

# 저수지 유역의 토사 유입 및 여수토 승상 효과 조사

A study on the sediment yields and raising of the spillway crest  
for the reservoir capacity enlargement

남 명 희\* · 서 승 덕(경북대)

Nam, Myoung Hee · Suh, Seung Duk

## Abstract

Sediment yields from the reservoir watershed areas and raising of the spillway crest for the agricultural reservoir capacity enlargement were investigated and analysed through the 21 pilot reservoirs, have irrigated areas 200has. and over in the Kyoungpook province.

In these studies, (1), the correlation analysis between various watershed characteristics and annual specific sediment yields were derived and (2), the excess effective reservoir capacity of the over 0.5m above the spillway crest could be estimated.

In brief, catchment area should strongly be correlated with the annual specific sediment yields ( $R=0.90$ ), the other side, average slope of the main stream is less than catchment area. The excess effective capacity of reservoir enlargement by the raising of spillway crest at 0.5m-height was resulted 12.1% of increasing capacity compare with the original reservoir capacity.

## I. 서론

물은 인류에게 있어 생존과 사회전반의 존립을 결정지을 만큼 중요한 자원이다 그러나 최근에 와서는 인구증가와 집중으로 인한 산업화와 이상기후 등으로 인하여 물 부족 현상이 빈번하게 발생하고 있어 용수공급의 안정성을 확보하는 일이 중요시되고 있다.

현재 우리나라의 수자원 이용현황을 살펴보면, 농업용수가 전체 용수이용량의 50%를 차지할 만큼 큰 비중을 차지하고 있어 타용수에 비해 농업용수의 체계적인 개발과 보전 및 유지관리를 통한 농업용수 공급의 안정성을 확보하고 효율성을 증대시키는 일이 중요하다고 할 수 있겠다. 일례로 '99년말 현재 전국 수리답 878천ha중 5년 이상 내한 능력이 있는 수리답은 520천ha에 그치고 있어 기상이변과 물 부족에 대처할 준비상태가 미약하다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 농업용수의 주수원인 농업용 저수지의 효율적인 유리관리와 내용적에 대한 보전 및 내용적 증대방안 등에 대한 기초자료를 마련하고자 경상북도내 농업용 저수지 중 관개면적이 200ha 이상인 21개 표본 저수지를 선정하여 저수지 유역의 토사유입 및 여수토 승상 효과에 대하여 조사하였다.

## II. 분석대상 및 방법

저수지의 내용적은 저수지 유역의 하천 특성에 따른 유입량에 의해 좌우된다. 이 중 용수와 함께 유입되는 유사는 저수지내에 퇴적되어 내용적 감소를 야기시켜 결국 저수지 설계용수량 보전 기능을 떨어뜨리게 된다. 그리고 저수지 상류 퇴사는 홍수위를 상승시켜 저수지의 안정성을 저해하게 된다.

저수지의 적정관리를 계획하고 내용적 증대방안을 모색하기 위한 기본자료로서 경상북도내 관개면적이 200ha 이상인 농업용 저수지 21개를 대상으로 저수지유역의 하천 특성과 년비퇴사량과의 상관성을 조사·분석하였다.



Fig 1. 대상 저수지 위치도

또한 토사 유입과 가뭄 등으로 인한 저수지 내용적 감소 및 물 부족 대책의 일환으로 저수지 상류수역 유희(遊休)지역에 대한 담수 계획으로 기설 저수지로부터 농업용 수자원의 추가 확보를 위하여 여수토의 승상을 통한 저수지 내용적 증대 효과를 조사하였다. Fig 1.은 대상 저수지의 위치도를 나타낸다.

### 1) 하천 특성

하천 특성인자는 1 : 25,000 지형도를 사용하여 대상 저수지유역내 유역면적, 유역주장, 주하천장, 하천중심장, 형상계수, 수계빈도, 수계밀도, 기복량비, 주하천 평균경사, 유출수 등을 조사하였다.

### 2) 년비퇴사량

년비퇴사량은 저수지 설치 당시와 현재의 저수용량의 차이를 내용적 감소량으로 추정하고 년비퇴사량은 내용적 감소량을 유역면적과 저수지 경과년수를 도입하여 계산하였다.

### 3) 하천 특성과 년비퇴사량의 상관성

1, 2에서 산출한 하천 특성인자 즉 유역면적, 유역주장, 주하천장, 하천중심장, 형상계수, 수계빈도, 수계밀도, 기복량비, 주하천 평균경사, 유출수를 독립변수로 하고 년비퇴사량을 종속변수로 하여 하천 특성인자와 년비퇴사량사이의 상관성을 산출해 내었다.

### 4) 여수토 승상(崇上)

승상기준을 0.5m로 하여 설치당시 만수면적에 해당하는 내용적을 0.5m 승상후 만수면적의 내용적과 비교하여 내용적 증가율을 산출하였다.

### III. 결과 및 고찰

대상 저수지들의 토사 유입과 내용적 증대방안의 모색을 위해 조사한 하천 특성인자와 년비 퇴사량 및 이들의 상관성은 아래의 Table 1 2, 3과 같으며, Table 4는 여수토 승상을 통한 내용적 증대율을 조사한 결과이다.

Table 1. 경상북도내 대상 저수지의 하천 특성

번호	저수지명	저수지유역 하천 특성									
		유역면적 (km <sup>2</sup> )	유역주장 (km)	주하천장 (km)	하천중심장 (km)	형상계수	수계빈도 (개/km <sup>2</sup> )	수계밀도 (km/km <sup>2</sup> )	기복량비 (m/km)	주하천평균경사 (m/km)	유출수
1	하빈지	9.60	15.7	4.5	1.7	0.474	2.71	2.51	46.67	4.7	65.8
2	개천지	12.95	16.8	5.9	2.5	0.360	3.47	2.69	42.88	6.5	62.8
3	가음지	17.50	22.4	9.9	3.9	0.179	2.63	2.32	55.74	13.0	62.8
4	만운지	23.75	23.2	7.8	4.3	0.390	2.23	1.55	68.99	19.4	66.0
5	묘곡지	35.30	35.4	13.7	7.7	0.188	1.67	1.94	57.08	15.1	58.4
6	반곡지	11.40	15.3	6.4	3.9	0.278	1.58	1.86	100.31	34.3	61.4
7	기동지	17.50	19.2	6.0	2.3	0.486	1.71	1.46	92.83	30.5	61.1
8	심곡지	19.65	20.2	7.9	3.6	0.315	2.80	2.35	49.37	11.2	62.5
9	왕신지	22.00	22.6	8.6	4.0	0.297	2.14	2.17	53.84	26.3	61.5
10	화곡지	9.55	14.0	5.3	2.3	0.340	3.98	2.53	84.00	21.5	62.6
11	남사지	7.15	11.0	2.7	1.4	0.981	1.68	1.43	170.37	19.3	62.0
12	풍락지	9.80	15.3	5.4	3.2	0.336	1.02	1.39	42.41	5.1	62.8
13	임고지	26.84	24.6	9.4	6.0	0.304	2.91	2.15	68.74	10.8	62.8
14	고경지	16.90	19.9	7.5	3.4	0.300	3.14	2.45	48.00	8.6	62.4
15	지천지	18.15	23.7	10.3	5.5	0.171	1.82	1.71	69.13	24.4	63.1
16	남북지	10.00	13.9	4.0	1.3	0.625	0.80	1.02	90.00	20.1	63.2
17	옥성지	11.50	15.8	6.5	2.7	0.272	2.43	2.40	61.68	34.5	62.8
18	무을지	7.50	11.6	2.8	1.2	0.957	1.21	1.44	200.00	14.0	67.9
19	청상지	11.00	12.4	4.4	2.3	0.568	1.18	1.48	143.40	39.9	64.4
20	개운지	6.65	10.9	4.2	2.3	0.377	2.11	2.24	86.12	12.9	64.8
21	회룡지	9.10	13.5	5.3	2.9	0.324	2.01	1.42	97.17	19.6	64.9
평균		14.94	18.0	6.6	3.3	0.406	2.15	1.93	82.32	18.7	63.1
범위		6.65 ~35.3	10.9 ~35.4	2.7 ~13.7	1.2 ~7.7	0.171 ~0.981	0.80 ~3.98	1.02 ~2.69	42.41 ~200.0	4.7 ~39.9	58.4 ~67.9

Table 2. 대상 저수지 내용적 변화와 년비퇴사량

번호	저수지명	지역명	설치년도	경과년수(년)	만수면적(ha)	유역면적(km <sup>2</sup> )	저수지내용적				
							설치당치(ha.m)	현재(ha.m)	감소용적(ha.m)	감소율(%)	년비퇴사량(m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /yr)
1	하빈	달성군	1944	55	44.5	9.60	128.7	89.1	39.6	30.8	750.0
2	개천	의성군	1952	47	53.0	12.95	144.4	124.5	19.9	13.8	327.0
3	가읍	의성군	1959	40	52.5	17.50	225.6	205.2	20.4	9.0	291.4
4	만운	안동시	1959	40	40.1	23.75	205.1	160.3	44.3	21.6	466.3
5	묘곡	영덕군	1963	36	63.5	35.30	557.5	549.7	7.8	1.4	61.4
6	반곡	포항시	1942	57	20.7	11.40	108.0	93.7	14.3	13.2	220.1
7	기봉	포항시	1955	44	19.7	17.50	87.0	75.6	11.4	13.1	181.2
8	심곡	경주시	1931	68	55.5	19.65	340.8	324.8	16.0	4.7	119.7
9	왕신	경주시	1975	24	38.7	22.00	168.0	160.1	7.9	4.7	149.6
10	화곡	경주시	1963	36	23.2	9.55	113.0	99.5	13.5	11.9	392.7
11	남사	경주시	1963	36	24.0	7.15	98.0	77.7	20.3	20.7	788.7
12	풍락	영천시	1932	67	60.8	9.80	222.4	196.8	25.6	11.5	389.9
13	임고	영천시	1962	37	30.5	26.84	165.5	149.9	15.6	9.4	157.1
14	고경	영천시	1956	43	29.8	16.90	141.9	13.9	11.0	7.8	151.4
15	지천	칠곡군	1965	34	31.2	18.15	197.2	182.7	14.5	7.4	235.0
16	남북	칠곡군	1954	45	14.5	10.00	105.6	90.2	15.4	14.6	342.2
17	육성	구미시	1946	53	36.0	11.50	189.8	176.5	13.3	7.0	218.2
18	무을	구미시	1970	29	31.0	7.50	128.3	104.6	23.7	18.5	1089.7
19	청상	상주시	1964	35	21.6	11.00	156.4	134.8	21.6	13.8	561.0
20	개운	상주시	1948	51	22.8	6.65	119.0	89.2	29.8	25.0	878.7
21	회룡	문경시	1963	36	19.3	9.10	147.9	133.7	14.2	9.6	433.5
평균				43.5	34.9	14.94				12.8	390.7
범위				24~68	14.5~63.5	6.65~35.30				1.4~30.8	61.4~1089.7

주) 경과년수는 1999년을 기준.

Table 3. 년비퇴사량과 하천 특성 인자간의 상관분석 결과

하천특성인자	유역면적	유역주장	주하천장	하천중심장	형상계수	수계빈도	수계밀도	기복량비	주하천평균경사	유출수
R	-0.9027	-0.8025	-0.8145	-0.8317	0.7233	-0.2145	-0.2811	0.5725	-0.1594	0.8861

Table 1에서 보는 바와 같이, 대상 저수지의 경우 평균 유역면적이 14.9km<sup>2</sup>로 중소규모의 유역이며 묘곡지의 유역면적과 유역주장이 35.3km<sup>2</sup>, 35.4km로 가장 큰 값을 보였다. 대상 저수지들의 경우 유역나비에 비해 유로연장이 길어 가늘고 긴 유역형상을 하고 있으며, 평균 수계빈도와 수계밀도가 각각 2.15개/km<sup>2</sup>, 1.93km/km<sup>2</sup>로 유역내 하천의 소밀상태가 높고 지류의 수가 많아 수자원의 함양에 좋은 산지유역임을 알 수 있다. 그러나 고지로 갈수록 기복이 심한 산지여서 홍수시 산지부에서의 토사의 급격한 이동이 예측된다.

Table 2에서와 같이 대상 저수지들의 경우 평균 경과년수는 43.5년으로 저수지 유지관리와 보전 대책을 세우는데 있어 저수지 퇴적현상과 같은 노후 현상을 고려해야 할 것으로 보이며, 토사 유입에 따른 내용적 감소율은 평균 12.8%로 연간 단위유역면적당 390.7m<sup>3</sup>이 생성되는 것으로 조사되었다. 이 수치는 건설부에서 발표한 다목적댐 및 단일목적댐 설계시공을 위한 년비퇴사량(m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/yr) 통계치인 한강유역의 소양강댐-500, 충주댐-1,000, 황성댐-550, 홍천댐-580, 낙동강유역의 안동댐-800, 남강댐-400, 합천댐-700, 임하댐-350, 영천댐-700, 밀양댐-380, 금강유역의 대청댐-300, 용담댐-400, 금산댐-350, 섬진강유역의 주암댐-400, 적성댐-460 등과 유사하며, 낙동강 수계의 다른 값과도 유사성을 나타내고 있다.

다음으로 Table 3과 같이 저수지 유역의 하천 특성인자와 년비퇴사량과의 상관성을 조사해 본 결과 상관성이 높은 인자는 유사생성 범위를 나타내는 유역면적이 -0.9027로 가장 높게 나타났고, 그 외 유사생성 및 이송능력과 관계 있는 유역주장, 주하천장, 하천중심장, 형상계수, 유출수 인자가 상관계수 절대값이 0.72~0.89로 높게 나타났다. 이와 반대로 주하천 평균경사, 수계빈도, 수계밀도, 기복량비는 상관계수 절대값이 0.16~0.57로 년비퇴사량과 큰 상관성을 지니지 못하는 것으로 조사되었다.

Table 4. 여수토 상승고에 의한 내용적 증가

	저수지명	만수면적 (ha)	유역면적 (km <sup>2</sup> )	내용적 (ha.m)	0.5m 상승기준		
					만수면적	내용적	증가율(%)
1	하빈	44.5	9.60	128.7	52.6	152.1	18.2
2	개천	53.0	12.95	144.4	61.0	166.4	15.2
3	가읍	52.5	17.50	225.6	57.4	246.8	9.4
4	만운	40.1	23.75	205.1	46.6	238.5	16.3
5	묘곡	63.5	35.30	557.5	78.4	687.9	23.4
6	반곡	20.7	11.40	108.0	23.7	123.6	14.4
7	기동	19.7	17.50	87.0	22.2	98.1	12.7
8	십곡	55.5	19.65	340.8	60.2	369.8	8.5
9	왕신	38.7	22.00	168.0	41.2	178.9	6.5
10	화곡	23.2	9.55	113.0	25.5	124.3	10.0
11	남사	24.0	7.15	98.0	27.1	110.5	12.8
12	풍락	60.8	9.80	222.4	68.9	252.0	13.3
13	임고	30.5	26.84	165.5	32.9	178.6	7.9
14	고경	29.8	16.90	141.9	33.3	158.5	11.7
15	지천	31.2	18.15	197.2	33.9	214.6	8.8
16	남북	14.5	10.00	105.6	15.9	115.7	9.6
17	옥성	36.0	11.50	189.8	39.0	205.4	8.2
18	무을	31.0	7.50	128.3	34.8	144.2	12.4
19	청상	21.6	11.00	156.4	25.5	184.7	18.1
20	개운	22.8	6.65	119.0	25.1	131.3	10.2
21	회룡	19.3	9.10	147.9	20.9	159.9	8.1
평균	21	34.9	14.94				12.2

Table 4에서 보는 바와 같이, 기설 저수지의 여수토를 증상시켜 얻을 수 있는 내용적 증대율은 0.5m 증상을 기준으로 하여 평균 12.2%로 조사되었으며 저수지에 따라서 그 범위는 6.5%~23.4%로 나타났다. 이는 퇴사 준설과 함께 시행된다면 더 많은 내용적 증대를 꾀할 수 있을 것으로 생각된다.

#### IV. 결 론

- 가. 대상 저수지들의 경우 유역면적은 평균 14.94km<sup>2</sup>로 중소규모의 유역이며, 가늘고 긴 유역 형상을 하고있어 유출간이 길고 침투유량이 작을 것으로 판단된다. 또한 저수지내 하천의 소밀상태가 높고 지류의 수가 많아 수자원 함양에 좋은 산지유역이나 고지로 갈수록 기복이 심하여 홍수시 산지부에서 토사의 급격한 이동이 예측되어 홍수시 적절한 방재대책이 모색되어야 할 것으로 판단된다. .
- 나. 대상 저수지들의 경우 내용적 변화에 있어 저수지 평균 수명이 43.5년 동안 평균 12.8%의 감소율을 보였으며, 년비퇴사량은 연간 단위유역면적당 390.7m<sup>3</sup>이 생성되는 것으로 조사되었다. 유역면적, 유역주장, 주하천장, 하천중심장, 형상계수, 유출수는 상관계수 절대값이 0.72이상으로 나타나 년비퇴사량과의 상관성이 높은 것으로 나타났다.
- 다. 년비퇴사량과 가장 상관성이 높은 하천 특성인자는 유역면적으로 상관계수 절대값이 0.9027이었고, 주하천 평균경사는 0.1594로 상관성이 가장 적었다 이는 토사의 생성 능력과 이송능력에 영향을 받은 것으로 판단되며, 주하천 평균경사의 경우는 경사가 낮은 곳 등이 유사 퇴적요인이 되어 상관성이 떨어진 것으로 판단된다.
- 라. 여수토 증상에 의한 저수지 내용적 증대방안은 0.5m 증상을 기준으로 하여 평균적으로 현재 저수량의 12.2% 증대효과가 있는 것으로 나타났으며, 지구에 따라서 작게는 6.5%, 크게는 23.4%의 범위를 나타내었다.
- 마. 농업용 저수지의 적정관리를 위해서는 저수지유역의 하천 특성을 고려하여 년비퇴사량을 예측하고 내용적 증대를 위해 퇴사 준설과 함께 여수토 증상을 고려한다면 더 큰 내용적 증대를 꾀할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

1. 건설부(서승덕 등), 1992, 댐 설계를 위한 유역단위 비유사량 조사, 연구.
2. 경북대학교 농업과학기술연구소, 1992, 내성천 시험조사 유역에서의 유사량 실측.
3. 농림부(서승덕), 1996, 항구적 한해대책과 농업용수보전을 위한 저수지 유지관리 활용방안 연구.
4. 농림부, 2000, 농업생산기반정비사업통계연보
5. 농어촌환경기술연구소, 1997, 저수지 수자원 확보와 개발방안.
6. 농어촌환경기술연구소, 1999, 농조 저수지 다목적 활용방안 연구.
7. 농지개발조합연합회(서승덕), 1997, 21C 농업용수관리와 수질보전.
8. Peter E. Black, 1990, Watershed Hydrology, pp 248-309.