

05 _ 홍수와 수자원 관리

다목적댐으로 홍수재해 막는다

글 | 유양수 _ 한국수자원공사 수자원연구원 원장 yooy@s@kwater.or.kr

과거에는 장마나 태풍을 동반한 홍수가 잦았는데 반해 근래에는 국지 게릴라성 호우에 의한 홍수가 더 자주 발생하고 있다. 이는 지구 온난화에 따라 전세계적으로 빈발하고 있는 기상이변과 무관하지 않으며, 홍수 발생은 더욱 잦아지고 규모도 커질 것으로 예상된다.

2006년 7월에는 장마와 이어진 태풍으로 인한 홍수재해가 전국을 강타하여 50명이 넘는 인명피해와 2조 원에 가까운 재산피해가 발생하였다. 이런 가운데 각종 언론에서는 홍수재해 예방을 위해서는 댐건설이 필요하다는 기사들을 특집으로 다루었고, 연이어 ‘댐건설이나, 환경보전이나’와 같은 오래된 논란이 다시 사회적 이슈로 부상하였다. 그러나 이러한 논란 속에서도 홍수와 같은 자연재

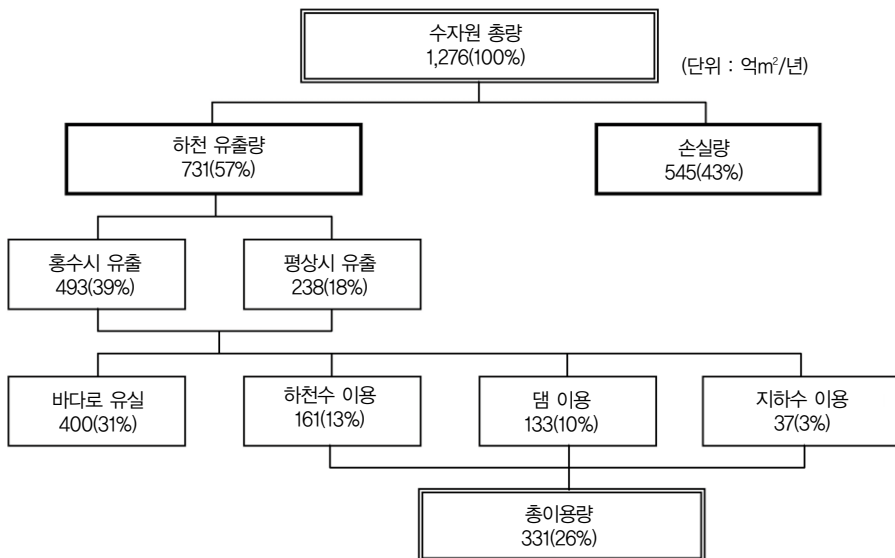
해로부터 인적 물적 피해를 줄이기 위한 가장 적극적인 수단으로서 댐의 역할과 기능이 다시 한번 부각되는 계기가 되었다.

우리 나라의 기후 및 지형적 특성에 따른 수자원 부존과 이용현황, 그리고 댐 건설을 중심으로 수자원 개발현황에 대해 소개하고, 올해 홍수기간 중 다목적댐의 홍수조절을 통해 얻어진 피해 경감 효과를 알아보자.

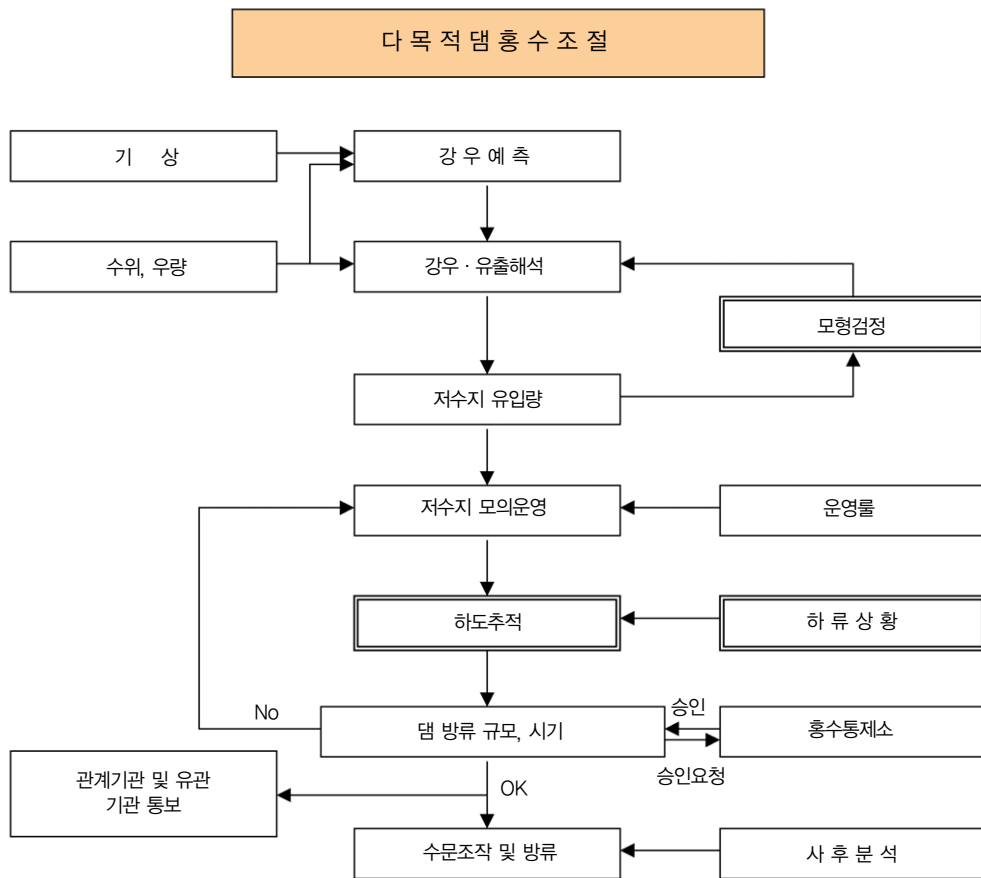
정상시 하천 유출량, 전체 용수수용량에 크게 미달

우리 나라는 지리적으로 중위도 온대성 기후대에 위치하여 사계절이 뚜렷하게 나타나며 연평균 강수량은 1,000~1,650mm로 비교적 습윤한 지역에 속하지만, 강수량은 계절적 분포가 균등하지 않고 우기와 건기가 뚜렷이 구별된다. 6~8월의 여름에는 양자강 유역에서 발생해 우리 나라와 일본 등지로 이동하는 온대성 저기압, 즉 장마전선과 태평양에서 발생해 대규모의 폭풍우를 수반하는 열대성 저기압 또는 태풍 등의 영향으로 연 강수량의 2/3 이상이 집중되는 현상을 보이고 있다.

장마는 6월 중순에 제주도로부터 시작하여 6월 하순에 점차 중부지방에 이르르게 되며, 기간은 대략 30일 정도다. 태풍은 북태평양 서부에서 연중 28개 정도가 발생하며, 7~8월에 가장 많이 발생한다. 그 중 2~3개가 한국에 직·간접적으로 영향을 준다. 특히 8월말부



〈그림 1〉 우리 나라의 수자원 이용현황



〈그림 2〉 홍수기 다목적댐 홍수조절 업무 체계

터 9월초에 발생한 태풍이 대량의 습기를 포함한 대형 태풍으로 발전하여 한반도를 통과하며 커다란 피해를 유발하는 것이 최근의 경향이었다. 또한 국지성 호우가 빈발하고 있는 것도 최근에 달라지고 있는 경향이다.

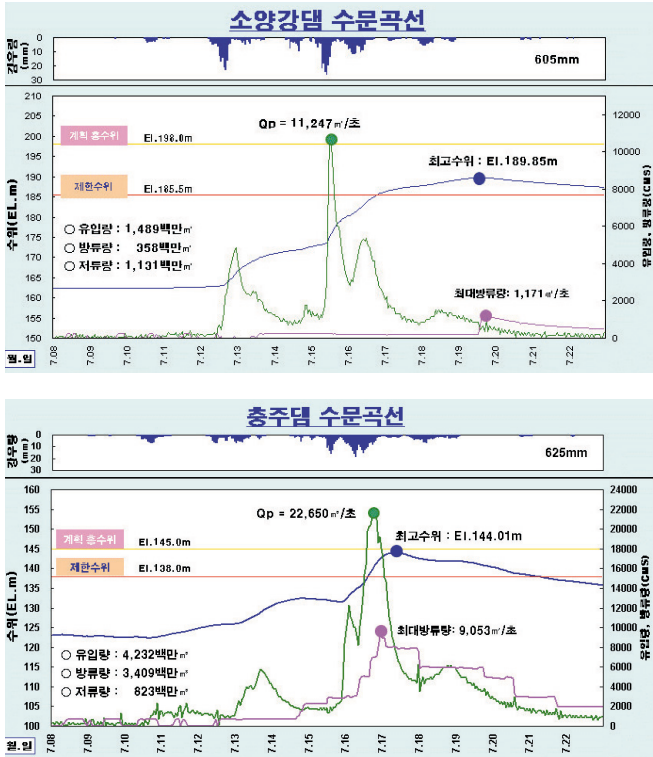
한국의 하천은 동해안으로 흘러드는 경우 일반적으로 길이가 짧고 경사가 매우 급한 반면, 비교적 길고 완만한 경사를 갖는 대하천인 한강과 낙동강, 금강, 섬진강, 영산강은 서해와 남해로 흘러들어간다. 그러나 대륙의 큰 하천들과 비교했을 때 우리나라 하천의 대부분은 유역 면적이 좁고, 유로 연장이 짧으며, 국토면적의 70%가 지면경사 20% 이상의 산지로 구성되어 있어 경사가 급하다보니 유출시간이 짧아 한강, 낙동강과 같은 비교적 큰 하천도 강우 후에 바다로 유출되기까지 수일밖에 걸리지 않는 특징이 있다.

유형의 변동진폭을 대표하는 지표로서 이용되는 하상계수(최대 유량/최소유량)가 <표 1>에 나타낸 바와 같이 한국 하천의 경우 대체로 300을 초과하는 반면, 대륙의 큰 하천의 하상계수는 대개 두 자리 이하의 숫자로 나타나고 있다.

연간 내리는 평균 강수량 1천283mm에 국토면적 9만9천460km²를 곱하면 연평균 강수량 또는 수자원총량이 되는데 그 값은 <그림 1>에서 보는 바와 같이 연간 약 1천276억m³ 정도가 된다. 이중 증발산 등으로 손실되는 양을 제외하고 하천으로 흘러가는 물의 양은 731억m³이며, 또 다시 그 중 493억m³이 홍수시에 한꺼번에 흘러가므로 평상시 하천유출량은 238억m³에 불과하여 한국의 전체 용수 수요량 331억m³에 (1998년 기준) 비해 크게 부족한 현실이다.

이와 같이 부족한 하천 유출량을 보완하여 용수 수요를 충족시키기 위한 대표적인 수단이 저수지이며, 특히 저수지는 앞에서 언급한 바와 같이 강수 및 하천유출량의 계절적 편차가 심한 우리나라의 기후적, 지형적 특성으로 말미암아 발생하는 시기별 용수 수요와 공급의 차이를 줄여주거나 없애주는 역할을 한다.

한국의 총용수 수요 331억m³ 중, 생활용수가 차지하는 비중이 21.4%, 공업용수 9.9%, 농업용수 46.3%, 그리고 하천유지용수가 22.4%로서 농업용수 수요가 차지하는 비중이 매우 큰 것이 현실이다.



〈그림 3〉 2006년 7월 홍수시 한강수계 다목적댐의 유입량 및 방류량 수문곡선

국내 댐 1천214개 중 92%가 관개용수 댐

2001년 현재 조사된 한국의 댐 및 저수지의 총수는 약 1만8천개소 이상에 달하지만, 그 중 대댐 기준에 속하는 높이 15.0m 이상, 높이 10~15m로서 길이가 2천m 이상, 또는 저수용량이 300만m³ 이상인 댐은 1천214개소로 조사되었다.

가장 많은 댐을 보유하고 있는 하천수계는 낙동강수계로서 310개댐(25.5%)을 보유하고 있으며, 금강수계 137개소(11.3%), 한강수계 130개소(10.7%), 섬진강수계 103개소(8.5%), 영산강수계 72개소(5.9%)의 순으로 나타났다.

목적별로는 관개용수댐이 1천114개소로서 전체 댐의 91.8%로 가장 많으며, 다음으로는 생공용수댐 63개소, 수력발전댐 21개소, 다목적댐 14개소, 홍수조절댐 1개소의 순이다. 그러나 실질적으로 홍수재해예방, 즉 홍수조절기능을 갖는 댐은 홍수조절댐과 다목적댐 뿐이다.

한국의 홍수조절 전용댐은 남북한 공유하천인 북한강에 건설한 평화의 댐 1개소뿐이다. 평화의 댐은 북한강 상류 북한 지역내에 건설한 임남댐, 소위 금강산댐을 북한이 수공을 위해 임의로 파괴했을 경우나 자연재해에 의한 붕괴에 대응하기 위해 강원도 화천군

화천읍에 건설한 댐으로서, 사실상 수계의 홍수조절 기능을 발휘하기에는 미흡한 상황이다. 이러한 의미에서 보면 지난 8월 22일 건설계획이 발표된 임진강 수계 한탄강댐이 우리 나라 최초의 진정한 의미의 홍수조절댐이 될 것이다. 그러나 한탄강댐은 환경단체 및 일부 지역주민의 반발로 말미암아 1999년 댐의 건설 계획이 처음 수립된 이후 7년 가까이 유보됐었다.

다목적댐은 현재 15개 댐이 완공되어 운영중에 있고, 전체 다목적댐의 총저수용량 합계는 125억 7천990만m³, 유효저수용량의 합계는 88억 2천520만m³로 전체 대댐의 총유효저수용량 142억m³의 62%를 차지하고 있다.

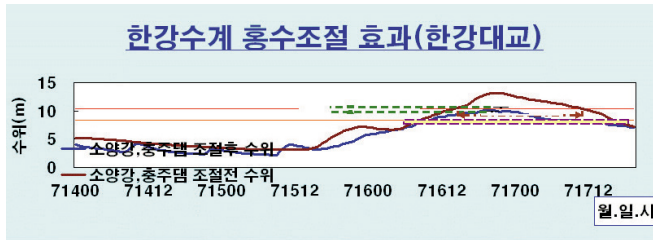
또 전체 다목적댐의 용수공급능력의 합계는 연간 109억 90만m³이고, 홍수조절용량의 합계는 21억 9천760만m³다. 그러나 홍수기에는 다목적댐의 안전과 홍수조절 최대화를 도모하기 위해 하계제한수위를 두고, 이보다도 더 낮은 수위로 댐을 운영함으로써 더 많은 홍수조절용량을 확보하고 있는 상황이다.

유역에 호우가 내리면 빗물은 하천을 통해 하루로 흘러가게 된다. 호우가 진행됨에 따라 하천에서는 그 유량이 점차 증가하여 첨두유량에 도달한 후 강우의 양이 감소함에 따라 홍수량도 서서히 감소하게 되는 것이 일반적인 상황이다. 하천의 하류에서는 특히 유역내의 모든 지류 하천으로부터 몰려드는 홍수가 합쳐져 점차 그 규모가 커지게 되며, 그 결과로서 하천의 수위가 상승하게 되고, 이 수위가 하천의 제방 등 그 경계선을 넘게 되면 주변지역으로 범람하여 홍수재해를 유발하게 된다. 경우에 따라서는 본류하천의 수위가 높아져 그 지역을 흐르는 지류하천이 역류하거나 지류하천으로부터 배수가 잘 되지 않아 홍수피해가 발생하기도 한다.

소양강댐 등 다목적댐 홍수조절 효과 뛰어나

댐에 의한 홍수조절의 개념은 댐으로 유입되는 홍수를 댐안에 가두었다가 하류의 홍수가 감소한 뒤에 서서히 내려 보내는 것, 즉 댐 지점의 첨두유출량을 낮추고 시간을 지연시킴으로써 하류 하천의 수위가 한꺼번에 상승하는 것을 방지하는 것이다.

〈그림 2〉는 현재 한국수자원공사 물관리센터에서 수행하고 있는 홍수기 다목적댐의 홍수조절 업무체계를 나타낸 것이다. 홍수조절 업무는 유역에 폭우가 예상되었을 때 예보된 강우량을 이용하여 강우-유출해석을 수행하여 저수지 유입량과 수위, 그리고 저수지 운영규칙 (운영률)을 적용한 댐 하류 주요 지점의 수위를 예측하고, 여기서 댐의 안전도와 하류의 상황을 고려하여 적절한 댐 방류의



〈그림 4〉 2006년 7월 홍수시 한강인도교 지점에서의 홍수조절 효과

규모와 시기를 결정하고 시행하는 과정이다.

댐 방류의 규모와 시기는 한국수자원공사 단독으로 결정하는 것이 아니라 유역 홍수통제소의 승인을 받아야 하며, 실제 수문조작과 방류를 시행하기에 앞서 하류의 지자체 등 관계기관 및 유관기관에 통보를 하는 과정, 그리고 사후에 그 효과를 분석하는 것까지 홍수조절업무에 포함된다.

강우-유출해석에 이용되는 도구인 홍수예측모형은 오랜 기간 사용을 통해 안정이 되어 있으나, 홍수를 예측하는데 있어 필수적으로 선행되어야 하는 강우량의 정량적 예측은 기상청의 수치예보, 레이더 및 위성자료의 활용, 예보전문가의 확보를 통해 점차 그 정확도가 높아지고는 있으나 아직도 댐운영자들이 완전히 신뢰하고 의사결정을 내리는 데는 충분하지 못한 것이 사실이다. 또한 긴급한 상황에서 댐운영자(수공)와 홍수통제소간의 승인요청 및 승인을 수행하는 과정도 개선되어야 할 여지가 남아있는 부분이다.

한강수계에서 홍수조절을 할 수 있는 기능을 가진 댐으로는 소양강다목적댐과 충주, 횡성다목적댐이 있다. 지난 7월 8일부터 18일 사이 제3호 태풍 '예위니아'와 장마전선에 의한 호우가 발생하였다. 이 기간에 전국에는 평균 407mm의 강우가 내렸으며, 서울 652, 춘천 644.5, 장흥 367, 여수 410, 고흥 384, 통영 352, 대전 321, 밀양 408mm의 호우가 발생하였다.

〈그림 3〉에서 보는 바와 같이 소양강댐의 경우 첨두유입량 1만1천247m³/초를 댐내에 저류하였다가 4일이 지난 후 최대 1천171m³/초로 조절방류하였으며, 충주댐의 경우 2만2천650m³/초의 첨두유입량을 9천53m³/초로 낮추어 방류하였다. 그 결과로서 〈그림 4〉에서 보는 바와 같이 한강 하류에 위치한 서울의 인도교 수위를 3.74m나 낮추는 효과를 거둔 것이다. 즉 소양강댐이나 충주댐이 없었을 경우 한강인도교의 수위는 13.51m에 달했을 것으로 분석되었는데 이 수위는 한강 인도교지점의 위험수위인 10.5m는 물론 교량의 높이인 13.4m를 넘어 한강 연안은 물론 서울시내에 대란을

〈표 1〉 우리 나라 및 세계 주요 하천의 하상계수 비교

하천명	국명	하상계수	하천명	국명	하상계수
한강	한국	393	갠지즈강	인도	35
낙동강	한국	372	나일강	이집트	30
금강	한국	299	센강	프랑스	23
섬진강	한국	734	라인강	독일	14
영산강	한국	682	템즈강	영국	8
도내강	일본	236	미주리강	미국	75
양자강	중국	22	아마존강	브라질	4
메콩강	베트남	35	파라나강	브라질	8

유발할 수도 있는 상황이었다. 그러나 댐에 의한 홍수조절을 통해서 이 지점의 수위를 위험수위 이하인 9.77m로 낮춤으로써 큰 피해 없이 넘어갈 수 있었던 것이다.

2006년 7월 홍수시 한강수계의 다목적댐들은 40억m³의 유입량 중 25억m³를 저수지내에 가둬 인구와 경제가 밀집된 한강 하류 수도권에서의 홍수위를 낮추어 예상되었던 커다란 재앙을 방지함으로써 다목적댐에 의한 홍수조절 효과를 입증하였다.

다양하게 검토되고 있는 홍수재해 예방책들로 천변저류지나 빗물저류조, 습지 복원, 제방의 증고 등이 검토되고 있는 가운데, 그 직접적인 효과나 조절용량의 규모로 보아 다목적댐이나 홍수조절용댐보다 확실한 대안은 없다고 할 것이다. 더욱 심화되는 홍수재해에 대비하려면 구조물적, 비구조물적 다양한 대안이 대상유역의 수자원 여건에 맞추어 최선의 수방 대책을 만들어 낼 수 있도록 동시에 다각적으로 검토되어야 하고, 또한 댐에 의한 홍수조절이 불가능한 지역에 대해서는 차선의 다양한 대안들이 고려되어야 하겠지만 국토 전체를 놓고 볼 때, 홍수재해의 취약성을 줄이고 미래에 닥쳐올 지도 모르는 재앙을 예방하기 위해서는 보다 적극적인 대안을 채택해야 한다.

기후 및 지형적 특성에 더하여 최근 지구 온난화와 더불어 급증하고 있는 집중호우로 인한 홍수재해의 피해가능성이 점차 커져가고 있는 상황에서 각 유역별로 보다 많은 홍수조절용량을 확보하기 위한 집중적인 노력이 필요하다. ㉔



글쓰는 남강댐건설단장, 물관리센터실장을 역임했다.