

농산물 생산량과 기상요소의 상관관계 분석

이기광 · 고광근¹⁾ · 이종우^{1)*}

단국대학교 경영학부, ¹⁾인제대학교 경영학부/산업경영연구원
(2011년 12월 26일 접수; 2012년 1월 31일 수정; 2012년 3월 29일 채택)

Correlation Analysis between Meteorological Factors and Crop Products

Ki-Kwang Lee, Kwang-Kun Ko¹⁾, Joong-Woo Lee^{1)*}

School of Business Administration, Dankook University, Youngin 448-701, Korea

¹⁾School of Management, Institute Research of Industry Management, Inje University, Gimhae 621-749, Korea

(Manuscript received 26 December, 2011; revised 31 January, 2012; accepted 29 March, 2012)

Abstract

Agriculture is more influenced by environmental factors rather than other industries. Among the environmental factors, the meteorological conditions mainly impact the output of agricultural products. Hence, the purpose of this study is to analyze the impact of meteorological factors on the output of elemental agricultural products. As a first step, we obtained the data of the meteorological factors (i.e., precipitation, humidity, temperature, insolation, snowdrifts, wind velocity) and the output of the various agricultural products (i.e., grain, fruits and vegetables, root crops, green vegetables, seasoned vegetables, fruits, special crops) from the year 1990 to 2009 (20 years) of Seoul and the six metropolitan cities in Korea. Then, the analysis of the correlation between the agricultural product with the largest output and the meteorological factors of the place where the corresponding agricultural product is most produced, was carried out in order to determine the core meteorological factor that most impacts the output of agricultural product. The correlation analysis revealed that humidity, insolation and wind velocity have been the crucial meteorological factors to influence the output of the agricultural products. From the result, we can induce that the meteorological forecast information about the vital meteorological factors, i.e., humidity, insolation and wind velocity, facilitates the optimized cultivation plan to maximize the output of agricultural products.

Key Words : Agricultural products, Meteorological factors, Correlation analysis

1. 서론

기후변화가 우리 생활과 경제에 미치는 영향에 대한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 그 대표적인 연구가 미국 국립해양 대기청(NOAA)의 “Economic

Statistics for NOAA(2008)”에 의하면 직, 간접적으로 기상 및 기후에 민감한 산업은 농업, 금융, 보험, 부동산, 도소매업 및 제조업 등이 있으며, 2005년 기준으로 국내총생산(GDP)의 1/3수준인 4조 달러로 파악되고 있다. 그 중 직접적으로 기상에 영향을 받는 산업은 농업, 건설업, 에너지산업, 레저 산업 등으로, GDP의 약 10%를 차지하고 있는 것으로 보고되고 있다.

특히 농업의 경우 1차 산업으로 타 산업보다 환경

*Corresponding author : Joong-Woo Lee, School of Management, Inje University, Gimhae 612-749, Korea
Phone: +82-55-320-3132
E-mail: busiljw@inje.ac.kr

적 요인에 영향을 매우 많이 받고 있다. 농산물 재배를 위해서는 기상, 토양 등의 자연적 환경과 토양 개량이나 경지 정리 등 인위적 환경으로 구분하고 있다. 그리고 이러한 자연적 환경과 인위적 환경은 서로 밀접한 관계에 있어 상호간섭적이며, 어느 한 요인이 개선되면 다른 요인에도 영향을 주게 되는 경우가 많다. 따라서 농산물의 성장조건은 이들 환경요인들에 의해서 지배적인 영향을 받게 되고, 이들 요인간의 상호 간섭에 의해서도 영향을 받게 된다(정 등, 1993).

농업에 있어 기상은 농산물 생육에 특히 많은 영향을 미친다. 위에서 언급된 것처럼 토양이나 경지의 경우 인위적인 방법을 동원하여 환경적 요소를 조절할 수 있지만, 기상은 일단위로 변하거나 계절단위 변화에 따라 생육조건이 달라지고 결과적으로 다른 환경적 요소보다 수확량에 절대적인 영향을 미치게 된다. 즉, 인간의 힘으로는 통제할 수 없는 부분이기 때문에 적시적소에 필요한 정보가 제공되지 않는다면 농업 경영에 심각한 타격을 줄 수 있다.

이에 따라 기상청에서는 농업에 기상정보를 활용하기 위해 국가농림기상센터(<http://www.ncam.kr>)를 설립하여 운영하고 있다. 이를 통해 디지털 농업기후도를 작성하여 1, 2, 3차 정보를 제공하고 있으며, 기상청에서는 농업정보 기상시스템을 이용해 해당 지역의 기상 분석 정보를 제공하고, 병충해 주의보나 파종시기 등을 온라인 서비스로 제공하고 있다.

그러나 농업 종사자들은 대부분이 노년층으로 이들에게 농산물 생장에 관한 기상정보를 제공한다고 하지만, 그 효과와 효율성은 미비할 것이다.

이에 본 연구에서는 농업과 기상과의 상관관계가 중요 농산물 생산량에 어느 정도 영향을 주는지를 분석하고, 농산물마다 중요한 기상정보가 무엇인지를 구분하기 위하여 과거 농산물 생산량과 기상요인(기온, 강수량, 습도, 바람 등)간에 을 통해 분석하고자 한다. 그리고 현재 제공되고 있는 농업기상정보가 실제 농사 현장에서 농민들이 사용할 수 있는 정보의 형태와 수용 가능한 방법에 대해 농업 전략경영의 관점에서 제안하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 농업생산량과 기상정보

작물의 생산성은 재배작물의 품종이 갖는 유전적 특성과 재배기술 및 재배환경에 의해 결정된다. 이중 품종과 기술은 육종가와 재배기술자의 노력으로 많은 발전을 거듭하고 있지만, 재배환경은 인위적으로 조절할 수 없는 부분으로 특히 기상환경은 자연적인 조건으로 생산량에 매우 밀접한 관계에 있다.

그러므로 특정지역에 재배하는 작물과 품종은 그 지방의 기후에 적응되는 과정을 거쳐 지역의 풍토에 알맞게 진화되어 왔다. 날씨가 평년과 비슷할 경우 작물의 생육도 순조롭지만, 최근과 같이 기상의 변화폭이 매우 커지면서 작물의 생육도 예년과 달라지며, 그 정도가 심할 때는 큰 피해를 받게 된다. 실제로 우리나라에서 지구온난화가 가속되기 시작한 1970년 이후 기상이변에 의하여 농산물의 피해가 빈번하게 발생하였다. 지난 1980년과 1993년 여름철 저온현상에 의해 주곡작물의 흉작으로 엄청난 경제적 손실을 입었으며, 해마다 크고 작은 여러 가지 기상재해를 겪었다(심 등, 2003).

농업은 다른 산업에 비해 경영상 위험요소 및 불안요소를 많이 가지고 있다. 일반적으로 비가 많이 오거나 적게 내리거나 평년보다 더 덥거나 추워지면 농산물 수확이 작아진다는 것은 옛날부터 체험적으로 인지하고 있다.

그리고 해마다 빈번히 발생하는 태풍이나 집중호우로 인해 농경지와 농산물 피해는 계속해 급증하고 있다. 지난 10년간(1991년~2000년) 농산물에 영향을 준 농업기상재해의 월별 발행현황을 살펴보면, 폭풍우가 7월에 26회로 가장 많이 발생하였고 다음으로 6월과 8월에 각각 11회, 12회 발생하여 농산물에 피해를 주었다.

작물에 피해를 준 기상재해는 주요 농산물의 재배기간인 6~9월 사이에 집중적으로 발생하였는데, 전체 기상재해 발생의 약 78%에 해당하였다. 강풍을 제외한 대설, 우박, 태풍, 폭풍우가 강수에 따른 기상재해라고 보았을 때, 이와 같은 현상은 6~9월 사이에 집중적으로 내리는 우리나라의 강우 패턴과 유사하였다(심 등, 2003).

이와 같은 자연적 현상 때문에 현재 농업처럼 농부의 체험적이거나 농사에 적합하지 않은 기상정보에 의존하여 농사를 경영한다면 일정수준의 생산량을 얻기 힘들 것이며, 변동적인 수익을 얻게 된다. 이 같은 문제는 개인 농부의 수익 문제가 아니라 국가전략적인 측면에서 많은 손실을 발생한다.

농업에서는 가장 중요한 기상요인으로 일반적으로 온도, 습도, 일조로 인식하고 있다. 농산물이 과실을 맺기 위해서는 일정 수준의 온도가 계속적으로 유지되어야 한다. 이 때 필요한 적산 온도가 작물의 성장 여부에 중요한 지표가 된다. 여기에 토양온도와 수온도 많은 영향을 주게 된다.

그리고 습도는 농산물의 생육조건으로 수분 공급은 절대적이다. 특히, 가뭄으로 인한 수분공급제한이나, 장마 또는 기습강우로 인한 작물 침수 및 수분 과잉공급은 작물재해를 일으킨다. 다음으로는 일조량이다. 작물 종류에 따라 일조량이 적게 필요한 경우도 있지만 소량이라도 반드시 필요하다. 일정수준이상의 일조를 확보하지 못한다면 작물생육이 부진하며 생산성이 떨어지게 된다. 그 외 기타요소로 바람은 공기의 유통을 통해 지역의 온도 조절 및 습도 조절 기능을 하지만 압력차가 커 강도가 세어질 경우 과실낙과 및 쓰러짐 현상으로 큰 피해를 주게 된다. 그 외에 지역차 토양조건이 영향을 줄 수 있다(정 등, 1993).

이처럼 농업은 많은 부분을 기상에 의존하고 있지만 전적으로 의존하는 것은 아니다. 스프링쿨러를 이용하여 가뭄이나 일사량이 많아져 증발량이 높아질 경우 인위적인 방법을 통해 수분을 공급할 수 있으며, 일사량이 부족할 경우, 호르몬 촉진제나 전깃불을 이용하여 농산물의 생산성을 적극적으로 높일 수 있다. 하지만 이러한 방법은 정확한 기상정보가 제공된다는 가정하에서 사용할 수 있는 방법으로 인위적인 방법만으로는 급변하는 기상상황에 대비할 수 없다.

2.2. 농업기상정보의 중요성

농업기상정보는 농업경영에 있어 가장 기본이 되는 정보이다. 매일의 영농관리를 위한 날씨 정보뿐 아니라, 재배 작목 또는 작부체계의 변경, 재배적지 선정, 작황진단, 병해충발생의 예찰, 농업기상예보 등과 같은 의사결정 지원정보에는 농업기상정보의 이용이

필수적이다. 그러나 현재 우리나라는 농업기상관측 인프라구축이 미흡한 상황에서 이와 같은 정보를 기대하기 어렵다. 또한 농업기상관측은 기온, 습도, 바람, 강수, 일조 등 일반적 기상관측요소 외에 일사량, 지온, 증발, 토양수분 등 작물의 성장과 직·간접적으로 관련된 농업기상요소들의 관측이 포함되어 일반기상관측과 구별된 관측이 되어야하지만, 우리나라의 기상관측업무를 담당하고 있는 기상청의 농업기상관측은 매우 제한적으로 시행되고 있는 형편이다(신 등, 2001).

농업기상은 우리의 노력여하에 따라 자원과 재해의 양면성을 지니게 되므로 농업기상정보는 농가의 수익 증대와 국가 식량안보를 위해 그 활용가치가 높은 중요한 국가 자원정보라 할 수 있다. 농업 기상정보는 농업생산의 효율화, 안정화 및 농업자원의 합리적 인관리에 유용하고 다양한 형태의 정량화된 기상관련 정보이다. 여기에는 기상자료는 물론 농업 기상관측, 수집, 가공, 저장, 분배, 평가, 보완에 이르는 여러 가지 방법과 수단, 도구, 기술 등이 포함된 광의의 기상 관련 정보와 기술 그리고 그 응용산출물도 모두 포함된다.

물론 최종수요자의 활용과 대처능력에 따라 그 가치가 크게 달라질 수 있기 때문에 사용자의 농업 기상정보의 중요성에 대한 인식정도도 매우 중요하다.

농업 기상정보의 수요자는 매우 다양하여 농업 현장의 농민으로부터 농어민협회 등과 같은 기관은 물론 이를 지원하기위한 연구 분야, 현장적용을 이끌어 가는 지도 분야와 종합적인 농업정책의 기획, 수립, 집행, 평가를 담당하는 정책결정자로 구분할 수 있다(이, 2000).

최근 우리나라에서도 농업기상의 중요성을 인지하면서, 농업 기상정보서비스를 제공하고 있다. 농업 기상정보서비스는 농촌진흥청의 정보화 기술개발사업의 일환으로 시작되었다. 이 사업은 전국의 농업기상 자동관측장비(AWS)를 전산망에 통합하여 농업기상 관측망을 구축하고, 농업기상정보의 수집, 저장을 체계화하는 한편, 이를 이용하여 농업인, 정책결정자, 연구원 등에게 필요한 형태로 농업 기상정보를 제공하기 위한 목적으로 수행되었다(신 등, 2001).

3. 연구방법

본 연구에서는 농산물 생산량과 기상정보간의 상관관계를 분석하기 위해 기상청에서 1990년부터 2009년까지 20년간의 기상정보를 획득하였다. 기상정보로는 연간 강수량, 습도, 연평균기온, 일조량, 일사량, 적설량, 풍속 등 7가지의 기상요인을 활용하였다. 그리고 서울 및 6대 광역시와 경기도, 강원도, 충청남·북도, 전라남·북도, 경상남·북도, 제주도의 도청 소재지의 기상정보를 본 연구에 활용하였다.

농산물은 2009년 식품공전의 농산물 분류 규정에 따라 분류한 것으로 크게는 곡류, 서류, 두류, 견과종실류, 과실류, 채소류, 버섯류, 향신류, 차, 호프, 조류, 기타 식물류로 대분류 지어지며, 실제 연구에서는 위에서 언급된 농산물을 모두 사용하기에는 범위가 너무 넓고 분석해야 할 자료가 많으므로 통계청에서 제공하는 통계자료가 있는 곡류, 서류, 두류, 견과종실류, 과실류, 채소류를 사용하였다.

Table 1. A classified table of agricultural products

Classification	Items
Food crops	Rice, Barley, Multi grain, Legumes, Tuber crops
Fruit vegetables	Watermelon, Oriental melon, Strawberry, Cucumber, Pumpkin, Tomato
Root crops	Daikon, Carrot
Leafy vegetables	Korean cabbage, Lettuce, Spinach, Cabbage
Condiment vegetable	Pepper, Welsh onion, Onion, Ginger, Garlic
Industrial crop	Rape, Sesame, Perilla, Peanut
Fruits	Apple, Pear, Peach, Grape, Tangerine, Persimmon, Plum

하지만 식품공전에서 제시하고 있는 농작물 분류는 세세하게 구분을 하여 나누었으므로 자료이용 및 분석의 편의성을 위해 통계청이 사용하는 양식을 이

용하여 분류한다. 따라서 본 연구에서는 체계적인 분석을 위해 2009년 식품공전에서 제시하고 있는 농산물 분류를 사용하고자 한다.

본 연구에서의 농산물 대분류는 곡류, 서류, 두류는 식량작물로 구분하고, 과실류, 채소류, 특용작물로 구분하여 분석할 것이다. 소분류에서는 식량 작물류에 미곡, 서류, 두류, 채소류의 경우 과채, 조미채소, 근채, 엽채로 구분하여 분석하였다.

이렇게 획득한 자료를 바탕으로 농산물의 생산량의 변화와 분류된 농작물의 생산량 추이를 살펴보고, 농산물별로 기상요인과의 상관관계를 분석하고자 한다. 이 때 사용되는 기상요인은 우리나라의 평균값을 사용하였다.

이를 위해 농산물 분류는 통계청에서 사용하는 분류를 이용하여 7개의 대항목으로 분류하였고, 기상요인으로는 평균 강수량, 습도, 연평균기온, 일조량, 일사량, 적설량, 풍속으로 구분하여 1990년부터 2009년까지의 기상자료를 이용하였다.

단, 농산물 분류 중 식량작물은 1998년 이전 자료의 경우, 각 종목별(ex.논벼, 밭벼 등)로 세분화되어 있으며, 연도에 따라 지역별로 자료가 없는 경우가 많아 모든 자료가 종합되어 있는 1998년 이후 자료를 사용하여 SPSS 18.0을 사용하여 이변량 분석을 통해 상관관계를 분석을 하였다.

4. 농작물 생산량과 기상요인간의 상관관계

4.1. 식량작물

식량작물 상관관계 분석 결과, 미곡은 평균 강수량, 습도, 연평균기온, 적설, 풍속에는 거의 영향을 받지 않지만 일조량에는 상관계수 값이 0.581로 약간의 영향을 받는 것으로 나타났다. 그리고 서류의 경우도 미곡과 마찬가지로 일조량에 영향을 받는 것을 알 수 있다. 많은 영향은 아니지만 0.682로 미곡보다 조금 더 영향을 받는 것을 알 수 있다.

나머지 맥류, 잡곡, 두류는 기상요인이 연간 생산량에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

Table 2. Result of correlation analysis between meteorological factors and food crops

Classification		Rice	Barley	Multi grain	Legumes	Tuber crops
Average precipitation	Correlation coefficient of Pearson	-0.183	-0.151	0.193	-0.054	0.015
	Significance Probability	0.569	0.64	0.548	0.867	0.962
Humidity	Correlation coefficient of Pearson	-0.016	-0.023	0.145	-0.343	-0.177
	Significance Probability	0.961	0.944	0.652	0.275	0.582
Average temperature	Correlation coefficient of Pearson	0.06	-0.018	0.393	-0.037	-0.224
	Significance Probability	0.854	0.956	0.207	0.909	0.484
Sunshine	Correlation coefficient of Pearson	.581*	0.407	0.103	0.505	.682*
	Significance Probability	0.048	0.19	0.75	0.094	0.014
Radiation	Correlation coefficient of Pearson	-0.063	0.036	0.064	0.322	0.235
	Significance Probability	0.845	0.912	0.842	0.307	0.463
Snow cover	Correlation coefficient of Pearson	0.114	0.333	-0.528	0.073	-0.515
	Significance Probability	0.724	0.29	0.078	0.822	0.087
Wind speed	Correlation coefficient of Pearson	0.257	-0.004	-0.122	0.443	0.531
	Significance Probability	0.421	0.989	0.706	0.149	0.076

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의

4.2. 과채류

과채류 상관관계 분석결과, 과채류 중 참외를 제외한 나머지 과일인 수박, 딸기, 오이, 호박, 토마토는 모두 기상조건에 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

수박의 경우, 생산량과 일조량간에 0.552로 약한 상관관계가 있으며, 딸기의 경우, 습도와 -0.804, 풍속과 -0.628로 음의 상관관계를 나타냈다. 즉, 습도가 낮을수록 풍속이 약할수록 생산량이 증가한다고 볼 수 있다. 그러나 일사량은 상관계수 값이 0.735로 양의 상관관계를 가진다.

오이의 경우, 풍속과 -0.457, 습도와 -0.564로 음의 상관관계를 나타냈다, 호박도 습도와 풍속에 강한 음

의 상관관계를 가지며, 그 중 습도는 -0.835로 과채류 중에서 가장 영향을 많이 받는 것으로 분석되었다.

토마토의 경우, 호박과 유사하게 습도는 -0.699, 풍속은 -0.614로 강한 음의 상관관계를 나타냈다. 하지만 일사량에서는 0.707로 강한 양의 상관관계를 나타냈다.

Table 3. Result of correlation analysis between meteorological factors and fruit vegetables

Classification		Water melon	Oriental melon	Straw berry	Cucum ber	Pump kin	Tomato
Average precipitation	Correlation coefficient of Pearson	-0.19	0.08	-0.03	0.16	0.01	0.12
	Significance Probability	0.42	0.70	0.89	0.477	0.96	0.6
Humidity	Correlation coefficient of Pearson	-0.24	0.02	-.804 (**)	-.564 (**)	-.835 (**)	-.699 (**)
	Significance Probability	0.30	0.90	0	0.01	0	0.001
Average temperature	Correlation coefficient of Pearson	-0.24	-0.02	0.22	0.094	0.27	0.31
	Significance Probability	0.30	0.90	0.33	0.694	0.24	0.17
Sunshine	Correlation coefficient of Pearson	.552 (*)	0.37	-0.25	-0.284	-0.31	-0.20
	Significance Probability	0.01	0.10	0.27	0.225	0.18	0.39
Radiation	Correlation coefficient of Pearson	0.28	-0.08	.735 (**)	0.439	.815 (**)	.707 (**)
	Significance Probability	0.22	0.739	0	0.053	0	0
Snow cover	Correlation coefficient of Pearson	-0.22	-0.23	0.081	0.115	0.05	-0.11
	Significance Probability	0.34	0.32	0.735	0.631	0.83	0.64
Wind speed	Correlation coefficient of Pearson	-0.24	-0.19	-.628 (**)	-.457 (*)	-.622 (**)	-.614 (**)
	Significance Probability	0.30	0.41	0.003	0.043	0.003	0.004

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의

**상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의

4.3. 근채류

근채류 상관관계 분석결과, 당근과 무 중에서 무에서만 한 가지 기상요인에 영향을 받는 것으로 분석되었다. 무는 일사량에 -0.487로 약한 음의 상관관계를

나타내는 것만이 통계적으로 유의했으며, 다른 요인은 생산량에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Table 4. Result of correlation analysis between meteorological factors and root vegetables

Classification		Daikon	Carrot
Average precipitation	Correlation coefficient of Pearson	-0.096	0.004
	Significance Probability	0.688	0.986
Humidity	Correlation coefficient of Pearson	0.312	0.18
	Significance Probability	0.18	0.447
Average temperature	Correlation coefficient of Pearson	-0.037	-0.27
	Significance Probability	0.876	0.25
Sunshine	Correlation coefficient of Pearson	0.032	0.402
	Significance Probability	0.894	0.079
Radiation	Correlation coefficient of Pearson	-0.487(*)	-0.148
	Significance Probability	0.029	0.534
Snow cover	Correlation coefficient of Pearson	0.439	-0.024
	Significance Probability	0.053	0.92
Wind speed	Correlation coefficient of Pearson	0.225	-0.063
	Significance Probability	0.341	0.791

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의

4.4. 엽채류

분석 결과, 배추, 시금치, 상추, 양배추 중 시금치만 기상요인에 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다. 배추의 경우 일사량에만 -0.481로 약한 음의 상관관계를 나타냈다. 상추는 습도에 -0.599로 강한 음의 상관관계를 보였으며, 풍속에서는 -0.485로 약한 음의 상관관계를 나타냈다. 하지만 일사량에서는 0.473으로 약한 양의 상관관계를 나타냈다.

양배추도 습도에 -0.780으로 상추보다 더 강한 음의 상관관계를 나타냈으며, 풍속도 -0.671로 강한 음의 상관관계를 나타냈다. 그러나 일사량은 상추와 마찬가지로 0.707로 상추보다 더 강한 상관관계를 나타냈다.

Table 5. Result of correlation analysis between meteorological factors and leafy vegetables

Classification		Korean cabbage	Lettuce	Spinach	Cabbage
Average precipitation	Correlation coefficient of Pearson	-0.051	-0.059	0.125	-0.184
	Significance Probability	0.832	0.804	0.6	0.438
Humidity	Correlation coefficient of Pearson	0.408	-0.328	-.599(**)	-.780(**)
	Significance Probability	0.075	0.158	0.005	0
Average temperature	Correlation coefficient of Pearson	-0.299	-0.099	0.099	0.094
	Significance Probability	0.2	0.679	0.679	0.692
Sunshine	Correlation coefficient of Pearson	-0.03	0.367	-0.064	-0.225
	Significance Probability	0.901	0.111	0.788	0.341
Radiation	Correlation coefficient of Pearson	-.481(*)	0.265	.473(*)	.707(**)
	Significance Probability	0.032	0.259	0.035	0
Snow cover	Correlation coefficient of Pearson	0.196	0.17	0.141	0.03
	Significance Probability	0.408	0.473	0.554	0.9
Wind speed	Correlation coefficient of Pearson	0.264	-0.259	-.485(*)	-.671(**)
	Significance Probability	0.261	0.27	0.03	0.001

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의,

**상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의.

4.5. 조미채소

분석 결과, 파는 기상요인에 영향을 받지 않는 것으로 나타났지만, 나머지 작물들은 모두 기상요인에 영향을 받는 것으로 분석되었다.

고추의 경우, 습도와 풍속에 -0.733, -0.683으로 강한 음의 상관관계를 나타냈다. 그러나 일사량은 0.708로 강한 양의 상관관계를 나타내어 고추의 생산량에 일사량이 미치는 영향이 매우 크다는 것을 확인하였다.

양파도 습도에서 -0.660으로 강한음의 상관관계를 나타내었으며 풍속에는 -0.498로 약한 음의 상관관계를 나타냈다. 하지만 일사량에서는 0.697로 강한 양의

상관관계를 보여주었다.

생강은 0.643으로 습도에 강한 양의 관계를 나타내었으며 풍속에도 0.499로 약한 양의 상관관계를 보여주었다. 하지만 일사량에서는 -0.541로 약한 음의 관계를 보여 일사량이 늘어날 경우 생산량이 줄어드는 것을 알 수 있다.

마늘은 습도에서 0.453으로 약한 양의 관계를 보였지만 일사량에서는 -0.506으로 약한 음의 상관관계를 보여주었다. 그리고 온도에도 반응을 하여 -0.504로 약한 음의 상관관계를 확인할 수 있다.

Table 6. Result of correlation analysis between meteorological factors and condiment vegetable

Classification		Pepper	Welsh onion	Onion	Ginger	Garlic
Average precipitation	Correlation coefficient of Pearson	0.016	-0.108	-0.038	0.009	-0.041
	Significance Probability	0.946	0.65	0.873	0.97	0.864
Humidity	Correlation coefficient of Pearson	-.733 (**)	-0.256	-.660 (**)	.643 (**)	.453 (*)
	Significance Probability	0	0.276	0.002	0.002	0.045
Average temperature	Correlation coefficient of Pearson	0.218	-0.099	0.265	-0.108	-.504 (*)
	Significance Probability	0.356	0.679	0.258	0.651	0.023
Sunshine	Correlation coefficient of Pearson	-0.065	0.01	-0.123	0.385	0.241
	Significance Probability	0.784	0.967	0.604	0.094	0.306
Radiation	Correlation coefficient of Pearson	.708 (**)	0.111	.697 (**)	-.541 (*)	-.506 (*)
	Significance Probability	0	0.642	0.001	0.014	0.023
Snow cover	Correlation coefficient of Pearson	-0.046	0.22	-0.234	-0.206	-0.316
	Significance Probability	0.847	0.351	0.32	0.384	0.174
Wind speed	Correlation coefficient of Pearson	-.683 (**)	-0.103	-.498 (*)	.499 (*)	0.393
	Significance Probability	0.001	0.666	0.025	0.025	0.086

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의.

**..상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의.

4.6. 특용작물

특용작물 상관관계 분석 결과, 모든 작물이 습도,

일사, 풍속에 영향을 받는 것으로 분석이 되었다.

유채는 습도와 풍속에서 0.545와 0.697로 약한 양의 상관관계와 강한 양의 상관관계를 나타냈으며, 일사량에서는 -0.563으로 강한 음의 상관관계를 나타냈다. 참깨는 일조량에 0.451로 약한 양의 상관관계를 나타냈으며, 풍속에서도 0.493으로 약한 양의 상관관계를 나타내었다. 들깨는 습도에 0.616으로 강한 양의 상관관계를 나타내었으며, 일사량에서는 -0.474로 약한 음의 상관관계를 나타냈다. 땅콩은 습도에서 0.708로 강한 양의 상관관계를 보여주었으며 풍속에서도 0.686으로 강한 양의 상관관계를 나타내었다. 일사량에서는 -0.640으로 강한 음의 상관관계를 나타내는 것으로 분석이 되었다.

Table 7. Result of correlation analysis between meteorological factors and industrial crop

Classification		Rape	Sesame	Perilla	Peanut
Average precipitation	Correlation coefficient of Pearson	-0.141	-0.299	-0.164	-0.11
	Significance Probability	0.552	0.201	0.488	0.645
Humidity	Correlation coefficient of Pearson	.545*	0.402	.616**	.708**
	Significance Probability	0.013	0.079	0.004	0
Average temperature	Correlation coefficient of Pearson	-0.261	-0.051	-0.161	-0.242
	Significance Probability	0.267	0.832	0.499	0.303
Sunshine	Correlation coefficient of Pearson	0.189	.451*	0.011	0.335
	Significance Probability	0.425	0.046	0.963	0.149
Radiation	Correlation coefficient of Pearson	-.563**	-0.431	-.474*	-.640**
	Significance Probability	0.01	0.058	0.035	0.002
Snow cover	Correlation coefficient of Pearson	0.021	0.003	-0.296	-0.127
	Significance Probability	0.929	0.99	0.205	0.593
Wind speed	Correlation coefficient of Pearson	.697**	.493*	0.313	.686**
	Significance Probability	0.001	0.027	0.179	0.001

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의.

**..상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의.

4.7. 과실류

과실류의 생산량간의 상관관계 분석결과, 공통적으로 습도와 풍속에는 감귤을 제외한 나머지 과일들이 영향을 받는 것으로 나타났으며, 일사량에는 포도를 제외한 나머지 과일들이 영향을 받는 것으로 분석되었다.

사과는 습도에 0.634로 강한 양의 상관관계를 보이며 일조량에서는 0.513으로 약한 양의 관계를 나타냈다. 일사량에서는 -0.503으로 약한 음의 상관관계를 나타내었다.

배는 습도에서 -0.813으로 강한 음의 상관관계를 나타내었으며, 일사량에서 0.779로 강한 양의 상관관계를 나타냈다. 그리고 풍속에서 -0.585로 강한 음의 상관관계를 나타냈다.

복숭아는 배와 비슷한 상관관계를 보여주었는데 습도에서 -0.786으로 강한 음의 상관관계를 나타내었으며, 풍속에서 -0.471로 약한 음의 상관관계를 나타냈다. 하지만 일사량에서 0.724로 강한 양의 상관관계를 나타냈다.

포도는 -0.521로 습도에서 약한 음의 상관관계를 나타냈으며 풍속에서 -0.532로 마찬가지로 약한 음의 상관관계를 나타내었다.

감귤은 다른 작물과 다른 기상요인에 영향을 많이 받지 않는 것으로 분석되었다. 일사량에서만 0.523으로 약한 양의 상관관계를 나타냈다.

감은 습도와 풍속에 각각 -0.743, -0.607로 강한 음의 상관관계를 나타냈다. 하지만 일사량에서 0.768로 강한 양의 상관관계를 나타냈다.

자두는 습도, 일조량에 각각 -0.741, -0.474로 음의 상관관계를 나타냈으며, 풍속에서도 -0.495로 약한 음의 상관관계를 보여주었다. 하지만 일사량에서는 다른 작물과 마찬가지로 0.659로 강한 양의 상관관계를 보여주었다.

배와 복숭아는 사과와 같은 기상요인으로 영향을 받지만 상관관계의 방향이 서로 반대를 나타냈다. 그리고 대부분의 과일들은 습도와 일사량, 풍속에 많은 영향을 받는 것으로 분석되었다.

Table 8. Result of correlation analysis between meteorological factors and fruits

Classification		Apple	Pear	Peach	Grape	Tangerine	Persimmon	Plum
Average precipitation	Correlation coefficient of Pearson	-0.31	-0.02	0.18	0.20	-0.13	0.03	0.17
	Significance Probability	0.17	0.91	0.43	0.39	0.58	0.89	0.46
Humidity	Correlation coefficient of Pearson	.634 (**)	-.813 (**)	-.786 (**)	-.521 (*)	-0.36	-.743 (**)	-.741 (**)
	Significance Probability	0.003	0.000	0.000	0.018	0.119	0.000	0.000
Average temperature	Correlation coefficient of Pearson	-0.38	0.35	0.24	0.23	-0.01	0.36	0.27
	Significance Probability	0.09	0.12	0.30	0.32	0.95	0.11	0.23
Sunshine	Correlation coefficient of Pearson	.513 (*)	-0.32	-0.33	-0.06	-0.17	-0.19	-.474 (*)
	Significance Probability	0.02	0.16	0.11	0.77	0.45	0.40	0.03
Radiation	Correlation coefficient of Pearson	-.503 (*)	.779 (**)	.724 (**)	0.43	.523 (*)	.768 (**)	.659 (**)
	Significance Probability	0.024	0.000	0.000	0.05	0.018	0.000	0.002
Snow cover	Correlation coefficient of Pearson	-0.38	0.09	0.08	-0.01	-0.24	-0.17	0.170
	Significance Probability	0.09	0.67	0.73	0.95	0.30	0.46	0.47
Wind speed	Correlation coefficient of Pearson	0.42	-.585 (**)	-.471 (*)	-.532 (*)	-0.42	-.607 (**)	-.495 (*)
	Significance Probability	0.06	0.00	0.03	0.01	0.06	0.00	0.02

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의,

**. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의.

5. 결 론

지난 20년간 기상자료와 농작물 생산량간의 상관관계를 분석한 결과, 일반적으로 농작물 생산량은 습도, 일사량, 풍속에 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

농작물 작물별 살펴보면, 과채류, 조미채소, 과실류 대부분의 농작물에서 생산량에 습도와 풍속은 음의 상관관계를 나타내고, 일사량에 양의 상관관계를 나타냈다. 그리고 특용작물의 경우 생산량에 습도와 풍속은 양의 상관관계를 나타내고, 일사량은 음의 상관관계를 나타냈다.

그러나 과채류의 경우, 대부분 비닐하우스 재배가 가능한 농작물로 최대산지의 대규모 비닐하우스 재배

로 인해 기상요인이 미치는 영향이 통계적으로 유의하지 않은 것으로 판단된다.

Table 9. Result of correlation analysis between meteorological factors and classified by crop products

Classification	Critical Meteorological factors					
	Humidity	Temperature	Precipitation	Sunshine	Radiation	Wind speed
Food crops	Rice				+	
	Barley					
	Multi grain					
	Legumes					
	Tuber crops				+	
Fruit vegetables	Watermelon					
	Oriental melon					
	Strawberry	-		+		-
	Cucumber	-				-
	Pumpkin	-		+		-
Root crops	Tomato	-		+		-
	Daikon			-		
Leafy vegetables	Carrot					
	Korean cabbage			-		
	Lettuce					
	Spinach	-		+		-
	Cabbage	-		+		-
Condiment vegetable	Pepper	-		+		-
	Welsh onion					
	Onion	-		+		-
	Ginger	-		+		-
	Garlic	-	-	+		-
Industrial crop	Rape	+		-		+
	Sesame					+
	Perilla	+		-		
Fruits	Peanut	+		-		+
	Apple	+		-	+	
	Pear	-		+		-
	Peach	-		+		-
	Grape	-				-
	Tangerine			+		
	Persimmon	-		+		-
	Plum	-		+	-	-

결론적으로 농업에 대한 기상정보 제공시 습도, 일사량, 풍속 정보가 중요한 핵심 기상요인이라는 것을 확인할 수 있다. 그리고 기상요인에 따라 농작물의 생

산량이 증가하거나 감소할 수 있으므로 농작물별로 기상현상에 따라 대응책을 제시하는 것이 기상정보를 활용하려는 농업 종사자들에게 적절할 것으로 판단된다.

하나의 카테고리 분류된 농작물이라도 동일한 기상요인이 농작물 생산량에 미치는 영향의 방향이 다를 수 있다. 지역별 분석 결과에서 엽채류 농작물의 경우 배추와 양배추의 생산량은 풍속에 음의 상관관계를 나타냈지만, 시금치와 상추의 경우 양의 상관관계를 나타냈다. 이러한 결과를 통해 단순히 전국적으로 제공되는 기상정보만을 가지고 농업활동에 활용한다면 최적화된 생산량을 확보할 수 없으며, 지역별로 농업기상정보로 제공된 정보에 따라 동일하게 대응한다면 오히려 생산량 감소를 일으킬 수 있다. 그러므로 농작물별, 지역별로 구분하여 특화된 농업 기상정보를 제공하여야 실제 농업 현장에서 기상정보를 적극적으로 활용할 뿐만 아니라 이를 통해 농작물의 효율적인 재배관리 계획과 최적화된 농작물의 생산량을 확보할 수 있다.

농업경영을 위한 기상정보의 전략적 활용을 위해서는 생산량이 많은 농작물들에 대한 보다 정확도 높은 맞춤형 기상정보의 제공이 농업경영의 파급효과가 클 것이다. 아래의 Table 10.에서 보는 바와 같이 생산량이 많은 농작물의 경우 전체 분석 결과에서는 7개의 농작물 중 5개의 농작물이 일사량의 영향을 받고 있는 것으로 나타났다.

Table 10. Result of correlation analysis between meteorological factors and staple crops

Classification	Critical Meteorological factors					
	Humidity	Temperature	Precipitation	Sunshine	Radiation	Wind speed
Food crops	Rice				+	
Fruit vegetables	Watermelon					
Root crops	Daikon			-		
Leafy vegetables	Korean cabbage			-		
Condiment vegetable	Union	-		+		-
Industrial crop	Perilla	+		-		
Fruits	Tangerine			+		

이러한 결과를 통해 농업기상을 위한 전략적 제안은 농업에서 파급효과가 큰 대표 농작물의 생산량에 영향을 미치는 기상요인에 대한 정확도를 높일 뿐만 아니라 농작물 최대 산지지역에 핵심기상요인에 대한 기상정보를 농민들에게 제공하는 것이 필요하다. 그리고 이러한 핵심기상요인은 농업기상정보의 정확도 향상을 위한 기술 우선순위의 지표로 활용해야 한다.

향후 기후변화에 따라 농업경영에 기상정보가 미칠 영향은 커질 것이라는 것은 누구나 인지하고 있지만 이를 대비하기 위한 활동은 아직 미비한 수준이다. 현재 우리나라 농업이 처한 위치는 농업 시장개방에 따라 값싼 외국 농산물에 경쟁력이 없을 뿐만 아니라 농업에 종사하는 대부분이 노년층으로 젊은 세대들이 기피하는 산업이 되고 있다. 그러나 국가적으로는 식량자원 확보를 위해 정부적인 대책을 수립하는 등 농업이 가지는 중요성이 점차적으로 커지면서, 농업을 육성하기 위한 다양한 방안과 지원책들이 제시되고 있는 실정이다.

이러한 현실에서 농업을 육성하기 위해 우선적으로 농업에서 기상현상에 따라 위험을 최소화해야 한다. 즉, 여름철 집중호우 등으로 논, 밭이 침수되거나, 이상 기상현상으로 농작물의 발육이 제때 되지 않아 한해 농사를 망치는 일이 발생되지 않도록 하는 것이 농업에서 가장 중요한 일이라고 판단된다.

이를 위해서는 가장 먼저 기상으로부터 위험을 최소화하고 농작물별로 기상상황에 따라 어떻게 대처할 것인지에 대한 행동방안을 숙지하고 실천해야 할 것이다. 그리고 장기 기상예보 등을 활용해 변화되는 기후변화에 따라 재배 농작물을 적절하게 선택하는 등 앞으로의 기후변화에 대비하는 활동을 통해 원활한 농업경영을 지속적으로 추진해야 한다.

감사의 글

본 연구는 기상청 기상기술개발사업(CATER 2009-3309)의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 신재훈, 이계엽, 이정택, 2001, 농업기상관측망을 이용한 농업기상정보 서비스, 한국농림기상학회지, 3(2), 121-125.
- 심교문, 이정택, 이양수, 김건엽, 2003, 20세기 한국의 농업 기상재해 특징, 한국농림기상학회지, 2(4), 255-259.
- 이병렬, 2000, 농업기상 정보의 활용 전망, 한국농림기상학회지, 2(1), 24.
- 정명채, 김종숙, 최경환, 1993, 농업재해보상과 작물재해보험대책, 한국농촌경제연구실 정책연구, 2, 12-16.