



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

석사학위논문

기후변화가 제주 과수농업 다변화에
미치는 영향

제주대학교 대학원

농업경제학과

김 주 영

2021년 6월

기후변화가 제주 과수농업 다변화에 미치는 영향

지도교수 김 화 년

김 주 영

이 논문을 경제학 석사학위 논문으로 제출함

2021년 6월

김주영의 경제학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 김 배 성 ㉠

위 원 김 화 년 ㉠

위 원 조 성 주 ㉠

제주대학교 대학원

2021년 6월

The Effect of Climate Change on the
Diversification of Fruit Production in Jeju
Island.

Juyeong Kim

(Supervised by professor Hwanyeon Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for
the degree of Master of Economics

2021. 06.

This thesis has been examined and approved.

Baeseong Kim, Prof. of Agricultural Economics

Seongju Jo, Prof. of Agricultural Economics

Hwanyeon Kim, Prof. of Agricultural Economics

June 2021

Department of Agricultural Economics

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

국문 요약

I. 서론	1
1. 연구배경 및 필요성	1
2. 연구의 목적	3
3. 연구구성 및 방법	3
4. 선행연구 검토	4
4.1 기후변화와 농업간의 관계를 분석한 연구	4
4.2 아열대과수, 채소 관련 연구	6
4.3 다변화지수 관련 연구	7
5. 본 연구의 차별성	8
II. 제주지역의 기후변화와 과수작물의 변화	9
1. 제주의 기후변화	9
1.1 제주의 지리적·기후의 특성	9
1.2 제주 기후변화의 현황	10
1.2.1 연평균기온의 변화	11
1.2.2 계절별 기온의 변화	13
1.2.3 강수량의 변화	14
1.2.4 열대야일수의 변화	16
1.3 제주의 기후변화 전망	18
1.3.1 평균기온 전망	18
1.3.2 강수량 전망	20
1.3.3 폭염 및 열대야일수 전망	20
2. 과수작물의 변화	21
2.1 제주과수작물의 재배현황	21

2.2 제주에서 재배되는 아열대과수 재배현황과 종류	23
3. 다변화지수	28
Ⅲ. 분석모형 및 결과	30
1.1 분석자료 및 변수설정	30
1.2. 분석방법	32
1.2.1 다중선형회귀분석	32
1.2.2 회귀모형의 검정	33
1.2.2.1 자기상관 검정	33
1.2.2.2 이분산 검정	34
1.3. 분석결과	36
Ⅳ. 요약 및 시사점	41
 참 고 문 헌	 43

표 목 차

<표 2-1> 지역별 제주도 기초 통계(1988~2019년)	13
<표 2-2> 제주지역의 계절별 평균, 최고, 최저기온의 변화 추이	14
<표 2-3> RCP시나리오 종류와 의미	18
<표 2-4> 연도별 이산화탄소(CO_2)의 변화	19
<표 2-5> RCP시나리오에 의한 평균기온 전망	19
<표 2-6> RCP시나리오에 의한 강수량 전망	20
<표 2-7> RCP시나리오에 의한 폭염 및 열대야일수 전망	21
<표 2-8> 제주 감귤의 재배면적 및 조수입의 변화추이	22
<표 2-9> 제주의 기타과수 재배면적 및 조수입의 변화추이	22
<표 2-10> 제주 참다래 재배면적 및 생산량 변화	25
<표 2-11> 제주 망고 재배면적 및 생산량, 조수입의 변화	26
<표 2-12> 제주 바나나 재배면적, 생산량의 변화	27
<표 2-13> 제주 구아바 재배면적, 생산량의 변화	27
<표 3-1> 분석에 이용된 변수 설명	31
<표 3-2> 사용된 변수의 기초통계량	32
<표 3-3> 자기상관 검정결과	34
<표 3-4> White 검정결과	36
<표 3-5> 평균기온이 다변화지수에 주는 영향 분석결과	38
<표 3-6> 최고기온이 다변화지수에 주는 영향 분석결과	38
<표 3-7> 최저기온이 다변화지수에 주는 영향 분석결과	39
<표 3-8> 일교차가 다변화지수에 주는 영향 분석결과	39
<표 3-9> 강수량이 다변화지수에 주는 영향 분석결과	39
<표 3-10> 열대야일수가 다변화지수에 주는 영향 분석결과	40

그림 목 차

<그림 1-1> 한반도의 아열대기후 전망	2
<그림 2-1> 제주도 4개 지점의 기후관측소 위치	11
<그림 2-2> 제주도 연 평균·최고·최저기온의 추세(1980~2019년)	12
<그림 2-3> 제주의 강수량·강수일수 변화(1980~2019년)	15
<그림 2-4> 2019년 제주관측지점의 월별 강수량	16
<그림 2-5> 제주도 열대야일수 변화(1980~2019년)	16
<그림 2-6> 관측지점별 평균 열대야일수와 여름철 평균열대야일수	17
<그림 2-7> 제주 아열대과일 재배면적과 생산량(2008~2019년)	24
<그림 2-8> 과수작목 다변화지수(1980~2019년)	29

국문 요약

본 논문의 목적은 제주도의 기후변화가 제주 과수농업 다변화에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 제주의 기후가 아열대기후로 전환되면서 기후변화에 대응해 망고, 용과, 파파야, 키위 등 아열대 작물을 도입하고 재배하는 농가가 증가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 1980~2019년의 40년간 시계열데이터를 이용해 제주 과수농업을 중심으로 재배면적의 다변화지수를 도출하였다. 제주의 과수 다변화지수를 종속변수로 하여 기후변화가 미치는 영향을 분석하였다. 기후변화 변수 외에도 재배면적 다변화에 영향을 미칠 요인을 통제하기 위해 아열대 과수 수입량, 제주의 1인당 GRDP, 시설과수재배면적을 설명변수로 하여 회귀모형을 추정하였다.

본 논문에서는 제주특별자치도 감귤진흥과와 통계청에서 제공하는 1980~2019년의 연도별 과수 재배면적 조사 결과를 활용하여 제주에서 재배된 24개 과수작목의 재배면적 데이터를 이용해 다변화지수를 도출하였다. 기후변화를 나타낼 설명변수로 평균기온, 최저기온, 최고기온, 일교차, 강수량, 열대야일수를 이용하였다. 모든 기후변화 변수를 설명변수로 하여 하나의 회귀식으로 추정할 수 있으나, 이 경우 자유도(Degree of freedom) 부족한 문제가 생길 수 있고 각 기후변화 변수 간 다중공선성(Multicollinearity) 문제도 예상된다. 따라서 본 연구에서는 각 기후변화 변수를 개별 설명변수로 하는 6개의 회귀식을 각각 추정하여 어떤 기후변화 변수가 제주의 재배면적 다변화에 영향을 미치는지 분석하였다.

다변화지수를 종속변수로 하는 회귀식 추정에 앞서 자기상관 검정, 이분산 검정을 실시하였다. 자기상관 검정은 LM 검정으로 추정하였으며, 5% 유의수준 하에 귀무가설을 기각시키는 것으로 나타나 자기상관이 존재하지 않는다는 결과가 도출되었다. 이분산 검정은 White 검정을 이용해 실시하였으며, 5% 유의수준 하에서 이분산이 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 다중회귀분석방법 중 가중된 최소자승법(WLS: Weighted Least Squares)을 이용하여 회귀식을 추정하였다.

WLS로 회귀식을 추정한 결과, 결정계수가 모든 모형에서 설명력이 높게 나타났다. 기후변화 변수 중에서 일교차와 열대야일수는 5% 유의수준 하에서 제주

과수농업 다변화지수에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 추정되었다. 반면 강수량은 10% 유의수준 하에서 다변화지수에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 시설과수 재배면적은 열대야일수를 설명변수로 함께 분석한 모형에서는 1% 유의수준 하에서 다변화지수에 유의미한 영향을 미치며, 평균기온, 최고 기온, 최저기온, 강수량을 분석한 모형에서는 5% 유의수준 하에서 다변화에 영향을 미친 것으로 나타났다. 수입량은 모든 모형에서 다변화지수에 유의미한 영향을 미치지 않았다. 1인당 GRDP는 최저기온, 일교차를 설명변수로 함께 분석한 모형에서 1% 유의수준 하에 다변화지수에 영향을 미치며, 평균 기온, 강수량, 열대야일수와 분석한 모형에서는 5% 유의수준 하에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구에서 동일한 변수를 통제했을 때 기후변화 변수 중에서 온도의 변화보다는 아열대일수 증가와 일교차의 확대가 재배면적 다변화에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 그러나 기후변화가 과수 재배면적의 다변화에 영향을 미쳤는가를 직접 기후변화 변수를 설명변수로 하여 추정한 것은 본 연구의 한계이다. 이러한 인과관계를 정확히 파악하기 위해서는 기후변화가 농민의 재배면적 의사결정 구조에 얼마나 어떻게 영향을 주는지를 추가로 확인하여야 할 것이다.

기후변화가 제주 과수농업에 미치는 영향을 확인하기 위해 재배면적을 기준으로 다변화지수를 도출하여 기후변화 변수와의 관계를 계량경제학 모형을 이용해 분석한 것이 본 연구의 차별성이다. 또한 기후변화 변수 중 열대야일수와 강수량, 일교차가 재배면적 다변화 의사결정에 영향을 미친다는 것을 확인한 것이 연구의 의의이다. 제주도에 기후변화가 지속될 것으로 전망되어 농민들이 아열대 과수 등으로 작목을 전환하는 다변화가 더욱 가속화될 것으로 예상된다. 따라서 아열대 작목 등에 대한 R&D 투자와 함께 교육, 기술지도 등도 확대되어야 할 것이다.

I. 서론

1. 연구배경 및 필요성

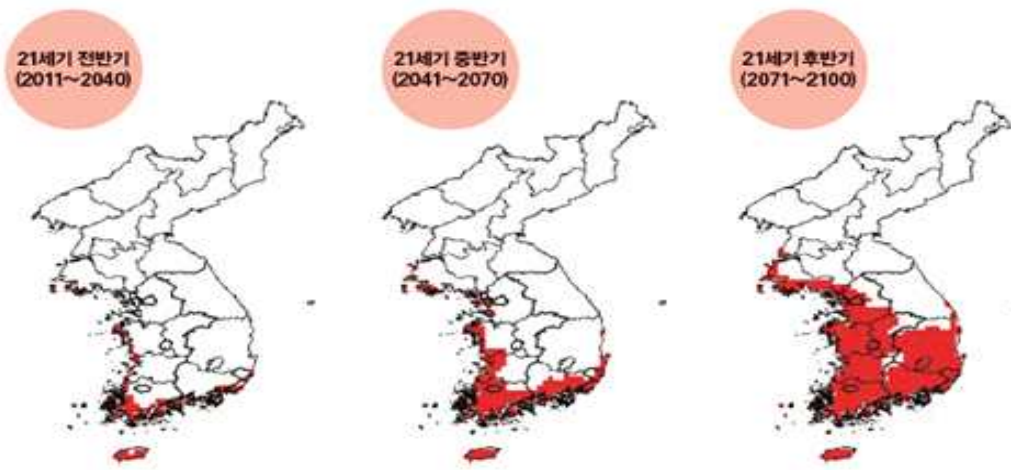
‘기후변화’는 수십 년에 걸쳐 나타나는 기후의 변화를 의미한다. 2015년 파리신 기후협약이 타결된 이후 전 세계적으로 기후변화에 대한 관심이 늘고 있다. IPCC 제5차 보고서에 따르면 1880~2012년의 기간 동안 전 지구 평균 표면온도는 0.85℃가 상승하였으며, 과거 1만년 동안 지구온도가 1℃ 이상 변한 적이 없던 것에 비하면 지구의 온도 상승이 빠르게 진행되고 있음을 알 수 있다. 지구온난화가 지속된다면 한반도에 폭염일수, 열대야 일수, 여름일수와 같은 고온 관련 극한지수는 증가하고, 한파일수, 결빙일수, 서리일수와 같은 저온 관련 지수는 감소할 것이다. 이로 인해 21세기 후반으로 갈수록 아열대 기후가 점차 북상할 것으로 전망된다(기상청, 2018).

기상청에서 발표한 ‘한국 기후변화 평가보고서 2020’에 따르면 전 지구의 평균 지표온도가 약 100년 동안 0.85℃ 상승한 반면, 비슷한 시기의 우리나라는 1912년~2017년 동안 약 1.8℃ 상승했다. 이는 2021년 현재 우리나라 기후변화의 진행속도가 전 세계 다른 나라의 평균기온보다 빠르게 상승하고 있다는 것을 의미한다. 현재와 같이 지구의 평균 기온의 상승이 유지될 경우 21세기 말 지구의 평균기온은 3.7℃까지 상승할 것이며, 한반도의 평균기온은 최대 6℃까지 상승할 것으로 전망된다(기상청, 2018).

이러한 기후변화는 생태계, 농업, 산업·경제, 인간의 생활과 문화양식 등 많은 분야에 영향을 끼치게 된다. 특히, 농업은 다른 산업보다 기후 및 자연환경에 큰 영향을 받는다. 농업 중에서도 과수는 한번 심으면 같은 자리에서 40년 이상 재배되기 때문에 다시 옮겨심기가 어려운 특성을 가지고 있다. 이와 같은 특성 때문에 과수는 기후변화에 민감하게 반응한다. 기온 상승으로 인해 새로운 병해충이 발생, 고랭지 재배면적 감소, 온대 작물의 품질 저하 등 부정적인 영향이 있다. 반면, 지구온난화에 따른 기온상승은 이모작 확대 등 작물 재배기간의 증가,

월동작물의 저온피해 감소 및 온실재배 농작물의 난방비 감소, 고온성 작물의 재배 가능지역 확대 등 긍정적인 측면도 존재한다(김창길 외, 2008). 그 결과 현재 제주도에서도 기후변화에 대응하여 망고, 용과, 파파야, 키위 등 아열대작물을 도입하여 재배하는 농가가 증가하고 새로운 고소득 작목으로 부상하고 있다.

<그림 1-1> 한반도의 아열대기후 전망



자료: 한반도 기후전망보고서(2012)

소비자들 또한 소득증가, 다문화 가정과 해외여행 여행객 수의 증가 등의 영향으로 다양한 열대과일을 접할 수 있는 기회가 많아지게 되면서 소비자들의 기호가 다양해짐에 따라 국내 열대과일 소비량도 계속해서 증가하고 있다. 이에 따라 제주농업기술원은 기후변화에 대응하여 새로운 아열대 과수 작목을 계속해서 발굴하고, 제주 지역 특성에 적합한 재배방법을 연구하고 있다. 제주특별자치도에서도 감귤아열대연구과를 중심으로 새로운 소득 작물 육성을 위해 재배기술교육과 시설에 대한 지원을 지속하고 있으며 아열대 작물 재배를 확대하기 위해 노력하고 있다. 최근 기후변화로 인해 제주의 과수농업에도 많은 변화가 나타나고 있다. 본 논문에서는 기후변화가 제주 과수농업에 어떠한 변화를 미쳤는지 분석한다. 또한 어떠한 기후변수가 제주농업 과수 재배면적 다변화에 영향을 미치는지 분석하여 기후변화와 과수농업의 인과관계를 규명하고자 한다.

2. 연구의 목적

기후변화는 농업, 특히 과수작목에 큰 영향을 미친다. 이에 따라 제주도에서는 기후변화에 대응하기 위해 여러 가지 방안을 연구하고 있다. 이에 본 연구에서는 제주지역의 기후변화 현황을 살펴보고, 기후변화로 인한 과수 작목의 변화, 다변화지수를 도출하여 과수작목의 동향을 분석하고자 하였다.

따라서 본 연구의 목적은 기후변화가 제주 과수재배면적 다변화에 영향을 줄 것인지 분석하는 것이다. 이를 위해 제주지역의 기후변화를 현황과 과수농업의 현황을 살펴본 후 다변화에 어떠한 영향을 주는지 분석하였다. 첫째, 아열대과수 중심으로 생산 변화가 있는지 살펴보았다. 둘째, 다변화지수를 도출하여 기후변화와 과수작목의 관계를 분석하고, 농민들이 기후변화에 적응하고 신소득작목의 안정적인 보급을 위한 정책적 시사점을 도출하였다.

3. 연구구성 및 방법

본 논문은 5장으로 구성되었으며, 각 장을 이루고 있는 내용은 다음과 같다. 1장에서는 선행연구를 통하여 본 연구의 차별성과 연구의 방향에 대해서 검토한다. 2장에서는 1980년부터 2019년까지 제주지역의 기후변화 현황 및 전망을 살펴보고, 제주지역 과수재배면적의 변화를 분석한다. 또한 제주 과수재배면적을 기준으로 다변화지수를 도출하여 과수농업의 다변화가 되었는지 살펴본다. 3장에서는 도출된 다변화지수와 기후변화변수와 사회·경제적 변수의 관계를 분석하기 위해 다중회귀분석 방법 중 하나인 가중최소자승법(Weighted Least Square)을 활용하여 기후변화가 제주과수농업 다변화에 미치는 영향에 대해서 분석하고, 결과를 도출한다. 마지막으로 4장에서는 이상의 연구결과를 요약한 후 분석결과로부터 도출한 시사점을 제시한다.

4. 선행연구 검토

선행연구는 기후변화와 농업간의 관계를 분석한 선행연구를 살펴보았다. 그 다음으로는 아열대과수와 채소 관련 선행연구와 다변화지수 관련 선행연구도 조사하였다. 따라서 본 장에서는 과거부터 현재까지의 기후변화와 농업간의 관계 및 아열대 작목과 다변화와 관련된 선행연구의 분석 결과와 해석을 정리하였다.

4.1 기후변화와 농업간의 관계를 분석한 연구

김창길·이상민(2009)은 기후변화가 농업부문에 미치는 경제적인 영향을 분석하기 위해 80개 시·군의 1988-2007년까지의 기후자료를 사용하였고, 종속변수를 농가자산으로 한 리카디언모형을 활용하여 분석했다. 그 결과, 연평균 기온이 상승하면 농지가격을 하락시키고, 월평균 강수량의 증가는 농지가격을 증가시키는 것으로 나타났다. 따라서 기온이 상승하면 농가자산에 부정적인 영향을 미치고, 강수량의 증가는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석했다. 또한 경제적 손실을 줄이기 위해서는 지역별·작목별로 재배적지를 재편하고, 조기경보시스템 구축과 내재해성·고온적응성·지역적응성 품종개발, 농작물재해보험의 확대 등의 필요성을 제시했다.

임철희(2013)는 기후변화에 따른 제주농업의 현형과 미래전망 및 미래전략을 SWOT분석을 활용하여 분석했다. 분석결과, 현재 제주 농업에는 많은 위협이 존재하지만, 미래는 상대적으로 밝은 것으로 전망했다. 또한 제주 농업의 미래전략으로 미래작물산업의 육성, 제주형 6차 산업의 출현, 농업거버넌스의 구축 등을 제시하였으며, 농업은 경쟁적이 산업이므로 중앙 및 지방정부의 적극적인 지원의 필요성을 강조했다.

이승호 외(2008)는 기후변화가 나주지역 농업생태에 미치는 영향을 분석하기 위해 나주지역의 1985-2005년까지의 농업 통계자료와 1974-2006년까지의 기후자료를 이용하여 나주지역에서 생산되는 벼, 보리, 배, 배추, 고추에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 분석결과, 평균기온의 상승은 여름철 작물인 벼의 생산량

은 감소시키는 반면 겨울철 작물인 보리의 생산량은 증가시키는 것으로 나타났다. 배는 당도 및 과중 등 생육상태에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상되나 발아 및 개화기가 빨라짐에 따라 저온피해 및 늦서리 피해를 입을 수 있는 것으로 분석되었다. 기온상승으로 배추와 무와 같은 저온성 작물은 생육저하를 초래할 수 있으나, 고추와 같은 고온성 작물의 생육에는 긍정적 영향을 줄 것으로 예측했다. 따라서 기후변화가 작물의 생육시기와 생육특성과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

곽태식 외(2008)는 기후변화에 따른 국내에서 재배 가능한 지역을 분석하기 위해 지리정보시스템(GIS)를 이용하여 무화과, 레몬, 석류, 키위, 오렌지, 한라봉을 중심으로 분석했다. 분석결과, 대부분의 과수가 기온이 상승하면 남부지방으로 재배적지가 확대되고 있으며, 4.5℃ 상승할 경우 경기도와 강원도를 포함한 중부지방까지 확산할 것으로 전망했다. 또한 기후변화를 기회로 활용하여 농가의 소득향상과 국민들에게 다양한 먹거리 제공하는 차원에서 정부의 정책적 노력과 농민들의 합리적인 대응의 필요함을 제시하였다.

이윤선·이승호(2008)는 기후변화가 벼 수량에 미치는 영향을 분석하기 벼의 주당 이삭수와 이삭 당 낱알 수, 낱알 무게, 등숙비율과 이앙기, 출수기, 기온, 강수량 과 일조시간 등의 기상자료를 사용하였다. 분석결과, 조생종 벼의 주당 이삭수는 중생종 및 중만생종 벼에 비해 변화경향이 뚜렷하고, 기온변화와 관계가 높은 것으로 나타났다. 낱알무게의 경우 중부지역에서 재배되는 중생종 및 중만생종 벼가 낮은 온도에서 등숙기를 보내기 때문에 기온 상승에 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.

4.2 아열대과수, 채소 관련 연구

지성태 외(2018)는 SWOT분석을 이용하여 망고를 중심으로 국내 열대과일의 재배 타당성을 분석했다. 분석결과, 열대과일이 새로운 소득작물로 각광받으면서 소비량과 생산량, 수입량이 모두 증가하는 추세이다. 그러나 수입산에 비해 가격 경쟁력이 떨어지고, 초기 투자비용이 크다는 측면에서 리스크가 존재한다고 분석했다. 따라서 생산단계에서는 생산비를 절감할 수 있는 방안을 모색하고, 유통·판매단계에서는 생산자와 소비자의 거래를 활성화시킬 수 있는 플랫폼 구축의 필요성을 제시했다.

박미성 외(2017)는 FTA체결 확대에 따라 소비자들의 과일 소비 패턴 및 구조 변화와 과일 소비트렌드의 특징을 파악하기 위해서 농림축산식품의 과실류 가공 현황 자료와 가계동향조사, 소비자패널의 과일 구매 자료, 국민건강영양조사 데이터, 소비자 설문조사 등을 활용하여 분석했다. 그 결과, 국내 과일과 과채 소비량은 감소추세이며 수입과일은 증가하고 있는 것으로 나타났다. 또한 소비자들은 과일의 다양화와 건강증진, 고당도 과일의 선호, 구매의 편의성과 가성비를 추구하는 것으로 나타났다.

이용선 외(2014)는 국내산 과일·과채와 수입과일의 소비경합구조를 분석하기 위해 준이상역수요체계(IAIDS: Inverse Almost Ideal Demand System)모형을 이용하였으며, 소비자들의 과일 선호도를 파악하기 위하여 2,000명을 대상으로 설문조사를 하여 분석했다. 분석결과, 수입과일을 선호한다는 응답 수는 전체의 26.3%로 나타났으며, 수입과일의 물량이 증가하면 국내 과일의 가격을 감소시키는 것으로 분석되었다. 또한 인구사회적 요인의 영향으로 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 수입과일의 소비 변화는 경제적 요인보다는 인구사회적 요인의 영향을 크게 받는 것으로 분석되었다.

정학균 외(2008)는 열대·아열대 과일의 소비의향에 영향을 미치는 변수가 무엇인지 파악하고, 기후변화에 대응하여 새로운 작목을 안정적으로 보급하기 위한 방안을 제시하기 위하여 국내산 망고를 대상으로 소비자 658명을 대상으로 한 설문조사를 통해 분석했다. 분석결과, 소득, 기온상승인지, 지불의향가격, 안전성

수준인식, 가격 대비 품질 만족도 인식 등이 소비의향을 결정하는 변수로 나타났다. 또한, 소득, 기온상승의 인식, 안전성 수준 인식, 가격 대비 품질 만족도 인식은 향후 국내산 망고 소비의향에 긍정적인 영향을 주지만, 지불의향가격은 부정적 영향을 주는 것으로 분석했다. 따라서 수입산 망고에 가격경쟁에 대응하기 위한 정책적 지원과 품질 관리를 위한 재배기술을 개발의 필요성을 강조했다.

4.3 다변화지수 관련 연구

강혜정(2005)은 한국농가의 농업 생산 다각화에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 9개도(경기도, 강원도, 충청남도, 충청북도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도, 제주도)의 2,636개 농가를 대상으로 1998-2002년까지의 품목별 조수입자료, 경영주 특성변수와 농가특성변수를 사용하여 분석했다. 분석결과, 경영주가 젊고, 학력수준이 높으며 경지규모가 클수록 농업생산방식을 단일화시키는 것으로 나타났고, 가족규모가 클수록 다각화가 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

김상호(2018)는 농업경영체 등록정보를 이용하여 농가단위의 생산다각화 결정요인을 분석하기 위해 1,380,785개의 농업경영체를 대상으로 213개 품목의 재배면적을 이용하여 허쉬만-허핀달 지수를 활용하여 분석했다. 분석결과, 경영주의 연령이 많고, 농업에 종사하는 가구원의 수가 많을수록, 경영주가 속한 시군구의 경사도가 높을수록 농업생산을 다각화하는 경향을 보이며, 노지재배면적과 임차재배면적의 비중이 높을수록 농업생산을 단일화시키는 것으로 분석되었다.

이철희(2015)는 2008년부터 2012년까지의 농가경제조사 자료를 이용하여 국내 쌀 농가의 효과적 경영다각화의 유형 분류 및 효율적 전개를 위한 필요조건을 검토하고 일본의 사례 분석을 통해 농업정책의 전개방향 및 경영다각화 지원방안을 모색했다. 분석결과, 기술효율성에 영향을 미치는 사회경제적 요인들은 소득, 경지면적, 가족구성원, 농업경영비, 고정자본, 농업소득 등으로 나타났고, 규모의 효율성은 경지면적, 가족구성원, 경영주 성별, 유동자본, 농외소득이 영향을 미치는 것으로 나타났다.

김창환 외(2016)는 선형계획법을 이용하여 충남지역의 쌀 전업농이면서 복합농인 농가를 대상으로 영농환경을 가장 효율적인 적정재배 규모와 작목의 선정과 시기별 노동제약을 분석했다. 분석결과, 기존 작목을 통해 얻는 농가소득 보다 최적 작목을 구성하여 얻는 농가소득의 예상 수익률이 증가하는 것으로 분석되었다.

강혜정(2013)은 쌀과 쌀 이외의 작목을 함께 생산하는 복합 영농의 다각화의 경제성과 영농다각화 정도가 생산효율성에 어떠한 영향을 미치는지 분석하기 위해서 2008-2012년의 농가 단위 패널자료를 이용하여 분석했다. 분석결과, 효율적인 복합영농체계에서 범위의 경제성이 존재하는 것으로 나타났고, 고령 복합영농의 생산효율성이 높은 것으로 분석되었다.

5. 본 연구의 차별성

기존 선행연구에서는 대상을 전국 또는 제주지역을 제외한 타 지역을 대상으로 하였다. 또한 직접적으로 기후변화에 의해서 제주지역 과수작목의 재배면적 변화를 분석한 연구는 없었다. 따라서 본 연구의 의의는 기후변화에 따른 제주지역의 과수작목의 변화와 아열대과수 중심으로 생산 변화가 있는지 비교 분석하여 신소득작목의 안정적인 보급을 위한 정책방향을 제시하는 것이다.

II. 제주지역의 기후변화와 과수작물의 변화

1. 제주의 기후변화

1.1 제주의 지리적·기후의 특성

제주도는 대륙과 해양을 연결하는 교통 요충지이다. 지리적으로 동경 126도 08분~126도 58분, 북위 33도 06분~34도 00분 사이에 위치하고 있다. 총 면적은 1,849.3km²으로 한반도의 최남단에 위치하고 있는 가장 큰 섬이며, 국토면적의 1.9%를 차지하고 있다(정세호, 2018). 또한 동, 서, 남, 북 사면이 모두 바다에 둘러싸여 있으며, 섬 중앙에는 한라산이 위치하고 있다. 제주도의 지형적 특징으로 인해 지역 및 고도에 따라 토지 이용 형태가 나타난다. 제주도는 저위도에 위치해 있기 때문에 기온이 높고, 바다로 둘러싸여 있어 기온교차가 작게 나타난다. 여름은 내륙과 거의 같은 기온을 나타내지만 겨울은 내륙보다 훨씬 높은 해양성 기후를 보이고 있다. 특히 한라산 남쪽에 있는 서귀포시는 한라산이 차가운 북서계절풍을 막아 제주도에서 가장 높은 평균기온을 나타내고 있다. 제주도는 우리나라에서 가장 강수량이 많은 지역으로 한라산 남쪽사면과 달리 평균기온이 낮은 북쪽 사면은 겨울철 눈이 많이 내리며, 기압의 변화가 심한 북태평양상의 지리적 위치와 섬이라는 지리적 특성 때문에 풍속이 강한 지역이다(김승현, 2018).

제주지방기상청(2019)의 『제주도 기후변화 특성 분석집』에 의하면 지난 106년(1912~2017년)동안 한반도 기온상승 +1.8℃에 비해, 지난 95년(1924~2018년) 동안 제주는 +2.19℃의 기온상승을 보였다. 최근 10년(2009~2018년)간 연 평균기온은 16.6℃로 1961~1970년 10년 15.4℃에 비해 1.2℃ 상승했다. 미국의 지리학자인 Glenn T. Trewartha의 기후 지역 구분 기준에 따르면 아열대기후는 월평균기온이 10℃이상인 달이 8~12개월 이상이고, 최한월 평균기온이 18℃이하인 경우를 말하며, J. Griffith는 최한월 평균기온이 6℃ 이상 18℃ 미만인 기후를 아열대 기후로 정의했다. 또한, 한국의 기상청에서는 최한월 평균기온이 5.1℃ 이상

18℃ 미만인 기후를 아열대 기후로 정의했다(박원배, 2017). 이 모든 기준을 적용하였을 때 현재 제주도는 이미 아열대 기후에 속한다. 이러한 기후로 인해 과수의 발아기와 개화기가 빨라지고 있고, 배추와 무 등 월동작물은 재배지가 점차 북상하고 있으며 아열대작물의 국내 생산량은 빠르게 증가하고 있다. 제주의 대표작물인 감귤의 재배지는 남부지방에서 2000년대 들어서에는 경기도까지 북상했다. 제주는 망고, 바나나 등 대표 열대 및 아열대 작물의 원산지로서 그 입지를 확대하고 있다.¹⁾

1.2 제주 기후변화의 현황

제주지역의 사계절 평균기온은 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 여름철의 최고기온과 겨울철 최저기온의 변화가 크게 나타났다. 여름철 기온상승으로 인해 열대야 일수와 폭염일수는 지속적으로 증가하는 실정이며, 겨울철의 최저기온의 변화는 난방일, 서리일과 결빙일은 감소하는 추세를 나타냈다. 본 연구에서는 기후변화를 평균기온, 최고기온, 최저기온, 일교차, 열대야일수, 강수량의 변화로 정의하였고, 제주도의 기후변화 현황을 살펴보기 위해 기상청의 1980~2019년의 연도별 기후자료를 사용하였다. 또한 제주도의 세부 지역별 기후 값을 알아보기 위해 4개 지점²⁾의 자료를 이용하여 분석하였다.

1) 인베스트제주, 2021, “<제주산업리포트> 제주의 열대 및 아열대 작물 산업”을 참조·인용

2) 제주, 성산, 고산, 서귀포

<그림 2-1> 제주도 4개 지점의 기후관측소 위치



자료: 제주기후특성분석집(2019)

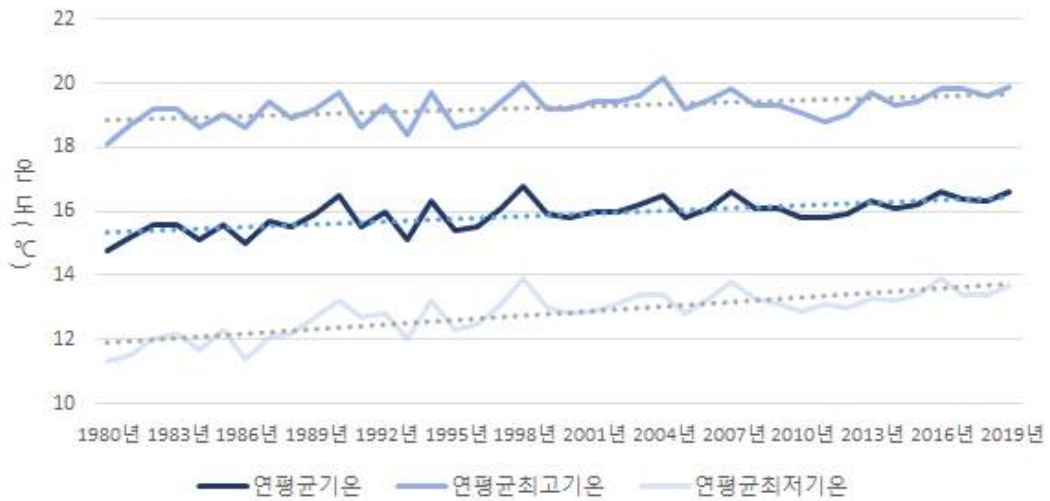
1.2.1 연평균기온의 변화

제주의 기후변화를 살펴보기 위해 <그림 2-2>에 1980년부터 2019년까지 제주의 연도별 평균기온, 최저기온, 최고기온을 나타낸 그래프이다. 2019년을 기준으로 1980년 대비 연평균기온과 연평균최고기온은 +1.8℃ 상승한 반면, 연평균최저기온은 +2.4℃로 상승폭이 크게 나타났다.

또한 분석기간 중 최초 10년(1980~1989년) 대비 최근 10년(2010~2019년)의 연평균기온은 +0.8℃, 연평균 최고기온과 최저기온은 각각 +0.6℃, +1.4℃ 상승했다. 최고기온과 최저기온의 차이를 나타내는 일교차는 과거 1980년 6.8℃ 대비 2019년 6.2℃로 -0.4℃ 감소하였다. 또한 2019년 제주도의 연평균기온은 17.1℃로 1998년 17.3℃에 이어 1961년 이래 두 번째로 높았던 해이다. 연평균기온이 가장 높았던 상위 10개 해 중 7개가 2000년대 이후로 기록되었다.³⁾ 이는 기후변화가 최근 들어 점점 가속화되는 것을 알 수 있다.

3) 제주지방기상청, 2020, “제주도 기후변화 특성 분석집”. pp.9-11.

<그림 2-2> 제주도 연 평균·최고·최저기온의 추세(1980~2019년)



자료 : 기상청 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)

지역별 연평균기온은 서귀포지점이 16.9℃로 가장 높게 나타났으며, 성산지점이 15.6℃로 가장 낮게 나타났다. 연최고기온은 제주지점이 35.1℃로 가장 높고, 고산지점이 32.6℃로 가장 낮게 나타났다. 연최저기온은 성산지점이 -3.4℃로 가장 높고, 고산지점과 서귀포지점이 -1.8℃로 가장 높게 나타났다. 연평균기온은 서귀포지점이 높지만, 연평균최고기온은 제주지점이 가장 높게 나타났다. 그 이유는 북쪽 해안에 위치한 제주지점은 남서 또는 남동 방향 기류에 의한 강수 발생 패턴의 영향을 받으며, 한라산 지형효과에 의한 편현상의 영향을 받기도 한다. 또한 국지지적으로는 관측지점 주변의 피복변화에 의한 도시화 효과도 반영되어 제주관측지점의 최고기온이 다른 세 지점의 값에 비하여 더 높게 나타난다. 연평균최저기온 또한 성산지점의 경우 시베리아 기단이 확장하는 늦가을과 초겨울 사이에 북서태평양 가장자리를 따라 흐르는 쿠로시오 해류⁴⁾가 북상할 때 지역적으로 제주도 북동방향 후면에 상대적으로 냉수대가 모이기 유리한 지리적 특성을 갖고 있기 때문에 기온이 다른 지점 보다 낮게 나타난다.⁵⁾

4) 북태평양 서부와 일본열도 남쪽을 따라 북쪽과 동쪽으로 흐르는 해류를 의미한다.

5) 제주지방기상청, 2011, “지역기후변화보고서”, 15p 참조·인용

<표 2-1> 지역별 제주도 기초 통계(1988~2019년)

지 점	연평균기온	연최고기온	연최저기온
제주	16.1℃	35.1℃	-1.7℃
고산	15.7℃	32.6℃	-1.8℃
서귀포	16.9℃	33.5℃	-1.8℃
성산	15.6℃	33.2℃	-3.4℃

자료 : 기상청 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)

1.2.2 계절별 기온의 변화

1980년부터 2019년 동안 4개 관측지점⁶⁾의 평균값을 이용하여 계절별 기후변화를 <표 2-2>에 제시하였다. 계절의 구분은 봄을 3~5월, 여름 6~8월, 가을 9~11월, 겨울은 12월과 그 다음해의 2월까지로 구분하였다. 최초 10년(1980~1989년)과 최근(2010~2019년)의 평균기온, 최고기온, 최저기온을 비교한 결과, 모든 계절에서 상승하는 경향을 보이고 있다. 평균기온은 가을에 +1.1℃로 가장 기온상승폭이 컸으며, 다음으로 겨울이 높고, 봄과 여름은 +0.7℃로 유사한 상승을 보이고 있다. 최고기온은 봄에 +0.7℃로 가장 기온상승이 크게 나타났으며, 그 다음으로 가을, 여름, 겨울 순으로 높게 나타났다. 최저기온은 가을에 +1.8℃로 상승 폭이 크게 나타났다. 따라서 계절의 상승폭이 가장 큰 계절은 가을이며, 이는 기후변화로 인해 봄과 여름은 빨라지고 가을과 겨울은 늦어지는 형태를 보이고 있다.

6) 고산, 서귀포, 성산, 제주

<표 2-2> 제주지역의 계절별 평균, 최고, 최저기온의 변화 추이

계절	구분	1980년대 평균	1990년대 평균	2000년대 평균	평년값 (1981~2010년)	최근10년~ 최초10년
봄 (3~5월)	평균기온 (℃)	13.5	13.7	14.1	13.7	+0.7 (14.2→13.5)
	최고기온 (℃)	17.2	17.2	17.9	17.3	+0.7 (17.9→17.2)
	최저기온 (℃)	9.5	10.3	10.7	10.3	+1.3 (10.8→9.5)
여름 (6~8월)	평균기온 (℃)	24.2	24.3	24.7	24.7	+0.7 (24.9→24.2)
	최고기온 (℃)	27.3	27.2	27.7	27.9	+0.5 (27.8→27.3)
	최저기온 (℃)	21.3	21.8	22.3	22.1	+1.3 (22.6→21.3)
가을 (9~11월)	평균기온 (℃)	17.7	18.4	18.7	18	+1.1 (18.8→17.7)
	최고기온 (℃)	21.4	21.8	22.0	21.1	+0.6 (22→21.4)
	최저기온 (℃)	14.1	15.2	15.8	15.1	+1.8 (15.9→14.1)
겨울 (12~2월)	평균기온 (℃)	6.3	7.2	7.2	6.8	+0.8 (7.1→6.3)
	최고기온 (℃)	9.8	10.4	10.4	9.6	+0.3 (10.1→9.8)
	최저기온 (℃)	2.9	4.1	4.3	4	+1.3 (4.2→2.9)

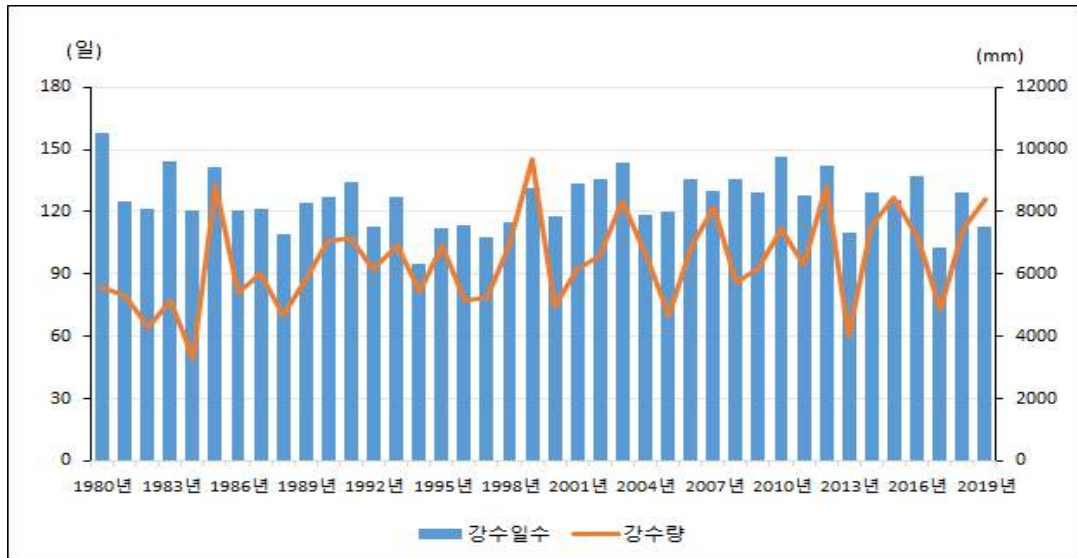
자료 : 기상청 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)

1.2.3 강수량의 변화

제주의 2019년 강수량은 8409.2mm로 1980년 5584.3mm대비 2824.9mm 증가하여 증가폭이 큰 것으로 나타났다. 반면에 강수일수는 2019년 112.5일 대비 1980년 158일로 45.5일 감소했다. 우리나라는 기온이 상승함에 따라 태풍 등 이상기

후의 발생빈도가 증가하면서 강수일수는 감소한 반면 강수량은 증가하여 강수 집중도가 커지고 있다.

<그림 2-3> 제주의 강수량·강수일수 변화(1980~2019년)

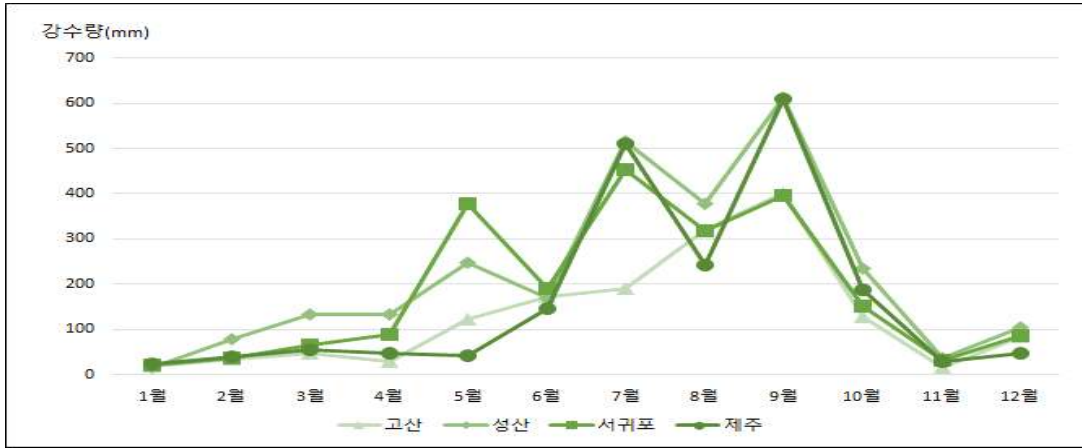


자료 : 기상청 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)

관측지점 월별 강수량을 살펴보면, 서귀포지점은 8월에 452.1mm로 가장 많았으며, 고산, 성산 및 제주지점은 9월에 400.1~613.3mm로 가장 많다. 여름철은 사계절 중 강수량이 가장 많은 시기이다. 그러나 서귀포지점을 제외한 3지점은 초가을인 9월에 강수량이 가장 많이 나타났다. 즉, 초가을에 여름철 기후특성을 나타내는 경향을 보이고 있다.⁷⁾

7) 제주지방기상청, 2011, “지역기후변화보고서”을 참조

<그림 2-4> 2019년 제주관측지점의 월별 강수량

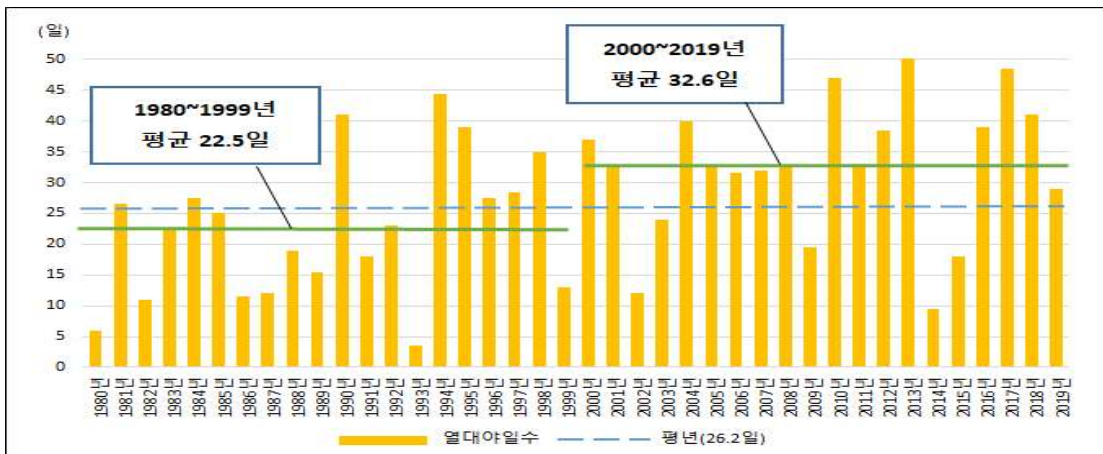


자료 : 기상청 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)

1.2.4 열대야일수의 변화

열대야는 여름철 오후 6시부터 다음날 오전 9시까지의 최저기온이 18~25℃ 이상인 현상을 나타낸다. 제주도의 평년(1981~2010년) 열대야일수는 26.2일이며, 2000년 이후(2000~2019년) 아열대일수는 32.6일로 2000년 이전(1980~1999년) 아열대일수 22.5일에 비해 크게 증가하였다.

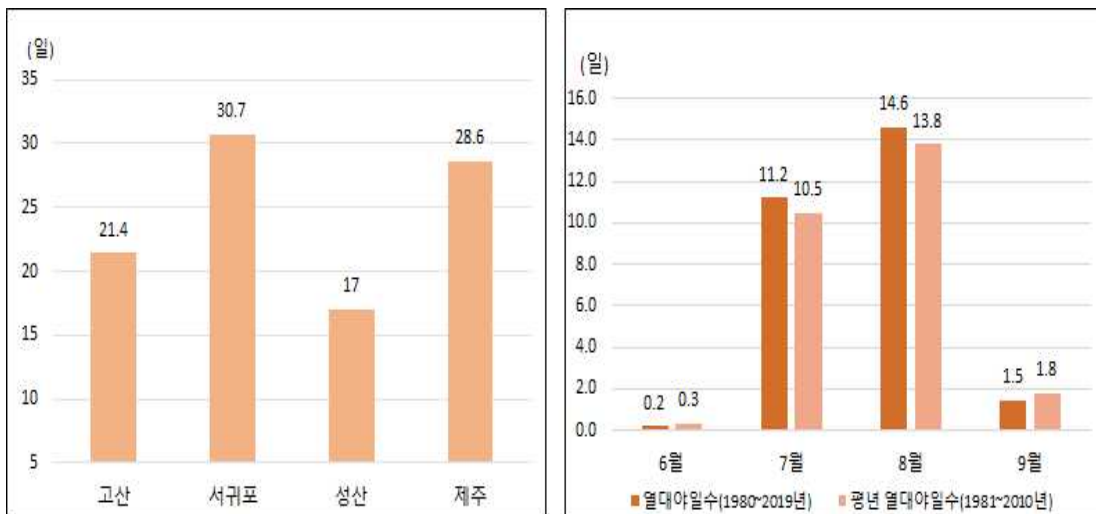
<그림 2-5> 제주도 열대야일수 변화(1980~2019년)



자료: 기상청 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)

제주도 해안 4개 정규관측지점의 1980~2019년의 열대야일수를 살펴보면 연평균 17~30일의 발생빈도를 나타내며, 서귀포지점은 연중 30.7일로 가장 높은 발생빈도를 보인다. 성산에서는 연평균 발생빈도가 17일로 가장 낮다. 가을철 일부 경우를 제외하면 대부분의 열대야일수는 대체적으로 한라산 해발고도 상승에 따라 중산간지역으로 갈수록 그 값이 감소할 것으로 추정된다.⁸⁾ <그림 2-6>은 월별 평균 열대야일수와 여름철 평균 열대야일수를 나타낸다. 6월에는 0.2일, 7월은 11.2일, 8월은 14.6일, 9월은 1.5일로 8월이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 평년(1981~2010년) 대비 증가폭도 가장 크게 나타난다.

<그림 2-6> 관측지점별 평균 열대야일수와 여름철 평균 열대야일수



자료: 기상청 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)

8) 제주지방기상청, 2011, “지역기후변화보고서”, 51p 참조·인용

1.3 제주의 기후변화 전망

1.3.1 평균기온 전망

기후변화 시나리오는 온실가스, 에어로졸, 토지이용 변화 등 인간활동에 따른 인위적인 원인에 의한 미래 기후변화 예측을 위해 지구시스템 모델을 이용하여 기온, 강수량 등 미래기후를 전망한다. 기후변화 시나리오 종류는 RCP(Representative Concentration Pathways, 대표농도경로), SRES(Special Report on Emission Scenarios, 배출시나리오에 관한 특별보고서), SSP(Shared Socioeconomic Pathways, 공통사회 경제경로)가 있다.⁹⁾ 본 연구에서는 제주도의 미래기후를 전망하기 위해서 RCP 시나리오를 이용하였다. RCP 시나리오는 최근 온실가스 농도 변화 경향을 반영하고 있으며, 최근 예측 모델에 맞게 업데이트하였다. RCP 시나리오 선정하기 위해서 이산화탄소의 변화를 확인한 결과, 이산화탄소는 연평균 0.6%씩 증가하고 있다. 이러한 추세라면 미래 이산화탄소는 RCP2.6에 해당하는 이산화탄소 420ppm을 초과한다. 따라서 RCP4.5와 RCP8.5의 시나리오를 이용하여 제주의 기후변화를 전망한다.

<표 2-3> RCP시나리오 종류와 의미

종류	의미	CO ₂ 농도 (2100년)
RCP2.6	인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우	420ppm
RCP4.5	온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 경우	540ppm
RCP6.0	온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우	670ppm
RCP8.5	현재 추세(저감없이)로 온실가스가 배출되는 경우	940ppm

자료 : 기상청 기후정보포털(<http://www.climate.go.kr/>)

9) 기상청 기후정보포털 기후변화 시나리오 참조·인용

<표 2-4> 연도별 이산화탄소(CO₂)의 변화

이산화탄소 (ppm)	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
		399.9	402.4	404.6	407.0	409.9	412.2	415.2

자료 : 기상청 기후정보포털(<http://www.climate.go.kr/>)

21세기 전반기 평균기온의 변화는 모든 시나리오에서 유사하지만, 중반기 이후의 온실가스 배출 정도에 따라 기온은 영향을 받는다. 후반기에는 RCP8.5 시나리오에서 +3.8℃ 상승으로 가장 크게 전망된다. 최저기온은 RCP4.5 시나리오에서는 현재(14.4℃) 대비 중반기에 +1.6℃, 후반기에 +2℃ 상승하며, RCP8.5 시나리오에서는 중반기에는 +2℃ 상승하며, 후반기에는 +3.8℃ 상승할 것으로 전망된다. 최고기온은 RCP4.5 시나리오에서 현재 대비 중반기에 +1.6℃, 후반기에 +2℃ 상승하며, RCP8.5 시나리오에서는 중반기에 +2.1℃, 후반기에 +3.9℃ 상승할 것으로 전망된다. 따라서 폭염일수 및 아열대일수와 같은 고온관련 극한지수는 증가하고, 한파, 결빙 및 서리일수와 같은 저온관련극한기후지수는 감소될 것으로 전망된다(박세택, 2018).

<표 2-5> RCP시나리오에 의한 평균기온 전망

기온	2001 ~2010	21세기 전반기 (2021~2040)		21세기 중반기 (2041~2060)		21세기 후반기 (2081~2100)	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
		평균기온 (℃)	14.4	15	15.1	16	16.5
최저기온 (℃)	11	11.5	11.6	12.6	13	13	14.8
최고기온 (℃)	18.1	18.7	18.8	19.7	20.2	20.1	22

자료 : 기상청 기후정보포털(<http://www.climate.go.kr/>)

1.3.2 강수량 전망

<표 2-6>은 RCP4.5, RCP8.5시나리오에서 강수량의 변화를 나타낸다. RCP4.5 시나리오와 RCP8.5 시나리오에서 강수량의 변화는 21세기 전반기와 중반기에는 현재보다 감소하지만, 후반기에 RCP4.5 시나리오에서는 2213.1mm인 반면 RCP8.5 시나리오에서는 2428.2mm로 현재대비 큰 폭으로 증가될 것으로 전망된다.

<표 2-6> RCP시나리오에 의한 강수량 전망

기온	2001 ~2010	21세기 전반기 (2021~2040)		21세기 중반기 (2041~2060)		21세기 후반기 (2081~2100)	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
강수량(mm)	2168.9	2052.3	2106.7	2102.6	2075.9	2213.1	2428.2

자료 : 기상청 기후정보포털(<http://www.climate.go.kr/>)

1.3.3 폭염 및 열대야일수 전망

제주지역의 폭염일수는 RCP4.5 시나리오에서는 현재 대비 21세기 전반기에 +3.2일, 중반기에 +9.2일, 후반기에 +14.0일 증가할 것으로 전망되며, RCP8.5 시나리오에서는 전반기에 +5.6일, 중반기에 +17.9일, 후반기에 +39.6일 증가할 것으로 전망했다. 또한 열대야일수는 RCP4.5 시나리오에서는 현재 대비 전반기에 +6.3일, 중반기에 +20.3일, 후반기에 +29.1일 증가할 것으로 전망된다. RCP8.5 시나리오에서는 전반기에 +10.5일, 중반기에 +31.0일, 후반기에 +56.3일 증가할 것으로 전망된다. 기후변화에 의해 기온이 상승하면서 폭염 및 열대야일수도 지속적으로 증가될 것으로 전망된다.

<표 2-7> RCP시나리오에 의한 폭염 및 열대야일수 전망

기온	2001 ~2010	21세기 전반기 (2021~2040)		21세기 중반기 (2041~2060)		21세기 후반기 (2081~2100)	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
폭염일수	1.7	4.8	7.2	10.8	19.5	15.6	41.2
열대야일수	9.6	15.8	20.0	29.8	40.5	38.6	65.8

자료 : 기상청 기후정보포털(<http://www.climate.go.kr/>)

2. 과수작물의 변화

2.1 제주과수작물의 재배현황

제주에서 재배되는 농산물의 면적¹⁰⁾은 2019년 기준으로 49,317ha이며, 그 중 과수농업은 20,818ha으로 전체 면적에서 42% 차지하고 있다. 이렇듯 제주에서 과수농업은 다른 농업 보다 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것을 알 수 있다. 제주의 주요과수작목인 감귤은 1960년대부터 노지에서 재배하기 시작하였다. 1970년대에 본격적으로 생산 및 재배면적이 확대되기 시작하였고, 이후 1980년대 제주도의 감귤산업은 급격히 성장하며, 제주농가 소득의 50~60%의 비중을 차지하였다. 이에 따라 제주의 농업은 감귤산업의 단일 작물 하나로 집중화되었다. 1980년대 후반 바나나, 파인애플 등 재배되기 시작하였으나, 수입자유화로 인해 많은 농가들이 폐원하면서 재배면적이 급격히 감소했다.

감귤은 1990년대 중반까지 지속적으로 성장하며, 제주농업 조수입의 67%의 비중을 차지하였다. 그러나 1990년대 중반 이후 WIO, FTA 등 체결에 따라서 다양한 나라의 열대과일이 수입됨으로써 제주감귤 생산에도 많은 변화가 나타났다. 2000년대부터 감귤의 재배면적은 점차 감소하였고, 제주농업 60~70%차지하던 감귤의 조수입은 40%까지 감소했다.¹¹⁾ 2019년 현재 감귤의 재배면적은 20,059ha

10) 제주특별자치도, 2020, “2020 농축산식품현황“을 참조

로 1990년대 후반 대비 22%감소했다. 2019년 감귤의 조수입은 8,506억원으로 전년도 9,402억원 대비 9.5% 감소했다. 또한 문영일 외(2017)는 기온상승은 생장과 발육에 영향을 미쳐 품질저하와 수량감소 등의 문제로 인해 제주 지역의 감귤 재배적지와 재배가능지는 점차 감소할 것으로 전망했다.

<표 2-8> 제주 감귤의 재배면적 및 조수입의 변화추이

(단위 : ha,억원)

구 분	1980년	1990년	2000년	2010년	2018년	2019년
재배면적	14,095	19,414	25,796	21,430	20,090	20,059
조수입	545	3,151	3,708	4,706	9,402	8,506

자료 : 제주특별자치도 감귤출하연합회 연도별 감귤유통처리분석 자료집 인용

반면, 제주의 기후가 온대기후에서 아열대기후로 변화하면서 제주에서 재배가능한 과수작목이 다양해짐에 따라 많은 농가들은 감귤을 대체하고자 아열대 과수를 포함한 기타과수¹²⁾의 재배를 늘리고 있다. 2019년 제주의 기타과수 재배면적은 543.5ha로 2014년 494.9ha 대비 10%증가했으며, 조수입은 2019년 533억원으로 전년도 490억원 대비 9% 증가했다. 따라서 감귤의 재배면적은 지속적으로 감소하는 추세이나 기타과수는 지속적으로 증가하는 추세이다.

<표 2-9> 제주의 기타과수 재배면적 및 조수입의 변화추이

(단위 : ha,억원)

구 분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
재배면적	494.9	509.3	516.6	514.4	516.3	543.5
조수입	429	477	476	523	490	532

자료 : 제주특별자치도 감귤출하연합회 연도별 감귤유통처리분석 자료집 인용

11) 헤드라인제주, 2020, “현재 제주농업의 발전과 새로운 위기” 참조·인용

12) 사과, 배, 복숭아, 포도, 감, 자두, 매실, 유자, 무화과, 파인애플, 바나나, 키위, 망고, 용과, 구아바, 아메모야, 아보카도, 왁스애플, 파파야, 패션프루트, 레드베이버리, 체리, 블루베리 등

2.2 제주에서 재배되는 아열대과수 종류와 재배현황

열대과일은 냉해의 저항성이 약해 월 평균 최저기온이 10℃ 이하에서 생육이 어려운 과일로 대표적으로 망고, 파인애플, 바나나, 구아바 등이 있다. 과거 제주에서는 대표적인 아열대과수로 바나나와 파인애플을 재배했다. 재배 초기에는 고소득을 얻는 황금작물이었으나, 수입이 자유화 되면서 가격경쟁력이 떨어져 많은 농가들이 폐원을 하였다. 그러나 최근 제주는 기후변화의 영향과 유네스코 세계자연유산지정, 세계 7대 자연경관 선정과 제주국제자유도시 지정에 따라 국내·외국인에게 다양한 볼거리 및 먹거리 제공과 더불어 WTO, FTA 등에 대응한 경쟁력을 확보하고 안정소득을 얻으려는 의지가 높아 농업인들의 새로운 작목선발의 요구가 증가하고 있다.¹³⁾

이에 따라, 2005~2007년부터 제주도농업기술원 및 농촌진흥청 온난화대응농업연구소에서는 신소득 작물 개발 차원에서 아열대과수에 대한 연구를 시작하였으며, 2008년에는 열대 및 아열대 작물인 망고를 주축으로 용과, 구아바, 아떼모야, 아보카도, 패션후르츠 등을 본격적으로 재배하기 시작하였다. 제주산 애플망고와 바나나는 제주산 브랜드를 구축하여 시장에서 좋은 성과를 올리고 있다. 재배현황을 살펴보면, 2008년의 재배면적은 294.3ha에서 총 4742톤의 아열대과일을 생산하였다. 반면 2019년의 아열대과수 재배면적은 398.6ha이고, 생산량 9671.5톤으로 2008년에 비해 재배면적과 생산량의 증가세를 뚜렷하게 보여준다. 이렇듯 제주는 기후변화 대응하여 아열대작목의 품종 개발 및 생산, 대중화에 앞장서고 있다. 제주는 아열대 작물 산지로 최적의 조건을 갖췄으며, 평균 기온이 높아 아열대 작목 재배 시 가온재배 비용이 타 지역에 비해 낮은 편이다. 또한 일부 작목은 무가온 재배도 가능하여¹⁴⁾ 앞으로 제주에서 아열대작목의 재배는 더욱 확대될 것을 전망된다.

13) 고승찬, 2017, “기후변화와 제주지역 아열대과수 소개”을 인용·참조

14) 인베스트제주, 2021, <제주산업리포트> “제주의 열대 및 아열대 작물 산업”을 참조

<그림 2-7> 제주 아열대과일 재배면적과 생산량(2008~2019년)



자료 : 정보공개청구

1) 키위

키위는 아열대성 낙엽과수로 1974년 우리나라에 도입되어 제주 일부지역에서 재배되기 시작했다(오현정·임상빈, 2017). 1990년대 초반에는 키위의 소득이 높고, 노지에서 재배가 이루어져 재배면적이 급증하였다. 그러나 태풍과 궤양병이 발병하여 폐작하는 농가들도 발생하였으며, 한·칠레 FTA에 따른 폐원 정책으로 2003년에 141ha까지 감소하였다. 이후 2004년 제스프리사가 제주의 기후가 키위 생산의 재배 적지라 판단하여 서귀포시와 생산 협약을 체결하면서 재배면적이 지속적으로 증가하였다(장영진, 2013). 참다래는 제주에서 생산되는 아열대 작물 중에서 가장 많은 생산량을 차지하며, 감귤에 이어 도내 제2과수작목으로 자리 잡고 있다. 또한 최근 기후변화로 인해 겨울철 기온이 상승하면서 농가들의 경영비 부담이 감소하였다. 권오상 외(2016)는 제주도의 평균 영농광열비가 타 지역의 70%수준으로, 2040년까지 제주도의 평균 기온이 2.35도 상승할 경우 영농광열비는 현재의 59.7% 감소할 것으로 전망했다.

<표 2-10> 제주 참다래 재배면적 및 생산량 변화

(단위 : ha,톤, %)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	증감율 ('19/'09)
재배면적	238	260	258	276	280	311	310	309	306	311	330	△38.7
생산량	5,074	6,251	6,362	7,240	8,359	8,588	8,554	8,226	8,498	8,325	8,680	△71.0

자료 : 제주특별자치도 감귤출하연합회 연도별 감귤유통처리분석 자료집 인용

2) 망고

우리나라에서 망고재배는 1993년 제주에서 최초로 재배가 이루어졌으며, 비교적 기후가 따뜻한 서귀포시 지역이 주산지이다(고승찬, 2017). 제주에서 재배되는 애플망고는 ‘어윈(Irwin)’ 품종으로 대만에서 수입되는 망고 품종과 동일하며, 일본 오키나와에서 무가온 하우스 재배에서 결실성이 가장 높은 것을 선발한 것을 도입하여 재배하고 있다.¹⁵⁾ 제주는 아열대 기후로 아열대 작목 재배에 유리한 환경조건을 가지고 있지만 겨울철 냉해를 막기 위해 망고는 가온시설이 필수적이다. 그러나 최근 지구온난화로 인해 기온이 상승하면서 겨울철 난방비 절감효과를 기대할 수 있을 것이다(지성태 외, 2018). 또한 제주에서 재배되는 망고는 수입 망고에 비해 당도가 높아 국내 소비자의 수요도 증가하고 있다. 이에 따라 많은 농가들은 망고에 대한 관심이 급증하면서 재배면적을 지속적으로 늘리고 있다. 2019년 재배면적이 36.3ha으로 2008년 대비 약 2배 증가했으며, 생산량은 28%, 조수입은 43%증가했다.

15) 이양호, 2013, 「망고-농업기술길잡이」, pp. 50~51.

<표 2-11> 제주 망고 재배면적 및 생산량, 조수입의 변화

(단위 : ha, 톤, 백만원, %)

구 분	2008년	2010년	2012년	2014년	2016년	2018년	2019년	증감율 ('19/'08)
면적	18.9	19.8	25.6	23.9	29	33.1	36.3	△92.0
생산량	276	276	241.5	336	357	309.5	352.6	△27.8
조수입	5,399	4,957	4,830	7,060	10,335	6,815	7,740	△43.4

자료 : 제주특별자치도 감귤출하연합회 연도별 감귤유통처리분석 자료집 인용

3) 바나나

제주에서는 1980년대부터 바나나 재배를 시작했다. 바나나 재배 농가의 소득이 늘어남에 따라 면적도 늘어나 1990년에는 440ha까지 증가했다.¹⁶⁾ 그러나 1993년 우루과이라운드(UR) 협상에 따른 수입자유화가 되면서 제주 바나나가 수입 바나나에 가격경쟁력에 떨어지면서 재배하지 않다가 2016년 1.4ha로 다시 재배하기 시작했다. 이후 2017년에는 바나나농가들이 제주바나나영농조합법인, 스위트몽키 농업법인회사를 출범하면서 재배면적이 15ha까지 증가했으며, 2018년에는 14.3ha, 2019년 14.1ha이다. 조수입은 2016년 1억 7천 1백만 원에서 2019년 22억 5천 6백만 원으로 13배 이상 증가했다. 바나나의 안정적인 생산을 위해서는 가온재배가 필수적이다. 제주는 지구온난화로 인해 겨울철 온도가 상승하고, 하우스 보온시스템도 좋아져 과거보다는 경영비 부담이 줄고 있다. 또한 타 과일에 비하여 나무를 심은 후 열매 수확까지 기간이 짧기 때문에 농가들의 관심과 재배가 증가하고 있다. 국내산 바나나는 수입 바나나에 비해 가격경쟁력에서 떨어지지만, 안전한 국내 먹거리를 선호하는 소비자들에게는 큰 인기를 얻으며 기대 작목으로 부상하고 있다(양철준, 2019).

16) 헤드라인제주, 2020, “제주 열대과수 재배의 역사”을 참조

<표 2-12> 제주 바나나 재배면적, 생산량의 변화

(단위 : ha, 톤)

구 분	1990	1997	2007	2010	2017	2019
재배면적	440	0.4	1.6	1.3	15	14.1
생산량	21,770	20	23	21	735	454

자료 : 제주특별자치도 감귤출하연합회 연도별 감귤유통처리분석 자료집 인용

4) 구아바

구아바는 1991년 경기도의 한 농가가 외국에서 묘목을 도입하여 재배하기 시작했다.¹⁷⁾ 제주에서는 2000년부터 서귀포시에서 시작되었으며, 재배초기에는 관상용으로 극히 일부에서 재배되었다. 2000년대 들어서 과일 및 잎에 대한 소비가 늘면서 관상용만 생산하던 농가에서 잎과 과실을 생산하는 농가가 증가하였다 (고승찬, 2017). 또한 다른 지방은 겨울철에 가온이 필요하지만 제주는 기온이 따뜻하여 무가온 재배가 가능하여 타 지역에 비해 난방비 절감효과를 기대할 수 있다.

<표 2-13> 제주 구아바 재배면적, 생산량의 변화

(단위 : ha, 톤)

구 분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
재배면적	3.6	2.8	2.6	2.6	2.6
생산량	2.2	3	1.8	1.8	12.6

자료 : 제주특별자치도 감귤출하연합회 연도별 감귤유통처리분석 자료집 인용

17) 고승찬, 2017, “기후변화와 제주지역 아열대과수 소개” pp. 10~11.

3. 다변화지수

산업 및 시장 집중도(Ratio)를 측정하는 방법은 허쉬만-허핀달지수(HHI), BH 지수(Berry-Herfindahl), 엔트로피지수(Entropy Index)등 다양하다. 본 연구에서는 허쉬만-허핀달지수(HHI)지수를 이용하여 제주지역 과수작목의 다변화 지수를 계측하였다. 유영봉(2019)의 HHI 산출법을 참고하여 농업부문의 재배면적 다변화를 설명하기 위해 기존 HHI의 공식¹⁸⁾을 응용하였다. 허쉬만-허핀달지수(HHI)는 작물 i 의 재배면적이 전체 재배면적에 차지하는 비율을 가중하여 산출하며, 식(2.1)과 같다.

$$HHI = \sum_i (CA_i / CA)^2 \quad \text{식(2.1)}$$

여기서 CA_i 는 i 작목의 재배면적의 비중을 나타내며 CA 는 제주지역 과수작목의 전체 재배면적 비중을 나타낸다. 본 연구에서는 품목별 재배면적을 이용하여 지수를 도출하며, 허쉬만-허핀달지수는 작목의 재배면적을 비율을 통해 도출되므로 재배면적의 집중도를 반영한다. 집중도 지수인 허핀달-허쉬맨 지수는 유영봉(2019)과 같이 반대방향으로 해석할 수 있도록 1에서 HHI를 차감하여 다변화지수를 도출하였다.

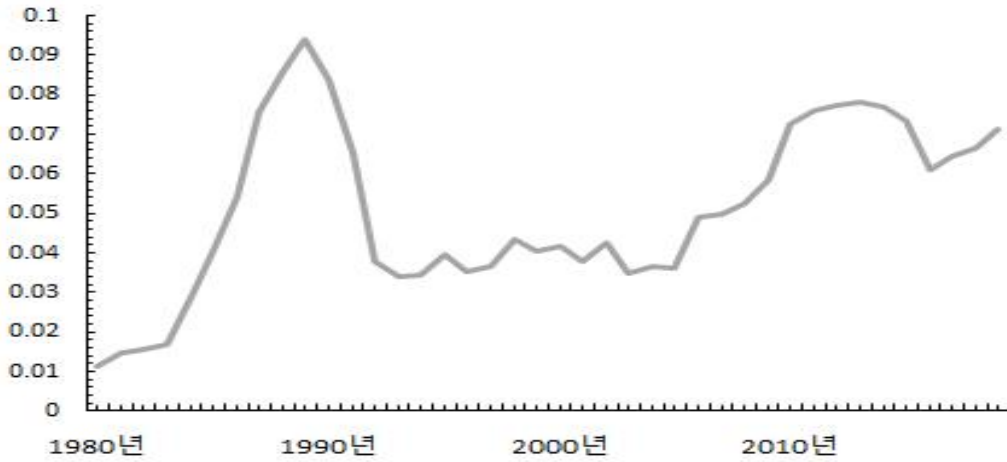
$$DI_t = (1 - HHI_t) \quad \text{식(2.2)}$$

(DI_t : t연도 과수작물 재배면적 다변화지수, HHI_t : t연도 과수작물 재배면적 기준 허핀달-허쉬맨지수)

다변화지수는 0에서 1까지의 범위이며, 농업생산이 다변화될수록 지수는 1에 가깝고 농업생산이 전문화될수록 0에 가까운 값을 나타나게 된다.

18) $HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2$

<그림 2-8> 과수작목 다변화지수(1980~2019년)



주) 재배면적의 다변화지수는 26개 품목에 대해 총 재배면적에 대한 비중으로부터 HHI를 산출하고, 1-HHI를 도출함.

도출된 다변화지수의 추이를 살펴보면, 1990년대 초반까지는 다변화가 진행되다가 1990년대 후반에 수입자유화로 인해 집중화가 되고, 최근 다시 다변화가 확대되고 있다. 1980년대 후반에서 1990년 초반까지는 다변화지수가 가장 크게 상승하는 것으로 나타났는데, 이는 제주도에서 바나나와 파인애플의 재배면적이 과수작목의 재배면적에서 많은 부분을 차지하였기 때문이다. 그러나 1992년 수입자유화로 인해 많은 바나나와 파인애플 농가들은 폐원을 하면서 급격히 감소함에 따라 다변화지수도 급격히 하락한 것으로 나타났다. 이후 2000년대 들어서면서 기후변화로 인해 제주지역이 아열대기후로 변화하고, 소비자들의 열대과일에 대한 관심도 증가하면서 망고, 용과, 바나나, 키위 등 많은 열대과수가 재배되기 시작하여 다변화지수가 지속적으로 상승하는 것으로 판단된다.

Ⅲ. 분석모형 및 결과

1.1 분석자료 및 변수설정

본 연구에서는 기후변화에 따른 제주지역 과수작목 재배면적의 변화를 분석하기 위해 분석 자료를 다음과 같이 구축하였다. 24개 과수작목의 재배면적과 제주지역의 시설과수재배면적은 국가통계포털(Korean Statistical Information System; KOSIS)과 제주특별자치도 감귤진흥과에서 수집하였으며, 1980년부터 2019년까지의 연별자료를 사용하였다. 또한 과수작물 재배면적 비중을 가중치로 재배면적의 연도별 허핀달-허쉬맨 지수(HHI)를 산출하고, 이를 이용하여 다변화 지수를 도출하였다. 기후자료는 기상청의 국가기후데이터센터(National Climate Service System; NCDSS)에서 수집한 자료를 이용하였으며, 제주도 북부해안에 위치한 제주지점, 남부해안에 위치한 서귀포지점, 동부해안에 위치한 성산지점, 서부해안에 위치한 고산지점의 연별자료를 사용하였다. 다만, 서부해안의 위치한 고산지점은 관측기간이 1988년부터 시작하여 1980년부터 1987년까지는 고산지점을 제외하여 분석하였다. 열대과일 수입량은 한국무역통계에서 발표되는 연별 자료를 사용하였으며, 제주도 1인당 GRDP는 제주특별자치도의 자료를 이용하였다.

본 연구에서 사용한 종속변수는 제주의 과수재배면적을 기준으로 한 다변화지수이다. 또한 사용된 독립변수들은 김종숙·강성구(2015)에 기반하고 있으며, 독립변수로는 기후변화변수와 사회·경제적 변수를 사용하였다. 김종숙·강성구(2015)는 농가들이 온도상승, 가뭄과 폭우, 겨울이 짧아지고 눈이 별로 오지 않는 등 이러한 현상에 대해서 기후변화에 대한 인식이 높아지고 있다고 제시했다. 이러한 점을 고려하여 기후변화 변수로는 연도별 평균기온, 최저기온, 최고기온, 일교차, 열대야일수, 강수량을 기후변화 변수로 설정하였다. 또한 기후변화에 따른 농가들의 대응으로 노지재배에서 시설재배로 빠르게 전환하는 것으로 분석하였다. 따라서 제주의 시설과수재배면적을 포함한다. 제주도 1인당 지역내 총생산은 나

타내는 GRDP는 열대과일이 고소득 작물이기 때문에 열대과일의 재배가 늘어남에 따라 GRDP도 상승하여 다변화지수에 영향을 줄 것이라 판단하여 포함한다. 수입과일이 늘어남에 따라 소비자들의 관심도 증가하여 많은 과수농가들이 이에 반응하여 제주 열대과수 재배면적에 영향을 미칠 것이라 판단하여 수입량을 포함한다. 농민들의 재배면적과 작목선택의 결정은 몇 년에 걸친 환경변화에 반응한 의사결정에 따라 이뤄지기 때문에 모든 설명변수들은 직전 3개년 평균값을 계산하여 도출하였다. 1993년 수입자유화가 되기 전 제주에서는 감귤과 바나나는 최고의 소득작물이었다. 그러나 수입자유화로 인해 바나나와 파인애플의 수입이 급증하면서 제주의 바나나와 파인애플 재배농가가 대부분이 폐원하면서 재배면적이 급격히 감소하였다. 따라서 수입자유화가 되기 전 1988년부터 1990년까지의 3년을 더미변수로 활용하여 계측하였다. 다음 <표 3-1>은 분석에 이용된 변수이며, <표 3-2>는 주요 변수의 기초통계량이다.

<표 3-1> 분석에 이용된 변수 설명

구분	변수	변수설명
종속변수	DI_t	$t_{(-1,-2,-3)}$ 기의 다변화지수
설명변수	$CLIMATE_{3MA}$	$t_{(-1,-2,-3)}$ 기의 기후변화변수
	$FACTORY_{3MA}$	$t_{(-1,-2,-3)}$ 기의 시설과수재배면적
	$GRDP_{3MA}$	$t_{(-1,-2,-3)}$ 기의 제주도 1인당 GRDP
	$IMPORT_{3MA}$	$t_{(-1,-2,-3)}$ 기의 열대과일 수입량
	$SPIKE$	1988-1990년 더미변수

주) $t_{(-1,-2,-3)}$ 는 직전 3개년 이동평균(3MA)를 의미

<표 3-2> 사용된 변수의 기초통계량

구 분	평균	표준편차	최솟값	최대값
다변화지수	0.0512	0.0215	0.0114	0.0939
평균기온(℃)	15.9	0.5	14.8	16.8
최저기온(℃)	-2.5	1.5	-6.3	0.9
최고기온(℃)	33.5	0.9	31.2	35.6
일교차(℃)	36.0	1.9	32.4	40.8
열대야일수(일)	18.1	8.8	1.4	35.6
강수량(mm)	6,393	1,466	3,279	9,699
수입량(톤)	303,129	165,797	13,204	578,412
시설과수재배면적 (ha)	2,742	1,698	40	5,551
1인당 GRDP (천원)	12,744	9,851	811	31,470

1.2 분석방법¹⁹⁾

1.2.1 다중선형회귀분석(Multivariate Linear Regression; MLR)

본 연구에서 사용된 다중선형회귀분석은 2개 이상의 독립변수와 한 개의 종속 변수와의 관계를 분석하는 방법으로 통계적인 기법으로 종속변수에 미치는 독립 변수에 미치는 영향정도를 통계적으로 유의미한지 밝혀줄 뿐만 아니라 선형관계를 나타내는 선형함수식을 설정하여 결과 값을 예측하는데 활용이 가능하다. 다중회귀분석의 모형은 종속변수 Y 와 독립변수의 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ 사이의 관계를 설명하기 위해 사용된다. 분석에 사용된 다중회귀분석은 일반적으로 다음 식(1.1)과 같이 나타낸다.

19) 본 절은 강기훈(2010)을 참조·인용

$$DI_t = \beta_0 + \beta_1 CLIMATE_t + \beta_2 FACTORY_t + \beta_3 GRDP_t + \beta_4 IMPORT_t + \beta_5 SPIKE_t + \epsilon_t \quad \text{식(1.1)}$$

다중회귀모형에서의 회귀계수는 다음과 같은 의미를 가진다. 먼저 상수항은 독립변수의 값이 0일 경우 종속변수의 기댓값을 나타낸다. 독립변수와 종속변수의 관계를 나타내는 회귀계수 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ 를 부분회귀계수라고 한다.

회귀분석에서 다중공선성(Multicollinearity)은 변수가 많으면 실제로 변수사이에 상관관계가 없어도 상관관계가 높게 나타나며, 회귀계수의 부호가 바뀌거나 회귀계수가 0에 가까운 값을 나타내 의미 없는 변수로 보일 수 있다. 또한 기후변화가 장기적으로 나타나는 현상이기 때문에 본 연구에서 변수들의 직전 3개년 평균값을 이용하여 추정하였다. 시차변수를 독립변수로 포함시키면 자유도(Degrees Of Freedom)가 낮아짐에 따라 추정의 효율성(Efficiency)이 저하되어 결과적으로 통계적으로 유의한 변수도 유의하지 않은 변수로 나타날 수 있다. 이러한 문제를 고려하여 각각의 기후변화변수를 사용하여 분석하였으며, 어떠한 기후변화변수가 다변화에 더 영향을 미치는지 분석하였다.

1.2.2 회귀모형의 검정

1.2.2.1 자기상관 검정

자기상관이 존재함에도 불구하고 OLS로 추정하면 불편추정량을 얻을 수 있지만, 효율추정량은 아니기 때문에 정확한 통계적인 추론이 어렵다. 시계열 분석에서 자기상관 여부를 판단하는 방법으로는 그래프 분석(Residual Plotting)과 Durbin-Watson 검정방법, LM(Lagrange Multiplier) 검정방법 등이 있다. 본 연구에서는 LM 검정방법을 사용하여 자기상관 여부를 확인했다. LM 검정방법은 회귀식을 추정한 후, 추정식의 잔차항을 종속변수로 설정하고, 원 추정식의 설명

변수와 잔차항의 p 기 전까지의 과거항을 독립변수로 하여 회귀식을 추정한다. 이후 잔차항의 과거항의 유의성 여부를 확인한다. 검정결과는 다음 <표 3-3>와 같다.

<표 3-3> 자기상관 검정결과

구 분	lag(1)	lag(2)
모형1 ²⁰⁾	0.0000	0.0000
모형2 ²¹⁾	0.0003	0.0008
모형3 ²²⁾	0.0000	0.0000
모형4 ²³⁾	0.0000	0.0001
모형5 ²⁴⁾	0.0002	0.0010
모형6 ²⁵⁾	0.0000	0.0000

모든 모형에서 5% 유의수준에서 귀무가설 $H_0 : \rho = 0$ 을 채택하기 때문에 자기상관이 존재하지 않는다고 할 수 있다.

1.2.3.2 이분산 검정

다중회귀모형에서 기본적인 가정들이 모두 충족한 경우 추정치는 BLUE(Best Linear Unbiased Estimator)의 특성, 불편성(Unbiasedness), 선형성(Linearity), 일치성(Consistency) 그리고 효율성(Efficiency)을 모두 갖게 된다. 하지만 이분산이 발생 할 경우 최소승차추정치는 불편성과 일치성은 유지하나 추정량의 분산이 커져 최소분산을 갖는 효율성을 갖지 못해 BLUE가 되지 못한다. 그렇기 때문에 이분산의 존재여부를 확인해야한다. 이러한 점을 고려한 이분산 검정방법은 White 검정방법, Goldfeld-quant 검정방법, Glejser 검정방법 등 여러 가지 방법

20) 다변화지수=f(평균기온, 시설과수재배면적, 1인당 GRDP, 수입량, 더미변수)
 21) 다변화지수=f(최저기온, 시설과수재배면적, 1인당 GRDP, 수입량, 더미변수)
 22) 다변화지수=f(최고기온, 시설과수재배면적, 1인당 GRDP, 수입량, 더미변수)
 23) 다변화지수=f(일교차, 시설과수재배면적, 1인당 GRDP, 수입량, 더미변수)
 24) 다변화지수=f(강수량, 시설과수재배면적, 1인당 GRDP, 수입량, 더미변수)
 25) 다변화지수=f(열대야일수, 시설과수재배면적, 1인당 GRDP, 수입량, 더미변수)

이 있다. 본 연구에서는 White 검정방법을 통해 이분산의 존재 여부를 확인하였다. White 검정은 다음과 같은 순서로 한다.

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \mu_i \quad \text{식(2.1)}$$

먼저, 식(2.1)의 모형을 추정한 후 다음의 식(2.2)과 같이 잔차를 구한다.

$$\hat{\mu}_i = Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_{2i} - \hat{\beta}_3 X_{3i} \quad \text{식(2.2)}$$

다음으로 잔차의 제곱을 이용하여 식(2.3)의 회귀모형을 추정하는데 이를 보조회귀식(auxiliary regression)이라고 한다.

$$\hat{\mu}_i^2 = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{3i} + \alpha_4 X_{2i}^2 + \alpha_5 X_{3i}^2 + \alpha_6 X_{2i} X_{3i} + v_i \quad \text{식(2.3)}$$

식(2.4)의 보조회귀식에서 검정하고자 하는 귀무가설은 $H_0 = \alpha_2 = \dots = \alpha_6 = 0$ 즉, 이분산이 없다는 것을 의미하며, 귀무가설 하에서 다음의 LM 검정통계량과 그 분포를 구할 수 있다.

$$LM = nR^2 \sim X_q^2 \quad \text{식(2.4)}$$

단, n은 관측치의 수 R^2 는 보조회귀식에서의 결정계수이며, X^2 -분포의 자유도는 q 즉, 제약식의 수이다. Eviews로 도출된 결과는 <표 3-4>과 같이 나타난다.

<표 3-4>White 검정결과

구 분	평균기온	최고기온	최저기온	일교차	강수량	열대야일수
obs- R^2	29.09604	19.97251	25.61527	25.73621	30.59406	23.24543
P-값	0.0337	0.0346	0.0113	0.011	0.0447	0.005

여기서 $obs-R^2$ 은 $LM=nR^2$ 값이며, 모든 변수의 p-값이 5% 유의수준에서 “이분산이 없다” 라는 귀무가설을 기각하여 이분산이 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 WLS(Weighted Least Square)의 추정방법을 이용하여 추정결과를 도출하였다. WLS방법은 관찰 값 별로 정해진 가중요소(Weighting Factor)를 주어 선형 회귀를 한다는 점이 OLS(Ordinary Least Squares)와 다른 점이다. WLS 방식에서는 정확하게 회귀해야 하는 값에 더 큰 가중요소를 부여하여 선형회귀를 하게 된다. 특정 시점의 값이 유사하게 관찰되어 관찰 값 분산이 가장 작을 경우 그 시점에서 가장 큰 가중요소를 부여하여 잔차 제곱의 합을 최소화할 때 해당 관찰 값의 잔차를 줄이는 것이 보다 영향력을 갖도록 하는 방식이다(임동석 외, 2020).

1.3 분석결과

기후변화가 다변화지수에 미치는 영향을 분석한 결과, 일교차와 열대야일수는 5% 유의수준 하에서 제주 과수농업 다변화지수에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 추정되었다. 이는 지구온난화로 인한 기후변화에 따라 평균기온, 최고기온, 최저기온은 우상향하고 있는 추세이지만 열대야일수와 일교차, 강수량에 비해 상승세가 비교적 완만한 추세이기 때문에 다변화지수에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 판단된다. 제주의 평균온도는 제주과수농업에 대부분을 차지하고 있는 감

과일의 최적 성장 온도 범위 내에 있기 때문에 감귤생산에 집중되어 다변화지수에 미치는 영향의 유의성이 낮다고 추측된다. 기후변화로 인해 열대야일수가 증가하고 최고기온과 최저기온의 온도 차가 감소하게 되면 고온으로 인해 농작물의 수확량 감소, 생리장해, 과실 품질 저하 등 온대과수의 피해가 증가한다. 그러나 높은 온도에서 생육하는 아열대과수는 낮과 밤의 온도차가 줄어들수록 시설에서의 최저온도로 재배가 가능하기 때문에 다변화지수에 유의미한 영향을 미치는 것으로 판단한다. 또한 이 같은 결과는 열대야일수와 같은 극한기후지수에 농가들이 반응하여 과수농업을 다변화한다는 것을 의미한다. 반면 강수량은 10% 유의수준 하 다변화지수에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 도출되었다. 이는 김창길 외(2014)의 강수량의 변화는 농작물 재배에 부정적인 영향을 미친다는 결과와 유사하다. 열대과일은 시설에서 재배되지만 농가는 강수량의 증가로 인한 침수피해를 우려하지 않을 수 없다. 또한 정준호·조창현(2013)의 연구에서 강수량은 습도를 높여 각종 병충해 발생 환경을 조성하여 농작물의 품질저하와 수량감소를 시키는 원인이 된다는 추정결과와 유사하다. 즉, 강수량이 증가할수록 농가는 침수피해와 병충해 피해 등으로 다변화지수를 감소시키는 것으로 판단된다.

시설과수재배면적은 <표 3-10>에서는 1% 유의수준 하에서 다변화지수에 유의미한 영향을 미치며, <표 3-5>, <표 3-6>, <표 3-7>, <표 3-9>에서는 5% 유의수준 하에 다변화지수에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 김종숙 외(2015)은 제주지역의 감귤농가는 기후변화에 대응하기 위해 노지과원을 시설로 전환한다는 분석결과와도 맥을 같이하고 있다. 즉, 시설과수재배면적이 증가할수록 다변화지수도 증가한다는 것을 의미한다.

수입량은 대부분의 모형에서 다변화지수에 유의미한 영향을 미치는 않았으나, 음(-)의 영향을 주는 것으로 추정되었다. 소비자의 선호도 상승과 수입선 다변화로 열대과일 수입량은 지속적으로 증가하는 추세이다(지성태·유주영, 2017). 그러나 수입자유화로 인해 국내 열대과일은 수입과일 대비 가격경쟁력이 떨어지기 때문에 작목을 전환하는데 있어서 농가는 수입과일과의 가격경쟁력 측면에서 위험부담이 존재할 것이라 판단되어 다변화지수를 감소시키는 것으로 분석된다.

1인당 GRDP는 <표 3-7>, <표 3-8>에서 1% 유의수준 하에 다변화지수에 영향을 미치며, <표 3-5>, <표 3-9>, <표 3-10>는 5% 유의수준 하에 영향을 미

치는 것으로 나타났다. 국민소득 증가로 열대과일의 수입량이 증가하였고, 열대 과수의 재배면적도 증가하고 있다(임찬규 외, 2014). 전술한 바와 같이 1인당 GRDP가 증가할수록 과수재배면적에도 영향을 미치며 다변화지수를 증가시키는 것으로 판단된다.

<표 3-5> 평균기온이 다변화지수에 주는 영향 분석결과

기후변화 설명변수	기타 설명변수				
	시설과수 재배면적	1인당 GRDP	수입량	더미변수 (1988~1990=1)	상수항
-0.7413 [-0.334931]	0.0192** [2.558211]	0.0115** [2.798004]	-0.0946 [-1.759188]	0.0000 [14.84025]	0.5245 [0.648346]

주1) 종속변수는 다변화지수이며, []값은 t통계량을 나타냄

주2) * P<0.1, ** P<0.05, *** P<0.01

주3) $R^2=0.890$

<표 3-6> 최고기온이 다변화지수에 주는 영향 분석결과

기후변화 설명변수	기타 설명변수				
	시설과수 재배면적	1인당 GRDP	수입량	더미변수 (1988~1990=1)	상수항
0.3919 [0.876172]	0.0153** [2.666334]	0.06670* [1.945528]	-0.1921 [-1.352332]	0.0000 [24.66771]	0.0837 [1.825342]

주1) 종속변수는 다변화지수이며, []값은 t통계량을 나타냄

주2) * P<0.1, ** P<0.05, *** P<0.01

주3) $R^2=0.902$

<표 3-7> 최저기온이 다변화지수에 주는 영향 분석결과

기후변화 설명변수	기타 설명변수				
	시설과수 재배면적	1인당 GRDP	수입량	더미변수 (1988~1990=1)	상수항
최저기온					
0.1515 [1.494328]	0.0377** [2.233755]	0.0020*** [3.570337]	-0.1742 [-1.411844]	0.0000 [15.71201]	0.0000 [6.287884]

주1) 종속변수는 다변화지수이며, []값은 t통계량을 나타냄

주2) * P<0.1, ** P<0.05, *** P<0.01

주3) $R^2=0.893$

<표 3-8> 일교차가 다변화지수에 주는 영향 분석결과

기후변화 설명변수	기타 설명변수				
	시설과수 재배면적	1인당 GRDP	수입량	더미변수 (1988~1990=1)	상수항
일교차					
0.0495** [2.097704]	0.0892* [1.791117]	0.0038*** [3.297934]	-0.5421 [-0.620869]	0.0000 [12.82653]	-0.1680 [-1.433278]

주1) 종속변수는 다변화지수이며, []값은 t통계량을 나타냄

주2) * P<0.1, ** P<0.05, *** P<0.01

주3) $R^2=0.913$

<표 3-9> 강수량이 다변화지수에 주는 영향 분석결과

기후변화 설명변수	기타 설명변수				
	시설과수 재배면적	1인당 GRDP	수입량	더미변수 (1988~1990=1)	상수항
강수량					
-0.08020* [-1.848505]	0.0183** [2.580368]	0.0486** [2.107392]	-0.0584* [-2.014331]	0.2797 [1.112691]	0.0040 [3.277887]

주1) 종속변수는 다변화지수이며, []값은 t통계량을 나타냄

주2) * P<0.1, ** P<0.05, *** P<0.01

주3) $R^2=0.735$

<표 3-10> 열대야일수가 다변화지수에 주는 영향 분석결과

기후변화 설명변수	기타 설명변수				
	시설과수 재배면적	1인당 GRDP	수입량	더미변수 (1988~1990=1)	상수항
0.0367** [2.247875]	0.0039*** [3.280017]	0.0349** [2.271330]	-0.0900* [-1.786487]	0.0000 [18.47283]	0.0121 [2.774387]

주1) 종속변수는 다변화지수이며, []값은 t통계량을 나타냄

주2) * P<0.1, ** P<0.05, *** P<0.0

주3) $R^2=0.913$

IV. 요약 및 시사점

제주는 기후변화가 진행되어 온대기후에서 아열대기후로 전환되었다. 이러한 기후변화의 영향으로 제주에서는 망고, 바나나, 키위, 용과 등 다양한 종류의 열대과일 재배가 가능해지면서 많은 농가들은 기후변화에 적응하기 위하여 열대과일의 재배면적을 지속적으로 확대했다. 또한 동남아 등으로의 해외여행이 증가하면서 열대과일에 대한 관심이 증대되어 국내 열대과일의 소비에도 많은 영향을 미쳤다. 이에 따라 본 논문에서는 기후변화와 제주 과수농업 변화와의 관계를 분석하였다. 이를 분석하기 위해서 제주 과수농업의 재배면적을 기준으로 다변화지수를 도출하였다. 도출한 다변화지수를 이용하여 시계열 분석기법 중 하나인 다중회귀모형을 통하여 분석하였다. 회귀모형의 검증으로는 자기상관 검정, 이분산 검정을 하였다. 자기상관 검정 결과, 모든 모형에서 5% 유의수준 하에서 자기상관이 없는 것으로 나타났다. 또한 White 검정방법을 통하여 이분산의 존재여부를 검토하였다. 검토한 결과, 이분산이 있는 것으로 나타나 WLS 다중회귀분석을 이용하여 추정결과를 도출하였으며, 추정결과는 다음과 같다.

첫째, 평균기온, 최저기온, 최고기온은 다변화지수에 유의한 영향을 미치지 못하였다. 그러나 열대야일수, 일교차는 양(+)의 영향을, 강수량은 음(-)의 영향을 통계적으로 유의하게 미치는 것으로 분석되었다. 온도는 장기간에 걸쳐서 변화하기 때문에 단기간에 작목을 전환하는데 어려움이 있다고 판단된다. 그러나 기후변화는 지속될 것으로 전망되어 농가들은 이에 대해서 대비를 해야 할 것이다.

둘째, 모든 모형에서 시설과수재배면적은 다변화지수에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 열대과일은 시설재배가 필수적이기 때문에 시설과수재배면적의 증가는 농가들이 작목을 전환할 때 시설투자비에 대한 부담이 줄어들기 때문에 다변화지수에 유의한 영향을 미치는 것으로 분석된다.

셋째, 수입량의 경우 예상과 다르게 대부분의 모형에서 다변화지수에 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 이는 과거 1990년대 수입자유화로 인해 수입과일의 가격경쟁력에 밀려서 제주에서 많은 바나나, 파인애플 농가들이 폐원한 경험이 있기 때문에 열대과수로 작목을 전환하는데 어려움이 있을 것이다.

넷째, 1인당 GRDP가 증가할수록 다변화지수에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 소득이 증가할수록 열대과수에 대한 관심이 높아지는 것으로 설명할 수 있다. 또한 최근 들어 친환경농산물을 요구하는 소비자들이 늘어나고 있어 수입과일에 비해 안전성과 신선도가 높은 국내 열대과일을 찾는 소비층도 증가하고 있다. 따라서 국내 열대과일에 대한 관심과 소비선호도가 높아지면서 국내 열대과일 시장은 더욱 확대 될 것으로 예상된다.

한편, 최근 열대과일에 대한 관심과 수요가 늘면서 고소득작물로 인식되어 재배면적이 증가되는 추세이다. 기후변화에 따라 평균기온이 상승하고 있지만 아직까지 열대과일은 가온시설 재배에 의지해야 하는 실정이다. 시설투자비와 유지관리비 등 재정적인 문제에 큰 부담이 있다. 또한 열대과일의 재배기술에 대한 정보가 미흡하여 농가들의 어려움이 있을 것이라 예상된다. 따라서 작목선발에 있어서 노지나 무가온 하우스에서 재배가 가능한 작목에 대한 개발이 필요할 것이다. 만약 가온재배가 필요한 작목의 경우 최소 가온으로 생육이 가능한 온도를 구하여 제주의 재배환경에 맞는 재배기술을 개발하여 병해충으로 인한 농가 피해와 자연재해와 같은 위험을 최소화하기 위한 안전장치를 마련해야 할 것이다. 평균기온이 증가하였지만 겨울철 폭설과 같은 이상기후로 인해 다양한 위험이 존재한다. 그렇기 때문에 농작물재해보험에 열대과일을 가입 대상품목을 확대시켜 재해 피해에 대한 농가부담이 감소하도록 보상이 이루어져야 할 것이다. 또한 RCEP, FTA 등 체결에 따른 관세율 인하로 수입과일이 증가할 경우 국내 열대과일의 가격하락에 따른 국내 열대과일 농가들의 피해를 대비하여 수입과일과의 가격경쟁력보다는 품질에서 차별화를 통해 소비자의 인식을 제고할 필요가 있다.

참 고 문 헌

1. 기상청, 2018, “한반도 기후변화 전망분석서”, pp.10.
2. 기상청, 2012, “전지구 기후변화 보고서 2012”, pp. 95.
3. 강기춘, 2010, “계량경제학 이론과 실습”, 도서출판온누리.
4. 고승찬, 2017, “기후변화와 제주지역 아열대과수 소개”, 제주농업기술원.
5. 강혜정, 2005, “농가특징이 농업생산 다각화에 미치는 영향 - 농가단위패널 자료 분석-”, 『농업경영·정책연구』 제32권 제3호, pp.495~507.
6. 강혜정, 2013, “복합영농의 범위 경제성 및 생산효율성 분석”, 『농촌경제』 제35 권 제4호, pp.73~92
7. 김남욱·이정환·조구희·김상훈, 2020, “한국 기후변화 평가보고서 2020 - 기후변화 과학적 근거-”, 기상청.
8. 김상호, 2018, “농가의 농업생산 다각화 결정요인 분석”, 서울대학교 대학원 석사논문.
9. 김승현, 2018, “제주지역 기후특성 및 기후변화 경향 조사·분석”, 제주지방기상청.
10. 김종숙·강성구, 2015, “제주지역의 기후변화에 따른 농가의 작목전환 실태 - 한농대 졸업생 감귤 농가를 중심으로-”. 『현장농수산연구지』 제 17권 제1호, pp.163~179.
11. 김창길·박현태·이상민·주현정·권오상·로버트멘델존, 2008, “기후변화에 따른 농업부문 영향분석”, 한국농촌경제연구원.
12. 김창길·이상민, 2009, “기후변화가 농업부문에 미치는 경제적 영향 분석”, 한국농촌경제연구원.
13. 김창길·정학균·이상민·김종진·문동현·이문수·김한용·고종한·이우균·김문일·정명생·김봉태·김정선·정진욱·이영섭·박주현, 2014, “농림수산물 기후변화 영향 분석 및 영향 평가 모델”, 한국농촌경제연구원.
14. 김창환·김성록·김소윤, 2016, “선형계획법에 의한 복합영농의 최적화 방안”, 『농촌지도와 개발』 제23권 제2호, pp.123~133.
15. 광태식·기정훈·김영은·전해민·김시진, 2008, “지구 온난화에 따른 국내 과수작

- 물 재배지 변화에 대한 GIS 예측모형 연구 -여섯 가지 열대 및 아열대 과수를 중심으로-, 『한국공간정보시스템학회 논문지』, 제10권 제3호, pp.93~106.
16. 권오상·강혜정·정학균·김창길, 2016, “PMP 최적화 모형을 이용한 기후변화 대응 작물전환 분석”, 『농촌경제』 제39권 제2호.
 17. 문영일·강석범·이혜진·최영훈·손인창·이동훈·김성기·안문일, 2017, “RCP 8.5 기후변화 시나리오에 근거한 온주밀감과 ‘부지화’의 잠재적 재배지 변화에 측”, 『한국농림기상학회지』 제19권 제4호, pp.215~222.
 18. 박미성·이미숙·박한울, 2017, “과일 소비트렌드 변화와 과일산업 대응방안”, 한국농촌경제연구원.
 19. 박세택, 2018, “기후변화 시나리오를 이용한 특화 농작물의 지리적 변화와 농업정책 지원에 관한 연구”, 강원지방기상청 예보과.
 20. 박원배, 2017, “제주지역의 가뭄 발생 특성과 중장기 대응방안”, 제주연구원.
 21. 양철준, 2019, “제주산 바나나 새롭게 부각되는 이유와 재배동향”, 제주특별자치도.
 22. 이승호·허인혜·이경미·김선영·이윤선·권원태, 2008, “기후변화가 농업생태에 미치는 영향 - 나주지역을 사례로-”, 『대한지리학회지』 제43권 제1호, pp.20~35.
 23. 이양호, 2013, “망고-농업기술길잡이”, 농촌진흥청 pp. 50~51.
 24. 이용선·신유선·박지원·김성용, 2014, “과일수입확대에 따른 소비행태 변화분석”, 한국농촌경제연구원.
 25. 이윤선·이승호, 2008, “기후변화가 벼의 생산량에 미치는 영향”, 『국토지리학회지』 제42권 제3호, pp.405~416.
 26. 인베스트제주, 2021, <제주산업리포트>“제주의 열대 및 아열대 작물 산업”, 제주특별자치도 투자유치과.
 27. 임찬규·전승중·김성철·송은영·김천환, 2014, “다공질필름 피복이 망고 과실 품질에 미치는 영향”, 『한국국제농업개발학회』 제26권 제4호, pp.556~560.
 28. 이철희, 2015, “농업환경변화에 따른 쌀 재배농가 경영다각화 방안 연구”, 농촌진흥청.

29. 임동석·이소진·배수현·전상일·홍태곤·한승훈·김정렬·배균섭·한성필, 2020, “계량약리학 워크샵 - 초급과정”, 가톨릭대학교 계량약리학연구소.
30. 임철희, 2013, “기후변화에 대응한 제주농업의 기회와 도전”, 제주발전연구원 제17호, pp.23~48.
31. 오현정·임상빈, 2017, “효모 종류에 따른 참다래 와인의 발효 및 숙성 중 품질 변화”, 『한국식품영양과학회지』 pp481~489.
32. 유영봉, 2019, “한국 농업의 산출물 구성과 경종생산 정체: 도별 패널 데이터 실증분석”, 『농업경제연구』 제60권 제4호, pp.73~88.
33. 장영진, 2013, “계약생산과 초국적 농식품 체계 : 제주도 제스프리 골드키위 농업을 사례로”, 『한국경제지리학회지』 제16권 제4호, pp585~589.
34. 지성태·염정완·유주영, 2018, “FTA시대 국내 열대과일 재배의 타당성 연구 : 망고를 중심으로”, 한국농촌경제연구원, 제19권 제6호, pp.252~263.
35. 지성태·유주영, 2017, “과일 수입구조 변화와 시사점”, 한국농촌경제연구원.
36. 정세호, 2018, “신비로운 제주의 돌이야기”, 제주특별자치도 민속자연사박물관, pp.11.
37. 정준호·조창현, 2013, “극한기후 변수가 농업에 미친 영향에 대한 리카디언 분석”, 『기후연구』 제8권 제2호, pp.153~167.
38. 정확균·김창길·이문수, 2008, “국내산 망고의 소비의향 요인 분석”, 『농업경영·정책연구』 제41권 제2호, pp.271~292.
39. 제주지방기상청, 2011, “제주지역기후변화보고서”, pp,12~51.
40. 제주지방기상청, 2019, “제주도 기후변화 특성 분석집”, pp,1~9.
41. 제주지방기상청, 2020, “제주도 기후변화 특성 분석집”, pp,9~11.
42. 제주특별자치도, 2020, “2020 농축산식품 현황”, 제주특별자치도 친환경농업정책과.

[홈페이지 자료 및 언론 인용자료]

1. 기상청 기상자료개방포털, <https://data.kma.go.kr/>
2. 기상청 기후정보포털, <http://www.climate.go.kr/>
3. 통계청 국가통계포털 홈페이지, <http://kosis.kr/>

4. 제주특별자치도 감귤출하연합회, <http://www.citrus.or.kr/>
5. 한국무역협회, <http://www.kita.net/>
6. 헤드라인제주, 2020, “현대 제주농업의 발전과 새로운 위기”.
<http://www.headlinejeju.co.kr/news/articleView.html?idxno=406410>
7. 헤드라인제주, 2020, “제주 열대과수 재배의 역사”.
<http://www.headlinejeju.co.kr/news/articleView.html?idxno=416392>

부 록

1. 기후데이터

지점명	연도	평균기온(℃)	평균최저기온(℃)	평균최고기온(℃)	아열대일수	최고-최저(℃)
성산	1980년	14.4	-4.8	31.1	7	26.3
	1981년	14.8	-5.7	33.6	23	27.9
	1982년	15.2	-2.7	33.1	8	30.4
	1983년	15.3	-6.1	35.5	17	29.4
	1984년	14.8	-4.3	33.3	24	29
	1985년	15.3	-3.5	32.7	18	29.2
	1986년	14.6	-4.6	32.9	8	28.3
	1987년	15.3	-4.2	32.3	9	28.1
	1988년	15.3	-5.3	32.9	12	27.6
	1989년	15.5	-2.5	33.1	14	30.6
	1990년	16.1	-7	34.1	26	27.1
	1991년	15.2	-4.4	32.6	12	28.2
	1992년	15.6	-2.2	32.9	18	30.7
	1993년	14.4	-2.9	30.1	2	27.2
	1994년	15.6	-3.5	36.2	11	32.7
	1995년	14.5	-4.4	33.1	15	28.7
	1996년	14.8	-3.9	33.5	12	29.6
	1997년	15.5	-3.1	33.7	8	30.6
	1998년	16.4	-3.1	33.7	25	30.6
	1999년	15.4	-2.3	32.3	0	30
	2000년	15.3	-2.9	33.4	20	30.5
	2001년	14.8	-5.1	32.7	12	27.6
	2002년	15.7	-2.5	31.8	4	29.3
	2003년	16.5	-1.7	33.7	25	32
	2004년	15.8	-4.8	35	23	30.2
	2005년	15.3	-3.4	34.7	25	31.3
	2006년	15.7	-3.2	32.4	14	29.2
	2007년	16.3	0.5	32.7	16	32.2
	2008년	15.6	-0.8	32.1	11	31.3
	2009년	15.4	-3.8	31.3	6	27.5
	2010년	15.1	-4	32.3	35	28.3
	2011년	15.4	-3.8	33.1	17	29.3
2012년	15.4	-3.6	33	24	29.4	
2013년	15.9	-3.5	34	32	30.5	
2014년	15.6	-2.7	31.1	6	28.4	
2015년	15.7	-2.8	32.9	9	30.1	
2016년	16.3	-6.9	35.3	33	28.4	
2017년	15.9	-3.8	34.3	30	30.5	
2018년	15.7	-3.8	34.7	29	30.9	
2019년	16.1	-0.7	32.5	17	31.8	

지점명	연도	평균기온(℃)	평균최저기온(℃)	평균최고기온(℃)	아열대일수	최고-최저(℃)
서귀포	1980년	15.3	-3.4	30.6	9	27.2
	1981년	15.8	-5	32.8	27	27.8
	1982년	16.2	-3	31.6	13	28.6
	1983년	16	-3.2	34.1	23	30.9
	1984년	15.6	-4	32.7	30	28.7
	1985년	16.1	-3.8	33.9	26	30.1
	1986년	15.6	-4.1	33.1	16	29
	1987년	16.3	-4.1	32.5	14	28.4
	1988년	16.2	-1.6	33.2	22	31.6
	1989년	16.6	-1.7	34.2	21	32.5
	1990년	17.1	-4.2	34.7	44	30.5
	1991년	16.2	-3.6	33.1	19	29.5
	1992년	16.6	-1	32.6	26	31.6
	1993년	15.8	-1.4	31.2	4	29.8
	1994년	17.1	-0.2	35.5	43	35.3
	1995년	16	-0.5	31.9	39	31.4
	1996년	16.3	-1.2	34.1	28	32.9
	1997년	16.8	-0.4	34.7	23	34.3
	1998년	17.5	-2.3	32.3	32	30
	1999년	16.6	-1.4	31.4	4	30
	2000년	17.2	-1.6	33.8	44	32.2
	2001년	17.4	-3	34.2	36	31.2
	2002년	17.3	1.2	34	16	32.8
	2003년	17.4	-2.4	33.6	34	31.2
	2004년	17.8	-3.3	35.6	47	32.3
	2005년	16.2	-2.9	31.7	23	28.8
	2006년	17.1	-1.5	33.8	37	32.3
	2007년	17.4	-0.3	33.7	34	33.4
	2008년	16.9	-1.1	33.5	33	32.4
	2009년	17.2	-3.9	33.8	22	29.9
	2010년	16.9	-2.7	33	54	30.3
	2011년	16.7	-3.7	35.5	34	31.8
2012년	16.7	-1.5	33.9	36	32.4	
2013년	17.4	-1.1	34.3	57	33.2	
2014년	17	-0.1	33.8	9	33.7	
2015년	16.7	-0.8	31.5	16	30.7	
2016년	17	-6.4	33.2	35	26.8	
2017년	17	-1.6	35.8	47	34.2	
2018년	16.7	-3	33.5	40	30.5	
2019년	17.3	2	32.2	24	30.2	

지점명	연도	평균기온(℃)	평균최저기온(℃)	평균최고기온(℃)	아열대일수	최고-최저(℃)
고산	1988년	15.2	-2.1	30.5	16	28.4
	1989년	15.6	-1	30.5	14	29.5
	1990년	16.2	-3.5	32.4	35	28.9
	1991년	15.2	-3	31.4	13	28.4
	1992년	15.7	0.2	31.7	19	31.5
	1993년	14.9	-1.5	28.8	4	27.3
	1994년	16.1	-0.3	33.1	34	32.8
	1995년	15.3	0	31.4	35	31.4
	1996년	15.3	-1.5	33.1	28	31.6
	1997년	15.8	-0.8	31.5	15	30.7
	1998년	16.3	-2.5	32.1	29	29.6
	1999년	15.4	-1.3	30.1	1	28.8
	2000년	15.1	-1.4	32.7	19	31.3
	2001년	15.6	-2.7	34.3	21	31.6
	2002년	15.3	0.9	31.8	3	30.9
	2003년	15.3	-2.6	31.6	15	29
	2004년	16.1	-4.5	33.5	24	29
	2005년	15.4	-2	32.6	21	30.6
	2006년	15.5	-1.9	33	17	31.1
	2007년	16.2	0.4	32.7	26	32.3
	2008년	15.8	-1.2	32.5	16	31.3
	2009년	15.7	-3.6	33.2	10	29.6
	2010년	15.7	-2.4	33.5	38	31.1
	2011년	15.4	-3.6	33.9	18	30.3
	2012년	15.6	-2.3	34.2	29	31.9
	2013년	15.5	-2.9	33.8	38	30.9
	2014년	15.5	-1.1	32.6	5	31.5
	2015년	15.6	-1.4	33.4	5	32
	2016년	16.2	-6.2	34	35	27.8
	2017년	16	-1.4	35.1	39	33.7
	2018년	16.1	-2.7	35.5	40	32.8
	2019년	16.2	1.3	32.9	24	31.6

지점명	연도	평균기온(℃)	평균최저기온(℃)	평균최고기온(℃)	아열대일수	최고-최저(℃)
제주	1980년	14.6	-2.8	32.6	3	29.8
	1981년	15	-5.1	34.1	26	29
	1982년	15.4	-2.2	34	9	31.8
	1983년	15.6	-2.9	34.2	22	31.3
	1984년	14.8	-4	34	25	30
	1985년	15.4	-3.6	33.9	24	30.3
	1986년	14.7	-3.5	34.3	7	30.8
	1987년	15.4	-3	35.4	10	32.4
	1988년	15.2	-2.3	34.6	16	32.3
	1989년	15.7	-1.7	33.3	10	31.6
	1990년	16.4	-4.5	37	38	32.5
	1991년	15.5	-3.3	34.4	17	31.1
	1992년	15.9	0.4	34.5	20	34.1
	1993년	15.2	-0.8	34.5	3	33.7
	1994년	16.5	-0.6	34.6	46	34
	1995년	15.6	0.3	35.8	39	35.5
	1996년	15.7	-1.5	35.5	27	34
	1997년	16.4	-0.9	34.4	34	33.5
	1998년	17	-2.9	37.4	38	34.5
	1999년	16	-1.6	32.8	2	31.2
	2000년	15.7	-1.7	36	30	34.3
	2001년	16.1	-3.1	35.8	29	32.7
	2002년	15.8	0.6	35	8	34.4
	2003년	15.7	-2.1	34.3	14	32.2
	2004년	16.4	-3.2	34.3	33	31.1
	2005년	16.2	-1.5	34.7	42	33.2
	2006년	16.2	-1.8	34	26	32.2
	2007년	16.5	0.8	34	30	33.2
	2008년	16	-0.5	34.8	32	34.3
	2009년	16	-2.5	33.6	17	31.1
	2010년	15.6	-2.3	35.8	40	33.5
	2011년	15.6	-2.8	34.7	32	31.9
2012년	15.7	-2.8	34.9	41	32.1	
2013년	16.5	-1.8	36.3	51	34.5	
2014년	16.2	0.1	35.2	10	35.1	
2015년	16.7	-0.7	36.7	20	36	
2016년	17	-5.8	35.5	43	29.7	
2017년	16.8	-1.1	37	50	35.9	
2018년	16.6	-2.6	35.3	42	32.7	
2019년	16.8	1	35.4	34	34.4	

2. 열대과일 수입량

연도\톤	바나나	파인애플	망고	구아바	오렌지	키위	아보카도	파파야	용과	총수입량
1980년	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1981년	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982년	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983년	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984년	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985년	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986년	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987년	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988년	13,042	6	0	0	328	0	1	0	28	13,405
1989년	21,169	0	0	0	491	0	19	0	22	21,701
1990년	21,834	224	0	0	440	632	10	0	107	23,247
1991년	314,748	3,936	1	0	449	3,570	8	0	0	322,712
1992년	171,203	4,413	0	0	683	2,703	16	0	0	179,018
1993년	146,046	9,435	4	0	950	3,589	26	0	17	160,067
1994년	138,422	17,618	4	0	1,269	4,446	32	0	0	161,791
1995년	121,538	24,014	2	0	15,402	5,112	32	0	31	166,131
1996년	124,206	18,387	1	0	19,677	6,563	46	0	66	168,946
1997년	135,702	20,461	39	0	37,832	7,999	45	0	59	202,137
1998년	85,939	11,763	0	0	36,659	3,471	24	0	0	137,856
1999년	167,783	19,625	0	0	30,853	4,383	32	0	54	222,730
2000년	184,212	22,020	421	1	99,017	5,228	58	5	89	311,051
2001년	194,552	25,758	275	0	92,483	6,417	101	2	352	319,940
2002년	187,169	32,172	638	2	102,654	10,233	117	3	738	333,726
2003년	220,965	36,957	873	0	144,881	12,849	165	1	2,545	419,236
2004년	210,109	43,392	832	0	154,444	23,101	213	133	5,303	437,527
2005년	253,974	48,764	762	1	123,048	26,751	386	184	7,485	461,355
2006년	280,245	59,437	1,185	0	124,495	32,112	610	214	7,299	505,597
2007년	308,252	77,310	1,616	0	77,671	34,658	655	184	7,439	507,785
2008년	258,363	67,055	1,570	0	107,888	29,085	492	175	3,670	468,298
2009년	257,024	54,530	904	0	71,221	27,376	325	105	5,344	416,829
2010년	337,907	60,566	1,351	0	110,055	28,515	457	97	7,402	546,350
2011년	352,671	73,010	1,892	0	141,961	29,757	402	94	6,739	606,526
2012년	367,673	73,131	2,839	0	173,943	28,945	534	54	8,823	655,942
2013년	313,604	75,924	6,154	0	152,714	20,065	722	60	13,784	583,027
2014년	331,223	75,420	10,599	0	98,371	19,590	1,097	118	11,494	547,912
2015년	363,479	68,375	13,469	0	111,743	23,822	1,515	182	9,539	592,124
2016년	364,599	77,377	11,346	0	154,944	30,735	2,915	116	5,765	647,797
2017년	437,380	79,000	13,426	0	141,572	28,147	5,979	228	5,836	711,568
2018년	427,261	77,533	16,954	0	142,443	32,923	11,560	384	8,377	717,435
2019년	368,374	70,661	17,195	0	124,386	33,303	8,243	366	9,913	632,441