

# 농업가뭄 분석을 위한 농업가뭄평가정보제공시스템 개발

## Development of Evaluation System for Agricultural Drought Management

박기욱\*,김진택·정병호 (농업기반공사)  
Park, Ki-Wook\*·Kim, Jin-Taek·Cheong, Byung-Ho

### Abstract

There are two ways to mitigate the drought. One is the structural measures such as storage of irrigation water, development of emergency wells, etc. The other one is the nonstructural measures such as water saving management by the early warning system. To precast and evaluate the drought, we need to develop the drought indices for agriculture. In the present drought preparedness plans of Ministry of Agriculture and Forestry (MAF), it is prescribed that the preparedness levels should be classified by considering the precipitation, reservoir storage, soil moisture in paddy and upland, and the growing status of crops. However there are not clear quantitative criteria for consistent judgment. This shows that we have not selected and utilized the proper drought index for agriculture and we did not have the information system to calculate the drought indices periodically and warn the outbreak of the drought. The objectives of the study are to develop of Agricultural Drought Evaluation System and to evaluate this indices for current agricultural status using the system.

### I. 서론

농업에 있어서 가뭄은 농경사회가 시작된 이래 극복하여야 할 자연재해로서 이를 극복하고자 하는 방법과 수단은 시대의 발전에 따라 많은 변화가 있었다. 우리나라에서도 가뭄은 예외적 현상이 아니라 연중 언제라도 발생할 수 있는 재해중의 하나이며, 특히 발생시기, 발생기간, 발생심도를 예측하기 어렵다는 점에서 사전 대비도 쉽지 않은 재해이다.

특히 우리나라는 연강수량이 1905년부터 2001년까지의 기간 중 최저 754mm에서 최고 1,683mm로 약 930mm의 큰 편차를 보이고 있으며 지역적으로도 그 변동의 폭이 크며 계절적 강우의 편중도 큰 몬순기후의 특징을 지니고 있어 언제라도 가뭄에 노출되기 쉬운 상황이다. 가뭄의 대책으로는 관개용수의 확보, 관정의 개발 등의 구조적인 수단과 가뭄의 예보 등을 통한 사전 물관리 등의 비구조적인 수단이 있다. 이러한 여러 수단 중 가뭄을 평가하고 예보하여 대비케 하는 비구조적인 수단의 하나로서 객관적인 지표의 개발이 필요하다.

이러한 가뭄지표의 효율적인 활용이 없어 가뭄 발생시마다 가뭄의 정도를 평가하는데 있어서 명확한 기준이 없고 이에 따른 가뭄의 정확한 평가나 진단을 통한 적절한 가뭄대비책을 수립하기 어려운 형편이다. 따라서 이러한 가뭄을 우리나라의 농업과 가뭄상황에 맞게 기왕의 가뭄지수들을 검토하고 농업가뭄을 표현할 수 있는 최적의 가뭄지수를 선정하거나 개발하고, 지역별로 가뭄의 현황과 예보 등을 지속적으로 할 수 있는 효과적인 시스템이 필요한 실정이다. 현재 농업기반공사의 가뭄예보시스템은 저수지 저수율의 제공에 그치고 있으며, 기상청의 가뭄예보는 Palmer지수, 강수량십분위, 강수량 현황, 필요강수량 등을 제공하고 있으나 농업가뭄에 맞추어 이루어진 가뭄평가 및 예보체계가 필요하다.

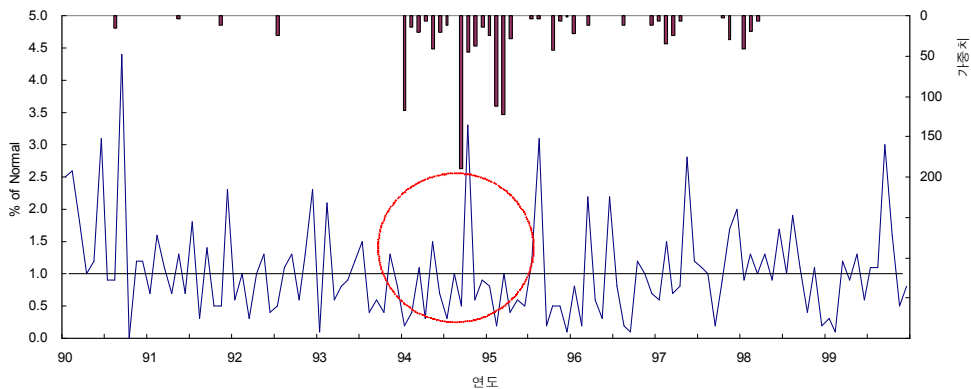
본 연구의 목적은 농업가뭄의 평가 및 예보를 효율적으로 수행하기 위하여 농업가뭄지표의 산정과 정보의 제공을 목적으로 한 농업가뭄평가정보제공시스템을 개발하고 그 적용성을 평가하는 것이다.

## II. 농업가뭄 발생 현황

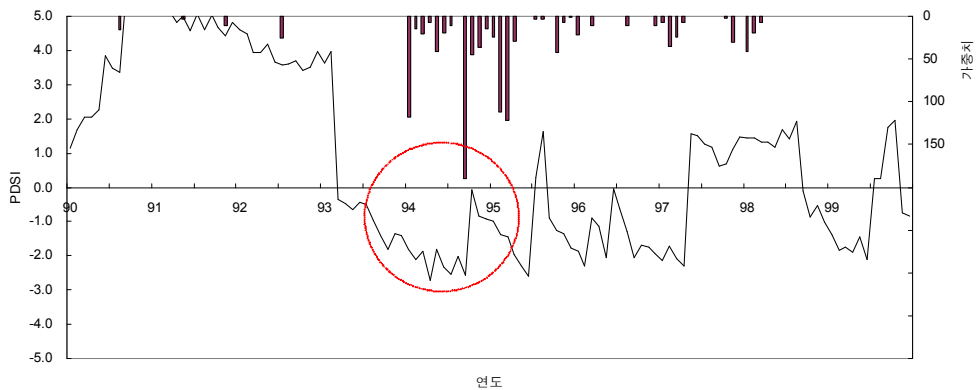
가뭄지수는 강우, 적설, 하천유량, 다른 물공급 지표 등을 분석하여 가뭄상황을 종합적인 커다란 그림으로 그려내는 것이다. 가뭄지수값은 통상 하나의 숫자이며 의사결정을 위한 원래의 자료보다 더욱 유용하다. 주어진 기간동안의 강우가 역사적으로 설정된 평균값으로부터 얼마나 편차가 있는지를 측정하는 여러 지수가 있다. 주요한 지수들 중 어느 하나도 다른 것들 보다 모든 상황에서 우월한 것은 없지만 몇몇 지수들은 특정 목적을 위해서는 다른 것들보다 적합하다. 예를 들면 Palmer Drought Severity Index는 미 농무성이 비상가뭄지원을 언제 해야 할 지를 결정할 때 많이 사용되어 왔다. 그러나 Palmer는 균일한 지평의 넓은 지역에서 적용할 때 더 좋다. 산악지형으로 복잡한 국부적인 미기상을 가진 서부지역에서는 Palmer지수에다가 다른 지수, 즉 적설과 다른 조건들을 반영한 지표수공급지수와 같은 지수들을 보조적으로 이용한다.

여러 가뭄지수 중 외국에서 많이 사용되고 있으며 우리나라에서도 적용성이 있을 것으로 추정되는 다음의 지수에 대하여 내용을 분석하고 알고리즘 및 프로그램을 작성하고 기상자료를 이용하여 전국에 대한 과거 지수를 산정하였다.

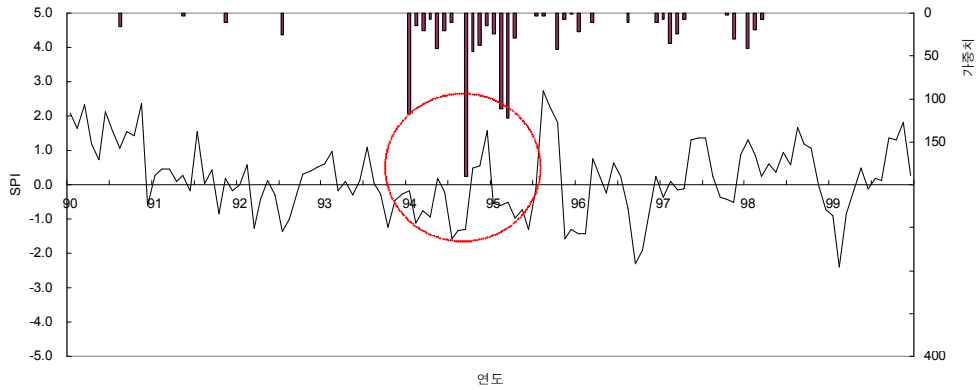
<그림 1>~<그림 3>은 수원지방의 기상자료를 이용하여 농업가뭄현황과 평년강우백분율, PDSI, SPI를 비교한 결과이다. 분석 결과, 우리나라의 극심한 농업가뭄을 보여주었던 1994, 95년의 평년강우백분율에는 가뭄이 거의 없는 것으로 나타났으나, 실제로 이 기간에 전국에 걸쳐 가뭄이 심한 상황이었으며, PDSI와 SPI에 의한 가뭄평가 결과는 가뭄발생 상황을 잘 보여주었다. 따라서 가뭄지수중 농업가뭄을 반영하는 지수를 선정함에 있어 단일 지수로 평가하는 것보다는 다양한 지수들을 검토하여 지역적 특성을 반영할 수 있는 기준을 만드는 것이 필요할 것으로 판단되었다.



<그림 1> 평년강우 백분율에 의한 농업가뭄분석



<그림 2> PDSI에 의한 농업가뭄분석



<그림 3> SPI에 의한 농업가뭄분석

### III. 농업가뭄 분석체계 정립

가뭄지수는 강우, 적설, 하천유량, 물공급량 등을 분석하여 가뭄상황을 종합적인 커다란 그림으로 그려내는 것이다. 가뭄지수값은 통상 하나의 숫자이며 의사결정을 위한 원래의 자료보다 더욱 유용하다. 주어진 기간동안의 강우가 역사적으로 설정된 평균값으로부터 얼마나 편차가 있는지를 측정하는 여러 지수가 있다. 주요한 지수들 중 어느 하나도 다른 것들 보다 모든 상황에서 우월한 것은 없지만 몇몇 지수들은 특정 목적을 위해서는 다른 것들보다 적합하다. 예를 들면 PDSI(Palmer Drought Severity Index)는 미 농무성이 비상가뭄지원을 언제 해야할지를 결정할 때 많이 사용되어 왔다. 그러나 PDSI는 균일한 지평의 넓은 지역에서 적용할 때 더 좋다. 산악지형으로 복잡한 국부적인 미기상을 가진 서부지역에서는 PDSI에다가 다른 지수, 즉 적설과 다른 조건들을 반영한 지표수공급지수와 같은 지수들을 보조적으로 이용한다.

여러 가뭄지수 중 외국에서 많이 사용되고 있으며 우리나라에서도 적용성이 있을 것으로 추정되는 다음의 지수에 대하여 내용을 분석하고 알고리즘 및 프로그램을 작성하고 기상자료를 이용하여 전국에 대한 과거 지수를 산정하였다.

### IV. 농업가뭄심도 설정

현재 농업분야의 가뭄단계구분을 위해 농림부에서는 사전단계와 대책단계의 두 단계로 크게 구분하고, 평시, 가뭄우려, 가뭄확산단계에 맞게 가뭄 발생에 따른 대책을 수립하고 있으며, 농업기반공사에서는 농업용수의 공급을 위해 농림부에서 시행하고 있는 가뭄 구분을 세분하여 사전 단계인 평시대비 단계는 같은 단계로 구분하고 있으나 가뭄우려단계는 준비단계와 경계단계로 각각 구분하고 있으며, 가뭄확산단계는 비상단계로 농업용수의 관리에 시급한 대책추진을 위해 노력하고 있다.

본 연구에서는 농업가뭄의 평가를 위해 농림부와 농업기반공사에서 현재 시행하고 있는 가뭄단계의 구분을 위한 기준으로 가뭄단계를 DS0~DS6(Drought Stage, 여기서 DS0는 평상시)까지 세분하고, 각 단계별로 평년강우지수(MRI), 표준강수지수(SPI) 및 무강우지수를 고려하여 표 2와 같이 설정하였으며, 이들 지수의 특징은 현재 제공되는 기상자료중 강우량 자료만으로 얻을 수 있는 것으로 간편하게 가뭄의 정도를 파악할 수 있도록 되어 있다. 또한 기준에 가뭄상황을 판단하기 위하여 많이 이용하던 지수로 주요 농업용 저수지의 저수율(평상시 저수율의 70%, 50%, 30% 기준), 토양수분(토양수분 40%)로 구분하던 것은 자료가 충분하고 가뭄발생시마다 모니터링하여 자료를 획득할 수 있는 경우에는 유용하지만 현재의 자료 체계상 일괄적으로 수집하는 것이 쉽지

않으므로, 현재 단계에서는 가뭄단계의 구분을 위해 보조적으로 사용할 수 있도록 고려하였다. 가뭄을 평가하기 위해 하나의 지수를 이용하지 않고 몇 개의 지수를 이용한 것은 가뭄의 특성상 지역적이고 시간적인 특성을 가지고 있는 점을 반영하기 위한 것이고, 또한 각 가뭄단계를 세분하여 가뭄상황을 적절히 표현하고자 한 것이다.

표 1. 국내 가뭄단계구분에 따른 가뭄심도 설정

구분	가뭄단계		가뭄상황	단계구분	MRI (%)	SPI	비고
	농림부	농업기반공사					
사전단계	평시대비	평시·마무리단계	기상분석 및 생육상황 관찰	DS0	95	< 0.0	가뭄시작: 짧은 건조상태, 작물생육 부진 가뭄종료: 물부족 지속, 작물생육 부진
			가뭄상습지관리	DS1	85	< -1.0	무강우일수 10일이상
			용수대책추진	DS2	75	< -1.5	무강우일수 15일이상
대책단계	가뭄우려	준비단계	가뭄우려	DS3	60	< -2.0	저수율 70%이하 무강우일수 21일이상
		경계단계		DS4	50	< -2.0	저수율 70%이하 무강우일수 30일이상
	가뭄확산	비상단계	가뭄확산	DS5	40	≤ -2.5	저수율 50%이하
			영농추진대책	DS6	40	≤ -2.5	저수율 30%이하 토양수분 40%이하지속

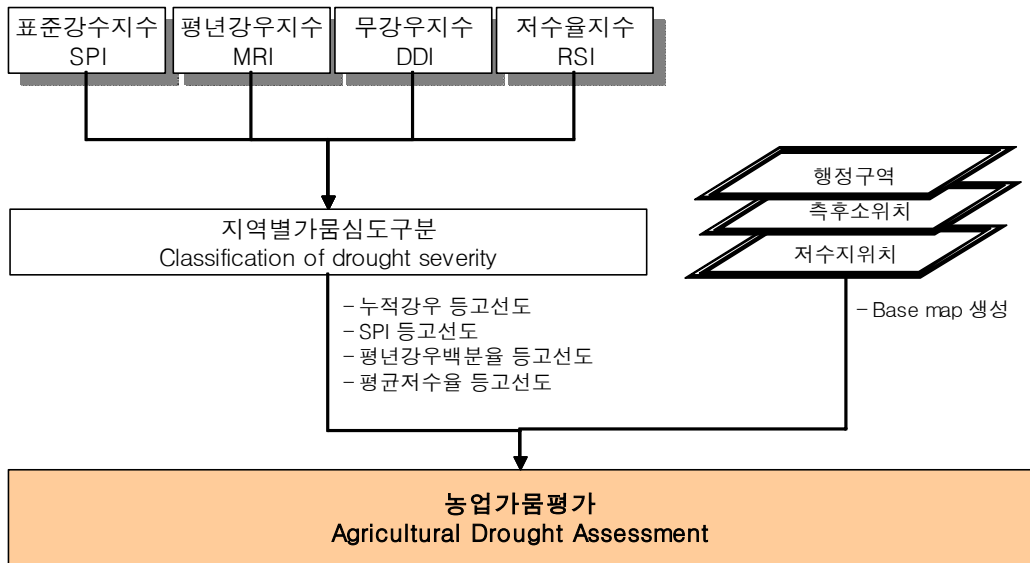
\*) 1) SPI(Standardized Precipitation Index) :-3.0<SPI<+3.0까지 4단계로 구분  
2) MRI(Mean Rainfall Index) 평년강우지수

#### IV. 농업가뭄평가시스템·정보제공시스템 개발

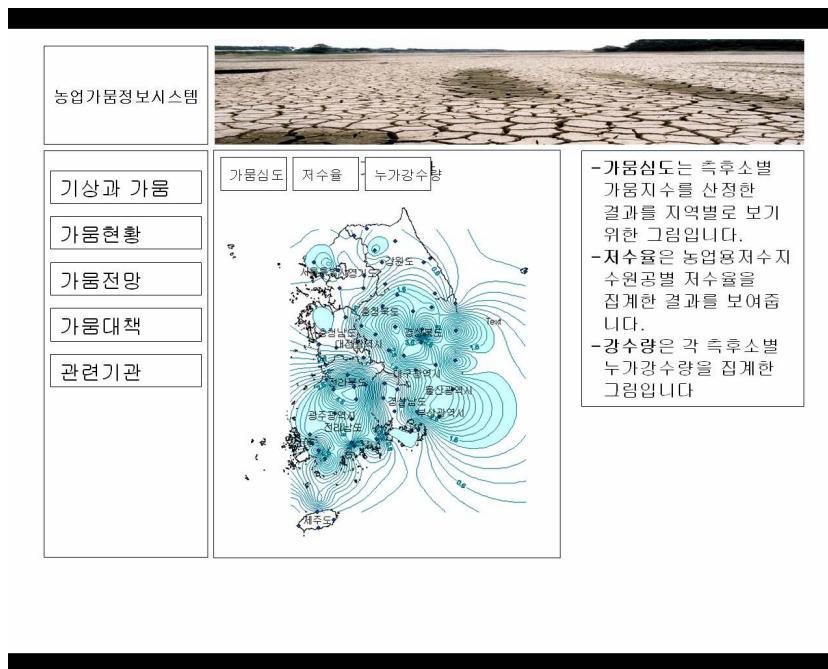
모든 재해가 그러하지만, 특히 가뭄에 있어서는 사후 복구는 아무 의미가 없다. 따라서 가뭄진행상황을 평소애 감시하고, 사전에 탐지하여 가뭄에 대한 대응 및 대책을 수립하여 농업용수의 공급을 위한 수자원의 효율적 이용방안 및 대책의 수립이 필요하다고 하겠다. 이를 위해서 본 연구에서는 농업가뭄의 발생시기 및 심도를 잘 나타내어 주고 있는 표중강수지수, 평균강우지수, 무강우 지수 및 저수율지수의 네가지 가뭄지수를 산정하고 각 측후소별 지역별 가뭄심도를 평가하고 모니터링하기위한 농업가뭄평가 및 정보제공시스템을 개발하였다.

농업가뭄의 정확한 해석을 위해서는 기상자료, 저수율자료 이외에도 위성영상, 하천수위, 토양수분등의 광범위한 자료가 필요하지만 본 연구에서는 비교적 장기간의 연속된 자료를 보유한 기상자료와 농업용저수지 저수율자료를 기본으로 한 시스템을 구축하게 되었다.

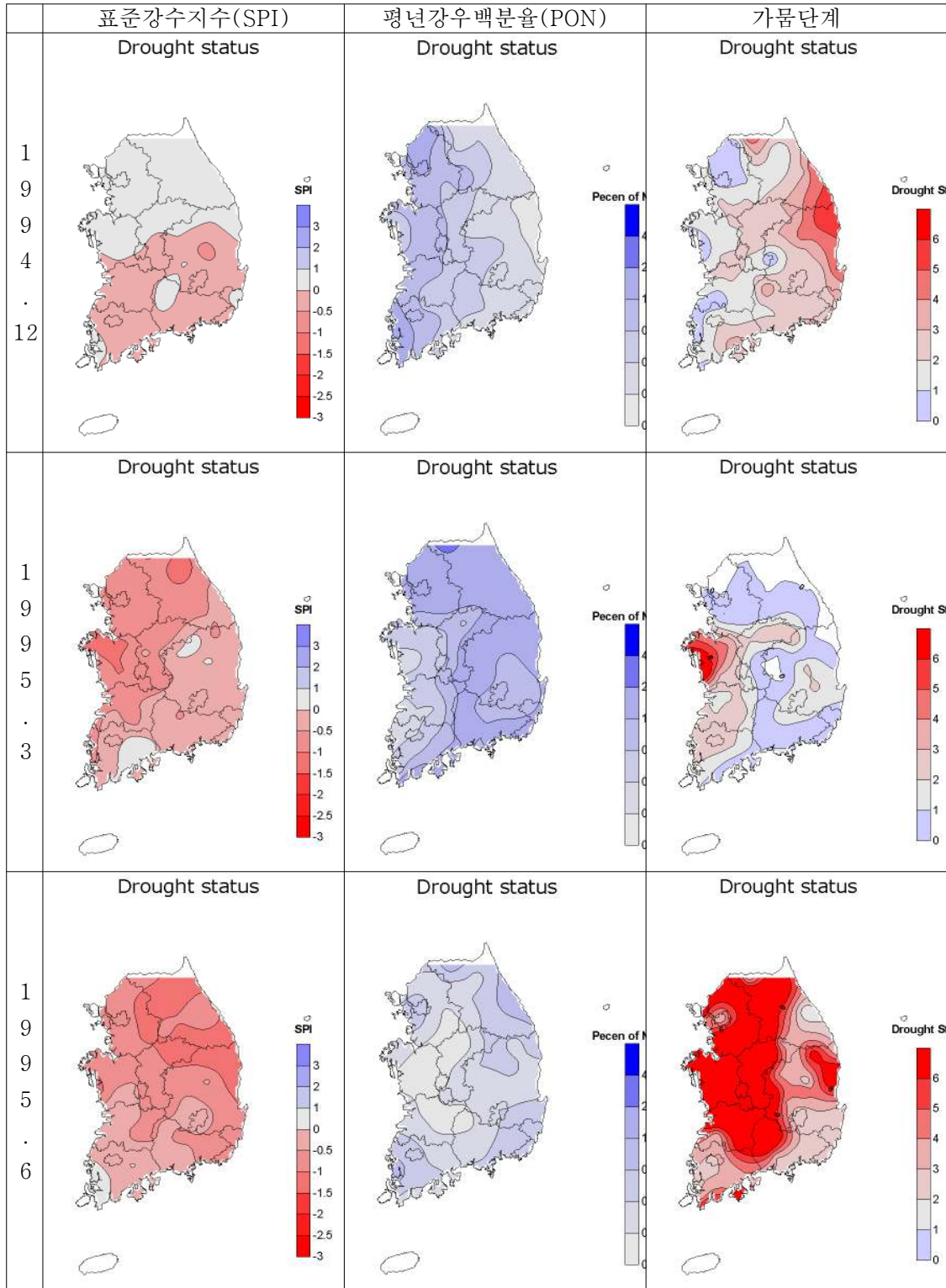
본 시스템은 크게 가뭄지수를 산정하기 위한 기본자료인 기상자료와 저수율자료로부터 가뭄지수를 산정하고 모듈과 산정된 결과로부터 가뭄현황을 보여줄 수 있는 보고서 작성모듈 및 다양한 사용자에게 정보를 제공하기 위한 자료변환 모듈로 구성된다. 농업가뭄평가시스템에서 이루어지는 자료의 분석과정 및 프로그램의 메인 화면은 <그림 4> 및 <그림5>과 같이 나타낼 수 있다. 또한 본 시스템을 이용하여 분석한 1994년~1995년의 농업가뭄 분석결과를 예시한 것은 <그림 6>에 나타낸 바와 같다.



<그림 4> 농업가뭄평가시스템의 자료 분석과정



<그림 5> 농업가뭄평가시스템 주요화면



<그림> 농업가뭄분석결과(1994년~1995년)

## V. 결론

본 연구에서는 우리나라의 농업가뭄 특성을 파악하고, 농업가뭄의 평가 및 예보를 효율적으로 수행하기 위하여 농업가뭄평가·정보제공시스템의 개발하였으며 그 적용성을 평가하였다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 우리나라의 주요 농업가뭄 발생상황을 유형별로 분류하였고, 농업가뭄을 평가하기 위하여 가뭄지수 분석을 통하여 정량화하였다.
- 2) 가뭄 상황을 분석할 수 있는 대표적인 가뭄지수인 PDSI, SPI, SPI, Percent of Normal, Decile, Percent of Median에 대한 가뭄지수 산정 프로그램을 개발하였으며, 주요 측후소에 대한 가뭄 지수를 산정하였다.
- 3) 가뭄지수 분석결과, 평년강우 백분율, PDSI 및 SPI에 의한 농업가뭄 발생상황을 분석한 결과 평년강우 백분율은 발생상황을 잘 나타내지 못하였으나, PDSI나 SPI에 의한 결과 발생상황을 잘 반영하는 것으로 나타나 단일 지수보다는 다양한 가뭄지수를 종합적으로 평가하는 것이 필요함을 알 수 있었다.
- 4) 국내 농업가뭄 분석결과를 수행하기 위한 농업가뭄 평가시스템을 개발하였으며 측후소별 기상자료와 농업용저수지 저수율자료를 통해 분석한 결과 효율적인 농업가뭄 평가가 가능한 것으로 판단되었다.

### 참고문헌

- 1) 김상민, 박승우, 1999, 우리나라 주요지점에 대한 가뭄지수의 산정과 비교, 한국농공학회지, 41(5), pp.43-52.
- 2) 김선주, 1995, 관개용 저수지의 한발지수산정, 한국농공학회지, 37(6), pp.103-111
- 3) 김태철, 2002, 관개저수지의 가뭄평가 방법, 한국농공학회지, 44(2), pp.75-80
- 4) 김현영, 1996, 우리나라 농업한발 지수의 결정, 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp.291-296
- 5) 농림부, 2000, 농업재난 및 위기관리 표준지침서, 농림부
- 6) 농림수산부, 농어촌진흥공사, 1994, 저수관리시스템 개발, 농림수산부
- 7) 변희룡 외, 2002, 봄철가뭄의 예측가능성 연구, 한국기상학회지,
- 8) 한국수자원공사, 2002, 가뭄관리종합대책 수립연구, 한국건설기술연구원
- 9) Guttman, N. B., 1998, Comparing the Palmer drought index and the standardized precipitation index, Journal of the American Water Resources Association 34(1): 113-121.
- 10) Hayes, M. J. 2003. What is Drought? (<http://drought.unl.edu/whatis/indices.htm>)
- 11) Jensen, M.E., R. D. Burman and R. G. Allen. 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 70. New York, NY.
- 12) Palmer, W. C., 1968, Keeping track of crop moisture conditions, Nationwide : The new crop moisture index, Weatherwise 21:156-161