

## 홍성 지역 하천수의 수질현황

홍영호 · 조석형 · 전용진\*

해전대학 환경신소재계열, 청운대학교 신소재응용화학과\*

## Water Pollution Status in Streams of Hongsung Area

Young Ho Hong · Suk Hyeong Cho · Yong Jin Chun\*

*Department of Environment & High Technology Material, Hyejeon College,  
Hongsung 350-800, Korea*

*\*Department of New Material & Applied Chemistry, Chungwoon University,  
Hongsung 350-800, Korea*

### Abstract

The purpose of this study on environmental investigation in Hongsung and Kwangchun streams is for the finding the degree of water quality. Physicochemical characteristics of streams are very important. However, that has not been investigated so for especially in stream of Hongsung area. And so, we tried to analyse BOD, TDS,  $Cl^-$ , anionic surfactant, pH, T-N and T-P of stream.

The results were as follows. The pH for stream were generally in the range of 6.9 ~ 8.1 which is water quality standard for stream. Water quality of the Hongsung and Kwangchun upstream was not in problem but downstream showed somewhat high concentration in BOD, chlorine ion, T-P, T-N, and anionic surfactants. Especially BOD of Kwangchun downstream was higher than Hongsung downstream and concentration of T-P of Hongsung downstream was higher than Kwangchun downstream. The effluent BOD of Kwangchun was kept over 7 mg/liter regardless of inflow BOD ranging from 1.3 to 1.8 mg/liter.

### I. 서 론

지역 하천의 수질은 그 지역의 인구분포와 산업 시설등에 따라서 특성을 달리하고 있다. 하천수의 수질을 분석하고 그 결과를 바탕으로 하천의 수질을 예측하고 대책을 세우는 것은 하천을 보존하기 위한 중요한 자료라고 할 수 있다<sup>1)</sup>. 상수원의 대부분을 하천수에 의존하고 있는 우리 나라의 경우에는 하천수의 오염은 자연환경은 물론 건강한 생활에도 많은 영향을 미치게 된다. 충남 서부지역의

행정 거점 지역으로 우리 나라 축산산업의 대표적 공장이라고 할 수 있는 홍성군은 2개의 읍과 9개의 면으로 구성되어 있으며, 하루에 약 2만 톤의 생활하수가 유입되고 있다. 홍성에는 전장 약 8.3km의 지방하천인 삼교천을 비롯하여 홍성읍을 관통하는 길이 4.4km의 홍성천과 광천읍을 관통하는 길이 10.1km의 광천천을 비롯한 30여개의 준용 하천등 33개의 하천이 있으며, 이 하천수의 총길이는 156km 정도가 된다. 특히 홍성천은 홍성군의 평균인구밀도인 243인/km<sup>2</sup>의 약 4.5배로 최대 인

구 밀집지역으로 인구밀도가 약  $1,100\text{인}/\text{km}^2$  으로 홍성군 인구의 약 39%가 거주하고 있는 홍성읍을 흐르고 있으며, 홍성군 전체인구의 약 16%가 거주하는 광천읍을 흐르는 광천천은 축산 농가가 밀집된 지역을 흐르는 하천수로 이들 두 하천은 생활하수에 의한 오염과 축산 폐수에 의한 오염 현상을 뚜렷이 볼 수 있는 대표적인 하천수이다.

하천수의 수질은 생활하수, 산업폐수 그리고 축산폐수등에 의하여 그 질이 결정된다고 할 수 있다. 홍성지역은 지역의 특성상 산업폐수에 의한 수질오염은 아주 미미하다고 할 수 있다. 하천수의 수질오염의 원인중 절반이상을 차지하는 생활하수는 독성이나 환경오염 정도가 산업, 축산 폐수에 비해 약하지만 양이 많고 오염원이 넓게 퍼져 있어 대책을 세우는 데 많은 비용이 든다. 생활 하수의 주요 오염물질은 음식찌꺼기, 합성세제, 분뇨 등이 있다. 홍성지역에서는 가축 사육 두수도 계속 증가하고 있다. 따라서 축산 폐수도 계속 증가하고 있는데, 축산 폐수는 오염 부하량이 폐수 발생량에 비해 크기 때문에 처리되지 않고 방류시 하천의 수질악화 및 호소의 부영양화를 초래하며, 상수원 및 농업용수를 오염시킬 뿐만 아니라 악취 및 해충피해 등으로 쾌적한 생활환경을 해치는 요인이 되고 있다<sup>2)</sup>. 즉, 하천수의 오염은 수질오염의 직접적인 피해와 더불어 동식물을 매개로 하는 2차적인 오염이 발생할 수 있으므로 이러한 요인들에 대한 평가를 위하여 지역의 하천수에 미치는 영향에 대한 기초조사가 선행되어 한다<sup>3)</sup>. 아직까지 이 지역에서는 수계내에 하수 처리시설이 충분하지 않아서 처리되지 않은 생활하수등이 하천으로 유입되고 있어서 그 오염의 심각성은 날이 갈수록 더해가고 있다.

하천수의 수질조사는 고정된 단독의 관측점에서 일정 주기를 두고 행하는 방법과, 하천수의 흐름에 따라 행하는 방법이 있는데<sup>4)</sup> 본 연구에서는 전자의 방법으로 하천수의 수질을 분석하였다.

하천수 관리의 목적은 현재뿐만 아니라 다가오는 미래에도 질 좋은 물을 확보하고 사람들의 건강 및 하천을 이용한 생활의 편리성을 추구하기 위하여 실시되어야 한다. 이를 위하여 현재 하천수의 수질 특성을 파악하고 하천수에 영향을 주는

제반 요소들에 대한 구체적인 자료를 바탕으로 앞으로 요구되는 수질에 접근 할 수 있도록 하여야 한다<sup>5)</sup>. 이를 위하여 본 연구에서는 1996년부터 1999년까지 최근 4년 사이에 측정된 결과를 바탕으로 홍성천과 광천천의 수질오염 현황을 통하여 지역 하천수의 오염상태에 대한 기초자료를 제공하기 위한 목적으로 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 수질조사 지역 및 지점

수질조사 지역은 홍성의 2대 하천인 홍성천과 광천천을 대상으로 하였다. 조사 지점은 각 하천의 상류와 중류지역 그리고 하류 지역을 각각 선정하여 시료를 채취하였다. 하천에서 취수된 물의 수질은 보통 저수지나 호수에서 취수된 물보다 수질이 더 좋지 못한 편이며, 가뭄 시에는 최소 유량이 되며 경도가 높고 최대 및 유량기간에는 하천수의 양과 함께 하천수의 수질도 변한다. 따라서 본 연구에서는 하천수의 채취는 매년 9월부터 10월 사이에 기후 조건을 고려하여 3회 측정하여 그 평균값을 비교함으로써 하천수의 수질변화를 비교하였다. 시료의 채취는 하천수의 채수 지점에서 polyethylene 용기에 채수한 후 분석하였다. 각 지역의 시료 채취 지점은 Table 1과 같다.

아래의 Table에서 시료번호 H-1부터 H-4까지는 홍성천의 하천수이고 K-1부터 K-4까지는 광천천의 하천수로 시료번호 1은 하천의 상류지역을 의

Table 1. Location of sampling sites.

Stream	Sample No.	Location of sampling sites
Hong Sung	H-1	홍성군 홍성읍 옥암리
	H-2	홍성군 홍성읍 오관리 4구
	H-3	홍성군 홍성읍 오관리 하상주차장
	H-4	홍성군 홍성읍 대교리
Kwang Chun	K-1	홍성군 광천읍 장곡면 죽전리
	K-2	홍성군 광천읍 소암리
	K-3	홍성군 광천읍 하상주차장
	K-4	홍성군 광천읍 웅암리

마하고 시료번호 4는 하천의 하류 지역을 의미한다. 홍성천의 경우 중류지점인 H-3 지점에 아파트 단지를 비롯한 주거 시설이 밀집하고 있으며, 광천천의 경우 중류지점인 소암리(K-2)지점에서 축산 단지가 밀집된 지역을 흐르는 하천수와 합수 되고 있으며, K-3 지점에 지역의 특산물인 새우젓을 비롯한 여러 가지 젓갈을 판매하는 제래식 상업시설이 밀집되어 있다.

## 2. 수질분석

하천수의 수질을 분석하기 위하여 pH, TDS, 염소이온(Cl<sup>-</sup>), 음이온계면활성제, BOD, 총인 및 총질소등 7개 항목에 대한 하천수의 분석을 실시하였다. 수질 분석은 환경오염공정시험법과 APHA의 Standard Method<sup>6)</sup>에 준하여 실시하였으며, 각 항목별 분석 방법은 Table 2와 같다.

## III. 결과 및 고찰

하천수의 수질환경은 수원으로부터 하천수의 유하 지점에 따라 크게 변화한다. 이러한 하천수의 수질환경의 변화는 지표수와 지하수의 혼입 및 유입되는 폐기물에 의하여 발생한다. 하천수의 수원은 비주거 지역에서 출발하여 인구밀집 지역을 통과하여 하류를 형성하므로 하천수의 상류지역에서는 오염도가 낮으며, 하류 지역으로 내려갈수록 오염도는 증가하는 현상을 보인다. 이러한 관점에서 홍성지역의 주요 하천수인 홍성천과 광천천의 수

질분석을 통하여 이 지역의 생활하수와 축산 폐수 등에 의하여 지역하천의 오염정도를 파악하기 위하여 실시한 연구로부터 홍성천과 광천천에 대하여 7개 항목에 대한 수질을 분석하여 다음과 같은 결과를 구하였다.

하천수의 pH를 측정된 결과 Fig. 1에서 보는바와 같이 98년도 이후에 광천천은 중류지점에서 그리고 홍성천은 하류지점에서 pH가 증가하는 경향을 보여 pH가 8에 이르는 값을 보이고 있다. 특히 광천천의 경우 중류지점에서의 pH가 급격히 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 이유는 앞의 2-1 절에서 살펴본 바와 같이 광천천의 중류인 K-2 지점에는 인근의 축산단지가 밀집되어 있는데, 여기에서 배출되는 폐수들의 유입에 의하여 하천수의 pH가 영향을 받는 것으로 사료된다. 또한 홍성천의 경우에는 H-3 지점이후부터 밀집된 주거지역에서 배출되는 생활하수에 의한 영향으로 판단된다.

이러한 사실로부터 홍성지역의 하천수 하상에 존재하는 슬러지 성분들이 중성에서 알칼리성 상태로 진행되고 있다는 사실을 예측할 수 있다. 그러나 아직까지는 미생물의 성장에 적당한 pH를 유지하고 있어서 하천수의 자정작용 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 2. Analytical method of samples.

Parameter	Analytical method
pH	glass electrode method
Total Dissolved Solid(TD)	TDS meter (Orion-115)
Chloride ion (Cl <sup>-</sup> )	Mohr method
Anionic Surfactant, Total Nitrogen(T-N), Total Phosphate(T-P)	UV method
Biochemical Oxygen Demanded(BOD)	BOD method

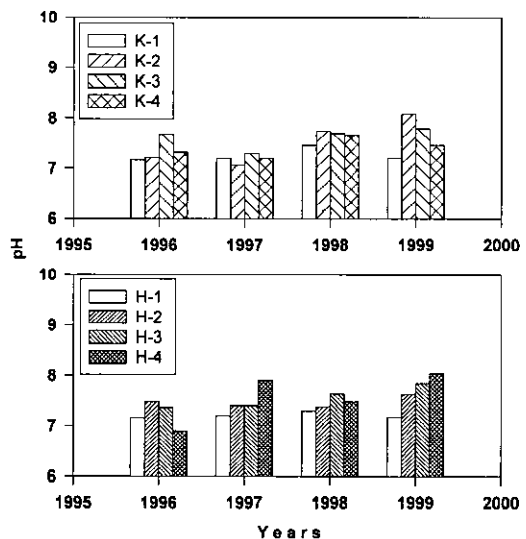


Fig. 1. Average value of pH in the stream. (K : kwangchun, H : hongsung)

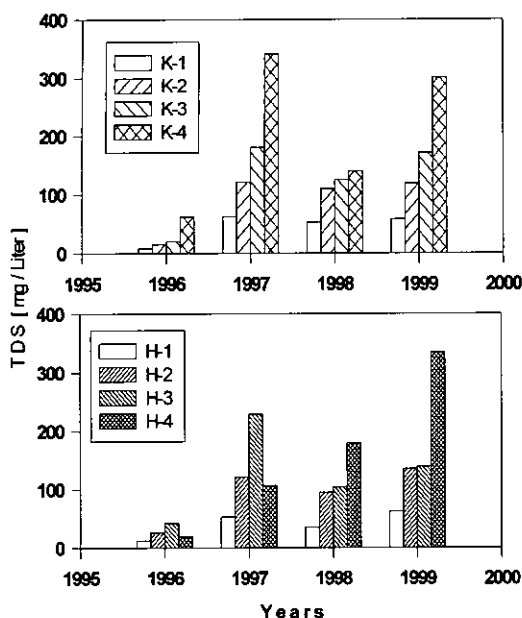


Fig. 2. Average value of TDS(Total Dissolved Solid) in the stream.  
(K : kwangchun, H : hongsung)

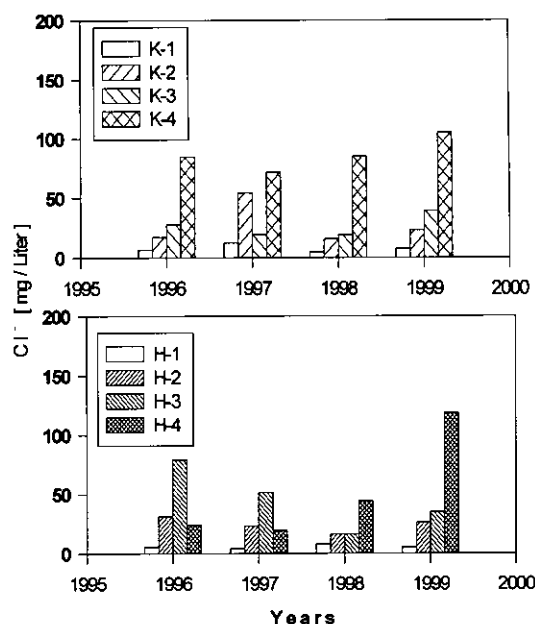


Fig. 3. Average value of chloride ions in the stream.  
(K : kwangchun, H : hongsung)

하천수내에 존재하는 용존성 고형물의 양을 측정하여 그 결과물 Fig. 2에 나타내었다. 용존성 고형물은 97년과 99년에 들어서 홍성천과 광천천 모두 급격히 증가하는 현상을 보이고 있다. 홍성천과 광천천 모두 97년을 기점으로 하여 전 하천의 수역에서 용존 고형물의 농도가 급격히 증가하는 현상을 보이고 있다. 특히 99년의 경우 홍성천 중류 지역까지 일정하게 유지되던 하천수의 TDS 값이 하류지역에서는 2배 이상 증가하는 결과를 보이고 있다. 이는 용존성 무기물이 하천수 중에 다량으로 유입되어 나타나는 현상이라고 할 수 있다. 이와 같이 용존성 무기물의 유입량이 증가하면 일반적으로 하천수의 하상에 생성된 침전 슬러지의 혐기성 소화에 영향을 초래하게 되므로<sup>7)</sup>, 하천수의 수질에 영향을 준다고 할 수 있다.

한편 하천수중에 들어있는 염소이온을 분석한 결과는 Fig. 3에서 보는바와 같다. 하천수중에 존재하는 염소이온은 이온화된 염소이온을 의미하는 것으로 주로 자연적인 요인에 의하여 발생하나, 동

물성 유기화합물의 최종생성물의 형태로 존재하기도 한다. 그림에서 살펴보면 광천천의 경우에는 하류지역에서 염소이온의 분포가 다른 수역에 비하여 현저하게 증가하는 현상을 나타내고 있다. 이는 광천천의 경우 서해 바다와 인접한 관계로 조수간만의 차에 의한 해수의 유입으로 하천수중에 염소이온의 농도가 증가한 것으로 사료된다. 홍성천의 경우 1999년도에는 하류지역에서 염소이온의 농도가 약 120mg/l 정도로 매우 높은 결과를 보이고 있다.

합성세제가 하천수에 유입되면 하천수의 수면에 수포막을 형성하여 하천수로 유입되는 용존산소의 양이 감소하여 하천수의 자체 자정능력이 급격히 저하되어 하천오염의 주요한 원인으로 작용한다. 이러한 합성세제중에서 말단기에 sulfonic acid [RSO<sub>3</sub>M] 와 sulfuric acid ester [ROSO<sub>2</sub>M] 그리고 carboxylic acid [RCOOH]로 구성된 음이온 계면활성제 성분에 의한 하천수의 오염정도를 측정하여 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

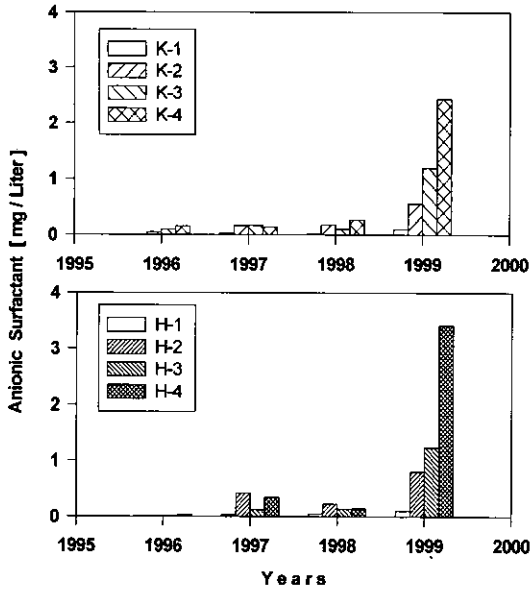


Fig. 4. Average value of anionic surfactants in the stream.  
(K : kwangchun, H : hongsung)

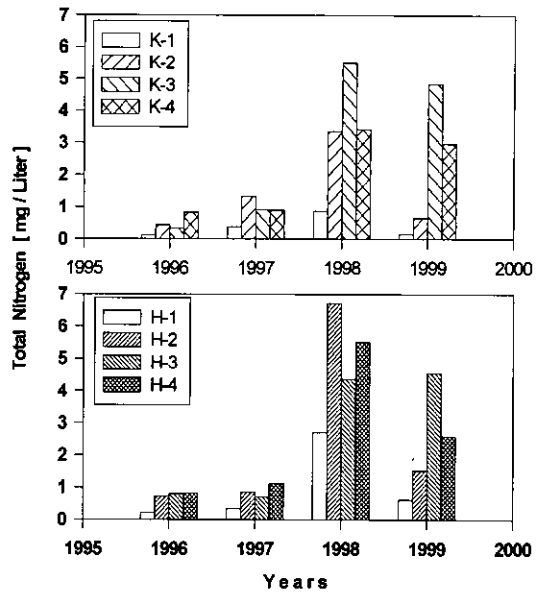


Fig. 5. Average value of Total Nitrogen in the stream.  
(K : kwangchun, H : hongsung)

측정된 결과에 의하면 홍성천과 광천천의 경우 모두 1996년부터 1998년도까지 음이온 계면활성제 성분의 양은 극히 미량 존재하였으나, 1999년도의 경우에는 홍성천과 광천천 모두 음이온 계면활성제의 양이 급격히 증가하는 현상을 보이고 있다. 이러한 결과는 앞서 살펴본 총용존고형물(TDS)과 염소이온의 결과에서와 마찬가지로 홍성 지역의 하천수의 수질 환경이 1999년을 기점으로 하여 악화되고 있다고 할 수 있다. 홍성지역의 인구가 매년 감소추세인 점에 비하여 보면 계면활성제성분의 증가는 생활하수에 의한 하천 오염의 정도가 더욱 심해지고 있다고 판단된다.

홍성천은 삼교천을 거쳐서 서해안으로 유입되고, 광천천은 홍보지구를 통해 서해안으로 유입된다. 따라서 홍성지역 하천수의 오염은 서해안 오염의 중요한 원인으로 작용한다고 할 수 있다. 이러한 관점에서 서해안의 적조에 영향을 주는 영양염류인 총인 성분과 총질소 성분에 대한 분석은 매우 중요하다고 할 수 있다. Fig. 5, 6은 홍성천과 광천천의 총인 성분과 총질소 성분의 변화에 대하여 나타낸 그림이다.

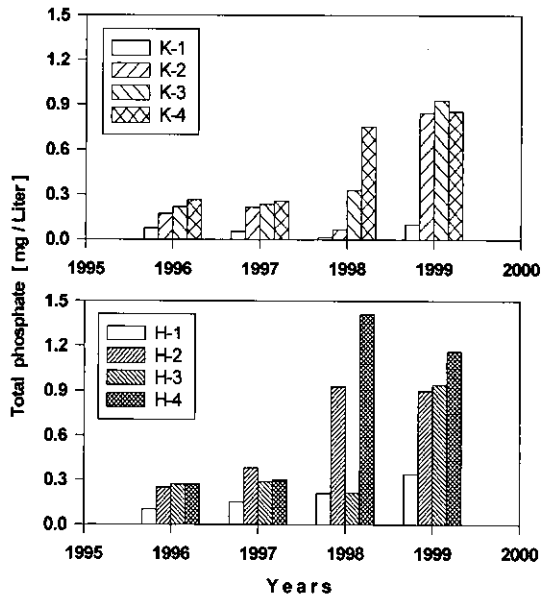


Fig. 6. Average value of Total Phosphate in the stream.  
(K : kwangchun, H : hongsung)

Fig. 5에서 보면 총질소의 경우 1998년도를 기준으로 하여 홍성천과 광천천 모두 급격히 증가하고

있는 것을 알 수 있다. 특히 광천천의 경우 광천읍 하상 주차장에서 채수한 K-3에서 총질소 성분이 가장 높게 나타나고 있다. 이러한 이유는 광천읍내에서 유입된 생활하수 중에도 다량의 총질소 성분이 함유되어 있음을 의미하는 것으로 생활하수 처리에 대한 대책이 시급하다고 할 수 있다. 이러한 현상은 Fig. 6에 나타낸바와 같이 총인의 경우에도 동일한 결과를 나타내고 있다. 이와 같은 영양성분에 의하여 부영양화의 원인이 증가한다고 할 수 있다. 따라서 하천수가 해수로 유입되어 해수가 오염되기 전에 영양염류를 제거하기 위한 처리시설이 필요하다고 사료된다.

또한, 광천천의 경우 중류에서 유입되는 축산폐기물에 의한 영향으로 99년도에는 하천수의 전체 수역에서 총인 성분의 농도가 비교적 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 홍성지역의 경우에는 생활하수에서 유입되는 음이온 계면활성제 성분 중에 유입된 인에 의한 오염이 심화되는 것으로 판단되어진다.

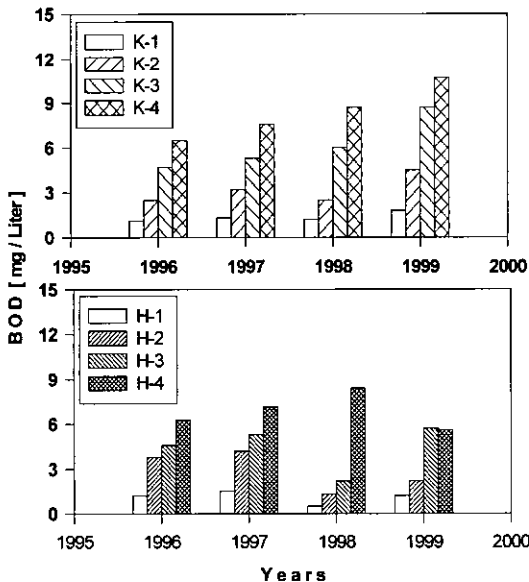


Fig. 7. Average value of BOD in the stream. (K : kwangchun, H : hongsung)

계면활성제 성분과 영양염류의 유입에 따라 이러한 성분들이 하천수의 수질에 큰 영향을 준다고

할 수 있다. 일반적으로 하천수의 수질 등급을 표시할 때 BOD를 기준으로 하여 나타낸다. 이러한 측면에서 홍성천과 광천천의 BOD를 측정하여 그 결과를 Fig. 7에 나타내었다.

그림에서 살펴보면 홍성천과 광천천의 유입수에서는 BOD가 1~2mg/liter 정도로 매우 깨끗한 상태를 알 수 있다. 광천천의 경우에는 하류로 흐를수록 BOD가 급격히 증가하는 현상을 보여 광천읍 하상주차장 인근 지역에서는 BOD가 6mg/liter 이상이 값을 보이고 있으며, 하류지역에서는 BOD가 9mg/liter 이상의 값을 보이고 있다. 이러한 현상을 측정 연도에 관계없이 일정하며 해가 지날수록 오염의 정도가 더욱 악화되고 있다고 할 수 있다. 반면에 홍성천은 하류지역에서의 BOD가 약 6 mg/liter 정도의 값을 유지하고 있으며, 98년도를 기점으로 하류지역에서의 BOD가 감소하는 결과를 보이고 있는데, 이는 Fig. 5, 6에서 살펴본 총인 성분과 총질소 성분 농도의 변화와도 일치하는 결과를 보이고 있다. 이러한 BOD의 측정 결과에 의하면 홍성천과 광천천은 유입수의 수질은 1급수에 준 하는 수질을 보이거나 하류 지역으로 갈수록 오염이 진행되어 3급수와 4급수에 준하는 형태로 오염이 진행된다는 사실을 확인하였다.

#### IV. 결 론

홍성의 2대 하천인 홍성천과 광천천을 대상으로 1996년부터 1999년까지 4년간 매년 9월부터 10월 사이에 채수한 하천수를 대상으로 pH, TDS, 염소이온(Cl<sup>-</sup>), 음이온계면활성제, BOD, 총인 및 총질소 등 7개 항목에 대한 하천수의 수질을 분석하여 지역 하천수의 수질분석에 대하여 다음과 같은 몇 가지 결론을 얻을 수 있었다.

1. 하천수의 pH는 전 수역에서 6.9~8.1 사이를 유지하고 있으며, 광천천의 경우에는 중류지역에서 pH의 증가가 현저하게 나타나, 축산폐수가 유입되는 지점의 하천수의 pH가 가장 높은 결과를 보이고 있다. 홍성천의 경우에는 97년도 이후 하류 지역에서 pH가 높은 값을 보이고 있다. 더불어 총용존 고형물과 염소이온의 농도는

98년도 이후에는 하천수의 흐름에 따라 증가하는 결과를 보이고 있다.

2. 홍성천과 광천천의 경우 모두 1996년부터 1998년도까지 음이온 계면활성제 성분의 양은 극히 미량 존재하였으나, 1999년도에는 음이온 계면활성제의 양이 급격히 증가하는 현상을 보이고 있다. 이러한 결과로부터 이 지역의 인구감소추세에 비하여 보면 계면활성제성분에 의한 하천 오염의 정도가 더욱 심해지고 있다고 할 수 있다.
3. 부영양화의 원인 물질인 총인과 총질소의 경우에는 홍성천이 광천천 보다 높게 검출되었으며, 특히 98년도에 가장 높게 검출되었다. BOD는 유입수에서는 1급수에 가까운 수질을 보이고 있으며, 하류지역에서는 4급수에 수질에 가까운 결과를 보이고 있다. 특히 BOD의 경우 홍성천의 경우 97년과 98년도에 가장 높은 결과를 보이고 있으나, 광천천의 경우에는 매년 증가하는 결과를 보여 홍성천 보다 높은 BOD 수치를 보이고 있다.

## 참 고 문 헌

1. Robert A. Meyers : Environmental Analysis and Remediation. John Wiley & Sons, Inc., 5181, 1998.
2. 홍지형, 박금주, 전병태, 홍성철 : 축산폐기물 자원화. 동화기술, 25, 1999.
3. Sun-Chool Hwang, Bong-Hun Lee, Won-Woo Park, Sung-Ug Lee, Bu-Yong Lee, Heung-Jai Park : Water Quality Comparison in the Three Streams of Pusan Area. J. of the Korean Environmental Sciences Society, 7(2),165, 1998.
4. 김정현 : 수질관리, 동화기술, 539, 1995.
5. Hee-Moo Lee : Study on the Hygenic Water Quality in Imha Dam. Korean J. Sanitation, 9(4), 25, 1995.
6. Standard Method for Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF, Washington, D. C., 1992.
7. 조영일 공역 : 폐수처리공학, 동화기술, 772, 1998.