

농업용수관리자동화사업에 대한 경제효과 분석 및 발전방안 연구

An Economic Analysis of Agricultural Automated Water Management Project and an Study on the Enlargement Plan

지용근*, 김선주**, 김필식***

Yong Geun JEE, Sun Joo KIM, Phil Shik KIM

요 지

농업용수관리자동화사업의 시행은 수자원관리 중에서 용수절약 및 유지관리비 절감을 위해 도입된 용수 관리 개선방안 중의 하나이다. 현재 대부분의 수리시설이 수원공 관리인과 수로감시원의 인력에 의해 관리되고 있으며 2004년 수리시설물의 관리비 집행내역을 살펴보면 시설유지비 54.2 %, 개보수비 34.2 %, 적립금 및 기타 비용이 11.6 %를 차지하고 있다. 이 중의 시설유지비는 인거비의 상승으로 1999년 41.4 %에서 2004년 54.2%로 증가되었으나 개보수비는 같은 기간에 41.5 %에서 34.2 %로 감소된 것으로 나타났다(농업생산기반정비사업 통계연보, 2005). 따라서 농업용수관리자동화는 시설관리비와 개보수비의 절감 그리고 적절한 용수관리에 의한 용수절감을 위해서 더욱 확대 보급할 필요가 있다. 본 연구에서는 농업용수관리자동화사업이 추진되어 운영되고 있는 충주지구를 선정하여 총사업비, 인건비, 유지관리비(통신료, 전력사용료 등), 수선유지비, 기타비용 등의 비용과 인력절감효과, 용수절감효과, 재해경감효과, 공익적효과 등의 편익을 분석하였다. 농업용수관리자동화시설에 대한 비용-편익 분석을 한 결과, 경제적인 효과가 있는 것으로 나타났으며 지속적인 사업의 시행을 위해서는 시설에 대한 교육, 전문인력의 보충, 운영 및 유지관리비의 투자가 병행되어야 한다고 판단된다.

핵심용어 : 농업용수관리자동화사업, 경제성 분석, 비용-편익 분석

1. 서 론

농촌지역의 혼주화와 농업생산구조의 변화 등으로 농촌지역의 용수수요가 늘어나고 다양화되고 있는 상황에서 농업용수의 효율적 관리는 수자원의 효율적 관리와도 직결된다. 이로 인해서 농업용수관리자동화사업의 시행은 수자원관리 중에서 용수절약 및 유지관리비 절감을 위해 도입된 용수관리 개선방안 중의 하나이다. 현재 대부분의 수리시설이 수원공 관리인과 수로감시원의 인력에 의해 관리되고 있으며 2004년 수리시설물의 관리비 집행내역을 살펴보면 시설유지비 54.2 %, 개보수비 34.2 %, 적립금 및 기타 비용이 11.6 %를 차지하고 있다. 이 중의 시설유지비는 인거비의 상승으로 1999년 41.4 %에서 2004년 54.2%로 증가되었으나 개보수비는 같은 기간에 41.5 %에서 34.2 %로 감소된 것으로 나타났다(농업생산기반정비사업 통계연보, 2005). 따라서 농업용수관리자동화는 시설관리비와 개보수비의 절감 그리고 적절한 용수관리에 의한 용수절감을 위해서 더욱 확대 보급할 필요가 있다.

* 정회원 · 건국대학교 대학원 사회환경시스템공학과 박사과정·E-mail : ykjee77@konkuk.ac.kr
** 정회원 · 건국대학교 생명환경과학대학 사회환경시스템공학전공 교수 · E-mail : sunjoo@konkuk.ac.kr
*** 정회원 · 건국대학교 대학원 사회환경시스템공학과 Post Doc. · E-mail : kimps92@konkuk.ac.kr

본 연구는 1993년 농업용수관리자동화사업이 완공되어 운영되고 있는 충주지구를 대상으로 총사업비, 인건비, 유지관리비(통신료, 전력사용료 등), 수선유지비, 기타비용 등의 비용과 인력절감효과, 용수절감효과, 재해경감효과, 공익적 효과 등의 편익을 통해 분석을 실시하였으며 수혜자(농민)를 대상으로 설문조사하여 현재 농업용수관리자동화사업의 인지도와 실패, 만족도 등을 조사·분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 대상지구

한국농촌공사 충주지구는 1994년 전국에서 최초로 농업기반시설 중 양수장에 대하여 자동화사업을 추진하였다. 양수장 운영방식이 현장에서만 조작할 수 있던 것을 중앙제어실에서 일관 운영, 감시, 계측이 가능하도록 컴퓨터와 통신을 이용한 농업용수관리자동화사업을 추진하여 유지관리비와 에너지 절감, 농업기반시설물을 효율적으로 관리가 가능하게 하였다.

농업용수관리자동화사업의 1단계로 1994년부터 용전지구 양수장 및 용수로의 자동화를 추진하였으며 2단계 사업으로 1995년부터 풍동, 단월, 달천, 용관, 금능, 용교1단, 용교2단, 가흥양수장의 자동화사업과 개보수 사업을 병행하였다. 덕천, 느티, 단암양수장에 대하여 추가로 자동화사업을 실시하여 운영하고 있다.

2.2 편익-비용 분석

경제성 분석은 사업기간에 따른 할인율이 적용된 총비용과 총편익의 차인 순현재가치(NPV, Net Present Value), 할인된 총편익과 총비용의 비율인 편익-비용비(B/C, Benefit/Cost Ratio), 할인된 총비용과 총편익이 같아지는 내부수익율(IRR, Internal Rate of Return) 등이 사용된다. 본 연구에서는 B/C ratio와 IRR을 병행 적용하였다. 편익-비용 분석은 정부의 공공투자사업을 현명하게 선정하는데 이용되는 절차와 방법을 다루고 있고 의사결정자에게 중요한 의사결정 수단으로 제공할 수 있어 공공사업의 타당성분석에 적용되고 있다.

편익-비용비의 기준은 비율이 높은 사업일수록 경제적 타당성이 높은 것으로 평가하는 기준이며, 적절한 사회적 할인율을 적용하여 비율을 계산한다.

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{\text{총편익의 현재가치}}{\text{총비용의 현재가치}} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad (1)$$

여기서, i 는 할인율, $B_t = t$ 년도의 편익, $C_t = t$ 연도의 비용, n =사업내용연도를 나타낸다.

경제적 내부수익률은 투자 사업이 원만히 진행된다는 전제하에 기대되는 예상수익률로서 투자사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 편익의 현재가치와 비용의 현재가치를 일치시켜 순현재가치(NPV, Net Present Value)가 0이 되게 하는 할인율로 계산하는데 내부수익률을 r 이라고 하면 r 은 식(9)로부터 얻을 수 있다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (2)$$

최초연도(0차 연도)에는 편익이 발생하지 않은 것으로 간주하고 최초연도의 비용과 그 다음 해부터의 할인된 순편익의 합계가 일치되도록 하는 r 을 찾아낸다면 그것이 바로 내부수익률이라고 할 수 있다. 내부수익률이 통상적으로 사용되는 사회적 할인율보다 크다면 그 투자 사업은 타당성

이 있는 것으로 간주한다.

편익-비용분석에서 농업용수관리자동화시스템의 내구연한은 20년으로 가정하였으며 비용은 시설설치비와 시설유지비(전력비, 통신비), 인건비, 개보수비 등으로 추정하였다. 시설설치비는 실제 투입연도에 근거하고 비용과 편익은 설치년도 이후 내구연한인 20년 동안 발생한다고 가정하였다. 편익은 객관적 수치로 계량 가능한 관리비(인력)절감효과, 용수량절감효과, 재해경감효과 3가지로 추정하였다.

3. 결과 및 고찰

모든 비용자료는 한국농촌공사 충주·제천 지사의 과거 실제자료를 이용하였다. 설치비, 유지관리비, 수선유지비 등은 생산자물가지수를 가중평균한 지수를 작성하여 사용하였고, 인건비는 평균 임금지수를 디플레이터로 사용하였다. 개보수비의 경우는 설치 후 6년째부터 매년 설치비의 1%가 발생하는 것으로 계상하였다. 통신물가지수의 경우는 1995년부터 지수가 산정되어 있어 1993~1994년의 경우 98.0으로 산정하였다. 표 1은 비용 디플레이터를 정리한 것이다.

표 1. 비용 디플레이터

구분	생산자 물가지수								임금지수
	연도	전기기계 및 장비	일반기계 및 장비	정밀기계	전력	통신	설치비	유지 관리비	
2004	111.2	84.5	98.5	101.6	95.3	98.1	98.5	97.9	117.9
2003	102.2	83.3	96.6	103.0	96.4	94.0	99.7	92.8	125.7
2002	102.1	86.6	97.7	103.1	98.6	95.5	100.9	94.4	116.7
2001	102.2	91.3	98.8	103.3	99.9	97.4	101.6	96.8	106.0
2000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1999	100.8	101.9	102.0	95.1	100.7	101.6	97.9	101.4	92.2
1998	103.7	103.8	101.8	94.2	100.5	103.1	97.4	103.8	87.4
1997	90.3	96.0	90.2	86.0	98.2	92.2	92.1	93.2	86.1
1996	89.8	96.2	89.2	83.5	99.4	91.7	91.5	93.0	79.9
1995	90.8	95.3	87.4	82.4	98.8	91.2	90.6	93.1	70.6
1994	85.1	95.5	85.8	79.8	98.0	88.8	88.9	90.3	63.0
1993	84.6	94.6	83.9	79.8	98.0	87.7	88.9	89.6	57.6

시나리오별 농업용수관리자동화사업에 대한 경제성 분석하였다. 시나리오는 용수절감 4%와 10%의 경우, 용수단가를 68.81원/m³(한국농촌공사 기준)과 41.7원/m³(한국수자원공사 기준)의 경우로 조합하여 적용하였다. 또한 편익-비용비의 분석을 위해서 할인율을 5%와 10%의 경우로 구분하여 분석하였다. 용수단가의 적용에 따라 경제성 분석결과가 크게 변동하였으며 용수절감효과의 편익 포함여부에 따라 자동화사업의 경제성이 높은 경우와 없는 경우로 크게 양분되는 것으로 분석되었다.

재해경감에 대한 분석은 농업용수관리자동화시설 설치 후 재해에 대한 피해가 완전 경감되는 효과가 있다고 가정하였다. 1ha당 평균 35,150원을 지구별 수해면적으로 곱하여 재해피해액을 추정하고 설치 후 매년 재해경감을 통한 편익이 발생한다고 가정하였으며 재해경감은 완전재해경감과 50%재해경감으로 나누어 편익 분석하였다. 표 2는 충주지구 자동화사업의 시나리오별 편익, 비용흐름을 나타내고 있다.

표 2. 연차별 시나리오별 편익·비용 흐름(단위 : 천원, 2000년 실질가격)

연도	비용	물단가 68.81원				물단가 41.7원			
		전력 0.8% 재해경감100%	전력 0.8% 재해경감50%	전력 24.2% 재해경감100%	전력 24.2% 재해경감50%	전력 0.8% 재해경감100%	전력 0.8% 재해경감50%	전력 24.2% 재해경감100%	전력 24.2% 재해경감50%
1994	143,077	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	206,092	1,071	1,071	1,071	1,071	1,071	1,071	1,071	1,071
1996	482,205	38,471	34,200	38,471	34,200	26,679	22,408	26,679	22,408
1997	477,808	148,210	142,702	148,210	142,702	127,162	121,654	127,162	121,654
1998	664,283	1,622,013	1,598,023	1,622,013	1,598,023	717,086	693,096	717,086	693,096
1999	179,780	1,330,131	1,306,141	1,330,131	1,306,141	425,204	401,214	425,204	401,214
2000	125,775	1,519,638	1,495,648	1,519,638	1,495,648	541,138	517,148	541,138	517,148
2001	735,284	1,536,722	1,512,732	1,536,722	1,512,732	558,222	534,232	558,222	534,232
2002	400,813	1,626,955	1,589,379	1,626,955	1,589,379	624,100	586,524	624,100	586,524
2003	460,699	1,625,724	1,588,148	1,625,724	1,588,148	622,869	585,293	622,869	585,293
2004	153,503	1,685,257	1,642,821	1,686,313	1,643,877	662,784	620,348	663,840	620,348
2005	23,070	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2006	24,306	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2007	31,616	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2008	35,530	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2009	39,993	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2010	41,317	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2011	41,317	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2012	41,317	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2013	41,317	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2014	41,317	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2015	39,886	1,701,516	1,657,322	1,702,572	1,658,378	674,022	629,828	675,078	629,828
2016	37,743	1,653,120	1,613,197	1,654,176	1,614,253	637,418	597,495	638,474	597,495
2017	32,759	1,592,333	1,553,647	1,593,389	1,554,703	585,887	547,201	586,943	547,201
2018	27,659	371,385	351,181	372,441	352,237	248,818	228,614	249,874	228,614
2019	20,940	444,459	424,255	445,515	425,311	321,892	301,688	322,948	301,688
2020	19,067	184,644	164,440	185,700	165,496	135,650	115,446	136,706	115,446
2021	17,749	174,719	154,515	175,775	155,571	125,725	105,521	126,781	105,521
2022	11,283	75,806	69,188	76,862	70,244	51,167	44,549	52,223	44,549
2023	7,526	75,806	69,188	76,862	70,244	51,167	44,549	52,223	44,549
2024	1,570	16,295	14,537	17,351	15,593	11,274	9,516	12,330	9,516

할인율을 5%와 10%의 경우로 편익-비용비를 분석하였는데, 할인율이 낮을 경우 편익-비용비가 높게 나타났다. 5% 할인율을 적용할 때 모든 시나리오에서 편익-비용비가 2.00 ~ 5.34의 범위로 나타났으며, 10% 할인율을 적용할 때는 1.49 ~ 4.00의 범위로 나타났다.

내부수익률(IRR)의 경우 19 ~ 55%의 범위로 나타났으며 용수절감에 따른 용수단가의 적용에 따른 결과치가 민감하게 반응하는 것으로 분석되었다. 전력절감율에 따른 결과치는 편익-비용비 및 IRR 값이 변하지 않아 전력절감율은 경제성 분석 결과에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 재해경감에 따른 경제성 분석은 100%재해경감과 50%재해경감의 차이가 편익-비용비의 경우 5% 할인율에서 0.13, 10% 할인율에서 0.09의 차이로 100%재해경감 효과시에 높게 나타났고, IRR의 경우 1%의 차이로 또한 100%재해경감이 높게 나타나는 것으로 분석되어 재해경감율에 따른 편익이 경제성 분석에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

현재 시장 이자율(할인율)의 경우 3 ~ 4%의 범위에서 나타나기에 5%할인율을 적용한 분석결과값이 정확한 것으로 판단되며 할인율 및 내부수익률이 최저 2.00, 19% 인 것을 본다면, 충주지구 농업용수관리자동화사업은 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 표 3은 충주지구 농업용수관리자동화사업에 대한 경제성 분석 결과를 나타낸 것이다.

표 3. 시나리오별 농업용수관리자동화사업 경제성 분석

구 분	전력 0.8% 재해경감100%			전력 0.8% 재해경감50%			전력 24.2% 재해경감100%			전력 24.2% 재해경감50%		
	B/C Ratio		IRR (%)	B/C Ratio		IRR (%)	B/C Ratio		IRR (%)	B/C Ratio		IRR (%)
용수단가 68.81원/m ³	5% 할인율	10% 할인율		5% 할인율	10% 할인율		5% 할인율	10% 할인율		5% 할인율	10% 할인율	
		5.34	4.00	55	5.21	3.91	54	5.34	4.00	55	5.21	3.91
용수단가 41.7원/m ³	B/C Ratio		IRR (%)	B/C Ratio		IRR (%)	B/C Ratio		IRR (%)	B/C Ratio		IRR (%)
	5% 할인율	10% 할인율		5% 할인율	10% 할인율		5% 할인율	10% 할인율		5% 할인율	10% 할인율	
	2.13	1.58	20	2.00	1.49	19	2.13	1.58	20	2.00	1.49	19

4. 결 론

농업용수관리자동화사업이 도입되면서 댐을 비롯한 양수장, 취입보, 통관, 수로 등의 주요 시설에 농업용수관리자동화시스템이 설치되어 가동 중이다. 최근에는 농업의 주변환경이 어려워지면서 생산비의 절감, 합리화, 효율화가 중요시되었다. 그러나 현재까지 농업용수관리자동화와 관련해서 주로 새로운 기술의 개발 및 실험과 제도개선에 관한 연구가 중점적으로 이루어 졌으며 자동화사업으로 인해 발생하는 편익과 비용을 비교함으로써 사업의 타당성 검토에 관한 연구는 거의 이루어지지 않은 상태이다.

충주지구 농업용수관리자동화사업을 중심으로 현재의 가치뿐만 아니라 미래에 대한 농업용수관리자동화사업의 효과를 분석하기 위해 시나리오를 작성하여 비용-편익을 분석한 결과, 5% 할인율을 적용할 때 모든 시나리오에서 비용-편익비(B/C Ratio)가 2.00 ~ 5.34의 범위로 나타났으며, 10% 할인율을 적용할 때는 1.49 ~ 4.00의 범위로 나타났으며 내부수익률(IRR)의 경우는 19 ~ 55%의 범위로 나타났다. 일반적으로 비용-편익비가 1이상이 나오게 되면 경제적으로 타당하다는 결론을 얻을 수 있으므로 현재 충주지구에 투자되어 시행 중인 자동화사업은 경제적인 효과가 있다고 판단된다.

재해경감효과를 분석하기 위해 100%재해경감과 50%재해경감의 시나리오를 작성하여 분석한 결과, 그 차이가 B/C Ratio의 경우 5% 할인율에서 0.13, 10% 할인율에서 0.09의 차이로 100%재해경감 효과의 시나리오 적용 시에 높게 나타났고, IRR의 경우 1%의 차이로 또한 100%재해경감이 높게 나타나는 것으로 분석되어 재해경감율에 따른 편익이 경제성 분석에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 본 연구에서 결정된 재해경감율은 평균적인 피해액을 기준으로 매년 재해 피해의 회피액으로 분석되어, 정확한 지구별 재해피해 데이터를 통한 재해경감율의 산정이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 농업생산기반정비사업 통계연보, 2005, 농림부, 농업기반공사
2. 농업용수관리자동화사업 효과분석 및 평가지침 수립연구, 2005, 농업기반공사 농어촌연구원
3. 농어촌용수의 자동관리시스템, 1996, 농어촌진흥공사 심포지엄 보고서, 농어촌진흥공사 농어촌연구원
4. 이정환, 군태진, 김은순, 1987, 농업부분의 투융자 동향과 효과, 한국농촌경제연구원
5. Brent and Robert J., 1995, Applied Cost-Benefit Analysis