

섬진강 유역의 농업용수 사용량 조사

○최진규* · 윤광식** · 김남원*** · 박승우**** · 손재권* · 구자웅*

1. 서론

농업용수의 사용량은 전체 물 사용량의 60%에 달하는 많은 양으로 효율적인 하천관리와 국가 수자원 계획의 수립을 위해서는 실제 사용량을 파악할 필요가 있다. 지금까지 수계 규모에서의 농업용수 사용량은 간접적인 추정방법으로 결정하고 있으며, 이는 작물별, 시기별 필요수량을 추정하고, 이를 재배 면적에 대하여 적용하는 소위 원단위 산정 방식을 적용하고 있다.

광역 수계에서의 농업용수 사용량은 수원공의 종류와 규모, 수자원 현황, 작물별 식부면적, 생육시기, 물관리 방법 등의 여러 가지 요인에 의해서 지배된다. 우리 나라에서는 공급체계의 특성상 농업용수의 실제 사용량에 관한 조사가 거의 이루어지지 않고 있으며, 지금까지는 농업 용수의 사용량에 대한 종합적인 자료도 없는 것이 현실이다. 광역 수계의 농업용수의 실제 사용량에 대한 조사는 1996~1997년에 낙동강 수계를 대상으로 하여 실시한 것이 최초로 저수율, 양수기록 등을 근거로 사용량을 추정하였으며, 1998년에 시행된 한강 수계에서의 농업용수 사용량 조사가 우리 나라 광역 수계의 농업용수 사용량에 관한 체계적인 연구사업이라고 볼 수 있다.

섬진강 유역은 한반도의 중앙부에 위치하고 있는 남한 제4의 하천으로, 전라북도, 전라남도 및 경상남도의 일부를 포함하고 있으며, 이들 지역에 대하여 농업용수와 생·공업용수를 공급하고 있다. 섬진강 유역의 농업용수는 섬진강의 본류 및 지천으로부터 취수하는 하천수, 저수지를 통한 지표수 및 지하수 채수량 등으로 이루어져 있다.

그러나, 지금까지 섬진강 유역 수계에 대한 농업용수 사용량 자료를 수집, 조사한 예는 없는 실정이며, 다만 한발대책의 일환으로 가뭄기에 시·군별로 저수율 자료를 취합하고 있다. 이에 본 연구에서는 섬진강댐, 보성강댐, 주암댐 등 다목적댐을 제외한 섬진강 유역의 관개용 저수지, 양수장, 관정, 취입보 등 농업용 수원공의 시설물 제원, 관개면적, 전력사용량, 가동시간, 양수량 등의 과거 운영기록을 수집하여 정리하고, 이를 이용하여 섬진강 유역 수계의 농업용수 실제 사용량을 파악하고자 하였다.

* 전북대학교 농과대학 교수 (농업과학기술연구소)

** 전남대학교 농과대학 조교수

*** 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원

**** 서울대학교 농업생명과학대학 교수

2. 재료 및 방법

가. 섬진강 유역 개황

섬진강은 우리나라 남부지역중 중서부에 위치하고 있으며 북에서 남으로 흐르는 하천으로서 유역면적은 4,896.5km², 유로연장이 212.3km에 달하고 있다. 전체 유역면적 중 전라북도가 44%, 전라남도가 47%, 경상남도가 9%를 차지하고 있으며, 해당 행정구역은 3도 4시 11군 9읍 91면에 접하고 있다.

섬진강유역의 토지이용 현황을 보면 농경지가 전체 유역의 18.9% 이며, 이중에서 논이 12.8%, 밭이 6.2%에 해당하며, 임야는 71.8%, 기타 9.2%를 차지하고 있다. 섬진강유역의 행정구역 별 논면적을 수리안전답과 수리불안전답으로 구분하면, 수리안전답이 72%인 45.6ha이며 수리불안전답은 17.5천ha 이다.

한편, 농업용 수원공은 크게 저수지, 양수장, 관정, 취입보 및 집수암거 등으로 구분할 수 있으며, 섬진강 유역의 수원공을 정리하면 <표 1>과 같다. 섬진강 유역의 농업용 저수지는 총 1,177개이고 전체 관개면적은 28.3천ha로 전체 수원공수의 35.1%, 관개면적의 62.0%를 차지하고 있으며, 대부분 하천의 상류에 위치하고 있다. 양수장은 섬진강 중하류부에 많으며, 전체 개소수는 242개로 관개면적은 5.7천ha이다. 이는 전체 수원공수의 7.2%, 전체 관개면적의 12.4%에 해당한다. 취입보 및 관정은 각각 864개, 1,071개이며, 관개면적은 8.7천ha, 3천ha로 전체의 19.0%와 6.6%를 차지하고 있다.

표 1. 섬진강유역 수원공 현황

| 구 분 | 개소수 | | 관개면적 | |
|-----|-------|-------|----------|-------|
| | 개 | % | ha | % |
| 저수지 | 1,177 | 35.1 | 28,297.8 | 62.0 |
| 양수장 | 242 | 7.2 | 5,668.6 | 12.4 |
| 관 정 | 1,071 | 31.9 | 3,007.5 | 6.6 |
| 취입보 | 864 | 25.8 | 8,667.4 | 19.0 |
| 계 | 3,354 | 100.0 | 45,641.3 | 100.0 |

나. 수원공 자료 조사

섬진강유역의 저수지, 양수장, 관정, 보 등의 자료는 소유역을 기준으로 농어촌용수 DB와 농지개량조합을 방문하여 조사한 자료를 이용하여 시·군관리 및 농조관리로 구분하여 정리하고, 농업생산기반정비사업통계연보(농림부,1998)의 자료를 참조하였다.

다. 사용량 조사 방법

농업용 저수지의 농업용수 사용량은 1994~1998년의 5개년 동안의 일별 또는 순별 운영자료

와 저수지 물수지 모형을 이용하였다. 즉, 이를 위하여 저수율 자료가 있는 저수지에 대하여 물수지 모형을 적용하고, 물수지 모형으로부터 계산되는 저수율과 실제 저수율이 일치하도록 모형의 매개변수를 조절하였으며, 이러한 농업용 저수지의 일별 모의조작 결과로부터 저수지의 일별 사용량을 추정하였다.

과거의 양수장 사용량을 조사하기 위해서는 농지개량조합별로 전력사용량, 가동시간, 양수량 등의 과거 운영자료를 수집하였다. 양수량 자료가 없는 경우에는 전력사용량-양수량, 가동시간-양수량의 관계를 이용하여 연간사용량을 계산하고, 연도별로 관개면적과 연간사용량의 관계를 유도하였다. <그림 1>은 1995년도의 연간사용량과 관개면적의 관계를 나타낸 것이다. 또한, 양수장의 일별 사용량을 추정하기 위해 일별 양수자료가 있는 양수장의 자료를 이용하여 평균 일일 급수패턴을 유도하였으며, <그림 2>는 남원농지개량조합의 누가 급수곡선에서 유도된 일별 급수패턴을 연도별로 보여주고 있다.

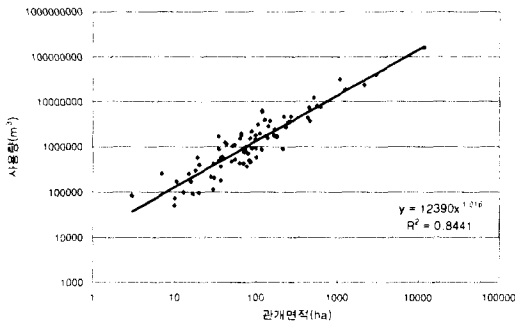


그림 1. 관개면적과 사용량 관계(1995년)

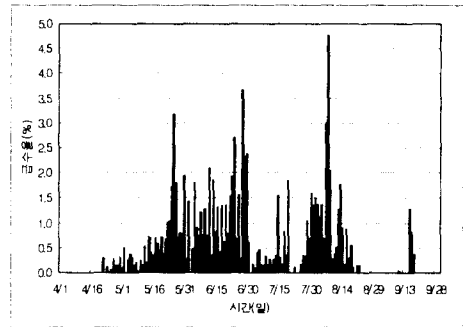


그림 2. 양수장 일별 급수패턴(1995년)

관정의 사용량 조사는 농업생산정비기반사업통계연보(1998,농림부)로부터 관정의 현황을 파악하고, 농지개량조합의 현황 자료와 농어촌용수 DB를 이용하여 소유역별, 행정구역별로 관정을 구분하고, 소유역별 필요수량에 따른 급수패턴을 이용하여 일별 채수량을 산정하였다.

보 사용량 조사는 작물의 필요수량과 TANK모형에 의한 하천의 유량자료를 이용하여 보의 농업용수 사용량을 조사하였으며, 보 취입량은 설계취입수량을 기준으로 산정하였다.

한편, 실제적으로 농업용수는 수원공으로부터 공급되는 수량뿐만 아니라 수리불안전답과 같은 농업수리시설이 없는 논에서 사용되는 수량과 밭 작물의 재배를 위한 사용량을 모두 포함하여야 한다. 수리불안전답은 수리안전답과는 다르게 과거 운영자료를 이용하여 사용량을 추정하기 어려우므로, 여기서는 수리안전답 사용량의 65%를 적용하여 산정하였으며, 관개전의 사용량은 섬진강 유역의 경우 514mm로 보고된 관개전 단위용수량을 이용하여 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 수원공 농업용수 사용량

섬진강유역의 저수지, 양수장, 관정 및 보 사용량을 조사한 결과는 <표 2>에 정리된 바와 같으며, 1994~1998년의 5개년에 대한 사용량을 연도별로 나타낸 것이다.

표 2. 섬진강유역 수원공 농업용수 사용량

| 구 분 | 개소수 | 관개면적 (ha) | 농업용수 사용량 (10 ⁶ m ³) | | | | | 평균(%) |
|-----|-------|--------------|--|-------|-------|-------|-------|-------------|
| | | | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | |
| 저수지 | 1,177 | 2,8297.8 | 214.7 | 190.7 | 237.9 | 242.1 | 248.8 | 226.9(64.6) |
| 양수장 | 242 | 5,668.6 | 76.0 | 57.1 | 66.5 | 63.1 | 58.3 | 64.2(18.3) |
| 관 정 | 1,071 | 3,007.5 | 33.0 | 25.1 | 21.9 | 15.4 | 17.4 | 22.6(6.4) |
| 보 | 864 | 8,667.4 | 41.6 | 37.8 | 36.7 | 40.7 | 30.8 | 37.5(10.7) |
| 합 계 | 3,354 | 45,641.3 | 365.3 | 310.8 | 363.0 | 361.4 | 355.4 | 351.2(100) |

<표 2>에서 나타난 결과를 보면 섬진강유역의 저수지 사용량은 1995년의 경우 191백만 m³로 가장 적게 나타났으며, 1998년은 249백만 m³을 농업용수로 사용하여 최대치를 나타내었으며, 5개년 평균 사용량은 227백만 m³로 조사되었다.

섬진강유역의 양수장 사용량은 1994~1998년의 5개년동안에 평균 6천4백만 m³ 이었다. 양수장의 연도별 사용량을 살펴보면, 1994년에 7천6백만 m³으로 최대를 나타내었으며, 1995년에는 사용량이 가장 적었으며 그 수량은 5천7백만 m³이었다.

섬진강유역 1,071개의 전체 관정 사용량은 1997년에 15,382천 m³으로 가장 적게 나타났고, 1994년에는 32,973천 m³으로 가장 많았으며, 1994~1998년 5개년의 평균 사용량은 22,572천 m³이었다. 섬진강유역의 관정 사용량을 순별로 보면 생육시기에 따른 필요수량의 변화로 인하여 시기별로 차이를 보여 주었다. 1994~1998년의 5개년 평균 사용량을 살펴보면, 5월 하순에 가장 많은 물을 사용하였으며, 그 양은 4,120천 m³으로서 전체 사용량의 18.3%를 차지하고 있다. 월별로도 5월 사용량이 가장 많았으며 전체 25.8%인 5,822천 m³을 사용하는 것으로 조사되었다.

섬진강유역에서 취입보를 이용하여 취수한 농업용수는 조사기간인 1994~1998년의 5개년 동안에 평균 37,548천 m³로 조사되었으며, 연도별 사용량은 1994년에 41,629천 m³로 가장 많았고, 1998년에는 30,845천 m³으로 가장 적었다. 취입보의 순별 취수량은 생육시기나 강우량에 따라 조금씩 차이를 보이고 있으나, 5월 하순에 6,476천 m³으로 가장 많았으며, 5월 상순에 46천 m³으로 가장 적은 수량을 취수를 하는 것으로 조사되었다.

나. 농업용수 실제 사용량

섬진강유역의 농업용수 사용량은 1994년~1998년의 5개년에 대한 저수지, 양수장, 관정, 보 등의 수원공 시설로부터 취수되는 취수량을 수리안전담에 대한 농업용수 사용량으로 이용하였으며, 이로부터 산정한 수리불안전담과 관개전의 농업용수 사용량은 <표 3>에 정리된 바와 같다.

표 3. 섬진강유역 농업용수 실제 사용량

| 구 분 | 농업용수 사용량 (10 ⁹ m ³) | | | | | |
|--------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 평 균 |
| 수리안전담 | 365.3 (78.9) | 310.8 (79.2) | 363.0 (79.9) | 361.4 (80.0) | 355.4 (80.2) | 351.2 (79.7) |
| 수리불안전담 | 82.6 (17.9) | 66.6 (17.0) | 76.6 (16.8) | 75.0 (16.6) | 72.2 (16.3) | 74.6 (16.9) |
| 관개전 | 14.8 (3.2) | 14.9 (3.8) | 15.0 (3.3) | 15.2 (3.4) | 15.3 (3.5) | 15.0 (3.4) |
| 계 | 462.7 | 392.3 | 454.6 | 451.6 | 442.9 | 440.8 |

<표 3>에서와 보면 섬진강유역의 수리안전담 사용량은 1995년이 3억천만m³으로 가장 적고, 1994년이 3억7천만m³으로 가장 많았으며, 1994~1998년 5개년 평균 사용량은 3억5천만m³이었다. 수원공별 사용량은 저수지가 평균 2억3천만m³으로 전체 사용량의 64.6%를 차지하고 있으며, 양수장이 18.3%인 6천4백만m³이었으며 관정 및 보는 각각 2천2백만m³, 3천7백만m³으로 조사되었다.

수리불안전담의 사용량은 수리안전담 사용량의 65%를 적용하고, 면적비를 고려하여 사용량을 산정하였으며, 연도별 수리불안전담의 사용량은 <표 3>에 정리된 바와 같다. 여기서, 수리불안전담 면적은 1994년에 만7천ha이었던 것이 매년 줄어들어 1998년에는 그 면적이 만4천ha로 조사되었다. 수리불안전담의 농업용수 사용량은 수리안전담의 사용량에 따라 달라지게 되는 데, 1994~1998년 5개년 평균 7천5백만m³이었으며, 최대 사용량은 1994년에 8천3백만m³으로 나타났다.

관개전의 사용량은 유역별 관개전의 단위용수량을 이용하여 산정하였다. 섬진강유역의 관개전에 대한 단위용수량은 514mm를 이용하여 관개전의 사용량을 계산하였다. <표 3>은 관개전의 농업용수 사용량을 정리한 것으로, 관개전의 면적은 1994년에 2천9백ha이었던 것이 매년 증가하여 1998년에는 3천ha에 이르고 있으며, 사용량은 1998년에 천5백만m³으로 최대치를 나타내었으며, 1994~1998년 평균 사용량은 천5백만m³으로 조사되었다.

섬진강유역의 농업용수 실제 사용량은 수리안전담, 수리불안전담 및 관개전의 사용량을 합하여 구하였다. <표 3>에 의하면 섬진강유역의 농업용수 사용량은 1994년의 4억6천만m³에서부터 1995년의 3억9천만m³의 범위를 보였으며, 5개년 평균 사용량은 4억4천만m³으로 조사되었다. 수리안전담의 사용량은 전체의 78.9~80.2%로 평균 79.7%를 차지하고 있으며, 수리불안전담이 평균 16.9%, 관개전이 평균 3.4%를 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

4. 요약 및 결론

섬진강유역의 농업용수 사용량을 조사하기 위하여 1994년~1998년까지 5개년의 시·군 및 농지개량조합에서 관리하고 있는 저수지, 양수장, 관정, 보 등의 수원공 운영일지를 수집하여 정리하고, 이들 운영일지를 기초로 하여 농업용수 일별 사용량을 추정하였다. 수리불안전담과 관개전

의 사용량은 기존의 방법을 이용하였으며. 주요 내용은 다음과 같다.

(1) 섬진강 유역의 주요 소유역별, 관리 주체별, 농업용수 용수원과 관개 면적, 수원공별 제원을 조사하고, 과거 운영일지와 관련 자료를 수집하여 정리하였다. 전체 유역면적 4,896.50km² 중 관개면적은 45,641ha이며, 수원공별로는 저수지가 1,177개로 28,298ha, 양수장이 242개로 5,669ha, 관정이 1,071개로 3,007ha, 취입보가 864개로 8,667ha로 조사되었다.

(2) 일별 유입량, 필요수량, 운영관리방침 등을 바탕으로 저수지 조작 모형을 적용하여 분석하였으며, 이를 이용하여 저수율 자료로부터 일별 사용량을 추정하였고, 양수일지의 전력사용량, 운전 시간, 양수량 자료 등을 바탕으로 급수패턴을 작성하고, 이로부터 일별 농업용수 양수량을 추정하였으며, 취입보 운영기록과 하천 유황 등을 바탕으로 일별 취수량을 추정하였다. 섬진강유역의 저수지, 양수장, 관정, 보 등의 수원공 시설로부터 취수하는 사용량을 1994~1998년에 대하여 조사한 결과, 5개년간 평균 사용량은 저수지가 227백만m³, 양수장은 6천4백만m³, 관정은 2천3백만m³, 보는 38백만m³으로 조사되었다.

(3) 수리안전담, 수리불완전담 및 관개전의 농업용수 사용량을 산정하고, 이로부터 섬진강유역의 농업용수 실제 사용량을 조사하였다. 섬진강유역의 수원공 시설로부터 취수하는 수리안전담의 사용량은 평균 79.7%이며, 그중 저수지가 전체 사용량의 64.6%를 차지하고 있다. 수리불완전담은 16.9%, 관개전은 3.4%로 조사되었다.

5. 참고문헌

건설교통부 섬진강홍수통제소, 1997. 섬진강 홍수예경보.

김시원, 김철기, 이기춘, 1984. 농업수리학, 향문사.

김현영, 1988. 관개용 저수지의 일별 유입량과 방류량의 모의발생, 서울대학교 대학원 박사학위 논문.

농림수산부, 농어촌진흥공사, 1998. 농업기반조성사업통계연보.

서울대학교 농업개발연구소, 1998. 한강유역 농업용수 실제사용량 및 회귀율 조사.

이남호, 정하우, 박승우, 1990. 관개지구 물관리조직의 일별 모의조작, 한국농공학회지, 32(3), pp. 67-78.

전라북도, 1998. 전라북도 수자원조사서.

전라북도, 1998. 전북통계연보.

한국건설기술연구원, 1997. 수자원 계획의 최적화 연구(I)-용수수요 추정시스템 개발 연구.

한국수자원공사, 1990. 수자원장기종합계획(1991~2001).

한국수자원공사, 1992. 전국하천조사서.

한국수자원공사, 1997. 수문자료집.