

발간등록번호

11-1543000-001987-01



농업가뭄 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

A Study on the Assessment Technology
of Agricultural Drought(Final)



농림축산식품부



한국농어촌공사

맨 앞장

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농업가뭄 피해의 정량적 평가 기법에 관한 연구” 과제의 2차년도 최종보고서로 제출합니다.

2017년 12월

주관연구기관명 : 농어촌연구원

연구책임자 : 김대의

연구원 : 강석만

허 건

신안국

김정대

문성근

공동연구기관 : 한국농촌경제연구원

연구책임자 : 채광석

연구원 : 김홍상

김부영

〈 요약 〉

■ 연구과제명 : 농업가뭄 피해의 정량적 평가 기법에 관한 연구(최종)

- 연구기간 : 2016년 1월 ~ 2017년 12월(총 2년)

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

1.1.1 배경 및 필요성

- 최근 빈번한 가뭄 발생에도 작물 생산량이 부족하지 않고 또한 생활에서 불편함을 느끼지 못하는 이유는 지속적인 가뭄대책 활동이 이루어지고 이유임
- 그리고 가뭄에 대한 예측·예방 기법이 여러 연구를 통하여 다양하게 개발되어 왔으나, 농업가뭄의 영향을 평가하여 지역별 농업가뭄의 위험과 피해에 대하여 가뭄 피해액을 추정하여 항구적 또는 선제적 가뭄대책 업무에 반영하는 실용화 방안 요구되고 있음
- 정량적인 가뭄피해 평가의 기준이나 피해 평가 사례가 없어 향후 항구대책 및 복구비용의 산정 기준이 미흡하여 가뭄피해의 정량적 평가 기준 정립으로 경제적 미치는 영향 평가 필요성 대두
- 따라서 농업가뭄에 따른 파생되는 사회·경제적 피해평가, 즉 가뭄피해의 영향을 분석하는 방법이 정량적·체계적으로 정립되어 경제적 직·간접비용 및 가뭄대책의 효용성이 추정 된다면 농업가뭄의 사전 또는 항구적 대책의 중요성을 인식하게 될 것임

1.1.2 연구목적

- 농업가뭄 피해에 대한 지역적·경제적 파생되는 영향에 대하여 정량적 분석기법을 정립하고 농업가뭄 발생 시 사전 가뭄대책 및 복구비용의 투자효과를 정량적으로 파악하여 사회·경제에 미치는

영향을 추정하여 가뭄대비의 중요성과 농업가뭄의 체계적인 대책 수립의 당위성을 인식 할 수 있는 계량화된 지표를 정책에 제공함으로써 지속적인 농업가뭄대책 수립의 타당성 및 효율성 초석 마련에 활용

1.2 연구 내용 및 방법

1.2.1 연구내용

- 농업가뭄 피해 기초자료 분석, 선정 및 자료수집
- 공간정보를 이용한 농업가뭄 피해자료 DB구축 및 보완
- 가뭄 대응능력 시스템 연계 및 실용화
- 과거 농업가뭄 피해 지역 추정
- 농업가뭄 피해의 정량적 분석 기법 정립
- 농업가뭄의 직·간접적 피해 영향 추정 및 대책의 효율성 검토

1.2.2 연구방법

- 농업가뭄 피해 기초자료 분석, 선정 및 자료수집
 - 농업가뭄 피해를 정량적으로 평가하는데 필요한 기초자료 분석 및 선정(2001년 이후 자료)
 - 정량적 평가기법을 위한 논, 밭작물 평가 계수 및 농작물 피해정보
 - 기초자료

| 구분 | 자료종류 | 자료내용 |
|-----|------------|---------------------|
| 1 | 정량적평가기법 | 논, 밭작물 평가 계수 등 |
| 2 | 농작물 피해정보 | 논, 밭 작물 피해정보 |
| 3 | 구역구분 자료 | 행정구역, 용수구역 등 구분자료 |
| 4 | 기상 자료 | 기상관측소의 강우 등 기상자료 |
| 5 | 저수율 자료 | 수원공 중 저수지 저수율 관련 자료 |
| 6 | 가뭄지역 자료 | 가뭄이 발생한 지역 자료 |
| 7 | 쌀 생산량 자료 | 수해지역의 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(「측량·수로조사 및 지적에 관한 법」에 명시된 작성 기준에 의함)
 - 공간정보는 연도별로 분류하여 별도의 주제도로 구축하며 각 연도별 농업가뭄 피해의 정량적 평가를 지원할 수 있도록 항목별로 주제도를 작성
 - 주제도 및 연계자료

| 구분 | 주제도 | 연계자료 |
|-----|----------|-------------------|
| 1 | 농작물 피해정보 | 논, 밭 작물 피해정보 |
| 2 | 구역구분 자료 | 행정구역, 용수구역 등 구분자료 |
| 3 | 기상 자료 | 기상관측소의 강우 등 기상자료 |
| 4 | 시설물 자료 | 저수율 자료 |
| 5 | 수혜지역 자료 | 물 사용량 자료, 생산량 자료 |
| 6 | 가뭄지역 자료 | 생산량 자료 |
| ... | 기타 필요자료 | 기타 연구에 필요한 자료 |

- 가뭄 대응능력 시스템 연계
 - 2015년 농림축산식품부에서 구축된 가뭄대응 능력모형 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 가뭄상황 지역의 공간적 분포도 도출
 - 가뭄공간 DB와의 민감성 분석을 통해 과거 미 파악된 지역의 가뭄 상황을 재현하고 가뭄피해 지역 추정

- 농업가뭄 피해에 대한 평가기법 정립
 - 직접적인 피해 및 간접적인 피해 평가를 위한 국내·외 기법 검토
 - 국내에 적합한 평가기법 정립 및 적용
- 농업가뭄 피해에 대한 직·간접적인 피해액 산정
 - 직접적인 피해액 산정은 논, 밭작물의 수확량 감소량에 따른 피해액
 - 간접 피해액은 지역산업 연관표를 활용한 파생되는 경제적 피해액
- 농업가뭄 극복의 경제적 효용성 파악
 - 농업가뭄에 투자되는 대책비 등의 사회 경제적으로 발생하는 효용성에 대한 효과 산출

1.3 기대효과

- 농업가뭄의 종합적인 대응체계를 위한 정책자료 활용
- 농업가뭄 피해에 대한 정량적 평가를 통하여 신속하고 체계적이고 합리적인 가뭄대책 제안 및 항구적인 가뭄대책 수립에 적극 활용 가능

2. 연구결과

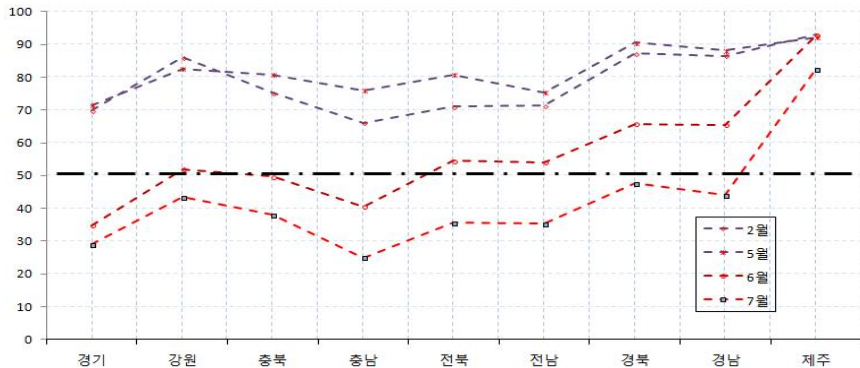
2.1 가뭄의 분류

| 구 분 | 정 의 |
|-----------|----------------------------------------------------------|
| 기상학적 가뭄 | 주어진 기간의 강수량이나 무강수 계속일수 등으로 정의되며 기상 현상의 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 피해 발생 |

2.2 농업가뭇과 대책 현황

2.2.1 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
- 2015년 가뭇대책으로 저수지 준설사업, 관정, 양수장, 송수시설 등을 추진하였으며 가뭇대책비로 약 1,200억원의 예산을 투입하였으며 2016년에는 가뭇대책으로 약 400억원의 예산이 투입
- 2017년 저수율 현황
전국 저수율은 1월과 2월의 전국평균 저수율은 평년에 조금 미치지 못하는 수준을 보이고 6월, 7월은 경북 일부지역과 제주도를 제외하고는 평균 저수율은 50% 미만을 보이다가 8월의 전국 평균 저수율은 63.1%로 전남, 경남의 저수율이 50%미만으로 나타났으며 9월부터 전국 저수지의 저수율이 평년 저수율을 회복하고 있음



2.2.2 대책현황

- 농림축산식품부에서는 2015년 급격한 기후변화로 가뭇발생 빈도 및 강도 증가에 따라 농업·농촌의 효율적인 물 이용을 위한 가뭇 대응 종합대책 마련의 필요성이 제기되어 가뭇대응 종합대책(안)을 수립

- 메가 가뭄 발생빈도가 증가함에 따라 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 실무 매뉴얼」을 수립

2.3 농업가뭄 피해 분석기법 검토

2.3.1 피해 평가 분석기법

- 가뭄으로 인한 물 부족으로 나타나는 경제적인 과급효과는 직접적인 피해와 간접적인 피해로 분류할 수 있음. 농업가뭄으로 인한 직접적인 피해는 농작물 수확 감소 등을 들 수 있음
- 직접적인 농업가뭄 피해 유형 중 시장에서 추정이 가능한 작물 생산량 감소, 간접적인 추정은 연관산업 경제적 손실과 고용량 감소만을 중심으로 농업가뭄 피해액을 산출

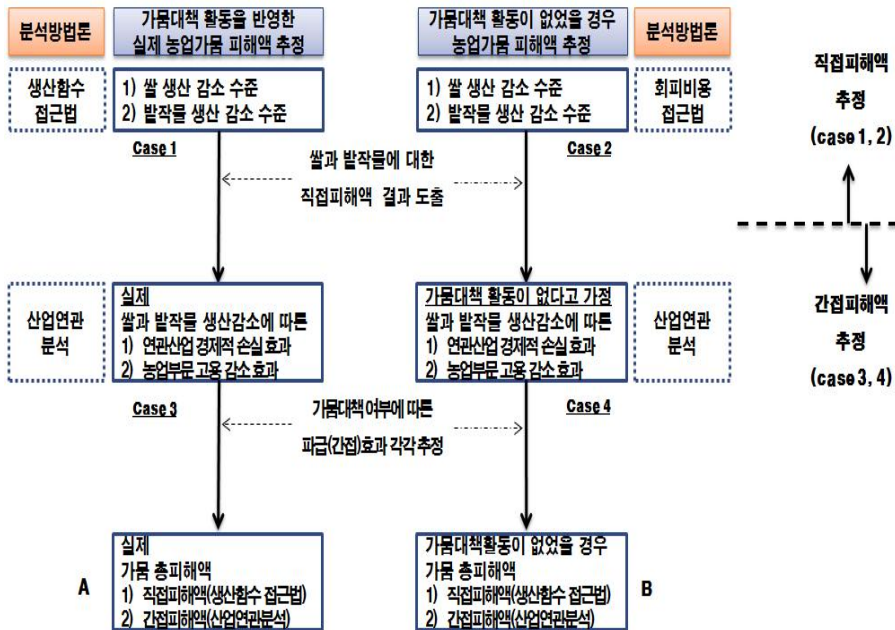
| 구 분 | | 측 정 | |
|-----|-------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| | | 시장(유형) | 비시장(무형) |
| 형 태 | 직접 피해 | - 작물 생산량 감소 | - 농촌용수 공급 제한으로 인한 농가의 후생 감소 - 동식물, 어류 서식지 파괴 - 생물다양성 감소 |
| | 간접 피해 | - 농업부문 고용량 감소 - 연관산업 경제적 손실 - 조세수입 감소 - 무역 감소 | - 가축질병의 발생 - 농업·농촌의 다원적 기능 상실 |

2.3.2 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
- 농업가물의 간접피해 분석방법론으로 투입산출분석은 국민경제를 구성하는 여러 산업 간 연관 관계를 산업 간 생산 활동을 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

2.3.3 농업가물 피해액 추정 흐름도



2.3.4 분석 및 조회 화면

- 농업가뭄 피해액 추정결과 가뭄 영향으로 인한 직접 피해액, 간접 피해액을 합한 총 피해액으로 구분되고 또한 고용감소 효과도 나타내고 있는 화면을 나타내었다.

| 시도명 | 직접피해액(천원) | 간접피해액(천원) | 총피해액(천원) | 고용감소효과(명) |
|-----|-------------|------------|---------------|-----------|
| 전국 | 790,231,797 | 14,564,568 | 2,604,816,365 | 82833.16 |

- 그리고 해당지역의 가뭄 예측과 가뭄이 심화됨에 따른 논(쌀)과 밭(고추, 고구마, 감자, 콩)의 단수의 영향에 따른 농업가뭄 직접피해액 추정결과 화면은 가뭄이 일일 심화됨에 따른 영향으로 시·군별로 나타내었다. 여기서 가뭄 심화가 발생하는 해당지역의 작물 단수 피해 추정액을 참고하여 가뭄에 대비토록 위해서 자료를 분석·조회 가능토록 한 화면은 아래와 같다.

| 시도명 | 행정동코드 | 년도 | 논피해액(천원) | 밭피해액(천원) | 논벼수확피해액 | 밭벼수확피해액 | 면적 | 생산수 |
|---------|-------|------|--------------|---------------|--------------|-------------|----------|--------|
| 태안군 | 44810 | 2015 | 827419991.77 | 480202269.81 | 115679013.16 | 7473026.50 | 10958.00 | 609.00 |
| 민천(군채외) | 28060 | 2015 | 811422088.31 | 0.00 | 91205922.42 | 0.00 | 10524.00 | 590.00 |
| 서산시 | 44210 | 2015 | 537249747.12 | 1904135408.30 | 190911779.23 | 86232712.71 | 20136.00 | 547.00 |
| 공주시 | 44150 | 2015 | 524598432.03 | 629028320.73 | 77961824.11 | 15063881.74 | 8178.00 | 550.00 |
| 김포시 | 41570 | 2015 | 413465321.27 | 0.00 | 44729381.11 | 0.00 | 5060.00 | 510.00 |
| 부여군 | 44760 | 2015 | 396132449.18 | 30403344.45 | 105732311.53 | 651268.66 | 10893.00 | 560.00 |
| 보은군 | 43720 | 2015 | 334459514.87 | 256253278.96 | 37971060.39 | 5930520.02 | 4027.00 | 544.00 |
| 홍성군 | 44800 | 2015 | 267216002.64 | 381831183.49 | 88353059.41 | 9827677.50 | 9168.00 | 556.00 |
| 고양시 | 41280 | 2015 | 94042874.64 | 229912589.52 | 9645367.28 | 2558838.92 | 1076.00 | 485.00 |
| 충청군 | 43745 | 2015 | 88131290.35 | 74775812.40 | 11262250.12 | 1642455.53 | 1240.00 | 524.00 |
| 청양군 | 44790 | 2015 | 66193234.88 | 182100403.94 | 59011982.43 | 4051976.81 | 6247.00 | 545.00 |
| 거창군 | 41820 | 2015 | 64408219.52 | 153937750.72 | 9407227.64 | 2153081.57 | 1079.00 | 503.00 |
| 화성시 | 41590 | 2015 | 55705617.23 | 0.00 | 118260906.14 | 0.00 | 12996.00 | 525.00 |

2.3.5 분석결과

- 분석결과 2015년 농업가뭄으로 인한 실제 직접 피해액은 795.80억원으로 나타났으며 이로 인한 간접적 파급효과(간접피해액)는 362.50억원으로 전체 1,148.30억원의 가뭄피해 영향이 추정되었으며 고용감소 효과는 3,681명으로 추정됨
- 만약 2015년 가뭄대책 활동이 없었다면 가뭄 직접피해액은 1,319.50억원, 이로 인해 발생하는 파급효과(간접피해액)는 1,084.0억원 전체 피해액은 2,403.50억원 고용 감소효과는 6,406명으로 추정됨
- 따라서 2015년 총 가뭄대책 효과는 1,245.20억원이고 고용효과는 2,725명으로 분석되어 전체효과는 2,139.3억원으로 2015년 투입된 가뭄대책비가 1,700.40억원을 고려할 경우 B/C가 1.26 수준임.

* 근로자 평균 연봉 3,281만원 가정시(2,725×3,281=894.07억원)

* 하지만, B/C값에는 농작물 생산감소(직접피해)와 연관산업 경제적 손실(간접피해)만을 반영한 결과이고, 가뭄으로 인한 축산물 생산감소 및 비시장(가축질병 발생, 농업·농촌 다원적 기능저하, 생물다양성 감소, 농가 후생 감소) 부문에 대한 가치 부문을 반영하지 않은 수치이다. 만약 가뭄으로 인한 축산업 피해와 비시장 가치 요인을 반영할 경우 B/C는 더욱 높아질 것이다. 직접가뭄 피해 추정에 있어 쌀의 경우 통계적으로 유의하였지만, 발작물(5개 품종)의 경우 통계적으로 유의하지 않았음

| 구 분 | 직접피해액 (억원) | 간접피해액(백만원) | | 총 피해액 (고용감소) |
|--------------------|----------------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| | | 연관산업손실 | 고용감소효과 (명) | |
| 가뭄대책 활동 반영 (A) | 795.80 (case 1) | 362.50 (case 3) | 3,681 (case 3) | 2,366.03 (1,207.73) |
| 가뭄대책 활동 미반영 (B) | 1,319.50 (case 3) | 1,084.0 (case 4) | 6,406 (case 4) | 4,505.30 (2,101.80) |
| 가뭄대책 효과 (B-A) | 523.7 | 721.5 | 2,725 | 2,139.30 (894.10) |

- 앞에서 살펴본 바와 같이 정확한 가뭄 피해액을 추정하기 위해서는 정밀하고 많은 데이터 축적이 요구된다. 미국의 SWAP모형처럼 수문학적 모형과 경제학적 최적화 모형을 연계한 고도화된 가뭄 피해 모형 구축을 위해 지속적으로 모형 및 자료가 보완되어야 할 것이다.

2.4 농업가뭄 피해 DB화 구축

2.4.1 가뭄관련 기초자료

| 구 분 | Entity | 항 목 |
|-------------------|----------------|-----------------------------------------------|
| 정량적 평가기법 계수 정보 | 정량적 평가 계수정보 | 농작물별 ha당 단수, 농작물별 가뭄주의일수(계수적용), 농작물별 추세 계수 |
| 농작물 피해정보 | 논작물 피해정보 | 쌀 가뭄피해정보 |
| | 밭작물 피해정보 | 콩, 고추, 고구마, 감자, 마늘 가뭄피해정보 |
| 자료의 검색 및 조회 단위 | 행정단위 | 행정구역명, 시도, 시군구, 행정코드 |
| 논물마름 피해상황 | 논 가뭄대책 | 재배면적, 물마름면적 |
| 밭작물 시들음 피해상황 | 밭 가뭄대책 | 정식파종 면적, 밭 시들음 면적 |

2.4.2 가뭄피해액 조사자료 양식

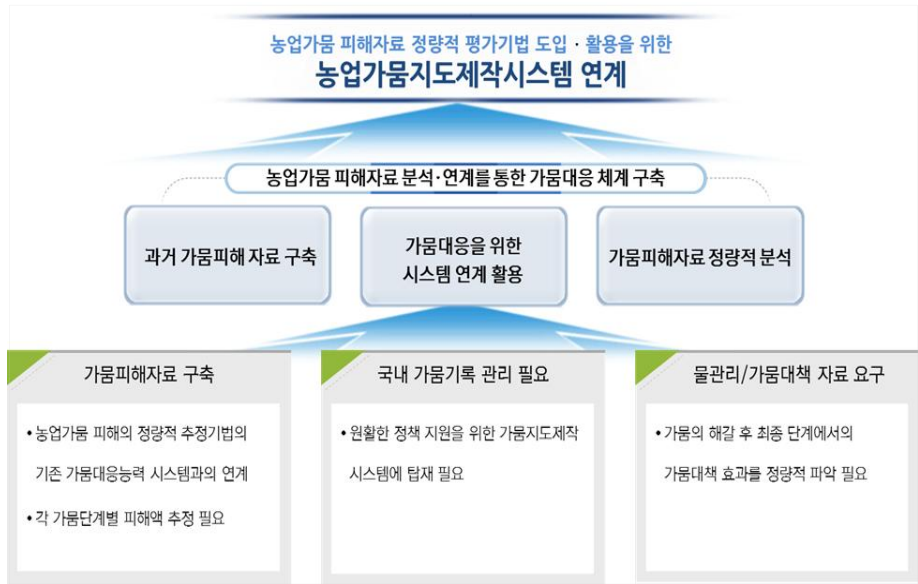
- 농업가뭄 피해자료 DB 구축을 위하여 지속지적인 자료 수집이 필요하며 자료수집 양식은 다음과 같다. 생산단수 자료는 10ha당 kg을 ha당 단위로 환산하여야 한다.

| 시군별 | 경지면적 (ha) | 논피해조사 | | | 밭작물피해조사 | | | | | |
|-----|--------------|--------------|----------------|---------------------|--------------|----------------|-------------|---|-----|----|
| | | 재배면적 (ha) | 논물마름 면적(ha) | 생산 단수 (kg/ha) | 재배면적 (ha) | 밭시들음 면적(ha) | 생산단수(kg/ha) | | | |
| | | | | | | | 고추 | 콩 | 고구마 | 감자 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

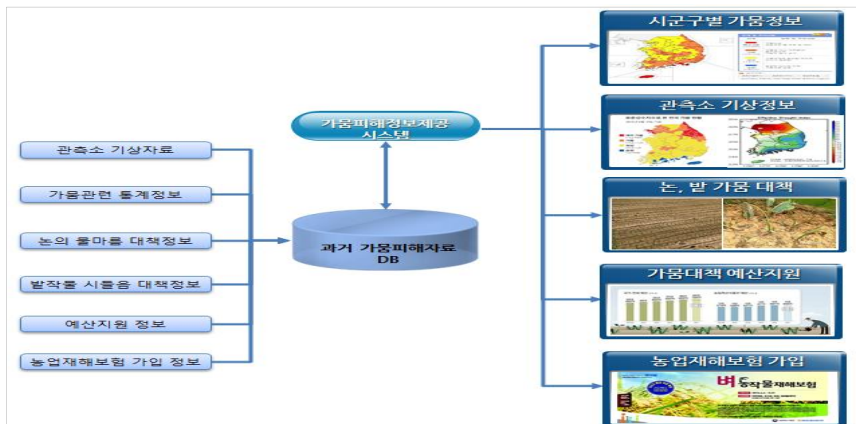
2.4.3 가뭄관련 DB 구축 및 시스템 연계

- 농업가뭄 피해자료 DB 구축 절차는 원시자료를 수집 및 분석하는 단계, 입력하는 단계, 입력된 도형 및 속성데이터를 공간정보로 적정하게 변환되었는지를 확인하는 구조화 단계, 공간정보를 이용한 데이터

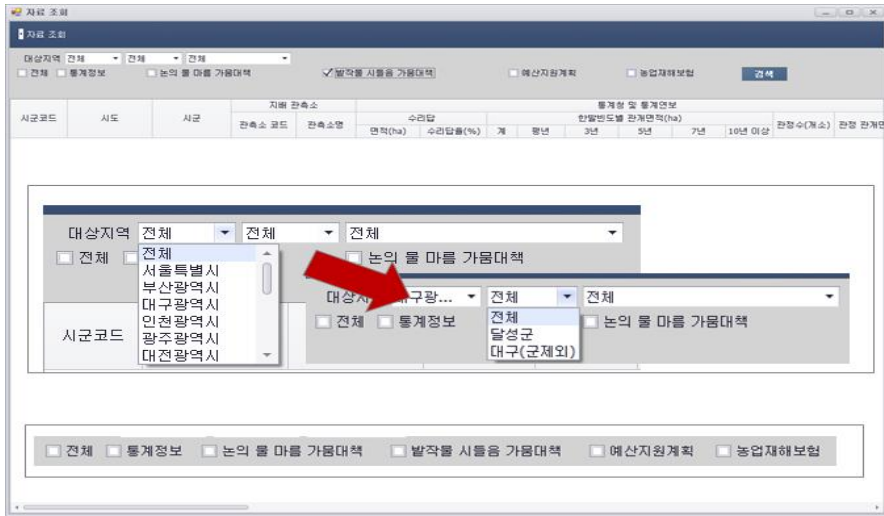
베이스의 구축을 데이터베이스 설계서와 동일하게 업로드하는 로딩 단계로 이루어짐



○ 가뭄피해자료 DB 개념도



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



<가뭄피해 DB 조회 화면>

- 농업가뭄 피해자료 DB를 농업가뭄지도제작시스템에 연계해 정보를 제공하는 방식으로 구축하여 자료를 통합 관리 및 사용자가 편리하게 사용하도록 함



<농업가뭄제작시스템 연계 구상도>

- 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

3. 결론

- 농업가뭄에 대해 효과적인 사전대비 및 항구대책이 미흡하다는 지적에는 가뭄의 평가기법이 정량적이고 체계적으로 정립되어 있지 않은 이유가 크다.
 - * 여기서의 농업가뭄이란 논(쌀), 밭작물(고구마, 감자, 고추, 콩, 마늘)에 대한 작물생산량 감소에 따른 직접적인 영향과 연관산업의 경제적 손실 즉 간접적인 영향과 고용감소 효과를 고려한 것
- 정량적 평가를 위하여 농업가뭄관련 자료를 수집하고 분석을 실시하였다. 수집 자료는 가뭄대응백서, 농업기반정비사업통계연보, 농업생산량통계, 가뭄대책현황 및 보고자료, 농업재해보험피해신고내역, 기상자료 등이며 여기서 피해지역, 지원실적, 한발빈도별 수리답면적, 작물별 경지면적 및 생산량, 가뭄피해신고지역, 가뭄지수 등을 분석 및 DB화 하였다.
- 또한, 정량적 평가를 위하여 농작물 ha당 단수, 농작물별 가뭄 주의(심각)일수 및 적용계수, 농작물별 추세 계수 등 평가 기법 계수정보, 쌀 및 밭작물 중 콩, 고추, 고구마, 감자, 마늘의 생산단수 및 가뭄 피해정보 등의 농작물 피해정보(논, 밭작물)를 DB화 하였으며 지속적으로 자료 수집 및 업데이트를 시행 하여야 할 것이다.
- 이렇게 DB화된 자료는 현재 국민안전처에 제공하는 가뭄지도를 작성하기 위해 개발된 가뭄지도제작시스템과 연계시켜 검색, GIS 표출, 자료업데이트 등 사용자 이용이 편리하도록 구축하였다.
- 구축한 농업가뭄 DB 분석 결과를 바탕으로 우리나라 실정에 맞는 농업가뭄 정량적 피해평가 기법을 제안하고 농업가뭄 피해 영향을 추정한 결과를 나타내었다.

- 따라서 2015년 총 가뭄대책 효과는 1,245.30억원이고 고용효과는 2,725명으로 분석되어 전체효과는 2,139억원으로 2015년 투입된 가뭄대책비가 1,700.40억원을 고려할 경우 B/C가 1.26 수준임.
 - * 2015년 직/간접 가뭄피해 평가액 추정은 1,158.30억원
 - * 가뭄대책 활동이 없을 경우 직/간접 가뭄 피해액은 2,403.50억원
 - * 근로자 평균 연봉 3,281만원 가정시 적용($2,725 \times 3,281 = 894.07$ 억원)
- 상기의 값은 가뭄으로 인한 축산물 생산감소 및 비시장(가축질병 발생, 농업·농촌 다원적 기능저하, 생물다양성 감소, 농가 후생 감소) 부문에 대한 가치 부문을 반영하지 않은 수치임. 만약 가뭄으로 인한 축산업 피해와 비시장 가치 요인을 반영할 경우 B/C는 더욱 높아질 것임.
 - * 직접가뭄 피해 추정에 있어 쌀의 겨우 통계적으로 유의하였지만, 발작물(5개 품종)의 경우 통계적으로 유의하지 않았음
- 앞에서 살펴본 바와 같이 연구기간 및 자료의 제약으로 실제 농업가뭄으로 인해 발생하는 모든 피해를 포함하지 못하고 있다. 따라서 정확한 가뭄 피해액을 추정하기 위해서는 정밀 하고 많은 데이터 축적이 요구된다. 미국의 SWAP모형처럼 수문학적 모형과 경제학적 최적화 모형을 연계한 고도화된 가뭄 피해 모형 구축을 위해 지속적으로 모형 및 자료가 보완되어야 할 것이다.

Summary

1. Title :

A Study on the Assessment Technology of Agricultural Drought(Final)

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

3. Background & purpose of study

3.1 Background and Necessity

- The reason why there is no shortage of crop yields in recent years and lack of discomfort in living conditions is attributable to continuous drought measures Consequentialness
- And there has been a variety of developments in predicting preventing droughts. Evaluate the effects of agricultural drought, Estimation of drought damage caused by the danger of drought and damage to the region. Demand for Practical Use of Post-Fabrication Measures for Permanent or Proprietary Drought Measures
- Quantitative Evaluation Criteria for Quantitative Evaluation of Dromatization of Drought Damage.
There are no standards or damage assessment criteria for quantitative drought damage assessment. and the calculation criteria for future port measures and recovery costs are insufficient.
- Therefore, the social and economic damages derived from the drought caused by agricultural drought. In other words, the method of analyzing the effects of drought damage is quantitatively and systematically established.

If the estimated cost and indirect cost and effectiveness of the derived economy are estimated, Will recognize the importance of a prior or permanent measure of agricultural drought

3.2 Research purpose

- Quantitative Analysis Method for Regional and Economic Impacts of Agricultural drought damage and quantitative assessment of the effects of preliminary drought measures and recovery costs in the event of drought.
- Application of the Computerization of Agricultural Consultation Measures for the Feasibility of Agricultural Competitions. to provide quantitative indicators to the policy to recognize the importance of drought and to recognize the need for systematic measures of drought and systematic measures of systematic drought.

4. Research content and method

4.1 Research content

- Basic data analysis, selection and data collection of agricultural drought damage.
- Construction and supplementation of DB for drought damage data using spatial information.
- Commodity and commercialization of the drought response capability.
- Estimation of areas affected by previous agricultural drought damage.
- Quantitative analysis technique of the drought damage victim.
- An assessment of the effectiveness of direct and indirect damage to the agricultural drought and effectiveness of countermeasures.

4.2 Research method

- Basic data analysis, selection and data collection of agricultural drought damage.
 - Analysis and selection of basic data needed to assess the damage to the agricultural drought damage (data since 2001).
 - Quantitative evaluation technique of waste fields, field crops, and crop damage information
- Construction DB Database Data Database Using Spatial Information.
 - Each year, spatial information is grouped by a separate weekly basis, creating a weekly basis for assessing quantitative evaluation of agricultural drought damage and supporting quantitative assessment of drought damage.
- Coordinates drought response capabilities.
 - In 2015, drought damage data were registered in the drought response model system implemented by the Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries in 2015.
 - The ability to search for information that can be inspected annually for drought damage, and searchable information can be retrieved to enable quantitative assessment of drought damage.
- Estimation of Rural drought damage areas in Korea
 - A spatial distribution of spatial distribution in the area of drought conditions, such as water storage, field soil moisture, and waterproof capacity.
- Establishment of assessment techniques for agricultural drought damage.
 - Review of domestic and external techniques for direct damage and indirect damage assessment.

- The indirect damage is the derived economic damage derived from the regional industrial input-output table.
- Direct and indirect damage to the damage to the drought damage victim
 - Direct damage assessment is the amount of damage caused by crop yields, crop yields, and crop yields.
 - The indirect damage is the derived economic damage derived from the regional industrial input-output table.
- Identify the economic effectiveness of overcoming the drought in agriculture.
 - Calculate the effectiveness of the socio-economic benefits of agricultural drought, such as the cost of agricultural drought.

4.3 Expected effect

- Policy Recommendations for the Comprehensive Response System of Agricultural drought
- Through quantitative appraisal of drought damage, enable quick, systematic, rational drought proposals and aggressive drought measures to establish aggressive drought measures.

5. research result

- Pointed out that the lack of effective preparation and port countermeasures for agricultural drought is insufficient, There is a big reason why the evaluation techniques of drought are not systematic and systematic.
 - * The agricultural drought is a direct consequence of the reduction of crop yields on rice paddies (rice paddy), upland crops (potato, potato, green beans, soy sauce, soya bean sauce).

It is the scope of an agricultural drought here considering the economic losses of the related industries, i.e. indirect impacts and employment losses.

- For quantitative evaluation, data related to the drought was collected and analyzed.
 - The collection data includes drought response papers, statistics of agricultural infrastructure, statistics of agricultural production, statistics on agricultural production, reports on agricultural production and reporting data, reports of agricultural disaster insurance reports, etc, in addition, the analysis of areas affected by damage area, support performance, drought area, drought area, drought damage report area, drought index, and drought index were analyzed.
- Also, for quantitative evaluation, number of crops per minute, drought hazard (severe) number of days and applied coefficients, and trend factors by crops, etc. assessment technique of the production technique of beans, red pepper, sweet potato, potato, sweet potato, potato, garlic, and garlic, and DB for drought damage information such as drought damage information has been intermitted. continuous data collection and upgrade will need to be implemented.
- These databases have been developed to develop a comprehensive map of the National Security Council, It was designed to facilitate user convenience, such as search, GIS presentation and data updates, in conjunction with a drought mapping system.
- Established result of analysis of DB for agricultural drought, suitable for the nation's affairs, a Proposal for quantitative damage assessment of the agricultural drought, and the results of the impact of agricultural drought damage were estimated
- Thus, the total drought effectiveness of 2015 was 1,245.3 billion won and the employment effect of 2,725 persons was analyzed and the overall effect is 2,139 billion won.

- If the 2015 drought dues cost 1,700.40 billion won, the B/C is 1.26.
- Estimated value of the pre-and indirect drought damage estimated in 2015 is KRW 1,158.3 billion
 - If there is no activity in the drought, the owner-directional drought damage is 2,403.5 billion won.
 - Total employment effect applied at 3,281 won per employee ($2,725 \times 3281 = 894.07$ billion won)
- The above values are not reflected in the value sector for reducing production of livestock products and non-fashionary functions (e.g., decreasing livestock disease, agricultural and rural communities, decreasing biodiversity levels, decreasing farming variety and decreasing farm wellbeing).

If a drought is reflected in the cause of the drought and the effects of non-processing value factors, B/C will be higher.

- * Statistically considered for rice, in estimating direct drought damage, and not statistically significant for field crops (5 items)
- As noted earlier, the research period and data limitations do not include any damage caused by actual agricultural drought.
Accurate and substantial data accumulation is required to estimate accurate drought damage.
Models and data should be constantly supplemented to establish a model for rapid drought damage models linked to hydrologic models, such as the U.S.'s SWAP model and economic optimization models.

목 차

| | |
|-------------------------|----|
| 제1장 서론 | 1 |
| 제1절 연구배경 및 목적 | 1 |
| 제2절 연구 내용 | 2 |
| 제3절 연구 방법 | 3 |
| 제4절 기대효과 및 실용화방안 | 5 |
| | |
| 제2장 농업가뭇의 정의와 특징 | 7 |
| 제1절 가뭇의 정의 | 7 |
| 제2절 가뭇의 분류 | 8 |
| 1. 기상학적 가뭇 | 9 |
| 2. 농업적 가뭇 | 9 |
| 3. 수문학적 가뭇 | 10 |
| 4. 사회경제적 가뭇 | 10 |
| 제3절 가뭇지수 | 11 |
| | |
| 제3장 기후변화에 따른 물 현황 | 17 |
| 제1절 기후변화 현황 | 17 |
| 제2절 우리나라 강수량 특징 | 19 |
| | |
| 제4장 농업가뭇 현황 및 대책 | 23 |
| 제1절 일반현황 | 23 |
| 제2절 2000년 이전 현황 | 25 |
| 제3절 2001년 이후 현황 | 28 |

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| 제4절 가뭄대처단계 | 42 |
| 제5절 위기관리능력 제고 | 44 |
| 제5장 농업가뭄으로 인한 피해액 추정 | 45 |
| 제1절 농업가뭄 직접피해 분석 방법론 | 45 |
| 1. 시장가격법 | 45 |
| 2. 생산함수 접근법 | 46 |
| 3. 회피비용 접근법 | 46 |
| 4. 대체/보수 비용 접근법 | 46 |
| 제2절 농업가뭄 간접피해 분석 방법론 | 47 |
| 1. 투입산출분석/산업연관분석 | 47 |
| 2. 연산가능 일반균형분석 | 48 |
| 3. 수문-경제 결합 모델 | 49 |
| 제3절 농업가뭄 비시장가치 평가 방법론 | 49 |
| 1. 조건부 가치측정법 | 49 |
| 2. 선택실험법 | 50 |
| 3. 편익/가치 이전법 | 51 |
| 제4절 국내·외 농업가뭄 피해액 산정 방법 | 52 |
| 1. 국내 가뭄피해 분석 사례 | 52 |
| 2. 일본 가뭄피해 분석 사례 | 52 |
| 3. 미국 가뭄피해 분석 사례 | 56 |
| 4. 분석 방법론 적용 | 57 |
| 제5절 농업가뭄 피해액 추정 | 60 |
| 1. 추정 방법론 | 60 |
| 2. 분석 자료 | 61 |
| 3. 분석 결과 | 63 |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| 제6절 농업용수 이수안전도 평가 | 73 |
| 1. 이수안전도 평가 필요성 | 73 |
| 2. 농업용저수지 설계한발빈도 분석 | 74 |
| 3. 농업용저수지 이수안전도 평가 | 75 |
| 제6장 과거 농업가뭄 피해 DB 구축 | 77 |
| 제1절 농업가뭄 피해 기초자료 수집 및 분석 | 77 |
| 1. 가뭄대응백서(가뭄백서) | 77 |
| 2. 농업생산기반 정비사업 통계연보 | 79 |
| 3. 가뭄피해 및 대책현황(농림축산식품부) | 88 |
| 4. 농작물생산량 통계(통계청) | 96 |
| 5. 농업재해보험 가뭄피해 신고내역(NH농협손해보험) | 97 |
| 제2절 농업가뭄 피해 DB 구축 | 100 |
| 1. 농업가뭄 피해자료 조회 및 관리를 위한 분석 | 100 |
| 2. 농업가뭄 피해 DB 설계 및 구축 | 109 |
| 3. 농업가뭄 피해 기초자료 분석 | 118 |
| 4. 공간정보 작성 기준 | 118 |
| 5. 정량적 평가기법 적용 산술식 | 120 |
| 제3절 가뭄대응능력시스템 연계 | 122 |
| 1. 농업가뭄지도제작시스템 소개 | 122 |
| 2. 농업가뭄지도제작시스템 연계 | 128 |
| 3. 농업가뭄 피해자료 조회 시스템 주요기능 | 130 |
| 제7장 과거 농업가뭄 피해 지역 추정 | 137 |
| 제1절 농업가뭄 피해 지역 | 137 |
| 1. 논 가뭄피해 지역 분석(2015년) | 137 |
| 2. 밭 가뭄피해 지역 분석(2015년) | 138 |

| | |
|-----------------------------------------------|-----|
| 3. 논과 밭을 포함한 가뭄피해 지역(2015년) | 139 |
| 4. 논 가뭄피해 지역 분석(2016년) | 141 |
| 5. 밭 가뭄피해 지역 분석(2016년) | 143 |
| 6. 논과 밭을 포함한 가뭄피해 지역(2016년) | 145 |
| 제2절 가뭄정보 분석 | 147 |
| 1. 2015년 강수량(2015.06.02.~2015.06.28) 분석 | 147 |
| 2. 2015년 저수율(2015.06.02.~2015.06.28) 분석 | 155 |
| 3. 2016년 강수량(2016.08.24.~2016.09.19.)분석 | 162 |
| 4. 2016년 저수율(2016.08.24.~2016.09.19.)분석 | 170 |
| 제3절 2017년 가뭄정보 분석 | 177 |
| 1. 가뭄 예·경보 및 저수율 현황 | 177 |
| 2. 논 물마름 및 밭 시들음 면적 | 183 |
| 제8장 결 론 | 189 |
| 1. 농업가뭄과 대책 | 189 |
| 2. 기후변화에 따른 물 현황 | 190 |
| 3. 국내외 농업가뭄 피해 분석 기법 검토 | 191 |
| 4. 농업가뭄으로 인한 피해액 추정 | 192 |
| 5. 과거 농업가뭄 피해 DB 구축 | 195 |
| 6. 과거 농업가뭄 피해지역 추정 | 197 |
| 7. 기대효과 | 198 |
| ▶ 참고문헌 | 200 |
| ▶ 부록 농업가뭄피해 DB 사용 매뉴얼 | 203 |
| ▶ 부록 소스코드 | 220 |
| ▶ 참여연구원 | 247 |

표 차례

| | |
|--------------------------------------------------|----|
| (표 1-1) 농업가뭄 관련 기초자료 목록 | 3 |
| (표 1-2) DB연계를 위한 주제도 및 연계자료 | 4 |
| (표 2-1) 가뭄의 종류 | 9 |
| (표 2-2) 각종 가뭄지수에 따른 가용자료 및 장단점 | 11 |
| (표 2-3) 평균치 비율에 따른 가뭄정도 | 12 |
| (표 2-4) PDSI에 따른 가뭄단계 | 13 |
| (표 2-5) SPI에 따른 가뭄단계 | 14 |
| (표 2-6) 평균치 비율에 따른 가뭄정도 | 15 |
| (표 2-7) EDI에 의한 가뭄의 분류 | 15 |
| (표 3-1) 미래의 물 전망 | 17 |
| (표 3-2) 기후변화와 물 | 18 |
| (표 3-3) 1970년대와 2000년대의 강수량 비교 | 20 |
| (표 4-1) 연도별 가뭄현황 주요내용 | 24 |
| (표 4-2) 지난 100년간 가뭄과 농업재해 발생년도(1900~2000년) | 25 |
| (표 4-3) 연대별 가뭄발생 현황과 대책 | 27 |
| (표 4-4) 논의 물마름 면적(2001.06.13.) | 28 |
| (표 4-5) 밭작물의 시들음 면적(2001.06.13.) | 28 |
| (표 4-6) 가뭄대책 용수개발 현황(8월말) | 29 |
| (표 4-7) 총괄 지원예산(2001년) | 29 |
| (표 4-8) 시도별 지원예산(2001년) | 30 |
| (표 4-9) 전국 강수량 현황(2012년) | 31 |
| (표 4-10) 논 물마름 면적(6.17) 및 밭 시들음 면적 | 32 |
| (표 4-11) 시도별 강수량(1.1~8.30) | 33 |
| (표 4-12) 7월 이후 강수량 | 33 |

| | |
|-------------------------------------------|----|
| (표 4-13) 시도별 저수율(1.1~8.30) | 33 |
| (표 4-14) 강우 부족지역 저수율 현황 | 34 |
| (표 4-15) 논의 물 마름 면적 | 34 |
| (표 4-16) 밭작물의 시들음 면적 | 35 |
| (표 4-17) 긴급 용수개발 | 36 |
| (표 4-18) 2014년 가뭄대책지원비 | 37 |
| (표 4-19) 2014년 12월~2015년 2월 강수량 현황 | 38 |
| (표 4-20) 2015년 3월~5월 강수량 현황 | 38 |
| (표 4-21) 논 물바름 면적(6월) | 39 |
| (표 4-22) 밭시들음 면적(6월) | 39 |
| (표 4-23) 저수지 준설사업 현황 | 40 |
| (표 4-24) 2015년 가뭄지원 예산 | 40 |
| (표 4-25) 가뭄상황 단계별 판단기준 및 대처내용 | 42 |
| (표 4-26) 가뭄 예·경보 기준 | 43 |
| (표 5-1) 농업가뭄 피해 분류 | 57 |
| (표 5-2) 연도별 가뭄 발생 일수 추이 | 62 |
| (표 5-3) 가뭄으로 인한 쌀 생산 피해 모형 추정 결과 | 63 |
| (표 5-4) 가뭄으로 인한 고추 생산 피해 모형 추정 결과 | 64 |
| (표 5-5) 가뭄으로 인한 고구마 생산 피해 모형 추정 결과 | 64 |
| (표 5-6) 가뭄으로 인한 감자 생산 피해 모형 추정 결과 | 64 |
| (표 5-7) 가뭄으로 인한 콩 생산 피해 모형 추정 결과 | 65 |
| (표 5-8) 가뭄으로 인한 마늘 생산 피해 모형 추정 결과 | 65 |
| (표 5-9) 추정 모형을 통해 실제 가뭄피해액 산식 추정 | 66 |
| (표 5-10) 가뭄으로 인한 직접피해액 | 67 |
| (표 5-11) 가뭄으로 인한 쌀 생산 피해 모형 추정 결과 | 67 |
| (표 5-12) 가뭄으로 인한 고추 생산 피해 모형 추정 결과 | 68 |
| (표 5-13) 가뭄으로 인한 고구마 생산 피해 모형 추정 결과 | 68 |

| | |
|-----------------------------------------------------|-----|
| (표 5-14) 가뭄으로 인한 감자 생산 피해 모형 추정 결과 | 68 |
| (표 5-15) 가뭄으로 인한 콩 생산 피해 모형 추정 결과 | 69 |
| (표 5-16) 가뭄으로 인한 마늘 생산 피해 모형 추정 결과 | 69 |
| (표 5-17) 2015년 가뭄대책 활동이 없을 경우 직접피해액 추정 결과 | 69 |
| (표 5-18) 농업가뭄 간접피해 수준 | 71 |
| (표 5-19) 2015년 기준 가뭄 대책 효과 | 72 |
| (표 5-20) 가뭄대응 정책노력 효과 제외시 2015년 쌀 가뭄 피해 규모 | 73 |
| (표 5-21) 전체 수리답의 관리 현황 | 73 |
| (표 6-1) 2001 가뭄대응백서 및 2012 가뭄백서 목차 | 78 |
| (표 6-2) 경지면적 변화 | 82 |
| (표 6-3) 수리답면적 및 한밭빈도별 관개면적 | 83 |
| (표 6-4) 받기반정비사업을 통해 준공된 관정수 및 관개면적 | 87 |
| (표 6-5) 2012~2016년간 시·군별 가뭄피해 누적 면적(2014년 제외) | 91 |
| (표 6-5) 2012~2016년간 시·군별 가뭄피해 누적 면적(2014년 제외) | 92 |
| (표 6-6) 전국 가뭄지원예산(2001~2017년) | 93 |
| (표 6-7) 연도별 전국 백미 경지면적 및 생산량(밭벼포함, 통계청) | 96 |
| (표 6-8) 연도별 농작물 재해보험 운영현황(2001~2014) | 98 |
| (표 6-9) 벼 농업재해보험 가입면적 | 100 |
| (표 6-10) 농업가뭄 피해자료 관리를 위한 Entity 추출 | 109 |
| (표 6-11) 농업가뭄 피해자료 테이블 리스트 | 111 |
| (표 6-12) 기상청 제공 강수평년비 정보관리 테이블 명세서 | 115 |
| (표 6-13) 농업기반정비사업통계연보 정보관리 테이블 명세서 | 117 |
| (표 7-1) 2015년 논 가뭄피해 면적 및 지역 | 137 |
| (표 7-2) 2015년 밭 가뭄 피해면적 및 지역 | 138 |
| (표 7-3) 피해면적 중 시도별 비율 | 139 |
| (표 7-4) 2015년 논과 밭 피해 중첩지역 | 139 |
| (표 7-5) 2015년 통합(논+밭)가뭄피해 면적 및 피해지역 | 140 |

| | |
|--------------------------------------------------|-----|
| (표 7-6) 2016년 지역별 논 가뭄 피해면적 비율 | 141 |
| (표 7-7) 2016년도 논 가뭄 피해면적 및 피해지역 | 142 |
| (표 7-8) 2016년 지역별 밭 가뭄 피해면적 및 비율 | 143 |
| (표 7-9) 2016년 밭 가뭄피해 면적 및 피해지역 | 144 |
| (표 7-10) 2016년 지역별 가뭄 피해면적 및 비율 | 145 |
| (표 7-11) 2016년 논과 밭 피해 중첩지역 | 145 |
| (표 7-12) 2016년 통합(논+밭)가뭄피해 면적 및 피해지역 | 146 |
| (표 7-13) 시도별 누적 강수량(2015. 6.27 기준) | 149 |
| (표 7-14) 시도별 무강우 일수(2015.06.27. 기준) | 149 |
| (표 7-15) 2015년 평년대비 일별 강수량 분석 | 150 |
| (표 7-16) 2015년 인천광역시 평년대비 일별 강수량 분석 | 152 |
| (표 7-17) 강원도 평년대비 일별 강수량 분석 | 154 |
| (표 7-18) 평년대비 2015년 전국 평균 저수율(06.02~06.28) | 156 |
| (표 7-19) 인천광역시 평년대비 2015년 저수율(06.02~06.28) | 158 |
| (표 7-20) 강원도 평년대비 2015년 저수율(06.02~06.28) | 160 |
| (표 7-21) 시도별 누적 강수량(2016.09.07. 기준) | 164 |
| (표 7-22) 시도별 무강우 일수(2016. 9. 7 기준) | 164 |
| (표 7-23) 2016년 평년대비 일별 강수량 분석 | 165 |
| (표 7-24) 2016년 전라남도 평년대비 일별 강수량 분석 | 167 |
| (표 7-25) 2016년 제주특별자치도 평년대비 일별 강수량 분석 | 169 |
| (표 7-26) 2016년 평년대비 일별 저수율 | 171 |
| (표 7-27) 2016년 전라남도 평년대비 일별 저수율 | 173 |
| (표 7-28) 2016년 제주특별자치도 평년대비 일별 저수율 | 175 |
| (표 7-29) 2016년 평년대비 50%미만 시·군 저수율 | 176 |
| (표 7-30) 2017년 전국 월별(1월~9월) 저수율 | 182 |
| (표 7-31) 2017년 논·밭 가뭄면적 현황 | 184 |

그림 차례

| | |
|--------------------------------------------------|----|
| <그림 2-1> 가뭄의 특징 및 진행과정 | 8 |
| <그림 3-1> 연평균 강수량 변동 경향('74~'15) | 20 |
| <그림 3-2> 계절별 연평균 강우량 경향 | 21 |
| <그림 4-1> 전국 저수지 평균 저수율 현황(4월~7월) | 41 |
| <그림 5-1> 농업가뭄 직접피해 추정 방법론 | 45 |
| <그림 5-2> 농업가뭄 간접피해 추정방법론 | 47 |
| <그림 5-3> 일본의 농업용수 가뭄피해액 산정 | 53 |
| <그림 5-4> SWAP 모형과 IMPLAN 모형 간 상호작용 | 56 |
| <그림 5-5> 농업가뭄 피해액 추정 흐름도 | 59 |
| <그림 5-6> 가뭄의 지역별 분포: 강도 기준 | 62 |
| <그림 5-7> 2001년 이후 농업가뭄 피해액 및 고용감소 효과 추정 결과 .. | 72 |
| <그림 5-8> 농업용저수지 축조년도별 설계한발빈도 현황 | 74 |
| <그림 5-9> 이수안전도 평가대상 저수지 분포 현황 | 75 |
| <그림 5-10> 유역배율 및 단위저수량에 따른 농업용저수지 분포 현황 | 76 |
| <그림 6-1> 전국 8도 및 제주도 경지면적 변화(2001~2015) | 81 |
| <그림 6-2> 2001년 대비 2015년 경지 감소면적 및 감소율 | 81 |
| <그림 6-3> 2001~2015 전국 논·밭 면적 및 비율 변화 | 82 |
| <그림 6-4> 수리답면적 비율 및 한발 10년빈도 비율(2001~2014) | 84 |
| <그림 6-5> 수리시설별 수리답 면적 구성비(2014년) | 85 |
| <그림 6-6> 연도별 전국 수리시설 개소수 | 85 |
| <그림 6-7> 전국 관정관개 수리답면적 및 관정수 변화(2001~2014) | 86 |
| <그림 6-8> 발기반정비사업 누적 관정수 및 누적 관개면적(2001~2014) | 87 |
| <그림 6-9> 연도별 전국 가뭄피해면적 및 대책급수면적 비율 | 89 |

| | |
|-----------------------------------------------------|-----|
| <그림 6-10> 전국 가뭄피해면적 중 논과 밭의 비율 | 90 |
| <그림 6-11> 연도별 가뭄지원 예산 및 가뭄피해면적 차트 | 94 |
| <그림 6-12> 2015년 시도별 피해면적 및 지원예산(예비비포함) | 95 |
| <그림 6-13> 2016년 시도별 피해면적 및 지원예산 | 95 |
| <그림 6-14> 전국 백미 생산량 및 경지면적 변화(2001~2014, 통계청) | 97 |
| <그림 6-15> 농작물 재해보험 가입현황(2001~2014) | 99 |
| <그림 6-16> 농업재해보험 가뭄피해신고 면적(농협손보) | 99 |
| <그림 6-17> 과거 가뭄피해자료 조회시스템 구성도 | 101 |
| <그림 6-18> 시군구 행정단위별 가뭄 피해자료 조회 구성 | 102 |
| <그림 6-19> 기상청 관할 기상관측소 현황 | 103 |
| <그림 6-20> 가뭄관련 기상자료의 구성 | 104 |
| <그림 6-21> 가뭄관련 통계연보 자료의 구성 | 104 |
| <그림 6-22> 통계청 농작물정보 자료의 구성 | 105 |
| <그림 6-23> 논 물마름 가뭄 피해상황 자료의 구성 | 106 |
| <그림 6-24> 밭 시들음 가뭄 피해상황 자료의 구성 | 107 |
| <그림 6-25> 가뭄 피해저감 예산지원 자료의 구성 | 107 |
| <그림 6-26> 농업재해보험(미곡) 자료의 구성 | 108 |
| <그림 6-27> 농업가뭄 피해자료 조회시스템 중 논리적 ERD | 112 |
| <그림 6-28> 농업가뭄지도제작시스템과 연계된 논리적 ERD | 114 |
| <그림 6-29> 농업가뭄지도제작시스템과 연계된 물리적 ERD | 114 |
| <그림 6-30> 과거 가뭄피해자료 조회시스템의 구성도 | 118 |
| <그림 6-31> 공간정보를 이용한 DB 구축 절차 | 120 |
| <그림 6-32> 농업가뭄제작시스템과 부처간 연계 구성도 | 124 |
| <그림 6-33> 농업가뭄제작시스템의 목표시스템 구성도 | 126 |
| <그림 6-34> 농업가뭄제작시스템의 가뭄예측 알고리즘 | 127 |
| <그림 6-35> 논, 밭 가뭄지도 제작 기능 | 127 |

| | |
|-----------------------------------------------|-----|
| <그림 6-36> 농업가뭄지도제작시스템 연계 구성도 | 129 |
| <그림 6-37> 농업가뭄지도제작시스템 연계 가뭄피해자료 조회기능 구성도 .. | 130 |
| <그림 6-38> 농업가뭄 피해자료 입력 화면 | 131 |
| <그림 6-39> 농업가뭄 피해자료 조회 기능 | 133 |
| <그림 6-40> 농업가뭄지도제작시스템 연계 가뭄피해자료 등록 화면 .. | 133 |
| <그림 6-41> 농업가뭄지도제작시스템 연계 평가기법 적용 화면 | 134 |
| <그림 6-42> 농업가뭄지도제작시스템 연계 평가기법 적용 GIS화면 ... | 135 |
| <그림 6-43> 정량적 평가기법 적용결과 화면 | 135 |
| <그림 7-1> 2015년 월별 및 누적 강수량 | 147 |
| <그림 7-2> 강우 지도(2015. 6.27 기준) | 148 |
| <그림 7-3> 2015년 인천광역시 일별강수량 및 누적강수량 | 151 |
| <그림 7-4> 2015년 강원도 일별강수량 및 누적강수량 | 153 |
| <그림 7-5> 전국 평균 저수율(2015.06.02.~06.28) | 155 |
| <그림 7-6> 2015년 인천광역시 일별 저수율 | 157 |
| <그림 7-7> 2015년 강원도 일별 저수율 | 159 |
| <그림 7-8> 2015년 평년대비 50%미만 시·군 저수율 | 161 |
| <그림 7-9> 2016년 월별 및 누적강수량 | 162 |
| <그림 7-10> 강우 지도(2016.09.07 기준) | 163 |
| <그림 7-11> 2016년 전라남도 일별 및 누적 강수량 | 166 |
| <그림 7-12> 2016년 제주특별자치도 일별 및 누적 강수량 | 168 |
| <그림 7-13> 2016년 전국 저수율(08.24.~09.19) | 170 |
| <그림 7-14> 2016년 전라남도 저수율(08.24.~09.19) | 172 |
| <그림 7-15> 2016년 제주자치도 저수율(08.24.~09.19) | 174 |
| <그림 7-16> 1월 농업가뭄 예·경보 현황 | 177 |
| <그림 7-17> 2월 농업가뭄 예·경보 현황 | 178 |
| <그림 7-18> 3월 농업가뭄 예·경보 현황 | 178 |

| | |
|---------------------------------------------------|-----|
| <그림 7-19> 4월 농업가뭄 예·경보 현황 | 179 |
| <그림 7-20> 5월 농업가뭄 예·경보 현황 | 179 |
| <그림 7-21> 6월 농업가뭄 예·경보 현황 | 180 |
| <그림 7-22> 7월 농업가뭄 예·경보 현황 | 180 |
| <그림 7-23> 8월 농업가뭄 예·경보 현황 | 181 |
| <그림 7-24> 9월 농업가뭄 예·경보 현황 | 181 |
| <그림 7-25> 2017년 전국 대표월별(2월, 5월, 6월, 7월) 저수율 | 182 |

제 1 장

서 론

농업가뭄 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

제1장 서론

제1절 연구배경 및 목적

최근 들어 발생하는 이상기후 현상에 의해 홍수 및 가뭄 등 자연 재해가 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 사용 가능한 물의 양은 점점 줄어드는 심각한 상황을 맞고 있다. 특히, 농업부분에서의 가뭄피해는 항상 발생하여 왔으며 농업용수의 부족으로 인한 문제는 생산량 감소 및 물분쟁의 원인이 되고 있는 것이 현실이다.

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

한편으로 농업가뭄이 자주 발생하여도 작물 생산량이 부족하지 않고, 생활에서 불편함을 느끼지 못하는 이유는 지속적인 항구적 가뭄대책을 위한 활동이 이루어져 왔으며 매년 가뭄대책비가 투입되고 많은 인력이 동원되어 적극적인 가뭄 대책 활동의 결과임을 간과해서는 아니 되는 이유이다.

그러므로 농업가뭄에 따른 파생되는 사회·경제적 피해평가, 즉 가뭄피해의 영향을 분석하는 방법이 정량적·체계적으로 정립되어 파생되는 경제적 직·간접비용 및 효용성이 추정 된다면 농업가뭄의 사전 또는 항구적 대책의 중요성과 더불어 필요성을 절실히 느끼게 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 가뭄피해에 대한 지역적·경제적 파생되는 영향에 대하여 정량적 분석기법을 정립하고 농업가뭄 발생 시 사전 가뭄대책 및 복구비용의 투자 효과를 정량적으로 파악하여 사회·경제에 미치는 영향을 추정하여 가뭄대비의 중요성과 농업가뭄의 체계적인 대책 수립의 당위성을 인식 할 수 있는 정량화된 가뭄 피해영향을 파악하고 정책에 제공함으로써 지속적인 농업가뭄 대책 수립의 타당성 및 효용성 분석의 초석 마련에 본 연구의 목적이 있다.

제 2 절 연구 내용

본 연구는 과거 농업가뭄 피해에 대한 가뭄대책 활동, 피해규모, 가뭄대책 투자 비용 등을 정리한 가뭄백서 등을 통한 가뭄극복 정보를 관리하고 있는 방법에서 벗어나, 농업가뭄의 사회·경제적으로 파급 영향을 분석하고 과학적인 시스템에 의한 가뭄대책 수립 및 투입되는 대책비의 효율성 등을 파악하기 위한 농업가뭄 피해의 정량적 평가 기법의 정립을 수행하는데 있으며 또한, 구축된 가뭄피해 자료의 데이터베이스(DB)의 수정·보완 업무를 추진하고자 하는데 있으며 주요 내용은 다음과 같다.

- 구축된 농업가뭄 피해 기초자료 분석·보완, 자료추가 및 자료수집
 - 정량적 평가 관련 계수 자료
 - 농작물별 가뭄 일수(주의, 심각 등)
 - 농작물 추세 계수 등
- 공간정보를 이용한 농업가뭄 피해자료 DB구축 보완
- 기존 가뭄 대응능력 시스템에 연계 및 실용화
 - 농업가뭄지도제작 시스템의 구성 및 알고리즘 파악
 - 농업가뭄 피해 정량적 추정 모듈 적용 방안을 검토 및 적용
 - 농업가뭄 피해의 직/간접적 피해액 추정을 시스템에 적용/구축
 - 최종 가뭄대응 효과 분석 시스템 적용하고 연동 구현
- 농업가뭄의 직·간접적 피해액 추정
 - 농업가뭄이 작물 단수에 미치는 영향 분석
 - * 피해액 추정에 필요한 DB 항목
- 농업가뭄의 파급영향 추정(간접 피해영향)
 - 지역산업연관표 이용
 - 공급지장 비용 산출
- 가뭄 피해 정량적 분석 기법 정립
 - 가뭄피해 예상액 및 가뭄대책에 투입된 비용 효율 분석
 - 피해 예상액 대비 투입비용 효과 분석(국내 적용)
- 기후변화 영향으로 가뭄형태 변화에 따른 이수안전도 검토

제3절 연구 방법

- 구축된 농업가뭄 피해 기초자료 분석·보완, 자료추가 및 자료수집
 - 농업가뭄 피해를 정량적으로 평가하는데 필요한 기초자료 분석·보완
 - 통계연보, 가뭄백서 등에 수록된 가뭄 관련 자료와 구축된 가뭄 관련된 DB 자료 분석·보완
 - 2000년 이후에 조사된 자료를 대상으로 기초자료 수집·보완
 - 기초자료의 종류로는 기상자료, 저수율 자료, 각 저수지의 수해지역, 수해지역의 물 사용량, 연도별 가뭄발생 지역, 쌀 생산량, 밭작물 생산량 등이 있으며 그 이외에 연구에 필요한 항목에 대해서는 자료를 수집함
 - 정량적 평가기법을 위한 논, 밭작물 평가 계수 및 농작물 피해정보

(표 1-1) 농업가뭄 관련 기초자료 목록

| 구분 | 자료종류 | 자료내용 |
|-----|------------|------------------------|
| 1 | 정량적평가기법 | 논, 밭작물 평가 계수 등 |
| 2 | 농작물 피해정보 | 논, 밭 작물 피해정보 |
| 3 | 구역구분 자료 | 행정구역, 용수구역 등 구분자료 |
| 4 | 기상 자료 | 기상관측소의 강우 등 기상자료 |
| 5 | 저수율 자료 | 수원공 중 저수지 저수율 관련 자료 |
| 6 | 시설물 자료 | 저수지, 양수장, 취입보, 관정 등 시설 |
| 7 | 수해지역 자료 | 각 수원공별 수해지역 자료 |
| 8 | 물 사용량 자료 | 수해지역의 물 사용량 자료 |
| 9 | 가뭄지역 자료 | 가뭄이 발생한 지역 자료 |
| 10 | 쌀 생산량 자료 | 수해지역의 논농사 생산량 자료 |
| 11 | 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 작성 기준에 의하며, 표준화된 공간정보의 작성과 타 시스템과 자료의 호환이 가능하도록 공간 DB를 구축

- * 타원체, 데이터, 원방위각 등 세계 측지계를 구성하는 각종 인자 적용
- * 공간정보를 구성하는 좌표 표현에 필요한 직각좌표계 기준 적용
- 공간정보는 연도별로 분류하여 별도의 주제도로 구축하며 각 연도별 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 공간 정보를 구축하여야 하는데, 예를 들면 저수지는 점의 형태로, 수혜지역은 폴리곤의 형태로, 물 사용량은 수혜지역과 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 | 농작물 피해정보 | 논, 밭 작물 피해정보 |
| 2 | 구역구분 자료 | 행정구역, 용수구역 등 구분자료 |
| 3 | 기상 자료 | 기상관측소의 강우 등 기상자료 |
| 4 | 시설물 자료 | 저수율 자료 |
| 5 | 수혜지역 자료 | 물 사용량 자료, 생산량 자료 |
| 6 | 가뭄지역 자료 | 생산량 자료 |
| ... | 기타 필요자료 | 기타 연구에 필요한 자료 |

○ 가뭄 대응능력 시스템 연계

- 2015년 농림축산식품부에서 구축된 가뭄대응 능력모형 시스템에 과거 가뭄 피해 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
- 농업가뭄 피해에 대한 평가기법 정립
 - 직접적인 피해 및 간접적인 피해 평가를 위한 국내·외 기법 검토
 - 국내에 적합한 평가기법 정립 및 적용
- 농업가뭄 피해에 대한 직·간접적인 피해액 산정
 - 직접적인 피해액 산정은 논, 밭작물의 수확량 감소량에 따른 피해액
 - 간접 피해액은 지역 산업연관표를 활용한 파생되는 경제적 피해액
- 농업가뭄 극복의 경제적 효용성 파악
 - 농업가뭄에 투자되는 대책비 등의 사회 경제적으로 발생하는 효용성에 대한 효과 추정

제 4 절 기대효과 및 실용화방안

기후변화 및 국내 작물 기후대 변화에 따른 영농환경 변화 등으로 농업분야의 가뭄이 더욱 빈번하고 정도가 심화 될 것으로 예상되고 있다. 이에 따른 가뭄 피해를 사전에 대처하는 효율적인 방안 및 농업가뭄 대처의 경제적인 논리가 절실히 요구되고 있다.

따라서, 과거 농업가뭄 피해의 주요 요소의 DB 구축으로 가뭄 피해에 대한 직·간접적인 정량적 평가가 이루어진다면 시행되고 있는 농업가뭄의 종합적인 대응체계에 대한 사회·경제적 파급효과에 대한 가치를 재평가하는 기회가 되면서, 농업가뭄 대책에 대한 정책의 효율성을 다시 검토하는 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

그리고 선제적 가뭄대책 등 지속적인 항구적 농업가뭄 대책 수립 등의 사업이 현실 경제에서 발생하는 실질적 경제적 가치가 어느 정도이며 또한 파생되는 경제적 효과를 검토 할 수 있는 기회가 될 것이다.

제 2 장

농업기름의 정의와 특징

농업기름 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

제 2 장 농업가물의 정의와 특징

제 1 절 가물의 정의

농림축산식품부(2012)에 따르면 가물이란 어느 지역의 작물 성장이나 물 공급에 영향을 줄 정도로 물수지(water balance)에 심각한 불균형을 초래하는 비정상적인 날씨가 장기간 지속되는 현상을 말한다. 미국 기상국은 어느 지역의 동식물 생육에 저해를 가져올 수 있을 정도로 강수의 부족이 심각하게 장기간 지속되는 상태이거나 생활용수와 수력발전에 필요한 용수를 정상적으로 확보하지 못한 상태를 가물으로 정의하고 있다.

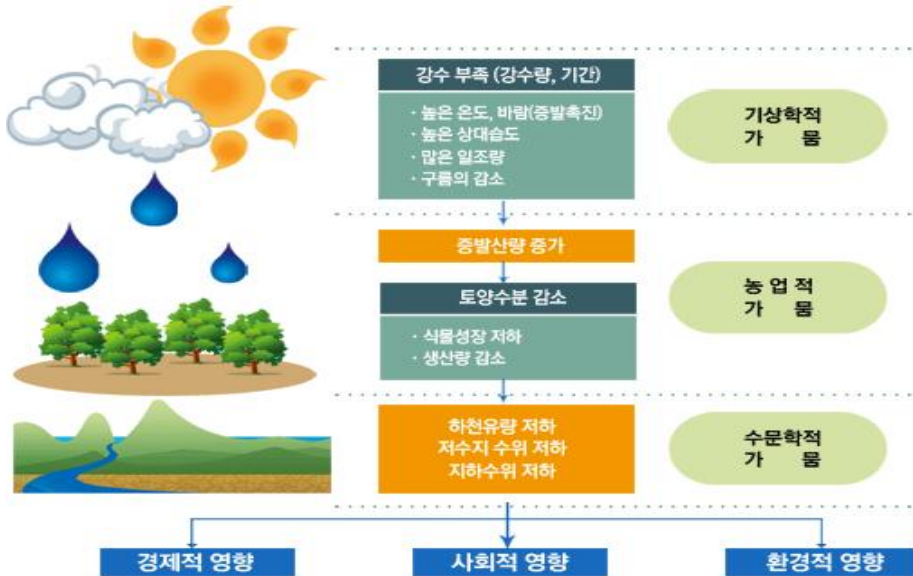
가물은 일반적으로 기상학적 가물, 수문학적 가물, 농업적 가물, 사회 경제적 가물 등으로 분류할 수 있다.

기상학적 가물은 강수량 부족과 유출량 감소가 주요 인자이다. 수문학적 가물은 강수량 부족으로 인해 하천 유출과 저수지 저수량의 저하 현상이 주된 인자이다. 농업적 가물은 관개용수의 부족으로 작물의 정상적인 생육에 지장을 초래하거나 영농활동에 어려움이 생기는 경우로 토양수분이 적정한 수분상태 이하로 지속되는 경우를 말한다. 사회경제적 가물은 사회 및 생활상의 문제가 발생하고, 수요공급 시장에 피해가 발생하는 경우이다.

가물에 대한 정의는 가물이 다루어지는 목적에 따라 각기 다르게 해석하기 때문에 명확하게 구분할 필요가 있으며, 일반적인 가물의 정의는 크게 4가지로 나눈다.

일반적으로 기상학적인 관점에서 가물은 강우가 오랫동안 발생하지 않거나 적게 발생하는 기간이 지속되는 현상으로 정의되며, 수문학적인 관점에서 가물은 강우량의 부족으로 인한 하천유출 및 저수량 등의 결핍을 의미하게 된다. 농업적인 관점에서 가물은 강우의 부족으로 인하여 토양수분의 감소 및 농업용 저수지의 저수량 저하로 농작물 생육 및 수확량에 직접적인 영향을 미치는 것으로, 기상 또는 수문학적 가물이 농업에 미치는 영향을 고려하여 정의된다. 사회경제적 측면은 사회 및 생활상의 문제가 발생하고, 수요공급 시장에 피해가 발생하는 경우를 말한다.

가뭄의 발생 유형은 가뭄의 정의에서 나타나는 특징을 그대로 반영하여 <그림 2-1>에서 알 수 있듯이 순차적으로 진행된다.



<그림 2-1> 가뭄의 특징 및 진행과정

제 2 절 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(한국기후

변화대응연구센터, 2015).

현재 통용되고 있는 여러 가지 가뭄의 정의를 네 가지 종류로 요약하면 (표 2-1)과 같다

(표 2-1) 가뭄의 종류

| 구 분 | 정 의 |
|-----------|---------------------------------------------------------|
| 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 토양 수분으로 표시하는 가뭄 |
| 사회경제학적 가뭄 | 생활용수, 공업용수, 농업용수 수요와 공급의 부족으로 인한 피해발생 |

1. 기상학적 가뭄

기상학적 가뭄은 주어진 기간의 강수량이나 무강수 계속일수 등으로 정의하는 가뭄으로 일반적으로 건조의 정도와 지속시간으로 정의된다. 주로 예년 치와의 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 변동 폭이 크므로 주로 강수량에 따라 기상학적 가뭄이 발생하게 된다. 하지만 최근 IPCC 보고서에 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 정도 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 가물은 강우의 부족뿐만이 아니라 생활양식의 변화, 공업의 발달, 농업 방식의 변화 등 수요변화 요소가 포함되므로 정확한 원인을 밝히는 것은 어려울 수 있다.

제3절 가물지수

가물지수는 강우, 강설, 유출 그리고 다른 물 공급을 나타내는 여러 가지의 자료들을 이해하기 쉬운 숫자 및 그림으로 나타내기 위해 사용되며, 가물지수 값은 일반적으로 하나의 숫자로 나타내는데 실제의 기본 자료보다 정책결정에 있어 대단히 유용하다. 가물지수 산정방법들은 모든 가물 상황에 대해서 효율적이지는 못하나, 특정한 용도에 있어서 적절하게 적용될 수 있는 것으로 (표 2-2)는 여러 국가에서 사용되는 가물지수의 종류에 따른 가용자료와 장·단점을 정리한 것이다.

(표 2-2) 각종 가물지수에 따른 가용자료 및 장단점

| 가물지수 | 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 |
| 파머가물심도 지수(PDSI) (파머가물지수) | - 강수량 - 기온 - 유효토양 수분량 | - 지역의 기후적 상이성을 고려 | - 가물의 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 - 가물의 조기 경보 제공 - 타 방법에 비해 간단함 | - 강수량(입력자료)만 고려 - 이전에 산정된 지수 값이 변할 수 있음 |

| 가뭄지수 | 가용자료 | 장점 | 단점 |
|------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 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 잉여량 까지 알 수 있음 | - 월 단위는 가뭄 기간을 정의 할 수 없음 - 위험에 대한 대비가 어려움 |

출처 : 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안연구, 소방방재청

(표 2-2)에서 살펴본 바와 같이 가뭄지수에 대하여 상세 설명을 하면 다음과 같다.

- 정상강우백분율(Percent of Normal Precipitation)/평균치 비율
가뭄을 판단하는 가장 간단한 방법 중의 하나로 단일지역이나 특정한 기간에 대해 적용가능하며 평균치 비율 = (실제강수/평균강수) × 100로 산정하는 방법이다.

(표 2-3) 평균치 비율에 따른 가뭄정도

| 단계 | 지수범위 | 가 뭄 상 황 |
|------|--------|------------------------------------|
| 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

- 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 기상자료가 필요하다는 단점이 있다.

○ 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, 일조 시간, 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.

(표 2-4) 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

○ 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.

(표 2-5) 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

○ 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.

○ 전국강우지수(National Rainfall Index)

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

○ 강수량효과 비 및 증발량

Thornthwaite가 기후분류를 위해 사용한 방법으로 연강수량을 연증발량으로 나눈 비로 이 지수는 식물의 성장, 발육상태 및 기준일로 부터 과거 한 달간의 기후특성을 파악하는데 활용하는데 유용하다.

(표 2-6) 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

○ 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 2-7) 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

제 3 장

기후변화에 따른 물 현황

농업가뭄 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

제 3 장 기후변화에 따른 물 현황

제 1 절 기후변화 현황

산업혁명 이후 인류의 화석연료 사용 증가로 대기 중 온실가스 농도가 증가해 지구의 평균기온이 상승하고 있으며 인위적 온실가스 배출량은 1970년 대비 2004년 약 70% 증가 하였으며, 특히 이산화탄소는 약 80% 증가하였다. IPCC 제4차 보고서에 따르면 지난 100년(1906~2005년)간 전지구 평균온도는 약 0.74(0.56~0.92)℃ 정도 상승하고 지구 평균해수면은 1961년 이후 연간 1.8mm, 1993년 이후 3.1mm 상승하였다. 기후 변화는 단순히 기상재해를 통해 우리의 생활에 영향을 끼치는 것이 아니라, 산업 및 경제 구조의 변화를 통해서도 우리에게 큰 영향을 끼칠 것으로 판단된다.

물의 수요는 1950~1990년 사이에 3배나 증가했고, 앞으로 35년 이내에 현재보다 2배나 증가할 것으로 예측하고 있으며 우리가 직면한 물의 위기에 대한 본질을 파악하려면 물 공급이 한계에 이르러 더 이상 늘 수 없는 곳, 강우량이 불안정적이거나 불충분한 곳, 인구가 급격히 증가하고 있는 곳, 상호 경쟁적인 물 사용처(농업용수, 생활용수, 공업용수)가 상충되고 있는 곳 등 기후변화에 따른 지역적 편차를 기준으로 보아야 할 것으로 판단된다. 이에 대한 물에 대한 미래 전망에 대하여 (표 3-1)에 정리하여 나타내었다.

(표 3-1) 미래의 물 전망

| | |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 국제인구행동연구소 (PAI:Population Action International) | - 오늘날 5억5천만명이 물압박 국가나 물기근 국가에 살고 있고 2025년 까지 24억~34억명의 사람들이 물압박 또는 물부족 국가에 살게 될 것임 |
| 미국 NIC (National Intelligence Council : 미 CIA 산하기구) | - 2015년에는 세계 인구의 절반이 넘는 30억명 이상이 물 부족국으로 분류되는 나라에 살게 될 것임 |
| 세계기상기구 (WMO) | - 2025년 6억5천3백만명 내지 9억4백만명이, 2050년에는 24억3천만 명이 물 부족을 겪을 것임 |
| 앤더슨 국제식량기구연구소장 | - 앞으로 25년 이내에 5개국 중 한 나라가 심각한 물부족 사태에 직면 할 것임 |

| | |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 산드라 포스텔 (Sandra Postel) World Watch Institute | - 향후 30년에 걸쳐 지구상의 인구는 약 24억명이 더 늘어 날 것임. 그런데 식량생산에 필요한 물의 40%만 강에서 가져온다 해도 농업용수가 매년 1천750km ³ 씩 증가해야 하며, 이 양은 대략 20개의 나일강 또는 97개의 콜로라도강의 규모와 맞먹음 |
| 국제원자력연구소 (IAEA, 2002, 3.) | - 현 추세로라면 2025년 약 27억명이 담수부족에 직면, 현재 약 11억 명이 안전한 식수원에 접근하지 못하고, 약 25억명이 비위생적인 환경에 놓여 있으며, 500만명 이상이 수인성 질병으로 사망. 비위생 적인 물로 인한 사망자는 전쟁으로 인한 사망자의 10배에 달함 |
| UN 세계 수자원개발 보고서(2003.3.) | - 지구의 1인당 담수공급량은 앞으로 20년 안에 1/3으로 줄어들 것. 2050년까지 적게는 48개국 20억명 많게는 60개국 70억명이 물부족 겪을 것. 2050년까지 인구는 93억명으로 늘고, 오염된 담수원 면적은 현재 관개용 수자원 면적의 9배에 달할 것 |
| UN 요하네스버그 정상회담(2002) | - 2050년 세계 인구는 90억명에 이를 전망. 11억명이 안전한 마실 물 부족에 직면할 것이며, 개발도상국 질병 원인의 10%는 안전한 식수 부족 또는 물 부족에 기인함 |

참고자료 : 박희경, 최동진 번역, 물의 위기(2001)

(원본 : "Water, The fate of our most precious resource" by Marq de Villiers, 1999)

2008년 IPCC의 관측과 예측은 담수자원이 기후변화에 강하게 영향을 받을 것 이라는 잠재성과 인간사회와 생태계에도 광범위한 영향을 주리라는 많은 증거를 제시하고 있다. 물 관련 주요내용은 건조지역 증가에 따른 식량의 안정성에 대한 위험성과 물 공급의 신뢰성 감소, 사회·경제적 영향 등 이다. 이를 정리하여 (표 3-2)에 나타내었다.

(표 3-2) 기후변화와 물

| | |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 온난화 영향의 수문학적 변화 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 강수패턴과 강도 및 극치의 변화(공간적, 시간적 변동) <ul style="list-style-type: none"> - 20세기 북반구 고위도 강수량 증가, '70년 이후 남위 10° ~ 30° 사이 강수량 감소 - 호우사상의 빈도 증가(가뭄, 홍수 위험 증가) ○ 토양수분과 유출의 변화 <ul style="list-style-type: none"> - 지구상 건조지역 분류지역 토지면적 2배 이상 증가 |
| 기후변화로 인한 수질과 수량 변화 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 여러 형태의 수질오염 악화 <ul style="list-style-type: none"> - 퇴적, 영양물질, 용존유기탄소, 병원균, 살균제와 염분유지 관리 비용 증가 - 온도상승 영향으로 생태계, 인류건강과 물 시스템 의존성과 유지 관리 비용 증가 |

| | |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> ○ 물 스트레스 <ul style="list-style-type: none"> - 2050년대까지 물 스트레스 증가 우려 ○ 식량가용성, 안정성, 접근성 및 활용성 영향 <ul style="list-style-type: none"> - 식량 안정성 감소 (반건조 열대 및 아시아/아프리카 삼각주 지대) |
| 기후변화의 구조적 관개 시스템의 기능과 운영에 영향 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 담수시스템의 영향 <ul style="list-style-type: none"> - 인구성장, 경제활동 변화, 토지이용변화 및 도시화 등으로 스트레스 악화 ○ 관개용수의 변화 원인 <ul style="list-style-type: none"> - 향후 10년간 물 수요 증가 ○ 현재 물관리 방법의 기후변화에 대한 안정성 미비 <ul style="list-style-type: none"> - 물 공급 신뢰성, 홍수위험, 건강, 농업, 에너지 및 수생태계 등에 영향 |
| 수자원관리 적응 전략 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지, 건강, 식량안정 및 자연보전 등의 분야에 영향 ○ 개발과 환경, 위생 정책의 관계에서 설계 |
| 기후변화와 물과 관련된 관측 및 연구 필요 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 관측자료의 접근은 관리를 위한 적응 조건 <ul style="list-style-type: none"> - 의사결정과 관련하여 수문학적 순환과 관련된 기후 변화에 대한 이해와 모델링 개선 필요 ○ 기후변화의 물 관련 정보 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 수질, 수생태계와 지하수 관련된 영향과 사회경제적 영향에 미치는 정보 부족 ○ 현재 물 의존 부문들에 대한 적응, 경감조건 등을 종합적으로 평가하는 수단이 미비 |

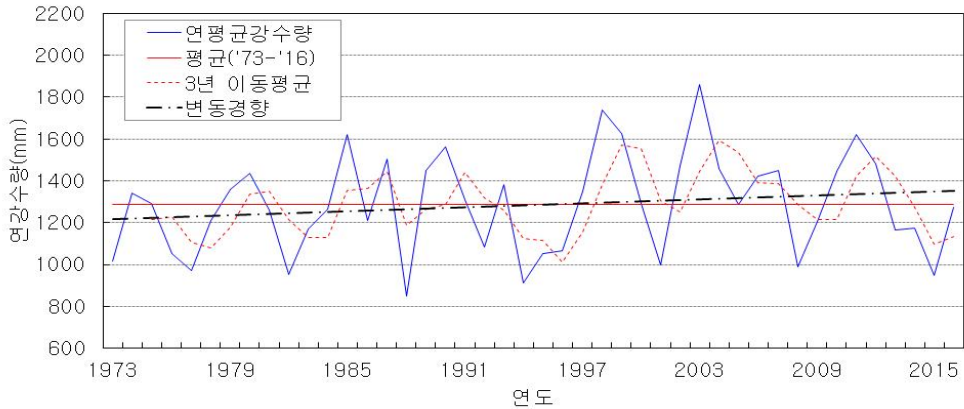
참고자료 : IPCC(Technical Paper VI, 2008)

제 2 절 우리나라 강수량 특징

한국의 연평균 강수량(1,277mm, 2007년)은 세계평균(807mm) 보다 1.5배나 많으나 높은 인구밀도로 인해 1인당 연간 평균 강수량은 2,705m³로 세계 평균(26,800m³)의 약 10%정도 밖에 안 된다. 이중 국민 1인이 실제 연간 사용 가능한 수자원은 1,550m³로 PAI가 한국을 물 부족 국가로 구분한 것은 바로 가용 수자원을 기준이다.

우리나라 강수량의 특징은 지역별, 계절별, 연도별 강수량의 편차가 심한 동시에, 국토의 65%가 산악지형이고, 하천경사가 급한 지리적 특성으로 갈수기에는 유출량이 적어 하천수질오염을 가중시키는 등 수자원의 이용 면에서 불리한 자연 조건이다. 또한, 가뭄이 반복되고 있어 재해에 대한 안전망 확보를 위한 근본적인 가뭄대책 마련과 함께, 국민생활수준 향상에 따라 다변화 된 용수 수요에 적합하고 합리적인 수자원 활용방안이 요구되고 있는 실정이다.

연평균 강수량 변동 경향을 살펴보면 전국관측소의 42개년간('74~'15) 연평균 강수량은 '92년 이후 연강수량의 변동폭이 커서 가뭄과 홍수의 피해가 갈수록 증가하는 추세로 기존 수자원 시설물의 용수공급능력과 홍수방어능력을 취약하게 하는 원인으로 작용하는 것을 알 수 있다.



〈그림 3-1〉 연평균 강수량 변동 경향('74~'15)

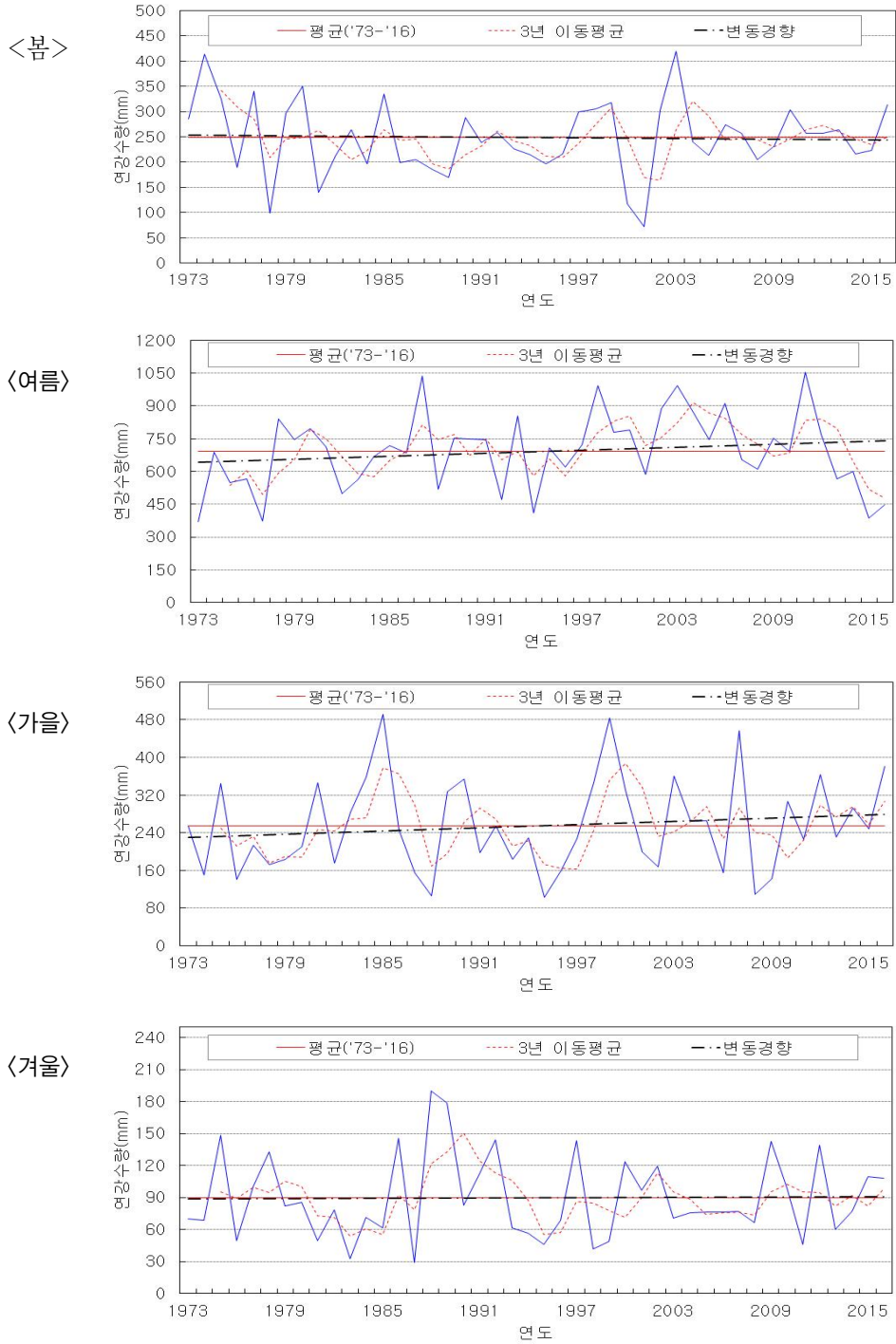
'70년대와 '00년대 비교를 비교하면 전국관측소의 연평균 계절별 강수량 분석 결과 연평균 강수량은 98.5mm 증가하는 것으로 나타났으나, 계절별 편차를 보이고 있으며 여름, 가을철 강수량은 평균 88.0mm 증가하는 반면, 가을, 봄 강수량은 약 평균 35.0mm정도 감소하는 것으로 나타나고 있다.

봄의 경우 최근의 강수량 변동폭이 그다지 커지 않으나 강수량 발생량이 평년 이하로 나타나 가뭄 또는 하천 건천화 등의 현상 원인으로 작용하고 있음을 알 수 있다.

(표 3-3) 1970년대와 2000년대의 강수량 비교

| 구분 | 1970년대 | 2000년대 | 증 감 | 비고 |
|---------|-----------|-----------|-----------|----|
| 연간 총강수량 | 1,244.5mm | 1,343.0mm | 증 98.5mm | |
| 계절비교 | | | | |
| 여름 | 642.6mm | 780.0mm | 증 137.4mm | |
| 가을 | 206.3mm | 245.0mm | 증 38.7mm | |
| 겨울 | 107.9mm | 92.0mm | 감 15.9mm | |
| 봄 | 287.7mm | 233.0mm | 감 54.7mm | |

1970년대: '74-'79 전국관측소 강수량 평균, 2000년대 : '00-'09 전국관측소 강수량 평균



〈그림 3-2〉 계절별 연평균 강우량 경향

기후변화의 영향은 물에 대해 가장 심하고 시급하다. 우리나라의 수자원 관리 체계는 기후변화를 극복하기에는 융통성이 부족하고, 용수공급능력이 부족한 실정이다.

하천수 취수 증가, 지하수 과다사용, 불투수 면적 증가 등 복합적 원인에 따라 중소 하천이 갈수기에 고갈되고 있다. 기후변화는 수자원 계획 수립에 불확실성을 증대시키고 가뭄 등 극심한 자연 재해의 대비책 마련에 어려움을 가중시키고 최근 기후변화로 가뭄의 발생 빈도와 강도가 커지고 있는 실정이다. 기후변화는 강수 패턴의 양적 측면뿐만 아니라 시공간적 특성에 큰 영향을 미치고 있다.

평균기온의 상승은 식물과 토양의 증발산량을 증가시켜 갈수기의 하천유량을 더욱 감소시킬 수 있을 것이다. 기후변화는 생활·공업용수와 농업용수의 공급량과 공급시기에 큰 영향을 줄 것으로 예상되며, 그만큼 수자원 확보에 대한 불확실성이 커질 것으로 예상된다.

제 4 장

농업기물 현황 및 대책

농업기물 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

제 4 장 농업가뭄 현황 및 대책

제1절 일반현황

가뭄은 심한 물 부족으로 인하여 피해를 겪는 기상재해의 하나이며, 인류의 역사가 시작되면서 부터 우리 인간의 큰 관심사가 되어 왔으나, 오늘날에도 이 현상에 대해서는 인간의 힘이 완전히 미치지 못하고 있는 실정이다. 작물의 생육과 인간의 활동에 필요한 물의 공급이란 측면에서 볼 때, 가뭄의 정의는 지역과 시대에 따라 기준이 달라질 수 있다.

주어진 지표면에 내리는 강수 중에서 증발량에 의하여 대기 중으로 손실된 물을 제외한 양만을 우리들이 이용할 수 있는데, 남은 물이 실제 수요량 보다 적으면 가뭄이라 할 수 있다.

가뭄의 피해는 풍수해와는 달리 진행 상황이 완만하고 또한 가시적이지 못하여 사회적, 환경적, 경제적 손실이 체계적으로 조사되지 못하고 있는 실정이다. 사회·경제적인 측면에서는 가뭄이 발생하면 지표수와 지하수 자원이 고갈됨에 따라 용수의 양이 줄고, 수질이 악화되며, 작물 생산량 감소, 발전량 감소, 여가 활동의 감소 등으로 사회·경제적으로 위축되며, 자연생태계에서는 산이나 들에서 발생하는 화재가 가장 막대한 피해의 형태이다.

우리나라 가뭄 특징은 한반도는 지리학상 몬순지대로 6월 하순부터 9월까지 강우가 집중하고 한반도 상공에 형성되는 해양성 열대기단과 해양성 한대기단 또는 대륙기단 사이에 형성되는 기압골의 영향으로 여름철 강우가 집중하고 있으며 열대·한대기단 중 한쪽 기단이 지나치게 발달하거나 약하여 기압골이 한반도에서 벗어나게 되면 가뭄이 발생 되고 있다.

영농기간(6~8월)의 평균 강수량은 연평균 강수량의 약 55% 정도인 600~700mm 정도이나 강우량이 1/2 이하이면 벼농사는 한발에 의한 한해 발생된다. 가뭄은 전작물과 과수 등에도 피해가 발생되며 동해안 남부 지방은 겨울철에도 가뭄이 발생되기도 한다.

농업재해 중에서 가뭄피해는 주로 4~8월의 강수부족 및 저수율 부족에서 일어나는 것이 우리나라의 특성이다. 이 기간 중의 평년 강수량은 연강수량의

절반에도 미치지 못하고 지역적인 편중이 심하게 나타나기도 한다. 과거 주요 가뭄현황을 정리하여 (표 4-1)에 나타내었다. 전반적으로 봄철 강우 부족의 영향으로 저수율이 저조하여 가뭄이 발생하고 있음을 알 수 있다.

그리고 2000년 이후는 거의 매년 가뭄이 발생하고 있음을 알 수 있다.

(표 4-1) 연도별 가뭄현황 주요내용

| 연 도 | 내 용 | 비 고 |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 2000년 이전 | <ul style="list-style-type: none"> 연간 강수량이 상대적으로 부족했고 여름철 강수량이 적어 농작물에 피해가 발생했음 여름철의 강우량이 예년의 1/3에 미달된 상태에서 경기지역을 비롯한 남부의 6개도에서는 모내기를 할 수 없었으며, 모내기한 논이 벼가 고사하는 등으로 전국의 쌀 수확량은 평년작의 63%(2,226천톤)로 37%나 감소된 대흉작을 기록했음 | - 봄, 여름철 강우 부족 |
| 2001년 | <ul style="list-style-type: none"> 2001년에 발생한 가뭄은 과거 가뭄과는 비교가 되지 않을 정도로 극심하였으며 가뭄피해지역은 전국 7개도에 걸쳐 25개 시, 59개 군에서 가뭄의 피해를 받았으며 이 중 가뭄피해지역이 가장 넓은 곳은 전남과 경북으로 각각 19개 시·군과 14개 시·군에서 피해를 많이 입었음 | - 강우부족 |
| 2008~ 2009년 | <ul style="list-style-type: none"> 2008년 가을 ~ 2009년 봄 사이 강우량 및 저수율 감소에 따른 가뭄이 예견 * 선제적 대응으로 가뭄피해는 발생하지 않았음 | - 가뭄예상에 따른 선행적 대응조치 |
| 2012년 | <ul style="list-style-type: none"> 5월 이후 강우 부족 및 저수율 저하 등으로 경기·인천, 충남, 전남·북지역 등 서해안을 중심으로 극심한 가뭄이 발생하였음 논은 천수답 등을 중심으로 매일 4~5천ha의 가뭄이 발생하였으며 발작물은 국지적으로 시들음 현상 및 생육부진 현상이 발생하였음 | - 봄 가뭄 및 저수율 저조 |
| 2013년 | <ul style="list-style-type: none"> 제주 및 남부지방에 강수량 부족 및 저수율 저하로 전남, 경북, 경남, 제주 지역을 중심으로 가뭄이 발생 논은 천수답 등을 중심으로 물마름 3,065ha의 가뭄이 발생하였으며 발작물 시들음 현상은 4,303ha에서 발생 | - 강우부족 및 저수율 저조 |
| 2015년 | <ul style="list-style-type: none"> 5월 이후 강우 부족 및 저수율 저하 등으로 경기·인천, 충남, 전남·북지역 등 서해안을 중심으로 극심한 가뭄이 발생하였음 논은 천수답 등을 중심으로 물마름 2,822ha의 가뭄이 발생하였으며 발작물 시들음 현상은 4,536ha에서 발생 * 꾸준한 급수대책과 6.20일 강우, 소나기 등으로 6,621ha(90%)로 일정 수준 해갈되었다. | - 봄 가뭄 및 저수율 저조 |

제 2 절 2000년 이전 현황

'70년대에도 '73년과 '75년~'78년에 이르는 4개년을 합해서 5회의 가뭄피해가 발생하여 수도작의 경우 20~60천ha의 논에서 15~20천톤의 생산량 피해를 입었다. 그리고 '80년대의 가뭄피해도 '82년이 가장 심했는데 수도작에서 174천톤의 감수를 가져왔다. 그러나 '90년대에 발생했던 3회의 가뭄('92년, '94~'95년)에서는 대책의 적극성에 힘입어 벼 수확량에 큰 영향이 없는 것으로 나타났다.

일반적으로 농작물의 가뭄피해는 관개수원의 유무와 가뭄지속기간의 장단에 따라 다르게 나타나지만 '67~'68년의 가뭄 이후 수리시설의 확충이 진전 되었고 가뭄에 대비한 사전대책이나 응급대책이 체계화됨에 따라 그 피해는 크게 줄어들었다.

1977년의 경우 수도작의 가뭄피해면적이 64천ha에 달했음에도 불구하고 피해량이 15천톤에 불과했다는 사실은 이를 반영하고 있다. 1900년~2000년간 100년간 가뭄발생 연도를 정리하여 (표 4-2)에 나타내었다.

(표 4-2) 지난 100년간 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 | 1992, 1994, 1995 |
| 계 | 24회 | 35회 |

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

2000년 이전 1940~1950년 동안에 크게 달라진 것이 없지만 가뭄대책은 시대에 따라 방법과 수단에 있어 많은 차이를 보여 왔다.

1950년대까지의 가뭄대책은 수리사업마저 외국원조에 의존 할 수밖에 없었던 때라 정부의 대응책은 피해농가에 대한 구호 위주였고 피해농가로서는 최종수단이 대파가 고작이었다.

1960년대 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.

1970년대에 들어서자 경제전반에 고도성장의 기틀이 자리 잡으면서 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. 1970년대부터의 가뭄대책은 가뭄이 심히 확산될 때에는 중앙가뭄대책본부가 가동되었고 이 기구를 통하여 관계부처 합동으로 하루하루의 상황변동에 대처한 대책이 추진되었다. 비상동원령의 발동에 의한 장비와 인력의 동원, 국고 예산조치와 지방비의 지원, 의연금품의 모금 등을 통하여 간이용수원의 개발과 급수작전이 펼쳐졌고 재해농가에 대한 구호 등이 신속히 이루어졌다.

'80~'90년대에는 자금지원이 보다 적극적이었을 뿐만 아니라 지하수를 가뭄대비 개발항목으로 상례화(常例化)하는 등 사전대비에 중점을 둔 대책으로 발전되어 갔다.

(표 4-3)은 연대별 가뭄 대응을 정리 하여 나타내었다. 여기서 항구적 가뭄대책을 1950년부터 시작하였으며, 생활용수의 제한 급수 체계도 1960년부터 시작되었음을 알 수 있다.

(표 4-3) 연대별 가뭄발생 현황과 대책

| 연대 | 가뭄 발생 현황 | 가뭄 대책(복구) | 대표적 가뭄기간 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| '1920 | - 대부분 농업용수관련 일부 식수부족 | - 재해지 세금 면제 및 재해지 토목 공사 실시 | 1927~ 1928 |
| '1930 | - 주로 농업용수 관련가뭄에 의한 물가 불안 발생 | - 가뭄협의를 위해 각 도에 기술자 파견 - 강우가 없을 것에 대비한 선후 대책 강구 - 허드렛물은 우물을 이용권장 | 1937~ 1939 |
| '1940 | - 발전용수 관련 사항 급증 - 단전으로 인한 생산 공장의 가동 중지 우려 | | 1942~ 1944 |
| '1950 | - 주로 농업용수와 관련된 피해 기록 되어 있으나 발전용수 관련 사항 많음 - 수력발전소 가동 중단 및 서울 지역은 극도의 식수난 겪음(1958년) | - 항구대책 조속히 수행토록 예산안 수정 - 발전시설확장 10개년 계획안 작성 - 시간배수제(제한급수) 실시 장병 동원 모내기 | 1958~ 1959 |
| '1960 | - 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 | - 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 | - 저수지 및 하천 고갈 및 도시용수 부족 - 수세 반발 농민 데모 발생 | - 제한 급수 - 저수, 소류지 적극 개발 | 1981~ 1982, 1988 |
| '1990 | - 생활용수 관련사항 증대 - 수질 악화를 우려하면서 생태 등 하천유지용수 관련 관심 증대 | - 해수담수화 등 대체수자원개발로 다각적인 가뭄 대처 방안 모색 | 1994~ 1995 |

* 가뭄 피해액 산정기준 마련 등 제도화 방안 연구, 2009, 소방방재청

제 3 절 2001년 이후 현황

2000년 10월~2001년 3월까지 이어지는 경기 및 강원북부지역의 강우량은 평년 대비 약 20~80%범위로 나타났으며 6월의 전국 평균 저수율은 42%로 낮은 저수율을 나타내었다.

(표 4-4~5)는 농식품부에서 집계한 논 물마름 면적, 밭 시들음 면적을 나타낸 결과이다. 여기서 내었으며 이양 논면적 중에서 이양을 실시하지 못한 논의 비율은 3.0%이며, 밭면적 중에서 시들음 면적은 3.9%로 나타났다.

(표 4-4) 논 의 물마름 면적(2001.06.13.)

| 시군구 | 이양대상 논(ha) | 이양 논(ha) | | 가뭄대책 필요면적(ha) | | | | |
|-----|------------|----------|-------|---------------|-------|-------|---------------|-------|
| | | 면적 | 비율(%) | 계 | 미이양 논 | | 모낸 논의 물 마름 면적 | |
| | | | | | 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 |

* 가뭄대책 추진상황 보고(농식품부) 2001. 6. 14

(표 4-5) 밭작물의 시들음 면적(2001.06.13.)

| 시군구 | 파종(정식) (ha) | 시들음 (ha) | 비율(%) | 주요작물 |
|-----|-------------|----------|-------|---------------------------|
| 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 |

* 가뭄대책 추진상황 보고 2001. 6. 14

2001년 가뭄 상황에서 용수부족 가뭄지역에 대한 각종 대책 중 소형관정, 대형관정, 하천굴착, 저수지 준설 등과 시·도별 재해대책비를 시행한 내용을 (표 4-6~8)에 정리하여 나타내었다.

(표 4-6) 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 4-7) 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 4-8) 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 | - |

2012년 강수량 현황은 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. 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 충남 지역에서 전북, 전남으로 가뭄이 확대 되었다.

특히, 5.1~6.29까지는 전국 강수량은 83mm로 평년(268mm)의 31%에 불과하고 5.17 강수 이후 6.6까지 무려 20일간 강우가 발생하지 않아 가뭄이 심각하였다.

(표 4-9) 전국 강수량 현황(2012년)

(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 |

저수율은 2012. 1.1일자 77.5%로 시작하여 2월까지 평년보다 1~2% 높은 상태를 유지해 오다가 3월에는 평년보다 낮은 저수율을 보였으며, 4월부터 5월 상순까지는 평년보다 많은 강수량으로 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 묘대기 통수가 시작되면서 저수율은 점차 하양 안정세를 유지하였으나, 5월 10일 이후 강수량 부족, 전국적인 고온현상의 집중, 묘대기 급수 등으로 저수율은 급격히 저하되기 시작하였다.

고온현상의 조기 출현은 영농조건을 1주일 앞당겨 물 공급기간이 늘어나면서 수요도 증가하여 급격한 저수율 저하로 이어졌다. 6월 들어 전국 저수율은 39%로 평년 60.9%보다 21.9%로 가장 낮은 저수율을 보였으며, 5월 이후 강수량은 83mm로 평년(268mm)의 31%에 불과 하고 무 강우 기간이 20여일 이상 지속되면서 50% 미만 저수지는 1,042개소 288천ha로 늘어났다.

가뭄 피해 현황을 살펴보면 가뭄대책 필요면적 중에서 이앙을 하지 못한 논·밭의 비율은 42.4%이고 밭작물의 시들음 면적은 0.70%로 나타났다. 논 물마름 면적, 밭 시들음 면적의 전국 현황을 (표 4-10)에 나타내었다.

(표 4-10) 논 물마름 면적(6.17) 및 밭 시들음 면적

(단위 : ha)

| 시·군·구 | 이양대상 논 | 이양 논 | | 가뭄대책 필요면적 | | | | |
|-------|-----------|---------|-------|-----------|-------|-------|---------------|-------|
| | | | | 계 | 미이양 논 | | 모낸 논의 물 마름 면적 | |
| | | 면적 | 비율(%) | | 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

| 시·군·구 | 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 |

* 가뭄백서, 한국농어촌공사(2012)

2013년 강수량 현황은 7월 장마전선이 중부지방 정체에 따라 제주 및 남부지방에 강수량 부족으로 가뭄이 발생하였다. 7.1~8.22일 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 해갈되었다. 전국 도별 강수량 현황을 (표 4-11~12)에 정리하여 나타내었다.

(표 4-11) 시도별 강수량(1.1~8.30)

(단위 : mm)

| 구 분 | 전국 | 경기 | 강원 | 충북 | 충남 | 전북 | 전남 | 경북 | 경남 | 제주 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-------|-----|-------|-------|
| 당해(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 4-12) 7월 이후 강수량

(단위 : mm)

| 구 분 | 전국 | 경기 | 강원 | 충북 | 충남 | 전북 | 전남 | 경북 | 경남 | 제주 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 당해(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 |

2013년 전국 평균 저수율은 평년대비 높게 유지되었으나, 제주 및 남부지방에 강수량 부족에 따른 일부지역(전남, 경북, 경남, 제주)의 저수율이 62%로 농업용수가 적절히 공급되지 못해 가뭄이 발생하였다. 시·도별 1월에서 8월까지의 저수율과 강우 부족지역의 저수율 현황 자료를 (표 4-13~14)에 정리하여 나타내었다.

(표 4-13) 시도별 저수율(1.1~8.30)

(단위 : %)

| 구 분 | 전국 | 경기 | 강원 | 충북 | 충남 | 전북 | 전남 | 경북 | 경남 | 제주 |
|--------|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 당해(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 4-14) 강우 부족지역 저수율 현황

| 도명 | 시군명 | 7월이후 강수량(mm) | | | 저수율(%) | | | 비고 |
|----|-----|--------------|--------|---------|--------|--------|---------|----|
| | | 금년 (A) | 평년 (B) | % (A/B) | 당해 (A) | 평년 (B) | % (A/B) | |
| 전남 | 완 도 | 273 | 515 | 53 | 58 | 81 | 72 | |
| 경북 | 경 주 | 250 | 415 | 60 | 47 | 78 | 60 | |
| | 포 항 | 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 | | | | |

가뭄 피해 현황을 살펴보면 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. (표 4-15~16)은 논 물마름 면적, 밭 시들음 면적을 나타내었다.

(표 4-15) 논이 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 4-16) 발작물의 시들음 면적

(단위 : ha)

| 시도 | 시군별 | 가뭄상황 | | | 대책급수 | | 비고 (주요 작물) |
|----|-----|-----------|------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| | | 파종 (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 | |

2013년 가뭄 대책 상황에서 용수부족 가뭄지역(는 3,065ha, 밭 4,303ha)에 가뭄 대응을 위한 긴급 용수개발, 저수지 준설, 양수저류, 하상굴착, 관정 개발 등의 현황은 (표 4-17)에 나타내었다.

(표 4-17) 긴급 용수개발

| 시도 | 시군구 | 계 | 관정개발(공) | 하상굴착 | | 가물막이(개소) | 들샘개발(개소) | 간이양수장(개소) | 양수저류 | | | 저수지준설 | | 기타(개소)(취수탑) |
|----|-----|-----|---------|------|-------|----------|----------|-----------|------|----------------|----|-------|----------------|-------------|
| | | | | 계 | m | | | | 개소 | m ³ | ha | 개소 | m ³ | |
| | 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 |

2014년 강수량 현황은 1~3월간 112.8mm로 평년(120.2mm)대비 94% 수준 이었지만 수도권 지역은 서울 39%, 인천 35%, 경기 54%로 평년대비 50% 내외의 강수량을 보였다. 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, 7.31~8.22일 태풍 및 기압골의 영향으로 전국적으로 강우가 있어 가뭄은 해소되었다.

그리고 저수율은 2014. 1월 1일 71%로 시작하여 8월까지 평년보다 10~20% 이상 낮게 유지되어 오다가 8월 이후 잦은 강우로 평년 수준을 회복하였다. 특히 5월부터 본격적인 묘대기 통수가 시작되는 시기에 강수량 부족으로 저수율은

지속적인 하향추세를 보였으나, 8월에 전국적으로 태풍 영향으로 강수량이 많아 9월에는 평년대비 100%를 회복하게 되었다. 그러나 인천·경기북부·강원영서·경북북부지역 저수율은 평년보다 낮아 향후 강수량 부족 시 2015년 봄 농업용수 부족이 예견되기도 하였다.

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.

가뭄대책 현황은 1차적으로 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 대책을 살펴보면 다음과 같다.

군부대 협조 하에 통일대교 횡단 대규모 송수시설 설치, 비상근무 돌입(4.19일)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%로 낮아 가뭄 확산이 우려되고 있었으며 특히, 중부 북부지역(인천 강화, 경기 북부, 강원 영서 등)은 마른 장마가 지속됨에 따라 강우 및 저수율이 크게 부족(평년대비 30~45%수준)하여 가뭄피해가 우려되었다 따라서 선제적 긴급가뭄대책 지원을 하였다.

선제적 대책의 내용을 살펴보면 간이양수장, 양수저류, 하상굴착, 하천수 급수, 대체용수원 개발, 저수지 준설, 이동식 관수시설, 장비 임차 등을 시행한 것으로 나타났다. 가뭄대책 지원비 현황은 (표 4-18)에 정리하여 나타내었다.

(표 4-18) 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 | - | - |

2015년 가뭄은 2014년 겨울철('14.12.1~'15.2.28)의 전국 강수량은 (표 4-19)에서 나타난 바와 같이 76.7mm로 평년대비 87% 수준이었다. 2015년 봄철('15.3.1~5.31) 기간 (표 4-20)에서 나타난 바와 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 강수량이 적었으며 연 강수량이 평년대비 72%로 역대 최저 3위를 기록하면서 가뭄 현상이 심각한 해가 되었다.

(표 4-19) 2014년 12월~2015년 2월 강수량 현황

| 기간 | 지역 | 서울·경기 | 강원 | | | 충북 | 충남 | 전북 | 전남 | 경북 | 경남 | 전국 |
|-------------------------|----------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| | | | 전체 | 영서 | 영동 | | | | | | | |
| 지난 겨울철 ('14.12.1~'15.2) | 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 4-20) 2015년 3월~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) | 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 |

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

저수율 저하로 이어졌다.

가뭄 피해 현황을 살펴보면 이양대상 논에서 시들음 면적은 2% 정도로 나타났으며 밭시들음 면적은 4.5%정도인 것으로 나타났다. 논 물마름 면적, 밭 시들음 면적을 (표 4-21~2)에 정리하여 나타내었다.

(표 4-21) 논 물바름 면적(6월)

(단위 : ha)

| 시군구 | 이양대상 논 | 이양 논 | | 가뭄대책 필요면적 | | | | |
|-----|-----------|---------|-------|-----------|-------|-------|------------------|-------|
| | | | | 계 | 미이양 논 | | 모낸 논의 물 마름 면적 | |
| | | 면적 | 비율(%) | | 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 |

(표 4-22) 밭시들음 면적(6월)

(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 |

2015년 가뭄 대책 현황을 살펴보면 용수부족 가뭄지역(논 2,822ha, 밭 4,536ha)에 가뭄 대응을 위한 대책을 시행하였으며 저수지 준설사업은 706 개소 371억원을 투자하여 2015년 12월까지 완료하였다. 그리고 관정개발 등 용수원 개발은 2016년 까지 905지구에 575억원이 투입 되었으며 1~3차 지원은 44지구 61억원, 4차 지원은

758지구 414억원, 5차 지원('15.10.23)은 103지구 100억원 투입되었다. 상세내용은 (표 4-23~24)에 정리 하였다.

(표 4-23) 저수지 준설사업 현황

| 구 분 | 비목별 | 계 획 | | | | | 비고 |
|-----------------|------|-----|--------------|----------|--------|-------|----|
| | | 개소 | 준설량 (천m³) | 사업비(백만원) | | | |
| | | | | 계 | 국비 | 지방비 | |
| 합 계 | | 706 | 4,156.2 | 42,034 | 37,142 | 4,892 | |
| 1차 ('15.6) | 소 계 | 333 | 1,746.0 | 16,385 | 13,100 | 3,285 | |
| | 개보수 | 28 | 533.0 | 5,000 | 5,000 | - | |
| | 안전처 | 305 | 1,213.0 | 11,385 | 8,100 | 3,285 | |
| 2차 ('15.8) | 소 계 | 143 | 1,343.2 | 15,679 | 14,742 | 937 | |
| | 개보수 | 61 | 855.9 | 11,000 | 11,000 | - | |
| | 한발대비 | 82 | 487.3 | 4,679 | 3,742 | 937 | |
| 3차 ('15.10) | 안전처 | 230 | 1,067 | 9,970 | 9,300 | 670 | |

· 저수지 준설 706개소(농식품부 171, 안전처 535), 420억원(농식품부 197, 안전처 174), 4,156천 m³ 추진

(표 4-24) 2015년 가뭄지원 예산

| 구 분 | 지 역 | 사업비(백만원) | | | 사 업 지구수 | 사업내용 |
|---------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------|---------------------------------------|
| | | 계 | 국비 | 지방비등 | | |
| 합 계 | | 73,935 | 57,500 | 16,435 | 905 | 관정760, 양수장130, 송수시설220 (준설82), 기타 172 |
| 1~3차 ('15.2~6월) | 3개 시도 (인천,경기,강원) | 7,650 | 6,120 | 1,530 | 44 | 관정 114, 양수장 9 송수시설20, 기타 50 |
| 4차 ('15년 9월) | 10개 시도 (인천~제주) | 51,725 (4,681) | 41,380 (3,744) | 10,345 (937) | 758 | 관정 575, 양수장72 송수시설151, 기타 104 (준설 82) |
| 5차 ('15년 10월) | 6개 시도 (인천,경기충북,충남 전북,경북) | 14,560 | 10,000 | 4,560 | 103 | 관정 71, 양수장49 송수시설49 양수저류18 |

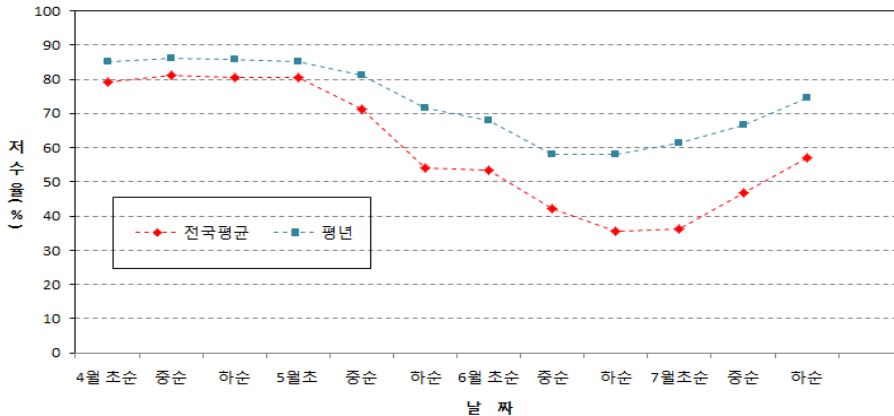
* () 준설비 내서

2017년 1~6월까지 평년('81~'00) 강수량은 403.6mm이었으며 2007년 1~6월까지 내륙지방의 평균 강수량은 206.9mm로 평년의 51.3%로 절반 정도의 강수량을 보이고

있다. 그리고 5월 하순 전국 평균 저수율은 54.1%이고 6월 중순 평균 저수율은 42.1%로 나타나 전국적으로 모내기철에 대한 용수 공급에 지장이 있음을 보이고 있다.

'17년 4월 초순 국가의 가뭄 예·경보에 발표가 시행되었으며 가뭄의 심한 경북, 경기, 충남 일부지역은 농업용수 공급을 위해 관정, 양수기, 송수호스 등의 가뭄 대책 장비 등을 이용하기도 하고, 또한 하류에 있는 보조 수원공에 하천수를 양수해 물채우기를 실시하기도 하였다. 그리고 하천에서 물 부족 농경지에 직접 양수해 급수할 수 있도록 양수장 신·증설과 용수로 보강 등을 추진했다.

2017년 6월까지의 가뭄은 국지적으로 모내기(4월)에서부터 어려움이 발생 하였으며 점차 논바닥이 거북 등처럼 갈라지는 심각한 현상을 보이다가 7월 초 장마 전선의 영향으로 전국적으로 강우가 발생함으로써 논바닥의 갈라짐과 논 작물의 생육 및 밭작물의 해갈에 상당한 도움을 주었다. 이에 대한 전국 저수지의 저수율 현황을 <그림 4-1>에 나타내었다.



<그림 4-1> 전국 저수지 평균 저수율 현황(4월~7월)

제 4 절 가뭄대처단계

농업가뭄 대책은 농림축산식품부, 한국농어촌공사, 지방자치 단체가 협동으로 수립 및 시행하지만 전국에 지사를 갖추고 있으면서 대규모 농업용수 시설의 관리를 맡고 있는 한국농어촌공사가 주관이 되어 시행한다. (표 4-25)는 농림축산식품부 가뭄 대처내용을 나타낸 것으로 가뭄의 단계를 강우량과 저수율이 평년보다 부족하여 준비·계획, 작물의 생육부진 및 부분적 피해가 발생하는 초기단계, 농작물의 시들음이 증가하고 토양수분이 함량이 40% 미만인 확산단계로 3단계로 구분되고 강우 발생으로 인한 가뭄 해갈 단계인 가뭄대책 사업 원상복구 및 항구적 가뭄대책 수립 등 마무리단계로 구분하여 각각의 대처방안을 수립하고 있다.

(표 4-25) 가뭄상황 단계별 판단기준 및 대처내용

| 단계 | 판단기준 | 대처내용 |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I 단계 (준비·계획) | - 저수율, 강수량 전년/평년 보다 다소 적음 | - 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 | - 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 밭아, 직접 파종지연 지역 확산, 고사 등의 피해 발생 | - 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 | - 가뭄대책사업 원상복구 등 마무리 및 평가·보고 - 가뭄대책용 장비 및 시설 점검·정비후 관리 - 항구적인 가뭄대책 수립 - 가뭄대책업무를 풍수해대책 업무체제로 전환 |

그리고 다부처 합동으로 수립하여 국민안전처에서 발표한 농업가뭄예경보 '16년 12월 가뭄·경보 판단기준은 <표 4-26>에 나타내었다. 가뭄의 단계를 기상학적 가뭄에 근거하고 있으며, 또한 저수율 등을 고려한 주의, 심함, 매우 심함으로 3단계로 구분하고 있다.

(표 4-26) 가뭄 예·경보 기준

| 구분 | 가뭄 예·경보 기준 | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 당 초 | 변 경 |
| 주 의 | <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 어려운 것으로 판단되는 경우 * 국토부에서 운영중인 다목적·용수댐 및 하천에 배분된 농업용수 공급량임 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월 누적강수량이 평년대비 약 55%(표준강수지수 -1.5)이하로 기상가뭄이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수특성을 반영할 수 있음 ○ 농업용수 : 영농기(4~10월)에 저수지 저수율이 평년의 60% 이하 또는 밭 토양 유효수분율이 15~45%에 해당되는 경우, 비영농기(11월~익년 3월)에는 저수지 저수량이 다가오는 영농기 모내기 용수공급에 물 부족이 예상되는 경우 ○ 생활 및 공업용수 : 수자원 시설 및 하천에서 생활 및 공업용수 확보를 위해 하천유지용수 공급 제한이 필요한 경우 |
| 심 함 | <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 어려운 것으로 판단되는 경우 * 국토부에서 운영중인 다목적·용수댐 및 하천에 배분된 농업용수 공급량임 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월 누적강수량이 평년대비 약 45%(표준강수지수 -2.0)이하로 기상가뭄이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수특성을 반영할 수 있음 ○ 농업용수 : 영농기(4~10월)에 저수지 저수율이 평년의 50% 이하 또는 밭 토양 유효수분율이 15~45%가 10일 이상 지속되는 상황에서 가뭄 피해가 발생하였거나 예상되는 경우 ○ 생활 및 공업용수 : 수자원 시설 및 하천에서 생활 및 공업용수 확보에 일부 제약이 발생하였거나 우려되어 하천유지용수 및 농업용수* 공급 제한이 필요한 경우 * 국토부에서 운영중인 다목적·용수댐 및 하천에 배분된 농업용수 공급량임 |
| 매 우 심 함 | <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 * 국토부에서 운영중인 다목적·용수댐 및 하천에 배분된 농업용수 공급량임 ※ 위와 같은 상황에서 대규모 가뭄피해가 발생하였거나 예상되는 경우 관계부처 협의를 통해 결정 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월 누적강수량이 20일 이상 평년대비 약 45%이하로 기상가뭄이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음 ○ 농업용수 : 영농기(4~10월)에 저수지 저수율이 평년의 40% 이하 또는 밭 토양 유효수분율이 15% 이하에 해당되는 경우 ○ 생활 및 공업용수 : 수자원 시설 및 하천에서 생활 및 공업용수 공급 제한이 불가피한 경우 ※ 위와 같은 상황에서 대규모 가뭄피해가 발생하였거나 예상되는 경우 관계부처 협의를 통해 결정 |

제 5 절 위기관리능력 제고

제4장 제1절~3절에서 살펴본 바와 같이 가뭄에 대해서는 종합적인 사전 대책 보다는 응급복구 위주로 진행되어 왔으며, 지금까지 농업가뭄에 대해서는 임시적인 관정 개발, 헬기 급수, 하상 굴착 등 일시적인 대책이 주를 이루고 있는 것을 알 수 있었다. 그리고 통상 가뭄이 해소되면 모든 가뭄대책이 중단되는 현상을 보여 가뭄대책에 대한 사후관리의 문제점으로 남아 있다.

또한, 가뭄의 직접적인 피해와 타 산업에 미치는 간접적 손실이라는 막대한 영향력에도 불구하고 가뭄의 피해는 풍수해와는 달리 진행 상황이 완만하고 또한 가시적이지 못하여 사회·환경적, 경제적 손실이 체계적으로 조사되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 이상가뭄 대비 위기관리능력을 향상시키기 위해 농업가뭄에 대한 향후 가뭄 피해를 사전에 평가하고 피해 추정모형의 개발과 활용 등으로 증장기적인 사전적 대책과 직·간접적인 피해액 산정 방법 마련 및 개선, 경제에 미치는 영향에 대한 정확한 추정을 병행하여 조속히 추진되어야 할 것이다.

한편 2015년 농식품부는 「농업·농촌부문 가뭄대응 종합대책」 마련하여 수리안 전담율 20% 제고, 물손실을 10% 절감, 재이용율 15% 개선을 목표로 하는 대책을 수립하였다. 내용을 살펴보면 다음과 같다.

- 계획적·다각적 농업용수 확충(수리안전담율 60% → 80%)
 - 농업용수 지속 개발, 저수지 저수능력 증대
 - 하천수 활용 등 다양한 용수원 확충
- 물 복지 소외지역 지속적 용수개발 (발 용수공급율 18% → 30%)
 - 가뭄 상습 발지역 용수개발, 체계적 관정 관리, 천수담 발전환 유도
 - 산간·오지지역 안정적 용수공급대책 추진
- 물 이용 효율화 및 기존 수리시설 기능개선
 - 물관리 과학화로 기존시설 급수능력 증대 (물 손실율: 35%→25%)
 - 노후 수리시설 개보수로 물 이용 효율화 (재 이용률: 15%→30%)
- 상시 가뭄대응 체계로 전환
 - 「농업가뭄지도」 격주로 작성·발표
 - 관개 계획·실적 점검을 통해 강수예측 시나리오별 사전 대책 추진
- 상시 가뭄대응을 위한 농업가뭄협의회 및 농업가뭄센터 설치·운영

제 5 장

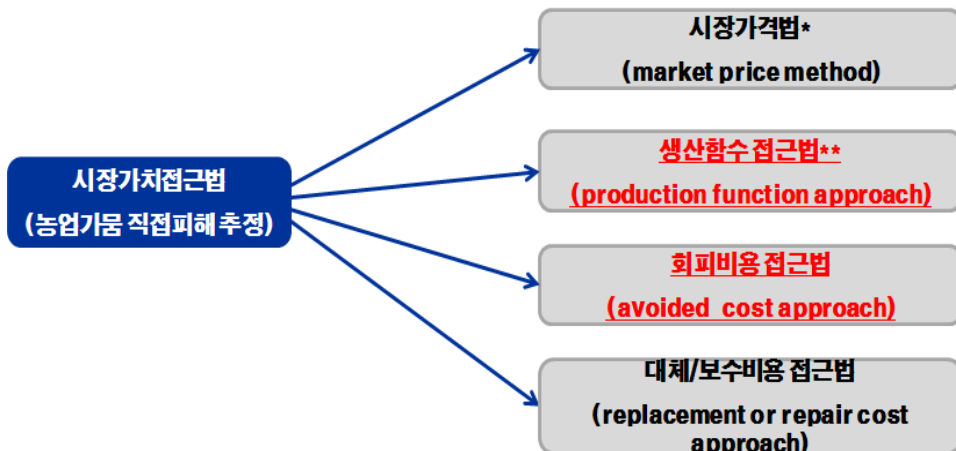
농업기름으로 인한 피해액 추정

농업기름 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

제 5 장 농업가뭄으로 인한 피해액 추정

제 1 절 농업가뭄 직접피해 분석 방법론

농업가뭄의 직접피해 분석방법론으로 시장가격법(market price method), 생산함수 접근법(production function approach), 회피비용 접근법(avoided cost approach), 대체/보수비용 접근법(replacement or repair cost approach) 등이 있다. 이들 평가 방법론은 시장에서 거래되는 재화와 서비스의 화폐가치를 농업가뭄 피해액의 측정 단위로 이용한다는 점에서 공통점이 있다.



〈그림 5-1〉 농업가뭄 직접피해 추정 방법론

1. 시장가격법

시장가격법(market price method)은 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 사회적잉여 하락분(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. 생산함수 접근법

생산함수 접근법(production function approach)은 기업, 산업, 혹은 경제 전체가 생산요소를 결합하여 최대의 생산을 달성할 수 있는 생산계획을 추정한다. 생산요소로서 노동(L), 자본(K), 기후변화 변수(E)를 고려하므로 생산함수는 $Q=f(L, K, E)$ 의 형태를 가진다. 원자재(노동과 자본)와 기후변화 변수는 생산요소로서 재화를 생산하는 데 사용된다. 생산함수의 대수적 형태와 모수값이 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

회피비용 접근법(avoided cost approach)은 생산함수 접근법의 특수한 경우로 생각할 수 있다. 환경질이 저하된 경우, 부정적인 영향을 완화시키기 위해 어떤 종류의 수단을 적용할 수 있고, 이로써 향상된 환경질의 가치는 완화수단에 사용된 비용에 해당하게 된다. 예를 들어, 공기질이 악화되거나 가뭄이 발생한 경우 공기 청정기를 구매하고, 빗물에 의존하는 경작지에 수리 시설을 설치함으로써 부정적인 영향을 감소시킬 수 있다. 이때 공기질 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 $Q=f(L, K, E, A)$ 의 형태이다.

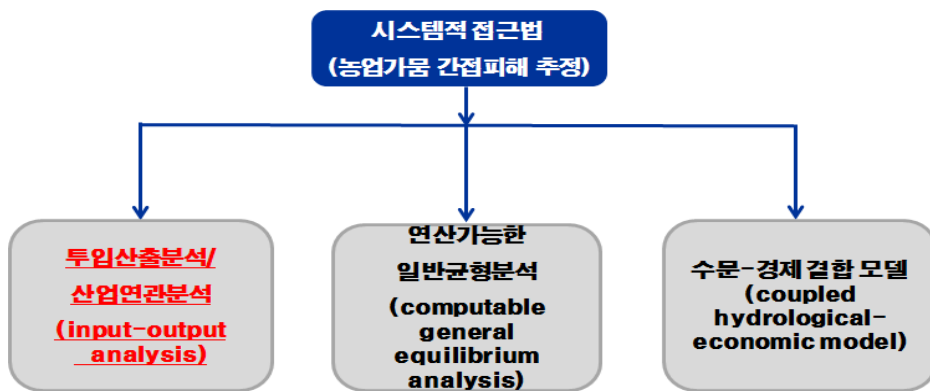
4. 대체/보수 비용 접근법

대체/보수 비용 접근법(replacement or repair cost approach)은 생태계 재화 또는 서비스(ecosystem good or service)를 대체하거나 보수하는 데 소요되는 비용이

생태계 재화 또는 서비스 가치의 합리적인 추정치라고 가정이다. 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 평가한다.

제 2 절 농업가뭄 간접피해 분석 방법론

농업가뭄의 간접피해 분석방법론으로 투입산출분석/산업연관분석(input-output analysis), 연산가능 일반균형분석(computable general equilibrium analysis), 수문-경제 결합 모델(coupled hydrological-economic model) 등이 있다. 이들 평가방법론은 산출물의 변화(가뭄으로 인한 생산액 변화)가 기타 경제부문에 미치는 영향을 분석한다.



〈그림 5-2〉 농업가뭄 간접피해 추정방법론

1. 투입산출분석/산업연관분석

투입산출분석은 국민경제를 구성하는 여러 산업 간 연관 관계를 산업 간생산 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 과급되는 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 연산가능한 일반균형분석(computable general equilibrium analysis)의 대체 분석법으로 생각할 수 있다.

2. 연산가능 일반균형분석

연산가능한 일반균형모델은 복잡한 경제 모델 중 하나로 정책(예를 들어, 세계 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 효용극대화과 생산자의 이윤극대화(혹은 비용극소화), 그리고 시장청산이 핵심 가정임. 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. 가격 탄력성, 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 장점이다. 피드백의 종류에는 시장간 상호작용, 소득

구성, 지출 효과, 투입 및 산출 대체가 있음. 이를 통해 총 효과에 대한 분석이 가능하다. 방대한 자료가 필요하고, 시장의 불완전성을 고려 하지 않는다는 것이 한계점이다.

3. 수문-경제 결합 모델

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 사용된다. 생물물리-농업경제 모델링과 마찬가지로 상향식 접근법이며, 흔히 모델이 되는 공간 지역을 뚜렷하게 나타낸다.

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.

제 3 절 농업가뭄 비시장가치 평가 방법론

1. 조건부 가치측정법

조건부 가치측정법은 생태계 서비스와 환경재처럼 시장에서 거래되지 않아서 시장가격이 형성되지 않는 비시장재의 경제적 가치를 추정하기 위해 사용된다. 이를 통해 가뭄의 무형적 비용(intangible costs)을 추정할 수 있다. 일반적으로 조건부 가치측정법은 공공재의 공급량(또는 품질) 변화에 따른 편익(또는 비용)을 추정하기 위해 사용된다. 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 받아드릴 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 단점이다. 이 때문에 대부분의 경제학자들은 시장에서 경제주체들이 과거에 실제로 행한 선택에 관한 자료를 사용하는 현시선호법(revealed preference method)을 진술선호법보다 더 신뢰하는 경향이 있다.

가뭄과 관련하여 조건부 가치측정법은 용수 사용 규제를 완화하거나 용수 공급 안전성을 강화하는 데 대한 가치를 추정하기 위한 주로 적용되었다. 일반적으로 조건부 가치측정법은 가뭄 피해액을 계측하거나 가뭄 완화·적용의 비용을 평가하기 위해 사용된다.

2. 선택실험법

선택실험법은 조건부 가치측정법과 더불어 비시장재의 가치를 평가하는 중요한 도구이다. 선택실험법으로 가뭄의 무형적 비용을 추정할 수 있다. 선택실험법은 참여자에게 가상의 상황을 주고 여러 대안 중에서 하나를 선택하게 한다. 그러한 선택을 여러 번 반복하여 행하게 한다. 각각의 대안에는 수많은 특성에 대한 설명이 포함되어 있으며, 화폐가치는 하나의 특성으로 이를 통해 지불의사를 추정할 수 있다.

선택실험법은 비교적 새로운 접근법으로 조건부 가치측정법에 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 환경재화를 구성하는 개개의 특성이 갖는 가치를 측정할 수 있으며, 이로써 조건부 가치측정법에서 생기는 편차를 제거할 수 있다. 그러나 일반적으로 선택실험법은 조건부 가치측정법보다 실행하기 어렵다. 특히 환경재화를 구성하는 특성의 가짓수가 많을 경우에 더욱 그러하다.

조건부 가치측정법과 마찬가지로 가정적 상황에서 자료를 얻는다는 한계가 있으며, 자료의 정확도는 실험 설계에 크게 좌우된다. 실험 설계에서 개개의 특성을 정의

하고, 실험의 배경과 설문지를 개발해야 한다. 실험에서 사용하는 선택지가 결과에 주요한 영향을 미친다. 선택실험법에서 사용하는 설문문항은 종종 개념적으로 응답자들이 이해하기 어렵고, 상당한 인지적 노력을 요구함. 그 결과, 설문 응답에 오류가 있을 수 있다.

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

3. 편익/가치 이전법

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 것임. 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.

제 4 절 국내·외 농업가뭄 피해액 산정 방법

1. 국내 가뭄피해 분석 사례

국내 가뭄 피해 추정에 대한 대표적인 사례로는 윤용남 외(2002)에서 발간한 『2001년 가뭄기록조사 보고서』가 있다. 이 보고서에는 농업용수 공급부족에 따른 피해는 용수 부족에 가장 영향을 많이 받는 농작물에 대하여 이루어졌으며, 그 대상으로는 벼와 채소, 해당 지역의 특작물, 그리고 과수의 피해 자료가 이용되었다.

농업용수 부족에 따른 논에서 피해 수준은 다음과 같은 산식으로 추정하였다.

이양지연 피해액 추정 : 이양지연면적×피해율×평균단수×가격

모넨논마름 피해액 추정 : 피해면적×피해율×평균단수×가격

채소 및 특작물에 대한 가뭄 피해 추정은 채소 품목에 일반적으로 적용할 수 있는 피해규모 산정 공식을 제시하였다(윤용남 외 2002). 채소·특작물에 대한 피해액을 산정한 기존 연구는 아래와 같이 울무와 채소에 대하여 산정한 사례가 있다.

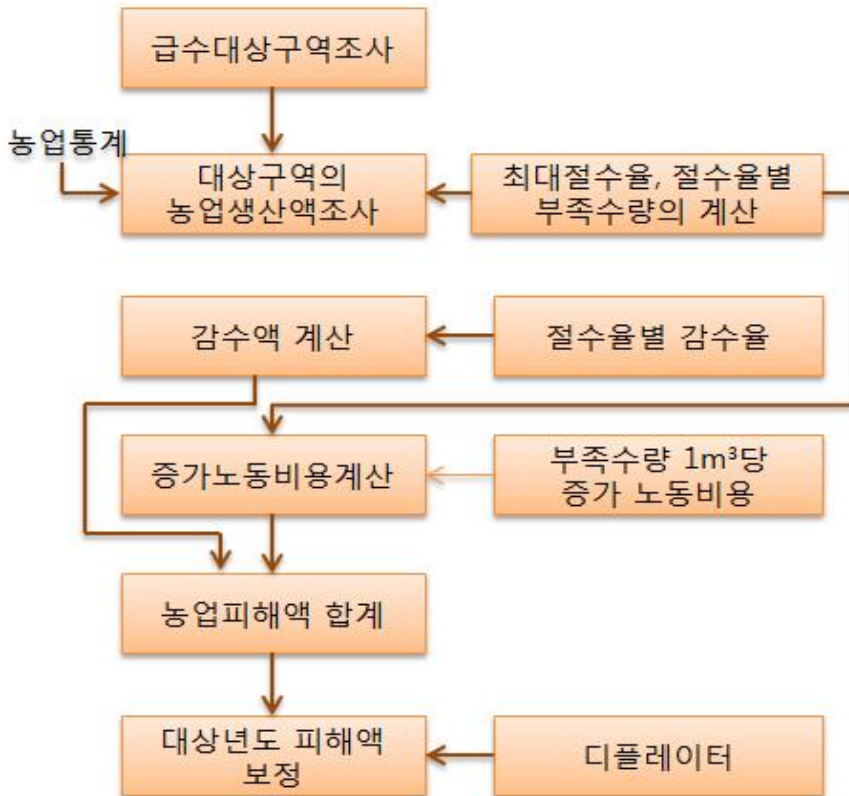
품목별 피해액 추정: 품목별 피해면적×피해율×평균단수×가격

윤용남 외(2002)가 사용한 가뭄 피해 추정방법은 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 있고, 품목별 피해면적과 피해율은 알 수 없는 상황이다. 따라서 본 연구에서 위의 분석 방법론을 직접 적용하기는 현실적으로 어렵다.

2. 일본 가뭄피해 분석 사례

일본의 가뭄피해액 산정은 <그림 5-3>에 나타나 있는 절차에 따라 수행되고 있다. 농업용수 추정방법은 대상품종을 쌀에 한정한다. 조사대상은 하천의 급수 대상 구역으로 설정하고 있다. 유역의 농업통계로부터 농업조(粗) 생산액을 조사한다. 농업용수 필요수량과 실적 취수량을 조사하고, 부족수량 및 절수율을 각각 계산한다. 그리고 감수액의 산정은 최대절수율을 취한다. 최대절수율에 대응하는

농업용수 갈수피해 계산도표에서 당해지역의 피해곡선을 산정하고, 최대절수율에 대응하는 감수율을 산정하여 이를 농업생산액에 곱하면 감수액을 산출할 수 있다.



〈그림 5-3〉 일본의 농업용수 가뭄피해액 산정

일본에서 실시하는 또 다른 농작물 피해조사 방법론은 『작물통계조사(作物統計調査)』의 ‘피해조사’ 항목에서 확인이 가능하다. 단, 피해조사는 가뭄 피해에 한정하지 않고, 기상이변으로 인해 발생하는 피해규모를 사후적(농작물 수확시기)으로 계측하는 방법이다. ‘피해조사’ 항목은 피해가 발생한 농작물의 피해면적, 피해량, 피해금액을 통계로 작성하게 되어 있으며, 각 분기별로 일정 금액 이상의 피해가 발생한 경우에는 공표하도록 되어 있다. 조사 대상은 농작물에 대한 중대한 피해가 발생했다고 인정되는 지역의 재배 토지 및 농작물이 해당된다. 풍수해, 가뭄, 냉해, 설해, 기타 기상 원인(지진 및 화산 분화 포함)에 의한 재해, 병충해, 또는 기타 이상 현상이나 사고가 조사 대상이다.

피해조사에서 사용되는 몇 가지 용어의 정의는 다음과 같다. 기준 수익률은 농작물에 피해가 발생했을 때 그 피해가 발생하지 않았다고 가정할 경우에 수확할 수 있을 것으로 전망되는 수익률을 의미한다. 피해는 경작지에서 재배를 시작하고 수확할 때까지 재해 등에 의해 농작물에 손상이 발생하여 기준 수확량보다 수입이 감소된 상태를 의미한다. 그러나 손상이 발생하여도 수입이 감소하지 않았다면 피해로 간주하지 않는다. 저온, 건조, 적설 등으로 인한 생육 지연, 일조 부족 등 비정상적 상황이 계속되는 경우에는 조사 시점에서 직접적인 손상이 없는 경우에도 향후 생육이 진행되면서 분얼수, 이삭수 등 수확량 구성요소 저하에 따라 정상적 상황과 비교해서 수입이 감소할 것으로 예상되는 경우에 피해로 정의한다. 피해면적은 농작물에 손상이 발생하고, 이러한 피해가 발생하지 않았을 경우를 가정할 때, 예상되는 수확량보다 수입이 감소한 면적을 지칭한다. 피해량은 농작물 파종부터 수확까지 기간에 재해 등으로 인해 손상이 발생할 경우 이러한 피해가 발생하지 않을 때 예상되는 수확량에서 수입이 감소한 양(量)을 의미한다. 영년생(永年生) 작물(과수, 차 등)은 피해 발생 연도의 수입 감소를 조사 대상으로 한다. 피해량 단위는 절화 및 종묘·묘목류는 천 그루, 구근은 천 구, 화분류는 천 그릇, 절화는 천 매, 잔디는 10a를 사용한다. 피해예상금액: 피해예상금액은 피해량에 각 농작물의 단가를 곱해서 산출한다. 각 농작물의 단가는 도(都)·도(道)·부(府)·현(縣)마다 다음과 같이 실행한다.

가. 수도(水稻)

해당 연도에 계산한 농작물 단가 =

$$\frac{(B+C+D)/3}{(A+B+C)/3} \times \text{생산농업소득통계의 최근 5년치 중 최고 및 최저를 제외한 3년치 연평균}$$

A는 4년 전의 상대거래가중평균가격, B는 3년 전의 상대거래가중평균가격, C는 2년 전의 상대거래가중평균가격, D는 전년도 상대거래가중평균가격이다. 상대거래가중평균가격은 전국출하단체와 도매업자 등이 상대거래(매매 당사자 간 값을 정하는 방식)를 하는 주식용 쌀 1등미의 수량 및 가격에 대한 가중평균을 취한 ‘상대거래가격’을, 산지 품종 상표 당 조사수량에 대한 가중평균을 취한 것이다. 작황지수가 94이하 또는 106이상인 연도의 상대거래가중평균가격은 위의 식에서 제외하고 계산한다.

나. 소맥 및 쌀보리

$$\text{해당 연도에 계산한 농작물 단가} = \frac{\text{당해연도 지표가격}}{\text{전년도산출 지표가격}} \times \text{생산농업소득통계의 최근 5년치 중 최고 및 최저를 제외한 3년치 연평균}$$

지표가격은 일반사단법인 전국미맥(米麥)개량협회의 입찰 거래 결과에 산지 품종 상표당 낙찰가격을 낙찰수량에 가중 평균한 것이다.

다. 대두

$$\text{해당 연도에 계산한 농작물 단가} = \frac{(B+C+D)/3}{(A+B+C)/3} \times \text{생산농업소득통계의 최근 5년치 중 최고 및 최저를 제외한 3년치 연평균}$$

A는 5년 전의 낙찰가중평균가격, B는 4년 전의 낙찰가중평균가격, C는 3년 전의 낙찰가중평균가격, D는 2년 전의 낙찰가중평균가격이다. 낙찰가중평균가격은 공익재단법인 일본특산농산물협회의 입찰 거래 결과에 산지 품종 상표당 낙찰가격을 낙찰수량에 가중평균한 것이다. 10a당 평균수확량 대비 94% 이하 또는 106% 이상인 연도의 낙찰가중평균가격은 위의 식에서 제외하고 계산한다.

라. 잎담배

$$\text{해당 연도에 계산한 농작물 단가} = \frac{\text{당해연도 매입가격}}{\text{전년도산출 매입가격}} \times \text{생산농업소득통계의 최근 5년치 중 최고 및 최저를 제외한 3년치 연평균}$$

마. 기타 농작물

$$\text{해당 연도에 계산한 농작물 단가} = \text{생산농업소득통계의 최근 5년치 중 최고 및 최저를 제외한 3년치 평균(과수 중 격년 결과가 현저히 다른 작물에 대해서는 계산 연도에 예상되는 결과 상황과 유사할 것으로 보이는 연도의 최근 3년 평균 사용)}$$

3. 미국 가뭄피해 분석 사례

SWAP모형은 수문학적 모형(hydrological model)과 경제학적 최적화 모형(economic optimization model)으로 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 있고, SWAP 모형은 캘리포니아 주(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 있다. 통상적으로 우선 아무런 정책이 시행되지 않았을 상황의 결과를 추정하고, 그 다음에 추정된 기준치에 가뭄 정책을 시행하였을 경우의 결과를 비교한다. 이를 통해 얻은 결과값을 평년으로 부더의 변화로 해석한다.

지역단위 투입산출 모형은 지역계획 영향분석 모형(IMPLAN Model)을 활용하여 분석한다. 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.



〈그림 5-4〉 SWAP 모형과 IMPLAN 모형 간 상호작용

4. 분석 방법론 적용

가. 가뭄피해 유형 구분

가뭄으로 인한 물 부족으로 나타나는 경제적인 파급효과는 직접적인 피해와 간접적인 피해로 분류할 수 있다. 직접적인 피해는 물이 부족하여 발생하는 직접적인 피해이고, 간접적인 피해는 물이 부족하여 발생하는 파급효과에 의한 피해이다.

농업가뭄으로 인한 직접적인 피해는 <표 5-1>과 같이 농작물 수확 감소 및 가축 피해와 농업용수 공급부족에 따른 농가의 후생감소 등을 들 수 있다. 이러한 직접적인 피해분석에는 가뭄 발생 전후(with and without)를 기준으로 접근할 수 있다. 가뭄 발생 이전의 기록들(생산량, 공급량, 소득 등)을 이용하여 평균을 구하고, 가뭄으로 인해 발생한 전체적인 변동과 비교하고, 추가적인 조사와 설문조사 등을 통해 자료를 수집하여 피해를 분석한다.

(표 5-1) 농업가뭄 피해 분류

| 구 분 | | 측정 | |
|-----|------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| | | 시장(유형) | 비시장(무형) |
| 형태 | 직접피해 | - 작물 생산량 감소 | - 농촌용수 공급 제한으로 인한 농가의 후생 감소 - 동식물, 어류 서식지 파괴 - 생물다양성 감소 |
| | 간접피해 | - 고용량 감소 - 연관산업 경제적 손실 - 조세수입 감소 - 무역 감소 | - 가축질병의 발생 - 농업·농촌의 다원적 기능 상실 |

농업가뭄으로 인한 간접적인 피해는 첫째, 가뭄으로 인한 농업부문 생산 감소 때문에 발생하는 고용량 감소와 둘째는 연관산업의 경제적 손실(식품산업 매출 감소 등), 셋째는 조세수입 감소, 마지막으로 무역 감소 등을 들 수 있다. 가뭄의 간접적인 피해는 농업가뭄이 장기화되어 미치는 추가적인 영향을 분석하기 위해서 일반적으로 산업연관 분석 모형(Input-Output model) 등을 이용한다.

나. 가뭄피해 대상유형 구분

본 연구에서는 농업가뭄 피해는 가뭄피해 유형 중 시장에서 추정이 가능한

직·간접적 피해만을 중심으로 농업피해액을 산출하고자 한다. 농업가뭄으로 인한 피해 중 시장에서 평가가 어려운 동식물 및 어류 서식지 파괴, 생물다양성 감소, 농업·농촌의 다원적 기능 상실 등의 영향은 본 가뭄피해 영향 평가에서 제외한다. 그리고 직접적인 피해 중에서도 축산부문은 제외하고 가뭄으로 인한 작물 생산량 감소만을 고려하기로 한다.

분석 방법론은 농업가뭄으로 인한 작물 생산 감소 효과를 추정하고자 생산함수 접근법을 중심으로 분석하고자 한다. 본 연구에서 간접적 피해는 농업부문 고용 감소와 연관산업의 경제적 손실에 한정에서 분석하고자 한다. 우리나라 농업여건에서 농업가뭄으로 인한 조세수입 및 무역 감소로 인한 효과는 매우 미미하기 때문에 본 분석에서는 제외하고자 한다. 일반적으로 우리나라는 농업생산에 부가가치세가 면제되는 상황에서 농업가뭄으로 인한 조세수입 감소가 크지 않고, 무역 또한 대부분이 수입되는 상황에서 무역 감소효과는 크지 않다. 따라서 본 연구에서는 산업연관분석을 이용하여 타 산업에 미치는 직·간접 영향을 분석하고 파급 효과를 분석하고자 한다.

앞서 언급하였듯이, 본 연구에서 추정하는 가뭄 영향 피해는 시장에서 평가 가능한 작물생산량 감소, 고용 감소와 연관산업의 경제적 손실에 한정된다. 따라서 앞서 (표 5-1)과 같이 실제 농업가뭄으로 인한 발생하는 모든 피해를 포함하지 못하기 때문에 여기서 추정된 피해액은 실제 농업가뭄으로 인한 발생한 모든 피해액이 아니고 일부분임을 밝힌다.

다. 농업가뭄 피해액 추정 방법론과 분석체계도

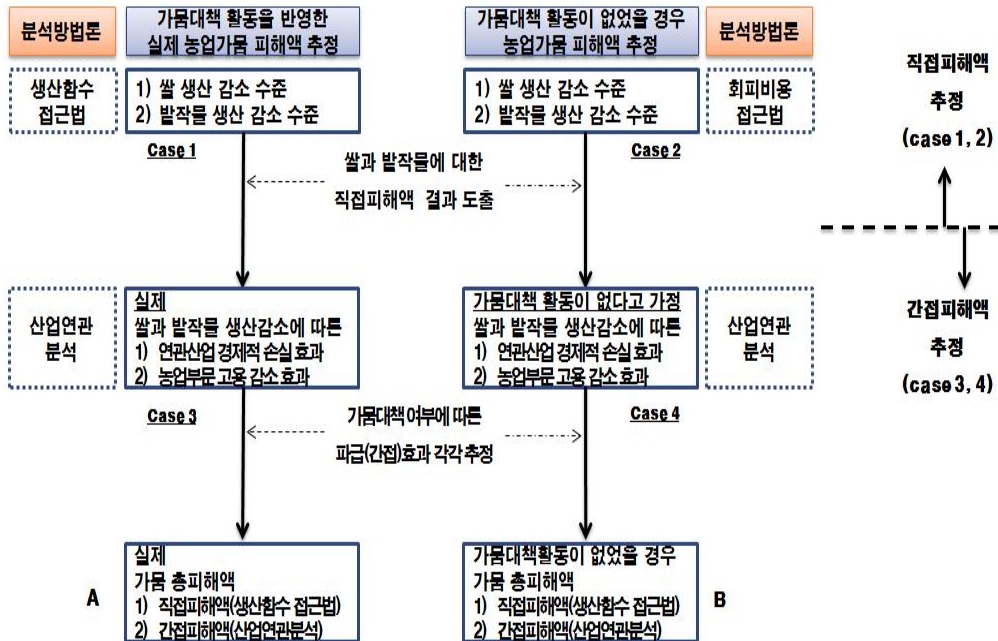
첫째, 가뭄으로 인한 농업부문의 직접적 피해액을 추정한다. 이를 위해 먼저, 논(쌀), 밭(밭작물)별로 생산함수접근법을 활용하여 2015년도 기준 실제 가뭄 피해액(생산량 감소) 추정한다(Case 1). 밭작물에서는 고추, 콩, 고구마, 감자, 마늘을 주요 가뭄 피해 밭작물로 선정하여 분석하였다. 이들 5개 품목을 선택하여 분석한 이유로는 먼저 전국적으로 넓게 재배 되는 주요 밭작물이고 또한, 장기적으로 봄 가뭄에 영향을 받는 품목이라는 공통점이 있다. 다음으로, 회피비용 접근법을 활용하여 가뭄대책 활동이 없었을 경우의 논(쌀), 밭(밭작물) 피해액 산정한다(Case 2).

둘째, 가뭄으로 인한 농업부문의 간접적 피해액을 추정한다. 이를 위해 앞서 생산

합수 접근법을 활용한 실제 가뭄 피해액(생산액 감소)과 회피비용 접근법을 통해 추정된 가뭄피해액 (가뭄대책 활동이 없었을 경우)을 바탕으로 각각 연관산업 경제적 손실(생산 감소)과 고용 감소에 미치는 효과 추정 효과를 추정한다. 이를 위해 지역산업연관 분석을 활용하였다(Case 3, 4).

그리고 직접 농업생산액 감소 효과(직접피해)와 농업생산액 감소로 인한 연관산업의 경제적 손실(생산 감소)과 고용에 미치는 효과(간접피해)를 각각 합산하여 가뭄 총 피해액을 추정한다. 앞서 언급 하였듯이 추정된 가뭄피해액은 시장에서 평가 가능한 작물생산량 감소, 농업부문 고용 감소와 연관산업의 경제적 손실에 한정된 것이다.

마지막으로 가뭄대책 효과를 추정하는데, 특정연도의 실제 발생한 가뭄 총 피해액(A)과 특정연도에 가뭄대책(비) 투입이 없다고 가정하였을 경우 발생할 가뭄 총 피해액(B)을 비교하여 차이만큼이 가뭄대책 효과로 간주한다.



〈그림 5-5〉 농업가뭄 피해액 추정 흐름도

제 5 절 농업가뭄 피해액 추정

1. 추정 방법론

가. 생산함수 접근법을 활용한 농업가뭄 피해액 추정 모형

기상조건변화에 따른 농업생산성 변화는 기후변화관련 연구에서 광범위하게 이루어져 왔다(IPCC 2014). 또한 최근에는 단기적인 기상조건이 농업 생산성에 미치는 영향을 식별(identification)하기 위한 다양한 방법론이 제시되고 있다. 구체적으로 Dell, Jones, & Olken(2014)은 기존 연구에서 사용된 방법론과 내용을 정리하고 가뭄과 같은 연도별 기상 이변(weather shock)의 효과를 식별하는 모형을 제시하였다. 본 연구 역시 Dell, Jones, & Olken(2014)이 제시한 패널 자료 분석 방법을 사용하여 가뭄이 농가의 생산성에 미치는 영향을 분석하였다(식(1) 참조).

$$\text{식(1)} \quad y_{ct} = \sum_i \alpha_i f_i(W_{ict}) + \beta f_D(D_{ct}) + \gamma_D t D_{ct} + \delta t + \mu_c + \theta_t + \epsilon_{ct}$$

여기서 농업생산성(y_{ct})는 c 지역의 t 연도의 품목별 단수, W_{ict} 는 기상 현상 i 와 연관된 변수를 의미한다. 본 연구에서는 기상 현상으로 기온, 강수량, 그리고 가뭄 변수(D_{ct})를 포함하였다. 기상현상 i 가 생산성에 미치는 영향은 $f_i(\cdot)$ 와 같은 함수 형태를 따른다고 가정하였다. 본 연구에서는 가뭄 일수를 나타낸다. 기상 현상과 농업생산성을 연구한 기존 연구의 경우, 비선형적 함수 형태와 농학을 바탕으로 한 변수들을 바탕으로 모형을 구성하였다(Schlenker & Robert 2006, 2009; Dechênes and Greenstone 2007; Robert, Schlenker & Eyer 2012). 본 논문에서는 연구의 목적이 기상이변에 해당하는 가뭄효과의 추정인 점을 감안하여 가뭄 변수를 제외한 기상변수는 평균적인 기상조건을 나타내는 월별 평균기온과 월별 누적 강수량을 이용하였으며(조현경·권오상 2014), 기상현상과 연관된 변수는 선형 함수를 가진다고 가정하였다. 하지만 관심변수인 가뭄 변수는 선행연구 결과를 참고하여 이차 함수를 가정하여 가뭄 효과의 비선형성을 고려하였다.

마지막으로 μ_c 는 c 지역의 고정효과를 나타내며, 그리고 θ_t 는 t 연도를 나타내는 고정효과를 t 는 기술 진보 등을 나타내는 추세항을 나타낸다. 이러한 고정효과와 추세항을 포함시킴으로써 토질과 같은 지역의 특성 그리고 쌀 단수 증가의 추세 등을 제어할 수 있어, 기상 변수가 농업생산성에 미치는 영향을 효과적으로 식별

할 수 있다. 특히 본 연구에서는 추세항과 가뭄 변수와의 교차항(tD_{ct})을 통해 가뭄효과의 연도별 변화를 추정하였다. 최근 과거에 비해 가뭄 빈도와 심도가 심해지고 있지만, 가뭄피해 면적은 상대적으로 감소하고 있다. 이는 가뭄이 과거에 비해 쌀 생산성에 미치는 영향이 지속적으로 감소하기 때문이다. 정부의 가뭄 대책 등에 의해 농가들의 가뭄 대응 능력이 향상되면서, 가뭄이 농업생산성(단수)에 미치는 영향이 감소되기 때문에 시간이 지남에 따라 변화하는 가뭄 대응능력에 대한 효과를 반영하기 위해서 추세항 변수(t)를 추가하였다. 즉, 추세항은 정부의 가뭄 대책으로 인해 증가한 가뭄 대응 능력을 반영한 대리변수이다.

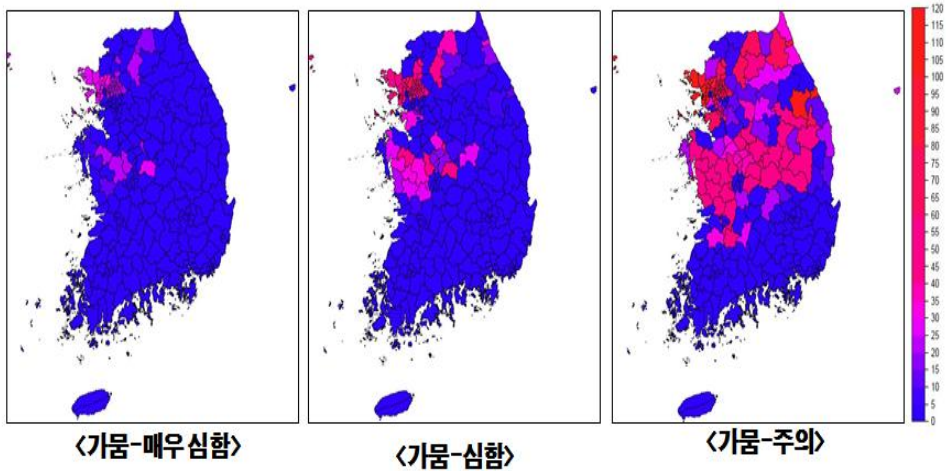
나. 회피비용 접근법을 활용한 농업가뭄 직접 피해액 추정 모형

본 연구에서 회피비용 접근법을 활용한 농업가뭄 직접 피해액 추정 모형은 기본적으로 생산함수 접근법에 활용된 변수와 동일하다. 다만, 한국농어촌공사의 가뭄 단기 대책 효과를 추정하기 위해 I_{ct} 라는 정책 변수를 추가하여 분석을 시도하였다. 식 (2)의 I_{ct} 는 가뭄 피해를 줄이기 위해 사용된 정책 변수를 나타내며, 본 연구에서는 가뭄 대책비 투입여부를 나타내는 이산변수를 이용하였다.

$$\text{식(2)} \quad y_{ct} = \sum_i \alpha_i f_i(W_{ict}) + \beta f_D(D_{ct}) + \lambda I_{ct} + \gamma_D t D_{ct} + \delta t + \mu_c + \theta_t + \epsilon_{ct}$$

2. 분석 자료

가뭄 변수는 농림축산식품부의 가뭄 예·경보 기준을 바탕으로 구축하였다. 구체적으로 가뭄의 강도 중 “매우 심함”은 영농기(4월~10월) 중 최근 6개월 누적 강수량이 평년대비 약 45%(SPI6지수 -2.0이하)이하인 날이 20일 이상 지속되었으며, 저수지 저수율이 40%이하인 경우를 뜻한다. 가뭄 강도 중 “심함”은 SPI6 지수가 -2.0이하이며, 저수지 저수율이 50%이하인 날을 뜻한다. 마지막으로 “주의”는 최근 6개월 누적강수량이 평년대비 약 55%(SPI6지수 -1.5이하)이하이며, 영농지 저수지의 저수율이 60%이하인 날을 뜻한다. 본 연구에서는 저수지의 저수율 자료의 SPI6지수 자료를 바탕으로 가뭄 변수를 구축하였다. 마지막으로 시군별 대책비 투입 여부에 관한 자료는 단기 대책비 투입여부만을 이용하였다.



〈그림 5-6〉 가뭄의 지역별 분포: 강도 기준

(표 5-2) 연도별 가뭄 발생 일수 추이

| 가뭄 단계 | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | '11 | '12 | '13 | '14 | '15 |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 매우 심함 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | 0 | 13 | 77 | 387 |
| 심함 | 38 | 3 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 28 | 0 | 142 | 6 | 82 | 758 | 1084 |
| 주의 | 1542 | 12 | 0 | 6 | 26 | 70 | 0 | 71 | 324 | 0 | 316 | 196 | 195 | 2367 | 3531 |

자료: 한국농어촌공사

분석 대상 품목은 쌀, 고구마, 감자, 콩, 마늘 그리고 고추이며, 해당 품목의 생산성을 나타내는 변수로는 각 품목의 단수자료(kg/10a)를 이용하였다. 쌀의 경우, 통계청에서 제공하는 시군별 쌀 단수 자료를 이용하였다. 쌀 이외의 품목의 경우, 각 시군의 통계연보 자료를 취합하여 구축하였다.

따라서 농업가뭄 피해란 전체 농작물 가뭄피해가 아닌 논외의 경우 쌀, 밭작물의 경우 고구마, 감자, 콩, 마늘, 고추에 한정된 가뭄피해를 의미한다. 그리고 가뭄 강도에 있어서도 심함 기준 이상을 가뭄피해로 정의하고 분석을 시도하였다.

3. 분석 결과

가. 농업가뭄 직접 피해액 추정

1) 실제 가뭄피해액 추정 결과

우선, 가뭄으로 인한 품목별 피해 모형 추정결과는 (표 5-3~8)과 같다. 추정 결과를 요약하면 다음과 같다. 우선 가뭄의 강도가 강해질수록 쌀과 밭작물의 단위면적당 생산량(단수)은 감소하는 것으로 나타났다. 쌀의 경우, 주의 단계의 가뭄일수가 하루 증가할수록 쌀 단수는 0.08% 감소하고, 매우 심함 일수가 하루 증가할수록 4.35%씩 감소하는 것으로 나타났다. 밭작물(고추)의 경우, 가뭄 강도가 강해질수록 단수 감소율이 커지지만, 대부분이 통계적으로 유의하지 않았다 (이는 다른 밭작물 고구마, 감자, 마늘, 콩도 동일). 따라서 밭작물 경우 가뭄 피해액 추정은 가능하지만, 가뭄 피해액이 아직까지 통계적으로 유의미한 결과도 출되지 못하다. 이는 밭작물의 경우 통계자료가 쌀과 같이 많이 축적되지 못한 결과로 향후 자료가 계속 축적되어 통계결과에 대한 신뢰성은 높아질 것이다. 따라서 아직까지는 결과에 있어서 조심스럽게 해석해야 할 것이다.

추세항에 반영된 가뭄 대응 능력, 예를 들어 수리안전답의 비중 확대, 농업가뭄 대책의 누적효과 등으로 매년 약 0.3%씩 생산성(단수)이 증가하는 것으로 나타났다. 이를 통해 가뭄대책의 장기 누적효과로 인한 가뭄피해 감소 효과도 추정 가능하다.

(표 5-3) 가뭄으로 인한 쌀 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|------------|--------------|------------|------------|
| 가뭄주의 일수 | -0.00082* | -0.00875** | -0.0435*** |
| | (-1.85) | (-2.52) | (-2.62) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.00000705** | -0.0000184 | 0.0000904 |
| | (2.53) | (-0.48) | (0.61) |
| 가뭄주의 일수*추세 | 0.00000539 | 0.000614** | 0.00271*** |
| | (0.24) | (2.15) | (2.73) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-4) 가뭄으로 인한 고추 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| 가뭄주의 일수 | -0.00607** (-2.05) | -0.00478 (-0.69) | -0.0281 (-0.67) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.0000624 (1.46) | 0.0000741 (0.66) | 0.0000789 (0.32) |
| 가뭄주의 일수*추세 | 0.0000679 (0.43) | -0.000101 (-0.18) | 0.00148 (0.47) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-5) 가뭄으로 인한 고구마 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 가뭄주의 일수 | -0.00064 (-0.34) | -0.00738 (-0.79) | 0.02790 (0.64) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.00004 (1.73) | 0.00004 (0.69) | -0.00003 (-0.22) |
| 가뭄주의 일수*추세 | -0.00021 (-0.98) | 0.00046 (0.59) | -0.00178 (-0.59) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-6) 가뭄으로 인한 감자 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|------------|----------|----------|----------|
| 가뭄주의 일수 | 0.00051 | 0.00226 | 0.01020 |
| | (0.33) | (0.53) | (0.46) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.000002 | -0.00003 | -0.00012 |
| | (0.15) | (-0.68) | (-1.03) |
| 가뭄주의 일수*추세 | 0.00007 | 0.00017 | -0.00024 |
| | (0.61) | (0.57) | (-0.17) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-7) 가뭄으로 인한 콩 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|------------|----------|-----------|-----------|
| 가뭄주의 일수 | -0.00041 | 0.00262 | 0.01900 |
| | (-0.39) | (0.77) | (0.35) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.00001 | -0.000005 | -0.000834 |
| | (0.95) | (-0.15) | (-0.24) |
| 가뭄주의 일수*추세 | -0.00005 | -0.00020 | -0.00064 |
| | (-0.46) | (-0.75) | (-0.03) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-8) 가뭄으로 인한 마늘 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|------------|------------|------------|------------|
| 가뭄주의 일수 | -0.0025877 | -0.0102227 | -0.0188153 |
| | (-2.18)** | (-2.95)*** | (-0.88) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.000001 | 0.0000903 | 0.0002284 |
| | (0.62) | (2.84)*** | (2.61)** |
| 가뭄주의 일수*추세 | 0.0000419 | 0.0001492 | 0.0004336 |
| | (0.45) | (0.49) | (0.29) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-9) 추정 모형을 통해 실제 가뭄피해액 산식 추정

□ 쌀 피해액

○ 가뭄으로 인한 쌀 피해액=kg당 쌀 가격×ha당 쌀 단수(최근년도)×작년재배면적(ha)×[-0.0435×가뭄일수(매우심함)-0.00875×가뭄일수(심함-매우심함)-0.0000904×가뭄일수(매우심함)-0.0000184×가뭄일수(심함-매우심함)²+0.00271×추세×가뭄일수(매우심함)+0.000614×추세×가뭄일수(심함-매우심함)]

□ 고추 피해액

○ 가뭄으로 인한 고추 피해액=kg당 고추 가격×ha당 고추 단수(최근년도)×작년재배면적(ha)×[-0.0281×가뭄일수(매우심함)-0.00478×가뭄일수(심함-매우심함)-0.0000789×가뭄일수(매우심함)²-0.0000741×가뭄일수(심함-매우심함)²+0.00148×추세×가뭄일수(매우심함)-0.000101×추세×가뭄일수(심함-매우심함)]

□ 고구마 피해액

○ 가뭄으로 인한 고구마 피해액=kg당 고구마 가격×ha당 고구마 단수(최근년도)×작년재배면적(ha)×[0.0279×가뭄일수(매우심함)-0.00738×가뭄일수(심함-매우심함)-0.00003×가뭄일수(매우심함)²+0.00004×가뭄일수(심함-매우심함)²-0.00178×추세×가뭄일수(매우심함)+0.00046×추세×가뭄일수(심함-매우심함)]

□ 감자 피해액

○ 가뭄으로 인한 감자 피해액=kg당 감자 가격×ha당 감자 단수(최근년도)×작년재배면적(ha)×[0.0102×가뭄일수(매우심함)+0.00226×가뭄일수(심함-매우심함)-0.00012×가뭄일수(매우심함)²-0.00003×가뭄일수(심함-매우심함)²-0.00024×추세×가뭄일수(매우심함)+0.00017×추세×가뭄일수(심함-매우심함)]

□ 콩 피해액

○ 가뭄으로 인한 콩 피해액=kg당 콩 가격×ha당 콩 단수(최근년도)×작년재배면적(ha)×[0.019×가뭄주의 일수(매우심함)+0.00262×가뭄주의 일수(심함-매우심함)-0.000834×가뭄주의 일수(매우심함)²-0.000005×가뭄주의 일수(심함-매우심함)²-0.00064×추세×가뭄주의 일수(매우심함)-0.0002×추세×가뭄주의 일수(심함-매우심함)]

□ 마늘 피해액

○ 가뭄으로 인한 마늘 피해액=kg당 마늘 가격×ha당 마늘 단수(최근년도)×작년재배면적(ha)×[-0.019×가뭄일수(매우심함)-0.01×가뭄일수(심함-매우심함)+0.0002×가뭄일수(매우심함)²+0.00009×가뭄일수(심함-매우심함)²+0.0004336×추세×가뭄일수(매우심함)+0.0001492×추세×가뭄일수(심함-매우심함)]

(표 5-9)의 가뭄피해액 추정 산식을 통해 2015년 기준 실제 가뭄피해액을 추정한 결과는 2015년 가뭄으로 인한 실제 직접 피해액은 총 795.8억원이다. 이중 가뭄으로 인한 쌀 생산액 감소는 153.8억 원 수준이고, 발작물 생산액 감소는 642.0억 원 수준이다.

(표 5-10) 가뭄으로 인한 직접피해액

| Case 1 | 가뭄으로 인한 쌀 직접피해액 | 가뭄으로 인한 발작물 직접피해액 | 직접피해액 합계 |
|------------|-----------------|-------------------|----------|
| 직접피해액 (억원) | -153.8 | -642.0 | -795.8 |

2) 가뭄 대책 활동이 없었을 경우 가뭄피해액 추정 결과

분석결과, 가뭄 대책비는 쌀과 고추의 생산성에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 가뭄대책비를 투입한 지역은 그렇지 않은 지역에 비해 가뭄 단계에 따라 쌀의 단수가 8~12%정도 높은 것으로 추정되었다. 그리고 가뭄대책비의 효과는 가뭄에 강도에 따라 줄어드는 것으로 나타났다. 이는 가뭄의 강도가 강해질수록 가뭄 대책비의 효율성이 감소하는 것으로 해석할 수 있다. 그리고 가뭄대책비의 투입은 고추의 단수에 정(+)의 영향을 미치지만, 그 영향은 통계적으로 유의하지 않다. 이는 다른 발작물도 동일하다. 따라서 발작물 경우 가뭄 대책 활동이 없었을 경우 가뭄 피해액 추정은 가능하지만, 가뭄 추정피해액은 통계적으로 유의미하지 못하는 점을 밝힌다.

(표 5-11) 가뭄으로 인한 쌀 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|----------------------|------------|-----------|------------|
| 대책비 투입여부 (투입지역=1) | 0.12900** | 0.125* | 0.0807*** |
| | (2.12) | (2.07) | (3.56) |
| 가뭄주의 일수 | -0.00098** | -0.0101** | -0.0425** |
| | (-2.09) | (-2.24) | (-2.51) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.00001*** | -0.00001 | 0.00003 |
| | (2.71) | (-0.36) | (0.18) |
| 가뭄주의 일수*추세 | -0.00001 | 0.000698* | 0.00278*** |
| | (-0.40) | (1.93) | (2.65) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-12) 가뭄으로 인한 고추 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 대책비 투입여부 (투입지역=1) | 0.17200 (0.54) | 0.25100 (0.86) | 0.23800 (1.16) |
| 가뭄주의 일수 | -0.00580* (-1.72) | -0.00394 (-0.53) | -0.04000 (-0.86) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.00006 (1.46) | 0.00007 (0.69) | 0.00013 (0.53) |
| 가뭄주의 일수*추세 | 0.00003 (0.19) | -0.00012 (-0.20) | 0.00227 (0.68) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-13) 가뭄으로 인한 고구마 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 대책비 투입여부 (투입지역=1) | -1.40500* (-1.80) | -1.32700* (-1.88) | -0.25900 (-1.06) |
| 가뭄주의 일수 | -0.00340 (-0.91) | -0.02470 (-1.40) | 0.00414 (0.10) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.00007 (1.62) | 0.00003 (0.28) | 0.00007 (0.42) |
| 가뭄주의 일수*추세 | 0.00005 (0.21) | 0.00014 (1.10) | -0.00031 (-0.11) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-14) 가뭄으로 인한 감자 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 대책비 투입여부 (투입지역=1) | -0.04230 (-0.25) | -0.000432 (-0.00) | -0.0167 (-0.14) |
| 가뭄주의 일수 | 0.00062 (0.33) | 0.00157 (0.34) | 0.00241 (0.10) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.000002 (0.14) | -0.00004 (-0.90) | -0.00006 (-0.59) |
| 가뭄주의 일수*추세 | 0.00006 (0.46) | 0.00022 (0.68) | 0.00013 (0.08) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-15) 가뭄으로 인한 콩 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 대책비 투입여부 (투입지역=1) | 0.24700 (1.23) | 0.18600 (1.10) | 0.367*** (4.05) |
| 가뭄주의 일수 | -0.00023 (-0.18) | 0.00373 (1.02) | 0.00049 (0.03) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.00001 (0.95) | -0.00002 (-0.42) | 0.00005 (0.29) |
| 가뭄주의 일수*추세 | -0.00010 (-0.94) | -0.00023 (-0.80) | -0.00016 (-0.13) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-16) 가뭄으로 인한 마늘 생산 피해 모형 추정 결과

| 구 분 | 주의 | 심함 | 매우심함 |
|----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 대책비 투입여부 (투입지역=1) | 0.0744 (0.69) | 0.1204976 (1.16) | 0.142 (1.81)* |
| 가뭄주의 일수 | -0.00308* (-2.14) | -0.0126212 (-3.33)*** | -0.0228 (-0.93) |
| 가뭄주의일수제곱 | 0.00000913 (0.62) | 0.0000989 (3.10)*** | 0.000248 (2.73)*** |
| 가뭄주의 일수*추세 | 0.0000563 (0.54) | 0.0002584 (0.86) | 0.000645 (0.38) |

* 주 1) : *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준에서 유의함.

2) : ()는 t값을 의미함. t값이란 표준편차가 얼마나 크고 작냐를 나타내는 수치로 t값이 크다는 것은 표준편차가 작다는 것으로 변수간 상관도가 통계적으로 높다는 것을 의미

(표 5-11~16)의 모형 추정결과를 바탕으로 2015년 가뭄대책 활동이 없었을 경우 발생할 가뭄 직접피해액은 총 1,416.8억 원이고, 가뭄으로 인한 쌀 생산액 감소는 532.6억 원 수준이고, 발작물 생산액 감소는 884.2억원인 것으로 나타났다.

(표 5-17) 2015년 가뭄대책 활동이 없을 경우 직접피해액 추정 결과

| Case 2 | 쌀 직접피해액 | 발작물 직접피해액 | 직접피해액 합계 |
|---------------|---------|-----------|----------|
| 직접피해액 (억원) | -532.6 | -884.2 | -1,416.8 |

나. 농업가뭄 간접 피해액 추정

1) 분석 모형

가뭄으로 인해 R 지역의 산업 1의 생산비중이 d 만큼 줄었다고 가정한다면, 지역적 가뭄으로 인한 생산제약의 경제적 파급효과는 아래와 같이 계측 가능하다.

$$\begin{bmatrix} \Delta X_1^{R*} \\ \Delta X_2^{R*} \\ \Delta X_1^{U*} \\ \Delta X_2^{U*} \end{bmatrix} = A^* \begin{bmatrix} X_1^R \\ X_2^R \\ X_1^U \\ X_2^U \end{bmatrix} - A^* \begin{bmatrix} (1-d)X_1^R \\ X_2^R \\ X_1^U \\ X_2^U \end{bmatrix} = A^* \begin{bmatrix} dX_1^R \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

한국은행의 지역산업연관표는 16개 영역의 161개 부문(곡물 및 식량작물, 채소 및 과실, 그리고 기타작물 포함)을 포함하고 있으며, 여기서는 2015년 가뭄으로 인한 경제적 파급효과를 지역산업연관표의 가장 작은 지역 단위(시도단위) 그리고 부문 단위(소분류)를 바탕으로 분석을 진행하고자 한다.

2) 분석 결과

앞서 모형 추정결과를 바탕으로 2015년 실제 가뭄 직접피해액은 총 795.8억 원이었다. 지역 산업연관분석을 통해 2015년 실제 가뭄 직접피해액은 총 795.8억 원이 발생할 경우, 파급효과(간접피해액)는 362.5억원인 것으로 나타났다. 구체적으로 가뭄으로 인해 153.8억 원의 쌀 생산액 감소가 발생할 경우, 이로 인해 발생하는 파급효과(간접피해액)는 51.9억 원이고, 가뭄으로 인해 642억 원의 발작물 생산액 감소가 발생할 경우, 이로 인해 발생하는 파급효과(간접피해액)는 310.6억 원이 발생하는 것으로 나타났다.

그리고, 2015년 실제 가뭄으로 인한 고용 감소 효과는 총 3,681명인데, 이중 쌀 가뭄 피해로 인해 고용 감소가 654명, 발작물 가뭄피해로 인해 3,027명이 발생한다.

(표 5-18) 농업가뭄 간접피해 수준

| 구 분 | 연관산업 경제적 손실(억) | | | 고용감소(명) | | |
|---------------------------------------|----------------|-------------|--------|-----------|-------------|-------|
| | 쌀 간접피해 | 발작물 간접피해 | 합계 | 쌀 간접피해 | 발작물 간접피해 | 합계 |
| Case 3 (2015년 가뭄대책 활동 포함) | -51.9 | -310.6 | -362.5 | 654 | 3,027 | 3,681 |
| Case 4 (2015년 가뭄대책 활동이 없다고 가정시) | -149.4 | -481.1 | -630.5 | 2,369 | 4,037 | 6,406 |

그리고 만약 2015년 가뭄대책 활동이 없었다면 가뭄 직접피해액은 총 1,416.8억 원 이고, 이로 인해 발생한 파급효과(간접피해액)는 630.5억 원인 것으로 나타났다. 쌀의 경우 가뭄대책이 없었다면 532.6억 원(직접피해) 생산액 감소가 발생하고, 이로 인해 발생하는 파급효과(간접피해액)는 149.4억 원이 발생한다. 발작물의 경우 가뭄대책이 없었다면 884.2억 원(직접피해) 생산액 감소가 발생하고, 이로 인해 발생하는 파급효과(간접 피해액)는 481.1억 원이다.

그리고, 2015년 가뭄대책 활동이 없었다고 가정시 고용 감소 효과는 총 6,406명 인데, 이중 쌀 가뭄 피해로 인해 고용 감소가 2,369명, 발작물 가뭄피해로 인해 4,037명이다.

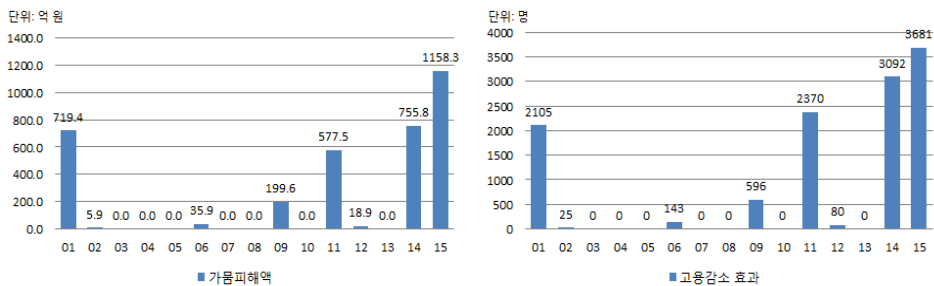
따라서 지금까지 분석된 가뭄 피해 효과 분석결과를 바탕으로 가뭄대책 효과를 살펴보면 (표 5-19)와 같다. 먼저 2015년 가뭄 대책의 총 효과는 1,245.3억 원이고, 총 고용효과는 2,725명으로 추정되었다. 가뭄대책 효과로 고용효과를 금액으로 환산하여 반영할 경우, 2015년 근로자 평균연봉 3,281만원 가정(통계청 기준)시 고용효과는 약 902.9억 원 효과가 발생한다고 할 수 있다. 2015년 가뭄대책비가 1,700.4억 원을 고려할 경우 고용효과 반영에 따른 B/C값은 약 1.26로 1.0를 넘는 것으로 나타났다. 다만, 고용효과를 반영하지 않을 경우 B/C값이 0.7 수준이다. 하지만, 본 B/C 값에는 앞서 모형설명에서 언급하였듯이 농작물 생산감소(직접피해)와 연관산업 경제적 손실(간접피해)만을 반영한 결과로 가뭄으로 인한 축산물 생산감소 및 비시장(가축질병 발생, 농업·농촌 다원적 기능저하, 생물다양성 감소, 농가 후생 감소) 부문에 대한 가치 부문을 반영하지 않은 수치이다. 따라서 가뭄으로 인한 축산업 피해와 비시장 가치 요인을 반영할 경우 B/C는 더욱 높아질

것이다. 그리고 발작물 추정피해액은 통계적으로 유의하지 못하기 때문에 해석하는데 있어서 제한점이 많다는 점을 참고 해야만 할 것이다.

(표 5-19) 2015년 기준 가뭄 대책 효과

| 구 분 | 직접피해액 (억원) | 간접피해액 (억원) | 총 피해액 (억원) | 고용효과(명) |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 가뭄대책 활동 반영(A) | -795.8 | -362.5 | -1,158.3 | -3,681 |
| 가뭄대책 활동 미반영(B) | -1,319.5 | -1,084.0 | -2,403.6 | -6,406 |
| 가뭄대책 효과(B-A) | -523.7 | -721.5 | -1,245.3 | -2,725 |

<그림 5-7>는 본 연구에서 앞서 분석모형을 통해 추정한 분석결과를 바탕으로 2001년 이후 농업가뭄 피해액과 고용감소 효과를 추정한 결과이다. <그림 5-7>에서 보듯이 2011년 이후 농어가뭄 피해가 급증하고 있고, 이로 인한 고용감소 효과도 커지고 있는 것을 알 수 있다. 하지만, 분석결과도 앞서 분석결과와 마찬가지로 가뭄으로 인한 축산업 피해와 비시장 가치 요인을 반영하지 못한 결과라는 점을 상기시킨다.



<그림 5-7> 2001년 이후 농업가뭄 피해액 및 고용감소 효과 추정 결과

가뭄에 대응하기 위하여 정부는 과거부터 지속적으로 가뭄 대책을 추진하여 왔다. 이러한 농업가뭄 대책은 가뭄 발생한 해에 영향을 미칠 뿐만 아니라 장기적으로 농가들의 가뭄 대응 능력이 향상시킨다. 실제로 앞서 (표 5-3)의 분석결과를 보면 가뭄 대응능력을 나타내는 추세항은 통계적으로 유의미하게 생산성에 (+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 분석기간 동안인 2001년 이후 2015년까지 가뭄대

응 정책 노력이 없었다고 가정하면, 2015년 쌀 생산에 있어 약 5,370억 원 수준의 가뭄 피해가 발생하는 것으로 나타난다. 간접적 피해액까지 고려할 경우 총 피해액은 7,194억 원 수준이고, 고용감소 효과는 2만 2,877명이 발생하였을 것이다. 하지만, 분석기간 동안 정부의 지속적인 가뭄대응 정책의 누적효과로 농가의 가뭄 대응능력이 향상되어 2015년 기준 가뭄의 쌀 직접피해가 153.8억 수준에 불과한 것으로 나타났다.

(표 5-20) 가뭄대응 정책노력 효과 제외시 2015년 쌀 가뭄 피해 규모

| 구 분 | 쌀직접 피해액(억원) | 쌀간접 피해액(억원) | 총 피해액(억원) | 고용효과(명) |
|------|----------------|----------------|-----------|---------|
| 피해규모 | 5,370.0 | 1,823.6 | 7,194.4 | 22,877 |

제 6 절 농업용수 이수안전도 평가

1. 이수안전도 평가 필요성

농업용 저수지의 경우 50년 이상 노후화된 시설이 전체의 약 74%에 이르고 있어 향후 기후변화에 더욱더 취약할 것으로 예상되고 있다. 전체 수리담의 68%를 농어촌공사가 관리하고, 32%는 시·군에서 관리하고 있는데, 시·군관리시설의 대부분은 취입보·관정 등 소규모 수리시설로서 전체 개소수의 80%(58천개소)를 차지하고 있다. 다수의 시·군관리 시설에 대한 관리 인력·예산 부족 등으로 기능 저하가 심각하다.

(표 5-21) 전체 수리담의 관리 현황

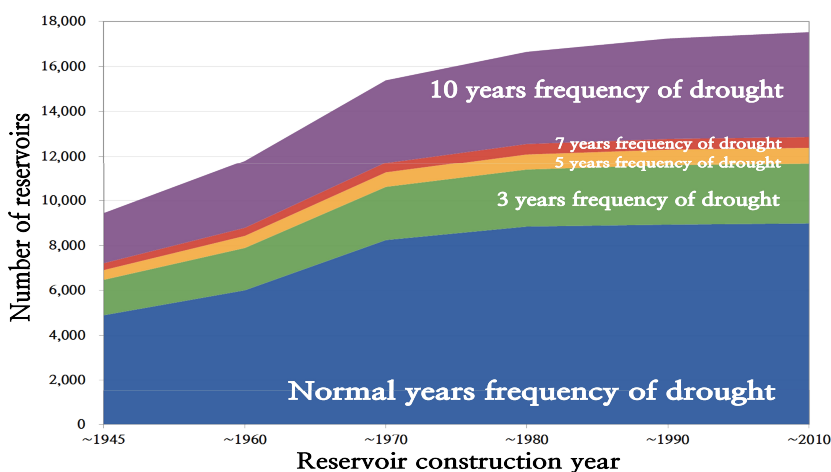
| 계 | | 농어촌공사 관리 | | 시·군 관리 | |
|--------|---------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 개소수 | 면적(ha) | 개소수 | 면적(ha) | 개소수 | 면적(ha) |
| 71,607 | 777,280 | 13,723 (19%) | 526,691 (68%) | 57,884 (81%) | 250,589 (32%) |

최근 가뭄 피해 대응 등 기후변화적응 대책 수립을 위해서는 현재 농업용저수지의 이수안전도평가는 필수이다. 과거 통계상 수리안전담이 현재의 기후조건에서도 같은 이수안전도를 나타내는지 정량적 재평가와 대책 시행이 필요하다.

2. 농업용저수지 설계한발빈도 분석

농업생산기반정비통계연보 (KRC, 2012)에 의하면 농업용 저수지는 총 17,531개소이며, 한국농어촌공사관리 저수지는 3,356개소(19%), 시·군 관리 저수지는 14,175개소(81%)로 구분된다. 농업용 저수지 중 수리답면적 100 ha 미만의 저수지는 약 94%를 차지하고 있으며, 한국농어촌공사 관리 저수지 62%, 시·군 관리 저수지 64%는 설치 경과년수가 50년 이상으로 노후화가 심화되어 저수지 본연의 용수공급 기능을 상실하거나 농업용수 공급 및 유지관리 측면에서 비효율성이 지속되고 있다.

농업용 저수지의 관리기관별 설계한발빈도 현황을 살펴보면, 한국농어촌공사 관리 저수지의 약 78%는 10년 빈도 가뭄에도 안정적으로 농업용수를 공급할 수 있도록 설계된 반면, 시·군 관리 저수지의 경우 약 63%는 평년 한발빈도로 설계되어 있다. 10년 미만의 설계한발빈도로 축조된 소규모 저수지는 약한 가뭄에도 안전한 용수공급이 어려울 뿐만 아니라, 최근 기후변화로 인한 가을부터 이듬해 봄까지 정례적인 이상가뭄 발생 및 극한 강우의 증가로 인한 동일강우 대비 유효강우량이 감소됨으로써 가뭄에 대한 재해위험도가 상대적으로 가중되고 있다. 농업수자원 시스템의 운영 방안 수립에 필수적인 용수공급 능력의 평가 척도로서 보편적으로 사용되는 설계빈도에 대한 기후변화로 인한 수문사상의 변화 및 수요의 다변화에 따른 이수안전도의 재평가가 요구된다.

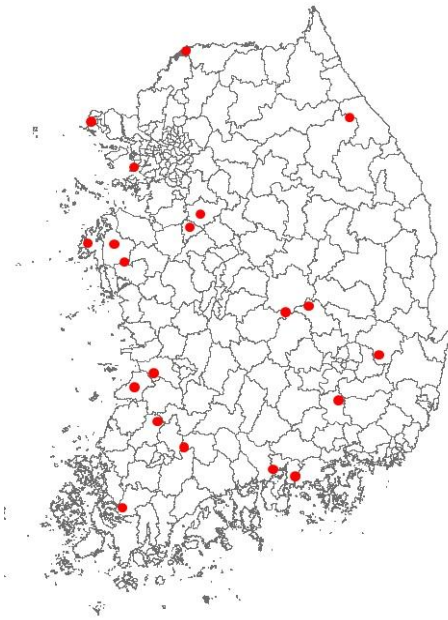


〈그림 5-8〉 농업용저수지 축조년도별 설계한발빈도 현황

3. 농업용저수지 이수안전도 평가

대상저수지는 전국적으로 분포하고 있는 농업용저수지 중 수혜면적, 유역면적 등을 고려, 일정규모 이상의 저수지를 평가대상으로 선정하였다. 대상저수지의 기본자료는 RIMS 및 농업생산기반통계연보 자료 활용하였다.

평가방법은 최근 30년(1986~2015) 자료 기준으로 저수지 모의 운영을 통한 물 수지분석 결과를 바탕으로 신뢰도 기준의 용수공급능력을 평가하여 이수안전도를 재현기간으로 환산하였다. 신뢰도 기준의 용수공급 능력 평가는 연간단위 기준으로 실시하였으며 연간단위 기준은 전체 분석년 중 물 부족이 발생하지 않는 년의 비율을 말하며, 이때 물 부족은 연중 한 기간만 물 부족이 발생하여도 부족 년으로 취급하여 신뢰도를 산정하였다.



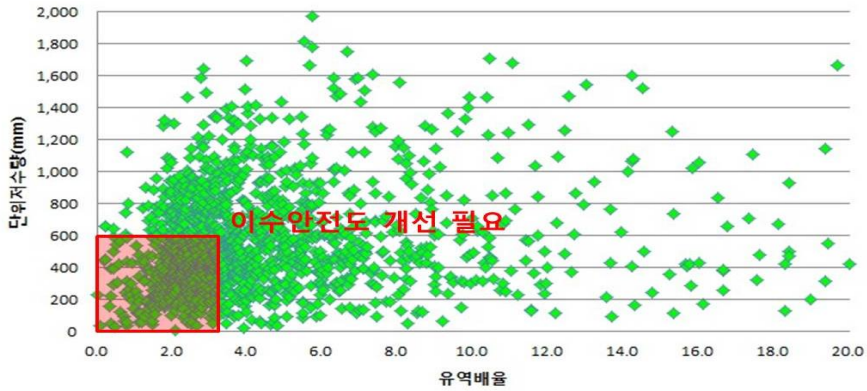
| 구분 | 저수지명 | 비고 |
|-----|------------|-----|
| 강원도 | 장현, 동송 | 2개소 |
| 경기도 | 흥부, 고려 | 2개소 |
| 충북 | 화산, 양덕 | 2개소 |
| 충남 | 풍전, 산수, 고품 | 3개소 |
| 전북 | 팔덕, 대화, 사산 | 3개소 |
| 전남 | 구성, 월남 | 2개소 |
| 경북 | 옥성, 심곡, 의성 | 3개소 |
| 경남 | 대가, 덕곡, 가산 | 3개소 |

〈그림 5-9〉 이수안전도 평가대상 저수지 분포 현황

이수안전도 평가결과, 10년 한발빈도 농업용저수지의 이수 안전도를 최근 30년(1986-2015) 기후자료로 재분석한 결과 가뭄에 대한 취약성이 증가한 것으로 분석되었다. 샘플지구(20개소) 분석 결과 농업용저수지의 경우 유역배율 2.8이하, 단위저수량 600mm 이하에서 최근 이수안전도가 한발빈도 10년보다 부족할 것으로

추정되었다(유역여건에 따라 상이할 수 있다).

한국농어촌공사 관할 저수지 중 주수원공의 유역배율 및 단위저수량 검토 결과 1,654개소 중 349개소(21%)의 농업용저수지가 기후변화에 따라 잠정적으로 한발 기준 10년 빈도의 이수안전도를 충족하지 못할 것으로 분석되었다.



〈그림 5-10〉 유역배율 및 단위저수량에 따른 농업용저수지 분포 현황

제 6 장

과거 농업기름 피해 MB 구축

농업기름 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

제 6 장 과거 농업가뭄 피해 DB 구축

제 1 절 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)

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 발간되었으며 가뭄피해현황, 가뭄대응 성과 등 전국을 대상으로 다양한 내용이 담겨져 있는데 백서 목차를 살펴보면 (표 6-1)과 같다.

(표 6-1) 2001 가뭄대응백서 및 2012 가뭄백서 목차

| 2001 가뭄대응백서 목차 | 2012 가뭄백서 목차 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>제1장 국토의 자연조건과 수자원 1. 국토의 자연조건과 이용구조 2. 수자원의 부존량과 이용현황</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>제4장 가뭄대책의 성과 1. 각계의 반응 2. 성 과 3. 반 성</p> <p>제5장 교훈과 과제 1. 교훈 2. 과제</p> <p>제6장 수범사례 1. 중앙재해대책본부 취합사례 </p> <p>※ 부록 등</p> | <p>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</p> <p>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</p> <p>제3장 2012년 가뭄극복의 성과 및 반성 1. 성 과 2. 반 성</p> <p>제4장 항구적인 가뭄대책 1. 항구대책의 필요성 2. 항구대책 추진체계 3. 현황 및 문제점 4. 항구적인 가뭄대책 추진 5. 항구적인 가뭄대책을 위한 사업별 소요예산</p> <p>※ 부록 등</p> |

목차를 통해 알 수 있듯이 과거부터 현재까지의 우리나라 가뭄이력 및 수자원 현황을 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 효과

적이고 항구적인 가뭄대책 방안을 제시하고 있다. DB작성을 위해 자료를 검토해 본 결과 가뭄대응백서는 매년 발간되는 자료가 아니고 시군별로 분류가 되어 있지 않기 때문에 DB로 구축하기는 어려운 것으로 판단되었다. 그러나 농업가뭄 피해 평가기법을 정립하는 단계에서 해당 연도 가뭄 피해내역과 대책 등의 내용을 참고하였다.

2. 농업생산기반 정비사업 통계연보

가. 자료형태 및 특성

농업생산기반 정비사업 통계연보는 한국농어촌공사에서 매년 발간하는 통계연보로서 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)
- 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, 공사관할 현황 등
- 농업생산기반 정비사업(사업비 집행실적)
 - 농촌용수개발사업 : 다목적 및 소규모 용수개발, 지표수 보강개발, 한발 대비용수개발, 농업용수관리 자동화 등
 - 농업생산기반개량사업 : 경지정리, 배수개선, 기반시설 개보수 및 준설(방

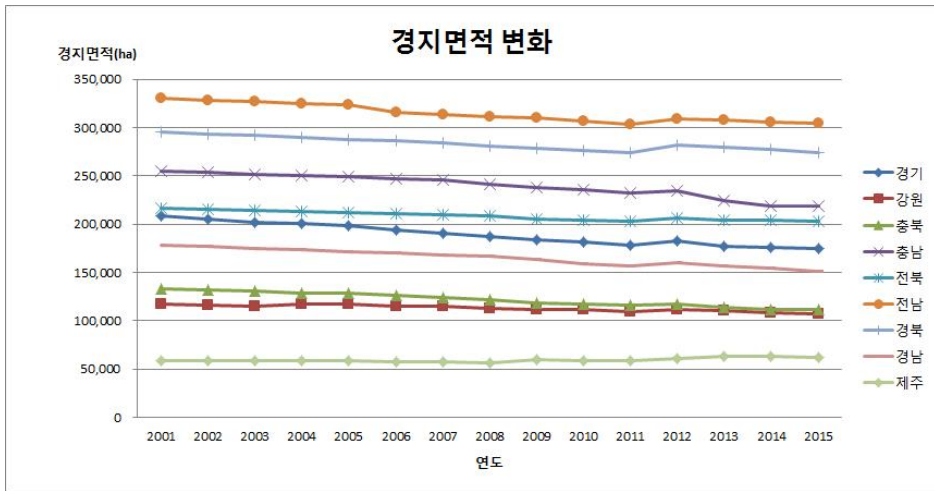
- 조제, 받기반정비, 기계화경작로 확포장) 등
 - 농지확대개발사업 : 간척 및 매립, 개간 현황
- 농업생산기반 정비사업 준공 및 폐지 현황
 - 농업용수개발 사업 준공현황 : 시군 및 공사 관할 저수지, 양배수장, 보, 암거, 관정 등
 - 농업생산기반개발사업 준공현황 : 시군 및 공사 관할 경지정리, 배수개선 개간 등
 - 받기반 정비사업 현황
 - 수리시설물 폐지 현황 : 시군 및 공사 관할 수리시설
- 기타 및 부록 : 수리계조직 현황, 사설수리시설 현황, 농업생산기반정비 연혁 등

조사 항목 중 가뭄과 관련되어 있는 것은 경지면적, 저수지현황, 한발대비 용수 개발 현황 등으로 한발 빈도별 경지면적의 변화, 한발대비용수개발 사업비 집행 현황 등을 알 수 있기 때문이다.

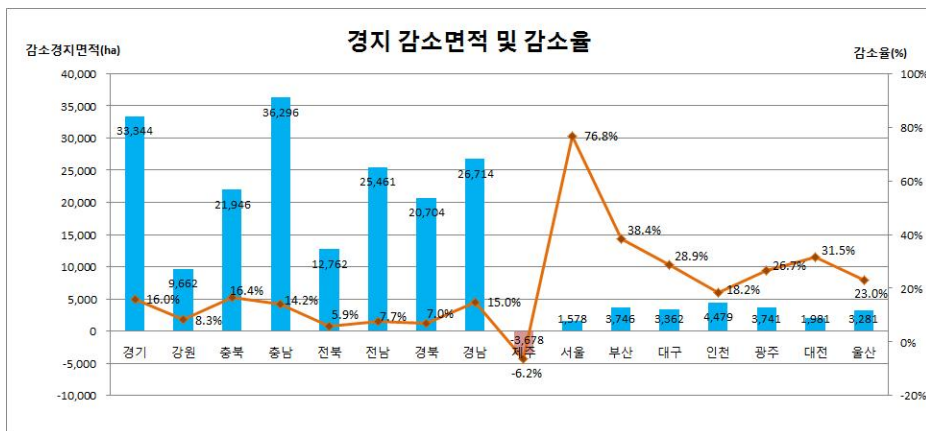
나. 경지 면적 분석

1) 경지면적의 변화

경지면적에 대한 분석을 살펴보면 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 6-1>에서 확인 할 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 파악하기 위해 <그림 6-2>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 6-1〉 전국 8도 및 제주도 경지면적 변화(2001~2015)



〈그림 6-2〉 2001년 대비 2015년 경지 감소면적 및 감소율

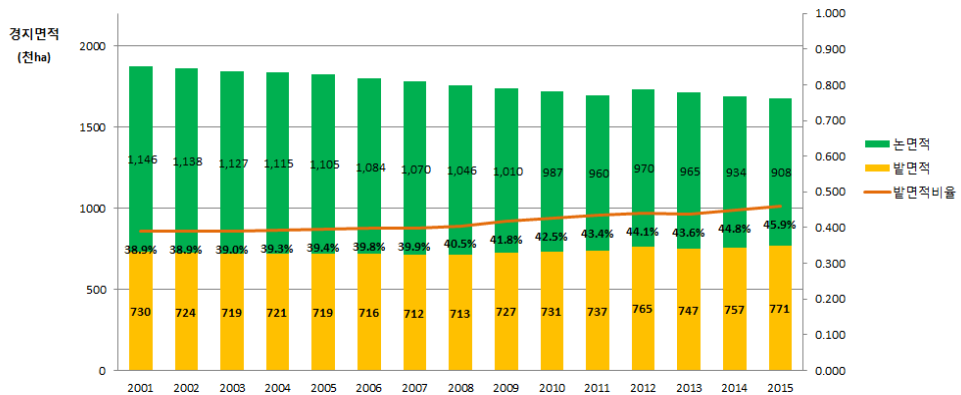
가뭄의 피해양상은 모든 농경지가 같은 것이 아니라 논과 밭의 피해원인과 양상이 다르게 된다. 따라서 그에 대한 대책도 다르게 되고 논과 밭의 면적에 따라 대책규모도 변하게 되기 때문에 논과 밭의 면적은 피해평가 및 대책 수립에 중요한 요소 중에 하나가 된다. 연도별 우리나라 논과 밭의 면적과 비율변화를 <그림 6-3>을 통해 알 수 있는데 논면적은 1,146,082ha에서 908,191ha으로 감소했고 밭면적은 반대로 730,060ha에서 770,832ha으로 증가하였다. 이는 쌀 생산량 증가와 수요량 감소로 인해 수익성이 감소하여 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 있을 것으로 판단된다.

(표 6-2) 경지면적 변화

| 연도 | 총경지면적(jha) | 논면적(ha) | 밭면적(ha) |
|------|------------|-----------|---------|
| 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 |

전국 논·밭의 면적 및 비율 변화



<그림 6-3> 2001~2015 전국 논·밭 면적 및 비율 변화

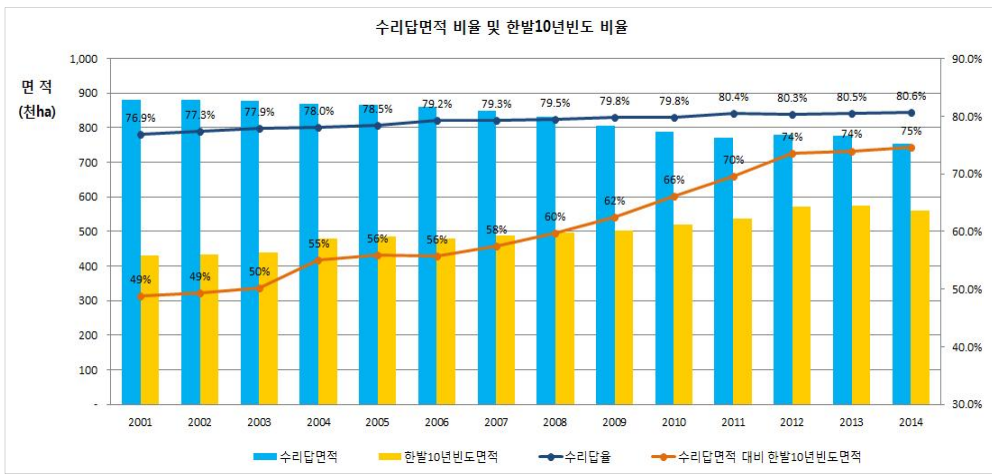
2) 한발빈도별 수리답면적 및 비율의 변화

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 내한 능력을 갖고 있는 수리답을 구분하였다. 한발빈도는 평시, 3년, 5년, 7년, 10년 이상의 빈도로 구분되며 <표 6-3>와 <그림 6-4>에 2001년부터 2014년의 수리답면적과 한발빈도별 관개면적을 제시 하였다. 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 6-3) 수리답면적 및 한발빈도별 관개면적

| 연도 | 수리답 면적(ha) | 수리 답율(%) | 한발빈도별 관개면적(ha) | | | | | |
|------|---------------|-------------|----------------|---------|---------|--------|--------|-----------|
| | | | 계 | 평년 | 3년 | 5년 | 7년 | 10년 이상 |
| 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 |

| 연도 | 수리답 면적(ha) | 수리 답율(%) | 한발빈도별 관개면적(ha) | | | | | |
|------|---------------|-------------|----------------|---------|--------|--------|--------|-----------|
| | | | 계 | 평년 | 3년 | 5년 | 7년 | 10년 이상 |
| 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 |

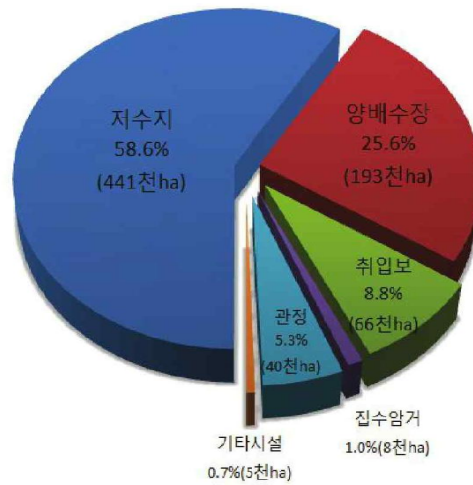


〈그림 6-4〉 수리답면적 비율 및 한발 10년빈도 비율(2001~2014)

다. 수리시설 현황 분석

1) 수리시설물별 수리답 면적

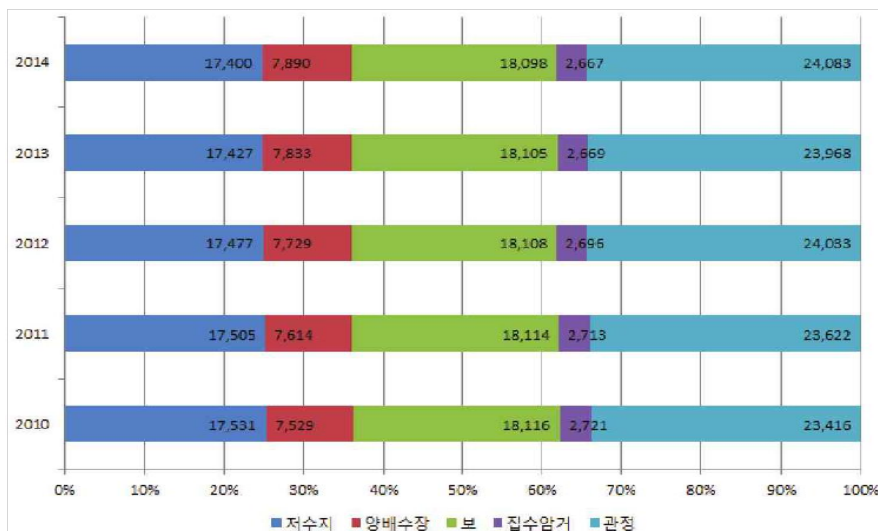
2014년 기준 수리시설별 수리답 면적 총 753천ha 중 저수지로 공급되는 수리답은 441천ha(58.6%)로 가장 많고, 그 다음 양(배)수장 193천ha, 취입보 66천ha(8.8%), 관정 40천ha(5.3%), 집수암거 8천ha(1.0%), 기타 5천ha(0.7%) 등으로 구성되어 있는 자료를 <그림 6-5>에 나타내었다.



〈그림 6-5〉 수리시설별 수리답 면적 구성비(2014년)

2) 연도별 수리시설 개소수

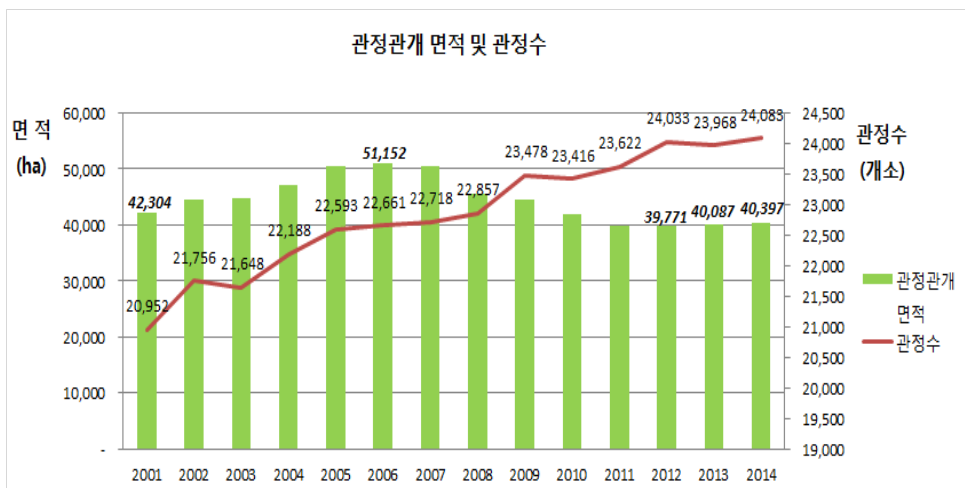
전국 수리시설 총 개소수는 2014년 기준 70,139개소이며 관정이 24,083개소(34.3%)로 가장 많았고, 보가 18,098개소(25.8%), 저수지 17,401개소, 양(배)수장 7,890개소(11.3%), 집수암거 2,667개소(3.8%)로 구성되어 있다. 최근 5년간 수리시설물 수의 추이를 보면 저수지, 보, 집수암거 등은 감소 추세이고, 양(배)수장, 관정은 증가추세를 나타내고 있다(2015 농업생산기반정비사업통계연보).



〈그림 6-6〉 연도별 전국 수리시설 개소수

3) 관정관개 면적 및 관정수

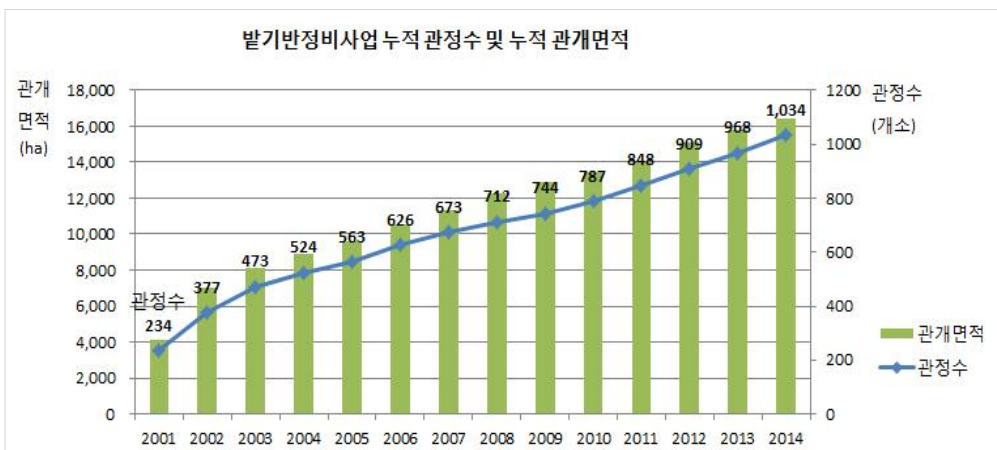
관정을 통한 관개는 저수지 및 양배수장 등 지표수를 이용하는 수리시설보다 비해 가뭄발생시 비교적 안정적인 공급이 가능한 특징을 갖고 있다. 수리답 중 관정을 통해 용수공급이 이루어지는 면적과 관정수를 <그림 6-7>에 표현하였는데 최근 관정수가 증가추세이며 관개면적도 2011년까지 감소하였다가 최근 까지 증가 추세를 보이는 것을 알 수 있다. 또한 밭 기반정비 사업을 통해 준공된 관정과 관정을 통해 용수가 공급되는 밭관개 면적은 (표 6-4)에서 확인할 수 있고 관정수와 관개면적을 2001년부터 2014년까지 누적하여 <그림 6-8>에 제시하였다. 이를 밭관개면적에 대한 정확한 통계데이터가 없어 정확한 수치를 제시하기 어렵지만 제시한 관정과 관개면적 누적 그래프를 통해 밭관개면적이 증가하고 있음을 유추할 수 있다. 전국적으로 밭의 면적과 비율이 증가하고 가뭄피해도 상당하므로 밭에 안정적인 용수공급이 필요하며 우선 밭에 대한 정확한 통계데이터가 구축 되어야 적절한 대책마련이 가능할 것으로 보인다.



<그림 6-7> 전국 관정관개 수리답면적 및 관정수 변화(2001~2014)

(표 6-4) 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 |



〈그림 6-8〉 발기반정비사업 누적 관정수 및 누적 관개면적(2001~2014)

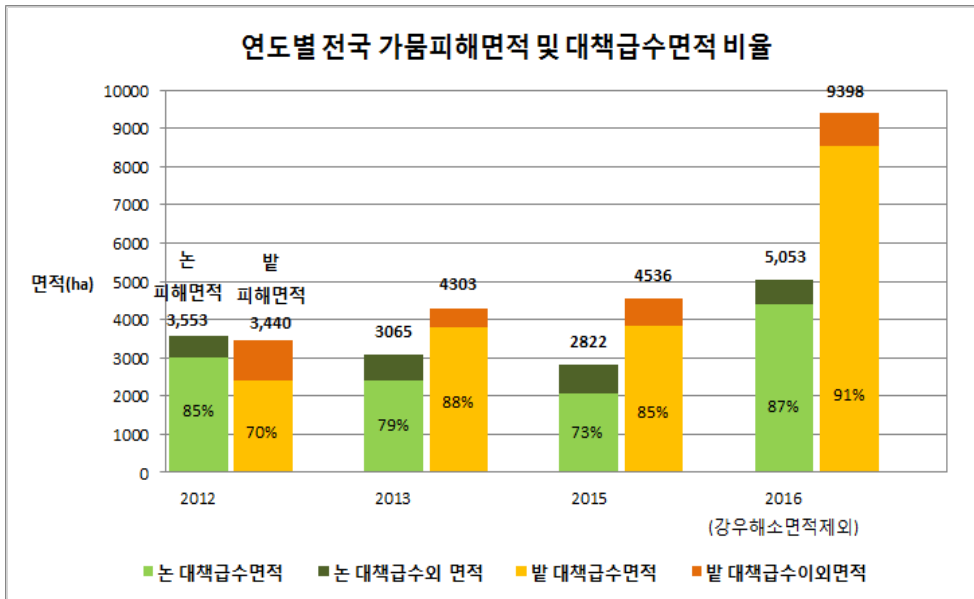
3. 가뭄피해 및 대책현황(농림축산식품부)

가. 자료형태 및 특성

농림축산식품부에서는 가뭄피해가 발생하기 시작하면 각 시도 지자체로부터 가뭄 대책추진상황보고를 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 워드프로세스로 작성되거나 시도단위로 작성되어 DB화 하는데 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, 향후 지속적으로 자료의 수집과 구축이 진행되어야 할 것이다.

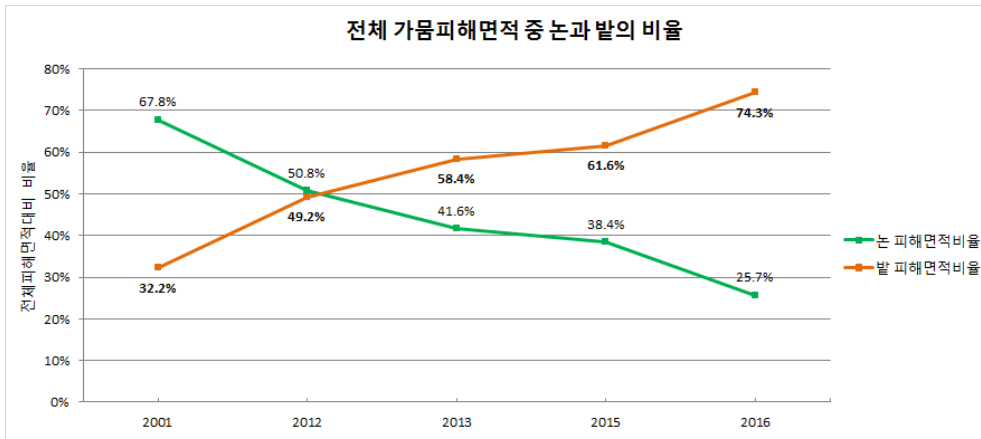
나. 가뭄 피해 현황 조사자료

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 데이터나 내부보고를 참조하였다. 2016년의 경우 가뭄피해면적(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 강우 해소면적은 제외하였다. <그림 6-9>에서 보이는 바와 같이 총 피해면적은 증가하는 추세를 보이고 있으며 논 피해면적은 점차 줄어들다가 2016년도에 증가하였고 밭 피해 면적은 지속적으로 증가하고 있다. 대책급수는 전체 피해면적의 70%이상에 대해서 공급되고 있으며 대책급수면적 이외의 면적은 강우로 해소된 면적과 급수가 불필요한 면적(수확 및 고사)으로 구성되어 있는데 2016년의 경우 대부분 강우해소면적에 포함된다.



〈그림 6-9〉 연도별 전국 가뭄피해면적 및 대책급수면적 비율

전체 가뭄피해면적 중 논과 밭의 비율을 나타낸 <그림 6-10>을 보면 밭 가뭄 피해면적은 2012년에 논 가뭄피해면적과 거의 같아지고 그 이후 부터는 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 밭의 면적은 증가하여 전체 경지면적에서 밭이 차지하는 비율이 증가하고 있기 때문이다. 그리고 논은 수리답율과 10년 이상 한발빈도의 내한성을 갖춘 수리답비중이 증가함에 따라 가뭄 대응 능력이 향상되었으며, 반대로 밭의 경우 밭 기반정비사업 등 관정이 늘어나고 있지만 체계적인 밭관개 시스템이 부족하기 때문에 가뭄에 취약할 뿐만 아니라 관개시설, 관개면적, 내한능력 등 구체적인 데이터가 없는 것이 현 상황이다.



〈그림 6-10〉 전국 가뭄피해면적 중 논과 밭의 비율

2012년부터 2016년까지(자료부족으로 2014년 제외) 수집된 가뭄피해 자료를 시·군별로 정리하여 (표 6-5)에 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 가뭄 지역에 대해 대부분 일시적인 대응이 이루어지고 있다는 것을 나타내므로 항구적인 대책 수립이 필요한 실정이다.

(표 6-5) 2012~2016년간 시·군별 가뭄피해 누적 면적(2014년 제외)

| 사도 | 사군 | 시·군별 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 |
| | 철원군 | 10,132 | 2 |
| | 춘천시 | 1,510 | 2 |
| | 화천군 | 25 | 1 |
| | 횡성군 | 2,762 | 2 |
| 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 | |
| 인천광역시 | 인천 | 11,976 | 2 |
| 광주광역시 | 광주 | 6 | 1 |
| 울산광역시 | 울주군 | 157 | 1 |
| 경상남도 | 시도합계 | 646 | - |
| | 거제시 | 72 | 1 |
| | 남해군 | 284 | 1 |
| | 사천시 | 147 | 2 |
| | 의령군 | 8 | 1 |
| | 함안군 | 82 | 1 |
| | 합천군 | 53 | 1 |

(계속)

(표 6-5) 2012~2016년간 시·군별 가뭄피해 누적 면적(2014년 제외)

| 사도 | 사군 | 시·군별 가뭄피해 누적면적(ha) | 가뭄피해 연수 |
|------|------|-----------------------|---------|
| 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 |
| | 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 |

다. 가뭄지원예산 자료

가뭄지원예산을 집행하는 곳은 농림축산식품부, 지방자치단체, 국민안전처이며 대규모 피해가 발생했을 때 기금을 모금하기도 한다. 농림축산식품부의 가뭄관련 예산항목은 재해대책비와 한발대비용수개발비 지자체에서도 농림해양수산(농업용수개발 등), 이주 및 재해보상금, 재해·재난목적 예비비 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 작성 시기에 따라 총 지원예산이 다른 경우가 있었는데 향후 예산지원 기관, 예산항목, 투입시기 등이 구체적으로 DB에 입력되어야 보다 정확한 통비대책비의 효율에 대한 평가가 가능할 것으로 판단된다.

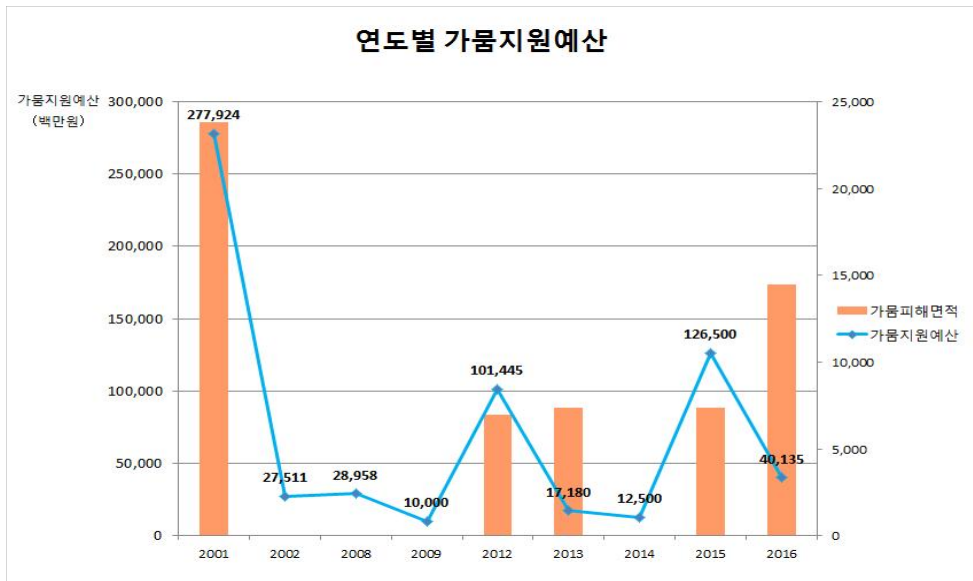
가뭄지원 예산은 (6-6)와 같이 2001년에 277,924백만원으로 가장 컸으며 그 다음으로 2015년이 126,500백만원으로 두 번째로 많은 예산이 투입되었다.

(표 6-6) 전국 가뭄지원예산(2001~2017년)

(단위 : 백만원)

| 구분 | 합계 | 국 고 | 지방비 등 |
|------|---------|---------|--------|
| 2001 | 277,924 | 180,202 | 97,722 |
| 2002 | 27,511 | 22,000 | 5,511 |
| 2008 | 28,958 | 9,800 | 19,158 |
| 2009 | 10,000 | 10,000 | - |
| 2012 | 101,445 | 62,100 | 39,345 |
| 2013 | 17,180 | 14,500 | 2,680 |
| 2014 | 12,500 | 12,500 | - |
| 2015 | 126,500 | 104,709 | 21,791 |
| 2016 | 40,135 | 26,900 | 13,235 |
| 2017 | 72,300 | 52,500 | 19,800 |

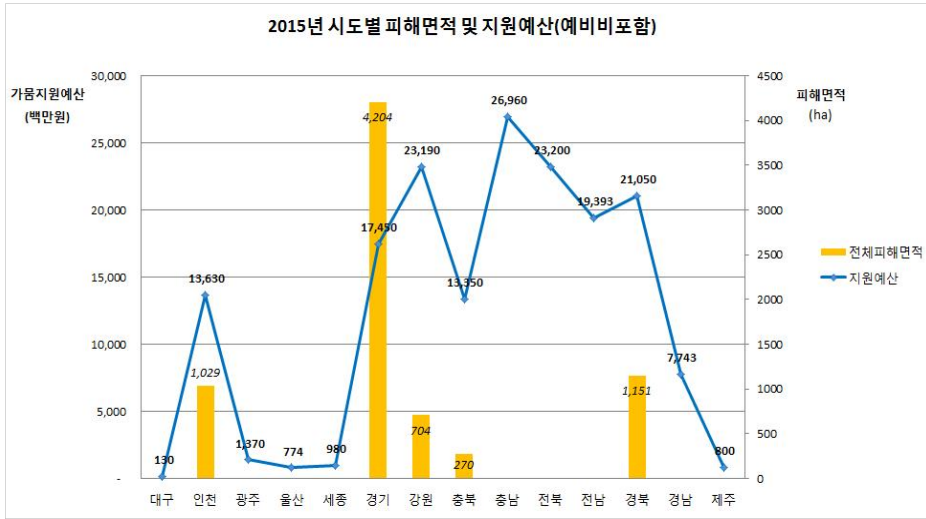
가뭄지원예산과 피해면적을 <그림 6-11>에서 비교하였는데 2001년에 피해면적도 가장 넓고 지원금액도 많았지만 지원 금액이 두 번째로 많은 2015년에는 2016년도 보다 피해면적이 작았다. 2016년도에 봄 가뭄, 이상 고온 등으로 피해면적이 넓었지만 강우해소 면적이 타 년도에 비해 넓었고 전 해에 발생한 심한 가뭄을 극복하기 위해 투입된 예산 및 시설들이 항구적 대응방식으로 이용되었기 때문에 당해 투입된 비용은 비교적 작은 것으로 판단된다.



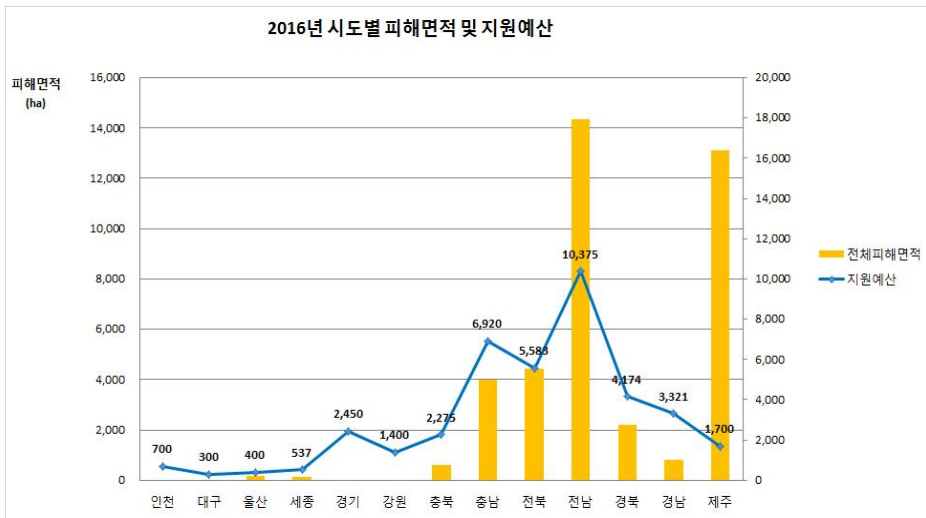
<그림 6-11> 연도별 가뭄지원 예산 및 가뭄피해면적 차트

2015년과 2016년 시도별 지원예산과 피해면적을 <그림 6-12>와 <그림 6-13>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.

농업가뭄 피해의 정량적 평가방안 수립 시 이처럼 피해면적이 발생하지 않은 이유는 지속적이고, 선제적 대응으로 가뭄 대책비를 투입한 결과임을 가뭄 대책비 투자 효율에서 반영 되도록 하였다.



〈그림 6-12〉 2015년 시도별 피해면적 및 지원예산(예비비포함)



〈그림 6-13〉 2016년 시도별 피해면적 및 지원예산

4. 농작물생산량 통계(통계청)

가. 자료형태 및 특성

통계청에서 농작물생산량을 수집하고 있으며 미국의 시도단위 자료는 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.

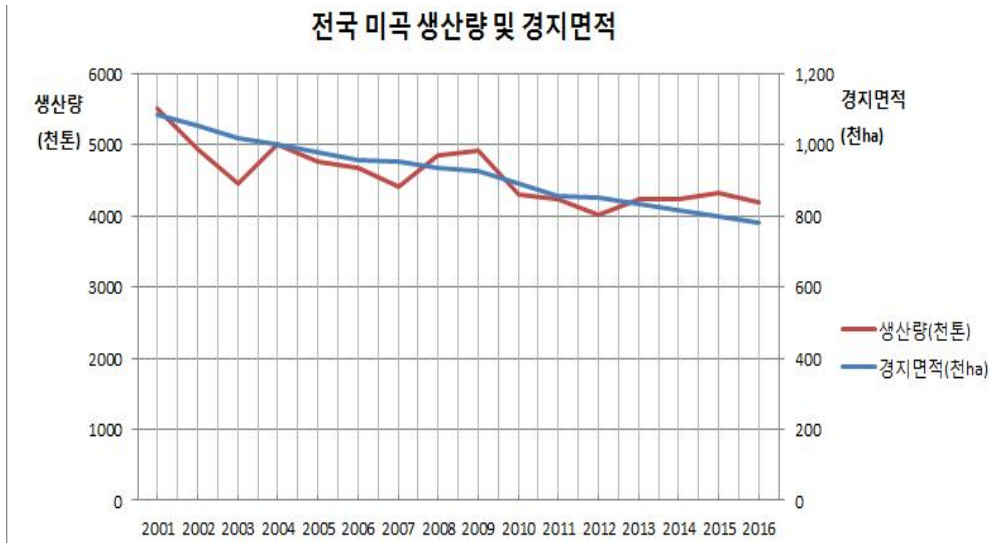
가뭄피해평가에 적용하기 위해서는 시군구단위의 대책수립을 지원해야 하므로 최근 2~3년 시군구 데이터를 활용할 필요가 있다. 시군구 데이터의 대부분 DB 형태로 입력되어 같은 양식으로 표출되고 다운로드가 가능하다.

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% 증가한 결과를 (표 6-7)에 정리하여 나타내었다.

(표 6-7) 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 6-14〉 전국 백미 생산량 및 경지면적 변화(2001~2014, 통계청)

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%(2015농업재해보험통계연보)인 반면 유럽, 미국 등 외국선진사례의 경우 농업재해보험 가입률이 30% ~ 50%으로 높은 수준을 보인다. 우리나라는 농업재해보험 가입률이 낮은 이유는 도입이 2001년부터 시작되었으며 벼의 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 피해 평가 지표자료로서 충분히 활용할 가치가 있다고 판단하였다.

NH농협손해보험(이하 농협손보)이 재해보험 시행기관으로 농업재해 보험업을

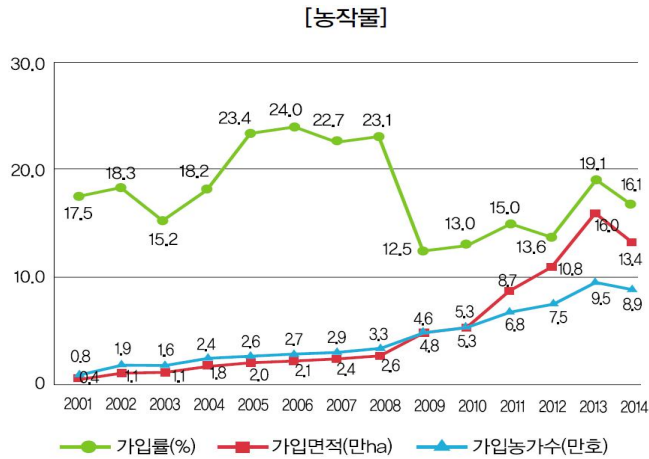
수행하고 있으며 농림축산식품부는 규정에 따라 보험료와 운영비를 지원하고 있다. 농협 손보는 보험가입자, 가입면적, 목적물 위치, 보험급 지급내역, 평균수확량 등을 데이터로 축적하고 있으며 보험금에 대한 민원을 최대한 줄이기 위한 노력을 하고 있어 비교적 신뢰도 높은 데이터라고 판단된다. 또한 타 금융업과 마찬가지로 가입자별로 모든 데이터들이 DB형태로 구축되어 향후 DB업데이트 시 큰 어려움이 없을 것으로 보인다.

(표 6-8) 연도별 농작물 재해보험 운영현황(2001~2014)

(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 | 꽃고추, 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 | 작동 | 작동 | 작동 | 작동 추가 품목은 전위험 ¹⁾ | 작동 | 작동 | 작동 | 작동 | 작동 인삼 특정위험 | 작동 | 작동 |
| 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 | 10.6 |
| | 지급액 손해율 ²⁾ | 14 | 347 | 500 | 136 | 239 | 211 | 615 | 249 | 662 | 903 | 1,326 | 4,910 | 451 | 1,450 |
| 손해율 ³⁾ | | 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)

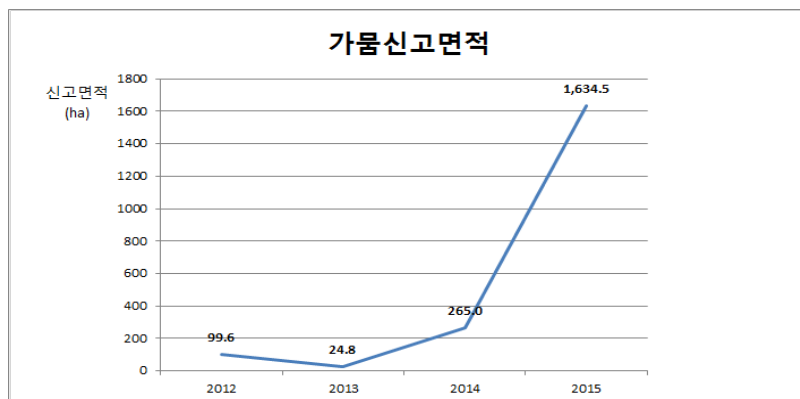


자료 : 농림축산식품부 재해보험정책과

〈그림 6-15〉 농작물 재해보험 가입현황(2001~2014)

나. 연도별 신고내역 추이

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



〈그림 6-16〉 농업재해보험 가뭄피해신고 면적(농협손보)

(표 6-9) 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

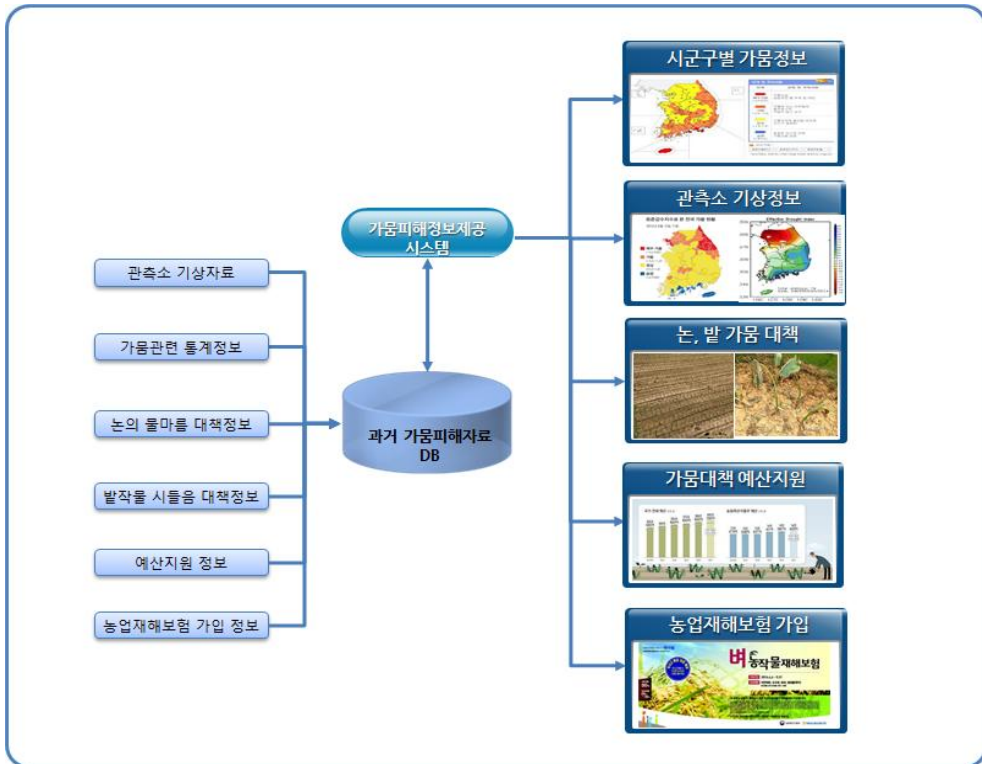
농업재해보험에 가뭄신고가 접수된 지역을 살펴보면 2012년에 경기 충남 전북 등 시도에서 총 10개 시군에서 피해가 신고 접수되었으며, 2013년에는 전남에서 고승군 등 4개 시군, 2014년에는 경기, 강원, 충남, 경북, 인천 등에서 8개 시군이, 2015년에는 경기, 강원, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 인천 등 거의 전국적으로 34개 시군에서 가뭄피해 신고가 접수되었다. 이러한 시군지역은 농림축산식품부에서 취합한 자료에 포함되지 않은 지역이 존재하며 특히 2015년에 피해면적은 기록되지 않았지만 예산이 지원자료에 포함된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

제 2 절 농업가뭄 피해 DB 구축

1. 농업가뭄 피해자료 조회 및 관리를 위한 분석

농업가뭄 피해자료의 DB구축과 시스템에서의 활용을 위하여 필요한 피해 자료의 종류로는 한국농어촌공사에서 발간하는 농업기반정비사업통계 연보를 통하여 발표하는 수리답, 한발빈도별 관개면적, 농림부의 가뭄 발생 전, 후의 면적, 비율, 대책 급수 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.

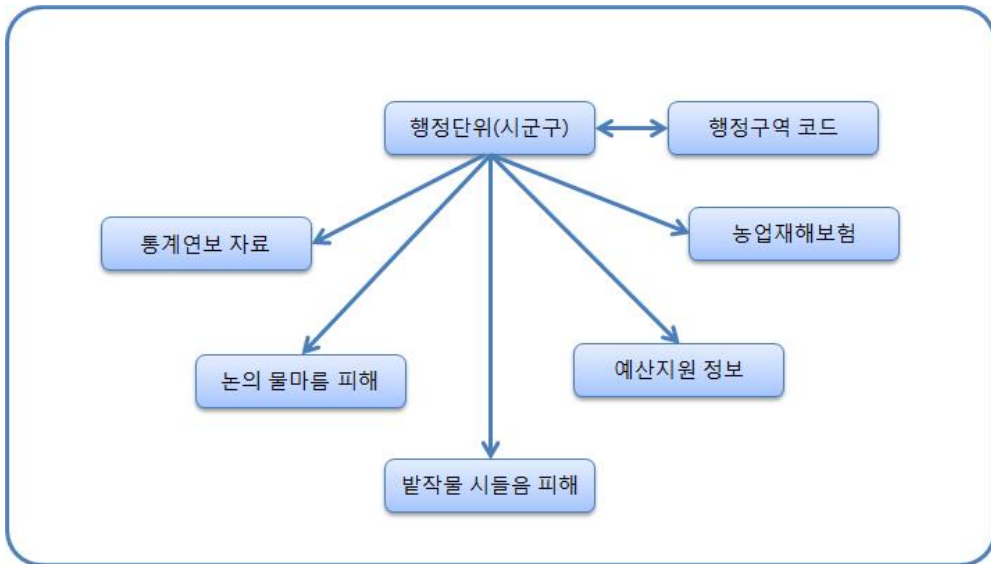
이러한 과거의 가뭄피해자료를 기반으로 사용자에게 가뭄피해 상황을 제공하기 위해서는 서비스를 제공하는 서버가 필요하며 또한 가뭄정보를 체계적으로 관리하고 시스템을 통하여 제공하기 위한 DB의 설계와 데이터의 구축이 요구된다.



〈그림 6-17〉 과거 가뭄피해자료 조회시스템 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.

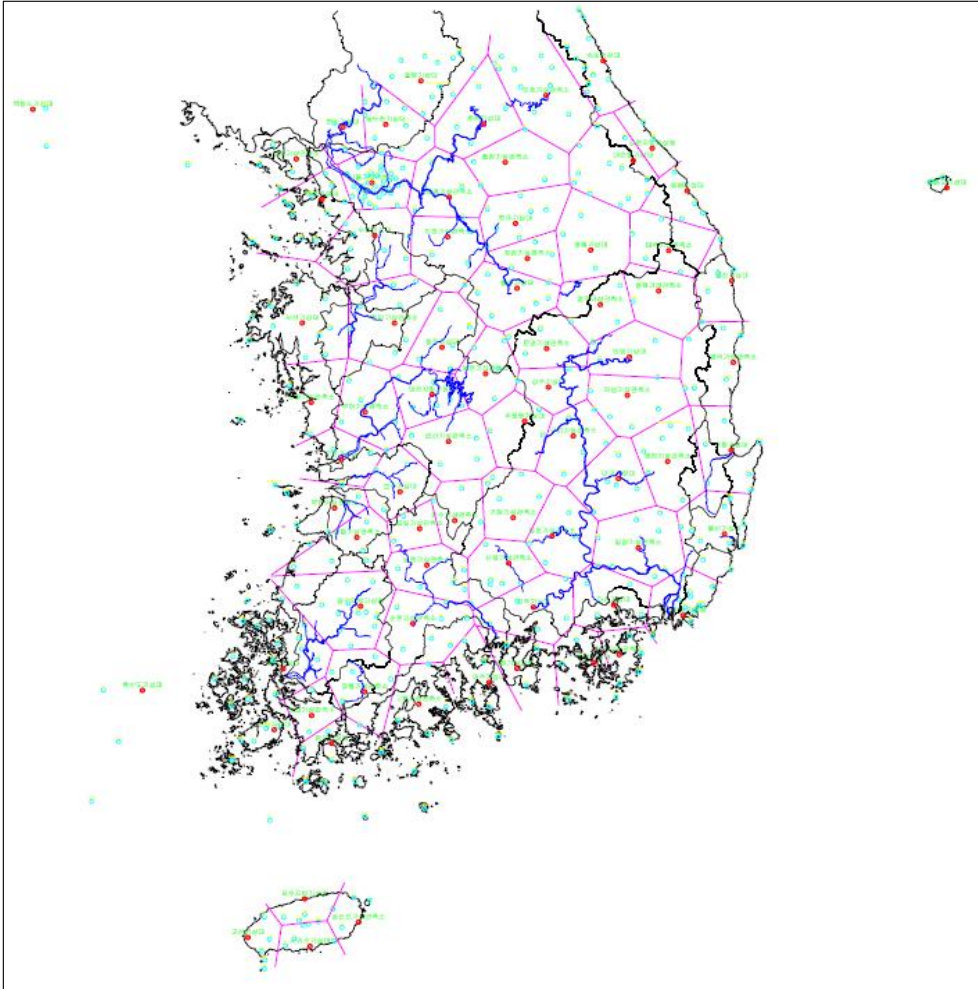


〈그림 6-18〉 시군구 행정단위별 가뭄 피해자료 조회 구성

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

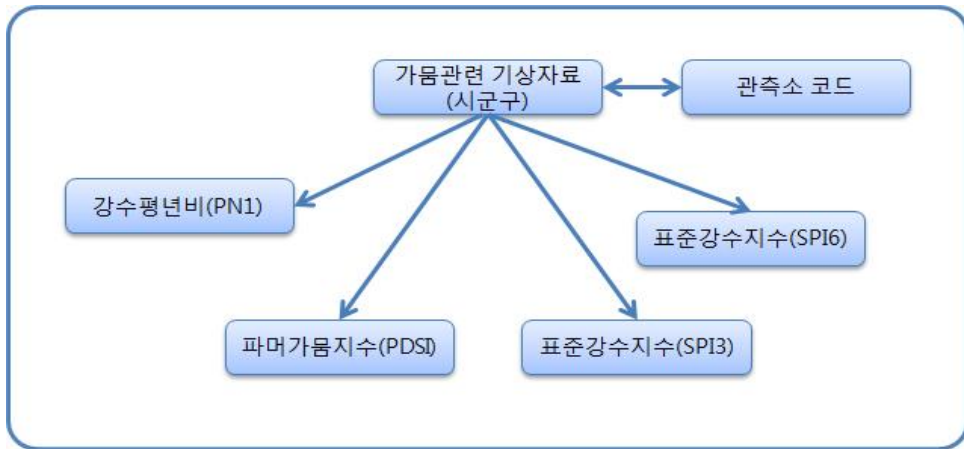
나. 기상청 제공 관측소 기상자료 관리

기상청에서 제공하는 가뭄관련 자료로서 과거 가뭄피해자료와 관련 있는 내용은 3가지가 있다. 과거 강수실적을 평년 강우량 대비 비율로 제공하는 강수 평년비 정보, 파머가뭄지수를 산정하여 일별로 제공하는 파머가뭄지수(PDSI), 기왕 강우 자료를 확률론적으로 분석한 표준강수지수 3개월, 6개월 자료를 기상청 홈페이지에서 제공하고 있다.



〈그림 6-19〉 기상청 관할 기상관측소 현황

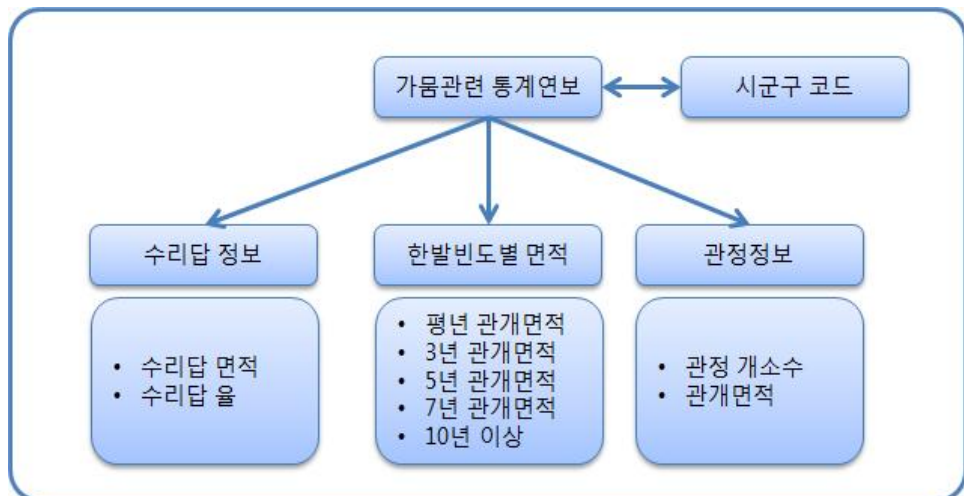
본 연구에서는 기상청에서 발표한 과거의 가뭄정보를 일 단위로 수집하여 DB로 관리하며 필요시 사용자가 기상학적 가뭄 현황으로 참고하기 위한 정보로 활용할 수 있도록 정보를 수집하였다. 이러한 가뭄관련 기상자료는 관측소 별로 발표하고 있으며 각 시군구 단위로 분석하는 과거 가뭄 피해자료와 마찬가지로 시군구 단위로 제공할 수 있도록 자료를 정리하였다. 즉 각 시군구 별로 해당되는 관측소를 지배 관측소로 선정하였고 관측소에서 제공되는 정보를 시군구에서 조회할 수 있도록 시스템을 개발하였다.



〈그림 6-20〉 가뭄관련 기상자료의 구성

다. 가뭄관련 통계정보

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



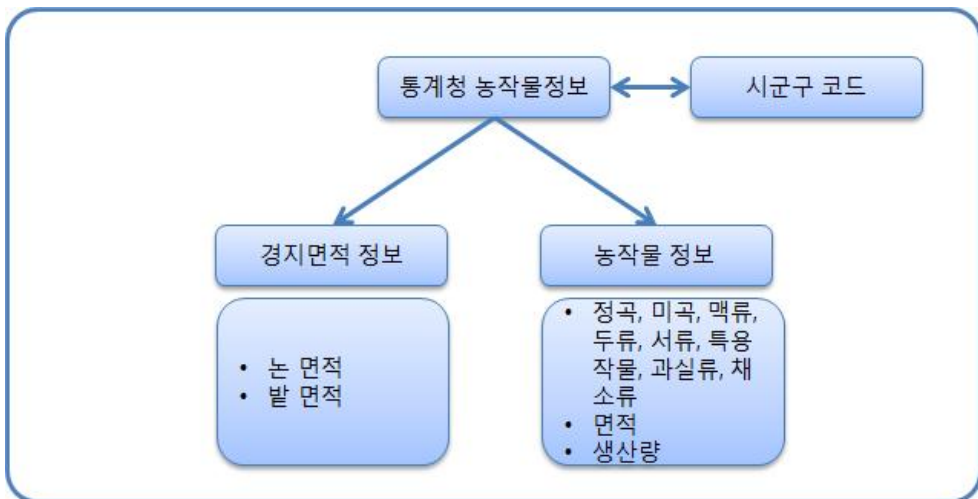
〈그림 6-21〉 가뭄관련 통계연보 자료의 구성

통계연보 자료는 가뭄분석 또는 과거 피해자료 분석에서 기준이 되는 정보를 제공하고 있으며 모든 분석의 기초자료로 활용되고 있다. 본 연구에서도 통계 정보를 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, 논면적, 밭면적 등 면적 정보와 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.



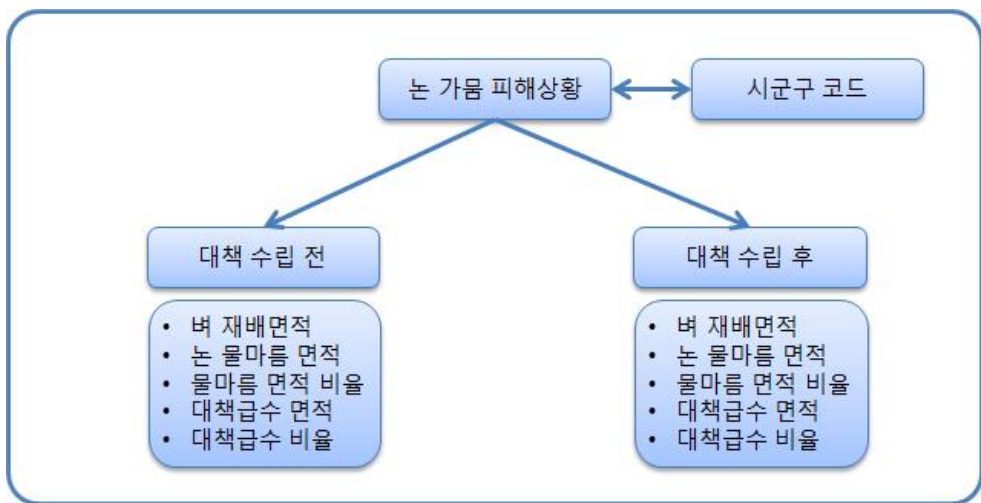
〈그림 6-22〉 통계청 농작물정보 자료의 구성

마. 논의 물 마름 대책수립 전,후 피해상황

논의 물 마름 대책은 과거의 가뭄이 발생하였던 해를 기준으로 시군구 단위로써 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 논의 물 마름 대책 관련 자료는 실제 정책 수립에 활용되었던 정보를 이용하였으며 추후 가뭄 연구에 활용될 수 있도록 기초자료로 제공하는 시스템을 개발하였다.

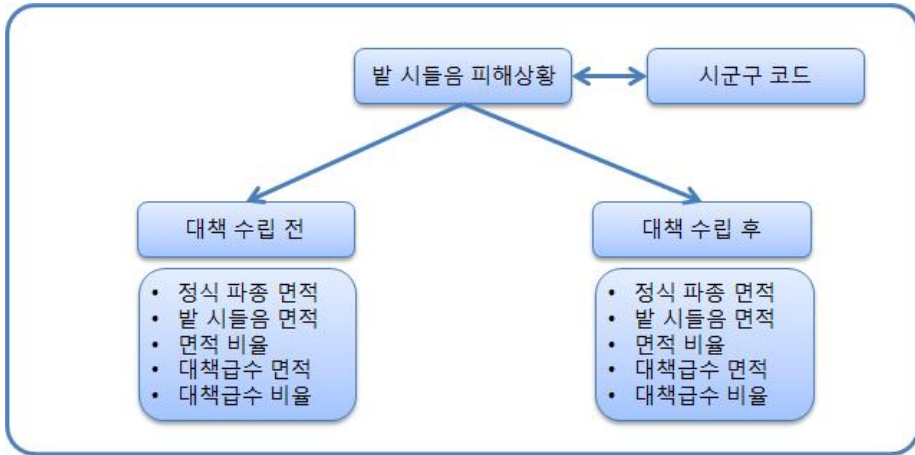


〈그림 6-23〉 논 물마름 가뭄 피해상황 자료의 구성

라. 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 발 작물 재배면적과 가뭄으로 인한 시들음 면적, 비율 그리고 대책 급수 면적, 비율 등을 가뭄대책 전과 대책 후로 구분하여 자료를 정리하였다.

밭 시들음 면적, 과종면적, 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.

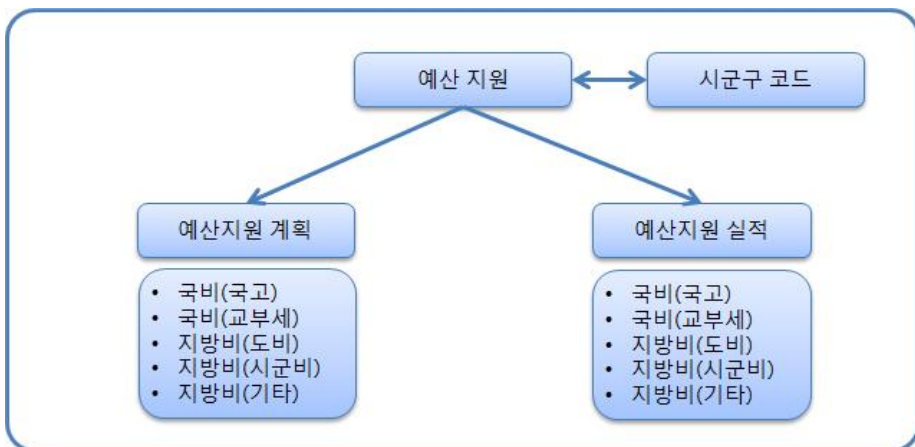


〈그림 6-24〉 발 시들음 가뭄 피해상황 자료의 구성

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 개발외에 추가로 예산을 투입하여야 하며 실제 계획한 예산과 투입된 예산을 국비와 지방비로 구분하여 시군구 단위로 정리하여 가뭄피해 저감을 위한 분석에 활용될 수 있도록 시스템을 개발하였다.



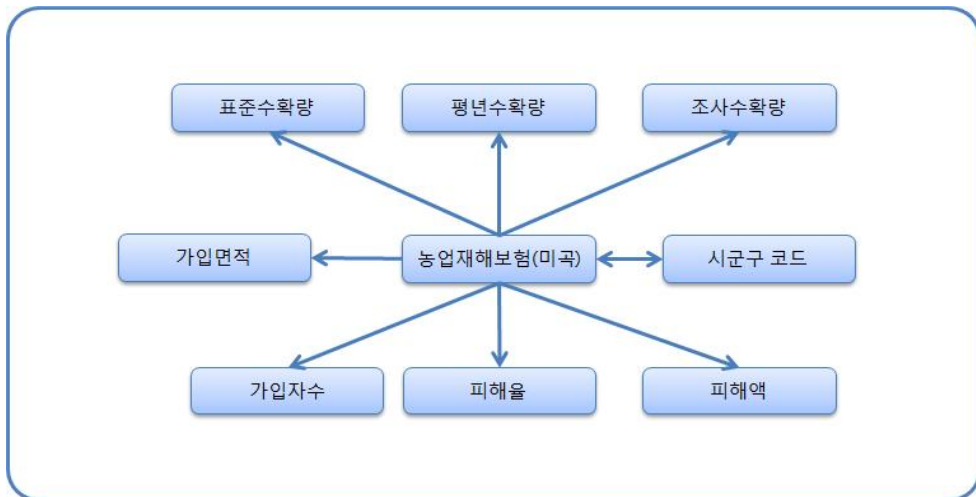
〈그림 6-25〉 가뭄 피해저감 예산지원 자료의 구성

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 6-26〉 농업재해보험(미곡) 자료의 구성

2. 농업가뭄 피해 DB 설계 및 구축

가. DB 설계를 위한 Entity 추출

농업가뭄 피해자료를 조회 및 검색하는 시스템의 자료를 관리하는 데이터베이스의 설계,구축을 위하여 데이터베이스를 구성하는 자료의 항목과 Entity를 추출하여 데이터베이스 설계 구조를 구성하여야 한다. 데이터베이스 구조는 과거의 농업가뭄 표현에 필요한 자료를 바탕으로 가뭄 피해분석에 사용되는 기초자료를 주요항목으로 하여 Entity를 추출한다. 전년도 사업에서 사용되었던 Entity 구조에 농업가뭄피해 정량적 평가기법적용을 위한 Entity를 접목하여 설계를 진행하였다.

Entity는 현실세계에서의 사물을 대상으로 전산화를 통한 개념적 구조로 모델링을 수행하기 위한 상위수준의 모델화 작업 단위로서 개념적 모델을 이용하여 개념모델을 수립하고 이를 바탕으로 논리적모델, 물리적 모델을 수립하는 데이터 구조를 완성하게 된다. 본 연구에서는 농업가뭄 피해자료라는 현실 데이터를 행정 단위, 기상자료, 통계정보 등 Entity를 통한 개념 모델을 수립하는 데이터베이스 설계를 수행하였다.

농업가뭄 피해자료의 분석을 통하여 자료 관리를 위한 데이터 구조의 구성과 연계를 중점으로 분석하면 (표 6-10)에 정리하여 나타내었다.

(표 6-10) 농업가뭄 피해자료 관리를 위한 Entity 추출

| 구 분 | Entity | 항 목 |
|-------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|
| 정량적 평가기법 계수 정보 | 정량적 평가 계수 정보 | 농작물별 ha당 단수, 농작물별 가뭄주의일수, 농작물별 가뭄주의일수 적용계수, 농작물별 추세 계수 |
| 농작물 피해정보 | 논작물 피해정보 | 쌀 가뭄피해정보 |
| | 밭작물 피해정보 | 콩, 고추, 고구마, 감자, 마늘 가뭄피해정보 |
| 자료의 검색 및 조회 단위 | 행정단위 | 행정구역명, 시도, 시군구, 행정코드 |
| 기상자료 | 기상자료 | 관측소코드, 행정구역별 관할 관측소, 강수평년비, 파머가뭄지수, 표준강수지수 |
| 통계정보 | 통계정보 | 수리답정보, 한밭빈도별 면적, 관정정보 |
| 통계청 농작물 | 통계청_농작물 | 경지면적, 논면적, 밭면적, 농작물별 면적, 수확량 |

| 구 분 | Entity | 항 목 |
|-----------------|--------|------------------------------------------------|
| 논 물 마름 피해상황 | 논 가뭄대책 | 재배면적, 물마름면적, 면적비율, 대책급수 면적, 대책급수 면적 비율 |
| 밭작물 시들은 피해상황 | 밭 가뭄대책 | 정식파종 면적, 밭 시들은 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 정량적 평가기법 계수정보, 농작물 피해 정보, 행정단위, 기상자료, 통계정보, 논 가뭄대책, 밭 가뭄대책, 예산지원, 농업재해보험 등 총 9개의 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 분석자료인 강수 평년비, 파머가뭄지수, 표준강수지수 3개월, 표준강수지수 6개월 자료는 각 지수 별로 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 13개로 설계하였다. Entity 추출 과정에서 필요한 Entity는 10개의 Entity가 필요하였으나 행정 단위 Entity는 가뭄지도제작시스템에서 설계한 테이블을 공동으로 활용하여 각종 농업가뭄 피해 자료의 메인테이블로서 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 피해자료의 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 6-11) 농업가뭄 피해자료 테이블 리스트

| 순번 | Entity | 테이블명 | 테이블 ID |
|----|----------|--------------|----------------------------|
| 1 | 정량적 평가기법 | 정량적 평가 계수정보 | TBL_LAB_CROPS_DAM_INDEX |
| 2 | 농작물 피해정보 | 논작물 피해정보 | TBL_LAB_PADDY_DAMAGE |
| | | 밭작물 피해정보 | TBL_LAB_UPDAND_DAMAGE |
| 3 | 행정단위 | 시군코드(*) | SIGUN_INFO |
| 4 | 기상자료 | 강수평년비(PN1) | TBL_LAB_RAIN_INDEX_PN1 |
| 5 | | 파머가뭄지수(PDSI) | TBL_LAB_RAIN_INDEX_PDSI |
| 6 | | 표준강수지수(SPI3) | TBL_LAB_RAIN_INDEX_SPI3 |
| 7 | | 표준강수지수(SPI6) | TBL_LAB_RAIN_INDEX_SPI6 |
| 8 | | 관측소 정보(*) | TBL_MET_STATION |
| 9 | 통계정보 | 통계정보 | TBL_LAB_STATISTIC |
| 10 | 통계청 | 통계청_농작물 | TBL_LAB_KOSTAT_CROP |
| 11 | 논 가뭄대책 | 논 가뭄대책 | TBL_LAB_PADDY_DROUGHT_PAIN |
| 12 | 밭 가뭄대책 | 밭 가뭄대책 | TBL_LAB_FIELD_DROUGHT_PAIN |
| 13 | 예산지원 | 예산지원 | TBL_LAB_BUDGET |
| 14 | 농업재해보험 | 농업재해보험 | TBL_LAB_DISASTER_INSURANCE |

* 가뭄지도제작시스템에서 구축한 테이블을 공동 사용

ERD의 논리적 모델과 물리적 모델은 시스템 구축과 차후 시스템 유지보수에 필요한 자료로서 각 모델의 역할은 다음과 같다. 논리적 모델은 시스템의 데이터 구조를 설계하고 효율적인 자료 관리를 위하여 필요한 사항을 검토하고 시스템의 자료구조를 파악하는데 도움이 될 수 있는 설계서이다.

물리적 ERD 모델은 완성된 논리적 모델을 근간으로 Entity에 포함된 항목의 각 데이터를 어떠한 데이터 형식으로 관리할 것인가, 어느 정도의 공간을 필요로 할 것인가 등을 정리한 설계서로서 실제 시스템 구축시 가장 필요로 하는 설계서이다. 즉 화면에 필요한 정보를 제공할 경우에 어느 테이블에서 어떠한 데이터를 가져와서 사용자에게 제공할 것인가를 코딩하여야 하는데 시스템에서는 이러한 데이터 형식을 반드시 명시하여야 한다.

본 연구에서 구축하고자 하는 농업가뭄 피해자료 조회시스템은 과거의 가뭄 자료를 이용하여 가뭄의 규모, 피해상황을 분석하는데 필요한 정보를 제공하는 시스템으로서 자료의 관리가 매우 중요하며 DBMS를 이용한 자료의 처리가 시스템 성능을 좌우하는 역할을 하게 된다.

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 읽어와야 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 운용시 효율성을 높일 수 있다.

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

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 가뭄관련정보는 강수평년비와 같은 데이터 구조로 운영되며 일 단위로 사용자에게 제공할 수 있도록 설계하였으며 그 내용은 다음의 표와 같다.

(표 6-12) 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 데이터 구조를 설계할 수 있다. 강수평년비 테이블에서는 PK 구성중 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 지칭 하는 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)

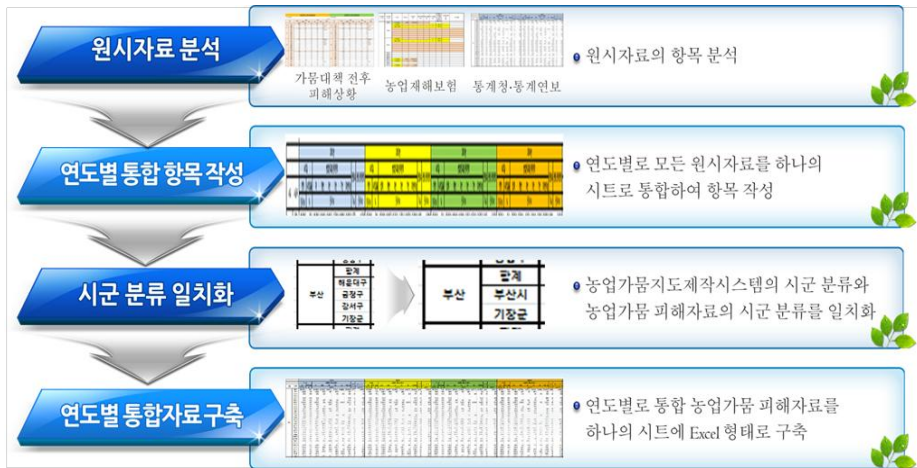
시군구를 중심으로 하는 데이터 검색을 위하여 다음의 테이블에서는 시군코드를 PK로 설정하고 있으며 시군코드 데이터는 TBL_SIGUN_INFO에서 정의되어 있다.

(표 6-13) 농업기반정비사업통계연보 정보관리 테이블 명세서

| 시스템명 | 가뭄연구 | | 건 수 | | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|----------------|--------|------|-----|----|----|
| 테이블명 | 가뭄연구_통계정보 | | 길 이 | | | | | |
| 테이블ID | TBL_LAB_STATISTIC | | 초기크기 | | | | | |
| 테이블 스페이스명 | | | 확장크기 | | | | | |
| No. | 컬럼명 | 컬럼ID | 형식 | 길 이 | 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 | | | | | | | | |
| 번 호 | 외부키 명 | 참조무결성 규칙 | Parent 테이블 | | | 비 고 | | |
| 1 | SIGUN_CD | | TBL_SIGUN_INFO | | | | | |
| 인덱스 | | | | | | | | |
| 특이사항 | | | | | | | | |

3. 농업가뭄 피해 기초자료 분석

과거의 농업가뭄 피해자료의 데이터베이스구축과 시스템에서의 활용을 위하여 필요한 피해자료의 종류로는 정량적평가기법적용을 위한 추세정보, 계산식 계수 정보등과 통계청에서 통계연보를 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.



〈그림 6-30〉 과거 가뭄피해자료 조회시스템의 구성도

4. 공간정보 작성 기준

가. 공간정보 관련 규정

공간정보 데이터베이스의 작성은 공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률에 명시된 작성 기준에 의하였으며, 이 법은 측량 및 수로조사의 기준 및 절차와 지적공부, 부동산종합공부의 작성 및 관리 등에 관한 사항을 규정함으로써 국토의 효율적 관리와 해상 교통의 안전 및 국민의 소유권 보호에 기여함을 목적으로 한다(공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률 제1조). 제1장 총칙, 제2장 측량 및 수로조사, 제3장 지적, 제4장 보칙, 제5장 벌칙 등 5개의 장으로 구성되어 있으며, 총 111개의 법조항 및 부칙으로 이루어져 있다.

「측량·수로조사 및 지적에 관한 법률」(측량수로지적법)이 2014년 6월 3일 「공간정보구축 및 관리 등에 관한 법률」로 개정(법률 제12738호)되었으며, 2015년 6월 4일부로 시행되었다. 한편, 2013년 7월 17일 일부 개정(법률 제11943호)되어 개정된 법이 2015년 7월 1일 시행되었으며, 2015년 7월 24일 타법 개정(법률 제13426호)따라 개정법이 2016년 1월 25일 시행되었다. 주요 내용은 다음과 같다.

- 국토교통부장관이 측량업정보(측량업자 자본금, 경영실태, 업무 수행실적 등)를 종합적으로 관리하도록 하고, 이를 관련기관 등에 제공할 수 있도록 하며, 측량업정보 종합관리체계의 구축·운영의 근거를 마련함(제10조의2 신설).
- 국토교통부장관은 발주자가 적정한 측량업자를 선정할 수 있도록 측량용역 사업에 대한 사업수행능력을 평가하여 공시하도록 하고, 측량업자는 평가 및 공시를 받기 위하여 측량용역 수행실적 등을 국토교통부장관에게 제출하도록 함(제10조의3 신설).
- 국가안보와 국익을 해칠 우려가 있는 측량성과의 경우 원칙적으로 국외로 반출할 수 없으나, 국가정보원장 등 관계기관의 장과 구성한 협의체에서 반출하기로 결정한 경우는 예외적으로 반출할 수 있도록 함(제16조 제2항 및 제21조 제2항 단서 신설).
- 측량업자가 폐업신고 후 다시 동일한 측량업을 재등록할 때에는 폐업신고 전 측량업자가 받은 행정처분의 효과가 승계(6월 이내)되도록 하고, 폐업신고 전의 위반 행위(과실측량 등)에 대한 행정처분이 가능하도록 함(제52조의2 신설).
- 자진폐업 시에도 등록취소 또는 영업정지 처분을 받은 경우와 같이 폐업신고 전에 체결된 측량업무를 계속 수행할 수 있도록 개선함(제53조 제1항).
- 공간정보산업의 건전한 발전을 도모하기 위해 “측량협회”와 “지적협회”를 「공간정보산업 진흥법」에 의한 “공간정보산업협회”로 전환함과 동시에 이 법에서 협회 관련 조문을 삭제함(현행 제56조 삭제).
- “대한지적공사(현 한국국토정보공사)”의 공적기능 확대에 따라 그 설립근거 및 사업범위를 공간정보에 관한 기본법적 성격인 「국가공간정보에 관한 법률」로 이관하고, 이 법에서 관련 조문을 삭제함(현행 제58조부터 제63조 삭제).

- 측량업정보 종합관리체계 구축·운영, 측량업자의 측량용역사업에 대한 사업 수행능력 공시 및 실적 등의 접수 및 내용의 확인, 측량기준점(지적기준점에 한함)의 관리 업무 등에 대한 위탁 근거를 마련하고, 위임·위탁의 대상에 한 국국토정보공사를 추가한다(제105조 제2항 제1호의2, 제1호의3, 제12호 및 제13호 신설).

나. 농업가뭄 피해자료 DB 구축 절차

공간정보를 이용한 농업가뭄 피해자료의 데이터베이스 구축은 사전 선행조사를 통하여 수집된 다양한 원시자료를 수집 및 분석하는 단계, 취득된 자료를 전산화 하여 입력하는 단계, 입력된 도형 및 속성 데이터를 공간정보로 적정하게 변환 되었는지를 확인하는 구조화 단계, 공간정보를 이용한 데이터베이스의 구축을 데이터베이스 설계서와 동일하게 업로드 하는 로딩 단계로 이루어진다.



〈그림 6-31〉 공간정보를 이용한 DB 구축 절차

5. 정량적 평가기법 적용 산술식

가. 쌀 피해액 정량적 평가 산술식

$$\begin{aligned}
 & - \text{쌀 피해액} = \text{kg당 쌀 가격} \times \text{ha당 쌀 단수(최근년도)} \\
 & \quad \times \text{작년재배면적(ha)} \times [-0.00875 \times \text{가뭄주의 일수(심함)} - \\
 & \quad 0.0000184 \times \text{가뭄주의 일수(심함)}^2 + 0.000614 \\
 & \quad \times \text{추세} \times \text{가뭄주의 일수(심함)}]
 \end{aligned}$$

나. 콩 피해액 정량적 평가 산술식

$$\begin{aligned}
 & - \text{콩 피해액} = \text{kg당 콩 가격} \times \text{ha당 콩 단수(최근년도)} \\
 & \quad \times \text{작년재배면적(ha)} \times [-0.00260 \times \text{가뭄주의 일수(심함)} + \\
 & \quad 0.00000777 \times \text{가뭄주의 일수(심함)}^2 + 0.000128 \times \\
 & \quad \text{추세} \times \text{가뭄주의 일수(심함)}]
 \end{aligned}$$

다. 고추피해액 정량적 평가 산술식

$$\begin{aligned}
 & - \text{고추 피해액} = \text{kg당 고추 가격} \times \text{ha당 고추 단수(최근년도)} \\
 & \quad \times \text{작년재배면적(ha)} \times [-0.00230 \times \text{가뭄주의 일수(심함)} + \\
 & \quad 0.0000148 \times \text{가뭄주의 일수(심함)}^2 + 0.00008 \times \\
 & \quad \text{추세} \times \text{가뭄주의 일수(심함)}]
 \end{aligned}$$

라. 고구마피해액 정량적 평가 산술식

$$\begin{aligned}
 & - \text{고구마 피해액} = \text{kg당 고구마 가격} \times \text{ha당 고구마 단수(최근년도)} \\
 & \quad \times \text{작년재배면적(ha)} \times [-0.00308 \times \text{가뭄주의 일수(심함)} \\
 & \quad + 0.0000106 \times \text{가뭄주의 일수(심함)}^2 + 0.0000164 \\
 & \quad \times \text{추세} \times \text{가뭄주의 일수(심함)}]
 \end{aligned}$$

마. 감자피해액 정량적 평가 산술식

$$\begin{aligned}
 & - \text{감자 피해액} = \text{kg당 감자 가격} \times \text{ha당 감자 단수(최근년도)} \\
 & \quad \times \text{작년재배면적(ha)} \times [-0.00308 \times \text{가뭄주의 일수(심함)} \\
 & \quad + 0.0000106 \times \text{가뭄주의 일수(심함)}^2 + 0.0000164 \\
 & \quad \times \text{추세} \times \text{가뭄주의 일수(심함)}]
 \end{aligned}$$

바. 마늘피해액 정량적 평가 산술식

$$\begin{aligned}
 & - \text{마늘 피해액} = \text{kg당 마늘 가격} \times \text{ha당 마늘 단수(최근년도)} \\
 & \quad \times \text{작년재배면적(ha)} \times [-0.00123 \times \text{가뭄주의 일수(심함)} \\
 & \quad + 0.0000148 \times \text{가뭄주의 일수(심함)}^2 + 0.00000438 \\
 & \quad \times \text{추세} \times \text{가뭄주의 일수(심함)}]
 \end{aligned}$$

제 3 절 가뭄대응능력시스템 연계

1. 농업가뭄지도제작시스템 소개

가. 사업추진 배경

정부에서는 홍수, 가뭄 등 재해에 효과적으로 대처하기 위해 부처별로 분산된 수자원 정책을 통합·조정하는 물관리협의회를 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 농업 가뭄예·경보 시행 방안을 현재, 1개월, 3개월 전망이 가능한 농업가뭄 예·경보 시스템을 구축하는 것을 발표하였다.

그리고 2017년 1월부터 범부처 가뭄 예·경보제도 정식 운영 지원방안 마련 필요성이 대두되어 예·경보 단계별 기준 등 보완사항 반영을 위해 농업가뭄지도 제작 시스템 기능개선 및 유지보수를 계획 진행하고 있다. 세부적인 내용으로는 농업 분야 대외상황 및 기후변화에 대응하기 위한 통합적 접근방법 적용, 저수율과 토양수분만으로 농업가뭄을 판단하는데 나타난 한계점 극복방안 적용, 기후변화로 기상 예측이 어렵고 예측치의 편차가 크므로 지역체감도 반영 등의 예측 알고리즘 고도화 적용, 유관기관간 기초자료 시스템 연계 방안 적용, 공사 내·외부 다양한 가뭄관련 정보 자동 수집·분석 및 관리 방안 적용 등과 같은 농업가뭄 상황 판단 능력 향상이 필요하게 되었다.

나. 사업 목적

농업가뭄지도제작시스템의 사업 목적은 농업·농촌 가뭄관련 각종 기초 정보를 수집·생산·통합하고, 가뭄상황 분석 및 향후 전망을 통하여 가뭄 전주기(예방-대비-대응-복구)를 대상으로 선제적·체계적 가뭄관리가 가능하도록 농업가뭄지도 제작시스템 고도화를 추진하는 것을 목적으로 한다. 농업가뭄지도제작시스템 고도화 사업의 세부 진행 목적을 정리하면 다음과 같다.

- 농업가뭄 분석 알고리즘 확장 개발
- 농업가뭄 분석시스템 구축

- 조회 및 표출기능 고도화
- 농업가뭄 현황 기본정보 제공
- 농업가뭄 분석 및 예측정보 제공
- 농업가뭄 대책 의사결정 지원
- 대내외 농업가뭄 정보 공유체계 구축
- 농업가뭄 체감도 조사 시스템 개발

다. 농업가뭄지도제작시스템과 부처간 역할 체계

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

농업가뭄의 연구에 가장 필요한 정보로는 농업용시설물의 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 가뭄 지도 제작에 필요한 정보를 취득하여 가뭄 지도를 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 한강 홍수통제소에서는 WINS를 구축 운영하고 있어 가뭄지도제작시스템에서 중요한 항 축을 담당하고 있다. 국립재난안전연구원에서는 이러한 각 분야에서 제작된 가뭄지도를 취합하여 통합 하는 역할을 하고 있으며 필요시 취합된 정보를 제공하는 역할을 수행하고 있다. 마지막으로 취합된 가뭄지도를 바탕으로 가뭄분석을 수행하고 가뭄 예·경보를 발표하는 행정안전부를 들 수 있다.



〈그림 6-32〉 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 가뭄예·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.

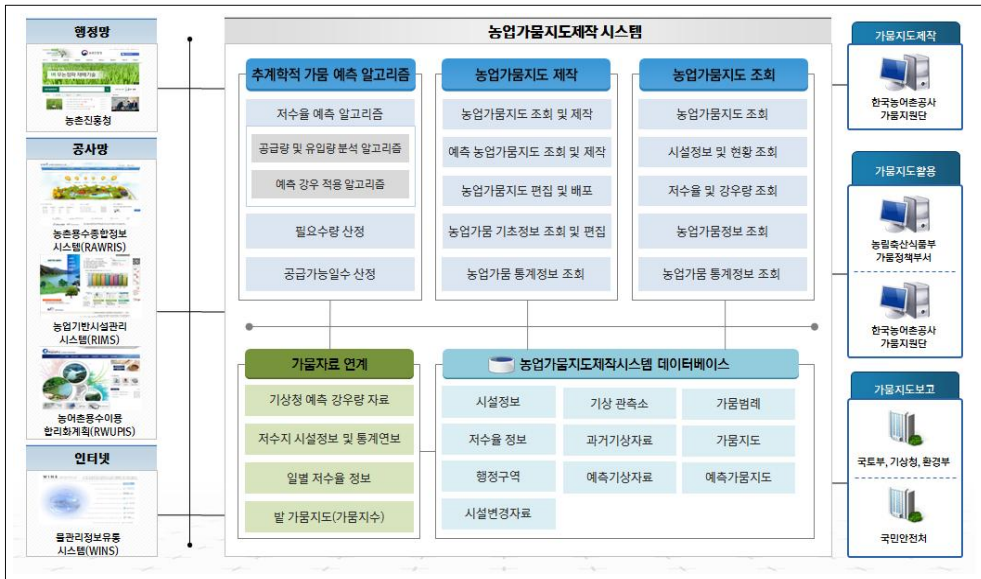
자료취득 부분은 행정망을 이용하여 농촌진흥청과 연계하여 밭 가뭄과 관련된 토양 수분 정보, 작물 재배 구역 등의 기초 정보를 취득하고 있으며 인터넷을 이용

하여 국토 교통부 한강홍수통제소에서 운영하는 물관리 정보유통 시스템(WINS)를 통하여 기상자료와 기타 관련자료를 취득하고 있다. 또한 한국농어촌공사의 공사망을 이용하여 농업시설물 기초정보와 수혜구역 정보 등을 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS), 농업기반시설관리시스템(RIMS), 농어촌용수이용합리화시스템(RWUPIS) 등의 시스템과 연계하여 자료를 취득하고 있다.

농업가뭄 분석 파트는 가뭄분석, 가뭄예측, 가뭄지도제작, 기초자료 연계 등으로 구성 되어 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 예측 저수율을 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 가뭄예경보 자료를 이용한 가뭄지도 제작 기능
- 제작된 농업가뭄지도의 관계부처 제공 기능

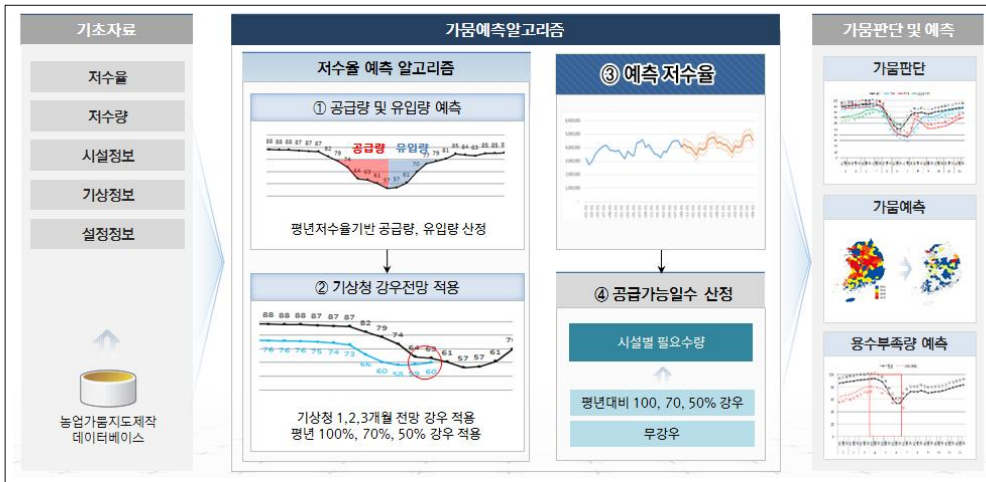


〈그림 6-33〉 농업가뭄제작시스템의 목표시스템 구성도

바. 가뭄지도제작시스템의 주요 기능

1) 농업가뭄 저수율 예측 알고리즘 기능

농업가뭄 저수율 예측 알고리즘은 기상청에서 제공하는 1, 2, 3개월 기상 전망 자료를 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.

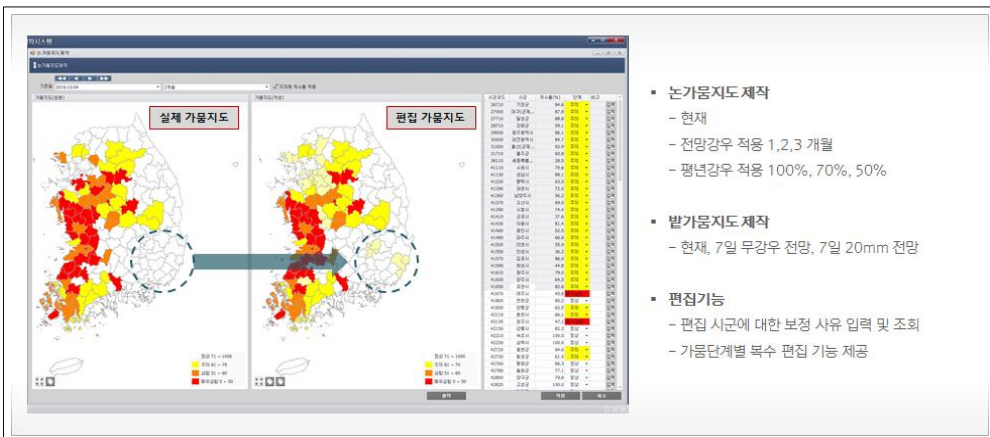


〈그림 6-34〉 농업가뭄제작시스템의 가뭄예측 알고리즘

2) 논, 밭 가뭄지도 제작 기능

논, 밭의 가뭄지도는 농업가뭄을 분석하는 알고리즘을 이용하여 분석된 정보를 이용하여 전국 지도를 시군구 단위로 분할한 행정지도에 각 시군의 가뭄정도를 표시하는 방법으로 지도를 제작하는 기능이다.

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



〈그림 6-35〉 논, 밭 가뭄지도 제작 기능

2. 농업가뭄지도제작시스템 연계

농업가뭄 피해자료의 제공은 본 연구에서 가뭄분석에 활용하기 위한 측면과 타 관련 업무에 활용하기 위한 측면으로 구분할 수 있는데 가뭄 피해자료를 활용하여 농업가뭄 관련업무에 적용하기 위해서는 사용자의 자료에의 접근이 중요한 요소 중 하나이다.

이러한 점에 착안하여 농업가뭄 피해자료를 농업가뭄지도제작시스템에 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 주요 내용을 정리하여 보여주고 있다.

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

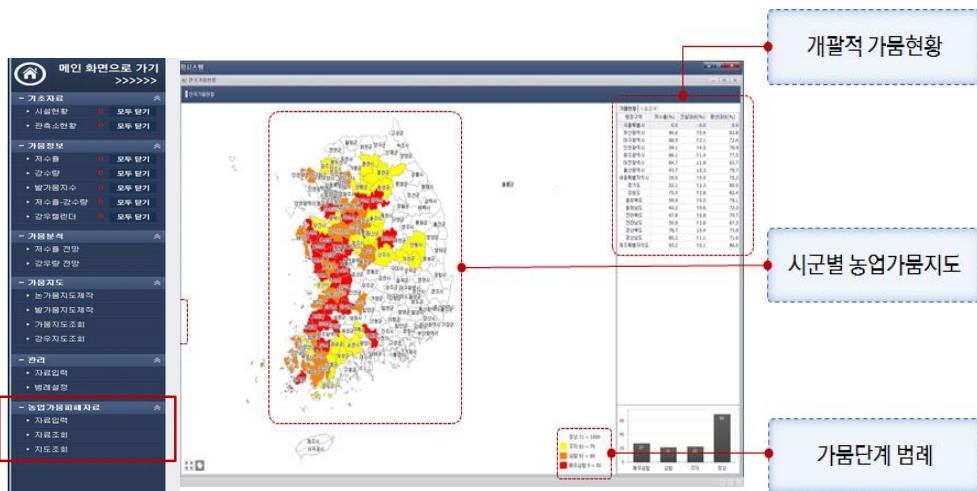


〈그림 6-36〉 농업가뭄지도제작시스템 연계 구성도

나. 농업가뭄지도제작시스템 연계 가뭄피해자료 조회 기능 구성

농업가뭄 피해자료를 조회하는 기능은 아래의 그림과 같이 농업가뭄지도제작 시스템에 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 작부 면적, 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.

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



〈그림 6-37〉 농업가뭄지도제작시스템 연계 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.

입력 작업을 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 행정 구역을 선택할 때 시도를 선택하고 그 시도에 소속된 시군구를 찾을 수 있도록 시스템 기능을 개발하였다.

가. 농업가뭄피해 정량적 평가기법 적용 내용

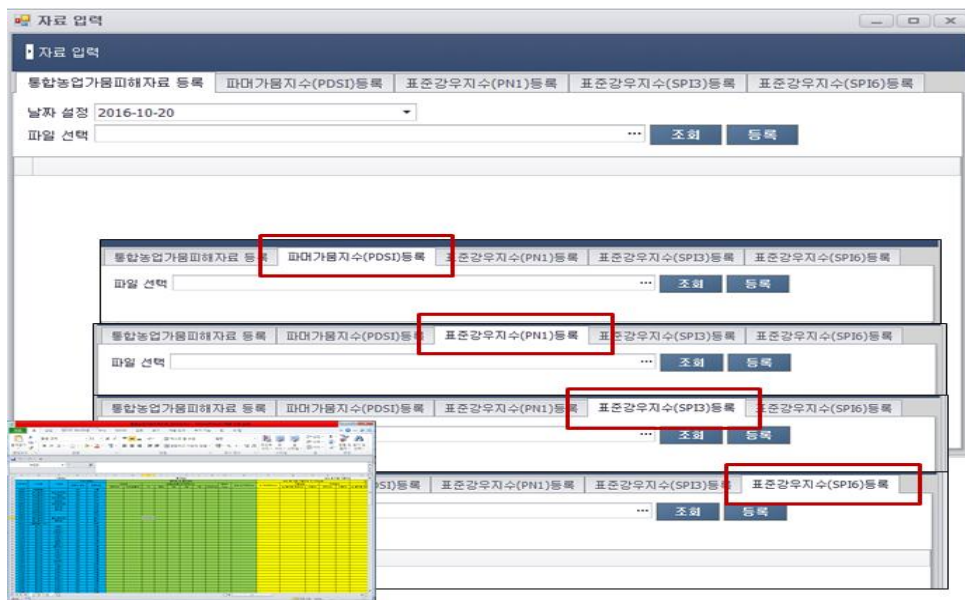
농업가뭄 피해자료의 정량적 평가기법은 아래와 같은 기본 산술식을 적용하여 표현하였다. 농작물별 정량적 평가기법 산술식이 적용된 피해규모를 논, 작물인 쌀과 밭작물인 콩, 고추, 고구마, 감자, 마늘을 구분하여 피해액을 산출하고 이를 논, 작물 및 밭작물로 구분하여 표현하였다.

나. 피해자료 입력기능 내용

농업가뭄 피해자료는 기상청에서 제공하는 기상자료와 그 외 가뭄관련 기초 자료를 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.

피해 자료의 시스템 등록은 입력해야 하는 항목과 가지수가 매우 광범위하여 시스템 관리자가 입력업무를 수행하는데 매우 어려움이 있을 것으로 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 6-38〉 농업가뭄 피해자료 입력 화면

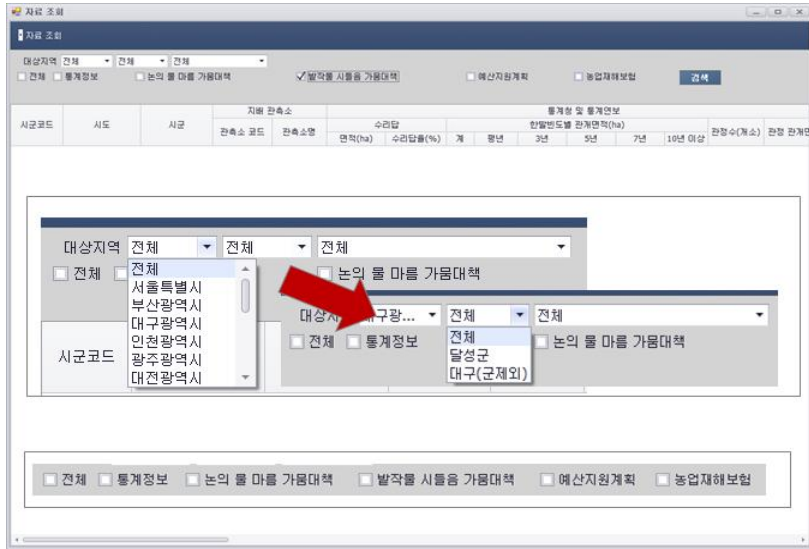
엑셀 파일을 이용하여 입력하는 기능은 위의 그림과 같이 5가지 입력 자료에 따른 세부 입력방법이 있으며 해당되는 파일을 시스템의 요구에 따라 선택하여 수행할 수 있다. 시스템의 운영방법은 우선 메뉴의 자료 입력을 선택한 후 화면에 나타난 입력 탭에서 입력하려는 입력자료 탭을 선택하면 시스템에서는 필요한 파일을 선택하라는 창이 나타난 후 사용자가 작성한 파일을 선택하면 작성된 피해자료가 DB로 자동 저장되는 구조로 개발되었다. 시스템에서 개발한 입력자료의 종류는 다음과 같다.

- 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

다. 자료조회 기능

DB에 저장된 자료의 조회는 두가지 방법을 통하여 접근할 수 있다. 첫째는 메인 메뉴에 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 자료 조회하는 방법은 지도에 있는 행정구역도에서 대상지를 선택하고 조회 대상 자료를 선택하는 방법으로 조회하는 방법이다.

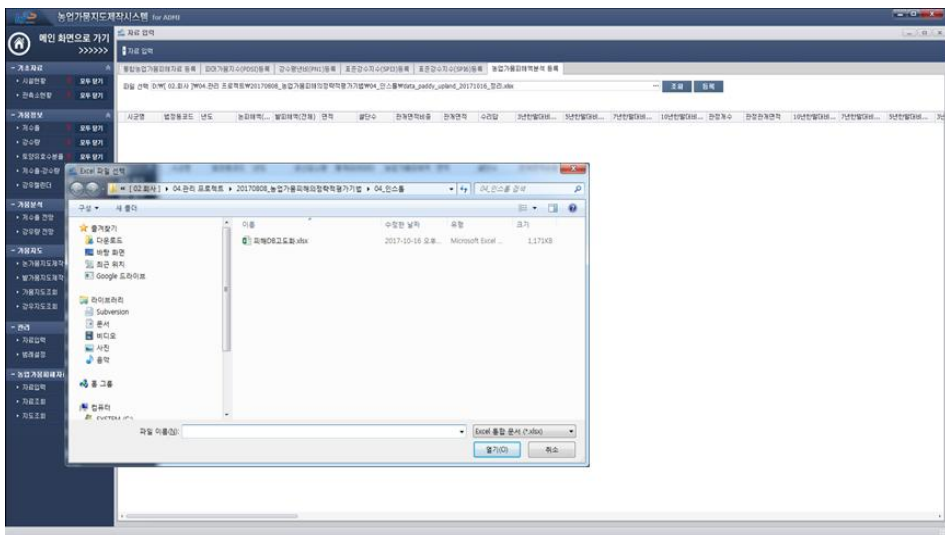
자료의 조회대상은 피해자료 전체의 조회, 통계정보 조회, 통계청 작물재배 정보 조회, 논·밭 가뭄대책 조회, 예산지원 계획 및 실적 조회, 농업재해보험 조회 등이 있으며 아래의 그림과 같이 사용자가 선택하여 필요한 정보를 볼 수 있도록 시스템을 개발하였다.



〈그림 6-39〉 농업가뭄 피해자료 조회 기능

라. 농업가뭄지도제작시스템 연계 내용

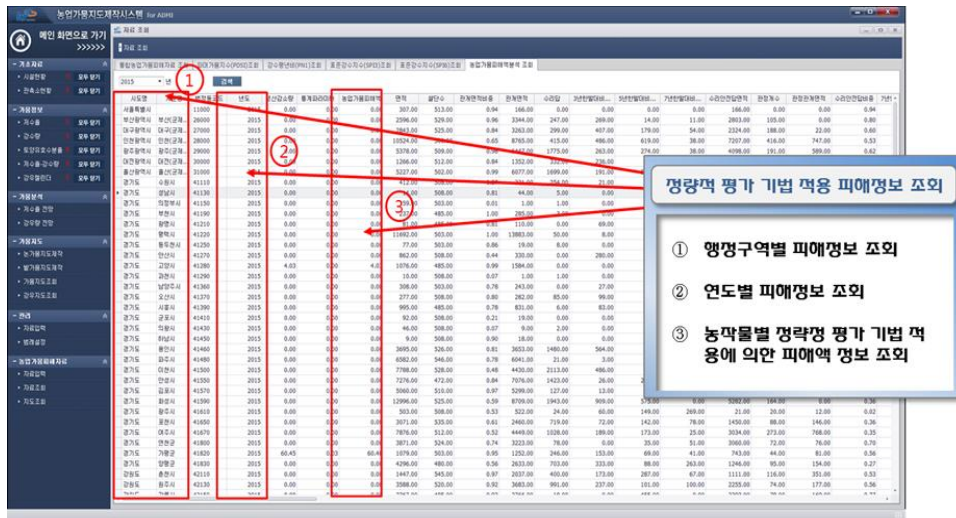
농업가뭄피해 정보의 파일을 검색하여 해당 정보를 데이터베이스 내에 탑재한다. 해당 정보는 데이터 베이스 탑재시 정량적 평가 기법 모듈에서 사용 가능하도록 기 정의된 스키마 형태로 재분류 저장된다.



〈그림 6-40〉 농업가뭄지도제작시스템 연계 가뭄피해자료 등록 화면

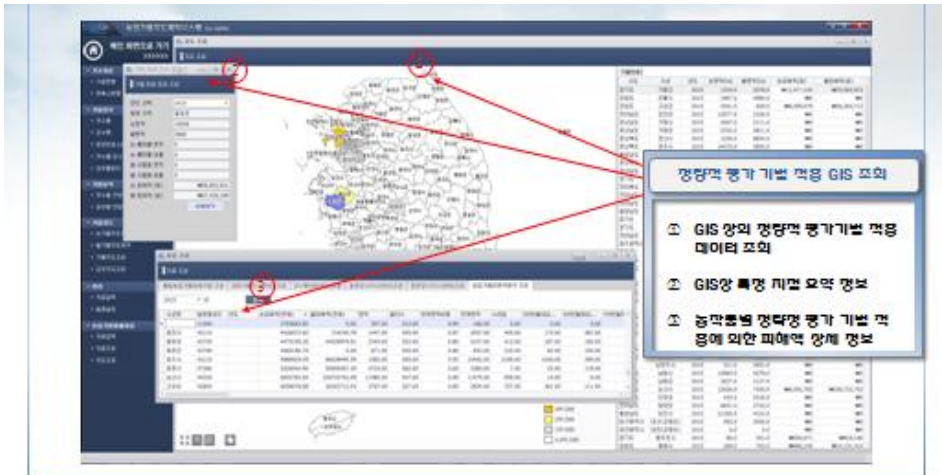
등록 저장된 가뭄피해 정보를 사용하여 농업가뭄지도제작시스템에 탑재되어 있는 정량적 평가 기법 모듈을 구동 해당 농업가뭄피해정보를 분석, 조회 하여 피해 산출액 정보를 조회 하는 내용을 정리하여 <그림 5-41>에 나타내었다.

그리고 정량적 평가 기법이 적용되어 출력된 내용에는 논 작물, 밭작물로 구분되며 밭작물의 경우 콩, 감자, 마늘, 고추, 고구마를 대상으로 해당 피해액의 계산이 이루어 졌다.



<그림 6-41> 농업가뭄지도제작시스템 연계 평가기법 적용 화면

정량적 평가 기법이 적용된 피해액 산출자료를 GIS 정보와 연계하여 지도상의 지역의 위치 정보 및 상세 정보에 대해서 표출이 되며 해당 GIS 정보와 상세 정보는 상호간에 연동을 통하여 팝업 메시지가 표시된다. 표출되는 상세 정보 상에서는 해당 정보의 내용을 정렬을 통한 우선순위 변경 기능과 동적 표출 기능이 포함되어 있다. 이를 <그림 5-42>에 나타내었다.



〈그림 6-42〉 농업가뭄지도제작시스템 연계 평가기법 적용 GIS화면

정량적 평가 기법이 적용된 피해액 산출자료를 정리하면 농업가뭄 피해액 추정 결과 가뭄 영향으로 인한 직접 피해액, 간접피해액을 합한 총 피해액으로 구분되고 또한 고용감소 효과도 나타내고 있는 화면을 <그림 6-43>에 나타내었다.

| 자료 조회 | | | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 자료 조회 | | | | |
| 간수평년비(PPI)조회 | 표준강수지수(SPI3)조회 | 표준강수지수(SPI6)조회 | 농업가뭄피해분석 조회 | 농업가뭄피해액 조회 |
| 2015 년 | | 검색 | | |
| 시도명 | 직접피해액(천원) | 간접피해액(천원) | 총피해액(천원) | 고용감소효과(명) |
| • 전국 | ₩1,790,251,797 | ₩814,564,568 | ₩2,604,816,365 | 82833.16 |

〈그림 6-43〉 정량적 평가기법 적용결과 화면

제 7 장

과거 농업기물 피해 지역 추정

농업기물 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

제 7 장 과거 농업가뭄 피해 지역 추정

제 1 절 농업가뭄 피해 지역

1. 논 가뭄피해 지역 분석(2015년)

논 가뭄 피해면적은 논 물마름 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 7-1) 2015년 논 가뭄피해 면적 및 지역

| 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 |
| | 강원 | 소계 | 23,083 | 704 |
| 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 | |
| 경북 | 소계 | 40,640 | 609 | 1.5 |
| | 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. 가뭄피해 면적이 가장 큰 지자체는 평창군으로 710ha를 차지하였고 재배면적대비 피해면적 비율이 가장 큰 지역은 양구군로 49.2%의 가뭄 피해율을 보였다.

(표 7-2) 2015년 밭 가뭄 피해면적 및 지역

| 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 |
| 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 | |

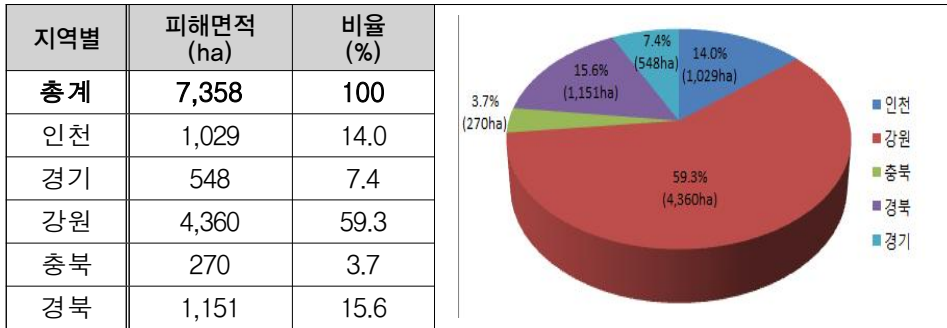
| 시 군 | 재배면적 (ha) | 피해면적 (ha) | 피해율 (%) | |
|-----|-----------|-----------|---------|-----|
| 경북 | 소계 | 65,474 | 542 | 0.8 |
| | 안동 | 13,231 | 98 | 0.7 |
| | 영주 | 8,810 | 56 | 0.6 |
| | 상주 | 11,047 | 122 | 1.1 |
| | 의성 | 8,969 | 35 | 0.4 |
| | 청송 | 6,050 | 27 | 0.4 |
| | 영양 | 4,699 | 43 | 0.9 |
| | 영덕 | 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)

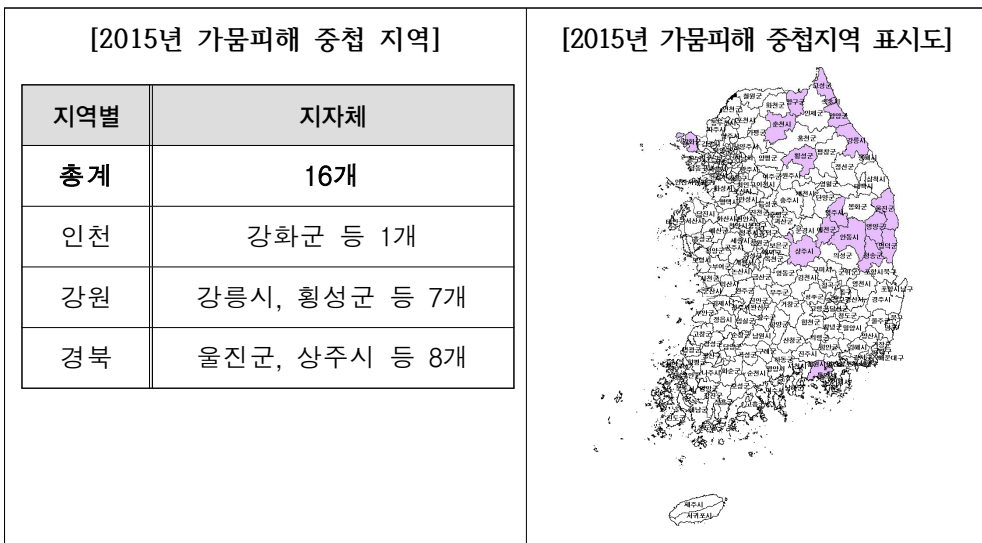
논 물마름 및 미이양 지역과 밭 시들음 등 한번 이상 피해가 조사된 지역은 모두 인천, 경기, 강원, 충북 및 경북지역 등 39개 지자체에서 가뭄이 발생하여 총 7,358ha 가뭄 9개 피해 면적 발생하였다.

(표 7-3) 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 7-4) 2015년 논과 밭 피해 중첩지역



(표 7-5) 2015년 통합(논+밭)가뭄피해 면적 및 피해지역

| 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 | |
| 강원 | 소계 | 50,639 | 4,360 | 8.6 | |
| | 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 | |
| | 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 | |

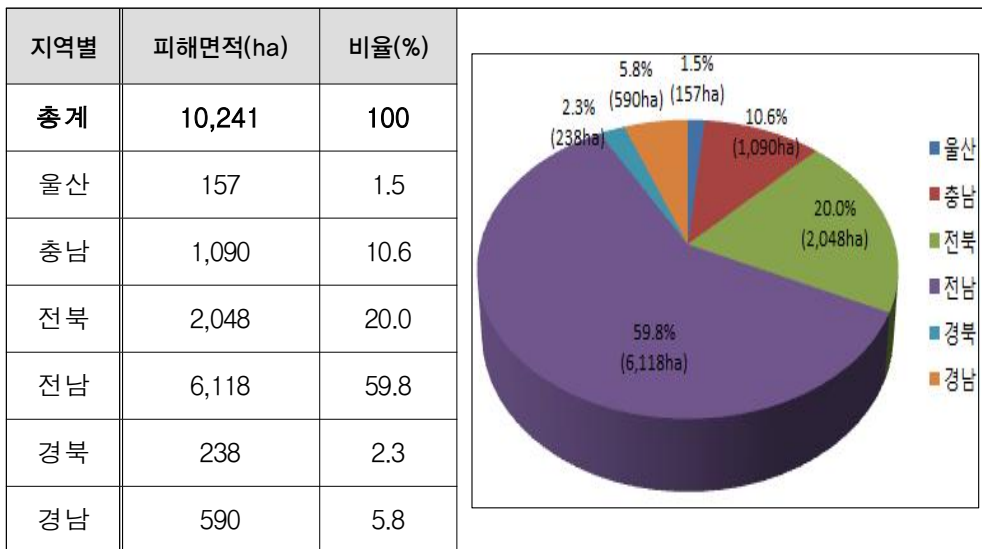
| 시 군 | | 재배면적 (ha) | 피해면적 (ha) | 피해율 (%) |
|-----|-------|-----------|-----------|---------|
| 경북 | 소계 | 106,114 | 1,151 | 1.1 |
| | 안동 | 18,931 | 141 | 0.7 |
| | 영주 | 13,310 | 147 | 1.1 |
| | 상주 | 23,447 | 184 | 0.8 |
| | 청송 | 7,250 | 39 | 0.5 |
| | 영양 | 5,499 | 60 | 1.1 |
| | 영덕 | 5,390 | 71 | 1.3 |
| | 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]

4. 논 가뭄피해 지역 분석(2016년)

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, 재배 면적대비 피해면적 비율이 가장 큰 지역 또한 신안군으로 27.8% 가뭄 피해율을 나타내었다. 논가뭄 피해면적이 가장 큰 시도는 전라남도 그 다음으로 전라북도, 충청남도 순으로 나타났다.

(표 7-6) 2016년 지역별 논 가뭄 피해면적 비율

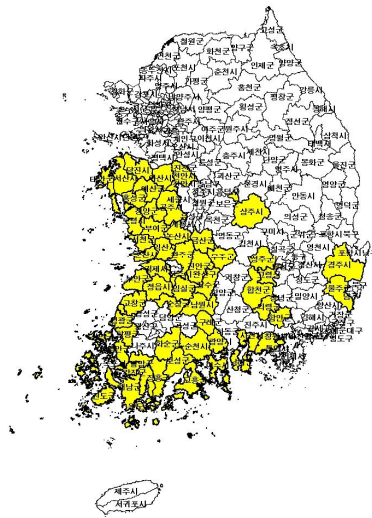


(표 7-7) 2016년도 논 가뭄 피해면적 및 피해지역

| 시 군 | | 재배면적 (ha) | 피해면적 (ha) | 피해율 (%) |
|-----|----|-----------|-----------|---------|
| 울산 | 소계 | 5,137 | 157 | 3.1 |
| | 울주 | 5,137 | 157 | 3.1 |
| 충남 | 소계 | 154,226 | 1,090 | 0.7 |
| | 천안 | 6,571 | 3 | 0.1 |
| | 공주 | 7,479 | 79 | 1.1 |
| | 보령 | 9,570 | 69 | 0.7 |
| | 아산 | 11,061 | 8 | 0.1 |
| | 서산 | 21,415 | 115 | 0.5 |
| | 논산 | 12,556 | 25 | 0.2 |
| | 당진 | 21,308 | 29 | 0.1 |
| | 금산 | 1,964 | 5 | 0.3 |
| | 부여 | 12,884 | 230 | 1.8 |
| | 서천 | 10,902 | 188 | 1.7 |
| | 청양 | 6,542 | 35 | 0.5 |
| | 홍성 | 10,067 | 268 | 2.7 |
| | 예산 | 12,332 | 6 | 0.0 |
| | 태안 | 9,575 | 30 | 0.3 |
| | 전북 | 소계 | 131,448 | 2,048 |
| 전주 | | 3,377 | 25.0 | 0.7 |
| 군산 | | 13,280 | 109.0 | 0.8 |
| 익산 | | 18,998 | 84.9 | 0.4 |
| 정읍 | | 15,358 | 262.4 | 1.7 |
| 남원 | | 11,051 | 218.1 | 2.0 |
| 김제 | | 23,166 | 277.4 | 1.2 |
| 완주 | | 5,198 | 62.0 | 1.2 |
| 진안 | | 2,616 | 195.1 | 7.5 |
| 무주 | | 1,598 | 152.9 | 9.6 |
| 장수 | | 3,470 | 131.6 | 3.8 |
| 임실 | | 4,472 | 63.6 | 1.4 |
| 순창 | | 6,435 | 64.7 | 1.0 |
| 고창 | | 14,059 | 244.4 | 1.7 |
| 부안 | | 14,805 | 157.3 | 1.1 |
| 전남 | | 소계 | 10,359 | 6,118 |
| | 여수 | 2,676 | 8 | 0.3 |
| | 순천 | 6,299 | 163 | 2.6 |
| | 광양 | 1,794 | 4 | 0.2 |
| | 구례 | 3,255 | 11 | 0.3 |
| | 고흥 | 14,773 | 7 | 0.0 |
| | 보성 | 9,134 | 20 | 0.2 |
| | 화순 | 6,131 | 5 | 0.1 |
| | 장흥 | 9,498 | 759 | 8.0 |

| 시 군 | | 재배면적 (ha) | 피해면적 (ha) | 피해율 (%) |
|-----|---------|-----------|-----------|---------|
| 전남 | 강진 | 10,674 | 542 | 5.1 |
| | 해남 | 22,774 | 172 | 0.8 |
| | 영암 | 16,915 | 1 | 0.1 |
| | 무안 | 10,238 | 714 | 7.0 |
| | 함평 | 8,529 | 50 | 0.6 |
| | 영광 | 11,757 | 619 | 5.3 |
| | 완도 | 2,822 | 30 | 1.1 |
| | 진도 | 6,869 | 136 | 2.0 |
| | 신안 | 10,359 | 2,877 | 27.8 |
| | 소계 | 50,429 | 238 | 0.5 |
| 경북 | 포항 | 8,985 | 41 | 0.5 |
| | 경주 | 14,880 | 70 | 0.5 |
| | 상주 | 14,665 | 102 | 0.7 |
| | 고령 | 4,902 | 15 | 0.3 |
| | 성주 | 6,997 | 10 | 0.1 |
| | 소계 | 34,605 | 590 | 1.7 |
| 경남 | 사천 | 4,835 | 47 | 1.0 |
| | 의령 | 4,677 | 8 | 0.2 |
| | 함안 | 6,738 | 82 | 1.2 |
| | 고성 | 7,032 | 116 | 1.6 |
| | 남해 | 2,656 | 284 | 10.7 |
| | 합천 | 8,667 | 53 | 0.6 |
| 총 계 | 392,639 | 10,241 | 2.6 | |

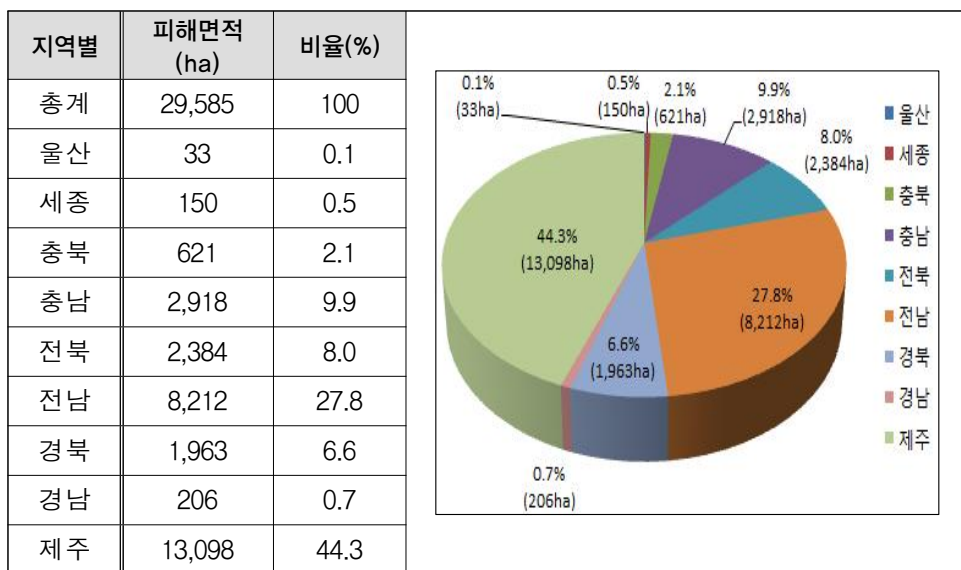
[2016년 논 가뭄피해 지역도]



5. 밭 가뭄피해 지역 분석(2016년)

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 7-8) 2016년 지역별 밭 가뭄 피해면적 및 비율



(표 7-9) 2016년 밭 가뭄피해 면적 및 피해지역

| 시 군 | 재배면적 (ha) | 피해면적 (ha) | 피해율 (%) | | |
|-----|-----------|-----------|---------|-------|-----|
| 울산 | 소계 | 3,915 | 33 | 0.8 | |
| | 울주 | 3,915 | 33 | 0.8 | |
| 세종 | 소계 | 3,475 | 150 | 4.3 | |
| | 세종 | 3,475 | 150 | 4.3 | |
| 충북 | 소계 | 58,787 | 621 | 1.1 | |
| | 청주 | 7,014 | 203 | 2.9 | |
| | 충주 | 8,782 | 78 | 0.9 | |
| | 제천 | 7,990 | 65 | 0.8 | |
| | 보은 | 4,124 | 75 | 1.8 | |
| | 옥천 | 5,665 | 3 | 0.1 | |
| | 증평 | 962 | 62 | 6.4 | |
| | 진천 | 3,120 | 39 | 1.3 | |
| | 괴산 | 7,774 | 13 | 0.2 | |
| | 음성 | 8,040 | 46 | 0.6 | |
| | 단양 | 5,316 | 37 | 0.7 | |
| | 충남 | 소계 | 56,456 | 2,918 | 5.2 |
| | | 천안 | 7,426 | 11 | 0.1 |
| 공주 | | 3,121 | 537 | 17.2 | |
| 아산 | | 4,698 | 14 | 0.3 | |
| 서산 | | 5,733 | 458 | 8.0 | |
| 논산 | | 7,250 | 15 | 0.2 | |
| 당진 | | 4,223 | 207 | 4.9 | |
| 부여 | | 3,495 | 208 | 6.0 | |
| 서천 | | 2,690 | 21 | 0.8 | |
| 청양 | | 2,203 | 353 | 16.0 | |
| 홍성 | | 3,660 | 934 | 25.5 | |
| 예산 | | 6,965 | 10 | 0.1 | |
| 태안 | | 4,992 | 150 | 3.0 | |
| 전북 | 소계 | 69,179 | 2,384 | 3.4 | |
| | 전주 | 1,978 | 33 | 1.7 | |
| | 군산 | 1,364 | 85 | 6.2 | |
| | 익산 | 5,395 | 101 | 1.9 | |
| | 정읍 | 8,491 | 396 | 4.7 | |
| | 남원 | 4,279 | 51 | 1.2 | |
| | 김제 | 6,433 | 99 | 1.5 | |
| | 완주 | 6,883 | 157 | 2.3 | |
| | 진안 | 4,995 | 175 | 3.5 | |

| 시 군 | 재배면적 (ha) | 피해면적 (ha) | 피해율 (%) | |
|-----|-----------|-----------|---------|-------|
| 전남 | 소계 | 102,860 | 8,212 | 8.0 |
| | 여수 | 5,624 | 49 | 0.9 |
| | 순천 | 7,487 | 589 | 7.9 |
| | 담양 | 2,722 | 3 | 0.1 |
| | 곡성 | 3,242 | 91 | 2.8 |
| | 구례 | 2,375 | 20 | 0.8 |
| | 고흥 | 7,592 | 149 | 2.0 |
| | 보성 | 5,741 | 144 | 2.5 |
| | 화순 | 3,972 | 3 | 0.1 |
| | 장흥 | 2,216 | 551 | 24.9 |
| | 강진 | 2,326 | 916 | 39.4 |
| | 해남 | 12,627 | 1,141 | 9.0 |
| | 영암 | 6,192 | 25 | 0.4 |
| | 무안 | 10,330 | 123 | 1.2 |
| | 함평 | 4,656 | 5 | 0.1 |
| | 영광 | 5,524 | 1,199 | 21.7 |
| | 완도 | 4,516 | 75 | 1.7 |
| | 진도 | 5,710 | 186 | 3.3 |
| | 신안 | 10,008 | 2,943 | 29.4 |
| | 경북 | 소계 | 112,896 | 1,963 |
| 포항 | | 5,345 | 40 | 0.7 |
| 경주 | | 5,903 | 15 | 0.3 |
| 김천 | | 9,796 | 24 | 0.2 |
| 안동 | | 13,698 | 280 | 2.0 |
| 구미 | | 2,635 | 43 | 1.6 |
| 영주 | | 8,967 | 140 | 1.6 |
| 상주 | | 12,308 | 436 | 3.5 |
| 문경 | | 6,305 | 304 | 4.8 |
| 군위 | | 4,273 | 67 | 1.6 |
| 의성 | | 10,390 | 57 | 0.5 |
| 청송 | | 6,361 | 2 | 0.1 |
| 영양 | | 4,875 | 434 | 8.9 |
| 청도 | | 7,423 | 4 | 0.1 |
| 고령 | | 1,417 | 2 | 0.1 |
| 칠곡 | | 3,293 | 6 | 0.2 |
| 예천 | | 7,910 | 80 | 1.0 |
| 울진 | 1,997 | 30 | 1.5 | |

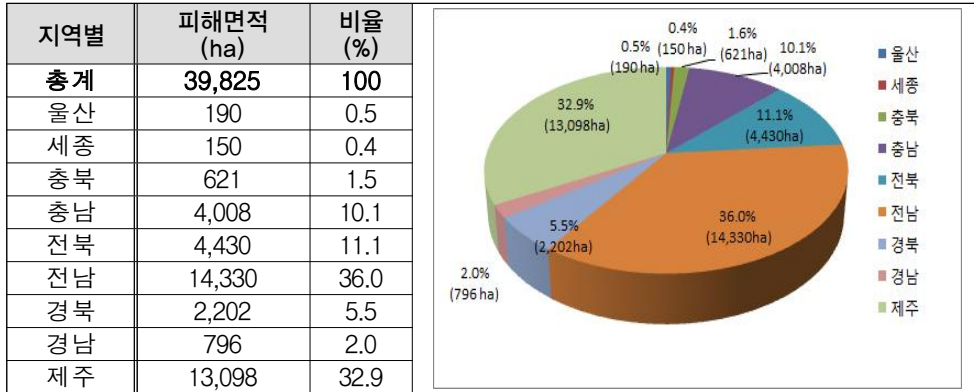
| 시 군 | 재배면적 (ha) | 피해면적 (ha) | 피해율 (%) | |
|-----|-----------|-----------|---------|------|
| 경남 | 소계 | 10,948 | 206 | 1.9 |
| | 사천 | 2,812 | 49 | 1.7 |
| | 의령 | 2,035 | 58 | 2.9 |
| | 고성 | 2,852 | 12 | 0.4 |
| | 합천 | 3,249 | 87 | 2.7 |
| 제주 | 소계 | 62,624 | 13,098 | 20.9 |
| | 제주 | 31,422 | 7,451 | 23.7 |
| | 서귀포 | 31,202 | 5,647 | 18.1 |
| 총 계 | 481,140 | 29,585 | 6.1 | |

[2016년 밭 가뭄피해 지역도]

6. 논과 밭을 포함한 가뭄피해 지역(2016년)

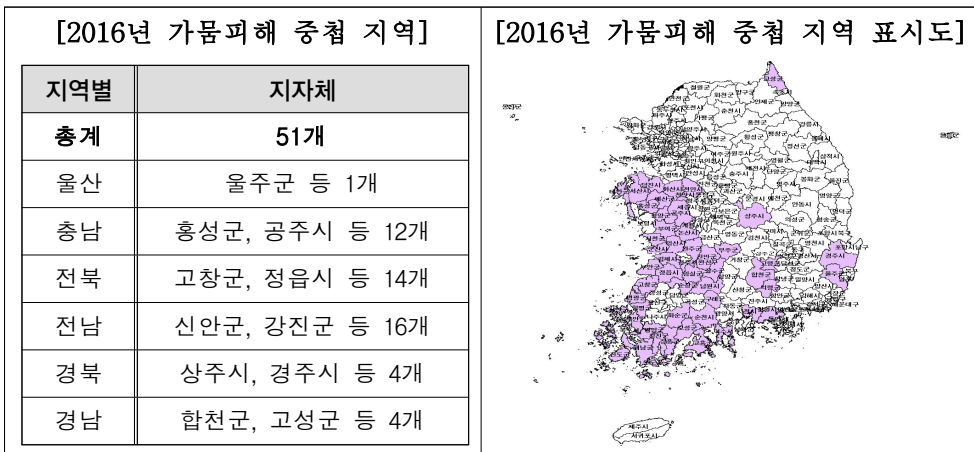
논과 밭 중 한가지 이상 피해 면적이 발생한 지역은 울산, 세종, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남 및 제주지역 등 85개 지자체에서 가뭄이 발생하여 총 39,825ha 가뭄피해 면적 발생하였다.

(표 7-10) 2016년 지역별 가뭄 피해면적 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 7-11) 2016년 논과 밭 피해 중첩지역



(표 7-12) 2016년 통합(논+밭)가뭄피해 면적 및 피해지역

| 시·군 | | 재배면적 (ha) | 피해면적 (ha) | 피해율 (%) | |
|-----|----|-----------|-----------|---------|------|
| 울산 | 소계 | 9,052 | 190 | 2.1% | |
| | 울주 | 9,052 | 190 | 2.1% | |
| 세종 | 소계 | 3,475 | 150 | 4.3% | |
| | 세종 | 3,475 | 150 | 4.3% | |
| 충북 | 소계 | 58,787 | 621 | 1.1% | |
| | 청주 | 7,014 | 203 | 2.9% | |
| | 충주 | 8,782 | 78 | 0.9% | |
| | 제천 | 7,990 | 65 | 0.8% | |
| | 보은 | 4,124 | 75 | 1.8% | |
| | 옥천 | 5,665 | 3 | 0.1% | |
| | 증평 | 962 | 62 | 6.4% | |
| | 진천 | 3,120 | 39 | 1.3% | |
| | 괴산 | 7,774 | 13 | 0.2% | |
| | 음성 | 8,040 | 46 | 0.6% | |
| | 단양 | 5,316 | 37 | 0.7% | |
| | 충남 | 소계 | 210,682 | 4,008 | 1.9% |
| 천안 | | 13,997 | 14 | 0.1% | |
| 공주 | | 10,600 | 616 | 5.8% | |
| 보령 | | 9,570 | 69 | 0.7% | |
| 아산 | | 15,759 | 22 | 0.1% | |
| 서산 | | 27,148 | 573 | 2.1% | |
| 논산 | | 19,806 | 40 | 0.2% | |
| 당진 | | 25,531 | 236 | 0.9% | |
| 금산 | | 1,964 | 5 | 0.3% | |
| 부여 | | 16,379 | 438 | 2.7% | |
| 서천 | | 13,592 | 209 | 1.5% | |
| 청양 | | 8,745 | 388 | 4.4% | |
| 홍성 | | 13,727 | 1,202 | 8.8% | |
| 예산 | | 19,297 | 16 | 0.1% | |
| 태안 | | 14,567 | 180 | 1.2% | |
| 전북 | | 소계 | 207,062 | 4,430 | 2.1% |
| | | 전주 | 5,355 | 58 | 1.1% |
| | | 군산 | 14,644 | 194 | 1.3% |
| | 익산 | 24,393 | 186 | 0.8% | |
| | 정읍 | 23,849 | 658 | 2.8% | |
| | 남원 | 15,330 | 269 | 1.8% | |
| | 김제 | 29,599 | 376 | 1.3% | |
| | 완주 | 12,081 | 219 | 1.8% | |
| | 진안 | 7,611 | 370 | 4.9% | |
| | 무주 | 5,445 | 265 | 4.9% | |
| | 장수 | 7,500 | 213 | 2.8% | |
| | 임실 | 7,740 | 114 | 1.5% | |

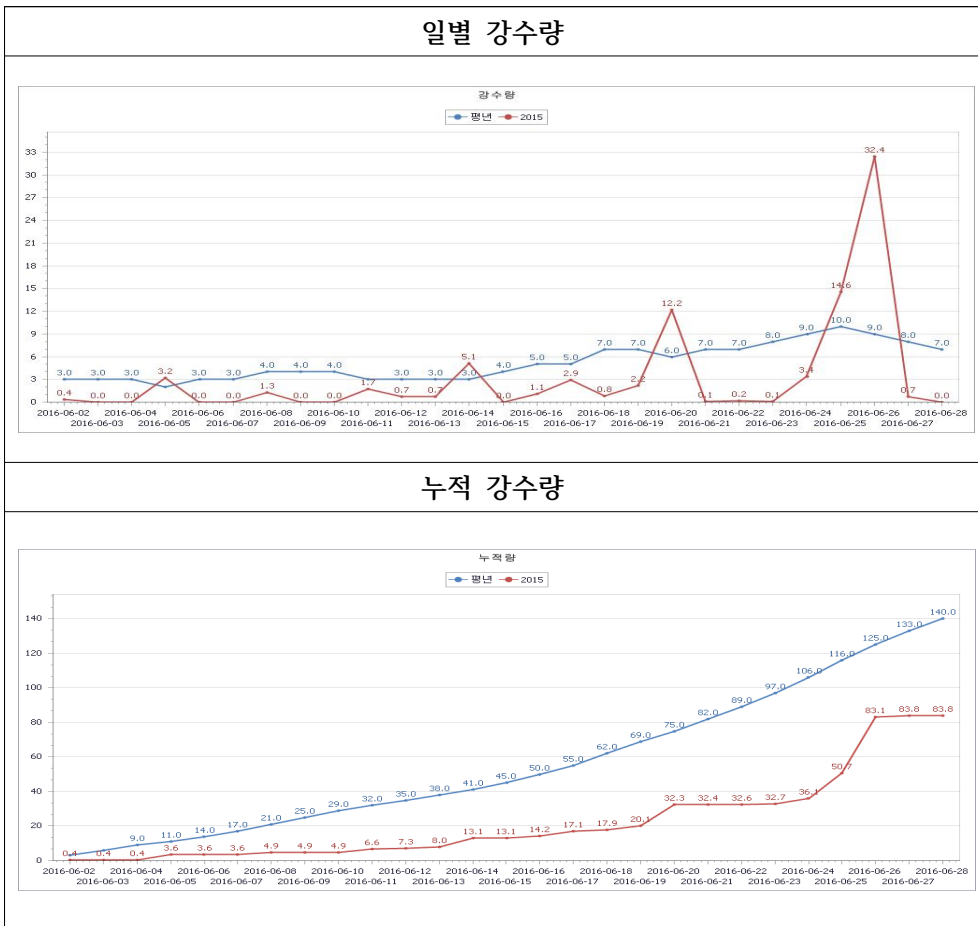
| 시·군 | | 재배면적 (ha) | 피해면적 (ha) | 피해율 (%) |
|-----|----|-----------|-----------|---------|
| 전북 | 순창 | 9,945 | 125 | 1.3% |
| | 고창 | 24,576 | 746 | 3.0% |
| | 부안 | 18,994 | 637 | 3.4% |
| 전남 | 소계 | 257,357 | 14,330 | 5.6% |
| | 여수 | 8,300 | 57 | 0.7% |
| | 순천 | 13,786 | 752 | 5.5% |
| | 광양 | 1,794 | 4 | 0.2% |
| | 담양 | 2,722 | 3 | 0.1% |
| | 곡성 | 3,242 | 91 | 2.8% |
| | 구례 | 5,630 | 31 | 0.6% |
| | 고흥 | 22,365 | 156 | 0.7% |
| | 보성 | 14,875 | 164 | 1.1% |
| | 화순 | 10,103 | 8 | 0.1% |
| | 장흥 | 11,714 | 1,310 | 11.2% |
| | 강진 | 13,000 | 1,458 | 11.2% |
| | 해남 | 35,401 | 1,313 | 3.7% |
| | 영암 | 23,107 | 26 | 0.1% |
| | 무안 | 20,568 | 837 | 4.1% |
| | 함평 | 13,185 | 55 | 0.4% |
| | 영광 | 17,281 | 1,818 | 10.5% |
| | 완도 | 7,338 | 105 | 1.4% |
| 경북 | 소계 | 163,325 | 2,202 | 1.3% |
| | 포항 | 14,330 | 81 | 0.6% |
| | 경주 | 20,783 | 85 | 0.4% |
| | 김천 | 9,796 | 24 | 0.2% |
| | 안동 | 13,698 | 280 | 2.0% |
| | 구미 | 2,635 | 43 | 1.6% |
| | 영주 | 8,967 | 140 | 1.6% |
| | 상주 | 26,973 | 538 | 2.0% |
| | 문경 | 6,305 | 304 | 4.8% |
| | 군위 | 4,273 | 67 | 1.6% |
| | 의성 | 10,390 | 57 | 0.5% |
| | 청송 | 6,361 | 2 | 0.0% |
| | 영양 | 4,875 | 434 | 8.9% |
| | 청도 | 7,423 | 4 | 0.1% |
| | 경북 | 고령 | 6,319 | 17 |
| 칠곡 | | 3,293 | 6 | 0.2% |
| 예천 | | 7,910 | 80 | 1.0% |
| 울진 | | 1,997 | 30 | 1.5% |
| 성주 | | 6,997 | 10 | 0.1% |

제 2 절 가뭄정보 분석

1. 2015년 강수량(2015.06.02.~2015.06.28) 분석

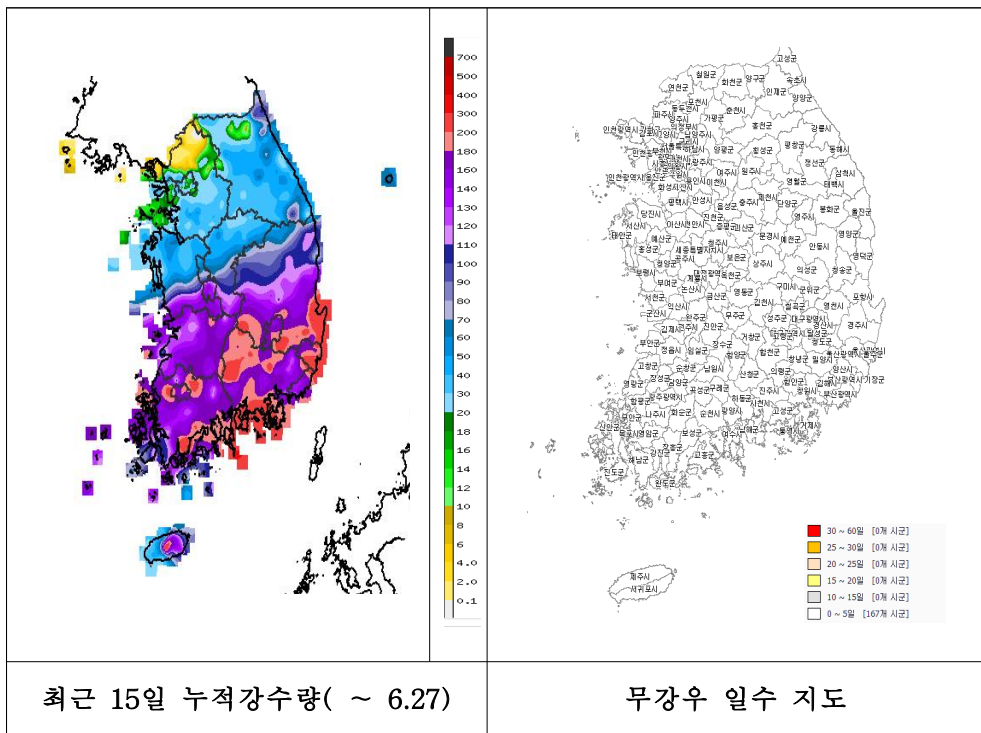
가. 전체 강수량 분석

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



〈그림 7-1〉 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 1 가량밖에 오지 않아 극심한 가뭄상태였으며 25일, 26일에 전국적으로 비교적 많은 비가 내려 누적강수량이 평년의 약 84%까지 기록하게 되었다.



〈그림 7-2〉 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 6월26일에 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 기록해 가뭄 피해가 발생한 것으로 보인다.

(표 7-13) 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 7-14) 시도별 무강우 일수(2015.06.27. 기준)

(단위 : mm)

| 구분 | 6.13 이전 (연속) | 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 | 무강우 일수 |
|----|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 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 |

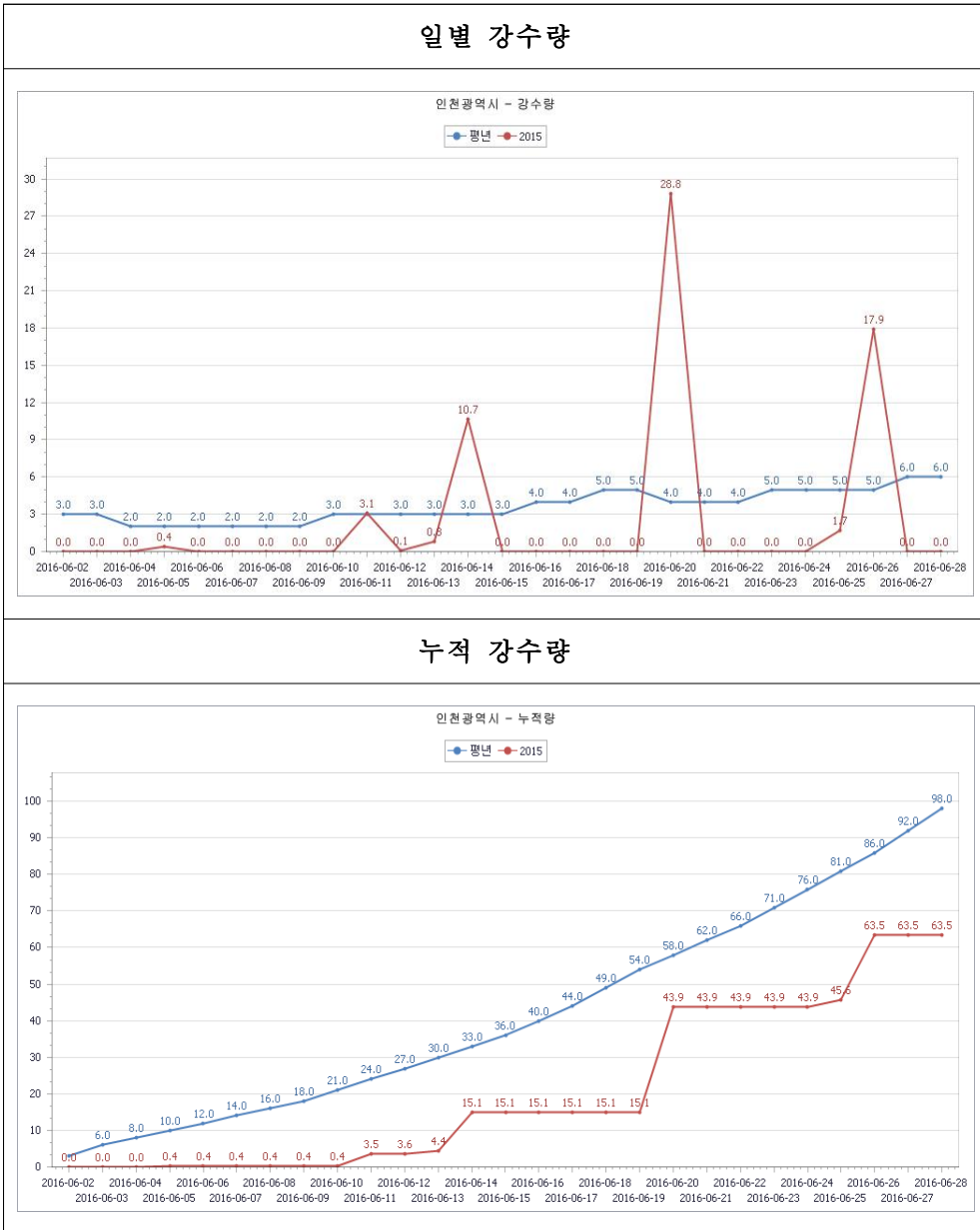
(표 7-15) 2015년 평년대비 일별 강수량 분석

(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.



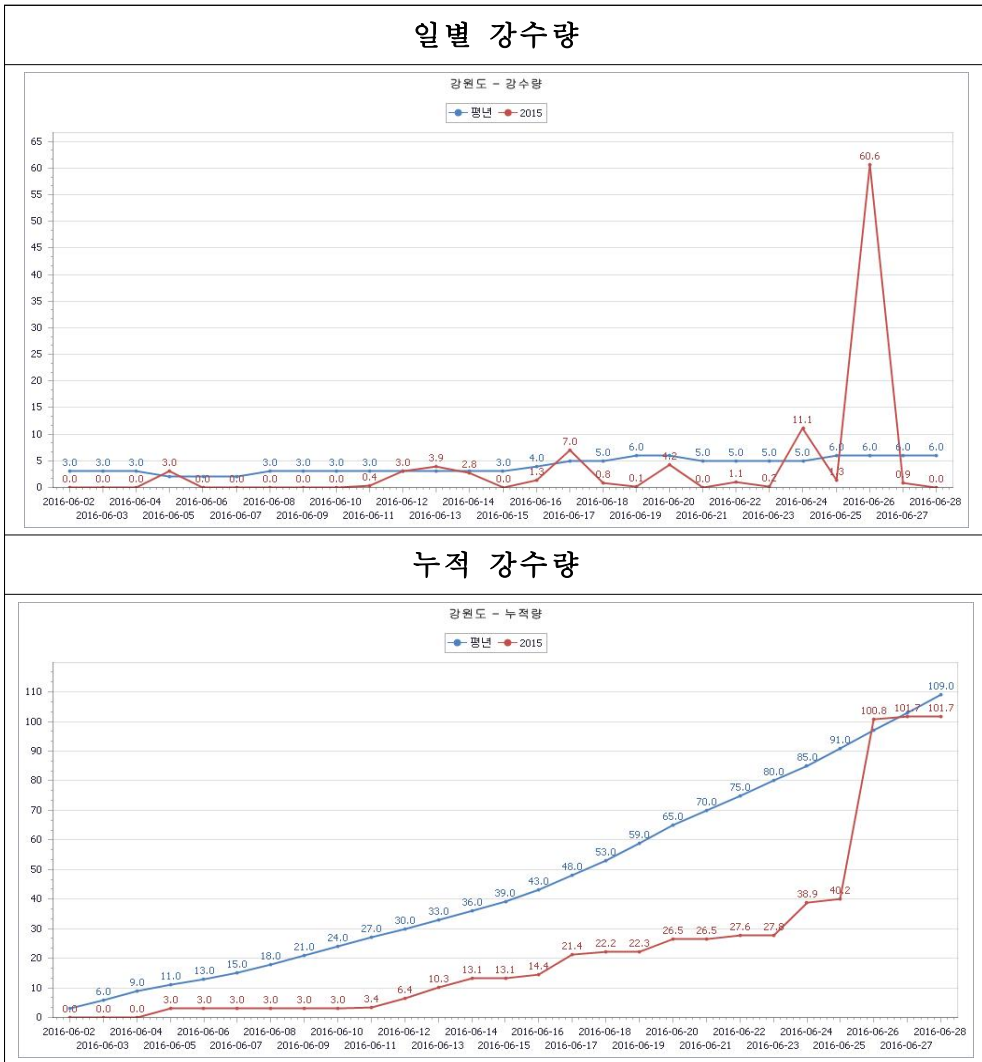
〈그림 7-3〉 2015년 인천광역시 일별강수량 및 누적강수량

(표 7-16) 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 가뭄 지속기간이 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.



〈그림 7-4〉 2015년 강원도 일별강수량 및 누적강수량

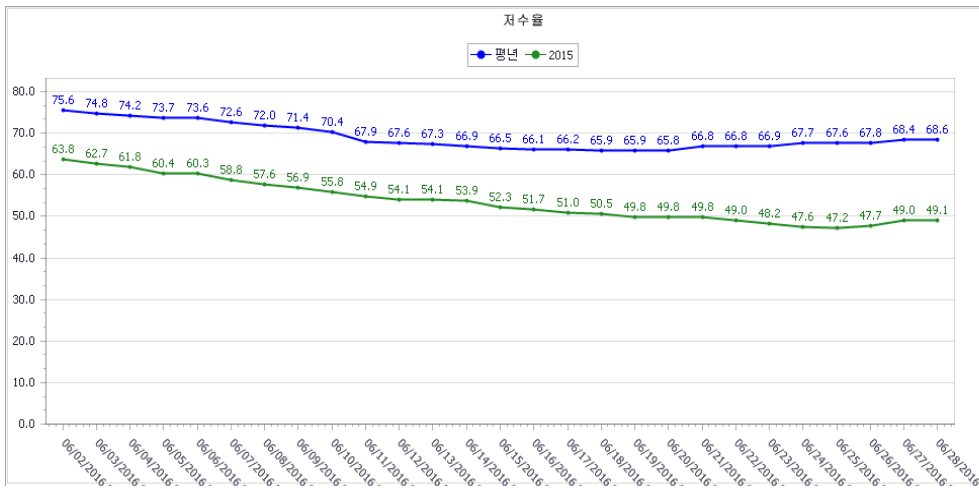
(표 7-17) 강원도 평년대비 일별 강수량 분석

| 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. 2015년 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 있으며 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 평년 대비 비율이 급격히 작아지는 것을 확인할 수 있다.



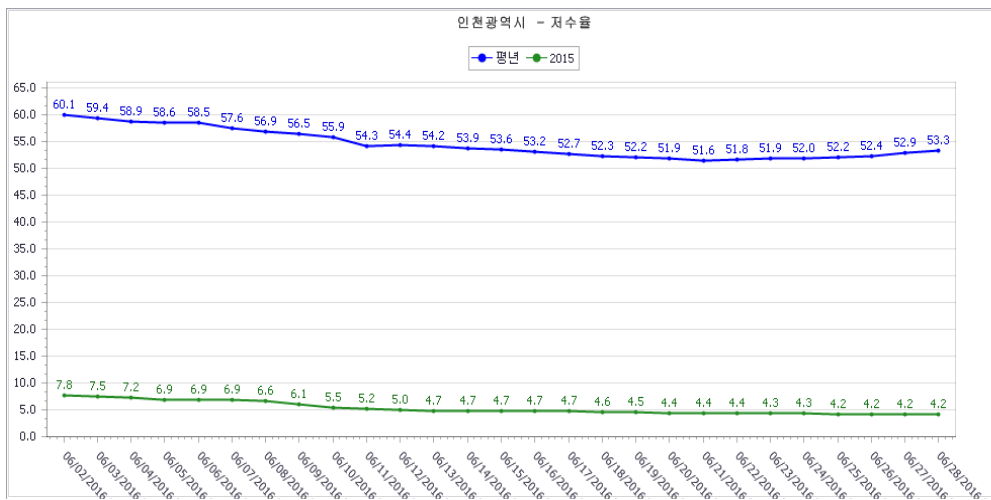
〈그림 7-5〉 전국 평균 저수율(2015.06.02.~06.28)

(표 7-18) 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 29,214천 m^3 이다. 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 수밖에 없었으며 피해 자료에서 보듯이 강화군의 피해면적이 피해 시·군중에 가장 크다는 것을 알 수 있다.



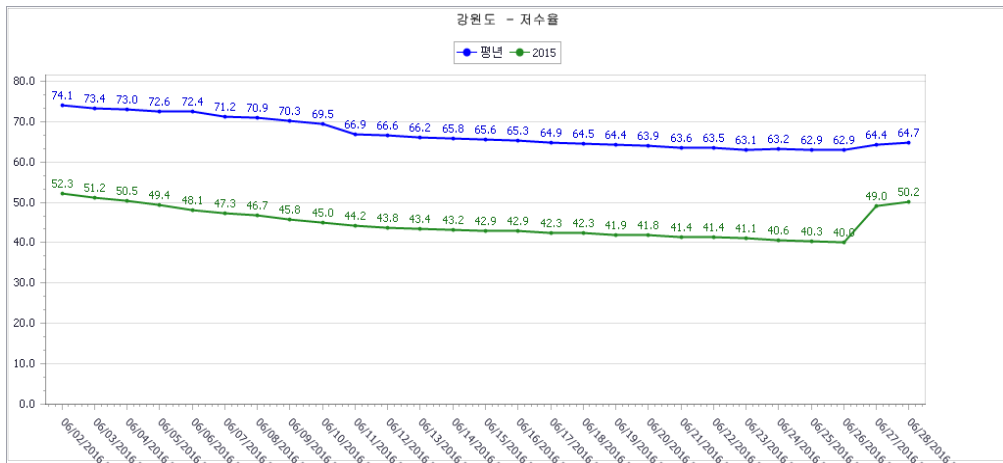
〈그림 7-6〉 2015년 인천광역시 일별 저수율

(표 7-19) 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 7-7〉 2015년 강원도 일별 저수율

(표 7-20) 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 재배 면적 대비 피해면적이 가장 컸고 고성, 양양 등은 피해면적이 각각 289ha, 324ha로 시·군 평균피해면적 189ha보다 큰 값을 나타냈다. 피해지역을 추측하는데 저수율 자료는 유용하게 활용될 수 있을 것이며 70%미만 저수율 시·군을 분석하였을 때는 약 50%가 가뭄피해 조사지역에 속해 있었다. 피해조사는 이루어지지 않았지만 피해가 생겼거나 대책이 투입된 지역을 추측할 수 있어 향후 피해평가를 위한 유용한 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단하였다.

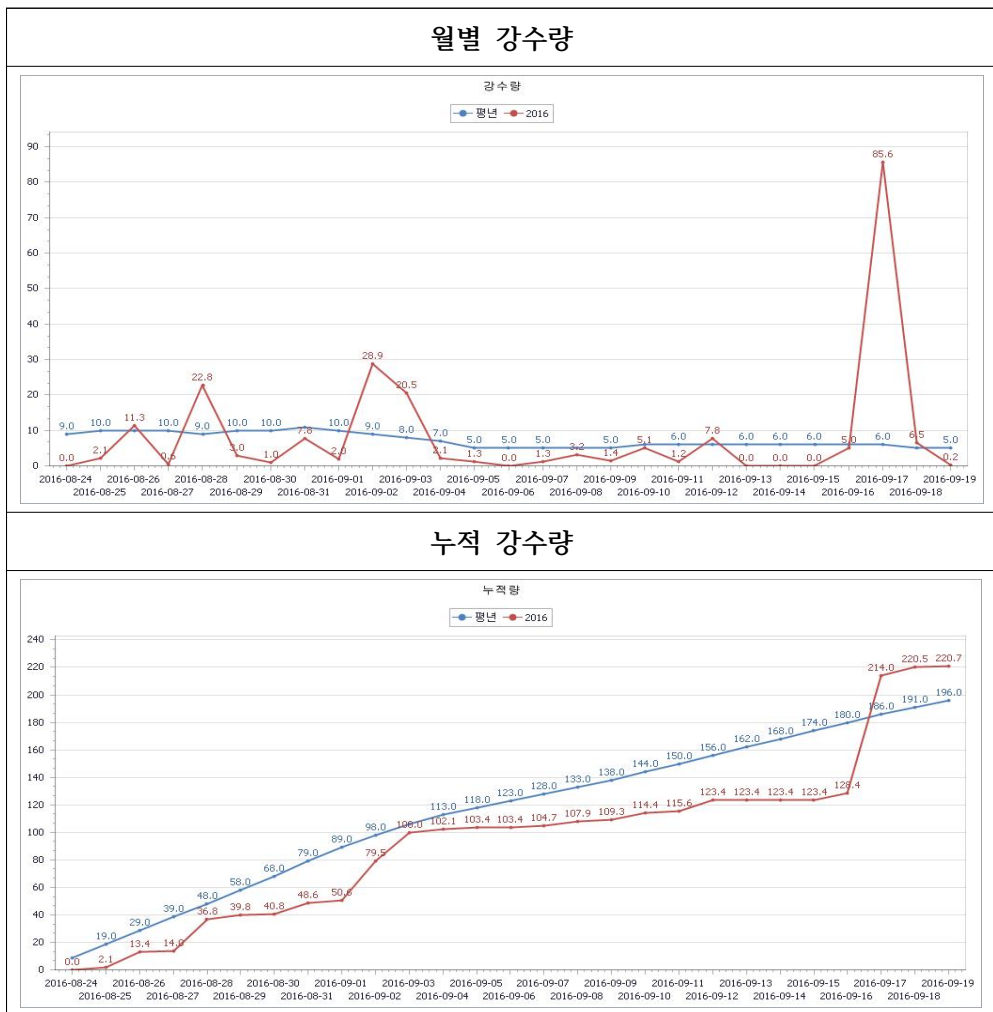
| 시·도 | 시·군 |
|-------|---------------|
| 인천(1) | 강화군 |
| 경기(3) | 군포시, 파주시, 양주시 |
| 강원(3) | 속초시, 고성군, 양양군 |

〈그림 7-8〉 2015년 평년대비 50%미만 시·군 저수율

3. 2016년 강수량(2016.08.24.~2016.09.19)분석

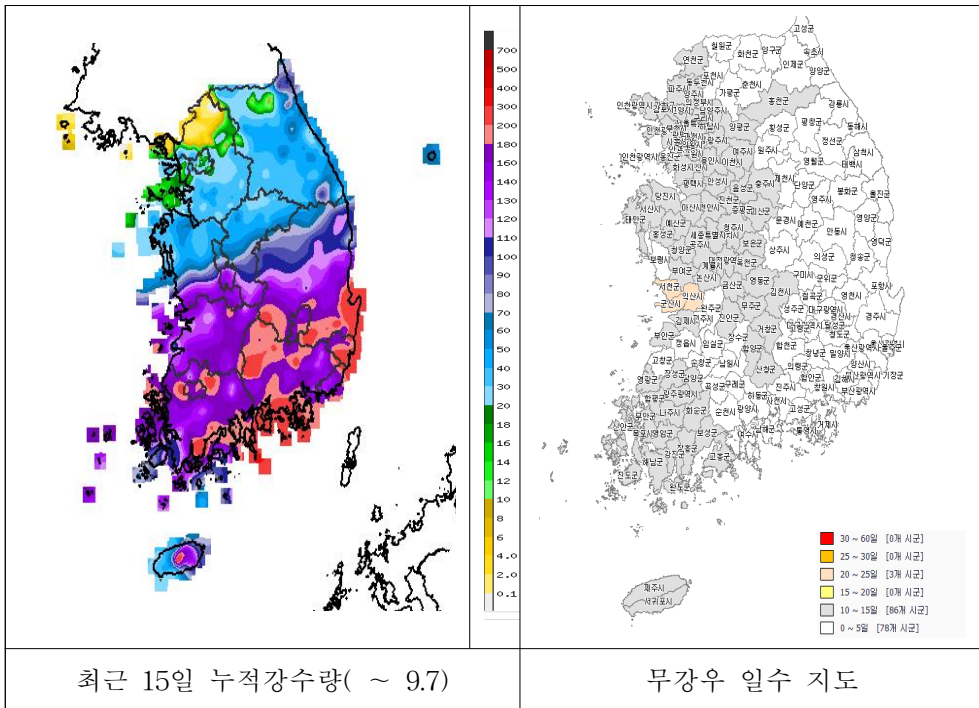
가. 전체 강수량 분석

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



〈그림 7-9〉 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.



〈그림 7-10〉 강우 지도(2016.09.07 기준)

시도별 누적강우량자료를 보면 전라북도는 평년 대비 14.6%로 가장 적었으며 그 다음으로 충청남도, 인천광역시로 30%를 밑도는 누적강우량을 보였다. 전국적으로 전년도보다는 누적강우량이 많았으나 경상북도와 경상남도를 제외하고는 평년을 밑도는 수치를 기록하여 2016년에도 가뭄이 심했던 것으로 파악된다.

(표 7-21) 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 7-22) 시도별 무강우 일수(2016. 9. 7 기준)

(단위 : mm)

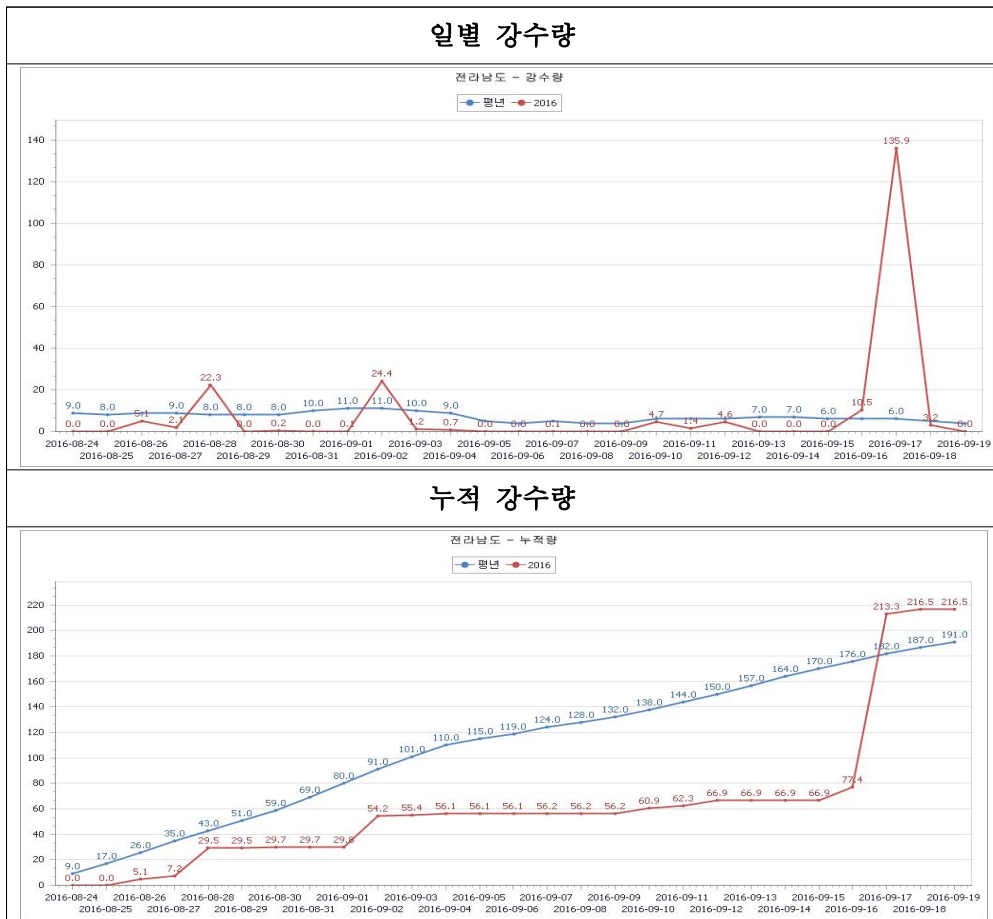
| 구분 | 8.24 이전 (연속) | 8.24 | 8.25 | 8.26 | 8.27 | 8.28 | 8.29 | 8.30 | 8.31 | 9.1 | 9.2 | 9.3 | 9.4 | 9.5 | 9.6 | 9.7 | 무강우 일수 |
|----|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|--------|
| 전국 | 15 | 0.0 | 2.1 | 11.3 | 0.6 | 22.8 | 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 7-23) 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.



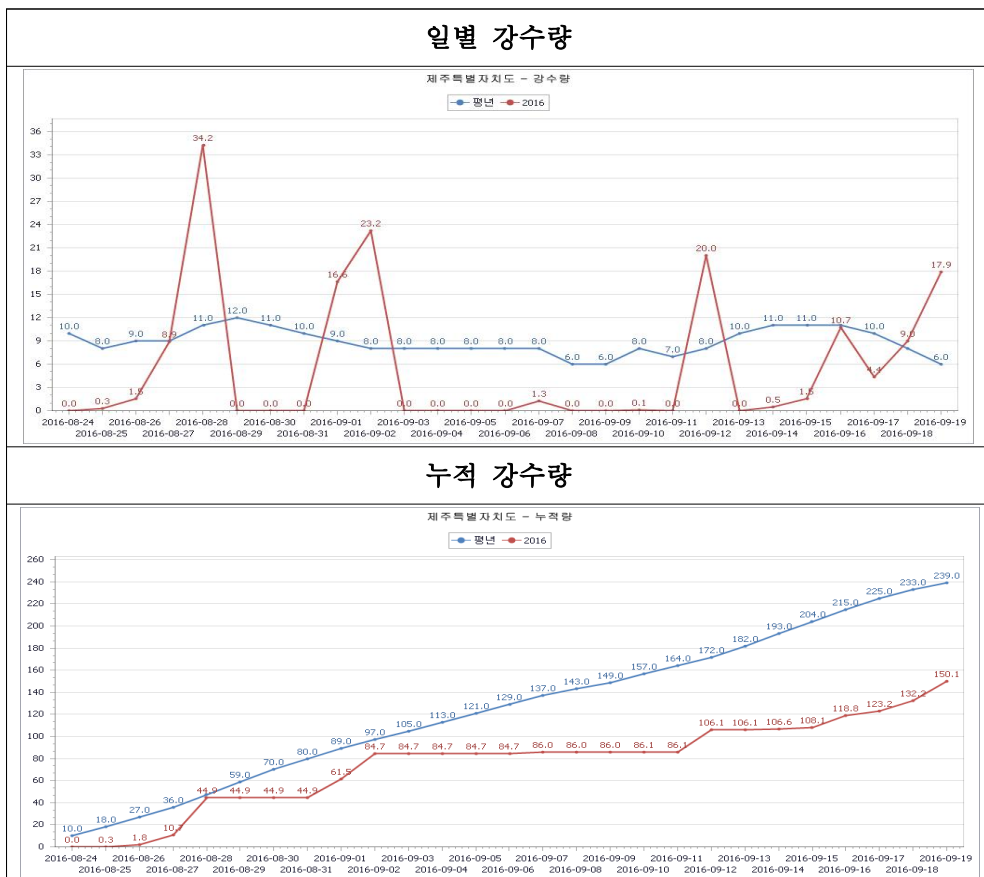
〈그림 7-11〉 2016년 전라남도 일별 및 누적 강수량

(표 7-24) 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 차이나는 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.



〈그림 7-12〉 2016년 제주특별자치도 일별 및 누적 강수량

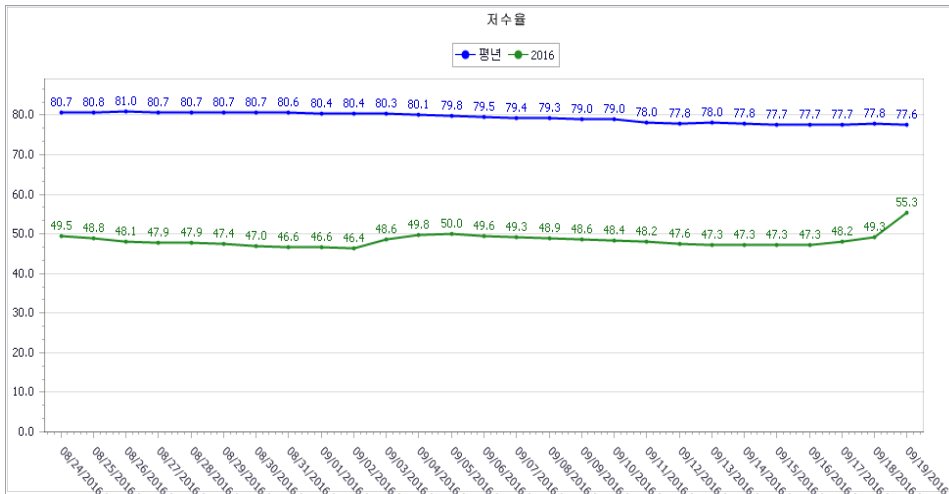
(표 7-25) 2016년 제주특별자치도 평년대비 일별 강수량 분석

| 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 |

4. 2016년 저수율(2016.08.24.~2016.09.19)분석

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 이앙기 이후 용수 수요가 많은 시기에 저수율이 낮아 지고 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 7-13〉 2016년 전국 저수율(08.24.~09.19)

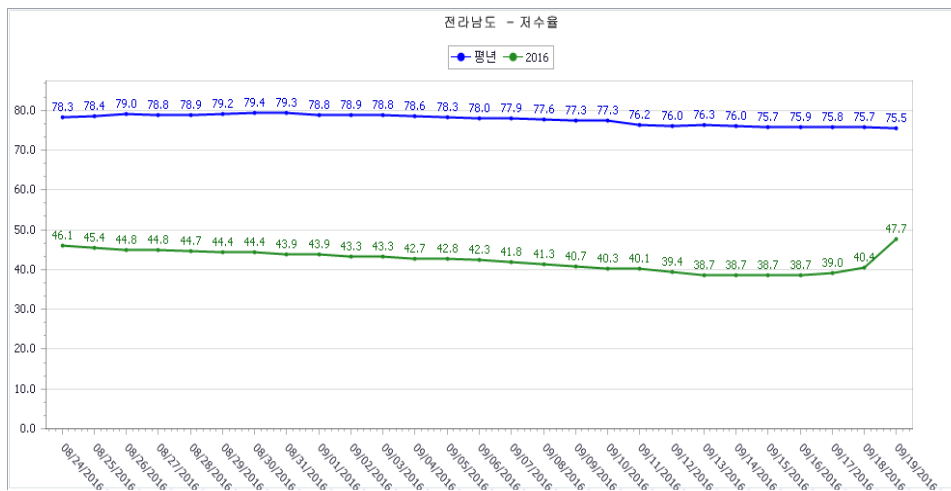
(표 7-26) 2016년 평년대비 일별 저수율

| 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.



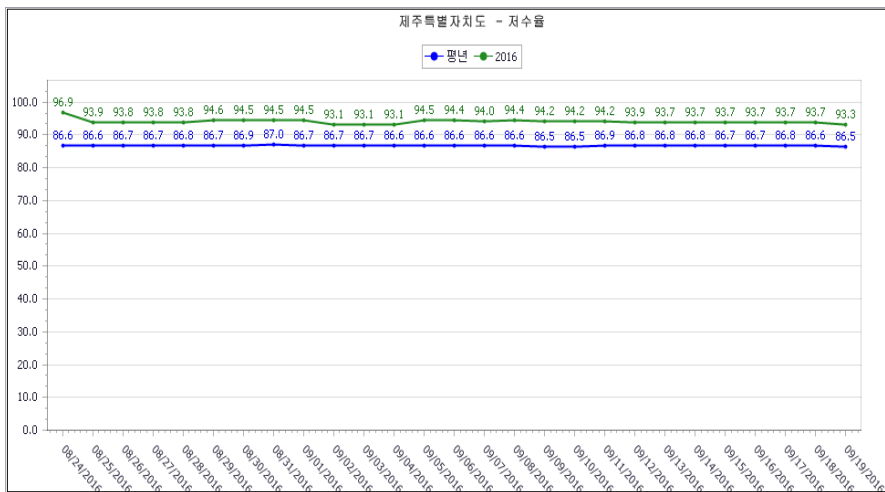
〈그림 7-14〉 2016년 전라남도 저수율(08.24.~09.19.)

(표 7-27) 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, 수혜 면적은 5ha, 유효 저수량은 985천 m^3 으로 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 7-15〉 2016년 제주자치도 저수율(08.24.~09.19)

(표 7-28) 2016년 제주특별자치도 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. 가뭄 피해가 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 7-29) 2016년 평년대비 50%미만 시·군 저수율

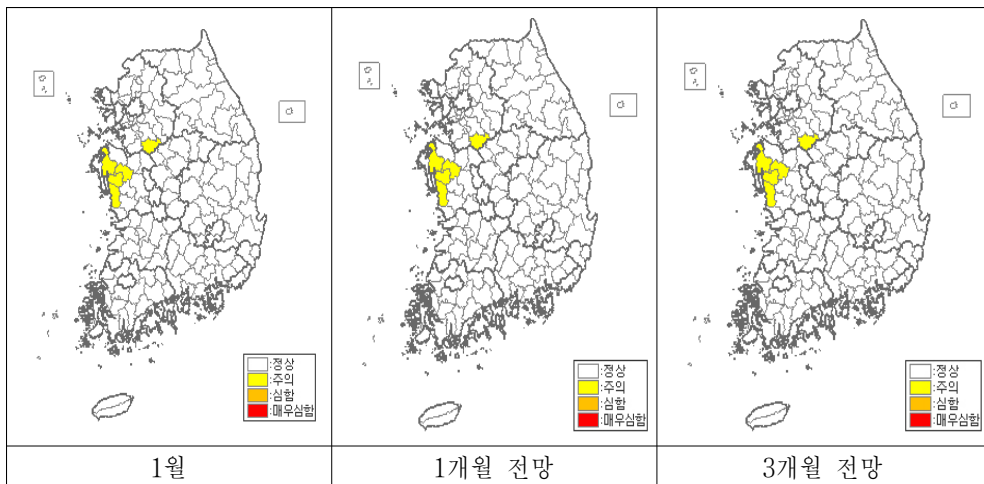
| 시·도 | 시·군 |
|--------|-----------------------------------|
| 경 기(7) | 군포시, 안성시, 화성시, 양주시, 포천시, 여주시, 연천군 |
| 전 북(4) | 익산시, 정읍시, 임실군, 고창군 |
| 전 남(6) | 담양군, 무안군, 함평군, 영광군, 완도군, 신안군 |
| 충 남(7) | 세종시, 보령시, 서산시, 논산시, 서천군, 홍성군, 예산군 |
| 경 북(2) | 달성군, 경주시 |
| 경 남(3) | 거제시, 남해군, 하동군 |

제 3 절 2017년 가뭄정보 분석

1. 가뭄 예·경보 및 저수율 현황

2017년의 국민안전처, 농식품부, 환경부, 국토부, 기상청 관련 가뭄 종합대책반에서 발표한 월별 전국의 공간적인 농업용수 가뭄 현황을 살펴보면 다음과 같다.

1월의 경우 경기도 안성시 및 충청남도 보령시, 서산시, 홍성군, 예산군의 지역이 가뭄 주의 예보를 발표하였으며 3개월 전망치도 동일한 지역에 주의 예보를 나타내고 있다. 이에 대한 공간적인 현황은 <그림 7-16>에 나타내었다.



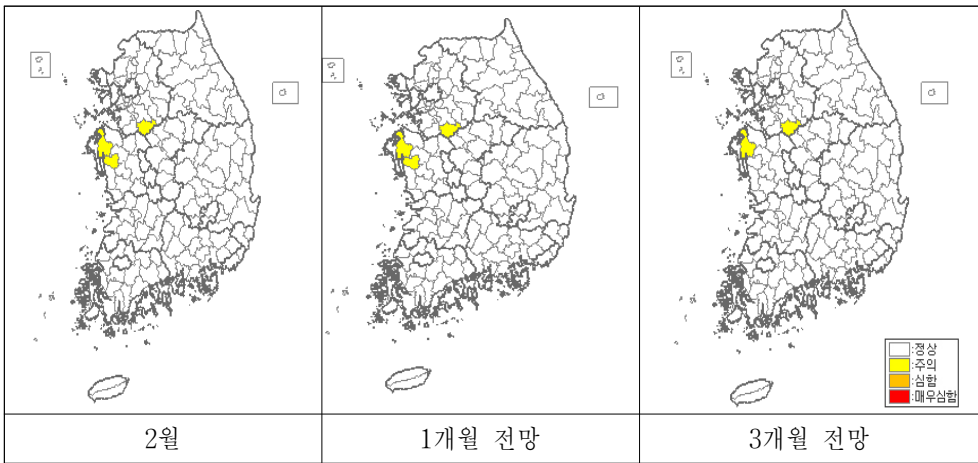
<그림 7-16> 1월 농업가뭄 예·경보 현황

그리고 2월 예보현황을 살펴보면 경기도 안성시 및 충청남도 서산시, 홍성군의 지역에 가뭄 주의 예보를 발표하였으며 3개월 전망치는 홍성군이 제외되었으며, 3월에서 5월까지의 가뭄 현황을 살펴보면 2월 비슷한 지역으로 가뭄 주의 예보를 나타내고 있으며 3개월 전망치에서도 경기도 일부와, 충청남도 보령시, 서산시, 홍성군, 예산군을 중심으로 주의 예보를 발표하였다. 결과는 <그림 7-17~20>에 나타내었다.

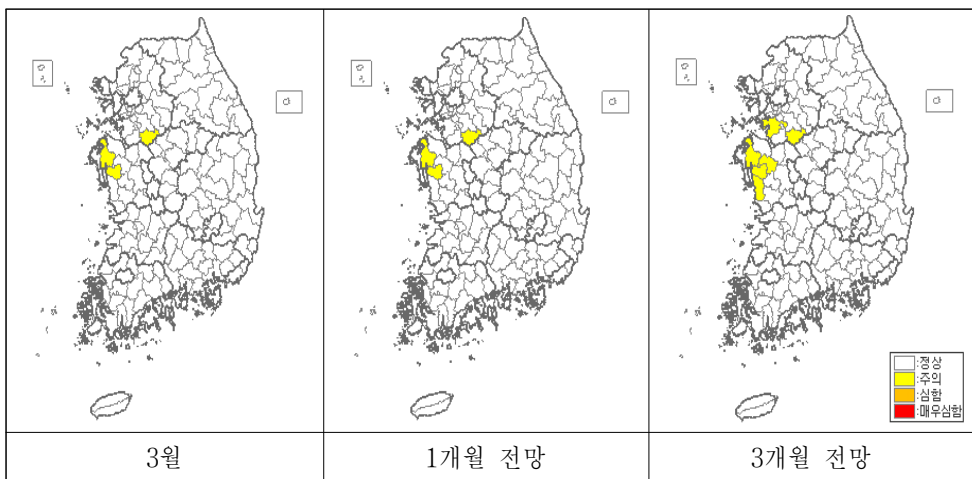
4월의 경우는 경기도 안성시, 화성시 및 충청남도는 서산시, 홍성군, 보령시, 예산군 지역에 주의 예보를 보이고 일부 지역은 심한 가뭄으로 발전해 나갈 것

으로 예보하고 있다.

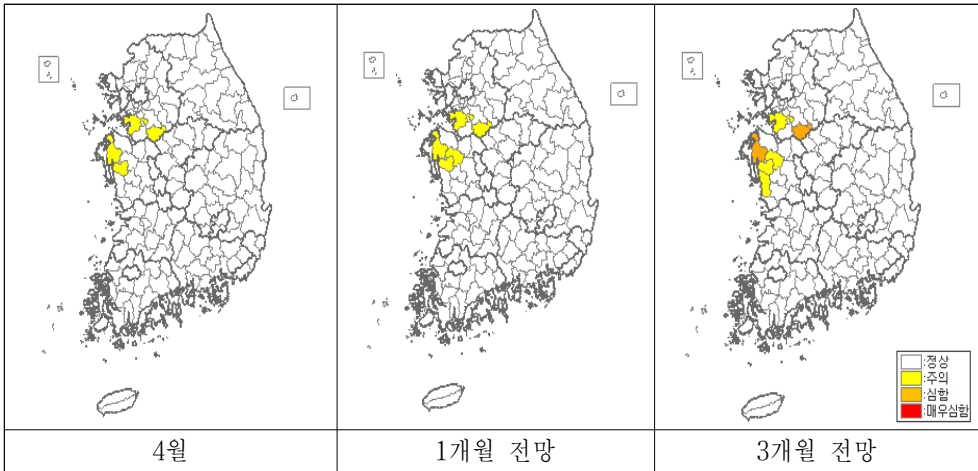
그리고 6월의 경우는 경기도 안성시, 평택시, 화성시 및 충청남도 서산시, 홍성군, 보령시, 예산군 지역에 주의 예보를 보이고 경기도 용인시, 안성시, 화성시 및 전라남도 광양시, 충청남도 서산시 등의 일부 지역은 1개월 전망치에서 심한 가뭄으로 발전해 나갈 것으로 예보하고 있는 현황을 <그림7-21>에서 확인 할 수 있다.



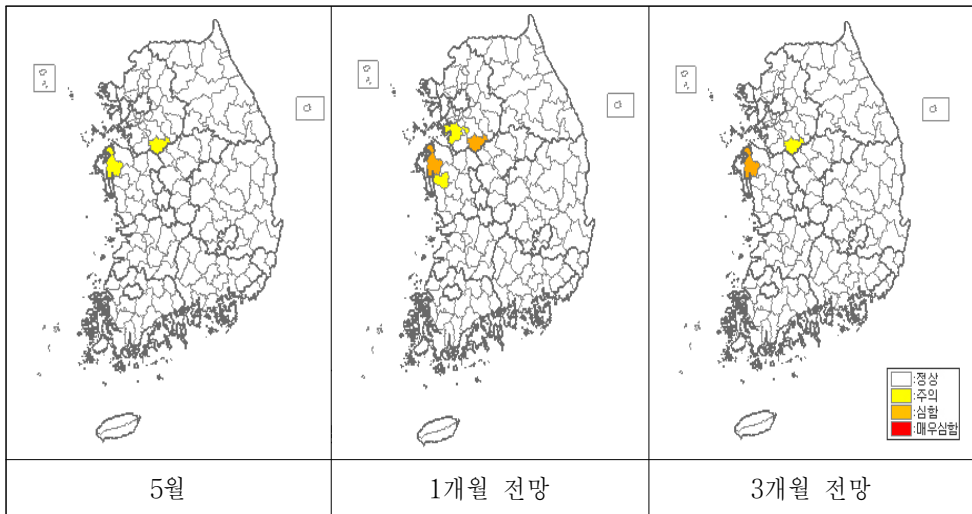
<그림 7-17> 2월 농업가뭄 예·경보 현황



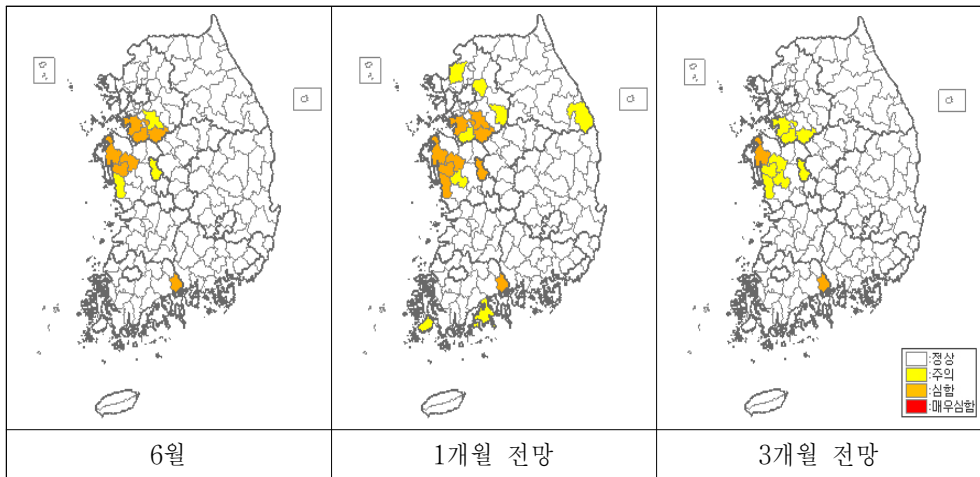
<그림 7-18> 3월 농업가뭄 예·경보 현황



〈그림 7-19〉 4월 농업가뭄 예·경보 현황

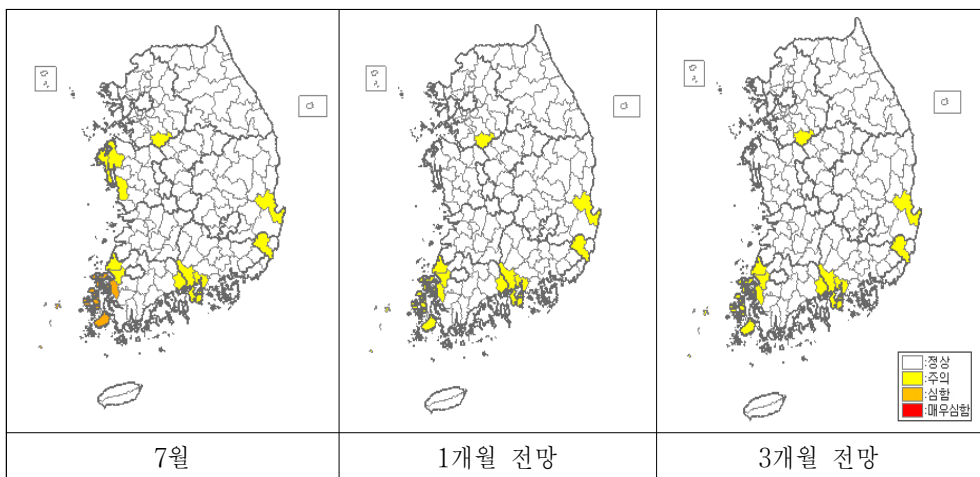


〈그림 7-20〉 5월 농업가뭄 예·경보 현황

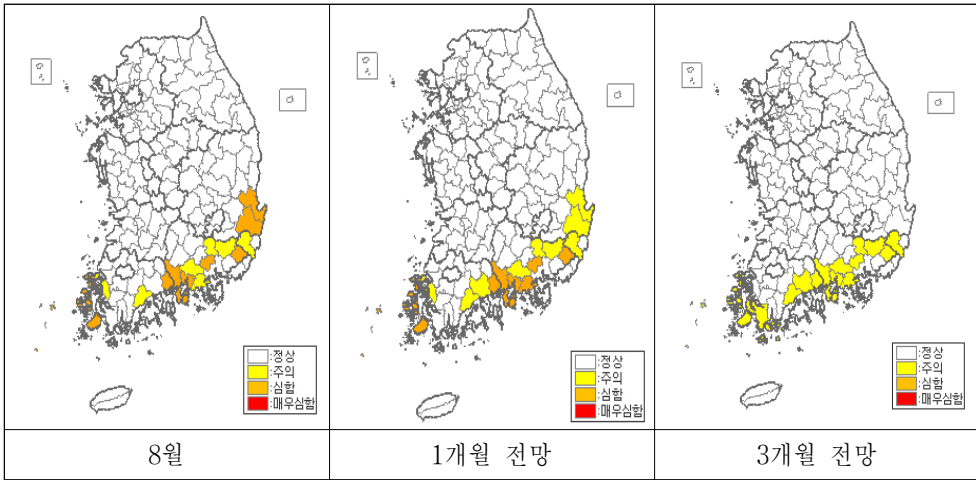


〈그림 7-21〉 6월 농업가뭄 예·경보 현황

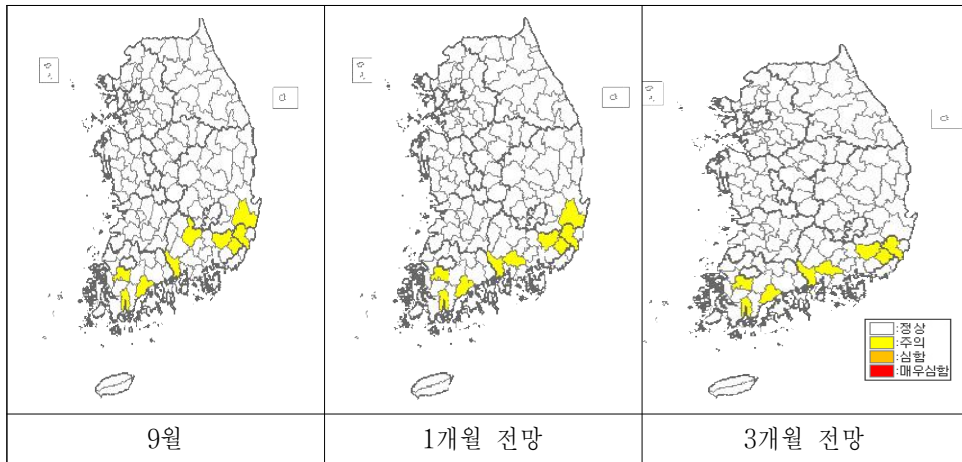
7월의 경우는 경기도 안성시는 동일하고 전라남도 광양시, 진도군, 신안군, 무안군, 함평군, 영광군과 경상북도는 포항시, 경상남도는 사천시, 남해군, 하동군으로 농업 가뭄이 발전해 나가는 것을 <그림 7-22>에서 확인 할 수 있으며, 8월~9월의 가뭄 현황은 경상북도 포항시, 경주시 및 경상남도는 진주시, 밀양시, 창녕군, 고성군으로 동해안에서 남해안 해안가로 농업가뭄이 7월에 비해 확대 발전하다가 9월에는 일부지역이 가뭄에서 해갈되는 현황을 <그림 7-23~24>에 나타내었다.



〈그림 7-22〉 7월 농업가뭄 예·경보 현황



〈그림 7-23〉 8월 농업가뭄 예·경보 현황



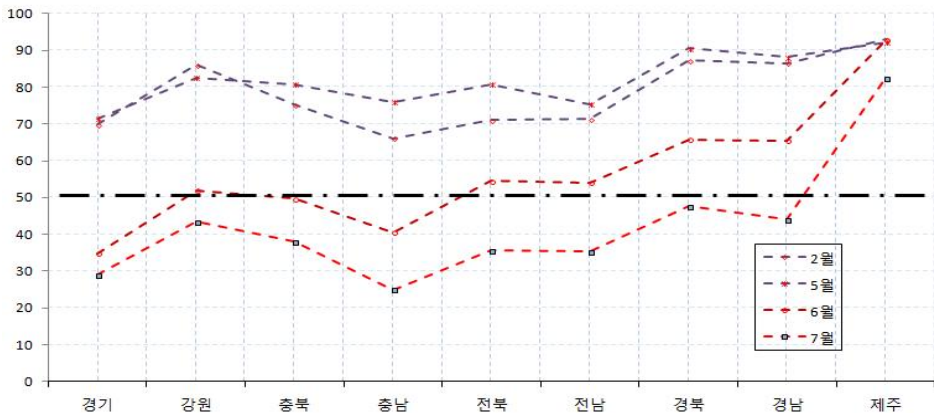
〈그림 7-24〉 9월 농업가뭄 예·경보 현황

전국 저수율을 살펴보면 1월과 2월의 전국평균 저수율은 평년에 조금 미치지 못하는 수준으로 나타났으나 6월, 7월은 경북 일부지역과 제주도를 제외하고는 평균 저수율은 50% 미만을 보이다가 8월의 전국 평균 저수율은 63.1%로 전남, 경남의 저수율이 50%미만으로 나타났으며 9월부터 전국 저수지의 저수율이 평년 저수율을 회복하고 있는 것을 (표 7-25) 및 <그림 7-35>에서 알 수 있다. 또한 경주지역의 가뭄기간 동안 강수량은 178.3mm로 평년 강수량 361.2mm의 49% 수준

으로 저수율은 52.3%로 평년 저수율 63.9%의 60.6%에 해당하고 있어 농작물의 피해가 우려 되고 있었다.

(표 7-30) 2017년 전국 월별(1월~9월) 저수율

| 구분 | 전국 | 경기 | 강원 | 충북 | 충남 | 전북 | 전남 | 경북 | 경남 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1월 | 73.7 | 67.3 | 85.1 | 72.9 | 62.5 | 69.9 | 69.8 | 86.9 | 86.7 |
| 평년 | 77.6 | 88.1 | 86.2 | 86.5 | 84.6 | 74.6 | 70.6 | 78.1 | 73.2 |
| 2월 | 75.0 | 69.5 | 86.1 | 75.3 | 66.1 | 71.3 | 70.5 | 87.5 | 86.6 |
| 평년 | 79.2 | 89.8 | 87.9 | 88.2 | 87.5 | 76.2 | 72.0 | 79.0 | 74.3 |
| 3월 | 77.4 | 71.3 | 86.4 | 77.8 | 70.0 | 75.3 | 72.5 | 88.3 | 87.1 |
| 평년 | 81.3 | 91.2 | 89.3 | 89.7 | 89.9 | 78.4 | 74.9 | 80.5 | 76.4 |
| 4월 | 79.3 | 73.1 | 87.6 | 80.1 | 73.3 | 78.5 | 73.4 | 89.2 | 87.8 |
| 평년 | 85.1 | 93.0 | 93.1 | 92.2 | 92.2 | 82.3 | 79.8 | 84.2 | 81.2 |
| 5월 | 80.4 | 71.1 | 82.6 | 80.8 | 75.8 | 80.8 | 74.6 | 90.5 | 88.4 |
| 평년 | 85.2 | 87.4 | 89.2 | 90.5 | 89.0 | 82.5 | 83.3 | 85.1 | 84.5 |
| 6월 | 53.3 | 34.5 | 52.1 | 49.8 | 40.3 | 53.7 | 53.2 | 65.5 | 65.4 |
| 평년 | 68.1 | 60.3 | 71.2 | 67.1 | 63.7 | 64.2 | 72.0 | 71.1 | 76.5 |
| 7월 | 36.4 | 28.7 | 43.4 | 38.1 | 24.8 | 33.8 | 34.4 | 47.3 | 43.4 |
| 평년 | 61.5 | 56.6 | 66.1 | 63.3 | 59.3 | 56.9 | 63.2 | 64.8 | 68.1 |
| 8월 | 56.8 | 76.7 | 85.4 | 91.6 | 68.5 | 53.6 | 40.1 | 55.5 | 39.9 |
| 평년 | 73.9 | 77.6 | 82.6 | 80.2 | 72.8 | 70.3 | 72.1 | 73.9 | 77.9 |
| 9월 | 66.5 | 78.0 | 96.7 | 92.7 | 81.7 | 66.5 | 48.4 | 65.7 | 51.8 |
| 평년 | 74.6 | 77.3 | 82.3 | 79.6 | 72.2 | 74.7 | 71.2 | 75.3 | 75.5 |



(그림 7-25) 2017년 전국 대표월별(2월, 5월, 6월, 7월) 저수율

2. 논 물마름 및 밭 시들음 면적

2017년 전국 논물마름 면적의 집계현황을 살펴보면 7,662ha로 재배면적의 1.0%이고 밭시들음 면적은 1,687ha로 0.3%로 집계 되었다. 이를 시·군별로 정리하여 (표 7-26)에 나타내었다.

시·군별로 논물마름면적은 전라남도 2,383ha, 충청남도 2,046ha, 경기도 2,020ha로 나타났다. 이는 앞에서 가뭄 예·경보 현황에서 살펴본 바와 같은 결과를 보이고 있다. 그리고 경상북도 및 경상남도는 부분적 가뭄으로 해당 시·군이 40여 개소에 걸쳐 넓은 분포를 보이고 있는 것으로 나타났다.

(표 7-31) 2017년 논·밭 가뭄면적 현황

| 시도 | 시군 | 논 | | 밭 | | 비 고 |
|----|------|---------|--------|---------|--------|-----|
| | | 재배면적 | 논물마름면적 | 재배면적 | 밭시들음면적 | |
| 계 | 153 | 756,318 | 7,862 | 609,163 | 1,687 | |
| 경기 | 31 | 77,025 | 2,020 | 74,494 | 427.0 | |
| | 수원시 | 384 | 18.0 | 400 | - | |
| | 고양시 | 1,038 | 1.0 | 2,565 | - | |
| | 성남시 | | | 610 | 14 | |
| | 용인시 | 3,037 | 63.0 | 3,682 | - | |
| | 부천시 | 268 | - | 253 | - | |
| | 안산시 | 512 | 20.0 | 758 | - | |
| | 남양주시 | 222 | 5.0 | 3,928 | - | |
| | 안양시 | | | 72 | - | |
| | 화성시 | 12,935 | 1,307 | 12,933 | 140 | |
| | 평택시 | 11,753 | 14.0 | 1,637 | 5 | |
| | 의정부시 | 66 | - | 310 | - | |
| | 시흥시 | 899 | 1.0 | 1,235 | - | |
| | 파주시 | 5,897 | - | 3,324 | - | |
| | 김포시 | 4,518 | 1.3 | 5,642 | - | |
| | 광명시 | 86 | - | 312 | - | |
| | 광주시 | 661 | 13.7 | 2,046 | 0.2 | |
| | 군포시 | 67 | 2.0 | 128 | - | |
| | 오산시 | 320 | 1.0 | 210 | - | |
| | 이천시 | 7,690 | 46.1 | 7,985 | 65 | |
| | 양주시 | 1,460 | 4.8 | 3,002 | - | |
| | 안성시 | 7,187 | 365.0 | 5,413 | 4 | |
| | 구리시 | | | 175 | - | |
| | 포천시 | 3,249 | 2.0 | 403 | 4 | |
| | 의왕시 | 60 | 2.0 | 676 | - | |
| | 하남시 | 3 | - | 134 | - | |
| | 여주시 | 7,325 | 22.0 | 6,883 | 1 | |
| | 양평군 | 3,290 | 93.0 | 3,926 | 180 | |
| | 동두천시 | 48 | 2.0 | 293 | - | |
| | 과천시 | 1 | - | 315 | - | |
| | 가평군 | 832 | 34.0 | 2,134 | 13 | |
| | 연천군 | 3,217 | 1.7 | 3,110 | - | |

(계속)

(표 7-31) 2017년 논·밭 가뭄면적 현황

| 시도 | 시군 | 논 | | 밭 | | 비고 |
|----|-----|--------|--------|--------|--------|----|
| | | 재배면적 | 논물마름면적 | 재배면적 | 밭시들음면적 | |
| 강원 | 18 | 30,173 | 30 | 42,697 | 34 | |
| | 춘천시 | 1,482 | - | 1,300 | - | |
| | 원주시 | 2,806 | 8.4 | 1,779 | 3 | |
| | 강릉시 | 2,271 | 8 | 3,283 | 2 | |
| | 동해시 | 170 | - | 760 | | |
| | 태백시 | - | - | 1,429 | - | |
| | 속초시 | 302 | - | 200 | | |
| | 삼척시 | 475 | - | 2,100 | | |
| | 홍천군 | 2,209 | 2 | 2,468 | 28 | |
| | 횡성군 | 2,267 | 7 | 2,692 | - | |
| | 영월군 | 395 | - | 3,347 | | |
| | 평창군 | 277 | - | 6,864 | | |
| | 정선군 | 184 | - | 6,864 | - | |
| | 철원군 | 10,080 | 2 | 770 | - | |
| | 화천군 | 575 | 1 | 1,070 | - | |
| | 양구군 | 1,342 | - | 2,465 | | |
| | 인제군 | 724 | - | 3,000 | | |
| | 고성군 | 2,855 | - | 1,564 | | |
| | 양양군 | 1,759 | 3 | 742 | 1 | |
| 충북 | 11 | 35,436 | 136.0 | 65,354 | 151.0 | |
| | 청주시 | 8,983 | 63.6 | 6,696 | 34.3 | |
| | 충주시 | 4,914 | 7.9 | 8,571 | 41.5 | |
| | 제천시 | 2,011 | 0.2 | 7,771 | 25.4 | |
| | 보은군 | 3,736 | 6.8 | 3,917 | 7.7 | |
| | 옥천군 | 1,957 | 9.6 | 5,451 | 12.4 | |
| | 영동군 | 1,199 | 6.1 | 7,861 | 1.0 | |
| | 증평군 | 1,030 | 4.5 | 928 | 1.4 | |
| | 진천군 | 4,185 | 12.4 | 3,140 | 2.9 | |
| | 괴산군 | 2,784 | 18.0 | 7,599 | 18.3 | |
| | 음성군 | 4,330 | 5.3 | 8,227 | 3.8 | |
| | 단양군 | 307 | 1.1 | 5,193 | 2.2 | |

(계속)

(표 7-31) 2017년 논·밭 가뭄면적 현황

| 시도 | 시군 | 논 | | 밭 | | 비 고 |
|----|-----|---------|---------|--------|--------|-----|
| | | 재배면적 | 논물마름면적 | 재배면적 | 밭시들음면적 | |
| 충남 | 15 | 131,152 | 2,046.0 | 63,669 | 574 | |
| | 천안시 | 5,361 | 42 | 7,076 | - | |
| | 공주시 | 5,807 | 205 | 2,920 | 15 | |
| | 보령시 | 8,592 | 285 | 3,580 | 25 | |
| | 아산시 | 8,807 | 180 | 4,633 | 78 | |
| | 서산시 | 18,208 | 256 | 5,538 | 131 | |
| | 논산시 | 10,846 | 6 | 7,043 | - | |
| | 계룡시 | 230 | - | 100 | - | |
| | 당진시 | 18,151 | 156 | 3,791 | - | |
| | 금산군 | 1,494 | 2 | 5,871 | - | |
| | 부여군 | 10,368 | 50 | 3,162 | 7 | |
| | 서천군 | 9,925 | - | 2,641 | - | |
| | 청양군 | 5,323 | 100 | 2,069 | 1 | |
| | 홍성군 | 8,775 | 412 | 3,561 | 176 | |
| | 예산군 | 10,799 | 72 | 6,893 | 19 | |
| | 태안군 | 8,466 | 280 | 4,791 | 122 | |
| 전북 | 14 | 115,579 | 171 | 58,386 | 120 | |
| | 전주시 | 2,718 | - | 1,934 | - | |
| | 군산시 | 12,146 | 10.0 | 1,364 | 20.0 | |
| | 익산시 | 16,203 | 18.0 | 5,210 | 3.0 | |
| | 정읍시 | 13,261 | | 8,491 | 2.0 | |
| | 남원시 | 8,905 | 5.0 | 3,526 | | |
| | 김제시 | 19,097 | 1.0 | 3,132 | 2.0 | |
| | 완주군 | 4,120 | - | 6,890 | 1.0 | |
| | 진안군 | 1,797 | 4.0 | 1,596 | 10.0 | |
| | 무주군 | 821 | 2.0 | 2,930 | 11.0 | |
| | 장수군 | 2,419 | 11.0 | 3,890 | 3.0 | |
| | 임실군 | 3,591 | 3.0 | 3,150 | 2.0 | |
| | 순창군 | 5,434 | 5.0 | 3,156 | 10.0 | |
| | 고창군 | 11,981 | 49.0 | 9,041 | 38.0 | |
| | 부안군 | 13,086 | 63.0 | 4,076 | 18.0 | |

(계속)

(표 7-31) 2017년 논·밭 가뭄면적 현황

| 시도 | 시군 | 논 | | 밭 | | 비 고 |
|-----|-----|---------|---------|---------|---------|-------|
| | | 재배면적 | 논물마름면적 | 재배면적 | 밭시들음면적 | |
| 전남 | 22 | 159,201 | 2,383.0 | 119,609 | - | |
| | 목포시 | 110 | | 543 | | |
| | 여수시 | 2,193 | | 5,624 | | |
| | 순천시 | 4,942 | | 7,487 | | |
| | 나주시 | 12,524 | 10 | 7,620 | | |
| | 광양시 | 1,287 | | 3,506 | | |
| | 담양군 | 5,568 | | 2,722 | | |
| | 곡성군 | 4,634 | | 3,242 | | |
| | 구례군 | 2,460 | 6 | 2,375 | | |
| | 고흥군 | 12,866 | 25 | 7,592 | | |
| | 보성군 | 7,943 | 6 | 5,741 | | |
| | 화순군 | 4,981 | | 3,972 | | |
| | 장흥군 | 8,242 | 5 | 2,216 | | |
| | 강진군 | 9,423 | 98 | 2,326 | | |
| | 해남군 | 19,121 | 24 | 12,627 | | |
| | 영암군 | 15,430 | 7 | 6,192 | | |
| | 무안군 | 8,848 | 732 | 10,330 | | |
| | 함평군 | 7,592 | 116 | 4,656 | | |
| | 영광군 | 9,656 | 328 | 5,524 | | |
| | 경북 | 22 | 126,819 | 749 | 146,464 | 375.0 |
| 포항시 | | 8,435 | 61 | 5,345 | 20 | |
| 경주시 | | 14,473 | 34 | 5,903 | 8 | |
| 김천시 | | 5,816 | 3 | 9,796 | 2 | |
| 안동시 | | 6,764 | 20 | 13,698 | 20 | |
| 구미시 | | 8,991 | 185 | 2,635 | 21 | |
| 영주시 | | 5,437 | 29 | 8,967 | 13 | |
| 영천시 | | 4,182 | | 10,302 | 10 | |
| 상주시 | | 13,941 | 185 | 12,308 | 161 | |
| 문경시 | | 5,024 | 4 | 6,305 | 3 | |
| 경산시 | | 1,226 | | 8,834 | | |
| 군위군 | | 3,030 | 6 | 4,273 | 2 | |
| 의성군 | | 10,505 | 38 | 10,390 | 8 | |
| 청송군 | | 1,424 | | 6,361 | | |

(계속)

(표 7-31) 2017년 논·밭 가뭄면적 현황

| 시도 | 시군 | 논 | | 밭 | | 비 고 |
|----|------|--------|--------|-------|--------|-----|
| | | 재배면적 | 논물마름면적 | 재배면적 | 밭시들음면적 | |
| 경북 | 영양군 | 1,439 | 10 | 4,875 | 18 | |
| | 영덕군 | 2,927 | 89 | 3,171 | | |
| | 청도군 | 2,948 | 31 | 7,423 | 50 | |
| | 고령군 | 4,520 | 26 | 1,417 | 1 | |
| | 성주군 | 6,079 | 10 | 2,432 | 37 | |
| | 칠곡군 | 2,816 | 2 | 3,293 | 1 | |
| | 예천군 | 10,157 | | 7,910 | | |
| | 봉화군 | 3,240 | 16 | 8,829 | | |
| | 울진군 | 3,445 | | 1,997 | | |
| | 경남 | 18 | 80,933 | 327.0 | 38,490 | 6 |
| | 창원시 | 5,589 | | 4,239 | | |
| | 진주시 | 4,968 | | 6,720 | | |
| | 통영시 | 364 | | 700 | | |
| | 사천시 | 1,968 | 51 | 1,826 | 1 | |
| | 김해시 | 8,622 | | 2,275 | | |
| | 밀양시 | 5,641 | | 1,950 | | |
| | 거제시 | 1,458 | 10 | 182 | | |
| | 양산시 | 916 | 2 | 1,290 | | |
| | 의령군 | 3,444 | | 534 | | |
| | 함안군 | 7,600 | | 1,700 | | |
| | 창녕군 | 5,924 | 23 | 2,718 | - | |
| | 고성군 | 5,500 | 13 | 410 | | |
| | 남해군 | 2,500 | 20 | 1,200 | | |
| | 하동군 | 4,188 | 1 | 1,612 | | |
| | 산청군 | 4,434 | | 2,591 | | |
| | 함양군 | 6,626 | 48 | 3,431 | 5 | |
| | 거창군 | 4,480 | 54 | 1,863 | | |
| | 합천군 | 6,711 | 105 | 3,249 | | |
| 제주 | 2 | - | - | - | - | |
| | 제주시 | | | | | |
| | 서귀포시 | | | | | |

제 8 장

결론

농업가뭄 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

제 8 장 결 론

가뭄에 대한 예측·예방 기법이 여러 연구를 통하여 다양하게 개발되어 왔으나 최근 빈번한 가뭄 발생으로 농업가뭄의 피해 영향을 평가하여 이를 지역별 농업가뭄의 위험과 피해에 대하여 정량적으로 피해액을 추정하여 가뭄대책 업무에 반영하는 실용화 방안이 요구되고 있다. 또한, 정량적인 가뭄피해 평가의 기준이나 피해평가 사례가 없어 가뭄에 대한 사전대책 및 항구적 대책의 효용성에 대한 의문이 제기되기도 한다.

따라서 본 연구에서는 농업가뭄피해의 정량적 평가 기법을 정립하고 피해 영향을 추정하여 가뭄대책 업무의 효과를 검토하고 가뭄 단계별 피해 영향을 파악하여 항구적 또는 선제적 가뭄대책 업무에 반영하는 실용화 방안 마련을 위한 초석이 될 것으로 판단된다.

1. 농업가뭄과 대책

가. 2000년대에 들어서는 기후변화에 따라 가뭄의 빈도 및 강도가 증가하고 있는 추세이다. 특히 지역별 및 계절적으로 강수량의 발생 편차가 심하게 발생하고 있는 실정이다.

2015년도에는 연강수량이 평년대비 73%로 절대적으로 강수량이 적었으며 연 강수량이 평년대비 72%로 역대 최저 3위를 기록하고 있으며, 2017년의 경우 1월부터 전국 평균 저수율이 평년에 조금 미치지 못하는 수준으로 나타나 7월까지 저수율이 떨어지는 현상을 보이다가 9월에야 전국 평균 저수율이 평년 저수율을 회복 하였다. 따라서 농업가뭄의 대부분의 원인으로 강우부족에 따른 저수율 등의 부족으로 판단된다.

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 수립하였다. 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.

- 다. 농업가뭄 대책으로 사전대책과 항구적 대책 즉 평시대책으로 구분되며 가뭄발생 예측에 따른 사전 및 항구적 대책은 병행 시행되는 경우가 많다. 이러한 이유는 사전대책에 따른 가뭄 과급효과를 미리 저지하는 효과가 있으며 항구적 대책은 가뭄우심지역 중심으로 시행되기 때문에 병행시 가뭄극복의 극대화 효과가 발생하기 때문이다.

2015년 가뭄대책으로 저수지 준설사업, 관정, 양수장, 용수시설 등을 추진하였으며 가뭄대책비로 약 1,700억원의 예산을 투입하였으며 2016년에는 가뭄대책비로 약 400억원의 예산이 투입되었고 2017년에는 국고 및 지방비를 포함하여 723억 정도의 예산이 투입되었다.

2. 기후변화에 따른 물 현황

- 가. 2008년 IPCC의 관측과 예측은 담수 자원이 기후변화에 강하게 영향을 받을 것이라는 잠재성과 인간사회와 생태계에도 광범위한 영향을 주리라는 많은 증거를 제시하고 있다. 물 관련 주요내용은 건조지역 증가에 따른 식량의 안정성에 대한 위협성과 물 공급의 신뢰성 감소, 사회·경제적 영향 등이다.

- 나. 기후변화의 영향은 물에 대해 가장 심하고 시급하다. 우리나라의 수자원 관리 체계는 기후변화를 극복하기에는 융통성이 부족하고, 용수공급능력이 부족한 실정이다.

하천수 취수 증가, 지하수 과다사용, 불투수 면적 증가 등 복합적 원인에 따라 중소 하천이 갈수기에 고갈되고 있다. 기후변화는 수자원 계획 수립에 불확실성을 증대시키고 가뭄 등 극심한 자연 재해의 대비책 마련에 어려움을 가중시키고 최근 기후변화로 가뭄의 발생 빈도와 강도가 커지고 있는 실정이다. 기후변화는 강수패턴의 양적 측면뿐만 아니라 시공간적 특성에 큰 영향을 미치고 있다.

3. 국내외 농업가뭄 피해 분석 기법 검토

가. 가뭄으로 인한 물 부족으로 나타나는 경제적인 파급효과는 직접적인 피해와 간접적인 피해로 분류할 수 있다.

직접적인 피해는 물이 부족하여 발생 하는 직접적인 피해 즉 작물 생산량 감소, 농가 후생 감소 등이고, 간접적인 피해는 물이 부족하여 발생하는 파급효과인 고용량 감소, 연관 산업 경제적 손실, 농업·농촌 다원적 기능 상실에 의한 피해이다.

피해 측정에 있어서 시장 유형과 비시장 유형으로 구분 가능하다. 시장 유형에는 작물생산 감소, 고용량 감소, 연관산업 경제적 손실 등이 있고, 비시장 유형에는 농촌용수 공급 제한으로 인한 농가의 후생 감소, 동식물, 어류 서식지 파괴, 가축 질병 발생, 농업·농촌의 다원적 기능 상실 등이 있다.

나. 농업가뭄으로 인한 작물생산량 감소(직접피해액) 효과를 파악하기 위해 시장가치평가법, 생산함수 접근법과 회피비용 접근법 등이 있고, 간접 피해 효과를 파악하는 방법론으로는 투입산출/산업연관분석법, 연산가능 일반균형분석, 수문-경제 결합 모델 등이 있다.

* 여기서의 농업가뭄이란 논(쌀), 밭작물(고구마, 감자, 고추, 콩, 마늘)에 대한 작물생산량 감소에 따른 직접적인 영향과 연관산업의 경제적 손실 즉 간접적인 영향과 고용감소 효과를 고려한 것

다. 본 연구에서 직접 피해액 추정을 위해 생산함수 접근법과 회피비용 접근법을 이용하였으며 간접피해액 추정을 위해 지역간 산업연관분석법을 활용하였다. 생산함수접근법은 가뭄으로 인한 농업 작물생산 감소에 미치는 영향을 측정할 수 있고, 회피비용 접근법은 생산함수 접근법의 특수한 경우로 생산함수식에 '회피 투입재(본 연구에서는 가뭄대책활동)'를 추가한 형태로 가뭄대책 활동이 농업가뭄피해 저감에 미치는 영향을 평가할 수 있다.

라. 간접피해(파급효과)를 추정하기 위해 지역간산업연관분석 모형을 통해 산출물의 변화(가뭄으로 인한 생산액 변화)가 기타 경제부문에 미치는 영향을 분석할 수 있다. 본 연구에서는 농업가뭄 피해 유형 중 시장에서 추정이 가능한 직·간접적 피해만을 중심으로 농업피해액을 추정하였다. 따라서 본 연구에서 추정된 분석결과는 실제 농업가뭄으로 발생하는 모든 피해를 포함하지 못하기 때문에 추정된 피해액은 농업가뭄으로 인한 발생가능한

모든 피해액이 아니고 일부분임을 밝힌다.

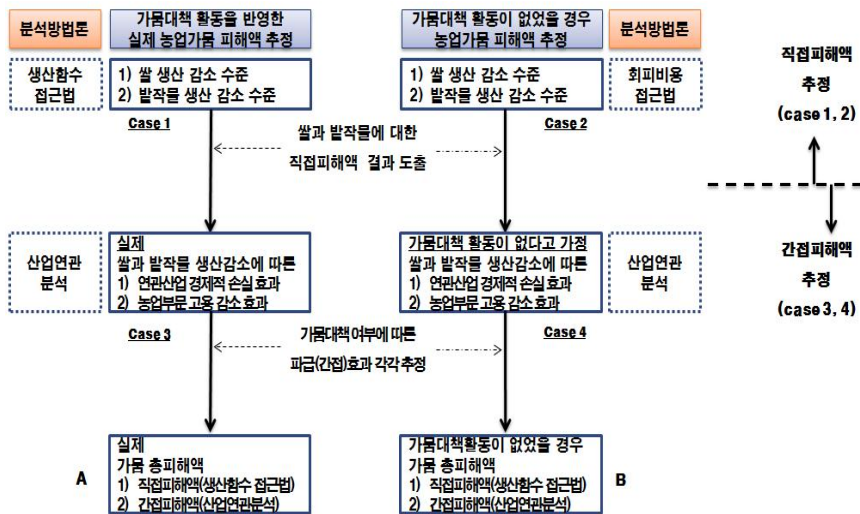
* 농업가뭄으로 인한 피해 중 시장에서 평가가 어려운 동식물 및 어류 서식지 파괴, 생물다양성 감소, 농업·농촌의 다원적 기능 상실 등의 영향은 본 가뭄피해 영향 평가에서 제외하였다. 또한 직접적인 피해 중에서도 축산부문은 제외하고 가뭄으로 인한 작물 생산량 감소만을 고려하였다. 그리고 발작물의 경우 통계적으로 유의하지 못하였다.

4. 농업가뭄으로 인한 피해액 추정

가. 가뭄으로 인한 농업부문의 직접적 피해액을 추정은 생산함수접근법을 이용하여 논(쌀), 밭(밭작물)별로 구분하여 2015년도 기준 실제 가뭄 피해액(생산량 감소) 추정하였으며 밭작물은 고추, 콩, 고구마, 감자, 마늘을 주요 가뭄 피해 밭작물로 선정하였다. 그리고 회피비용 접근법을 활용하여 가뭄대책 활동이 없었을 경우의 논(쌀), 밭(밭작물) 직접피해액을 추정하였다.

나. 그리고 가뭄으로 인한 농업부문의 간접적 피해액 추정은 가뭄대책비가 투입된 경우와 가뭄대책 활동이 없었을 경우로 구분하여 각각 연관산업 경제적 손실(생산 감소)과 고용 감소에 미치는 효과를 추정하였다.

다. 따라서 직접피해(농업생산액 감소 효과)와 간접피해(연관산업의 경제적 손실과 고용에 미치는 영향)를 각각 합산하여 농업가뭄 발생에 따른 총 피해액을 추정하였다. 분석 흐름도는 다음과 같다.



- 라. 농업가뭄 피해액 추정결과 가뭄 영향으로 인한 직접 피해액, 간접피해액을 합한 총피해액으로 구분되고 또한 고용감소 효과도 나타나고 있는 최종 화면을 나타내었다.

| 시도명 | 직접피해액(천원) | 간접피해액(천원) | 총피해액(천원) | 고용감소효과(명) |
|-----|-----------|-----------|----------|-----------|
| 전국 | 797 | 568 | 605 | 16 |

- 마. 그리고 해당지역의 가뭄 예측과 가뭄이 심화됨에 따른 논(쌀)과 밭(고추, 고구마, 감자, 콩, 마늘)의 단수의 영향에 따른 농업가뭄 직접피해액 추정결과 화면은 가뭄이 일일 심화됨에 따른 영향으로 시·군별로 나타내었다. 여기서 가뭄 심화가 발생하는 해당지역의 작물 단수 피해 추정액을 참고하여 가뭄에 대비토록 하기 위해서 자료를 분석·조회 가능토록 한 화면은 다음과 같다.

| 시군명 | 행정동읍도 | 년도 | 논피해액(천원) | 밭피해액(천원) | 논벼손실액 | 밭벼손실액 | 면적 | 밭단수 |
|---------|-------|------|--------------|---------------|--------------|-------------|----------|--------|
| 해산군 | 44810 | 2015 | 827419991.77 | 480202269.81 | 115679013.16 | 7473026.50 | 10958.00 | 609.00 |
| 인천(경제회) | 28000 | 2015 | 811422088.31 | 0.00 | 91205922.42 | 0.00 | 10524.00 | 500.00 |
| 세산시 | 44210 | 2015 | 537249747.12 | 1904135408.30 | 190911779.23 | 86232712.71 | 20136.00 | 547.00 |
| 공주시 | 44150 | 2015 | 524598432.03 | 629028320.73 | 77961824.11 | 15063881.74 | 8178.00 | 550.00 |
| 김포시 | 41570 | 2015 | 411465321.27 | 0.00 | 44729381.11 | 0.00 | 5060.00 | 510.00 |
| 부여군 | 44760 | 2015 | 396132449.18 | 30403344.45 | 105732311.53 | 851268.66 | 10893.00 | 560.00 |
| 보은군 | 43720 | 2015 | 334458514.87 | 256253278.96 | 37971060.39 | 5930520.02 | 4027.00 | 544.00 |
| 홍성군 | 44800 | 2015 | 267216002.64 | 381831163.49 | 8833059.41 | 9827677.50 | 9168.00 | 556.00 |
| 고양시 | 41280 | 2015 | 94042874.64 | 229912509.52 | 9045367.28 | 2558838.92 | 1076.00 | 485.00 |
| 동해군 | 43745 | 2015 | 88131290.35 | 74775812.40 | 11262250.12 | 1642455.53 | 1240.00 | 524.00 |
| 영양군 | 44790 | 2015 | 66193234.88 | 183109403.94 | 59011982.43 | 4051976.81 | 6247.00 | 545.00 |
| 가평군 | 41820 | 2015 | 64408219.52 | 153937750.72 | 9407227.04 | 2153081.57 | 1079.00 | 503.00 |
| 화성시 | 41590 | 2015 | 55705617.23 | 0.00 | 118260906.14 | 0.00 | 12996.00 | 525.00 |

바. 피해액 추정결과 2015년 가뭄으로 인한 직접 피해액은 795.80억원, 간접 피해액은 연관산업 경제적 손실 362.50억원이다. 그리고 고용감소 효과는 3,681명으로 산정되었다. 또한 2015년 가뭄대책 활동이 없었다면 가뭄 직접피해액은 1,319.50억원이고, 파급효과(간접피해액)는 1,084.0억원이며 고용감소는 6,406명으로 산정되었다.

사. 따라서 2015년 전체 가뭄대책 효과 즉 직·간접적 피해 감소는 1,245.30억원 이고 고용효과는 2,725명인 결과로 분석되어 2015년 근로자 평균연봉 3,281만원 고려할 경우 고용효과는 894.07억원으로 전체 피해액은 2,139.00 억원이며 2015년 가뭄대책비가 1,700.40억원이 투입 되었으므로 B/C값은 약 1.26인 것으로 분석되었다. 그리고 고용효과를 제외 할 경우 B/C는 0.73이다.

* 하지만, B/C값에는 농작물 생산감소(직접피해)와 연관산업 경제적 손실(간접피해)만을 반영한 결과이고, 가뭄으로 인한 축산물 생산감소 및 비시장(가축질병 발생, 농업·농촌 다원적 기능저하, 생물다양성 감소, 농가 후생 감소) 부문에 대한 가치 부문을 반영 하지 않은 수치이다. 만약 가뭄으로 인한 축산업 피해와 비시장 가치 요인을 반영할 경우 B/C는 더욱 높아질 것이다.

| 구 분 | 직접피해액 (억원) | 간접피해액(백만원) | | 총 피해액 (고용감소) |
|--------------------|----------------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| | | 연관산업손실 | 고용감소효과 (명) | |
| 가뭄대책 활동 반영 (A) | 795.80 (case 1) | 362.50 (case 3) | 3,681 (case 3) | 2,366.03 (1,207.73) |
| 가뭄대책 활동 미반영 (B) | 1,319.50 (case 3) | 1,084.0 (case 4) | 6,406 (case 4) | 4,505.30 (2,101.80) |
| 가뭄대책 효과 (B-A) | 523.7 | 721.5 | 2,725 | 2,139.30 (894.10) |

아. 만약, 2001년 이후 2015년까지 가뭄대응 정책 노력이 없었다고 가정하면, 2015년 쌀 생산에 있어 약 5,370억 원 수준으로 가뭄 피해가 발생하였을 것이며. 간접적 피해액까지 고려할 경우 전체 피해액은 7,194억 원 수준 이고, 고용감소 효과는 2만 2,877명이 발생하였을 것이다. 따라서 2001년 ~2015년 기간 동안 정부의 정책적 노력으로 농가의 가뭄 대응 능력이 향상되었으며 이러한 정부의 농업가뭄 대책은 가뭄 발생한 해에 영향을 미칠 뿐만 아니라 장기적으로 농가들의 가뭄대응 능력을 향상시킨 결과로

판단된다. 2015년 기준 가뭄의 영향으로 쌀 직접피해가 153.8억 수준에 불과한 것은 이러한 이유일 것이다.

- 자. 앞에서 살펴본 바와 같이 연구기간 및 자료의 제약으로 실제 농업가뭄으로 인해 발생하는 모든 피해를 포함하지 못하고 있다. 따라서 정확한 가뭄 피해액을 추정하기 위해서는 정밀하고 많은 데이터 축적이 요구된다. 미국의 SWAP모형처럼 수문학적 모형과 경제학적 최적화 모형을 연계한 고도화된 가뭄 피해 모형 구축을 위해 지속적으로 모형 및 자료가 보완되어야 할 것이다.

5. 과거 농업가뭄 피해 DB 구축

가. 가뭄피해 관련 자료수집

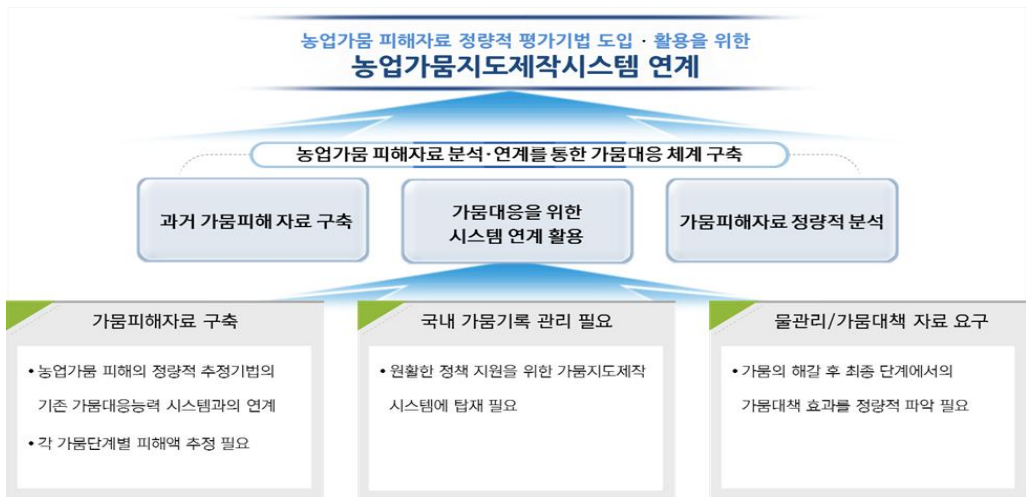
- 가뭄대응백서(농림축산식품부)
 - 농업생산기반정비사업 통계연보(한국농어촌공사)
 - 가뭄피해 및 대책현황(농림축산식품부)
 - 농업생산량(통계청)
 - 농업재해보험 피해신고내역(농협손해보험)
 - 기상정보(기상청)
 - 농작물별 ha당 단수, 작물벼 피해면적, 농작물물별 가뭄주의(심각)일수, 농작물별 추세 일수 등
- 농업 및 기상관련 자료를 수집 및 분석하고 정량적 평가 기법을 위해 DB화 하였다.

- 나. 농업가뭄 피해자료 DB구축 절차는 원시자료를 수집 및 분석하는 단계, 입력 단계, 입력된 도형 및 속성데이터를 공간정보로 적정하게 변환되었는지를 확인하는 구조화 단계, 공간정보를 이용한 데이터베이스의 구축을 데이터베이스 설계서와 동일하게 업 로딩하는 로딩 단계로 이루어져 있다.

- 다. 농업가뭄 피해액 추정을 위한 피해자료 DB 구축을 위하여 지속지적인 자료 수집 이 필요하며 자료수집 양식은 다음과 같다. 생산단수 자료는 10ha당 kg을 ha당 단위로 환산하여야 한다

| 시군별 | 경지면적 (ha) | 논피해조사 | | | 밭작물피해조사 | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-------------|---------------|-----------|-------------|-------------|---|-----|----|
| | | 재배면적 (ha) | 논물마름 면적(ha) | 생산 단수 (kg/ha) | 재배면적 (ha) | 밭시들음 면적(ha) | 생산단수(kg/ha) | | | |
| | | | | | | | 고추 | 콩 | 고구마 | 감자 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

라. 농업가뭄 피해자료 DB를 현재 운용중인 농업가뭄지도제작시스템에 연계하여 가뭄 피해자료 분석 및 정량적 평가와 각 가뭄단계별 가뭄 피해 영향 추정, 가뭄 해갈 후 가뭄대책의 효과를 정량적으로 파악 가능한 정보를 제공하는 방식으로 구축하여 자료 관리에 편리 하도록 하였다.

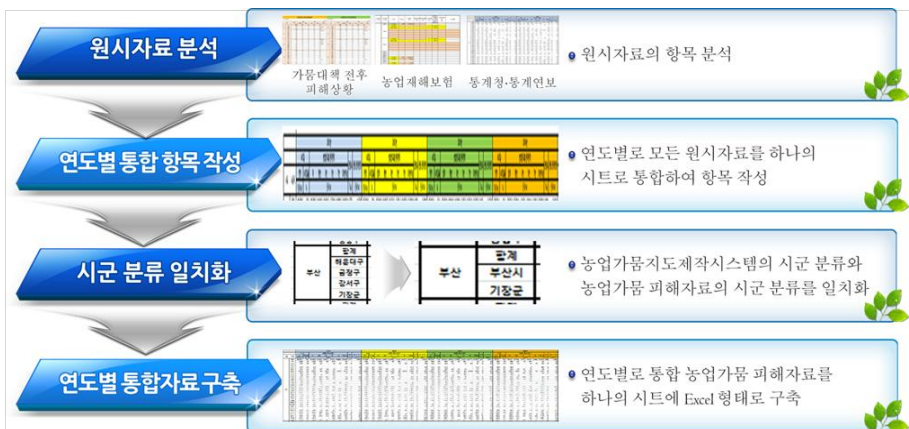


마. 농업가뭄 피해의 정량적 평가기법의 모듈을 농업가뭄지도제작시스템과 연계를 수행하면서 연도별 행정구역별 농작물의 영농상황 기본정보를 바탕으로 하여 논 작물, 밭작물의 피해정보와 정량적 평가 기법 산출식을 복합적으로 분석하여 현재 운용 및 고도화 중인 농업가뭄지도제작 시스템과의 연계 작업을 통해 구축하였다.

바. 또한 농업가뭄지도제작시스템을 분석하여 구축된 데이터베이스를 연계 하였으며 구축된 가뭄피해 데이터베이스를 검색조건에 의한 텍스트 검색

및 GIS기반의 조회 기능 구현 그리고 향후의 가뭄피해 자료를 사용자가 편리하게 업로드 할 수 있는 기능을 구현하여 본 연구를 통해서 구현된 데이터베이스 및 시스템의 지속적 사용이 가능하도록 하였다.

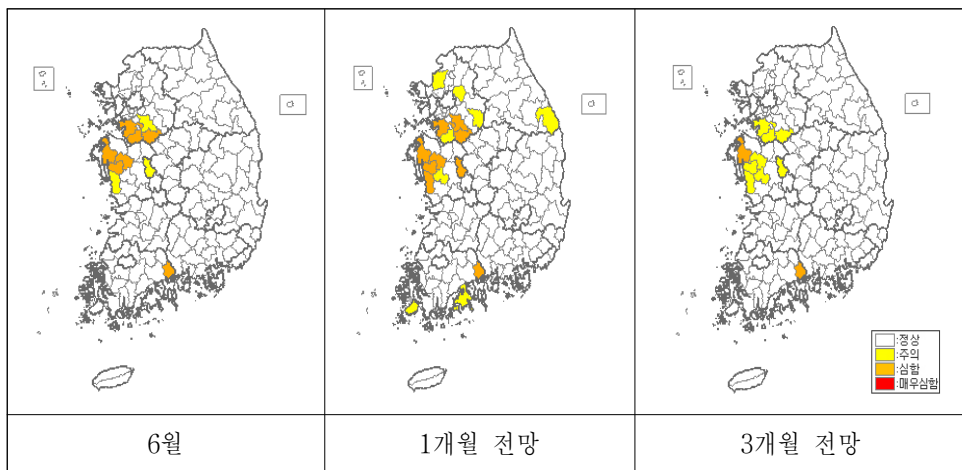
- 사. 최종적으로 농업가뭄 피해 자료와 정량적 평가 기법 적용된 자료의 전산화된 데이터베이스 구축은 향후 정량적 평가의 기초자료로 활용될 것이며 이는 농업가뭄 피해 자료 기반의 정량적 평가를 통하여 적절한 가뭄 대책을 수립하는데 많이 활용될 것이며 장기적으로 시스템 운용을 통한 농업가뭄 피해 자료의 축적은 농업 가뭄피해 정량적 평가 기법의 발전에 기여할 것으로 보인다.



6. 과거 농업가뭄 피해지역 추정

- 가. 2015년도 저수율을 통한 농업가뭄피해지역의 추정결과 가뭄예측 시군 18개, 실제 피해조사지역 24개였으며 9개(50%)의 시군이 피해조사 지역과 중첩되었고 2016년도 저수율을 통한 농업가뭄피해지역의 추정결과 가뭄예측 시군 73개, 실제 피해조사지역 57개였으며 57개(52%)의 시군이 피해조사 지역과 중첩되었다.
- 나. 실제 피해조사지역과 저수율에 따른 가뭄피해 예측지역의 차이 발생이 커진 원인은 현장과의 피드백을 제외한 상황에서 분석되었기 때문이며 참고적으로 가뭄지원단에서 국민안전처에 예측자료 전송시 현장과의 피드백을 통해 80% 이상의 예측 결과를 제시하고 있다.

다. 2017년의 국민안전처, 농식품부, 환경부, 국토부, 기상청 관련 가뭄 종합 대책반에서 표준강지수, 저수율자료를 바탕으로 발표한 월별 전국의 공간적인 농업 용수 가뭄 현황을 살펴보면 3월에서 6월까지의 경기도 일부와, 충청남도 보령시, 서산시, 홍성군, 예산군을 중심으로 주의 예보를 발표하였으며 경상북도는 포항시, 경상남도는 사천시, 남해군, 하동군으로 농업 가뭄이 발전해 나가는 것을 확인할 수 있었다



라. 또한 2017년 경주지역의 가뭄기간 동안 강수량은 178.3mm로 평년 강수량 361.2mm의 49% 수준으로 저수율은 52.3%로 평년 저수율 63.9%의 60.6%에 해당하고 있어 농작물의 피해가 우려 되고 있는 실정이었다.

7. 기대효과

가. 과거 농업가뭄 피해의 주요 요소의 DB 구축으로 가뭄 피해에 대한 직·간접적인 정량적 평가가 이루어진다면 시행되고 있는 농업 가뭄의 종합적인 대응체계에 대한 사회·경제적 파급효과에 대한 가치를 재평가하는 기회이면서, 향후 농업가뭄 대책에 대한 정책의 효율성을 다시 검토하는 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

나. 그리고 신속하고 체계적이며 합리적인 단계별 농업가뭄 대처 및 사전 가뭄 대책 방안에 기반을 마련하여 선제적 가뭄대책 등 지속적인 항구적 농업 가뭄 대책 수립 등의 사업이 현실 경제에서 발생하는 실질적 경제적 가치가

어느 정도이며 또한 과생되는 경제적 효과를 검토 할 수 있는 기회가 될 것이다.

- 다. 따라서 가뭄피해에 대한 정량적 직접 경제적 영향과 과급효과를 고려한 가뭄대책 제안 및 항구적 가뭄대책 수립에 활용하여 가뭄피해를 저감 하는데 기여를 할 것으로 판단된다.

▶ 참고문헌

- 최홍식 외. 2009. 가뭄·황사·한파·폭염·산불재난 피해액 산정기준 등 제도화 방안 연구. 소방방재청
- 배철민. 2015. 가뭄현장을 가다. 위터저널
- 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. 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. 한국관계배수 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
- 권오상·김창길(2008), “기후변화가 쌀 단수변화에 미치는 영향: 비모수적 및 준모수적 분석,” 『농업경제연구』, 49(4), 45-64
- 정여민·음형일(2015), “고해상도 격자 기후자료 내 이상 기후변수 수정을 위한 통계적 보간법 적용”, Journal of Climate Change Research 6(4), 331-344
- 조현경·조은빛·권오상·노재선(2013), “기후변수와 쌀 생산성: 패널 지역자료를 이용한 준모수적 분석,” 『농업경제연구』, 54(3), 71-94
- 조현경·권오상(2014), “재배시기별 기후변수가 논벼의 단위면적당 생산성과 변동성에 미치는 영향 분석,” 『농업경제연구』, 55(3), 115-140
- 채광석·김홍상·임영아·김부영(2016), 『가뭄으로 인한 농업피해액 계측 연구』, 한국농촌경제연구원
- IPCC. 2014. wp 5차평가보고서 제3실무그룹 “기후변화 2014: 기후변화의 완화” 정책결정자를 위한 요약문 한글 번역본. 한국에너지기술연구원 번역.
- 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

- Dechênes, O., and Greenstone, M. (2007). The economic impacts of climate change: Evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. *American Economic Review*, 97(1), 354-385
- 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*, 52(3), 749-798
- Kleibergen, F. and Paap, R. (2006). Generalized Reduced Rank Tests Using the Singular Value Decomposition. *Journal of Econometrics*, 133, 97-126.
- Schlenker, W., & Robert, M. J., (2006). Nonlinear Effects of Weather on Corn Yields, *Review of Agricultural Economics*, 28(3), 391-398
- Schlenker, W., & Robert, M. J., (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change, *PNAS*, 106(37), 15594 - 15598
- 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*, 95(2): 236-243.
- Wooldridge, J.M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, MA: MIT Press.

부 록



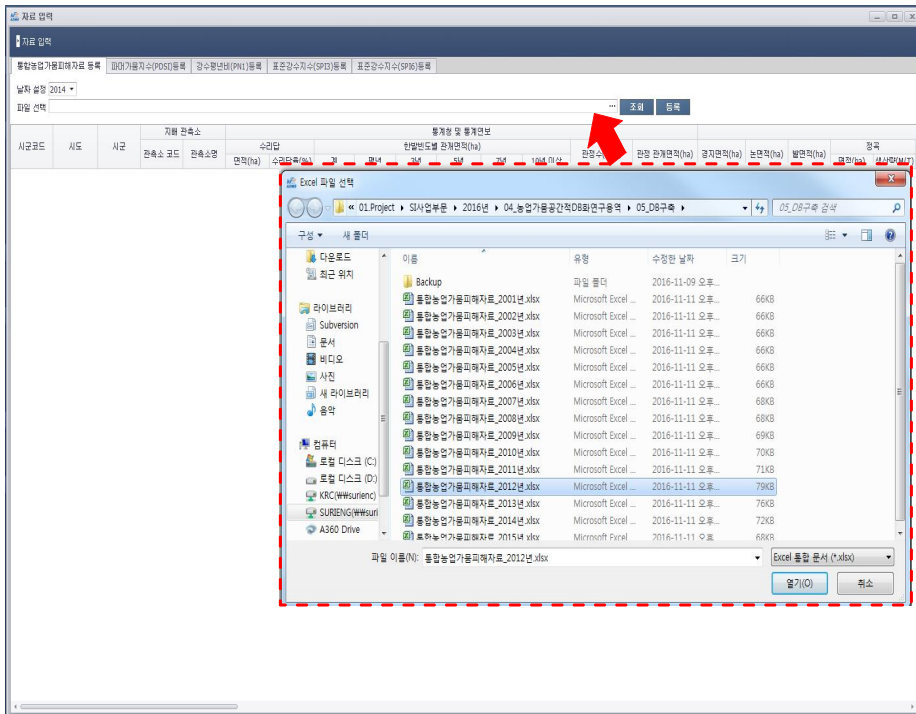
농업기물피해 DR 사용 매뉴얼

농업기물 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

농업가물 피해자료 등록

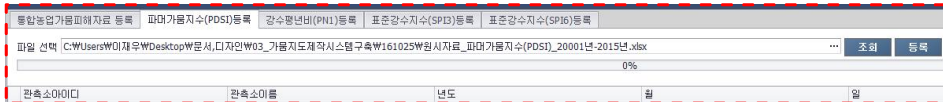
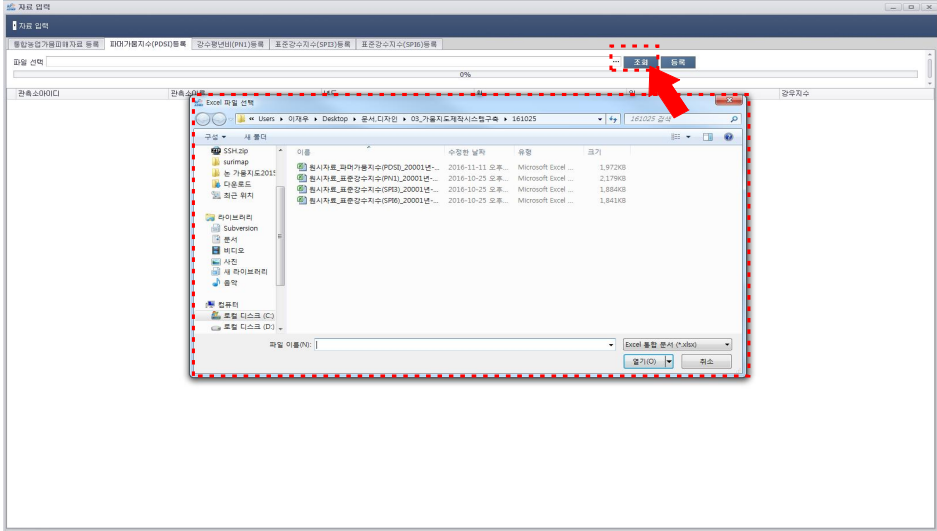
1. 통합농업가물피해자료 등록

① 자료의 해당 년도를 선택하고 파일을 선택한다.

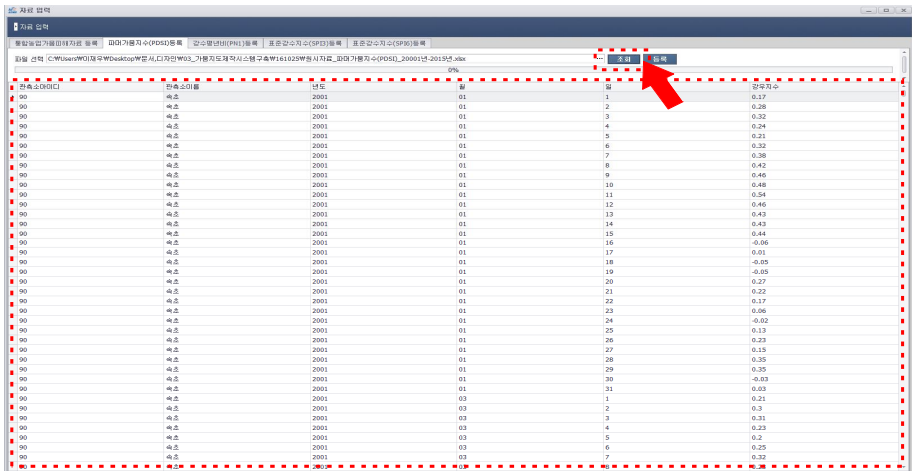


2. 파머가뭉지수(PDSI) 등록

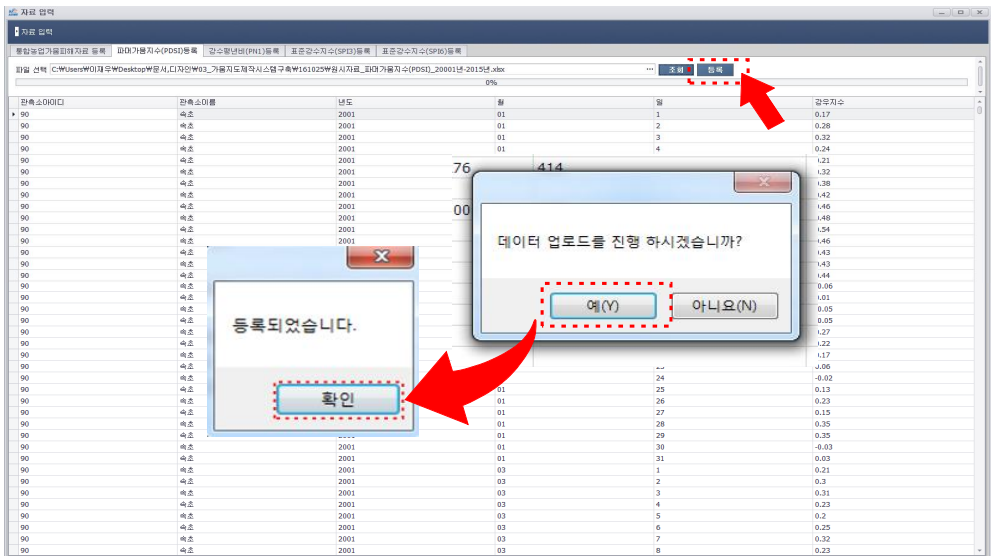
① 파머가뭉지수 파일을 선택한다.



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

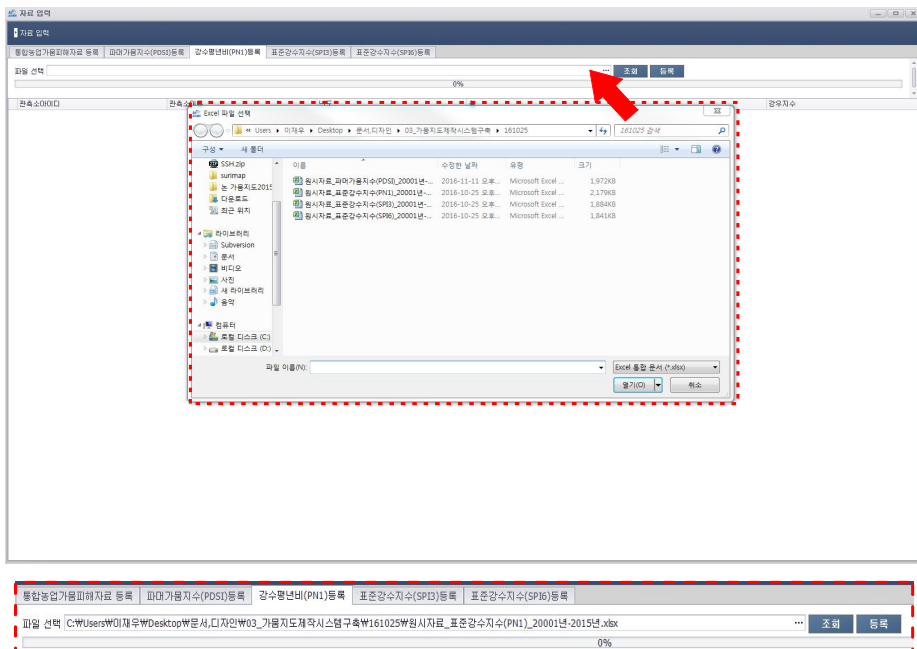


③ 등록 버튼을 클릭하면 현재 조회된 파일을 DB에 등록한다.

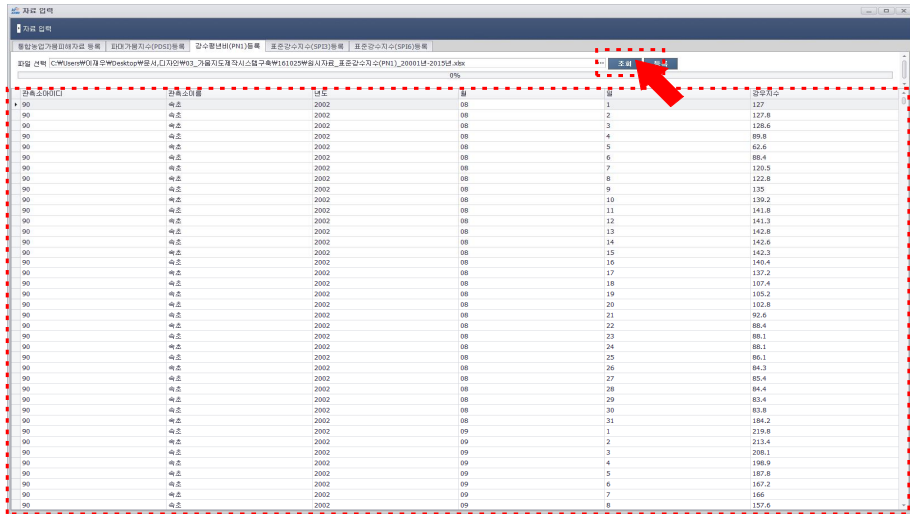


3. 강수평년비(PN1) 등록

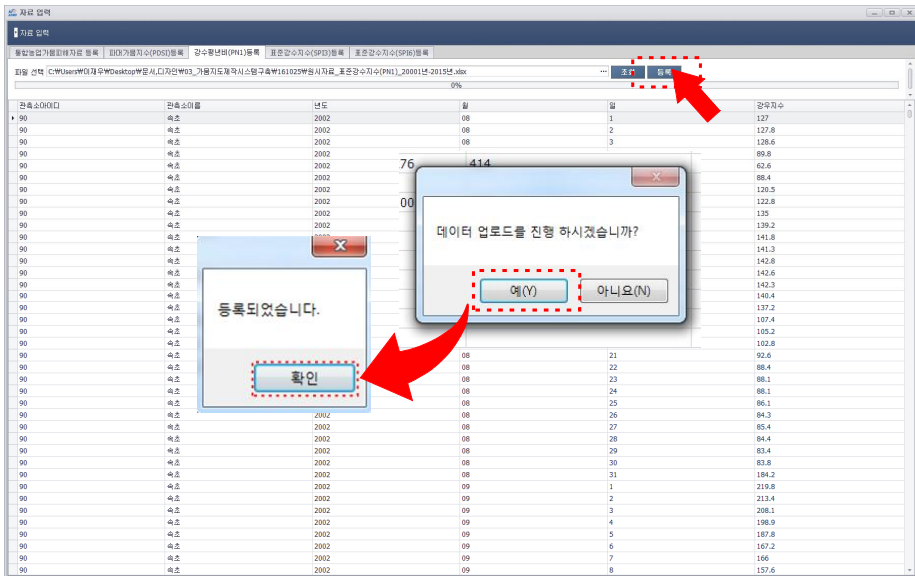
① 강수평년비 파일을 선택한다.



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

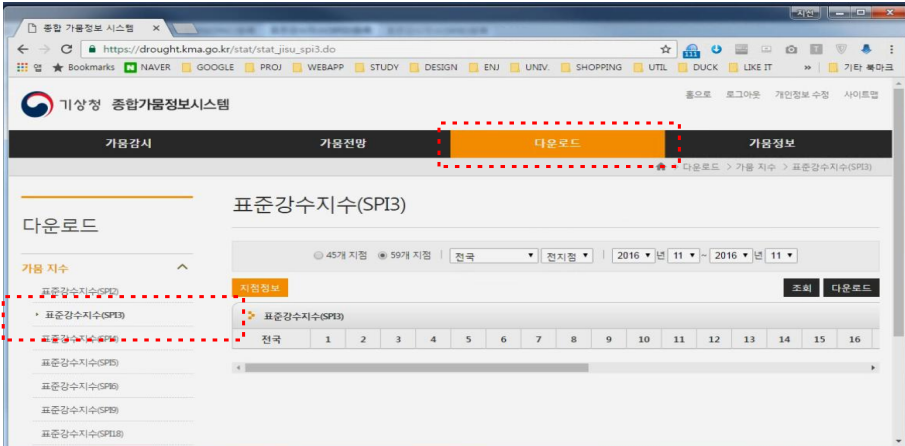


③ 등록 버튼을 클릭하면 현재 조회된 파일을 DB에 등록한다.

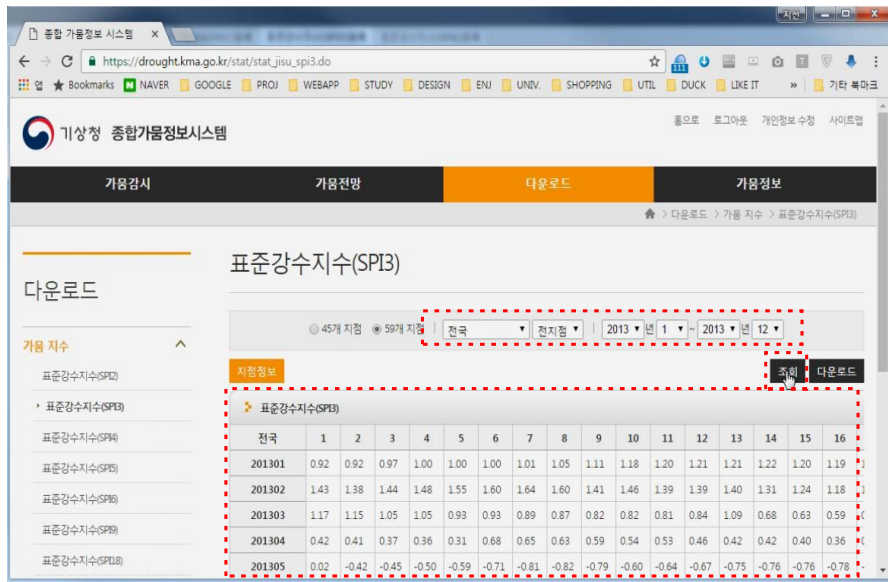


4. 표준강수지수(SPI3) 등록

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



- ② 조회할 날짜를 선택한 뒤 조회 버튼을 클릭한다.

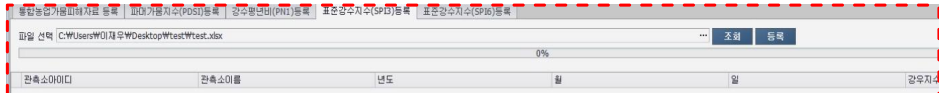
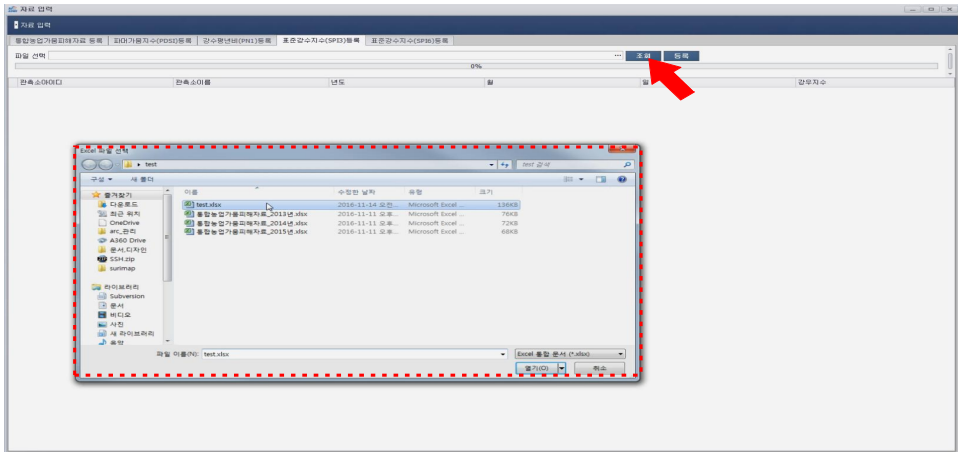


③ 다운로드 버튼을 클릭해서 조회된 표준강수지수를 엑셀파일로 내려받는다.

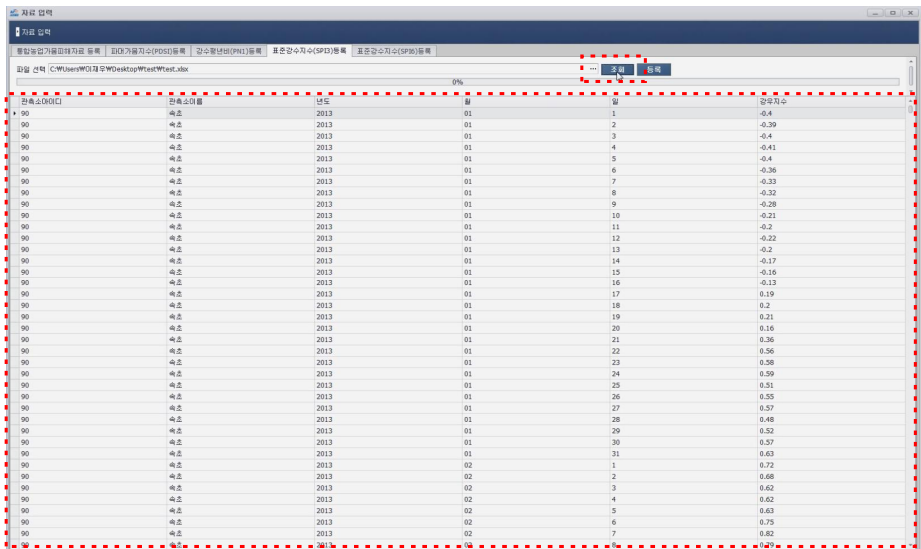
The image shows two screenshots. The top one is a web browser displaying the KMA Comprehensive Drought Information System. The page title is '표준강수지수(SPI3)'. There are navigation tabs for '가뭄감시', '가뭄전망', '다운로드', and '가뭄정보'. The '다운로드' tab is selected. Below the tabs, there are filters for '지역' (Country) set to '전국' (All Korea), '전지점' (All Stations), and '연도' (Year) set to '2013' and '월' (Month) set to '12'. A '조회' (Search) button and a '다운로드' (Download) button are visible. A red dashed box highlights the '다운로드' button, with a red arrow pointing to it. Below the search area is a table of SPI3 data for various years and months.

The bottom screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the downloaded data. The spreadsheet has columns for '지역' (Country), '월' (Month), and '1' through '12' (Months). The data is organized into sections for '지역별 표준강수지수(SPI3)' (Regional SPI3) and '지역별 자료' (Regional Data). The '지역별 표준강수지수(SPI3)' section includes a table with columns for '전국' (All Korea) and months 1 through 12, with rows for years 201301 through 201312. The '지역별 자료' section includes a table with columns for '지역명' (Region Name), '월' (Month), and months 1 through 12, with rows for years 201301, 201302, and 201303.

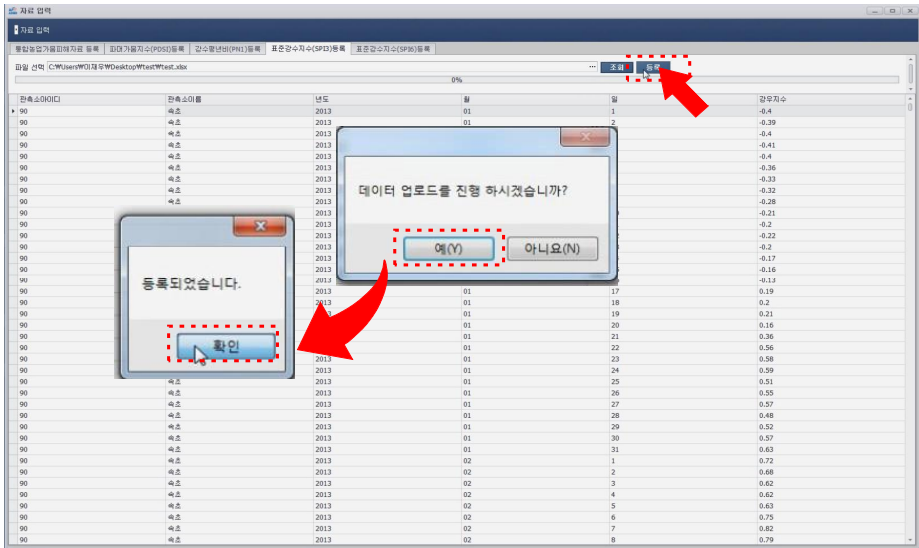
④ 표준강수지수 파일을 선택한다.



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

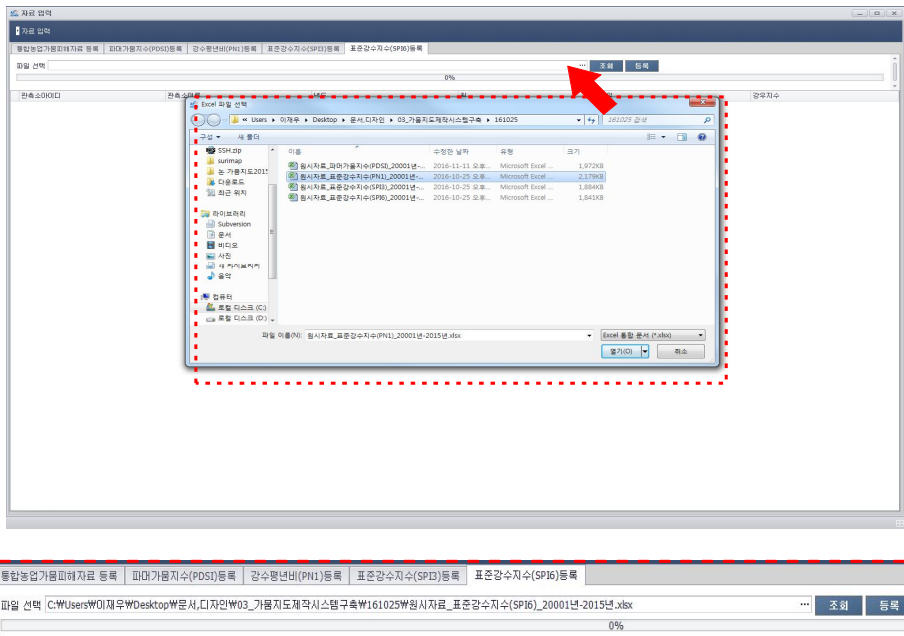


⑥ 등록 버튼을 클릭하면 현재 조회된 파일을 DB에 등록한다.



5. 표준강수지수(SPI6) 등록

① 강수평년비 파일을 선택한다.



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

| 관측소아이디 | 관측소이름 | 년도 | 월 | 일 | 강우지수 |
|--------|-------|------|----|----|-------|
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 1 | -0.56 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 2 | -0.61 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 3 | -0.65 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 4 | -0.65 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 5 | -0.52 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 6 | -0.16 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 7 | 0.16 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 8 | 0.19 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 9 | 0.32 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 10 | 0.35 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 11 | 0.37 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 12 | 0.35 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 13 | 0.3 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 14 | 0.28 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 15 | 0.25 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 16 | 0.21 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 17 | 0.21 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 18 | 0.2 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 19 | 0.16 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 20 | 0.12 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 21 | 0.06 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 22 | 0.04 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 23 | -0.01 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 24 | -0.07 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 25 | -0.15 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 26 | -0.22 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 27 | -0.29 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 28 | -0.33 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 29 | -0.38 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 30 | -0.37 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 08 | 31 | 1.02 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 09 | 1 | 1.35 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 09 | 2 | 1.21 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 09 | 3 | 1.18 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 09 | 4 | 1.17 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 09 | 5 | 1.23 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 09 | 6 | 1.25 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 09 | 7 | 1.23 |
| 90 | 옥소 | 2002 | 09 | 8 | 1.23 |

- ③ 등록 버튼을 클릭하면 현재 조회된 파일을 DB에 등록한다.

데이터 업로드를 진행 하시겠습니까?

예 (Y) 아니요 (N)

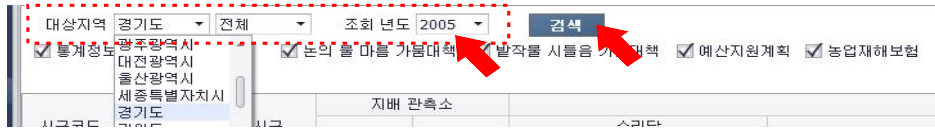
등록되었습니다.

확인

농업가뭄 피해자로 조회

1. 통합농업가뭄피해자로 조회

① 대상지역, 년도 선택 후 검색버튼을 클릭한다.



② 결과 자료가 그리드에 출력된다.

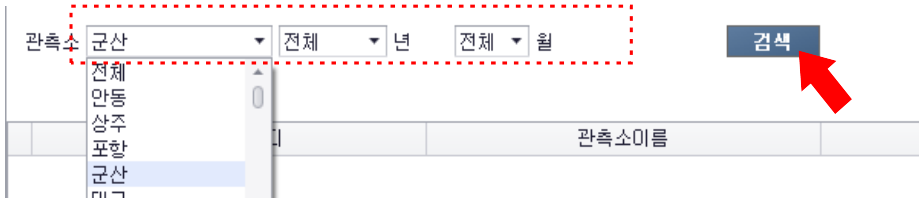
| 시군코드 | 시도 | 시군 | 관속소 코드 | 관속소명 | 수리량 | 농업가뭄 발생면적(㎡) | 관정 수확... | 관정 면적... | 농업면적(㎡) | 발작면적(㎡) |
|-------|-----|--------|---------|----------|---------|--------------|----------|----------|---------|---------|
| 41480 | 경기도 | 파주시 | 108 서물 | 7485.00 | 79.50 | 7485.00 | 34.79 | 21.00 | 0.00 | 7485.00 |
| 41820 | 경기도 | 가평군 | 101 춘천 | 1465.00 | 81.40 | 1465.00 | 321.00 | 221.00 | 60.90 | 729.70 |
| 41280 | 경기도 | 고양시 | 108 서물 | 2291.10 | 95.20 | 2291.10 | 40.00 | 1892.00 | 9.00 | 15.00 |
| 41290 | 경기도 | 과천시 | 108 서물 | 14.00 | 21.00 | 14.00 | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41210 | 경기도 | 광명시 | 108 서물 | 59.00 | 29.50 | 59.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 59.00 |
| 41610 | 경기도 | 광주시 | 202 양명 | 699.30 | 40.40 | 699.30 | 60.00 | 129.00 | 139.00 | 278.00 |
| 41310 | 경기도 | 구리시 | 108 서물 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41130 | 경기도 | 김포시 | 119 수월 | 114.00 | 0.00 | 114.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41250 | 경기도 | 남양주시 | 108 서물 | 59.00 | 29.50 | 59.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 59.00 |
| 41360 | 경기도 | 남양주시 | 108 서물 | 65.00 | 32.50 | 65.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 65.00 |
| 41190 | 경기도 | 부천시 | 112 인현 | 26.70 | 7.00 | 26.70 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.00 |
| 41120 | 경기도 | 안산시 | 119 수월 | 114.00 | 0.00 | 114.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41110 | 경기도 | 군포시 | 119 수월 | 432.50 | 37.00 | 432.50 | 168.70 | 48.70 | 268.10 | 0.00 |
| 41300 | 경기도 | 시흥시 | 112 인현 | 396.30 | 43.00 | 396.30 | 396.20 | 99.10 | 62.00 | 0.00 |
| 41370 | 경기도 | 안산시 | 119 수월 | 68.00 | 8.50 | 68.00 | 0.00 | 12.00 | 21.00 | 0.00 |
| 41350 | 경기도 | 안산시 | 203 미당 | 8229.10 | 81.60 | 8229.10 | 1757.70 | 90.60 | 1228.60 | 1817.20 |
| 41170 | 경기도 | 안산시 | 119 수월 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41630 | 경기도 | 108 서물 | 1766.00 | 70.80 | 1766.00 | 120.50 | 151.00 | 150.00 | 30.30 | 1304.20 |
| 41830 | 경기도 | 양평군 | 202 양명 | 3989.30 | 63.00 | 3989.30 | 1148.20 | 674.40 | 77.00 | 377.60 |
| 41800 | 경기도 | 안산시 | 108 서물 | 4996.10 | 80.40 | 4996.10 | 3026.70 | 189.00 | 189.00 | 3286.10 |
| 41900 | 경기도 | 안산시 | 108 서물 | 2889.70 | 58.00 | 2889.70 | 0.00 | 0.00 | 89.30 | 51.00 |
| 41120 | 경기도 | 안산시 | 119 수월 | 164.10 | 0.00 | 164.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 164.10 |
| 41480 | 경기도 | 파주시 | 119 수월 | 2091.00 | 84.00 | 2091.00 | 170.00 | 0.00 | 0.00 | 240.00 |
| 41430 | 경기도 | 양주시 | 119 수월 | 160.40 | 96.40 | 160.40 | 121.00 | 0.00 | 0.00 | 24.00 |
| 41180 | 경기도 | 안산시 | 108 서물 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41300 | 경기도 | 미천시 | 203 미당 | 3744.40 | 55.00 | 3744.40 | 3850.90 | 725.40 | 8.00 | 7.20 |
| 41120 | 경기도 | 안산시 | 232 안간 | 14412.00 | 84.80 | 14412.00 | 2229.00 | 7.00 | 762.30 | 30.00 |
| 41600 | 경기도 | 군포시 | 101 춘천 | 3461.40 | 63.20 | 3461.40 | 1045.10 | 372.70 | 324.60 | 248.20 |
| 41400 | 경기도 | 안산시 | 108 서물 | 122.80 | 95.10 | 122.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 120.00 |
| 41590 | 경기도 | 화성시 | 119 수월 | 6453.30 | 41.00 | 6453.30 | 3676.40 | 815.80 | 863.70 | 15.70 |

③ 체크박스를 이용해 원하는 데이터만 그리드로 조회한다.

| 시군코드 | 시도 | 시군 | 관속소 코드 | 관속소명 | 가뭄자수 | 가뭄면적(...) | 표준 수확... | 평균 수확... | 조사 수확... | 피해율(%) | 피해액(만...) |
|-------|-----|------|--------|--------|------|-----------|----------|----------|----------|--------|-----------|
| 41480 | 경기도 | 파주시 | 108 서물 | 108 서물 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41820 | 경기도 | 가평군 | 101 춘천 | 101 춘천 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41280 | 경기도 | 고양시 | 108 서물 | 108 서물 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41290 | 경기도 | 과천시 | 108 서물 | 108 서물 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41210 | 경기도 | 광명시 | 108 서물 | 108 서물 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41610 | 경기도 | 광주시 | 202 양명 | 202 양명 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41310 | 경기도 | 구리시 | 108 서물 | 108 서물 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41410 | 경기도 | 군포시 | 119 수월 | 119 수월 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41570 | 경기도 | 김포시 | 201 강화 | 201 강화 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41360 | 경기도 | 남양주시 | 108 서물 | 108 서물 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41250 | 경기도 | 동두천시 | 108 서물 | 108 서물 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 41190 | 경기도 | 부천시 | 112 인현 | 112 인현 | 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.

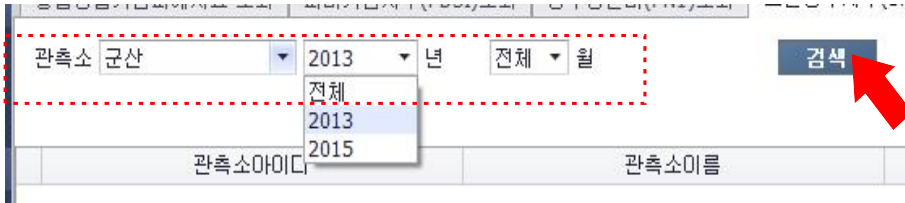


② 결과 자료가 그리드에 출력된다.

| 관측소명(이디) | 관측소이름 | 연도 | 월 | 일 | 방우지수 |
|----------|-------|------|---|----|------|
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 1 | 0.8 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 2 | 0.6 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 3 | 0.7 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 4 | 0.8 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 5 | 0.4 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 6 | 0.5 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 7 | 0.6 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 8 | 0.4 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 9 | 0.4 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 10 | 0.6 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 11 | 0.6 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 12 | 0.0 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 13 | 0.3 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 14 | 0.3 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 15 | 0.4 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 16 | 0.3 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 17 | 0.2 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 18 | 0.1 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 19 | 0.3 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 20 | 0.4 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 21 | 0.2 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 22 | 0.6 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 23 | 0.6 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 24 | 0.6 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 25 | 0.6 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 26 | 0.4 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 27 | 0.4 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 28 | 0.6 |
| 140 | 군산 | 2004 | 2 | 29 | 0.5 |

4. 표준강수지수(SPI3) 조회

① 관측소, 년도, 월 선택 후 검색버튼을 클릭한다.

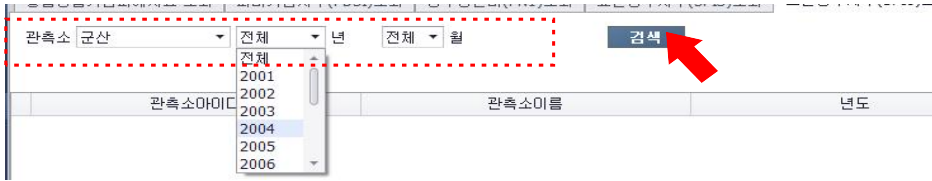


② 결과 자료가 그리드에 출력된다.

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

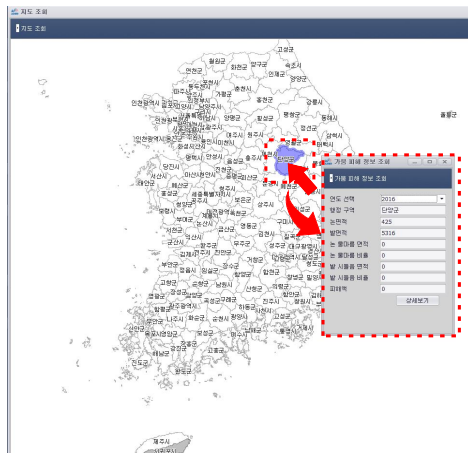
GIS기반 지도화면 조회

1. 지도 메인화면



2. 지도 선택

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



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 바꾼 년도의 가뭄 피해 정보가 화면에 출력된다.

| 구분 | 값 |
|----------|------|
| 년도 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

▶ 부록 소스 코드

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Drawing;
using System.Data;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using DevExpress.XtraEditors;
using SURI.ADMS.Model;
using SURI.ADMS.Service;
using SURI.ADMS.Service.BaseInfo;
using SURI.ADMS.View.Common;
using SURI.ADMS.DAO.DroughtDamage;
using SURI.ADMS.Model.BaseInfo;

namespace SURI.ADMS.View.DroughtDamage
{
    public partial class DamageDataStatusControl :
    DevExpress.XtraEditors.XtraUserControl
    {
        private AddressService_addressService =
        ADMSFactory.GetAddressService();
        private ObservatoryInformationService observService =
        ADMSFactory.GetObservatoryInformationService();
        private FacilitySearchService facilitySearchService =
        ADMSFactory.GetFacilitySearchService();
        private DroughtDamageDao droughtDamageDao =

```

```
ADMSFactory.GetDroughtDamageDao();
```

```

private string addr_cd;
public string Addr_Cd
{
    get { return this.addr_cd; } // 여기에서 얻은(get) 값을
    다른폼(paddydroughtmapcontrol)으로 전달 목적
    set { this.addr_cd = value; } // 다른폼
    (paddydroughtmapcontrol)에서 전달받은 값을 쓰기
}
private int year;
public int Year
{
    get { return this.year; } // 여기에서 얻은(get) 값을
    다른폼(paddydroughtmapcontrol)으로 전달 목적
    set { this.year = value; } // 다른폼
    (paddydroughtmapcontrol)에서 전달받은 값을 쓰기
}
public DamageDataStatusControl()
{
    InitializeComponent();
    uInitAddressComboBox(cmbSido);

    List<int> yearList =
droughtDamageDao.selectDroughtDamageYearList(null);
    foreach(int yearitem in yearList)
        cmbYear.Properties.Items.Add(yearitem);
    cmbYear.SelectedIndex = 0;

    List<SidoSigunModel> sidoNames =
_addressService.SelectSidoList();

```

```

foreach (SidoSigunModel sido in sidoNames)
{
    cmbSido.Properties.Items.Add(sido);
}

    uInitAddressComboBox(cmbPDSISStation);
    uInitAddressComboBox(cmbPN1Station );
    uInitAddressComboBox(cmbSPI3Station);
    uInitAddressComboBox(cmbSPI6Station);

    List<ObservatoryInformationModel> observModel =
observService.SelectObservatoryInformation();

foreach (ObservatoryInformationModel observ in observModel)
{
    cmbPDSISStation.Properties.Items.Add(observ);
    cmbPN1Station .Properties.Items.Add(observ);
    cmbSPI3Station.Properties.Items.Add(observ);
    cmbSPI6Station.Properties.Items.Add(observ);
}

    chkStatisic .Checked = true;
    chkCrop     .Checked = true;
    chkPaddy    .Checked = true;
    chkField    .Checked = true;
    chkBudget   .Checked = true;
    chkInsurance.Checked = true;
}

private void
uInitAddressComboBox(DevExpress.XtraEditors.ComboBoxEdit aComboBox)

```



```

    {
        aComboBox.Properties.Items.Clear();
        aComboBox.Properties.Items.Add("전체");
        aComboBox.SelectedIndex = 0;
    }

    private void cmbSido_SelectedIndexChanged(object sender,
EventArgs e)
    {
        uInitAddressComboBox(cmbSigun);
        if (cmbSido.SelectedIndex > 0)
        {
            List<SidoSigunModel> sigunNames =
_addressService.SelectSigunList(((SidoSigunModel)cmbSido.SelectedItem).Sido
Sigun_Code);
            foreach (SidoSigunModel sigun in sigunNames)
            {
                cmbSigun.Properties.Items.Add(sigun);
            }
        }
    }

    private void btnAnalysisSearch_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        string addr_cd = cmbSido.SelectedIndex == 0 ?
null : (cmbSigun.SelectedIndex == 0 ?
((SidoSigunModel)cmbSido.SelectedItem).SidoSigun_Code :
((SidoSigunModel)cmbSigun.SelectedItem).SidoSigun_Code);
        int year = Convert.ToInt16(cmbYear.SelectedItem);
        damageDataBind(year, addr_cd);
    }

```

```

/// <summary>
/// 맵에서 상세보기 조회를 할 경우
/// </summary>
public void mapToSearch()
{
    damageDataBind(year, addr_cd);
    cmbYear.SelectedItem = year;
    foreach(var item in cmbSido.Properties.Items)
    {
        if(item.ToString().Equals("전체"))
            continue;

        if(((SidoSigunModel)item).SidoSigun_Code.Equals(addr_cd.Substring(0,2)))
            cmbSido.SelectedItem =
            (SidoSigunModel)item;
    }
    foreach(var item in cmbSigun.Properties.Items)
    {
        if(item.ToString().Equals("전체"))
            continue;

        if(((SidoSigunModel)item).SidoSigun_Code.Equals(addr_cd))
            cmbSigun.SelectedItem =
            (SidoSigunModel)item;
    }
}

/// <summary>
/// 데이터 그리드에 바인딩
/// </summary>
/// <param name="aYear">년도</param>

```

```

    /// <param name="aAddr_cd">행정구역코드</param>
    private void damageDataBind(int aYear, string aAddr_cd)
    {
        if(aYear == 0 && aAddr_cd == null)
            return;
        // 조회
        gridDamageData.DataSource =
droughtDamageDao.selectDroughtDamage(aAddr_cd, aYear);
    }

```

```

    /// <summary>
    /// 데이터 그리드에 바인딩
    /// </summary>
    /// <param name="aYear">년도</param>
    /// <param name="aAddr_cd">행정구역코드</param>
    private void damageDataAnalysisBind()
    {
        // 조회
        int year =
Convert.ToInt16(cmbDamageAnalysisYear.SelectedItem);
        gridDamageAnalysisDt.DataSource =
droughtDamageDao.selectDroughtDamageAnalysis(year);
    }

```

```

    private void cmbPDSISStation_SelectedIndexChanged(object
sender, EventArgs e)
    {
        uInitAddressComboBox(cmbPDSIYear);
        int stationId = cmbPDSISStation.SelectedIndex == 0 ?
-1 : ((ObservatoryInformationModel)cmbPDSISStation.SelectedItem).StationID;

```

```

        List<int>                years                =
droughtDamageDao.selectRainIdxYear(stationId, RAININDEX_UNIT.PDSI);
        foreach (int year in years)
        {
            cmbPDSIYear.Properties.Items.Add(year);
        }
    }

    private void cmbPDSIYear_SelectedIndexChanged(object
sender, EventArgs e)
    {
        uInitAddressComboBox(cmbPDSIMonth);
        int stationId = cmbPDSIStation.SelectedIndex == 0 ? -1 :
((ObservatoryInformationModel)cmbPDSIYear.SelectedItem).StationID;
        if (cmbPDSIYear.SelectedIndex > 0)
        {
            List<int>                months                =
droughtDamageDao.selectRainIdxMonth(stationId,
(int)cmbPDSIYear.SelectedItem, RAININDEX_UNIT.PDSI);
            foreach (int month in months)
            {
                cmbPDSIMonth.Properties.Items.Add(month);
            }
        }
    }

    private void cmbPN1Station_SelectedIndexChanged(object sender,
EventArgs e)
    {
        uInitAddressComboBox(cmbPN1Year);
    }

```

```

        int stationId = cmbPN1Station.SelectedIndex == 0 ?
-1 : ((ObservatoryInformationModel)cmbPN1Station.SelectedItem).StationID;
        List<int> years =
droughtDamageDao.selectRainIdxYear(stationId, RAININDEX_UNIT.PN1);
        foreach (int year in years)
        {
            cmbPN1Year.Properties.Items.Add(year);
            cmbDamageAnalysisYear.Properties.Items.Add(year);
        }

        cmbDamageAnalysisYear.SelectedIndex = 0;
    }

    private void cmbPN1Year_SelectedIndexChanged(object sender,
EventArgs e)
    {
        uInitAddressComboBox(cmbPN1Month);
        int stationId = cmbPN1Station.SelectedIndex == 0 ?
-1 : ((ObservatoryInformationModel)cmbPN1Station.SelectedItem).StationID;
        if (cmbPN1Year.SelectedIndex > 0)
        {
            List<int> months =
droughtDamageDao.selectRainIdxMonth(stationId,
(int)cmbPN1Year.SelectedItem, RAININDEX_UNIT.PN1);
            foreach (int month in months)
            {
                cmbPN1Month.Properties.Items.Add(month);
            }
        }
    }
}

```

```

private void cmbSPI3Station_SelectedIndexChanged(object sender,
EventArgs e)
{
    uInitAddressComboBox(cmbSPI3Year);
    int stationId = cmbSPI3Station.SelectedIndex == 0 ?
-1 : ((ObservatoryInformationModel)cmbSPI3Station.SelectedItem).StationID;
    List<int> years =
droughtDamageDao.selectRainIdxYear(stationId, RAININDEX_UNIT.SPI3);
    foreach (int year in years)
    {
        cmbSPI3Year.Properties.Items.Add(year);
    }
}

private void cmbSPI3Year_SelectedIndexChanged(object sender,
EventArgs e)
{
    uInitAddressComboBox(cmbSPI3Month);
    int stationId = cmbSPI3Station.SelectedIndex == 0 ?
-1 : ((ObservatoryInformationModel)cmbSPI3Station.SelectedItem).StationID;
    if(cmbSPI3Year.SelectedIndex > 0)
    {
        List<int> months =
droughtDamageDao.selectRainIdxMonth(stationId,
(int)cmbSPI3Year.SelectedItem, RAININDEX_UNIT.SPI3);
        foreach (int month in months)
        {
            cmbSPI3Month.Properties.Items.Add(month);
        }
    }
}

```

```

        private void cmbSPI6Station_SelectedIndexChanged(object sender,
EventArgs e)
        {
            uInitAddressComboBox(cmbSPI6Year);
            int stationId = cmbSPI6Station.SelectedIndex == 0 ?
-1 : ((ObservatoryInformationModel)cmbSPI6Station.SelectedItem).StationID;
            List<int> years =
droughtDamageDao.selectRainIdxYear(stationId, RAININDEX_UNIT.SPI6);
            foreach (int year in years)
            {
                cmbSPI6Year.Properties.Items.Add(year);
            }
        }

        private void cmbSPI6Year_SelectedIndexChanged(object sender,
EventArgs e)
        {
            uInitAddressComboBox(cmbSPI6Month);
            int stationId = cmbSPI6Station.SelectedIndex == 0 ?
-1 : ((ObservatoryInformationModel)cmbSPI6Station.SelectedItem).StationID;
            if(cmbSPI6Year.SelectedIndex > 0)
            {
                List<int> months =
droughtDamageDao.selectRainIdxMonth(stationId,
(int)cmbSPI6Year.SelectedItem, RAININDEX_UNIT.SPI6);
                foreach (int month in months)
                {
                    cmbSPI6Month.Properties.Items.Add(month);
                }
            }
        }
    }

```

```

private void btnSearch_Click(object sender, EventArgs e)
{
    string tag = ((SimpleButton)sender).Tag.ToString();
    RAININDEX_UNIT rainIndex = tag.Equals("PDSI" ) ?
RAININDEX_UNIT.PDSI
:
(tag.Equals("PN1" ) ? RAININDEX_UNIT.PN1
:
(tag.Equals("SPI3") ? RAININDEX_UNIT.SPI3 : RAININDEX_UNIT.SPI6));
    DataTable rainDt = new DataTable();
    int station_id =
((ComboBoxEdit)Controls.Find("cmb"+tag+"Station",true)[0]).SelectedIndex ==
0 ? -1 :
((ObservatoryInformationModel)((ComboBoxEdit)Controls.Find("cmb"+tag+"St
ation",true)[0]).SelectedItem).StationID;
    int year =
((ComboBoxEdit)Controls.Find("cmb"+tag+"Year",true)[0]).SelectedIndex == 0
? -1 :
(int)((ComboBoxEdit)Controls.Find("cmb"+tag+"Year",true)[0]).SelectedItem;
    int month =
((ComboBoxEdit)Controls.Find("cmb"+tag+"Month",true)[0]).SelectedIndex ==
0 ? -1 :
(int)((ComboBoxEdit)Controls.Find("cmb"+tag+"Month",true)[0]).SelectedItem;
    rainDt = droughtDamageDao.selectRainIdx(station_id,
year, month, rainIndex);

((DevExpress.XtraGrid.GridControl)Controls.Find("grid"+tag,true)[0]).DataSou
rce = rainDt;
}

private void chk_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)

```



```

        {
            gridViewDamageData.Bands["band_statistic"]
].Visible = chkStatistic.Checked;
            gridViewDamageData.Bands["band_kostat_crop"]
].Visible = chkCrop.Checked;
            gridViewDamageData.Bands["band_paddy_pre"]
].Visible = chkPaddy.Checked;
            gridViewDamageData.Bands["band_paddy_aft"]
].Visible = chkPaddy.Checked;
            gridViewDamageData.Bands["band_field_pre"]
].Visible = chkField.Checked;
            gridViewDamageData.Bands["band_field_aft"]
].Visible = chkField.Checked;
            gridViewDamageData.Bands["band_budget_plan"]
].Visible = chkBudget.Checked;

            gridViewDamageData.Bands["band_budget_result"].Visible = chkBudget
.Checked;
            gridViewDamageData.Bands["band_insurance"]
].Visible = chkInsurance.Checked;
        }

        private void btnAnalysisDataSearch_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            damageDataAnalysisBind();
        }
    }
}

```

■ 정량적평가기법 적용 분석

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Drawing;
using System.Data;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using DevExpress.XtraEditors;
using System.IO;
using SURL.ADMS;
using System.Data.OleDb;

namespace SURL.ADMS.View.DroughtDamage
{
    public partial class RegistrationDamageDataControl :
        DevExpress.XtraEditors.XtraUserControl
    {
        private DataTable droughtDamageAnalysisDt = new DataTable();
        private void btdAnalysisData_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            // 파일 선택하는 다이얼로그를 띄움
            OpenFileDialog ofd = new OpenFileDialog()
            {
                Filter = "Excel 통합 문서 (*.xlsx)|*.xlsx|Excel 97 - 2003 통합
문서 (*.xls)|*.xls|All files (*.*)|*.*",
                Title = "Excel 파일 선택"
            };
        }
    }
}

```

```

// 선택 후 ok
if (ofd.ShowDialog() == DialogResult.OK)
{
    ((DevExpress.XtraEditors.ButtonEdit)sender).Text =
ofd.FileName;
}

string ext;
ext =
Path.GetExtension(((DevExpress.XtraEditors.ButtonEdit)sender).Text);

//엑셀파일 검사
if ((ext != ".xls") && (ext != ".xlsx") && (ext.Length != 0))
{
    MessageBox.Show("선택한 파일은 엑셀파일이 아닙니다.");
    ((DevExpress.XtraEditors.ButtonEdit)sender).Text = "";
    return;
}
}

private void btnAnalysisDataSearch_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ReadExcel_DamageAnalysis();
}

/// <summary>
/// 엑셀파일로부터 데이터정보를 가져옴(그리드, 데이터테이블에 세팅)
/// </summary>
private void ReadExcel_DamageAnalysis()
{
    string filePath = btdAnalysisData.Text;

```

```

if (!Global.CheckFilePath(filePath))
    return;

droughtDamageAnalysisDt = new DataTable();
// 그리드 컨트롤 초기화
gridDamageAnalysisDt.DataSource = null;

string fileExtension = Path.GetExtension(filePath);
string connectionString = string.Empty;

// 확장자로 구분하여 커넥션 스트링을 가져옴
switch (fileExtension)
{
    case ".xls": //Excel 97-03
        connectionString =
string.Format(Global.Excel03ConString, filePath, "No");
        break;
    case ".xlsx": //Excel 07
        connectionString =
string.Format(Global.Excel07ConString, filePath, "No");
        break;
    default:
        MessageBox.Show("선택한 파일은 엑셀파일이 아닙니다.");
        return;
}

// 첫 번째 쉬트의 데이터를 읽어서 datagridview 에 보이게 함.
using (OleDbConnection con = new
OleDbConnection(connectionString))
{
    using (OleDbCommand cmd = new OleDbCommand())

```

```

    {
        using (OleDbDataAdapter oda = new
OleDbDataAdapter())
        {
            try
            {
                cmd.CommandText = @"select
                    F1 as sido_name
                    , F2 as sigun_name
                    , F3 as sigun_cd
                    , F4 as ayear
                    , F5 as damage_money_paddy
                    , F6 as damage_money_field
                    , F7 as area
                    , F8 as rice_unit
                    , F9 as paddy_area_rate
                    , F10 as paddy_area
                    , F11 as paddy_freq_avg
                    , F12 as paddy_freq_3
                    , F13 as paddy_freq_5
                    , F14 as paddy_freq_7
                    , F15 as paddy_freq_10
                    , F16 as tubwel_cnt
                    , F17 as tubwel_paddy_area
                    , F18 as tem_avg_4
                    , F19 as tem_avg_5
                    , F20 as tem_avg_6
                    , F21 as tem_avg_7
                    , F22 as tem_avg_8

```

, F23 as tem_avg_9
 , F24 as rainfall_4
 , F25 as rainfall_5
 , F26 as rainfall_6
 , F27 as rainfall_7
 , F28 as rainfall_8
 , F29 as rainfall_9
 , F30 as trend
 , F31 as square_trend
 , F32 as square_tem_avg_4
 , F33 as square_tem_avg_5
 , F34 as square_tem_avg_6
 , F35 as square_tem_avg_7
 , F36 as square_tem_avg_8
 , F37 as square_tem_avg_9
 , F38 as square_rainfall_4
 , F39 as square_rainfall_5
 , F40 as square_rainfall_6
 , F41 as square_rainfall_7
 , F42 as square_rainfall_8
 , F43 as square_rainfall_9
 , F44 as paddy_freq_10_rate
 , F45 as paddy_freq_7_rate
 , F46 as paddy_freq_5_rate
 , F47 as paddy_freq_3_rate
 , F48 as paddy_rate
 , F49 as paddy_etc_rate
 , F50 as drought_care_day
 , F51 as drought_care_day_4

, F52 as drought_care_day_5
, F53 as drought_care_day_6
, F54 as drought_care_day_7
, F55 as drought_care_day_8
, F56 as drought_care_day_9
, F57 as drought_bad_day
, F58 as drought_bad_day_4
, F59 as drought_bad_day_5
, F60 as drought_bad_day_6
, F61 as drought_bad_day_7
, F62 as drought_bad_day_8
, F63 as drought_bad_day_9
, F64 as drought_max_day
, F65 as drought_max_day_4
, F66 as drought_max_day_5
, F67 as drought_max_day_6
, F68 as drought_max_day_7
, F69 as drought_max_day_8
, F70 as drought_max_day_9
, F71 as spi_max_day_4
, F72 as spi_max_day_5
, F73 as spi_max_day_6
, F74 as spi_max_day_7
, F75 as spi_max_day_8
, F76 as spi_max_day_9
, F77 as spi_max_day
, F78 as spi_bad_day_4
, F79 as spi_bad_day_5
, F80 as spi_bad_day_6

, F81 as spi_bad_day_7
 , F82 as spi_bad_day_8
 , F83 as spi_bad_day_9
 , F84 as spi_bad_day
 , F85 as spi_care_day_4
 , F86 as spi_care_day_5
 , F87 as spi_care_day_6
 , F88 as spi_care_day_7
 , F89 as spi_care_day_8
 , F90 as spi_care_day_9
 , F91 as spi_care_day
 , F92 as short_drought_money
 , F93 as emergency_supply_area
 , F94 as emergency_supply_area_rate
 , F95 as bean_area
 , F96 as bean_unit
 , F97 as bean_damage_money
 , F98 as potato_area
 , F99 as potato_unit
 , F100 as potato_damage_money
 , F101 as garlic_area
 , F102 as garlic_unit
 , F103 as garlic_damage_money
 , F104 as hotpepper_area
 , F105 as hotpepper_unit
 , F106 as hotpepper_damage_money
 , F107 as sweetpotato_area
 , F108 as sweetpotato_unit
 , F109 as sweetpotato_damage_money

From [피해자료\$]";

```

        cmd.Connection = con;
        con.Open();
        oda.SelectCommand = cmd;
        oda.Fill(droughtDamageAnalysisDt);
        con.Close();
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message);
        return;
    }

    for (int i = 0; i < 2; i++)
        droughtDamageAnalysisDt.Rows.RemoveAt(0);

        gridDamageAnalysisDt.DataSource =
droughtDamageAnalysisDt;
    }
    }
}

private void btnAnalysisDataRegist_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (MessageBox.Show("데이터 업로드를 진행 하시겠습니까?", "",
        MessageBoxButtons.YesNo) == DialogResult.Yes)
    {
        if (droughtDamageAnalysisDt.Rows.Count > 0)
        {

```



```

using SURLADMS.Service;
using SURLADMS.Service.DroughtAnalysis;
using SURLADMS.Model.DroughtAnalysis;
using DevExpress.XtraGrid.Views.Grid.ViewInfo;
using DevExpress.XtraGrid.Menu;
using DevExpress.Utils.Menu;
using SURLADMS.View.DroughtMap;
using SURLADMS.DAO.DroughtDamage;
using SURLADMS.Model.DroughtDamage;

namespace SURLADMS.View.DroughtDamage
{
    public partial class DamageDataMapControl :
    DevExpress.XtraEditors.XtraUserControl
    {
        public SigunMap _origianlMapControl;
        private AddressService _addressService =
    ADMSFactory.GetAddressService();
        private DroughtDamageDao droughtDamageDao =
    ADMSFactory.GetDroughtDamageDao();
        private List<SigunRvowModel> sigunRvowModelList = new
    List<SigunRvowModel>();
        private DataTable gridTable;

        public DamageDataMapControl()
        {
            InitializeComponent();
            _origianlMapControl = new SigunMap(droughtMap) {
    SigunSelectable = true, WheelZoom = true };

```

```

        _origianlMapControl.SelectChanged +=
_modifyMapControl_SelectChanged;
        _origianlMapControl.OnGisMouseUp += new
SigunMap.OnGisMouseUpEventHandler(GisMouseUp);
        _origianlMapControl.LegendVisible = true;
        //_origianlMapControl.SetBaseData("addr_part", 0);

        InitMap();
        _origianlMapControl.FullExtent();

    }

    private void InitMap()
    {
        gridTable = droughtDamageDao.selectDroughtDamageMap();

        AddressService addressService =
ADMSFactory.GetAddressService();
        _origianlMapControl.LegendList =
addressService.SelectLegendList(CommonData.DamageAnalysisType); //피해DB
        _origianlMapControl.LegendRangeVisible = false;

        _origianlMapControl.uSetBaseLegendPanel(_origianlMapControl.LegendList, "");

        _origianlMapControl.uSetDanamgeByLegend(_origianlMapControl.LegendList);
        _origianlMapControl.uDrawDroughtMap(gridTable,
"sigunCode","SGG_CD", "addr_part");

        gridDroughtDamage.DataSource = gridTable;
        gridDroughtDamage.RefreshDataSource();
    }

```

```

    /// <summary>
    /// 지도 마우스 업
    /// </summary>
    private void GisMouseUp(object sender,
ISuriMapEvents_OnMouseUpEvent e)
    {
        if (e.button == TsuriMouseButton.suriMouseButtonLeft)
        {
            List<string> strlist =
_origianlMapControl.GetSelectValueList("sgg_cd");

            if (strlist.Count == 0)
                return;

            if (strlist.Count == 1)
            {
                DamageDataDialog dia = new
DamageDataDialog(strlist[0], Convert.ToInt16(gridTable.Rows[0]["year"]));
                dia.ShowDialog();
            }

            //if (dia.ShowDialog() == DialogResult.OK)
            //{
            //    Smi changedSmi = dia.SMI;
            //    string comment = dia.Comment;
            //    foreach (string sigunStr in strlist)
            //    {
            //        uCommentChange(sigunStr, comment);
            //        uSmiCodeChange(sigunStr, changedSmi);
            //    }

```

```

        // CommonFuntion.uReDrawDroughtMap(_modifyMapData,
_modifyMapControl);
        //}
    }
}

private void _modifyMapControl_SelectChanged(string obj)
{

gridViewDroughtStatus.moveToGridPosition(gridViewDroughtStatus.getRowH
andleByColmnValue("sigunCode", obj));
}

private void gridViewDroughtStatus_DoubleClick(object sender,
EventArgs e)
{
    Point pt =
gridViewDroughtStatus.GridControl.PointToClient(Control.MousePosition);
    GridHitInfo info =
gridViewDroughtStatus.CalcHitInfo(pt);

    if(info.InRow || info.InRowCell)
    {
        string sigun_cd =
gridViewDroughtStatus.GetDataRow(info.RowHandle)["sigunCode"].ToString();
        int year =
Convert.ToInt16(gridViewDroughtStatus.GetDataRow(info.RowHandle)["year"]);
;

        DamageDataStatusView damageDataStatus =
new DamageDataStatusView();

```

```

damageDataStatus.damageDataStatusControl1.Addr_Cd = sigun_cd;

damageDataStatus.damageDataStatusControl1.Year = year;

damageDataStatus.damageDataStatusControl1.mapToSearch();
                                damageDataStatus.Show();
                                }
                                }

    private void gridViewDroughtStatus_RowClick(object sender,
DevExpress.XtraGrid.Views.Grid.RowClickEventArgs e)
    {

        List<string>                stringlist                =
CommonFuntion.GetSelectSigunCodeList((DevExpress.XtraGrid.Views.Grid.Gri
dView)sender);
        if (stringlist.Count > 0)
            _origianlMapControl.uMapSelectbySigunCode(stringlist);
    }

    private void gridViewDroughtStatus_RowCellStyle(object sender,
DevExpress.XtraGrid.Views.Grid.RowCellStyleEventArgs e)
    {
        if (e.Column.FieldName.Equals("damage_money_paddy"))
        {
            e.Appearance.BackColor                =
GetLengedColor(Convert.ToDecimal(gridViewDroughtStatus.GetDataRow(e.Row
wHandle)["damage_money_paddy"]));
        }
    }
}

```

```

private Color GetLengedColor(decimal aValue)
{
    for (int i = 0; i < _origianlMapControl.LgendList.Count; i++)
    {
        if (aValue <=
(decimal)_origianlMapControl.LgendList[i].EndValue)
            return _origianlMapControl.LgendList[i].Color;
    }

    return Color.White;
}
}
}

```


▶ 참여연구원

| 목 차 | | 소속 | 참여자 |
|----------------------|-------------------|---------------|------------------------------------|
| 1장. 서론 | | 농어촌연구원 | 김대의 |
| 2장. 농업가물의 정의와 특성 | 농업가물의 정의 | 농어촌연구원 | 강석만 |
| | 가물의 분류 | 농어촌연구원 | 김대의 |
| | 가물지수 | 농어촌연구원 | 김대의 |
| 3장. 기후변화에 따른 물 현황 | 기후변화 현황 | 농어촌연구원 | 문성근 |
| | 우리나라 강수량 특징 | 농어촌연구원 | 김정대 |
| 4장. 농업가물 현황 및 대책 | 일반현황 | 농어촌연구원 | 김대의 |
| | 가물대처단계 | 농어촌연구원 | 허 건 문성근 신안국 |
| | 위기관리능력 제고 | 농어촌연구원 | 김대의 신안국 |
| 5장. 농업가물으로 피해액 추정 | 농업가물 직접피해 분석방법론 | 한국 농촌경제연구원 | 체광석 김홍상 김부영 |
| | 농업가물 간접피해 분석방법론 | | |
| | 농업가물 비시장가치 평가 방법론 | | |
| | 농업가물 피해액 추정 | | |
| 6장. 과거 농업가물 피해 DB 구축 | 농업가물기초자료 수집 및 분석 | 농어촌연구원 | 김정대, 문성근, 허 건, 신안국, 김대의, 강석만 |
| | 농업가물 피해 DB 구축 | (주)수리이엔씨 | 한정호 |
| | 가물대응능력 연계 | 농어촌연구원 | 김대의 |
| 7장. 과거 농업가물 피해지역 추정 | 농업가물피해지역 | 농어촌연구원 | 김정대 문성근 |
| | 가물정보분석 | 농어촌연구원 | 문성근 김정대 |
| 8장. 결론 | | 농어촌연구원 | 김대의 |

주 의

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

● 발 행 처

연구과제명 : 농업가뭄 피해의 정량적 평가기법에 관한 연구(최종)

| | |
|-------|---------------------------------------------------------------------|
| 발 행 일 | 2017. 12 |
| 발 행 인 | 장 중 석 |
| 발 행 처 | 한국농어촌공사 농어촌연구원 |
| 주 소 | 경기도 안산시 상록구 해안로 870 전 화 031 - 400 - 1727 FAX 031 - 400 - 1680 |

- 이 책의 내용을 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
단, 이 책의 출처를 명시하면 인용이 가능합니다.