

심포지엄 프로그램

일시	내용	발표자
14:00-14:10	개회사 : 고려대학교 환경GIS/RS센터장	이 우 균 센터장
14:10-14:20	축 사 : 고려대학교 생명과학대학 학장	김 익 환 학 장
14:20-14:30	심포지엄 소개 : 연구책임자	양 승 룡 교 수

신 기후변화 시나리오에 따른 식량안보체제 구축방안/ 좌장 양승룡 교수(고려대학교)

14:30-14:55	발표주제 I : 기후변화에 따른 식량안보 변화에 대한 소비자 인식과 식량자급률 향상을위한 지불의향분석	이 춘 수 강 사 (고려대학교) 양 승 룡 교 수 (고려대학교)
14:55-15:20	발표주제 II : 기후변화 시나리오에 따른 농업기후 변화 분석	송 용 호 연구원 (환경GIS/RS센터) 이 우 균 교 수 (고려대학교)
15:20-15:35	휴 식	

신 기후변화 시나리오에 따른 식량안보체제 구축방안/ 좌장 양승룡 교수(고려대학교)

15:35-16:00	발표주제 III : 기후변화에 따른 주요작물의 생산량 변화 분석	박 호 정 교 수 (고려대학교) 장 재 열 (고려대학교) 남 영 식 (고려대학교)
16:00-16:25	발표주제 IV : 기후변화에 따른 식량안보 전망	김 원 용 연구원 (한국농촌경제연구원) 양 승 룡 교 수 (고려대학교)
16:25-16:40	휴 식	

신 기후변화 시나리오에 따른 식량안보체제 구축방안/ 좌장 양승룡 교수(고려대학교)

16:40-18:00	종합토론 : 강성대 박사(그린시물레이션) 김진진 과장(농림축산식품부 기후변화대응과) 박환일 박사(삼성경제연구소) 양운호 박사(농촌진흥청국립식량과학원) 윤 명 실장(소비자시민모임) 이덕배 과장(농촌진흥청 국립농업과학원)	(가나다 순)
-------------	--	---------

목 차

- 기후변화에 따른 식량안보 변화에 대한 소비자 인식과 식량자급률 향상을 위한 지불의향분석 1

이 춘 수 · 양 승 룡

- 기후변화 시나리오에 따른 농업기후 변화 분석 13

송 용 호 · 이 우 균

- 기후변화에 따른 주요작물의 생산량 변화 분석 28

박호정 · 남영식 · 장재열

- 기후변화에 따른 식량안보 전망 42

김 원 용 · 양 승 룡

기후변화에 따른 식량안보 변화에 대한 소비자 인식과 식량자급률 향상을 위한 지불의향분석

2013. 7. 2

이 춘 수

(고려대학교 식품자원경제학과 강사)

양 승 룡

(고려대학교 식품자원경제학과 교수)



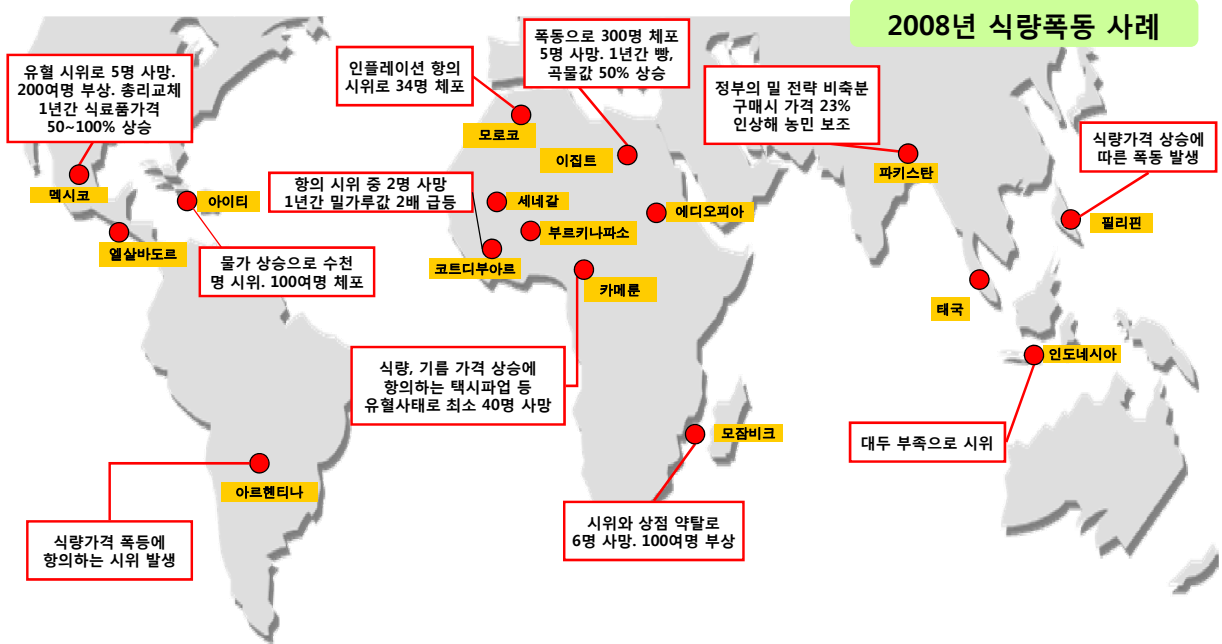
고려대학교
KOREA UNIVERSITY

목 차

1. 연구배경 및 필요성
2. 연구목적
3. 연구방법
4. 분석결과
5. 요약 및 결론

연구배경 및 필요성

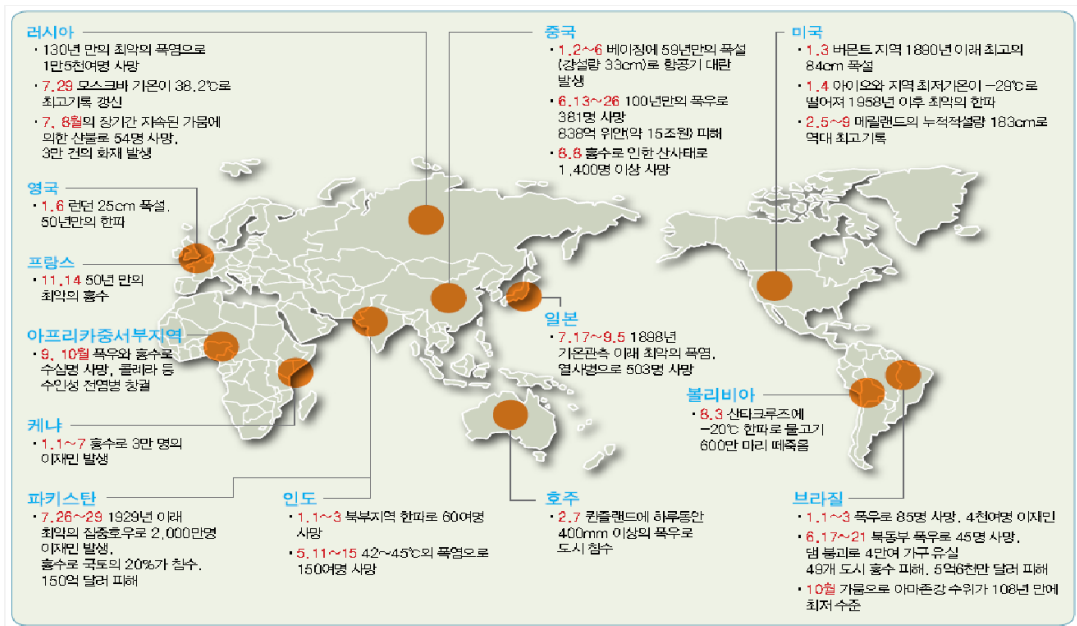
■ 식량안보 확보의 중요성 : 식량안보 하락 → 정치적·사회적 혼란 야기



연구배경 및 필요성 (cont.)

■ 빈번한 이상기후 발생

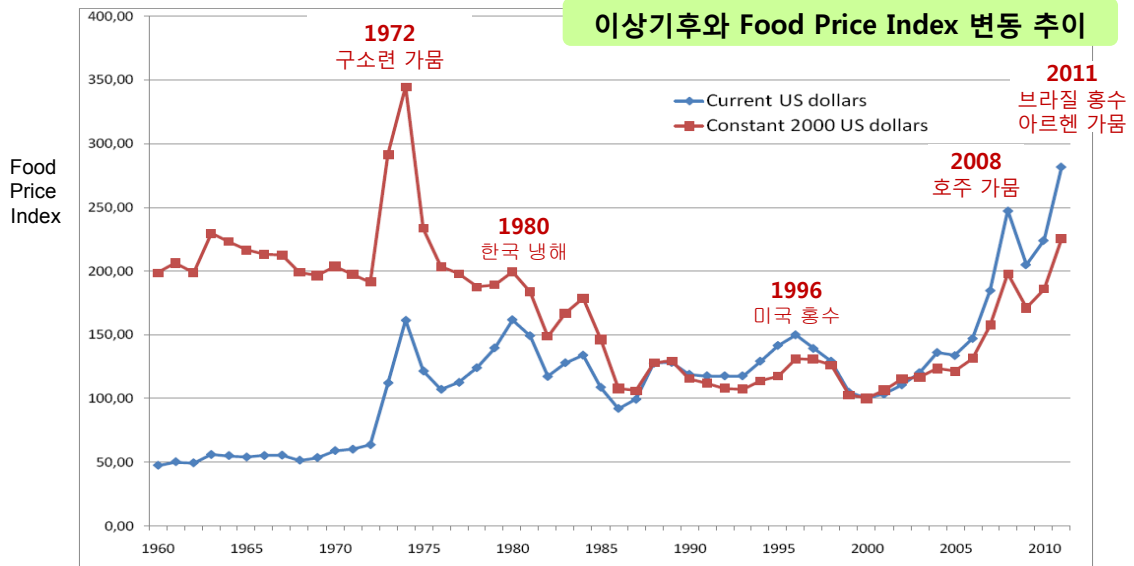
전세계 이상기후 발생 분포도 (2010)



연구배경 및 필요성 (cont.)

■ 세계 곡물수급 악화 → 국제곡물 가격 상승

- 수요 증가 요인 : 인구 증가, 육식소비(사료곡물수요) 증가, 바이오연료 확대 등
- 공급 감소 요인 : 기후변화에 따른 기상이변 증가



연구배경 및 필요성 (cont.)

■ 기후변화에 따른 국제 곡물가격 상승은 한국에 심각한 위협

- 원료농산물의 수입 비중 大 (이용선 외, 2008; 최지현 외, 2009; 이용선 외, 2011)
- 국내 가공식품의 수입원료 의존도 30% 이상
- 특히 제분(밀가루), 제당(설탕), 전분 및 당류(전분당), 유지류 등 소재식품 의존도는 90% 이상임

■ 기후변화가 한국의 식량안보 위협

- 주요 곡물 생산국의 기후변화 → 생산량 감소 → 국제 곡물가격 상승 → 곡물 수급 어려움 가중
- 한국의 기후변화 → 대표 곡물인 쌀 생산량 20-37% 감소 예상(나영은, 2011)

■ 기후변화에 대응한 식량안보체계 구축을 위한 정책 지원의 중요성 증가 → 소비자 동의 확보 필요

- ⇒ 질문 1 : 소비자들은 기후변화에 따른 식량안보 변화를 얼마나 심각하게 받아들이고 있는가?
- ⇒ 질문 2 : 소비자들은 식량안보 유지를 위해 어느 정도의 재정 투입을 용인할 것인가?



연구목적

□ 연구목적

- 기후변화에 대응한 식량안보체계 구축을 위한 **정책지원의 정당성 평가**를 위해 소비자들의 인식 및 지불의향수준 조사

□ 세부 연구내용

1. 소비자들의 기후변화에 따른 식량안보 위기와 그에 대응한 식량안보 확보의 중요성에 대한 인식
2. 기후변화에 대응한 식량안보체계 구축을 위한 지불의향수준 분석

연구방법

□ 연구방법 : 20세 이상의 소비자 대상 설문조사 실시

- 사전조사 : 총 132명 (1차 48명, 2차 84명) → 설문 문항 및 지불수단의 적정성 검토
- 본 조사 : 총 447명 (SNS 133명, 전남농업기술원 123명, 소비자시민모임 191명)
 - 기후변화의 심각성 및 **식량안보의 중요성에 대한 인식**
 - 식량안보의 5가지 핵심 구성요소에 대한 평가
 - 물리적 여건 : 자급률
 - 경제적 여건 : 국민 소득, 소득 불평등성, 국제 신용도
 - 국제시장 상황 : 국제 재고
 - 한국의 식량안보 수준 및 **현행 곡물자급률 목표의 적정성 평가**
 - 곡물자급률 목표치 재설정(2011) : 30.0%(2015) → 32.0%(2020)
 - 대상 곡물 : 쌀, 맥류, 콩, 옥수수, 서류, 잡곡 등 전체 양곡
 - 기후변화가 식량안보에 미치는 영향에 대한 인식
 - **식량안보를 위한 지불의향수준(WTP)**

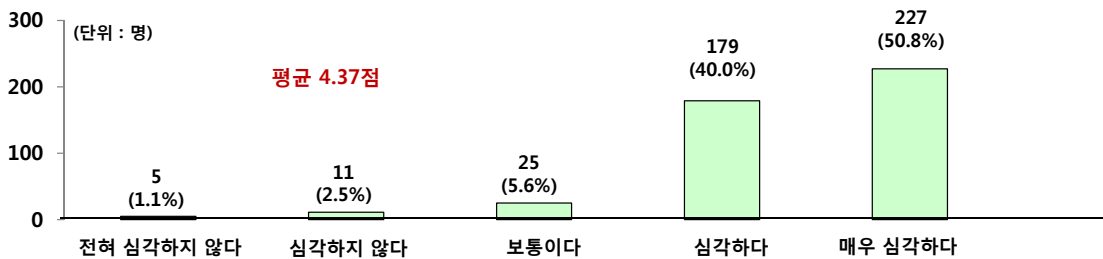
분석결과 : 응답자 특성

구분		응답자(명)	비중(%)	구분		응답자(명)	비중(%)
성별 (17)	남성	187	43.5	도시/비도시 여부 (27)	도시	330	78.6
	여성	243	56.5		비도시	90	21.4
	소계	430	100.0		소계	420	100.0
연령 (4)	20대	25	5.6	직업 (6)	회사원	139	31.5
	30대	118	26.6		자영업	31	7.0
	40대	154	34.8		농림수산업	75	17.0
	50대	108	24.4		전업주부	121	27.4
	60대 이상	38	8.6		공무원	15	3.4
	소계	443	100.0		기타	60	13.6
소득 (13)	2000만원 미만	51	11.8	광역 시도 (6)	서울/경기/인천	243	55.1
	2000-4000만원	118	27.2		강원	1	0.2
	4000-6000만원	131	30.2		충북	5	1.1
	6000-8000만원	72	16.6		대전/충남	51	11.6
	8000-1억 원	36	8.3		광주/전남	123	27.9
	1억 원 이상	26	6.0		대구/경북	3	0.7
	소계	434	100.0		부산/경남	6	1.4
학력 (7)	중졸 이하	16	3.6		제주	3	0.7
	고졸	71	16.1		해외(미국, 캐나다)	6	1.4
	대재/대졸	252	57.3		소계	441	100.0
	대학원 이상	101	23.0				
	소계	440	100.0				

주. () 안의 값은 미응답수(명)를 의미함

분석결과 : 기후변화의 심각성 및 식량안보의 중요성에 대한 인식

Q. 지구온난화에 따른 기후변화가 심각한 문제인가?
(1점 : 전혀 심각하지 않다 - 5점 : 매우 심각하다)

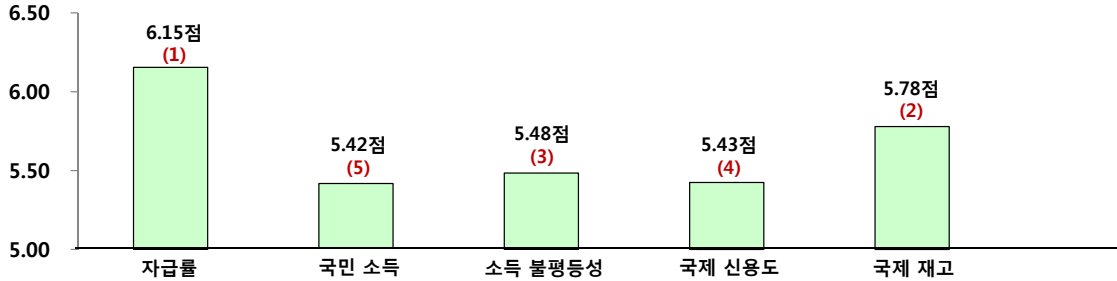


구분	전혀 심각하지 않다	심각하지 않다	보통이다	심각하다	매우 심각하다	평균
SNS	1 (0.8%)	6 (4.5%)	9 (6.8%)	57 (42.9%)	60 (45.1%)	4.27점
전남기술원	3 (2.4%)	4 (3.3%)	9 (7.3%)	41 (33.3%)	66 (53.7%)	4.33점
소시모	1 (0.5%)	1 (0.5%)	7 (3.7%)	81 (42.4%)	101 (52.9%)	4.46점

주. () 안의 값은 각 그룹 내에서의 비중을 의미함.

분석결과 : 식량안보 핵심 구성요소의 중요도에 대한 인식

Q. 식량안보 세부구성요소의 중요도는? (1점 : 전혀 중요하지 않다 - 7점 : 매우 중요하다)

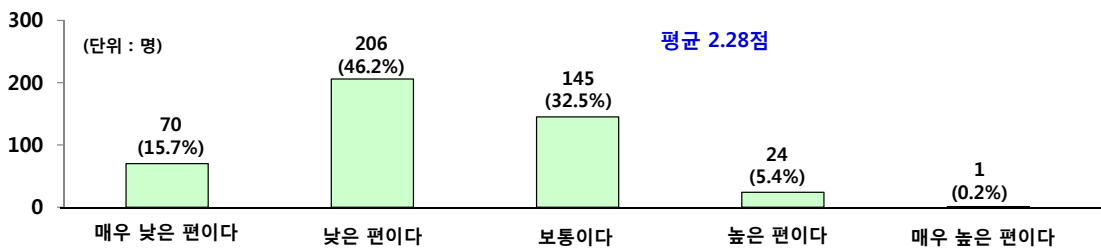


구분	자급률	국민소득	소득 불평등성	국제 신용도	국제 재고
SNS	6.25 (1)	5.14 (4)	5.29 (3)	4.99 (5)	5.62 (2)
전남기술원	6.36 (1)	5.52 (5)	5.76 (3)	5.55 (4)	6.13 (2)
소시모	5.95 (1)	5.55 (4)	5.45 (5)	5.65 (3)	5.68 (2)

주. () 안의 값은 순위를 의미

분석결과 : 한국의 식량안보 수준에 대한 평가

Q. 식량안보 세부구성요소 고려 시 한국의 전반적인 식량안보 확보 수준은? (1점 : 매우 낮은 편이다 - 5점 : 매우 높은 편이다)

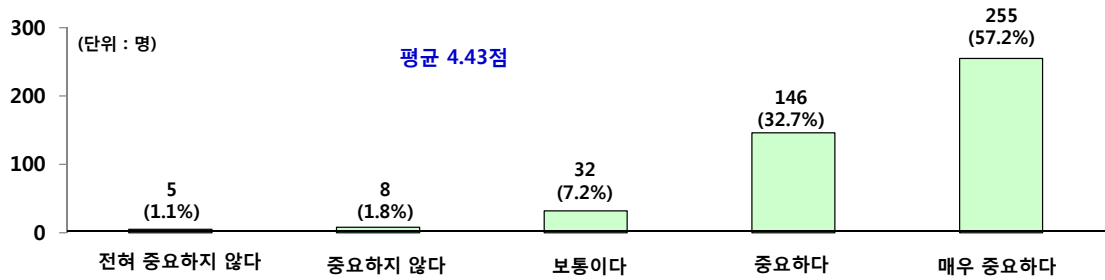


구분	매우 낮은 편이다	낮은 편이다	보통이다	높은 편이다	매우 높은 편이다	평균
SNS	22 (16.5%)	67 (50.4%)	38 (28.6%)	5 (3.8%)	1 (0.8%)	2.22점
전남기술원	33 (27.0%)	60 (49.2%)	25 (20.5%)	4 (3.3%)	0 (0.0%)	2.00점
소시모	15 (7.9%)	79 (41.4%)	82 (42.9%)	15 (7.9%)	0 (0.0%)	2.51점

주. () 안의 값은 각 그룹 내에서의 비중을 의미함.

분석결과 : 식량안보의 중요성에 대한 인식

Q. 곡물자급률 23%, 1인당 GDP 2만 4천 달러인 한국의 상황에서 식량확보 중요?
(1점 : 전혀 중요하지 않다 - 5점 : 매우 중요하다)

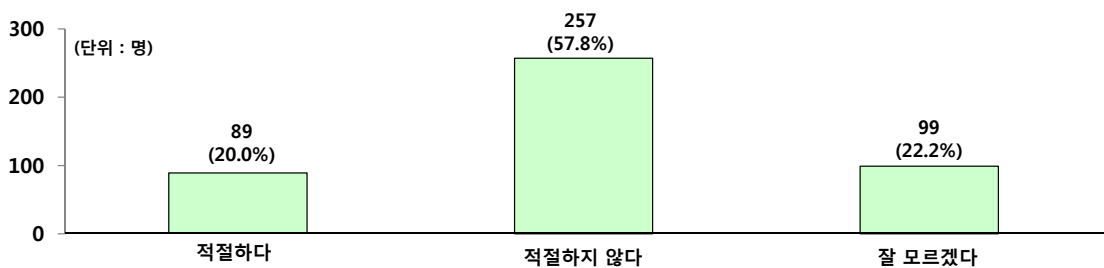


구분	전혀 중요하지 않다	중요하지 않다	보통이다	중요하다	매우 중요하다	평균
SNS	1 (0.8%)	0 (0.0%)	7 (5.3%)	45 (33.8%)	80 (60.2%)	4.53
전남기술원	3 (2.5%)	4 (3.3%)	7 (5.7%)	21 (17.2%)	87 (71.3%)	4.52
소시모	1 (0.5%)	4 (2.1%)	18 (9.4%)	80 (41.9%)	88 (46.1%)	4.31

주. () 안의 값은 각 그룹 내에서의 비중을 의미함.

분석결과 : 현행 곡물자급률 목표의 적정성에 대한 평가

Q. 정부의 2020년 곡물자급률 목표치 32%가 적정한가?



구분	적절하다	적절하지 않다	잘 모르겠다	소계
SNS	37 (27.8%)	77 (57.9%)	19 (14.3%)	133
전남기술원	19 (15.4%)	87 (70.7%)	17 (13.8%)	123
소시모	33 (17.5%)	93 (49.2%)	63 (33.3%)	189

주. () 안의 값은 각 그룹 내에서의 비중을 의미함.

분석결과 : 현행 곡물자급률 목표의 적정성에 대한 평가 (cont.)

Q. 적정 곡물자급률 목표치는?

구분	응답자(명)	평균(%)	표준편차(%)	최대값(%)	최소값(%)
적절하다	89	32.0	0.0	32.0	32.0
적절하지 않다	253	56.1	20.3	100.0	10.0
잘 모르겠다	61	49.9	16.4	100.0	25.0
소계	403	49.8	19.9	100.0	10.0

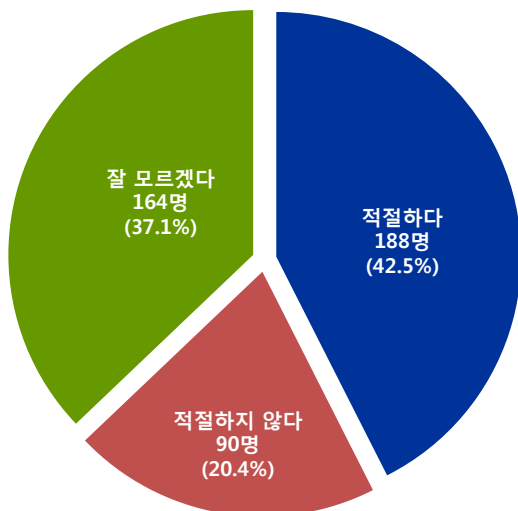
주. 적절하다고 응답한 대상자의 곡물자급률을 32%로 설정하였음.

⇒ 그룹별 평균 적정 곡물자급률 목표치

구분	SNS	전남기술원	소시모	평균
적절하다	32.0	32.0	32.0	32.0
적절하지 않다	54.2	57.7	56.1	56.1
잘 모르겠다	43.3	59.5	50.6	49.9
소계	46.5	53.6	49.8	49.8

분석결과 : 곡물자급률 향상을 위한 예산투자의 적절성

Q. 곡물자급률 향상을 위해 연간 약 2,000억 원의 예산투자가 적절한가?

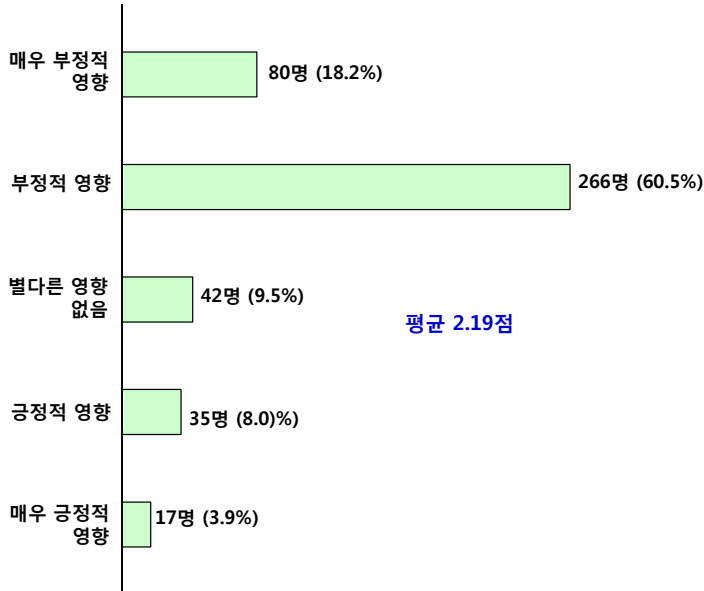


구분	적절하다	적절하지 않다	잘 모르겠다	소계
SNS	65 (48.9%)	24 (18.0%)	44 (33.1%)	133
전남기술원	61 (50.4%)	23 (19.0%)	37 (30.6%)	121
소시모	62 (33.0%)	43 (22.9%)	83 (44.1%)	188

주. () 안의 값은 각 그룹 내에서의 비중을 의미함.

분석결과 : 기후변화가 식량안보에 미치는 영향에 대한 인식

Q. 기후변화가 한국의 전반적인 식량안보 확보에 어떠한 영향을 미친다고 생각하십니까?
(1점 : 매우 부정적 영향 - 5점 : 매우 긍정적 영향)

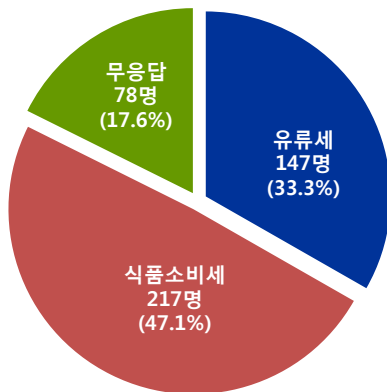


구분	SNS	전남 기술원	소시모
매우 부정적 영향	26 (19.5%)	26 (22.2%)	28 (14.7%)
부정적 영향	81 (60.9%)	57 (48.7%)	128 (67.4%)
별다른 영향 없음	13 (9.8%)	15 (12.8%)	14 (7.4%)
긍정적 영향	8 (6.0%)	15 (12.8%)	12 (6.3%)
매우 긍정적 영향	5 (3.8%)	4 (3.4%)	8 (4.2%)
평균	2.14점	2.27점	2.18점

주. () 안의 값은 각 그룹 내에서의 비중을 의미함.

분석결과 : 식량안보를 위한 지불의향수준

Q. 기후변화에 대응하여 (가칭)식량안보기금을 조성하고자 할 때 적절한 세금 형태는?



구분	유류세	식품 소비세	무응답	소계
SNS	49 (36.8%)	84 (63.2%)	0 (0.0%)	133
전남 기술원	37 (31.4%)	45 (38.1%)	36 (30.5%)	118
소시모	61 (33.3%)	88 (49.1%)	42 (17.6%)	191

주. () 안의 값은 각 그룹 내에서의 비중을 의미함.

→ 왜 간접세인가?

- 소득세 : 실제로 부과된 사례가 없어 **현실성이 떨어짐**
조세에 대한 거부감으로 **과소 추정 가능성** 존재 (홍종호, 엄영숙, 2011)
- 간접세 : 현재 유류세에 다양한 목적세(교통/에너지/환경세 등)가 부과되고 있어 **현실성 높음**

→ 유류세와 식품소비세만을 선택한 이유는?

- 유류세 : 기후변화의 요인인 온실가스 배출에 따른 **패널티**
- 식품소비세 : 식량안보 확충을 위한 **인센티브**

분석결과 : 식량안보를 위한 지불의향수준 (cont.)

Q. 기금 조성을 위한 지불의사세율?

구분	응답자(명)	평균(%)	표준편차(%)	최대값(%)	최소값(%)
유류세	144	1.66	1.92	10.00	0.00
식품소비세	214	1.87	2.18	20.00	0.00
소계	358	1.78	2.08	20.00	0.00

⇒ 그룹별 지불의사세율

구분	SNS			전남 기술원			소시모		
	응답자(명)	평균(%)	표준편차(%)	응답자(명)	평균(%)	표준편차(%)	응답자(명)	평균(%)	표준편차(%)
유류세	49	2.18	2.46	37	1.90	1.50	58	1.06	1.38
식품소비세	84	2.32	2.67	43	1.98	1.90	87	1.39	1.61

분석결과 : 식량안보를 위한 지불의향수준 (cont.)

■ 기후변화에 대응한 식량안보체계 구축을 위한 지불의사총액

- 유류세 기준 연평균 자급률 증가 가능 수준 : 약 13.9%p
 - 식품소비세 기준 연평균 자급률 증가 가능 수준 : 약 6.0%p
- ※ 1%p 증가 시 비용 = 2,000억 원 가정

구분	1차 사전조사		2차 사전조사		본 조사		
	소득세	간접세(유류세)	유류세	식품소비세	유류세	식품소비세	
응답자수	25명	22명	35명	42명	144명	214명	
지불의사액	평균	18,300원/가구	3.89%	1.90%	2.85%	1.66%	1.87%
	s.e	5,059원/가구	1.79%	0.30%	0.32%	1.92%	2.18%
지불의사총액(억 원)	3,237억 원	65,060억 원	31,777억 원	18,176억 원	27,763억 원	11,961억 원	

주1. 1차 조사의 소득세 지불의사액은 전국 가구(17,687,001가구, 2011) 기준임.

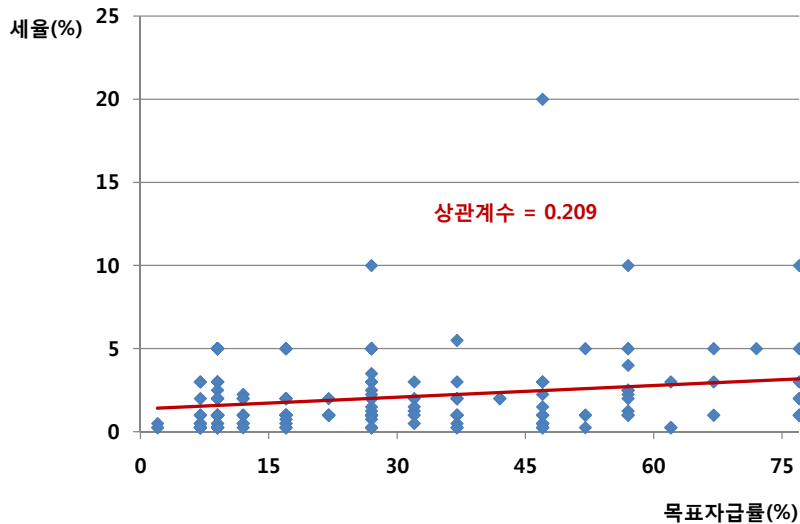
주2. 유류세 지불의사총액 = 정유4사 매출액(167조 2,482억 원, 2011) * 세율

주3. 식품소비세 지불의사총액 = 음식료품 제조업 출하액(63조 7,250억 원, 2011) * 세율

분석결과 : 식량안보를 위한 지불의향수준 (cont.)

■ 지불의사세율 vs. 목표자급율 (식품소비세 지불의향자 기준)

- 목표자급율이 높은 소비자일수록 지불의사세율이 높음



요약 및 결론

- 기후변화에 대응한 식량안보체계 구축을 위한 정책지원의 정당성 평가를 위해 소비자 설문조사 실시
- 조사결과 기후변화의 심각성 및 기후변화에 따른 식량안보 위협에 대한 인식 수준이 높음
 - 응답자의 90.8%가 기후변화가 심각한 문제라고 인식하고 있고, 78.7%가 기후변화가 한국의 식량안보 확보에 부정적 영향을 미칠 것으로 인식
- 식량안보의 5대 핵심요소 측면에서 **자급률 확보가 가장 중요**하다고 인식
 - 요소별 중요도 : 자급률 > 국제 재고 > 소득 불평등성 > 국제 신용도 > 국민 소득
 - 국민 소득의 중요도가 상대적으로 낮은 것은 경제적 여력이 있어도 충분한 식량을 확보하지 못할 수 있다는 인식이 존재함을 의미 ← 애그플레이션(2008) 및 식량폭동 영향

요약 및 결론 (cont.)

- 응답자의 71.9%가 한국의 식량안보 수준이 낮다고 평가
 - 정부의 목표자급률 32.0%(2020) 보다 높은 49.8%가 적절하다고 인식
 - ⇒ 목표자급률 제고 필요
- 소비자들은 기후변화에 대응한 식량안보체계 구축을 위해 연간 1조 1,961억 원에서 2조 7,763억 원을 지불할 의향이 있음
 - 식량안보 확보를 위한 정책지원의 정당성의 근거
- 식량안보세 도입 논의 필요
 - 납세자인 소비자의 동의 하에 식량안보체계 구축을 위한 재원으로 활용 가능
 - 조세 저항을 고려하여 세율을 단계적으로 인상하는 방안 고려
 - ex. 목표 세율 1.8% : 최초 0.3% → 점진적 인상을 통해 10년 후 1.8%

기후변화 시나리오에 따른 농업기후 변화 분석

고려대학교 환경 GIS/RS 연구실
이우균, 송용호, 곽한빈

CONTENTS

- I 연구배경
- II 연구목적
- III 연구방법
- IV 연구 결과
- V 결과 및 결론

연구배경

지구온난화의 심화

2013년 05월 02일 목요일 A12면 사회

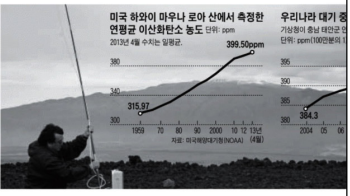
하와이 CO₂ 400PPM 육박... 지구 大氣 사상 최악

(전 세계 CO₂ 농도 대표적 지표)

대규모 흡수와 반파, 이상 고온 등 기후변화를 일으키는 대표적 온실가스인 이산화탄소(CO₂)의 대기(大氣) 중 농도가 인류 역사상 처음으로 400ppm(피파질·100인분의 1을 나타내는 단위)을 곧 돌파할 전망이다. 국제적 기후변화 연구 기관인 스크립스(Scripps) 연구소가 1일 밝혔다.

전 세계 CO₂ 농도의 대표적 지표로 활용되는 미국 하와이 마우나로아(Mauna Loa) 산에서 측정된 대기 중 CO₂ 농도가 지난 25일과 26일 일평균 399.71ppm을 기록한 데 이어 29일에도 399.55ppm으로 측정됐다. 미 해양대기청(NOAA)이 운영하는 마우나로아 관측소는 해발 3400m 높이에 1958년부터 대기 중 CO₂ 농도를 측정해온 세계에서 가장 오래된 관측소다.

미국 스크립스 연구소의 랄프 킬링 소장은 워싱턴 연방에서 "약 300만년 전부터 시작된 인류 역사상 처음으로 지구 대기 중 CO₂ 농도가 400ppm에 육박한 상태"라며 "5월 중에는 400ppm을 돌파할 가능성이 크다"고 밝혔다. ○ 하와이(발음) 'CO₂ 위기 경보' 유엔 산하 '기후변화 정부 간 협의체(IPCC)'는 세계 각국이 온실가스를 현재 추세대로 배출할 경우 대



미국 해양대기청(NOAA) 연구원이 하와이 마우나로아 산 3400m 높이에 있는 관측소에서 이산화탄소를 빨아들이는 기계로 주변 공기를 모아 이산화탄소 농도를 측정하는데, 오른쪽에 사람이 호흡 돌이켜 3m 정도 위 공기를 포집한다.

한국은 이미 작년 400PPM 넘어 하와이 CO₂ 450PPM 넘으면 기후변화로 지구 파국 몰수도 개도국 등 온실가스 배출 늘어 폭설·폭염 등 이상기후 잇따라 기 중 CO₂ 농도가 수십 년 안에 450ppm을 돌파한 뒤 급세기 말에는 540~940ppm까지 될 것으로 예상된다. IPCC는 온실가스 배출량을 줄여 CO₂ 농도를 450ppm 이하로 막지 않

Climate Milestone: Earth's CO₂ Level Passes 400 ppm

Greenhouse gas highest since the Pliocene, when sea levels were higher and the Earth was warmer.



Two teams of scientists at the Mauna Loa Observatory in Hawaii have been measuring carbon dioxide concentration there for decades, and have watched the level inch toward a new milestone. Photograph by Jonathan Kingston, National Geographic

연구배경

기후변화 및 이상기후 발생

東亞日報

여름더워, 50년새 보름이나 빨라졌다



평균 기온 20도이상 지속 시점 서울의 경우 5월 27일로 당겨져 짧아진 봄?~ 실제 큰 차이 없어 서울 종로구 가회동에 사는 주부 김하영 씨(37)의 옷장은 뒤죽박죽이다. 한겨울 코트부터 반팔 티셔츠까지 뒤섞여 있다. 김 씨는 "외투를 꺼내고 단 건 얼마 되지 않은 것 같은데 벌써 한여름 날씨가"라며 "봄을 즐긴 채도 없이 여름으로 넘어가는 느낌"이라고 말했다. 아직 5월인데 낮에는 30도가 넘어 7, 8월 같은 한여름 날씨를 계속되면서 "봄이 사라졌다"는 탄식이 나오고 이 사라지고 있었던 것은 이 대는 충분한 근 28일 기상청에

2013년 05월 27일 월요일 A14면 사회

1920년대 이후 10년 단위 평균 계절 지속기간

계절	봄	여름	가을	겨울
1921~1930	75	101	62	127
1931~1940	79	96	68	122
1941~1950	79	101	66	119
1951~1960	84	101	66	114
1961~1970	75	103	64	123
1971~1980	79	105	62	119
1981~1990	79	112	63	111
1991~2000	84	113	62	104
2001~2010	76	121	66	102

자료: 기상청

이 5도 이상으로 올라가 다시 떨어지지 않으면, 평균기온 20도를 넘어 계속되면 여름, 20도 미만으로 떨어지지 않으면 가을, 5도 미만으로 떨어지지 않으면 겨울이다. 지구 온난화 때문에 여름 더위가 찾아오는 시점은 갈수록 빨라지고 있다. 서울의 경우 2000년대(2001~2010)에는 5월 27일 여름이 시작돼 1950년대(1951~1960)는 6월 11일에 비해 보름 앞당겨진 것으로 나타났다. 여름의 지속기간도 1950년대 101일에서 2000년대에는 121일로 늘었다. 여름이 일찍 찾아오고 길어지면서 봄이 끝나는 시기도 점차 당겨지고 있는 것이다. 하지만 봄의 기간이 짧아진 것은 아니다. 여름이 길어지니 대신 겨울이 짧아져 봄이 일찍 시작되고 있다. 지난날 15일 서울 최저기온이 2.6도였다가 최근 3.4년 동안에는 휴한으로 겨울철 길이가

국제 옥스팜 "2030년 곡물가격 배 이상 급등"...빈곤층 타격 커

view | 좋아요 | 1

입력 : 2012-09-05 15:41:35 | 수정 : 2012-09-06 08:48:13

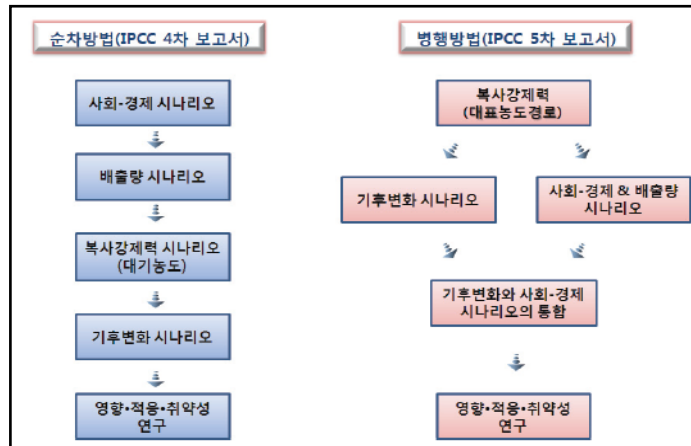
이상기후로 극심한 가뭄, 폭염, 홍수→곡물생산량 급감→식량위기 초래 유엔미래보고서 '최악의 시나리오' 현실화

프린트 | 기사 스크랩 | + | -

연구배경

■ RCP 시나리오의 도입

- ◇ 기후 변화에 관한 정부간 협의체(IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change)의 5차 평가보고서를 위한 신 기후변화 시나리오 도입
 - 기후변화를 전망하기 위한 온실가스 농도로서 IPCC AR5에서 정한 대표 농도경로 (Representative Concentration Pathways, RCP)를 이용.
 - 대기 온실가스 농도의 시간 의존적인 농도 변화경향을 제공하는 것이며, 그에 따른 기상변화시나리오를 제공함.



연구배경

■ RCP 시나리오의 종류

- ◇ RCP 시나리오의 종류간 비교
 - 온실가스 배출 추세로 구분

Name	복사강제력 ¹	농도 ²	경로형태	SRES와의 비교
RCP8.5	>8.5 c in 2100	>1370 CO ₂ -eq in 2100	상승	A2~A1F1
RCP6.0	~6 Wm ⁻² (2100년)	~850 CO ₂ -eq (2100년 이후 안정화)	안정	A1B
RCP4.5	~4.5 Wm ⁻² (2100년)	~650 CO ₂ -eq (2100년 이후 안정화)	안정	B1
RCP3-PD (2.6) ³	2100년 이전에 ~3 Wm ⁻² 최고치 및 이후 감소	2100년 이전에 ~490 CO ₂ -eq 최고농도 및 이후 감소	상승 후 감소	-

- RCP 8.5 : 현재 추세의 온실가스 배출
- RCP 4.5 / 6.0 : 온실가스 저감 정책이 어느정도 실현
- RCP 2.6 : 지구가 회복력을 가질 수 있는 최대 한계값

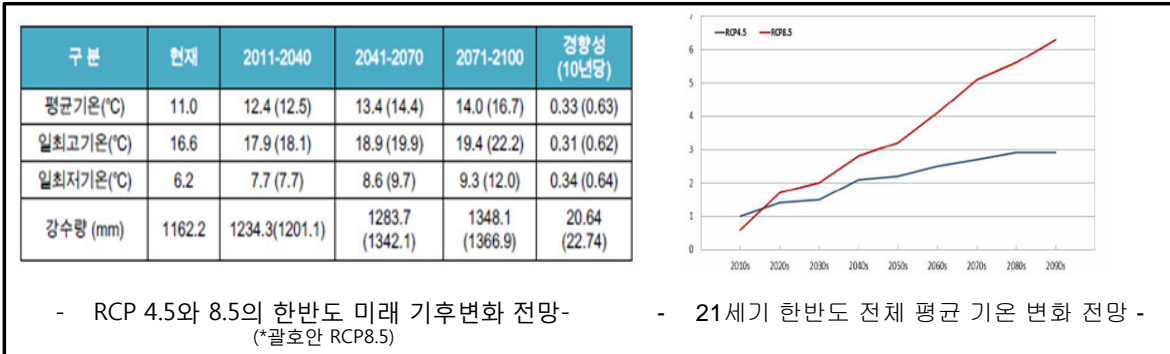
연구배경

▣ RCP 시나리오의 종류

◇ RCP 시나리오의 종류간 비교 (cont.)

- RCP 8.5는 4.5시나리오에 비해 시간이 지날 수록 기온변화가 크고 전반적인 미래 기후변화도 크게 나타남
- RCP8.5와 4.5는 온실가스 증가추세를 잘 반영하고 시공간적인 변화 차이를 유도할 수 있음.

< RCP4.5 와 RCP8.5에 따른 한반도 미래 기후변화 및 변화 전망 >



연구목적

▣ 연구 목적

◇ RCP에 따른 농업 기후변화 분석

- 곡물 생산량 예측 모델의 입력 기상자료 생산 및 농지 기후 변화 분석

▣ 세부 연구 내용

- ◇ 곡물 생산량 모델 입력 기상자료 생성
- ◇ RCP시나리오를 활용한 농업기후 분석
- ◇ 기상 시나리오의 범용적 활용을 위한 EXCEL DB화 변환

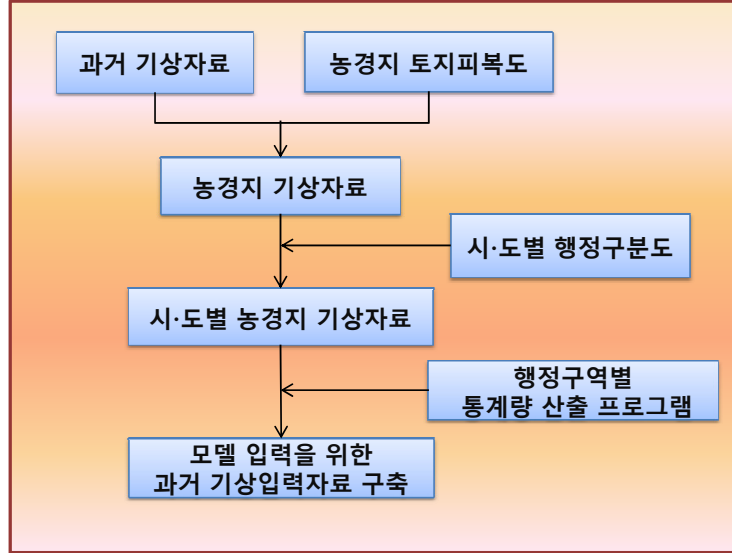
연구방법

과거 기상자료의 변형

◇ 식량 단순추정 모델 개발을 위한 과거 기상 입력자료의 구축

- 과거 실측 기상자료를 이용
- 토지피복도를 이용한 농경지 기상자료의 구분
- 시도별 행정구분도를 적용한 행정구역별 농경지 평균 기상자료 도출

○ 연구 흐름도

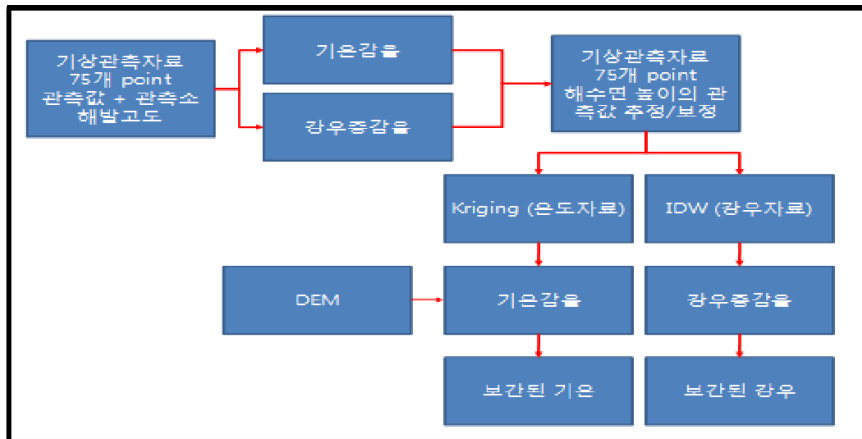


연구방법

과거 기상자료의 처리

◇ 주요작물 주산단지별 상세 기상정보 생산

- 전국 72개 관측소에서 관측된 과거 기상 자료를 시계열적으로 구축하여 사용
 - 기상 관측 자료의 단순 보간법 적용시 해발고도 및 측정 장비 높이 효과 무시
 - 고도에 따른 기온감률을 적용한 기온자료, 고도에 따른 강우증감율을 고려한 강수자료로 보다 정밀한 기상자료 구축가능



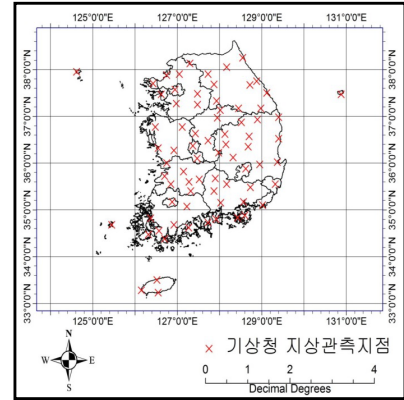
<기상자료 구축 개념도>

연구방법

과거 기상자료의 처리(cont.)

과거 기상자료의 처리 및 구축

- 과제 수행을 위한 생산량 수량 예측 모델 구현을 위해 과거 기상자료의 분석 필요
- 과거 1971년 1월 ~ 2009년 12월 / 전국 72개 기상 관측소의 실측자료
- 고도별 기온감률 및 기상자료(월평균 - 최고온도, 최저 온도, 평균온도, 누적강수량)별 차등한 보간방법 적용



<국내 기상 관측소 현황>

- 기온자료가공

$$\begin{aligned} |T| &= 0.00688 + 0.0015 \cos 0.0172(i - 60) && \text{평균기온 기온감률} \\ |T| &= 0.00708 + 0.003 \cos 0.0172(i - 120) && \text{최고 기온 기온감률} \\ |T| &= 0.00695 + 0.0013 \cos 0.0172(i - 30) && \text{최저기온 기온감률} \end{aligned}$$

$$T = T_i - \text{Elevation}(m) \times \text{기온감률}$$

- 강우자료 가공

$$10\text{월} \sim 4\text{월} : P = P_i \times (1.74)^{\frac{\text{Elevation}(m)}{1000}} \quad 5\text{월} \sim 9\text{월} : P = P_i \times (0.54)^{\frac{\text{Elevation}(m)}{1000}}$$

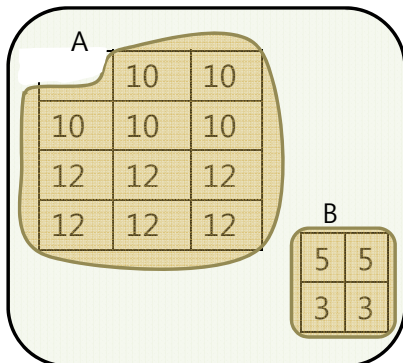
연구방법

과거 기상자료의 처리(cont.)

농경지 기상자료

- 농지 기상자료의 시·도별 농경지 면적에 따른 가중치 분배
- 행정구역별 경계 내에서 농경지 면적이 넓을 수록 비중을 두어 기상자료의 평균을 계산. 연구결과의 신뢰성 증가

$$1) \sum_{k=1}^n \frac{k \text{ 농경지 넓이}}{\text{지역내 총 농경지 넓이}} \times T_k = 2) \sum_{k=1}^n \frac{T_k}{\text{지역내 총 격자의 넓이}} \quad * T_k = \text{기상자료}$$



<prof>

- 모든 격자의 크기가 동일함. 격자의 크기 = 1km^2 라 가정

A평균 : $122/11^\circ\text{C}$ B평균 : 4°C

$$1) \frac{122^\circ\text{C} \cdot 11\text{m}^2}{15} + \frac{4^\circ\text{C} \cdot 4\text{m}^2}{15} = \frac{138}{15}^\circ\text{C}$$

$$2) \frac{10 \cdot 5 + 12 \cdot 6 + 5 \cdot 2 + 3 \cdot 2}{15} = \frac{138}{15}^\circ\text{C}$$

▣ 위와 같은 과정을 근거로 과거기상자료처리에 2)식 적용.

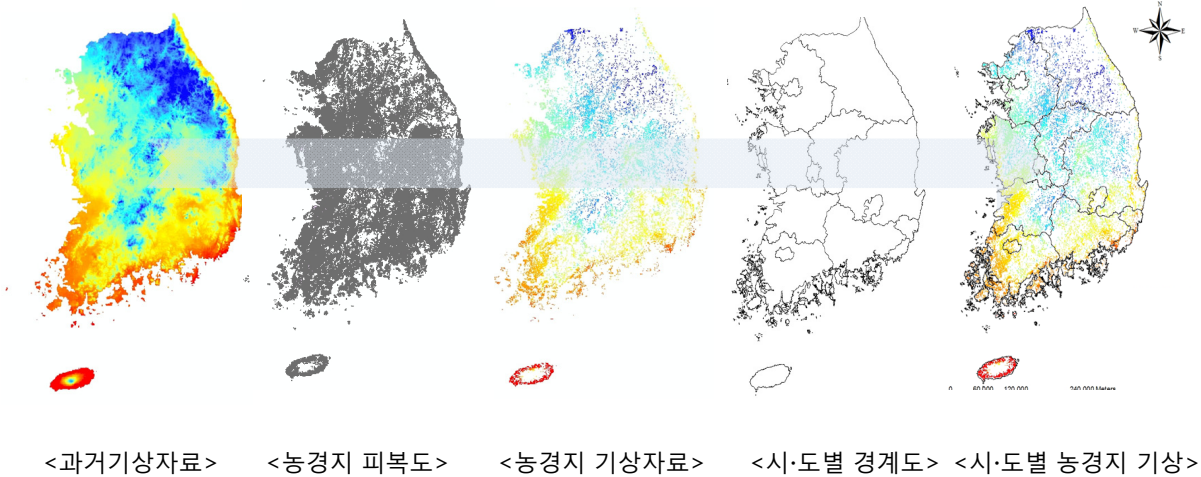
→ 처리과정 간소화, 시간단축

연구방법

과거 기상자료의 처리(cont.)

시·도별 농경지 기상자료 제작

- 보다 정확한 작물생산량 예측 모델의 구현을 위해 농경지 기상자료의 시·도별 구분 필요



연구방법

행정구역별 통계량 산출 프로그램

- 약 3만여개에 해당하는 과거 기상자료를 ArcMap 10(dbf)에서 자료분석 및 연산을 위한 엑셀형식(CSV)의 자료변형을 위하여 Visual studio 2008, C++를 이용
- 프로그래밍 언어를 통해 dbf파일을 자동 처리할 수 있도록 프로그램 구현
- 자료변형과 연산의 정확성 증가와 작업시간 효율성의 증가

```
Microsoft Visual C++ - [extract.cpp]
File Edit View Insert Project Build Tools Window Help
fp_load = fopen(fileName, "r");
if(fp_load == NULL){
    puts((char*)"file open error : load");
    return 1;
}
fseek(fp_load, 194, 0);
fgets(buf, 1024, fp_load);

for(int k = 0; k < 16; k++)
{
    for(i = 0; i < INT_PART; i++)    nunToChange[i] = buf[BETWEEN_AD+i];
    final[k] = atoi(nunToChange);
    nunset(nunToChange, 0, sizeof(nunToChange));
}
```

<행정구역별 기상자료 통계량 산출 프로그램 코드 예시>

연구방법

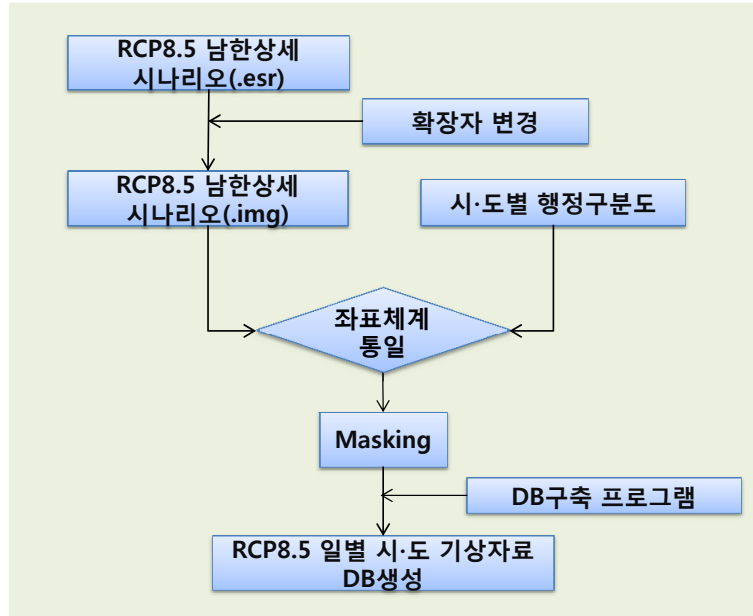
■ 신 기후변화 시나리오(RCP 8.5)의 기상자료 DB구축

◇ 목적

· RCP 남한상세 시나리오는 최저기온, 최고기온, 평균온도, 강수량을 제공함으로써 미래 기후변화예측을 가능하게 해주지만, GIS 및 공간분석 tool이 없는 환경에서는 시나리오 가용이 어려운 한계가 있음

· 미래 작물수량 예측 모델의 구현에는 기상자료의 연산과 활용이 불가결함으로 수식계산과 분석이 용이한 Microsoft Excel 형식으로 기상 데이터 변형 및 구축

◇ 연구 흐름도



연구방법

■ 신 기후변화 시나리오(RCP 8.5)의 기상자료 DB구축(cont.)

◇ RCP 파일의 데이터형태 변형

- 기상청(기후변화정보센터-CCIC)에서 제공하는 RCP 8.5 남한상세 시나리오는 ASCII, Binary, 형태와 공간분석 프로그램인 ArcMap 프로그램에서 가용할 수 있는 파일 형식으로 제공됨
- 연구의 진행에서 사용되는 파일 형식은 ArcMap 에서 활성화는 되었지만, 모델 적용과 사칙 연산이 용이한 엑셀형태로의 변형이 필요

◇ RCP 8.5 시·도별 기후자료 변형

- 미래 작물의 지역별 수량예측을 위해 기상자료의 시도별 구분이 필요함
- RCP시나리오와 행정구역 지도의 좌표체계가 다를시 지도간의 경계와 면적이 어긋나 결과의 정확성이 떨어짐
- 이에 RCP 시나리오와 시도경계지도의 좌표체계를 경위도 좌표체계로 통일함

연구방법

■ 신 기후변화 시나리오(RCP 8.5)의 기상자료 DB구축(cont.)

◇추출된 일별 기상자료의 DB화

- 2013년부터 2099년까지 일별 기상자료 (최고온도, 최저온도, 평균온도, 강수량) 구축
- 일별 기상자료들은 각 날짜의 평균기상을 알 수 있지만, 작물생산모델의 입력자료로서 활용도가 떨어짐
- 하루의 기상자료를 한 셀로 DB화 하여 가독성과 기간별 자료 활용도를 증가시키고, 작물생산모델의 입력자료로서 활용성을 높임
- 많은 수의 기상자료를 DB화 하기 위해 C++을 이용하여 시간단축 및 일 처리 효율 증가를 위한 프로그램을 개발함

```

#include<stdio.h>
#include<iostream>

#define BETWEEN_AD      35
#define INIT_PART       3
#define BELOW_POINT_NUM 5
#define QUOTIENT_PART   3
#define _TSET           49

int main(void)
{
    FILE *fp_load;
    FILE *fp_store;
    char fileName[256];
    char buff[1024];
    char buf2[1024];
    char numToChange[500] = {0,};
    char quotient_part = '0';
    int quotient = 0;
    double final[10];
    int i, j;

    fp_store = fopen("c:\\yyyyyyyy\\tmaxresult0109.xls", "w"); //저장 파일 경로 설정
    if(fp_store == NULL)
    {
        puts((char *)"File open error : store");
        return 0;
    }
}
    
```

연구결과

■ 과거 기상 관측자료 데이터 구축

◇ 남한 농지 기상자료 DB 구축

Year	Month	서울특별시	부산광역시	대구광역시	인천광역시	광주광역시	대전광역시	울산광역시	경기도	최고 온도	강릉도	충청북도	충청남도	전라북도	전라남도
1971	1	1.85303	6.29545	4.41804	1.98225	4.5437	2.27948	5.53054	1.59364	0.719883	1.52194	2.47318	3.32016	1	1
1971	2	3.71981	7.44279	5.4706	3.58378	5.88312	4.042	6.58884	3.47047	1.69309	3.12016	3.93529	4.65602	1	1
1971	3	6.88261	10.8559	9.76878	6.37223	9.74434	7.97652	10.3443	6.74903	5.19728	7.00558	7.07648	8.36681	1	1
1971	4	16.9759	18.1268	18.4178	16.886	18.1981	17.7529	17.5865	16.9321	14.5721	16.9547	17.1954	17.2207	1	1
1971	5	22.5238	23.4979	22.9998	22.7427	22.8415	22.2348	22.8544	22.2356	19.855	21.6007	22.747	22.2689	1	1
1971	6	25.8473	24.736	26.0035	25.2289	25.5446	25.9439	24.7008	25.6818	22.6323	25.3344	25.6184	25.4464	1	1
1971	7	27.5596	29.1365	29.8054	27.1986	29.4361	28.7055	29.3983	27.6088	25.8097	28.1282	28.2039	28.7722	1	1
1971	8	28.7465	28.7012	29.2086	28.3348	29.9162	28.731	28.3316	28.4408	25.5513	27.9786	28.7187	29.2927	1	1
1971	9	25.2674	25.4243	25.6481	24.8322	26.046	25.5376	25.2441	25.0264	22.302	24.9496	25.4391	25.8227	1	1
1971	10	18.8047	20.7839	20.284	18.5929	19.9408	18.8279	20.6023	18.6719	17.6484	18.5374	18.9719	19.2775	1	1
1971	11	13.5444	16.807	15.705	13.5619	15.5246	13.7767	16.2432	13.4074	12.6261	13.4402	14.1571	14.6672	1	1
1971	12	3.20786	9.72461	7.1817	3.8067	7.52577	4.80217	9.14865	3.34175	3.44368	4.05181	4.96619	6.17472	1	1
1972	1	4.67565	9.412	7.10348	4.79854	8.46751	5.4423	8.33867	4.35194	2.52396	4.37623	5.64213	6.86993	1	1
1972	2	3.34396	8.16574	6.05258	3.26261	5.43671	3.87789	7.03436	3.12156	0.9175	3.12856	3.80228	4.38804	1	1
1972	3	10.4499	12.3326	11.7837	9.57908	12.0807	10.4941	11.492	10.1336	7.46068	9.93205	10.0192	10.5118	1	1
1972	4	16.9843	17.4054	17.0455	17.1936	17.1792	16.5759	16.8799	16.7239	14.1854	16.0195	17.0953	16.569	1	1
1972	5	21.387	21.0707	20.9725	21.5192	21.2338	20.9245	20.591	21.15	18.6331	20.4554	21.3072	20.7364	1	1
1972	6	26.7357	25.6544	26.7862	26.5776	26.2008	26.6342	25.3784	26.6	24.1747	26.2762	26.6509	26.0821	1	1

<과거 기상자료 처리 결과 예 - 최고온도>

- 과거 식량생산량을 바탕으로 미래 작물 생산량을 추정하기 위한 모델 개발을 위한 입력자료 제공

연구결과

▣ 미래 기상 예측자료 데이터 구축(cont.)

◇ RCP시나리오의 기상자료 DB구축

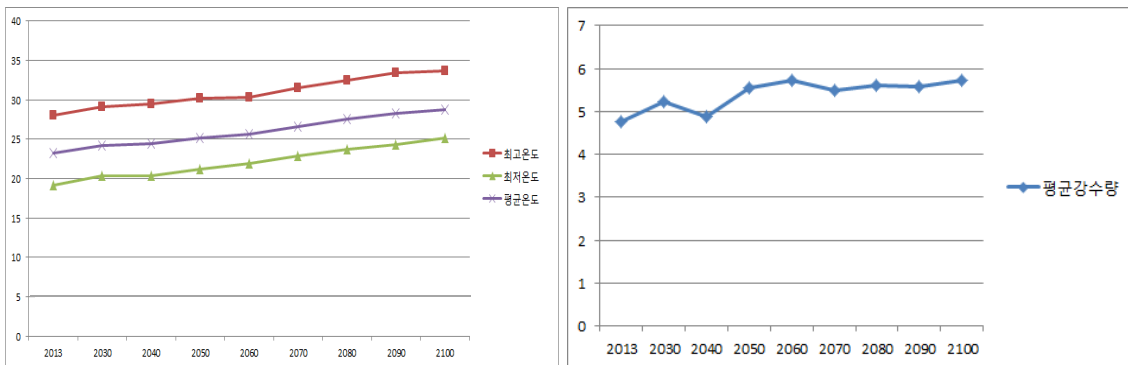
Year	month	day	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
2013	1	1	-6.78901	-1.53779	-3.14857	-7.96549	-3.3556	-5.6563	-3.62563	-8.64087	-7.8985	-7.07484	-5.13631	-6.6862	-3.76355	-6.29516	-3.21455	0.43462
2013	1	2	-4.06058	-1.90456	-3.95257	-5.491	-4.32179	-4.99907	-2.62727	-7.87675	-9.6064	-6.28187	-4.30511	-5.36167	-3.57371	-5.53156	-3.68766	0.55815
2013	1	3	-4.99128	-0.62515	-1.38347	-4.48614	-3.02444	-2.01093	-0.04429	-6.87431	-8.78123	-5.25811	-3.12625	-4.49227	-2.55797	-4.99372	-1.25435	1.62353
2013	1	4	-3.55364	0.967647	-1.77309	-4.91844	-5.65682	-3.79241	-0.07315	-5.67709	-6.00003	-5.79625	-4.5875	-5.67127	-3.70343	-3.88482	-0.08879	0.845404
2013	1	5	-1.27351	4.55809	0.820981	-2.61165	-2.97536	-2.94148	3.37553	-3.55	-4.16037	-3.70619	-2.11161	-3.62049	-0.5664	-0.75055	0.927235	4.57672
2013	1	6	-2.85897	4.01588	-0.06851	-3.25664	-0.2112	-2.82315	2.397	-3.08521	-4.27779	-3.34234	-2.33052	-2.38348	-0.72057	-1.94636	0.4649	3.24062
2013	1	7	-9.7627	-2.74206	-6.96009	-8.5001	-5.73218	-8.65611	-4.28656	-7.6017	-6.4038	-7.9631	-8.9521	-8.77724	-5.77195	-8.35939	-5.32391	-1.91446
2013	1	8	-8.8685	-3.03956	-7.38039	-8.2909	-4.15031	-9.1331	-6.27563	-6.4632	-3.7719	-6.4481	-8.6714	-8.20049	-4.36814	-8.1835	-6.53866	-1.44908
2013	1	9	-8.05202	-2.89471	-6.51539	-9.3714	-3.79593	-8.54352	-4.09652	-7.5653	-4.9297	-7.6809	-9.8736	-7.98046	-3.77979	-9.3446	-5.80107	-0.87457
2013	1	10	-8.6393	-3.45176	-7.91551	-7.9466	-5.3776	-9.9763	-6.36905	-6.3747	-4.1664	-7.0976	-9.4741	-8.08114	-4.11089	-8.6411	-6.4314	-0.44252
2013	1	11	-8.1045	-3.07368	-7.59156	-7.4558	-4.38798	-9.8706	-6.05658	-6.0513	-4.1926	-7.0265	-9.4734	-8.54866	-4.70043	-8.5083	-6.45377	-0.0261
2013	1	12	-8.01567	-1.62971	-4.12235	-9.7999	-6.0053	-7.73333	-3.32147	-8.7155	-9.1129	-9.8178	-7.05279	-8.50392	-4.90908	-6.1704	-4.92578	-0.04289
2013	1	13	-6.57819	-0.83118	-2.0618	-6.55339	-2.07149	-5.84352	-2.80822	-7.01474	-8.69929	-7.83492	-6.85607	-6.96747	-1.13817	-5.85695	-2.31611	0.945343
2013	1	14	-4.9706	-0.03397	-1.25291	-4.75074	-6.69145	-3.37963	-0.2825	-5.38015	-6.60087	-5.67754	-5.26219	-7.89519	-3.86894	-3.64696	-1.35161	0.449449
2013	1	15	-4.29758	0.218235	-1.42326	-6.70206	-5.96843	-4.63093	-0.99855	-6.49128	-7.61042	-5.18393	-5.11381	-6.26449	-3.35352	-3.30577	-1.29673	-0.17537
2013	1	16	-8.82617	-0.14603	-3.4683	-5.04322	-9.9436	-5.22593	-2.57195	-7.87016	-7.0525	-7.82562	-7.36113	-9.5386	-8.80945	-5.6225	-3.64236	-1.78162
2013	12	17	5.66289	10.9	6.92292	5.97817	8.35316	5.33315	9.30232	3.29434	2.5834	3.66573	5.07587	6.11844	8.31319	5.22552	5.75119	13.9131
2013	12	18	5.60679	10.7301	7.04219	5.37389	7.55723	4.94685	9.51296	2.99487	3.38343	2.96617	4.99875	4.99034	7.93053	5.40948	7.5094	11.3208
2013	12	19	2.542	7.36515	4.09304	2.79941	3.94827	1.66722	6.29884	-0.02602	-0.0724	0.039835	1.52663	1.57734	4.41935	2.47556	4.26736	7.97243
2013	12	20	2.9504	7.39103	4.04937	4.36121	4.26212	2.06463	6.72824	0.100452	0.095567	0.192251	2.10703	1.99057	4.91291	2.49288	4.49497	8.81967
2013	12	21	3.69758	6.81471	3.7951	4.81711	5.0053	2.82611	6.18762	0.668122	0.413967	0.883691	2.56632	2.59689	5.44063	2.35488	4.06273	9.94516
2013	12	22	4.77512	7.30868	4.50319	6.06165	5.50835	3.88981	6.68114	1.91205	2.41617	1.74925	4.26529	3.75045	6.22831	3.79847	4.56232	9.69749
2013	12	23	7.96155	10.5568	7.87035	8.65634	8.8	6.75185	9.76799	5.79226	5.12762	5.01623	7.28738	7.05733	9.06983	6.83936	7.78472	12.0653
2013	12	24	9.48207	11.3319	8.70194	8.92891	8.75905	7.7963	11.2383	7.2262	7.02024	6.22528	7.74374	7.8173	9.07094	7.5687	8.68638	14.2238
2013	12	25	10.1401	14.4859	10.5737	8.59115	10.369	8.93741	13.1107	7.80069	6.99888	7.44991	8.03662	9.08298	10.7556	9.24975	10.4958	18.3121
2013	12	26	9.59709	13.535	10.2437	8.17478	11.7733	8.845	12.1831	7.27592	5.78852	7.20294	8.14366	9.02845	11.2897	8.35419	10.2551	15.2728
2013	12	27	10.0835	14.8549	11.136	8.99027	12.4929	9.44574	13.6154	8.01579	6.67381	7.88918	9.21159	10.1109	12.0786	8.18135	11.3973	15.2679
2013	12	28	10.2722	15.6685	10.9431	8.95737	13.9552	10.9844	14.5162	8.12009	7.43275	9.17104	10.4059	11.3487	13.2921	10.7229	11.592	16.5369
2013	12	29	7.37754	12.4654	9.69225	6.59086	10.5365	7.58037	10.6358	5.27578	4.41017	5.59884	7.13586	7.63404	9.84211	7.44633	9.35574	11.4626
2013	12	30	5.70921	9.76618	7.84755	5.18466	9.5332	7.30759	8.28984	3.44836	1.69217	4.46931	6.98162	7.08746	8.97953	5.58851	7.1408	11.2743
2013	12	31	2.25121	6.38176	4.35473	1.92375	5.77088	3.78463	4.72563	0.314828	-0.82349	1.16918	3.61585	3.55883	5.44352	2.15116	3.70647	8.23578

<RCP시나리오의 2013년부터 2100년까지 지역별 평균온도>

- 미래 식량생산량 추정을 위한 RCP 8.5 시나리오의 기상자료 추출과 DB 구축

연구결과

▣ RCP 8.5 시나리오상 농지 기후변화



<RCP 8.5 남한상세 시나리오의 2013년부터 2100년까지의 기후변화 추이>

- 각 연도별 10년 평균을 구하고 10년 간격으로 기상자료를 구하여 그래프로 작성
- 상용 소프트웨어인 EXCEL로 구축된 RCP 농지기상자료는 필요에 따라 변형 및 연산이 용이하여 농지기상활용 분야의 확대에 도움이 될 것으로 사료됨

RCP시나리오를 적용한 사료용 옥수수 적산온도 예측 지도

21

연구배경 및 현황

■ 현황 및 문제점

- ◇ 적산온도는 작물의 수확기 선정, 파종시기 선정 등 중요한 생장기후 요소지만, 타 환경요소에 비해 적산온도 적합지대의 파악이 쉽지 않음
- ◇ 지구 온난화로 인해 발생하는 미래 기후변화에 따른 적산온도의 변화분포를 파악하고 대응하기 위한 중장기 참고자료가 필요함

■ 배경

- ◇ 기후변화와 관련된 RCP 시나리오의 연구를 진행하고 있으며, 작물의 생육환경에 대한 연구를 진행하고 있음
- ◇ 적산온도의 분석으로 사료용 옥수수 대상지 탐색 및 기후변화와 관련된 작물의 신 품종 지역 탐색이 필요함
- ◇ 기존 영농 활용 기술중 생육최저온도 및 적산온도를 사용

22

선행연구

▣ 적산온도

- ◇ 기후와 식생 또는 토양의 관계를 나타내는 기후지수의 하나로서 토양지리학에서는 10°C 이상의 적산치를 이용함. 또한 적산온도는 농작물의 생육에 필요한 열량을 나타낼 때 이용되기도 함.
- ◇ 생육은 멈추지만 죽지는 않는 온도를 작물별로 찾아 그 온도를 해당 작물의 기본 온도로 선정함. 일반적으로 가을 채소와 같이 저온에서 자라는 것은 5°C, 온대지방의 여름철 작물은 10°C, 고온을 필요로 하는 작물은 15°C의 최저온도로 함
- ◇ 일평균 기온은 해당 작물이 활동할 수 있는 최저온도(기준온도) 이상의 것만을 택함.
- ◇ 일반적으로 작물의 최저온도는 작물의 생육 기후에 따라 냉량지 작물 5°C, 온난지 작물 10°C, 열대작물 15°C로 기준함
- ◇ 이에 본 연구에서는 기후변화로 인해 평균온도가 올라감을 가정하여 온대지방의 여름철 작물 온도인 10°C를 최저온도로 선정
- ◇ 작물의 주 재배기간을 고려하여 적산온도 기간을 3월에서 10월로 가정하고 이에 따른 적산온도 산출을 목표로 함

연구 진행 방안

▣ 중장기 기간 구분을 위해 2025년과 2050년 으로 구분

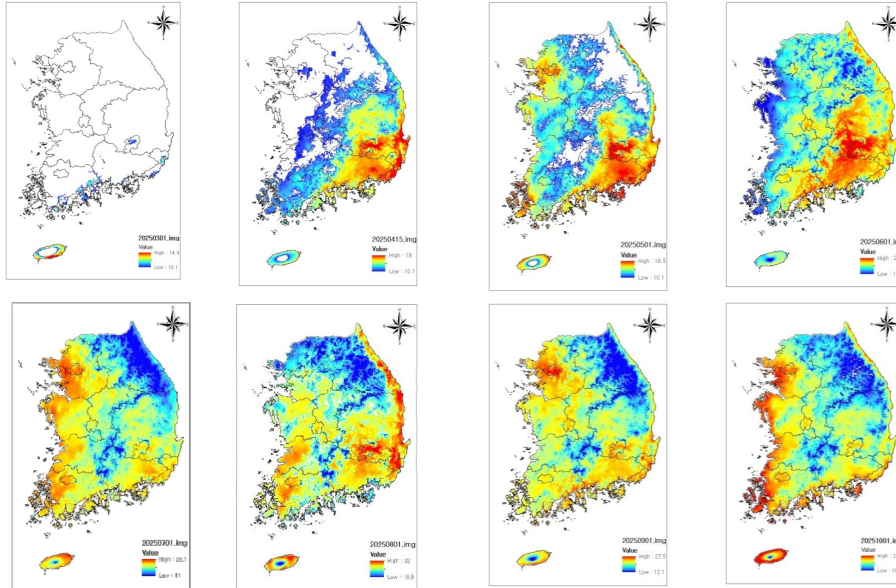
▣ RCP8.5 남한 상세 (1km) 시나리오 일 평균 기온 활용

- ◇ 일별 기온 자료 중 10°C 이상의 raster만 추출
- ◇ 추출된 raster를 각 월별로 합산
- ◇ 3월부터 10월까지의 월별 합산
- ◇ 3월 파종을 가정하여 3월을 기점으로 월별 적산온도 구현

Raster 추출자료 예시

일 평균 온도 10°C 이상 raster 추출

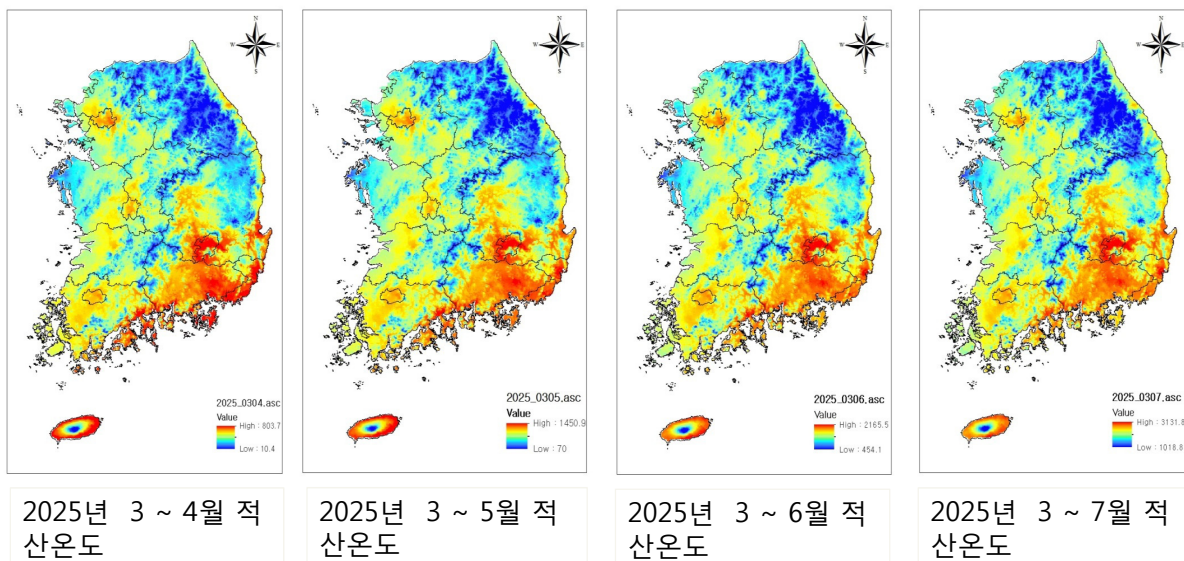
◇ 2025년 3월 부터 10월 간 각 월별 1일자 10°C 이상 지역 추출 >



연구 결과

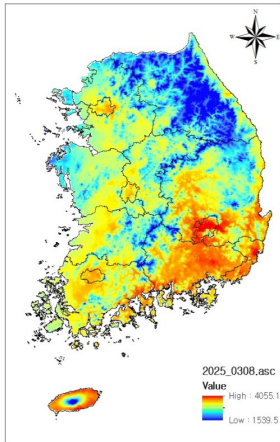
기간별 적산온도 구분

◇ 3월을 기준으로 월 기간별 적산온도 구분 (1/2)

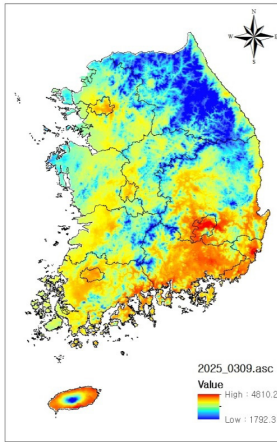


연구 결과

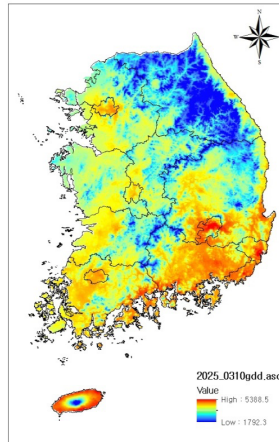
◇ 3월을 기준으로 월 기간별 적산온도 구분(2/2)



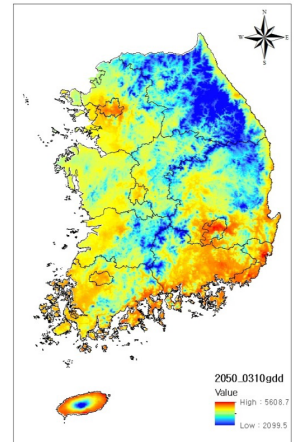
2025년 3 ~ 8월
적산온도



2025년 3 ~ 9월
적산온도



2025년 3 ~ 10월
적산온도



2050년 3 ~ 10월
적산온도

- 적산온도의 범례 최대값과 최소값이 기간에 따라 증가
- 연구 대상지역의 자유로운 선정 및 적용가능
- 개별 농가의 곡물 재배시 필요한 적산온도 선정 자료 제시

연구의 기대효과

▣ 기대 효과

- ◇ 벼, 밀 옥수수 등 곡물 재배와 관련된 적지선정 및 관련업무 진행시 참고 자료로서 사용가능 예상
- ◇ 지자체 농업관련 예산 선정 시 농업생산량에 대한 객관적 기준 활용
- ◇ 재배에 적합한 적산온도의 파악으로 곡물 수입국의 기상악화 및 자연재해로 인한 곡물가격과 사료비 상승에 대처
- ◇ 원활한 곡물 생산으로 식량 수급을 유도하여 안정적 식량안보체계를 유지에 도움이 될 것으로 예상함

Thank You



기후변화에 따른 주요작물의 생산량 변화분석

2013. 7. 2

박호정 남영식 장재열

식품자원경제학과

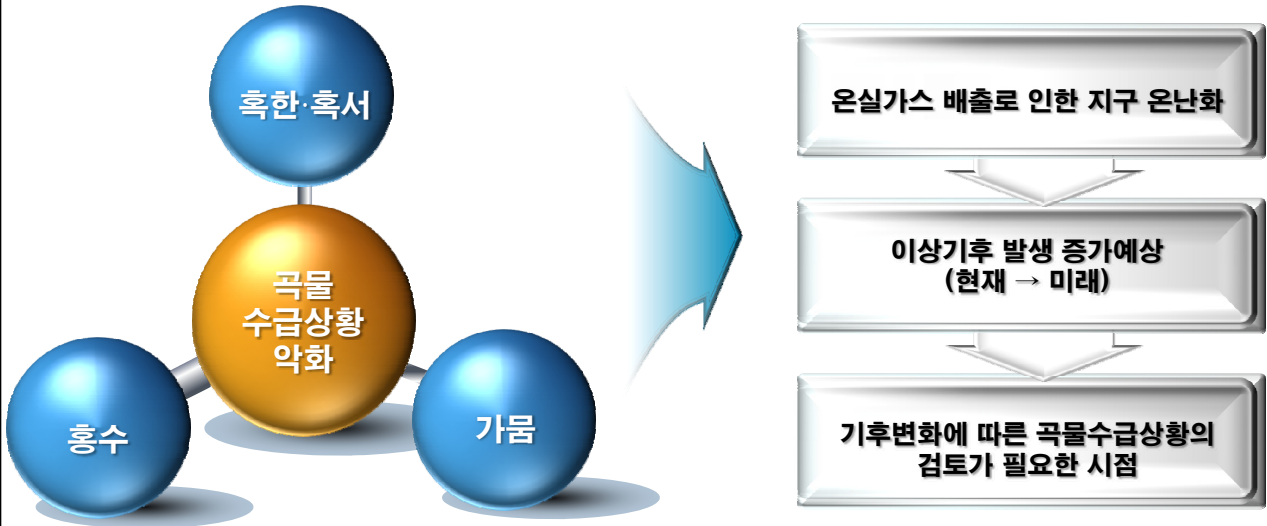


목 차

1. 연구 배경
2. 연구목적
3. 문헌연구 및 방법론
4. 분석자료
5. 분석결과
6. 결론

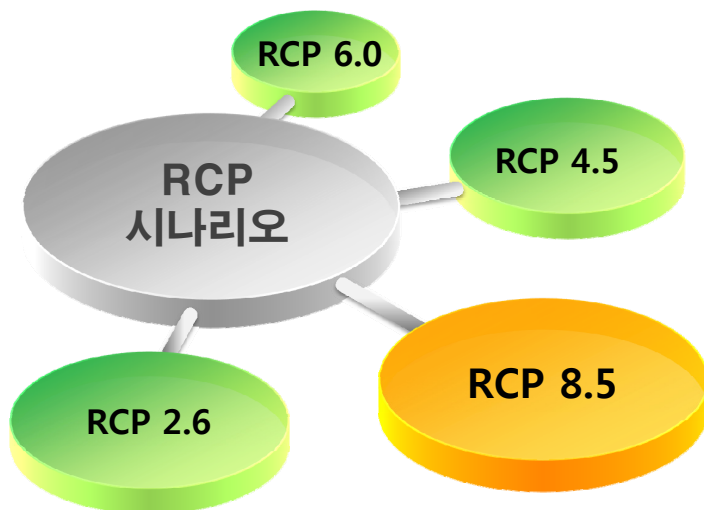
1. 연구배경

연구배경



1. 연구배경

RCP 시나리오



RCP 시나리오

- Representative Concentration Pathway(RCP)는 IPCC의 새로운 시나리오로써 탄소저감 노력에 따라 RCP 2.6, 4.5, 6.0, 8.5의 시나리오로 구분됨
- 기상예측기술의 발전 및 토지이용변화 고려
- RCP 신뢰성 높임

RCP 시나리오를 통한 예측

- RCP 시나리오를 통한 기후의 변화를 예상할 수 있음
- 전지구적 온도증가
- 해수면 상승 및 강수량 증가
- 식량안보 시스템 구축의 필요
- 농업생태환경 변화에 따른 정량적 분석필요

2. 연구목적

연구목적

연구목적

연구진행

1 단계

1. 기후변화가 국내 벼 단수에 어떠한 영향을 미칠까?
2. 기후변화에 따라 세계 주요 곡물의 단수량에 어떠한 변화가 있을까?

1. 과거 벼 단수 및 기상자료를 활용하여 국내 벼 단수 추정모형을 구축함
2. 과거 주요 곡물의 단수 및 기상자료를 활용하여 세계 주요 곡물의 단수추정 모형을 구축함

2 단계

GIS를 통해 확보된 RCP 8.5 시나리오를 따르는 미래 기상변수를 활용하여 미래의 벼 단수 및 생산량과 세계 주요 곡물의 단수량을 예측함

3. 문헌연구 및 방법론

문헌연구

- Climate Model: 기후-작물모형으로서 기본적으로 자연과학 모델링
- Agronomic Model: 생산함수 추정모형으로서, 경제학적 접근방법
- Ricardian Model: 헤도닉 또는 리카르디언 방법으로서, 농지이용에 대한 내생변수의 고려

방법론

- 패널모형: $Y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_i + e_{it}, i = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T$

고정효과모형

- 본 연구에서는 분석을 위해, 패널모형 중 고정효과 모형을 활용하였음.
- 오차항의 구성
 - U_i : 시간에 따라 변하지 않음
 - e_{it} : 시간에 따라 변화함
- 고정효과모형 활용이유
 - 지역별 특성을 반영하기 위하여 고정효과 모형을 활용함.

4. 분석자료 - 국내 벼 단수 및 생산량 분석

분석자료

- 기간: 1991 ~ 2011
- 지역: 제주도를 제외한 8개 도
→ 광역시를 제외한 8개 도의 벼 경작지 면적은 국내 전체 경작지 면적의 96.18% 를 차지함.(2011년 기준)

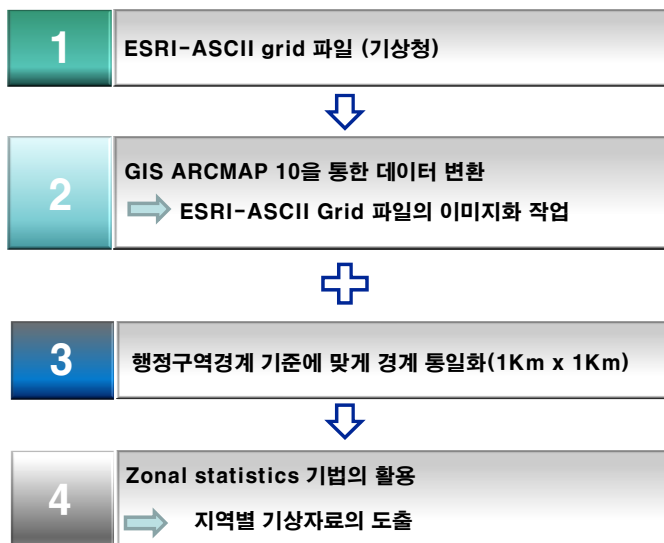
분석범위

- 단수자료
→ 통계청, 국가통계포털, “지역별 벼 단수”
- 기상자료
→ 기상청의 79개 관측지점에서 관측된 일 단위 강수량 및 온도를 바탕으로 기상변수를 구성함.
→ 기온: 평균, 최저, 최고
→ 강수량: 평균

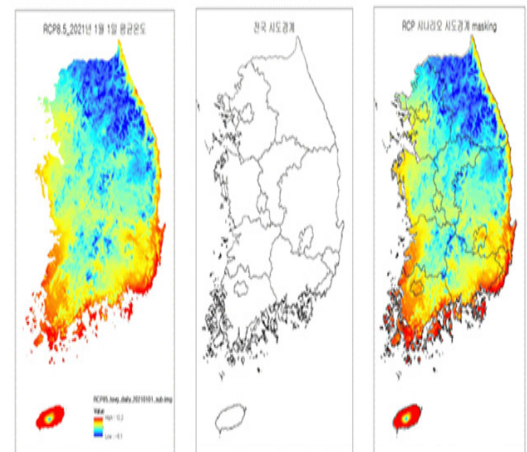
자료종류

4. 분석자료 - 국내 벼 단수 및 생산량 분석

RCP 미래기상자료 구축작업



□ 이미지화 및 경계통일화 작업예시



5. 분석결과 - 국내 벼 단수 및 생산량 분석

벼 단수 추정결과

국내 도별 벼 단수 = f(기술변화, 평균기온(등숙기(8-9월)), 평균기온 제곱(등숙기(8-9월)), 누적일교차(등숙기(8-9월)), 냉해(감수분열기(8월)), 호우집중도(7-9월), 전기 벼 단수)

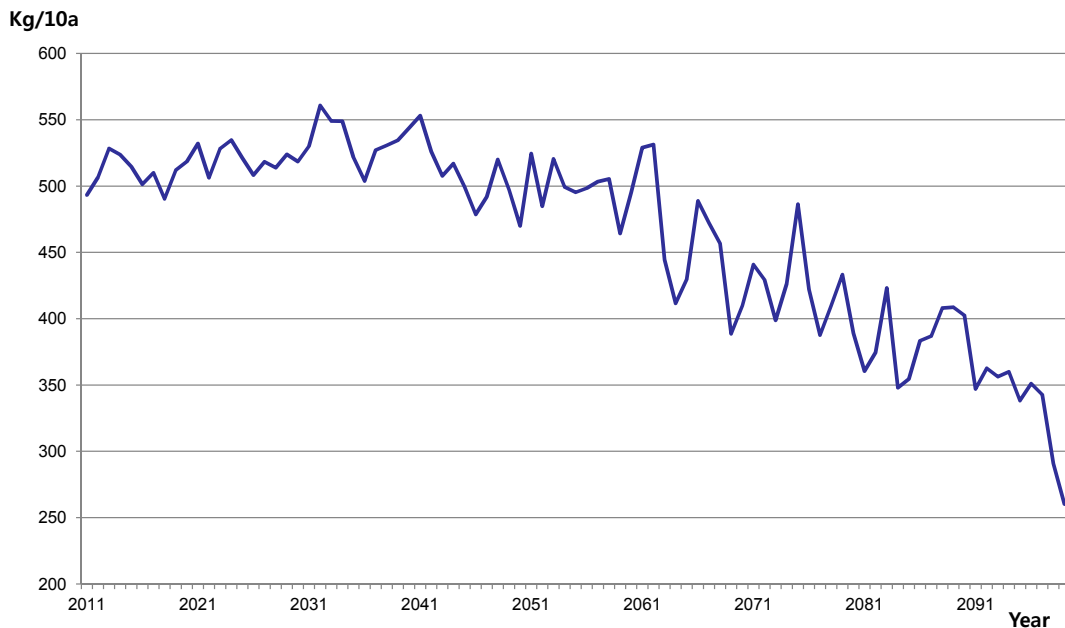
구분	변수 설명	추정 계수
상수항	절편 값을 의미함.	-2725.31*** (-3.00)
기술변화	기술변화를 나타내는 Trend변수에 자연로그를 취한 값.	17.77*** (4.36)
평균기온 (등숙기)	8월-9월 평균기온 값.	250.26*** (3.13)
	8월-9월 평균기온 제곱 값.	-5.40*** (-3.07)
일교차 (등숙기)	8월-9월의 Temperature deviation의 누적 값. => Temperature deviation = (일 최고기온 - 일 최저기온)	0.25*** (6.24)
냉해 (감수분열기)	8월의 일 최저기온이 17°C 이하인 날들을 의미하는 Min17_temp8의 누적 값. => MIN17_temp8 = MAX[(17 - 일 최저기온), 0]	-1.55* (-1.70)
호우 집중도 (7월-9월)	7월-9월의 호우집중도를 나타내는 변수로서 아래와 같이 나타냄, => MAX[(연도별 누적강수량(7월-9월))-(누적강수량(7월-9월) 역사적 평균 + σ), 0] => σ = 1991년부터 2011년 사이의 각 연도별 누적강수량(7월-9월)의 표준편차.	-0.11*** (-2.89)
습관적/반복적 영농	전기(T-1)의 벼 단수(정곡기준) 값	0.30*** (4.47)
R-Squared		0.68

임계온도 T* = 23.16°C

***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄

5. 분석결과 - 국내 벼 단수 및 생산량 분석

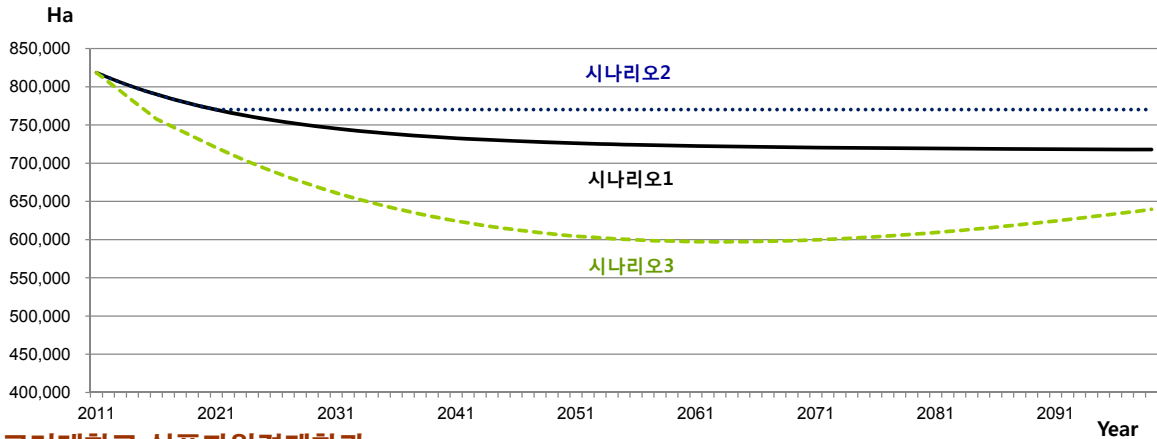
벼 단수 예측결과



5. 분석결과 - 국내 벼 단수 및 생산량 분석

시나리오 구분	시나리오 설명
시나리오 1 (BAU)	과거 경작지면적의 시간의 흐름에 따른 trend와 전기 경작지 면적을 반영한 BAU(Business As Usual)의 기준임
시나리오 2 (최소경작지면적유지)	<ul style="list-style-type: none"> 두 번째 시나리오는 BAU시나리오의 값에 식량자급률을 고려한 정부의 최소경작지 유지정책을 반영했을 때의 경우로서 77만 ha를 하한기준으로 설정함 (2011년 분석 대상인 8개도의 경작지면적)/(2011년 기준 국내 전체 경작지면적)=96.18% 임을 적용함
시나리오 3 (DDA 중도관세화)	DDA(Doha Development Agenda)에 따라 2014년 이후 국내에 중도관세화정책이 실시되었을 때, 한국이 개발도상국으로 인정받는 경우를 의미함

□ 시나리오별 경작지 면적 예측결과



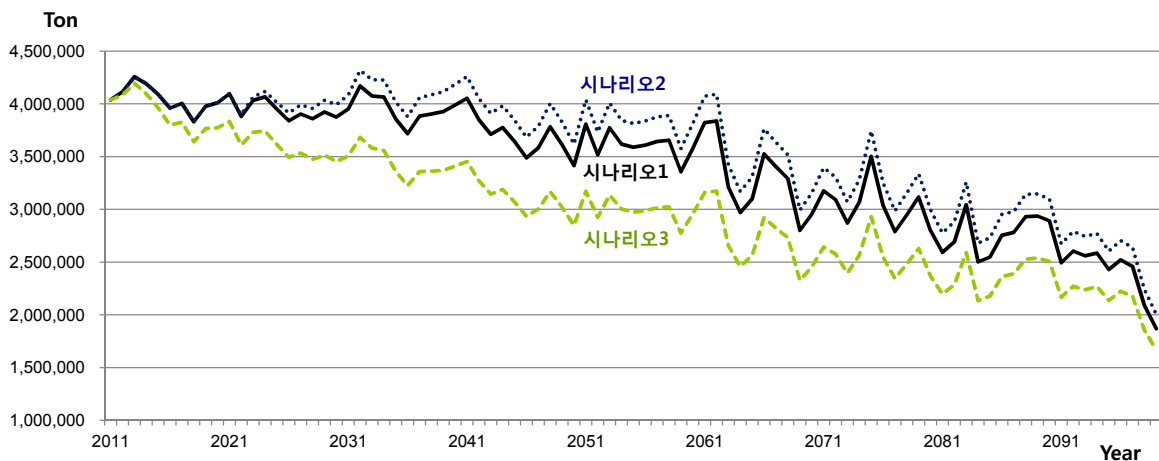
5. 분석결과 - 국내 벼 단수 및 생산량 분석

기후변화가 생산에 미치는 영향

□ 시나리오별 미래 벼 생산 예측결과

- 시나리오별로 차이가 존재하기는 하지만, RCP 8.5 시나리오를 반영한 기상변수를 적용하여 예측한 미래의 벼 생산량 추세는 전체적으로 감소하는 것으로 나타남

→ 이 경우, 단기적 미래에는 벼 생산량이 변동성을 보이며 약간 증가할 수도 있으나, 장기적 미래에는 지구온난화로 인한 기후변화가 벼 생산에 부정적 영향을 미칠 수 있음을 나타내고 있음



6. 결론 - 국내 벼 단수 및 생산량 분석

시사점

1. 안정적 식량수급을 위한 식량안보체계 구축이 필요함

- 기후변화로 인해 미래에 발생 가능한 불안정한 식량수급 상황에 대비하여 식량안보에 관한 조기경보와 같은 시스템구축을 마련할 필요가 있음

시사점 1

2. 품종개발 R&D 지원확대

- 기후변화는 벼 생육조건에 영향을 주어서 생산성 감소를 초래함
- 국내에서는 이미 기후변화 적응을 고려한 벼 품종개발이 이루어지고 있지만, 장기적이고 계획적인 지원을 통해 기술역량강화를 이루어 낼 필요가 있음

시사점 2

3. 신규 병해충 및 외래종 유입에 대한 대응방안마련

- 기후변화로 인해 발생 가능한 신규 병해충 피해에 대비할 필요가 있음
- 기후변화로 인해 확산될 수 있는 외래질병 및 종에 대한 관리가 필요할 것으로 판단됨 (C. Perrings et al. (2010))

시사점 3

한계 및 의의

한계

- 현재의 상황이 상당히 오랜 시간이 지난 뒤에도 유지된다는 강한 가정 하에 분석이 진행됨
- 기후변화에 따른 생산부문에서의 대응이 반영되지 않았음

의의

- 기후변화에 소극적인 대응 시, 국내 쌀 생산에 있어서 발생할 수 있는 문제를 검토함
- 기후에 민감한 농업부문에 대한 미래 생산성 관리의 필요성을 제시함

4. 세계 주요 곡물 단수 분석

분석자료

- 기간: 1991 ~ 2010
- 대상국가: 주요 곡물별 국제 생산 비중이 1% 이상인 국가

옥수수 (14개 국)		쌀 (10개 국)		콩 (6개 국)		밀 (16개 국)	
USA	40%	China	31%	USA	42%	China	17%
China	20%	India	21%	Brazil	22%	India	12%
Brazil	6%	Thailand	4%	Argentina	15%	USA	10%
France	2%	Philippines	2%	China	8%	Russian Federation	7%
India	2%	Japan	2%	India	4%	France	6%
South Africa	1%	Brazil	2%	Canada	2%	Germany	3%
Italy	1%	USA	1%			Turkey	3%
Romania	1%	Pakistan	1%			Australia	3%
Canada	1%	Korea	1%			United Kingdom	2%
Hungary	1%	Egypt	1%			Argentina	2%
Philippines	1%					Poland	1%
Thailand	1%					Italy	1%
Spain	1%					Egypt	1%
Germany	1%					Spain	1%
						Romania	1%
						Hungary	1%

분석범위

- 단수자료(단위: (Hg/Ha))

→ 국제연합식량농업기구(FAO)에서 제공하는 주요 곡물별 각 국가의 단수량을 이용함

- 기상자료

→ 미국해양대기관리처(NOAA)에서 제공하는 국가별 관측지점에서 관측된 온도를 바탕으로 기상변수를 구성함

→ 1991년부터 2010년까지 월별 데이터로 구성됨

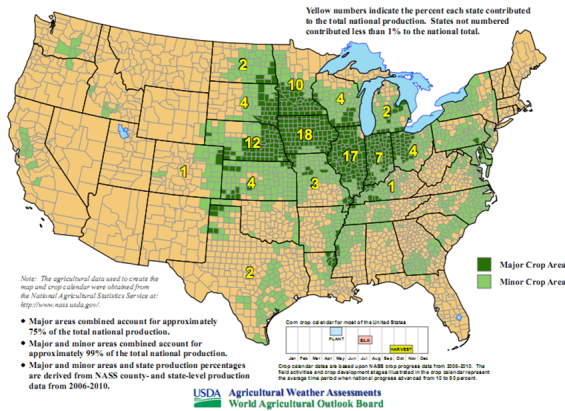
자료종류

4. 세계 주요 곡물 단수 분석

분석 데이터의 특징

- 미국해양대기관리처에서 제공하는 관측지역별 기상데이터를 바탕으로 분석대상 곡물들의 **주요 농업생산지역에 대한 기상데이터**를 이용함
 - 비 농업지역에 대한 기상데이터를 배제함으로써 비교적 정확한 분석이 가능함
 - 주요 농업생산지역은 미국농무부에서 제공하는 CROP MAP을 바탕으로 대상 곡물별 생산국의 주요 농업생산지역을 파악함

<예> 미국의 옥수수 주요 생산지역>



4. 세계 주요 곡물 단수 분석

분석 데이터의 특징

- 미국해양대기관리처에서 제공하는 관측지역별 기상데이터는 관측지점에 대한 위도와 경도가 표시되어 있어 이것을 바탕으로 분석대상 곡물들의 **주요 농업생산지역에 대한 정확한 기상변수의 파악**이 가능함

<예> ① 미국해양대기관리처에서 제공하는 기상데이터 형식

CHINA	위도	경도
50527 HAILAR	49.13N	119.45E
50745 QIQIHAR	47.23N	123.55E
51076 ALTAY	47.44N	088.05E

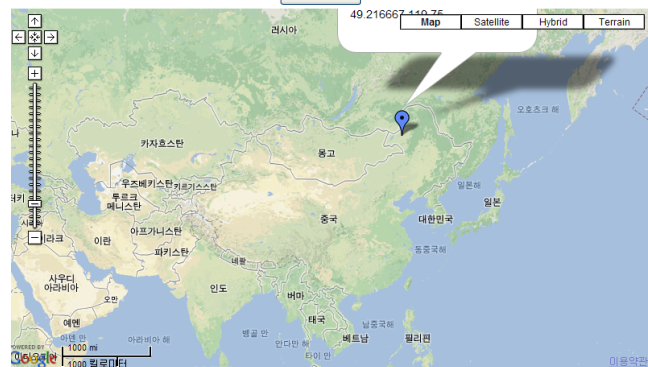
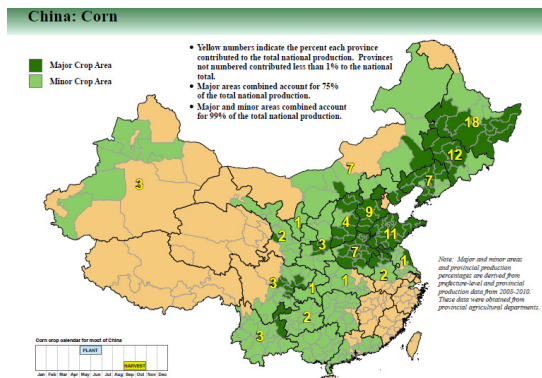
③ 중국의 HAILAR(50527)지역이 옥수수 주요 생산지역임이 파악 가능

Example: +34 40 50.12 for 34N 40' 50.12"

Degrees	Minutes	Seconds
Latitude: <input type="text" value="49"/>	<input type="text" value="13"/>	<input type="text"/>
Longitude: <input type="text" value="119"/>	<input type="text" value="45"/>	<input type="text"/>

Show Point

② 중국의 옥수수 주요 생산 지역



4. 세계 주요 곡물 단수 분석

분석 데이터의 특징

3. 곡물들의 생장에 있어 **단수량에 직접적 영향을 미치는 특정 생육기간이 존재함**

주요 곡물	단수량에 영향을 주는 기간
옥수수	출수 직후 (수확 1개월 전)
콩	개화기 ~등숙기 (수확 2개월 전)
쌀	등숙기 (수확1개월 전)
밀	출수기~등숙기 (수확 1개월 전)

4. 세계 주요 곡물 단수 분석

분석 데이터의 특징

- 각 분석대상 국가별 주요 곡물들의 특정 생육기간 파악을 위해 미국 농무부(United States Department of Agriculture: USDA)와 농업시장정보시스템(Agricultural Market Information System: AMIS)에서 제공하는 CROP CALENDAR를 바탕으로 주요 곡물들의 특정 생육기간을 파악함

<예; CORN: planting and harvesting calendar>

AMIS participating countries	Crop / Region	Year											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Argentina													
Australia													
Brazil	First crop												
	Second crop												
Canada													
China(Mainland)	North												
	South												
Egypt													

■ Planting ■ Harvesting

4. 세계 주요 곡물 단수 분석

데이터 분석 결과

● 기초통계분석

기초통계분석				
	옥수수	쌀	콩	밀
생육기간을 고려한 주요 생산 국가 개수	14개국	10개국	6개국	16개국
Panel data Observations	266	190	114	304
평균 단수량 (Hg/Ha)	55767.2 (≒5.6t)	49909.2 (≒5.0t)	21132.1 (≒2.1t)	38311.1 (≒3.8t)
평균 온도 (°C)	16.1	20.8	15.3	12.6
평균 강수량 (mm)	1047.9	1463.8	1049.5	748.5
최고 연평균 온도 (°C)	17.4	21.4	16.2	13.0
최저 연평균 온도 (°C)	14.6	19.7	13.6	11.8
최고 연평균 강수량 (mm)	1118.0	1579.7	1134.6	810.6
최저 연평균 강수량 (mm)	937.6	1317.9	975.5	703.8
최고 연평균 단수량 (Hg/Ha)	65191.5 (≒6.5t)	55869.1 (≒5.6t)	24703.0 (≒2.5t)	42724.1 (≒4.2t)
최저 연평균 단수량 (Hg/Ha)	45781.1 (≒4.6t)	42957.5 (≒4.3t)	17892.0 (≒1.8t)	34812.3 (≒3.5t)

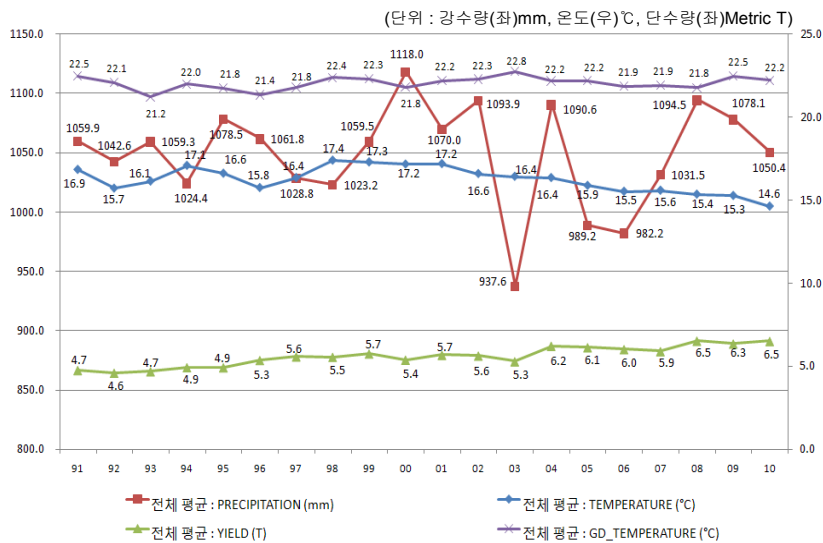


4. 세계 주요 곡물 단수 분석

데이터 분석 결과

● 기초통계분석

→ 옥수수

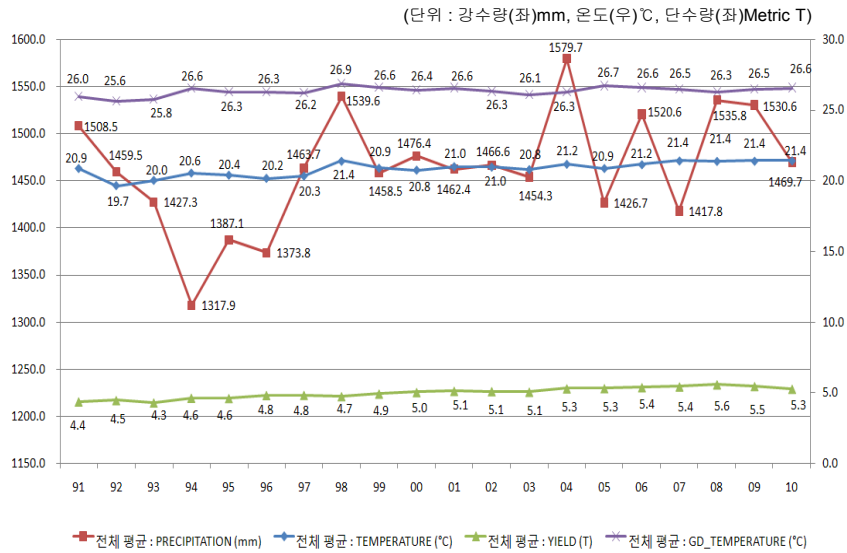


4. 세계 주요 곡물 단수 분석

데이터 분석 결과

● 기초통계분석

→ 쌀

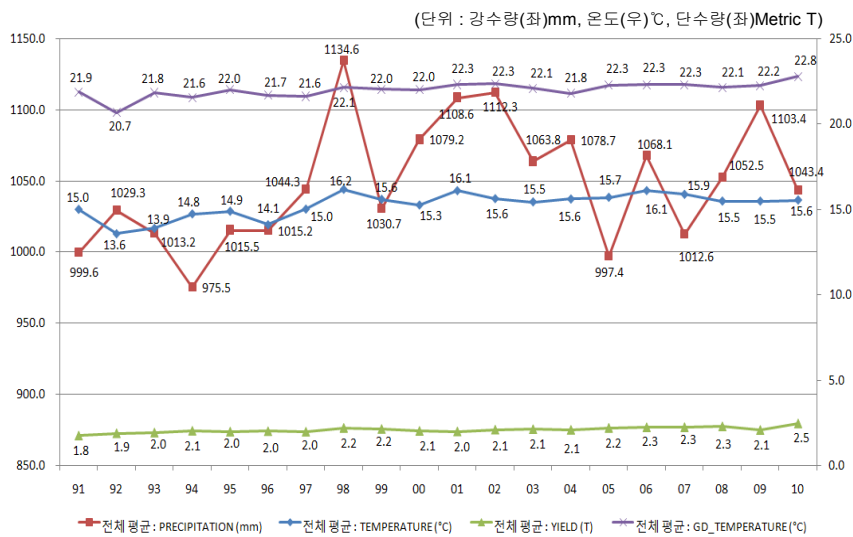


4. 세계 주요 곡물 단수 분석

데이터 분석 결과

● 기초통계분석

→ 콩

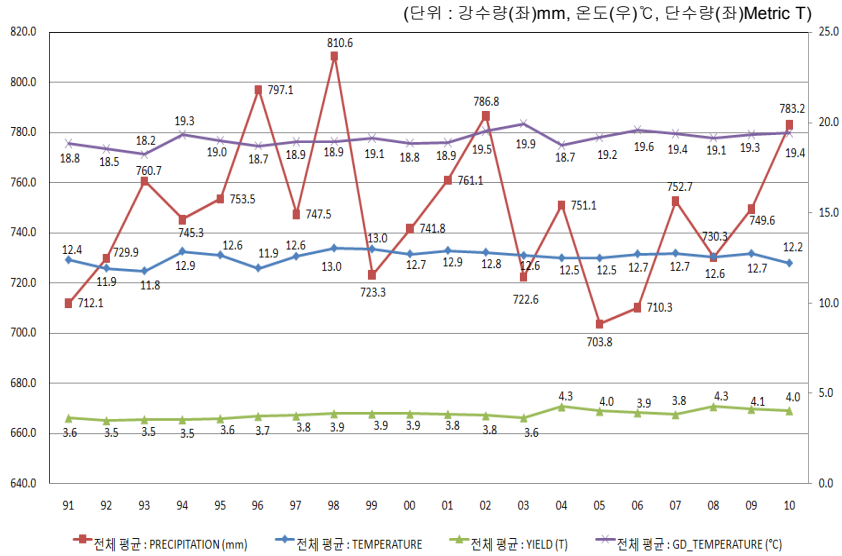


4. 세계 주요 곡물 단수 분석

데이터 분석 결과

기초통계분석

→ 밀



4. 세계 주요 곡물 단수 분석

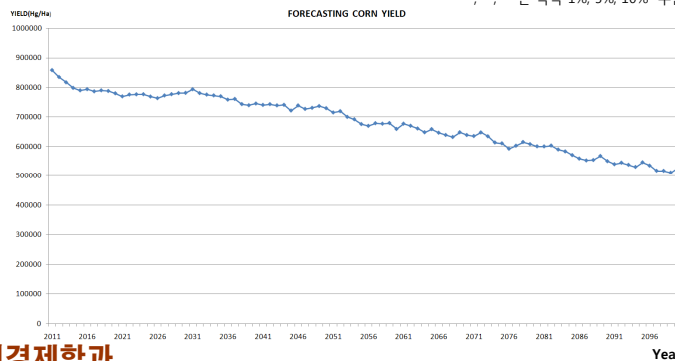
주요 곡물 단수 추정 및 RCP 8.5 시나리오에 따른 예측 결과

□ 옥수수

- 대상 국가 옥수수 단수 = F (평균기온(수확 1개월 전), 평균기온의 제곱(수확 1개월 전), 연평균 강수량, 연평균 강수량의 제곱, 전기 옥수수 단수)

구분	변수 설명	추정 계수
상수항	절편 값을 의미함	-32198.48 (-1.02)
평균기온 (수확 1개월 전)	수확 1개월 전 평균기온 값	4803.30 (1.58)
	수확 1개월 전 평균기온의 제곱 값	-127.32* (-1.69)
강수량	연평균 강수량	26.61*** (4.19)
	연평균 강수량의 제곱 값	-0.006*** (-3.24)
습관적/반복적 영농	전기(T-1)의 옥수수 단수 값	0.47*** (8.92)
R-Squared		0.95

***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄



4. 세계 주요 곡물 단위 분석

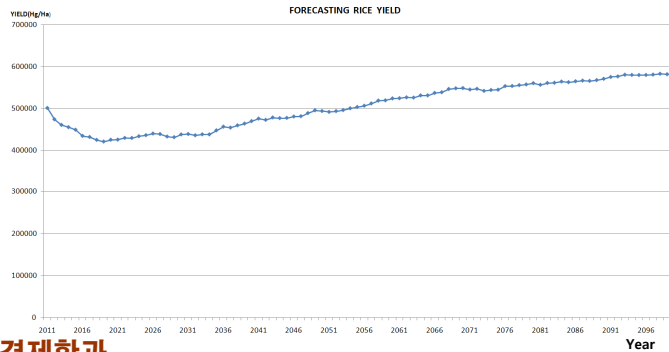
주요 곡물 단위 추정 및 RCP 8.5 시나리오에 따른 예측 결과

□ 쌀

- 대상 국가 벼 단위 = F (평균기온(수확 1개월 전), 평균기온의 제곱(수확 1개월 전), 연평균 강수량, 연평균 강수량의 제곱(수확 1개월 전), 전기 벼 단위)

구분	변수 설명	추정 계수
상수항	절편 값을 의미함	-71602.05 (-1.34)
평균기온 (수확 1개월 전)	수확 1개월 전 평균기온 값	5733.28 (1.45)
	수확 1개월 전 평균기온의 제곱 값	-89.39 (-1.21)
강수량	연평균 강수량	-5.18 (-1.35)
	연평균 강수량의 제곱 값	0.002* (1.87)
습관적/반복적 영농	전기(T-1)의 벼 단위 값	0.72*** (15.43)
R-Squared		0.98

***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄



4. 세계 주요 곡물 단위 분석

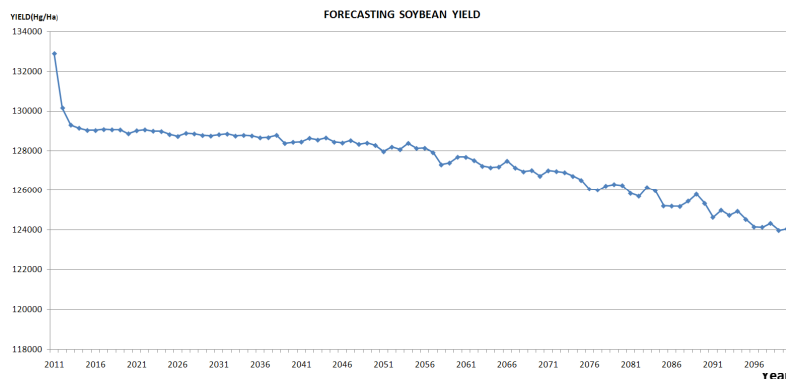
주요 곡물 단위 추정 및 RCP 8.5 시나리오에 따른 예측 결과

□ 콩

- 대상 국가 콩 단위 = F (평균기온(수확 2개월 전), 연평균 강수량, 기술변화, 전기 콩 단위)

구분	변수 설명	추정 계수
상수항	절편 값을 의미함	29232.08*** (3.42)
평균기온 (수확 1개월 전)	수확 1개월 전 평균기온 값	-623.13* (-1.67)
강수량	연평균 강수량	0.11 (0.06)
기술변화	기술변화를 나타내는 Trend 변수	198.71*** (4.11)
습관적/반복적 영농	전기(T-1)의 벼 단위 값	0.17* (1.76)
R-Squared		0.88

***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄



4. 세계 주요 곡물 단수 분석

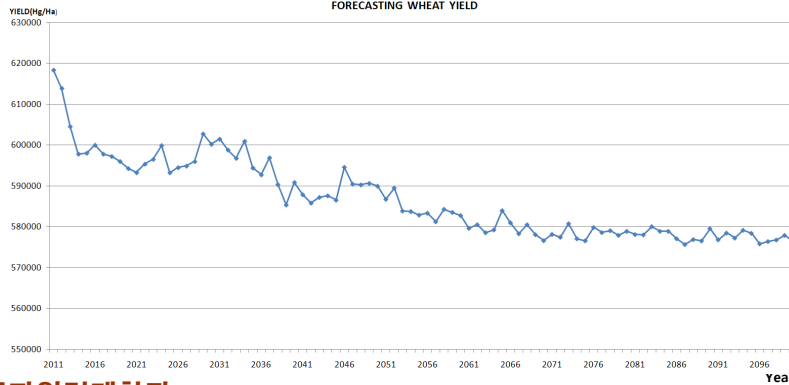
주요 곡물 단수 추정 및 RCP 8.5 시나리오에 따른 예측 결과

□ 밀

- 대상 국가 밀 단수 = F (평균기온(수확 1개월 전), 연평균 강수량, 연평균 강수량의 제곱값, 전기 밀 단수)

구분	변수 설명	추정 계수
상수항	절편 값을 의미함	27664.02*** (4.82)
평균기온 (수확 1개월 전)	수확 1개월 전 평균기온 값	-588.14** (-2.58)
강수량	연평균 강수량	31.27*** (4.37)
	연평균 강수량의 제곱 값	-0.02*** (-3.78)
습관적/반복적 영농	전기(T-1)의 벼 단수 값	0.23*** (4.11)
R-Squared		0.96

***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄



4. 세계 주요 곡물 단수 분석

시사점

- 온실가스의 증가로 인한 지구온난화는 평균기온 상승을 유발함
 - 평균기온 상승에 대한 대책이 없으면 인간의 식생활에서 큰 부분을 차지하는 주요 곡물들의 생산량이 감소함
 - 이는 개인의 먹거리 문제뿐만 아니라 국가의 식량안보수준과 직결되는 부분임



안정적인 식량수급 전망의 필요성 대두

향후 연구 방향

- RCP 8.5 시나리오의 적합성 검토
 - RCP 8.5 시나리오에 따른 쌀 단수량 증가에 대한 추가적인 검토가 필요하다고 판단됨
- RCP 4.5 시나리오에 따른 주요 곡물들의 단수 분석을 실시

기후변화에 따른 식량안보 전망

2013. 7. 2

김원용
(한국농촌경제연구원 연구원)

양승룡
(고려대학교 식품자원경제학과 교수)

목차

- 1** KUFISI를 통한 식량안보 평가
- 2** KUFISI 구성
- 3** 장기 생산량과 소비량 예측(쌀)
- 4** 식량안보수준 예측 결과 및 안보전망
- 5** 결론 및 함의

KUFSI를 통한 식량안보 평가

- KUFSI(식량안보지수)를 이용하여 식량안보 평가
 - 한국과 세계 각국의 식량안보 수준은? 기후변화에 따른 식량안보 수준 변화는?
 - ⇒ KUFSI 구성요소인 생산량과 소비량에 대한 장기 예측을 통해 미래 식량안보 수준 예측
- 생산량 예측 : IPCC 신 기후변화 시나리오(RCP)에 따른 생산량 예측 결과 이용
 - RCP 시나리오 : 온실가스 감축 노력 여부에 따라 RCP 2.6, 4.5, 6.0, 8.5 등 4가지로 구분
 - ⇒ RCP 8.5 시나리오 적용 : 향후 RCP 4.5 시나리오 적용 예정

○ RCP8.5 : 최고농도 시나리오(940ppm) 현재 추세(저감없이)로 온실가스가 배출되는 경우 (BAU 시나리오)
○ RCP4.5 : 저농도 시나리오(540ppm) 온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 경우

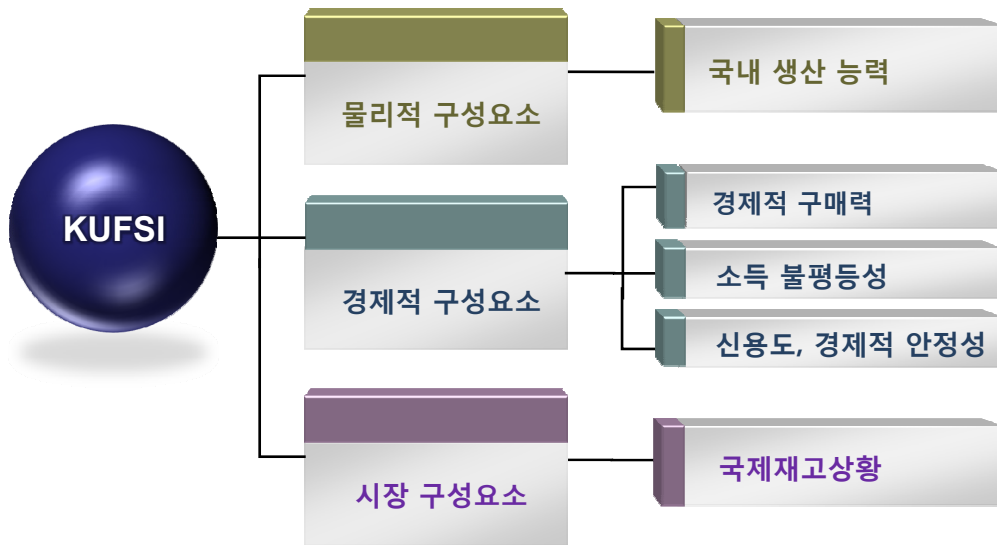
- 소비량 예측 : 1인당 곡물소비량에 대한 시나리오 설정

KUFSI 란?

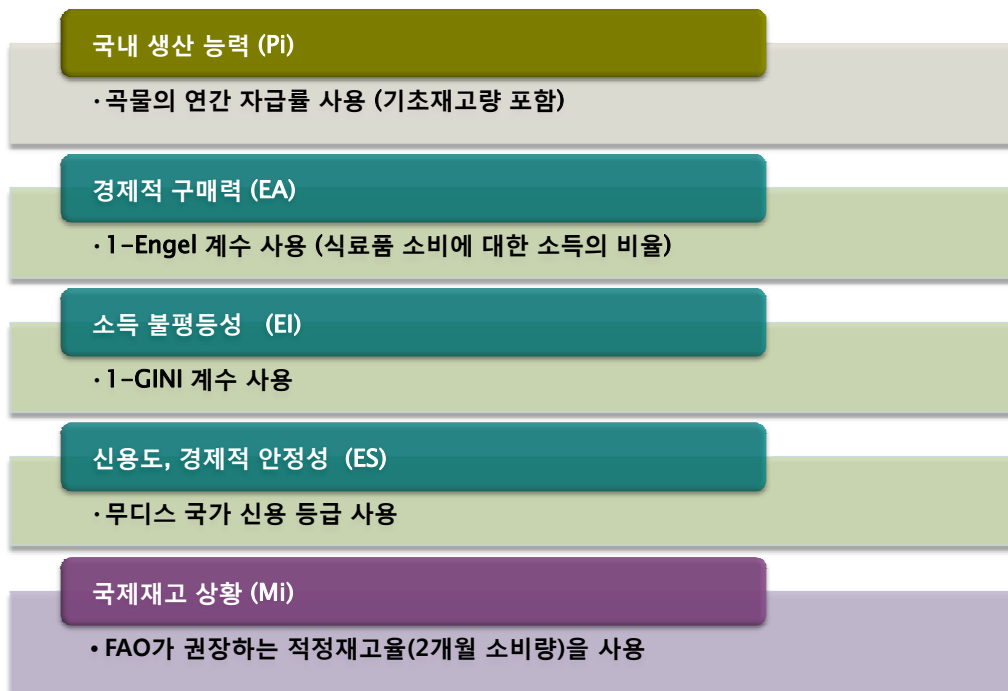
- KUFSI : Korea University Food Security Index
- 식량안보지수가 갖추어야 기본원칙을 반영하여 개발한 지수

유계성 (Boundedness)	• [0, 1] 구간에 속해 해석이 명료해야 함
신뢰성 (Reliability)	• 신뢰할 수 있는 공개된 자료를 사용하여 산정되어야 함
복제가능성 (Duplicability)	• 누구나 동일한 결과를 얻을 수 있어야 함
적용성 (Applicability)	• 어느 국가에 대해서도 산정 가능하여 국가간 비교 가능해야 함
예측가능성 (Predictability)	• 예측 가능하고, 미래 위기상황에 대한 경보 역할 수행

KUFSI 구성



KUFSI 세부지표

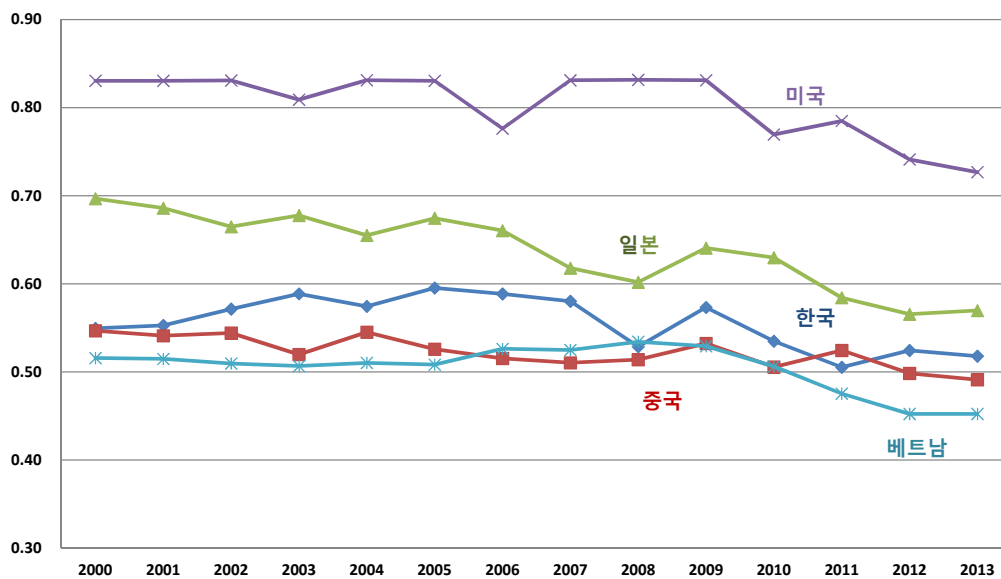


KUFSI 모형

품목별 KUFSI	$Commodity\ KUFSI_i = P_i * E * M_i$ $E = \frac{(EA + EI + ES)}{3} \quad i = Rice, Wheat, Corn, Soybeans$
국가 KUFSI	$KUFSI(aggregate) = \text{Weighted Sum of } KUFSI_i$ $KUFSI = \sum_{i=1}^n W_i \times KUFSI_i$ $W_i = \frac{i \text{ 곡물의 연간 공급액}}{\text{곡물의 연간 총 공급액}} = \frac{(G_i \times Q_i)}{\sum_{i=1}^n (G_i \times Q_i)}$ <p> G_i = i 곡물의 가격 Q_i = i 곡물의 연간 공급량 </p>

KUFSI를 이용한 식량안보 수준 계측 결과

<그림 1> 한국, 중국, 일본, 미국 및 베트남의 KUFSI



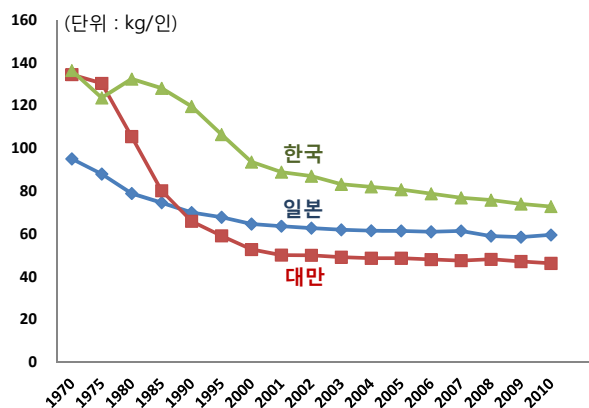
KUFSI를 활용한 조기경보시스템 (EWS)

<표 1> 위기 상황 별 조기 경보 단계 기준

조기경보단계	KUFSI
GREEN	0.50 < KUFSI <ul style="list-style-type: none"> • 식량안보가 안정적인 상황 • 식량위기나 폭동 가능성 낮은 단계
YELLOW	0.25 < KUFSI ≤ 0.50 <ul style="list-style-type: none"> • 식량안보가 불안정한 상황, 일시적 위기 상황 발생 • 위기상황이 장기화 되지 않도록 신속한 대응조치 필요
RED	KUFSI ≤ 0.25 <ul style="list-style-type: none"> • 심각한 식량위기상황이 지속되는 단계 • 단기간에 위기상황 회복이 어려워 근본적 대책 필요

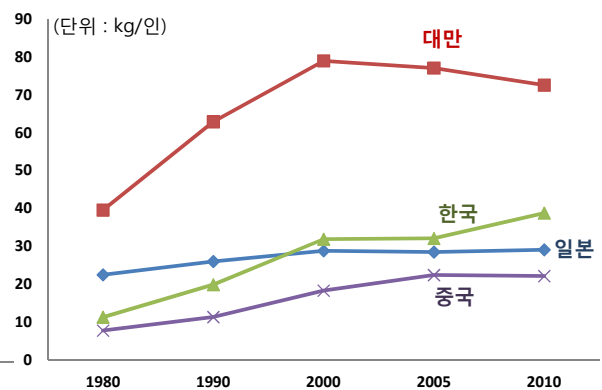
장기 소비량 예측 : 쌀

<그림 2> 1인당 쌀 소비량 추이



자료: 쌀 소비량(USDA PSD), UNCTAD, 농림부, 농림수산물통계

<그림 3> 한국, 중국, 일본 및 대만의 1인당 육류소비량

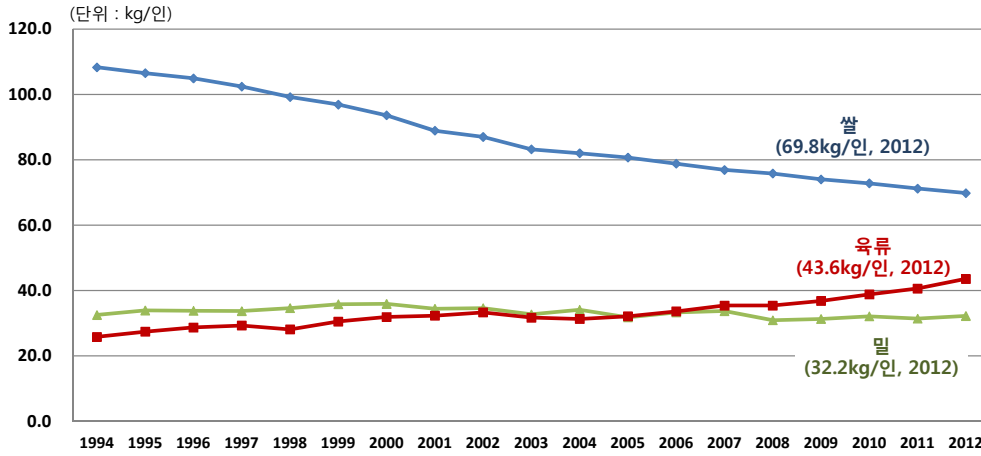


자료: 농림수산물통계(2012)

- 2000년 이후 대만과 일본의 1인당 육류 소비량은 정체 또는 감소 추세이나 한국은 계속 증가함.
- 쌀 소비의 육류 대체현상이 일본과 대만에서는 주로 2000년 이전에 나타난 것에 비해 한국은 계속 진행되고 있는 것으로 판단됨.

장기 소비량 예측 : 쌀 (cont.)

<그림 4> 한국의 1인당 쌀, 밀, 육류 소비량 변동 추이 (1994-2012)



자료: 농림부, 농림수산물통계, 한국농촌경제연구원, 육류(2012년)는 예측치임

- 1인당 쌀소비량이 지속적으로 감소하는 반면 육류의 소비량은 증가하고 있음
- 1인당 밀의 소비량은 1994년에 32.5kg에서 2012년 32.2kg로 거의 변화가 없음

식량안보 전망을 위한 시나리오

<표 2> 쌀 소비량과 생산량 구성

소비량 구성	<ul style="list-style-type: none"> • 소비량 = (1인당 소비량 시나리오 X 장래추세인구) • 기초재고량은 60만 톤으로 고정되었다고 가정(2012년~2099년)
생산량 구성	<ul style="list-style-type: none"> • RCP 8.5에 따른 국내 쌀 단수 모형 구축(설명변수: 평균기온, 일교차, 냉해, 호우집중도 등) • GIS 데이터를 활용한 미래 쌀 단수 및 생산량 예측(2012년-2099년)

<표 3> 쌀 생산량 예측 시나리오

경작지 면적에 따른 4 시나리오 설정			
BAU	정책목표 자급률 반영	관세화 (선진국)	관세화 (개도국)
쌀 생산량 시나리오1	쌀 생산량 시나리오2	쌀 생산량 시나리오3-1	쌀 생산량 시나리오3-2

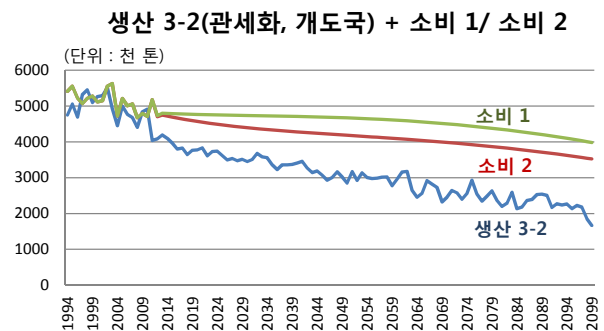
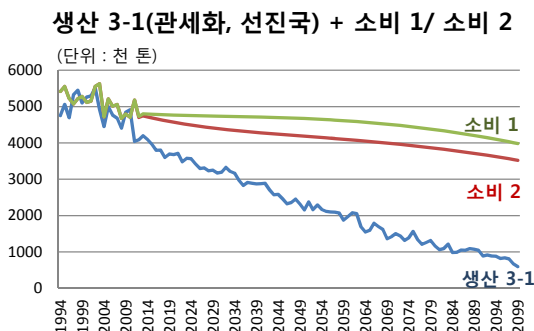
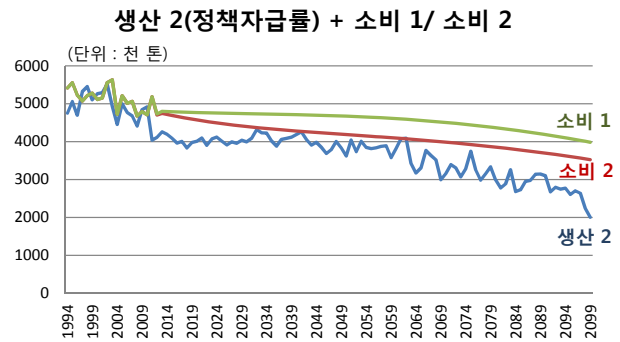
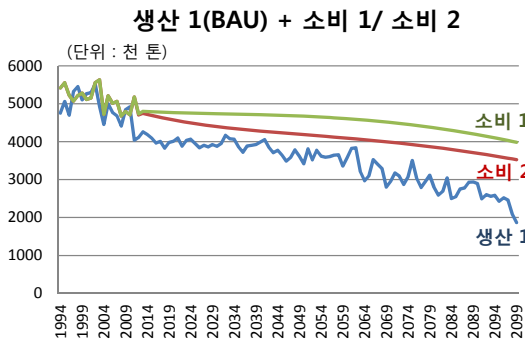
주. 관세화 경우 DDA 협상 타결 시 예상되는 선진국 및 개도국 지위에서의 시나리오임

식량안보 전망을 위한 시나리오 (cont.)

<표 4> 쌀 생산량과 소비량 예측 시나리오 구성

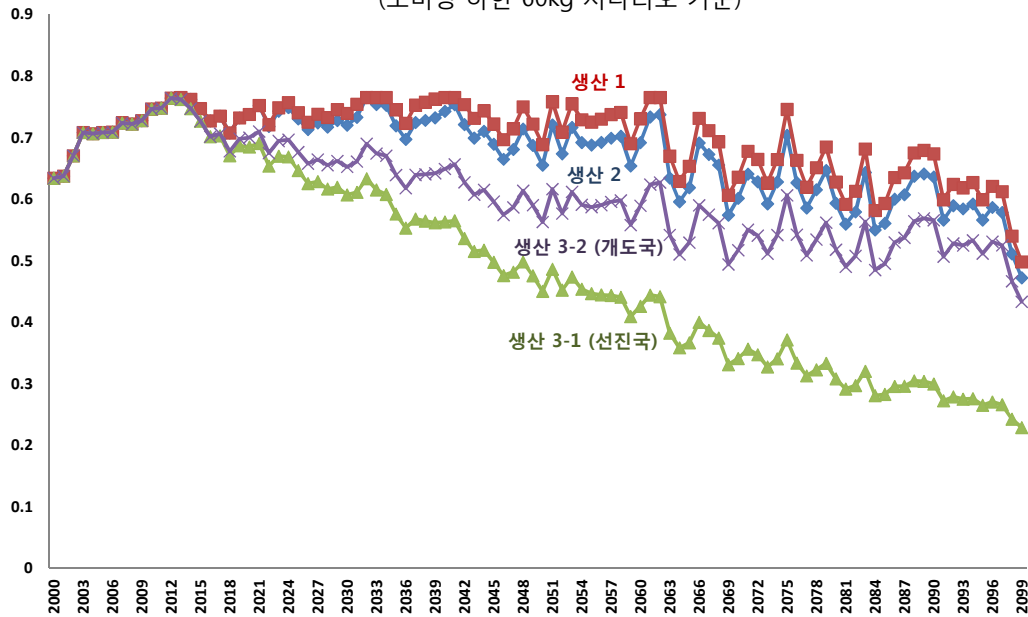
시나리오 구성	쌀 생산량 시나리오 1 (생산 1)	쌀 생산량 시나리오 2 (생산 2)	쌀 생산량 시나리오 3-1 (생산 3-1)	쌀 생산량 시나리오 3-2 (생산 3-2)
쌀 소비량 시나리오1 (소비 1) : 하한 60kg	BAU + 소비량 하한 60kg	정책목표 자급률 반영 + 소비량 하한 60kg	관세화(선진국) + 소비량 하한 60kg	관세화(개도국) + 소비량 하한 60kg
쌀 소비량 시나리오2 (소비 2) : 하한 50kg	BAU + 소비량 하한 50kg	정책목표 자급률 반영 + 소비량 하한 50kg	관세화(선진국) + 소비량 하한 50kg	관세화(개도국) + 소비량 하한 50kg

기후변화에 따른 쌀 생산량/소비량 예측결과 (2013-2099)



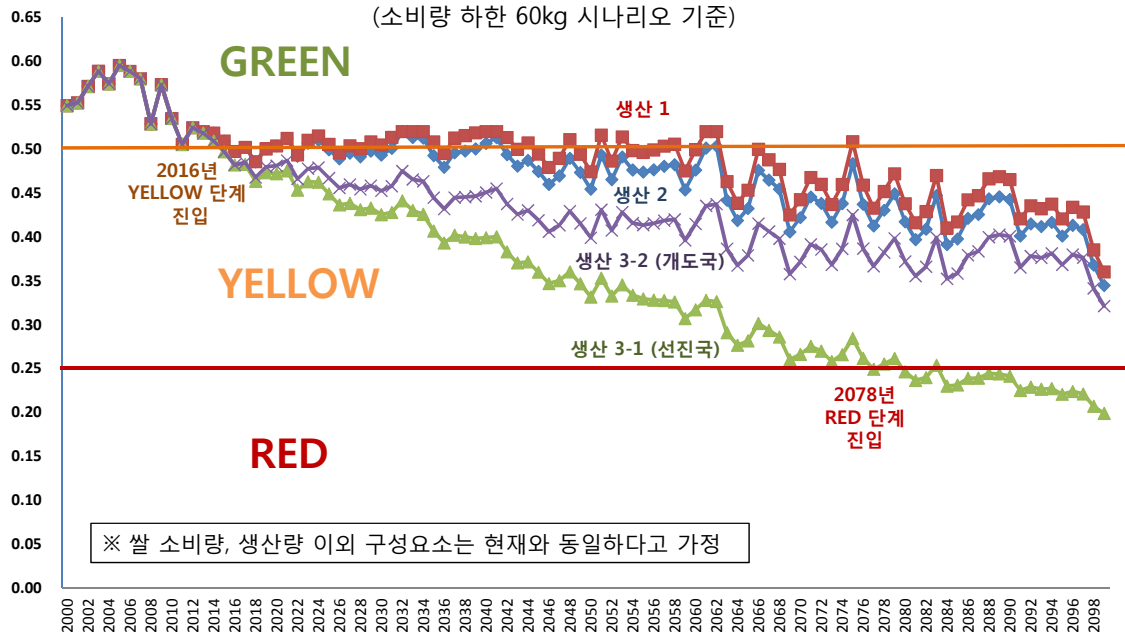
기후변화에 따른 쌀 식량안보 지수 전망 (2013-2099)

<그림 5> 품목별 KUFISI를 이용한 쌀 식량안보 전망
(소비량 하한 60kg 시나리오 기준)



식량안보수준 예측 결과 및 안보전망

<그림 6> 국가 KUFISI를 이용한 한국의 식량안보 전망
(소비량 하한 60kg 시나리오 기준)



※ 쌀 소비량, 생산량 이외 구성요소는 현재와 동일하다고 가정

결론 및 함의

- 기후변화에 따른 쌀 식량안보의 급격한 하락 → 국가 식량안보 수준 급락
 - 쌀 이외 곡물은 거의 수입에 의존
 - 국가 식량안보에 쌀의 비중이 큼 : 국가 KUFSI에서 쌀의 비중 60%이상

- 장기적으로 기후변화는 한국의 식량안보에 큰 위협 요소로 작용할 것으로 예상
 - 2016년 YELLOW 단계 진입 → 2078년 RED 단계 진입 (관세화, 선진국)
 - 기후변화가 쌀 이외 주요 곡물에 미칠 부정적 영향을 고려할 때 식량안보 위기 가속화 우려

- 식량안보의 조기경보시스템을 통한 지속적인 위기상황 관리와 대응 방안 모색 필요
 - 식량안보지수(KUFSI)를 이용한 지속적인 모니터링 필요
 - KUFSI를 활용한 조기경보시스템(EWS) 구축 및 식량안보 수준에 따른 대응방안 마련 필요
 - ⇒ 위기 상황에 따른 대응 매뉴얼 개발 중임