大韓環境工學會誌 · 特輯 - Special Feature - 395～400. 2009.

낙동강수계 관리체계 구축방안

강 미 아

안동대학교 환경공학과

Establishment of Management System for Nakdong River Basin

Meea Kang

Department of Environmental Engineering, Andong National University

1. 「낙동강」, 그 의미

하천의 가치는 시대에 따라 변화해왔다. 경작시대의 물의 용도는 주로 치수와 습지로부터의 배수, 물의 확보였으며, 도시에서는 우리가 요구하는 물의 확보, 산업화 · 공업화를 위해 요구되는 물의 공급이 주된 용도였다. 근래에 와서는 하천의 수질, 하천공간환경에 더해 하천공간의 이용에 대한 의식이 고조되어 있다. 즉 치수, 이수, 하천환경이 동시에 하천의 가치를 평가하는 인자들이 되고 있다.

유역면적 23,702 km^2로 우리나라 하천유역의 23.7%를 차지하는 낙동강에 의해 영향을 받는 인구는 6,428,424명으로 약 13.6%에 해당한다.[1] 낙동강은 하천의 기본적인 역할로써 생태학적 또는 경제적인 기능을 하고 있다. 이러한 기능에는 빗물 이송수, 희석용수, 발전원, 상수원수, 공업용수, 관개용수 및 여가를 위해 사용하는 등의 용도가 있다.

낙동강은 낙동강유역의 사람을 포함한 생물권의 중요한 자원이며, 경제적 · 환경적인 고부가가치와 용도를 제공하고 있다. 이러한 소중한 자원을 무한한 것으로 인식하여 과용 또는 그릇된 방법으로 사람의 경제적 성장을 위해 낙동강에 스트레스를 주기 시작한 것은 이미 오래전의 일이다. 낙동강은 남해에 이를 때까지 공업단지(산업단지 포함)와 농경지, 대도시를 지나고, 흐르는 내내 적절한 방법으로 필요한 만큼의 물을 공급하지만, 이내 오염된 물을

Table 1. Water quality standards in river basins

등급		상태 (캐릭터)	기준					
			pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	대장균군(군수/100 mL)	
							총대장균군	분원성대장균군
매우 좋음 (Very Good)	Ia		6.5～8.5	1 이하	25 이하	7.5 이상	50 이하	10 이하
좋음 (Good)	Ib		6.5～8.5	2 이하	25 이하	5 이상	500 이하	100 이하
약간좋음 (Fairly Good)	II		6.5～8.5	3 이하	25 이하	5 이상	1,000 이하	200 이하
보통 (Fair)	III		6.5～8.5	5 이하	25 이하	5 이상	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨 (Fairly Poor)	IV		6.0～8.5	8 이하	100 이하	2 이상	-	-
나쁨 (Poor)	V		6.0～8.5	10 이하	쓰레기 등이 떠있지 아니할것	2 이상	-	-
매우 나쁨 (Very Poor)	VI		-	10 초과	-	2 미만	-	-

E-mail: wdream@andong.ac.kr
Tel: 054-820-6267 Fax: 054-820-6267

Table 2. Pollution accidents in the Nakdong River

발 생 년 월	오염원
1991년 03월	페놀
1994년 01월	벤젠 · 톨루엔
1994년 06월	디클로로메탄
1994년 12월	카드뮴
1999년 07월	비스페놀 A
2004년 01월	1, 4 - 다이옥산
2006년 05월	퍼클로레이트
2008년 03월	페놀 · 포르말린
2009년 01월	1, 4 - 다이옥산

공급받아, 마침내 자정작용의 능력에 한계에 도달하게 된다. 물 사용에 대한 낙동강유역 주민들 간의 이견이 여러 차례 발생하였고, 이를 통해 낙동강을 질적 · 양적으로 안전하고 안정된 하천으로 개선하기 위해, 정부와 주민들은 하천의 자정작용에 의해 스스로 정화되어 하류 주민들에게 양호한 수준의 물로 제공 할 수 있도록 노력하고 있다.

하천의 수질환경수준을 평가하는 기준은 Table 1과 같다. 낙동강의 수질환경은 Table 1에 나타난 값들을 기준으로 할 때 「보통」의 등급에는 해당된다. 「보통」의 등급을 보이는 낙동강에서 발생하는 수질사고는 어떻게 이해하고 해결해야 하는가? Table 1과 같은 수질환경기준 만으로 낙동강이 처한 현실을 극복할 수 있을까? 낙동강은 Table 2에 나타낸 바와 같은 여러 사건으로 이미 오래전에 수질 확보를 요구하고 있지 않은가.

본 고에서는 그 동안 낙동강에서 발견된 유해미량화학물질에 의한 오염사고를 중심으로, 유역주민이 낙동강에 던지는 스트레스(부정적 효과)를 감소 또는 제어할 수 있는 방안에 대해 제언 하고자 한다.

2. 유역관리의 관점

지표에 닿은 빗물이 유출되는 범위를 유역이라 하며, 이 공간을 유역공간이라 한다. 즉 유역공간이라 함은 하천의 수계전역을 시야에 넣어 생각하는 것이다.[2] 이 공간에서는 하천의 수질개선, 유역치수 뿐 만 아니라 물 순환계의 건강성회복 및 유지, 유역구조의 건전화, 유역에서의 상하교류 · 연대, 나아가 자연공생형 유역권 · 도시의 재생 등이 다루어진다. 물 순환계의 건강성을 도모하는 것은 수량, 수질 및 수변환경에 대한 여러 물 문제를 해결하여 쾌적한 지역만들기를 추진해 나가기위한 매우 유효한 수단이다.

건강한 낙동강만들기를 위해 정부기관, 연구기관 및 관심 있는 유역주민들의 관심이 최고에 도달해있는 현재, 이러한 목표를 달성하기 위해 먼저 아래와 같은 유역관리의 기본적 관점을 검토해야할 것이다.

2.1. 유역관점의 중요성

최근 빈번히 발생하는 낙동강이라는 대하천의 물순환계 문제에 대응하기 위해서는, 물이 위에서 아래로 흐르는 유수특성 뿐만 아니라 지표수와 지하수 등을 모두 고려해 보면 단순히 문제가 발생한 지역뿐만 아니라 유역전체를 하나의 단위로 보는 관점에서 검토 및 방안을 찾는 것에 대한 중요성이 매우 높아졌다. 이에 대해 우리나라는 물순환계를 유역관점에서 관리할 수 있도록 유역관리청을 두고 이를 체계적으로 관리하는 방법을 이미 채택하고 있다.

낙동강은 600만명이 넘는 많은 이들에게 상수원으로서의 기능을 하고 있는 주요 먹거리원으로 낙동강의 상류 · 중류 · 하류 등의 구간 구분에 따라 질적 수준을 등급화 할 수 없다. 사람뿐만 아니라 물속 생태계에 존재하는 생물들에게는 먹거리와 함께 서식처로서의 기능을 동시에 한다. 따라서 낙동강이 흐르는 동안은 우리 편의로 구분한 행정적 요소와 관계없이 낙동강을 하나의 유기체로 다루어야 한다.

2.2. 물순환계의 기구에 대해 파악 · 평가 · 관련정보를 공유

건강한 낙동강을 구축하기 위해서는 낙동강 유역의 상류 · 중류 · 하류지역 지자체에 의해 수립 · 추진되는 정책에 대해 낙동강 유역의 물 순환 기구를 이해하고 해석하여 유역의 자연환경과 사회조건을 고려하여 문제점을 도출한 후에 구체적인 문제점에 대해 효과적 · 효율적인 방안을 강구해야한다. 이러한 관점에서 본다면 낙동강 유역에 소재하고 있는 지자체는 각자의 입장에서 문제점을 해석하고 득이 될 방안을 강구하는데 힘을 쏟고 있다.

낙동강 유역은 상류와 중류에 밀집되어 있는 공단과 대도시를 거치면서 많은 수자원을 공급하고 물이용에 의한 에너지를 제공하고 있으나, 이것은 결국 비록 처리되어 방류되긴 하지만 처음과는 다른 오염물질을 함유할 우려가 있는 수준의 물이 되어 하천으로 재유입된다. 낙동강 유역에서 발생하는 미량유해화학물질에 의한 오염사고들은 이러한 물순환기구 해석을 위한 기초자료의 오류, 신고제도의 악용 등에 의한 부산물로 평가 할 수 있다. 또한 낙동강유역의 물 순환계 건강성을 평가하는 방법에 대한 확립도 여러 관점에서 추진되어야 하며 물 순환계에 밀접하게 관계하는 정보는 유역의 각 주체가 반드시 공유하여야 한다. 정보공유는 각 지자체가 협력하는 힘의 원동력이 될 것이다.

2.3. 유역 각 주체의 협력추진

물순환계는 유역의 자연조건, 사회경제활동 현황, 물에 관련한 역사적 배경 등, 유역특성에 따라 그 차이가 매우 크므로, 사실 구체적인 정책은 유역마다 달리해야한다.

유역에서의 효과적인 협력체를 구성하기 위해서는 유역특성에 따라 유역내의 행정 · 주민 · 사업자 · NGO (non-governmental organization; 비정부기구) 등의 각 주체가 협력하여 개별 주체의 주체적인 참여가 요구된다. 구체적으로는 유역내의 각 주체가 건강한 물 순환계에 대한 이념

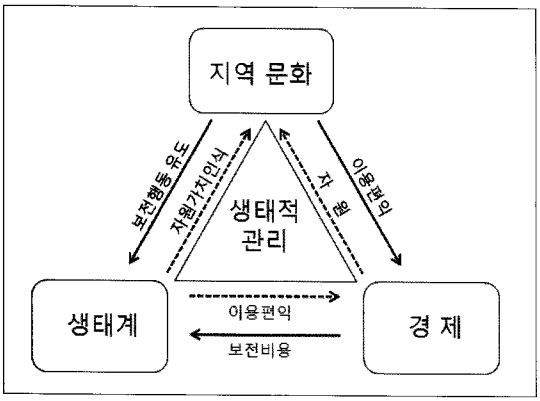

Fig. 1. Relationship among culture, economy and ecosystem.[3]

과 해당유역의 문제점에 대하여 인식을 공유함과 동시에 각 주체별 적정한 역할분담을 하여 주민과 사업자 등이 자주적으로 협력하는 것이 매우 중요하다. 이렇게 구성된 협력체에 행정이 더해져 합일점을 찾아내고 건강한 낙동강 만들기에 요구되는 계획을 책정하여야 한다.

오늘날 낙동강유역에서 추진되고 있는 깨끗한 상수원수 확보에 대한 지역주민들의 갈등은 개인 또는 특정지역주민들의 이기심을 잘 나타내고 있다. 산업체 운영에 따른 이용편익을 제공받는 지역주민들은 이에 대한 비용을 지불하는 것이 순리적 방법임에도 불구하고, 더 적은 비용을 지불하기 위해 최선을 다하고 있는 듯 하다. 겉으로는 낙동강의 생태적 건강을 내세우며, 속으로는 어떤 생각을 하고 있을까?

진정한 협력은 Fig. 1에 나타낸 문화·경제·생태계의 관계를 잘 인식하고, 지역이기주의를 내려놓을 때야 비로소 유역의 협력이라 할 수 있을 것이다.

3. 환경리스크와 환경정보

3.1. 환경리스크 발생물질

「환경」에 대한 개념을 언급하고자 하면, 1962년 출판된 레이첼 카슨의 「침묵의 봄」이 떠오른다. 이 책은 농약과 살충제 등의 화학물질이 생물연쇄에 의해 생태계를 파괴하여 결국 인간에게 악영향을 미친다는 것을 지적한 충격적인 책이다. 2000년말 현재 기준으로 미국에 소재하고 있는 화학물질 등록기관인 CAS (Chemical Abstracts Service)에는 약 2800만종의 화학물질이 등록되어 있다. 매년 400여종 이상의 신규화학물질이 국내에 유입되고 있으며 현재 4만 여종 이상의 화학물질이 국내에 유통되고 있다.[4]

사용되고 있는 화학물질에는 아직까지 안전성에 대한 평가가 이루어지지 않아 사람의 건강과 생태계에 미치는 영향을 알지 못하는 것이 많다. 다이옥신류에 의한 환경오염문제, 야생동물의 암컷화, 인간의 정자 감소 등의 보고로부터 체내에 들어온 특정 종의 화학물질이 정상적인 호르몬에 영향을 미치는 내분비계장애물질 등, 인간의 불안을 증대시키는 여러 문제가 발생하고 있다. 환경오염의 발생원이 다양화되고 복잡해짐에 따라 오염피해의 현상도 다양화되기 때문에 환경리스크의 관리는 매우 중요한 과제이다.

그동안 우리를 수돗물 불신으로 내 몬 부정적 요소와 이를 극복하기 위해 선진기술도입과 전문기술자 양성이라는 긍정적 요소를 모두 자극시킨 낙동강오염에 대한 사고의 예들은 Table 2에 정리한 바와 같다. 1991년 3월부터 2009년 1월까지 끊이지 않는 사고들이 새로운 화학물질 또는 검출된 경험이 있는 물질에 의해 발생되고 있다. 사고발생 후에 대처방안이 마련되었으나, 마련된 대처방안은 여전히 불안정하여 현재의 수준으로는 앞으로 발생할 수 있는 리스크의 정도와 그 가능성을 예측할 수 없다는 것이 가장 큰 문제이다.

한편 동경 Tone river에서 발생한 1,4 다이옥산 검출 및 관리현황에 대해 Fig. 2에 수질변화를 상세히 나타내었다.[5] 동경도 주민의 상수원수로 사용되는 Tone river의 상류지역에 소재하고 있는 폐기물 처리장에서 발생한 1,4 다이옥산의 농도는 5,200 μg/L였으며, 32시간 동안 하천을 흘러오는 동안 Edo river의 유입에 의해 수량이 확보되어 희석효과를 나타내면서 17 μg/L으로 희석되는 것을 알 수 있다. 정수처리장에서 충분히 제거 할 수 없는 미량유해화학물질이 정수장에 유입되는 시간적·공간적 자료를 구축함으로써 현실적으로 대처할 수 있는 방안이 수립 되는 것을 알 수 있다. 처리기술로써 대응하는 직접적 대처방안과 제어기술로써 대응 할 수 있는 간접적 대처방안에 대해 유해성, 경제성 및 수량 확보 등에 대해 충분한 협의가 이루어져야 리스크 저감방법이 지속가능할 것이다.

3.2. 환경정보

인간활동에 의한 환경으로의 부하가 환경보전에 지장을 주고, 인간과 생태계에 영향을 미칠 가능성을 삭감하여 합리적으로 공평하게 추진할 필요가 있다. 1992년 지구 서미

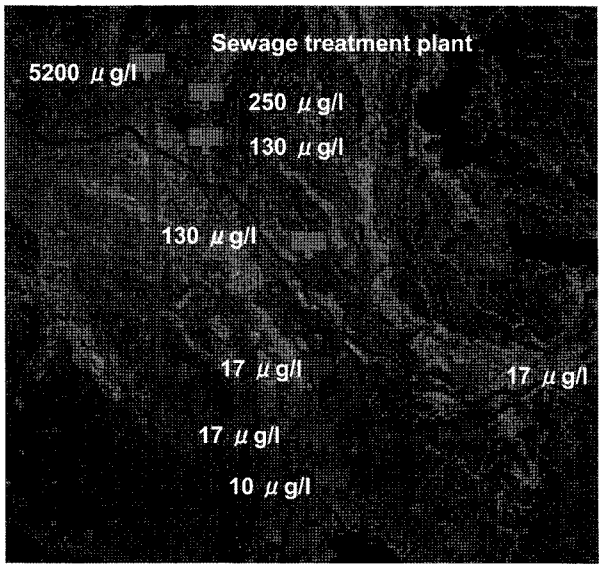

Fig. 2. Concentration change of 1, 4-Dioxane in Tone River, Japan (unit : μg/L).

트(환경과 개발에 관한 유엔회의)에서 채택된「아젠다21」등에 PRTR (Pollutant Release and Transfer Register; 환경오염물질 배출·이동 등록) 제도에 대해 그 방법 등에 대해 나타나 있다. 사람의 건강과 생태계에 유해성의 가능성이 있는 화학물질에 대해 사업자가 환경으로 배출하는 양과 사업소 외로 이동하는 양을 파악하여 자발적으로 행정기관에 보고하는 것이다. 이 제도는 환경리스크의 발생원에 관한 정보공개와 그 정보를 지역에서 공유해야만 한다는 생각을 기초로 하며, 목록에 등재된 유해물질을 사용하고 있는 공장은 해당 유해물질의 양과 존재형태의 공개 뿐만 아니라 긴급 시의 대처방안까지 명시해야 한다. 과학적 지식이 완전하게 확립되지 않은 상태에서도 생물축적성이 있는 화학물질 등은 예방적 차원에서 관리방법의 확립이 요구된다.

낙동강 수계에서 발생하는 미량유해화학물질오염 사건들은 우리나라뿐만 아니라 이미 다른 국가에서도 발생한 경험이 있다. 따라서 미량유해화학물질의 화학적 특성, 분석방법, 건강안전성에 미치는 영향 및 제거 기술 등에 대해 지속적으로 연구를 함으로써 축적된 다른 국가의 정보들을 유용하게 활용할 수 있는 경우가 있다. 예를 들어, 1,4-다이옥산의 경우, 일본에서는 1987년에「지정화학물질」로 선정되어 30여개 이상의 지자체가 협력하여 관리하였다. 그럼에도 불구하고 사용량이 연간 7000톤을 넘어 1990년에는 長野(나가노)현의 지하수 중에서 검출된 사례 등이 있으며, 미국 2001년 보고서에 따르면 지하수로부터 1,4-다이옥산이 검출되어 이미 2001년부터 이를 제거하기 위한 기술들에 대한 연구가 활발히 진행되었던 것을 알 수 있다.[5~8] 또한 지역주민에게 조사 및 연구를 통해 획득한 환경정보를 적극적으로 발표하여 알 권리를 보장하고, 이를 바탕으로 시민, 산업, 행정가가 적극적으로 환경리스크를 삭감해 갈 수 있도록 촉진하기 위해 노력하고 있다.

미국의 TRI제도 또는 영국의 CRI (Chemical Release Inventory; 화학물질 배출목록) 제도에 의해 행정기관이 발표한 환경정보를 여러 NGO가 사업소로부터 배출·이동되는 유해화학물질에 대한 정보 등을 지역별·산업별·분야별 등으로 알기 쉽게 가공하여 발표한다. 낙동강 유역에도 다수의 NGO에 활동가들이 존재한다. 지역이기주의를 벗어나 환경정보의 중개자로서의 역할을 NGO에 기대해 본다.

4. 수량 및 질적향상

4.1. 수량확보의 중요성

2001년, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; 기후변화에 관한 정부간 협의회)는 기후변화가 수자원시스템에 악영향을 미치는 수문순환계로 되어 매우 심각한 결과를 초래할 것을 예고했었다. 집중 강우로 인한 홍수피해와 갈수기의 건천화 등이 예상되었고, 우리나라의 경우 강우빈도의 편차가 큰 경우에는 하천수의 사용이 힘들어

Table 3. Dilution in main river basins[4]

구분	유량 (10^3 m^3/day)			폐수발생량	*희석율		
	최대	최소	평균	(m^3/day)	홍수기	갈수기	평균
한강	84674	15575	25133	255	333.0	62.1	99.6
낙동강	83644	7344	24262	527	159.7	14.9	47.0
금강	33696	6364	13586	156	217.0	42.0	88.1
영산강	32168	1223	7115	22	1463	56.6	324
만경강	15068	950	5011	74	204.6	13.8	68.7
섬진강	14861	518	3826	6	2478	87.4	638
안성천	4389	1382	2517	27	163.6	52.2	94.2
삽교천	6877	328	2088	26	265.5	13.6	81.3
동진강	3110	173	1133	9	346.6	20.2	127
태화강	4277	562	2195	1	4278	563	2196
형산강	7279	682	2603	37	197.7	19.4	71.4

* 희석율 = (유량 + 폐수발생량) / 폐수발생량

질 뿐만 아니라 양적·질적 관리를 위한 에너지사용이 증가하게 된다.

국내 주요하천의 수계희석률을 Table 3에 나타내었다. 낙동강의 경우 다른 하천과 비교할 때, 폐수발생량은 527 m^3/day로 최대값으로 조사되었으며, 희석률은 평균 47.0으로 최소값을 나타내었다. 이것은 낙동강 유역에서의 인위적 활동에 의해 발생하는 유해화학물질이 낙동강에 유입되었을 때, 기대할 수 있는 희석능력이 매우 저조함을 시사한다. 게다가 낙동강 유역은 산업 및 공업단지의 형성이 활발하여 하천으로의 미량화학물질 유입 가능성이 매우 크며, 아직까지 분석되지 않는 미규제 화학물질들에 의한 위해잠재성을 얼마나 지니고 있는지 알 수 없다.

그러므로 낙동강으로 유입되는 유해화학물질을 발생원에서 원천삭감 하는 방법만이 낙동강의 흐름에 따라 그 물을 이용하는 유역 주민들의 건강과 낙동강 물환경에서의 생태적 거동을 배려할 수 있는 것이라 생각한다. 낙동강의 건강은 바로 유역주민의 건강과 직결되므로 하천의 수량 확보를 통한 오염물질 희석은 상수원수로서의 가치를 향상시키고 수생태의 건강을 유지할 수 있는 기본적 요소이다.

4.2. 질적향상 방안

미량화학물질의 유해성에 의한 낙동강의 파괴는 인간의 경제활동에 의한 결과이며, 이 경제활동의 흐름은「생산-소비-처리 및 배출」의 순서로 진행되는 일방통행형이다. 따라서 현재 우리나라의 환경법(배출수의 수질수준으로 설정된 기준)을 이용하여 하천수에 미치는 산업폐수의 영향을 평가·관리하는 경우에는 설정되지 아니한 기준에 의한 사고는 전부 배제되어 있으므로 이에 대한 사고는 항상 잠재되어 있다. 게다가 사고 또는 다른 관심을 유발할 원인이 발생하지 않을 때에는, 낙동강의 수질이 안정적이지 아니 한 경우에도 그 책임을 묻기가 곤란하다. 그러나 미량유해화학물질에 해당하는 모든 물질을 수질기준으로

설정하는 것은 시간과 노동의 과다 소비로 인해 경제적 손실이 크며 사실상 불가능하다고 볼 수 있다. 그러나 오늘날의 과학수준은 미량화학물질의 생산, 소비 및 중간생산물로서의 생성 등에 대한 자료를 제공할 수 있는 수준이므로 이들 자료를 활용하여 산업형태별, 규모별 등에 의해 발생하는 유해화학물질들의 부하를 예측 할 수 있다.

낙동강 수계에는 산업체들이 밀집되어 있어 산업폐수의 질적·양적 수준은 매우 다양한 범위로 나타난다. 이러한 폐수의 방류는 상수원으로 사용하고 있는 낙동강의 스트레스를 증가시키고 있으므로 이에 대한 저감활동이 요구된다. 사람과 자연이 공존하는 지속가능한 사회를 만들어 가기 위한 근본 에너지는 경제활동 이익분배의 적정성에 영향을 받는다. 현재 낙동강의 유해화학물질을 제어할 수 있는 유일한 방법은 20세기에 주로 사용된 개념인 일방통행형의 물이용과 관리의 관점을 순환형으로 변화시켜야 한다. 순환형 수자원관리가 가능한 적합한 기술을 적절히 사용하여 하천에 미치는 스트레스를 최소화하여야 한다. 이 방법만이 현세대의 경제활동욕구를 충족하면서 다음세대의 만족시킬 수 있는 낙동강 수자원의 지속성을 유지해 줄 수 있다. 따라서 산업형태별, 규모별 등에 의해 발생하는 유해화학물질들의 부하수준을 조사·예측하여 적절한 재이용 기술을 접목하여 위해성 화학물질의 배출을 최소화 하고, 배출시에는 낙동강의 양적 수준을 반드시 고려하여야 한다.

낙동강 유역의 산업·공업단지에서 사용하고 배출하는 배출수의 양적·질적 수준은 사용하고 있는 해당기업이 가장 많은 정보를 소유하고 있다. 따라서 기존 수질기준의 등재 유무에 관계없이 배출하고 있는 미량유해화학물질의 거동을 잘 알고 있는 것으로 추정할 수 있다. 처리기술을 개선 또는 새로운 기술을 도입, 사용 원자료의 대체 등으로 미량이지만 유해한 화학물질의 거동을 제어할 수 있을 것이다. 이러한 제어를 할 수 있는 기술적 요소로 처리기술을 들 수 있다. 배출수의 재이용을 적극적으로 유도할 수 있는 제도의 도입이 낙동강을 상수원수로 사용하고 있는 많은 지역주민의 건강을 증진하는 지름길이며, 유해한 화학물질을 처리하여 재이용가능한 물로 배출하는 것이 낙동강의 양적확보에도 긍정적 효과를 가져 올 것이기 때문이다.

하천의 안전성을 확보할 수 있는 주요 기능과 적용에 따라 우리가 활용 할 수 있는 기술은 다음과 같이 구분할 수 있다.[11]

① 회피기술 ; 낙동강을 오염시키는 물질의 생산을 최소화하기 위해 제한하는 기술로 수질오염예방 및 폐기물의 최소화 등이 있다.

② 제어기술 ; 잠재성 유해물질이 물환경에 도입되기 전에 처리하는 기술로 산업폐수처리, 산업폐기물 처리기술 등이 있다.

③ 회복기술 ; 악화된 물환경을 허용가능한 수준의 물환경으로 회복시키는 기술로 지하수정화와 습지대의 회복 등이 있다.

④ 감시 및 평가기술 ; 낙동강이란 수자원의 상태를 전체적으로 건강하게 지킬 수 있도록 하는데 사용하는 기술로 모니터링, 수질효과의 모니터링 등이 포함된다.

낙동강에서 검출되는 미량유해화학물질들은 위에서 기술한 기술 중에, ②제어기술로 처리하여 낙동강으로의 유입을 차단하는 것이 가장 바람직하지만, 기술적·경제적으로 한계점도 있으므로 이들 한계점을 극복하고 낙동강의 안전성을 확보할 수 있는 방법을 합리적으로 모색하여야 할 것이다.

5. 제도개선 및 역할분담

경제활동에 의해 발생하는 미량화학물질이 낙동강에 미치는 스트레스를 최소화하고, 안전성을 확보하여 낙동강의 흐름을 지속할 수 있는 방법으로 다음과 같은 제도개선 방안과 역할분담방안에 대해 제언하고자 한다.

5.1. 제도개선

① 사전모니터링제도 도입

; 자율적 참여를 증진하기 위해서 먼저 관할부처는 기업 또는 산업체에서 각 공정에 따른 화학물질의 생산, 소비 및 부산물의 과정을 충분히 이해하고, 이를 제거하기 위한 기술수준을 분명히 해야 할 필요가 있다.[12~14] 이를 통해 지역별·산업별·분야별 등으로 가공된 환경정보로서의 가치를 이해하고, 이를 근거로 수계에 유입되는 양을 조절 할 수 있다. 이러한 오염부하량 제어는 감시 및 평가기술을 활용하면 가능할 것이다.

TRI 제도와 사전모니터링제도를 잘 융화하면, 최소의 경비로 단위유역별 적확한 자료의 구축이 가능하며 낙동강의 질적 안전화를 이룰 수 있을 것으로 기대한다. 또한 구축된 자료를 이용하여 낙동강의 양적 변화에 대응가능한 시나리오를 유역 주민과 함께 구성할 수 있는 기구의 도입이 요구된다.

② 고비용·고효율 제어기술에 대한 지원

; 빗물에만 의존하는 방법으로는 낙동강의 양적 확보를 충분히 할 수 없는 시대가 도래 하였으며, 이에 하천에 내린 빗물의 흐름 시간을 늘리기 위한 시도를 하고자 하고 있다. 이에 더해 높은 비용을 지불해야 하는 기술이라 하더라도, 유해화학물질의 제거에 높은 효율을 보장하는 기술에 대해서는 개발과 이용을 장려하여, 낙동강으로의 수자원 환원을 권유하는 방안이 법적으로 확립되어야 한다. 「더 높은 곳을 향하여」, 그렇게 위로, 더 위로, 맑은 물을 찾도록 이기심을 부추기는 행정이 아니라, 근본적으로 해결방안을 구성할 수 있는 책임감 있는 계획과 실천이 절실하다.

③ 물이용과 배출에 대한 약속이행

; 낙동강 유역에서 배출되는 산업폐수는 적절한 처리를 한 후에 최종적으로는 토양 또는 수역으로 돌려놓아야 한

다. 즉 산업용으로 사용한 수자원을 낙동강이 유지될 일정수준으로까지 유해화학물질을 제거한 후에 배출할 장소를 선정하는 문제는 지역주민간의 합의, 유역전체에 미치는 영향 등을 고려하여 결정되어야 한다. 결정된 약속을 반드시 이행할 수 있도록 유도하며, 약속 이행여부에 대한 평가는 지역주민이 이해 할 수 있는 자료로 공개되어야 한다.

5.2. 역할분담

환경지혜적 세계관(environmental wisdom worldview)[15]에서는 "인간은 지구에 이로운 경제성장을 장려하고 지구를 훼손시키는 경제성장을 규제해야 한다"라고 말하고 있다. 즉 낙동강은 유역주민 뿐 만 아니라 그 유역에 존재하는 모든 것들의 주인이라는 사실을 기억해야 한다.

화학물질은 인간을 삶의 개선을 위해 사용되며, 이 과정에서 비록 미량이긴 하지만 위해성 있는 화학물질이 이용되거나 발생되며, 또 인간은 유해한 화학물질을 제거하기 위한 기술도 동시에 개발하고 있다. 최근 생태적 관점에서 낙동강의 건강성에 대한 관심이 고조되어 마치 낙동강의 수질이 죽은 듯이 표현하고 있다. 유역주민들과 기술자, 행정가, 전문가가 협조한다면, 비록 아주 오래전의 낙동강이 아니라 하더라도, 고조된 관심에 요구되는 적절하고 유용한 약속을 이끌어 낼 수 있을 것이다.

따라서 유역주민들에게는 낙동강이 어메니티(amenity)의 공급자로서 그 기능을 할 수 있도록 배려하는 관심이 요구된다. 흐르는 유량의 많고 적음에 변화하는 농도만으로 낙동강의 가치를 평가하려 하지 말고, 무엇이든 받아들이는 흡수체로 생명유지를 실현해주는 그 가치를 존중하여야 낙동강의 스트레스를 줄일 수 있을 것이다. 낙동강의 스트레스 해소는 수생태의 건강을 찾게 하고, 마침내 인간의 행복도 지속할 수 있게 할 것이다.

마지막으로 지속가능한 사회를 위한 환경효율성의 개념을 Fig. 3과 같이 정리하였다. 인간의 욕구를 충족시키는 경제활동량을 결정하는데 있어 자연의 이용 수준을 고려하여 높은 환경효율성을 얻을 수 있을 때, 낙동강은 그 흐름을 지속할 수 있을 것이다.

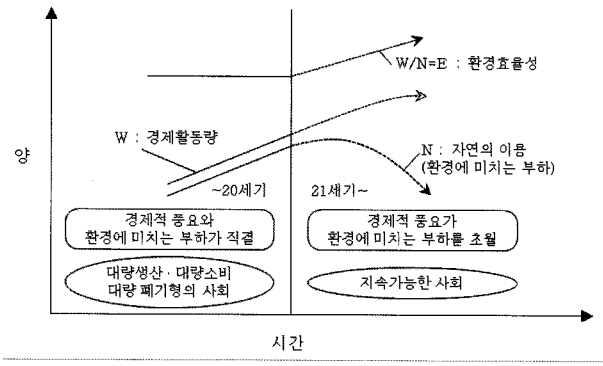

Fig. 3. Concept of environmental efficiency for sustainable society.

참고문헌

1. Water Resources Sustainability, WEF Press(2007).
2. 河川流域環境學,吉川勝秀, 技報堂出出版(2005).
3. 基礎環境學, 田中修三, 共立出版(2004).
4. Jinyoung Jung, Industrial Wastewater Management for Hazardous Chemicals in Korea and United States, The 30th International symposium on Environmental Issues, (2008).
5. Yasumoto Magara, Occurrence of perchlorate and 1,4-Dioxane in Drinking Water Sources, The 30th International symposium on Environmental Issues(2008).
6. Adams, C. D., Scanlan, P. A., Secrist, N. D., "Oxidation and biodegradability enhancement of 1,4-dioxane using hydrogen peroxide and ozone," *Environ. Sci. Technol.*, **28**, 1812~1818(1994).
7. Stefan, M. I. and Bolton, J. R., "Mechanism of degradation of 1,4-dioxane in dilute aqueous solution using UV/Hydrogen peroxide process," *Environ. Sci. Technol.*, **32**, 1588~1595(1998).
8. 宮田雄典, 塩出貞光, 1,4 ジオキサンの水源での實態及び高度淨水處理における擧動について、水道協會雜誌, **73**(4), (2004).
9. Thomas K. G., Mohr, R. G. C. E. G., C. H., Solvent stabilizers, Santa Clara Valley Water Distric(2001).
10. 水環境の工學と再利用, 北海道大學図書刊行會(1999).
11. 環境中の化學物質と健康, 鈴木やすのぶ(2006).
12. Management of National Resources, Sustainable Development and Ecological Hazards, Wit Press(2006).
13. 강미아 외 4인, "낙동강 상수원에 부하되는 미량유해화학물질의 사전 모니터링," 지질공학회지, **16**(4), 351~357(2006).
14. 김만일, 강미아, "낙동강수계의 섬유 및 화학산업폐수로부터 발생하는 미량유해화학 물질의 모니터링," 지질공학회지, **16**(2), 145~152(2006).
15. 생태와 환경, 라이프사이언스(2006).