



농업용 저수지에서의 농업용수 잠재능 평가

Evaluation of Agricultural Water Supply Potential in Agricultural Reservoirs

김진수^{*,†} · 이재용^{*} · 이정범^{**} · 송철민^{***} · 박지성^{****}

Kim, Jin Soo · Lee, Jae Yong · Lee, Jeong Beom · Song, Chul Min · Park, Ji Sung

Abstract

The new concept of agricultural water supply potential, which is mean annual turnover rate times unit storage capacity, was introduced for agricultural reservoirs. We investigated characteristics of mean annual turnover rate and unit storage capacity for agricultural reservoirs with storage capacity of over 1 million m³. The curve of agricultural water supply potential represents change in mean annual turnover rate according to change in unit storage capacity. The mean annual turnover rate and unit storage capacity in the reservoirs with high minimum storage ratio are significantly higher than those in the reservoirs with low minimum storage ratio. Most of unstable water supply reservoirs showed low mean annual turnover rate or low unit storage capacity, indicating that mean annual turnover rate may be an index of stability degree for agricultural water use. The reservoirs with mean annual turnover rate of over 2 and unit storage capacity of over 0.8 m may be estimated as the stable water supply zone for 10 frequency dry year. The reservoirs with high agricultural water supply potential can belong to the wide range of stable water supply zone. The results suggest that relation between mean annual turnover rate and unit storage capacity may be used in evaluating stability degree for agricultural water supply in the reservoirs.

Keywords: Agricultural reservoir; Mean annual turnover rate; Unit storage capacity; Agricultural water supply potential

1. 서 론

우리나라에서 농업용 저수지의 저수용량을 결정하는 지표로서 단위 저수량 (= 유효 저수용량/수해면적)과 유역배율 (= 유역면적/수해면적)이 고려되어 왔다. 농업용 저수지에서의 단위저수량은 1960년대까지 300-450 mm이었으나, 1970년대부터 600-800 mm로 증가하였다 (KRC, 2007). 특히 2000년 이후부터는 한국농어촌공사(이하 농어촌공사)와 같은 공적기관에 의한 물관리, 물값의 폐지 등으로 인한 말단 물 관리에서의 농민 참여의 부재는 필요 용수량을 증가시키는 원인이 되고 있다 (Lee et al., 2010).

최근 실시된 저수지 개보수 사업, 저수지 독높이기 사업 등은 증가하는 필요 용수량에 대응하기 위하여 저수용량을 증가시켰다. 실무에서는 농업용 저수지의 적정 저수용량을 결정하는 모형으로서 HOMWRS (Hydrological Operation Model

for Water Resources System)을 많이 사용해 왔다 (Lee, 2011). 그러나, 일부의 저수지에서 단위 저수량이 2 m를 넘는 높은 값을 보이고 있다. Lee (2008)는 HOMWRS를 장수군의 동화 저수지의 하천유지용수량 산정을 위한 관계 필요수량 산정에 적용하였다.

면적이 같은 유역에 대하여 저수지의 저수용량이 증대하면 단위 저수량은 증가하나, 일정기간 동안 유입된 수량이 저수지를 회전하는 횟수를 나타내는 물 회전율은 감소하게 된다. 물 회전율은 체류시간의 역수로서 습지 수문학 (Mitsch and Gosselink, 2007)에서 자주 사용되는 개념이다. 실제, 독높이기 저수지에서의 과다한 저수용량 증대는 물 회전율을 급격히 감소시키고 저수율을 낮게 만들어 저수지의 효용성을 떨어뜨리고, 체류시간을 길게 하여 부영양화 등의 수질문제를 일으킬 우려가 있다.

우리나라에서 저수지의 저수용량 결정에 적절한 유역배율로서, 연평균 강수량(1,274 mm)이 일본 연평균 강수량(1,718 mm)의 74%임에도 불구하고, 일본과 같이 3-4의 값이 제시되고 있다 (Ministry of Agriculture, 1998; Ministry of Education, 1998). 일반적으로 유역배율이 작은 저수지는 직접유역으로부터의 유입량이 적어 양수장이나 간접유역을 통하여 유입량을 확보하고 있다. Noh (2011)는 유역 외 보의 연계 운영에 의하여 유역 배율이 작은 저수지의 유입량 확보 가능성을 검토하였다. 유역배율은 사용하기 간단하나 지역별로 차이가 있는 강수량이 고려되지 않고 저수용량 증대에 따른 저수지에의 수문

* Dept. of Agricultural and Rural Engineering, Chungbuk National University

** Dept. of Road Construction, Uiwang City Hall

*** The Policy Council for the Paldang Watershed

**** Rural Research institute, Korea Rural Community Cooperation

† Corresponding author

Tel.: +82-43-261-2573 Fax: +82-43-271-5922

E-mail: jskim@cbnu.ac.kr

Received: December 17, 2015

Revised: March 8, 2016

Accepted: March 14, 2016

학적 영향을 나타낼 수 없는 한계를 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 농업용수 잠재능이라는 개념을 도입하여 농업용 저수지를 대상으로 그 구성성분인 물의 평균 연회전율(이하 평균 연회전율)과 단위저수량의 특성을 검토하고자 한다. 또한, 제시된 평균 연회전율-단위 저수량 관계도의 저수지 이수 안전도 평가에의 활용성을 검토하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 대상저수지

대상 저수지는 2015년 9월 현재, 저수용량 100만 m³ 이상의 491개의 농업용 저수지로 하였고, 저수지 개수는 전남(광주 포함)에 95개로 가장 많았다(Fig. 1). 저수용량 100만 m³ 이상의 저수지는 저수지 자료 취득의 가능성을 고려하여 결정하였다. 이들 저수지의 총 저수용량은 21.0억 m³으로 이는 농어촌공사가 관리하는 저수지의 총 저수용량 28.6억 m³의 73%에 해당된다.

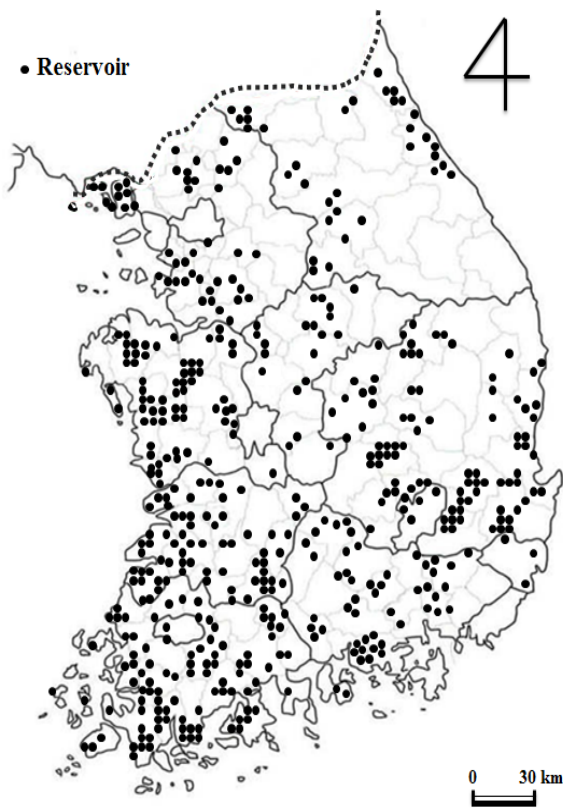


Fig. 1 Location of study reservoirs

2. 연구방법

먼저 농업용수 잠재능이란 새로운 개념을 도입하여 그 구성성분인 평균 연회전율과 단위 저수량의 관계를 검토하였다. 중규모 농업용 저수지를 대상으로 평균 연회전율과 최고 및 최소 저수율의 관련성을 파악하고, 이수 불안전 저수지에서의 평균 연회전율, 단위 저수량 및 농업용수 잠재능의 특성을 검토하였다. 또한, 저수지의 이수 안전도 평가에 있어 평균 연회전율-단위 저수량의 관계도의 활용성을 검토하였다.

저수지의 제원, 실태 및 최근 25년간(1991-2015년) 평균 저수율은 농어촌공사의 농업기반시설관리시스템(RIMS)의 자료를 기초로 하고 저수지 관리자 문의를 통하여 수정, 보완하였다. 1개소 저수지 제원을 수정하였고, 경주시 하곡 및 화산곡 저수지와 같이 서로 연결되어 통합 물관리를 하는 5개소의 경우에는 관할 저수지의 유역면적, 수혜면적, 유효 저수용량을 합하여 평균 연회전율과 단위저수량을 산정하였다. 독 높이기 저수지의 경우, 저수지 제원은 준공 후의 것을 사용하였고, 두 그룹간의 평균 저수율 비교 시에는 저수용량 증대가 저수율에 미치는 영향을 고려하여 제외시켰다.

강수량 자료로는 기상청 자료(KMA)를 사용하였다. 최근 30년(1985-2014년)의 강수량 관측 자료가 있는 시군의 경우, 시군 내에 있는 저수지에는 동일 연강수량을 사용하였고, 30년의 관측 자료가 없는 시군의 경우는 관측 자료가 있는 인근 시군 자료를 가지고 ArcGIS 9.2 (ESRI, 2006)을 이용하여 Thiessen 법으로 산정하였다.

통계적 분석을 위해 Microsoft Excel 2007을 이용하였으며, 두 그룹간의 평균값을 비교하기 위하여 t 검정을 실시하였고, $P < 0.05$ 인 경우, 평균값은 유의적인 차이가 있는 것으로 판단하였다.

3. 농업용수 잠재능의 개념

본 연구에서는 식 (1)과 같이 저수지에의 평균 연유입량을 수혜면적으로 나눈 값을 농업용수 잠재능이라고 정의하며, 이것은 평균 연회전율과 단위저수량의 곱으로 구성된다.

$$W_P = \frac{I}{A_C} = TU \quad (1)$$

$$T = \frac{I}{S} \quad (2)$$

$$U = \frac{S}{A_C} \quad (3)$$

$$I = \alpha PA_W \quad (4)$$

여기서 W_p 는 농업용수 잠재능, I 는 평균 연유입량, A_C 는 수혜면적, T 는 평균 연회전율, U 는 단위 저수량, S 는 유효 저수량, α 는 평균 유출률, P 는 평균 연강수량, A_W 는 유역면적이다.

평균 연강수량은 최근 30년간의 자료를 사용했고, 평균 유출률로서는 전국 30년 평균값인 0.55을 채택하였다.

또한, 목적 외 용수가 있는 저수지에서의 농업용수 잠재능은 식(5)가 되고, 단위 저수량은 식(6)이 된다.

$$W_p = \frac{I - O}{A_C} \quad (5)$$

$$U = \frac{W_p}{T} = \frac{I - O}{TA_C} \quad (6)$$

여기서 O 는 목적 외 용수의 연용수량이다.

식(1)과(4)에서와 같이 농업용수 잠재능의 값은 유역면적 혹은 평균 연강수량이 클수록, 수혜면적이 작을수록 크게 된다. 목적 외 용수가 없는 저수지에서 농업용수 잠재능은 식(1)에서와 같이 수혜면적이 변하지 않는 한 일정한 값을 갖는다. 따라서 평균 연회전율은 단위 저수량에 반비례한다. 식(1)에서의 농업용수 잠재능 $W_p = TU = 2.0$ m를 평균 연회전율과 단위 저수량의 함수로 나타내면 Fig. 2와 같다. 여기서 단위 저수량이 0.5 m인 경우 평균 연회전율은 4.0회가 되고, 단위 저수량을 1.0 m로 2배 증가시키면 평균 연회전율은 2.0회로 그만큼 감소하게 된다.

이와 같이 저수지의 농업용수 잠재능 곡선은 지역의 강수

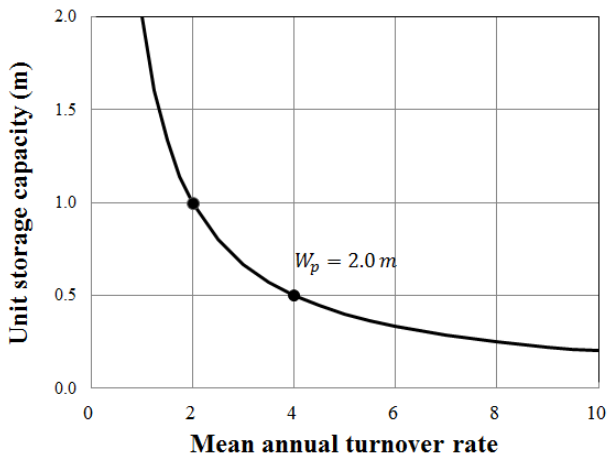


Fig. 2 Sample curve of agricultural water supply potential of 2.0 m ($W_p = 2.0$ m)

량을 반영하고 저수용량 증가에 따른 평균 연회전율의 변화를 나타낼 수 있다.

III. 결과 및 고찰

1. 평균 연회전율과 단위저수량

491개 농업용 저수지에서의 평균 연회전율은 3.8회로 나타났다. 연회전율 2.0 이상 3.0회 미만의 저수지는 140개소(약 29%)로 가장 높은 비율을 차지했다(Table 1). 평균 연회전율은 강화군 난정, 군산시 옥구, 김제시 백산 저수지와 같은 양수장 저수지나 경산시 남매 저수지, 담양군 담양 저수지와 같이 간접유역을 갖는 저수지에서 1.0회 이하로 낮게 나타났다. 이에 비하여 구례군 구만 저수지, 전주시 백석 저수지에서는 20회 이상의 높은 값을 나타냈다. 일부 저수지에서 높은 평균 연회전율을 갖는 이유는 식(2)에서와 같이 유효 저수용량에 비하여 저수지의 연 유입량의 값이 상대적으로 크기 때문이다.

보조 수원공으로서 수혜면적이 없는 저수지나 도시화에 따라 수혜면적이 크게 줄어든 7개 저수지를 제외한 484개 농업용 저수지의 목적 외 용수를 고려하지 않은 평균 단위저수량은 0.92 m로 나타났다. 단위저수량이 0.4 m 이상 0.8 m 미만이 233개로 가장 높은 비율(48.1%)을 차지했다(Table 2). 의성군 개천저수지는 0.16 m로 가장 작게 나타났고, 진안군 황금 저수지는 약 7.13 m로 가장 크게 나타났다.

Table 1 Mean annual turnover rate in the study reservoir

Mean annual turnover rate	Number	Percentage
< 1.0	25	5.1
1.0- <2.0	78	15.9
2.0- <3.0	140	28.5
3.0- <4.0	82	16.7
4.0- <5.0	70	14.3
5.0 >	96	19.6
Total	491	100.0

Table 2 Unit storage capacity in the study reservoir

Unit storage capacity (m)	Number	Percentage
< 0,4	30	6,2
0,4- <0,8	233	48,1
0,8- <1,2	137	28,3
1,2- <2,0	64	13,2
> 2,0	20	4,1
Total	484	100,0

2. 유역배율과 평균 연회전율의 관계

484개 저수지의 평균 유역배율은 4.5로 나타났다. 대상 저수지의 유역배율과 평균 연회전율의 관계를 나타내면 Fig. 3과 같다. 유역배율이 증가함에 따라 평균 연회전율도 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이는 유역면적이 증가함에 따라 유역배율과 평균 연회전율이 모두 증가하기 때문이다. 그러나, 대상 저수지는 같은 유역배율에 대하여 평균 연회전율은 큰 차이를 보였다. 홍성군 홍동저수지는 유역배율 6.3에 평균 연회전율 9.6회를 보인 반면, 독높이기 저수지인 의성군 금봉1 저수지는 비슷한 유역배율 6.1에 대하여 평균 연회전율은 1.1회의 낮은 값을 보였다. 금봉1 저수지에서는 평균 연회전율이 사업 전 3.1회에서 사업 후 1.1회로 감소하였으나, 유역배율은 저수용량 증대에 따른 평균 연회전율의 감소를 나타낼 수가 없어, 저수지의 평가지표로서 평균 연회전율을 채택할 필요가 있다.

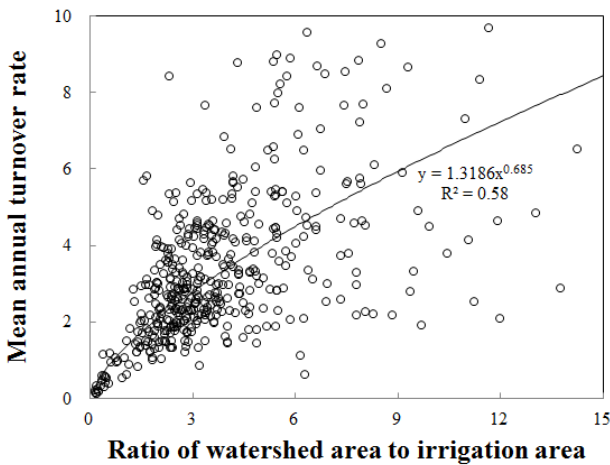


Fig. 3 Relation between ratio of watershed area to irrigation area and mean annual turnover rate

3. 과우 및 다우지역에서의 단위저수량의 비교

과우지역으로서 영천, 영덕, 안동, 대구 등의 30년 평균 연강수량 1,100 mm 미만의 지역을 선정하였고, 다우지역으로서는 하동, 산청, 진주, 장흥, 창원 등의 평균 연강수량 1,500 mm 이상의 지역을 선정했다.

두 지역의 평균 단위저수량은 과우지역에서 1.23 m, 다우지역에서 1.18 m로서, t 검정결과 두 지역 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다 (Table 3). 일반적으로 다우지역은 강수량이 많아 과우지역에 비하여 단위저수량이 적을 것으로 예상되나, 실제로는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 HOMWRS 모형에 의한 결과가 지역별로 차이가 있는 강수량을 충분히 반영하고 있지 않기 때문으로 생각된다.

4. 최고 저수율이 다른 두 저수지군의 평균 연회전율과 단위저수량 비교

본 연구에서는 최근 25년간 평균 일저수율의 연 최고치와 연 최소치를 각각 최고 저수율과 최소 저수율이라고 한다. 우리나라에서 저수지의 최고 저수율은 모대기에 필요한 관개용수가 공급하기 직전인 4월에 나타난다. 최고 저수율은 강릉시 옥계 저수지는 4월 초순에 100%의 만수를 보였으나, 성주군 성주 저수지에서는 4월 18일에 69%의 낮은 값을 보였다.

최고 저수율이 95% 이상인 저수지군과 80% 미만인 저수지군의 평균 연회전율과 단위저수량을 비교하였는데, 최고 저수율이 95% 이상인 저수지에서 평균 연회전율은 6.0회, 평균 단위저수량은 0.73 m를 보였고, 80% 미만인 저수지에서 평균 연회전율은 3.1회, 평균 단위저수량은 0.90 m를 보였다. t 검정결과 최고 저수율이 95% 이상인 저수지에서 평균 연회전율은 유의적으로 크게 나타났으나, 평균 단위저수량은 유의적으로 작은 것으로 나타났다 (Table 4).

Table 3 Comparison of unit storage capacity between low and high precipitation areas

	Low precipitation area (<1,100 mm)		High precipitation area (≥1,500 mm)		Significance level
	Number	Mean	Number	Mean	
Unit storage capacity (m)	33	1.24	28	1.18	N. S. ^a

^aNot significant

Table 4 Comparison of mean annual turnover rate and unit storage capacity between reservoirs with low and high maximum storage ratios

	Low maximum storage ratio (<80 %)		High maximum storage ratio (≥95 %)		Significance level
	Number	Mean	Number	Mean	
Mean annual turnover rate	28	3.1	88	6.0	P< 0.01
Unit storage capacity (m)	22	0.90	88	0.73	P< 0.05

5. 최소 저수율이 다른 두 저수지군의 평균연회전율과 단위저수량 비교

농업용 저수지에서의 최소 저수율은 홍수기 직전인 6월 하순에 나타난다. 최소 저수율은 양주시 효촌 저수지에서는 6월 29일 31%의 낮은 값을 보였으나, 과천시 청계 저수지는 6월 26일 82%의 높은 값을 보였다.

최소 저수율이 70% 이상인 저수지군과 50% 미만인 저수지군의 평균 연회전율과 단위저수량을 비교하였는데, 70% 이상 저수지군에서 평균 연회전율은 5.6회, 평균 단위저수량은 0.90 m를 보였으며, 50% 미만 저수지에서 평균 연회전율은 3.9회, 평균 단위저수량은 0.55 m를 보였다. t 검정결과와 최소 저수율이 70% 이상 저수지군에서 평균 연회전율과 단위저수량은 모두 유의적으로 크게 나타났다 (Table 5). 이와 같이 평균 연회전율은 최고 및 최소 저수율에 모두 영향을 미치는 것으로 나타났다.

6. 목적 외 용수를 갖는 저수지에서의 평균 연회전율과 단위저수량

농업용 저수지에서의 목적 외 용수는 20여 곳에서 생활용수, 공업용수, 골프장 용수, 환경용수 등으로 사용되고 있다. 목적 외 용수는 식 (5)에서와 같이 농업용수 잠재능을 저하시킨다. 평균 연회전율은 식 (2)에서와 같이 평균 연유입량 및 유효 저수용량에 의해 결정되므로 목적 외 용수가 있는 저수

지에서도 변화가 없다.

식 (6)으로 산정된 농업용 단위저수량은 양수장 저수지인 군산시 옥구 저수지와 김제시 백산 저수지에서는 0 이하의 값을 보였다. 목적 외 용수가 있는 23개 저수지에서 농업용 평균 단위저수량은 0.75 m를 보여 목적 외 용수가 없을 경우 0.89 m에 비하여 약 16% 감소하는 것으로 나타났다 (Fig. 4). 따라서, 농업용 저수지에서 목적 외 용수는 단위 저수량과 농업용수 잠재능을 감소시키는 효과가 있으므로, 이를 고려하여 목적 외 용수량을 결정할 필요가 있다.

7. 이수 불안전 저수지의 평균 연회전율과 단위저수량

이수 불안전 저수지는 양수장 저수지, 수해면적의 일부에 보조 수원공 (관정, 양수장, 보 및 보조 저수지) 으로부터 용수를 공급받는 저수지 등을 말한다. 58개 이수 불안전 저수지의 평균 연회전율과 단위저수량의 관계는 Fig. 5와 같다. 이수 불안전 저수지는 단위 저수량이 낮거나, 평균 연회전율이 낮은 경우에 나타났다. 불안전 저수지는 평균 연회전율 2.0회 이상과 단위 저수량 0.8 m 이상의 영역에는 나타나지 않았다. 따라서, 평균 연회전율은 단위 저수량과 함께 이수 안전도를 평가하는 중요한 지표로 판단된다.

또한, 이수 불안전 저수지의 대부분 (98%)은 농업용수 잠재능 $W_p = 2.0$ m 미만에서 나타났고, 평균 연회전율이 2.0회 미만에서는 단위 저수량이 큰 경우에도 이수 불안전을 보였

Table 5 Comparison of mean annual turnover rate and unit storage capacity between reservoirs with low and high minimum storage ratios

	Low minimum storage ratio (<50 %)		High minimum storage ratio (≥70 %)		Significance level
	Number	Mean	Number	Mean	
Mean annual turnover rate	43	3.9	58	5.6	$P < 0.05$
Unit storage capacity (m)	43	0.55	58	0.90	$P < 0.001$

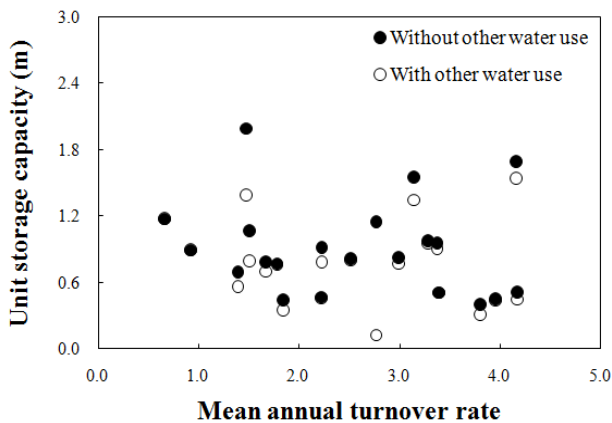


Fig. 4 Change in unit storage capacity for the agricultural reservoirs with other water use

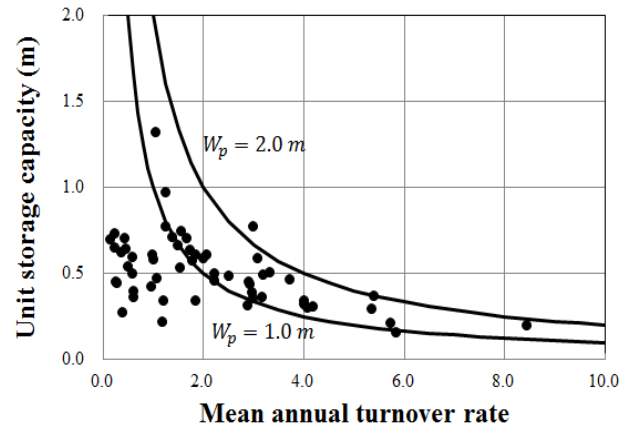


Fig. 5 Unstable water supply reservoirs and curves of agricultural water supply potential

다. 이는 농업용수 잠재능이 낮은 경우에는 단위 저수량을 높여도 평균 연회전율이 낮게 되어 물 부족이 발생할 수 있는 것을 시사한다. 따라서 이수 안전 저수지의 적지 선정의 기준으로 농업용수 잠재능 2.0 m 이상을 고려할 수 있다.

양수장 저수지인 신안군 고서 저수지는 평균 연회전율 3.0 회, 단위 저수량 0.78 m, 농업용수 공급 잠재능 2.3 m의 비교적 높은 값을 보였는데, 이는 저수지가 섬에 위치하여 있고, 20년 빈도 이상 가뭄의 해에도 견딜 수 있는 생활용수를 공급하고 있기 때문으로 생각된다.

8. 이수 안전 저수지의 영역 검토

식(2)와(4)의 관계로부터 10년 빈도 가뭄해의 연회전율은 식(7)과 같이 된다.

$$T_{10} = \frac{I_{10}}{S} = \frac{\alpha_{10} P_{10} A_W}{S} \quad (7)$$

여기서, T_{10} 는 10년 빈도 가뭄해의 저수지 연회전율, I_{10} 는 10년 빈도 가뭄해의 저수지에의 연유입량, S 는 유효 저수용량, α_{10} 는 10년 빈도 가뭄해의 유출률, P_{10} 는 10년 빈도 가뭄해의 연강수량, A_W 는 유역면적이다.

식(2), (4) 및 (7)의 관계로부터 저수지의 평균 연회전율에 대한 10년 빈도 가뭄해의 연회전율의 비는 식(8)와 같이 유출률의 비와 연 강수량의 비의 곱으로 표현된다.

$$\frac{T_{10}}{T} = \left(\frac{\alpha_{10}}{\alpha} \right) \left(\frac{P_{10}}{P} \right) \quad (8)$$

저수지 군의 연회전율 비의 평균은 유출률의 비가 상수인 경우 식(9)가 된다.

$$\overline{\left(\frac{T_{10}}{T} \right)} = \left(\frac{\alpha_{10}}{\alpha} \right) \overline{\left(\frac{P_{10}}{P} \right)} \quad (9)$$

여기서 $\overline{\left(\frac{T_{10}}{T} \right)}$ 는 저수지 군의 연회전율 비의 평균, $\overline{\left(\frac{P_{10}}{P} \right)}$ 는 저수지 군의 강수량 비의 평균이다.

금호강 유역을 비롯한 낙동강 5개 중권역 유역에서의 30년 평균유출률(56%)에 대한 10년 빈도 가뭄해의 평균 유출률(42%)의 비는 0.76을 보였다(Jeon, 2016). 또한, 35개 기상 관측지점(KMA, 2015)에서의 최근 30년 평균 강수량에 대한 10년 빈도 가뭄해에 해당되는 강수량의 비의 평균은 0.69를 보였다. 제한된 지역에서 얻은 유출률의 비를 상수로 보면 식(9)에서 저수지 군에서의 30년 평균 연회전율에 대한 10년

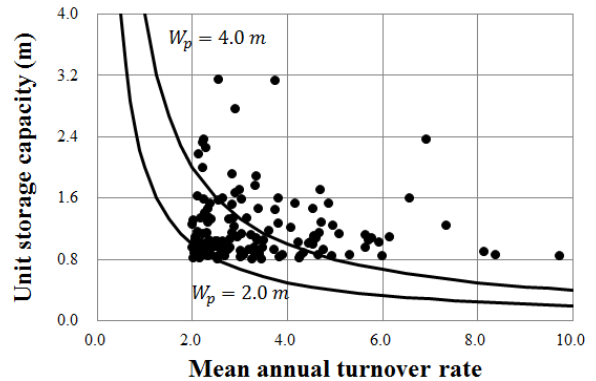


Fig. 6 Stable water supply reservoirs for 10 frequency dry year and curves of agricultural water supply potential

빈도 가뭄해의 연회전율의 비의 평균은 0.52가 된다. 따라서, 30년 평균 연회전율 2.0회는 10년 빈도 가뭄해에는 평균 연회전율이 약 1.0회가 된다.

① 이상과 같은 연회전율에 대한 검토, ② 농어촌 공사에서 제시된 단위 저수량의 상한치(KRC, 2007), ③ 이수 불안전 저수지가 나타나지 않은 영역, 등으로부터 10년 빈도 가뭄해의 이수 안전 저수지 영역의 지표로 평균 연회전율 2.0회 이상과 단위 저수량 0.8 m 이상을 추정할 수 있다. 여기에 해당되는 저수지를 표시하면 Fig. 6과 같다. 농업용수 잠재능의 값(W_p)이 클수록 해당 저수지는 넓은 범위에서 이수 안전 저수지의 영역에 속하는 것으로 나타났다. 따라서, 저수용량 증대 사업에서 이수 효과를 나타내기 위해서는 가능한 한 농업용수 잠재능이 2.0 m 이상 지역을 선정하고, 저수용량이 증대되는 저수지의 평균 연회전율과 단위저수량을 이 영역에 들어가게 할 필요가 있다.

향후, 저수지의 평균 연회전율-단위 저수량 관계도는 농업용 저수지의 이수 안전도를 평가하고, 저수용량 증대 저수지의 적지 및 적정 저수용량을 결정하며, HOMWRS 모형에 의한 결과를 사후에 검증하는 데에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

IV. 결 론

본 연구에서는 농업용수 잠재능이라는 개념을 도입하여 저수용량 100만 m^3 이상의 농업용 저수지를 대상으로 그 구성성분인 평균 연회전율과 단위저수량의 특성을 검토하고 저수지의 이수 안전도를 평가할 수 있는 평균 연회전율-단위 저수량의 관계도를 제시하였다.

농업용수 잠재능은 평균 연회전율과 단위 저수량의 곱으로 나타내며, 목적 외 용수가 없는 저수지에서 수혜면적이 변하

지 않는 한 일정한 값을 갖는다. 따라서 농업용수 잠재능 곡선은 저수용량 증가에 따른 평균 연회전율의 변화를 나타낸다.

대상 저수지에서의 평균 연회전율은 3.8회로 나타났고, 평균 단위 저수량은 0.92 m로 나타났다. 저수지의 최고 저수율은 단위저수량이 작고 평균 연회전율이 큰 곳에서 크게 나타났으나, 최소 저수율은 단위저수량과 평균 연회전율이 모두 큰 곳에서 크게 나타났다. 이와 같이 평균 연회전율은 최고 및 최소 저수율에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

수해 구역 내에 보조 수원공을 갖는 이수 불안전 저수지의 대부분은 농업용수 잠재능 2.0 m 미만의 값을 보였고, 농업용수 잠재능이 낮은 경우에는 단위 저수량을 높여도 평균 연회전율이 낮게 되어 물 부족이 발생할 수 있는 것으로 나타났다. 또한, 10년 빈도 가뭄해의 이수 안전 저수지의 지표로 평균 연회전율 2.0회 이상과 단위 저수량 0.8 m 이상의 영역을 추정하였다. 따라서, 이수 안전 저수지가 되기 위해서는 농업용수 잠재능이 큰 지역을 선정하고, 저수지의 평균 연회전율과 단위저수량을 이수 안전 영역에 속하게 할 필요가 있다.

평균 연회전율-단위 저수량 관계도는 저수지의 이수 안전도를 평가하고, 저수용량 증대 저수지의 적지 및 적정 저수용량을 결정하는 데에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 한편, 본 연구 결과는 대상 저수지의 평균 유출률이 같다는 가정 하에서 얻은 한계성을 갖고 있다. 향후, 자료의 축적으로 저수지별 유출률이 파악된다면 보다 정확도가 높은 평균 연회전율을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. ESRI (Environmental Systems Research Institute), 2006. ArcGIS, Ver. 9.2, Redlands, California.
2. Jeon, K. S., 2016. Water balance analysis for water demand and supply assessment of administrative districts. M.S. diss., Cheongju: Chungbuk National University (in Korean).
3. KMA (Korea Meteorological Administrative), [Http://www.kma.go.kr/weather/climate/average-south-jsp](http://www.kma.go.kr/weather/climate/average-south-jsp). Accessed 10 Dec. 2015 (in Korean).
4. KRC (Korea Rural Community Cooperation), 2007. Manual on repair and renovation of irrigation facilities, Reservoir, 24 (in Korean).
5. Lee, S. Y., 2008. Estimation of environmentally friendly flow of Donghwa dam. M. S. diss., Seoul: Konkuk University (in Korean)
6. Lee, S., T. Kim, and M. Satoh, 2010. Participatory irrigation management under the public system in Korea, *INWEPF-PAWEES Joint Symposium and Steering Meeting*, 51-53. Jeju.
7. Lee, T. H., 2011. Introduction of HOMWRS, *Water and Future* 44(7): 88-91 (in Korean).
8. Ministry of Agriculture, 1998. Irrigation in design standard for agricultural infrastructure project, 165 (in Korean).
9. Ministry of Education, 1998. Irrigation and drainage, 229 (in Japanese).
10. Mitsch, W. J., and J. G. Gosselink, 2007. *Wetlands*, Fourth eds., Wiley, New York.
11. Noh, J. K., 2011. Securing inflows to reservoir with low ratio of watershed to paddy field areas by operating outside diversion weir. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 53(1): 17-28 (in Korean).
12. RIMS (Rural Infrastructure Management System), [Http://rims.ekr.or.kr/index.aspx](http://rims.ekr.or.kr/index.aspx). Accessed 10 Dec. 2015 (in Korean).