

농업용수 물손실 유형에 따른 손실량 재정립

Measure and Classification of Agricultural Water Losses

주옥종*.김진택·오승태 (농기공)

Ju, Wook Jong*.Kim, Jin Taek·Oh, Seong Tae

Abstract

Agricultural water is the main portion of water resources in Korea. And water loss of agricultural water is estimated 6% of all water resources. But studies and data for water loss aren't sufficient. We classified the agricultural water losses and measured the water losses in 6 experimental site.

Measurements says that water losses ratio in main canal is 13.8%, water losses for distributing irrigation water is 31.1%. So, the total water losses is about 45%.

But the water losses for distributing irrigation water is imperative factor for irrigation, So, it is not right that the water losses for distributing irrigation water is classified water losses and it is necessary to reclassify the agricultural water losses.

I. 서론

우리나라는 쌀소비량의 감소와 쌀수입에 대한 압력 등의 이유로 쌀재배면적은 계속감소하고 있다. 쌀재배면적은 1987년 1,259천ha를 정점으로 계속 줄어들기 시작하여 2003년 1,002천ha로 조사되었다. 그러나 농업용수의 사용은 증가하고 있으며 앞으로 증가될 것으로 전망되고 있다. 1999년에 농림부에서 발표한 농업·농촌용수 종합이용계획에 의하면 농촌지역의 용수수요량은 1997년 172억 m^3 에서 2011년 179억 m^3 으로 7억 m^3 이 늘어나는 것으로 전망하고 있다.

우리나라의 수자원의 이용은 생활용수, 공업용수, 농업용수, 유지용수로 구분되는데 우리나라의 전체 수자원이용량 331억 m^3 에서 농업용수는 158억 m^3 으로 차지하는 비율은 48%(하천유지용수 제외)로 가장 많은 부분을 차지하며 농업용수의 82%는 논용수로 이용되고 있으며 논용수가 전체 수자원에서 차지하는 비율은 40%정도이다. 또한 2001년 수자원장기종합계획에 의하면 2011년 이후 우리나라는 물부족국가가 될 것으로 보고하고 있다. 이에 따라 농업용수의 절약 특히 논용수의 절약이 많이 요구되고 있는 상황이다.

논용수는 포장에서의 순용수량과 용수공급에 따른 손실량으로 구성된다. 설계기준에 의하면 용수간선, 용수지선과 흠수로 구조물수로에 따라 수로손실량을 제시하고 있으며 설계시 이 기준값이 이용되어 용수수요량을 산정하고 있다. 손실율은 수로의 형태, 용도 등에 따라 기준값이 다르나 보통 15%정도를 기준으로 하였을 경우 논용수에서의 손실량은 약 20억 m^3 으로 전체 수자원의 6%에 해당되는 양이다. 그러나 이러한 기준값에 대한 명확한 기초자료나 연구 부족한 것이 현실이다.

본 연구에서는 실제 포장에서 발생하는 손실을 유형별로 분류하여 손실량을 측정하고 측정 한 자료와 설계기준을 비교분석을 실시하며 도시용수(생활용수, 공업용수)의 분류방법과 농업용수의 분류방법을 비교하여 농업용수의 물손실 유형에 따라 손실량을 재분류하는데 그 목적이 있다.

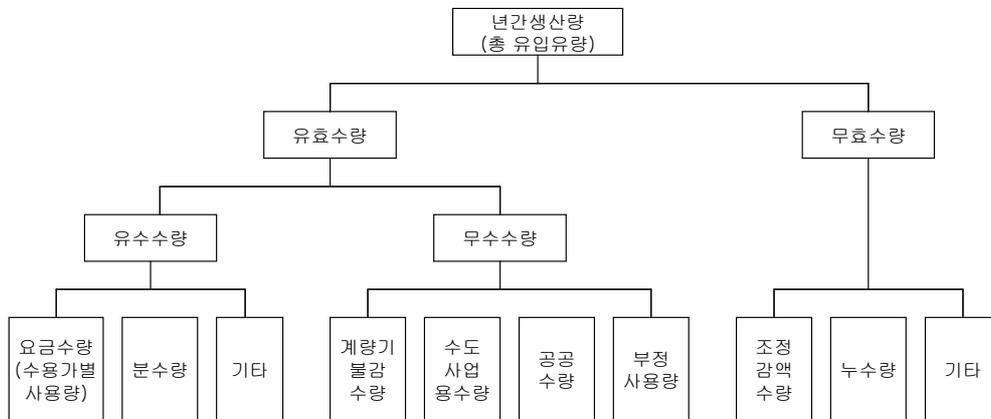
II. 농업용수 및 생공용수의 물손실 분류

우리나라의 수자원은 생활용수, 공업용수, 농업용수, 유지용수로 크게 4개로 나누고 있다. 1965년 수자원이용량은 51.2억^m³/년에서 1998년 331억^m³/년으로 6.5배 증가하였다. 연도별 수자원 이용량의 변화는 <표>와 같다.

도시용수와 농업용수의 분류는 어떤 동일 기준에 의하여 실시되고 있는 것이 아니라 용수의 특성 및 편의에 따라 분류가 이루어지고 있다. 농업용수의 경우 실제 이용되지 않는 양을 전체 손실로 인식하는 경우가 많으나 도시용수의 경우 용수공급을 위하여 부수적으로 사용되는 양은 손실로 보지 않고 있어 농업용수가 상대적으로 많은 손실이 발생하고 있는 것으로 조사되고 있다.

1. 도시용수의 분류

도시용수의 경우 연간이용량을 실제 이용되는지 여부와 요금을 징수하는지의 여부에 따라 <그림>과 같이 분류하고 있다.



<그림 1> 도시용수의 분류

도시용수는 사용되는지의 여부에 따라 유효수량과 무효수량으로 나누고 유효수량을 요금징수 가능 여부에 따라 유수수량과 무수수량의 나눈다. 유효수량중 수도사업용수량은 정수장 배수지에서 사용수량과 수도관 세정수량, 누수방지 작업용수 등 수도사업자가 사용한 수량이며, 공공수량은 수방용수 및 운반공급 용수 등이다. 수도사업용수량과 공공용수는 용수공급을 위하여 필요로 하는 용수로 손실수량으로 보지 않고 있으며 무효수량의 누수량만을 손실수량으로 보고 있다.

(표 1)는 환경부에서 발간한 2001년 상수도통계의 서울시 상수도 생산량을 분석한 결과이다. 전체 연간생산량에서 누수율은 14.1%에 해당된다.

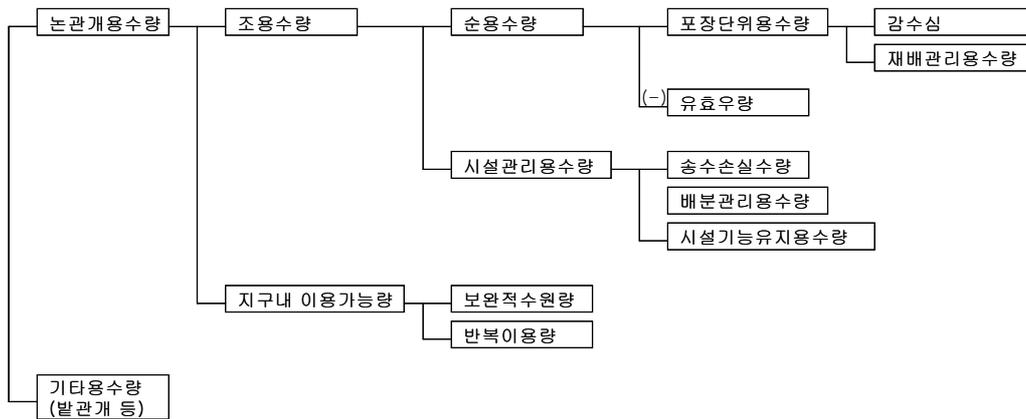
(표 1) 서울시 상수도 생산량 분석현황(2001년)

단위 : 백만톤/년

연간생산량(1,479)									
유효수량(1,271)							무효수량(208)		
유수수량(1,113)			무수수량(158)						
요금수량	분수량	기타	계량기 불감 수량	수도사업 용수량	공공수량	부정 사용량	조정 감액 수량	누수량	누수율
1,085	22	6	155	3	-	-	-	208	14.1%

2. 농업용수의 분류

농업용수는 용수의 이용성격에 따라 <그림 2>과 같이 분류하고 있다. 농업용수의 80% 이상이 논용수로 이용되고 있는데 논용수는 순용수량과 시설관리용수량으로 구성된다. 순용수량은 실제 포장에서 필요로 하는 양이며 시설관리용수량은 포장에 용수를 공급하는 과정에서 발생하는 수량이다. 시설관리용수량은 송수손실수량, 배분관리용수량, 시설기능유지용수량으로 나뉜다. 여기서 송수손실수량은 포장까지 용수를 공급하는 과정에서 손실되는 수량이고 배분관리용수량은 말단의 물수요에 대응하고 수로시설과 수혜지구와의 표고분포에 따라 원활히 용수를 배분할 수 있는 수위를 적절히 유지하기 위한 용수를 의미하며 시설유지용수량은 비관개기에 다음 관개기까지 수로시설의 기능을 유지하기 위해 이용되는 용수이다.



<그림 2> 농업용수의 분류

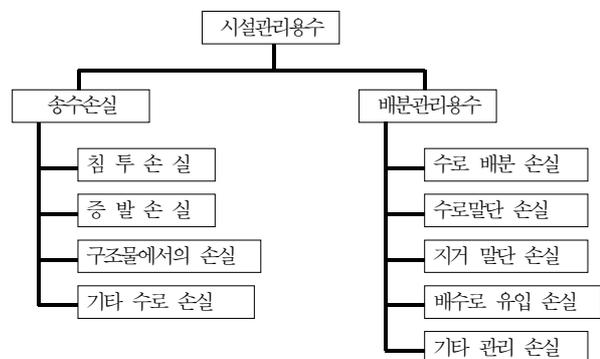
일반적으로 수로손실은 시설관리용수량의 송수손실수량을 뜻하는 것이나 배분관리용수량은 수로를 통하여 배수로로 바로 유입되기 때문에 관리손실로서 인식되고 있다.

III. 시설관리용수량 측정

1. 시험방법

시설관리용수량의 측정을 위하여 <그림 3>과 같이 시설관리용수량을 세분하였다. 침투손실과 증발손실은 용수가 흐르면서 수로내에서 침투되거나 증발되는 양이며 구조물에서의 손실은 수로에 설치된 잠관, 수로관, 분수문 등에서 발생하는 손실을 의미한다. 수로배분손실은 용수를 공급할 때 일정수위까지 수로에 물을 채우기 위해 발생하는 손실이고 수로말단손실은 수로에서 포장으로 공급되지 않고 바로 지구 밖으로 배수되어 발생하는 손실이며 지거말단손실은 용수지거나 배수지거에서 배수로로 배수되어 발생하는 손실을 뜻한다. 송수손실량을 측정하기 위하여 수로의 시점부와 지거로 유입되는 용수량, 수로의 말단부에서 용수량을 측정하였다. 배분관리용수를 측정하기 위하여 용수지거와 배수지거, 수로의 말단부에서 용수량을 측정하였다.

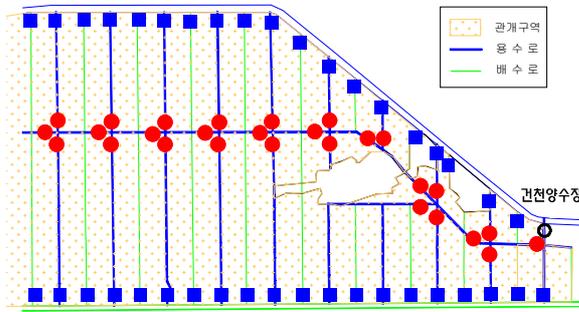
용수량의 측정은 유속계를 이용한 평균단면방법으로 측정하였다. 수로의 흐름단면을 여러개의 소단면으로 분할하고 각 소단면의 유량을 구한 후 이들을 합하여 산정하는 방법이다.



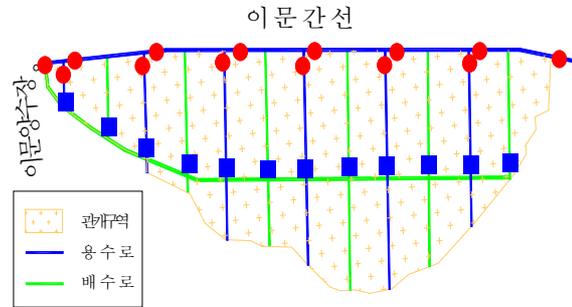
<그림 3> 시설관리용수의 분류

2. 시험지구

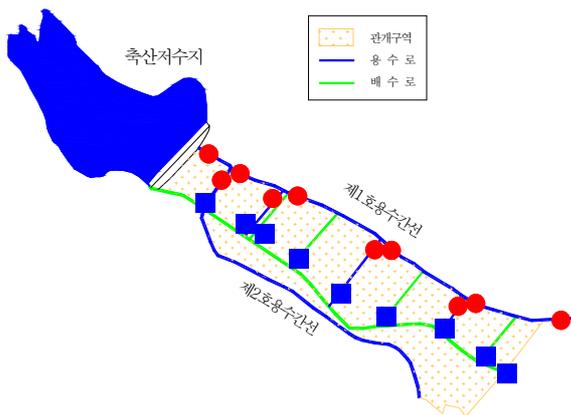
시설관리용수량은 지구의 위치, 지구의 특성, 시설관리방법, 물관리방법 등에 따라 많은 차이를 보일 것으로 판단되므로 시험지구는 (표 2)와 같이 양수장지구 2개소, 저수지지구 2개소, 지선수로지구 2개소를 선정하였으며 남부지방과 중부지방으로 나누어 지구를 선정하였다.



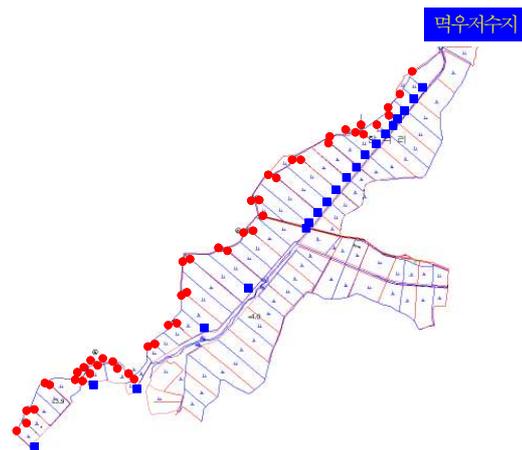
<그림 4> 건천양수장지구



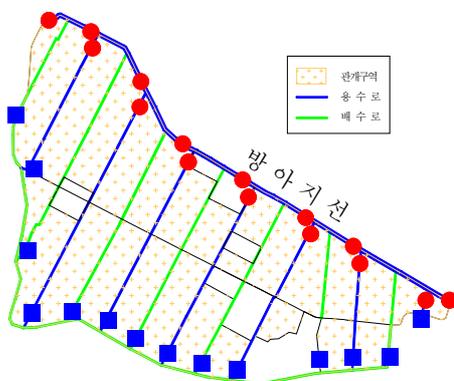
<그림 5> 이문양수장 지구



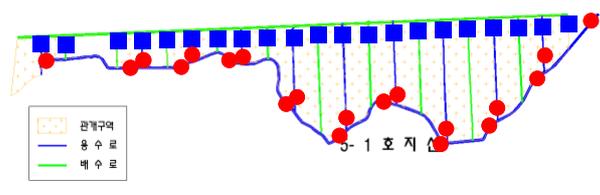
<그림 6> 축산저수지지구



<그림 7> 먹우저수지 지구



<그림 8> 방아지선 지구



<그림 9> 5-1호지선 지구

(표 2) 대상시험지구

지구구분	지구명	용수로길이(km)	관개면적(ha)	비 고
양수장	건천양수장지구	2.4	200.0	중부지방(안성)
	이문양수장지구	1.3	50.1	남부지방(김제)
	떡우저수지	4.5	142.8	중부지방(화성)
	축산저수지지구	0.9	13.8	남부지방(군산)
지선수로	방아지선지구	1.6	70.0	중부지방(평택)
	제5-2호지선지구	3.0	157.0	중부지방(평택)

3. 시험결과

6개 시험지구에 대하여 2004년도 2~4회 측정을 실시하였으며 측정된 결과를 정리하면 (표 3)와 같다. 시설관리용수의 비율은 전체 용수공급량의 25.6% ~ 51.2%까지 나타났다. 송수손실은 5.7%~21.8%로 지역별로 편차가 많았으며 배분관리용수의 경우 19.9%~39.2%로 송수손실에 비하여 편차가 적었다. 6개지구의 평균값은 송수손실 13.8%, 배분관리용수비율 31.1%, 시설관리용수의 비율이 44.9%로 나타났다. 즉 전체용수공급량 중 45%정도는 실제 포장에 공급되지 않고 수로내에서 손실되거나 용수의 배분을 위하여 사용되어지고 있었다.

(표 3) 시험결과 요약

구분	송수손실	배분관리용수			시설관리용수
		수로말단	지거말단	계	
건천	5.7%	0.7%	19.2%	19.9%	25.6%
떡우	18.4%	0.0%	32.8%	32.8%	51.2%
방아	21.8%	4.9%	24.0%	28.9%	50.7%
5-1	8.9%	23.5%	15.7%	39.2%	48.1%
이문	14.2%	0.3%	34.4%	34.7%	48.9%
축산		28.9%	16.7%	45.6%	
평균	13.8%	5.9%	25.2%	31.1%	44.9%

IV. 물손실 유형에 따른 손실량 재분류

시험결과에서 보듯이 송수손실은 13.8%정도로 설계기준에서 사용되는 값에 벗어나지 않는 값을 나타내었으나 배분관리용수는 31.1%로 송수손실에 비하여 2배이상 많이 발생하는 것으로 나타났다. 실제 설계시 송수손실만 고려하고 배분관리용수를 고려하지 않는 경우가 많은데 설계의 기준은 10년빈도 가뭄을 기준으로 하였을 경우이므로 10년빈도 가뭄상황에서 배분관리용수량을 줄이기 위하여 많은 인력이 동원되기 때문에 10년빈도 가뭄상황에서 배분관리용수가 31%로 나타나지 않을 것으로 판단된다. 보다 정확한 분석은 장기간의 측정데이터가 확보되어야 할 것이다.

시험결과를 바탕으로 판단하였을 경우 농업용수의 손실이 45%로 많이 양의 손실이 발생하는 것으로 판단될 수 있다. 하지만 농업용수의 분류에서 농업용수의 원활한 공급을 위해 수위를 유지시키기 위하여 배수로로 빠져나가는 용수를 도시용수의 수도사업용수량이나 공공용수와 같이 손실만 보는 것은 타당하지 않다. 농업용수의 수로조직의 특성상 관수로가 아니기 때문에 용수의 공급을 위해 사용되어야만 하는 용수로 보는 것이 타당하다고 판단된다. 그러나 배분관리용수는 많은 인원으로 관리하였을 경우 줄일 수 있는 소지가 많은 용수이므로 배분관리용수중 어느 정도까지

를 용수의 공급을 위해서 사용되어야만 하는 손실이외의 용수로 보아야 하는 지는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

V. 요약 및 결과

우리나라의 수자원에서 농업용수의 대부분을 차지하는 논용수의 비중은 큰 편이며 논용수에서 고려해주어야 하는 수로손실은 전체 수자원의 6%에 해당할 정도로 중요한 항목이다. 그러나 이에 대한 실측자료 및 연구가 부족한 상황이다. 본 연구에서는 농업용수와 도시용수의 분류 현황을 검토하였으며 실제 6개시험지구를 선정하여 송수손실량과 배분관리용수량을 측정을 하였다.

측정결과 송수손실 13.8%, 배분관리용수비율 31.1%, 시설관리용수의 비율이 44.9%로 나타났는데 이는 전체용수공급량 중 45%정도는 실제 포장에 공급되지 않고 수로내에서 손실되거나 용수의 배분을 위하여 사용되어지는 것을 의미한다.

농업용수의 배분관리용수량의 비율이 31.1%로 많이 나타났으나 우리나라 설계기준년인 10빈도가람상황에서는 많은 노동력의 투입 등으로 배분관리용수량은 줄어들 것으로 판단된다.

농업용수의 배분관리용수량을 도시용수의 수도사업용수량이나 공공용수와 같이 농업용수의 손실로 분류하기보다는 용수를 공급하기 위하여 필연적으로 필요한 용수로 분류하는 것이 타당하다고 판단되나 배분관리용수량은 노동력을 충분히 투입함으로써 줄일 수 있는 여지가 많으므로 어떤 기준치만큼은 손실로 보는 것이 타당하나 이에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 농림부, 1998. 농업생산기반정비사업계획설계기준
2. 농림부, 농어촌진흥공사, 1999. 농촌용수수요량조사 종합보고서
3. 농림부, 농업기반공사, 2003. 농업생산기반정비사업통계연보 2004
4. 농림부, 농업기반공사, 2003. 농촌용수공급체계제편 종합보고서
5. 농림부, 농업기반공사, 2004. 물부족시대에 대비한 절약형 농업수로 관리기법 연구(1)
6. 농업기반공사, 2002. 용수수급의 안정성 제고연구 및 종합시험지구 운영
7. 박상현, 김시원, 1981. 흙수로에서 삼투손실에 관한 연구, 한국농공학회지 V.23 No. 3
8. 주옥종, 김진택, 2002. 농업용수로 손실량 측정 및 원인분석, 한국농공학회 학술발표회논문집
9. 주옥종, 김진택, 2003. 관개지구내 농업용수 손실의 유형분석, 한국수자원학회 학술발표회논문집
10. 건설교통부, 2001. 수자원장기종합계획(Water Vision 2020)