

< I-1 >

경안천 용인-광주 경계 목표수질의 합리적 설정 방안

< 명지대학교 환경생명공학과 이창희 >

I. 연구의 목적 및 필요성

본 연구에서는 현재 동일 수계를 점유하고 있는 지자체 경계 목표수질이 객관적인 기준이 미흡한 상태에서 결정되고 있어 향후 2, 3단계 총량관리 계획 수립 및 의무제 시행시 지자체간의 갈등의 원인이 될 가능성이 크다. 따라서 본 연구는 이러한 갈등을 예방하기 위한 객관적이고 합리적인 목표수질 설정 방안을 도출하는 것을 목적으로 하고 있다.

II. 연구의 내용 및 범위

경안천 용인-광주 경계지점의 목표수질 설정을 합리적으로 하기 위하여 국·내외 목표수질 설정 및 공유하천에 관한 국제원칙을 조사하고 이를 바탕으로 지자체 경계지점 목표수질 설정을 위한 원칙을 도출한다. 그리고 이러한 원칙을 바탕으로 AHP 전문가 설문조사 및 하천수질모델(QUAL2K)를 이용하여 가중치 및 하천수질에 미치는 영향을 파악한다. 마지막으로 AHP 분석 및 하천수질모델 결과들을 바탕으로 과학적이고 객관적인 목표수질 설정방안을 도출한다.

III. 연구결과

국제 조약 및 국내의 목표수질 설정 원칙들을 비교 분석하여 동일수계를 점유하

고 있는 경안천의 용인시와 광주시 경계지점에 대한 목표수질 설정 기본원칙을 도출하였다. 도출된 기본원칙은 용수이용 목적을 기본으로 하고 유역면적, 기준유량, 배경농도 등의 자연적 요인과 현재수질상황, 지역개발정도 및 개발압력, 오염원현황, 기초시설 현황 등의 인위적 요인으로 하였다.

목표수질 설정 원칙별 용인-광주의 현황 분석 결과는 다음과 같으며 이때 기준년도는 용인시 및 광주시의 총량관리계획에서 기준으로 삼고 있는 2006년으로 하였다.

<표 1> 용인 및 광주시 현황분석 결과

		용인	광주
면적		186.8 km ²	269.8 km ²
목표수질(BOD ₅)		4.1 mg/L	4.0 mg/L
용수이용		상수	상수
수질현황(BOD)		5.1mg/L (경안 A)	4.4mg/L (경안 B)
지역개발 정도	인구 (인구밀도)	158,279명 (847.32명/km ²)	210,227명 (805.50명/km ²)
	불투수율	13.33%	12.65%
기초시설 완비정도	하수처리 시설 용량	48,250 m ³ /d	54,524 m ³ /d
	축산폐수처리 시설 용량	1100 m ³ /d	100 m ³ /d
	비점오염저감 시설 용량	장치형 : 23,715m ³ /d 자연형 : 2,791m ³	장치형 : 17,653m ³ /d 장치형+자연형 : 9285m ³
기준유량		1.50 m ³ /s	3.595 m ³ /s
배출부하량 BOD ₅ , kg/d (발생부하량)	생활계	5,899.6 (16,171.6)	4,763.2 (19,345.4)
	축산계	1,541.5 (13,685.9)	135.5 (7,330.5)
	산업계	162.9 (4,240.7)	88.5 (5,101.8)
	토지계	462.9 (1,851.7)	650.1 (2,600.2)
	매립계	1.7 (36.7)	-
	총계	8,068.6 (35,986.6)	5,637.3 (34,377.9)

일관성 비율이 0.1 미만인 24명에 대한 AHP 설문조사 분석결과 인위적 요인이 자연적 요인에 비해 81.4:18.6으로 4배 이상 높은 가중치를 나타내는 것으로 보아 목표수질 설정 시 인위적 요인들에 많은 고려가 필요할 것으로 판단된다. 자연적 요인 중에서는 기준유량이 가장 높은 가중치를 나타내어 기준유량에 대한 중요성이 큰 것으로 사료된다. 인위적 요인은 현재수질이 목표수질 설정에 가장 중요한 요소로 나타났으며 처리시설현황, 오염원 현황 순으로 분석되었다. 현재수질 및 처리시설현황에 높은 가중치를 나타낸 것은 현재의 오염수준 및 처리 가능량 등의 현재 상황을 고려하여 향후 달성 가능한 수준의 목표수질 설정이 필요한 것으로 사료된다.

<표 2> 전체 AHP 설문조사 결과 (단위:%)

자연적요인			인위적요인												
18.6			81.4												
기준유량	유역면적	배경농도	현재수질	오염원현황						처리시설현황			지역개발압력		
45.0	22.6	32.5	32.2	22.4						27.5			17.9		
				점오염원			비점오염원			하수처리시설	축산·폐수처리시설	비점감시설	인구증가율	불투수증가율	재정증가율
				70.9			29.1			63.7	25.6	10.6	59.1	26.8	14.1
				생활계	축산계	산업계	대지	농지	임야						
				56.8	22.7	20.5	64.6	24.8	10.6						

용인-광주 경계지점의 유입 BOD 농도가 서하보에 미치는 영향을 알아보기 위해 유입 BOD 농도를 달리하여(3mg/L~10mg/L) QUAL2K 모델에 적용한 결과 서하보에서의 BOD 농도가 직선에 가까운 로그함수 형태로 증가되는 것으로 분석되었다. 용인-광주 경계로부터 거리에 따른 농도변화를 보면 그 크기가 크지는 않지만 자정작용이 일어나고 있는 것으로 판단되었다. 그리고 oxidation rate를 변화시켜 분석해 본 결과 실제 값과 모델에 적용된 값의 차이가 크지 않으면 그 영향은 미비할 것으로 판단되었다.

<표 3> 용인-광주 경계지점 BOD 농도 변화에 따른 서하보 BOD 농도 변화

용인-광주 경계지점		서하보	
BODu	BOD ₅	BODu	BOD ₅
4.39	3.0	5.73	3.92
5.56	3.8	5.88	4.02
5.85	4.0	5.92	4.05
6.00	4.1	5.94	4.06
6.15	4.2	5.96	4.07
6.44	4.4	5.99	4.09
7.32	5.0	6.09	4.16
8.78	6.0	6.23	4.26
11.71	8.0	6.47	4.42
14.63	10.0	6.66	4.55

가중치를 고려하여 목표수질 설정 시 고려하여 할 요소들을 종합해 본 결과 용인시(1.98)가 광주시(1)에 비해 큰 영향을 끼치는 것으로 분석되어 상대적으로 용인에 더욱 엄격한 관리가 요구되는 것으로 분석되었다. 따라서 기준년도의 농도를 기준으로 하여 광주시가 감축하여야 하는 농도 비율에 약 1.98배의 비율을 더욱 감축하는 농도를 목표수질로 설정하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

IV. 연구결과의 활용계획

본 연구과제의 결과는 향후 용인시 총량관리계획 수립 시 합리적인 목표수질, 광주시 총량관리계획 수립 시 객관적인 상류 경계수질의 설정근거로 사용가능하며 현재 추진 중인 수질총량관리 의무제 도입 시 경기도 총량관리 기본계획 수립에 총량 단위 유역 내 목표수질 설정을 위한 객관적 기준 제시해 줄 수 있다.

< I-1 >

Rationale for the establishment of Water Quality Target at the Yongin-Gwangju City Boundary of the KyeongAn Stream

< Myongji Univ., Chang-hee Lee >

I. Objectives and Importance

Present water quality target at the Yongin-Gwangju boundary was mainly established based on central government's policy decision without proper references. This could lead to future conflicts in 2nd and 3rd stages of TPLMS implementation. Because TPLMS will be mandatory. Therefore, to prevent these conflicts, this study aims to provide a systematic and logical approach to establish water quality target at the Yongin-Gwangju boundary.

II. Methods and Approachs

Water quality target for the Yongin-Gwangju boundary of the Kyeong-An stream need be set based on the local government objectives and the international rules on transboundary rivers. In order to do so, expert surveys like AHP analysis were used to determine the weighting factors to select the important parameters. Also, stream water quality model (QUAL2K) was used to

assess the impact of these parameters on stream water quality. Finally, the a rational approach based on the results from AHP analysis and stream water quality model was suggested to determine the water quality target.

III. Results

Comparative analysis from the international and domestic was made for establishing the basic parameters which can be used to set a water quality target at the Yongin–Gwangju boundary of the Kyeong–An stream. The identified basic parameters include both natural factors such as watershed area, background concentration and stream critical flow and development factors like present water quality, degree of community development and its future pressure, and capacity of environmental infrastructure.

Statistical data, which reflect the basis parameters, were collected from the TPLMS plans of Yongin and Gwangju cities (reference year : 2006). And then the relative importance(weights) between the parameters were determined by AHP

<Table 1> Survey of the Present Condition in Yongin–Gwangju City

		Yongin	Gwangju
Area		186.8 km ²	269.8 km ²
Water Quality Target (BOD ₅)		4.1 mg/L	4.0 mg/L
Water Use		Drinking water	Drinking water
Water Quality (BOD)		5.1mg/L (KyeongAn A)	4.4mg/L (KyeongAn B)
Degree of Community Development	Population (Population Density)	158,279 Person (847.32 Person/km ²)	210,227 Person (805.50 Person/km ²)
	Percent of Impervious cover	13.33%	12.65%
Capacity of Environmental Infrastructure	Capacity of Sewer Treatment Plant	48,250 m ³ /d	54,524 m ³ /d
	Capacity of Livestock Wastewater Treatment Plant	1100 m ³ /d	100 m ³ /d
	Capacity of Nonpoint Source Treatment Plant	Device: 23,715m ³ /d Natural : 2,791m ³	Device : 17,653m ³ /d Device+Natural : 9285m ³
Critical Flow		1.50 m ³ /s	3.595 m ³ /s
Discharge Load BOD ₅ , kg/d (Generation Load)	Population	5,899.6 (16,171.6)	4,763.2 (19,345.4)
	Livestock	1,541.5 (13,685.9)	135.5 (7,330.5)
	Industry	162.9 (4,240.7)	88.5 (5,101.8)
	Land Use	462.9 (1,851.7)	650.1 (2,600.2)
	Landfill site	1.7 (36.7)	-
	Total	8,068.6 (35,986.6)	5,637.3 (34,377.9)

AHP analysis shows that the development factors have higher weight, expressed in percentage, than the natural factors. The value of the development factor (81.4%) weighs about 4 times higher than that of the

natural factors (18.6%). Therefore, we should give more consideration to the development parameters when estimating the water quality target.

Among the natural factors, critical flow has the highest weighting factor of 45.0% as compared to 22.6% for watershed area and 32.5% for background concentration. On the other hand, among the development factors, present water quality shows the most important factor for estimating the water quality target. The second highest factor was capacity of environment infrastructure which constitutes 27.5%. This indicators priorities need to place on the current water quality and treatment capacity to develop a water quality target at the boundary.

<Table 2> Result of AHP Analysis (unit: %)

Natural factor			Development factor												
18.6			81.4												
Critical flow	Reference watershed Area	Background Con.	Current WQ	Pollutant source						Capacity of environment infrastructure		Degree of future development			
45.0	22.6	32.5	32.2	22.4						27.5		17.9			
				Point source			Nonpoint source			STP	WTP	Non-point source treatment	Population increase rate	IC increase rate	Financial independent rate
				70.9			29.1			63.7	25.6	10.6	59.1	26.8	14.1
				Population	Livestock	Industry	ground	Agriculture	Forest						
				56.8	22.7	20.5	64.6	24.8	10.6						

To estimate quantitatively the influence of boundary water quality to the one at Seoha weir, QUAL2K was developed. Results from QUAL2K modeling show that the Seoha weir BOD concentrations depend on boundary water quality charges. This suggests BOD decreases downstream by natural purification processes and BOD decay, but the differences are not too much.

<Table 3> Changing of the Seoha weir BOD concentration according to the Yongin and

Yongin-Gwangju Boundary		Seoha weir	
BOD _u	BOD ₅	BOD _u	BOD ₅
4.39	3.0	5.73	3.92
5.56	3.8	5.88	4.02
5.85	4.0	5.92	4.05
6.00	4.1	5.94	4.06
6.15	4.2	5.96	4.07
6.44	4.4	5.99	4.09
7.32	5.0	6.09	4.16
8.78	6.0	6.23	4.26
11.71	8.0	6.47	4.42
14.63	10.0	6.66	4.55

ngju boundary water quality

AHP results indicate that, Yongin City (1.98) has more potential to affect the water quality at the Seoha weir than Gwangju City (1). So, the water quality target at the boundary might need to set a tighter.

IV. Applications

Results from this research could serve as a basis for Yongin and Gwangju Cities in their future TPLMS planning. For Yongin City, this research could be

applied in establishing the water quality target. For Gwangju City, this could serve as a basis for an alternative upstream boundary condition of water quality. Furthermore, after the implementation of the mandatory TPLMS in Han River, this study could provide the basis for to develop water quality targets at the local governments boundaries, which should be included in the Gyeonggi-do TPLMS master plan.