

낙동강 하류 갈전지역에서의 강변여과수 수질평가

Evaluation of Bank Filtrate Water Quality in Galjon, the Downstream of the Nakdong River

이수영* · 정태학

Lee, Sooyoung* · Chung, Taihak

서울대학교 지구환경시스템공학부

(2002년 6월 21일 접수, 2003년 6월 16일 최종수정논문 채택)

Abstract

In this research, water qualities of river water and bank-filtrate were compared for six months including winter season. The location studied was Galjon area, the downstream of the Nakdong river. The well for bank-filtrate was installed 40 m apart from riverside. Main analytic results of bank-filtrate and river water were summarized as followings; the average concentrations in bank-filtrate were turbidity 0.8NTU, TN 0.4mg/l, BOD₅ 1.0mg/l, KMnO₄ consumption 1.6mg/l, heterotrophic bacteria 350cfu/ml, Fe 0.5mg/l, Mn 0.99mg/l while the average concentrations in river water were turbidity 6.1NTU, TN 3.9mg/l, BOD₅ 3.6mg/l, KMnO₄ consumption 11mg/l, heterotrophic bacteria 1,640cfu/ml, Fe 0.28mg/l, Mn 0.04mg/l. Water quality of bank-filtrate was mostly shown a good results than it of river water excepting Fe and Mn. In even basic constituents such as water temperature and pH, bank-filtrate was very settled while river water was extraordinary changable and high. In case of nitrogen, especially, total nitrogen of river water was 3.9mg/l while it of bank-filtrate was 0.4mg/l and its reduction was very high. The reason is that NH₄⁺-N among total nitrogen in the river water is nitrified and then denitrified in soil layer when it is pumped up as bank-filtrate. But Fe and Mn caused by the characteristics of soil was very high in bank-filtrate while Mn in river water was particularly very low and settled. As the distance between riverside and well was longer, concentration of Fe and Mn may be went up while its bacteria may be reduced.

Key words: water quality, bank filtrate, river water, inorganic, organic, bacteria

주제어: 수질, 강변여과수, 하천수, 무기물, 유기물, 박테리아

1. 서론

최근 중소도시의 수돗물에서 바이러스가 검출된

사례가 보고 되며 병원성대장균(O-157), 클립토스포리디움(*Cryptosporidium*) 등의 병원성 미생물오염에 대한 경각심이 전 국민에게 부각되고 있다. 미국의 경

*Corresponding author Tel: +82-2-880-8351, Fax: +82-2-889-0032, E-mail: sylec999@snu.ac.kr (Lee, S.Y.)

우 1993년 위스콘신주 밀워키에서 클립토프리디움 포자충에 의해 수식명이 사망한 사례와 2000년 5월 캐나다 온타리오주의 세균 감염으로 인한 노약자 사망등의 일련의 사건으로 볼 때 국내에서도 결코 안심할 수 없는 숙제로 남아 있다. 국내 상수원의 상당 부분을 차지하는 하천은 장기적인 가뭄, 건천화, 수온 상승등에 의해 오염이 더욱 심화되어 상수원으로 부적합한 경우가 늘어나고 있다.

낙동강 유역은 중상류에 이미 도시가 형성되어져, 대구시, 구미시가 속한 중류권역에만 수계전체 인구의 52%가 거주할 뿐만 아니라 각종 산업이 유치되어 오염부하량이 높아 수질관리가 대단히 불리한 입장이다(환경부, 2000) 또한 낙동강수계는 하천임에도 불구하고 하상구배가 매우 완만하고 유속이 느려 호소와 비슷한 양상을 나타내고 있으며 영양물질 과다 유입으로 유역에 따라서는 호소보다도 더 심한 부영양화도를 보이고 있다(송교욱, 1993) 특히, 질소원의 경우 금호강 합류 이후로는 본류의 총질소가 대부분 2.0mg/l를 상회하고 있으며, 질산성질소가 높은 비율로 분포하고 있다(허우명, 1995) 역사적으로 1991년의 폐놀오염사고, 1994년의 유기용제오염사고등 크고 작은 돌발적 오염사고가 발생하여 하류지역에서는 중상류지역에 대한 불만이 고조되고 있는 상황이다(환경부, 2000) 이러한 낙동강하류의 심각한 오염으로 인하여 하류에 위치한 물금, 본포등 여러 취수지역에서는 오염에 대응하여 고가의 시설비와 운영비가 요구되는 고도정수처리등이 불가피하게 적용되고 있는 실정이다. 그러나 이렇게 오염에 취약한 하천수에 대한 대체수자원으로 고려되고 있는 강변여과수는 유럽을 중심으로 공공상수원으로 오래 전부터 사용되어왔다. 하천수가 계절에 따라 수온, 탁도, 색도, 부유물질의 농도변화가 크고 유기물, 세균, 조류의 농도가 높은 반면, 강변여과수는 오염된 하천수가 대수층을 오랜 시간에 걸쳐 통과함에 따라 미생물과 각종 오염물질 농도가 낮고 수질이 안정되게 유지될 수 있다. 또한, 강변여과수는 인위적 혹은 돌발사고로 인한 오염대처능력이 크며, 단순히 취수정을 통해 쉽게 취수할 수 있는 장점이 있다(Degremont, 1991; 환경부, 1998).

일반적으로 강변여과수 수질은 대수층의 토양이나 지질과 밀접한 관계가 있어 토양종류에 따라 각종 광

물질이 소량 함유되어 있으며 토양내 유기물의 분해로 발생하는 CO₂가 높고, 실리카 성분이 하천수에 비해 높은 편이다. 반면 호소나 유속이 느린 하천수의 경우 영양물질 유입으로 인한 부양양화와 성층현상이 발생하여 수계바닥이나 정체대에 침적되었던 각종 오염물질의 용출에 따라 유해물질이 포함될 가능성이 크다(Sommerfeld, E.O., 1999) 강변여과수는 하천수에서 크게 문제가 되는 부영양화는 발생하지 않으나 환원상태의 철, 망간등 2가 금속과 Sulfide가 증가하며 오염된 지역의 경우 질산성질소의 농도가 높은 경우가 있다. 미국의 경우 지하수에서의 철농도는 수백 mg/l까지 검출되는 사례가 있으며, 망간은 보통 1mg/l 미만이나 지역에 따라 100mg/l 이상이 되는 곳도 있다. 하천수의 경우 조사지역 38%가 철농도 0.26mg/l를 상회한 것으로 조사되었다(AWWA, ASCE, 1999; 환경부, 1999).

국내의 먹는 물 수질기준에서는 철 0.3mg/l, 망간 0.3mg/l로 규제하고 있으나 선진외국의 경우 망간을 0.05mg/l 이하로 기준을 정하고 있으며, 배수시스템의 관리와 청결유지를 위하여 철은 0.1mg/l, 망간은 0.02 mg/l까지 처리해서 원수를 공급하고 있다(Sommerfeld, E.O., 1999).

본 연구에서는 낙동강 하류부에서 강변여과수와 하천수의 수질을 조사·분석하여 하천수의 오염정도와 함께 강변여과수의 수질특성을 파악하고 대체상수원으로서의 가치에 대해 평가하였다.

2. 재료 및 방법

하천수와 강변여과수의 수질을 연구하기 위해 설치한 취수정은 경남 창원시 대산면 갈전리 일대 강변에서 내륙 쪽으로 40m 떨어져 있는 곳에 위치해 있다. 이 지역 하류 1km에는 밀양수산교가 있고, 상류 5.3km 및 20km에는 본포리 및 이룡리가 각각 위치해 있다. 강변여과수와 하천수의 수질비교연구는 1998년 9월부터 1999년 2월까지 수행되었으며 이 기간동안의 하천유황은 저수위에 속하였고, 하천수의 수질이 좋지 않은 동절기가 포함되었다. 이룡지역에서는 환경부의 강변여과수 시범개발사업에 따라 강변에서 90m 지점에 취수정을 설치하여 1998년 4월 부터 1998년 12월까지 강변여과수와 하천수의 수질을 조

사한 바가 있다(환경부 경상남도, 1998) 본포지역에서는 한국수자원공사에서 운영하는 본포취수장이 있어, 마진공업용수 및 생활용수를 공급하고 있다. 또한 본 연구를 위해 설치한 취수정 인근에 창원시에서 별도로 설치한 취수정이 강변에서 내륙쪽으로 220m 떨어져 있다.

본 연구를 위하여 설치한 취수정은 실험 6개월 전부터 펌프용량 70m³/d로 연속 배출시켜 취수정 수위를 일정하게 유지시킨 후 강변여과수의 시료를 채취하였다. 초기에는 BOD, COD_{Mn}, TOC, SS, TN, TP를 포함하여 51개 항목을 분석하여, 반복되는 불검출 항목은 제외시키고 주요 20개 수질항목을 위주로 분석하였다. 시료 채취시 강우 직후는 피하였으며, 오후 1-2시 사이에 채취하였다. 수질분석은 먹는물 수질공정시험법과 환경 수질공정시험법에 준하여 시행하였다.

망간분석은 정량한계 0.005mg/l를 나타내는 이온 유도플라즈마(ICP, Maxion)를 사용하였고, 철은 쉽게 산화 및 침적될 수 있으므로 시료채취 즉시 질산으로 고정시켜 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

낙동강 하류 대산면 갈전리에서 6개월 연구기간동안 조사한 주요 항목은 pH, 탁도, 색도, 증발잔류물질, 철, 망간, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, T-N, 경도, KMnO₄ 소비량, 황산이온, 염소이온, 비소, 일반세균, 대장균군과 BOD, COD_{Mn}, TOC, SS로서 조사

결과를 물리적, 화학적, 생물학적 인자로 분류하여 평가를 하였다.

3.1. 물리적 수질특성

물리적 수질특성을 나타내는 항목은 수온, 탁도, 색도, 증발잔류물로 강변여과수와 하천수의 근본적 차이를 잘 보여주고 있다. Fig. 1은 강변여과수와 하천수의 수온변화를 나타낸 것으로 연구기간동안 강변여과수의 수온변화는 14-21°C로 평균 17°C인 반면, 하천수의 수온변화는 3-24°C로서 변화 폭이 훨씬 컸으며, 같은 날의 주야간의 수온차이 또한 크게 나타났다.

Fig. 2와 Fig. 3은 탁도와 색도에 대한 변화를 나타낸 것으로, 하천수의 탁도와 색도의 농도는 높고 변화가 큰 반면, 강변여과수는 아주 안정적으로 낮은 수치를 보여주고 있다. 연구기간동안 강변여과수의 평균 탁도와 색도는 각각 0.8NTU와 2.5도로서 하천수에 비해 아주 낮았으며, 심한 호우를 보인 1998년 10월 중순의 하천수 탁도 및 색도가 각각 12.5NTU, 30도로 상승된 경우에서도, 강변여과수의 탁도와 색도는 각각 1.2NTU, 3도로 안정된 수치를 나타내었다. 연구기간중 탁도와 색도의 평균농도는 하천수가 강변여과수에 비해 8배, 5배 높게 나타났다.

Fig. 4는 강변여과수와 하천수의 증발잔류물로서 총고형물(TS) 농도로 나타내었다. 연구기간동안 강변여과수와 하천수의 총고형물농도는 모두 먹는물 수질기준이하로 검출 되었다. 강변여과수 총고형물농도는 탁도가 높은 하천수가 대수층을 통과하면서 크게 감소하게 되어지는 면과 대수층을 통과하면서

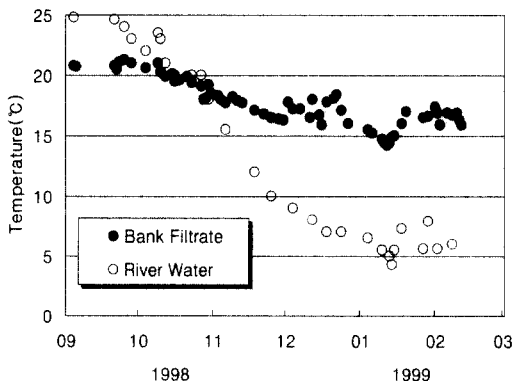


Fig. 1. Temperature of bank filtrate and river water.

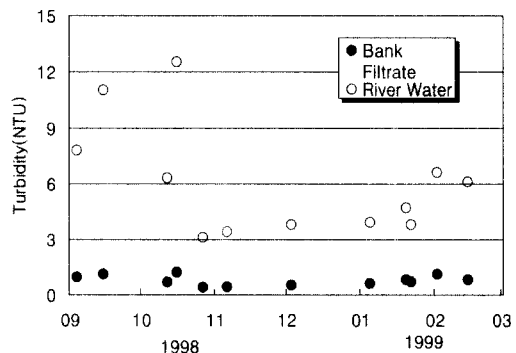


Fig. 2. Turbidity of bank filtrate and river water.

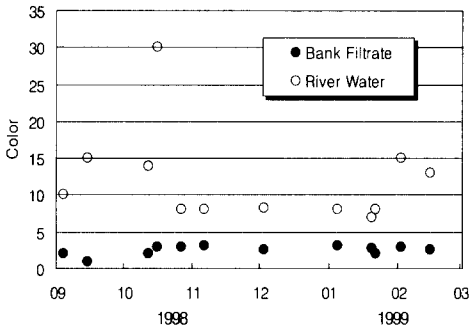


Fig. 3. Color of bank filtrate and river water.

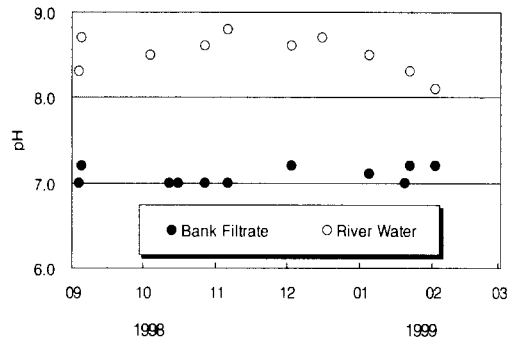


Fig. 5. pH of bank filtrate and river water.

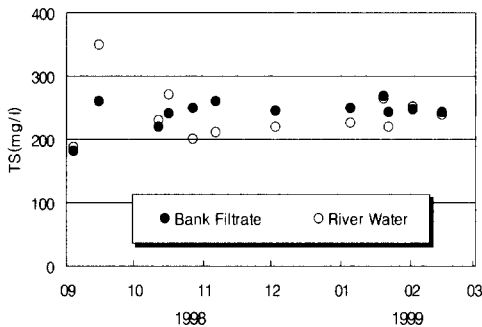


Fig. 4. Total solids of bank filtrate and river water.

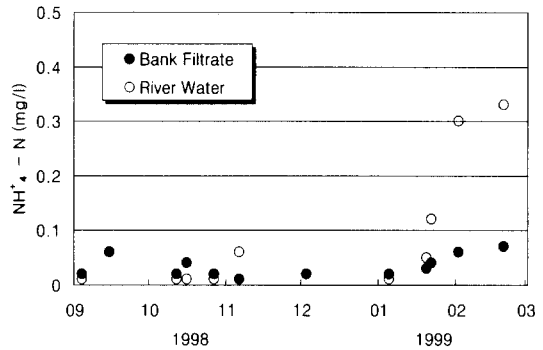


Fig. 6. $\text{NH}_4^+\text{-N}$ of bank filtrate and river water.

토양을 구성하는 용존성 무기물질이 용출되어 증가하는 면이 있으므로 결과적으로는 하천수의 총고형물농도와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

3.2. 화학적 수질특성

3.2.1. 무기물질

연구기간 동안 주로 비교한 강변여과수와 하천수의 무기물질은 pH, 질소, 철, 망간, 경도를 대상으로 하였다. pH의 경우 7.0 내외가 바람직하나 Fig. 5에서 볼 수 있는 것처럼 하천수의 pH는 8.1-8.8로서, 연구기간 내내 알칼리성을 유지하였다. 하천수 pH의 상승원인은 조류의 영향으로 판단되며, pH와 조류농도가 높게 되면, 정수처리의 기본공정인 응집, 침전 그리고 여과 효율이 저하되는 문제가 발생하게 된다 (송교욱, 1993; 허우명, 1995) 반면, 강변여과수는 하천수의 pH가 높음에도 불구하고 연구기간동안 7.0-7.2로서 일정하게 유지가 되었다.

Fig. 6은 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 농도로서, 강변여과수는 평균 0.034mg/l, 하천수는 평균 0.080mg/l로 둘다 낮은 농도를 유지하고 있으나 하천수의 경우 갈수가 되는 2-3월에 증가된 것을 볼 수 있다. Fig. 7은 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 농도로서 하천수의 경우 2.1mg/l에서 계속 증가하여 4.3mg/l까지 상승되는 반면 강변여과수는 이 기간 동안 0.1-0.5mg/l의 범위로 아주 낮은 농도를 유지하고 있다. 하천수의 질소농도는 가뭄에 따른 하천유량 감소와 외부요인에 영양을 많이 받는데, 1997. 1-1999. 4(2년 4개월) 동안 본포지역에서의 1-3월까지의 하천수의 TN 평균농도는 5.5mg/l, 8-10월까지의 TN 평균농도는 2.6mg/l로 변화를 보이며, 전 기간의 TN 평균농도는 4.1mg/l로 평균 BOD_5 농도 3.4mg/l 보다 높은 특성을 보이고 있다. 암모니아성질소 역시 1-3월이 가장 높게 나타나는 것으로 조사되었다. 연구기간동안의 갈전과 인근지역 본포, 이릉지역 하천수의 암모니아성질소 평균농도 범위는 0.02-0.22mg/l이고,

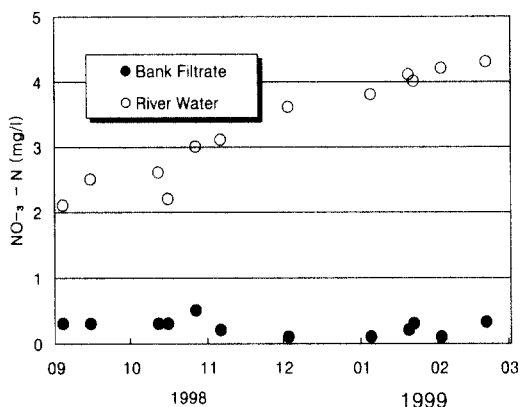


Fig. 7. NO₃-N of bank filtrate and river water.

질산성질소는 2.4-3.3mg/l로, 평균 TN이 3-4mg/l 정도였다. pH가 높을 경우 NH₄⁺-N은 NH₃-N로 전환되어 생물에 독성을 띄게 되는데, 각 지역에서의 pH 최고치는 이릉 8.7(98년 11월), 본포 9.3(99년 11월), 갈전 8.8(98년 11월)로서 NH₃-N로 전환될 수가 있다.

반면, 강변여과수의 TN 농도는 아주 낮아, 질소(암모니아성질소+질산성질소)가 0.16-0.50mg/l의 범위로서 안정적인 수치를 보였는데, 이는 하천수가 비교적 적정 온도를 유지하는 토양매질을 체류하면서 질산화와 탈질반응에 의해 제거된 것으로 사료된다. 그러나 이릉지역의 일부 취수정에서는 질산성질소가 평균 7.5mg/l나 검출되었는데 이는 배후지의 밭, 과수작물 재배를 위해 과량 사용된 비료나 퇴비가 주요 원인인 것으로 추정된다. 대수층이 오염되지 않은 본 실험지역 갈전에서의 강변여과수 TN은 0.4mg/l로서 하천수 3.9mg/l에 비해 10배나 낮은 농도를 보이고 있다.

Fig. 8과 Fig. 9는 강변여과수와 하천수의 철과 망간 농도로서 일반적으로 하천수의 경우 철, 망간의 농도가 낮아야 하지만 철은 먹는물 수질기준 0.3mg/l에 가까운 평균 0.28mg/l로서 일부 기간동안 0.3mg/l를 상회하였다. 반면, 망간은 평균 0.042mg/l로 연구기간내내 안정적으로 낮게 유지되고 있었다. 동일 연구기간 조사된 이릉지역 하천수 경우도 철은 평균 0.65mg/l로 먹는물 수질기준 이상을 나타낸 반면, 망간은 평균 0.050mg/l로 안정되게 낮은 수치로 갈전지

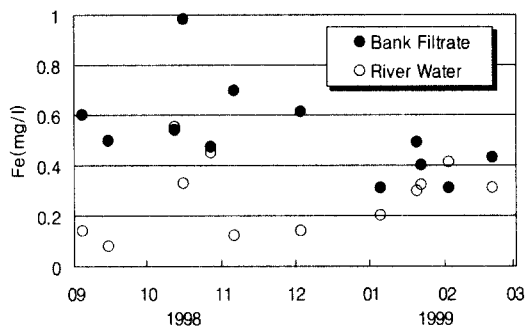


Fig. 8. Fe of bank filtrate and river water.

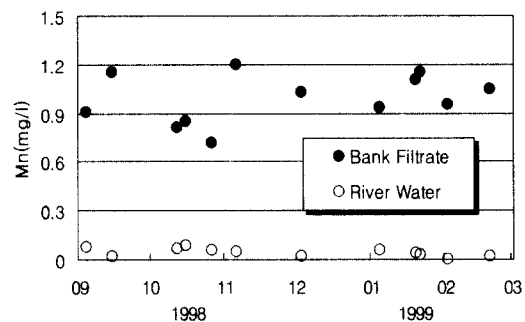


Fig. 9. Mn of bank filtrate and river water.

역의 하천수와 비슷한 경향을 보이고 있었다. 하천수와는 달리 강변여과수는 철 0.3-1.0mg/l, 망간 0.7-1.2mg/l로서, 전 기간 먹는물 수준기준을 상회하여 철과 망간의 평균농도는 각각 0.50mg/l, 0.99mg/l이었다. 특히 망간농도는 선진외국 기준인 0.05mg/l보다는 거의 20배가 높아 상수원으로서의 이용시 적절한 처리가 요구된다. 한편 본 연구지역에 설치된 취수정보다 180m 내륙으로 더 떨어진 지역에 설치된 강변여과수의 철, 망간농도는 각각 3.0mg/l, 3.2mg/l로서 동일지역일지라도 지역적 지질여건, 취수정 굴착깊이, 강변에서의 취수정과의 이격거리에 따라 농도의 차이가 있었다.

Fig. 10은 강변여과수와 하천수에 대한 경도를 나타낸 것으로서 경도는 Ca²⁺, Mg²⁺의 기타 양이온 농도에 영향을 많이 받게된다. 강변여과수의 평균농도는 120mg/l으로 하천수보다는 높은 편이나 먹는물 수질기준인 300mg/l 이하를 만족하고 있었다.

이 이외의 비교된 무기물질로는 황산이온, 비소 및

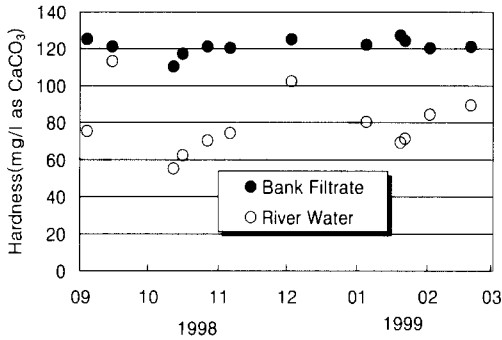


Fig. 10. Hardness of bank filtrate and river water.

염소이온으로, 비소의 경우 국내의 지하수에서 검출 사례가 있으나 본 연구기간동안에는 검출되지는 않았다. 비반응 물질인 염소이온은 과다한 취수의 경우 해안면에 위치한 취수정에서 염수가 침투할 우려가 있으나 본 실험지역은 강변여과수와 하천수의 농도가 각각 21mg/l, 20mg/l로서 염수침입의 영향은 없었다. 황산이온은 황과 함께 지표하에서 생물작용에 영향을 받는 물질로서 산화환원 작용에 따라 농도의 차이가 발생할 수 있다. 황산이온에 대한 강변여과수와 하천수는 각각 35mg/l, 46mg/l로서 연구기간동안 농도변화가 적었으며, 이용지역의 경우도 강변여과수와 하천수 황산이온농도가 각각 39mg/l, 47mg/l로서 본 실험결과와 비슷한 경향을 보이고 있었다.

3.2.2. 유기물질

유기물 총량을 나타내는 항목으로 $KMnO_4$ 소비량, BOD, COD_{Mn} , TOC가 있으며, 이중 $KMnO_4$ 소비량은 먹는물 수질기준에 속하는 항목으로 수중에 쉽게 산화될 수 있는 철, 황화수소, 유기물을 분해하여 소모량으로 나타나는 값이다. Fig. 11은 강변여과수와 하천수의 $KMnO_4$ 소비량을 나타낸 것으로서 강변여과수의 $KMnO_4$ 소비량은 평균 1.6mg/l, 대부분 2mg/l 이하를 나타내고 있는 반면, 하천수는 8.3-16mg/l, 평균 11mg/l 정도로 강변여과수 보다는 7배나 높고 농도변화도 심하였다. Fig. 12는 강변여과수와 하천수의 유기물질 총 농도를 비교한 것으로서 강변여과수 농도는 대부분 1.0mg/l 정도이나 하천수는 강변여과수에 비해 BOD, COD_{Mn} , TOC가 각각 3.6배, 5배, 5배 높게 검출되었다.

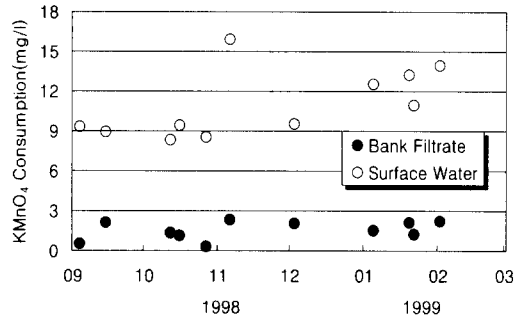


Fig. 11. $KMnO_4$ consumption of bank filtrate and river water.

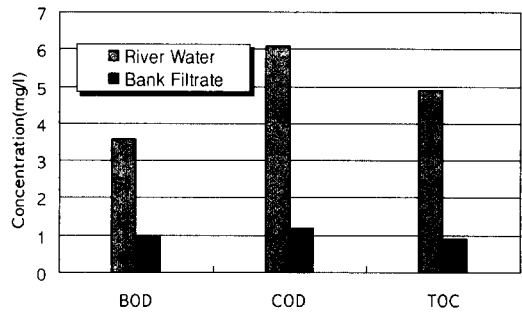


Fig. 12. BOD, COD and TOC of bank filtrate and river water.

개별유기물질 측정항목으로는 먹는물 건강상 유해 영양 유기물질 17개항을 분석하였으며, 페놀, 벤젠, 톨루엔등의 방향족화합물류, THMs, 트리클로로에틸렌등의 유기염소계화합물류, 다이아지논, 파라티온등의 농약물류등이 분석결과, 하천수 및 강변여과수가 3회 연속 모두 불검출 되었다.

3.3. 생물학적 수질특성

정수처리공정에서 완속여과는 세균제거 역할을 하는 공정의 하나로 급속여과보다는 제거능력이 크다. 이와 비슷하게 강변여과수는 하천수가 대추층에서 수심일간 체류하면서 통과하기 때문에 하천수에 함유되어 있던 세균이 여러기작으로 제거되어진다. Fig. 13에서 나타난 바와 같이 강변여과수와 하천수의 일반세균수는 각각 1,640cfu/ml, 350cfu/ml로서, 강변여과수가 하천수에 비해 5배나 큰 제거능력을 보이고 있다. 그리고 1998년 10월 중순 호우의 영향을 받은 수치를 제외한다면 강변여과수의 일반세균수는 140cfu/ml로, 안정적으로 낮은 값을 보이고 있다. 이

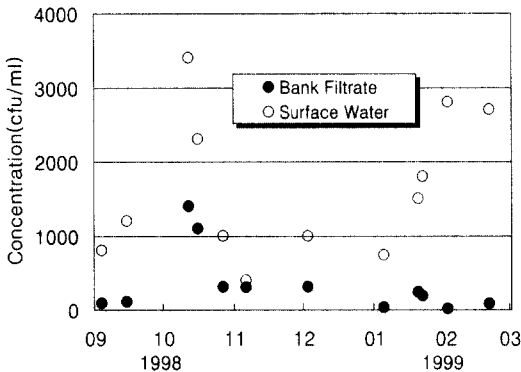


Fig. 13. Heterotrophic bacteria of bank filtrate and river water.

통지역도 유사하게 하천수와 강변여과수의 일반세균 평균농도가 각각 4,518cfu/ml, 105cfu/ml로서 하천수의 농도가 훨씬 높았다. 대장균군의 경우 하천수는 항상 양성을 나타낸 반면, 강변여과수는 음성과 양성을 각각 나타내었으며 일반세균이 100cfu/ml 이하가 될 때에는 음성을 나타내고 있었다. 본 실험지역 취수정에서 내륙으로 180m 더 이격된 곳에 설치된 취수정에서의 강변여과수 일반세균은 19회 측정중 11회나 불검출 되었고 평균 14cfu/ml로 아주 낮았으며, 대장균군은 15회 측정 모두 음성을 나타내었다. 즉, 강변여과수의 미생물수는 동일지역이라도 강변에서의 이격거리가 멀수록, 굴착심도가 깊을수록 미생물의 저감효과가 컸다. 그러므로 위생적인 면을 고려한다면 취수정 이격거리나 굴착심도를 조절하여 토양층 체류시간을 늘려 대장균군과 일반세균을 불검출시킬 수도 있을 것이다. 이는 국내외적으로 문제가 되고 있는 병원성 원생동물인 *Giardia*나 *Cryptosporidium*의 관리를 위해 탁도를 규제하고 있는 것으로 볼 때 충분한 대수층 체류시간을 거친 강변여과수는 탁도가 아주 낮으므로 병원성 미생물에 대해서도 효과적인 대처가 가능할 것으로 보인다.

5. 결론

낙동강 하류에 위치한 창원시 대산면 갈전지역에서 동절기를 포함한 6개월간 강변여과수와 하천수의 수질을 51항목으로 분석한 결과, 페놀, THMs, 다이아지논등 건강상 유해유기물질 17항목과 암모니아성 질소 및 질산성 질소를 제외한 건강상 유해무기물질

8항이 불검출 되었다. 그러나 나머지 항목에 있어서 하천수는 BOD 3.6mg/l, 과망간산염소비량 11mg/l, TN 3.9mg/l로, TN이 BOD 보다 높은 상태이고, 수질의 기본항목이 되는 수온, pH 및 탁도도 각각 3-24°C, 8.1-8.8, 3-13 NTU로서 변화가 심하고 농도 또한 높았다. 그러나 이렇게 오염된 하천수가 일정한 수온과 pH 조건을 유지할 수 있는 토양층을 지나면서 취수된 강변여과수는 BOD, 과망간산염소비량, TN이 각각 1.0mg/l, 1.2mg/l, 0.4mg/l로서 하천수에 비해 3.6배, 7배, 10배 낮았다. 이는 하천수가 토양매체를 통과하면서 토양층내에서 생물학적 질산화와 탈질반응에 의해 유기물과 질소가 동시에 제거되었기 때문이다. 생물학적 수질특성인 일반세균과 대장균군의 경우에도 하천수는 항상 먹는물 수질 기준치 이상을 나타낸 반면, 강변여과수는 비교적 낮은 편으로 일반세균이 하천수 보다 5배 낮게 검출되었다. 그러나 일부 수질항목에서는 강변여과수 농도가 하천수보다 높았는데, 이들 대부분이 토양특성에 기인하는 이온성물질로서, 경도, 중발잔류물, 철, 망간등이었다. 이 가운데 경도와 중발잔류물은 먹는물 수질기준에 만족하였으나 철과 망간은 연구기간동안 항상 먹는물 수질기준을 상회하였으며 특히, 망간은 평균 0.99mg/l로 높은 수치를 나타내었다. 그러나 하천수의 망간은 0.042mg/l로 아주 낮고 안정된 상태로, 일반적인 하천수 수질성상과 같이 낮은 농도의 망간 함유량을 보이고 있었다.

강변여과수에서 먹는 물 수질 기준 이상의 항목으로는 철, 망간, 일반세균, 대장균군, 탁도로서, 이런 초과항목의 수질관리 방안중의 하나로 강변에서 취수정까지의 이격거리를 크게 하거나 굴착심도를 깊게 유지할 경우, 일반세균, 대장균군, 탁도는 저감되어지나 철과 망간농도는 오히려 증가되는 Trade-Off가 발생한다. 그러므로 강변여과수 개발시에는 적정 취수량과 강변여과수 수질, 대수층의 환경 및 이격거리, 체류시간등을 동시에 고려해야 할 것이다. 그러나 본 연구기간동안의 결과로는 낙동강 하류 하천수질 오염이 비교적 심각함에도 불구하고에서 취수된 강변여과수는 철·망간을 제외한 대부분의 항목에서 오염이 크게 저감되는 효과를 볼 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2002년도 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음.

참고문헌

- 송교육, 박혜영, 박청길(1993) 낙동강 수계 수질관리를 위한 모델링(I) — 영양염류 분포특성에 관한 연구, 한국수질보전학회지, **9**, pp. 41-53.
- 오정진, 이송희(1997) Fe Mn 제거를 위한 정수처리 기법, 수도, **24**(2), pp. 68-76.
- 영남대(1999) 21세기 국제환경문제 심포지움, pp. 12-32.
- 허우명, 김범철외(1995) 낙동강 수계의 인, 질소 및 Chl.a 농도분포, 한국육수학회, **28**(2), pp. 175-181.
- 환경부(1997) 상수도시설기준, pp. 300-363.

- 환경부(1998) 전국 수도종합계획, pp. 343-367.
- 환경부(1998) 이릉지구 강변여과수 시범개발 조사사업 실증실험보고서, 경상남도.
- 환경부(1999) 지하수 수질기준 타당성 검토 및 조정방안 연구, pp. 18-31.
- 환경부(2000) 환경백서 2000, pp. 352-389.
- 丹保憲仁, 松本孝子(昭38. 3) 過マンガン酸カリラムによる水道原水中のマンガン處理, 水道協會雜誌, 第342, pp. 43-56.
- AWWA, ASCE (1997) *Water Treatment Plant Design*, 3rd Ed. pp. 283-320.
- Degremount (1991) *Water Treatment Handbook*, 6th Ed.
- Sommerfeld, E.O. (1999) *Iron and Manganese Removal Handbook*, pp. 1-158.
- William R. Knocke, et al. (1994) Examining the reactions between soluble iron, DOC, and alternative oxidants during conventional treatment, *Journal AWWA*, pp. 177-127.