

# 수문기상예측정보 생산 및 활용을 위한 제언

## Suggestion for generation and application of hydro-meteorological predicting information

배덕효\*

Deg Hyo Bae

### 요 지

우리나라의 물관리는 기상, 수문, 수질 분야별로 다원화 되어 있고 부처별로도 국토해양부, 환경부, 농림수산식품부, 기상청 등에서 관련법규를 제정하여 물관리 업무를 수행하고 있어 효율적인 물관리가 어려운 실정이다. 현재 각 기관별로 효율적인 물관리를 위해 자체 정보관리시스템을 운영하고 있으나 기관별로 자료공유 및 연계활용이 어렵고 상위업무조정기관의 부재로 수문기상관련 사업의 중복투자가 발생할 가능성이 높다고 할 수 있다. 뿐만 아니라 기상청은 물관리의 핵심정보인 기상관측 및 예측정보를 생산 및 제공하는 기관임에도 불구하고 현재까지 자체적으로 생산되는 정보를 단순히 제공하는 역할만을 수행함으로써 우리나라는 수문기상연계활용 분야에서 많은 어려움을 겪고 있다. 한편, 최근 기후변화로 인해 물 순환 시스템이 변하면서 홍수·가뭄 등의 이상기후가 빈발함에 따라 국가차원의 대책 마련이 필요하며 재해대응 측면에서는 기상재해 극복의 패러다임이 복구위주에서 예방위주로 변하면서 고품질 수문기상예측정보에 대한 요구가 증가하고 있는 추세이다. 따라서 본 연구에서는 수문기상예측정보 생산 및 활용을 위한 운영조직 설립방안과 시스템 구축 방안을 제시하여 효율적인 국가수자원 관리에 도움이 되고자 한다.

**핵심용어 : 물관리, 수문기상예측정보, 수문기상예측정보시스템**

### 1. 서론

통상 유역의 수자원 통합관리시스템은 크게 정보수집, 정보관리, 정보처리, 정보활용의 4가지 단계로 이루어진다. 정보수집단계는 수자원 관리에 필요한 다양한 기상, 수문, 수질 자료뿐만 아니라 수자원 이용 현황 및 계획 정보의 수집을 의미한다. 정보관리는 유관기관으로부터 수집된 정보의 표준화과정, 자료보정, 품질개선, 데이터베이스화 및 정보유통을 의미한다. 정보처리단계는 수집된 정보로부터 새로운 정보를 생산하기 위한 모형의 적용을 의미하며, 마지막으로 정보활용단계는 생산된 새로운 정보를 바탕으로 홍수관리, 저수관리 및 기후변화 대응 측면에서 의사결정을 수행하는 과정을 의미한다. 그러나, 현재 국내의 수자원 통합관리시스템의 핵심요소인 기상정보의 활용은 기상청에서 관측한 기상자료와 물관련 정부기관에서 관측한 기상자료를 취합하여 단순히 기상실황 및 예보를 모니터링하는 수준에 머물러 있다. 특히 수자원 관리 업무와 기상정보 활용 현황을 고려해볼 때 각 유관기관에서 각각 관측하고 있는 기상자료를 공동으로 활용할 수 있는 체계가 갖추어지지 않아 관측의 중복, 자료검증의 미비 등으로 효율성이 저하되고 있는 실정이다.

이와 같은 유역 수자원 통합관리시스템이 제대로 운영 및 평가되기 위해서는 정보수집과 관리단계에서 정확도 높은 수문·기상자료의 구축이 이루어져야 한다. 특히 홍수와 가뭄 등의 악기상 예보를 위해서는 초단기·단기·중기·장기 강수 및 기상예보자료의 정확도 개선이 필수적이라 할 수 있으며 다양한 수문모형과의 결합이 원활하게 이루어져야 한다.

\* 정회원 · 세종대학교 물자원연구소 토목환경공학과 교수 · E-mail : dhbae@sejong.ac.kr

따라서 기상정보의 수자원 활용성을 높이기 위해 국내 물관리 업무 환경 분석을 통해 물관리 기관(기상정보 수요자)이 원하는 기상정보의 종류와 형태에 대해서 분석을 수행하고 수문기상예측정보 생산 및 활용을 위한 운영조직 설립방안과 시스템 구축 방안을 도출하고자 한다.

## 2. 국내의 수문기상업무 현황 분석

### 2.1 미국

본 연구에서는 국외 수문기상업무 현황 분석을 위해 미국의 사례를 검토하였다. 미국의 수문기상정보 관측 및 예측과 홍수와 가뭄정보 생산과 관련한 업무는 NWS 주도하에 이뤄지고 있으며 세부조직은 그림 1과 같다. NWS는 Regional support centers, NWS Weather Offices by Region 그리고 National Support Centers로 나누어지며, 이 중 수문기상정보 생산 및 분석과 관련된 기관은 National Support Centers 산하의 CPC(climate prediction center), HPC(hydrometeorological prediction center), HL(hydrology laboratory)과, Regional Support Centers의 RFC(river forecast centers)가 있다. 4개 기관의 주요기능과 NWS의 사업동향 및 추진계획을 살펴보면 다음과 같다.

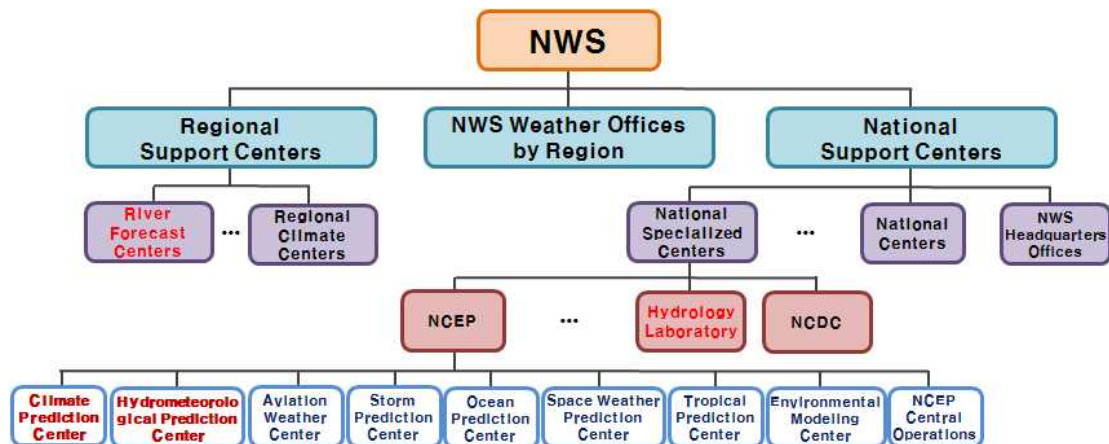


그림 1. 미국 기상청 조직도

CPC (Climate Prediction Center)는 기본적으로 6일에서 3달까지(6~10일, 8~14일, 한 달, 3개월)의 강수량과 기온의 장기예보를 실시하고 있다. 그리고 10일 이상의 기온, 바람, 강수량, 가뭄 등이 예상되는 위험지역 평가와 단기·장기의 가뭄에 대한 미국 가뭄평가를 실시하고 있다. 또한 기후학적으로 엘니뇨/라니냐, MJO, AAO, AO, NAO, PNA, storm tracks, climatology, Global Monsoon 등의 기후자료를 제공하고 있으며, 이 외에도 국제협력, 교육 등의 활동도 하고 있다.

HPC (Hydrometeorological Prediction Center)는 NWS의 공공예보업무와 기상예측, 지침, 분석결과물을 수요자들에게 제공하는 업무를 수행하고 있다. 주로 단기예보인 6~60시간, 3~7일, 4~8일에 대한 예보와 QPF(정량적 강수예보), 악기상의 발생을 유발하는 집중호우 및 폭설예보, Surface analysis를 수행하고 있다. 예보 이외에도 인공위성과 레이더 이미지를 제공하고 있으며 국제화업무와 교육활동 또한 수행하고 있다.

RFC (River Forecast Centers)는 미국전역을 13개 지역으로 구분하여 하천의 수문업무를 수행하고 있다. 각 지역별로 하천의 상태, 하천홍수예보, 관측강수량, 예측 강수량, 적설량 등의 예보를 실시하고 있으며 물공급 업무를 위해 수문기상정보를 생산하고 있다. 또한 하천의 홍수예측을 위해 하천수문예측모형(NWSRFS)을 운영하고 있다.

HL (Hydrology Laboratory)은 연구, 조사 및 분석 등의 응용지원업무를 수행하고 수문학적 예측과 관련

한 수자원 문제에 대한 과학, 교육 분야의 연구를 수행하는 기관이다. 이 기관에서는 NWS의 수문 서비스 프로그램의 지원과 수문정보 예측기법에 대한 연구를 중점적으로 실시하고 있다.

## 2.2 국내 사례

우리나라의 수량에 관한 물관리 업무는 국토해양부/홍수통제소, 기상청, 한국수자원공사, 한국농어촌공사, 한국수력원자력(주)에서 주도적으로 맡고 있으며 특히 국토해양부/홍수통제소에서 주요 물관리 정책결정에 대한 권한을 가지고 있다. 홍수통제소에서는 4대강 유역뿐만 아니라 주요지천에까지도 홍수예보업무를 수행할 뿐만 아니라 유관기관(소방방재청, 기상청, 수자원공사, 합동참모본부 등)에 실시간 정보를 제공하고 있다. 또한, 정부의 주요 정책인 ‘4대강 살리기 사업’과도 연계하여 물관련 기초조사를 보다 확대하고, 실수요자에게 필요한 고품질의 수문 및 하천정보를 생산하여 대국민 서비스를 실시하고 있다. 각 기관별 주요업무와 제공되고 있는 정보 현황을 정리하면 다음과 같다.

표 1. 주요 부서별 물관리 기능

기관	국토해양부 홍수통제소	기상청	한국수자원공사	한국농어촌공사	한국수력원자력(주)
주요 업무	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 홍수예보</li> <li>• 댐관련 관리</li> <li>• 전국 수문자료 관측 및 관리</li> <li>• 하천수 사용관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상관측</li> <li>• 기상예보, 특보</li> <li>• 기상재해 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다목적댐 관련시설 건설, 관리</li> <li>• 댐지역내 수질환경관리</li> <li>• 용수조절, 공급</li> <li>• 수문기초조사 및 정보관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농업용수 개발</li> <li>• 농업기반 시설관리</li> <li>• 지하수 자원관리</li> <li>• 농어촌 관련정보 생산 및 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발전용댐을 통한 수자원의 효율적 관리</li> <li>• 홍수조절 및 용수공급</li> <li>• 한강수계 댐운영</li> </ul>
제공 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실시간 우량자료</li> <li>• 실시간 수위자료</li> <li>• 실시간 댐자료</li> <li>• 유량자료</li> <li>• 레이더 관측자료</li> <li>• 취수, 양수자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기온, 강수량 예측자료</li> <li>• 수치예보자료</li> <li>• 레이더 관측자료</li> <li>• 위성관측자료</li> <li>• 태풍자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 댐별 수문자료</li> <li>• 다목적댐 관리현황</li> <li>• 댐별 수질자료</li> <li>• 댐지역 수문동영상 자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 강우자료</li> <li>• 농업용수이용 자료</li> <li>• 저수지내 수질자료</li> <li>• 저수지 수위 및 저수량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 댐별 수문자료</li> <li>• 댐유입량, 방류량 자료</li> </ul>

국외의 수문기상업무를 검토한 결과, 업무체계 측면에서 미국은 NWS에서 수문기상업무를 통합적으로 관리하고 있었으며, 기상청 내의 여러 조직 및 유관기관과의 긴밀한 협조 하에 수문기상업무가 이뤄지고 있었다. 반면 우리나라의 경우, 표 1과 같이 기상업무는 기상청에서 수행하고 있으며, 국토해양부에서 홍수방어 등의 치수사업과 물배분, 가뭄감시, 수자원개발 등의 이수사업을 수행하고 있다. 또한 환경부는 상하수도사업 및 수질관리업무를 맡고 있으며 농림수산식품부에서는 농촌용수 등 농어촌 지역 물관리를 맡고 있는 등 수문기상관련 업무가 기관별 성격에 따라 나뉘어져 있다. 또한 자료수집 및 제공체계도 여러 기관에서 분산적으로 담당하고 있어 효율적인 수문기상정보의 활용이 이뤄지고 있지 않은 실정이다.

## 3. 조직설립 및 시스템 구축 방안

### 3.1 수문기상예측정보 센터

최근 기후변화로 인해 물 순환 시스템이 변하면서 홍수·가뭄 등의 이상기후가 빈발함에 따라 국가차원의 대책 마련이 필요하며 재해대응 측면에서는 기상재해극복의 패러다임이 복구위주에서 예방위주로 변하면서 고품질 수문기상예측정보에 대한 요구가 증가하고 있는 추세이다. 또한 현 정부에서 ‘4대강 살리기 사업’ 추진을 계기로 국가 물관리 통합운영방안이 검토되는 등 범국가적인 수문기상업무 통합운영에 대한 분위기가 조성되고

있고 실질적으로 효율성 및 경제성 등의 이유로 여러 물관리 기관에서 운영되고 있는 수자원정보 시스템들의 연계운영방안이 마련되고 있는 실정이다. 다만, 기존의 시스템들은 관측자료를 이용한 현황분석 및 정보제공에 초점이 맞추어져 있기 때문에 홍수와 가뭄 등 미래 발생할 기상재해에 대처하는 데에는 한계가 있다. 따라서 현재 우리나라의 물관리 시스템이 한단계 도약하기 위해서는 기상청과 물관리 기관들간의 공동 운영체계 형태를 갖는 수문기상예측정보센터의 설립이 필요하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 그림 2와 같이 기획팀, 기술개발팀, 응용정보팀의 3개팀으로 구성하는 것이 주요업무를 고려할 때 바람직할 것으로 판단된다.



그림 2. 수문기상예측정보센터 조직 구성 방안

팀별 세부기능으로 기획팀은 조직의 운영 및 대외협력을 주업무로 하며 조직확대, 정책지원, 국제협력, 교육·홍보기능을 담당하고 기술개발팀은 수문기상예측정보 생산의 원천기술을 개발하는 업무를 주업무로 하며 수문기상예측, 자료수집분석, 기술검증, 기술보급·홍보 업무를 담당한다. 마지막으로 응용정보팀은 홍수와 가뭄 등 물관리에 필요한 수문기상정보를 생산하는 업무를 담당하며 홍수유출모의, 가뭄해석, 수문성분해석, 기후변화전망, 수문정보생산, 정보제공, 시스템 운영 업무를 담당한다.

### 3.2 수문기상예측정보시스템

물관리를 위한 수문기상예측정보의 핵심기술은 정확한 강수·기상예측자료, 합리적인 강우-유출 연계모형 구축에 있다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 제안하고자 하는 수문기상예측정보시스템은 국토해양부, 농림수산식품부, 행정안전부, 기상청, 한국수자원공사, 한국수력원자력의 물관리기관으로부터 수문기상관측정보를 제공받아 통합 DB에 저장하며 수요자의 요구조건에 맞도록 수문기상예측정보를 생산 및 제공하는 기능을 포함하며 자료의 표준화, 품질관리, 정보가공, 연구개발기능을 담당하게 된다.

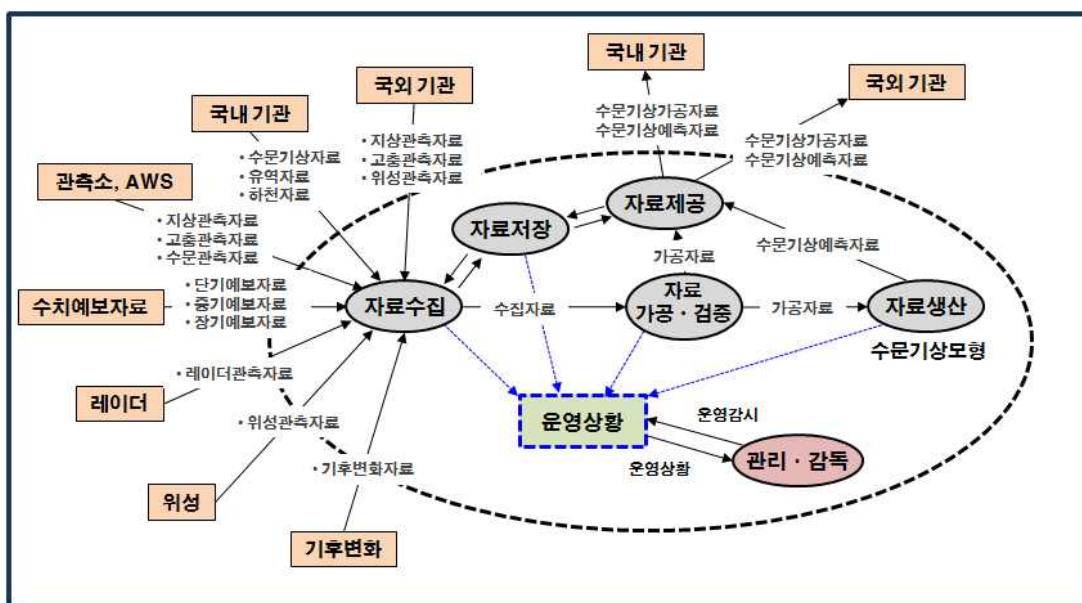


그림 3. 수문기상예측정보시스템 구축 방안

수문기상예측정보시스템의 기능은 자료수집, 가공·검증, 생산, 저장, 제공의 5개 과정으로 나눌 수 있으며 각 과정에 대한 연계방안은 그림 3과 같다. 자료수집단계에서 국내 물관리 기관에서 생산되는 관측수문기상자료, 유역 및 하천정보를 수집하고 국외기관에서는 지상관측자료, 고층관측자료, 위성관측자료를 수집한다. 또한 기상청으로부터 지상관측자료, 수치예보자료, 레이더자료, 위성자료, 기후시나리오자료를 수집하게 된다. 수집된 자료의 일부는 수문기상예측정보를 생산하기 위해 활용되며 이 과정에서 자료가공과 품질검증과정을 거치게 된다. 가공 및 검증된 자료는 수문기상예측모형의 입력자료로 사용되며 1단계로 기상예측모형을 이용하여 초단기·단기·중기·장기 기상예측자료를 생산하게 되고 이 자료는 단기·장기 강우-유출모형을 통해 수문예측자료를 생산하게 된다. 가공 및 검증된 수문기상자료와 수문기상예측자료는 자료제공모듈을 통해 국내외 물관리 기관에 제공되며 수집, 가공·검증, 생산된 자료는 통합 DB에 저장된다. 마지막으로 이러한 전 과정은 운영상황실에서 모니터링되며 시스템 감독자로부터 실시간 관리된다.

앞서 언급된 자료수집, 자료가공·검증, 자료생산, 자료제공, 자료저장의 5가지 과정에 대해 처리되는 정보는 다음과 같다. 자료수집에서는 현재 각 물관리 기관별로 관측되고 있는 수문기상정보와 기상청의 기상예측정보, 그리고 물관리 기관에서 기존에 구축되어 있는 유역주제도와 수자원주제도가 포함된다. 자료가공에서는 수문기상예측정보를 생산하기 위한 자료가공(처리) 과정이 수행되며 기상분야의 경우 실시간 지상관측정보, 수치모델, 레이더, 위성정보의 자료동화를 통한 유역기반의 고해상도 강수, 기상예측정보 생산기술이 해당되며 수문분야에서는 기상예측정보와 연계한 수문정보예측기술과 수문기상예측정보를 이용한 가뭄평가지수 생산기술이 포함된다. 자료생산에서는 수문기상예측기술을 토대로 유역단위의 초단기·단기·중기·장기 수문기상예측정보 생산이 핵심내용이다. 자료저장에서는 수집·생산된 수문기상정보, 유역 및 수자원주제도를 저장하고 자료제공에서는 수요자의 요구조건을 분석하여 맞춤형 정보를 제공하게 된다.

#### 4. 결론

현 정부에서 ‘4대강 살리기 사업’ 추진을 계기로 국가 물관리 통합운영방안이 검토되는 등 범국가적인 수문기상업무 통합운영에 대한 분위기가 조성되고 있고 실질적으로 효율성 및 경제성 등의 이유로 여러 물관리 기관에서 운영되고 있는 수자원정보 시스템들의 연계운영방안이 마련되고 있는 실정이다. 본 연구에서 제안한 수문기상예측정보센터 및 시스템이 체계적이고 효율적으로 이루어질 경우 수문기상연계 분야에서 선진국 수준의 기술력 확보가 가능하고 수문기상예측정보시스템의 운영을 통해 관련업무의 중복을 최소화할 수 있으며 정확하고 표준화된 정보를 생산 및 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 이를 통해 매년 반복되고 있는 기상재해로 인한 피해를 경감하고 사회적 혼란을 사전에 예방함으로써 기상정보 가치를 재창출하고 물관리 기관으로서의 기상청 역할을 재정립할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 감사의 글

본 연구는 기상지진기술개발사업 기술역량기반구축과제(CATER 2009-1175)의 연구비를 지원받아 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.