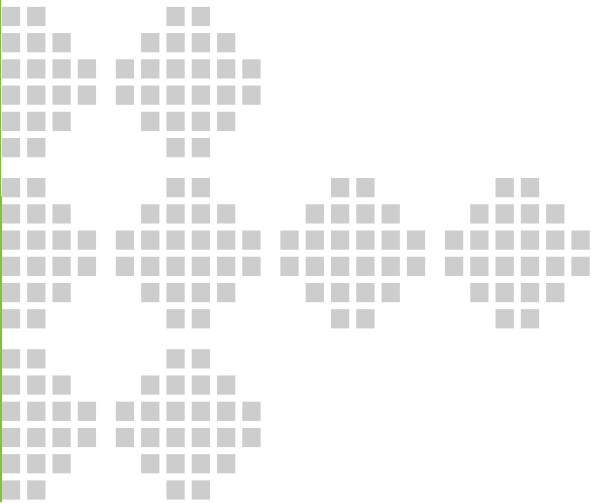


기후변화 적응대책 수립을 위한 전라북도 기후변화 취약성 연구



기후변화 적응대책 수립을 위한 전라북도 기후변화 취약성 연구

2009



전북발전연구원
JEONBUK DEVELOPMENT INSTITUTE

연구진

연구책임	장 남 정 • 전북발전연구원 부연구위원
공동연구	안 정 이 • 전북발전연구원 연구원

연구자문	김 득 수 • 군산대학교 환경공학과 교수
	고 재 경 • 경기개발연구원 책임연구원
	김 진 태 • 전북환경운동연합 사무처장
	임 영 환 • 전라북도 환경정책과장

연구관리코드 : 09GI06

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
전라북도의 정책과는 다를 수도 있습니다.

I. 연구의 개요

1. 연구배경 및 목적

- IPCC에 의하면 대기중 온실가스 농도를 2000년 수준으로 감축한다 하더라도 이미 배출된 온실가스에 의해 지구온난화의 영향은 피할 수 없다고 경고함 (실제 기후변화는 진행중인 현상임)
- 기후변화 대응을 위해서는 현재 배출되는 온실가스를 감축하는 ‘완화’ 방안의 모색과 동시에 지구온난화의 지속에 따른 ‘적응’ 대책이 필요함
- 지자체 차원의 적응대책 수립을 위해서는 전라북도의 부문별, 시군별 취약성 평가가 필요함
- 연구의 목적
 - 전라북도 기후변화 적응대책 수립을 위한 기후변화취약성 분석방법을 조사하고 최근 기상변화에 따른 영향을 분석함
 - 향후 전라북도 기후변화를 예측하고 전라북도의 취약부문을 평가하여 전라북도의 정책적 대응방향을 제시함
 - 전라북도 기후변화 적응대책 수립을 위한 기초자료를 제공함

2. 공간 및 시간적 범위

- 공간적 범위 : 전라북도 14개 시군 (새만금 지역 제외)
- 시간적 범위 : 1961~2008년까지의 과거 기상특성 분석(기상청 자료) 및 현재~2100년까지의 미래 기후변화 예측(선행 연구자료)
- 연구수행기간 : 2009년 3~7월 (5개월)

3. 연구의 주요내용

- 기후변화 취약성 평가방법 조사
 - 기후변화 취약성의 개념
 - 기후변화 취약성 평가방법

- 전라북도 기상 특성 및 기후변화 예측
 - 전라북도 기상특성
 - 전라북도 기후변화 예측

- 전라북도 부문별 기후변화 취약성분석
 - 상향식 접근법 (물관리, 건강 부문)
 - 하향식 접근법 (생태계, 물관리, 건강, 산업 부문)
 - 지표식 접근법 (VRI분석)

- 전라북도 시군별 기후변화 취약성분석
 - 시군별 취약성 종합평가

- 결론 및 정책적 제언
 - 정책적 제언
 - 연구의 한계

II. 연구결과 및 정책적 제언

1. 전라북도 기상특성 및 기후변화예측

가. 기상특성

- 최근 35년간 기상자료를 분석한 결과 전라북도 기온은 측정망별 강도의 차이는 있으나 전반적으로 증가하는 경향(연평균기온 35년간 0.5℃ 증가)을 보임
- 생활기온과 관련한 지표(서리일수, 연극한기온차, 성장계절기간 등)의 변화는 기온증가에 의한 결과를 반영하고 있음
- 강수량과 강수강도가 증가하여 홍수에 대한 잠재력이 증가하는 동시에, 가뭄 지표도 증가하고 있어 수자원 관리의 어려움이 예상됨
 - 최근 10년(1996~2005년) 전라북도 연강수량은 과거 평년값(1971~2000년)인 1282.8mm에서 1447.0mm로 13% 증가하여 우리나라 증가율(11%)보다 높은 증가율을 보임
 - 연강수량, 강수일수, 5일 최대강수량, 강수강도지수, 95분위수 이상의 강수현상이 모두 증가하여 홍수발생의 잠재력이 증가하고 있음
 - 최대무강우일수가 증가하는 경향을 보여 가뭄발생의 잠재력도 증가하고 있음

나. 기후변화예측

- 기후변화정보센터(www.climate.go.kr) 전자기후도의 8월 최고기온을 관측평년값, 2040s(2011~2040년), 2070s(2041~2070년), 2100s(2071~2100년) 미래예측평년값으로 비교하였음 (A2 시나리오)
 - 전반적으로 동부산악권에 비해 해안과 내륙의 온도상승이 큰 것으로 예측되었으며, 2070s의 온도증가가 가장 큰 것으로 전망됨 (2040s 기간동안 평년대비 약 1.5℃가 증가하고, 2070s의 경우 평년대비 약 3.5℃ 증가예측)
 - 지역으로는 고창, 정읍, 전주, 완주지역을 축으로 타 시군지역에 비해 상대적으로 평년값이 높은 것으로 나타났으며 공간패턴의 큰 변화는 없는 것으로 예

측됨

- 국립기상연구소의 한반도 온도변화 예측결과에 따르면, A1B 시나리오 적용시 평년(1971~2000)에 비해 21세기말 (2071~2100) 전반적으로 온도는 3.3~3.6℃ 강수량은 약 5~10% 증가(고창, 정읍의 일부지역에서는 0~5%증가)할 것으로 보고함
- 아열대기후구 변화전망에 따르면, 아열대기후구 경계는 상승하고 있으며 전라북도의 경우 향후 해안지역과 동부산악지역이 아열대기후 경계지역으로 전망됨
- 국립기상연구소의 연구에 따르면 우리나라 계절변화는 점차 여름이 길어지고 겨울은 짧아질 것으로 보고하였음
- 전주의 경우 2090년대에는 겨울 지속기간에 영향을 미치고 있는 봄 시작일은 2월 초이며, 여름 지속기간에 영향을 미치는 여름 시작일은 5월 초로 보고하였음

2. 전라북도 부문별 취약성 분석

최근 국내에서 기후변화 취약성 관련 연구가 진행되고 있는 상황이나 전라북도 차원의 직접적인 기후변화 영향조사 및 예측연구는 절대적으로 부족한 현실임

가. 생태계 부문

- 전라북도는 강원도 백두대간, 충북지역과 함께 잠재식생분포의 기후변화 취약성이 높은 것으로 보고됨
- 산림생태계의 경우 전라북도 동부권은 대규모 식생의 이동이 초래될 것으로 보고됨
- 특히, 활엽수림지역의 면적이 증가하고 침엽수림 면적은 줄어들 전망이어서, 특정 종들은 멸종위기에 처할 수 있음
- 산림생태계와 관련하여 시장, 물 공급, 에너지 생산(예 : 바이오연료) 등에 영향을 줄 수 있음
- 국립환경과학원의 생물기후권역 구분도에 따르면 전라북도는 크게 4개의 권역

[서해안권역(Index 14), 중부내륙권역(Index 2), 남부내륙권역(Index 3), 동부산악권(Index 4)]으로 구분할 수 있음

- 군산, 김제, 고창, 부안의 서해안권역은 해수면 상승, 해수온도 상승, 조류의 변화에 영향을 받을 수 있음

나.물관리 부문

1) 홍수

- 최근 10년간 전라북도 자연재해 피해 평균금액이 약 1,110억원으로, 1988~1997년에 비해 (2007년 불변가격) 약 7.5배 높은 것으로 나타남
- 전라북도 시설별 자연재해 피해액 규모를 보면 공공시설과 기타시설이 가장 큰 부분을 차지하였음 (2002년에는 태풍 루사, 2005년에는 대설로 인한 피해가 가장 큼)
- 전라북도 우심피해 발생빈도는 고창, 군산, 완주 순으로 높았으며, 전주, 익산은 상대적으로 낮았으나, 피해액은 무주, 고창, 진안, 남원 순으로 높았음
- 전라북도는 한강중하류(적응력은 높으나 민감도와 노출이 매우 큼), 낙동강, 섬진강, 영산강유역의 남쪽 유역 등의 타지역에 비해 홍수 취약성이 상대적으로 낮은 것으로 보고됨
- 2025s (2011~2045년) 기간동안 일 강수량이 80mm 이상인 강수일수는 만경강(금강 중권역 3301), 동진강(금강 중권역 3302), 용담댐 하류(금강 중권역 3002), 주진천(영산강 중권역 5301) 유역에서 전라북도 타지역에 비해 크게 증가할 것으로 보고됨
- 2065s (2051~2080년) 기간동안 일강수량이 80mm 이상인 날의 수는 전라북도 전유역에서 증가하는 경향을 보이고 일 강수량이 1mm 이상인 강수일수는 감소할 것으로 보고됨
- 2025s와 2065s 기간동안 1일 동안의 최대강수량과 연 최대일유출량이 금강유역에서 증가할 것으로 보고됨
- 지표 변동성 결과를 볼 때 전라북도는 향후 금강권역(만경강, 동진강, 용담댐 하류)과 고창지역에 속하는 영산강권역(주진천)을 중심으로 홍수지표들이 증

가할 것으로 보고됨

2) 가뭄

- 전라북도 가뭄피해는 1994~1995년과 2008~2009년 비상급수를 실시한 바가 있으며, 진안, 남원, 완주 순으로 비상급수 건수가 많았음
- 전라북도는 한강 중하류유역, 낙동강 일부유역에 비해 상대적으로 가뭄에 대한 취약성이 낮은 것으로 보고됨
- 2025s 기간동안 연속적인 무강수일수의 평균이 동진강, 주진천 유역에서 전라북도내 타지역에 비해 크게 증가할 것으로 보고됨
- 2025s와 2065s 기간동안 연강수량은 금강권역[직소천(금강 중권역) 제외]에서 증가하고, 섬진강권역에서 감소하는 경향을 보임
- 전라북도 지역에서는 만경강, 동진강, 무주남대천 유역이 도내 타유역보다 가뭄에 대한 취약성이 높을 것으로 보고됨

다. 건강 부문

- 전라북도 매개체 질병 발생률을 보면 찌꺼가무시증은 전국에서 발병률이 가장 높았으며, 렙토스피라증, 신증후군출혈열의 발병률은 전국에서 2번째로 높아 매개체 질환에 상대적으로 취약한 것으로 나타남
- 전라북도 시군별 말라리아 환자수와 발생률을 보면, 전주, 익산, 군산 순으로 시권역에서 말라리아 환자 발생수가 많았으나, 발병률은 고창, 김제, 완주 순으로 높았음
- 찌꺼가무시증은 전주, 익산, 정읍, 남원 순으로 환자 발생건수가 많았으나, 발병률은 순창, 무주, 장수 순으로 높았음
- 렙토스피라증은 남원이 누적환자수와 발병률이 가장 높았음
- 신증후군출혈열은 남원, 익산, 전주 순으로 환자발생이 많은 것으로 조사되었으며, 발병률도 남원이 가장 높은 것으로 나타남
- 전라북도 일사병 및 열사병 환자수 추이는 2003년 이후 지속적으로 증가하다 2008년 급격히 증가하는 경향을 보였음 (시군별 발병률은 임실, 무주가 높았음)

- 나 발생 환자수는 전주, 군산, 익산, 정읍 순으로 많음)
- 건강 부문 취약성은 인구집단에 고르게 나타나지 않으며, 지리적인 요인보다는 사회경제적인 요인이 더 크게 작용하므로, 전라북도 건강 부문 취약성은 사회경제적 약자인 기초생활수급자와 신체적 약자인 노인 비율을 조사하여 기후변화 취약성 간접적으로 예측하였음
 - 전라북도 기초생활수급자 비율은 2002~2007년 평균 6.21%로 전남 다음으로 비율이 높았으며. 노인인구의 경우 전남, 충남, 경북 다음으로 비율이 높아 상대적으로 타지자체에 비해 기후변화로 인한 질병에 취약할 것으로 예측됨
 - 전라북도 시군별 기초생활수급자 비율은 김제, 무주, 부안 순으로 높게 나타남
 - 전라북도 시군별 노인인구 비율을 분석한 결과 임실, 순창, 진안, 무주, 장수, 고창, 부안 순으로 주로 군단위 지역에서 높게 나타남

라. 산업 부문

○ 농업

- 전라북도 평야지역에 해당하는 차령남부평야지대는 2080s(2081~2090) 기간동안 평년대비 13.9% 벼 생산량이 감소할 것으로 보고됨 (CERES-Rice 모델과 A2 시나리오의 온실가스 증가에 따른 미래 벼 생산 취약성 예측결과)
- 기후변화가 과수에 미치는 영향은 병충해 증가와 함께 재배 주산지의 변화가 대표적이며, 전라북도에서 사과, 배의 경우 만개일이 점차 빨라지고 있으며, 재배적지가 점차 북상하면서 동시에 축소되고 있음
- 채소의 경우 이상고온에 의한 병해충과 생산성 증가의 영향들이 나타나고 있으나, 오이, 호박, 풋고추 등의 시설채소는 상대적으로 출하량이 집중되어 가격하락이 나타남
- 겨울철 고온으로 시설과채류는 수량이 5%정도 증수될 것으로 추정하였고, 시설하우스의 겨울철 난방 에너지를 절약할 수 있음
- 소, 돼지, 가축의 경우 고온에 의한 영향이 예상되나 정량적인 예측을 위한 연구가 필요함

○ 일반산업

- 기후변화로 인한 일반산업의 취약성은 어업, 관광, 물산업, 에너지, 건축 및 기반시설, 농업, 임업 분야로 다양하게 영향을 미칠 것으로 예상되나, 지역차원의 사회경제적 요인을 고려한 체계적이고 과학적인 연구가 필요함

3. 지표를 이용한 전라북도 취약성 분석

가. 광역지자체별 VRI분석

- 민감도, 기후노출, 적응능력 카테고리별 대리변수를 종합하여 16개 광역지자체의 VRI를 분석한 결과 전라북도의 특성은 다음과 같음 (유가영·김인애, 2008)
- 전라북도는 충청북도, 전라남도, 광주광역시, 경상북도와 함께 기후노출(E)과 민감도(S)는 높지만 적응능력은 중간정도로 비교적 높은 취약성을 보이는 것으로 보고됨
- 전라북도는 적응능력(AC)의 지표중 경제력(economy)은 낮으나 거버넌스(governance)와 환경역량(envt capa)이 상대적으로 높은 특징을 보였음

나. 전라북도 시군별 VRI분석

- 민감도, 기후노출, 적응능력 카테고리별 대리변수를 종합하여 전라북도 시군별 VRI를 분석한 결과 그룹별 특성은 다음과 같음
- 1) 그룹 1 : 김제, 부안
 - 민감도와 기후노출이 높고, 적응능력이 낮은 특성을 보임
- 2) 그룹 2 : 고창, 완주
 - 민감도가 높고 적응능력이 낮아 기후변화에 대한 취약성이 높으나 기후노출이 상대적으로 낮은 특성을 보임
 - 고창의 경우 혹서를 제외한 기후노출이 상대적으로 낮지만, 전라북도 14개 시군중 민감도가 가장 높고, 적응능력이 가장 낮아 기후변화에 대한 취약성이 높은 것으로 분석됨

3) 그룹 3 : 군산, 익산, 전주

- 기후노출이 높고 기반시설이 잘 구축되어 민감도가 낮고, 적응능력도 높아 중간정도의 취약성을 보임
- 생태계 부문에서 민감도가 높았으며, 교육, 산업구조, 경제적 능력에서 적응능력이 높으나 거버넌스와 환경역량은 낮은 것으로 나타남

4) 그룹 4 : 무주, 순창, 정읍, 진안, 남원

- 민감도가 중-하이고, 기후노출이 중간정도이며, 적응능력은 중-상의 특징을 보여 전체적으로 중간정도의 취약성을 보임
- 농업에 민감도가 상대적으로 높으며, 환경역량은 크나 경제적 능력이 약한 특징을 보임

5) 그룹 5 : 임실, 장수

- 기후노출이 낮아 기후변화에 대한 취약성이 전라북도 내 타시군에 비해 상대적으로 낮은 것으로 분석됨

4. 전라북도 및 시군별 취약성 평가 종합

○ 전라북도

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																								
○ 기온 : 연평균기온 0.5℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 45mm/10년 상승		Jeollabuk-do <table border="1"><caption>Jeollabuk-do Vulnerability Data (Estimated)</caption><thead><tr><th>Sector</th><th>Score</th></tr></thead><tbody><tr><td>(S)infrastructure</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(S)ecosystem</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(S)agriculture</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(S)health</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(AC)economy</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(AC)governance</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(AC)education</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(AC)envt capa</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(AC)industry structure</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(E)flood</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(E)drought</td><td>3.5</td></tr></tbody></table>	Sector	Score	(S)infrastructure	3.5	(S)ecosystem	3.5	(S)agriculture	3.5	(S)health	3.5	(AC)economy	3.5	(AC)governance	3.5	(AC)education	3.5	(AC)envt capa	3.5	(AC)industry structure	3.5	(E)flood	3.5	(E)drought	3.5
Sector	Score																									
(S)infrastructure	3.5																									
(S)ecosystem	3.5																									
(S)agriculture	3.5																									
(S)health	3.5																									
(AC)economy	3.5																									
(AC)governance	3.5																									
(AC)education	3.5																									
(AC)envt capa	3.5																									
(AC)industry structure	3.5																									
(E)flood	3.5																									
(E)drought	3.5																									
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																										
생태계	○ 동부권 산림생태계 취약성 예상 ○ 서해안권 취약성 예상																									
물관리	○ 최근 10년간 자연재해 피해 평균금액이 약 7.5배 증가 ○ 홍수/가뭄 부문적 취약성 예상																									
건강	○ 매개체 질환에 취약함 ○ 일사병 및 열사병 환자수 증가 ○ 사회경제적/신체적 약자비율 높음																									
산업	○ 벼생산량 감소 예상																									
지표특성	○ 기후노출(E), 민감도(S)는 높음 ○ 적응능력 중간 (경제력 낮고, 환경역량/거버넌스 높음)																									

○ 전주시

기후특성 (과거 47년간)		취약성 분석도																																	
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 54mm/10년 상승		전주시 <table border="1"><caption>전주시 취약성 분석도 데이터</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">생태계 (S)</td><td>(S)기반시설</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>3</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>2</td></tr><tr><td rowspan="3">사회경제 (AC)</td><td>(S)보건복지</td><td>1</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>4</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>1</td></tr><tr><td rowspan="3">환경 (AC)</td><td>(AC)교육</td><td>1</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>3</td></tr><tr><td rowspan="2">재난 (E)</td><td>(E)호우</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>1</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td>(E)폭서</td><td>4</td></tr></tbody></table>	분류	구분	취약성 점수 (0-5)	생태계 (S)	(S)기반시설	4	(S)생태계	3	(S)농업	2	사회경제 (AC)	(S)보건복지	1	(AC)경제적능력	4	(AC)거버넌스	1	환경 (AC)	(AC)교육	1	(AC)환경역량	2	(AC)산업구조	3	재난 (E)	(E)호우	2	(E)가뭄	1			(E)폭서	4
분류	구분		취약성 점수 (0-5)																																
생태계 (S)	(S)기반시설		4																																
	(S)생태계		3																																
	(S)농업		2																																
사회경제 (AC)	(S)보건복지		1																																
	(AC)경제적능력		4																																
	(AC)거버넌스	1																																	
환경 (AC)	(AC)교육	1																																	
	(AC)환경역량	2																																	
	(AC)산업구조	3																																	
재난 (E)	(E)호우	2																																	
	(E)가뭄	1																																	
		(E)폭서	4																																
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																			
생태계	-																																		
물관리	-																																		
건강	-																																		
산업	-																																		
지표특성	생태계 민감, 환경역량/거버넌스 낮음, 폭서 노출																																		

○ 군산시

기후특성 (과거 40년간)		취약성 분석도																																
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 36mm/10년 상승 R95T 2.7%/10년 상승		군산시 <table border="1"><caption>군산시 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>수치</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">생태계 (S)</td><td>(S)기반시설</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>1.5</td></tr><tr><td rowspan="3">사회경제 (AC)</td><td>(S)보건복지</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>1.5</td></tr><tr><td rowspan="3">인프라 (AC)</td><td>(AC)교육</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>3.5</td></tr><tr><td rowspan="2">재난 (E)</td><td>(E)호우</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>3.5</td></tr><tr><td rowspan="2">기타 (E)</td><td>(E)폭서</td><td>3.5</td></tr></tbody></table>	분류	구분	수치	생태계 (S)	(S)기반시설	3.5	(S)생태계	3.5	(S)농업	1.5	사회경제 (AC)	(S)보건복지	1.5	(AC)경제적능력	1.5	(AC)거버넌스	1.5	인프라 (AC)	(AC)교육	1.5	(AC)환경역량	1.5	(AC)산업구조	3.5	재난 (E)	(E)호우	3.5	(E)가뭄	3.5	기타 (E)	(E)폭서	3.5
분류	구분		수치																															
생태계 (S)	(S)기반시설		3.5																															
	(S)생태계		3.5																															
	(S)농업		1.5																															
사회경제 (AC)	(S)보건복지	1.5																																
	(AC)경제적능력	1.5																																
	(AC)거버넌스	1.5																																
인프라 (AC)	(AC)교육	1.5																																
	(AC)환경역량	1.5																																
	(AC)산업구조	3.5																																
재난 (E)	(E)호우	3.5																																
	(E)가뭄	3.5																																
기타 (E)	(E)폭서	3.5																																
	부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																	
생태계	서해안 해안생태 모니터링 필요																																	
물관리	해안지역, 홍수/가뭄 취약성 예상																																	
건강	-																																	
산업	-																																	
지표특성	생태계 민감, 환경역량/거버넌스 낮음, 기후노출(가뭄) 높음																																	

○ 익산시

기후특성 (과거 40년간)		취약성 분석도																															
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 36mm/10년 상승 R95T 2.7%/10년 상승		익산시 <table border="1"><caption>익산시 취약성 분석도 데이터</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>수치</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">생태계 (S)</td><td>(S)기반시설</td><td>3</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3</td></tr><tr><td rowspan="3">사회경제 (AC)</td><td>(S)보건복지</td><td>1</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>1</td></tr><tr><td rowspan="3">환경 (AC)</td><td>(AC)교육</td><td>1</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>4</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>3</td></tr><tr><td rowspan="3">재난 (E)</td><td>(E)호우</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>4</td></tr><tr><td>(E)폭서</td><td>3</td></tr></tbody></table>	분류	구분	수치	생태계 (S)	(S)기반시설	3	(S)생태계	4	(S)농업	3	사회경제 (AC)	(S)보건복지	1	(AC)경제적능력	2	(AC)거버넌스	1	환경 (AC)	(AC)교육	1	(AC)환경역량	4	(AC)산업구조	3	재난 (E)	(E)호우	2	(E)가뭄	4	(E)폭서	3
분류	구분		수치																														
생태계 (S)	(S)기반시설		3																														
	(S)생태계		4																														
	(S)농업		3																														
사회경제 (AC)	(S)보건복지	1																															
	(AC)경제적능력	2																															
	(AC)거버넌스	1																															
환경 (AC)	(AC)교육	1																															
	(AC)환경역량	4																															
	(AC)산업구조	3																															
재난 (E)	(E)호우	2																															
	(E)가뭄	4																															
	(E)폭서	3																															
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																	
생태계	-																																
물관리	홍수/가뭄 취약성 예상																																
건강	-																																
산업	-																																
지표특성	생태계 민감, 환경역량/거버넌스 낮음, 기후노출(가뭄) 높음																																

○ 정읍시

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																																				
○ 기온 : 연평균기온 1.1℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 27mm/10년 상승 서리일수 5.4일/10년 감소		정읍시 <table border="1"><caption>정읍시 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>지표</th><th>점수 (0-4)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">사회적 (S)</td><td rowspan="3">기반시설</td><td>(S)기반시설</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3</td></tr><tr><td rowspan="3">경제적 (AC)</td><td rowspan="3">경제적능력</td><td>(S)보건복지</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>3</td></tr><tr><td rowspan="4">환경 (AC)</td><td rowspan="4">환경역량</td><td>(AC)교육</td><td>4</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>4</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>1</td></tr><tr><td rowspan="2">환경 (E)</td><td rowspan="2">기후</td><td>(E)가뭄</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)홍수</td><td>3</td></tr></tbody></table>	분류	구분	지표	점수 (0-4)	사회적 (S)	기반시설	(S)기반시설	4	(S)생태계	4	(S)농업	3	경제적 (AC)	경제적능력	(S)보건복지	2	(AC)경제적능력	2	(AC)거버넌스	3	환경 (AC)	환경역량	(AC)교육	4	(AC)환경역량	4	(AC)산업구조	2	(E)호우	1	환경 (E)	기후	(E)가뭄	2	(E)홍수	3
분류	구분		지표	점수 (0-4)																																		
사회적 (S)	기반시설		(S)기반시설	4																																		
			(S)생태계	4																																		
			(S)농업	3																																		
경제적 (AC)	경제적능력	(S)보건복지	2																																			
		(AC)경제적능력	2																																			
		(AC)거버넌스	3																																			
환경 (AC)	환경역량	(AC)교육	4																																			
		(AC)환경역량	4																																			
		(AC)산업구조	2																																			
		(E)호우	1																																			
환경 (E)	기후	(E)가뭄	2																																			
		(E)홍수	3																																			
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																						
생태계	-																																					
물관리	가뭄 취약성 예상																																					
건강	-																																					
산업	벼생산량 감소 예상																																					
지표특성	민감도, 적응능력, 기후노출 중간 (환경역량 크나 경제적 능력 낮음)																																					

○ 남원시

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																																				
○ 기온 : 연평균기온 0.5℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 49mm/10년 상승		남원시 <table border="1"><caption>남원시 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>지표</th><th>점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">사회적 (S)</td><td rowspan="3">기반시설</td><td>(S)기반시설</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>2</td></tr><tr><td rowspan="3">경제적 (AC)</td><td rowspan="3">경제적 능력</td><td>(S)보건복지</td><td>1</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>2</td></tr><tr><td rowspan="4">환경적 (AC)</td><td rowspan="4">환경역량</td><td>(AC)교육</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>3</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>1</td></tr><tr><td rowspan="2">환경적 (E)</td><td rowspan="2">환경적</td><td>(E)폭서</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>2</td></tr></tbody></table>	분류	구분	지표	점수 (0-5)	사회적 (S)	기반시설	(S)기반시설	4	(S)생태계	4	(S)농업	2	경제적 (AC)	경제적 능력	(S)보건복지	1	(AC)경제적능력	2	(AC)거버넌스	2	환경적 (AC)	환경역량	(AC)교육	2	(AC)환경역량	3	(AC)산업구조	2	(E)호우	1	환경적 (E)	환경적	(E)폭서	2	(E)가뭄	2
분류	구분		지표	점수 (0-5)																																		
사회적 (S)	기반시설		(S)기반시설	4																																		
			(S)생태계	4																																		
			(S)농업	2																																		
경제적 (AC)	경제적 능력		(S)보건복지	1																																		
		(AC)경제적능력	2																																			
		(AC)거버넌스	2																																			
환경적 (AC)	환경역량	(AC)교육	2																																			
		(AC)환경역량	3																																			
		(AC)산업구조	2																																			
		(E)호우	1																																			
환경적 (E)	환경적	(E)폭서	2																																			
		(E)가뭄	2																																			
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																						
생 태 계	-																																					
물 관 리	재해위험지구, 가뭄피해 높음																																					
건 강	매개체 질환 발병률 높음																																					
산 업	-																																					
지표특성	환경역량 크나 경제적 능력 낮음, 호우노출																																					

○ 김제시

기후특성 (과거 40년간)		취약성 분석도
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 36mm/10년 상승 R95T 2.7%/10년 상승		
부문별 특성 (상향식 + 하향식)		
생 태 계	서해안 해안생태 모니터링 필요	
물 관 리	해안지역, 수해상습지구수 많음, 홍수/가뭄 취약성 예상	
건 강	기초생활수급자율 높음	
산 업	벼생산량 감소 예상	
지표특성	민감도(생태계)/기후노출(가뭄)이 높음, 적응능력 전반적으로 낮음	

김제시

구분	점수
(S)기반시설	4
(S)생태계	4
(S)농업	3
(S)보건복지	2
(AC)경제적능력	2
(AC)거버넌스	2
(AC)교육	2
(AC)환경역량	2
(AC)산업구조	2
(E)호우	1

○ 완주군

기후특성 (과거 47년간)		취약성 분석도																								
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 54mm/10년 상승		완주군 <table border="1"><caption>완주군 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">S (사회적)</td><td>(S)기반시설</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>2.5</td></tr><tr><td rowspan="3">AC (경제적)</td><td>(AC)경제적능력</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>1.0</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>1.0</td></tr><tr><td rowspan="3">E (환경적)</td><td>(E)환경역량</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(E)폭서</td><td>4.0</td></tr></tbody></table>	분류	구분	취약성 점수 (0-5)	S (사회적)	(S)기반시설	4.5	(S)생태계	4.0	(S)농업	2.5	AC (경제적)	(AC)경제적능력	1.5	(AC)거버넌스	1.0	(AC)교육	1.0	E (환경적)	(E)환경역량	4.0	(E)가뭄	3.5	(E)폭서	4.0
분류	구분		취약성 점수 (0-5)																							
S (사회적)	(S)기반시설		4.5																							
	(S)생태계		4.0																							
	(S)농업		2.5																							
AC (경제적)	(AC)경제적능력		1.5																							
	(AC)거버넌스	1.0																								
	(AC)교육	1.0																								
E (환경적)	(E)환경역량	4.0																								
	(E)가뭄	3.5																								
	(E)폭서	4.0																								
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																										
생태계	-																									
물관리	가뭄피해 높음																									
건강	말라리아 발병률 높음																									
산업	-																									
지표특성	민감도 높고, 적응능력 낮음, 기반시설 취약성 높음, 폭서 노출																									

○ 진안군

기후특성 (과거 47년간)		취약성 분석도
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 54mm/10년 상승		
부문별 특성 (상향식 + 하향식)		
생 태 계	산림생태 취약성 예상	
물 관 리	가뭄피해 마을개소수 많음	
건 강	노인비율 높음	
산 업	-	
지표특성	농업 민감도 높음, 환경역량 크나 경제적 능력/교육 낮음	

진안군

부문	지표	취약성 점수 (0-5)
(S)기반시설	(E)폭서	4.5
	(E)가뭄	3.5
	(E)호우	2.5
(S)생태계	(S)농업	4.5
	(S)보건복지	3.5
	(AC)경제적능력	2.5
(AC)거버넌스	(AC)교육	2.5
	(AC)환경역량	4.5
	(AC)산업구조	3.5

○ 무주군

기후특성 (과거 47년간)		취약성 분석도																															
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 54mm/10년 상승		무주군 <table border="1"><caption>무주군 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">S (사회적)</td><td>(S)기반시설</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3.5</td></tr><tr><td rowspan="3">AC (경제적)</td><td>(AC)경제적능력</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>2.5</td></tr><tr><td rowspan="3">E (환경적)</td><td>(E)폭서</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>2.5</td></tr><tr><td rowspan="3">AC (산업적)</td><td>(AC)산업구조</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>2.5</td></tr></tbody></table>	분류	구분	취약성 점수 (0-5)	S (사회적)	(S)기반시설	4.5	(S)생태계	4.5	(S)농업	3.5	AC (경제적)	(AC)경제적능력	2.5	(AC)거버넌스	2.5	(AC)교육	2.5	E (환경적)	(E)폭서	3.5	(E)가뭄	2.5	(E)호우	2.5	AC (산업적)	(AC)산업구조	2.5	(AC)환경역량	2.5	(AC)산업구조	2.5
분류	구분		취약성 점수 (0-5)																														
S (사회적)	(S)기반시설		4.5																														
	(S)생태계		4.5																														
	(S)농업		3.5																														
AC (경제적)	(AC)경제적능력		2.5																														
	(AC)거버넌스	2.5																															
	(AC)교육	2.5																															
E (환경적)	(E)폭서	3.5																															
	(E)가뭄	2.5																															
	(E)호우	2.5																															
AC (산업적)	(AC)산업구조	2.5																															
	(AC)환경역량	2.5																															
	(AC)산업구조	2.5																															
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																	
생 태 계	산림생태 취약성 예상																																
물 관 리	우심피해액 높음, 홍수/가뭄 취약성 예상																																
건 강	매개체 질병/일(열)사병 발병률 높음, 기초생활수급자율 높음																																
산 업	-																																
지표특성	환경역량 크나 경제적 능력/교육/산업구조 적응능력 낮음, 농업 민감도 높음																																

○ 장수군

기후특성 (과거 20년간)		취약성 분석도																										
○ 기온 : 연평균기온 0.5℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 62mm/10년 상승		장수군 <table border="1"><caption>장수군 취약성 분석도 데이터</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>가치</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">사회적 (S)</td><td>(S)기반시설</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>5</td></tr><tr><td rowspan="3">경제적 (AC)</td><td>(AC)경제적능력</td><td>1</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>1</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>1</td></tr><tr><td rowspan="4">환경적 (E)</td><td>(E)호우</td><td>3</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>1</td></tr><tr><td>(E)폭서</td><td>1</td></tr><tr><td>(E)기반시설</td><td>4</td></tr></tbody></table>	분류	구분	가치	사회적 (S)	(S)기반시설	4	(S)생태계	4	(S)농업	5	경제적 (AC)	(AC)경제적능력	1	(AC)거버넌스	1	(AC)교육	1	환경적 (E)	(E)호우	3	(E)가뭄	1	(E)폭서	1	(E)기반시설	4
분류	구분		가치																									
사회적 (S)	(S)기반시설		4																									
	(S)생태계		4																									
	(S)농업		5																									
경제적 (AC)	(AC)경제적능력		1																									
	(AC)거버넌스	1																										
	(AC)교육	1																										
환경적 (E)	(E)호우	3																										
	(E)가뭄	1																										
	(E)폭서	1																										
	(E)기반시설	4																										
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																												
생태계	산림생태 취약성 예상																											
물관리	재해위험지구 많음																											
건강	매개체 질환 발병률 높음																											
산업	-																											
지표특성	농업/기반시설 민감도 높음, 경제적 능력/교육 낮음, 노출 낮음(호우제외)																											

○ 임실군

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																									
○ 기온 : 연평균기온 0.7℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 24mm/10년 상승 R95T 2.3%/10년, R5D 23mm/10년 상승		임실군 <table border="1"><caption>임실군 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>취약성 수준 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="5">사회적 취약성 (S)</td><td>(S)기반시설</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)보건복지</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)기반시설</td><td>4.5</td></tr><tr><td rowspan="5">환경·산업·교육 취약성 (E, AC)</td><td>(E)호우</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>2.5</td></tr></tbody></table>	분류	구분	취약성 수준 (0-5)	사회적 취약성 (S)	(S)기반시설	4.5	(S)생태계	4.5	(S)농업	4.5	(S)보건복지	4.5	(S)기반시설	4.5	환경·산업·교육 취약성 (E, AC)	(E)호우	1.5	(AC)산업구조	2.5	(AC)환경역량	1.5	(AC)교육	1.5	(AC)거버넌스	2.5
분류	구분		취약성 수준 (0-5)																								
사회적 취약성 (S)	(S)기반시설		4.5																								
	(S)생태계		4.5																								
	(S)농업		4.5																								
	(S)보건복지		4.5																								
	(S)기반시설	4.5																									
환경·산업·교육 취약성 (E, AC)	(E)호우	1.5																									
	(AC)산업구조	2.5																									
	(AC)환경역량	1.5																									
	(AC)교육	1.5																									
	(AC)거버넌스	2.5																									
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																											
생태계	-																										
물관리	-																										
건강	일사병/열사병 발병률 높음, 노인비율 높음																										
산업	-																										
지표특성	보건복지/산업구조 취약성 높음, 기후노출 낮음																										

○ 순창군

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																									
○ 기온 : 연평균기온 0.5℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 49mm/10년 상승		순창군 <table border="1"><caption>순창군 취약성 분석도 데이터</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>가치</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="5">사회적 취약성 (S)</td><td>(S)기반시설</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3</td></tr><tr><td>(S)보건복지</td><td>2</td></tr><tr><td>(S)경제적능력</td><td>2</td></tr><tr><td rowspan="5">환경적 취약성 (AC)</td><td>(AC)거버넌스</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>1</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>2</td></tr></tbody></table>	분류	구분	가치	사회적 취약성 (S)	(S)기반시설	4	(S)생태계	4	(S)농업	3	(S)보건복지	2	(S)경제적능력	2	환경적 취약성 (AC)	(AC)거버넌스	2	(AC)교육	1	(AC)환경역량	2	(AC)산업구조	2	(E)호우	2
분류	구분		가치																								
사회적 취약성 (S)	(S)기반시설		4																								
	(S)생태계		4																								
	(S)농업		3																								
	(S)보건복지	2																									
	(S)경제적능력	2																									
환경적 취약성 (AC)	(AC)거버넌스	2																									
	(AC)교육	1																									
	(AC)환경역량	2																									
	(AC)산업구조	2																									
	(E)호우	2																									
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																											
생 태 계	-																										
물 관 리	재해위험지구, 가뭄피해 높음																										
건 강	매개체 질환 발병률 높음, 노인비율 높음																										
산 업	-																										
지표특성	환경역량 크나 경제적 능력 낮음, 호우 노출																										

○ 고창군

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																										
○ 기온 : 연평균기온 1.1℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 27mm/10년 상승 서리일수 5.4일/10년 감소		고창군 <table border="1"><caption>고창군 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>구분</th><th>구분명</th><th>점수</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">S (사회적)</td><td>(S)기반시설</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>3</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3</td></tr><tr><td rowspan="3">E (환경적)</td><td>(E)폭서</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>2</td></tr><tr><td rowspan="4">AC (경제·문화·사회적)</td><td>(AC)산업구조</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>2</td></tr></tbody></table>	구분	구분명	점수	S (사회적)	(S)기반시설	4	(S)생태계	3	(S)농업	3	E (환경적)	(E)폭서	2	(E)가뭄	2	(E)호우	2	AC (경제·문화·사회적)	(AC)산업구조	2	(AC)환경역량	2	(AC)교육	2	(AC)거버넌스	2
구분	구분명		점수																									
S (사회적)	(S)기반시설		4																									
	(S)생태계		3																									
	(S)농업		3																									
E (환경적)	(E)폭서		2																									
	(E)가뭄		2																									
	(E)호우	2																										
AC (경제·문화·사회적)	(AC)산업구조	2																										
	(AC)환경역량	2																										
	(AC)교육	2																										
	(AC)거버넌스	2																										
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																												
생태계	서해안 해안생태 모니터링 필요																											
물관리	해안지역, 홍수 취약성 예상																											
건강	말라리아 발병률 높음																											
산업	벼생산량 감소 예상																											
지표특성	민감도 높고, 적응능력 낮음, 산업구조/보건복지 취약성 높음																											

○ 부안군

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																										
○ 기온 : 연평균기온 1.2℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 34mm/10년 상승 서리일수 5.2일/10년 감소 R95T 2.4%/10년, R5D 18mm/10년 상승		부안군 <table><thead><tr><th>구분</th><th>점수</th></tr></thead><tbody><tr><td>(S)기반시설</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>3</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3</td></tr><tr><td>(S)보건복지</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>2</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>2</td></tr><tr><td>(E)폭서</td><td>2</td></tr></tbody></table>	구분	점수	(S)기반시설	4	(S)생태계	3	(S)농업	3	(S)보건복지	2	(AC)경제적능력	2	(AC)거버넌스	2	(AC)교육	2	(AC)환경역량	2	(AC)산업구조	2	(E)호우	2	(E)가뭄	2	(E)폭서	2
구분	점수																											
(S)기반시설	4																											
(S)생태계	3																											
(S)농업	3																											
(S)보건복지	2																											
(AC)경제적능력	2																											
(AC)거버넌스	2																											
(AC)교육	2																											
(AC)환경역량	2																											
(AC)산업구조	2																											
(E)호우	2																											
(E)가뭄	2																											
(E)폭서	2																											
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																												
생 태 계	서해안 해안생태 모니터링 필요																											
물 관 리	해안지역, 수해상습지 많음, 홍수 취약성 예상																											
건 강	매개체 질환 발병률 높음 기초생활수급자율 높음																											
산 업	-																											
지표특성	민감도(기반시설)/기후노출(호우)이 높음, 적응능력 전반적으로 낮음																											

※ 취약성 분석도 해석방법

변수	위치	분석값	VR 값	취약성
민감도 (S)	상위반원	5에 가까울수록	작아짐	커짐
기후노출 (E)	상위반원	5에 가까울수록	작아짐	커짐
적응능력 (AC)	하위반원	5에 가까울수록	커짐	작아짐

5. 정책적 제언

가. 기후변화 적응을 위한 모니터링 체계구축

- 전라북도 기후변화 모니터링 및 분석(기상관측소와 AWS[Automatic Weather System]) 자료 활용)을 위한 시스템 확립이 필요함
- 하향식 방식의 과학적 모델을 통한 미래예측 결과를 기다리는 것 보다는 지역 차원의 상향식 방식의 모니터링 지원을 우선할 필요가 있음
 - 전라북도 생태계, 물관리, 보건, 산업(농업포함) 부문에 대한 모니터링 체계를 마련함으로써, 실제 기후변화가 지역에 미치는 영향에 대해 지속적인 정보수집 및 분석이 필요함
 - 부문별 사례는 다음과 같음
 - ex1) 생태계 부문 중 해양생태계의 경우, 최근 문제가 되는 해파리 대량번식 지역을 파악하여 토종어종 보호대책 등을 수립함
 - ex2) 물관리 부문의 경우, 홍수/가뭄의 피해가 빈번한 지역을 우선 파악하여 피해 지역에 치수대책 또는 저수용량 확보/수자원 확보 대책 등을 수립함
 - ex3) 보건 부문의 경우, 기후변화 연관된 특정 질병의 발병률을 지속적으로 모니터링하여 특정질병에 대한 매개체 관리, 보건교육 프로그램 시행 등 대책을 수립함
 - ex4) 농업의 경우, 각 지역에서 어떤 작물이 기후변화에 피해가 있는지 정보를 수집/분석하여 정보공유 및 교육/홍보의 장을 마련하는 등의 전략을 수립하고, 재배 작물선정에 정보를 줄 수 있는 “작목대책반” 등을 운영함

나. 전라북도 기후변화 적응 인벤토리 구축 및 적응 종합대책 수립

- 온실가스 감축을 위해 온실가스 배출량 인벤토리를 구축하듯 기후변화 적응대책 수립을 위해서는 기후변화로 수정이 필요한 정책, 계획간 연계가 필요한 조치 등에 관한 인벤토리 작성이 필요함

- 기후변화 적응 인벤토리 작성 과정은 다음과 같음
 - 1) 기존에 수행되고 있는 정책 및 프로그램 중 기후변화 적응과 관련되어 있는 프로그램, 사업, 담당부서를 파악하여 목록작성 (민간추체의 적응 프로그램 포함)
 - 2) 기존의 정책 및 프로그램의 인적, 물적 자원의 가용성, 조직체계, 민간부문과의 협력, 정책효과 등을 분석하여, 작성된 목록에 대해 기후변화 적응조치로 활용이 가능한지, 보완이 필요한지 판단 (담당부서별 정책간, 부서간, 통합적 접근 가능성을 함께 고려)
 - 3) 비용 대비 편익, 사회적/경제적 타당성, 환경효과, 기술적 타당성 등의 기준을 활용하여 이미 시행중인 정책과 새로운 적응 대안을 놓고 우선순위를 정함
- 각 부문별 적응 인벤토리 구축을 통해 담당부서별 통합적인 정책 대안을 종합하여 전라북도 기후변화 적응종합대책을 수립하여야 함

다. 기후변화 적응을 위한 거버넌스 구축

- 기후변화 적응 정책 수립을 위해서는 다양한 이해당사자가 참여할 수 있는 기후변화 적응 거버넌스 구축이 필요함
- 전라북도는 사회적 취약성 계층과 노인 인구 비율이 높은 사회적 특징을 보이므로 이들에 대한 적응대책 수립이 필요함 (기후변화는 사회적/신체적 취약층에게 우선적으로 영향을 줌)

6. 연구의 한계

가. 상향식 평가를 위한 모니터링 자료의 부족

- 본 연구에서는 통계자료를 이용한 문헌조사 내용을 중심으로 취약성이 평가하였으며 추후 시스템 구축을 통한 지속적인 지역 모니터링 사업이 필요함

나. 하향식 평가를 위한 부문별 연구의 필요

- 본 연구에서는 국가차원의 선행연구를 중심으로 자료를 분석하였으며 추후 지자체 차원의 평가를 위해 각 부문별 전문가 참여를 통한 연구가 필요함

다. 지표식 평가를 위한 지자체 표준지표 개발의 필요

- 본 연구에서는 선행연구(국가차원의 VRI산정)에 기반으로 전라북도 VRI를 산정하였음
- 지표 선정에 있어 지자체의 특성을 반영할 수 있는 지표개발 및 지표별 가중치에 대한 연구가 필요하며 모든 지자체가 적용가능한 표준지표의 개발이 필요함

목 차

제 1 장 연구의 개요	3
1. 연구의 필요성	3
2. 연구의 목적	3
3. 공간 및 시간적 범위	3
4. 연구의 내용	4
5. 연구 추진전략	4
제 2 장 기후변화 취약성평가 방법	7
제 1 절 기후변화 적응과 취약성	7
1. 기후변화 취약성의 개념	7
2. 기후변화 완화와 적응	9
제 2 절 취약성 평가방법	12
1. 취약성 평가유형	12
2. 지표를 이용한 평가	15
3. 취약성 평가방안	20
제 3 장 전라북도 기상특성 및 기후변화 예측	23
제 1 절 전라북도 기상특성	23
1. 기상특성 분석방법	23
2. 온도	26
3. 생활기온지수	30
4. 강수량	35
5. 해수면 상승	41
6. 결과요약	42
제 2 절 전라북도 기후변화예측	44
1. 기후변화 배출 시나리오(SRES)	44
2. 한반도 기후변화 예측	46
3. 전라북도 기후변화 예측	49

제 4 장 전라북도 기후변화 취약성 분석	55
제 1 절 전라북도 지역 기후변화 취약성(상향식 접근법)	55
1. 물관리 부문	55
2. 건강 부문	65
3. 결과요약	72
제 2 절 부문별 취약성 선행연구 분석(하향식 접근법)	74
1. 생태계 부문	74
2. 물관리 부문	84
3. 건강 부문	92
4. 산업 부문(농업 등)	98
5. 결과요약	109
제 3 절 지표를 이용한 취약성평가	112
1. 사회적 취약성 평가결과 분석	112
2. VRI 평가결과 분석	113
3. 전라북도 시군별 VRI 평가	117
제 4 절 전라북도 기후변화 취약성 분석(종합)	131
1. 전라북도 기상특성 및 기후변화예측	131
2. 전라북도 부문별 취약성 분석	132
3. 지표를 이용한 전라북도 취약성 분석	136
4. 전라북도 시군별 취약성 평가 종합	138
제 5 장 결론 및 정책적 제언	147
제 1 절 결론	147
제 2 절 정책적 제언	150
제 3 절 연구의 한계	154
참고문헌	157
부 록 1: 국가 기후변화 적응 종합계획(2008. 12. 24) 요약	161
부 록 2: 기후변화 영향에 대한 적응 방안	170

표 목 차

<표 2-1> IPCC 취약성 관련 용어 정의	7
<표 2-2> UNDP 취약성 관련 용어 정의	8
<표 2-3> 기후변화 적응과 완화 사이의 상호관계 유형과 사례	10
<표 2-4> 톈달연구소 기후변화 취약성 지표	16
<표 2-5> VRIP에서 사용된 기후변화 취약성 지표 및 기능적 관계	17
<표 2-6> VRI에서 사용된 기후변화 취약성 지표 및 기능적 관계	18
<표 3-1> 전라북도 기상관측망 현황	23
<표 3-2> 기후변화 현상분석을 위한 지표	24
<표 3-3> 기후변화 분석지표의 이론적 설명과 IPCC 전망	25
<표 3-4> 전라북도 기상관측망별 기온상승	27
<표 3-5> 전라북도 조위관측소 개요	41
<표 3-6> 전라북도 기후변화 분석지표의 결과	43
<표 3-7> SRES 시나리오 특성	44
<표 3-8> 21세기 말 기온변화, 온실가스 농도, 해수면 상승 예측결과	45
<표 3-9> 온실가스 배출시나리오에 따른 전지구 및 동아시아 기온, 강수량 전망	46
<표 4-1> 전라북도 수해상습지 개선사업 대상지구	60
<표 4-2> 전라북도 재해위험지구 대상지구	60
<표 4-3> 우리나라 과거 주요 가뭄년	61
<표 4-4> 전라북도 가뭄피해 현황	62
<표 4-5> 전라북도 방조제 피해현황	63
<표 4-6> 전라북도 해수면 상승시 피해지역(새만금 방조제 없을 경우)	64
<표 4-7> 기후변화 관련 매개체질환 현황(2001~2008년 평균)	68
<표 4-8> 전라북도 기후변화관련 매개체 질환 발생특성	68
<표 4-9> 홍수 취약성 지표	86

<표 4-10> 가뭄 취약성 지표	89
<표 4-11> 기후변화로 인한 건강 취약성의 전망	95
<표 4-12> 기후변화 영향으로 과수에 발생한 병해충	101
<표 4-13> A2 시나리오에 근거한 기후지대별 벼 수량 변화	105
<표 4-14> 산업부문의 취약성 평가 요소 및 가능한 평가지표	106
<표 4-15> 산업별 취약성 예측	108
<표 4-16> 사회적 취약성 지표와 전라북도 결과값	112
<표 4-17> 16개 광역지자체 사회적 취약성 평가결과	113
<표 4-18> 16개 광역지자체 VRI산정을 위한 전라북도 기초통계량	114
<표 4-19> 16개 광역지자체 기후변화 취약성 평가를 위한 VRI 산정결과	115
<표 4-20> 취약성 분석도 해석방법	116
<표 4-21> 전라북도 14개 시군 VRI분석을 위한 대리변수 자료출처	119
<표 4-22> 전라북도 14개 시군 VRI분석을 위한 대리변수 기초통계량	120
<표 4-23> 전라북도 14개 시군 VRI 산정결과	125
<표 4-24> 전라북도 시군별 기후변화 취약성 종합	144
<표 5-1> 기후변화 적응 인벤토리 구축 사례	152

그림 목 차

<그림 1-1> 연구 추진전략	4
<그림 2-1> IPCC의 기후변화 취약성 개념	8
<그림 2-2> 기후변화 영향, 취약성, 적응, 완화의 관계	11
<그림 2-3> 상향식 접근법 사례 : UKCIP의 적응마법사 진행단계	13
<그림 2-4> 하향식 접근법 사례 : 유럽지역 강수유출량 변화(A2시나리오)	14
<그림 2-5> 전라북도 기후변화 취약성 평가전략	20
<그림 3-1> 전라북도 연평균기온 변화	27
<그림 3-2> 전라북도 연평균 최고기온 변화	28
<그림 3-3> 전라북도 연평균 최저기온 변화	29
<그림 3-4> 전라북도 서리일수 변화	30
<그림 3-5> 전라북도 ETR 변화	31
<그림 3-6> 전라북도 GSL 변화	32
<그림 3-7> 전라북도 HWDI 변화	33
<그림 3-8> 전라북도 Tn90 변화	34
<그림 3-9> 전라북도 연강수량 변화	35
<그림 3-10> 전라북도 R10 변화	36
<그림 3-11> 전라북도 CDD 변화	37
<그림 3-12> 전라북도 R5D 변화	38
<그림 3-13> 전라북도 SDII 변화	39
<그림 3-14> 전라북도 R95T 변화	40
<그림 3-15> 전라북도 해수면 변화	41
<그림 3-16> A1B 시나리오에 의한 한반도 기온 및 강수량 전망	47
<그림 3-17> 2071~2100년 아열대기후구의 변화전망	48
<그림 3-18> 전라북도 8월 평년 최고기온 예측결과	50
<그림 3-19> 전주의 계절변화 예측	51
<그림 3-20> 대구의 계절변화 예측	51

<그림 4-1> 전라북도 10년 평균 자연재해 피해액 비교	56
<그림 4-2> 전라북도 최근 20년간 시설별 자연재해 피해액 규모	57
<그림 4-3> 전라북도 최근 10년간 시군별 자연재해 피해액 규모	57
<그림 4-4> 전라북도 최근 20년간 우심피해 빈도	58
<그림 4-5> 전라북도 최근 20년간 우심피해액	59
<그림 4-6> 급성전염병 연도별 환자발생 보고추이	65
<그림 4-7> 전라북도 시군별 말라리아 환자수 및 발생률	69
<그림 4-8> 전라북도 시군별 쯔쯔가무시증 환자수 및 발생률	69
<그림 4-9> 전라북도 시군별 랩토스피라증 환자수 및 발생률	70
<그림 4-10> 전라북도 시군별 신증후군출혈열 환자수 및 발생률	70
<그림 4-11> 전라북도 일사병 및 열사병 환자수 추이	71
<그림 4-12> 전라북도 시군별 일사병 및 열사병 발생률	71
<그림 4-13> 현재(1977~2006년)와 미래(2071~2100년)의 잠재식생분포 취약성 분포변화	78
<그림 4-14> 현재와 미래의 생태계 기능 취약성 분포변화	79
<그림 4-15> 현재와 미래의 산림생태계 취약성 분포변화	80
<그림 4-16> 생물기후권역 구분도	82
<그림 4-17> 홍수 취약성 평가결과	87
<그림 4-18> 가뭄 취약성 평가결과	90
<그림 4-19> 전국 기초생활보장 수급자율 (2002~2007년 평균)	96
<그림 4-20> 전국 노인인구 비율 (2002~2007년 평균)	96
<그림 4-21> 전라북도 기초생활수급자 비율 (2002~2007년 평균)	97
<그림 4-22> 전라북도 노인인구 비율 (2002~2007년 평균)	97
<그림 4-23> 기온상승정도별 사과와 적지분포변화 예측	102
<그림 4-24> A2 시나리오에 근거한 현재(1971~2000)와 미래(2080s)의 벼수량 변화	104
<그림 4-25> 벼 재배지대의 농업기후 구분	104
<그림 4-26> 전라북도 기후변화 취약성 분석도	116
<그림 4-27> 전라북도 시군별 민감도 지수분포	123
<그림 4-28> 전라북도 시군별 적응능력 지수분포	124

<그림 4-29> 전라북도 시군별 기후노출 지수분포	124
<그림 4-30> 전라북도 시군별 VRI분포	126
<그림 4-31> 전라북도 그룹1 취약성 분석도	126
<그림 4-32> 전라북도 그룹2 취약성 분석도	127
<그림 4-33> 전라북도 그룹3 취약성 분석도	128
<그림 4-34> 전라북도 그룹4 취약성 분석도	129
<그림 4-35> 전라북도 그룹5 취약성 분석도	130

제 1 장

JDI

연구의 개요

제 1 장 연구의 개요

1. 연구의 필요성

- IPCC에 의하면 대기중 온실가스 농도를 2000년 수준으로 감축한다 하더라도 이미 배출된 온실가스에 의해 지구온난화의 영향은 피할 수 없다고 경고함 (실제 기후변화는 진행중인 현상임)
- 기후변화 대응을 위해서는 현재 배출되는 온실가스를 감축하는 ‘완화’ 방안의 모색과 동시에 지구온난화의 지속에 따른 ‘적응’ 대책이 필요함
- 따라서, 전라북도의 부문별, 시군별 취약성을 평가하여 전라북도 기후변화 적응 정책 수립이 필요함

2. 연구의 목적

- 전라북도 기후변화 적응대책 수립을 위한 기후변화취약성 분석방법을 조사하고 최근기상 변화에 따른 영향을 분석함
- 향후 전라북도 기후변화를 예측하고 전라북도의 취약부문을 평가하여 전라북도의 정책적 대응방향을 제시함
- 전라북도 기후변화 적응대책 수립을 위한 기초자료를 제공함

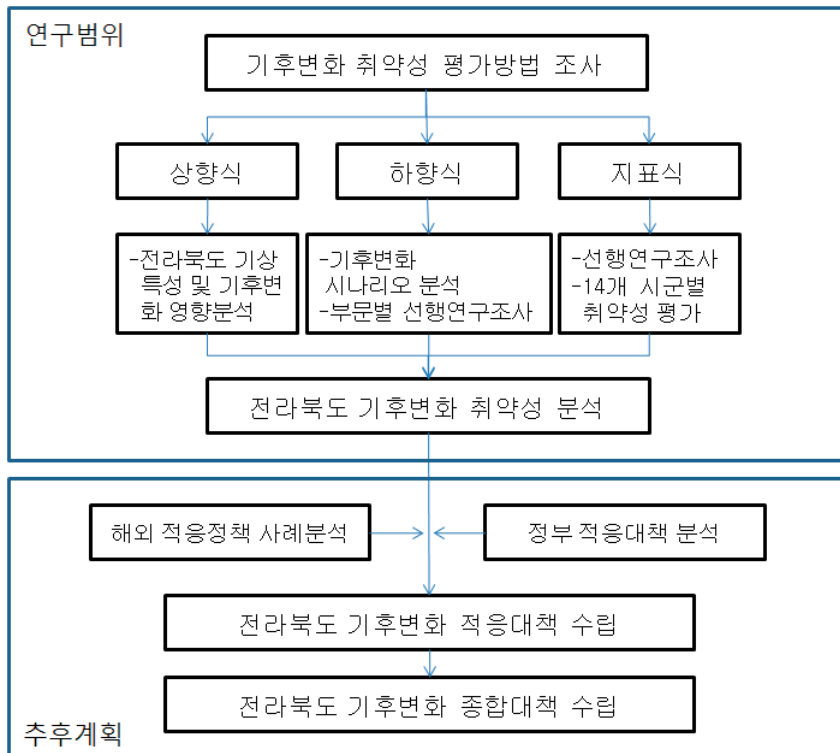
3. 공간 및 시간적 범위

- 공간적 범위 : 전라북도 14개 시군 (새만금 지역 제외)
- 시간적 범위 : 1961~2008년까지의 과거 기상특성 분석(기상청 자료) 및 현재~2100년까지의 미래 기후변화 예측(선행 연구자료)
- 연구수행기간 : 2009년 3~7월 (5개월)

4. 연구의 내용

- 기후변화 취약성 평가방법 조사
- 전라북도 기상 특성 및 기후변화의 영향
- 전라북도 부문별 기후변화 취약성분석
- 전라북도 시군별 기후변화 취약성분석

5. 연구 추진전략



<그림 1-1> 연구 추진전략

제 2 장

JDI

기후변화 취약성평가 방법

제 1 절 기후변화 적응과 취약성

제 2 절 취약성 평가방법

제 2 장 기후변화 취약성평가 방법

제 1 절 기후변화 적응과 취약성

1. 기후변화 취약성의 개념

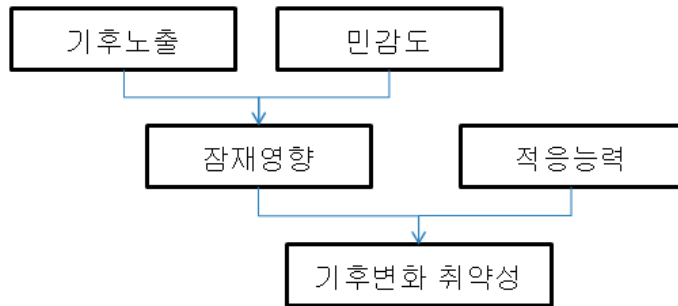
취약성의 개념은 식량안보, 자연재해 등의 연구분야에서 먼저 사용되었으며, 각각의 영역에서 다른 의미로 사용이 된다. 사회학적 측면에서도 사회적 취약성의 개념으로 취약성을 정의하고 있다. 취약성은 그 의미가 다양한 만큼 목적에 따라 다른 정의를 가지고 있다.

IPCC 4차보고서(AR4)에서는 취약성을 외부 스트레스에 대한 결과물과 시스템 내부 상태의 취약성을 통합하는 관점으로 다음과 같이 정의하고 있다.

<표 2-1> IPCC 취약성 관련 용어 정의

구 분	정 의
취약성 (Vulnerability)	한 시스템이 기후변화(기후의 변이와 극한 사상을 포함)의 악영향을 받기 쉬운 정도, 또는 그 영향에 대처하기 어려운 정도로 기후변화를, 한 시스템에 영향을 미치는 여러 가지 변수, 시스템의 민감성과 적응능력의 함수 취약성 = 잠재영향 (기후노출 + 민감도) - 적응능력
적응능력 (Adaptive capacity)	한 시스템이 기후변화에 맞게 스스로를 조절하거나, 잠재피해를 감소시키고, 기회를 이용하거나, 기후변화에 대처하기 위한 체계의 역량
민감도 (Sensitivity)	기후관련 자극에 의해 한 시스템이 해롭거나 이로운 영향을 직간접적으로 받는 정도

따라서, IPCC의 취약성 정의를 그림으로 표현하면 기후노출과 민감도를 포함한 잠재영향에 적응능력을 제외한 잔여영향을 취약성으로 정의할 수 있다. IPCC에서는 부문간 영향평가 결과를 비교통합하고 생물물리적인 영향과 동시에 사회경제적인 측면의 평가 필요성을 강조하였다.



자료: 유가영, 기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입방안, 한국환경정책·평가연구원(2008)

<그림 2-1> IPCC의 기후변화 취약성 개념

그러나, UNDP(2005)에서는 일반 취약성과 사회·경제적 취약성을 구분하여 정의하였으며, 후자의 경우 인간의 복지수준을 총체적으로 측정하는 수단으로 정의하였다.

<표 2-2> UNDP 취약성 관련 용어 정의

구 분	정 의
취약성 (Vulnerability)	기후변동이나 스트레스에 대한 노출과 이에 대한 대처, 회복, 적응능력에 따른 노출단위의 위험에 대한 민감도 취약성 = f [민감도, 적응능력]
적응능력 (Adaptive capacity)	시스템이 현재 기후변화 및 미래 기후조건에서 자신의 특징 및 행동을 적응시키고 대처 능력을 확장하는 특성
민감도 (Sensitivity)	기후관련 이상변동이나 스트레스에 영향을 받는 정도

UNDP의 정의에 따르면 기후변화의 영향이 높고, 한 시스템의 적응능력이 낮으면 그 시스템의 취약성이 높다고 할 수 있다. 반대로 기후변화의 영향이 높더라도 적응능력이 높으면 적절한 적응을 통해 개발의 기회를 가질 수 있다.

결국, UNDP의 정의는 피해(결과)에 대한 잠재적 노출상태로 볼 수 있으며 그 자체가 취약성 논의의 시작점이 된다. 이와 달리 IPCC는 취약성 평가를 통해 잔여영향을 예측함으로써 결과적으로 취약성 논의의 종결점이 된다고 할 수 있다. 이러한 정의의 차이점은 평가기법에도 차이점을 보이는데 취약성 논의의 시작점이 UNDP의 평가기법은 상향식 방식이며, 취약성 논의의 종결점이 되는 IPCC는 하향식 평가방법을 설명

하고 있다.

이외에도 영국 기후영향 프로그램(UK CIP)에서는 기후변화 취약성을 ‘특정 위험상황에서 야기되는 손해의 범위’로, 기후변화협약(UNFCCC)에서는 ‘사회, 인구, 생물종, 생태계, 지역, 농업시스템이나 그 외 다른 수량이 기후변화의 역효과에 민감한 정도, 또는 대처할 수 없는 정도’로 정의하였다.

2. 기후변화 완화와 적응

기후변화에 대응하기 위한 방안은 크게 완화와 적응으로 구분할 수 있다. 지금까지 많은 연구가 완화에 초점을 맞춘 이유는 기후변화협약을 통해 강제적으로 계획된 배출량을 규제받기 때문이다. 완화는 전 지구적으로 주요한 온실가스 배출국가의 참여(비용투자)를 통해 효과가 나타나며 이에 따른 이익은 세계적으로 발생한다.

이에 반해 기후변화 적응은 지역적, 국가적으로 발생하는 문제로 참여와 이익이 모두 지역적, 국가적으로 발생하는 특징이 있다. 따라서, 완화문제는 기후변화협약을 통해 국제적인 관점에서, 적응은 개인적 영향을 받는 사회적 협약, 국가정책 등을 통해 노력이 이루어지고 있다. 최근 기후변화협약에서도 2006년 기후변화협약 당사국 총회(COP12)에서 ‘기후변화 영향, 취약성, 적응에 관한 나이로비 작업 프로그램’을 확정하였으며, 2012년 이후 포스트교토 체제의 협상을 위한 발리 로드맵(2009년 완료)에도 적응을 포함하고 있다.

그러나, 실제로 완화와 적응은 밀접한 연관성이 있어 따로 구분하기 힘든 경우가 많다. IPCC 4차보고서에서는 완화와 적응의 관계를 4가지로 구분하였다. 적응활동의 결과가 완화에 영향을 미치는 유형($A \rightarrow M$), 완화활동이 적응활동에 영향을 주는 유형($M \rightarrow A$), 상호 이율배반적인 유형($f(A, M)$), 시너지 효과를 유발하는 유형($A \cap M$)의 사례를 다음과 같이 정리하였다.

<표 2-3> 기후변화 적응과 완화 사이의 상호관계 유형과 사례

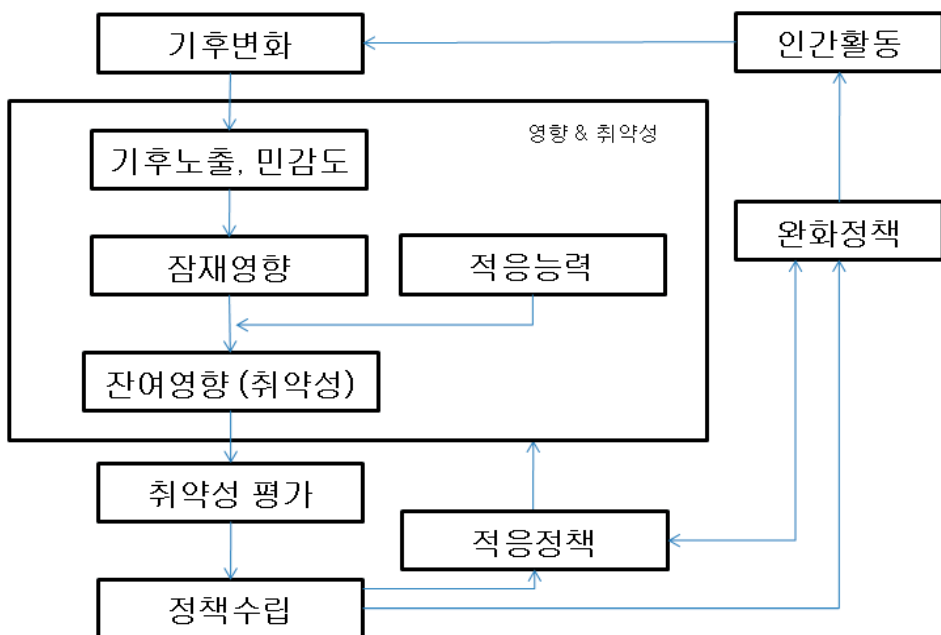
유 형	사 례
A→M	· 온실가스 배출을 증가시키거나 감소시키는 기후재해에 대한 개별적인 대응들 (+) · 커뮤니티의 더욱 효율적인 물, 토지, 산림 이용 (+) · 생계를 지속하기 위해 관리되는 자연자원 (+) · 소득과 배출을 동시에 하는 관광목적의 에너지와 물 사용 (-) · 배출을 증가시키는 대규모 기반시설과 같은 적응에 사용되는 자원 (-)
M→A	· 지역발전을 촉진하는 효율적인 에너지 사용과 재생 가능한 자원 (+) · 지역경제와 생계를 지원하는 토지 사용이나 에너지 사용에 대한 CDM사업 (+) · 적응과 완화에 모두 혜택을 주는 도시계획, 건축디자인, 재활용 (+) · 환경스트레스 저감을 통한 완화의 건강혜택 (+) · 수자원 고갈과 타생태계에 영향을 미치는 조림사업 (-) · 적응에 긍정적 영향을 주는 개도국 자본 이전의 완화계획 (+) · 탄소세와 에너지 가격을 통한 완화의 자원사용에 대한 영향 (-)
∫ (AM)	· 적응과 완화 모두에게 자금을 할당하는 공공부문 펀딩과 예산과정 · 기후대응을 주류화하는 발전경로(시나리오)와 관련된 전략계획 · UNFCCC 협상과 기금을 위한 재원할당과 어젠더 구성 · 적응한계를 포함하는 안정화 목표 · 목표 달성을 위해 필요한 전세계 완화 비용과 편익 분석 · 영향력 있는 대규모 완화/적응계획
A∩M	· 영향과 적응한계에 대한 인식은 완화의 동기가 되고, 완화한계에 대한 인식은 적응에 동기부여 · 유역계획 : 수력전기와 소비간 물 할당 · 신성한 숲과 같이 적응과 완화 모두를 장려하는 문화적 가치 (예, 일본의 사토야마) · 회복성을 촉진하는 사회생태시스템 관리 · 기후영향 책임의 법적 실행은 완화에 동기부여 · 국가 역량 구축은 적응과 완화 모두를 위한 역량을 증가시킴 · 보험은 위험을 분산시키고 적응을 지원하며, 보험펀드를 관리하는 것은 완화에 대해 실행력을 가짐 · 무역자유화는 적응에 대해서는 경제적 혜택을, 완화에는 수송비용증가를 불러옴 · 적응과 완화 지표를 모두 포함하는 모니터링 시스템과 보고 사항들 · 다자간 환경협정 관리는 적응과 완화 모두에 이득

(+) 긍정적 영향, (-) 부정적 영향

완화 또는 적응에 의한 구체적인 원인과 결과를 분석한다면 완화와 적응의 상호관계는 매우 복잡해지며, 적응이 지역적 과정, 완화가 세계적인 관점으로 실행되는 특징을 고려한다면 완화와 적응의 최적조합을 찾는다는 앞으로 연구가 더 필요하다. 그러나, 완화와 적응정책 수립 시 이들의 효과를 극대화하기 위해 상호관계를 바탕으로 최적의 조합이 이루어질 수 있도록 노력하는 것이 중요하다.

기후변화 완화와 적응에 대한 관계를 다음 그림에 정리하였다. 본 연구에서는 기후

변화 취약성 정의는 IPCC를 따랐다. 인간의 활동에 의한 기후변화는 기후노출과 해당 시스템의 민감도에 의해 잠재영향으로 작용을 하고 시스템의 적응능력을 뺀 잔여영향으로 취약성을 평가할 수 있다. 분석된 취약성을 기반으로 정책을 수립하게 되는데 적응정책은 계획된 적응으로 적응능력을 향상시켜 취약성을 감소시킬 수 있다. 완화정책은 인간활동이 기후변화에 미치는 영향을 저감시켜 잠재영향을 저감시키는 역할을 한다. 정책수립 시 완화와 적응 정책은 상호 밀접한 연관이 있으므로 상호관계 유형을 파악하여 대처할 필요가 있다.



<그림 2-2> 기후변화 영향, 취약성, 적응, 완화의 관계

제 2 절 취약성 평가방법

아직까지 국내외적으로 취약성 평가에 대한 방법이 결정되어 있는 상황은 아니다. 취약성 평가는 논란의 여지가 있고 명료한 방법론을 찾기 위한 과정에 있다. 방법론이 완전하지 않다고 해서 지자체 차원의 취약성 평가를 미룰 수는 없는 현실이며, 기후변화 적응정책 수립을 위해서는 사전 예방적 차원의 연구가 반드시 필요하다. 본 연구에서는 지금까지 수행된 취약성 평가방법을 조사해보고 그 결과를 종합하여 지자체 차원의 취약성을 평가해보고자 하였다.

1. 취약성 평가유형

기후변화로 인한 취약성을 파악하는 것은 적응정책을 수립하기 전에 반드시 선행되어야 할 과정이다. 기후변화 취약성 평가에 사용되는 방식은 크게 상향식과 하향식으로 구분할 수 있다. 하향식과 상향식 접근법의 요소들은 서로 결합되어 있으므로, 적응정책 수립을 위해서는 두 접근법을 동시에 고려할 필요가 있다.

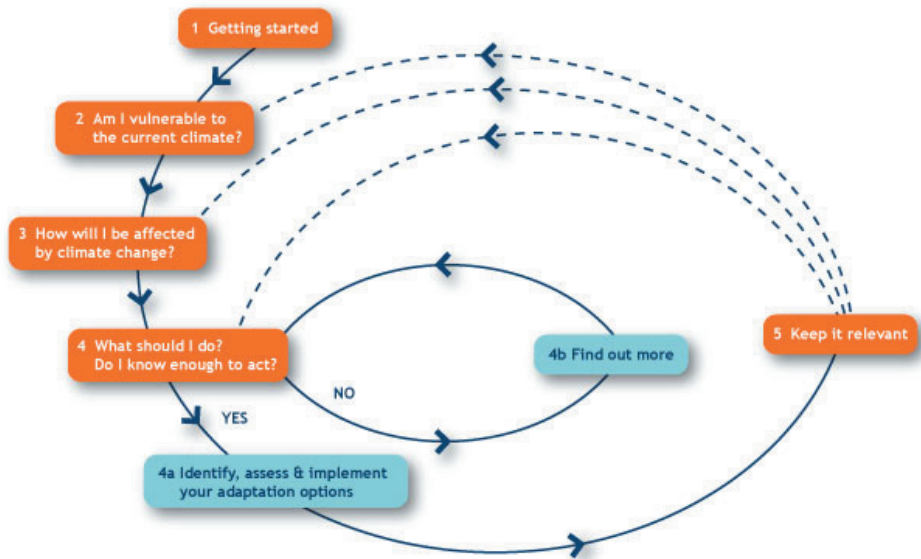
가. 상향식 접근법

지역에 기반을 둔 여러 지표들을 바탕으로 그 시스템의 적응능력을 평가하는 방법으로 지역특성을 반영할 수 있으며 이를 통해 사회-경제적인 취약성을 파악하는 방법이다. 표면적으로 나타난 기후변화의 영향을 파악하고 향후 예측되는 피해에 대비하기 위한 대책을 수립하는 것을 상향식 접근법으로 분류할 수 있다.

대표문헌으로는 UNDP의 적응정책 프레임워크(APF, Adaptation Policy Framework, 2005)가 있다. APF는 지역에서 가장 취약한 대상을 우선 판단하고 그 대상에서 즉각적으로 적응 정책을 수립하는 방향을 제시하고 있으며, 취약성 평가에서 이해당자자의 요구를 중요시한다.

따라서, 상향식 접근법은 지자체의 관점에서 취약성 평가를 기초로 적응정책을 수립하기에 적합한 방법이라 할 수 있다.

예) 영국 기후영향 프로그램 (UKCIP)의 적응마법사(Adaptation Wizard)¹⁾ - 사용자의 기후변화에 대한 취약성을 결정하는데 도움을 주고 기후 위험요소를 확인하여 이에 따른 적응전략을 세울 수 있도록 하는 가이드라인



자료 : <http://www.ukcip.org.uk/>

<그림 2-3> 상황식 접근법 사례 : UKCIP의 적응마법사 진행단계

나. 하향식 접근법

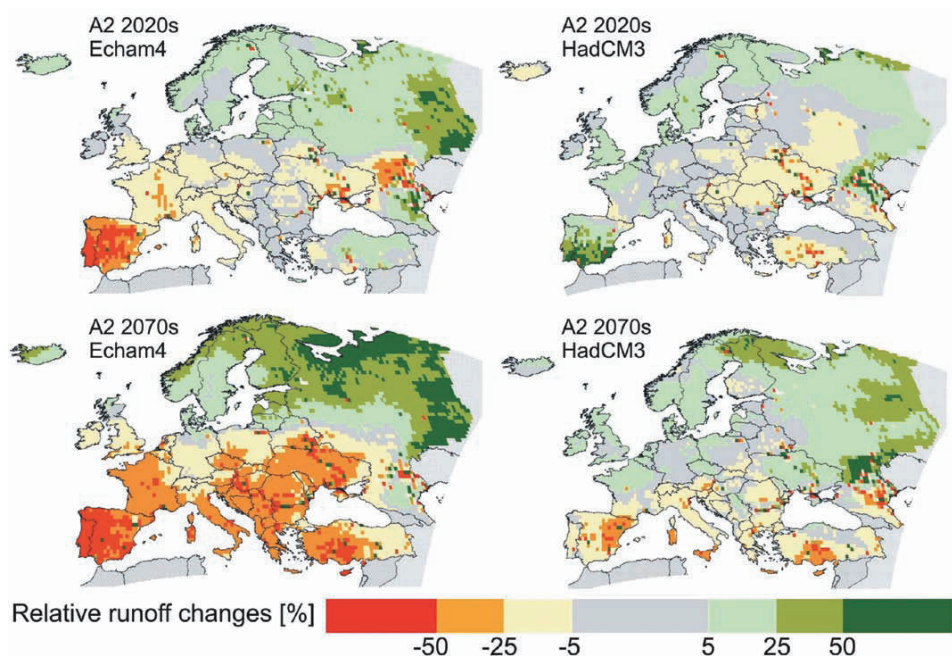
하향식 접근법은 기후시나리오와 기후모델을 기반으로 기후변화에 대한 (순)영향을 분석하여 물리적 취약성을 평가하는 방식이다. 최근 세계 기후 모델을 지역규모로 축소시킨 시나리오를 통해 사회-경제적 영향을 파악할 수 있어 표준 영향 접근법으로 알려져 있다.

대표문헌으로는 IPCC 기술지침서(IPCC Technical Guideline for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations, 1994)가 있다. IPCC는 과학적 방법론의 검증을 중

1) <http://www.ukcip.org.uk/>

요시 하면서 시나리오의 선택에 따른 기후변화의 영향을 기반으로 적응정책을 수립하는 방식이다. IPCC 3차 보고서에서 기후변화 영향, 적응 및 취약성 (CCIAV; Climate change impact, adaptation and vulnerability) 평가의 개념이 도입되었다.

예) 기후변화에 따른 벼생산량 예측과 적응대책수립 - 기후변화가 벼생산량 변동에 미치는 영향(기후변화 영향)과 농업용수 수요·공급(적응)을 고려한 지표를 개발하고 시나리오에 기반한 미래영향을 예측하여 적응대책을 수립함



자료 : IPCC AR4, GW2 (2007)

<그림 2-4> 하향식 접근법 사례 : 유럽지역 강수유출량 변화(A2시나리오)

2. 지표를 이용한 평가

기후변화 취약성은 추상적인 개념으로 직접적인 측정이 불가능하므로, 정량적인 측정을 위해서는 대리변수를 사용하여야 한다. 지표를 이용한 기후변화 취약성 평가는 기후변화와 밀접한 지표와 이에 대응하는 기후노출, 민감도, 적응능력을 반영하는 지표를 설정하여 선정된 지표를 통합하여 종합적인 취약성을 도출하는 방법이다.

가. 사회적 취약성 평가

안선욱(2007)은 틴달연구소 사회적 지표세트 중 우리나라에 적합한 지표만을 추출한 후, 상관관계 분석을 통해 최종적으로 6개범주 11개 지표를 추출하여 16개 광역지자체별 기후변화 사회적 취약성을 평가하였다. 틴달연구소의 취약성 지표는 <표 2-3>과 같다.

나. VRIP 분석

Moss 등 (2001)은 취약성-유연성 지표 원형모형(VRIP, Vulnerability-Resilience Indicator Prototype model)을 이용하여 생물물리적인 민감도와 사회경제적인 적응능력의 함수를 통해 취약성 평가를 수행하였다. VRIP의 취약성 지표는 <표 2-4>과 같다.

다. VRI 분석

유가영·김인애(2008)는 VRIP 모형을 기본으로 우리나라 실정에 맞는 기후변화 취약성 평가지표를 개발하여 VRI분석을 수행하여 16개 광역지자체별 취약성 평가를 수행하였다. 그들은 VRIP의 15개 변수를 국내 지자체에 적용하기에는 지역별 VRI수치의 범위가 좁아 통계적 유의성을 찾을 수 없다고 보고했다. VRI의 취약성 지표는 <표 2-5>과 같다.

<표 2-4> 틴달연구소 기후변화 취약성 지표

카테고리	변수	지표
경제	국부	일인당 GNP
		국민실질소득(NI)
	비형평성	지니계수(Gini)
	경제 자율성	부채상환
건강과 영향	정부의 건강지원	일인당 건강지출 공공 건강지출
	질병으로 인한 부담	장애로 수정된 기대수명
	의료혜택 사용가능성	10만명 당 모 사망률
	일반건강	출생시 기대수명
	경제활동가능한 사람들의 제거	AIDS/HIV 감염
	영양상태	일인당 열량섭취
	일반적 식량 사용가능성	식량생산성 지수
	영양에 대한 접근성	식품가격 지수
교육	교육지원	GNP 중 교육비지출비 정부지출 중 교육비 지출비
		15세 이상 문맹비
	정보취득 가능성	15~24 문맹비
		남성에 대한 여성의 문맹비
기반시설	지방공동체의 고립	도로
	지방공동체에 대한 지원	안전한 물에대한 접근성이 없는 지방인구
	기본적 기반시설의 질	위생시설에 대한 접근이 가능한 인구
거버넌스	정책 효과성	부패 콘트롤
	서비스 전달능력	정부 효과성
	적응에 투자할 의사	정치적 안정
		법에 의한 지배
	분쟁	국내 피난민
	적응에 대한 장벽	규제환경 질
	참여적 의사결정	투표권과 책임감
	정치적 과정에 대한 영향	시민적 자유
		정치적 권리
지리, 인구통계	해변으로부터의 위험	해안선 길이 해변으로부터 100km 이내의 인구
	자원 압박	인구밀도
농업	농업의존	농업 취업자 수
		농촌 인구수
		농업 남성 취업자
		농업 여성 취업자
	농업 자급자족	농업 생산성 지수
생태계	환경적 스트레스	보호되는 토지 면적
		산림 전용율
		산림면적
		비거주 토지 면적
	수자원의 지속가능성	일인당 지하수 함양 일인당 수자원
기술	연구를 위한 자원과 지원	R&D 투자
	연구수행과 이슈 이해력	R&D 부문의 과학자와 기술자

<표 2-5> VRP에서 사용된 기후변화 취약성 지표 및 기능적 관계

카테고리	세부요소	지표	지표가 설명하는 내용	기능적 관계
민감도	인간정주/기반시설	해수면상승으로 호수 위험이 있는 인구수	해수면상승으로 받을 수 있는 잠재적 피해	위험인구수 ↑ 민감도 ↑
		깨끗한 물에 접근할 수 없는 인구수	기후변화 및 변화에 완충역할을 해줄 수 있는 기본서비스에 접근할 수 있는 인구수	접근불가인구수 ↑ 민감도 ↑
		단위면적당 곡물 생산량	농업부문의 현대화 정도; 기후변화 및 변화에 완충할 수 있는 농부의 접근성	곡물생산량 ↑ 민감도 ↓
		일인당 동물성 단백질 섭취량	생선의 부족을 보충할 수 있는 시정이나 다른 기적에의 접근성	섭취량 ↑ 민감도 ↓
	생태계	관리되고 있는 토지(%)	자연 경관예의 인간의 침입과 토지 파편화의 정도	관리토지율 ↑ 민감도 ↑
		비료이용량	생태계 오염으로부터의 스트레스 정도	2차합수 관계 (60~100kg/ha가 최적, 60이하와 100이상은 민감도 높음)
		출산물	영양 질병예의 노출, 간강 서비스에 대한 접근성 등 인간의 간강에 영향을 주는 종합적인 조건	출산물 ↓ 민감도 ↓
	수자원	평균수명	내부적으로 수자원을 제어용하거나 하천으로부터의 유입되는 물의 양	평균수명 ↑ 민감도 ↓
		수자원의 제어용율	현재와 미래의 물 수요에 부합되는 물 회수율	제어용율 ↑ 민감도 ↓
		물사용량	현제와 미래의 물 수요에 부합되는 물 회수율	물사용량 ↑ 민감도 ↑
적응능력	경제적 능력	일인당 GDP	시장, 기술, 적응을 위한 유용한 자원예의 접근성의 분배정도	일인당 GDP ↑ 적응능력 ↑
	교육	식지율	노동력의 인간자본 및 적응 기능성	식지율 ↑ 적응능력 ↑
		인구밀도	생태계에 인구가 주는 스트레스	인구밀도 ↑ 적응능력 ↓
		단위면적당 이황산가스 배출량	대기질	배출량 ↑ 적응능력 ↓
	환경역량	관리되지 않는 토지	경관의 파편화 정도 및 생태계 이동의 용이성	관리되지 않는 토지율 ↑ 적응능력 ↑

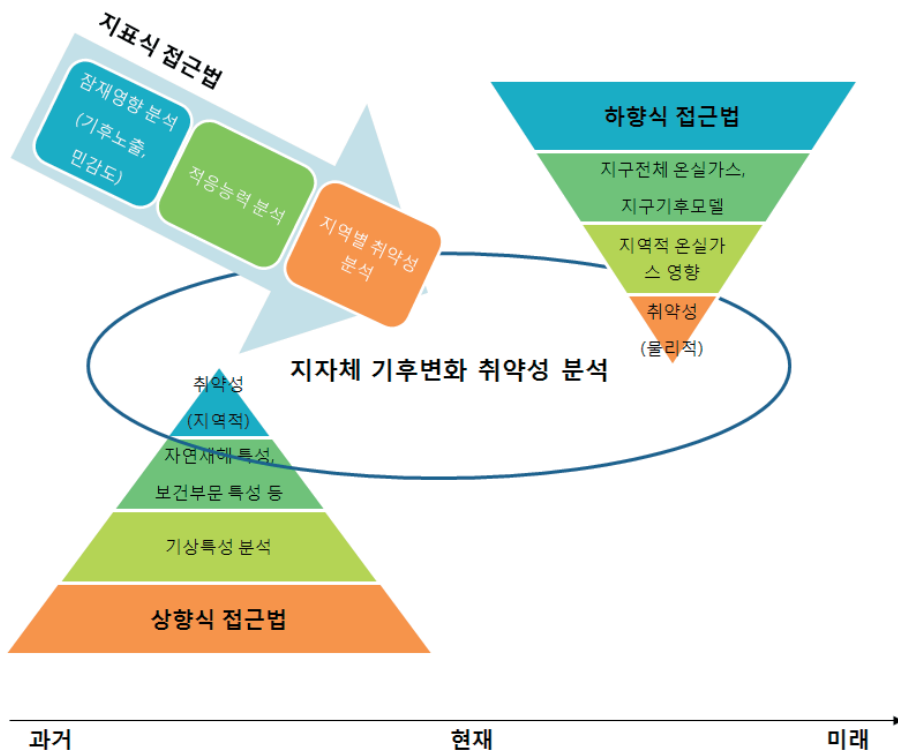
<표 2-6> VR에서 사용된 기후변화 취약성 지표 및 기능적 관계

카테고리	세부요소	대리변수	대리변수가 설명하는 내용	기능적 관계
민감도	인간정주/기반시설	상수도인구(%)	기후변이 및 변화에 완충역할을 해줄수 있는 기본 서비스에 접근성	상수도인구 ↑ 민감도 ↓
		하수도모름율(%)		하수도모름율 ↑ 민감도 ↓
		단위면적당 도로길이(km/km ²)		도로길이 ↑ 민감도 ↓
		시군이용면적중제방사용면적율(%)	기후변화에 따른 해수면 상승이나 홍수 등으로 받을 수 있는 잠재적 피해와 음의 상관관계	제방사용면적율 ↑ 민감도 ↓
		1일 1인당 급수량(l)	수지원의 지속성	상수도급수량 ↑ 민감도 ↓
		1~12월 저수율 평균(%)	강수량 변화에 따른 수지원의 안정적 공급정도	저수율 ↑ 민감도 ↓
		3~10월 저수율 평균(%)		
		4~6월 저수율 평균(%)		
		해안선 길이(m)	기후변화에 따른 해수면 상승 등으로 받을 수 있는 잠재적 피해	해안선 길이 ↑ 민감도 ↑
		관리되는 토지율(%)	자연 경관에 대한 인간의 교란정도	관리되는토지율 ↑ 민감도 ↑
	생태계	경작지당 비료사용량(tn/ha)	농업부문의 인위적 자원 의존도	비료사용량 ↑ 민감도 ↑
		시군면적 중 산림면적(%)	자연경관의 파편화정도 및 생태계 이동의 용이성	산림면적 ↑ 민감도 ↓
		시군면적당 산림축적(km ³ /km ²)		산림축적 ↑ 민감도 ↓
	농업	총인구 중 농작인구(%)	농업의존도	농작인구 ↑ 민감도 ↑
		농작지당 곡물생산(M/T)	농업부문의 자원이용 효율성	곡물생산 ↑ 민감도 ↓
		출산율(birth/woman)	영양, 질병에의 노출, 건강 서비스에 대한접근성 등 인간의 건강에 영향을 주는 종합적인 조건	출산율 ↑ 민감도 ↑
보건/복지	보건/복지	기대여명		기대여명 ↑ 민감도 ↓
		인구당 응급의료기관 수(개/백만 명)		응급의료기관수 ↑ 민감도 ↓
		인구당 건강보험 적용인구		건강보험적용인구수 ↑ 민감도 ↓
		인구당 보건소 인력		보건소인력 ↑ 민감도 ↓

		경제적 능력	인구중 기초생활수급자(%)	영양, 질병에의 노출, 건강 서비스에 대한 접근성이 취약한 인구	기초생활수급자율 ↑ 민감도 ↑ 독거노인비율 ↑ 민감도 ↑
			독거노인비율(%)		
			GDP(백만원)	기후변화 적응을 위한 경제 자원예의 접근성	GDP ↑ 적응능력 ↑
			재정자립도(%)	기후변화 및 변이에 따른 영향에 지방정부 자체 해결능력 정도	재정자립도 ↑ 적응능력 ↑
적응능력		거버넌스	인구당 공무원수	국민에 대한 행정 서비스제공능력 정도	인구당공무원수 ↑ 적응능력 ↑
			성인문자해독율(%)		성인문자해독율 ↑ 적응능력 ↑
			의무교육적령아동취학율(%)	노동력의 인간자본 및 적용 가능성	의무교육적령아동취학율 ↑ 적응능력 ↑
			지역 내 총생산에 대한 교육지출(%)		교육지출 ↑ 적응능력 ↑
		환경역량	인구밀도 (명/km ²)	생태계에 인구가 주는 스트레스	인구밀도 ↑ 적응능력 ↓
			단위면적당 SO ₂ 배출량 (ton)	대기질	SO ₂ 배출량 ↑ 적응능력 ↓
			관리되지 않는 토지율(%)	경관의 파편화 정도 및 생태계 이들의 용이성	관리되지 않는 토지율 ↑ 적응능력 ↑
			(1차+2차 산업)/(1+2+3차 산업)*100 (%)	기후에 의존도가 높은 산업의 비중정도	1,2차 산업구조비율 ↑ 적응능력 ↓
		호우	일강수량이 80mm이상인 날 평균	집중호우의 빈도	일수 ↑ 기후노출 ↑
			일강수량이 80mm이상인 날의 최고값		일수 ↑ 기후노출 ↑
			1일 동안의 최대강수량(mm)	집중호우의 강도	강수량 ↑ 기후노출 ↑
			연속적인 무강수일수의 최대값(일)	가뭄으로 인한 스트레스 정도	일수 ↑ 기후노출 ↑
기후노출		홍수	일최고기온이 33C이상인 날의 횟수(평균)	홍수의 빈도	일수 ↑ 기후노출 ↑
			일최고기온이 33C이상인 날의 횟수(최고값)		일수 ↑ 기후노출 ↑
			일최저기온이 25C이상인 날의 횟수(평균)		일수 ↑ 기후노출 ↑
			일최저기온이 25C이상인 날의 횟수(최고값)		일수 ↑ 기후노출 ↑

3. 취약성 평가방안

본 연구의 취약성 분석방법은 상향식, 하향식, 지표식 접근법을 포괄적으로 종합하여 수행하였다. 취약성 분석을 위해 우선 과거 기상자료를 이용하여 전라북도의 지역적 기상특성을 분석하였다. 상향식 접근법은 과거 자료를 기반으로 물관리, 건강 부문의 특성을 분석하여 현재까지 나타난 지역의 취약성을 평가하였다. 지표식 접근법은 과거 대리변수 기초통계자료를 이용하여 간접적으로 지역별 취약성을 분석하였다. 이를 통해 전라북도 내에서 14개 시군이 상대적으로 얼마나 기후변화에 취약한지 조사해보았다. 하향식 접근법은 각 부문(생태계, 물관리, 건강, 산업)별 예측모델결과(기존 연구결과 활용)를 중심으로 기후변화 취약성을 예측하였다. 지자체 차원의 기후변화 취약성 분석을 위해 3가지 접근법을 종합비교하여 최종적으로 취약성 평가를 수행하였다.



<그림 2-5> 전라북도 기후변화 취약성 평가전략

제 3 장

JDI

전라북도 기상특성 및 기후변화 예측

제 1 절 전라북도 기상특성

제 2 절 전라북도 기후변화예측

제 3 장 전라북도 기상특성 및 기후변화 예측

제 1 절 전라북도 기상특성

1. 기상특성 분석방법

전라북도 기후변화 현상의 특성을 파악하기 위해 기상자료를 분석하였다. 전라북도 기상관측망은 현재 기상청에서 기상대 4곳(군산, 전주, 정읍, 남원)과 기상관측소 4곳(부안, 임실, 장수, 고창)을 운영하고 있으며 지자체와 협력하여 공동으로 운영하는 공동협력 기상관측소 1곳이 있다. 각 기상관측망의 관측시작일은 다음표와 같으며, 고창과 순창의 관측소는 2008년 관측을 시작하여 조사자료에서 제외하였다.

<표 3-1> 전라북도 기상관측망 현황

지역	관측망 유형	북위(N)	동경(E)	고도(m)	관측 시작일	본 연구의 해당시군
군산	기상대	36°00'	126°45'	26.9	1968.01.01	군산, 익산, 김제
전주	기상대	35°49'	127°09'	61.0	1918.05.15	전주, 완주, 진안, 무주
정읍	기상대	35°33'	126°52'	39.5	1969.05.11	정읍, 고창
남원	기상대	35°24'	127°20'	89.7	1971.01.01	남원, 순창
부안	기상관측소	35°43'	126°42'	3.6	1969.05.11	부안
임실	기상관측소	35°36'	127°17'	248.0	1969.05.11	임실
장수	기상관측소	35°39'	127°31'	407.0	1988.01.01	장수
고창	기상관측소	35°25'	126°41'	54.0	2008.10.27	-
순창	공동협력관측소	-	-	-	2008.07.16	-

기후변화를 분석하기 위해 온도지수, 생활기온지수, 강수량지수로 구분하여 지표를 분석하였다. 온도지수는 연평균기온, 연평균최고기온, 연평균최저기온을 분석하였으며, 생활기온지수는 세계극한기후 변동의 모니터링을 위해 Frich *et al.*(2002)가 추천한 5

개의 기온관련지표를, 강수지표는 강수량과 Frich *et al.*(2002)의 5개의 강수관련지표들을 사용하여 기후변화를 비교 분석하였다. 기후변화 지표를 정리하면 다음표와 같다.

<표 3-2> 기후변화 현상분석을 위한 지표

지표		정의	단위
기온	연평균기온	일평균기온의 평균	℃
	연평균최고기온	일최고기온의 평균	℃
	연평균최저기온	일최저기온의 평균	℃
생 활 기 온	Fd	서리일수 일최저기온이 0도 미만인 날의 수 Total number of frost days (days with absolute minimum temperature <0℃)	일
	ETR	연중 최고기온과 최저기온의 차 Intra-annual extreme temperature range: difference between the highest temperature observation of any given calendar year (Th) and the lowest temperature reading of the same calendar year (Tl)	℃
	GSL	일평균기온이 5℃ 초과한 날이 연속 5일을 초과하여 지속되기 시작한 날부터 5℃ 미만인 날이 연속 5일을 초과하여 지속되기 시작한 날까지의 기간 Growing season length: period between when Tday >5℃ for >5 d and Tday < 5℃ for >5 d	일
	HWDI	일최고기온이 평년 일평균 대비 5℃ 초과한 날이 5일 초과하여 지속되는 기간의 최대값 Heat wave duration index: maximum period > 5 consecutive days with Tmax >5℃ above the 1961 - 1990 daily Tmax normal	일
	Tn90	90분위수 이상의 일최저기온기간 일최저기온이 평년값의 90분위수 초과인 날의 비율 Percent of time Tmin > 90th percentile of daily minimum temperature	%
강 수 량	연 강수량		강수량의 1년간 총합 mm
	R10	강수일수 10mm/일 이상인 강수일수 No. of days with precipitation ≥10 mm d ⁻¹	일
	CDD	최대무강수일수 연속적인 무강수일수의 최대값 Maximum number of consecutive dry days (Rday < 1 mm)	일
	R5d	5일 최대강수량 최대강수량을 보인 5일의 총 강수량 Maximum 5 d precipitation total	0.1 mm
	SDI	강수강도지수 연간 총 강우량을 총 강수일수로 나눈 값 Simple daily intensity index: annual total/number of Rday ≥ 1 mm d ⁻¹	0.1 mm d ⁻¹
	R95T	95분위수 이상의 강수현상 비율 강수량이 평년대비 95분위수 초과인 날의 총 강수량 비율 Fraction of annual total precipitation due to events exceeding the 1961 - 990 95th percentile	%

Frich *et al.*(2002)이 제안한 10개의 극한지표 의미와 기후변화에 의한 IPCC의 전망은 다음과 같다.

<표 3-3> 기후변화 분석지표의 이론적 설명과 IPCC 전망

지표	관련인자 및 설명	IPCC (1995, 2001) 에 기반한 기후변화전망
서리일수(Fd)	농업, 원예, 휴양 등에 영향	일반적으로 지역적 및 세계적 평균기온이 증가됨에 따라 서리일수는 감소될 것으로 전망
연극한기온차(ETR)	매년의 기온 범위를 간단하게 측정하는 방법	두꺼워지는 권운을 통과하는 태양광 감소와 맑은 대기 아래 온난한 야간기온의 영향으로 감소될 것으로 전망
성장계절기간(GSL)	농업에 중요	기온의 상승과 적설량의 감소에 의해 증가될 것으로 전망
열파지속지수(HMDI)	사망률과 관련	맑은 대기 아래 직접적인 온실효과 때문에 더 길고 심해질것으로 전망
90분위수 이상의 일최저기온기간(Tn90)	온난한 밤 일수의 직접적인 측정 지표 야간의 냉각현상 부재의 잠재적인 부정적 영향을 반영하며 열과 관련된 지수에 주된 기여	맑은 대기의 radiative 효과와 야간 응축을 가능하게 하는 추가적인 습도로부터 증가 된 운량의 결과로 온난한 야간기온이 증 가될 것으로 예상
강수일수(R10)	대부분의 기후에 연간 및 계절적 강수량과 높은 관련	온실가스배출은 수리학적 사이클을 수반 하여 기후를 교란시키며 더 많은 수증기 는 폭우일수를 증가시키므로 증가될 것으 로 전망
최대우강수일수(CDD)	식생과생태계에 영향 잠재적인 가뭄지표	지속적인 온실가스 배출로 인한 증발의 증가로 건기를 예상할 수 있으므로 증가 될 것으로 전망
5일 최대강수량(R5d)	단기간의 강수정도의 측정 지표 잠재적인 홍수지표	온실가스배출은 수리학적 사이클을 수반 하여 기후를 교란시키며 더 많은 수증기 는 최대강수량을 명백히 증가시키므로 증 가될 것으로 전망
강수강도지수(SDI)	강수정도의 간단한 측정 지표	대부분의 기후모델에서 온실가스배출은 더 많은 강수강도를 초래하므로 높아질 것으로 전망
95분위수 이상의 강수현상 비율(R95T)	극심한 강우일의 측정 지표	대부분의 기후모델에서 온실가스배출은 더 많은 강수강도를 초래하고 특히 분포 의 변화가 발생하므로 높아질 것으로 전 망

2. 온도

1) 연평균기온

국립기상연구소(2006)에 따르면 한반도는 지난 100년간 기온(1910년대와 1990년대 기온차이)이 약 1.5°C 상승하였고, 대도시 지역인 서울(2.2°C), 대구(2.1°C), 부산(1.5°C) 등 기온상승률이 지구 평균기온 상승에 ($0.74^{\circ}\text{C}/100\text{년}$) 비해 매우 높았다. 이러한 기온 상승값에는 도시화 효과(20~30%차지)가 포함되어 있다.

전라북도 연평균기온 분석결과 군산 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 남원 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 부안 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 임실 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 장수 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 전주 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 정읍 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 전라북도 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 증가율을 보였다. 지역별로는 부안이 35년간 1.2°C 로 가장 높은 증가폭을 보였으며, 남원이 35년간 0.5°C 로 가장 낮은 증가폭을 보였다. 7개 관측망의 각 년도별 평균인 전라북도 연평균기온은 최근 35년간 0.5°C 증가한 것으로 분석되었다.

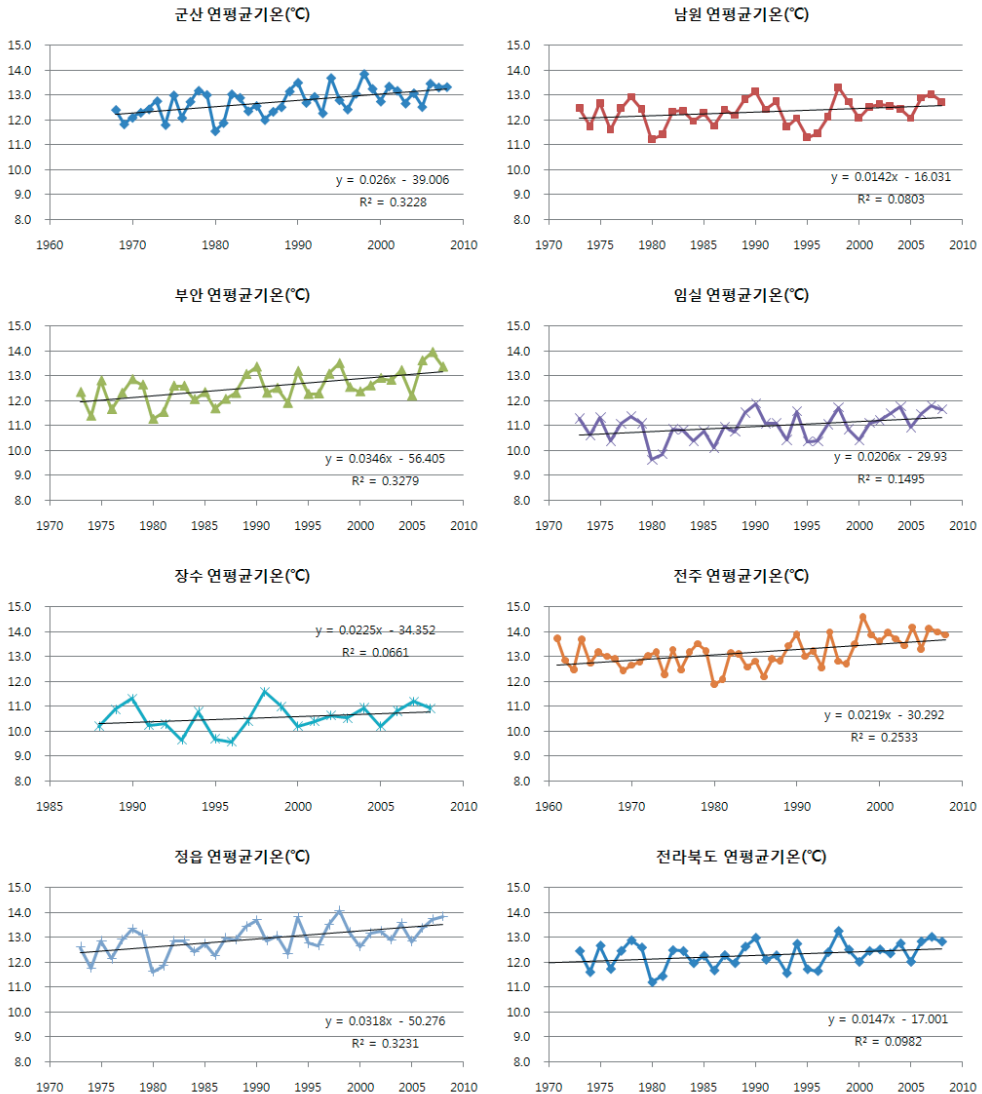
2) 전라북도 연평균 최고기온

한반도 연평균 최고기온과 최저기온도 상승하였으며, 1961년 이후 43년간의 변화율을 볼 때 평균적으로 최저상승율이 최고상승율보다 높았다고 보고되었다 (국립기상연구소, 2009). 연평균 최저기온은 대구($0.46^{\circ}\text{C}/10\text{년}$)으로 상승경향이 가장 높았으며, 연평균 최고기온은 부산($0.4^{\circ}\text{C}/10\text{년}$)이 가장 큰 상승경향을 보였다고 한다.

전라북도 연평균 최고기온은 군산 $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 남원 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 부안 $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 임실 $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 장수 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 전주 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 정읍 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, 전라북도 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 증가율을 보였다. 지역별로는 군산이 40년간 1.5°C 로 가장 높은 증가폭을 보였으며, 장수가 20년간 0.4°C 증가하였다. 전라북도 평균은 0.8°C 로 분석되었다.

<표 3-4> 전라북도 기상관측망별 기온상승

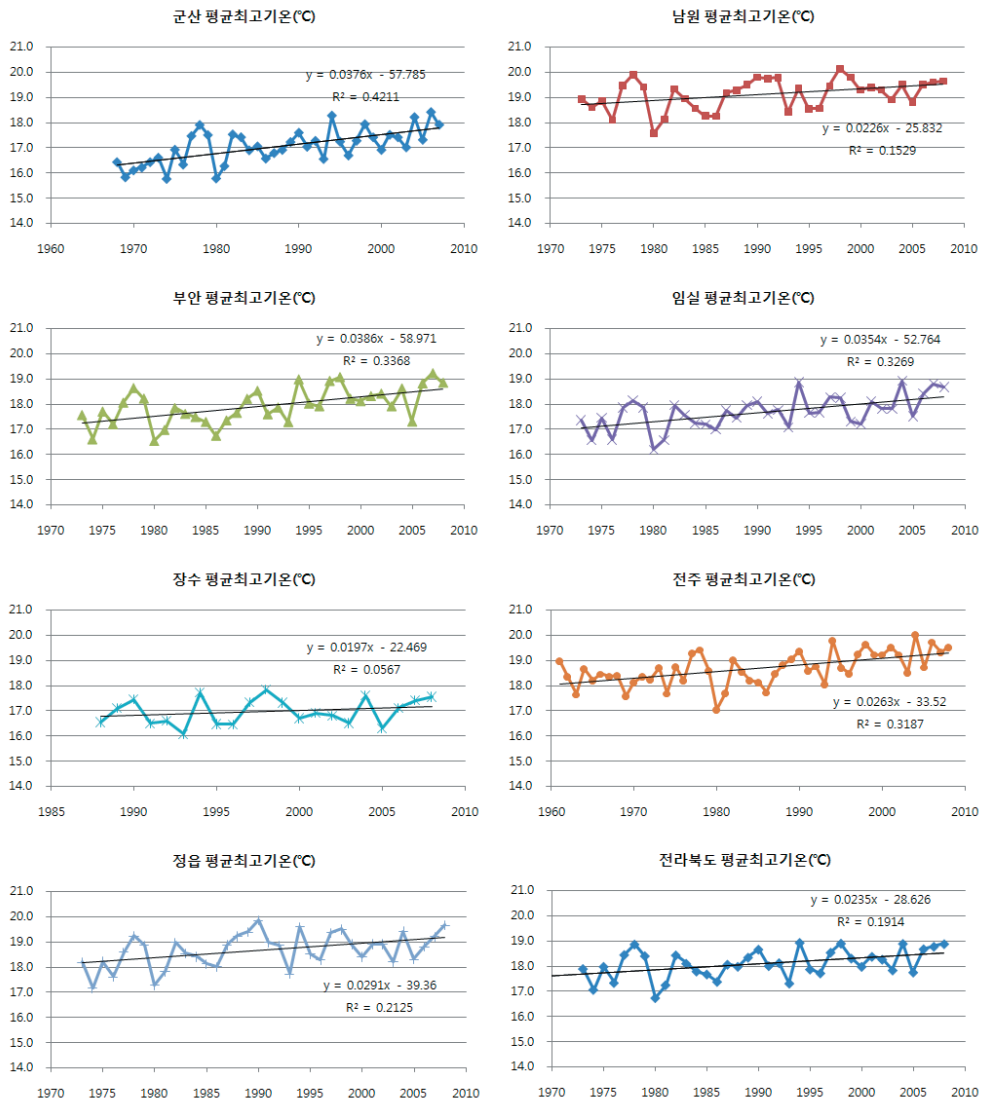
지역	군산	남원	부안	임실	장수	전주	정읍	전라북도
연평균기온 ℃	1.0	0.5	1.2	0.7	0.5	1.0	1.1	0.5
연평균 최고기온 ℃	1.5	0.8	1.4	1.2	0.4	1.2	1.0	0.8
연평균 최저기온 ℃	0.5	0.2	1.5	0.6	0.4	0.7	1.7	0.4
분석기간(최근)	40년	35년	35년	35년	20년	47년	35년	35년



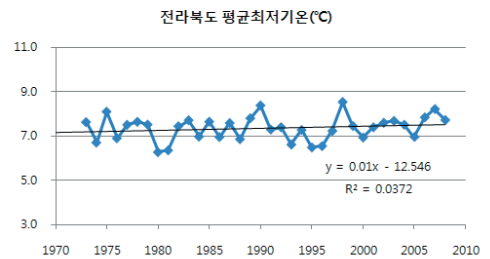
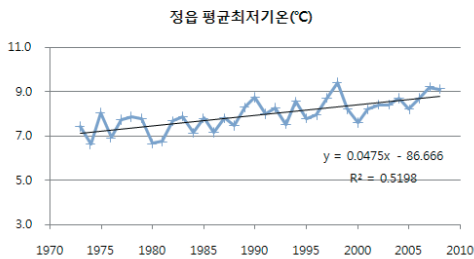
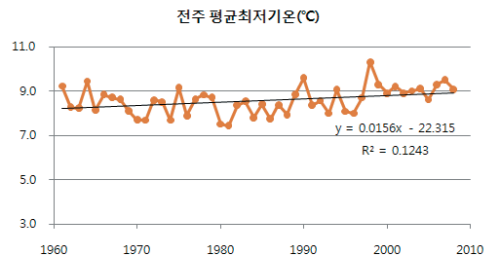
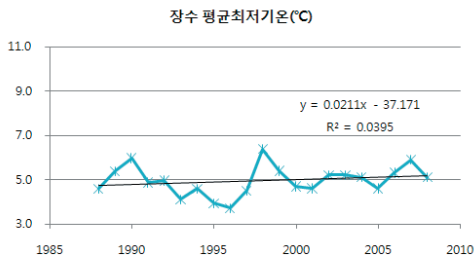
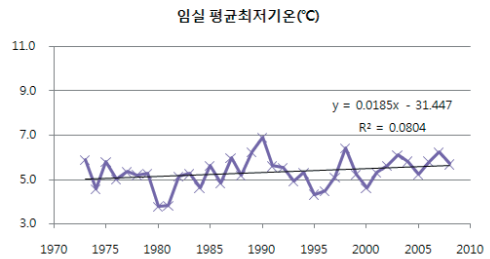
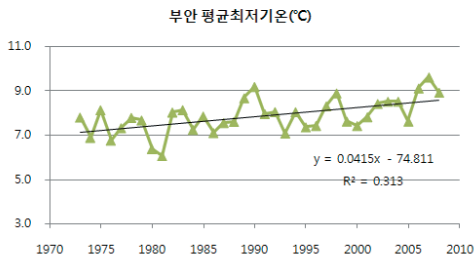
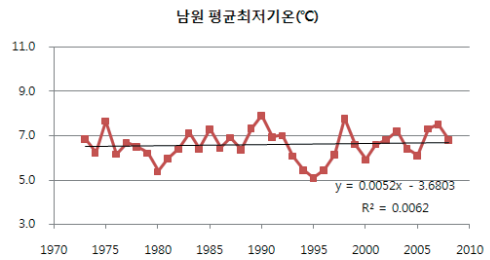
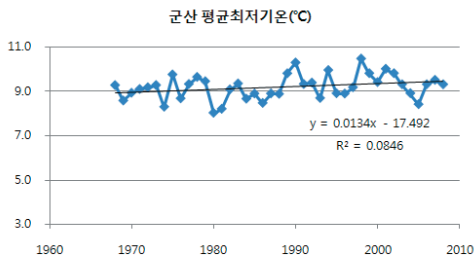
<그림 3-1> 전라북도 연평균기온 변화

3) 전라북도 연평균 최저기온

연평균 최저기온은 군산 0.1℃/10년, 남원 0.1℃/10년, 부안 0.4℃/10년, 임실 0.2℃/10년, 장수 0.2℃/10년, 전주 0.2℃/10년, 정읍 0.5℃/10년, 전라북도 0.1℃/10년 증가율을 보였다. 지역별로는 정읍이 1.7℃로 가장 높은 증가폭을 보였으며, 남원이 0.2℃로 가장 증가폭이 작았다. 전라북도 평균은 0.4℃ 증가하는 것으로 나타났다.



<그림 3-2> 전라북도 연평균 최고기온 변화

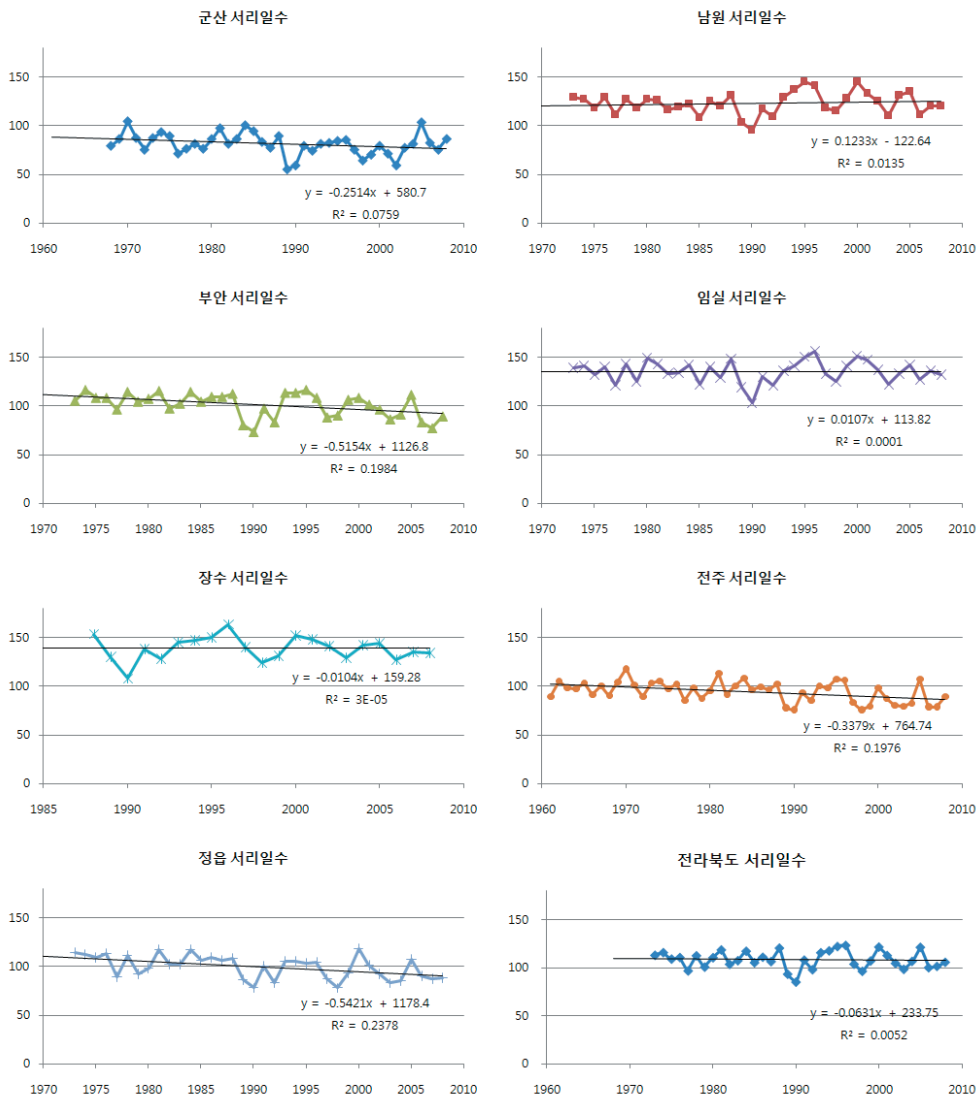


<그림 3-3> 전라북도 연평균 최저기온 변화

3. 생활기온지수

1) Fd (서리일수)

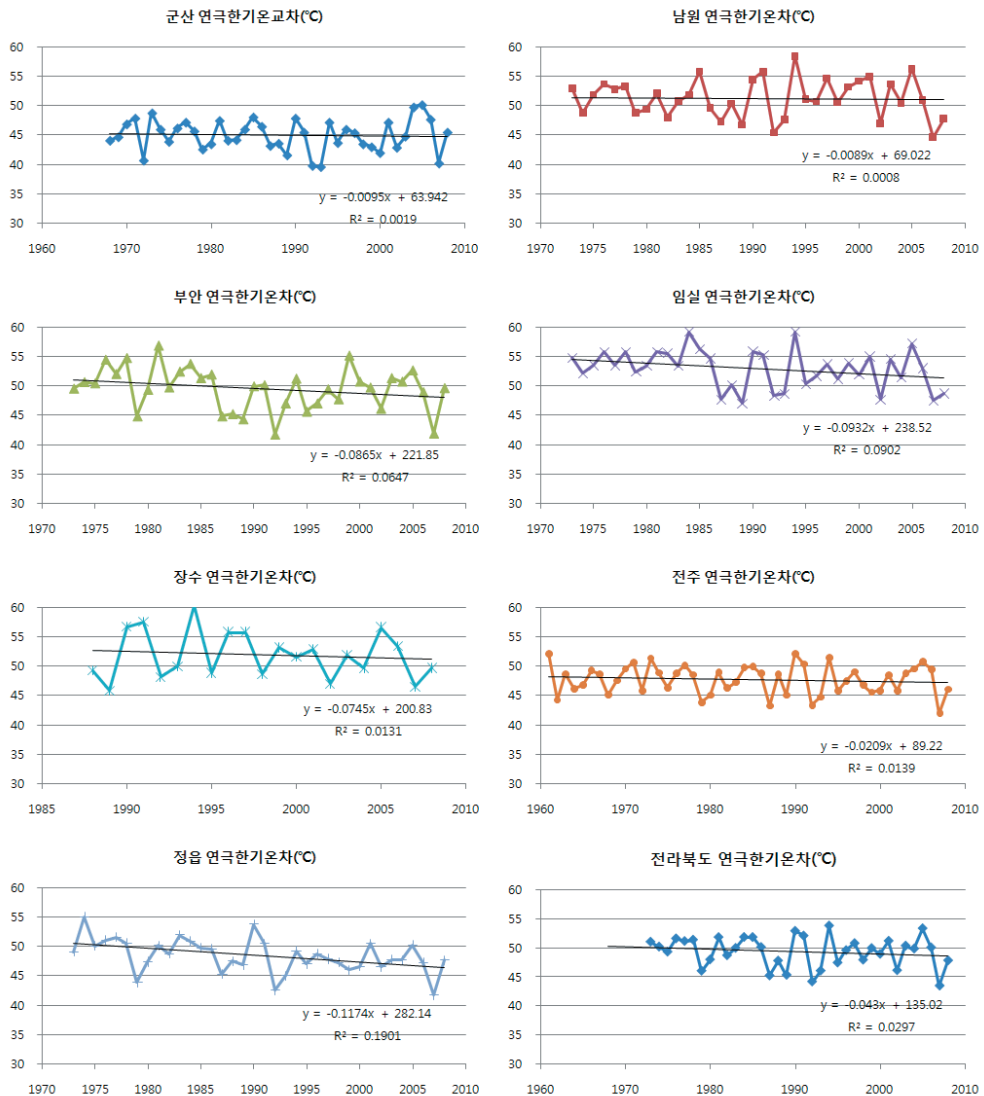
농업, 원예, 휴양 등에 영향을 주는 서리일수는 군산 2.5일/10년, 부안 5.2일/10년, 장수 0.1일/10년, 전주 3.4일/10년, 정읍 5.4일/10년, 전라북도 평균 0.6일/10년의 감소율을 보였으나, 남원 1.2일/10년, 임실 0.1일/10년의 증가율을 보였다.



<그림 3-4> 전라북도 서리일수 변화

2) ETR (연극한기온차)

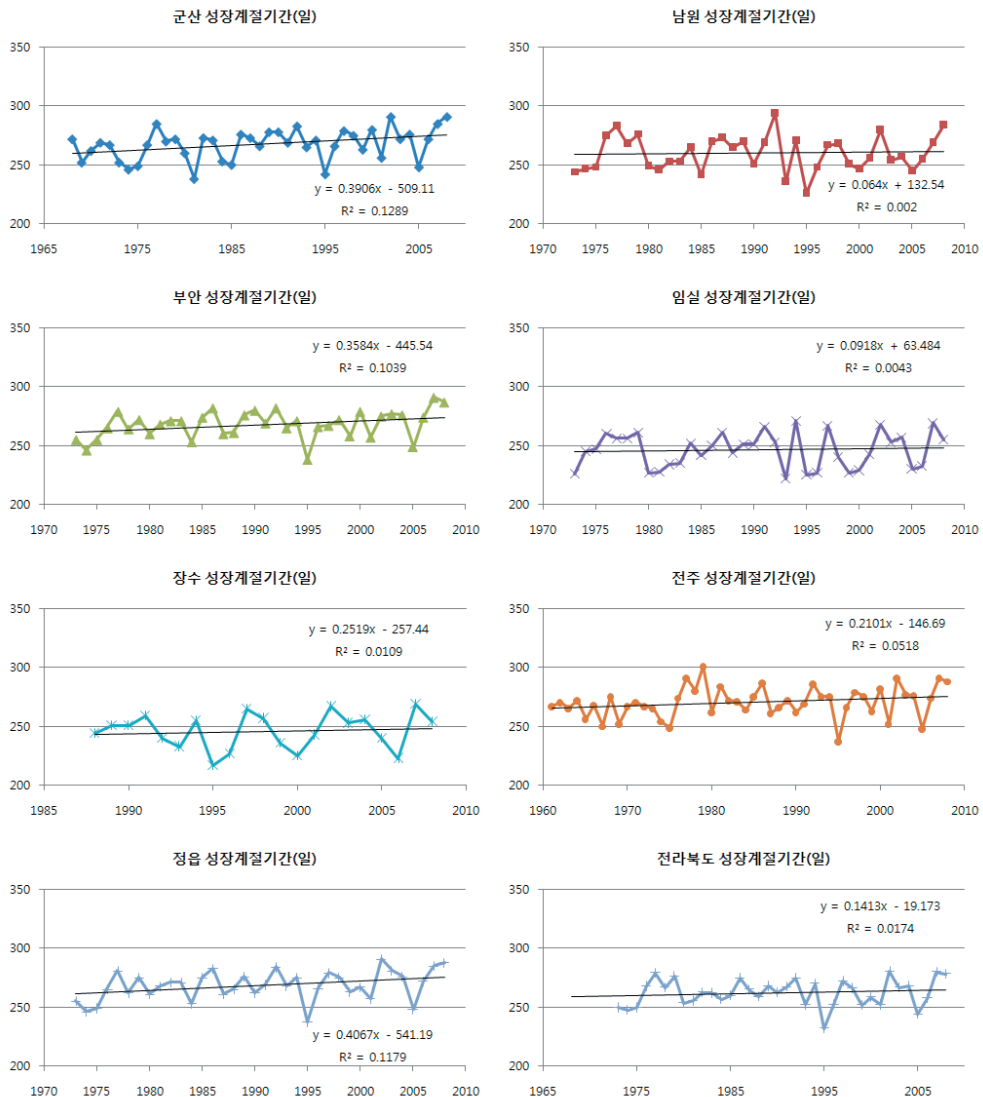
연극한기온차는 군산, 남원은 큰 변화가 없었으며, 부안 0.9℃/10년, 임실 0.9℃/10년, 장수 0.7℃/10년, 전주 0.2℃/10년, 정읍 1.2℃/10년, 전라북도 0.4℃/10년 비율로 감소하였다.



<그림 3-5> 전라북도 ETR 변화

3) GSL (성장계절기간)

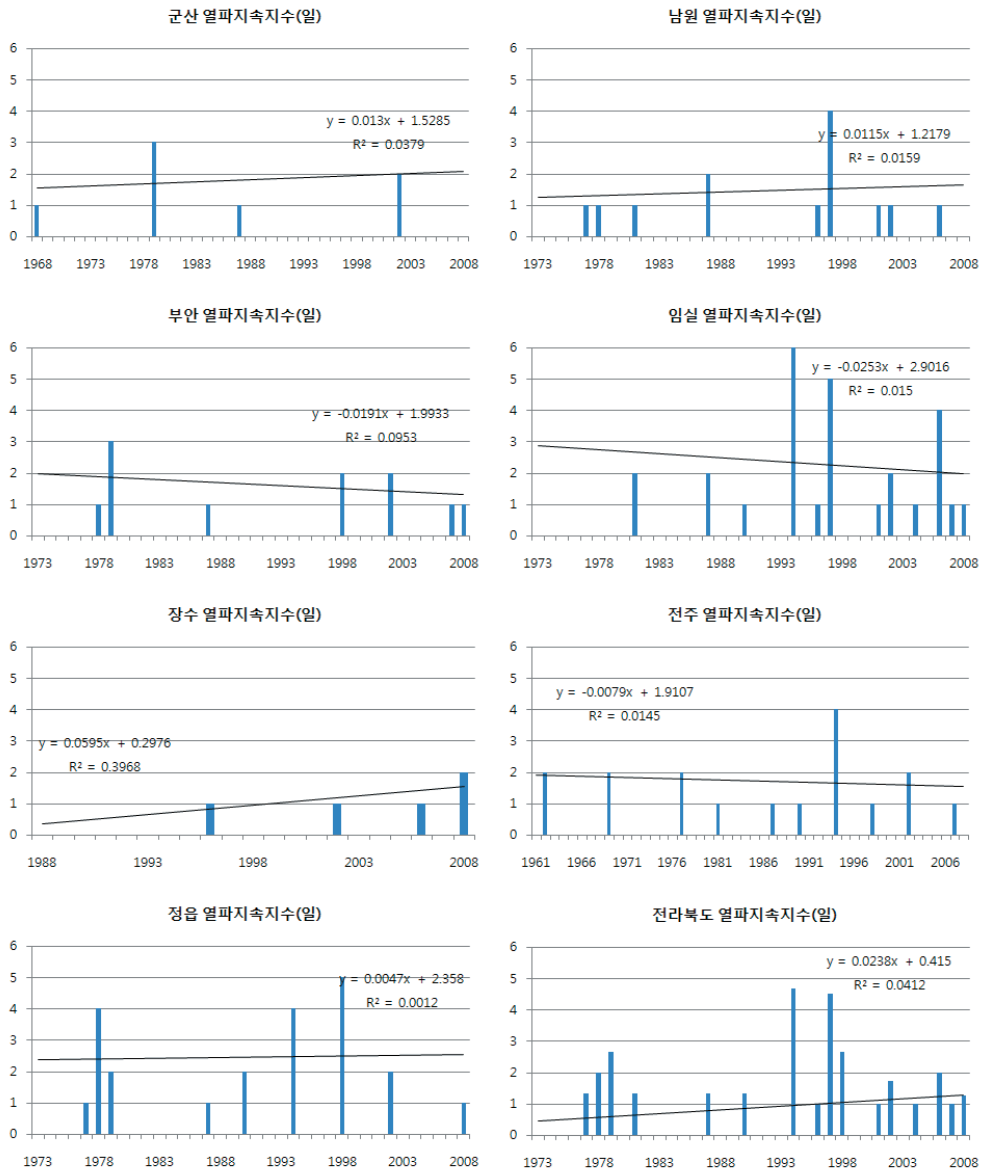
농업과 관계가 있는 성장계절기간은 군산 3.9일/10년, 남원 0.6일/10년, 부안 3.6일/10년, 임실 0.9℃/10년, 장수 2.5일/10년, 전주 2.1일/10년, 정읍 4.1일/10년, 전라북도 1.4일/10년의 비율로 증가하는 것으로 분석되었다.



<그림 3-6> 전라북도 GSL 변화

4) HWDI (열파지속지수)

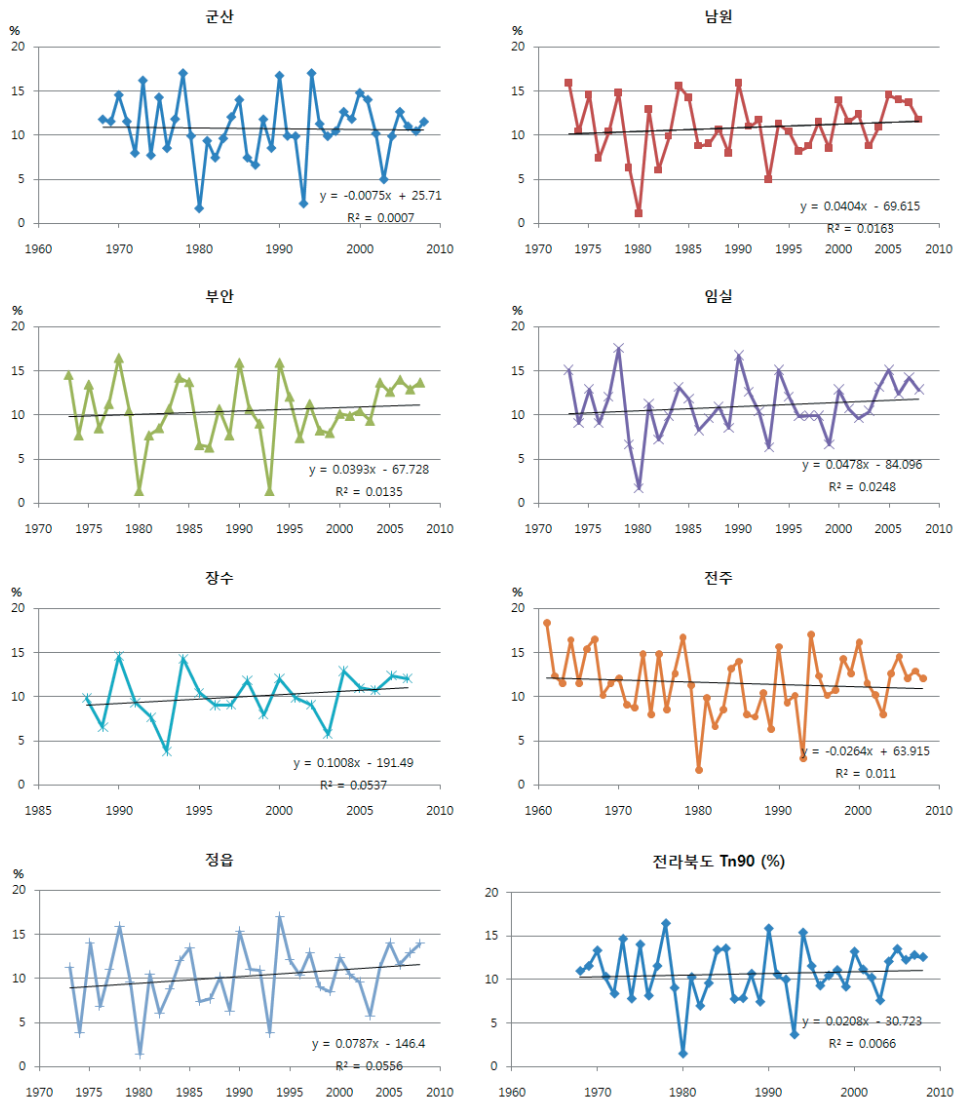
사망률과 연관이 있는 열파지속지수는 최근 빈도가 높아졌으며 전라북도 평균 0.2 일/10년의 비율로 증가하였다.



<그림 3-7> 전라북도 HWDI 변화

5) Tn90 (90분위수 이상의 일최저기온기간)

열대야 현상과 관련이 있는 Tn90 지표는 군산 0.1%/10년, 전주 0.3%/10년의 비율로 감소하였고, 남원 0.4%/10년, 부안 0.4%/10년, 임실 0.5%/10년, 장수 1.0%/10년, 정읍 0.8%/10년, 전라북도 평균 0.2%/10년 비율로 증가하는 것으로 분석되었다.

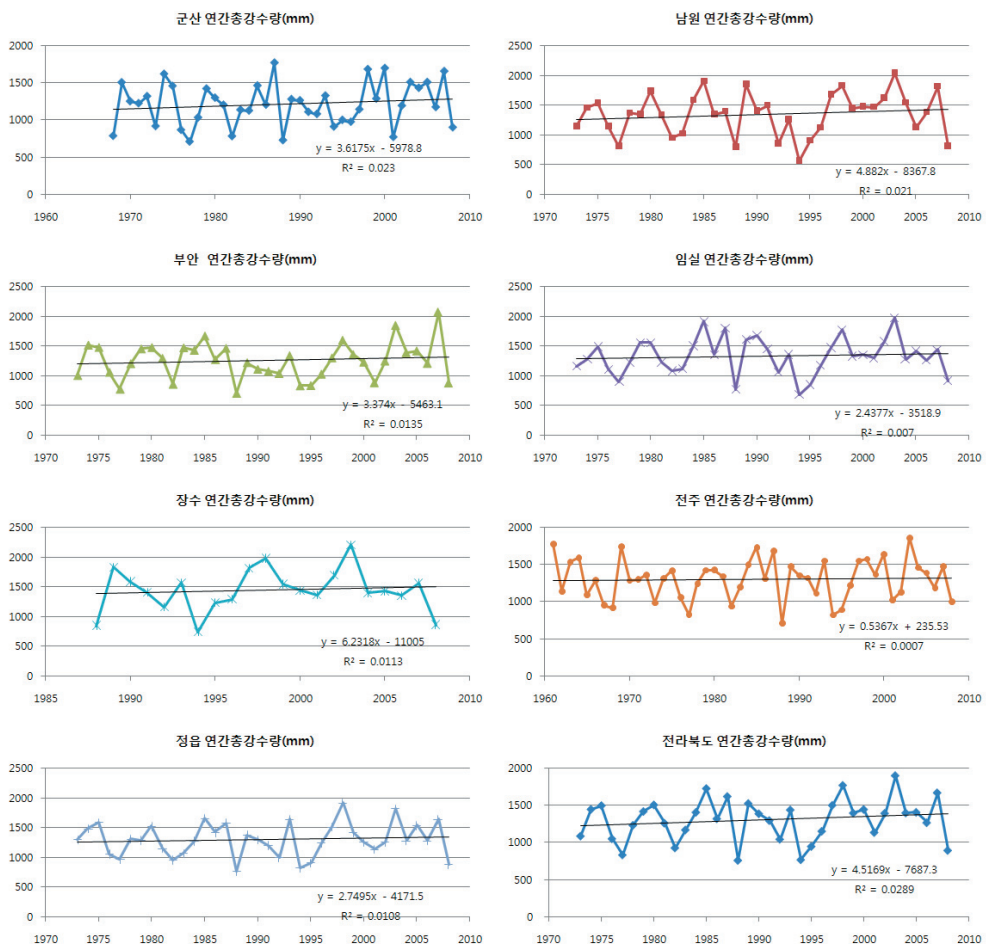


<그림 3-8> 전라북도 Tn90 변화

4. 강수량

1) 연 강수량

기상연구소 (2006)에 따르면 우리나라의 1912~2005년까지 지난 94년간 강수량의 변화는 강릉(3.5mm/년), 부산(2.4mm/년), 서울(2.3mm/년), 대구(2.0mm/년), 목포(1.2mm/년)에서 모두 증가하였다. 최근 10년 (1996~2005년) 우리나라 연강수량은 과거 평년 값(1971~2000년)인 1313.6mm에서 1458.8mm로 11% 증가하였다.

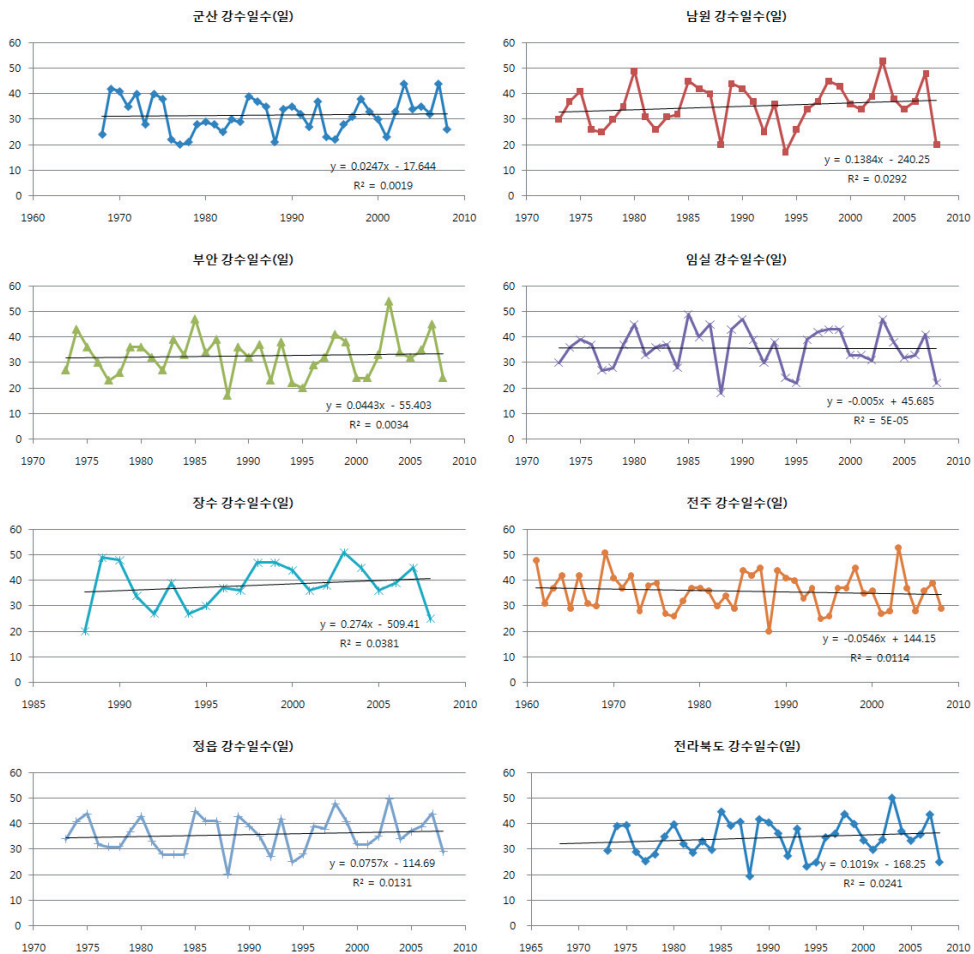


<그림 3-9> 전라북도 연강수량 변화

전라북도 강수량은 1973~2008년간 4.5mm/년의 비율로 증가하였으며, 최근 10년(1996~2005년) 전라북도 연강수량은 과거 평년값(1971~2000년)인 1282.8mm에서 1447.0mm로 13% 증가하여 우리나라 증가율(11%)보다 높은 증가율을 보였다.

2) R10 (강수일수)

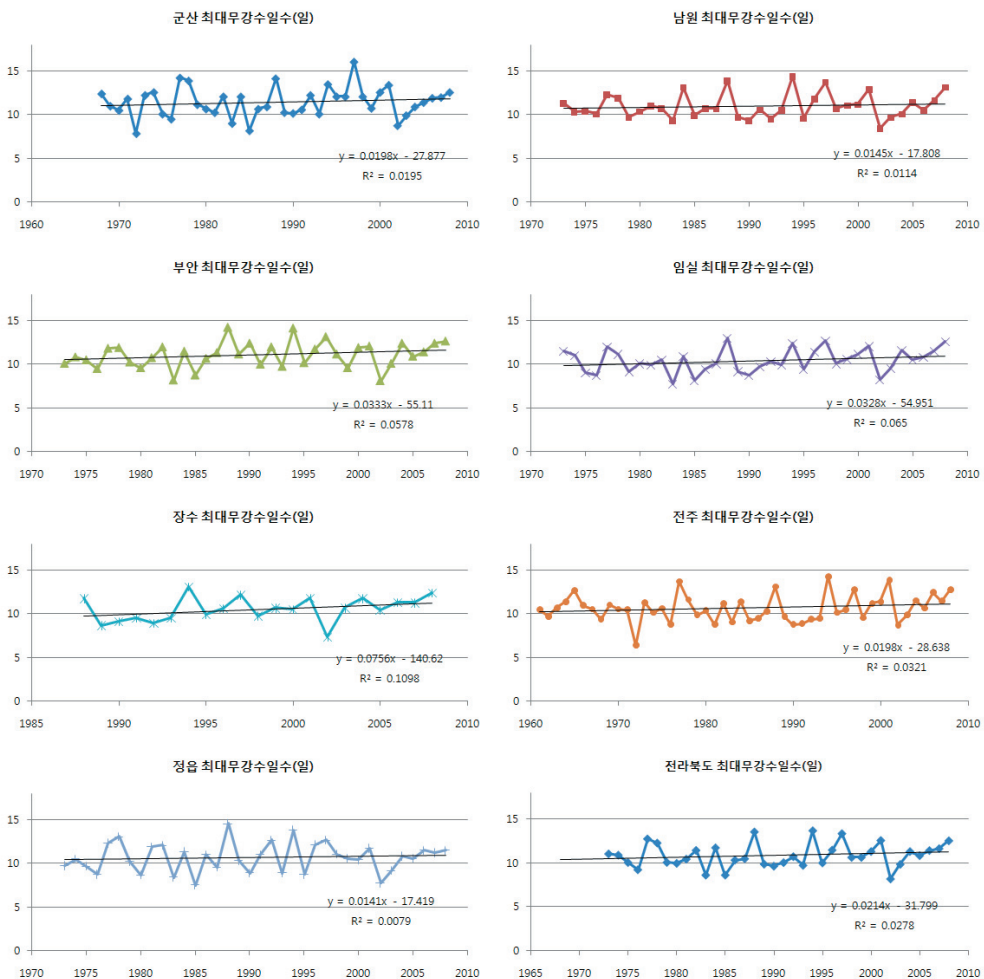
강수일수는 전반적으로 증가하나 일부지역(임실, 전주)에서는 감소하는 경향을 보였다. 군산 0.2일/10년, 남원 1.4일/10년, 부안 0.4일/10년, 장수 2.7일/10년, 정읍 0.8일/10년, 전라북도 평균 1.0일/10년의 비율로 증가하였다.



<그림 3-10> 전라북도 R10 변화

3) CDD (최대무강수일수)

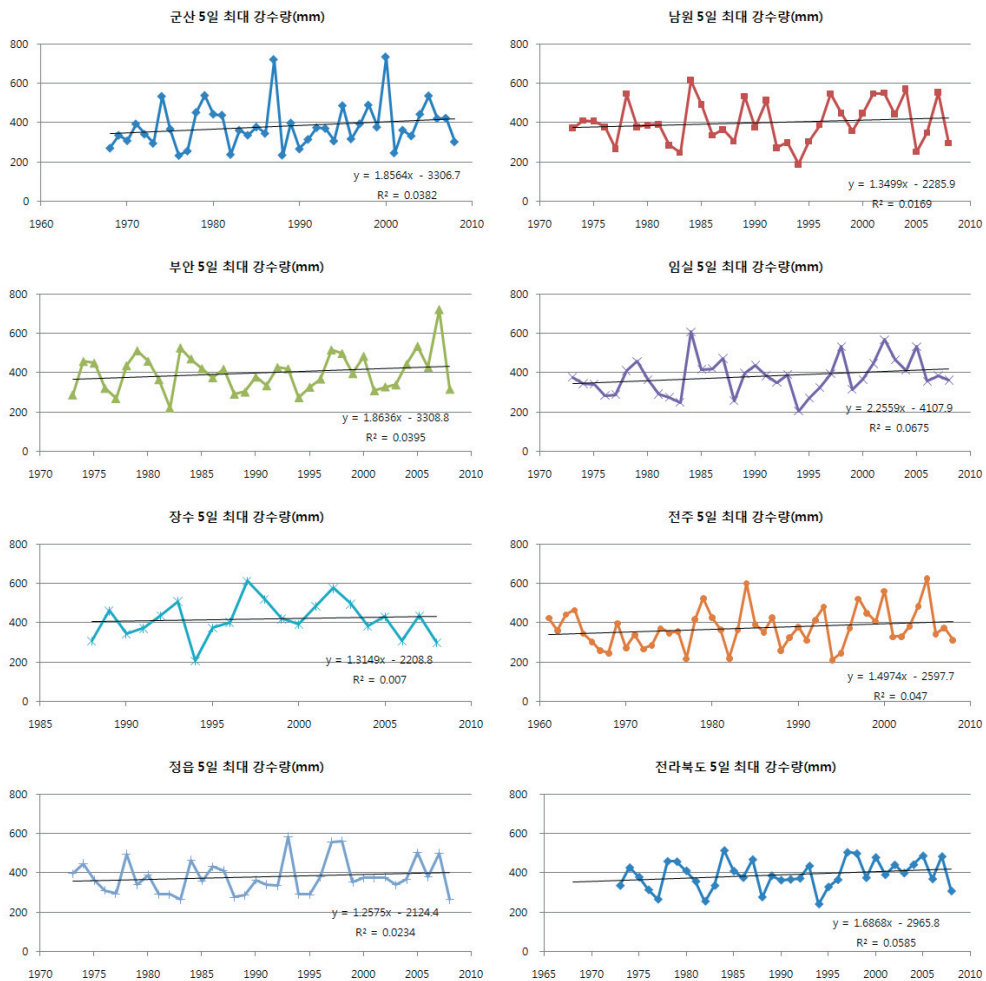
잠재적인 가뭄지표인 CDD는 군산 0.2일/10년, 남원 0.1일/10년, 부안 0.3일/10년, 임실 0.3일/10년, 장수 0.8일/10년, 전주 0.2일/10년, 정읍 0.1일/10년, 전라북도 평균 0.2일/10년의 비율로 소폭 증가하는 경향을 보였다.



<그림 3-11> 전라북도 CDD 변화

4) R5D (5일 최대강수량)

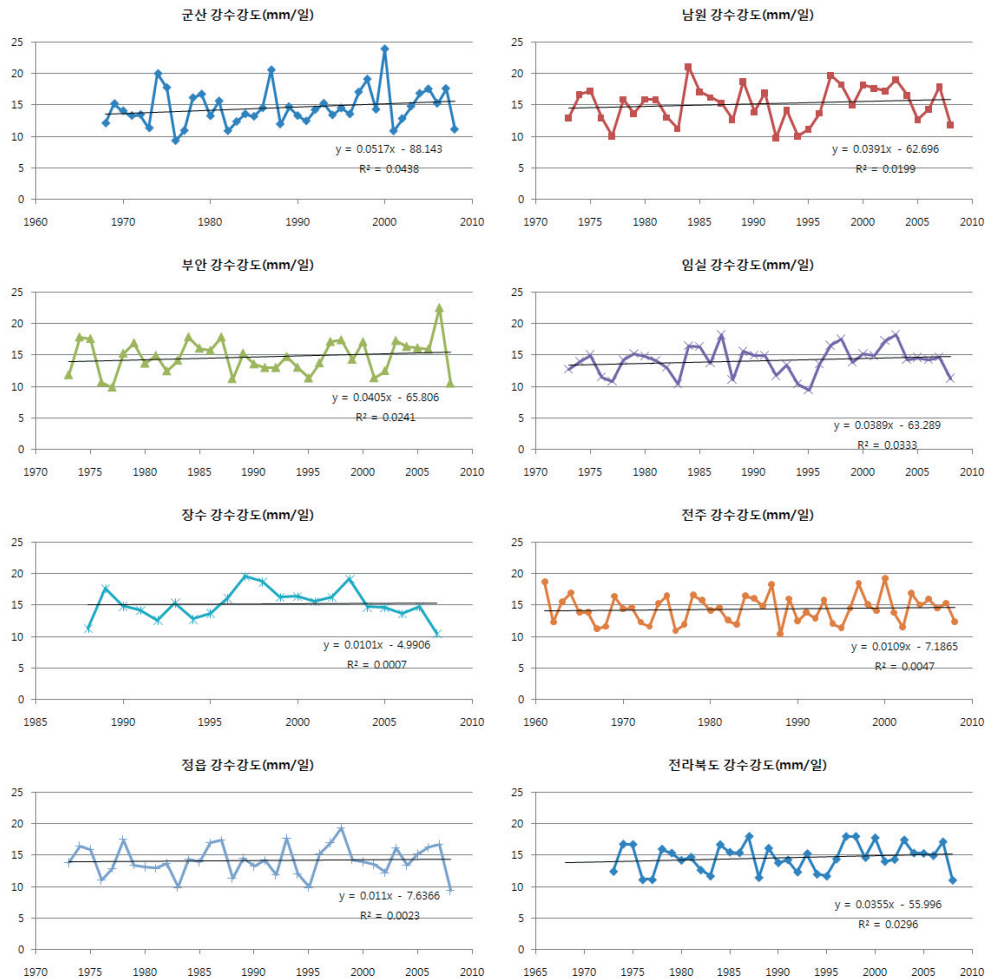
잠재적 홍수지표인 R5D는 군산 18mm/10년, 남원 13mm/10년, 부안 18mm/10년, 임실 23mm/10년, 장수 13mm/10년, 전주 15mm/10년, 정읍 13mm/10년, 전라북도 17mm/10년의 비율로 증가하였다.



<그림 3-12> 전라북도 R5D 변화

5) SDII (강수강도지수)

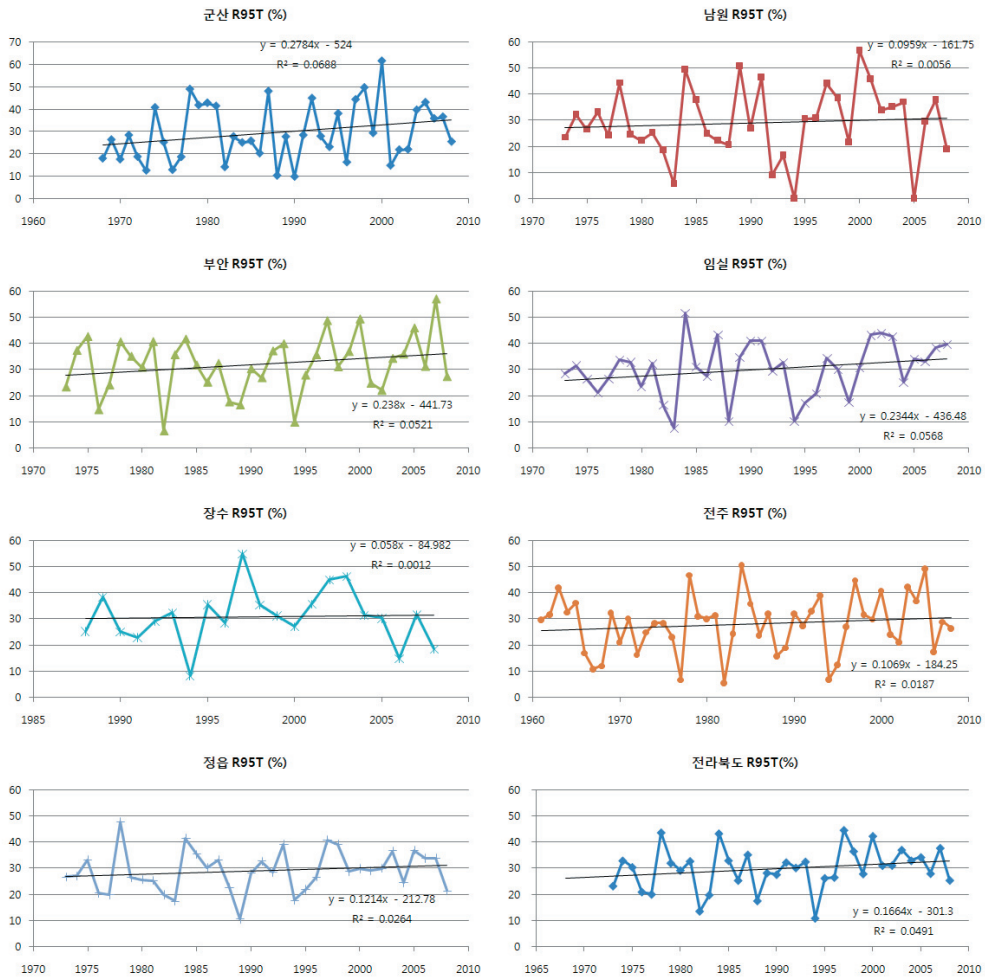
강수강도는 군산 0.5/10년, 남원 0.4/10년, 부안 0.4/10년, 임실 0.4/10년, 장수 0.1/10년, 전주 0.1/10년, 정읍 0.1/10년, 전라북도 0.4/10년의 비율로 증가하는 것으로 분석되었다.



<그림 3-13> 전라북도 SDII 변화

6) R95T (95분위 이상의 강수현상 비율)

극심한 강우일의 지표인 R95T는 군산 2.7%/10년, 남원 1.0%/10년, 부안 2.4%/10년, 임실 2.3%/10년, 장수 0.6%/10년, 전주 1.1%/10년, 정읍 1.2%/10년, 전라북도 1.7%/10년의 비율로 증가하였다.



<그림 3-14> 전라북도 R95T 변화

5. 해수면 상승

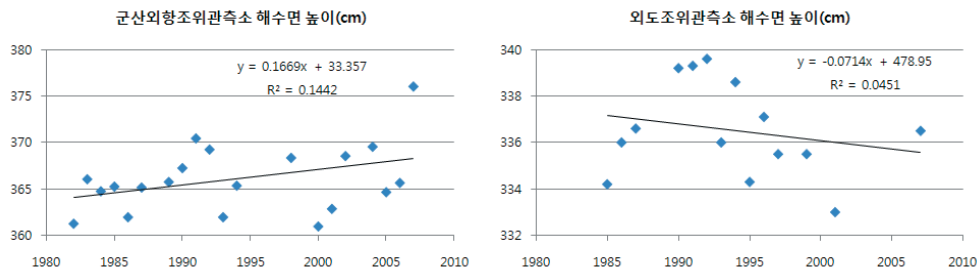
국립해양조사원에 따르면 우리나라의 해수면은(1964~2006년 통계자료) 1.9mm씩 높아지고 있으며 제주해역의 경우 해수면이 연간 5.1mm씩, 40년간 약 22cm가 높아져 상승폭이 가장 크고, 부산·완도해역은 2.3mm, 포항·속초 해역은 2.2mm 으로 나타났다.

전라북도는 군산외항과 위도 2곳에 조위관측소가 있으며, 관측소 개요는 다음표와 같다.

<표 3-5> 전라북도 조위관측소 개요

명칭	관측개시일	소재지	기준면	검조의 종류	자료년도
군산외항조위관측소	1980.3.1	전북 군산시 소룡동 236	평균해면 下 362.3cm	OTT형 원격검조의	1980 ~ 2007
위도조위관측소	1985.1.1 ~ 2005.12 이설	전북 부안군 위도면 파장금리 물양장	평균해면 下 미정	극초단파 원격 조위계	1985 ~ 2007

국립해양조사원(<http://nori.go.kr>)에서 제공한 해수면 높이 자료를 분석한 결과 연간 해수면 높이는 상반된 결과를 보였다. 군산외항의 경우 연간 1.6mm씩 상승하였으나, 위도의 경우 90년도 중반이후 감소하는 경향을 보였다. 해수면 변화는 온도상승에 따른 빙하의 해빙이 원인이 될 수도 있지만 해양지각 변화에 따라 달라지는 것으로 알려져 있다.



<그림 3-15> 전라북도 해수면 변화

6. 결과요약

기상관측자료를 이용하여 전라북도 기후변화 특성을 온도, 생활기온, 강수량의 지표로 구분하여 분석한 결과는 다음과 같다.

- 최근 35년간 기상자료를 분석한 결과 전라북도 기온은 측정망별 강도의 차이는 있으나 전반적으로 증가하는 경향을 보임
 - 전라북도 연평균기온은 35년간 0.5℃ 증가하였으며, 부안(1.2℃)과 정읍(1.1℃)은 타 측정망에 비해 증가폭이 큰 것으로 분석됨
 - 연평균 최고기온은 군산지역이, 연평균 최저기온은 정읍이 가장 증가폭이 큰 것으로 나타남
- 생활기온과 관련한 지표의 변화는 기온증가에 의한 결과를 반영하고 있음
 - Fd(서리일수)는 기온증가에 따라 감소하는 경향을 보였으며 ETR(연극한기온차)는 야간기온의 증가로 전반적으로 감소하는 경향을 보임
 - GSL(성장계절기간)은 증가하는 경향을 보였고, HWDI(열파지속지수)는 지역간 차이를 보였으나 빈도가 증가하는 경향을 보임
 - 열대야 현상과 연관이 있는 Tn90 지표는 일부지역에서 감소하였으나 전체적으로 증가하는 경향을 보임
- 강수량과 강수강도가 증가하여 홍수에 대한 잠재력이 증가하는 동시에, 가뭄지표도 증가하고 있음
 - 전라북도 강수량은 1973~2008년간 4.5mm/년의 비율로 증가하였으며, 최근 10년(1996~2005년) 전라북도 연강수량은 과거 평년값(1971~2000년)인 1282.8mm에서 1447.0mm로 13% 증가하여 우리나라 증가율(11%)보다 높은 증가율을 보임
 - 연 강수량, R10(강수일수), R5D(5일 최대강수량), SDII(강수강도지수), R95T(95분위수 이상의 강수현상)이 모두 증가하여 홍수발생의 잠재력이 증가하고 있음

- CDD(최대무강우일수)는 증가하는 경향을 보여 가뭄발생의 잠재력이 증가하고 있어 수자원 관리의 어려움이 예상됨

- 부안과 정읍지역 측정망의 경우 최근 35년간 기후변화 지표의 변동폭이 타 측정망에 비해 큰 것으로 분석되어 전라북도 내에서 상대적으로 극한 기후에 대한 노출이 큰 것으로 조사됨

<표 3-6> 전라북도 기후변화 분석지표의 결과

지표		결과 (/10년)							
		군산	남원	부안	임실	장수	전주	정읍	전라북도
온도	연평균기온, ℃	0.3 ↑	0.1↑	0.3 ↑	0.2↑	0.2↑	0.2↑	0.3 ↑	0.1↑
	연평균최고기온, ℃	0.4 ↑	0.2↑	0.4 ↑	0.4 ↑	0.2↑	0.3↑	0.3↑	0.2↑
	연평균최저기온, ℃	0.1↑	0.1↑	0.4 ↑	0.2↑	0.2↑	0.2 ↑	0.5 ↑	0.1↑
생활기온	서리일수 (Fd), 일	2.5↓	1.2↑	5.2 ↓	0.1↑	0.1↓	3.4 ↓	5.4 ↓	0.6↓
	연극한기온차, (ETR)	-	-	0.9 ↓	0.9 ↓	0.7↓	0.2↓	1.2 ↓	0.4↓
	성장계절기간, (GSL)	3.9 ↑	0.6↑	3.6 ↑	0.9↑	2.5↑	2.1↑	4.1 ↑	1.4↑
	열파지속지수, (HWDI)	0.1↑	0.1↑	0.2↓	0.3↓	0.6↓	-	-	0.2↑
	90분위수 이상의 일최저기온기간 (Tr90), %	0.1↓	0.4 ↑	0.4↑	0.5 ↑	1.0↑	0.3↓	0.8 ↑	0.2↑
강수량	연 강수량, mm	36↑	49 ↑	34↑	24↑	62 ↑	54 ↑	27↑	45↑
	강수일수 (R10), 일	0.2↑	1.4 ↑	0.4↑	0.1↓	2.7 ↑	0.1↓	0.8 ↑	1.0↑
	최대무강수일수 (CDD), 일	0.2↑	0.1↑	0.3 ↑	0.3 ↑	0.8 ↑	0.2↑	0.1↑	0.2↑
	5일 최대강수량 (R5D), mm	18 ↑	13↑	18 ↑	23 ↑	13↑	15↑	13↑	17↑
	강수강도지수 (SDII)	0.5 ↑	0.4 ↑	0.4 ↑	0.4↑	0.1↑	0.1↑	0.1↑	0.4↑
	95분위 이상의 강수현상 비율(R95T), %	2.7 ↑	1.0↑	2.4 ↑	2.3 ↑	0.6↑	1.1↑	1.2↑	1.7↑

제 2 절 전라북도 기후변화예측

1. 기후변화 배출 시나리오 (SRES)

인구, 경제성장, 기술발전 수준 등의 사회경제적 변화는 기후변화에 영향을 미치며 이러한 영향을 입력 자료로 하여 다양한 기후모델을 통해 기후변화 예측이 가능하다.

IPCC는 SRES (Special Report on Emission Scenarios)를 통해 배출 시나리오에 따라 기후변화를 예측하였다. 크게 4가지의 사회경제적 시나리오를 제시하였는데 각각의 시나리오는 세부적인 여러개의 시나리오(2001년 기준 40개)가 제시되었다. 기간은 1990년부터 2100년까지의 변화를 보여준다. SRES에서 제시한 네 개의 시나리오를 전제로 온실가스 배출량을 예측한 결과 B1 시나리오가 가장 낮은 농도를 보였으며, 다원화 사회를 지향했던 A2 시나리오가 가장 높은 농도를 보였다. 지역에 중점을 둔 B2 시나리오의 경우는 예상과는 달리 2100년의 이산화탄소 배출량이 경제발전에 중점을 둔 A1 시나리오와 거의 같게 예측되었다.

<표 3-7> SRES 시나리오 특성

시나리오	특 성
A 1 (고성장사회)	• 급속도의 경제성장과 인구증가가 2050년까지 지속되다 그 이후 감소하는 스토리라인 • 새롭고 효율적인 기술은 계속 도입된다고 가정 • 시장의 이점을 활용하여 전세계가 눈부신 경제성장을 이루고 지역적인 불평등 및 1인당 소득 격차도 점차 좁혀짐 • 에너지시스템의 기술적 발전방향에 따라 화석연료의 집중적·효율적 사용을 하게 되는 그룹(A1FI), 비화석연료 에너지를 이용하는 그룹(A1T), 모든 에너지원의 균형을 향해가는 그룹(A1B)이 있음
A 2 (다원화사회)	• 지역적인 자립과 지역의 정체성을 보존하자는 주제를 가진 스토리라인 • 세계인구는 계속적으로 증가하게 되고 지역적인 격차도 좁혀지지 않음 • 경제 개발은 기본적으로 지역에 기반을 두며 1인당 경제성장 및 기술혁신도 지역에 따라 편차가 크며 다른 스토리라인에 비해 느린 편임
B 1 (지속발전형)	• 환경이나 사회에 대한 관심이 높음에 따라 경제구조가 정보기반경제로 변화하게 되고 자원 이용의 효율이 높아지며 청정기술이 도입되는 스토리라인 • 경제, 사회, 환경의 지속가능성과 평등 분배를 중요시하지만 추가적인 기후변화 정책은 수립되지 않음
B 2 (지역공존형)	• 경제, 사회 및 환경의 지속가능발전을 지역의 문제와 공평성을 강조하여 모색하려 하는 스토리라인 • A2 스토리라인에 비하여 낮은 인구성장률을 가정하며 경제성장은 중간 정도 수준이고 A1, B1 스토리라인에 비하여 보다 다양하고 점진적인 기술의 변화를 가정 • 이 스토리라인은 환경보호와 사회적 분배에 중점을 두지만 지역수준에서의 해결에 초점이 있다는 점이 중요

A : 경제지향적, B : 환경지향적, 1 : 전지구적, 2 : 지역적

자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III (부록), 한국환경정책평가 연구원 (2007)

다양한 기후모델을 이용하여 시나리오별 대표적인 시나리오의 기온변화 온실가스 농도, 해수면 상승 예측결과는 다음과 같다. A2시나리오의 경우 21세기말 평균 기온이 3.4℃ 상승하며, 해수면은 최대 51cm상승할 것으로 예측된다.

<표 3-8> 21세기 말 기온변화, 온실가스 농도, 해수면 상승 예측결과

시나리오	기온변화 (℃, 1980~1990년 대비 2090~2099년)		해수면 상승 (m, 1980~1990년 대비 2090~2099년)	이산화탄소 안정화 농도* (ppm)
	최적추정치	가능범위	모델에 기초한 범위 (얼음 유출의 향후 급속한 역학적 변화는 제외)	
2000년 농도로 일정	0.6	0.3~0.9	NA	
B1	1.8	1.1~2.9	0.18~0.38	550
A1T	2.4	1.4~3.8	0.20~0.45	540
B2	2.4	1.4~3.8	0.20~0.43	600
A1B	2.8	1.7~4.4	0.21~0.48	720
A2	3.4	2.0~5.4	0.23~0.51	830
A1F1	4.0	2.4~6.4	0.26~0.59	970

자료 : IPCC AR4, 2007 *한화진 외, 2007

AR4에 따르면 향후 20년 동안 SRES 배출 시나리오 범위에 대해 약 0.2℃/10년 상승률로 온난화가 진행될 것으로 전망하였다. 온실가스와 에어로졸 농도가 2000년 수준으로 일정하게 유지된다 하더라도 기온은 0.1℃/10년의 비율로 온난화 될 것으로 예상된다. 고위도지역의 강수량은 증가하며, 아열대 육지지역 강수량은 감소할 것으로 전망된다. 집중호우, 열파, 무더위 등의 극한 기후 발생 빈도가 증가하고, 열대 저기압 강도 또한 증가할 것으로 전망하였다.

2. 한반도 기후변화 예측

기상청(2008)의 자료에서는 동아시아 지역에 적합한 지역기후모델을 이용하여 동아시아 기후변화에 미치는 영향을 예측하였다. 동아시아는 3~4℃ 상승, 강수량은 변동폭이 매우 커짐에 따라 -4~9%의 분포를 보이며, 호우와 가뭄의 극한 현상 발생가능성이 높아지는 것으로 전망하였다.

<표 3-9> 온실가스 배출시나리오에 따른 전지구 및 동아시아 기온, 강수량 전망

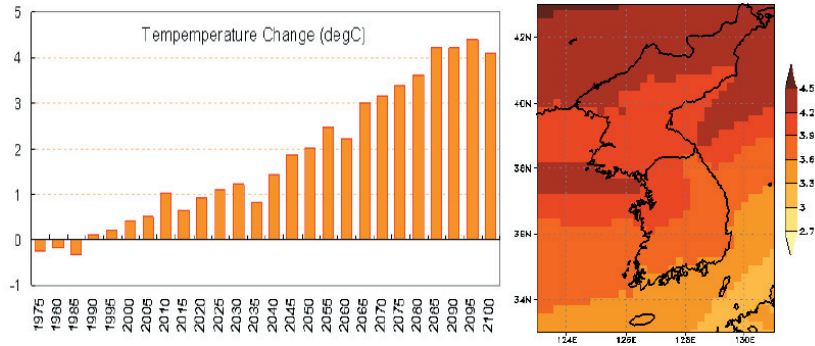
온실가스 배출 시나리오		B1 (550 ppm)	A1B (720 ppm)	A2 (830 ppm)
지구평균	기온 (℃)	1.8	2.6	3.0
	강수량 (%)	2.3	2.9	3.0
동아시아	기온 (℃)	2.7	3.8	4.3
	강수량 (%)	3.9	6.2	5.2

기준 : 1980~1999, 미래 : 2080~2099

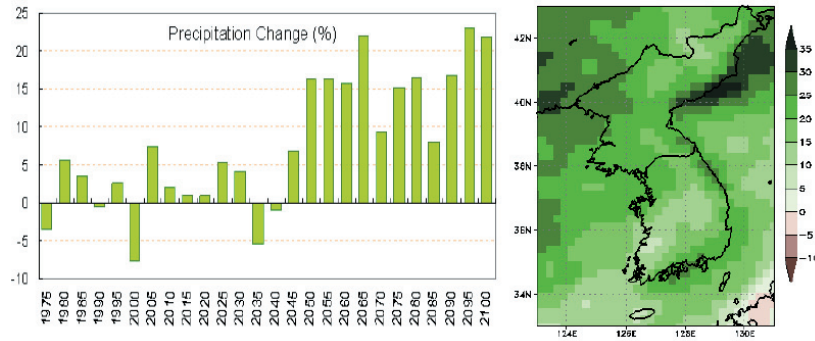
한반도는 A1B 시나리오에 따르면 평년(1971~2000)에 비해 21세기말 (2071~2100) 기온은 약 4℃ 상승하고, 강수량은 17% 증가할 것으로 예측되었다. 기상청(2008)은 호우 빈도는 증가할 것으로 예상되나, 열대야 횟수는 약 3배가 증가할 것으로 전망하였다. 또한, 북서태평양 태풍 발생 빈도는 감소하나 강도는 증가하고, 한반도 주변 해역 해수온도는 3.2℃ 상승할 것으로 전망하였다.

기상연구소(2007)는 기온 상승에 따라 계절에도 변화가 있을 것으로 보고하였는데, 서울의 경우 봄과 여름은 점차 빨리 시작되어 1920년대에 비해 1990년대에는 10일정도 앞당겨지는 것으로 조사되었다. 반면, 가을 시작은 일주일 정도 늦어지면서 여름 지속기간이 1900년대보다 1990년대에 16일 증가하였다. 겨울의 시작 시기는 늦어지고 봄이 빨리 시작되어 1990년대에는 1920년대보다 19일 감소하였다. 이러한 경향은 지구 온난화가 진행됨에 따라 더 뚜렷해져 여름이 길어지고 겨울이 짧아질 것으로 예측하였다.

(a) 기온 변화 전망



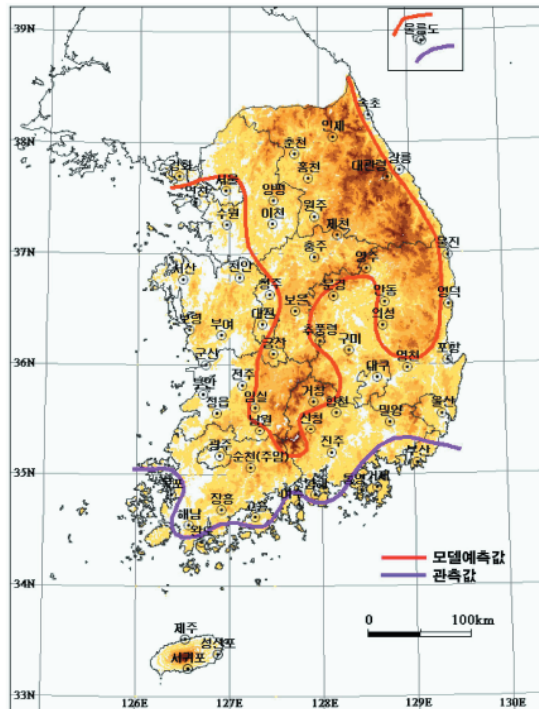
(b) 강수량 변화 전망



자료 : 기상청, 2008

<그림 3-16> A1B 시나리오에 의한 한반도 기온 및 강수량 전망

기상연구소(2007)는 아열대 기후구 변화를 예측하였다. 아열대 기후를 정의하는 방법에는 다양한 기준이 있으나 트레와다의 기준 (월평균기온 10°C 이상인 달이 8개월 이상이고 가장 추운달이 18°C 이하인 경우)에 따랐다. 평년값(1971~2000년)은 제주도를 포함하여 부산, 거제, 통영 지점을 중심으로 남동해안과 목포, 완도, 여수 지점이 아열대 기후 지역에 해당한다. 2071~2100년 전망에선 서해안의 강화 지점을 제외하고 동해안과 남해안의 모든 지점이 아열대 기후구에 해당한다. 내륙으로는 임실, 거창, 금산, 보은, 안동, 의성 지점 등과 같이 태백, 소백산맥 주변에 위치하며, 해발고도가 비교적 높은 일부 지점을 제외하고는 충북까지 아열대 기후구가 확장될 것으로 예측하였다.



자료 : 기상연구소, 2007

<그림 3-17> 2071~2100년 아열대기후구의 변화전망
(모델예측값 A1B 시나리오, 관측값 1971~2000년 평년값)

3. 전라북도 기후변화 예측

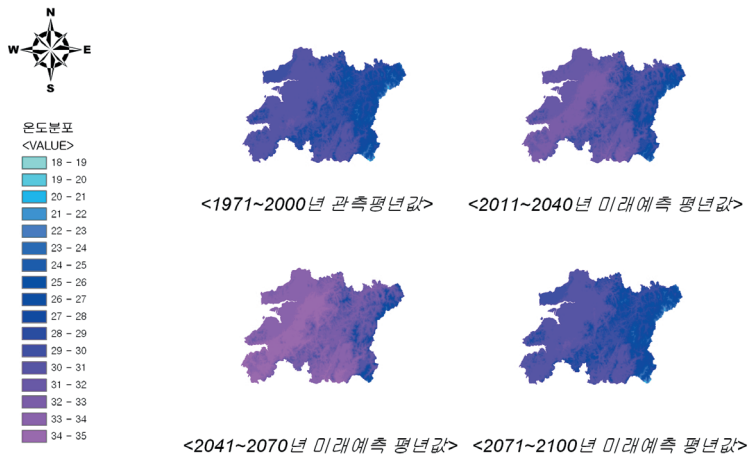
가. 전라북도 온도변화 예측

기상연구소의 한반도 온도변화 예측결과(그림 3-16)에 따르면, A1B 적용시 평년(1971~2000)에 비해 21세기말(2071~2100) 전반적으로 기온이 약 3.3~3.6℃ 상승할 것으로 전망되었다.

기후변화정보센터(www.climate.go.kr)에서 제공하는 전자기후도 자료를 이용하여 전라북도 미래 온도변화를 조사하였다. 사용한 전자기후도 자료정보는 다음과 같다.

- 자료제공 : CCIC기후변화정보센터(경희대 생태시스템공학과 농업기상연구실)
- SRES 온실가스 배출시나리오 : A2 (이산화탄소 농도 : 830ppm)
- 해상도 : 270m
- 요소 : 월별 최고기온(tx), 최저기온(tn)
- 기간 : 1971~2000 관측평년값(℃)
- 2011~2040 : 2011~2040 동안의 미래예측 평년값(℃)
- 2041~2070 : 2041~2070 동안의 미래예측 평년값(℃)
- 2071~2100 : 2071~2100 동안의 미래예측 평년값(℃)
- 자료형식 : Ascii 그리드(좌표체계: TM좌표)

<그림 3-18>은 전자기후도의 8월 최고기온을 관측평년값, 2040s(2011~2040년), 2070s(2041~2070년), 2100s(2071~2100년) 미래예측 평년값으로 비교한 결과를 보여준다. 전반적으로 동부산악권에 비해 해안과 내륙의 온도상승이 큰 것으로 예측되었으며, 2070s의 온도증가가 가장 큰 것으로 전망되었다. 지역으로는 고창, 정읍, 전주, 완주지역을 축으로 타 시군지역에 비해 상대적으로 평년값이 높은 것으로 나타났다. 2040s 기간동안 평년대비 약 1.5℃가 증가하였고, 2070s의 경우 평년대비 약 3.5℃ 증가한 것으로 분석되었다. 전자기후도 자료에 따르면 2100s의 경우 2040s보다도 평년값이 낮아지는 것으로 분석되었다. 공간패턴의 큰 변화는 없는 것으로 전망되었다.



<그림 3-18> 전라북도 8월 평년 최고기온 예측결과

나. 전라북도 강수량변화 예측

기상연구소의 한반도 온도변화 예측결과(그림 3-16)에 따르면, A1B 적용시 평년(1971~2000)에 비해 21세기말(2071~2100) 전반적으로 강수량이 약 5~10% 상승할 것으로 전망되었다. 고창, 정읍의 일부지역에서는 0~5%증가하는 것으로 나타났다.

다. 전라북도 기후구변화 예측

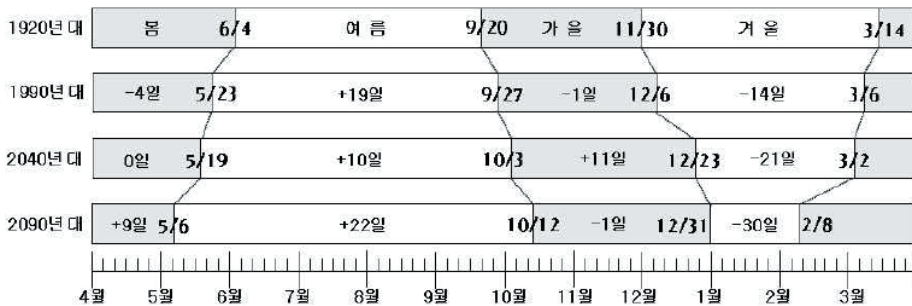
기상연구소의 아열대기후구 변화전망(그림 3-17)에 따르면, 전라북도의 경우 해안·내륙지역과 동부산악지역이 아열대기후로 변화하는 전이지역으로 기후구 변화가 향후 전라북도 생태계변화에 큰 영향을 줄 것으로 판단된다.

라. 전라북도 계절변화 예측

기상연구소(2007)의 연구에 따르면 전주 지역의 계절변화는 타지역과 마찬가지로, 1920년대보다 1990년대에는 봄과 여름 시작일은 빨라지고 가을과 겨울 시작일은 늦어지는 경향을 보였다. 봄의 시작은 앞당겨지고 가을과 겨울의 시작은 늦어지면서 여름

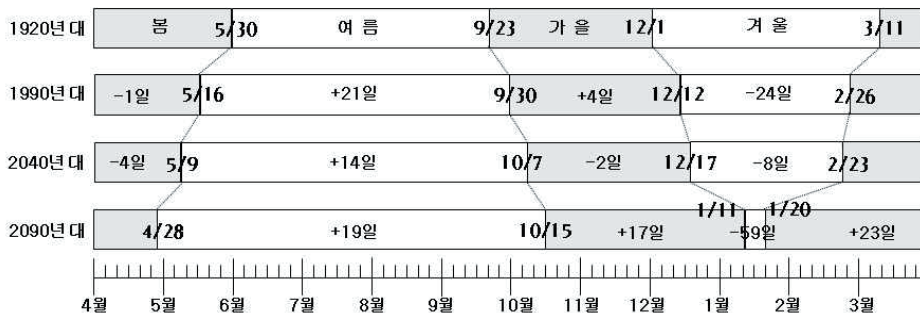
철은 1920년대보다 1990년대에는 19일 증가한 반면, 겨울철은 14일 감소하였다. 전주는 2090년대의 경우 겨울 지속기간에 영향을 미치고 있는 봄 시작일은 2월 초이며, 여름 지속기간에 영향을 미치는 여름 시작일은 5월 초로 전망되었다.

기상연구소는 이 결과를 비슷한 위도대에 있는 대구와 비교하였는데, 전주는 대구보다 봄 시작일은 20일 정도 늦은 것이며, 여름 시작일은 일주일 정도 늦은 것이다. 즉, 전주는 대구에 비해 여름 지속기간은 짧고 겨울 지속기간은 길게 된다는 것이다. 기상연구소는 전주는 겨울철 시베리아 고기압의 영향권에 직접적으로 노출되어 있는 반면, 대구는 소백산맥의 영향을 받기 때문으로 해석하였다.



자료: 기상연구소, 2007

<그림 3-19> 전주의 계절변화 예측



자료: 기상연구소, 2007

<그림 3-20> 대구의 계절변화 예측

제4장

JDI

전라북도 기후변화 취약성 분석

- 제 1 절 전라북도 지역 기후변화 취약성 (상향식 접근법)
- 제 2 절 부문별 취약성 선행연구 분석 (하향식 접근법)
- 제 3 절 지표를 이용한 취약성평가
- 제 4 절 전라북도 기후변화 취약성 분석 (종합)

제 4 장 전라북도 기후변화 취약성 분석

제 1 절 전라북도 지역 기후변화 취약성 (상향식 접근법)

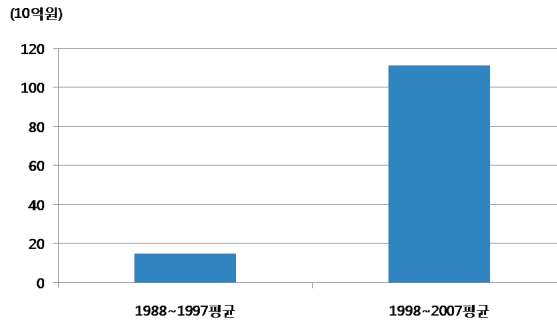
국가 기후변화 적응 종합계획(2008. 12. 24)에 따르면 기후변화 적응 부문을 생태계, 물관리, 건강, 재산, 산업, 사회기반시설로 구분하여 대책을 수립하였다. 기후변화에 의한 전라북도 생태계 부문의 영향조사는 향후 체계적인 연구가 필요한 분야이며, 산업 부문 또한 전라북도의 경제사회적인 영향을 동시에 고려하여 직접적인 조사연구가 진행되어야 한다. 재난 부문은 대부분 풍수해와 관련이 있으므로 물관리 부문에서 다루었고, 설계인자 도출 등의 내용을 포함하는 사회기반시설 부문은 지자체 차원의 접근에서는 생략하였다. 따라서, 본 연구에서는 통계자료를 활용하여 물관리와 건강 부문을 중심으로 기후변화에 대한 취약성을 조사하였다.

1. 물관리 부문

물관리 부문에서는 과거 전라북도에 발생한 자연재해를 분석하여 기후변화의 영향을 간접적으로 추정해 보았다. 자연재해는 자연적 변이에 의한 결과로 기후변화와 직접적으로 연계하기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 기후변화로 인한 영향이 자연재해의 규모를 키울 수 있다는 가정 하에 기후변화 영향의 잠재력 및 취약성을 간접적으로 추론하였다.

가. 자연재해 피해액 규모

최근 10년간(1998~2007년) 전라북도 자연재해 피해액은 전국 5.0%로 강원도(28.7%), 경남(19.2%), 경북(14.0%), 경기(8.8%), 전남(7.8%), 충남(5.1%), 충북(5.0%)에 이어 전국 8위 수준이다. 최근 10년간 전라북도 자연재해 피해 평균금액이 약 1,110억 원으로, 1988~1997년에 비해 (2007년 불변가격) 약 7.5배 높은 것으로 나타났다.



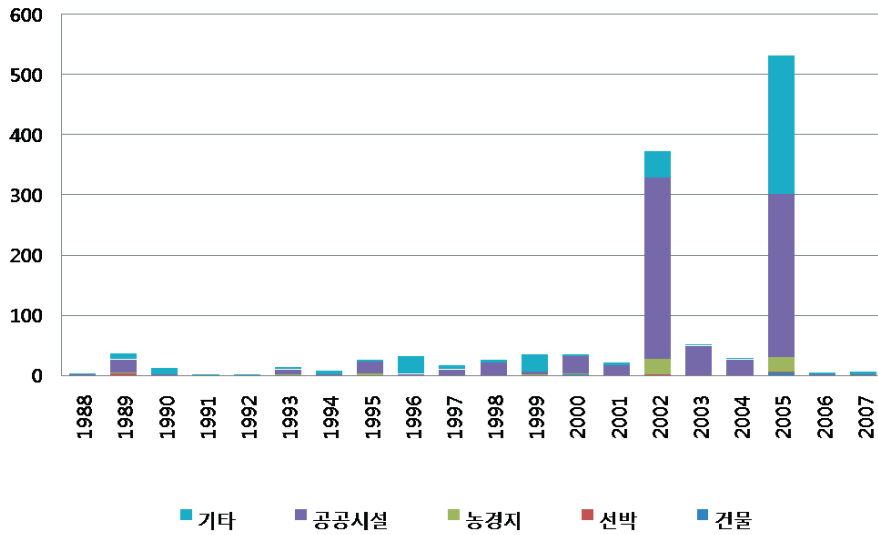
<그림 4-1> 전라북도 10년 평균 자연재해 피해액 비교

우리나라에서 발생하는 자연재해의 대부분은 풍수해이다. 풍수해는 가뭄과 지진을 제외한 태풍, 홍수, 강풍, 풍랑, 해일, 조수, 대설 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 정의할 수 있다(자연재해대책법).

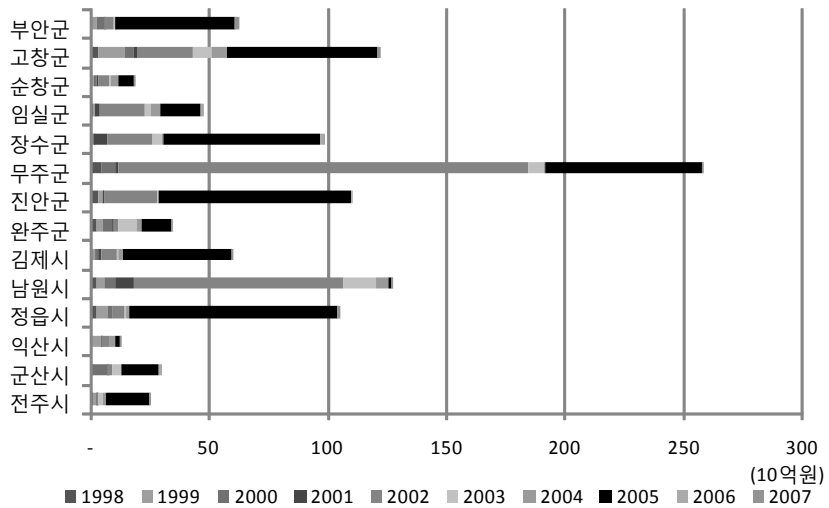
최근 20년간 전라북도 시설별 자연재해 피해액 규모를 보면 2002년과 2005년이 가장 컸는데, 2002년에는 태풍 루사, 2005년에는 대설로 인한 피해였다. 피해시설로는 공공시설(도로, 하천, 소하천, 수도, 항만, 어항, 학교, 철도, 수리, 사망, 군시설, 소규모 공공시설, 기타 공공시설)이 가장 큰 부분을 차지하였으며 기타시설(축대/담장, 가축, 축사/잠사, 수산양식, 어망/어구, 비닐하우스, 기타사유시설)이 주요시설 이었다. 재해 연보(2008)에 따르면 최근 100~200년 빈도의 초강력 태풍이 2000년 이후 연달아 발생 하였고, 피해규모 상위 20개 태풍중 11개가 최근 10년간 발생한 것으로 보고하였다.

시군별 최근 10년간 자연재해 발생 피해액을 살펴보면 무주, 남원, 고창, 진안, 정읍 순으로 피해액이 컸다. 시설별 경향과 같이 2002년과 2005년의 피해액이 가장 많았으며, 2002년 무주군의 피해액이 최근 10년 중 가장 큰 것으로 나타났다.

(10억원)



<그림 4-2> 전라북도 최근 20년간 시설별 자연재해 피해액 규모

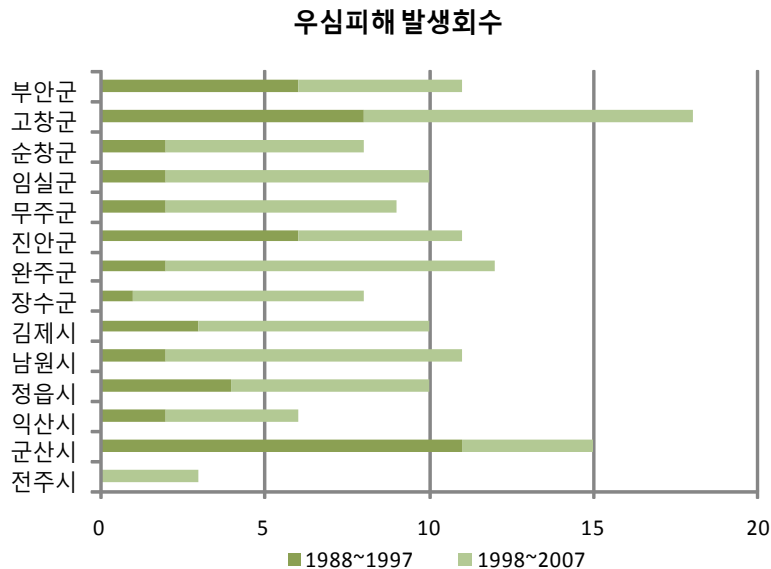


<그림 4-3> 전라북도 최근 10년간 시군별 자연재해 피해액 규모

나. 우심피해

우심지역은 시군구의 동일한 재난기간에 발생한 피해액(농작물, 동산 및 공장의 피해액을 제외)이 일정금액기준 (최근 3년간의 보통세, 조정교부금, 재정보전금을 합산한 금액의 연평균액) 이상²⁾일 경우 선정된다.

1998~2007년 10년간 전라북도 우심피해 발생빈도는 91회 (연평균 피해액 106억원)으로 1988~1997년 51회(연평균 피해액 15억원)에 비해 크게 증가하였다. 발생빈도는 고창, 군산, 완주 순으로 높았으며, 전주, 익산은 상대적으로 낮았다. 피해액은 무주, 고창, 진안, 남원 순으로 높았다.



<그림 4-4> 전라북도 최근 20년간 우심피해 빈도

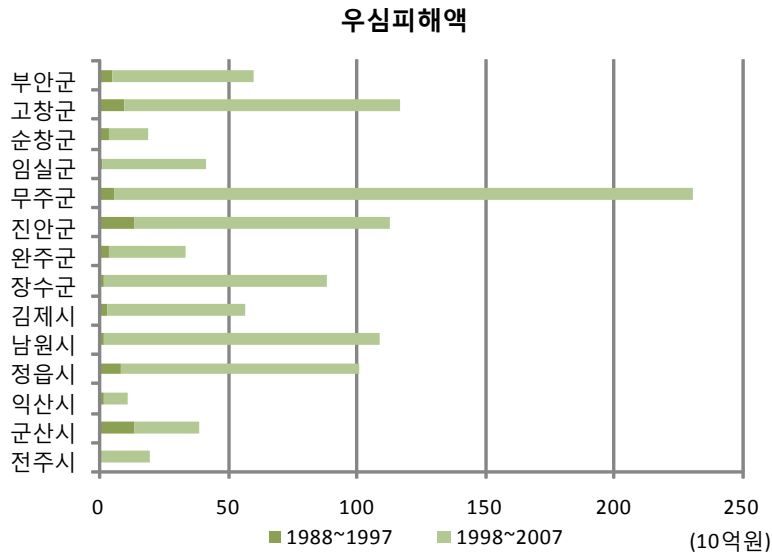
2) 연평균액이 100억원 미만인 시·군·구 : 14억원

연평균액이 100억원 이상 350억원 미만인 시·군·구 : 20억원

연평균액이 350억원 이상 600억원 미만인 시·군·구 : 26억원

연평균액이 600억원 이상 850억원 미만인 시·군·구 : 32억원

연평균액이 850억원 이상인 시·군·구 : 38억원



<그림 4-5> 전라북도 최근 20년간 우심피해액

다. 홍수위험지역

수해상습지는 하천미개수, 통수단면 부족 등 외수침수로 인해 홍수피해가 3~4년에 1회 이상 상습적으로 발생하는 지역이거나 수해발생의 우려가 있는 지역이다. 수해상습지 개선사업은 1982년부터 시작하여 4단계 사업(2006~2011년)이 추진되고 있다. 전라북도 시군별 수해상습지 현황은 다음과 같다. 전라북도에는 총 81개의 대상지구가 있으며, 총사업량은 부안, 김제, 익산 순으로 많았다. 각 시군별 대상지구는 수해상습지 개선사업이 완료되면, 홍수에 대한 노출도는 낮아질 것으로 판단된다.

자연재해위험지구는 상습침수지역·산사태 위험지역 등으로 인한 자연재해의 발생우려가 있는 지역을 체계적으로 정비·관리하여 자연재해를 사전예방하거나 재해를 경감시키기 위해 지정한다. <표 4-2>은 전라북도 시군별 재해위험지구 현황을 보여준다. 총 60개의 대상지구가 있으며 지정유형은 모두 상습침수 지역이었으며 남원, 장수, 정읍 순으로 사업규모가 컸다.

<표 4-1> 전라북도 수해상습지 개선사업 대상지구

시군	지구수	총사업량(m)	총사업비(백만원)
고창군	7	28,531	31,253
군산시	1	2,000	3,100
김제시	7	41,837	38,157
남원시	14	30,020	30,874
무주군	5	18,838	16,660
부안군	15	48,700	42,790
순창군	3	9,828	10,127
완주군	5	26,624	24,364
익산시	4	36,654	30,583
임실군	3	11,000	9,380
장수군	3	7,567	7,587
전주시	2	2,364	4,590
정읍시	5	14,630	13,299
진안군	7	19,603	16,004
계	81	298,196	278,768

※ 전라북도 부안군 백산면 대수리에서 정읍시 이평면 두전리에 걸친 덕천지구는 부안군에 포함

※ 자료: 수자원관리정보시스템 (<http://wamis.go.kr>)

<표 4-2> 전라북도 재해위험지구 대상지구

시군	지구수	총사업량	총사업비(백만원)
고창군	2	하천정비 9km	6,613
군산시	2	하천정비 1.3km, 농경지 800ha	12,317
김제시	4	하천정비 32.7km	25,890
남원시	6	하천정비 40km	48,900
무주군	4	하천정비 10.2km	10,200
부안군	5	하천정비 30.8km, 방파제 300m	24,200
순창군	4	하천정비 6.2km	8,020
완주군	4	하천정비 27km	19,000
임실군	6	하천정비 34.8km	31,825
장수군	8	하천정비 27.3km	40,300
전주시	1	하천정비 4.5km	5,660
정읍시	6	하천정비 24.46km, 배수펌프장 1식	39,150
진안군	8	하천정비 19km	21,100
계	60	-	293,175

자료: 수자원관리정보시스템 (<http://wamis.go.kr>)

라. 가뭄피해

가뭄은 홍수와 달리 시공간적으로 명확하게 판단이 힘들다. 특히, 가뭄은 그 영향이 상당기간 누적되어 나타나고 해갈 후에도 수년동안 과급효과가 나타날 수 있다. 한국 수자원공사 가뭄정보시스템(<http://drought.kwater.or.kr>)에 따르면 일반적인 가뭄의 정의는 다음과 같다.

- 농업적 가뭄 : 농업에 영향을 주는 가뭄을 언급한 것으로 농작물 생육에 직접 관계되는 토양수분으로 표시하는 가뭄
- 수문학적 가뭄 : 물 공급에 초점을 맞추고 하천유량, 저수지, 지하수 등 가용수 자원의 양으로 정의한 가뭄
- 기상학적 가뭄 : 주어진 기간의 강수량이나 무강수 계속일수 등으로 정의하는 가뭄
- 기후학적 가뭄 : 월별 또는 연별 강수량을 동일기간의 누적년 평균치의 백분율로 표시하는 가뭄

근대 이후 우리나라의 주योग뭄은 다음표와 같으며, 1967~1968년, 1994~1995년 가뭄은 우리나라 수자원계획의 지표로 사용된다고 한다.

<표 4-3> 우리나라 과거 주요 가뭄년

가뭄년	주요 가뭄 지역	각 가뭄년의 해갈월 ()는 해갈되기 직전의 월
1939년	낙동강유역	6월(6월)
1967~1968년	영산강, 낙동강유역	7월(6월)
1973년	영산강, 낙동강유역	6월(5월)
1976~1978년	영산강, 낙동강유역	6월(5월)
1981~1982년	낙동강유역	8월(7월)
1994~1995년	충청도 이남 지역	9월(8월)
2001년	한강유역	6월(5월)

전라북도 가뭄피해는 1994~1995년과 2008~2009년 비상급수를 실시한 바가 있으며, 진안, 남원, 완주 순으로 비상급수 건수가 많았다. 2008~2009년 비상급수 대상 세대는 남원, 완주, 진안 순으로 많았다.

<표 4-4> 전라북도 가뭄피해 현황

	1994~1995년	2008~2009년*						
시군	비상급수 건수	마을 개소수	합계		제한급수		운반급수	
			세대	명	세대	명	세대	명
계	78	169	6,086	14,098	4,089	9,531	1,997	4,567
전주시	5	15	67	171	-	-	67	171
군산시	-	4	609	1,764	609	1,764	-	-
익산시	6	-	-	-	-	-	-	-
정읍시	7	-	-	-	-	-	-	-
남원시	10	32	1,527	3,509	1,199	2,811	328	698
김제시	3	2	54	117	-	-	54	117
완주군		28	1,328	2,906	1,076	2,304	252	602
진안군	20	52	1,200	2,592	793	1,763	407	829
무주군	7	12	475	1,044	412	889	63	155
장수군	8	19	744	1,817	-	-	744	1,817
임실군	4	3	63	136	-	-	63	136
순창군	4	2	19	42	-	-	19	42
고창군	4	-	-	-	-	-	-	-
부안군	-	-	-	-	-	-	-	-

※자료: 전라북도 재해대책과

마. 해수범람

국립해양조사원은 지구온난화의 영향으로 태풍이 강해져 최대 해일고가 증가하여 해수범람의 위험 가능성을 보고하였다. 전라북도 방조제 피해현황은 1989년 피해건수(호우, 폭풍)가 33건으로 가장 많았으나, 최근에는 피해건수가 줄어들고 있다.

<표 4-5> 전라북도 방조제 피해현황

년도	건수	비고
1989	33	고창14건, 김제2건, 부안12건, 군산5건
1990	1	고창1건
1992	3	고창3건
1993	1	부안1건
1994	8	고창8건
1995	5	김제3건, 고창2건
1997	1	고창1건
2000	1	김제1건
2003	1	부안1건

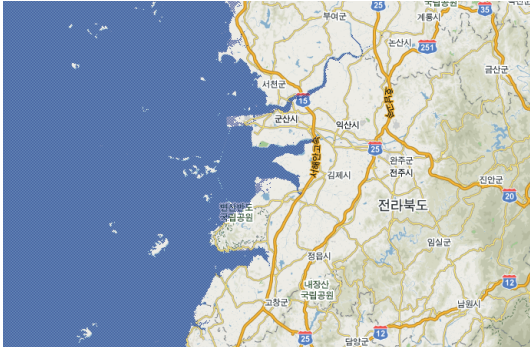
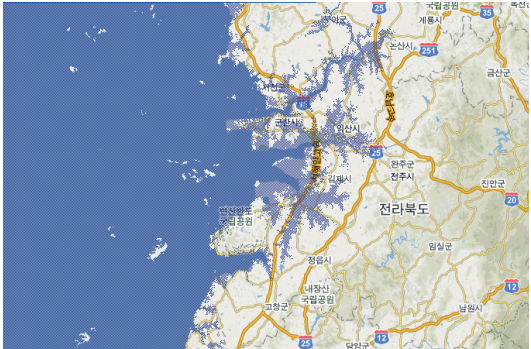
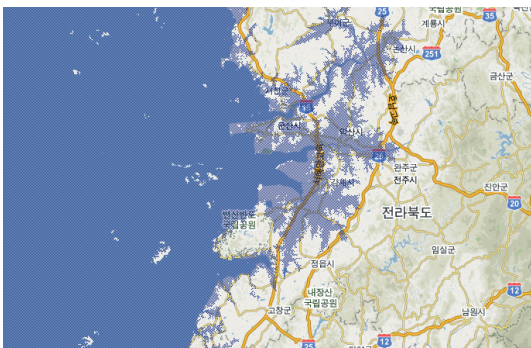
지구 해수면 상승을 가상하여 피해지역을 예측한 사이트(<http://flood.firetree.net>)를 이용하여 전라북도 지역에 해수면 상승에 의한 피해지역을 예측한 결과를 <표 4-6>에 정리하였다.

IPCC시나리오에 따르면 해수면 상승은 0.18~0.59m로 예측하였으나, 최근 보도에 따르면 2100년까지 해수면 상승의 최고 범위는 약 1m 혹은 그 이상이 될 것으로 보고하였다 (KISTI, 글로벌동향브리핑 2009. 3.). KISTI는 IPCC 모델이 빙하의 배출과 배출된 빙하와 해양의 상호작용을 완벽하게 고려하지 못했으며, 최근 2~3년간 수집된 결과가 이를 뒷받침 한다고 보고하였다. 현재 빙하배출이 거대한 지역에 걸쳐 가속화되고 있기 때문에, 그린란드 남극대륙의 빙상은 예상보다 더 빨리 해수면 상승을 야기하고 있는 것으로 보고되었다.

해수면 상승은 기후변화에 따른 전지구적인 현상이며 앞으로 가속화될 가능성이 높으므로 지속적으로 모니터링이 필요하고 이에 따른 적응대책을 수립할 필요가 있다.

특히, 새만금 방조제와 해수면 상승이 전라북도에 미치는 영향에 대해서는 추가적인 연구조사가 필요할 것으로 판단된다.

<표 4-6> 전라북도 해수면 상승시 피해지역 (새만금 방조제 없을 경우)

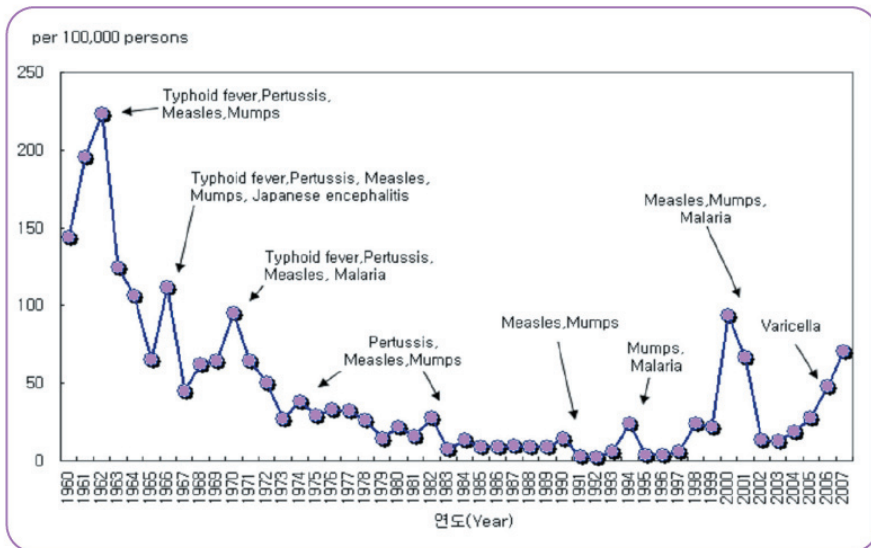
	<해수면 1m 상승시> - 군산시 비응도 일원, 군산산업단지 일원 - 부안군 변산반도 국립공원, 격포항 일원 - 부안군 공소항 일원
	<해수면 7m 상승시> - 기존(1m 상승시) 피해지역의 확장 - 새만금 유역 (군산, 김제, 부안) - 익산시 만경강 유역일부, 동진강 일부지역 - 서해안고속도로 일부 - 고창군 해안지역 일부
	<해수면 14m 상승시> - 기존(7m 상승시) 피해지역의 확장 - 만경강, 동진강 유역을 중심으로 한 피해지역 확장

2. 건강 부문

건강 부문에서는 과거 전라북도에서 발생한 기후변화 관련 질병을 분석하여 기후변화 영향에 따른 취약성을 간접적으로 추정해 보았다.

가. 급성전염병

질병관리백서(질병관리본부 2008)에 따르면 우리나라 급성전염병은 1960년대 유행하다가 보건위생의 향상으로 꾸준히 감소하다가, 세균성이질, 말라리아 등으로 1990년대 후반이후 증가하였다. 2000년 홍역 퇴치사업과 말라리아의 감소로 급성전염병은 점차 감소하기 시작하였으나, 최근 쯔쯔가무시증, 말라리아, 유행성이하선염 등의 증가와 법정전염병 추가로 인해 다시 증가하는 추세이다.



자료: 질병관리백서2007, 질병관리본부, 2008

<그림 4-6> 급성전염병 연도별 환자발생 보고추이

특히, 모기, 설치류 등을 매개로 하는 전염병은 기후변화에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 기온상승, 강수량 변화, 기상이변, 바람, 일조량의 영향도 작용한다

고 한다(고재경, 2008 재인용). 기후변화와 관련이 있는 매개체 질환의 특징은 다음과 같다.

○ 일본뇌염

- 일본뇌염은 *Flavivirus*속 일본뇌염 바이러스에 의한 인수 공동 감염병으로 작은 빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)에 의해 매개됨
- 아시아 지역 소아에서 발생하는 대표적인 뇌염으로 매년 3~5만 명이 감염되어 약 30%의 사망률을 보이며 회복되어도 1/3에서 신경계 합병증을 남기는 질환임
- 일단 일본뇌염에 걸리면 특별한 치료방법이 없으므로 예방이 최선이며 예방접종사업과 관련하여 개선된 백신을 개발하기 위한 연구가 지속되고 있음

○ 말라리아

- 말라리아는 *Plasmodium*속 원충이 적혈구와 간 세포내에 기생함으로써 발병되는 급성 열성 감염증으로 인체의 적혈구내에 기생하면서 적혈구가 파괴되어 주기적인 열발작, 빈혈, 비종대 등의 전형적인 증상을 나타냄
- 세계인구의 약 40%에 달하는 24억 인구가 말라리아 유행지역에 살고 있으며, 매년 약 3~5억의 말라리아 환자가 발생하며 그 중 100만 명 이상이 사망하고 있는 중요한 기생충 감염으로 세계보건기구(WHO)가 선정한 6대 열대병 중에서도 가장 중요한 질환으로 인정되고 있음
- 전 세계적으로는 삼일열원충과 열대열원충이 95% 이상을 차지(사람의 말라리아는 5종)하고 있으며, 우리나라의 말라리아는 삼일열 원충(*Plasmodium vivax*) 감염에 의한

○ 찌꺼가무시증

- 찌꺼가무시증이란 *Orientia tsutsugamushi* 감염에 의한 급성 발열성질환으로 주로 가을철 야외활동 시 진드기(설치류 매개)에 물려 감염됨
- 사람간 감염이 되지 않아 격리 및 소독이 필요 없으며 털진드기 유충이 동물의 체액을 흡입하는 봄과 가을이 감염에 위험한 시기이므로, 야외활동 시 긴 옷을

입고 기피제를 뿌리는 등 개인위생에 철저히 해야함

○ 렙토스피라증

- 바일병(Weil's disease), 감염성 황달(infectious jaundice), 돼지폐병(swineherd's disease)이라고도 함
- 개, 돼지, 설치류로부터 사람에게 전파되기도 하고, 늪, 수도, 연못 등의 오염된 물에 접촉함으로써 감염되기도 함
- 모든 병원성 렙토스피라는 림프구성 수막염, 간염, 신염을 단독 또는 합병하여 일으킬 수 있음

○ 신증후군출혈열(유행성출혈열)

- 고열에 이어 단백뇨나 전신성의 출혈 경향 등을 보이는 바이러스성 전염병으로 감염된 쥐에 의해 매개됨
- 국제학회에서는 신증후군출혈열이라 부르지만 유행성출혈열이라는 이름으로 알려져 있었으며, 6·25전쟁 직후에는 한국과 미국학자들이 한국형출혈열이라고 부른 때도 있었음
- 환자는 남북한을 비롯하여 중국(40만 명), 러시아(1~2만 명), 동남아 및 유럽에서 수십 년 전부터 발생하였으며 세계적으로 매년 약 50만 명의 환자가 발생하고 약 4~7%가 사망함

<표 4-7>에는 기후변화 관련 매개체질환 발생률(2001~2008년 평균)과 전국대비 순위를 보여준다. 일본뇌염은 전라북도는 물론 전국적으로 발병률이 낮았으며 말라리아도 전국평균 3,370(인구10만명당 질병발생률)에 비해 전라북도는 낮은 발병률(1,219)을 보였다. 그러나, 쯔쯔가무시증의 경우 전국에서 가장 발병률이 높았으며, 렙토스피라증, 신증후군출혈열의 발병률은 전국에서 2번째로 높았다. 전라북도는 주로 설치류에 의해 매개되는 쯔쯔가무시증, 렙토스피라증, 신증후군출혈열에 취약한 것으로 나타났다. 일본뇌염을 제외한 매개체질환 발병률은 2005~2006년 증가하다 최근 감소하는 경향을 보였다(표 4-9).

<표 4-7> 기후변화 관련 매개체질환 현황(2001~2008년 평균)

(단위 : 인구10만명당 질병발생률)

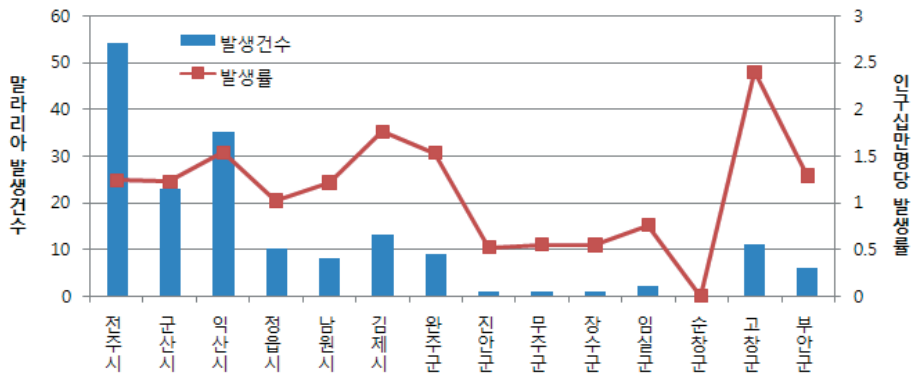
질병 시도	일본뇌염		말라리아		쯔쯔가무시증		렙토스피라증		신증후군출혈열	
	평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위	평균	순위
계	0.005	-	3.370	-	9.238	-	0.263	-	0.808	-
서울	0.005	9	2.309	4	1.494	16	0.051	15	0.261	13
부산	0.000	12	1.080	9	7.864	11	0.080	13	0.198	15
대구	0.005	9	0.860	15	8.701	10	0.095	12	0.200	14
인천	0.005	9	10.328	2	1.788	15	0.063	14	0.591	10
광주	0.000	12	1.076	11	11.505	9	0.448	4	1.019	7
대전	0.000	12	1.133	8	13.966	8	0.105	10	0.390	11
울산	0.011	4	1.536	5	15.449	6	0.104	11	0.383	12
경기	0.006	6	6.795	3	3.743	12	0.128	9	0.630	9
강원	0.000	12	11.346	1	3.388	13	0.320	7	1.414	5
충북	0.034	1	1.204	7	15.993	5	0.351	6	1.590	4
충남	0.013	3	1.080	9	28.178	2	0.674	3	2.988	1
전북	0.006	6	1.219	6	31.429	1	1.098	2	2.683	2
전남	0.006	6	1.035	12	23.976	3	1.540	1	1.844	3
경북	0.020	2	1.019	13	14.729	7	0.423	5	1.374	6
경남	0.011	4	0.959	14	17.115	4	0.213	8	0.639	8
제주	0.000	12	0.610	16	2.765	14	0.045	16	0.023	16

<표 4-8> 전라북도 기후변화관련 매개체 질환 발생특성

(단위 : 인구10만명당 질병발생률)

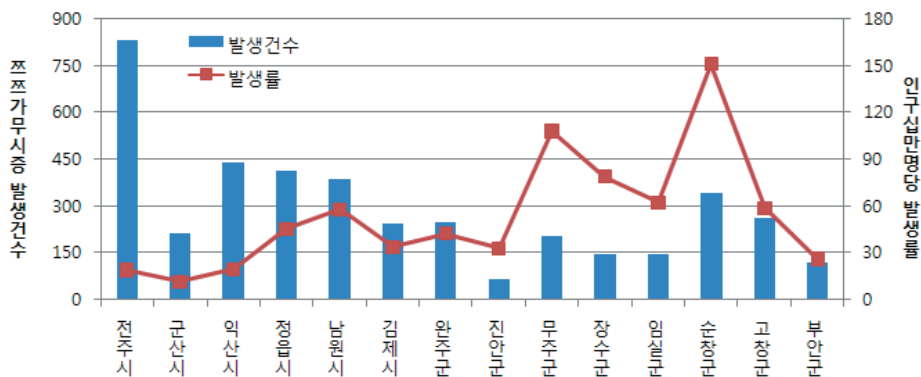
질병	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
일본뇌염	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
말라리아	2.00	1.36	0.61	0.88	1.32	1.60	1.23	0.75
쯔쯔가무시증	14.83	17.98	7.11	29.89	50.26	49.12	44.66	37.58
렙토스피라증	2.00	1.31	1.02	0.98	0.63	1.44	1.13	0.27
신증후군출혈열	1.45	2.12	2.56	3.73	3.43	4.05	2.57	1.55

전라북도 시군별 말라리아 환자수(2001~2007년 누적) 및 발생률(2001~2007년 평균)을 보면, 전주, 익산, 군산 순으로 시권역에서 말라리아 환자 발생수가 많았으나, 발병률은 고창, 김제, 완주 순으로 높았다.



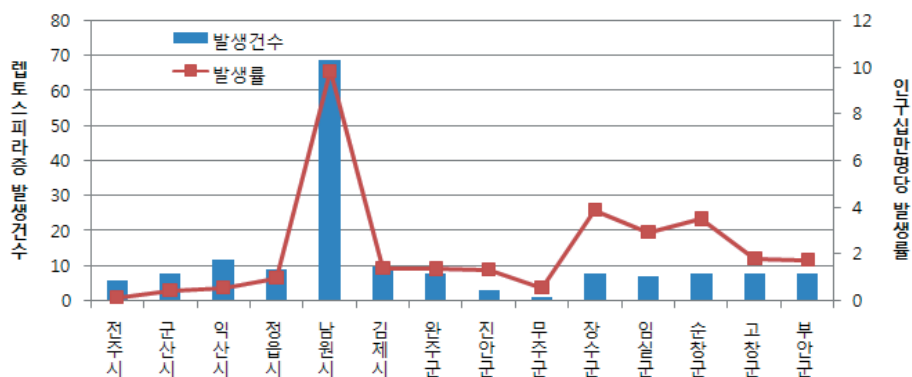
<그림 4-7> 전라북도 시군별 말라리아 환자수 및 발생률 (2001~2007년 누적)

쯔쯔가무시증은 전주, 익산, 정읍, 남원 순으로 환자 발생건수가 많았으나, 발병률은 순창, 무주, 장수 순으로 높았다.

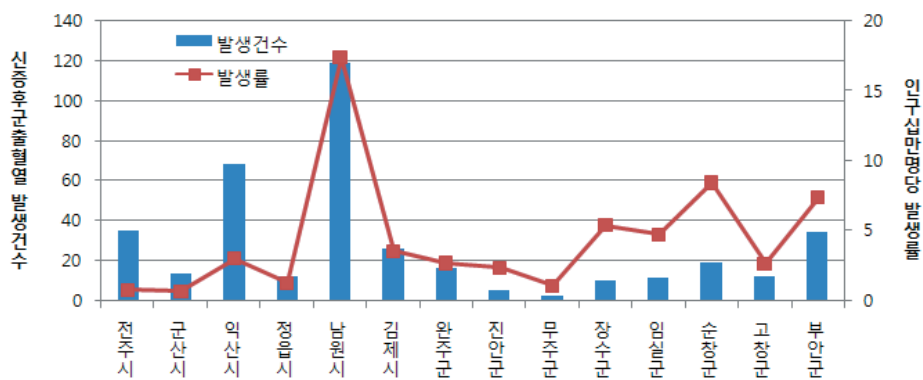


<그림 4-8> 전라북도 시군별 쯔쯔가무시증 환자수 및 발생률 (2001~2007년 누적)

렙토스피라증은 남원이 누적환자수와 발병률이 가장 높았다. 신증후군출혈열은 남원, 익산, 전주 순으로 환자발생이 많은 것으로 조사되었으며, 발병률도 남원이 가장 높은 것으로 나타났다.



<그림 4-9> 전라북도 시군별 렙토스피라증 환자수 및 발생률 (2001~2007년 누적)

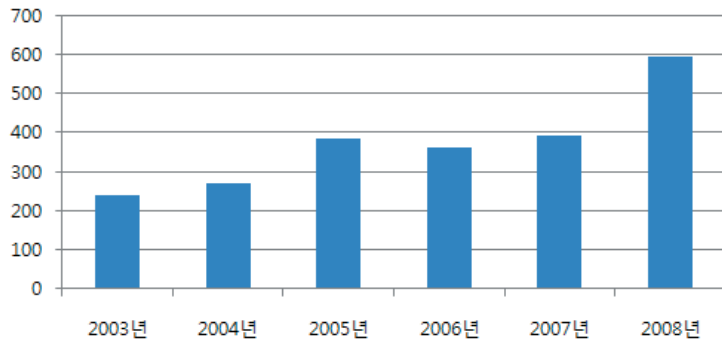


<그림 4-10> 전라북도 시군별 신증후군출혈열 환자수 및 발생률 (2001~2007년 누적)

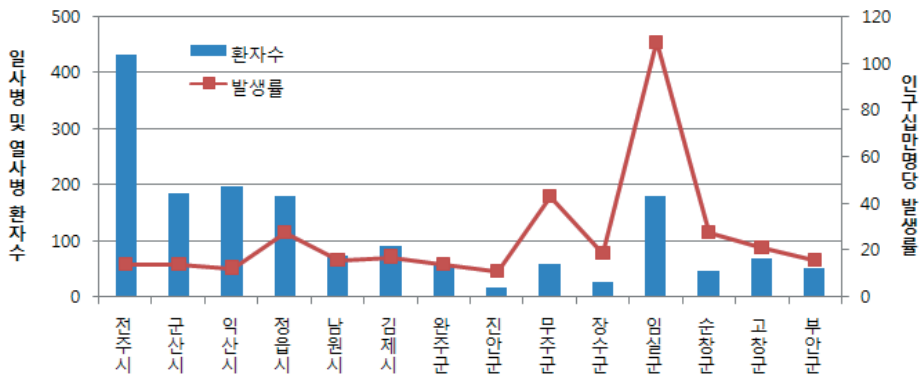
나. 일사병 및 열사병

기후변화와 직접적으로 연관된 질병으로 일사병 및 열사병을 고려할 수 있다. 전라북도 일사병 및 열사병 환자수 추이를 <그림 4-11>에 나타내었다. 국민건강보험공단

의 진료분 기준(분류코드 T67; T67.0~T67.9포함)에 따른 해당 환자수는 2003년 이후 지속적으로 증가하다 2008년 급격히 증가하는 경향을 보였다. 시군별 발병률은 임실, 무주가 높았으나 발생 환자수는 전주, 군산, 익산, 정읍 순으로 많은 것으로 조사되었다.



<그림 4-11> 전라북도 일사병 및 열사병 환자수 추이



<그림 4-12> 전라북도 시군별 일사병 및 열사병 발생률(2003~2007평균)

3. 결과요약

기후변화로 인한 전라북도의 지역적 취약성(상향식 접근)을 평가하기 위해 물관리 부문(자연재해)과 건강 부문(기후변화 관련 질병)의 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

○ 물관리 부문

- 최근 10년간 전라북도 자연재해 피해 평균금액이 약 1,110억원으로, 1988~1997년에 비해 (2007년 불변가격) 약 7.5배 높은 것으로 나타남
- 전라북도 시설별 자연재해 피해액 규모를 보면 공공시설과 기타시설이 가장 큰 부분을 차지하였음 (2002년에는 태풍 루사, 2005년에는 대설로 인한 피해가 가장 큼)
- 전라북도 우심피해 발생빈도는 고창, 군산, 완주 순으로 높았으며, 전주, 익산은 상대적으로 낮았으나, 피해액은 무주, 고창, 진안, 남원 순으로 높았음
- 전라북도 가뭄피해는 1994~1995년과 2008~2009년 비상급수를 실시한 바가 있으며, 진안, 남원, 완주 순으로 비상급수 건수가 많았음

○ 건강 부문

- 전라북도 매개체 질병 발생률을 보면 쯔쯔가무시증은 전국에서 발병률이 가장 높았으며, 렙토스피라증, 신증후군출혈열의 발병률은 전국에서 2번째로 높아 매개체 질환에 상대적으로 취약한 것으로 나타남
- 전라북도 시군별 말라리아 환자수와 발생률을 보면, 전주, 익산, 군산 순으로 시권역에서 말라리아 환자 발생수가 많았으나. 발병률은 고창, 김제, 완주 순으로 높았음
- 쯔쯔가무시증은 전주, 익산, 정읍, 남원 순으로 환자 발생건수가 많았으나, 발병률은 순창, 무주, 장수 순으로 높았음
- 렙토스피라증은 남원이 누적환자수와 발병률이 가장 높았음
- 신증후군출혈열은 남원, 익산, 전주 순으로 환자발생이 많은 것으로 조사되었음

며, 발병률도 남원이 가장 높은 것으로 나타남

- 전라북도 일사병 및 열사병 환자수 추이는 2003년 이후 지속적으로 증가하다 2008년 급격히 증가하는 경향을 보였음 (시군별 발병률은 임실, 무주가 높았으나 발생 환자수는 전주, 군산, 익산, 정읍 순으로 많음)

전라북도 차원의 취약성 분석을 위한 조사는 절대적으로 부족한 현실이며, 추후 지속적인 모니터링 사업을 통해 물관리와 건강 부문에 대한 연구와 함께 생태계와 산업 부문에 대한 지역적(시군별) 차원의 조사·분석이 필요하다. 특히, 기후변화의 영향과 사회여건, 주변환경에 의한 영향을 분리하여 과학적으로 취약성을 분석할 수 있는 체계와 시스템이 필요할 것으로 판단된다.

제 2 절 부문별 취약성 선행연구 분석 (하향식 접근법)

하향식 접근법에서는 생태계, 물관리, 건강, 산업으로 구분하여 취약성을 분석하였다. 상향식과 마찬가지로 재난은 물관리 부문으로 포함하였으며, 사회기반시설은 조사 범위에서 제외하였다.

1. 생태계 부문

기후변화는 동식물들에게 직간접적으로 영향을 미치게 되는데, 문제는 급격한 기후 변화로 인해 동식물이 적응/진화하기 이전에 환경이 변화하여 동식물의 개체수가 급격히 줄어들거나 일부 적응된 개체수가 급격히 증가하여 생태계의 균형이 깨질 수 있다.

가. IPCC 4차 보고서(IPCC, 2007)

기후변화에 의한 생태계 부문에서 예상되는 주요 영향을 IPCC 4차 보고서에서는 다음과 같이 요약하였다.

- 툰드라, 아한대 산림, 산악 및 지중해 대륙/맹그로브 및 염성습지 해안/산호초 및 해빙 생물군의 해양 생태계들은 가장 취약하며, 종의 멸종 및 주요 생물군계의 변화를 포함한 가장 심각한 생태학적 영향들을 경험하게 될 것임
- 초기에는 취약성이 가장 적은 생태계(사바나 및 생물종이 적은 사막)에서 증가한 순1차생산(Net Primary Product; NPP)과 같은 긍정적 생태학적 영향들이 발생할 것임. 그러나, 긍정적 영향들은 지속적인 CO₂ 비옥화와 교란체제(산불 등) 및 극한 기후현상(가뭄 등)이 적절히 변화하는 상황에서만 가능함
- 지구 평균 온도가 2℃까지 상승할 경우, 순1차생산이 고위도에서 소폭 증가할 것으로 예상됨(큰 폭으로 수목이 효과적 이동을 한다는 조건), 반면 저위도에서는 순1차생산이 감소(해양 및 육지)할 가능성이 있음

- 타이가(taiga, 침엽수림 지대)의 극지방 확장에 의해 예상되는 탄소 격리는 알베도 변화, 산불, 타이가의 적도 한계에서 발생하는 산림 감소, 툰드라지역의 메탄 감소에 의해 상쇄되지 않을 가능성이 절반 정도임
- 최근에 관찰된 생산량 증가에도 불구하고, 열대 우림 파괴는 토지이용 변화 경향에 좌우될 가능성이 매우 높음. 하지만 특히 더 건조한 지역에서는 2100년까지 기후변화의 영향에 의해 좌우될 가능성이 매우 높음
- 아마존 우림, 중국의 타이가, 시베리아와 캐나다의 많은 툰드라지역에서 3℃를 초과하는 지구 평균 온도에서 주요 변화들을 보일 가능성이 매우 높음. 반면 북미와 유라시아에서는 2℃ 미만의 온난화에서 산림 확장이 예측되며, 열대 우림들은 생물다양성 감소를 포함한 심각한 영향을 경험할 가능성이 있음
- 약 1.5-3℃의 지구 평균온도 증가로 인해 난대성 해양에서 낮은 생산성을 보이는 지역이 북부에서는 약 5%, 남반구에서는 약 10% 정도 확대될 가능성이 있음. 하지만 생산력이 높은 극지방의 해빙 생물군계들은 북부에서 약 40%, 남반구에서 20% 정도 감소될 가능성이 매우 높음
- 해빙 생물군계가 줄어들면서, 펭귄, 바다사자, 북극곰과 같은 포식 동물들을 포함한 독립적인 극지방의 생물종들은 서식지의 붕괴와 감소를 경험하게 될 가능성이 매우 높음.
- 백화현상에 의한 산호초의 감소는 향후 50년 동안 지속될 가능성이 매우 높고, 특히 기후변화와 오염 및 채취와 같은 직접적인 인간 활동의 영향을 받는 대초(Great Barrier Reef)에서는 대규모 고사를 가져오는 연간 백화현상(약 2030-2050년 정도)이 예상됨
- 특히 이탄지대, 툰드라의 결빙 황토, 영구동토 토양, 그리고 아한대 및 열대 우림의 토양과 같이 취약성이 있는 탄소 축적량으로부터 탄소방출이 가속화될 것이라는 예측은 명확함
- 온도상승과 건기가 더욱 빈번해지고 오래 지속됨에 따라, 산불(wildfire)의 심화 및 확산은 전지구적으로 일어날 가능성이 있음
- 더 심한 강우 변동은 시기, 체류, 수위에 변화를 일으켜 내륙 및 해안 습지대의 생물종들을 위협하게 만들 가능성이 있음

- A1F1 시나리오에서 예측한 대기 중의 CO₂ 농도 증가와 함께, 해수면의 pH농도는 2100년까지 0.5pH정도 더 낮아질 가능성이 매우 높음. 이것은 탄산칼슘을 필요로 하는 해양 유기체들에 의해 형성되는 껍질 및 외골격을 손상시킬 가능성이 매우 높음(예; 산호, 게, 오징어, 해양 달팽이, 대합조개, 굴 등)

나. 환경부 국가장기생태연구

환경부는 각 생태계 유형별(육상, 담수, 연안, 동물 생태분야) 생태현상을 장기간 측정하여, 기후변화는 물론 토양환경, 오염물질의 변화와 관련하여 미래 생태계 변화를 예측하고 그 대책을 모색하기 위해 2004년부터 10년간 3단계로 장기생태연구를 수행하고 있다. 특히, 2단계사업(07.04~09.12)의 담수생태분야에서 낙동강, 한강, 우포, 대청호와 함께 새만금에 대한 조사를 수행중에 있다. 국가장기생태연구에서 기후변화 관련결과(2008년)를 정리하면 다음과 같다.

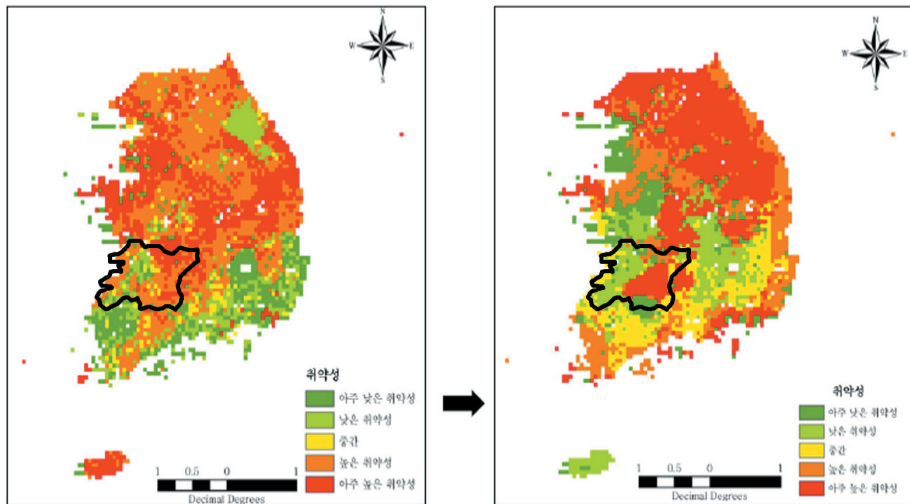
- 한라산의 한대지역에 서식하는 구상나무림은 1967년 935.4ha에서 2003년 617.1ha로 크게 감소한 반면, 온대지역에 서식하는 침·활혼효림, 관목림 및 나지의 면적은 크게 증가한 것으로 나타남
- 2008년 벚꽃의 최초 개화일은 2006년이나 2007년에 비하여 3일 빨랐는데 이는 이상고온의 징후로 간주됨
- 담수생태계인 우포늪의 등검은실잠자리(*Cercion calamorum calamorum*) 부화시기 변화를 보면, 매달 일정시기에 등검은실잠자리를 채집하여 조사한 결과 부화시기가 3년에 걸쳐 약간 앞당겨진 것이 확인되었으며, 이는 우포늪의 연 평균 수온이 10년 전에 비해 약 1.5℃ 상승한 것에 기인한 것임
- 연안생태계인 함평만 지역에서는 염생식물 지표종인 해홍나물, 나문재, 칠면초, 갯잔디, 갈대 등이 1, 2, 3월의 평균 기온 상승에 따라 발아시기가 빨라진 것으로 나타남
- 함평만 암반 조간대의 해조류상을 조사한 결과 홍조류의 비율이 증가하고 있는 것으로 분석되어 수온의 상승으로 인해 아열대성 해조류상으로 변하고 있는 것으로 나타남

다. 산림생태계 취약성 분석 (한화진 외, 2007)

한국환경정책·평가연구원의 ‘기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ’에서는 국내 산림생태계 취약성예측을 위해 ‘개선 CEVSA모델’을 이용하였다. 산림생태계의 취약성은 식물분포 취약성과 생태계기능 취약성을 평가하여 이 두가지 취약성의 합으로 평가하였다.

1) 식생분포 취약성 평가결과

- 식생분포의 미래 기후에 대한 취약성은 중동부 지역에서 매우 높고, 해안가 및 중서부 지역에서는 취약성이 비교적 높은 것으로 나타났음
- 취약성이 비교적 낮은 지역은 중서부 및 남부지역에 간헐적으로 분포할 것으로 예측됨
- 취약성이 매우 높은 지역이 36%로 가장 많았으며, 취약성이 비교적 높은 지역은 24%, 취약성이 비교적 낮은 지역이 15%, 중간 취약성 지역이 약 13%, 취약성이 매우 낮은 지역은 2% 순으로 나타남
- 전라북도는 강원도 백두대간, 충북지역과 함께 잠재식생분포의 취약성이 높은 것으로 나타남
- 전라북도 해안 및 내륙지역은 큰 영향이 없으나 동부산악권의 경우 식생분포의 변화가 매우 클 것으로 평가됨
- 식생별 분포를 보면 상록침엽수림은 약 3,950km²(99%)의 면적이 취약성이 매우 높은 지역에 주로 분포하게 되며, 혼효림 또한 취약성이 매우 높은 지역이 약 23,294km²(85%)를 차지할 것으로 예측되며, 낙엽활엽수림은 취약성이 낮은 지역의 면적이 약 37%를 차지할 것으로 예측됨

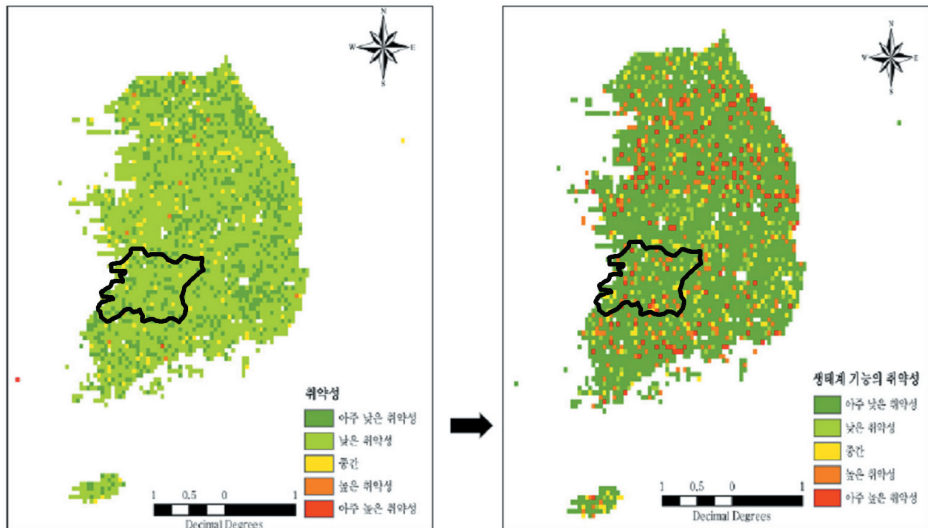


자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ', 2007

<그림 4-13> 현재(1977~2006년)와 미래(2071~2100년)의 잠재식생분포 취약성 분포변화

2) 생태계기능 취약성 평가결과

- 생태계 기능 취약성은 순1차생산량, 순생태생산량, 토양탄소저장량, 식생탄소저장량의 총합으로 정의됨
- 남한 전역의 대부분이 상대적으로 낮은 취약성을 보일 것으로 예측되었으며, 중부 내륙지역과 남부지역에 취약성이 높은 지역이 간헐적으로 분포할 것으로 전망됨
- 남한면적의 81%가 생태계기능 취약성이 낮고, 12% 정도 면적의 취약성이 높은 것으로 나타남

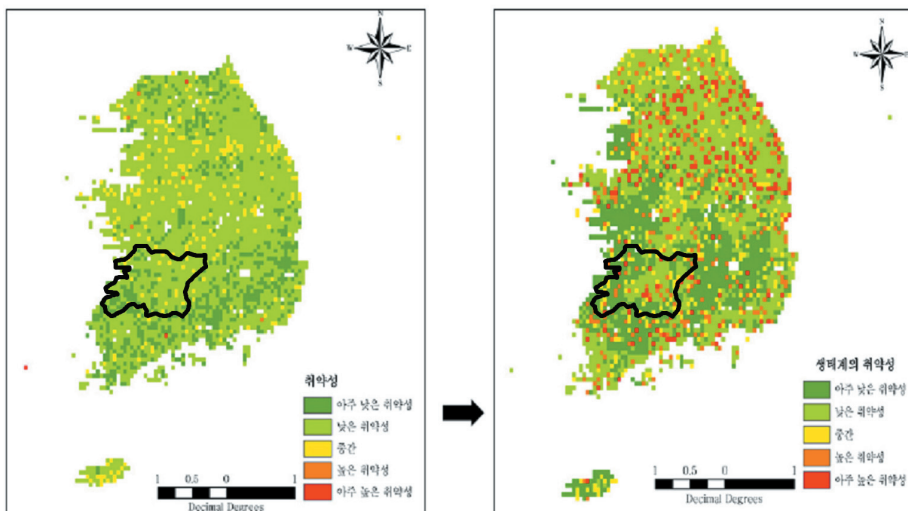


자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ', 2007

<그림 4-14> 현재와 미래의 생태계 기능 취약성 분포변화

3) 산림생태계 취약성 평가결과

- 미래기후에 대한 산림생태계 취약성은 중부권역에서 높은 지역이 간헐적으로 나타나는 것을 제외하고는 우리나라 전역에서 전반적으로 낮을 것으로 전망됨
- 취약성이 높은 비율은 상록침엽수림이 21%, 혼효림이 15%, 낙엽활엽수림이 12%로 나타나 상록침엽수림이 다른 식생에 비해 상대적으로 취약성이 높은 것으로 평가
- 산림생태계 취약성이 낮은 이유는 기후변화의 영향이 토지형태보다는 산림 내에서의 식생유형의 변화에 한정되기 때문인 것으로 판단



자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ', 2007

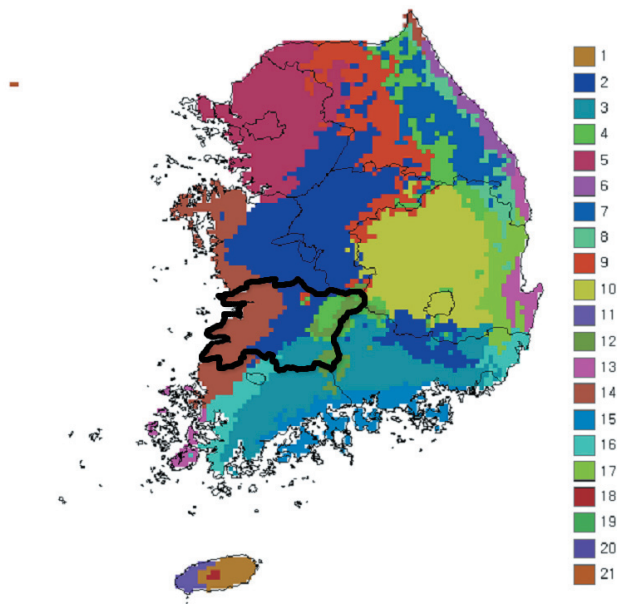
<그림 4-15> 현재와 미래의 산림생태계 취약성 분포변화

라. 기후변화 민감생태계 평가기법 연구-1차년도 (국립환경과학원, 2008)

국립환경과학원에서는 생태계 기후변화 취약성 평가를 위해 도서지역 5권역(제주도 3개, 백령도 1개, 울릉도 1개)과 내륙지역 16개 권역으로 생물기후권역을 구분하였다. 생물기후권역이란 생물학적 의미를 가지는 기후변수 자료를 통계적 기법을 이용하여 유사한 생태적 특성을 가지는 지리적 공간을 도출하는 기법이다. 기온, 강수량 등 67개 기후변수와 지형특성을 기반으로 생물기후권역을 분석한 결과를 다음과 같이 보고하였다.

- 연평균기온은 제주서부권역과 제주동부권역이 가장 온난하였으며 강원도의 중부 산악권역이 제일 낮은 온도분포를 보임
- 강수특성을 보면 한라산권역과 지리산권역이 가장 강수량이 높았고, 경북내륙권역이 강수량이 가장 적음
- 주요 보전자원의 분포 특성과 관련하여 국립공원인 지리산, 덕유산, 가야산은 남부산악권역, 속리산, 월악산, 치악산은 중남부산악권역, 설악산, 오대산은 중부산악권역에 분포하여, 동일 권역내의 기후변화 영향 및 이에 대한 대책도 공통점을 도출할 필요가 있을 것으로 판단됨
- 아고산지대를 포함한 중부산악권역, 남부산악권역, 한라산권역, 지리산권역 등은 기후변화에 민감한 지역으로 예측할 수 있으며, 해안권역인 강원해안권역, 서해안권역, 남해안권역 등은 해수면 상승과 해수온도 상승, 조류의 변화에 직·간접적 영향을 받을 것으로 예측됨

국립환경과학원에서는 앞으로 생물기후권역별로 기후변화 취약성을 분석하여 취약 생태계 보전대책을 수립해 나갈 계획이다. 국립환경과학원에서 제시한 우리나라의 21개 생물기후권역 구분도와 생물기후권역별 위치와 특성을 <그림 4-16>에 정리하였다.



권역	규모 (격자수)	위치	공간적 변이성
1	65	제주 동부	제주도 동부
2	1090	남서 내륙으로 충남 동부, 충북, 전북 중앙 과 경남·경북 경계부	두개의 큰 집합과 일부 흩어짐
3	631	남부 내륙 (전남 동북부, 경남 서북부)	동서로 긴 집합
4	266	태백산맥 서부	동서로 길게 산포하여 분포
5	613	경기도 전역, 강원 서부 일부	큰 집합으로 구성
6	80	강원도 강릉, 동해, 삼척	해안을 따라 남북으로 분포
7	288	태백산맥 고지대 인제, 정선, 태백	강원 고지대 지역
8	121	경북 동북부 불영사 계곡	비교적 나란히 분포
9	427	강원 서부 - 태백산맥 서부	남북으로 나란히 분포
10	668	경북 내륙, 대구	큰 집합으로 구성
11	30	제주 서부	제주도 서부
12	80	지리산 (정상 제외), 덕유산 과 가야산 정상부	산악 지역중 정상 일부 지역 제외
13	130	울진 해안, 포항 해안, 신안 해안	두개의 이격된 집합
14	452	서해안 , 충남 서산, 보령, 전북 군산, 김제, 정읍, 전남 영광	해안을 따라 남북으로 분포
15	210	남해안, 전남동부, 경남 서부, 고령반도, 여수, 남해, 통영, 거제	해안을 따라 동서로 분포
16	187	전남 담양, 광주, 나주, 목포, 부산, 울산	나란히 분포
17	176	경북 동부 영양, 청송, 영천	나란히 분포
18	5	제주도 한라산 정상부	고산지역과 일치
19	11	지리산 정상부	고산지역과 일치
20	4	울릉도	고립된 집합
21	2	백령도	고립된 집합
총계	5,536		

자료: 환경부 보도자료 (2008. 6.)

<그림 4-16> 생물기후권역 구분도

마. 전라북도 생태계부문 기후변화 영향예측

최근 국내에서는 기후변화 취약성 관련 연구가 진행되고 있는 상황이며 전라북도 차원의 직접적인 기후변화 영향조사는 찾아보기 어려웠다. 선행연구의 기후변화 취약성 평가결과 산림생태계의 경우 전라북도 동부권은 대규모 식생의 이동이 초래될 것으로 예측되었다. 특히, 활엽수림지역의 면적이 증가하고 침엽수림 면적은 줄어들 전망이어서, 특정 종들은 멸종위기에 처할 수 있을 것으로 판단된다. 산림생태계와 관련하여 시장, 물 공급, 에너지 생산(예 : 바이오연료) 등에 영향을 받을 수 있다.

생물기후권역 구분도에 따르면 전라북도는 크게 4개의 권역[서해안권역(Index 14), 중부내륙권역(Index 2), 남부내륙권역(Index 3), 동부산악권(Index 4)]으로 구분할 수 있었다. 군산, 김제, 고창, 부안의 서해안권역은 해수면 상승, 해수온도 상승, 조류의 변화에 영향을 받을 수 있을 것으로 판단된다.

2. 물관리 부문

가. IPCC 4차 보고서(IPCC, 2007)

기후변화에 의한 물관리 부문에서 예상되는 주요 영향을 IPCC 4차 보고서에서는 다음과 같이 요약하였다.

- 빙하/적설 등의 수자원이 감소하여 세계 전체인구의 1/6이상이 살고 있는 지역에서 여름과 가을의 유량을 감소시킬 가능성이 매우 높음
- 하천유출 및 물 활용성이 고위도 지역과 동부 및 남동 아시아의 인구밀집지역을 포함하는 열대습윤 지역에서 증가하고, 현재 물 부족을 겪고 있는 지역인 열대 건조 지역 및 중위도의 많은 지역에서 감소할 가능성이 매우 높음
- 가뭄의 영향을 받는 지역들이 증가하고, 빈도 및 강도가 증가할 가능성이 있는 극심한 강수현상이 홍수의 위험을 증가시킴
- 세계 인구의 20%이상이 지구 온난화의 과정으로 2080년까지 증가할 홍수의 위험에 의해 영향을 받을 가능성이 있는 강 유역에서 거주함
- 다수의 반 건조 지역들(예; 지중해 유역, 미국 서부, 남부 아프리카 및 브라질의 북동부)이 기후변화에 의한 수자원 감소로 고통 받게 될 것임
- A2 시나리오에 따르면, 스트레스 요인의 영향을 심각하게 받는 강 유역에 거주하는 사람의 수는 1995년에 14~16억 명이었던 수가 2050년에는 43~69억 명으로 늘어날 것으로 예측됨
- 해수면 상승은 지하수와 강주변의 염화 지역들을 확대시켜, 해안지역의 사람들과 생태계를 위한 담수 가용성을 감소시키는 결과를 가져올 것임
- 지하수 함양은 종종 인구 및 물수요의 빠른 증가에 의해 취약성이 가속화되어 이미 물 부족을 겪고 있는 지역에서 심각하게 감소할 것임
- 더 높아진 수온, 증가된 강우강도 및 길어진 저류 기간은 다양한 형태의 수질 오염을 가속시키고, 생태계, 인류 보건 및 수계의 신뢰성 및 운영 비용에 영향을 미칠 것임
- 강 유역의 강수량, 유량 및 수위 변화를 예측하기 위한 다양한 기법이 개발되었

으나, 정량적 예측은 여전히 불확실함

- 기후변화는 현존하는 물관리 기술뿐만 아니라 물 기반시설의 기능 및 운영에 영향을 미침
- 담수계에 미치는 기후변화의 부정적 영향들은 긍정적인 영향을 능가함

나. 수자원 취약성 분석 (한화진 외, 2007)

한국환경정책·평가연구원의 ‘기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅱ,Ⅲ’에서는 물관리 취약성예측을 위해 극한현상의 변동성을 평가하고 홍수와 가뭄에 대한 취약성을 평가하였다.

1) 극한 강우현상 변동성 분석결과

국내 유역의 183개 강우관측소 33년(1973~2005년)간의 자료를 수집하여 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 최근 33년간 연평균강수량은 증가하는 경향을 보였으며, 특히, 한강유역과 금강북부유역 등 북쪽 지역에서 경향성이 컸음
- 월별 강수량을 분석한 결과 4월에는 감소경향을, 여름철(6~8월)에는 강수량이 뚜렷하게 증가하는 경향을 보임 (여름철 강수량 증가는 수자원확보에 도움을 주지 못하고 홍수기 댐 운영을 어렵게 할 것으로 예측)
- 호우 크기별 분석에서 일강수량이 80mm이상인 날의 뚜렷한 증가경향이 나타났으며 지역적으로 북쪽지역 증가율이 컸음 (상위 90%값을 초과하는 일강수량이 연강수량에서 증가하는 비율도 증가)
- 연속된 1일 최대강수량, 2일 최대강수량, 3일 최대강수량이 증가하는 것으로 나타나 호우현상의 크기가 커지고 있으며, 한강과 경기도 지역의 경향이 두드러짐
- 연속 무강우일수의 평균은 북쪽과 중부지역에서는 감소하고 남부지역에서는 증가하였고 강우일수의 평균은 전반적으로 증가 경향을 보임

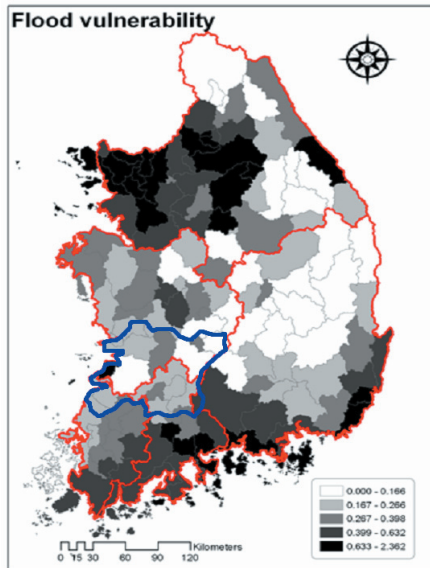
2) 홍수 취약성 평가결과

홍수 취약성 평가를 위해 민감도 4개, 노출 3개, 적응 3개의 총 10개 지표를 선정하여 A2 시나리오에 따른 지역의 취약성을 평가하였다. 이 연구에서는 취약성 정도는 민감도에 노출을 곱하고 적응력으로 나누어 지역별 상대적 취약성을 구하였다. 취약성 평가지표는 다음표와 같다.

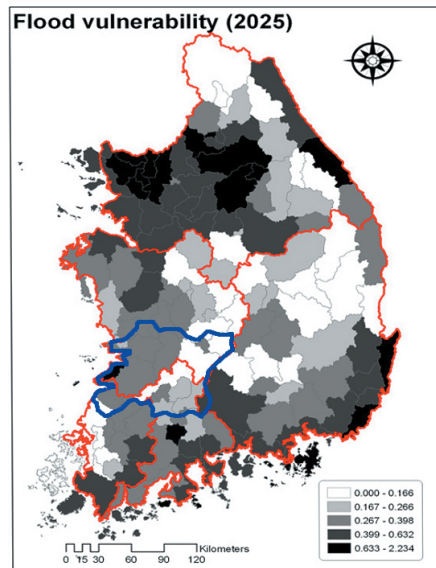
<표 4-9> 홍수 취약성 지표

카테고리	지표	지표설명
민감도	PN80	일강수량이 80mm 이상인 날의 일수
	PX1D	1일 동안의 최대강수량(mm)
	MDF	연 최대일유출량(m ³ /s)
	FN90	전체 상위 90%의 유출량을 초과하는 일유량값의 평균
노출	ELEV	지역평균고도(m)
	POP	지역별 단위면적당 인구(인./km ²)
	ASA	지역별 단위면적당 자산밀도(원/m ²)
적응	CI	하천개수율(%)
	PUMP	배수펌프의 배수능력(톤/분)
	DFC	홍수조절용댐의 홍수조절능력(백만톤)

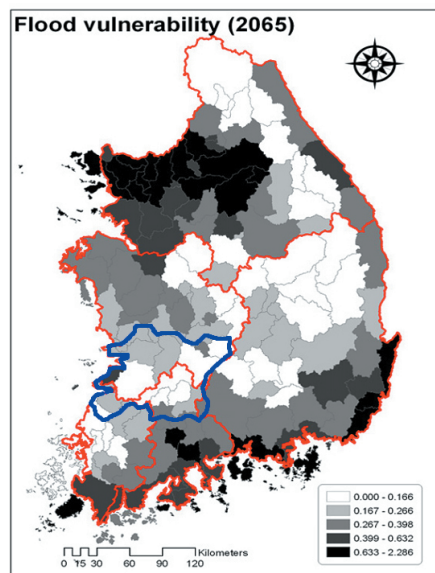
- 홍수의 민감도 분석결과 한강유역과 남해안 유역이 상대적으로 민감도가 높은 것으로 나타났고, 적응력은 한강서쪽과 금강유역에서 높은 것으로 분석됨
- 홍수에 취약한 지역은 한강중하류(적응력은 높으나 민감도와 노출이 매우 큼), 낙동강, 섬진강, 영산강유역의 남쪽 유역으로 분석되었고, 낙동강 중상류유역은 상대적으로 취약성이 낮음
- 전라북도의 경우 부안군에 속하는 직소천(금강 중권역 3303)이 상대적으로 취약성이 높은 것으로 나타났는데, 이는 민감도가 낮아 기후변화에 큰 영향을 받지 않으나 적응력이 매우 낮기 때문인 것으로 분석됨 (참고문헌의 연구는 상대적인 취약성을 표현한 것이므로, 취약성이 크다고 해서 반드시 홍수피해가 많이 발생한다는 것은 아님)



〈현재 유역별 홍수의 취약성 평가결과〉



〈홍수의 취약성 평가(2025s A2 시나리오)〉



〈홍수의 취약성 평가(2065s A2 시나리오)〉

자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ', 2007

<그림 4-17> 홍수 취약성 평가결과

- 2025s(2011~2045년) 기간의 홍수 취약성 평가결과는 다음과 같음
 - 각 소유역 자체로는 취약성이 증감하였지만 현재 취약지역의 공간적인 패턴에는 크게 영향을 미치지 않음
 - 금강유역에서 홍수에 대한 취약성이 현재 상태에 비해 커질 것으로 전망되며, 섬진강과 영산강 유역에서는 취약성이 다소 감소할 것으로 전망됨
 - 전라북도 만경강(금강 중권역 3301)과 동진강(금강 중권역 3302) 유역의 취약성은 다소 증가하는 경향을 보임

- 2065s(2051~2080년) 기간의 홍수 취약성 평가결과는 다음과 같음
 - 홍수에 취약한 기존지역들이 여전히 취약하고, 금강과 낙동강권역에서는 취약지역의 범위가 커질 것으로 전망됨
 - 전라북도의 경우 전반적으로 현재 취약지역보다 취약성이 낮아지는 것으로 분석됨
 - 그러나, 취약성이 감소한다고 홍수피해가 감소하는 것이 아니며, 한번의 홍수로 막대한 피해가 발생할 수 있으므로 꾸준히 적응력을 향상시켜야 함

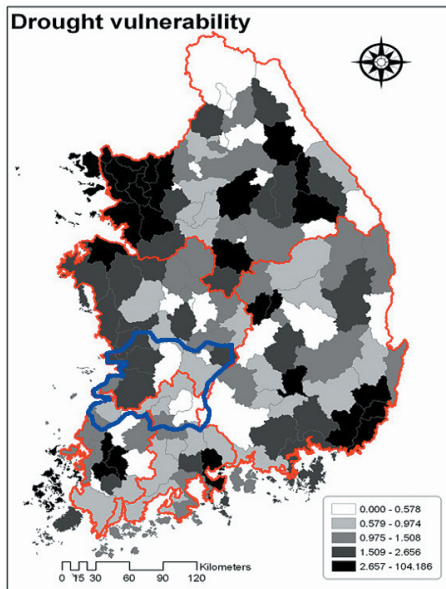
3) 가뭄 취약성 평가결과

홍수 취약성 평가를 위해 민감도 5개, 노출 1개, 적응 3개의 총 9개 지표를 선정하여 A2 시나리오에 따른 유역의 취약성을 평가하였다. 가뭄 취약성 평가는 홍수 취약성 분석과 같은 방법을 적용하였으며, 취약성 평가결과는 다음과 같다.

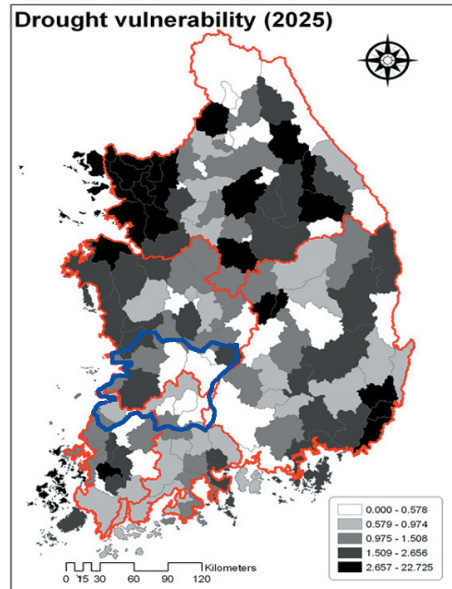
<표 4-10> 가뭄 취약성 지표

카테고리	지표	지표설명
민감도	PANU	연강수량(mm)
	PN01	일강수량이 1mm 이상인 날의 일수
	DRYM	연속적인 무강수일수의 평균(일)
	MDRY	연속적인 무강수일수의 최대값(일)
	DWF	연별 7일 동안의 평균유출량의 최소값(m3/s)
노출	WD	유역별 단위면적당 용수수요량(톤/km2)
적응	RES	농업용 저수지의 유효저수용량(톤)
	GW	관정을 통한 지하수 취수량(톤/일)
	DWC	댐의 용수공급가능량(톤)

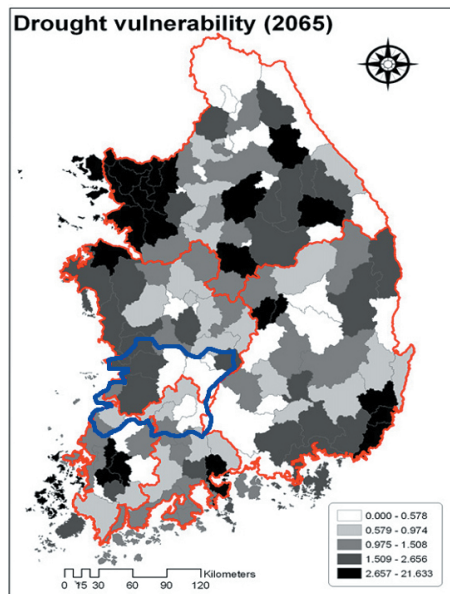
- 민감도는 낙동강유역이 매우 높은 것으로 나타났으며, 한강 중하류유역과 금강 유역도 비교적 민감도가 높음
- 농업용 저수지가 남쪽에 많이 분포하므로 한강유역보다는 남쪽유역들에서 상대적으로 적응능력은 높게 나타남
- 가뭄의 취약성은 홍수에 비해 편중된 경향을 보이지 않으나, 한강과 낙동강 하류지역의 취약성이 다소 높게 나타남
- 전라북도 지역에서는 만경강(금강 중권역 3301)과 동진강(금강 중권역 3302) 유역이 도내 타 유역보다 취약성이 높은 것으로 분석됨
- 2025s(2011~2045년)과 2065s(2051~2080년) 기간의 가뭄 취약성 평가결과 현재 기후상황과 유사한 경향을 보였음



〈현재 유역별 가뭄의 취약성 평가결과〉



〈가뭄의 취약성 평가(2025s A2 시나리오)〉



〈가뭄의 취약성 평가(2065s A2 시나리오)〉

자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ', 2007

<그림 4-18> 가뭄 취약성 평가결과

다. 전라북도 물관리 부문 기후변화 영향예측

전라북도 차원의 물관리 부문의 기후변화 영향조사는 찾아보기 어려웠다. 선행연구(한화진 외, 2007)에서 미래 기후변화 지표 변동성 결과를 기반으로 기후변화에 따른 전라북도 홍수와 가뭄의 영향을 예측해보았다.

홍수의 경우 2025s (2011~2045년) 기간동안 PN80(일 강수량이 80mm 이상인 강수일수)는 만경강(금강 중권역 3301), 동진강(금강 중권역 3302), 용담댐 하류(금강 중권역 3002), 주진천(영산강 중권역 5301) 유역에서 타지역에 비해 크게 증가할 것으로 예측되었다. 2065s (2051~2080년) 기간동안 PN80은 전라북도 전유역에서 증가하는 경향을 보이고 PN01(일 강수량이 1mm 이상인 강수일수)는 감소할 것으로 예측되었다. 또한, 2025s와 2065s 기간동안 PX1D(1일 동안의 최대강수량)와 MDF(연 최대일유출량)이 금강유역에서 증가할 것으로 나타났다.

지표 변동성 결과를 볼 때 전라북도는 향후 금강권역(만경강, 동진강 용담댐 하류)과 고창지역에 속하는 영산강권역(주진천)을 중심으로 홍수지표들이 증가할 것으로 예측되었다.

가뭄의 경우 2025s 기간동안 DRYM(연속적인 무강수일수의 평균)이 동진강(금강 중권역 3302), 주진천(영산강서해 중권역 5301) 유역에서 타지역에 비해 크게 증가할 것으로 나타났으며, 2025s와 2065s 기간동안 PANU(연강수량)는 금강권역[직소천(금강 중권역) 제외]에서 증가하고, 섬진강권역에서 감소하는 경향을 보였다. 전라북도 지역에서는 만경강(금강 중권역 3301), 동진강(금강 중권역 3302), 무주남대천(금강 중권역 3003) 유역이 도내 타 유역보다 가뭄에 대한 취약성이 높을 것으로 예측되었다.

3. 건강 부문

가. IPCC 4차 보고서(IPCC, 2007)

기후변화에 의한 건강(보건) 부문에서 예상되는 주요 영향을 IPCC 4차 보고서에서 다음과 같이 요약하였다.

- 2030년 기후변화에 의해 아시아 몇몇 국가에서 영양실조가 증가할 것으로 예측됨
- 21세기 후반 온난화에 의한 변화추이는 건조 및 열대지역에서 생산되는 곡물 수확물의 이용성을 감소시킬 것으로 예측됨 (특히 이미 식량공급에 가장 취약한 지역(예; 아프리카)에서 기아, 영양실조 및 유아의 성장과 발달을 포함하는 관련 질환이 증가할 것임)
- 2030년까지 해안 범람은 대규모의 사망률 증가를 초래할 것으로 예측됨. 전체적으로 2080년까지 홍수의 위험에 직면하게 될 인구는 2-3배 증가함
- 열에 의해 사망의 위험에 처하는 인구 증가에 대한 평가는 국가별로 다르고, 장소, 노인인구, 그리고 장소별 적응 방법에 따라 좌우되나 전체적으로 21세기에 현저히 증가할 것임
- 전 지구적으로 말라리아의 위험에 직면하게 될 추가적 인구는 2억2천만 명(A1F1)에서 4억 만 명(A2)사이가 될 것으로 추정됨
- 캐나다에서 2080년까지 라임병(lyme-disease) 병원균이 북쪽으로 약 1,000km정도 확대될 것으로 추정(A2)되며, 양적으로도 2-4배 정도 증가할 것임
- 유럽에서 2050년까지 진드기로부터 전염되는 뇌염이 현재보다 북동쪽으로 좀 더 이동할 것이며 중부 및 동부 유럽에서는 감소할 것으로 예측됨
- 2030년 까지 소득이 적은 지역에서 설사병에 의한 부담이 약 2~5%정도 증가할 것이며, 2050년까지 호주에서는 토착민 공동체들이 매년 5~18% 증가할 것으로 평가됨
- 영국에서는 1~3℃정도 온도가 상승할 경우 식중독 발병이 증가하는 것으로 평가되며 기후변화에 의한 한파 관련 사망의 감소는 열파 관련 사망의 증가보다 훨씬 클 것으로 예측됨

- A2 기후 시나리오에 따르면 미국 동북부에서 오존 관련 사망률이 4.5% 증가할 것으로 평가됨 (8시간 규정 기준을 초과하는 여름/일일 평균 수치가 68% 증가한 결과 사고사를 제외한 사망률이 0.1~0.3%, 심혈관계 질병 사망률이 0.3% 증가할 것으로 예측)
- 영국에서는 2050~2080년 사이에 미세먼지 및 SO₂가 고농도를 보이는 날의 수가 크게 줄고 다른 오염물질의 발생 일수는 소폭감소 할 것으로 추정되었으나, 오존은 증가할 것으로 전망됨
- 2085년까지 기후변화에 의한 뎅기열병의 위험은 약 35억명 수준까지 증가할 것으로 추정됨

나. 건강 부문 취약성 분석 (한화진 외, 2007)

한국환경정책·평가연구원의 ‘기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ’에서는 건강 부문 취약성 분석을 위해 국내연구결과를 기반으로 취약성을 예측하였다. 건강 부문은 복합적인 인과관계를 명확하게 구분하기 어려워 기후변화로 인한 직접적인 영향을 밝히기 어려운 특성이 있다. 지금까지의 연구들은 폭서, 수해 등의 직접적인 영향에 의한 연구를 주로 수행해왔다고 한다.

1) 고온으로 인한 사망

- 장시간 고온에 노출되었을 때 세포손상으로 효소의 변성 또는 비활성화, 세포막의 파괴로 단백질 합성장애, 열스트레스로 인한 심장의 부담 등을 유발할 수 있음
- 고온의 주요증상으로는 일사병, 탈진, 열기절, 열경련, 열피로, 만성질환환자의 사망위험 증가 등이 있음
- 열스트레스로 인한 사망은 최고기온이 나타난 1~2일 후에 가장 많이 발생하며, 체감온도지수로 인한 사망은 최고 열지수 2~4일 후에 가장 많이 발생하는 것으로 알려짐
- 고온으로 인한 심장병 환자의 사망은 36.5℃에서 1℃상승할 때마다 사망률이 28.4%증가하는 것으로 보고됨 (스페인, 2004)

- 열지수 37℃ 이상에서 열지수 1℃ 상승할 때마다 사망자가 8명씩 증가함 (국내, 2005)
- 서울의 경우 29.9℃에서 1℃ 상승할 때마다 사망률이 3.0% 증가, 폭서가 7일 이상 지속시 9% 이상 사망이 증가하는 것으로 보고하였고, 주된 사망의 원인으로는 호흡기계, 내분비계, 순환기계 질환으로 나타났음(국내, 2004)
- 65세 이상의 고령자 사망이 폭서와 유의한 관련성을 나타내었고, 28.1℃ 이상의 날이 하루 증가할 때마다 사망자는 11명 증가할 것으로 예측됨(국내, 2005)
- 32℃ 이상에서 기온 1℃ 상승 때마다 고령자의 사망자수가 9명씩 증가하고, 서울 지역의 경우 폭서기간의 사망자 수는 평년보다 75% 높은 것으로 분석됨(기상연구소, 2006)
- 도시지역은 콘크리트, 아스팔트 구조물의 큰 열용량, 도시기반시설의 열발생 등으로 인한 열섬현상 때문에 지방보다 폭서에 더 큰 영향을 받을 것으로 전망됨

2) 전염성 질병의 변화

- 전염성 질환을 발생하게 하는 매개동물의 서식과 기후변화는 많은 관련이 있음
- 우리나라는 전염성질환이 비교적 낮은 선진국형 양상을 보이고 있으나, 지난 10년간의 추이를 보면 쯔쯔가무시병, 렙토스피라증, 신증후군출혈열 등이 증가하고 있음
- 세균성 이질은 1999년과 2000년, 2003년에 높아졌던 기록이 있으며, 말라리아는 6~9월에 가장 높은 빈도를 나타내는 질병으로 1990년대 후반에 급격히 증가하였으나 2000년 이후 약간 감소하는 경향을 보임

3) 건강 부문의 취약성 예측

- 국내 건강 부문의 기후변화 취약성을 평가하기에는 자료가 매우 부족한 상황이나, 온실가스 감축정책, 인구집단의 사회·경제적 요인의 변화는 향후 건강 취약성을 예측하는데 상당한 변수로 작용할 것임
- 건강 부문 취약성은 인구집단에 고르게 나타나지 않을 것이므로, 지리적인 요인보다는 사회경제적인 요인이 더 크게 작용할 것임

- 취약집단을 65세 이상의 노인층, 만성질환자, 사회경제적 취약계층으로 구분하여 다음표와 같이 취약성을 전망하였음

<표 4-11> 기후변화로 인한 건강 취약성의 전망

취약인구집단	인구규모	기후요소	영향을 감소시킬 수 있는 변수들	건강결과
심혈관 질환, 만성질환자, 호흡기질환자	• 노인인구의 60%(2001)	• 혹서기간의 증가 • 오존층 파괴로 인한 대기오염 증가 • 강수량의 감소	• 온실가스 감축정책 • 만성질환 감소를 위한 보건정책 • 열섬현상을 줄이는 도시계획	• 조기사망 증가 • 기대수명의 감소
고령 (65세 이상)	• 전체인구의 9.1%(2005년) • 전체인구의 15.6%(2020년) • 전체인구의 38.2%(2050년)	• 혹서기간의 증가 • 오존층 파괴로 인한 대기오염 증가 • 강수량의 감소	• 온실가스 감축정책 • 고온에의 적응 • 열섬현상을 줄이는 도시계획	• 조기사망 증가 • 기대수명의 감소
사회경제적 취약계층	• 전체인구의 14.3%(2004년 기준)	• 강수량 증가로 인한 수해(재해)	• 온실가스 감축정책 • 국토개발정책의 개선	• 경제적 손실 • 손상 • 조기사망 • 전염성 질병 • 식중독

자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ', 2007

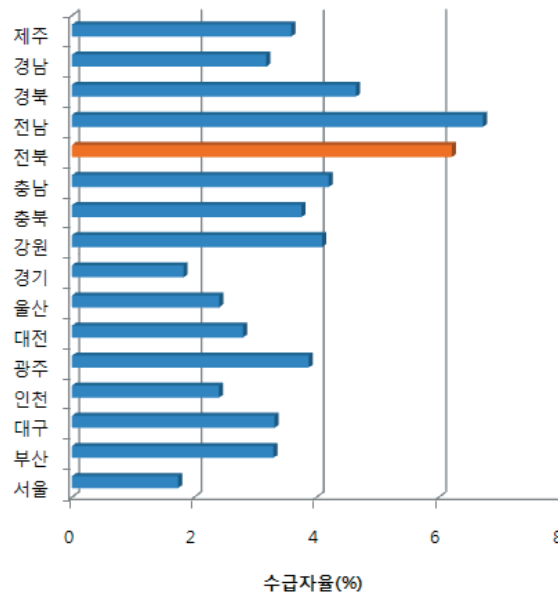
다. 전라북도 건강 부문 기후변화 영향예측

전라북도 건강 부문 취약성은 사회경제적 약자인 기초생활수급자와 신체적 약자인 노인을 중심으로 예측할 수 있다. 전라북도 기초생활수급자 비율은 2002~2007년 평균 6.21%로 전남 다음으로 비율이 높았으며, 노인인구의 경우 전남, 충남, 경북 다음으로 비율이 높은 것으로 분석되었다. 전라북도는 상대적으로 타지역에 비해 기후변화로 인한 질병에 영향에 취약할 것으로 예측되며, 기후변화로 인한 질병이 증가할 경우 질병에 취약한 기초생활수급자와 노인에게 대책이 필요할 것으로 판단된다.

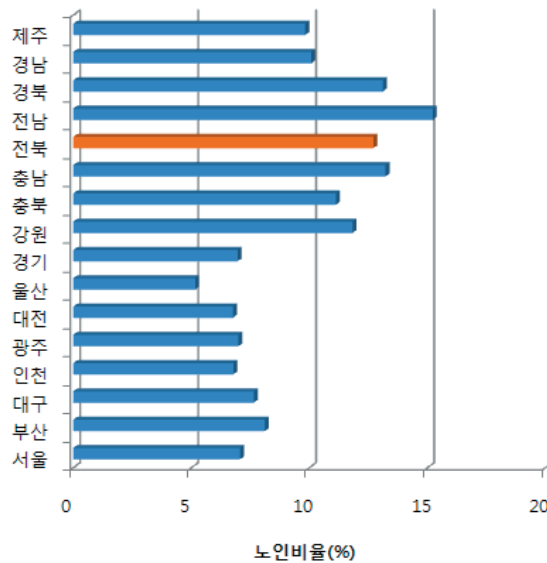
전라북도 시군별 기초생활수급자 비율은 김제, 무주, 부안 순으로 높았고, 노인인구 비율을 분석한 결과 임실, 순창, 진안, 무주, 장수, 고창, 부안 순으로 주로 군단위 지역에서 높은 것으로 나타났다.

기초생활수급자와 노인은 사회적 약자로 건강 부문 뿐 아니라 홍수, 가뭄, 혹서 등에 의해서도 가장 쉽게 피해를 받을 수 있는 계층이다. 기후노출이 동일하게 발생한다

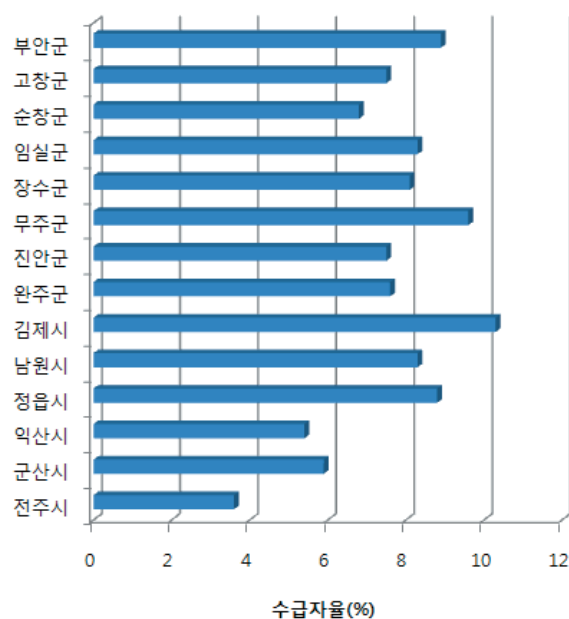
하더라도 적응능력이 낮은 사회적 약자를 위한 적응정책 마련이 우선해야할 것으로 판단된다.



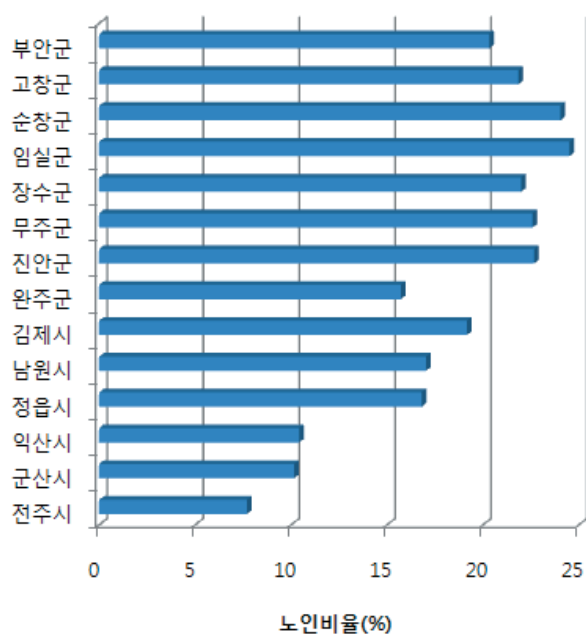
<그림 4-19> 전국 기초생활보장 수급자율 (2002~2007년 평균)



<그림 4-20> 전국 노인인구 비율 (2002~2007년 평균)



<그림 4-21> 전라북도 기초생활수급자 비율 (2002~2007년 평균)



<그림 4-22> 전라북도 노인인구 비율 (2002~2007년 평균)

4. 산업 부문(농업 등)

가. IPCC 4차 보고서(IPCC, 2007)

IPCC 4차 보고서에서는 식량, 섬유 및 산림 생산물과 산업, 주거 및 사회로 구분하여 기후변화에 의해 예상되는 주요 영향을 다음과 같이 요약하였다.

1) 식량, 섬유 및 산림 생산물

- 중위도에서 고위도 지역까지 적당한 온난화는 작물 수확량에 도움이 되지만, 계절적으로 건조 및 열대 기후 지역에서는 경미한 온난화에도 수확량이 감소함. 단기 적응은 수확량의 10~15% 감소를 피할 수 있을 것으로 예측됨
- 사회경제적 발전에 의해 기아로 고통 받는 인구수가 전체적으로 크게 감소했다 사실을 고려한다면, 기후변화는 기아의 위기에 직면한 인구수를 다소 증가시킬 것임
- 극심한 기상 현상의 변화들은 화재, 해충 및 질병 발생의 위험과 함께 식량 및 산림 생산물, 식량 불안정성 그리고 예측된 평균 기후 영향에 심각한 영향을 미칠 것임
- 소자작농 및 자급자족 농민, 목축민, 그리고 어민들은 복합적이고 지역화된 기후 변화의 영향에 의해 고통 받을 것임
- 세계의 식량 생산 잠재력은 지구평균온도가 약 3℃까지 상승할 때까지는 증가할 가능성이 있지만 그 이상이 되면 감소할 가능성이 매우 높음
- 전 세계적 산림 생산량은 기후변화와 함께 중단기적으로 적절히 변화할 것으로 평가됨. 생산량 증가는 저위도 지역에서 발생하여 장기적으로는 고위도 지역으로 이동할 것임
- 기후변화에 따라 식량 및 목재 무역이 증가하고, 대부분의 개발도상국에서 식량의 무역 의존도가 증가할 것으로 예측됨

2) 산업, 주거 및 사회

- 산업, 주거 및 사회와 관련한 기후변화의 이점 및 비용들은 위치와 규모에 따라

광범위하게 변화할 것임. 온대 및 극지방에서의 영향들은 긍정적이나, 다른 곳에서의 영향들은 부정적일 것임

- 그러나 전체적으로 순(net) 영향은 더 광범위하고 온난화가 가속화되는 환경에서 매우 부정적일 가능성이 더 큼
- 기후변화에 대한 산업, 기반시설, 주거 및 사회의 취약성들은 일반적으로 높은 위험에 노출되어 있는 장소(특히 해안 및 강유역, 극심한 기상 현상이 빈번한 지역과 농업 및 산림생산 산업, 물수요, 관광업과 같이 경제가 기후에 민감한 자원들과 밀접하게 연관되어 있는 지역)에서 크게 나타남
- 기후변화와 함께 극심한 기후 현상들이 더 심하고 또는 빈번해진 곳에서, 기후변화 적응을 위한 경제적 비용은 증가할 것임 (기후현상 관련 비용은, 대규모 경제력을 가지고 있는 매우 넓은 지역에서의 경우 연간 지역 GDP 및 소득의 몇 퍼센트 정도에서부터 극심한 기후현상에 영향을 받는 더 작은 지역의 경우, 25% 이상까지 다양한 범위를 가짐)
- 몇몇의 가난한 공동체들과 세대들은 이미 기후 변동 및 기후와 관련된 극심한 현상들로부터 오는 스트레스의 영향 아래 있음 (그들은 비교적 위험이 높은 지역 및 환경에 집중되어 있음)
- 기후와 관련된 극심한 현상들에 의해 증가하는 경제적 비용에 의해 효과적인 경제 및 재정적 위기관리에 대한 필요성이 증가되었음 (모든 상황에서 인구 중 빈곤 그룹들은 위기관리 및 적응에 대한 특별한 도움이 필요할 것임)
- 많은 지역에서, 기후변화는 사회적 공동 관심(social equity concern)을 상승시키고 정부 기반시설 및 제도적 수용력에 대한 압력을 증가시킬 가능성이 있음
- 확고한 물리적 기반시설들은 기후 관련 위기관리에 중요함
 - 도시의 용수 공급 시스템과 같은 기반시설들은 특히 해안지역에서 해수면 상승 및 강수량 감소에 취약함
 - 기반시설이 없는 대규모 인구 집중 지역들은 기후변화 영향에 더 취약함

나. 국내농업생태계 취약성 분석 (농업과학기술원, 2007)

농업과학기술원에서는 ‘기후변화에 따른 농업생태계 영향, 취약성평가 및 적응 방안

구축'을 통해 국내 농업부문에 대한 취약성을 평가하였다.

1) 기후변화의 영향

가) 벼

- 기후변화가 벼 생산성에 미치는 영향으로 가장 우려되는 부분은 병충해에 대한 피해임
- 최근 겨울철 고온과 잦은 강우에 의한 일조시간의 부족으로 벼멸구, 흑명나방, 이삭도열병, 벼줄무늬잎마름병, 흰잎마름병, 깨씨무늬병 등이 있음
- 일조량의 부족은 등숙정지미, 유백미, 사미를 많이 발생시킴으로써 미질을 떨어뜨리고 있음
- 대기중 이산화탄소 농도 증가에 의해 광합성 촉진, 단위면적당 쌀생산량 증가, 도복감소, 등숙률 증가의 좋은 영향이 있는 반면, 도열병과 깨씨무늬병 발생이 증가함
- 서울, 강릉, 광주, 대구의 모든 지역에서 벼의 출수기가 과거(1931~1961)보다 최근(1971~2000)에 2~10일가량 빨라졌음

나) 과수

- 기후변화가 과수에 미치는 영향은 병충해 증가와 함께 재배 주산지의 변화가 대표적임
- 과수생산에서 기온은 가장 중요한 요소로 재배주산지가 형성된 사과, 배, 복숭아, 포도, 감귤이 다른 작물에 비해 특히 온난화 영향을 받기 쉬운 작물로 알려짐
- 사과, 배의 경우 만개일이 점차 빨라지고 있으며, 재배적지가 점차 북상하면서 동시에 축소되고 있음
- 태풍, 폭설, 국지적 돌풍 등의 기상재해에 의한 낙과, 이른 개화시기에 따른 늦서리 피해, 일조량 부족에 따른 품질저하 및 수량감소, 고온에 의한 저장 및 운반시 감귤의 부패가 급증함
- 대상과수에 나타나는 병해충은 다음표와 같음

<표 4-12> 기후변화 영향으로 과수에 발생한 병해충

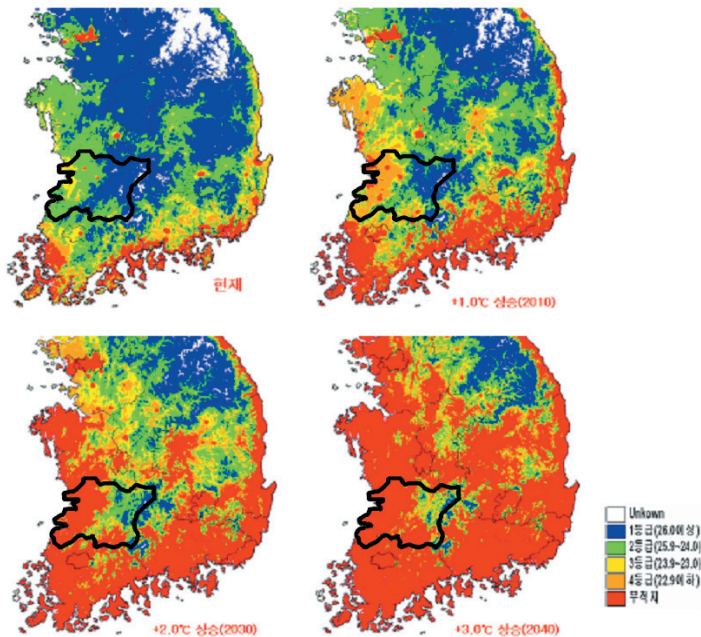
수종	출현 병해충
사과	사과굴나방, 탄저병, 붉은별무늬병, 검은별무늬병, 사과갈색무늬병, 사과 점박이응애, 진딧물류 등
단감/감	탄저병, 노린재류, 검은별무늬병, 감나무 감관총체벌레, 단감 깍지벌레류 등
배	붉은별무늬병, 꼬마배나무이 등
복숭아	흑진딧물 등
포도	호랑하늘소 등

자료 : 농업과학기술원, '기후변화에 따른 농업생태계 영향, 취약성평가 및 적응방안 구축', 2007

다) 시설채소 및 밭작물

- 채소의 경우 이상고온에 의한 병해충과 생산성 증가의 영향들이 나타나고 있으며, 딸기의 경우 흰가루병, 탄저병, 잿빛곰팡이병, 진딧물, 응애 등의 발생이 증가함
- 오이, 호박, 풋고추 등의 시설채소는 생산량이 증가하나 상대적으로 출하량이 집중되어 가격하락이 나타남
- 기상재해에 의한 시설하우스의 침수 및 붕괴 등의 피해가 매년 발생함
- 겨울철 고온으로 시설과채류는 수량이 5%정도 증수될 것으로 추정하였고, 시설하우스의 겨울철 난방 에너지를 절약할 수%정도 · 시설내에 제배되던 월동배추가 현재는 제주 및 남해안을 중심으로 한 남부지역까지 노지재배가 가능해짐
- 노지 월동작물인 마늘, 양파 등은 겨울철 고온에 의해 지상부의 생육이 촉진되고 구비대가 억제되는 악영향이 있음
- 여름철 고온에 의해 수박, 고추, 토마토 등 고온성 과채류는 생육저해온도(35℃) 이하까지는 생육이 촉진되고 당도 등 품질이 높아지지만, 무, 배추와 같이 서늘한 기후를 좋아하는 노지채소류는 품질이 불량해짐
- 고추의 경우 15℃이하나 30℃이상이 되면 화분에 이상이 생겨 정상적으로 착과가 되지 못하거나 낙과가 많이 생기며, 참외의 경우도 35℃이상에서는 과실의 품질저하가 나타남
- 고추의 경우 이산화탄소 농도상승으로 엽면적은 감소하고, 결실이 지연되었으며,

토마토의 경우 생육 및 수량이 증가하고 대형과의 분포비율이 증가하였지만, 온도상승으로 수량은 감소함



자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축III', 2007

<그림 4-23> 기온상승정도별 사과의 적지분포변화 예측

라) 가축

- 젖소의 경우 고온 스트레스에 의한 사료섭취량이 감소하고 생산성과 번식률이 저하한다고 보도됨
- 돼지는 지방층이 두껍고 땀샘의 퇴화로 고온장해에 민감한 가축이며, 모돈의 경우는 고온 스트레스를 받으면 발정재귀 지연, 미약발진, 배란수 감소, 정자활력 감소 등으로 인하여 수태율이 낮아짐
- 닭의 경우 13~28℃가 적은 영역으로 온도가 상승할 경우 산란수 감소, 파란증가, 체온상승, 호흡수 증가, 사료섭취량 감소 및 폐사의 영향이 나타남

2) 벼 생산성 취약성 평가

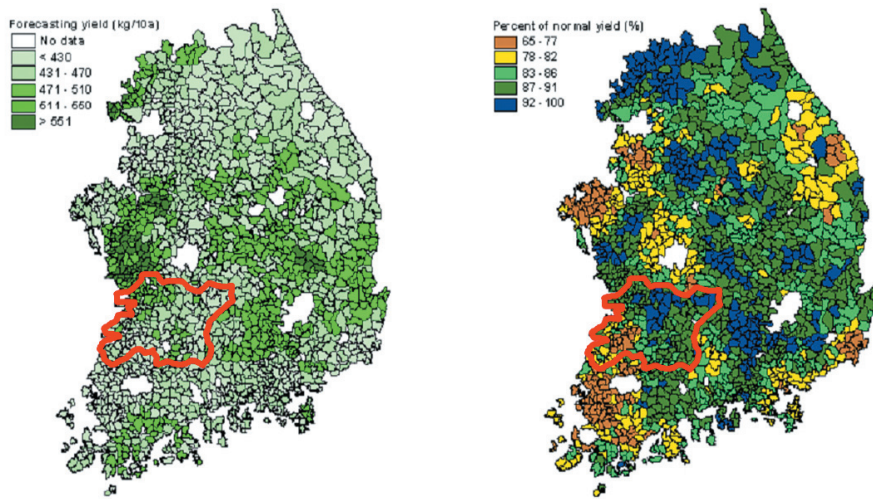
CERES(Crop-Environment Resources Synthesis)-Rice 모델과 A2 시나리오의 온실가스 증가에 따른 미래 벼 생산 취약성 예측결과는 다음과 같다.

가) 모델 가정사항

- 현재(1971~2000년)에 비해 2080s(2081~2090)의 기온은 약 5℃(남한평균) 증가하고 강수량은 약 17% 증가할 것으로 예측됨
- 토양자료는 농업과학기술원 기상연구실에 구축되어 있는 작황시스템의 토양자료를 이용함(토양통, 각 층위별 수분관련 특성, 토성, 토양화학성 등 변수들이 포함됨)
- 재배관련 정보에 대해 도 단위로 재배관련 조치를 설정하고 조생종의 겨우 일괄되게 5월 15일을 이앙일로, 중생종 및 중만생종의 경우 각 도마다 조금 다르게 설정하였음
- 강원도의 중생종 및 중만생종의 이앙일은 조생종과 같은 5월 15일로 설정하였으며, 경남 및 전남의 경우 중생종 및 만생종의 이앙시기를 5월 30일로 설정함
- 다른 지역의 이앙기는 조생종 5월 15일, 중생종 및 만생종 5월 20일로 설정
- 육묘일수는 35일로 일괄되게 설정함

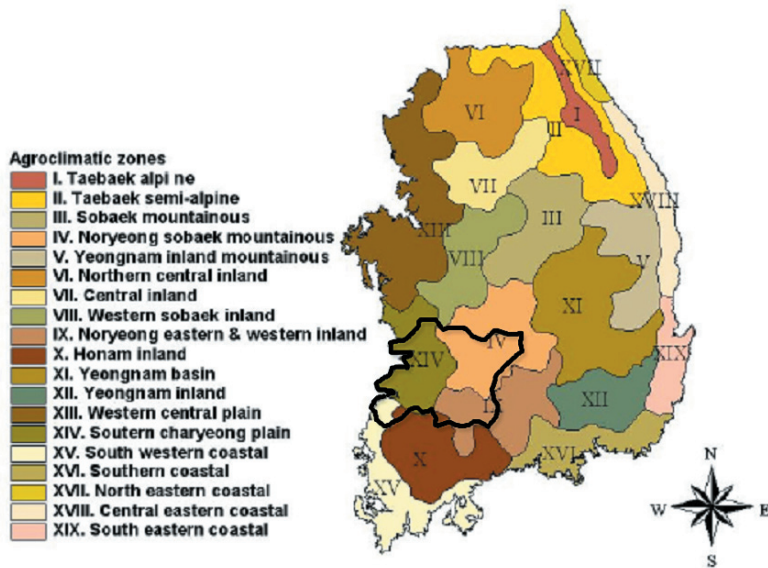
나) 모델 결과

- 수량은 해안지역을 위주로 많이 감소하며, 전라남도과 충청남도에서 감소폭이 큰 것으로 예측됨.
- 전국 평균 벼 수량은 14.9% 감소할 것으로 예측됨
- 벼 재배의 농업기후지대 별로 살펴보면, 19개 기후지대 중 남서해안지대가 20.1%로 전국에서 가장 큰 감소폭을 나타내었음
- 전라남도가 19.4%로 감소폭이 가장 높고, 강원도는 10.2%로 감소폭이 가장 낮았음
- 전라북도 평야지역에 해당하는 차령남부평야지대는 2080s 기간동안 평년대비 13.9% 벼 생산량이 감소하는 것으로 예측됨



자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ', 2007

<그림 4-24> A2 시나리오에 근거한 현재(1971~2000)와 미래(2080s)의 벼수량 변화



자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ', 2007에서 재인용

<그림 4-25> 벼 재배지대의 농업기후 구분

<표 4-13> A2 시나리오에 근거한 기후시대별 벼 수량 변화

구 분	평년('71~'00)(kg/10a)	2080s(kg/10a)	평년대비(%)
태백고랭지대	534.2	469.7	87.9
태백준고랭지대	499.9	440.2	88.1
소백산간지대	519.0	453.7	87.4
노랑소백산간지대	491.2	437.3	89.0
영남내륙산간지대	535.4	466.7	87.2
중북부내륙지대	482.5	434.5	90.1
중부내륙지대	505.2	453.5	89.8
소백서부내륙지대	554.8	453.4	81.7
노령동서내륙지대	516.3	446.8	86.5
호남내륙지대	523.7	429.3	82.5
영남분지지대	560.7	493.8	88.1
영남내륙지대	516.8	449.4	87.0
중서부평야지대	543.8	450.5	82.8
차령남주평야지대	547.7	471.6	86.1
남서해안지대	536.4	428.4	79.9
남부해안지대	496.9	421.4	84.8
동해안북부지대	494.9	446.8	90.3
동해안중부지대	521.9	446.8	85.6
동해안남부지대	556.1	448.9	80.7

자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅲ', 2007

다. 제조업 부문 취약성 예측 (한화진 외, 2006)

한국환경정책·평가연구원의 '기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅱ'에서는 산업 부문 취약성 평가요소와 가능한 평가지표를 다음과 같이 정리하였다.

<표 4-14> 산업부문의 취약성 평가 요소 및 가능한 평가지표

취약성 평가요소		평가항목	평가지표
영향		수요변동	· 기후변화에 따른 제품수요 변동효과 · 생산비증가에 따른 가격 상승의 수요감소 효과
		생산비용 변동	· 기후변화의 영향을 받는 투입요소 비용이 총 생산비에서 차지하는 비중 · 기후변화에 의한 투입요소 가격 상승효과 · 기후변화에 따른 에너지 공급중단 가능성 · 생산시설의 입지조건(예: 강 또는 산과의 거리등)
민감도		수요변동	· 수요의 기후변화 영향 탄력성 · 수요의 가격 탄력성
		생산비용 변동	· 생산비용의 투입요소 가격 탄력성
적응가능성	산업여건	기술력	· 연구개발 투자/매출액 비율
		자금력	· 매출액 경상이익률
		재난방지 대응체계	· 재난방지 대응체계 구축여부 (조직, 예산)
	일반여건	기반시설	· 도로, 철도, 항만, 물류시설 구축비율 · 상하수도 보급률 · 발전용량
		정책	· 기후변화 대응정책 관련 예산비중 · 정책의 효과성/형평성 · 정책의 지속성 · 규제의 질과 법규의 형평성
		국가경쟁력	· 1인당 국내총생산 · 산업별 국내총생산 기여도 · GNI 계수 · 산업별 부가가치율 · 교육수준

자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축II', 2006

1) 기후변화 영향

- 제조업에 대한 취약성 평가는 산업의 산출물 생산에 미치는 영향과 더불어 이 산출물에 대한 수요에 미치는 영향도 기후변화의 영향을 평가하는데 중요한 요소가됨
- 수요 측면
 - 생산물에 대한 기호가 변하여 수요곡선이 이동 (예; 음료와 냉방기 수요증가)
 - 생산비용 상승에 따른 가격상승으로 수요량이 감소

- 생산 비용 측면

- 자연자원의 국내외 공급을 줄여 자원가격을 변동시켜 생산비를 상승시킴
- 생산시설에 직접적인 피해를 입혀 생산비를 상승시킴(연안지역에 위치하는 공장
의 경우 기후변화에 따른 태풍 또는 해일의 영향을 받을 수 있음)
- 송배전 시설이 손상되어 전력공급이 중단됨으로써 생산비용의 상승을 유발할
수 있음

2) 민감도

- 생산물에 대한 수요가 기후변화에 민감하게 반응하여 크게 감소하는 산업의 경
우 기후변화의 영향이 작더라도 큰 타격을 받을 수 있음
- 기후변화로 인한 생산비 상승이 가격 상승으로 전가되더라도 수요의 가격 탄력
성이 작으면 판매 수입 감소효과는 크지 않음
- 가격 탄력성이 크면 소폭의 가격 상승도 판매수입에 큰 영향을 미침

3) 적응능력

- 제조업의 적응능력은 산업과 직접관련이 있는 요소(기술력, 자금력, 효과적인 재
난방지 대응체계 구축여부)와 일반적인 요소(사회기반시설 구축상태, 산업정책의
효과성, 국가 경제력)로 구분할 수 있음
- 산업부문 경제적 손실을 최소화하기 위한 인프라 구축시 고려해야 할 사항은 다
음과 같음
 - 건물의 재난방재 시스템 재정비
 - 적절한 정보체계 구축
 - 홍수통제 기능수립
 - 충분한 비상발전 시스템 구축
 - 효율적인 토지이용
 - 다양한 보험 상품개발
 - 하수처리시설 개선 및 통합 공공기반시설 시스템 구축

라. 일반산업 부문 취약성 예측 (한화진 외, 2006)

기후변화는 각 산업별로 다른 영향을 미칠 것이며 이에 따라 취약성도 많은 차이가 있을 것으로 예상된다. 산업별 예상되는 취약성을 정리하면 다음과 같다.

<표 4-15> 산업별 취약성 예측

산업분야	취약성
어업	· 일부 어류 생물종의 변화에 따른 생산성 감소
관광	· 기후변화로 위협받는 자연환경에 의존적인 일부 관광지역에서 높음 · 해외 관광객 수에 대한 영향
물산업	· 대부분의 지역에서 높으며 지표수 유량 감소는 거주지와 관개 농업의 물공급량에 영향
에너지	· 첨두수요 증가 · 송배전 인프라는 특히 극한 기후상황에 처하는 일부지역에 상당히 취약
건축 및 기반시설	· 해수면 상승, 홍수, 태풍, 사이클론, 열파 및 산불과 관련하여 취약
농업	· 기온증가는 작물 수확과 축산업에 악영향 · 수량감소는 관개농업과 건조지역 작물수확에 영향 · 서리일수 감소는 원예업에 약간의 부정적 영향
임업	· 화재 위험의 증가, 해충 분포의 변화, 건조화 추세와 극심한 강우로 인한 토양 침식 증가로 산림생산 취약 (이산화탄소의 작용과 성장기간의 증가는 부정적 요인을 상쇄하는 요인으로 작용)

자료 : 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅱ', 2006

마. 전라북도 산업 부문 기후변화 영향예측

전라북도 농업 부문의 취약성을 예측한 결과 주요 농작물인 쌀 생산이 기온 상승으로 감소할 것으로 예측되었다 (A2 시나리오를 가정한 결과 차령남부평야지대는 2080s 기간동안 평년대비 13.9% 벼 생산량이 감소함). 과수, 시설채소 및 밭작물, 가축 등도 온도증가에 따라 영향을 받을 것으로 예상되나 정량적인 예측은 추후 체계적이고 과학적인 연구가 필요한 상황이다. 예를 들어 어업의 경우 수온상승으로 토종어류가 잡히지 않고 해파리가 급증할 수 있으므로 피해가 예상된다. 전라북도 일반산업 부문에 미치는 영향은 지역의 사회경제적인 여건을 고려하여 추가적인 연구가 필요하다.

5. 결과요약

최근 국내에서는 기후변화 취약성 관련 연구가 진행되고 있는 상황이며 전라북도 차원의 직접적인 기후변화 영향조사는 찾아보기 어려웠다. 기후변화로 인한 전라북도의 미래 취약성(하향식 접근)을 예측·평가하기 위해 생태계, 물관리, 건강, 산업 부문의 기후변화 영향 잠재력 및 특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

가. 생태계 부문

- 전라북도는 강원도 백두대간, 충북지역과 함께 잠재식생분포의 취약성이 높은 것으로 나타남
- 산림생태계의 경우 전라북도 동부권은 대규모 식생의 이동이 초래될 것으로 예측됨
 - 특히, 활엽수림지역의 면적이 증가하고 침엽수림 면적은 줄어들 전망이어서, 특정 종들은 멸종위기에 처할 수 있음
 - 산림생태계와 연관하여 시장, 물 공급, 에너지 생산(예 : 바이오연료) 등에 영향을 줄 수 있음
- 생물기후권역 구분도에 따르면 전라북도는 크게 4개의 권역[서해안권역(Index 14), 중부내륙권역(Index 2), 남부내륙권역(Index 3), 동부산악권(Index 4)]으로 구분할 수 있음
 - 군산, 김제, 고창, 부안의 서해안권역은 해수면 상승, 해수온도 상승, 조류의 변화에 영향을 받을 수 있음

나. 물관리 부문

1) 홍수

- 전라북도는 한강중하류(적응력은 높으나 민감도와 노출이 매우 큼), 낙동강, 섬진강, 영산강유역의 남쪽 유역 등의 타지역에 비해 홍수 취약성이 상대적으로 낮은 것으로 나타남

- 2025s (2011~2045년) 기간동안 일 강수량이 80mm 이상인 강수일수는 만경강(금강 중권역 3301), 동진강(금강 중권역 3302), 용담댐 하류(금강 중권역 3002), 주진천(영산강 중권역 5301) 유역에서 전라북도 타지역에 비해 크게 증가할 것으로 예측됨
- 2065s (2051~2080년) 기간동안 일강수량이 80mm 이상인 날의 수는 전라북도 전유역에서 증가하는 경향을 보이고 일 강수량이 1mm 이상인 강수일수는 감소할 것으로 예측됨
- 2025s와 2065s 기간동안 1일 동안의 최대강수량과 연 최대일유출량이 금강유역에서 증가할 것으로 예측됨
- 지표 변동성 결과를 볼 때 전라북도는 향후 금강권역(만경강, 동진강, 용담댐 하류)과 고창지역에 속하는 영산강권역(주진천)을 중심으로 홍수지표들이 증가할 것으로 예측됨

2) 가뭄

- 전라북도는 한강 중하류유역, 낙동강 일부유역에 비해 상대적으로 가뭄에 대한 취약성이 낮은 것으로 나타남
- 2025s 기간동안 연속적인 무강수일수의 평균이 동진강, 주진천 유역에서 전라북도내 타지역에 비해 크게 증가할 것으로 예측됨
- 2025s와 2065s 기간동안 연강수량은 금강권역[직소천 (금강 중권역) 제외]에서 증가하고, 섬진강권역에서 감소하는 경향을 보임
- 전라북도 지역에서는 만경강, 동진강, 무주남대천 유역이 도내 타유역보다 가뭄에 대한 취약성이 높을 것으로 예측됨

다. 건강 부문

- 건강 부문 취약성은 인구집단에 고르게 나타나지 않으며, 지리적인 요인보다는 사회경제적인 요인이 더 크게 작용하므로, 전라북도 건강 부문 취약성은 사회경제적 약자인 기초생활수급자와 신체적 약자인 노인 비율을 조사하여 기후변화 취약성 간접적으로 예측하였음

- 전라북도 기초생활수급자 비율은 2002~2007년 평균 6.21%로 전남 다음으로 비율이 높았으며, 노인인구의 경우 전남, 충남, 경북 다음으로 비율이 높아 상대적으로 타지자체에 비해 기후변화로 인한 질병에 취약할 것으로 예측됨
- 전라북도 시군별 기초생활수급자 비율은 김제, 무주, 부안 순으로 높게 나타남
- 전라북도 시군별 노인인구 비율을 분석한 결과 임실, 순창, 진안, 무주, 장수, 고창, 부안 순으로 주로 군단위 지역에서 높게 나타남

라. 산업 부문

○ 농업

- 전라북도 평야지역에 해당하는 차령남부평야지대는 2080s(2081~2090) 기간 동안 평년대비 13.9% 벼 생산량이 감소하는 것으로 예측됨 (CERES (Crop-Environment Resources Synthesis)-Rice 모델과 A2 시나리오의 온실가스 증가에 따른 미래 벼 생산 취약성 예측결과)
- 기후변화가 과수에 미치는 영향은 병충해 증가와 함께 재배 주산지의 변화가 대표적이며, 전라북도에서 사과, 배의 경우 만개일이 점차 빨라지고 있으며, 재배적지가 점차 북상하면서 동시에 축소되고 있음
- 채소의 경우 이상고온에 의한 병해충과 생산성 증가의 영향들이 나타나고 있으나, 오이, 호박, 풋고추 등의 시설채소는 상대적으로 출하량이 집중되어 가격하락이 나타남
- 겨울철 고온으로 시설과채류는 수량이 5%정도 증수될 것으로 추정하였고, 시설하우스의 겨울철 난방 에너지를 절약할 수 있음
- 소, 돼지, 가축의 경우 고온에 의한 영향이 예상되나 정량적인 예측을 위한 연구가 필요함

○ 일반산업

- 기후변화로 인한 일반산업의 취약성은 어업, 관광, 물산업, 에너지, 건축 및 기반시설, 농업, 임업 분야로 다양하게 영향을 미칠 것으로 예상되나, 지역차원의 사회경제적 요인을 고려한 체계적이고 과학적인 연구가 필요함

제 3 절 지표를 이용한 취약성평가

1. 사회적 취약성 평가결과 분석

안선욱(2007)의 연구결과에 따르면 전라북도는 취약성 평균 순위 4.2(순위의 산술평균)로 사회적 취약성이 16개 광역자치단체 중 4번째로 높은 것으로 나타났다. 전라남도가 2.2로 가장높은 취약성을 보였으며 서울시가 15.5로 취약성이 가장 낮은 것으로 나타났다.

이 결과는 재정상황이 열악하고, 노령인구가 많고, 농업의존도가 높은 전라북도의 특성으로 인해 타 지역에 비해 상대적으로 사회적 취약성이 높게 도출된 것으로 분석된다.

<표 4-16> 사회적 취약성 지표와 전라북도 결과값

카테고리	지표	전라북도값	광역자치단체 중 순위 (취약성 높은순)	평균값	최소값	최대값	표준편차
경제	인구대비 기초생활 수급대상자 비율	5.72	2	3.43	1.54	6.68	1.4
	재정자립도	40.41	2	61.65	38.28	95.76	18.49
건강 /보건	65세 이상 인구비	10.67	4	7.77	3.92	12.86	2.79
농어업 의존도	전체 취업자 중 농어업 취업인구 비율(전체)	32.23	4	17.44	0.24	46.79	15.69
	전체 취업자 중 농어업 취업인구 비율(남성)	27.42	4	15.23	0.27	39.87	13.56
	전체 취업자 중 농어업 취업인구 비율(여성)	39.2	4	20.69	0.19	55.86	18.62
교육	15세 이상 미취학 인구비	10.86	4	7.19	2.72	14.31	3.65
기반 시설	도로밀도	0.85	5	2.96	0.53	13.25	3.06
	상수도 보급율	75.1	5	84.34	53.99	99.99	15.09
	하천개수율	65.91	4	76.04	42.16	99.26	13.4
지리 /인구	하천연장	3260.02	5	1887.34	116.97	4666.36	71.76

자료: 안선욱(2007)에서 재정리

<표 4-17> 16개 광역지자체 사회적 취약성 평가결과

순위	지역	취약성 평가결과	
1	전라남도	2.2	취약성 높음
2	경상북도	3.1	
3	충청남도	3.9	
4	전라북도	4.2	
5	강원도	5.4	
6	경상남도	6.1	
7	충청북도	6.9	
8	제주도	7.1	
9	경기도	10.4	
10	울산광역시	10.4	취약성 낮음
11	광주광역시	10.5	
12	대구광역시	11.5	
13	인천광역시	12.6	
14	부산광역시	12.9	
15	대전광역시	13.4	
16	서울특별시	15.5	

2. VRI 평가결과 분석

유가영·김인애(2008)는 우리나라 지역에 기반을 둔 지표를 개발하고 1985~2006년의 통계자료 평균값을 이용하여 취약성 평가를 수행하였다. VRI 분석에 사용한 전국평균과 전라북도 기초통계자료를 <표 4-18>에 정리하였다. 국내 16개 광역지자체의 카테고리별 민감도, 기후노출, 적응능력 지수의 순위를 정리하면 <표 4-19>와 같다.

제주도, 전라남도, 충청남도, 충청북도가 민감도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 전라북도는 16개 지자체 중 6위로 서울, 경상북도, 광주, 경상남도과 함께 중간정도의 민감도를 보였다. 기후노출 지수는 제주도, 강원도가 극한기후에 대한 노출이 가장 높았으며, 전라북도는 민감도와 마찬가지로 16개 지자체 중 6위로 산정되었다. 적응능력은 인구밀도가 낮고 환경역량이 큰 강원도가 가장 높았으며, 환경역량이 낮고 산업구조의 1,2차 비율이 높은 인천광역시가 가장 낮은 것으로 보고되었다. 전라북도는 충청남도, 경상남도, 대구광역시, 경상북도와 유사한 중간정도의 적응능력을 보였으며 순위로는 9번째로 적응능력이 낮은 것으로 나타났다.

<표 4-18> 16개 광역자치체 VRI산정을 위한 전라북도 기초통계량

카테고리	세부요소	대리변수	전라북도	전국평균	표준편차 (전국)	표본수
민감도	인간정주 /기반 시설	상수도인구(%)	65.76	82.95	5.56	22
		하수도보급율(%)	61.65	77.14	6.2	8
		단위면적당 도로길이(km/km ²)	0.68	0.77	0.18	22
		국토이용면적중제방사용면적율(%)	2.17	1.62	0.17	22
		1일 1인당 급수량(l)	372.14	365.09	36.06	22
		1~12월 저수율 평균(%)	78.37	81.02	6.9	16
		3~10월 저수율 평균(%)	77.97	80.16	7.18	16
		4~6월 저수율 평균(%)	79.9	79.09	6.49	16
		해안선 길이(m)	-	-	-	-
	생태계	관리되는 토지율(%)	42.14	33.32	0.59	22
		경작지당 비료사용량(ton/ha)	0.38	0.37	0.04	22
		국토면적 중 산림면적(%)	47.75	52.13	1.32	16
		국토면적당 산림축적(km ³ /km ²)	2.75	2.73	0.68	16
	농업	총인구 중 농작인구(%)	27.09	11.94	4.38	22
		농작지당 곡물생산(M/T)	891,287	6,092,264*	619,214	22
	보건/ 복지	출산율(birth/woman)	1.77	1.64	0.37	22
		기대여명	73.53	73.53	3.52	22
		인구당 응급의료기관 수(개/백만 명)	12.94	8.93	0.47	6
		인구당 건강보험 적용인구	0.77	0.89	0.18	22
		인구당 보건소 인력 (*10,000)	3.75	2.51	0.08	22
		인구중 기초생활수급자(%)	6.33	3.08	0.14	7
		독거노인비율(%)	2.06	1.14	0.61	22
적응능력	경제적 능력	GDP(백만원)	16,061,198	476,033,505*	169,246,660	22
		재정자립도(%)	25.75	54.73	2.64	6
	거버넌스	인구당 공무원수	6.6	4.06	0.15	7
		성인문자해독율(%)	97.93	97.93	0	22
	교육	의무교육적령아동취학율(%)	96.58	96.36	2.93	22
		지역 내 총생산에 대한 교육지출(%)	4.71	4.72	0.15	12
		인구밀도 (명/km ²)	243.02	448.82	20.1	22
	환경역량	단위면적당 SO2배출량 (ton)	2.39	5.54	0.82	22
		관리되지 않는 토지율(%)	57.86	66.68	0.59	22
	산업구조	(1차·2차 산업)/(1+2+3차 산업)*100 (%)	53.02	46.65	2.88	22
기후노출	호우	일강수량이 80mm이상인 날 평균	1.93	2.62	0.7	22
		일강수량이 80mm이상인 날의 최고값	3.59	3.67	1.29	22
		1일 동안의 최대강수량(mm)	168.84	181.61	40.5	22
	가뭄	연속적인 무강수일수의 최대값(일)	9.45	9.22	1.12	22
	폭서	일최고기온이 33C이상인 날의 횟수(평균)	9.3	8.96	4.4	22
		일최고기온이 33C이상인 날의 횟수(최고값)	17	12.8	5.44	22
		일최저기온이 25C이상인 날의 횟수(평균)	3.35	5.55	5.18	22
		일최저기온이 25C이상인 날의 횟수(최고값)	8.64	8.28	5.22	22

* 전국자료의 합, 자료 : 유가영·김인애(2008)

<표 4-19> 16개 광역지자체 기후변화 취약성 평가를 위한 VRI 산정결과

순위	S (민감도) 높은순위	E (기후노출) 높은순위	AC (적응능력) 낮은순위	VRI 순위	
1	제주도	제주도	인천광역시	제주도	취약성 높음
2	전라남도	강원도	부산광역시	충청남도	
3	충청남도	경상남도	울산광역시	인천광역시	
4	충청북도	경상북도	광주광역시	경상남도	
5	서울특별시	전라남도	충청북도	충청북도	
6	전라북도	전라북도	충청남도	전라남도	
7	경상북도	충청남도	경상남도	광주광역시	
8	광주광역시	경기도	대구광역시	경상북도	
9	경상남도	충청북도	전라북도	전라북도	
10	강원도	서울특별시	경상북도	부산광역시	
11	인천광역시	광주광역시	제주도	울산광역시	
12	부산광역시	대구광역시	전라남도	대구광역시	
13	대전광역시	인천광역시	경기도	강원도	
14	대구광역시	대전광역시	대전광역시	경기도	
15	경기도	부산광역시	서울특별시	서울특별시	취약성 낮음
16	울산광역시	울산광역시	강원도	대전광역시	

자료 : 유가영·김인애(2008)에서 재정리

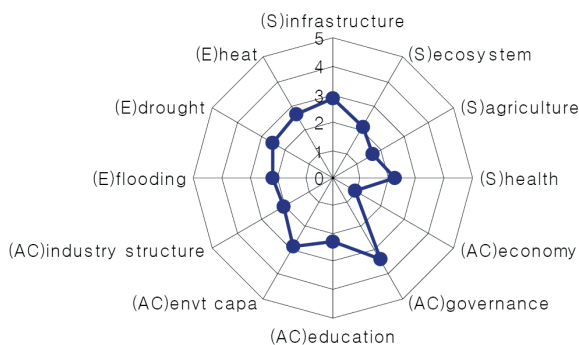
최종적으로 민감도, 기후노출, 적응능력 지수를 종합한 VRI값은 제주도, 충청남도, 인천, 경상남도 등의 도·시 및 해안지역이 낮은 것(취약성이 높음)으로 나타났고, 대전광역시, 서울특별시, 경기도 지역은 VRI값이 높은 것(기후변화 취약성이 낮음)으로 보고되었다. 전라북도는 충청북도, 전라남도, 광주광역시, 경상북도와 함께 취약그룹Ⅱ으로 분류되었다. 이 그룹은 적응능력은 중간정도이지만, 민감도와 기후노출 지수가 높은 특징을 보이고 있다.

VRI의 구성요소를 다이어그램으로 표현한 그림을 ‘취약성 분석도’라고 하는데, 취약성 분석도는 VRI를 구성하는 12개의 세부요소를 정량적으로 표현할 수 있다. 취약성 분석도는 민감도 변수(S), 기후노출 변수(E), 적응능력 변수(AC)로 구성되어 있으며, 각 요소별 해석방법은 다음표와 같다. 취약성 분석도는 해당지역의 적응대책 수립의 기본방향을 제시하는데 활용될 수 있다.

<표 4-20> 취약성 분석도 해석방법

변수	위치	분석값	VR 값	취약성
민감도 (S)	상위반원	5에 가까울수록	작아짐	커짐
기후노출 (E)	상위반원	5에 가까울수록	작아짐	커짐
적응능력 (AC)	하위반원	5에 가까울수록	커짐	작아짐

<그림 4-26>는 전라북도의 기후변화 취약성 분석도를 보여준다. 전라북도는 충청북도, 전라남도, 광주광역시, 경상북도와 함께 취약그룹Ⅱ로 분류되었다. 이 그룹은 기후노출(E)과 민감도(S)는 높지만 적응능력은 중간정도로 비교적 높은 취약성을 보였다. 전라북도는 적응능력(AC)의 지표중 경제력(economy)은 낮으나 거버넌스(governance)와 환경역량(envt capa)이 상대적으로 높은 특징을 보였다. 아무리 환경역량이 높아도, 이를 활용할 수 있는 경제적 역량이 있어야 정책수립이 가능하므로 경제적 적응능력의 증대가 필요하다고 제안하였다. 특히 기반시설(infrastructure)의 민감도가 높은 전라북도는 기반시설에 대한 점검 및 적응정책 수립이 우선적으로 필요하다고 보고하였다.



자료 : 유가영·김인에 (2008)

<그림 4-26> 전라북도 기후변화 취약성 분석도

3. 전라북도 시군별 VRI 평가

16개 지자체의 VRI분석 연구를 기반으로 전라북도 14개 시군에 대한 VRI를 산정하였다. 대리변수는 선행연구를 따랐으나 자료수집이 어려운 항목은 다른 대리변수를 적용하였다. 경제적 능력의 ‘GDP’의 경우 시군별 자료확보가 어려워 ‘예산규모’를, 교육에서 ‘지역내 총생산에 대한 교육지출’은 ‘예산규모에 대한 교육청예산’을, 환경역량에서 ‘단위면적당 SO_x배출량’은 ‘단위면적당 SO₂배출량’을 적용하였다. 호우, 가뭄, 폭서의 기상자료는 기상대 및 기상관측소의 해당시군(표 3-1)을 기준으로 적용하였다. 관할통계자료 출처와 수록기간은 <표 4-21>에 정리하였으며 조사된 기초통계는 <표 4-22>에 표본수의 평균값으로 정리하였다.

가. VRI 산정방법

1) 자료의 표준화

자료의 표준화 방법은 스케일재조정(re-scaling) 방법 중 다음의 Dimension Index 방법을 사용하였다.

$$DimensionIndex = \frac{Actual\ Value - Minimum\ Value}{Maximum\ Value - Minimum\ Value} \times 100$$

각 대리변수의 기능적 의미를 고려하여 차별적으로 점수를 부여하였다. 예를 들어 인간정주/기반시설의 상수도보급율(%)의 경우 값이 높을수록 민감도를 낮추는 대리변수이므로 통계자료(표 4-25)의 최대값을 표준화 단계에서 최소값으로, 통계자료의 최소값은 최대값으로 적용하였다.

2) 부호의 결정

카테고리 중 민감도, 기후노출은 음의 값(-)을 적응능력은 양의 값(+)을 적용하였다.

3) 연산

각 카테고리별 지수는 세부요소 대리변수들의 산술평균으로 계산하고, 이 결과를 다시 산술평균하여 계산하였다. 각 세부요소와 대리변수의 가중치는 적용하지 않았다.

관련식을 정리하면 다음과 같다(세부요소는 대리변수들의 산출평균이며 가중치는 고려하지 않았음).

$$\text{민감도지수}(SI) = \frac{\text{인간정주기반시설} + \text{생태계} + \text{농업} + \text{보건복지}}{4}$$

$$\text{적응능력지수}(AC) = \frac{\text{경제적능력} + \text{거버넌스} + \text{교육} + \text{환경역량} + \text{산업구조}}{5}$$

$$\text{기후노출지수}(EI) = \frac{\text{호우} + \text{가뭄} + \text{홍수}}{3}$$

VRI값은 민감도지수와 기후노출지수의 평균을 적응능력지수와 평균하여 산정하였다. 각 카테고리별 가중치는 적용하지 않았다. VRI산정값을 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{취약성탄력성지수}(VRI) = \frac{(SI + EI)/2 + AC}{2}$$

<표 4-21> 전라북도 14개시군 VRI분석을 위한 대리변수 자료출처

카테고리	세부요소	대리변수	출처	수록기간
민감도	인간정주/ 기반시설	상수도보급율(%)	각시군통계연보	2003~2007
		하수도보급율(%)	전북통계연보	2003~2007
		단위면적당도로길이(km/km ²)	전북통계연보	2003~2005
		시군이용면적중제방사용면적율(%)	전북통계연보	2003~2007
		1일 1인당 급수량(l)	각시군통계연보	2003~2007
		1~12월 저수율 평균(%)	농업기반시설 (월1일기준자료사용)	2004~2008
		3~10월 저수율 평균(%)		2004~2008
		4~6월 저수율 평균(%)		2004~2008
		해안선 길이(km)	전북통계연보	2002~2007
	생태계	관리되는 토지율(%)	전북통계연보	2003~2007
		경작지당 비료사용량(ton/ha)	전북통계연보	1996~2007
		시군면적 중 산림면적(%)	전북통계연보	2003~2007
		시군면적당임목축적(km ³ /km ²)*10 ⁶	전북통계연보	2003~2007
	농업	총인구 중 농가인구(%)	각시군통계연보	2003~2007
		농작지당 곡물생산(M/T)	각시군통계연보	2003~2007
	보건/복지	출산율(birth/woman)	국가통계포털	2005~2007
		기대여명	국가통계포털	1995~2007
		인구당 응급의료기관 수(개/백만 명)	전주응급의료정보센터 (www.ij-emc.or.kr)	2007
		인구당 건강보험 적용인구	전북통계연보	2003~2007
		인구당 보건소 인력 (*10,000)	전북통계연보	1995~2007
		인구중 기초생활수급자(%)	전북통계연보	2000~2007
		인구중 독거노인비율(%)	전북통계연보	2003~2006
적응능력	경제적 능력	예산규모(백만원)	전북통계연보	1997~2007
		재정자립도(%)	전북통계연보	1997~2007
	거버넌스	인구당 공무원수(*1000)	전북통계연보	1995~2007
	교육	성인문자해독율(%)	한국환경·정책평가연구원 연구보고서(2008)	-
		의무교육적령아동취학율(%)	각시군통계연보	2003~2006 2007(정읍시,무주군, 진수군,고창군)
		예산규모에 대한 교육청예산(%)	각시군교육청	2008~2009 2006~2007(임실군) 2008(익산시)
	환경역량	인구밀도(명/km ²)	전북통계연보	1996~2007
		단위면적당 SOx배출량 (ton/km ²)	국립환경연구원 CAPSS	2003~2004
		관리되지 않는 토지율(%)	전북통계연보 (임야/시군면적*100)	2003~2007
	산업구조	(1차+2차 산업) /(1+2+3차 산업)*100 (%)	전북통계연보	1996~2000, 2002~2007
기후노출	호우	일강수량이 80mm이상인 날의 횟수(평균)	기상청	1988~2008
		일강수량이 80mm이상인 날의 횟수(최고값)	기상청	1988~2008
		1일 동안의 최대강수량(mm)	기상청	1988~2008
	가뭄	연속적인 무강수일수의 최대값(일)	기상청	1988~2008
	혹서	일최고기온이 33C이상인 날의 횟수(평균)	기상청	1988~2008
		일최고기온이 33C이상인 날의 횟수(최고값)	기상청	1988~2008
		일최저기온이 25C이상인 날의 횟수(평균)	기상청	1988~2008
		일최저기온이 25C이상인 날의 횟수(최고값)	기상청	1988~2008

<표 4-22> 전라북도 14개 시군 VR분석을 위한 대리변수 기초통계량

카테고리	세부요소	대리변수	표본수	평균	전주	군산	익산	정읍	남원	김제	완주	진안	무주	장수	임실	순창	고창	부안
민감도	인간정주 기반 시설	상수도보급률(%)	5	64.73	97.18	89.80	88.12	84.48	61.78	72.54	30.09	45.73	55.59	42.26	40.96	38.05	61.79	97.86
		하수도보급률(%)	5	48.41	94.88	82.12	80.06	51.84	62.53	38.61	30.94	48.96	31.47	41.93	30.08	26.18	31.15	27.00
		단위면적당도로 길이(km/km ²)	3	1.01	2.23	1.91	1.52	0.89	0.83	1.07	0.56	0.62	0.51	0.83	0.82	0.73	0.80	0.89
		시군이용면적중 제방이용면적율(%)	5	2.53	7.81	2.91	3.46	3.87	2.66	3.40	1.82	0.81	0.46	0.75	1.04	1.69	1.96	2.84
		1일 1인당 급수량(l)	5	381.52	399.00	491.83	387.83	340.08	349.87	230.24	373.13	282.25	545.01	364.30	449.90	286.69	433.44	455.66
		1~12월 저수율 평균(%)	60	75.77	73.74	67.63	84.83	71.29	83.74	73.93	64.08	80.59	79.95	69.90	83.31	83.84	72.37	71.61
		3~10월 저수율 평균(%)	40	76.78	75.57	67.75	84.01	72.96	84.21	75.29	66.07	83.40	83.21	71.06	81.13	85.04	74.10	71.08
		4~6월 저수율 평균(%)	15	79.87	82.59	69.07	89.07	76.59	86.06	75.18	62.21	88.62	87.37	75.49	83.44	88.76	81.52	72.25
		해안선 길이(km)	6	37.23	-	216.81	-	-	-	37.50	-	-	-	-	-	-	78.60	188.27
		관리되는 토지율(%)	5	46.74	65.03	78.43	76.62	52.96	35.63	77.70	27.19	20.97	18.04	23.82	30.15	33.50	55.54	58.81
생태계	경적지단 비료사용량 (ton/ha)	경적지단 비료사용량 (ton/ha)	12	0.42	0.45	0.37	0.38	0.43	0.41	0.48	0.41	0.33	0.40	0.43	0.40	0.39	0.48	0.50
		시군면적 중 산림면적(%)	5	52.23	31.50	21.73	24.21	47.09	63.39	17.33	72.36	76.93	82.22	76.23	69.89	66.71	39.15	42.47
		시군면적당임목 축적량(km ³ /km ²)*10 ⁶	5	4.52	2.30	2.02	2.06	4.51	7.00	1.57	5.08	5.77	7.62	7.05	5.31	5.92	3.78	3.29
		총인구 중 농가인구(%)	5	31.03	2.70	9.01	12.21	25.13	31.93	35.03	33.09	40.69	40.28	43.73	42.23	44.53	41.68	32.19

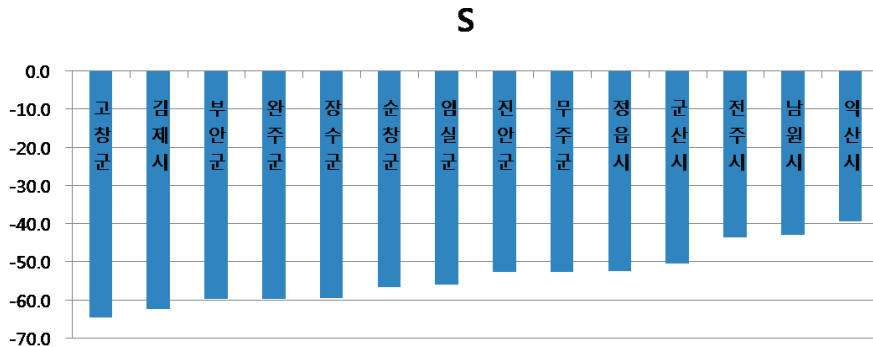
지역이름	환경 역할	농작지당 곡물생산(WT)	4	62,682.43	21,125.65	80,568.65	117,088.35	91,065.29	73,970.75	163,440.90	37,888.10	17,293.33	12,237.13	20,332.00	31,556.65	38,382.00	83,121.25	90,667.98
		출산율 (birth/ woman)	3	1.33	1.19	1.25	1.27	1.21	1.30	1.29	1.51	1.39	1.62	1.42	1.30	1.44	1.28	1.14
		기대여명	13	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51	76.51
		인구당 음식의료기관 수(개/백만 명)	1	10.65	6.38	11.40	12.62	15.93	22.25	20.26	11.83	-	-	-	-	-	16.28	32.10
		인구당 간강모형 저용인구	5	0.84	0.89	0.88	0.90	0.82	0.86	0.82	0.88	0.82	0.83	0.81	0.84	0.83	0.82	0.82
		인구당 보건소 인력 (*10,000)	13	8.73	1.09	2.52	2.02	4.25	5.21	4.25	5.70	12.55	18.23	21.15	16.42	17.92	5.34	5.64
		인구중 기초생활수급자 (%)	8	7.60	3.54	5.69	5.38	8.66	8.19	10.03	7.77	7.49	9.59	8.11	8.52	7.09	7.48	8.81
		인구중 독거노인비율 (%)	4	3.79	0.89	2.23	2.16	3.82	2.74	4.01	3.43	3.64	4.64	3.70	6.63	5.60	6.16	3.46
		경제적 능력	11	231,415.18	584,831.91	358,760.18	427,037.09	264,903.18	221,686.64	237,819.27	170,697.82	141,075.82	114,436.00	106,615.91	139,851.82	122,065.64	188,197.91	161,823.27
		거버 넌스	11	20.89	56.42	33.82	33.65	17.32	16.29	17.51	23.89	12.08	18.05	12.72	12.52	11.03	11.13	16.10
지역이름	교육	인구당 공무원수(*1000)	13	8.38	2.65	4.20	3.70	5.63	7.71	6.72	6.35	13.39	13.36	13.20	12.85	12.80	7.46	7.23
		성인문자해독율 (%)	22	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93	97.93
		의무교육적령아 동취학율(%)	4	92.40	91.45	93.30	92.06	90.00	97.35	92.78	92.33	90.70	89.00	86.55	95.35	98.80	90.00	94.00
		예산규모에 대한 교육경예산 (%)	2	4.73	6.94	7.17	5.96	6.16	3.66	5.88	5.87	3.59	3.22	2.95	2.17	3.84	4.52	4.34
		인구밀도 (명/km ²)	12	396.61	2,999.39	718.29	649.05	207.01	134.00	206.86	103.69	40.77	45.33	53.26	61.35	69.00	117.95	146.58

	단위면적당 SO _x 배출량 (ton/km ²)	2	5.51	22.24	42.71	5.38	1.64	0.79	1.37	1.08	0.08	0.11	0.15	0.40	0.30	0.51	0.35
		5	53.26	34.97	21.57	23.38	47.04	64.37	22.30	72.81	79.03	81.96	76.18	69.85	66.50	44.46	41.19
		10	13.00	11.09	8.72	9.41	12.12	11.61	13.16	14.72	13.42	16.15	10.28	16.33	14.93	17.04	13.07
산업 구조	(1차+2차 산업) /(1+2+3차 산업)*100 (%)	21	1.93	1.86	1.86	1.86	1.67	2.24	1.86	1.86	1.86	1.86	2.43	1.81	2.24	1.67	2.00
	일강수량이 80mm이상의 날의 횟수(평균)	21	5.36	4.00	7.00	7.00	5.00	6.00	7.00	4.00	4.00	4.00	7.00	4.00	6.00	5.00	5.00
	일강수량이 80mm이상의 날의 횟수(최고값)	21	117.22	121.95	113.91	113.91	112.77	114.86	113.91	121.95	121.95	121.95	115.81	117.61	114.86	112.77	122.81
기름	1일 동안의 최대강수량(mm)	21	11.17	11.02	11.79	11.79	10.96	11.14	11.79	11.02	11.02	11.02	10.53	10.74	11.14	10.96	11.50
	연속적인 무강수일수의 최대값(일)	21	12.35	17.52	5.38	5.38	16.86	16.52	5.38	17.52	17.52	17.52	1.52	7.29	16.52	16.86	11.05
	일최고기온이 33.00이상의 날의 횟수(평균)	21	32.07	40.00	26.00	26.00	40.00	31.00	26.00	40.00	40.00	40.00	12.00	26.00	31.00	40.00	31.00
황서	일최고기온이 33.00이상의 날의 횟수(최고값)	21	5.29	8.90	7.81	7.81	5.05	0.95	7.81	8.90	8.90	8.90	-	-	0.95	5.05	3.05
	일최저기온이 23.00이상의 날의 횟수(평균)	21	16.93	22.00	33.00	33.00	15.00	5.00	33.00	22.00	22.00	22.00	-	-	5.00	15.00	10.00
	일최저기온이 23.00이상의 날의 횟수(최고값)	21															

기 후 조 절

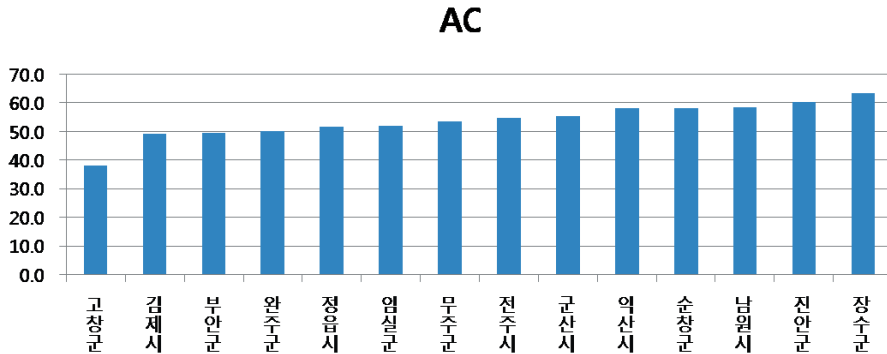
나. 카테고리별 계산결과

<그림 4-27>은 민감도지수(S)를 산정한 결과를 보여준다. 고창과 김제의 경우 기후 변화에 의한 민감도가 가장 높은 것으로 산정되었으며, 익산, 남원, 전주의 경우 타지역에 비해 민감도가 낮은 것으로 나타났다. 고창은 전반적으로 변수가 높은 값을 보였으며, 김제는 생태계 변수가 매우 민감한 것으로 분석되었다. 전주, 익산이 민감도가 낮은 것은 기반시설이 잘 정비되어 있고, 농업의존도가 낮으며, 보건복지 시설이 상대적으로 우수하기 때문인 것으로 분석된다. 남원의 경우 생태계 변수가 상대적으로 우수한 것으로 나타났다.



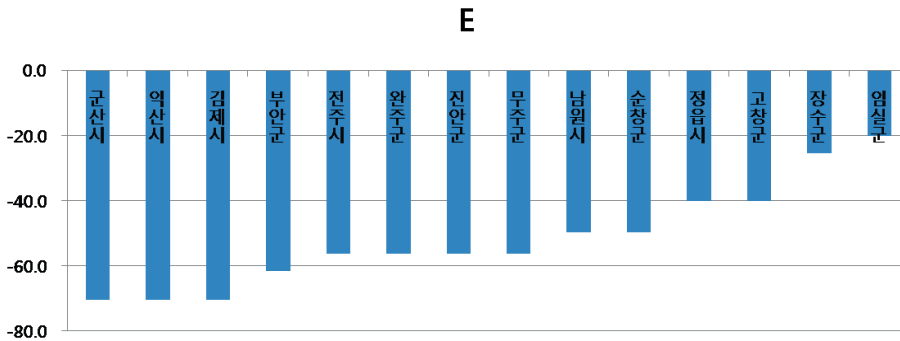
<그림 4-27> 전라북도 시군별 민감도 지수분포

적응능력지수(AC)를 산정한 결과를 <그림 4-28>에 나타내었다. 고창이 기후변화에 대한 적응능력이 가장 낮았으며, 장수와 진안의 경우 타지역에 비해 적응능력이 높은 것으로 나타났다. 장수와 진안은 거버넌스와 환경역량 지표가 상대적으로 높은 것으로 분석되었다. 김제, 완주, 부안, 정읍은 적응능력이 낮은 그룹으로 남원, 순창, 익산, 군산의 경우 상대적으로 적응능력이 높은 그룹으로 분류되었다.



<그림 4-28> 전라북도 시군별 적응능력 지수분포

<그림 4-29>은 기후노출 지수(E)를 산정한 결과를 보여준다. 군산, 익산, 김제가 상대적으로 높은 기후노출 값을 보였는데 전반적으로 세부요소별 값이 높았지만 가뭄관련 변수가 특히 높게 산정되었다. 3지역의 기후노출지수가 같은 값을 보인 것은 익산, 김제의 기상자료는 군산 기상대의 자료를 적용했기 때문이다. 장수와 임실은 가뭄과 혹서변수가 상대적으로 낮은 값을 보였다.



<그림 4-29> 전라북도 시군별 기후노출 지수분포

각 요소를 고려하여 최종 VRI를 산정한 결과를 <표 4-23>과 <그림 4-30>에 나타내었다. 전체적으로 해안가 지역인 김제, 고창, 부안, 군산 지역이 상대적으로 취약성이 높은 것으로 나타났으며, 동부권의 장수, 임실, 남원은 상대적으로 취약성이 낮은

것으로 분석되었다. 김제는 민감도, 기후노출이 높고 적응능력이 낮아 모든 측면에서 기후변화에 취약한 것으로 나타났다. 부안도 김제와 비슷한 경향이다. 고창과 완주의 경우 기후노출은 상대적으로 낮으나, 민감도가 높고 적응능력은 낮아 취약성이 높게 산정되었다.

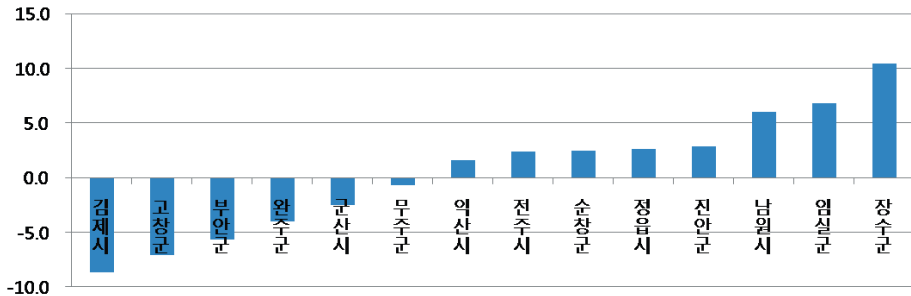
군산, 익산은 기후노출이 높으나 민감도는 낮고 적응능력이 중간인 것으로 나타나 중간정도의 취약성을 보였다. 전주는 기후노출에 비해 민감도가 낮고 적응능력이 높아 상대적으로 중간정도의 취약성을 보이는 것으로 분석되며, 같은 경향으로 남원은 취약성이 낮은 것으로 나타났다.

무주, 정읍, 순창의 경우 민감도와 기후노출이 중간정도이면서 중간정도의 적응능력을 보여 중간정도의 취약성을 보였으며, 진안의 경우 높은 적응능력으로 취약성이 낮은 것으로 나타났다. 임실과 장수는 기후노출이 낮아 취약성이 낮은 것으로 분석되었다. 각 세부요소별 특성은 취약성 분석도에 나타내었다.

<표 4-23> 전라북도 14개시군 VRI 산정결과

순위	S (민감도) 높은순위	E (기후노출) 높은순위	AC (적응능력) 낮은순위	VRI 순위	
1	고창군	군산시	고창군	김제시	취약성 높음
2	김제시	익산시	김제시	고창군	
3	부안군	김제시	부안군	부안군	
4	완주군	부안군	완주군	완주군	
5	장수군	전주시	정읍시	군산시	
6	순창군	완주군	임실군	무주군	
7	임실군	진안군	무주군	익산시	
8	진안군	무주군	전주시	전주시	
9	무주군	남원시	군산시	순창군	
10	정읍시	순창군	익산시	정읍시	
11	군산시	정읍시	순창군	진안군	취약성 낮음
12	전주시	고창군	남원시	남원시	
13	남원시	장수군	진안군	임실군	
14	익산시	임실군	장수군	장수군	

VRI



<그림 4-30> 전라북도 시군별 VRI 분포

다. 시군별 취약성 분석도

<표 4-20>에는 취약성 분석도 해석방법에 대해 설명하였다. 전라북도 14개시군의 취약성 분석도를 작성한 결과 5개 그룹으로 분류하였다.

그룹1에 속하는 김제와 부안은 민감도와 기후노출이 높고, 적응능력이 낮은 특성을 보인다. 김제의 경우 기후변화에 의해 가뭄에 취약하고 생태계가 민감한 반면에 전반적으로 적응능력이 낮다. 부안군은 전반적으로 김제시와 유사한 세부요소별 특성을 보인다.



※ (S)나 (E)의 경우 5에 가까울수록 VRI를 낮추고 (취약성 높임), AC의 경우는 0에 가까울수록 VRI를 낮춤 (취약성 높임)

<그림 4-31> 전라북도 그룹1 취약성 분석도

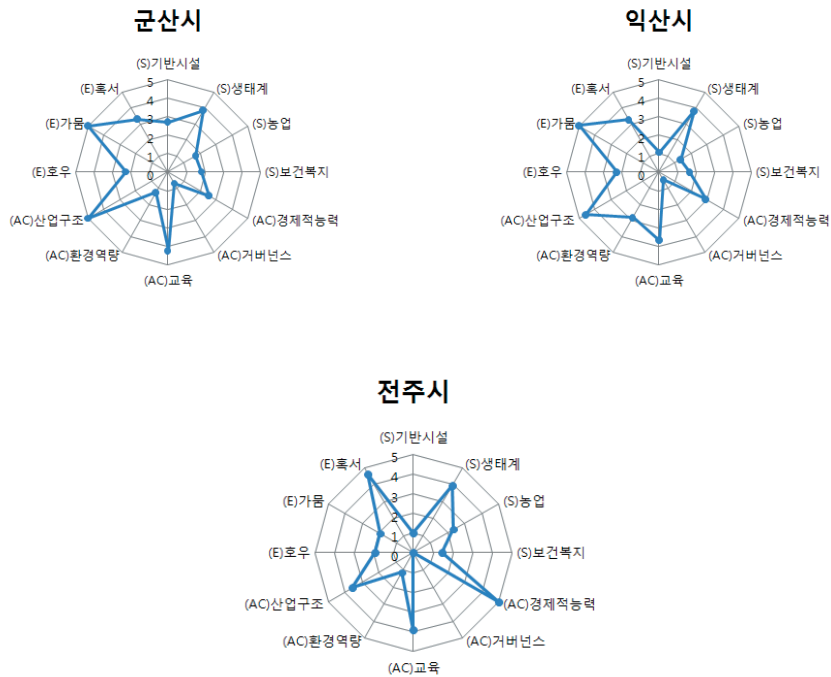
그룹2에 속하는 완주와 고창은 민감도가 높고 적응능력이 낮아 기후변화에 대한 취약성이 높으나 기후노출이 상대적으로 낮은 특성을 보인다. 고창의 경우 혹서를 제외한 기후노출이 상대적으로 낮지만, 전라북도 14개 시군중 민감도가 가장 높고, 적응능력이 가장 낮아 기후변화에 대한 취약성이 높은 것으로 분석되었다.



※ (S)나 (E)의 경우 5에 가까울수록 VRI를 낮추고 (취약성 높임), AC의 경우는 0에 가까울수록 VRI를 낮춤 (취약성 높임)

<그림 4-32> 전라북도 그룹2 취약성 분석도

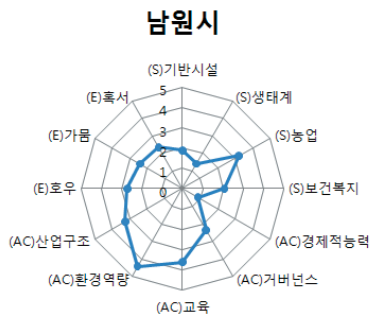
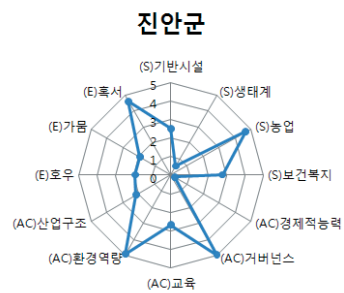
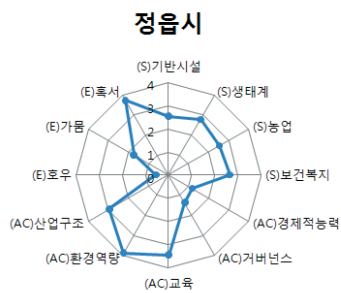
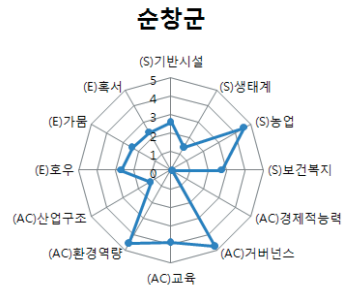
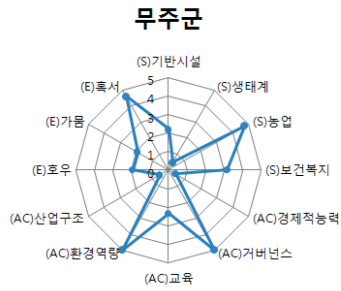
그룹3에 속하는 군산, 익산, 전주는 기후노출이 높고 기반시설이 잘 구축되어 민감도가 낮고, 적응능력도 높아 중간정도의 취약성을 보인다. 시권역의 특징을 보이는 그룹3는 생태계 부문에서 민감도가 높았으며, 교육, 산업구조, 경제적 능력에서 적응능력이 높으나 거버넌스와 환경역량은 낮은 것으로 나타났다.



※ (S)나 (E)의 경우 5에 가까울수록 VRI를 낮추고 (취약성 높임), AC의 경우는 0에 가까울수록 VRI를 낮춤 (취약성 높임)

<그림 4-33> 전라북도 그룹3 취약성 분석도

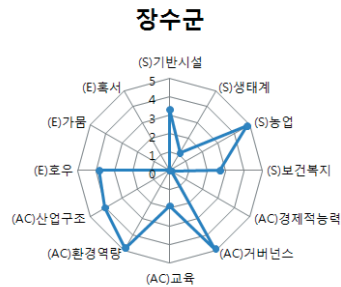
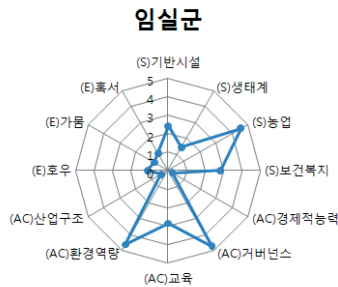
그룹4에 속한 무주, 순창, 정읍, 진안, 남원의 경우 민감도가 중-하이고, 기후노출이 중간정도이며, 적응능력은 중-상의 특징을 보여 전체적으로 중간정도의 취약성을 보인다. 그룹4는 농업에 민감도가 상대적으로 높으며, 환경역량은 크나 경제적 능력이 약한 특징을 보인다.



※ (S)나 (E)의 경우 5에 가까울수록 VR을 낮추고 (취약성 높임), AC의 경우는 0에 가까울수록 VR을 낮춤 (취약성 높임)

<그림 4-34> 전라북도 그룹4 취약성 분석도

그룹5에 속한 임실과 장수의 경우 기후노출이 낮아 기후변화에 대한 취약성이 전라북도 내 타시군에 비해 상대적으로 낮은 것으로 분석되었다.



※ (S)나 (E)의 경우 5에 가까울수록 VRI를 낮추고 (취약성 높임), AC의 경우는 0에 가까울수록 VRI를 낮춤 (취약성 높임)

<그림 4-35> 전라북도 그룹5 취약성 분석도

라. 분석의 한계점

본 연구에서는 지자체 차원의 대리변수를 선정한 것이 아니라 선행연구의 지표를 근간으로 연구가 이루어졌다. 취약성 결과값은 전라북도 14개 시군간의 상대적인 비교값으로 타 지자체와 비교가능한 절대값이 아니다.

선정지표는 간접적으로 기후변화를 나타내는 보조자료이며 정책결정을 위한 절대적인 척도가 될 수는 없다. 또한, 각 대리변수에 대한 가중치가 부여되지 않았으며 가중치 결과에 따라 민감도, 적응능력, 기후노출의 순위는 변경된다. 국가차원의 지표에 대한 개발은 진행중이며 지자체 차원에서 활용이 가능한 지표연구가 필요할 것이다. 따라서, 본 연구에서는 상향식, 하향식, 지표식 방법을 종합적으로 분석하여 시군별 취약성 분석결과를 정리하였다.

제 4 절 전라북도 기후변화 취약성 분석(종합)

1. 전라북도 기상특성 및 기후변화예측

가. 기상특성

- 최근 35년간 기상자료를 분석한 결과 전라북도 기온은 측정망별 강도의 차이는 있으나 전반적으로 증가하는 경향(연평균기온 35년간 0.5℃증가)을 보임
- 생활기온과 관련한 지표(서리일수, 연극한기온차, 성장계절기간 등)의 변화는 기온증가에 의한 결과를 반영하고 있음
- 강수량과 강수강도가 증가하여 홍수에 대한 잠재력이 증가하는 동시에, 가뭄지표도 증가하고 있음
 - 최근 10년(1996~2005년) 전라북도 연강수량은 과거 평년값(1971~2000년)인 1282.8mm에서 1447.0mm로 13% 증가하여 우리나라 증가율(11%)보다 높은 증가율을 보임
 - 연강수량, 강수일수, 5일 최대강수량, 강수강도지수, 95분위수 이상의 강수현상이 모두 증가하여 홍수발생의 잠재력이 증가하고 있음
 - 최대무강우일수가 증가하는 경향을 보여 가뭄발생의 잠재력도 증가하고 있음

나. 기후변화예측

- 기후변화정보센터(www.climate.go.kr) 전자기후도의 8월 최고기온을 관측평년값, 2040s(2011~2040년), 2070s(2041~2070년), 2100s(2071~2100년) 미래예측평년값으로 비교하였음 (A2 시나리오)
- 전반적으로 동부산악권에 비해 해안과 내륙의 온도상승이 큰 것으로 예측되었으며, 2070s의 온도증가가 가장 큰 것으로 전망됨 (2040s 기간동안 평년대비 약 1.5℃가 증가하고, 2070s의 경우 평년대비 약 3.5℃ 증가예측)
- 지역으로는 고창, 정읍, 전주, 완주지역을 축으로 타 시군지역에 비해 상대적으로 평년값이 높은 것으로 나타났으며 공간패턴의 큰 변화는 없는 것으로 예측됨

- 국립기상연구소의 한반도 온도변화 예측결과에 따르면, A1B 시나리오 적용시 평년(1971~2000)에 비해 21세기말 (2071~2100) 전반적으로 온도는 3.3~3.6℃ 강수량은 약 5~10% 증가(고창, 정읍의 일부지역에서는 0~5%증가)할 것으로 보고함
- 아열대기후구 변화전망에 따르면, 전라북도의 경우 해안지역과 동부산악지역이 아열대기후 전이지역으로 점차 기후구가 상승할 것으로 보고함
- 국립기상연구소의 연구에 따르면 우리나라 계절변화는 점차 여름이 길어지고 겨울은 짧아질 것으로 보고하였음
- 전주의 경우 2090년대에는 겨울 지속기간에 영향을 미치고 있는 봄 시작일은 2월 초이며, 여름 지속기간에 영향을 미치는 여름 시작일은 5월 초로 보고하였음

2. 전라북도 부문별 취약성 분석

최근 국내에서 기후변화 취약성 관련 연구가 진행되고 있는 상황이나 전라북도 차원의 직접적인 기후변화 영향조사 및 예측연구는 절대적으로 부족한 현실임

가. 생태계 부문

- 전라북도는 강원도 백두대간, 충북지역과 함께 잠재식생분포의 취약성이 높은 것으로 보고됨
- 산림생태계의 경우 전라북도 동부권은 대규모 식생의 이동이 초래될 것으로 보고됨
- 특히, 활엽수림지역의 면적이 증가하고 침엽수림 면적은 줄어들 전망이어서, 특정 종들은 멸종위기에 처할 수 있음
- 산림생태계와 연관하여 시장, 물 공급, 에너지 생산(예 : 바이오연료) 등에 영향을 줄 수 있음
- 생물기후권역 구분도에 따르면 전라북도는 크게 4개의 권역[서해안권역(Index 14), 중부내륙권역(Index 2), 남부내륙권역(Index 3), 동부산악권(Index 4)]으로

구분할 수 있음

- 군산, 김제, 고창, 부안의 서해안권역은 해수면 상승, 해수온도 상승, 조류의 변화에 영향을 받을 수 있음

나.물관리 부문

1) 홍수

- 최근 10년간 전라북도 자연재해 피해 평균금액이 약 1,110억원으로, 1988~1997년에 비해 (2007년 불변가격) 약 7.5배 높은 것으로 나타남
- 전라북도 시설별 자연재해 피해액 규모를 보면 공공시설과 기타시설이 가장 큰 부분을 차지하였음 (2002년에는 태풍 루사, 2005년에는 대설로 인한 피해가 가장 큼)
- 전라북도 우심피해 발생빈도는 고창, 군산, 완주 순으로 높았으며, 전주, 익산은 상대적으로 낮았으나, 피해액은 무주, 고창, 진안, 남원 순으로 높았음
- 전라북도는 한강중하류(적응력은 높으나 민감도와 노출이 매우 큼), 낙동강, 섬진강, 영산강유역의 남쪽 유역 등의 타지역에 비해 홍수 취약성이 상대적으로 낮은 것으로 보고됨
- 2025s (2011~2045년) 기간동안 일 강수량이 80mm 이상인 강수일수는 만경강(금강 중권역 3301), 동진강(금강 중권역 3302), 용담댐 하류(금강 중권역 3002), 주진천(영산강 중권역 5301) 유역에서 전라북도 타지역에 비해 크게 증가할 것으로 보고됨
- 2065s (2051~2080년) 기간동안 일강수량이 80mm 이상인 날의 수는 전라북도 전유역에서 증가하는 경향을 보이고 일 강수량이 1mm 이상인 강수일수는 감소할 것으로 보고됨
- 2025s와 2065s 기간동안 1일 동안의 최대강수량과 연 최대일유출량이 금강유역에서 증가할 것으로 보고됨
- 지표 변동성 결과를 볼 때 전라북도는 향후 금강권역(만경강, 동진강, 용담댐 하류)과 고창지역에 속하는 영산강권역(주진천)을 중심으로 홍수지표들이 증가할 것으로 보고됨

2) 가뭄

- 전라북도 가뭄피해는 1994~1995년과 2008~2009년 비상급수를 실시한 바가 있으며, 진안, 남원, 완주 순으로 비상급수 건수가 많았음
- 전라북도는 한강 중하류유역, 낙동강 일부유역에 비해 상대적으로 가뭄에 대한 취약성이 낮은 것으로 보고됨
- 2025s 기간동안 연속적인 무강수일수의 평균이 동진강, 주진천 유역에서 전라북도내 타지역에 비해 크게 증가할 것으로 보고됨
- 2025s와 2065s 기간동안 연강수량은 금강권역[직소천 (금강 중권역) 제외]에서 증가하고, 섬진강권역에서 감소하는 경향을 보임
- 전라북도 지역에서는 만경강, 동진강, 무주남대천 유역이 도내 타유역보다 가뭄에 대한 취약성이 높을 것으로 보고됨

다. 건강 부문

- 전라북도 매개체 질병 발생률을 보면 쓰쓰가무시증은 전국에서 발병률이 가장 높았으며, 랩토스피라증, 신증후군출혈열의 발병률은 전국에서 2번째로 높아 매개체 질환에 상대적으로 취약한 것으로 나타남
- 전라북도 시군별 말라리아 환자수와 발생률을 보면, 전주, 익산, 군산 순으로 시권역에서 말라리아 환자 발생수가 많았으나, 발병률은 고창, 김제, 완주 순으로 높았음
- 쓰쓰가무시증은 전주, 익산, 정읍, 남원 순으로 환자 발생건수가 많았으나, 발병률은 순창, 무주, 장수 순으로 높았음
- 랩토스피라증은 남원이 누적환자수와 발병률이 가장 높았음
- 신증후군출혈열은 남원, 익산, 전주 순으로 환자발생이 많은 것으로 조사되었으며, 발병률도 남원이 가장 높은 것으로 나타남
- 전라북도 일사병 및 열사병 환자수 추이는 2003년 이후 지속적으로 증가하다 2008년 급격히 증가하는 경향을 보였음 (시군별 발병률은 임실, 무주가 높았으나 발생 환자수는 전주, 군산, 익산, 정읍 순으로 많음)

- 건강 부문 취약성은 인구집단에 고르게 나타나지 않으며, 지리적인 요인보다는 사회경제적인 요인이 더 크게 작용하므로, 전라북도 건강 부문 취약성은 사회경제적 약자인 기초생활수급자와 신체적 약자인 노인 비율을 조사하여 기후변화 취약성 간접적으로 예측하였음
- 전라북도 기초생활수급자 비율은 2002~2007년 평균 6.21%로 전남 다음으로 비율이 높았으며, 노인인구의 경우 전남, 충남, 경북 다음으로 비율이 높아 상대적으로 타지자체에 비해 기후변화로 인한 질병에 취약할 것으로 예측됨
- 전라북도 시군별 기초생활수급자 비율은 김제, 무주, 부안 순으로 높게 나타남
- 전라북도 시군별 노인인구 비율을 분석한 결과 임실, 순창, 진안, 무주, 장수, 고창, 부안 순으로 주로 군단위 지역에서 높게 나타남

라. 산업 부문

○ 농업

- 전라북도 평야지역에 해당하는 차령남부평야지대는 2080s(2081~2090) 기간동안 평년대비 13.9% 벼 생산량이 감소하는 것으로 보고됨 (CERES-Rice 모델과 A2 시나리오의 온실가스 증가에 따른 미래 벼 생산 취약성 예측결과)
- 기후변화가 과수에 미치는 영향은 병충해 증가와 함께 재배 주산지의 변화가 대표적이며, 전라북도에서 사과, 배의 경우 만개일이 점차 빨라지고 있으며, 재배적지가 점차 북상하면서 동시에 축소되고 있음
- 채소의 경우 이상고온에 의한 병해충과 생산성 증가의 영향들이 나타나고 있으나, 오이, 호박, 풋고추 등의 시설채소는 상대적으로 출하량이 집중되어 가격하락이 나타남
- 겨울철 고온으로 시설과채류는 수량이 5%정도 증수될 것으로 추정하였고, 시설하우스의 겨울철 난방 에너지를 절약할 수 있음
- 소, 돼지, 가축의 경우 고온에 의한 영향이 예상되나 정량적인 예측을 위한 연구가 필요함

○ 일반산업

- 기후변화로 인한 일반산업의 취약성은 어업, 관광, 물산업, 에너지, 건축 및 기반시설, 농업, 임업 분야로 다양하게 영향을 미칠 것으로 예상되나, 지역차원의 사회경제적 요인을 고려한 체계적이고 과학적인 연구가 필요함

3. 지표를 이용한 전라북도 취약성 분석

가. 광역지자체별 VRI분석

- 민감도, 기후노출, 적응능력 카테고리별 대리변수를 종합하여 16개 광역지자체의 VRI를 분석한 결과 전라북도의 특성은 다음과 같음 (유가영 · 김인애, 2008)
- 전라북도는 충청북도, 전라남도, 광주광역시, 경상북도와 함께 기후노출(E)과 민감도(S)는 높지만 적응능력은 중간정도로 비교적 높은 취약성을 보이는 것으로 보고됨
- 전라북도는 적응능력(AC)의 지표중 경제력(economy)은 낮으나 거버넌스(governance)와 환경역량(envt capa)이 상대적으로 높은 특징을 보였음

나. 전라북도 시군별 VRI분석

- 민감도, 기후노출, 적응능력 카테고리별 대리변수를 종합하여 전라북도 시군별 VRI를 분석한 결과 그룹별 특성은 다음과 같음
- 1) 그룹 1 : 김제, 부안
 - 민감도와 기후노출이 높고, 적응능력이 낮은 특성을 보임
- 2) 그룹 2 : 고창, 완주
 - 민감도가 높고 적응능력이 낮아 기후변화에 대한 취약성이 높으나 기후노출이 상대적으로 낮은 특성을 보임
 - 고창의 경우 혹서를 제외한 기후노출이 상대적으로 낮지만, 전라북도 14개 시군중 민감도가 가장 높고, 적응능력이 가장 낮아 기후변화에 대한 취약성

이 높은 것으로 분석됨

3) 그룹 3 : 군산, 익산, 전주

- 기후노출이 높고 기반시설이 잘 구축되어 민감도가 낮고, 적응능력도 높아 중간정도의 취약성을 보임
- 생태계 부문에서 민감도가 높았으며, 교육, 산업구조, 경제적 능력에서 적응능력이 높으나 거버넌스와 환경역량은 낮은 것으로 나타남

4) 그룹 4 : 무주, 순창, 정읍, 진안, 남원

- 민감도가 중-하이고, 기후노출이 중간정도이며, 적응능력은 중-상의 특징을 보여 전체적으로 중간정도의 취약성을 보임
- 농업에 민감도가 상대적으로 높으며, 환경역량은 크나 경제적 능력이 약한 특징을 보임

5) 그룹 5 : 임실, 장수

- 기후노출이 낮아 기후변화에 대한 취약성이 타시군에 비해 상대적으로 낮은 것으로 분석됨

4. 전라북도 시군별 취약성 평가 종합

<표 4-24>는 본 연구에서 조사된 전라북도 시군별 기후변화 취약성 결과를 보여준다. 이 결과는 시군별 취약성의 일부분만을 제시하고 있으며, 추가적인 취약성 평가를 위한 지속적인 연구가 더 필요하다. 시군별 취약성 평가결과를 요약하면 다음과 같다.

○ 전라북도

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																										
○ 기온 : 연평균기온 0.5℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 45mm/10년 상승		Jeollabuk-do <table border="1"><caption>Jeollabuk-do Vulnerability Data (Estimated)</caption><thead><tr><th>Sector</th><th>Vulnerability Score (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td>(S)infrastructure</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(S)ecosystem</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(S)agriculture</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(S)health</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)economy</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)governance</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)education</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)envt capa</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)industry structure</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(E)flood</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(E)drought</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(E)heat</td><td>2.0</td></tr></tbody></table>	Sector	Vulnerability Score (0-5)	(S)infrastructure	3.5	(S)ecosystem	3.0	(S)agriculture	2.5	(S)health	2.0	(AC)economy	2.5	(AC)governance	2.0	(AC)education	2.0	(AC)envt capa	2.0	(AC)industry structure	2.0	(E)flood	2.0	(E)drought	2.0	(E)heat	2.0
Sector	Vulnerability Score (0-5)																											
(S)infrastructure	3.5																											
(S)ecosystem	3.0																											
(S)agriculture	2.5																											
(S)health	2.0																											
(AC)economy	2.5																											
(AC)governance	2.0																											
(AC)education	2.0																											
(AC)envt capa	2.0																											
(AC)industry structure	2.0																											
(E)flood	2.0																											
(E)drought	2.0																											
(E)heat	2.0																											
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																												
생태계	○ 동부권 산림생태계 취약성 예상 ○ 서해안권 취약성 예상																											
물관리	○ 최근 10년간 자연재해 피해 평균금액이 약 7.5배 증가 ○ 홍수/가뭄 부문적 취약성 예상																											
건강	○ 매개체 질환에 취약함 ○ 일사병 및 열사병 환자수 증가 ○ 사회경제적/신체적 약자비율 높음																											
산업	○ 벼생산량 감소 예상																											
지표특성	○ 기후노출(E), 민감도(S)는 높음 ○ 적응능력 중간 (경제력 낮고, 환경역량/거버넌스 높음)																											

○ 전주시

기후특성 (과거 47년간)		취약성 분석도																										
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 54mm/10년 상승		전주시 <table border="1"><caption>전주시 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>분야</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td>(S)기반시설</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(S)보건복지</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(E)폭서</td><td>2.0</td></tr></tbody></table>	분야	취약성 점수 (0-5)	(S)기반시설	4.0	(S)생태계	3.0	(S)농업	2.0	(S)보건복지	2.0	(AC)경제적능력	2.0	(AC)거버넌스	2.0	(AC)교육	2.0	(AC)환경역량	2.0	(AC)산업구조	2.0	(E)호우	2.0	(E)가뭄	2.0	(E)폭서	2.0
분야	취약성 점수 (0-5)																											
(S)기반시설	4.0																											
(S)생태계	3.0																											
(S)농업	2.0																											
(S)보건복지	2.0																											
(AC)경제적능력	2.0																											
(AC)거버넌스	2.0																											
(AC)교육	2.0																											
(AC)환경역량	2.0																											
(AC)산업구조	2.0																											
(E)호우	2.0																											
(E)가뭄	2.0																											
(E)폭서	2.0																											
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																												
생 태 계	-																											
물 관 리	-																											
건 강	-																											
산 업	-																											
지표특성	생태계 민감, 환경역량/거버넌스 낮음, 폭서 노출																											

○ 군산시

기후특성 (과거 40년간)		취약성 분석도																														
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 36mm/10년 상승 R95T 2.7%/10년 상승		군산시 <table border="1"><caption>군산시 취약성 분석도 데이터 (가정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">S (사회적)</td><td>(S)기반시설</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3.5</td></tr><tr><td rowspan="3">AC (경제/문화)</td><td>(AC)경제적능력</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>1.5</td></tr><tr><td rowspan="6">E (환경)</td><td>(E)환경역량</td><td>1.0</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(E)폭서</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(S)보건복지</td><td>2.5</td></tr></tbody></table>	분류	구분	취약성 점수 (0-5)	S (사회적)	(S)기반시설	4.5	(S)생태계	4.0	(S)농업	3.5	AC (경제/문화)	(AC)경제적능력	2.5	(AC)거버넌스	2.0	(AC)교육	1.5	E (환경)	(E)환경역량	1.0	(AC)산업구조	4.0	(E)호우	3.0	(E)가뭄	4.5	(E)폭서	4.0	(S)보건복지	2.5
분류	구분		취약성 점수 (0-5)																													
S (사회적)	(S)기반시설		4.5																													
	(S)생태계		4.0																													
	(S)농업		3.5																													
AC (경제/문화)	(AC)경제적능력	2.5																														
	(AC)거버넌스	2.0																														
	(AC)교육	1.5																														
E (환경)	(E)환경역량	1.0																														
	(AC)산업구조	4.0																														
	(E)호우	3.0																														
	(E)가뭄	4.5																														
	(E)폭서	4.0																														
	(S)보건복지	2.5																														
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																
생 태 계	서해안 해안생태 모니터링 필요																															
물 관 리	해안지역, 홍수/가뭄 취약성 예상																															
건 강	-																															
산 업	-																															
지표특성	생태계 민감, 환경역량/거버넌스 낮음, 기후노출(가뭄) 높음																															

○ 익산시

기후특성 (과거 40년간)		취약성 분석도																															
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 36mm/10년 상승 R95T 2.7%/10년 상승		익산시 <table border="1"><caption>익산시 취약성 분석도 데이터 (가정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">생태계 (S)</td><td>기반시설</td><td>3.5</td></tr><tr><td>생태계</td><td>4.0</td></tr><tr><td>농업</td><td>3.0</td></tr><tr><td rowspan="4">경제·사회 (AC)</td><td>보건복지</td><td>2.0</td></tr><tr><td>경제적능력</td><td>2.5</td></tr><tr><td>거버넌스</td><td>2.0</td></tr><tr><td>교육</td><td>1.5</td></tr><tr><td rowspan="3">환경·인간 (E)</td><td>환경역량</td><td>3.0</td></tr><tr><td>산업구조</td><td>2.5</td></tr><tr><td>호우</td><td>2.0</td></tr><tr><td rowspan="2">기타 (E)</td><td>가뭄</td><td>3.0</td></tr><tr><td>폭서</td><td>2.5</td></tr></tbody></table>	분류	구분	취약성 점수 (0-5)	생태계 (S)	기반시설	3.5	생태계	4.0	농업	3.0	경제·사회 (AC)	보건복지	2.0	경제적능력	2.5	거버넌스	2.0	교육	1.5	환경·인간 (E)	환경역량	3.0	산업구조	2.5	호우	2.0	기타 (E)	가뭄	3.0	폭서	2.5
분류	구분		취약성 점수 (0-5)																														
생태계 (S)	기반시설		3.5																														
	생태계		4.0																														
	농업		3.0																														
경제·사회 (AC)	보건복지	2.0																															
	경제적능력	2.5																															
	거버넌스	2.0																															
	교육	1.5																															
환경·인간 (E)	환경역량	3.0																															
	산업구조	2.5																															
	호우	2.0																															
기타 (E)	가뭄	3.0																															
	폭서	2.5																															
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																	
생태계	-																																
물관리	홍수/가뭄 취약성 예상																																
건강	-																																
산업	-																																
지표특성	생태계 민감, 환경역량/거버넌스 낮음, 기후노출(가뭄) 높음																																

○ 정읍시

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도
○ 기온 : 연평균기온 1.1℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 27mm/10년 상승 서리일수 5.4일/10년 감소		
부문별 특성 (상향식 + 하향식)		
생 태 계	-	
물 관 리	가뭄 취약성 예상	
건 강	-	
산 업	버섯산량 감소 예상	
지표특성	민감도, 적응능력, 기후노출 중간 (환경역량 크나 경제적 능력 낮음)	

정읍시

부문	취약성 점수 (0-4)
(S)기반시설	3.5
(S)생태계	4.0
(S)농업	3.0
(S)보건복지	2.5
(AC)경제적능력	2.0
(AC)거버넌스	1.5
(AC)교육	1.0
(AC)환경역량	4.0
(AC)산업구조	2.5
(E)호우	1.5
(E)가뭄	2.0
(E)폭서	3.0

○ 남원시

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																															
○ 기온 : 연평균기온 0.5℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 49mm/10년 상승		남원시 <table border="1"><caption>남원시 취약성 분석도 데이터 (가정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">생태계 (S)</td><td>기반시설</td><td>4.5</td></tr><tr><td>생태계</td><td>4.5</td></tr><tr><td>농업</td><td>2.5</td></tr><tr><td rowspan="3">사회 (S)</td><td>보건복지</td><td>2.5</td></tr><tr><td>경제적능력</td><td>2.5</td></tr><tr><td>거버넌스</td><td>2.5</td></tr><tr><td rowspan="3">인프라 (AC)</td><td>교육</td><td>2.5</td></tr><tr><td>환경역량</td><td>2.5</td></tr><tr><td>산업구조</td><td>2.5</td></tr><tr><td rowspan="3">환경 (E)</td><td>호우</td><td>2.5</td></tr><tr><td>가뭄</td><td>2.5</td></tr><tr><td>폭서</td><td>2.5</td></tr></tbody></table>	분류	구분	취약성 점수 (0-5)	생태계 (S)	기반시설	4.5	생태계	4.5	농업	2.5	사회 (S)	보건복지	2.5	경제적능력	2.5	거버넌스	2.5	인프라 (AC)	교육	2.5	환경역량	2.5	산업구조	2.5	환경 (E)	호우	2.5	가뭄	2.5	폭서	2.5
분류	구분		취약성 점수 (0-5)																														
생태계 (S)	기반시설		4.5																														
	생태계		4.5																														
	농업		2.5																														
사회 (S)	보건복지		2.5																														
	경제적능력	2.5																															
	거버넌스	2.5																															
인프라 (AC)	교육	2.5																															
	환경역량	2.5																															
	산업구조	2.5																															
환경 (E)	호우	2.5																															
	가뭄	2.5																															
	폭서	2.5																															
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																	
생 태 계	-																																
물 관 리	재해위험지구, 가뭄피해 높음																																
건 강	매개체 질환 발병률 높음																																
산 업	-																																
지표특성	환경역량 크나 경제적 능력 낮음, 호우노출																																

○ 김제시

기후특성 (과거 40년간)		취약성 분석도
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 36mm/10년 상승 R95T 2.7%/10년 상승		
부문별 특성 (상향식 + 하향식)		
생 태 계	서해안 해안생태 모니터링 필요	
물 관 리	해안지역, 수해상습지구수 많음, 홍수/가뭄 취약성 예상	
건 강	기초생활수급자율 높음	
산 업	벼생산량 감소 예상	
지표특성	민감도(생태계)/기후노출(가뭄)이 높음, 적응능력 전반적으로 낮음	

김제시

부문	취약성 점수 (0-5)
(S)기반시설	4.5
(S)생태계	4.5
(S)농업	3.5
(S)보건복지	2.5
(AC)경제적능력	2.5
(AC)거버넌스	2.5
(AC)교육	2.5
(AC)환경역량	2.5
(AC)산업구조	2.5
(E)호우	2.5
(E)가뭄	3.5
(E)폭서	3.5

○ 완주군

기후특성 (과거 47년간)		취약성 분석도																															
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 54mm/10년 상승		완주군 <table border="1"><caption>완주군 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">기반시설 (S)</td><td>(S)기반시설</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>2.5</td></tr><tr><td rowspan="3">사회경제 (AC)</td><td>(AC)보건복지</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>1.5</td></tr><tr><td rowspan="3">환경 (AC)</td><td>(AC)교육</td><td>1.0</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>1.0</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>1.0</td></tr><tr><td rowspan="3">자연환경 (E)</td><td>(E)호우</td><td>1.5</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>1.0</td></tr><tr><td>(E)폭서</td><td>4.0</td></tr></tbody></table>	분류	구분	취약성 점수 (0-5)	기반시설 (S)	(S)기반시설	4.5	(S)생태계	4.0	(S)농업	2.5	사회경제 (AC)	(AC)보건복지	2.0	(AC)경제적능력	1.5	(AC)거버넌스	1.5	환경 (AC)	(AC)교육	1.0	(AC)환경역량	1.0	(AC)산업구조	1.0	자연환경 (E)	(E)호우	1.5	(E)가뭄	1.0	(E)폭서	4.0
분류	구분		취약성 점수 (0-5)																														
기반시설 (S)	(S)기반시설		4.5																														
	(S)생태계		4.0																														
	(S)농업		2.5																														
사회경제 (AC)	(AC)보건복지		2.0																														
	(AC)경제적능력	1.5																															
	(AC)거버넌스	1.5																															
환경 (AC)	(AC)교육	1.0																															
	(AC)환경역량	1.0																															
	(AC)산업구조	1.0																															
자연환경 (E)	(E)호우	1.5																															
	(E)가뭄	1.0																															
	(E)폭서	4.0																															
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																	
생태계	-																																
물관리	가뭄피해 높음																																
건강	말라리아 발병률 높음																																
산업	-																																
지표특성	민감도 높고, 적응능력 낮음, 기반시설 취약성 높음, 폭서 노출																																

○ 진안군

기후특성 (과거 47년간)		취약성 분석도																															
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 54mm/10년 상승		진안군 <table border="1"><caption>진안군 취약성 분석도 데이터 (가정)</caption><thead><tr><th>분류</th><th>구분</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="3">(S)기반시설</td><td>(S)기반시설</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>4.0</td></tr><tr><td rowspan="3">(S)보건복지</td><td>(S)보건복지</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>4.0</td></tr><tr><td rowspan="3">(AC)교육</td><td>(AC)교육</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>4.0</td></tr><tr><td rowspan="3">(E)호우</td><td>(E)호우</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(E)폭서</td><td>4.0</td></tr></tbody></table>	분류	구분	취약성 점수 (0-5)	(S)기반시설	(S)기반시설	3.0	(S)생태계	2.0	(S)농업	4.0	(S)보건복지	(S)보건복지	3.0	(AC)경제적능력	4.0	(AC)거버넌스	4.0	(AC)교육	(AC)교육	3.0	(AC)환경역량	4.0	(AC)산업구조	4.0	(E)호우	(E)호우	3.0	(E)가뭄	3.0	(E)폭서	4.0
분류	구분		취약성 점수 (0-5)																														
(S)기반시설	(S)기반시설		3.0																														
	(S)생태계		2.0																														
	(S)농업		4.0																														
(S)보건복지	(S)보건복지		3.0																														
	(AC)경제적능력	4.0																															
	(AC)거버넌스	4.0																															
(AC)교육	(AC)교육	3.0																															
	(AC)환경역량	4.0																															
	(AC)산업구조	4.0																															
(E)호우	(E)호우	3.0																															
	(E)가뭄	3.0																															
	(E)폭서	4.0																															
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																																	
생 태 계	산림생태 취약성 예상																																
물 관 리	가뭄피해 마을개소수 많음																																
건 강	노인비율 높음																																
산 업	-																																
지표특성	농업 민감도 높음, 환경역량 크나 경제적 능력/교육 낮음																																

○ 무주군

기후특성 (과거 47년간)		취약성 분석도																										
○ 기온 : 연평균기온 1.0℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 54mm/10년 상승		무주군 <table border="1"><caption>무주군 취약성 분석도 데이터 (가정)</caption><thead><tr><th>분야</th><th>취약성 점수 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td>(S)기반시설</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(S)보건복지</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>4.0</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(E)폭서</td><td>4.0</td></tr></tbody></table>	분야	취약성 점수 (0-5)	(S)기반시설	2.5	(S)생태계	2.0	(S)농업	4.0	(S)보건복지	3.5	(AC)경제적능력	4.5	(AC)거버넌스	4.0	(AC)교육	3.0	(AC)환경역량	3.5	(AC)산업구조	4.0	(E)호우	3.0	(E)가뭄	3.5	(E)폭서	4.0
분야	취약성 점수 (0-5)																											
(S)기반시설	2.5																											
(S)생태계	2.0																											
(S)농업	4.0																											
(S)보건복지	3.5																											
(AC)경제적능력	4.5																											
(AC)거버넌스	4.0																											
(AC)교육	3.0																											
(AC)환경역량	3.5																											
(AC)산업구조	4.0																											
(E)호우	3.0																											
(E)가뭄	3.5																											
(E)폭서	4.0																											
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																												
생 태 계	산림생태 취약성 예상																											
물 관 리	우심피해액 높음, 홍수/가뭄 취약성 예상																											
건 강	매개체 질병/일(열)사병 발병률 높음, 기초생활수급자율 높음																											
산 업	-																											
지표특성	환경역량 크나 경제적 능력/교육/산업구조 적응능력 낮음, 농업 민감도 높음																											

○ 장수군

기후특성 (과거 20년간)		취약성 분석도
○ 기온 : 연평균기온 0.5℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 62mm/10년 상승		
부문별 특성 (상향식 + 하향식)		
생 태 계	산림생태 취약성 예상	
물 관 리	재해위험지구 많음	
건 강	매개체 질환 발병률 높음	
산 업	-	
지표특성	농업/기반시설 민감도 높음, 경제적 능력/교육 낮음, 노출 낮음(호우제외)	

장수군

분류	구분	취약성 점수 (0-5)
S (상향식)	(S)기반시설	4.0
	(S)생태계	3.5
	(S)농업	4.5
AC (하향식)	(AC)보건복지	3.0
	(AC)경제적능력	2.5
	(AC)거버넌스	4.0
	(AC)교육	2.0
	(AC)환경역량	4.5
	(AC)산업구조	3.5
E (호우 제외)	(E)호우	3.5
	(E)가뭄	2.5
	(E)폭서	3.0

○ 임실군

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																										
○ 기온 : 연평균기온 0.7℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 24mm/10년 상승 R95T 2.3%/10년, R5D 23mm/10년 상승		임실군 <table border="1"><caption>취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>분야</th><th>취약성 수준 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td>(S)기반시설</td><td>1.0</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3.0</td></tr><tr><td>(S)보건복지</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>2.0</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>1.0</td></tr><tr><td>(E)가뭄</td><td>1.0</td></tr><tr><td>(E)홍수</td><td>1.0</td></tr></tbody></table>	분야	취약성 수준 (0-5)	(S)기반시설	1.0	(S)생태계	3.5	(S)농업	3.0	(S)보건복지	2.5	(AC)경제적능력	2.0	(AC)거버넌스	2.5	(AC)교육	2.0	(AC)환경역량	2.5	(AC)산업구조	2.0	(E)호우	1.0	(E)가뭄	1.0	(E)홍수	1.0
분야	취약성 수준 (0-5)																											
(S)기반시설	1.0																											
(S)생태계	3.5																											
(S)농업	3.0																											
(S)보건복지	2.5																											
(AC)경제적능력	2.0																											
(AC)거버넌스	2.5																											
(AC)교육	2.0																											
(AC)환경역량	2.5																											
(AC)산업구조	2.0																											
(E)호우	1.0																											
(E)가뭄	1.0																											
(E)홍수	1.0																											
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																												
생태계	-																											
물관리	-																											
건강	일사병/열사병 발병률 높음, 노인비율 높음																											
산업	-																											
지표특성	보건복지/산업구조 취약성 높음, 기후노출 낮음																											

○ 순창군

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																						
○ 기온 : 연평균기온 0.5℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 49mm/10년 상승		순창군 <table border="1"><thead><tr><th>Category</th><th>Value</th></tr></thead><tbody><tr><td>(S)기반시설</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4.5</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3.5</td></tr><tr><td>(S)보건복지</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)경제적능력</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)거버넌스</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)교육</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)환경역량</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(AC)산업구조</td><td>2.5</td></tr><tr><td>(E)호우</td><td>2.5</td></tr></tbody></table>	Category	Value	(S)기반시설	3.5	(S)생태계	4.5	(S)농업	3.5	(S)보건복지	2.5	(AC)경제적능력	2.5	(AC)거버넌스	2.5	(AC)교육	2.5	(AC)환경역량	2.5	(AC)산업구조	2.5	(E)호우	2.5
Category	Value																							
(S)기반시설	3.5																							
(S)생태계	4.5																							
(S)농업	3.5																							
(S)보건복지	2.5																							
(AC)경제적능력	2.5																							
(AC)거버넌스	2.5																							
(AC)교육	2.5																							
(AC)환경역량	2.5																							
(AC)산업구조	2.5																							
(E)호우	2.5																							
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																								
생 태 계	-																							
물 관 리	재해위험지구, 가뭄피해 높음																							
건 강	매개체 질환 발병률 높음, 노인비율 높음																							
산 업	-																							
지표특성	환경역량 크나 경제적 능력 낮음, 호우 노출																							

○ 고창군

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도
○ 기온 : 연평균기온 1.1℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 27mm/10년 상승 서리일수 5.4일/10년 감소		
부문별 특성 (상향식 + 하향식)		
생태계	서해안 해안생태 모니터링 필요	
물관리	해안지역, 홍수 취약성 예상	
건강	말라리아 발병률 높음	
산업	벼생산량 감소 예상	
지표특성	민감도 높고, 적응능력 낮음, 산업구조/보건복지 취약성 높음	

고창군

Category	Level
(S)기반시설	4
(S)생태계	3
(S)농업	3
(S)보건복지	3
(AC)경제적능력	3
(AC)거버넌스	3
(AC)교육	3
(AC)환경역량	3
(AC)산업구조	3
(E)호우	3

○ 부안군

기후특성 (과거 35년간)		취약성 분석도																										
○ 기온 : 연평균기온 1.2℃ 상승 ○ 강수 : 연강수량 34mm/10년 상승 서리일수 5.2일/10년 감소 R95T 2.4%/10년, R5D 18mm/10년 상승		부안군 <table border="1"><caption>부안군 취약성 분석도 데이터 (추정)</caption><thead><tr><th>항목</th><th>취약성 수준 (0-5)</th></tr></thead><tbody><tr><td>(S)기반시설</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)생태계</td><td>4</td></tr><tr><td>(S)농업</td><td>3</td></tr><tr><td>(S)보건복지</td><td>2</td></tr><tr><td>(S)경제적능력</td><td>1</td></tr><tr><td>(S)거버넌스</td><td>1</td></tr><tr><td>(S)교육</td><td>2</td></tr><tr><td>(S)환경역량</td><td>3</td></tr><tr><td>(S)산업구조</td><td>2</td></tr><tr><td>(S)호우</td><td>2</td></tr><tr><td>(S)가뭄</td><td>3</td></tr><tr><td>(S)독서</td><td>3</td></tr></tbody></table>	항목	취약성 수준 (0-5)	(S)기반시설	4	(S)생태계	4	(S)농업	3	(S)보건복지	2	(S)경제적능력	1	(S)거버넌스	1	(S)교육	2	(S)환경역량	3	(S)산업구조	2	(S)호우	2	(S)가뭄	3	(S)독서	3
항목	취약성 수준 (0-5)																											
(S)기반시설	4																											
(S)생태계	4																											
(S)농업	3																											
(S)보건복지	2																											
(S)경제적능력	1																											
(S)거버넌스	1																											
(S)교육	2																											
(S)환경역량	3																											
(S)산업구조	2																											
(S)호우	2																											
(S)가뭄	3																											
(S)독서	3																											
부문별 특성 (상향식 + 하향식)																												
생태계	서해안 해안생태 모니터링 필요																											
물관리	해안지역, 수해상습지 많음, 홍수 취약성 예상																											
건강	매개체 질환 발병률 높음 기초생활수급자율 높음																											
산업	-																											
지표특성	민감도(기반시설)/기후노출(호우)이 높음, 적응능력 전반적으로 낮음																											

※ 취약성 분석도 해석방법

변수	위치	분석값	VR 값	취약성
민감도 (S)	상위반원	5에 가까울수록	작아짐	커짐
기후노출 (E)	상위반원	5에 가까울수록	작아짐	커짐
적응능력 (AC)	하위반원	5에 가까울수록	커짐	작아짐

<표 4-24> 전라북도 시군별 기후변화 취약성 종합

지역	상항식			하항식			지표식			
	물관리(자연재해)	건강	생태계	물관리	건강	산업	VR	민감도	적응능력	기후노출
전주								생태계 민감도 2위	거버넌스 적응능력 1위 환경역량 적응능력 1위	혹서 노출 1위
군산	해안지역		서해안	홍수취약성 기물취약성 높음			기후노출 1위	생태계 민감도 3위	거버넌스 적응능력 3위 환경역량 적응능력 2위	가뭄 노출 1위
익산				홍수취약성 기물취약성 높음			기후노출 2위		거버넌스 적응능력 2위 환경역량 적응능력 3위	가뭄 노출 1위
정읍				기물취약성 높음		비생신감 소예측				
남원	재해위험지구 1위 기물피해 1위	랩토스피라증발변율 1위 신증후군출혈열발병률 1위								호우 노출 3위
김제	수해상습지 2위 해안지역		서해안	홍수취약성 기물취약성 높음	기초생활 수급자 1위	비생신감 소예측	민감도 2위 기후노출 3위 적응능력 2위	생태계 민감도 1위 보건복지 민감도 1위		가뭄 노출 1위
완주	기물피해 2위	말라리아 발병률 3위					민감도 4위 적응능력 4위	기반시설 민감도 1위		혹서 노출 1위
진안	기물마을개소수 1위		산림생 태 취약		노인비율 3위			농업 민감도 3위	경제능력 적응능력 1위 교육 적응능력 3위	혹서 노출 1위
무주	우심피해 가장높음	ㅍㅍㅍ가무시증발변율 2위 일사병및열사병발병률 2위	산림생 태 취약	홍수취약성 기물취약성 높음	기초생활 수급자 2위			농업 민감도 2위	교육 적응능력 2위 산업구조 적응능력 3위	혹서 노출 1위
장수	재해위험지구 2위	ㅍㅍㅍ가무시증발변율 3위 랩토스피라증발변율 2위	산림생 태 취약					기반시설 민감도 2위 농업취약성 1위	경제능력 적응능력 1위 교육 적응능력 1위	호우 노출 1위
임실		일사병 및 열사병 발병률 1위			노인비율 1위			보건복지 민감도 3위	산업구조 적응능력 2위	
순창		ㅍㅍㅍ가무시증발변율 1위 랩토스피라증발변율 3위 신증후군출혈열발병률 2위 일사병및열사병발병률 3위			노인비율 2위				경제능력 적응능력 1위	호우 노출 3위
고창	우심피해 2위 해안지역	말라리아 발병률 1위	서해안	홍수취약성 높음		비생신감 소예측	민감도 1위 적응능력 1위	보건복지 민감도 2위	산업구조 적응능력 1위	
부안	수해상습지 1위 해안지역	신증후군출혈열 발병률 3위	서해안	홍수취약 높음	기초생활수 급자 3위		민감도 3위 기후노출 4위 적응능력 3위	기반시설 민감도 3위	산업구조 적응능력 2위	호우 노출 2위

제 5 장

JDI

결론 및 정책적 제언

제 1 절 결 론

제 2 절 정책적 제언

제 3 절 연구의 한계

제 5 장 결론 및 정책적 제언

제1절 결 론

기후변화 적응의 범위는 주로 지역적 공간이므로 지역적 접근이 중요하며, 적응정책 수립을 위해서는 지자체 차원의 취약성 평가가 선행되어야 한다. 본 연구에서는 과거 기상자료를 이용하여 전라북도의 지역적 기상특성을 분석하고 상향식, 하향식, 지표식 접근법을 종합하여 전라북도 취약성 연구를 수행하였다. 상향식 접근법은 과거 자료를 기반으로 물관리, 건강 분야의 특성을 분석하였으며, 하향식 접근법은 각 부문(생태계, 물관리, 건강, 산업)별 예측모델결과(기존 연구결과 활용)를 중심으로 기후변화 취약성을 예측하였다. 지표식 접근법은 과거 대리변수 기초통계자료를 이용하여 전라북도 시군별 취약성을 분석하였다.

전라북도 최근 35년간 기상자료를 분석한 결과 전라북도 기온은 측정망별 강도의 차이는 있으나 전반적으로 증가하는 경향(연평균기온 35년간 0.5℃증가)을 보였다. 생활기온과 관련한 지표(서리일수, 연극한기온차, 성장계절기간 등)의 변화는 기온증가에 의한 결과를 반영하고 있으며, 최근 10년(1996~2005년) 전라북도 연강수량은 과거 평년값(1971~2000년)인 1,282.8mm에서 1,447.0mm로 13% 증가하여 우리나라 증가율(11%)보다 높은 증가율을 보였다. 연강수량, 강수일수, 5일 최대강수량, 강수강도지수, 95분위수 이상의 강수현상이 모두 증가하여 홍수에 대한 잠재력이 증가하는 동시에 가뭄지표(최대무강우일수)도 증가하고 있다.

전자기후도를 활용하여 전라북도 8월 최고기온을 관측평년값, 2040s(2011~2040년), 2070s(2041~2070년), 2100s(2071~2100년) 미래예측 평년값으로 비교(A2 시나리오)한 결과, 전반적으로 동부산악권에 비해 해안과 내륙의 온도상승이 큰 것으로 예측되었으며, 2070s의 온도증가가 가장 큰 것으로 전망되었다 (2040s 기간동안 평년대비 약 1.5℃가 증가하고, 2070s의 경우 평년대비 약 3.5℃ 증가예측). 지역으로는 고창, 정읍, 전주, 완주지역을 축으로 타 시군지역에 비해 상대적으로 평년값이 높은 것으로 나타났으며 공간패턴의 큰 변화는 없는 것으로 나타났다.

국립기상연구소의 한반도 온도변화 예측결과에 따르면, A1B 시나리오 적용시 평년

(1971~2000)에 비해 21세기말 (2071~2100) 전반적으로 온도는 3.3~3.6℃ 강수량은 약 5~10% 증가(고창, 정읍의 일부지역에서는 0~5%증가)할 것으로 전망하였다. 아열대기후구 변화전망에 따르면, 전라북도의 경우 해안지역과 동부산악지역이 아열대기후로 변화하는 전이지역으로 보고되었다.

생태계 부문과 관련한 선행연구에서 전라북도는 강원도 백두대간, 충북지역과 함께 잡채식생분포의 취약성이 높은 것으로 나타났다. 산림생태계의 경우 전라북도 동부권에서 대규모 식생이동이 초래될 것으로 보고되었다.

물관리 부문 취약성 분석을 위해 과거 자연재해 특성을 분석한 결과 최근 10년간 전라북도 자연재해 피해 평균금액이 약 1,110억원으로, 1988~1997년에 비해 (2007년 불변가격) 약 7.5배 높은 것으로 나타났다. 전라북도 시설별 자연재해 피해액 규모를 보면 공공시설과 기타시설이 가장 큰 부분을 차지하였다. 선행연구의 지표 변동성 결과를 볼 때 전라북도는 향후 금강권역(만경강, 동진강, 용담댐 하류)과 고창지역에 속하는 영산강권역(주진천)을 중심으로 홍수지표들이 증가하고 만경강, 동진강, 무주남대천 유역이 도내 타유역보다 가뭄에 대한 취약성이 높을 것으로 보고되었다.

건강 부문 취약성 분석을 위해 전라북도 매개체 질병 발생률을 조사한 결과 췌장암은 전국에서 발병률이 가장 높았으며, 렙토스피라증, 신증후군출혈열의 발병률은 전국에서 2번째로 높아 매개체 질환에 상대적으로 취약한 것으로 나타났다. 전라북도 일사병 및 열사병 환자수 추이는 2003년 이후 지속적으로 증가하다 2008년 급격히 증가하는 경향을 보였다. 건강 부문 취약성 예측을 위해 사회경제적 약자인 기초생활수급자와 신체적 약자인 노인 비율을 조사하여 기후변화 취약성을 간접적으로 예측하였다. 전라북도 기초생활수급자 비율은 2002~2007년 평균 6.21%로 전남 다음으로 비율이 높았으며, 노인인구의 경우 전남, 충남, 경북 다음으로 비율이 높아 상대적으로 타 지자체에 비해 기후변화로 인한 질병에 취약할 것으로 예측되었다.

산업 부문 취약성 중 농업과 관련하여 전라북도 평야지역에 해당하는 차령남부평야지대는 2080s(2081~2090) 기간동안 평년대비 13.9% 벼 생산량이 감소하는 것으로 보고(A2시나리오)되었다. 기후변화가 과수에 미치는 영향은 병충해 증가와 함께 재배 주산지의 변화주산덱표적이며, 전라북도에서 사이 감배의 경우 만개일이 점차 빨라지고 있으며, 재배적지주산점차 북상하면서 동시에 축소되고 있다. 기후변화로 인한 일반산업의 취약성은 어업, 관광, 물산업, 에너지, 건축 및 기반시설, 농업, 임업 분야로 다양하게

영향을 미칠 것으로 예상되나, 지역차원의 사회경제적 요인을 고려한 체계적인 연구가 필요하다.

민감도, 기후노출, 적응능력 카테고리별 대리변수를 종합하여 전라북도 시군별 VRI를 분석한 결과 그룹별 특성은 다음과 같았다.

- 그룹 1 (김제, 부안) : 민감도와 기후노출이 높고, 적응능력이 낮은 특성을 보임
- 그룹 2 (완주, 고창) : 민감도가 높고 적응능력이 낮아 기후변화에 대한 취약성이 높으나 기후노출이 상대적으로 낮은 특성을 보임
- 그룹 3 (군산, 익산, 전주) : 기후노출이 높고 기반시설이 잘 구축되어 민감도가 낮고, 적응능력도 높아 중간정도의 취약성을 보임. 생태계 부문에서 민감도가 높았으며, 교육, 산업구조, 경제적 능력에서 적응능력이 높으나 거버넌스와 환경역량은 낮은 것으로 나타남
- 그룹 4 (무주, 정읍, 순창, 진안, 남원) : 민감도가 중-하이고, 기후노출이 중간정도이며, 적응능력은 중-상의 특징을 보여 전체적으로 중간정도의 취약성을 보임. 농업에 민감도가 상대적으로 높으며, 환경역량은 크나 경제적 능력이 약한 특징을 보임
- 그룹 5 (임실, 장수) : 기후노출이 낮아 기후변화에 대한 취약성이 타시군에 비해 상대적으로 낮은 것으로 분석됨

전라북도 시군별 기후변화 취약성 종합평가를 기후특성, 부문별 특이성, 취약성 분석도로 구분하여 정리하였다(IV장 4절). 본 연구의 취약성 종합평가 결과는 최종결론이 아니라 앞으로 지속적으로 업데이트가 필요한 첫걸음이다. 부문별로 취약성을 분석할 수 있는 지역차원의 모니터링 시스템을 구축하고 종합 취약성 평가할 수 있는 추가적인 연구를 수행할 필요가 있다.

최근 국내에서 기후변화 취약성 관련 연구가 진행되고 있는 상황이나 전라북도 차원의 직접적인 기후변화 영향조사 및 예측연구는 절대적으로 부족한 현실이다. 본 연구의 취약성 분석결과는 간접적으로 기후변화 취약성을 나타내는 보조자료로 활용 가능하며 정책결정을 위한 절대적인 척도는 될 수는 없을 것이다.

제 2 절 정책적 제안

1. 기후변화 적응을 위한 모니터링 체계구축

본 연구에서는 전라북도 기후변화 취약성 분석을 위해 과거 기상자료를 중심으로 기후변화 영향을 분석하였다. 기상관측소가 없는 지역은 인근지역 관측소의 자료로 대체하여 평가를 하였으나, 향후 기상청에서 운영중인 자동기상관측자료(AWS; Automatic Weather System)를 활용하여 지속적인 기후변화 모니터링이 필요하다. AWS자료는 기상청(www.kma.go.kr)에서 1분 단위의 관측자료가 지원되고 있다. 전라북도에서는 전북중부내륙(8곳), 전북북동내륙(7곳), 전북남동내륙(8곳), 전북북서부해안(9곳), 전북남부서해안(6곳)으로 총38개의 AWS가 운영되고 있다. 지속적인 모니터링의 체계를 구축하여 향후 기후변화에 대응한 기상자료 활용방안을 구축할 필요가 있다.

하향식 방식의 과학적 모델을 통한 미래예측 결과를 기다리기 보다는 지역차원의 상향식 방식의 모니터링 지원을 우선할 필요가 있다. 특히, 전라북도 생태계 변화에 대한 모니터링 자료는 찾아보기 어려웠으며, 물관리, 보건부분, 농업을 포함 산업부문에 대한 모니터링 체계를 마련함으로써, 실제 기후변화가 지역에 미치는 영향에 대해 지속적인 정보수집/분석이 필요하다. 각 부문별 모니터링 방안의 사례를 들면 다음과 같다.

- ex1) 생태계 부문 중 해양생태계의 경우, 최근 문제가 되는 해파리 대량번식 지역을 파악하여 토종어종 보호대책 등을 수립함
- ex2) 물관리 부문의 경우, 홍수/가뭄의 피해가 빈번한 지역을 우선 파악하여 피해 지역에 치수대책 또는 저수용량 확보/수자원 확보 대책 등을 수립함
- ex3) 보건 부문의 경우, 기후변화 연관된 특정 질병의 발병률을 지속적으로 모니터링하여 특정질병에 대한 매개체 관리, 보건교육 프로그램 시행 등 대책을 수립함
- ex4) 농업의 경우, 각 지역에서 어떤 작물이 기후변화에 피해가 있는지 정보를 수집/분석하여 정보공유 및 교육/홍보의 장을 마련하는 등의 전략을 수립하고, 재배 작물선정에 정보를 줄 수 있는 “작목대책반” 등을 운영함

2. 전라북도 기후변화 적응 인벤토리 구축 및 적응 종합대책 수립

본 연구는 기후변화 취약성에 대한 기초연구로 전라북도 및 각 시군의 적응방안에 대해 구체적으로 제시하기 보다는 어떤 부문에서 부정적이 영향이 있고 기후변화에 대한 잠재적 영향이 있을지에 대해 분석하였다. 일반적으로 알려진 기후변화 적응 대책은 부록2에 정리하였다.

적응 대책은 기술적, 행태적인 대안에서 경작방법의 변화와 같은 관리적인 대안, 정책 등에 이르기까지 다양하다. 또한, 적응 대책은 독자적으로 이루어지는 것이 아니라 수자원관리, 재해 대책 등 기존의 정책과 연계하여 이루어진다. 따라서, 부서별로 활용 가능한 적응수단을 조사하여 적응대안을 우선순위로 도출하여, 주체별 적응 능력과 잠재력을 진단하는 것이 필요하다 (고재경 외, 2008). 온실가스 감축을 위해 온실가스 배출량 인벤토리를 구축하듯 기후변화 적응대책 수립을 위해서는 기후변화로 수정이 필요한 정책, 계획간 연계가 필요한 조치 등에 관한 인벤토리를 작성할 수 있다. 홍수관련 자연재해 적응 인벤토리의 예시는 <표 5-1>과 같다.

선행연구(고재경 외, 2008)에 따른 기후변화 적응 인벤토리 작성 방법을 정리하면 다음과 같다.

- 가. 기존에 수행되고 있는 정책 및 프로그램 중 기후변화 적응과 관련되어 있는 프로그램, 사업, 담당부서를 파악하여 목록작성 (민간주체의 적응 프로그램 포함)
- 나. 기존의 정책 및 프로그램의 인적, 물적 자원의 가용성, 조직체계, 민간부문과의 협력, 정책효과 등을 분석하여, 작성된 목록에 대해 기후변화 적응조치로 활용이 가능한지, 보완이 필요한지 판단 (담당부서별 정책간, 부서간, 통합적 접근 가능성을 함께 고려)
- 다. 비용 대비 편익, 사회적/경제적 타당성, 환경효과, 기술적 타당성 등의 기준을 활용하여 이미 시행중인 정책과 새로운 적응 대안을 놓고 우선순위를 정함

전라북도 기후변화 적응종합대책 수립시 각 부문별 적응 인벤토리 구축을 통해 담당 부서별로 통합적인 정책 대안을 종합 분석할 필요가 있다.

<표 5-1> 기후변화 적응 인벤토리 구축 사례

적응 관련 기존 정책 및 프로그램	담당부서	적응조치	적응대안
제방 축조 등 하천개수 사업	하천과	△	- 시설물 설계기준 강화 - 천변저류지 활용 검토 - 강변지대의 복원
수해상습지 개선사업	하천과	△	- 시설물 설계기준 검토 및 시설물 보강 - 이주 등 구조적 대책, 홍수피해 잠재성을 고려한 토지이용 고려
하도준설 및 제방배수문 유지관리	하천과	△	- 시설물 안전도 재점검 및 보강
배수펌프장 등 내수 배제시설 확충	하천과	△	- 시설물 설계기준 검토 - 도시지역 우수유출 방지를 위한 침투시설 및 저류 시설 활용 - 물순환을 고려한 도시계획 및 설계 - 자연배수시스템 활용
하천변 침수방지대책	하천과	△	- 하천변 저지대 매입을 통한 다목적 토지이용 활용 방안 검토
집중호우시 피해가 우려되는 소하천 정비	하천과	△	- 자연형 하천 복원
홍수지도도를 포함한 재해지도 제작	재난관리과	○	
홍수예경보 시스템 운영(CCTV 등)	재난관리과	○	
집중 호우시 사전대피 경보시설 설치	재난관리과	○	
재난관리 및 재해구호기금 운용	재난관리과	△	- 기금 규모 확충
재난관리 표준매뉴얼 작성 및 운영	재난관리과	△	- 이상기후를 고려하여 매뉴얼 재검토
풍수해 보험제도	재난관리과	△	- 홍수범람지역의 개발 규제
자연재해에 대한 주민 홍보 및 교육	재난관리과	○	
주민참여형 재해관리	재난관리과	○	
침수, 홍수 위험지역 등의 주민 이주	재난관리과	○	
재난 취약계층 주거지역의 안전점검 등	재난관리과	○	
풍수해저감 종합계획	재난관리과	○	

주 : ○ 적응조치로 활용 가능 △ 기존 프로그램의 보완 필요

자료 : 고재경 외, 기후변화에 대한 지방자치단체의 적응방안 연구, 2008

3. 기후변화 적응을 위한 거버넌스 구축

기후변화는 사회전반에 영향을 미치는 만큼 다양한 이해당사자가 연관된다. 따라서, 기후변화 적응 정책 수립을 위해서는 다양한 이해당사자가 참여할 수 있는 기후변화 적응 거버넌스 구축이 필요하다. 전라북도에서는 전북의제21 등 NGO를 중심으로 기후변화에 대한 거버넌스가 구축되고 있으므로 감축을 위한 실천방안 뿐 아니라 적응대책 수립을 위한 민관학 네트워크 구축이 필요하다.

대표적인 거버넌스 구축 사례로 영국의 기후변화 파트너십이 있으며, 영국 전역에 13개의 파트너십이 구성되어 있다. 런던 파트너십의 경우 기후노출에 대한 정보를 제공하고 대응하기 위한 지침을 제공하고, 고온, 홍수, 수자원, 보건, 생물다양성, 건물환경, 교통, 산업과 재정, 관광, 생활양식 등을 연구하고 있다.

특히, 전라북도는 사회적취약성 계층과 노인 인구 비율이 높은 사회적 특징을 보여 준다. 기후변화는 사회적/신체적 취약층에게 우선적으로 영향을 줄 것이므로, 이들에 대한 적응대책 수립이 필요하다.

제 3 절 연구의 한계

1. 상향식 평가를 위한 모니터링 자료의 부족

지자체 차원의 상향식 평가를 위해서는 지역 환경에서 직접적으로 발견되는 기후변화 현상을 관찰하고 분석하는 것이 우선되어야 한다. 각 부문별 직접 조사가 어려울 경우 기후변화 위험과 관련한 이해당사자와의 면담 등을 통해 자료를 축적할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 통계자료를 이용한 문헌조사 내용을 중심으로 취약성을 평가하였으며 추후 모니터링 시스템을 구축하여 직접적인 조사가 이루어져야 한다. 특정지역 또는 계층의 위험성을 파악하고, 영향을 예측하여 적응능력을 높일 수 있는 지역차원의 대책 수립이 필요하다.

2. 하향식 평가를 위한 부문별 연구의 필요

예측모델을 이용한 연구는 국가 차원의 연구가 진행중에 있으며 지역 차원의 하향식 취약성 평가를 위해서는 세분화된 연구가 필요하다. 본 연구에서는 선행연구를 중심으로 직접 모델결과를 도출할 수는 없었지만, 추후 각 부문별 전문가의 참여를 통한 부문별 연구가 필요하다.

3. 지표식 평가를 위한 지자체 표준지표 개발의 필요

본 연구에서는 선행연구(국가차원의 VRI산정)에 기반하여 지자체 VRI를 산정하였다. 지표 선정에 있어 지자체의 특성을 반영할 수 있는 지표개발 및 지표별 가중치에 대한 연구가 필요하다. 또한, 타 지자체와 비교가능한 표준지표 개발을 위해 지역 전문가들의 공동연구가 필요하다.

The image features a light green background with a horizontal band of a darker green dotted pattern. On the right, there is a large, stylized circular graphic containing the letters 'JDI' in white. Below this graphic, the Korean text '참고문헌' is written in black.

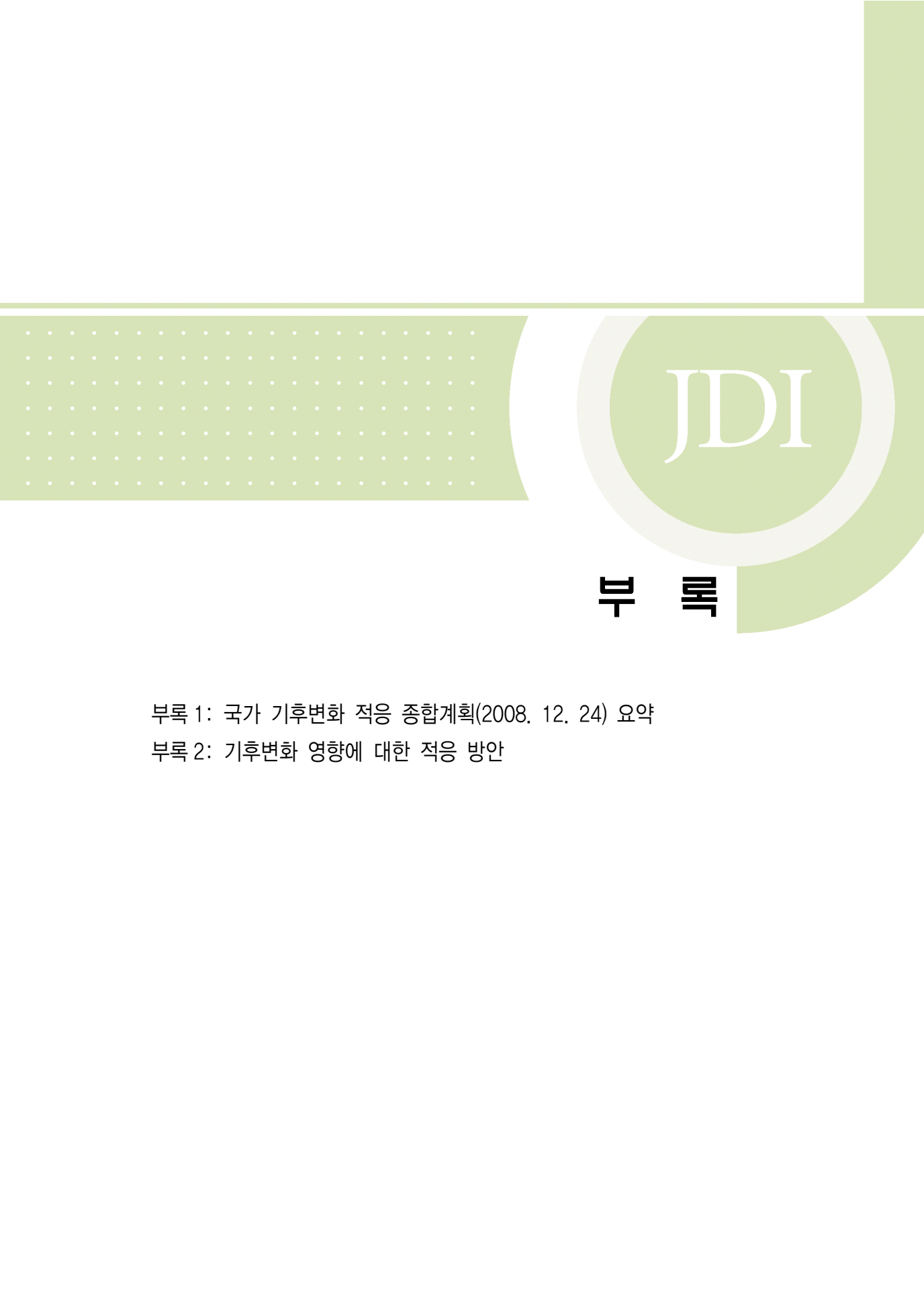
JDI

참고문헌

참고문헌

- 고재경 외, 2008, “기후변화에 대한 지방자치단체의 적응방안 연구”, 경기개발연구원
국립기상연구소, 기후변화협약대응 지역기후시나리오 활용기술 개발(Ⅱ), 2006
국립기상연구소, 기후변화협약대응 지역기후시나리오 활용기술 개발(Ⅲ), 2007
기상청, 기후변화의 이해와 기후변화 시나리오 활용(1), 2008
안선욱, 2007, “기후변화에 대한 광역지자체의 사회적 취약성 평가”, 서울대학교 대학원 석사학위 논문
유가영, 김인애, 2008, “기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입방안”, 한국환경정책·평가연구원
한화진 외, 2005, “기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 I”, 한국환경정책·평가연구원
한화진 외, 2006, “기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 II”, 한국환경정책·평가연구원
한화진 외, 2007, “기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III”, 한국환경정책·평가연구원
한화진 외, 2007, “기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III-부록”, 한국환경정책·평가연구원
환경부 보도자료, 2008. 6, “자연생태계 기후변화 영향평가 기틀 마련”, 국립환경과학원 생태복원과
환경부 보도자료, 2009. 3, “기후변화에 의한 생태계 영향 징후 발견”, 환경부 자연자원과
- Frich, P., Alexander, L.V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank, A.M.G., Peterson, T., 2002, "Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century", Climate Research, Vol.19: 193-212pp.

- Moss, R.H., Malone, E.L., Brenkert, A.L., 2001, "Vulnerability to climate change: a quantitative approach", Prepared for the US Department of Energy
- IPCC, 2007, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- IPCC, 2007, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- The Climate Impacts Group, King County, Washington, and ICLEI-Local Governments for Sustainability, 2007, Preparing for Climate Change - A Guidebook for Local, Regional, and State Governments, 101-104pp.
- UKCIP, 2003, Climate change and local communities - How prepared are you? An adaptation guide for local authorities in the UK, 4-5pp.



JDI

부 록

부록 1: 국가 기후변화 적응 종합계획(2008. 12. 24) 요약

부록 2: 기후변화 영향에 대한 적응 방안

부록 1: 국가 기후변화 적응 종합계획(2008. 12. 24) 요약

환경부를 비롯한 관련부처는 기후변화 적응을 위한 국가 종합계획을 발표하였다. 기후변화 적응을 위해 생태계, 물관리, 건강, 재난, 산업, 사회기발시설로 구분하여 대책을 수립하였다. 기후변화 취약성평가는 2012년까지 취약성지도를 만들어 대책을 수립할 수 있도록 할 계획이며, 취약성 평가는 자연생태계, 해양생태계, 대기환경, 물관리, 건강, 자연재해, 농업, 수산자원, 산림 및 임업, 에너지, 관광산업으로 구분하여 평가할 계획이다. 종합계획 주요내용을 정리하면 다음과 같다.

1. 비전 및 목표

- 비전 : 기후변화 적응을 통한 안전사회 구축 및 녹색성장 지원
- 목표
 - 단기목표 (~2012년) : 종합적이고 체계적인 기후변화 적응역량 강화
 - 한반도 시·공간적 취약성 지도 100% 작성
 - 예측·감시 기술 수준 선진국 대비 70% 달성
 - 장기목표 (~2030년) : 기후변화 위험감소 및 기회의 현실화
 - 과거 10년(1996~2005) 대비 기상재해피해 10% 감소
 - 기후변화 적응 관련 생산 GDP 대비 1% 달성

2. 추진전략

가. 기후변화 위험평가 체계 구축

1) 기후변화 감시 및 예측 능력 고도화

- 기후변화 및 지구환경변화 감시체계 강화
 - 기후변화 감시망 보강 ('09~)
 - 입체 기후변화감시체계 및 지구환경변화 통합 감시체계 구축 ('09~)
 - 기후변화·대기오염 동시감시용 종합슈퍼사이트 개설 및 운영 ('08~'12)
 - 우리나라 연근해 해양관측 강화 및 해양관측 인프라 구축

○ 선진 기후변화감시 기술 확보

- 온실가스 측정용 표준가스 독자개발 (온실가스 측정 세계표준센터 유치 기반 구축)
- 대기/생권/지권 탄소순환 감시·예측·분석 시스템 구축 ('09~)

○ 기후변화 적응대책 지원을 위한 시나리오 생산 및 활용

- 국가 표준 기후변화 시나리오 개발 ('09~)
- 웹기반 기후변화 시나리오 관리·제공 시스템 개발('08~)
- 미세규모 기후변화 시나리오 산출기법 개발 및 기후변화 정량적 평가
- 동아시아 기후변동 원인규명 및 예측기술개발('09~)

○ 기후변화 예측능력 제고를 위한 모델 개발

- 차세대 지구시스템 모델, 고해상도 지역기후모델, 장기 해양기후변동 예측모델 개발

○ 기후변화와 대기환경 통합 예측시스템 구축

- 기후·대기환경 통합 예측 모델링 시스템 및 관리체계 구축
- 한반도 기후 및 대기환경 실시간 예·경보 시스템 구축('09~)

2) 기후변화로 인한 영향의 장기 모니터링

○ 자연생태계 변화 장기 모니터링

- 국가장기생태 연구사업 확대 ('04~'13)
- 모니터링 자료의 생태계별, 지역별 종합 D/B 구축 ('11~)
- 해양생태계 변동 파악 및 지표종 모니터링
- 한반도 주변 주요 수산자원 및 어종변화 모니터링

○ 산림생태계 변화 및 취약성 장기 모니터링

- 장기 산림생태계 변화 모니터링 강화('95~)
- 기후변화 취약 산악지 생태계 모니터링 체계 강화('06~)
- 전국 시도별 산림의 건강 및 활력도 진단·평가 실시 ('08~12)

○ 해양변동 장기 모니터링

- 지구규모 기상현상이 해양에 미치는 영향을 관측하는 해양변동 장기 모니터링 시스템 구축('11~'20)

- 새로운 해양변동 관측기법 및 수산자원 변화 예측기법 개발('11~)
- 국가관할 해역의 해양 물리 및 생지화학적 특성 중장기 변동 파악('08~)

○ 건강 영향 감시 및 장기 모니터링

- 기후변화에 의한 건강영향 감시 및 장기 모니터링 시스템 구축
- 전염병 감시체계 구축
- 생태계 변화에 따른 건강영향 조기감시체계 구축
- 해외 유입 아열대성 질환 감시시스템 구축

3) 부문별 영향 및 취약성 평가

○ 자연생태계 영향 및 취약성 평가

- 생물기후권역별 및 생물다양성 영향·취약성 분석 (취약성 지도 작성 '09~)
- 기후변화에 의한 생태계 영향 및 취약성 평가기법 개발
- 신재생에너지 시설건립에 의한 생태계 영향평가
- 한국형 탄소순환모형을 구축하여 기후변화 영향 및 취약성 평가('10~'12)

○ 해양생태계 영향 및 취약성 평가

- 기후변화에 따른 연안 오염환경 실태파악 ('11~'20)
- 갯벌어장 생물환경 서식 파악 ('04~)
- 해양 및 생태계에 미치는 영향평가 ('09~'12)
- 해양환경 취약성 평가 ('09~'12)

○ 대기환경 부문 영향 및 취약성 평가

- 기후변화가 대기환경에 미치는 영향분석('09~'12)
- 오존 및 미세먼지 등 대기환경 변화에 따른 생태계 및 건강 영향분석('09~)
- 발전방식 등의 변화로 인해 대기오염에 미치는 영향분석('10~'15)
- 대기환경 부문 취약성 분석('09~'12) - 황사피해지역
- 대기환경 변화의 사회·경제적 효과 분석 ('09~'12)
- 시·군·구별 전문가 및 대국민 공개용 자료 인터페이스 구축('08~'12)

○ 물관리 부문 영향 및 취약성 평가

- 시공간적 취약성 평가 및 지도 작성

○ 건강 부문 영향 및 취약성 평가

- 건강영향 평가 기법 및 예측기법 개발('10~)
- 기후변화에 따른 주요 질병 취약성 평가('09~)
- 취약계층 건강영향 감시체계 구축
- 자연재해에 대한 건강영향진단 및 취약성지도 작성(~'10)

○ 자연재해 취약성 평가

- 연안재해의 취약성 평가('09~'12)
- 자연재해 기본외력도 선진화 기술개발('10)
- 지역별·부문별 자연재난 취약성 평가 및 위험예측 시스템 구축('10~'12)

○ 농업 분야 영향 및 취약성 평가

- 농업의 기후변화 취약성 지도개발('08~)
- 작물 생산환경 및 병해충 변화 평가('09~'11)
- 대기환경 변화에 따른 농축산 영향평가('08~'12)

○ 수산지원 영향 및 취약성 평가

- 기후변화에 의한 취약 어종 및 취약 품종 파악

○ 산림 및 임업에 대한 영향 및 취약성 평가

- 산림재해 및 병해충 피해 취약성 평가('06~'14)
- 산림생태계 생산성 및 임업부문 취약성 평가('09~'13)

○ 에너지 부문의 기후변화 영향과 취약성 분석

- 국내 에너지산업 현화 분석 및 발전부문 효율변화평가
- 기후변화에 따른 수력 및 신재생에너지 자원변화 영향평가
- 에너지 부문 취약성 검토

○ 관광산업의 기후변화 취약성 평가

○ 국토 취약성 평가시스템 구축

나. 부문별 기후변화 적응 프로그램 추진

1) 생태계

가) 자연 생태계 적응 프로그램

- 기후변화 대응 생물종·생물자원 다양성 관리

- 한반도 생물종 구계 변화 분석
- 기후변화 대응 주요 생물자원 확보·보전
- 내륙과 연안을 잇는 광역 생태축 조성(∼'12)
- 장기생태계 변화 연구 거점센터 조성
 - 종합적인 생태 연구·전시·교육 기능을 수행하는 국립생태원 건립('12년 개원, 충남 서천)
- 기후변화에 따른 외래종 번식·확산 방지

나) 산림 생태계 적응 프로그램

- 기후변화 취약 종 및 생태계 특별 관리

다) 농업·해양 생태계 적응 프로그램

- 농업생태계 적응 프로그램 및 해양생태계 관리 및 복원

2) 물관리

가) 기후변화에 대비한 수자원계획 수립 및 안정적 용수공급

- 기후변화의 영향을 고려한 중장기계획 수립
- 기후변화에 대비한 안정적 용수공급 시스템 구축
- 기온상승에 따른 물 수요 증가관리

나) 기후변화에 따른 물환경관리 대책

- 기후변화의 영향을 최소화하는 물환경관리대책 추진
 - 홍수에 따른 비점오염원 관리 강화
 - 하천 및 호소 수질악화 관리대책 마련
 - 수생태계 영향조사 및 수생태 건강성 지도제작
- 기후변화에 대응하는 능동적 하천관리 추진
 - 자연친화적 하천정비사업 추진
 - 수변습지 생태복원을 통한 수질개선

다) 홍수에 강한 국초기반 조성

- 유역단위 종합치수계획 수립으로 유역의 홍수저감능력 극대화
 - 유역종합치수계획 수립('08)
- 기후변화 대비 수방시설물 안전도 강화
- 이상홍수에 대비한 홍수예보시스템 강화
 - 국가하천에 대한 지역별 홍수위험지도 제작(~'12)
- 도시지역 홍수피해 저감대책 수립
 - 빗물저류 및 침투 등 자연친화적 물순화 시스템 구축을 통한 도시지역 홍수 방어능력 증대

3) 건강

가) 기후변화에 따른 건강 영향 최소화

- 폭염에 따른 건강 영향 최소화 대책
- 재해로 인한 건강영향 최소화
- 기후변화 건강적응대책 인프라 구축
 - 기후변화 환경보건연구센터 지정 또는 설치('09~'10)
 - 건강영향평가 및 적응대책 전담부서 설치

나) 대기오염에 의한 건강영향 대책

- 대기오염에 따른 건강 예·경보 시스템 구축
- 동아시아 지역 대기오염 건강영향 평가
- 대기오염 건강 취약국 관리
- 알레르기질환 유발 꽃가루 관리대책 강화('10~)
- 하절기 광화학 오존오염 관리대책 추진

다) 전염병 예방·관리

- 매개체 진파 전염병의 관리대책 수립
 - 매개체 방제사업 실시('08~'12)

- 말라리아, 쯔쯔가무시증 예방·관리사업 시행('08~'12)
- 국가 전염병 진단 실험실 운영('08~'12)
- 매개체 전파 전염병 발생 예측시스템 개발('08~'12)
- 쯔쯔가무시증 감염 및 말라리아 전파차단 백신개발('09~'12)
- 수인성·식품매개질환 병원체 감시 및 유행 예측사업 시행

4) 재난

가) 방재패러다임 전환 및 위기관리체계 강화

- 국가차원의 통합재난대응체계 구축
- 국토개발계획과 방재정책의 연계
- 취약계층 재난방지를 위한 체계 구축

나) 기후변화로 인한 산림재해 방지

- 산불 취약지 관리 및 조기진화시스템 구축
- 산사태 위험지 사전관리 - 관리시스템 고도화, 방재림 조성

5) 적응산업 · 에너지

가) 농업부문 적응대책

- 기후변화 피해 예방 및 최소화
 - 병충해 예방 및 재해경감 적응기술 개발('08~'14)
 - 한반도 온난화 적응 신품종 육성('09~'15)
 - 기후변화에 따른 새로운 축산분야 적응기술 개발 및 적용('09~'13)

나) 임업부문 적응대책

- 기후변화가 임업에 미치는 부정적 영향 완화
 - 맞춤형 산림지도 개선보급('12)
- 산림 병충해 적기 대응을 통한 피해 최소화
 - 산림병해충 정밀 예찰시스템 및 적기방제시스템 구축('09~'12)

다) 수산업 부문 적응대책

- 새로운 수산자원 품종 및 어획기법 개발
- 수산자원 질병처리 시스템 구축
- 수산자원 서식처 기반 및 자원조성 기법개발

라) 에너지 부문 적응대책

- 기후변화 대응 효율적 수급관리 체계연구 - 에너지 기본계획에 반영
- 에너지 공급시설의 안전성 확보

마) 제조·서비스 부문 적응대책

- 기후변화 적응 신사업 발굴 및 육성
- 그린투어 등 친환경적 관광레저산업 부양
 - 저탄소 시범관광지 조성 및 슬로시티 등 관광자원화
 - 기후변화 대응 관광자원개발의 가이드라인 개발 및 보급

6) 사회기반시설

가) 국토·도시의 적응체계 구축

- 기후변화에 적응하는 국토관리 - 도시설계 변경 등
- 도심내 기후변화 영향 완충용량 확보 - 온난화 완화를 위한 생활권 녹지확대

다. 국내외 협력 및 제도적 기반확보

가) 적응역량 배양을 위한 여건조성

- 기후변화 적응대책 추진지원 기반마련
 - 분야별/지역별 적응계획 수립 및 이행에 관한 가이드라인 마련('08~)
 - 기후변화 특성화 대학원을 통한 적응분야 전문인력 양성
 - 적응 정책 인벤토리 작성 및 활용시스템 구축('09~)
 - 적응 정책 우선순위 선정을 위한 사회·경제적 분석('09~)

- 한국형 기후변화의 경제학 보고서 발간('09~'10)
- 평가체계 및 법적·제도적 기반마련
 - 적응 성과·이행 평가기법 마련 및 평가시스템 구축('09~)
 - 국가 장기계획 및 정책 수립시 기후변화 위험요소를 반영하도록 법·제도 개선
 - 기후변화 적응에 대한 전략적 연구·지원을 수행할 국가 기후변화적응센터 설립 및 운영('09~)

나) 국내·외 협력기반 구축 및 교육·홍보

- 주요 당사자와의 기후변화 적응 협력강화
 - 정부·지자체 적응 파트너십 구축('08~)
 - 산업계와 공동으로 산업단지, 제품 등에 대한 기후변화 영향평가 및 적응대책 마련지원('08~'12)
- 기후변화 적응을 위한 국제협력 강화
 - 선진국, 개도국과의 기후변화 적응분야 협력 활성화 추진('09~)
 - 기후변화 여파로 황사발원지 확대방지를 위한 국제협력 강화('07~)
- 한반도 기후변화 현상의 체계적 기록 및 홍보활용
 - 한반도 기후변화 백서발간 ('09~)
- 기후변화 인식제고를 위한 학습·체험 인프라 확대
 - 기후변화 교육체험관 설치·운영('09)
 - 기후변화 교육·홍보 콘텐츠 및 프로그램 개발·보급('09~)
- 인식증진·홍보 프로그램 및 캠페인 전개

부록 2 : 기후변화 영향에 대한 부문별 적응 방안

1. 지자체 적응방안 종합

○ UKCIP(영국) 적응정책 가이드라인

지방 정부 서비스	기후변화의 잠재적 영향	가능한 적응방안의 예
계획		
미래 계획과 개발	범람원과 해변의 홍수와 침수 위험	미래 홍수와 해안 침수 경향을 염두에 둔 계획 수립
		다양한 홍수와 해안 관리를 고려한 적절하고 지속가능한 방어와 고위험 지역 개발 제한(환경부처와 함께)
		개발지 내 물 흡수를 위한 경관 특징을 조화시키기
	고온의 건조한 여름은 수자원에 더 많은 압력을 가함	신개발 시 수자원의 수요공급 잠재량을 고려
	종이진 여름 기후는 외부 생활에 더 큰 잠재력 부여	여가 수요의 변화에 부응할 수 있는 전략과 지역 계획을 고려
응급 계획	홍수와 혹독한 날씨의 위험 증가	위험의 증가에 부응하는 응급 상황 과정과 장비를 확보
건축		
주거	고온 건조한 여름에 토양이 수축하면서 함몰 위험이 증가함	기존 주거지의 예방적, 복구를 위한 유지관리 계획
	범람원이나 해안가에 위치한 가옥의 높은 위험	위험지역에 새로운 주거 개발을 제한하고, 홍수방지 수단이나 현재의 재산을 지키기 위한 지속가능한 방어 수단
	기온 상승은 주거 공간 환경에 영향을 줌	자재의 열적 특성을 활용하여 냉방과 에너지 효율적인 시스템으로 개선
공공건물 관리	기온 상승은 열적 안정성에 영향	에너지 효율적인 난방/환기 시설로 리모델링하거나 업그레이드
	더 습해진 겨울은 안개, 김 서림과 곰팡이의 원인이 됨	냉매에 견딜 수 있는 시스템으로 개선하고 내부 환경을 관리
	범람원과 해안가에 위치한 빌딩에 더 높은 위험	홍수 대비책이나 이주를 고려
건물 제어	더 건조해진 여름은 기반 침하의 위험을 증가시킴	기반이 견딜 수 있도록 정밀조사와 절차의 변화를 고려
	더 습해진 겨울과 혹독한 날씨로 김서림 증가	습한 환경을 위한 수단을 포함하는 절차 개선을 고려
건축 설계 서비스/건축	(위와 같은 영향으로 인해)기후변화는 미래의 디자인에 영향	건축 환경 디자인을 재고하고, 적합한 방법으로 수정
		냉방을 개선하기 위해 자재의 열적 성질을 활용
		우묵한 창, 지붕 내물림과 그늘을 활용하여 태양열 난방을 줄일 것

교통과 도로		
교통 계획	습해진 겨울과 혹독한 날씨로 인한 홍수 붕괴 위험의 증가	홍수 방지 계획을 세우거나 인프라의 위치 재선정하기, 붕괴를 최소화하기 위한 방안 마련
	기온 상승은 업무 방해와 여행하는 시민의 열 스트레스를 초래	노출된 장소를 피하고 그늘지고 시원한 대기 장소 제공
도로 유지	강우 강도의 증가는 독과 다리의 교각에 영향을 주며 더 많은 쓰레기를 배수구로 씻겨내려 보냄	모니터링을 늘리고 독과 다리 교각의 유지관리, 배수구의 청소를 늘릴 것
	더 건조해진 여름으로 도로 함몰 위험을 증가시키며 고온은 도로 표면에 피해를 입힐 위험 증가	도로 구조 설계를 재검토할 것, 현재 있는 도로를 보수할 것
	범람원과 해변가에 위치한 도로의 높은 위험	홍수에 견딜 수 있는 도로를 건설하거나 전략적으로 중요한 도로를 재배치할 것
	도로변 작물재배 기간과 성장 속도의 증가	경관 계획에서 늦게 자라는 식물을 사용할 것. 잔디 깎기와 잡초 다듬는 일정을 조정할 것
	서리의 위험이 감소-온난한 겨울	도로 염화칼슘 수요의 감소
보건과 사회		
보건과 사회 서비스	피부암 위험의 증가/여름철 혹독한 더위로 인한 화상, 외부 여가활동의 증가	노출의 위험에 대한 인식을 증대시킬 방안 고려, 공공 여가 장소의 그늘 제공
	노인, 빈민에 대한 열 스트레스와 취약한 지역과 사람들의 증가	충분한 그늘과 냉방을 보장할 것
환경 보건	고온은 식중독을 증가시킬 수 있음	식품 위생에 대한 인식 제고 방안 마련과 최적의 실용방안을 수정할 것
	건조한 여름으로 인하여 대기 중의 먼지 농도가 높아짐	도시 지역의 도로 물 뿌리기가 필요
환경 서비스와 인식		
녹지 관리	성장속도의 증가로 연중 내내 초목 유지	변화에 부응하여 자원과 유지관리 일정을 조정할 것
	건조한 여름과 습한 겨울로 인한 나무와 관목의 손실	미래의 환경에 적응할 수 있는 나무와 관목
	기후변화는 자연 환경에 영향을 줌	자연적인 이주를 위한 야생 동물의 통로 계획
하천 관리	습한 겨울과 강우 강도의 증가는 지역 수해를 증가시킴	장애물 제거를 위해 수로와 마른 계곡을 청소하는 활동 증대
폐기물 서비스	여름철 고온으로 폐기물이 더 빨리 부패됨	여름철에는 더욱 자주 폐기물 수거
	여름철 고온과 더 강해진 겨울철 강우는 매립지 설계와 운영에 영향을 줄 수 있음	현재 있는 매립지 장소의 상태를 점검 기후변화와 관련하여 미래 사이트의 설계와 운영을 체크할 것
지역사회의 인식	기후변화는 지역사회에 영향을 줌	인식을 증대시키고, 정보와 조언을 제공할 것
산업 지원	기후변화는 시장의 변화를 가져옴-관광과 농업, 새로운 상품에 대한 수요 등	산업을 시장에 적응할 수 있도록 장려

자료: UKCIP, 2003

○ King County(미국) 적응정책 가이드라인

주요 계획 분야	대응 목표	실천 방안
물공급	물공급 확대와 다양화	- 지역 물 시스템의 연결 - 새로운 지하 수자원 개발 - 새로운 저수지 건설 - 대수층 저장과 복구를 통한 지하수 공급의 향상 - 역삼투를 통한 해수담수화와 같은 새로운 기술 수행 - 물재이용(중수)을 위한 향상된 폐수처리 시설 개발
	저수용량 확대	- 댐 높이를 늘려 저수용량 증가 - 변화 상태를 반영하기 위한 저수조 운영의 조절
	수요 저감/효율 증대	- 물사용료 증가 - 저유량 배관시설을 요청을 위한 건축 기준 변화 - 관개농업을 위한 고효율 공급 시스템 설치 - 모든 물사용을 계량 - 더 효율적인 제조공정, 관개기술과 설비로 전환하기 위한 재정적 인센티브 제공(예; 세제특혜, 환불)
	사용자들간 물양도 능력 증가	- 수자원의 재할당을 용이하게 하기 위한 제방, 호소, 물시장의 사용 - 적용가능한 곳에 국경을 넘는 물협정의 재교섭
	가뭄대책 증가	- 변화상황을 인지하기 위한 가뭄관리계획의 업데이트 - 물 규제와 필요에 따라 다른 긴급조치 수행의 권한 증가
	기후변화가 물공급에 미치는 영향에 대한 대중인식 증가	물공급에 대한 기후 변화 영향과 거주자들이 어떻게 물사용을 줄일 수 있는지에 대한 정보를 전단지, 시사회보, 웹사이트, 지역신문에 포함
	물공급 관리를 위해 사용되는 정보의 종류 강화	- 수자원 계획과 관리에 대한 기후정보(예; 주기적인 예보)사용의 확장 - 문제를 예상하기 위해 수자원과 수리학에 영향을 주는 수원, 하천수, 이 밖의 다른 상태에 대한 경향의 활발한 모니터링 - 기후 변화가 어떻게 지역사회의 물공급에 영향을 줄 것인지에 대한 추가적인 연구 수행
우수와 홍수관리	우수관리 용량 증가	- 강수로 인해 예상되는 변화에 적응하기 위해 우수집수 시스템의 용량 증대 - 우수유출 저감을 위해 도시조경 요구를 수정 - 생태학적 완충지대(예; 습지)의 보존
	우수와 홍수로부터 재산피해 저감	- 위험지역 내 기반시설을 이주 또는 유기 - 홍수위험지역의 발전을 도모하기 위한 지구제 전환 - 법령원 내 내수설계를 요구하기 위한 건축 기준의 업데이트
	우수와 홍수빈도 관리를 위해 사용되는 정보의 개선	- 우수/홍수 위험과 각각의 빈도를 관리함에 있어 기후와 날씨 정보의 사용 증가 - 기후 변화와 관련되어 변화하는 위험을 반영한 홍수 지도의 업데이트 - 기후변화가 어떻게 지역사회의 우수와 홍수에 영향을 줄 것인지에 대한 추가적인 연구 수행
도로계획 및 유지관리	기반시설에 대한 홍수와 침식 영향 저감	- 강수로 인해 예상되는 변화에 적응하기 위해 우수집수 시스템의 용량 증대 - 우수유출 저감을 위해 도시조경 요구를 수정 - 생태학적 완충지대(예; 습지)의 보존
	올라간 여름철 온도로부터 아스팔트 손상 저감	- 아스팔트 도로의 유지관리 빈도 증대 - 가장 사용량이 많은 도로 위에 다른 도로표면 사용의 가능성 조사
산림 생태계와 공원	혼합 경관 구조 관리	- 기후변화에 따른 종분포의 이동에 대비하기 위해 지형과 기후환경의 더 많은 다양성을 포함하기 위한 보호구역의 확장 또는 조정 - 구역 크기와 연령집단의 혼합지를 생성하기 위해 벌목 그리고/또는 규정된 연소를 조정 - 단일 산림 그리고/또는 구조적 다양성이 결핍된 산림의 생성을 피함

	생물종 다양성과 종내 다양성 유지	- 기후변화에 부응하여 종분포의 이동에 대비하기 위해 지형과 기후 상태의 더 많은 다양성을 포함하기 위한 보호구역의 확장 또는 조정 - 추수 또는 사고 후 토종 종자와 혼효종을 식재 - 침입종에 대한 잠재력 감소
	기후와 비기후적 스트레스 요인의 영향 저감	- 환경적 내성의 넓은 범위를 갖는 것으로 알려진 여러 종들 또는 나무 심기 - 심각한 화재와 침입종 또는 전염성의 벌레, 가뭄에 대한 취약성을 줄이기 위해 산림밀도 관리 - 변화하는 화재위험과 화재상황을 위한 산림관리 - 산림구역 내 구조적인 용지개발 요구 증진 또는 설립
	산림과 공원 관리에 사용된 정보의 개선	- 관리 전략에 있어서 특정한 고도에 대한 기후 민감도의 이해 포함 - 가뭄 스트레스, 곤충, 침입종을 포함한 산림 상태에 대한 경향의 활발한 모니터링
	산림과 공원 생태계의 기후변화 영향에 대한 대중의 이해 증가	기후변화 영향이 산림과 공원 생태계에 주는 영향을 설명하기 위해 지역 사회가 하는 일에 대한 정보를 지역사회 회보, 웹사이트 등에 추가
해안 생태계	해안선 침식 저감	- 내륙의 해변이동에 대비한 생태학적 완충지대의 보존 - 개선과 조정이 불가능한 해안선 보호의 증진
	침식, 홍수빈도, 해수면 상승으로부터 재산피해 저감	- 연안 위험지역 내 개발 감소 - 연안구조를 위한 디자인 필요에 대한 기후변화 영향을 추가 - 해안선의 기반 시설을 이동 또는 유기 - 유출수 저장과 홍수 조절을 위한 습지 복원
	연안 서식지 증대 또는 유지	- 습지, 해수 소택지, 다른 서식 시스템의 내륙 이동에 대비하기 위해 생태학적 완충지대의 보존 - 침입종의 확산 저감
	연안시스템 관리에 사용된 정보의 개선	- 침입종의 조절과 모니터링 증가 - 연안 개발과 생태복원을 위한 해안선 상층에 대한 정보 포함
농업	변화 상태를 반영하기 위한 생산 조절	- 파종일 변화 - 더 긴 발육시기가 허용되는 곳에 이모작 고려 - 파종 종류 변화 - 내열성, 내충성, 내병성 작물의 더 많은 사용을 촉진
	농업용수 공급과 사용 개선	- 물사용의 효율성을 개선하기 위한 새로운 관개 기술 촉진 - 물보존 촉진 - 물분배를 위한 시장의 힘을 사용 - 물 기반시설의 확장과 다양화
	농업관리에 사용된 정보 개선	- 어떻게 기후 변화가 세계의 농업에 영향을 주는지를 인식 - 농민들에게 예측된 기후변화 영향에 대한 정보를 배포하기 위해 외부 전문가와 일함
공중보건	폭염발생의 영향 저감	- 폭염발생동안 추가적인 쿨링센터를 개방 - 폭염발생동안 공중 물놀이터 시간의 확장 - 폭염발생에 대한 조기경보 시스템의 사용 개선 - 도시지역 내 온도를 낮추기 위한 햇볕을 가려주는 나무의 사용 증가
	질병 감시와 방어 개선	- 도시 내 유행하는 알려진 질병과 잠재적 질병의 모니터링 증가 - 기후변화의 결과로 증가할 수 있는 질병 예방에 대한 공중교육 증가 - 질병 발발에 대한 긴급대책 증가
	공중보건 관리에 사용된 정보 개선	질병확산의 세계 경향 모니터링

자료: The Climate Impacts Group, King County, Washington, and ICLEI-Local Governments for Sustainability

2. 생태계 부문

생태계 부문 중 산림 부문에 대한 기후변화 적응정책 및 전략을 산림청의 2007년 주요 업무 세부추진계획을 바탕으로 구분하면 다음과 같다.

○ 산림 부문의 기후변화 적응정책 및 전략

적응정책	적응전략
지속가능한 산림경영	• 지속가능한 산림경영 기반 구축(산림기본계획 수립, 경제림 육성단지 관리, 공·사유림 산림경영계획 제도 운영) • 숲 가꾸기
산림생태계 보호	• 산림생태계 및 생물 다양성 보전 • 산불관리(인력/시설/장비/ 확충, 취약지 관리, 재난위기 관리체계 확립) • 산림병해충 방제
산림면적 유지 및 확대	• 조림 • 도시림 조성 및 관리(가로수, 학교숲 포함)
DB구축 및 GIS	• 산림통계 인프라 및 품질관리 • 산림지리정보 정밀화 및 표준화 체계 확립
산림자원 이용 증진	• 소득 증대(임업진흥권역 관리, 소득 증대 기반 조성) • 임산물 관리 • 목재산업 경쟁력 강화(수급안정, 국산재 이용 촉진)
재정 및 기술 지원	• 산림부문의 기후변화 관련 연구 지원 • 기금마련(녹색자금, 산림사업종합자금) • 산림조합 육성 • 해외조림

자료: 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III, 2007

3. 물관리 부문

수자원 부문에서 적용할 수 있는 기후변화 적응기술 사례를 공급 증대를 위한 측면과 수요를 줄이기 위한 측면으로 나누어 살펴보면 다음과 같다.

○ 수자원 부문 적응기술 사례

사용 범주	공급 측면	수요 측면
도시 혹은 국내 (municipal or domestic)	• 저수용량 확대 • 탈염 • 유역간 물 이전	• 중수 이용(use grey water) • 누수 저감 • 건조식 위생설비 사용 • 물 기준 강화
산업용 냉각수 수력	• 저급 용수 사용 • 저수용량 확대	• 효율성과 재사용 증진 • 터빈 효율성 증진

항해		• 독과 수문 건설(weirs and locks)	• 선박 크기와 항해빈도 변경
오염 방지		• 처리작업 개선 • 습지대 보호와 재건	• 폐수량 저감 • 화학약품 대체물질 사용 장려
홍수 관리		• 저수지와 제방 건설 • 습지대 보호와 재건	• 홍수 경보 개선 • 범람원 개발 억제
농업	천수 (rainfed)	• 토양 보전 개선	• 내한발성 작물 이용 (drought-tolerant crops)
	관개 (irrigated)	• 경작 방식 변화(change tilling practices) • 빗물 모으기	• 관개 효율성 증진 • 관개용수 가격 변화

자료: 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III, 2007

4. 건강 부문

- 공공보건수단은 개인, 공동체, 국가별로 다양함
(예; 고온에 대응하기 위한 수준별 수단-개인: 수분섭취 증대, 공동체: 취약한 사람들의 휴식을 위한 쿨링센터(cooling centres)운영, 국가: 기상예보 개선, 건물 신축시 기후변화를 감안토록 하는 법규 제정)
- 고온과 극한기상 현상으로 인한 건강 부문의 대책을 위한 가장 중요한 수단 중 하나는 효과적인 조기경보체계임

기후변화에 대한 건강 부문의 적응 옵션은 법적, 기술적, 교육적, 문화적/행위적 적응조치가 가능하다.

○ 건강 부문의 적응 옵션

보건 이슈	법적	기술적	교육적/조언적	문화적/행위적
• 열 스트레스를 포함한 극한기상현상	• 새로운 계획법 • 새로운 건축 가이드라인	• 열성효과를 줄일 수 있는 도시계획 • 에어컨	• 조기 경보 체계	• 적절한 의복착용 • 더운 기후에 시에스타 실시 • 폭풍대피소 이용
• 대기질	• 배출 조절 • 교통 제한	• 대중교통 개선 • 촉매 변환장치 • 굴뚝 높이기	• 오염 경보	• 카풀
• 매개체 감염질환	-	• 매개체 조절 • 백신예방접종과 산란처	• 보건 교육	• 물 저장소 철저관리
• 수인성 질환	• 유역보호법 • 수질 규제	• 병원균의 유전자/분자구조 스크리닝 • 수처리와 위생개선	• 끓인 물 급수	• 손 씻기와 기타 위생관리행위 • pit latrines사용

자료: 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III, 2007

○ 기후변화로 인한 건강영향을 줄이기 위한 조치

건강영향	법적 권고	기술적 권고	교육적 권고	문화적·행위적
고온	• 가이드라인 설정 • 기후 감시 및 경고 시스템 가동 • 도시지역에 나무 심기 • 교육 캠페인 실시	• 열섬효과와 냉방기 사용을 줄이기 위한 주거, 공동주택, 도시계획 • 건물 단열 강화 • 도로에 반사율이 높은 물체 설치	• 조기 정보 시스템	• 수분공급 유지 • 최고기온 낮 시간 중 휴식 취하는 작업계획 수립
기상재해	• 법적인 기획 • 가이드라인 설정 • 강제이주 • 경제적 지원 • 질병 대비 프로그램 신설 • 홍수방지를 위한 토지 사용계획 실시 • 무분별한 주거지 개발행위 금지	• 도시계획 • 대피소 • 강력한 호안(護岸)시설 건설 • 위생 시스템 확충	• 조기 경보 시스템	• 대피소 운영 • 기상통보에 유의
대기질	• 교통량 통제	• 대중교통수단, 공기정화장치 증가	• 오염경보	• 합승운동에 참여
설치류에 의하여 매개된 질병	• 백신 프로그램 실시 • 백신 관련법 도입 • 병원체 매개동물 번식지 제거 교육 캠페인 추진	• 매개체 관리 • 예방접종 • 감시체계 구축, 예방 프로그램 관리 • 창문 커튼장치 설치 • 병원체 매개동물의 불임 수컷 방출	• 보건교육	• 물 보관시 유의 • 열대 곤충 퇴치제 사용 • 제충제 함유 방충망 사용
수인성 질병	• 수질보호법 • 수자원 질 관리 권고	• 병원균 관리 • 물관리 강화 • 위생 강화	• 끓인 물의 유용성에 대한 지각	• 손씻기와 위생에 주의 • 오물저장식 변기 사용

자료: 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III, 2007

5. 산업 부문 (농업 등)

○ 폭염 발생 시 농작물 및 가축에 포괄적으로 적용할 수 있는 관리대책

- 언론매체를 통한 폭염대책
 - 무더위에 대한 기상전망 등을 신속히 전파
 - 폭염피해 가능성과 대비 방안에 대해 농민들에게 홍보 및 지도

- 농업용수 부족 및 가뭄대책
 - 지역실정에 알맞은 농업용수의 공급대책 수립 추진
 - 가뭄 발생시 단계별로 농작물 가뭄대책 및 농업용수 절약 대책 추진
- 농작물 병해충 방제대책
 - 농작물 병해충 예찰 및 방제 강화
 - 병해충 발생 상습지의 경우 지역예찰 강화 및 공동방제
- 가축 전염병 등 방역대책
 - 닭, 소, 돼지 등을 대상으로 한 전염병 및 질환예방대책 수립
 - 폭염으로 인한 조사료 공급대책 마련, 양계장 폐사 예방대책 강구
 - 축사위생관리 및 방역소독 철저
 - 여름철 정전사태 및 화재예방을 대비한 대책 필요
- 온실 재배작물 온도관리 대책
 - 하우스 내 온도관리 지도강화, 병해충 발생 증가에 대비한 방제대책 추진
 - 정전, 화재 등에 대비한 예방대책 추진

○ 대상작물별 적응대책

① 벼

- 침관수
 - 쓰러진 벼 가운데 황숙기 이전의 벼는 4-5 포기씩 묶어세우고 필요한 경우 도열병과 흰잎마름병약을 살포
 - 황숙기 벼는 겉잎이 마르면 장대를 이용하여 반대 방향으로 제쳐 수밭아를 예방 후 서둘러 수확
 - 도복벼의 경우는 가능한 한 빠른 시일 내에 세워줌
- 풍해
 - 재배시기 조절, 내풍성 품종의 선별(화진벼, 내풍벼, 금남벼, 화삼벼 등) 및 파종, 이앙기 조절, 방풍시설 설치 등
 - 풍해가 일어난 경우 살수처리 및 도복처리 서둘러 이행, 벼 흰잎마름병과 멸구류 등의 병해충 방제

- 도복
 - 내도복성이 강한 품종 선별(오봉벼, 주안벼, 일품벼 등)
 - 절간신장을 억제하고 질소의 과용을 피함
 - 도복경감제처리(세리타드(출수 전 40일), 키타진(출수 전 20일))
 - 도복이 일어난 후 묶어세우기, 병해충 방제를 빠른 시일 내에 실시
- 수발아
 - 휴면성이 강한 품종의 선택(다산벼, 농안벼, 안다벼, 일품벼, 추청벼, 화성벼 등)
 - 도복된 벼의 묶어세우기, 생장조절제 처리 등
- 고온해
 - 고온에 내성이 강한 품종 선별(진미벼, 화성벼, 일품벼 등)
 - 충분한 물흘려대기를 계속하여 물의 온도를 저하시킴
 - 고온에서 흡수·억제되는 규산과 가리를 증시
 - 비닐하우스나 터널 내의 통풍관리 주의
- 병해충
 - 공동방제 및 적절한 방제시기 선택이 중요

② 과수

- 기상재해
 - 비가 그친다음 곧바로 살균제 살포
 - 쓰러진 나무는 일으켜 세워 지주 설치
 - 찢어진 가지는 깨끗하게 잘라낸 다음 상처부위에 도포제를 바름
- 고온해
 - 과수원에 비닐 멀칭을 하거나 벧짚, 풀, 퇴비 등을 깔아줌
 - 뿌리가 분포된 지면은 두껍게 복토, 상품성이 없는 열매 및 옷자람가지 등은 수시로 제거
 - 7~16일간 강우량이 30mm 이하일 경우 일정한 간격을 정해 점적관수 등 물 주기를 시작

③ 시설채소 및 밭작물

• 기상재해

- 고추 등 쓰러진 작물은 일으켜 세운 후 탄저병, 역병 등을 방제
- 무, 배추는 비가 그친 후 살균제 처리
- 매몰, 유실된 곳은 빠른 시일 안에 재파종 등 복구작업 실시(비교적 생육기간이 짧은 총각무를 파종하는 것이 좋음)
- 뿌리가 약해진 무, 배추 등은 요소 0.25나 4종 복합비료를 앞에 뿌려주어 생육을 회복시켜 줌
- 빗물에 토양이 유실되어 씨앗이 외부로 노출된 곳에 복주기작업 실시

• 병해충

- 고추의 역병 및 탄저병의 피해는 흑색비닐을 전면 피복하여 예방
- 양파 노균병을 방제하기 위해 비가온 다음 반드시 방제작업 실시, 이미 발생한 밭에는 벤다 등 적용약제를 7~10일 간격으로 두 번 이상 살포
- 콩의 노린재 피해는 개화기 때부터 2~3회 살충제를 살포하여 예방

○ 농업 부문 적응 옵션

반응 전략(response strategy)	일부 적응 옵션
• 대체작물 활용	• 새 품종에 대한 연구 수행
• 물 습수를 개선하고 풍식을 줄이기 위한 지형도 변화	• 넓은 밭 구획나누기(subdivide large fields) • 초생수로(grass waterways) 유지 • 지표면 거칠기 증가 • 바람막이 설치
• 물 사용 및 사용가능성 향상과 침식 조절	• 플라스틱 필름으로 수로에 안감대기(line canals with plastic films) • 가능한 곳은 염수 사용(brackish water) • 성장 절정기에 관개 집중 • 점적관개 사용
• 토지 수분 및 영양 보전, 유출수(runoff) 저감, 토양침식 조절을 위한 경작활동변화	• 그루터기와 짚을 뿌리덮개로 덮기 • 작물 순환경작 • 단일 경작 지양 • 낮은 재식밀도(planting densities)
• 농장운영(farm operation)시기 변화	• 더운 시기의 수분 스트레스를 상쇄하기 위해 파종시기 앞당기기

자료: 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III, 2007

○ 농업 부문 분야별 적응 옵션

적응분야	적응 옵션
물·토양의 보전	• 토양 침식 억제에 위한 과도한 경작 회피 • 토양 침식을 억제하기 위한 주변식생관리 • 유량을 억제하기 위한 등고경중 • 토양 침식 제어를 쉽게 하기 위한 밭의 세분화 • 수리용 억제와 토양 보전을 위한 윤작 • 수리용 억제와 토양 보전을 위한 유경 • 수리용 억제를 위한 절단한 포기 멀칭 • 작물의 이식 밀도 감소 • 유량을 억제하여 토양 침식을 막기 위해 고안한 테라스
토양질의 개선	• 관개 스케줄을 개량하는 것에 의한 염해의 개선 • 알칼리 토양의 개선 • 토양의 비옥화
경작활동	• 경작시스템의 변경(윤작, 간작) • 증발산을 억제하기 위한 플라스틱 필름 • 잡초의 억제 • 이식밀도를 작게 함 • 토양이용 형태의 변경 • 경작준비기간을 단축하기 위한 기계 이용 • 이식일자 등의 조정 • 종을 보다 깊이 이식 • 만족한 종의 이용, 다른 종으로 변경 • 열 스트레스에 내성이 있는 작물 이식 • 염해 스트레스에 대해 내성이 있는 작물 이식 • 물이용 효율이 높은 작물의 이식
물이용 효율	• 스프링클러 관개, 적(물방울)하관개 • 파이프드랑 수로 • 배수시스템 • 인수(引水)(물을 끌어다 댐) 소실의 저감 • 관개 스케줄
그 외 농가 수준의 적응	• 물이용 효율을 최적화할 수 있는 설비 • 농약과 잡초의 조절 • 병해 예방 • 온실경작 • 적지적작
경제적 정책	• 절수에 대한 투자의 인센티브를 주는 규제 • 자원의 쓸데없는 사용을 억제하는 법률 • 재해원조/복구계획 • 보험 • 고효율적 관개시스템의 보조금 • 무역정책
신기술연구에 대한 투자	• 신종, 신비료, 관개기술의 개량 • 농업의 취약성에 관한 연구 • 침식과 사막화를 방지하기 위한 식림에 관한 연구 • 열·홍수 스트레스에 내성이 있는 작물의 개발·연구 • 해면 상승에 대한 연안 방호

인프라 건설	• 저수지, 관개수로의 건설 • 장거리 물 운반 프로젝트
교육과 인지	• 농민에게 지식 전달 • 소비자나 사회의 문제 인식
토지관리	• 토양 침식을 억제하기 위한 식림 • 토지 이용계획 • 토양 질 향상 • 사막화 억제 • 농지 보호
수자원 관리	• 보다 정확한 수자원 감정 • 지하수 보호 • 물의 재생관련 법률 • 수질오염을 규제하는 법률
그 외 국가 수준의 적응	• 이민 • 도시화 대책 • 식료 수입 증대 • 휴경지에 다년생 식물 이식
인간 행동	• 미각 • 식물성 단백질로 이행하는 것 억제 • 시장가격에 대한 대응

자료: 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III, 2007

전발연 2009-BR-01

기후변화 적응대책 수립을 위한 전라북도 기후변화 취약성 연구

발 행 인 | 신 기 덕

발 행 일 | 2009년 7월 31일

발 행 처 | 전북발전연구원

560-014 전북 전주시 완산구 중앙동 4가 1번지

전화:(063)280-7100 팩스:(063)286-9206

ISBN 978-89-92471-70-1 93530

본 출판물의 판권은 전북발전연구원에 속합니다.



전북발전연구원
JEONBUK DEVELOPMENT INSTITUTE

전북발전연구원 JEONBUK DEVELOPMENT INSTITUTE

전라북도 전주시 완산구 중앙동 4가 1번지
4-1 Jungang-Dong, Wansan-Gu, Jeonju-Si, Jeollabuk-Do, Korea
TEL 063-280-7100 FAX 063-286-9206
www.jd.re.kr



9 788992 471701
ISBN 978-89-92471-70-1