

발간등록번호

11-1543000-001443-01

Research Report

2018



Office

Research



Farming

International



농업가뭄 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(I)

A Study on the Assessment Technology of
Agricultural Drought



농림축산식품부



한국농어촌공사

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농업가뭄 피해의 정량적 평가 기법에 관한 연구(I)” 과제의
1차년도 최종보고서로 제출합니다.

2016년 12월

주관연구기관명 : 농어촌연구원

연구책임자 : 박지성

연구원 : 강석만

김해도

김진환

문성근

이광야

도종원

공동연구기관 : (주)아프로시스

연구책임자 : 김부영

연구원 : 박종률

이동숙

< 요약 >

□ 연구과제명 : 농업가뭄 피해의 정량적 평가 기법에 관한 연구(I)

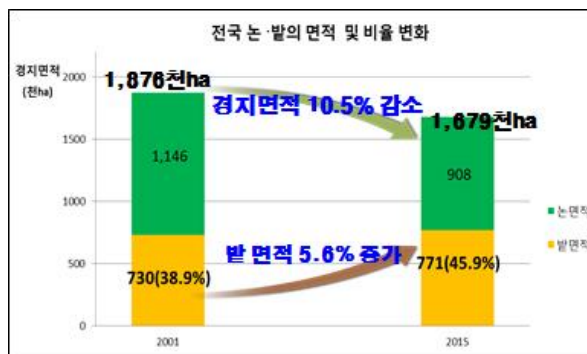
◇ 연구기간 : 2016년 1월 ~ 2017년 12월 (총 2년)

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

1.1.1 배경 및 필요성

- 가뭄에 대한 예측·예방 기법이 여러 연구를 통하여 다양하게 개발되어 왔으나 이를 통합하여 실무에 적용할 수 있는 기술이 미비하고, 기존에 개발된 농업가뭄 분석 및 평가 기술뿐만 아니라 이를 통합하여 지역별 농업가뭄의 위험과 예측 피해를 설명하여 실제 물관리 및 가뭄대책 업무에 반영하는 실용화 방안 요구
- 정량적인 가뭄피해 평가의 기준이나 피해 평가 사례가 없어 항구대책 및 복구비용의 산정 기준 미흡
- 기후변화, 쌀생산량감소, 벼재배면적 감축, 밭 면적 증가 등 농업내·외적인 환경변화를 고려한 피해평가 방안 수립 필요



1.1.2 연구목적

- 과거 농업가뭄 피해를 파악하여 농업가뭄 피해의 정량적 분석 기법을 통해 가뭄에 의한 피해를 저감하고 과학적인 사전대책 마련

1.2 연구 내용 및 방법

1.2.1 연구내용(1차년)

- 농업가뭄 피해 기초자료 분석, 선정 및 자료수집
- 공간정보를 이용한 농업가뭄 피해자료 DB구축
- 가뭄 대응능력 시스템 연계
- 과거 농업가뭄 피해 지역 추정

1.2.2 연구방법

- 농업가뭄 피해 기초자료 분석, 선정 및 자료수집
 - 농업가뭄 피해를 정량적으로 평가하는데 필요한 기초자료 분석 및 선정(2001년 이후 자료)
 - 통계연보, 가뭄백서 등에 수록된 가뭄 관련 자료와 기존 시스템에 구축된 가뭄 관련된 DB 자료 분석
 - 기초자료의 종류

구분	자료종류	자료내용
1	구역구분 자료	행정구역, 용수구역 등 구분자료
2	기상 자료	기상관측소의 강우 등 기상자료
3	저수율 자료	수원공 중 저수지 저수율 관련 자료
4	시설물 자료	저수지, 양수장, 취입보, 관정 등 시설
5	수혜지역 자료	각 수원공별 수혜지역 자료
6	가뭄지역 자료	가뭄이 발생한 지역 자료
7	쌀 생산량 자료	수혜지역의 논농사 생산량 자료
8	밭작물 생산량 자료	밭작물 생산량 자료
...	기타 필요자료	기타 연구에 필요한 자료

- 공간정보를 이용한 농업가뭄 피해자료 DB구축
 - 표준화된 공간정보의 작성과 타 시스템과 자료의 호환이 가능하도록 공간 DB를 구축함
 - 공간정보는 연도별로 분류하여 별도의 주제도로 구축하며 각 연도에는 농업가뭄 피해의 정량적 평가를 지원할 수 있도록 항목별로 주제도를 작성함
 - 주제도 및 연결 자료

구분	주제도	연계자료
1	구역구분 자료	행정구역, 용수구역 등 구분자료
2	기상 자료	기상관측소의 강우 등 기상자료
3	시설물 자료	저수율 자료
4	수해지역 자료	생산량 자료
5	가뭄지역 자료	생산량 자료
...	기타 필요자료	기타 연구에 필요한 자료

- 가뭄지도제작시스템 연계
 - 2015년 농림축산식품부에서 구축된 가뭄지도제작시스템에 과거 가뭄피해 자료 등록
 - 연도별, 지역별로 검색이 가능하도록 하며 가뭄피해의 정량적 평가가 가능할 수 있도록 원하는 정보를 검색할 수 있는 기능 개발
- 과거 농업가뭄 피해 지역 추정
 - 저수율, 밭 토양수분, 내한능력 등의 추계학적 분석에 의한 가뭄상황지역의 공간적 분포도 도출
 - 가뭄공간 DB와의 민감성 분석을 통해 과거 미 파악된 지역의 가뭄상황을 재현하고 가뭄피해 지역 추정

1.3 기대효과

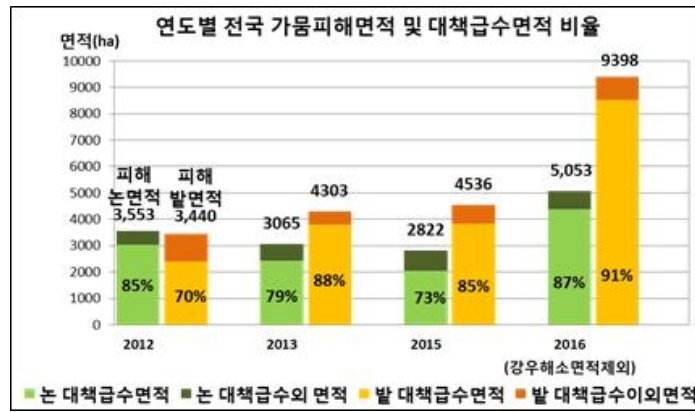
- 농업가뭄의 종합적인 대응체계를 위한 정책자료 활용
- 가뭄피해에 대한 정량적 평가를 통하여 가뭄대책 우선순위 제안 및
향구적인 가뭄대책 수립에 적극 활용 가능

2. 연구결과

2.1 농업가뭇과 대책 현황

2.1.1 가뭇피해현황

- 2000년대에 들어서는 기후변화에 따라 가뭇의 빈도 및 강도가 증가하고 있는 추세
- 특히 2015년도에는 강수량이 평년대비 73%로 절대적으로 강수량이 적었으며 연 강수량이 평년대비 72%로 역대 최저 3위를 기록
- 연도별 가뭇피해 면적



- 2015년 가뭇대책으로 저수지 준설사업, 관정, 양수장, 송수시설 등을 추진하였으며 가뭇대책비로 약 1,200억원의 예산을 투입하였으며 2016년에는 가뭇대책으로 약 400억원의 예산이 투입

2.1.2 대책현황

- 농림축산식품부에서는 2015년 급격한 기후변화로 가뭇발생 빈도 및 강도 증가에 따라 농업·농촌의 효율적인 물 이용을 위한 가뭇대응 종합대책 마련의 필요성이 제기되어 가뭇대응 종합대책(안)을 수립
- 메가 가뭇 발생빈도가 증가함에 따라 농림축산식품부에서는 「재난 및 안전관리 기본법」 및 「국가위기관리 기본지침(대통령훈령 제342호)」을 근거로 「가뭇 재난」에 대한 정보의 위기관리 목표와 방향, 의사 결정체계, 위기경보체계, 부처·기관의 책임과 역할 등을 규정한 정부합동 표준매뉴얼을 바탕으로 농업가뭇 재난에 대한 세부대응

절차와 제반 조치 사항이 수록된 「농업가뭄대응 실무 매뉴얼」을 수립

2.2 국내외 농업가뭄 피해 분석 기법 검토

2.2.1 피해 평가 분석기법의 분류

- 가뭄으로 인한 물부족으로 나타나는 경제적인 파급효과는 직접적인 피해와 간접적인 피해로 분류하여 파악
- 직접적인 피해는 물이 없음으로써 직접적으로 받은 피해로 분류할 수 있으며, 간접적인 피해는 물이 없음으로서 발생하는 파급효과에 의한 피해로 분류

구분		측정	
		시장(유형)	비시장(무형)
형태	직접 피해	- 작물(축산)생산량 감소	- 농촌용수 공급제한으로 인한 농가의 후생감소
	간접 피해	- 농업부문 고용량 감소 - 연관산업 경제적 손실 (식품산업매출감소 등) - 조세수입 감소 - 무역감소	-

2.2.2 직접 및 간접 피해 분석방법

- 농업가뭄의 직접피해 분석방법론으로 시장가격법, 생산함수 접근법, 대체/보수비용 접근법등이 있음
 - 시장가격법 : 가뭄으로 인한 소비자잉여, 생산자잉여의 변화를 분석하여 농업가뭄의 직접 피해액을 측정
 - 생산함수 접근법 : 기업, 산업, 혹은 경제 전체가 생산요소를 결합하여 최대의 생산을 달성할 수 있는 생산계획을 추정
 - 대체/보수 비용 접근법 : 생태계 재화 또는 서비스를 대체하거나 보수하는 데 소요되는 비용으로 추정

- 농업가뭄의 간접피해 분석방법론으로 투입산출분석은 국민경제를 구성하는 여러 산업 간 연관 관계를 산업 간 생산활동을 이용하여 분석
 - 연산가능한 일반균형모델: 정책, 기술, 수출 및 기타 외생적인 요소의 변화에 따른 경제적 효과를 분석
 - 생물물리-농업경제 모델:작물 생물물리 모델과 농업경제 모델을 통합하여 인간의 활동과 천연자원 간의 피드백 효과에 대한 종합적인 분석 가능
 - 수문-경제 결합 모델:수문학적 모델과 경제학적 최적화 모델로 구성되어 있으며, 대안적인 정책 시나리오 하에서 각기 다른 부문의 용수 할당 및 사용을 분석

2.2.3 국내외 사례

- 국내 가뭄피해추정에 대한 대표적인 사례로는 건설교통부(2002)에서 발간한 ‘2001 가뭄기록조사보고서’가 있으며 평가대상은 벼와 채소, 해당 지역의 특작물, 과수 피해자료
- 기존 건설교통부(2002)의 가뭄피해 추정방법론은 농업가뭄으로 인한 농업부문의 직접피해액을 계측할 수 있다는 장점이 있지만, 품목별 피해액을 추정하기 위해서는 품목별 피해면적과 피해율 자료 필요
- 미국 NDMC와 일본 가뭄기록조사서의 사례가 있으며 생산량, 물수지, 필요수량 및 절수율 등의 데이터가 활용

2.3 과거 농업가뭄 피해 DB화 구축

2.3.1 가뭄관련 기초자료 수집

- 가뭄피해 관련 수집자료
 - 가뭄대응백서(농림축산식품부)
 - 농업생산기반정비사업 통계연보(한국농어촌공사)
 - 가뭄피해 및 대책 현황(농림축산식품부)
 - 농업생산량(통계청)

- 농업재해보험 피해신고내역(NH농협손해보험)
- 기상정보 (기상청)

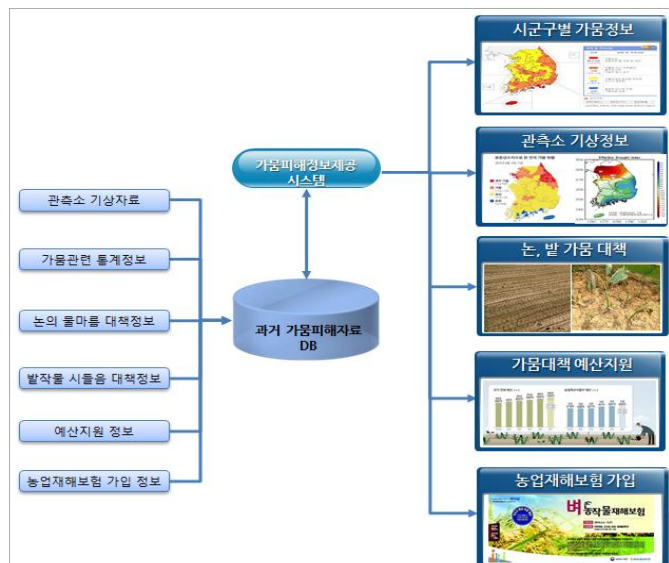
2.3.2 가뭄관련 기초자료 분석

- 가뭄백서 : 2001년 가뭄대응백서(농림축산식품부), 2012년 가뭄백서 (한국농어촌공사) 발간
 - 분석 및 검토 : 매년 발간되는 자료가 아니고 시군별로 분류가 되어 있지 않기 때문에 DB로 구축하기는 어려운 것으로 판단되지만 해당 연도 가뭄상황의 상세한 피해내역과 대책이 기록되어 있으므로 구축된 DB를 검증하고 필요한 조사항목을 선정하는데 활용
- 농업생산기반정비사업 통계연보 : 한국농어촌공사에서 매년 발간하는 통계연보로서 사업성과 기록 정리 및 홍보자료로 활용하기 위해 발간
 - 분석 및 검토 : 가뭄과 관련된 경지면적, 저수지현황, 한발대비용수개발 현황, 수리시설 현황 등이 매년 시·군별로 정리 되어있어 DB로 구축
- 가뭄피해 및 대책 현황 : 농림축산식품부에서는 가뭄피해발생시 가뭄 대책추진상황보고를 일단위 작성
 - 분석 및 검토 : 논 물마름면적, 미이양면적, 밭 시들음면적 등 피해 조사자료와 긴급용수개발현황, 인력 및 장비투입, 가뭄대책비 투입 등 가뭄대책 현황이 시·군단위로 기록되어 있어 DB로 구축
- 농업생산량 : 통계청이 공개하는 작물별 농작물생산량
 - 분석 및 검토 : 미곡의 시·군단위 자료는 충분하지만, 밭작물의 시군구 단위의 자료는 최근 2011~2013년(시군별로 상이)부터 수집되었고 양식도 달라 추가 보정 필요
- 농업재해보험 가뭄 피해신고 내역 : 재해보험가입 농가는 가뭄피해시 보험사에 가뭄피해 신고하고 보험사는 조사 수행
 - 분석 및 검토 : 수집데이터가 정밀하고 신뢰도가 높아 피해평가에 효과적이므로 DB에 포함. 우리나라 농업재해보험 도입이 2001년부터 시작되었으며 비의 경우 2009년부터 적용되었기 때문에 (2014년 기준 16.1% 가입) 바로 피해평가에 적용하기는 어려움

- 기상자료: 기상청에서 수집하고 필요 기관과 공유
 - 분석 및 검토: 강우량, 수량 평년 대비 자료(PN), 파머가뭄지수(PDSI) 그리고 표준강수지수(SPI)를 DB항목으로 구축
- 한국농어촌공사의 유지관리비, 시·군 지자체에서 조기 투입하는 예산 등을 추가 조사하고 필요한 항목을 검토하여 향후 DB에 추가 계획

2.3.3 가뭄관련 DB 구축 및 시스템 연계

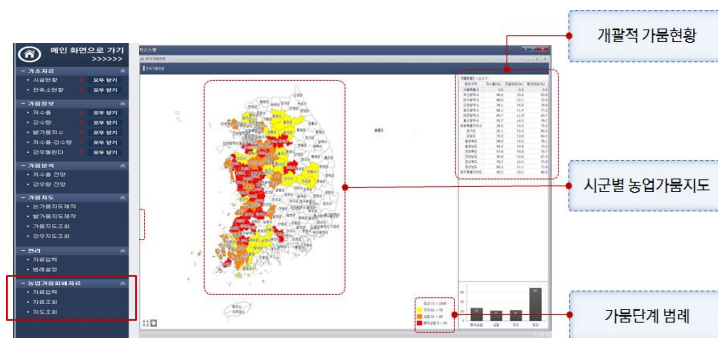
- 농업가뭄 피해자료 DB 구축 절차는 원시자료를 수집 및 분석하는 단계, 입력하는 단계, 입력된 도형 및 속성데이터를 공간정보로 적정하게 변환되었는지를 확인하는 구조화 단계, 공간정보를 이용한 데이터베이스의 구축을 데이터베이스 설계서와 동일하게 업로드하는 로딩 단계로 이루어짐
- 가뭄피해자료 DB 개념도



- 가뭄 피해자료는 연도별, 전국, 시도 단위, 시군구 단위 등으로 조회 가능

구 분	항 목
자료의 검색 및 조회 단위	연도별, 행정구역명, 시도, 시군구,
기상자료	관측소코드, 행정구역별 관할 관측소, 강수평년비, 파머가뭄지수, 표준강수지수
통계정보	수리답정보, 한발빈도별 면적, 관정정보
통계청 농작물	경지면적, 논면적, 밭면적, 농작물별 면적, 수확량
논 물 마름 피해상황	재배면적, 물마름면적, 면적비율, 대책급수 면적, 대책급수 면적 비율
밭작물 시들은 피해상황	정식파종 면적, 밭 시들음 면적, 면적 비율, 대책급수 면적, 대책급수 비율
예산지원 계획 및 실적	국비(국고), 국비(교부세), 지방비(도비), 지방비(시군비), 지방비(기타)
농업재해보험 가입 상황	가입면적, 가입자수, 표준수확량, 평년수확량, 조사수확량, 피해율, 피해액

- 농업가뭄 피해자료 DB를 농업가뭄지도제작시스템에 연계해 정보를 제공하는 방식으로 구축하여 자료를 통합 관리 및 사용자가 편리하게 사용하도록 함
- 농업가뭄지도제작시스템은 농림축산식품부와 한국농어촌공사가 가뭄 분석 및 예·경보를 위해 구축한 시스템

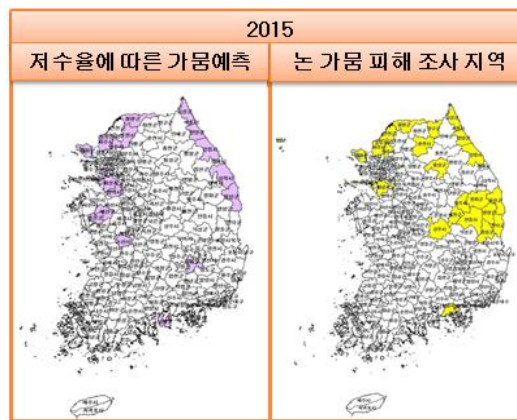


<가뭄피해 DB 조회 화면>

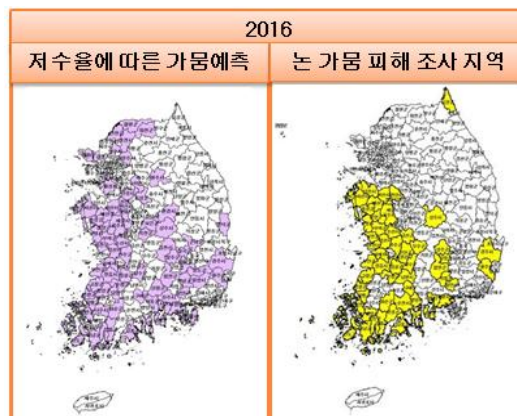
- 궁극적으로 농업가뭄 피해 자료의 전산화된 DB 구축은 향후 정량적 평가의 기초자료로 활용될 것이며 이는 농업가뭄 피해 자료 기반의 정량적 평가를 통하여 적절한 가뭄대책을 수립하는데 있어 필수적

2.4 과거 농업가뭄 피해지역 추정

- 2015년도 저수율을 통한 농업가뭄피해지역의 추정결과 가뭄예측시군 18개, 실제 피해조사지역 24개였으며 9개(50%)의 시군이 피해조사지역과 중첩되었음



- 2016년도 저수율을 통한 농업가뭄피해지역의 추정결과 가뭄예측시군 73개, 실제 피해조사지역 57개였으며 57개(52%)의 시군이 피해조사지역과 중첩되었음



- 실제 피해조사지역과 저수율에 따른 가뭄피해예측지역의 차이발생이 커진 원인은 현장과의 피드백을 제외한 상황에서 분석되었기 때문이며 참고적으로 가뭄지원단에서 국민안전처에 예측 자료 전송 시 현장과의 피드백을 통해 80%이상의 예측결과를 제시하고 있음

3. 결론

- 농업가뭄에 대해 효과적인 사전대비 및 항구대책이 미흡하다는 지적이 있는데 이는 정량적이고 체계적으로 정립되어 있지 않은 이유가 크다.
- 정량적 평가를 위하여 농업가뭄관련 자료를 수집하고 분석을 실시하였다. 수집 자료는 가뭄대응백서, 농업기반정비사업통계연보, 농업생산량통계, 가뭄대책현황 및 보고자료, 농업재해보험 피해신고 내역, 기상자료 등이며 여기서 피해지역, 지원실적, 한발빈도별 수리답면적, 작물별 경지면적 및 생산량, 가뭄피해신고지역, 가뭄지수 등을 분석 및 DB화 하였다.
- 이렇게 DB화된 자료는 현재 국민안전처에 제공하는 가뭄지도를 작성하기 위해 개발된 가뭄지도제작시스템과 연계시켜 검색, GIS표출, 자료업데이트 등 사용자 이용이 편리하도록 구축하였다.
- 저수율이 평년대비 50%, 70%인 지역을 기준으로 가뭄피해지역을 예측하였고 50%이상 피해조사지역과 중첩되었다. 저수율과 더불어 강우량도 분석한 결과 피해조사가 이루어지지 않은 지역도 실제 피해가 발생했을 가능성이 높았다. 따라서 정량적 평가기법에서 가뭄피해 지역 판별시 저수율, 기상자료, 경지이용자료, 토양함수비 등이 활용되어야 한다.
- 1차년에 구축한 농업가뭄 DB 분석 결과를 바탕으로 차년도에는 우리나라 실정에 맞는 농업가뭄 정량적 피해평가 기법을 제안하고 과거 농업가뭄 피해평가 결과를 제시할 것이다.

Summary

1. Title :

Study on quantitative assessment method of agricultural drought damage (|)

2. Research Period : January, 2016 ~ December, 2017

3. Background & purpose of study

3.1 Background and Necessity

- Drought prediction · Prevention methods have been developed through several studies, but the technologies that can be integrated and applied to practice are incomplete
- Despite input of drought countermeasure expenses, insufficiency of effective prevention and permanent countermeasures
 - More than 100 billion won each year, including 104.6 billion won in 2012
 - Stopgap measure of drought such as recruitment of persons, water pump, dredging, and tube well
- Standards for calculation of permanent measures and restoration costs are insufficient because of no standards for assessment of drought damage
- Changes of conditions in outside agriculture : Climate change (Increasing occurrence of drought due to extreme weather)
- Changes of conditions in inside agriculture : Changes in farming conditions
 - Production volume of rice tends to increase year by year
 - Reduce cultivation area of rice to stabilize supply and demand of rice

3.2 Research purpose

- By understanding the damage of past agricultural drought and using the quantitative analysis method, to reduce the damage and to make scientific advance measures

4. Research content and method

4.1 Research content (1st year)

- Analysis, selection and collection of basic data on agricultural drought damage
- Construction of agricultural drought damage data DB using spatial information
- To Link to Drought Response Ability System
- Estimation of past agricultural drought damaged areas

4.2 Research method

- Analysis, selection and data collection of basic data on agricultural drought damage
 - Analysis and selection of necessary basic materials for quantitatively assessment agricultural drought damage
 - DB analysis on drought related data such as statistical annual reports, drought response reports, data in existing drought system
- Construction of agricultural drought damage DB using spacial information
 - Constructed to be able to express drought information on GIS by city & county unit
- To Link to Drought Response Ability System
 - To install DB in the system developed for forecasting droughts by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

- Estimation of past agricultural drought damaged areas
 - Estimation of drought disaster area by reproducing the drought situation of past unidentified areas by sensitivity analysis with drought spatial DB

4.3 Expected effect

- Utilize policy documents for agricultural drought comprehensive response system
- Proposal of priorities of drought countermeasures and establishment of permanent countermeasures by quantitative assessment of drought damage

5. research result

- Drought can be divided into meteorological, hydrological, agricultural, and socioeconomic. The first three approaches deal with ways to measure drought as a physical phenomenon. The last deals with drought in terms of supply and demand, tracking the effects of water shortfall as it ripples through socioeconomic systems.
- Agricultural drought links various characteristics of meteorological (or hydrological) drought to agricultural impacts, focusing on precipitation shortages, differences between actual and potential evapotranspiration, soil water deficits, reduced ground water or reservoir levels, and so forth.
- The shortage of agricultural water in rice cultivation centered agriculture such as South Korea is facing a serious condition and is particularly vulnerable to drought, especially due to irrigation in spring (March to June).
- Drought occurred a total of 35 droughts occurred from 1900 to the 1990s in South Korea

- Since the beginning of the 2000s, the frequency and intensity of droughts tends to increase in response to climate change
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs formulated the "Agricultural Drought Response Practice Manual" in January 2016
- The economic ripple effect displayed on the water shortage caused by drought can be understood by classifying it as direct damage and indirect damage.
- To analyze the data collected from agencies regarding agriculture and meteorology and to survey to find what elements can be converted to DB for quantitative assessment
 - Drought Response Reports(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs)
 - Agricultural Infrastructure Statistical Annual Report (Korea Rural Community Corporation)
 - Current situation of drought damage and countermeasures (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs)
 - Agricultural output (Statistics Korea)
 - Breakdown of damage declaration of agricultural disaster insurance (NH agricultural cooperative damage insurance)
 - Drought index (Korea Meteorological Administration)
- Development of the system considering providing agricultural drought damage data in collaboration with Agricultural Drought Map Creation System
- In order to quantitative damage assessment, the areas that are not included in the damage survey area due to implementation of pre-measures, it is necessary to distinguish them in the afflicted areas. So It is planned to reflect the research results in next year's research to include precipitation, the usage of farmland, the soil moisture ratio and etc.

< 목 차 >

제1장 서론	1
제1절 연구배경 및 목적	1
제2절 연구 내용	2
제3절 연구방법	2
제4절 기대효과 및 실용화방안	5
제2장 농업가뭄과 대책 현황	7
제1절 농업가뭄의 정의와 특징	7
1. 가뭄의 정의	7
2. 우리나라 가뭄의 특징	11
3. 가뭄의 정량화	14
제2절 우리나라 가뭄 피해상황	23
1. 가뭄피해 개황	23
제3절 농업가뭄 대책 현황	64
1. 농업가뭄 대책 관련 규정	64
2. 농업가뭄 재난 대책 방향	69
3. 「농업·농촌 부문」가뭄대응 종합대책	77
제3장 국내외 농업가뭄 피해 분석 기법 검토	99
제1절 농업가뭄 피해 분류 및 분석방법론	99
1. 농업가뭄 피해의 분류	99
2. 농업가뭄 분석 방법론	100
3. 농업가뭄의 비시장가치 평가 방법론	107

제2절 농업가뭄 피해액 산정 방법	110
1. 국내 가뭄피해 분석 사례	110
2. 국외 가뭄피해 분석 사례	111
제4장 과거 농업가뭄 피해 DB화 구축	115
제1절 농업가뭄 피해 기초자료 수집 및 분석	115
1. 가뭄대응백서(가뭄백서)	116
2. 농업생산기반 정비사업 통계연보	117
3. 가뭄피해 및 대책현황(농림축산식품부)	127
4. 농작물생산량 통계(통계청)	139
5. 농업재해보험 가뭄피해 신고내역(NH농협손해보험)	142
제2절 농업가뭄 피해 DB 구축	147
1. 농업가뭄 피해자료 조회 및 관리를 위한 분석	147
2. 농업가뭄 피해 DB 설계 및 구축	154
제3절 가뭄대응능력시스템 연계	164
1. 농업가뭄지도제작시스템 소개	164
2. 농업가뭄지도제작시스템 연계	169
3. 농업가뭄 피해자료 조회 시스템 주요기능	172
제5장 과거 농업가뭄 피해 지역 추정	177
제1절 2015년 농업가뭄 피해 지역	177
1. 논 가뭄피해 지역(2015년)	177
2. 밭 가뭄피해 지역 분석(2015년)	178
3. 논과 밭을 포함한 가뭄피해 지역(2015년)	179

제2절 2015년 가뭄 정보 분석	181
1. 강수량(2015.06.02.~2015.06.28.) 분석	181
2. 저수율(2015.06.02.~2015.06.28.) 분석	189
제3절 2016년 농업가뭄 피해 지역	196
1. 논 가뭄피해 지역(2016년) 분석	196
2. 밭 가뭄피해 지역(2016년) 분석	198
3. 논과 밭을 포함한 가뭄피해 지역(2016년)	201
제4절 2016년 가뭄 정보 분석	204
1. 강수량 분석(2016.08.24.~2016.09.19.)	204
2. 저수율 분석 (2016.8.24.~2016.9.19.)	212
제6장 결론	219
1. 농업가뭄과 대책	219
2. 국내외 농업가뭄 피해 분석 기법 검토	219
3. 과거 농업가뭄 피해 DB화 구축	220
4. 과거 농업가뭄 피해지역 추정	221
5. 기대효과	221
<input type="checkbox"/> 참고문헌	223
<input type="checkbox"/> 부록-농업가뭄피해 DB 활용 매뉴얼	227

< 표 차례 >

(표 1-1) 농업가뭄관련 기초자료 목록	3
(표 1-2) DB연계를 위한 주제도 및 연계자료	4
(표 2-1) 가뭄의 정의(2012 가뭄백서, 농림축산식품부)	11
(표 2-2) 계절별 강수량 추이(기상청 기상연보)	12
(표 2-3) 각종 가뭄지수에 따른 가용자료 및 장단점	15
(표 2-4) 평균치 비율에 따른 가뭄정도	16
(표 2-5) PDSI에 따른 가뭄단계	17
(표 2-6) SPI에 따른 가뭄단계	18
(표 2-7) 평균치 비율에 따른 가뭄정도	20
(표 2-8) EDI에 의한 가뭄의 분류	20
(표 2-9) 가뭄상황 단계별 판단기준 및 대처내용(농림수산식품부)	21
(표 2-10) 가뭄 예·경보 판단기준(국민안전처)	22
(표 2-11) 지난 100년간의 가뭄과 농업재해 발생년도(1900~2000년)	24
(표 2-12) 연대별 가뭄발생현황과 대책	26
(표 2-21) 6.17(일) 농식품부 가뭄대책 추진현황	42
(표 2-22) 제한급수, 비상급수 등 한해대책 현황	45
(표 2-23) 시·도별 가뭄대책비 지원내역	45
(표 2-24) 시도별 금년 강수량(1.1~8.30)	47
(표 2-25) 7월 이후 강수량	47
(표 2-26) 시도별 저수율(1.1~8.30)	48
(표 2-27) 강우 부족지역 저수율 현황	48
(표 2-28) 논의 물 마름 면적	49
(표 2-29) 밭작물의 시들음 면적	50
(표 2-30) 긴급 용수개발	51
(표 2-31) 인력 및 장비 지원현황	52
(표 2-32) 예산지원 현황	52

(표 2-33) 2014년 가뭄대책지원비	55
(표 2-34) 2014년12월~2015년2월 강수량 현황	56
(표 2-35) 2015년3월~5월 강수량 현황	56
(표 2-36) 전국 저수율 현황	57
(표 2-37) 6.27(일) 농식품부 가뭄대책 추진현황	58
(표 2-38) 저수지 준설사업 현황(2016.01.06.기준)	60
(표 2-39) 가뭄지역 용수원개발 현황(2016.12.30기준)	61
(표 2-40) 2015년 시도별 가뭄지원 예산(2016.12.30.기준 예비비포함)	62
(표 2-41) 자연재해대책법에서의 가뭄재난	65
(표 2-42) 자연재해대책법 시행령에서의 가뭄재난	66
(표 2-43) 농어업재해대책법에서의 가뭄재난	68
(표 2-44) 농업가뭄 위기경보 수준	71
(표 2-45) 상시·관심 단계 기관별 주요 임무	73
(표 2-46) 위기·경계·심각단계 기관별 주요 임무	74
(표 3-1) 농업가뭄 피해의 분류	100
(표 3-2) SWAP 모형과 IMPLAN 모형 간 상호작용	106
(표 4-1) 2001 가뭄대응백서 및 2012 가뭄백서 목차	116
(표 4-2) 경지면적 변화 표	121
(표 4-3) 수리답면적 및 한밭빈도별 관개면적	122
(표 4-4) 받기반정비사업을 통해 준공된 관정수 및 관개면적	126
(표 4-5) 2012~2016년간 시·군별 가뭄피해 누적 면적(2014년 제외)	129
(표 4-6) 2014년 불안전수리답면적 상위 20위 시·군의 2012년~2016년 가뭄피해누적면적 ...	134
(표 4-7) 2014년 수리답을 상위 20위 시·군의 2012년~2016년 가뭄피해누적면적 ...	135
(표 4-8) 전국 가뭄지원예산(2001~2016)	136
(표 4-9) 연도별 전국 백미 경지면적 및 생산량(밭벼포함)(통계청)	140
(표 4-10) 벼 농업재해보험 가입면적	145
(표 4-11) 농업가뭄 피해자료 관리를 위한 Entity 추출	155
(표 4-12) 농업가뭄 피해자료 테이블 리스트	157

(표 4-13) 기상청 제공 강수평년비 정보관리 테이블 명세서	161
(표 4-14) 농업기반정비사업통계연보 정보관리 테이블 명세서	163
(표 5-1) 2015년 논 가뭄피해 면적 및 지역도	177
(표 5-2) 2015년 밭 가뭄 피해면적 및 피해지역도	178
(표 5-3) 피해면적 중 시도별 비율	179
(표 5-4) 2015 논과 밭 피해 중첩지역	179
(표 5-5) 2015년 통합(논+밭)가뭄피해 면적 및 피해지역도	180
(표 5-6) 2015년 월별 및 누적 강수량	181
(표 5-7) 강우 지도(2015. 6.27 기준)	182
(표 5-8) 시도별 누적 강수량(2015. 6.27 기준)	183
(표 5-9) 시도별 무강우 일수(2016.06.27. 기준)	183
(표 5-10) 2015년 평년대비 일별 강수량 분석	184
(표 5-11) 2015년 인천광역시 월별강수량 및 누적강수량	185
(표 5-12) 2015년 인천광역시 평년대비 일별 강수량 분석	186
(표 5-13) 2015년 강원도 월별강수량 및 누적강수량	187
(표 5-14) 평년대비 일별 강수량 분석	188
(표 5-15) 평년대비 2015년 전국 평균 저수율(06.02~06.28)	190
(표 5-16) 인천광역시 평년대비 2015년 저수율(06.02~06.28)	192
(표 5-17) 강원도 평년대비 2015년 저수율(06.02~06.28)	194
(표 5-18) 2015년 평년대비 50%미만 저수율 시·군	195
(표 5-19) 2016년 지역별 논 가뭄 피해면적 비율	196
(표 5-20) 2016년도 논 가뭄 피해면적 및 피해지역도	197
(표 5-21) 2016년 지역별 밭 가뭄 피해면적 및 비율	198
(표 5-22) 2016년도 밭 가뭄피해 면적 및 피해지역도	199
(표 5-23) 2016년 지역별 가뭄피해 면적 및 비율	201
(표 5-24) 2016년 논과 밭 피해 중첩지역	202
(표 5-25) 2016년 통합(논+밭)가뭄피해 면적 및 피해지역도	203
(표 5-26) 2016년 월별 및 누적강수량	204

(표 5-27) 강우 지도(2016. 9. 7 기준)	205
(표 5-28) 시도별 누적 강수량(2016.09.07. 기준)	206
(표 5-29) 시도별 무강우 일수(2016. 9. 7 기준)	206
(표 5-30) 2016년 평년대비 일별 강수량 분석	207
(표 5-31) 2016년 전라남도 일별 및 누적 강수량	208
(표 5-32) 2016년 전라남도 평년대비 일별 강수량 분석	209
(표 5-33) 2016년 제주특별자치도 월별 및 누적 강수량	210
(표 5-34) 2016년 제주특별자치도 평년대비 일별 강수량 분석	211
(표 5-35) 2016년 평년대비 일별 저수율	213
(표 5-36) 2016년 전라남도 평년대비 일별 저수율	215
(표 5-37) 2016년 전라남도 평년대비 일별 저수율	217
(표 5-38) 2016년 평년대비 50%미만 저수율 시·군	218

<그림 차례>

<그림 2-1> 가뭄의 특징 및 진행과정	9
<그림 2-2> 계절별 강수량 추이(기상연보, 기상청)	13
<그림 2-3> 수자원 이용 현황	14
<그림 2-4> 파머가뭄심도지수 산출과정(종합가뭄정보시스템, 기상청)	17
<그림 2-5> 표준화강수지수 산출과정(기상청)	18
<그림 2-6> 2000년 강수량 그래프(파랑-평년, 빨강-2000, 초록-1999)	27
<그림 2-7> 2001년 강수량 그래프(파랑-평년, 빨강-2001, 초록-2000)	28
<그림 2-8> 2000년 저수율 그래프(파랑-평년, 빨강-2000, 초록-1999)	28
<그림 2-9> 2001년 저수율 그래프(파랑-평년, 빨강-2001, 초록-2000)	29
<그림 2-10> 가뭄으로 말라버린 저수지(충남 서산 강수저수지)	31
<그림 2-11> 가뭄으로 말라버린 용수간선(경기도 강화 월곶)	31
<그림 2-12> 2001년도 가뭄복구 현장	34
<그림 2-13> 2008년 강수량 그래프(파랑-평년, 빨강-2008, 초록-2007)	35
<그림 2-14> 2009년 강수량 그래프(파랑-평년, 빨강-2009, 초록-2008)	35
<그림 2-15> 2008년 저수율 그래프(파랑-평년, 빨강-2008, 초록-2007)	36
<그림 2-16> 2009년 저수율 그래프(파랑-평년, 빨강-2009, 초록-2008)	36
<그림 2-17> 2008년 10월 농업용 저수지 저수율 현황(박기욱, 농어촌연구원) ..	39
<그림 2-18> 2008~2009년 가뭄대책 현장	39
<그림 2-19> 전국 강수량 분포현황	40
<그림 2-20> 전국저수율 그래프	41
<그림 2-21> 2012년 가뭄 대전방동 저수지 사진	43
<그림 2-22> 충남 태안군 소원면(2012.06.11.기사, JTBC)	43
<그림 2-23> 가뭄대책 상황	46
<그림 2-24> 2013년 강수량 그래프(파랑-평년, 빨강-2013, 초록-2012)	47
<그림 2-25> 2013년 저수율 그래프(파랑-평년, 빨강-2013, 초록-2012)	49
<그림 2-26> 2014년 강수량 그래프(파랑-평년, 빨강-2014, 초록-2013)	53
<그림 2-27> 2014년 누적 강수량 그래프(파랑-평년, 빨강-2014, 초록-2013) ..	53
<그림 2-28> 2014년 저수율 그래프(파랑-평년, 빨강-2014, 초록-2013)	54

<그림 2-29> 2015년 강수량 그래프(과량-평년, 빨강-2015, 초록-2014)	57
<그림 2-30> 2015년 저수율 그래프(과량-평년, 빨강-2015, 초록-2014)	58
<그림 2-31> 인천광역시 강화도 교동면 가뭄피해(2015.06.24. 기사, 연합뉴스)	59
<그림 2-32> 가뭄대책 상황	63
<그림 2-33> 농림축산식품부 농업가뭄대응 프로세스	69
<그림 2-34> 한국농어촌공사 농업가뭄대응 프로세스	70
<그림 2-35> 위기관리 종합체계도	72
<그림 2-36> 위기관리 종합체계도	75
<그림 2-37> 저수지 준설 현장(익산 금마저수지,2012)	75
<그림 2-38> 지하수개발 현장(서산시,2012)	76
<그림 2-39> 대체용수 개발 및 간이양수장 설치(구미시, 2016)	76
<그림 3-1> 가뭄피해의 개요	111
<그림 3-2> 농업용수 가뭄피해액 산정	112
<그림 4-1> 전국 8도 및 제주도 경지면적 변화(2001~2015)	119
<그림 4-2> 2001년 대비 2015년 경지 감소면적 및 감소율	120
<그림 4-3> 2001~2015 전국 논·밭 면적 및 비율 변화	121
<그림 4-4> 수리답면적 비율 및 한밭 10년빈도 비율(2001~2014)	123
<그림 4-5> 수리시설별 수리답 면적 구성비(2014년)	123
<그림 4-6> 연도별 전국 수리시설 개소수	124
<그림 4-7> 전국 관정관개 수리답면적 및 관정수 변화(2001~2014)	125
<그림 4-8> 발기반정비사업 누적 관정수 및 누적 관개면적(2001~2014)	126
<그림 4-9> 연도별 전국 가뭄피해면적 및 대책급수면적 비율	128
<그림 4-10> 전국 가뭄피해면적 중 논과 밭의 비율	129
<그림 4-11> 연도별 가뭄지원 예산 및 가뭄피해면적 차트	137
<그림 4-12> 2015년 시도별 피해면적 및 지원예산(예비비포함)	138
<그림 4-13> 2016년 시도별 피해면적 및 지원예산	138
<그림 4-14> 전국 백미 생산량 및 경지면적 변화(2001~2014)(통계청)	140
<그림 4-15> 가뭄피해발생 연도의 단위면적당 생산량 변화	141
<그림 4-16> 연도별 농작물 재해보험 운영현황(2001~2014)	143
<그림 4-17> 농작물 재해보험 가입현황(2001~2014)	144
<그림 4-18> 2014년도 시도별 가입현황	144

<그림 4-19> 농업재해보험 가뭄피해신고 면적(농협손보)	145
<그림 4-20> 과거 가뭄피해자료 조회시스템의 구성도	147
<그림 4-21> 시군구 행정단위 별 가뭄 피해자료 조회 구성	148
<그림 4-22> 기상청 관할 기상관측소 현황	149
<그림 4-23> 가뭄관련 기상자료의 구성	150
<그림 4-24> 가뭄관련 통계연보 자료의 구성	150
<그림 4-25> 통계청 농작물정보 자료의 구성	151
<그림 4-26> 논 물마름 가뭄 피해상황 자료의 구성	152
<그림 4-27> 밭 시들음 가뭄 피해상황 자료의 구성	153
<그림 4-28> 가뭄 피해저감 예산지원 자료의 구성	153
<그림 4-29> 농업재해보험(미곡) 자료의 구성	154
<그림 4-30> 농업가뭄 피해자료 조회시스템 중 논리적 ERD	158
<그림 4-31> 농업가뭄 피해자료 조회시스템 중 물리적 ERD	159
<그림 4-31> 농업가뭄 피해자료 조회시스템 중 물리적 ERD	160
<그림 4-33> 농업가뭄지도제작시스템과 연계된 물리적 ERD	160
<그림 4-34> 농업가뭄제작시스템과 부처간 연계 구성도	166
<그림 4-35> 농업가뭄제작시스템의 목표시스템 구성도	168
<그림 4-36> 농업가뭄제작시스템의 가뭄예측 알고리즘	168
<그림 4-37> 논, 밭 가뭄지도 제작 기능	169
<그림 4-38> 농업가뭄지도제작시스템 연계 구성도	171
<그림 4-39> 농업가뭄지도제작시스템과 연계된 가뭄피해자료 조회기능 구성도 ...	172
<그림 4-40> 농업가뭄 피해자료 입력 화면	173
<그림 4-41> 농업가뭄 피해자료 조회 기능	175
<그림 5-1> 2015.06.02.~ 06.28 전국 평균 저수율	189
<그림 5-2> 2015년 인천광역시 일별 저수율	191
<그림 5-3> 2015년 강원도 일별 저수율	193
<그림 5-4> 2016.08.24. ~ 09.19. 전국 저수율	212
<그림 5-5> 2016.08.24. ~ 09.19. 전라남도 저수율	214
<그림 5-6> 2016.08.24. ~ 09.19. 제주특별자치도 저수율	216

제1장 서론

제1절 연구배경 및 목적

최근 들어 빈번하게 발생하는 이상기후 현상에 의해 홍수 및 가뭄 등 자연재해가 빈번하게 발생하고 있다. 여러 가지 자연재해 중 가뭄은 그 특성상 홍수 등 기타 자연재해와는 달리 진행속도가 느리고 시·공간적으로 정확하게 판단하기 쉽지 않다. 기후변화에 의한 가뭄과 함께 산업화와 도시화에 따른 물 수요도 급증하고 있어 사용가능한 물의 양은 점점 줄어드는 심각한 상황을 맞고 있다.

특히, 농업부분에서의 가뭄피해는 항상 발생하여 왔으며 농업용수의 부족으로 인한 문제는 생산량 감소 및 물분쟁의 원인이 되고 있다.

근래 들어 쌀 수급 안정을 위해 벼 재배면적을 감축하는 영농 변화가 있으며 벼보다 수익성이 나은 밭작물의 생산 비중이 꾸준히 증대하고 있어 최근 가뭄에 밭작물 시들음 현상도 많이 발생하고 있는 추세이다.

이러한 농업가뭄이 자주 발생하는 원인 중에 하나로 매년 가뭄대책비가 투입됨에도 불구하고 효과적인 사전대비 및 항구대책이 미흡하다는 지적이 있다. 이는 적합한 대책 투입 지역과 적정수준의 대비가 이루어져야 하는데 피해평가, 즉 가뭄피해의 정도를 파악하고 분석하는 방법이 정량적이고 체계적으로 정립되어 있지 않은 이유가 크다.

현재까지 가뭄에 대한 예측·예방 기법이 여러 연구를 통하여 다양하게 개발되어 왔지만 이를 통합하여 실무에 적용할 수 있는 기술은 미비하다. 또한 지역별 농업가뭄의 위험과 피해에 대한 설명이 필요한 실제 물관리 및 가뭄대책 업무에 기존에 개발된 농업가뭄 분석 및 평가 기술 등의 실용화 실적은 미미한 수준이다.

따라서 본 연구에서는 과거 가뭄피해에 대해 현재까지 얻을 수 있는 DB구축을 통해 향후 필요한 DB를 설계하고 농업가뭄 피해를 파악하여 농업가뭄 피해의 정량적 분석 기법을 통해 항구대책이나 복구비용 산정의 기준에 적용하여 가뭄피해를 저감하는데 본 연구에 목적을 두었다.

제2절 연구 내용

본 연구는 과거 농업가뭄 피해에 대한 정량적 평가에 앞서 현재까지 가뭄대책 및 피해규모를 서술식으로 정리한 가뭄백서로 가뭄정보를 관리하고 자료의 분석 등의 기능은 전무한 현실을 과학적인 정보화를 통한 가뭄피해의 효율적 대책 수립을 위해 우선 과거 가뭄피해 DB화 구축에 중점을 두어 수행하고자 한다.

- 농업가뭄 피해 기초자료 분석, 선정 및 자료수집
- 공간정보를 이용한 농업가뭄 피해자료 DB구축
- 가뭄 대응능력 시스템 연계
- 과거 농업가뭄 피해 지역 추정

제3절 연구방법

- 농업가뭄 피해 기초자료 분석, 선정 및 자료수집
 - 농업가뭄 피해를 정량적으로 평가하는데 필요한 기초자료 분석 및 선정
 - 통계연보, 가뭄백서 등에 수록된 가뭄 관련 자료와 기존 시스템에 구축된 가뭄 관련된 DB 자료 분석
 - 2000년 이후에 조사되거나 구축된 자료를 대상으로 기초자료 수집
 - 기초자료의 종류로는 예를 들면 기상자료, 저수율 자료, 각 저수지의 수혜지역, 수혜지역의 물 사용량, 연도별 가뭄발생 지역, 쌀 생산량, 밭작물 생산량 등이 있으며 그 이외에 연구에 필요한 항목에 대해서는 자료를 수집함

(표 1 - 1) 농업가뭄관련 기초자료 목록

구분	자료종류	자료내용
1	구역구분 자료	행정구역, 용수구역 등 구분자료
2	기상 자료	기상관측소의 강우 등 기상자료
3	저수율 자료	수원공 중 저수지 저수율 관련 자료
4	시설물 자료	저수지, 양수장, 취입보, 관정 등 시설
5	수해지역 자료	각 수원공별 수해지역 자료
6	물 사용량 자료	수해지역의 물 사용량 자료
7	가뭄지역 자료	가뭄이 발생한 지역 자료
8	쌀 생산량 자료	수해지역의 논농사 생산량 자료
9	밭작물 생산량 자료	밭작물 생산량 자료
...	기타 필요자료	기타 연구에 필요한 자료

- 공간정보를 이용한 농업가뭄 피해자료 DB구축
 - 공간정보는 “측량 · 수로조사 및 지적에 관한 법”에 명시된 작성기준에 의하며, 표준화된 공간정보의 작성과 타 시스템과 자료의 호환이 가능하도록 공간 DB를 구축함
 - 타원체, 데이텀, 원방위각 등 세계측지계를 구성하는 각종 인자 적용
 - 공간정보를 구성하는 좌표 표현에 필요한 직각좌표계 기준 적용
 - 공간정보는 연도별로 분류하여 별도의 주제도로 구축하며 각 연도에는 농업가뭄 피해의 정량적 평가를 지원할 수 있도록 항목별로 주제도를 작성함
 - 각 주제도는 중첩, 추출, 통합 등 GIS 분석기능을 이용하기 위하여 통일된 기준을 사용하여 작성하여야 함
 - 주제도를 구성하는 점, 선, 폴리곤 등의 구성요소는 정확한 위치에 표시되어야 하며 특히 폴리곤의 경우는 폐합되어야 함
 - 구축하려는 공간정보 주제도 별로 각 자료의 성격에 가장 적합한 형태로 공간정보를 구축하여야 하는데, 예를 들면 저수지는 점의 형태로, 수해지역은 폴리곤의 형태로, 물 사용량은 수해지역과 연결된 형태로 구축함

- 물 사용량, 논농사 지역, 밭농사 지역 등 주제도와 연계되어 구축되는 자료는 공간정보에 표현된 도형요소에 정확히 연계될 수 있도록 DB를 구축함

(표 1 - 2) DB연계를 위한 주제도 및 연계자료

구분	주제도	연계자료
1	구역구분 자료	행정구역, 용수구역 등 구분자료
2	기상 자료	기상관측소의 강우 등 기상자료
3	시설물 자료	저수율 자료
4	수해지역 자료	물 사용량 자료, 생산량 자료
5	가뭄지역 자료	생산량 자료
...	기타 필요자료	기타 연구에 필요한 자료

○ 가뭄 대응능력 시스템 연계

- 2015년 농림축산식품부에서 구축된 가뭄대응능력모형 시스템에 과거 가뭄피해 자료 등록
- 구축된 농업가뭄 피해 공간정보를 연도별로 검색이 가능하도록 하며 가뭄피해의 정량적 평가가 가능할 수 있도록 원하는 정보를 검색할 수 있는 기능 개발
- 공간정보는 도, 시군, 수원공 별로 사용자 검색이 가능하도록 개발하며 검색된 내용은 사용자에게 필요한 정보를 제공하는 기능 개발

○ 과거 농업가뭄 피해 지역 추정

- 저수율, 밭 토양수분, 내한능력 등의 추계학적 분석에 의한 가뭄상황지역의 공간적 분포도 도출
- 가뭄공간 DB와의 민감성 분석을 통해 과거 미 파악된 지역의 가뭄상황을 재현하고 가뭄피해 지역 추정

제4절 기대효과 및 실용화방안

메가 가뭄 등 기후변화와 국내 영농조건 변화에 따라 농업분야의 가뭄이 더욱 빈번히 발생할 것으로 예상되며 이에 따라 가뭄피해를 사전에 대처하는 방법이 요구되는 시점에서 과거 농업가뭄 피해의 DB 구축으로 가뭄 피해에 대한 정량적 평가가 이루어진다면 농업가뭄의 종합적인 대응체계를 위한 정책자료로 활용할 수 있으며, 가뭄대책 우선순위 선정 및 항구적인 가뭄 대책 수립에 적극 활용 가능할 것이다.

제2장 농업가뭄과 대책 현황

기후변화 전망에 따르면 우리나라를 포함한 동아시아 지역에 강수량 증가가 예상되지만 동시에 강우강도의 증가 및 연강우일수 감소로 인해 강우빈도가 높은 우기 사이의 건기가 길어지고 기온 증가로 인해 증발산량이 증가함으로 인해 기후변화가 농업부분에 많은 영향을 미치고 있다.

특히, 우리나라와 같은 벼농사 위주의 농업에서 봄철 강우 부족으로 관개기인 봄(3월~6월)에 농업용수가 부족하여 심각한 상태에 직면하고 있는 해가 점차 증가하고 있는 추세이다.

본 장에서는 농업가뭄의 정의와 우리나라 가뭄의 특징을 알아보고 가뭄이 일어난 해를 기준으로 가뭄백서, 농림축산식품부 가뭄 대응 자료를 바탕으로 가뭄피해현황 및 가뭄 대책 등을 기술하고자 한다.

제1절 농업가뭄의 정의와 특징

1. 가뭄의 정의

가뭄백서에 따르면 가뭄이란 어느 지역의 작물 성장이나 물 공급에 영향을 줄 정도로 물수지에 심각한 불균형을 초래하는, 비정상적인 날씨가 장기간 지속되는 현상으로 정의되어진다.

미국 기상국에 따른 가뭄의 정의는 어느 지역의 동식물 생육에 저해를 가져올 수 있을 정도로 강수의 부족이 심각하게 장기간 지속되는 상태이거나 생활용수와 수력발전에 필요한 용수를 정상적으로 확보하지 못한 상태로 정의하고 있다(방재연구소, 2002).

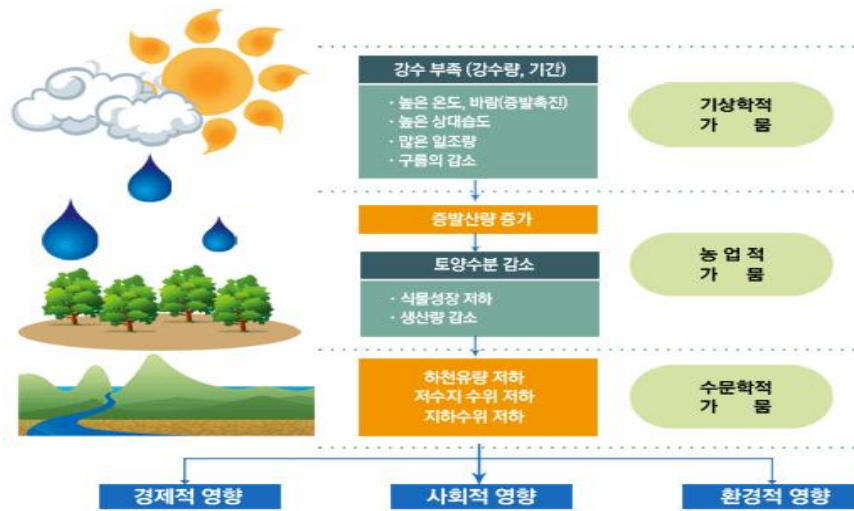
가뭄은 여러 가지 기준에 의해 정의되며, 기상학적 가뭄, 수문학적 가뭄, 농업적 가뭄, 사회경제적 가뭄으로 분류할 수 있다. 기상학적 측면은 강수량 부족과 유출량 감소가 주요 인자이며, 수문학적인 측면에서는 강수량 부족으로 인해 물의 주요 공급원인 하천유출과 저수지 저수량의 저하현상이 주된 인자가 된다. 또한 농업측면에서는 관개용수의 부족으로 작물의 정상적인 생육에 지장을 초래하거나 영농활동에 어려움이 생기는 경우로 토양수분이 적정수분 상태 이하로 지속되는 경우이며, 사회경제적 측면은 사회 및 생활상의 문제가 발생하고, 수요공급 시장에 피해가 발생하는 경우를 말한다.

가. 가뭄의 분류

가뭄은 강수현상과 물의 용도에 따라 기상학적 가뭄, 농업적 가뭄, 수문학적 가뭄, 사회경제학적 가뭄으로 구분된다.

이런 다양한 가뭄의 영향은 시간적인 차이를 가지고 발생한다. 먼저 기후변화에 따라 강수량이 감소하거나 증발산량이 증가하는 등은 기상학적 가뭄에 영향을 미치게 되고, 기상학적 가뭄이 지속되면 토양 함수량의 감소로 이어져 작물 생산량 감소 등 동식물의 삶에 영향을 주게 되어 농업적 가뭄이 발생하게 된다. 이후 하천유출 감소나 저수지, 댐 등의 유입량 감소로 이어지는 수문학적 가뭄이 발생하게 되고, 최종적으로 환경 및 지역의 경제에 영향을 미치게 되는 사회경제적 가뭄이 발생하게 된다. 이러한 이유로 인해 약한 가뭄의 경우는 농촌지역은 피해를 느끼기 시작하지만 도시에서는 가뭄의 피해를 느끼지 못하고 지나가는 경우가 생기게 된다(한국기후변화대응연구센터, 2015).

이러한 가뭄의 다양한 정의는 대기 중 물순환에 따라 영향을 받게 되는데 이는 <그림 2-1>과 같은 순서로 영향을 받는다.



〈그림 2-1〉 가뭄의 특징 및 진행과정

출처 : 2012 가뭄백서, 농림축산식품부

1) 기상학적 가뭄

기상학적 가뭄은 주어진 기간의 강수량이나 무강수 계속일수 등으로 정의하는 가뭄으로 일반적으로 건조의 정도와 지속시간으로 정의된다. 주로 예년치와의 비교로 이루어지며 보통 1개월 이상의 기간에 걸쳐 강수량이 감소하여 발생하는 것을 의미 한다. 해당지역의 독립적인 개념으로서 다른 지역과의 직접적인 비교는 어려우며 해당지역에서 증발량은 큰 차이가 없으나 강수량은 변동폭이 크므로 주로 강수량에 따라 기상학적 가뭄이 발생하게 된다. 하지만 최근 IPCC보고서에 따르면 기온 상승으로 인해 증발량이 증가하여 가뭄에 미치는 영향이 커질 것으로 예측된다. 따라서 장기적인 관점에서는 기상학적 가뭄을 판단할 때 증발량을 고려할 필요가 있다.

2) 농업적 가뭄

농업적 가뭄이란 농작물 생육에 직접 관계되는 토양수분이 부족하여 농작물에 피해가 생기는 경우를 의미 한다. 농업적 가뭄은 가뭄이 시작될 때 저수지의 저수량 의존도가 크기 때문에 일반적으로 가장 먼저 영향을 받는다. 기상학적 가뭄 또는 수문학적 가뭄의 강수의 부족, 실제 증발산량과 잠재 증발산량의 차이,

토양내 수분결핍, 저수지 수위 및 지하수위 하강 등의 현상들과 연결된다. 농작물의 종류, 생육단계, 토양의 물리학적·생물학적 특성 등에 따라 물 수요량이 다르므로 일률적으로 판단하기는 어렵고 성장단계 별로 가뭄 영향정도를 표현하는 것이 필요하다.

3) 수문학적 가뭄

수문학적 가뭄이란 하천, 저수지, 지하수 등의 가용 수자원의 양과 기준이 되는 수치와의 비교로 정의하는 가뭄으로 강수의 부족으로 인해 지표수 또는 지하수의 양이 줄어드는 것을 말한다. 수문학적 가뭄은 일반적으로 기상학적 및 농업적 가뭄의 발생시기와 어느 전도 시간적인 지체를 가지게 된다. 강우부족이 토양수분, 하천유출, 지하수와 저수지 저수량과 같은 수문학적 요소에서 나타나기까지는 시간이 더 걸린다. 따라서 여러 서로 다른 용수의 사용 분야는 그들의 용수 공급에 대한 근원에 의지하기 때문에 가뭄의 영향은 다른 경제적인 분야와 시기가 다르다. 예를 들어 강우부족은 농업에서 즉각적으로 인식할 수 있는 토양수분의 급격한 감소를 야기할 수 있지만 저수위에 있어서는 이러한 강우부족의 영향은 수개월 동안 영향을 주지 않을 수 있다.

또한, 기후가 수문학적 가뭄의 주된 원인 제공자이지만 토지이용 및 이에 따른 산림훼손, 토지침식, 댐 건설과 같은 모든 것이 유역의 수문학적 특성에 영향을 미친다. 상류에서의 토지이용 변화는 침투, 유출율과 같은 수문학적 특성을 변화시킬 수가 있으므로 하천유출을 더욱 변화시키며 하류의 수문학적 가뭄의 발생을 높이기도 한다.

4) 사회경제적 가뭄

사회경제적 가뭄이란 다른 측면의 가뭄을 모두 고려한 넓은 범위의 가뭄 정의로 물의 수요와 공급을 기상학적, 수문학적, 그리고 농업적 가뭄의 요소와 관련시켜 정의한다. 따라서 물 부족으로 인해 사회 및 생활상의 문제가 발생하고, 경제적인 상품의 수요·공급 시장에 피해가 발생하는 것을 의미한다. 특히 물 부족으로 인해 상품 생산에 필요한 물의 수요에 비해 공급이 미치지 못할 때 발생한다. 그리고 사회경제적 가뭄은 강우의 부족뿐만이 아니라 생활양식의 변화, 공업의 발달, 농업방식의 변화 등 수요변화 요소가 포함되므로 정확한 원인을 밝히는 것은 어려울 수 있다.

(표 2-1) 가뭄의 정의(2012 가뭄백서, 농림축산식품부)

구분	정의
기상학적 가뭄	주어진 기간의 강수량이나 무강수 계속일수 등으로 정의되며 기상현상의 영향을 직접적으로 표현하는 가뭄
수문학적 가뭄	물 공급에 초점을 맞추고 하천유량, 저수지, 지하수 등 가용수자원의 양으로 정의한 가뭄
농업적 가뭄	농업에 영향을 주는 가뭄을 언급한 것으로 농작물 생육에 직접 관계되는 토양수분으로 표시하는 가뭄
사회경제학적 가뭄	생활용수, 공업용수, 농업용수 수요와 공급의 부족으로 인한 피해발생

출처 : 2012 가뭄백서, 농림축산식품부

2. 우리나라 가뭄의 특징

우리나라와 같은 벼농사 위주의 농업에서 농업용수의 부족은 심각한 상태에 직면하고 있으며, 특히 관개기인 봄(3월~6월) 가뭄에 매우 취약하다. 농업용수 공급은 생활용수, 공업용수 등과 같이 일반적으로 그 전체 용량을 기준으로 하지 않고 단위면적 대비 관개량을 기준으로 하기 때문에 전체적으로 물이 풍부하다 하더라도 관개시기인 봄과 여름에 가뭄으로 인해 물을 제대로 공급해주지 못하는 현상이 발생한다. 이를 방지하기 위해서는 저수지 등의 농업용 수리시설의 공급에 의한 농업용수 확보노력이 절실히 필요하다. 우리나라의 관개면적 기준 농업용수 부족은 상당히 취약한 편이다. 논 면적을 기준으로 살펴볼 때 전체 논 면적 933,615ha 중 안정적인 관개가 가능한 수리답은 752,598ha로 전체 80.6% 밖에 되지 않으며 19.4%인 181,106ha는 비에 의존하는 불안전수리답이다(농업생산기반정비사업통계연보, 2015). 수리답의 대부분도 소형관정에 의존하여 장기적인 가뭄에 취약한 상황이다. 또한 10년 이상 빈도 한발에도 대응할 수 있는 수리답면적은 561천ha로 전체 답면적의 60.1% 밖에 되지 않으며 최근 기후변화로 인해 가뭄 심도 및 발생빈도가 증가하면서 가뭄 위험에 노출되는 답면적은 점차 증가할 것으로 볼 수 있다.

가. 우리나라 농업수자원 현황

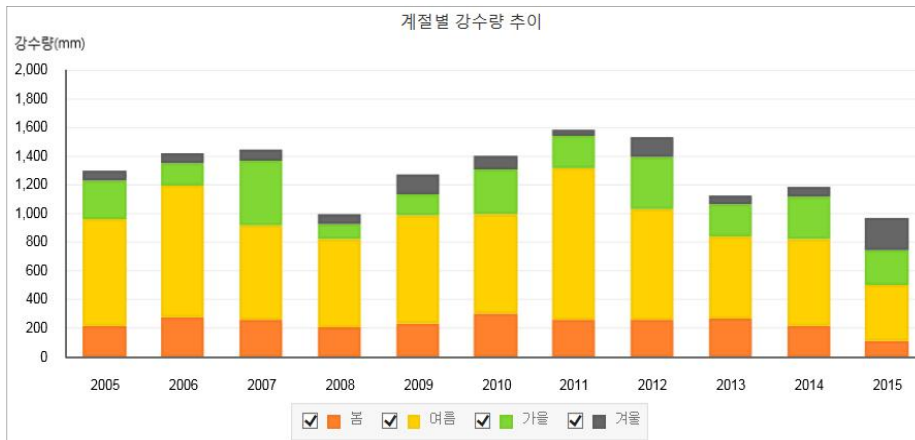
1) 우리나라 강수량 추이

우리나라는 연평균 강수량이 1,277mm(1978~2007, 전세계 연평균강수량 807mm)로 비교적 습윤한 지역에 속하지만 인구밀도가 높아 인구 1인당 연강수총량은 2,629m³로 세계 평균 약 16,427m³의 약 1/6에 불과하며 이용가능한 수자원은 1인당 1,550m³로서 영국, 벨기에 등과 함께 물부족 국가로 분류되어 있다. 또한 2006~2015년 10개년 계절별 강수량 추이 자료를 보면 봄에 연강수량의 18.4%, 여름에 54.3%, 가을에 19.6%, 겨울에 7.8%를 차지하여 여름에 집중되어 있음을 알 수 있다. 따라서 여름 장마, 태풍 등 유출로 손실되는 양이 많아 사용할 수 있는 수자원의 양은 충분하지 않다. 그리고 벼농사 중심의 우리나라 농업에서는 관개기인 4~6월 물 사용량 비중이 가장 크지만 계절별 강수량을 고려할 때 봄 가뭄에 더욱 취약하다는 것을 알 수 있다.(농업수자원 현황 및 가뭄대처 사례 - 이응구, 우리나라의 물사정 - 국토부)

(표 2 - 2) 계절별 강수량 추이(기상청 기상연보)

연도	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	평균	비중
합계	1,424.3	1,450.1	988.7	1,204.9	1,444.9	1,622.6	1,479.1	1,162.9	1,173.5	948.2	1,289.9	100
봄	274.2	256.5	204.1	231.3	302.9	256.9	256.5	264.3	215.9	109.1	237.2	18.4
여름	912.8	654.2	610.4	752.0	692.6	1,053.6	770.6	567.5	599.8	388.0	700.2	54.3
가을	155.7	456.3	108.8	143.1	307.6	225.5	363.3	231.2	293.1	247.3	253.2	19.6
겨울	76.1	76.9	66.6	142.3	98.7	45.6	139.3	59.7	76.7	223.1	100.5	7.8

출처 : 기상연보, 기상청

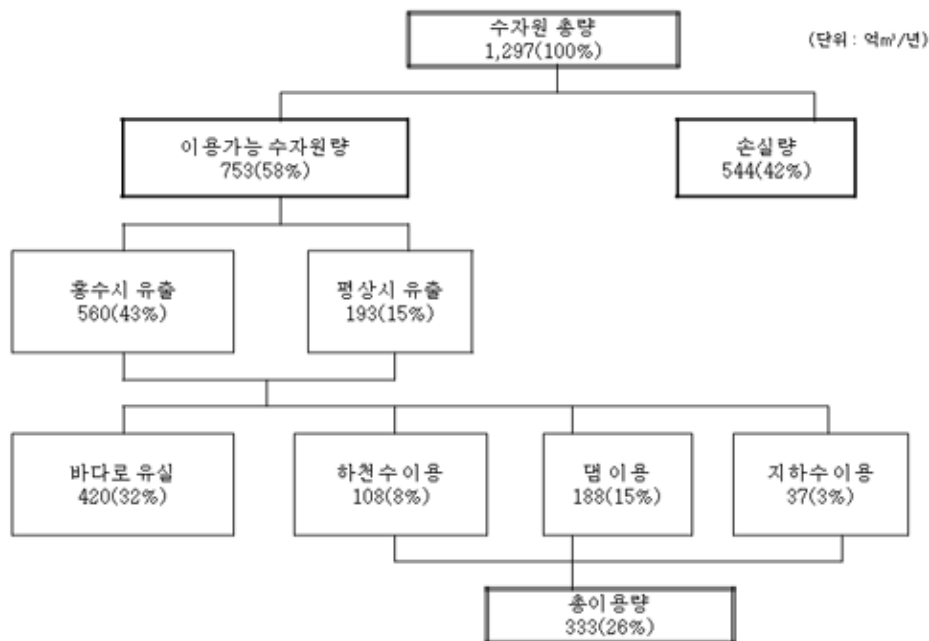


〈그림 2 - 2〉 계절별 강수량 추이(기상연보, 기상청)

출처 : 기상연보, 기상청

2) 우리나라 수자원 이용량

우리나라 연 수자원 이용량을 분석해 보면 연 수자원 총량은 1,297억³m³이며 544억³m³(42%)은 증발, 토양침투 등 손실이 되고, 753억(58%)³m³은 유역에 따라 하천으로 유입된다. 다기능보, 양수장 등을 통한 하천수 이용이 108억³m³(8%), 다목적댐, 농업용저수지 등을 통한 담수이용이 188억³m³(15%), 관정 등을 통한 지하수 이용이 37억³m³(3%)로 총 333억³m³ 총 수자원의 26%를 이용하고 있다. 연 수자원 총 이용량 333억³m³중 농업용수가 48%인 159억³m³을 차지하고 있고, 하천유지용수 78억³m³(23%), 생활용수 75억³m³(23%), 공업용수 21억³m³(6%)등으로 사용하고 있다.



※ 수자원 총량은 연평균강수량 × 국토면적이며, 북한지역에서의 유입량 23억㎡/년이 포함된 수량임

〈그림 2-3〉 수자원 이용 현황

출처 : 수자원장기종합계획 2011~2020, 국토해양부

3. 가뭄의 정량화

가. 일반적인 가뭄지수

가뭄지수는 강우, 강설, 유출 그리고 다른 물 공급을 나타내는 여러 가지의 자료들을 이해하기 쉬운 숫자 및 그림으로 나타내기 위해 사용되며, 가뭄지수값은 일반적으로 하나의 숫자로 나타내는데 실제의 기본 자료보다 정책결정에 있어 대단히 유용하다. 가뭄지수 산정방법들은 모든 가뭄 상황에 대해서 효율적이지는 못하나, 특정한 용도에 있어서 적절하게 적용될 수 있는 것으로 표9는 여러 국가에서 사용되어 지는 가뭄지수의 종류에 따른 가용자료와 장·단점을 정리한 것이다.

(표 2 - 3) 각종 가뭄지수에 따른 가용자료 및 장단점

가뭄지수	가용자료	장점	단점
정상강우백분율 (PNP) (평균치비율)	- 강수량	- 단일지역 또는 계절을 비교함에 있어 상당히 유효함	- 극치강우의 영향이 크게 나타남 - 정규분포형을 보장할 수 없음
십진분류 (Deciles) (강수량십분위)	- 강수량	- 강우에 대한 정확한 통계치 제공	- 정확한 계산을 위해 장기간의 강우 지표 필요
파머가뭄심도 지수(PDSI) (파머가뭄지수)	- 강수량 - 기온 - 유효 토양 수분량	- 지역의 기후적 상이성을 고려	- 가뭄의 출현 시기가 지체될 수 있음 - 산악지역이나 극한 기후상태가 빈번한 지역은 정확도가 떨어짐 - 복잡, 불명확하고 주·월 지속기간에 국한
표준화강수지수 (SPI) (표준강수지수)	- 강수량	- 다양한 지속기간에 대해 산정 될 수 있음 - 가뭄의 조기 경보 제공 - 타 방법에 비해 간단함	- 강수량(입력자료)만 고려 - 이전에 산정된 지수값이 변할 수 있음
작물수분지수 (CMI) (작물지수)	- 강수량 - 기온	- 잠재적인 농업가뭄 정의	- 농업가뭄에 국한
전국강우지수 (RI)	- 강수량	- 국가규모의 생산량과 상관시키는데 유용	- 전반적인 가뭄상태를 알 수 없음 - 농업가뭄에 국한
강수량효과비	- 강수량 - 증발량 - 월평균기온	- 식물성장의 판단에 유용	- 기후적 특성에 지배됨
유효가뭄지수 (EDI)	- 강수량 - 강수집중도 (시간)	- 가뭄의 기간정의 가능 - 수자원 부족량 및 잉여량까지 알 수 있음	- 월단위는 가뭄 기간을 정의 할 수 없음 - 위험에 대한 대비가 어려움

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

1) 정상강우백분율(Percent of Normal Precipitation)/평균치 비율

가뭄을 판단하는 가뭄을 판단하는 가장 간단한 방법 중의 하나로 단일지역이나 특정한 기간에 대해 적용가능하며 평균치 비율 = (실제강수/평균강수) x 100로 산정하는 방법이다.

(표 2-4) 평균치 비율에 따른 가뭄정도

단계	지수범위	가뭄 상황
매우가뭄	55미만	· 작물손실, 광범위한 물 부족, 제한급수 고려 필요
가뭄	55~80	· 작물에 다소 피해 발생, 물 부족 시작, 자발적 절수 요구
정상	80~100	· 식물 성장에 필요한 정도로 강수가 충분함
습함	110이상	· 충분한 강수로 인해 가뭄상황 없음

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

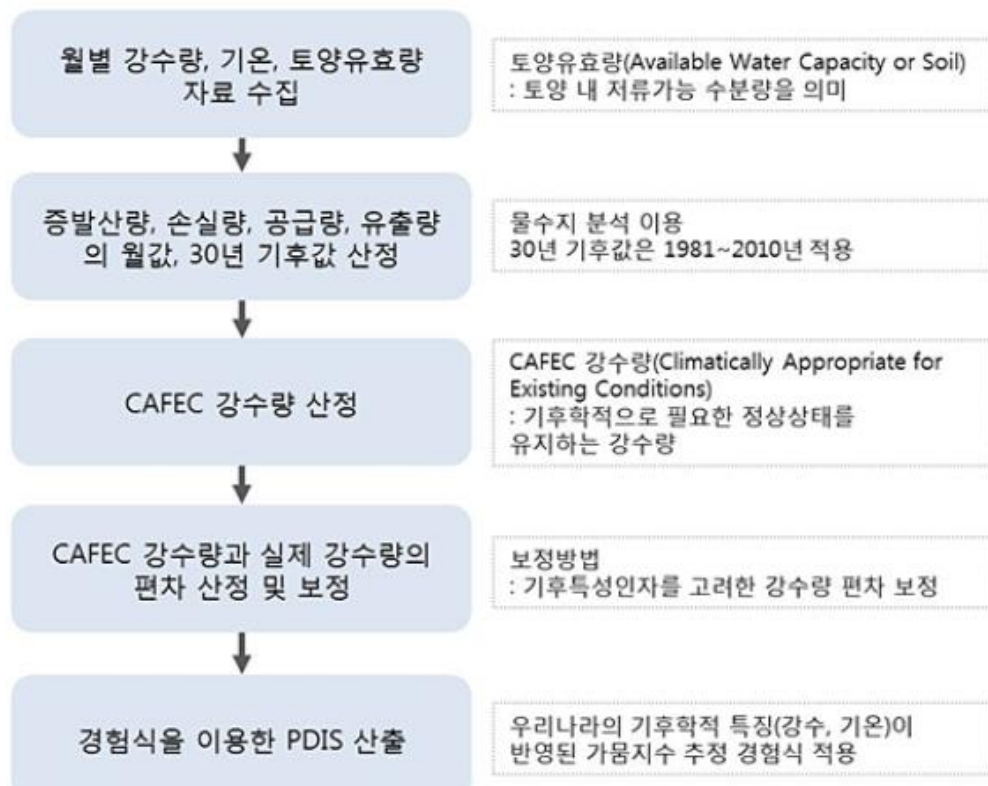
2) 십진분류(Deciles)/강수량십분위

30년 이상의 특정기간(1개월, 3개월 등)에 대한 강수량을 적은 것부터 나열하여 10등급(10% 간격)으로 구분한 후 실제 같은 기간의 강수량이 나열된 10등급에 속하는 범주에 따라 가뭄정도 판단하는 방법이며 상대적으로 계산하기 쉽고 파머지수보다 자료도 적게 요구하면서 가정치도 적기 때문에 호주 가뭄시스템이 가뭄의 기상학적 측정도구로 사용되고 있으며 정확하게 산정하기 위해서는 장기 기후자료가 필요하다는 단점이 있다.

3) 파머가뭄심도지수(Palmer Drought Severity Index)/파머가뭄지수

Palmer(1965)가 개발한 가뭄지수로 기후적으로 필요한 강수량과 실제 강수량의 비교를 통해 가뭄을 정량적으로 판단하며 주요 입력 자료로 강수량, 기온, 일조시간, 유효토양수분량 등이 있으며 농업분야와 같이 토양수분조건에 민감한 분야에 효과적이다.

현재의 가뭄이 과거 가뭄에 비해 어느 정도인지 시공간 분포에 관한 정보 제공 가능하며 산악지형이나 빈번하게 이상기후가 나타나는 지역에서는 적합성이 떨어진다.



〈그림 2 - 4〉 파머가뭄심도지수 산출과정(종합가뭄정보시스템, 기상청)

출처 : 종합가뭄정보시스템, 기상청

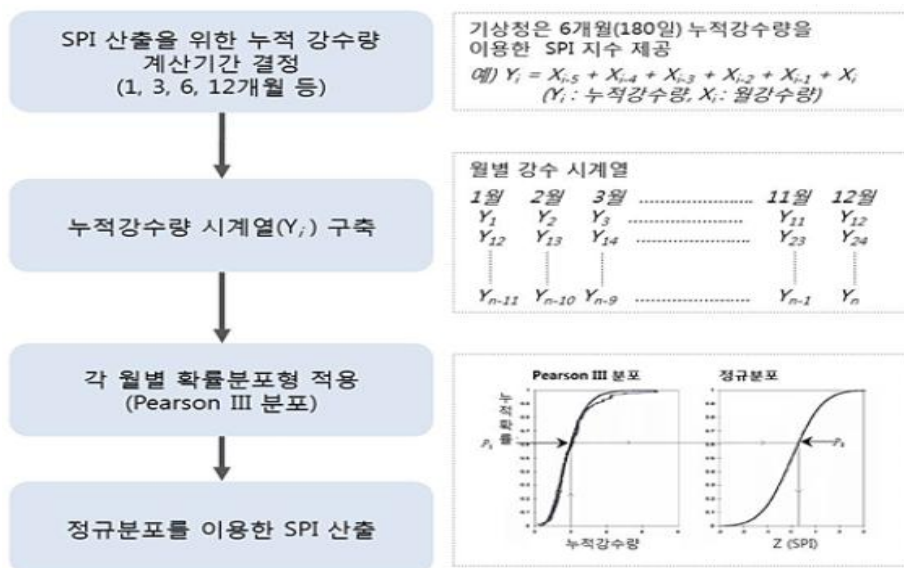
(표 2 - 5) PDSI에 따른 가뭄단계

가뭄지수의 범위	수분상태
1.0 이상	습함
- 1.0 ~ 1.0	정상
- 2.0 ~ - 1.0	보통 가뭄
- 3.0 ~ - 2.0	심한 가뭄
- 3.0 이하	극한 가뭄

출처 : 종합가뭄정보시스템, 기상청

4) 표준화강수지수(Standardized Precipitation Index)/표준강수지수

Mckee, Doesken & Kleist(1993)가 개발한 가뭄지수로 강수량만을 이용하여 가뭄 심도를 산정하며 각 시간 단위에 따른 강수량의 과잉 혹은 부족을 나타내기 때문에 시간 단위에 따라 장·단기가뭄을 유연하게 나타낼 수 있으며 시간 단위를 선택하여 산정이 가능하고 가뭄 초기 인지가 가능하다. 전 세계적인 보편적인 가뭄 지수로 활용성이 높고 단기간의 농업분야와 장기간의 수문분야에 모두 적용 가능하며 30년 이상의 장기간 자료가 요구된다.



〈그림 2-5〉 표준화강수지수 산출과정(기상청)

출처 : 종합가뭄정보시스템, 기상청

(표 2-6) SPI에 따른 가뭄단계

가뭄지수의 범위	수분상태
1.0 이상	습함
-1.0 ~ 1.0	정상
-1.5 ~ -1.0	보통 가뭄
-2.0 ~ -1.5	심한 가뭄
-2.0 이하	극한 가뭄

출처 : 종합가뭄정보시스템, 기상청

5) 작물수분지수(Crop Moisture Index)/작물지수

CMI는 수분의 변화 상태에 빠르게 반응하고 지역과 시간으로 가중되어 일반적으로 서로 다른 지역에서의 수분상태를 비교하는데 사용될 수 있으며, 주요 작물 생산지역에 걸친 단기간의 수분공급량을 반영하며 잠재적인 농업 가뭄을 확인할 수 있다.

특히, 성장하는 곡물에 영향을 주는 단기간 수분상태를 관측하기 위하여 제안되었기 때문에 장기간의 가뭄관측의 적용은 곤란하다.

6) 전국강우지수(National Rainfall Index)

NRI는 모든 개별 관측고의 장기간 강우 평균치에 의해 가중되어진 전국 연강우량 평균치를 취함으로서 계산되어지며, 강우와 국가규모의 생산량과 상관시키는 목적으로서는 매우 유용한 방법이지만, 가뭄상태나 전반적인 가뭄으로부터 발생하는 수문학적 및 환경학적 그리고 사회학적 영향을 고려할 경우에는 도움이 안 될 수 있다.

7) 강수량효과비 및 증발량

Thornthwaite가 기후분류를 위해 사용한 방법으로 연강수량을 연증발량으로 나눈 비로 이 지수는 식물의 성장, 발육상태 및 기준일로부터 과거 한달 간의 기후특성을 파악하는데 활용하는데 유용하다.

$$\text{※ 산출식} \quad \frac{P}{E} = 11.5 \left(\frac{P}{T-10} \right)^{\frac{10}{9}}$$

T: 월평균기온(°F), P: 월강수량(inch), E: 월증발량(inch)

(표 2 - 7) 평균치 비율에 따른 가뭄정도

단계	지수범위	가뭄 상황
사막기후	0.25미만	· 토지가 늘 건조해서 사막이 됨
사바나 기후	0.25~0.5	· 토지가 건조해 있는 시기가 길어 건조에 강한 풀만이 자랄 수 있는 사바나 기후가 됨
초지기후	0.5~1.0	· 비가 올 때 물이 지표에 고이지만 증발하여 건조해지는 시기가 발생하므로 나무는 자라기 어렵고 풀만이 살 수 있는 정도의 초지기후가 됨
산림기후	1.0이상	· 강수가 증발량보다 많은 것으로 토지는 늘 습하고 나무가 자랄 수 있기 때문에 산림기후가 됨.

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

8) 유효가뭄지수(Effective Drought Index)

강수로 인해 생긴 수자원을 시간에 따른 손실을 감안하면서 일 년 이상의 기간 동안 누적하여, 이를 평년치과 비교하는 방법으로 가뭄강도 산정 방법으로 가뭄이 지속된 기간과 매일의 강도변화를 객관적이고 정밀한 수치로 제시할 수 있다. 또한 강수량을 이용하여 일별 가뭄의 정도를 파악할 수 있다.

유효가뭄지수는 계산이 간단하며, 강수량이 관측되어지는 곳이면 적용이 가능하다는 큰 장점이 있다. 가뭄의 시작과 종료를 명확하게 정의함으로써 가뭄의 발생원인 뿐만 아니라 가뭄의 주기 및 예측의 연구에도 유용하게 사용될 수 있으나, 월단위 지수는 매 달 마지막에 계산되기 때문에 가뭄의 기간을 정의할 수 없으며, 위험에 대한 대비가 어렵다.

(표 2 - 8) EDI에 의한 가뭄의 분류

가뭄지수의 범위	수분상태
< -0.7	보통가뭄 (Moderate Drought)
< -1.5	심한가뭄 (Severe Drought)
< -2.5	극한가뭄 (Extreme Drought)

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

나. 농업분야 가뭄상황별 가뭄판단 기준

1) 농업가뭄 대책 판단기준

농업가뭄 대책은 농림축산식품부, 한국농어촌공사, 지방자치단체가 협동으로 수립 및 시행하지만 전국에 지사를 갖추고 있으면서 대규모 농업용수 시설의 관리를 맡고 있는 한국농어촌공사가 주관이 되어 시행한다. <표 2-11>농림축산식품부 가뭄 대처내용과 <그림 2-12>의 한국농어촌공사 가뭄 대처내용을 비교해보면 알 수 있듯이 단계별 내용이 거의 비슷한 것을 알 수 있다.

(표 2-9) 가뭄상황 단계별 판단기준 및 대처내용(농림수산식품부)

단계	판단기준	대처내용
I 단계 (준비·계획)	저수율, 강수량 전년, 평년보다 다소 적음	<ul style="list-style-type: none"> 가뭄상황 분석 및 점검 수원공별 급수능력 파악·점검 수리시설·관정·양수장비 점검·정비 관정·간이용수원 등 용수개발 계획 수립 공사중 지구의 조기급수대책 수립 절수영농계획수립 및 홍보
II 단계 (초기단계)	농작물 생육부진 및 부분적 피해발생	<ul style="list-style-type: none"> 용수대책상황실 설치운영 준비단계 용수확보대책 추진 가뭄대비 용수개발비 단계별 지원계획수립 및 지원 관정 및 간이용수원 등 용수 개발 가뭄대책용 장비 및 인력동원 계획수립 추진 절수영농계획수립 및 홍보
III 단계 (확산단계)	논, 밭 건조지역이 증가하고, 농작물 시들음 현상 확산 토양수분 함량 40%미만 (건조) 농작물 파종 및 발아, 직접 파종지연지역 확산, 고사 등의 피해 발생	<ul style="list-style-type: none"> 가뭄대책상황실로 확대 편성 운영 관련부처와 협조체제 유지 및 지원강화 가뭄극복 비상근무령 발동 급수대책 총력추진 및 용수원개발 적극 확대 가뭄극복 3대 운동(저수·절수·용수개발) 홍보활동 강화 민·관·군 가뭄대책 장비 및 인력 총동원
IV 단계 (마무리단계)	충분한 강우로 가뭄 해갈	<ul style="list-style-type: none"> 가뭄대책사업 원상복구 등 마무리 및 평가·보고 가뭄대책용 장비 및 시설 점검·정비후 관리 향구적인 가뭄대책 수립 가뭄대책업무를 풍수해대책 업무체제로 전환

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

2) 다부처 합동 가뭄 판단기준

다부처 합동으로 수립하여 국민안전처에서 발표한 가뭄·경보 판단기준은 다음 표와 같이 주의, 심함, 매우심함으로 구분하고 있다.

(표 2 - 10) 가뭄 예·경보 판단기준(국민안전처)

구분	가뭄 예·경보 기준
주의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월(봄철 3개월) 누적강수량이 1973년 이후 같은 기간의 누적강수량을 많은 순으로 나열한 것과 비교하였을 때 하위 6.5%에 해당하는 경우 ○ 농업용수 : 영농기(4~9월)에 저수지 저수율이 평년의 70% 이하 또는 밭 토양 유효수분이 60% 이하에 해당되는 경우 ○ 생활 및 공업용수 : 하천여유수량을 감량 공급하는 상황에서 현재 하천유지유량이 고갈되거나, 장래 1·3개월 후 하천 및 댐 등에서 농업용수* 공급이 어려울 것으로 판단되는 경우 <p style="text-align: center;">* 국토부에서 운영중인 다목적·용수댐 및 하천에 배분된 농업용수 공급량임</p>
심함	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월(봄철 3개월) 누적강수량이 1973년 이후 같은 기간의 누적강수량을 많은 순으로 나열한 것과 비교하였을 때 하위 2%에 해당하는 경우 ○ 농업용수 : 영농기(4~9월)에 저수지 저수율이 평년의 60% 이하 또는 밭 토양 유효수분이 40% 이하인 상황에서 가뭄피해가 발생하였거나 예상되는 경우 ○ 생활 및 공업용수 : 하천유지유량 감량 공급하는 상황에서 현재 하천 및 댐 등에서 농업용수* 공급이 부족하거나, 장래 1, 3개월 후 생활 및 공업용수 공급이 어려울 것으로 판단되는 경우 <p style="text-align: center;">* 국토부에서 운영중인 다목적·용수댐 및 하천에 배분된 농업용수 공급량임</p>
매우 심함	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월(봄철 3개월) 누적강수량이 1973년 이후 같은 기간의 누적강수량을 많은 순으로 나열한 것과 비교하였을 때 하위 2%에 해당하는 가뭄 심함단계가 40일 이상 지속되는 경우 ○ 농업용수 : 영농기(4~9월)에 저수지 저수율이 평년의 50% 이하 또는 밭 토양 유효수분이 30% 이하에 해당되는 경우 ○ 생활 및 공업용수 : 현재 하천 및 댐 등에서 농업용수, 생활 및 공업용수 공급이 부족하거나, 장래 1, 3개월 후 하천유지유량, 농업용수* 뿐만 아니라 생활 및 공업용수 공급에도 차질이 발생한 경우 <p style="text-align: center;">* 국토부에서 운영중인 다목적·용수댐 및 하천에 배분된 농업용수 공급량임</p> <p style="text-align: center;">* 위와 같은 상황에서 대규모 가뭄피해가 발생하였거나 예상되는 경우 관계부처 협의를 통해 결정</p>

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

제2절 우리나라 가뭄 피해상황

농업재해 중에서 가뭄피해는 주로 5~8월의 강수부족에서 일어나는 것이 우리나라의 특성이다. 이 기간 중의 평년 강수량은 연강수량의 60%에 이르며 지역적인 편기성이 심하다는 것이 다른 특성이기도 하다.

대체적으로 우리나라의 강수량 분포는 여름철에 집중되어 있고 6~8월의 월 강수량은 150~250mm이나 강수 부족년에는 월강수량이 50mm이하인 해도 적지 않으며 이런 경우에는 가뭄피해가 나타나곤 했다.

다음은 과거 주요 가뭄피해와 대책에 대해 농림축산식품부의 가뭄 자료를 바탕으로 정리하였다.

1. 가뭄피해 개황

가. 2000년 이전

1) 가뭄 피해

우리나라에서 근대적인 관측방법으로 강수량이 관측이 시작된 1940년 이래 20세기의 약 100년간의 강수기록에 의해 가뭄의 발생연도를 보면 <표>와 같다. 이 표에서 보는 바와 같이 연간 강수량이 상대적으로 적었던 해는 24회였으나 여름철 강수량이 적어 농작물에 피해가 발생했던 해는 35회나 되었다. 이것은 연 강수량이 평년 수준이었다 하더라도 여름철의 강우 분포가 불규칙했음을 말해주는 것이라 할 수 있다.

이 중에서 1939년의 가뭄피해는 당시까지로서는 최대의 것이었다. 여름철의 강우량이 예년의 1/3에 미달된 상태에서 기록적인 고온으로 경기지역을 비롯한 이남의 6개도에서는 모내기를 할 수 없었거나 모내기한 논이 벼가 고사하는 등으로 전국(남북한)의 쌀 수확량은 평년작의 63%(2,226천톤)로 37%나 감수된 대흉작을 기록했다.

또 1967~68년의 두 해에 걸친 연속적인 여름철 가뭄은 주로 영호남지방에서 발생했는데 이 때의 피해는 답작에서 744천톤('67년 419천톤, '68년 325천톤)이었으며, 그 피해 정도는 '66년에 비해 '67년은 8%, '68년은 18%가 감수되었던 것이다.

(표 2 - 11) 지난 100년간의 가뭄과 농업재해 발생년도(1900 ~ 2000년)

연 대	연 강수량이 상대적으로 적었던 해	농작물에 가뭄피해가 발생했던 해
1900	1906, 1907, 1909	1906, 1907, 1909
1910	1912, 1913, 1917	1912, 1913, 1917
1920	1924, 1929	1924, 1928, 1929
1930	1932, 1935, 1938, 1939	1932, 1935, 1938, 1939
1940	1942, 1943, 1944, 1949	1942, 1943, 1944, 1949
1950	1951	1951, 1952
1960	1967, 1968	1962, 1963, 1965, 1967, 1968
1970	1977	1973, 1975, 1976, 1977, 1978
1980	1982, 1988	1981, 1982, 1988
1990	1994, 1995	192, 1994, 1995
계	24회 : 8회	35회 : 8회

출처 : 2001 가뭄대응백서, 농림축산식품부

※ 주요 기상관측소의 강우 관측 개시년도 : 1902년 - 인천, 부산, 목포, 1907년 - 서울, 대구, 1911년 - 강릉, 1919년 - 전주, 1923년 - 제주, 1931년 - 울산, 1935년 - 추풍령, 1938년 - 울릉도, 1939년 - 광주, 1942년 - 포항, 여수

이 밖에 '70년대에도 '73년과 '75년부터 '78년에 이르는 4개년을 합해 5회나 가뭄피해가 발생하여 수도작의 경우 20~60천ha의 논에서 15~20천톤의 감수피해를 입었다. 또 '80년대의 가뭄피해도 '82년이 가장 심했는데 수도작에서 174천톤의 감수를 가져왔다. 그러나 '90년대에 발생했던 3회의 가뭄('92년, '94~'95년)에서는 대책의 적극성에 힘입어 벼 수확량에 큰영향이 없었다.

일반적으로 농작물의 가뭄피해는 관개수원의 유무와 가뭄지속기간의 장단에 따라 다르게 마련이지만 '67~'68년의 가뭄 이후 수리시설의 확충이 급진전 되었고 가뭄에 대비한 사전대책이나 응급대책이 체계화됨에 따라 그 피해는 크게 줄어들었다. 1977년의 경우 수도작의 가뭄피해면적이 64천ha에 달했음에도 불구하고 피해량이 15천톤에 불과했다는 사실이 이를 입증하는 것이라 하겠다.

2) 가뭄 대책

가뭄의 발생은 40~50년 동안에 크게 달라진 것이 없지만 가뭄대책은 시대에 따라 방법과 수단에 있어 많은 차이를 보여 왔다. '50년대까지의 가뭄대책은 수리사업마저 외국원조에 의존할 수 밖에 없었던 때라 정부의 대응책은 피해농가에 대한 구호 위주였고 피해농가로서는 최종수단이 대파가 고작이었다.

그러나 '60년대 중반부터 지하수와 양수장 개발이 시도되면서 가뭄대책의 양상은 크게 달라졌다. 땅속에서 물을 찾거나 낮은 곳에 있는 물을 양수할 수 있는 기기나 송수장치 등이 개발·이용되면서 농업용수의 개발시설이나 가뭄대책에 임하는 방식이 달라졌다. 특히 지하수가 '65년부터 농업용수에 채택되기는 하였으나 '60년대 후반기의 가뭄대책에 활용되기에는 시기상조였다. 지하수개발을 위한 탐사기술이나 개발기법이 정착되기도 전에, 그리고 기술적인 조사를 선행할 겨를도 없이 응급대책으로 개발된 ('67~'68년의 가뭄대책에서 개발된 것) 많은 관정(주로 인력 또는 타설관정)은 채수를 기대할 수 없었다.

'70년대에 들어서자 경제전반에 고도성장의 기틀이 자리잡으면서 농업의 근대화가 추구되는 가운데 가뭄대책도 대책기구(對策機構)의 조직화와 굴착기나 양수기 등의 장비투입이 가능해지고, 소요자금의 뒷받침으로 적극적인 대응활동으로 전환되었다.

한편 1967년에 제정된 농업재해대책법이 1970년에 그 시행에 옮겨지면서 실질적인 가뭄대책의 근거가 되었다. 따라서 '70년대부터의 가뭄대책은 가뭄이 심히 확산될 때에는 중앙가뭄대책본부가 가동되었고 이 기구를 통하여 관계부처 합동으로 하루하루의 상황변동에 대처한 대책이 추진되어 갔다. 비상동원령의 발동에 의한 장비와 인력의 동원, 국고 예산조치와 지방비의 지원, 의연금품의 모금 등을 통하여 간이용수원의 개발과 급수작전이 펼쳐졌고 재해농가에 대한 구호 등이 신속히 이루어졌다.

이와 같이 '70년대부터 가뭄대책이 체계화되면서 '80~'90년대에는 자금지원이 보다 적극적이었을 뿐만 아니라 지하수를 가뭄대비 개발항목으로 상례화(常例化)하는 등 사전대비에 중점을 둔 대책으로 발전되어 갔다. 이는 곧 국력의 신장을 뜻하는 것이기도 하지만 가뭄은 있어도 피해 없는 농업의 실현에 대한 강한 의지의 결집이라 하겠다.

(표 2 - 12) 연대별 가뭄발생현황과 대책

연대	가뭄 발생 현황	가뭄 대책(복구)	대표적 가뭄기간
1920 년대	- 대부분 농업용수관련 일부 식수 부족	- 재해지 세금 면제 - 재해지 토목공사 실시	1927~1928
1930 년대	- 주로 농업용수 관련 - 가뭄에 의한 물가불안 발생	- 가뭄협의를 위해 각 도에 기술자 파견 - 강우가 없을 것에 대비한 선후대책 강구 - 허드렛물은 우물을 이용권장	1937~1939
1940 년대	- 발전용수 관련 사항 급증 - 단전으로 인한 생산공장의 가동 중지 우려	-	1942~1944
1950 년대	- 주로 농업용수와 관련된 피해 기록되어 있으나 발전용수 관련 사항 많음 - 수력발전소 가동 중단(1958년) - 서울지역은 극도의 식수난 겪음 (1958년)	- 항구대책 조속히 수행토록 예산안 수정 - 발전시설확장 10개년 계획안 작성 - 시간배수제(제한급수) 실시 - 장병 동원 모내기	1958~1959
1960 년대	- 발전용수와 관련된 사항 급감하고 생활용수 관련 급증 - 서울 등 대도시 지역 식수난 심각 - 가뭄으로 인해 이농사태 발생 (1967년)	- 제한급수 - 한해지에 양수기 동원과 농자금 지원 - 상수도시설 전면개혁 정부계획	1967~1968
1970 년대	- 주로 농업용수이고 생활용수 관련 사항도 있음 - 발전용수를 식수로 활용 - 가뭄으로 물가 상승 - 종합적인 가뭄대책 필요성 대두	- 양수기 무상대여, 간이 용수원 개발 - 가뭄극복에 중, 고생 동원 - 제한급수, 한해상습지 용수 시설 예산 투입	1973, 1976~1978
1980 년대	- 저수지 및 하천 고갈 - 도시용수 부족 - 수세 반발 농민 데모 발생	- 제한 급수 - 저수, 소류지 적극 개발	1981~1982, 1988
1990 년대	- 생활용수 관련사항 증대 - 수질 악화를 우려하면서 생태 등 하천유지용수 관련 관심 증대	- 해수담수화 등 대체수자원개발로 다각적인 가뭄 대처 방안 모색	1994~1995

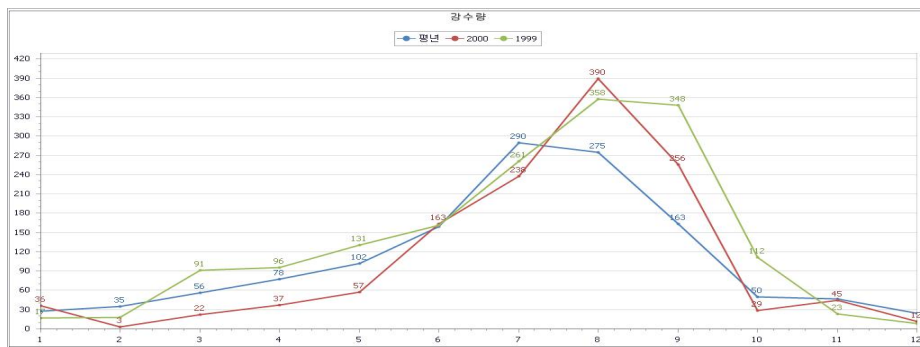
출처 : 가뭄 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안 연구, 2009, 소방방재청

나. 2001년 가뭄피해

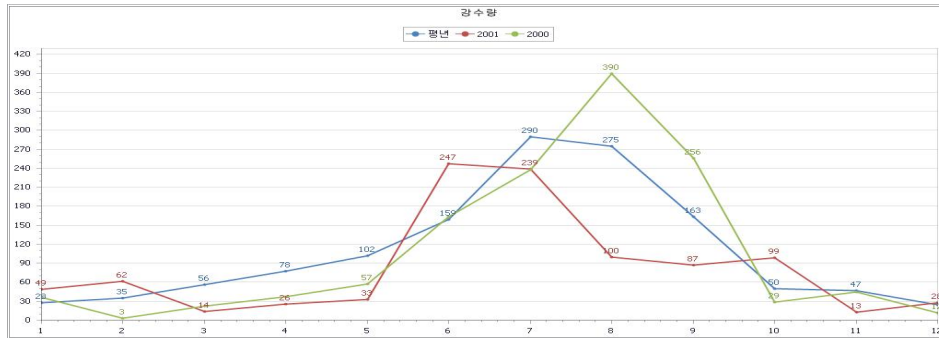
1) 강수량 현황

2001년 가뭄은 2000년 10월부터 2001년 3월까지 이어지는 평균 강수량이 경기 및 강원북부지역만 평년 대비 약 20~80%범위를 보이고 있는 것을 제외하고는 대부분의 지역에서 100%이상을 보이고 있었다. 또한 2001년 1~2월에 많은 눈이 내렸음에도 불구하고, 2001년 3월부터 하천수량이 줄어들기 시작하여 5월 중순 모내기까지 농업용수 공급에 큰 차질을 빚었다. 이는 2001년 3~5월 중순까지의 강수량이 예년 대비 20~40%로, 절대 강수량이 부족한 기상학적 가뭄이 발달 되어 농업가뭄으로 이어지게 되었다.

최근 30년간의 3, 4, 5월의 강수량 자료를 예년 평균하여 2001년 3월~5월 강수량과 비교하였을때, 모든 유역이 예년과 대비하여 40% 수준도 미치지 못하였다. 이러한 현상은 2001년 봄 가뭄이 극심했던 것을 단적으로 보여주고 있다.



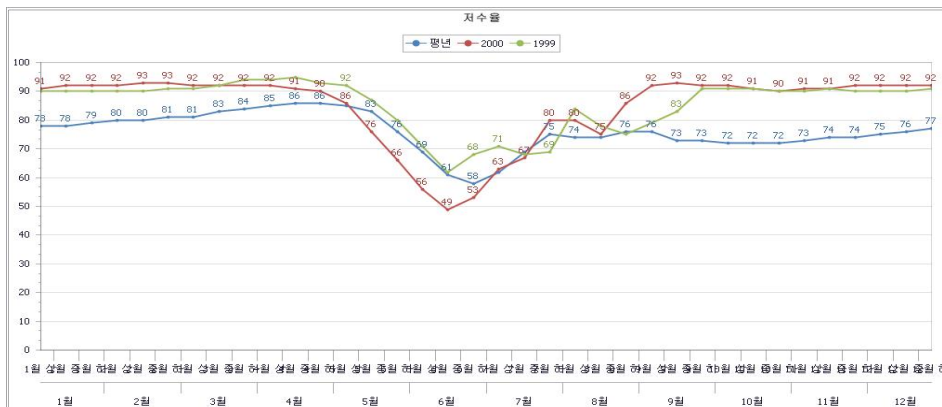
〈그림 2 - 6〉 2000년 강수량 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2000, 초록 - 1999)



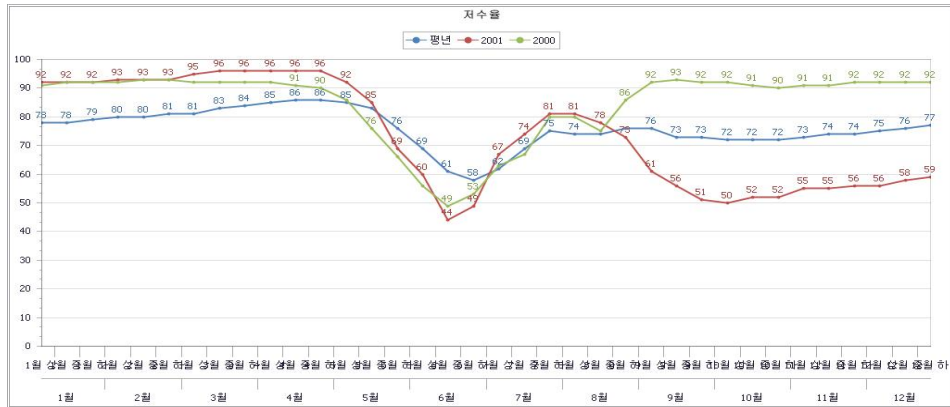
〈그림 2 - 7〉 2001년 강수량 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2001, 초록 - 2000)

2) 저수율 현황

2000년 저수율은 9월 이후 전국평균 90%이상의 저수율을 기록하고 있어 평년대비 약 20%이상 높게 유지되어 2001년 저수율 92%로 시작하여 5월 중순 저수율 85%를 유지하여 평년대비 7~14% 높은 상태를 유지해왔다. 2000년 겨울에 눈이 많이 와서 저수율이 높았지만, 3~5월 강우량이 평년대비 20 ~ 40%로 절대강수량이 부족하여 본격적인 묘대기 시기인 5월 중순부터 저수율은 급격히 저하되기 시작하였다. 특히 경기북부지역을 기점으로 물부족이 심화되어 전국적으로 물부족 현상이 발생하였다.



〈그림 2 - 8〉 2000년 저수율 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2000, 초록 - 1999)



〈그림 2 - 9〉 2001년 저수율 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2001, 초록 - 2000)

3) 가뭄 피해 현황

2001년 가뭄은 5월 이후 거의 비가오지 않아 경기, 강원, 충북 등 중북부지방에서 발생했던 가뭄이 전국적으로 확산되면서 가뭄피해가 극심하였다. 특히 경기북부지역을 기점으로 물 부족이 심화되어 전국적으로 농업용수부족이 발생하였다.

2001년에 발생한 가뭄은 과거에 발생한 가뭄과는 비교가 되지 않을 정도로 극심한 가뭄으로 기록되고 있으며 가뭄피해지역은 전국 7개도에 걸쳐 25개 시, 59개 군에서 가뭄의 피해를 받은 것으로 기록되었다. 이 중 가뭄피해지역이 가장 넓은 곳은 전남과 경북으로 각각 19개 시·군과 14개 시·군에서 피해를 많이 입었다. 따라서 2001년 가뭄에서도 대규모 댐과 저수지의 혜택을 받은 지역을 제외하고는 대부분의 지역에서 가뭄피해를 입었다.

다음 표는 농식품부에서 집계한 논 물마름 면적, 밭 시들음 면적을 제시하였다.

(표 2-13) 논외 물마름 면적(2001.06.13.) (단위 : ha)

시군구	이앙대상 논	이앙 논		가뭄대책 필요면적				
				계	미이앙 논		모낸 논외 물 마름 면적	
		면적	비율(%)		면적	비율(%)	물 마름	비율(%)
계	537,214	529,538	98.6	16,328	7,676	47.0	8,652	53.0
경기	121,100	120,853	99.97	1,407	247		1,160	82.4
강원	46,900	46,704	99.6	4,080	196		3,884	
충북	59,700	59,263	99.3	1,477	437		1,040	
충남	173,900	173,391	99.7	1,204	509	42.3	695	57.7
경북	135,614	129,327	95.4	8,160	6,287	77.0	1,873	23.0

출처 : 가뭄대책 추진상황 보고 2001. 6. 14

(표 2-14) 밭작물의 시들음 면적(2001.06.13.) (단위 : ha)

시군구	파종(정식)	시들음	비율(%)	주요 작물
계	200,448	7,749	3.87	
경기	41,317	2,135	5.17	고추, 옥수수, 콩, 감자, 고구마, 참깨 등
강원	34,915	856	2.45	고추, 옥수수, 콩, 감자 등
충북	35,063	2,757	7.86	고추, 옥수수, 콩, 담배, 참깨 등
충남	29,573	275	0.93	고추, 콩, 감자, 고구마 등
경북	59,580	1,726	2.90	고추, 옥수수, 콩, 참깨, 감자 등

출처 : 가뭄대책 추진상황 보고 2001. 6. 14



〈그림 2 - 10〉 가뭄으로 말라버린 저수지(충남 서산 강수저수지)



〈그림 2 - 11〉 가뭄으로 말라버린 용수간선(경기도 강화 월곶)

4) 가뭄 대책 현황

2001년 가뭄 상황에서 용수부족 가뭄지역에 대한 대책을 아래와 같이 시행하였다

- 긴급재해대책비 1,529억원을 지원하여 대형관정, 소형관정 간이용수원등 용수원개발에 적극지원
- 범 정부차원에서 신문, 방송 등 언론사를 통해 국민성금 136억원을 모아

관정200공, 양수기 4,000대 지원

- 긴급 재해대책비 1,378억원의 추가 지원과 함께 연 인원 1,562천명이 일손 돕기에 참여
- 굴삭기 등 489천대의 장비를 동원하여 하천굴착 등 간이 용수원개발, 발작물급수, 저수지준설 등
- 양수기 739천대와 관정 685천공의 가동 및 헬기 36대를 이용한 물 공급 등
- 농가용 유류대금 및 전기료 지원
- 하수처리수를 농업용수로 재활용

아래 표는 시·도별 가뭄대책 용수개발 현황(8월 말)을 보여주고 있다.

(표 2 - 15) 가뭄대책 용수개발 현황(8월말) (단위 : 개소)

시도별	계	대형관정	소형관정	하천굴착	저수지준설	시설보수등
계	54,579	3,267	27,491	18,424	898	4,499
부 산	37	21	8	-	8	-
대 구	37	27	-	2	-	8
인 천	519	79	372	54	10	4
광 주	585	37	541	1	6	-
대 전	116	26	69	-	-	21
울 산	213	14	4	175	-	20
경 기	5,645	385	3,487	1,427	21	325
강 원	5,588	568	2,326	2,488	66	140
충 북	8,010	425	5,939	1,309	113	224
충 남	7,436	668	4,421	1,539	99	709
전 북	4,986	233	3,770	196	109	678
전 남	6,317	322	4,478	739	55	723
경 북	12,915	283	1,987	9,245	292	1,108
경 남	2,175	179	89	1,249	119	539

(표 2-16) 총괄 지원예산(2001년) (단위 : 백만원)

구 분	합 계	국 비	특별교부세	지방비
1 차 (5월말)	34,520	21,000	-	13,520
2 차 (6.15)	118,404	59,202	-	59,202
3 차 (6.20)	125,000	81,250	18,750	25,000
- 지원완료	113,769	73,950	17,065	22,754
- 절 감 액	11,231	7,300	1,685	2,246
합 계	277,924	161,452	18,750	97,722
- 지원완료	266,693	154,152	17,065	95,476
- 절 감 액	11,231	7,300	1,685	2,246

※ 일자는 무강우시 용수개발비 지원기준일임

(표 2-17) 시도별 지원예산(2001년) (단위 : 백만원)

시도	합 계	중앙지원				지자체지원
		계	국 고	교부세	지방비	
합 계	277,924	269,654	161,452	18,750	89,452	8,270
부 산	743	743	427	56	260	-
대 구	1,250	1,250	625	-	625	-
인 천	6,866	6,866	3,700	117	3,049	-
광 주	2,320	2,320	1,319	159	842	-
대 전	587	587	337	44	206	-
울 산	2,025	2,025	1,242	230	553	-
경 기	33,091	31,841	19,315	1,857	10,669	1,250
강 원	50,781	49,579	30,497	4,020	15,062	1,202
충 북	31,085	28,085	16,732	1,452	9,901	3,000
충 남	36,981	36,486	21,405	2,262	12,819	495
전 북	20,825	20,825	12,313	1,525	6,987	-
전 남	25,179	25,179	14,874	1,722	8,583	-
경 북	38,466	36,143	21,240	2,118	12,785	2,323
경 남	16,494	16,494	10,126	1,504	4,864	-
절 감	11,231	11,231	7,300	1,684	2,247	-

	
<p>들샘에서 양수기로 급수하는 전경 (경북 의성)</p>	<p>양수장 흡입관 연장(경북 달성)</p>
	
<p>하천에서 2단 양수(강원 철원)</p>	<p>경운기를 이용한 다단 양수 (경북 의성)</p>
	
<p>소방차, 유조차로 급수(충북 청원)</p>	<p>헬기와 소방차를 동원한 급수 (경북 영양)</p>

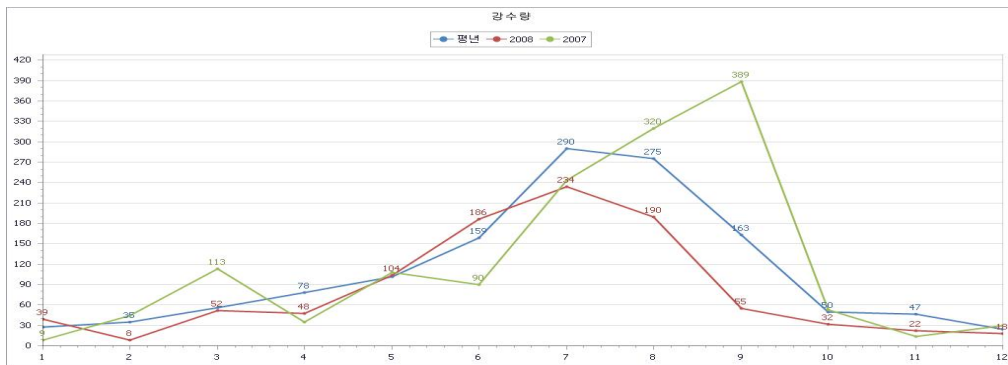
〈그림 2 - 12〉 2001년도 가뭄복구 현장

출처 : 2001 가뭄대응백서, 농림축산식품부

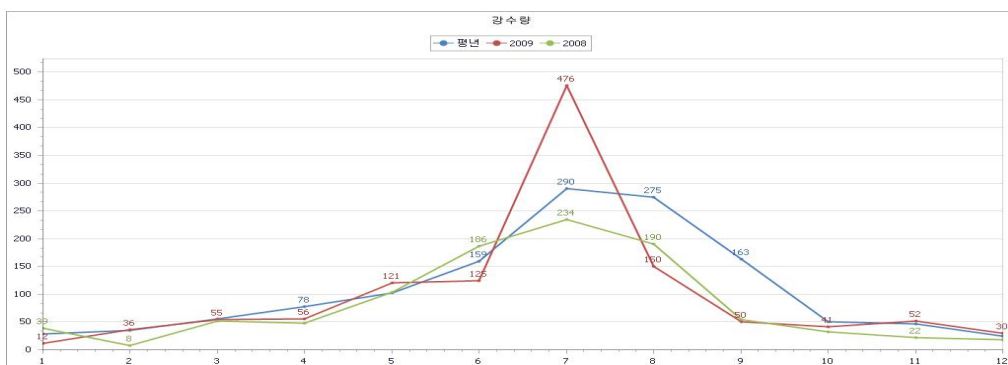
나. 2008 - 2009년 가뭄피해

1) 강수량 현황

2009년 가뭄은 2008년 10월부터 2009년 6월까지 총 467mm로 평년대비 77%의 강수가 내렸다. 참고로 2009년 1월부터 6월까지의 강수량은 393mm로 평년의 83%였다. 2009년 초기에 가뭄발생이 예견되었으나, 가뭄 대책을 조기에 수립하여 가뭄 피해가 발생하지 않은 것으로 파악되어 진다.



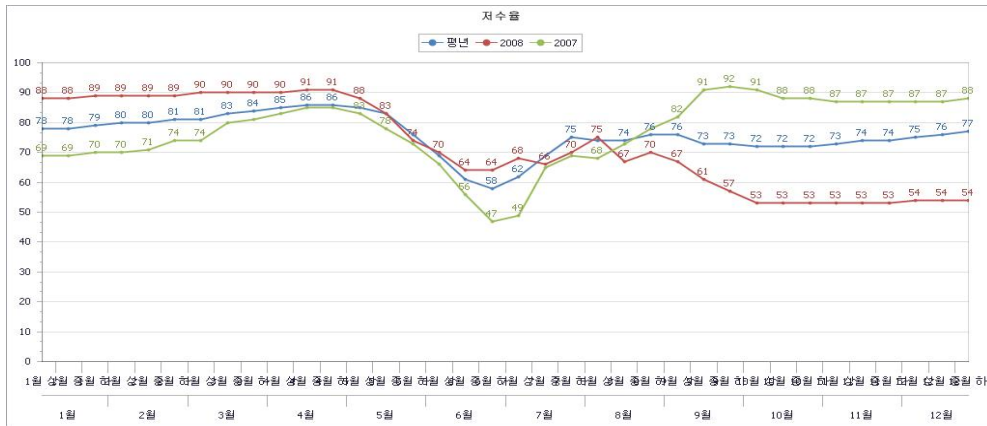
〈그림 2 - 13〉 2008년 강수량 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2008, 초록 - 2007)



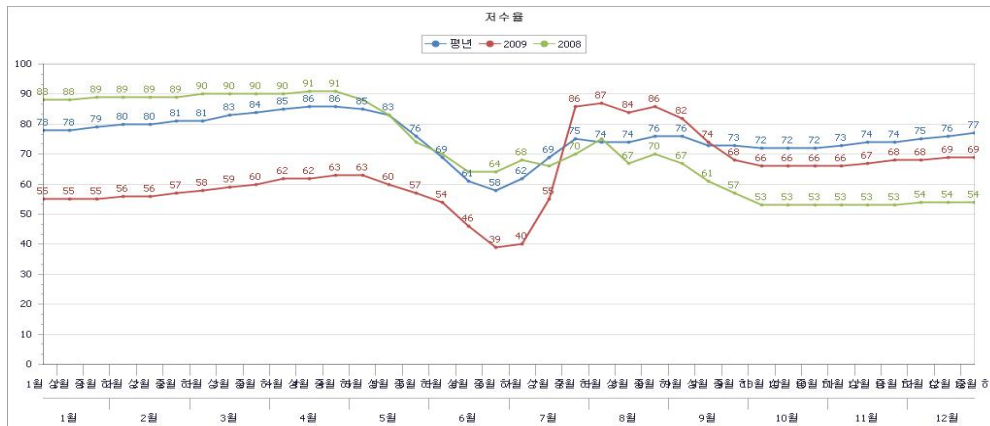
〈그림 2 - 14〉 2009년 강수량 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2009, 초록 - 2008)

2) 저수율 현황

2008년 8월부터 저수율이 저하되고 2008년부터 2009년 강수량이 평년대비 77%로 저수율은 평년대비 20%이상 저하된 상태에서 2008년 가을 가뭄이 예견되었으나, 적절한 대응으로 가뭄피해는 발생하지 않았다. 또한 2009년 1월 1일 55%로 시작하여 강수량 부족에 따른 유입량 감소로 저수율이 평균 60%로 5월까지 유지되다가 묘대기 급수에 따른 저수율이 급강하 하였으나, 6월 26일 이후 여름장마에 따른 저수율이 급상승하여 가뭄상황은 종료되었다.



〈그림 2 - 15〉 2008년 저수율 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2008, 초록 - 2007)



〈그림 2 - 16〉 2009년 저수율 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2009, 초록 - 2008)

3) 가뭄 피해 및 대책 현황

2008년 가을 및 2009년 봄 사이 강우량 및 저수율 감소에 따른 가뭄이 예견되었으나 가뭄 대책을 선제적 대응으로 가뭄피해는 발생하지 않았다. 다음은 2008년 가을, 2009년 봄가뭄에 대책 추진상황을 종합하였다.

○ 2008년

- 한발대비농업용수개발사업 유보예산 100억원을 각 시도에 배정('08.9.17)
- 한발대비 용수개발사업비로 밭작물 피해대비 전기료, 유류대 지원 및 발관정 개발 등
- 수리시설을 운용하여 인근지역 밭작물에 대해 최대한 용수를 공급토록 적극 협조
- 한국농촌공사는 양파,마늘,배추 등 밭작물재배 가뭄지역 1,793ha에 급수 지원
 <경남 창녕, 창원, 사천등 1,113ha, 전남 해남, 진도 등 680ha>
- 한국농어촌공사 자체적으로 재해대책비 29억원 별도 지원하여 용수확보 및 공급 지원
- 농작물 가을가뭄대비 추진대책 수립('08.09.22)
- 필요시 농경지 토양수분검정 추진, 저수지 저수율 수시 모니터링 등
- 용수원 확보 및 용수장비 공급 계획 수립
- 농작물 가뭄종합대책 추진계획 수립('08.10.17)
- 관정,양수장비 공급 등을 위한 재해대책 자금 9,837백만원 지원
 <전북 2,242백만원, 전남 3,258, 경북 535, 경남 3,802>
- 농업용 저수지에 대한 준설사업 추진 지원계획 수립('08.11.4)
- 대상: 지자체 및 한국농촌공사관리 농업용 저수지
- 기간: '08.11 - '09.5
- 사업량: 1,423개소 (실적 1,449개소)
- 사업비: 1,000억원(국고 800, 지방비 200)

○ 2009년

- 봄가뭄대비 농업용수 확보대책 추진계획 통보('09.02.07)
- 각 기관별 임무, 가뭄대책 세부추진계획
 - 가뭄대책 단계별 추진대책 등
- '09년 한발대비용수개발 예산 당겨배정 지원
 - '09년 1-4분기별로 지원토록 계획된 사업비를 1-2분기로 당겨배정
<6.11까지 '09예산 230억원 자금지원 완료>
- 저수지 양수저류 사업비 긴급지원('09.3.10)
 - 저수율이 낮은 남부 4개도에 저수지 물채우기 사업비 100억원 지원
<전북 15억원, 전남 42억원, 경북 8억원, 경남 35억원>

(표 2-18) 주요 사업 예산지원 현황(2008~2009) (단위 : 개소, 백만원)

시도	계	사 업 명											
		저수지준설		관정개발		양수장설치		전기료·유류대		스프링클러		관정 등 정비	
		사업량	사업비	사업량	사업비	사업량	사업비	사업량	사업비	사업량	사업비	사업량	사업비
계	199,731	1,721	109,662	1,525	54,332	374	10,091	7,189	17,001	36,451	633	866	8,005
광주	1,360	8	715	6	174	-	-	-	-	-	-	40	471
울산	1,582	11	622	8	545	1	415	-	-	-	-	-	-
경기	6,171	2	832	66	2,520	12	2,488	33	331	-	-	-	-
강원	9,166	27	4,585	67	4,581	-	-	-	-	-	-	-	-
충북	5,235	41	2,015	31	1,732	11	1,226	-	-	-	-	10	262
충남	17,795	47	10,015	147	6,703	5	840	-	-	-	-	15	237
전북	30,446	186	16,643	217	9,942	13	583	464	2,376	48	12	225	890
전남	67,591	736	47,087	427	5,302	4	1,660	5,886	8,996	36,400	546	499	4,000
경북	18,615	259	9,664	120	6,603	304	900	409	1,000	-	-	33	441
경남	41,770	404	17,484	436	16,230	24	1,979	397	4,298	3	75	44	1,704

※ 사업비는 지방비 포함



〈그림 2 - 17〉 2008년 10월 농업용 저수지 저수율 현황(박기욱, 농어촌연구원)



2008년 저수지 준선 잔후 전경



2009년 저수지 물채우기

2009년 배수로 물가두기

〈그림 2 - 18〉 2008~2009년 가뭄대책 현장

다. 2012년 가뭄피해

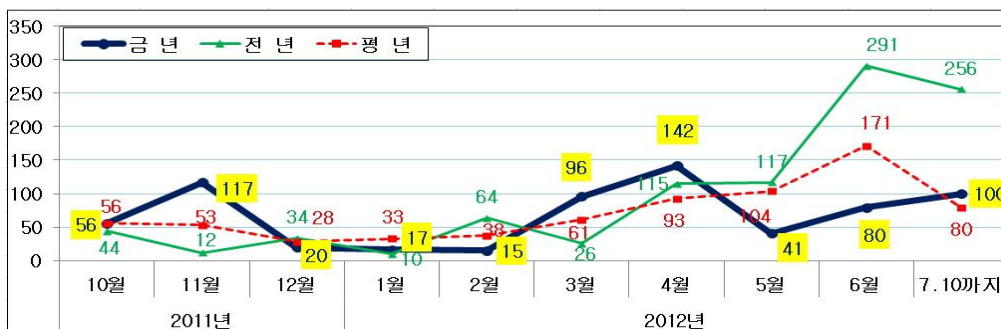
1) 강수량 현황

2012년 가뭄이 시작되는 5월 전국 강수량은 41mm로 평년(104mm)의 39%에 불과할 정도로 비가 적었으며, 경기 21%, 강원 44%, 충북 46%, 충남 23%, 전북 34%, 전남 36%, 경북 51%, 경남 40% 등 전국이 골고루 비가 적게 내려 가뭄발생이 예고됐으며, 장기 기상전망치(70~190mm)에도 훨씬 미치지 못하게 비가 내렸다. 2012년 6월 전국 강수량은 80mm로 평년(171mm)의 47%에 불과할 정도로 비가 적었으며, 경기 69%, 강원 55%, 충북 55%, 충남 52%, 전북 44%, 전남 28%, 경북 54%, 경남 35% 등 전국이 골고루 비가 적게 내려 심각한 충남지역에서 전북, 전남으로 가뭄이 확대 되었으며, 장기 기상전망치(106~268mm)에도 훨씬 못미친 비였다.

특히, 2012. 5. 1 ~ 6. 29까지는 전국 강수량은 83mm로 평년(268mm)의 31%에 불과하고 5.17 강수 이후 6.6까지 무려 20일간 無 강우 기간이 지속되어 최소 200mm의 비가 더 와야 평년 수준을 회복 할 정도로 가뭄이 심각하였다.

(표 2 - 19) 전국 강수량 현황(2012) (단위 : mm)

구 분	계	2011년			2012년						
		10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월10까지
금 년	1,297	56	117	20	19	16	67	142	41	80	100
전 년	1,350	44	12	34	10	64	26	115	117	291	256
평 년	717	56	53	28	33	38	61	93	104	171	80
평년대비 (%)	181	100	221	71	58	42	110	153	39	47	125



〈그림 2 - 19〉 전국 강수량 분포현황

2) 저수율 현황

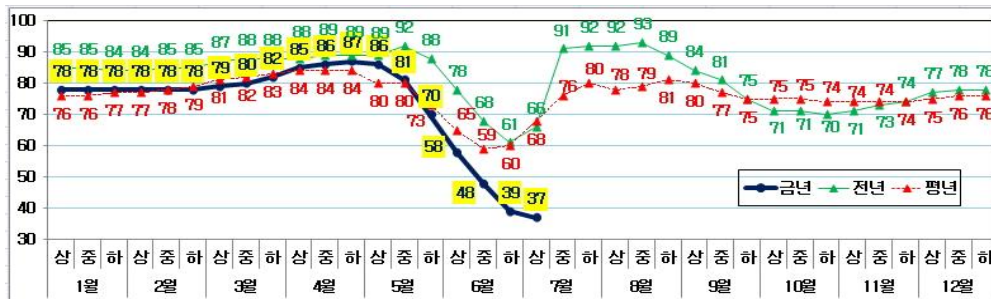
저수율은 2012. 1. 1 77.5%로 시작하여 2월까지 평년보다 1~2% 높은 상태를 유지해 오다가 3월에는 유입량이 저조하여 평년보다 낮은 저수율을 보였으며, 4월부터 5월 상순까지는 평년보다 많은 강수량으로 유입량이 증가하여 평년보다 높은 저수율을 보이다가 5월 1일 가장 높은 88.6%를 기록하였다. 이는 평년(85.1%)보다 3.5% 높은 저수율이며 이때까지만 해도 풍부한 수원과 적정하게 내린 강우는 가뭄을 생각할 수 없는 조건으로 인지 되었다.

5월 1일 본격적인 모내기 통수가 시작되면서 저수율은 점차 하양 안정세를 유지하였으나, 5월 10일 이후 강수량 부족, 전국적인 고온현상의 집중, 모내기 급수 등으로 저수율은 급격히 저하되기 시작하였다. 금년도 5월에 발생한 고온현상이 조금 늦게 나타났으며 심각한 가뭄으로 발전까지는 일어나지 않았으나, 고온현상의 조기 출현은 영농조건을 1주일 앞당겨 물 공급기간이 늘어나면서 수요도 증가하여 급격한 저수율 저하로 이어졌다.

6월 들어 전국 저수율은 39%로 평년 60.9보다 21.9%로 가장 낮은 저수율을 보였으며, 지난 5월 이후 강수량은 83mm로 평년(268mm)의 31%에 불과 하고 무 강우 기간이 20여일 이상 지속되면서 50%미만 저수지는 1,042개소 288천ha로 늘어났다.

(표 2-20) 전국 저수율 현황 (단위 : %)

구분	1월			2월			3월			4월			5월			6월			7월			8월			9월			10월			11월			12월			
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	
금년	78	78	78	78	78	78	79	80	82	85	86	87	86	81	70	58	48	39	37																		
전년	85	85	84	84	85	85	87	88	88	88	89	89	89	92	88	78	68	61	66	91	92	92	93	89	84	81	75	71	71	70	71	73	74	77	78	78	
평년	76	76	77	77	78	79	81	82	83	84	84	84	84	80	73	65	59	60	68	76	80	78	79	81	80	77	75	75	75	74	74	74	74	75	76	76	



<그림 2-20> 전국저수율 그래프

3) 가뭄 피해 현황

5월 이후 강우 부족 및 저수율 저하 등으로 경기·인천, 충남, 전남·북지역 등 서해안을 중심으로 극심한 가뭄이 발생하였다.

논은 천수답 등을 중심으로 매일 4~5천ha의 가뭄면적이 발생하였으며 밭작물은 국지적으로 시들음 현상 및 생육부진 현상이 발생하였다.

다음 표는 농식품부에서 집계한 논 물마름 면적, 밭 시들음 면적을 제시하였다.

(표 2 - 21) 6.17(일) 농식품부 가뭄대책 추진현황

○ 논의 물 마름 면적

(단위 : ha)

시군구	이양대상 논	이양 논		가뭄대책 필요면적				
		면적	비율(%)	계	미이양 논		모낸 논의 물 마름 면적	
					면적	비율(%)	물 마름	비율(%)
계	867,417	843,649	97.3	3,553	1,507	42.4	2,046	57.6
경기	91,478	91,453	99.97	188			188	100.0
강원	36,332	36,332	100.0	0				
충북	44,682	44,682	100.0	0				
충남	155,243	154,354	99.4	1,825	702	38.5	1,123	61.5
전북	132,678	125,341	94.5	546.5	76.5	14.0	470	86.0
전남	177,302	173,048	97.6	435.3	427	98.1	8.3	
경북	114,963	110,735	96.3	84.7	8	9.4	76.7	90.6
경남	81,788	75,572	92.4	130	130	100.0		0.0
제주				0				
광역시	32,951	32,132	97.5	343.5	163.5	47.6	180	52.4

* 광역시 가뭄대책 지역 : 인천, 광주

○ 밭작물의 시들음 면적

(단위 : ha)

시군구	파종(정식)	시들음(ha)	비율(%)	주요작물
계	491,072	3,440	0.70	
경기	60,928	20	0.03	감자, 고구마, 마늘, 땅콩 등
강원	23,412		0.00	
충북	48,269		0.00	
충남	58,514	2,429	4.15	고구마, 고추, 깨, 마늘, 감자, 오이, 무, 두류 등
전북	38,295		0.00	
전남	58,514	1	0.00	옥수수, 두류, 양파 등
경북	134,043	36	0.03	고추, 콩, 참깨, 땅콩, 감자 등
경남	59,687		0.00	
제주	881			
광역시	8,529	954	11.19	고추, 옥수수, 콩, 고구마, 감자, 포도, 사과, 배 등



〈그림 2 - 21〉 2012년 가뭄 대전방동 저수지 사진
(김성태, 2012.06.05., 중앙일보)



〈그림 2 - 22〉 충남 태안군 소원면(2012.06.11.기사, JTBC)

4) 가뭄 대책 현황

2012년 가뭄 상황에서 용수부족 가뭄지역(논 3,635ha, 밭 4,659ha)에 조기 대책급수로 아래와 같이 대책을 시행하였다

- 관정개발, 양수급수 등을 통해 6.30일까지 모내기를 완료하고, 물 부족 모낸 논에 비상급수 추진
- 밭작물은 급수차량, 다단양수 등을 통해 최소한의 급수지원
- 착정기, 급수차량, 양수장비 등을 총 동원하여 시군별, 지역별 맞춤형 가뭄대책 추진
- * 국방부·행안부 등 관계부처의 지속적인 협조 필요
- 바닥이 드러난 저수지에 대한 준설도 병행 추진
- 가뭄극복 3대운동(저수, 절수, 용수개발) 적극 추진

가) 제한급수, 비상급수, 인력 및 장비 투입

말 단부 물 부족 발생과 무강우가 지속됨에 따라 각 수원공에서 필요수량보다 10~30% 적게 공급하는 제한급수(213개소 57.8천ha)를 전국에 실시하여 물 절약을 실시하고 가뭄확산을 대비 저수지 고갈을 사전에 방지함으로써 가뭄을 대비하였으며 수원공 하류부 또는 가뭄이 진행됨에 따라 발생한 물 부족지역에는 퇴수 재활용, 하상굴착 등 간이 용수원을 긴급하게 개발 비상급수(259개소 21.4천ha)를 실시하여 이모작 모내기 및 본답기 용수 공급에 지장이 없도록 조치하여 6월 30일 전년보다 1주일 빠르게 모내기를 완료하였다.

또한, 각 지역별로 양수기 2,652대, 백호 1,206대, 송수호스 547Km, 인력 7,194명을 동원하여 밭 빠른 한해대책을 추진함으로써 슬기롭게 가뭄을 극복하였다.

(표 2-22) 제한급수, 비상급수 등 한해대책 현황

구 분	제한급수		비상급수		인력 및 장비 투입(7.2기준)				
	개소	면적 (ha)	개소	면적 (ha)	양수기 (대)	백호 (대)	송수호스 (Km)	인력 (명)	비상근무 (명)
계	213	57,809	259	21,458	2,652	1,206	547.7	7,194	12,012
경기	47	12,985	46	2,627	439	231	84.3	749	857
강원	23	1,952	5	396	12	7	-	61	443
충북	35	6,716	37	1,137	239	194	49.7	384	609
충남	87	24,787	46	5,227	561	522	43.4	2,907	4,665
전북	14	7,975	46	6,752	85	-	12.0	515	372
전남	1	45	37	2,990	870	20	211.0	1,160	2,840
경북	3	3,182	24	642	259	138	65.3	928	707
경남	3	167	18	1,687	187	94	82.0	490	1,519

출처 : 2012 가뭄백서, 한국농어촌공사

또한, 가뭄대책비로 국비 125억 원을 지원하고 지자체에서도 자체예산 128억 원 확보(총 253억 원)하여 가뭄에 대응하였으며 아래 표는 시·도별 가뭄대책비 지원내역을 나타내었다.

(표 2-23) 시·도별 가뭄대책비 지원내역

(단위 : 백만원)

구분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	인천	광주등
합계	104,628	12,089	5,440	3,583	36,903	16,414	20,010	5,308	226	3,260	1,395
중앙 지원	소계	62,100	8,761	2,900	2,063	15,419	12,180	12,332	4,631	2,495	1,319
	농식품부	59,500	8,461	2,900	2,063	13,419	11,880	12,332	4,631	2,495	1,319
	1차 (6.7)	2,500				2,500					
	2차 (6.14)	5,000	978			1,422	1,080	1,360	160		
	3차 (6.18)	5,000	1,200	300	300	2,700				500	
	4차 (6.22)	7,000	800			1,200	2,300	2,400	300		
	5차 (6.26)	40,000	5,483	2,600	1,763	5,597	8,500	8,572	4,171	1,995	1,319
	행안부 (교부세)	2,600	300			2,000	300				
지방비	39,345	2,898	2,367	1,488	20,363	3,744	7,173	471		765	76
기타 (농어촌공사)	3,183	430	173	32	1,121	490	505	206	226	경기 포함	전남등 포함

출처 : 2012 가뭄백서, 한국농어촌공사



〈그림 2 - 23〉가뭄대책 상황

라. 2013년 가뭄피해

1) 강수량 현황

2013년은 7월 장마전선이 중부지방 정체에 따라 제주 및 남부지방에 강수량 부족으로 가뭄이 발생하였다. 7.1~8.22 기간 동안에 강우량을 살펴보면 제주 37mm(평년 465mm의 8%), 전남 233mm(평년 439mm), 경북 241mm(평년 376mm), 경남 272mm(평년 476mm)이며, 8.23일부터 전국에 내린 강우로 가뭄이 해결되었다.

(표 2 - 24) 시도별 금년 강수량(1.1~8.30)

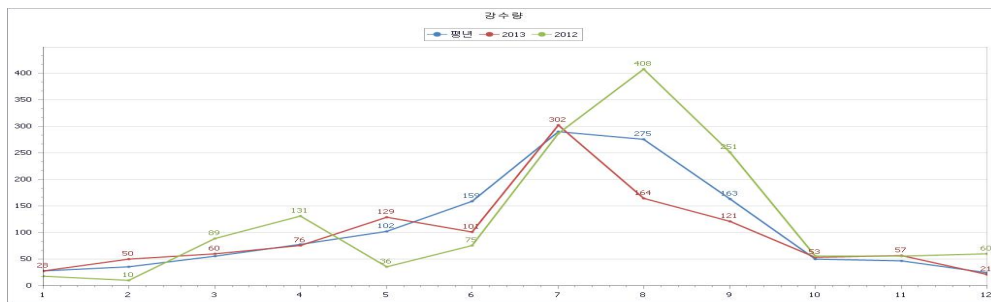
(단위 : mm)

구 분	전국	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
금년(A)	907	1,032	1,037	923	861	974	954	715	916	765
평년(B)	1,010	1,040	1,011	1,000	981	991	1,103	856	1,131	1,354
A/B(%)	90	99	103	92	88	98	87	83	81	56

(표 2 - 25) 7월 이후 강수량

(단위 : mm)

구 분	전국	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
금년(A)	462	675	675	447	406	585	431	294	402	173
평년(B)	551	663	610	577	559	538	525	456	568	568
A/B(%)	84	102	111	77	73	109	82	65	71	30



<그림 2 - 24> 2013년 강수량 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2013, 초록 - 2012)

2) 저수율 현황

2013년 전국 평균 저수율은 평년대비 높게 유지되었으나, 제주 및 남부지방에 강수량 부족에 따른 일정지역(전남, 경북, 경남, 제주)에 저수율이 62%로 농업용수가 적절히 공급되지 못해 가뭄이 발생하였다.

(표 2 - 26) 시도별 저수율(1.1~8.30)

(단위 : %)

구 분	전국	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
금년(A)	69	80	79	85	73	74	63	60	57	63
평년(B)	77	82	85	83	76	76	75	78	79	90
A/B(%)	89	97	93	102	96	98	84	77	72	70

(표 2 - 27) 강우 부족지역 저수율 현황

도	시군	7월 이후 강수량(mm)			저수율(%)			비고
		금년(A)	평년(B)	% (A/B)	금년(A)	평년(B)	% (A/B)	
전남	완 도	273	515	53	58	81	72	
경북	경 주	250	415	60	47	78	60	
	포 향	244	415	59	53	76	70	
	울 진	186	384	48	44	90	49	
	영 덕	128	392	33	43	73	59	
	의 성	233	449	52	51	76	67	
경남	울 산	173	459	38	47	86	55	
	거 제	251	735	34	53	87	61	
	남 해	398	657	61	44	80	55	
	고 성	245	521	47	49	79	62	
	진 주	410	521	68	57	78	73	
제주	제 주	89	489	18				
	고 산	83	365	23				
	성 산	239	628	38				
	서귀포	190	588	32				



〈그림 2 - 25〉 2013년 저수율 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2013, 초록 - 2012)

3) 가뭄 피해 현황

제주 및 남부지방에 강수량 부족 및 저수율 저하로 전남, 경북, 경남, 제주 지역을 중심으로 가뭄이 발생하였다.

논은 천수답 등을 중심으로 물마름 3,065ha의 가뭄면적이 발생하였으며 밭작물 시들음 현상은 4,303ha에서 발생하였다.

다음 표는 농식품부에서 집계한 논 물마름 면적, 밭 시들음 면적을 제시하였다.

(표 2 - 28) 논·밭 물 마름 면적

(단위 : ha)

시군별	가뭄상황			대책급수		비 고
	이양논면적 (A)	물마름 면적 (B)	비율(%) (B/A)	면적 (C)	비율(%) (C/B)	
계	93,798	3,065	3.3	2,420	79.0	
전남	54,962	1,052	1.9	812	77.2	
경북	26,120	1,701	6.5	1,296	76.2	
경남	12,716	312	2.5	312	100	

(표 2 - 29) 발작물의 시들음 면적

(단위 : ha)

시도	시군별	가뭄상황			대책급수		비 고 (주요 작물)
		파 종 (A)	시들음 (B)	비율(% (B/A)	면적 (C)	비율(% (C/B)	
계		34,922	4,303	12.3	3,789	88.1	
전남	소계	7,416	1,154	15.6	1,154	100	
	해남	4,534	919	20.3	919	100	고구마, 콩, 대파 등
	완도	1,285	191	14.9	191	100	고구마, 콩, 고추 등
	진도	1,597	44	2.8	44	100	고추, 대파 등
경북	소계	15,313	833	5.4	599	71.9	
	포항	5,348	294	5.5	220	74.6	고추
	경주	7,249	362	5.0	253	69.9	콩, 참깨, 고추 등
	영덕	442	15	3.4	15	100.0	고추, 콩, 고구마 등
	울진	2,274	162	7.1	111	68.5	콩, 고추 등
경남	소계	4,131	590	14.3	310	52.5	
	사천	1,545	50	3	30	60	
	남해	1,028	240	23	220	92	고추, 콩, 고구마 등
	고성	958	170	18	40	24	
	진주	600	130	22	20	15	
제주	소계	8,062	1,726	15.8	1,726 (42)	100 (0.1)	* ()는 당일 급수면적
	제주	5,512	1,270	23.0	1,270	100	당근, 콩, 땅콩
	서귀포	2,550	456	17.9	456	100	

4) 가뭄 대책 현황

2013년 가뭄 상황에서 용수부족 가뭄지역(논 3,065ha, 밭 4,303ha)에 가뭄 대응을 위한 대책을 다음과 같이 시행하였다

가) 긴급 용수개발

- 저수지 준설, 양수저류, 하상굴착, 관정 개발 등 아래 표와 같이 시행

(표 2 - 30) 긴급 용수개발

시도	시군구	계	관정 개발 (공)	하상굴착		가물 막이 (개소)	들샘 개발 (개소)	간이 양수장 (개소)	양수저류			저수지준설		기타 (개소) (취수탑)
				계	m				개소	m ²	ha	개소	m ²	
계		616	79	287	5,235		56	10	22	45,800	60	2	3,000	160
전남	소계	137	72	27	500		22	1	15	45,000	60			
	해남	66	48				2	1	15	45,000	60			
	진도	71	24	27	500		20							
경북	소계	221		195	3,215		17	9						
	포항	47		46	460			1						
	경주	23		15	300			8						
	영덕	63		63	2455									
	울진	88		71			17							
경남	소계	85	7	65	1,520		4		7	800		2	3,000	
	사천	27	5	11	620		4		7	800				
	남해	2										2	3,000	
	고성	52	2	50	500									
	거제	4		4	400									
제주	소계	173					13							160
	제주	132					9							123
	서귀포	41					4							37

나) 인력 및 장비 지원현황

(표 2 - 31) 인력 및 장비 지원현황

시도	인력지원 (단위 : 명)						장비지원 (단위 : 대)									
	계	주민	공무원	군경	기관 단체	공공 근로 등	계	굴삭 기	양수 기	송수 호스 (km)	물뺀	급 수 차 량				
												소 계	살 수 차	소 방 차	급 수 차	레 미 콘
계	6,113	2,526	3,258		75	254	2,604	601	1,117	202	321	565	37	29	499	
전남	855	430	385		40		758	450	293	47		15	8	7		
경북	2,387	1,704	429			254	652	119	501	144		32	11	21		
경남	489	288	166		35		276	32	224	11	1	19	18	1		
제주	2,382	104	2,278				918		99		320	499			499	

다) 예산지원 현황

(표 2 - 32) 예산지원 현황

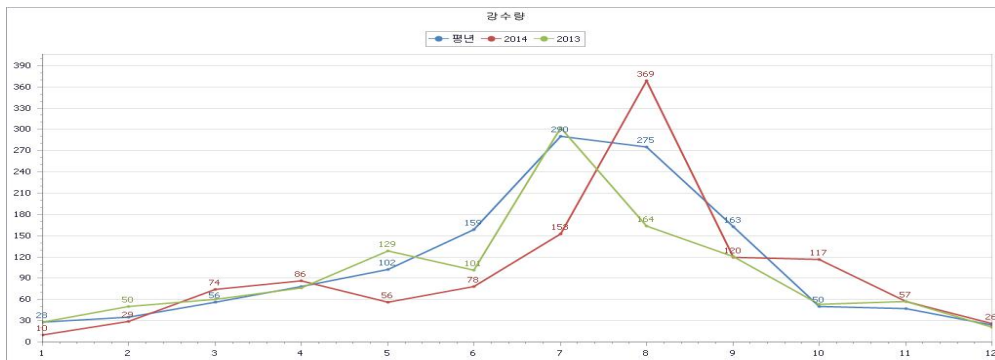
(단위 : 백만원)

구 분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	인천	
합 계	17,180	1,160	430	410	1,750	1,120	3,580	2,486	2,544	3,500	200	
국고	소계	14,500	1,160	430	410	1,750	1,120	3,380	2,040	1,410	2,600	200
	1차 (8.9)	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000	-
	2차 (8.22)	4,500	-	-	-	-	1,500	800	600	1,600	-	
	3차 (10.10)	9,000	1,160	430	410	1,750	1,120	1,880	1,240	810	-	200
지방비	1차 (8.9)	2,680					200	446	1,134	900		

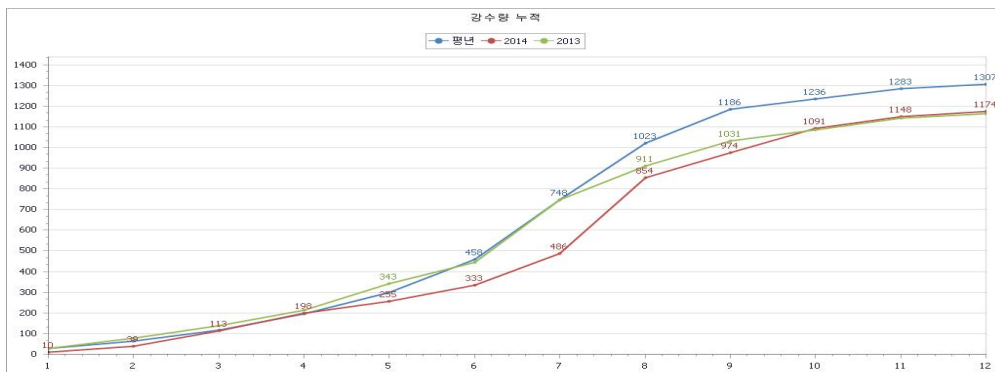
마. 2014년 가뭄피해

1) 강수량 현황

2014년 강수량 현황은 1~3월간 112.8mm로 평년(120.2mm)대비 94% 수준이었지만 수도권 지역은 서울 39%, 인천 35%, 경기 54%로 평년대비 50% 내외의 강수량을 보였다. 이 시기에 수도권 지역에 적었음에도 불구하고 가뭄 발생 확률은 적었으나, 4월 이후 7월 30일 기준 전체 강수량은 479mm로 평년(742mm)의 65% 수준이었고, 특히 6~7월 강수량은 평년대비 43%수준으로 적은 양이 내린 강원 일부(동해, 삼척, 고성)와 경북 북부지역(안동, 예천, 청송, 영양, 의성, 봉화, 문경 등)은 농작물 가뭄피해가 우려되었으나, 7.31~8.22 태풍 및 기압골의 영향으로 전국적으로 강우가 있어 가뭄은 해소되었다.



〈그림 2 - 26〉 2014년 강수량 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2014, 초록 - 2013)



〈그림 2 - 27〉 2014년 누적 강수량 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2014, 초록 - 2013)

2) 저수율 현황

2014년 저수율은 2014. 1. 1 71%로 시작하여 8월까지 평년보다 10~20% 이상 낮게 유지되어 오다가 8월 이후 잦은 강우로 평년 수준을 회복하였다. 2014년도는 2013년도에 평년대비 강수량이 저조하여 2013년 8월 이후부터 계속적으로 평년보다 낮은 저수율을 보였으며, 특히 5월부터 본격적인 묘대기 통수가 시작되는 시기에도 강수량 부족으로 저수율은 지속적인 하향추세를 유지하였으나, 8월에 전국적으로 태풍 영향으로 강수량이 많아 9월에는 평년대비 100%에 도달하였다.

하지만 인천·경기북부·강원영서·경북북부지역 저수율은 평년보다 낮아 향후 강수량 부족 시 2015년 봄 농업용수 부족으로 우려되었다.

참고적으로 8.20일 기준 평년대비 강화 35%, 파주 33%, 여주 41%, 연천 36%, 양주 41%, 춘천 27%, 철원 27%, 홍천 56%, 원주 57%, 문경 44%, 예천 56%의 저수율을 보였다.



〈그림 2 - 28〉 2014년 저수율 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2014, 초록 - 2013)

3) 가뭄 대책 현황

1차적으로 2014년 5월 경기북부지역 강수량 부족과 서해 밀물 영향으로 염도가 높아진 임진강 하류 파주지역 5천 2백ha 논에 모내기 어려움이 있어 국고 4억, 지방비 1억을 투입하여 민·관·군 긴밀한 협조로 선제적 급수대책을 적극 추진하여 모내기를 완료하였다. 이 시기의 대책은

- 군부대 협조 하에 통일대교 횡단 대규모 송수시설 설치
- 비상근무 돌입(4.19)을 통한 양수장 염분농도 및 급수 관리
- 예비못자리 준비 등을 시행하였다.

7월에는 강수량(7.21기준)은 438mm로 평년(671mm)의 65%수준이고, 저수율 51%로 평년(76%)보다 25%p 낮아 가뭄양상 확산 우려되고 특히, 중부 북부지역(인천 강화, 경기 북부, 강원 영서 등)은 마른장마 지속에 따른 강우 및 저수율이 크게 부족(평년대비 30~45%수준)하여 가뭄피해가 우려되므로 선제적 긴급가뭄대책 지원을 하였다. 7월 가뭄에 대한 선제적 대책은 간이양수장, 양수저류, 하상굴착, 하천수 급수, 대체용수원 개발, 저수지 준설, 물백 및 이동식 관수시설, 장비 임차 및 유류대 등을 시행하였다.

(표 2 - 33) 2014년 가뭄대책지원비

(단위 : 백만원)

구분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	인천
합계	12,500	2,575	1,760	365	1,445	1,300	1,875	1,190	590	-	1,400
국고 지원	1차 (5.20)	400	400	-	-	-	-	-	-	-	-
	2차 (7.21)	3,800	1,120	1,280	-	-	-	-	-	-	1,400
	3차 (9.23)	8,300	1,055	480	365	1,445	1,300	1,875	590	-	-

< 국고 : 80%, 지방비 : 20% > 본 표에서는 지방비 제외

바. 2015년 가뭄피해

1) 강수량 현황

2015년 가뭄은 지난(2014년) 겨울철('14.12.1~'15.2.28)년 전국 강수량은 <표 2-34>에서 나타난 바와 같이 76.7mm로 평년대비 87% 수준이었으며, 2015년 봄철('15.3.1~5.31) 기간 <표 2-35>에서 나타난바와 같이 서울·경기와 강원영서의 강수량은 평년의 50% 수준이었다. 이에 따라 영농기인 4월말부터 인천·경기·강원·충북·충남 등 39개 시·군에서 논물마름, 밭작물 시들음 현상이 발생하였다. 특히 2015년은 장마기간 동안 강수량이 평년대비 73%로 절대적으로 강수량이 적었으며 연 강수량이 평년대비 72%로 역대 최저 3위를 기록하면서 가뭄 현상이 심각한 해가 되었다.

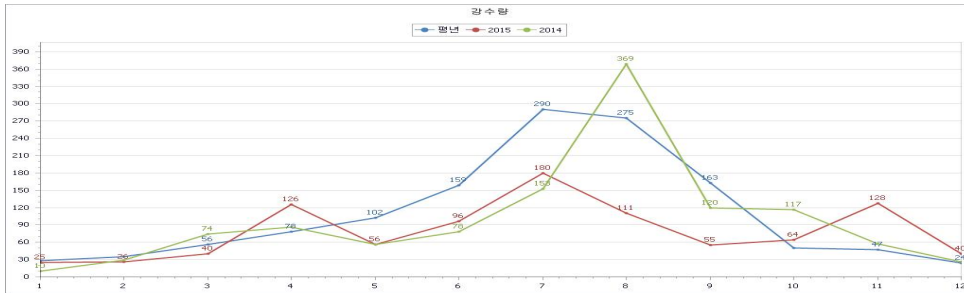
(표 2-34) 2014년12월~2015년2월 강수량 현황

기간	지역	서울·경기	강원			충북	충남	전북	전남	경북	경남	전국
			전체	영서	영동							
지난 겨울철 ('14.12.1~'15.2.28)	강수량 (mm)	53.4	43.3	46.2	37.4	80.8	106.7	134.7	116.4	43.9	72.5	76.7
	평년비 (%)	84	56	71	27	98	122	120	112	60	77	87
	평년값 (mm)	63.4	90.0	65.5	139.1	82.1	87.5	112.0	103.3	79.8	92.1	88.5

※ 강원 영동의 겨울철 강수량은 평년대비 27%로 매우 적었음.

(표 2-35) 2015년3월~5월 강수량 현황

기간	지역	서울·경기	강원			충북	충남	전북	전남	경북	경남	전국
			전체	영서	영동							
'15 봄철 ('15.3.1~'15.5.31)	강수량 (mm)	107.6	126.9	142.0	96.7	166.3	175.9	189.1	394.9	157.7	364.8	223.1
	평년비 (%)	52	60	68	44	78	82	86	131	77	120	89
	평년값 (mm)	209.6	212.5	208.4	220.6	214.5	213.6	219.9	293.5	204.0	293.8	236.6



〈그림 2 - 29〉 2015년 강수량 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2015, 초록 - 2014)

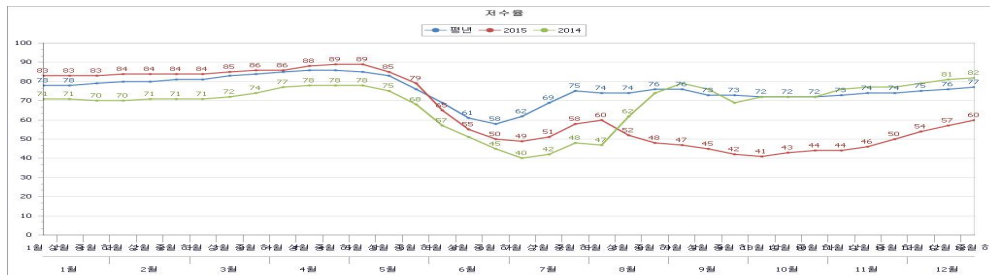
2) 저수율 현황

저수율은 2015. 1. 1 83%로 평년보다 높게 시작하여 5월 중순까지 평년보다 1~5% 높은 상태를 유지해 오다가 5월부터는 강수량 절대 부족과 본격적인 묘대시 시기가 겹치면서 저수율은 급격히 하향하였으며, 여름철 장마기간에도 강수량 부족으로 저수율이 회복되지 않고 지속적으로 하향하여 7월 중순에는 50%이하까지 저하하였다. 이 후 유입량이 조금 증가하여 60%까지 회복하였으나 이후 지속적 저수율 저하로 이어졌다.

(표 2 - 36) 전국 저수율 현황

(단위 : %)

구분	1월		2월		3월		4월		5월		6월		7월		8월		9월		10월		11월		12월		
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	
금년																									
전년																									
평년																									



〈그림 2 - 30〉 2015년 저수율 그래프(파랑 - 평년, 빨강 - 2015, 초록 - 2014)

3) 가뭄 피해 현황

5월 이후 강우 부족 및 저수율 저하 등으로 경기·인천, 충남, 전남·북지역 등 서해안을 중심으로 극심한 가뭄이 발생하였다.

논은 천수답 등을 중심으로 물마름 2,822ha의 가뭄면적이 발생하였으며 밭작물 시들음 현상은 4,536ha에서 발생하였다.

꾸준한 급수대책과 6.20일 강우, 소나기 등으로 6,621ha(90%)로 일정 수준 해결되었다.

다음 표는 농식품부에서 집계한 논 물마름 면적, 밭 시들음 면적을 제시하였다.

(표 2 - 37) 6.27(일) 농식품부 가뭄대책 추진현황

○ 논의 물 마름 면적

(단위 : ha)

시군구	이양대상 논	이양 논		가뭄대책 필요면적				
		면적	비율(%)	계	미이양 논		모낸 논의 물 마름 면적	
					면적	비율(%)	물 마름	비율(%)
계	119,222	118,500	99.4	2,822	722	25.6	2,100	74.4
인천	11,091	10,654	96.1	961	437	45.5	524	54.5
경기	44,408	44,360	99.9	548	48	8.8	500	91.2
강원	23,083	22,976	99.5	704	107	15.2	597	84.8
경북	40,640	40,510	99.7	609	130	21.3	479	78.7

○ 밭작물의 시들음 면적

(단위 : ha)

시군구	파종(정식)	시들음(ha)	비율(%)	주요작물
계	101,722	4,536	4.46	
인천	1,461	68	4.65	고구마, 콩 등
강원	27,556	3,656	13.27	감자, 옥수수, 배추, 토마토, 피망, 수박 등
충북	7,231	270	3.73	고추, 옥수수, 채소
경북	65,474	542	0.83	고추, 감자, 마늘, 양배추, 시금치 등



〈그림 2 - 31〉 인천광역시 강화도 교동면 가뭄피해(2015.06.24. 기사, 연합뉴스)

4) 가뭄 대책 현황

2015년 가뭄 상황에서 용수부족 가뭄지역(논 2,822ha, 밭 4,536ha)에 가뭄 대응을 위한 대책을 시행하였다

가) 저수지 준설사업

- 저수지 준설사업 추진(706개소, 371억원), '15.12월까지 완료

(표 2 - 38) 저수지 준설사업 현황(2016.01.06.기준)

구분	비목별	계 획				
		개소	준설량 (천㎥)	사업비(백만원)		
				계	국비	지방비
합	계	1,025	8,713	87,886	82,895	4,991
○ 기존대책	소계	750	4,481	44,346	39,455	4,891
1차 (‘15.6)	계	377	1,977.0	18,699	15,414	3,285
	개보수	28	520.0	5,000	5,000	-
	안전처1회	44	244.0	2,314	2,314	-
	안전처2회	305	1,213.0	11,385	8,100	3,285
2차 (‘15.8)	계	143	1,425.9	15,677	14,741	936
	개보수	61	939.8	11,000	11,000	-
	한발대비	82	486.1	4,677	3,741	936
3차 (‘15.10)	안전처3회	230	1079.6	9,970	9,300	670
○ 추가대책	소계	275	4,233	43,540	43,440	100
4차 (‘15.12)	예비비	178	3,870	40,300	40,300	-
	안전처4회	97	362	3,240	3,140	100

출처 : 가뭄추진상황점검TF자료, 농림축산식품부

※ 추가대책 12월 수립으로 2016년도 첫 보고 내용 수록

나) 용수원개발

- 가뭄취약지역 관정개발 등 용수개발 추진(905지구, 575억원), '16년.4월
까지 완료

(표 2 - 39) 가뭄지역 용수원개발 현황(2016.12.30기준)

구분	지역	사업비(백만원)			사 업 지구 수	수혜 면적 (ha)	사업내용
		계	국비	지방비등			
합 계		82,154	65,254	16,900	979	36,495	관정1,150 양수장176, 송수시설195 기타 255
1~3차 ('15.2~ 6월)	농특 (인천, 경기, 강원)	7,650	6,120	1,530	44	2,932	관정 114 양수장 9 송수시설20 기타 50
	특교세 (인천, 강원)	2,136	2,136	-	32	354	관정 146 양수장 4 송수시설2 기타 54
4차 ('15.9)	10개 시도 (인천~ 제주)	47,048	37,638	9,410	678	6,400	관정 579, 양수장70 송수시설152 기타 99 (준설 19)
5차 ('15.10)	6개 시도 (인천, 경기 충북, 충남 전북, 경북)	13,960	10,000	3,960	103	24,759	관정 85 양수장68 송수시설19 기타 44
6차 ('15.11)	특교세 (인천, 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경남)	11,360	9,360	2,000	122	2,051	관정 226 양수장 25 송수시설 2 기타 8

출처 : 가뭄추진상황점검TF자료, 농림축산식품부

다) 저수지 용수 확보(양수저류)

- 농업용수부족 우려 저수지 양수저류(70개소, 50억원, 30백만톤) 추진 ('15.10~'16.4)

라) 2015년 시도별 가뭄대책 예산지원 현황

(표 2 - 40) 2015년 시도별 가뭄지원 예산(2016.12.30.기준 예비비포함)

시도	예산(억원)							
	사업비				집행액			
	계	국비	특교세	지방비	계	국비	특교세	지방비
계	1,700.20	1,138.00	343.40	218.80	962.48	587.07	244.62	130.79
대구	1.30	1.30	-	-	-	-	-	-
인천	136.30	75.00	42.80	18.50	125.80	72.00	35.80	18.00
광주	13.70	9.70	4.00	-	6.00	6.00	-	-
울산	7.74	7.74	-	-	-	-	-	-
세종	9.80	4.80	5.00	-	-	-	-	-
경기	174.50	133.50	25.00	16.00	99.00	73.00	18.00	8.00
강원	231.90	168.00	36.60	27.30	194.90	146.00	29.90	19.00
충북	133.50	100.50	18.00	15.00	69.64	53.17	8.00	8.47
충남	269.60	164.60	44.00	61.00	111.24	59.40	26.42	25.42
전북	232.00	124.00	94.00	14.00	131.00	41.00	80.00	10.00
전남	193.93	157.03	23.90	13.00	78.00	57.00	14.00	7.00
경북	210.50	140.50	32.00	38.00	116.90	57.70	30.50	28.70
경남	77.43	45.33	18.10	14.00	24.00	17.00	2.00	5.00
제주	8.00	6.00	-	2.00	6.00	4.80	-	1.20

출처 : 가뭄추진상황점검TF자료, 농림축산식품부

※ 추가대책을 포함한 예산지원 현황제시를 위해 2016년도 첫 보고 내용 수록

	
<p>경기 강화지사 고구지 준설</p>	<p>경기 강화지사 관정굴착</p>
	
<p>강원 철원지사 동송지 양수저류</p>	<p>강원 철원군 살수차 지원(황금보 지구)</p>
	
<p>강원 강릉지사 CEO 가뭄현장 방문</p>	<p>강원 원주지사 간이 양수기 설치</p>

〈그림 2 - 32〉 가뭄대책 상황

제3절 농업가뭄 대책 현황

1. 농업가뭄 대책 관련 규정

가. 자연재해대책법의 가뭄재난

가뭄재해 대책마련의 근거가 되는 관련법 중 하나로 「자연재해대책법」이 있다. 「자연재해대책법」의 목적은 제1조에서 알 수 있듯이 자연현상으로 인한 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명·신체 및 재산과 주요기간시설을 보호하기 위함으로 자연재해의 예방·복구 그 밖의 대책을 마련하기 위해 제정되었다. 또한 “자연재해”에 대해 태풍·홍수·호우·강풍·풍랑·해일·조수·대설·낙뢰·가뭄·지진(지진해일 포함)·황사 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 정의 하고 있어 가뭄이 자연재해 속한다는 것을 명시하고 있다.

그러나 가뭄재난은 일반적으로 정의되는 태풍과 홍수 등의 재난의 강도와는 차이가 있어 태풍과 홍수와 같이 국가차원의 관리가 이루어지지 않고 있다. (표 2-43)에서 보듯이 제3조 제2항 제6호에 나타난 가뭄대책으로 상습가뭄재해 지역에 대한 다음의 사항만이 고려 대상임을 알 수 있으며 「자연재해대책법」을 요약한 (표 2-43)과 「자연재해대책법 시행령」(표 2-44)을 살펴보면 조사·연구, 가뭄극복, 중장기대책 수립 등 사전 예방적 차원에서 다루어지고 있다 (방재청 피해액산정기준 보고서).

(표 2 - 41) 자연재해대책법에서의 가뭄재난

조항	적요	내용	비고
제1조	목적	- 태풍·홍수 등 자연현상으로 인한 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명·신체 및 재산과 주요기간시설을 보호하기 위하여 자연재해의 예방·복구 그 밖의 대책에 관한 규정	
제2조 제2항	정의	- “자연재해”라 함은 태풍·홍수·호우·강풍·풍랑·해일·조수·대설·낙뢰·가뭄·지진(지진해일 포함)·황사 그 밖에 이에 준하는 자연현상	자연재해로 정의
제3조 제2항 제6호	책무	- 가뭄대책 · 상습가뭄재해지역 해소를 위한 중장기대책 · 가뭄극복을 위한 시설관리유지 · 빗물 모으기 시설을 활용한 가뭄극복대책 · 그 밖에 가뭄대책에 필요한 사항	가뭄재난발생시의 대응과 복구는 없음
제29조	조사연구	- 가뭄방재를 위한 조사연구 시 관계행정기관의 장이나 기상관측연구기관의 장의 협조요청	
제30조	가뭄극복	- 가뭄극복을 위한 제한 급수·발전 등을 관계중앙행정기관의 장, 지방자치단체의 장 및 한국수자원공사의 사장 등 수자원을 관리하는 자(수자원 관리자)의 조치권	
제31조	수자원관리자의 의무	- 수자원 관리자는 지방자치단체의 장으로부터 가뭄피해를 줄이기 위한 협조요청 시 협조	
제32조	시설의 유지관리	- 재난관리 책임기관의 장은 수원함량시설의 수원함량 및 기능유지의 제고를 위해서 필요한 조치를 취함.	
제33조	상습가뭄재해지역 해소	- 상습가뭄재해지역 지정·고시 - 상습가뭄재해지역에 대해서 빗물 모으기 시설 설치 등 가뭄피해 경감을 위한 중장기 대책을 수립·시행과 사업비 일부 지원 - 상습가뭄재해지역의 지정 및 해제의 요건·절차관리	
제37조	각종시설물 등의 비상대처계획	- 태풍·지진·해일 등 자연현상으로 대규모 인명 또는 재산의 피해가 우려되는 댐·다중이용시설 또는 해안지역 등에 대한 시설물 또는 관리주체의 피해경감을 위한 비상대처계획 수립	가뭄의 비상대처계획은 없음

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

(표 2 - 42) 자연재해대책법 시행령에서의 가뭄재난

조항	적요	내용	비고
제2조 제1항 제2호	재해예방점검대상	- 재해예방 점검대상 시설·지역 및 점검방법 등의 대상은 법 제33조제1항의 규정에 의하여 지정·고시된 상습가뭄재해지역	가뭄발생 지역은 언급 없음
제23조	상습가뭄재해지역의 지정·보고 등	- 상습가뭄재해지역의 지정요건과 해제 · 생활용수의 부족으로 급수대책이 필요한 지역 · 농업용수의 부족으로 급수대책이 필요한 지역 · 그밖에 소방방재청장이 공업용수의 부족 등으로 급수대책이 필요하다고 인정하여 고시하는 지역	
제24조	중장기 대책수립에 관한 세부사항	- 5년 주기의 상습가뭄재해지역의 “가뭄해소 중장기대책” · 생활음용수 분야 · 농업공업용수 분야 · 재원확보 및 투자우선순위 · 그 밖의 빗물 모으기를 활용한 가뭄피해경감대책 - “가뭄해소 중장기대책” 공보 또는 인터넷 홈페이지 등에 공고	

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

나. 농어업재해대책법의 가뭄재난

농업가뭄 대책을 중심으로 고려할 수 있는 법으로 「농어업재해대책법」이 있으며 본 법의 목적은 제1조에 “농업 및 어업 생산에 대한 재해를 예방하고 그 사후대책을 마련함으로써 농업 및 어업의 생산력 향상과 경영안전을 도모함.”으로 명시하고 있다. 본 법에서 정의한 “농업재해”는 제2조 제2항에, 한해·수해·풍해·냉해·우박·서리·조해·설해·동해·병충해 기타 “농어업재해대책심의위원회”가 인정하는 자연현상으로 인하여 발생하는 농업용 시설·농경지·농작물·가축·임업용 시설 및 산림작물의 피해로 정의하고 있다. 「농어업재해대책법」에서는 국가와 지방자치단체는 다음 사항에 대한 재해대책을 언급하고 있다.

- 재해를 예방하기 위한 장비·기자재 또는 인력지원 및 동원에 관한 사항
- 재해발생시 농업용 시설, 농경지, 농작물 등의 복구에 관한 사항
- 재해를 입은 농가와 어가에 대한 지원에 관한 사항
- 그 밖의 재해대책의 시행에 관한 사항

예방·복구와 보조지원에 대한 구체적인 내용이 제시 되어 있으며 이러한 대책을 시행하기 위해서는 적절한 계획수립이 필요하다. 하지만 농업재해를 평가하기 위한 구체적인 방안이 마련되지 않아 적절한 계획수립이 어려운 상황이다. 따라서 적절한 계획수립을 위해 농업재해를 정량적으로 평가하고 이를 위한 농업가뭄피해 DB가 필요하다.

(표 2 - 43) 농어업재해대책법에서의 가뭄재난

조항	적요	내용	비고
제1조	목적	- 농업 및 어업 생산에 대한 재해를 예방하고 그 사후대책을 마련함으로써 농업 및 어업의 생산력 향상과 경영안전을 도모함.	
제2조 제2항	정의	- “농업재해”라 함은 한해수해풍해냉해우박서리조해 설해동해병충해 기타 농어업재해대책심의위원회가 인정하는 자연현상으로 인하여 발생하는 농업용 시설·농경지·농작물·가축·임업용 시설 및 산림작물의 피해. - “어업재해”라 함은 이상조류·적조·현상·태풍·해일 기타 농어업 재해대책심의위원회가 인정하는 자연현상으로 인하여 발생하는 수산양식물 및 어업용 시설의 피해.	- 한해(가뭄)로 정의 - 피해유형을 정의
제3조	재해 대책	- 국가와 지방자치단체는 다음 사항에 대한 재해대책 · 재해를 예방하기 위한 장비·기자재 또는 인력지원 및 동원에 관한 사항 · 재해발생시 농업용 시설, 농경지, 농작물 등의 복구에 관한 사항 · 재해를 입은 농가와 어가에 대한 지원에 관한 사항 · 그 밖의 재해대책의 시행에 관한 사항	- 재해대책(예방, 복구)을 명기로 대비·대응은 없으나 발생 시 개념이 있음
제4조 제1항 제9호	보조 및 지원	- 국가와 지방자치단체는 재해대책에 드는 비용을 전부 또는 최대한 보조하고 재해를 입은 농가와 어가에 대한 지원(「자연재해대책법」 등에서 지원 시는 제외) - 한해대책의 경우 · 양수 시 양수에 든 유류대금 및 전기료 · 양수기와 양수용 발동기의 구입비 · 양수용 펌프와 관정의 시설비 - 재해를 입은 농가의 생계안정과 경영유지를 위하여 지원하는 경우 · 이재민의 구호 · 중학생과 고등학생의 학자금 면제 · 영농자금의 상환기간 연기 및 그 이자의 감면 · 정부 양곡의 지급 등	- 구체적인 보조 및 지원 방안

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

2. 농업가뭄 재난 대책 방향

농업가뭄 대책은 농림축산식품부에서 「재난 및 안전관리 기본법」 및 「국가위기관리 기본지침(대통령훈령 제342호)」을 근거로 「가뭄 재난」에 대한 정보의 위기관리 목표와 방향, 의사결정체계, 위기정보체계, 부처·기관의 책임과 역할 등을 규정한 정부합동 표준매뉴얼을 바탕으로 농업가뭄 재난에 대한 세부 대응절차와 제반 조치 사항이 수록된 「농업가뭄대응 실무매뉴얼」을 2016년 1월에 수립하여 가뭄재난에 대응하고 있다.

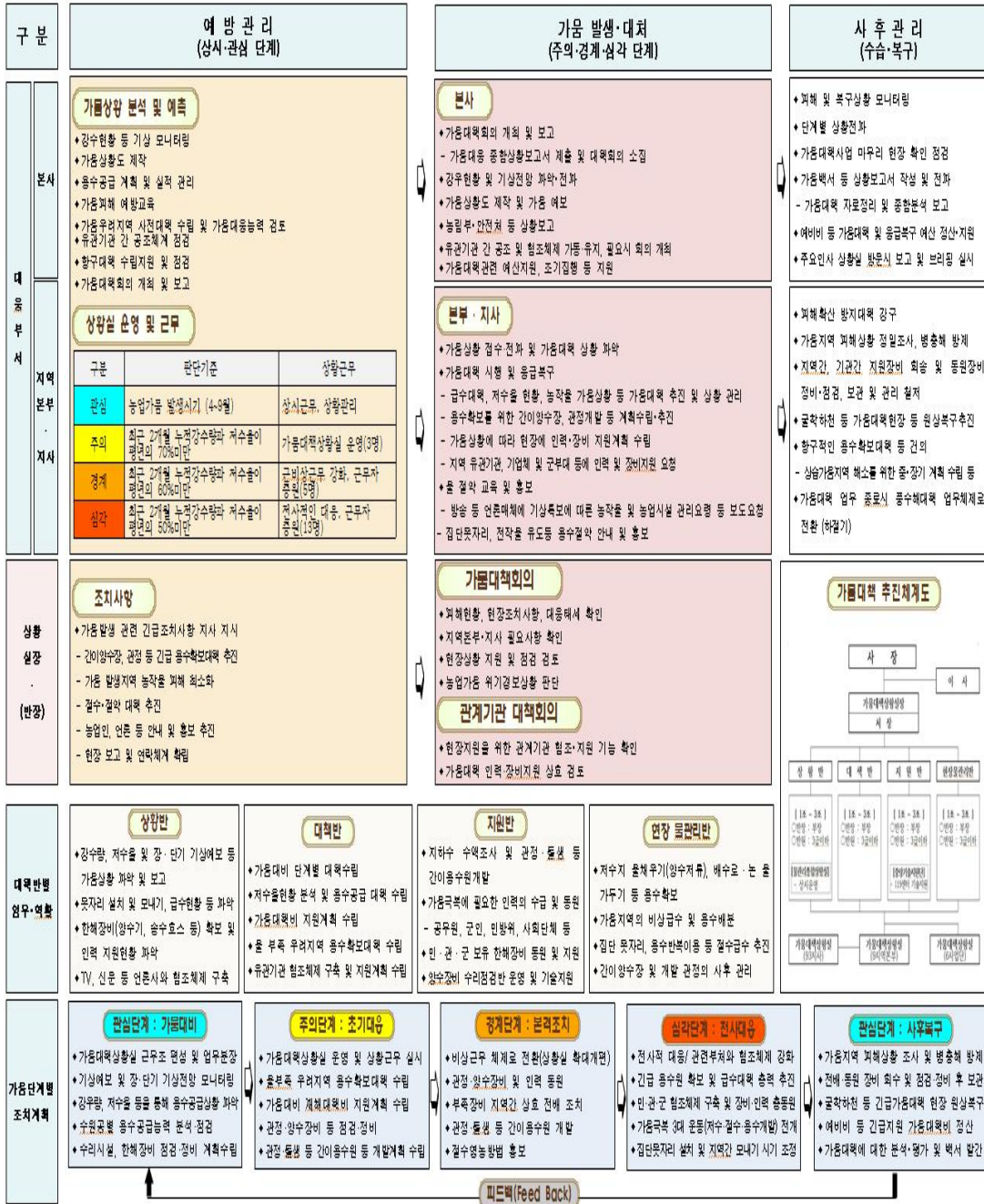
가. 농업가뭄대응 프로세스

1) 농림축산식품부

구분	심사·관심 단계	주위 경계·심각 단계	수습 복구	
대응부처	농업가뭄지도 및 가뭄예보 <ul style="list-style-type: none"> 기상 모니터링 농업가뭄지도 제작 및 가뭄 예보 관개 계획 및 실적 점검 가뭄 예방교육 가뭄취약지역 사전대책 수립 및 가뭄대응능력 검토 유관기관 긴 비상연락망 등 공조체계 점검 유관기관과 협의를 통해 가뭄정보자료 수집·공유 진척 소관 시설물에 대한 대비태세 확인 항구대책 점검 농업가뭄협의체 지원 	농업가뭄센터 <ul style="list-style-type: none"> 농업가뭄협의체 개최 및 보고 농업가뭄 상황보고서 제출 및 회의 소집 감추현황 및 기상전망 파악 농업가뭄지도 제작 및 가뭄예보(계속) 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 및 복구상황 모니터링 단계별 상황전파 대처상황보고서 작성 및 전파 주요인사 상황실 방문 시 표의형 실시 가뭄대책 사업 마무리 현장점검 	
	가뭄상황 판단 <ul style="list-style-type: none"> 농업가뭄 징후를 포착하거나 가뭄이 예상되는 경우 농업가뭄협의체 개최 및 보고 가뭄판단 기준에 따라 병행부 차원의 조치가 요구되는 심각경보 단계시 안전처와 사전 협의 취기수준과 상황 분석, 선제적 대응, 유관기관 공조체계 및 역할, 대국민 홍보 등 가뭄대응력 준비 	농업가뭄상황실 <ul style="list-style-type: none"> 가뭄상황 접수·전파 및 가뭄대책 상황 파악 물 절약 교육 및 홍보 방송 등 언론매체에 기상특보에 따른 농작물 및 농업시설 관리요령 등 보도 요청 유관기관 간 공조체계 가뭄 유지 가뭄대책 시행 및 공급복구 금수대책, 저수율 현황, 농작물 가뭄상황 등 가뭄대책 추진 상황 총괄 관리 관련부처 간 협조체계 유지 및 회의 개최 가뭄상황에 따라 협정에 기술지원단 파견계획 수립 가뭄대책관련 예산조기집행 및 관장기발 채굴원상복구 지시 유관기관, 기업체 및 군부대 등에 인력 및 장비지원 요청 	<ul style="list-style-type: none"> 피해확산 방지대책 강구 간급가뭄피해 사상을 위험도 평가한 운영 확인 장관 및 주요인사 현장방문 치료 작성 상습가뭄지역의 해소를 위한 중장기 계획 수립 	
장·차관	조기상황 확인 <ul style="list-style-type: none"> 조기 상황확인(보고) : 상황실장 피해 예상 지역(규모) 등 현황 및 현상 조치사항 파악 지자체장관과 유관부처를 통해 조기대응 지시 농업가뭄 협의의 <ul style="list-style-type: none"> 가뭄대책상황실 운영 결정(농업가뭄 위기경보상황 판단) 사전 가뭄대책 검토 및 판단 피해현황 현장조치사항, 대응태세 확인 센터 상황실 필요사항 확인 현장상황관리관 파견 준비 재난공보체계 점검 가뭄해태 대응 필요 유관기관 신청 및 소집 	조지사항 지시 <ul style="list-style-type: none"> 가뭄발생 관련 긴급조치사항 지시 선제적 가뭄대응 조치 지시 가뭄 발생지역 재산피해 최소화방안 검토 물 절약 대책 추진 가뭄에 따른 2차 피해 방지 현상 지휘체계 확립 관계기관 대책회의 주재 <ul style="list-style-type: none"> 현장대응 지원을 위한 관계부처 협업 확인 재난지원(인력·장비) 및 항·재정적 지원 검토 	농업가뭄상황실 지휘·감독 <ul style="list-style-type: none"> 피해현황, 현장조치사항, 대응태세 지휘 농업가뭄센터 상황실 지휘·감독 필요시 현장상황관리관 파견 지시 필요시 재난공보 지시 피해현황 방문 현장대응 지원을 위한 관계부처 협업 지시 재난지원(인력·장비) 및 항·재정적 지원 지시 	피해수습 지원 <ul style="list-style-type: none"> 특별교부세 지원 요청 신속한 피해 공급복구 추진 지시 피해주민 생활안정 조치 지시 공급대책, 구조, 복구에 필요한 사항 등 지자체 지원 요청 민간영역에 공급복구 지원 요청
	담당 국·과장 <ul style="list-style-type: none"> 상황실 조치내용 및 지원 필요사항 확인 상황에 따라 장·차관 대동, 상황판단회의 주재 	<ul style="list-style-type: none"> 조기상황 확인(보고) : 상황실장 상황실·재난대응부서에 긴급조치사항 지시 	<ul style="list-style-type: none"> 장·차관 보파, 가뭄대책상황실 운영(계속) (필요시) 대국민 행동요령 인력투 	<ul style="list-style-type: none"> 장관 피해현황 방문 수행 공급복구 등 수습상황 점검 이재민 구호대책 등 점검·지원 부족지원 등 파악·지원
대변인	<ul style="list-style-type: none"> 보도자료 작성 및 브리핑 실시(필요시) 현장대변인외 화제인 유지 언론 모니터링 및 오피브 대응 	<ul style="list-style-type: none"> 상황보고 확인 언론 모니터링 등 보도내용 확인 총보대책위원회 가동 현장대변인외 화제인 유지·재난공보체계 가동 가뭄피해 상황 및 국민행동요령 전파 	<ul style="list-style-type: none"> 장관 브리핑 및 인터뷰 준비 단계별 대처상황 브리핑 및 보도자료 배포 언론 모니터링 및 오피브 대응 	<ul style="list-style-type: none"> 장관 현장인터뷰 준비 단계별 수습상황 브리핑 및 보도자료 배포 언론 모니터링 및 오피브 대응

〈그림 2 - 33〉 농림축산식품부 농업가뭄대응 프로세스

2) 한국농어촌공사



〈그림 2 - 34〉 한국농어촌공사 농업가뭄대응 프로세스

나. 농업가뭄 위기관리 방향

1) 위기경보 수준

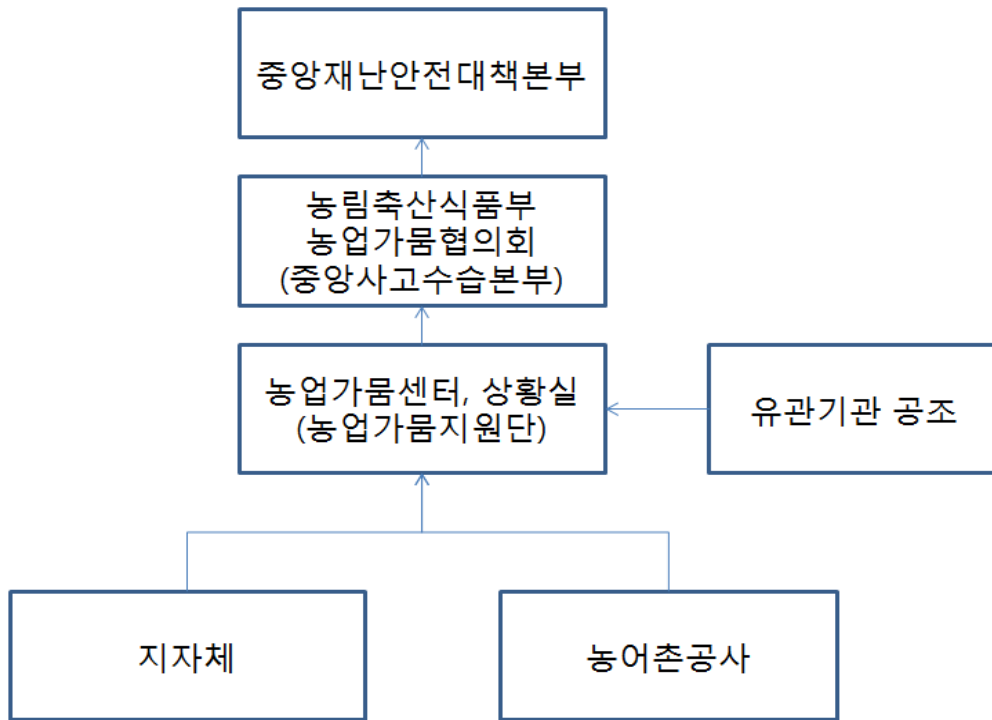
농업가뭄의 위기 유형으로는 농업농촌용수의 부족, 농작물의 피해, 하천유지 유량의 감소, 지하수 및 토양 수분 고갈 등이 있으며 위기경보 수준은 (표 2-46)과 같이 나타내었다.

(표 2 - 44) 농업가뭄 위기경보 수준

구 분	판 단 기 준	비 고
관심 (Blue)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최근 2개월 해당지역 누적강수량이 평년대비 80% 미만 - 농업용수: 해당지역 저수지 저수율이 평년의 80~71% 또는 밭 토양 유효수분을 80~61% ※ 한국농어촌공사 시·도별 저수율 기준 - 농업 가뭄발생 시기(4월~9월) 	○징후 감시활동
주의 (Yellow)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최근 2개월 해당지역 누적강수량이 평년대비 70% 미만이고, 농업용저수지 저수율이 평년의 70%미만인 때 - 농업용수: 해당지역 저수지 저수율이 평년의 70~61% 또는 밭 토양 유효수분을 60~41% 	○협조 체계가동 대비태세 점검
경계 (Orange)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최근 2개월 해당지역 누적강수량이 평년대비 60% 미만이고, 농업용저수지 저수율이 평년의 60%미만인 때 - 농업용수: 해당지역 저수지 저수율이 평년의 60% 이하 또는 밭 토양 유효수분을 40% 이하인 상황에서 가뭄피해가 발생하였을 경우 	○대응 태세돌입
심각 (Red)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전국적인 대규모 가뭄피해가 발생하였거나, 발생우려가 있는 경우 ○ 최근 2개월 해당지역 누적강수량이 평년대비 50% 미만이고, 농업용저수지 저수율이 평년의 50%미만인 때 	○대응 조치강화

2) 위기관리 체계

농업가뭄의 위기 관리체계로는 아래 <그림 2-34>와 같이 체계로 위기에 대응한다.



<그림 2-35> 위기관리 종합체계도

3) 위기관리 단계별 임부 및 역할

가) 상시·관심단계

농업가뭄 발생 시 아래 (표 2-45)와 같이 상시·관심단계에서의 각 기관별 주요임무를 나타내었다.

(표 2-45) 상시·관심 단계 기관별 주요 임무

구 분	주 요 내 용
농식품부 · 농업가뭄 센터 · 농업가뭄 지원단	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소관 시설물에 대한 대비태세 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 기상 현황 및 전망 - 가뭄 예보 - 관개실적 보고내용 취합 - 가뭄 대응능력 조사분석 - 가뭄우려지역 사전대책 검토 시행 ○ 유관기관 간 비상연락망 등 공조체계 확인점검 ○ 소관분야 물 절약 대책 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 관개계획 보고내용 취합 - 가뭄 예방교육(관개계획 등 절수요령) ○ 가뭄대비 기반자료 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 가뭄상황도 제작 ○ 가뭄피해 최소화, 중장기계획 수립 및 해소 <ul style="list-style-type: none"> - 항구대책 점검 ○ 농업가뭄협의회 개최 및 보고
지자체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가뭄 발생 예상지역의 가뭄대책 장비 점검·정비 ○ 물 절약 대책 추진 ○ 농어촌지역의 지방상수도 확충 ○ 논밭 가뭄피해상황 ○ 밭작물 파종상황
농어촌 공사	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설별(저수지, 양수장 등) 용수공급 현황 보고 ○ 용수구역별 관개계획 수립 및 관개실적 보고
농촌 진흥청	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가뭄 모니터링 ○ 절수농법 등 대응방안 지도 ○ 가뭄 예방 언론 보도(농촌진흥청)

나) 위기·경계·심각단계

농업가뭄 발생 시 아래 (표 2-46)와 같이 경계·심각단계에서의 각 기관별 주요임무를 나타내었다.

(표 2-46) 위기·경계·심각단계 기관별 주요 임무

구 분	주 요 내 용
농식품부 · 가뭄재해상황실 · 농업가뭄 센터 · 농업가뭄 지원단	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농업가뭄협의회 개최 및 보고 ○ 농업가뭄재해 상황실 운영 ○ 가뭄피해 상황파악 (농업가뭄센터 업무 연속) <ul style="list-style-type: none"> - 기상 현황 및 전망 - 가뭄 예보 - 가뭄 발생 현황 파악 - 가뭄상황도 제작 ○ 가뭄대책 추진상황 파악 <ul style="list-style-type: none"> - 긴급급수대책(관정·준성·양수저류) 상황 - 인력, 장비, 예산지원 현황 - 현장 지도 점검반 운영 ○ 물 절약 대책 교육 ○ 유관기관 업무공조체계 가동
지자체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 논·밭 가뭄피해 상황 ○ 발작물 파종상황 ○ 인력·장비·예산 지원
농여촌 공사	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설별(저수지, 양수장 등) 용수공급 현황 보고 ○ 현장 지도 점검반 지원
농촌 진흥청	<ul style="list-style-type: none"> ○ 절수농법 등 대응방안 지도 ○ 현장 지도 점검반 지원

다. 농업가뭄 대응 대책 사례

1) 재해대책상황실 운영

농림축산식품부, 본사 및 각 지역본부에서 운영되며 위기 경보발령·전파, 비상근무실시, 저수지, 양배수장 등 농업기반시설 및 사업현장을 모니터링, 용수 확보대책 수립 등을 수행한다. 그리고 2015년부터 한국농어촌공사에서 ‘가뭄 지원단’을 설치하여 농림축산식품부의 ‘농업가뭄센터’와 함께 농업가뭄지도 제작 등 농업·농촌 가뭄 상시 대응 역할을 수행 하고 있다.



〈그림 2 - 36〉 위기관리 종합체계도

2) 물 부족 용수확보대책 수립

저수율 50%미만 저수지 및 필요하다고 판단되는 저수지를 대상으로 용수확보대책을 수립하며 저수지물채우기(양수저류), 제한급수, 비상급수, 인력 및 장비투입 등에 대한 세부계획을 수립한다.

3) 저수지 준설

저수지에 장기간 퇴적된 토사를 제거하여 당초 저수용량을 회복하는 것을 목적으로 하여 가뭄대응과 더불어 감소된 홍수대응 능력 회복, 수질개선 등의 효과가 있다.



〈그림 2 - 37〉 저수지 준설 현장(익산 금마저수지,2012)

4) 관정 및 대체용수간이양수장 설치

저수지 및 하천 등 지표수가 부족한 경우 지하수개발을 통한 관정설치로 지하수를 용수로 공급한다. 또한 수원공 하류지역 또는 수혜구역 말 단부는 상류 수원공 제한급수 등으로 물 부족이 발생하여 배수로 퇴수, 주요하천 굴착 등으로 간이 용수원을 개발하고 양수장(간이)과 송수호스를 설치하여 용수를 공급한다.



〈그림 2 - 38〉 지하수개발 현장(서산시,2012)



〈그림 2 - 39〉 대체용수 개발 및 간이양수장 설치(구미시, 2016)

3. 「농업·농촌 부문」가뭄대응 종합대책

농림축산식품부에서는 2015년 급격한 기후변화로 가뭄발생 빈도 및 강도 증가에 따라 농업·농촌의 효율적인 물이용을 위한 가뭄대응 종합대책 마련의 필요성이 제기되어 가뭄대응 종합대책(안)을 수립하여 선제적인 가뭄 대책을 추진하고 있다.

가. 중장기 가뭄대책 방향

◇ 기후 변화에 따른 잦은 가뭄발생, 벼 재배면적 감소 및 발작물 재배 증가 등 여건변화에 중·장기적으로 대응할 수 있는 「농업·농촌부문 종합가뭄대책」을 마련

① 그냥 쓰던 물에서 → 관리하는 물로 전환

- 단순 농업용수 공급(수리답)이 아닌 10년 빈도 가뭄에도 견딜 수 있는 수준(수리안전답)까지 용수공급 능력제고
- 쌀 소비량 변화에 따른 논 면적 감소와 투자 효율성이 낮은 천수답의 발전환 유도
- 농업인의 선호도가 높은 밭에 대한 용수 공급원 개발 및 기계화 기반정비 확대
- 4대강 하천 수 활용, 하수처리장 방류수 재활용 등 농업용수 공급원을 다변화하여 안정적 취수기반 마련

② 단편적 가뭄대응에서 → 종합적 가뭄대책으로 전환

- 저수지 물그릇 증대, 노후·기능 저하 시설의 보수·보강, 수로 현대화 등을 통해 농업용수 이용의 효율성 제고

- 경험 위주 물관리에서 데이터*에 근거한 과학적 물이용 체계 확립
 - * 물 공급 계획, 생육기별·상황별 물이용 실적 등을 기초로 최적 용수량 배분

③ 사후 처방에서 → 사전 가뭄대응체계로 전환

- 가뭄 사전대응 판단을 위한 가뭄예측지도 개발·활용
- 물 절약 인식 전환과 자율적 절수 참여를 위한 지속적 교육·홍보
- 농업가뭄협의회·농업가뭄센터 설치 등 가뭄 사전대응에 행정역량 집중*
 - * 가뭄우려지역 도출, 사전급수대책 추진, 영농기 이전 물이용 계획 수립 등

나. 가뭄대책 목표 및 발전전략

목표	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 그냥 쓰던 물 → 관리하는 물로 전환 ◇ 단편적 가뭄대응 → 종합적 가뭄대책 추진 ◇ 사후 처방 → 사전 가뭄대응체계 구축
----	--

개발 지표	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 수리안전답율 : ('14) 60% → ('24) 75% → ('30)80% ◇ 발 관 개 율 : ('14) 18% → ('24) 24% → ('30)30% ◇ 관리 손실율 : 35% → 25%, ◇ 반복 이용율 : 15% → 30%
-------	---

4대 전략	계획적·다각적 용수 개발	물복지소외지역 용수 관리	물 이용 효율화 및 시설개선	상시 가뭄대응 체계로 재편
16 대 과 제	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 농업용수 지속개발 ▶ 저수능력 증대 및 수질보전 대책 ▶ 하천수(4대강)활용 및 용수원 다각화 ▶ 대체수자원개발 (빗물가두기, 방류수 재활용) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 가뭄 상습 지역 발용수 공급 ▶ 관정·발용수 체계적 관리강화 ▶ 천수답의 발전환 유도 ▶ 산간·오지지역 용수공급대책 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 용수이용의과학화 (윤환급수, TM/TC, ICT지능형물관리) ▶ 노후·기능 저하 수리시설개보수 ▶ 수계단위 광역 수리시설개보수 ▶ 저수지 준설 최적 시행 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 상시가뭄대응 시스템 구축 ▶ 농업가뭄지도 및 가뭄상황판단 ▶ 부처간 협업 강화 ▶ 농업인 절수 교육 (가뭄 인식 제고)

추진 체계	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 저수지별 관개실적 점검 및 가뭄우려지역 도출(매년 10월) → 필요시 선제적 가뭄대책* 추진(11월~차년도 5월) * 저수율이 낮은 저수지는 강우예측시나리오별로 비상급수 추진 ▶ 농업가뭄협의회, 농업가뭄센터 설치(농업가뭄지도, 가뭄대응매뉴얼관리)
-------	---

다. 세부 추진 과제

1) 계획적·다각적 용수개발

가) 농업용수 지속 개발

- 저수지·양수장 등의 지속적 신설·보강을 통해 수리안전답율 80% 달성
 - 수리안전답율 : ('13) 59.6%(575/964천ha) → ('30) 80(692/865)
 - 수리안전답 조성('16~'30) : 117천ha(다목적용수개발46, 이용체계개편·간척 등71)

나) (다목적 농촌용수 개발) 가뭄우려지역에 대한 항구적 용수공급 추진

- 현재 추진 중인 83지구(수혜면적 37천ha)는 사업효과의 조기 제고를 위해 완공 위주로 예산 집중 지원
- 신규 개발은 가뭄우려지역 중 별도 수원공이 없는 지역을 대상으로 선별하여 시행
 - * 수리안전답 조성 : (총) 137천ha, ('15까지) 91, ('16이후) 공사중 37, 신규 9

다) (농촌용수 이용체계 재편) 기존 시설의 용수공급량(부족·잉여)을 체계적으로 연계·배분하여 여유 수자원의 효율적 활용 도모

- 현재 시행 중인 5지구*(수혜면적 : 4,536ha)를 조속히 마무리하되, '17년 준공 한림지구의 사업효과 분석 등을 거쳐 사업 확대 검토
 - * 강원(철동, 1939ha), 충북(원남, 408), 전북(순창, 393), 경남(초계, 1,076), 경남(한림, 720)
 - * ha당사업비 : 농촌용수개발 103백만원, 이용체계재편 45백만원(43%)

라) (임진강 수계 농촌용수 공급) 북한 황강 댐으로 인한 임진강 수위 감소에 대비, 양수장 보강 및 용수로 설치 지원

- 안정적 용수공급을 통해 임진강 수계 농경지 6,679ha 물 부족문제 해소

마) (용수 확보방식 개선) 들녘별 최적 용수개발방식을 개보수 → 보강 → 연계 → 신규 순으로 시행

- 농어촌공사(주관:도본부, 지원:기술안전품질원)가 9월 낙수기 이후 용수구역의 가뭄대응능력 조사 후 가뭄우려지역부터 순차적 추진

바) 저수 능력 증대 및 수질 보전 대책

- 저수량 추가 확보, 양수 저류를 통한 물 이용율 확대 및 수질 악화대비 수질개선 대책

- 저수용량 추가확보: 2억 m^3

- 용수이용률 확대: ('15)15% → ('30)30

- * 농어촌용수 수요량은 174억 m^3 이고 기 개발 116억 m^3 을 제외하면 58억 m^3 의 물이 부족한 것으로 조사(농어촌용수이용합리화계획, '14.12)

사) (물그릇 키우기) 가뭄 대응능력 제고를 위해 기존 저수지를 보강하여 예비 농업용수를 확보

- ① 가뭄우려지역 내 저수용량 10만 m^3 이상, 유역면적 500ha이상 저수지
- ② 보상비·민원 발생이 적어 사업추진이 용이한 저수지를 대상으로 검토하여 중장기적으로 추진

- * ha당 사업비: 농촌용수개발 103백만원, 물그릇 키우기 45백만원(44%)

아) (양수 저류 시설) 저수지 등 주수원공의 용수는 최대한 절약하면서 반복이용을 통해 가뭄발생시 구역 말단부에 원활한 용수 공급 도모

- 용수로 말단에 간이 양수장을 설치하여 저수지에 양수·저류하거나 농지에 직접 급수하여 퇴수의 반복 활용도 제고

- * 저수지까지 5km 이내는 양수 저류, 5km 이상은 용수로를 통해 논에 직접 급수

- 저수지 인근 하천에서 양수 저류가 가능한 50ha 이상 1,000개소(5만ha) 들녘을 대상으로 우선 검토

자) (수질 대책) 수질악화가 우려되는 저수지에 대해 오염 특성에 적합한 공법을 적용하여 적기에 수질보전 도모

○ 저수지 수질오염 정도, 계절별 수질변화 등을 고려하여 맞춤형 수질보전대책 추진

* 저수지 : 응집제, 공기주입식, 녹조부상(浮上)식 등

* 양수장 : 여과 · 살균 · 흡착

차) 하천수 활용 및 용수원 다각화

○ 4대강 보 여유수량을 활용하여 가뭄우려지역 해소

○ 용수 수급 불균형 해소를 위한 용수원 다각화

* 4대강 전체 수자원 활용은 국토부에서 연구중('15.4~'16.10)이며, 그 일환으로 농업용수 활용을 우리부에서 검토 중

카) (하천수 활용) 4대강 보 여유수량을 활용하여 20개 지구, 12,428ha 농경지에 1억 m³/년의 농업용수 공급이 가능한 것으로 조사('13.12)

구 분	계	한강	금강	낙동강	영산강
지구 수(개소)	20	2	6	11	1
개발면적(ha)	12,428	1,736	4,065	6,385	242

○ 자원조사 결과를 토대로 우리부 마스터플랜안('14.2)을 마련하여 관계부처(국토부, 환경부, 기재부) 협의('15.4)

* 국토부 의견 : 용수공급이 충분히 가능하며, 사업 추진 시 재협의('14.10)

* 환경부 의견 : 생태계 영향 추가 분석, 환경보전 시설 추가 설치 등('15.2)

* 기재부 의견 : 20지구를 일괄 예비타당성조사하여 추진함이 타당('15.4)

○ 일괄 예비타당성조사를 추진하여 그 결과에 따라 사업여부결정

- 농어촌공사에서 일괄 예비타당성조사를 위한 자료 작성 중('15.7~'16.5)

- 향후 일괄 예타 제출 자료를 받아 마스터플랜을 수립('16.6)하여 기재부에 예타 신청('16.7) 및 예타 실시('17상반기)

※ 공주보 - 예당지 · 상주1의 경우, 충남 서부 · 경북 북부 지역의 가뭄으로 (농업 · 생활용수 218 · 172천m³/일 공급) 조기 시행이 필요함에 따라 동 사업과 분리하여 별도 추진

타) (용수원 다각화) 논 · 밭 · 시설재배가 혼재되어 탄력적인 용수관리가 필요한 지역은 용수원을 연계 · 활용



파) 대체 수자원 개발

- 가뭄 한계상황 발생에 대비, 농업용수 이외의 대체 수자원 개발
 - 빗물 저류 : 1,000개소 빗물저장시설(뚝방)을 설치, 7천ha 밭에 용수공급
 - 하수처리장 방류수 재활용 : 연간 1억m³ 비상급수용 농업용수 확보

하) (빗물 저류) 해발 400m이상 고지대 밭(71천ha) 중 가뭄우려지역에 필요시 빗물저장시설(뚝방) 설치

- 1,500m³(깊이 3m) 규모 빗물저장시설을 개발(1,000개)하여 고지대 밭 7천ha에 용수 공급 (수혜예상 : 23천여농가, 0.3ha/농가)
 - * 1,500m³의 물은 7ha 규모의 밭에 15일간용수공급 가능
 - 강원 · 경북지역부터 우선 사업 실시 후 효과에 따라 확대

거) (방류수 재활용) 하수처리장 방류수를 활용하여 주변 농지에 비상용수로 공급

- 현재 하수처리장에서는 하 · 폐수를 정화하여 처리장내 정원수 등으로 활용(환경부)
 - * 하수처리장 총 방류량 72억m³/년 중 0.3%인 2천만m³/년이 농업용수로 재이용('13 하수도통계)

- 364개 하수처리장중 농업용수로 재활용이 가능한 127개소(방류량 9억m³/년)를 대상으로 방류수 재활용 방안을 환경부와 협의
 - 하수재이용시설*(개소당 평균 2,500m³/일)을 설치하여 1억톤의 농업용수 확보
 - * 농업용재이용처리(살균·여과·희석 등), 연결수로, 펌프(평균 10억원/개소)
 - 강화군은 바다로 버려지는 하수처리수(3천m³/일)를 주변 배수로에 저류시켜 농업용수로 활용(양수장, 송수관 설치)
 - * ha당 사업비 비교 : 농촌용수개발 103백만원, 방류수활용시설 10백만원(10%)

2) 물복지 소외지역 용수관리

가) 가뭄 상습 발지역 용수공급

- 가뭄 상습 발지역에 대한 용수공급 확대
- 기개발 시설 활용 등 다양한 수원개발로 발지역 용수공급 기반 확충

나) (발용수 공급) 가뭄 상습 발 지역에 안정적 발용수 공급기반 확대

- 가뭄우려지역 중 집단화된 발 지역을 중심으로 발 용수공급 우선 추진
 - 발용수 수요조사 결과('15.상) 용수개발을 요청한 151천ha에 대해서는 타당성을 면밀히 검토하여 중장기 검토

총 수요(천ha)			용수개발 수요 내역			
계	용수개발	농로 등	관정(천공)	양수장(천개소)	저류지(천개소)	기타(천개소)
204	151	53	12.2	1.2	2.2	1.3

- 현행 지자체 주관의 발기반정비를 중앙정부 주관의 농특회계로 전환하는 것에 대한 타당성조사 추진('16예산안 : 조사비 5억원)

다) (용수원 다양화) 밭 특성을 감안한 다양한 수원개발 추진

- 기 개발된 인근 수원공(저수지, 양수장, 보, 관정 등)을 최대한 활용
- 관정·양수장 등은 전기료 등 비용부담으로 활용도가 낮은 점을 감안, 평야지역 밭은 물웅덩이 등 지표수를 적극 활용
- 강릉 안반덕 등 고지대의 경우, 대형 저수조(물탱크) 설치 및 관정·양수장 등 수원공 개발 다각화
 - 안반덕 지역은 양수장·저수조 확대 설치 추진('15~'16: 한해대책비 50억원)

라) 관정·발용수의 체계적 관리

- 공공 관정 성능 유지·개선, 관정·발용수 통합관리 등을 통해 발용수 이용의 체계화
 - * 밭 지역은 용수시설 및 공급현황에 대한 체계적인 파악·관리가 미흡

마) (관정 관리 강화) 매년 영농기전에 관정시설을 일제 점검·정비하여 지자체 책임 하에 보수·보강 실시

- 대부분의 관정이 시·군 수리계에 일임되어 체계적으로 관리되지 못하고, 공공관정(11천공)도 노후(10년 이상 80%)되어 성능 개선 필요
 - * 농업용 공공관정 일제조사('06)시 17% 정비 필요 대상관정으로 조사
- 지자체는 가뭄 발생시 급수시설이 정상 작동되도록 영농기 전에 관정·양수 장비 일제 점검 및 보수·보강(전년 10월~차년 4월)
 - 작동 여부, 급수 능력을 점검하고 필요시 모터 교체, 관정청소 실시
 - * 합동점검반 편성: 농식품부, 지자체(시·도, 시·군), 농어촌공사
 - (점검 및 보수·보강 계획 수립 시 농어촌공사 지하수기술지원단 협조)
- 시설 점검 및 보수·보강을 통해 연간 60백만톤(1,500공 신규개발비 750억원 절감)의 용수 확보 효과 예상

바) (지하수·지표수 통합관리) 농어촌공사에서 운영 중인 농어촌 지하수넷(www.groundwater.or.kr)을 활용하여 시·군 관리 관정 실태 파악

○ 시군에서 관리하는 관정의 개발현황과 정비내역 등을 지자체로 하여금 자율적으로 입력하도록 하여 보수·정비 시기 등 관리

* 전국 공공 발 용수원 시설 및 급수구역현황조사 실시

○ 관정 등 지하수 정보와 저수지·양수장 등 지표수 정보 등을 연계시켜 농업용수 이용의 효율성 증대

사) 영농조건 불리지역답(천수답) 밭 전환 유도

○ 천수답 등 영농여건이 불리한 지역은 밭으로 전환을 유도하여, 작물의 수급균형 유지 및 용수개발 부담 감소

아) (밭 전환 유도) 천수답(영농조건 불리지역 답)의 밭전환 유도를 위한 정책 지속 개발

○ 쌀 소비 감소, 단수 증가 등으로 쌀 공급 과잉구조가 지속

- 쌀의 적정 생산과 곡물 자급률 제고를 위해 천수답 등 영농조건 불리지역 논의 밭 전환 필요

* 최근 10년('05~'14)간 논밭 전환으로 밭 105천ha 증가

○ 밭 전환 유도를 위한 쌀 직불제 지원 수준 점진적으로 확대

- 벼를 재배하지 않더라도 변동직불금을 지급하는 생산 중립형 직불도입 검토

* 들녘, 농업진흥지역 등 지역에 쌀 생산이 집중될 수 있도록 집단화되지 않거나 경지정리가 안 된 일부 지역에 대해 적용하는 방안 강구

자) (기반 정비) 밭 전환 천수답 지역에 대한 기반정비 우선 지원

○ 천수답의 안정적 용수공급을 위한 수리시설 설치는 원칙적으로 제외

- 천수답의 밭 전환 지역(예정지 포함)에 배수, 우회수로 등 기반정비 지원
 - * 밭작물은 벼에 비해 용수사용이 1/3수준으로 용수개발부담 감소
- 밭기반 정비 시 인근 천수답을 사업구역에 포함하거나 논과 밭이 혼재된 지역을 신규지구로 지정하여 밭으로 통합정비

차) 산간·오지지역 용수공급 대책

- 사방댐에 저수된 용수를 활용하여 산간 오지 용수공급 확대
- '20년까지 농어촌 상수도 보급률 80% 달성('14, 62%)

카) (물 가두기 사방댐 활용) 규모가 큰 사방댐의 경우, 물 가두기를 실시하여 농업용수 공급을 추진(산림청)

- 산간 오지 농업용수 공급과 산불 대응력 보강대책으로 설치한 「물가두기 사방댐」을 활용하여 농업용수 공급

저수규모(천톤)	계	4~10	10~20	20~30	30~40	40~50
사방댐(개소)	43	8	22	9	2	2

* 경기2, 강원6, 충북3, 충남2, 전북3, 전남7, 경북12, 경남6, 제주2

- 사방댐의 퇴적토사 준설을 통해 기능 회복 및 용수 저류 공간 확보
 - * 사방댐에서 농경지까지는 농업인이 자율적으로 수로 연결
- 농경지 주변 농업용수 공급을 위한 저수·저사 겸용 사방댐 조성
 - * 사방댐 건설 연간 800~900개소 중 100개 조성, '30년까지 1,500개소

타) (생활용수 공급) 생활용수가 취약한 중산간 농촌마을의 생활용수 개발사업 지속 추진(환경부 협조)

- 중·산간지 급수취약지역 지방상수도 확충 조기 추진

- 농어촌 급수취약지역의 상수도 확충을 위해 농어촌 상수도(283개소) 건설 및 도서지역 식수원(30개소) 개발
- 중·산간 물복지 소외지는 항구대책이 완료될 때까지 현행대로 운반급수체계 유지
 - 가뭄발생시 해당 시·군의 급수차, 소방차 등을 활용하여 급수
- 주민들에서 급수일정, 급수량, 사용용도 등을 사전에 고지하여 물 절약 유도

3) 물이용 효율화 및 시설개선

가) 용수 이용의 과학화

- 물이용 과학화를 통해 기존 수리시설의 급수능력을 증대시켜 들녘 상·하류 간 공평한 용수 이용

나) (관행적 물관리) 현행 농업용수 물관리가 수리 관행 등 인력과 경험에 의존하고 있어 가뭄 발생 시 수로 말단의 물 부족현상 빈번

- 물관리 경험자의 은퇴·인사발령 등으로 인력 중심 물관리는 한계

다) (적정 용수배분) 수리시설(저수지, 양수장, 보, 관정)의 급수능력 증대 및 물 낭비 최소화를 위해 영농전 들녘단위 급수계획 수립

- 물관리자는 수리시설 급수능력 평가, 용수공급 개선 가능성 검토 등을 거쳐 수혜민에게 최적 관개계획안 제시
 - 수로조직, 작부체계, 관개형태, 수문조절 등 현장조건을 파악하여 생육기별 필요수량과 공급량을 산정하여 수로별 용수량 배분

라) (과학적 물관리시스템보급) 농업용수의 효율적 활용 등을 위해 「지능형물관리」를 연계시킨 TM/TC(Tele Monitoring Tele Control) 확대

- 용수공급 상황 실시간 모니터링 및 ICT 정보 활용을 통한 들녘별 용수배분량 결정 등 최적 용수이용 방안 마련
 - * 스마트폰 등을 이용한 농업인 자율 가뭄진단 및 조기 경보 체계구축
- 최근 가뭄 발생 빈도 및 강도 등을 반영한 농업생산기반시설 설계기준 개선 및 보완
 - 평야부 물이용 효율화를 위해 관개수로 네트워크 구축 및 들녘단위 용수도달시간, 관개량, 관개시기, 손실량 산정 등의 현장 적용 추진

마) 노후·기능저하 수리시설 개보수

- 재해예방 및 물 이용개선을 위해 노후 된 저수지, 양·배수장, 수로 현대화 등 보수·보강 추진
 - 개보수 5,842개소(노후저수지 3,174, 양·배수장 2,668)
 - 수로 현대화 21.6천km

바) (노후 저수지 정비) 홍수배제 및 가뭄대응능력이 부족한 노후 저수지의 기능 개선 및 보수·보강

- * 총 대상 3,174개소 : ('14까지) 1,716, ('15계획) 82, ('16이후) 1,376
- 매년 시설안전점검 결과, 누수가 많고 시설 노후가 심한 D등급 시설은 우선적으로 응급조치하고 정밀안전진단을 통해 보수·보강 추진

사) (양·배수장 기능 보강) 노후화와 기능 저하로 양수 능력이 떨어지는 양·배수장 시설 보수·보강 추진

- 양·배수장의 펌프용량 증대, 노후시설 교체, 지능형물관리시스템 구축 등 가뭄 시 활용 능력제고
 - * 총 대상 2,668개소 : ('14까지) 1,005, ('15계획) 90, ('16이후) 1,573

아) (수로 현대화) 물 손실 예방 및 농업인 영농편의를 위해 흙수로 등의 구조물화

- 물 이용효율 개선을 위한 흙수로 현대화는 누수가 심한 용수간선을 주요 대상으로 시행
 - * 목표 21.6천km : ('14까지) 7.5, ('15계획) 0.4, ('16이후) 13.7
- 노후화된 U자형 수로관 등 구조물은 노후도·물 손실 분석·수해면적 등을 고려하여 연차적으로 추진
 - * 전국 현지조사결과('15.9), 노후 수로관 11,772km중 5,806km(49%) 보수 시급

자) 수계단위 광역 수리시설 개보수

- 수계단위의 수리시설 개보수를 추진하여 수계 상·하간 원활·공평한 용수공급 실현
 - 지사단위 관리방식에서 수계단계 광역단위로 전환
 - * 안정적 용수공급을 위해 주요 간선수로 정비가 선행되어야 하나, 수계 내 여러 시·군에 걸쳐 지사단위로 분할 관리 중

차) (현황) 70~80년대 추진한 영산강·평택·미호천 등 대단위 종합개발(16개 지구 167천ha)은 수해면적이 지구당 10천ha로 대형 수로를 통해 급수 중이나 노후화로 인한 누수로 하류지역 용수공급에 차질

카) (광역 개보수) 수계단위로 급수하는 대규모 수로(수로 바닥 폭 5m 이상)는 광역단위(지구당 100억원 내외)로 사업 추진

- 현행 수리시설 개보수(영농편의)는 지구당 지원규모가 20억원 수준으로 수계단위 개보수 추진 시 사업기간 장기화 불가피
 - * 전남 나주·담양·장성·광주호 내 터널, 수로교, 용수로 등 393km중 노후시설 50.1km

타) (사업화 방안) 현행 수리시설 개보수사업 내에서 수계단위 광역 수리시설개보수 시범사업 추진

- 대단위 종합개발사업 지구내의 내구연한(40년) 경과 용·배수로를 대상으로 시범사업 수요조사 실시('15.12월)
- 지역별 가뭄상황, 시설상태, 시급성을 고려하여 '16년 수리시설 개보수 사업에 반영하여 시범사업 추진

파) 저수지 준설 최적 시행

- 준설대상 저수지에 대한 준설 시행 방법을 개선하여 적기 준설, 경제적인 저수공간 확보 및 준설토의 농경지 복토로 활용
 - < 대통령 지시사항 : 인천강화지역 가뭄현장 점검 시('15.6.21) >
 - “저수지가 말라 있을 때 준설하면 적은 비용으로 물그릇을 키울 수 있고 바닥에 쌓인 슬러지 제거 등 환경보호 효과도 있기 때문에 장마전까지 시·군 저수지 준설도 지원을 확대 할 것”을 지시

하) (사전 준비) 영농기 전 준설대상지 선정 및 설계를 완료하고, 가뭄발생시 적기 준설로 사업의 효율성 제고

- (준설 대상) 시설관리자가 퇴적량, 저수상황에 따라 대상지 선정
 - * 대상지 선정시 전국 저수지 준설대상지 조사보고서(2007) 활용
- (세부 설계) 시설관리자가 직접 설계함을 원칙으로 하고, 설계비는 공사 착수 후 실비 정산
 - * 농어촌정비법 요율 적용시 설계비 평균(지구) : 5,300천원내외
 - * 투입 일수 및 인원수에 따른 실비 적용(지구) : 2,000천원내외

거) (사업 시행) 사전 준비가 완료된 지구를 선정하여 영농기 전에 준설할 수 있도록 사업시행체계 개선

- 비영농기에 준설을 실시하고 농경지 복토용으로 활용
- 시설관리자 책임 하에 시공감리, 감리비 실비 정산, 실제 공사기간으로 준설기간 설정

* 농어촌정비법 효율적용 시 평균 감리비:12백만원/지구, 실비적용시 5백만원내외

○ 금년 가뭄대책으로 추진 중인 준설은 철저한 공정관리로 년내 완료

4) 상시 가뭄대응 체계로 재편

가) 상시 가뭄대응 시스템 구축

○ 사후복구 위주의 위기관리에서 가뭄을 사전에 예측하여 「가뭄 발생은 줄이고, 피해는 최소화」하는 상시 가뭄대응체계확립

나) 가뭄예측과 가뭄대응능력 분석, 용수공급 계획수립 등을 통해 가뭄우려지역 도출 및 영농기 전 선조치로 가뭄 피해 방지

○ (관개실적 점검: 전년 10.1일) 9월 낙수기 이후 강우예측 시나리오 (평년대비 100%·70%·50%·30%)에 따라 저수율 등을 분석하여 가뭄우려지역 도출

* 현 저수율과 강우 전망 등을 적용하여 차년도 이양가능 여부 판단

○ (선제적 가뭄대책: 전년 10월~차년 5월) 가뭄우려지역은 전년도 가을부터 비상급수대책(준설, 양수저류 등) 추진

○ (관개계획 점검: 차년 3.1일) 시설관리자는 영농기 전에 농업인에게서 이양시기 등을 제출 받아 수로별 이양시기 조정을 통해 물이용 효율 극대화

현 행	개 선
<p>〈 사 후 대 응 〉</p> <p>가 문 발 생</p> <p> ↓</p> <p>응 급 대 응</p> <p> ↓</p> <p>복 구</p>	<p>〈 사 전 예 방 〉</p> <p>▶ 가뭄예측지도 작성·예보</p> <p> ↓</p> <p>▶ 급수 실적 점검 (긴급 대책 준비)</p> <p> ↓</p> <p>▶ 가뭄우려지역 (선제적 가뭄 대책)</p> <p> ↓</p> <p>▶ 관개 계획 점검(물 이용 효율 증대)</p> <p> ↓</p> <p>〈 사 후 대 응 〉</p> <p>가 문 발 생</p> <p> ↓</p> <p>응 급 대 응</p> <p> ↓</p> <p>복 구</p>

다) 농업가뭄지도 및 가뭄상황 판단

- 농업가뭄지도를 통해 가뭄단계를 예측하고 사전대책 추진
 - * 기관별 상이한 가뭄상황 판단으로 예측의 불확실성 증가 및 대국민 혼선 야기

라) (농업가뭄지도) 우리나라 기후와 농업 특성 등을 반영한 농업가뭄지도를 작성하여 체계적·사전적 가뭄대책에 활용

- 저수율, 강우, 내한능력 및 유효토양수분량 등을 융·복합한 농업가뭄도 작성
- 농업가뭄지도 초안을 현장 가뭄 모니터요원(시·군 농어촌공사1, 농업인1)의 현장 체감 가뭄도를 반영·보정한 후 격주로 발표
 - * 가뭄모니터요원에게 객관적인 가뭄상황자료 제공과 전송을 위한 앱 개발·보급
 - * 미 NDMC도 자체 개발한 가뭄지수로 가뭄을 판단하려 했으나 큰 오차가 발생하여 현장 요원을 통해 보정한 미국가뭄지도(USDM, United State Drought Monitor) 제작

마) (가뭄상황 판단) 가뭄 발생이 예측될 경우 농업가뭄협의회에 보고하여 가뭄대책상황실 설치 여부 등 주요사항 결정

- 관심·주의단계는 「농업가뭄협의회」에서 판단, 경계·심각단계는 안전처 상황판단회의(위기평가회의)에서 결정

<농식품부 가뭄대책상황실 설치> 주의 단계가 3개 시·도, 10개 시·군 이상, 5,000ha이상 논·밭에서 가뭄 발생 및 가뭄 확대 예상

<안전처 중앙가뭄대책본부 설치요청> 경계 단계가 3개 시·도, 10개 시·군 이상, 5,000ha이상 논·밭에서 가뭄 발생 및 가뭄 확대 예상

<안전처 중앙가뭄대책본부 강화요청> 전국적 대규모 가뭄피해 발생·우려

바) 부처간 협업 강화

- 국토부·환경부 물 공급시설 활용 및 수자원 정보공유
- 가뭄극복을 위한 범부처(미래부 등) 차원의 공동 연구개발 확대

사) (관측공) 국토부 「국가지하수 관측망」중 지하수 관측정보를 활용하여 관정개발 성공률 제고 * 국토부 374개소, 농식품부 176개소 활용

아) (광역상수도) 광역상수도 이토(泥土)밸브(184개소)를 활용한 농업용수 비상공급 (가뭄발생시 농업용수 910천m³/일 공급 가능)

* 한강 49개소(33천m³/일), 금강 41(30), 영산·섬진강 23(5), 낙동강 71(23)

자) (연천 군남홍수조절지) 강우량이 적은 비홍수기(10~5월)에 담수를 추진하여 염도가 높은 임진강 수계의 가뭄 해소

- 담수가 가능한 14백만톤의 용수를 확보하여 파주지역에 공급

* 담수기간을 연장하여 파주지역에 용수를 공급하기 위해 사전 협의

차) (수자원정보공유) 국토부, 환경부 등과 수자원정보통합관리체계* 구축

- 강우 발생량 - 유출량 분석 기능 보강으로 유역별 물 배분, 시설 연계 등 의사결정 지원
- * (국토부) 수자원정보시스템, (기상청) 기상정보시스템, (농어촌공사) 저수율 분석시스템

카) (가뭄 대응기술 연구) 미래부 주관 하에 가뭄대응 전(全)주기 (예방 - 대비 - 대응 - 복구)에 걸친 과학기술의 역할 강화를 위한 연구개발 확대

- 선제적·효율적 가뭄 대응체계 구축을 위한 범부처 공동 연구개발 추진
- 기존의 부처별 가뭄관리시스템을 통합, 공통된 수자원 정보에 기반한 효과적인 의사결정 및 대응 능력 확보
- * ‘다부처공동기획사업’(미래부 주관)에 유관부처 공동으로 기획 추진 중

타) 농업인 절수 교육 및 홍보

- 상시 대농민 물 절약 교육 및 홍보로 자발적 절수 참여 유도
- 가뭄 발생 전 선제적 절수로 가뭄 대처 효과 제고

파) (상시 교육 및 홍보) 「농업가뭄센터」 주관으로 상시적으로 용수 절약 필요성에 대한 교육·홍보 추진

- 「농업가뭄센터」에서 격주로 전국단위 농업가뭄상황 예보 및 가뭄발생단계별 행동요령 등 공지
- 농업인에게 물 절약의 중요성을 홍보하는 「물 아껴쓰기 캠페인」 대대적 전개
- (농촌진흥청) 절수 영농에 대한 교육·홍보
- * 절수재배를 위한 물 걸러대기, 수로·논두렁 정비 후 비닐 피복 등
- * 집단관개 및 집단못자리의 절수효과 홍보

- 벼 이앙 후 20일부터 간단관개(증발, 증산, 침투에 의해 자연적으로 감소되어 논바닥이 드러난 상태에서 관개) 경우 약 23% 절수효과
- 하천변 등 용수확보가 가능한 곳에 육묘장·집단 못자리를 설치
- (농어촌공사 지사) 농업가뭄현황과 절수대책 등 대농업인 설명회 개최

하) (절수 대책 홍보) 가뭄우려지역부터 선제적 가뭄대책과 함께 절수 대책도 병행 추진

- 급수 부족량은 급수시기 조정, 절수관개* 등을 통해 해소
 - * 깊은 담수에 의한 벼 재배 방식에서 가뭄과 물 부족에 대비한 얕은 담수 등 영농방식의 변화 유도
- 체험식 절수교육 프로그램 개발을 통해 자발적 절수의 중요성 홍보
 - * 미국 국립가뭄경감센터(NDMC)는 절수에 관한 교육·홍보(Outreach)를 중요한 가뭄대책으로 인식하고 게임형식의 다양한 프로그램 운영 중

거) (교육 인증 및 인센티브) 가뭄 교육에 참여한 농업인과 마을에 교육이수 인증 및 일반농산어촌개발사업 선정시 가점 부여

너) 상시 가뭄대응 조직정비

- 농업가뭄상황을 판단하는 「농업가뭄협의회」, 상시 가뭄대응을 전담하는 「농업가뭄센터」를 설치·운영

더) (조직) 「농업가뭄협의회」 및 「농업가뭄센터」는 농식품부에 두고, 이를 지원할 「농업가뭄지원단」은 농어촌공사에 설치

- 농업가뭄상황을 종합적으로 판단·결정할 「농업가뭄협의회」 운영
 - * 신설(안): 위원장(차관), 부위원장(식량정책관), 외부 민간위원 5인
- 농업가뭄협의회 지원 및 농업가뭄 대응 전담 「농업가뭄센터」에서 업무 총괄 및 범정부 컨트롤타워 지원

- * (현행) 사무관 1인 → (개선) 팀장1, 사무관2, 주무관2
 - 농촌경제연구원, 농촌진흥청 등은 자문·지원
 - 농어촌공사(기술안전품질원) 내에 「농업가뭄센터」를 지원할 「농업가뭄지원단」 신설
 - * 신설(안): 단장(기술안전품질원장 겸임), 부장1, 차장3, 과장·대리3
 - 농업가뭄경감대책연구 및 농업인 참여식 교육계획안 마련 등을 위한 대학연구소 등 참여 유도
- (기능) 상시 가뭄대응 체계 유지, 가뭄예보 및 사전대책 시행과 항구대책 등의 역할 수행
- 농업가뭄상황도 제작·예보, 가뭄대응능력 분석, 사전·항구적 가뭄대책, 가뭄 교육·홍보, 농업가뭄 R&D(다부처 공동연구과제) 등 총괄

제3장 국내외 농업가뭄 피해 분석 기법 검토

제1절 농업가뭄 피해 분류 및 분석방법론

1. 농업가뭄 피해의 분류

가뭄으로 인한 물부족으로 나타나는 경제적인 파급효과는 다음과 같은 직접적인 피해와 간접적인 피해로 분류하여 파악할 수 있다. 직접적인 피해는 물이 없음으로써 직접적으로 받은 피해로 분류할 수 있으며, 간접적인 피해는 물이 없음으로서 발생하는 파급효과에 의한 피해로 분류할 수 있음.

농업가뭄으로 인한 직접적인 피해는 먼저 농작물 수확 감소 및 가축피해와 농업용수 공급부족에 따른 농가의 후생감소 등을 들 수 있으며 이러한 직접적인 피해분석에는 가뭄 발생 전후(with and without)를 기준으로 접근할 수 있다. 가뭄 발생이전의 기록들(생산량, 공급량, 소득 등)을 이용하여 평균을 구하고, 이를 이용하여 가뭄 발생으로 인해 생긴 전체적인 변동을 비교하고 추가적인 조사와 설문조사 등을 통해 자료를 수집하고 구축함으로써, 이 자료들을 이용하여 피해분석을 실시한다.

농업가뭄으로 인한 간접적인 피해는 첫째, 가뭄으로 인한 농업부문 생산 감소로 발생하는 농업부문의 고용량 감소, 둘째는 연관 산업의 경제적 손실(식품산업 매출 감소 등), 셋째는 조세수입 감소와 마지막으로 무역 감소 등을 들 수 있다. 가뭄의 간접적인 피해는 농업가뭄이 장기화되어 미치는 추가적인 영향을 분석하기 위해서 일반적으로 물수지 분석 모델(Input - Output model, Computable Equilibrium model)을 이용한다.

(표 3 - 1) 농업가뭄 피해의 분류

구분		측 정	
		시장(유형)	비시장(무형)
형태	직접피해	- 작물(축산)생산량 감소	- 농촌용수 공급제한으로 인한 농가의 후생감소
	간접피해	- 농업부문 고용량 감소 - 연관산업 경제적 손실 (식품산업매출감소 등) - 조세수입 감소 - 무역감소	-

2. 농업가뭄 분석 방법론

가. 농업가뭄의 직접피해 분석 방법론

농업가뭄의 직접피해 분석방법론으로 시장에서 거래되는 재화와 서비스의 화폐가치를 농업가뭄 피해액의 측정단위로 이용한다는 점에서 시장가격법 (market price method), 생산함수 접근법(production function approach), 회피비용 접근법(avoided cost approach), 대체/보수비용 접근법(replacement or repair cost approach)과 일맥상통한다.

1) 시장가격법 (market price method)

가뭄으로 인한 소비자잉여, 생산자잉여의 변화를 분석하여 농업가뭄의 직접 피해액을 측정한다.

예를 들어 가뭄이 작황에 영향을 미침에 따라 농산물 생산량 및 가격이 변화하고, 이러한 변화는 사회적 잉여에 반영된다. 따라서 가뭄 발생 전 대비 가뭄 발생 후 사회적 잉여 하락 분(즉, 후생 감소)이 가뭄에 따른 농산물 생산 피해액이 된다. 기본 원리는 시장에서 거래되는 재화와 서비스가 생산자와 소비자에게 편익을 가져다줌으로써 경제적 가치를 가진다는 점에서 출발한다.

2) 산함수 접근법(production function approach)

기업, 산업, 혹은 경제 전체가 생산요소를 결합하여 최대의 생산을 달성할 수 있는 생산계획을 추정하는 것이다. 생산요소로서 노동(L), 자본(K), 기후변화 변수(E)를 고려하므로 생산함수는 $Q=f(L,K,E)$ 의 형태를 띤다. 원자재(노동과 자본)와 기후변화 변수는 생산요소로서 재화를 생산하는 데 사용된다.

생산함수의 대수적 형태와 모수 값이 알려져 있다고 가정하면, 환경재의 변화를 생산함수에 대입하여 환경 변화가 생산물에 미치는 영향을 생산함수를 통해 화폐단위로 측정할 수 있다. 예를 들어 강수량 감소(저수율의 변화)가 농업 생산 감소 또는 생산비 증가(생산물의 변화)에 미치는 영향을 화폐단위로 측정할 수 있다.

그러나 단순히 생산량의 변화와 단위가격을 곱하여 화폐가치를 구하는 것으로 충분하지 않고, 정확한 추정치를 구하기 위해서는 피해액과 수요함수의 탄력성을 고려해야 한다(손해함수평가법(dose-response valuation technique)).

생산함수 접근법의 한계는 정확한 생산함수를 알기 어렵고, 시장에서 판매되는 재화와 서비스를 생산하는 데 사용되는 자원에 한정된다는 점이다.

3) 회피비용 접근법(avoided cost approach)

생산함수 접근법의 특수한 경우로 생각할 수 있음. 환경 질이 저하된 경우, 부정적인 영향을 완화시키기 위해 어떤 종류의 수단을 적용할 수 있고, 이로써 향상된 환경질의 가치는 완화수단에 사용된 비용에 해당하게 된다.

예를 들어 공기 질이 악화되거나 가뭄이 발생한 경우 공기 청정기를 구매하고, 빗물에 의존하는 경작지에 수리 시설을 설치함으로써 부정적인 영향을 감소시킬 수 있다. 이때 공기 질 저하나 가뭄으로 인한 농업용수 부족의 가치(즉, 피해액)를 부정적인 영향을 회피하기 위해 투입된 비용으로 평가할 수 있다.

회피비용 접근법의 생산함수는 생산함수 접근법의 생산함수식에 공기 청정기, 수리 시설과 같은 '회피(avoiding)' 투입재(A)를 추가한 형태이다, 즉 $Q=f(L,K,E,A)$.

4) 대체/보수 비용 접근법(replacement or repair cost approach)

생태계 재화 또는 서비스(ecosystem good or service)를 대체하거나 보수하는 데 소요되는 비용이 생태계 재화 또는 서비스 가치의 합리적인 추정치라고 가정한다.

그럼에도 불구하고 특히 대체하는 경우에 그러한 비용이 생태계 재화나 서비스의 실제 가치의 하한선으로 보는 것이 합당하다. 예를 들어 손실된 토양, 영양소, 물을 물리적으로 복구하고 대체하는 데 드는 비용을 추정함으로써 가뭄으로 인한 토양침식의 비용을 평가하게 된다.

나. 농업가뭄의 간접피해 분석 방법론

1) 투입산출분석/산업연관분석(input - output analysis)

투입산출분석은 국민경제를 구성하는 여러 산업 간 연관 관계를 산업간 생산 활동을 이용하여 분석한다. 즉 특정 산업의 산출이 다른 산업에 어떻게 투입되고, 각 산업의 최종생산물이 다른 산업에 최종 수요 되었는가를 분석한다.

기본적인 투입산출모델은 특정한 국가 또는 지역을 대상으로 관측된 경제 데이터를 사용하여 구축하며, 산업과 산업 간 생산물의 이동, 최종소비자에게 판매되는 생산물을 나타내는 최종수요(개인소비·민간설비투자·정부지출·수출), 노동과 자본 등 생산요소의 투입을 나타내는 부가가치로 구성된다. 이러한 정보를 토대로 한 개 또는 여러 부문에서 발생한 가격 및 산출물의 변화, 최종수요의 변화, 부가가치의 변화가 기타 경제부문에 미치는 영향을 분석한다.

투입산출분석은 가뭄의 간접적인 피해액을 추정하는 데 특히 유용하다. 예를 들어 농업 및 물공급 부문의 손실이 기타 경제부문의 생산물과 고용으로 파급되는 효과를 분석할 수 있다. 적용이 쉽고 경제활동을 산업부문별로 분할할 수 있다는 점이 장점이지만, 반대로 생산요소 간 대체 메커니즘, 기술에 관한 가정이 제한적이고 가격구조가 불분명하다는 점이 한계이다. 즉, 서로 다른 생산요소 간 대체가 불가능하고, 기술 변화가 생산계획에 영향을 주지 않는다고 가정하고 있다.

투입산출분석은 computable general equilibrium analysis의 대체 분석법으로 생각할 수 있다.

2) 연산 가능한 일반균형분석(computable general equilibrium analysis)

연산 가능한 일반균형모델은 복잡한 경제 모델 중 하나로 정책(예를 들어 세제 개혁, 무역 변화, 에너지 및 농업 정책) 혹은 기술, 수출 및 기타 외생적인 요소의 변화에 따른 경제적 효과를 분석할 수 있는 유용한 도구이다.

경제주체의 최적화 행위, 즉 소비자의 효용극대화(혹은 비용극소화)와 생산자의 이윤극대화(혹은 비용극소화), 그리고 시장청산이 핵심 가정이며, 생산물시장과 생산요소시장이 완전 경쟁적이고, 상대가격이 유동적이며 상대적인 (수요 - 공급) 희소성을 반영한다고 가정한다.

경제 내에서 일어나는 재화 및 서비스, 화폐의 흐름을 반영하여 시장경제 내 자원 배분, 소득 분배, 상대가격을 결정하는 요인과 메커니즘을 분석한다.

가격탄력성, 생산물 및 투입재의 대체탄력성, 가구소득탄력성, 산업 간 투입산출관계에 대한 기준(benchmark) 자료를 사용하여 다양한 경제주체 간의 연계성을 탐구한다.

가뭄이 국가 혹은 지역 차원에서 여러 경제부문의 산출과 고용에 미치는 영향을 시뮬레이션할 수 있다.

다양한 부문에 미치는 각기 다른 영향을 분석하는 데 한 경제의 전반적인 피드백을 포함하고 있다는 점이 장점이며, 피드백의 종류에는 시장 간 상호작용, 소득 구성, 지출 효과, 투입 및 산출 대체가 있어 이를 통해 총효과에 대한 분석이 가능하다.

방대한 자료가 필요하고, 시장의 불완전성을 고려하지 않는다는 것이 한계점이다.

3) 생물물리 - 농업경제 모델(biophysical - agroeconomic model)

생물물리 - 농업경제 모델은 작물 생물물리 모델(crop biophysical models)과

농업경제 모델(agroeconomic models)을 통합하여 인간의 활동과 천연자원 간의 피드백 효과에 대한 종합적인 분석을 가능하게 한다.

생물물리 - 농업경제 모델 안에서 작물 생리 모델(crop physiology models)은 가상적인 혹은 역사적인 가뭄을 가정한 기후 시나리오(기온 - 강수 투입)에 반응하도록 설정되며 작물 생리 모델은 기후 변화에 대한 작물의 반응(단수 및 용수 · 비료 사용량)을 추정한다. 이를 통해 가뭄이 어떻게 작물 단수와 용수 사용에 영향을 미치는 지 예측할 수 있다.

시뮬레이션을 통해 얻은 단수 추정치는 먼저 농가 단위의 결정을 예측하기 위해 사회경제 모델(socio - economic models)에 통합되고, 그 다음에 공급, 가격, 경제적 후생의 변화를 예측하기 위해 시장 단위로 통합된다.

생물물리 - 농업경제 모델링은 기후 및 생물물리학적 혹은 수문학적 과정에서 시작하여 더 큰 규모의 사회경제적 과정으로 나아가므로 상향식 접근법이다. 흔히 모델이 되는 공간 지역을 뚜렷하게 나타내며(spatially explicit), 사용하는 자료의 집합도에 따라서 다양한 지리적 범위를 적용할 수 있다.

4) 수문 - 경제 결합 모델(coupled hydrological - economic model)

수문 - 경제 결합 모델은 수문학적 모델(hydrological model)과 경제학적 최적화 모델(economic optimization model)로 구성되어 있으며, 대안적인 정책 시나리오 하에서 각기 다른 부문의 용수 할당 및 사용을 분석한다.

모델은 ① 용수 비용 및 용수 사용으로 창출된 이익 등 경제학적 요소, ② 수문학적 요소, ③ 경제학 및 수문학적 요소에 영향을 미치는 제도적 요소로 구성되어 있다.

현지 또는 지역, 국가 당국이나 농업 이해관계자를 위한 의사 결정 도구로 유용하게 사용되며 생물물리 - 농업경제 모델링과 마찬가지로 상향식 접근법이며, 흔히 모델이 되는 공간 지역을 뚜렷하게 나타낸다(spatially explicit).

대표적인 수문 - 경제 결합 모델로 캘리포니아의 SWAP 모형(Statewide Agricultural Production Model, SWAP Model)과 IMPLAN(Impact Analysis for

Planning Model, IMPLAN Model) 모형을 들 수 있다.

SWAP모형은 수문학적 모형(hydrological model)과 경제학적 최적화 모형(economic optimization model)로 구성되어 있으며, 대안적인 정책 시나리오 하에서 각기 다른 부문의 용수 할당 및 사용을 분석한다.

모형은 ① 용수 비용 및 용수 사용으로 창출된 이익 등 경제학적 요소, ② 수문학적 요소, ③ 경제학 및 수문학적 요소에 영향을 미치는 제도적 요소로 구성되어 있고, SWAP 모형은 캘리포니아주(州)의 농업생산을 추정하는 경제모형으로 가뭄이 작황, 비용 및 수익에 미치는 영향을 계측하는 데 사용할 수 있다.

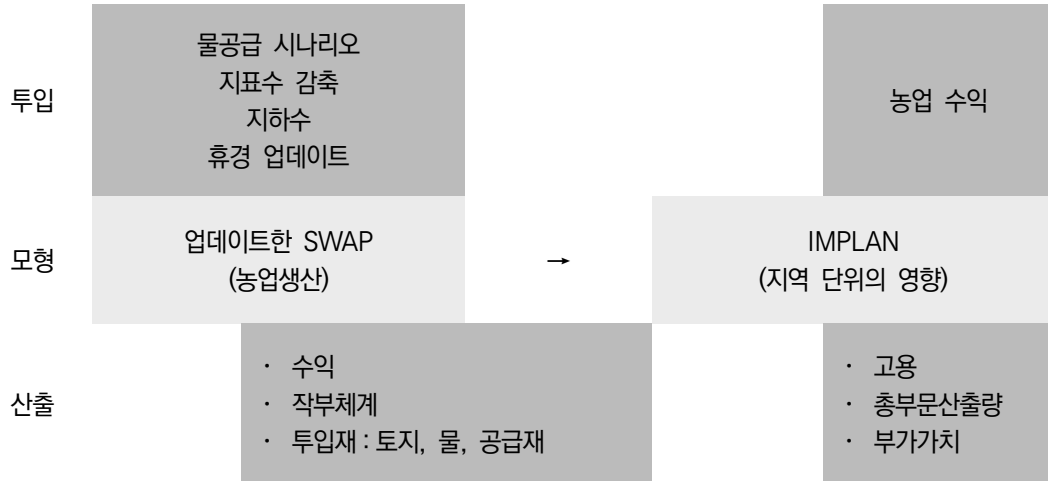
SWAP 모형을 사용하여 정책을 분석할 때 수원별 수자원의 가용(可用)성, 사용가능한 농지의 양, 투입재 사용 가격, 작물 단수 등 다양한 모수(parameters)를 변화시킬 수 있으며 통상적으로 우선 아무런 정책이 시행되지 않았을 상황의 결과를 추정하고, 그 다음에 추정한 기준치에 가뭄 정책을 시행하였을 경우의 결과를 비교하며 이를 통해 얻은 결과 값을 평년으로부터의 변화로 해석한다.

지역계획 영향분석 모형(IMPLAN Model)은 미네소타 임플란 그룹에서 개발한 IMPLAN 모형은 지역 단위의 투입산출모형이다.

처음에 이 모형은 미국 산림서비스국(Forest Service)에서 산림자원에 대한 경제적 영향을 분석하기 위해 개발되었으나, 최근에는 외생적 변화로 인해 지역에 파급되는 경제적 영향을 추정하기 위해 학계, 정부기관, 컨설턴트 업체에서 광범위하게 사용하고 있다.

현재 캘리포니아는 SWAP 모형과 IMPLAN 모형을 연계하여 농업가뭄의 직접적인 피해와 이로 인한 경제적 파급효과를 계측하고 있다.

(표 3-2) SWAP 모형과 IMPLAN 모형 간 상호작용



5) 리카르도 헤도닉 가격 모델(Ricardian hedonic price model)

리카르도 헤도닉 가격 모델링은 리카르도의 토지 가치 모델을 기초로 기후 변동으로 인한 토지 가치의 변화를 분석한다. 토지 가치는 미래에 발생할 순수익 흐름의 현재 가치를 반영하기 때문에 경제적 후생의 좋은 지표가 된다. 그러나 예상치 못한 사건으로 자산 가치에 긍정적인 또는 부정적인 왜곡을 발생시킬 수 있다는 단점이 있다.

예를 들어, 정상적인 조건 하에서 생산력이 보통 완전히 활용되지 못하는데, 예기치 못한 사건으로 인해 유휴 생산력이 가동되어 손실된 생산을 보상할 수 있다. 게다가 노동자가 영향을 받지 않은 부문에 노동시간 투입을 증가시킴으로써 경제 회복을 촉진할 수 있다. 또한 가격 상승으로 인해 노동자가 이익을 얻을 수 있는 가능성도 있다. 따라서 영향을 받지 않은 자본재가 영향을 받은 자본재에서 발생하는 산출 손실을 만회하기 위해 생산을 증가시킬 수 있다.

3. 농업가물의 비시장가치 평가 방법론

가. 조건부 가치측정법(contingent valuation)

조건부 가치측정법은 생태계 서비스와 환경재처럼 시장에서 거래되지 않아서 시장가격이 형성되지 않는 비시장재의 경제적 가치를 추정하기 위해 사용된다. 이를 통해 가물의 무형적 비용(intangible costs)을 추정할 수 있다.

일반적으로 조건부 가치측정법은 공공재의 공급량(또는 품질) 변화에 따른 편익(또는 비용)을 추정하기 위해 사용되며 설문조사를 통해 특정한 환경 서비스의 변화에 대해 얼마만큼 지불할 의사가 있는지 묻기 때문에 진술선호법(stated preference method)으로 분류된다.

반대로 설문조사를 통해 특정한 환경 서비스를 포기하기 위해 받아들일 수 있는 보상액에 대해 물어볼 수 있다.

설문조사에는 ① 평가하는 재화와 설정된 가정에 대한 자세한 설명, ② 평가하는 재화에 대한 직접 지불의사에 관한 문항, ③ 응답자의 특성(연령, 소득, 교육수준)과 재화에 대한 선호를 물어보는 문항을 포함해야 한다.

아직 실행되지 않은 정책 변화에 대해 가상적으로 조사할 수 있다는 점이 진술선호법의 장점이다. 반면에 진술선호법을 통해 모아진 자료가 가상적이라는 점이 주요 단점이며 이 때문에 대부분의 경제학자들은 시장에서 경제주체들이 과거에 실제로 행한 선택에 관한 자료를 사용하는 현시선호법(revealed preference method)을 진술선호법보다 더 신뢰하는 경향이 있다.

가물과 관련하여 조건부 가치측정법은 용수 사용 규제를 완화하거나 용수 공급 안전성을 강화하는 데 대한 가치를 추정하기 위한 주로 적용되었다.

일반적으로 조건부 가치측정법은 가물 피해액을 계측하거나 가물 완화·적응의 비용을 평가하기 위해 사용된다.

나. 선택실험법(choice experiments)

선택실험법은 조건부 가치추정법과 더불어 비시장재의 가치를 평가하는 중요한 도구이며 선택실험법으로 가뭄의 무형적 비용을 추정할 수 있다.

선택실험법은 참여자에게 가상의 상황을 주고 여러 대안 중에서 하나를 선택하게 한다. 그러한 선택을 여러 번 반복하여 행하여 각각의 대안에는 수많은 특성에 대한 설명이 포함되어 있으며, 화폐가치는 하나의 특성으로 이를 통해 지불의사를 추정할 수 있다.

선택실험법은 비교적 새로운 접근법으로 조건부 가치추정법에 비해 몇 가지 장점이 있다. 예를 들어 단순히 재화를 위해 지불할 의사가 있는 가격을 진술하는 대신에 응답자가 시장거래에 거의 매일 참여하기 때문에 가격을 비롯하여 다양한 특성을 가진 재화를 선택하는 데 익숙하다. 또한 선택실험법을 통해 환경재를 구성하는 개개의 특성이 갖는 가치를 측정할 수 있으며, 이로써 조건부 가치추정법에서 생기는 편차(biases)를 제거할 수 있다.

그러나 일반적으로 선택실험법은 조건부 가치추정법보다 실행하기 어렵다. 특히 환경재를 구성하는 특성의 가짓수가 많을 경우에 더욱 그러하다.

조건부 가치추정법과 마찬가지로 가정적 상황에서 자료를 얻는다는 한계가 있으며, 자료의 정확도는 실험 설계에 크게 좌우된다. 실험 설계에서 개개의 특성과 특성의 정도를 정의하고, 실험의 배경과 설문지를 개발해야 한다.

실험에서 사용하는 선택지가 결과에 주요한 영향을 미친다. 선택실험법에서 사용하는 설문문항은 종종 개념적으로 응답자들이 이해하기 어렵고, 상당한 인지적 노력을 요구한다. 그 결과, 설문 응답에 오류가 있을 수 있다.

조건부 가치추정법과 마찬가지로 가뭄 피해액을 계측하거나 가뭄 완화·적응의 비용을 평가할 수 있다.

다. 편익/가치 이전법(benefit or value transfer)

설문조사를 수행해야 하는 가치평가법(valuation methods)은 비용과 시간이 많이 소모된다. 따라서 자료 수집에 가용할 수 있는 자금과 시간이 제한되는 경우, 주로 편익 이전법을 사용한다.

기본 개념은 한 장소(연구 장소)에서 측정된 환경재의 화폐가치를 공간적으로, 시간적으로 다른 장소(정책 장소)로 이전하는 것이다. 연구 장소는 선행연구가 수행된 곳을 가리키며, 정책 장소는 선행연구와 유사한 편익에 대한 화폐가치 정보를 필요로 하는 곳이다.

유사한 연구에서 얻은 편익 추정치를 현재의 사례 조사에 적용하거나(편익 추정치 이전), 원래의 연구에서 사용한 특성 대신에 사례 조사의 특성을 계량경제모델에 대입하거나(편익 기능 이전), 다수의 선행연구에 기초하여 자료를 구축하고 연구 특성에 대해 환경편익을 회귀분석(메타 분석)함으로써 편익 이전이 이루어진다.

제2절 농업가뭄 피해액 산정 방법

1. 국내 가뭄피해 분석 사례

국내 가뭄피해추정에 대한 대표적인 사례로는 건설교통부(2002)에서 발간한 ‘2001 가뭄기록조사보고서’가 있다. 이 보고서에는 농업용수 공급부족에 따른 피해는 용수부족에 가장 영향을 많이 받는 농작물에 대하여 이루어졌으며, 그 대상으로는 벼와 채소, 해당 지역의 특작물, 그리고 과수의 피해 자료가 이용되었다.

농업용수 부족에 따른 논에서의 피해수준은 다음과 같은 산식으로 추정하였다.

- 이양지연 피해액 추정 : 이양지연면적 × 피해율 × 평균단수 × 가격
- 모넨 논 마름 피해액 추정 : 피해면적 × 피해율 × 평균단수 × 가격

채소 및 특작물에 대한 가뭄피해 추정도 대부분의 채소 품목에 일반적으로 적용할 수 있는 피해규모 산정 공식을 제시하고 있다(건설교통부, 2002).

기존의 최소·특작물에 대한 피해액을 산정한 연구는 아래와 같이 울무와 채소에 대하여 산정한 사례가 있다.

- 품목별 피해액 추정 : 품목별 피해면적 × 피해율 × 평균단수 × 가격

기존 건설교통부(2002)의 가뭄피해 추정방법론은 농업가뭄으로 인한 농업부문의 직접피해액을 계측할 수 있다는 장점이 있지만, 품목별 피해액을 추정하기 위해서는 품목별 피해면적과 피해율 자료가 필요하다. 현재 농업가뭄피해조사와 관련하여 논, 밭 피해면적(논 물마름면적, 밭 시들음면적)만 조사되어 있지 품목별 피해면적과 피해율은 알 수 없는 상황이다. 따라서 본 연구에서는 차년도에 기존 데이터를 가지고 가뭄피해에 대해 평가할 수 있는 정량적 평가기법에 대해 연구하고자 한다.

2. 국외 가뭄피해 분석 사례

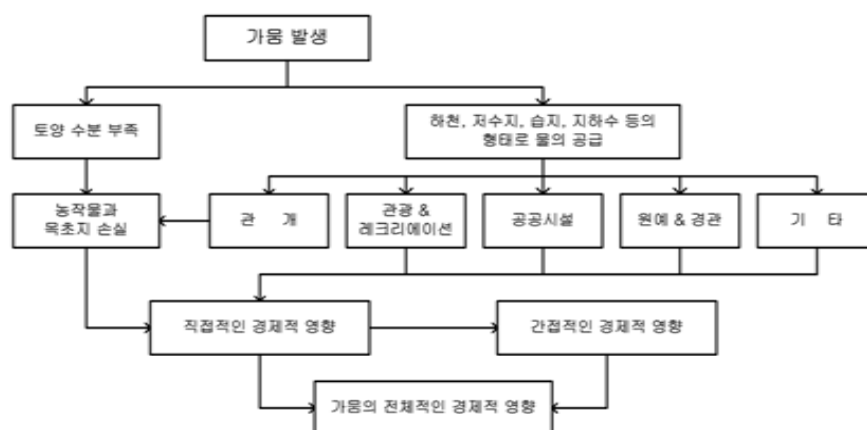
가. 미국 분석 사례

국외의 가뭄피해 분석 방법으로는 미국 NDMC(Nation Drought Mitigation Center)의 가뭄 관련 연구사례가 있으며 국내의 가뭄피해 분석 방법에서는 생활용수, 농업용수, 공업용수 부분으로 구분하고 있는데 반하여 미국의 가뭄피해 분석 방법에서는 크게 농업용수, 생활용수, 레크리에이션 부분으로 구분하고 있다.

NDMC에서는 가뭄에 따른 경제적 피해에 대한 전반적인 개요를 <그림 3-1>과 같이 나타내고 있으며, 이는 각 부문의 피해요인과 유형에 대한 개요를 나타낸 바와 같이 가뭄의 전체적인 경제적 영향은 크게 직접적 영향과 간접적인 영향으로 분류할 수 있다.

가뭄의 직접적인 피해는 생산량의 감소, 순 소득의 감소, 생산비 변동과 같이 농업부문에서 주로 나타난다. 이러한 직접적인 피해분석에는 가뭄 발생 전·후를 기준으로 접근할 수 있다. 가뭄 발생이전의 기록들(생산량, 공급량, 소득 등)을 이용하여 평균을 구하고, 이를 이용하여 가뭄 발생으로 인해 생긴 전체적인 변동을 비교하고 추가적인 조사와 설문조사를 실시하여 자료를 수집하고 구축함으로써 이 자료들을 이용하여 피해분석을 실시한다.

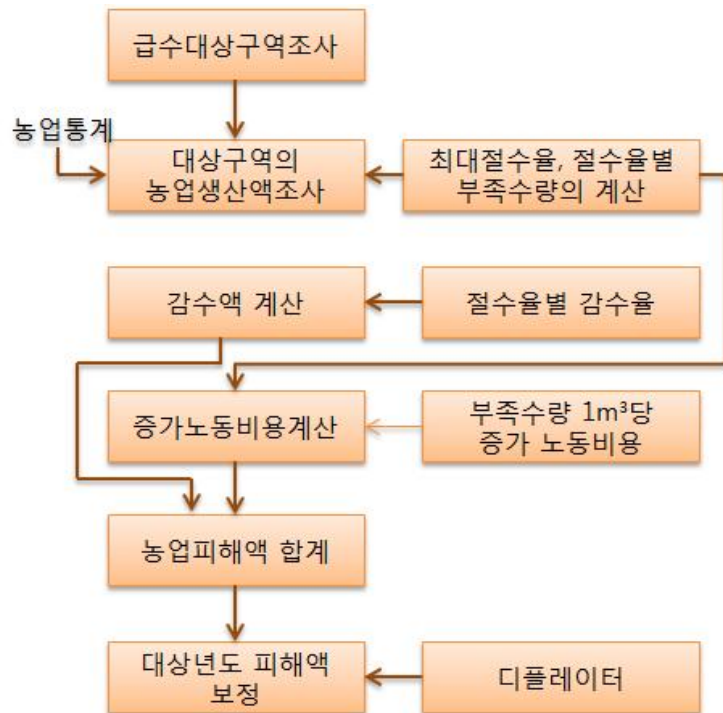
가뭄의 간접적인 피해는 NDMC에서는 가뭄이 장기화되어 미치는 추가적인 영향을 분석하기 위해서 일반적으로 물수지 분석 모델(Input - Output model)을 이용한다.



<그림 3-1> 가뭄피해의 개요

나. 일본 분석 사례

일본의 경우 2001년 가뭄기록조사서에 소개 되어진 가뭄피해 산정은 농업과 생활용수 부문으로 구분하고 있으며, 농업용수의 가뭄피해액 산정은 <그림 3-2>에 나타나 있는 절차에 따라 수행된다.



<그림 3-2> 농업용수 가뭄피해액 산정

농업용수 추정 방법에서는 대상품종을 쌀에 한정하고, 조사대상은 하천에서의 급수대상 구역으로 설정했으며, 지역의 농업통계로부터 농업조(粗) 생산액을 조사했다. 그리고 농업용수 필요수량과 실적 취수량을 조사하고, 부족수량 및 절수율을 각각 계산했다. 감수액의 산정은 최대 절수율을 취한다. 최대절수율에 대응하는 농업용수 갈수피해 계산도표에서 당해지역의 피해곡선을 산정하고, 최대절수율에 대응하는 감수율을 산정하여 이를 농업생산액에 곱하면 감수액을 산출할 수 있다.

위에서 소개한 미국, 일본 가뭄피해 산정방법에서 주요 인자 중에 하나는 작물에 공급되어지는 용수량 산정이 이루어져야 한다. 용수량 절감에 따른 증가되는 노동력비용이 가뭄피해 산정에 중요한 요인이 된다. 하지만 우리나라의 경우 광범위한 지역에 용수공급량 데이터 생성 및 산정이 이루어지고 있지 않은 실정에서 해외사례를 도입하기에는 문제점이 있다. 이에 본 연구의 차년도에 우리나라 실정에 맞는 피해 산정방법에 대해 고찰해 보고자 한다.

제4장 과거 농업가뭄 피해 DB화 구축

담수호의 치수 시스템을 구축하기 위해 홍수량 계산을 하였으며, 해당 유역에 다년간 축적된 강우-유출자료 및 수위-유량자료 등이 있는 경우 이들 자료를 이용하여 분석하는 것이 가장 좋은 방법이나, 본 과업에서는 기왕의 홍수 중 피해가 큰 홍수사상을 골라 유출모형에 적용하여 비교 분석하는 방법을 채택하였다.

제1절 농업가뭄 피해 기초자료 수집 및 분석

농업가뭄 피해의 정량적인 평가를 위해서는 우선 현재 어떤 자료들이 수집되고 생성되는지 알아야 현실에 맞는 평가방법을 도출하고 정밀한 평가를 위해서는 어떤 자료수집이 더 필요한지 도출할 수 있다. 따라서 농업 및 기상관련 기관에서 수집되고 있는 자료를 조사 및 분석하고 정량적 평가를 위해 DB화 할 수 있는 요소가 어떤 것들이 있는지 조사하였다. 수집 및 분석을 실시한 자료는 다음과 같다.

- 가뭄대응백서(농림축산식품부)
- 농업생산기반정비사업 통계연보(한국농어촌공사)
- 가뭄피해 및 대책 현황(농림축산식품부)
- 농업생산량(통계청)
- 농업재해보험 피해신고내역(NH농협손해보험)
- 가뭄지수(기상청)

전체적으로 가뭄피해 및 농업생산량과 관련된 자료 중에서 최근 2~3년 전부터 작성된 자료는 시군별로 구분되어 있고 양식 또한 DB화하는데 적합하였고 이전 자료는 시도별 자료이고 DB화하는데 적합하지 않은 형태로 작성되어 있었다.

1. 가뭄대응백서(가뭄백서)

가. 자료 형태 및 특성

농림축산식품부 및 한국농어촌공사에서 발행하는 가뭄대응백서 또는 가뭄백서는 대규모 농업가뭄이 발생한 연도의 가뭄피해현황, 대책 및 성과 등에 대해 기술한 백서이다. 2001년에 가뭄대응백서(농림축산식품부)가 발간되었고, 2012년에 가뭄백서(한국농어촌공사)가 발간되었다. 가뭄피해현황, 대응성과 등 전국을 대상으로 다양한 내용이 담겨져 있는데 목차를 보면 다음과 같다.

(표 4-1) 2001 가뭄대응백서 및 2012 가뭄백서 목차

2001 가뭄대응백서 목차	2012 가뭄백서 목차
제1장 국토의 자연조건과 수자원 1. 국토의 자연조건과 이용구조 2. 수자원의 부존량과 이용현황 제2장 지난날의 가뭄특성과 피해·대책개황 1. 가뭄의 특성과 피해개황 1.1 가뭄의 기상·지역적 특성 1.2 가뭄피해 개황 2. 지난날의 가뭄대책 2.1 가뭄대책의 시대적 변천 2.2 주요 가뭄대책의 특징 제3장 2001년의 가뭄의 실상과 대책 1. 가뭄개황 1.1 기상 1.2 강수량 및 저수율 1.3 가뭄의 실상 2. 대책과 조치 2.1 대책개요 2.2 중앙부처의 대책 2.3 농림부의 활동 2.4 지방자치단체의 대응조치 2.5 농업기반공사의 활동 2.6 국민성금의 지원 제4장 가뭄대책의 성과 1. 각계의 반응 2. 성 과 3. 반 성 제5장 교훈과 과제 1. 교훈 2. 과제 제6장 수범사례 1. 중앙재해대책본부 취합사례 ※ 부록 등	제1장 기후변화에 따른 가뭄 현황 및 분석 1. 봄철 가뭄의 기후적 특성과 한반도 가뭄분석 및 예측 2. 2000년 이후 발생한 세계적인 가뭄 현황 및 피해 사례 3. 미래 가뭄 전망과 대책방안 제2장 2012년 가뭄의 실상과 대응 1. 가뭄의 개황 2. 가뭄 대응 2.1 가뭄대책 2.2 준설 2.3 관정개발 2.4 전 경영진 및 부서장 가뭄극복 2.5 대내외 인사 현장방문 2.6 중앙부처의 가뭄대책 2.7 지역본부별 가뭄대책 제3장 2012년 가뭄극복의 성과 및 반성 1. 성 과 2. 반 성 제4장 항구적인 가뭄대책 1. 항구대책의 필요성 2. 항구대책 추진체계 3. 현황 및 문제점 4. 항구적인 가뭄대책 추진 5. 항구적인 가뭄대책을 위한 사업별 소요예산 ※ 부록 등

목차를 통해 알 수 있듯이 과거부터 현재까지의 우리나라 가뭄이력 및 수자원현황을 시작으로 당해 피해 현황이 기상현황부터 실제 피해 현황까지 서술되어 있으며 이에 대응하기 위한 농림축산식품부 등 중앙부처의 대책, 지역본부별 한국농어촌공사의 대책을 기록하였다. 그리고 성과와 반성을 통해 향후 더 효과적이고 항구적인 가뭄대책 방안을 제시하고 있다.

DB작성을 위해 자료를 검토해본 결과 가뭄대응백서는 매년 발간되는 자료가 아니고 시군별로 분류가 되어 있지 않기 때문에 DB로 구축하기는 어려운 것으로 판단되었다. 하지만 해당 연도 가뭄상황의 상세한 피해내역과 대책이 기록되어 있으므로 피해평가기법 개발 단계에서 적용 가능할 것으로 보이며 구축된 DB를 검증하고 필요한 조사항목을 선정하는데 활용 할 계획이다.

2. 농업생산기반 정비사업 통계연보

가. 자료형태 및 특성

농업생산기반 정비사업 통계연보는 한국농어촌공사에서 매년 발간하는 통계연보로서 발간 목적은 농업생산기반정비 실적을 기록·보존하여 농업생산기반시설물의 효율적인 유지·관리와 농정시책 수립 자료로 사업성과 기록 정리 및 홍보자료로 활용하기 위함이다. 조사는 1955년부터 조사 및 발간되었으며 2012년 통계연보 체계를 농어촌정비법 사업체계에 맞춰 재편성 하였다. 통계연보 작성을 위한 조사의 개요는 다음과 같다.

□ 2014년도 조사개요

- 시군관할 자료 : 전국 181 시·군·구
- 한국농어촌공사 관할자료 : 전국 97개 부서(본부1, 사업단 3, 지사 93개소) ※ 2014년도 기준
- 자료 취합 및 집계·분석 : 한국농어촌공사(농어촌연구원 경제사회연구실)
- 조사 방법 : 농업생산기반시설물 조사표 등 조사표에 의한 전수 조사

□ 조사 항목

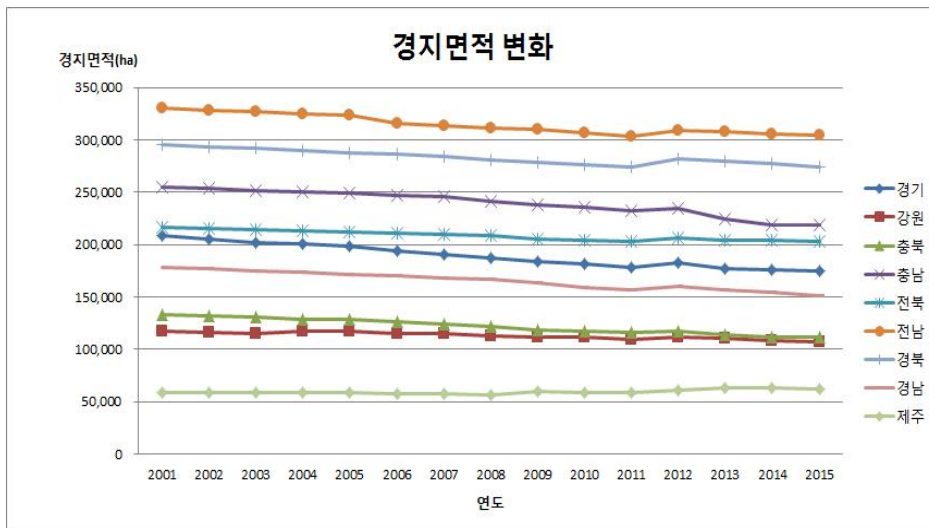
- 농업생산기반시설
 - 국토이용면적: 농경지 및 임야 등
 - 수리답 면적: 수리상태별 면적, 수리시설별 면적, 관개규모별 시설현황 등
 - 수리시설 현황: 수리시설 제원, 저수지, 양배수장, 용배수로 현황 등
 - 준공연도별 수리시설 현황: 시군관할, 공사 관할 현황 등
- 농업생산기반 정비사업(사업비 집행실적)
 - 농촌용수개발사업: 다목적 및 소규모 용수개발, 지표수 보강개발, 한발대비용수개발, 농업용수관리 자동화 등
 - 농업생산기반개량사업: 경지정리, 배수개선, 기반시설 개보수 및 준설(방조제, 받기반정비, 기계화경작로 확포장) 등
 - 농지확대개발사업: 간척 및 매립, 개간 현황
- 농업생산기반 정비사업 준공 및 폐지 현황
 - 농업용수개발 사업 준공현황: 시군 및 공사 관할 저수지, 양배수장, 보, 암거, 관정 등
 - 농업생산기반개량사업 준공현황: 시군 및 공사 관할 경지정리, 배수개선 개간 등
 - 받기반 정비사업 현황
 - 수리시설물 폐지 현황: 시군 및 공사 관할 수리시설
- 기타 및 부록: 수리계조직 현황, 사설수리시설 현황, 농업생산기반정비 연혁 등

조사 항목 중 가뭄과 관련되어 있는 것은 경지면적, 저수지현황, 한발대비용수개발 현황 등으로 한발 빈도별 경지면적의 변화, 한발대비용수개발 사업비 집행 현황 등을 알 수 있기 때문이다. 또한 농업생산기반정비사업통계연보의 원본데이터는 엑셀로 작업이 되어 있고 양식이 고정되어 있으므로 DB로 구축이 가능한 것으로 판단되었다.

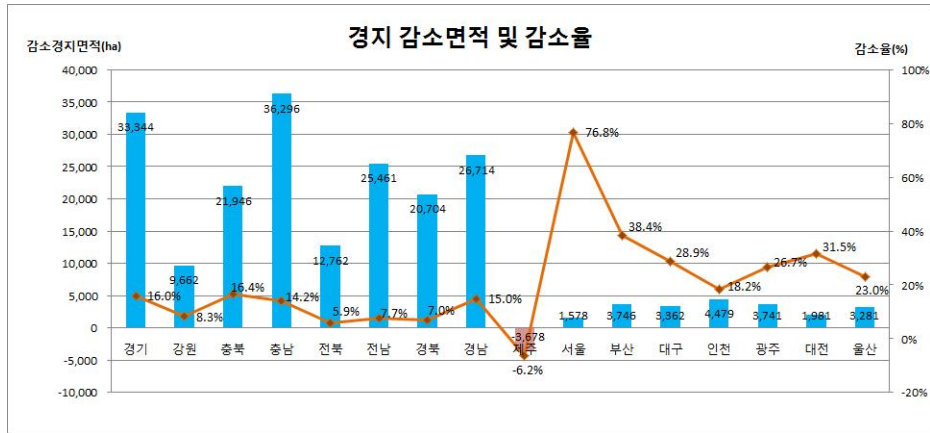
나. 경지 면적 분석

1) 경지면적의 변화

경지면적에 대한 분석을 해보았는데 총 경지면적은 신도시 건설, 도로 건설 등 산업화로 인해 2001년 1,876,142ha에서 2015년 1,679,023ha로 197,119ha가 감소했으며 이는 2001년 대비 약 10.5% 줄어든 것이다. 2001년부터 2015년까지 특별시 및 광역시를 제외한 전국 8도 및 제주도의 경지면적의 변화를 <그림 4-1>에서 확인할 수 있는데 제주도를 제외하고는 감소추세를 보인다. 경지면적이 가장 넓은 지역은 전라남도이며 이하 경상북도, 충청남도, 전라북도, 경기도, 경상남도, 충청북도, 강원도, 제주도 순으로 넓은 것을 알 수 있다. 각 시도별 2001년 대비 2015년의 경지면적 감소면적 및 감소율을 알아보기 위해 <그림 4-2>에 제시하였다. 가장 크게 경지면적이 줄어든 곳은 충청남도로 36,296ha가 감소되었는데 이는 산업화가 급속히 이루어지는 지역 중 하나이며 이와 더불어 2012년 세종특별자치시 출범에 따라 공주시 및 청원군 등의 면적이 감소한 것이 큰 요인으로 파악된다. 반면 제주도의 경지면적은 3,678ha가 증가하였는데 이는 목장용지 및 임야를 개간한 것이 주요인이다.



<그림 4-1> 전국 8도 및 제주도 경지면적 변화(2001~2015)



〈그림 4-2〉 2001년 대비 2015년 경지 감소면적 및 감소율

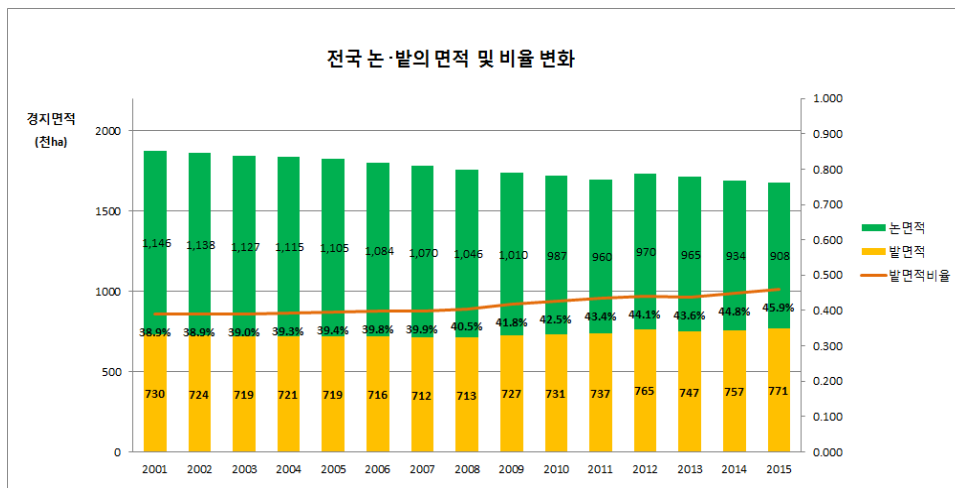
가뭄의 피해양상은 모든 농경지가 같은 것이 아니라 논과 밭의 피해원인과 양상이 다르게 된다. 따라서 그에 대한 대책도 다르게 되고 논과 밭의 면적에 따라 대책규모도 변하게 되기 때문에 논과 밭의 면적은 피해평가 및 대책수립에 중요한 요소 중에 하나가 된다. 연도별 우리나라 논과 밭의 면적과 비율변화를 <그림 4-2>을 통해 알 수 있는데 논 면적은 1,146,082ha에서 908,191ha으로 감소했고 밭 면적은 반대로 730,060ha에서 770,832ha으로 증가하였다. 이는 쌀 생산량 증가와 수요량 감소로 인해 수익성이 감소하여 상대적으로 수익성이 높은 과수, 시설채소 등의 재배를 위해 논을 밭으로 전환 하고 개간한 것을 주된 원인으로 볼 수 있다. 이러한 변화 추세를 고려하여 가뭄대책 수립 시 논뿐만 아니라 비중이 점차 증가하고 있는 밭의 가뭄대책을 장기적으로 세울 필요가 있다.

(표 4 - 2) 경지면적 변화 표

(단위 : ha)

연도	총 경지면적	논 면적	밭 면적
2001	1,876,142	1,146,082	730,060
2002	1,862,622	1,138,408	724,214
2003	1,845,994	1,126,723	719,271
2004	1,835,634	1,114,950	720,680
2005	1,824,039	1,104,811	719,228
2006	1,800,470	1,084,024	716,446
2007	1,781,579	1,069,932	711,647
2008	1,749,804	1,045,891	712,804
2009	1,739,798	1,010,244	729,554
2010	1,717,887	987,137	730,750
2011	1,696,943	960,111	736,832
2012	1,734,410	969,525	764,882
2013	1,712,450	965,014	747,438
2014	1,691,110	933,624	757,492
2015	1,679,023	908,191	770,832

출처 : 농업생산기반정비사업통계연보, 한국농어촌공사



〈그림 4 - 3〉 2001~2015 전국 논·밭 면적 및 비율 변화

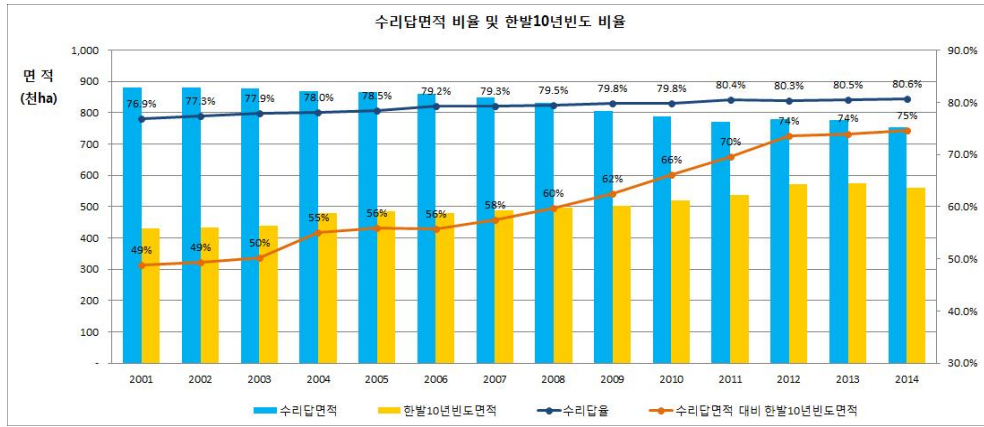
2) 한발빈도별 수리답면적 및 비율의 변화

논의 가뭄에 대한 안정도를 알아보기 위해 간단히 활용할 수 있는 지표로 수리답면적과 한발빈도별 수리답면적을 제시할 수 있다. 수리답면적은 수원공을 통해 안정적인 용수공급이 가능한 논 면적을 의미하고 그중 한발빈도별로 내한능력을 갖고 있는 수리답을 구분하였다. 한발빈도는 평시, 3년, 5년, 7년, 10년 이상의 빈도로 구분되며 <표 4-3>과 <그림 4-4>에 2001년부터 2014년의 수리답면적과 한발빈도별 관개면적을 제시하였다. 논 면적이 감소함으로써 수리답면적은 줄어들지만 수리답율과 한발빈도 10년 이상의 수리답 비율은 더 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 위에서 말한 사회적 원인으로 인해 밭으로 전환하는 비율이 커지고 다른 한편 가뭄에 대비한 수원공의 확장과 용배수로의 구조화 사업으로 인해 수리답율이 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 가뭄 발생 빈도와 심도가 증가함에 따라 생산기반의 내한능력을 향상시켜 10년빈도 이상의 수리답면적이 증가하고 전체 수리답면적에서 차지하는 비율도 2001년 약 49%에서 2014년 75%까지 증가하게 되었다.

(표 4-3) 수리답면적 및 한발빈도별 관개면적

연도	수리답면적 (ha)	수리답율 (%)	한발빈도별 관개면적(ha)					10년 이상
			계	평년	3년	5년	7년	
2001	881,228	76.9	881,197	216,871	123,007	52,529	58,458	430,334
2002	880,365	77.3	880,365	213,318	122,049	52,971	58,252	433,775
2003	877,332	77.9	877,332	209,149	121,495	49,916	57,046	439,727
2004	869,822	78.0	869,822	246,856	77,881	41,147	25,295	478,643
2005	866,958	78.5	866,958	232,205	86,387	40,364	23,710	484,293
2006	859,014	79.2	863,213	229,364	86,451	39,291	29,893	478,213
2007	848,276	79.3	848,276	214,481	79,765	37,386	28,786	487,858
2008	831,553	79.5	831,553	200,370	73,528	39,387	22,037	496,232
2009	806,475	79.8	806,475	164,011	62,901	39,938	35,952	503,674
2010	787,986	79.8	787,986	152,375	59,509	37,916	17,786	520,401
2011	772,108	80.4	772,108	140,251	53,983	27,066	13,190	537,618
2012	778,380	80.3	778,380	128,858	44,647	22,947	9,019	572,909
2013	777,161	80.5	777,161	125,994	44,614	22,343	9,166	575,044
2014	752,598	80.6	752,598	119,381	42,828	20,422	8,579	561,388

출처 : 농업생산기반정비사업통계연보, 한국농어촌공사

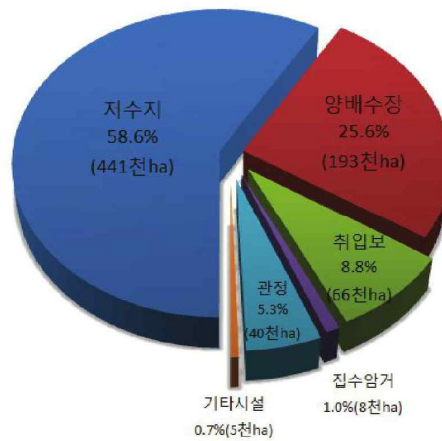


〈그림 4 - 4〉 수리담면적 비율 및 한밭 10년빈도 비율(2001~2014)

다. 수리시설 현황 분석

1) 수리시설물별 수리담 면적

2014년 기준 수리시설별 수리담 면적 총 753천ha 중 저수지로 공급되는 수리담은 441천ha(58.6%)로 가장 많고, 그 다음 양(배)수장 193천ha, 취입보 66천ha(8.8%), 관정 40천ha(5.3%), 집수암거 8천ha(1.0%), 기타 5천ha(0.7%) 등으로 구성되어 있다.

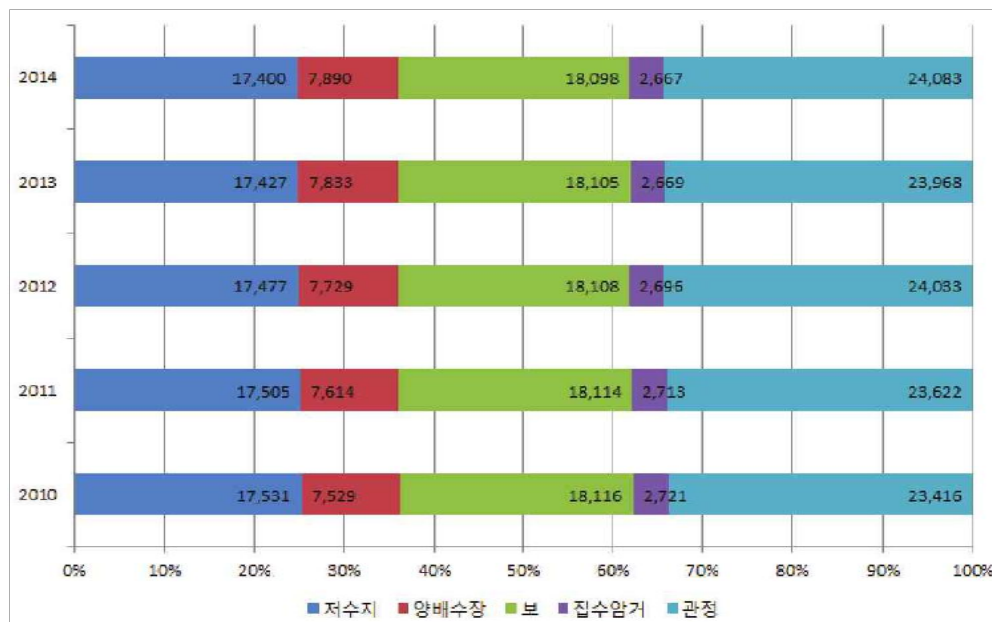


〈그림 4 - 5〉 수리시설별 수리담 면적 구성비(2014년)

출처 : 농업생산기반정비사업통계연보, 한국농어촌공사

2) 연도별 수리시설 개소 수

전국 수리시설 총 개소 수는 2014년 기준 70,139개소이며 관정이 24,083개소(34.3%)로 가장 많았고, 보가 18,098개소(25.8%), 저수지 17,401개소, 양(배)수장 7,890개소(11.3%), 집수암거 2,667개소(3.8%)로 구성되어 있다. 최근 5년간 수리시설물 수의 추이를 보면 저수지, 보, 집수암거 등은 감소 추세이고, 양(배)수장, 관정은 증가추세를 나타내고 있다.(2015농업생산기반정비사업통계연보)



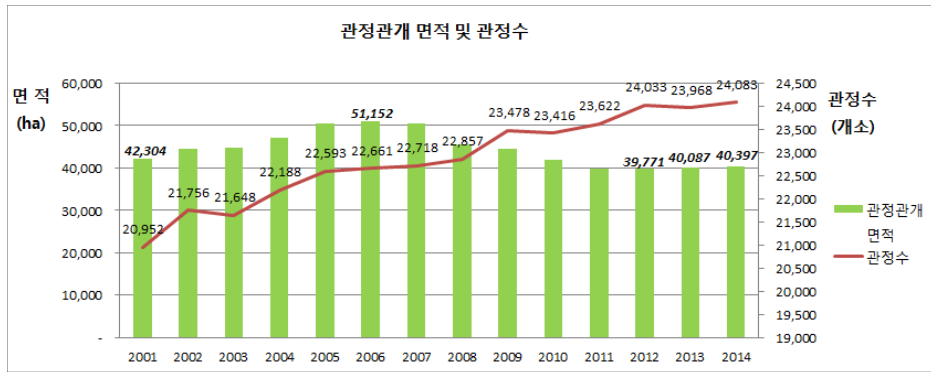
〈그림 4 - 6〉 연도별 전국 수리시설 개소수

출처 : 농업생산기반정비사업통계연보, 한국농어촌공사

3) 관정관개 면적 및 관정수

관정을 통한 관개는 저수지 및 양배수장 등 지표수를 이용하는 수리시설보다 비해 가뭄발생시 비교적 안정적인 공급이 가능한 특징을 갖고 있다. 수리담 중 관정을 통해 용수공급이 이루어지는 면적과 관정수를 <그림4-7>에 표현하였는데 최근 관정수가 증가추세이며 관개면적도 2011년까지 감소하였다가

최근 까지 증가추세를 보이는 것을 알 수 있다. 또한 발기반정비사업을 통해 준공된 관정과 관정을 통해 용수가 공급되는 발관개면적은 <표 4-4>에서 확인할 수 있고 관정수와 관개면적을 2001년부터 2014년까지 누적하여 <그림 4-8>에 제시하였다. 이를 발관개면적에 대한 정확한 통계데이터가 없어 정확한 수치를 제시하기 어렵지만 제시한 관정과 관개면적 누적그래프를 통해 발관개면적이 증가하고 있음을 유추할 수 있다. 전국적으로 밭의 면적과 비율이 증가하고 가뭄피해도 상당하므로 밭에 안정적인 용수공급이 필요하며 우선 밭에 대한 정확한 통계데이터가 구축되어야 적절한 대책마련이 가능할 것으로 보인다.

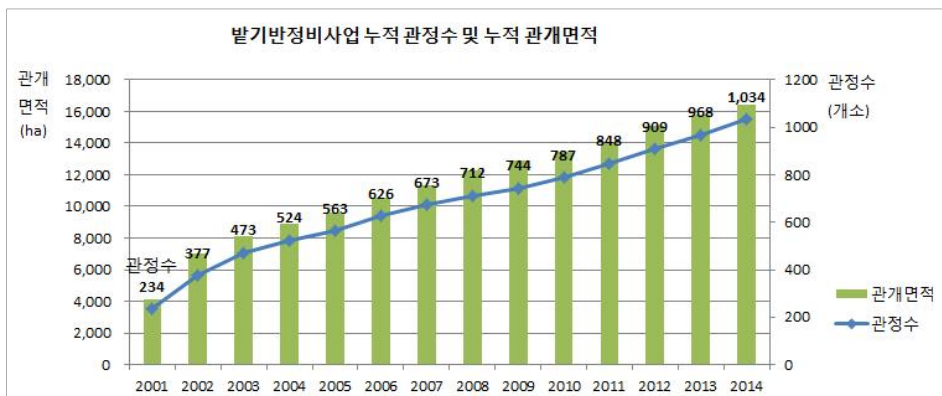


<그림 4-7> 전국 관정관개 수리답면적 및 관정수 변화(2001~2014)

(표 4 - 4) 발기반정비사업을 통해 준공된 관정수 및 관개면적

연도	관정수(개소)	관개면적(ha)
2001	234	4152.3
2002	143	2,847.8
2003	96	1,126.4
2004	51	806.6
2005	39	669.0
2006	63	983.6
2007	47	754.2
2008	39	964.9
2009	32	625.2
2010	43	518.7
2011	61	520.8
2012	61	1,123.7
2013	59	729.6
2014	66	587.5

출처 : 농업생산기반정비사업통계연보, 한국농어촌공사



〈그림 4 - 8〉 발기반정비사업 누적 관정수 및 누적 관개면적(2001~2014)

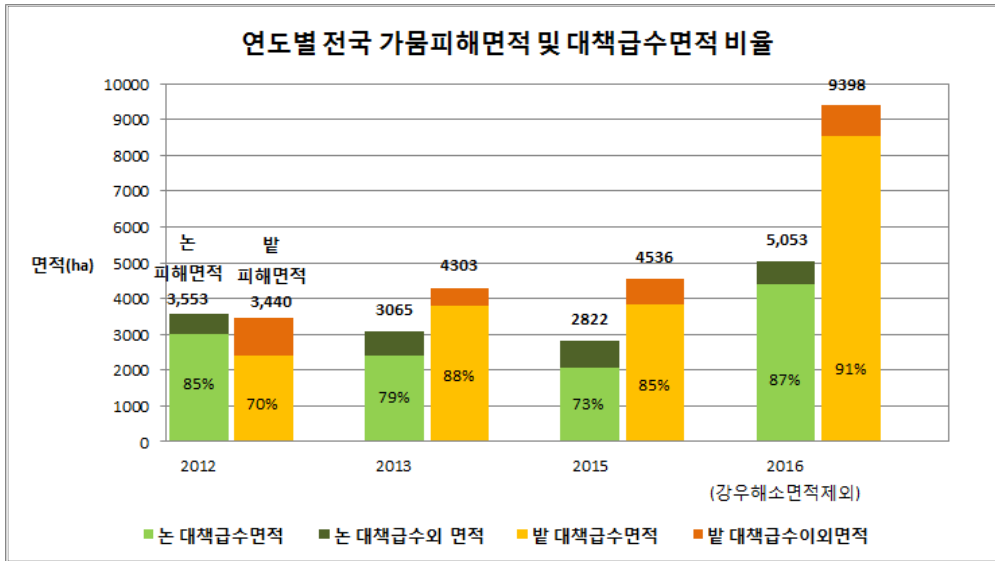
3. 가뭄피해 및 대책현황(농림축산식품부)

가. 자료형태 및 특성

농림축산식품부에서는 가뭄피해가 발생하기 시작하면 각 시도 지자체로부터 가뭄대책추진상황보고를 일단위로 받고 있다. 이 일일보고에는 논 물마름면적, 미이앙면적, 밭 시들음면적 등 시군단위의 피해 계측자료와 긴급용수개발현황, 인력 및 장비투입, 가뭄대책비 투입 등 가뭄대응 현황이 기록되어 있다. 구득한 자료 중 2012년 이전 과거자료는 워드프로세서로 작성되거나 시도단위로 작성되어 DB화하는데 어려움이 있으나 2012년 이후 자료는 양식이 다르지만 조사항목이 거의 일치하고 엑셀로 작성된 것이 대부분이어서 DB화가 가능한 것으로 판단되었다. DB 지속적으로 관리하기 위하여 양식을 통일할 필요가 있다. 따라서 본보고서 결론 부분에 양식(안)을 제시 하였으며, 보고 및 수집하는 담당 기관의 공무원 및 직원들과 협의하여 개선해나갈 계획이다.

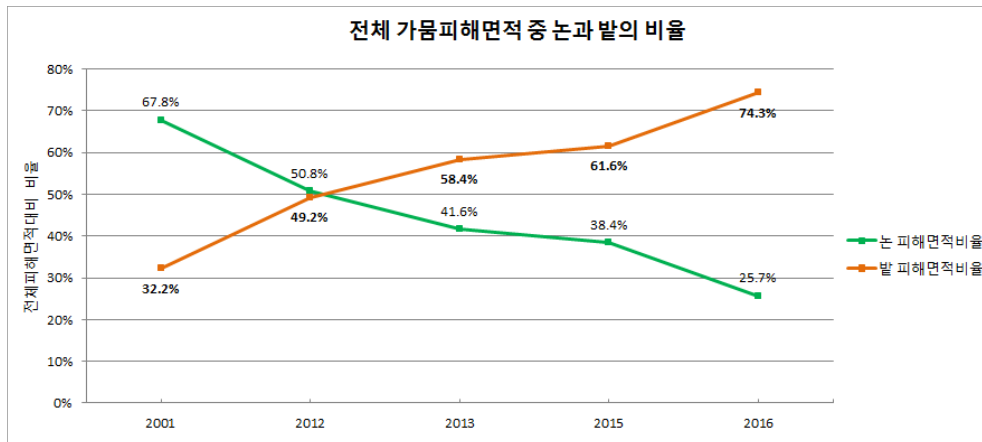
나. 가뭄 피해 현황 조사자료

가뭄대책추진상황보고 자료에서 피해면적을 분석하기 위해 피해가 발생한 해의 최종보고자료를 가지고 분석을 실시하였다. 데이터의 수집 일자는 2001년 6월 13일, 2012년 6월 17일, 2013년 9월 2일, 2015년 6월 27일, 2016년 9월 19일에 수집된 데이터를 기준으로 분석을 실시하였고 부족한 데이터항목이 있을 때는 다른 최신 데이터와 내부보고를 참조하였다. 2016년의 경우 가뭄피해 면적(논 10,241ha, 밭 29,585ha) 중 강우로 해소된 면적(논 5,188ha, 밭 2,0187ha) 및 비율(논 52%, 밭 68%)은 다른 연도(5~20%)보다 월등히 높았기 때문에 대책급수면적 비율 계산 시 강우해소면적은 제외하였다. <그림 4-9>에 보이는 바와 같이 총 피해면적은 증가하는 추세를 보이고 있으며 논 피해면적은 점차 줄어들다가 2016년도에 증가하였고 밭 피해면적은 지속적으로 증가하고 있다. 대책급수는 전체 피해면적의 70%이상에 대해서 공급되고 있으며 대책급수면적이외의 면적은 강우로 해소된 면적과 급수가 불필요한 면적(수확 및 고사)으로 구성되어 있는데 2016년의 경우 대부분 강우해소면적에 포함된다.



〈그림 4-9〉 연도별 전국 가뭄피해면적 및 대책급수면적 비율

전체 가뭄피해면적 중 논과 밭의 비율을 나타낸 <그림 4-10>을 보면 밭 가뭄피해면적은 2012년에 논 가뭄피해면적과 거의 같아지고 그 이후부터는 논보다 밭의 피해면적이 더 많아 지는 것을 알 수 있다. 이러한 현상이 발생하는 이유는 우선 경지면적의 변화를 들 수 있다. 위에서 제시한 경지면적의 변화에서 논 면적은 줄어들고 밭 면적은 증가하여 전체 경지면적에서 밭이 차지하는 비율이 증가하고 있기 때문이다. 또한 논 경우 <그림-11>에서 수리답율과 10년 이상 한발빈도의 내한성을 갖춘 수리답비중이 증가함에 따라 가뭄 대응 능력이 향상되었으며, 반대로 밭의 경우 밭기반정비사업 등 관정이 늘어나고 있지만 체계적인 밭관개 시스템이 부족하기 때문에 가뭄에 취약할 뿐만 아니라 관개시설, 관개면적, 내한능력 등 구체적인 데이터가 없는 것이 현 상황이다.



〈그림 4 - 10〉 전국 가뭄피해면적 중 논과 밭의 비율

2012년부터 2016년까지(자료부족으로 2014년 제외) 수집된 가뭄피해자료를 시군별로 정리하여 <표 4-5> 제시하였다. 조사년도 4개년 중에 3개년에 걸쳐 가뭄이 발생한 상습 가뭄피해 시군은 강원도 고성군, 전남 해남군, 경북 상주시, 경북 울진군 등 4개 시·군으로 나타났다. 또한 가뭄이 피해가 2개년에 발생한 시·군은 강원도 양구군, 철원군 등 49개 시·군으로 나타났다. 2012년부터 가뭄피해가 1회 이상 발생한 지역은 총 94개 시군으로 나타났으며 그중 2회 이상 피해가 발생한 지역이 50%가 넘는다. 따라서 상습가뭄 지역에 대해 대부분 일시적인 대응이 이루어지고 있다는 것을 나타내므로 항구적인 대책 수립이 필요한 실정이다.

(표 4 - 5) 2012~2016년간 시군별 가뭄피해 누적 면적(2014년 제외)

사도	시군	시군별 가뭄피해 누적면적(ha)	가뭄피해 연수
강원도	시도합계	21,876	-
	강릉시	2,780	1
	고성군	2,978	3
	속초시	190	1
	양구군	1,408	2
	원주시	87	1
	인제군	5	1

사도	사군	사군별 가뭄피해 누적면적(ha)	가뭄피해 연수
	철원군	10,132	2
	춘천시	1,510	2
	화천군	25	1
	횡성군	2,762	2
경기도	시도합계	41,246	-
	군포시	5	1
	김포시	15	1
	안산시	5	1
	양주시	1,636	1
	여주시	7,812	1
	연천군	3,764	2
	용인시	14	1
	이천시	7,870	2
	파주시	6,613	2
	포천시	3,424	1
	화성시	13,512	2
	충청남도	시도합계	3,816
공주시		244	2
금산군		5	1
논산시		30	2
당진시		122	2
보령시		161	2
부여군		350	2
서산시		467	2
서천군		280	2
아산시		101	2
연기군		3	1
예산군		152	2
천안시		58	2
청양군		181	2
태안군		605	2
홍성군	1,057	2	

사도	사군	사군별 가뭄피해 누적면적(ha)	가뭄피해 연수
전라북도	시도합계	2,519	-
	고창군	283	2
	군산시	111	2
	김제시	352	2
	남원시	248	2
	무주군	153	1
	부안군	251	2
	순창군	66	2
	완주군	64	2
	익산시	104	2
	임실군	77	2
	장수군	176	2
	전주시	138	2
	정읍시	292	2
	진안군	203	2
전라남도	시도합계	7,359	-
	강진군	644	2
	고흥군	11	2
	광양시	4	1
	구례군	11	1
	담양군	2	1
	목포시	16	1
	무안군	714	1
	보성군	20	1
	순천시	163	1
	신안군	2,949	2
	여수시	8	1
	영광군	642	2
	영암군	139	2
	완도군	92	2
	장성군	7	1
	장흥군	764	2

사도	사군	사군별 가뭄피해 누적면적(ha)	가뭄피해 연수	
	진도군	602	2	
	함평군	75	2	
	해남군	491	3	
	화순군	5	1	
경상북도	시도합계	42,746	-	
	경주시	957	2	
	고령군	15	1	
	문경시	62	1	
	봉화군	2,830	2	
	상주시	12,557	3	
	성주군	10	1	
	안동시	5,700	1	
	영덕군	2,350	2	
	영양군	800	1	
	영주시	4,500	1	
	예천군	8,400	1	
	울진군	2,648	3	
	청송군	1,200	1	
	칠곡군	9	1	
	포항시	708	2	
	경상남도	시도합계	646	-
		거제시	72	1
남해군		284	1	
사천시		147	2	
의령군		8	1	
함안군		82	1	
합천군		53	1	
인천광역시		인천	11,976	2
광주광역시	광주	6	1	
울산광역시	울주군	157	1	

수리답면적과 가뭄피해와의 상관관계를 알아보기 위하여 가뭄피해 시·군 자료와 불안전수리답 시·군 자료를 <표 4-6>에서 비교하였다. 162개 시·군(광역시는 1개 시·군단위로 계산)중에서 불안전수리답 면적이 큰 순서대로 하여 상위 20개 시·군을 추출하여 2012년부터 가뭄피해가 발생했는지 여부를 알아보았다. 2012년부터 2014년사이 불안전답면적 순위는 변동이 거의 없어 2014년을 기준으로 활용하였다. 추출한 20개 시·군에서 모두 농업가뭄이 발생하였으며 그 중 전남 해남군과 경북상주시는 3개년에 가뭄이 발생하였고 전남 무안군과 경기 여주시를 제외하고는 모두 2회 이상 가뭄피해가 발생하였다.

반면 같은 방식으로 수리답율이 높은 상위 20개 시·군을 추출하여 비교하였다. 수리답면적이 아닌 수리답율로 시·군을 추출한 이유는 산업화된 지역의 경우 수리시설보다 작은 경지면적이 가뭄피해발생 여부에 영향을 더 크게 미치기 때문이다. 비교 결과 8개의 시·군에서 가뭄피해가 발생했으며 가뭄 누적 피해면적은 2,897ha 밖에 되지 않았다. 162개 시·군중에서 94개의 시·군에서 가뭄피해가 발생한 것을 감안할 때 추출한 20개의 시군에서 8개의 시·군에서만 발생된 것은 작은 확률이며 이것은 수리답율이 높으면 가뭄발생확률도 줄어든다는 것을 실제 가뭄피해 자료가 증명해 주고 있는 것이다. 따라서 가뭄피해를 감소시키기 위하여 가능한 한 10년 이상의 내한능력을 가는 수리답면적을 늘린다면 향후 다가올 가뭄피해를 저감시킬 수 있을 것이다.

(표 4 - 6) 2014년 불안전수리담면적 상위 20위 시군의 2012년~2016년 가뭄피해누적면적

시·도	시·군	담면적 (ha)	불안전담면적 (ha)	수리담면적 (ha)	수리담율 (%)	피해 누적면적 (ha)	피해 연수
전남	해남군	22,767	7,354	15,413.5	67.7	491	3
충남	서산시	21,408	7,322	14,086.6	65.8	467	2
경기	화성시	14,849	6,133	8,716.5	58.7	13,512	2
전남	신안군	10,370	6,108	4,262.0	41.1	2,949	2
전북	정읍시	15,348	5,740	9,607.7	62.6	292	2
전북	고창군	14,069	5,487	8,582.1	61.0	283	2
경기	이천시	9,438	5,040	4,398.2	46.6	7,870	2
전남	고흥군	14,766	4,917	9,848.8	66.7	11	2
충남	태안군	9,583	4,811	4,772.4	49.8	605	2
인천	인천	13,580	4,780	8,799.6	64.8	11,976	2
전남	무안군	10,237	4,638	5,599.9	54.7	714	1
경기	여주시	8,645	4,175	4,469.3	51.7	7,812	1
전북	익산시	19,005	3,801	15,204.1	80.0	104	2
충남	홍성군	10,069	3,796	6,273.2	62.3	1,057	2
경북	상주시	14,659	3,767	10,891.6	74.3	12,557	3
충남	당진시	21,303	3,536	17,766.7	83.4	122	2
충남	보령시	9,573	3,389	6,184.4	64.6	161	2
전남	영광군	11,760	3,304	8,455.2	71.9	642	2
전남	영암군	16,910	3,213	13,697.2	81.0	139	2
전남	장흥군	9,502	2,936	6,565.7	69.1	764	2

(표 4 - 7) 2014년 수리답을 상위 20위 시·군의 2012년~2016년 가뭄피해누적면적

시·도	시·군	답면적 (ha)	불안전답면 적 (ha)	수리답 면적 (ha)	수리답율 (%)	피해 누적면적 (ha)	피해 연수
전북	무주군	1,598	2	1,596.9	99.9	153	1
충남	금산군	1,964	8	1,956.4	99.6	5	1
경남	김해시	5,609	28	5,580.7	99.5	-	-
충북	괴산군	3,967	24	3,943.1	99.4	-	-
전북	장수군	3,472	28	3,443.8	99.2	176	2
경북	청도군	3,474	28	3,446.5	99.2	-	-
경기	평택시	14,079	113	13,966.4	99.2	-	-
경북	성주군	6,997	63	6,933.6	99.1	10	1
경북	영천시	4,717	52	4,665.1	98.9	-	-
강원	정선군	238	3	235.1	98.8	-	-
경기	고양시	1,604	21	1,583.5	98.7	-	-
전남	광양시	1,789	23	1,765.7	98.7	4	1
충북	영동군	1,381	22	1,358.6	98.4	-	-
울산	합계	6,505	111	6,394.7	98.3	-	-
경남	밀양시	8,385	143	8,242.9	98.3	-	-
경북	칠곡군	3,012	57	2,955.2	98.1	9	1
경북	영덕군	3,188	61	3,127.4	98.1	2,350	2
강원	속초시	406	8	398.0	98.0	190	1
경북	경산시	1,583	32	1,551.5	98.0	-	-
충북	단양군	450	9	440.6	97.9	-	-

다. 가뭄지원예산 자료

가뭄지원예산을 집행하는 곳은 농림축산식품부, 지방자치단체, 국민안전처이며 대규모 피해가 발생했을 때 기금을 모금하기도 한다. 농림축산식품부의 가뭄 관련 예산항목은 재해대책비와 한발대비용수개발비 지자체에서도 농림해양수산(농업용수개발 등), 이주 및 재해보상금, 재해·재난목적예비비 등 항목에서 지출된다. 또한 국민안전처에서는 가뭄피해가 심각할 경우 지자체의 신청을 받아 타당성을 심사하여 특별교부세를 교부하고 있다.

현재 예산투입이 어떤 항목에서 얼마나 투입됐는지 정확한 통계자료가 없는 상황이기 때문에 본 보고서에서는 구득한 자료중 지자체에서 농림축산식품부에 보고한 내역과 기관 내외 보고 자료를 기준으로 자료를 취합하고 분석을 실시하였다. 자료형태와 작성시기에 따라 총 지원예산이 다른 경우가 있었는데 향후 예산지원 기관, 예산항목, 투입시기 등이 구체적으로 DB에 입력되어야 보다 정확한 정량적 평가가 가능할 것으로 보인다.

가뭄지원 예산은 <표 4-8>와 같이 2001년에 277,924백만원으로 가장 컸으며 그 다음으로 2015년이 170,040백만원으로 두 번째로 많은 예산이 투입되었다. 표에서 누락된 해에는 가뭄이 거의 발생하지 않아 가뭄지원예산이 긴급히 지원되지 않은 것으로 보이며 피해 면적자료도 찾을 수 없었다.

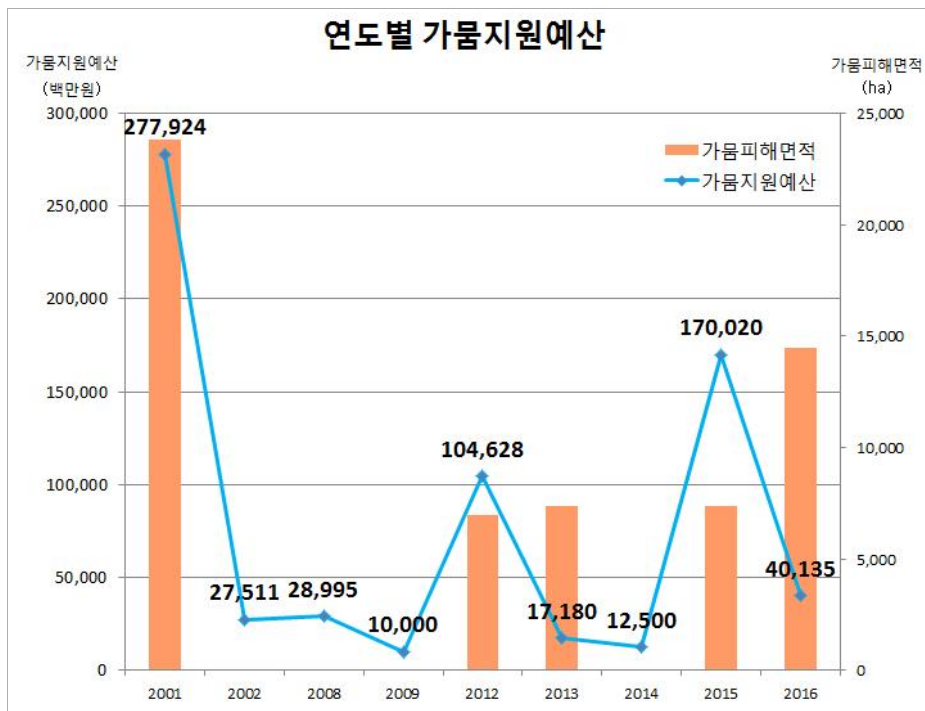
(표 4-8) 전국 가뭄지원예산(2001~2016)

(단위 : 백만원)

구분	합계	국 고	지방비 등
2001	277,924	180,202	97,722
2002	27,511	22,000	5,511
2008	28,995	9,837	19,158
2009	10,000	10,000	-
2012	104,628	62,100	42,528
2013	17,180	14,500	2,680
2014	12,500	12,500	-
2015	170,040	148,149	21,891
2016	40,135	26,900	13,235

※ 연도별로 세부 예산항목 구성 차이에 따라 타 자료와 상이할 수 있음

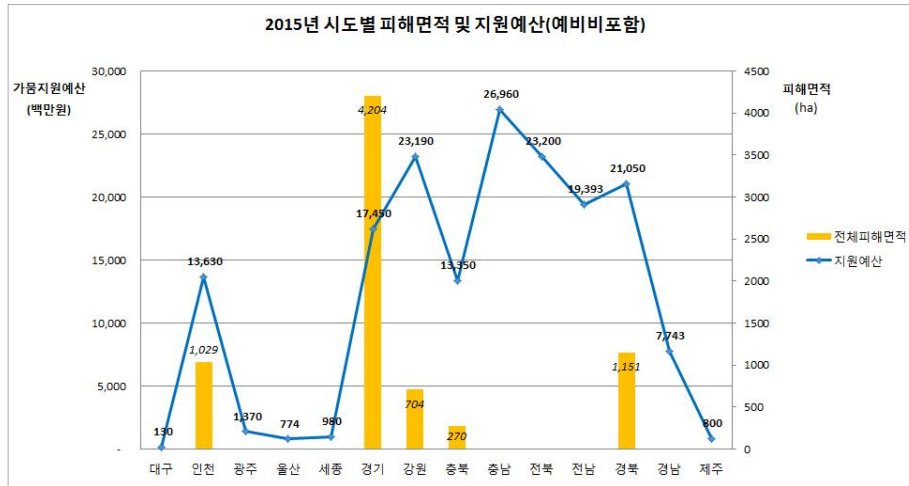
가뭄지원예산과 피해면적을 <그림 4-11>에서 비교하였는데 2001년에 피해면적도 가장 넓고 지원금액도 많았지만 지원 금액이 두 번째로 많은 2015년에는 2016년도 보다 피해면적이 작았다. 2016년도에 봄 가뭄, 이상고온 등으로 피해면적이 넓었지만 강우해소 면적이 타 년도에 비해 넓었고 전 해에 발생한 심한 가뭄을 극복하기 위해 투입된 예산 및 시설들이 항구적 대응방식으로 이용되었기 때문에 당해 투입된 비용은 비교적 작은 것으로 판단된다.



<그림 4-11> 연도별 가뭄지원 예산 및 가뭄피해면적 차트

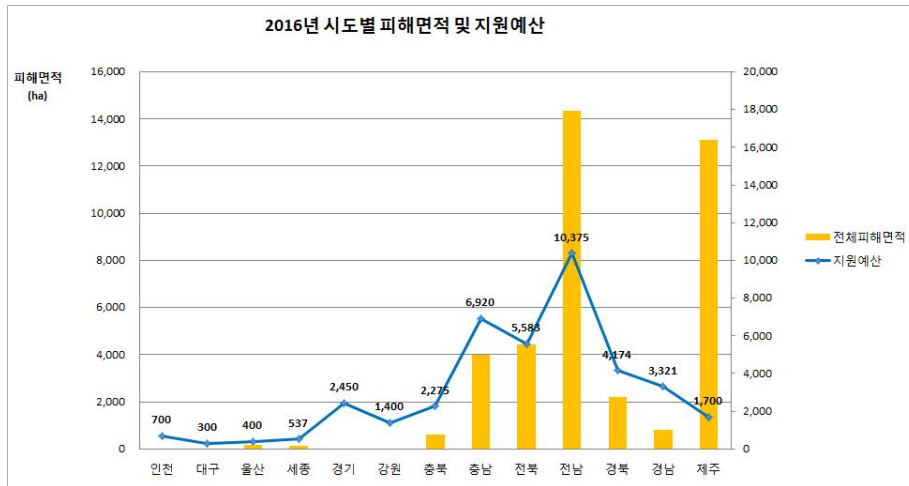
2015년과 2016년 시도별 지원예산과 피해면적을 <그림4-12>과 <그림4-13>에 나타내었다. 2015년의 경우피해면적이 조사되지 않은 충남, 전북, 전남 등 지역에 많은 예산이 투입된 것으로 보아 피해는 있었으나 저수량 부족, 강우량 감소 등을 예측하여 사전 예산 투입을 통해 피해가 발생하지 않은 것으로 볼 수 있다. 향후 정량적 피해평가 방안 수립 시 이처럼 피해면적이 발생하지

않았지만 선제적 대응으로 피해면적이 감소된 현상을 반영해야할 것으로 보인다.



〈그림 4 - 12〉 2015년 시도별 피해면적 및 지원예산(예비비포함)

※ 시도별 자료와 시군별 자료의 작성시기가 달라 지원 예산 총액이 상이할 수 있음



〈그림 4 - 13〉 2016년 시도별 피해면적 및 지원예산

※ 시도별 자료와 시군별 자료의 작성시기가 달라 지원 예산 총액이 상이할 수 있음

4. 농작물생산량 통계(통계청)

가. 자료형태 및 특성

통계청에서 농작물생산량을 수집하고 있으며 미곡의 시도단위자료는 1965년부터 수집하고 있고, 시군구 단위의 자료는 2011~2013년(시군구별로 상이)부터 수집하고 있다. 그리고 밭작물 생산량의 시도 단위는 1980년도부터 조사되었고 시군구단위 자료는 2011~2013년도(시군구별로 상이)부터 수집하고 있다.

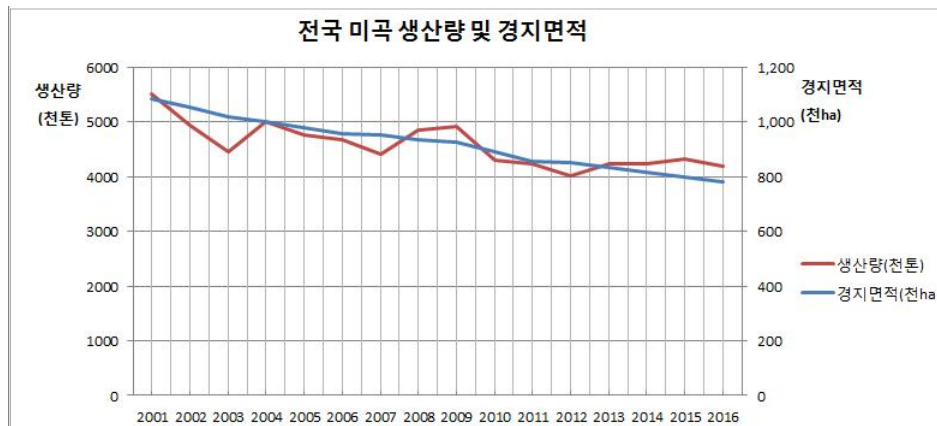
가뭄피해평가에 적용하기 위해서는 시군구단위의 대책수립을 지원해야 하므로 최근 2~3년 시군구 데이터를 활용할 필요가 있다. 시군구데이터의 대부분 DB형태로 입력되어 같은 양식으로 표출되고 다운로드가 가능하지만 무안군 등 몇 개의 시군구에서는 양식이 상이한 DB 또는 워드원본파일 등이 업로드 되어 있는 경우도 있었다. 따라서 농작물생산량을 농업가뭄 DB에 입력할 때에는 통계청 양식에 맞는 형태로 입력해야한다. 또한 향후 통계청의 국가통계포털(KOSIS)에서 시군구단위 데이터 다운로드가 번거로우므로 통계청 DB와 시스템적 연계나 통계청에서 정리한 데이터를 입력하는 것도 고려해볼 필요가 있다.

나. 쌀 생산량 분석

쌀(백미) 생산량은 경지면적이 줄어들음으로 인해 2001년 약 5,515천톤에서 2016년 약 4,197천톤으로 약 23.9%감소하였다. 하지만 생산기술 및 기반시설 발달로 인해 면적당 생산량은 약 5.8% 증가하였다.

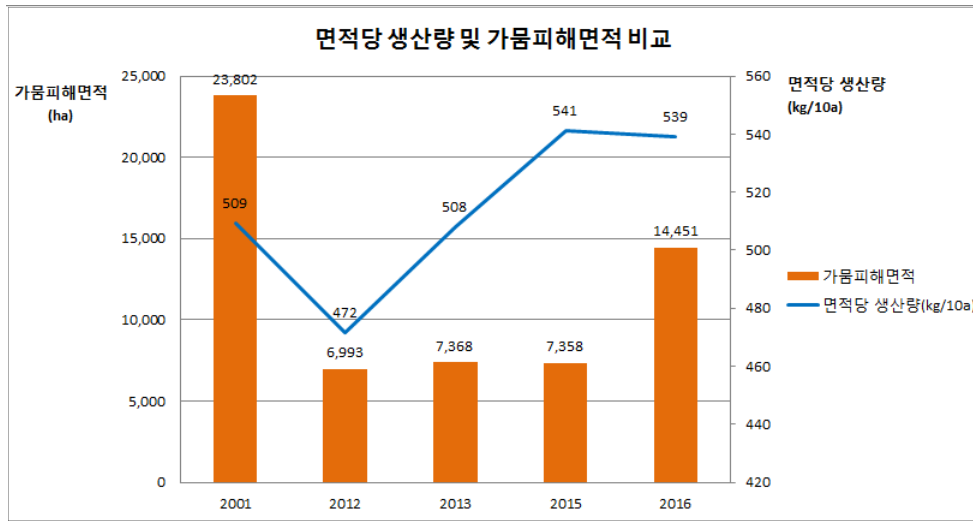
(표 4 - 9) 연도별 전국 백미 경지면적 및 생산량(밭벼포함)(통계청)

연도	경지면적 (ha)	생산량 (톤)	면적당 생산량 (kg/10a)
2001	1,083,125	5,514,796	509
2002	1,053,186	4,926,746	467
2003	1,016,030	4,451,135	438
2004	1,001,159	5,000,149	499
2005	979,717	4,768,368	486
2006	955,229	4,679,991	489
2007	950,250	4,407,743	463
2008	935,766	4,843,478	517
2009	924,471	4,916,080	531
2010	892,074	4,295,413	481
2011	853,823	4,224,019	494
2012	849,172	4,006,185	471
2013	832,625	4,230,011	508
2014	815,506	4,240,739	520
2015	799,344	4,326,915	541
2016	778,734	4,196,691	538



<그림 4 - 14> 전국 백미 생산량 및 경지면적 변화(2001~2014)(통계청)

가뭄피해에 따른 영향을 보 경지면적의 영향을 배제하기 위해서 면적당 생산량과 비교하였다. <그림 4-15>은 가뭄피해가 발생되어 조사된 해의 단위면적당 생산량과 가뭄피해 면적을 나타낸 것이다. 가뭄이 생산량 변화에 영향을 미친다면 가뭄피해면적이 클수록 단위면적당 생산량도 감소해야하지만 관계성을 찾기 어려웠다. 시군구 단위의 분석도 시도해 보았지만 통계자료 부족으로 관계성을 찾기 어려웠다. 하지만 시군구 단위로 데이터가 축적된다면 가뭄 이외의 재해가 발생하지 않았을 때에는 가뭄피해로 인한 생산량 감소를 추정할 수 있을 것으로 본다.



<그림 4-15> 가뭄피해발생 연도의 단위면적당 생산량 변화

5. 농업재해보험 가뭄피해 신고내역(NH농협손해보험)

가. 자료형태 및 특성

농업재해보험은 「농어업재해보험법」에 의해 운영되며 본 법령의 제정 목적은 제1조에 “농어업재해로 인하여 발생하는 농작물, 임산물, 양식수산물, 가축과 농어업용 시설물의 피해에 따른 손해를 보상하기 위한 농어업재해보험에 관한 사항을 규정함으로써 농어업 경영의 안정과 생산성 향상에 이바지하고 국민경제의 균형 있는 발전에 기여함을 목적으로 한다.”라고 명시되어 있다. 우리나라의 농업재해보험 중 농작물가입률(면적기준)은 16.1%(2015농업재해보험 통계연보)인 반면 유럽, 미국 등 외국선진사례의 경우 농업재해보험 가입률이 30% ~ 50%으로 높은 수준을 보인다. 우리나라는 농업재해보험 가입률이 낮은 이유는 도입이 2001년부터 시작되었으며 비의 경우 2009년부터 적용되었기 때문에 30년 이상 운영해온 외국과 비교해 낮으며 타 소득보전제도와 달리 보험료를 납부해야하는 문제로 농업인의 인식이 좋지 않기 때문이다. 하지만 지속적인 홍보로 농업인들의 인식이 변화하고 있으며 통계적으로도 가입면적 및 가입자가 증가추세를 보이므로 피해평가 지표자료로서 충분히 활용할 가치가 있다고 판단하였다.

NH농협손해보험(이하 농협손보)이 재해보험 시행기관으로 농업재해보험업을 수행하고 있으며 농림축산식품부는 규정에 따라 보험료와 운영비를 지원하고 있다. 농협손보는 보험가입자, 가입면적, 목적물 위치, 보험금 지급내역, 평균수확량 등을 데이터로 축적하고 있으며 보험금에 대한 민원을 최대한 줄이기 위한 노력을 하고 있어 비교적 신뢰도 높은 데이터라고 판단된다. 또한 타 금융업과 마찬가지로 가입자별로 모든 데이터들이 DB형태로 구축되어 향후 DB업데이트 시 큰 어려움이 없을 것으로 보인다.

(단위 : 개, %, 천호, 천ha, 억원)

구분		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
보험 품목	품목수 (누계)	2	6	6	6	6	7	10	15	20	25	30	35	40	43
	신규 품목	사과, 배	포도, 복숭아, 단감, 감귤	-	-	-	딸은감	밤 참다래, 자두	감자, 콩, 양파, 고추, 수박	벼, 고구마, 옥수수, 마늘, 매실	딸기, 토마토, 오이, 참외 (시설), 대추	풋고추, 호박, 국화, 장 미(시설), 복분자	파프리카, 멜론 (시설), 인삼, 오디, 차	표고버섯, 느타리 버섯 시설 (시금치, 부추, 상추)	시설 (배추, 가지, 파)
대상재해		태풍, 우박, 동상해	태풍, 우박, 동상해, 호우	태풍, 우박, 동상해, 호우, 나무피해	좌동	좌동	좌동	좌동 추가 품목은 전위험 ¹⁾	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동 인삼 특정위험	좌동	좌동
국고 지원율	보험료	30	50	50	50	61.3	58.4	55.6	52.8	50	50	50	50	50	50
	운영비	50	70	73	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
보험 가입 실적	가입농가수	8	19	16	24	26	27	29	33	46	53	68	75	95	89
	가입면적	4	11	11	18	20	21	24	26	48	53	87	108	160	134
	가입률	17.5	18.3	15.2	18.2	23.4	24.0	22.7	23.1	12.5	13.0	13.6	13.7	19.1	16.2
보험료	총보험료	34	80	178	331	568	618	581	573	643	897	1,161	1,578	2,370	2,343
	환급금차감후보험료	30	80	172	321	548	576	557	554	625	864	1,110	1,516	2,269	2,340
	위험보험료	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1,375	2,057	2,166
보험금 지급 실적	지급농가	0.4	6.9	10.1	3.2	5.9	5.2	7.2	3.4	8.7	14.3	19.6	46.3	8.6	10.8
	지급액	14	347	500	136	239	211	615	249	662	903	1,326	4,910	451	1,450
	손해율 ²⁾	45.7	433.4	290.8	42.3	43.5	36.6	110.4	45.0	105.8	104.6	119.5	357.1	21.9	66.9

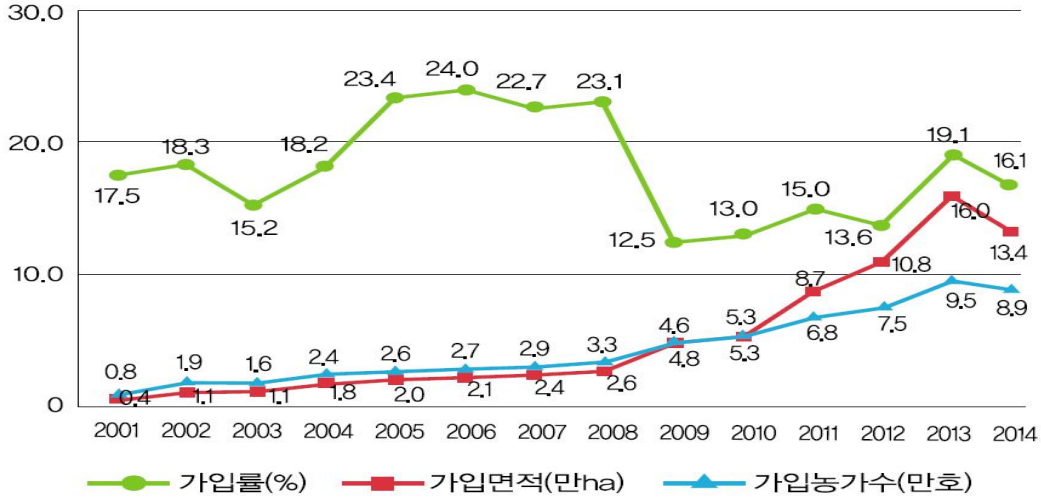
주 : 1) 전위험 : 병충해를 제외한 모든 재해(자연재해, 화재 등)를 보상하는 방식.(현재 종합위험방식과 동일)

2) 손해율 : (2001년부터 2011년까지) 보험금 ÷ 환급금차감후보험료, (2012년 이후) 보험금 ÷ 위험보험료

자료 : 농림축산식품부 재해보험정책과(구 재해보험팀)

〈그림 4 - 16〉 연도별 농작물 재해보험 운영현황(2001~2014)(2015농업재해보험통계연감, 농림축산식품부)

[농작물]



자료 : 농림축산식품부 재해보험정책과

〈그림 4 - 17〉 농작물 재해보험 가입현황(2001~2014)(2015농업재해보험통계연감, 농림축산식품부)

(단위 : 호, 건, ha, 백만원)

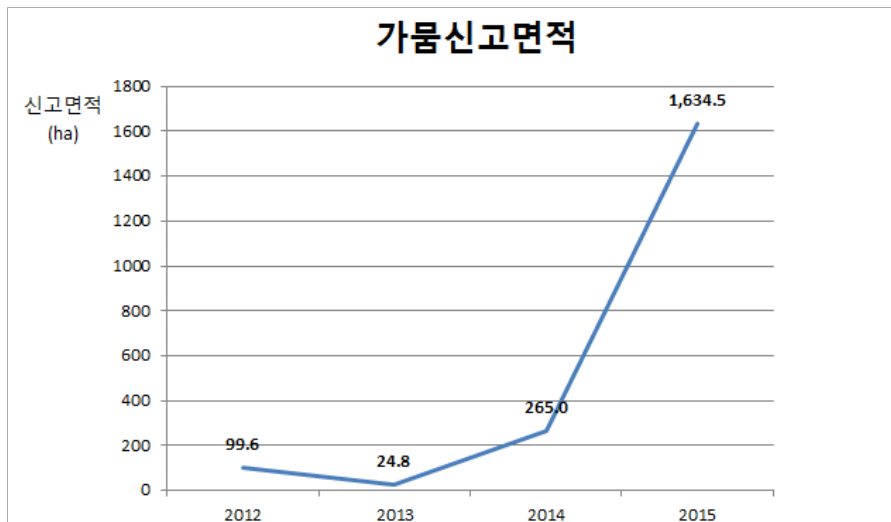
	가입농가수	가입건수	가입면적	가입금액
전국	89,038	117,966	134,264	3,534,657
서울	11	13	9	354
부산	239	374	185	21,281
대구	67	89	32	2,202
인천	894	922	2,159	22,202
광주	342	402	167	11,742
대전	68	85	52	1,745
울산	798	1,088	709	23,455
세종	209	302	128	5,370
경기	3,332	4,275	4,773	157,584
강원	1,074	1,227	1,895	40,477
충북	2,657	3,931	2,646	125,406
충남	7,024	8,595	16,558	356,036
전북	11,638	13,138	29,601	423,910
전남	25,359	29,559	45,459	728,204
경북	23,204	37,570	18,529	1,106,520
경남	10,832	14,649	9,900	421,868
제주	1,290	1,747	1,462	86,300

자료 : NH농협손해보험 농업보험본부

〈그림 4 - 18〉 2014년도 시도별 가입현황(2015농업재해보험통계연감, 농림축산식품부)

나. 연도별 신고내역 추이

재해보험 품목에 포함된 작물 중 대부분이 가뭄으로 인한 피해로 보상을 받은 경우가 드물며 신고 된 경우는 벼가 가장 많아 벼의 가입 및 신고 자료를 토대로 분석 및 DB를 작성하였다. 농업재해보험 품목에 벼가 포함된 것은 2009년부터이며 가뭄으로 피해신고가 접수된 것은 2012년부터다. 2015년에 가뭄피해로 신고 된 농가의 가입면적이 급격히 증가한 것을 보면 2015년에 극심한 가뭄이 있었다는 것을 다시 한 번 확인 할 수 있다.



〈그림 4 - 19〉 농업재해보험 가뭄피해신고 면적(농협손보)

(표 4 - 10) 벼 농업재해보험 가입면적

연도	벼 가입면적(ha)
2009	17,879
2010	17,812
2011	45,889
2012	67,011
2013	116,884
2014	89,426

다. 지역별 신고내역 추이

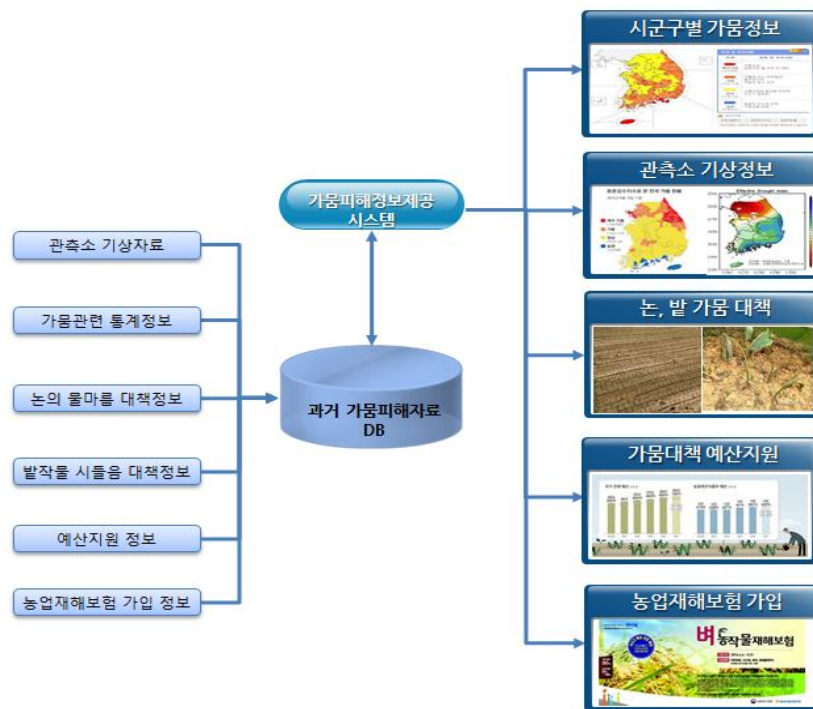
농업재해보험에 가뭄신고가 접수된 지역을 살펴보면 2012년에 경기 충남 전북 등 시도에서 총 10개 시군에서 피해가 신고 접수되었으며, 2013년에는 전남에서 고승군 등 4개 시군, 2014년에는 경기, 강원, 충남, 경북, 인천 등에서 8개 시군이, 2015년에는 경기, 강원, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 인천 등 거의 전국적으로 34개 시군에서 가뭄피해 신고가 접수되었다. 이러한 시군지역은 농림축산식품부에서 취합한 자료에 포함되지 않은 지역이 존재하며 특히 2015년에 피해 면적은 기록되지 않았지만 예산지원자료에 포함된 지역들이 포함되어 있다. 따라서 피해지역의 선정에 대한 신뢰도를 높이기 위해서는 다양한 자료를 활용해야 된다는 것을 알 수 있다.

제2절 농업가뭄 피해 DB 구축

1. 농업가뭄 피해자료 조회 및 관리를 위한 분석

과거의 농업가뭄 피해자료의 DB구축과 시스템에서의 활용을 위하여 필요한 피해자료의 종류로는 한국농어촌공사에서 발간하는 농업기반정비사업통계연보를 통하여 발표하는 수리답, 한밭빈도별 관개면적, 농림부의 가뭄 발생 전, 후의 면적, 비율, 대책급수 정보, 밭의 가뭄대책 전후의 면적, 가뭄대책을 위한 예산지원 계획과 실적, 농업재해보험 가입정보 등이 있으며 기상청에서 발표하는 일별 강수량 평년 대비 자료(PN), 파머가뭄지수(PDSI) 그리고 표준강수지수(SPI)가 있다.

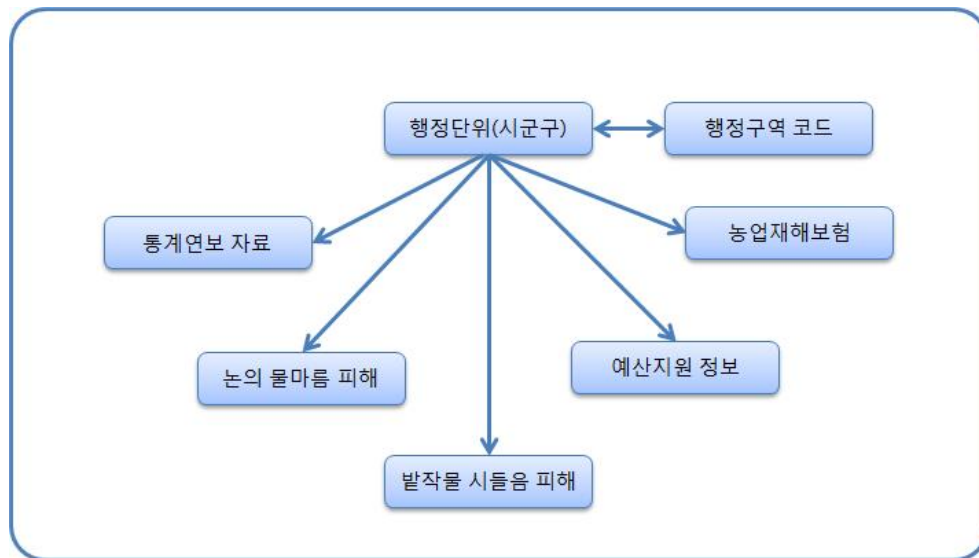
이러한 과거의 가뭄피해자료를 기반으로 사용자에게 가뭄피해 상황을 제공하기 위해서는 서비스를 제공하는 서버가 필요하며 또한 가뭄정보를 체계적으로 관리하고 시스템을 통하여 제공하기 위한 DB의 설계와 데이터의 구축이 요구된다.



〈그림 4 - 20〉 과거 가뭄피해자료 조회시스템의 구성도

가. 자료의 검색 및 조회 단위 선정

가뭄 피해자료는 다양한 단위로 검색 및 조회가 가능하다. 전국, 시도 단위, 시군구 단위, 들녘별 등으로 가뭄 피해를 집계하고 정보를 제공할 수 있으나 가뭄 피해를 최소화하고 재해 피해를 경감할 수 있는 방법으로 예산을 지원하고 있다. 이러한 방안의 하나로 행정구역 단위로 예산 집행이 가능할 수 있으려면 가뭄 피해자료 또한 행정구역 단위의 집계를 기반으로 정보가 관리되어야 하며 그 규모도 기초자치단체로 구분하고 있으며 과거에서부터 자료를 관리하고 있는 시군구 단위로 자료의 관리가 필요하다.

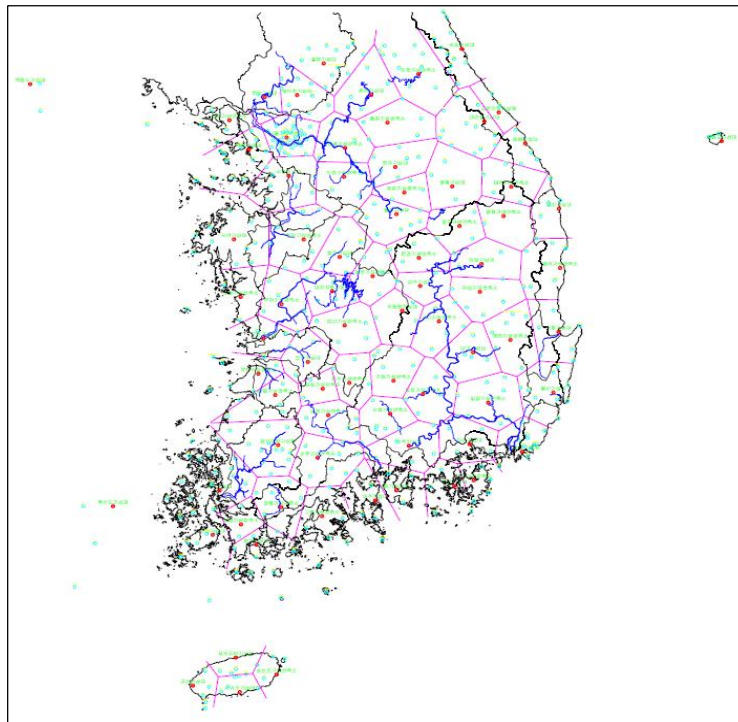


〈그림 4-21〉 시군구 행정단위 별 가뭄 피해자료 조회 구성

시군구 행정단위 별 가뭄 피해자료의 조회는 행정구역 코드를 이용하여 수행한다. 행정구역 코드를 기준으로 행정구역 단위로 관리되고 있는 통계청 자료, 통계연보 자료, 논의 물마름 피해 자료, 발작물 시들음 피해자료, 예산지원 정보 그리고 농업재해보험 정보를 DB에서 검색하여 사용자에게 제공할 수 있도록 시스템을 개발하였다.

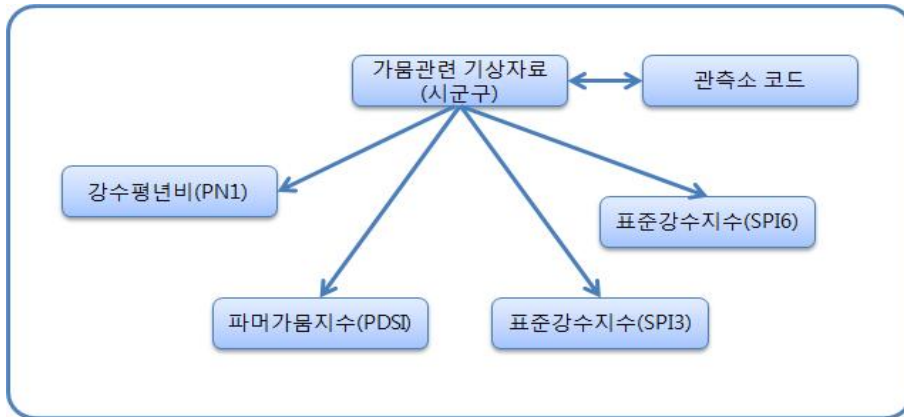
나. 기상청 제공 관측소 기상자료 관리

기상청에서 제공하는 가뭄관련 자료로서 과거 가뭄피해자료와 관련있는 내용은 3가지가 있다. 과거 강수실적을 평년 강우량 대비 비율로 제공하는 강수평년비 정보, 파머가뭄지수를 산정하여 일별로 제공하는 파머가뭄지수(PDSI), 기와 강우자료를 확률론적으로 분석한 표준강수지수 3개월, 6개월 자료를 기상청 홈페이지에서 제공하고 있다.



〈그림 4 - 22〉 기상청 관할 기상관측소 현황

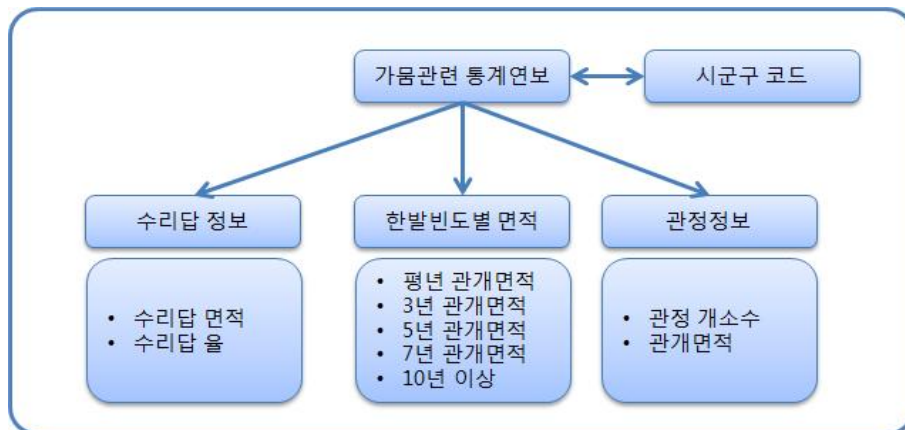
본 연구에서는 기상청에서 발표한 과거의 가뭄정보를 일 단위로 수집하여 DB로 관리하며 필요시 사용자가 기상학적 가뭄 현황으로 참고하기 위한 정보로 활용할 수 있도록 정보를 수집하였다. 이러한 가뭄관련 기상자료는 관측소 별로 발표하고 있으며 각 시군구 단위로 분석하는 과거 가뭄 피해 자료와 마찬가지로 시군구 단위로 제공할 수 있도록 자료를 정리하였다. 즉 각 시군구 별로 해당되는 관측소를 지배 관측소로 선정하였고 관측소에서 제공되는 정보를 시군구에서 조회할 수 있도록 시스템을 개발하였다.



〈그림 4 - 23〉 가뭄관련 기상자료의 구성

다. 가뭄관련 통계정보

한국농어촌공사에서 발간하는 농업기반정비사업통계연보는 가뭄분석을 위한 기초 통계자료를 제공하고 있다. 통계연보에서는 우리나라의 수리답 면적과 수리답율, 한발빈도에 대응 가능한 관개면적을 평년, 3년, 5년, 7년, 10년 이상으로 구분하여 통계자료로 제공하고 있으며 또한 관정 개소수와 관정을 수원공으로 하는 관개면적(수혜면적)을 시군구 별로 보여주고 있다.



〈그림 4 - 24〉 가뭄관련 통계연보 자료의 구성

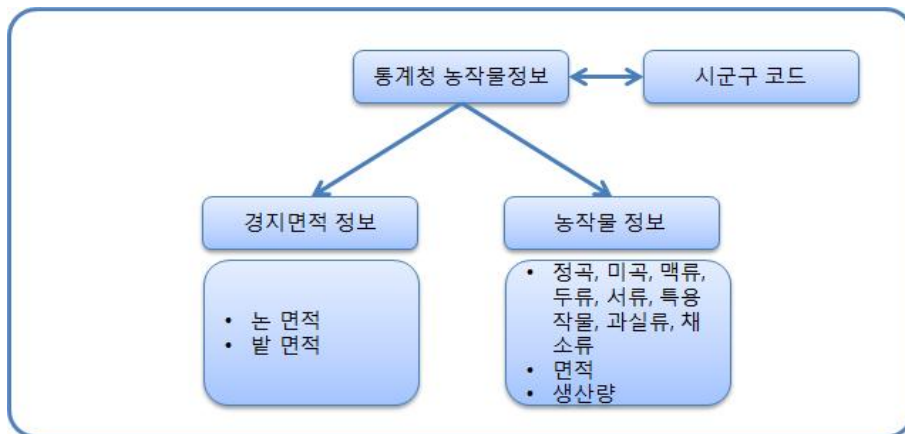
통계연보 자료는 가뭄분석 또는 과거 피해자료 분석에서 기준이 되는 정보를 제공하고 있으며 모든 분석의 기초자료로 활용되고 있다. 본 연구에서도

통계정보를 적극 활용하여 가뭄 피해 분석의 대상이 되는 관개면적, 한발빈도 별 관개면적 등의 정보를 활용할 수 있도록 DB를 구성하고 정보 검색이 가능하도록 데이터 구조를 구성하였다.

라. 통계청 농작물 정보

통계청에서 발표하는 농작물 정보는 매년 경지면적, 논 면적, 밭 면적 등 면적정보와 정곡, 미곡, 맥류, 두류, 잡곡, 특용작물, 과실류, 채소류 등 농작물의 재배면적과 생산량을 제공하고 있다.

통계연보 자료와 마찬가지로 통계청 정보도 가뭄분석 및 과거 피해자료 분석에서 기초자료로 활용이 되고 있으며 가뭄이 발생하였을 때 피해면적에 대비하기 위하여 실제 작부면적을 참조하기 위하여 활용된다.



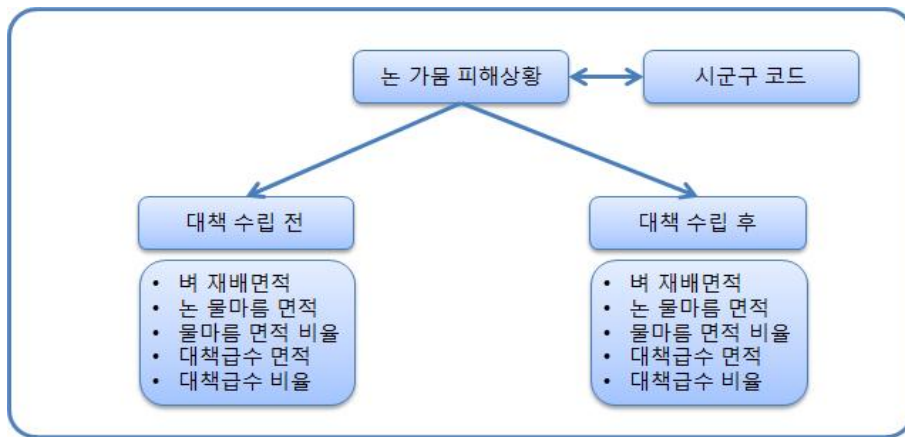
〈그림 4 - 25〉 통계청 농작물정보 자료의 구성

마. 논의 물 마름 대책수립 전·후 피해상황

논의 물 마름 대책은 과거의 가뭄이 발생하였던 해를 기준으로 시군구 단위로 벼 재배면적과 가뭄으로 인하여 농업용수가 부족하였던 논 면적을 관리할 수 있도록 자료구조를 구성하였으며 부족한 면적 비율도 관리할 수 있도록 하였다. 또한 가뭄 피해를 줄이고자 실시하였던 대책 급수 면적과 비율도 관리할 수 있도록 연구를 수행하였다.

가뭄 대책을 추진하기 전의 가뭄 상황과 가뭄 대책을 수립한 후의 피해

상황을 비교할 수 있도록 연구를 수행하였는데 이러한 논외 물 마름 대책 관련 자료는 실제 정책 수립에 활용되었던 정보를 이용하였으며 추후 가뭄 연구에 활용될 수 있도록 기초자료로 제공하는 시스템을 개발하였다.

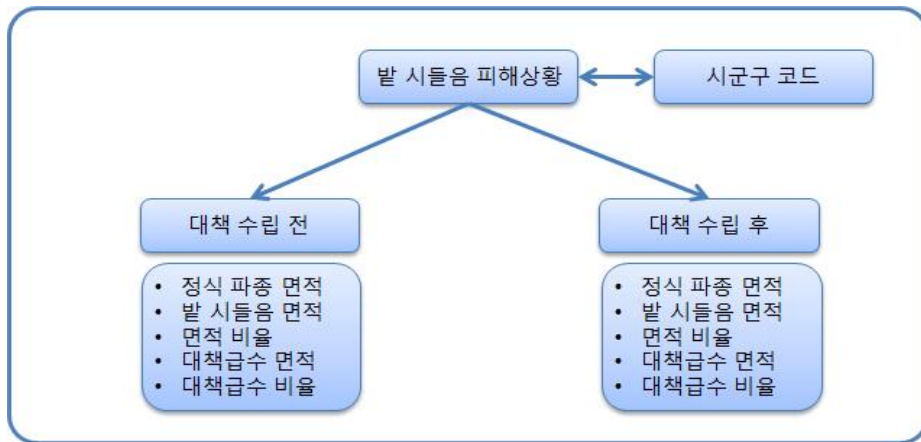


〈그림 4 - 26〉 논 물마름 가뭄 피해상황 자료의 구성

바. 발작물 시들음 가뭄대책 수립 전·후 피해상황

과거 가뭄발생 시 발작물을 기준으로 시군구 단위로 자료를 구성하여 연구에 활용할 수 있도록 자료를 구성하였다. 가뭄 발생 년도에 시군구 단위로 발작물 재배면적과 가뭄으로 인한 시들음 면적, 비율 그리고 대책 급수 면적, 비율 등을 가뭄대책 전과 대책 후로 구분하여 자료를 정리하였다.

발 시들음 면적, 과중면적, 면적비율 등의 자료도 논 물마름 정보와 마찬가지로 실제 정책 수립 시 사용했던 정보를 기초로 토대로 하여 자료를 구성하였으며 차후 이를 이용한 연구에서도 활용 가능하도록 시스템을 구성하였다.

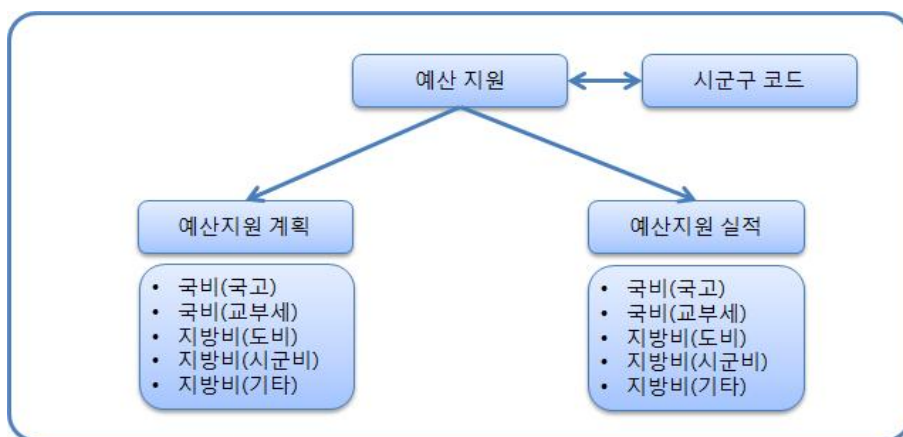


〈그림 4 - 27〉 발 시들음 가뭄 피해상황 자료의 구성

사. 예산지원 계획 및 실적

가뭄피해가 발생할 경우 피해를 최소화하기 위해서는 농경지에 용수 공급을 통하여 피해를 저감할 수 있다. 이러한 피해를 줄이기 위한 용수의 공급은 하천의 용수를 펌프를 이용하여 공급하거나 관정을 개발하여 용수를 공급하는 방법을 이용하고 있다.

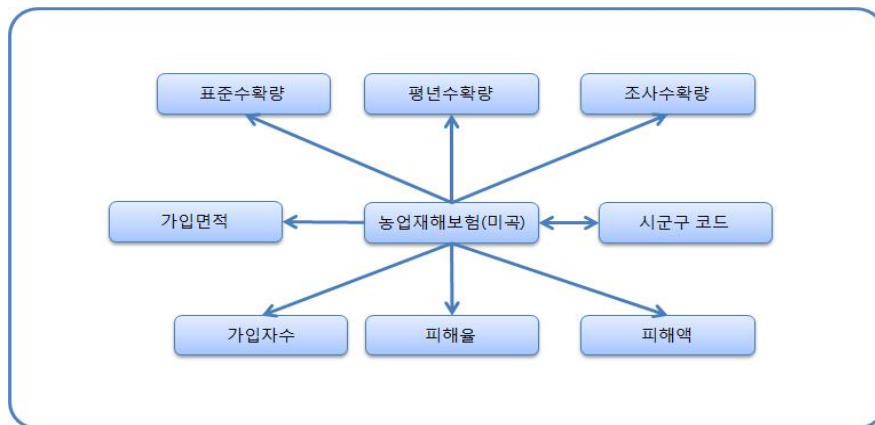
가뭄 피해를 줄이는 이러한 방법은 수원공을 개발 외에 추가로 예산을 투입하여야 하며 실제 계획한 예산과 투입된 예산을 국비와 지방비로 구분하여 시군구 단위로 정리하여 가뭄피해 저감을 위한 분석에 활용될 수 있도록 시스템을 개발하였다.



〈그림 4 - 28〉 가뭄 피해저감 예산지원 자료의 구성

아. 농업재해보험(미곡) 가입 현황

농업재해보험 자료는 가뭄이 발생한 해의 미곡 수확량을 표준 수확량, 평년 수확량, 조사 수확량을 구분하여 시군구 별로 조사한 자료를 관리하고 있으며 가뭄으로 인한 수확량의 감소량을 환산하여 피해액과 피해율로 제공하는 자료 구조이다. 농업재해보험(미곡) 자료는 행정기관을 통하여 수집된 자료와 더불어 민간 차원에서 조사된 자료를 제공하고 있어 자료의 가치를 제고할 수 있는 정보이다. 따라서 농업재해보험 자료를 참고하면 우리나라에서 발생한 가뭄에 대하여 다각적인 검토가 가능하며 교차 분석을 통하여 좀 더 실질적인 가뭄 분석이 가능한 자료로 평가할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 의미를 갖는 자료를 DB로 구축하여 가뭄 분석에 활용하며 사용자에게 제공할 수 있도록 다음과 같은 구성으로 제공할 수 있도록 시스템을 개발하였다.



〈그림 4 - 29〉 농업재해보험(미곡) 자료의 구성

2. 농업가뭄 피해 DB 설계 및 구축

가. DB 설계를 위한 Entity 추출

농업가뭄 피해 자료를 조회 및 검색하는 시스템의 자료를 관리하는 DB의 설계를 위하여 DB를 구성하는 자료의 항목과 Entity를 추출하여 DB 설계 구조를 구성하여야 한다. DB 구조는 과거의 농업가뭄 표현에 필요한 자료를 바탕으로 가뭄 피해분석에 사용되는 기초자료를 주요항목으로 하여 Entity를 추출한다.

Entity는 현실세계에서의 사물을 대상으로 전산화를 통한 개념적 구조로 모델링을 수행하기 위한 상위수준의 모델화 작업 단위로서 개념적 모델을 이용하여 개념모델을 수립하고 이를 바탕으로 논리적 모델, 물리적 모델을 수립하는 데이터 구조를 완성하게 된다. 본 연구에서는 농업가뭄 피해 자료라는 현실 데이터를 행정단위, 기상자료, 통계정보 등 Entity를 통한 개념 모델을 수립하는 DB설계를 수행하였다.

농업가뭄 피해 자료의 분석을 통하여 자료 관리를 위한 데이터 구조의 구성과 연계를 중점으로 분석하면 다음의 표와 같다.

(표 4 - 11) 농업가뭄 피해자료 관리를 위한 Entity 추출

구 분	Entity	항 목
자료의 검색 및 조회 단위	행정단위	행정구역명, 시도, 시군구, 행정코드
기상자료	기상자료	관측소코드, 행정구역별 관할 관측소, 강수평년비, 파머가뭄지수, 표준강수지수
통계정보	통계정보	수리답정보, 한발빈도별 면적, 관정정보
통계청 농작물	통계청_농작물	경지면적, 논 면적, 밭 면적, 농작물별 면적, 수확량
논 물 마름 피해상황	논 가뭄대책	재배면적, 물마름면적, 면적비율, 대책급수 면적, 대책급수 면적 비율
밭작물 시들은 피해상황	밭 가뭄대책	정식파종 면적, 밭 시들음 면적, 면적 비율, 대책급수 면적, 대책급수 비율
예산지원 계획 및 실적	예산지원	국비(국고), 국비(교부세), 지방비(도비), 지방비(시군비), 지방비(기타)
농업재해보험 가입 상황	농업재해보험	가입면적, 가입자수, 표준수확량, 평년수확량, 조사수확량, 피해율, 피해액

농업가뭄 피해자료 관리를 위한 Entity는 행정단위, 기상자료, 통계정보, 논가뭄대책, 밭가뭄대책, 예산지원, 농업재해보험 등 총 7개의 관리단위로 분석되었다. 분석된 관리단위는 데이터의 성격에 따라 합치거나 분리하여 DB 테이블로 작성할 수 있으며 작성된 테이블을 이용하여 데이터 구조 설계를 수행하였다.

기상자료의 항목 중 기상청에서 발표하는 관할 관측소의 일별 분석 자료인 강수평년비, 파머가뭄지수, 표준강수지수 3개월, 표준강수지수 6개월 자료는 각 지수별로 발표되기 때문에 자료의 관리에는 각각의 테이블로 DB를 구축하는 것이 효율적이다. 그 외의 Entity는 각기 하나의 테이블로 설계하여 DB를 구축할 수 있도록 설계를 추진하였다. 또한 시군구 행정구역 정보는 기존 가뭄지도제작시스템에서 사용하고 있는 테이블을 활용하는 방법으로 설계하였다.

나. 농업가뭄 피해자료 테이블 리스트

농업가뭄 피해 자료를 관리하기 위한 테이블은 다음의 표와 같이 총 10개로 설계하였다. Entity 추출 과정에서 필요한 Entity는 7개의 Entity가 필요하였으나 행정단위 Entity는 가뭄지도제작시스템에서 설계한 테이블을 공동으로 활용하여 각종 농업가뭄 피해 자료의 메인 테이블로서 활용할 수 있도록 설계하였다.

가뭄 피해 자료에서 가장 중요한 기초자료 중 하나인 기상자료를 연구에 적용하기 위하여 기상청에서 발표한 정보를 활용할 수 있도록 테이블을 설계하였다. 기상자료는 기상청에서 운영하고 있는 관측소 별로 발표하고 있는데 각 관측소는 시군구 단위로 농업가뭄 피해 자료의 관리와 조회를 서비스하는 방안으로 설계하였다. 기존의 가뭄지도제작시스템에서 설계, 구축한 테이블 중 관측소정보를 공동 활용 하는 방안을 근간으로 설계를 수행하였다.

또한 기상자료 중 기상학적 가뭄을 나타내는 강수평년비, 파머가뭄지수, 표준강수지수 정보를 제공하여야 하는데 Entity 추출에서는 기상자료로 구분하였으나 시스템에서 활용을 고려할 때 테이블 단위로 관리하는 것으로 설계하고 시스템을 개발하였다.

(표 4 - 12) 농업가뭄 피해자료 테이블 리스트

순번	Entity	테이블명	테이블 ID
1	행정단위	시군코드(*)	SIGUN_INFO
2	기상자료	강수평년비(PN1)	TBL_LAB_RAIN_INDEX_PN1
3		파머가뭄지수(PDSI)	TBL_LAB_RAIN_INDEX_PDSI
4		표준강수지수(SPI3)	TBL_LAB_RAIN_INDEX_SPI3
5		표준강수지수(SPI6)	TBL_LAB_RAIN_INDEX_SPI6
6		관측소 정보(*)	TBL_MET_STATION
7	통계정보	통계정보	TBL_LAB_STATISTIC
8	통계청	통계청_농작물	TBL_LAB_KOSTAT_CROP
9	논 가뭄대책	논 가뭄대책	TBL_LAB_PADDY_DROUGHT_PAIN
10	밭 가뭄대책	밭 가뭄대책	TBL_LAB_FIELD_DROUGHT_PAIN
11	예산지원	예산지원	TBL_LAB_BUDGET
12	농업재해보험	농업재해보험	TBL_LAB_DISASTER_INSURANCE

* 가뭄지도제작시스템에서 구축한 테이블을 공동 사용

다. E.R.D (Entity Relation Diagram)

E.R.D는 추출된 Entity를 기본으로 자료의 관리와 시스템을 통하여 자료 요청시 시스템의 자원을 최소한으로 사용하면서 서비스가 가능하도록 설계하는 자료로서 DB구조의 기본이 되는 설계서이다. 시스템 설계와 구축을 위하여 논리적인 구조와 물리적인 구조 2가지 형태로 설계하며 시스템을 구축한다.

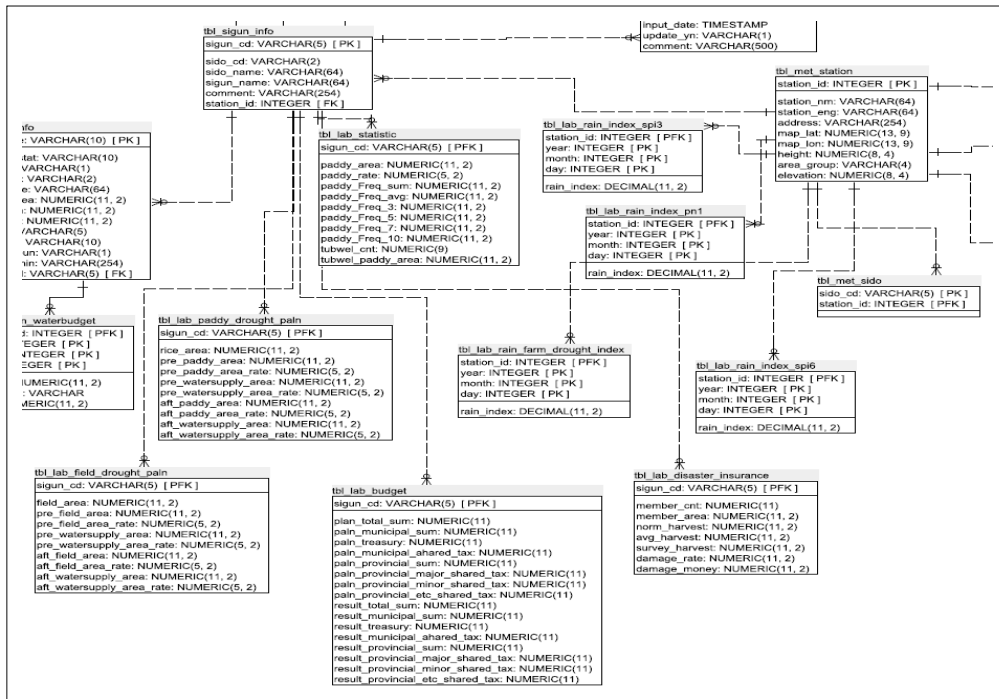
1) 과거 농업가뭄 피해자료 조회 시스템 E.R.D

농업가뭄 피해자료 조회 시스템에 사용하는 데이터 구조 중 논리적 모델과 물리적 모델을 다음의 그림과 같이 설계하였다.

본 연구에서 구축하고자 하는 농업가물 피해자료 조회시스템은 과거의 가물자료를 이용하여 가물의 규모, 피해상황을 분석하는데 필요한 정보를 제공하는 시스템으로서 자료의 관리가 매우 중요하며 DBMS를 이용한 자료의 처리가 시스템 성능을 좌우하는 역할을 하게된다.

따라서 이러한 성격의 시스템 자료구조를 설계하기 위하여 가장 손쉬운 방법으로는 하나의 테이블을 이용하여 필요한 자료 항목을 관리하는 방법과 같은 성격의 자료를 테이블로 분리하여 설계하는 방법이 있는데 하나의 테이블로 설계하는 방법은 메모리에 필요 없는 정보를 읽어 와야 하기 때문에 서버의 메모리에 부담을 주는 비효율적인 방법이라 할 수 있다. Entity 구분에 의한 비슷한 성격의 자료를 별도의 테이블로 관리하는 방법은 서버의 부담이 적어지며 시스템 운용 시 효율성을 높일 수 있다.

본 연구에서는 시군구 행정단위로 가물분석 및 피해 자료를 제공하는 목적으로 구축되므로 작부면적, 가물피해면적, 피해액 등은 시군구 단위로 검색이 가능하도록 설계하였으며, 관측소의 기상정보는 관측소를 중심으로 검색이 가능하도록 하고 행정구역과 관측소를 연계하는 매칭코드를 별도로 부여하여 시스템 부하를 최소화 하였다.



〈그림 4 - 31〉 농업가물 피해자료 조회시스템 중 물리적 ERD

라. 테이블 명세서

1) 관측소 중심 검색 가능한 테이블 명세서(강수평년비)

강수평년비 정보를 관리하고 사용자가 요구할 경우 정보를 제공하는 역할을 하기 위하여 설계된 테이블 명세서로서 시군구 행정단위와는 시군구 단위별 연계된 관측소로 정보 검색이 가능하도록 DB를 설계하였다.

강수평년비, 파머가뭄지수, 표준강수지수 등 기상청에서 제공하는 가뭄관련 정보는 강수평년비와 같은 데이터 구조로 운영되며 일 단위로 사용자에게 제공할 수 있도록 설계하였으며 그 내용은 다음의 표와 같다.

(표 4-13) 기상청 제공 강수평년비 정보관리 테이블 명세서

시스템명	가뭄연구		건 수					
테이블명	가뭄연구_강수평년비(PN1)		길 이					
테이블ID	TBL_LAB_RAIN_INDEX_PN1		초기크기					
테이블스페이스			확장크기					
No.	컬럼명	컬럼ID	형식	길이	NULL	PK	FK	비고
1	관측소아이디	STATION_ID	VARCHAR		N	Y	Y	
2	년	YEAR	INTEGER		N	Y		
3	월	MONTH	INTEGER		N	Y		
4	일	DAY	INTEGER		N	Y		
5	강수평년비	RAIN_INDEX	DECIMAL	11,2	N			
외부키 정의								
No.	외부키 명	참조무결성 규칙	Parent 테이블			비고		
1	STATION_ID		TBL_MET_STATION					
인덱스								
특이사항								

가) PK(Primary Key) 구성

PK는 시스템 내에서 유일하게 존재하는 구성으로 설계되어야 하며 사용자는 PK 구성을 이용하여 테이블에 저장, 관리되는 정보를 검색할 수 있다. 강수평년비 PK 구성은 “관측소아이디 + 년 + 월 + 일” 조합으로 정보를 검색할 수 있다. 정보의 제공이 일단위로 되기 때문에 년, 월, 일 데이터는 날짜 형식으로 설계하지 않고 각기 정수 형태로 관리되도록 설계하였다.

나) FK(Foreign Key) : 외부키

FK는 PK를 구성하는 데이터 항목으로 자기 테이블에 정의되지 않고 다른 테이블(Parent Table)에 정의된 데이터 항목이다. 이러한 데이터 연계 방법을 활용하여 테이블의 관계를 정의하며 관계형 데이터구조를 설계할 수 있다. 강수평년비 테이블에서는 PK 구성 중 관측소아이디 항목을 다른 테이블(TBL_MET_STATION)에서 참조하고 있으며 그 테이블의 관리되고 있는 관측소 아이디 정보를 검색에 활용할 수 있다.

다) 형식 : 데이터 형식

형식 항목은 DBMS를 통하여 서버 DB에 저장되는 데이터 형식을 지칭하는 것으로 INTIGER, NUMERIC, VARCHAR, DECIMAL 등 여러 가지 형식이 있으며, 이러한 형식을 지정하는 DB 설계를 통하여 데이터 관리의 효율성과 데이터 저장 메모리의 절약이 가능하다.

2) 시군구 중심 검색이 가능한 테이블 명세서(통계정보)

시군구를 중심으로 하는 데이터 검색을 위하여 다음의 테이블에서는 시군코드를 PK로 설정하고 있으며 시군코드 데이터는 TBL_SIGUN_INFO에서 정의되어 있다.

(표 4 - 14) 농업기반정비사업통계연보 정보관리 테이블 명세서

시스템명		가뭄연구		건 수				
테이블명		가뭄연구_통계정보		길 이				
테이블ID		TBL_LAB_STATISTIC		초기크기				
테이블스페이스명				확장크기				
No.	컬럼명	컬럼ID	형식	길이	NULL	PK	FK	비고
1	시군코드	SIGUN_CD	VARCHAR	5	N	Y	Y	
2	수리답면적	PADDY_AREA	NUMERIC	11,2	N			
3	수리답율	PADDY_RATE	NUMERIC	5,2	N			
4	한발빈도 계	PADDY_FREQ_SUM	NUMERIC	11,2	N			
5	한발빈도 평년	PADDY_FREQ_AVG	NUMERIC	11,2	N			
6	한발빈도 3년	PADDY_FREQ_3	NUMERIC	11,2	N			
7	한발빈도 5년	PADDY_FREQ_5	NUMERIC	11,2	N			
8	한발빈도 7년	PADDY_FREQ_7	NUMERIC	11,2	N			
9	한발빈도 10년	PADDY_FREQ_10	NUMERIC	11,2	N			
10	관정수	TUBWEL_CNT	NUMERIC	9	N			
11	관정관개면적	TUBWEL_PADDY_AREA	NUMERIC	11,2	N			
외부키 정의								
번호	외부키 명	참조무결성 규칙	Parent 테이블			비고		
1	SIGUN_CD		TBL_SIGUN_INFO					
인덱스								
특이사항								

제3절 가뭄대응능력시스템 연계

1. 농업가뭄지도제작시스템 소개

가. 사업추진 배경

농림축산식품부에서는 2015. 12. 1에 우리나라 물소비량의 48%를 차지하는 농업·농촌지역이 기후변화로 가뭄피해가 빈번해짐에 따라 농업용수를 효율적으로 이용·관리하기 위한 농업·농촌부문 가뭄대응 종합대책을 국무회의에 보고하고 발표하였다. 이 발표에서는 가뭄에 선제적으로 대처하기 위한 과학적 분석 및 농업가뭄 판단의 기준이 필요하며 이에 대한 사후작업을 추진할 것을 제시하였다.

이날 발표한 가뭄대책으로는 첫째 계획적이고 다각적으로 농업용수를 확충하는 방안을 제시하였으며 10년 빈도 가뭄에도 용수공급이 가능한 수리안전담울을 현행 60%에서 80%까지 끌어 올릴 계획을 수립하는 것이며, 둘째는 물 복지 소외지역에 대한 용수개발을 지속적으로 추진하는 것으로 눈에 비해 상대적으로 가뭄에 취약한 밭 용수의 공급율을 현행 18%에서 30%까지 높여 나가는 계획을 제시하였다. 세 번째 방안은 물이용을 효율화하고 기존 수리시설의 기능을 개선하겠으며, 넷째로는 가뭄 발생 시 사후 응급복구 방식에서 사전·사후·상시 가뭄대응체계로 전화하는 계획으로 가뭄을 사전에 예측하여 가뭄 발생은 줄이고 피해는 최소화하기 위한 농업가뭄지도를 격주로 발행하는 계획을 발표하였다.

정부에서는 홍수, 가뭄 등 재해에 효과적으로 대처하기 위해 부처별로 분산된 수자원 정책을 통합·조정하는물관리협의회를 총리실에 설치하고 2015.10.11.일 가뭄과 관련부청에서 참석하는 제3차 물관리협의회를 개최하여 충남 서부권 가뭄에 대한 대책과 가뭄의 장기화할 경우 내년 봄 용수 부족에 등에 선제적으로 대비하기 위한 방안을 논의하였으며 농림부에서서는 농업가뭄 예·경보 시행 방안을 현재, 1개월, 3개월 전망이 가능한 농업가뭄 예·경보 시스템을 구축하는 것을 발표하였다.

나. 사업 목적

농업가뭄지도제작시스템의 사업 목적은 가뭄과 관련된 정보를 관리하고 있는 관련부처 사이의 공유체계를 구축하고 농업가뭄에 대한 분석능력의 확보와 예측능력을 통하여 가뭄대응능력을 제고하여 분석된 가뭄정보를 관련인에게 제공하여 농업가뭄의 대응방안과 대책수립을 지원할 수 있는 정보시스템을 구축하는 것을 목적으로 한다.

이러한 가뭄지도제작시스템의 사업 목적을 정리하면 다음과 같다.

- 관련부처 간 가뭄정보 공유체계 마련
- 가뭄상황의 예측 및 분석능력 확보
- 가뭄정보 제공에 의한 가뭄 대응능력 제고
- 가뭄 대응방안 및 대책수립 지원

다. 농업가뭄지도제작시스템과 부처 간 역할 체계

농업가뭄지도제작시스템 구축에 필요한 업무로는 기초자료 취득, 가뭄분석, 정보제공 및 취합 등이 있으며 관련 업무를 수행하기 위해서는 국토교통부, 환경부, 기상청, 국립재난안전연구원, 국민안전처 등 관련 부처와 긴밀한 연계를 유지해야 한다.

농업가뭄의 연구에 가장 필요한 정보로는 농업용 시설물의 기초정보, 각 시설물의 수혜구역 정보, 시설물 유역 및 하천에 관련한 정보 등 농업용 시설물과 관련된 정보의 수집이 필요하며 이는 한국농어촌공사에서 취득할 수 있다. 논 가뭄 외에 밭 가뭄과 관련된 정보를 수집 관리하는 기관은 농촌진흥청이 있으며 밭 가뭄지도 제작에 필요한 정보를 취득하여 가뭄지도를 제작할 수 있도록 연계체계를 구축해야 한다.

다음으로 가뭄에 필요한 정보는 기상정보가 있는데 기상청에서는 과거의 기왕 기상정보와 1, 2, 3개월 예측 기상정보를 발표하고 있으며 이러한 기상정보는 물관리협의회에서 협의되어 구축된 WINS를 통하여 취득할 수 있다.

국토교통부에서는 생활용수, 공업용수 등의 정보를 취급하고 있으며 또한 한강홍수통제소에서는 WINS를 구축 운영하고 있어 가뭄지도제작시스템에서

중요한 항 축을 담당하고 있다. 국립재난안전연구원에서는 이러한 각 분야에서 제작된 가뭄지도로 취합하여 통합하는 역할을 하고 있으며 필요시 취합된 정보를 제공하는 역할을 수행하고 있다. 마지막으로 취합된 가뭄지도로 바탕으로 가뭄분석을 수행하고 가뭄 예·경보를 발표하는 국민안전처를 들 수 있다.



〈그림 4 - 34〉 농업가뭄제작시스템과 부처간 연계 구성도

우리나라의 가뭄 예·경보를 위하여 관련 부처의 역할과 연계 관계를 정리하면 다음과 같다.

- 국토교통부, 환경부, 기상청 등 관련부처와 자료공유 등 연계체계 구축
- 농촌진흥청, 한국농어촌공사의 논, 밭 기초정보 활용 농업가뭄지도 제작
- 국토교통부의 WINS 이용한 농업가뭄지도 정보 제공
- 국립재난안전연구원 가뭄관련 부처의 가뭄정보 취합
- 국민안전처 검토 후 가뭄 예·경보 발표

라. 가뭄지도제작시스템의 목표시스템 구성도

농업가뭄지도제작시스템은 다음의 그림과 같이 크게 자료취득 부분, 가뭄분석 부분, 가뭄예측 부분, 가뭄지도 제작 부분, 가뭄지도 제공 부분 등으로 구분할 수 있다.

자료취득 부분은 행정망을 이용하여 농촌진흥청과 연계하여 밭 가뭄과 관련된 토양수분 정보, 작물 재배 구역 등의 기초 정보를 취득하고 있으며 인터넷을 이용하여 국토교통부 한강홍수통제소에서 운영하는 물관리정보유통시스템(WINS)를 통하여 기상자료와 기타 관련 자료를 취득하고 있다. 또한 한국농어촌공사의 공사 망을 이용하여 농업시설물 기초정보와 수해구역 정보 등을 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS), 농업기반시설관리시스템(RIMS), 농어촌용수이용합리화시스템(RWUPIS) 등의 시스템과 연계하여 자료를 취득하고 있다.

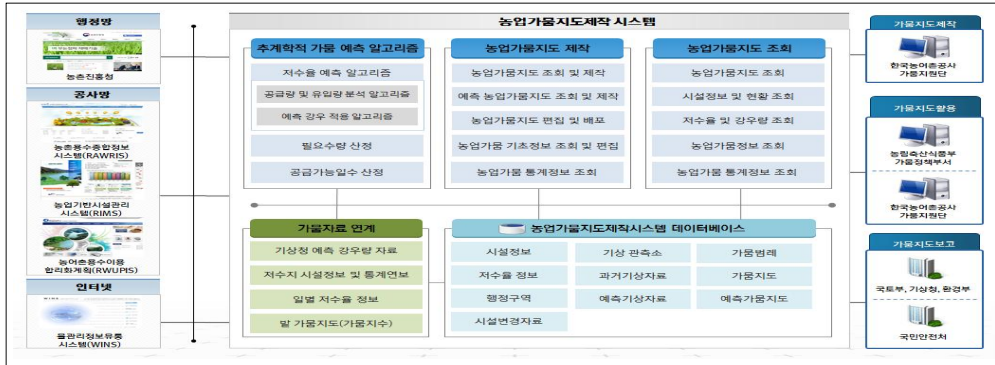
농업가뭄 분석 파트는 가뭄분석, 가뭄예측, 가뭄지도제작, 기초자료 연계 등으로 구성되어 있다. 우선 가뭄분석 기능은 각 기관에서 취득한 자료와 자체적으로 구축한 DB를 이용하여 저수율 기반 가뭄을 분석하며 평년의 저수율과 비교하여 정상, 주의, 심함, 매우심함 등 4단계로 구분된 가뭄단계를 판정한다. 가뭄예측 기능은 기상청 발표 강우 예측자료에 기반하여 1, 2, 3개월 전망되는 예측저수율을 추계학적 알고리즘을 통하여 4단계의 농업가뭄 단계로 예측하여 제공한다. 가뭄지도 제작 기능은 현재의 가뭄상태 또는 예측되는 가뭄전망 상태를 시군구 규모의 행정단위를 이용하여 GIS기능을 이용한 색깔로 표시하여 전국 지도위에 표시하여 제공하므로 사용자가 한 눈에 전국적인 농업가뭄 상태를 파악할 수 있도록 기능을 개발하였다.

이렇게 제작된 가뭄지도는 국민안전처를 통하여 대국민 가뭄정보로 제공되고 있으며 농림부, 한국농어촌공사, 농촌진흥청 등 가뭄담당 기관의 담당자에게 제공하여 가뭄에 대처할 수 있도록 지원하고 있다.

다음은 농업가뭄지도제작시스템에서 제공하고 있는 주요기능을 정리한 내용이다.

- 자료수집 : 행정망, 공사망, 인터넷을 이용한 기초자료 수집
- 가뭄예측 알고리즘 이용한 가뭄분석 기능
- 분석된 가뭄예정보 자료를 이용한 가뭄지도 제작 기능

- 제작된 농업가뭄지도의 관계부처 제공 기능

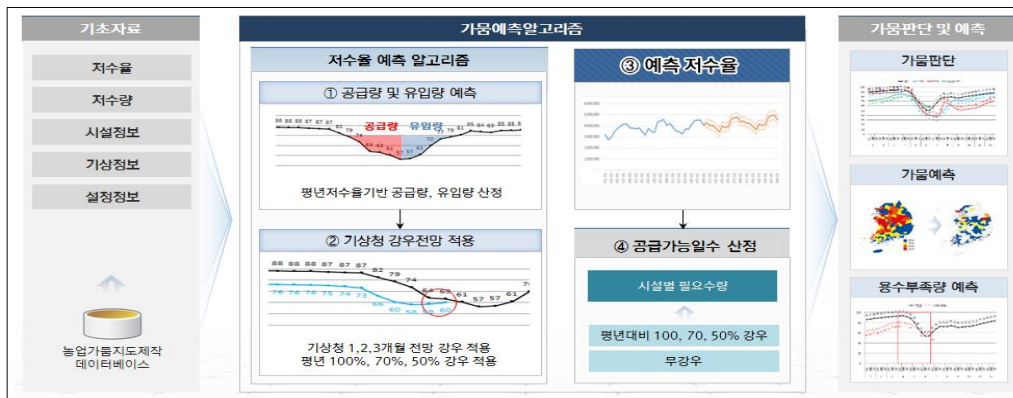


〈그림 4 - 35〉 농업가뭄제작시스템의 목표시스템 구성도

마. 가뭄지도제작시스템의 주요 기능

1) 농업가뭄 저수율 예측 알고리즘 기능

농업가뭄 저수율 예측 알고리즘은 기상청에서 제공하는 1, 2, 3개월 기상 전망자료를 이용하여 저수지 유입량을 예측하고 해당 수혜지역의 농업용수 공급량 패턴을 이용하여 공급량을 산정한 후 저수지 물수지를 통하여 저수율 변화를 분석한 후 가뭄 단계에 따라 가뭄 전망을 예측하는 알고리즘이다. 여기에 사용하는 정보로는 농업용저수지 연평균 저수율, 농업용수의 시기별 공급패턴과 사용량, 기상청 제공 1개월, 2개월, 3개월 강수 전망자료 등이 있으며 이러한 정보를 활용하여 저수율 변화추이 분석하고 농업용수 사용량 분석을 수행하도록 기능을 개발하였다.

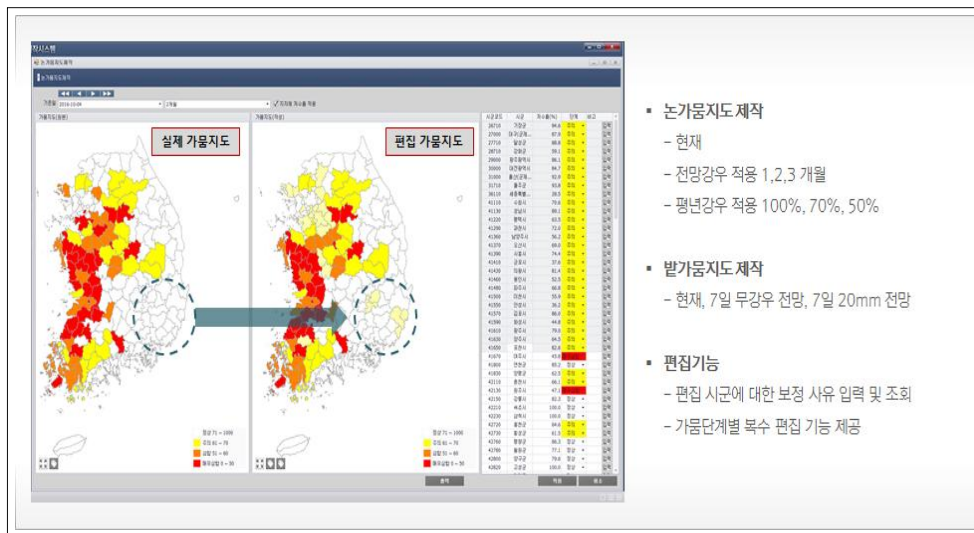


〈그림 4 - 36〉 농업가뭄제작시스템의 가뭄예측 알고리즘

2) 논, 밭가뭇지도 제작 기능

논, 밭의 가뭇지도는 농업가뭇을 분석하는 알고리즘을 이용하여 분석된 정보를 이용하여 전국 지도를 시군구 단위로 분할한 행정지도에 각 시군의 가뭇정도를 표시하는 방법으로 지도를 제작하는 기능이다.

논 가뭇지도는 한국농어촌공사에서 자료를 수집하여 제작하고 있으며, 밭 가뭇지도는 농촌진흥청에서 제공하는 토양수분량 등의 기초정보를 이용하여 분석한 후 가뭇지도를 제작하고 있다. 또한 분석값과 실제값과의 차이가 발생할 수 있으므로 최종 가뭇판단을 수행할 수 있도록 기능을 개발하였다.



〈그림 4-37〉 논, 밭 가뭇지도 제작 기능

2. 농업가뭇지도제작시스템 연계

농업가뭇 피해자료의 제공은 본 연구에서 가뭇분석에 활용하기 위한 측면과 타 관련업무에 활용하기 위한 측면으로 구분할 수 있는데 가뭇 피해자료를 활용하여 농업가뭇 관련업무에 적용하기 위해서는 사용자의 자료에의 접근이 중요한 요소 중 하나이다.

이러한 점에 착안하여 농업가뭇 피해자료를 농업가뭇지도제작시스템에 연계하여 제공하는 방안을 고려하여 시스템을 개발하였다. 앞 절에서 검토한

바와 같이 농업가뭄지도제작시스템은 국가의 가뭄분석 및 예·경보시스템의 근간이 되는 시스템이고 농업가뭄 분야에서 기본이 되므로 가뭄관련 자료를 통합 관리하고 사용자의 편의를 고려한 정보제공을 위하여 통합 정보제공하는 방안으로 연구를 수행하였다.

농업가뭄지도제작시스템과의 자료통합 제공은 제작시스템의 메인화면에서 서비스가 될 수 있도록 시스템을 구상하였고 농업가뭄 피해자료 또한 제작시스템의 DB와 통합하여 관리하는 것이 가장 효율적이므로 시스템의 개발을 이와같은 방향으로 수행하였다. 다음의 그림은 농업가뭄지도제작시스템 목표구성도에 피해자료를 추가하여 연구를 수행한 내용을 보여주고 있다.

가. 농업가뭄지도제작시스템 연계 내용

과거 농업가뭄피해자료를 농업가뭄지도제작시스템과 연계한 내용은 크게 피해자료를 지도제작시스템의 DB와 통합하여 관리하고 지도제작시스템에서 농업가뭄 피해자료를 조회할 수 있도록 기능을 개발하여 시스템을 통하여 서비스하는 방안으로 시스템을 구축하였다.

농업가뭄 피해자료 DB의 통합은 앞절의 DB 설계에서 제시한 바와 같이 피해자료 DB를 가뭄지도제작시스템의 DB 모델과 통합하여 운영할 수 있도록 시스템을 개발하였다. 또한 지도제작시스템 DB에서 관리되는 피해정보는 가뭄지도제작시스템의 메인화면에 구축된 피해자료 조회 기능을 통하여 정보를 확인할 수 있으며 새로운 피해정보 또한 직접 DB로 저장될 수 있도록 시스템을 개발하였다.

다음에서 가뭄지도제작시스템과 연계된 농업가뭄 피해자료 조회시스템의 주요내용을 정리하여 보여주고 있다.

- 농업가뭄지도제작시스템의 메뉴에 가뭄 피해자료 조회 기능 추가
- 농업가뭄지도제작시스템 DB에 가뭄 피해자료 DB를 추가
- 농업가뭄지도제작과 농업가뭄 피해자료를 하나의 시스템에서 운영

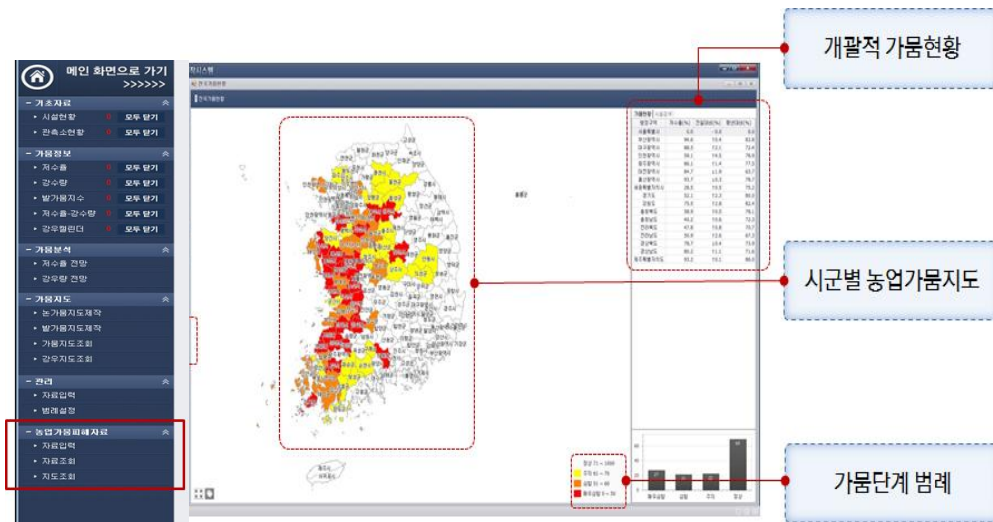


〈그림 4 - 38〉 농업가뭄지도제작시스템 연계 구성도

나. 농업가뭄지도제작시스템 연계 가뭄피해자료 조회 기능 구성

농업가뭄 피해자료를 조회하는 기능은 아래의 그림과 같이 농업가뭄지도제작시스템에 메뉴의 하나로 추가되어 있다. 피해자료의 조회기능은 텍스트를 이용하여 자료를 검색하여 조회할 수 있으며 지도기능을 이용하여 조회가 가능하도록 시스템을 연계하였다. 텍스트를 이용한 검색에서는 피해자료 종류 중 하나인 작부면적, 피해규모, 가뭄대책, 예산지원 등 조회하려는 내용을 지정하고 대상 시군 등 조회단위를 설정하면 사용자에게 원하는 정보를 제공하도록 시스템을 개발하였다. 다음은 가뭄지도제작시스템과 연계하여 개발된 조회기능의 요약을 보여주고 있다. 기능의 세부 내용은 다음 절에서 설명한다.

- 농업가뭄지도제작시스템 메인화면에 피해자료 조회메뉴 추가
- 텍스트를 이용한 피해자료의 조회
- GIS 기능을 이용한 피해자료의 조회



〈그림 4 - 39〉 농업가뭄지도제작시스템과 연계된 가뭄피해자료 조회기능 구성도

3. 농업가뭄 피해자료 조회 시스템 주요기능

농업가뭄 피해자료 조회시스템은 지속적인 피해자료의 추가와 사용자가 원하는 정보를 제공할 수 있도록 시스템을 개발하였다. 시스템 기능의 구성은 위와같은 점에 근거하여 입력 작업을 쉽게 할 수 있도록 기능을 구성하였고 저장된 자료를 원하는 내용에 대하여 제공이 가능하도록 연구를 수행하였다.

입력작업을 쉽게 하기 위한 방안으로 모든 입력내용을 표준 엑셀 문서를 이용하여 할 수 있도록 설계하였으며 엑셀 문서에 저장된 문서가 DB로 저장될 수 있도록 기능을 개발하였다.

자료의 조회는 기초자료 조사 및 분석 단위가 시군구 단위로 되어 있으므로 행정구역을 선택할 때 시도를 선택하고 그 시도에 소속된 시군구를 찾을 수 있도록 시스템 기능을 개발하였다.

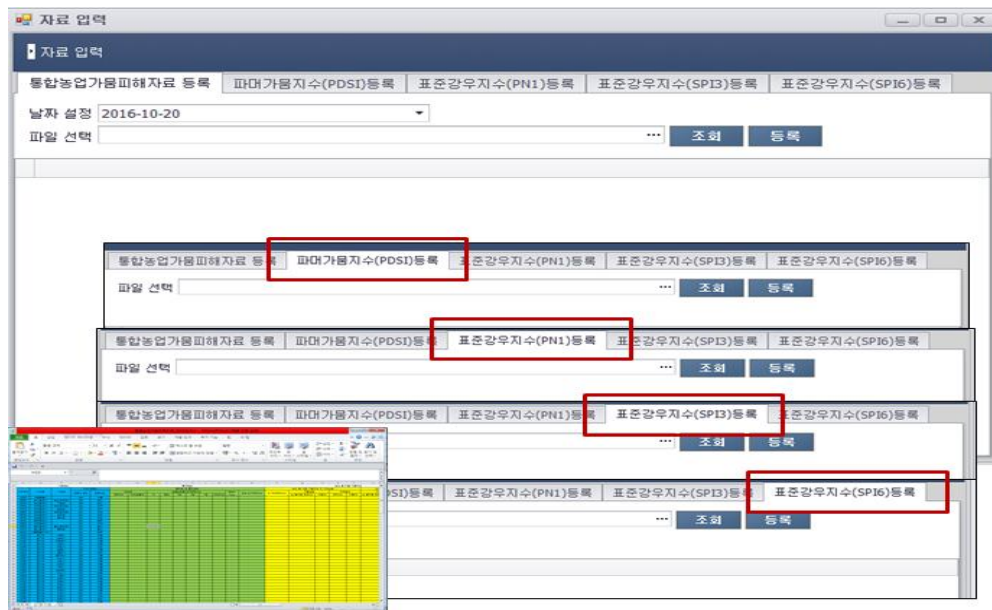
가. 피해자료 입력기능 내용

농업가뭄 피해자료는 기상청에서 제공하는 기상자료와 그 외 가뭄관련 기초자료를 정리한 통합 농업가뭄 자료로 구분할 수 있다. 농업가뭄 피해자료는 주로 본 시스템에서 분석된 자료가 아니라 타 기관에서 제공하는 자료로 구성되어 있으며 매년 또는 가뭄이 발생하였을 경우 가뭄대책과 그로 인한 효과

등을 정리한 내용으로 구성되어 있으므로 자료의 입력이 매우 중요하다.

피해자료의 시스템 등록은 입력해야 하는 항목과 가지수가 매우 광범위하여 시스템 관리자가 입력업무를 수행하는데 매우 어려움이 있을것으로 예상되며 이러한 어려움을 해결하고자 엑셀 파일을 이용하는 방법을 기능으로 채택하였다. 즉 입력에 필요한 사항을 엑셀 파일로 정리하고 입력자는 피해자료 입력 엑셀 파일에 그 내용을 정리한 후 입력기능을 수행하면 엑셀에 정리된 데이터가 DB로 저장되도록 기능을 개발하였다.

엑셀 파일을 이용하여 자료를 입력하는 방법은 사용자가 엑셀의 컬럼을 임의로 수정하는 경우에 정상적인 입력이 수행되지 않을 수 있으므로 시스템에서 제공하는 엑셀 파일을 이용하여 입력할 수 있도록 시스템을 운용하여야 한다.



〈그림 4 - 40〉 농업가뭄 피해자료 입력 화면

엑셀 파일을 이용하여 입력하는 기능은 위의 그림과 같이 5가지 입력자료에 따른 세부 입력방법이 있으며 해당되는 파일을 시스템의 요구에 따라 선택하여 수행할 수 있다. 시스템의 운영방법은 우선 메뉴의 자료입력을 선택한 후 화면에 나타난 입력 탭에서 입력하려는 입력자료 탭을 선택하면 시스템에서는

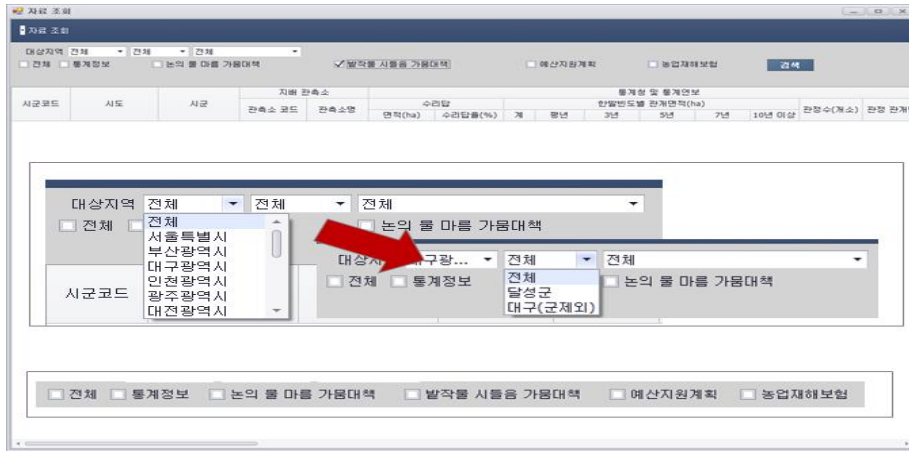
필요한 파일을 선택하라는 창이 나타난 후 사용자가 작성한 파일을 선택하면 작성된 피해자료가 DB로 자동 저장되는 구조로 개발되었다. 시스템에서 개발한 입력자료의 종류는 다음과 같다.

- 통합 농업가뭄 피해자료 등록 기능
- 파머가뭄지수(PDSI) 기상자료 등록 기능
- 강수평년비(PN1) 기상자료 등록 기능
- 표준강수지수(SPI3) 기상자료 등록 기능
- 표준강수지수(SPI6) 기상자료 등록 기능

나. 자료조회 기능

DB에 저장된 자료의 조회는 두가지 방법을 통하여 접근할 수 있다. 첫째는 메인메뉴에 있는 자료조회 메뉴를 선택하는 방법이고 두 번째는 화면의 지도를 이용하여 접근하는 방법이다. 메인메뉴의 자료조회 메뉴를 통하여 접근하는 방법은 메뉴를 누르면 대상지역을 선택하라는 화면이 나타나고 행정구역 순서에 따라 대상지역을 선택한 후 보회하려는 자료의 종류를 선택하는 방법이다. 지도를 이용하여 자료조회하는 방법은 지도에 있는 행정구역도에서 대상지를 선택하고 조회 대상 자료를 선택하는 방법으로 조회하는 방법이다.

자료의 조회대상은 피해자료 전체의 조회, 통계정보 조회, 통계청 작물재배 정보 조회, 논·밭 가뭄대책 조회, 예산지원 계획 및 실적 조회, 농업재해보험 조회 등이 있으며 아래의 그림과 같이 사용자가 선택하여 필요한 정보를 볼 수 있도록 시스템을 개발하였다.



〈그림 4 - 41〉 농업가뭄 피해자로 조회 기능

제5장 과거 농업가뭄 피해 지역 추정

제1절 2015년 농업가뭄 피해 지역

1. 논 가뭄피해 지역(2015년)

논 가뭄 피해면적은 논 물말름 면적 또는 미이앙 발생 면적으로 설정하였다. 인천, 경기, 강원 및 경북지역 등 24개 지자체에서 가뭄이 발생하여 총 2,822ha 가뭄피해 면적 발생하였다. 가뭄피해면적이 가장 큰 지자체는 강화군으로 936ha에서 피해가 발생하였으며, 재배면적대비 피해면적 비율이 가장 큰 지역은 속초시로 41.1% 가뭄피해율 나타내었다.

(표 5-1) 2015년 논 가뭄피해 면적 및 지역도

시 군	재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)	
인천	소계	11,091	961	8.7
	강화	10,160	936	9.2
	옹진	931	25	2.7
경기	소계	28,730	548	1.9
	파주	6,579	363	5.5
	양주	1,636	80	4.9
	연천	3,754	79	2.1
	포천	3,424	21	0.6
	화성	13,337	5	0.0
	소계	23,083	704	3.0
강원	강릉	2,780	162	5.8
	속초	190	78	41.1
	고성	2,722	184	6.8
	양양	1,700	134	7.9
	횡성	2,708	65	2.4
	철원	10,080	60	0.6
	춘천	1,500	8	0.5
	양구	1,403	13	0.9
	소계	40,640	609	1.5
	경북	안동	5,700	43	0.8
영주		4,500	91	2.0
상주		12,400	62	0.5

시 군	재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)	
경북	청송	1,200	12	1.0
	영양	800	17	2.1
	영덕	2,300	33	1.4
	예천	8,400	107	1.3
	봉화	2,800	103	3.7
	울진	2,540	141	5.6
총 계	103,544	2,822	2.7	

[2015년 논 가뭄피해 지역도]

2. 밭 가뭄피해 지역 분석(2015년)

밭 가뭄피해 지역은 밭 시들음 발생 지역으로 설정하였다. 인천, 강원, 충북 및 경북지역 등 31개 지자체에서 총 4,536ha 가뭄피해 면적 발생하였다. 가뭄피해면적이 가장 큰 지자체는 평창군으로 710ha를 차지하였고 재배면적대비 피해면적 비율이 가장 큰 지역은 양구군으로 49.2%의 가뭄피해율을 보였다.

(표 5-2) 2015년 밭 가뭄 피해면적 및 피해지역도

시 군	재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)	
인천	소계	1,461	68	4.7
	강화	1,461	68	4.7
강원	소계	27,556	3,656	13.3
	춘천	700	68	9.7
	원주	1,364	90	6.6
	동해	408	115	28.2
	강릉	3,283	580	17.7
	횡성	2,099	455	21.7
	영월	2,840	395	13.9
	평창	4,158	710	17.1
	정선	3,776	328	8.7
	인제	1,789	3	0.2
	양구	718	353	49.2
	고성	766	105	13.7
	양양	742	190	25.6
	속초	75	4	5.3
	홍천	2,583	185	7.2
	삼척	2,255	75	3.3
	충북	소계	7,231	270	3.7
충주		2,135	52	2.4
제천		1,220	89	7.3
증평		65	6	9.2
진천		109	24	22.0
괴산		2,015	85	4.2
단양		1,687	14	0.8

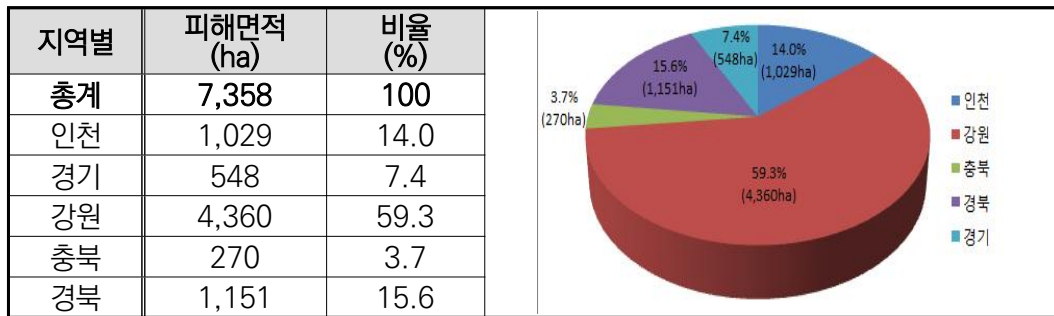
시 군	재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)	
경북	소계	65,474	542	0.8
	안동	13,231	98	0.7
	영주	8,810	56	0.6
	상주	11,047	122	1.1
	의성	8,969	35	0.4
	청송	6,050	27	0.4
	영양	4,699	43	0.9
	영덕	3,090	38	1.2
	예천	7,310	18	0.2
	울진	2,268	105	4.6
총 계	101,722	4,536	4.5	

[2015년 밭 가뭄피해 지역도]

3. 논과 밭을 포함한 가뭄피해 지역(2015년)

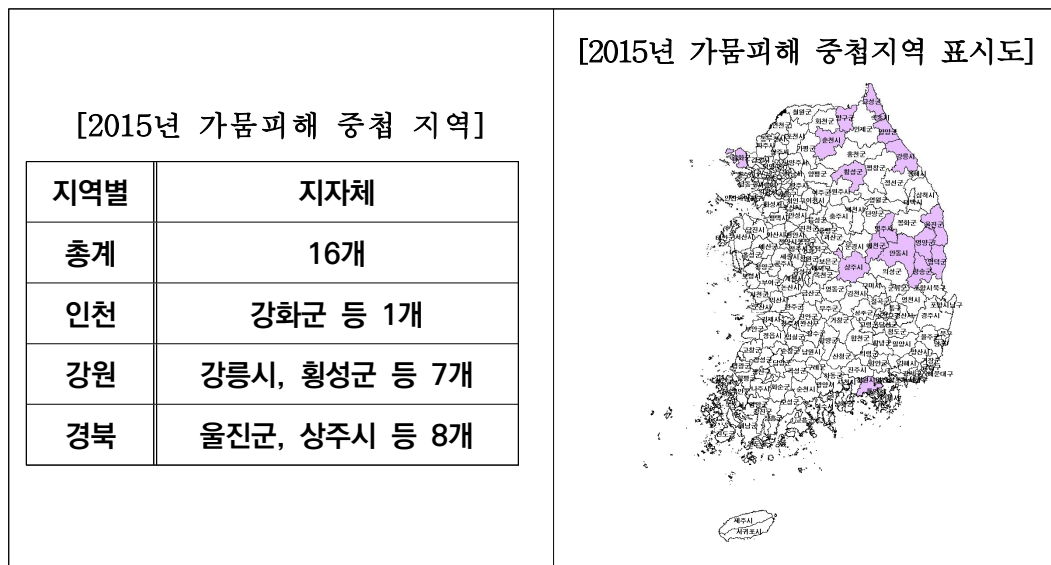
논 물마름 및 미이양 지역과 밭 시들음 등 한번 이상 피해가 조사된 지역은 모두 인천, 경기, 강원, 충북 및 경북지역 등 39개 지자체에서 가뭄이 발생하여 총 7,358ha 가뭄9개피해 면적 발생하였다.

(표 5-3) 피해면적 중 시도별 비율



가뭄피해면적이 가장 큰 지자체는 강화군으로 1,004ha 차지하였고 재배면적 대비 피해면적 비율이 가장 큰 지역은 속초시로 30.9%의 가뭄피해율을 보였다. 또한 2015년 논 가뭄피해와 밭 가뭄피해가 동시 발생 지역은 16개 지역으로 분석되었으며, 이는 가뭄발생 지역(39개)중 41% 시군이 포함된다.

(표 5-4) 2015 논과 밭 피해 중첩지역



(표 5-5) 2015년 통합(논+밭)가뭄피해 면적 및 피해지역도

시 군		재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)	
인천	소계	12,552	1,029	8.2	
	강화	11,621	1,004	8.6	
	옹진	931	25	2.7	
경기	소계	28,730	548	1.9	
	파주	6,579	363	5.5	
	양주	1,636	80	4.9	
	연천	3,754	79	2.1	
	포천	3,424	21	0.6	
	화성	13,337	5	0.0	
	소계	50,639	4,360	8.6	
강원	강릉	6,063	742	12.2	
	속초	265	82	30.9	
	고성	3,488	289	8.3	
	양양	2,442	324	13.3	
	횡성	4,807	520	10.8	
	철원	10,080	60	0.6	
	춘천	2,200	76	3.5	
	양구	2,121	366	17.3	
	원주	1,364	90	6.6	
	동해	408	115	28.2	
	영월	2,840	395	13.9	
	평창	4,158	710	17.1	
	정선	3,776	328	8.7	
	인제	1,789	3	0.2	
	홍천	2,583	185	7.2	
	삼척	2,255	75	3.3	
	소계	7,231	270	3.7	
	충청	충주	2,135	52	2.4
		제천	1,220	89	7.3
		증평	65	6	9.2
진천		109	24	22.0	
괴산		2,015	85	4.2	
단양		1,687	14	0.8	

시 군		재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)
전북	소계	106,114	1,151	1.1
	안동	18,931	141	0.7
	영주	13,310	147	1.1
	상주	23,447	184	0.8
	청송	7,250	39	0.5
	영양	5,499	60	1.1
	영덕	5,390	71	1.3
	예천	15,710	125	0.8
	봉화	2,800	103	3.7
	울진	4,808	246	5.1
	의성	8,969	35	0.4
	총 계	205,266	7,358	3.6

[2015년 통합(논+밭) 가뭄피해 지역도]

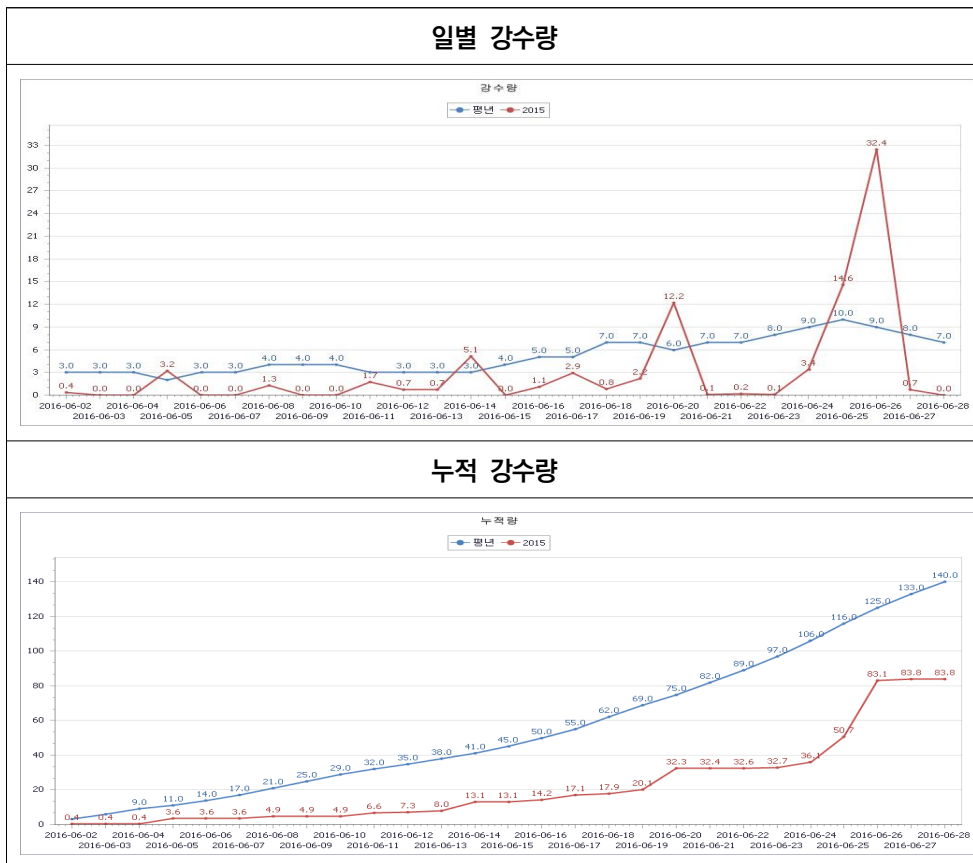
제2절 2015년 가뭄 정보 분석

1. 강수량(2015.06.02. ~ 2015.06.28.) 분석

가. 전체 강수량 분석

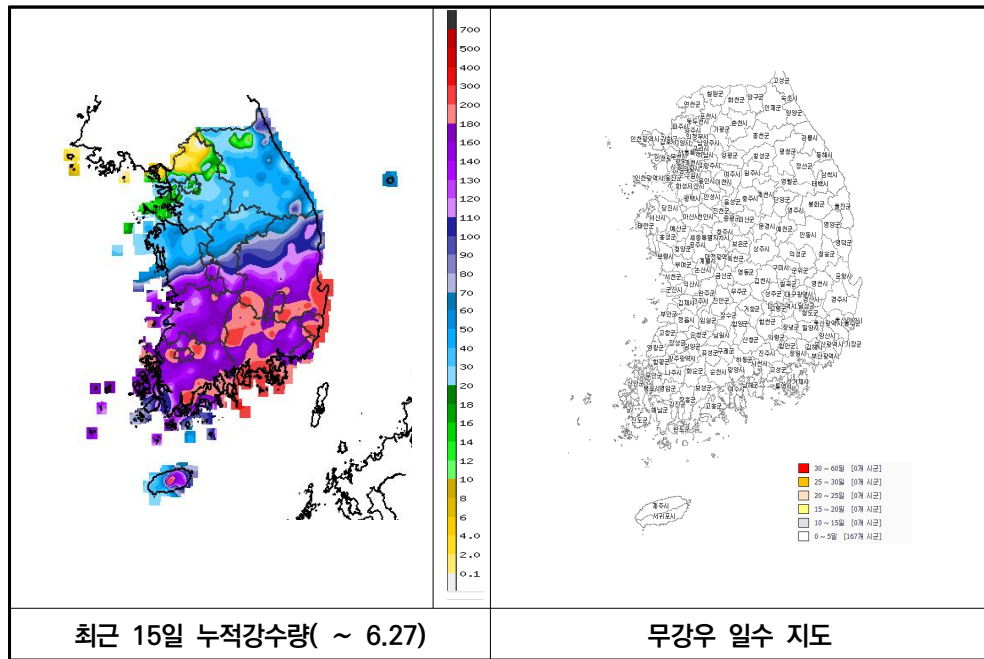
가뭄이 발생했던 2015.06.02.부터 2015.06.28.를 강수량을 살펴보면 누적강수량이 평년 140mm인 반면 2015년에는 63.8mm로 평년대비 약 54%가 줄어든 강우가 내렸다. 이처럼 기상학적 가뭄이 농업적 가뭄까지 이어져 큰 가뭄피해가 발생한 것으로 판단된다.

(표 5 - 6) 2015년 월별 및 누적 강수량



전국 강우지도를 살펴보면 누적강수량이 가장 적은 곳은 노란색으로 표시된 경기도 북부 및 인천 부근이며 그다음 남쪽으로 가면서 강수량은 증가하는 추세를 보이며 피해조사 지역도 남부지역은 포함된 경우가 드물다는 것을 본 장 '1절'에서 확인 가능하다. '평년대비 일별강수량' 표를 보면 6월 24일까지 평년 강수량의 약 3분의 1가량밖에 오지 않아 극심한 가뭄상태였으며 25일, 26일에 전국적으로 비교적 많은 비가 내려 누적강수량이 평년의 약 84%까지 기록하게 되었다.

(표 5 - 7) 강우 지도(2015. 6.27 기준)



시도별 누적 강수량 자료를 보면 인천, 경기, 경남은 50%대로 평년에 비해 강수량이 극히 적었다는 것을 알 수 있다. 그리고 강원도는 6월 26일에 60.6mm의 강우가 측정되어 기준시점에서 봤을 때 평년에 비해 많은 비가 온 것으로 볼 수 있지만 기준시점 이전까지 강수가 극히 적었으며 15일 연속 무강우 일수를 기록하기도 해 가뭄피해가 발생한 것으로 보인다. 가뭄이 극심했던 인천과 강원도의 자료는 밑에서 더 자세히 다루었다.

(표 5 - 8) 시도별 누적 강수량(2015. 6.27 기준)

(단위 : mm)

구분	평균	인천	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
2015	76.6	63.5	54.1	95.3	71.9	84.3	115.3	75.1	78.1	53.5	107.1
평년	97.8	92.0	70.3	72.3	92.3	88.2	98.1	129	88.3	126.2	138.4
평년 대비 (%)	78.3	69.0	77.0	131.8	77.9	95.6	117.5	58.2	88.4	42.4	77.4
2014	28.0	0.1	14.4	32.5	55.8	11.3	8.7	23.1	36.1	30.4	88.3

(표 5 - 9) 시도별 무강우 일수(2016.06.27. 기준)

(단위 : mm)

구분	6.13 이전 (연속)	6.13~6.27															무강우 일수
		6.13	6.14	6.15	6.16	6.17	6.18	6.19	6.20	6.21	6.22	6.23	6.24	6.25	6.26	6.27	
전국	15	0.7	5.1	0.0	1.1	2.9	0.8	2.2	12.2	0.1	0.2	0.1	3.4	14.6	32.4	0.7	1
인천	15	0.8	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	17.9	0.0	1
경기	1	0.7	11.7	0.0	0.0	2.6	0.8	0.0	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	16.5	0.0	1
강원	15	3.9	2.8	0.0	1.3	7.0	0.8	0.1	4.2	0.0	1.1	0.2	11.1	1.3	60.6	0.9	1
충북	15	0.5	0.6	0.0	0.5	0.0	0.0	2.1	10.7	0.2	0.1	0.0	3.1	8.7	45.4	0.0	1
충남	15	0.1	6.8	0.0	0.0	4.9	0.1	0.0	11.4	0.0	0.4	0.0	10.6	15.0	34.9	0.0	1
전북	15	0.0	32.0	0.0	0.0	8.3	0.1	0.0	16.8	0.7	0.0	0.0	0.0	23.4	29.2	4.8	1
전남	13	0.0	4.8	0.0	0.0	3.7	3.3	0.3	17.6	0.0	0.0	0.0	2.9	32.3	8.9	1.2	1
경북	15	0.4	0.1	0.0	4.4	0.0	0.3	1.4	15.4	0.2	0.2	0.1	0.0	8.7	46.8	0.0	1
경남	7	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	10.9	4.1	0.1	0.0	0.0	0.0	22.7	14.7	0.3	1
제주	4	0.0	0.0	0.0	1.8	21.9	0.0	0.0	0.2	0.7	1.8	0.1	50.3	17.9	4.3	8.0	0

(표 5 - 10) 2015년 평년대비 일별 강수량 분석

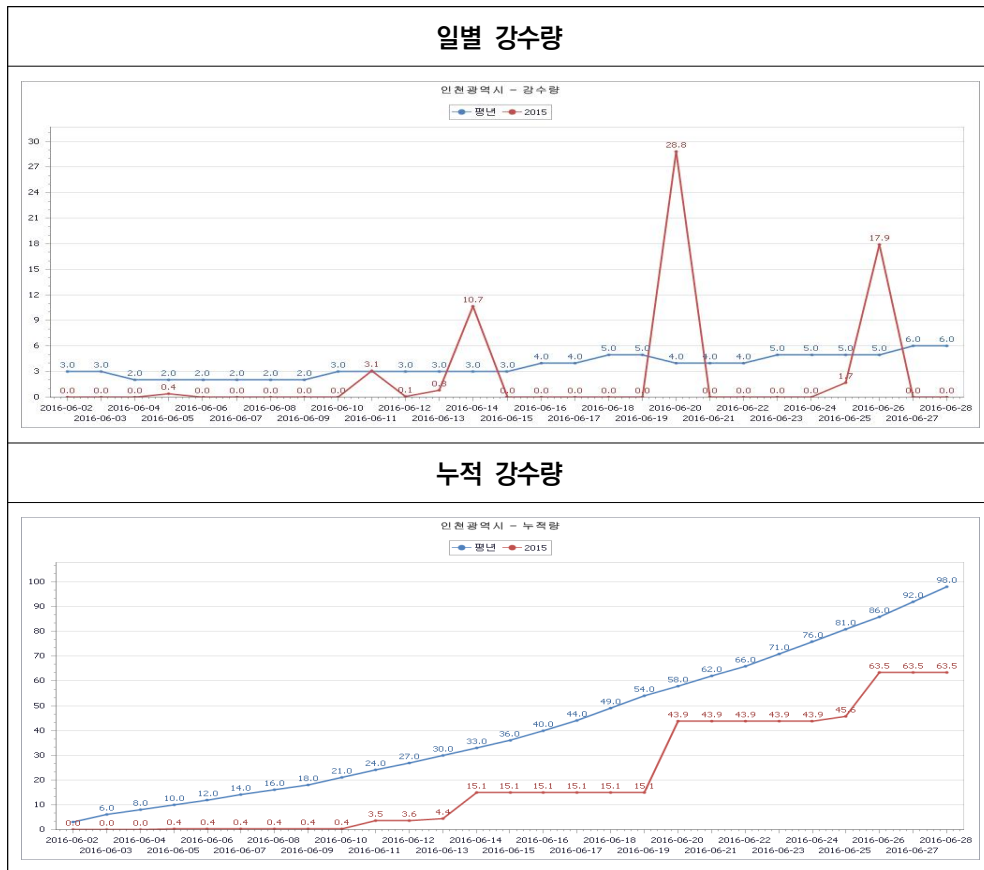
(단위 : mm)

날짜	평년		2015	
	강우	누적	강우	누적
06 - 02	3	3	0.4	0.4
06 - 03	3	6	0	0.4
06 - 04	3	9	0	0.4
06 - 05	2	11	3.2	3.6
06 - 06	3	14	0	3.6
06 - 07	3	17	0	3.6
06 - 08	4	21	1.3	4.9
06 - 09	4	25	0	4.9
06 - 10	4	29	0	4.9
06 - 11	3	32	1.7	6.6
06 - 12	3	35	0.7	7.3
06 - 13	3	38	0.7	8
06 - 14	3	41	5.1	13.1
06 - 15	4	45	0	13.1
06 - 16	5	50	1.1	14.2
06 - 17	5	55	2.9	17.1
06 - 18	7	62	0.8	17.9
06 - 19	7	69	2.2	20.1
06 - 20	6	75	12.2	32.3
06 - 21	7	82	0.1	32.4
06 - 22	7	89	0.2	32.6
06 - 23	8	97	0.1	32.7
06 - 24	9	106	3.4	36.1
06 - 25	10	116	14.6	50.7
06 - 26	9	125	32.4	83.1
06 - 27	8	133	0.7	83.8
06 - 28	7	140	0	83.8

나. 인천광역시 강수량 분석

인천의 강수량을 보면 6월 20일, 26일 강우가 내렸지만 그 이전까지 누적강수량이 평년대비 많게는 약 39mm적으며 비율로는 28%밖에 되지 않아 가뭄이 심각했다는 사실을 알 수 있다. 강우가 내린 뒤에도 6월 27일 누적강수량이 63.5mm으로 평년에 비해 69%밖에 되지 않아 해갈이 어려웠을 것이라는 예측을 할 수 있다. 피해지역 조사 자료에서도 강화군 및 옹진군에서 많은 피해가 발생해 강수량에 의한 예측이 틀리지 않는다는 것을 알 수 있다.

(표 5 - 11) 2015년 인천광역시 월별강수량 및 누적강수량



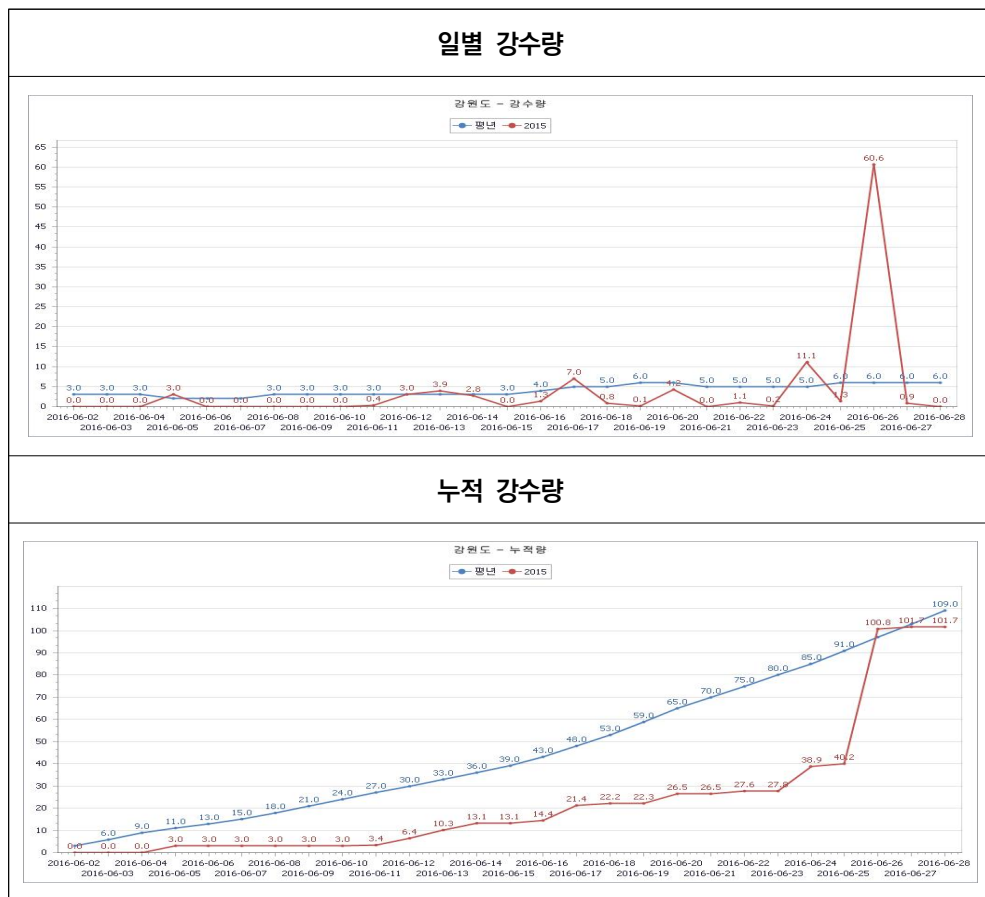
(표 5 - 12) 2015년 인천광역시 평년대비 일별 강수량 분석

날짜	평년		2015	
	강우	누적	강우	누적
06 - 02	3	3	0	0
06 - 03	3	6	0	0
06 - 04	2	8	0	0
06 - 05	2	10	0.4	0.4
06 - 06	2	12	0	0.4
06 - 07	2	14	0	0.4
06 - 08	2	16	0	0.4
06 - 09	2	18	0	0.4
06 - 10	3	21	0	0.4
06 - 11	3	24	3.1	3.5
06 - 12	3	27	0.1	3.6
06 - 13	3	30	0.8	4.4
06 - 14	3	33	10.7	15.1
06 - 15	3	36	0	15.1
06 - 16	4	40	0	15.1
06 - 17	4	44	0	15.1
06 - 18	5	49	0	15.1
06 - 19	5	54	0	15.1
06 - 20	4	58	28.8	43.9
06 - 21	4	62	0	43.9
06 - 22	4	66	0	43.9
06 - 23	5	71	0	43.9
06 - 24	5	76	0	43.9
06 - 25	5	81	1.7	45.6
06 - 26	5	86	17.9	63.5
06 - 27	6	92	0	63.5
06 - 28	6	98	0	63.5

다. 강원도 강수량 분석

강원도의 일별 강수량을 보면 6월 26일에 60.6mm의 비교적 많은 강우가 내렸지만 그 이전에는 평년에 비해 50% 정도 적은 양의 강우가 내린 것을 알 수 있다. 6월 26일 이전까지 거의 비가 내리지 않아 가뭄지속기간이 상당히 길어 경작지의 피해도 많았을 것으로 예측이 되며 가뭄피해 조사 자료에서 강원도내 시·군이 피해면적에서 차지하는 비율이 절반이 넘는 다는 것을 보고 확인할 수 있다.

(표 5 - 13) 2015년 강원도 월별강수량 및 누적강수량



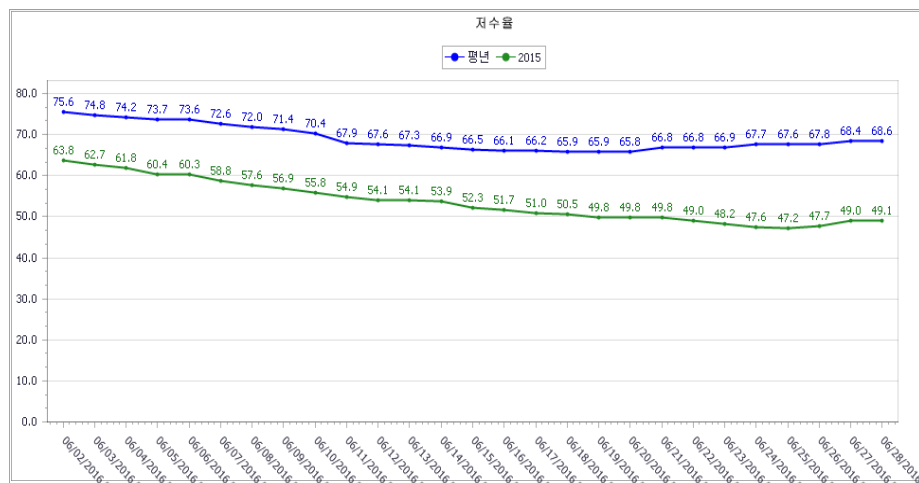
(표 5 - 14) 평년대비 일별 강수량 분석

날짜	평년		2015	
	강우	누적	강우	누적
06 - 02	3	3	0	0
06 - 03	3	6	0	0
06 - 04	3	9	0	0
06 - 05	2	11	3	3
06 - 06	2	13	0	3
06 - 07	2	15	0	3
06 - 08	3	18	0	3
06 - 09	3	21	0	3
06 - 10	3	24	0	3
06 - 11	3	27	0.4	3.4
06 - 12	3	30	3	6.4
06 - 13	3	33	3.9	10.3
06 - 14	3	36	2.8	13.1
06 - 15	3	39	0	13.1
06 - 16	4	43	1.3	14.4
06 - 17	5	48	7	21.4
06 - 18	5	53	0.8	22.2
06 - 19	6	59	0.1	22.3
06 - 20	6	65	4.2	26.5
06 - 21	5	70	0	26.5
06 - 22	5	75	1.1	27.6
06 - 23	5	80	0.2	27.8
06 - 24	5	85	11.1	38.9
06 - 25	6	91	1.3	40.2
06 - 26	6	97	60.6	100.8
06 - 27	6	103	0.9	101.7
06 - 28	6	109	0	101.7

2. 저수율(2015.06.02.~2015.06.28.) 분석

가. 전체 저수율 분석

강수량자료와 마찬가지로 저수율자료 또한 가뭄이 극심했던 6월2일부터 6월 28일까지의 자료를 가지고 분석을 실시하였다. 참고로 우리나라 전국 유역면적은 1,462,701ha, 수혜면적은 371,599ha이며 유효저수량은 2,757,427천m³이다. 6월은 용수를 공급해주는 기간으로 점차 평년과 2015년 모두 저수율이 낮아지는 것을 확인 할 수 있다. 평년 저수율은 낮아지는 경향을 보이지만 65%이하로 떨어지는 경우는 볼 수 없으나 2015년에는 6월 2일 63.8%에서 시작하여 6월 28일까지 계속적으로 하강하여 49%까지 떨어지는 것을 볼 수 있다. 이는 강수량자료를 통해 미루어 짐작할 수 있는데 2015년에 비해 평년 저수율은 떨어지는 폭이 작거나 오르는 경우가 있는데 이는 2015년에 강수량이 평년에 비해 극히 적어 일어나는 현상으로 볼 수 있다. 평년 대비 저수율 자료 또한 저수율이 지속적으로 떨어져 평년대비 비율이 급격히 작아지는 것을 확인할 수 있다.



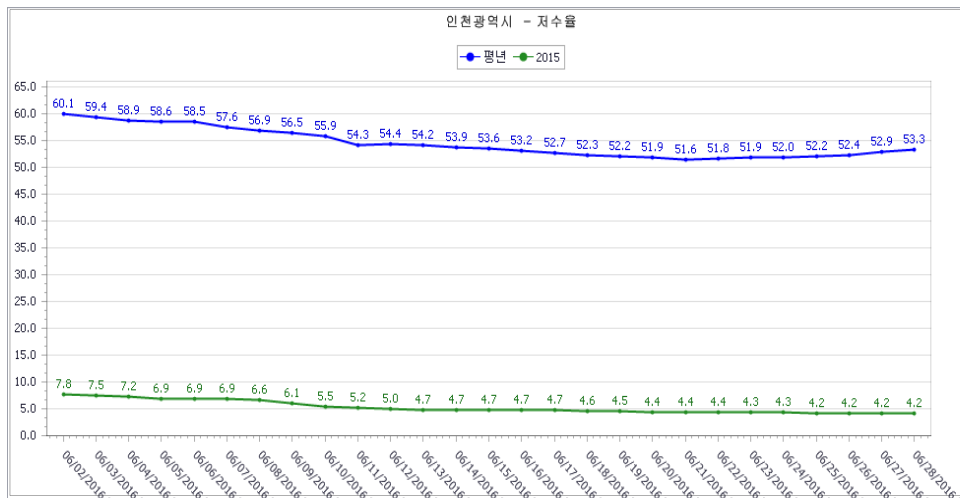
〈그림 5 - 1〉 2015.06.02.~ 06.28 전국 평균 저수율

(표 5 - 15) 평년대비 2015년 전국 평균 저수율(06.02~06.28)

날짜	평년저수율 (%)	2015	
		저수율(%)	평년대비(%)
06 - 02	75.6	63.8	84
06 - 03	74.8	62.7	84
06 - 04	74.2	61.8	83
06 - 05	73.7	60.4	82
06 - 06	73.6	60.3	82
06 - 07	72.6	58.8	81
06 - 08	72	57.6	80
06 - 09	71.4	56.9	80
06 - 10	70.4	55.8	79
06 - 11	67.9	54.9	81
06 - 12	67.6	54.1	80
06 - 13	67.3	54.1	80
06 - 14	66.9	53.9	81
06 - 15	66.5	52.3	79
06 - 16	66.1	51.7	78
06 - 17	66.2	51	77
06 - 18	65.9	50.5	77
06 - 19	65.9	49.8	76
06 - 20	65.8	49.8	76
06 - 21	66.8	49.8	75
06 - 22	66.8	49	73
06 - 23	66.9	48.2	72
06 - 24	67.7	47.6	70
06 - 25	67.6	47.2	70
06 - 26	67.8	47.7	70
06 - 27	68.4	49	72
06 - 28	68.6	49.1	72

나. 인천광역시 저수율 분석

인천광역시의 유역면적은 13,364ha, 수혜면적은 5,844ha, 유효저수량은 29,214천m³이다. 인천광역시의 저수율은 분석 시작 시점 6월 2일부터 이미 7.8%의 저수율을 보였다. 이미 평년대비 13% 밖에 되지 않은 저수율로 이전 가을부터 시작된 가뭄이 이어져 온 것으로 판단된다. 이양에 필요한 용수조차 확보가 어려웠으며 따라서 피해 면적이 클 수 밖에 없었으며 피해 자료에서 보듯이 강화군의 피해면적이 피해 시·군중에 가장 크다는 것을 알 수 있다.



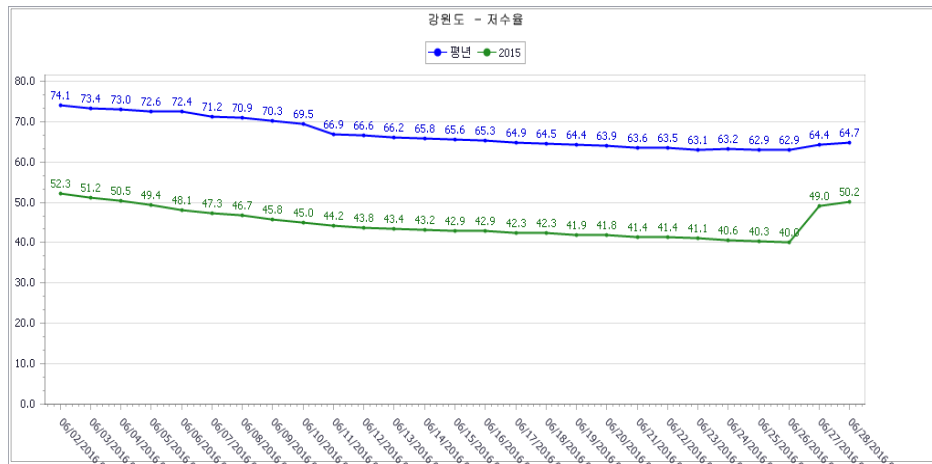
〈그림 5 - 2〉 2015년 인천광역시 일별 저수율

(표 5 - 16) 인천광역시 평년대비 2015년 저수율(06.02~06.28)

날짜	평년저수율 (%)	2015	
		저수율(%)	평년대비(%)
06 - 02	60.1	7.8	13
06 - 03	59.4	7.5	13
06 - 04	58.9	7.2	12
06 - 05	58.6	6.9	12
06 - 06	58.5	6.9	12
06 - 07	57.6	6.9	12
06 - 08	56.9	6.6	12
06 - 09	56.5	6.1	11
06 - 10	55.9	5.5	10
06 - 11	54.3	5.2	10
06 - 12	54.4	5	9
06 - 13	54.2	4.7	9
06 - 14	53.9	4.7	9
06 - 15	53.6	4.7	9
06 - 16	53.2	4.7	9
06 - 17	52.7	4.7	9
06 - 18	52.3	4.6	9
06 - 19	52.2	4.5	9
06 - 20	51.9	4.4	8
06 - 21	51.6	4.4	9
06 - 22	51.8	4.4	8
06 - 23	51.9	4.3	8
06 - 24	52	4.3	8
06 - 25	52.2	4.2	8
06 - 26	52.4	4.2	8
06 - 27	52.9	4.2	8
06 - 28	53.3	4.2	8

다. 강원도 저수율 분석

강원도의 유역면적은 92,955ha, 수혜면적은 13,185ha, 유효저수량은 110,901천m³이다. 강원도 또한 강수량이 적었기 때문에 저수율을 보면 평년과 약 20%p 이상 낮은 것을 볼 수 있다. 이는 강우가 비교적 많이 내린 6월 26일 이후 10%p 상승하는 것을 볼 수 있었다.



〈그림 5 - 3〉 2015년 강원도 일별 저수율

(표 5 - 17) 강원도 평년대비 2015년 저수율(06.02~06.28)

날짜	평년저수율 (%)	2015	
		저수율(%)	평년대비(%)
06 - 02	74.1	52.3	71
06 - 03	73.4	51.2	70
06 - 04	73	50.5	69
06 - 05	72.6	49.4	68
06 - 06	72.4	48.1	66
06 - 07	71.2	47.3	66
06 - 08	70.9	46.7	66
06 - 09	70.3	45.8	65
06 - 10	69.5	45	65
06 - 11	66.9	44.2	66
06 - 12	66.6	43.8	66
06 - 13	66.2	43.4	66
06 - 14	65.8	43.2	66
06 - 15	65.6	42.9	65
06 - 16	65.3	42.9	66
06 - 17	64.9	42.3	65
06 - 18	64.5	42.3	66
06 - 19	64.4	41.9	65
06 - 20	63.9	41.8	65
06 - 21	63.6	41.4	65
06 - 22	63.5	41.4	65
06 - 23	63.1	41.1	65
06 - 24	63.2	40.6	64
06 - 25	62.9	40.3	64
06 - 26	62.9	40	64
06 - 27	64.4	49	76
06 - 28	64.7	50.2	78

라. 50%미만(평년대비) 저수율 시·군 분석

평년 대비 50% 미만의 저수율을 보인 시·군을 보면 강화, 군포, 파주, 양주, 속초, 고성, 양양으로 나타났다. 강화는 피해면적이 가장 큰 지역이고 속초는 재배면적 대비 피해면적이 가장 컸고 고성, 양양 등은 피해면적이 각각 289ha, 324ha로 시·군 평균피해면적 189ha보다 큰 값을 나타냈다. 피해지역을 추측하는데 저수율자료는 유용하게 활용될 수 있을 것이며 70%미만 저수율 시·군을 분석하였을 때는 약 50%가 가뭄피해 조사지역에 속해있었다. 피해조사는 이루어지지 않았지만 피해가 생겼거나 대책이 투입된 지역을 추측할 수 있어 향후 피해평가를 위한 유용한 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단하였다.

(표 5-18) 2015년 평년대비 50%미만 저수율 시·군

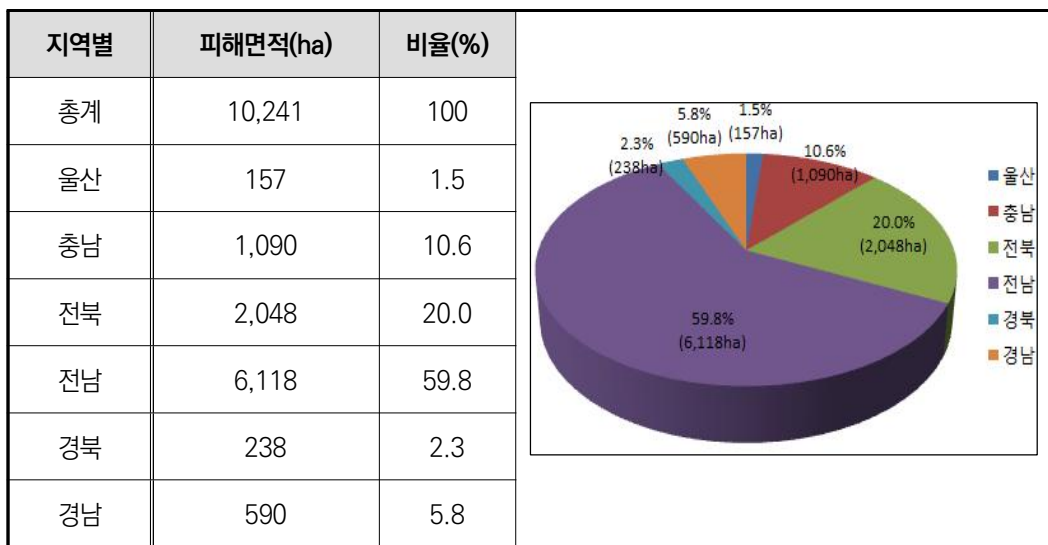
시·도	시·군
인천(1)	강화군
경기(3)	군포시, 파주시, 양주시
강원(3)	속초시, 고성군, 양양군

제3절 2016년 농업가뭄 피해 지역

1. 논 가뭄피해 지역(2016년) 분석

울산, 충남, 전북, 전남, 경북 및 경남지역 등 57개 지자체에서 가뭄이 발생하여 총 총 10,241ha 가뭄피해면적이 발생하였다. 가뭄피해면적이 가장 큰 지자체는 신안군으로 2,877ha에서 피해가 발생하였으며, 재배면적대비 피해면적 비율이 가장 큰 지역 또한 신안군으로 27.8% 가뭄피해율을 나타내었다. 논가뭄 피해면적이 가장 큰 시도는 전라남도 그 다음으로 전라북도, 충청남도 순으로 나타났다.

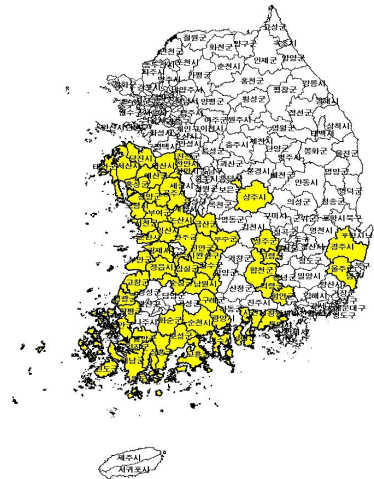
(표 5 - 19) 2016년 지역별 논 가뭄 피해면적 비율



(표 5 - 20) 2016년도 논 가뭄 피해면적 및 피해지역도

시군		재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)	시군		재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)
울산	소계	5,137	157	3.1	전남	강진	10,674	542	5.1
	울주	5,137	157	3.1		해남	22,774	172	0.8
충남	소계	154,226	1,090	0.7		영암	16,915	1	0.1
	천안	6,571	3	0.1		무안	10,238	714	7.0
	공주	7,479	79	1.1		함평	8,529	50	0.6
	보령	9,570	69	0.7		영광	11,757	619	5.3
	아산	11,061	8	0.1		완도	2,822	30	1.1
	서산	21,415	115	0.5		진도	6,869	136	2.0
	논산	12,556	25	0.2		산안	10,359	2,877	27.8
	당진	21,308	29	0.1		경북	소계	50,429	238	0.5
금산	1,964	5	0.3	포항	8,985		41	0.5	
부여	12,884	230	1.8	경주	14,880		70	0.5	
서천	10,902	188	1.7	상주	14,665		102	0.7	
청양	6,542	35	0.5	고령	4,902		15	0.3	
홍성	10,067	268	2.7	성주	6,997		10	0.1	
전북	소계	131,448	2,048	1.6	경남	소계	34,605	590	1.7
	전주	3,377	25.0	0.7		사천	4,835	47	1.0
	군산	13,280	109.0	0.8		의령	4,677	8	0.2
	익산	18,998	84.9	0.4		함안	6,738	82	1.2
	정읍	15,358	262.4	1.7		고성	7,032	116	1.6
	남원	11,051	218.1	2.0		남해	2,656	284	10.7
	김제	23,166	277.4	1.2		합천	8,667	53	0.6
	완주	5,198	62.0	1.2	총 계	392,639	10,241	2.6	
	진안	2,616	195.1	7.5	전남	소계	10,359	6,118	59.1
	무주	1,598	152.9	9.6		여수	2,676	8	0.3
	장수	3,470	131.6	3.8		순천	6,299	163	2.6
	임실	4,472	63.6	1.4		광양	1,794	4	0.2
	순창	6,435	64.7	1.0		구례	3,255	11	0.3
	고창	14,059	244.4	1.7		고흥	14,773	7	0.0
	부안	14,805	157.3	1.1		보성	9,134	20	0.2
	소계	10,359	6,118	59.1		화순	6,131	5	0.1
	장흥	9,498	759	8.0					

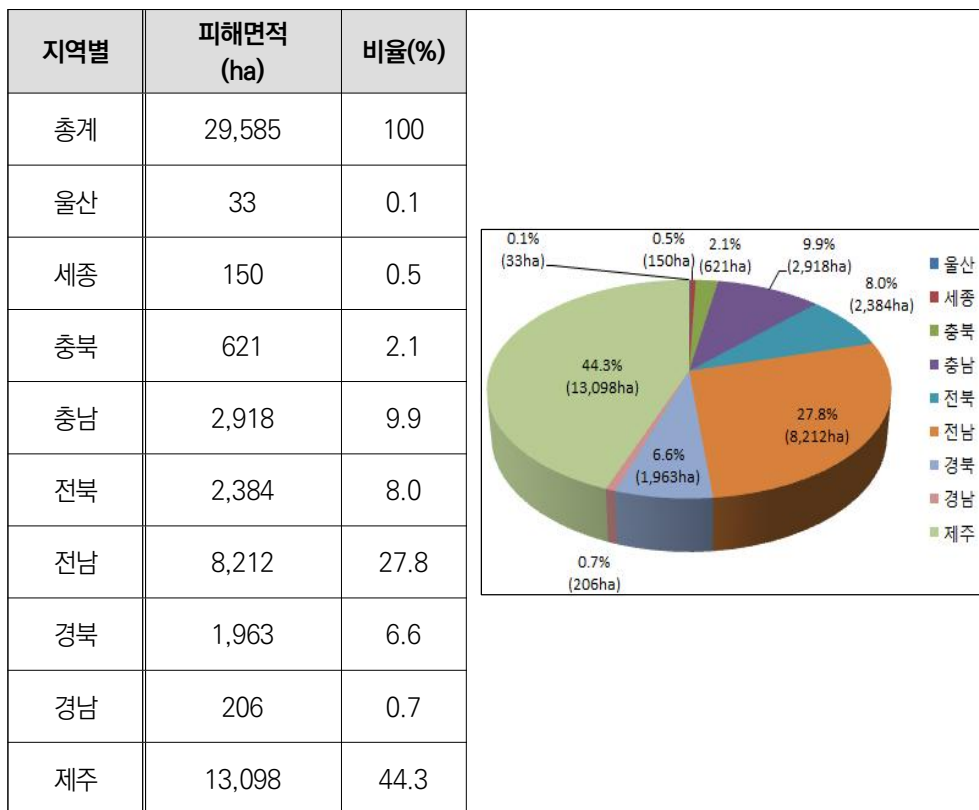
[2016년 논 가뭄피해 지역도]



2. 밭 가뭄피해 지역(2016년) 분석

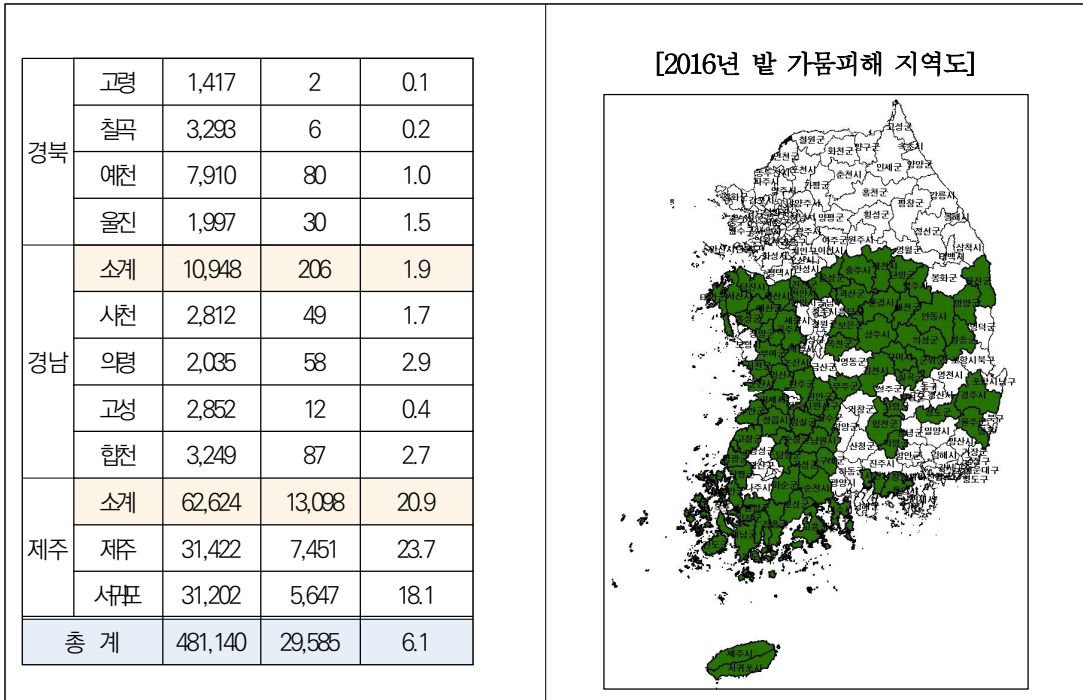
2016년 밭 가뭄 피해면적 조사 자료를 보면 울산, 세종, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남 및 제주 등 79개 지자체에서 총 29,585ha 가뭄피해 면적 발생하였다. 가뭄피해면적이 가장 큰 지자체는 제주시로 7,451ha를 차지하였고 재배면적대비 피해면적 비율이 가장 큰 지역은 강진군으로 39.4%의 가뭄피해율을 보였고 그 다음으로 신안군이 29.4%로 그 다음을 이었다. 시도별 밭 가뭄피해 면적은 전라남도(59.8%)가 가장 크고, 전라북도, 충청남도 순으로 분석되었다.

(표 5 - 21) 2016년 지역별 밭 가뭄 피해면적 및 비율



(표 5 - 22) 2016년도 밭 가뭄피해 면적 및 피해지역도

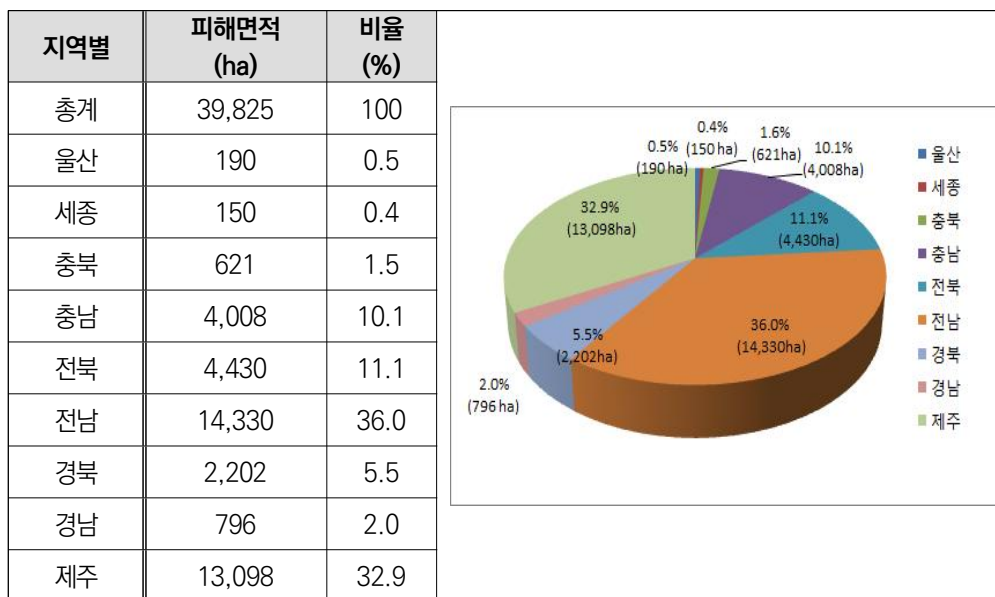
시군		재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)	시군		재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)
울산	소계	3,915	33	0.8	전남	소계	102,860	8,212	8.0
	울주	3,915	33	0.8		여수	5,624	49	0.9
세종	소계	3,475	150	4.3		순천	7,487	589	7.9
	세종	3,475	150	4.3		담양	2,722	3	0.1
충북	소계	58,787	621	1.1		곡성	3,242	91	2.8
	청주	7,014	203	2.9		구례	2,375	20	0.8
	충주	8,782	78	0.9		고흥	7,592	149	2.0
	제천	7,990	65	0.8		보성	5,741	144	2.5
	보은	4,124	75	1.8		화순	3,972	3	0.1
	옥천	5,665	3	0.1		장흥	2,216	551	24.9
	증평	962	62	6.4		강진	2,326	916	39.4
	진천	3,120	39	1.3		해남	12,627	1,141	9.0
	괴산	7,774	13	0.2		영암	6,192	25	0.4
	음성	8,040	46	0.6		무안	10,330	123	1.2
	단양	5,316	37	0.7		함평	4,656	5	0.1
충남	소계	56,456	2,918	5.2		영광	5,524	1,199	21.7
	천안	7,426	11	0.1	완도	4,516	75	1.7	
	공주	3,121	537	17.2	진도	5,710	186	3.3	
	아산	4,698	14	0.3	산안	10,008	2,943	29.4	
	서산	5,733	458	8.0	소계	112,896	1,963	1.7	
	논산	7,250	15	0.2	포항	5,345	40	0.7	
	당진	4,223	207	4.9	경주	5,903	15	0.3	
	부여	3,495	208	6.0	김천	9,796	24	0.2	
	서천	2,690	21	0.8	안동	13,698	280	2.0	
	청양	2,203	353	16.0	구미	2,635	43	1.6	
	홍성	3,660	934	25.5	영주	8,967	140	1.6	
예산	6,965	10	0.1	상주	12,308	436	3.5		
태안	4,992	150	3.0	문경	6,305	304	4.8		
전북	소계	69,179	2,384	3.4	군위	4,273	67	1.6	
	전주	1,978	33	1.7	의성	10,390	57	0.5	
	군산	1,364	85	6.2	창송	6,361	2	0.1	
	익산	5,395	101	1.9	영양	4,875	434	8.9	
	정읍	8,491	396	4.7	창도	7,423	4	0.1	
	남원	4,279	51	1.2					
	김제	6,433	99	1.5					
	완주	6,883	157	2.3					
	진안	4,995	175	3.5					



3. 논과 밭을 포함한 가뭄피해 지역(2016년)

논과 밭 중 한가지 이상 피해 면적이 발생한 지역은 울산, 세종, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남 및 제주지역 등 85개 지자체에서 가뭄이 발생하여 총 39,825ha 가뭄피해 면적 발생하였다.

(표 5 - 23) 2016년 지역별 가뭄피해 면적 및 비율



가뭄피해면적이 가장 큰 지자체는 제주시로 7,451ha 차지하였고 다음으로 신안군이 5,820ha를 차지하였다. 재배면적 대비 피해면적 비율이 가장 큰 지역은 신안군으로 28.6%의 가뭄피해율을 보였다. 또한 2016년 논 가뭄피해와 밭 가뭄피해가 동시 발생 지역은 51개 지역으로 분석되었으며, 이는 가뭄발생 지역(85개)중 60% 시·군이 포함되는 것으로 2015년에 비해 논과 밭의 피해가 함께 발생한 지역의 비율이 증가하였다.

(표 5-24) 2016년 논과 밭 피해 중첩지역

[2016년 가뭄피해 중첩 지역]		[2016년 가뭄피해 중첩 지역 표시도]
지역별	지자체	
총계	51개	
울산	울주군 등 1개	
충남	홍성군, 공주시 등 12개	
전북	고창군, 정읍시 등 14개	
전남	신안군, 강진군 등 16개	
경북	상주시, 경주시 등 4개	
경남	합천군, 고성군 등 4개	

					[2016년 통합(논+밭) 가뭄피해 지역도]
경남	소계	45,553	796	1.7%	
	사천	7,647	96	1.3%	
	의령	6,712	66	1.0%	
	함안	6,738	82	1.2%	
	고성	9,884	128	1.3%	
	남해	2,656	284	10.7%	
	합천	11,916	140	1.2%	
제주	소계	62,624	13,098	20.9%	
	제주	31,422	7,451	23.7%	
	서귀포	31,202	5,647	18.1%	
총계		481,140	29,585	6.1	

(표 5 - 25) 2016년 통합(논+밭)가뭄피해 면적 및 피해지역도

시·군		재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)	시·군		재배면적 (ha)	피해면적 (ha)	피해율 (%)	
울산	소계	9,052	190	2.1%	전북	순창	9,945	125	1.3%	
	울주	9,052	190	2.1%		고창	24,576	746	3.0%	
세종	소계	3,475	150	4.3%		부안	18,994	637	3.4%	
	세종	3,475	150	4.3%	전남	소계	257,357	14,330	5.6%	
충북	소계	58,787	621	1.1%		여수	8,300	57	0.7%	
	청주	7,014	203	2.9%		순천	13,786	752	5.5%	
	충주	8,782	78	0.9%		광양	1,794	4	0.2%	
	제천	7,990	65	0.8%		담양	2,722	3	0.1%	
	보은	4,124	75	1.8%		곡성	3,242	91	2.8%	
	옥천	5,665	3	0.1%		구례	5,630	31	0.6%	
	증평	962	62	6.4%		고흥	22,365	156	0.7%	
	진천	3,120	39	1.3%		보성	14,875	164	1.1%	
	괴산	7,774	13	0.2%		화순	10,103	8	0.1%	
	음성	8,040	46	0.6%		장흥	11,714	1,310	11.2%	
	단양	5,316	37	0.7%		강진	13,000	1,458	11.2%	
	충남	소계	210,682	4,008		1.9%	해남	35,401	1,313	3.7%
		천안	13,997	14		0.1%	영암	23,107	26	0.1%
공주		10,600	616	5.8%		무안	20,568	837	4.1%	
보령		9,570	69	0.7%		함평	13,185	55	0.4%	
아산		15,759	22	0.1%		영광	17,281	1,818	10.5%	
서산		27,148	573	2.1%	완도	7,338	105	1.4%		
논산		19,806	40	0.2%	진도	12,579	322	2.6%		
당진		25,531	236	0.9%	신안	20,367	5,820	28.6%		
금산		1,964	5	0.3%	경북	소계	163,325	2,202	1.3%	
부여		16,379	438	2.7%		포항	14,330	81	0.6%	
서천		13,592	209	1.5%		경주	20,783	85	0.4%	
청양		8,745	388	4.4%		김천	9,796	24	0.2%	
홍성		13,727	1,202	8.8%		안동	13,698	280	2.0%	
예산		19,297	16	0.1%		구미	2,635	43	1.6%	
태안		14,567	180	1.2%		영주	8,967	140	1.6%	
전북	소계	207,062	4,430	2.1%		상주	26,973	538	2.0%	
	전주	5,355	58	1.1%		문경	6,305	304	4.8%	
	군산	14,644	194	1.3%		군위	4,273	67	1.6%	
	익산	24,393	186	0.8%		의성	10,390	57	0.5%	
	정읍	23,849	658	2.8%		청송	6,361	2	0.0%	
	남원	15,330	269	1.8%		영양	4,875	434	8.9%	
	김제	29,599	376	1.3%		청도	7,423	4	0.1%	
	완주	12,081	219	1.8%		고령	6,319	17	0.3%	
	진안	7,611	370	4.9%		철곡	3,293	6	0.2%	
	무주	5,445	265	4.9%		예천	7,910	80	1.0%	
	장수	7,500	213	2.8%	울진	1,997	30	1.5%		
	임실	7,740	114	1.5%	성주	6,997	10	0.1%		

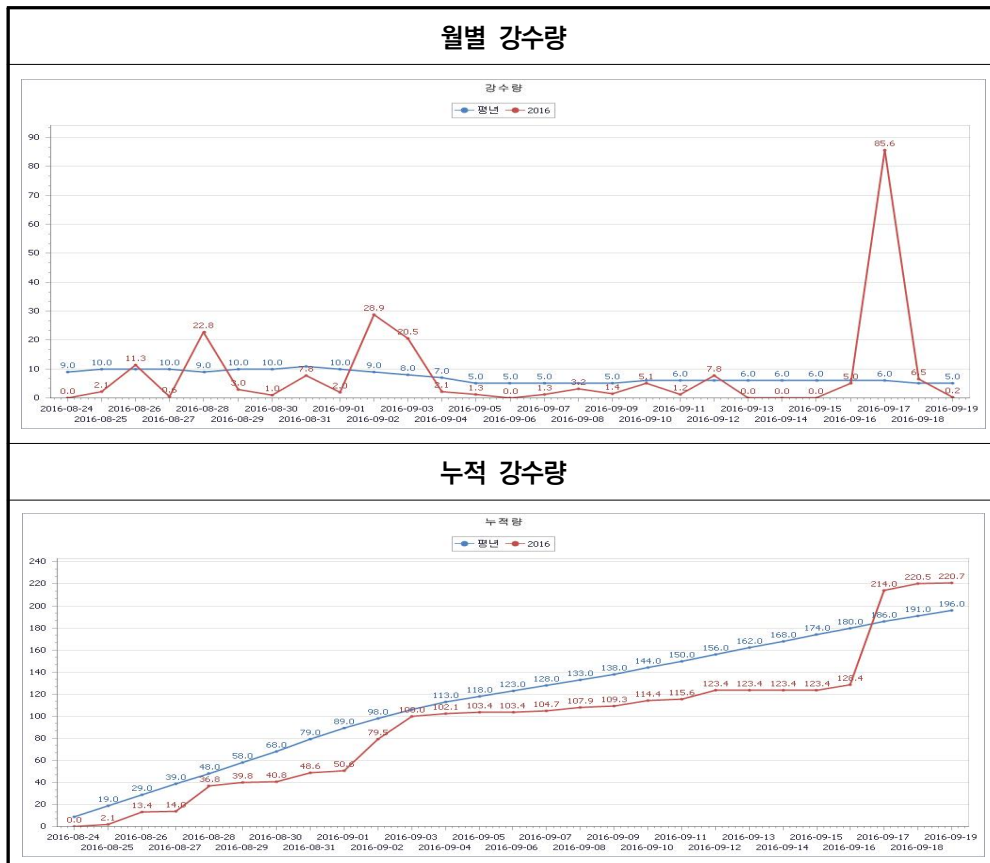
제4절 2016년 가뭄 정보 분석

1. 강수량 분석(2016.08.24.~2016.09.19.)

가. 전체 강수량 분석

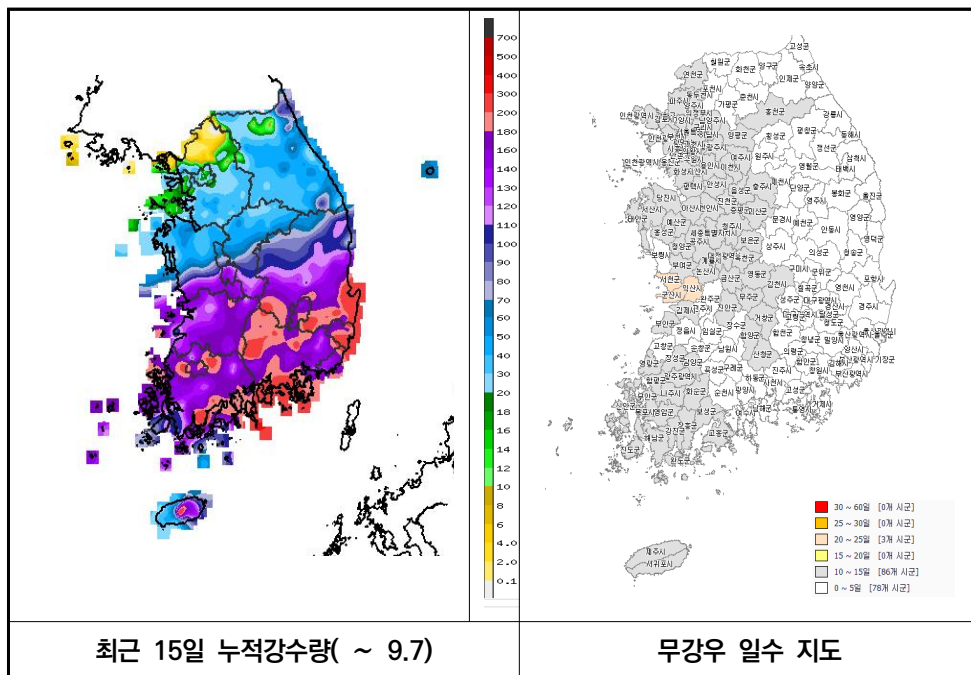
가뭄이 발생했던 8월 24일부터 9월 19일까지의 누적강수량을 살펴보면 9월 16일까지 평년 180mm인 반면 2016년에는 128.4mm로 평년대비 약 29%가 줄어든 누적강우량을 보였다. 그리고 9월 17일 남부지방을 중심으로 85.6mm가량의 많은 비가 내렸는데 이것이 전년도에 비해 강우로 해결된 면적이 많은 가장 큰 요인으로 분석된다.

(표 5 - 26) 2016년 월별 및 누적강수량



9월 7일 기준 강우지도를 살펴보면 익산시, 서천군, 군산시는 20~25일간 무강우 일수를 기록했으며 서쪽으로는 무강우 일수가 거의 모든 시·군에서 10일 이상 되는 것을 알 수 있다. 이로 인해 많은 지역이 농업가뭄을 겪을 가능성이 크며 조사된 피해지역 또한 서남부 지역에 집중된 것을 확인할 수 있다.

(표 5-27) 강우 지도(2016. 9. 7 기준)



시도별 누적강수량자료를 보면 전라북도는 평년 대비 14.6%로 가장 적었으며 그 다음으로 충청남도, 인천광역시로 30%를 밑도는 누적강수량을 보였다. 전국적으로 전년도보다는 누적강수량이 많았으나 경상북도와 경상남도를 제외하고는 평년을 밑도는 수치를 기록하여 2016년에도 가뭄이 심했던 것으로 파악된다. 밑에서 가뭄피해 면적이 가장 넓었던 제주특별자치도와 전라남도의 강수량에 대해 자세히 다루겠다.

(표 5 - 28) 시도별 누적 강수량(2016.09.07. 기준)

(단위 : mm)

구 분	평균	인천	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
2016	104.8	41.5	49.1	112.4	70.9	36.6	18.3	56.2	167.5	203.5	86.1
평년	127.6	143.2	142.1	153.5	118.6	132.5	125.2	123.6	108.6	128.3	137.5
평년대비 (%)	82.1	29	34.6	73.2	59.8	27.6	14.6	45.5	154.2	158.6	62.6
2015	69	17.6	26.8	82.7	60.7	33.8	33.9	55.1	105.1	94	102.2

(표 5 - 29) 시도별 무강우 일수(2016. 9. 7 기준)

(단위 : mm)

구분	8.24 이전 (연속)	8.24	8.25	8.26	8.27	8.28	8.29	8.30	8.31	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	무강우 일수
전국	15	0.0	2.1	11.3	0.6	22.8	3.0	1.0	7.8	2.0	28.9	20.5	2.1	1.3	0.0	1.3	4
인천	15	0.0	3.8	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5
경기	15	0.0	5.6	12.6	0.0	0.5	0.0	0.0	23.5	0.0	6.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5
강원	9	0.0	11.7	28.5	0.0	29.5	11.7	2.1	6.3	1.9	1.3	6.4	6.3	4.0	0.0	2.9	3
충북	14	0.0	0.1	20.7	0.1	6.1	1.2	4.0	22.7	2.8	8.7	0.3	3.1	0.5	0.0	0.6	5
충남	15	0.0	0.0	6.8	0.6	2.1	4.5	1.9	17.8	0.2	2.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	7
전북	0	0.6	0.0	5.6	2.4	1.2	0.0	0.4	0.7	0.0	0.4	0.0	4.3	2.2	0.0	0.4	12
전남	15	0.0	0.0	5.1	2.1	22.3	0.0	0.2	0.0	0.1	24.4	1.2	0.7	0.0	0.0	0.1	5
경북	7	0.0	0.0	9.8	0.1	39.2	3.7	0.6	3.9	1.4	50.9	52.3	2.6	1.7	0.0	1.1	4
경남	1	0.0	0.0	4.6	0.5	42.9	0.4	0.0	0.2	7.7	84.1	57.7	0.4	1.3	0.0	3.5	4
제주	15	0.0	0.3	1.5	8.9	34.2	0.0	0.0	0.0	16.6	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	5

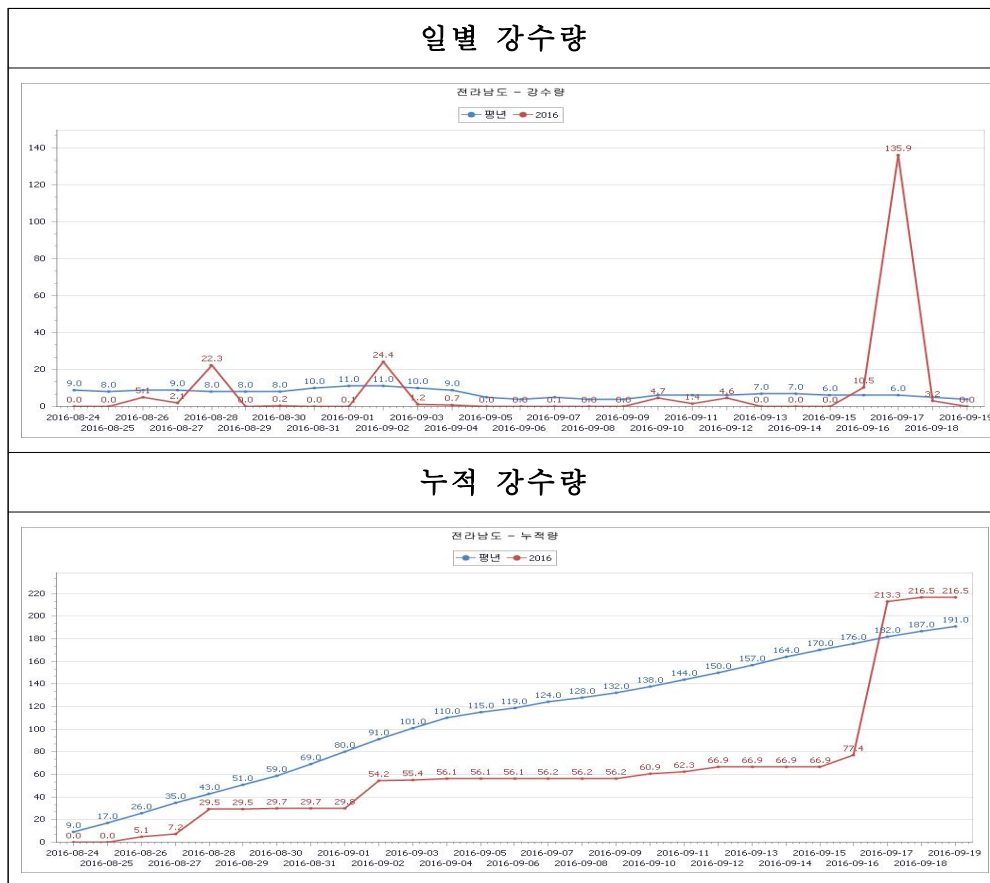
(표 5 - 30) 2016년 평년대비 일별 강수량 분석

날짜	평년		2016	
	강우	누적	강우	누적
08 - 24	9	9	0	0
08 - 25	10	19	2.1	2.1
08 - 26	10	29	11.3	13.4
08 - 27	10	39	0.6	14
08 - 28	9	48	22.8	36.8
08 - 29	10	58	3	39.8
08 - 30	10	68	1	40.8
08 - 31	11	79	7.8	48.6
09 - 01	10	89	2	50.6
09 - 02	9	98	28.9	79.5
09 - 03	8	106	20.5	100
09 - 04	7	113	2.1	102.1
09 - 05	5	118	1.3	103.4
09 - 06	5	123	0	103.4
09 - 07	5	128	1.3	104.7
09 - 08	5	133	3.2	107.9
09 - 09	5	138	1.4	109.3
09 - 10	6	144	5.1	114.4
09 - 11	6	150	1.2	115.6
09 - 12	6	156	7.8	123.4
09 - 13	6	162	0	123.4
09 - 14	6	168	0	123.4
09 - 15	6	174	0	123.4
09 - 16	6	180	5	128.4
09 - 17	6	186	85.6	214
09 - 18	5	191	6.5	220.5
09 - 19	5	196	0.2	220.7

나. 전라남도 강수량 분석

전라남도 강수량을 보면 9월 17일 135.9mm의 강우로 인해 누적강수량은 평년치를 웃돌았다. 하지만 그 16일까지도 누적강수량이 평년에 비해 98.6mm 적고 평년에 비해 50%도 안 되는 심한 가뭄이 지속되었다는 것을 알 수 있다. 그리고 17일의 경우처럼 한꺼번에 많은 양의 비가 내리면 하천으로 무효 유출되는 양이 많아 저수시설이 잘 되어 있지 않은 지역에서는 장기적인 측면에서는 강우의 양이 많은 것에 비해 큰 도움을 주기 힘들다. 따라서 전라남도 전국에서 논 경지면적이 가장 넓은 만큼 논 피해 발생면적도 가장 넓었고 조사된 밭 피해면적 또한 제주도 다음으로 컸다.

(표 5-31) 2016년 전라남도 일별 및 누적 강수량



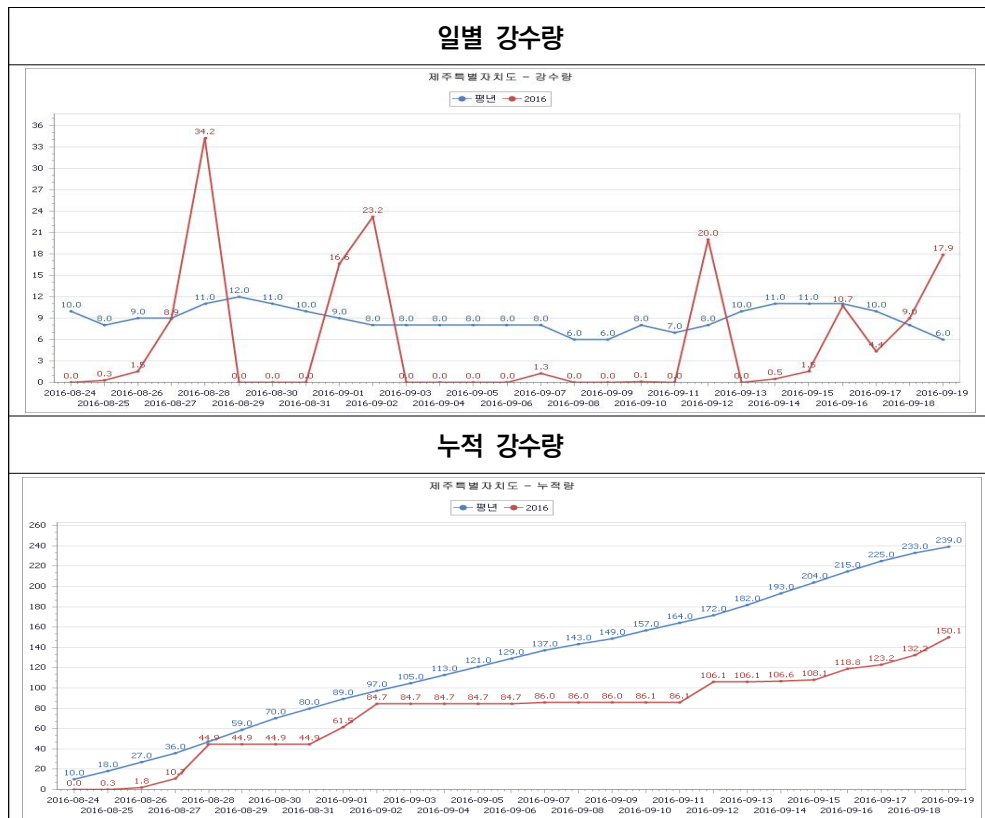
(표 5 - 32) 2016년 전라남도 평년대비 일별 강수량 분석

날짜	평년		2016	
	강우	누적	강우	누적
08 - 24	9	9	0	0
08 - 25	8	17	0	0
08 - 26	9	26	5.1	5.1
08 - 27	9	35	2.1	7.2
08 - 28	8	43	22.3	29.5
08 - 29	8	51	0	29.5
08 - 30	8	59	0.2	29.7
08 - 31	10	69	0	29.7
09 - 01	11	80	0.1	29.8
09 - 02	11	91	24.4	54.2
09 - 03	10	101	1.2	55.4
09 - 04	9	110	0.7	56.1
09 - 05	5	115	0	56.1
09 - 06	4	119	0	56.1
09 - 07	5	124	0.1	56.2
09 - 08	4	128	0	56.2
09 - 09	4	132	0	56.2
09 - 10	6	138	4.7	60.9
09 - 11	6	144	1.4	62.3
09 - 12	6	150	4.6	66.9
09 - 13	7	157	0	66.9
09 - 14	7	164	0	66.9
09 - 15	6	170	0	66.9
09 - 16	6	176	10.5	77.4
09 - 17	6	182	135.9	213.3
09 - 18	5	187	3.2	216.5
09 - 19	4	191	0	216.5

다. 제주특별자치도 강수량 분석

제주특별자치도 일별 강수량 자료를 보면 조사기간 동안 9일 이상의 강우가 기록되었지만 누적 강수량을 보면 9월 11일에 평년대비 약 53%를 보였으며 이후 강우가 와도 격차가 90mm 이상 차이 나는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 가뭄은 특히 밭이 경지면적의 대부분을 차지하는 제주도의 경우 영향이 크게 된다. 따라서 가뭄피해면적 자료를 보면 제주도는 밭 피해면적이 전국에서 가장 넓으며 논과 밭을 합친 면적에서도 두 번째로 가장 넓은 피해 면적을 기록하였다. 제주도의 밭 피해율(밭 시들음 면적/경지면적)이 전국에서 가장 높은 것을 통해 향후 기상 및 피해자료 축적을 통해 강우가 밭 가뭄에 미치는 영향을 파악할 수 있을 것으로 판단했다.

(표 5 - 33) 2016년 제주특별자치도 월별 및 누적 강수량



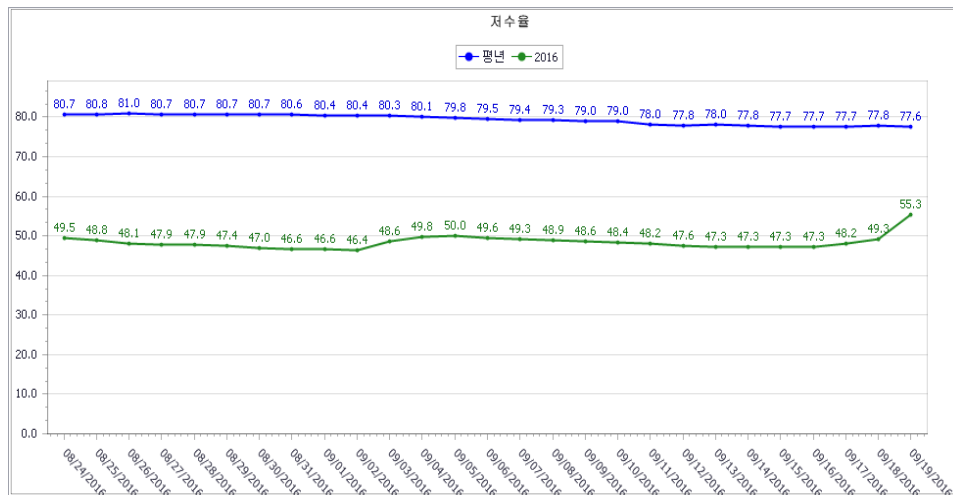
(표 5 - 34) 2016년 제주특별자치도 평년대비 일별 강수량 분석

날짜	평년		2016	
	강우	누적	강우	누적
08 - 24	10	10	0	0
08 - 25	8	18	0.3	0.3
08 - 26	9	27	1.5	1.8
08 - 27	9	36	8.9	10.7
08 - 28	11	47	34.2	44.9
08 - 29	12	59	0	44.9
08 - 30	11	70	0	44.9
08 - 31	10	80	0	44.9
09 - 01	9	89	16.6	61.5
09 - 02	8	97	23.2	84.7
09 - 03	8	105	0	84.7
09 - 04	8	113	0	84.7
09 - 05	8	121	0	84.7
09 - 06	8	129	0	84.7
09 - 07	8	137	1.3	86
09 - 08	6	143	0	86
09 - 09	6	149	0	86
09 - 10	8	157	0.1	86.1
09 - 11	7	164	0	86.1
09 - 12	8	172	20	106.1
09 - 13	10	182	0	106.1
09 - 14	11	193	0.5	106.6
09 - 15	11	204	1.5	108.1
09 - 16	11	215	10.7	118.8
09 - 17	10	225	4.4	123.2
09 - 18	8	233	9	132.2
09 - 19	6	239	17.9	150.1

2. 저수율 분석 (2016.8.24.~2016.9.19.)

가. 전국 저수율 분석

분석기간 동안 전국 평균저수율은 평년 약 77%~81%를 유지하지만 2016년에는 저수율이 약 47%~55%으로 30%p 낮은 저수율을 나타내고 있다. 2015년에 이어 2016년에 가뭄이 이어져 이양기 이후 용수 수요가 많은 시기에 저수율이 낮아지고 이후 강우가 부족하여 용수가 부족한 상태가 지속된 것이 저수율이 낮은 가장 큰 요인으로 판단된다. 가뭄피해 면적이 가장 컸던 전라남도과 제주특별자치도에 대해서는 밑에서 자세히 다루었다.



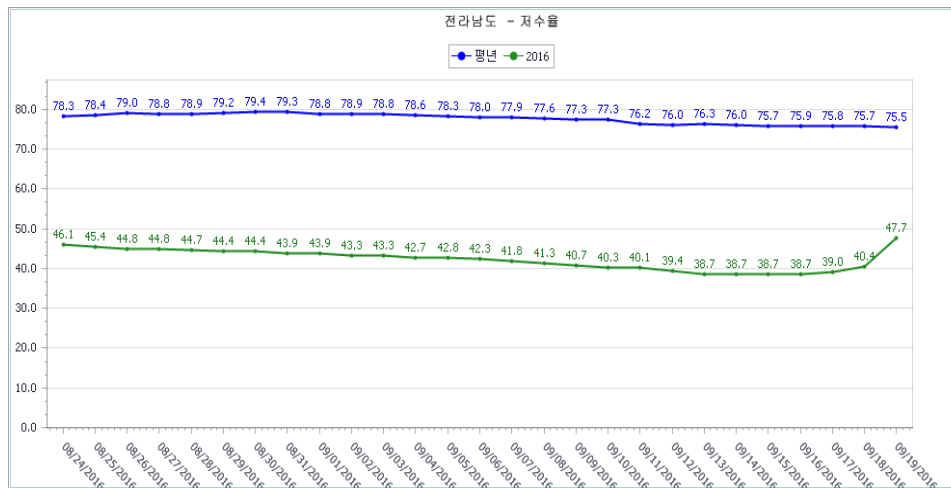
〈그림 5 - 4〉 2016.08.24. ~ 09.19. 전국 저수율

(표 5 - 35) 2016년 평년대비 일별 저수율

날짜	평년저수율 (%)	2016	
		저수율(%)	평년대비(%)
08 - 24	80.7	49.5	61
08 - 25	80.8	48.8	60
08 - 26	81	48.1	59
08 - 27	80.7	47.9	59
08 - 28	80.7	47.9	59
08 - 29	80.7	47.4	59
08 - 30	80.7	47	58
08 - 31	80.6	46.6	58
09 - 01	80.4	46.6	58
09 - 02	80.4	46.4	58
09 - 03	80.3	48.6	61
09 - 04	80.1	49.8	62
09 - 05	79.8	50	63
09 - 06	79.5	49.6	62
09 - 07	79.4	49.3	62
09 - 08	79.3	48.9	62
09 - 09	79	48.6	62
09 - 10	79	48.4	61
09 - 11	78	48.2	62
09 - 12	77.8	47.6	61
09 - 13	78	47.3	61
09 - 14	77.8	47.3	61
09 - 15	77.7	47.3	61
09 - 16	77.7	47.3	61
09 - 17	77.7	48.2	62
09 - 18	77.8	49.3	63
09 - 19	77.6	55.3	71

나. 전라남도 저수율 분석

전라남도 농업용 저수지의 유역면적은 170,974ha, 수혜면적은 50,668ha, 유효저수량은 310,404천m³이다. 전라남도의 저수율은 분석 시작 시점 8월 24일에 46.15%으로 평년대비 59% 밖에 되지 않았다. 이는 위에서 언급한 것과 같이 강우의 부족으로 인한 것으로 판단된다. 낮은 저수율로 인해 논 경지면적이 가장 큰 전라남도의 논 피해에 큰 영향을 미쳤으며 전국에서 가장 큰 피해 면적이 조사되었다. 농업기반시설이 비교적 잘 갖추어진 지역이지만 낮은 저수율과 피해이력을 보았을 때 한발빈도를 설계 기준을 개선하여 가뭄대응능력을 보다 키울 필요성이 있는 것으로 판단된다.



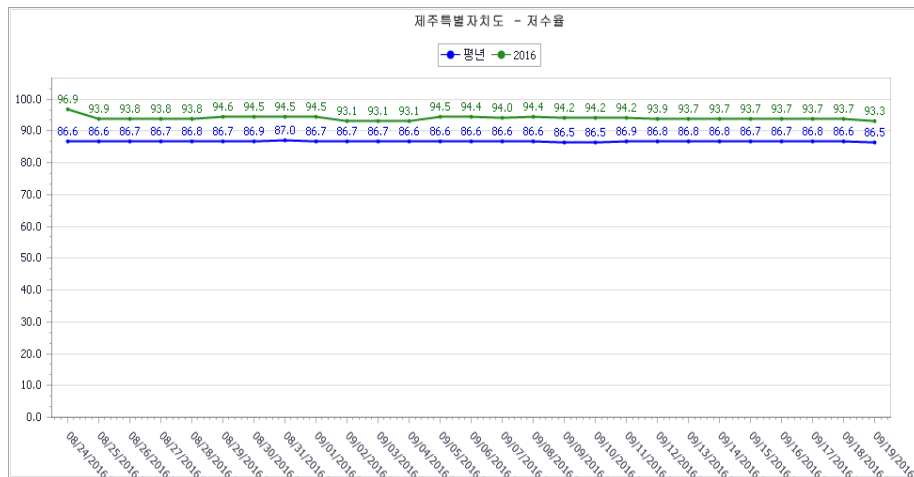
〈그림 5 - 5〉 2016.08.24. ~ 09.19. 전라남도 저수율

(표 5 - 36) 2016년 전라남도 평년대비 일별 저수율

날짜	평년저수율 (%)	2016	
		저수율(%)	평년대비(%)
08 - 24	78.3	46.1	59
08 - 25	78.4	45.4	58
08 - 26	79	44.8	57
08 - 27	78.8	44.8	57
08 - 28	78.9	44.7	57
08 - 29	79.2	44.4	56
08 - 30	79.4	44.4	56
08 - 31	79.3	43.9	55
09 - 01	78.8	43.9	56
09 - 02	78.9	43.3	55
09 - 03	78.8	43.3	55
09 - 04	78.6	42.7	54
09 - 05	78.3	42.8	55
09 - 06	78	42.3	54
09 - 07	77.9	41.8	54
09 - 08	77.6	41.3	53
09 - 09	77.3	40.7	53
09 - 10	77.3	40.3	52
09 - 11	76.2	40.1	53
09 - 12	76	39.4	52
09 - 13	76.3	38.7	51
09 - 14	76	38.7	51
09 - 15	75.7	38.7	51
09 - 16	75.9	38.7	51
09 - 17	75.8	39	51
09 - 18	75.7	40.4	53
09 - 19	75.5	47.7	63

다. 제주특별자치도 저수율 분석

제주특별자치도 농업용 저수지의 유역면적은 2,404ha, 수혜면적은 5ha, 유효저수량은 985천m³으로 논농사를 거의 짓지 않는 지역으로 볼 수 있다. 일별 저수율 자료를 보면 평년보다 높은 수치를 보여주고 있어 가뭄이 발생하지 않은 것처럼 보일 수 있지만 실제로는 밭 가뭄이 심각한 상황이었다는 것은 위에서 알아보았다. 따라서 저수율만으로 가뭄지역을 판별하는데 부족하며 경작지 이용 현황, 기상, 토양함수비 등 다양한 인자를 함께 분석하는 것이 필요하다고 분석된다.



〈그림 5 - 6〉 2016.08.24. ~ 09.19. 제주특별자치도 저수율

(표 5 - 37) 2016년 전라남도 평년대비 일별 저수율

날짜	평년저수율 (%)	2016	
		저수율(%)	평년대비(%)
08 - 24	78.3	46.1	59
08 - 25	78.4	45.4	58
08 - 26	79	44.8	57
08 - 27	78.8	44.8	57
08 - 28	78.9	44.7	57
08 - 29	79.2	44.4	56
08 - 30	79.4	44.4	56
08 - 31	79.3	43.9	55
09 - 01	78.8	43.9	56
09 - 02	78.9	43.3	55
09 - 03	78.8	43.3	55
09 - 04	78.6	42.7	54
09 - 05	78.3	42.8	55
09 - 06	78	42.3	54
09 - 07	77.9	41.8	54
09 - 08	77.6	41.3	53
09 - 09	77.3	40.7	53
09 - 10	77.3	40.3	52
09 - 11	76.2	40.1	53
09 - 12	76	39.4	52
09 - 13	76.3	38.7	51
09 - 14	76	38.7	51
09 - 15	75.7	38.7	51
09 - 16	75.9	38.7	51
09 - 17	75.8	39	51
09 - 18	75.7	40.4	53
09 - 19	75.5	47.7	63

라. 50%미만(평년대비) 저수율 시·군 분석

저수율이 평년대비 50%미만인 시·군은 안성시, 익산시, 담양군 등 29개 시·군에서 나타났으며 경기지역을 제외하고 50%이상 겹치는 것을 확인할 수 있었다. 가뭄피해가 사전대책으로 인해 발생하지 않았더라도 정량적 피해평가에는 이렇게 조사되지 않은 지역도 포함되어야 평가가 가능하므로 저수율 50% 및 70% 미만인 지역 중 기상, 경지이용 등을 분석하여 가뭄피해 지역에 포함시키는 것이 필요하다.

(표 5 - 38) 2016년 평년대비 50%미만 저수율 시·군

시·도	시·군
경 기(7)	군포시, 안성시, 화성시, 양주시, 포천시, 여주시, 연천군
전 북(4)	익산시, 정읍시, 임실군, 고창군
전 남(6)	담양군, 무안군, 함평군, 영광군, 완도군, 신안군
충 남(7)	세종시, 보령시, 서산시, 논산시, 서천군, 홍성군, 예산군
경 북(2)	달성군, 경주시
경 남(3)	거제시, 남해군, 하동군

제6장 결론

가뭄에 대한 예측·예방 기법이 여러 연구를 통하여 다양하게 개발되어 왔으나 이를 통합하여 실무에 적용할 수 있는 기술이 미비하고, 실제 물관리 및 가뭄대책 업무에 반영하는 실용화 방안이 요구된다. 그리고 정량적인 가뭄피해 평가의 기준이나 피해 평가 사례가 없어 항구대책 및 복구비용의 산정 기준 미흡하다. 따라서 기후변화, 쌀생산량감소, 벼재배면적 감축, 밭 면적 증가 등 농업내·외 적인 환경변화를 고려한 피해평가 방안 수립 필요하다.

1. 농업가뭄과 대책

가. 2000년대에 들어서는 기후변화에 따라 가뭄의 빈도 및 강도가 증가하고 있는 추세이다. 특히 2015년도에는 강수량이 평년대비 73%로 절대적으로 강수량이 적었으며 연 강수량이 평년대비 72%로 역대 최저 3위를 기록하였다. 2015년 가뭄대책으로 저수지 준설사업, 관정, 양수장, 송수시설 등을 추진하였으며 가뭄대책비로 약 1,200억원의 예산을 투입하였으며 2016년에는 가뭄대책으로 약 400억원의 예산이 투입되었다.

나. 농림축산식품부에서는 2015년 급격한 기후변화로 가뭄발생 빈도 및 강도 증가에 따라 농업·농촌의 효율적인 물 이용을 위한 가뭄대응 종합대책 마련의 필요성이 제기되어 가뭄대응 종합대책(안)을 수립 하였다. 농림축산식품부에서는 「재난 및 안전관리 기본법」 및 「국가위기관리 기본지침(대통령훈령 제342호)」을 근거로 「가뭄 재난」에 대한 정보의 위기관리 목표와 방향, 의사결정체계, 위기경보체계, 부처·기관의 책임과 역할 등을 규정한 정부합동 표준매뉴얼을 바탕으로 농업가뭄 재난에 대한 세부 대응절차와 제반 조치 사항이 수록된 「농업가뭄대응 실무매뉴얼」을 수립하였다.

2. 국내외 농업가뭄 피해 분석 기법 검토

가. 가뭄으로 인한 물부족으로 나타나는 경제적인 과급효과는 직접적인 피해와 간접적인 피해로 분류하여 파악할 수 있다. 직접적인 피해는 물이 없음으로써 직접적으로 받은 피해로 분류할 수 있으며, 간접적인 피해는

물이 없음으로서 발생하는 과급효과에 의한 피해로 분류된다. 농업가물의 직접피해 분석방법론으로 시장가격법, 생산함수 접근법, 대체/보수비용 접근법등이 있고 간접피해 분석방법론으로 투입산출분석은 국민경제를 구성하는 여러 산업 간 연관 관계를 산업 간 생산활동을 이용하여 분석할 수 있다.

- 나. 국내 가뭄피해추정에 대한 대표적인 사례로는 건설교통부(2002)에서 발간한 '2001 가뭄기록조사보고서'가 있으며 평가대상은 벼와 채소, 해당 지역의 특작물, 과수 피해자료를 이용하였다. 기존 건설교통부(2002)의 가뭄피해 추정방법론은 농업가뭄으로 인한 농업부문의 직접피해액을 계측할 수 있다는 장점이 있지만, 품목별 피해액을 추정하기 위해서는 품목별 피해면적과 피해율 자료 필요하다. 또한 미국 NDMC와 일본 가뭄기록조사서의 사례가 있으며 생산량, 물수지, 필요수량 및 절수율 등의 데이터가 활용되었다.

3. 과거 농업가뭄 피해 DB화 구축

가. 가뭄피해 관련 수집자료

- 가뭄대응백서(농림축산식품부)
- 농업생산기반정비사업 통계연보(한국농어촌공사)
- 가뭄피해 및 대책 현황(농림축산식품부)
- 농업생산량(통계청)
- 농업재해보험 피해신고내역(NH농협손해보험)
- 기상정보 (기상청)

- 나. 농업가뭄 피해자료 DB 구축 절차는 원시자료를 수집 및 분석하는 단계, 입력하는 단계, 입력된 도형 및 속성데이터를 공간정보로 적정하게 변환되었는지를 확인하는 구조화 단계, 공간정보를 이용한 데이터베이스의 구축을 데이터베이스 설계서와 동일하게 업로드하는 로딩 단계로 이루어져있다.

- 다. 농업가뭄 피해자료 DB를 농업가뭄지도제작시스템에 연계해 정보를 제공하는 방식으로 구축하여 자료를 통합 관리 및 사용자가 편리하

4. 과거 농업가뭄 피해지역 추정

- 가. 2015년도 저수율을 통한 농업가뭄피해지역의 추정결과 가뭄예측시군 18개, 실제 피해조사지역 24개였으며 9개(50%)의 시군이 피해조사지역과 중첩되었고 2016년도 저수율을 통한 농업가뭄피해지역의 추정결과 가뭄예측시군 73개, 실제 피해조사지역 57개였으며 57개(52%)의 시군이 피해조사지역과 중첩되었다. 실제 피해조사지역과 저수율에 따른 가뭄피해예측지역의 차이발생이 커진 원인은 현장과의 피드백을 제외한 상황에서 분석되었기 때문이며 참고적으로 가뭄지원단에서 국민안전처에 예측 자료 전송 시 현장과의 피드백을 통해 80%이상의 예측결과를 제시하고 있다.
- 나. 1차년에 구축한 농업가뭄 DB 분석 결과를 바탕으로 차년도에는 우리나라 실정에 맞는 농업가뭄 정량적 피해평가 기법을 제안하고 과거 농업가뭄 피해평가 결과를 제시할 것이다.

5. 기대효과

본 연구에서는 과거 가뭄피해에 대해 현재까지 얻을 수 있는 DB구축을 통해 향후 필요한 DB를 설계하고 농업가뭄 피해를 파악하여 농업가뭄 피해의 정량적 분석 기법을 통해 항구대책이나 복구비용 산정의 기준에 적용하여 가뭄피해를 저감하는데 기여를 할 것이다.

□ 참고문헌

- 최홍식 외. 2009. 가뭄·황사·한파·폭염·산불재난 피해액 산정기준 등 제도화 방안 연구. 소방방재청
- 배철민. 2015. 가뭄현장을 가다. 워터저널
- 권오상 외. 2008. 기후변화가 쌀 단수변화에 미치는 영향: 비모수적 및 준모수적 분석. 농업경제연구
- 김정엽. 충남지역의 가뭄상황 및 대응. 하천과 문화(한국하천협회)
- 김태웅 외. 2015. 우리나라 극한가뭄 대응 현황과 개선방안 - 2015년 가뭄을 중심으로. 대한토목학회지
- 김연주 외. 2014. 가뭄재난 관리를 위한 용수공급 피해 분석 및 대응 연구. 한국환경정책·평가연구원
- 한오현. 2009. 농업용저수지 현황과 물 공급전망. 水자원(한강홍수통제소)
- 박기욱. 2009. 농업가뭄지표를 이용한 가뭄분석 및 전망. 水자원(한강홍수통제소)
- 심기오 외. 2009. 극한가뭄 대응방안에 관한 연구. 국립재난안전연구원
- 기상청. 2015. 기후변화 2014 종합보고서
- IPCC. 2014. 제5차 평가 종합보고서
- IPCC. 2007. 제4차 평가 종합보고.
- 관계부처합동(국무조정실 외). 2016. 2015년 이상기후 보고서
- 심우배. 2011. 기후변화 대응 물관리 정책방안 연구. 국토연구원
- 국토해양부. 2011. 수자원장기종합계획(2011~2020)

- 문영일. 2011. 우리나라 수자원현황과 관리동향. 서울시립대
- 김용탁 외. 2015. 2015년 가뭄의 특성 및 재현기간 평가. 대한토목학회
- 농림축산식품부. 2001. 2001 가뭄극복백서
- 한국농어촌공사. 2012. 가뭄백서
- 박기욱 외. 2006. 농업가뭄의 평가를 위한 가뭄지수의 적용성 분석. 한국관개배수 논문집
- 박기욱 외. 농업가뭄지표 실용화를 위한 가뭄심도
- 안재현 외. 2013. 국가 가뭄재해 상황관리 정보시스템 구축. 소방방재청
- 이응구. 2015. 농업수자원 현황 및 가뭄대처 사례. 물과 미래(수자원공사)
- 최진용. 2014. 농업수자원분야 가뭄 감시체제 및 개선방향. 수자원정책 비전(한국수자원학회)
- 조현경 외. 2013. 기후변수와 쌀 생산성: 패널지역자료를 이용한 준모수적 분석. 농업경제연구
- 조현경 외. 2014. 재배시기별 기후변수가 논벼의 단위면적당 생산성과 변동성에 미치는 영향 분석. 농업경제연구
- 한국농어촌공사, 2016, 농업가뭄지도제작시스템 개발보고서
- 김진택 외. 2004. 국내 농업가뭄 발생현황 분석 및 가뭄평가방법에 대한 고찰. 한국농공학회 학술발표회 자료집
- 박기욱 외. 2005. 농업가뭄분석을 위한 농업가뭄평가·정보제공 시스템 구축. 한국농공학회 학술발표회 자료집
- 국립방재연구원. 2011. 기후변화 대응 가뭄정보시스템 활성화

- 국토연구원. 2011. 기후변화 대응 물관리 정책방안 연구 - 국토의 가뭄취약성 및 정책방안을 중심으로
- 기상청. 2012. 기후변화에 대응하기 위한 기후·수문 조기경보체계 개발 및 구축
- 박민지 외. 2011. 수자원 가용능력을 고려한 수문학적 가뭄지수의 개발. 한국농공학회논문집
- Dechênes, O., and Greenstone, M. 2007. The economic impacts of climate change: Evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. *American Economic Review*
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken B. A. 2014. What do we learn from the weather? The new climate - economy literature. *Journal of Economic Literature*
- Schlenker, W., & Robert, M. J., 2006. Nonlinear Effects of Weather on Corn Yields, *Review of Agricultural Economics*
- Schlenker, W., & Robert, M. J., 2009. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change, *PNAS*
- Roberts, M. J., Schlenker, W., & Eyer, J. 2013. Agronomic weather measures in econometric models of crop yield with implications for climate change. *American Journal of Agricultural Economics*

부 록

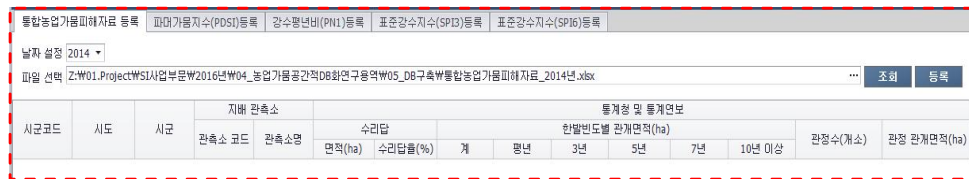
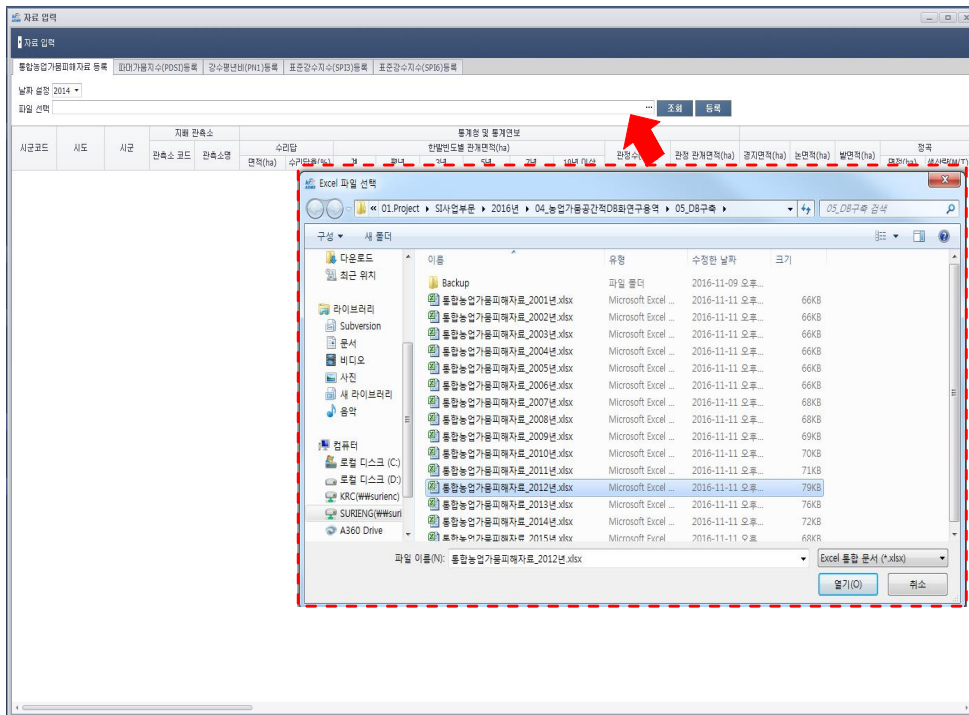
농업가뭄피해 DB 사용 매뉴얼

농업가뭄 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(I)

농업가뭄 피해자료 등록

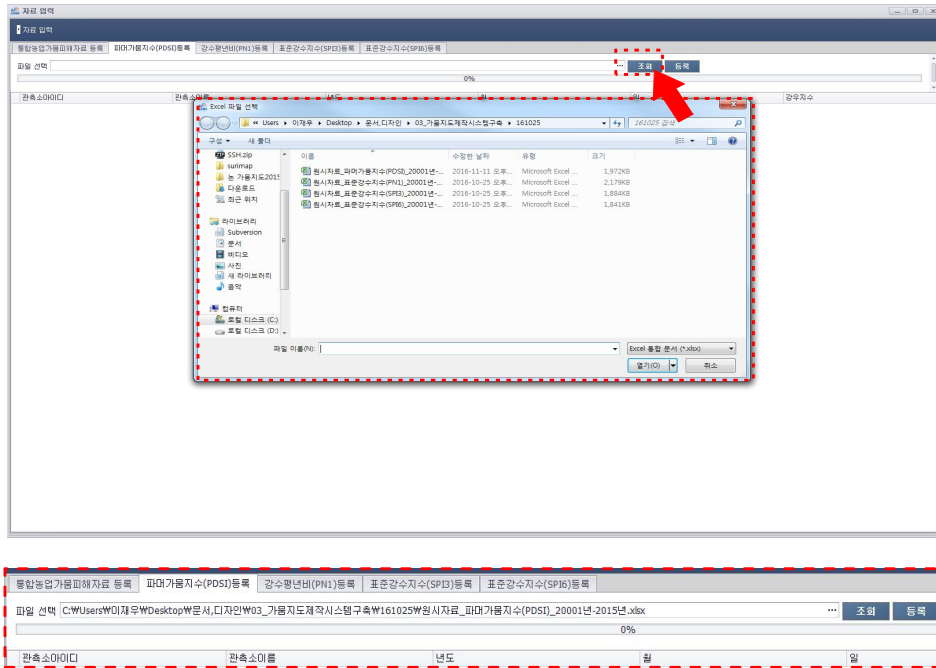
1. 통합농업가뭄피해자료 등록

① 자료의 해당 년도를 선택하고 파일을 선택한다.

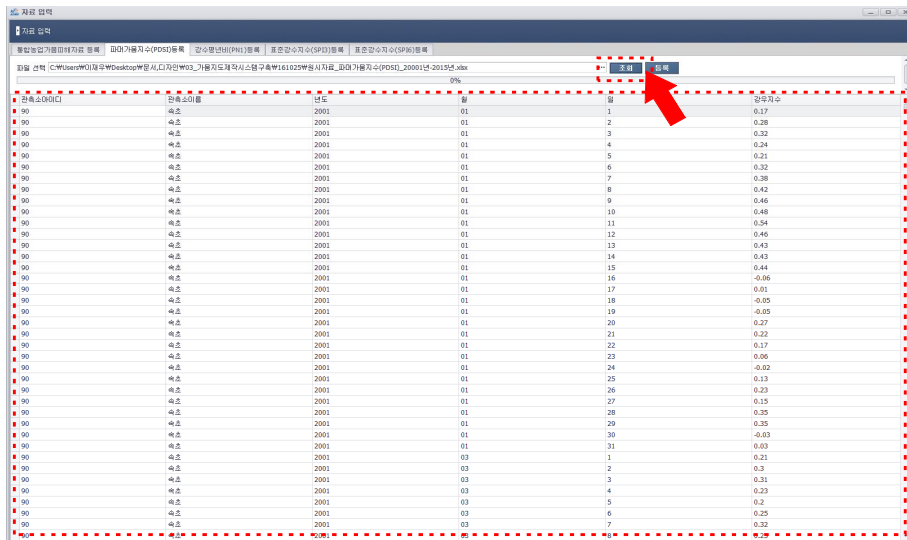


2. 파머가뭉지수(PDSI) 등록

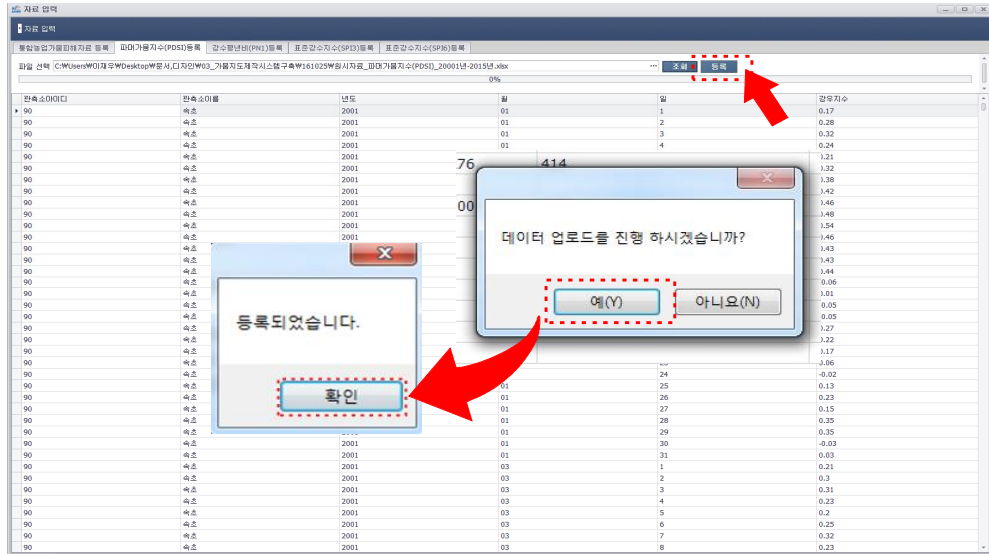
① 파머가뭉지수 파일을 선택한다.



② 조회 버튼을 클릭하면 관측소 아이디, 관측소명, 년도, 월, 일, 강우지수가 그리드에 표출된다.

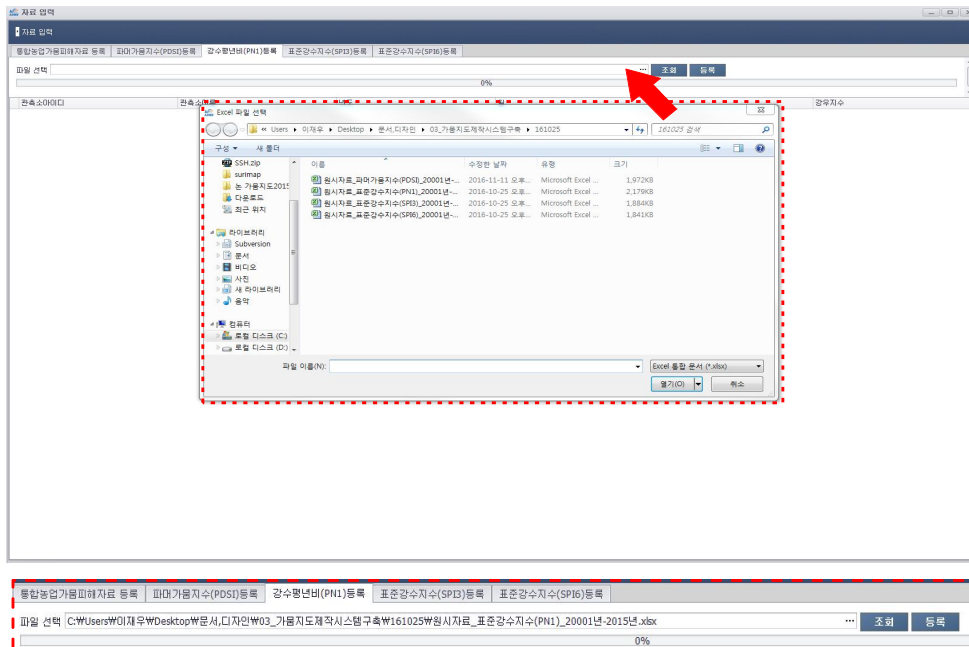


③ 등록 버튼을 클릭하면 현재 조회된 파일을 DB에 등록한다.

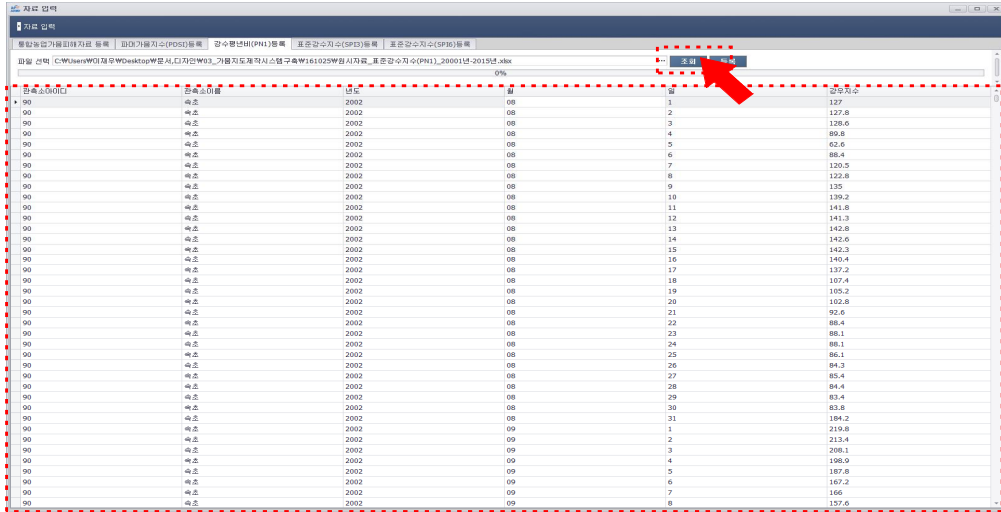


3. 강수평년비(PN1) 등록

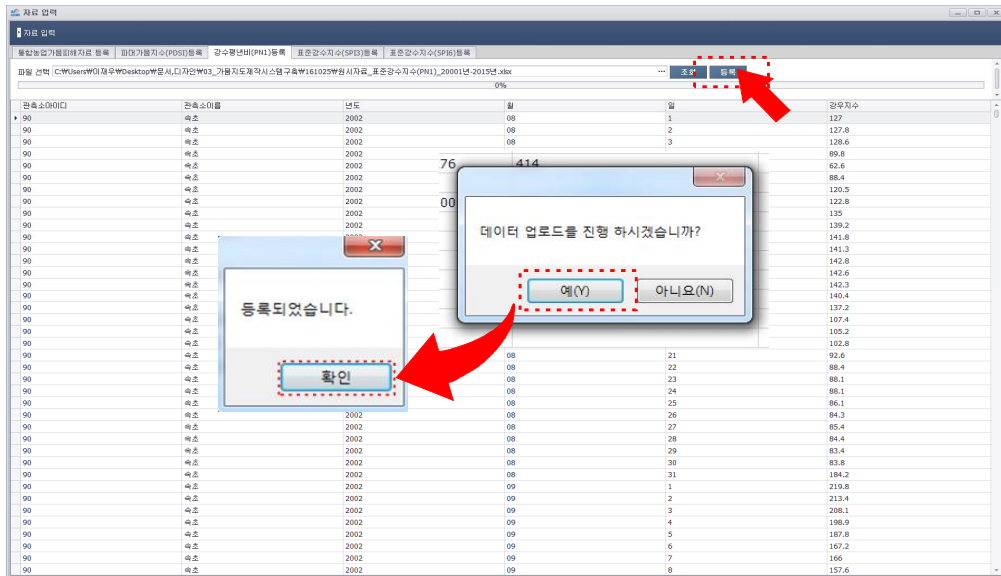
① 강수평년비 파일을 선택한다.



② 조회 버튼을 클릭하면 관측소 아이디, 관측소명, 년도, 월, 일, 강우지수가
그리드에 표출된다.

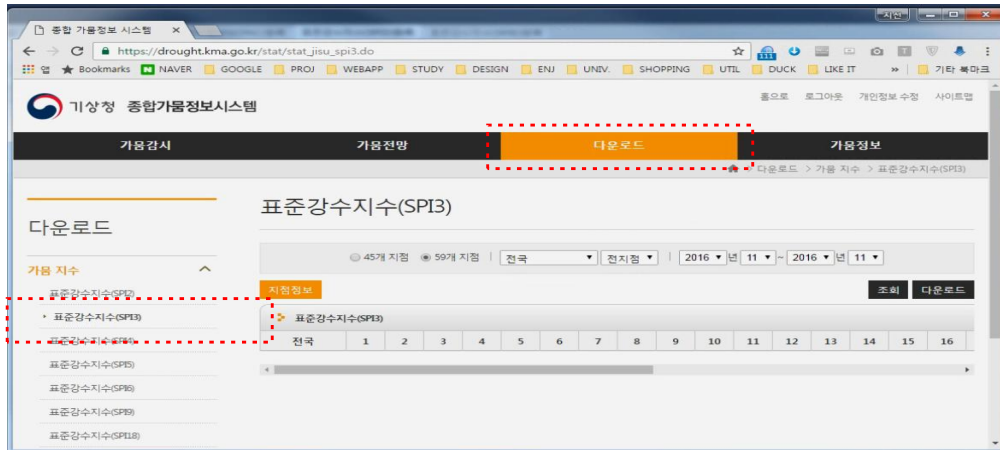


③ 등록 버튼을 클릭하면 현재 조회된 파일을 DB에 등록한다.

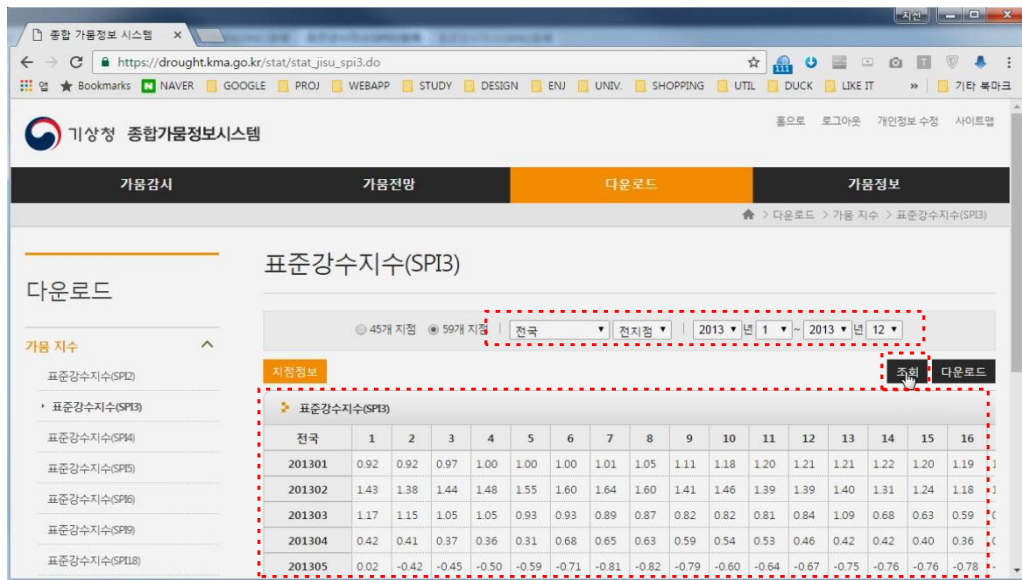


4. 표준강수지수(SPI3) 등록

- ① 종합가뭄정보시스템 홈페이지에 접속한 뒤 다운로드>표준강수지수(SPI3) 페이지로 이동한다.



- ② 조회할 날짜를 선택한 뒤 조회 버튼을 클릭한다.



③ 다운로드 버튼을 클릭해서 조회된 표준강수지수를 엑셀파일로 내려받는다.

기상청 종합가뭄정보시스템

가뭄감시 가뭄전망 **다운로드** 가뭄정보

표준강수지수(SPI3)

45개 지점 59개 지점 전국 전지점 2013년 1월 ~ 2013년 12월

지정정보 **조회** **다운로드**

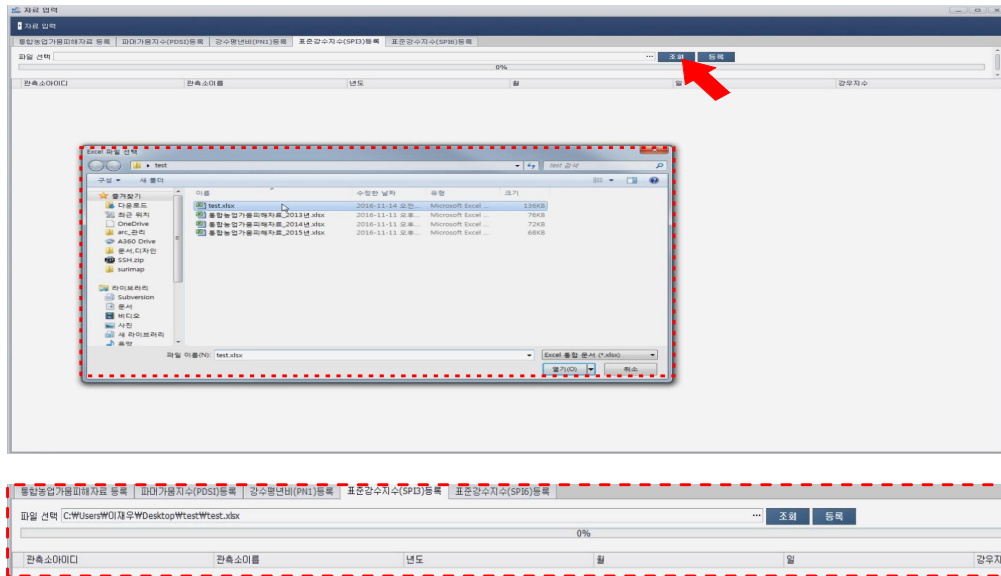
전국	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
201301	0.92	0.92	0.97	1.00	1.00	1.00	1.01	1.05	1.11	1.18	1.20	1.21	1.21	1.22	1.19	1.19
201302	1.43	1.38	1.44	1.48	1.55	1.60	1.64	1.60	1.41	1.46	1.39	1.39	1.40	1.31	1.24	1.18
201303	1.17	1.15	1.05	1.05	0.93	0.93	0.89	0.87	0.82	0.82	0.81	0.84	1.09	0.68	0.63	0.59
201304	0.42	0.41	0.37	0.36	0.31	0.68	0.65	0.63	0.59	0.54	0.53	0.46	0.42	0.42	0.42	0.36
201305	0.02	-0.42	-0.45	-0.50	-0.59	-0.71	-0.81	-0.82	-0.79	-0.60	-0.64	-0.67	-0.75	-0.76		

자료종류:표준강수지수(SPI3)

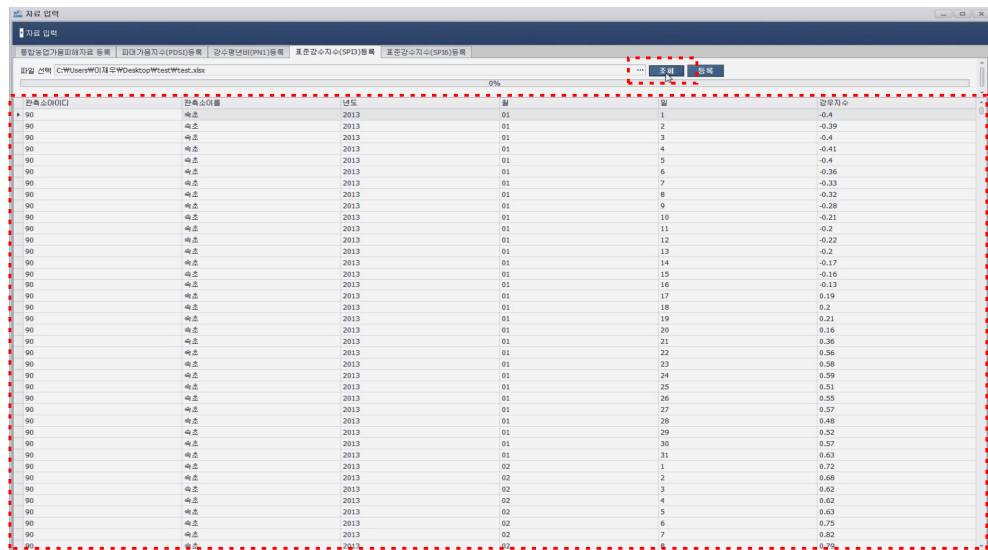
검색기간(KST):2013.01 ~ 2013.12

지역명	월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
속초	201301	-0.4	-0.39	-0.4	-0.41	-0.4	-0.36	-0.33	-0.32	-0.28	-0.21	-0.2	-0.22	-0.2	-0.17	-0.16	-0.13	0.19	0.2	0.21	0.16	0.36	0.56	0.5
속초	201302	0.72	0.68	0.62	0.62	0.63	0.75	0.82	0.79	0.3	0.3	0.33	0.35	0.37	0.39	0.37	0.38	0.38	0.35	0.35	0.34	0.22	0.21	0
속초	201303	0.22	0.22	0.19	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16	0.15	0.14	0.15	0.34	-0.06	-0.12	-0.14	-0.12	-0.12	-0.13	0.21	0.23	0.23	0

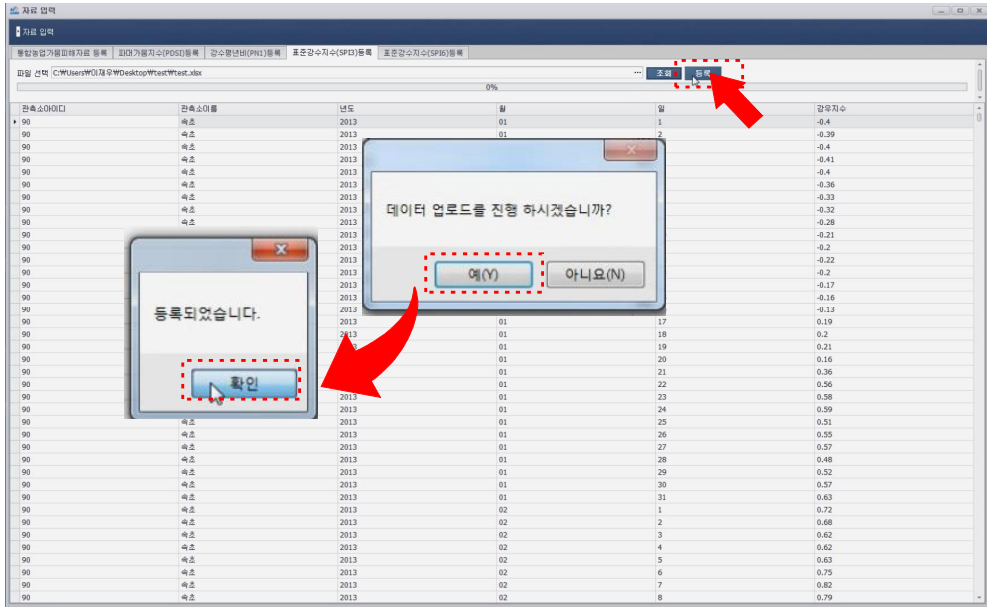
④ 표준강수지수 파일을 선택한다.



⑤ 조회버튼을 클릭하면 관측소 아이디, 관측소명, 년도, 월, 일, 강우지수가 그리드에 표출된다.

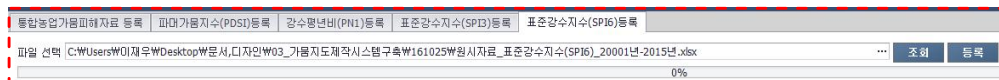
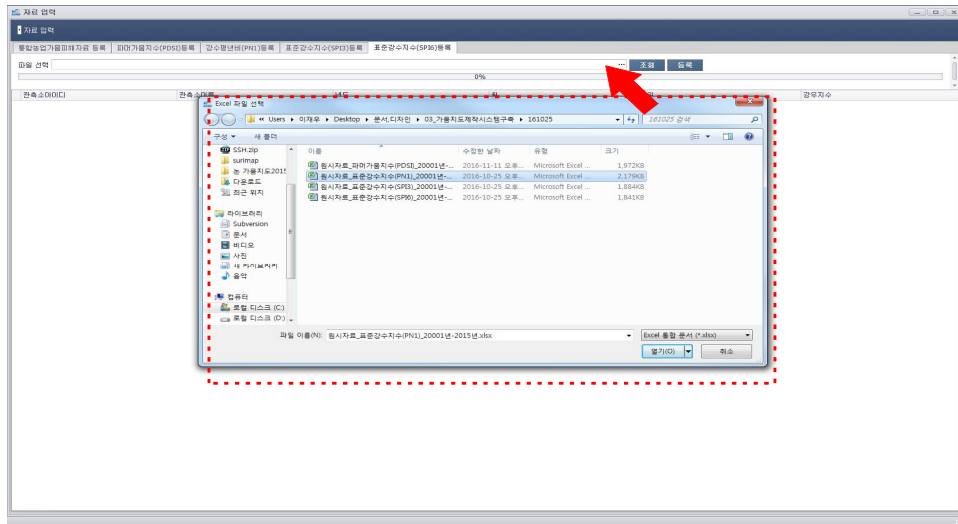


⑥ 등록 버튼을 클릭하면 현재 조회된 파일을 DB에 등록한다.

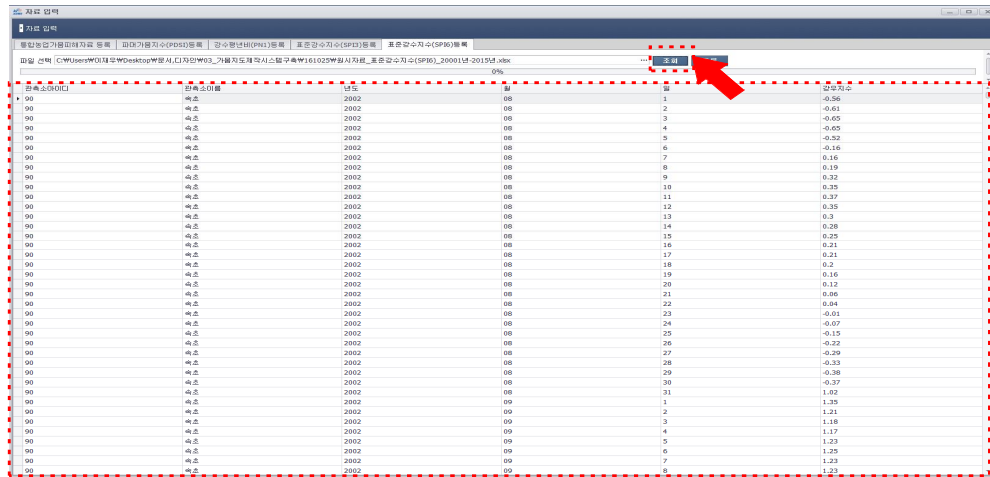


5. 표준강수지수(SPI6) 등록

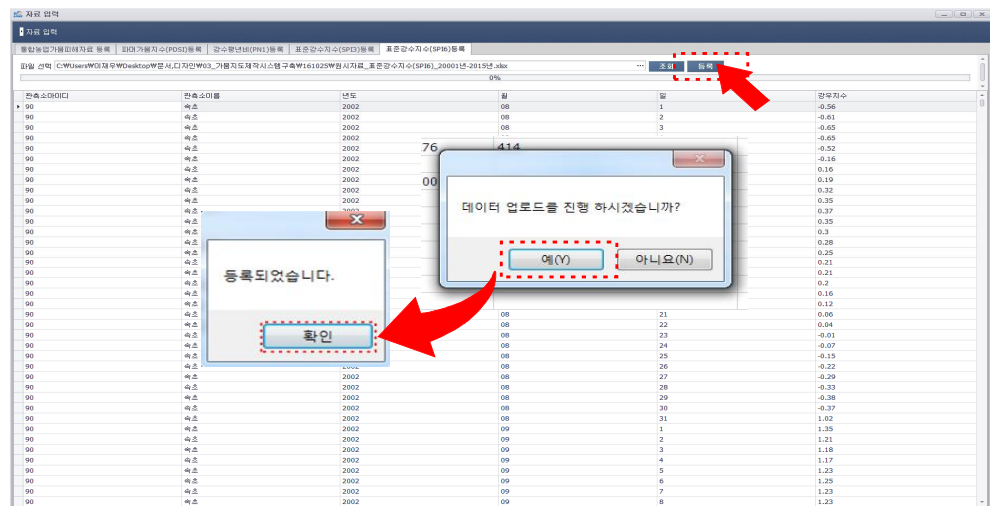
① 강수평년비 파일을 선택한다.



② 조회 버튼을 클릭하면 관측소 아이디, 관측소명, 년도, 월, 일, 강우지수가
그리드에 표출된다.



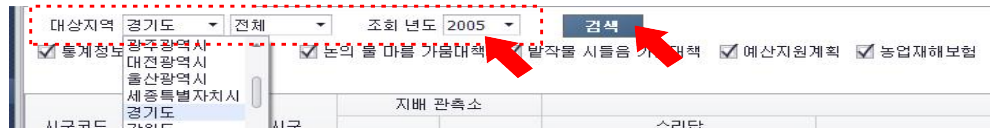
③ 등록 버튼을 클릭하면 현재 조회된 파일을 DB에 등록한다.



농업가뭄 피해자료 조회

1. 통합농업가뭄피해자료 조회

① 대상지역, 년도 선택 후 검색버튼을 클릭한다.



② 결과 자료가 그리드에 출력된다.

자료 조회

통합농업가뭄피해자료 조회 | 피해가뭄지수(PDSI)조회 | 강수평년비(PN1)조회 | 표준강수지수(SPI3)조회 | 표준강수지수(SPI6)조회

대상지역: 경기도 | 전체 | 조회 년도: 2005 | 검색

통계정보 통계청 농작물 논의 물 마름 가뭄대책 밭작물 시들음 가뭄대책 예산지원계획 농업재해보험

자료코드	시도	시군	지배 관속소	관속소명	수년	통계청 및 통계연보											
						가뭄지수	가뭄지수(10)	가뭄지수(20)	가뭄지수(30)	가뭄지수(40)	가뭄지수(50)	가뭄지수(60)	가뭄지수(70)	가뭄지수(80)	가뭄지수(90)	가뭄지수(100)	
41480	경기도	파주시	108 서울	7465.90	79.90	7465.90	34.70	4.60	0.00	0.00	0.00	7426.60	116	93.40	13966.00	9333.00	4372.00
41820	경기도	가평군	101 춘천	1445.90	81.40	1445.90	237.00	221.50	57.60	69.90	739.70	32	94.20	4158.00	1799.00	2209.00	
41280	경기도	고양시	108 서울	2201.10	95.20	2201.10	40.00	1892.00	0.00	15.00	234.10	19	46.00	5249.00	2311.00	2938.00	
41290	경기도	과천시	108 서울	14.90	21.90	14.90	2.10	0.00	22.00	0.00	0.00	9	0.00	352.00	68.00	284.00	
41210	경기도	평택시	108 서울	59.60	29.50	59.60	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	2	3.00	755.00	202.00	553.00	
41410	경기도	양주시	202 양평	694.30	40.60	694.30	65.60	129.60	0.00	0.00	278.00	80	28.70	414.00	1710.00	2484.00	
41310	경기도	구리시	108 서울	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	459.00	7.00	492.00	
41370	경기도	군포시	119 수원	13.00	8.80	13.00	0.00	5.00	4.00	0.00	4.00	1	1.00	363.00	147.00	216.00	
41360	경기도	남양주시	108 서울	3306.70	69.80	3306.70	57.60	12.20	0.00	0.00	5326.80	19	86.00	9228.00	7293.00	2326.00	
41350	경기도	동두천시	108 서울	753.70	98.30	753.70	20.80	106.40	6.50	14.50	605.50	71	151.70	4664.00	760.00	3898.00	
41220	경기도	영등포시	108 서울	620.40	36.50	620.40	3.80	18.00	5.00	7.00	396.40	12	28.00	622.00	175.00	447.00	
41190	경기도	부천시	112 인천	26.70	7.00	26.70	0.00	0.00	1.50	0.00	25.20	11	26.70	813.00	378.00	435.00	
41130	경기도	안산시	119 수원	114.00	80.20	114.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.00	7	10.00	963.00	142.00	821.00	
41110	경기도	수원시	119 수원	432.50	37.00	432.50	185.70	48.70	289.10	0.00	19.00	7	11.00	1930.00	1168.00	762.00	
41300	경기도	시흥시	112 인천	596.30	43.00	596.30	389.30	99.10	42.60	0.00	386.30	25	76.00	2281.00	1262.00	1541.00	
41270	경기도	양주시	119 수원	68.90	6.50	68.90	0.00	12.80	21.00	0.00	35.90	9	21.00	213.00	809.00	1304.00	
41260	경기도	양주시	202 양평	8223.10	87.60	8223.10	1727.70	89.60	2284.80	1817.30	3205.70	179	486.20	28776.00	10067.00	6723.00	
41170	경기도	양주시	119 수원	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	123.00	12.00	111.00	
41160	경기도	양주시	108 서울	1708.00	70.80	1708.00	127.50	151.40	150.00	22.20	1394.80	124	204.30	4922.00	2486.00	2427.00	
41830	경기도	양평군	202 양평	3389.30	63.90	3389.30	1146.20	674.40	77.00	377.60	1314.10	114	284.70	9846.00	9616.00	4222.00	
41670	경기도	여주시	203 이천	6766.10	67.10	6766.10	3024.70	256.30	189.00	0.00	3286.10	115	423.20	16646.00	10072.00	6073.00	
41800	경기도	연천군	108 서울	2829.70	56.00	2829.70	98.00	0.00	89.50	51.00	2911.70	60	186.00	9651.00	4922.00	4680.00	
41370	경기도	수원시	119 수원	484.10	80.20	484.10	102.30	340.40	0.00	0.00	41.40	23	109.20	881.00	603.00	278.00	
41400	경기도	화성시	119 수원	5203.90	94.90	5203.90	1707.80	918.00	83.50	0.00	2492.60	206	1629.00	8863.00	5480.00	3383.00	
41430	경기도	인왕시	119 수원	160.40	98.40	160.40	121.00	0.00	0.00	24.00	15.40	0	0.00	622.00	163.00	459.00	
41150	경기도	안양시	108 서울	45.20	1.00	45.20	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	713.00	316.00	397.00	
41500	경기도	인왕시	203 이천	5744.40	55.90	5744.40	3850.90	725.40	8.90	7.20	1152.00	240	779.20	17817.00	10258.00	7559.00	
41320	경기도	평택시	202 양평	14433.00	84.60	14433.00	3225.90	7.80	762.20	328.90	1312.80	24	263.20	22296.00	10688.00	5316.00	
41600	경기도	부천시	101 춘천	3461.40	63.20	3461.40	1045.10	372.70	328.60	248.20	1468.80	88	224.70	11882.00	5472.00	5710.00	
41450	경기도	안산시	108 서울	123.80	95.10	123.80	2.80	0.00	0.00	0.00	120.80	0	0.00	1036.00	129.00	907.00	
41390	경기도	화성시	119 수원	6453.20	41.00	6453.20	3676.40	815.80	883.70	15.70	1081.70	167	317.60	23925.00	15724.00	8201.00	

③ 체크박스를 이용해 원하는 데이터만 그리드로 조회한다.

통합농업가뭄피해자료 조회 | 피해가뭄지수(PDSI)조회 | 강수평년비(PN1)조회 | 표준강수지수(SPI3)조회 | 표준강수지수(SPI6)조회

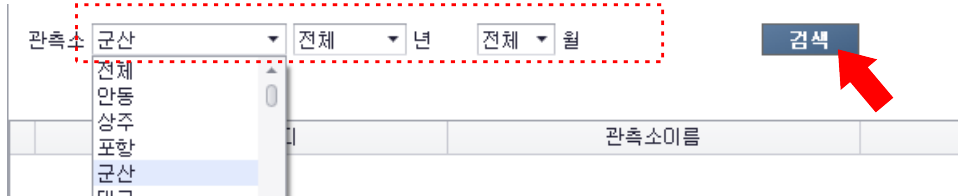
대상지역: 경기도 | 전체 | 조회 년도: 2005 | 검색

통계정보 통계청 농작물 논의 물 마름 가뭄대책 밭작물 시들음 가뭄대책 예산지원계획 농업재해보험

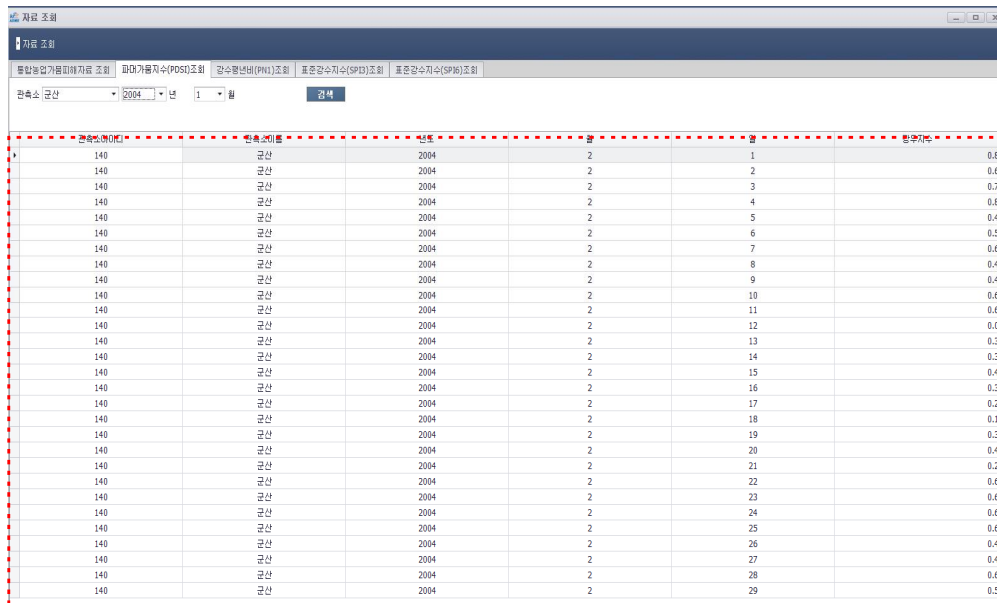
시군코드	시도	시군	지배 관속소		농업재해보험(피곡)						
			관속소 코드	관속소명	가입자수	가입면적(...)	표준 수확...	평년 수확...	조사 수확...	피해율(%)	피해액(보...
41480	경기도	파주시	108	서울	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41820	경기도	가평군	101	춘천	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41280	경기도	고양시	108	서울	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41290	경기도	과천시	108	서울	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41210	경기도	평택시	108	서울	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41610	경기도	광주시	202	양평	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41310	경기도	구리시	108	서울	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41410	경기도	군포시	119	수원	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41570	경기도	김포시	201	강화	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41360	경기도	남양주시	108	서울	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41250	경기도	동두천시	108	서울	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41190	경기도	부천시	112	인천	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2. 파머가뭄지수(PDSI) 조회

① 관측소, 년도, 월 선택 후 검색버튼을 클릭한다.



② 결과 자료가 그리드에 출력된다.



관측소이름	년도	월	방우기수
군산	2004	1	0.8
군산	2004	2	0.6
군산	2004	3	0.7
군산	2004	4	0.8
군산	2004	5	0.4
군산	2004	6	0.5
군산	2004	7	0.6
군산	2004	8	0.4
군산	2004	9	0.4
군산	2004	10	0.6
군산	2004	11	0.6
군산	2004	12	0.6
군산	2004	13	0.3
군산	2004	14	0.3
군산	2004	15	0.4
군산	2004	16	0.3
군산	2004	17	0.2
군산	2004	18	0.1
군산	2004	19	0.3
군산	2004	20	0.4
군산	2004	21	0.2
군산	2004	22	0.6
군산	2004	23	0.6
군산	2004	24	0.6
군산	2004	25	0.6
군산	2004	26	0.4
군산	2004	27	0.4
군산	2004	28	0.6
군산	2004	29	0.5

3. 강우평년비(PN1) 조회

① 관측소, 년도, 월 선택 후 검색버튼을 클릭한다.

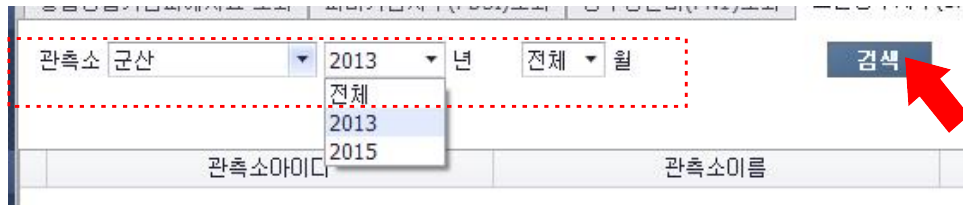


② 결과 자료가 그리드에 출력된다.

관측소아이디	관측소이름	년도	월	강우비율
140	군산	2009	1	87.1
140	군산	2009	2	90.0
140	군산	2009	3	65.7
140	군산	2009	4	25.2
140	군산	2009	5	25.6
140	군산	2009	6	25.6
140	군산	2009	7	22.4
140	군산	2009	8	22.6
140	군산	2009	9	22.6
140	군산	2009	10	25.6
140	군산	2009	11	30.9
140	군산	2009	12	38.7
140	군산	2009	13	39.1
140	군산	2009	14	42.1
140	군산	2009	15	42.1
140	군산	2009	16	41.8
140	군산	2009	17	41.5
140	군산	2009	18	80.5
140	군산	2009	19	70.9
140	군산	2009	20	69.4
140	군산	2009	21	68.0
140	군산	2009	22	66.8
140	군산	2009	23	68.1
140	군산	2009	24	73.6
140	군산	2009	25	74.7
140	군산	2009	26	77.0
140	군산	2009	27	78.1
140	군산	2009	28	79.2
140	군산	2009	29	75.0
140	군산	2009	30	69.6
140	군산	2009	31	70.4

4. 표준강수지수(SPI3) 조회

① 관측소, 년도, 월 선택 후 검색버튼을 클릭한다.

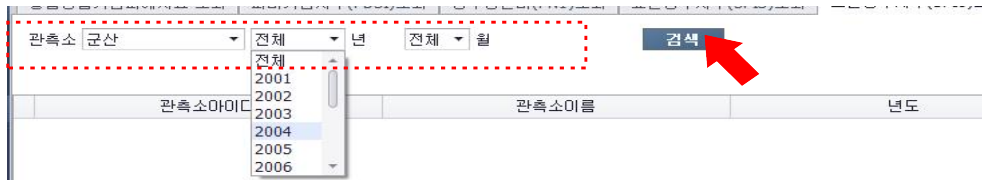


② 결과 자료가 그리드에 출력된다.

관측소아이디	관측소이름	년도	월	강우지수
140	군산	2013	1	22
140	군산	2013	1	23
140	군산	2013	1	24
140	군산	2013	1	25
140	군산	2013	1	26
140	군산	2013	1	27
140	군산	2013	1	28
140	군산	2013	1	29
140	군산	2013	1	30
140	군산	2013	1	31
140	군산	2013	2	1
140	군산	2013	2	2
140	군산	2013	2	3
140	군산	2013	2	4
140	군산	2013	2	5
140	군산	2013	2	6
140	군산	2013	2	7
140	군산	2013	2	8
140	군산	2013	2	9
140	군산	2013	2	10
140	군산	2013	2	11
140	군산	2013	2	12
140	군산	2013	2	13
140	군산	2013	2	14
140	군산	2013	2	15
140	군산	2013	2	16
140	군산	2013	2	17
140	군산	2013	2	18
140	군산	2013	2	19
140	군산	2013	2	20
140	군산	2013	2	21
140	군산	2013	2	22
140	군산	2013	2	23
140	군산	2013	2	24
140	군산	2013	2	25
140	군산	2013	2	26
140	군산	2013	2	27
140	군산	2013	2	28
140	군산	2013	3	1

5. 표준강수지수(SPI6) 조회

① 관측소, 년도, 월 선택 후 검색버튼을 클릭한다.



② 결과 자료가 그리드에 출력된다.

관측소이름	관측소	연도	월	강수량	표준강수지수
140	군산	2004	1	1	0.3
140	군산	2004	1	2	0.2
140	군산	2004	1	3	0.3
140	군산	2004	1	4	0.2
140	군산	2004	1	5	0.0
140	군산	2004	1	6	-0.2
140	군산	2004	1	7	-0.1
140	군산	2004	1	8	-0.1
140	군산	2004	1	9	-0.3
140	군산	2004	1	10	-0.2
140	군산	2004	1	11	-0.2
140	군산	2004	1	12	-0.2
140	군산	2004	1	13	-0.2
140	군산	2004	1	14	-0.3
140	군산	2004	1	15	-0.3
140	군산	2004	1	16	-0.3
140	군산	2004	1	17	-0.3
140	군산	2004	1	18	-0.6
140	군산	2004	1	19	-0.6
140	군산	2004	1	20	-0.6
140	군산	2004	1	21	-0.5
140	군산	2004	1	22	-0.5
140	군산	2004	1	23	-0.5
140	군산	2004	1	24	-0.5
140	군산	2004	1	25	-0.5
140	군산	2004	1	26	-0.5
140	군산	2004	1	27	-0.5
140	군산	2004	1	28	-0.4
140	군산	2004	1	29	-0.4
140	군산	2004	1	30	-0.4
140	군산	2004	1	31	-0.4
140	군산	2004	2	1	-0.4
140	군산	2004	2	2	-0.3
140	군산	2004	2	3	-0.4
140	군산	2004	2	4	-0.4
140	군산	2004	2	5	-0.3
140	군산	2004	2	6	-0.3
140	군산	2004	2	7	-0.3
140	군산	2004	2	8	-0.3

GIS기반 지도화면 조회

1. 지도 메인 화면

시도	시군	년도	논면적(ha)	논 물리량 면...	밭면적(...)	밭 사용용 면...	피해액(백)
경상북도	안동시	2016	2967.0	160.0	4986.0	550.0	
경상북도	김천군	2016	3351.0	197.0	626.0	114.0	
경상북도	동해시	2016	269.0	0.0	702.0	115.0	
경상북도	삼척시	2016	1624.0	0.0	3363.0	30.0	
경상북도	수주군	2016	398.0	78.0	196.0	4.0	
경상북도	영구군	2016	1791.0	7.0	2911.0	353.0	
경상북도	영양군	2016	2673.0	194.0	1198.0	180.0	541730
경상북도	영월군	2016	648.0	0.0	5823.0	386.0	
경상북도	영주시	2016	4612.0	0.0	4658.0	93.0	
경상북도	영천군	2016	1653.0	0.0	2978.0	3.0	
경상북도	영선군	2016	528.0	0.0	7057.0	281.0	
경상북도	영양군	2016	10605.0	59.0	2471.0	0.0	12001252
경상북도	영천시	2016	2102.0	8.0	4737.0	53.0	1394000
경상북도	영천시	2016	3.0	0.0	943.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	582.0	0.0	8985.0	726.0	
경상북도	영천시	2016	2662.0	0.0	8112.0	165.0	
경상북도	영천시	2016	973.0	0.0	2315.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	3239.0	64.0	6243.0	470.0	
경상북도	영천시	2016	1319.0	0.0	2379.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	1603.0	0.0	2588.0	0.0	1952000
경상북도	영천시	2016	18.0	0.0	283.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	137.0	0.0	320.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	986.0	0.0	2205.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	1.0	0.0	315.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	92.0	0.0	121.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	5488.0	0.0	2213.0	0.0	73893020
경상북도	영천시	2016	311.0	0.0	2931.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	86.0	0.0	341.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	286.0	0.0	314.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	54.0	0.0	427.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	366.0	0.0	356.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	1962.0	0.0	1552.0	0.0	266240
경상북도	영천시	2016	746.0	0.0	1374.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	8448.0	0.0	7304.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	0.0	0.0	78.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	1633.0	81.0	2498.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	4705.0	0.0	4271.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	8623.0	33.0	7120.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	4346.0	105.0	4592.0	0.0	12009810
경상북도	영천시	2016	4523.0	0.0	216.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	130.0	0.0	456.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	151.0	0.0	324.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	9317.0	0.0	573.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	7715.0	0.0	273.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	13948.0	0.0	273.0	0.0	
경상북도	영천시	2016	481.0	25.0	493.0	0.0	

지도 조회 화면

가뭄 현황 리스트

2. 지도 선택

- ① 가뭄 피해 정보를 조회할 지역을 지도상에서 선택하면 아래 화면과 같이 해당 지역의 가뭄 피해 정보 조회 팝업이 실행된다.

가뭄 피해 정보 조회

년도: 2016

단위: 단군군

면적: 5316

논 물리량 면적: 0

밭면적: 0

논 사용용 면적: 0

밭 사용용 면적: 0

피해액: 0

과목: 0

상세보기

3. 가뭄 피해 정보 조회

- ① 가뭄 피해 정보로는 년도, 행정 구역, 논면적, 밭면적, 논 물마름 면적, 논 물마름 비율, 밭 시들음 면적, 밭 시들음 비율, 피해액이 있으며 년도를 바꾸면 바뀐 년도의 가뭄 피해 정보가 화면에 출력된다.

구분	값
연도 선택	2016
행정 구역	단양군
논면적	425
밭면적	5316
논 물마름 면적	0
논 물마름 비율	0
밭 시들음 면적	0
밭 시들음 비율	0
피해액	0

상세보기

참 여 연 구 원

목 차		소속	참여자
1장. 서론		농어촌연구원	박지성
2장. 농업가뭄과 대책 현황	농업가뭄의 정의와 특징	농어촌연구원	김진환
	우리나라 가뭄피해상황	농어촌연구원	박지성
	농업가뭄대책 현황	농어촌연구원	박지성
3장. 국내외 농업가뭄 피해 분석 기법 검토	농업가뭄 피해 분류 및 분석방법론	농어촌연구원	문성근
	농업가뭄 피해액 산정방법	농어촌연구원	김해도
4장. 과거 농업가뭄 피해 DB화 구축	농업가뭄 피해 기초자료 수집 및 분석	농어촌연구원	김진환
	농업가뭄 피해 DB 구축	공동연구기관	김부영 박종률 이동숙
	가뭄대응능력시스템 연계	공동연구기관	김부영 박종률 이동숙
5장. 과거 농업가뭄 피해 지역추정	2015년 가뭄피해지역	농어촌연구원	이광야
	2015년 가뭄정보 분석	농어촌연구원	도종원
	2016년 가뭄피해지역	농어촌연구원	이광야
	2016년 가뭄정보 분석	농어촌연구원	도종원
6장. 결론		농어촌연구원	박지성

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부로부터 연구비를 지원받아 한국농어촌공사 농어촌연구원에서 수행한 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용은 연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

연구과제명 : 농업가뭄 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(Ⅰ)

발행일	2016. 12
발행인	이 용 직
발행처	한국농어촌공사 농어촌연구원
주소	경기도 안산시 상록구 해안로 870 전화 031 - 400 - 1700 FAX 031 - 409 - 6055
■ 이 책의 내용을 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다. 단, 이 책의 출처를 명시하면 인용이 가능합니다.	