7. 수계지구화학

2009. 11. 10

심희나 이상호 정호수

목차

1. 교재 요약
   - 예비 조사 / 시료채취 및 처리
   - 도면작성법 / 자료해석
   - 정밀조사 / 지구화학적 이상
2. **Case study**
3. 참고문헌

1. 수계지구화학탐사 개요

대상

자연수 : 지하수, 지표수

퇴적물 : 스밈/샘물 퇴적물, 하상퇴적물,
유기퇴적물, 호수퇴적물

목적

개략탐사로서 광상구, 단위 광화대, 광체 위치 확인

지구물리탐사 이상대와 지질광상학적 유망지역,
광상 부존 가능성 조사를 위한 광화대의
위치, 범위, 대상 금속 확인

특징

적은 비용으로 넓은 탐사대상 지역 설정 가능

거의 모든 형태의 금속 광상에 적용 가능

→ 개략탐사 기법으로 가장 많이 사용

2. 예비조사

적절한 시료 종류, 채취법, 분석법 선택을 위한 단계
➔ 지역 전체를 대변할 수 있도록 채취

결정 사항

- 최적 지시원소 (주성분원소, 부성분원소 포함)
- 적정 시료 (지하/지표수, 하상/범람원/호수 퇴적물)
- 시료의 적정부분 (입도, 중광물, 유기물, 채취지점/심도)
- 금속원소 침출방법, 이상값을 높이기 위한 조작, 방법
- 시료채취 및 분석 방법, 경비, 시간
- 지구화학적 대조(contrast)의 세기
- 지시원소의 배경
- 계절적, 시간적 변화

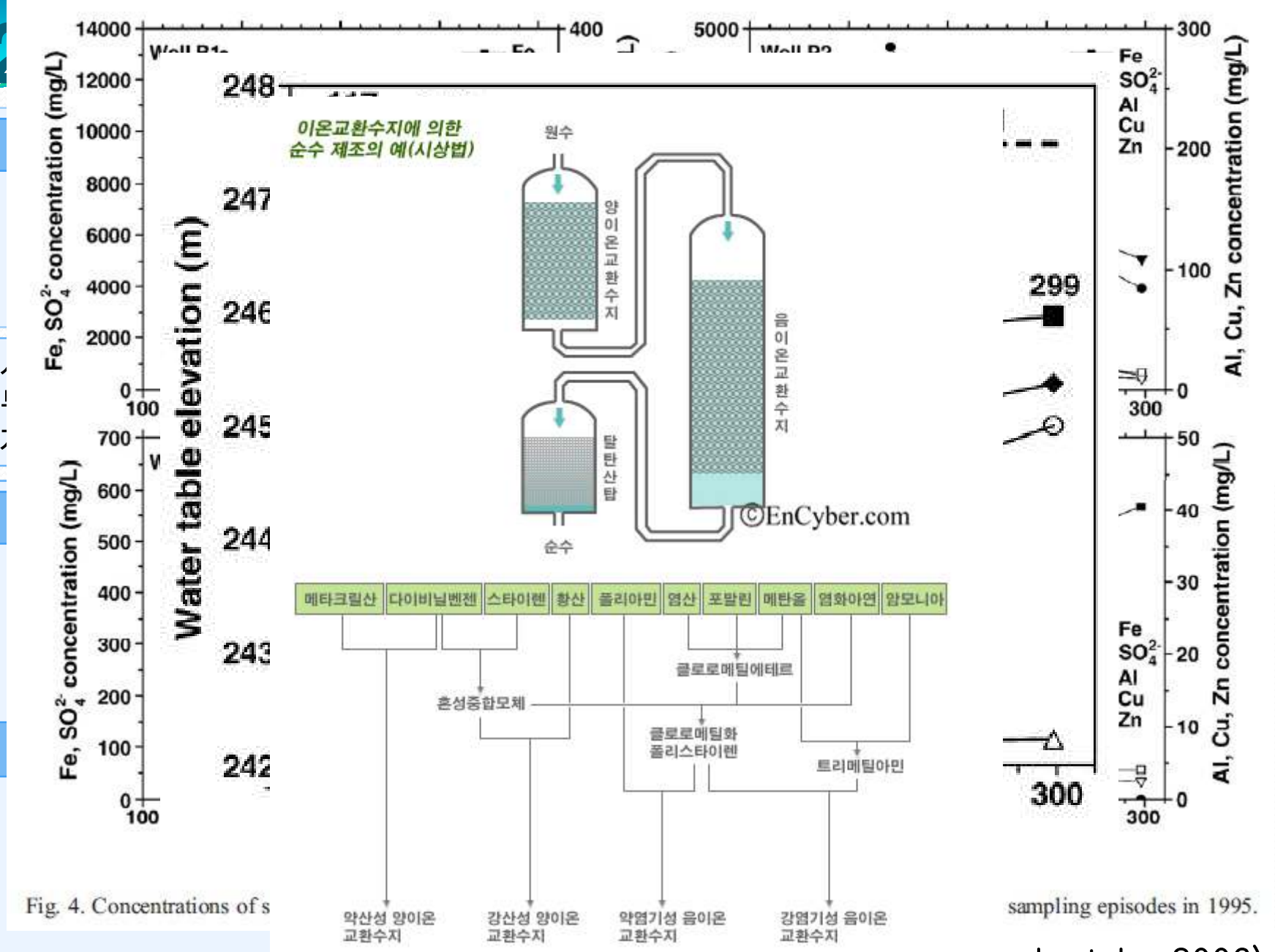


Fig. 4. Concentrations of s sampling episodes in 1995.

erbert Jr., 2006)

2. 예비조사 : 수계퇴적물

하상 토
범람원

- 간격
- 모래
- 심도
- 적정
- 중광

층준
[지질
일반

넓게

하여

석유공사
National Oil Corporation

말한다.

는

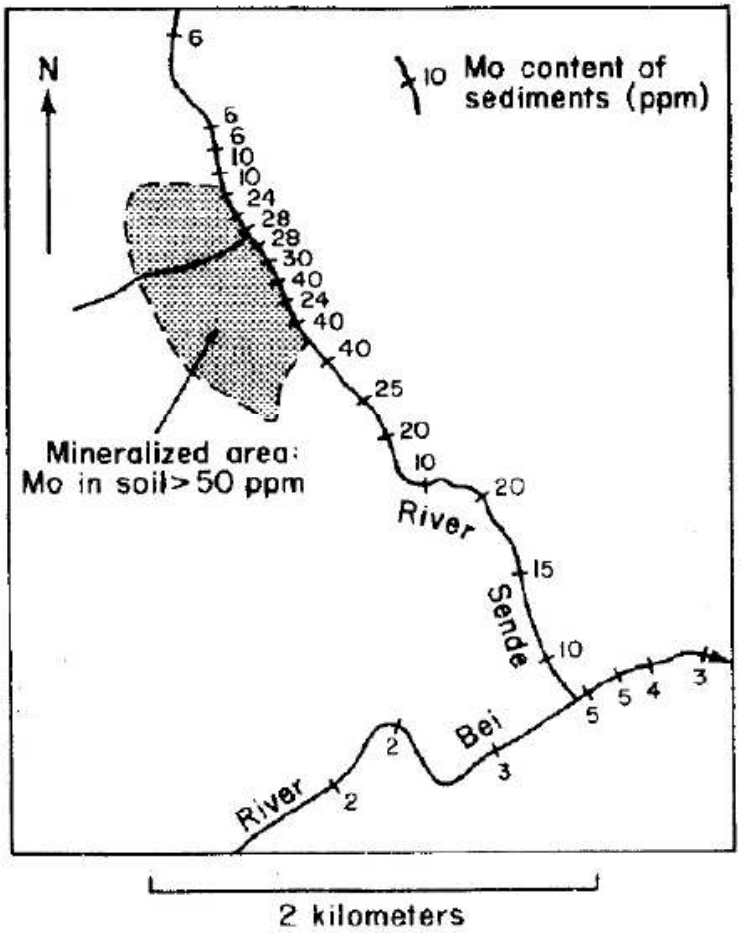


Fig.10.1. Reconnaissance stream sediment survey of River Sende, Sierra Leone. Data on −80-mesh fraction. (After Mather, 1959.)

3. 시료의 선택

기준

- 지구화학적 이상의 대조가 높고 분포가 안정되어 있어야 함
- 기술적으로 탐사팀의 여건에 맞아야 함
- 자연수/퇴적물 시료를 동시 채취하여 신빙성을 높이는 것이 경제적

3.1. 자연수

- 이동도가 높은 원소를 지시원소로 하는 광체 탐사에 효과적
- 물리적으로 [illegible] 보관중 쉽게 변화
- Mo, U, SO_4[illegible] 높음
- Zn, Cu : 주요 지시원소, 산성 산화환경에서 비교적 높은 이동도
- 유기물, Ca^{2+}, Fe^{2+}가 다량 용해되어 있거나 알칼리성 환원환경에서 효과가 적음
- 최적조건 : 습한 기후대에서 급한 경사면을 흐르는 약산성 자연수
- 지표수, 지하수의 선택 기준 : 시료채취의 난이도와 지질 여건

습한 기후지역 : 하천수
빙하/밀림지대 : 항공기 접근이 용이한 호수
광체가 특정 지층에 한정된 경우 : 지하수

3. 시료의 선택

3.2. 스밈(seepage) 및 샘물 퇴적물

- 지하수에 용해된 원소와 동종원소로 농축됨 : 준이동성 원소
- 주요 지시원소 – Cu, Zn
- 퇴적물 시료가 자연수 시료에 비해 유리
  - 항상 채취 가능
  - 높은 지구화학적 대조
  - 계절 변화에 덜 민감,운반, 보관, 분석이 비교적 용이

- CxMe와 Total Me의 두 가지 분석방법으로 하는 것이 용이
  - CxMe : 높은 지구화학적 대조
  - Total Me : 계절 영향에 안정적, 균질성이 높음
- 침전장애에 의한 퇴적물은 높은 비율, 풍화잔류퇴적물은 낮음

3. 시료의 선택

3.3. 하상 퇴적물

- 이동도가 비교적 낮은 원소들이 적합
- 자연수와 함께 채취함이 바람직

범람원 퇴적물

- 시료 채취가 용이하고 점토광물의 함량이 많음
- 이동도가 비교적 낮은 금속원소의 이상에 대한 신뢰도가 낮음

하상 퇴적물

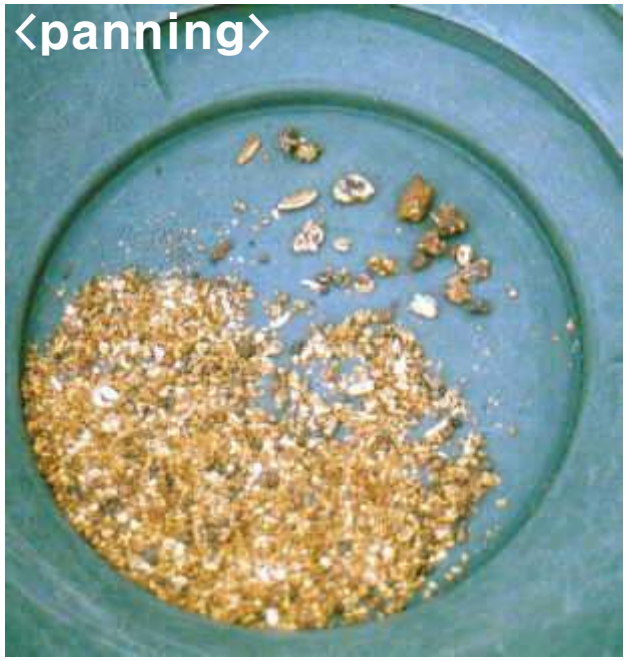
- CxMe/Me비가 높은 것은
  이상원에서 용해된 금속원소가 하천수로부터 화학적으로 침전하였거나
  스밈에서 침전한 금속원소가 침식되어 이동한 것을 반영
- 반대의 경우 기계적 풍화로 인해 광물이 직접 분산된 것을 반영

- 이동도가 낮은 원소는 완전분해에 의해 분석
- 이동도가 비교적 높은 원소는 Cx와 Total을 동시 시행

3. 시료의 선택

하상퇴적물 : 중광물(heavy minerals) 탐사

- Au, Sn, W 에 효과적
- 기저층에 연구 시행
- 입자가 미 이 탐사의 지침이 됨



©Britannica Online Encyclopedia
http://www.britannica.com/EBchecked/topic/441418/panning

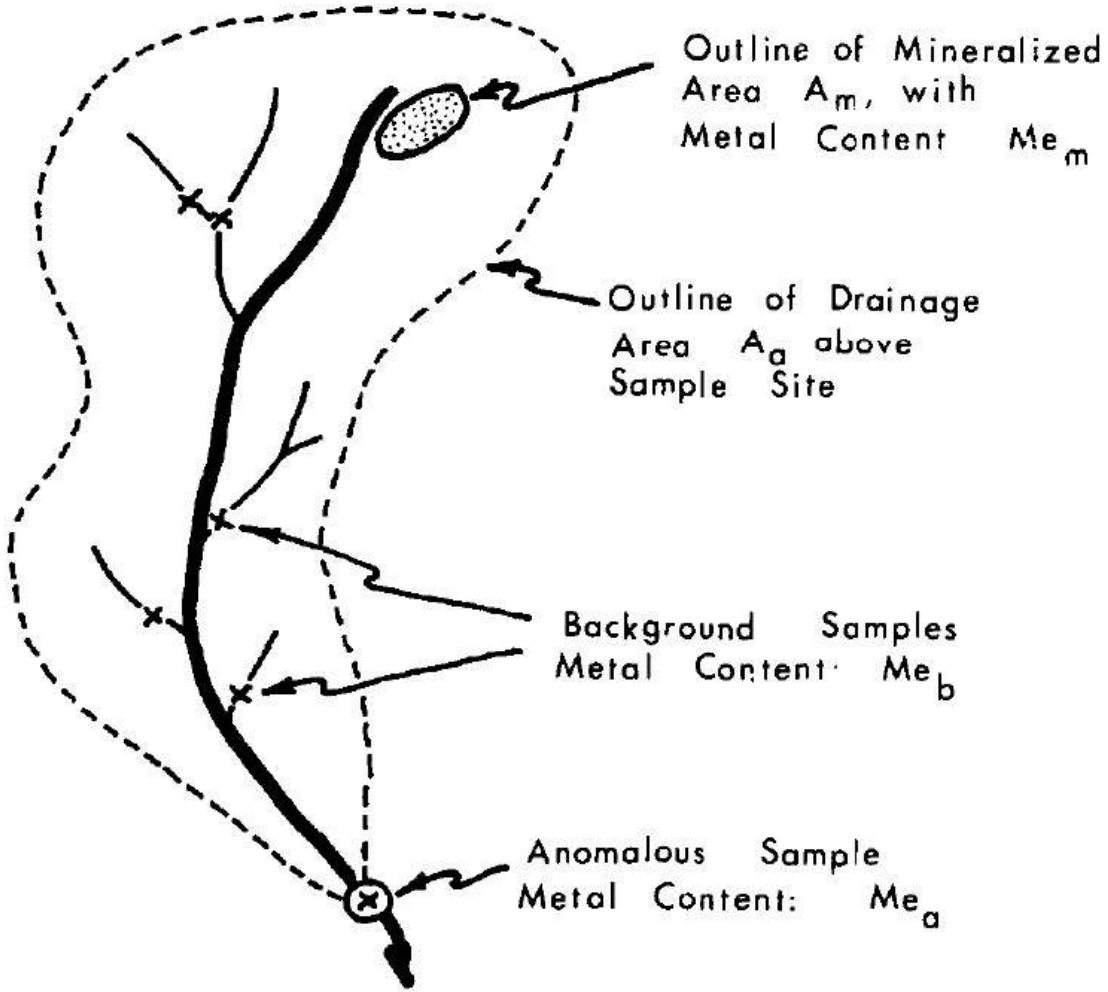
3.5. 유기퇴적

- 하상퇴적
- Cu, Zn, N 유기퇴적
- 다른 시료 아람직

3.6. 호수퇴적

- 호수가 [illegible]
- 금속함량은 퇴적물의 흡착능력과 퇴적률에 영향
- 호수물은 이러한 영향이 덜하여 비교적 정밀한 조사에 유리

Hawkes, H.E.,1976



$$Me_m A_m = A_a(Me_a - Me_b) + A_m Me_b$$

4. 시료 채취 계획

지하수 시료

- 채취 가능지역이 충분치 않은 경우 샘물, 스밈이 많이 분포하는 사면의 하단부 등을 따라 시료채취선을 설정하거나 새로운 우물을 착정
- 경사가 급격히 변화하는 곳, 호수나 늪지대 가장자리, 하천의 범람원 등 상부 투수층이 경사면 하부에서 불투수층과 만나는 곳, 단층 파쇄대 등
- 분포가 드물거나 지하수계 흐름이 불분명한 경우 토양시료 탐사로 대체

수계시료

- 탐사대상 지역내 수계의 밀도, 예비조사 자료, 생산성 공식에 따른 최대 기대효과, 기존 지구화학적 탐사자료 등으로 고려
- 수계 밀도가 충분히 높은 경우 예비조사 자료 통계처리 가능 ; 수계 크기가 유사한 것끼리 비교
- 하상퇴적물 입자들은 하천위의 유속, 유량, 바닥 조건 등에 따라 씻겨 나가는 양이 다를 수 있으며 특히 유수에 의한 희석요인이 중요

5. 시료 채취 및 처리법

- 지시원소의 종류와 시료의 종류의 적절함
- 시료채취 간격의 적절함
- 채취 위치와 채취법, 시료의 현장 처리의 적절함
- 시료 채취 지점 표기 및 각종 보조자료 기대의 적절함

5.1. 자연수

- 플라스틱병 1L, 1/4L 용량이 흔히 사용, 사용전 산과 증류수로 세척
- 시료병의 벽과 작용하여 손실 가능
  - 병벽에 의한 흡착
  - Fe산화물의 생성
  - CO2의 상실/ 미생물 서식으로 인한 CO2의 생성 등
  - 유기물질의 산화
- 시료채취 후 염산을 이용 pH가 2 정도 되도록 함
  – 부유물질이 있을 경우 부유물의 금속원소를 용해시켜 인공 이상값이 만들어질 수 있으므로 주의

5. 시료 채취 및 처리법 5.1. 자연수

하천수 채취

- 흐르는 물의 중앙에서 병이 물 속에 잠기도록 넣어 채취
- 채취지점의 물로 시료병을 여러 번 세척후 뚜껑까지 채워 최종 채취
- 탁류의 경우 0.1/1μm의 filter paper로 거름

호수시료 채취

- 표면수는 하천수 시료의 채취법과 같음
- 심층수는 계획된 수심에서 채운 후 끌어올려 반복 세척 후 최종 채취

펌프가 설치된 우물물의 경우

- 파이프, 펌프, 수조 등에 의한 오염, 물의 보관 상태에 의한 변화 유의
- 우물물은 연화제(water softner)를 사용하기 전단계에서 채취
- 오래 정체된 물은 채수하지 않아야 함
- 펌프로 물을 올린 후 일정한 안정기간을 거친 후 채수해야 물의 온도와 전기전도도에 대한 용해된 가스 및 펌프, 수조 등의 영향이 줄어듬

5. 시료 채취 및 처리법 5.1. 자연수

수온, 전기전도도, pH는 현장계측, Eh는 용해된 산소 함량 측정

현장이나 base camp에서 분석 시

- 운반, 보관비용 절감 및 변질 방지의 효과
- 대부분의 원소에 대해 정밀도가 낮고 이온상태 함량만 측정 가능하며 분석에 긴 시간이 소요

금속원소의 농도를 분석 전에 농축시키는 방법

이온상태의 원소만 농축가능, 분석의 정밀도를 높일 수 있음

- 이온교환수지법
- 용매추출법
- 흡수제(CdS, $AlPO_4$)에 의한 흡수법

5. 시료 채취 및 처리법 5.2. 수계퇴적물

- 금속원소 함량이 퇴적물 입도, 유기물/산화물 함량 영향을 받음
  → 5~10m 구간내에서 2~6개의 소시료를 각기 다른 위치에서 채취
- 실트, 점토 정도의 입도가 가장 적절
- 물에 부
- 중광물
  근처까
- 하상/스
- 흙탕물

종이봉투	비닐봉투
- 수분을 서서히 증발시키며 시료에 산소의 공급을 원활히 함 - 물에 젖으면 쉽게 찢어지고 젖은 시료봉투를 포개 놓으면 오염 위험	- 강인하고 물이 새지 않음 - 시료 건조가 어렵고 산소공급을 차단하여 환원환경 유도 - 박테리아 등의 작용으로 각종 변화 우려

- 채취된 시료는 금속성분 없는 종이봉투나 비닐봉투에 보관
- 채취한 시료를 반드시 현장이나 base camp에서 일광/실내온도/오븐에서 어느 정도 건조

6. 도면

- 호수 및 지
- 시료의 종류
- 배경값을 지
- 지구화학적
- CxMe/Me
- 자연수 시료

호, 색채 사용

표시

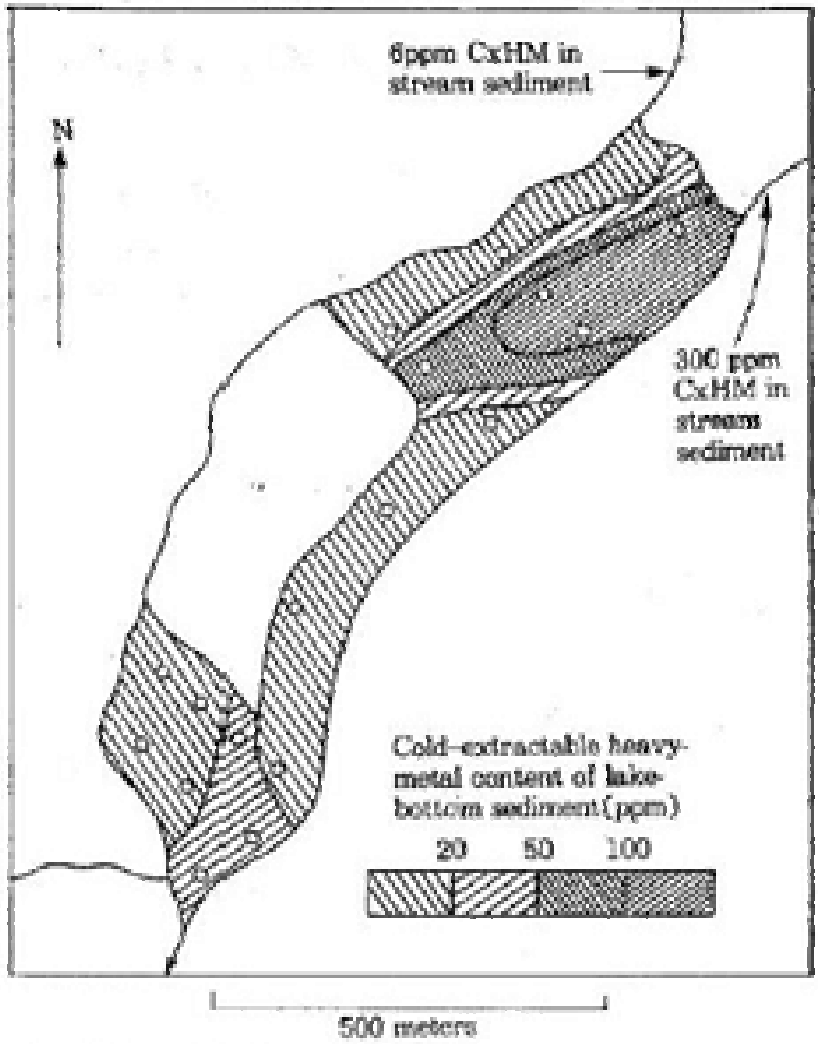
양의 별도 표시

(a) 숫자로 표시하는 방법

가. 단일 원소일 때

나. 복수 원소일 때

다. 서로 다른 목적을 사용하는 방법



라. 색채를 사용하는 방법

낮은 수를 청색으로 시작하여 황색을 거쳐 적색으로 높은 수를 표시하고 중간부분은 각 색의 강도를 적절히 활용하는 방법이 시각적으로 좋다.

7. 수

배경

강

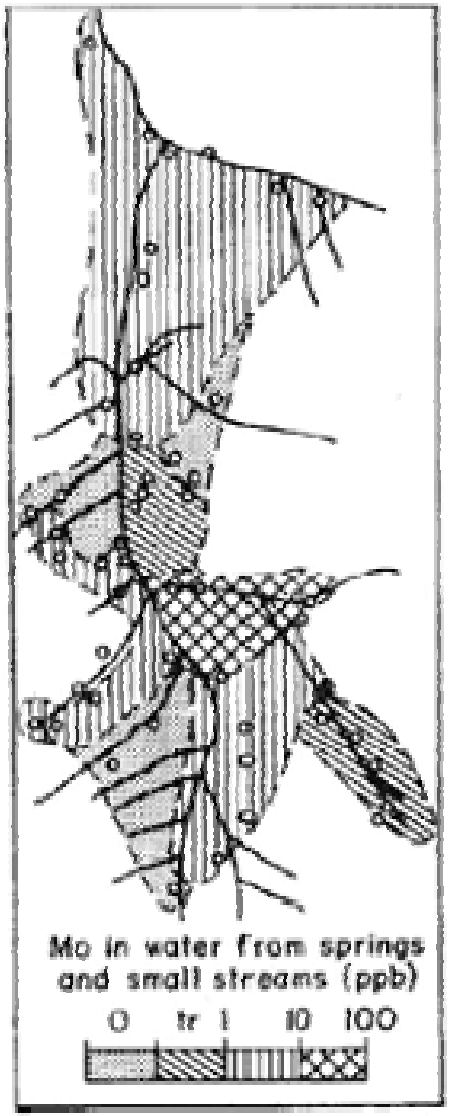


Fig.10-7. A graphical method of representing drainage anomalies. (After Dolukhanova, 1957).

8. 이상에 대한 정밀조사

- 지구화학적 이상이 발견
  →지역적 여건에 따라 적절한 후속조치 필요

- 정밀지질조사, 물리탐사, 토양지구화학탐사 등
- 시료채취 지점으로부터 상류의 이상대의 연장을 확인하는 작업 필요
- 지구화학적 이상의 상한이 확인되면 그 지점 부근에서 이상원을 찾는 작업 실시
- 이상원이 있는 쪽의 하안 시료는 지시원소의 높은 이상값을 보일 것

9. 자연수의 지구화학적 이상

하천수

- 크기와 수량에 따라 시냇물,강물로 구분
- 유원으로부터 1차 하천, 2차 하천으로 구분

호수

- 표면적,수심, 담수량에 따라 연못, 호수로 구분
- 화학적 특성에 따라 담수호, 염수호로 구분

지하수

원천수의 성질에 따라 스밈, 샘물, 우물물, 온천수 및 갱내수로 구분

- 자연수지구화학 탐사는 이러한 각종 자연수에 용해된 지시원소의 이상값을 추적하여 광상을 찾기 위한 작업
  (주로 이동도가 높은 U, Mo, Zn, Cu, SO4 사용)

- 특성상 개사단계에 적합한 방법 (미량원소의 함량은 주로 ppb단위로 매우 적어 시료의 취급 및 분석이 까다롭기 때문)

9. 자연수의 지구화학적 이상

9.1. 지시원소의 분산

광상에서 지시원소가 자연수에 녹기 때문에 자연수의 지시원소 함량은 광상 부근에서 증가

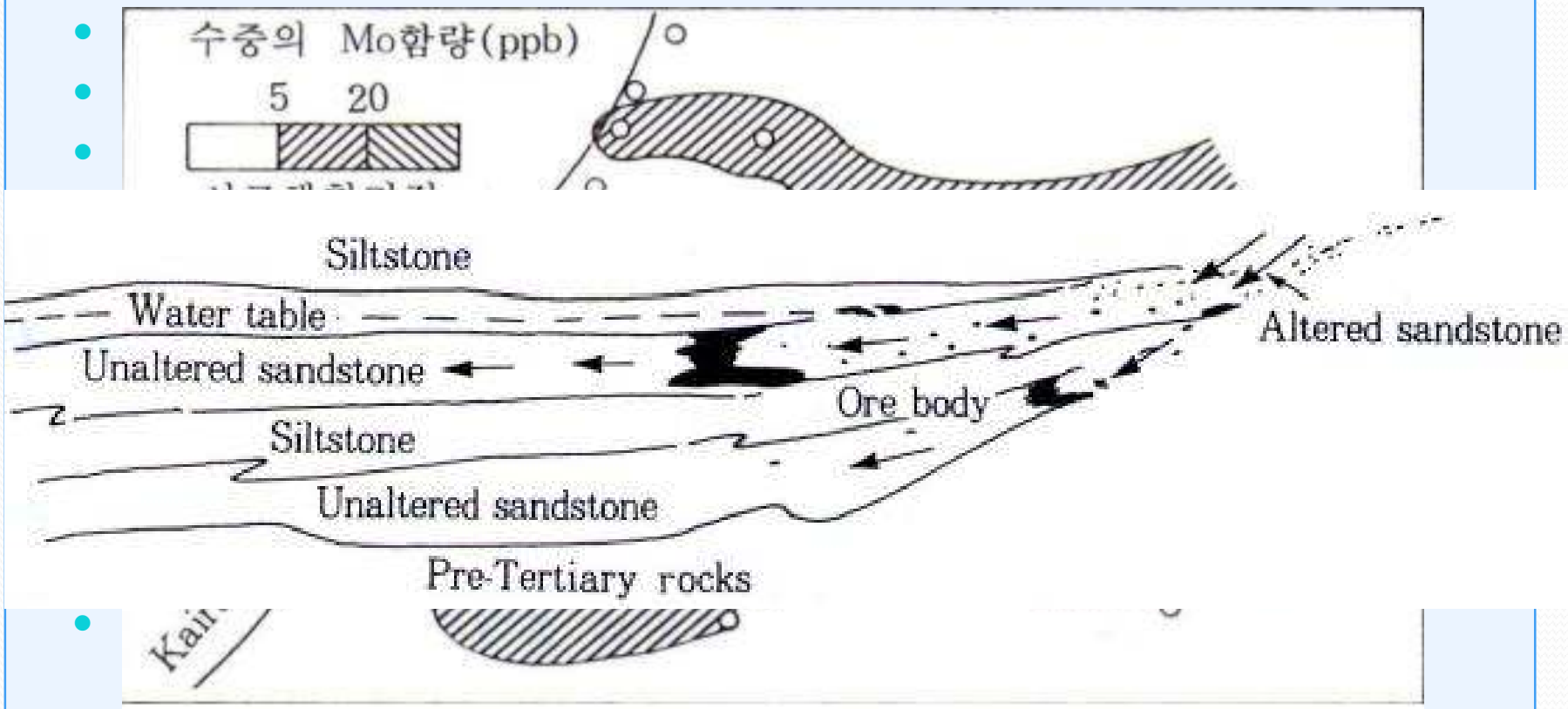
Webb 등이 제안한 자연수에 의한 지시원소 이동방법

1) 양이온 : Zn^{2+}, Cu^{2+}, Co^{2+} 같은 단순 이온
   $CaOH^{+}$, UO_2^{2+} 등과 같은 양이온 복합체의 형태로 자연수 중에 용해된 것
2) 음이온 : SO_4^{2-}, MoO_4^{2-}, 등 음이온 복합체의 상태로 자연수에 용해된 것
   As,Se등과 산소의 복합체, 각종 금속원소의 인산염 복합체 등
3) 비전해질 원자, 분자 및 이온짝 : Rn,He,O_2등 원자 및 분자의 형태로 자연수에 용해된 것
   $H_4SiO_4^{\circ}$, $PbCO_3^{\circ}$, 등과 같이 비전해질 이온짝의 형태로 용해된 것
4) 유기복합체 : 유기물과 복합체를 이루거나 포획되어 자연수에 이동되는 금속이온
5) 교질입자 상태에서의 부유물 : 이동도가 낮은 원소라도, 특수한 환경에서 무기교질입자를 형성하여 자연수에 부유하여 이동함
6) 부유물에 흡착 : 점토광물과 같은 미세한 입자의 부유물에 흡착 및 치환된 금속이온

- 지시원소의 이동도는 화학적 성질, 물리적 화학적 조건, 용액의 이동경로등을 따름
- 양이온, 음이온, 비전해질 용해, 흡착 등 : 자연수의 화학적 조건에 민감
- 유기 및 무기복합체와 교질물 : 생성되면 안정하지만, 부유상태에서는 유수의 에너지가 떨어지면 침강

9. 자연수의 지구화학적 이상

9.2. 지하수의 이상



- 동토대에서는 배수가 잘 되지 않기 때문에 지하수가 환원환경과 산성을 가짐

9. 자연수의 지구화학적 이상

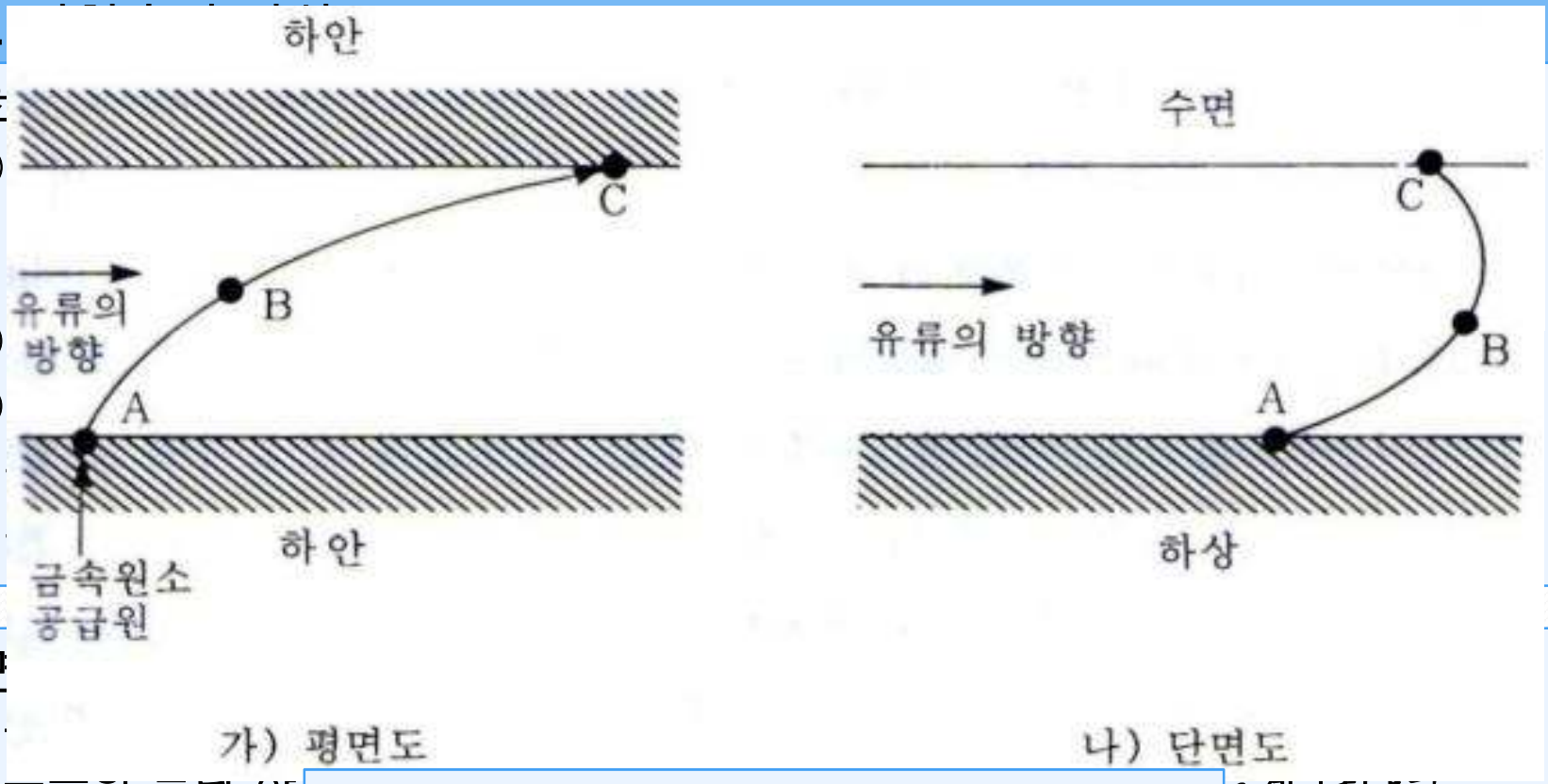
9.3.

하천

①

②

③



단면

채수 시점에 따른 이상값의 상대적 위치

9. 자연수의 지구화학적 이상

9.4. 호수의 이상

수질에 따라 담수호,
-> 지구화학탐사에

깊은 호수의 수온 차

Epilimnion : 가벼
Hypolimnion : 무겁
Metalimnion : 둘 사

바람에 의한 혼합
지
~13m정도 하부에 존재

계절에 따른 수층의

봄, 가을 : 상층수와
전위, 추
여름 : 표면수가 따뜻
겨울 : 표면수가 4°C

물 전체가 혼합 (춘계
수층 형성 (동계 정체)

상층수 : 대기로부터
하층수 : 유기물질의
→Hypolimnion : 환

- 전위기에는 산화
흡착되어 침전

고되고 탄산가스가 축적
Fe,Mn산화물, 점토등에

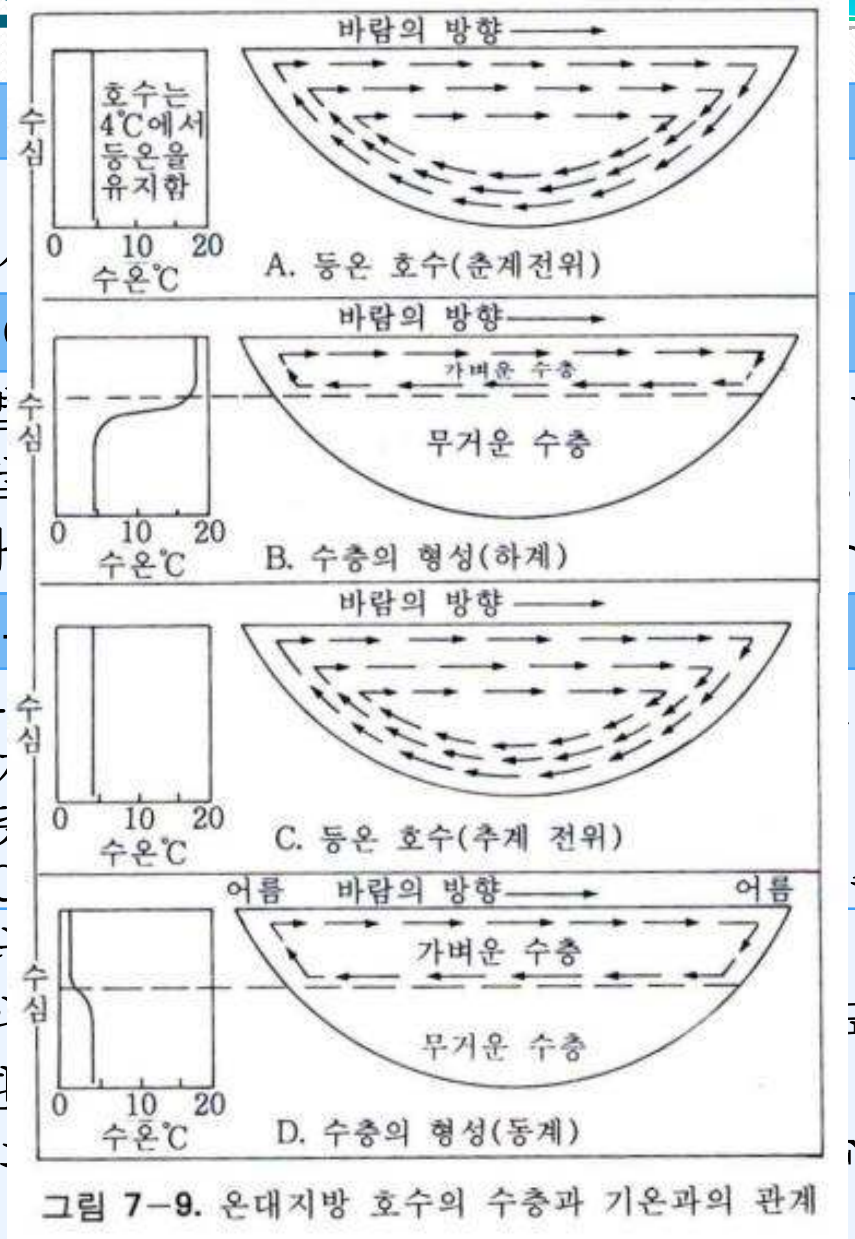


그림 7-9. 온대지방 호수의 수층과 기온과의 관계

9. 자연수의 지구화학적 이상

9.5. 자연수의 위이상

위이상 (False anomaly) : 광상발달과 관계없이 시료중의 금속원소함량이 비정상적으로 높은 값을 가지는 것

자연수의 위이상에 영향을 미치는 요소

- -지질 분포
- -지질 구조
- -차별 풍화
- -기후
- -지형
- -침전장애로부터의 재용해
- -오염

- 자료의 적절한 처리와 현장조사시의 면밀한 관찰을 병행
  → 위이상을 피할 수 있다

10. 수계퇴적물의 지구화학적 이상

수계퇴적물의 종류

-지하수의 스밈과 샘물에 접촉한 퇴적물
-하천수의 하상퇴적물
-범람원퇴적물
-호수퇴적물

- 이들 각 단계의 퇴적물은 독특한 지구화학적 이상을 이룬다!

10.1. 지하수의 스밈침전물과 샘물에서의 퇴적물

침전장애의 형성 : 지하수가 지표로 노출될 때 지구화학적 환경의 변화가 원인
지하수에 용해된 금속원소는 침전장애 이후 퇴적물로 침전
(대부분 미립자 상태의 수산화물, 유기복합체로 약산으로 쉽게 용해)

스밈이나 샘물로부터 침전한 퇴적물 :
지하수의 유출량과 퇴적물의 금속원소함량은 대체로 정비례
→지표면에서 가장 높고, 토양층의 심부로 갈수록 낮아진다.

- 스밈과 샘물퇴적물의 이상은 지하수가
  -표토층을 따라 이동 : 지하수면의 경사와 기반암의 경사 고려
  -기반암의 파쇄돼, 단층을 따라 이동 : 기반암의 지질구조 고려
  -층리면, 공극 등을 따라 이동 : 기반암의 지질구조 고려

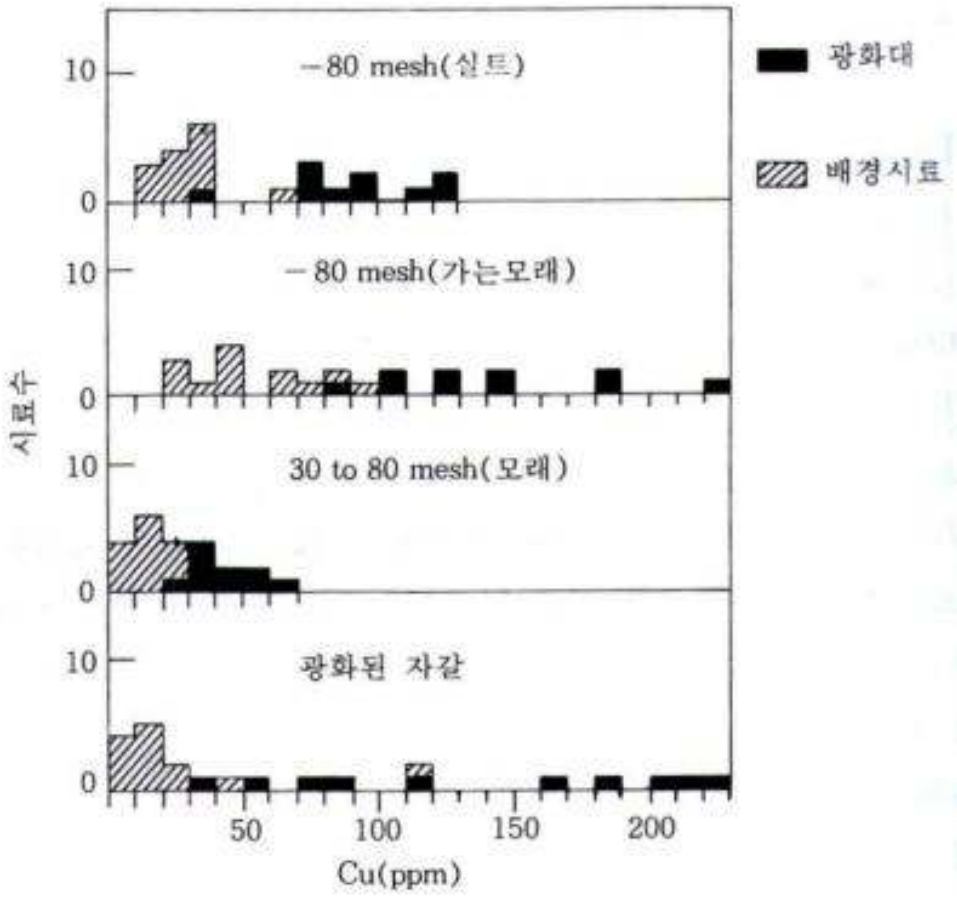
10. 수계퇴적물의 지구화학적 이상

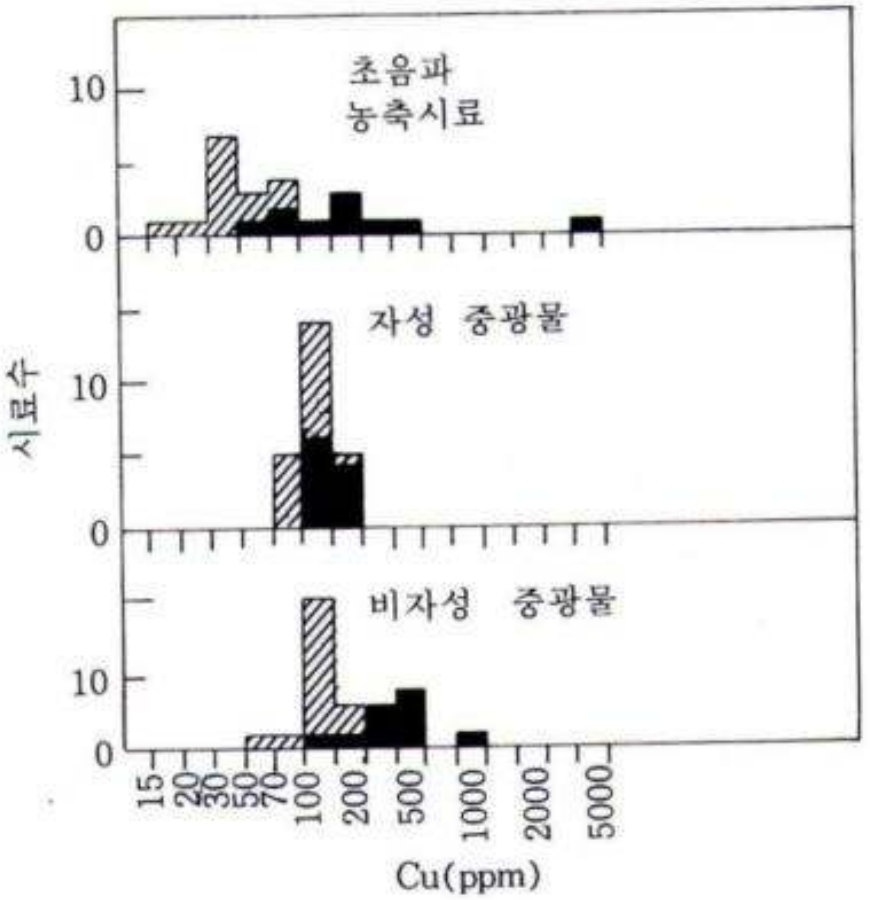
10.2. 하천의 하상퇴적물

- 지구화학적 이상을 보이는 하천의 하상퇴적물 분류
  - (1) 1차 광물 : 풍화에 강하고 비중이 높은 광물
  - (2) 2차 광물 : 광체의 노두가 풍화되어 생성된 불용성 광물이 침식되어 운반
  - (3) 하천수로부터의 정출 : 하천수의 지구화학적 환경의 변화에 의해 금속원소가 정출, 침전
  - (4) 흡착된 원소 : Fe,Mn산화물, 점토 및 유기물 등에 흡착되어 함께 침전한 것
  - (5) 생물의 잔해 : 식물, 동물, 미생물 등에 의해 섭취된 후 잔해와 함께 침전
- 형태별 구성 비율은
  - -기반암의 종류
  - -지질구조
  - -1처분산 및 2차분산의 강도
  - -하상퇴적물의 입도와 분급도 등에 따라 다름

- 지구화학적 이상값 AP와 배경값 BP의 대조
  - -일반적으로 이상원으로 멀어질수록 낮음
  - -입도와 금속원소함량은 반비례 관계를 보임
  - -하지만 입도 -80mesh~+200mesh사이에서 최대의 지구화학적 대조가 분포
  - → 대부분의 하상퇴적물의 지구화학적 이상이 정출 및 흡착에 의한 금속원소의 농집에 의한 것이라는 것을 의미한다

10. 수계퇴적물의 지구화학적 이상





10. 수계퇴적물의 지구화학적 이상

10.3. 범람원퇴적물

- 중광물에 의한 범람원퇴적물의 지구화학적 이상
  →범람원의 기저에 분포, 과거의 수계 반영
- 2차 분산에 의한 높은 지구화학적 이상
  →미세한 모래와 점토 시료에서 나타남
- 일단 퇴적되면 현류하천과 격리되어 시간이 지날수록 희석되는 경향이 있음

범람원퇴적물의 금속원소함량은 심도에 따라 다를 수 있음

- 지하수에 의하여 금속원소의 이상의 공급되는 경우
  - -표층의 범람원퇴적물은 이상을 보이지 않음
  - -지하수면 하부 시료에서는 지구화학적 이상을 발견
- 표층의 유기물질 함량이 하층보다 많은 경우
  - -표층에서 금속원소 함량이 높을 수 있음

10. 수계퇴적물의 지구화학적 이상

10.4. 호수퇴적물

호수퇴적물의 지구화학적 이상의 분류

(1) 호수물의 물결로 인하여 호안에서 침식되었거나 하천수로 운반 유입된 쇄설성 광물

(2) 유기 혹은 무기교질물에 금속원소가 흡착 혹은 치환된 후 하천수에 부유하여 유입되어 호수에 침전한 것

(3) 금속원소가 하천수 혹은 지하수에 용해되어 호수에 유입된 후 정출 흡착 등으로 침전하거나 혹은 생물이 흡수한 후 잔해로서 호수바닥에 남은 것

퇴적물의 종류와 금속함량은

- 풍화정도
- 금속원소의 이동매체
- 호수의 유입구와 배수구로부터의 위치
- 퇴적물의 깊이
- 수층 형성 여부
- 호수의 물과 퇴적물의 Eh-pH환경
- 호수 부근의 지질 여건

등에 따라 다름

10. 수계퇴적물의 지구화학적 이상

10.5. 수계퇴적물의 위이상

위이상을 일으키는 요인

- 오염, 시료의 조작 및 분석과정의 오차
- 지질학적 요인 :
  - 특정 금속원소의 함량이 배경값보다 높을 경우
  - 특정 금속원소의 용해를 촉진시키는 경우
  - 이들이 분포하는 지역을 통과하는 수계
- 지구화학적 요인 : 어떠한 특수 환경이 특정원소의 농집을 일으키는 경우 등

10.6. 해양퇴적물

- 해양퇴적물 광물자원의 종류
  - -심해저의 망간단괴
  - -Mn,Fe,Cu,Zn,Ag 등의 금속을 다량 함유하는 점토 및 염수
  - -인산염광물, 금, 다이아몬드 등의 연안 사광상

  →수심이 수천m에 달하여 막대한 개발비용과 특수한 개발기술이 요구되어 현재까지 개발이 지연
- 하지만, 심해저 퇴적물의 연구는 열수광상의 성인을 이해하는데 도움이 됨
- 또한 심해령 부근에서는 비교적 최근에 퇴적된 심해저 퇴적물이 각종 금속원소를 함유하고 있고, 각종 희유금속의 함량이 높아 채굴을 위한 기술이 개발중에 있음

목차

1. 교재 요약
   - 예비 조사 / 시료채취 및 처리
   - 도면작성법 / 자료해석
   - 정밀조사 / 지구화학적 이상
2. **Case study**
3. 참고문헌

Case study I

A Geochemical Survey Of Stream Sediments In Watauga County, North Carolina.

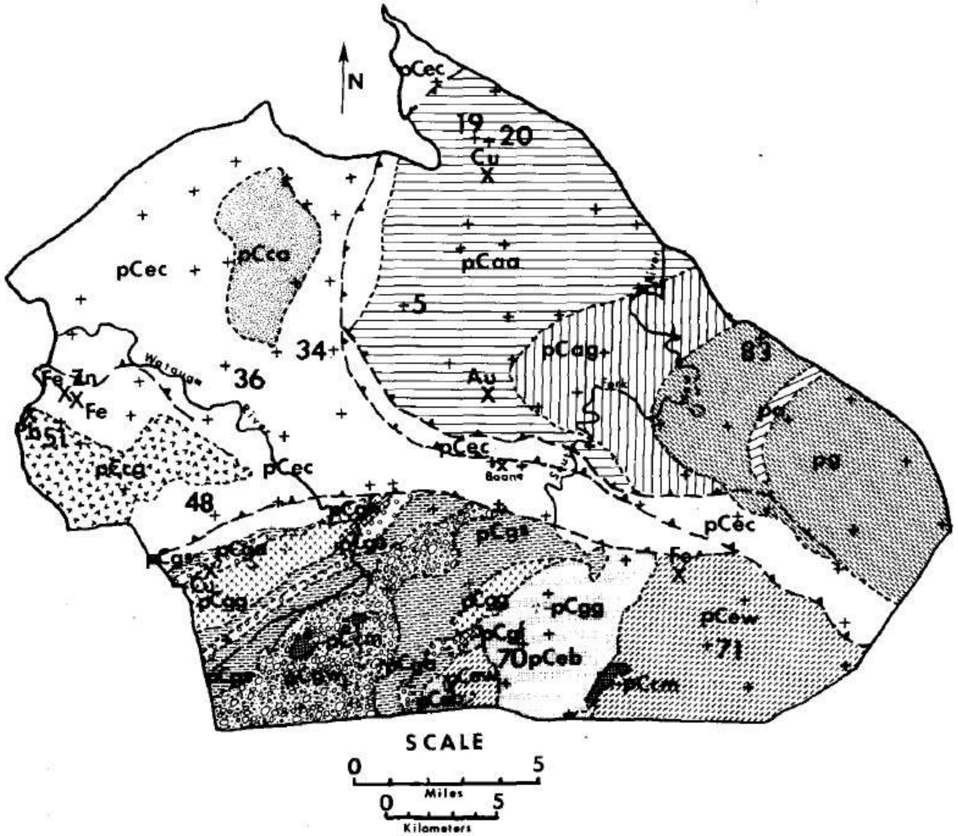
- 개요
  - 위치 : 미국 North Carolina의 Watauga County
  - 지형 : 약간 험하며 대부분 800~1200m의 고도에 위치, 강이 V자형 계곡을 따라 급경사로 흐름
  - 지질 : 북서쪽 2/3 부분이 선캄브리아기 편암, 편마암, amphibolites 등으로 구성, 나머지는 안구편마암 (augen gneiss)과 석영 몬조나이트 편마암 (quartz monzonite gneiss) 으로 구성

Fig. 1. Location map of Watauga County, North Carolina.

Case study I

A Geochemical Survey Of Stream Sediments In Watauga County, North Carolina.

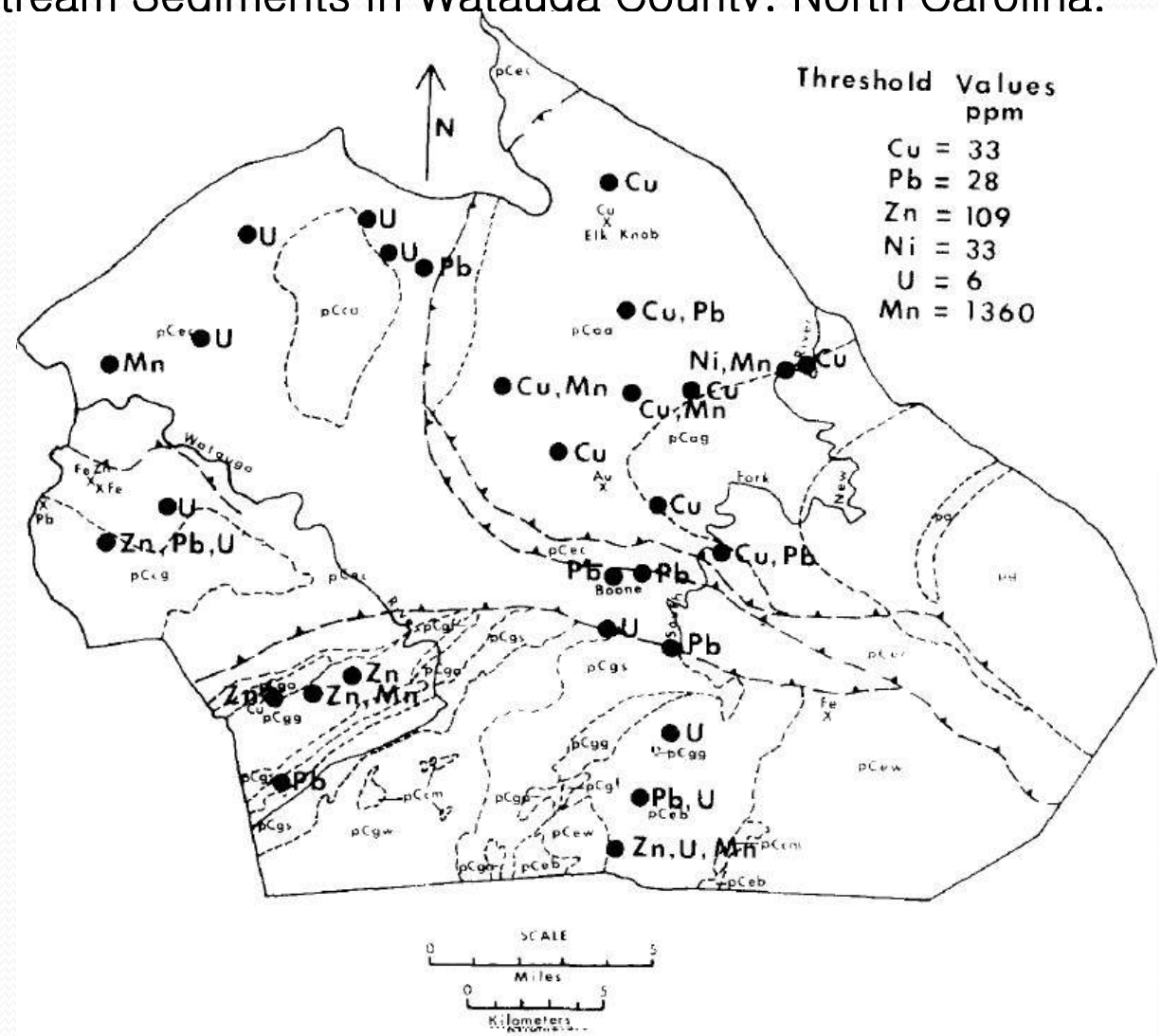
- **시료 채취 및 preparation**
  - **접근성을 고려하여 grid방식으로 825km²에서 90개 샘플 채취, 물의 전도도를 함께 측정**
  - **90개중 10개는 함지질(panning)하여 중광물 시료와 -12mesh의 퇴적물 획득**
  - **건조후 80mesh 체로 체질후 AAS분석 (Cu, Pb, Zn, Ni, Ag, Mo, Mn) 및 fluorimetric 분석(U)**
  - **중광물 시료는 60mesh 체로 걸러 TBE(tetrabromoethane) 처리 후 자성물질을 제거하여 AAS분석 (Cu, Pb, Zn, Ni, Ag, Mo, Mn)**



Case study I

A Geochemical Survey Of Stream Sediments In Watauga County, North Carolina.

- 결과



- Ag,

Case study I

A Geochemical Survey Of Stream Sediments In Watauga County, North Carolina.

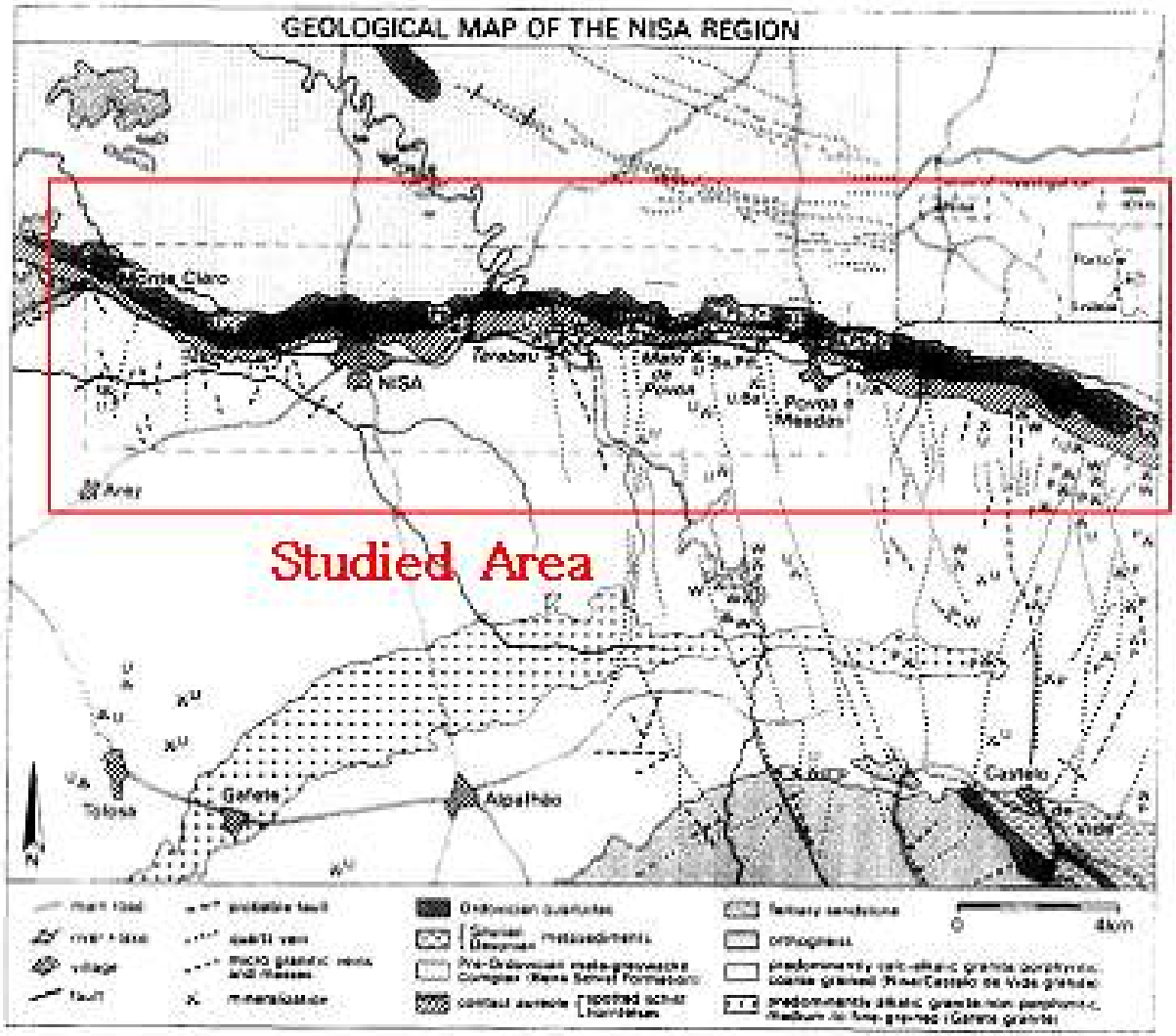
- 결과 논의 및 결론
  - 망간의 경우 일부 미량원소의 높은 농도가 많은 경우 이산화망간의 scavenging effect와 관련되어 있어 분석에 포함됨
  - Zn, Pb : 섬아연석(sphalerite)과 방연석(galena) 광화대의 경계 형성
  - Pb : Boone 근처의 높은 Pb값은 오염과 관련되어 있는 것으로 보임
  - Cu : 많은 샘플에서 높은 Cu값이 높은 Mn 농도와 함께 나타남 ; 이상값의 일부가 황화 광화대와 관련되어 있음을 시사
  - U : 가장 높은 측정치(14ppm)와 여러 높은 측정값이 페그마타이트 지역에 인접하였으며 해당 지역의 높은 지르콘 함량을 볼 때 미립자의 지르콘이 하상퇴적물에서 U와 Pb의 공급원일 가능성이 높음
  - 입도 분석에서 100-230mesh 구간의 원소함량이 체질한 시료값보다 함지질한 시료값에서 더 작은 이유는 미립자의 zircon이 panning시 쓸려나갔기 때문인 것으로 추정
  - 이미 알고 있는 sphalerite-galena mineralization 결과에서 중광물 시료의 Cu값이 더 높은 점으로 미루어 -80mesh 입도시료의 분석보다 중광물 분석이 이 지역의 Cu, Pb and Zn 광화대 탐사에 더 적합한 것으로 봄

Case study II

Uranium anomaly evaluation in Groundwaters

-M. J. I M. VAN GAANS
De rsity of Utrecht,
he Netherlands

- 포르투길 역)
  -지질학적
- 주변지역
- 인산염의
- 지하수는 어야 함
  →**granit** 통한 비교



Case study II

Uranium anomaly evaluation in Groundwaters

- **Sampling and Preparation (Total Sample : 115개)**

  -spring water에서 granite에서 12개, schist에서 8개를 채취 (총 20개)

  -well water에서 granite에서 54개, schist에서 41개 채취 (총 95개)

  -0.45 micro metre 크기의 Filter에 여과, HCl 첨가 (원소의 흡착을 막기위해)

  -현장에서 pH, Elctroconductivity(Ec), Redox-potential(Eh), Temperature 측정

- 샘플에 대한 지구화학적 분석 방법

  -DFA (Discriminant Function Analysis)

  -Histograms

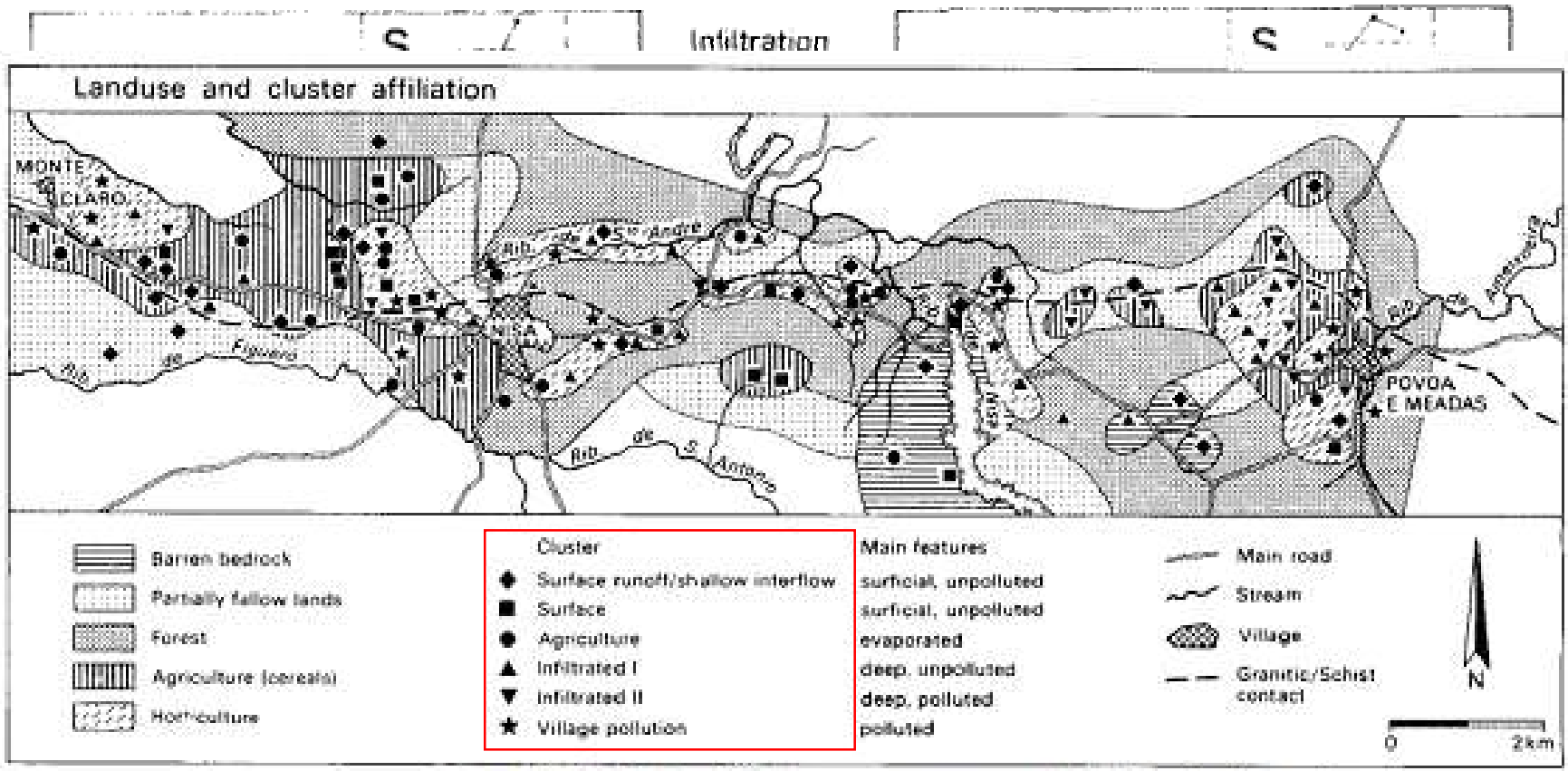
  -Piperdiagrams

  -Scattergrams

  -Eh/pH diagram

Case study II

Uranium anomaly evaluation in Groundwaters



Sample의 위치에 따른 cluster group을 지도상에 표기

Case study II

- 지하 … 어서
  enr … 학
  이도 … 은 점)
- 지도 …
  →우 … 있다.
- 특히 …)에서
  U와 …
  이 …

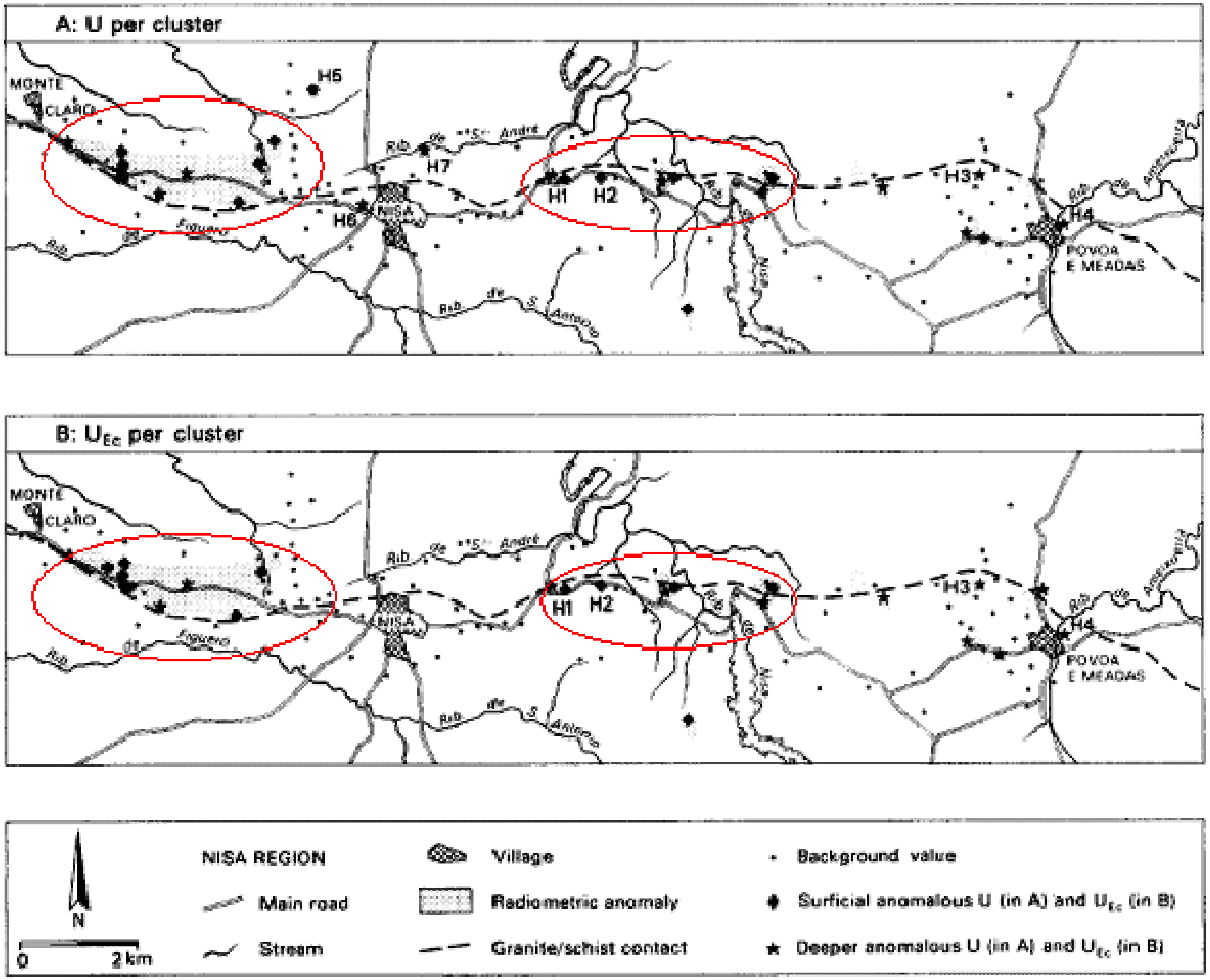


FIG. 10. Anomalous U in the cluster approach for U (A) and U_{Ec} (B). Surficial water is indicated with ● symbols and deep water with * symbols. Radiometric anomalies are indicated with the dotted areas. For clarity, only the additional hydrogeochemical U anomalies as defined by the respective definitions are indicated. Their numbering corresponds to those in Table 4.

3. 참고문헌

1. 전효택 외. 《응용지구화학》. 서울 : 서울大學校出版部, 1993.
2. Hawkes, H.E., 1976. The downstream dilution of stream sediment anomalies. J. Geochem. Explor., 6: pp. 345-358.
3. Roger B. Herbert Jr., 2006. Seasonal variations in the composition of mine drainage-contaminated groundwater in Dalarna, Sweden. J. Geochem. Explor., 90: pp. 197-214.
4. John Callahan, 1976. A Geochemical Survey Of Stream Sediments In Watauga County, North Carolina. J. Geochem. Explor., 6: pp. 61-73
5. M. J. Dekkers *et al*., 1989. Uranium Anomaly Evaluation in groundwaters: a hydrogeochemical study in the Nisa region, Portugal. Applied Geochemistry, 4: pp. 375-394