

# Application of Grouping Method to select Priority Restoration Streams in Geumgang Watershed based on Analysis of Pollution Factors

하천수질 오염요소 분석을 근거로 금강수계의 우선정비 대상하천 선정을 위한 집단화 기법적용

Sang Ho Lee\* · Jeong Jae Hwang

이상호\* · 황정재

Dept. of Environmental Engineering, Sangmyung University

상명대학교 환경공학과

**Abstract :** River-water quality has been greatly improved during past several decades with the extraordinary expansion for the wastewater treatment capacities by the government. Research aims to select the priority restoration streams based on the chronicle data for tributaries in Geumgang watershed as the main stream area in the Chungchungnamdo province. The quality of BOD, phosphorus and percent of sewered population on 15 branch streams were compared by the grouping methods. The results of group D streams by category I that exceed 3.0 mg/L for BOD and 0.1 mg/L for phosphorus were Seuksung, Ganggyung and Bangchuk stream. The results of group D streams by category II that exceed 3.0 mg/L for BOD and less than 63.5 % of average percent of sewered population were Ganggyung, Gilsan, Bangchuk and Seuksung stream. The final results of selected streams drawn by the chronicle data which exceeded the standard quality and lower than the average percent of sewered population were Seuksung, Ganggyung and Bangchuk stream. The pollution of rivers in the down streams were more serious than in the upper streams. Their watersheds have to be improved river water quality, especially to extend sewer systems as well as wastewater treatment facilities.

**Key words :** grouping method, pollution Factors, percent of sewered population, priority restoration streams, Geumgang watershed

## 1. 서론

우리나라 지형특성에 의하여 물이용을 위하여 하천수를 직접 이용하기도 하지만 댐을 비롯한 저류시설로부터 용수를 주요 공급원으로 이용하고 있다. 하천수 중에 함유된 유기물질, T-N 그리고 T-P와 같은 영양염류들이 과량으로 존재할 경우 수중생물 및 주변 생태계의 서식환경을 저해할 뿐만 아니라 하천 생태계의 변화를 초래하게 된다(Lee, *et al.*, 2010). 이처럼 하천관리에 있어

서 유기물질과 영양염류 등은 수질오염의 지표로서 매우 중요하다. 따라서 하천수질은 사람이 활용 가능한 수질농도로 개선하여야 하며, 생태적으로 적합한 수질농도를 유지하여야 한다. 하천수질 오염의 주된 요소는 하천유역으로부터 유입되는 처리되지 않은 오염원인데 비점오염원, 생활하수 그리고 축산폐수 등이다. 정부는 최근 환경정책기본법시행령을 개정(MOE, 2012)하여 하천의 생활환경기준에 충인을 추가하였다. 특히 하천유역으로부터 하천수질에 영향을 미치는 오염부하를 저감시킬 수 있는 처리시설을 설치·운영하지 않고는 하천수질 향상을 기대하기 어려운 실

\* Received 27 November 2012, revised 02 September, 14 October<sup>2</sup> 2013, accepted 15 October 2013.

\* Corresponding author: E-mail : leesh@smu.ac.kr

정이다. 따라서 점오염원, 비점오염원에 대한 조사결과에 따라 충분히 고려된 대책을 수립한 후 대책을 실행하여야 할 것이다. 하천수에 누적되는 오염을 저감시키기 위해서는 금강 본류로 유입되는 지천의 오염원 유입을 차단시켜 수질을 건전하게 확보하는 것이 무엇보다 중요한 요소가 되고 있다. 국내 연구에서는 금강유역 내 하천의 수질관리 우선순위 선정을 위한 기법을 적용하기 위한 다양한 연구를 시작하였다(Kim, *et al.*, 2007). 다른 연구로는 금강을 평가하기 위하여 주요 오염원과 오염요소에 대하여 다변량 분석법을 이용한 수질오염특성을 이용하는 연구가 보고되었다(Kim, *et al.*, 2007). 하천수질과 수질오염물질과의 상관관계를 낙동강유역 수질 측정 자료의 시공간적 특성 및 수질 항목들의 특성을 분석하여 보고하였다(Park, *et al.*, 2010). 하천의 유량과 수질관계를 그룹화를 통하여 수질개선 우선순위 하천을 선정한 후 적용하였으며(Lim, *et al.*, 2010), 또한 충청남도 지류하천의 유량과 수질 분포 특성을 분석하여 수질개선 대상하천을 선정하였다(Park, *et al.*, 2011). 외국의 연구로는 하천을 평가하기 위하여 다양한 방법으로 연구되었다. 중국 황하유역의 지류유역의 생태적 평가를 위하여 5개 평가등급을 활용하였다. 분석에 활용한 자료는 수자원, 토지이용, 사회경제 그리고 기후요소 등을 이용한 Category를 활용하여 평가하였다(Song *et al.*, 2012). 모잠비크 하천유역의 수자원을 관리하는 4개 기구에 대한 평가를 실시하기 위하여 7개 Grouping Category를 설정하였다. 협의결정, 대응결정, 재정, 기구계획, 기구결정, 훈련, 정보 그리고 사적·공적 역할 등으로 분석하였다(Gallego-Ayala and Juzo, 2012). 하천으로 유입되는 하수처리장 유출수의 12개 미량 오염물질을 분석하여 하천오염 저감대책을 평가하였다(Ort, *et al.*, 2009). 중국 Haihe 하천유역의 11개 하류하천들에 대한 평가를 위하여 수질오염 특성을 이용하여 지표로 분석하였다. 하천수질 중에 수질지표로 총질소, 암모니아성 질소,

COD, BOD 그리고 용존산소 등을 이용하여 평가방법을 사용하여 4개의 Grouping Category로 판단하였다. (Liu, *et al.*, 2010).

금강은 충청남도뿐만 아니라 대전광역시, 충청북도, 전라북도의 건전한 물환경을 제공하고 있는 점을 고려할 때, 본 연구의 결과는 중요한 역할을 할 것으로 판단된다. 기존 연구에서는 매개변수들인 수질과 유량을 근간으로 하는 연구와 BOD와 다른 오염물질 농도와의 상관관계를 연구하였다. 그러나 본 연구에서는 하천수질 중 T-P에 대한 기준항목이 법규에 신규로 추가되었기 때문에 이 항목에 대한 하천을 분류하기 위한 집단화를 적용한 연구는 없었다. 따라서 본 연구의 목적은 하천수 수질 중 BOD와 T-P의 상관관계에 의한 하천집단 설정에 의한 Grouping Category I과 BOD와 하천이 속한 지방자치단체의 하수도보급률과의 상관관계에 의한 하천집단 설정에 의한 Grouping Category II의 결과를 근거로 두 Grouping Category에서 중복 선정된 하천을 수질개선 대상하천으로 선정함에 있다.

## 2. 연구범위 및 방법

### 2.1 연구대상 금강유역 현황

본 연구대상지인 금강유역은 한반도 중서부에 위치하며, 충청남북도의 약 절반과 전라북도의 대략 1/4정도를 차지하고, 경상북도 일부와 경기도 일부를 포함하고 있는 우리나라 제 3의 유역으로서, 유역면적은 9,912.15 km<sup>2</sup>이고, 유로연장은 397.79 km이다.

금강유역은 지리적으로 우리나라의 중남부 서쪽에 위치하고 있으며, 유역 내 지형적 여건을 살펴보면 차령산맥과 소백·노령산맥으로 이어지는 산악지형이 유역의 경계를 형성하고 있고 중·하류 쪽에는 청원평야와 논산평야가 형성되어 있다. 금강유역의 동서길이는 약 120 km 정도이고 남북길이는 약 160 km로 남북이 긴 편이다. 4대강 사업을 시행하면서 금강본류에 공

주보, 세종보, 그리고 부여보를 설치하여 하천환경개선, 농업용수확보, 홍수조절기능 확보, 수변의 여가활동 확대를 기하고 있다. 충청남도 금강수계 수질오염총량관리기본계획에 보고된 단위유역별 설정된 목표수질은 환경부 장관이 설정한 지점인 갑천A, 금본K의 BOD 목표수질은 각각 5.9 mg/L, 3.0 mg/L이며 충청남도지사가 설정한 BOD 목표수질은 단위유역별로 미호 C 4.4 mg/L, 금본H, 금본I, 금본J 2.9 mg/L, 논산A 4.0 mg/L, 금본L 4.4 mg/L로 설정되어 있다. 각 단위유역별 해당하천은 미호 C유역의 하천은 연기의 조천, 금본 H유역의 하천은 용수천, 금본 I유역의 하천은 공주의 대교천, 유구천 그리고 정안천, 갑천 A유역의 하천은 계룡의 두계천, 금본 J유역의 하천은 청양의 지천, 논산 A유역의 하천은 논산의 노성천, 방축천, 수철천, 강경천 그리고 금본 K유역의 하천은 석성천, 부여의 금천, 은성천 그리고 금본 L유역의 하천은 서천의 길산천이 해당된다.

## 2.2 분석방법

본 연구는 충청남도 권역내 금강분류에 직접 유입되는 15개 하천을 대상으로 하였다. 금강분류로 직접 유입되는 하천들에 대한 2009년부터 2011년까지 3개년 수질현황은 충남보건환경연구원의 자료를 활용하였다. 따라서 본 연구의 첫 번째 Grouping Category는 금강 분류로 유입되는 15개 하천들의 수질오염 요소인 BOD와 T-P에 대하여 Grouping Category I으로 설정하였다. 두 번째 Grouping Category II는 BOD와 하천이 속한 지방자치단체의 하수도 보급률을 근거로 다른 Grouping Category II로 설정하여 분석하였다. 수질개선 대상하천 선정은 두 개의 Grouping Category에서 중복 선정된 하천을 가장 우선적으로 개선하여야 하는 하천으로 최종 선정하게 되었다.

## 2.3 하천의 집단화 및 수질개선 대상하천 선정방법

충청남도 금강 지류하천 유역 내 오염원 제어 및 하천수질의 효과적인 개선을 위해서는 해당 하천유역을 정확히 진단하고 개선이 필요한 유역을 선정하여 선택과 집중을 통한 개선을 하는 것이 중요하다. 이에 따라 본 연구에서는 하천 수질개선을 위한 수질측정 자료를 바탕으로 금강유역의 수질이 악화된 하천을 선정하기 위하여 하천들의 그룹화를 통하여 분석하였다. 본 연구에서 다루어진 지류하천에 대한 등급은 '환경정책기본법 시행령'의 하천 수질등급인 Ia(매우 좋음), Ib(좋음), II(약간 좋음), III(보통), IV(약간 나쁨), V(나쁨) 그리고 VI(매우 나쁨)으로 7 단계로 나누어 관리하고 있다. Grouping Category I은 연도별 BOD농도와 T-P농도를 토대로 X축은 하천생활기준 BOD농도가 3.0 mg/L 이하인 II(약간 좋음)등급인 점을 기준으로 하였다. 그 이유는 하천수질기준의 II(약간 좋음)등급을 동일하게 적용하기 위함이다. Y축은 하천생활기준 T-P농도가 0.1 mg/L이하인 II(약간 좋음)등급을 적용하여 서로 교차하도록 그래프를 작성하였다. BOD와 T-P의 관계에 따라 적용하여 Group을 A, B, C, D 4개 영역으로 분류하였으며 Grouping Category I에 해당하는 분류기준은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Grouping Category I by BOD and T-P for river water quality

Group	A	B	C	D
BOD (mg/L)	3.0 <	3.0 <	3.0 >	3.0 >
T-P (mg/L)	0.1 <	0.1 >	0.1 <	0.1 >

본 연구에서 Grouping Category II는 충청남도 평균 하수도 보급률인 63.5 %를 기준으로 각 하천이 속한 지방자치단체의 하수도보급률이 평균보다 높고 낮음을 판단기준으로 하였으며 하천수질의 BOD를 복합 판단기준으로 하였다. 따라서 Grouping Category II에 의한 Group을 A, B, C, D 4개 영역으로 분류하였으며 Grouping Category II에 해당하는 분류

기준은 Table 2에 나타내었다. 따라서 Grouping Category I에서 선정된 우선정비 대상하천과 Grouping Category II에서 선정된 우선정비 대상하천과 중복되는 하천을 최종 대상하천으로 선정하였다.

Table 2. Grouping Category II by BOD and percent of sewered population(PSP)

Group	A	B	C	D
BOD (mg/L)	3.0 <	3.0 <	3.0 >	3.0 >
PSP (%)	63.5% <	> 63.5%	63.5% <	> 63.5%

### 3. 연구결과 및 고찰

#### 3.1 하천수질현황

하천별 2009, 2010, 2011년의 연도별 BOD 평균농도를 수질등급별로 Fig. 1(A)에 나타내었으며 연도별 T-P 평균농도를 수질등급별로 Fig. 1(B)에 나타내었다.

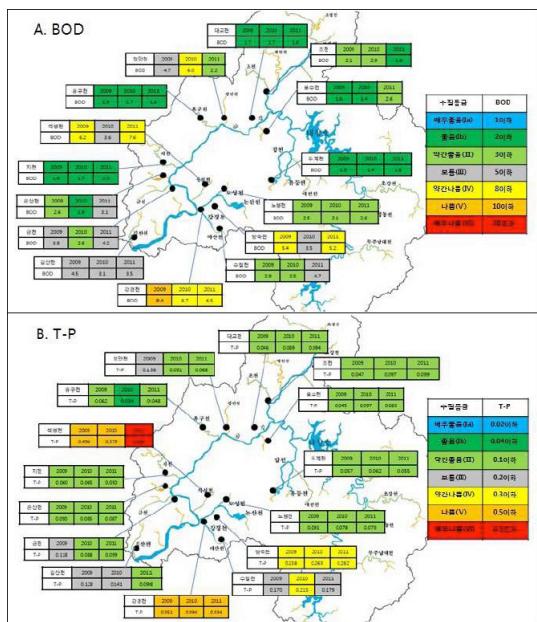


Fig. 1. Chronicle river water quality of BOD(A) and T-P(B) from 2009 to 2011

하천의 연도별 BOD 수질을 살펴보면 2009년에 Ib등급을 유지하고 있는 하천은 용수천, 대

교천, 유구천, 두계천, 지천으로 5개 하천이었으며 2010년에 Ib등급을 유지하고 있는 하천은 용수천, 대교천, 유구천, 두계천, 지천, 은산천으로 6개 하천이었으며 2011년에 Ib등급을 유지하고 있는 하천은 조천, 대교천, 유구천, 두계천으로 4개 하천이었다. 2009년에 III등급을 유지하고 있는 하천은 조천, 노성천, 수철천 그리고 은산천으로 4개 하천이었으며 2010년에 III등급을 유지하고 있는 하천은 조천, 노성천, 수철천 그리고 금천으로 4개 하천이었으며 2011년에 III등급을 유지하고 있는 하천은 용수천, 정안천, 지천, 노성천으로 4개 하천이었다. 하천의 연도별 T-P 수질을 살펴보면 2009년에 Ib등급 (0.04 mg/L)을 유지하고 있는 하천은 없었으며 2010년에 Ib등급을 유지하고 있는 하천은 유구천으로 1개 하천이었으며 2011년에 Ib등급을 유지하고 있는 하천은 하나도 없었다. 2009년에 III등급(0.1 mg/L)을 유지하고 있는 하천은 조천, 용수천, 대교천, 유구천, 두계천, 지천, 노성천 그리고 은산천으로 8개 하천이었으며 2010년에 III등급을 유지하고 있는 하천은 조천, 용수천, 대교천, 유구천, 정안천, 두계천, 지천, 노성천, 금천 그리고 은산천으로 10개 하천이었으며 2011년에 III등급을 유지하고 있는 하천은 조천, 용수천, 대교천, 유구천, 정안천, 두계천, 지천, 노성천, 금천, 은산천 그리고 길산천으로 11개 하천이었다.

금강의 수질오염총량관리 소구역에 대한 2009년부터 2011년까지 충남보건환경연구원에서 측정된 자료에 의한 하천별 BOD와 T-P 수질현황은 Table 3에 나타내었다.

그러나 하천의 연도별 BOD 수질을 살펴보면 2009년에 II등급(3.0 mg/L)보다 나쁜 수질을 유지하고 있는 하천은 정안천, 방축천, 강경천, 강경천, 석성천, 금천 그리고 길산천으로 6개 하천이었으며 2010년에 II등급보다 나쁜 수질을 유지하고 있는 하천은 정안천, 방축천, 강경천, 석성천 그리고 길산천으로 5개 하천이었으며 2011



Table 3. Chronicle data of BOD and T-P for streams of local government

Unit Watershed	Local Government	Stream	BOD (mg/L)			T-P (mg/L)		
			2009	2010	2011	2009	2010	2011
Miho C	Yungee	Jocheon	2.1	2.9	1.8	0.047	0.097	0.099
Geumbon H		Yongsucheon	1.6	1.4	2.6	0.045	0.097	0.080
Geumbon I	Gonju	Daegyocheon	1.7	1.7	1.6	0.046	0.069	0.094
		Yugucheon	1.9	1.7	1.6	0.062	0.034	0.046
		Jeongancheon	4.7	6.0	2.2	0.136	0.091	0.068
Gapcheon A	Geyryong	Dugyecheon	1.9	1.4	1.5	0.057	0.062	0.055
Geumbon J	Chungyang	Jicheon	1.4	1.7	2.0	0.060	0.065	0.050
Nansan A	Nansan	Noseongcheon	2.5	2.1	2.6	0.091	0.078	0.073
		Bangchukcheon	5.4	3.5	5.2	0.238	0.263	0.282
		Suchulcheon	2.9	2.5	4.7	0.170	0.215	0.179
		Ganggyungcheon	8.4	6.7	6.5	0.351	0.394	0.334
Geumbon K	Nonsan	Suksungcheon	6.2	3.6	7.6	0.496	0.397	0.689
	Buyeo	Geumcheon	3.8	2.6	4.2	0.118	0.088	0.099
		Eunsancheon	2.6	1.9	3.1	0.090	0.085	0.083
Geumbon L	Seochun	Gilsancheon	4.5	3.1	3.5	0.128	0.141	0.098

년에 II등급보다 나쁜 수질을 유지하고 있는 하천은 방축천, 수철천, 강경천, 석성천, 금천, 은산천 그리고 길산천으로 7개 하천이었다. 하천의 연도별 T-P 수질을 살펴보면 2009년에 II등급 (0.1 mg/L)보다 나쁜 수질을 유지하고 있는 하천은 정안천, 방축천, 수철천, 강경천, 석성천, 금천 그리고 길산천으로 7개 하천이었으며 2010년에 II등급보다 나쁜 수질을 유지하고 있는 하천은 방축천, 수철천, 강경천, 석성천 그리고 길산천으로 5개 하천이었으며 2011년에 II등급보다 나쁜 수질을 유지하고 있는 하천은 방축천, 수철천, 강경천 그리고 석성천으로 4개 하천이었다.

### 3.2 BOD와 T-P의 복합 상관관계에 의한 Grouping Category I에 대한 하천 집단화

BOD와 T-P의 복합 상관관계를 연도별로 하천을 집단화하여 Fig. 2에 나타내었다.

BOD 기준으로 볼 때, 분류된 결과에서 보듯이 Group A와 Group B는 3.0 mg/L이하로 수질이 비교적 양호한 Group이라 할 수 있으며 Group C와 Group D는 3.0 mg/L초과로 수질

개선이 요구되는 Group이라 할 수 있다. 또한 T-P 농도측면에서 볼 때 Group A와 Group C는 0.1 mg/L이하로 비교적 T-P 농도가 낮고, Group B와 Group D는 0.1 mg/L이상으로 비교적 T-P 농도가 높은 Group이라 할 수 있다. 따라서, 수질등급 중 BOD농도가 3.0 mg/L 이상이며 T-P농도가 1.0 mg/L 이상인 D 그룹의 하천들은 최우선적으로 수질을 개선을 위하여 하천유역을 정비 또는 관리하여야 할 하천들로 판단된다. BOD와 T-P의 복합 상관관계에 따른 2009년 D 집단에 해당하는 하천은 정안천, 방축천, 강경천, 석성천, 금천 그리고 길산천으로 6개 하천이었으며 2010년 D 집단에 해당하는 하천은 방축천, 강경천, 석성천 그리고 길산천으로 4개 하천이었으며 2011년 D 집단에 해당하는 하천은 방축천, 수철천, 강경천 그리고 석성천으로 4개 하천이었다. 따라서 D 집단에 포함되는 하천 중에서 중심축에서 멀어질수록 최우선적으로 수질개선을 위한 유역관리 노력이 필요한 것으로 판단된다. 2009년부터 2011년까지 D 집단에 3년 연속 선정된 하천들은 석성천, 강경천 그리고 방축천으로 3개 하천이었다.

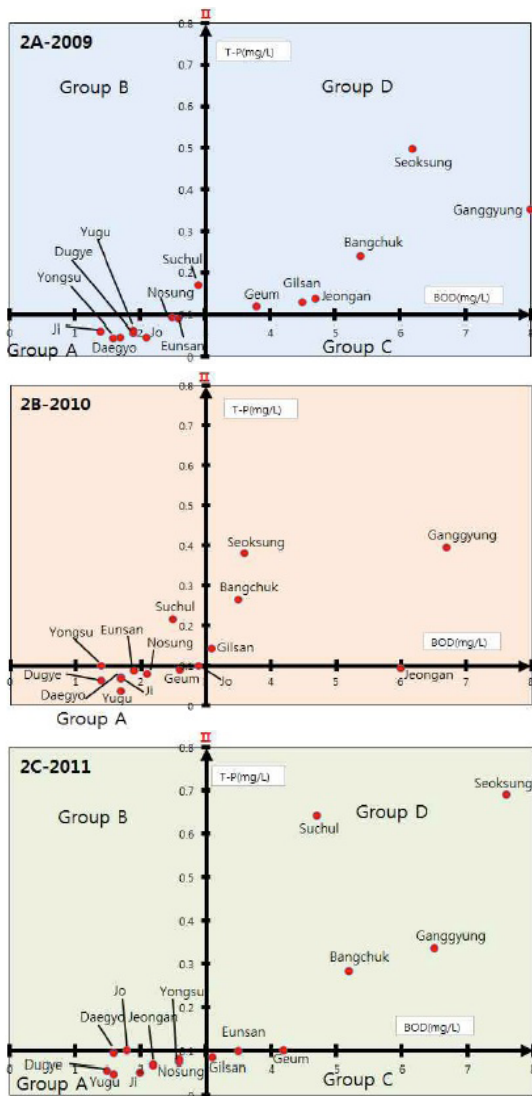


Fig. 2. Streams of grouping method by the composite factors of BOD and T-P for Category I

### 3.3 BOD와 하수도보급률과의 복합 상관관계에 의한 Grouping Category II에 대한 하천 집단화

BOD와 하수도보급률과의 관계를 연도별로 하천을 집단화하여 Table 4에 나타내었다. BOD 기준으로 볼 때, 분류된 결과에서 보듯이 Group A와 Group B는 3.0 mg/L이하로 수질이 비교적 양호한 Group이라 할 수 있으며 Group C와 Group D는 3.0 mg/L초과로 수질개선이 요

구되는 Group이라 할 수 있다. 그리고 하천을 관류하는 지방자치단체의 하수도보급률 측면에서 볼 때 Group A와 Group C는 충남도 평균 하수도보급률 63.5 % 이상으로 비교적 높고, Group B와 Group D는 충남도 평균 하수도보급률 63.5 % 이하로 낮은 Group이라 할 수 있다. 따라서 수질등급 중 BOD농도가 3.0 mg/L 이상이며 하수도보급률이 63.5 % 이하인 D 그룹의 하천들은 최우선적으로 수질을 개선되어야 할 하천들로 판단된다.

Table 4. Streams of grouping method by the composite factors of BOD and percent of sewerage population(PSP) for Category II

Group	Streams classified by BOD and PSP			Streams of priority restoration order
	2009	2010	2011	
Group A	Duhye	Duhye	Duhye	
Group B	Daegye, Yongsu, Yugu, Ji	Daegye, Yongsu, Yugu, Ji, Eunsan	Daegye, Yongsu, Yugu, Ji	
Group C	Jo, Suchul, Nosung, Eunsan	Jo, Geum, Suchul, Nosung	Jeongan, Jo, Nosung	
Group D	Ganggyung, Jeongan, Gilsan, Bangchuk, Geum, Seoksung	Ganggyung, Jeongan, Gilsan, Bangchuk, Seoksung	Ganggyung, Gilsan, Bangchuk, Geum, Suchul, Eunsan	Ganggyung, Gilsan, Bangchuk, Seoksung

수질등급 중 BOD농도가 3.0 mg/L이상이며 충남 평균 하수도보급률 63.5 %보다 낮은 D 그룹의 하천들은 최우선적으로 수질을 개선을 위하여 하천유역을 정비 또는 관리가 필요한 하천들로 판단된다. BOD와 하수도보급률의 복합 상관관계에 따른 2009년 D 집단에 해당하는 하천은 강경천, 정안천, 길산천, 방축천, 금천 그리고 석성천으로 6개 하천이었으며 2010년 D 집단에 해당하는 하천은 강경천, 정안천, 길산천, 방축천 그리고 석성천으로 5개 하천이었으며 2011년

D 집단에 해당하는 하천은 강경천, 길산천, 방축천, 금천, 석성천, 수철천 그리고 은산천으로 7개 하천이었다. 따라서 D 집단에 포함되는 하천 중에서 중심축에서 멀어질수록 최우선적으로 수질개선을 위한 유역관리 노력이 필요한 것으로 판단된다. 2009년부터 2011년까지 D 집단에 3년 연속 선정된 하천들은 강경천, 길산천, 방축천 그리고 석성천으로 4개 하천이었다.

### 3.4 수질개선 우선순위 하천선정

앞에서 분석한 하천들을 집단화한 결과를 바탕으로 수질개선을 위한 유역관리가 필요한 우선순위를 선정하였다. 집단화 결과를 통해 중기적으로 수질을 개선해야 될 하천으로 강경천, 방축천, 석성천을 선정하였다. Grouping Category I에서 선정된 하천들은 강경천, 석성천 그리고 방축천으로 나타났다. Grouping Category II에서 선정된 하천들은 강경천, 석성천, 방축천, 길산천으로 나타났다. 따라서 Grouping Category I과 Grouping Category II에서 중복 선정된 하천들은 강경천, 석성천 그리고 방축천으로 나타났다. 이들 하천유역을 관리하는 지방자치단체는 강경천, 석성천 그리고 방축천은 모두 논산시 관할 하천으로 나타났다. 따라서 논산시의 하수도 보급률은 47.7%로서 충청남도 평균 보급률과의 큰 차이를 보이고 있으므로 조속한 기간 내에 하수도 보급률을 향상시켜야 할 것이다.

하천의 수질을 개선하기 위한 대책으로 오염원관리, 하천의 유형에 따른 하천공간의 개선이 필요하다. 수질개선하천으로 선정된 강경천, 석성천 그리고 방축천 유역의 농업형태는 논농사 중심으로 형성되어 있어서 농사철의 넓은 경작지에 화학비료 및 농약의 대규모 살포가 필수적이다. 경작지를 관류하여 지류로 합류되는 농수로의 수질이 지천수질에 큰 영향을 미치고 있다. 따라서 농사철에 유출되는 오염원을 저감시킬 수 있는 방안이 강구되어야 할 것이다. 또한

하도준설사업 등으로 하천주변 환경 및 수변공간개선과 자연회복기능의 회복이 필요하다. 하도 내 습지조성, 수질정화식물 식재 등을 통한 수질자정능력을 극대화시켜 하천오염을 경감시켜야 할 것이다. 비점오염원처리시설로서 인공습지 및 수생태계 완충지대를 조성하는 것이 필요할 것이다.

## 4. 결론

본 연구는 충청남도 금강분류로 직접 유입되는 15개의 하천들을 대상으로 2009년부터 2011년까지 각 하천의 BOD와 T-P의 수질분석을 통한 Grouping Category I과 BOD와 하수도보급률에 의한 Grouping Category II의 결과를 활용하여 하천들을 집단화 한 결과를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. BOD와 T-P의 복합 상관관계에 의한 Grouping Category I에 대한 하천 집단화 결과 BOD 수질 II등급(3.0 mg/L)과 T-P 수질 II등급(0.1 mg/L)을 벗어나는 D 집단 2009년도 대상하천은 석성천, 강경천, 방축천, 정안천, 길산천, 금천으로 6개 하천이었으며 2010년도 대상하천은 강경천, 석성천, 방축천 그리고 길산천으로 4개 하천이었으며 2011년도 대상하천은 석성천, 수철천, 강경천 그리고 방축천으로 4개 하천이었다. 따라서 D 집단에 중복 선정된 하천은 석성천, 강경천 그리고 방축천으로 3개 하천이었다.
2. BOD와 하수도보급률의 복합 상관관계에 의한 Grouping Category II에 대한 하천 집단화 결과 BOD 수질 II등급(3.0 mg/L)과 충청남도 평균 하수도 보급률 63.5%보다 낮은 D 집단 2009년도 대상하천은 강경천, 정안천, 길산천, 방축천, 금천 그리고 석성천으로 6개 하천이었으며 2010년 D 집단에 해당하는 하천은 강경천, 정안천, 길산천, 방축천 그리고 석성천으로 5

개 하천이었으며 2011년 D 집단에 해당하는 하천은 강경천, 길산천, 방축천, 금천, 석성천, 수철천 그리고 은산천으로 7개 하천이었다. BOD와 하수도보급률과의 복합 상관관계에 의하여 분류된 D 집단의 하천들은 강경천, 길산천, 방축천 그리고 석성천으로 4개 하천으로 나타났다.

3. Grouping Category I에서 선정된 하천들은 강경천, 석성천 그리고 방축천으로 나타났다. Grouping Category II에서 선정된 하천들은 강경천, 석성천, 방축천, 길산천으로 나타났다. 따라서 Grouping Category I과 Grouping Category II에서 중복 선정된 하천들은 강경천, 석성천 그리고 방축천으로 나타났으므로 우선적으로 수질개선을 위한 유역관리가 필요한 것으로 나타났다.
4. Grouping Category II에 대한 하천 집단화 결과 2009년도 D 집단에 속한 하천은 6개 하천이며 2010년에도 6개 하천이며 2011년도에는 7개 하천으로 나타났다. 그 결과는 각 하천을 관리하는 지방자치단체의 하수도보급률이 큰 영향을 미친 것으로 판단된다. 따라서 하천유역을 관리하는 논산시, 부여군, 서천군에서는 조속한 기간 내로 하수도보급률을 향상시켜야 할 것이다.
5. Grouping Category I과 Grouping Category II에서 중복 선정된 하천은 강경천, 석성천, 방축천으로 이들 3개 하천유역을 관리하고 있는 지방자치단체는 논산시로서 하수도보급률이 47.7 %로서 조속한 기간 내로 하수도보급률을 향상시켜 하천수질을 개선하도록 하여야 할 것이다.

## 감사의 글

이 논문은 2011년도 충남녹색환경지원센터의 연구비 지원사업(2011-A008-0001)에 의하여

수행되었습니다.

## 참고문헌

- Gallego-Ayala, J. and Juzo, D. (2012) Performance Evaluation of River Basin Organizations to implement integrated Water Resources Management using Composite Indexes, *Physics and Chemistry of the Earth*, **50-52**, pp. 205-216.
- Kim, H.S., Kim, Y.I., Oh H.J. and Lee, S.J. (2007) Demonstration of Methodology for Priority Selection of Water Quality Management of Stream in the Watershed, *Proceedings of Fall conference of the Society of Korean Water Environment*, pp. C11-17.
- Kim, M.A., Lee, J.K. and Zoh, K.D. (2007) Evaluation of the Geum River by Multivariate Analysis: Principal Component Analysis and Factor Analysis, *J. of Korean Society on Water Quality*, **23**(1), pp. 161-168.
- Lee, S.J., Kim, G.H., Lee, S.D. and Jeong, W.H. (2010) Current Status and Establishment of Facilities for Non-point Sources in Chungnam-do", *CDI Annual Report*.
- Lim, B., Cho, B., Kim Y. and Kim, D. (2010) Application of Priority Order Selection Technique for Water Quality Improvement in Stream Watershed by Relationship of Flow and Water Quality, *J. of Korean Society of Environmental Engineers*, **32**(8), pp. 802-808.
- Liu, X., Li, G., Liu, Z., Guo, W. and Gao, N. (2010) Water Pollution Characteristics and Assessment of lower Reaches in Haihe River Basin, *Procedia Environmental Sciences*, **2**, pp. 199-206.
- Ministry of Environment of Korea (2012), River Act.
- Ort, C., Hollender, J., Schaerer, M. and Siegrist, H. (2009) Model-based Evaluation of Reduction Strategies for Micropollutants from Wastewater Treatment Plants in Complex River Networks, *Environ. Sci. Technol.*, **34**, 3214-3220.
- Park, S.H., Moon, E.H., Choi, J.H., Cho, B.W., Kim, H.S., Jeong, W.H., Lee, S.J. and Kim, Y..I. (2011) Analysis of Distribution



Characteristics of Flow rate and Water Quality in Tributaries at Chungcheon-gnam-do”, *J. of Korean Society of Environmental Engineers*, **33**(10), pp. 739-747.

- Park, T.Y., Kim, S.J., Kim, S.M. and Kim, S.M. (2010) Temporal and Spatial Analysis of Water Quality Data observed from Major Water Quality Stations in Nakdonggang Watershed, *J. of Agriculture & Life Science*, **44**(5) pp. 117-127.
- Song, Y., Chong, DU., Yang, C. and Qin, C. (2012) Ecological Environmental Quality Evaluation of Yellow River Basin, *Procedia Engineering*, **28**, pp. 754-758.