

## 기후변화에 따른 국토의 가뭄 취약성과 정책방안

심우배 국가도시방재연구센터장(국토연구원), 한우석 책임연구원(국토연구원)

- 우리나라의 연평균 강수량은 세계평균에 대비해 높다고는 하지만, 여름철에 집중되어 있고 높은 인구밀도와 더불어 미래에 강수량 및 유출량의 계절적 패턴변화가 심화되면서 일부 지역에서 물부족이 심화될 것으로 예상됨
- 현재 우리나라의 가뭄대비 정책상의 주요 문제점은 기후변화에 따른 지역별 가뭄 취약성에 대한 고려 미비, 가뭄정책과 토지이용 간의 연계 미흡, 수자원 이용의 비중이 높은 농업용수의 저효율적 이용, 유역차원의 종합적 수자원계획 부재 등임
- 가뭄 취약성 분석결과, 미래의 가뭄 취약성은 현재와 유사한 지역적 분포패턴을 보이지만, 기후노출 취약지역은 증가할 것으로 전망됨
  - 가뭄에 대한 기후노출의 경우, 현재는 주로 영남권과 전라남도 연안지역 지자체들이 취약한 것으로 분석되나 미래에는 수도권, 충청권, 영남권을 연결하는 경부축으로 확대되면서 현재보다 취약지역이 증가할 것으로 전망

### | 정 | 책 | 적 | 시 | 사 | 점 |

- 1 지역별 기후변화에 따른 가뭄 취약성을 분석하고, 기후노출 - 가뭄 민감도의 두 가지 특성을 반영하여 가뭄 정책방향을 설정하며, 지역별 생활용수, 공·농업용수의 취약성과 연계한 가뭄대책을 마련하는 것이 필요
- 2 도시계획 및 개발 등 공간계획적 접근을 활용하여 도시의 온도를 낮추고, 도시의 보수(保水) 및 유수(遊水)기능을 강화하여 건전한 물 순환체계를 구축할 필요
- 3 농업용수를 지역용수, 생활용수·공업용수로 다목적으로 활용하는 방안과 가상수와 연계하여 가뭄 취약지역의 농업용수로 효율적으로 활용하는 방안 마련이 필요
- 4 유역 종합수자원계획 수립 등 유역차원에서 종합적인 가뭄정책 마련이 필요

# 1. 우리나라의 수자원 현황 및 가뭄대비 정책의 문제점

## ● 우리나라의 수자원 현황과 기후변화에 따른 전망

- 우리나라의 연평균 강수량은 세계 평균에 대비해 높다고는 하지만, 높은 인구밀도로 인해 1인당 연강수량은 매우 낮고, 계절적 편차 또한 커서 실질적 수자원 이용률은 낮은 편임
  - 연평균 강수량은 1,277.4mm(1978~2007년)로 세계 평균(807mm)의 1.6배이지만, 높은 인구밀도로 인해 1인당 연 강수량은 2,629m<sup>3</sup>으로 세계평균인 1만 6,427m<sup>3</sup>의 1/6에 불과(수자원장기종합계획, 2011)
  - 거의 대부분의 강우가 여름철 홍수기에 집중되어 있으며, 이 또한 급경사 산지의 지형적 특성으로 인해 빠르게 바다로 유실됨으로써 수자원 이용은 전체 부족량의 약 26%에 그침
- 미래의 연평균 강수량은 전반적으로 증가할 것으로 전망되지만, 지역적·계절적 패턴이 크게 변하면서 홍수기 이후 저수용량 확보가 어려워 일부 지역에서는 물부족이 예상됨
  - 전반적으로 홍수기인 6~8월의 강수량은 증가하나 갈수기인 9월 이후에는 감소하여, 홍수기 이후 저수용량을 확보하는 데 어려움이 예상됨(한국환경정책·평가연구원, 2009)
  - 연평균 강수량은 한강과 낙동강 권역에서 대체적으로 증가하는 반면, 금강과 섬진·영산강 권역에서는 감소할 것으로 전망됨
  - 기준 수요 시나리오를 기반으로 2020년을 전망한 결과, 과거 최대가뭄 대비 전국적으로 약 4.3억m<sup>3</sup>의 물부족이 예상되며, 주요 물부족 예상지역은 전라남도 연안지역과 경북 내륙지역임(수자원장기종합계획, 2011)

## ● 가뭄대비 정책의 주요 문제점

- 기후변화에 따른 지역별 가뭄 취약성을 고려하지 못함
  - 현재 이루어지고 있는 대부분의 가뭄 취약성 분석은 기후변화 영향을 고려하지 않고 단지 국토의 물리적인 취약성과 시설에 대한 취약성을 중심으로 이루어지고 있음
  - 기후변화에 따른 지자체 단위의 지역별 가뭄 취약성에 대응하는 정책이 발굴되지 않고 지자체 간의 정책 차별성도 부족

### ■ 가뭄정책과 토지이용과의 연계성 미흡

- 가뭄정책을 포함한 수자원 계획과 토지이용 패턴, 토지개발의 정도 등 토지이용정책의 연계성 미흡
- 수원지를 보전하고 도시의 보수(保水) 및 유수(遊水) 기능을 강화하기 위해 녹지 등을 활용한 건전한 물순환 체계를 구축하는 등 토지이용 정책과 결합할 필요

### ■ 수자원 이용량 비중이 높은 농업용수에 대한 대책 미흡

- 전체 수자원 이용량의 47%를 차지하는 농업용수의 경우, 농축산 전용용수로만 인식되고 있어 다목적으로 활용되지 못하고 있음

### ■ 유역차원의 종합적 수자원계획이 부재

- 전국 차원에서 수자원장기종합계획이 수립되고, 전국단위와 각 지자체 단위별 수도정비기본계획이 수립되고 있음
- 전국과 지자체 단위의 중간범위에 해당하는 주요 하천유역에 대한 수자원계획이 없어 지역 간 협력을 통한 가뭄정책 및 상·하류를 포괄하는 종합적인 대책마련에 한계

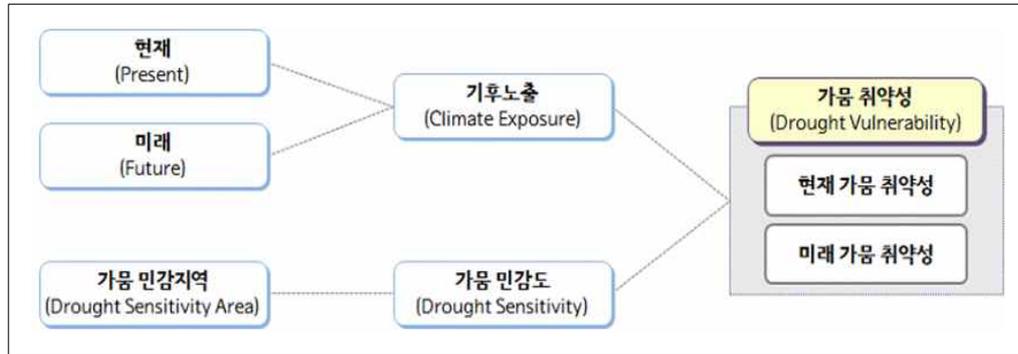
## 2. 기후변화에 따른 국토의 가뭄 취약성 평가

### ● 국토의 가뭄 취약성 평가방법

#### ■ 기후변화에 따른 가뭄 취약성 평가방법

- IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)의 기후변화 취약성 평가방법 개념을 준용하여 기후변화에 따른 국토의 가뭄 취약성 평가를 실시하였음([그림 1] 참조)
- 가뭄 취약성 평가는 전국 232개 지자체를 대상으로 현재와 미래의 기후노출과 현재의 가뭄 민감도를 평가하고, 이를 중첩하여 현재와 미래의 가뭄 취약성을 상대적으로 평가함
- 현재의 기후노출은 기상청 유인관측소의 30년(1981~2010년) 관측자료, 미래의 기후노출은 국가표준 기후변화 A1B 시나리오, 가뭄 민감지역은 지역의 물리적 가뭄 취약성을 반영할 수 있는 민감도 지표를 도출하여 평가함

[그림 1] 기후변화에 따른 가뭄 취약성 평가구조



자료: 심우배 외, 2011. 기후변화 대응 물관리 정책방안 연구 - 국토의 가뭄 취약성 및 정책방안을 중심으로 -. 경기 : 국토연구원.

## ● 국토의 가뭄 취약성 평가지표

### ■ 국토의 가뭄 취약성 평가지표 도출

- 국토의 가뭄 취약성 평가를 위한 평가지표는 크게 기후노출과 가뭄민감도 평가자료로 구성
- 가뭄의 피해특성을 나타내는 가뭄, 기상인자, 국토의 물리적 특성 간 인과관계 검토를 통해 영향지표를 도출하고, 도출된 영향지표에 대해 선행연구 등을 고려하여 1차 평가지표 도출
- 2차지표(최종지표)는 전문가 의견수렴을 통해 1차 평가지표의 적정성, 객관성 등을 보완하고 통계자료의 활용성을 고려하여 도출

[표 1] 기후변화에 따른 가뭄 취약성 평가 최종지표

구분		평가지표	자료 출처
기후 노출 (현재, 미래)	강수량	• 연평균 최대무강수지속일수	기상청 및 국립환경과학원
		• 연평균 가을, 겨울, 봄(10월~4월) 강수량	기상청 및 국립환경과학원
	기온	• 연평균 일최고기온	기상청 및 국립환경과학원
가뭄 민감도	가뭄민감지역	• 광역상수도 미급수지역	통계청(국가통계포털)
		• 토양수분 건조일수	인공위성강우자료 TRMM(NASA)
		• 4대강 미취수원지역	WAMIS

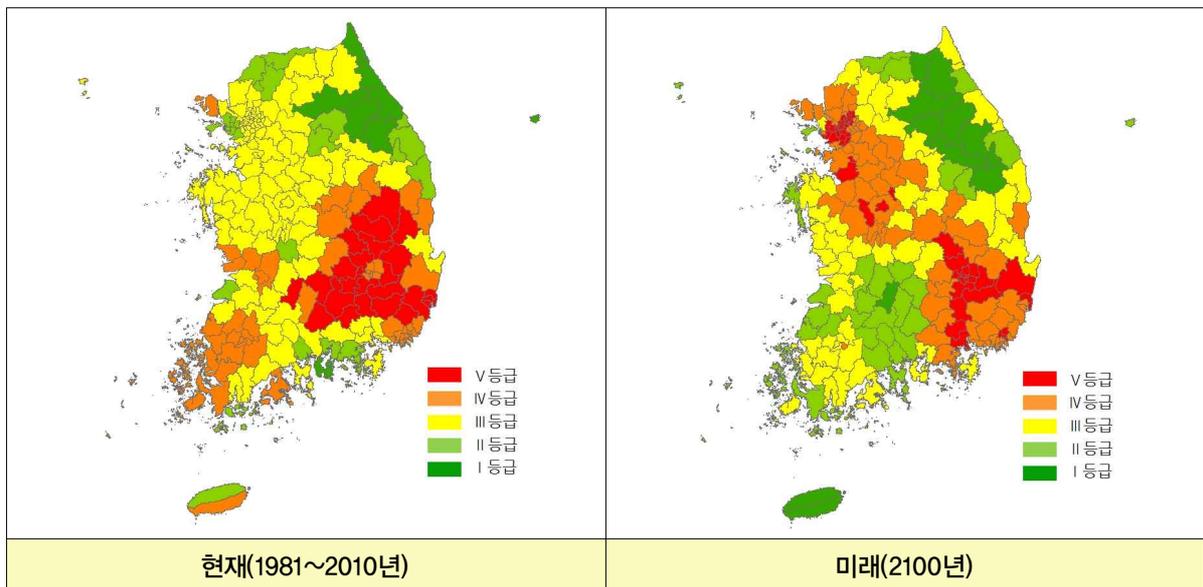
자료: 상계서.

## ● 국토의 가뭄 취약성 평가결과

### ■ 국토의 가뭄 기후노출 평가결과

- 현재는 영남권과 전라남도 연안지역 지자체들이 취약한 것으로 분석됨
- 미래(2100년)에는 수도권, 충청권, 영남권을 연결하는 경부축으로 취약지역이 넓어지는 경향으로 나타났고, 현재보다 취약지역이 약 37% 증가할 것으로 전망됨

[그림 2] 기후변화에 따른 가뭄 기후노출 평가결과

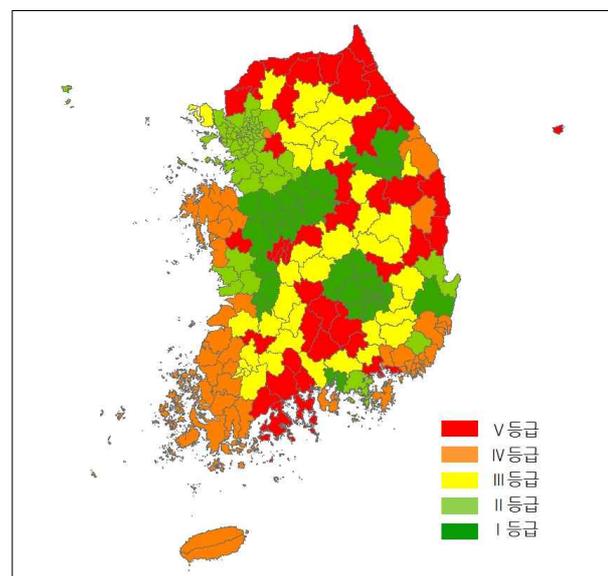


자료: 전게서.

### ■ 국토의 가뭄 민감지역 평가결과

- 전국 232개 지자체 중 가뭄 민감도 취약등급인 IV, V등급으로 분류된 지자체는 98개로 전체의 약 42%를 차지함
- 주로 경기도 북부, 강원도 연안지역, 전라남도 연안지역, 지리산 일대에 위치한 지자체들이 가뭄 민감도 평가결과 취약한 것으로 분석됨

[그림 3] 가뭄 민감도 평가결과

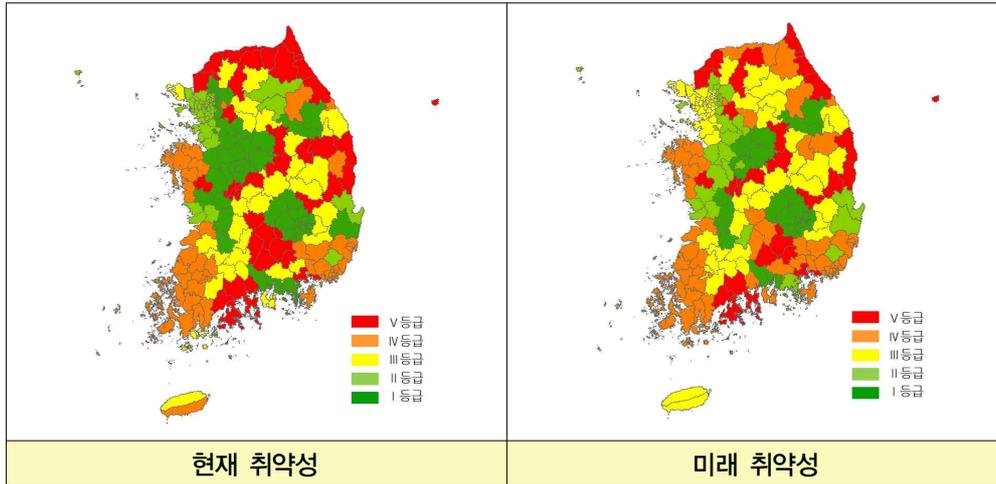


자료: 전게서.

■ 가뭄 취약성 평가결과

- 현재의 가뭄 취약성 평가결과 경기북부, 강원북부 및 해안지역, 경상북도 해안지역, 전라남도 해안지역, 충북 내륙지역 및 지리산 일대가 취약지역인 것으로 분석됨
- 미래의 가뭄 취약성 평가결과도 현재의 가뭄 취약성 평가결과와 유사한 지역적 패턴을 보이지만, 강원도 내륙, 지리산 일대의 취약지역이 다소 개선되는 것으로 분석됨

[그림 4] 기후변화에 따른 가뭄 취약성 평가 결과



자료: 전개서.

### 3. 기후변화에 대비한 국토의 효율적 가뭄 정책방안

● 지역별 가뭄 취약 특성을 고려한 정책추진 방안

■ 기후변화에 따른 지역별 가뭄 취약성을 고려한 정책방향

- 현재 취약성에 대한 기후노출과 민감도를 고려하여 ‘高노출 - 高민감도’형, ‘低노출 - 高민감도’형, ‘高노출 - 低민감도’형, ‘低노출 - 低민감도’형으로 구분
- ‘高노출 - 高민감도’ 형과 ‘低노출 - 高민감도’형 지역은 가뭄 민감도가 높기 때문에 구조물적인 가뭄대응 시스템 구축을 우선적으로 검토할 필요
- ‘高노출 - 低민감도’형 지역은 기존 시스템의 효율성을 개선하고, 공간계획과 연계하여 도시의 온도를 낮추거나 건전한 물순환시스템을 구축하는 노력이 필요
- ‘低노출 - 低민감도’형 지역은 물 수요관리 실천에 주력
- 미래 취약성 평가결과는 대체적인 경향을 분석한 것이므로 가뭄정책 수립 시 미래 여건변화를 전망한 자료로 활용하는 것이 바람직함

■ 지역별 생·공·농업용수 취약성 검토 및 가뭄 취약성을 고려한 가뭄대책

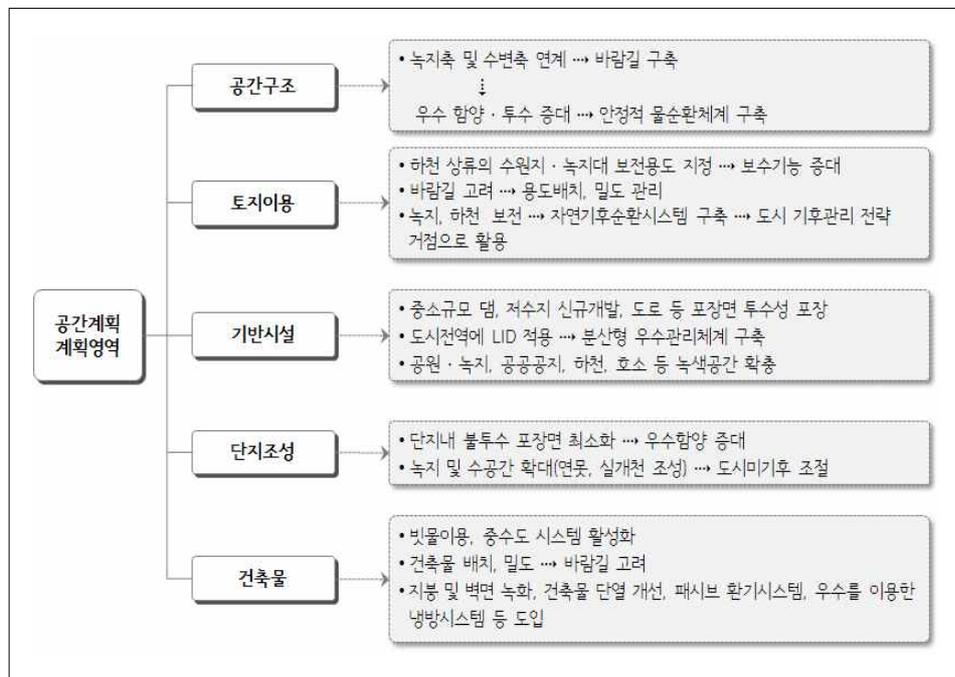
- 지역별 생·공·농업용수 취약성은 상수도 보급률, 제한급수 및 운반급수의 경험, 상습가뭄재해지역 지정 및 해제실적, 산업단지 분포, 수리불완전답 등의 지표로 파악 가능
- 기후변화에 따른 가뭄 취약성을 고려한 정책방향과 연계하면서, 지자체별 생·공·농업용수의 취약성에 따라 다른 지자체와 차별화된 대책 마련이 필요

● 도시계획 및 개발 등 공간계획 접근을 활용한 통합적 가뭄정책 추진

■ 공간계획을 활용한 건전한 물 순환체계 구축

- 공간구조, 토지이용, 기반시설, 단지조성, 건축물 등의 다양한 공간계획영역에서 도시온도를 낮추고, 도시의 보수(保水) 및 유수(遊水) 기능 강화를 추진

[그림 5] 공간계획을 활용한 통합적 가뭄 대응 계획요소 예시



자료: 전계서.

● 농업용수 재정립을 통한 효율적인 수자원 이용정책 추진

■ 새로운 농업용수 개념을 정립하여 다목적 활용을 추진

- 기존의 농축산 전용용수 개념을 지역용수(하천유지, 환경개선) 및 생·공업용수로 확대하여 재정립하고, 필요 시 지역용수, 생활용수, 공업용수 등으로 다목적 활용
- 농업용수는 풍부하나, 생활 및 공업용수가 취약한 지역에 유용성 확대

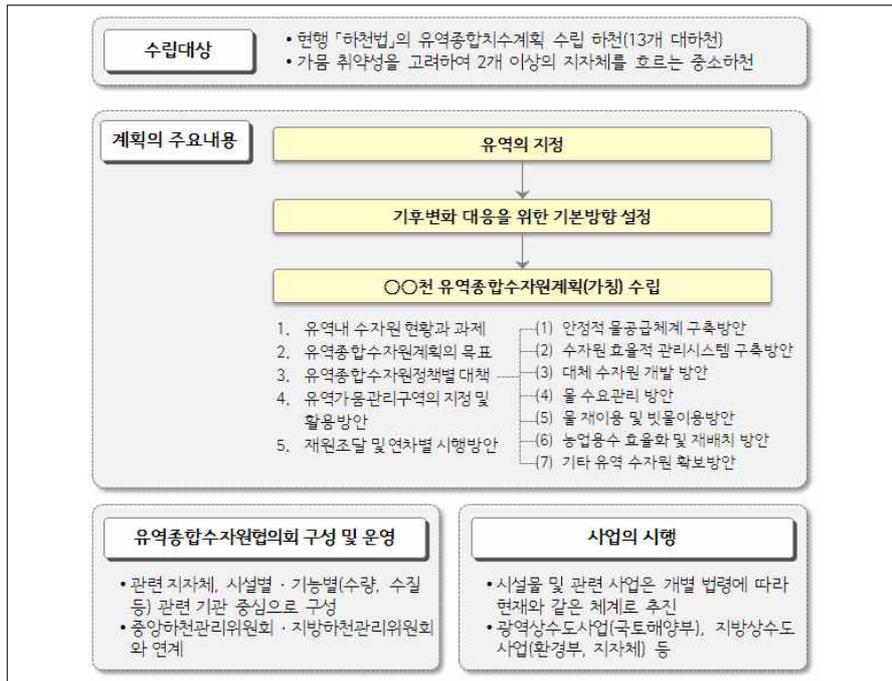
- 개별 생산품을 생산하는 전(全) 과정에서 소비되는 물의 양인 가상수(假想水, Virtual Water)와 연계한 가뭄 취약지역의 농업용수를 효율적으로 활용

- 천수답 등 수리불완전답이 많은 지역, 가뭄 대응 시스템이 미흡한 지역, 수자원이 부족하고 농업용수 개발도 어려운 지역에서는 용수공급량이 많은 쌀 경작 대신에 발작물의 경작, 발작물 중 필요수량이 적은 작물의 경작 등으로 가상수 활용 가능성을 제고

### ● 유역종합수자원계획 수립을 통한 종합적 대응 추진

- 하천유역 상·하류 간 협력과 유역차원의 종합적 관점에서 가뭄 정책 및 대책 마련
  - 전국 단위의 수자원장기종합계획과 지자체 단위의 수도정비기본계획만으로는 기후변화에 따른 가뭄 대응에 한계
  - 경우에 따라서 물이 풍부한 지역으로부터 물수송이 필요하고, 상류의 도시개발은 하류의 안정적 수원확보에 영향을 주기 때문에 하천 유역 내 상·하류 간 협력과 종합적인 관점에서의 가뭄 정책과 대책 마련이 필요

[그림 6] 유역종합수자원계획(가칭) 수립방안



자료: 전제서.

- 국토연구원 심우배 국가도시방재연구센터장(obsim@krihs.re.kr, 031-380-0251)
- 국토연구원 국토환경·수자원연구본부 한우석 책임연구원(wshan@krihs.re.kr, 031-380-0282)