는 것으로, 이 침강 깊이가 100km를 넘는 화산 일선(volcanic front)가 형성되어 있다. 일본 열도의 화산온천 활동은 이 화산열선보다 깊은



1월 21는 상세한 연구가 행해지고 있는 일본의 헬륨 동위원소비율과 지각판의 깊이 및 화산활동 지  
 이의 관계상을 보여주고 있다. 상부맨틀 기원 헬륨과 MORB형은 화산 열선으로 부터 호상열도에 걸  
 리 풍부하고 있으며, 특히 화산활동이 활발한 지역에 현저히 나타난다. 이에 반해, 화산열선에서 지각판  
 이 침상해 들어가는 해구쪽의 비화산 지역에서는 맨틀 기원의 영쪽기체의 용출은 잘 나타나지 않고 헬  
 륨 동위원소비 ( $^3\text{He}/^4\text{He}$ )는 맨틀 헬륨에 비해 낮은 수치를 나타낸다. 이는 지각속에 축적되어 있는 우  
 리늄, 토륨의 붕괴에 의한  $^3\text{He}$ 의 함량이 심부 맨틀로부터 기원하는 헬륨비에 비하여 많이 용출되고 있  
 는 것을 의미한다. 이와 같이 헬륨 동위원소비는 판의 섭입 깊이, 화산 활동과 밀묘한 관련이 있으며  
 맨틀과 지각으로부터 지표에 방출되는 휘발성 원소의 경향을 알아내는 중요한 지표로 이용된다(Ikeda,  
 et al., 2001; Kusakabe et al., 2003).

지각까지의 일본 열도에 걸친 영쪽기체 연구자료는 호상열도에 따라 한정되어 있고 지각판의 깊이가  
 기의 같은 곳으로, 지각 판의 깊이가 크게 다른 동해와 한반도에 걸친 영쪽기체 동위원소 자료는 한반  
 도 남쪽에 위치한 제주도의 화산암의 일부자료를 제외하고는 아직 없는 실정이다.

그림 2은 헬륨가스의 기원지로 대기, 지각, 맨틀 3곳의 단성분의 동위원소 조성을 가정한 모델계산을  
 하였고, 이번 연구에서 채취된 온천수내 영쪽기체의 동위원소 값을 도시한 것이다. 헬륨 동위원소 중  
 $^3\text{He}$ 은 대기기원  $^4\text{He}$ 의 기여가 비교적 큰 5개 온천시료(아산온천, 덕산온천, 능암탄산온천, KAERI온천)  
 을 제외하고는 80% 이상이 지각암석으로부터 온 것을 알 수 있다. 그러나, 지각 물질 중의 존재도가  
 극히 적은  $^3\text{He}$ 의 경우에는 8개 시료가  $^3\text{He}$ 의 90%이상이 상부맨틀로부터 공급된 것이다. 일본열도와  
 비교하면 헬륨 동위원소비가 상대적으로 낮지만, 맨틀기원의 헬륨이 온천수에 공급되어서 있는 것을 알  
 수 있다. 내온, 아르곤 등의 동위원소 조성도 고려해보면 이와 같은 온천수의 대부분이 대기와 치된된  
 상태에서 지하 깊은 곳에서 저류층의 암석으로부터 나온 영쪽기체를 함유하고 있다. 이외 길이 온천수  
 내 영쪽기체의 분식을 통하여 맨틀기원의 헬륨가스가 온천수에 용해되어 있다는 사실을 국내에서 최초  
 로 보고되는 것이다. 이 자료는 국내 온천수의 열원의 해석, 온천수의 생성과정을 이해하는데 활용될  
 것이다.

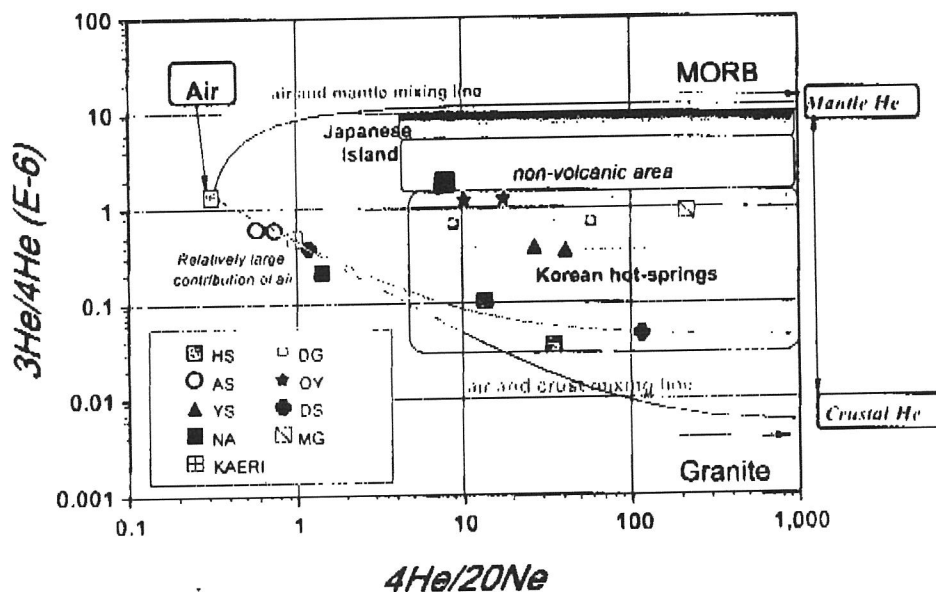


그림 2. 대전 충청지역에서 채취된 온천수의 헬륨 동위원소비와 일본온천의 헬륨 동위원소비. (HS-홍성온천, DG-도고온천, AS-아산온천, OY-온양온천, YS-유성온천, DS-덕산온천, NA-능암온천, MG-모상온천, KAERI-대전온천)

## 4. 결론

향후 한반도 전역에 걸친 온천수 조사를 실시하여 지하심부로부터 유출되어 나오는 휘발성원소의 비율과 양을 측정하며, 맨틀로부터의 휘발성 원소 유출을 유발하는 화성활동의 정도와 지역적 관련을 분명히 함과 동시에, 시각판 섭입지역에서 비교적 멀리 떨어진 한국지역의 지하 심부에서의 휘발성 원소의 경향을 심도 있게 이해할 수 있을 것이다. 아울러 얻어진 영족기체 자료는 일본의 온천 연구 결과와 검토하여 국내 온천의 성인 및 지열시스템에 대한 명료한 설명이 가능한 것으로 판단된다.

## 사사

이 연구는 과학재단의 한일공동연구(과제번호 F01-2004-000-10189-0)의 연구비 지원으로 추진되었다.

## 참고문헌

- Aka, F.T., Kusakabe, M., Nagao, K. and Tanyileke, G., (2001) Noble gas isotopic compositions and water/gas chemistry of soda springs from the islands of Bioko, So Tom and Annobon, along with Cameroon Volcanic Line, West Africa. *App. Geochem.*, 16, 323-338.
- Ikeda, Y., Nagao, K. and Kagami, H., (2001) Effects of recycled materials involved in a mantle source beneath the southwest Japan arc region: evidence from noble gas, Sr, and Nd isotopic systematics. *Chem. Geol. (Isotope Geosci.)*, 175, 509-522.
- Kusakabe M., Ohwada M., Satake H., Nagao K. and Kawasaki I., (2003) Helium isotope ratios and geochemistry of volcanic fluids from the Norikura Volcanic Chain, central Japan: Implications for crustal structures and seismicity. *Society of Economic Geologists*, 10, 75-89.