

미국의 가뭄관리를 위한 가뭄심도 분류

이은태 (경희대학교 토목·건축공학부 교수)

정상만 (공주대학교 토목환경공학과 부교수)

이주현 (중부대학교 건설공학부 조교수)

1. 서론

가뭄이란 장기간에 걸친 강우의 부족으로 야기되는 물부족 현상을 말하게 되며 궁극적으로는 수자원에 대한 수요가 수자원의 공급능력을 초과하는데서 가뭄에 의한 물부족이 시작된다고 할 수 있다. 특히 이런 가뭄은 특정지역에 국한되어 나타나는 현상이 아니고 지구 전역의 모든 기상조건에서 수시로 발생하고 있으며 미국의 경우에는 과거 20년 동안 미국 전역이 적어도 한번이상의 가뭄을 경험한 것으로 보고되고 있다.

우리나라는 2001년 전국적으로 발생한 매우 극심한 가뭄으로 인하여 심각한 물부족 현상을 겪었다. 특히 그 당시 발생한 가뭄으로 인해서 대부분의 중, 소규모 저수지는 바닥을 드러내었으며 다목적댐의 저수지도 최악의 저수율을 나타내면서 지역별로 원활한 수자원 공급이 이루어지지 않은 경우도 발생하였다. 이로 인하여 평소에 풍부한 수자원 공급을 보장받던 도심지에 사는 시민들조차도 상수원의 물 부족으로 인하여 제한급수 등의 고난을 겪었으며 지방에서는 말할 것도 없이 생활용수 및 농업용수의 부족으로 인하여 재정적으로도 큰 피해를

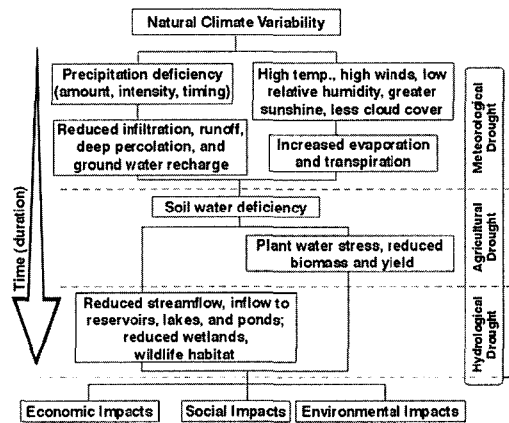


그림 1. 수문학적인 가뭄의 정의 (NDMC)

볼 수밖에 없었다.

최근에 와서 피해규모가 점차로 대형화되고 있는 가뭄은 우리나라의 경우에 통계적으로 10년 미만의 주기로 한번씩 발생하고 있다고 보고되고 있으며 갈수록 심각해지고 있는 가뭄에 의한 재해와 미래에 다가올 용수부족에도 불구하고 이를 극복하기 위한 정부의 댐 건설 사업은 지역주민들의 반대와 환경단체의 반대에 부딪혀 번번이 취소되고 있는 실정이다.

따라서 댐과 저수지의 건설 등과 같은 구조적 사

업과 함께 기존 댐과 저수지를 서로 연계하여 적절하게 운영하기 위한 전문가시스템을 개발한다거나 가뭄에 대한 장기적이고 지속적인 모니터링을 통하여 가뭄을 예보하거나 가뭄의 심도를 파악하여 가뭄관리 대비책을 수립하는 등의 비구조적 사업을 통하여서도 가뭄으로 인한 피해를 최소화 할 수 있을 것이다.

그럼에도 불구하고 우리나라에서는 가뭄을 전담하는 별도의 중앙부서가 아직까지는 존재하지 않으며 장기적으로도 가뭄만을 전담하는 기구가 만들어 지기는 쉽지 않을 것으로 전망된다. 따라서 본고에서는 미국의 가뭄관리를 위한 대표적인 사례를 소개함으로써 현재 미국의 가뭄관리수준 및 가뭄관리를 위한 조직 등을 파악하여 보고 이를 통하여 국내의 가뭄관리 현주소를 뒤돌아보는 계기가 되었으면 한다.

2. 국립가뭄경감센터의 조직 및 연혁

미국은 자국의 효율적인 가뭄관리를 위하여 1995년 Lincoln이란 도시에 위치하고 있는 University of Nebraska에 국립가뭄경감센터(National Drought Mitigation Center)를 설치하여 지금까지 운영하고 있다.

1995년부터 가뭄경감센터의 소장(Director)직을 수행중인 Wilhite 박사는 기후변화와 농업기후학을 전공하여 1977년부터 University of Nebraska의 자연과학부 교수로도 재직중에 있으며 본 센터내에는 기상학, 기후학, 수문학, GIS 등을 전공한 전문가들이 주축을 이루어 관련된 업무를 분담하고 있으며 그밖에도 Web 기반에서의 가뭄 모니터링 및 가뭄관련 정보의 제공을 위한 web designer, computer engineer 등 다양한 분야의 종사자들이 근무하고 있다.

가뭄경감센터에서 수행하는 대부분의 사업은 주

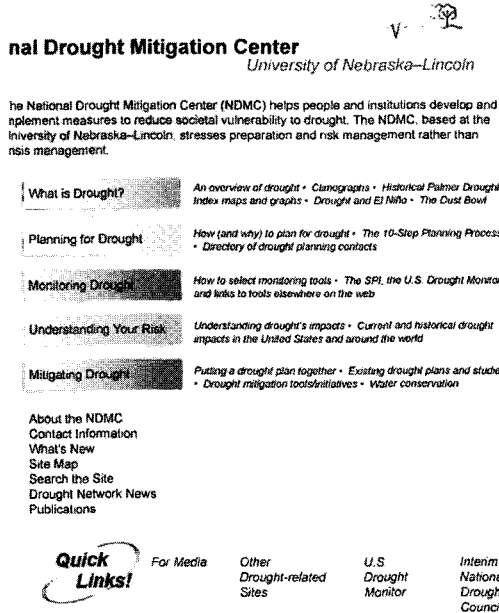


그림 2. 가뭄경감센터 홈페이지 (<http://www.drought.unl.edu/>)



그림 3. 국립가뭄경감센터 앞에서 기념촬영 (가운데가 소장인 Wilhite 박사)

정부, 연방정부 및 지자체단체에 대한 가뭄관련 업무 지원 및 수자원공급 계획의 수립과 관련된 지원업무와 연구사업으로서 주로 미국립기상청(NWS), 미국농무성(USDA)과 각 주정부로부터 연구용역 사업을 수주하여 운영되고 있으며 최근에는 전 세계로 가뭄관련 사업을 확대하여 적극적으로 가뭄관련 연구사업을 진행중에 있다.

3. 국립가뭄경감센터의 주요 업무

가뭄경감센터의 가장 중요한 임무중 하나는 실시간으로 미국 전역의 가뭄을 모니터링하는 것이며 이밖에도 각 주별 가뭄관리 및 경감계획을 수립하는 등 가뭄과 관련된 연방 및 지방 지원업무를 수행하고 있으며 그 주요 업무를 개략적으로 요약하면 아래와 같다.

- ① 미국 전역의 가뭄 모니터링 (Drought Monitoring)
- ② 가뭄의 예보 (Drought Forecast)
- ③ 각주별 가뭄관리계획의 수립 (Drought Management Plan)
- ④ 각주별 가뭄경감계획의 수립 (Drought Mitigation Plan)
- ⑤ 가뭄관련 정책 자문 (Advising Drought Policy)
- ⑥ 가뭄관련 교육프로그램의 운영 (Workshop for federal, state, international government)
- ⑦ 가뭄관련 교재 및 자료의 출간

위에서 언급된 여러 가지 임무 중에서 가장 중요한 것으로는 미국 전역에 대한 가뭄심도를 모니터링하고 모니터링한 결과를 토대로 하여 각 주에 대한 가뭄상황을 예보하는 것이다.

특히 가뭄경감센터의 가뭄 모니터링 사업은 미국 내무성 산하의 지질조사국(USGS), 미국농무성(USDA) 및 미국상무성 산하의 해양기후국(NOAA), 국립기상청(NWS) 등 여러 연방기관들과의 긴밀한 협조하에 진행되고 있으며 1주 단위로 미국 전역의 가뭄진행 상황 및 심도를 결정하여 각 방송기관의 기상예보센터 및 농무성, 상무성 등 관련기관에 자료를 공급하고 있으며 각 지방정부에도 수자원관련기관을 대상으로 구축된 가뭄정보를 공

U.S. Drought Monitor October 1, 2002

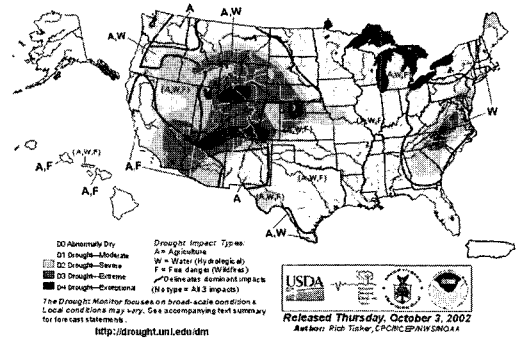


그림 4. 미국 전역에 대한 가뭄을 모니터링한 자료화면(NDMC)

급하고 있다.

특히 가뭄의 상황을 파악하고 가뭄의 심도를 결정함에 있어서 한두가지의 기상학적 변수만을 고려하여 결정하는 것이 아니라 Palmer 지수(Palmer Drought Severity Index), 토양의 함수상태(Soil Moisture Index), 식생함수지수(Crop Moisture Index) 및 표준강수지수(Standardized Precipitation Index) 등을 종합적으로 고려하여 최종적으로 표 1의 기준에 따라서 미국 전역의 지역별 가뭄의 심도를 결정하고 그 결과를 방송매체나 각 관련기관에 통보하게 된다.

이상에서와 같은 분류기준에 의해서 분류된 미국 전역의 가뭄심도와 또한 현재의 그림 5 - 그림 7의 기상, 토양 및 식생 등의 조건을 종합적으로 고려하여 최종적으로 그림 8과 같은 현재 자기가 위치하고 있는 지역의 가뭄영향(Drought Impact) 및 앞으로의 전망을 예보하게 된다. 가뭄영향도는 미국 전역을 ① 가뭄으로부터 회복되어 가고 있는 지역, ② NMDC의 가뭄 모니터링에 의해 가뭄지역으로 분류되거나 정부나 연방기관으로부터 가뭄이 선포되는 않은 구역, ③ NMDC의 가뭄 모니터링에 의해 가뭄지역으로 분류되었으며 정부나 연방기관으로부터도 가뭄이 선포된 구역, ④ 가뭄경계구역 등 4개

표 1. 가뭄의 심도 분류기준 (NDMC)

Drought Severity Classification								
Category	Description	Possible Impacts	RANGES					Satellite Vegetation Health Index
			Palmer Drought Index	CPC Soil Moisture Model (Percentiles)	USGS Weekly Streamflow (Percentiles)	Percent of Normal Precip	Standardized Precipitation Index (SPI)	
D0	Abnormally Dry	Going into drought: short-term dryness slowing planting, growth of crops or pastures; fire risk above average. Coming out of drought: some lingering water deficits; pastures or crops not fully recovered.	-1.0 to -1.9	21-30	21-30	<75% for 3 months	-0.5 to -0.7	36-45
D1	Moderate Drought	Some damage to crops, pastures; fire risk high; streams, reservoirs, or wells low, some water shortages developing or imminent, voluntary water use restrictions requested	-2.0 to -2.9	11-20	11-20	<70% for 3 months	-0.8 to -1.2	26-35
D2	Severe Drought	Crop or pasture losses likely; fire risk very high; water shortages common; water restrictions imposed	-3.0 to -3.9	6-10	6-10	<65% for 6 months	-1.3 to -1.5	16-25
D3	Extreme Drought	Major crop/pasture losses; extreme fire danger; widespread water shortages or restrictions	-4.0 to -4.9	3-5	3-5	<60% for 6 months	-1.6 to -1.9	6-15
D4	Exceptional Drought	Exceptional and widespread crop/pasture losses; exceptional fire risk; shortages of water in reservoirs, streams, and wells, creating water emergencies	-5.0 or less	0-2	0-2	<65% for 12 months	-2.0 or less	1-5

의 구역으로 구분하게 되고 이 가뭄영향도를 바탕으로 하여 각종 수자원관련 시설의 운영 계획 및 지침을 변경되어 집행되도록 하고 있다.

이밖에도 가뭄에 의한 피해를 최소화하기 위하여 각종 가뭄경감대책을 마련하여 정부기관 및 지방정

부의 수자원관련 기관에 배포하기도 하고 또는 정기적으로 가뭄관련 Workshop 등을 개최하여 관련 공무원의 교육 및 개선방안의 개발 등을 도모하기도 한다.

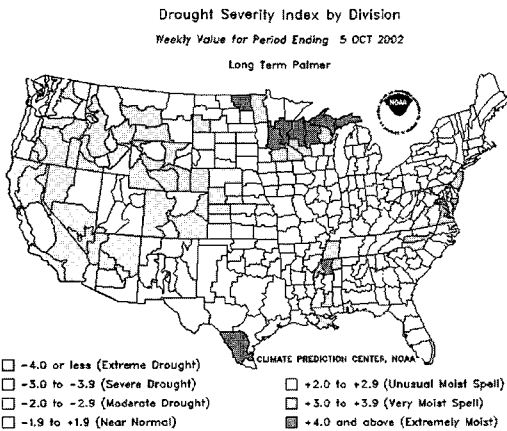


그림 5. 가뭄지수도

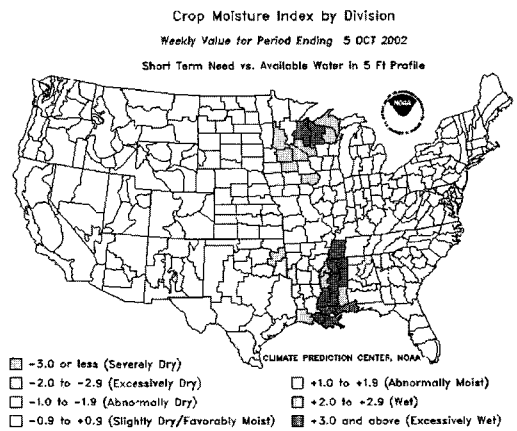


그림 6. 식생함수지수도

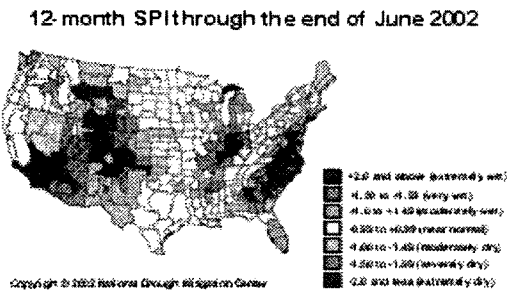


그림 7. 표준강수량지수(SPI)

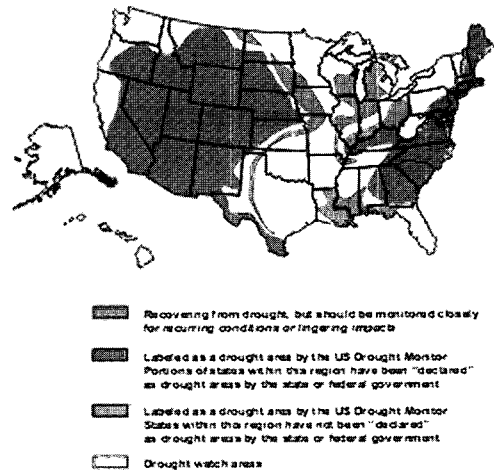


그림 8. 가뭄영향도(Drought Impact)

4. 결론

우리가 직면해 있는 여러 가지 상황을 종합적으로 분석하여 볼 때 가뭄을 야기하는 장기간의 강수량 부족 등과 같은 기상현상은 인간의 힘으로 통제할 수 없지만 가뭄의 예보 및 유역종합 물공급 시스템에 대한 가뭄대비책의 수립 등과 같은 가뭄관리 대비책을 통하여 가뭄으로 인한 피해를 얼마든지 최소화시킬 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 볼 때

언제든지 우리에게 다가올 수 있는 가뭄이라는 재해에 대해서 우리는 얼마만큼 준비하고 있는가를 되돌아 봐야 할 것이다. 특히 미국의 국립가뭄경감센터와 같은 조직의 운영은 가뭄에 의해 재해를 대비하기 위해서 막대한 자금이 소요되는 구조적 사업과는 달리 소규모의 자본이 요구되는 비구조적인 방재시스템이라는 점을 두고 볼 때 우리나라에서도 시급히 가뭄상황을 모니터링하고 가뭄을 예·경보하는 기관 또는 조직이 필요한때라고 생각한다.