

Article

## Analysis of Agricultural Water Distribution Systems for the Utilization of Water-Demand-Oriented Water Supply Systems

Kwang-Ya Lee<sup>1</sup>, Kyung-Sook Choi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation

<sup>2</sup>Department of Agricultural Civil Eng. College of Agriculture & Life Science, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea

### 물수요 중심 용수공급시스템 활용을 위한 국내 농업용수 공급체계 분석

이광야<sup>1</sup> · 최경숙<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원

<sup>2</sup>경북대학교 농업생명과학대학 농업토목공학과

#### Abstract

This study analyzed agricultural water distribution systems for the utilization of water demand-oriented water supply systems. Three major TM/TC(telemeter/telecontrol) districts of agricultural water management were selected for analyzing the characteristics of the water distribution systems. In addition, the characteristics of the water supply systems for general water supply zones based on irrigation facilities were also investigated, along with the case of special water management during the drought season. As a result, high annual and monthly variations were observed for the water supply facilities, including the reservoirs and pumping stations. In particular, these variations were more obvious during the drought season, depending on the type of facility. The operations of the pumping stations and weirs were more sensitive to the stream levels than the reservoirs, and the smaller reservoirs were influenced more than the larger reservoirs. Therefore, a water-demand-oriented water supply system should consider the existing general practices of water management in the agricultural sector, and focus on achieving a laborsaving system rather than water conservation in the case of reservoirs. Equal water distribution from the start to the end point of irrigation channels could be an effective solution for managing pumping stations.

**Keywords** : Water demand, Water supply system, Irrigation facilities, Water management

#### 서 론

기후변화와 산업화 및 도시화에 따른 용수증가로 공급수량의 부족이 발생하자 한정된 수자원을 효율적으로 이용하기 위한 노력들이 시도되고 있다. 농업용수도 대외의 개방화 등과 같은 외적 위험 요인뿐만 아니라 용수의 효율적 이용의 필요성도 날로 증가하고 있는 실정이다(MOLIT 2006). 이에 농업용수 이용효율을 높이기 위한물관리 자동화와 생력화 작업들이 이러한 시대적 요구에 의해 시도되고 있다. 그러나 물관리 자동화나 생력화가 현재 농촌용수 특성을 고려하지 못 한다면 합리적인 대안이 될 수 없을 것이다.

우리나라 농촌용수의 특성은 논농사를 위주로 공급되고 있어 필요한 용수시기가 집중되어 있고, 작물의 생육에

맞게 적절한 시기에 적절한 양의 용수가 공급되어야 한다는 점이다. 농업용수를 가장 많이 필요로 하는 시기는 대략 4월부터 5월까지로서, 이 시기에 연중 가장 많은 농촌용수 수요량이 집중되어 있으며, 9월에서 10월에 용수공급을 종료하고 있다. 다행히도 국내의 강우패턴은 보통 10월부터 그 다음해 4월까지 갈수기이며, 그 동안의 농업생산기 반사업의 노력으로 한발시기에도 가뭄을 잘 견디어 왔다. 그러나 최근 이상기후의 영향으로 갈수기가 계속 늘어나는 한편 지역적인 물부족이 발생하는 등 한발의 영향이 시기별로 지역별로 예전에 비해 많아지고 있는 경향을 보이고 있다(MAFRA 2003; MAFRA and KRC 2002). 한정된 자원인 물을 효과적으로 사용하는 것은 매우 중대한 사안임에 틀림없다. 수원공의 신규 개발 등은 댐이나

Received: June 16, 2013 / Revised: June 28, 2013 / Accept: June 30, 2013

\*Corresponding Author: Kyung-Sook Choi, Tel. 82-53-950-5731, Fax. 82-53-950-6752, Email. ks.choi@knu.ac.kr

©2012 College of Agricultural and Life Science, Kyungpook National University

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, Provided the Original work is Properly cited.

저수지의 적지 부족과 환경파괴에 대한 사회적인 반대가 크고 많은 경제적인 부담이 발생한다. 구조적 대안 이외에 비구조적으로 용수부족의 해결책을 가장 쉽게 찾을 수 있는 방안은 용수절약으로 이는 수요관리를 의미한다. 이러한 차원에서 최근 개발된 물수요 중심 용수공급시스템은 공급량을 조절하는 것이 아니라 수요를 관리하여 물관리를 효율적으로 수행하는 시스템이다. 이 시스템을 적절히 활용한다면 물관리 자동화를 달성하여 용수를 절약할 수도 있으며, 물관리에 투입되는 인력을 절감할 수도 있을 것이다 (Chung et al. 2004; Chung et al. 2005; MAFRA and KRC 2007).

따라서 본 연구는 최근에 개발된 물수요 중심 용수공급시스템의 활용을 위해 우리나라 수리시설의 구조적, 비구조적 특성을 파악하여 자동화에 따른 용수공급특성을 분석하므로써 물수요 중심 용수공급시스템 적용방안을 제시하고자 한다.

**재료 및 방법**

**1. 물관리 자동화 (TM/TC) 지구 선정**

물관리 자동화란 TM/TC (Telemeter/Telecontrol)에 의한 물관리를 의미한다. 즉 원격관측/원격제어를 의미하며 자동화의 이점으로 노동력 절감과 능동적인 물관리 등을 들 수 있다. 현재 국내의 물관리 자동화 사업은 원격관측이 원격제어보다 우선시 되어 실시되고 있다. TC가 가능하다고 하여도 안전성 문제 때문에 실제 현장에서는 TC에 의한 수리시설 조작성은 거의 없고 인력에 의한 직접적인 수리시설 조작성이 주를 이룬다.

본 연구에서는 실제 계측을 통한 물관리가 이루어지고 있는 수리시설을 대상으로 실제 용수공급량을 파악함으

로서 물수요 중심 용수공급시스템의 현장설치시 나타날 수 있는 현상을 미리 예측하여 가장 효율적인 물수요 중심 용수 공급 시스템의 운용방법을 도출해 보고자 하였다. 이러한 목적을 위해 농업용수 물관리 자동화지구 중 충주지구, 하사지구, 성주지구 세 곳을 대표로 선정하여 용수공급 특성을 분석해 보았다.

첫 번째 대상지구인 충주지구는 2001년도 준공 완료된 지구로서 TM/TC 계측망을 보유하고 있다. 현재는 10개의 양수장을 대상으로 계측망이 형성되어 있으며, 점차 저수지 지구로 계측망을 확대할 계획을 가지고 있다. 본 연구는 충주지구내 계측망이 설치된 10개의 양수장 중에서 용전1단 양수장과 단월, 금능, 용교 2단 및 가흥 양수장을 포함하는 5개소의 대표 양수장을 선정하여 자료를 수집하였다. 이들 양수장의 수혜면적은 38.4ha에서 506.9ha의 범위로서 금능 양수장이 가장 작고 용교 2단 양수장이 가장 크다. 선정된 충주지구내 양수장들의 일반 현황을 정리하면 Table 1과 같다.

두 번째 지구인 하사지구는 유역면적이 5,850ha이며, 유효저수량이 30백만m<sup>3</sup>인 하동댐을 주 수원공으로 하여 수혜면적 3,115ha로 구성되어 있는 관개지구이며, 하동댐과 양수장 4개소에 TM 계측망이 형성되어 있다. 하동댐의 일반 현황은 Table 2와 같다.

마지막 세 번째 지구인 성주지구는 성주댐을 수원공으로 하여 3,530ha의 수혜면적에 농업용수를 공급하고 있으며, 물관리를 위하여 저수지 2개소, 양수장 3개소 등에 용수계측 시설을 설치하여 운영하고 있다. 금회 자료수집에서는 양수장 등에 대한 용수공급 실적도 조사할 계획이었으나 TM/TC 관측망이 제대로 운영되고 있지 않았으며, 관측기록도 유지되고 있지 않아 성주댐의 댐 운영실적 자료만을 수집하였다.

**Table 1. Status of major pumping stations in Chungju TM/TC districts**

Name	Permissible area (ha)	Benefitting area (ha)	Pump discharge diameter (mm)	Motor no.	Motor power (HP)	Pumping yield (m <sup>3</sup> /s)	Completion year
Yonjon1dan	229.0	183.8	400	2	300	0.621	1998
Danweol	0.0	126.0	450	2	75	0.416	1945
Geumreung	59.6	38.4	300	1	75	0.188	1966
Yongkyo2dan	879.9	506.9	600	3	450	0.760	1976
Gahung		209.0					

**Table 2. General status of Hadongdam**

Basin area (ha)	Irrigation area (ha)	Dead storage level (EL.m)	Full water level (EL.m)	Total storage (1,000,000m <sup>3</sup> )	Effective storage (1,000,000m <sup>3</sup> )	Completion year
5,850	3,115	108.0	145.6	31.1	29.9	1994

**2. 수리시설별 · 한발빈도별 물공급 특성 분석**

물관리자동화 지구가 아닌 일반 물관리 지구에서의 수리 시설별 공급량의 특성도 파악해 보기 위해 저수지와 양수장, 즉 저수지에서 공급되는 농업용수를 다시 양수하여 경지에 용수를 공급하는 양수장의 공급특성을 비교하였다. 대상저수지는 경기도에 위치한 E 저수지이며, 저수지에서 공급된 용수는 A와 B양수장을 통해 하류경지에 공급하는 형태를 취하고 있다. E 저수지는 9,000여ha의 유역면적에서 2,063ha의 농경지에 용수를 공급하고 있으며, 유역배율이 좋아 비교적 여유 있는 용수공급을 행하고 있는 지구이다. 하류 평야부에는 1,200ha와 47ha의 관개면적을 가지는 A와 B 양수장이 각각 위치해 있다.

수리시설별 물공급체계 분석 외에도 저수지 월별 저수율 변화를 토대로 가뭄과 관련된 물공급 특성도 비교하였다. 또한 이러한 결과들을 토대로 물수요 중심 용수공급시스템의 현장적용 방안을 제시하였다.

**결과 및 고찰**

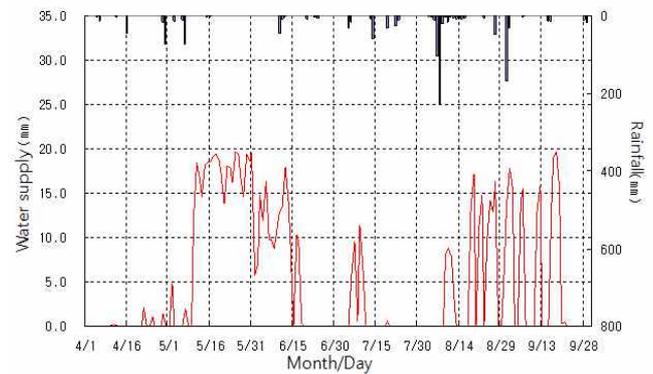
**1. 물관리 자동화지구 용수공급 특성 분석**

충주지구 각 양수장의 일별 계측자료를 토대로 실제 양수장 가동을 통한 농업용수 공급기간과 용수공급량을 분석하였다. 관개기간 중의 강우량과 단위면적당 용수공급량은 Table 3과 같다.

각 양수장의 연간 농업용수 공급실적 자료를 검토한 결과, 단위면적당 공급량은 455.6~950.9mm 범위로 나타났으며, 용교 2단 양수장이 가장 큰 값을 나타냈고 가흥 양수장이 가장 적은 값을 나타냈다. 연도별로는 가뭄이 심했던 2001년도에는 단위면적당 용수공급량이 비교적 많이 나타났지만 2002년도에는 비교적 적게 나타났다. 특히 봄부터 강우량이 일정하게 많았던 2003년도의 경우에는 양수장의 가동횟수 및 용수공급량이 현저하게 낮은 것을 알 수

있는데 이는 강우에 의한 유효 이용량이 많았기 때문으로 판단된다.

관개기간은 대부분 4월 10일 이후부터 양수장을 가동하기 시작하여 9월 20일을 전후로 양수장 가동을 중단한 것으로 조사되었다. 그러나 가흥 및 단월 양수장에서는 8월 초순에 양수장 가동을 중단하여 실제 용수공급을 할 필요성이 없었음을 알 수 있었으며, 이는 강우조건에 따라 용수공급 여부가 결정되고 있음을 의미한다. 각 양수장의 2000년과 2001년 일별 용수량의 공급량 변화를 나타내면 Figure 1~9와 같다.



**Figure 1. Daily water supply status of Yongjon1dan pumping station in 2001**

하사지구는 하동댐 수혜 구역중 2단 양수를 통하여 용수를 공급하는 4개 양수장 중 관개면적이 43.4ha인 월운 양수장의 용수공급량 자료를 분석하였다. 월운 양수장의 시설규모는 펌프 100mm×150HP×2대로서 총 양수량은 0.1704m<sup>3</sup>/s이다. Table 4에서 나타낸 바와 같이 하동댐은 수혜구역은 넓으나 보충급수 구역을 많이 포함하고 있으며, 월운 양수

**Table 3. Water management data for Chungju TM/TC districts**

Pumping station	Benefitting area (ha)	Year	Irrigation period	Rainfall (mm)	Water supply	
					(1,000m <sup>3</sup> )	(mm)
Yonjon1dan	183.8	2001년	4/10~9/25	593.5	1,709	929.5
		2002년	4/22~9/25	1,266.6	984	535.4
Danweol	126.0	2001년	4/10~8/10	593.5	874	693.3
		2002년	4/21~9/29	1,266.6	766	670.9
Geumreung	59.0	2001년	5/14~9/30	593.5	492	833.2
		2002년	4/13~9/30	1,266.6	414	700.7
Yongkyo2dan	506.9	2001년	4/11~9/20	593.5	4,820	950.9
		2002년	4/16~9/29	1,266.6	2,854	563.1
Gahung	209.0	2003년	4/19~8/17	1,406.3	952	455.6

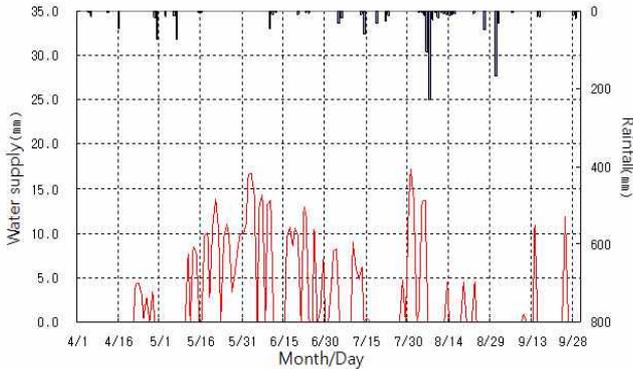


Figure 2. Daily water supply status of Yongjon1dan pumping station in 2002

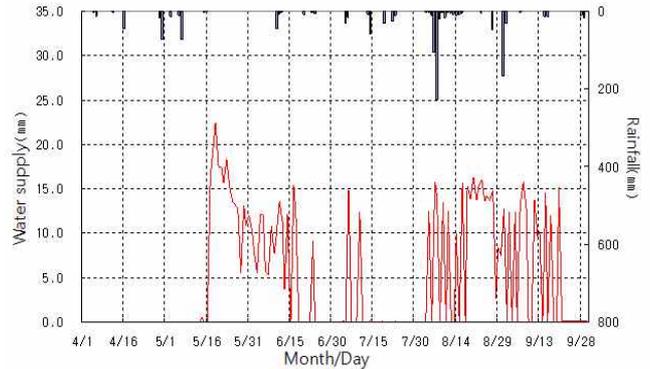


Figure 5. Daily water supply status of Geumreung pumping station in 2001

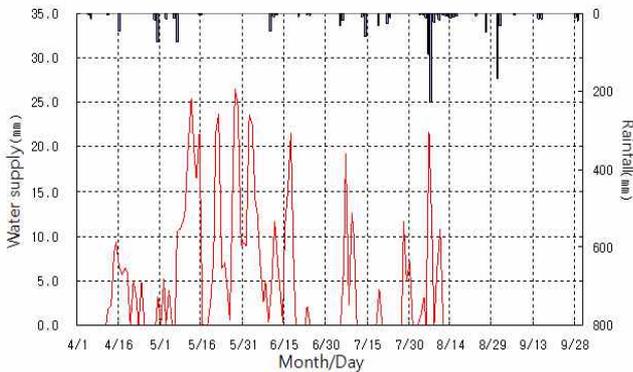


Figure 3. Daily water supply status of Danweol pumping station in 2001

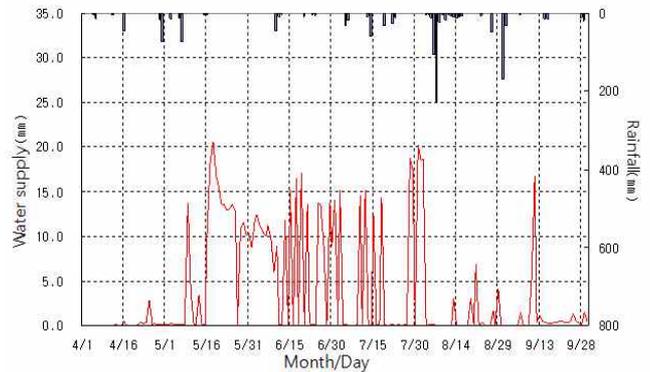


Figure 6. Daily water supply status of Geumreung pumping station in 2002

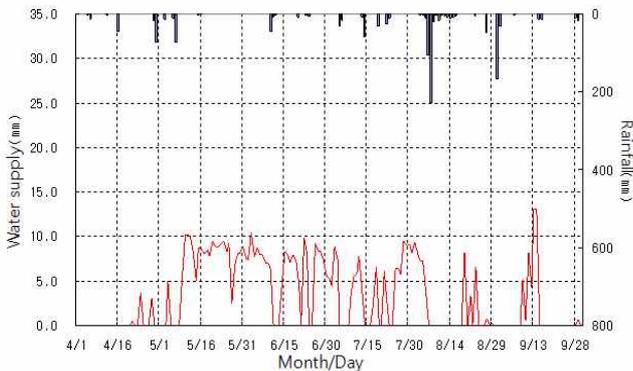


Figure 4. Daily water supply status of Danweol pumping station in 2002

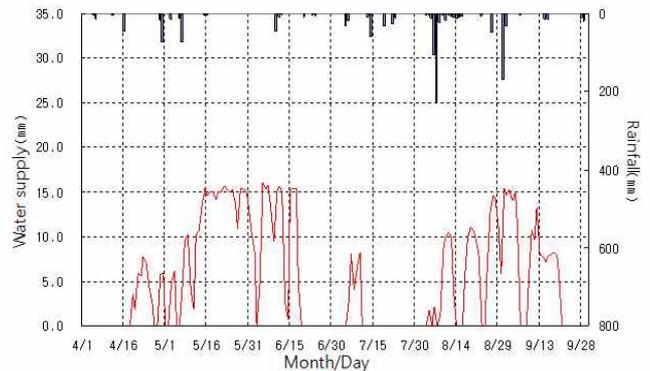


Figure 7. Daily water supply status of Yongkyo2dan pumping station in 2001

장의 경우에도 용수공급이 곤란한 산간지역에 도수로의 용수를 2단 양수하여 공급하는 보충용수 구역으로 파악되었다.

2002년 하동댐의 용수공급량은 792.8mm이며, 월운양수장의 용수공급량은 2000년에 568.9mm, 2001년에 569.1mm로서

다른 용수공급구역보다는 공급량이 다소 작은 편이었다. Figure 10~13은 월운양수장의 2000년과 2001년도 일별용수 공급현황과 누가관개량 및 누가강우량을 각각 나타내며, Figure 14는 하동댐의 일별 용수공급현황을 나타내고 있다.

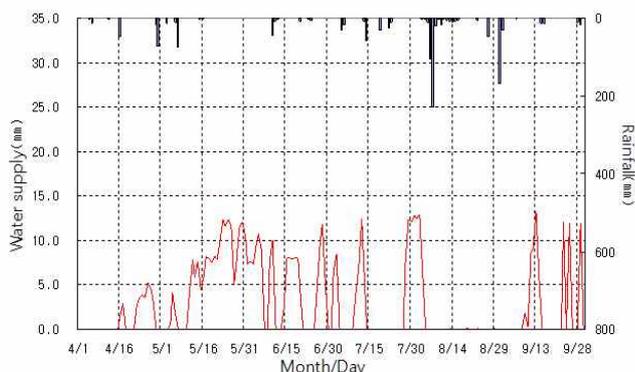


Figure 8. Daily water supply status of Yongkyo2dan pumping station in 2002

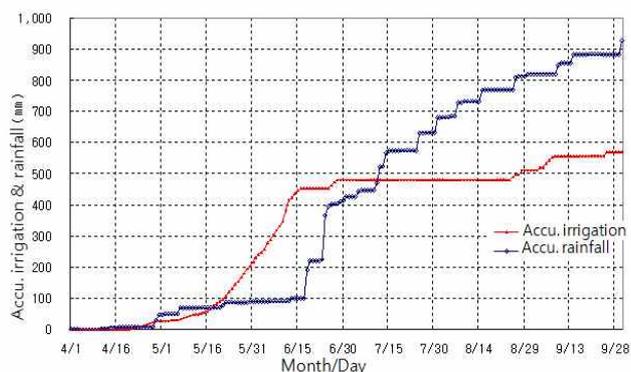


Figure 11. Accumulated irrigation and rainfall of Wolyun pumping station in 2000

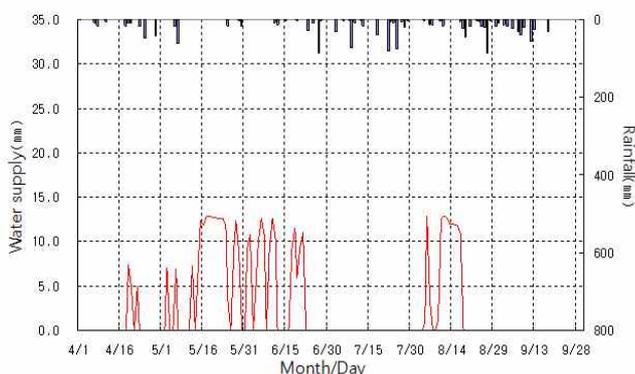


Figure 9. Daily water supply status of Gahung pumping station in 2003

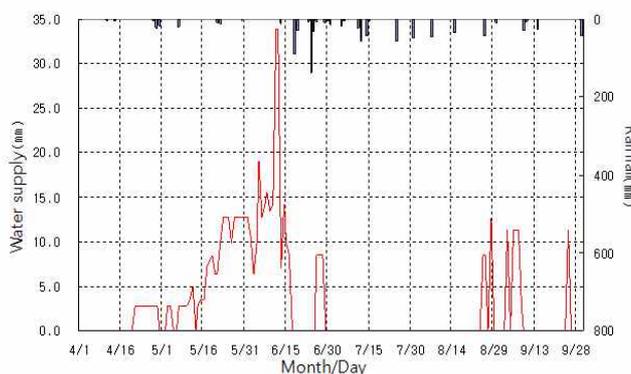


Figure 12. Daily water supply status of Wolyun pumping station in 2001

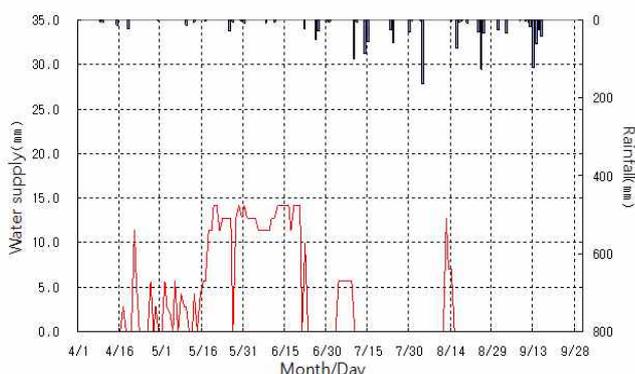


Figure 10. Daily water supply status of Wolyun pumping station in 2000

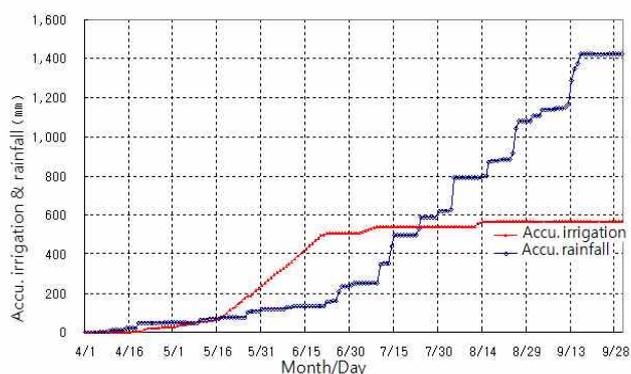


Figure 13. Accumulated irrigation and rainfall for Wolyun pumping station in 2001

Table 4. Water management data for Hadongdam TM/TC districts

Name	Benefitting area (ha)	Year	Irrigation period	Rainfall (mm)	Water supply	
					(1,000m <sup>3</sup> )	(mm)
Hadongdam	3,115	2002년	4/10~9/14	1,561.0	25,014	792.8
Wolyun pumping station	43.4	2000년	4/17~8/14	1,422.8	247	568.9
		2001년	4/21~9/25	924.8	247	569.1

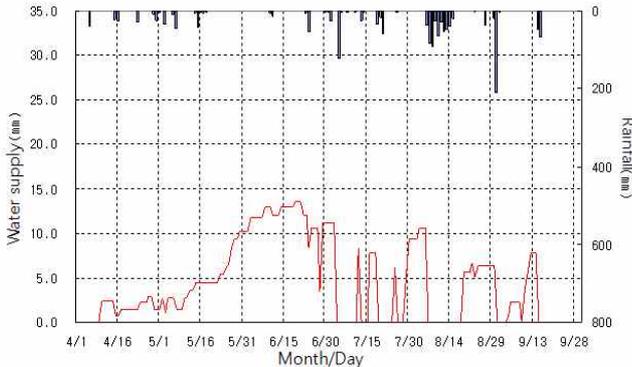


Figure 14. Daily water supply status of Hadongdam in 2002

성주댐의 댐 운영실적 자료 분석결과는 Table 5와 같고 일별 용수공급현황은 Figure 15~16에 나타난 바와 같다. 성주댐의 2002년 용수공급량은 366.9mm이고, 2003년의 용수공급량은 1,352.8mm로 연도간 용수공급량에 많은 차이를 보이고 있다. 또한 관개기간도 2002년에는 4월 1일부터 8월 27일까지이며, 2003년에는 3월 16일부터 10월 10일로 용수공급시기도 연도별로 차이를 나타내었다.

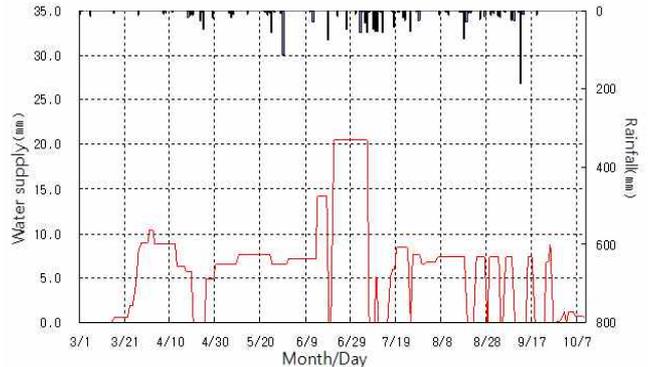


Figure 16. Daily water supply status of Seongjudam in 2003

2001년에 발생한 극심한 한해의 영향을 받아 저수율이 공급제한선까지 떨어진 것으로 분석된다. 전체적으로 연 중 5월과 6월이 가장 낮은 저수율을 기록하고 있는 특성을 보여주고 있다.

저수지와 양수장 지구의 공급량을 비교한 결과는 Table 7과 같다. 저수지 E지구의 평균 관개량은 1,296.7mm이며, A와 B 양수장은 각각 562.5mm와 831.1mm를 나타내었다.

Table 5. Water management data for Seongjudam TM/TC district

Name	Benefitting area (ha)	Year	Irrigation period	Rainfall (mm)	Water supply	
					(1,000m <sup>3</sup> )	(mm)
Seongjudam	3,530.0	2002년	4/1~8/27	1,108.1	11,594	366.9
		2003년	3/16~10/10	1,616.5	42,748	1,352.8

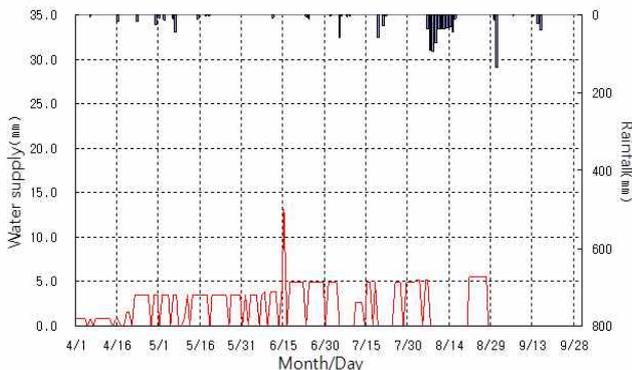


Figure 15. Daily water supply status of Seongjudam in 2002

2. 수리시설별·한발빈도별 물공급 특성분석

물관리자동화 지구가 아닌 일반 물관리 지구에서 수리시설별 공급량의 특성을 파악하기 위해 E저수지의 월별저수율을 분석해 보았으며 그 결과는 Table 6에 나타난 바와 같다. 2001년부터 2005년까지 전체 평균저수율은 85.2%이며, 동 기간중 최저 기록은 2001년 6월의 34.6%으로, 이는

연도별 특성으로는 저수지 지구의 경우 2002년이 982.6mm로 가장 적게 공급하였고, 2001년과 2004년에 1,446.5mm와 1,449.3mm로 많은 관개량을 각각 공급하였다. 양수장 A지구의 경우에는 2001년에 314.5mm로 가장 적었고, 2004년에는 788.9mm로 최대 공급량을 기록했다. 양수장 B지구의 경우는 2003년에 464.7mm로 가장 적었고, 2001년에 1,109.4mm로 최대를 기록했다.

저수지와 양수장 지구를 상호 비교한 결과 A양수장은 저수지 공급량의 44.2%를 관개용수로 공급하였고, B양수장은 저수지의 64.7%를 관개용수로 공급하였다. 저수지에 비해 양수장 지구의 단위면적당 관개량이 적은 이유는 운영비에서 비롯된 것으로 사료되며, 이는 저수지의 경우 관개용수 공급에 운영비가 거의 필요하지 않으나, 양수장은 양수펌프 운영에 비용이 발생하기 때문에 이로 인해 공급량에 영향을 미치는 것으로 분석된다.

저수지 월별 저수율 변화를 통해 가뭄과 관련된 물공급 특성도 분석해 보았다. Table 6에서 보는 바와 같이 최저저수율은 주로 4월과 5월인 강수가 부족한 기상가뭄의 발생 후인 6월에 주로 발생한다. 규모별 특성으로는 가뭄

**Table 6. Monthly storage rate of E reservoir**

Month	Year						average
	2001	2002	2003	2004	2005		
1	104.2	75.4	100.6	94.6	100.5	95.1	
2	103.3	78.2	105.4	98.8	103.3	97.8	
3	103.4	80.3	107.7	104.2	104.8	100.1	
4	101.4	79.3	105.8	95	104	97.1	
5	69.2	89.8	93.7	74.7	72.8	80.0	
6	34.6	50.5	61.9	61.2	49.1	51.5	
7	62.4	52.8	82.2	75.6	79.7	70.5	
8	90.0	77.6	73.6	73.7	79.6	78.9	
9	67.7	81.8	81.3	87.4	83.1	80.3	
10	68.7	88.7	88.1	92.1	98.2	87.2	
11	71.4	94.4	95.5	92.3	101.1	90.9	
12	73.3	98	94.1	92.6	104.8	92.6	
average	79.1	78.9	90.8	86.9	90.1	85.2	

**Table 7. Comparisons of water supply between reservoirs and pumping stations**

Year	storage rate (%)	Reservoir E (mm)	Pumping station A (mm)	Pumping station B (mm)	A/E	B/E
2001	79.1	1,446.5	314.5	1,109.4	21.7%	76.7%
2002	78.9	982.6	545.7	797.7	55.5%	81.2%
2003	90.8	1,324.6	544.7	464.7	41.1%	35.1%
2004	86.8	1,449.3	788.9	956.6	54.4%	66.0%
2005	90.0	1,280.8	619.0	827.0	48.3%	64.6%
Average	85.1	1,296.7	562.5	831.1	44.2%	64.7%

발생으로 많은 관개용수가 필요하면 유효저수량이 적을수록 빨리 공급제한수위에 도달하며, 저수지가 마르기 전에 하천의 수위가 갈수위에 도달하므로 양수장이나 보는 수원공의 역할이 중지된다. 2001년의 경우 상기 저수지 또한 공급이 제한되는 상황이 발생했음을 시사하고 있으며, 그 결과는 2002년까지 저수지 저수율에 영향을 주는 것으로 나타났다.

따라서 강수부족으로 한해가 발생하면 하천부터 수위가 저하되어 하천수위 변동에 민감한 양수장과 보는 수원공의 역할이 중지되며, 저수지만이 저류된 용수를 제한적으로 공급하게 된다. 결국 가뭄발생시 합리적인 저수지 수위 관리가 가뭄대처 능력임을 알 수 있다. 저수지의 내한능력은 저류능력에 따라 다르며, 저류능력이 클수록 내한능력 또한 크다. 즉 유효 저수량이 적은 저수지일수록 빨리 공급 제한수위에 도달하기 때문에 대형 저수지가 가뭄에 대처할 수단이 될 수 있겠다.

### 3. 현장적용을 위한 방안제시

수리시설별·한발빈도별 물공급 특성을 분석한 결과 수리시설의 종류에 따라 물 공급은 큰 차이를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 단위 공급량은 저수지가 가장 크고 양수장이 가장 적으며, 보는 저수지와 양수장의 중간정도의 공급량 크기를 가지는 것으로 사료된다. 만약 하천의 수량이 풍부하다면 보는 저수지와 같은 공급 양상을 가지겠지만, 그렇지 않을 경우에는 양수장과 마찬가지로 하천수위에 따라 공급이 제한된다. 여기에서 주목할 점은 공급량을 결정짓는 것은 수요가 아니라는 점인데, 이러한 사실은 물수요 용수공급시스템의 현장설치에 적절한 방향을 제시하는 주요 인자가 될 수 있다. 즉 물수요 중심 용수공급시스템의 현장적용은 용수로의 물공급 상황, 즉 유역의 규모, 수리시설의 종류, 물공급 관행 등에 따라 차이가 날 수 있으며, 각 상황에 따라 적합한 현장 적용방안을 마련할 필요가 있다.

대부분의 저수지는 경지에서 필요로 하는 수요량보다 훨씬 더 많은 용수를 공급한다. 이때의 제약조건은 저수지의 저류량이 된다. 물론 소규모 저수지나 소류지는 다른 패턴의 물공급 양상을 가질 것이며, 저류량이 충분치 않으므로 번번이 공급제한선에 걸리게 되어 충분한 수량을 공급하는데 어려움을 가지게 된다. 이와 반면에 수리시설의 내한 능력이 큰 경우, 즉 상류유역이 커 항시 유입이 가능하여 충분한 유향량을 가진 경우에는 하류 경지에서 필요로 하는 수요량 보다 큰 공급량을 수로에 공급할 수 있게 된다.

양수장의 경우는 저수지와는 다른 용수공급 양상을 가지게 된다. 대부분의 양수장의 단위 공급량은 저수지보다 작는데, 이는 양수장의 공급제한 조건이 저수지보다 많기 때문이다. 저수지의 경우는 저수지 저류량이 공급량을 결정하는 제약조건이 되지만 양수장은 하천의 수위가 공급을 제한하는 요인이 되기 때문이다. 여기에 또 한 가지 제약 조건인 운전비용, 즉 경제성이 추가된다. 용수공급자 입장에서 보면 양수장의 공급수량은 저수지보다 비싼 수량이다. 경제성 때문에 용수공급자는 가능한 양수장 가동 시간을 줄이려고 노력하기 마련이다. 같은 유역에 위치한 저수지와 하류 양수장의 단위공급량이 크게는 3배의 차이를 나타내는 것은 이러한 연유에서 비롯되었다고 볼 수 있다.

이러한 상황을 토대로 물수요 용수공급시스템의 현장 적용 방안을 두 가지로 나누어 제안하고자 한다. 첫째는 저수지 지구와 같이 비교적 용수공급량이 많은 지구의 적용방안과, 둘째는 양수장 지구와 같이 공급이 제한되는 지구의 적용방안이다. 먼저 저수지 지구처럼 용수공급이 충분한 곳에서는 물수요 용수공급시스템의 적용방향은 용수절약보다는 물관리 생력화 위주로 설치 운용되어야 할 것이다. 이때의 시스템 구동목표는 물 절약이 아니라 관리의 효율화가 우선시 되어야 할 것이며, 경지에서 재배되는 작물의 수요를 즉시 해결하여 우수농산물을 생산할 수 있는 기반을 제공할 수 있어야 할 것이다. 즉 자동화와 현대화된 시스템을 설치함으로써 물관리 인력을 최소화하고 우수한 농산물을 생산하는 체계로 나아가야 하겠다. 양수장에 의하여 용수가 공급되는 지구의 물수요 용수공급시스템은 수혜구역 시점과 종점의 용수공급이 공평하게 배분될 수 있도록 적용되어야 하겠다. 용수공급 분석에서도 알 수 있듯이 저수지 지구에 비하여 양수장 지구는 상대적으로 적은 용수가 공급되고 있어, 이로 인한 불공평한 용수공급이 물 분쟁을 야기할 수 있기 때문이다. 실제 용수로 시점과 종점간의 용수공급 불일치로 인한 물 분쟁은 종종 발생하고 있다. 이런 경우 물수요 중심 용수공급시스템이 설치되면 적은 수량으로도 적절한 용수간선의 수위를 유지하여 공평한 용수공급이 가능하고, 용수 분쟁을 억제하는데 상당한 효과가 있을 것으로 사료된다.

## 결론

수요를 관리하여 물관리를 효율적으로 수행하고자 개발된 물수요 중심 용수공급시스템의 합리적인 현장 적용을 위한 방안을 제시하기 위해 국내 물공급체계에 대한 분석을 실시하였다. 수요자 중심의 물수요 용수공급시스템을 적절히 활용한다면 보다 효율적인 물관리 자동화를 달성하여 물절약과 함께 물관리에 필요한 인력을 절감할 수 있을 것으로 여겨진다.

농업용수 물관리 자동화지구 3곳을 대표로 선정하여 용수공급 특성을 분석한 결과, 수리시설별 물공급에 큰 차이를 나타내었으며, 용수공급량의 연도별·월별 차이도 뚜렷하였다. 한발발생시 수리시설별 용수공급 특성은 하천수위 변동에 민감한 양수장과 보의 기능이 저수지보다 먼저 중단되는 것으로 나타났으며, 저수지의 경우 소규모 저수지가 대규모 저수지 보다 먼저 용수 공급 기능이 중단되는 특성을 가지고 있었다.

이러한 특성을 종합적으로 고려해 볼 때 물수요 중심 용수공급시스템의 현장적용은 수리시설에 따른 물관리 관행을 반드시 고려하여야 한다는 점이다. 즉 양수장에 비해 용수 공급량이 풍부한 저수지에서는 물수요 중심 용수공급시스템의 적용이 용수절약보다는 물관리 생력화 위주로 설치 운용되어야 한다. 이때의 시스템 구동목표는 물절약이 아니라 관리의 효율화가 우선시 되어야 하며, 경지에서 재배되는 작물의 수요를 즉시 해결하여 우수농산물을 생산하는 기반을 제공할 수 있어야 하겠다. 양수장지구의 경우는 수혜구역 시점과 종점의 용수공급이 공평하게 배분될 수 있도록 적용되어야 하며, 양수장 특성상 풍부한 용수공급보다는 적은 수량으로도 적절하게 용수간선의 수위를 유지하여 공평한 용수공급이 가능케 하는 것이 시스템의 효율적인 적용이 될 수 있겠다.

수리시설에 따른 물관리 관행을 고려한 물수요 중심 용수공급시스템의 적용은 반드시 필요한 사안임에 틀림없다. 동일한 조건일지라도 저수지와 양수장, 보, 관정 등의 용수공급 패턴은 차이가 있으며, 각 특성에 적합한 시스템의 운용은 용수공급시스템의 성패를 좌우할 수 있겠다. 따라서 새로운 장치의 현장적용은 단순할 수 없으며, 특히 농업 분야에 있어서는 우리나라 농업의 특성을 잘 이해하고 적합한 설치 및 운용기법을 특성에 맞게 잘 적용해야 용수공급시스템 적용의 이점을 최대한 살릴 수 있을 것으로 사료된다.

## 인용문헌

Chung KK, Chun MB (2004) Development of water supply system by water demand. *Proceedings of 2004 Annual Conference, Korea Water Resources Association: 1-5* (in Korean).

Chung KK, Lee KY, Kim HD, Lee JN (2005) Development

of water supply system for water demand. *Proceedings of 2005 Annual Conference, Korean Society of Agricultural Engineers*. 85-90 (in Korean).

Korean Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) (2003) Development of estimate technique for rural water demand, supply rate. Final report.

Korean Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) and Korea Rural Community Corporation (KRC) (2002) Investigation of rural water supply rate-Development of estimate technique of water supply rate. Research report.

Korean Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) and Korea Rural Community Corporation (KRC) (2007) Development of water supply system for water demand. Final report.

Korean Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2006) National long term water plan.