

# 임하 다목적댐 홍수조절지에서의 영농활동과 수질 관계 연구 소개

Research Report on Agricultural Land Use and Water Quality  
in the Flood Detention Area of Imha Multi-purpose Dam

최 중 대

강원대학교 농업생명과학대학 교수



## 1. 연구의 필요성과 목적

비점오염원과 수질오염 사이의 상관성은 비점오염원 연구자뿐만 아니라 환경부나 건설교통부의 실무자들까지도 잘 이해하고 있다. 하천과 호소의 수질은 물론 천층지하수의 수질도 농업활동과 농촌의 주거생활에 기인하는 비점오염원과 밀접하게 연관되어 있다고 밝혀지고 있다. 홍수기를 제외한 평·갈수기의 농업유역 소하천의 수질은 인근의 천층지하수 수질과 직접적인 관계가 있음이 밝혀졌고, 또한 토지이용은 천층지하수의 수질과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 유역의 하천이나 인공호수의 수질관리를 성공적으로 수행하기 위해서는 점오염원의 규제뿐만 아니라 토지이용과 관련된 비점오염원의 관리가 합리적으로 이루어져야 한다.

우리나라에서 비점오염원이 특정 수역의 수질에 미치는 영향은 환경부에서 발표하는 오염원별 원단위 오염배출기준을 이용하여 간접적으로 평가하는 경우가 많다. 그러나 비점오염원의 원단위배출량은

지역의 토질, 경사도, 강우특성, 영농방법, 수체와의 거리 등이 고려되지 않은 국가정책상의 기준이므로 이를 특정유역에 적용하여 비점오염원과 수질과의 상관관계를 구명하기에는 무리가 많을 수밖에 없다. 다목적댐의 인공저수지와 같은 수체의 수질과 비점오염원의 관계를 구명하고 토지이용방법을 합리적으로 추진하기 위해서는 현장실험을 통하여 비점오염원과 인공저수지의 수질과의 관계를 구명하여 토지이용정책을 개발하거나 혹은 기존의 연구 및 실험자료를 이용하여 토지이용정책을 개발해야 한다. 이렇게 개발된 토지이용정책은 농민들에게 충분히 설명되고 이해시켜, 농민들이 자발적으로 정책의 수행에 동참할 수 있도록 해야 성공적으로 정착될 수 있다. 그러나 우리나라에서는 다목적댐 인공저수지의 수질을 평가할 수 있을 정도의 비점오염원에 관한 연구자료를 확보하고 있지 못하기 때문에 비점오염원과 인공저수지의 수질과의 관계를 구명하기 위해서는 현장실험이 필요하다.

비점오염원이 수질에 미치는 영향을 파악하기 위

한 현장실험을 하기 위해서는 우선 저수지 유역의 토질, 영농방법, 농지의 경사도, 강우특성 등과 같은 토지이용특성을 정밀히 파악해야 한다. 두 번째로, 토지이용특성이 파악되면 이에 적합한 실험계획을 세워 토질, 경사도, 재배작물별로 시험포 규모, 경지 규모 및 소유역 규모로 각각 지표수와 지하수를 통한 오염배출을 측정할 수 있는 모니터링 시설을 설치하고 최소 3년 이상의 관측연구가 필요하다. 비점오염원의 배출은 강우량 및 강우강도와 매우 밀접한 관계가 있기 때문에 대규모 인공강우시설이 없는 한 최소 3년 이상 실험을 해야 다양한 강우조건하에서 오염배출특성을 개략적으로나마 파악할 수 있다. 이와 같이 비점오염원의 배출특성을 연구하기 위해서는 고가의 모니터링 시설, 장기간의 연구기간, 상당액의 연구비는 물론 실험전문가가 필요하기 때문에 우리나라에서는 매우 제한적으로 연구가 수행되어 왔고, 따라서 정책개발이나 평가에 응용할 수 있는 실험자료는 매우 희소하며 또한 제한되어 있다.

환경부는 2005년부터 다목적댐 인공저수지의 수질을 보호하기 위하여 우리나라의 모든 다목적댐 홍수조절지내에서의 영농활동을 금지하려는 계획을 세우고 있다. 그러나 홍수조절지내의 영농활동금지는 수자원공사에서 토지를 임대받아 관행적으로 영농을 해 오던 많은 농민들과의 관계가 악화될 수 있으며 또한 홍수조절지내의 영농활동금지가 실제적으로 저수지의 수질개선에 기여할 수 있는지가 밝혀지지 않은 상태에서 영농활동금지 정책을 일방적으로 시행하기에는 위험부담이 클 수 있다. 따라서 건설교통부와 한국수자원공사는 우리나라의 다목적댐 홍수조절지내에서의 영농활동에 기인하는 비점오염원이 저수지의 수질에 미치는 영향을 실험적으로 파악하기 위한 연구를 시작하였다. 2002년에는 다목적댐 인공저수지 면적대비 홍수조절지 영

농면적이 가장 큰 임하 다목적댐의 홍수조절지를 대상으로 연구가 시작되었으며 한국농공학회가 연구를 수탁받아 수행하고 있다.

다목적댐 홍수조절용지내 경작관련 호소수질에 미치는 영향조사 용역은 3개 소과제로 나누어 수행되고 있다. 제1소과제는 우리나라의 7개 다목적댐(소양강, 충주, 대청, 안동, 합천, 주암, 임하) 홍수조절지의 경작현황을 조사하고, 환경부의 비점오염원 배출원단위를 이용하여 저수지 전체유역, 홍수조절지내 농경지, 그리고 상시만수위선 이하 농경지에서의 오염부하량을 조사한다. 제2소과제는 임하댐 홍수조절지에 시험포 규모의 현장유출실험 시설을 설치하고, 홍수조절지내 재배작물의 지하수 및 지표수를 통한 배출원단위를 실험으로 산정한다. 그리고 제3소과제는 제2소과제에서 산정된 배출원단위를 문헌에 의한 배출원단위와 비교하여 적용성을 검토하고, 이를 임하댐을 포함하는 7개 다목적댐의 비점오염부하량 산정에 적용한다.

## 2. 연구방법

제1소과제는 충주, 소양강, 대청, 안동, 합천, 주암, 임하 등 7개 다목적댐 홍수조절지의 재배작물의 종류 및 면적 등의 경작현황을 자료를 이용하여 조사한다. 자료는 수자원공사, 각 지방자치단체의 자료를 이용한다. 단, 임하 다목적댐은 자료와 현장방문을 통하여 홍수조절지내 세부 경작현황조사를 2회 이상 실시한다. 7개 다목적댐의 경작현황조사자료와 환경부의 배출원단위를 이용하여 경작지의 작물별 비점오염원의 배출부하를 산정한다.

제2소과제는 임하댐 홍수조절지내의 경작에 의한 비점오염원 배출원단위를 실험적으로 구하는 과제이다. 수자원공사의 조사에 의하면 임하 다목적댐 홍수조절지에서 가장 많이 재배되는 작물은 벼, 담배, 옥수수, 콩 등이다. 비점오염원 배출원단위

를 산정하기 위하여 발작물은 유출시험포를 설치하고, 벼는 단위 논을 이용하여 비점오염물질의 지표 유출량을 측정한다. 발작물의 유출시험포는 폭 2 m, 길이 10 m로 조성하였고 시험포 하단부에 gutter를 설치하고 유출수를 모아 2톤 용량의 수조에 유출수를 저장할 수 있도록 시설하였다. 대표작물로는 담배, 옥수수, 콩 및 비재배지 자연식생을 선정하였다. 자연식생을 제외하고는 2반복 실험이 되도록 작물별로 시험포 2개를 배정하였다. 각 강우사상별 유출량을 측정하고 수질을 분석하여 각 비점오염물질별 원단위를 환산한다. 벼의 경우 기존의 단위논의 배수량과 수질을 측정하여 각 비점오염물질별 원단위를 환산한다.

지하수를 통해 배출되는 비점오염물질을 측정하기 위하여 지하수 관측정을 8개 설치하였다. 유출시험포가 작기 때문에 관측정은 유출시험포가 아닌 인근의 동일한 토양을 가진 동일한 작물재배지에 전동오거를 사용하여 설치하였다. 관측정의 직경은 40 mm, 깊이는 2.5내지 3.5 m로 설치하였다.

제2소과제에서는 유출수, 지하수, 재배작물의 작물체, 토양 및 강우를 각각 10회 샘플링하여 분석한다. 분석항목은 시료에 따라 다소 차이는 있지만 SS, COD, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>3</sub>-N, T-N, T-P, PO<sub>4</sub>-P, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 탁도, 대표농약(제초제, 살균제, 살충제 각 1종) 등에 대하여 분석한다. 또한 토양의 비중, 함수비, 입도분석, 증발산량의 산정 등도 수행한다.

제3소과제에서는 제2소과제에서 산정한 비점오염원 배출원단위를 이용하여 제1소과제에서 수행한 비점오염배출량을 산정하고 환경부제정 원단위를 이용한 비점오염배출량과 비교한다.

그리고 종합적으로 보고서 작성시에는 위의 연구결과 외에 홍수조절지내 경작농지의 최적관리방법을 제안한다. 홍수조절지 경작농지의 최적관리방법은 경작을 금지하는 경우, 단계적 관리방안 및 우

선조치사항, 경작금지에 따른 제도적 방안, 경작 허용시 가능지역 및 품종, 시비량 및 농약사용 기준 등으로 구분하여 제안한다.

### 3. 홍수조절지내 경작지의 활용에 대한 소고

홍수조절지내의 경작금지가 다목적댐의 인공저수지 수질개선에 도움을 줄 수 있는가 하는 질문에 답할 수 있는 자료를 실험으로 습득하는 것이 본 용역의 중요한 목적중의 하나이다. 그러나 본 연구에서 습득하는 실험자료가 위의 질문에 부분적인 자료를 제공할 수는 있어도 단정적으로 결론을 내릴 수 있는 자료를 제공할 수는 없다. 1년이라는 짧은 기간에 제한된 토양과 작물을 대상으로 한 실험으로는 충분한 자료를 습득할 수 없기 때문이다.

일반적으로 홍수조절지에서 작물을 재배하는 경작지에는 많은 양의 비료와 농약이 투입되는 것으로 인식되어 있으나 모든 작물에 모두 동일하게 많이 투입되는 것은 아니다. 경우에 따라서는 휴경지로 방치하는 것 보다 작물을 재배하는 것이 저수지의 수질에 득이 될 수도 있다. 휴경지로 방치할 경우 잡초가 무성히 자라기 때문이 자연적으로 광합성에 의해 축적되는 유기물의 양이 상당히 많을 수 있다. 특히 습기가 많은 휴경지의 잡초의 성장은 엄청난 양의 유기물을 생산하게 된다. 이와 같은 유기물은 수확되지 않고 저수지의 수질에 매우 부정적으로 작용할 수 있다. 반면에 다소의 비료가 투입되더라도 생산되는 농산물이 수확되어 홍수조절지에서 제거된다면 저수지에 축적되는 유기물 및 영양염류의 양은 오히려 작아질 수 있다. 홍수조절지의 작물재배지와 비재배지에서 유기물 부하량을 비교하는 실험은 본 연구에서 수행하지 않아 구체적인 비교를 할 수는 없다. 그러나 작물재배의 금지 혹은 제한적 허용 등을 판정하기 위해서는 작물재배지와 비재배지 사이의 유기물부하량 실험이 필요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. 박승우, 유순호, 강문성, 1997, 소유역의 토지 이용에 따른 비점원 오염부하량, 한국농공학회 지 제39권 제3호.
2. 우효섭, 김연주, 이진원, 1994, 우리나라 5대 하천 본류에서의 하천유량과 수질의 상관특성 검토. 하천환경관리기법 개발연구·조사 사업보고서.
3. 최중대, 장석오, 최병용, 류순호, 2000, 북한강 수계 충적평야의 지하수 수질 모니터링 연구, 한국물환경학회지 제16권 제3호, pp.283~294.
4. 최중대, 이찬만, 최예환, 1999, 토지이용이 농업소유역의 수질에 미치는 영향, 한국수자원학회지 제32권 제4호, pp.501~510.
5. 최중대, 김중찬, 유능환, 강태영, 최병용, 1995, 영농활동이 얇은 지하수의 수질에 미치는 영향, 한국농공학회 학술발표회 발표논문집, pp.181~186, 광주광역시 전남대학교.
6. 최중대, 이기중, 권기수, 구본준, 2001, 강원도 농촌유역 소하천의 수질특성과 비점원오염 배출, 한국물환경학회 춘계학술발표회 논문집, 광주광역시 공무원교육원. 4월 13~14일.
7. Choi, J. D. and J. Yang, 2002, Assessment of NPS Loadings from Rural Watersheds with Respect to Land Use, 한국물환경학회지 제18권 1호, pp.47~55
8. Magette W. L., T. H. Ifft, H. D. Wood, R. A. Weismiller and B. C. Lessley, 1989, Indiantown Best Management Practices Demonstration Farm: Summary of Hydrologic and Water Quality Monitoring 1986~1988. Unpublished report to the Maryland Department of Agriculture. Agricultural Engineering Department, University of maryland. MD. USA.
9. Shirmohammadi, A., W. L. Magette and L. L. Shoemaker, 1991, Reduction of nitrate load to groundwater, Groundwater Mon. Rev. Winter 1991, pp.112~118.