

한강수계의 농업용수 공급량 조사방법의 개발 Methodology for Estimating Agricultural Water Supply in the Han River Basin

임 상 준* / 박 승 우** / 김 현 준***

Im, Sang Jun / Park, Seung Woo / Kim, Hyeon Jun

Abstract

The purpose of this study are to develop a realistic methodology to estimate agricultural water supply for rice paddy fields from reservoirs, pumping stations, intake structures, and tube wells on river basin scale. Agricultural water supply from irrigation reservoirs are estimated using the daily or ten day's storage rate data and DIROM(Daily Irrigation Reservoir Operation Model) model. Estimation of daily water supply from pumping station are carried out from the annual water use with typical water supply patterns. The daily groundwater withdrawn are investigated from the gross water requirement for rice and the design capacity of tube well. And, the daily intake discharge are estimated the minimum amount from the gross water requirement, stream discharge, and the design capacity. During 1993 to 1997, the annual water supply for irrigation in the Han river basin ranged from 569 to 709 million m³/yr, and the mean was estimated to be 640 million m³/yr.

keywords : Han river basin, agricultural water supply, DIROM model, reservoir release rate, pumpage

요 지

본 연구는 수계규모에서 과거의 수원공 운영자료를 이용하여 농업용 저수지, 양수장, 취입보 및 관정 등으로부터 논 관개지구에 공급된 농업용수 공급량의 조사방법을 개발하는 데 그 목적이 있다. 농업용 저수지에 의해 공급된 관개량은 일별 혹은 순별 저수를 자료와 DIROM 모형을 이용하여 추정하였으며, 일별 양수량은 연간 총 양수량으로부터 일별 양수패턴을 적용하여 산정하였다. 관정에 의해 취수된 일별 공급량은 논벼의 조용수량과 관정의 설계유량을 고려하여 계산하였으며, 취입보의 일별 공급량은 관개지구의 조용수량, 하천 유량 및 설계 취수량 중에서 최소 유량으로부터 구하였다. 1993~1997년의 조사 기간동안에 한강수계에서 공급된 농업용수는 569백만 m³/년부터 709백만 m³/년의 범위를 보였으며, 5개년 평균 공급량은 640백만 m³/년이었다.

핵심용어 : 한강수계, 농업용수 공급량, DIROM 모형, 저수지 방류량, 양수량

* 서울대학교 농공학과 공학박사

Doctor, Depart. of Agricultural Engrg., Seoul National Univ., Suwon 441-744, Korea
(E-mail : sangjim@phoenix1.snu.ac.kr)

** 서울대학교 농공학과 교수

Professor, Depart. of Agricultural Engrg., Seoul National Univ., Suwon 441-744, Korea
(E-mail : swpark@snu.ac.kr)

*** 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원

Senior Researcher, Water Resour. & Environ. Engrg. Research Division, KICT, Koyang 411-712, Korea
(E-mail : hjkim@kict.re.kr)

1. 서 론

농업용수는 우리 나라의 전체 수자원 이용량의 많은 부분을 차지하고 있다(농림부/농어촌진흥공사, 1999). 이 중에서 논벼의 재배를 위하여 공급되는 관개용수는 농업용수의 대부분을 차지하고 있으며, 4월부터 9월까지 저수지, 양수장, 관정 및 취입보 등 수원공 시설을 통하여 하천수나 지하수를 채수하여 이용하고 있다.

실제적으로 효율적인 하천 관리와 국가 수자원 계획의 수립을 위해서는 용수 공급량의 대부분을 차지하고 있는 농업용수 공급량에 대한 정확한 추정이 필요하다. 이러한 농업용수 공급량은 수원공 시설로부터 공급되는 양을 현장 계측하여 추정할 수 있으나, 수계 규모에서는 수원공의 수가 너무 많으며, 농업용수의 공급 특성상 이용범위가 광범위하고 여러 곳에 산재되어 있기 때문에 현실적으로는 불가능하다.

미국의 지질조사국(USGS)에서는 미국 전역의 물 사용량 자료의 수집방법에 관한 핸드북을 제정하고, 5년 주기로 하천내 사용량(Instream water use)과 하천의 사용량(Offstream water use), 지표수, 지하수 등을 조사하고 있다(Dash, 1996; Mays, 1996; Solley 등, 1998). USGS의 사용량 조사방법은 크게 직접적으로 측정된 유량자료에 의한 방법, 관리자료 등을 이용하여 간접적으로 추정하는 방법, 그리고 계수나 모델 등을 이용하여 추정하는 방법 등이 있으며, 이로부터 미국 전체의 물 사용량을 조사하고 있다.

우리 나라의 경우에도 저수율, 양수량, 혹은 전력사용량 등 수원공 시설의 운영자료를 수집하여, 이로부터 간접적인 방법으로 농업용수 공급량을 추정할 수 있다. 농업용 수원공 시설에 대한 자료는 농지개발조합¹⁾, 시·군 등 행정기관, 그리고 일부 소규모 시설은 개인이나 단체 등이 관리하고 있다. 농지개발조합은 일정 규모 이상의 수원공 시설을 관리 운영하고 있으며, 시·군 등 행정기관은 농지개발조합에서 관리하는 것을 제외한 소규모 수원공을 관리하고 있다. 그러므로 수계단위에서의 농업용수 공급량은 이들 관련 기관에서 보유하고 있는 과거의 수원공 운영자료를 이용하여 추정하는 방법이 가장 타당하다.

국내에서 수계 규모의 농업용수 공급량에 대한 체계적인 조사는 1996~1997년에 낙동강 수계를 대상으로 실시한 것이 최초이다(김현준 등, 1998). 낙동강 수계

에 대한 농업용수 공급량 조사에서는 몇 개의 표본 저수지와 양수장을 선정하여 관계기간 동안의 실제 공급량을 현장 계측하고, 측정된 수원공의 평균 공급량을 적용하여 낙동강 수계 전체에 대한 저수지와 양수장의 과거 5개년에 대한 공급량을 추정하였으며, 관정의 경우에는 양수장 공급량의 50%를 적용하고, 취입보의 경우에는 저수지 공급량의 70%를 적용하여 각각 산정하였다. 이러한 방법은 과거의 기상조건과 수원공의 공급 능력에 대한 고려를 하지 않으며, 수원공별로 일률적인 산정기준을 적용하는 문제점 등이 있다.

따라서, 본 연구에서는 저수지, 양수장, 관정 및 취입보 등 수원공 시설의 과거 운영자료를 근거로 하여 수계 규모에서 농업용수 공급량을 추정하기 위한 조사방법을 개발하였으며, 시험지구를 선정하여 농업용수 공급량을 현장 계측하고, 이를 추정된 공급량과 비교하여 조사방법에 대한 정확도를 평가하였다. 또한, 조사방법을 적용하여 한강유역의 1993~1997년 5개년에 대한 농업용수 공급량을 조사하였다.

2. 농업용수 공급량 조사방법의 개발

2.1 저수지 공급량

농업용 저수지는 유역으로부터 유출되는 지표수를 이용하여 농업용수를 공급하는 수원공으로, 하천에 댐을 축조하여 하천 지표수를 저류하는 기능을 담당하고 있다. 우리 나라는 지형적으로 저수지를 건설하기 위한 적지의 확보가 비교적 용이하고, 농업용수 개발사업의 지속적인 시행으로 많은 수의 저수지를 건설하여 이용하고 있다.

저수지에 의한 농업용수 공급량은 그림 1과 같이 저수율 자료와 저수지 일별 모의조작 모형인 DIROM모형(Daily Irrigation Reservoir Operation Model)(김현영과 박승우, 1988)을 이용하여 조사하였다. DIROM모형은 농업용 저수지의 일별 모의조작을 위하여 개발된 모형으로, 유입량 모형, 필요수량 모형, 저수지 방류량 모형 등으로 구성되어 있다. 유역의 유입량은 수정 TANK모형을 이용하여 추정하며, 논벼의 재배를 위한 필요수량을 계산하여 기상조건이나 저수율에 따른 저수지 공급량을 일별로 추정하는 모형이다. DIROM모형은 논벼의 재배에 필요한 수량으로부터 일별 공급량을 계산하는 데, 이는 관계방식이나 조작지

1) 2000년 1월 1일 농업기반공사로 통합

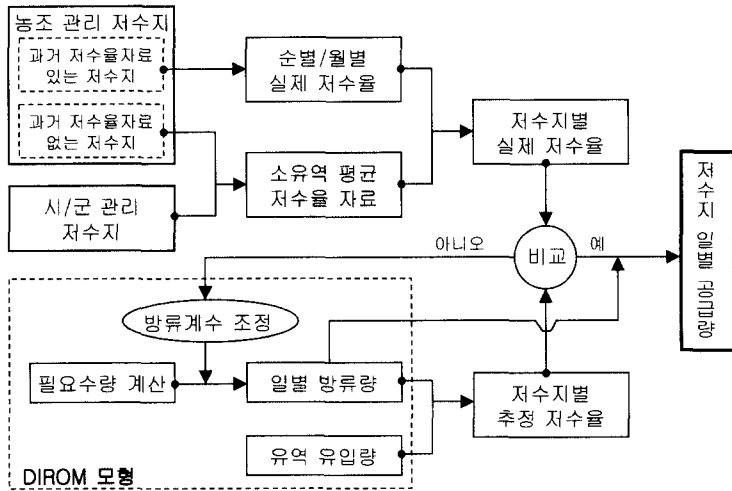


그림 1. 저수지 공급량 조사방법

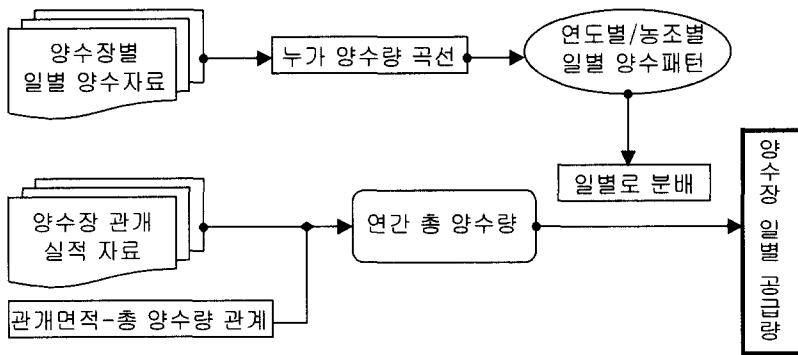


그림 2. 양수장 공급량 조사방법

침에 의해 운영되는 저수지의 실제 공급량은 차이를 가진다. 따라서, DIROM모형에 의해 추정된 저수율과 과거 운영자료로부터 구한 실제 저수율이 일치하도록 일별 공급량을 조정하여, 이 때 계산되는 공급량을 저수지의 일별 공급량으로 하였다. 방류계수는 그림 1에 서와 같이 모형에 의해 추정된 저수율과 실제 저수율이 일치하도록 공급량을 조정하는 매개변수로서, 일별로 산정하여 이용하였다.

농지개량조합 관리 저수지는 일별 혹은 순별 저수율 자료를 이용하여 저수지별로 방류계수를 조정하여 공급량을 추정하였으며, 시·군 관리 저수지는 한발 등의 특정기간을 제외하고는 저수율 자료가 거의 없는 실정 이므로, 소유역별로 전체 관계면적과 저수량 자료를 통

합하여 1개의 가상 저수지를 구성하고, 소유역에 위치한 전체 저수지의 평균 저수율을 이용하여 공급량을 추정하였다.

2.2 양수장 공급량

양수장은 하천, 담수호, 저수지 등의 물을 양수하여 공급하는 수원공으로, 지형적인 영향을 적게 받으며, 취수량을 자유로이 조절할 수 있고, 저수지에 비하여 시설용지가 적고 수몰지 등과 같은 환경적인 문제가 발생하지 않기 때문에 용수공급원으로 많이 이용되고 있다. 일반적으로 양수장은 안정적 용수공급을 위하여 수원이 풍부한 본류 하천이나 하천의 하류에 많이 위치하고 있으며, 전기사용료 등의 관리비가 저수지에 비

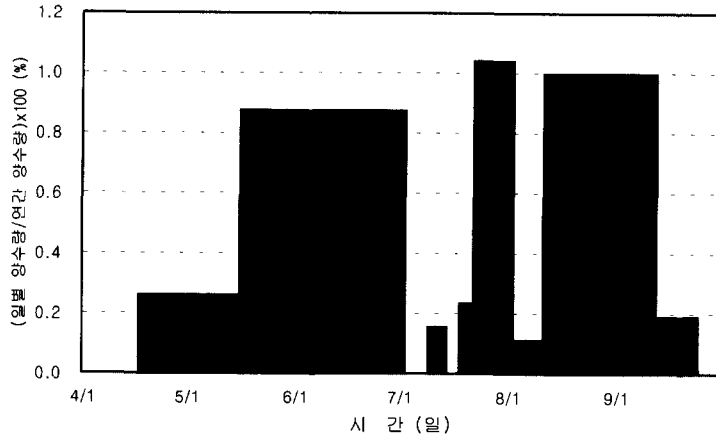


그림 3. 농지개량조합별 양수패턴 (충주농지개량조합, 1997년)

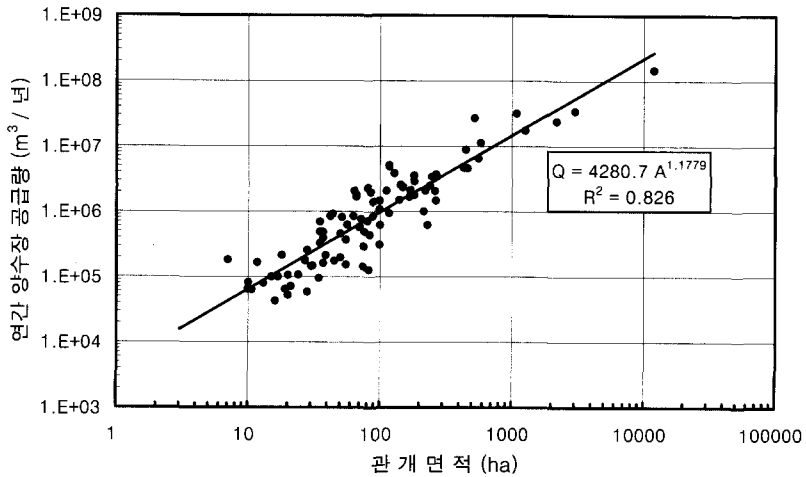


그림 4. 관개면적과 연간 양수량과의 관계

해 많아지는 단점이 있다.

양수장의 농업용수 공급량은 그림 2와 같이 양수패턴을 이용하여 연간 양수량으로부터 산정한다. 이 때 양수패턴은 연간 양수량에 대한 일별 양수량의 비를 나타낸다. 일반적으로 논벼의 물 소비량이 생육시기별로 다르므로, 그림 3과 같이 시기별로 서로 다른 양수패턴을 보이게 된다. 따라서, 본 연구에서는 연도별, 양수장별로 각각 양수패턴을 작성하여 이용하였으며, 연간 양수량은 실측 양수량 자료를 이용하거나, 과거 자료가 없는 경우에는 그림 4와 같이 관개면적과 연간

양수량의 회귀관계식을 이용하여 간접적으로 산정하였다.

2.3 취입보 공급량

취입보는 하천수를 취수하여 농업용수를 공급하기 위한 수리시설물로, 하천의 수위를 높게 유지시켜 중력수의 형태로 하류의 관개지구에 물을 공급하는 시스템이다. 취입보는 비교적 건설비가 적게 들고, 시설물의 설치가 용이하기 때문에 오래전부터 소규모 지구의 관개수단으로 많이 이용되어 왔다. 그러나 하천에 설치된

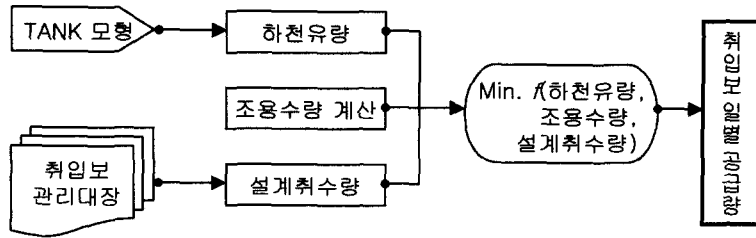


그림 5. 취입보 공급량 조사방법

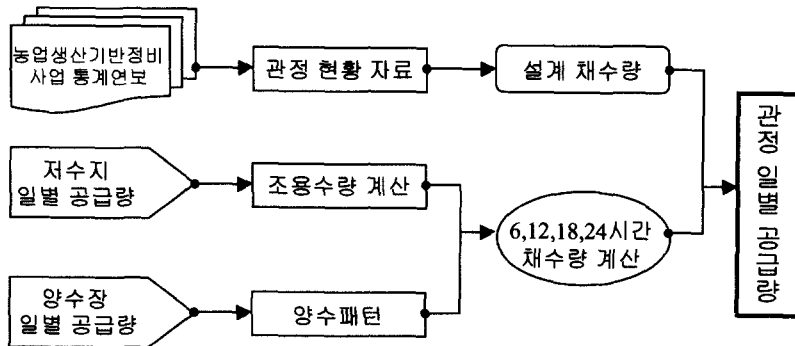


그림 6. 관정 공급량 조사방법

보로 인하여 상류 하천의 유속이 변화되어 국부적으로 모래나 자갈이 퇴적되는 현상이 발생하며, 하천의 수변 환경이 악화되는 문제점이 발생하기도 한다.

수계에서의 취입보 공급량은 그림 5와 같이 조용수량과 하천의 유량자료를 이용하여 조사할 수 있다. 조용수량(gross water requirement)은 논에 인위적으로 물을 공급하기 위하여 수원공 시설로부터 취수해야 하는 용수량으로서, 논벼의 재배를 위한 용수와 수로를 통하여 운송하기 위한 시설관리용수량을 더하여 구한다(농림부/농어촌진흥공사, 1999). 하천의 유량 자료는 소유역별로 수정 TANK모형을 이용하여 추정하였다. 수정 TANK모형의 유출 매개변수는 소유역별로 대표 값을 사용하였으며, 강우량 등 기상자료는 소유역 대표 기상관측소의 자료를 이용하였다.

보 취수량은 설계 취수량을 기준으로 산정하였다. 만일 일별 조용수량이 설계 취수량보다 많을 경우에는 설계 취수량만을 공급하는 것으로 하였으며, 조용수량이 적을 경우에는 조용수량을 공급하는 것으로 하였다. 또한, 하천의 유량이 조용수량 혹은 설계 취수량 보다 적을 경우에는 하천 유량을 제한조건으로 설정하여 하천 유량만큼 취수하는 것으로 계산하였다.

2.4 관정 공급량

관정은 지하수를 양수하여 농업용수로 이용하기 위한 수원공 시설로서, 일반적으로 수 ha미만의 좁은 관개면적에 급수하며, 가뭄 등으로 인하여 지표수의 이용이 불가능한 경우에 많이 설치되고 있다. 관정에 의한 관개면적은 전체 논 면적의 2%정도로 매우 적으나, 최근에는 시설원예단지의 용수 공급이나 가뭄대책의 일환으로 그 수가 매년 증가하는 추세에 있다. 그러므로 지하수의 관리 및 수자원의 계획, 관리를 위해서는 관정에 의한 공급량의 조사가 필요하다.

관정의 공급량 조사방법은 그림 6과 같다. 관정의 공급량 조사는 농업생산기반정비사업 통계연보로부터 관정의 현황을 파악하고, 관정의 소재지와 시·군 편입률을 고려하여 소유역별, 행정구역별로 관정을 구분하였다. 관정에 의한 채수량은 관개지구의 조용수량을 충족하도록 하는 것을 원칙으로 하였으며, 이를 위하여 해당 소유역의 저수지 방류량 자료로부터 논벼의 생육기간에 대한 공급량을 추정하였다. 끝으로, 소유역별 양수장의 급수패턴을 이용하여 6, 12, 18, 24시간 단위로 일별 채수량을 산정하였으며, 일별 채수량이 설계

표 1. 시험지구의 재원 및 조사기간

구분	수원공명	농지개량 조합명	기상관측소	관개면적 (ha)	조사기간
저수지 지구	용당저수지	충주농조	충주	1,150.0	'98. 5. 7~'98. 9. 30
	금성저수지	음성농조	이천	168.0	'98. 4. 30~'98. 9. 30
	도척저수지	광주농조	이천	195.2	'98. 4. 16~'98. 9. 30
양수장 지구	신곡양수장	한강농조	서울	11,920.0	'98. 5. 14~'98. 9. 30
	영천양수장	과주농조	서울	460.0	'98. 4. 21~'98. 9. 30
	행주양수장	고양농조	서울	2,988.9	'98. 4. 21~'98. 9. 30
	능서1양수장	여주농조	이천	1,633.0	'98. 5. 7~'98. 9. 30
	가금양수장	충주농조	충주	148.3	'98. 4. 30~'98. 9. 30

채수량을 초과하지 않도록 가동시간을 조정하였다.

3. 농업용수 공급량 조사방법의 평가

3.1 시험지구의 선정

수원공별 농업용수 공급량 조사방법의 정확도 관리를 위하여 시험지구를 선정하여 실제 공급량을 현장 계측하였으며, 이를 조사방법에 의해 추정된 공급량과 비교하였다. 시험지구는 표 1과 같이 양수장 5개소, 저수지 3개소 등 8개 지구를 선정하였으며, 논벼의 관개기간을 대상으로 공급량을 조사하였다.

신곡양수장은 한강농지개량조합에서 관할하고 있으며, 관개면적이 11,920ha인 대규모 양수장이다. 행주 및 능서1 양수장은 관개면적이 2,998.9ha, 1,633ha인 중규모 양수장이며, 영천 및 가금양수장은 비교적 관개면적이 적은 소규모 양수장이다. 용당저수지는 충주농지개량조합 관할로서, 관개면적은 1,115ha의 중규모 저수지이고, 금성 및 도척저수지는 관개면적이 각각 168ha, 195.2ha인 소규모이다.

시험지구의 용수간선에는 압력식 수위계(WL 14 global water level logger)를 설치하여 30분 간격의 수위자료를 수집하였으며, 현장의 유속측정에 의한 수위-유량 관계식을 이용하여 일별 공급량을 산정하였다.

3.2 공급량 조사방법의 평가

농업용수 공급량 조사방법에 대한 평가는 조사방법에 대한 정확도를 관리하고, 조사결과에 대한 신뢰도를 부여하기 위해 필요하다. 본 연구에서는 농지개량조합에서 기록, 보관하고 있는 저수율, 양수일지 등의 운영

자료를 근거로 하여 시험지구에 대한 일별 공급량을 추정하였으며, 이를 현장에서 계측한 실제 공급량과 비교하여 조사방법에 대한 평가를 실시하였다.

표 2는 시험지구에 대한 농업용수의 연간 공급량을 보여주고 있다. 신곡양수장의 경우, 운영자료와 조사방법에 의해 추정된 공급량은 69,589천 m³으로 실제 공급량 70,625천 m³보다 1,036천 m³ 정도 적게 나타났으며, 능서1양수장은 추정 공급량이 11,642천 m³이고 실제 공급량이 12,527천 m³이었다.

저수지의 공급량을 살펴보면, 금성저수지의 추정 공급량은 711천 m³이고, 실제 공급량은 785천 m³으로 그 차이는 74천 m³이었으며, 용당 및 도척저수지의 공급량에 대한 차이는 각각 231천 m³, 35천 m³으로 나타났다.

표 2에서와 같이 시험지구의 현장 계측으로부터 구한 실제 공급량과 조사방법에 의한 추정 공급량을 비교한 결과, 상대오차는 1.4~9.6%의 범위를 보였으며, 실제 공급량이 추정 공급량보다 전체적으로 크게 나타났다. 이는 수로의 침투량이나 관개지구의 관리를 위한 용수량이 실제보다 적게 추정되었기 때문으로 판단된다. 그림 7은 농업용수의 실제 공급량과 추정 공급량을 서로 비교하여 표시한 결과이다.

4. 농업용수 공급량 조사방법의 적용

4.1 한강유역 수원공 현황

수원공별 조사방법을 적용하여 한강유역의 1993~1997년에 대한 농업용수 일별 공급량을 추정하였다. 한강유역의 전체 면적은 23,009.3km²이며, 토지이용은

표 2.. 시험지구의 농업용수 공급량

시험지구명	강수량 (mm)	실제 공급량 (천m ³)①	추정 공급량 (천m ³)②	①-② (천m ³)	상대오차 (%)
신곡양수장	1,908.3	70,625	69,589	1,036	1.4
행주양수장	1,999.9	23,070	22,313	757	3.3
영천양수장	1,945.8	1,984	2,049	-65	-3.2
능서1 양수장	1,330.3	12,527	11,642	885	7.0
가금양수장	1,136.0	1,546	1,448	98	6.4
금성저수지	1,372.3	785	711	74	9.6
용당저수지	1,186.8	7,208	7,439	-231	-3.3
도척저수지	1,373.3	1,274	1,239	35	2.6

농경지가 전체 영역의 14.1%인 3,242.44km²이며, 이 중에서 논이 7.8%인 1,794.62km², 밭이 1,447.82km²으로 6.3%에 해당하고 있으며, 임야는 17,117.72km²으로 74.4%를 차지하고 있다.

한강유역에서 농업용수 공급을 위한 수원공 시설을 정리하면 표 3과 같다. 표 3에서 저수지는 주수원공만을 포함하고 있으며, 양수장은 주수원공인 1단 양수장을 대상으로 하였다. 한편, 영농환경의 변화로 인하여 농지가 타 용도로 전용되어 농지면적이 감소하거나, 일부의 수원공 등이 폐기되는 경우가 많으므로, 농업생산

기반정비사업 통계연보(농림부, 1994~1998)와 현장 방문조사를 통하여 자료를 보완하였으며, 필요한 경우 실무자와의 개별 면담을 통하여 자료를 정리하였다.

한강유역의 농업용 저수지는 조사기간동안 총 833개이며 전체 관개면적은 25천 ha로서 전체 수원공 개소수의 13.2%, 관개면적의 29.5%를 차지하고 있으며, 이 중에서 농지개량조합 관할은 110개소, 16천 ha이며, 시·군 관할은 723개소, 9천 ha이다. 한강유역의 농업용 저수지는 대부분 국가하천이나 지방1급하천의 상류에 위치하고 있다. 농지개량조합은 전체 저수지의

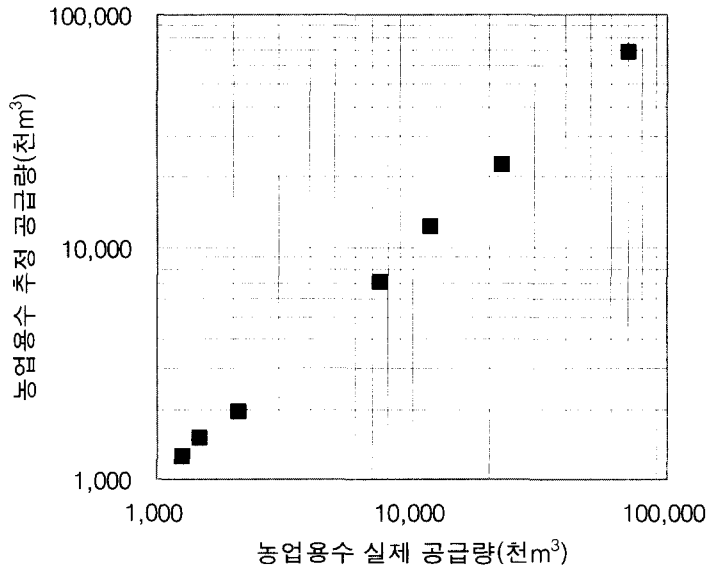


그림 7. 시험지구의 농업용수 공급량 비교

표 3. 한강유역의 농업용 수원공 현황(1997년)

구분	한강 유역		농지개량조합 관리 ¹⁾		시·군 관리 ²⁾	
	개소수(개)	관개면적(ha)	개소수(개)	관개면적(ha)	개소수(개)	관개면적(ha)
저수지	833	24,868	110	16,079	723	8,789
양수장	355	30,509	73	25,347	282	5,162
취입보	3,797	26,447	297	3,981	3,500	22,466
관 정	1,335	2,564	25	45	1,310	2,519
계	6,320	84,388	505	45,452	5,815	38,936

1) 자료 : 농업생산기반정비사업 통계연보(1998)

2) 자료 : 시·군별 시설물 관리 대장

13.2%를 관리하고 있으며, 관개면적으로는 64.7%에 해당하고 있어 실제적으로 규모가 큰 대부분의 저수지를 관할하고 있는 실정이다.

양수장은 한강 본류, 국가하천 및 지방1급하천에서 주로 취수가 이루어지기 때문에 중·하류부에 많으며, 전체 개소수는 355개이며 관개면적은 30천 ha이다. 이는 전체 수원공수의 5.6%, 전체 관개면적의 36.1%에 해당한다. 농지개량조합에서 관리하는 양수장은 그 수에 있어서 20%내외로 적은 부분이나, 관개면적은 83%로서 양수장 관개지구의 대부분을 차지하고 있다.

4.2 농업용수 공급량 조사

수원공별 조사방법을 이용하여 한강유역에 대하여 1993~1997년의 5개년의 농업용수 공급량을 추정한

결과는 표 4와 같다. 한강유역의 저수지 공급량은 표 4와 같이 1993년의 경우 167백만 m³으로 가장 적게 나타났으며, 1996년은 190백만 m³이었으며 5개년 평균 공급량은 180백만 m³이었다. 관리주체에 따른 공급량을 비교하면, 농지개량조합 관리 저수지의 공급량이 평균 127백만 m³으로 전체 공급량의 70.4%를 차지하고 있으며, 시·군 관리 저수지는 평균 53백만 m³의 농업용수를 공급하고 있다.

한강유역의 양수장 공급량은 1993~1997년 5개년 평균 357백만 m³이었으며, 농지개량조합 관리 양수장의 공급량은 306백만 m³으로 전체 공급량의 85.8%를 차지하고 있다. 양수장의 연도별 공급량을 살펴보면, 1994년에 421백만 m³으로 최대 공급량을 나타내었으며, 1993년에는 297백만 m³로서 공급량이 가장 적었

표 4. 한강유역의 농업용수 공급량 추정 결과

수원공	관리 주체	농업용수 공급량 (백만m ³)					
		1993년	1994년	1995년	1996년	1997년	평균
저수지	농지개량조합	118	132	124	133	130	127
	시·군	49	57	51	58	52	53
	소 계	167	189	175	191	182	180
양수장	농지개량조합	255	353	286	318	319	306
	시·군	42	68	50	54	41	51
	소 계	297	421	336	372	360	357
취입보		88	75	78	64	104	82
관 정		17	24	21	23	22	21
총 계		569	709	610	650	668	640

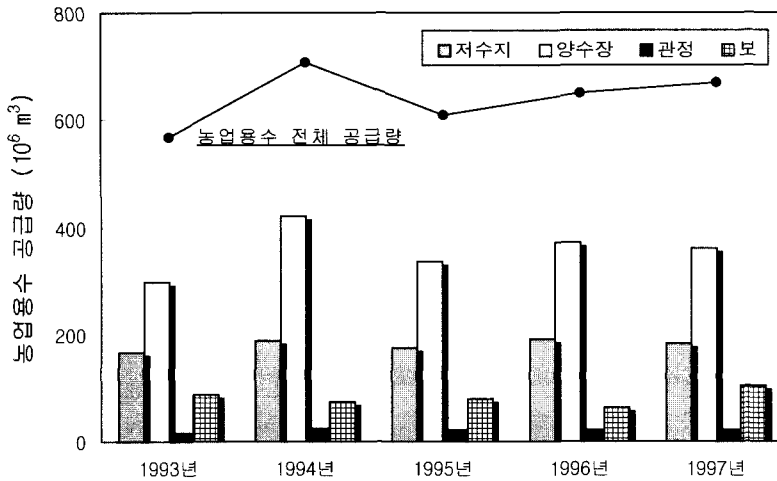


그림 8. 연도별 농업용수 공급량 변화

다.

한강유역에서 취입보를 이용하여 공급한 농업용수는 조사기간인 1993~1997년의 5개년 동안에 평균 82백만 m³으로 조사되었으며, 연도별 공급량은 1997년에 104백만 m³으로 가장 많았고, 1996년에는 가장 적었으며 공급량은 64백만 m³이었다.

한강유역의 전체 관정 공급량은 1993년에 17백만 m³으로 가장 적게 나타났으며, 1994년에는 24백만 m³이었다. 관정 공급량의 1993~1997년 5개년 평균값은 21백만 m³이었다.

한강유역의 농업용수 공급량을 연도별로 살펴보면, 1994년에 708백만 m³으로 가장 많았으며 1993년에는 569백만 m³으로 최소치를 나타내었으며, 5개년 평균 사용량은 641백만 m³이었다. 또한, 수원공별 공급량은 양수장이 전체 공급량의 55.7%를 차지하고 있으며, 저수지에 의한 농업용수 공급량은 28.2%를 차지하고 있다. 이와 같이 양수장과 저수지에 의하여 공급되는 농업용수가 전체 공급량의 83.9%를 차지하였다. 그림 8은 수원공별 농업용수 공급량의 연도별 변화를 나타낸 것이다.

5. 요약 및 결론

농업용수는 저수지, 양수장, 관정 및 취입보 등 수원공 시설을 통하여 하천수나 지하수를 취수하여 이용하고 있으며, 이들 수원공은 농지개량조합과 시·군에서 관리 운영하고 있다. 본 연구에서는 수계 규모에서

논벼의 재배를 위해 공급되는 농업용수를 추정하기 위하여 조사방법을 개발하였으며, 시험지구를 선정하여 조사방법을 평가하고, 이로부터 한강유역의 1993~1997년의 5개년에 대한 농업용수 공급량을 추정하였다.

저수지의 공급량은 저수지별 실제 저수율 자료와 DIROM모형을 이용하여 계산하였으며, 양수장의 경우에는 연간 양수량으로부터 일별 양수율을 적용하여 추정하였다. 취입보의 일별 공급량은 설계 취수량, 관개지구의 조용수량 및 하천 유량을 비교하여, 이들 중의 최소유량으로부터 산정하였으며, 관정의 공급량은 관개지구의 조용수량에 대한 설계 채수량 및 6시간 양수패턴을 적용하여 계산하였다.

농업용수 공급량 조사방법에 대한 평가를 위하여 양수장 5개소, 저수지 3개소 등 8개의 시험지구를 선정하여 일별 공급량을 현장 계측하였으며, 이를 조사방법에 의해 추정된 공급량과 비교하였다. 실제 공급량과 추정 공급량을 비교한 결과, 연간 공급량의 상대오차는 1.4~9.6% 범위를 보였으며, 실제 공급량이 전체적으로 크게 나타났다. 이는 용수의 운송과정에서 발생하는 수로 침투량 및 관리 용수량이 실제보다 적게 추정되었기 때문이다.

수원공별 공급량 조사방법을 이용하여 한강유역의 저수지, 양수장, 취입보 및 관정에 대하여 1993~1997년의 공급량을 조사한 결과, 농업용수 공급량은 기상요인에 따라 많은 차이를 보이고 있으며, 연도별로는

1994년에 가장 많은 공급량을 나타내었다. 또한, 수원 공별로는 양수장이 전체 공급량의 55.7%, 저수지가 28.2%로서, 저수지와 양수장으로부터 공급되는 수량이 전체 공급량의 대부분을 차지하였다.

농업용수는 전체 수자원 공급량의 상당 부분을 차지하고 있음에도 불구하고, 생·공용수와는 달리 그 이용 범위가 광범위하게 산재되어 있으며, 기상조건 등에 따라 변화하기 때문에 이제까지 실제 공급량의 추정에 많은 어려움이 있었다. 특히, 현장 계측을 통한 공급량의 직접 조사는 불가능하므로, 수원공의 관리기관에서 보유하고 있는 운영자료 등을 이용하여 간접적으로 추정할 수 있는 표준화된 조사방법의 개발 및 적용이 필요한 실정이다. 따라서, 본 연구에서 개발된 조사방법은 수계단위에서 농업용수 공급량을 추정할 수 있는 표준적인 기법을 제공해주며, 수자원의 효율적인 이용을 위한 평가 수단을 제공해 줄 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

농림부, 농어촌진흥공사 (1999). 농촌용수 수요량조사 종합보고서.

농림부, 농어촌진흥공사 (1993~1998). 농업생산기반 정비사업 통계연보.

김현영, 박승우 (1988). “관개용 저수지의 일별 유량과 방류량의 모의발생(Ⅱ).”, 한국농공학회지, 한국농공학회, 제30권, 제2호, pp. 95~104.

김현준, 김승, 홍현표, 강지만 (1998). “낙동강 유역 하천수 사용량 조사.”, 대한토목학회 학술발표회 논문집, 대한토목학회, pp. 285~288.

Dash, R. G. (1996), *Water-use guidelines: Irrigation water Use*, <http://water.usgs.gov/watuse/guidelines/ir.html>.

Mays L. W. (1996), *Water Resources Handbook*. McGraw-Hill.

Solley, W. B., Pierce, R. R., and Perlman, H. A. (1998). *Estimated use of water in the United States in 1995*. U.S. Geological Survey Circular 1200.

(논문번호:00-041/접수:2000.06.22/심사완료:2000.11.22)