

팔당수계 소하천의 토지이용에 따른 오염물질 특성

The Characteristic of pollutions according to Landuse for a Small Watershed in PALDANG Water system

송철민*, 박병현**

Chul Min Song, Byung Hyun Pak

요 지

지난 2008년 11월 중앙정부와 팔당수계 7개 시·군은 수질보전과 더불어 지역사회의 개발을 위해 2008년 ‘수질오염총량관리제도’(이하 오총제)의 의무제 도입을 합의하였다. 오총제의 의무제 도입에 따라 수행되어야 할 각 유역별 토지이용 특성 분석 및 배출되는 오염물질의 정도의 명확한 규명이 이루어지지 않고 있기 때문에 유역관리의 방향 설정이 어려운 상황에 놓여있다.

이에 본 연구는 기존의 농도규제에서 좀 더 과학적 수질관리 기법인 총량관리 개념의 ‘수질오염총량관리제도’의 도입에 따라 효율적이며 과학적인 소유역 관리를 위해, 토지이용과 오염물질 유출 간의 관계를 파악하고자 하였다. 대상유역은 앞서 언급한 7개 시·군의 각각 주요 하천 3개소를 선정하여 총 21개소를 2009년 6월부터 12월까지 7개월 동안 월 3회씩 BOD 및 COD를 모니터링 하였다. 또한 그 유역을 전수조사를 통해 토지이용도를 조사하였다.

연구결과를 요약하면, 토지이용에 따른 산림지역이 가장 많은 지역은 가평군·남양주시로 나타났고, 도시 및 주거지가 많은 지역은 여주군, 용인시 및 이천시이며, 농지가 많은 지역은 양평군·여주군으로 나타났다. COD 및 BOD의 배출 정도는 농지와 도시 및 주거지가 많은 지역에서 높은 수준($p < 0.05^*$)으로 나타났으며, 특히 도시 및 주거지가 많은 유역에서 그 정도가 더욱 심각한 것으로 나타났다. 이에 반하여 임지의 토지 이용률이 증가할수록 BOD 및 COD 평균농도는 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.001$).

핵심용어 : 팔당수계, 수질오염총량관리제도, BOD, COD, 유역 토지이용현황

1. 서 론

팔당호의 유역면적은 약 23,800km²이며, 53% 국민의 식수원으로 쓰이는 세계적으로도 대단위 규모의 상수원이다. 때문에 팔당호에 대한 관리는 과거부터 현재까지 지속적으로 중요시 되고 있다. 그러나 팔당수계의 북한강 및 남한강 수계 내에서는 지속적인 지역개발의 요구가 팽배해져 있는 상황이고, 특히 불과 팔당수계에 3%를 차지하고 있는 경안천 유역일지라고 밀집된 도심지역과 많은 오염원 분포와 더불어 적은 수량으로 인하여 수질관리상 많은 문제점을 안고 있다. 이러한 문제로 중앙정부의 수질관리 정책인 맑은 물 공급종합대책(1989) 등 6차례 물 관리 종합대책을 수립 및 추진을 거쳐 1998~2005년까지 4대강(한강, 금강, 낙동강 및 영산강) 관리종합 대책을 시행하였다. 그 결과, 낙동강은 II급수 달성을 하였으며, 금강 및 영산강은 I급수로 수질이 향상되지는 못했지만, II급수의 수질을 유지하는 실정이다.

이에 중앙정부는 국가적 차원의 수질문제가 크게 대두됨에 따라 농도개념의 수질관리에서 벗

* 정희원 · 팔당호수질정책협의회 정책국 · E-mail : cmsong@paldang.or.kr

** 정희원 · 팔당호수질정책협의회 정책국 · E-mail : bbaeng@paldang.or.kr

어나 양적개념(총량관리)인 수질오염총량관리제를 도입하게 되었다. 또한 효율적이며 과학적인 수질오염총량관리제를 시행하기 위해서는 많은 수질변동 Data와 단위 유역별 또는 오염배출 원단위에 대한 자료를 필요로 하게 되었다. 현재 중앙정부 차원에서의 각 권역별(대·중권역)로 Data 수집에 역량을 두고 있지만, Data를 수집하는 시간적 간격(횟수)이나 년별, 월별 수집되는 Data의 양은 수질변동에 관한 경향을 분석하기에 충분하지 않을 뿐만 아니라, 세부적으로 소권역의 오염물질 배출 메커니즘을 분석을 통하여 수질오염이 어떻게 진행되는지에 관하여 정확하게 판단할 수 없는 단점을 가지고 있는 실정이다. 특히 팔당수계의 토지이용 구성을 살펴보면 약 60% 정도의 임야, 약 25% 정도의 농지, 약 15% 정도의 도시 및 주거지로 나타나고 있기(경기도, 2009) 때문에 팔당수계의 경우는 비점오염원의 관리가 더욱 중요시 되어야 한다.

따라서 과학적이며 효과적인 수질관리를 위하여 소유역 단위의 하천 모니터링 및 오염원 현황 파악 등이 우선적으로 선행되어야 하기 때문에 본 연구에서는 팔당수계 7개 시·군(가평군, 광주시, 남양주시, 양평군, 여주군, 용인시, 이천시)의 소유역 토지이용에 따른 오염물질 특성에 대하여 조사하였다.

2. 연구범위 및 방법

2.1 연구의 범위

본 연구는 팔당수계 7개 시·군의 각 3개 하천을 무작위 선정하여 총 21개소(그림 1, 표 1)를 2009년 6월부터 12월까지 7개월간 월 3회씩 BOD 및 COD를 모니터링 하였다. 또한, 지역별 수계 현황과 토지이용 조사 및 특성에 대해 전수조사를 실시하여 각 유역별 토지이용 형태를 분석하였으며, 토지이용에 따른 오염물질의 특성간의 상관성을 분석하였다.

2.2 연구의 방법

본 연구에서는 유량측정과 수질분석을 통해 결과를 도출하였다. 유량 측정은 유속-면적법(Velocity-Area Method)를 이용하여 하천유량을 측정하였다(건교부, 2004). 단, 유량 측정이 불가능 하였던 흑천의 경우 국가수자원관리종합시스템(WAMIS)에서 제공하고 있는 실시간 유량값을 활용하여 연구를 진행하였다.

수질분석은 유량측정지점과 동일한 장소에서 2L-PE 무균처리 시료채취통을 사용하여 샘플링을 하였으며 실험실에서 수질오염공정시험법(환경부, 1997)에 준하여 COD, BOD 수질분석을 실시하였다.

본 연구는 팔당수계 7개 시·군의 토지이용도를 확인하기 위하여 전수조사를 시행하였다. 전수조사의 항목은 대분류(농지, 임지, 도시 및 주거



그림 1. 지역별 조사지점 현황도

표 1. 지역별 조사지점 유역의 주 하천명

지 역	하 천 명
가평군	영천별천, 대보천, 임초천
광주시	송정소천, 무갑천, 우산천
남양주시	조안천, 외방천, 월산천
양평군	양근천, 흑천, 사탄천
여주군	후포천, 금사천, 오학천
용인시	죽당천, 송말천, 신문천
이천시	관정천, 오산천, 금어천

지, 수계), 중분류(논, 밭, 초지, 임목지, 주거지 및 상업지, 교통시설, 공업지, 공공시설물, 습지, 하천 호소)로 나누어 조사를 시행하였다. 전수조사를 통하여 얻은 결과물은 국립지리원의 수치지도(Ver 1.0)를 사용하여 비교하였으며, 조사결과와 상이한 데이터는 GIS를 이용하여 수정하고 이를 Database화 하였다. 토지이용도 조사현황과 수정된 토지이용을 그림 2와 3에 나타냈다.

3. 결과 및 고찰

3.1 토지이용 조사

전수조사를 시행하여 팔당수계 7개 시군의 토지이용조사의 결과는 가평균이 91.3%~97.5%를

표 2. 조사구역별 토지이용현황

항 목	가 평 균			광 주 시			남 양 주 시			양 평 균		
	대보	임초	영천별	무갑	우산	송정소	조안	외방	월산	흑천	사탄	양근
농 지 (%)	1.3	6.7	3.0	2.1	7.4	2.4	14.1	6.6	4.8	32.6	14.9	24.6
임 지 (%)	97.5	91.3	92.1	97.1	85.1	63.9	83.3	89.9	77.2	51.7	77.3	57.3
도시 및 주거지 (%)	0.8	1.4	4.1	0.6	6.4	33.2	2.2	2.6	16.5	10.7	6.4	17.3
수계 및 기타 (%)	0.4	0.6	0.8	0.2	1.1	0.5	0.4	0.9	1.5	5.0	1.4	0.8
	여 주 군			용 인 시			이 천 시					
	금사	오학	후포	관정	금어	오산	죽당	신둔	송말			
농 지 (%)	14.8	25.1	61.7	3.3	15.7	6.0	37.1	22.0	28.9			
임 지 (%)	80.7	55.3	33.0	87.0	72.6	75.2	23.8	55.5	55.9			
도시 및 주거지 (%)	2.7	19.2	4.0	8.7	10.2	17.3	38.4	8.5	14.2			
수계 및 기타 (%)	1.8	0.4	1.3	1.0	1.5	1.5	0.7	14.0	1.0			

차지하는 임야가 차지하는 면적이 가장 큰 지역으로 나타났으며, 이천시가 23.8%~67.9%정도로 나타나 임야가 차지하는 면적이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이에 반하여 가평균은 각 1.3%~6.7% 및 0.8%~4.1의 농지와 도시 및 주거지가 차지하는 면적이 가장 낮았으며, 농지의 경우 여주시가 14.8%~61.7%로 가장 높았으며, 이천시의 경우 8.5%~38.6%로 도시 및 주거지가 차지하는 면적이 가장 큰 지역으로 조사결과 나타났다(표 2).

3.3 토지이용율과 수질분석 결과의 상관성

전수조사를 통하여 얻어진 토지이용율과 각 수질항목의 농도(BOD, COD) 변화에 따른 수질변화의 상관성을 분석하였다. 그림 6은 토지이용 면적율과 BOD 평균농도와의 관계를 나타냈다. 도시 및 주거지의 경우 면적 이용률이 증가할수록 BOD 평균농도가 증가하였으며(N.S, not significant), 농지의 면적 이용률이 증가할수록 BOD 평균농도 역시 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 이에 반하여 임지의 토지 이용률이 증가할수록 BOD 평균농도는 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 그림 7의 그래프에서 도시 및 주거지 추세선의 기울기가 농지에 비하여 큰 기울기를 나타내고 있는데 이는 도시 및 주거지에서 배출되는 BOD 평균농도가 농지에서의 BOD 평균농도보다 오염정도가 심각한 것을 알 수 있다. 도시 및 주거지의 경우 면적 이용률이 증가할수록

COD 평균농도가 증가하였으며(N.S.), 농지의 면적 이용률이 증가할수록 BOD 평균농도 역시 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이에 반하여 임지의 토지 이용률이 증가할수록 COD 평균농도는 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 그림 7의 그래프에서 도시 및 주거지 추세선의 기울기가 농지에 비하여 큰 기울기를 나타내고 있는데 이는 BOD 농도(그림 6)와 마찬가지로 도시 및 주거지에서 배출되는 COD 평균농도가 농지에서의 COD 평균농도보다 오염정도가 심각한 것을 알 수 있다.

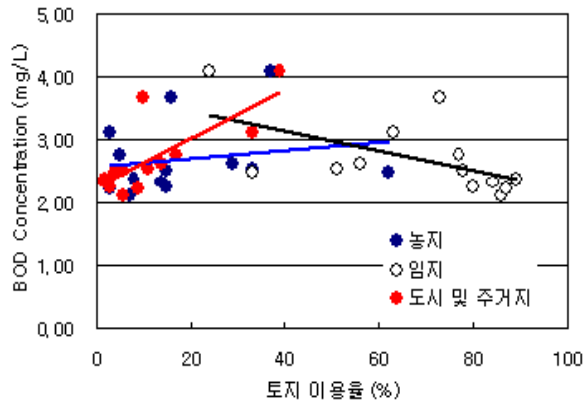


그림 3. 토지이용 면적율과 BOD 평균농도와의 관계

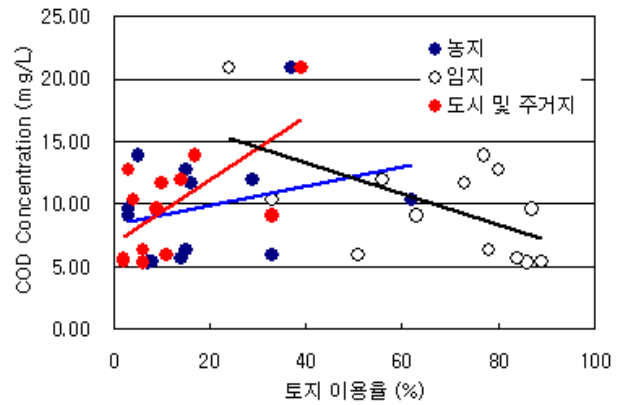


그림 2. 토지이용 면적율과 COD 평균농도와의 관계

4. 결 론

2008년 6월부터 동년 12월까지 팔당수계 7개 시·군당 3개 하천 총 21개 하천을 샘플링하여 수질검사를 실시하였고, 각 지역의 토지이용도 전수조사를 통한 토지이용률 분석을 수행하였으며, 수질과의 상관관계를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 토지이용율과 BOD, COD 등의 수질항목과의 상관관계를 분석한 결과 임야면적이 차지하는 비율이 증가할수록 오염물질의 농도가 감소하는 경향을 나타냈다.
- 2) 토지이용율과 BOD, COD 등의 수질항목과의 상관관계를 분석한 결과 농지, 도시 및 주거지 면적이 차지하는 비율이 증가할수록 오염물질의 농도가 감소하는 경향을 나타냈다.
- 3) 각 지역별 토지이용현황과 수질항목간의 오염물질 배출간의 상관관계에 따라 오염물질 배출현황을 유추해본 결과 임야지역이 많고 지역개발이 더디게 진행되고 있는 북한강 수계보다 농지, 도시 및 주거지 비율이 높고, 개발이 진행되어진 남한강 수계에서의 오염물질 배출이 심각한 것으로 판단되며, 이에 농지와 도시 및 주거지에서 배출되는 비점오염원의 관리가 현재보다 명확하게 파악되어야 하며 과학적인 접근방법이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 경기도, 2009, 팔당수계 증소하천 수질개선 사업, p.1
2. 환경부, 1997, 수질오염공정시험법.
3. 건설교통부, 2004, 수문관측 매뉴얼.