

댐 운영을 위한 기상정보 니즈



황 필 선 |

한국수자원공사 물관리센터 실장
jesus@kwater.or.kr

1. 서론

댐 운영을 위한 기상정보의 활용은 미래 물 관리의 핵심 화두가 되고 있다. 이는 지구온난화에 따른 전 지구적 기후변화에 따라 이상기상 현상이 빈번히 발생하고 있고 과거보다 더욱 정교한 물관리가 요구되기 때문이다. 보다 정교한 물 관리를 위해서는 수문·기상 예측기능의 고도화, 즉 수문·기상 예측모델링 기술개발이 매우 시급한 실정이다. 미래 기후변화의 실질적 핵심인 기상과 수문은 바늘과 실처럼 불가분의 관계에 있으나, 두 부분을 접근하고 표출하는데 있어 실제 자연현상도 그러하지만 모델도 시공간적 측면에서 많은 차이가 있다. 기상모델은 지구 주변 대기 흐름을 토대로 점차 다운스케일링을 통하여 목표지역의 강수나 온도 등 기상을 분석해서 예측하고, 수문모델은 기상모델의 결과로 예측된 강수에 의해 육지나 하천에 흐를 수 있는 물의 양이나 높이를 분석하고 있다. 따라서 수문 특히 물 관리의 관점에서 물이용의 효율을 높이기 위해 두 부분을 접합할

수 있는 상호 협력과 기술 개발이 중요하다고 판단되며, 본고에서는 댐 운영을 통한 과학적 물 관리의 핵심이 되는 기상정보의 활용현황과 그 니즈를 선진국 사례와 함께 제언하고자 한다.

2. 물관리 현황

물 관리란 기상학적인 메커니즘에 의해 육지에 비가 내리면 하천을 중심으로 물이 흐르게 되는데 이 물로 인해 발생하는 홍수와 가뭄과 같은 재해를 저감하고 이를 효율적으로 이용할 수 있도록 하는 일이다. 이것을 효과적으로 할 수 있는 구조적 수단이 댐이다(그림 1). 효율적인 물관리를 위해선 정확한 기상 예측이 관건이며, 물관리 업무는 하늘에서 내리는 강수가 언제 어느 지역에 얼마만큼의 양으로 내릴까 하

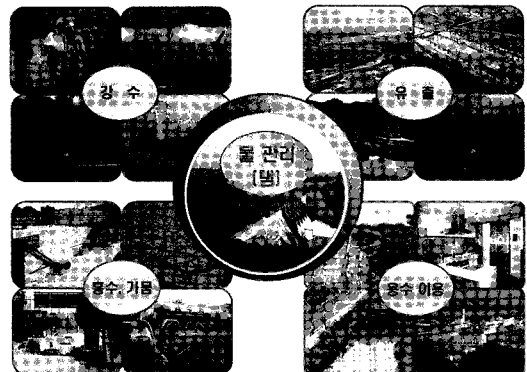


그림 1. 물관리 기본 개념

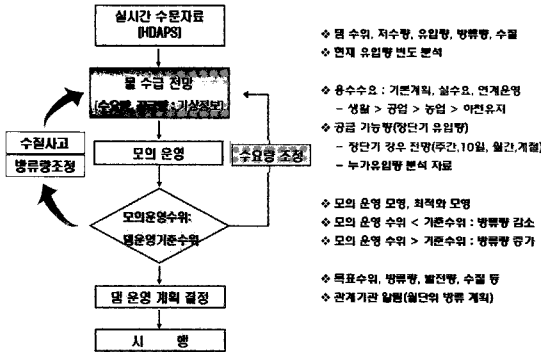


그림 2. 용수공급 운영 : 실시간 물관리시스템

는 것을 예측하는데서 시작된다. 유역에 내릴 강우량이 예측되면 이를 기초로 하천에 흐를 유량(流量)과 하천에 위치한 댐의 수위를 예측하고 홍수조절(용수공급)을 위한 방류량(공급량)을 검토하게 된다.

이러한 댐의 운영을 통해 하천에 흐르는 물을 관리하고 있는 곳이 한국수자원공사 물관리센터이며 용수이용효율 극대화과 홍수피해 최소화라는 두 가지 목적으로 전국 30여개 댐을 실시간 운영하고 있다. 안정적인 용수공급 운영은 현재 댐과 하천의 수문 현황과 장래 물 수급 전망을 토대로 한 모의 운영을 통해 이루어지며 이를 위해 실시간 통합 물 관리 시스템을 개발 운영 중에 있다(그림 2). 이 시스템 분석결과와 신뢰도는 장래 물 수급 전망 중 장래 예측 유입량 자료의 신뢰도에 크게 좌우되며 이 예측 유입량은 기본적으로 장기 강우전망 자료를 통계적으로 처리하여 활용한다. 홍수조절 운영은 단기 강우예측자료를 활용하여 홍수량 해석, 모의운영, 하도추적 등의 순서로 분석하고 분석된 홍수량이나 수위 등을 검토하여 댐 운영 의사결정에 반영한다(그림 3). 이러한 홍수조절을 효과적으로 수행할 수 있도록 한강, 낙동강, 금강, 섬진강의 4대 하천 유역의 하천과 댐을 통합한 댐군 홍수조절 연계운영 시스템을 구축 운영하고 있으며 이 시스템에서 가장 중요한 입력 자료는 향후 예상되는 예측 강우의 형태와 양이다(그림 4).

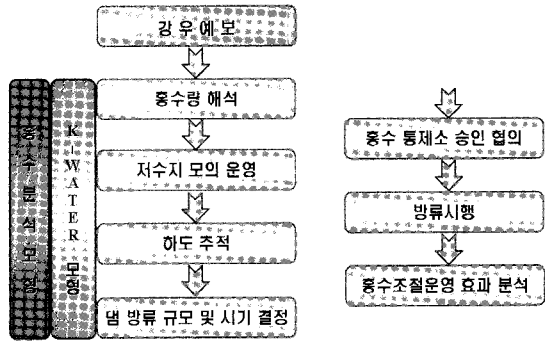


그림 3. 홍수조절 운영 절차

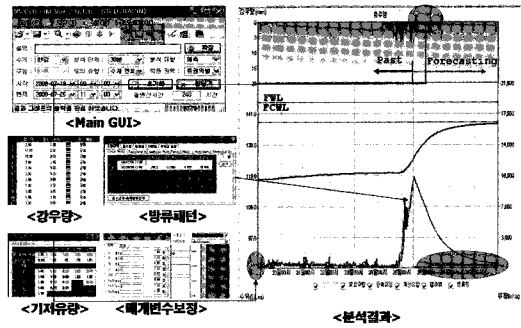


그림 4. 홍수조절 운영 : 댐군 홍수조절 연계운영 시스템

3. 기상자료 활용현황

댐 운영 부분에 기상정보를 접목시키려는 시도는 과거에도 일부 있었으나 1990년대 후반 기상청과 “방재기상정보지원 협의”를 통하여 위성 및 레이더 영상 등을 위주로 실질적으로 활용하기 시작하였다. 2000년대 들어 루사, 매미 등으로 인한 대 홍수 이후 GDAPS¹⁾, RDAPS²⁾ 등 보다 전문적인 수치강우자료를 홍수분석 모형에 활용하기 시작하였으며 현재는 기상청과의 기관간 MOU를 통하여 각종 자료를 전용선을 통해 활용하고 공유하는 단계에 있다(그림 5). 표 1은 기상청에서 발표되는 여러 예보주기별 예보자료의 댐 운영 활용내용으로 단기에보자료는 주로 홍

1) GDAPS : Global Data Assimilation and Prediction System (기상청 전구예보시스템)

2) RDAPS : Regional Data Assimilation and Prediction System (기상청 지역예보시스템)

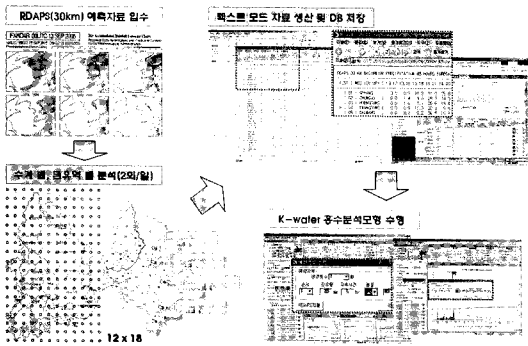


그림 5. 물관리센터 수치예보자료 활용체계

표 1. 예보주기별 댐운영 활용내용

예보구분	예보주기	예보기간, 구역	댐운영 활용내용
단기	3시간 (동네예보)	3시간단위→ 24시간, 42도시	실시간 홍수분석모형에 입력자료, 홍수예측 및 댐방류 시행
	단기	4회/일 일단위→3일간 15권역 및 42도시	발전방류량증가, 무피해 수문방류 등 홍수대비 수위조절을 위한 예비방류 시행
중기	주간	1회/일 일단위→예보시점 3일 이후부터 5일간, 8권역	발전방류량 증가, 예비방류필요성 검토
장기	1개월	3회/월 순단위→1개월간 전국 단일권역	월간 저수지 공용량 확보대책 수립-댐수위 운영계획
	계절	4회/년 월단위→3개월간 전국 단일권역	홍수기 운영 목표수위 설정 (개략적 수위운영 방향설정)
	반기	2회/년 계절단위→6개월간	전국 단일권역연간 운영계획 및 목표수위설정

수예측 및 댐 방류 시행을 위한 기초자료로 장기전망 자료는 주로 댐 운영계획 수립에 활용하게 된다.

현재, 국내의 가용한 기상정보들 가운데 단기예측에서 가장 활용성이 높은 자료는 초단기(0~6시간 이내)에서는 레이더 강우자료가 가장 활용도가 높으며, 단기예보(6시간 이후 ~ 2일)에는 동네예보와 수치강우예측자료가 현업 물 관리에 가장 활용도가 높았다. 따라서 레이더 강우자료와 수치예보자료를 접목하여 활용한다면 홍수조절을 위한 단기강우예측에서는 가장 신뢰성을 높일 수 있는 예측체계라 판단된다. 또한, 중기예측에는 일본기상청의 예상일기도와 유럽중

기예보센터의 예상일기도가 활용도가 높는데, 특히 유럽 예상일기도는 가장 안정된 기압계의 흐름을 표현하고 있어, 여름 태풍 예보 등에도 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단되었다. 태풍 예보측면에서는 우리나라 기상청 태풍센터와 미국 JTWC, 일본 RSMC의 태풍 예보자료가 활용되고 있으며, 특히 태풍이 해상에 있을 때까지는 미국 JTWC가 예측 성능이 우수한 반면, 태풍이 육지로 상륙한 이후부터는 우리나라 기상청 태풍센터와 일본 RSMC 예보자료가 자세한 분석 및 예측 성능을 보여주는 것으로 판단되었다.

4. 요약 및 제언

이전에서 기술한 바와 같이 댐 운영에 있어서 기상측 강우예측 부분은 필수적인 핵심정보이다. 기후변화가 더욱 가속화 될수록 보다 정교한 물관리가 요구되며 댐 운영 업무의 질을 높이기 위해서는 현재보다 더 신속하고 정확하고 상세한 미래의 고품질 강우량 예측정보가 필수적으로 요구된다. 이상적인 물관리측면에서는 72시간 이전에 90% 이상의 신뢰도로 1km 정도의 해상도를 가진 7일 정도의 강우예측정보가 있다면 물 관리 업무에 획기적인 성과를 기대할 수 있겠으나, 이는 현재의 기상예측 기술수준을 벗어나는 기술적 한계가 있다. 따라서 어렵지만 현재의 기술수준에서 48시간 이전에 80% 이상의 신뢰도로 3km 정도의 해상도를 가진 3일 정도의 강우예측정보 수준으로 활용할 수 있기를 희망하며 이는 기술적으로 어느 정도까지는 극복 가능하리라 판단된다. 또한 물 관리 분야에서는 기상자료를 활용하기 위해 가용한 기상예측 자료의 신뢰도가 어느 정도인지 시·공간적으로 어느 범위에 어떠한 형태로 적용해야 하는지 중·장기 기상전망처럼 정성적으로 표현되어 있는 예측자료를 어떻게 정량화하여 활용할 것인지 등 기상분야에 대한 전반적인 이해도가 부족한 점도 개선이 필요한 점으로 생각된다.

이를 위해 기상과 수문이 별개의 분야로 독립해서

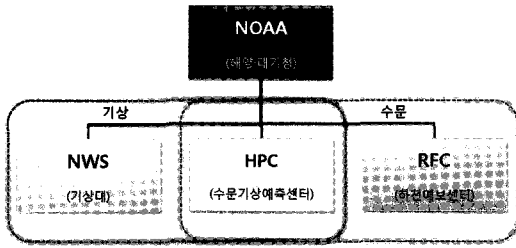


그림 6. 미국 해양·대기청(NOAA) 산하 기상·수문업무 운영체계

가기보다는 먼저 상호 기술진단을 통해 두 분야에 대한 상호 니즈를 파악하여 기술체계를 강화하고 공동 분야의 업무를 할 수 있는 조직이나 기구를 갖는 것

이 향후 기후변화에 대비한 대안의 하나로 생각된다. 선진국의 사례로 미국 해양·대기청(NOAA³⁾) 산하의 NWS⁴⁾, HPC⁵⁾, RFC⁶⁾이 각각 상호 유기적인 관계로 수문·기상업무를 수행하고 있으며 기상과 수문의 공통영역에 우리나라에는 없는 조직인 수문기상예측센터가 운영되고 있다(그림 6). 수문기상예측센터에서 예측된 정량강우예측정보는 하천예보센터에서 하천의 유량을 예측하여 홍수로 인한 인명과 재산의 피해를 줄이는 등 보다 효율적인 유역 수자원 관리 업무를 수행하고 있다. 🌧

3) NOAA : National Oceanic Atmospheric Administration (미국 상무부 산하 해양·대기청)

4) NWS : National Weather Service (해양·대기청 산하 지역 기상대)

5) HPC : Hydrometeorological Prediction Center (해양·대기청 산하 수문기상예측센터)

6) RFC : River Forecast Center (해양·대기청 산하 하천예보센터)