지류의 수질이 금호강 본류의 수질에 미치는 영향에 관한 연구

양득석 · 배현균^{1)*}

대구지방환경청, ¹⁾계명대학교 환경대학 지구환경학과
(2012년 7월 18일 접수; 2012년 9월 7일 수정; 2012년 10월 10일 채택)

The Effect of Branches on Kumho River's Water Quality

Duk Seok Yang, Hun-Kyun Bae^{1)*}

Daegu Regional Environmental Office, Jisan 1-dong, Suseong-gu, Daegu 706-091, Korea

¹⁾Department of Global Environment, School of Environment, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

(Manuscript received 18 July, 2012; revised 7 September, 2012; accepted 10 October, 2012)

Abstract

In this study, how branches of Kumho River affect to the water quality on Kumho River was investigated. Water samples from six sampling points at Kumho River and three at each branch were taken from Dec. 2009 to Dec. 2011. As results, Namcheon affected BOD and T-P concentrations on Kumho River while Sincheon did only T-P concentrations. However, the water quality of Kumho River was improved because of Sincheon in terms of BOD and COD concentrations. This was the results from management of Sincheon wastewater treatment facility and Jisan wastewater treatment facility which might be the best example for managing wastewater treatment facilities. Dalsecheon would not affect the water quality of Kumho River although it had bad conditions of water quality because of lack of its water quantity comparing to Kumho River's.

Key Words : Kumho River, Namcheon, Sincheon, Dalsecheon, Water quality

1. 서 론

금호강은 포항시 죽장면 가사령에서 발원하여 약 118 km를 흘러 대구시 달성군 화원읍에서 낙동강과 합류된다. 또한 금호강은 유역 내에서 발생하는 지표수를 낙동강에 돌려주는 역할을 하고 있어 지류로서도 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 식수, 농업용수 등 지역주민에게 필요한 물을 공급하고 있으며 더 나아가 지역주민에게 편안한 휴식처를 제공하여 친수공간의 역할까지 하고 있어 대구를 비롯한 인근 지역에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 70년대 이후 급격한 도

시화의 진행과 영천댐, 가창댐, 공산댐과 같은 인공댐이 건설되기 전까지는 하천유지용수가 풍부하고 생태계보전이 잘 되어 하천의 본래 모습을 잘 간직하고 자정작용이 탁월한 강이었으나 70년대 중반 이후 급속한 산업화의 물결에 따라 도시가 팽창하고 많은 공장들이 건설되면서 농공업폐수와 생활하수의 유입이 점차 증가하여 하천생태계가 크게 훼손되었다(경상북도 2006; 대구지방환경청 2000; 대구지방환경청 2005). 특히, 하류지역은 대구시에 밀집해 있는 주거지역과 공장 등에서 발생하는 각종 오폐수의 유입으로 거의 회생불능의 상태로 변하게 되었으며, 급기야 1984년 금호강하류에 위치한 강창교 지점의 BOD (Biochemical Oxygen Demand)는 무려 111 mg/ℓ로 전국에서 가장 오염된 강으로 변하여 오염의 대명사로 낙인찍히게 되었다. 더욱이 금호강 본류는 물론 지류를 막아 영천

*Corresponding author : Hun-Kyun Bae, Department of Global Environment, Keimyung University, Deagu 704-701, Korea
Phone: +82-53-580-5939
E-mail: hunkyunbae@kmu.ac.kr

댐을 건설하고, 생활용수공급을 위한 공산댐과 가창댐 축조 등으로 금호강의 유지용수는 급격히 줄어들게 되어 자정능력의 감소 등 하천의 본래 기능을 상실하게 되었고 금호강의 오염은 낙동강의 수질에도 영향을 미쳤다. 따라서 정부는 금호강의 수질 개선을 위해 1987년 생활오수와 산업폐수를 공동으로 처리할 수 있는 환경기초시설인 달서천하수종말처리장을 건설하여 오염물질을 처리하는 등의 노력을 기울였으나 예산부족은 물론 기업주들의 환경의식부족 등으로 큰 효과를 볼 수 없었다. 마침내 정부에서는 맑은물공급대책의 일환으로 대구지역 금호강을 살리면 낙동강수질도 개선된다는 신념을 가지고 많은 투자를 하였고 그 결과 1999년에는 금호강 강창교 지점의 수질이 BOD기준으로 5.1 mg/l 로서 환경기준 III등급에 해당하는 수질로 크게 개선되었다(대구지방환경청, 2005). 이러한 금호강의 역할과 중요성은 현재에도 변함이 없으며 개선된 수질의 유지를 위해 많은 노력을 기울이는 반면 금호강의 현황에 대한 자세한 연구나 조사는 미비한 실정이다. 특히 금호강의 지류들이나 금호강으로 방류수를 흘려보내는 환경기초시설들의 영향에 대한 조사나 연구가 전무하였다. 따라서, 본 연구에서는 대구시와 인근 경상북도 지역의 생활용수 및 친환경공간으로서 한층 더 그 중요성이 대두되고 있는 금호강의 수질에 지천이나 환경기초시설들이 어떠한 영향을 미치는지에 대해 조사하였다.

2. 자료 및 방법

2.1. 조사대상지역

금호강은 낙동강의 제 1 지류로서 총길이는 118 km이며 유역면적은 $2,147.9 \text{ km}^2$ 로서 낙동강 전체 유역면적 $23,326.3 \text{ km}^2$ 의 약 9.2 % 정도를 차지하고 있다. 대구를 중심으로 한 금호강유역의 연평균강우량은 $1,030.6 \text{ mm}$ 로 전국평균인 $1,159 \text{ mm}$ 보다 약 128.4 mm 적은편이며, 특히 이 중 65.8 %인 677.9 mm 가 하절기인 6~9월 사이에 집중되어 풍수기와 갈수기의 유량 차이가 심하여 풍수기에는 집중호우로 인한 수해발생으로 이어지고, 갈수기인 12월~4월에는 금호강의 하천유지수 부족으로 수질이 나빠지는 현상을 보이고 있다(최, 2003, 최, 2004). Fig. 1은 금호강과 연구대상이

된 지천을 나타내고 있다.

2.2. 금호강의 지천 및 환경기초시설

금호강의 주요 지천으로는 영천댐 상류의 자호천, 고촌천을 비롯하여 중류의 신녕천, 북안천, 남천, 율하천, 불로천 등을 거쳐 하류의 팔거천, 신천, 달서천, 이연천 등과 합류한다(황과 정, 2002). 금호강의 상류지역은 비교적 청정한 지역이나 중류이후 경산시와 하양시의 영향을 받는 남천의 합류로 금호강의 수질은 저하되며 하류지역에 위치한 대구시의 영향을 받는 신천, 달서천 등이 금호강의 수질에 가장 많은 영향을 주고 있다(이, 2008). 따라서 본 연구에서는 남천, 신천 및 달서천이 금호강 본류에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 조사를 수행하였다.

Fig. 1. Kumho River and its branches.

2.3. 금호강과 지류의 수질 조사

본 연구에서 본류의 경우 금호강 1지점 ~ 금호강 6지점 (Fig. 1)에서 시료를 채취하였고 지류의 경우 남천, 신천 및 달서천의 말단부에서 시료를 채취하였다. 시료채취는 지점에 따라 주간단위 또는 월별로 채수를 하였다. 전체 실험기간은 2009년 12월부터 2011년 12월까지였으며, 금호강 2를 제외한 모든 본류지점은 주간단위로 시료를 채취하였고 금호강 2 및 지천은 월단위로 시료를 채취하였다. 시료채취시 살균된 시료채취병을 사용하였고 채수시 각 지점의 물로 채수병을 세척하였으며 head space가 없도록 채수한 후 차광상

태로 실험실까지 운반한 후 분석을 수행하였다. 분석 항목은 BOD, COD 및 T-P였으며 모든 항목은 수질오염공정시험법에 준하여 분석을 수행하였다. 금호강의 지류들이 금호강 본류의 수질에 미치는 영향을 고찰하기 위해 남천 합류지점 이전인 금호강2와 남천 합류지점 이후인 금호강3의 수질을 남천 말단부의 수질과 비교하였다. 이와 같은 방법으로 나머지 두 지류, 신천과 달서천, 역시 합류 전후부의 수질과 지천 말단부의 수질 - 금호강4 및 금호강5와 신천, 금호강5 및 금호강6과 달서천 - 을 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2에서 금호강 각 지점의 BOD 농도를 나타내었다. 그래프에서 보는 것과 같이 상류인 금호강 1지점은 영천댐 바로 아래쪽에 위치한 지점으로 하천수질환경기준 1a 등급(1.0 mg/L)에 해당되는 매우 양호한 수준을 나타내고 있다. 이러한 결과는 금호강 1 지점이 인구가 밀집된 대도시에서 떨어진 지역이며 특별한 오염인자가 없기 때문이다. 그러나 경산시 하양읍에 위치한 금호강 2 지점의 경우 인근에 위치한 영천시와 금호읍의 영향으로 평균 BOD가 2.0 mg/L 를 나타내 하천수질환경기준 1b 등급의 수질을 나타내며 상류지역에 비해 농도가 다소 상승한 것을 볼 수 있다. 이러한 농도의 상승은 금호강 3지점 이후 급격하게 나타남을 그래프에서 보여 준다. 이는 금호강의 중

하류에 위치한 경산과 대구의 영향으로 사료되며 이러한 농도상승으로 판단하였을 때 금호강의 경우 자연정화에 의한 수질관리는 기대하기 어려운 실정이며 적극적인 수질관리가 필요함을 보여준다. 이러한 금호강의 오염상승의 원인을 파악하기 위해 금호강의 하류에 위치하고 있으며 경산과 대구를 관통하고 있는 3개 지류에 대한 조사를 실시하였다.

3.1. 남천의 영향

Fig. 3~5는 남천이 금호강의 본류에 미치는 영향을 파악하기 위해 금호강 2지점과 금호강 3지점 사이에 위치한 남천과 금호강의 수질 상관성을 보여주고 있는 그림으로 BOD 농도변화(Fig. 3), COD 농도변화(Fig. 4) 및 T-P 농도변화(Fig. 5)를 각각 나타내고 있다. 세 그래프에서 확인할 수 있듯이 남천의 경우 금호강 수질오염도 상승에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 즉, BOD, COD, T-P 모두 남천의 농도가 금호강 본류에 비해 월등히 높고 이러한 남천이 금호강에 합류함으로써 합류 이후 본류 수질을 상승시키고 있음을 알 수 있다. BOD와 COD의 경우 남천의 합류로 인한 상승폭이 크지 않고 남천합류지점 이후인 금호강 3 지점의 농도가 남천의 농도와 유사한 경향을 보였다. 반면 T-P의 경우 남천의 농도가 합류이전인 금호강 2 지점과 합류이후인 금호강 3지점에 비해 월등히 높은 것을 볼 수 있고 이러한 농도차이에 의해 남천의 합류로 금호강의 T-P농도가 급격히 상승하는 것으로 알

Fig. 2. BOD concentration changes over Kumho River. (2007~2011)

수 있다. 특히 T-P는 2011년부터 시행된 총량규제에 직접적으로 규제를 받는다는 것을 감안한다면 이 지점에서 T-P 저감을 위한 신속한 대책이 강구되어야 할 것이다(국립환경과학원 2004). 이러한 경향은 남천에 위치한 경산 하수처리장과 남천폐수처리장의 방류수가 절대적인 영향을 미치고 있는 것으로 추측되는데 특히 인농도는 하수처리장으로 유입되는 생활하수에 많은 영향을 받는 것으로 사료되며 방류수의 적절한 관리를 위해서는 고도처리시설을 도입하는 등의 노력을 통하여 방류수의 수질을 개선시키는 노력이 필요할 것이다. 또한 T-P는 고도처리시설을 가동한 경우에도 제거에 상당한 어려움이 따르고 자연적으로 제거되는 것 역시 매우 어렵다는 것을 고려했을 때 사후처리에 의존하기 보다는 비점오염원으로부터 T-P의 유입을 원천적으로 차단하는 노력이 강구되어야 할 것이다. 그러나 본 연구에서는 이들 시설의 방류수에 대한 조사가 수행되지 않아 방류시설에 대한 논거는 추론이므로 보다 나은 수계 관리를 위해서는 추후 이들 시설에 대한 연구가 뒤따라야 할 것이다.

3.2. 신천의 영향

Fig. 6~8은 금호강의 또 다른 지천인 신천의 영향을 고찰하기 위한 그래프이다. 신천의 영향을 고려하기 위해 신천의 합류이전인 금호강 4지점, 합류후인 금호강 5지점 및 금호강과의 합류직전인 신천의 말단부에서 시료를 채취하였다. Fig. 6은 이들 지점의 BOD, Fig. 7은 COD, Fig. 8은 T-P의 농도변화를 각각 보여 주고 있다. 흥미로운 점은 금호강 4지점과 금호강 5지점 사이에 위치한 신천의 경우 BOD와 COD의 농도 변화에 있어서는 남천과는 달리 신천의 합류로 인해 오히려 금호강 본류의 수질이 개선되는 것을 보여 주고 있다. 그래프에서 볼 수 있듯이 신천의 경우 대구시를 관통하고 있고 상류부근에 지산하수처리장이 위치하고 있으며 금호강과의 합류지점에는 신천하수처리장이 운영되고 있음에도 불구하고 신천의 BOD와 COD의 농도는 금호강합류 전후의 농도에 비해 현저히 낮음을 알 수 있다. 이는 신천 상류 쪽에 위치한 지산하수처리장의 경우 양호한 수질의 방류수(BOD 0.6 mg/L, COD 5.5 mg/L, T-P 6.33 mg/L)의 전량(약 23900 m³/일)을 신천 상류로 방류하고 있어

신천의 하천유지용수확보는 물론 수질개선에 많은 도움을 주고 있으며 금호강과의 합류지점에 위치한 신천하수처리장의 경우 하수처리장의 방류수 중 일부(약 100,000 m³/일)를 신천의 상류지점인 중동교 부근으로 보내 신천의 하천유지용수를 확보시켜 줌과 동시에 이 방류수들이 자연정화과정을 거쳐 더욱 정화될 수 있도록 했기 때문인 것으로 사료된다(대구광역시 환경시설공단, 2011). 이렇게 환경기초시설의 방류수를 긍정적으로 이용함에 따라 금호강의 주요 지천 중 하나인 신천의 수질이 관리됨에 따라 하천 본류의 수질이 오히려 개선되는 사례를 활용한다면 남천의 경우도 금호강 본류에 악영향을 미치는 것이 아니라 수량확보와 수질관리 양면에서 모두 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 T-P의 경우 신천 역시 남천과 마찬가지로 금호강의 본류에 악영향을 미치는 것으로 나타났다. 신천에서 BOD나 COD의 관리가 효율적으로 이루어지는 반면 T-P의 관리가 제대로 되지 않는 것은 신천하수처리장에서 생활하수 이외의 음식물쓰레기를 동시에 처리하기 때문인 것으로 사료된다. 신천하수처리장의 경우 타 지역의 하수처리장과는 달리 대구시의 음식물쓰레기를 함께 처리하고 있다. 즉, 수거된 음식물쓰레기를 탈수시킨 후 슬러지는 외부로 반송시키는 반면 탈수액을 하수에 합류시켜 하수처리시설에서 이들 음식물쓰레기 탈수액을 함께 처리한 후 방류를 함으로 영양물질의 농도가 타 하수처리시설에 비해 월등히 높을 수밖에 없는 실정이고 이러한 현실적인 문제로 인해 T-P는 BOD나 COD와 다른 경향을 보이는 것으로 사료된다. 현재 신천하수처리장에서는 이러한 문제를 해결하고 총량규제에 대응하기 위해 총인처리시설을 별도로 건설 중에 있으므로 총인시설의 확보 후 방류수의 T-P 농도가 어떤 경향을 보일 것인지에 대한 지속적인 모니터링을 통하여 T-P 역시 BOD나 COD와 같이 금호강의 수질에 긍정적인 역할을 할 수 있도록 관리에 만전을 기해야 할 것이다.

3.3. 달서천의 영향

Fig. 9~11은 금호강 5지점과 금호강 6지점 사이에 위치한 달서천과 금호강과의 수질 상관성을 보여주는 그래프이다. Fig. 9는 이들 지점의 BOD 농도 변화,

Fig. 3. Relationships among BOD concentrations at Kumho 2, Kumho 3, and Namcheon.

Fig. 4. Relationships among COD concentrations at Kumho 2, Kumho 3, and Namcheon.

Fig. 5. Relationships among T-P concentrations at Kumho 2, Kumho 3, and Namcheon.

Fig. 6. Relationships among BOD concentrations at Kumho 4, Kumho 5, and Sincheon.

Fig. 7. Relationships among COD concentrations at Kumho 4, Kumho 5, and Sincheon.

Fig. 8. Relationships among T-P concentrations at Kumho 4, Kumho 5, and Sincheon.

Fig. 9. Relationships among BOD concentrations at Kumho 5, Kumho 6, and Dalseocheon.

Fig. 10. Relationships among COD concentrations at Kumho 5, Kumho 6, and Dalseocheon.

Fig. 11. Relationships among T-P concentrations at Kumho 5, Kumho 6, and Dalseocheon.

Fig. 10은 COD, Fig. 11은 T-P의 농도변화를 각각 보여 주고 있다. 달서천에는 달서천하수처리장과 북부하수처리장이 위치하고 있어 달서천의 수질은 이들 2개 하수처리장의 방류수 수질에 의해 크게 영향을 받고 있다. 특히 달서천하수처리장은 염색공단 폐수처리장 방류수가 유입되어 이를 함께 처리하고 있어 달서천하수처리장 방류수의 수질이 악화되는 원인으로 작용하고 있으며 이는 달서천의 수질에 크게 영향을 미치고 있다. 따라서 이러한 달서천의 수질악화는 금호강 본류 수질에 많은 영향을 주고 있으며 이는 그래프에서 잘 나타나고 있다. 달서천의 경우 환경기초시설의 방류수가 생활하수보다는 공단폐수에 많은 영향을 받고 있어 BOD 농도의 경우 금호강 본류와 유사한 수준을 보여 금호강의 합류전후 BOD 농도를 비교했을 때 달서천의 영향을 크지 않았다. 그러나 COD의 경우 BOD와는 상당히 다른 경향을 보이고 있다. 달서천의 COD 농도의 경우 다른 두 지류와 달리 상당히 높은 농도 수준을 나타내고 있고 이는 달서천하수처리장으로 유입되는 염색공단 폐수처리장 방류수의 영향으로 사료된다. 즉, 난분해성 물질인 염색폐수가 COD 농도를 극단적으로 상승시키고 있는 것으로 사료된다. 그러나 이러한 고농도의 COD는 실질적으로 금호강 본류에는 큰 영향을 미치고 있지 않는 것으로 나타난 점은 흥미로운 점이었다. 이는 달서천이 합류하고 있는 부근에서의 금호강은 금호강 최하단부에 해당하는 지점으로 이 지점의 유량에 비해 달서천의 유량이 매우 적어 달서천의 높은 COD 농도가 금호강 본류의 COD 농도에 크게 기여하지 못하는 것으로 판단된다. 그러나 달서천의 높은 COD 농도는 향후 금호강 본류에 언제라도 악영향을 끼칠 수 있을 가능성이 있으므로 염색공단 폐수처리장에서 보다 적극적으로 COD의 농도 저감에 대처할 수 있어야 할 것이다. 따라서 달서천하수처리장과 북부하수처리장의 경우에도 신천과 같이 방류수를 하천유지용수로 재이용하는 방안을 강구하면서 염색폐수처리에 유리한 R/O (Reverse Osmosis System) 등을 이용한 고도처리를 통하여 방류수의 수질을 개선시킨다면 달서천 뿐만 아니라 금호강 본류의 수질관리에도 많은 도움이 될 것으로 전망된다(이, 2010). 달서천의 T-P 농도는 금호강 본류에 비해 소폭 상회하고 있으나 달서천이 금

호강에 합류되는 지점의 전후에서 T-P의 농도에 큰 차이가 없어 T-P 농도에 있어서는 달서천이 금호강에 직접적으로 영향은 미치지 않는 것으로 사료된다. 이 역시 금호강과 달서천의 유량차이 때문으로 사료된다. 따라서 금호강의 T-P 농도 상승은 남천과 신천에 의한 영향으로 보이며 특히 절대치에서 더욱 높은 농도를 보이고 있는 남천에 많은 영향을 받는 것으로 사료된다. 달서천에 위치한 환경기초시설에 대한 논거 역시 직접적인 방류수의 수질 조사를 통해 정확한 데이터를 제공할 수 있는 추후 조사가 뒤따라야 할 것이다.

4. 결론

본 연구에서는 지류가 금호강 본류의 수질오염 저하에 미치는 영향을 살펴보기 위해 금호강의 지류 중 경산과 대구를 관통하여 금호강의 오염도에 많은 기여를 할 것으로 예상되는 남천, 신천 및 달서천과 금호강 본류와의 수질 상관성으로 조사하였다. 남천의 경우 본류의 BOD와 T-P 농도에 많은 영향을 주고 있었고 이는 경산 하수처리장과 남천폐수처리장의 방류수에 의한 영향으로 사료된다. 신천의 경우 T-P 농도에 영향을 주고 있었으나 BOD와 COD 농도는 오히려 개선시키는 역할을 하고 있었다. 이는 신천하수처리장과 지산하수처리장의 방류수를 하천유지용수로 적절하게 이용하는 결과로 사료되며 이러한 환경기초시설의 운영은 향후 수계의 수질개선을 위한 좋은 모범 사례로 사료된다. 마지막으로 달서천의 경우 유량이 금호강 본류에 비해 절대적으로 적어 금호강의 수질에 직접적인 영향을 주지 않는 것으로 나타났으나 염색폐수의 영향으로 달서천의 COD농도는 매우 높은 수준으로 나타났고 향후 적절한 수계 관리를 위해서는 이에 대한 대처가 필수적일 것으로 사료된다. 결론적으로 금호강의 오염은 경산과 대구를 관통하는 지류에 절대적인 영향을 받고 있는 것으로 나타났고 이들 지천은 각 지천에 위치한 환경기초시설에 영향을 받는 것으로 사료되었으나 각 환경기초시설에 대한 조사는 본 연구의 범위를 넘어서 있어 구체적인 자료 제공은 할 수 없었다. 그러나 금호강의 수계관리를 위해서는 이들 환경기초시설의 관리가 필수적일 것으로

사료되며 이는 신천의 사례에서 명확히 확인할 수 있었다. 즉 신천에 위치한 환경기초시설인 신천하수처리장의 적절한 운영이 하천 본류에 얼마나 긍정적인 역할을 할 수 있는가를 보여주는 것으로 향후 금호강 뿐만 아니라 다른 하천 및 수자원의 관리를 위해서는 신천의 사례와 같이 환경기초시설의 방류수를 하천유지용수로 적극 이용하는 방안을 고려해야 할 것이다. 또한 환경기초시설에서 방류하는 물의 경우 단순히 수질기준을 준수하는 수준에서 만족할 것이 아니라 방류수가 직접적으로 배출되는 수계에 어떤 영향을 미치고 있는지에 대한 세밀한 조사를 통하여 수계에 긍정적인 영향을 줄 수 있는 수준까지 처리를 해야만 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2011년 대구녹색환경지원센터의 지원에 의해 이루어졌습니다.

참 고 문 헌

- 경상북도, 2006, 소규모수도시설 개선대책.
 국립환경과학원, 2004, 수질오염총량관리기술지침.
 대구광역시 환경시설공단, 2011, 일반현황(내부자료).
 대구지방환경청, 2000, 금호강의 어제와 오늘 그리고 미래.
 대구지방환경청, 2005, 살아 숨쉬는 금호강.
 이동화, 2008, 낙동강 유입하천의 수질이 본류 수계에 미치는 영향: 남강·황강 중심으로, 석사학위논문, 금오공과대학교.
 이정미, 2010, 낙동강유역에서의 효율적인 수질개선 방안 연구, 석사학위논문, 경북대학교.
 최병권, 2003, 오염총량관리제 시행을 위한 오염삭감량 할당방법, 석사학위논문, 한양대학교.
 최병두, 2004, 도시하천과 지속가능한 지역 발전: 금호강을 중심으로, 한국지역지리학회지, 10(4), 757-774.
 황병기, 정효준, 2002, 금호강 유역의 오염총량 관리 대책 수립, 한국환경과학회지, 11(10), 1125-1131.