

www.jejuwater.or.kr



2nd
**JEJU WATER
FORUM**

2010.4.6. 오후2시 제주 라마다호텔 2층 그랜드볼룸

주최·주관



제주특별자치도개발공사
Jeju Special Self-Governing Province Development Corp.

후원



지식경제부
Ministry of Knowledge Economy



Korea Institute
for Advancement of Technology
한국산업기술진흥원



제주특별자치도
Jeju Special Self-Governing Province



제주광역경제권 선도산업지원단

JEJU WATER FORUM

www.jejuwater.or.kr



2nd
**JEJU WATER
FORUM**

목 차

• 개 회 사	— 제주특별자치도개발공사 사장 박 학 용	7
• 축 사	— 제주특별자치도지사 김 태 환	9
	— 제주특별자치도의회 의장 김 용 하	11
• 특별강연 : 물과 생명 그리고 산업전망		15
	— 이화여자대학교 박 석 순 교수	
• 1 강연 : 중동지역 병입수 시장현황 및 동향		
	— Ashraf & Partners Co.(UAE) General Director Said Abuhamdah	
• 2 강연 : 유럽 병입수 시장현황 및 동향		27
	— Zama(UK), Managing Director Simon Ralphs	
• 3 강연 : 수치료 산업동향과 제주도 지하수의 이용		39
	— (주)웰컴 I&D 최 미 경 이사	
• 4 강연 : 제주물의 아토피성 피부염에 대한 효능연구		
	— 일본 동경농공대 Hirosh Matsuda 교수	
• 5 강연 : 제주도 토양질과 지하수질		75
	— 제주대학교 현 해 남 교수	
• 6 강연 : 지하수의 수화학(수질)특성의 조절과정: 물-암석반응		91
	— 고려대학교 윤 성 택 교수	
• 7 강연 : 제주물의 생물학적 활성 연구		
	— 영남대학교 장 현 욱 교수	
• 8 강연 : 제주물의 한의학적 적용성 평가		
	— 대전대학교 김 동 희 교수	

제2회 제주물 세계포럼 행사 일정

○ 일 시 : 2010. 4. 6 (화) 14:00~18:00

○ 장 소 : 제주 라마다호텔 2층 그랜드볼룸

○ 진행순서

▶ 1부 : 식전행사 (14:00~14:40)

- 개 회 사 : 제주특별자치도개발공사 사장 박 학 용
- 축 사 : 제주특별자치도지사 김 태 환
제주특별자치도의회 의장 김 용 하
- 특별강연 : 물과 생명 그리고 산업전망 - 이화여자대학교 박 석 순 교수

▶ 2부 : 먹는샘물 및 수치료 시장동향 (15:00~16:00)

- 1 강연 : 중동지역 병입수 시장현황 및 동향
- Ashraf & Partners Co.(UAE) General Director Said Abuhamdah
- 2 강연 : 유럽 병입수 시장현황 및 동향
- Zama(UK), Managing Director Simon Ralphs
- 3 강연 : 수치료 산업동향과 제주도 지하수의 이용
- (주)웰컴 I&D 최 미 경 이사

▶ 3부 : 제주물의 수리지구화학적 특성 및 생물학적 활성 (16:20~18:00)

- 4 강연 : 제주물의 아토피성 피부염에 대한 효능연구
- 일본 동경농공대 Hirosh Matsuda 교수
- 5 강연 : 제주도 토양질과 지하수질 - 제주대학교 현 해 남 교수
- 6 강연 : 지하수의 수화학(수질)특성의 조절과정: 물-암석반응
- 고려대학교 윤 성 택 교수
- 7 강연 : 제주물의 생물학적 활성 연구 - 영남대학교 장 현 옥 교수
- 8 강연 : 제주물의 한의학적 적용성 평가 - 대전대학교 김 동 희 교수

▶ 만찬 (18:00~)

개 회 사



제주특별자치도
개발공사 사장
박 학 용

반갑습니다.

우선 제주 물산업 발전을 위한 자리에 함께 해주신 내·외 귀빈
여러분께 깊은 감사의 마음을 전합니다.

오늘은 지난해 창설한 제주물 세계포럼이 두 번째 개최를 맞이
하는 뜻깊은 날입니다.

일본, 유럽, 중동, 한국의 물 관련 학자들이 제주물에 대해
더욱 깊이있는 이야기를 나누고자 이 자리에 함께 하였습니다.

지난해 우리는 이 자리에서 제주 화산암반수, 제주삼다수의 우수성에 대한 연
구성과를 발표하였습니다. 세계 최고의 물임을 입증하기 위한 첫걸음을 내디뎠
습니다.

오늘의 포럼은 제주물에 대한 보다 폭넓은 연구와 과학적 규명을 통해 제주
물의 가치와 우수성을 전 세계 학자들에 의해 하나하나 소개될 것입니다

최근 국제사회에서는 물 부족 심화, 웰빙 트렌드의 확산으로 인해 물의 가치와
중요성이 높아지고 있습니다. 인구의 증가와 더불어 물 소비량도 급증하여 세계의
먹는물 시장은 매년 10% 이상 늘어날 전망입니다. 그리고 현재 세계 80여개 국가에
서 세계인구의 40% 가량이 만성적인 물 부족으로 고통을 받고 있다고 합니다.

이 상태가 계속된다면 2025년에는 약 25억명에 달하는 인구가 물 부족 문제에 직
면할 것입니다. 인간에게 없어서는 안되는 물이 가장 소중한 자원이 되는 것입니
다.

지금까지 석유를 '블랙골드(Black Gold)'라 했다면 이제는 물이 자원이 되는 '블루
골드(Blue Gold)' 시대가 도래하고 있습니다.

· 글로벌시대의 물산업의 경쟁력은 바로 최고품질의 수자원 확보와 품질마케팅을 통한 브랜드화입니다. 그리고 우리 제주의 물은 충분한 경쟁력을 지니고 있다고 확신합니다. 제주의 물을 세계적인 브랜드로 육성하여 제주물산업 1조원 시대위 기반을 마련하고자 합니다.

정부에서는 광역경제권선도산업 물산업 프로젝트를 추진하며 제주 물산업을 집중 육성하기위한 지원을 하고 있습니다.

제주의 우수한 물은 분명 세계에서 각광받는 물이 될 것입니다.

아무쪼록 '제주물 세계포럼'을 위해 애써주신 연구자를 비롯한 관계자 여러분께 많은 협력을 간곡히 부탁드립니다.

끝으로 본 행사에 참석해주신 내·외 귀빈 여러분께 다시금 깊은 감사를 드립니다.

감사합니다.

2010년 4월 6일

축 사



제주특별자치도지사
김 태 환

반갑습니다.

제주물 세계포럼에 참석해주신 내외 귀빈 여러분께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

물에 대한 관심이 나날이 높아가고 있습니다.
물을 잡는 국가가 21세기를 지배한다는 주장도 한층 설득력을 얻고 있습니다.

세계적인 경제신문지 『포춘』은 두가지 전망을 내놓았습니다.
첫째는 2015년 물산업이 1,600조원이 황금시장이 된다는 것입니다.
둘째는 물산업이 석유산업을 추월한다는 것입니다.
그만큼 제주의 발전기회가 커졌습니다. 우리 제주가 블루골드의 최적지로 평가되기 때문입니다.

제주물산업이 지난해 특별한 해를 보냈습니다. 제2 창업에 다름없었습니다. 국가적으로는 제주물산업이 광역경제권 선도산업으로 선정되었고, 제주삼다수는 수출을 13개국으로 확대하였습니다.

국내 생수시장은 부동의 1위입니다.
물론 우리의 목표는 세계 최고입니다.
우선은 2017년 1조원 매출 프로젝트와 더불어 프랑스 애비앙과 견줄 수 있는 세계적인 브랜드 진입을 위해 도전하고 있습니다.

아직은 세계와의 격차가 큼니다. 냉정하게 보면 그렇습니다. 그러나 품질과 활용가치로 따지면 세계최고 수준이라 자부합니다.

제주지하수는 그 자체가 우수한 상품입니다. 또한 기능성음료, 혼합음료, 주

류, 그리고 웰빙시대에 걸맞는 수치료에 이르기까지 프리미엄 브랜드가 되기에 부족함이 없습니다. 그래서 제주특별자치도는 물산업육성 추진전략에 따라 물과 건강, 관광을 접목한 산업화에 집중하고 있습니다.

용암해수산업화라는 새로운 영역도 공략하고 있습니다.

지금 단계에서 가장 시급한 현안은 다음 네 가지로 요약하여 말씀 드릴 수 있습니다.

첫째는 이미지, 둘째는 인지도, 셋째는 기술력, 넷째는 경쟁력입니다.

다시말해, 제주가 자랑하는 청정하고 건강한 이미지, 세계자연유산 등재와 같이 대한민국을 뛰어넘어 세계가 알 수 있는 높은 인지도, 그리고 프리미엄 브랜드로 인정받을 수 있는 기술력과 품질 경쟁력을 높여야 하는 것입니다. 이를 충족했을 때 제주물 브랜드가 세계에 통할 수 있습니다. 제주물 브랜드가 세계화가 된다면 그 시너지 효과는 제주특별자치도가 추진하는 신성장 동력 전부에 미치게 될 것입니다.

관계 전문가 여러분도 오늘 포럼을 통해 가감없이 고쳐야 할 점을 지적해 주시고 제주물산업 방향에 많은 조언을 당부 드리느바 입니다.

신임 박학용 사장님을 비롯한 도개발공사 임직원 여러분, 그리고 도의회를 비롯한 각계각층에서도 제주물산업에 대한 전향적인 노력을 당부드립니다.

감사합니다.

2010년 4월 6일

축 사



제주특별자치도
의회 의장
김 용 하

존경하는 김태환 도지사님, 주제발표를 해 주실 전문가 여러분, 내빈 여러분! 대단히 반갑습니다.

지난해에 이어 두 번째로 제주물 세계포럼을 갖게 됨을 진심으로 축하드립니다.

제주물의 글로벌 브랜드화를 위한 지혜를 모으는 아주 뜻깊은 자리입니다.

2008년 미국 워싱턴에서 열렸던 세계 미래회의에서는 2025년 미래의 모습 10가지를 제시하는 '미래전망 2008'을 발표한 바 있습니다.

이 보고서는 "20세기가 석유의 시대라면 21세기는 물의 시대"라며 물 부족의 심각성을 강조했습니다.

더구나 10년 안에 물 부족으로 인해 물 값이 원유가격 만큼 상승할 우려가 있으며 물 전쟁마저 발발할 가능성이 있다고 밝히기도 했습니다.

물은 지구상에서 가장 귀한 자원이 됐습니다.

세계의 기업들은 물산업으로 눈을 돌리고 있습니다.

제주에는 이미 우리나라 100대 브랜드로 명성을 굳힌 삼다수가 있습니다.

맛과 빛깔에서도 여타 지역의 먹는 물을 훨씬 앞지르고 있습니다.

기존의 마시는 물에서 건강에 도움이 되는 물이라는 인식이 점차 퍼져가고 있습니다.

이제는 세계 시장으로 나가야 합니다.

여러분들이 이 좋은 삼다수를 세계로 나갈 수 있는 방안을 제시해 주십시오.

오늘 포럼에서 우수한 제주물이 세계인에게 공급될 수 있는 다양한 정책들이 제시되기를 기대합니다. 감사합니다.

2010년 4월 6일

특 별 강 연

물과 생명 그리고 산업전망

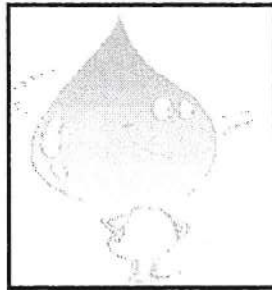


이화여자대학교 박 석 순 교수

-
- ▶ 학위 : 미국 럿거스대학교 이학박사
 - ▶ 경력 : 미국 럿거스대학교 환경과학과
 객원교수
 미국 프린스턴대학교 토목환경
 공학과 객원교수 등 역임
 - ▶ 현재 : 이화여대 환경문제연구소 소장
 BK21 환경공학분야 신규사업
 "지표수 환경관리 시스템"
 사업단장
 이화여대 공과대학 환경학과
 교수
-

2010년 제주 물 세계 포럼

물과 생명, 그리고 산업 전망



2010. 4. 6.

이화여자대학교 환경공학과
교수 박 석 순

개요

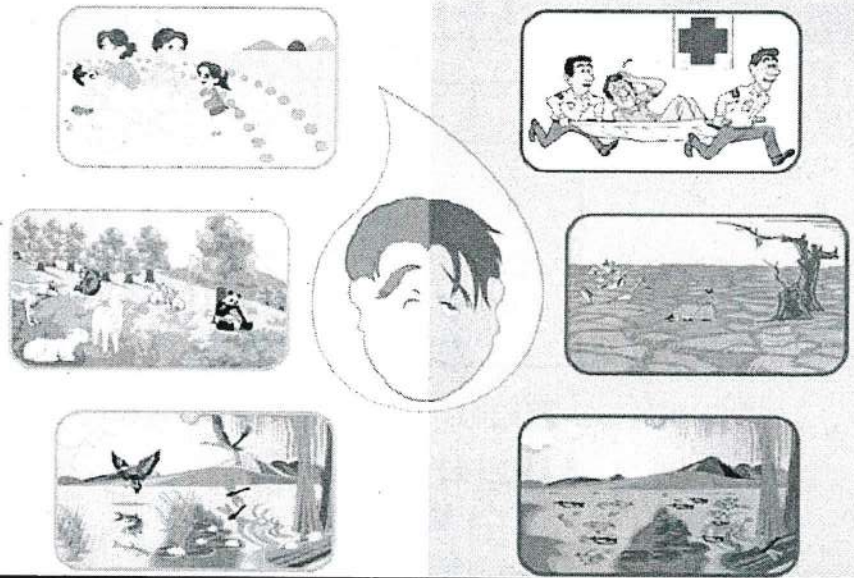
1. 물의 두 얼굴

2. 인체와 물

3. 물 산업과 전망

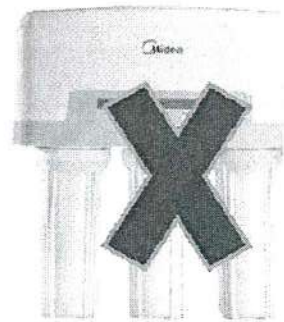
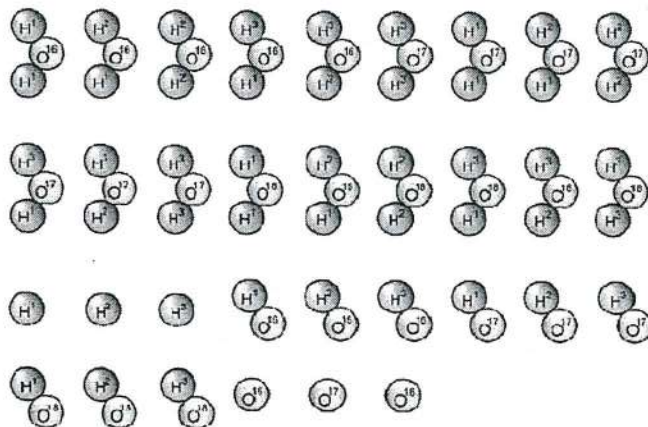
1. 물의 두 얼굴

생명의 샘, 죽음의 독 ← 수질



물의 성분

- 순수(Pure Water): H_2O (33 가지 형태 H: 1,2,3; O: 16,17,18)
- 2000여종의 이물질 가능성, 750여종 실제 검출(WHO)



순수(증류수, 정수기 물?)
→ 죽음의 독

수질 오염 ← 죽음의 독

1. 부수성(Saprobity)

물의 부패 정도

2. 부영양성(Eutrophy)

영양물질 풍부 정도

3. 독성(Toxicity)

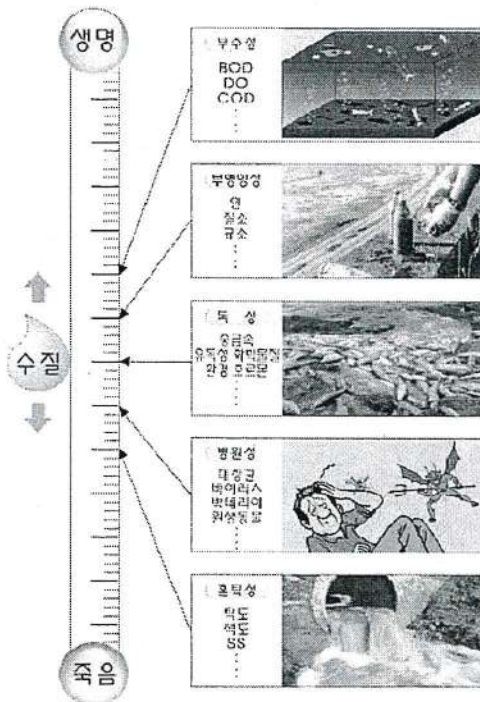
치사 정도(화학물질)

4. 병원성(Pathogenicity)

전염병 유발(생물)

5. 혼탁성(Turbidity)

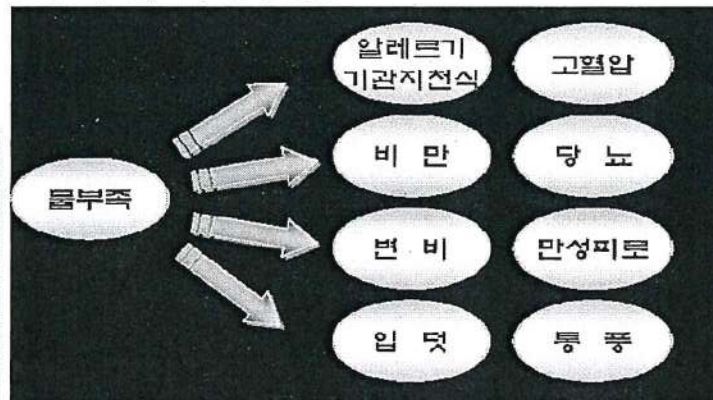
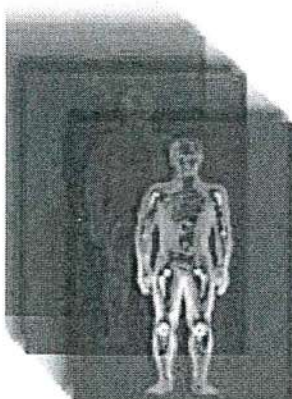
탁도, 색도



2. 인체와 물

→ 건강과 직결(전염병, 노화, 기타 질병)

- 인체 수분 함량: 70 - 75%
- 뇌의 수분 함량: 85 %
- 부족: 2%(심한 갈증), 5%(흔수상태), 12%(사망)
- 노화에 따라 함량, 수분 조절 능력 감소
- 성인병, 기억력 쇠퇴, 치매 현상



현대 인류 (만성적 물 부족) → 성인병

원인: 잘못된 상식

1. 맥주, 음료수, 커피 등은 물의 대체재 ?

No, 이뇨제 역할과 열량 분해로 더 많은 물이 필요

2. 갈증을 느낄 때 수분 보충 ?

No, 갈증을 느낄 때는 이미 상당 기간 지체

3. 물은 비만의 원인 ?

No, 물이 원활한 대사를 촉진, 물 부족이 공복감 조성

물 부족 느낌:

뇌 혈관 팽창, 반응 저하, 생성된 산성 물질 축적

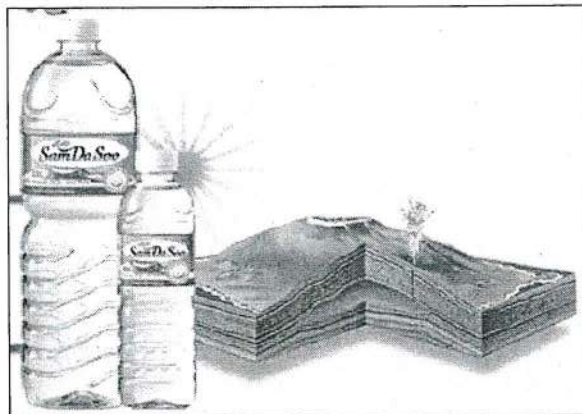
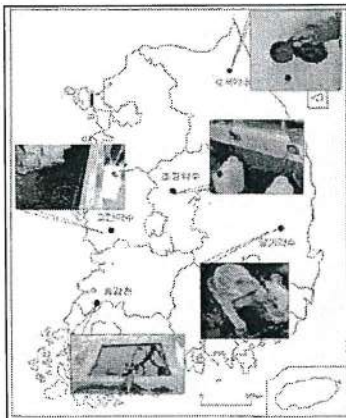
→ 피곤함, 짜증, 화, 집중력 부족, 긴장

인생에 물먹지 않으려면 좋은 물을 많이 마셔라

물 부족 인생 = 피곤한 인생

물 풍요 인생 = 건강한 인생

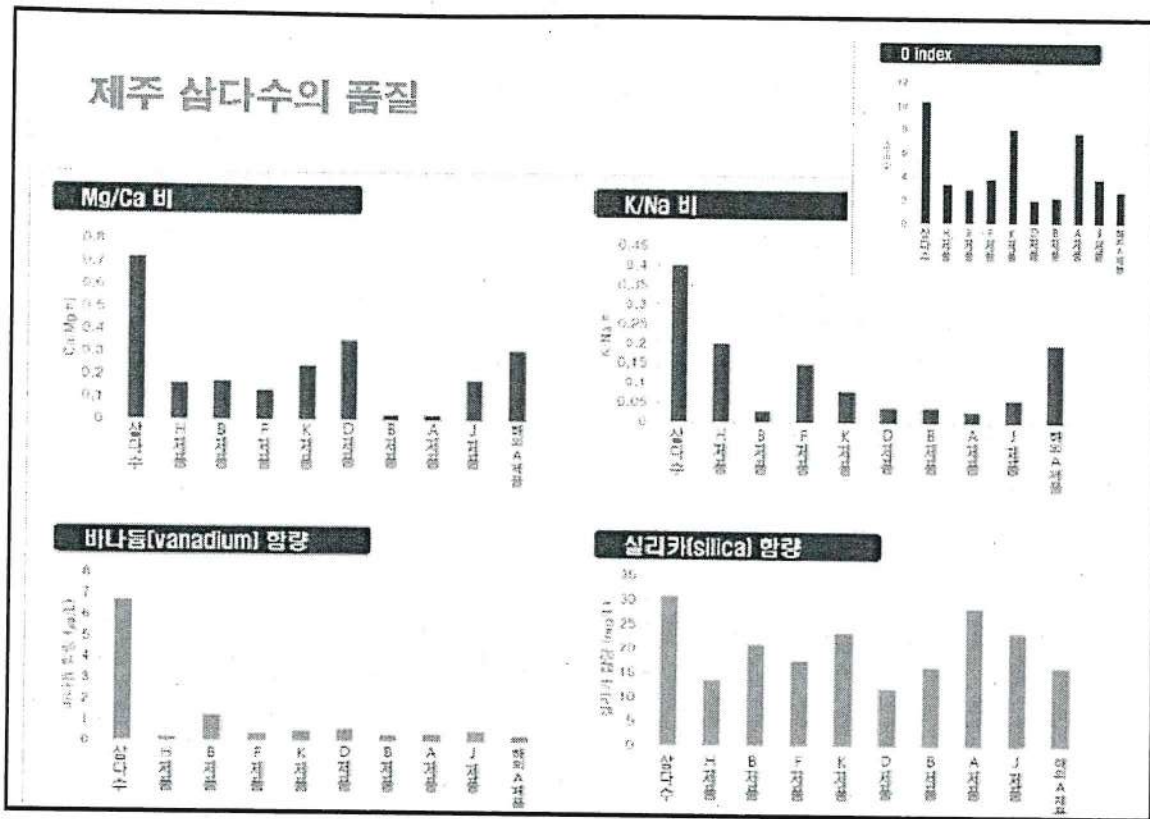
몸에 좋은 물이란?



시 도	전기경도도 (μm/cm)
충 청 수	1.9
호 서 약 수	32.1
충 청 약 수	14.68
호 서 약 수	8.20
충 청 약 수	35.6
호 서 약 수	12.05

시 도	전기경도도 (μm/cm)
충 청 수	1.9
호 서 약 수	32.1
충 청 약 수	14.68
호 서 약 수	8.20
충 청 약 수	35.6
호 서 약 수	12.05

적당한 미네랄 성분이 함유된 물



3. 물 산업과 전망

- 21세기 Blue Gold 시대

“물을 잡는 자 21세기를 잡는다”

물 부족, 수질오염 등으로 미래 유망 산업

물 산업 → 고도성장 산업 (연평균 성장률 5.5%)

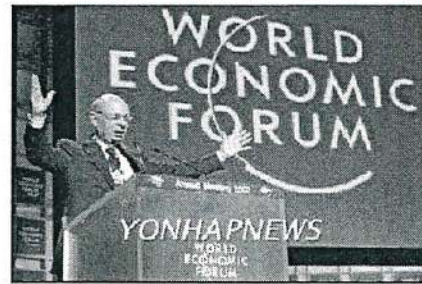
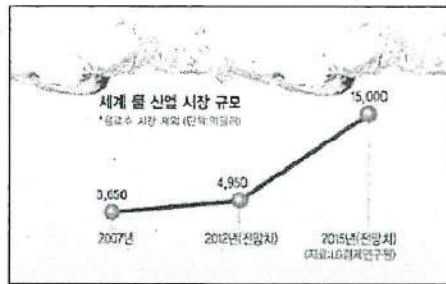
세계 물 시장: 2007년 3,650억 달러

2015년 15,000억 달러(2000조)

물 산업이 석유 산업 추월(미국 포춘지)

우리나라 현재: 10조원,

성장 동력, 녹색 뉴딜 등에 물 산업과 기술 포함



-해수 담수화: 미래성장 산업

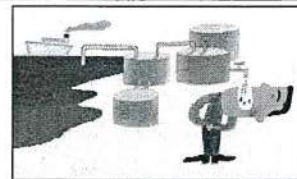
현재 하루 4천만 톤

→ 2015년 1억 톤

2007년 122억 달러,

연평균 성장률 8%

→그러나 고 에너지 소비 산업



-수돗물

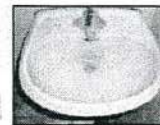
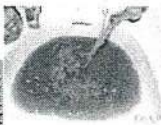
높은 에너지 소비

낮은 음용율(그대로 음용 1~2%)

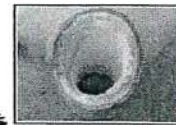
물탱크



물탱크



배수지



높은에너지



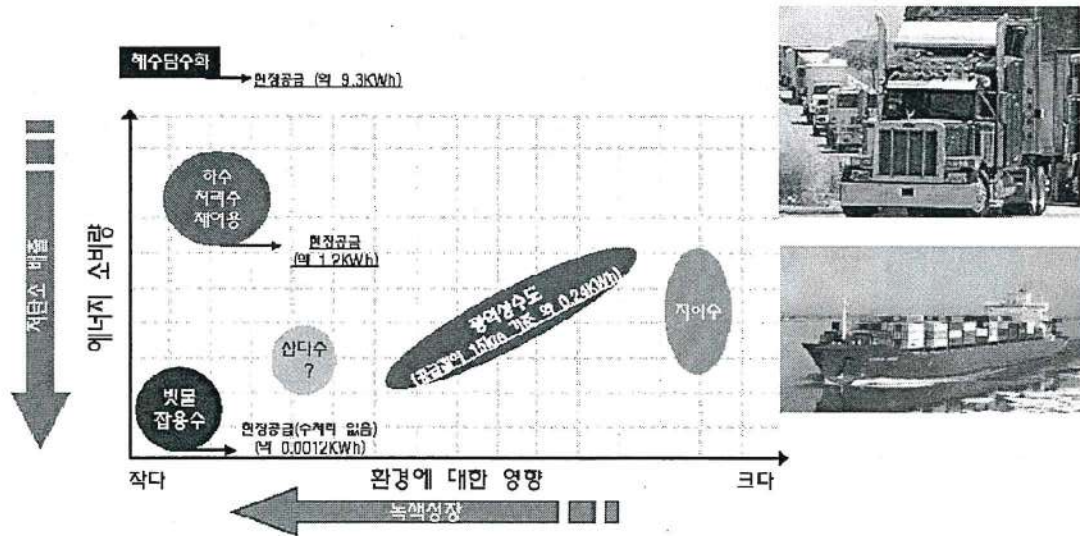
정수장

관망

제주 삼다수의 전망(저탄소 녹색성장 시대)

-고품질 인정

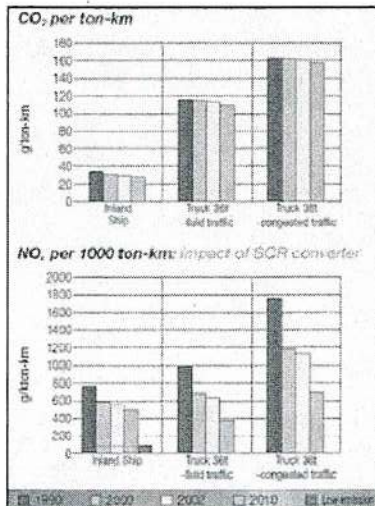
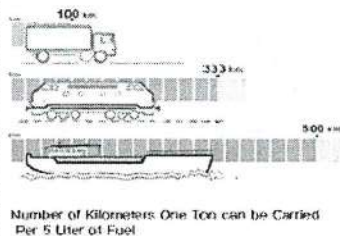
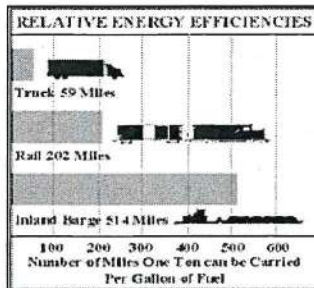
-친환경, 저에너지, 저비용 운송 생존 전략



선박과 트럭

에너지 효율: 5-8배,

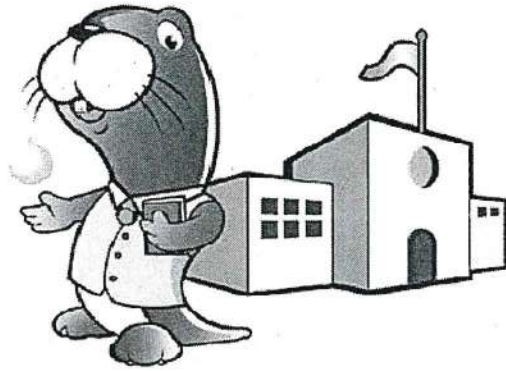
대기오염과 온실가스 배출: 1/5-1/8



타이어 마모, 비산먼지, 기타 오염물질 등을 고려하면
수로운송의 환경부하는 도로운송의 1/7

저탄소 녹색성장 시대에는 저에너지 운송이 강점

감사합니다



주제강연 I

먹는샘물 및 수치료 시장동향



- 1 강연 : 중동지역 병입수 시장현황 및 동향
_ Ashraf & Partners Co.(UAE) General Director **Said Abuhamdah**
- 2 강연 : 유럽 병입수 시장현황 및 동향
_ Zama(UK), Managing Director **Simon Ralphs**
- 3 강연 : 수치료 산업동향과 제주도 지하수의 이용
_ (주)웰컴 I&D 최 미 경 이사

유럽 병입수 시장현황 및 동향



Zama Managing Director **Simon Ralphs**

-
- ▶ 학위 : Portsmouth University
Diploma in Personnel
Management
 - ▶ 경력 : Nestlé Waters Powwow
Managing Director 등
 - ▶ 현재 : Zama Managing Director
-

10 Years of Change in Europe

2nd International JeJu Water Forum
6th April 2010

Simon Ralphs



Zama.Eu.Com

Background



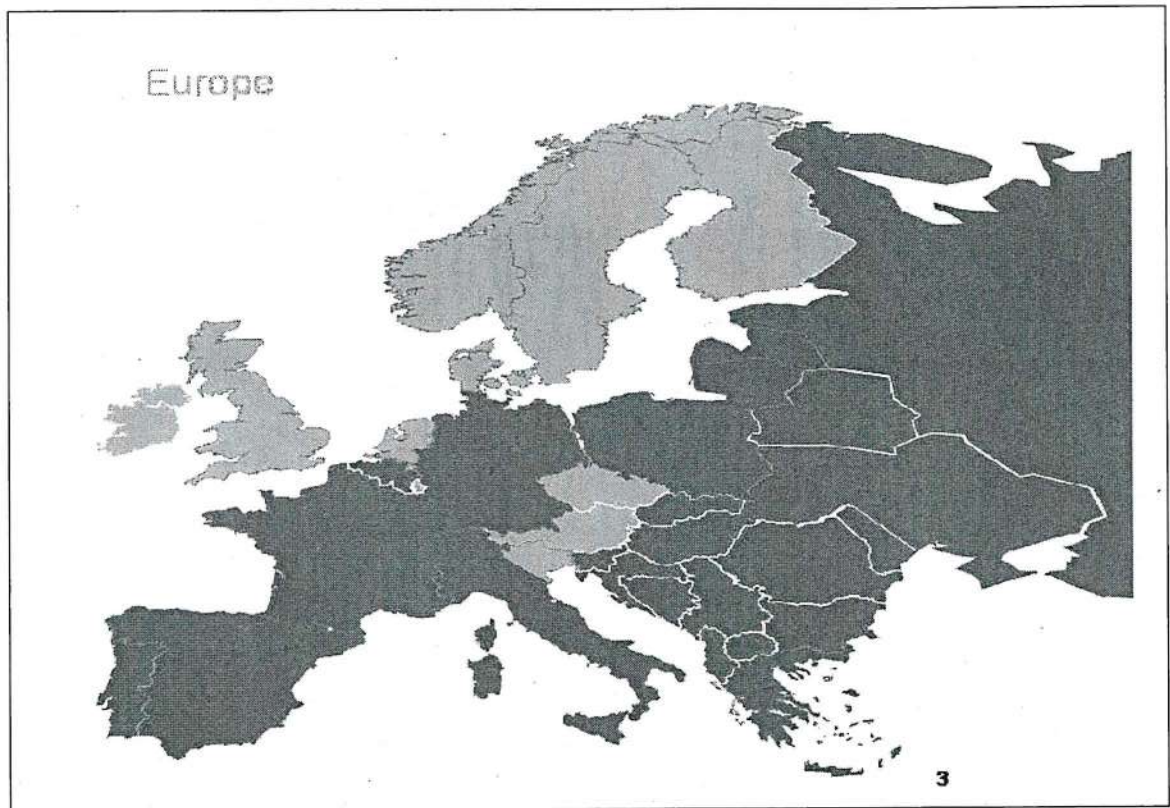
1 Way



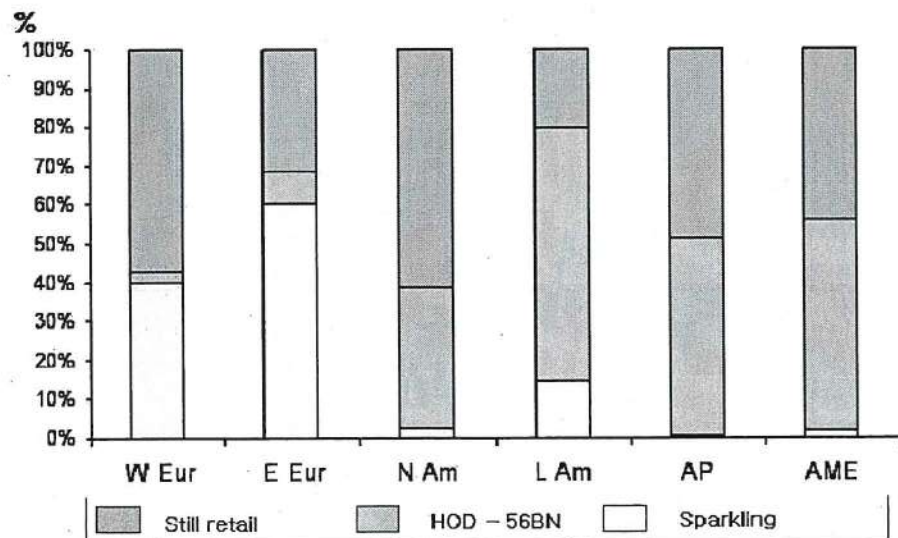
2 Way



Plumbed In



Europe has distinctive characteristics versus rest of the world – high sparkling low HOD



Major Players



▲ No.1 Value



DANONE

▲ No.1 Volume



5

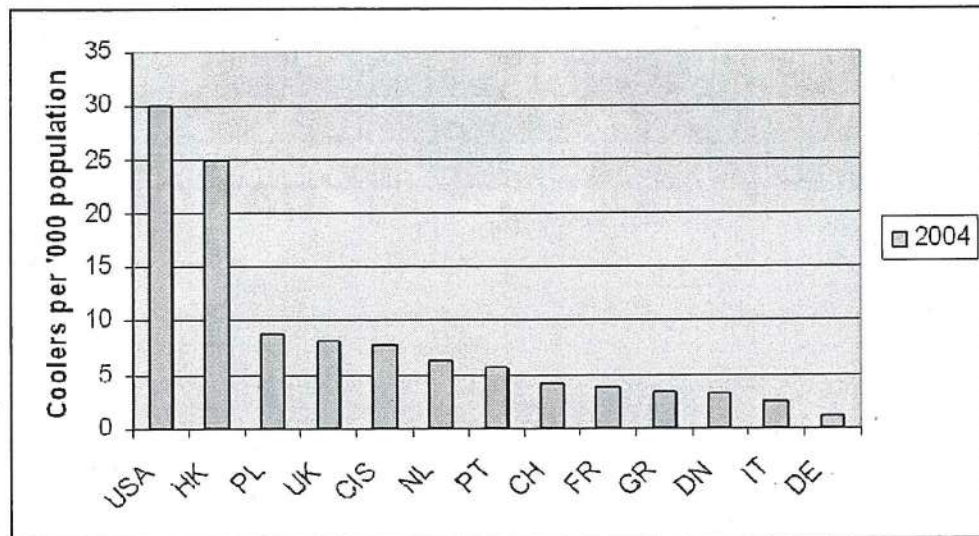
Early Years – 2000's

- ▲ Bottled water market – 15% growth
- ▲ Entrepreneurs building water cooler businesses
- ▲ Watsons Water spotted opportunity for consolidation

POWWOW®

6

The Key Strategic Slide



7

Water Coolers – Growing Up

▲ "Powwow for Everyone"

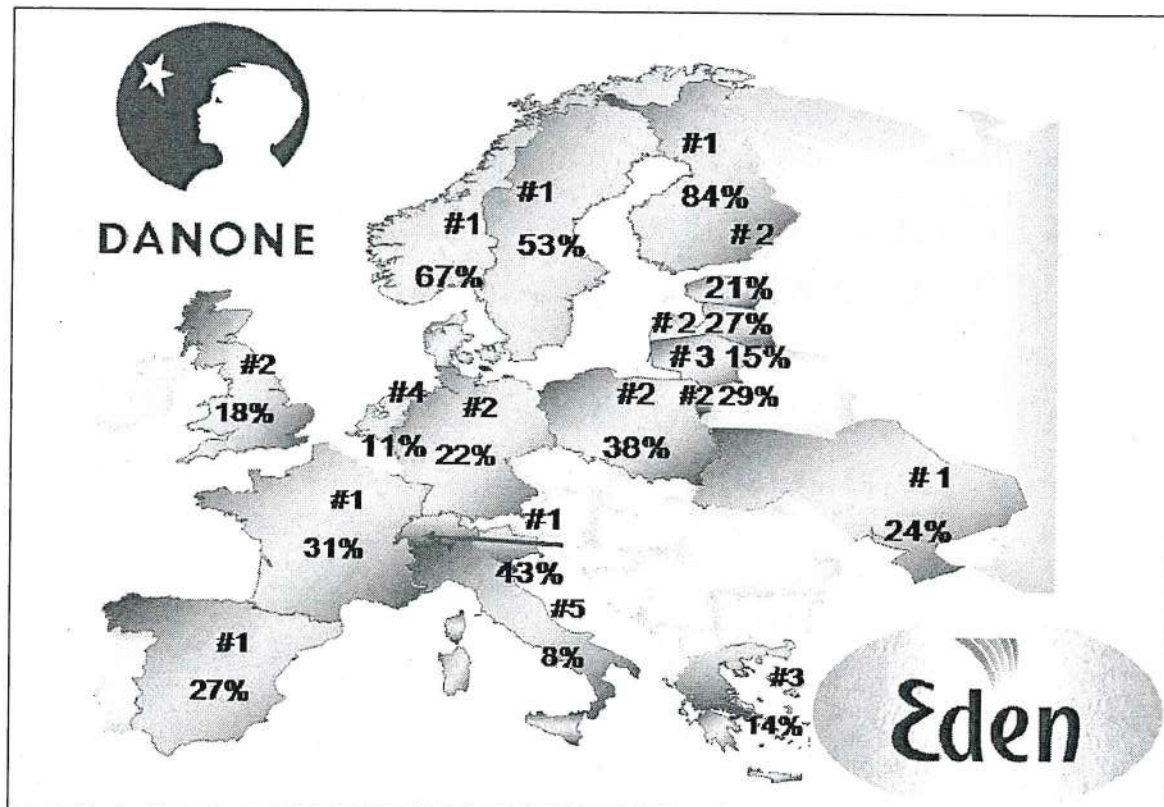
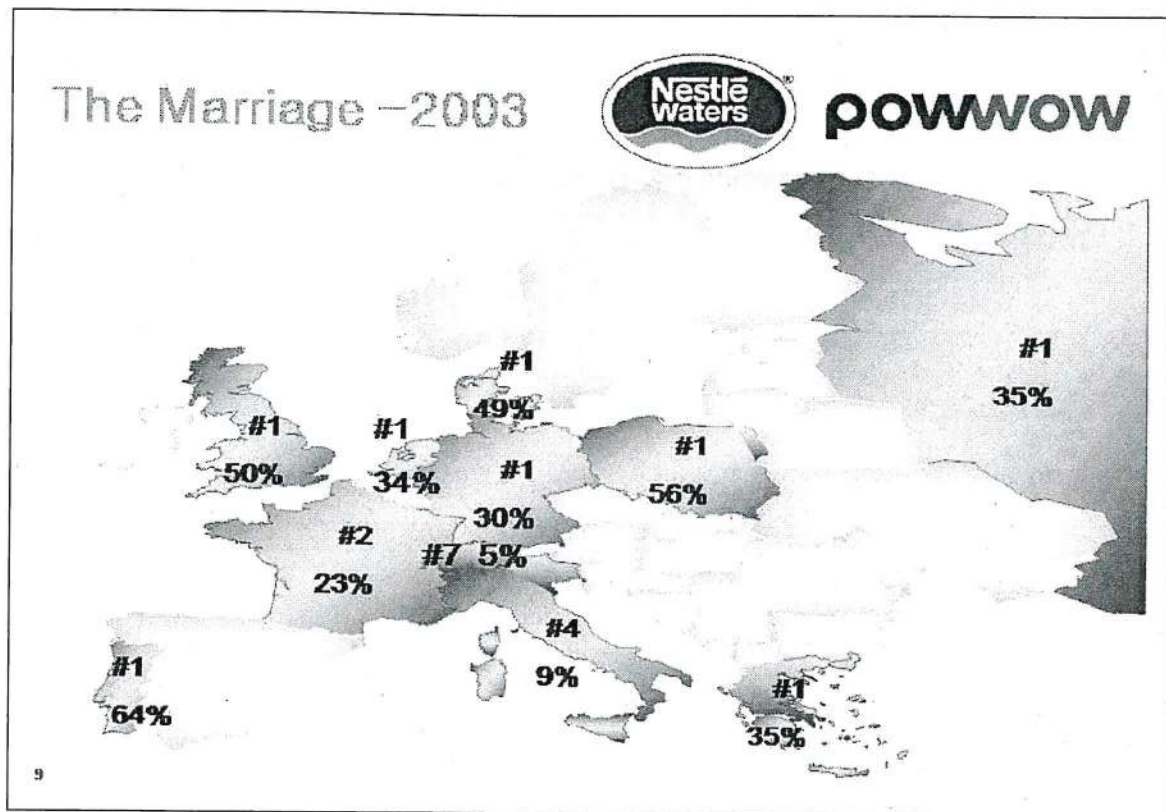
▲ \$250M for No.1 of No.2
 / 40 Acquisitions in 9 countries
 / 220M Coolers

▲ 16% Market Share

▲ 10% Market Share

POWWOW®





UK Market – Reality 2006

▲ Bottled Water

/ Aquarel versus Buxton

▲ NWPW

/ 50% Market Share

/ 1000 employees, 16 sites, 200K Coolers

/ Break even business

/ POU not core business.

11

UK Bottled Water Trends

▲ Supermarket Brands

/ Price (.5p/100ml)

▲ Spring Water versus RO Water

/ Aquarel versus Pure Life (3.3p/100ml)

▲ New Brands

/ Belu (15.4p/100ml) and One



12

The Divorce – 2007 – 2009

▲ Danone decide not to buy joint venture
/ Eden get private backing

▲ Nestle Waters
/ Integrate into Nestle Markets
/ UK business sold to Murray White in 2009

13

The Future

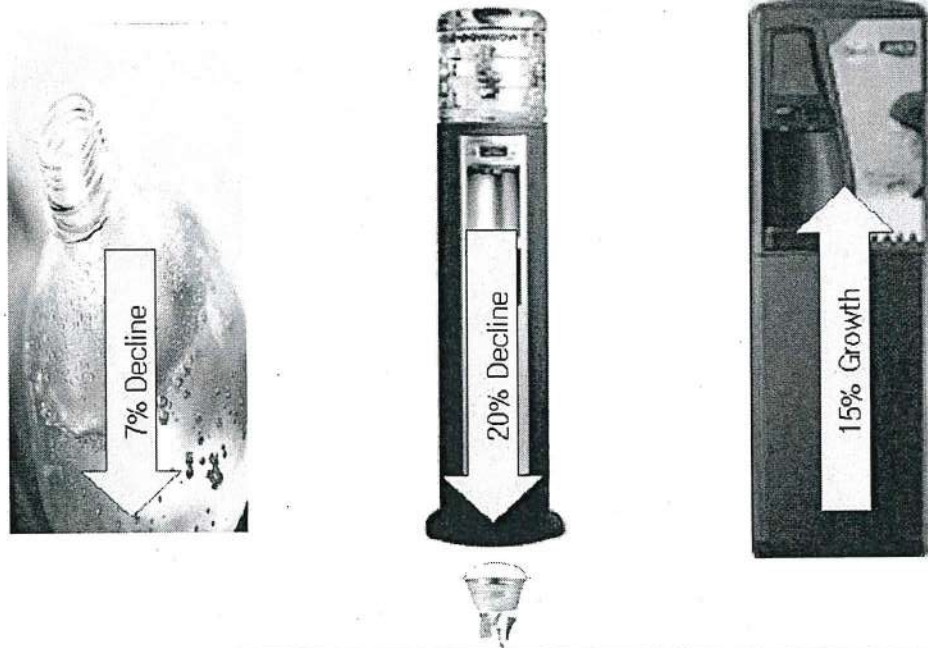
▲ Rise of POU
/ Entrepreneurs start the next phase

▲ What will reverse bottled water decline?
/ Is the Home Market Real?

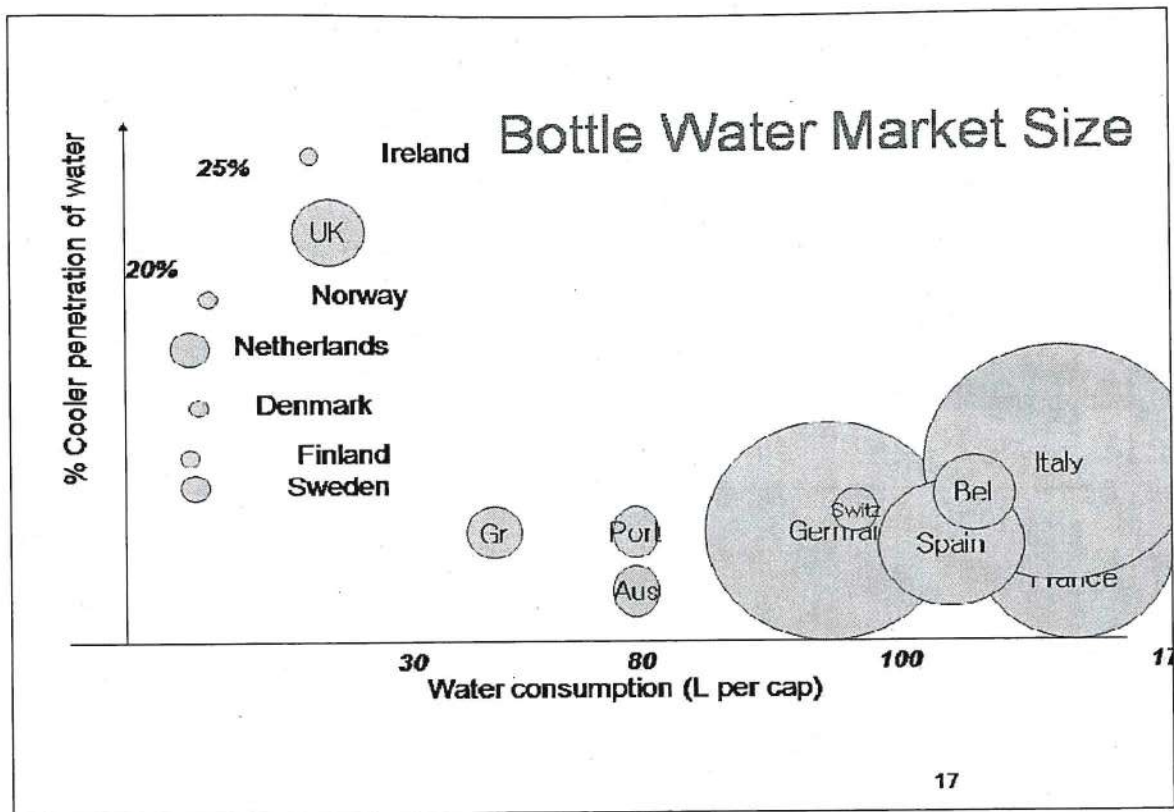
▲ Innovation
/ New Formats & Occasions

14

The last 10 years in the UK



Back Up Slides



수처리 산업동향과 제주도 지하수의 이용



(주)웰컴 I&D 최 미 경 이사

-
- ▶ 학위 : 고려대학교 보건대학원 예방의
학교실 환경보건학 석사 수료
 - ▶ 경력 : 서울대학교 보건대학원 보건정
책연구과정 이수,
하버드대학 보건대학원 국제건
강관리시스템 및 프로그램 연수
독일 뮌헨대학 기후학 연수
 - ▶ 현재 : JDC 헬스케어 조성사업 자문위
원 및 추진위원
제주도청 수자원산업 자문위원
(주)웰컴I&D 총괄이사
-

수치료 산업동향과 제주도 지하수의 이용

April 06, 2010

발표자 : 최 미 경

수치료 Industry Overview

수치료는 유럽을 중심으로 현대의학이 발전하기 이전에 치료 목적으로 광범위하게 적용되었음

20C 현대의학의 급속한 발전으로 수치료는 의료분야에서 도외시 되었으나 1960년대부터 독일, 프랑스 등 고령인구가 많은 국가를 중심으로 정책적으로 수치료를 통한 의료비 경감 등 제도권 내에서 국가가 적극적으로 지원하고 있음

평균수명의 연장, 생활수준의 향상, 의료기술의 보편화 등으로 만성병 및 수술 후 환자들의 의료서비스에 수치료가 적용되어 지는 사례가 증가되면서 수치료산업의 규모가 확대 되어짐

21C 새로운 의료 서비스-Medical Wellness 라는 용어가 독일을 중심으로 활성화되면서 수치료산업은 유망 부가가치 산업으로 인식되고 있음

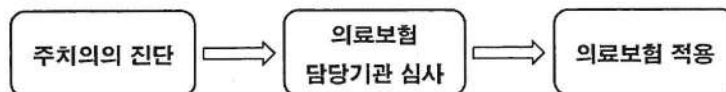
France

France

- 16세기 온천에서의 요양으로 시작됨
- 1823년 온천법 제정 이후 온천 중심의 수치료 시장이 국가의 주도 하에 발전
- 온천 치료가 사회보장제도 중 하나로 중요한 역할을 담당
 - 의사들은 반드시 온천의학을 공부
 - 관광보다는 치료에 더 중점을 두고 있음
- 정부의 적극적인 온천 요양사업 투자와 온천지 사업장의 노력을 통해 유럽 온천지의 중심 역할
- 온천 요양지 중 전체 요양지의 약 ¼이 연중무휴이며 나머지 ¾는 하절기를 중심으로 계절 영업
- 프랑스에서 온천수가 생성되는 1200여 곳 중 온천치료시설을 갖추고 온천요양이 가능한 온천타운(의료보험 적용이 가능한 온천지)은 약 105개임

France

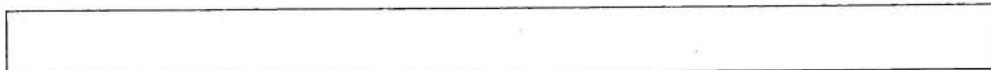
- 온천시설 방문 환자수
 - 1965년 36만명이던 환자수가 2007년 500만명을 넘어서고 있음
 - 온천시설 내 요양객들은 기본적으로 3주간 체류
 - 대체로 보호자나 가족이 같이 오는 경우가 많기 때문에 연간 숙박객수는 약 1,340만 명에 달함
- 의료보험을 적용받아 온천시설을 이용하는 환자들의 평균연령은 60세이며 이용객의 평균연령대는 온천치료가 시작된 20년 전과 큰 변화가 없음
- 온천타운에서의 치료 및 요양 절차



- 온천타운 내에서의 치료비 및 교통비용 지급
- 온천타운 내 호텔 중 숙소를 정하고 온천타운 내 병원과 담당 주치의를 정할 수 있음

France

- 프랑스의 현재 질병관련 보험 급여비의 약 1%가 온천건강보험 급여비로 지급
 - 온천요양 시행 전에 비해 약물사용 비용이 약 30~40% 감소
 - 만성질환자의 결근비율 약 30% 감소
- 온천요양 및 치료 이용객은 전문의의 진단소견에 따라 3주간 체류
 - 온천치료비의 70%정도를 보험금으로 지급
 - 중증의 병으로 진단될 경우 국가에서 전액 지원
- 보험 적용 질병
 - 류마티즘 질환, 호흡기 질환, 피부 질환, 소화기 질환, 부인과 질환, 정맥계 질환, 비뇨기 질환, 정신 질환, 심혈관계 질환, 소아과 질환, 신경계 질환
 - 사실상 거의 모든 질환에 대해 온천치료 및 건강보험이 적용
- 류마티스 질환 52%(1위), 호흡기계 질환 23%(2위), 정맥계 질환 7%, 소화기 질환 7%



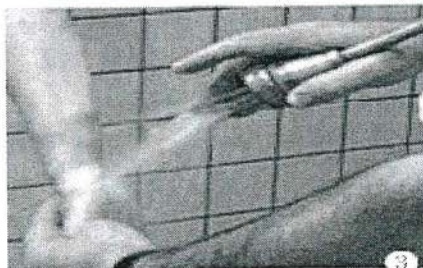
치료와 휴양을 위한 도시

Aix-les-bains



Aix-les-bains

Chevalley Thermal Baths(슈발레 온천병원)

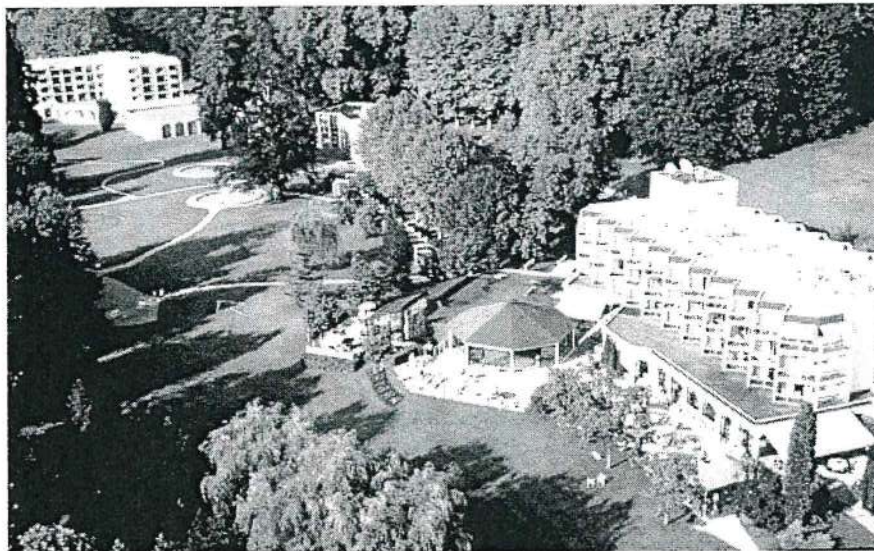


Aix-les-bains

Thermes de Marlioz(마를리오레즈 병원)



Aix-les-bains

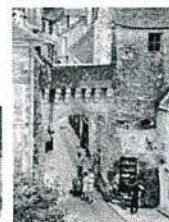


Aix-les-bains



온천 리조트 빌리지

La Roche-Posay



La Roche-Posay

Saint Roche Medical Center(생로슈메디컬센터)



- 라로슈포제에서 가장 규모가 큰 온천 치료 병원
- 온천수에 셀레늄 성분이 많아 피부질환 치료에 탁월함
 - 몸 속 셀레늄 농도가 약 30% 떨어져 있고 피부 표면 PH가 산성에 가까운 아토피 환자의 경우 3주간 치료 후 가려움증이 가라앉고 수치도 정상으로 돌아감
 - 셀레늄의 피부재생능력으로 화상 치료 후 자연스러운 피부 형성 효과



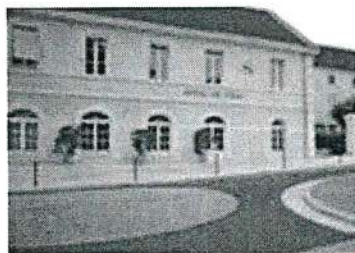
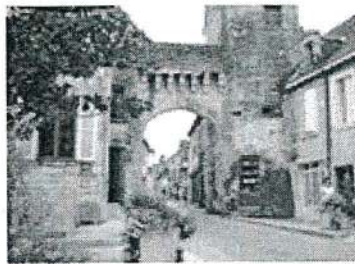
La Roche-Posay

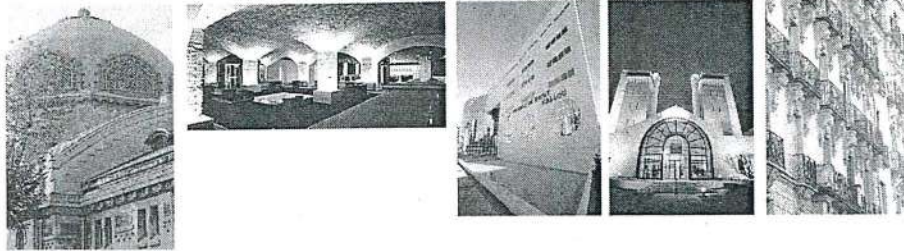


La Roche-Posay



La Roche-Posay





도시가 하나의 단일 Resort - Vichy



Vichy



Vichy



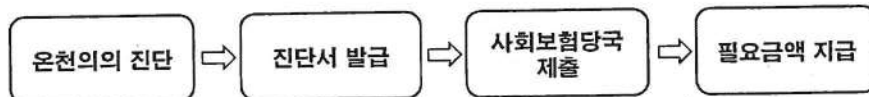
Vichy



Germany

Germany

- 1937년 12월 연금법 차원에서 온천 의료보장 시작
- 1957년부터 의사의 지시 하에 실시되는 온천건강보험이 모든 사람에게 적용
- 온천보험 적용 절차



- 보험당국이 지정한 시나토리움(공기가 신선하고 햇볕이 잘 드는 곳)에서 요양하면서 치료비와 더불어 숙박비, 교통비를 모두 제공받음
- 온천치료비의 경우 치료 후 정산되며 의사 증명이 있을 시 소득세 면제
- 1970년대 초 독일 내 온천개발 붐이 일면서 연금보험당국 직영의 시나토리움이 많이 생겨남

Germany

- 온천요양객의 질환은 류머티즘 질환에서 심장병 등 순환기 병, 만성호흡기병, 위장병, 스트레스로 인한 심인적 질환까지 다양함
- 나우하임 온천
 - 심장병 치료 온천병원으로 유명
 - 1973년 기준 치료객 수 약 49,000명, 연 숙박객 수 140만 5000명, 평균 체류 일수 28일로 기록
 - 전체 이용자 중 보험적용을 받는 사람들이 ¾이며 나머지 ¼는 예방적 치료를 위해 온천치료시설을 이용
- 2007년 이후 건강보험이 의무적으로 온천치료비용을 부담
 - 2007년 이전에는 건강보험공단이 온천치료 여부를 판단하여 부담
 - 규정 발효 후 첫 6개월 동안 온천치료용 건강보험 지출이 16%가량 증가
- 온천치료 이용객 7,000명을 대상으로 10년 간 관찰한 결과 (Wannenwetsch Report)
 - 질병으로 인한 결근 37% 감소
 - 만성병으로 인해 치료를 받는 사람은 3~5배 감소
- 100명의 요양객을 대상으로 조사한 결과 의료비는 온천요양치료 실시 후 약 62% 감소

Germany

- 온천치료 방법
 - 치료기간은 기본 4주
 - 독일온천협회(DBV)에 의한 온천적용요법 현황

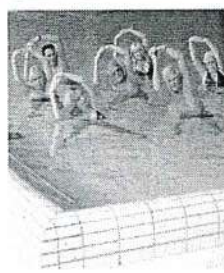
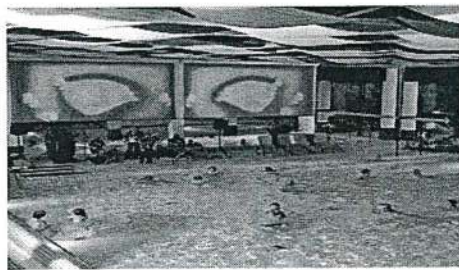
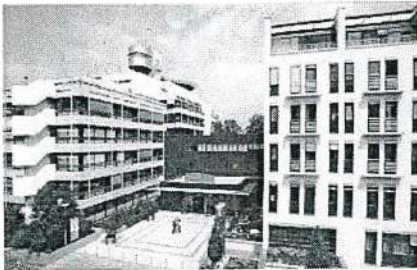
적용요법	온천 및 입욕 요법	기후 요법	해양 요법	크나이프 요법
개소	135	50	49	60

- 온천요법 담당 의사의 처방에 의해 수온 및 수압, 치료시간 및 횟수가 엄격히 정해짐
- 해당 요양소의 전문온천요법사가 용량지도 담당
- 2007년 이후 온천치료 현황
 - 온천요양지에서의 장기요양비율이 점차 증가하는 추세
 - 2007년 기준 독일 총 300여 개 온천에서의 장기 요양숙박은 2006년 대비 3.7% 증가한 1억 1백3십만 건으로 확인
 - 의료보험에서 호텔과 연계하여 예방프로그램을 제공하고 있어 매년 150유로까지 지원이 가능
- 독일의 대표적 온천치료센터
 - 바드 뵐리스호펜, 프리스 바드 키싱겐, 바드 나우하임, 바덴바덴 등



이온 광천수의 도시
바드 나우하임

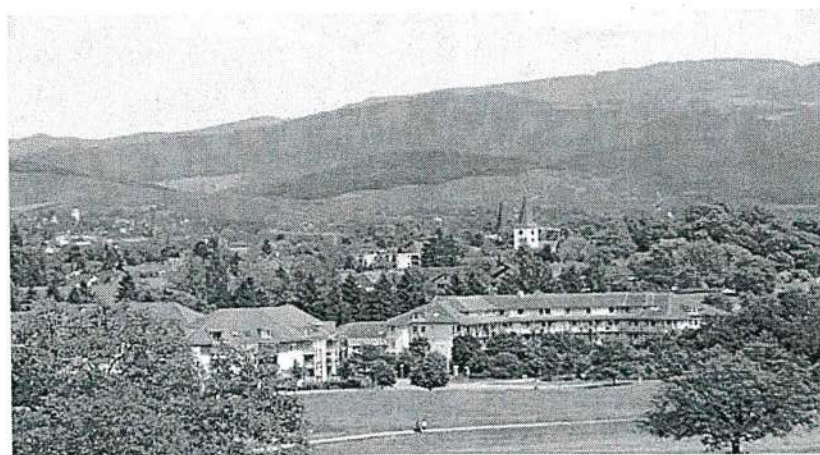
Bad Nauheim - Kerckhoff Klinik





휴양과 치료를 동시에
바드 크로칭겐

Bad-Krozingen



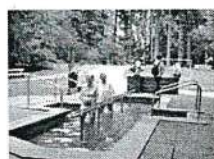
Bad-Krozingen



Bad-Krozingen



Bad-Krozingen

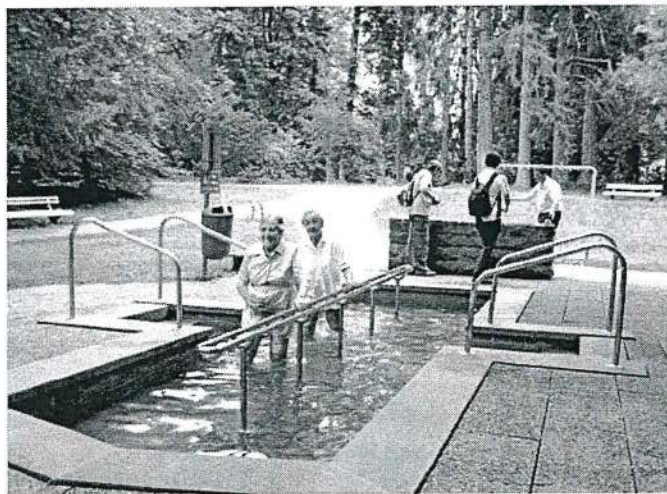


크나이프 요법의 발상지
바드 뵤리스호펜

Bad Wörishofen



Bad Wörishofen



Austria

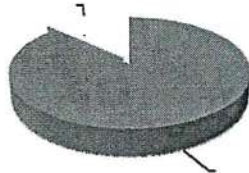
Austria

- 의료보험 요양객들을 온천 수치료시설로 편입하면서 시장 발전
- 1주 이상 온천요양을 경험한 사람이 약 20만 명에 달하며 빈을 중심으로 대도시 지역에서 온 요양객이 대부분
- 온천요양 치료비용 지불 형태



Austria

- 온천치료 요양객의 특징
 - 장기 온천치료 요양객의 40%는 연금을 받아 생활하는 퇴직자임



40대 이상의 중장년층 중 50대, 40대 연령층이 가장 많은 수를 차지

- 공무원의 약 90%가 의료보험의 전액 지원을 받고 있음
- 자영업자나 주부의 경우 약 30%가 본인 비용 부담으로 온천치료를 받음
- 피로회복 및 예방의학 차원으로 이용하는 비율이 높음

Italy

Italy

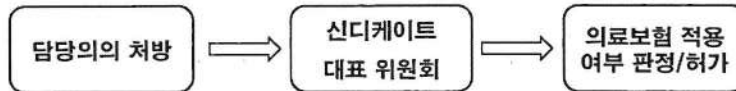
- 1997년 정부차원에서 온천치료법이 질환의 종류별 치료효과가 있다는 것을 과학적으로 증명한 후 온천치료에 보험 적용이 가능해짐
- 주치의에게 진단을 받은 후 해당 온천지에서 프로그램에 따른 온천치료 실시
- 온천치료장의 형태
 - 온천치료관과 음천장을 중심으로 취락을 이루고 있는 형태
 - 온천호텔에서 온천의와 온천요법사를 두고 치료를 받는 형태
- 요양치료 횟수
 - 1년에 1회, 1회당 12~18일 한도
 - 독일, 프랑스, 러시아 등에 비해 짧은 편

Other Countries In Europe

Other Countries in Europe

• 체코슬로바키아

- 연간 70만 명 이상이 온천요양 치료를 받음
- 온천요양 치료 절차



• 헝가리

- 오랜 온천요양지가 많으며 온천치료 전액을 국가가 부담
- 온천시설 입원치료 환자와 통원치료 환자로 구분
- 부다페스트의 경우 수치료시설, 물리치료시설과 의료진이 상주하고 있는 외국인 전용 온천요양 호텔이 있음



체코 최초의 심장수술 연계 센터
포제브라디

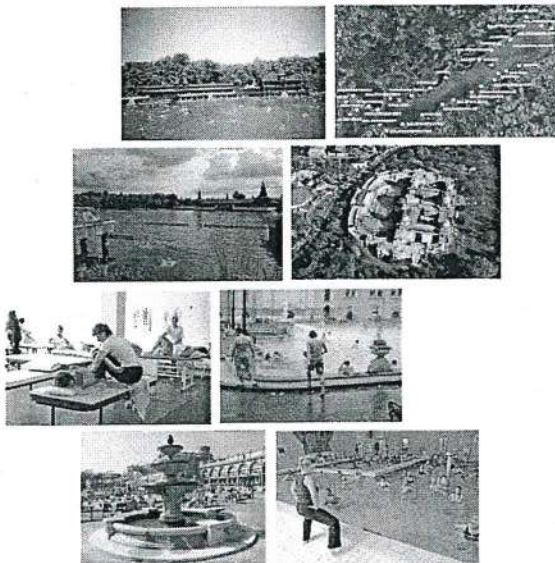
Poděbrady, Czech



Poděbrady, Czech



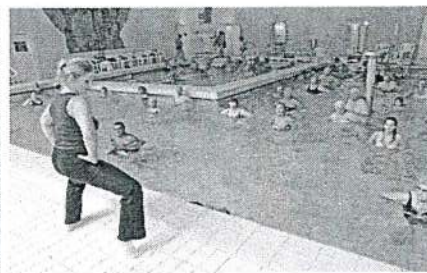
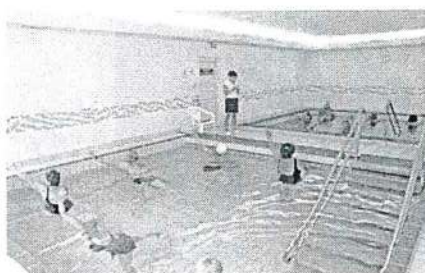
Poděbrady, Czech



치료의 물
헤비츠 온천

Heviz, Hungary

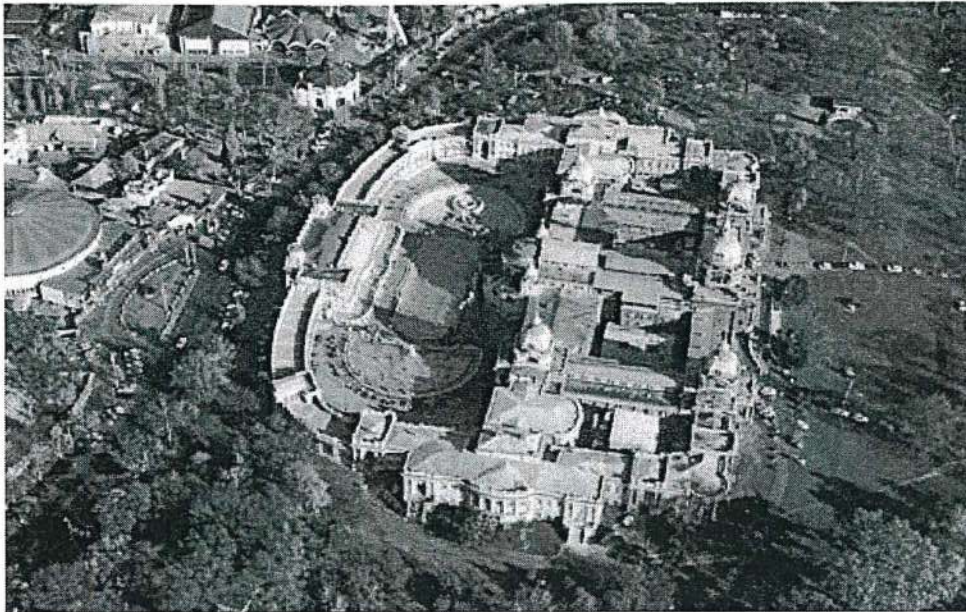
Saint Andrew Hospital



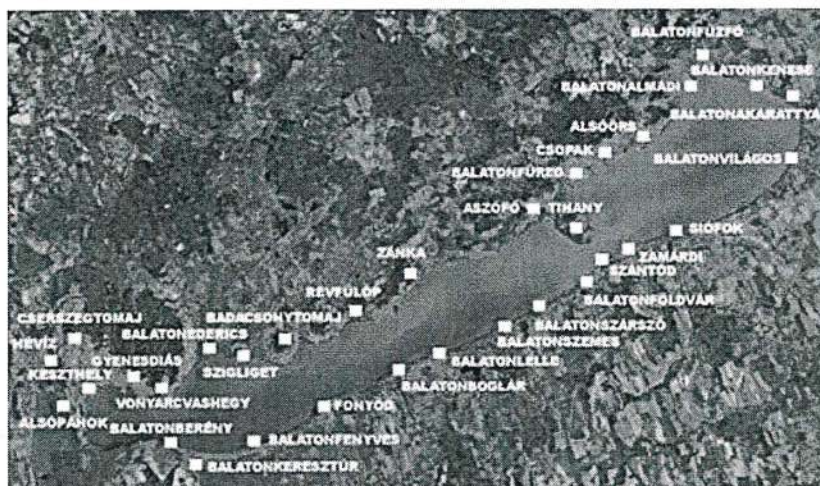
Heviz, Hungary



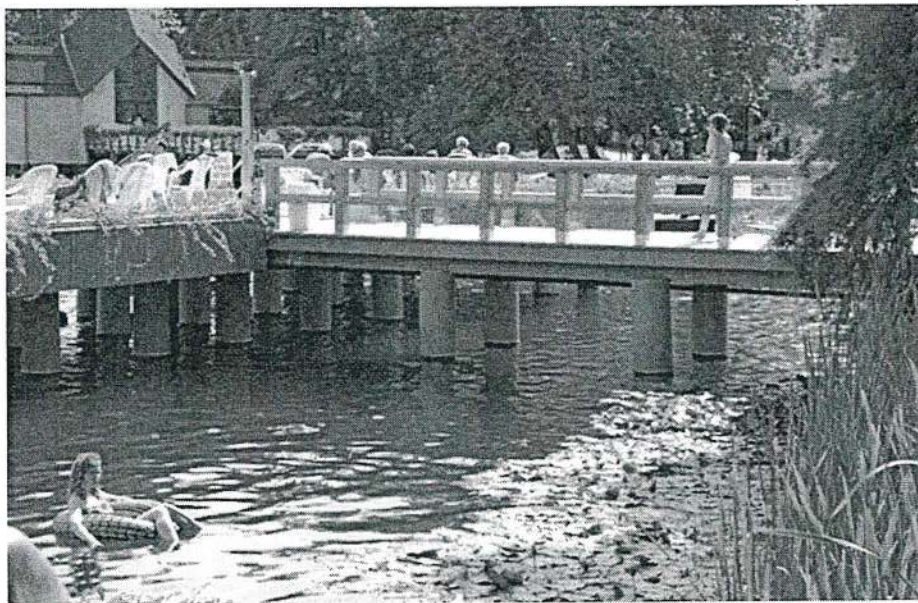
Heviz, Hungary



Heviz, Hungary



Heviz, Hungary



Japan

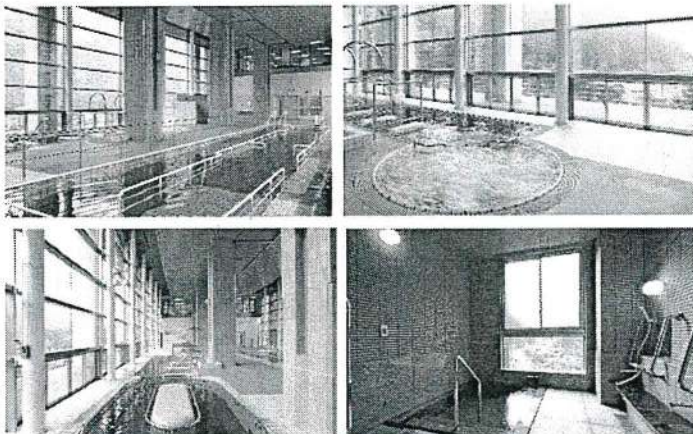
Japan

- 온천치료병원 현황
 - 전국적으로 100여 개 온천 치료 병원 ; 국립, 현립, 종합병원 부속 온천병원
 - 1975년 온천전문 의제도 도입 후 온천지에서의 온천전문 의 고용이 의무화 되었으나 1975년 이전에 지정된 보양지에는 온천전문 의가 없는 곳도 있음
 - 2002년 기준 전국 2,988개 온천지 중 90여개가 국민온천보양지로 선정
- 병원에 입원하여 온천치료를 받는 경우와 온천지병원에서 온천치료를 받는 경우 일부 의료보험 적용
 - 의사 처방에 따라 1주일 이상 온천을 이용한 건강증진시설에서 온천보양 및 치료를 할 경우 이용료에 대한 의료비 공제 혜택 부여
- 2002년 일본 온천협회총회 보고자료
 - 65세 이상의 고령자의 경우 온천이용장려책을 시행한 자치현에서는 해당 현에 거주하는 고령자에 대한 의료보험 지급액이 감소됨을 확인

Shiobara Hospital

온천치료실

- 분당 240L씩 용출되는 74℃의 황산염 온천을 이용한 수치료실
- Aqua Exercise, 기포욕, 자쿠지 풀, 일반욕 치료 등



Shiobara Hospital



Shiobara Hospital

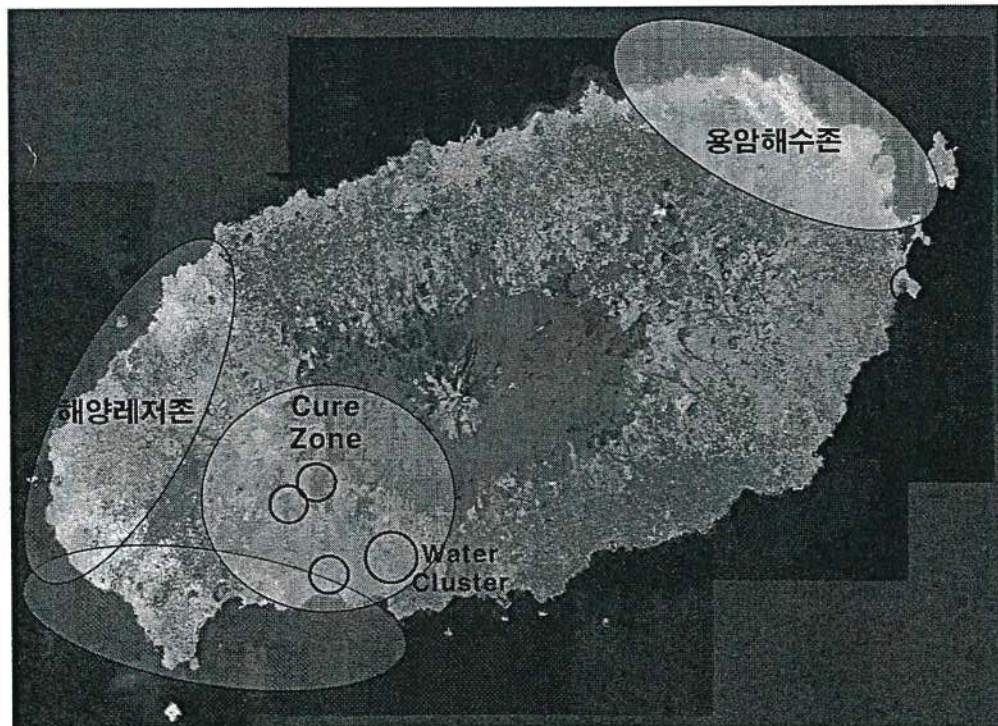
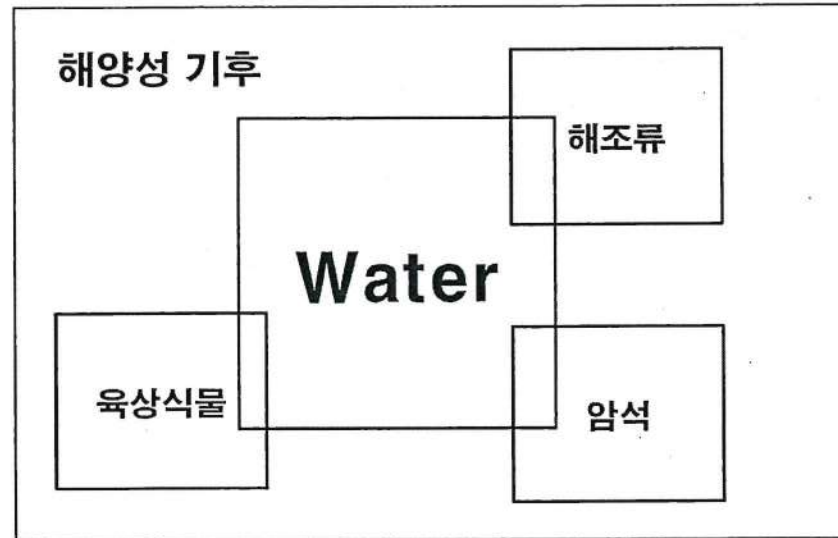


Shiobara Hospital



Jeju

제주의 수치료 산업자원



Welcalm Investment & Development

Tel. + 822 325 2818 Fax. + 822 325 2819

www.welcalm.com

welcalm7@welcalm.com

주제강연 II

제주물의 수리지구화학적 특성 및 생물학적 활성



- 4 강연 : 제주물의 아토피성 피부염에 대한 효능연구
— 일본 동경농공대 Hirosh Matsuda 교수
- 5 강연 : 제주도 토양질과 지하수질
— 제주대학교 현 해 남 교수
- 6 강연 : 지하수의 수화학(수질)특성의 조절과정: 물-암석반응
— 고려대학교 윤 성 택 교수
- 7 강연 : 제주물의 생물학적 활성 연구
— 영남대학교 장 현 욱 교수
- 8 강연 : 제주물의 한의학적 적용성 평가
— 대전대학교 김 동 희 교수

제주도 토양질과 지하수질



제주대학교 **현 해 남** 교수

-
- ▶ 학위 : 서울대학교 농학박사
 - ▶ 경력 : 농업과학기술정책 심의위원,
 제주도농어업·농어촌특별대책
 위원장 등 역임
 - ▶ 현재 : 친환경농자재전문위원회 위원장
 KBS, 제주일보, 농민신문
 논설위원
 제주대학교 생명자원과학대학
 학장
-



2010 제주물 세계 포럼 (2010. 4. 6)

제주 토양질과 지하수질
(Soil Quality and Groundwater
Quality of Jeju Island)

현 해 남 • 박 원 표 • 강 경 구

제주대학교 제주특별자치도
생명자원과학대학 제주개발공사

발표: 제주대학교 생명자원과학대학 현 해 남(hnhyun@jejunu.ac.kr)

왜?

- Ca 농도가 낮아 물 맛이 좋을 까?
- 질산성질소, 황산이온/염소비가 낮을까?
- 오염에 대해 저항성을 가질까?
- 화산암반수에는 Si가 많을까?

이
해

토양질과
지하수질
과의 관계

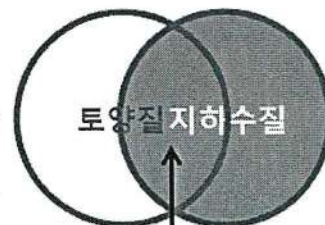
● 토양질과 지하수질은 얼마나 밀접할까?

- 발표전: 토양질과 지하수질은 일반적인 관계

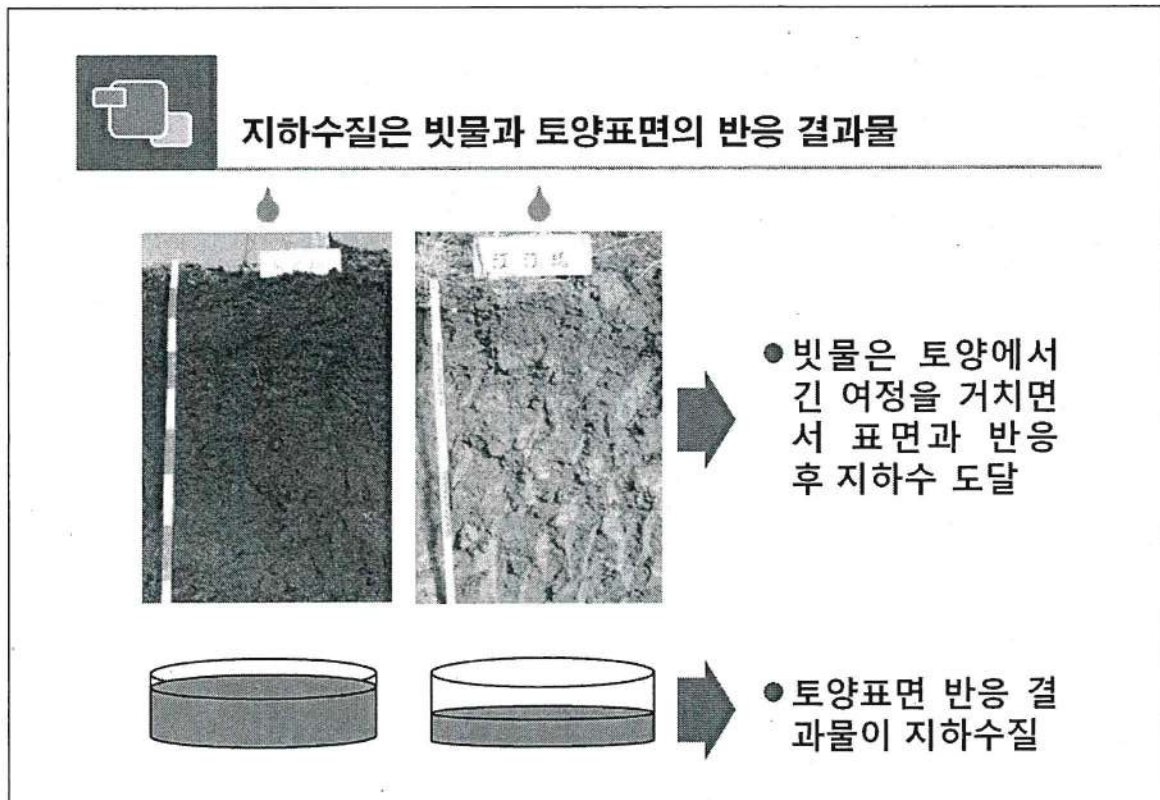
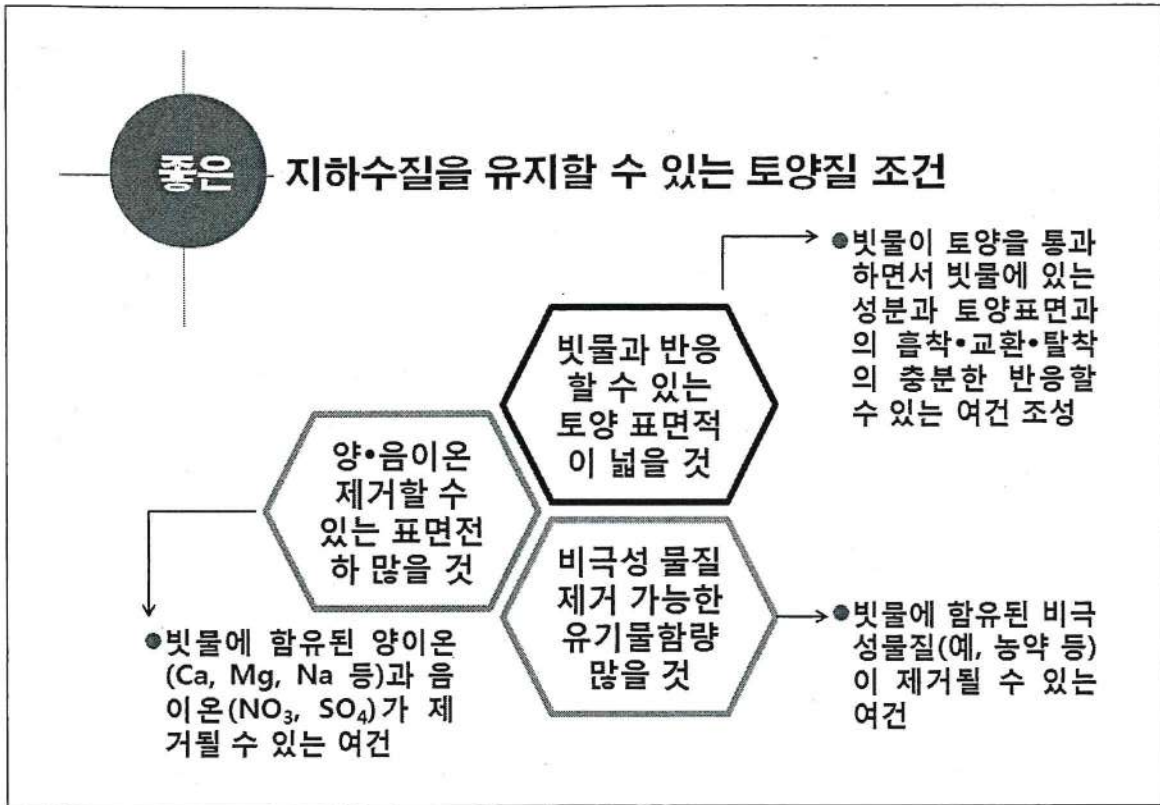


발표

- 발표후: 토양질과 지하수질은 특별하게 밀접한 관계



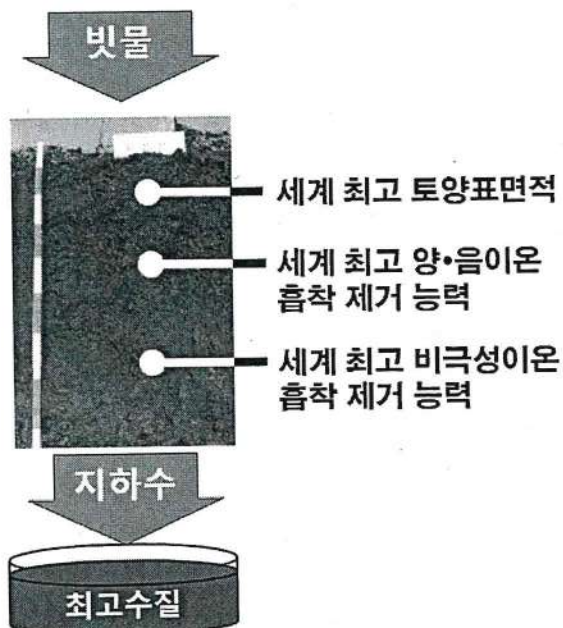
- Ca 농도가 낮아 물 맛이 좋은 이유
- 질산성질소, 황산이온/염소비가 낮은 이유
 - 오염에 대해 저항성을 갖는 이유
 - 지하수 함양량이 많은 이유



제주지하수의 수질이 좋은 이유를...

- 토양표면적이 다른 토양에 비해 넓으며
- 표면음전하가 많아 Ca 등의 제거능력이 커서 물 맛이 좋은 여건을 만들며
- 표면 양전하가 있어서 질산성질소, 황산이온 등의 이동을 줄이며
- 비극성물질(예, 농약 등)이 오염되어도 토양에서 여과가 잘 일어남

제주
화산암반수
의 좋은 수
질에 대한
토양학적
접근

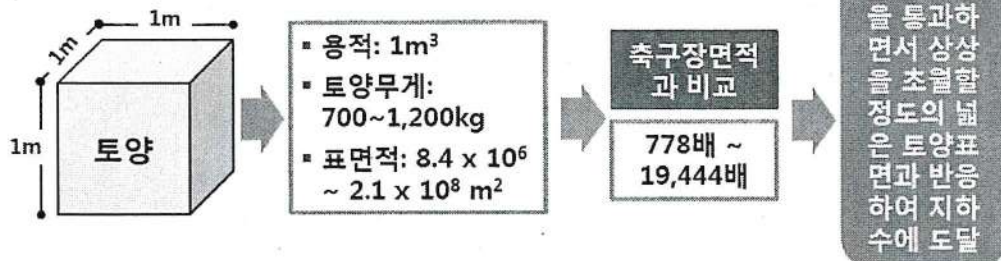


본 발표
에서 다
룰 내용



토양표면은 상상을 초월할 정도의 넓은 면적

- 토양 1m x 1m x 1m의 표면적은 축구장 면적의 778 배 ~ 19,44배의 넓은 면적

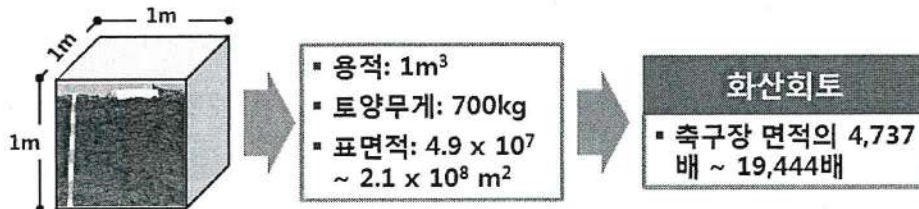


* 점토로 구성되었을 때의 표면적

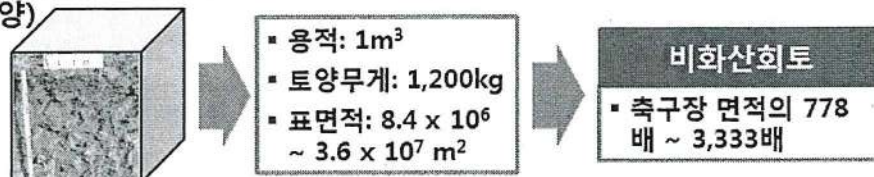


화산회토와 일반토양의 토양표면적은?

- 화산회토

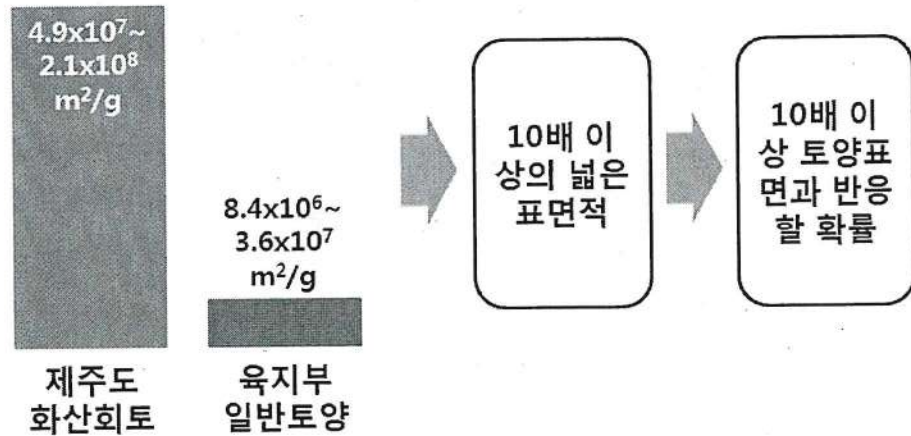


- 비화산회토(일반 토양)

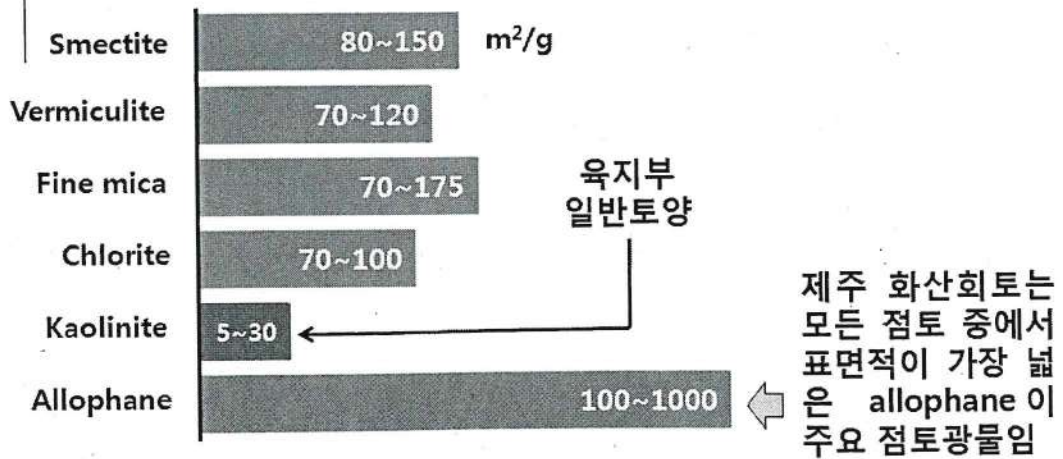


* 화산회토는 allophane, 일반토양은 kaolinite 점토라는 가정하의 표면적

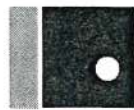
● 화산회토와 카오리나이트 토양(육지부 토양)의
표면적 비교



● 화산회토의 점토(allophane)은 모든
점토 중에서 표면적이 가장 넓은 점토

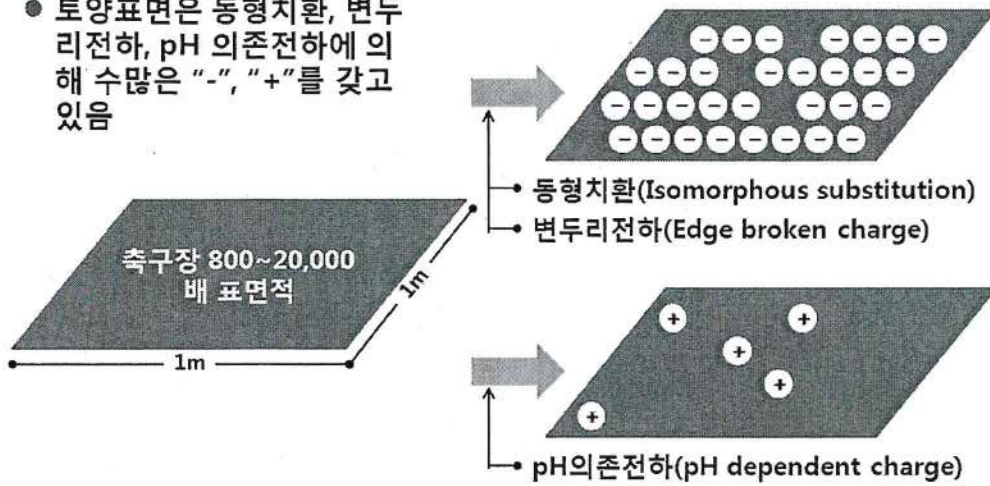


* Smectite와 vermiculite의 내부 표면적 제외

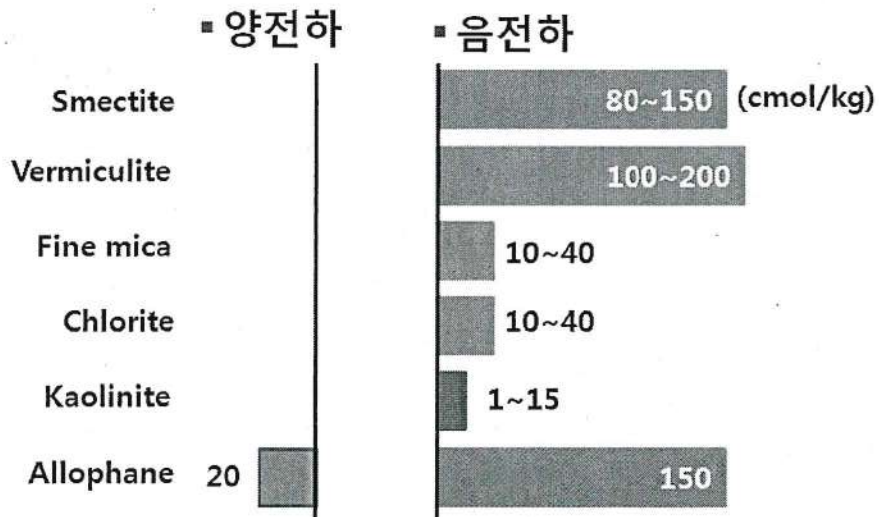


토양표면은 양·음이온과 교환반응이 일어나는 반응체

- 토양표면은 동형치환, 변두리전하, pH 의존전하에 의해 수많은 "-", "+"를 갖고 있음

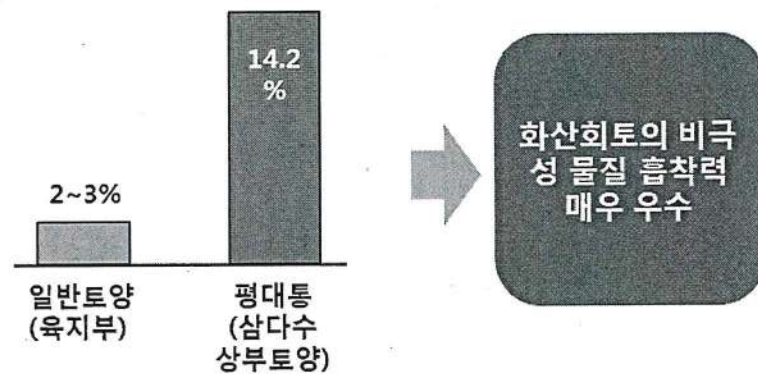


점토별 표면 양·음전하 크기 비교



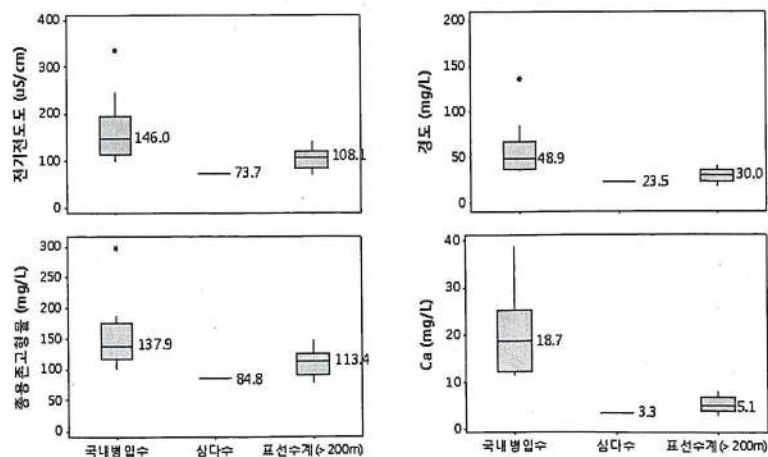
화산회토의 또 다른 특성: 유기물 복합체

- 부식(humus)는 음전하량 100 ~ 500 cmol/kg의 물질 흡착체
- 농약 등의 비극성 오염물질을 흡착하는 대표적 토양 성분
- 육지부 일반 토양과 삼다수 상부 평대통의 유기물함량



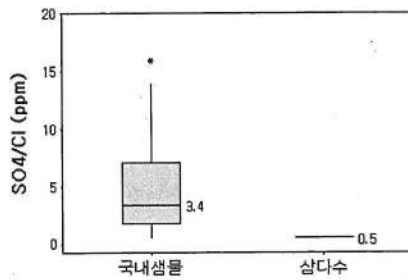
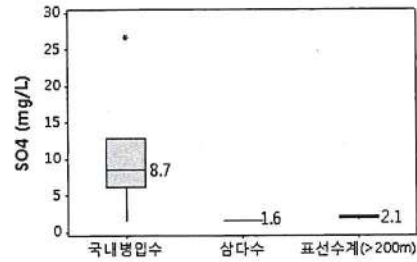
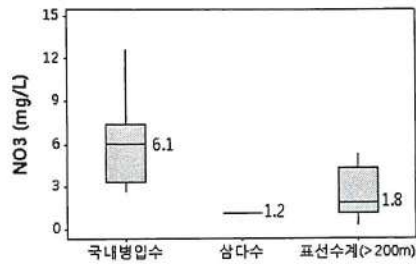
화산암반수의 양·음이온 농도가 낮은 이유

- 화산회토양의 양·음이온 교환용량(Cation and anion exchange capacity)이 큰 특성에서 오는 것으로 해석

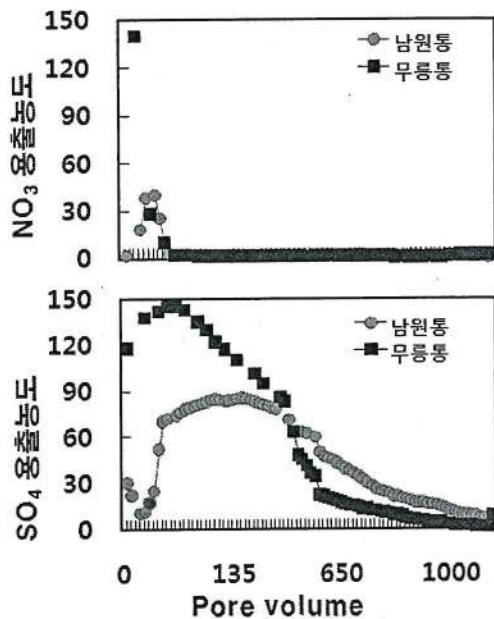


* 자료: 강경구(2010) 제주도 표선유역 지하수의 수리지구화학 특성과 수질 형성과정 해석 연구(박사학위논문)

- 질산성질소와 황산이온 농도가 낮은 이유는 화산회토만이 갖고 있는 표면 양전하에 의한 흡착현상의 결과라고 해석

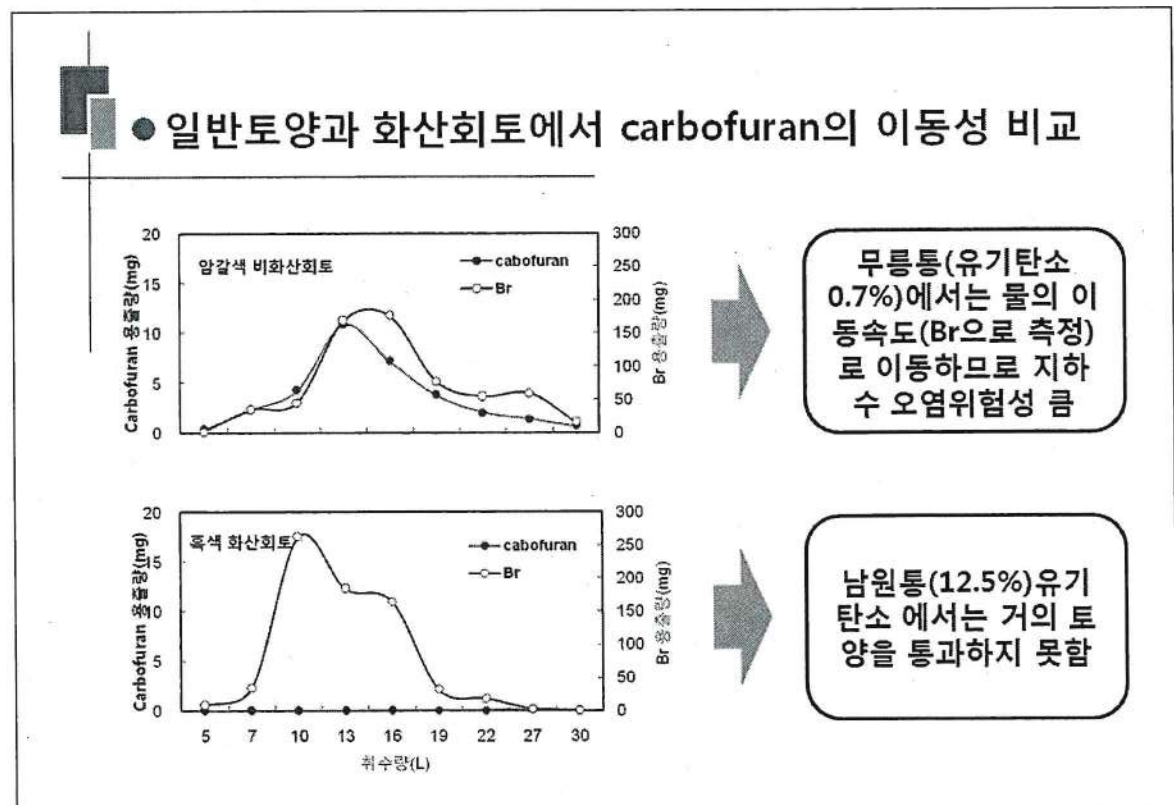
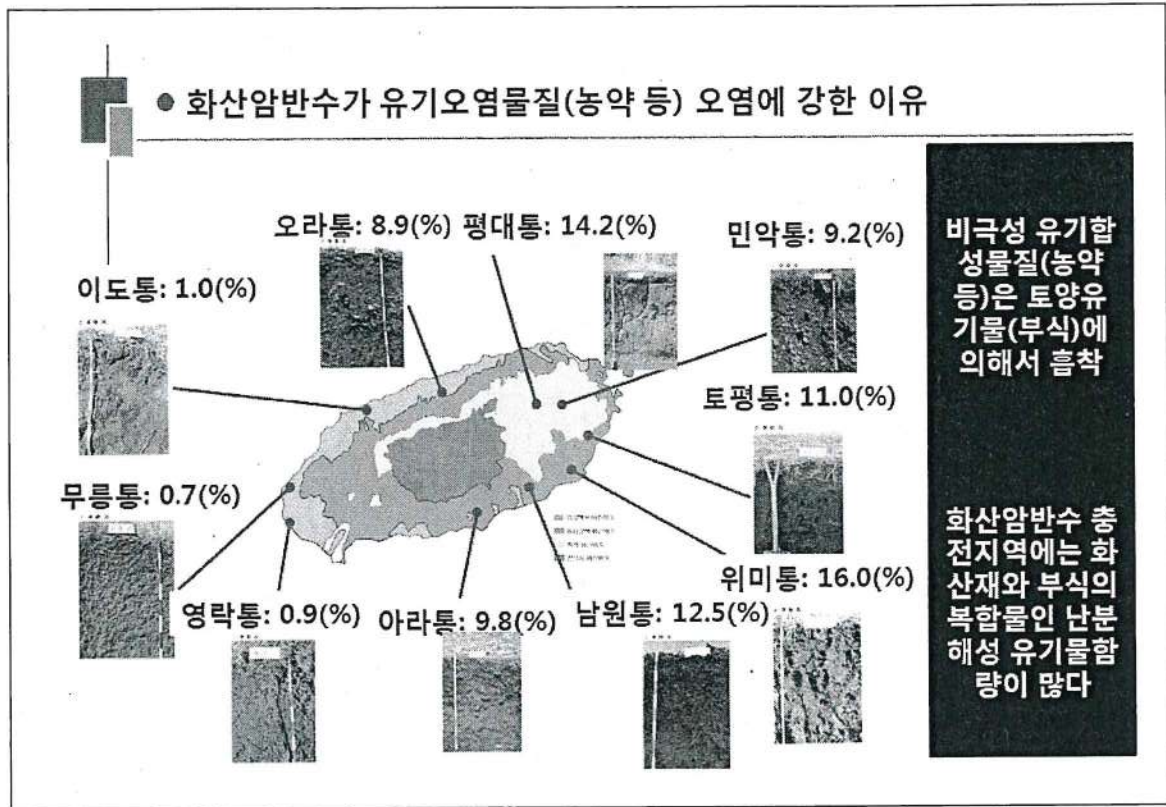


- 토양컬럼 시험에서도 질산성질소와 황산이온은 화산회토에서 낮은 농도로 적은 양이 용출됨

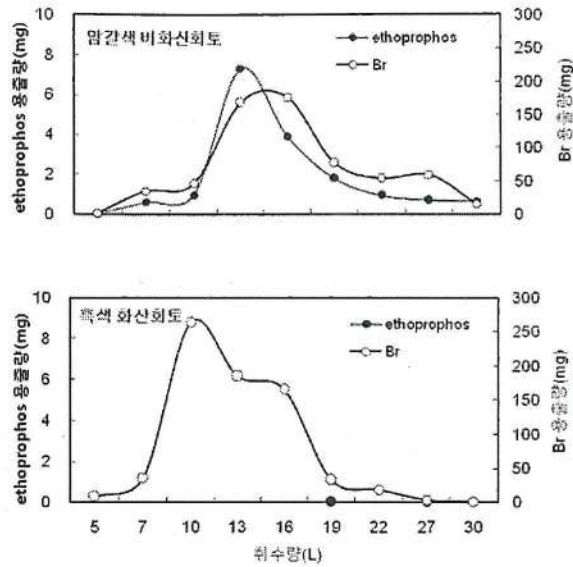


산림, 낙엽 등 자연상태에서 생성되는 질산태질소의 양은 동일하더라도 화산회토 지역 지하수의 질산성질소, 황산이온 농도가 낮은 이유에 대한 해석 가능

* 자료: 현해남, 오상실. 제주도 토양의 오염물질 흡착능과 지하수 오염을 수정하여 사용



● 일반토양과 화산회토에서 carbofuran의 이동성 비교



화산암반수 충전지역
화산회토양의 지하수
보호기능이 매우 큼

● 삼다수 위치는 신이 내린 자리

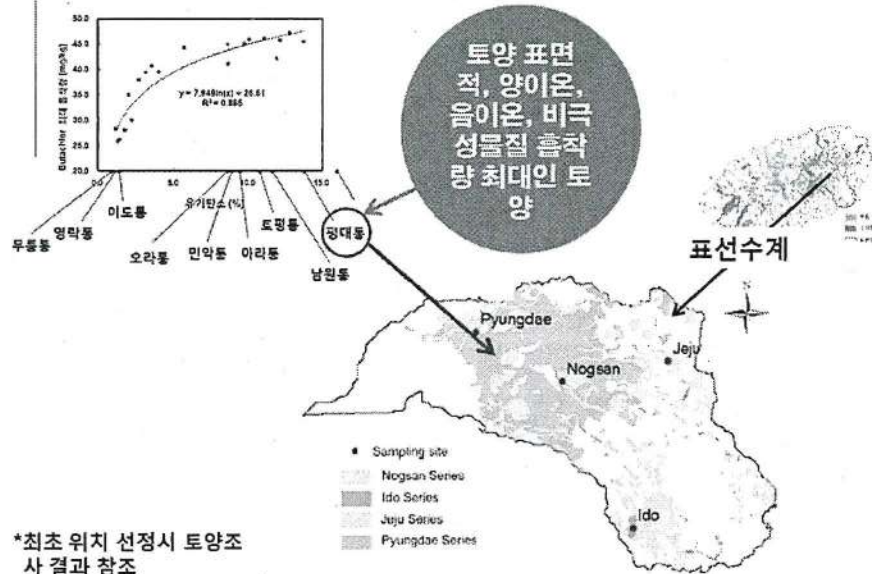
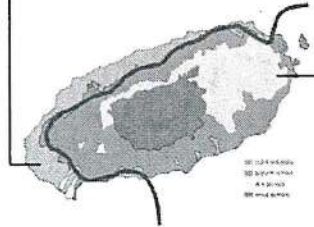


Fig. 11. Sampling sites for soil pore water in Pyeongsan area.

● 화산회토의 강한 흡착력 때문에 사회문화에도 영향을 미침

- 벼, 보리농사
- “쫄른사뭇소리”
- 재산 분배
- 제사도 분짓거리
- 고인돌 발견

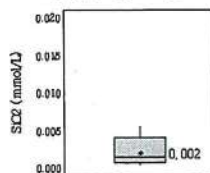


- 토양이 척박하여 보리농사 불가능
- 김메는 노래 “진사뭇소리”
- 농사가 안되어 재산은 장남에게만 상속
- 재산을 상속받은 장남만 제사를 지냄
- 고인들이 발견되지 않음

과거에 토양흡착특성이 강하여 척박한 토양이 지금은 지하수의 보물 !

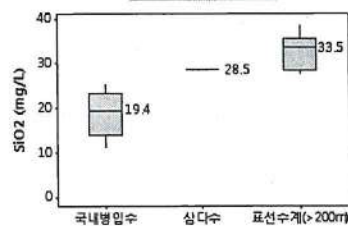
● 화산암반수 규소는 어디에서 오는가?

빗물 규소농도



- 빗물의 규소농도는 동일한데 화산암반층의 농도가 일반 병입수에 비해 높은 이유는 무엇인가
- 토양의 차이에서 오는 것인가?
- 암석의 차이에서 오는 것인가?

?



지하수 규소농도

● 화산암반수 규소에 대한 토양학적 접근

- 화산회토양은 화산재와 유기물이 분해된 부식이 결합하면서 만들어짐



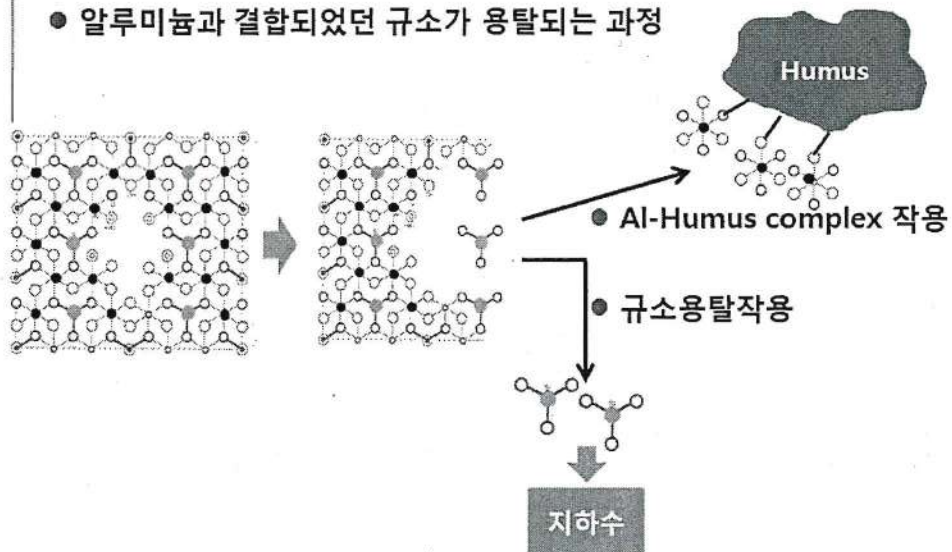
- 이 과정에서 알루미늄이 부식과 결합하여 검은색으로 변함



- 이 과정에서 알루미늄과 결합되었던 규소가 유리되어 용탈

● 화산암반수 규소에 대한 토양학적 접근

- 알루미늄과 결합되었던 규소가 용탈되는 과정



제주지
하수에
가졌던
의문

- 왜, Ca 농도가 낮아 물 맛이 좋을까?
- 왜, 질산성질소, 황산이온/염소비가 낮을까?
- 왜, 오염에 대해 저항성이 클까?
- 왜 화산암반수에는 규소가 많을까?

토양질적인 접근과 해석

- 세계 최고의 토양표면 “-” 전하에 의한 Ca 제거
- 세계적으로 희귀한 토양표면의 “+” 전하에 의한 질산성질소와 황산이온 제거
- 일반 토양의 10배 가까운 토양표면과 난분해성 유기물에 의한 흡착 제거
- 화산회토가 만들어지는 과정에서 탈규산작용에 의한 규소 용탈

지하수의 수화학(수질)특성의 조절과정 : 물-암석반응



고려대학교 윤 성 택 교수

-
- ▶ 학위 : 고려대학교 이학박사
 - ▶ 경력 : 학술진흥재단 자연과학단
Project Manager
환경부 먹는물자문회의 위원 등
역임
 - ▶ 현재 : 캐나다 캘거리대학교 Adjunct
Professor
환경부 중앙환경보전자문위원
서울특별시 지하수관리위원회
위원
고려대학교 지구환경과학 교수
-

제2회 제주 물 세계포럼
(2010. 4.6, 제주 라마다호텔)

**지하수의 수화학(수질) 특성의 조절과정:
물-암석 반응**

(Controls of groundwater quality and
chemistry: Hydrochemical and statistical
interpretation of water-rock interaction)

**Seong-Taek Yun, Kyoung-Ho Kim,
Byoung-Young Choi, and Hyang-Mi Kim***

**Green School and Dept. of Earth & Environ. Sci.,
Korea University**

(e-mail: styun@korea.ac.kr)

*** Dept. Mathematics and Statistics, University of
Calgary, Canada**



고려대학교
KOREA UNIVERSITY

Environmental Geochemistry Lab.
(<http://geochem.korea.ac.kr>)

발표 내용

- 1. 지하수의 수질(수화학) 형성 과정 개관**
 - **Well-being**에 기여하는 지하수의 부존 특성 이해 및
개발/활용을 위한 기본 방향
- 2. 지하수의 수화학 (수질) 특성과 분류**
(국내 심부 암반지하수(온천수) 연구 결과를
중심으로)
- 3. 요약 및 제언**

1. 지하수의 수질(수화학) 형성과정 개관

지하수의 화학성과 일반적인 분류

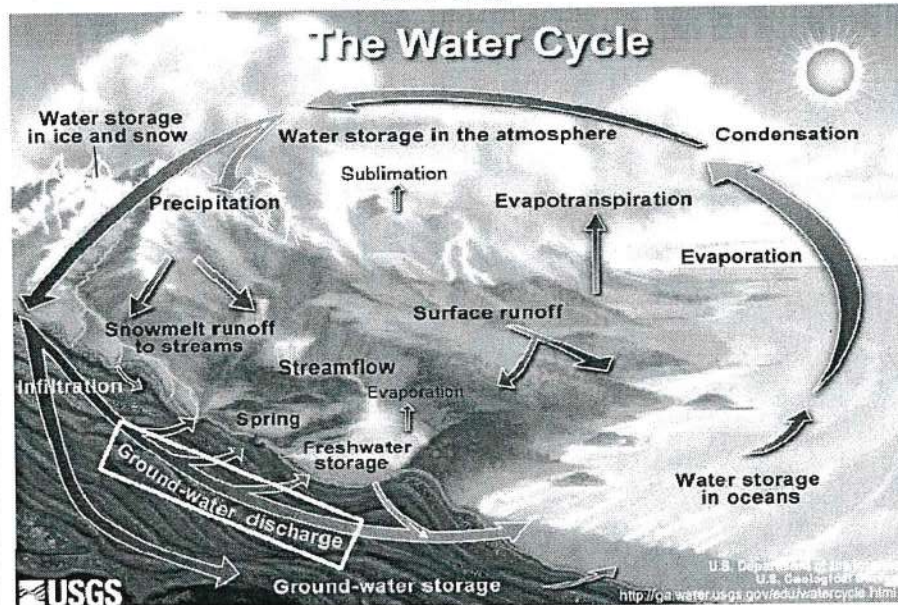
1) 지하수의 화학성(수질 특성)

- : 지하수는 심부 순환에 따라 온도와 성분이 일정한 경향을 보이며 변화
- 주로 물-암석 반응이 결정
 - 특정 성분의 침전/용해, 흡착/탈착, 이온 교환, 미생물 작용 등이 수반
 - 심부 유체 또는 상이한 지표 유체의 혼합(mixing)도 영향을 줌

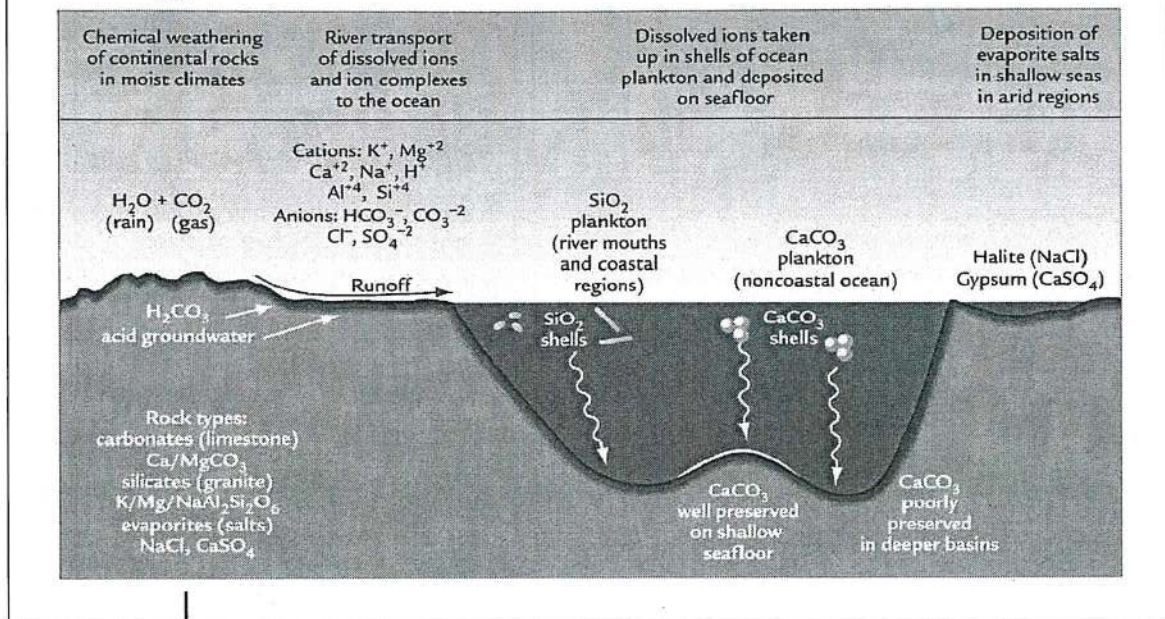
2) 지하수의 일반적 분류

- 부존 심도와 지질
 - : 천부 지하수와 심부지하수
 - 충적지하수와 암반지하수
- 온도
 - : (저온)지하수, 온천수, 지열수, 광화용액
- 성분
 - : pH(약산성, 중성, 알칼리성)
 - 광물질 함량과 주요 성분(단순 알칼리수, 식염수, 탄산수, 황화수...)

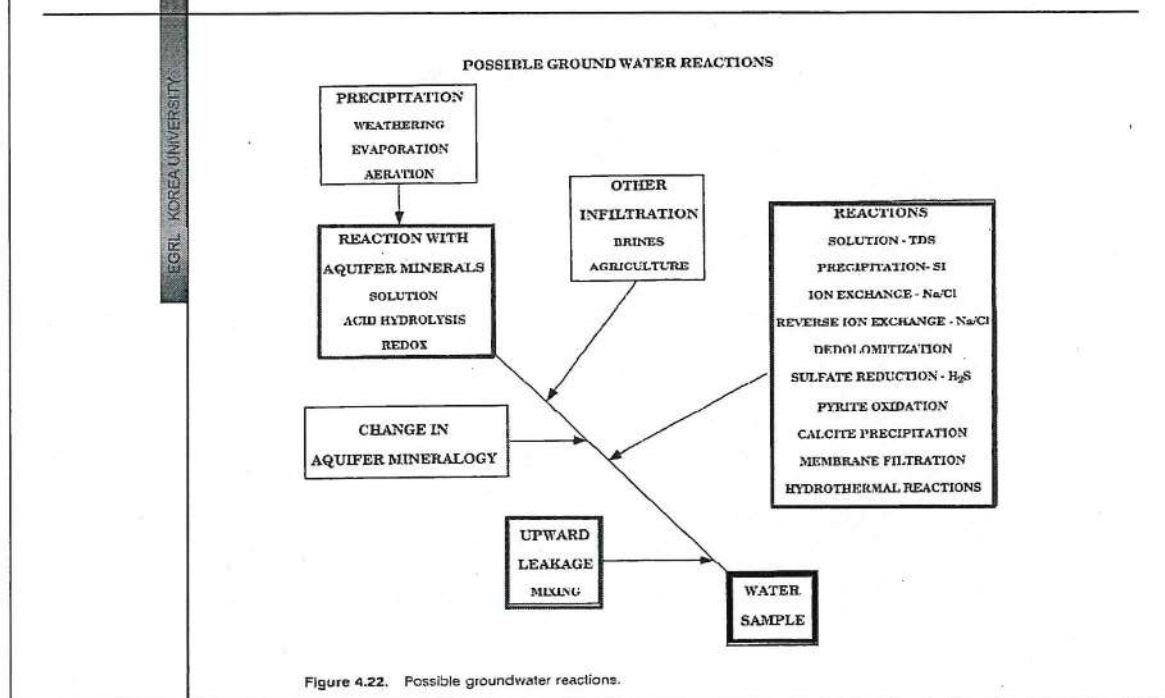
1) 물의 순환



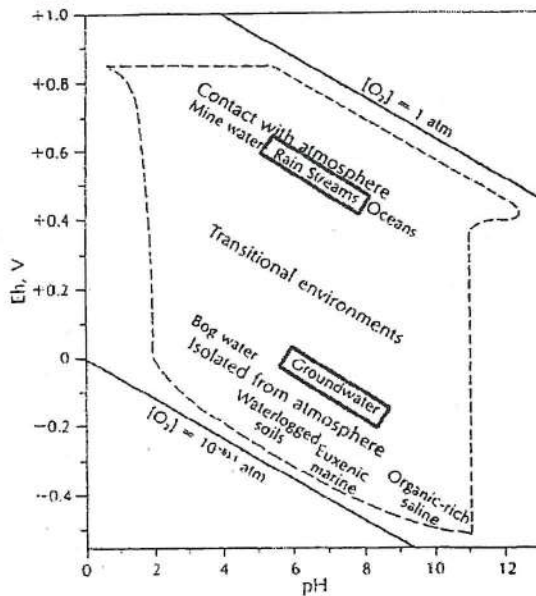
2) 물 순환과 광물질의 용해(풍화작용) 및 순환



3) 물의 지하 순환 중에 발생하는 다양한 processes: 지하수의 수질 형성 과정

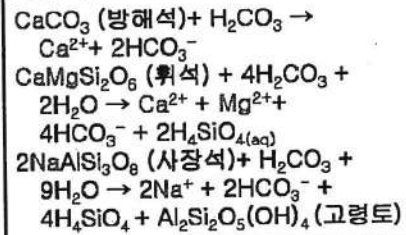


4) 지하수의 pH 및 산화-환원 특성: 알칼리환원수



“물 순환의 과정에서 강우 기원의 지표수가 지각 내로 순환을 하게 되면 약산성인 물과 알칼리성염인 암석 사이에 지구화학반응(물-암석 반응)이 일어나면서 물(지하수)의 pH는 점차 증가하고 Eh는 감소하며 광물질의 용해량은 점차 증가하게 된다.”

반응 예)



5) 자연수의 화학(원소) 조성

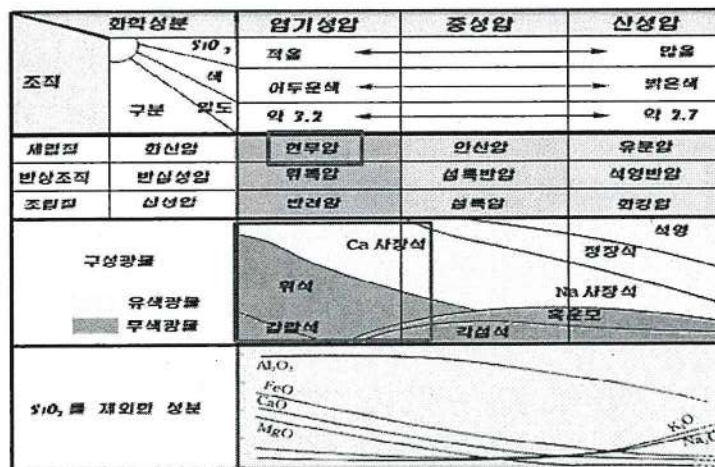
Table 3.3. Major, Minor, and Trace Constituents of Water

Major constituents >5 mg/l	Minor constituents 0.01-10 mg/l	Trace constituents <0.1 mg/l
Sodium	Potassium	Aluminum
Calcium	Strontium	Arsenic
Magnesium	Iron	Barium
Chloride	Carbonate	Bromide
Sulfate	Fluoride	Cadmium
Bicarbonate	Nitrate	Chromium
Silica		Cobalt
		Copper
		Iodide
		Lead
		Lithium

6) 물-암석 반응의 이해

Rock Type	Minerals	General Formula	Weathering Process
Silicates	Olivine	$(\text{Fe, Mg})_2\text{Si}_2\text{O}_7$	cong. dissol. by acids
	Pyroxene	$(\text{Ca, Mg, Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$	cong. dissol. by acids
	Amphibole	$(\text{Ca, Mg})\text{Si}_4\text{O}_{11}$	cong. dissol. by acids
	Plagioclase	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	incong. dissol. by acids
	K-feldspar	KAlSi_3O_8	incong. dissol. by acids
	Biotite	$(\text{K, Fe, Mg})\text{Si}_4\text{O}_{10}$	incong. dissol. by acids
	Muscovite	$(\text{K, Al})\text{Si}_4\text{O}_{10}$	incong. dissol. by acids
	Quartz	SiO_2	resistant to dissolution
Carbonates	Calcite	CaCO_3	cong. dissol. by acids
	Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	cong. dissol. by acids
Sulfides	Pyrite	FeS_2	oxidation of Fe and S
Evaporites	Gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	cong. dissol. by H_2O
	Anhydrite	CaSO_4	cong. dissol. by H_2O
	Halite	NaCl	

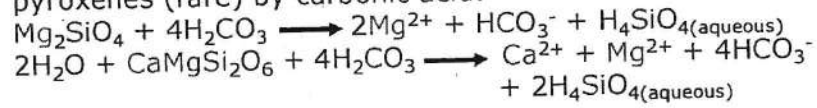
-기본적으로 지각물질은 알칼리성 염, 강우는 약산성
-따라서, 지각물질과 강우(및 순환수) 간의 반응은 중화반응



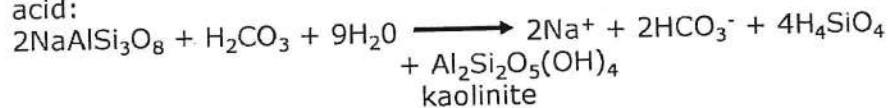
화성암의 분류와 제주도의 지질

규산염광물의 풍화: 규산염암 대수층에서의 지하수 수질

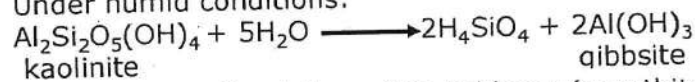
1) Congruent dissolution of (Fe-poor) olivine, amphibole, and pyroxenes (rare) by carbonic acid:



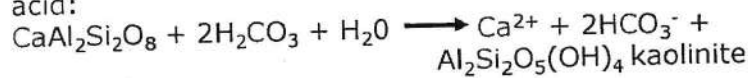
2) Incongruent dissolution of Na-feldspar (albite) by carbonic acid:



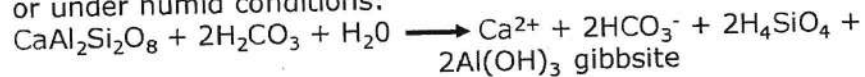
Under humid conditions:



3) Incongruent dissolution of Ca-feldspar (anorthite) by carbonic acid:



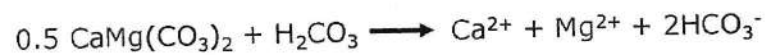
or under humid conditions:



탄산염 암석과 황화광물의 풍화

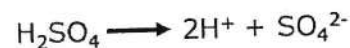
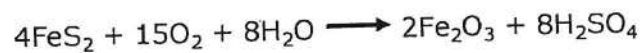
Chemical Weathering: Carbonates

Congruent dissolution of carbonates by carbonic acid:



Chemical Weathering: Sulfides

Oxidation of sulfides:



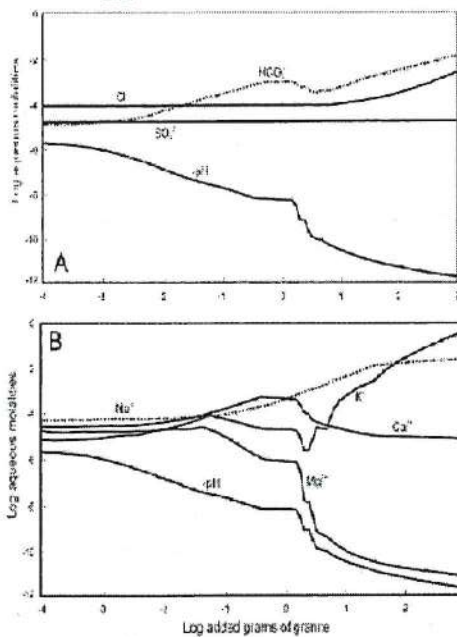
7) 지하수의 심부 순환에 의한 조성 특성 변화

천부 지하수

: 주로 Ca-HCO_3 유형(탄산염광물 용해에 기인); 간혹 오염 영향을 받아 $\text{Ca-Cl(-NO}_3)$ 유형

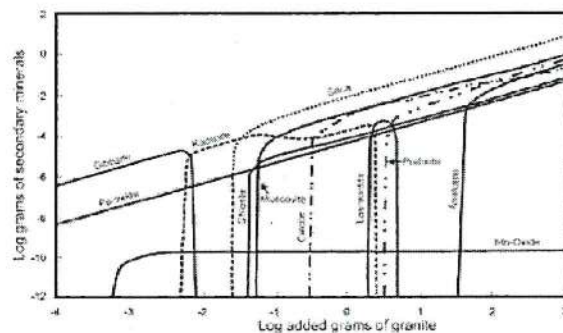
심부 암반 지하수와 온천수

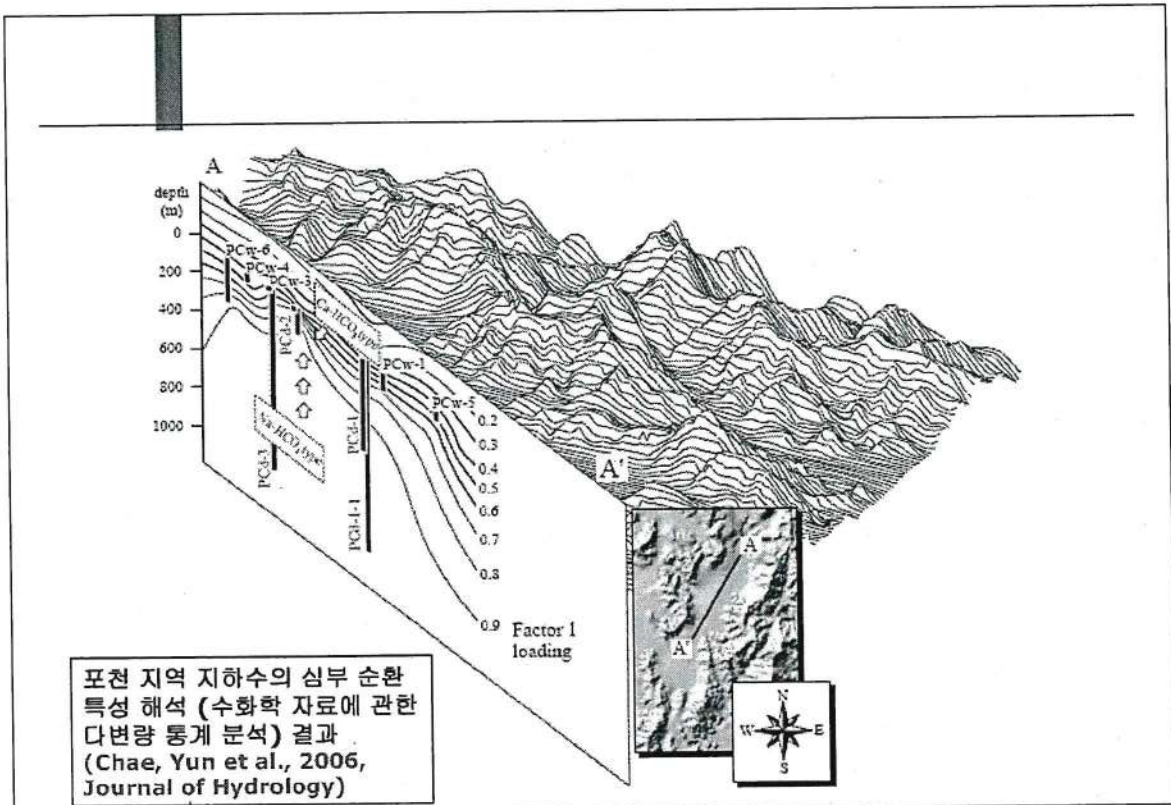
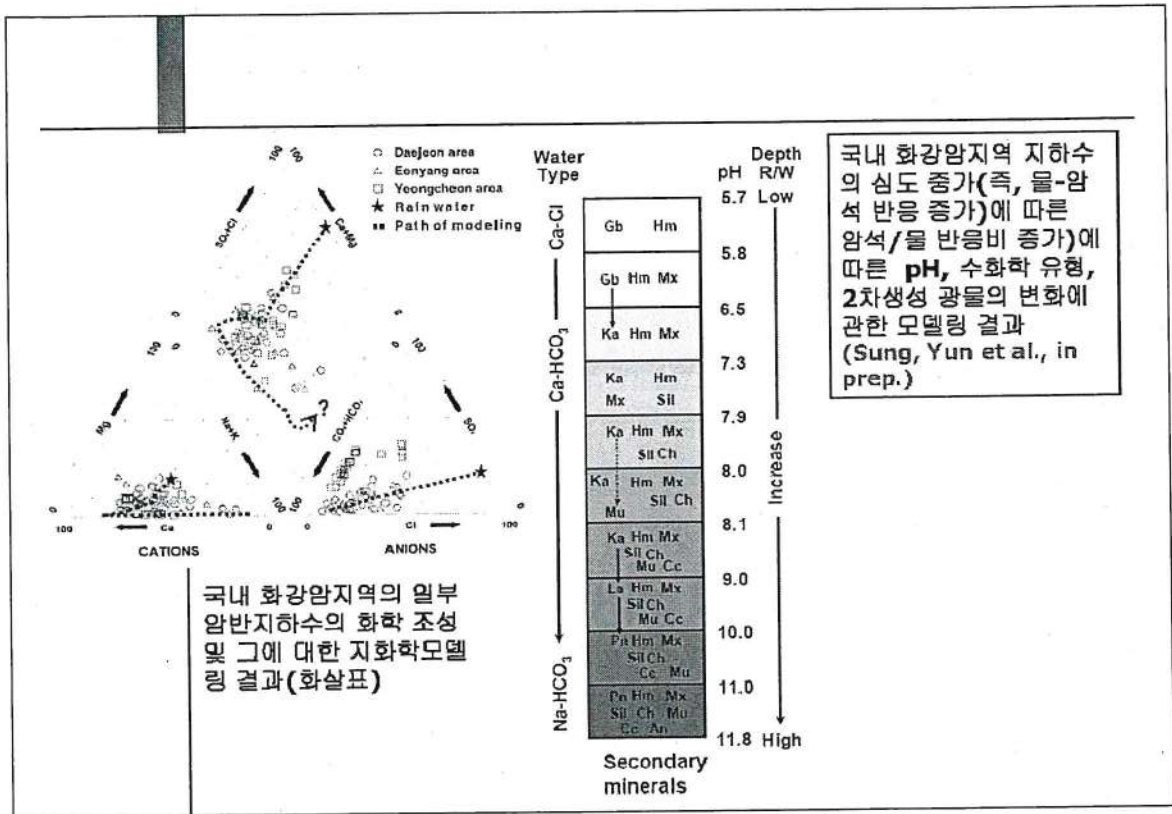
- 1) 주로 Na(-Ca)-HCO_3 유형
(사장석 용해(및 양이온교환반응) 및 심부 기원 CO_2 gas의 용해에 기인)
- 2) 천부지하수에 비해 일반적으로 pH와 TDS (EC = 광물질 함량)가 높으며 Eh는 낮음(환원 상태). 수온이 높아지고 그 변화 폭이 현저히 작음.



국내 화강암 지역에서 심도 증가에 따른 지하수의 화학성 변화에 관한 지하화학모델링 (반응경로모델링) (Sung, Yun et al., in prep.)

- pH, 알칼리이온(특히, Na^+ 와 K^+) 및 HCO_3^- 의 점진적 증가
- 알칼리 두금속이온(Ca^{2+} 와 Mg^{2+})는 초기 증가 이후 감소(방해석과 점토광물의 침전 때문)





8) 암석 유형별 원소 조성: 제주도 지하수의 미량원소 조성 특성 이해

Table 10.7 Chemical Composition of Igneous and Sedimentary Rocks (in parts per million unless otherwise indicated)

Element, Z	Ultramafic ^a	Basalt ^a	High-Ca granites ^b	Low-Ca granites ^b	Shale ^b	Sandstone ^b	Carbonate rocks ^b	Deep-sea clay ^b
3 Li	0.5	16	24	40	66	15	5	57
4 Be	0.2	0.7	2	3	3	—	—	2.6
5 B	2	5	9	10	100	35	20	230
9 F	100	385	520	850	740	270	330	1300
11 Na (%)	0.49	1.87	2.84	2.58	0.96	0.33	0.04	4
12 Mg (%)	23.2	4.55	0.94	0.16	1.50	0.70	4.70	2.10
13 Al (%)	1.2	8.28	8.20	7.20	8	2.50	0.42	8.40
14 Si (%)	19.8	23.5	31.40	34.70	7.30	36.80	2.40	25
15 P	195	1130	920	600	700	170	400	1500
16 S	200	300	300	300	2400	240	1200	1300
17 Cl	45	55	130	200	180	10	150	21000
19 K (%)	0.017	0.83	2.52	4.20	2.66	1.07	0.27	2.50
20 Ca (%)	1.6	7.2	2.53	0.51	2.21	3.91	30.23	2.90
21 Sc	10	27	14	7	13	1	1	19
22 Ti	300	11400	3400	1200	4600	1500	400	4600
23 V	40	225	88	44	130	20	20	120
24 Cr	1800	185	22	4.1	90	35	11	90
25 Mn	1560	1750	540	390	850	—	1100	6700
26 Fe (%)	9.64	8.60	2.96	1.42	4.72	0.98	0.33	6.50
27 Co	175	47	7	1	19	0.3	0.1	74
28 Ni	2000	145	15	4.5	68	2	20	225
30 Zn	40	118	60	39	95	16	20	165

Table 1. Natural inorganic constituents commonly dissolved in water that are most likely to affect use of the water

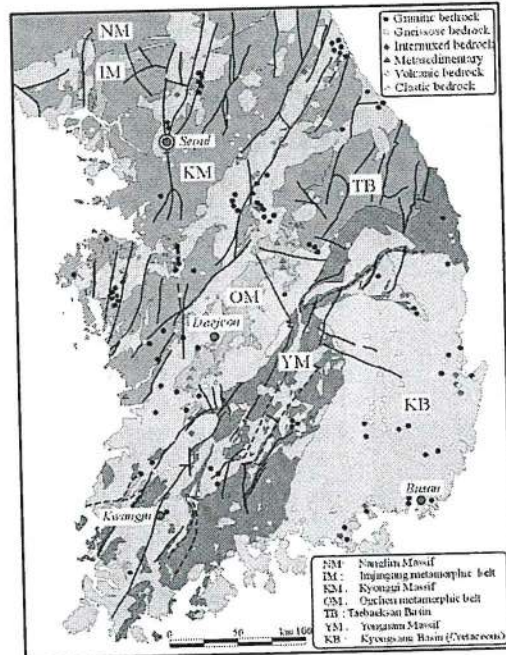
Substance	Major natural sources	Effect on water use	Concentrations of significance (mg/L) ¹
Bicarbonate (HCO ₃) and carbonate (CO ₃)	Products of the solution of carbonate rocks, mainly limestone (CaCO ₃) and dolomite (CaMgCO ₃), by water containing carbon dioxide.	Control the capacity of water to neutralize strong acids. Bicarbonates of calcium and magnesium decompose in steam boilers and water heaters to form scale and release corrosive carbon dioxide gas. In combination with calcium and magnesium, cause carbonate hardness.	150-200
Calcium (Ca) and magnesium (Mg)	Soils and rocks containing limestone, dolomite, and gypsum (CaSO ₄). Small amounts from igneous and metamorphic rocks.	Principal cause of hardness and of boiler scale and deposits in hot-water heaters.	25-50
Chloride (Cl)	In inland areas, primarily from seawater trapped in sediments at time of deposition; in coastal areas, from seawater in contact with freshwater in productive aquifers.	In large amounts, increases corrosiveness of water and, in combination with sodium, gives water a salty taste.	250
Fluoride (F)	Both sedimentary and igneous rocks. Not widespread in occurrence.	In certain concentrations, reduces tooth decay; at higher concentrations, causes mottling of tooth enamel.	0.7-1.2 ²
Iron (Fe) and manganese (Mn)	Iron present in most soils and rocks; manganese less widely distributed.	Stain laundry and are objectionable in food processing, dyeing, bleaching, ice manufacturing, brewing, and certain other industrial processes.	Fe > 0.3, Mn > 0.05
Sodium (Na)	Same as for chloride. In some sedimentary rocks, a few hundred milligrams per liter may occur in freshwater as a result of exchange of dissolved calcium and magnesium for sodium in the aquifer materials.	See chloride. In large concentrations, may affect persons with cardiac difficulties, hypertension, and certain other medical conditions. Depending on the concentrations of calcium and magnesium also present in the water, sodium may be detrimental to certain irrigated crops.	69 (irrigation), 20-170 (health) ³
Sulfate (SO ₄)	Gypsum, pyrite (FeS ₂), and other rocks containing sulfur (S) compounds.	In certain concentrations, gives water a bitter taste and, at higher concentrations, has a laxative effect. In combination with calcium, forms a hard calcium carbonate scale in steam boilers.	300-400 (taste), 600-1,000 (laxative)

¹A range in concentration is intended to indicate the general level at which the effect on water use might become significant.

²Optimum range determined by the U.S. Public Health Service, depending on water intake.

³Lower concentration applies to drinking water for persons on a strict diet; higher concentration is for those on a moderate diet.

2. 지하수의 수화학(수질) 특성과 분류: 국내 심부 암반지하수(온천수) 연구 결과



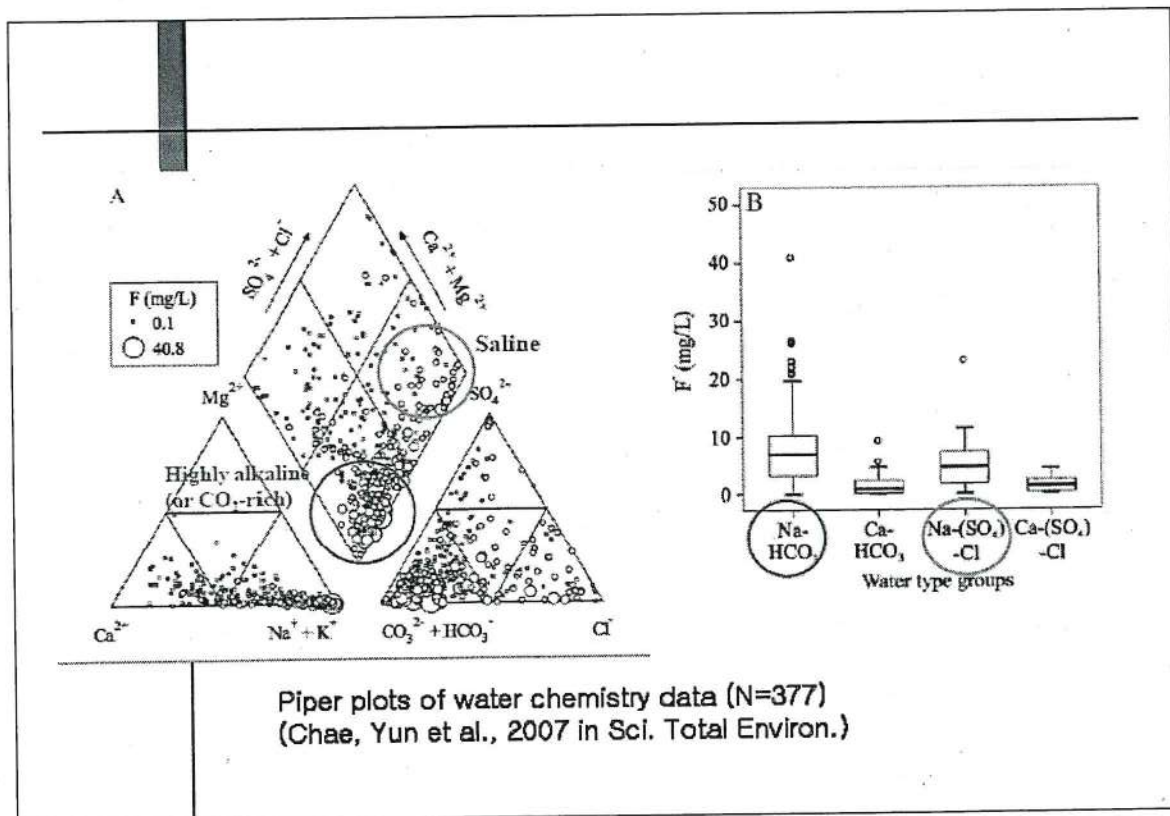
남한의 지질 및 온천수 분포

남한에 분포하는 온천수(N=377)의 기본 통계값 (Chae, Yun et al., 2007, Sci. Total Environ.)

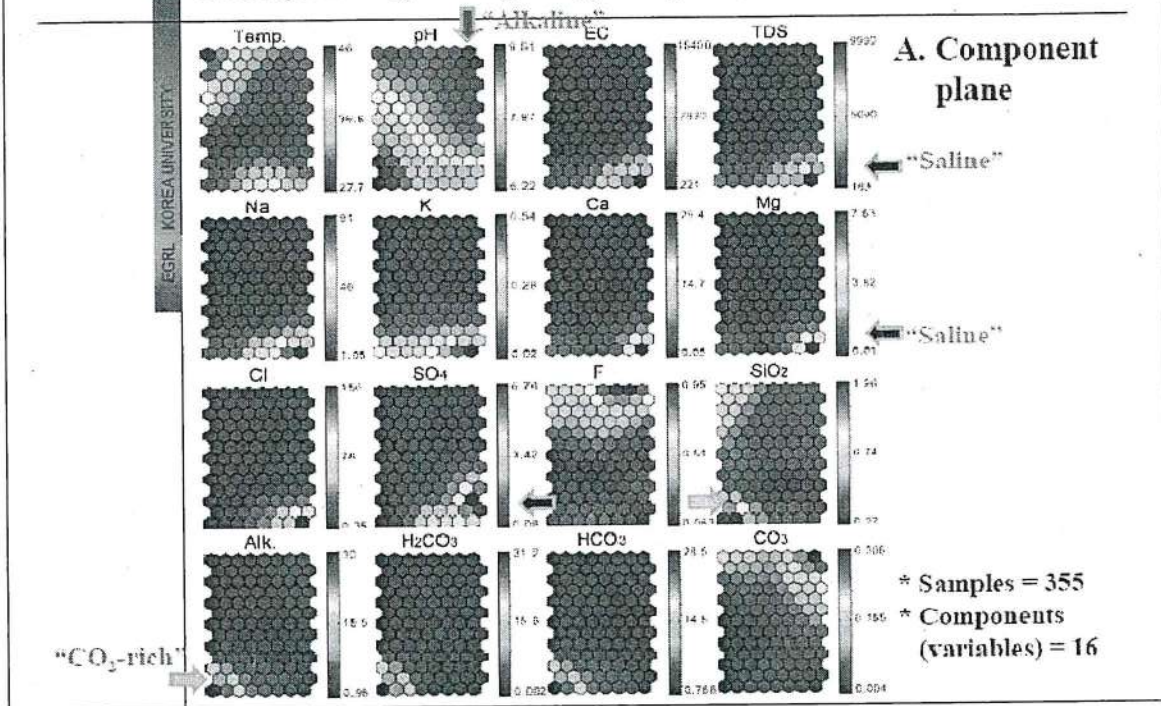
		No. of samples	Mean	Median	Min.	Max.
Well depth	m	364	624	649	120	3,373
Temp.	℃	304	32.3	31.0	22.8	51.0
pH	-	356	8.6	8.8	5.1	10.2
EC	μS/cm	351	909	269	60.0	31,653
Alkalinity	meq/L	376	3.0	1.4	0.1	65.9
Na ⁺	mg/L	377	151	44.6	2.2	5,490
K ⁺	mg/L	377	2.6	0.9	0.1	68.4
Ca ²⁺	mg/L	377	52.9	8.4	0.9	2,000
Mg ²⁺	mg/L	377	8.2	0.5	0.0	678
Cl ⁻	mg/L	377	170	13.0	1.1	11,950
SO ₄ ²⁻	mg/L	377	103	12.3	0.0	4,160
HCO ₃ ⁻	mg/L	376	174	78.3	9.1	4,018.7
CO ₃ ²⁻	mg/L	376	4.2	2.4	0.0	30.3
F ⁻	mg/L	377	5.7	4.4	0.0	40.8
SiO ₂	mg/L	377	25.6	20.9	0.8	122
Total Fe ¹⁾	mg/L	353	0.04	0.02	0.0	0.2
PO ₄ ³⁻	mg/L	10	N.D. ²⁾	N.D.	N.D.	N.D.

	범위 및 중앙값	주요 특성
Depth	450 ~ 970 m (680 m)	- Depth 에 따라 temp. 및 pH 증가
Temp.	23°C ~ 41°C (30°C)	- Depth 증가에 비례
pH	6.0 ~ 10.0 (9.2)	- Depth 증가에 비례
EC	102 ~ 2,300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (239)	- TDS 증가에 비례 (TDS $\approx 0.66 \cdot \text{EC}$)
TDS	66 ~ 2,420 mg/l (239)	- EC 증가 및 Depth에 비례
K ⁺	0.21 ~ 28.5 mg/l (1.08)	- 심부에서는 Ca ²⁺ , Na ⁺ 보다 저농도
Na ⁺	13.4 ~ 460 mg/l (79.8)	- HCO ₃ ⁻ , F ⁻ , Cl ⁻ 등의 함량 증가와 비례 (incongruent dissolution of plagioclase)
Mg ²⁺	tr ~ 106 (0.69)	- 심부일수록 함량 적음 (Mg-bearing minerals의 침전 등)
SO ₄ ²⁻	tr ~ 1,540 (6.22)	- 심도에 따른 농도 변화 적음
Cl ⁻	2.25 ~ 199 (9.4)	- Na ⁺ 함량 증가에 비례 (OH-bearing minerals로부터 기원?)
F ⁻	tr ~ 40.8 (7.23)	- pH, HCO ₃ ⁻ , Na ⁺ , Depth와 비례 - Ca ²⁺ 성분 변화에 따라 다양
HCO ₃ ⁻	21.0 ~ 1,463 (69.7)	- 심부에서 함량 높음 - Na ⁺ 함량 증가와 비례
aq.SiO ₂	1.05 ~ 85.0 (17.0)	- 심부에서 함량 높음 - Na ⁺ 함량 증가와 비례

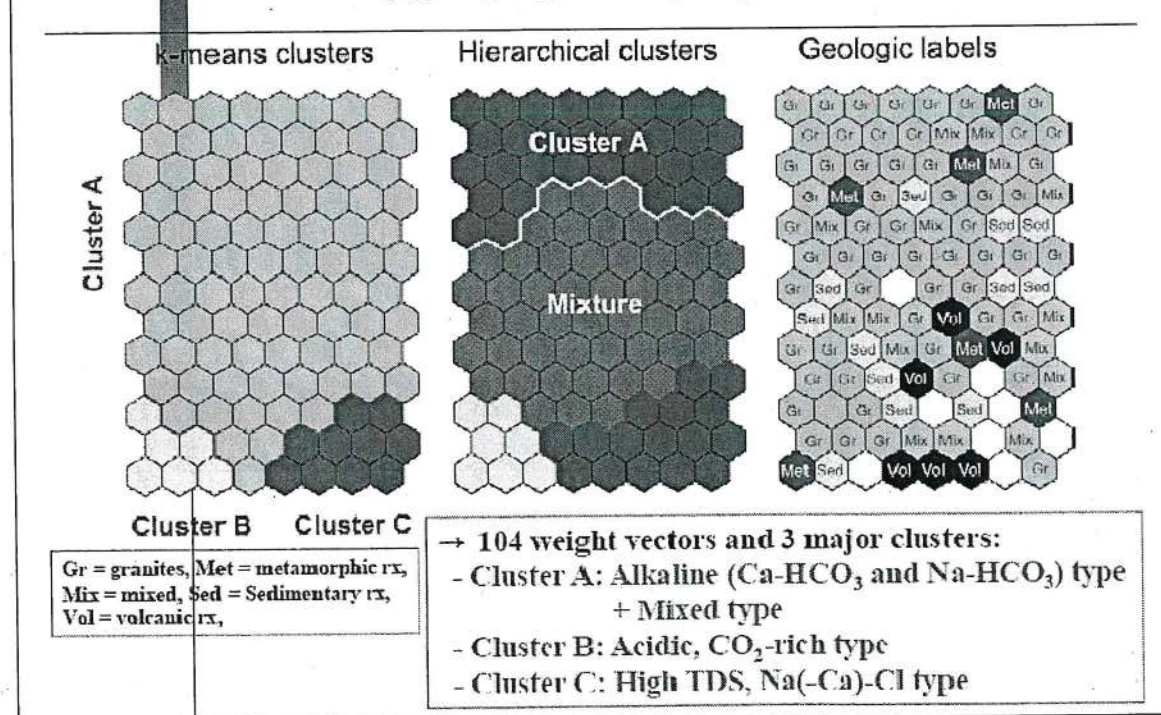
국내 심부 암반 지하수(온천수)에서 나타나는 성분별 함량 변화 경향 (윤성택 등, 미발간)



Statistical Interpretation of Water Chemistry Data: Kohonen SOM (Self-Organizing Map) analysis (Kim, Yun et al., in prep.)



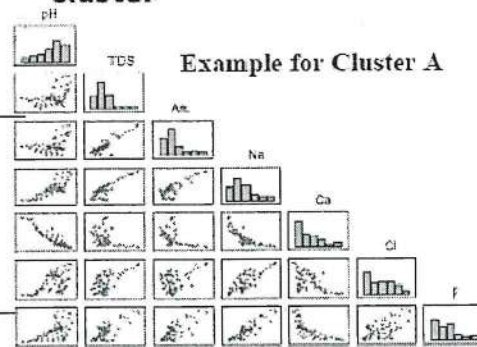
B. Clustering (grouping) of hot spring waters



C. PCA analysis: Relationships between components

Variables	Coeff. (p<0.05)
Cluster A (Alkaline type)	
TDS - Na ⁺ (F ⁻)	0.93 (0.77)
TDS - Alkalinity (HCO ₃ ⁻)	0.97 (0.91)
Na ⁺ - Ca ²⁺ (F ⁻)	-0.65 (0.85)
pH - Ca ²⁺ (Mg ²⁺)	-0.93 (-0.86)
pH - CO ₃ ²⁻ (H ₂ CO ₃)	0.84 (-0.86)
F ⁻ - SO ₄ ²⁻ (Cl ⁻)	-0.84 (0.80)
Cluster B (Acidic, CO ₂ -rich type)	
TDS - Acidity (H ₂ CO ₃)	0.96 (0.82)
TDS - Na ⁺ (Ca ²⁺)	0.83 (0.96)
Na ⁺ - F ⁻ (SiO ₂)	0.88 (0.77)
pH - H ₂ CO ₃ (CO ₃ ²⁻)	-0.88 (0.80)
H ₂ CO ₃ - Ca ²⁺ (Mg ²⁺)	0.93 (0.94)
F ⁻ - SO ₄ ²⁻ (Cl ⁻)	0.81 (0.85)
Cluster C (High-TDS (saline) type)	
TDS - Cl ⁻ (CO ₃ ²⁻)	1.00 (-0.93)
TDS - Na ⁺ (Ca ²⁺)	0.96 (0.95)
Cl ⁻ - Na ⁺ (Mg ²⁺)	0.95 (0.96)
Cl ⁻ - CO ₃ ²⁻ (F ⁻)	-0.93 (-0.69)
CO ₃ ²⁻ - Ca ²⁺ (Mg ²⁺)	-0.94 (-0.94)
SiO ₂ - HCO ₃ ⁻ (Temp.)	0.93 (0.77)

Summary of the Pearson's correlation coefficients between hydrochemical variables, implying major hydrochemical processes responsible for the generation of hydrochemistry of each cluster



D. Summary of KSOM analysis

- 1) Three major types of thermal groundwaters (hot springs) occur in South Korea. These are:
 - Alkaline, Na(-Ca)-HCO₃ type water
 - Acidic, CO₂-rich water
 - High TDS, Na(-Ca)-Cl type water
- 2) Among these types, the "Alkaline Na(-Ca)-HCO₃ type water" is predominant. They dominantly occur within granitic rocks.
- 3) Careful examination of the inter-relationships between 16 variables suggests that hydrochemical characteristics (quality) of hot spring waters in Korea are controlled by several processes which include:
 - A) Water-rock interaction (represented by the enrichment of F⁻)
 - B) Mixing with gaseous CO₂ at depths (for the CO₂-rich water) or diluted shallow groundwater and/or surface water (represented by the enrichment of NO₃ ion; for peripheral waters)
 - C) Seawater mixing (for the "saline Na(-Ca)-Cl type" water).

국내 온천수의 주요 화학 유형

- 1) Alkaline Na(-Ca)-HCO₃ type
- 예: 포천, 유성 등
- 2) CO₂-rich, Ca(-Na)-type
- 예: 중원 등
- 3) Saline Na-Cl type
- 예: 마금산, 부산 동래/해운대 등
- 4) Na(-Ca)-SO₄ type (sulfate-rich)
- 예: 부곡 등

Table 1-Summary statistics of trace (µg/L) and major (mg/L) element data in 132 brands of bottled water from 28 countries

Element	Min	Max	Median	Spread	Guidelines WHO ^a	EPA ^b
Major elements (mg/L)						
Ca	0.03	508	62.8	16,500		
Mg	0.007	96.1	13.4	14,200		
Na	0.03	1370	9.17	51,100		
Sr	0.001	10.7	0.17	17,400		
Trace elements (µg/L)						
Ag	0.0004	2.20	0.002	5200		100
Al	0.19	108	1.60	560		50-200
Ba	0.02	557	21.0	32,000	700	2000
Be	0.00004	31.0	0.005	801,000		4
Cd	0.0006	0.265	0.008	470	3	5
Co	0.0009	2.99	0.024	3370		1300
Cr	0.0006	1.77	0.007	407	50	
Cu	0.025	19.0	0.17	770	2000	1000
Fe	0.070	104	0.75	1480		300
Ge	<0.001	119	0.015	119,000		
Li	0.057	5460	4.80	96,200		
Mn	0.025	310	0.15	125,000	400	50
Mo	0.006	12.4	0.30	2090	70	
Pb ^c	<0.001	0.76	0.009	760	10	15
Rb	0.005	840	0.87	162,000		
Sb ^d	0.001	2.57	0.33	1850	20	6
Se	0.0005	0.36	0.002	690		
Te	0.0006	0.18	0.004	280		
Ti	0.00004	0.30	0.002	7840		2
Th	0.00002	0.26	0.0002	11,550		
U	0.0002	27.5	0.23	147,700	15	30
V	0.0006	93.1	0.126	164,700		
Zn	0.043	442	0.64	10,270		5000

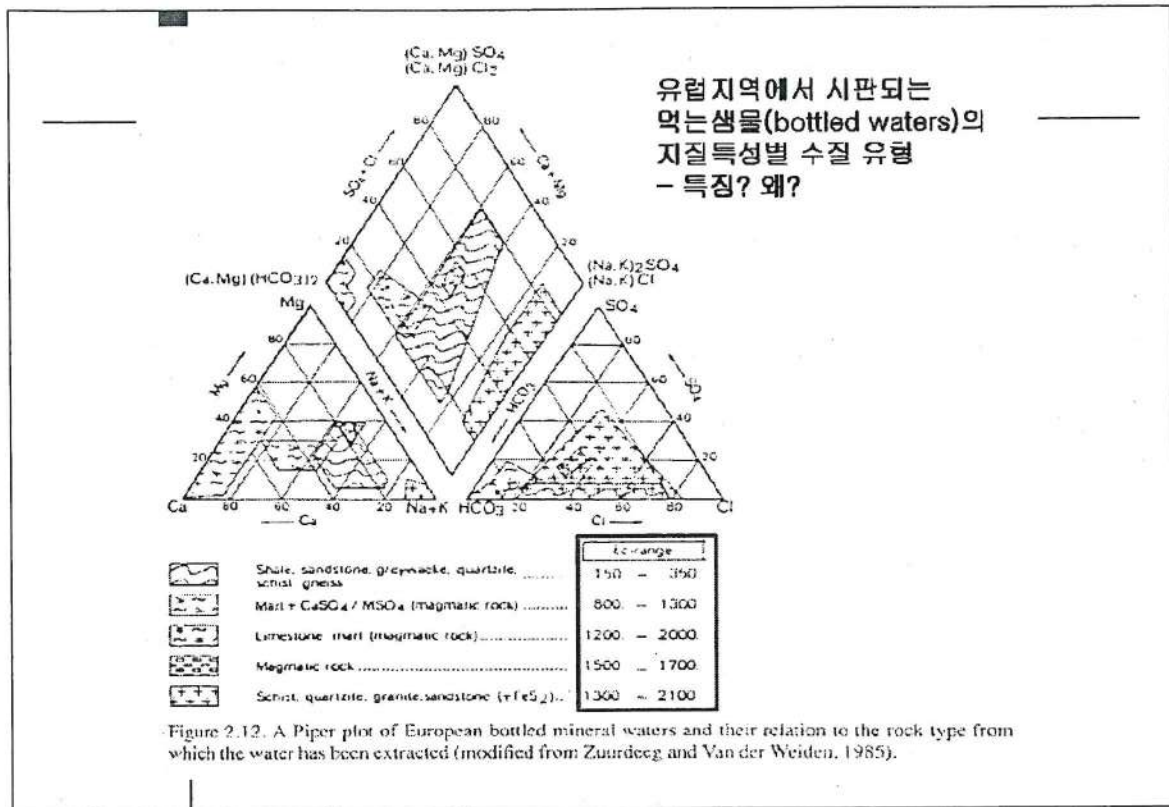
^aThis study does not include glass bottles which may leach Pb (Shotyk and Krachler, 2007b).

^bNatural value perhaps 1% of this value, due to leaching of Sb from PET containers (Shotyk and Krachler, 2007a).

^c Refers to drinking water.

^d Refers to drinking and ground water.

세계 132개 먹는샘물의 주 및 미량원소 성분 통계
(after Klachler and Shotyk, 2009 (STOTEN))



3. 요약 및 제언

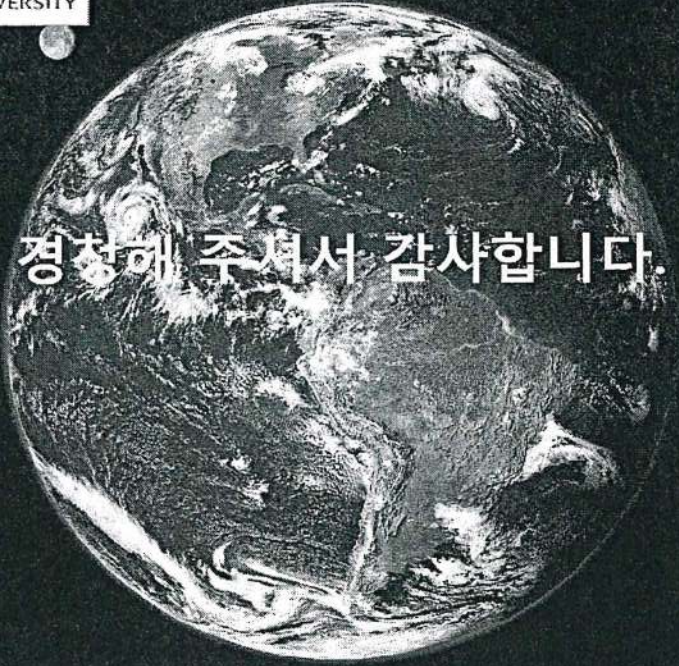
1) 기능수 측면으로 본 지하수

- 선진국에서는 최근에 물을 통한 무기물질의 흡수가 건강에 미치는 '좋은' 영향(영양물질로서의)에 대해서도 관심을 갖고 물의 수질을 관리하고 있다.
- 미국 식품의약청(FDA)의 경우, 병입수(지하수)는 식품으로 간주하여 식품의 영양표기사항을 근거로 수질을 표시하고 있다.
- 유럽연합이나 프랑스의 경우에는 천연광천수로부터 무기물질을 섭취하는 것을 권장하고 병입수(우리나라의 경우 먹는샘물)의 수질을 관리하고 있다.

2) "좋은 물"의 개발 및 활용을 위한 제언

- 기본적으로 '알칼리화원수'인 지하수는 암석의 종류와 특성에 의해 그 화학성(수질)이 결정된다.
- 따라서, '좋은 자연의 물'을 찾고 연구개발하기 위해서는 수지구화학(hydrogeochemistry)에 대한 깊은 이해가 선행되어야 한다. 즉, 이러한 자료를 근거로 해야 만이 지하수의 지속가능한 개발 이용은 물론 의학적 활용을 위한 이론적 토대가 마련된다.
- 제주도를 위시한 국내에 부존하는 심부 광천수의 의학적 효능(기능성)에 대한 기초의학 및 지질/지구화학 연계 연구가 절실하다.

 **고려대학교**
KOREA UNIVERSITY



정청해 주셔서 감사합니다.

Environmental Geochemistry Lab.
(<http://geochem.korea.ac.kr>)

 Part of the USGS World of Rocks
September 8, 1999 17:45 UTC
Data from NASA, NOAA, USGS





2nd
**JEJU WATER
FORUM**

www.jejuwater.or.kr