

임하댐 탁수 저감을 위한 천연지오라이트 활용 실례

The Application of Reducing Turbidity by use of Natural Zeolite in IMHA Dam

박기호* , 배상근** , 지홍기*** , 박경희***
Ki Ho Park, Sang Keun Bae, Hong Ki Jee, Kyoung Hee Park

Abstract

Due to the Typhoon MAEMI on Sep. of 12 in 2003, the turbidity value of IMHA Dam was recorded more than 213NTU until now. The natural zeolite located in the east coast of Korean peninsula was applied to reduce turbidity with ion exchange process. The result of this technique, the value of turbidity was reduced less than 1NTU. Also the value of pH showed stable state compare to before and after.
핵심용어 : Ion Exchange Process, Zeolite, Turbidity

1. 서론

한번 오염된 호소 및 댐 등은 정체수계의 특성상 스스로 정화되기 어려운 현상을 나타낸다. 호소 및 댐 등의 생태계 및 수질 유지와 더불어 댐 방류수의 수질을 유지하기 위하여 영양염류, 탁도 등의 제거가 요구된다. 호소 댐 내 대상물질의 경우 생물학적인 공정은 미생물의 호소 댐 적용에 필요한 소요시간 등의 제약조건으로 인하여 고효율의 정화에 많은 공정이 뒤따른다. 본 연구에 소개하는 천연지오라이트 활용 방법은 기존의 응집·침전 공법 중 빠른 반응성과 고효율을 나타내는 방법으로써 뿐 아니라, 우리나라에 널리 분포된 값싼 지하지원을 이용함으로써 어느 처리법보다도 값싸고 2차 응집물의 생태계 오염이 없는 기법으로 제안해 보고자 한다.

2. 국내 다목적댐에의 적용

2.1 대상유역

임하댐 현황을 살펴보면 임동면 중평리, 저수량 5억9천5백만 톤으로 국내 여덟 번째인 초대형 댐으로, 현재 주민들이 '임하호 탁수문제 해결하라, 무용지물 임하댐을 폐쇄하라'고 적힌 만장을 달고 배 시위를 벌일 정도로 탁수 문제가 심각하다. 임하댐 상류지역의 점토질 토양은 임하댐 물을 온통 흙탕물로 만들었고, 흙탕물을 수돗물로 만드느라 막대한 정수 비용을 들이고, 또한 응집제를 사용하면서 알루미늄이 기준치 이상 수돗물에서 검출되고 있다. 또한 임하댐의 탁수는 구미까지 하천 바닥을 뒤덮어 하천 생태계를 심각하게 파괴하고 있다. 윤병규 안동시의원은 "댐 안에는 안동의 전통, 문화, 조상들의 삶의 터전이 수몰돼 있고, 임하댐의 고인 물은 주민들의 눈물이다"라고 말할 정도로 심각한 실정이다. 2003년 9월 태풍 매미 이후 지역의 임하댐은 그림 1과 같이 탁도가 1년이 훨씬 지나도 200 NTU를 초과하는 수치를 나타내며, 나아질 기미가 보이지 않고 있다.

* 정회원 · 경동정보대학 하천환경종합기술연구소장-E-mail : paku@kdtc.ac.kr
** 정회원 · 계명대학교 토목공학과 교수-E-mail : skbae@kmu.ac.kr
*** 정회원 · 영남대학교 토목공학과 교수-E-mail : hkjee@yu.ac.kr
**** 경동정보대학 하천환경종합기술연구소-E-mail : khpark@kdtc.ac.kr

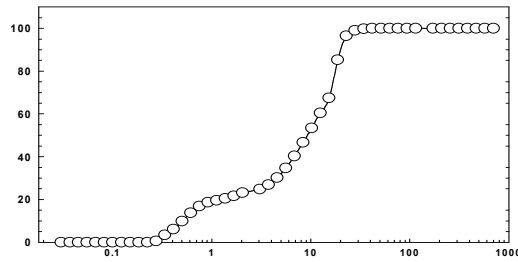


그림 1. 임하댐 황토수내 현탁 입자의 입도 분포(2004.4.)

임하댐 탁수 입자의 성질은 그림 2에서 나타난 바와 같이 토양코로이드 입자를 구성하는 여러 가지 성분의 분자로 음이온 성질을 나타내고 있다.

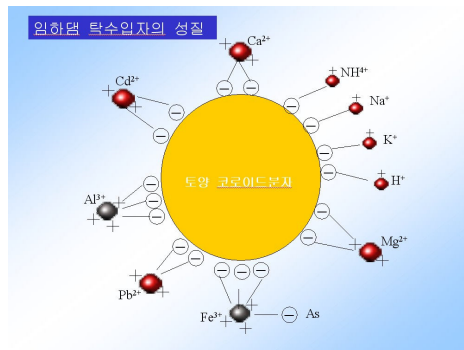


그림 2. 임하댐 탁수입자의 성질

임하댐 탁수 입자를 응집시킬 수 있는 천연제오라이트는 그림 3과 같이 신생대 3기층에 생성된 미세한 다공질형태로 흔히 불석이라고 부르며 장석(feldspar)류 광물의 일종으로 스웨덴의 광물학자인 Cronsted에 의해 발견 되었다. 천연제오라이트 내부에는 나노크기의 세공 속에 보통 물 분자들이 가득 채워져 있고 우리나라 동해안지역 감포, 영일만 근처에 clinoptilolite라 불리는 천연 제오라이트가 다량 매장 되어있다. 천연제오라이트는 물리적 흡착력(질소,인산가리 등 각 90~95%)이 뛰어나고, 화학적 양이온 치환작용(70~150meq/100g) 이 뛰어나 수분 외 다른 물질 gas등을 20배까지 흡수, 흡착할 수 있는 능력을 가지고 있다.

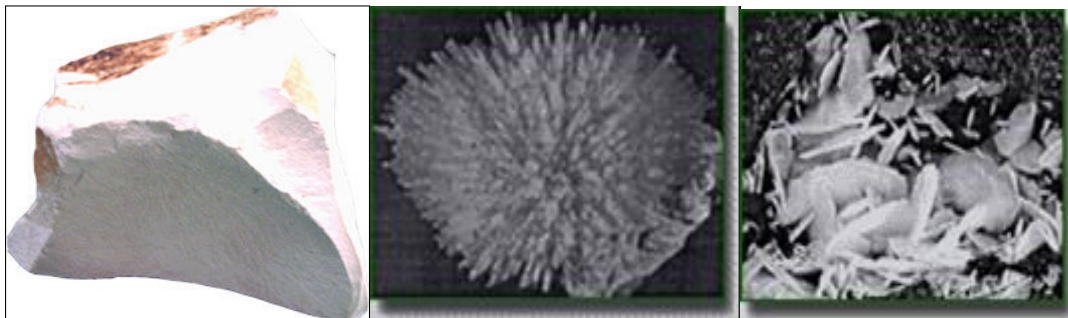


그림 3. 제오라이트의 내외형적인 모양

천연 제오라이트의 화학적 성분을 살펴보면 아래 표 1과 같이 규산, 산화알루미늄, 산화철, 산화마그네슘, 산화나트륨, 산화칼륨으로 주로 이루어져 있다.

표 1. 천연제오라이트 구성요소

규산	산화알루미늄	산화철	산화마그네슘	산화칼슘	산화나트륨	산화칼륨	건조감량	양이온치환능력
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig-Loss	C-E-C
65.4	13.2	1.62	0.92	3.57	2.03	1.77	11.2	70 ~ 150(meq/100g)

임하댐 탁수 처리를 위한 천연제오라이트를 이용한 수처리 반응기구를 살펴보면 그림 4와 같이 토양코로이드가 음이온 반발력을 가진 것을 알 수 있다.

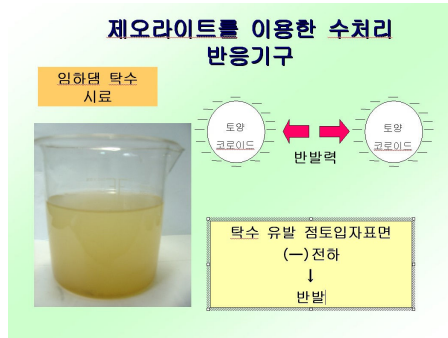


그림 4. 천연제오라이트를 이용한 수처리 반응기구

양이온 치환한 천연제오라이트는 -전하를 띤 표면에 + 이온을 이용하여 토양코로이드 입자를 응집시키는 반응 구조를 가지고 있으며, 그림 5와 같이 나타낼 수 있다.

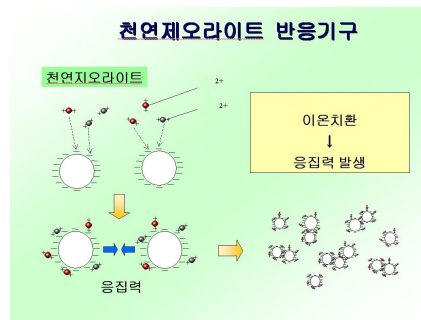


그림 5. 천연제오라이트를 이용한 토양코로이드 입자 응집 반응 구조

아래 그림6에 나타나듯이, 탁수 213NTU의 임하댐 탁수가 1NTU이하의 수치를 나타내며 맑아진 현상을 나타내고 있다.

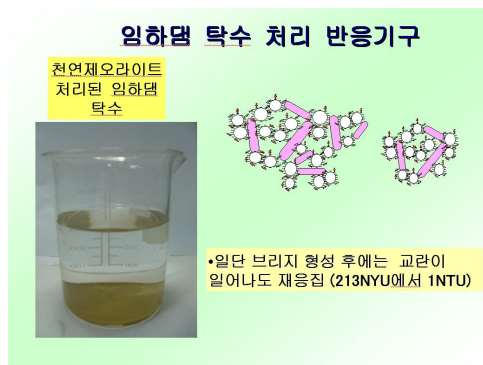


그림 6. 천연제오라이트를 이용한 토양코로이드 브리지 형성 응집 기구

한편 그림 7에 나타난 바와 같이, 천연제오라이트를 이용한 임하댐 탁수처리 과정을 살펴 보면 우선 천연제오라이트 TYPE 1을 10PPM 주입하고 15분간 교반한 다음 천연제오라이트 TYPE 2를 10PPM 주입하고 다시 5분간 교반한다. 이때 브리지를 잘 생성시켜주고 응집시간을 짧게 하기 위하여, 일반 수처리용으로 값싸고 널리 쓰이는 PAC 25PPM를 주입하여 2분간 교반하였다. 이때 탁수 원수의 pH는 7.3이 있고 천연제오라이트 TYPE 1을 10PPM 주입시 pH8.07, 천연제오라이트 TYPE 2을 10PPM 주입시 pH는 8.19를 나타내었고 PAC 25PPM을 첨가시 pH는 7.27로 안정 상태를 나타내었다.

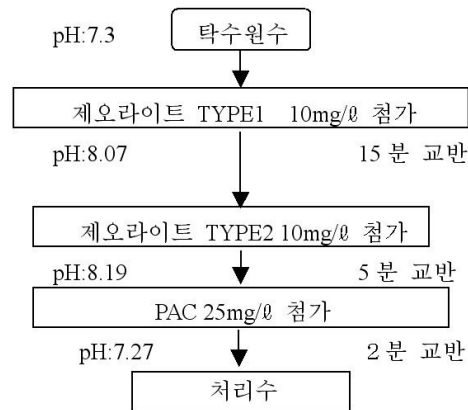


그림 7. 천연 제오라이트를 이용한 처리수 생성 과정

위의 과정을 이용하여, 우리나라 동해안 지역에서 흔히 생산되는 값싼 천연제오라이트를 합성 처리하여 임하댐 탁수처리 방법을 적용 해 본 결과 그림 8 및 표3과 같이 213NTU의 탁도가 1이하 수치로 쉽게 탁수처리가 되는 사실을 발견 했다.

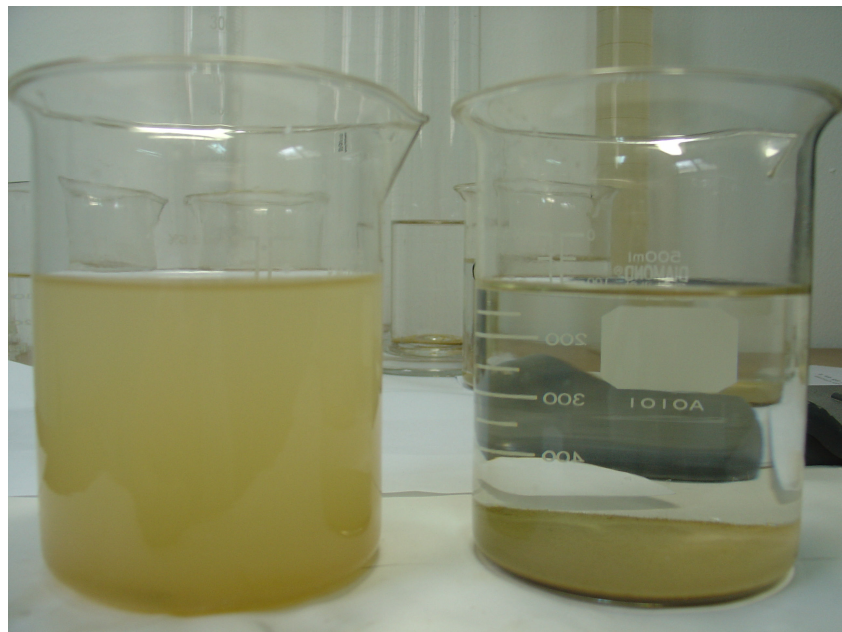


그림 8. 천연제오라이트를 이용한 임하댐 탁수 처리 실례

표 2 천연지오라이트를 이용한 임하댐 탁수 처리 분석표

시료명 금속명	제오라이트처리	(원수)	비 교 (단위 : ppm)
탁도	1	213	단위 : NTU
Al	0	0	Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) 측정결과
Cd	0	0	상동
Pb	0	0	상동
Cu	0	0	상동
Fe	0	0	상동
Mn	0	0	상동
CN	0.001	0.007	VEGA 측정결과
NO ₂ -N	0.002	0.013	Full Automatic Wet(Water) Chemical Analyzer (AA3) 측정결과
NO ₃ -N	0.003	0.036	
NH ₄ -N	0.004	0.046	
PO ₄ -P	0.001	0.013	

3. 결론

본 연구는 흔히 발견할 수 있는 값싼 지오라이트를 이용하여 임하댐 탁수 처리를 위한 간편하고 손쉬운 방법을 제시하여 현장의 적용 가능성을 제시 할 수 있었고, 2차 침전물이 자연하천 호소에 생태적인 균형을 깨지 않는 초저가형 재료를 이용하여 하천, 호소 등의 탁수를 정화시킬 수 있는 기술을 개발했다.

(1) 동해안에 비교적 흔한 지질성분인 천연제오라이트, 천연벤토나이트를 탁수가 심한 물에 섞은 결과 탁수 콜로이드 입자를 바닥으로 가라 앉혀 213NTU의 원수를 1NTU의 처리수로 만들어 호소 수질을 1급수 수준으로 개선할 수 있었다.

(2) 천연지오라이트 TYPE 1을 10PPM 주입하고 15분간 교반한 다음 천연지오라이트 TYPE 2를 10PPM 주입하고 다시 5분간 교반한 후, PAC 25PPM주입하여 2분간 교반하여 탁도를 측정된 결과 1급수 탁도를 회복했다. pH에 관하여 분석한 결과, 탁수 원수의 pH는 7.3이 있고 천연지오라이트 TYPE 1을 10PPM 주입시 pH8.07, 천연지오라이트 TYPE 2을 10PPM 주입시 pH는 8.19을 나타내었고 PAC 25PPM을 첨가시 pH는 7.27로 안정 상태를 나타내었다.

(3) 현재 임하댐의 질소 및 인은 문제될 양이 검출되고 있지 않으나, 천연지오라이트를 활용한 분기법이 탁도 제거에 우수한 효과를 보여줄 뿐 아니라, 질소 및 인의 양을 충분히 감소시키는 결과를 나타내었다. 이 결과를 볼 때, 다목적댐 상류지역 경작지에서 화학적인 비료가 다량 포함된 댐 유입수가 흐르더라도 탁수저감뿐 아니라 인 및 질소 등의 성분 제거에 유용함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

Journal of Inclusion Phenomena & Molecular Recognition in Chemistry 22: 1-13(1995), Guest-Guest Interaction & Phase Transition in the Natural Zeolite Laumontite
 경동정보대학 출판사(2005), 오염토양/호소처리기법(선진사례연구)
 경동정보대학 출판사(2005), 수질분석기법