



홍수와 가뭄으로부터 안전한 대한민국 실현을 위한 노력과 과제



김 종 래 |
한국수자원공사
물관리센터 남부통합물관리팀장
jrkim@kwater.or.kr

1. 서 론

기후변화는 최근 전 세계적으로 가뭄과 홍수 등 자연재해를 더욱 빈번하게 발생시키고 있으며 그 규모 또한 상상할 수 없을 만큼 커지고 있다. 지난 2013년 6월 인도 북부지방에서는 집중호우로 갠지스강과 지류가 범람하였고 대규모 산사태가 발생하여 5,000명 이상이 사망하거나 실종되었으며, 11월에는 초대형 태풍 ‘하이옌’이 필리핀을 강타하면서 무려 8,000여명의 사상자가 발생하였고, 도시는 폐허가 되어 지금까지도 주민들의 고통이 계속되고 있다.

수많은 사람들이 홍수로 인해 고통 받은 것과는 반대로, 중국에서는 기록적인 폭염으로 가뭄이 심

화되어 후난성 등 13개성의 600여만명이 식수난에 시달렸으며, 농작물 등의 피해로 약 9,400억원의 경제적 손실이 발생한 것으로 추산되었다.

주목할 만한 사실은 후난성과 인접한 쓰촨성에는 3일 동안 최대 1,000mm의 폭우가 내려 200명 이상의 인명피해가 발생했다는 것이다. 이는 가속화되고 있는 기후변화의 영향을 명확히 보여주는 사례라 할 수 있을 것이다.

이러한 기후변화의 양상은 우리나라에서도 예외는 아니어서, 2013년도에는 남부지방에는 가뭄, 중북부 지방은 홍수로 몸살을 앓았다. 특히 남부지방은 열대야가 19일간 계속되어 관측 이래 최고를 기록하였고, 폭염일수(24일)도 관측 이래 2번째로 길었던 것으로 나타났다. 가뭄이 장기간 지속되면서 낙동강의 남조류가 확산되어 사회적인 이슈가 되기도 하였고, 원자력 발전소 고장 등에 따라 가동율이 저하되어 극심한 전력난이 나타나기도 하였다.



그림 1. 필리핀(태풍)



그림 2. 중국 후난성(가뭄)



그림 3. 중국 쓰촨성(홍수)

본 고에서는 기후변화로 인한 '13년 한반도 강우특성과 이에 따른 물관리 성과를 되돌아보고, 홍수와 가뭄으로부터 안전한 국토를 실현해 가기 위한 방향에 대해 생각해 보고자 한다.

2. 2013년 기상특성

2013년 우리나라 전국 강수량은 1,186.9mm를 기록하여 평년 1,340.9mm의 88.5%에 그쳤으며, 특히 홍수기에 해당하는 6월과 8~9월 강수량이 평년보다 적었기 때문에, 홍수기(6.21~9.20)동안의 총강수량(581.0mm)은 같은 기간 평년 강수량(788.2mm)의 74% 수준이었다. 따라서 홍수기 전·후인 1~5월, 10~12월 사이 강수량이 평년 수준을 유지한 것을 감안하면 2013년 홍수기는 평년에 비교하여 상대적으로 가물었던 것으로 요약할 수 있다.

2013년 홍수기 강우 특성을 살펴보면, 홍수기

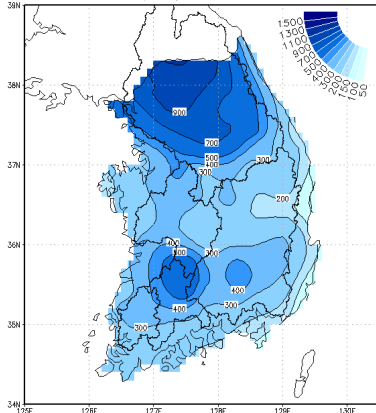
초반에 중부지방은 무려 49일의 유례없는 긴 장마가 발생하였고, 특히 이 기간동안 경기·강원 북부지방과 접경지역은 3일 동안 최고 600mm의 비가 집중되는 등 강한 국지성 호우가 빈번하였다. 반면에 한강유역의 이남지역 중 영산강·섬진강 일부유역을 제외한 남부지방 전 유역에서는 평년보다 적은 강수량을 보였을 뿐만 아니라, 중부지방에 비하여 상대적으로 열대야와 폭염이 일찍 찾아와 홍수기 초반 지역간의 강수편차가 크게 나타났다. 이러한 현상은 북태평양 고기압이 평년보다 크게 확장하여 장마전선의 남북진동을 저지시키면서 장마전선이 중북부 지방과 접경지역에 주로 머물렀던 이유로 분석된다.

장마 종료 후 홍수기 중·후반에 들어서면서 평년보다 크게 확장한 북태평양고기압의 영향으로 맑은 날이 많았으며 평년보다 열대야와 폭염이 장기간 지속되었고, 특히 태풍의 직접 영향도 없어 홍수기 중·후반의 강수량은 예년보다 매우 적은 평년의 56.8%인 212.3mm를 기록하였다.

표 1. 전국 강수량 현황 (단위 : mm)

구분	월												합계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
평년	29	35.9	57.4	81.6	105.6	163.7	298.6	283.7	163.9	50.7	46.5	24.3	1340.9
2013년	27.8	51.0	60.7	77.0	130.0	104.4	319.6	161.0	120.3	54.1	59.8	21	1186.7
대비(%)	95.9	142.1	105.9	94.4	123.1	63.8	107.0	56.7	73.4	106.6	128.6	86.4	88.5

ACCUM. PRECIP.(mm) : 2013.06.21~2013.08.04



PRECIP. RATIO (%) : 2013.06.21~2013.08.04

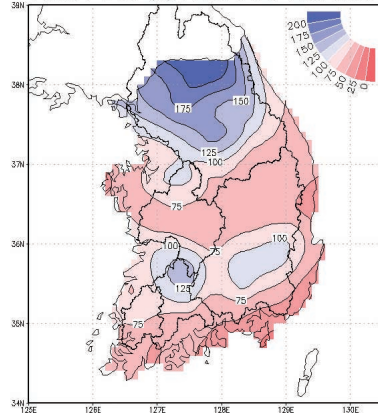


표 2. 2013년 및 평년 홍수기 강수량 비교

구 분	홍수기 전체	초반(6.21~8.4)	중반(8.5~8.31)	후반(9.1~9.20)
2013년(mm)	581	368.8	135.7	76.6
평년(mm)	788.2	414.6	248.1	125.5
대 비(%)	73.7	88.9	54.7	61.0

따라서 2013년 기상특성은 홍수기 초반에 강수가 집중 되었고 홍수기 중·후반에는 전국적으로 가물었으며 지역별, 시기별 집중호우와 가뭄이 공존하여 물 관리가 그 어느 때보다 더 까다로웠던 한 해로 요약할 수 있다. 이러한 이상 기상현상은 기후변화로 인한 적도부근의 서태평양 해수면 온도 상승과 그에 따른 북태평양고기압의 강한 발달로부터 비롯되었다고 할 수 있는데, 향후 지구온난화에 따른 해수면온도 상승과 기후변화가 더욱 심해진다면 한반도 주변의 기압계가 예측하기 힘든 상태로 변질 되면서 우리나라의 극한 가뭄과 극한 홍수발생은 더욱 빈번해질 것으로 예상이 되고 있다.

3. 재난대비 활동

전국 30여개 다목적댐 및 용수댐을 운영·관리하고 있는 K-water는 홍수와 가뭄으로부터 안전

한 국토실현을 위하여 홍수기전까지 물관리시스템 개선, 홍수대비 교육·훈련, 관련규정 개선 등을 통하여 준비해 왔다.

K-water는 30여년간의 물관리 Know-How를 바탕으로 홍수를 예측하고 분석하기 위해 ‘강우예측 시스템(PFS)’, ‘홍수분석시스템(FAS)’, ‘실시간수문정보시스템(RHDAPS)’ 등 총 5개 시스템으로 이루어진 통합물관리시스템(K-HIT)를 개발하여 물관리에 활용하고 있는데, 매년 홍수기 전까지 하천 및 수리구조물 등 변화된 환경에 맞춰 시스템을 확장하고 관리한다.

2월부터는 댐-보 운영시 지장을 초래할 수 있는 사항 등을 조사하여 비상연락체계 구축 및 조사사항 공유 등 관계기관과 협의하여 물관리에 지장이 없도록 조치하였으며, 댐-보 운영 담당자의 운영능력 향상을 위해 4차례의 정기교육과 현장방문 교육을 수시로 실시하였다. 아울러 위기 대응능력 향상을 위해 자체 홍수대비 모의훈련 2회, 정부합



그림 5. K-HIT 구성도

동 모의훈련에도 동참하여 상시 재난에 대응할 수 있도록 준비하였다. 이외에도 댐과 보의 안정적 운영을 위하여 홍수기 운영방안을 개선하고, 변화된 여건을 반영한 댐 및 보 관리규정 개정을 국토교통부와 협의하여 추진하는 등 제도 및 업무체제 정비에도 만전을 기하였다.

4. 홍수 및 가뭄대응

2013년 홍수기 초에는 국지적으로 집중호우가 발생하여 경부고속도로 사면이 붕괴되고, 고창군 조산저수지의 옹벽이 전도되는 등 전국적으로 많은 재산과 인명 피해가 발생하였다.

K-water는 물관리시스템을 활용하여 과학적으로 홍수를 예측하고 분석함으로써 하류지역 홍수피해를 최소화하고자 노력하였다. 특히 소양강댐과 충주댐은 홍수량의 90% 이상을 댐에 일시적으로 저류하여 유난히 피해가 많았던 하류 수도권지역의 홍수피해가 가중되는 것을 방지하는데 큰 역

할을 하였다.(표 3)

또한, 댐 규모와 홍수량 등을 고려하여 남강댐과 횡성댐 그리고 보령댐의 3개 댐은 일부 수문방류를 시행한 반면 나머지 13개 다목적댐은 발전방류만 시행하여 댐의 홍수조절 기능을 충분히 발휘할 수 있었다.

이러한 댐의 홍수조절과 4대강 살리기 사업에 따른 정량적인 효과를 홍수분석모형(FAS)과 HEC-RAS로 분석한 결과 한강은 5.8m, 낙동강 4.0m, 금강 1.6m, 섬진강 1.2m, 영산강 1.7m의 하천수위를 저하시킨 효과가 있는 것으로 판단되었다. 이러한 홍수조절 효과를 금액으로 환산하기 위하여 재해연보의 최근 홍수에 대한 수계별 홍수피해 및 하천수위와 상관관계식을 만들어 분석해보면, 표 4와 같이 금년도 홍수기에 약 9천억원의 피해 저감 효과가 있었던 것으로 분석할 수 있다.

앞서 언급한 바와 같이, 금년 홍수기에는 중북부 지방을 많은 비가 내렸는데 북한지역의 집중호우로 임남댐과 황강댐이 방류를 시행하였다. 과거 북

표 3. 주요 다목적댐 홍수조절을

구 분	소양강	충주	안동	남강	용담	대청	섬진강	주암
최대유입(㎥/초)	6,326	9,459	692	4,050	1,179	1,231	1,589	913
최대방류(㎥/초)	216	749	147	1,535	27	270	33	22
홍수조절율(%)	97	92	79	62	98	78	98	98
기 간	7.11~24	7.11~24	7.11~24	7.2~10	7.2~10	7.11~24	7.2~10	7.2~10

표 4. 댐 및 4대강 홍수조절효과

수 계	호우사상	강수량 (mm)	홍수조절 효과			피 해 저감액 (천억원)
			댐	보	댐-보연계	
한강 (여주)	7.12~17	128	3.2m	2.6m	5.8m	6.9
낙동강 (진동)	7.2~8	137	2.1m	1.9m	4.0m	1.7
금강 (금남)	"	90	1.2m	0.4m	1.6m	-
섬진강 (구례)	"	225	1.2m	-	1.2m	0.3
영산강 (나주)	"	252	댐없음	1.7m	1.7m	0.1

한 의 무단방류로 인해 임진강에서 많은 인명피해가 있었으나 금년에는 군남홍수조절지와 평화의댐의 홍수조절로 하류에 피해를 최소화 할 수 있었다. 특히 금년도 군남홍수조절지는 2010년 운영을 시작한 이래 최대의 홍수가 유입되었으나 수문조작 절차에 따른 운영과 상류 횡산수위국의 수위변화를 실시간 계측하고 하류 및 유관기관에 정보를 제공하여 피해를 최소화 할 수 있었다.

홍수기 중반이후에는 강수의 지역적 편차로 인

하여 낙동강유역과 용수댐이 주로 위치한 남부지방을 중심으로 가뭄이 우려되는 상황이 지속되었다. 특히 홍수기 중 낙동강 주요 댐 강수량은 예년의 절반이하로 매우 적었으며 다음해 홍수기전까지 활용해야하는 저수량은 다목적댐인 경우 예년의 78%이며 용수댐의 경우 예년의 62% 수준에 머물러 향후 1년 동안 전국에서 활용해야할 저수량을 고려할 때 매우 심각하다고 할 수 있었다.

이에 K-water에서는 가뭄이 사회적 이슈로 부

표 5. 홍수기 중(6.21~9.20) 낙동강유역 주요 댐 유입현황

구 분	안동댐	임하댐	영천댐	대곡댐	사연댐
유입빈도	200년	200년	200년	200년	200년
유입량(억톤)	2.5	0.9	0.5	0.05	0.1
준공이후 역대순위(최소)	1위	1위	2위	1위	1위

표 6. 홍수기 말(9.20) 낙동강유역 주요 댐 저수량 현황

구 분	안동댐	임하댐	영천댐	대곡댐	사연댐
저수량(억톤)	5.7	2	0.3	0.07	0.08
저 수 율(%)	45.9	33.3	32.8	18.1	26.3
예년대비(%)	76	63	58	29	38
준공이후 역대순위(최소)	5위	3위	4위	1위	2위

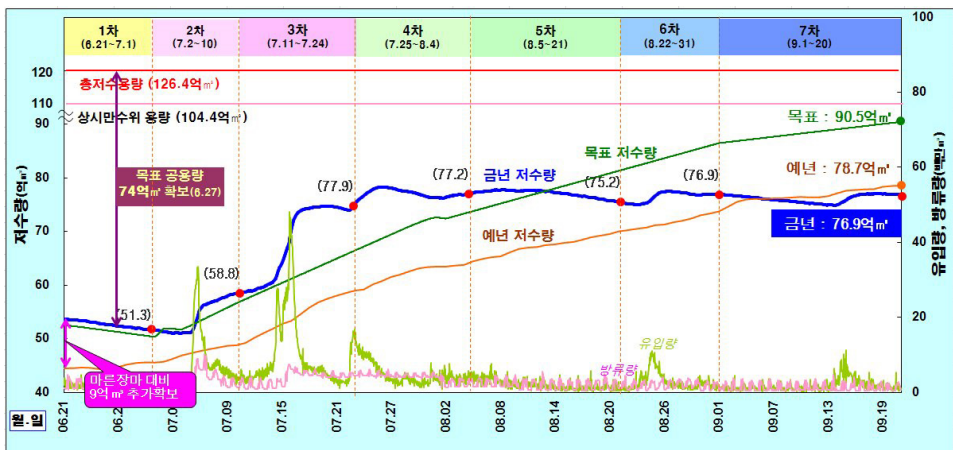


그림 6. 홍수기 저수량 현황

각되기 전인 8월 14일부터 선제적으로 「2013년 가뭄대비 종합대책」을 수립함과 동시에 가뭄대책반을 편성하여 운영함으로써 차질 없는 가뭄 대응을 위해 최선을 다하였다. 특히 저수량이 낮은 울산 사연댐과 포항 영천댐 등은 댐간 연계운영 및 하천 취수로 하루 공급량을 조정하여 저수량을 확보토록 하였으며, 가뭄이 심한 일부지역과 도서 지역 등에 급수차량, 병물지원, 생활 및 농업용수 공급 등을 지원함으로써 국가적인 재난극복을 위해 최선을 다하였다. 이러한 선제적인 대응노력과 더불어 K-water는 홍수기 전 마른장마에 대비하여 예년보다 9억톤 많은 저수량을 확보하였고, 첨단 물관리시스템을 활용하여 효율적인 물관리를 수행하였다. 그러한 노력의 결과로, 예년대비 78% 수준의 적은 홍수기 강수량에도 불구하고 홍수기말에는 예년의 98% 수준인 76.9억톤의 저수량을 확보함으로써 현재 안정적인 용수공급을 지속해 오고 있다.

5. 결 론

2013년은 역대 가장 긴 장마기간, 중북부지방 홍수와 남부지방 극심한 가뭄 등 이상기후의 영향이 매우 크게 나타난 바 있다. 특히 남부지방의 가뭄은 단순 물공급 차원을 넘어 조류확산에 따른 수질문제 등 또다른 사회적 문제를 야기시켰다. 이러한 어려움에도 불구하고 홍수와 가뭄에 대비한 훈련과 준비, ICT기반의 시스템을 활용한 과학적 물관리를 통해 다양한 물문제 해결에 적극 노력하였으며, 이러한 결과로 익년도 홍수기전까지 안정적인 용수공급이 가능할 뿐만아니라 댐의 저수율도 평년이상을 기록하였고, 기록적인 집중호우에도 큰 피해 없이 홍수기를 마무리하는 등 성공적인 물관리를 했다고 자평한다.

그러나 IPCC 보고서 등 세계적인 전문가들의 하나같은 전망은 앞으로 기후변화에 따른 홍수와

가뭄 등 물재해가 더 빈번하게 발생하고, 그 파급효과 또한 커질 것으로 예상된다라는 것이다. 우리나라에도 하이옌과 같은 초대형 태풍이나 중국 후난성에 발생한 극심한 가뭄이 발생하지 않을 것이란 것을 누가 보장할 수 있는가?

최근 우리나라는 4대강살리기 사업을 통해 하천의 통수능을 확보하고 가뭄시 활용가능한 물을 확보하는 등 많은 노력을 해 왔다. 그러나 재난대비에 ‘충분’이라는 단어는 없다. 4대강 본류에 대한 이·치수의 관리가 4대강 사업으로 어느 정도 이루어 졌다면 지류나 산간, 도서지역에 대해서도 중소규모 댐의 건설과 해수담수화 사업, 지하댐 건설 등 홍수조절과 수원 다변화를 위한 지속적인 투자와 노력이 필요할 것이다.

기후변화에 대응하기 위해서는 구조적인 개선 및 투자와 함께 강우, 유출, 증발산 및 물순환 등 물순환 전과정을 모니터링하고 관리할 수 있는 유역통합물관리(IWRM)의 실현이 필수적이다. 유역내에 일어나는 모든 수자원의 이동과 변화 과정을 정확히 알지 못하면 한정된 수자원을 효율적으로 활용할 수 없을 뿐 아니라 홍수 등 재난에 선제적으로 대응할 수 없기 때문이다.

그러나 우리나라는 물관리 기관간 자료 공유가 잘 이루어지지 않고, 일부 필요한 데이터는 계속되지 않는 등 자료관리 체계가 미흡한 실정이다. 확보된 기상, 유입·방류량 및 취수량 등 수문자료는 기관을 떠나 국가적인 차원에서 적극적으로 취합·공유되어야 하고, 이를 분석하고 재난을 예측할 수 있는 기술력의 개선과 발전도 이루어져야 할 것이다. 또한 지역간 물이용 불균형 해소 및 수자원 활용 극대화를 위해 수리권 조정권한 강화 등의 법제도 개선과 물 분쟁 해소를 위한 통합거버넌스 구축 등도 함께 추진되어야 할 것이다.

언제 들이닥칠지 모르는 미지의 홍수와 가뭄에 대응하는 일은 햇볕 좋은날 노아가 방주를 만드는 일과 같다. 하루아침에 방주가 완성되지 않듯 수자원 전문가들의 지속적인 연구와 노력, 국가차원의



지속적인 투자와 개발이 필요하며, 이러한 노력들이 물 흐르듯 지속될 때 Flood Free, Drought

Free Korea(홍수와 가뭄에 안전한 대한민국)는 어느새 우리곁에 한발 더 다가와 있을 것이다. 🌊

참고문헌

1. K-water(2013. 10), 2013년 홍수기 댐-보 운영보고서.
2. K-water(2014. 1), 2013년 댐-보 운영 종합보고서.