

농업지역 물수지 분석을 위한 현지 조사

Field Investigation for Water Balance Analysis at Agricultural Area

이현석*, 김영성**, 양재린***, 고덕구****

Hyun-Seok Lee, Young-Sung Kim, Jae-Rheen Yang, Deuk-Koo Koh

요 지

용담댐 상류에 위치한 양악천 유역에서의 물수지를 파악하기 위하여 관개수로를 통한 유입량, 하류하천에서의 배수량, 양악천 상류 양악호에서의 강수량, 농지에서의 경작현황 및 물리면적 등을 조사하였다. 경작현황은 현장조사를 통하여 파악한 ‘인삼 재배 면적’을 수혜지역으로부터 제외하는 방법으로 진행하였으며, 물리면적은 포털사이트 ‘다음’에서 제공하고 있는 2007년 11월 7일에 촬영된 위성영상을 이용하여 추정하였다. 또한 유역 외로 공급되는 물의 양을 파악하기 위하여 양수장 약 200m 앞에서 수위모니터링을 실시하였으나 양수장 수위증가로 인한 관개용수의 역류 및 유역 외 공급량으로 제외시켰던 용수가 양수장 내 저수지로부터 사전에 파악하지 못했던 또 다른 수로를 통하여 유역내로 재 유입되는 등의 문제점들이 발견되었다. 본 논문에서는 확보된 자료를 최대한 활용하여 농업지역에서의 회귀율을 분석하였으며, 향후 유역단위 물수지 분석에는 ‘하천으로 회귀하는 관개용수의 배수량 모니터링’에 개선이 필요하다는 결론을 얻을 수 있었다.

핵심용어: 물수지, 유입량, 배수량, 강수량, 물리면적

1. 서 론

올해 수자원에 대한 국민의 관심은 그 어느 때보다 높다. 노후된 제방을 보강하고, 하천의 생태계를 복원하며, 중소 규모의 댐을 건설하고, 홍수조절지를 확보하며, 하천 주변에 자전거길을 조성하고, 보를 친환경적으로 설치하는 내용을 담고 있는 ‘4대강 정비사업’에 대한 국민의 우려와 기대가 반영된 결과이다.

농업용수의 이용량은 전체 수자원 이용량의 약 48%를 차지하고 있으며, 그에 관한 연구도 다양한 방면에서 꾸준히 수행되고 있다(임상준(2000), 최진규 등(2003), 김병찬 등(2004), 신사철과 안태용(2007), 양해근(2007)). 특히 최중대와 최예환(2002)은 강원도 춘천에 위치한 신도유역과 천전유역을 시험유역으로 정하고 북한강 유역의 논 농업용수 회귀율을 조사하였으며, 추태호(2004)는 낙동강 유역의 월곡저수지 내 하류 운봉천 부근 논에서 농업용수 회귀율을 조사하였고, 김영식(1999)은 공주 소학지구와 연기 대평지구를 대상으로 양수장지구의 농업용수 회귀율을 조사하였다.

확보된 수자원의 효율적인 활용을 위하여 다양한 지역에서의 회귀율 조사가 이루어지고 있으며, 본 연구의 대상지는 용담댐 상류에 위치한 양악천 유역이다.

* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 공동연구원·E-mail : leehs2005@kwater.or.kr

** 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원·E-mail : yskim@kwater.or.kr

*** 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원·E-mail : jyang@kwater.or.kr

**** 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 연구위원·E-mail : dkkoh@kwater.or.kr

2. 연구대상 지역

양악천 상류에는 농업용 저수지인 양악호가 있으며, 양악호의 물은 관개수로를 통하여 물리구역으로 공급된다. 물리구역은 그림1에 나타낸바와 같이 위로부터 아래로 (A) 마암마을, (B) 주고마을, (C) 당저마을 및 (D) 외림마을 순으로 4구역으로 구분하였으며 위성영상을 통하여 추정한 구역별 물리면적은 표1에 나타내었다. 그림1의 우측하단에 나타낸 유역의 지역도 4개 구역으로 구분하였으며, 위로부터 반시계방향으로 (A)로부터 (D)까지 구분하여 표1에 제시하였다.

본 연구대상지의 농업용수 공급원인 양악호의 물은 양수펌프를 이용하여 유역 외로도 공급되고 있으나 공급량이 불명확하다. 따라서 유역 외 공급량은 취수탑으로부터 좌안으로 공급되는 관개량을 유역내(D)구역의 물리면적인 666,720 m²과 유역 외 총 물리면적인 1,318,944 m²의 비로 분할하였다.

또한 관개량 및 배수량을 산정하기위하여 수로별 수위-유량 관계식을 도출하고 관측수위로부터 유량을 계산하였다. 도출된 수위-유량 관계식은 표2와 같다. 식의 Q는 유량이고, H는 하천 및 관개수로에서의 수심이다.

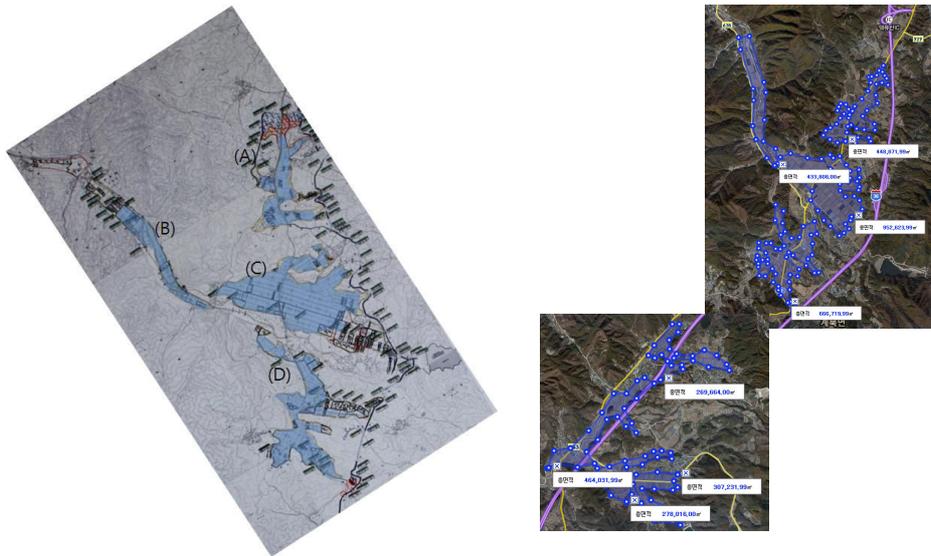


그림 1. 연구대상 지역 및 물리구역 면적

표 1. 유역내·외 물리구역 면적

Watershed	Cultivation section	Cultivation area (m ²)	Possession rate of watershed (%)	
inside	(A)	448872	17.94	
	(B)	433808	17.34	
	(C)	952624	38.07	
	(D)	666720	26.65	
outside	(A)	269664	1318944	0
	(B)	464032		
	(C)	278016		
	(D)	307232		

표 2. 관개량과 배수량 파악을 위한 수위-유량 관계식

Measuring station	Rating curve	R ²
Main irrigation canal	$Q=2.407 \times H^{1.966}$	0.987
After divergence right hand side of irrigation canal	$Q=1.835 \times H^{2.019}$	0.975
Bongok bridge for drainage quantity measurement	$Q=78.542 \times (H-0.385)^{3.018}$	0.987

3. 회귀율 조사

회귀율 분석을 위하여 조사한 일평균 관개량, 일평균 배수량 및 일강수량은 그림2와 같다. X축은 4월1일을 91로, 9월 31일을 273으로 나타내는 ‘Julian day’를 사용하였다. 조사결과 6개월 중, 가장 큰 유출량 기록은 623 mm로 7월 25일의 기록이었으며, 역시 가장 높은 일강수량도 같은 날 하루 동안의 누적 강수량으로서 65 mm를 기록하고 있다. 그림2에서는 유출량을 나타내는 좌측 Y축은 200 mm까지 표현하였으며, 강우량을 나타낸 우측의 Y축은 80 mm까지 표현하였다.

소유역을 대상으로 한 회귀율 분석에는 ‘몽리면적을 고려한 관개량’과 ‘유역내 전 지역을 고려한 강우유출’의 차이를 명확히 하여야 한다. 즉 일강우량이 10 mm 만 넘어도 강수 후 2 ~ 3일 이내에 발생한 유출량은 관개 후 배수량으로 볼 수 없다는 사실이 그림2로부터 명백하다. 그러므로 본 연구에서는 ‘무강우시 관개수로를 통한 용수의 유입이 없는 상태에서의 유출량’을 조사하였으며, 홍수기 및 홍수기 전·후의 배수량 또한 파악하였다.

그림3은 홍수기 전·후 무강우시의 하천유량을 조사한 결과이다. 최대 배수량을 기록한 7월 25일부터 장마가 끝나는 8월 27일까지 일유출량이 20 mm를 넘는 기간을 홍수기로 정하고, 그 이전인 4월 1일부터 7월 24일까지는 ‘홍수기 전’, 8월 28일부터 9월 31일까지는 ‘홍수기 후’로 분류하였다. 홍수기 전의 무강우시 하천유량은 4월 1일과 4월 2일의 값으로 명확하며, 두 값중 작은값인 3.78 mm를 ‘홍수기전 무강우 하천유량’으로 결정하였다. 또한 ‘홍수기 무강우 하천 유량’은 7월 4일부터 7월 9일까지의 무강우시 관개량이 0일때 최소값을 조사하였고 그 결과 7월 9일의 기록으로서 일 유출량이 7.00 mm임을 알 수 있었다. 그리고 ‘홍수기 후 무강우 하천유량’은 9월 11일부터 9월 25일까지의 무강우 및 추후 2일간 4 mm의 강우에도 불구하고 9월 26일의 유량이 최소이었으며 3.62 mm를 기록하였다. 각각의 시기별 무강우 하천 유량은 그림3에 화살표로 나타내었으며 좌로부터 (A), (B) 그리고 (C)로 표시하였다. 결론적으로 이렇게 정의한 시기별 무강우 하천유량을 배수량으로부터 감한 후 정리함으로써 그림3과 같은 관개수로를 통한 용수 유입후의 배수량 산정이 가능하였다.

그림4는 지금까지 구축한 자료들을 이용하여 회귀율을 구하기 위한 마지막 단계이다. 2개월씩 구분하여 (a), (b), (c)로 나타내었으며 각각의 그림에는 강우의 영향을 배제하기 위하여 강우 후 3일 이내의 자료는 분석에서 배제하였다. 그림4-(a)의 (A), (B), (C) 그림4-(b)의 (D), (E), (F) 그리고 그림4-(c)의 (G)는 본 연구의 회귀율 분석 대상 기간이다. 분석 결과는 표3과 같다. 관개수로를 통한 용수공급이 시작된 4월3일부터 4월6일까지는 회귀율이 31.64 %로 최저이며 4월 18일부터 4월 21일까지는 69.89 %로 제일 높다. 본 연구를 통하여 파악된 양악천 유역 전구간의 평균 회귀율은 57.82 %이다.

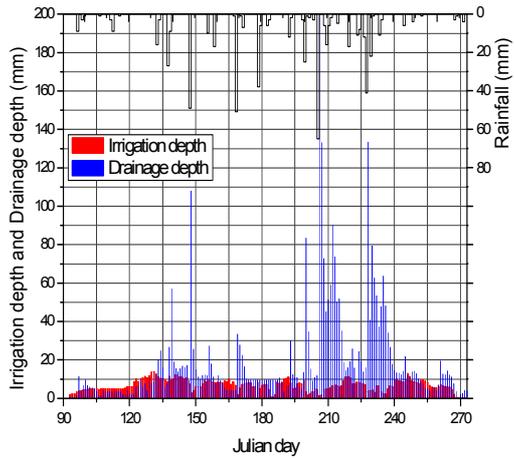


그림 2. 일별 관개량·배수량 및 강수량

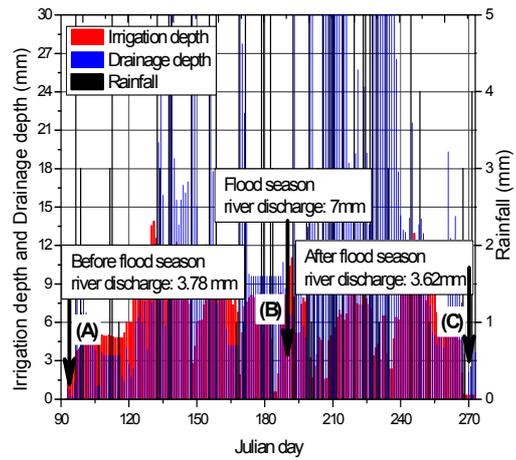
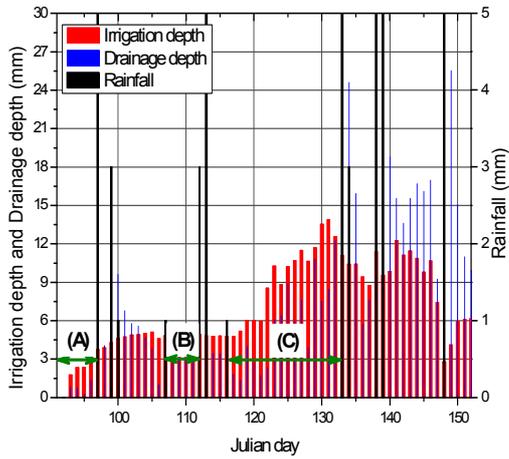
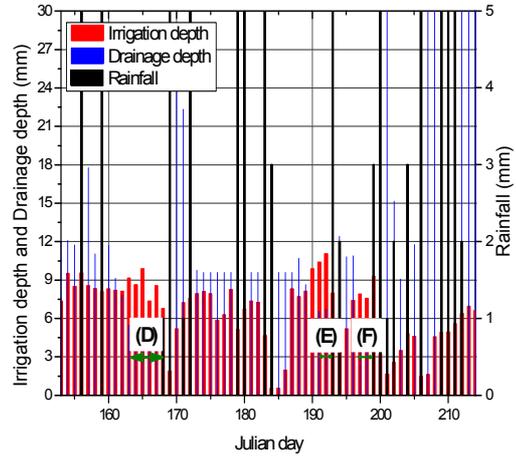


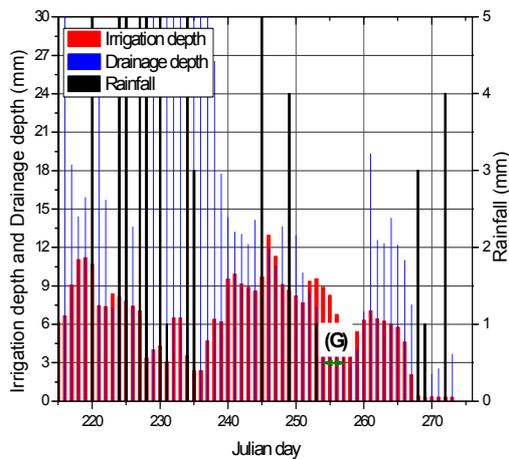
그림 3. 홍수기전, 홍수기 및 홍수기후의 무강우시 하천유량



(a) 4월과 5월 회귀율 분석 기간



(b) 6월과 7월 회귀율 분석 기간



(c) 8월과 9월 회귀율 분석 기간

그림 4. 무강우시 회귀율 분석을 위한 구간 선정

표 3. 무강우시 회귀율 분석결과

Period	Days	Daily average of irrigation depth (mm)	Daily average of Drainage depth (mm)	Return rate (%)
(A)	4/3 ~ 4/6	2.43	0.77	31.64
(B)	4/18 ~ 4/21	4.96	3.46	69.89
(C)	4/27 ~ 5/12	9.39	5.73	61.00
(D)	6/12 ~ 6/17	8.38	4.42	52.70
(E)	7/10 ~ 7/11	10.71	6.62	61.81
(F)	7/16 ~ 7/17	7.73	5.23	67.60
(G)	9/11 ~ 9/13	7.95	4.77	60.06

4. 요약 및 결론

양악천 유역에서 물수지 분석을 위한 현장조사를 실시하였으며, 취득된 자료를 분석하여 시기별 회귀율을 파악하였다. 4월 초순경에는 약 32 %의 낮은 회귀율을 보였으나, 그 외의 기간에는 53 ~70 % 사이의 비교적 높은 회귀율을 보였다.

감 사 의 글

본 연구는 양악천 유역내 농업지역에서의 물수지분석을 통한 회귀율 산정을 목적으로 수행되었으며, 이 연구를 지원해주신 농촌공사 담당관 및 현지 주민들께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김병찬, 김만식, 최현(2004). 형상변화에 의한 담수호의 용수량 산정, 환경관리학회지, 제 10권 제1호, pp. 23-30.
2. 김영식(2000). 양수장지구의 농업용수 회귀율, 석사학위논문, 충남대학교.
3. 신사철, 안태용(2007). 인공위성 자료를 활용한 관역증발산량의 산정방법 개발, 한국지리정보학회지, 제10권 2호, pp. 70-80.
4. 양해근(2007). 기후변화에 따른 유역의 물수지 변화, 대한지리학회지, 제42권 제3호, pp. 405-420.
5. 임상준(2000). 농업유역의 논 관개회귀수량 추정 모형의 개발, 박사학위논문, 서울대학교.
6. 최진규, 손재권, 구자용, 김영주(2003). 물수지 분석을 통한 관개용 저수지의 저수율 추정, 농촌계획, 제9권 제4호, pp. 1-7.
7. 최종대, 최예환(2002). 북한강 유역의 논 농업용수 회귀율 산정, 강원대학교 농업과학연구소 논문집, 제13권, pp. 15-26.
8. 추태호(2004). 낙동강 유역의 월곡저수지 내 논 농업용수 회귀율 조사·분석, 대한토목학회 논문집, 제24권 제2B호, pp. 123-129.