

## 동진강 유역내 하천의 특성별 영향평가

윤순강\* · 김원일 · 김진호 · 김선종 · 고문환 · 엄기철

농업과학기술원

(2002년 8월 14일 접수, 2002년 10월 28일 수리)

### Evaluation of Water Quality Characteristics on Tributaries of Dongjin River Watershed

Sun-Gang Yun\*, Won-Il Kim, Jin-Ho Kim, Seon-Jong Kim, Mun-Hwan Koh, and Ki-Cheol Eom (National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea)

**ABSTRACT** : Irrigation water quality along Dongjin river watershed was monitored to find a possible pollutants, for maintaining water quality to achieve food safety through water quality preservation of river. As a pollution indicators, such as Biological Oxygen Demand(BOD), Chemical Oxygen Demand(COD), Total Nitrogen(T-N), and Total Phosphate(T-P) in Dongjin river were examined from May to November in 2001. The results were as follows : The BOD level of Dongjin river ranged from 2.84 to 6.45 mg/L, which would be in a II~IV grade of the potable water criteria by Ministry of Environment. Averaged BOD level of downstream DJ6(After Jeongupcheon confluence) was 4.07 mg/L. The average COD level of Dongjin river ranged from 11.20 to 32.96 mg/L. COD level of DJ6 rapidly increased rapidly after the junction of Dongjin river and Jeongupcheon because it showed the latter had relatively high pollution level. T-N content were significantly high in all sites of Dongjin river ranged through 4.16 to 5.84 mg/L. T-P examined high concentration than another thing point by 0.19 mg/L after Jeongupcheon confluence as BOD and COD. COD of main stream was expressed high concentration to dry season after rainy season. In case of T-P, pollution degree of dry season before rainy season appeared and examined that quality of water was worsened go by dry season after rainy season. The water quality of Dongjin river was deteriorated with inflow of Jeongupcheon polluted by municipal and industrial sites near Jeongup city.

**Key words**: water quality, Dongjin River, irrigation water, Jeongupcheon.

## 서론

하천에 유입한 오염물질이 자정작용에 의하여 정화되는 한도를 초과하면 수질이 오염된다. 하천오염의 형태는 그 요인에 따라 여러 가지가 있지만 주로 유기물에 의한 오염으로 대도시 생활하수와 식료품 제조업등 유기물을 다량으로 배출하는 공장폐수의 영향을 받는 수역에서 가장 일반적으로 발생한다<sup>1)</sup>. 이외에는 영양염류에 의한 오염을 들 수 있는데 하천수에 질소(N)와 인산(P)등의 영양염류를 다량으로 함유한 도시하수나 유기성 공장폐수 및 농업활동으로 인한 농지로부터 비료성분 등의 과잉 공급으로 이러한 영양염류가 다량 유출되어 수질을 악화시킨다. 우리나라 대부분의 하천은 이러한 지속적인 오염물질의 유입으로 수질은 점점 더 악화되고 있다. 비록, 상류지역의 수질의 경우 비교적 양호하다 할지라도

주택지역이나 산업지역을 통과하면서 그 수질이 악화되고 있는 실정이다<sup>2)</sup>.

동진강 유역은 만경강 유역과 더불어 전라북도의 주요 농업생산지로 다양한 형태의 농업이 이루어지고 있고 이로 인한 농업배수와 정읍시·신태인읍을 거치면서 유입되는 생활하수 및 그 주변 수역의 공단에서 유출되는 공장폐수의 영향을 지속적으로 받고 있어<sup>3)</sup> 주요 용수원으로 사용되고 있는 동진강의 수질 보전을 위하여 수질오염의 자세한 현황파악과 오염물질의 흐름을 파악함으로써 유역 전체적인 수질관리가 필요하다. 따라서 본 연구는 동진강 유역의 수질 모니터링을 통하여 수질오염의 현황 및 문제점을 파악하여, 수질개선을 위하여 동진강의 오염원에 발생과 그 대책방안을 검토하기 위해 필요한 기초자료를 얻기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 조사유역의 일반 현황

동진강 수계는 유역면적 1147.7 km<sup>2</sup>의 하천으로 본류를

\*연락처:

Tel: +82-31-290-0150 Fax: +82-31-290-0277

E-mail: sgyun@rda.go.kr

포함하여, 정읍천과 원평천, 고부천 등 4개의 직할하천과 1개의 지방하천, 82개의 준용하천 등 모두 87개 하천으로 이루어져 있다. 강 유역은 전북의 남서부에 위치하고 있으며 경위도 상으로는 126°37'~127°07', 북위 35°27'~35°50' 사이에 있다<sup>4)</sup>.

동진강 유역은 대부분 평탄하며 넓은 평야가 발달되어 충적층의 비옥한 토지를 이루며 인구밀도가 271명/km<sup>2</sup>로 비교적 낮아 상대적으로 적은 오염원이 위치해 있으며 총 549 km<sup>2</sup>의 농경지가 이용되고 있다. 동진강의 본류는 전북 정읍시 산내면 상두리에서 발원하여 서해로 이어지는 유로 연장 52.4 km의 하천으로 내장산에서 발원하는 정읍천과 신태인부근에서 합류한다<sup>2,3)</sup>. 이 과정에서 정읍공단의 공장폐수, 정읍시·신태인읍의 생활하수 및 농경지의 농업배수 등이 유역 주변에서 흘러들어 동진강 본류에 유입된다.

**조사지점의 선정**

동진강 유역의 수질오염 현황을 파악하기 위하여 조사지점은 완주군 산외면의 옥정호수를 기점으로 하여 전형적인 농업지역으로 비교적 수질이 양호하다고 판단되는 5개지점(DJ1~DJ5) 및 정읍천 합류후의 동진강 본류(DJ6)와 동진강으로 유입되는 소하천인 정읍천(JW1~JW7)의 7개 지점을 선정하였다 (Fig. 1).

**수질조사 및 분석방법**

시료는 2001년 5월부터 2001년 11월까지 조사기간 동안 매월 1회 강우의 영향을 피하여 맑은 날을 대상으로 각 조사지점에서 폴리에틸렌 용기(1 L)를 이용하여 채수하였고, 수질 분석은 pH, T-N, T-P, COD<sub>cr</sub>, BOD<sub>5</sub>, SS, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 등 총 10개 항목을 선정하여 환경부 수질오염공정시험법<sup>9)</sup>에 준하여 실시하였다. pH는 Ion Analyzer(Orion Research EA940)을 사용하여 측정하였고, 총질소(T-N)와 총인(T-P)은 흡광광도법으로, COD는 중크롬산 칼륨에 의한 화학적 산소 요구량으로 구하였고, BOD<sub>5</sub>는 잉클러-아지드화 나트륨변법, SS는 유리섬유 여지법, NH<sub>4</sub>-N는 인도페놀법, NO<sub>3</sub>-N는 자외선

흡광광도법, Cl<sup>-</sup>는 질산은 적정법, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>은 비탁법을 이용하여 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**기상자료**

강우자료는 동진강 유역 내에 위치하고 있는 정읍기상관측소의 자료를 활용하였다. 조사기간 동안의 강우량은 843 mm로서 전체 강우량의 58.4%가 6월 중순에서 7월 중순에 걸쳐 집중되었으며, 월 강수량은 2001년 6월에 227 mm로 가장 많았다. 조사기간 동안의 평균 기온은 19.7°C였다(Fig. 2).

**동진강 본류의 수질변화**

동진강 본류의 수질 현황을 Table 1에 나타내었다. 본류의 pH는 7.2~8.9의 범위로 농업용수의 pH기준 6.5~8.5에 비해 일부 지점에서 이 범위보다 높게 나타났으나 전체적으로 기준 범위 내에 있는 것으로 나타났다<sup>7,8)</sup>. 수질은 BOD기준으로 상수원 II~IV등급(2.84~6.45 mg/L)을 유지하고 있었고, 평균 4.07 mg/L로 농업용수 수질기준 8 mg/L이하로 조사되었다. COD농도의 분포는 11.20~32.96 mg/L로 평균 22.75 mg/L로 조사되어 본류 전구간에서 높은 농도 값을 보이고 있다. SS농도 범위는 13.00~78.50 mg/L로 SS기준 수질등급 IV급수인 100 mg/L이하를 유지하는 것으로 조사되었다.

T-N농도 범위는 2.43~7.93 mg/L로 평균 5.50 mg/L로 나타났다. 함량별로 암모니아성 질소(NH<sub>4</sub>-N)농도 범위가 0.08~1.71 mg/L로 평균 0.63 mg/L였고, 질산성 질소(NO<sub>3</sub>-N)농도 범위는 0.73~3.97 mg/L이며 평균 2.24 mg/L로 나타났다. T-P농도 범위는 0.066~0.517 mg/L였고, Cl<sup>-</sup>의 농도는 10.39~173.95 mg/L, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 농도는 9.07~42.49 mg/L의 범위로 조사되었다.

**정읍천의 수질변화**

Table 2에 나타난 바와 같이 도시생활하수와 공단폐수가 유입되는 정읍천의 수질은 pH가 6.98~7.97의 범위로 평균

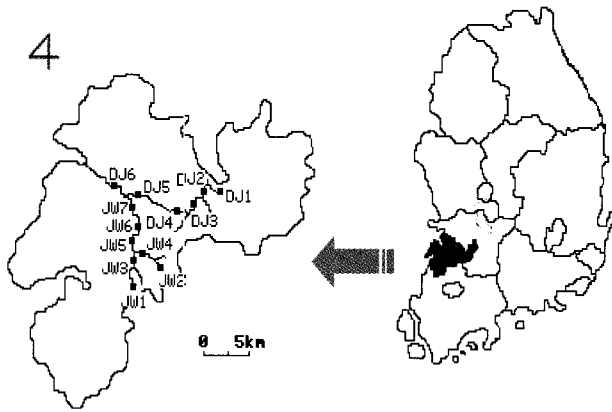


Fig. 1. Sampling design and site locations along the Dongjin river and its watershed. Main stream: DJ1~DJ6 (Dongjin river), Major tributaries: JW1~JW7 (Jeongupcheon).

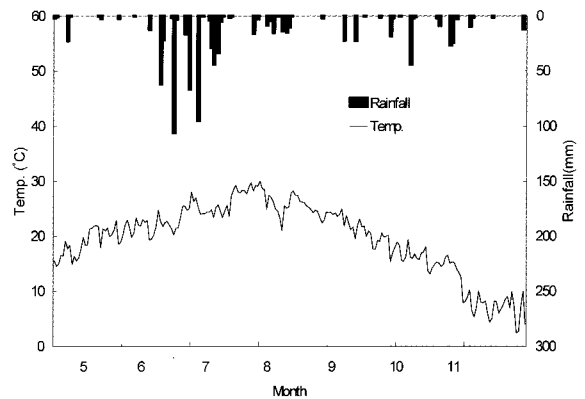


Fig. 2. Monthly rainfall and temperature in Dongjin river watershed from May through November in 2001.

Table 1. Water quality of Dongjin river main stream

Index	Mean	Min	Max	Standard Deviation	Coefficient of variation
	mg/L				
pH	7.7	7.2	8.9	0.57	7.4
T-N	5.50	2.43	7.93	1.74	31.6
NH <sub>4</sub> -N	0.63	0.08	1.71	0.62	99.1
NO <sub>3</sub> -N	2.24	0.73	3.97	0.99	44.2
T-P	0.19	0.07	0.52	0.16	84.8
BOD	4.07	2.84	6.45	1.55	38.2
COD	22.75	11.20	32.96	29.88	76.8
Cl	43.58	10.39	173.95	60.35	138.5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	19.15	9.07	42.49	13.76	71.8
SS	25.45	13.00	78.50	23.76	93.3

Table 2. Water quality of Jeongupcheon

Index	Mean	Min	Max	Standard Deviation	Coefficient of variation
	mg/L				
pH	7.4	7.0	8.0	0.36	4.8
T-N	6.47	3.02	9.96	2.26	34.9
NH <sub>4</sub> -N	1.36	0.30	2.86	1.16	85.4
NO <sub>3</sub> -N	2.72	0.99	4.18	1.13	41.5
T-P	0.43	0.08	1.09	0.41	97.1
BOD	4.69	3.69	7.43	1.38	29.4
COD	33.42	8.32	80.00	30.21	90.4
Cl	25.77	11.90	67.57	20.64	80.1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	21.09	9.95	39.13	12.38	58.7
SS	40.13	19.15	145.33	46.44	115.7

7.38로 조사되었다. 정읍천은 BOD의 농도가 3.69~7.43 mg/L의 범위로 BOD기준으로 상수원Ⅲ~Ⅳ등급을 유지하였고, 평균 4.69 mg/L였다. COD농도는 8.32~80.0 mg/L의 범위로 평균값은 33.42 mg/L였다. SS농도는 평균 농도가 40.13 mg/L로 SS기준 수질등급 Ⅳ급수인 100 mg/L이하를 유지하였다. T-N농도는 3.02~9.96 mg/L 범위였으며 T-P농도는 0.082~1.091 mg/L로 지점별, 시기별로 차이를 보였다.

조사지점별 수질특성

Fig. 3에 조사기간 동안 동진강 본류의 지점별 BOD, COD 농도의 변화를 나타내었다. 본류의 각 지점별 COD농도의 분포를 보면 12.16~38.93 mg/L로 높은 농도를 나타내고 있으며, 지점별로는 정읍천 합류후인 DJ6의 경우 38.93 mg/L로 가장 높게 나타났다. 본류의 BOD농도는 지역별 큰 차이를 보이지는 않았으나 지점별 분포를 보면 DJ6지점이 4.07 mg/L로 높게 나타나 Ⅲ급수의 수질을 유지하였다. BOD농도는 하류로 갈수록 높아지는 경향을 보여, DJ6의 경우 타 지점에 비하여 높은 농도를 보이는 것으로 조사되었다. 이것은 정읍천을 통한 정읍시와 신대인읍의 도시생활하수 및 공장폐수의 유입이 주 오염원으로 작용되어 수질이 나빠지는 것으로 판단

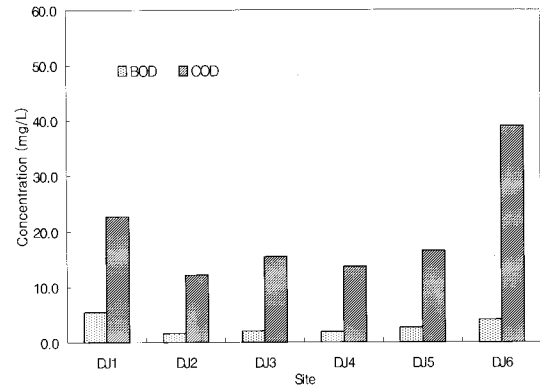


Fig. 3. Variation of BOD and COD in main stream of Dongjin river depending on sampling sites

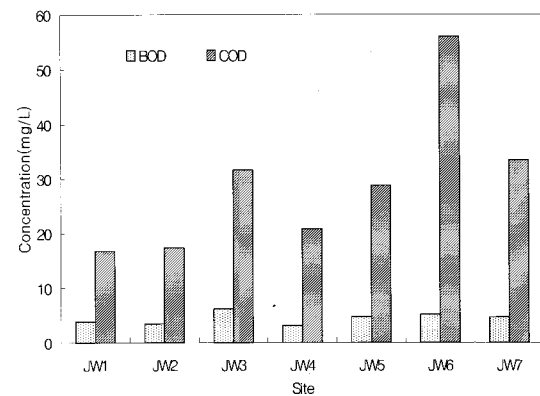


Fig. 4. Variation of BOD and COD in main stream of Jeongupcheon depending on sampling sites

된다. 정읍천의 경우도 지점별 BOD와 COD농도의 변화에서 상류지역보다 오염예상지역인 염색공장과 소규모 축사에서 오염물질이 배출되는 JW3과 정읍공단의 공장폐수가 유입되는 JW6지점을 통과하면서 BOD의 농도보다 COD의 농도가 하류로 갈수록 높아지는 것으로 나타났다(Fig. 4).

전반적으로 본류 및 정읍천의 COD농도는 BOD농도에 비하여 높게 나타났으며 하류지역의 경우는 그 농도의 차이가 더욱 크게 나타나는 경향을 보이고 있다. 이것은 동진강 유역의 오염원이라 할 수 있는 축산농가에서 배출되는 가축분뇨와 정읍천을 통한 도시생활하수 및 공장폐수 등에 난분해성 유기물질의 존재량의 증가와 그 유입이 커졌기 때문으로 판단된다<sup>10)</sup>.

조사기간 동안 본류 T-N의 지점별 평균농도 변화를 보면 4.16~5.84 mg/L의 범위로 전지역에서 4 mg/L이상의 높은 농도로 조사되어 대부분의 지역에서 영농활동이나 생활하수의 유입을 통한 질소의 오염이 이루어지고 있는 것으로 판단된다(Fig. 5). T-P의 경우 조사지점별 평균농도를 보면 0.061~0.19 mg/L의 범위로 상류보다 하류로 갈수록 높은 농도를 나타내는 것으로 조사되었다(Fig. 5). 정읍천과 합류후인 DJ6지

점의 T-P의 농도는 0.19 mg/L로 가장 높게 조사되었는데 이것은 정읍천이 생활 근거지가 밀집해 있고 그로 인한 생활하수와 부근에 산재되어 있는 공장들에서 배출되는 공장폐수의 유입에 의한 원인이 큰 것으로 판단되며, 동진강 유역의 수질 개선을 위해 시급하게 대책이 마련되어야 할 것으로 사료된다.

**조사시기별 특성**

본류의 BOD와 COD 및 T-N과 T-P의 조사 시기별 평균농도는 5~6월을 장마전 갈수기, 7~8월을 홍수기, 9~11월을 장마후 갈수기로 구분하여 Fig. 6과 Fig. 7에 나타내었다. 수질을 조사한 결과 COD의 평균농도를 보면 장마전 갈수기와 홍수기보다 장마후 갈수기에 높은 농도를 나타내는 것으로 나타났다. 이것은 홍수기 이후 수량이 적어 물의 이동이 거의 없었고, 상대적으로 하류의 정읍시와 신대인읍의 도시생활하수와 정읍공단의 공단폐수의 유입으로 인하여 COD의 오염부하가 커졌기 때문이었을 것으로 판단된다. BOD의 경우 조사 시기별로 뚜렷한 변화는 보이지 않았는데 이것은 분해가 가능하지 않은 난분해성 유기물질의 양의 증가에 기인한 것으로 판단된다.

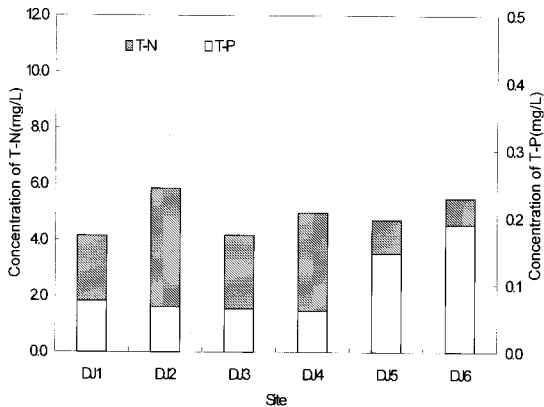


Fig. 5. Variation of T-N and T-P in main stream of Dongjin river depending on sampling sites.

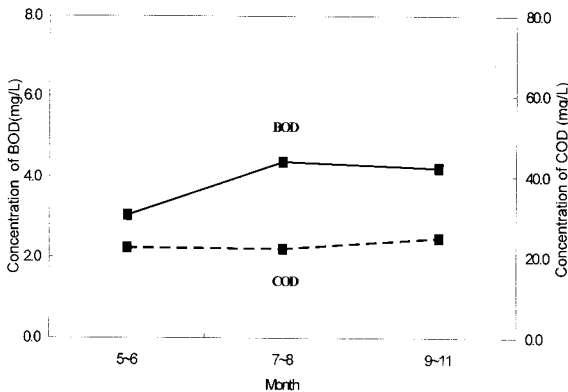


Fig. 6. Monthly changes of BOD and COD in main stream of Dongjin river averaged over sampling sites.

T-N과 T-P의 경우 장마전 갈수기와 강우에 의해 하천의 유량이 증가하는 홍수기와 비교하여 볼 때 T-N의 경우는 뚜렷한 변화를 보이지 않았으나, T-P의 경우 장마전 갈수기의 오염정도가 홍수기보다 높게 나타났다. 이것은 입자성의 형태로 많이 존재하고 있는 인이 6월의 집중강우로 인한 표토의 침식과 유량이 증가로 현탁상태의 유출이 이루어져 그 농도가 상승한 것으로 판단된다. 이후 장마후 갈수기로 갈수록 T-N과 T-P의 농도가 높아지는 것으로 나타났는데, 이러한 현상은 Fig. 8에 나타난 바와 같이 정읍천의 T-N과 T-P의 조사 시기별 농도에서 장마후 갈수기로 갈수록 농도가 상승하는 것으로 보아 점오염의 비중이 높은 도시유역을 통과하는 정읍천의 유입이 홍수기 이후의 장마후 갈수기에 농도가 상승하는 직접적인 원인이 된 것으로 판단된다.

**요 약**

본 연구는 동진강 유역의 수질 보전을 위한 기초자료를 얻기 위하여 동진강 본류와 이에 유입되는 정읍천을 대상으로 2001년 5월부터 11월까지 수질 모니터링을 실시하였다.

동진강 본류의 수질은 BOD기준으로 상수원 II~IV등급(2.84~6.45 mg/L)으로 지점별로는 DJ6(정읍천 합류후)이 4.07

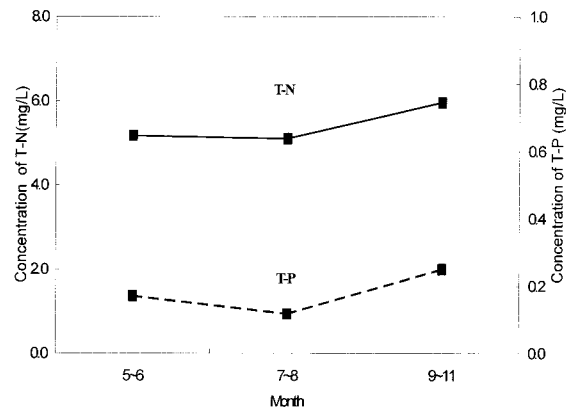


Fig. 7. Monthly changes of T-N and T-P in main stream of Dongjin river averaged over sampling sites.

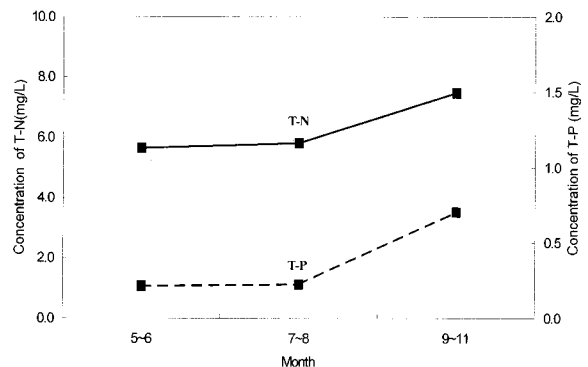


Fig. 8. Monthly changes of T-N and T-P in main stream of Jeongupcheon, averaged over sampling sites.

mg/L로 높게 나타나 III급수의 수질을 유지하였다. COD는 지점별로 11.20~32.96 mg/L의 범위로 정읍천 합류후의 농도가 32.96 mg/L로 가장 높게 나타나 정읍천을 통한 본류의 오염물질량의 증가를 알 수 있었다. T-N의 경우 4.16~5.84 mg/L의 범위로 유역 전반에 걸쳐 오염이 이루어지고 있는 것으로 나타났고, T-P의 경우 BOD, COD와 마찬가지로 정읍천 합류후가 0.19 mg/L로 타 지점에 비하여 높게 조사되었다. 본류의 COD의 경우 장마후 갈수기에 높은 농도를 나타냈고, T-P의 경우는 하천의 유량이 증가하는 홍수기보다 장마전 갈수기의 오염정도가 높고 이후 장마후 갈수기로 갈수록 수질이 악화되는 것으로 조사되었다. 동진강 수질의 오염은 주로 하류로 갈수록 그 정도가 심하게 나타나는데, 이것은 정읍천을 통해 유입되는 도시생활하수와 인근 공장단지의 산업폐수가 그 주 요인으로 오염물질(BOD, COD T-N 및 T-P)의 농도가 상승하는 주원인이 되고 있다. 따라서, 동진강 수계의 수질 관리를 위해 주 오염원이 되고 있는 정읍천의 도시생활하수와 공장단지에서 방류되는 산업폐수의 제어에 대한 대책이 먼저 이루어져야 할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. 권순국, 김복영, 김진수, 김태철, 윤춘경, 정재춘, 홍성구 (1998) 지역환경공학, 향문사, p.148-154.
2. Moon, Y. H., Park, J. M., Son, J. G. and Kim, K. H. (2001) Change in water quality on upper stream of Mankyeong river, *Kor. J. Environ. Agric.* 20(3), 252-257.
3. Uhm, M. J., Choi, S. J., Han, S. G., Kim, K. C. and Moon, Y. H. (2000) Irrigation water qualities along Dong-Jin river watershed during 1994-1998, *Kor J. Environ. Agric.* 19(2), 110-115.
4. Youngsan River Environmental Management Office (1995) Environmental White paper : 112.
5. 건설교통부 (2000) 한국하천일람.
6. 환경부 (2000) 수질오염공정시험방법.
7. Jung, J. B., Kim, B. J. and Kim, J. K. (1997) Water pollution in some agricultural areas along Nakdong river, *Kor. J. Environ. Agric.* 16(2), 187-192.
8. 기상청 (2001) 정읍기상관측소.
9. 國松孝男, 村岡浩爾 (1989) 河川汚濁のモデル解析, 技報堂出版, p.101-124.
10. Choi, C. H., Han, K. W., Cho, J. Y., Chun, J. C., and Kim, S. J. (2000) Pollutant loading and changes of water quality at the Namdae-cheon watershed in Keum river districts, *Kor. J. Environ. Agric.* 19(2), 26-31.