

낙동강 유역 임하댐지역의 수질개선을 위한 환경친화적인 수변구역 관리방안 연구

A Study on Environmentally Friendly Waterside Management Method for Improvement of the Water Quality at Imha Dam of Nakdong River

박태훈¹ · 이경재²

¹서울시립대학교 대학원 조경학과, ²서울시립대학교 조경학과

서론

우리나라는 하천환경오염 문제점을 심각히 인식하고 오염물질 배출량이 많은 점오염원 중심의 오염관리 방안이 진행되어 왔으나, 지속적인 수변구역 파괴로 수변구역 자체의 오염물질 정화기능이 상실되어 수질개선 효과가 크게 드러나지 않았다. 우리나라는 현행 법규상 비점오염원을 오염원으로 취급하지 않았으나 최근 들어 오염원으로 인식하고 있으며, 1997년에 ‘물관리 종합대책’에 비점오염원 관리 부분이 포함되었고, ‘팔당호 등 한강수계 상수원 수질개선 종합대책’에서 비점오염원에 대한 중요도를 인식하여 처리 방안을 정부의 종합대책에 포함시켰다(국무총리 수질개선 기획단, 2003).

수변구역은 수변에서 일정거리 이내의 공공수역으로 유입되는 오염물질을 차단하는 완충지역으로, 국내에서는 최근까지 수량 확보, 환경기초시설 확충 등의 관리방안에 관심을 기울였으나 수변지역 관리는 등한시 하였다. 이후 정부에서 수변구역의 중요성을 인식하여 1998년 「팔당호 등 한강수계 상수원 수질관리 특별대책」의 일환으로 수변구역제도를 도입하여 수변구역 지정을 법제화하였으며, 오염총량관리제에서 점오염원에 의한 오염부하량뿐만 아니라 비점오염원에 의한 오염부하량을 고려하여 오염총량을 산정하도록 하고 있어, 이와 같은 유역별 수질관리를 위해서는 유역의 비점오염원에서의 오염원 관리가 필요하다(환경부, 2006).

낙동강유역환경청은 2003년부터 수변구역 토지를 매수하기 시작하여 5개 광역상수원댐 상류지역을 중심으로 토지를 매수하고 있으며 이 지역에 대한 복원사업을 실시하고 있다. 그러나 수변구역에 대한 관리의 방향성이 구체적으로 이루어지지 않아, 수변구역제도의 취지를 살리기 위해 수변구역 종합관리방향을 수립하여 이에 적합한 토지를 순차적으로 매입하고 복원하는 계획이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 낙동강 유역 임하댐지역을 대상으로 종합적인 수질관리를 위하여 수변구역의 세유역권을 공간단위로 설정하였으며, 각 유역권 별로 점오염원 및 비점오염원을 분석하여 체계적으로 관리하기 위한 방안을 제안하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상지

연구대상지는 낙동강 유역 광역상수원 5개댐 중 면적이 가장 넓고, 다양한 토지이용이 이루어지고 있는 임하댐지역으로 설정하였으며 면적은 171km² 이었다.

2. 조사분석방법

본 연구에서의 기본 공간단위는 유역권 분석을 통한 세유역권으로, 각 세유역권 별 우선관리순위를 결정하기 위해 오염부하량을 분석하였으며 비점오염원 부하량과 점오염

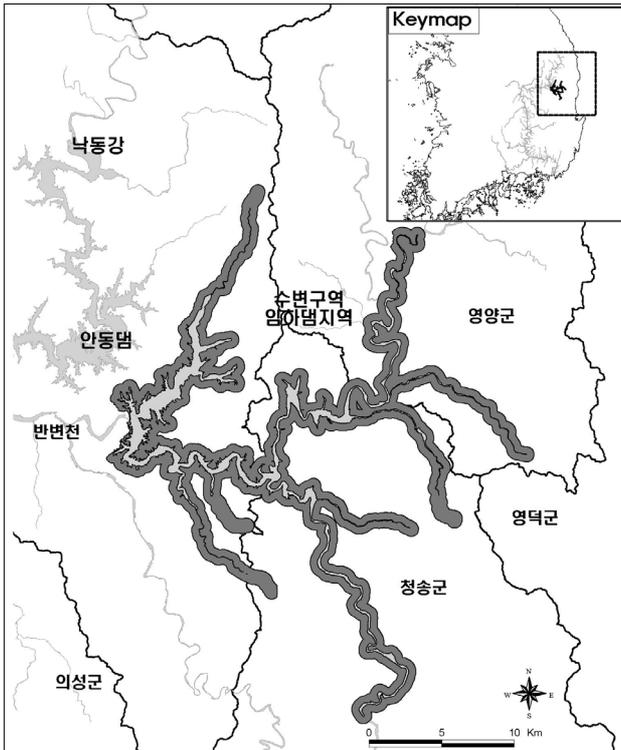


그림 1. 낙동강 유역 임하댐지역 위치도

원 부하량을 각각 분석하였다. 비점오염강도는 수변구역 내 토지이용현황을 조사하여 유역권별 비점오염부하량의 산정 기준으로 활용하였으며, 수변구역 이외 지역은 각 지자체별 토지지목 GIS 데이터를 적용하여 비점오염부하량을 분석하였다. 점오염강도는 오염물질배출시설이 많은 지역을 우선적으로 관리하기 위한 것으로 세유역권 내 점오염원 개소수를 적용하였다.

세유역권 별 비점오염량과 점오염량을 산정하여 우선관리순위를 산정하였으며, 우선관리순위 선정을 위한 요인들인 비점오염량과 유역권 내 오염원 개소수의 값, 단위 등이 서로 다르기 때문에, 이를 종합하여 순위를 도출하기 위해 각 요인별 값의 표준점수를 구하였다. 요인별 표준점수를 이용하여 각 데이터의 절대비교가 가능하므로 표준점수의 합산을 통해서 우선순위를 산정하였다. 분석을 통하여 얻어진 요인별 값의 상대적 위치를 알려주는 점수를 표준점수(standard score)로 하였으며, 요인별 점수가 평균으로부터 떨어진 거리를 편차(deviation)로 하였다. 표준점수는 편차를 표준편차로 나누어 계산하였으며, 표준점수에 의한 계산 과정은 다음과 같다(성태제, 1995).

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

Z : 각 항목별 표준점수 X : 각 항목의 값

S : 각 항목의 표준편차 \bar{X} : 각 항목의 평균 값

V = 세유역권별 수질(BOD 부하량 + T-N 부하량 + T-P 부하량)의 Z + 세유역권별 점오염원 개소수의 Z + 소유역권별 수질(BOD 부하량 + T-N 부하량 + T-P 부하량)의 Z

V = 각 대상지별 표준점수의 합계

Z = 각 항목의 표준점수

우선관리순위 = 대상유역권(세유역권 111개소)별 V값의 순으로 최종순위 산정

결과 및 고찰

1. 관리우선순위 도출

본 연구에서는 낙동강 유역 임하댐지역이 위치한 세유역권 111개소를 대상으로 연구를 진행하였다. 세유역권 내의 점오염원 개소를 파악하고 비점오염원 부하량을 분석하였으며, 공간계획의 최종적 개별대상지는 세유역권을 경계로 하여 적용하였다.

낙동강 유역 임하댐지역의 토지이용현황에서 시가지지역의 면적비율은 4.7%, 녹지 및 오픈스페이스는 95.3%이었다. 시가지지역 중 주택지가 2.0%로 가장 넓었고, 낙동강 수계를 따라 자연마을 형태의 농촌단독주거지가 산재해 있었으며, 오염물질을 많이 배출하는 공업지, 축사, 교통시설 지역이 수변구역 곳곳에 산재해 있어 이들 지역에 대한 오염물질 관리가 필요하였다.

녹지 및 오픈스페이스는 산림이 63.8%로 가장 넓은 면적이었으며, 비점오염원인 밭경작지가 15.8%, 논경작지 7.4%, 과수원 4.2%로, 하천에 인접한 경작지에서의 오염물질이 수생태계를 파괴하고 비료성분에 의해 부영양화를 일으킬 가능성이 많았다.

토지이용현황을 바탕으로 토지계 지목별 연평균 비점오염량 발생 부하원단위를 적용하여 유역권별 비점오염량을 분석하였다. 토지계 지목별 연평균 비점오염량 발생 부하원 단위에서 BOD, 총질소, 총인의 오염부하량은 시가지지역

이 다른 지역에 비해 가장 높았으며, 비료와 농약을 살포하는 경작지에서 총질소와 총인의 배출량이 시가화지역의 다름으로 많았다.

표 1. 토지계 지목별 연평균 비점오염량 발생 부하원 단위 (단위: kg/km²·일)

| 토지이용 | 지목 | BOD | 총질소 | 총인 |
|------------------|----|--------|--------|-------|
| 발경작지, 과수원, 시설경작지 | 전 | 1.590 | 9.440 | 0.240 |
| 논경작지 | 답 | 2.300 | 6.560 | 0.610 |
| 산림 | 임야 | 0.930 | 2.200 | 0.140 |
| 시가화지역, 교통시설지역 등 | 대지 | 85.900 | 13.690 | 2.100 |
| 기타 지역 | 기타 | 0.960 | 0.759 | 0.027 |

낙동강 유역 임하댐지역 점오염원 현황은 지자체 별 점오염원 분포현황 GIS자료를 분석한 것으로 본 자료에서 생활계 오염원은 1개소, 축산계 오염원 33개소, 산업계 오염원 25개소가 분포하였다.

세유역권별 우선관리순위는 각 세유역권의 비점오염부하량과 점오염원의 개소수, 소유역권의 오염부하량을 종합하여 우선관리순위를 산정하였다. 우선관리순위를 도출하는데 적용된 BOD, 총인, 총질소에 의한 비점오염량과 유역권 내 점오염원 개소수 등의 항목들은 각각의 평균, 표준편차, 단위 등이 서로 다르기 때문에, 이를 종합하여 순위를 도출하기 위한 과정이 필요하였다. 따라서 각 데이터의 절대비교가 가능하도록 표준화변환의 과정으로 표준점수를 구하고, 점수의 합산을 통해서 우선순위를 산정하였다.

2. 관리공간 유형화

각 유역권별로 비점오염부하량과 점오염원 개소수 등을 분석하여 표준화변환을 통해 세유역권별 우선관리순위를 설정하였으며, 우선관리지역 각 대상지에 적합한 관리방안 수립을 위해 토지이용현황을 분석하였다. 우선관리지역으로 선정된 지역은 토지이용현황과 수계현황을 파악하여 대상지 현황에 적합한 관리방안이 필요하였다. 우선관리지역으로 선정된 지역은 주로 논경작지, 발경작지가 대면적으로 분포하고 있어 총질소, 총인 등의 오염부하량이 높게 산정되었다.

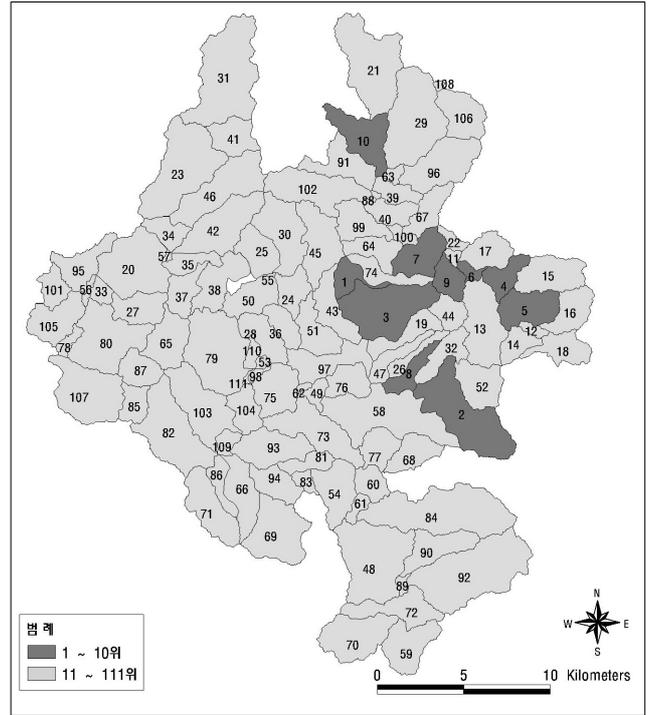


그림 2. 낙동강 유역 임하댐지역 세유역권별 오염량 분석에 따른 우선관리순위

3. 환경친화적 수변구역 관리방안

표 2는 관리유형에 따른 환경친화적 수변구역 관리방안

표 2. 낙동강 유역 우선관리지역 유형별 관리방향

| 구분 | 오염원유형 | 관리방향 |
|-------------|----------------|---|
| 시가화 지역 인접지 | ·시가화지역 비점오염원 | ·시가화지역 불투수포장개선, 녹지확보 통한 지하침투우수량 증진 ·오염물질저감습지를 조성, 오염물질 하천유입 감소 |
| | ·점오염원 발생시설 분포지 | ·점오염물질 정화·처리시설 설치 ·시가화지역 불투수포장개선, 녹지확보 통한 지하침투우수량 증진 ·강우를 고려한 습지 조성으로 우수 및 오염물질저장량 증가 |
| 녹지 및 오픈스페이스 | ·경작지 비점오염원 | ·수변 인접 지역 건조초지 및 낙엽할습수림대 조성 ·수변 원거리 대규모 경작지 친환경농업 유도 |
| | ·습지성 경작지 비점오염원 | ·수변 인접 논경작지에 물길유도 하여 습지초지 천이 유도 ·수변 원거리 대규모 경작지 친환경농업 유도 |

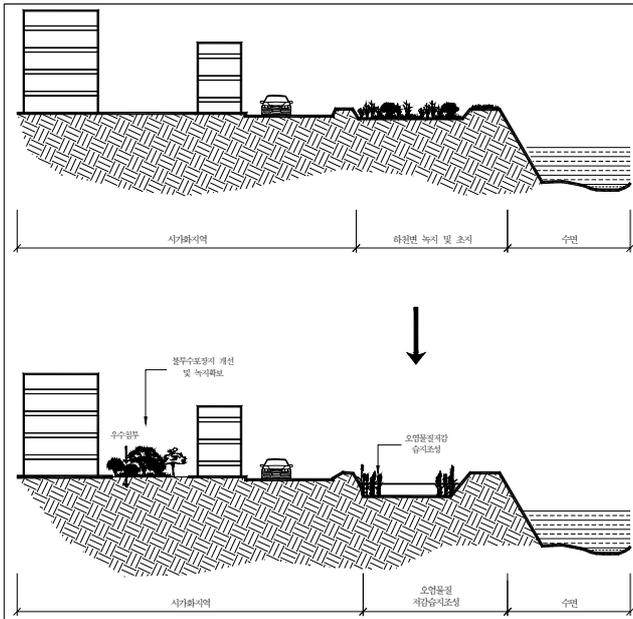


그림 3. 시가화지역 물순환체계 개선 및 습지 조성의 예

을 제시한 것으로, 우선관리지역의 토지이용유형에 따라 시가화지역 인접지, 점오염원 분포지, 대규모 경작지 유형으로 구분하였다. 대규모 경작지 유형은 경작현황에 따라 건조지성 경작지와 습지성 경작지로 세분하였다.

각 유형에 따른 관리방안으로는 시가화지역은 수계하류에 오염물질 저감 습지를 조성하고, 물순환체계 개선을 위한 불투수포장지 개선계획, 녹지량 증진계획을 수립하여 강우 시 지하로의 우수침투를 증진시키는 방안이 필요하였다. 점오염원 분포지는 오염원이 입지한 시가화지역의 물순환체계를 개선하고 점오염원에서의 오염물질 정화 및 처리시설을 설치하며, 점오염원 분포지에서 하천으로 직유입되는 오염물질을 저감시키기 위해 오염물질 저감습지를 조성하는 방안이 필요하였다.

대규모 경작지의 건조지성 경작지에서, 수변에 인접한 경작지는 하천으로 유입되는 오염물질의 양을 줄이기 위해 밭경작지와 연계하여 낙엽활엽수림대 및 건조초지로 조성

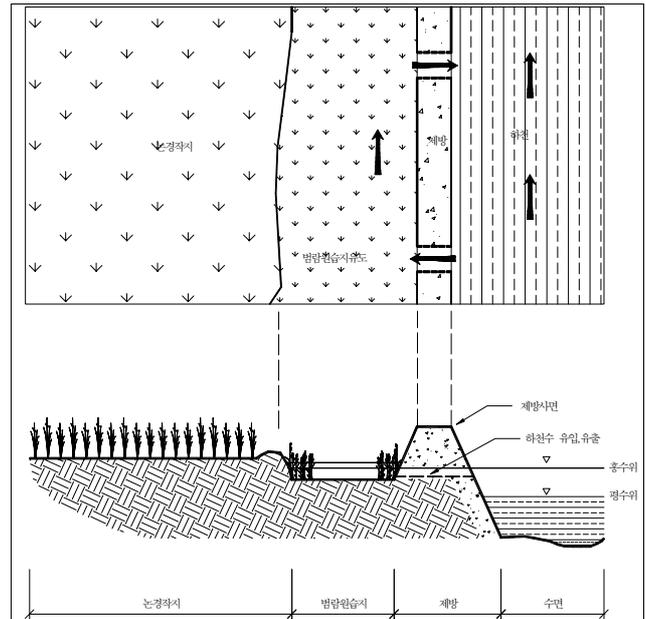


그림 4. 습지성 경작지 물길유도 습지 조성의 예

하고 과수원은 농약 살포 및 비료시비에 의한 오염량의 강도가 강하므로 하천으로 유입되는 오염물질 저감을 위해 장기적으로 대규모 경작지에 대해 친환경농업의 유도가 필요하였다. 습지성 경작지는 질소 배출량이 높은 지역으로 비점오염물질을 저감하기 위해 질소를 효과적으로 정화할 수 있는 습지를 조성하는 것이 필요하였다. 따라서 수변에 인접한 지역은 하천으로부터 물길을 유도하여 습지초지화 천이가 진행될 수 있도록 하고, 오염물질의 발생을 감축시키기 위한 방안이 필요하였다.

인용문헌

- 국무총리 수질개선기획단(2003) 물관리백서. 국무총리 수질개선기획단, 5~7쪽.
- 성태제(1995), 현대 기초통계학의 이해와 적용. 교육과학사, 86~88쪽.
- 환경부(2006) 비점오염원관리 업무편람. 환경부, 60쪽.