

경우는 조성에 따라서 증발압력과 온도가 각각 변하기 때문에, 기존의 냉매와 대체 할 수 있는 혼합 냉매의 조합과 조성에 대한 연구가 활발히 진행중이다.

3. 추천되는 후보 냉매들

일본냉동공조공업협회(JAREP)의 후보 냉매들로는 표1과 같으며, 표에 나와 있는 조성들은 물리적, 화학적 성질이 대상냉매인 R-22, R-502와 가장 근사하다고 평가되는 조성들이다. 대체냉매에 대한 시스템의 연구도 이들 혼합냉매의 조성을 사용하고 있다. 현재 사용하고 있는 R-12를 대체할 수 있는 냉동사이클용 냉매는 연구 중에 있다.

앞으로의 연구는 이러한 혼합냉매의 열적·기계적 성질들을 평가함과 동시에 신냉매용 냉동·공조 기기의 개발에 중점을 두고 있다.

표1. JAREP의 후보냉매

후보냉매	조성(질량 %)	대상냉매
R32/R125	60/40	R-22
R32/R134a	30/70	
R32/R125/R134a	10/70/20	
R32/R125/R134a	30/10/60	
R32/R125/R134a	23/25/52	
R290(프로판) R134a	- -	
R717(암모니아)	-	R502
R32/R125/R290/R134a	20/55/5/20	
R32/R134a	25/75	
R32/R227ea	35/65	
R125/R134a	45/55	
R125/R134a/R143a R143a	44/52/4 10/45/45	

■ 자료 : R-22代替 フロン實用化技術開發の現況について, 1994.9

■ 자료제공 : 김병균 <기전연구실>

하천수질 관리를 위한 생물학적 모니터링 시스템

지금까지의 물리-화학적 모니터링 시스템은 생태독성학(生態毒性學)상으로 관련된 오염물질(예: 염분, 카드뮴, 구리, 납, 아연 같은 중금속, 유기물질 등)을 기계적으로 탐지하나, 이런 물질이 생물학적 시스템에 미치는 정보는 제공할 수 없고, 유해한 오염물질과 다른 물질간의 상호작용을 설정할 수가 없었다. 이에 따라 오염사고로부터 라인강을 보호하기 위한 국제 및 독일협의회(Rhine Action Program)는 라인강의 오염저감, 생태계 복원을 위해 현존하는 물리-화학적 모니터링 시스템 대신 생물학적 검사(Biotest)를 연속적으로 실시하여 하천을 모니터링 할 수 있는 전략을 수립하였다.

하천수를 오염으로부터 보존하기 위한 새로운 생물학적 모니터링 시스템에 대해 소개하고자 한다. 생물학적 모니터링 시스템은 하천수의 오염을 통제하기 위해 생존하는 유기체의 반응을 이용하는 신호체계로 정의할 수 있다. 이

시스템은 하천수의 오염에 따라 자동적으로 작동하여 수생 유기체의 거동과 양상, 생리반응 등의 변화정도를 전산신호로 나타내준다. 검사유기체(감지기)는 모니터링 수 있도록 물속에 계속하여 노출된 상태로 유지된다. 감지기의 생물학적 반응은 디지털식의 전기신호로 변환되며, 이를 관리하는 소프트웨어를 정착한 컴퓨터를 통해 자료를 자동으로 기록하고 이를 정보사상으로 평가할 수 있도록 한다.<그림1 참조>

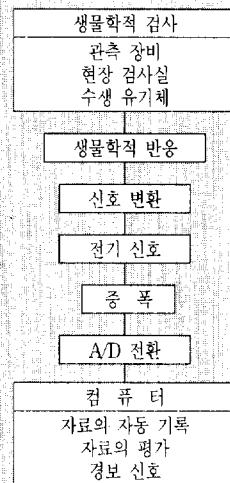


그림1. 자동화된 생물학적 모니터링 시스템의 개요

아직까지 생물학적 검사를 다양한 현장여건에 따라 온라인으로 작동할 수 있게 하기 위해서는 더

많은 연구가 필요하다. 1989년 이후 라인강 오염을 생물학적으로 모니터링하기 위해 생물학적 검사 시스템을 개발, 시험하고 이를 실용화하기 위한 합동연구가 독일의 행정부와 대학연구소에서 수행되었다. 이와 관련된 대부분의 연구는 박테리아, 조류, Daphnia, 조개, 그리고 어류 등의 검사기를 현장에서 충분히 시험하고 제작되었다.

이 중에서 박테리아는 3차 처리와 같은 고도하수처리시설에서 유독성 물질을 처리하며 방류 모니터링에서 중요한 역할을 한다. 이는 박테리아의 호흡활동을 측정하여 이루어지는데, 정상적으로 박테리아가 왕성한 호흡활동을 하게 되면 오염되지 않은 검사수에 산소농도가 낮은 상태를 유지한다. 살균제가 존재하면 호흡은 억제되고 결과적

으로 용존산소의 양은 증가한다(그림2 참조). 박테리아를 이용한 유독성 물질관측기 'Toxiguard'에 표시되는 매개변수는 박테리아의 Biofilm내 호흡률이며, 이는 하천수가 생물학적 반응을 통과할 때 형성된다. 조류(Algae)에 의한 제초제의 변화 등을 감지하며, Daphnia의 움직임에 따라 하천수의 오염정도를 경보할 수 있으며, 조개껍질의 움직임과 개폐변화를 이용하여 오염정도를 모니터링할 수 있고, 어류의 유영검사를 통해 하천수의 오염정도를 판별한다.

유독물질은 종종 하천에 서식하는 생물들에게 아주 특별하게 작용하므로, 임의의 오염물질을 탐지하는데 절대적으로 확신할 수 있는 유기체 모니터링 시스템은 존재하지 않는다. 따라서 가능한 오염물질의 넓은 범위를 망라하기

위한 생물학적 검사장치는 박테리아, 조류, 어류 등으로 통합된 시스템으로 운영되어야 한다. 따라서 최근에는 하천수의 오염사고 방지를 위한 시스템은 물리-화학적 방법보다 생물학적 경보시스템으로 바뀌고 있으며, 하천을 따라 생물학적 시스템을 성공적으로 구축하기 위해서는 각 모니터링 지점에 이와 같은 검사장비를 구축하여야 한다. 가까운 장래에 각 영양수준에 대한 생물학적 모니터링 시스템은 음용수 정수 시설의 모니터링, 생공용수의 조사, 하천수 관리 및 하수처리 시설의 모니터링과 같은 다양한 하천수 유입과 방출에 따라 적용될 수 있도록 계속적인 연구가 필요하다.

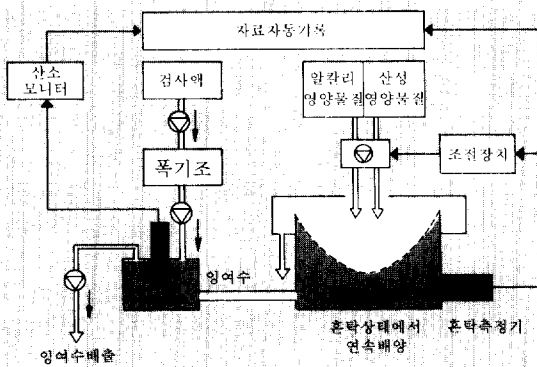


그림2. 박테리아 검사 Toxalarm의 개요도

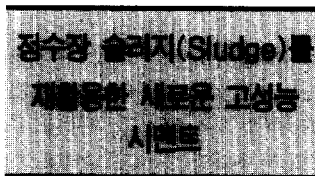
■ 자료 : 1. Broer, G.J.A.A. "Alarm System for Accidental Pollution on the River Rhine." Proceedings of the Vienna Symposium on the Hydrology for the Water Management of Large River Basins was organized jointly by IAHS, UNESCO and WMO, 1991, pp.329-336.

2. WIR, Description of the Research Project: Development, Testing, and Implementation of Biotests for Water Monitoring of the River Rhine, Report of the Working Group "Wirkungstests Rhein" worked out by P. Schmitz. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, FRG, 1992.

3. Schmitz, P., Biomonitoring Systems for Surface Water Monitoring.

Bundesanstalt Für Gewässerkunde,
Koblenz, FRG, 1994.

■ 자료제공 : 김규호 <수자원연구실>



1. 개요

일반적으로 정수장에서는 황산 반토(Alum)나 폴리염화알루미늄(PAC)이 응집제로 사용되고 있으며, 이들 응집제는 농축조안에서 가수분해되어 Gibbsite Gel($Al(OH)_3$)을 생성하므로 슬러지는 필연적으로 알루미늄성분이 많아지게 된다. 현재 정수장 슬러지는 상당량 발생되고 있으며, 그 화학조성이 주위의 환경과 조화되지 않아 폐기처분에 여러가지 문제점을 안고 있다.

한편, 최근 칼슘설퍼알루미네이트시멘트(Calcium Sulpho Aluminate Cement:CSAC)라는 새로운 형태의 시멘트가 소규모이지만 생산되고 있다. 이 시멘트는 Viswanathan(1978)의 연구를 기초로서 보통 포트랜드시멘트(Ordinary Portland Cement:OPC)가 1,500°C의 고온소성에 의해 생산되는데 비해, 1,200°C정도의 소성으로 생산할 수 있으므로 에너지절약형 미래의 시멘트

로서 주목받고 있다. 또한 석고(Gypsum)류를 시멘트성분에 2차 첨가함으로써 시멘트성분의 양을 증대시킬 뿐만 아니라, 경화체의 강도도 대폭적으로 개선할 수 있는 특징을 갖고 있다. 그러나 이 시멘트를 생산하기 위해서 알루미늄 자원으로서 보크사이트(Bauxite; $Al_2Si_2O_5(OH)_4$)가 필요한데, 이 자원의 분포가 열대를 중심으로 치우쳐 있어 자원이 부족한 나라에서는 그 생산성에 한계가 있다.

그러므로 정수장 슬러지를 재활용하여 보크사이트의 대체원료로 사용함으로써 CSAC생산 가능성을 찾는 새로운 기술을 소개하고자 한다.

2. 제조방법

이용되는 재료는 화학조성이 다른 여러종류의 정수장 슬러지를 이용할 수 있으며, <표1 참조> 여기서는 AS-2를 800°C에서 假燒(Calcination)하여 활성탄을 제거한 것을 사례로 들었다. 배합비율은 A/S비가 2.0의 경우에 좋은 결과를 얻는다고 하는 Ikeda(1980)의 방법을 사용하였고, 이에따라 단순히 석고분말과 석회석분말을 첨가하여 Häüyne($3CaO \cdot 3Al_2O_3 \cdot CaSO_4$)과 $2CaO \cdot SiO_2$ 이 생성되도록 하였다. 그리고 Clinker의 예비소성을 실시해 XRD(X-ray Diffraction)로 불순물의 영향을 확인

하여 약간의 배합비율을 수정하였으며, <표2 참조> 소성온도는 1,250°C, 소성시간은 1시간이다. 생성된 Clinker는 비표면적(브레인값) $3,000cm^2/g$ 으로 조정해 시멘트성분이 되며, 이 시멘트성분에 二水石膏($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)를 0, 5, 10, 20, 30%씩 첨가하여 모두 5종류 준비하고, 물-결합재(W/S)比 0.40의 조건으로 Paste를 만들어 20°C의 수중 양생에 의해 경화체의 재료강도를 시험했다. Clinker 광물 및 水和鑛物의 성분분석은 XRD를 이용하였다.

생성된 CSAC Clinker 광물의 주 성분은 Häüyne, β형 규산2칼슘(β-dicalcium Silicate)이고 소량의 페라이트(Ferrite)도 생성되며, 그밖에 미반응의 無水石膏(Anhydrite, $CaSO_4$) 및 생석회(Free Lime:CaO)의 잔류가 소량 확인된다. 생성된 Ferrite는 '2CaO·Al₂O₃-2CaO·Fe₂O₃'계의 고용체임을 알 수 있으며, CaO·Al₂O₃는 다른 칼슘성분과 함께 Ferrite내에 2CaO·Al₂O₃端成分으로 포함되어 있다. Clinker의 XRD 분석결과를 그림1에 나타내었으며, 水和鑛物은 Ettringite ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$)와 C-S-H($CaO-SiO_2-H_2O$) Gel이다.

강도시험 결과를 현재 광범위하게 사용되고 있는 보통 포트랜드시멘트(OPC)의 결과와 동일조건에서 비교한 것을 그림2에 나타내었