



랜드마크를 고려한 농업용저수지 최적정비모델의 개선

Improvement to Optimum Equipment Model of Agricultural Reservoir Considering Land Mark

김종봉^a · 박소연^b · 정남수^{c,†} · 이희망^d

Kim Jongbong · Park So yeon · Jung Namsu · Lee Huimang

ABSTRACT

Recently, the Yedang reservoir needs reflecting the demands of the public and administration, including change of reservoir status and paradigm shift of users, as well as planning programs to activate the area as a special health zone for tourism, leisure, recreation and experience at the local government level. Previous Optimum Equipment model (OEM) preferentially considers the creation of waterfront. This study shows the operation model for readjustment of water supply facilities according to the limit of the level of the beneficiaries. Results show the renovation cycle of Yedang tourist resort and the suspension bridge through developed model simulation. In addition to securing quantity for the supply of agricultural water and the function of water protection, the multi-function of the agricultural reservoir shall be re-evaluated to enhance the diverse availability of the agricultural reservoir. The county office should also boost various availability at various levels to revitalize the local economy, such as producing pleasant and safe places and offering safe food for people.

Keywords: Agricultural reservoir; optimum equipment model; land mark; suspension bridge

I. 서론

국내에서 농업용 저수지는 농업생산력 증대를 위해 만들어졌으며, 시대의 변화에 따라 다양하게 활용되어 현재에는 이수, 치수, 친수 기능으로 분류할 수 있다 (Goo, 2011, Gi, 2011). Lee (2004)는 농업용저수지의 유지관리 업무 중 이수와 치수 기능에 초점을 맞추어, 저수지의 이수와 치수에 대한 부위별 가중치를 전문가 조사를 통해 산정하였다. 그리고 이를 바탕으로 한정된 예산을 활용한 농업용저수지 정비방안을 제안하였다. Kim et al. (2008)은 농촌지역 친수공간에 대한 요구가 높아지고 부족한 친수기능에 대해 고려하고자 게임이론의 혼합전략을 활용한 농업용저수지의 최적정비모델을 개발하였다. 개발된 최적정비모델에서는 단위시간당 기대비용을 최소화하고, 저수지의 규모나 지리적 특성을 고려하여 이용자의 다양한 요구를 충족시킬 수 있는 최적의 정비방안을 과학적으로 도출하고자 하였다.

최근 예당저수지는 물놀이 사업을 통해 보수되었으며, 출렁다리를 개통하여 많은 방문객들이 오고 있으며 착한농촌체험상조성 계획에 따라 휴양, 체험시설과 해양수산부 어촌뉴딜300과 충남도 내수면 마리나 활성화계획으로 예당저수지에 해양스포츠를 즐길 수 있는 레저 시설을 준비하고 있다. 예산군에서는 예당관광지 조성, 의좋은 형제공원, 예당지 상류 삼베길쌈마을, 대흥면 맑은 물 푸른 농촌 가꾸기 사업, 예당호 음악분수, 착한농촌체험세상, 예당호 편의시설조성, 강마을 어울림 재생사업 공모 등 친수 공간 조성을 통한 방문객의 유치로 지역경제 활성화를 도모하는 계획을 진행하고 있다. 이에 랜드마크의 관광상품성을 반영할 수 있도록 개발된 최적정비모델을 활용하여 최근 상황변화에 따른 기능별 수혜인원의 변화를 파악하고, 향후 정비의 방향을 도출하고자 한다.

II. 기존 최적정비모델

1. 연구대상지 현황

연구대상지는 충청남도 예산군 대흥면, 응봉면, 신양면, 광시면, 일대 삼교천수계에 위치한 예당저수지이다. 예당저수지는 1964년에 준공하였고, 설치 목적은 예산군과 당진시의 농경지, 삼교평야를 포함하고 있는 예당평야에 농업용수를 공급하는 것이었다. 지금은 50여년이 경과한 노후화 된 저수지로 시설관리자인 한국농어촌공사 예산지사에서 수시시설

^a Deputy Director, KRC Region Development Department, Korea Rural Community Corporation

^b Doctor Course Student, Kongju National University

^c Professor, Kongju National University

^d Undergraduate Student, Kongju National University

† Corresponding author

Tel.: +82-41-330-1265 E-mail: ruralplan@kongju.ac.kr

Received: 12 March, 2020

Revised: 20 May, 2020

Accepted: 20 May, 2020

개보수사업을 년차별로 지속해왔으며, 최근 최대가능홍수량 (PMP)에의 홍수분석에 취약하여 2014부터 2019년까지 물넘이 확장 사업을 통해 삼교천수계의 전체 홍수조절이 가능하도록 예당저수지 제체를 보강하여 지진대비 재해예방이 가능토록 사전대처를 완료하였다. 예당저수지의 제원을 보면 만수위 22.5 m, 총저수량 4,607 만 톤, 단위저수량 459.46 m/m, 제장 247.5 m, 제고 19.1 m, 물넘이 165 m (수문 폭 15 m, 수문 높이 6.5 m, 수문 수 26 런, 홍수배제량 5,364 m³/sec), 저수지 둘레 40 km, 너비 2 km, 길이 8 km, 수혜면적 6,917 ha, 만수면적은 1,088 ha, 유역면적 37,360 ha, 홍수면적은 1,180 ha, 관개면적은 8,827 ha이다. 현재 예당저수지는 예산군을 비롯한 충청남도 서부 및 북부 지역의 관개수 및 공업용수, 식수원 등의 공급 (이수기능)에 기여하고 있으며 삼교천 유역 내 농업용 저수지 중 유일하게 홍수조절 기능 (치수기능)을 갖춘 저수지로 홍수위는 EL.22.5 m, 우기에 계획홍수위는

EL.21.5 m로 유지하고 있다.

2. 기존 최적정비모델의 분석

가. 기능별 수혜인원 산출

기존의 최적정비모델 (Kim et al., 2008; Kim et al., 2019)은 저수지를 대상으로 제한된 경비로 최대 수혜인원을 산출하는 정비방안을 도출하는 것이 목적이었다. Table 1과 같이 농업인수에 관개일수를 곱하여 이수기능, 하류부 거주민수에 홍수시기 일수를 곱하여 치수기능, 주변 거주민수에 방문일수를 곱하여 친수기능으로 다원적 기능을 분류하여 최대 수혜인원수 산출하였다.

이수, 치수, 친수 수혜인원을 추정하기 위해 농업용저수지의 효용함수와 제약조건을 유도하여 최적 식을 정식화하였다.

나. 최적 정비모델의 목적함수와 제한 조건

최적정비모델은 수혜인원에 수혜받는일수를 곱한 수혜인일을 최대로 산출하는 것을 목표로 하였다. 식 (1)과 같이 목적함수는 이수수혜인일, 치수수혜인일, 친수수혜인일의 총합으로 계산한다. 게임이론의 사용자 요구에 따른 저수지 효용함수 특성상 혼합균형에서 사용자가 요구할 때와 요구하지

Table 1 Reservoir functional characteristics and benefit days

Function	Benefit person	Benefit days
Usage	farmers	× irrigation days
Safety	downstream residents	× flood days
Familiar	neighbor residents	× visiting days

Table 2 Optimum equipment model

Object function	$Max (UP+ SP+ FP)$ (1)
	$UP= \sum UW_i \times PUP \times (1 - D_i) \frac{M_i}{TM_i}$ (2)
	$SP= \sum SW_i \times PSP \times (1 - D_i) \frac{M_i}{TM_i}$ (3)
	$FP= \sum BPD_i \times T_i \times 365 \times M_i$ (4)
	$TMC= \sum M_i \times C_i$ (5)
	Where, <i>UP</i> : use population days, <i>UW_i</i> : use weighting, <i>PUP</i> : potential use population days, <i>D_i</i> : deterioration, <i>SP</i> : safe population days, <i>FP</i> : friendly population days, <i>M_i</i> : mount, <i>TM_i</i> : total mount, <i>SW_i</i> : safety weighting, <i>PSP</i> : potential safety population days, <i>BPD_i</i> : benefit population per day, <i>T_i</i> : stay time, <i>TMC</i> : total maintenance costs, <i>C_i</i> : cost
Restriction condition	$PUP < TUP - CUP, PSP < TSP - CSP, FFP < TFP - CFP$ (6)
	$CUP = \sum TUP \times UW_i \times D_i, CSP = \sum TSP \times SW_i \times D_i$ (7)
	$CFP = BPD_i / 3$ (8)
	$TMC < (I \times MR) \times (IR)^{nyear - cyear}$ (9)
	Where, <i>PUP</i> : potential use population days, <i>TUP</i> : total use population days, <i>CUP</i> : current use population days, <i>PSP</i> : potential safety population days, <i>TSP</i> : total safety population days, <i>CSP</i> : current safety populatin days, <i>FPF</i> : potential friendly population days, <i>TFP</i> : total friendly population days, <i>CFP</i> : current friendly population days, <i>UW_i</i> : use weight, <i>TSP</i> : total safety population days, <i>SW_i</i> : safety weight, <i>I</i> : initial costs, <i>nyear</i> : now year, <i>cyear</i> : construction year, <i>MR</i> : maintenance ratio, <i>IR</i> : interest ratio

않을 때 확률을 곱함으로 최적효율을 달성한다. 이에 이수수혜인일은 시설별 개보수 물량과 시설물이 이수에서 차지하는 가중치를 곱하여 산출할 수 있고, 여기에 식 (2)와 같이 안전진단등급에 따른 노후화를 곱하여 저수지의 노후화도를 반영하였다. 치수수혜인일도 식 (3)과 같이 치수가중치와 잠재치수수혜인일, 안전진단등급에 따른 노후화도, 상부경계에 해당하는 총 사업물량분의 공사여부에 해당하는 현재사업물량 곱으로 정의하였다. 친수 수혜인원은 식 (4)와 같이 일일수용인원, 정비물량, 체류시간에 365일을 곱으로 정의하였다. 총 유지관리비는 식 (5)와 같이 개별공사비의 단순합으로 계산하였다.

제약조건은 식 (6)과 같이 잠재수혜인일은 총 수혜인일에서 현재수혜인일은 뺀 값을 넘을 수 없도록 제한하였다. 식 (7)과 같이 이수 치수의 현재 수혜인일은 총 수혜인일, 부위별 가중치, 노후화에 따른 잔여수명의 곱으로 정의하였다. 친수는 식 (8)과 같이 총수혜인일의 3분의 1을 현재수혜인일이라고 가정하였다. 마지막으로 식 (8)과 같이 총 유지관리비는 초기공사비와 유지보수비율에 물가상승률의 곱을 넘지 않도록 제한하였으며, 물가상승률은 이자율을 넘지 않도록 제한하였다.

3. 예당저수지 최적정비범위 분석을 위한 입력자료

가. 예당저수지 시설제원 변경사항 반영

예당저수지 물넘이 확장사업으로 인하여 저수지의 기존제체 (길이 165 m)를 신설 물넘이 (폭 15 m x 높이 6.5 m x 11 런)으로 바꾸고 기존 수문을 제체 (길이 247.5 m x 높이 19.1 m)로 신축하였다. 그리고 방수로가 길이 320 m x 폭 269 m로 확장되었다.

Table 3 Change of irrigation facilities

Irrigation facilities	Change	TM _i
Dam crest		247.5 (New)
Outlet channel		320 (Expansion)

나. 예당저수지 치수 수혜지역의 변경사항

기존 분석에서는 예산군의 대흥면, 신암면, 예산읍, 오가면, 응봉면을 이수 치수 수혜지역으로 산정하였으나, 2012년도 예당저수지 재해예방 물넘이 확장 사업에서 재해 예방 효과

검토에 따라 (KDI, 2012) Table 4와 같이 아산시의 선장면, 도고면을 치수 수혜지역으로 추가하였다.

기존 최적정비모델에서는 치수 기능 수혜자를 예당저수지의 붕괴로 인한 침수 피해 발생 가능한 인원으로 산정하였고, 침수는 하천을 주변으로 발생할 가능성이 크다 판단하여 하천과 접해있는 법정리 마을에 거주하는 인구를 선정, 법정리에 위치하는 주택의 수를 기준으로 인구수를 추정하였다. 본 연구에서는 물넘이 사업의 효과를 반영하기 위해서 예당저수지 물넘이 사업 시행 계획서의 내용을 바탕으로 Table 5, 6와 같이 치수는 홍수 피해 예상 지역 전체의 인구수 곱 홍수일수로 하였으며, 이수는 농민수 곱 관개일수로 하였다.

Table 5 Beneficiaries of flood control

Function	Benefit pop.	Benefit days
Flood control	Downstream population	Downstream population × Flood days
Change		
Flood control	Population in flood area	Flooding population × Flood days

Table 6 Beneficiaries of irrigation and flood control

Item	Farmers	Downstream population	Flooding population
Population	10,059	11,088	57,623
Days	180	90	90
Total beneficiaries potential	1,810,620 (TUP)	997,920 (TSP)	5,186,070 (TSP)

다. 친수공간 변화에 따른 친수인원 재산정 및 출렁다리 반영

기존 최적정비모델에서는 잠재수혜인원을 예당저수지 인근 거주민으로 한정하였다. 하지만 지금은 출렁다리가 개통되면서 전국의 많은 관광객들이 예당저수지를 방문하고 있고, 잠재수혜인원을 예산군 인구수에서, 충청남도 인구수, 전국민 인구수로 확장하여 적용하였다. 예산군민은 최대 일주일에 1회 예당저수지를 방문할 수 있다고 가정하였고, 충청남도민과 전 국민은 1년에 한 번 방문할 수 있다고 가정하였다.

Table 4 Population of affecting area (National Statistical Survey, 2015)

Item	Yesan	Sinyang	Daeheong	Eongbong	Oga	Dogo	Seonjang	Total
Pop.	36,493	3,173	1,882	2,747	4,819	4,756	3,753	57,623

Table 7 Number of beneficiaries by region

Item	Neighbor.	Yesangun	Chungnam	Nation
Population	2,888	78,678	2,162,426	51,422,507
Data	365	50	1	1
Total beneficiaries	1,054,120	3,933,900	2,162,426	51,422,507
Now beneficiaries	351,373	1,311,300	720,809	17,140,836
PFP	702,747	2,622,600	1,441,617	34,281,671

선형시설은 예산관광지에서 느린 호수길 구간 5.2 km는 수변테마길 2.33 km, 농촌경관테마길 1.95 km, 생태테마길 0.96 km를 합산하였으며, 도로정비 개보수 최소단위 70 m로 나누어서 산출하였다. 사용인원수 (일일수혜인원)는 관광객들이 평균 4 km/h로 걷는다는 가정 하에 계산하였고 면형시설과 점형시설 (출렁다리) 이용객 수의 20%로 가정하였다.

기존 면형시설을 예산관광지야영장으로 한정하였다. 다른 시설들 (의좋은 형제공원, 생태공원 등)은 관광객 수가 현재 조사되고 있지 않으며, 공사비용도 정확하게 알 수 없어 본 연구에서 제외되었다. 예산관광지 야영장 기준 12시간 숙박으로 잡았으며, 관광지식정보시스템에서 2016년도부터 이용관광객 수를 조사할 수 있었다.

출렁다리는 2019 4월에는 50만 22명, 5월에는 56만 7천 511명 6월에는 47만 2천 명, 2019년 7월 8월에는 비수기로 방문객이 조금 줄고 있는 가운데 8월 21일 자로 연 누적 방문객수 200만 명을 돌파하였으며 9월 추석 이후 가을철을 맞이하여 다시 증가추세로 월평균 방문객수는 약 38만 명으로 추정하였다. 예산군 내부자료에서 방문객 체류시간은 출렁다리를 통과하는 시간을 측정하여 평균값 30분으로 책정하였다.

Table 8 Agricultural reservoir repair cost table

Irrigation facilities	Mount	2007 cost	2017 cost	2019 cost
Dam crest (m)	314.5	5,000	6,300	7,920
Upstream slope (m ²)	722.2	1,200	1,512	1,901
Downstream slope (m ²)	722.2	2,000	2,520	3,168
Spillways crest (m)	247.5	10,000	12,600	15,840
Outlet channel (m)	20	10,000	12,600	15,840
Stilling basin (each)	1	90,000	113,400	142,560
Operating Platform (each)	1	20,000	25,200	31,680
Outlet tower (each)	1	300,000	378,000	475,200
Conduit (m)	112	3,000	3,780	4,752

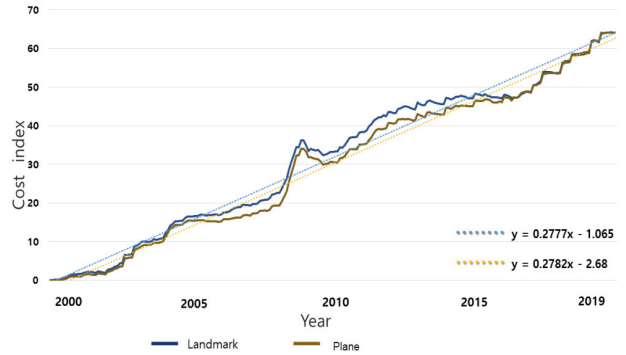


Fig. 1 Estimation curve of equipment cost

라. 개보수 비용 단가 예측 및 연도별 최적정비모델

최적정비모델 (Kim, 2008)이 각 시설별 개보수 비용을 설정하고, Kim (2019)이 물가상승률과 재해복구기초가 (TKIS, 2019)의 평균을 구해 이전 개보수 비용을 산출하였는데, 이 방법은 매년 달라지는 개보수비용을 적용하기 어려웠다. 그래서 실공사비를 토대한 통계청의 건설공사비지수 (Construction Cost Index; CCI)를 산정하고 2001년 1월에서 2019년 7월 데이터를 바탕으로 Fig. 1과 같이 결정계수를 이용한 선형 추세선을 그어 앞으로의 개보수 비용을 예측하였다. 출렁다리 (토목건설 소계) 개보수비용 추세선은 평균 오차율 4.5%에 상승률 -1.06, 계수항 0.27이었고, 예산관광지 (환경정화시설) 추세선은 평균오차율 3.7에 상승률 -2.68, 계수항 0.27로 추정되었다.

III. 최적정비 모델 결과 값

1. 물넘이 사업으로 인한 효과 측정

최적정비모델을 활용하여 물넘이 사업 이후의 효과를 측정하기 위하여 Table 9와 같이 출렁다리를 개보수하기 전 자료로 이수와 치수에 따른 효과를 추정하였다. 그 결과 유지관리 비용은 91억 정도이며 이수수혜인원은 54만 6천, 치수수혜인원은 63만 2천 등 총 1,178 인일의 효과가 발생했다.

2015년 물넘이 사업 이후의 수혜인원은 Table 10과 같이 추정하였으며, 유지관리비는 128억정도이며 이수수혜인원은 181만, 치수수혜인원은 518만 등 총 699만으로 나타났다. 물넘이 사업의 효과로 저수지의 제원 변화, 추가 치수수혜지역으로 인해 이수와 치수 기능으로 인한 수혜가 6배 정도 증가한 것으로 추정된다.

Table 9 Optimum equipment model based repair work

Facility	Variables	Costs (thousand won)	Use population	Safety population
Dam crest (m)	314	2,048,860	-	70,267
Upstream slope (m ²)	722	1,065,902	78,263	37,145
Downstream slope (m ²)	722	1,648,020	178,348	476,139
Spill way crest (m)	98	3,322,430	36,754	28,175
Outlet channel (m)	20	200,000	36,094	16,306
Stilling basin (each)	1	90,000	19,914	4,530
Operating platform (each)	1	20,000	18,765	-
Intake tower (each)	1	354,000	82,879	-
Conduit (m)	112	352,200	94,802	-
Total benefit population	1,178,382			

Table 10 Number of benefit after water overflow detection project

Facility	Variables	Costs (thousand won)	Use population	Safety population
Dam crest	247	1,669,720	0	490,646
Upstream slope	569	923,146	162,884	327,616
Downstream slope	569	1,538,576	289,572	3,276,157
Spill way crest	247	3,339,440	220,811	717,337
Outlet channel	320	4,326,400	136,521	261,378
Stilling basin	1	121,680	112,983	108,907
Operating platform	1	27,040	106,464	0
Intake tower	1	405,600	470,218	0
Conduit	112	454,272	310,521	0
Total benefit	6,992,015			

2. 친수시설 효과 측정

친수시설 설치에 따른 적절한 수해인원의 범위를 정하기 위해 Table 11과 같이 주변주민, 예산군민, 충남도민, 전국민으로 확장해 가며 당해년의 친수시설 최적정보모델을 수행해

Table 11 water friendly facility result in optimum equipment model

Potential benefit	Facility	Variables	Costs (thousand won)	Benefit
Neighborhood (685,600)	walk (line)	17(22%)	581,196	33,708
	square (plane)	1(0%)	54,120	76,066
	landmark (point)	6(1%)	48,510	575,826
	Total	B/C: 1.00	683,826	685,600
Yesangun (2,617,821)	walk (line)	17(22%)	581,196	33,708
	square (plane)	10(2%)	541,200	760,663
	landmark (point)	19(5%)	153,615	1,823,450
	Total	B/C: 2.05	1,276,011	2,617,821
Chungnam (1,391,672)	walk (line)	16(21%)	547,008	31,725
	square (plane)	4(1%)	216,480	304,265
	landmark (point)	11(3%)	88,935	1,055,682
	Total	B/C: 1.63	852,423	1,391,672
Nation (34,267,357)	walk (line)	7(9%)	239,316	13,880
	square (plane)	19(4%)	1,028,280	1,445,259
	landmark (point)	342(85%)	2,765,070	32,822,098
	Total	B/C: 9.03	3,793,350	34,267,357

본 결과 주변 주민으로 한정하였을 경우 유지관리비는 6억 8천만 원에 수해인원은 67만 인일이었고 선형시설은 22% 면형시설은 0% 점형시설은 1%를 보수공사했을 때 가장 높은 효율의 수해인일이 산출된다. 예산군민의 경우 유지관리비는 12억 8천만원에 수해인원은 261만 인일이었고 선형시설은 22% 면형시설은 2% 점형시설은 5%를 보수공사 했을 때 가장 높은 효율의 수해인일이 산출된다. 충남도민의 경우 8억5천 만원에 수해인원은 139만 인일이었고 선형시설은 21% 면형 시설은 1% 점형시설은 3%를 보수공사 했을 때 가장 높은 효 율의 수해인일이 산출된다. 국민전체는 37억9천만 원에 수해 인일은 3천4백만 인일이고, 선형시설은 9% 면형시설은 4% 점형시설은 85%를 보수공사 했을 때 가장 높은 효율의 수해 인일이 산출된다.

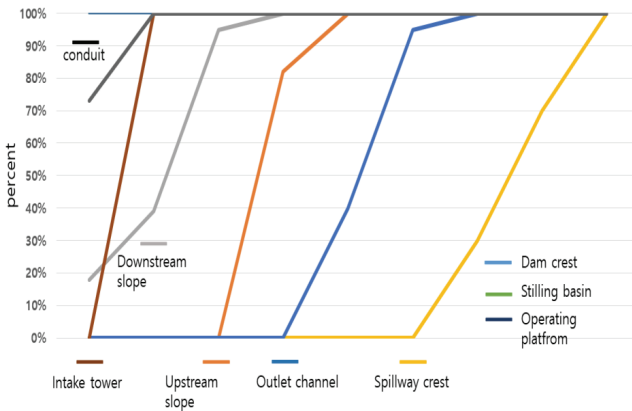


Fig. 2 2007-2015 optimum equipment model result

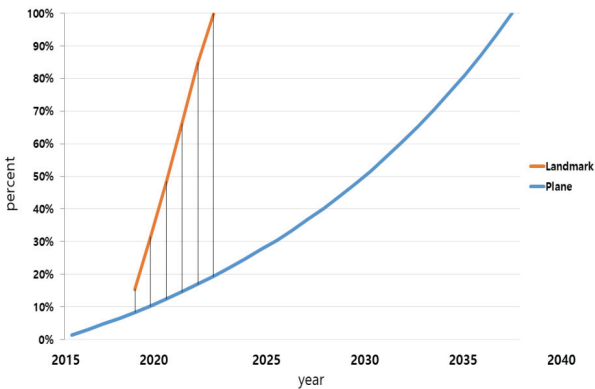


Fig. 3 Estimation curve of water friendly facilities equipment cost

3. 개보수 우선순위 검토 및 면,점형시설 개보수 주기 예측

2005년 안전진단 자료를 바탕으로 2007부터 유지보수를 하면 최소 시행 시 제체, 정수지, 운영체계는 100% 정비가 되며, 연결수로는 72%와 제당하류는 18%가 정비되며, 이후에는 Fig. 2와 같이 연결수로, 취수탑, 제당하류, 제당상류, 방수로, 여수토 순으로 나타났다.

Fig. 3와 같이 2007년부터 2019까지의 시설보수 단가, 물가 상승률을 토대로 결정계수를 이용한 선형 추세선을 바탕으로 개보수비용을 측정하였다. 친수시설을 한번 보수공사 하는데 해당국민 관광지 (Plane)는 2043년, 출렁다리 (Landmark)는

2024년으로 예측되었다.

Table 12와 같이 해당관광지는 192억 7천만원으로 전체 보수 공사가 되고, 연간 1,135,560명의 수혜인원이 산출된다. 출렁다리는 20억 7천만원으로 전체 보수 공사가 되고, 연간 6,430,060명의 수혜인원이 산출되었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 출렁다리와 같은 랜드마크 설치에 따른 관광적 효과를 추정할 수 있도록 기존 모델에 점형시설을 추가하고 이용자 범위를 설정할 수 있도록 선형, 면형 시설을 개선하고, 개선된 모델을 해당저수지에 적용하는 과정에서 새롭게 변화한 지역 현황을 반영하였다.

기존 모델에서는 저수지로 인한 잠재수혜가능인일이 1,178,382인일로 산출되었는데, 급변 물넘이 확장사업으로 인하여 이수, 치수 수혜인원이 증가하였고, 그중에서 치수 수혜인원이 크게 증가하였다. 물넘이 확장사업으로 인한 저수지의 변화를 모델에 반영하니 6,992,015이 산출되었다. 또한, 본 연구에서는 출렁다리 랜드마크와 같은 사업측정을 하고 이용자 범위를 설정할 수 있도록 기존모델에 저수지 주변주민 수, 예산군민 수, 충청도민 수, 전국민 수로 범위를 추가하고, 친수 시설에 선, 점, 면 시설을 추가 및 개선하였다. 잠재가능수혜인일이 주변 주민한정 685,600인일, 예산군민한정 2,617,82인일, 충청도민 한정 1,391,672인일, 전국민 한정 34,267,357인일로 주변주민에서 전국민으로 확대됨에 따라 선 (Line)시설은 개보수비율이 축소되고, 점 (Point)시설은 확대된다. 또한 편익비용비 (Benefit/Cost) 효율로 살펴볼 때 전 국민을 대상으로 저수지를 운영하는 것이 가장 효율적이나, 현재 해당저수지로 오는 길이나, 주차장, 주변 편의시설들을 고려한다면 전 국민을 전부 수용하는 것은 현실적으로 맞지 않는다. 그래서 그다음으로 효율이 좋은 예산군민 혹은 충청도민을 대상으로 최적 정비 보수 비율에 맞춰 저수지를 운영하는 것이 타당하다.

건설공사비지수를 이용해 추세선을 그어 앞으로의 개보수 비용을 산출, 면 (Plane)과 점 (Point)시설의 전체개보수 주기를 예측 및 효과를 측정하였다. 2024년까지 점형시설은 평균 연 6,430,060의 잠재수혜가능인일 효과를 낼 수 있다. 이는

Table 12 Work of water friendly facility repair

Facility	Variables	Costs (thousand won)	All benefit	Benefit of per year
Plane	418	19,276,350	31,795,694	1,135,560
Landmark	402	2,070,079	38,580,361	6,430,060
Total benefit		70,376,055		7,565,621

물넘이 확장 사업 이후 저수지 잠재수혜인일 6,992,015와 비슷한 수치이며, 친수기능 점형시설 하나가 이수치수기능 저수지와 비슷한 효율을 낸다고 볼 수 있다.

출렁다리 개통은 기존에 있던 예당저수지 인근 관광지보다 더 많은 친수수혜를 주고 있으며, 향후 예정된 수변개발사업들도 기존 저수지 주변 시설들과 조화를 이루어 수혜의 확장성에 대해 더 높은 효율을 보여줄 것으로 기대된다. 최근 예당저수지에 집중되는 관광객들이 크게 증가하였으며 예당저수지가 미치는 영향은 저수지 주변 주민들을 넘어 예산군민, 충청남도민까지 확산되는 추세이다. 따라서 예산군은 농업용수 공급 물량 확보와 수질보호 기능 외에 친수시설을 이용하는 예산군민 혹은 충청도민 수준의 관광객을 수용할 수 있어야 하며, 저수지 최적정비에 맞춰 농업용수지의 다양한 이용가능성을 산출할 수 있도록 해야 한다.

REFERENCES

1. Goo, S. H., 2011. Management of water resources and utilization of waterfront in rural area. *Korea Water Resource Association* 44(9): 33-36 (in Korean).
2. Ji, H. G., 2011. Direction of balanced regional development for the utilization of agricultural reservoir. *Korea Water Resource Association* 44(9): 27-32 (in Korean).
3. Kim, H. D., S. J. Kim, and K. Y. Lee, 2009. Study on the priority decision for redevelopment of agricultural reservoir. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 51(6): 63-68 (in Korean). doi:10.5389/KSAE.2009.51.6.063.
4. Kim, J. B., J. S. Park, and N. S. Jung, 2019. Analysis of Yedang reservoir equipment adapting optimum equipment model of agricultural reservoir. *The Korean Society of Agricultural Engineers* 61(2): 51-61 (in Korean).
5. Kim, S. W., J. O. Kim, S. K. Park, N. S. Jung, W. S. Jang, S. H. Lee, and W. Choi, 2008. Developing an optimum equipment model for agricultural reservoir considering beneficiary. *The Korean Society of Agricultural Engineers* 50(6): 75-81 (in Korean).
6. Korea Development Institute (KDI), 2012. Yedang reservoir disaster prevention & expansion project (in Korean).
7. Lee, J. K., 2004. Development of an advanced life cycle cost method by segregation of safety and function for agricultural facilities. PhD diss., Seoul National University (in Korean).
8. Tourism Knowledge and Information System (TKIS), 2019. <https://know.tour.go.kr>. Accessed 20 Aug. 2019.