

2017-13

기본연구

기상빅데이터를 활용한 콩 수확량 모델 개발과 농업수입보장보험개선방안

안경아 · 정근오

Pending issue research

Basic research

Commissioned research

Policy research

Jeju Research Institute 제주연구원

기상빅데이터를 활용한 콩 수확량 모델 개발과 농업수입보장보험 개선방안

안 경 아 · 정 근 오

발 간 사

농가경영위험을 완화하기 위해 개발된 농업정책보험 사업은 위험보장 및 대상품목의 범위가 확대되어 왔습니다. 그 중에서도 농업수입보장보험은 가격 및 수확량 변동 위험을 모두 보장하여 농가경영안정에 기여하는 바가 클 것으로 기대되었습니다. 그런데, 시범사업 기간(2015~2017년) 동안 제주지역 콩 수입보장보험 가입면적이 증가하지 않았습니다. 2018년 본 사업 시행을 앞두고 농업수입보장보험 개선을 위한 제언이 필요한 시점입니다.

본 연구에서는 콩 수입보장보험 가입 시 가입수확량 설정방식에 대한 문제를 발견하고, 가입수확량 설정방식에 대한 개선방안을 제안하였습니다. 그것은 기상데이터가 입력 변수인 콩 수확량 모델로 예측된 값을 가입수확량 설정 시에 활용하는 방안입니다.

부디 제안된 개선방안이 정책에 반영되어 농업수입보장보험 가입면적이 확대될 수 있기를 기대합니다. 이 연구를 위해 자문해주신 고영종 NH농협 손해보험 팀장, 정원호 부산대학교 교수, 장익훈 연구원님께 감사의 인사를 드립니다.

2017년 11월

제주연구원
원장 강 기 춘

연구요약

- 농가경영위험을 완화하기 위하여 2001년 「농어업재해보험법」을 제정하고, 이를 근거로 농업정책보험사업을 추진하고 있음
- 농업정책보험사업은 지속적인 보험상품 개발을 통해 위험보장 범위를 확대하고 대상품목 수를 증가시켰음
 - 농작물재해보험 상품 개발을 통해 대상품목 수는 2001년 2개(사과, 배)에서 2017년 53개로 증가함
 - 위험보장 범위는 태풍, 우박, 서리, 화재 등 주요 재해로 인한 수확량 감소에서 모든 재해로 인한 수확량 감소로 확대됨
 - 2015년에는 수확량 감소뿐만 아니라 가격 하락도 보장하는 농업수입보장보험 시범사업이 추진되기 시작함
- 농업수입보장보험 시범사업 기간(2015~2017년)에 제주지역 콩 수입보장보험 가입면적은 증가하지 않음
 - 제주지역 콩 수입보장보험 가입면적은 2015년 399ha, 2016년 286ha, 2017년 287ha인 것으로 나타남
 - 2017년 기준 농업수입보장보험 6개 대상품목 중 콩 수입보장보험의 가입면적이 가장 크며, 콩 수입보장보험 가입지역 중 제주지역의 가입면적이 가장 큼
- 이에 제주지역 콩 수입보장보험 가입면적 제고를 위해 보험금 산정방식을 검토하고 이를 토대로 콩 수확량 모델을 개발하여 산정방식에 도입하는 개선방안을 마련할 필요성이 있음
- 콩 수입보장보험 보험금 산정방식을 검토한 결과, 보험금은 가입수확량과 기준가격의 곱을 기준으로 산정하며, 이에 가입수확량과 기준가격 설정이 중요함

- 연속적인 재해 발생 시에는 가입수확량이 감소하므로 보상 가능한 보험금이 낮아져 농가의 보험 재가입 의사가 줄어드는 현상이 발생함
 - 기준가격은 제주지역의 지역농협이 책정한 수매가격을 기준으로 설정되는 반면, 전년도 조사수확량이 올해 가입수확량에 영향을 미침
- 이에 콩 수입보장보험 가입수확량 산정 시 기상요인을 활용한 수확량 모델을 개발하여 콩 수입보장보험 가입수확량 산정에 활용할 필요성이 있음
 - 자연재해로 인한 수확량 감소와 농가의 재배관리 소홀로 인한 수확량 감소는 구분될 필요성이 있음
 - 자연재해로 인한 수확량 감소분은 보험으로 보장되는 위험이며, 농가의 재배관리 소홀로 인한 수확량 감소분은 보험으로 보장되는 위험이 아님
- 이에 기상요인을 활용한 수확량 모델을 개발하여 예측력을 비교한 결과, 인경신경망 모델의 예측력이 회귀 모델보다 더 높은 것으로 나타남
 - 제주지역 기상빅데이터를 활용하여 콩 수확량 회귀모델 및 인공신경망 모델을 설정함
 - 두 모델의 예측력은 회귀모델이 76%, 인공신경망모델이 93%인 것으로 나타남
- 콩 수확량 모델을 콩 수입보장보험의 가입수확량 산정식에 적용하면, 연속된 자연재해 발생 시에도 농가의 재가입 의사가 줄어들지 않을 것으로 예상됨

목 차

I. 서 론	1
1. 연구배경 및 목적	1
2. 기존연구 검토	2
3. 연구내용	5
II. 농업수입보장보험 현황	6
1. 농업수입보장보험 추진 배경	6
2. 농업수입보장보험 운영 방식	8
3. 농업수입보장보험 가입 현황	16
III. 콩 농업수입보장보험 현황	18
1. 연도별 가입 현황	18
2. 연도별 손해율 현황	22
IV. 콩 농업수입보장보험 구조	26
1. 콩 농업수입보장보험 기본구조	26
2. 콩 농업수입보장보험 재가입 구조	33
V. 기상빅데이터를 활용한 콩 수확량 모델	37
1. 제주지역 기상빅데이터 관측 현황	37
2. 콩 수확량 모델 개발	40
3. 콩 수확량 모델 분석 결과	50
VI. 농업수입보장보험 개선방안	53
1. 콩 수확량 모델 활용	53
2. 관련 데이터 공개 및 보험상품개발	54

참고문헌	56
부록	58
ABSTRACT	64

<표 목차>

<표 I-1> 선행연구와의 차별성	3
<표 II-1> 농업수입보장보험 대상품목 및 판매지역	8
<표 II-2> 양파 수입보장보험 가격산출 기준	8
<표 II-3> 콩 수입보장보험 가격산출 기준	10
<표 II-4> 포도 수입보장보험 가격산출 기준	11
<표 II-5> 마늘 수입보장보험 가격산출 기준	13
<표 II-6> 고구마 수입보장보험 가격산출 기준	14
<표 II-7> 가을감자 수입보장보험 가격산출 기준	15
<표 III-1> 전국과 제주 콩 경지면적과 재해보험 가입면적 및 비중	21
<표 III-2> 제주 콩 재해보험의 연도별 보험료율	23
<표 III-3> 사과 재해보험 가입 현황	24
<표 IV-1> 2016년 기준 자기부담비율에 따른 보험요율	30
<표 V-1> 기상 데이터의 종류	38
<표 V-2> 콩 수확량에 영향을 미치는 기상요인	42
<표 V-3> 월별 평균기온과 생산량	42
<표 V-4> 월별 강수량과 생산량	44
<표 V-5> 월별 일조량과 생산량	46
<표 V-6> 월별 순간최대풍속과 생산량	47
<표 V-7> 콩 수확량 모델 회귀분석 결과	50
<표 V-8> 인공신경망 모형 설정	51
<표 V-9> 실제 수확량과 예측 수확량 비교	52

<그림 목차>

<그림 I-1> 연구내용	5
<그림 II-1> 작물별 농업수입보장보험 가입 농가 수 및 비중	16
<그림 II-2> 작물별 농업수입보장보험 가입 면적 및 비중	16
<그림 II-3> 2016년 기준 지자체별 콩 수입보장보험 가입 현황	17
<그림 III-1> 전국 콩 수입보장보험과 재해보험의 가입 농가 수 추이	18
<그림 III-2> 전국 콩 수입보장보험과 재해보험 가입 면적 추이	19
<그림 III-3> 제주 콩 수입보장보험과 재해보험 가입 농가 수 추이	20
<그림 III-4> 제주 콩 수입보장보험과 재해보험의 가입 면적 추이	20
<그림 III-5> 제주와 전국 콩 재해보험 농가당 평균 가입면적 추이	21
<그림 III-6> 제주 콩 재해보험 및 농업수입보장보험 손해율 추이	22
<그림 III-7> 제주 콩 재해보험 가입농가 수 대비 보험금 지급농가 수 비중 추이	23
<그림 III-8> 사과 재해보험 가입농가 수 대비 보험금 지급농가 수 비중 추이	25
<그림 III-9> 사과 재해보험 손해율 추이	25
<그림 IV-1> 농업수입보장보험 개념	27
<그림 IV-2> 농업수입보장보험 사업추진 절차	28
<그림 IV-3> 콩 수입보장보험 기본구조	29
<그림 IV-4> 1,000평 기준 콩 수입보장보험 보험금 지급 예시	32
<그림 V-1> 제주지역 10a당 콩 수확량	40
<그림 V-2> 월별 평균기온(6~10월)과 생산량	43
<그림 V-3> 월별 강수량(6~10월)과 생산량	45
<그림 V-4> 6월 최저기온과 생산량	45
<그림 V-5> 월별 평균 일조량(8~10월)과 생산량	47
<그림 V-6> 월별 순간최대풍속(7~10월)과 생산량	48
<그림 V-7> 인공신경망 모델	49
<그림 V-8> 실제 수확량과 예측 수확량 비교	52

I. 서 론

1. 연구배경 및 목적

- 자연재해 등으로 인한 농업위험을 완화하기 위해서 2001년 「농어업재해보험법」을 제정하고 이에 의거하여 농업정책보험사업을 추진하고 있음
- 농업정책보험사업은 보험상품 개발을 통해 대상품목 및 위험보장 범위를 확대한 바 있음
 - 예를 들어 농작물재해보험의 대상품목 수는 2001년 2개(사과, 배)에서 2017년 53개로 증가하고 위험보장 범위는 2001년 태풍, 우박, 서리, 화재 등에 의한 수확량 감소 보상에서 2017년 보험상품에 따라 모든 재해에 의한 수확량 감소 보장으로 확대됨
 - 아울러 2015년에는 자연재해에 의한 수확량 감소뿐만 아니라 시장 가격 하락도 보장하는 농업수입보장보험 시범사업이 추진되기 시작함
- 농업수입보장보험은 농가수입을 보장하는 효과적인 농업경영위험 보장 수단으로 주목받은 바 있음
 - 농업재해보험은 재해로 인한 수확량 감소를 보장하는 반면, 시장 가격 하락으로 발생하는 농가의 수입 감소를 보장하지 못함
 - 이에 농업경영위험 보장을 위해서는 농가의 수입 감소를 보장하는 농업수입보장보험이 효과적인 수단이 될 수 있음
- 그러나 시범사업 기간인 2015~2017년 동안 제주지역에서는 농업수입보장보험 가입면적이 증가하지 않음
 - 농업수입보장보험은 2013~2014년 도상훈련 이후 2015~2017년 시범사업이 추진되고 있으며 2018년부터 본 사업이 추진될 예정임

- 2016년 기준 농업수입보장보험 대상 품목의 가입면적은 콩 1,078ha, 포도 246ha, 양파 105ha, 마늘 58ha 순으로 나타남(NH농협손해보험 내부자료, 2017)
 - 2016년 기준 콩 농업수입보장보험 가입면적 1,078ha 중에서 제주지역 가입면적은 286ha로 27%를 차지함(NH농협손해보험 내부자료, 2017)
- 제주지역 콩 수입보장보험 가입면적은 2015년 399ha, 2016년 286ha, 2017년 287ha로 증가하지 않음(NH농협손해보험 내부자료, 2017)
- 본 연구에서는 농업수입보장보험 개선방안을 마련하기 위해서 농업수입보장보험 현황 분석, 콩 농업수입보장보험 구조 분석, 기상빅데이터를 활용한 콩 수확량 모델 개발을 하고자 함
 - 농업수입보장보험 현황을 분석하기 위해서는 연도별 농업재해보험 및 농업수입보장보험 가입 추이를 검토함
 - 농업수입보장보험 구조를 분석하기 위해서는 기준가격 및 가입수확량 산정방식을 검토함
 - 기상빅데이터를 활용하여 콩 수확량 회귀 모델과 인공신경망 모델을 개발하고 두 모델의 예측력을 비교함
 - 온도, 강수량 등 기상자료는 실시간 수집되는 빅데이터이며, 기상요인이 콩 수확량과 밀접한 관련성이 있으므로 콩 수확량 모델 개발에 활용될 수 있음

2. 기존연구 검토

- 정원호 외(2013)는 농업수입보장보험 도입 필요성을 제시하기 위해서, 도입 시 효과를 분석하고 과제를 제시함
 - 농업수입보장보험 도입 시 효과는 농가의 수입 변동성이 품목에 따라 5~40% 감소할 것으로 예상되며 5개 품목 도입 시 사회적 편익은 총 275억 원 발생하는 것으로 분석됨

- 농업수입보장보험 도입 시 과제는 체계적인 손해평가 방안 마련, 농가의 수요를 고려한 상품구조 및 운영방식 도입, 도상연습 및 시범사업 등 단계별 시행, 정확하고 체계적인 보험통계 DB구축, 민영보험사와 국가 간의 위험분산체계 확립 등으로 제시됨
- 오내원 외(2014)는 2013년 추진된 농업수입보장보험 도상훈련을 평가함
 - 가격 정보는 도매시장 등을 통해 확보되며, 수확량 정보는 매년 확보해야 하므로 관련 인프라 구축이 필요함
- 이상민 외(2005)는 밤 재해보험상품을 개발하기 위해서 표준수확량을 산정함
 - 밤의 경우에는 나무의 수령에 따라 수확량의 차이가 발생하므로, 주당 수확량을 표준수확량으로 나타냄
- 김이훈(1992)과 한석호 외(2011)는 기상데이터를 활용하여 콩 수확량 모델을 개발함
- 이에 본 연구는 농업수입보장보험 개선방안을 마련하기 위해 기상데이터를 활용하여 콩 수확량을 예측할 수 있는 모델을 개발하고, 이를 토대로 콩 수확량 모델의 보험금 산정식 적용방안을 제안함

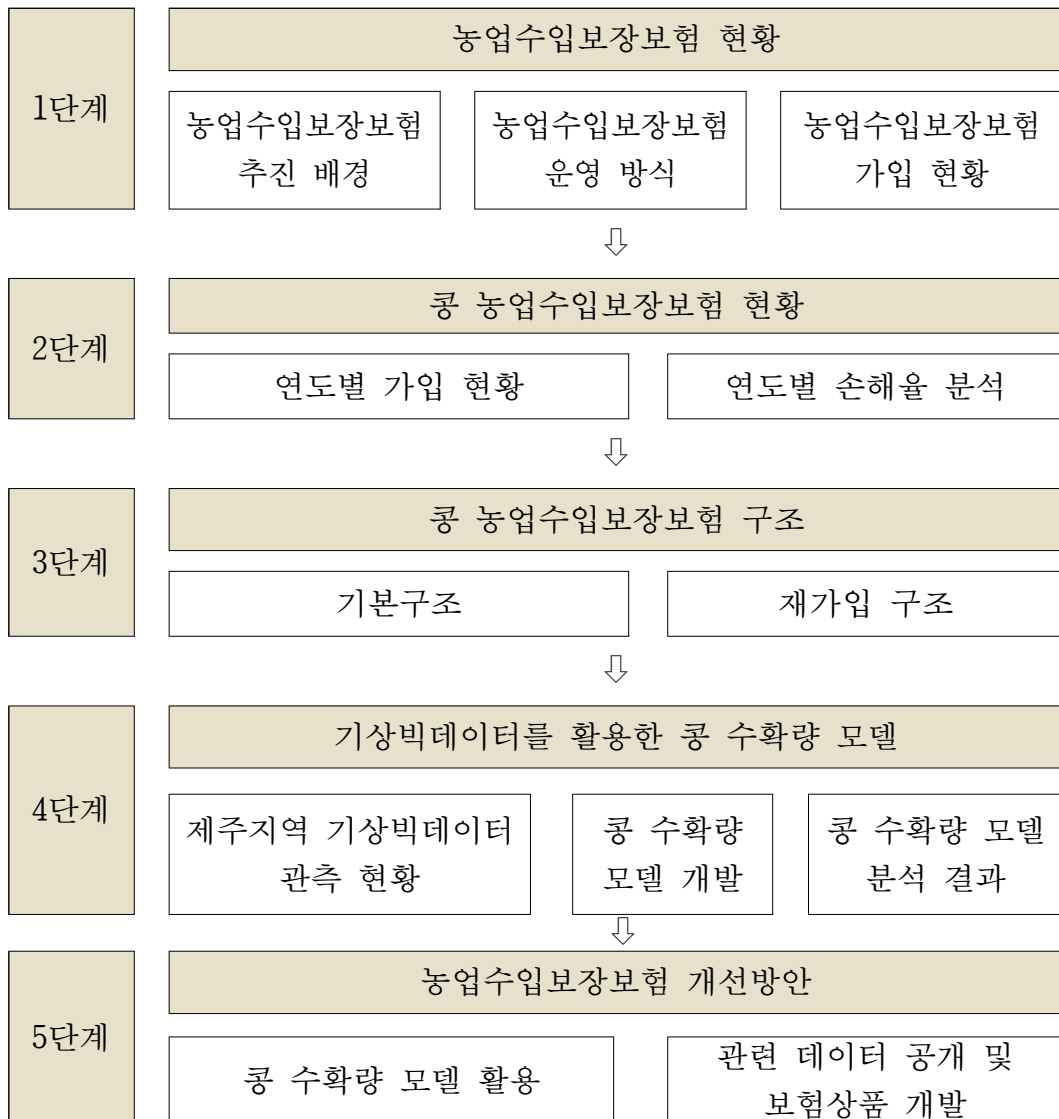
〈표 I -1〉 선행연구와의 차별성

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	정원호 외, 2013, 『농가경영안정을 위한 농업수입보험제도 도입에 관한 연구』에서는 농업수입보험 도입 필요성 및 도입 효과를 분석함	문헌조사, 편의분석, 설문조사	<ul style="list-style-type: none"> • 농업수입보험 도입효과는 농가의 수입변동성이 품목에 따라 5~40% 감소할 것으로 예상됨 • 도상훈련 및 시범사업 등 단계적인 도입이 필요함
	오내원 외, 2014, 『농업수입보장보험 운용방안 정책연구』에서는 2013년 농업수입보장보험 도상연습을 평가함	위험률 시뮬레이션, 농가 설문조사	<ul style="list-style-type: none"> • 가격정보 확보는 용이한 반면, 수확량 정보 확보는 까다로워 수확량 조사 인프라 구축이 필요함

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	이상민 외, 2005, 『밤 재해보험사업을 위한 표준수확량 조사 연구』에서는 밤의 표준수확량(단위면적당 수확량)을 산정함	생산통계 방법	<ul style="list-style-type: none"> · 나무 수령, 평균수확량, 평균본수, 농가의 관리방법(가지치기) 등으로 주당 수확량을 산정함 · 산청, 광양, 공주 등의 표준 수확량 산출 및 관리 방법 조사로 개별 농가의 자료를 확보함
	김이훈, 1992, 『콩 수량에 영향을 미치는 기상요소 평가』에서는 지역별로 콩 수량과 관계된 기상 변수를 도출함	GLM	<ul style="list-style-type: none"> · 1971~1990년의 춘천, 수원, 광주, 익산, 진주 등의 기온, 일조시간, 강우에 따른 수확량 예측됨
	한석호 외, 2011 『기상요인을 고려한 단수예측모형 개발 연구』에서는 생육기별 기상 요건에 따른 수확량을 예측함	패널분석	<ul style="list-style-type: none"> · 평균기온, 일조시간, 강수량 등 기상요인에 의한 콩 수확량의 설명력이 75%임
본 연구	기상데이터를 활용한 콩 수확량 모델 개발과 농업수입 보장보험 개선방안을 마련함	회귀분석/인공 신경망	<ul style="list-style-type: none"> · 농업수입보장보험 운용과정 점검하고, 수확량 산정식 개선을 위한 콩 수확량 예측 모델 개발

3. 연구내용

- 연구내용은 <그림 I -1>과 같음



<그림 I -1> 연구내용

Ⅱ. 농업수입보장보험 현황

1. 농업수입보장보험 추진 배경

1) 농업정책보험사업 추진

- 자연 재해로 인한 농산물 수확량 및 가격 변동은 농가의 경영위험이 되고 있으므로, 이를 완화하고자 정부에서는 2001년 제정된 「농어업 재해보험법」에 의거하여 농업정책보험사업을 추진하고 있음
- 정부에서는 농업정책보험사업의 운영비를 지원할 뿐만 아니라 농가의 보험료 부담 경감을 위해 보험료의 80%이상을 지원하고 있음
 - 보험료는 국비 50%, 지방비 30%, 농가 20%의 비율로 부담함
 - 제주특별자치도는 2016년 「제주특별자치도 농어업재해보험 활성화 지원 조례」를 제정하고, 2017년부터 농가 부담 비율을 20%에서 15%로 경감시킨 바 있음
- 농업정책보험사업은 거대 재해 위험에 대비하여 국가재보험방식으로 운영됨
 - 국가재보험방식은 평상시 보험사가 농어업재해보험기금 운용을 통해 농가들의 손해를 보상하는 반면, 손해율이 180%를 초과하는 거대 재해가 발생한 경우 국가가 국가재보험사업을 통해 손해를 보상하는 것을 의미함

2) 농작물재해보험 확대 추진

- 농작물재해보험은 대상 품목 및 농가의 경영위험 보장 범위를 확대하는 방향으로 개발되었음
 - 농작물재해보험은 2001년 사과·배 2개 품목에서 2017년 53개 품목

으로 확대됨

- 대상재해범위는 2001년 태풍, 우박 등으로 인한 낙과에서, 2017년 태풍, 우박, 지진피해, 봄동상해, 가을동상해, 나무보상, 조수해, 화재, 집중호우 등으로 확대되었음
- 농작물재해보험이 재해로 인한 수확량 감소만을 보장하는 반면, 농업수입보장보험은 수확량 감소뿐만 아니라 가격하락을 보장하므로 농작물재해보험보다 보장범위가 확대된 보험으로 볼 수 있음

3) 농업수입보장보험 도상훈련 추진

- 농업수입보장보험 사업은 도입 가능성을 검토하기 위해서 도상훈련(2013~2014년)을 추진한 바 있음
 - 도상훈련 품목은 가입규모, 용이성, 가격변동성 등을 고려하여 포도, 콩, 양파, 시설오이, 배추 등을 대상으로 설정함
 - 도상훈련 결과, 가격 정보는 도매시장을 통해 확보될 수 있으며 수확량의 경우는 매년 확보해야 하므로 체계적인 손해사정 방안이 마련될 필요성이 제기되었음
 - 도상훈련 평가 결과는 오내원 외, 2014, 『농업수입보장보험 운용방안 정책연구』을 통해 발표됨
- 농업수입보장보험 사업은 시범사업(2015~2017년)을 추진 중에 있으며, 시범사업 이후인 2018년에는 근거법령의 제·개정 등을 통해 본 사업이 추진될 예정임

2. 농업수입보장보험 운영 방식

- 2017년 기준 농업수입보장보험 시범사업은 6개 품목을 대상으로 29개 시·군에서 판매되고 있음

〈표 II-1〉 농업수입보장보험 대상품목 및 판매지역

대상품목	시·군 수	도(시·군)
양파	6	전남(무안, 함평), 전북(익산), 경북(청도), 경남(창녕, 합천)
콩	6	경기(파주), 강원(정선), 전북(김제), 경북(문경), 제주(제주, 서귀포)
포도	5	경기(가평, 화성), 경북(상주, 영주, 영천)
마늘	7	전남(고흥), 경북(의성), 경남(창녕), 충남(서산, 태안), 제주(제주, 서귀포)
고구마	4	경기(여주, 이천), 전남(해남, 영암)
가을감자	1	전남(보성)

*출처: 농림축산식품부, 2017년도 농업수입보장보험 사업시행지침

1) 양파 수입보장보험

- 양파는 농지단위로 보험에 가입하며, 필지와 상관없이 농지별로 보험 가입금액을 산출함
 - 보험가입금액이 농지 당 300만 원 이상일 때 보험가입이 가능함

〈표 II-2〉 양파 수입보장보험 가격산출 기준

용도/품종	기초통계 기간	가격 조사지역	산출방식	
			기준가격	수확기가격
조생종 (하우스재배 포함)	4월 1일 ~ 5월 10일	가락도매시장	연도별 중품과 상품 평균가격의 보험가입직전 5년(가입년도 포함) 올림픽평균 값에 농가수취 비율을 곱하여 산출	중품과 상품 평균가격에 농가수취비율을 곱하여 산출
중·만생종	6월 1일 ~ 7월 10일			

- 보험가입금액은 농지별로 가입 수확량에 기준가격을 곱하여 산출함
 - 가입수확량은 평년수확량의 일부를 가입할 수 있으며, 그 범위는 50~100%임
- 양파의 수입보장보험가입 시 기준가격 및 수확기가격 산출 기준은 다음과 같음
 - 양파의 가격 구분은 숙기에 따라 조생종(하우스 재배 포함)과 중·만생종으로 구분하며, 기초통계기간은 조생종이 4월 1일부터 5월 10일까지이고, 중·만생종이 6월 1일부터 7월 10일까지로 설정됨
 - 기준가격은 서울시농수산물공사의 가락도매시장 연도별 중품과 상품 평균가격의 보험가입 년도를 포함한 직전 5년간 최대값과 최소값을 제외한 가격의 평균(이하 올림픽평균*)값에 농가수취 비율을 곱하여 산출함
 - ‘연도별 평균가격’은 연도별 가격 구분별 기초통계기간의 일별 경락가격을 산술평균하여 산출함
 - 수확기가격은 수확년도의 가격 구분별 기초통계기간의 서울시농수산물공사 가락도매시장의 중품과 상품 평균가격에 농가수취비율을 곱하여 산출함

<*올림픽평균>

- 올림픽평균은 심사위원의 평가를 통해 성적이 매겨지는 올림픽 종목에서 사용하는 평균으로, 최댓값과 최솟값을 제외한 값으로만 평균을 산출하는 방식을 말함

예시	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	평균
점수	10.0	9.5	7.5	9.5	9.5	8.5	8.5	9.1
비고	제외	사용	제외	사용	사용	사용	사용	

- 농업수입보장보험에서 올림픽평균을 사용하는 이유는 자연재해와 같은 이상 현상으로 인한 가입수확량의 과대·과소추정을 방지하기 위해서임

2) 콩 수입보장보험

- 콩은 농지단위로 보험에 가입하며, 필지와 상관없이 농지별로 보험가입금액을 산출함
- 보험가입금액이 농지 당 100만 원 이상이고, 증권 당 300만 원 이상인 농지만 보험가입이 가능함

〈표 II-3〉 콩 수입보장보험 가격산출 기준

용도/품종	기초통계 기간	가격 조사지역	산출방식	
			기준가격	수확기가격
장류 및 두부용/ 백태	11월 1일 ~ 이듬해 1월 31일	서울 양곡도매 시장	연도별 중품과 상품 평균가격의 보험가입직전 5년(가입년도 포함) 올림픽평균 값에 농가수취 비율을 곱하여 산출	중품과 상품 평균가격에 농가수취비율 을 곱하여 산출
밥밀용/ 흑태 및 기타				
밥밀용/ 서리태				
나물용	11월 1일 ~ 1월 31일 수매(정산) 실적	제주도 지역농협	연도별 평균 수매가의 보험가입직전 5년 올림픽 평균값	수확년도의 평균 수매가격

- 보험가입금액은 농지별로 가입수확량에 기준가격을 곱하여 산출함
 - 가입수확량은 평년수확량의 일부를 가입할 수 있으며, 그 범위는 50~100%임
- 콩의 수입보장보험가입 시 기준가격 및 수확기가격 산출 기준은 다음과 같음
 - 콩의 가격 구분은 용도 및 품종에 따라 장류 및 두부용(백태), 밥밀용(흑태 및 기타), 나물용으로 구분하며, 기초통계기간은 장류 및 두부용과 밥밀용이 11월 1일부터 이듬해 1월 31일까지이고, 나물용이 11월 1일부터 이듬해 1월 31일까지의 수매(정산)실적임
 - 나물용을 제외한 콩의 기준가격은 서울 양곡도매시장의 연도별 중품 및 상품 평균가격의 보험가입 직전 5년간 올림픽 평균값에 농가

수취 비율을 곱하여 산출함

- ‘연도별 평균가격’은 연도별 가격 구분별 기초통계 기간의 일별 가격을 산술평균하여 산출
- 나물용 콩의 보험기준가격은 제주도 지역농협의 연도별 평균 수매가의 보험가입 직전 5년의 올림픽 평균값으로 산출함
- 나물용을 제외한 콩의 수확기가격은 수확년도의 서울 양곡도매시장의 중품 및 상품의 평균가격에 농가수취비율을 곱하여 산출하고, 나물용 콩은 수확년도의 제주도 지역농협의 평균 수매가격으로 산출함

3) 포도 수입보장보험

- 포도는 농지단위로 보험에 가입하며, 필지와 상관없이 농지별로 보험가입금액을 산출함
 - 보험가입금액이 농지 당 300만 원 이상일 때 보험가입이 가능함
- 보험가입금액은 농지별로 가입 수확량에 기준가격을 곱하여 산출함
 - 가입수확량은 평년수확량의 일부를 가입할 수 있으며, 그 범위는 50~100%임

〈표 II-4〉 포도 수입보장보험 가격산출 기준

용도/품종	기초통계 기간	가격조사 지역	산출방식	
			기준가격	수확기가격
캠벨얼리 (시설)	6월 1일 ~ 7월 31일	가락도매 시장	연도별 중품과 상품 평균가격의 보험가입직전 5년(가입년도 포함) 올림픽평균 값에 농가수취 비율을 곱하여 산출	중품과 상품 평균가격에 농가수취비율을 곱하여 산출
캠벨얼리 (노지)	9월 1일 ~ 10월 31일			
거봉 (시설)	6월 1일 ~ 7월 31일			
거봉 (노지)	9월 1일 ~ 10월 31일			
MBA	9월 1일 ~ 10월 31일			
델라웨어	5월 21일 ~ 7월 20일			

- 포도의 수입보장보험가입 시 기준가격 및 수확기가격 산출 기준은 다음과 같음
 - 포도의 가격 구분은 품종과 시설재배 여부에 따라 캠벨얼리(시설), 캠벨얼리(노지), 거봉(시설), 거봉(노지), MBA, 델라웨어로 구분하며, 기초통계기간은 델라웨어가 5월 21일부터 7월 20일이고, 시설재배 품종이 6월 1일부터 7월 31일까지이며, 노지재배 품종이 9월 1일부터 10월 31일까지임
 - 기준가격은 서울시농수산물공사의 가락도매시장 연도별 중품 및 상품 평균가격의 직전 5년간 올림픽 평균값에 농가수취비율을 곱하여 산출함
 - 수확기 가격은 기초통계기간의 가락도매시장의 중품 및 상품 평균 가격에 농가수취비율을 곱하여 산출함

4) 마늘 수입보장보험

- 마늘은 농지단위로 보험에 가입하며, 필지와 상관없이 농지별로 보험 가입금액을 산출함
 - 보험가입금액이 농지 당 200만 원 이상이고, 증권 당 300만 원 이상인 농지만 보험가입이 가능함
- 보험가입금액은 농지별로 가입 수확량에 기준가격을 곱하여 산출함
 - 가입수확량은 평년수확량의 일부를 가입할 수 있으며, 그 범위는 50~100%임
- 마늘의 수입보장보험가입 시 기준가격 및 수확기가격 산출 기준은 다음과 같음
 - 마늘의 가격 구분은 품종에 따라 한지형과 난지형(대서종, 남도종)으로 구분하며, 기초통계기간은 한지형이 7월 1일부터 8월 31일까지이고, 대서종(난지형)이 7월 1일부터 8월 31일까지이며, 남도종(난지형)이 6월 1일부터 7월 31일까지(전남지역)와 5월 1일부터 6월 30일(제

주지역)까지로 구분되어 설정됨

- 기준가격은 한지형의 경우 의성군 지역농협의 연도별 평균가격의 직전 5년간 올림픽 평균값으로 산출하고, 대서종(난지형)의 경우 창녕군 농협공판장, 남도종(난지형)의 경우 전남 6개 지역농협과 제주도 6개 지역농협의 연도별 평균 구매가의 보험가입 직전 5년 올림픽 평균값으로 산출함
- 수확기 가격은 한지형의 경우 의성군 지역농협 평균 구매가격으로 산출하고, 대서종(난지형)의 경우 창녕군 농협공판장의 평균가격으로 산출하며, 남도종(난지형)의 경우 전남 6개 지역농협과 제주도 6개 지역농협의 평균 구매가격으로 산출함

〈표 II-5〉 마늘 수입보장보험 가격산출 기준

용도/품종	기초통계기간	가격조사지역	산출방식	
			기준가격	수확기가격
한지형	7월 1일 ~ 8월 31일	의성군 지역농협	연도별 평균 구매가의 보험가입직전 5년(가입년도 포함) 올림픽평균값	수확년도의 평균 구매가격
난지형/ 대서종	7월 1일 ~ 8월 31일	창녕군 농협공판장	연도별 평균가격의 보험가입 직전 5년 올림픽평균값	수확년도의 평균가격
난지형/ 남도종	전남: 6월 1일 ~ 7월 31일 제주: 5월 1일 ~ 6월 30일	전남 지역농협 6개, 제주 지역농협 6개	연도별 평균 구매가의 보험가입 직전 5년 올림픽평균값	수확년도의 평균 구매가격

5) 고구마 수입보장보험

- 고구마는 농지단위로 보험에 가입하며, 필지와 상관없이 농지별로 보험가입금액을 산출함
- 보험가입금액이 농지 당 300만 원 이상일 때 보험가입이 가능함

〈표 II -6〉 고구마 수입보장보험 가격산출 기준

용도/품종	기초통계 기간	가격조사지역	산출방식	
			기준가격	수확기가격
밤고구마	8월 1일 ~ 9월 30일	가락도매시장	평균가격의 보험가입직전 5년(가입년도 포함) 올림픽평균값에 농가수취비율을 곱하여 산출	수확년도의 가격 구분별 기초통계 기간의 평균가격에 농가수취비율을 곱하여 산출
호박고구마				

- 보험가입금액은 농지별로 가입 수확량에 보험기준가격을 곱하여 산출함
 - 가입수확량은 평년수확량의 일부를 가입할 수 있으며, 그 범위는 50~100%임
- 고구마의 수입보장보험가입 시 기준가격 및 수확기가격 산출 기준은 다음과 같음
 - 고구마의 가격 구분은 품종에 따라 밤고구마와 호박고구마로 구분하며, 기초통계기간은 8월 1일부터 9월 30일까지임
 - 기준가격은 서울시농수산식품공사의 가락도매시장 연도별 중품 및 상품 평균가격의 직전 5년간 올림픽 평균값에 농가수취비율을 곱하여 산출함
 - 수확기 가격은 기초통계기간의 가락도매시장의 중품 및 상품 평균 가격에 농가수취비율을 곱하여 산출함

6) 가을감자 수입보장보험

- 가을감자는 농지단위로 보험에 가입하며, 필지와 상관없이 농지별로 보험가입금액을 산출함
 - 보험가입금액이 농지 당 300만 원 이상일 때 보험가입이 가능함

〈표 II-7〉 가을감자 수입보장보험 가격산출 기준

용도/품종	기초통계 기간	가격조사지역	산출방식	
			기준가격	수확기가격
대지마	12월 1일 ~ 이듬해 1월 31일	가락도매시장	평균가격의 보험가입직전 5년(가입년도 포함) 올림픽평균값에 농가수취비율을 곱하여 산출	수확년도의 가격 구분별 기초통계 기간의 평균가격에 농가수취비율을 곱하여 산출

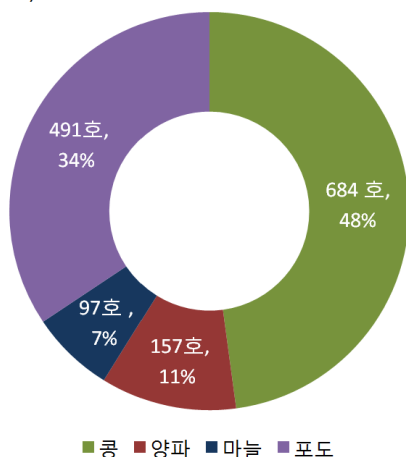
- 보험가입금액은 농지별로 가입 수확량에 기준가격을 곱하여 산출함
 - 가입수확량은 평년수확량의 일부를 가입할 수 있으며, 그 범위는 50~100%임
- 가을감자의 수입보장보험가입 시 기준가격 및 수확기가격 산출 기준은 다음과 같음
 - 가을감자의 가격은 대지마 품종의 가격으로 결정되며, 기초통계기간은 12월 1일부터 이듬해 1월 31일까지임
 - 기준가격은 서울시농수산물공사의 가락도매시장 연도별 중품 및 상품 평균가격의 직전 5년간 올림픽 평균값에 농가수취비율을 곱하여 산출함
 - 수확기 가격은 기초통계기간의 가락도매시장의 중품 및 상품 평균가격에 농가수취비율을 곱하여 산출함

3. 농업수입보장보험 가입 현황

1) 품목별 농업수입보장보험 가입현황

- 2016년 품목별 농업수입보장보험 가입 농가 수와 면적 비중은 콩과 포도가 상대적으로 큰 것으로 나타남
- 품목별 가입 농가 비중은 콩 48%, 포도 34%, 양파 11%, 마늘 7%로 나타남
- 품목별 가입 면적 비중은 콩 72%, 포도 17%, 양파 7%, 마늘 4%로 나타남

(단위: 호)

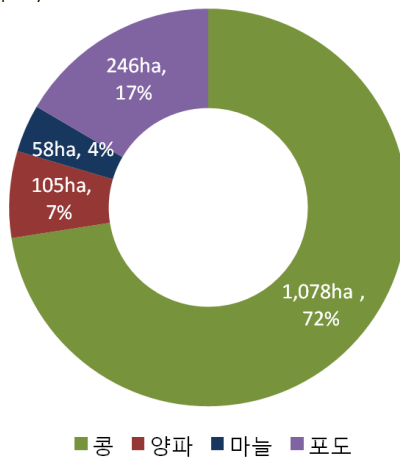


(자료: 시도별 농업수입보장보험 가입실적)

<그림 II -1>

작물별 농업수입보장보험
가입 농가 수 및 비중

(단위: ha)



(자료: 시도별 농업수입보장보험 가입실적)

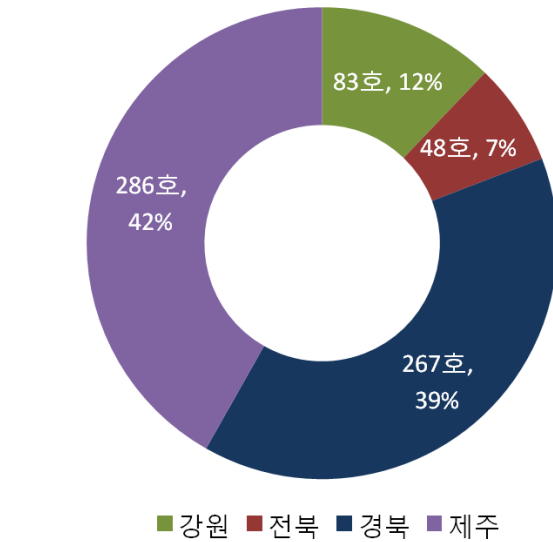
<그림 II -2>

작물별 농업수입보장보험
가입 면적 및 비중

2) 지역별 농업수입보장보험 가입현황

- 2016년 콩의 농업수입보장보험 시도별 가입 면적 비중은 제주가 다른 시도보다 상대적으로 큰 것으로 나타남
- 시도별 가입비중은 제주 42%, 경북 39%, 전북 7%, 강원 12%인 것으로 나타남

(단위: 호)



(자료: 시도별 농업수입보장보험 가입실적)

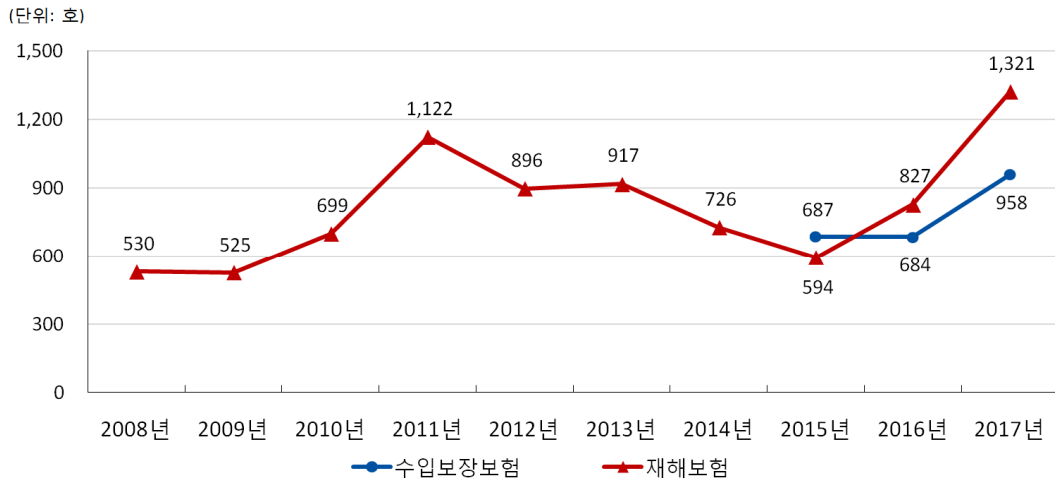
〈그림 II-3〉 2016년 기준
지자체별 콩 수입보장보험 가입 현황

- 콩은 전국에서 수입보장보험 가입 비중이 가장 높은 품목이며, 가입 지역을 시도별로 분석하면 제주의 가입 비중이 상대적으로 큰 것으로 나타남

Ⅲ. 콩 농업수입보장보험 현황

1. 연도별 가입 현황

- 전국 콩 재해보험 가입 농가 수는 2011년 1,122호를 정점으로 감소세를 나타내다가, 2015년 수입보장보험이 시범 운영되면서 재해보험과 수입보장보험 모두 상승세로 전환됨

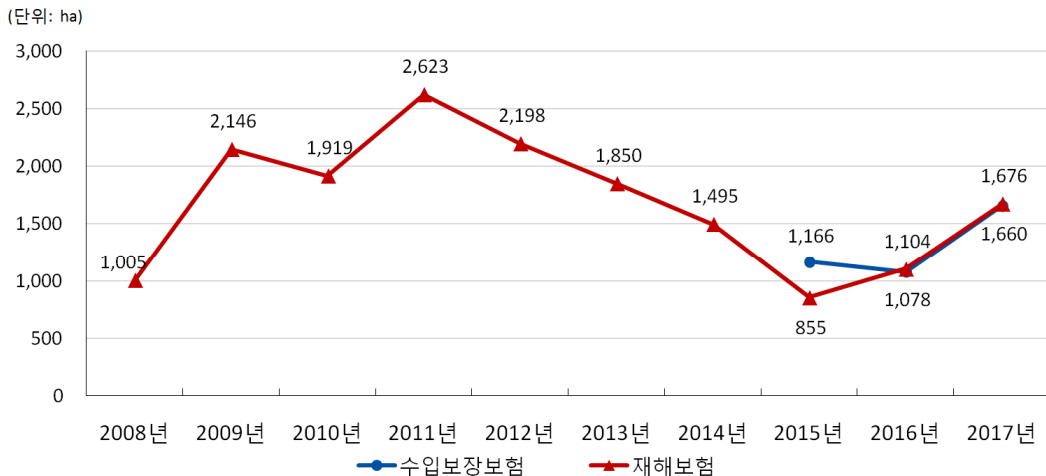


* 자료: 시도별 농작물재해보험 실적

<그림 Ⅲ-1> 전국 콩 수입보장보험과 재해보험의 가입 농가 수 추이

- 2015~2017년 전국 콩 수입보장보험의 가입 농가 수는 연평균 18.1% 증가한 것으로 나타남
 - 전국 콩 수입보장보험 가입 농가 수는 2015년 687호, 2016년 684호, 2017년 958호인 것으로 조사됨
- 전국 콩 재해보험 가입 면적은 2011년 2,623ha를 정점으로 감소세를 나타내다가, 2015년 수입보장보험이 시범 운영 되면서 상승세로 전환됨

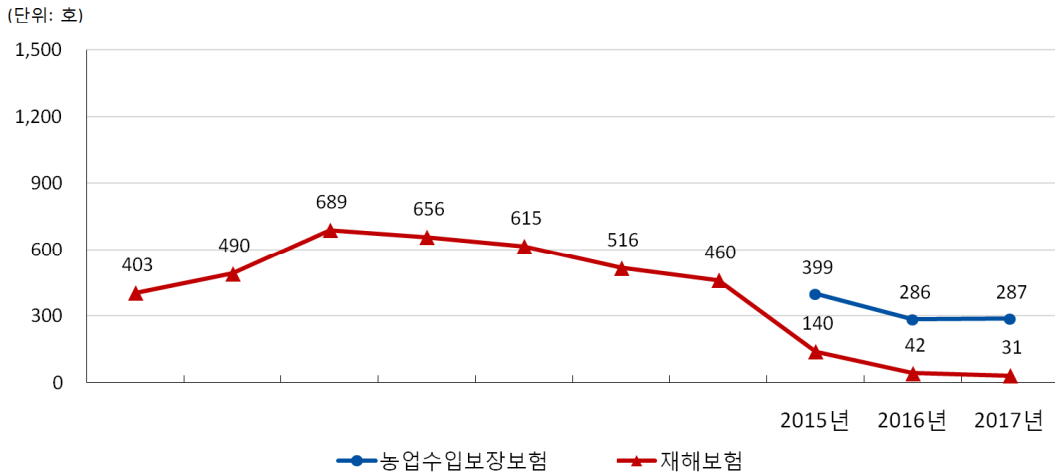
- 2017년 현재 전국 콩 재해보험 가입면적은 1,676ha, 콩 수입보장보험 가입면적은 1,660ha인 것으로 나타남
- 2015~2017년 전국 콩 수입보장보험의 가입면적은 연평균 19.3% 증가한 것으로 나타남
- 전국 콩 수입보장보험 가입면적은 2015년 1,166ha, 2016년 1,078ha, 2017년 1,660ha로 조사됨
- 전국 콩 재해보험 가입면적은 2011년 2,623ha를 정점으로 감소세를 나타내다가, 2015년 농업수입보장보험이 시범 운영되면서 상승세로 전환되어 2017년 현재 3,335ha가 농업재해보험에 가입함



* 자료: 시도별 농작물재해보험 실적

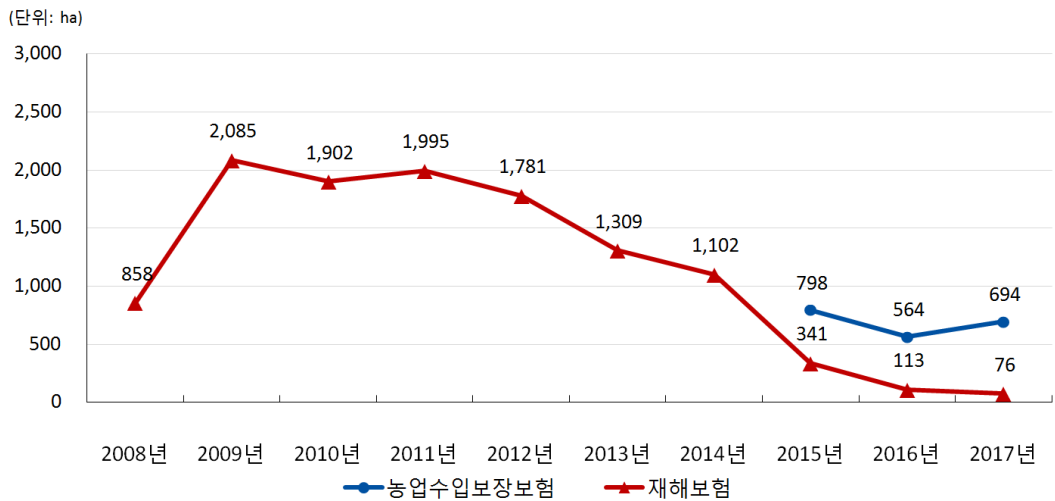
〈그림 Ⅲ-2〉 전국 콩 수입보장보험과 재해보험 가입 면적 추이

- 제주 콩 재해보험의 가입 농가는 2010년 689호를 정점으로 2017년 현재까지 감소세를 나타냄
- 제주 콩 재해보험 가입면적은 2009년 2,085ha를 정점으로 감소세를 나타내다가, 2015년 농업수입보장보험이 시범 운영되면서 감소세가 둔화되어 2017년 현재 76ha가 농업재해보험에 가입됨
- 2015~2017년 제주 콩 수입보장보험의 가입 농가 수는 연평균 15.2% 감소한 것으로 나타남



* 자료: 시도별 농작물재해보험(농업수입보장보험 포함) 실적

〈그림 III-3〉 제주 콩 수입보장보험과 재해보험 가입 농가 수 추이



* 자료: 시도별 농작물재해보험 실적

〈그림 III-4〉 제주 콩 수입보장보험과 재해보험의 가입 면적 추이

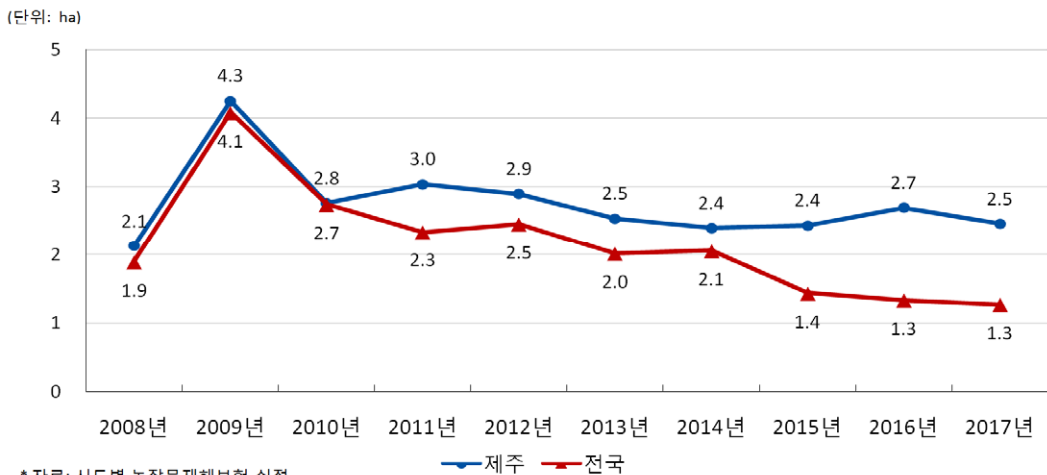
- 2008년부터 2016년까지의 콩의 경지면적과 가입면적(농작물재해보험+농업수입보장보험) 및 경지면적 대비 가입면적의 비중은 아래와 같음
- 제주농가의 농업재해보험 가입률은 전국 대비 평균 20.7%p 더 높은 것으로 나타남

- 그러나 제주농가의 농업재해보험 가입 비중은 2011년 이후로 감소세를 나타내는 반면, 전국은 상승세를 나타내고 있음

〈표 Ⅲ-1〉 전국과 제주 콩 경지면적과 재해보험 가입면적 및 비중
(단위: ha, %)

연도	전국			제주		
	경지면적	가입면적	비중	경지면적	가입면적	비중
2008	75,242	1,005	1.3	6,287	858	13.6
2009	70,265	2,146	3.1	7,639	2,085	27.3
2010	71,422	1,919	2.7	6,666	1,902	28.5
2011	77,849	2,623	3.4	5,732	1,995	34.8
2012	80,842	2,198	2.7	6,045	1,781	29.5
2013	80,031	1,850	2.3	5,664	1,309	23.1
2014	74,652	1,495	2.0	5,668	1,102	19.4
2015	56,666	2,022	3.6	4,883	1,139	23.3
2016	49,014	2,183	4.5	5,488	677	12.3

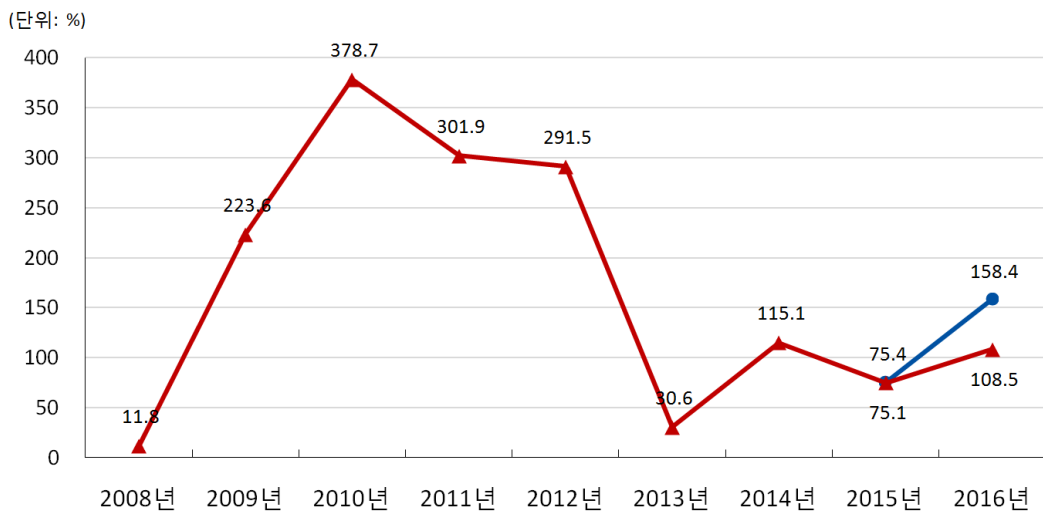
- 콩 재해보험의 농가당 평균 가입면적은 2009년에 전국 4.1ha, 제주 4.3ha로 가장 높았으나, 이후 평균 가입면적이 감소세로 전환되어 현재는 전국 1.3ha, 제주 2.5ha로 제주의 평균 가입면적이 전국보다 농가당 평균 1.2ha 더 넓은 것으로 나타남



〈그림 Ⅲ-5〉 제주와 전국 콩 재해보험 농가당 평균 가입면적 추이

2. 연도별 손해율 현황

- 손해율은 지급보험금을 위험보험료로 나눈 것을 의미하며, 이는 보험 사고가 발생했을 시 가입자에게 지급되는 보험금이 그 재원에서 얼마나 지급되었는지를 알 수 있는 지표임
- 농작물재해보험은 그 특성상 손해율이 매년 큰 폭으로 등락하기 때문에 보험사측에서도 큰 위험을 부담하게 되는데, 이러한 점을 고려하여 손해율 180% 이하인 통상적 재해는 농협과 민간보험사가 부담하고, 손해율이 180%를 초과하는 거대재해의 피해는 국가재보험기금에서 전액 부담하는 것으로 개편됨
- 제주의 손해율은 2009~2012년에 180%를 초과하였으나 2013년을 기점으로 180%이하의 손해율을 나타냄
 - 2015~2016년 수입보장보험의 손해율은 75.4%에서 158.4%로 증가하였는데, 같은 시기의 재해보험(108.5%)보다 높은 손해율을 보이고 있음

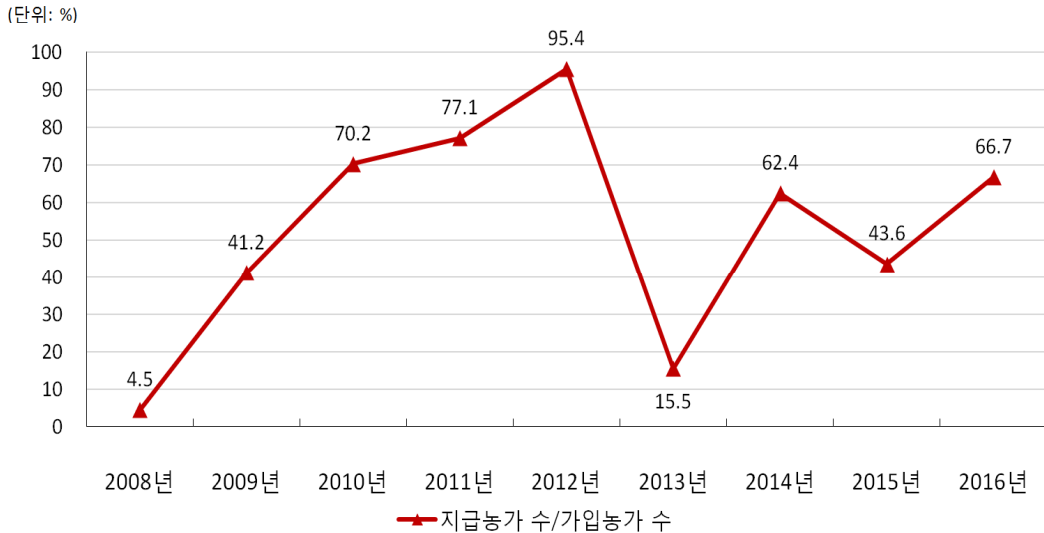


* 자료: 시도별 농작물재해보험 실적 ● 농업수입보장보험 ▲ 재해보험

<그림 III-6> 제주 콩 재해보험 및 농업수입보장보험 손해율 추이

- 제주 콩 재해보험 가입농가 수 대비 보험료 지급농가 수 비중은 평균

53.0%로 나타나며, 2012년에는 태풍으로 인한 피해로 95.4%의 농가가 보험료를 지급받았으며, 2013년에는 풍년으로 인해 15.5%의 농가가 보상을 받은 것으로 나타남



<그림 III-7> 제주 콩 재해보험 가입농가 수 대비 보험금 지급농가 수 비중 추이

- 손해율 180%를 기준으로 그 보다 높은 손해율을 기록한 해는 재해로 인한 농가의 피해가 크게 발생한 것이고, 낮은 손해율을 기록한 해는 피해가 상대적으로 적게 발생한 것임을 알 수 있음
- 높은 손해율이 몇 년 이상 지속되면 보험 가입 시 적용되는 가입수확량이 하향조정되어 보험가입료가 상승하거나 보상금액이 낮아지는 결과를 초래함
- 제주 콩 재해보험의 보험료를 평균은 10.7% 수준으로, 사과와의 보험료를 평균인 6.0%보다 4.7%p 높은 것으로 나타남

<표 III-2> 제주 콩 재해보험의 연도별 보험료율

(단위: %)

연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	평균
보험료율	6.1	5.6	6.2	7.4	9.8	13.7	15.8	15.7	15.8	10.7

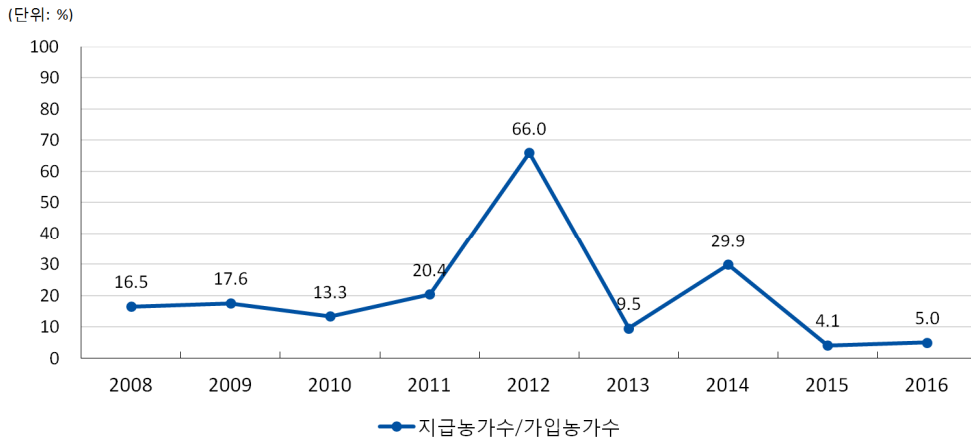
- 농민은 보험료에 비해 보상금액이 낮다고 판단하여 보험에서 이탈하게 되고, 보험사는 높은 손해율로 인한 손해를 계속하여 부담하게 됨
- 따라서 농민의 농업수입보장보험 및 농작물재해보험 재가입률을 제고하기 위한 논의가 필요함

〈사과의 재해보험 사례〉

- 사과는 2001년부터 재해보험을 운영하고 있으며, 상대적으로 낮은 보험료율(6.0%)과 높은 가입농가 수(평균 12,575호)를 유지하고 있음
- 사과 재해보험 가입농가 수 대비 보험료 지급농가 수는 평균 25.7%로 제주 평균 53.0%보다 27.3%p 낮은 것으로 나타남
- 사과 재해보험은 제주 콩 재해보험보다 보험금지급률도 낮고 손해율도 낮으나 가입농가 수가 꾸준히 유지되고 있는 반면, 콩 재해보험은 보험금지급률도 높고 손해율도 높은데도 불구하고 가입농가 수가 꾸준히 감소하고 있는 상황임

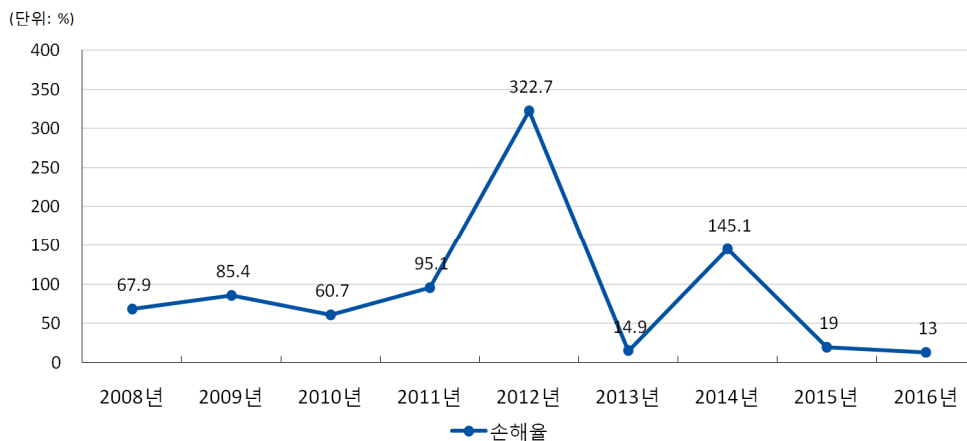
〈표 III-3〉 사과 재해보험 가입 현황

연도	가입농가 수	보험료율	지급농가 수 /가입농가 수
2001	4,319	2.0	3.7
2002	4,587	2.8	41.7
2003	5,131	4.3	61.3
2004	7,535	4.9	28.7
2005	9,357	8.8	38.7
2006	10,194	8.0	19.8
2007	11,094	6.1	34.3
2008	12,935	6.1	16.5
2009	14,527	5.9	17.6
2010	16,554	5.9	13.3
2011	17,223	5.6	20.4
2012	16,749	6.6	66.0
2013	17,647	7.0	9.5
2014	17,560	7.3	29.9
2015	18,049	8.0	4.1
2016	17,731	6.6	5.0
평균	12,575	6.0	25.7



* 자료: 시도별 농작물재해보험 실적

<그림 Ⅲ-8> 사과 재해보험 가입농가 수 대비 보험금 지급농가 수 비중 추이



* 자료: 시도별 농작물재해보험 실적

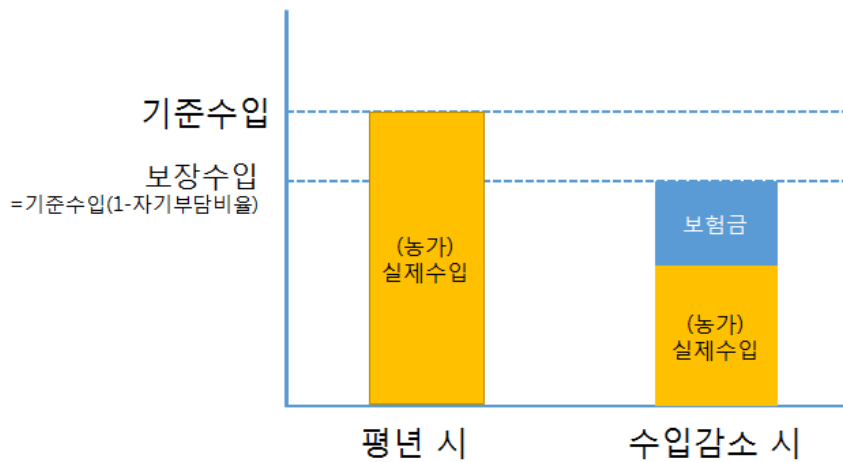
<그림 Ⅲ-9> 사과 재해보험 손해율 추이

IV. 콩 농업수입보장보험 구조

- III장의 콩 농업수입보장보험 가입 현황 분석 결과, 보험사업자의 손해율이 다음해 가입 농가 수 증가에 영향을 미치지 않는 것으로 나타남
- 이에 IV장에서는 콩 수입보장보험 구조를 분석하여 보험가입금액에 영향을 미치는 요인을 검토함
 - 콩 수입보장보험 기본구조는 보험운용과정에서 보험가입금액을 산출하고 손해사정 후 보험금을 산정하는 일련의 과정을 검토함
 - 콩 수입보장보험 재가입 구조는 가입자가 재가입 시 축적된 자료로 인해 조정되는 보험가입금액 산출과정에 대해서 검토함

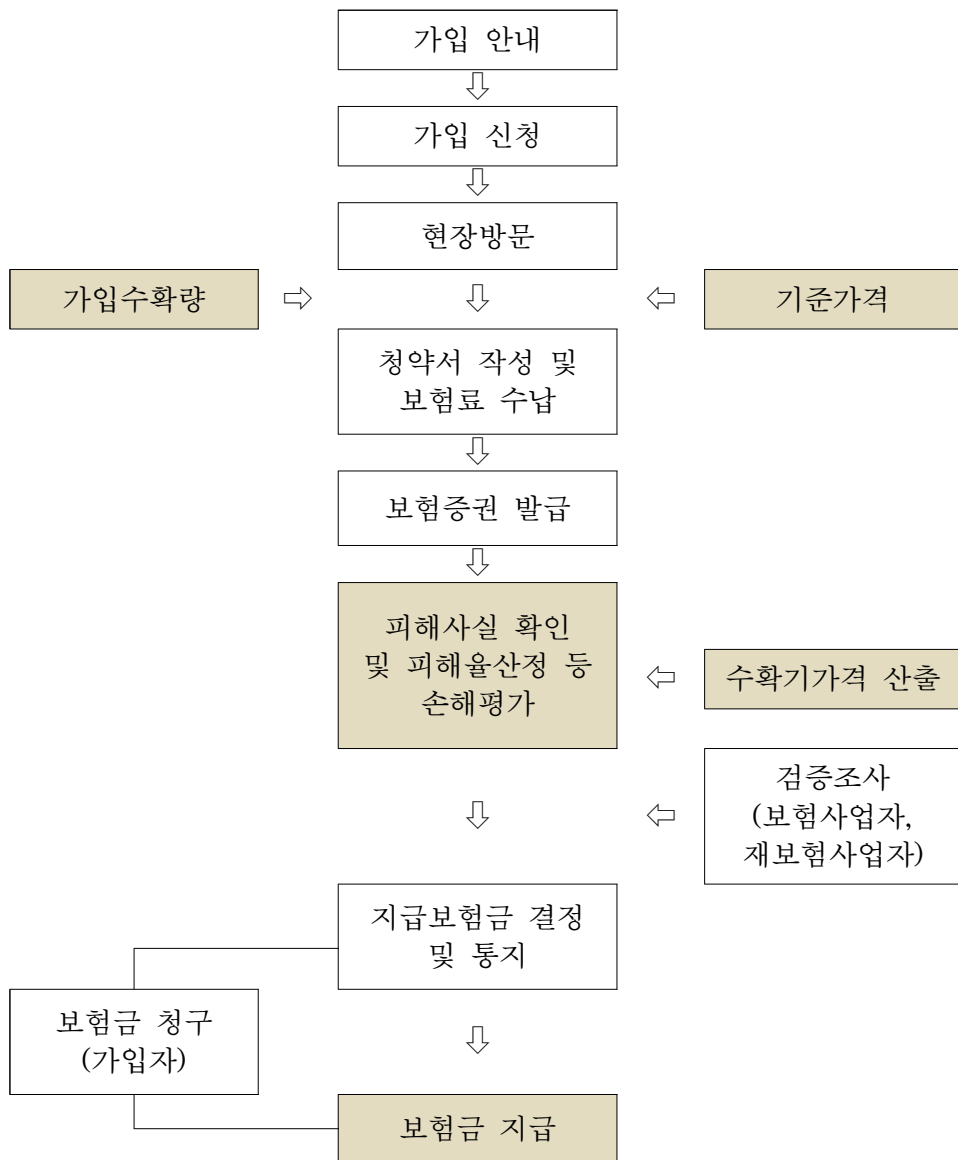
1. 콩 농업수입보장보험 기본구조

- 농업수입보장보험은 농가의 수입을 보장하는 상품으로 보장기준인 기준수입 85%(자기부담비율 15%)이하로 농가의 실제수입이 산정되었을 때, 보장기준에 도달하도록 부족분을 보험금으로 지급함
 - 농가는 비과세 대상이므로 농가의 수입을 산정할 수 있는 정확한 자료가 부재하여 수입 파악 방식이 중요함
 - 자기부담비율은 농가의 실제수입하락에 대한 농민의 책임비율을 의미함



<그림 VI-1> 농업수입보장보험 개념

- 2017년 농업수입보장보험 시범사업 시행지침 검토 결과, 콩 수입보장보험 사업 추진절차는 다음과 같음
 - 지역농협 영업점에서는 콩을 재배하는 농가를 대상으로 콩 수입보장보험 가입안내가 이루어짐
 - 농가가 가입의사를 타진하면 담당자가 현장을 방문하여 농지별 품종별 가입수확량, 품종별 보험기준가격 등을 토대로 보험금 및 보험료를 산정한 후 보험 가입이 이루어짐
 - 콩 수입보장보험 가입기간은 제주지역 콩 파종 시기(6월 1일부터 7월 31일)임
 - 조사수확량은 수확기에 손해평가사가 가입농가를 방문 조사함
 - 재해발생을 신고한 가입농가에 한하여 수확량 조사를 한 반면, 농업수입보장보험은 모든 가입농가를 대상으로 조사함
 - 수확기가격은 지역농협의 수매실적을 기초로 설정함
 - 수확기 가격은 수확년도 11월 1일부터 이듬해 1월 31일까지 가격을 기준으로 설정함
 - 조사수확량 및 수확기가격을 토대로 보험사업자 및 재보험사업자가 검증조사를 시행하고 이후 지급보험금이 결정되면 가입자의 보험청구를 통해 보험금이 지급됨



〈그림 VI-2〉 농업수입보장보험 사업추진 절차

- 농업수입보장보험 보장기준과 사업추진 절차 검토를 통해 다음과 같이 콩 수입보장보험 기본구조를 설정함
 - 콩 수입보장보험의 기본구조는 보험계약 단계(기준수입 및 보험료 산정) - 손해사정 단계(실제수입 및 피해율 산정) - 보험금 지급 단계(보험금 산정)로 구성되어 있음

단계	항목	산정방식
보험계약	기준수입	가입수확량 × 기준가격
	보장수입 (보험가입금액)	기준수입 × (1-자기부담비율)
	보 험 료	기준수입 × 보험요율
↓		
손해사정	실제수입	실제수입=조사수확량×수확기가격
	피 해 율	피해율=(기준수입-실제수입)/기준수입
↓		
보험금 지급	보 험 금	보험금=보장수입×피해율

〈그림 IV-3〉 콩 수입보장보험 기본구조

- 보험계약-손해사정-보험금 지급 단계별 항목의 세부 산정방식은 다음과 같음

1) 보험계약 단계

- 농가의 콩 수입(收入) 정보를 취득하는데 한계가 있어, 가입농지의 콩 수확량과 가격의 곱으로 기준수입을 파악함
 - 기준수입은 가입수확량과 기준가격의 곱으로 나타내며, 가입수확량은 최초 가입 시에는 표준수확량을 반영하며 2회 이상 가입 시에는 가입농지에 기대되는 값인 평년수확량을 산정하여 반영함
 - 기준가격은 가입직전 올림픽평균 가격으로 결정되며, 지역농협 구매 가격으로 결정함
- 보험료는 기준수입에서 보험요율만큼 지급하며, 농가는 보험료 중에서 실제 국비 및 지방비 지원을 제외하고 농가자부담 비율만큼만 지출함
 - 보험요율은 기준수입에서 농가의 자기부담비율에 따라 달라지며 자기부담비율이 낮아질수록 보험요율이 증가함

〈표 IV-1〉 2016년 기준 자기부담비율에 따른 보험요율

(단위: %)

지 역	자기부담비율 15%	자기부담비율 20%
제주시	31.66	27.46
서귀포시	30.36	26.34

* 출처: NH농협손해보험 상품안내장

- 보험료 지원 비중은 국비 50%, 지방비 35%, 자부담 15%임
 - 2017년 제주특별자치도는 조례에 의거 지방비 지원을 25%에서 35%로 증액한 바 있음

2) 손해사정 단계

- 손해사정(損害査定) 단계에서는 보험가입자에게 손해가 발생하였을 때 실제수입과 피해율을 조사 및 분석하여 보상범위를 결정하는 과정임
- 실제수입은 손해사정 시 농지의 조사수확량과 수확기 가격 정보를 이용하는데, 조사수확량 정보는 손해사정사가 가입자의 농지를 방문하여 수확량을 조사하고, 수확기 가격은 지역 농협의 수매가격으로 결정함
 - 농업수입보장보험은 농가의 수입 감소를 보장하므로 가격이 하락하거나, 수확량이 감소한 경우에도 보험금 지급이 이루어져야 하므로, 보험가입자의 농지를 대상으로 수확량을 조사할 필요가 있음(오내원 외, 2014)
 - 손해사정사는 가입자의 입회하에 수확량을 조사하고, 수확량 조사 결과에 대해 가입자의 사인을 받음
 - 콩 수매가격의 경우는 지역농협이 작황 등을 조사하여 결정함
- 피해율은 기준수입과 실제수입 간의 비율로 나타냄

3) 보험금 지급 단계

- 실제 보험금 지급은 보험계약 단계에서 결정된 기준수입과 손해사정 단계에서 결정된 피해율로 산정 된 금액으로 함
 - 기준수입은 가입 농지별 가입수확량과 기준가격의 곱으로 나타내며 이에 대해 자기부담비율을 뺀 만큼의 수입을 보험으로 보장함
 - 손해사정 단계에서는 실제수입을 산정하여 피해율로 결정함
- 피해율 중에서 자기부담비율을 차감한 비율이 보장수준이므로 보장수준에 미달한 수입을 보험금으로 지급함
- 예시와 같이 보험계약 단계에서 기준수입과 보장수입이 동일한 농가의 수확량이 다를 때 보상받을 수 있는 보험금이 다르게 나타남
 - <그림 IV-4>에서와 같이 1,000평 기준 계약 시, 조사수확량과 수확기 가격에 따라 가입자가 수령하는 보험금이 달라짐
 - 예를 들어, 가입수확량 520kg, 기준가격 5,092원으로 보험에 가입한 농가 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣가 있을 때, 수확기 가격이 하락하여 4,000원이 되었다면, 농가의 수확량에 따라서 다음과 같이 보험금을 지급 받음
 - 농가 ㉠은 조사수확량이 300kg으로 감소하여 910,800원의 보험금을 수령할 수 있음
 - 농가 ㉡는 조사수확량이 520kg으로 동일하여도 가격 하락에 의해 31,680원의 보험금을 수령함
 - 농가 ㉢는 조사수확량이 600kg으로 증가하여 보장수입보다 높은 실제수입을 나타내므로 보험금을 수령할 수 없음
 - 농가 ㉣는 경작불능 판정을 받아 최대 보험금 수령액인 1,056,000원을 수령할 수 있음
- 콩 수입보장보험 기본구조를 검토한 결과, 기준수입에 과거 수확량 데이터가 반영되는 것으로 나타남
- 콩 수입보장보험 개선방향을 제시하고자 콩 수입보장보험 재가입 구조를 검토함

단계	항목	산정방식
----	----	------

보험 계약	농가	기준수입	가입수확량×기준가격
	㉠㉡㉢㉣	2,640,000원	520kg×5,092원

손해 사정	농가	실제수입	조사수확량×수확기가격
	㉠	1,200,000원	300kg ×4,000원
	㉡	2,080,000원	520kg ×4,000원
	㉢	2,400,000원	600kg ×4,000원
	㉣	경작불능	식물체 고사율 70% 이상
	농가	피 해 율	(기준수입-실제수입)/기준수입
	㉠	54.5%	(2,640,000원- 1,200,000원)/2,640,000원
	㉡	21.2%	(2,640,000원- 2,080,000원)/2,640,000원
	㉢	0%	(2,640,000원- 2,400,000원)/2,640,000원
	㉣	60%	경작불능 시 최대 보상

보험금 지급	농가	보 험 금	기준수입×(피해율-자기부담비율)
	㉠	910,800원	2,640,000원×(54.5%-20%)
	㉡	31,680원	2,640,000원×(21.2%-20%)
	㉢	0원	2,640,000원×0%
	㉣	1,056,000원	2,640,000원×(60%-20%)

<그림 IV-4> 1,000평 기준 콩 수입보장보험 보험금 지급 예시

2. 콩 농업수입보장보험 재가입 구조

- 보험가입 시 가입자의 기준수입은 $\overline{Q}_{ti} \times \overline{P}_t$ 이고, 보험금 산정 시 가입자의 실제수입 $q_{ti} \times \hat{P}_t$ 와 같이 나타낼 수 있음
 - t : 년도($t = \dots, 2016$), i : 보험가입 농지($i = 1, \dots, n$)
 - \overline{Q}_{ti} : t 년도 i 농지 가입수확량, \overline{P}_t : t 년도 기준가격
 - q_{ti} : t 년도 i 농지 조사수확량, \hat{P}_t : t 년도 수확기 가격
- 보험가입 시 t 년도 기준가격인 \overline{P}_t 는 전기 5년 동안 수확기 가격 정보를 활용하여 다음과 같이 구함
 - $\overline{P}_t = 1/3 \left[\sum_{j=t-6}^{t-1} \hat{P}_j - \text{Min}(\hat{P}_j) - \text{Max}(\hat{P}_j) \right]$
 - 당해연도 가격을 예측할 수 있으므로, 기준가격에 당해연도 가격 정보를 포함하여 기준수입을 산출하는 것이 가입자의 역선택을 방지할 수 있다고 봄
 - 콩의 경우는 수매에서 가격이 결정되고, 가격조사시간과 보험가입기간 간의 시간적인 텀이 4개월(2월~5월)이 있으므로 가격 신호에 대한 역선택이 발생할 여지가 낮음(최예준과 정원호, 2015)
 - 아울러 지역농협의 수매가격으로 보장하므로 기준가격에 대한 논란이 적음
- \hat{P}_t 는 t 년도 시장 공급량인 $\sum_{i=1}^n q_{ti}$ 에 의해 영향을 받는 반면, 개별 농가의 q_{ti} 는 \hat{P}_t 에 영향을 미치지 못하므로 q_{ti} 와 \hat{P}_t 간에는 변동성을 완충하는데 한계가 있음

- $\sum_{i=n}^n q_{ti}$ 이 감소하였을 때 \hat{P}_t 는 상승하며, $\sum_{i=n}^n q_{ti}$ 이 증가하였을 때 \hat{P}_t

감소하는 경향이 나타나므로 가격 \hat{P}_t 와 $\sum_{i=n}^n q_{ti}$ 는 상호 변동성을 완

충할 수 있음

- 개별 농가의 q_{ti} 는 \hat{P}_t 에 영향을 미치지 못하므로 \hat{P}_t 와 q_{ti} 는 상호 변동성을 완충하는 관계에 있지 않음

○ 가입수확량 \overline{Q}_{ti} 에는 가입농지 i 의 속성인 q_{ti} 포함되어 산정될 필요성이 있음

- \overline{Q}_{ti} 을 가입농지 생산량에 비해 높게 정하면 농가가 생산투입량을 줄이는 도덕적 해이가 나타나며, \overline{Q}_{ti} 을 가입농자의 생산량에 비해 낮게 정하면 생산량이 낮은 농가들이 보험을 가입하는 역선택 현상이 나타날 수 있으므로, 가입수확량 \overline{Q}_{ti} 에 가입농지 i 의 속성을 반영하는 것은 중요함

○ q_{ti} 는 t 년도의 기상요인인 x_t 와 i 가입농지 농가의 농자재 및 노동력 등 투입 요인인 y_i 에 영향을 받으므로 $q = f(q|x_t, y_i)$ 으로 나타낼 수 있음

- x_t : 기온, 강수량, 일조시간, 풍속 등 기상요인

- y_i : 비료, 농약, 노동 등 투입요인

- $q_{ti} \sim N(Q_{ti}, \sigma^2)$

- $Q_{ti} = f(Q_{ti}|y_i)$ 으로 구할 수 있음

○ 그러나 현재 활용 가능한 데이터는 개별농가의 수입보험 구조에서는 Q_{ti} 를 $Q_{ti} = w_r Q + (1 - w_r) q_{ti}$ 식으로 산정함

- 표준수확량 Q 는 기후를 평년으로 보고 시비, 재배관리(노동투입) 등이 보통(일반적)으로 이루어졌을 때 얻을 수 있는 표준적인 수확량을 말함(최경환 외, 2001)
- $Q = E[Q + \epsilon_t]$, $Q = E[Q + \epsilon_i]$
- ϵ_t 는 연도별 기상요인에 따라 변동하게 되므로 보험으로 보장해야 할 위험이고, ϵ_i 는 농지별로 농자재 및 노동을 투입량을 나타내므로 모든 농지 생산량의 편차를 나타냄
- $t+1$ 년도 보험 재가입 시에는 가입수확량 $\overline{Q}_{(t+1)i}$ 는 q_{ti} 을 반영하여 산정함
 - 평년수확량:
 - w_r 은 보험가입 r 회 차 가중치를 나타냄
 - $w_1 = 1, w_2 = 0.8, w_3 = 0.6, w_4 = 0.4, w_5 = 0.2, w_5 = 0$
($r = 1, \dots, 5$)
 - 기상요인과 농업 투입요인을 조건으로 하는 평년수확량을 다음과 같이 $Q = w_r Q + (1 - w_r)f(q|x_t, y_i)$ 와 같이 나타낼 수 있음
- Q_{ti} 에서 y_i 에 의한 수확량 감소분을 반영하기 위해서, Q_{ti} 와 q_{ti} 중에서 작은 값을 \overline{Q}_{ti} 으로 간주함
 - t 년도 수확량 감소 시에는 다음과 같이 $t+1$ 년도 평년수확량을 구함
 - 만약 $Q_{ti} < q_{ti}$ 이면, $\overline{Q}_{(t+1)i} = Q_{ti}$
 - 만약 $0.5Q_{ti} \leq q_{ti} \leq Q_{ti}$ 이면, $\overline{Q}_{ti} = q_{ti}$
 - 만약 $q_{ti} \leq 0.5Q_{ti}$ 이면, $\overline{Q}_{ti} = 0.5Q_{ti}$
 - t 년도 수확량 감소하지 않은 경우에는 다음과 같이 $t+1$ 년도 평년 수확량을 구함
 - $\overline{Q}_{ti} = \text{Max}(1.2Q_{ti}, 1.2q_{ti})$

- 이러한 결과는 5년 후에 $Q_{(t+4)i} = f(q|x_{t+5}, y_i)$ 과 같은 값을 나타내므로 조사수확량과 동일해짐
- 이에 평년수확량 산정에는 다음과 같은 식을 활용하여 가입농지 투입인 y_i 에 의해 보정될 필요성이 있음
 - $\bar{Q}_{ti} = f(Q_{ti}|y_i) = f(Q_{ti}|x_t, y_i) - f(Q_t|x_t)$
- $f(Q_t|x_t)$ 를 추정할 수 있는 식을 다음 장에서 기상빅데이터를 활용하여 회귀모형과 인공신경망 모형으로 구해보도록 함

V. 기상빅데이터를 활용한 콩 수확량 모델

- 제주지역에서 수집되고 있는 기상빅데이터를 활용하여 콩 수입보장보험 가입 시 평년수확량 산정에 활용될 수 있도록 수확량 예측값을 구하는 모델을 구하고자 함
- 수확량 예측모델의 예측력을 증대시키기 위해서 회귀모형과 인공신경망 모델을 비교하여 높은 모형을 활용할 것임

1. 제주지역 기상빅데이터 관측 현황

- 제주지역 기상데이터는 기상청이 수집하는 기상관측 데이터와 농촌진흥청 및 제주특별자치도 농업기술원이 수집하는 기상관측데이터가 있음
- 기상관측데이터로는 종관기상관측(ASOS: Automated Synoptic Observing System) 데이터와 방재기상관측(AWS: Automatic Weather System) 데이터임
 - 종관기상관측(ASOS)은 기상대와 무인자동기상관측소에서 지상 부근의 대기상태를 실시간으로 관측하기 위한 목적으로 설치되었음
 - ASOS는 자동관측(기온, 습도, 풍향, 풍속, 기압, 강수량, 일조, 일사, 지면온도, 초상온도, 지중온도)과 목측에 의한 수동관측(적설, 구름, 기타 일기현상)을 병행하여 운영하고 있으며, 자동관측은 매분 관측하고 수동관측은 매정시 또는 3시간 간격으로 관측함
 - 방재기상관측(AWS)는 기상청, 농촌진흥청, 제주특별자치도 농업기술원 등에서 자동기상관측장비를 통해 관측하고 있음
 - 기상청은 ASOS자료의 보완과 국지적인 악기상의 실시간 감시를 위

한 목적으로, 농촌진흥청과 제주특별자치도 농업기술원은 농업기상 정보를 제공하기 위한 목적으로 AWS를 운영함

- 기상청 AWS는 1분 주기로 기압, 기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 강수량을 관측하고 있으며 품질관리를 위하여 물리한계검사, 내적일치성검사, 단계검사, 지속성검사, 공간성검사 등을 수행함
- 농촌진흥청과 농업기술원 AWS는 10분 주기로 기온, 풍속, 상대습도, 강수량, 일사량, 초상온도, 토양온도, 토양수분, 이슬지속시간을 관측함
- 기상 관측자료 중 작물 수확량 예측에 필요한 요소인 기온, 강수, 일사를 모두 관측하는 자료는 기상청 ASOS자료와 제주특별자치도 농업기술원의 AWS가 있음
- 기상청 AWS는 식물생장에 필요한 정보인 일사를 관측하지 않고 있으며, 농촌진흥청 AWS에서 제공하는 일사 관측자료는 제주특별자치도 농업기술원의 관측자료와 동일함

〈표 V-1〉 기상 데이터의 종류

관측 관리주체	기상청	기상청	농촌진흥청	제주특별자치도 농업기술원
관측명	종관기상관측 (ASOS)	방재기상관측 (AWS)	농업기상정보 (AWS)	농업기상정보 (AWS)
관측 목적	정해진 시각의 대기상태 파악	기상관측소 보완, 국지적인 악기상의 실시간 감시	농업기상정보 제공	농업기상정보 제공
관측 요소	기압	-	-	-
	기온	기온	기온	기온
	풍향	-	풍향	-
	풍속	풍속	풍속	풍속
	상대습도	-	상대습도	상대습도
	강수량	강수량	강수량	강수량
	강수유무	-	-	-

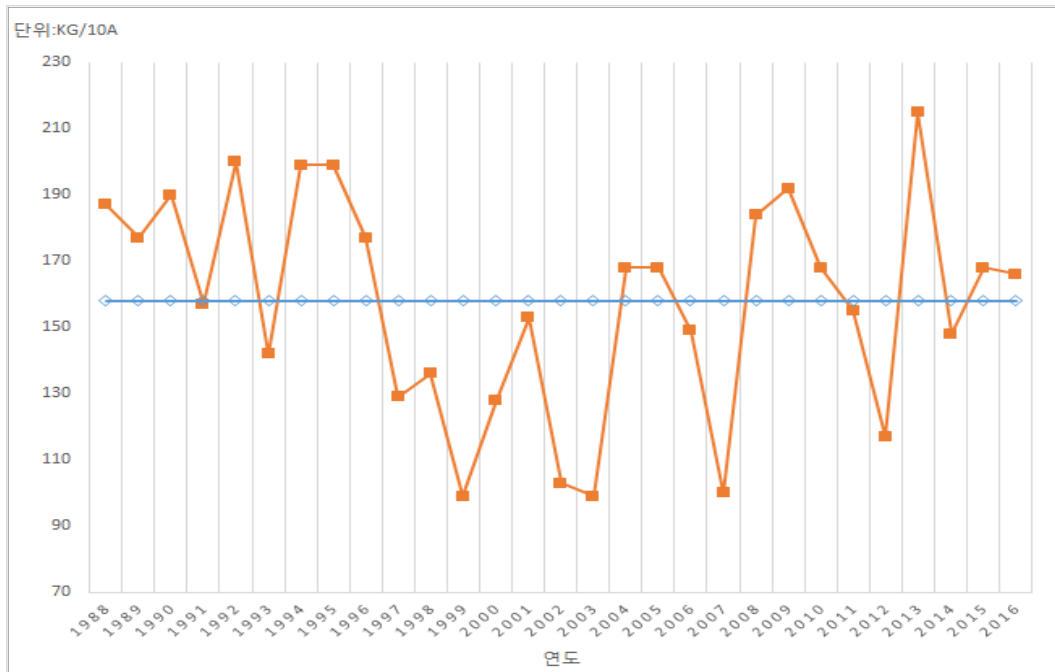
관측 관리주체	기상청	기상청	농촌진흥청	제주특별자치도 농업기술원
	일사량	-	-	일사량
	일조시간	-	일조시간(일부)	-
	지면온도	-	-	-
	초상온도	-	-	초상온도
	지중온도	-	-	토양온도
	토양수분	-	토양수분	토양수분
	지하수위	-	-	-
			-	이슬지속시간

자료: 기상청(2017), 기상자료개방포털, <https://data.kma.go.kr>; 제주특별자치도 농업기술원(2017), 제주특별자치도 병해충방제정보시스템, <http://ipm.agri.jeju.kr>; 농촌진흥청(2017), 농업기상정보 서비스, <http://weather.rda.go.kr>.

- AWS는 관측 관리 주체마다 설치 지점 및 운영을 달리 하고 있으며, 관측 요소 및 관측 주기도 다름
 - 제주도에는 기상청에서 설치한 AWS가 34소 운영되고 있고, 제주특별자치도 농업기술원에서 설치한 AWS가 36소 운영되고 있음
 - 기상청에서 관리하는 AWS는 관측 품질관리를 위한 지침이 마련되어 있어 관측자료의 신뢰도는 높지만 일사, 일조 관측을 하지 않아 농업기상정보로 사용하기에는 부족함
 - 농업기술원에서 관리하는 AWS는 일사, 일조 뿐만 아니라 초상온도, 토양온도, 토양수분, 이슬지속시간 등도 관측하고 있어 농업기상정보로 활용하기에 적합하나, 관측 품질관리가 다소 부족하여 관측자료의 신뢰도가 낮은 것이 단점임
- 본 연구에서 활용하는 기상 관측데이터는 제주도내 콩의 주산지과 가까운 곳에 위치한 고산 ASOS의 기온, 강수, 일사 데이터임

2. 콩 수확량 모델 개발

- 통계청이 발표한 연도별 제주지역 콩 수확량과 기상청이 관측한 기상 데이터를 활용하여 콩 수확량 모델을 구축하고자 함
 - 향후 보험가입 농지별 조사수확량 데이터를 확보하게 되면 읍·면 기상데이터를 관측하는 AWS 데이터로, 보험가입 농지별로 평년수확량 예측이 가능한 콩 수확량 모델을 구축할 수 있음
- 연도별 제주지역 콩 수확량은 다음과 같음
 - 1988~2016년 제주지역 콩 수확량은 평균 158kg/10a, 표준편차 33kg/10a인 것으로 나타남
 - 제주지역 최저 수확량은 1999년과 2003년에 99kg/10a이며, 최고 수확량은 2015년 215kg/10a인 것으로 나타남



<그림 V-1> 제주지역 10a당 콩 수확량

* 출처: 통계청, 각 년도, 농작물생산조사

- 콩의 생육기간은 지역마다 차이가 있으며, 제주지역의 경우는 6월 중하순부터 10월 중하순임
- 콩 생육과 수확량에 영향을 주는 기상요인은 기온, 강수량, 일조시간, 바람 등인 것으로 나타남
 - 기온은 일평균 기온 12℃ 이상인 기간이 120일 이상 유지되어야 함
 - 발아의 최적온도는 20~22℃이며, 6월 최저기온이 그보다 낮을 경우 유묘기 생장에 영향을 줌
 - 유묘기에 냉해가 발생하면 생육이 불량해지고, 개화시기가 늦어져 꼬투리가 잘 형성되지 못함
 - 강수는 식물생장전반에 영향을 미치나, 개화기인 8월 상순~중순경 가뭄이 발생하면 수확량이 감소하는 것으로 나타남
 - 제주 콩 재배지역의 가뭄 주기는 5년인 것으로 나타남
 - 일조량은 식물 생장 전반에 영향을 미침
 - 바람은 보통 콩의 생장에 큰 영향을 주지 않으나 태풍이 발생할 경우 재해로 이어질 수 있음
- 기존연구 검토를 통해 콩 수확량에 영향을 미치는 기상 데이터는 기온, 강수량, 일조량, 바람 등인 것으로 나타남
 - 기온은 6~10월 월 평균기온을 변수로 설정함
 - 콩 파종기인 6월 최저기온을 변수로 추가함
 - 강수는 6~10월 월 강수량을 변수로 설정함
 - 일조량은 6~10월 월 일조량을 변수로 설정함
 - 바람은 7~10월 월별 순간최대풍속을 변수로 설정함

〈표 V-2〉 콩 수확량에 영향을 미치는 기상요인

기상요인	기간	참고문헌
월 평균기온	6월~10월	장석환, 2000 김이훈, 1999
월 강수량	6월~10월	
월 일조량	6월~10월	
월 최저기온	6월	한석호 외, 2011
월 순간최대풍속	7~10월	

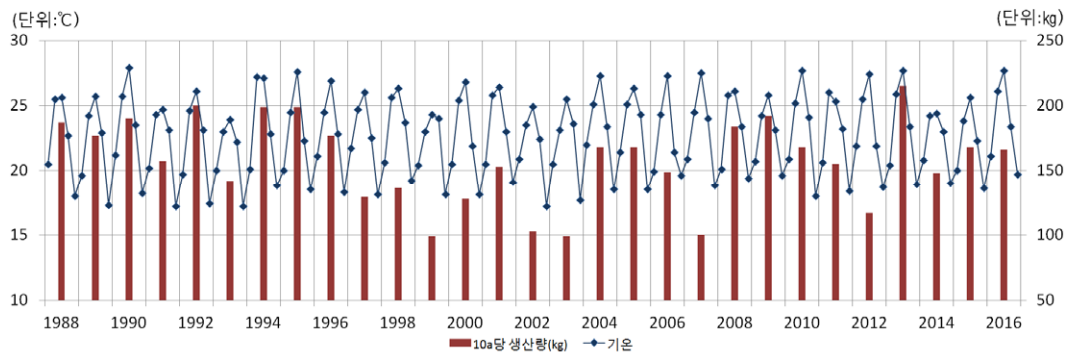
- 콩의 생장기인 6~10월의 월별 평균기온 중 6월, 8월, 9월 평균기온과 콩의 수확량을 간의 관계는 다음과 같이 〈표 V-3〉과 〈그림 V-2〉로 나타남

〈표 V-3〉 월별 평균기온과 생산량

(단위: ℃, kg)

연도	6월 평균기온	7월 평균기온	8월 평균기온	9월 평균기온	10월 평균기온	10a당 생산량
1988	20.5	25.5	25.6	22.7	18.0	187
1989	19.6	24.2	25.7	22.9	17.3	177
1990	21.2	25.7	27.9	23.5	18.2	190
1991	20.2	24.3	24.7	23.1	17.2	157
1992	19.7	24.6	26.1	23.1	17.4	200
1993	20.0	23.0	23.9	22.2	17.2	142
1994	20.1	27.2	27.1	22.8	18.8	199
1995	20.0	24.5	27.6	22.3	18.5	199
1996	21.1	24.5	26.9	22.8	18.3	177
1997	21.7	24.7	26.0	22.5	18.1	129
1998	20.6	25.6	26.3	23.7	19.2	136

연도	6월 평균기온	7월 평균기온	8월 평균기온	9월 평균기온	10월 평균기온	10a당 생산량
1999	20.4	23.0	24.3	24.0	18.1	99
2000	20.5	25.4	26.8	21.9	18.1	128
2001	20.5	25.8	26.4	23.0	19.1	153
2002	20.9	23.5	24.9	22.4	17.2	103
2003	20.5	23.1	25.5	23.6	17.7	99
2004	22.0	25.1	27.3	23.4	18.5	168
2005	21.4	25.1	26.3	24.3	18.5	168
2006	19.9	24.3	27.3	21.4	19.6	149
2007	20.9	24.5	27.5	24.0	18.8	100
2008	20.1	25.8	26.1	23.4	19.4	184
2009	20.7	24.2	25.8	23.1	19.6	192
2010	20.9	25.2	27.7	24.1	18.0	168
2011	20.6	26.0	25.3	23.2	18.4	155
2012	21.9	25.5	27.4	21.9	18.7	117
2013	20.4	25.9	27.7	23.4	18.9	215
2014	20.8	24.2	24.4	23.0	19.0	148
2015	20.0	23.8	25.6	22.3	18.6	168



〈그림 V-2〉 월별 평균기온(6~10월)과 생산량

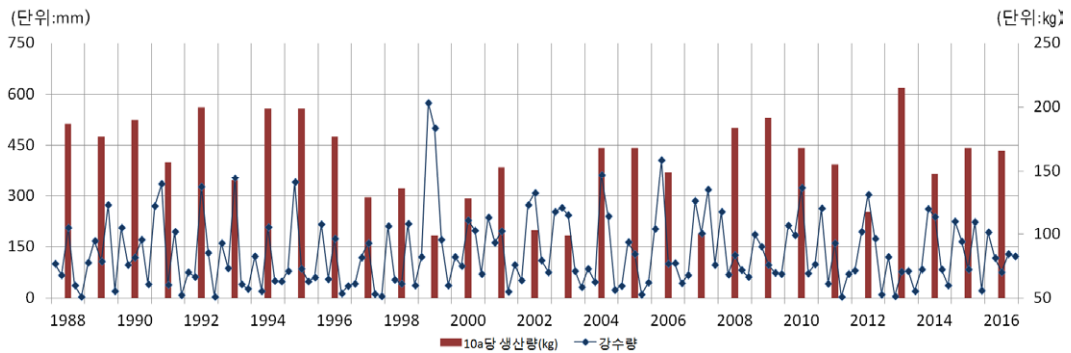
- 콩의 생장기인 6~10월의 월 강수량 중 7월, 9월의 강수량과 콩의 수확량간의 관계는 <표 V -4>와 <그림 V -3>과 같이 나타남

<표 V -4> 월별 강수량과 생산량

(단위: mm, kg)

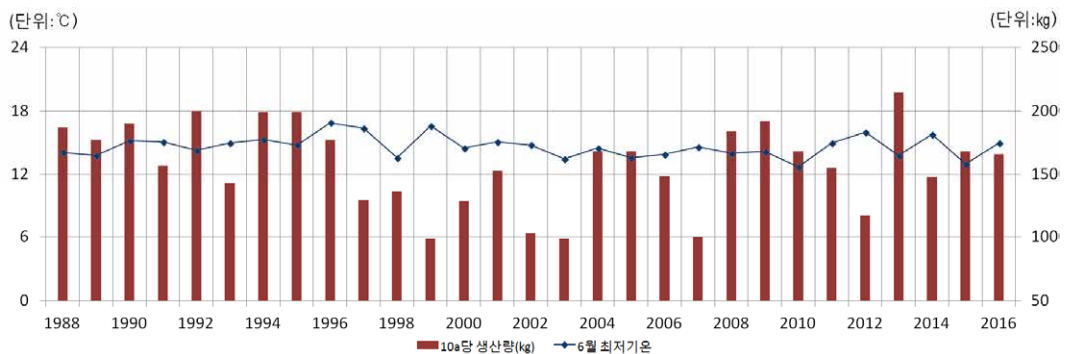
연도	6월 강수량	7월 강수량	8월 강수량	9월 강수량	10월 강수량	10a당 생산량
1988	101.5	67.1	207.4	36.9	4.0	187
1989	104.6	168.1	108.1	273.2	20.2	177
1990	205.8	98.4	118.9	170.9	40.7	190
1991	269.9	334.9	38.6	194.3	9.2	157
1992	76.1	61.8	326.6	133.6	4.0	200
1993	160.7	86.9	354.8	40.8	27.0	142
1994	123.2	20.2	208.2	50.2	48.7	199
1995	79.7	341.4	86.0	49.3	60.0	199
1996	216.9	56.5	175.5	14.6	36.3	177
1997	41.5	119.7	161.8	12.6	5.0	129
1998	210.9	54.6	42.4	218.0	37.4	136
1999	120.3	575.5	501.3	171.7	36.6	99
2000	121.5	94.4	229.2	198.2	71.3	128
2001	237.1	163.3	196.7	18.7	97.8	153
2002	52.1	273.7	308.7	111.0	76.6	103
2003	253.3	265.8	244.2	79.6	32.5	99
2004	85.3	48.1	363.7	239.5	24.5	168
2005	35.6	164.5	130.3	10.5	45.0	168
2006	203.5	407.5	100.9	102.6	44.8	149
2007	68.1	285.1	189.5	318.2	97.1	100
2008	252.8	69.1	126.8	81.7	61.6	184
2009	187.0	150.8	98.4	74.0	71.0	192

연도	6월 강수량	7월 강수량	8월 강수량	9월 강수량	10월 강수량	10a당 생산량
2010	213.5	185.6	324.1	72.6	100.1	168
2011	263.7	41.8	160.7	3.0	71.0	155
2012	80.6	195.1	303.6	175.2	10.5	117
2013	121.4	6.1	77.0	79.3	21.1	215
2014	84.7	261.6	238.5	84.3	37.7	148
2015	225.0	167.2	84.0	222.8	21.8	168



〈그림 V-3〉 월별 강수량(6~10월)과 생산량

- 콩의 육묘기인 6월 최저기온은 콩의 생산량과 관계는 〈그림 V-4〉와 같이 나타남



〈그림 V-4〉 6월 최저기온과 생산량

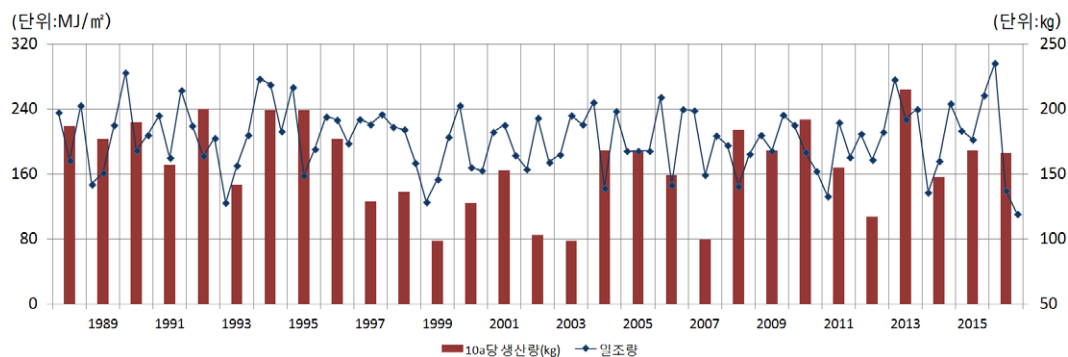
- 콩의 생육기인 8~10월의 월 일조량 중 9월, 10월의 일조량과 콩의 생산량의 관계는 <표 V-5>와 <그림 V-5>와 같이 나타남

<표 V-5> 월별 일조량과 생산량

(단위: MJ/m², kg)

연도	8월 일조량	9월 일조량	10월 일조량	10a당 생산량
1988	236.1	177.4	244.8	187
1989	147.8	161.8	221.0	177
1990	285.4	189.4	208.2	190
1991	231.9	179.9	263.1	157
1992	219.7	182.3	204.7	200
1993	125.0	171.3	207.9	142
1994	277.5	270.3	212.6	199
1995	267.3	158.5	190.9	199
1996	230.8	227.2	198.0	177
1997	227.7	221.3	233.5	129
1998	218.3	214.9	174.4	136
1999	126.2	154.1	206.1	99
2000	244.8	168.8	164.4	128
2001	211.9	220.6	183.6	153
2002	166.6	229.5	175.1	103
2003	184.3	232.5	221.2	99
2004	248.7	143.3	237.5	168
2005	188.6	188.9	189.1	168
2006	254.5	147.2	240.4	149
2007	238.3	159.1	207.3	100
2008	195.9	145.4	184.7	184
2009	208.3	188.7	232.8	192
2010	220.7	187.1	163.7	168
2011	133.0	223.9	181.2	155

연도	8월 일조량	9월 일조량	10월 일조량	10a당 생산량
2012	209.4	177.7	212.4	117
2013	276.8	228.0	240.0	215
2014	137.7	176.2	247.2	148
2015	213.7	202.8	257.4	168



〈그림 V-5〉 월별 평균 일조량(8~10월)과 생산량

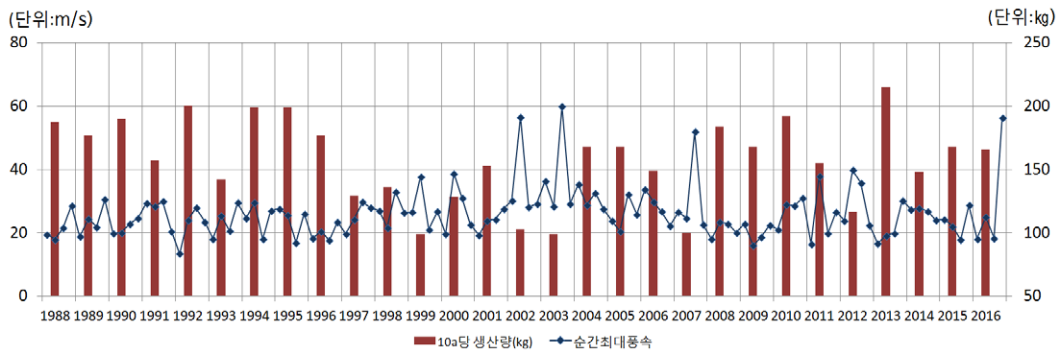
- 콩의 생육기인 7~10월의 순간최대풍속 중 9월의 순간최대풍속과 콩의 수확량 간의 관계는 <표 V-6>과 <그림 V-6>과 같이 나타남

〈표 V-6〉 월별 순간최대풍속과 생산량

(단위: %, kg)

	7월 순간 최대풍속	8월 순간 최대풍속	9월 순간 최대풍속	10월 순간 최대풍속	10a당 생산량
1988	19.6	18.0	21.8	28.7	187
1989	18.9	24.5	22.0	30.6	177
1990	20.0	20.1	23.0	24.7	190
1991	29.5	28.4	30.0	20.5	157
1992	13.5	24.2	28.0	23.5	200
1993	18.2	25.5	20.7	29.6	142
1994	24.8	29.7	18.1	27.1	199
1995	27.7	25.6	17.0	26.1	199

	7월 순간 최대풍속	8월 순간 최대풍속	9월 순간 최대풍속	10월 순간 최대풍속	10a당 생산량
1996	18.3	20.6	17.7	23.6	177
1997	19.7	24.3	29.8	28.0	129
1998	27.1	21.8	33.0	26.5	136
1999	26.6	37.8	21.1	26.8	99
2000	19.7	38.8	31.1	22.8	128
2001	19.3	23.9	24.4	27.7	153
2002	30.2	56.7	28.2	29.3	103
2003	36.4	28.4	60.0	29.3	99
2004	35.4	28.8	32.6	27.6	168
2005	24.0	20.5	32.2	25.9	168
2006	33.8	29.9	26.8	22.3	149
2007	26.6	24.8	52.0	22.7	100
2008	18.1	23.5	22.9	20.2	184
2009	23.0	16.1	18.8	22.5	192
2010	21.2	29.0	28.7	31.1	168
2011	16.6	38.0	19.9	26.7	155
2012	23.9	39.9	35.8	22.5	117
2013	16.7	19.1	19.9	30.3	215
2014	27.5	27.9	26.9	24.2	148
2015	24.3	22.1	17.9	28.8	168



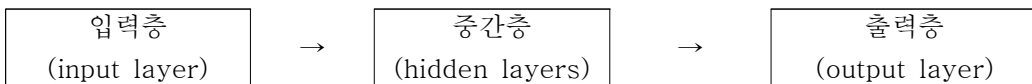
<그림 V -6> 월별 순간최대풍속(7~10월)과 생산량

- 기상데이터와 콩 수확량 간의 관계를 검토한 결과, 회귀모델을 다음과 같이 구성할 수 있음

$$- Q_t = \beta_0 + \sum_{n=1}^n \beta_n x_{tn} + \epsilon_t$$

· Q_t : t 년도 수확량, x_{tn} : t 년도 n 기 상요인

- 인공신경망의 입력층에 기상데이터를 입력하고 출력층에 콩 수확량을 입력하여 모델을 다음과 같이 구축할 수 있음
 - 인공신경망(ANN, Artificial Neural Network)은 인간의 신경망과 같이 인공뉴런들과 이러한 뉴런들을 연결시켜주는 매개체로 구성되고, 정보를 전달할 때 입력정보에 가중치를 부여하여 계산된 값을 활성화 함수(activation function)를 이용하여 출력 값을 산출하여 예측하는 모형임(이민수, 최영찬, 2009)
 - 인공신경망은 아래의 그림과 같이 세 부분으로 구성되는데, 입력층(input layer)은 회귀분석의 설명변수에 해당하고, 출력층(output layer)은 종속변수에 해당함, 중간층(Hidden layers)은 회귀분석에서는 볼 수 없는 것으로 인공신경망에서는 변수 간 상호관계를 분류하거나 일반화시키는 역할을 함.
 - 계량경제학적 관점에서 신경망은 비선형의 다중회귀모형에 해당하지만, 모형이나 자료에 대한 가정을 최소화하고 자료 자체로부터 패턴을 찾아냄으로써 훨씬 유연하고 예측력이 높은 모형임



$$h_{m,t} = \Phi(x_{l,t} : \alpha), l = 1, \dots, l \quad Q_t = \psi(h_{l,t} : \beta), m = 1, \dots, m$$

<그림 V-7> 인공신경망 모델

- 인공신경망 모델을 활용하여 콩 수확량 예측력을 높이고 있음(Kaul et. al., 2005)
- 입력 $x_{l,t}$ 은 기상 데이터이고 입력층을 통해 다양한 관측정보가 전달되면 전이함수(transfer function)와 회귀분석의 모수 추정치에 해당하는 가중치(weights), α 와 β 에 의해 Q_t 예측함

3. 콩 수확량 모델 분석 결과

- 회귀모델을 분석한 결과 <표 V-7>과 같이 모형의 설명력인 R-square값이 0.95인 것으로 나타나고 통계적으로 유의한 기상요인은 다음과 같음

<표 V-7> 콩 수확량 모델 회귀분석 결과

	계수	t값
6월 평균기온	-20.62	-2.79**
7월 평균기온	-0.26	-0.04
8월 평균기온	15.67	2.48**
9월 평균기온	18.39	2.75**
10월 평균기온	-7.18	-1.17
6월 강수량 합	-0.02	-0.52
7월 강수량 합	-0.12	-2.80**
8월 강수량 합	-0.03	-1.10
9월 강수량 합	-0.14	-2.94**
10월 강수량 합	0.29	0.90
6월 최저기온	-0.76	-0.19
8월 일조량	-0.01	-0.07
9월 일조량	-0.24	-2.06*
10월 일조량	0.43	2.22*
7월 순간최대풍속	0.90	1.09
8월 순간최대풍속	0.33	0.40

	계수	t값
9월 순간최대풍속	-1.89	-4.94***
10월 순간최대풍속	-0.61	-1.01
10월 일 최다강수량	-0.58	-1.08
상수항	-56.94	-0.27
R-square	0.95	
F	8.453***	

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

- 인공신경망 모형은 <표 V-8>과 같이 과적합을 방지하기 위해서 노드 개수 별 예측오차와 모델오차를 구하여 첫 번째 중간층(hidden layer1)의 노드 7개, 두 번째 중간층(hidden layer2)의 노드 3개인 모델을 설정함
 - 과적합(overfitting)은 트레이닝 데이터로 기계학습을 통해 인공신경망 모델을 설정할 경우, 모델 오차는 적은 반면, 테스트 데이터를 설명하는 예측 오차는 늘어나는 경우를 말함
 - 과적합을 방지하기 위하여 모델오차와 예측오차를 모두 고려하여 적절한 노드 값을 설정하는 것이 적절한 인공신경망 모델을 설정하는 것임

<표 V-8> 인공신경망 모형 설정

	Hidden layer 1	Hidden layer2	예측 오차	모델 오차
node	7	3	0.096	0.007
	5	13	0.117	0.026
	4	9	0.127	0.002
	10	4	0.130	0.004
	3	9	0.136	0.014

- 회귀분석 모형과 인공신경망 모형으로 최근 4년(2013~2016년) 수확량을 예측한 결과는 <표 V-9>과 같이, 인공신경망 모델이 예측력이 높은 것으로 나타남

- 모델의 예측력 지표인 MAPE(Mean Absolute percentage error)는 실제 수확량과 예측 수확량간의 차이로 구하여 값이 낮을수록 높은 예측력을 가진 모델로 평가됨

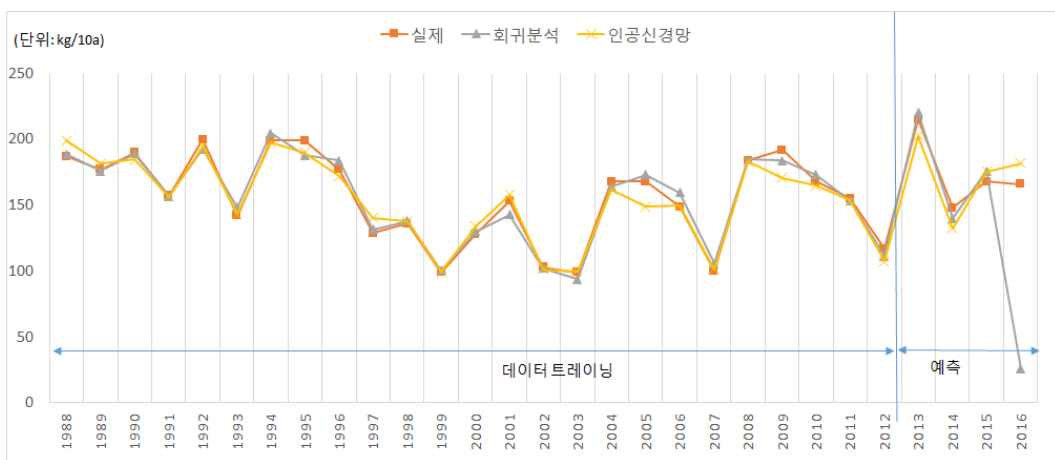
$$\cdot MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|, A_t: \text{실제수확량}, F_t: \text{예측수확량}$$

〈표 V-9〉 실제 수확량과 예측 수확량 비교

(단위: kg/10a)

연도	실제수확량	회귀모델	인공신경망 모델
2013년	215	220.08	202.58
2014년	148	140.01	132.51
2015년	168	176.05	175.61
2016년	166	25.49	181.93
MAPE		24%	7%

- 1999~2016년 실제수확량, 회귀모델 예측값, 인경신경망 모델 예측값을 그림으로 나타낸 결과는 다음과 같음



〈그림 V-8〉 실제 수확량과 예측 수확량 비교

VI. 농업수입보장보험 개선방안

1. 콩 수확량 모델 활용

- 2015년 농업수입보장보험 시범사업이 시행되자 콩 농작물재해보험 가입 농가 수는 감소하고 콩 농업수입보장보험 가입 농가 수는 증가하는 것으로 나타남
 - 제주지역 콩 농작물재해보험 가입 농가 수는 2014년 460호에서 2015년 140호로 감소하였으며, 콩 농업수입보장보험 가입 농가 수는 2015년 399호인 것으로 나타남
 - 농가들에게는 가입 농지별 콩 수확량 감소를 보장하는 농작물재해보험보다 수확량 감소 및 가격 하락에 따른 수입 감소를 보장하는 농업수입보장보험이 농가들에게는 더욱 필요할 것으로 보임
- 콩 농업수입보장보험 현황을 검토한 결과, 제주지역 콩 수입보장보험은 사과 농작물재해보험보다 손해율이 높은 반면, 가입율은 낮은 것으로 나타남
 - 사과 농작물재해보험의 손해율은 2015년 19.0%, 2016년 13%인 반면, 제주지역 콩 농업수입보장보험 손해율은 2015년 75.4%, 2016년 158.4%인 것으로 나타남
 - 사과 농작물재해보험 가입율은 2016년 76.0% 반면, 제주지역 콩 농작물재해보험 및 농업수입보장보험 가입율은 12.3%에 불과함
- 콩 수입보장보험 구조를 검토한 결과, 콩 수입보장보험 재가입 시 활용되는 전년도 조사 수확량 데이터 가입 수확량에 영향을 미치므로, 농가 입장에서는 연속적인 자연재해로 보험금을 수령하는 반면, 보험금은 감소하는 경향이 있으므로 해가 거듭될수록 가입 농가 수는 감소하는 경향이 나타남

- 수확량과 달리, 콩 수입보장보험 가입금액(기준수입) 산출 기준인 가격의 경우에는 제주지역 지역농협 콩 구매가격을 기준으로 가격을 산출하므로 상호 확인가능한 정보가 됨
- 자연재해로 인한 수확량감소는 콩 수입보장보험이 보장해야 하는 위험인 반면, 농가 경영인이 투입하는 노동과 농자재의 투입량에 한 수확량감소는 콩 수입보장보험이 보장하는 기준수입에 반영되어야 함
- 이에 예측력이 높은 콩 수확량 모델을 개발하여, 기상요인으로 인한 수확량 감소분을 기준수입에 반영할 필요성이 있음
- 이 연구에서는 제주지역 기상데이터와 콩 수확량 데이터를 활용하여 인공지능망 모델을 분석한 결과, 예측력 93%인 모델이 개발되었음
- 이 모델은 가입 농가 수를 증가시킬 수 있는 보험요율, 보험가입금액 산정 방식에 활용될 수 있음

2. 관련 데이터 공개 및 보험상품개발

- 머신러닝 기법이 발전하면서 데이터마이닝 모델의 예측력이 높아지고 있으므로 보험상품 개선에 활용될 필요성이 있음
- NH농협손해보험이 그 동안 수집한 농지별 조사수확량과 수확기 가격을 공개한다면 가입농가 수가 증가하는 보험상품을 개발할 수 있음
- 실제 미국에서는 기본 데이터는 공개하고 보험상품을 민간에서 개발하도록 하여 주정부가 보험상품을 구매하여 농가에게 보급한 사례가 있음

〈미국 Climate Corporation의 보험 상품 개발 사례〉

- 클라이밋 코퍼레이션(이하 C.C.)는 기상 빅데이터를 활용하여 농가용 보험서비스를 개발하고 판매하는 회사임
 - C.C.는 미국 국립기상서비스의 지역별 기상 데이터와 농무성의 과거 60년 수확량 데이터, 2.5평방 마일 단위의 토양정보 등을 활용하여 주요 작물의 토양, 지형, 날씨에 따른 단위 별 연간 작황 정보를 보유함
 - C.C.는 작황 정보를 자체 제작한 알고리즘에 입력하여 각 지역에 대한 날씨 시나리오를 구성하고, 이 정보를 기반으로 주요 작물의 작황을 예측해 보험상품을 설계 및 판매 함
 - 보험금은 회사가 미국 전역의 모든 기상 상황을 모니터링하여, 이상 기상이 발견되면 자동으로 가입자 통장으로 보험금을 지급함
 - C.C.는 자사가 보유한 빅데이터를 바탕으로 농가용 보험에서 더 발전된 ‘처방농법’을 시작함
 - 농기계와 농장에 스마트 센서를 장착하여 토양의 수분함량, 토질, 종자 등의 데이터를 수집 및 분석하여 자사의 빅데이터와 대응해 최적의 농법을 처방함
-
- 공개된 데이터를 바탕으로 구축된 시스템에는 보험상품 가입 전에 농지의 보험료와 보험가입금액(기준수입)을 확인할 수 있도록 함

참고문헌

- 김이훈, 1992, “콩의 수량에 영향을 미치는 기상요소 평가”, 한국작물학회지, 제37권 4호, 한국작물학회.
- 농림축산식품부, 2017, 2017년도 농업수입보장보험 사업시행지침, 농림축산식품부.
- 이상민, 석현덕, 장철수, 손철호, 2005, 밤 재해보험사업을 위한 표준수확량 조사연구, 한국농촌경제연구원 C2005-50.
- 오내원, 정원호, 김종선, 김미복, 양찬영, 지연구, 2014, 농업수입보장보험 운용방안 정책연구, 한국농촌경제연구원.
- 이민수, 최영찬, 2009, 머신러닝을 활용한 모돈의 생산성 예측모델, 농촌지도와 개발, 제16권 4호, 농촌지도학회.
- 장석환, 2000, 주요 식량작물의 생산량 예측 모형에 관한 연구, Journal of the Korean Data & Information Science Society, 11(1), 47-55.
- 정원호, 최경환, 임지은, 김윤중, 2013, 농가경영안정을 위한 농업수입보험 제도 도입에 관한 연구, 한국농촌경제연구원 연구보고 R690.
- 최경환, 채광석, 윤병석, 2001, 『농작물 재해보험의 성과와 과제』, 한국농촌경제연구원.
- 최예준, 정원호, 2015, 수입보험 기준가격 설정에 관한 연구, 농촌경제, 제28권 제4호, 한국농촌경제연구원.
- 한국농촌경제연구원, 2014, 농업수입보장보험 운용방안 정책연구 용역보고서.
- 한석호, 이병훈, 박미성, 송준호, 양현석, 신성철, 2011, 기상요인을 고려한 단수예측모형 개발 연구, 한국농촌경제연구원 정책연구보고 P152.
- NH농협손해보험, 각년도, 농업재해보험 및 농업수입보험 가입 현황 내부자료.
- Monisha Kaul, Robert L. Hill, Charles Walthall, 2005, Artificial neural networks for corn and soybean yield prediction, agricultural Systems, 85, 1-18.

기상청, 기상자료개방포털, <https://data.kma.go.kr>;

제주특별자치도 농업기술원, 제주특별자치도 병해충방제정보시스템, <http://ipm.agri.jeju.kr>.

농촌진흥청, 농업기상정보 서비스, <http://weather.rda.go.kr>.

통계청, 각년도, 농작물생산조사, <http://kosis.kr>.

[부 록] 기상 빅데이터 관측지점 비교 및 지점별 데이터

〈표 부록-1〉 기상 빅데이터 관측지점 비교

관측 관리주체	기상청	기상청	농촌진흥청	제주특별자치도 농업기술원
관측명	종합기상관측 (ASOS)	방재기상관측 (AWS)	농업기상정보 (AWS)	농업기상정보 (AWS)
제주시 동권역	제주			
				노형동
		아라(329)		
		오등(865)	오등(제주)	
				오라2동
		외도(863)		
		용강(866)		용강동
서귀포시 동권역		회수(330)		
	서귀포			
		기상(과)(884)		
		강정(685)		강정동
				동홍동
				보목동
		색달(891)		
				상예동
				상호동
			신호(서귀포)	
		중문(328)	중문(서귀포)*	중문동
애월읍				호근동
			하원(서귀포)	
			신엄(애월)	신엄리
			상귀2(애월)	상귀리
			상귀길(애월)	제주농업기술센터
		유수암(727)		
			월각로(애월)	농산물원종장 (애월읍 봉성리)

관측 관리주체	기상청	기상청	농촌진흥청	제주특별자치도 농업기술원
한림읍		한림(779)		
				귀덕리
			금능리(한림)	서부농업기술센터
		금악(880)	금악(한림)	
				동명리
한경면	고산			
				두모리
				저지리
대정읍		대정(793)	대정(대정)	
			신도리	
			인성리	
		가파도(855)		
		마라도(726)		
안덕면			감산(안덕)	감산리
			덕수(안덕)	
		서광(752)	서광리	
		안덕(883)		
			창천(안덕)	
조천읍				신촌리
				와산리
		선흘(751)		
			조천(조천)	
구좌읍		구좌(781)		
		김녕(862)	김녕리(구좌)	동부농업기술센터
			덕천(구좌)	덕천리
			동복리	
			세화(구좌)	
		월정(861)		
			한동리(구좌)	한동리

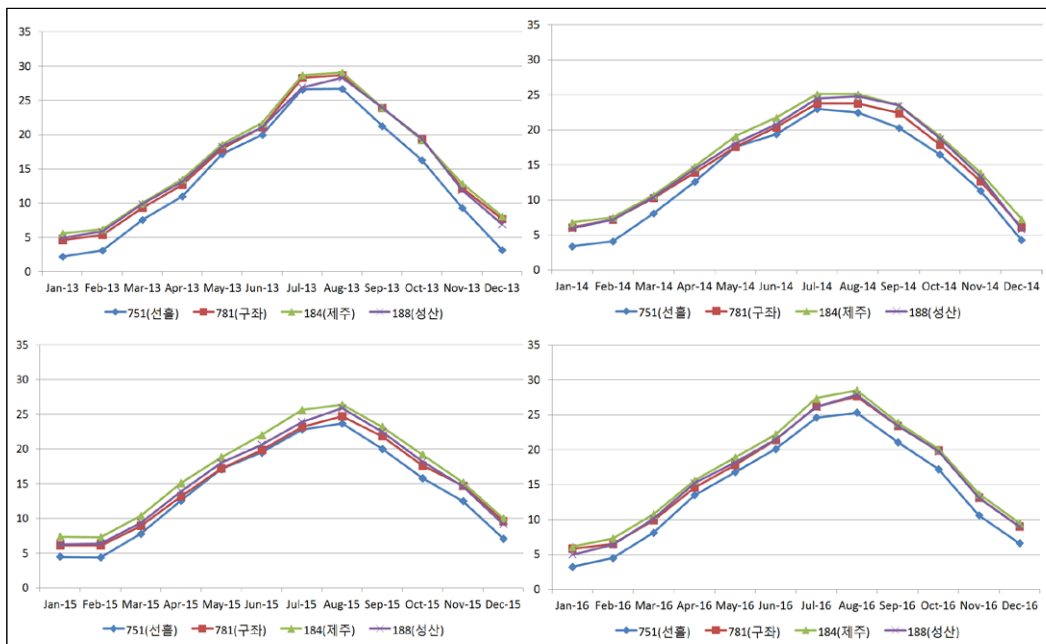
관측 관리주체	기상청	기상청	농촌진흥청	제주특별자치도 농업기술원
남원읍		제주남원(780)		
			수망리	
		신례(890)		
				위미리
				위미리2
			신흥(남원)	
		태풍센터(885)		
			하례(남원)	서귀포농업기술센터
			감귤연구소	
성산읍	성산			
			성산(성산)	
				수산리(성산)
표선면				가시리
		표선(792)	표선(표선)	
				세화리(표선)
				삼달리
추자면		추자도(724)		
우도면		우도(725)		
산간지역		사제비(868)		
		삼각봉(867)		
		성관악(782)		
		어리목(753)		
		영실(869)		
		윗세오름(871)		
		진달래밭(870)		

* 지점명과 실제위치가 상이함

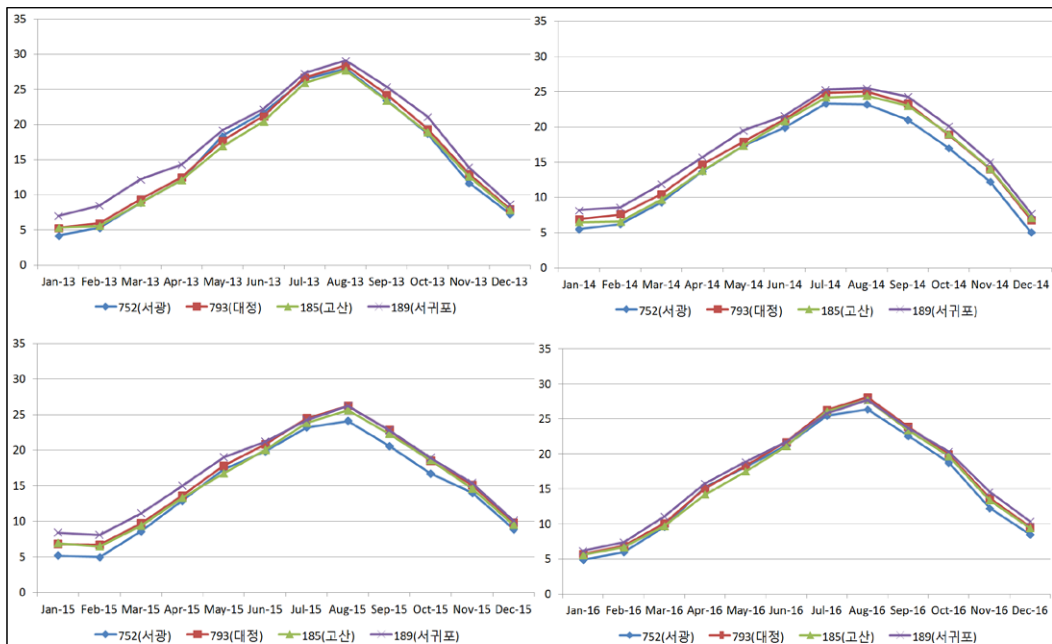
일조시간 관측

분석에 이용한 관측 데이터

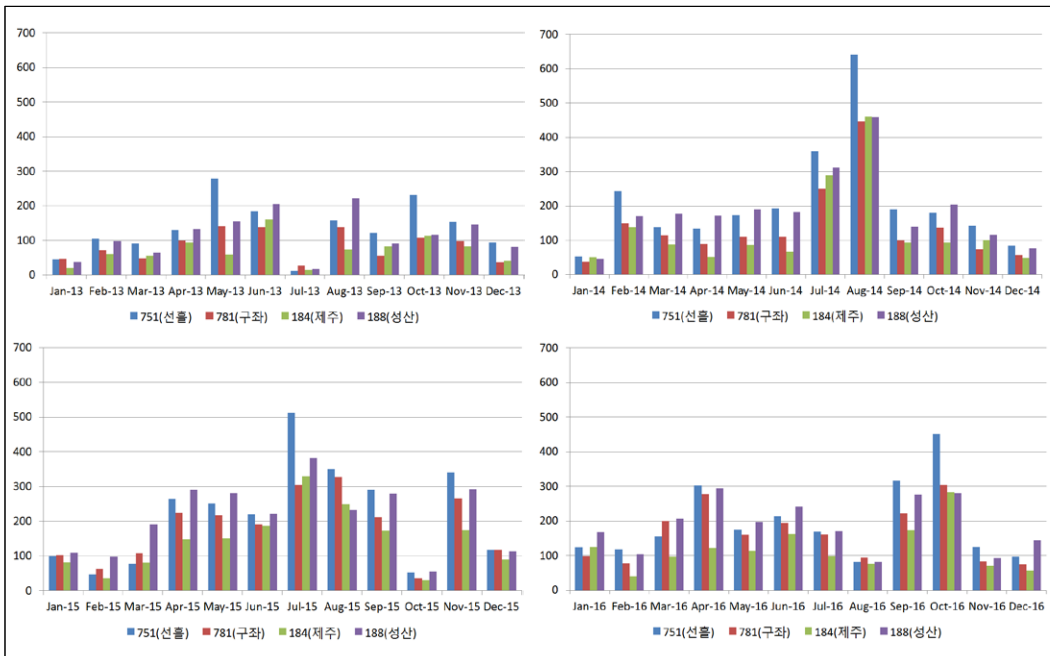
자료: 기상청(2017), 기상자료개방포털, <https://data.kma.go.kr>; 제주특별자치도 농업기술원(2017), 제주특별자치도 병해충방제정보시스템, <http://ipm.agri.jeju.kr>; 농촌진흥청(2017), 농업기상정보 서비스, <http://weather.rda.go.kr>.



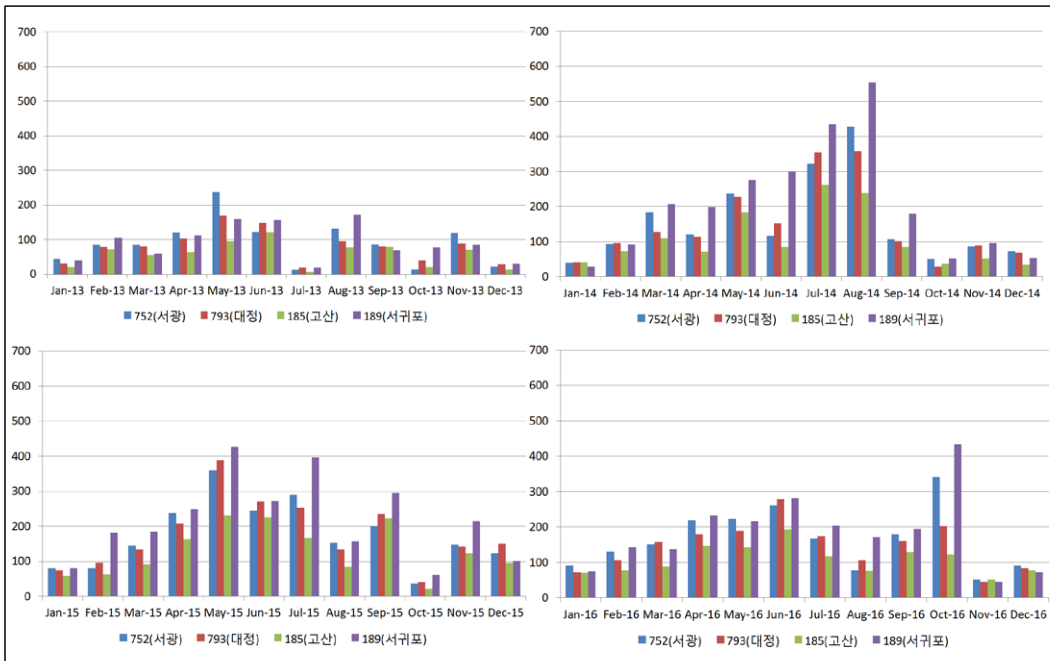
<그림 부록-1> 제주 동북부 월평균 기온 비교(2013~2016)



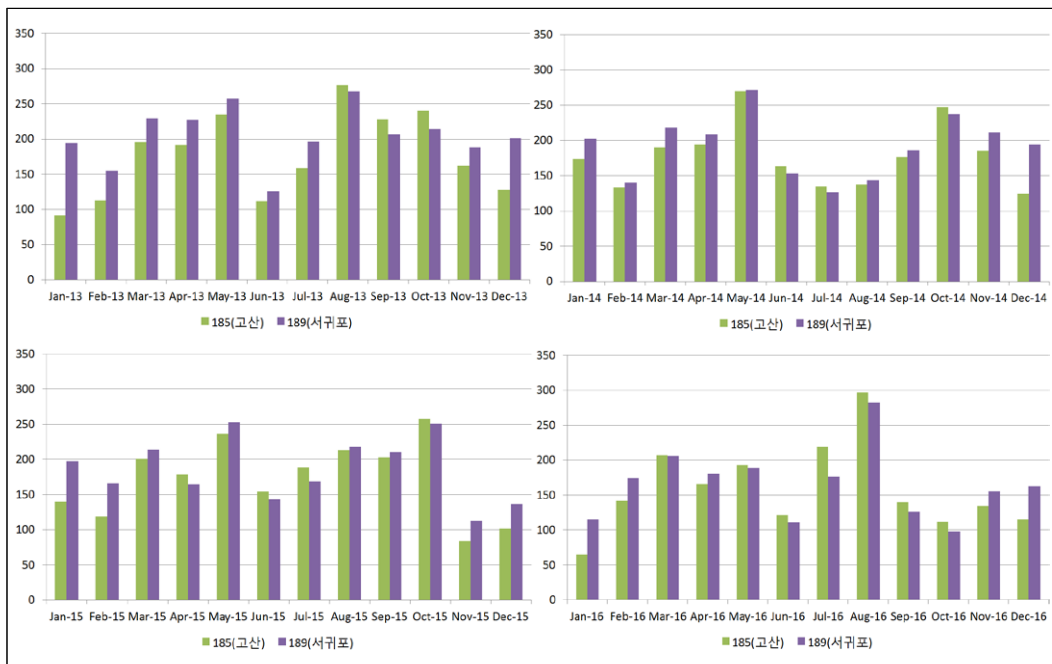
<그림 부록-2> 제주 서남부 월평균 기온 비교(2013~2016)



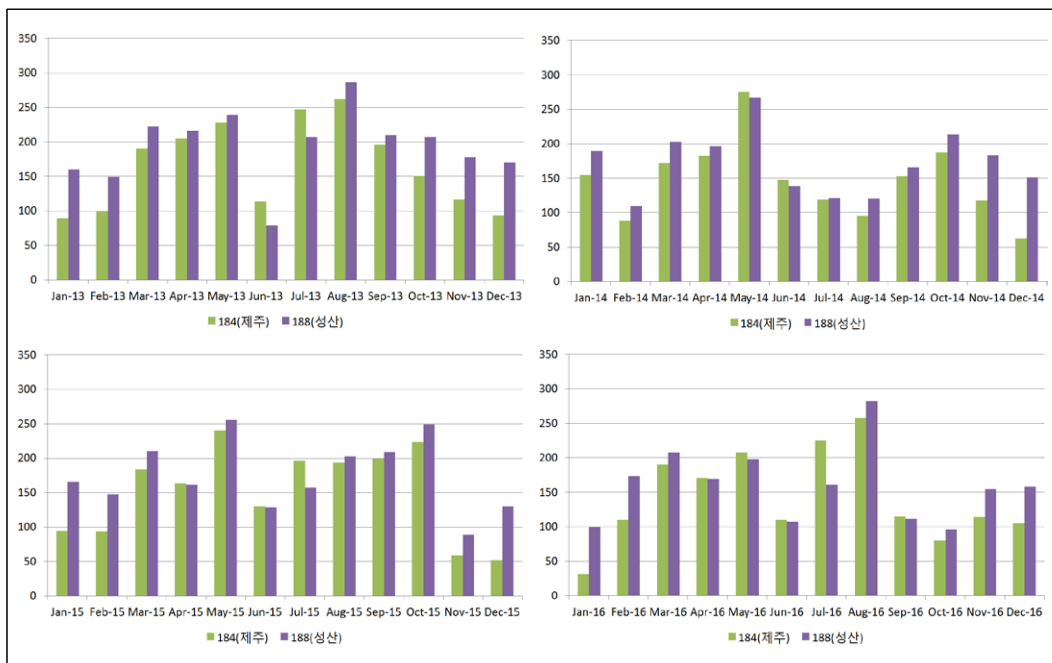
<그림 부록-3> 제주 동북부 월 강수량 합 비교(2013~2016)



<그림 부록-4> 제주 서남부 월 강수량 합 비교(2013~2016)



<그림 부록-5> 제주 서남부 일조합계 비교(2013~2016)



<그림 부록-6> 제주 동북부 일조합계 비교(2013~2016)

Abstract

Soybean Yield Model Using Weather Big Data and Improvement of Agricultural Revenue Insurance

Kyeong Ah Ahn · Geunoh Jeong

Keyword : soybean yield, weather big-data, agricultural revenue insurance

In 2001, the Agricultural Crop Insurance Act was enacted in order to mitigate the risk of farmhouse management. The coverage area of soybean revenue insurance in Jeju is 399ha in 2015, 286ha in 2016 and 287ha in 2017. The coverage area of the insurance did not increase. It is necessary to review the criteria of soybean yield when farmers sign up the insurance.

This study investigated soybean yield model using weather big-data which applied to criteria of soybean yield. As a result of developing a yield model based on meteorological factors and comparing predictive power, the predictive power of the neural network model is higher than the regression model. The predictive power is 76% for the regression model and 93% for the artificial neural network model.

It is expected that if the soybean yield model is applied to the calculation formula of the subscription yield of soybean revenue insurance, the willingness to re-enter the farm will not decrease even in the event of a natural disaster.

연구진

연구책임	안경아	제주연구원 책임연구원
공동연구	정근오	제주연구원 위촉연구위원

기본연구 2017-13

기상빅데이터를 활용한 콩 수확량 모델 개발과 농업수입보장보험 개선방안

발행인 || 강기춘

발행일 || 2017년 11월

발행처 || 제주연구원

63147 제주시 아연로 253

전화: (064) 726-0500 팩스: (064) 751-2168

홈페이지: www.jri.re.kr

인쇄처 || 디자인오투

ISBN : 978-89-6010-578-2 93320

- 이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서, 제주특별자치도의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다. 또한 이 보고서는 출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단전재나 복제는 금합니다.