

# 북라인-웨스트펠리아의 수질모니터링

## 북라인-웨스트펠리아의 수질모니터링

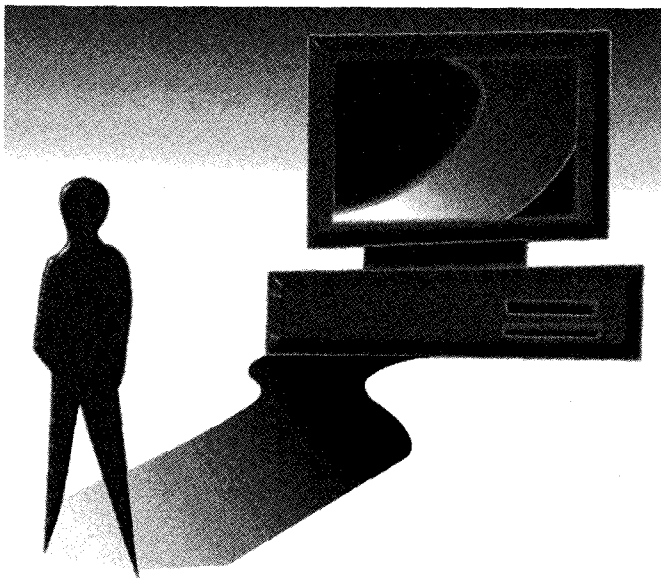
자유흐름상태의 물은 인간활동에 의해 크게 영향을 받는다. 산업과 지역사회, 농업과 해운업등은 자연수를 오염시킨다. 오염물은 여러 가지 방법으로 물속에 유입된다. 폐수는 오염의 주요 원인이다. 효과적인 수질보호를 위하여 법률적으로 지정된 규제치를 준수하는가를 감시하는 것은 매우 중요하다. NRW(북라인-웨스트펠리아, NorthRhine-Westphalia)의 일은 야첸(Aachen), 바이펠트(Bielefeld), 뒤스부르크(Duisburg), 뒤셀도르프(Düsseldorf), 하겐(Hagen), 헤르텐(Herten), 크레페드(Krefed), 콜렌(Koln)(본(Bonn)에 지점을 가지고 있다), 리프스타트(Lippstaat)(소에스트(Soest)에 지점이 있다), 민덴(Minden), 뮌스터(Munster) 그리고 지겐(Siegen) 등의 도시에 설립된 NRW라인환경보호국(NRW Enviromental Protection Service : StUA)의 12개의 회사에서 수행한다.매년 4,500정도의 배출지점에서 18,000여개의 폐수를 사전통보없이 불시에 검사한다.

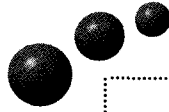
물의 조직적인 감시는 직접적이고, 산재되어 있는 영향인자들과 그들의 영향을 평가하기 위하여 필수불가결하다.

라인환경보호국(NRW)에서 행하는 수질모니터링의 목적은 다음과 같다.

- 단기간변화의 조기발견, 불법배출이 확인되었을 경우 법적규제를 행하기 위하여 위험한 오염물질을 재빨리 감지하기 위함이다.
- 개발의 장기간 관찰, 생태계에서 다양하게 이용되는 자연수의 보호를 위함이다.

수질모니터링과 수질의 판단(결정)은 20년이상동안 북라인주환경청(the State Enviroment Agency North





Rhine-Westphalia, LUA NRW)와 주 폐수청(the State Agency for Water Waste, LWA NRW)의 중요한 임무였다. 오늘날 주정부의 주요활동은 수질법률하에서 라인강과 그 중요한 지류들을 감시원이 구석구석까지 강저질과 생물학적 지표들을 실험하는 모니터링에 집중된다.

### 24시간 조기경보 모니터링 (Early warning monitoring around the clock)

북라인-웨스트펠리아(North Rhine-Westphalia)의 자연수의 강화된 모니터링(intensified monitoring of nature water, INGO)의 개념은 1987년 주폐수청(LWA)에 의해 처음으로 실행되었고 그 이후로 계속적인 발전을 해왔다. 이 목적은 도시하수와 산업폐수시설로 인한 충격부하와 중요한 수질오염의 조기감지이다.

경보측정지점의 증가는 수질오염원의 영향을 한정시킨다. 다양한 13개의 경보측정지점에서 집중적인 수질모니터링은 이루어진다.

이 기본적인 모듈은 연속적으로 이루어진다.

-수집을 위한 샘플링기구와 채취된 시료의 보관, 사건이 발생하였을 때 오염배출원을 분리하기 위함이다.

경보측정지점은 다음 요소를 포함한다.

- 연속적인 물리·화학적 요소들의 측정을 위한 장치
- 유기화합물을 추적하기 위한 자동장치(크로마토그래피분석을 위한 XAD-흡착장치), 등
- 생물학적 영향을 평가하기 위한 장치(연속흐름 물고기테스트와 동적인 테푸니아실험(dynamic Daphnia test), 동적인 물벼룩실험)

폐수의 시료채취와 분석은 짧은시간안에 이루어져야 하므로 전문적인 분석기술이 있어야 한다. 물리·

화학적요소들은 센서(전극들)을 이용하여 연속적으로 측정된다.

중요한 요소들로는 pH, DO농도, 수온, 전기전도도 등이다.

총유기탄소(TOC)와 염(salts)에 의한 라인강의 오염은 하루에 여러번 자동전송된다. 조기경보지점으로부터 측정된 결과는 원격자료전송에 의해 뒤셀도르프(Düsseldorf)에 있는 주환경청(LUA)와 주폐수청(NRW)의 경보지점으로 전송된다.

사전분석에서 screening의 목적은 정상상태를 벗어난 어떠한 돌발사태에서 수행하는 것이다.

이러한 테스트는 가스크로마토그래피(GC, Gas Chromatography), 액체크로마토그래피(HPLC, Liquid Chromatography)을 이용하여 유기오염물질을 분석한다. 보증된 방법에 의한 확인없이 드문 결과나 성분을 검사하여 대략적으로 수치를 얻는다. 돌발사태시 유기오염물질의 경우는 스펙트라로 결정된 표준색층 분석의 결과와 비교하여 판단된다.

미지의 기질이 발견되었을 때는 MS(mass spectrometry)로 정량과 정성분석을 한다.

생물학적테스트는 다른 지류의 시료를 이용하여 측정지점에서 수행된다. 선택된 유기체는 혼합된 오염부하의 영향을 보여주므로 오염물의 영향에 대한 정보를 제공하기 위하여 화학적분석이 추가된다. 물고기와 동적물벼룩테스트는 연속적으로 기록된다.

정상적인 활동에서 어떤 돌발사고가 발생하면 경보가 울린다. 이 결과는 뒤셀도르프(Düsseldorf)로 자동전송된다. 통합된 방법(Integrated method)과 생물학적테스트가 계속되는 동안에 검색(Screening)측정은 일정한 간격으로 숙련된 기술로 수집된 시료로 수행된다. 이 테스트들은 배드호네프(Bad Honnef)와 클라세-빔멘(Klece-Bimmen)에 있는 라인강의 모니터링 지점의 실험실에서 행해지며, 뒤셀도르프

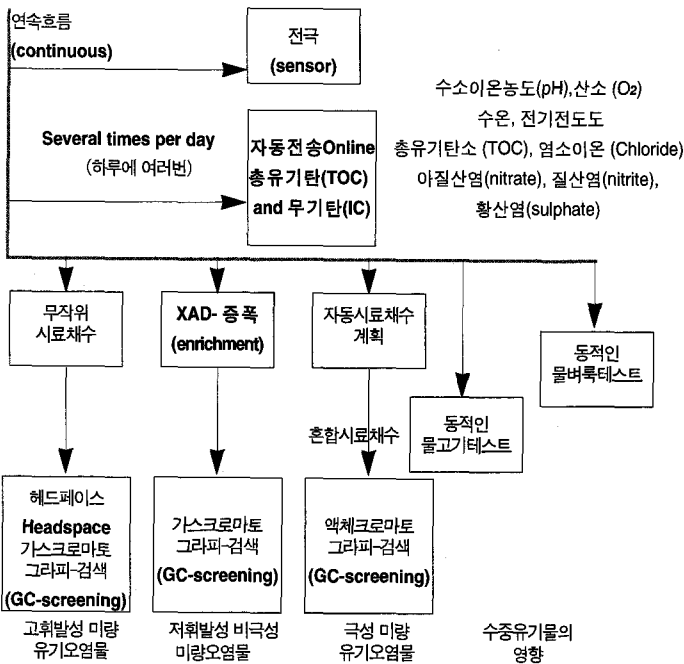
(Düsseldorf)에서도 행해진다. 특별하게 증가된 오염물 농도는 분석학적으로 증명된다.

수질모니터링의 초기경로  
(갑작스런 단기간의 오염의 기록 포함)  
- 음용수처리시설에 관한 정보  
- 환경의 위험과 불법적인 오염물배출의 발견과 추적

### Long-Term Monitoring(장기간의 감시체계)

장기간에 걸친 수질 변화에 대한 체계적인 감시체계는 NRW 환경 보호국(NRW Environmental Protection

장기간 측정프로그램(수질의 기록)  
- 생태계로서의 자연수 보호  
- 광범위한 물이용의 보증



Service : StUA)과 북라인웨스트펠리아(NorthRhine-Westphalia)의 수질 감시체계를 포함한 주환경청(LUA NRW)의 12개 회원국에 의해 수행되어 왔다. 매우 유연성 있는 측정 프로그램의 사용이 특정한 지역적 특색에 따른 오염과 수이용에 고려되어 왔다. 측정소는 수질보전과 관계된 특정지역에 위치되는 경향을 띠고 있는데 이런 장소를 선택함에 있어서 용도에 따라 특별한 보호를 요구하고 저수구역의 합류점에 접한 장소가 고려되어 왔다.

주환경청(LUA NRW)는 10개의 측정소에서 라인강의 지류 합류지점과 루르 지역을 감시한다.

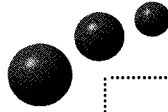
조사중인 수계에 있어서의 포괄적인 측량은 세부적인 화학적, 생물학적, 방사능의 측정 프로그램을 통해서 가능하다.

그러한 경향의 측정소는 주폐수청(NRW)의 강물에 대한 완비된 측정망의 작은 하위군일 뿐이지만, 상당부분 상세히 조사되어 왔다. 측정망은 3,500 이상의 기초적인 측정소로 구성되었고 이곳에서는 수질과 관계된 생물학적이고 그에 수반하는 화학적 시험이 5년마다 적어도 두 번 이상 수행된다.

지역적이고 국부적인 문제를 다루는 집중적인 측정소가 필요한 곳에 제한적인 기간동안 설치되었다.

주환경청(LUA NRW)는 또한 수질감시에 대한 책임

13 정보측정지점	
24시간 감시체계	
채수지점	전자동, 비상시 분석을 위한 물시료(예비시료)의 연속적인 추출
측정지점의 통합	온도, 전기전도도, 수소이온농도(pH), 산소농도의 연속적인 기록과 중앙경보지점에 데이터 전송
테스트지점의 생물학적 영향	물벼룩과 물고기 시험에서 오염물 독성의 연속적인 측정
검색(Screening) 지점	특정한 사전분석을 이용한 유기오염물질의 매일매일 기록



3,500개의 기초측정지점	250개의 강화된 측정지점	91개의 경향 측정지점
	해마다 다양한 시험, 적어	
5년에 2번 시험	도 1년에 한번의 빈도	해마다 13번 시험
기초측정 프로그램	기초측정 프로그램+확대 측정 프로그램	기초측정 프로그램+확대 측정 프로그램+경향측정 프로그램
유속	질산성질소	중금속
수온	총질소	합성물질
수소이온농도(pH)	용존유기탄소(DOC)	다양한 시간간격으로 170
전기전도도	칼륨	여개의 산업유기물질
산소농도	나트륨	
암모니아성질소	칼슘	
생물학적산소요구량 (BOD <sub>5</sub> )	알루미늄	
총유기탄소(TOC)	망간	
총인	황산이온	
염소이온+오수성 지표 (Saprobic index)	특별한 문제해결을 위한 시험 항목의 증가	

가능한 오염물질의 불법적인 무단투기가 간파될 수 있다.

침전물에 대한 강화된 오염물질 측정에 더하여 주환경청(LUA NRW)는 또한 물고기에 대해서 측정시험을 수행한다. 이 시험에서 물고기 내부에 축적된 오염물질의 형태와 양이 결정된다.

주환경청(LUA NRW)는 특수한 시료채취와 시험을 위해서 실험실을 갖춘 배인 "Max Pruss"를 이용한다. 15,000km에 달하는 강과 운하를 1년에 대략 200일 정도 항해하면서 6,000개를 상회하는 물과 침전물 시료를 취해 어떤 것은 배안에서 직접 시험한다.

### Radiological Survey work(방사능 조사 연구)

감시체계는 두 분야로 나뉜다. 방사선 보호법(Radiation Protection Law : StrVG)에 따른 환경에서의 방사능 측정과 환경연합부의 지침과 추천에 따른 핵시설(KTA)의 방사능 누출 여부의 측정이다.

### Evaluation and publication of results (결과의 평가와 발표)

비록 오염물질의 농도가 지난 20년 동안 철저히 감소되었다 할지라도 북라인-웨스트펠리아(NorthRhine-Westphalia)의 강물에 대한 지속적인 감시는 필수적이며 수질이 개선됨으로서 오염에 대한 생태계의 민감도도 또한 감소할 것이다.

이런 문제점을 해결하는 근본적인 방법은 다음과 같다.

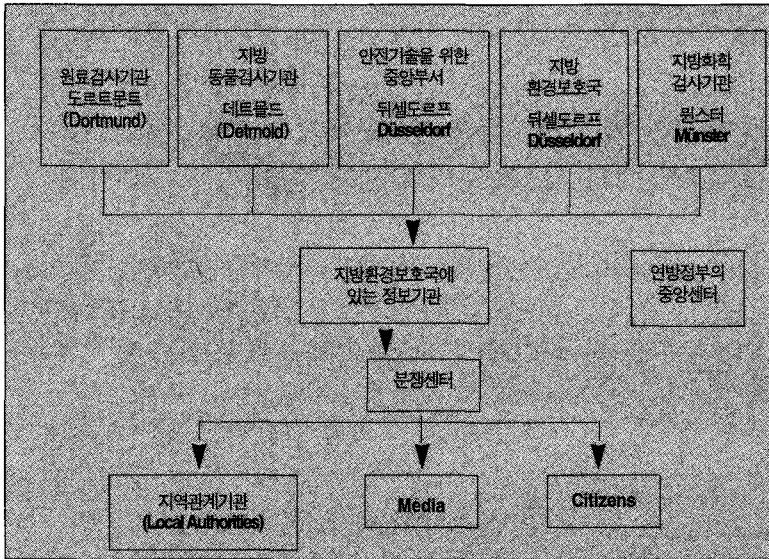
- 오염의 탐지
- 오염물질의 정량
- 오염원 추적
- 환경을 개선키 위한 기술적, 합법적인 대책 창설

을 범국가적이고 범국제적인 범위로까지 확대시키는데 커다란 공헌을 했다. 이러한 책임은 수많은 특정 시험(예를 들어 라인강 지류의 살충제의 함유량 측정)뿐만 아니라 서독의 해운 항만 체계와 독일-네덜란드 국경에 면한 강에 있어서의 수질 시험을 포함한다.

라인강과 웨서(Weser)에 대한 조사결과는 독일과 국제 라인강 보호 위원회, 웨서실무그룹(Weser Working Group)과 EC전지역에 걸친 환경 보호 프로그램의 평가에 반영된다.

물시료와 현탁물질에 대한 시험뿐만 아니라 주환경청(LUA NRW)는 또한 시중 강의 침전물 상태에 대한 감시 책임이 있다. 많은 오염물질은 물에서 아주 제한적으로 녹아있을 뿐인데 특히 중금속과 저 휘발성의 염소계 유기 화합물은 침전물에 농축되어 장기간에 걸쳐 저장된다. 이러한 "강의 유물(memory of the riners)"은 물오염에 있어서의 장기간의 동향을 알 수 있는 훌륭한 지표이다. 오염물질의 방사능학적인 나이를 측정함으로써 특별한 경우에 있어서는 흡착

방사능보호활동(Radiation Protection Act, STrVG)를 기초로 하는 종합측정과 정보시스템(Integrated Measurement and Information System, IMIS)



이러한 것들을 이루기 위해서 수감시 테스트(water monitoring tests)로부터 얻어진 결과는 특정 목표치 및 초기치와 비교되어 그것이 유수의 일반적인 수질 요구사항(General Quality Requirements for Flowing Water, AGA) 같은 북라인-웨스트펠리아(NorthRhine-Westphalia)의 수질요구치가 적용된다.

기본적으로 수질에 관한 모든 자료는 북라인-웨스트펠리아(NorthRhine-Westphalia)에서 공표된다. 주환경청(LUA NRW)은 수질 변화를 보여주고 선택된 문제범위에 대한 특정조사를 설명하는 보고서를 년 1회 발표한다.

### The water Quality map(수질 지도)

수질지도는 생물학적-생태학적 분석에 기초한 강물의 수질을 보여준다. 폐수의 무단방류와 영양염류 및 오염물질의 수계환경으로의 유입이 지역사회에

역효과를 미친다. 생물학적 자료는 용존산소 수준, 산소 요구량, 암모니아성 질소, pH치 등과 같은 화학적 변수에 의해 보충되고 그것은 물의 일반적인 오염상태의 특성을 나타낸다.

생분해성 물질에 의한 수질오염은 산소 결핍과 독성의 부패산물을 발생시킨다.

수서동식물을 통해서 심각한 위해성 내지는 전멸성을 알 수 있다. 특정한 생물군집이 종의 민감도에 따라 나타나는데 그것은 오염과 자정작용의 특정 등급에 대해서 전형적이다. 이런 군집의 지표종은 오수

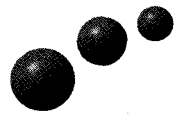
성 생물(saprobies)이라 이름짓고 이것은 분류를 위한 오수생물 체계에 통합된다.

각각의 종은 그 지표성의 유용성에 따라서 1에서 4까지 등급화되는데 이러한 유용성은 종 출현의 빈도에 따라 결정된다.

원수 어느 한 부분에서의 수질등급을 결정하는 첫 단계는 그 지점의 유기체계군을 기록하는 것이다. 이것은 특별한 통신망과 돌, 나무, 수중식물, 그리고 다른 형태로 물속에서 유기체를 지원하는 것들에서 없어지는 유기체를 이용하여 수행된다. 이러한 유기체들은 실험실에서 종동일시(species identification)를 통하여 미생물학적인 실험을 통하여 발견된다. Saprobic index(오수성생물지표)는 추정될 수 있고, 수질등급결정을 가능하게 한다.

북라인-웨스트펠리아(NorthRhine-Westphalia)의 수질등급은 결과를 보증하기 위하여 국제기준(the Guidelines for Determination of Water Quality Class)을 사용하여 정해진다.

공업규격(A Din standard, Din 38 410, part 1 and 2)은



saprobic index(오수성생물지표)를 결정하기 위하여 1990년부터 사용되어 왔다.

수질등급 결정은 대략 3,500여개의 측정지점에서 행해지는 북라인-웨스트펠리아(NorthRhine-Westphalia)의 수질모니터링시스템(Gus)의 한 부분이다. 심각하게 오염되었거나 특별한 목적으로 이용되는 수계만이 감시되고 수질지도(water quality map)에 기록된다.

라인강의 주요지류의 합류점, 독일과 네덜란드의 경계수역, 해운항만의 실험은 주환경청(LUA NRW)에 의해 수행된다. - 다른 모든 수계들은 그 지역을 책임지는 NRW라인환경보호국(NRW Enviromental Protection Service : StUA)의 사무실에서 수행된다.

주환경청(LUA NRW)에서 조정하여 5년마다 개선된 북라인웨스트펠리아(NorthRhine-Westphalia)의 수질지도를 발표한다.

### Monitoring of standing water(정체수역에서의 모니터링)

북라인웨스트펠리아(NorthRhine-Westphalia)의 대부분의 정체수역은 인위적으로 생성되었다. 70여개의 저수지는 음용수공급, 공업용수, 오수조절(식물보호와 원수의 등급강화), 레크레이션목적으로 사용된다. 수천개의 인공호수는 모래와 자갈의 굴착으로, 40여개의 호수는 갈탄채광으로 생성되었다. 몇몇 호수들은 식물과 동물보호에 매우 중요하다. 토단지, U자형 만곡지(oxbow-lakes), 침수된 분지(flooded hollows) 같은 자연수들이 극히 소수 존재한다.

정체수역의 호소학(육수학)실험은 수질상태, 특히 퇴적상태를 모니터하고 확인한다. 그 결과는 수질상태, 성층현상, 영양물, 개선대책의 필요에 대한 정보를 주고, 재활용의 평가를 가능케 한다.

음용수분석의 범위와 빈도는 유럽공동체(EC)에서 지도하는 "회원국에서의 음용수의 제조에 필요한 지표수의 수질기준(Quality Requirements for Surface

Water for the Production of Drinking Water in the Member States)"에 기초한다. 목욕수는 유럽공동체(EC)에서 지도하는 "목욕수의 기준(Quality of Water for Bathing)"에 따른 지역기관의 감시를 받아야 한다. 많은수의 정체수역 때문에 다음조건이 맞는 것들만이

- 상수원보호구역에 위치한 곳
- 자연보호를 위해 전세계적으로 중요한 곳
- 지역적인 오락기능
- 현저하게 높은 오염물 부하가 있는 곳

개개의 경우에 있어서 테스트의 빈도는 그 중요성-잠재위험, 수역의 부하정도에 따라 1년에서 5년까지 다양하다. 적어도 1년에 두 번, 봄-전도현상때와 여름에 정채되어 있을 때, 실험해야 한다. 측정지점은 수중 가장 깊은 곳에서 가까운 곳으로 한다.

호수의 봄-전도현상 기간동안의 실험은 우선적으로 호수의 수리화학적특성을 결정하고, 포괄적인 분석프로그램을 구체화하는데 이용된다. 성장이 정지된 기간동안에 수행된 측정으로부터 성층현상과 영양물질비율의 평가가 이루어진다.

측정프로그램은 온도, 용존산소, 수소이온농도(pH), 전기전도도, 투명도, 클로로필농도, 무기화합물(특히 식물성영양물과 염), 플랑크톤의 반정량성 측정이 수직단면적으로 기록된다. 게다가 침전상태가 조사되고, 해양육식동물과 수화(water blooms)의 존재와 실모양의 조류와 고등수생식물의 진화가 검사된다.(자료제공 : 국립환경연구원 수질연구부)

#### -알림

#### ☐현장노트

(용수사용량 절감 및 폐수 재활용방안—전병준)

기사넘치는 관계로 이번호에는 쉽니다.

#### ☐97년 7월호(통권131호) P 74 한일환경건설(주)

관련 기사중 '공유하기로 협의하였다' 를

'공유하게 되었다' 로 바로 잡습니다.