

만경강 및 동진강 수계의 BOD에 의한 수질 평가

이종식* · 정구복 · 김진호 · 윤순강 · 김원일 · 신중두

농업과학기술원 환경생태과
(2003년 4월 1일 접수, 2004년 3월 29일 수리)

Evaluation of Water Quality with BOD at Mankyong and Dongjin River Basins

Jong-Sik Lee*, Goo-Bok Jung, Jin-Ho Kim, Sun-Gang Yun, Won-Il Kim and Jung-Du Shin (National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea)

ABSTRACT : Biological oxygen demand (BOD) as a stream water quality indicator was monitored monthly in the Mankyong and Dongjin river basins from June 2001 to October 2002 to evaluate water quality as well as to get the information on the water quality management strategy in Semangeum reclamation areas. BOD in the Mankyong river was 5.4 mg/L in average during the survey and increased after the inflow of Iksan tributary, which was contaminated with livestock wastewater. BOD of Iksan tributary was maintained at 5.4 mg/L before joining the Wanggung tributary, however, that in the downstream was increased to 13.6 mg/L in average due to the inlet of the livestock wastewater. Meanwhile, BOD of Dongjin river was the average of 2.8 mg/L during the survey periods but it showed 3.5 mg/L when Jungeup tributary which was contaminated with sewage and industrial wastewater joined into the main stream. BOD in both Mankyong and Dongjin rivers decreased in 2002 as compared to that in 2001.

Key words: BOD (biological oxygen demand), water quality, Mankyong river, Dongjin river.

서 론

하천에 유입되는 오염물질은 자정작용에 의하여 정화되지만 자정능력을 초과하는 오염원이 유입될 경우 수질이 오염된다. 하천오염의 형태는 그 요인에 따라 여러 가지가 있지만 주로 유기물에 의한 오염으로 대도시 생활하수와 식료품 제조업 등 유기물을 다량으로 배출하는 공장폐수의 영향을 받는 수계에서 가장 일반적으로 발생한다¹⁾. 우리나라 대부분의 하천은 이러한 지속적인 오염물질의 유입으로 수질이 점점 더 악화되고 있는 실정이다. 비록, 상류지역의 수질이 비교적 양호하다고 할지라도 주택지역이나 산업지역을 통과하면서 그 수질이 악화되고 있다²⁾.

산업화와 도시화에 따른 인구집중으로 인해 도시하수, 산업폐수 및 축산폐수의 발생량이 매년 증가되고 있으며, 그 결과 하천의 수질을 오염시키는 오염원의 형태가 다양해지고 부하량이 크게 증가되고 있다^{3,5)}.

만경강 및 동진강 유역은 전라북도의 주요 농업생산지대로 인근 도시로부터의 생활하수, 주변 공단에서 배출되는 공

장폐수 및 축산단지 방류수 등의 영향을 지속적으로 받고 있으며⁶⁾ 유역 대부분이 농촌지역에 위치하고 있는 것을 감안할 때, 주요 농업용수원으로 사용되고 있는 두 수계의 수질 보전을 위한 수질 현황파악이 필요하다.

따라서 본 연구는 새만금 유역의 수질관리를 위한 기초자료 확보를 목적으로 만경강 및 동진강 본류의 수질에 미치는 주요 지천들의 영향을 평가하기 위하여 각 지천들의 본류 유입 전·후의 BOD 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2001년 6월부터 10월까지 그리고 2002년 3월부터 9월까지 동절기를 제외한 영농기간 동안 매월 1회 조사하였다. 만경강은 유로 연장 길이가 77.4 km로 상류 지역을 제외하고는 유속이 매우 느린 전형적인 곡류 하천이다⁷⁾. 만경강의 용수별 이용현황은 각각 생활용수 17.9%, 공업용수 11.1%, 농업용수 63.0%, 하천유지용수 8.0%⁸⁾로 농업용수원 이용률이 높은 하천이다. 영산강 홍수통제소 자료에 따르면, 만경강의 유역 면적은 1,527 km²이며, 토지이용 형태별로는 임야 702.5, 논 347.8, 밭 133.4 km²의 순이다. 동진강은 유로 연장 길이가 46.1 km로 만경강에 비해 짧으며, 유역 면적은 1,129 km²이다.

*연락처:

Tel: +82-31-290-0219 Fax: +82-31-290-0206
E-mail: jongslee@rda.go.kr

토지이용 형태별로는 임야 389.5, 논 350.7, 밭 125.4 km²로 만경강과 같이 임야>논>밭의 순이다. 하천별 농업용수량은 2002년 4월부터 9월 사이에 만경강으로부터 104,751천톤, 동진강으로부터 32,973천톤이 공급되었으며, 익산 도수로를 통해 52,498천톤의 금강용수가 탐천을 통해 이 유역에 공급되었다.

조사지점은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 주요 지천들의 본류 유입 전후를 수질조사 지점으로 선정하여 만경강 본류의 MK 1(고산천 상류), MK 2(소양천 유입후), MK 3(전주천 유입전), MK 4(전주천 유입후), MK 5(익산천 유입후), MK 6(계수문) 및 MK 7(만경강 하류) 등 7개 지점과 동진강 본류의 DJ 1(옥정호), DJ 2~3(농업지대), DJ 4(칠보천 유입후), DJ 5(정읍천 유입전) 및 DJ 6(동진강 계수문) 등 6개 지점에서 채수하였다. 또한, 만경강 및 동진강 본류의 수질에 큰 영향을 주는 것으로 판단되는 익산천과 정읍천의 주요지점과 각 지천 유입 전, 후의 하천 BOD를 조사하여 지천에 의한 본류의 수질변화를 평가하였다. 일반적으로 수역의 오염 현상은 유해성 금속이나 분해 곤란한 합성물질에 의한 오염을 제외하고는 BOD(biological oxygen demand, 생물학적 산소요구량)에 의한 수질악화가 주를 이룬다⁹⁾. BOD는 수중에 함유되어 있는 유기물질이 수중의 호기성 미생물에 의하여 분해될 때 증식된 미생물의 호흡작용 등에 의해 소비되는 산소량으로 유기물의 양을 측정하는 방법으로 본 연구에서는 환경부 수질오염공정시험방법¹⁰⁾에 의하여 윙클러-아지드화나트륨변법을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

만경강의 BOD 변화

만경강 본류의 평균 BOD는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 2001년도 6.7 mg/L에 비해 2002년도 4.5 mg/L으로 농업용수 수질기준 8 mg/L 보다 낮았으며, 연차별로는 2001년에 비해

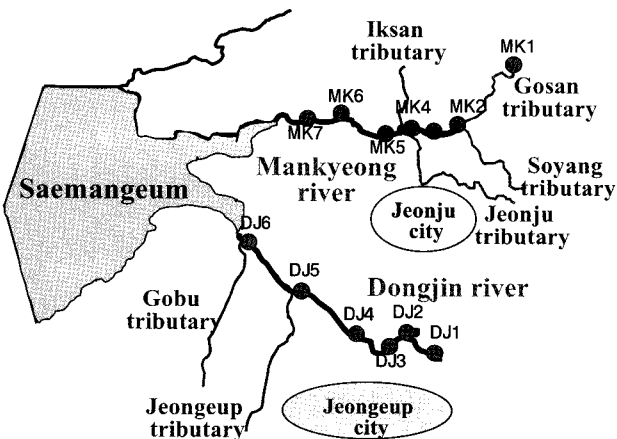


Fig. 1. Location of the sampling sites along the Mankyong and Dongjin river.

2002년에 수질이 양호하였다. 지점별로는 만경강 상류의 전형적인 농업유역인 고산천 및 소양천이 유입되는 MK 4 지점까지의 BOD는 1.8~3.5 mg/L으로 큰 차이를 보이지 않았으나 익산천이 유입된 후부터 수질이 크게 악화되었다. 익산천은 주변의 축산단지로부터의 미처리된 폐수가 유입됨으로써 수질이 악화된 하천으로 축산폐수는 고농도 유기물질을 함유하고 있어 수질오염에 미치는 영향이 비교적 큰 오염원이다. Lee 등⁹⁾의 보고에 따르면 만경강에 유입되는 총 오염 부하량 중 생활하수와 축산폐수가 74.2%로 수질오염의 주원인이라 하였다. 특히, 2001년의 경우에는 익산천의 유입으로 농업용수 수질기준치를 훨씬 초과한 것으로 나타나 익산천 관리가 만경강 수질 개선에 큰 영향을 줄 것으로 판단되었다.

Fig. 3은 조사기간 동안 만경강 본류 조사지점 전체의 평균 BOD를 월별로 나타낸 것이다. 조사기간 중 2002년 4월, 8월 및 9월의 BOD는 각각 2.5, 1.8, 및 3.3 mg/L로 다른 기간에 비해 낮았는데, 이는 채수 시기가 강우 직후로 늘어난 하천수량에 의한 희석효과로 판단된다. 또한, 전 조사기간의 평균 BOD는 5.4 mg/L로서 농업용수 수질기준치보다 낮아 새만금 사업과 관련하여 환경부에서 실시한 수질예측 결과¹¹⁾처럼 영양염류를 제외한 유기물 관련 항목은 농업용수로서 큰 문제가 없는 것으로 나타났다.

Fig. 2의 결과와 Yun 등¹²⁾의 연구 결과에서 만경강 본류의 수질에 큰 영향을 주는 지천이 익산천으로 판단됨에 따라 익산천의 주요 지점별 BOD를 조사하여 이 지역의 주요 오염원을 평가하였다. 조사기간 중 평균 BOD는 Fig. 4에서 보는 바

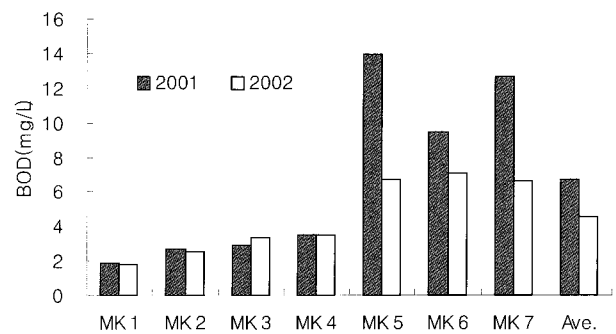


Fig. 2. BOD variations along Mankyong river.

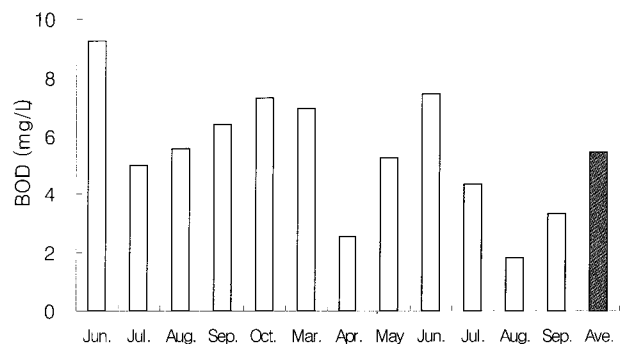


Fig. 3. Monthly changes of BOD along Mankyong river in 2001 and 2002.

와 같이 익산천 상류(IS 1 및 IS 2)와 왕궁천(WG 1)에서 각각 4.0, 5.4 및 4.8 mg/L이며, 이 두 지점이 합류된 IS 3 지점까지는 BOD 5.4 mg/L로 수질이 양호한 상태이었다. 그러나 축산단지로부터 배출되는 하수로 오염된 IS 4 지점은 BOD가 평균 87.8 mg/L로 수질이 크게 오염된 상태이다. 따라서 오염도가 높은 축산단지로부터의 폐수가 처리되지 않은 상태로 익산천에 유입됨에 따라 익산천 하류의 BOD가 13.6 mg/L 수준으로 수질이 악화되고 결국 만경강 본류의 수질을 저하시키는 것으로 나타났다. 새만금 유역의 농업용수 확보와 수질 보전을 위해서는 익산천 주변의 축산폐수 정화시설의 보강과 관배수로 정비가 시급한 실정이다.

동진강의 BOD 변화

Fig 5는 동진강 본류의 주요 지점별 평균 BOD를 나타낸 것으로 새만금 사업과 관련하여 환경부가 실시한 수질평가⁽¹¹⁾에서 만경강에 비해 양호한 수질로 평가된 동진강은 평균 BOD가 2001년 3.0 mg/L에 비해 2002년 2.6 mg/L로 만경강과 마찬가지로 2002년도 수질이 양호함을 보였다. 지점별로는 옥정호(DJ 1)를 제외한 상류 DJ 2~DJ 4 지점까지의 BOD는 1.6~2.2 mg/L로 수질의 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 정읍

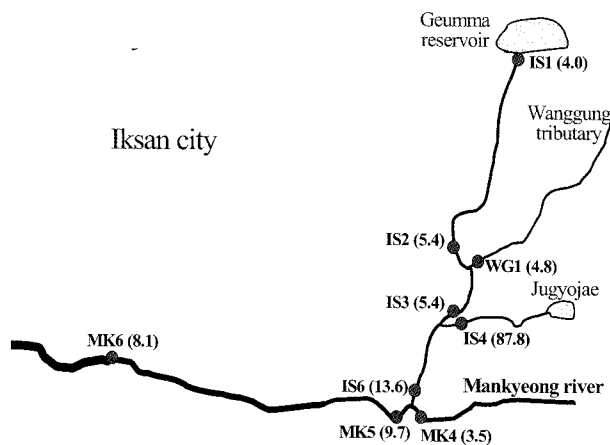


Fig. 4. Changes of BOD in Mankyong river (MK) as affected by inlet of Iksan tributary (IS). Figures in parentheses indicate BOD (in mg/L).

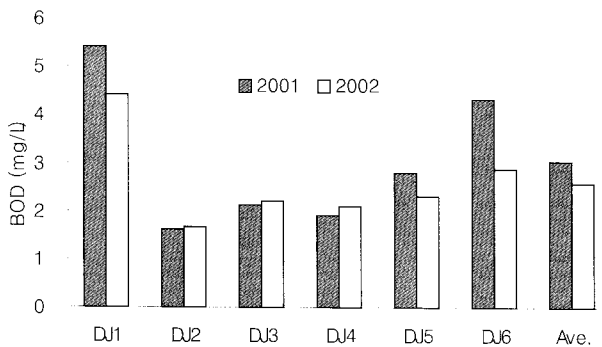


Fig. 5. BOD variation along Dongjin river.

시 인근의 DJ 5 지점부터 BOD 2.5 mg/L으로 수질이 악화되었으며, 정읍천이 합류된 이후의 DJ 6 지점에서 BOD가 3.5 mg/L으로 정읍천을 통한 정읍시와 신태인읍의 도시생활하수 및 공장폐수 유입이 주 오염원으로 작용되어 동진강 수계의 수질이 나빠지는 것으로 판단된다. 따라서 새만금 사업과 관련하여 이 지역의 수질관리를 위해서는 만경강 뿐 만 아니라 비교적 오염도가 낮은 동진강에 대한 지속적인 수질 모니터링과 오염방지를 위한 각 지점들의 관리가 요구된다. 특히, 하천의 흐름이 느린 곡류하천의 경우 하천 바닥의 침전물의 준설작업 또한 하천의 수질관리에 중요한 요인으로 판단된다.

Fig. 6은 동진강 본류 조사지점 전체의 평균 BOD를 월별로 나타낸 것으로 만경강에 비해 월별 BOD 차이는 크지 않았으며, 전 조사기간의 평균 BOD도 2.8 mg/L로 만경강의 평균 농도 5.4 mg/L보다 수질이 양호한 상태이었다.

도시 생활하수 및 공장폐수 등의 영향을 받는 정읍천에 의한 동진강 본류의 수질 영향을 평가하였다. Table 1에서 보는 바와 같이 정읍천 상류의 BOD가 3.1 mg/L에 비해 정읍천 하류의 BOD가 4.0 mg/L으로 변화가 적었으며, 수질이 양호한 상태이었다. 동진강 본류의 경우, 정읍천 유입전 BOD가 평균 2.0 mg/L을 보였으나 정읍천이 유입됨으로서 BOD가 3.5 mg/L로 증가하였다. 이러한 결과는 BOD의 차이는 있으나 정읍천 유입으로 동진강 본류의 수질이 악화된다는 Yun 등⁽¹³⁾의 보고와 같은 경향을 보였다. 결국 정읍천 유입이 동진강 본류의 수질을 저하시키는 것으로 나타났다. 따라서 동진강 유역의 수질 보전을 위해서는 정읍천 주변의 도시하수 및 공장폐수 정화시설의 보강과 철저한 관리가 필요하다.

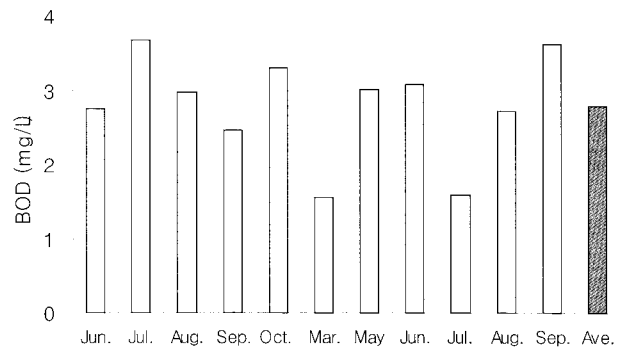


Fig. 6. Monthly changes of BOD along with Dongjin river in 2001 and 2002.

Table 1. BOD of Dongjin river as affected by inlet of Jeongeup tributary

Sites	2001	2002	Average
	mg/L		
Upstream of Jeongeup(JE) tributary	3.9	2.5	3.1
Downstream of JE	4.8	3.4	4.0
Dongjin before inflow of JE	1.9	3.4	2.0
Dongjin after inlet of JE	4.3	2.9	3.5

요 약

새만금 유역의 수질관리를 위한 기초자료 확보를 목적으로 만경강 및 동진강 유역의 개황과 각 하천 본류의 수질에 미치는 지천들의 영향을 평가하기 위하여 2001년 6월부터 2002년 9월까지 동절기를 제외한 영농 기간동안 매월 1회 주요 지천들의 본류 유입 전·후의 BOD 변화를 조사한 하였다. 만경강 수계는 미처리된 축산폐수로 오염된 익산천 유입 후 BOD가 증가하였으며, 전 조사 기간동안 평균 5.4 mg/L이었다. 만경강 수계에 큰 영향을 주는 익산천은 왕궁천과 합류되기까지 평균 BOD는 5.4 mg/L로 만경강 본류의 평균 농도와 같은 수질을 보였으나 인근 축산단지로부터의 축산폐수 유입으로 익산천 하류의 BOD는 평균 13.6 mg/L로 수질이 악화되었다. 동진강 수계는 조사기간 동안 평균 BOD가 2.8 mg/L로 만경강 보다 양호한 수질을 보였으며, 생활하수 및 공장폐수로 오염된 정읍천 유입으로 동진강 하류의 수질은 평균치 보다 다소 높은 3.5 mg/L을 나타냈다. 또한, 만경강 및 동진강 수계의 연차별 수질은 2001년도에 비해 2002년도에 BOD가 다소 낮은 경향을 보였다.

참고문헌

- 권순국, 김복영, 김진수, 김태철, 윤춘경, 정재춘, 홍성구 (1998) 지역환경공학, 향문사, p.148-154.
- Moon, Y. H., Park, J. M., Son, J. G. and Kim, K. H. (2001) Change in water quality on upper stream of Mankyong river, *Kor. J. Environ. Agric.* 20(3), 252-257.
- Ministry of Agriculture and Forestry, Korea Agricultural and Rural Infrastructure Corporation (2000) Water quality pollution source investigation of agricultural water, p.19-85.
- Choi, E. H. and Lee, S. R. (1982) Studies on the water quality along the midstream of Nakdong river in 1978-80, *Kor. J. Environ. Agric.* 1, 31-88.
- Ha, H. S. and Heo, J. S. (1982) A study on the irrigation water pollution of the Gimhae plain, *Kor. J. Environ. Agric.* 1, 22-30.
- 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.
- Lee, J. S., Ihm, B. S., Kim, H. S., Cho, D. S. and Lee, S. H. (1998) Studies on the distribution of hydrophytes in relation to water system character of Mankyung river, <http://apollo.mokpo.ac.kr/~planteco/frame1.html>.
- Lee, K. B., Lee, D. B., Lee, S. B. and Kim, J. D. (1999) Change in agricultural irrigation water quality in Mankyong river, *Kor. J. Environ. Agric.* 18(1), 6-10.
- 김종택 (1982) 환경오염공정시험법해설(수질분야), 신광출판사, p.42-43.
- 환경부 (2000) 수질오염공정시험방법.
- 농림부 (2001) 새만금사업 추진현황, p.12-15.
- Yun, S. G., Lee J. S., Jung G. B., Kim, M. K., Kim, S. J., Koh, M. H. and Eom, K. C. (2002) Evaluation of water quality characteristics on tributaries of Mankyong river watershed, *Kor. J. Environ. Agric.* 21(4), 234-247.
- Yun, S. G., Kim, W. I., Kim, J. H., Kim, S. J., Koh, M. H. and Eom, K. C. (2002) Evaluation of water quality characteristics on tributaries of Dongjin river watershed, *Kor. J. Environ. Agric.* 21(4), 234-247.