



기존댐 생애주기 연장사업 및 저수댐 소개



류 태 상
한국수자원공사 댐·유역관리처 시설팀장
ryuis@kwater.or.kr



윤 용 진
(주)도화종합기술공사 부사장
yyj4569@dohwa.co.kr



이 규 탁
한국수자원공사 댐·유역관리처장
ktleee@kwater.or.kr

초과하는 사상 초유의 24시간 최대 강우량이 880mm를 기록하면서, 이 지역의 장현저수지와 동막저수지가 붕괴되었다. 이를 계기로 우리나라에서도 2004년 기존댐에 대한 수문학적 안정성 검토와 치수능력 증대 기본계획을 수립하여 비상여수로 건설, 기존 여수로 보강, parapet wall의 설치 등을 통해 대비하고 있다. 하지만 이는 기존댐의 붕괴로 인한 가중 피해 방지와 피해복구 시 장기간 소요로 인한 2차 피해를 줄이기 위한 것이다. 이상홍수와 가뭄에 대한 근본적인 대책은 홍수조절능력과 이수용량을 증가시키는 것이다. 그러나, 신규댐은 경제적, 사회적, 환경적 문제 등으로 인하여 건설이 어려운 실정이다. 이에 따라 비교적 손쉬운 방법으로 기존댐의 저수용량을 유지 또는 증가시켜, 댐의 효율을 최대한 유지할 수 있도록 관리하는 것이 매우 중요해 지고 있는 시점이다.

하천은 상류로부터 유사가 지속적으로 공급되고, 이송된 유사는 저수지에 이르러 유속이 감소하면서 퇴적이 발생한다. 유사의 퇴적으로 인해 댐은 저수능력을 상실하게 되고 활용할 수 있는 기간이 줄어들면서 생애주기가 감소하게 된다. 또한 퇴적토사는 저수지 상류 하도가 확대되는 구간에 집중되면서 홍수 시 배수위 영향으로 상류지역에 홍수피해를 유발할 수 있다.

따라서 이러한 기존댐의 문제를 해결하고, 신규댐의 건설이 어려운 시점에서 찾을 수 있는 대안이 기존댐의 생애주기를 연장하는 방법일 것이다. 기존댐 생애주기 연장은 신규댐 건설수요를 줄여 수몰지의 수목제거량 감소, 이산화탄소 발생 저감, 신속한 사업시행으로 일자리 창출 등 정부의 녹색성장 정책에

1. 서론

문순지역에 속해있는 우리나라는 강우량의 편기로 인하여 6월~9월 사이에 연간 강수량의 2/3이상이 내리면서 홍수피해를 유발시키고, 갈수기에는 강수량 부족으로 인하여 하천의 유량이 고갈되는 현상을 겪고 있다. 최근에는 세계적인 현상인 엘니뇨 및 라니냐와 같은 기상이변으로 인해 기온, 강수량, 동식물의 분포, 농가의 재배작물 등이 변화하고 하천의 이용가능한 수자원의 양은 줄어들고 있으며 홍수피해는 가중되고 있다.

국내에서도 2002년 태풍 “루사” 시 기존 PMP를

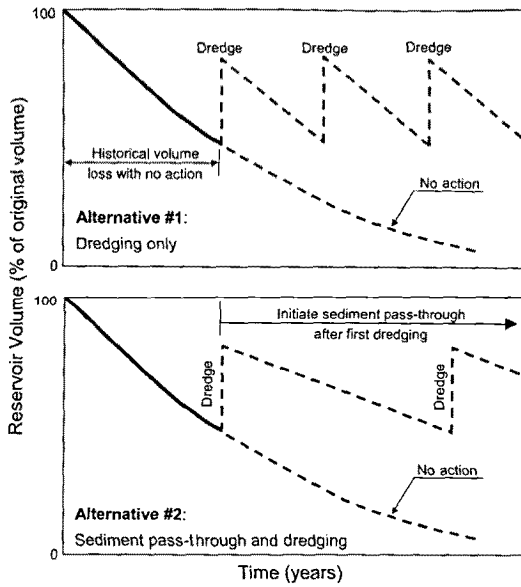


그림 1. 시간-저수용량 곡선

도 적극적으로 부응할 수 있을 것이다.

2. 저수지 생애주기

2.1 저수지 생애기간

저수지 생애기간이란 저수지의 고유 기능을 유지할 수 있는 기간으로 총 저류용량을 연간퇴적으로 나눈 값으로 상류로부터 유입되는 유사가 저수지에 퇴

적되어 저수지의 기능을 상실하게 하는데 걸리는 기간을 말한다. 그러나, 저수지의 경우 저류용량이 전부 다 퇴적되기 전에 이미 그 기능을 상실하게 되며 보통은 반생애기간(총저류용량의 1/2이 퇴적되는 기간)이하의 기간에서 저수지 생애기간을 결정하기도 한다.

이러한 저수지의 생애기간을 늘리기 위해서는 저수지 바닥에 퇴적되어 있는 토사를 준설하거나 배사방법 등을 통하여 토사를 제거할 수 있으나, 준설방법은 경제성이 낮을 뿐만 아니라 준설작업 시 퇴적되어 있는 토사 및 유기물이 부유하면서 저수지의 탁도를 높이고 오염을 가중시키면서 수질 악화가 초래됨에 따라, 국내의 댐에서는 적용이 쉽지 않은 실정이다. 또한, 상수원보호구역으로 지정되어 있는 댐은 20천㎡ 이상의 골재 채취 시 환경영향평가 대상임에 따라 더욱 준설을 어렵게 하는 요인이 된다. 한편, 배사방법은 배사구 주변의 토사를 제거할 수 있으나 전체적인 퇴적토를 줄이는 방법이 될 수 없으며 우리나라의 경우 배사문이 설치된 댐이 거의 없는 실정이다.

2.2 저수지 퇴사 저감 방안

국내 다목적댐 중 담수 후 20년이 경과한 9개댐에 대해 10년 주기의 퇴사량 조사결과, 총퇴사량은 346백만㎡으로 현재 건설중인 부항댐 저수용량(54.3백만㎡)의 6배이고, 화북댐의 용량(48.7백만㎡)에 비해

표 1. 댐별 퇴사량

구분	총저수량 (백만㎡)	유효저수량 (백만㎡)	담수 년도	퇴사량		저수용량감소율		비퇴사량		
				조사년도	(백만㎡)	총저수량대비	유효저수대비	설계	실측	대비
소양강	2,900	1,900	'72년	'06년	82	2.83%	4.32%	500	914	183%
충주	2,750	1,789	'84년	'08년	130	4.73%	7.27%	1,000	853	85%
안동	1,248	1,000	'75년	'08년	6	0.48%	0.60%	133	109	82%
합천	790	560	'88년	'02년	8	1.01%	1.43%	695	639	92%
남강	309	300	'98년	'04년	13	4.21%	4.33%	450	350	78%
대청	1,490	790	'80년	'06년	81	5.44%	10.25%	300	616	205%
섬진강	466	370	'65년	'83년	19	4.08%	5.14%	500	459	92%
주암(본)	457	352	'90년	'03년	5	1.09%	1.42%	400	469	117%
주암(조)	250	210	'90년	'03년	2	0.80%	0.95%	400	1,089	272%
계	10,660	7,271			346	3.25%	4.76%			

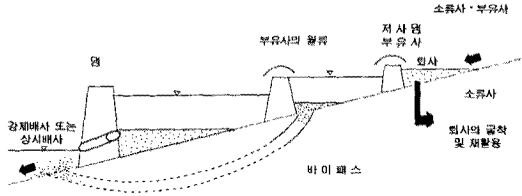


그림 2. 저수지 퇴사저감 기본개념

서는 6.7배에 달한다. 비퇴사량의 경우 대청댐은 1991년에 114 m³/km²/년, 2006년에는 616 m³/km²/년으로 5.4배 증가하였고, 안동댐은 1983년에 201 m³/km²/년, 1996년에는 361 m³/km²/년으로 1.8배 증가하였다. 이렇게 큰 폭으로 증가추세를 나타내고 있는 비퇴사량은 이상기후에 의한 잦은 집중호우를 주요원인으로 보는 견해가 크다.

이렇게 저수지에 발생하는 퇴사를 저감하기 위한 대표적인 방법은 댐 상류지역에서 포착하는 방법과 배사방법(flushing, sluicing, bypass)이 있으며 각 방법별 장단점은 표 2와 같다.

방법별로 장·단점이 있기 때문에 각 댐에서는 두 가지 이상의 방법을 조합하여 최적의 저수지 퇴사 저감방법을 선택하기도 한다.

3. 저사댐 설치

3.1 저사댐의 개념

기존댐에 즉시배사 및 강제배사 시설을 설치하는 것은 구조적으로나 경제적으로 매우 어렵고, 우회배

사 역시 터널을 설치해야 하므로 비경제적이며, 또한 독립적으로 설치할 경우 큰 효과를 보기 어렵다. 따라서 현재 기존댐의 저수지 퇴사 저감방안으로는 저사댐 설치가 가장 타당하다고 판단된다.

저사댐(Predam)은 댐 상류의 수몰지내에 설치되어, 주로 산지에 설치되는 사방댐과 구별될 수 있으며, 장비진입이 쉬운 지역에 설치하여 유지관리를 원활하게 할 수 있다. 또한, 본 댐으로의 토사유입 방지는 물론 오염물질의 침전 제거, 인공습지 조성, 레크레이션 공간을 제공하여 댐에 대한 긍정적인 이미지 형성과 지역경제에도 도움을 줄 수 있다.

그러나, 기존댐의 저사댐 설치 적정지점은 대부분 이미 퇴사가 많이 진행된 댐상류 물꼬리 부분으로 준설이 필요한 경우가 대부분이다. 준설은 육상준설로 시행이 가능하며, 또한 준설을 통하여 댐상류 지역의 배수위 저하로 홍수피해도 저감할 수 있을 것으로 기대된다.

3.2 국내외 설치 사례

1) 일본 사례

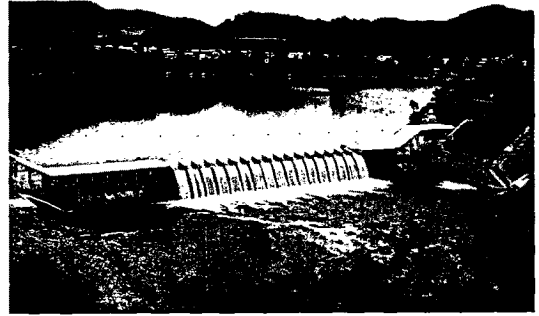
일본의 경우 상류로부터 유입되는 유사를 사전에 포착, 저수지 퇴사로 인한 저수요량 감소, 저수지 탁수현상 감소 등을 위해 저사댐을 설치하고 있다. 또한 저사댐 상류에 퇴적된 퇴사는 건설용 골재, 농경지 복토용, 댐하류 유사환원 등의 용도로 활용되고 있다. 이러한 저사댐은 대부분의 댐에 계획당시부터 설치하도록 하고 있으며, 그림 3의 湯田댐 경우에는 댐 내부를 통하여 하천을 횡단할 수 있을 뿐만 아니라, 하천을 관망할 수 있도록 하여 관광객을 유인하고 있다.

표 2. 저수지 퇴사 저감 방법 비교

방안	상류 포착 (Trapping)	즉시 배사 (Sluicing)	강제 배사 (Flushing)	우회 배사 (Bypassing)
방법	댐상류에 저사댐 설치하여 퇴적토 준설	홍수시 유입유사를 여수로나 빙류수로로 즉시배사	수위저하로 자연흐름 유도하여 퇴적토사를 강제배사	홍수시 유입유사 우회시켜 배사
장·단점	준설량 검토 및 처리 계획 필요	홍수조절계획 복잡하류영향고려	수자원의 손실 하류생태계 영향 기술적 어려움	배사효과 의문 비경제적



(a) 古式貯砂댐



(b) 湯田댐

그림 3. 일본 저사댐 설치 모습

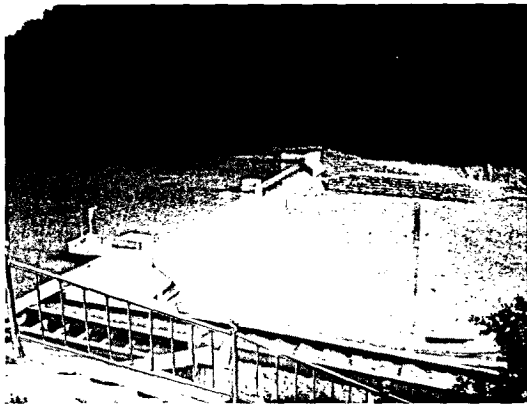


그림 4. 파로호 내 가동보 전경(양구 서천)

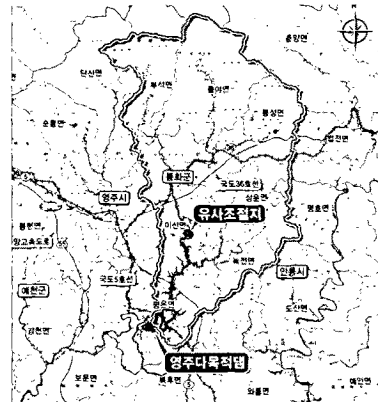


그림 5. 영주다목적댐의 저사댐 설치 위치

2) 국내 사례

국내에서는 저사댐의 고유목적을 달성하기 위해 설치된 사례는 없으나, 그림 4의 파로호에 설치된 가동보는 저사댐의 기능을 발휘할 수 있을 것으로 예상된다. 이 가동보는 파로호의 불규칙한 운영 등으로 갈수기 및 홍수기의 하천 수위 차이 발생으로 인한 생태계 파괴 및 경관훼손, 나대지의 무단경작 및 비점오염원으로 인한 환경파괴 발생을 방지하기 위해 설치되었다. 저사댐은 아니지만, 향후 저사댐을 설치할 경우 롤모델의 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

최근에는 어려운 신규댐 건설여건을 반영하여, 지속가능한 수자원확보를 위해 저사댐에 대한 관심이 높아지면서 설계에 반영한 사례가 나타났다. 현재 사업시행 중인 영주다목적댐은 댐상류에 유사조절지(저사댐)를 설치하는 것으로 계획되었으며, 저사댐으로

인한 배수위 영향으로 홍수피해가 발생하지 않도록 저사댐의 높이를 고려하였다.

3.3 저사댐 설치의 효과

1) 토사 포집 및 준설

저사댐의 주요 설치 이유는 저수지로 유입되는 토사의 포집 및 준설에 있다. 대규모 댐을 준설할 경우 수심이 깊어 준설이 어려울 뿐만 아니라 준설로 인하여 가라앉아 있던 세립토 및 유기물질들이 부상하여 탁도가 높아지고 생태계 및 취수에 어려움을 야기시키게 된다. 따라서 저수지로 유입되는 토사를 원천적으로 차단하기 위한 방법으로 저사댐 설치가 매우 중요하며, 수위가 낮은 갈수기에 쉽게 준설할 수 있는 장점이 있다.

이렇게 저사댐은 댐에 퇴적되는 유사를 포집하여



(a) 퇴적토 준설 전



(b) 퇴적토 준설 후

그림 6. 준설 전 후 저사댐의 모습

제거함으로써 기존댐의 생애기간을 연장할 수 있을 뿐만 아니라 퇴적토로 인해 상승하는 수위를 저감시켜 상류지역의 침수피해를 줄일 수 있다. 또한, 사수위 이하에 퇴적되는 기간이 증가함으로써 사수위 이하 활용도 적극 고려할 수 있을 것이다.

2) 환경적 효과

댐 건설로 인하여 댐 하류 하천에 유사를 공급하지 못하게 되면서 차단된 유사이동을, 저사댐 설치로 포집한 유사를 활용하여 하류에 환원시킴으로써 생태계를 유지할 수 있다.

3) 경제적 효과

댐은 언제 내릴지 모르는 강우에 대비하여 일정 용량의 공간을 상시 비워 놓고 홍수를 대비한다. 그러다 보니 일정수위 이상의 지역은 건천화 되어 경관이 매우 열악하고, 댐 근처임에도 불구하고 오히려 취수가 어려운 지역도 있다. 저사댐은 댐 상류지역에서 보 역할을 하여 일정수위 이상의 저수위를 확보함으로써, 댐 상류지역의 경관을 좋게 할 수 있을 뿐만 아니라 주변 관광단지 등으로 개발하여 지역 주민의 일자리 창출도 도모할 수 있다.

4. 결론

상류로부터 이송되는 유사가 댐에 막혀 퇴적되면서 저수지의 용량이 점차 감소하여, 댐의 생애기간이 단축되고 있다. 일본에서는 댐 계획 당시부터 대부분 저사댐을 반영하고 있으며, 국내에서도 최근 신규 댐의 건설이 어려움에 따라 영주댐을 시점으로 저사댐에 대한 관심이 고조되고 있다. 이에 따라 기존댐의 생애주기 연장방안 도출과 국가의 녹색성장 정책에 부응하기 위해 기존댐 생애주기 연장사업 타당성조사를 지난해 9월부터 수행하고 있다.

본 사업을 통해 기존 다목적댐의 저사댐 설치 적정 지점 선정, 사업시행 우선순위 결정, 시범사업 선정, 신속한 사업추진을 위한 제도개선사항을 검토하고 있다. 아울러, 육상준설 가능지점 선정, 준설량 산정, 준설토사의 활용방안도 모색하고 있다.

향후, 타당성조사 결과를 통해 기존댐에 저사댐이 설치되면, 기존댐의 수명연장과 함께 갈수기에도 댐 물꼬리 부분에 물이 채워져 있는 아름다운 수변공간을 체험할 수 있을 것으로 기대된다. 🌀