

## 기후변화에 따른 단일작물의 재배지역별 가뭄 리질리언스 분석\*

### Analysis for Drought Resilience of Monoculture on Climate Change

Hyun Joong Kang\*\*, Seung Kwon Jung\*\*\*, Seung Jin Maeng\*\*\*\*, Chang Deok Jang\*\*\*\*\*

Hydrologic Engineering & Consulting Center,korea Inc. 405, Woori Venture Town II, 70, Seonyu-ro,  
Yeongdeungpo-gu, Seoul

#### Abstract

Damage occur frequently around the world on climate change, and Korea is no exception. Drought of natural disasters caused by climate change is having a significant impact on crops. Therefore, established for adaptation measures of drought are needed. Recently resilience concept is based on the study to analyze the natural disaster has conducted actively. Uses a different definition for each researcher because of the complexity of resilience concept on the studies of the natural disaster and commonly contains the meaning of "Ability to resist changes in pressure by external force. In this study, the cabbage-growing areas in the Chungcheong utilizing Statistical Annual Report(2013) from past 2007 to 2012 were analyzed by region per unit area yield of Chinese cabbage. Determination of the occurrence and intensity of the drought were utilizing SPEI(Standardized Precipitation Evapotranspiration). Configure the drought scenario was based on the result that SPEI index, cabbage yield per unit area(kg/10a) analyzed the regional drought resilience for a single crop by comparison. As a result, the average Chinese cabbage yield per unit area is the same when drought occurs Cheongyang, YeSan, SeoSan, Asan, GongJu, CheongJu came out in the order, Chungnam Chinese cabbage

---

\* 본 연구는 국토교통부 건설교통기술 지역특성화사업 연구개발사업의 연구비지원(13RDRP-B066173)에 의해 수행 되었습니다.

\*\* Tel. +82-10-3232-3142. E-mail. kawib28@naver.com

\*\*\* Corresponding author. Tel. +82-10-9809-6770. E-mail. skjung6779@gmail.com

\*\*\*\* Tel. +82-10-8406-2762. E-mail. maeng@cbnu.ac.kr

\*\*\*\*\* Tel. +82-10-7154-0727. E-mail. cdjang79@gmail.com

Submission & Publication Process

Received: Nov. 21, 2014 / Revised: Dec. 14, 2014 / Accepted: Jan. 1, 2015

yield(kg / 10a) was higher than 10% of the value of Chungbuk.

**Key words:** SPEI, drought, resilience

### 국문초록

전 세계적으로 기후변화로 인한 피해가 빈번히 발생하고 있으며 우리나라도 예외는 아니다. 기후변화에 따른 자연재해 중 가뭄은 특히 농작물의 생산량 및 품질에 많은 영향을 미치고 있어 가뭄에 대한 적응 대책수립이 필요한 실정이다. 최근 리질리언스(Resilience) 개념을 바탕으로 자연재해 피해를 분석하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 자연재해 연구에서 리질리언스 개념의 복잡성으로 인해 연구자마다 각기 다른 정의를 사용하고 있는데, 공통적으로 “외부력에 의한 변화에 저항하는 능력”이라는 의미를 담고 있다. 본 연구에서는 외부적인 가뭄에 의해 단위면적당 배추생산량을 변화에 저항하는 능력으로 가뭄 리질리언스를 분석하였으며, 충청도 배추재배 지역을 대상으로 두 지역(충청북도·충청남도)간 과거 2007년부터 2012년까지 6년간 통계연보를 활용하여 시·군별 단위면적당 배추생산량(kg/10a)을 분석하였으며, 가뭄의 유무 및 강도에 대한 판단은 SPEI(Standardized Precipitation Evapotranspiration Index)을 활용하였다. 산정된 SPEI 지수를 바탕으로 가뭄발생 시나리오를 구성하였으며, 단위면적당 배추생산량(kg/10a) 비교를 통해 단일 농작물에 대한 지역별 가뭄 리질리언스를 분석하였다. 그 결과 동일한 가뭄이 발생하였을 때 단위면적당 평균배추생산량이 청양, 예산, 서산, 아산, 공주, 청주 등의 순으로 나왔으며 전체적으로는 충청남도가 충청북도보다 배추생산량(kg/10a) 값이 10% 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 시군별로 기상조건(강우·기온·증발산)에 의해 동일가뭄이 발생하더라도 지역 내 토양조건, 농업수리 시설 운영상태, 지자체의 적극적인 대응 등 여러 요소들의 작용으로 인해 가뭄 피해에 대하여 저항하는 능력이 다르게 나타난다고 사료된다.

**주제어:** SPEI, 가뭄, 리질리언스

## 1. 서론

전 세계적으로 기후변화에 대한 피해가 빈번히 발생하고 있으며 우리나라도 예외는 아니다. 기후변화에 따른 자연재해 중 가뭄은 농작물 재배에 심각한 영향을 미치고 있다. 따라서 가뭄 발생에 대한 면밀한 분석이 필요하며 이에 따른 대책수립이 필요한 실정이다.

심기오(2009)에 의하면 가뭄으로 인한 피해는 항상 있어 왔으며 특히 농업용수의 부족으로 인한 문제는 농작물 생산량의 감소를 가져올 뿐 아니라 물 관련 분쟁의 원인이 된다. 기상청에 의하면 2012년도에는 건조한 기상이 지속되면서 강수량이 평년의 36%수준으로 떨어져 가뭄이 발생했으며, 충청남도에도 가뭄이 심각하게 진행되어 농작물에 많은 피해를 입혔다.

가뭄으로 인한 농작물 피해는 일반적으로 추측하는 것보다 매우 크며, 이는 홍수와 같은 재난과는 다르게 시작과 끝을 정확히 알 수 없고 진행에 따라 넓은 범위에 대하여 영향을 미치는 특성 때문이다. 가뭄은 보통의 상태(Normal)보다 강수량이 부족하여 필요한 물을 공급할 수 없는 상태를 나타내며, 짧은 시간 척도(Time scale)의 기상학적 가뭄(meteorological drought)에서 시작하여 농업가뭄

(Agricultural drought), 수문학적 가뭄(Hydrologic drought)으로 발전한다. 농업가뭄의 영향은 농작물의 생산량과 밀접하게 연관되어 나타나므로 현황을 잘 파악하면 가뭄 빈발 지역에 대한 대책을 효율적으로 이행할 수 있다. 이러한 가뭄의 판단은 지수를 활용하여 판단하는데 가뭄 판단 지수로는 SPI(Standardized Precipitation Index), PDSI(Palmer Drought Severity Index), SPEI(Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) 지수 등이 있다. SPI 지수는 강수량만을 이용하기 때문에 증발산량의 영향을 해석하지 못하는 단점이 있고, PDSI 지수는 온도 변수를 고려하기는 하나 많은 단점을 가지고 있다.

최근에 들어 자연 재해를 분석하는 요소로 리질리언스 개념을 통한 분석연구 활발해지고 있는데 리질리언스 연구는 심리학, 생태학, 조직 및 경영학 등 다양한 학문 분야와 개인, 조직 등 다양한 분야에서 분석이 이루어졌다. 심리학에서 리질리언스는 개인이 트라우마에 효과적으로 대처하는 능력을 정의하며, 리질리언스 개념을 조직이나 사회와 같은 사회적 단위에 적용시키면 “무질서에 저항할 수 있는 능력” 또는 “자원의 결핍 혹은 물리적 위협에 대처하여 안정을 유지하거나 존재를 이어가는 조직상의 능력”을 의미한다. 또한, 재난의 연구에서 리질리언스는 지진이나 홍수 이후에 중요한 시스템이 복구되는 속도를 의미한다. 다양한 학문에서 리질리언스의 강조점은 다르지만 리질리언스의 정의는 복구와 지속성이라는 두가지 속성을 담고 있다. 복구는 충격 등에 의해 변화된 상태가 원상태로 돌아가는 능력을 의미하며, 지속성은 충격에 견디면서 안정성을 유지하는 능력을 의미한다. Holling(1973)에 의해 시스템의 지속 능력 및 외부 변화를 흡수하여 현 상태를 유지하는 능력으로 시스템 규모에서의 리질리언스를 정의 하였으며, 시스템은 국가, 도시, 마을이 될 수 있고, 목적물에 따라 교통, 물자, 전력 등이라고 정의하였다. 또한, 리질리언스를 탄성력, 회복력, 복원력으로 번역될 수 있으며, 방재력으로도 번역된 바 있다(NIDP, 2010).

본 연구에서는 충청도 배추재배 지역을 대상으로 과거 2007년부터 2012년까지 6년간 통계연보를 활용하여 시·군별 단위면적당 배추생산량(kg/10a)을 분석하였으며, 가뭄의 유무 및 강도에 대한 판단은 SPEI(Standardized Precipitation Evapotranspiration Index)을 활용하였다. 산정된 SPEI 지수를 바탕으로 가뭄발생 시나리오를 구성하였으며, 단위면적당 배추생산량(kg/10a) 비교를 통해 단일 농작물에 대한 시·군별 가뭄 리질리언스를 분석하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. 리질리언스 개념

Holling(1973)은 리질리언스를 시스템의 지속 능력 및 외부 변화를 흡수하여 현 상태를 유지하는 능력으로 정의하였다. 이후 많은 분야에서 리질리언스라는 용어를 유사하게 정의하여 사용하고 있으며,

국가 안보를 위해 재난 리스크 관리에서도 리질리언스 개념이 도입되었다.

방재 선진국과 국제기구를 중심으로 재해 리질리언스(disaster resilience)가 강조되고 있으며, UN은 2005년 “Building the resilience of nations and communities to disasters”라는 효고행동강령(Hyogo Framework for Action, HFA) 2005-2015에서 리질리언스 개념을 채택하였으며, 미국 국토안보부는 물리적인 보호만으로는 재해로부터 기반시설의 피해를 막을 수 없음을 인지하고, 2009년 국가기반시설 보호계획(national infrastructure protection plan)의 중점 주제를 “Partnering to enhance protection and resiliency”로 정하였다. 또한, 호주도 같은 의미의 기반시설 리질리언스(critical infrastructure resilience, CIR)를 추구하고 있으며, 유럽에서는 “Critical Infrastructure Protection and Resilience Europe”이라는 컨퍼런스가 개최되고 있다. 2013년 싱가포르에서 열린 ACCESS Congress 2013에서 아시아개발은행(Asian Development Bank)과 수자원정책연구소(Institute of Water Policy)는 재해 리질리언스 강화를 위한 주요 안건으로 다루었다.

리질리언스 연구는 심리학, 생태학, 조직 및 경영학, 안전 관리학 등 다양한 학문 분야에 개인, 조직 혹은 공동체 등 다양한 수준분석에서 이루어졌다. “움츠러들다” “혹은 다시 뛰어오르다” 라는 의미를 지닌 라틴어 *resilire*에서 파생된 리질리언스는 학문의 특성에 따라 다양한 의미를 지닌다. 공학에서 리질리언스는 빌딩이나 다리와 같은 구조물이 동요된 이후 기본적인 상태로 되돌아올 수 있는 정도를 의미하고, 재난의 연구에서 리질리언스는 지진이나 홍수 이후에 중요한 시스템이 복구되는 속도를 의미한다. 심리학에서는 개인이 트라우마에 효과적으로 대처하는 능력으로 정의하며, 조직이나 사회와 같은 사회적 단위에 리질리언스 개념을 적용시키면 “무질서에 저항할 수 있는 능력” 혹은 “자원의 결핍 혹은 물리적 위협에 대처하여 안정을 유지하거나 존재를 이어가는 조직상의 능력”을 의미한다. 리질리언스는 시스템이 위협에 대처하는 능력을 강조하고 무엇이 시스템을 취약하게 만드는가 대한 통찰력을 제공하기 때문에 “취약성의 이면”이라고도 표현된다. 또한 리질리언스의 정의를 복구(Recovery)와 지속성(continuity)이라는 두 가지 속성으로 정의하였으며, 복구는 충격 등에 의해 변화된 시스템이 원상태로 돌아가는 능력을 의미하며, 지속성은 충격에 견디면서 안정성을 유지하는 능력을 의미한다.

이러한 리질리언스가 중요시 되면서 많은 학자들은 개념적인 리질리언스를 정량화하는 방법론에 대해서 연구가 진행되었다. Breneau, *et. al.*(2003)은 기반 시설의 상태 악화를 예측한 후 리질리언스 손실로 지진에 대한 지역 사회에 리질리언스를 측정하는 지진 리질리언스(Seismic Resilience)를 정량화하였고, Chang & Shinozuka(2004)은 미리 설정한 기준치를 만족시킬 확률로 리질리언스를 측정하는 확률 기반의 리질리언스 평가를 하였다. Rose(2007)는 생산량의 변화로 경제 리질리언스를 측정하였는데, 관측 방법에 따라 정적 리질리언스와 동적 리질리언스로 구분하여 평가하였다. Vugrin, *et. al.*(2010)은 동일한 피해 복구 과정에도 피해규모뿐만 아니라 복구에 소요된 자원을 모두 고려하여 기반시설의 리질리언스가 측정되어야 하며, 두요소를 포함한 리질리언스 비용 지수(Resilience Cost Index, RCI)를 제시하였다.

우리나라의 경우, 국립방재교육연구원 방재연구소(2010, 현 국립재난안전연구원)이 리질리언스를 재난 관리 능력을 강화하려는 전반적인 과정으로 보고, 적응력을 리질리언스의 한 요인으로 해석하고, 리질리언스를 방재력이라고 번역한 바 있다. 또한, 김태현 외(2011)는 도시 방재력을 도시의 물리적, 사회적 요소가 재난에 신속하게 적응하고 더 나은 상태로 회복하는 능력으로 정의하였다.

본 연구에서는 리질리언스의 기본 개념인 “외부력에 의한 변화에 저항하는 능력”을 바탕으로 외부력은 지역에 발생한 가뭄정도를 기준으로 제시하였고, 변화에 저항하는 능력은 지역별 단위면적(10a) 당 농작물 생산량(kg)으로 평가함으로써 ‘가뭄 리질리언스(Drought Resilience)’를 정의하였다.

## 2. 가뭄지수의 종류와 SPEI 지수

중유럽에서는 2003년 여름에 평년을 약간 밑도는 강수가 내렸으나 6월부터 7월까지의 기온이 평년보다 약 4°C 이상 높았고, 이는 증발산의 증가로 이어져 심각한 수준의 가뭄이 발생하였다(Rebetez, *et al.*, 2006). 이러한 이유로 몇몇의 연구에서는 가뭄지수 중, 기온을 고려할 수 있는 PDSI의 사용을 권장하고 있다(Mavromatis, 2007; Kempes, *et al.*, 2008). 특히, 미래 기후변화 전망 자료에 적용할 수 있는 가뭄지수는 PDSI와 같이 반드시 기온과 관련된 변수가 포함되어야 함을 강조하고 있다. 하지만 PDSI는 수문 순환과 관련된 가뭄과 여러 양상(type)의 가뭄을 구분하기 위한 다규모적(multi-scalar) 특성이 부족하다.

표준강수지수(SPI)는 두 가지 사항을 가정하고 있는데 첫째, 가뭄은 강수의 변동성이 기온과 잠재 증발산량(Potential Evapotranspiration: PET)의 변동성 보다 절대적이라는 것, 둘째, 기온과 PET은 시간에 따라 변하지 않는 정상성을 가진다는 것이다. McKee, *et al.*(1993)은 강수량이 부족하면 용수 공급원인 지하수량, 적설량, 저수지 저류량, 토양 함유 수분과 하천 유출량 등에 각기 다른 영향을 줄 수 있다는 개념으로 SPI 지수를 개발하였다. 단기간 동안의 강수량은 토양 수분 조건에 직접적으로 영향을 미치는 반면에 장기간 동안의 강수량은 지하수량, 하천 유출량과 저수지 저류량등에 영향을 미치기 때문이다. 따라서 3, 6, 12 및 24개월과 같이 분석 기간을 다양하게 설정하고 시간 단위별로 강수 부족량을 측정하여 개개의 용수 공급원이 가뭄에 미치는 영향을 계산할 수 있다. 또한 물의 공급 가능량을 초과하여 물 수요로부터 야기된 가뭄의 영향은 위에서 언급한 용수 공급원 중 하나 혹은 그 이상의 요소에서부터 시작되며, 강수가 시작되어 물을 이용할 수 있을 때까지의 기간은 요소에 따라 크게 다르다. 그러므로 물 부족의 영향은 가용 수자원과 물 이용량의 복잡한 함수로 나타나며, 강수 부족이 지속되는 시간 단위는 매우 중요하고 이 시간 단위에 의해서 가뭄의 양상이 분리될 수 있어서 SPI는 PDSI의 단점을 보완할 수 있다. 하지만 최근의 여러 선행연구에서는 기온과 관련된 변수를 고려하지 않는 가정에 대한 문제점을 제시하고 있다(Kempeset, *et al.*, 2008).

본 연구에서 이용한 SPEI는 최근에 기후변화와 가뭄분야에서 새롭게 제시된 가뭄지수로 SPI와 PDSI의 단점을 상호 보완하고 있다. 즉, 강수와 기온의 변동성을 원인으로 하는 증발산량의 변동성을

고려할 수 있으며, 강수 부족이 지속되는 시간 단위에 의해서 가뭄의 양상을 분리할 수 있는 장점이 있다(김병식 외, 2012). 표준강수 증발산량지수는 주로 월 단위로 계산되며 강수와 잠재증발산량의 차이를 나타낸다. 잠재증발산량 계산에는 주로 Thornthwaite(Thornthwaite, 1948; 1955) 모형을 이용되는데 이는 계산이 간단하고, 무엇보다도 월평균 기온자료를 쉽게 구할 수 있기 때문이다(김병식 외, 2012).

<표 1> SPEI지수 가뭄 등급

가뭄지수의 범위	수분상태
2.0 이상	Extremely wet
$1.5 \leq D_i < 2.0$	Very wet
$1.0 \leq D_i < 1.5$	Moderately wet
$-1.0 < D_i < 1.0$	Near normal
$-1.5 < D_i \leq -1.0$	Moderately dry
$-2.0 < D_i \leq -1.5$	Severely dry
-2.0 이하	Extremely dry

SPEI는 임의의 월에서의 강수와 증발산량(PET)의 차이로 식(1)과 같다.

$$D = P - PET \tag{1}$$

D는 식 (2)와 같이 각 시간규모에서 합성된다.

$$D_n^k = \sum_{i=0}^{k-1} P_{n-1} - PET_{n-1} \tag{2}$$

여기서 k는 시간 규모 합성, n은 계산에 이용된 달이다.

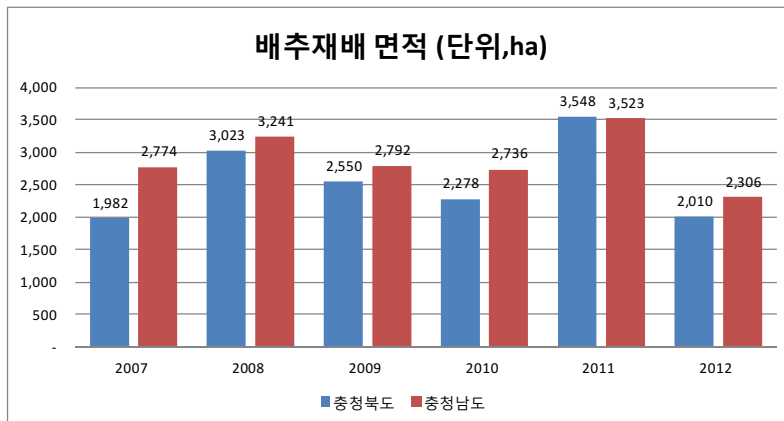
### III. 대상지역 및 적용작물

본 연구는 국토교통부 건설교통기술 지역특성화사업 연구개발사업의 연구비지원(13RDRP-B066173)에 의해 수행 되었으며, 대상지역을 충청권 지역으로 선정했다. 충청도 지역은 기후변화로 인해 가뭄으로 농작물의 피해가 발생하고 있다. 2008년에는 전년도 강수량인 364mm에 6%정도의 비가 내렸으며, 7월과 8월의 강수량은 344mm에 불과했다. 또한, 충청남도의 경우에는 대전, 서해안 지역이 내륙 지역보다 가뭄에 의한 피해가 심각했다.

가을배추는 일반적으로 8월에 재배를 시작하여 11월에 수확을 한다. 또한, 배추를 구성하는 성분이

대부분 수분으로 되어 있고, 짧은 기간 동안에 왕성하게 성장하기 때문에 배추생육에 알맞은 물을 공급해줘야 한다. 특히, 생육 최성기인 정식 시기에 물의 공급이 가장 중요하며 정식시기 때 관수와 비관수에 따라 배추 생산량이 최고 6배 이상 나타나는 것으로 조사되었다. 이처럼 가뭄의 발생함에 따라 배추의 생산에 많은 영향을 주며, 이에 본 연구에서는 가뭄에 대한 가뭄 리질리언스를 동일 가뭄에 의한 시·군별 단위면적당 배추생산량을 통해 가뭄 리질리언스를 분석하였다.

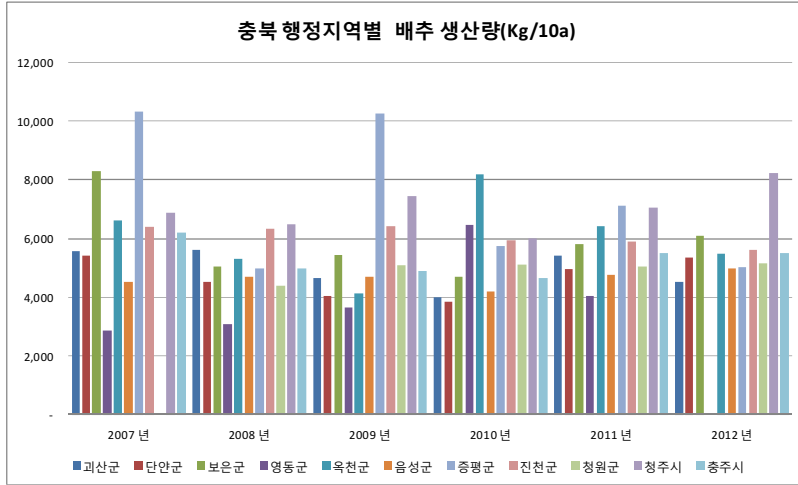
충청북도와 충청남도의 배추 재배 면적은 비슷했으며 2007년부터 2012년까지 두 지역간의 배추 면적의 변화는 <그림 1>과 같으며, 충북의 평균 면적은 2,565ha, 충남의 평균 배추면적은 2,895ha이다. 충북 청원군, 괴산군, 단원군에서의 배추 면적은 충북 전체 재배 면적의 50%이상 차지하고 있으며, 충남의 경우에는 당진시, 서산시, 예산군에서의 배추 재배 면적이 총 재배 면적에 40%정도 비율을 차지하고 있다.



<그림 1> 충북, 충남 배추재배 면적

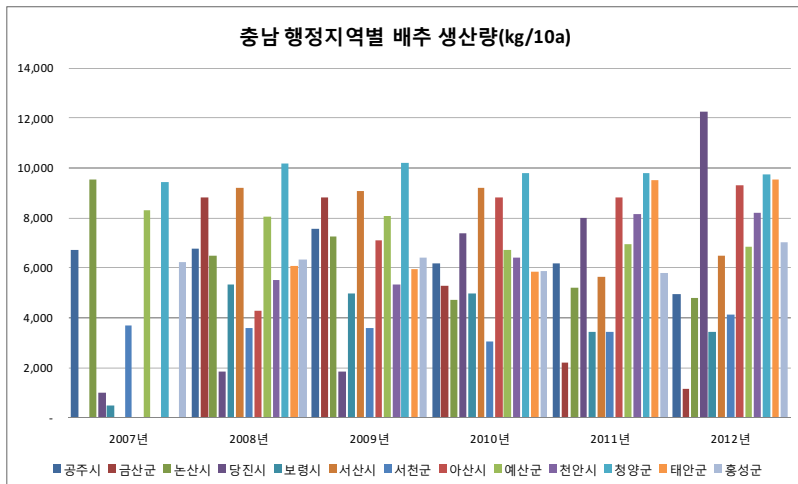
#### IV. 연구 및 결과

충청북도, 충청남도 두지역의 시·군별 통계연보를 활용하여 2007년부터 2012년까지 총 6년치 자료를 가지고 단위면적당 배추생산량(kg/10a)을 산정하였으며, 충청북도의 시·군별 배추 생산량(kg/10a)과 충청남도 시·군별 배추 생산량(kg/10a)은 각각 <그림 2>, <그림 3>와 같다.



<그림 2> 충북 시·군별 배추 생산량

※ 자료: 통계연보



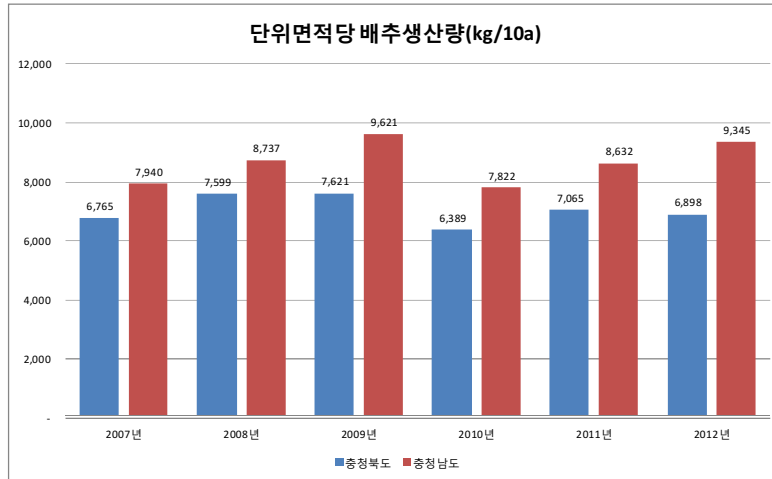
<그림 3> 충남 시·군별 배추 생산량

※ 자료: 통계연보

충청북도와 충청남도의 단위면적당 생산량을 보면 전체적으로 충청남도에서의 생산량(kg/10a)이 6년 동안 충청북도 생산량(kg/10a)보다 많은 값을 나타내며, 충청남도 경우에는 2007년부터 2009년까지 생산량이 증가하고 있다. 그러나 2010년도에 생산량(kg/10a)이 급격히 감소하다가 이후에는 다시 생산량(kg/10a) 증가한다.

충청북도의 경우에는 2007년부터 2009년까지 충청남도와 같이 생산량(kg/10a)이 증가되고 있으나 충청남도에 비해 증가하는 양은 적다. 또한, 2010년도에는 충청남도와 마찬가지로 생산량(kg/10a)이 감소되고 이후 생산량은 증가하며 2012년도에 다시 감소하였다. 충청북도와 충청남도의 배추 생산량

(kg/10a)은 6동안 비슷한 추세로 증감을 하였지만 2009년, 2012년도에는 상이한 모습을 나타냈다.



<그림4> 충북, 충남 배추 생산량

※ 자료: 통계연보.

가뭄은 SPEI 지수를 활용하여 판단하였으며, SPEI 지수를 산정하기 위해 기상자료를 시·군별로 도출 하였다. 시·군별로 기상관측소 자료를 활용하여 산정하였으며, 충청북도는 청주, 추풍령, 충주, 제천, 보은 등 총 40개 지점, 충청남도는 대전, 서산, 천안, 보령, 부여, 금산 등 총 40개 지점의 기상관측소 자료를 활용하였다. 표.2와 표.3은 각각 충북지역과 충남지역의 기상관측소를 대상으로 시·군별 평균강우량을 산정하기 위해 적용한 각 기상관측소별 티센가중치를 제시한 것이다.

<표 2> 충북 시·군별 기상관측소 및 티센가중치

시·군	기상관측소 및 티센가중치					
단양	단양	어상천	영춘			
	0.45	0.32	0.23			
제천	제천(기)	백운	청풍	봉양	덕산	
	0.23	0.2	0.17	0.15	0.25	
충주	충주(기)	주덕				
	0.64	0.36				
음성	생극	오류	금왕			
	0.44	0.2	0.36			
진천	진천					
	1					
괴산	송면	증평	달천			
	0.33	0.18	0.49			
청원	미원	현도	부강	가덕	문의	
	0.28	0.06	0.3	0.21	0.15	

<표 2> 충북 시·군별 기상관측소 및 티센가중치(계속)

시·군	기상관측소 및 티센가중치					
	청주	청주(국)	청주			
	0.58	0.42				
보은군	동정	이원	송죽	보은	신항	
	0.23	0.17	0.25	0.14	0.21	
옥천	청산	능월	묘금	안내	이원	안남
	0.14	0.08	0.1	0.09	0.32	0.27
영동	웅북	추풍령	영동	황간	상촌	
	0.02	0.06	0.53	0.23	0.16	

<표 3> 충남 시·군별 기상관측소 및 티센가중치

시·군	기상관측소 및 티센가중치					
	아산	신인	강청			
0.43		0.57				
천안	병천	화덕	배방	풍세	천안	
	0.37	0.04	0.05	0.19	0.35	
당진	순성					
	1					
서산	서산(기)					
	1					
예산	예산	덕산	신양			
	0.35	0.3	0.35			
홍성	홍성(국)					
	1					
청양	청양	정산	비봉			
	0.43	0.4	0.17			
보령	용암	보령	미산			
	0.12	0.57	0.31			
부영	홍산	규암	부여			
	0.43	0.23	0.35			
서천	하구연	한산				
	0.5	0.5				
논산	연산	양촌	은진	강경		
	0.4	0.18	0.3	0.12		
금산	신대	금산	금산	추부	대성산	
	0.16	0.3	0.28	0.14	0.12	
공주	공주	정안	반포	복룡	유구	장기
	0.21	0.15	0.13	0.18	0.24	0.09
태안	서산(기)					
	1					

가뭄정도를 제시하기 위한 SPEI 지수는 배추 재배기간인 8월부터 11월까지 충청북도, 충청남도의 시·군별 기상자료를 활용하여 산정하였으며, 분석기간인 2007년~2012년의 연도별 충청북도, 충청남도의 행정지역별 SPEI지수 및 가뭄발생 수에 대한 배추생산량을 정리하였고, <표 4>부터 <표 10>까

지와 같다. 표에서는 연도별로 가을배추 재배기간인 8월부터 11월까지의 SPEI지수와 가뭄발생수, 배추 생산량을 정리하였으며, 가뭄발생 수에 따라 배추 생산량의 변화를 확인 할 수 있었다. 또한, 각 행정지역별로 가뭄이 배추 생산량에 미치는 영향은 다르게 나왔다.

<표 4> 2007년도 가뭄발생 수와 배추생산량(kg/10a)

행정 구역	행정 지역	2007년 SPEI지수				가뭄발생수	배추 생산량 (kg/10a)
		8월	9월	10월	11월		
충북	단양	1.85	3.65	-2.71	-2.33	2	5,426
	충주	1.50	2.03	-2.83	-2.33	2	6,191
	음성	1.97	1.82	-2.37	-2.01	2	4,520
	진천	1.48	2.45	-2.33	-2.33	2	6,384
	괴산	1.35	1.88	-3.49	-2.16	2	5,592
	청원	0.13	2.29	-3.72	-2.70	2	-
	청주	1.88	2.33	-1.98	-2.05	2	6,872
	보은	1.79	2.23	-4.77	-2.47	2	8,284
	옥천	2.01	3.06	-2.83	-2.01	2	6,610
	영동	-0.04	2.33	-1.82	-2.31	2	2,870
충남	아산	2.25	1.36	-2.22	-2.08	2	-
	천안	2.30	1.49	-3.03	-2.83	2	-
	당진	3.06	2.25	-3.01	-1.85	2	989
	서산	2.32	1.22	-2.86	-1.99	2	-
	예산	1.59	3.09	-3.01	-2.83	2	8,315
	홍성	2.26	0.45	-3.01	-2.60	2	6,238
	청양	0.03	2.25	-2.60	-2.70	2	9,417
	보령	3.06	0.89	-2.86	-1.12	1	511
	서천	-0.59	2.28	-2.96	-2.33	2	3,690
	논산	1.85	2.26	-2.86	-2.86	2	9,567
	금산	1.85	2.08	-3.03	-2.98	2	-
	공주	0.56	2.29	-2.71	-2.71	2	6,720

<표 5> 2008년도 가뭄발생 수와 배추생산량(kg/10a)

행정 구역	행정 지역	2008년 SPEI지수				가뭄발생수	배추 생산량 (kg/10a)
		8월	9월	10월	11월		
충북	단양	-0.17	-2.86	-3.01	-1.85	3	4,537
	충주	-0.92	-2.98	-3.06	-2.33	3	5,000
	음성	-2.01	-0.62	-3.06	-1.83	3	4,700
	진천	-0.27	-1.17	-2.33	-0.97	1	6,335
	괴산	0.04	-3.06	-3.69	-1.88	3	5,600
	청원	-0.36	-2.97	-2.83	-1.83	3	4,391
	청주	0.00	-1.25	-2.61	-1.23	1	6,505
	보은	2.01	-4.07	-1.33	-2.33	2	5,048
	옥천	-1.23	-3.53	-2.05	4.55	2	5,303
	영동	-2.03	-3.98	-2.23	3.17	3	3,095

<표 5> 2008년도 가뭄발생 수와 배추생산량(kg/10a)(계속)

행정 구역	행정 지역	2008년 SPEI지수				가뭄발생수	배추 생산량 (kg/10a)
		8월	9월	10월	11월		
충청남도	아산	-1.28	-2.21	-2.22	-1.34	2	4,300
	천안	-0.63	-1.01	-2.86	-0.98	1	5,514
	당진	-0.74	-1.29	-1.29	-0.71	0	1,844
	서산	-1.99	-2.83	-2.25	-1.35	3	9,195
	예산	-0.88	-3.01	-2.90	-1.27	2	8,031
	홍성	-1.21	-2.94	-3.03	-2.43	3	6,328
	청양	-1.12	-3.03	-2.96	-1.30	2	10,180
	보령	-0.80	-2.60	-2.83	-1.99	3	5,330
	서천	-0.22	-3.03	-1.35	-0.53	1	3,597
	논산	2.28	-2.95	-3.03	-2.63	3	6,514
	금산	1.85	-3.03	-1.28	2.28	1	8,800
공주	-0.05	-2.96	-3.03	-1.42	2	6,781	

<표 6> 2009년도 가뭄발생 수와 배추생산량(kg/10a)

행정 구역	행정 지역	2009년 SPEI지수				가뭄발생수	배추 생산량 (kg/10a)
		8월	9월	10월	11월		
충청북도	단양	-2.53	-2.55	-2.71	-1.49	3	4,037
	충주	-1.63	-3.09	-2.47	-2.00	4	4,900
	음성	2.48	-0.52	-2.22	-1.28	1	4,700
	진천	-0.15	-3.51	-0.14	-1.28	1	6,431
	괴산	-2.01	-3.89	-3.06	-0.59	3	4,668
	청원	-1.84	-2.82	-3.01	-1.88	4	5,075
	청주	-0.91	-2.53	-1.53	-1.22	2	7,430
	보은	-2.83	-4.58	-2.24	-1.92	4	5,450
	옥천	-2.68	-1.95	-2.00	-1.28	3	4,130
	영동	-3.72	-1.28	-1.34	-1.21	1	3,658
충청남도	아산	-1.26	-2.21	-0.72	-1.28	1	7,110
	천안	-0.09	-2.22	-0.66	-0.63	1	5,316
	당진	-0.38	-2.93	-1.29	-0.58	1	1,844
	서산	-0.05	-3.01	-1.28	-0.63	1	9,100
	예산	-0.20	-3.03	-2.63	-0.46	2	8,076
	홍성	-0.80	-3.01	-1.61	-0.80	2	6,428
	청양	-1.88	-3.03	-1.99	-0.80	3	10,200
	보령	0.59	-1.12	-3.03	-1.99	2	5,000
	서천	-1.21	-3.03	-2.03	-0.84	2	3,580
	논산	-2.22	-3.03	-2.73	-2.55	4	7,250
	금산	-2.98	-3.03	-2.98	-2.31	4	8,800
공주	-0.27	-3.00	-2.25	-0.80	2	7,576	

&lt;표 7&gt; 2010년도 가뭄발생 수와 배추생산량(kg/10a)

행정 구역	행정 지역	2010년 SPE지수				가뭄발생수	배추 생산량 (kg/10a)
		8월	9월	10월	11월		
충 청 대 구	단양	1.06	3.03	-1.85	-1.12	1	3,845
	충주	2.25	1.83	-1.84	-1.28	1	4,651
	음성	2.37	1.70	-2.41	-2.25	2	4,200
	진천	2.29	0.93	-1.90	0.15	1	5,940
	괴산	2.05	1.28	-1.99	-1.13	1	3,995
	청원	4.26	0.97	-1.43	-1.18	0	5,110
	청주	4.26	0.26	-1.56	-1.97	2	6,000
	보은	1.99	1.35	-0.71	-1.13	0	4,702
	옥천	3.75	-2.00	-1.16	-1.43	1	8,200
충 청 대 구	영동	2.94	-2.09	-2.10	-1.33	2	6,458
	아산	2.08	0.47	-1.21	-1.18	0	8,826
	천안	2.17	0.45	-1.16	-1.16	0	6,431
	당진	2.97	1.18	-2.88	-1.29	1	7,392
	서산	3.08	0.04	-2.86	-3.03	2	9,200
	예산	2.25	1.79	-1.73	-1.27	1	6,740
	홍성	1.97	1.99	-1.21	-2.86	1	5,890
	청양	2.21	0.56	-1.43	-1.29	0	9,800
	보령	0.01	-2.25	-2.43	-1.37	2	4,986
	서천	1.23	-0.72	-1.69	-1.21	1	3,037
	논산	2.24	-1.95	-3.03	-2.25	3	4,698
금산	2.96	-0.65	-1.86	-1.41	1	5,294	
공주	2.28	-0.08	-2.25	-1.35	1	6,186	

&lt;표 8&gt; 2011년도 가뭄발생 수와 배추생산량(kg/10a)

행정 구역	행정 지역	2011년 SPE지수				가뭄발생수	배추 생산량 (kg/10a)
		8월	9월	10월	11월		
충 청 대 구	단양	1.34	-2.25	-3.06	-2.37	3	4,963
	충주	-0.90	-1.72	-2.63	-2.40	3	5,510
	음성	-0.46	-2.49	-2.92	-2.35	3	4,750
	진천	-0.83	-2.76	-3.10	-0.77	2	5,921
	괴산	-0.01	-1.74	-2.88	-1.77	3	5,400
	청원	-0.40	-2.03	-3.06	-2.10	3	5,045
	청주	-0.27	-1.12	-2.33	-0.87	1	7,036
	보은	0.02	-2.76	-3.03	-1.98	3	5,800
	옥천	1.09	-2.70	-2.58	-1.70	3	6,442
충 청 대 구	영동	1.59	-3.67	-1.99	-0.43	2	4,047

<표 8> 2011년도 가뭄발생 수와 배추생산량(kg/10a)(계속)

행정 구역	행정 지역	2011년 SPE지수				가뭄발생수	배추 생산량 (kg/10a)
		8월	9월	10월	11월		
충남	아산	-0.73	-2.33	-2.36	-2.33	3	8,826
	천안	-0.72	-1.34	-1.35	-1.28	0	8,175
	당진	2.70	-0.62	-0.60	0.04	0	8,000
	서산	-1.84	-2.96	-2.36	-1.94	4	5,651
	예산	-1.68	-2.86	-2.73	-2.41	4	6,960
	홍성	-1.64	-3.03	-2.92	-2.80	4	5,804
	청양	0.03	-2.03	-3.03	-1.63	3	9,800
	보령	-0.05	-3.03	-2.70	-1.61	3	3,425
	서천	0.00	-2.73	-3.03	-1.99	3	3,420
	논산	1.99	-2.56	-3.03	-1.74	3	5,228
금산	0.59	-3.03	-2.86	-2.37	3	2,212	
공주	-0.14	-2.25	-3.03	-1.99	3	6,200	

<표 9> 2012년도 가뭄발생 수와 배추생산량(kg/10a)

행정 구역	행정 지역	2012년 SPE지수				가뭄발생수	배추 생산량 (kg/10a)
		8월	9월	10월	11월		
충북	단양	2.25	0.92	-1.46	-0.55	0	5,338
	충주	2.29	-0.08	-1.62	-1.16	1	5,500
	음성	1.35	0.08	-0.76	-0.73	0	5,000
	진천	2.33	-0.20	-0.50	-0.52	0	5,620
	괴산	3.72	-0.32	-1.88	-1.17	1	4,521
	청원	2.05	-0.46	-1.70	1.28	1	5,151
	청주	3.09	-0.89	-1.92	-1.28	1	8,240
	보은	-1.29	-1.66	-1.35	-1.17	1	6,100
	옥천	3.08	0.97	-2.55	-1.22	1	5,496
	영동	3.69	0.88	-2.03	-1.69	2	-
충남	아산	1.98	0.13	-1.65	-1.64	2	9,313
	천안	2.13	0.40	-0.73	-0.67	0	8,216
	당진	3.60	-0.08	-0.73	-0.35	0	12,275
	서산	2.29	-0.66	-1.54	-1.54	2	6,507
	예산	2.03	0.00	-1.29	-0.73	0	6,840
	홍성	2.32	-0.21	-1.99	-1.16	1	7,021
	청양	2.26	-0.40	-1.60	-1.21	1	9,740
	보령	2.12	2.06	-2.56	-2.39	2	3,425
	서천	2.28	-0.37	-1.29	-1.21	0	4,126
	논산	2.25	-0.03	-1.36	-1.35	0	4,808
금산	2.25	0.01	-2.55	-2.33	2	1,157	
공주	2.26	-0.55	-2.37	-1.26	1	4,935	

<표 10>은 지난 6년(2007~2012)동안 가뭄으로 판단된 시기의 배추생산량(kg/10a)을 시군별로 정리한 자료이며, 총 76개의 자료에 대한 순위를 제시하였다. 청양, 논산, 아산, 서산 등 충남에 위치한 시·군 등이 동일 가뭄조건에서 생산되는 단위면적당 배추생산량(kg/10a)이 높게 나타나는 것으로 분석되었다.

&lt;표 10&gt; 가뭄 발생한 시·군별 배추 생산량

순위	연도	도	시·군	배추 생산량 (kg/10a)	순위	연도	도	시·군	배추 생산량 (kg/10a)
1	2009	충남	청양	10,200	39	2007	충북	괴산	5,592
2	2008	충남	청양	10,180	40	2011	충북	충주	5,510
3	2011	충남	청양	9,800	41	2009	충북	보은	5,450
4	2007	충남	논산	9,567	42	2007	충북	단양	5,426
5	2007	충남	청양	9,417	43	2011	충북	괴산	5,400
6	2012	충남	아산	9,313	44	2008	충남	보령	5,330
7	2010	충남	서산	9,200	45	2008	충북	옥천	5,303
8	2008	충남	서산	9,195	46	2011	충남	논산	5,228
9	2011	충남	아산	8,826	47	2009	충북	청원	5,075
10	2009	충남	금산	8,800	48	2008	충북	보은	5,048
11	2007	충남	예산	8,315	49	2011	충북	청원	5,045
12	2007	충북	보은	8,284	50	2009	충북	보령	5,000
13	2009	충남	예산	8,076	51	2008	충북	충주	5,000
14	2008	충남	예산	8,031	52	2010	충북	보령	4,986
15	2009	충남	공주	7,576	53	2011	충북	단양	4,963
16	2009	충북	청주	7,430	54	2009	충북	충주	4,900
17	2009	충남	논산	7,250	55	2011	충북	음성	4,750
18	2011	충남	예산	6,960	56	2008	충북	음성	4,700
19	2007	충북	청주	6,872	57	2010	충남	논산	4,698
20	2008	충남	공주	6,781	58	2009	충북	괴산	4,668
21	2007	충남	공주	6,720	59	2008	충북	단양	4,537
22	2007	충북	옥천	6,610	60	2007	충북	음성	4,520
23	2008	충남	논산	6,514	61	2008	충북	청원	4,391
24	2012	충남	서산	6,507	62	2008	충남	아산	4,300
25	2010	충북	영동	6,458	63	2010	충북	음성	4,200
26	2011	충북	옥천	6,442	64	2009	충북	옥천	4,130
27	2009	충남	홍성	6,428	65	2011	충북	영동	4,047
28	2007	충북	진천	6,384	66	2009	충북	단양	4,037
29	2008	충남	홍성	6,328	67	2007	충남	서천	3,690
30	2007	충남	홍성	6,238	68	2009	충남	서천	3,580
31	2011	충남	공주	6,200	69	2011	충남	보령	3,425
32	2007	충북	충주	6,191	70	2012	충남	보령	3,425
33	2010	충북	청주	6,000	71	2011	충남	서천	3,420
34	2011	충북	진천	5,921	72	2008	충북	영동	3,095
35	2011	충남	홍성	5,804	73	2007	충북	영동	2,870
36	2011	충북	보은	5,800	74	2011	충남	금산	2,212
37	2011	충남	서산	5,651	75	2012	충남	금산	1,157
38	2008	충북	괴산	5,600	76	2007	충남	당진	989

<표 10>에 제시된 시군은 총 21개의 지역으로 <표 11>은 21개의 시군을 대상으로 2007년부터 2012년까지의 평균 단위면적당 배추생산량(kg/10a)을 순위별로 제시한 자료이다.

〈표 11〉 시·군별 가뭄발생수와 평균 배추 생산량

순위	도	시·군	평균 배추 생산량(kg/10a)
1	충청남도	청양	9,899
2	충청남도	예산	7,846
3	충청남도	서산	7,638
4	충청남도	아산	7,480
5	충청남도	공주	6,819
6	충청북도	청주	6,767
7	충청남도	논산	6,651
8	충청남도	홍성	6,200
9	충청북도	진천	6,153
10	충청북도	보은	6,146
11	충청북도	옥천	5,621
12	충청북도	충주	5,400
13	충청북도	괴산	5,315
14	충청북도	청원	4,837
15	충청북도	단양	4,741
16	충청남도	음성	4,543
17	충청남도	보령	4,433
18	충청북도	영동	4,118
19	충청남도	금산	4,056
20	충청남도	서천	3,563
21	충청남도	당진	989

총 76개의 자료를 바탕으로 21개 지역에서 동일한 가뭄이 발생함에 따라 평균 배추 생산량을 분석하였으며, 결과적으로 청양, 예산, 서산, 아산, 공주, 청주 등의 순으로 평균 배추생산량(kg/10a)이 높게 나타났으며, 충남지역에 총 12개의 시군별 평균 배추생산량(kg/10a)이 5,843 kg/10a, 충북지역에 총 9개의 시군별 평균 배추생산량(kg/10a)이 5,455 kg/10a로 충남지역이 충북지역보다 배추생산량이 10% 정도 높게 분석되었다.

## V. 결론

본 연구에서는 충청북도, 충청남도의 배추재배지역을 대상으로 시·군별 가뭄 리질리언스를 분석하였다. 가뭄이 발생한 판단은 SPEI지수를 활용하였으며, 배추 생산량에 영향을 미치는 배추재배기간(8월~11월)에 가뭄 조건(SPEI<-1.5)이 2회 이상 일 때 가뭄이 발생한 것으로 판단하였고, 시·군별로 6년간 발생한 가뭄과 평균배추생산량(kg/10a)을 비교하였다.

그 결과 청양, 예산, 서산, 아산, 공주 청주 등의 순으로 평균 배추 생산량이 높았으며, 전체적으로 충청남도가 충청북도에 비해 동일한 가뭄발생에 따른 평균 배추 생산량이 10%정도 높게 나타났다.

본 연구에서는 동일 가뭄(외부력)이 발생하더라도 단위면적당 배추생산량(변화에 저항하는 능력)의 차이를 나타내고 있음을 지역별로 분석하였다. 따라서 단순 기상조건에 의한 가뭄판단이 모든 지역에 적용하는 것은 아니라고 판단된다.

향후 연구에서는 지역별로 기상조건, 기상기간 뿐만 아니라 토양 조건, 농업수리 시설(관개배수 시설), 지자체의 가뭄에 대한 대책, 등 여러 인자를 고려한 가뭄 리질리언스 분석 필요하다고 판단된다.

## 참고문헌

- 국립기상연구소. 2011. 기후변화 이해하기XI; 충청의 기후변화. 국립기상연구소 청주기상대.
- 국립방재연구원. 2012. 재난분석 평가 기술 개발을 위한 사전기획 연구. 국립방재연구원. 발간등록번호 11-1311526-000047-01.
- 기상청. 2012. 보도자료: 최근 가뭄현황과 전망. 기후과학국 기후예측과.
- 김병식. 2013. 표준강수 증발산량지수와 대표농도경로를 이용한 남한지역 미래 가뭄 변화 전망. 한국방재학회 저널. 13(2): 97-109
- 김병식. 2012. 표준강수 증발산지수(SPEI)를 이용한 남한지역의 가뭄시도 평가. 한국수자원학회논문집 45(9): 97-109.
- 김태현. 2011. 재난관리를 위한 도시 방재력 개념 및 기능적 목표 설정. 한국안전학회지. 26(1): 65-70.
- 심기오. 2009. 극한가뭄 대응방안에 관한 연구. 국립장재교육연구원 방재연구소.
- 유순영. 2014. 재난 리스크 관리를 위한 재해 리질리언스의 평가. 한국방재학회.
- 유순영. 2011. 미래 자원환경지질 분야로서 국가기반시설 리질리언스 연구 동향 분석. 자원환경지질 44(6): 533-539.
- 이진영. 2012. 기후변화를 고려한 농업가뭄지수 활용 및 적용 기초 연구. 한국환경정책·평가연구원
- 이진우. 2013. 재난과 정치적 리질리언스. 국제정치연구. 16(2): 18-35.
- 충청남도. 2013. 충청남도 2013년 통계연보. 충청남도.
- 충청북도. 2013. 충청북도 2013년 통계연보. 충청남도.
- Bruijne, Mark de, Arjen Boin, and Michel van Eeten. 2010. *Resilience: Exploring the Concept and Its Meanings*. Louise K. Comfort, et. al. ed. Designing Resilience: Preparing for Extreme Events. University of Pennsylvania Press
- Bruneau, M., S. E. Chang, R. T. Eguchi, G. C. Lee, T. D. O'Rourke, A. M. Reinhorn, M. Shinozuka, K. Tierney, W. A. Wallace, and D. Winterfeldt. 2003. A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities. *Earthquake Spectra*. 19(4): 733-752.

- Chang, S. E. and M. Shinozuka. 2004. Measuring Improvements in the Disaster Resilience of Communities. *Earthquake Spectra*. 20(3): 739-755.
- Holling, C. S. 1973. Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 4: 1-23.
- Kempes, C. P., O B. Myers, D. D. Breshears, and J. J. Ebersole. 2008. Comparing Response of Pinus Edulis Tree-ring Growth to Five Alternate Moisture Indices Using Historic Meteorological Data. *Journal of Arid Environments*. 72: 350-357.
- Klein, R. J. T., R. J. Nicholls, and F. Thomalla. 2003, Resilience to Natural Hazards: How Useful is this Concept. *Global Environmental Change Part B, Environmental Hazards*. 5(1-2): 35-45.
- Mavromatis, T. 2007. Drought Index Evaluation for Assessing Future Wheat Production in Greece. *International Journal of Climatology*. 27: 911-924.
- NIDP(National Institute for Disaster Prevention). 2010. *Development of the Indicators and Checklists for Diagnosis of the Urban Resilience*. NIDP 11-1660080-000063-01.
- Rose, A. 2007. Economic Resilience to Natural and Manmade Disasters: Multidisciplinary Origins and Contextua dimensions. *Environmental Hazards*. 7(4): 383-398.
- Thornthwaite, C. W. 1948. An Approach Toward a Rational Classification of climate. *Geographical Review*. 38: 55-94.
- Thornthwaite, C. W. and J. R. Mather. 1955 The Water Balance. *Publications in Climatology*. 8(1): 1-104.
- Vugrin, E. D., D. E. Warren, M. A. Ehlen, and R. C. Camphouse. 2010. *A Framework for Assessing the Resilience of Infrastructure and Economic Systems*. Sustainable and Resilient Critical Infrastructure System. Simulation, Modeling, and Intelligent Engineering.
- Zolli, Andrew and Ann Marie Healy. 2012. *Resilience: Why Things Bounce Back*. New York: Simon & Schuster Inc

---

**강현중:** 충북대학교 지역건설공학과 학사 졸업후, 현재 수자원, 환경전문 컨설팅 기업인 핵코리아에서 근무하고 있으며, 충북대학교 지역건설공학과 석사과정 중에 있다(kawib28@naver.com).

**정승권:** 충북대학교에서 공학석사학위(논문제목: “GIS를 이용한 토지이용별 비점오염부하량 분석”, 2000년 2월)를 취득하였다. 현재 수자원, 환경전문 컨설팅 기업인 핵코리아에서 연구개발사업부를 이끌고 있으며, 물순환, 빗물이용 및 관리, 저영향개발기법(LID), 스마트워터그리드, 수문기상, 돌발홍수 등 수자원 및 방재분야에 관심을 가지고 있다. 현재 수자원학회 회원 등으로 활동 중이다(skjung6779@gmail.com)

**맹승진:** 충북대학교에서 “LH-모멘트의 적정 차수 결정에 의한 설계홍수량 추정”으로 농학박사 학위를 취득하였으며(2002. 2), 현재는 충북대학교 지역건설공학과 교수로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 수문통계, 강우-유출 모

형 개발, 수문자료 측정 분야이며, 현재 한국농공학회 이사, 한국수자원학회 편집위원 등으로 활동 중이다 (maeng@cbnu.ac.kr).

**장창덕:** 강원대학교에서 공학박사학위(논문제목: “하도형상 변화를 고려한 격자기반 토석류 해석모형의 개발”, 2012년 2월)를 취득하고 현재 수자원, 환경전문 컨설팅 기업인 핵코리아 물환경기술연구소 선임연구원직을 수행하고 있으며, 해안재해, 토석류, 수치모형 분야에 관심을 두고 연구 중이다(cdjang79@kangwon.ac.kr).