

# 낙동강에서 미량유해물질 배출특성과 효율적 관리방안

유재정

국립환경과학원 낙동강물환경연구소

## Management Strategy of Trace Hazardous Compounds in Nakdong River

Jae-Jeong Yu

Nakdong River Water Quality Research Center, National Institute of Environmental Research

### 1. 서론

먹는물에서 미량유해물질이 검출되면 소비자들은 농도에 관계없이 “마시기에 적합하지 않은 물”로 쉽게 단정하기 때문에 먹는물 불신의 원인이 된다. 미량유해물질(Trace Hazardous Compounds)이란 극히 적은 미량에서도 독성, 발암성, 돌연변이성 등 인체에 유해한 영향을 미칠 수 있는 물질을 말한다. 유해물질 중에 내분비계에 장애를 일으킬 수 있는 물질을 특히 환경호르몬(Endocrine Disrupting Chemicals)이라고 한다. 우리 몸은 호르몬이 필요 이상 일시적으로 증가해도 생체반응은 원상태로 회복되지 않고 지속되기 때문에 생체 발생시기에 환경호르몬에 노출되면 결정적인 영향을 미칠 수 있다.

미량유해물질의 종류는 휘발성유기화합물질(VOCs ; Volatile Organic Compounds), 농약류(Pesticides), 다환방향족탄화수소(Polyaromatic hydrocarbons), 프탈레이트류 등 매우 다양하며, 이들 물질의 수계유입은 화학물질의 사용 및 취급과 직접적으로 관련이 있다. 환경부 자료('09)에 의하면 우리나라 화학물질의 총배출량은 '07년에 47,688톤/y 정도였으며 배출경로는 대기로의 배출이 99.46%로 가장 많았고 하천 등 수역으로의 배출은 0.54% 정도였으며, 나머지는 토양으로 배출되는 것으로 나타났다. 대기로 배출된 유해물질은 강우시 빗물에 의해 하천, 호소, 바다 등 수계에 유입될 수 있으므로 잠재적인 수계 오염원이 된다.

화학물질은 물질별로 배출특성이 매우 다양하고 복잡하여 상수원을 효율적으로 보호하기 위해서는 단편적인 정책수단보다는 배출특성을 고려한 종합적인 대책이 필요하다. 본 논문에서는 유해화학물질의 관리제도, 수돗물 및 수계에서 미량유해물질 관리현황, 낙동강에서의 미량유해물질의 배출특성 등을 고찰하고 낙동강에서 미량유해물질의 효율적인 관리방안을 제시하고자 한다.

### 2. 유해화학물질 관리제도

유해화학물질의 안전관리를 위한 국제기관에는 국제화학물질안전계획(IPCS), 유엔환경계획(UNEP), 국제노동기구(ILO), 세계보건기구(WHO) 등을 축으로 하여 화학물질안전에 관한 정부간협의체(IFCS), 국제유해화학물질등록제도(IRPTC), 유럽연합(EU) 등 많은 기관이 있다. 주요 협력활동 내용은 화학물질관련 상호정보 교환, 조사 및 D/B화, 신규화학물질에 대한 환경유해성 평가, 화학물질의 분류 및 표시의 조화, 위험성 감소계획, 유해화학물질의 불법교역 방지, 위험도 평가와 시험방법 개발, 사고에 대응하기 위한 국제적 협력증진 등이다. 1998년 9월 10일에는 네덜란드 로테르담 외교회의에서 로테르담협약(특정 유해화학물질 및 농약의 국제교역시 사전 통보 승인 절차에 관한 로테르담협약)을 채택하였다.

우리나라 유해화학물질관리법(법률 제8951호)에서는 신규 화학물질 수입, 제조시 화학물질 유해성 심사를 받도록 하고 있으며, 화학물질로 인한 위해를 예방하기 위하여 화학물질의 유통량을 조사하고 위해가 클 것으로 우려되는 화학물질에 대해서는 위해성을 평가하고 있다. 이외에도 유독물의 수입신고, 유독물의 표시, 관찰물질의 제조·수입 신고, 취급제한·금지물질의 지정관리, 사고대비물질의 지정관리(현재 포름알데하이드 등 56개 물질) 등의 정책을 시행하고 있다. 또한 화학물질 배출량 저감을 위하여 화학물질배출량 조사제도 시행, 배출량 정보공개 및 배출량 저감 자발적 협약 체결 및 특정수질유해물질 배출량 저감계획을 작성 제출토록 하는 제도가 있다.

### 3. 수돗물에서 미량유해물질의 관리 현황

우리가 매일 마시는 먹는 물의 안전성을 판단하는 지표는 먹는 물 수질기준이다. 수돗물에서 수질기준을 설정하기 위해 정수장을 대상으로 미량유해물질 함유실태를 조사하고 있다. 조사대상 물질의 선정은 외국에서 수질기준으로 설정하여 관리하고 있는 항목, 인체 위해성이 큰 화

E-mail: youjj@korea.kr

Tel: 054-950-9701

Fax: 054-956-9707

합물, 다양하게 사용되고 있거나 사용량이 많은 항목, 잔류성이 크거나 2차적 발생물질, 관심항목으로서 모니터링을 하고 있는 항목, 비용·경제적 동시분석 방법이 가능한 항목 및 사회적 관심도가 높은 항목 등을 검토하여 선정한다.

정수장에서 검출되는 것으로 확인된 함유물질을 수질기준에 반영하기 위해서는 인체에 대한 위해도를 정량적으로 평가해야 한다. 위해도 평가절차는 먼저 위험성을 확인한 다음 용량·반응평가를 실시한다. 이때 비발암성물질과 발암성물질의 평가를 분리하여 실시한다. 노출평가는 실제 환경에서 대상물질의 농도를 측정하고 이를 근거로 하여 인체노출량을 산출한다. 마지막으로 수집된 모든 정보를 통합하여 위해도를 결정한다.

현재 우리나라 먹는샘물 수질기준은 미생물 8개 항목, 유해영양무기물질 11개 항목, 휘발성유기물질 11개 항목, 농약 5개 항목, 심미적 영향물질 16개 항목이 설정되어 있다.

#### 4. 수계에서 미량유해물질 관리 현황

낙동강에서는 페놀원액 유출사고('91), 수돗물 악취발생사고('94) 및 코오롱유화 페놀유출사고('08) 등 미량유해물질 검출사고가 빈번히 발생하였으며, 2009년 1월에는 왜관대교에서 1,4 다이옥산이 가이드라인(50 µg/L)을 초과하면서 취수중단의 상황까지 가기도 하였다.

수질오염사고에는 유류 오염사고, 유해화학물질 오염사고, 중금속류 및 폐기물 오염사고, 수환경 변화에 의한 물고기 폐사 등 다양한 유형이 있다. 유독물 등 미량유해물질 사고의 발생은 화재나 안전사고 등과 같은 돌발적인 상황이 원인이 되는 경우가 많다.

환경부에서는 '04년 12월에 “새로운 미량유해물질 발견시 처리 규정안”(환경부훈령 제 599호)를 제정하여 시행하고 있다. 동 규정에는 각종 조사연구 과정에서 제도적으로 관리되지 않는 새로운 미량유해물질이 WHO 및 선진국에서 정하고 있는 먹는물수질기준을 초과할 경우 이에 대한 배출원 추적조사 및 미량유해물질 저감 등 종합적인 관리체계를 구축하는 것을 목적으로 하고 있다. 또한 유해물질의 관리 구분을 발견단계, 대책단계, 대응단계 및 장기대책단계 등으로 구분하여 시행하도록 하고 있다.

수질사고가 발생하게 되면 수질오염사고 수습체계를 따라 대응을 한다. 중앙에는 환경부 장관을 본부장으로 하는 “중앙환경오염사고대책본부”를 구성하고 지역에서는 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 본부장이 되는 “지역환경오염사고대책본부”를 구성하여 운영한다.

#### 5. 낙동강에서 미량유해물질 배출 특성

'94년 1월 4일의 낙동강 수계의 수돗물 악취발생사고 발생시 물금의 원수 및 정수에서 Table 1과 같이 벤젠과 톨루엔이 검출되었다.

당시에는 미량유해물질에 대한 조사·연구가 지금보다 미흡했다. 낙동강물환경연구소에서는 '98년도에 낙동강 중·상류 지역의 9개 주요 하수처리장의 유입수 및 방류수와 하수처리장을 경유하지 않는 도시관류 지류·지천을 대상으로 VOCs 49개 중에 대해 농도 및 부하량을 조사하였다. 조사결과 99.8%의 VOCs가 하수종말처리장을 경유하여 낙동강에 유입되고 있음을 확인하였으며, 9개 처리장의 유입수에서 검출된 VOCs는 dichloromethane 등 총 20종, 방류수 중에는 13개 종이 검출되었었다. 20개 VOCs의 유입총량은 42.75 kg/day로 나타났고 방류수 중에는 66.4%가 제거되어 검출된 13개 물질의 방류총량은 14.3 kg/day로 나타났다. 이들 물질이 하천으로 전량 유입되어도 하천유량을 고려할 때 하천에서 VOCs의 총 농도는 0.1~0.2 ppb 정도로 추정이 되었다. 물질별로 가장 높은 유출부하를 보인 것은 chloroform이며 전체부하의 45%를 차지하고 있었고 다음은 dichloromethane으로서 44%를 보였으며 toluene은 1% 미만이었다.

Table 1. '94년 1월의 수돗물 악취발생사고시 벤젠과 톨루엔 검출현황

채수일	지점	구분	Benzene	Toluene
1.13	물금	원수	18.3	ND
		정수	12.8	153.9
1.14	물금	원수	ND	ND
		정수	ND	ND
1.15	물금	원수	ND	ND
		정수	ND	ND

자료) 국립환경연구원

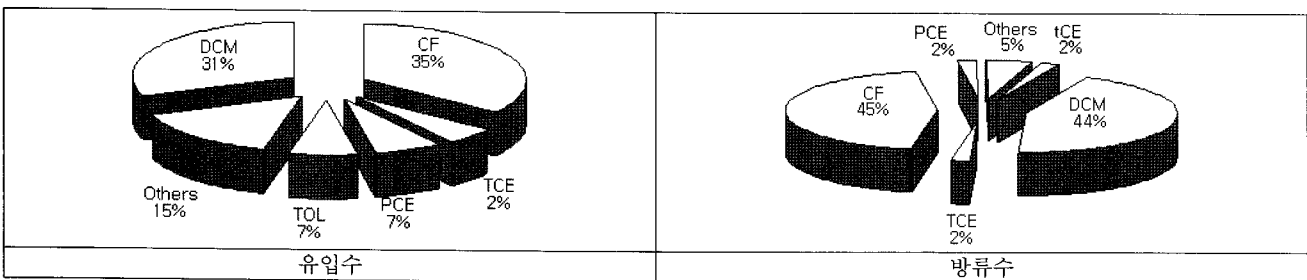


Fig. 1. 하수처리장 유입수 및 방류수에서 VOCs 검출현황('98, 낙동강 유역) (DCM: dichloromethane, CF: chloroform, TCE: trichloroethylene, PCE: tetrachloroethylene, TOL: toluene, tCE: 1,1,1-trichloroethane)

**Table 2.** 전기분해 운전조건별 처리수에서의 VOCs 검출빈도 (anode: IrO<sub>2</sub>/Ti)

	NaCl (g/L) <sup>1)</sup>						Current density (A/dm <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>			Time (min) <sup>3)</sup>	
	2	5	10	15	20	25	2	4	6	5	90
Number Tested	2	2	18	4	2	24	2	40	10	20	20
chloroform	2	2	18	4	2	24	2	40	10	20	20
tetrachlorocarbon	-	-	7	1	-	10	-	12	5	2	11
1,2-dichloroethane	-	-	3	2	-	3	-	4	1	2	6
trichloroethylene	-	-	13	3	2	21	-	25	5	10	16
cis-1,3-dichloropropane	-	-	8	3	2	6	-	15	5	5	11
1,1,2-trichloroethane	-	-	9	1	2	7	-	12	4	5	11
tetrachloroethylene	-	-	6	1	-	20	-	24	4	6	9
1,1,1,2-tetrachloroethane	-	-	-	-	-	18	-	11	1	2	5
bromoform	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-

<sup>1)</sup> I = 4 A/dm<sup>2</sup>, time = 30 min, <sup>2)</sup> NaCl dosage = 15 g/L, time = 30 min, <sup>3)</sup> NaCl dosage = 15 g/L, I = 4 A/dm<sup>2</sup>

처리장별 배출특성을 살펴보면, 생활하수가 대부분인 S 처리장에서 VOCs의 방류 부하량이 전체 9개 처리장의 42.7%를 차지하였으며, 산업폐수의 비율이 높은 D처리장의 경우 비슷한 방류량에도 불구하고 방류 부하량이 10.1%로 S처리장보다 훨씬 낮아 산업폐수 뿐만 아니라 생활하수 중에도 상당량의 VOCs가 포함되어 있음을 알 수 있었다. 특히 S처리장의 경우 chloroform과 같은 소독부산물로 보이는 물질의 유출이 많았는데, 이는 공동주막 방류수의 염소소독 과정 등 소독부산물 때문인 것으로 추정되었다(당시 S처리장에서는 염소소독을 하지 않았음). 이러한 사실은 염소이온 존재 하에 전기분해를 하면 유기염소화합물(Chloroorganics)을 쉽게 생성하는 것으로도 알 수 있다(Bettina, 1992). Table 2는 염료폐수를 염소이온(Cl<sup>-</sup>) 존재 하에 촉매전극(IrO<sub>2</sub>/Ti)을 이용하여 전기분해할 때 처리수 중에 생성되는 VOCs를 반응조건별로 검출빈도를 나타낸 것이다.

실험결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 총 49개 분석항목 중 9종의 VOCs가 검출되었으며 대부분이 유기염소화합물이었다. 이 중에서 Chloroform은 가장 쉽게, 가장 광범위하게 검출되었으며, 다음으로는 Trichloroethylene과 Tetrachloroethylene 순이었다.

최근에는 '07년도 및 '08년도에 낙동강수계 33개 중권역 대표지점과 5개 공단폐수처리장 방류수 및 하수처리장에 대해 잠정관리 유해물질 중 VOCs 22개 항목에 대

해 조사를 하였다. 2년동안 6회 조사결과 전체 지점에서 불검출로 나타났다. 이 중에 '98년도 조사지점과 일치하는 4개 하수처리장 방류수의 검출현황을 비교하면 Table 3과 같다.

화학물질의 사용량이 매년 증가하고 있는데도 최근의 조사결과가 '98년도보다 검출이 적은 것은 “화학물질의 배출저감 자발적 협약” 등 배출저감을 위한 각종 제도의 시행결과로 판단이 된다. 환경부의 조사결과에서도 자발적 협약 사업장은 비협약사에 비해 배출율이 낮고 큰 폭으로 감소하고 있는 것으로 나타났다(0.022%('03) → 0.018%('04) → 0.014%('05) → 0.012%('06) → 0.010%('07)).

낙동강에서 유해물질 배출현황을 VOCs 데이터를 중심으로 살펴보았을 때, 최근에는 이전보다 검출종류 및 검출수준이 낮았다. 그러나 낙동강 중·상류의 중화학공업으로 인해 수질사고의 가능성은 상존하고 있으며, 낙동강을 유해물질로부터 안전하게 지키기 위해서는 보다 효율적인 관리방안이 모색되어야 한다.

## 6. 낙동강에서 미량유해물질의 효율적인 관리방안

### 가. 사업장에서 자발적인 배출저감을 위한 기반 구축

유해물질은 배출원에서 배출을 차단하는 것이 가장 안전하고 효율적인 방법이다. 일단 수계에 배출되면 하수처리장이나 정수장에서 완전제거가 어렵고 소요비용도 높다.

**Table 3.** '98년과 '07-'08년도 낙동강수계 VOCs 조사결과 평균농도 비교(μg/L)

구분	K하수처리장		S폐수처리장		D하수처리장		J폐수처리장	
	'98	'07-'08	'98	'07-'08	'98	'07-'08	'98	'07-'08
1,2-dichloropropane	0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,1-trichloroethane	1.26	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p-xylene	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
dichloromethane	ND	-	ND	-	2.1	-	ND	-
1,2-dichloroethane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	19.1	ND
1,2-dichlorobenzene	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.6	ND

주) 조사횟수 : '98년(6회), '07년(3회), '08(3회)

특별히 기준설정이 되어있지 않은 물질에 대해서는 기준 설정을 위해 다양한 유해물질에 대해 지속적인 모니터링이 중요하다. 또한 화학물질 배출량 조사제도 시행에 있어 조사대상물질 및 대상사업장 확대 등이 필요하며, 기업, 시민단체, 전문가, 정부 등이 함께하는 기존의 자발적 협약제도 시행에 있어서도 대상물질 및 대상업소를 현재보다 확대할 필요가 있다. 사업장별 화학물질 배출량을 전면 공개하여 이해관계자 상호간의 올바른 정보공유가 필요하다. 핵심 관리대상 물질에 대해서는 제조와 폐기까지 망라하는 “화학물질 전생애 유통”구조를 파악할 필요가 있다.

**나. 물질별 배출특성에 맞는 관리제도 정착**

낙동강에서 수질사고를 방지하기 위해서는 유역에서 검출되고 있는 물질 또는 검출가능성이 있는 물질에 대한 inventory를 작성하고, 특히 위해성이 높거나 고농도로 유입 가능한 물질에 대해서는 “우선관리 물질로 지정”하여 관리하여야 한다. 유해물질 관리는 개별물질별 관리가 중심이 되므로 물질별 배출특성의 이해가 필요하다. 화학물질의 배출은 회분식(batch type)과 연속식(continuous type)으로 나눌 수 있는데, 유기용제나 세정제 등 대부분의 화학물질들은 회분식 배출패턴을 보이며 이러한 물질들은 특정 시간대에 집중 배출되므로 장기간의 모니터링을 통하여 배출현황을 파악해야 한다. 회분식 패턴을 보이는 물질은 배출원에서의 저감노력이 보다 유효하다. 물질 제조 과정에서 원료 또는 반응생성물로 배출되는 경우에는 연속식 배출패턴을 보이는 경우가 많다. 1,4다이옥산이나 퍼클로레이트의 경우가 이 경우에 속한다. 이러한 물질은 유역에서 검출수준을 확인하기는 용이하다. 그러나 대체물질을 개발하기 전에는 이들 물질의 배출을 근원적으로 차단하기가 어렵다. 연속식 배출패턴을 보이는 유해물질은 배출허용기준 설정, 수질자동측정소 등을 통한 상시 모니터링 등 특별한 관리가 필요하며, 사업장, 하수처리장 및 정수장 등에서의 오염물질 삭감기술 개발이 중요하고 물질별 처리에 대한 정보공유가 필요하다.

**다. 소독제, 산화제에 의한 2차생성 유해물질 관리철저**

하수처리장 방류수는 수인성전염병 예방을 위해, 하수도법에서 대장균수 기준을 설정하여 방류수 소독을 의무화하고 있다. 방류수 소독방법 중에 차아염소산나트륨(NaClO)과 같은 염소소독은 경제적으로 장점이 있어 가장 많이 사용되고 있으나, 소독부산물인 THM (Trihalomethane)은 수생생물 및 인체에 대한 치명적인 독성을 미칠 수 있다. 소독제는 의료시설이나 세탁, 식품 등 생활시설에서도 광범위하게 사용된다. 비록 공공처리시설에서는 염소소독을 하지 않더라도 개인하수처리시설이나 생활가운데 사용되는 소독제에 의해 2차적인 유해물질이 생성될 수 있다. 따라서 소독부산물 생성에 관한 보다 광범위한 조사 연구와 친환경적인 소독처리 방안이 모든 분야에 적용되도록 해야 한다.

**라. 화학적 성질이 유사한 유해물질별로 종합평가 및 관리제도 도입 필요**

유해물질은 물질별 개별관리를 하고 있으며 이는 물질별로 유해성의 유무 및 정도차이가 심하기 때문에 당연한 결과이다. 그러나 몇 가지 측면에서 화학적으로 비슷한 성질의 유해물질에 대해서는 수계에서 분석조사는 개별적으로 실시하되, 검출된 물질별 결과는 몇 개의 그룹으로 분류하여 종합지표를 생산할 필요가 있다. 그 이유는 첫째, 개별물질별로는 안전한 수준이라도 여러 가지 물질이 함께 존재할 때에는 인체 및 생태에 대한 상승효과로 인해 유해성을 나타낼 수가 있다. 둘째, 미량유해물질의 유해성의 확인에는 상당한 불확실성을 내포하고 있기 때문에, 유해성이 확인되지 않은 물질은 종합지표에 의해 관리가 될 수 있다. 셋째, 개별물질별 유해성 확인이 정확하더라도 매우 다양한 미량유해물질에 대해 개별적으로 접근하는 데는 한계가 있다. 넷째, 실험분석 기술의 발전으로 인해 유해물질별 검출수준이 매우 높아졌다. 따라서 매우 적은 량이라도 검출이 되었으면 이들을 종합지표에 넣어 정보손실을 방지할 수 있다(종합지표의 예시: 3.45 ppb/5/34 → 34개 물질 중에 5개 물질이 검출되었으며 그 농도의 합은 3.45 ppb).

**마. 유해물질 배출업체의 입지 제한**

상수원은 우리의 물그릇과 같다. 따라서 유해물질 배출시설이 상수원 상류에 입지하는 것은 근원적으로 차단하여야 하며 엄격한 기준을 가지고 제한할 필요가 있다. 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제 33조에서는 상수원 상류지역에 배출시설의 입지를 제한하고 있다. 문제는 규제 이전에 이미 입지해 있는 배출시설이다. 폐놀 유출사고의 원인이 된 김천의 코오롱유화와 구미지역에 밀집되어 있는 1,4 다이옥산 배출시설도 고도 경제성장 시기에 입지한 유해물질 배출시설들이다.

환경보전은 언제나 경제개발 논리와 대립되어 왔다. 경제적 목적달성 과정에서 발생한 환경문제는 결국 경제적인 수단을 가지고 해결을 해야 한다. 국가적으로 제조업 육성의 중요성이 어느 때보다도 증대되고는 있지만 국민의 건강과 생명을 우선하는 정책이 필요하다.

**바. 환경배출 억제 및 먹는물 수질기준 항목 확대**

수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(법률 제8466호)에 수질오염물질은 구리와 그 화합물 등 41개 물질이며, 이 중에 배출허용기준이 설정되어 있는 미량유기화학물질은 폐놀, PCBs, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 디클로로메탄 등이다. 그러나 먹는물 수질기준이 설정되어 있는 항목은 BTX 등 11개 미량유기화학물질과 다이아지논 등 농약류 5개 항목이 있다. 배출시설에서 유해물질의 배출을 억제하기 위해서는 배출허용기준과 먹는물 수질기준 항목을 확대해야 한다. 특히 사회적 관심항목인 1,4 다이옥산이나 퍼클로레이트 등에 대해서는 지속적인 함유

태조사와 기준설정에 있어서 우선되어야 한다.

#### 사. 보다 전문적인 수질사고 대응 체계구축

화학물질에 의한 수질사고는 사고유형에 따라 대응방법이 보다 전문화되어야 한다. 먼저 유해화학물질은 특성이 다양하기 때문에 물질별 특성을 정확하게 파악하고 있어야 적절한 대응이 가능하다. 유해물질 검출사실만으로 취수를 중지하는 사태가 발생하지 않도록 물질별 유해성을 고려하여 취수중지 등 대응이 가능하도록 가이드라인을 마련하여야 한다. 수질사고 원인에는 자연적인 요인도 작용한다. '09년 1월의 1,4 다이옥산의 고농도 검출사고는 가뭄과 결빙에 의한 유량감소가 큰 요인으로 작용했다. 따라서 수질사고에 대해 과학적으로 대응하기 위해서는 산업의 안전관리, 배출원관리, 정확한 모니터링, 물질정보를 이용한 배출물질의 유해성 판단, 수처리 정보 등에 대한 정보관리와 기후변화 등 자연적 요인에 대응하기 위한 물순환구조 개선, 기타 자연재해에 의한 환경사고 예방 및 대응 등 종합적이고 체계적인 수질사고 대응체계를 구축하여야 한다.

#### 아. 수돗물 취수원 다변화

낙동강에서 유해물질 검출사고에 안정적으로 대비하기 위해서는 많은 대책들이 필요하지만 취수원 상류지역에 있는 대형 배출시설들이 존재하는 한 수돗물 안전성은 항상 위협을 받는다. 이러한 위협으로부터 시민의 건강을 보호하기 위해서는 취수원을 다변화할 필요가 있다. 강변여과수 개발, 기존 댐 이용, 신규댐 건설, 지하수 개발, 담수화, 중수도, 활용목적 상실 소규모 저수지 활용방안 등 다각적인 방안에 대한 타당성 연구가 계속되고 있다. 현재 대구광역시에서는 보다 근본적인 대책으로서 상류 취수원을 이전하는 문제를 공론화 하고 있으며 부산광역시와 경남지역의 기존 댐을 이용하는 방안을 검토 중에 있다. 이러한 노력들은 상류주민의 반발과 환경론자들의 반대 등이 만만찮으나 주민의 건강보호를 우선하는 입장에서 타당성이 검토되어야 마땅하다.

## 7. 결론

낙동강 중·상류지역에는 중화학공업이 발달해 있고 대형도시 등 오염원이 산재해 있어 유해물질에 의한 사고 위험성이 상존해 있다. 미량유해물질은 특성상 수계 유입을 차단하는 것이 가장 효율적인 것으로 판단이 되었다. 이를 위해서는 유해물질의 제조와 사용 등 수계에 유입되기 전의 엄격한 관리가 선행되어야 하며, 유해물질 배출원이 상수원 상류에 입지하는 것을 금지하고 배출허용기준 등을 보다 확대하여 감시·감독을 통하여 수계 유입을 최대한 차단하여야 한다.

낙동강에서는 화학물질 배출저감 노력으로 인해 수계에서 유해물질의 검출이 감소하고 있는 것으로 나타났으나 돌발상황에 대응하기 위해서는 “우선 관리물질 지정”을 통하여 물질별 배출특성에 맞는 관리제도 정착을 위한 노력이 필요하며, 특히 배출저감 노력에도 불구하고 1,4 다이옥산과 소독부산물과 같은 2차생성 유해물질은 지속적으로 검출되고 있어 광범위한 조사·연구와 대안 마련이 필요하다. 기후변화 등 장기적인 물환경 변화에 대응하기 위해서는 취수원 다변화 등 보다 근본적인 대책이 필요하다.

## 참고문헌

1. 환경부(화학물질과), “2007년도화학물질 배출량 조사 결과,” (2009.4).
2. 낙동강수계관리위원회, “낙동강수계 잠정관리 유해물질 실태조사 및 예측시스템 개발,” 낙동강수계 환경기초조사사업(2008).
3. 낙동강수질검사소, “휘발성유기화학물질(VOCs) 배출특성 조사,” (1998).
4. 유재정, 민경석, 박정민, 서정관, “반응성염료 폐수의 전기분해 처리와 처리수 수질평가”, 대한토목학회논문집, **23(1B)**, 31~37(2003.1).
5. 박선구, 임연택, “수돗물에서 미량유해물질의 체계적 관리 방안 연구,” 한국물환경학회지, **21(5)**, 431~441(2005).
6. Bettina, M. Müller, “Adsorbable organic halogens in textile effluent,” *Rev. Prog. Coloration*, **22**, 14~21(1992).
7. Comninellis, Ch., Nerini, A., “Anodic oxidation of phenol in the presence of NaCl for wastewater treatment,” *J. Appl. Electrochem.*, **25**, 23~28(1995).