



7

공업용수의 수질과 비용 및 공급체계 개선

I. 배경 및 필요성

- 1960년대 경제개발계획에 따라 낙동강 유역에 대규모 중화학공업 조성이 진행되고 국가공단 조성에 따른 낙동강 표류수 중심의 공업용수가 대량 필요하게 됨
- 우리나라의 최초의 공업용수 전용시설은 1962년 태화강 하류에 울산국가공단의 정유공장에 용수를 공급하기 위한 20,000㎥/일 규모의 댐 건설이며, 이후 공업용수 사용량이 급증하여 낙동강 표류수도수를 통해 포항, 마산, 구미, 창원 등에 공업용수 공급이 진행되었음
- <표 1>은 전국의 공업용수 수요량으로 울산 15.4%, 부산 8.7%, 대구 5.3%, 구미(경북 기준) 10.1%로 전국의 약 39.5%를 차지하고 있음. 특히, 울산과 구미는 국가산업단지로 공단 및 업종별 다양한 공업용수를 사용하고 있음
- 낙동강 표류수를 중심으로 한 공업용수의 안정적인 공급과 양호한 수질확보는 울산관내의 국가공단, 대구지역 공단, 부산지역 공단, 그리고 구미지역 공단내 기업체의 생산활동에 중요한 사항임에도 불구하고 낙동강 중·상류지역의 인구증가 및 도시발전에 따른 수질악화로 낙동강 중·하류권역에 포함된 주요 공단들은 양적인 공급에 비해 상대적으로 공업용수용 수질을 확보하는데 문제점을 가지게 됨

표 1 | 행정별 공업용수 수요량

행정구역	계(㎥/일)			상대적비율(%)		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
전 국	5,367,710	6,249,080	6,627,780	-	-	-
서울특별시	31,300	31,500	31,700	0.58	0.50	0.48
부산광역시	466,800	464,200	459,400	8.70	7.43	6.93
대구광역시	282,300	313,300	350,600	5.26	5.01	5.29
인천광역시	163,400	161,200	158,400	3.04	2.58	2.39
광주광역시	33,500	49,200	64,800	0.62	0.79	0.98
대전광역시	88,600	87,200	86,000	1.65	1.40	1.30
울산광역시	825,900	1,005,900	1,088,400	15.39	16.10	16.42
경 기 도	966,200	1,012,700	1,020,200	18.00	16.21	15.39
강 원 도	71,400	85,500	103,100	1.33	1.37	1.56
충 청 북 도	154,000	184,000	188,600	2.87	2.94	2.85
충 청 남 도	318,670	433,540	498,640	5.94	6.94	7.52
전 라 북 도	414,600	461,700	461,700	7.72	7.39	6.97
전 라 남 도	653,400	848,600	884,900	12.17	13.58	13.35
경 상 북 도	540,140	640,240	667,740	10.06	10.25	10.07
경 상 남 도	326,300	438,900	532,400	6.08	7.02	8.03
제 주 도	31,200	31,200	31,200	0.58	0.50	0.47

● 특히, 유기물지수(BOD 등) 중심의 낙동강 수질관리는 실제 상당량의 물이용부담금과 원수비용을 지불하는 공업용수 수요자에 합리적인 대안제시가 되지 못하고 있는 실정으로 기업체를 중심으로 한 수요자 중심의 수질관리와 체계구축의 욕구가 지속적으로 제기되고 있어 공업용수의 합리적 비용 지불 차원의 대책마련이 시급한 실정임

● 하지만 이러한 기업체의 공업용수 수질확보와 체계개선에 대한 요구증대에도 불구하고, 그에 따른 체계적인 현황 및 문제점 파악에 관한 조사 연구사업은 전무한 실정으로 중앙정부 또는 지방정부차원의 합리적 정책수립과 대안제시에 한계가 있음

- 특히, 국내 7대 광역시 중에 가장 많은 공업용수를 사용량을 기록하는 대표적인 공업도시인 울산시의 경우 용수 공급체계는 원동취수장에서 댐(선암댐 및 대암댐)에 저장된 후 공단으로 공급되는 경우와 공업용수용 정수장(온산정수장)을 경유하여 공단으로 공급되는 이원 체계를 갖고 있어 취수방식의 차이에 의한 수질변동 가능성에 대한 자료 구축과 낙동강 중·하류지역과의 상대적인 비교 평가 및 연구가 부족한 상태에서 과학적인 대안제시 없이 울산관내 기업체들은 공업용수 재처리 비용과 낙동강 용수비용, 그리고 물이용부담금 정수의 이중부담만 가지고 있는 것이 현실이며, 이러한 부분에 대한 기업체의 개선요구가 지속적으로 울산시청을 통해 접수되고 있는 실정임
- 또한 2006년 기준 울산관내 기업체의 경우, 213원/톤의 원수비용과 101.4원/톤의 물이용부담금, 그리고 약 105원/톤 ~ 130원/톤 수준의 자체 정수비용의 부담에도 불구하고 수질개선의 기대치는 미약하며, 상수원수의 경우 BOD 3ppm 초과시 수처리용 약품비를 지원하는 수질과 비용연계방안이 시행되고 있는 사례를 고려한다면, 공업용수 공급측면과 병행하여 수질부분에서도 과학적인 조사와 평가를 통한 현실적인 비용개선과 지원정책 수립이 요구되고 있음
- 따라서 본 자료를 통해 울산, 대구, 구미, 부산 등 낙동강유역 주요 공단의 공업용수 사용현황 및 처리방법 등을 제시하고, 실질적으로 공업 분야별 요구되는 수질과 낙동강 공업용수 비용과 체계에 관한 문제점 분석과 검토를 통해 합리적인 정책수립의 기초자료를 제시하고자 함

II. 공업용수 공급체계 및 수질현황

- 낙동강 중·하류지역 공업용수 공급계통 및 시설용량을 대구, 구미, 그리고 부산지역을 구분하여 <표 2>에 제시하였으며, 울산은 포함한 각 지역의 공업용수 공급량 및 체계를 정리하였음

표 2 | 대표적인 공업용수 공급계통

구분	취수장	정수 및 시설용량 (천㎥/일)		비고
		정수장	댐	
울산	원동	온산(341)	대암댐, 선암댐	정수장 경유 및 댐 경유 공급체계 구분
대구	죽곡 취수지점	죽곡(200), 달성(20)	-	달성정수장 폐쇄 예정
부산	강서취수구	공업용수(200)	-	-
구미	구미	구미시 소관(140)	-	-
		수자원공사 소관(464)	-	-

1. 울산지역

- 울산지역의 공업용수 공급시스템은 <그림 1>과 같이 낙동강 취수원에서 대암댐과 선암댐, 그리고 온산정수장 등 원수의 직접공급과 정수처리 공급의 이원체계를 갖추고 있으며, 미포국가공단, 석유화학 중심의 울산공단, 그리고 온산국가공단의 3개 대규모 공단에 시설용량 총 1,275천㎥의 공업용수 공급체계를 갖추고 있음
- 공업용수는 울산공단과 미포공단에 직접 낙동강 표류수를 도수하여 1차 대암댐이나 선암댐에 저류한 후 공급하고 있으며, 온산국가공단에는 온산정수장의 처리수를 공급하는 체계로 구성되어 있음

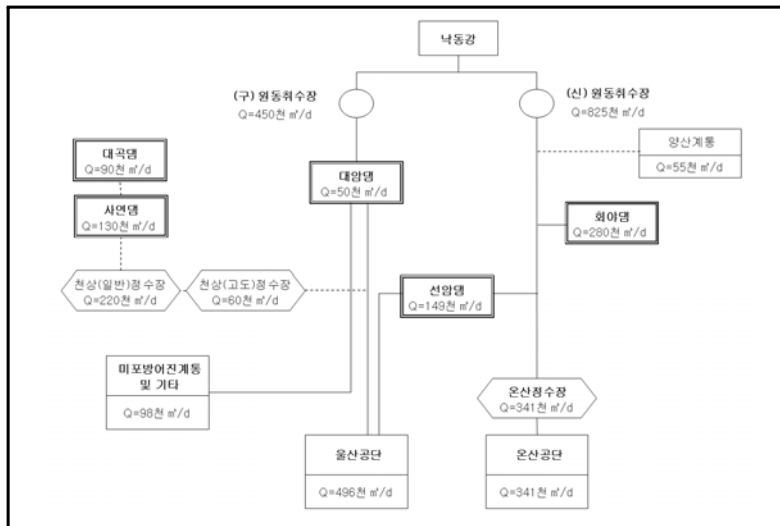
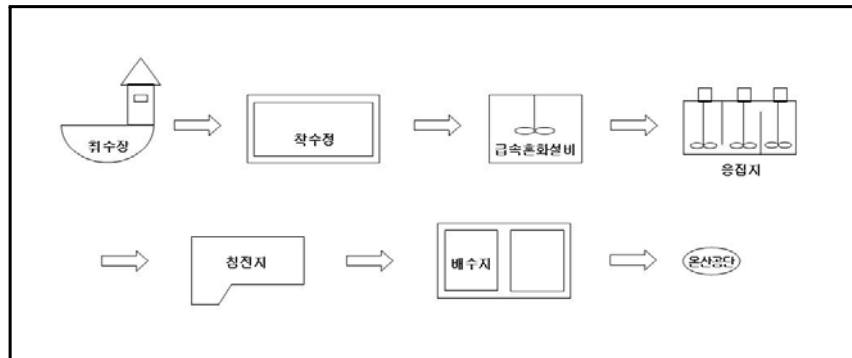


그림 11 | 울산지역 공업용수 공급체계도

- 울산의 온산정수장은 공업용수 전용 처리장으로 수자원공사 소속으로 <표 3>과 같이 시설용량과 생산량, 그리고 공급지역을 나타내었으며, 처리공정은 <그림 2>에 제시하고 있음. 수처리 공정은 대부분의 공업용수 정수방식인 약품침전 후 공급하는 방식을 사용하고 있음

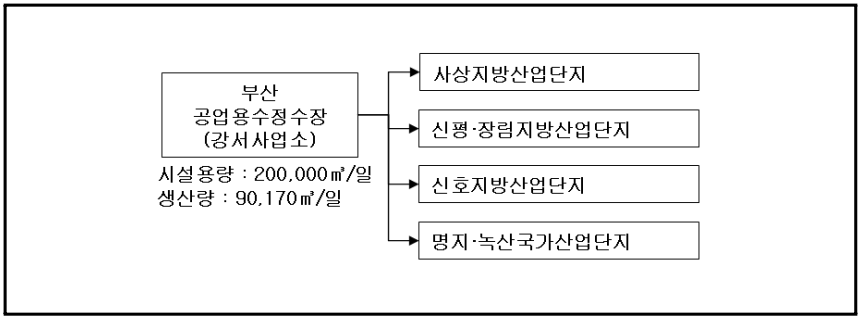
표 3 | 온산정수장 개요



| 그림 2 | 온산정수장 수처리 계통도

2. 부산 지역

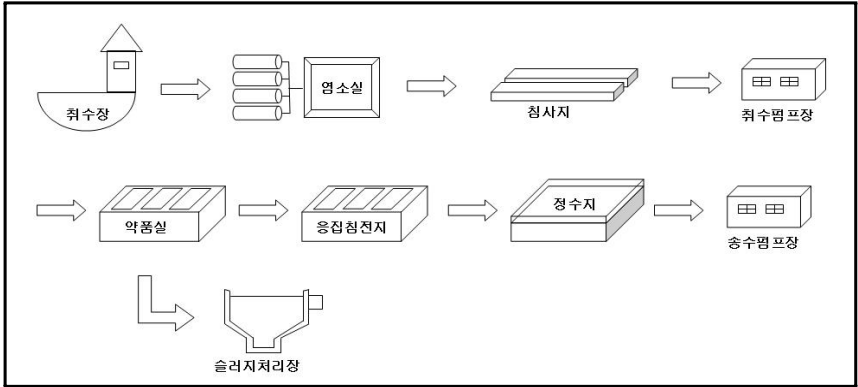
- 부산지역의 공업용수 공급시스템은 <그림 3>과 같이 강서사업소 주위 낙동강 취수원에서 직접 공업용수용 정수장으로 도수하여 사상, 신평, 장림, 신호, 그리고 녹산공단으로 공급하고 있음
- 부산지역의 강서사업소는 낙동강 하류지역으로 인한 수질의 안정적인 확보를 위해 전염소처리시설을 운영하고 있으며, 시설의 개요는 <표 4>에 제시하였음



| 그림 3 | 부산지역 공업용수 공급체계도

| 표 4 | 부산 강서사업소 개요

	<p>◎위 치 : 부산시 강서구 대저2동 2631-1</p> <p>◎시설용량 : 200,000 m³/일</p> <p>◎공급지역 : 사상, 신평, 장림, 신호, 녹산공단</p> <p>◎관리주체 : 부산광역시</p> <p>◎수처리방식 : 약품첨전</p>
--	---



| 그림 4 | 부산 강서사업소 수처리 계통도

3. 대구 지역

- 대구지역의 공업용수 공급시스템은 <그림 5>과 같이 죽곡정수장 주위 취수원에서 직접 공업용수 정수장으로 도수하여 염색과 성서공단, 그리고 서대구공단으로 공급하고 있음
- 대구지역은 시설용량 200천㎥/일 규모의 죽곡정수장에서 전량 공업용수를 생산하여 공급하고 있으며, 시설개요과 수처리공정도를 <표 5>과 <그림 6>에 제시하였음

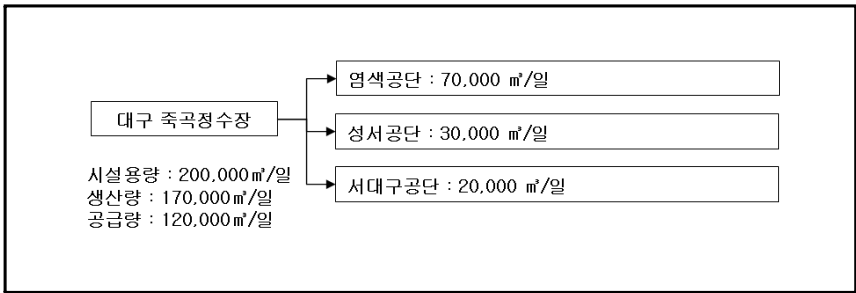


그림 5 | 대구지역 공업용수 공급체계도

표 5 | 대구 죽곡정수사업소 개요

	<p>◎위 치 : 대구시 달성군 다사읍 죽곡리 산21-5번지</p> <p>◎시설용량 : 200,000㎥/일</p> <p>◎공급지역: 염색, 성서, 서대구 공단</p> <p>◎관리주체 : 대구광역시</p> <p>◎수처리방식 : 약품침전</p>
---	--

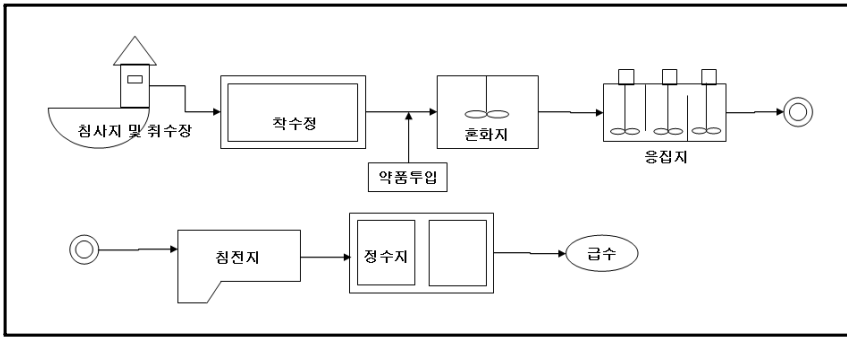


그림 6 | 대구 죽곡정수사업소 수처리 계통도

4. 구미 정수장 (한국수자원공사)

- 구미지역의 공업용수 공급시스템은 수자원공사와 구미시 상수도사업본부로 이원화되어 있으며, <그림 7>과 <그림 8>에 관리주체별 공급체계를 도식화 하였음

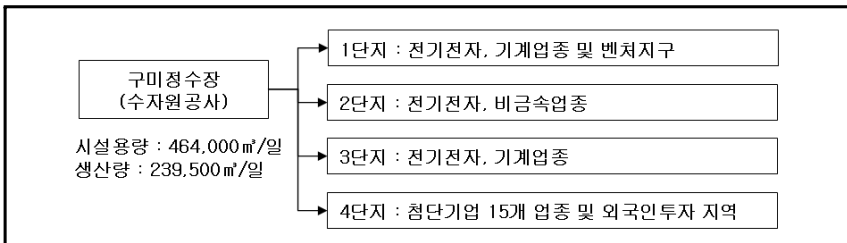
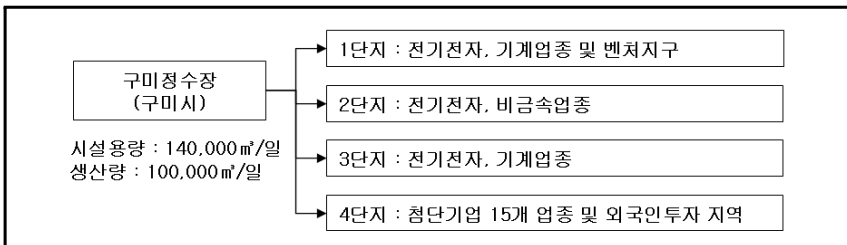


그림 7 | 구미지역 공업용수 공급체계도(수자원공사)



- 구미지역 공업용수 정수장은 고아읍의 수자원공사 소속의 464천㎥/일 규모의 시설과 공단동의 구미시 소속의 140천㎥/일 규모의 시설이 있으며, 각 시설별 개요를 <표 6>에 나타내었으며, 특히 수처리 공정은 공통적으로 약품침전 방식을 사용하고 있으며, 처리계통도는 <그림 9>에 나타내었음

표 6 구미지역 정수사업소 개요

	<p>◎위 치 : 경북 구미시 고아읍 수자원길 530</p> <p>◎시설용량 : 464,000㎥/일</p> <p>◎공급지역: 구미1, 2, 3, 4 공업단지</p> <p>◎관리주체 : 수자원공사</p> <p>◎수처리방식 : 약품침전</p>
	<p>◎위 치 : 경북 구미시 공단동 3번지</p> <p>◎시설용량 : 140,000㎥/일</p> <p>◎공급지역: 구미1, 2, 3, 4 공업단지</p> <p>◎관리주체 : 구미시</p> <p>◎수처리방식 : 약품침전</p>

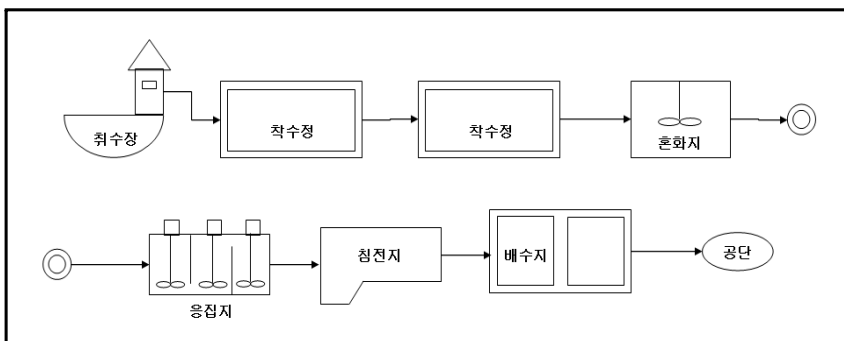


그림 9 구미지역 공업용수 공급체계도(구미시)

- 한편 공업용수 수질현황은 낙동강 유역의 최대 공업용수 수요지이며, 대표적인 공업지역인 울산을 중심으로 수자원공사와 지방자치단체 관련부서의 자료를 근거로 제시하였음
- 울산지역의 공업용수는 낙동강 표류수를 약품 침전처리하여 온산국가공단에 공급하는 온산정수장을 중심으로 원수와 정수처리된 방류수의 수질을 2006년을 기준으로 비교하여 <표 7>에 제시하였음
- 공업용수 수질에 중요한 인자인 탁도의 경우 풍수기 7월의 유량증가와 더불어 높게 났지만 그 외 기간에는 6.2~24.4NTU 수준을 유지하는 것으로 조사되었으며, 정수처리의 경우 1NTU 이하로 관리하여 공급하는 것으로 나타났지만 전기전도도의 경우 탁도와 반대의 경향으로 갈수기인 1월~4월 기간에 300 μ S/cm 이상으로 높게 조사되었으며, 이러한 수치가 정수처리를 통해 전혀 제거되지 못하는 것으로 나타나 수요자의 부담사항으로 연결되고 있는 것으로 나타났다
- 한편 pH의 경우 원수의 경우 폐수방류기준인 6.5~8.5이상을 초과하여 갈수기시 8.5이상으로 공급되는 경우가 있는데 울산지역의 경우 온산정수장을 거쳐 처리되는 경우 정상적인 수치를 유지하지만 울산 석유화학공단이나 미포공단의 원수를 직접 도수하여 사용하는 기업체의 경우는 용수 수질에 상당한 문제점을 가지는 것으로 조사되었음
- 울산지역의 공업용수 공급은 낙동강 표류수 지역인 원동과 대암댐, 선암대 저류를 통한 직접 공급의 이원화체제로 되어있으며, 상수원수와 달리 공업용수는 탁도와 전기전도도가 상당히 중요한 수질인자로 평가받고 있음
- 따라서 공업용수 수질은 강수량에 의한 풍수기시 탁도, 갈수기시 전기전도도에 큰 영향을 받고 있으며, <그림 10>~<그림 12>는 1997년부터 2006년까지 10년 기간의 통계자료를 근거로 강수량과 수질변

동을 도식화 한 것임. 그림에서도 나타났듯이 강수량에 따른 수질의
상관성이 높은 것으로 나타났음

표 7 | 울산지역 온산정수장 수질현황

월 시 측정항목		2006/ 01	2006/ 02	2006/ 03	2006/ 04	2006/ 05	2006/ 06	2006/ 07	2006/ 08	2006/ 09	2006/ 10	2006/ 11	2006/ 12
pH	원수	8.5	8.9	8.8	7.6	7.2	7.2	7.0	7.2	7.2	7.4	8.0	8.7
	정수	7.3	7.5	7.5	7.2	7.0	6.9	7.1	6.9	7.0	7.0	7.2	7.4
BOD (mg/L)	원수	3.0	3.4	3.4	2.7	2.6	2.2	2.6	2.4	2.4	2.5	2.1	2.3
	정수	1.5	1.6	1.8	1.7	1.5	1.3	1.8	1.3	1.2	1.7	1.4	1.7
탁도 (NTU)	원수	16.0	12.9	9.8	10.1	9.1	9.5	103.4	24.4	13.1	8.6	6.5	6.2
	정수	0.51	0.81	0.38	0.43	0.84	0.6	0.34	0.46	0.93	0.45	0.47	0.55
전기전도도 (μ S/cm)	원수	419	395	399	336	209	198	128	161	197	239	304	353
	정수	429	408	406	345	214	202	136	166	203	245	308	356
염소이온 (mg/L)	원수	53.5	52.4	51.6	41.0	25.2	24.6	20.1	20.5	20.4	28.7	36.8	47.7
	정수	52.6	51.5	51.6	41.1	24.8	24.2	20.0	20.2	20.0	28.4	36.4	47.6
경도 (mg/L)	원수	113	118	116	88	69	71	52	59	78	94	92	103
	정수	110	114	115	88	67	70	52	58	77	92	91	101
알칼리도 (mg/L)	원수	63.7	62.8	63.8	55.7	42.0	45.2	33.8	39.8	47.8	55.5	60.1	62.5
	정수	54.3	51.3	52.0	46.3	33.3	38.5	28.0	28.5	35.4	44.0	50.4	50.3
SS (mg/L)	원수	13.8	14.5	11.4	10.6	12.8	14.6	12.3	16.7	10.8	11.1	10.6	10.6
	정수	1.6	1.6	1.4	0.8	1.2	1.2	1.0	0.9	1.0	1.1	1.5	1.3
DO (mg/L)	원수	14.1	16.4	13.1	10.2	8.6	7.9	8.3	7.8	8.5	8.3	8.8	12.2
	정수	13.9	16.5	12.9	9.8	8.5	7.8	8.2	7.7	8.4	8.2	9.1	12.6
T-N (mg/L)	원수	2.33	2.23	1.6	3.44	2.56	2.82	2.32	1.51	2.21	2.43	2.97	2.52
	정수	2.22	1.61	2.71	2.92	2.41	2.52	2.28	1.43	1.47	1.95	2.72	2.33
T-P (mg/L)	원수	0.05	0.03	0.03	0.04	0.03	0.06	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03
	정수	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02

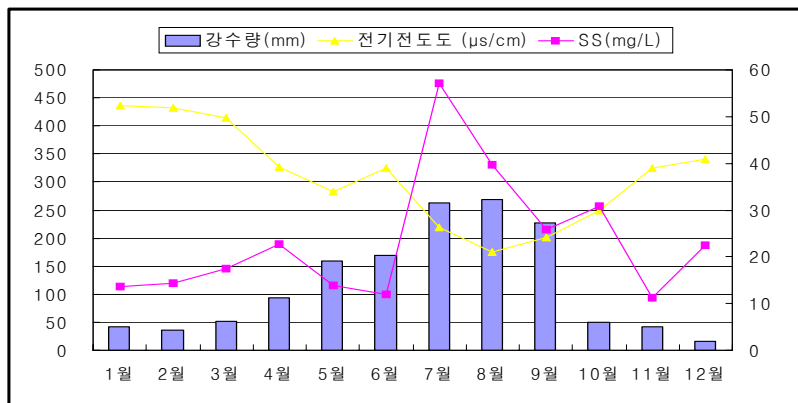
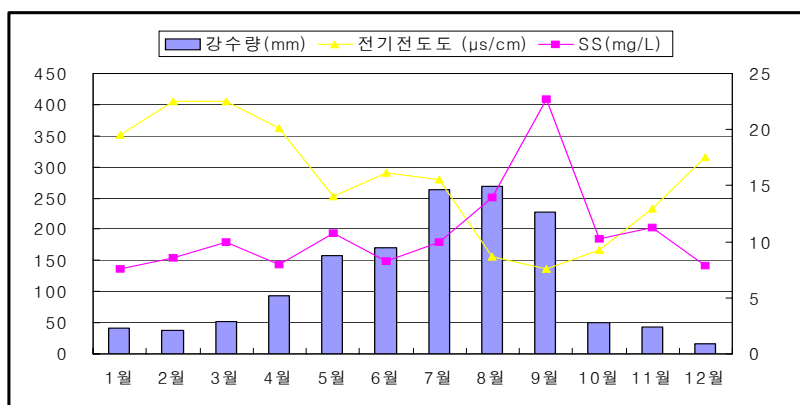
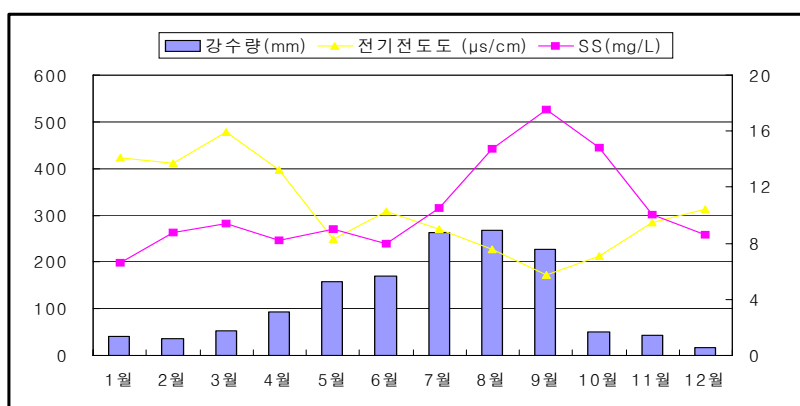


그림 10 | 낙동강 원동취수장 수질변동 현황



| 그림 11 | 울산 대암댐 공업용수 원수 수질변동 현황



| 그림 12 | 울산 선암댐 공업용수 원수 수질변동 현황

III. 용수비용 체계

- 수도는 일반수도, 공업용수도, 전용상수도로 분류되며, 일반수도는 광역상수도, 지방상수도, 그리고 간이상수도로 구분됨. 광역상수도는 2개 이상의 지방자치단체에 수도물을 공급하는 일반수도로 주로 국가(한국수자원공사)가 담당하며, 공업용수도는 공업용수도사업자가 원수 또는 정수를 공업용에 적합하게 처리하여 공급함
- 요금체계는 댐용수요금과 수도요금으로 구분되며, 2002년부터 낙동강에 물이용부담금이 적용되어 추가 요금으로 부과하고 있으며 일반적으로 공업용수는 광역상수도에 해당되는 요금체계를 따름
- 댐용수는 다목적댐에 강수를 저류하여 필요한 시기에 하천을 통해 공급하는 용수로서 이를 사용하는 자로부터 요금을 징수하며, 요금단가는 댐용수요금산정규정 제 18조의 규정에 의거 건설교통부장관이 재정경제부장관과 협의하여 승인한 단가로 함. 단, 댐용수의 월평균 BOD가 $3\text{mg}/\ell$ 를 초과한 경우 댐용수요금의 일부를 지원받을 수 있다. 이때 연간 지원금은 당해연도 댐용수요금 \times (평균 BOD PPM을 초과하는 월의 수/12) \times 10%로 산정함

표 8 | 댐용수요금 단가

구분	2006.12.31까지	2007.1.1부터
	사용요금(원/㎡)	사용요금(원/㎡)
요금단가	41.70	47.93

- 한편 수도의 요금단가는 한국수자원공사의 경우 전국적으로 동일한 요금을 적용하고 있으며, 수처리공정의 진행정도에 따라 수종을 원수, 정수, 침전수로 구분하여 요금을 적용하고 있음

- 일반적으로 공업용수는 댐 등에서 원수를 공급받을 경우 원수요금과 해당되는 물이용부담금을 적용받으며, 정수장을 경유할 경우 원수요금과 응집·침전처리가 된 침전수에 해당하는 요금을 적용받음

표 9 | 수도요금 단가

구분	2006.12.31까지			2007.1.1부터		
	계	기본요금	사용요금	계	기본요금	사용요금
원수	213.0	64.0	149.0	213.0	64.0	149.0
정수	394.0	118.0	276.0	394.0	118.0	276.0
침전수	314.0	94.0	220.0	298.3	89.3	209.0

- 물이용부담금은 주민지원사업 및 수질개선사업 등의 재원조성을 위하여 1999년 8월 도입된 제도로 광역상수원 댐과 본류 구간으로부터 급수를 받는 지역, 그리고 광역상수원 댐과 본류 구간 사이의 지류로부터 급수를 받는 지역의 주민·사업주들에게 부과하며, 낙동강은 2002년 7월부터 적용되고 있으며 해당 수계의 물을 생활이나 공업용수로 공급받는 최종 소비자는 누구나 부담금을 내야 하지만, 농업용수는 제외됨
- 2006년부터 물이용부담금 부과율은 물사용량 1㎥당 140원이다. 물이용부담금 부과율에 관한 특례(환경부고시 제2005-152호)에 의해 2006년 1월부터 낙동강수계 최하류지역인 부산광역시에 대해서는 물금취수장의 월평균 BOD 3mg/ℓ를 초과하는 경우에는 물이용부담금의 부과율을 수질에 따라 연동하여 적용하는 것으로 고시되었음

표 10 | 낙동강 수계 물이용부담금 단가

연도 수계	2002	2003	2004	2005	2006	2007
낙동강	100원		110원	120원	140원	140원
울산	77.2	64.2	62.1	69.2	101.3	84.8

자료 : 한국수자원공사

표 11 부산광역시의 물이용부담금 부과율 적용률(%)

BOD(mg/ℓ)	3.1~4.0	4.1~5.0	5.0초과
부과율 적용률(%)	70	60	50

자료 : 환경부

- 한편 일본의 경우, 공업용수 비용을 전국평균 기준으로 <표 12>에 제시하였다. 일본의 경우 지방자치단체별로 공업용수 비용에 차이가 있지만 전국평균 기준 2000년 이후 거의 변동이 없는 상태이며, 현재 환율 8.5원/엔 수준으로 계산하면 198원 정도로 우리나라 침전수 314원/㎥과 비교하면 상대적으로 저렴한 상황임

표 12 공업용수 비용 (일본 전국평균)

(단위 : 엔/㎥)											
년도	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
비용	12.74	16.09	18.31	21.67	22.94	23.23	23.53	23.59	23.31	23.32	23.31

- 일본의 공업용수 비용산정의 기본개념은 공공재인 수자원에 대한 수익구조 창출의 측면이 아닌 기업체의 생산활동과 경쟁력 제고에 초점을 두어 책정됨. 따라서 지속적인 비용증가를 피하고 동결되는 과정의 연속으로 조사되었음
- 한편 우리나라의 경우 <표 13>과 같이 지속적으로 증가하고 있지만, 수질측면의 안정성은 확보되지 못한 상황임에도 불구하고 광역상수도 요금은 1992년 45.56원/㎥에서 2005년 213원/㎥으로 460% 상승하였으며, 동기간의 소비자물가지수 인상률 113%를 초과하고 있어

공업용수를 포함한 수자원 비용에 관한 전반적인 재조정이 요구됨

표 13 | 공업용수 비용 (우리나라 전국평균)

(단위 : 원/m³)

구분	담용수요금		광역상수도 요금		소비자 물가지수 및 인상률		담용수 소비자(%)
	단가	인상율	단가	인상율	단가	인상율	
1989년 1월	5.94	-	38.03	-	46.3	-	-
1992년 1월	7.13	20.0%	45.56	19.8%	58.4	26.1%	0.76
1995년 8월	8.23	15.4%	52.91	16.1%	70.3	20.3%	0.76
1996년 7월	9.50	15.4%	61.07	15.4%	73.6	4.7%	3.28
1997년 8월	11.98	26.1%	78.04	27.8%	76.9	4.5%	5.80
1998년 8월	16.36	36.6%	94.80	21.3%	82.2	6.9%	5.30
1999년 7월	22.93	40.2%	115.32	21.8%	82.2	-	-
2000년 12월	25.54	11.4%	125.44	8.8%	85.9	4.5%	2.53
2001년 10월	30.35	18.8%	143.43	14.3%	85.9	3.5%	5.37
2002년 9월	35.12	15.7%	178.00	24.1%	91.6	3.0%	5.23
2004년 1월	41.70	18.7%	196.00	10.1%	95.6	4.4%	4.25
2005년 1월	47.93	14.9%	213.00	8.7%	98.9	3.5%	4.26
누계		706.9%		460.1%		113.6	평균6.22배

* 자료 : 한국수도신문, 2006. 7. 27일

IV. 개선방안

1. 공업용수 수질개선방안

- 공업용수의 수질은 산업의 업종별로 다양하게 요구되고 있지만 국가정책이나 수질관리가 상수도 중심으로 진행되는 관계로 다양한 산업체의 요구수질은 등한시 된 것이 사실임
- 따라서 하천수질관리는 상수원 관리의 주요지표인 BOD, 영양물질 등으로 한정되어있어 상대적으로 공업용수 수질은 정책의 우선순위에서 벗어난 것이 현실이며, 아직 우리나라에서 공업용수의 관리기준이 정립되지 못한 상태로 수질관리항목이 법적 제도적으로 없는 상황임
- 국가수자원의 형평성과 효율성을 고려한다면 산업체의 다양한 요구수질을 수용하는 방안으로 정책의 관심이 요구되고 있으며, 글로벌 경쟁시대에 접하고 있는 우리나라 기업체의 생산성 향상과 경쟁력 강화를 위한 현재 수자원 공사의 관리지침 수준인 수질지표를 법적 테두리 내에서 재정립을 할 필요가 있음
- 따라서 공업용수의 수질개선을 위해서는 우선 공업용수 수질지표가 설정되어야 하며, 설정된 수질지표에 근거한 공급비용과 관리방식의 정립이 필요함
- 공업용수 수질은 산업체의 공정에 따라 다양한 지표가 요구되고 있지만 실제로 수자원공사에서 관리되고 있는 지표는 <표 14>과 같이

탁도와 pH가 전부임. 반면에 일본의 경우 우리나라와 같이 수자원 공사라는 기관이 없고, 지방자치단체가 자체적으로 정수장을 운영 관리하여 지역 기업체에 공급하고 있음 이 경우 지방자치단체의 수질기준이나 일본공업용수 협회에서 제시하고 있는 가이드라인에 준용하여 관리하고 있는 것으로 파악되었음

표 4 | 공업용수 관리지표

구분	탁도	pH	알카리도 (ppm)	경도 (ppm)	중발 잔류물 (ppm)	염소 이온 (ppm)	철 (ppm)	망간 (ppm)
일본공업용수협회 기준	20도	6.5-8.0	75	120	250	80	0.3	0.2
일본 동경도 가와사키시 수질기준	10도	5.8-8.6	-	120	300	80	1.0	-
한국수자원공사 기준	5NTU	5.8-8.5	-	-	-	-	-	-

- 따라서 향후 우리나라도 현재 탁도와 pH 수준의 비제도적 지표에서 벗어나 제도적인 관리가 가능한 항목을 선정하여 보다 세밀한 관리의 필요성이 제기됨. 그리고 기존의 정책중심인 수량적 측면에서 공업용수의 안정적 공급 단계에서 벗어나 기업체의 경쟁력 확보를 위한 수질측면의 보완도 필요함
- 이 경우 우선적으로 관리수질지표가 설정되어야 하며, 기존의 pH와 탁도 외에 추가되는 항목은 공업용수의 산업별 공통성을 고려하여 선정되어야 함. 현재까지 검토가 필요한 항목은 기업체의 냉각수 또는 보일러 공급에 요구되는 수질인 경도, 염소이온, 그리고 전기전도도가 우선 검토되어야 할 것으로 판단됨
- 이를 위해서 국가공단을 중심으로 산업별 기업체의 요구수질을 모두 조사하여 공통적인 사항을 도출할 필요가 있음

- 결론적으로 현재 우리나라에서 공업용수로 관리되는 항목인 pH와 탁도는 법적, 제도적 관리 요구사항이 아닌 공급업체인 수자원공사의 자체 기준으로, 따라서 수질지표가 만족되지 못한 상태에서 공급되더라도 수용자인 기업체는 아무런 법적 책임이나 보상을 요구할 수 없는 제도적 맹점이 존재함
- 실제 울산의 경우 직접 원수를 공급하는 기업체의 수질중 pH가 8.5 이상이 초과되어도 일정한 용수비용을 지불해야하며, 아무런 보상 체계가 없는 것으로 조사되었음. 따라서 공업용수의 수질개선을 위해서는 우선적으로 공업용수의 적합한 수질지표 설정이 필요함
- 그리고 현재 환경부고시로 낙동강수계 물이용부담금중 BOD 기준의 수질연동방식은 공업용수의 특성상 적합하지 않는 방안으로 BOD 이외의 공업용수에 필요한 수질지표를 추가하는 방안으로 개선되어야 함
- 특히 우리나라 수자원공사의 pH, 탁도의 제한적 수질관리항목에서 추가적으로 경도나 염소이온, 또는 전기전도도의 지표가 포함되어야 할 것으로 판단되며, 이러한 지표는 산업별로 차이는 있겠지만 냉각수와 보일러 공급수에 반드시 요구되는 수질지표로 이해됨. 따라서 공업용수를 공급하는 수자원공사나 지방자치단체의 수질지표를 확대하고, 법적으로 현재 BOD 중심의 수질연동방식에서 탁도나 pH가 추가되는 방안이 적극적으로 검토되어야 함
- 따라서 현재의 약품침전방식의 수처리 공법으로 변화하는 기업체의 요구수질을 만족할 수 없으며 탁도중심의 관리에서 벗어나 용수비

용에 상응하는 시설투자 필요하며, 특히 정수처리장을 거치지 않고 직접 공급되는 공업용수의 경우 pH가 폐수방류수 기준을 초과하여 공급하는 경우가 발생하므로 이 부분의 개선 및 수질과 비용이 연계된 합리적인 시스템 구축이 요구됨

● 본 고에서 공업용수 전용 정수장 5개소에 관해 수질항목별 처리효율을 정리하여 <표 15>에 제시하였으며, 이와 같이 5개 공업용수 전용 정수장의 탁도 제거효율은 76~96% 수준으로 높지만 실제 기업체의 요구 수질 중에 하나인 전기전도도나 염소이온, 경도 같은 부분은 상대적으로 처리되지 않는다고 볼 수 있음. 따라서 공업용수 전용 정수장의 시설개선이 요구됨

표 15 | 낙동강 유역 공업용수정수장 처리효율

지점 항목	울산 (온산정수장)		부산 (강서사업소)		대구 (죽곡정수장)		구미 (수자원관리)		구미 (시정관리)	
	2006	실측	2006	실측	2006	실측	2006	실측	2006	실측
pH	8.22%	4.06%	12.21%	7.17%	10.25%	15.82%	3.20%	4.61%	4.20%	5.25%
BOD (mg/L)	41.46%	42.72%	-	46.71%	-	23.96%	44.44%	25.55%	-2.19%	28.65%
탁도 (NTU)	97.05%	85.61%	96.82%	90.69%	96.59%	91.10%	-	92.39%	89.64%	75.52%
전기전도도 (μ S/cm)	-7.34%	-0.74%	-	-14.91%	-	-2.14%	-	0.71%	-	-2.88%
염소이온 (mg/L)	0.97%	-4.37%	-6.05%	-45.12%	-	-49.74%	-	-47.81%	-	-39.58%
경도 (mg/L)	1.71%	-1.41%	-0.93%	-7.89%	-	1.36%	-	-2.10%	-	1.38%
SS (mg/L)	90.25%	78.24%	-	60.12%	-	48.41%	95.92%	88.72%	-	35.40%

2. 공업용수 비용 및 공급체계 개선

- 공공재로서 수자원은 빈부, 지역격차와 상관없이 모든 국민이 생존을 위해 필수적으로 요구되는 것으로 국가와 지자체는 양질을 물을 공급할 의무가 있음¹⁾
- 최근 수자원은 공공재로서의 기능이 퇴색되고 있는 실정이며, 먹는 물의 경우 이미 사적재화로서 영리기업에 의해 판매되고 있고, 시장도 점차 확대되고 있음. 따라서 물을 공익적인 성격으로 규정하여 정부가 생산하거나 공급해야 한다는 주장은 설득력을 상실하고 있고, 다만 품질에 관한 정부의 엄격한 감독이 요구되고 있음
- 하지만 품질에 대한 엄격한 감독은 공업용수의 경우 수요자의 요구를 만족시키는 방향으로 정립되어야 하며, 공급처인 기관의 논리에 부응되어서는 적절한 정책으로 판단되지 않음
- 공업용수의 수질개선은 낙동강 전체의 수질개선사업과 연계되는 사항으로 공업용수만을 위한 수질개선사업은 현실적으로 불가능함. 따라서 공급체계와 합리적인 비용산출을 통해 수요자의 요구를 만족시켜야 함
- 현재의 기업체의 경쟁상대국인 일본의 경우 공업용수의 비용을 지

1) 수도법 제2조(義務) ① 國家는 모든 國民이 良質의 물을 供給받을 수 있도록 水道에 관한 綜合적인 計劃을 수립하고 合理的인 施策을 강구하며 水道事業者에 대한 技術 및 財政支援에 노력하여야 한다. ② 市長(特別市長 및 廣域市長을 포함)·郡守(廣域市の 郡守를 제외는 管轄區域의 住民에게 水道에 의하여 供給되는 물이 안정적으로 供給될 수 있도록 노력하여야 한다. ③ 道知事は 管轄區域의 住民이 良質의 물을 供給받을 수 있도록 水道에 관한 綜合的인 計劃을 수립하고 管轄區域의 市長·郡守에 대하여 水道事業에 대한 技術的·財政的 지원을 하여야 한다. ④ 水道事業者는 水道를 計劃的으로 整備하고 水道事業을 合理的으로 經營하여야 하며 수돗물을 안전하고 적정하게 供給하도록 노력하여야 한다. ⑤ 모든 國民은 國家가 추진하는 水道에 관한 施策에 協力하고 수돗물을 合理的으로 사용하도록 노력하여야 한다.

속적으로 동결하는 정책을 추진하여 지역기업체의 경쟁력을 높이고 지역경제의 활성화를 모색하고 있음. 따라서 글로벌 경쟁력시대에 선진사례에 대한 심도있는 검토와 평가를 통해 우리나라 공업용수 공급 및 비용체계에 대한 전반적인 검토와 보완수정이 진행되어야 함

- 그리고 전국 단일 비용체계와 동일한 처리방식의 틀에서 벗어나 지역 기업체의 특성을 고려한 선택적이고 탄력적인 공급 및 운영방식이 요구됨. 즉, 산업체의 밀집도와 성격을 고려하여 탁도 제거 전용만 할 경우와 경도나 전기전도도의 제거가 필요한 시설 배치의 탄력적인 운영이 필요하며, 수질의 변동과 기업체의 요구에 적극적인 대응책시가 필요할 것으로 판단됨
- 또한 현재 비용산정의 절차인 수자원공사에서 기본안을 제시하고 1차 심의위원회에서 타당성을 검토한 후 바로 재정부에서 비용을 결정하는 시스템을 보완하여 보다 열린 정책수립과 기업체의 심의참여나 다양한 전문가 의견을 수렴하는 제도적 보완 장치마련이 필요함
- 그리고 보다 광범위한 수자원 재이용에 관한 법률을 제정하여 현재 공단내의 폐수나 하수처리장 방류수가 자체 처리, 이용하는 제한적 범위에서 벗어나 기업체가 재이용수를 수요와 공급의 관계에서 경제적인 거래를 보장하게 하는 제도적 장치마련이 요구됨