

범함수 회귀모형을 이용한 성장단계별 양파무게의 추정

조완현*, 나명환*, 김준기*, 김덕현**

*전남대학교 통계학과

**전라남도 농업연구원

e-mail : {whcho,nmh}@chonnam.ac.kr,

Estimation of Onion Weight on Growth Stages Using Functional Regression Model

Wanhyun Cho*, Myeong Hwan Na*, Junki Kim*, Deoghyun Kim**

*Dept. of Statistics, Chonnam National University

**Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Service

요약

본 논문에서 우리는 범함수 회귀모형을 이용한 양파의 성장단계별 무게를 예측할 수 있는 새로운 통계적 추정방법을 제안한다. 여기서 우리는 풍속, 평균온도, 강우량, 일조량 그리고 습도 등 나타내는 환경요인들을 설명변수들로 사용하고, 양파의 성장단계별 무게를 반응변수로 사용하여 범함수 회귀모형을 적용하였다. 먼저 그래프분석과 상관분석을 통하여 우리는 일일 평균온도는 양파의 무게 증진에 가장 큰 양의 상관이 있고, 풍속이나 습도 그리고 일조량들은 양파의 성장에 약간의 영향력이 있으며 강우량은 양파의 성장에 전혀 도움이 안됨을 알 수 있었다. 두 번째로 범함수 회귀분석을 통하여 얻어진 각 환경요인들에 대한 회귀계수들의 그림을 통하여 우리는 양파의 성장 기간 동안에 이들의 무게를 향상시키기 위해서는 어떻게 환경요인들을 관리해야 되는 가를 알 수 있는 재배방법을 유도하였다.

1. 서론

일반적으로 한국의 여러 지역에서 생산되는 양파는 다양한 요리에 사용되기도 하고 또한 건강 다이어트에 좋은 음식으로 생각되어 부가가치가 아주 높은 채소로 생각되고 있다. 따라서 양파를 재배하고 있는 농부들은 양파의 생산량을 높일 수 있는 재배방법에 관심이 아주 많은 편이다.

반면에 양파의 가격은 수요와 공급에 의해서 결정되기 때문에 생산량이 소비량보다 과도하게 높을 때는 가격이 형편없이 낮게 형성되고, 반대로 생산량이 소비량보다 낮을 때는 양파의 가격이 비정상적으로 높게 형성되기도 한다.

따라서 농업진흥청과 같은 관계기관에서는 양파의 생산량 조절에 많은 관심을 기울이고 있다. 이런 문제에 대한 해결방법으로 본 논문에서 우리는 양파를 재배할 때 적당한 크기의 좋은 양파를 생산하기 위해서는 재배기간 동안에 영향을 미치는 여러 가지 환경요인들을 어떻게 관리해야 되는가를 알아야 될 필요가 있다.

이를 위해서 실제로 양파가 재배되는 현장으로부터 데이터를 수집하고, 이것을 함수열 회귀분석을 적용하여 분석하여 필요한 정보를 추출하고 이를 바탕으로 최적의 재배방안을 유도할 수 있는 문제를 생각하려고 한다.

2. 데이터 셋과 분석방법

2.1 데이터 셋

본 연구에서 사용된 데이터 셋은 3 월말부터 6 월 초순까지 한국의 여러 지역에서 양파를 재배하는 농가를 대상으로 28 개의 농가에서 178 개의 데이터를 수집하였다. 이때 환경변수로는 풍속, 일일 평균온도, 지표 평균온도, 습도, 일조량 그리고 강우량 등 6 개의 요인들을 조사하였으며 반응변수로는 일일 증가하는 양파의 무게를 측정하였다. 이들에 대한 역할과 측정 단위는 다음의 표 1과 같다.

<표 1> 데이터 셋에서 사용된 반응변수와 환경변수

역할	변수명	측정단위		
환경변수	반응변수	양파의 무게	g / 1 개	
	풍속	Mps		
	평균온도	°C		
	지표평균온도	°C		
	평균습도	%		
	일조량	%		
	강우량	mm		

2.2 분석방법

p 개의 환경변수들이 성장단계별 양파의 무게에 어떤 영향을 미치는가를 알아보기 위해서 다음과 같이 정의되는 범함수 회귀모형을 사용하였다.

$$y_i(t) = \alpha(t) + \sum_{k=1}^p \sum_{s=1}^q x_{ik}(s) \beta_k(s, t) + \epsilon_i(t), \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

여기서 $y_i(t)$ 는 양파의 무게를 나타내고, $x_{ik}(s)$ 는 환경변수들을 나타내며 $\beta_k(s, t)$ 는 각 환경변수들에 대응되는 회귀계수들을 나타낸다.

이때 우리는 각 환경변수들에 대응되는 회귀계수들을 추정하기 위해서 잔차 제곱의 적분을 최소(Least minimum integrated square residual: LMISE)로 하는 추정 방법을 사용하였다. 이때 추정된 회귀계수들은 다음과 같이 주어진다.

$$\hat{\beta}_k(s, t) = \phi_k^T(s, t) \hat{\mathbf{B}}_k \psi$$

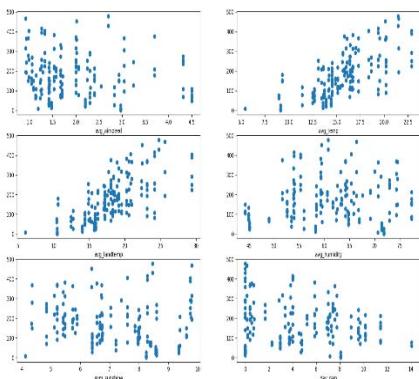
그리고 이들을 사용한 양파의 무게에 대한 추정 값은 다음과 같다.

$$\hat{y}(t) = \bar{y}(t) + \sum_{k=1}^p \int_{I_s} x_{ik}(s) \hat{\beta}_k(s, t) ds .$$

3. 실험결과

3.1 그래프를 사용한 자료분석

우리는 6 개의 환경요인들과 양파의 무게와의 관계를 알아보기 위해서 다음과 같이 이창원 산점도를 그려보았다. 아래 그림 1로부터 우리는 일일 평균온도와 지표 평균온도는 양파의 무게와 양의 상관이 아주 높음을 알 수 있고, 강우량은 양파의 무게와 음의 상관이 있으며 나머지 다른 환경요인들은 양파의 무게와 특별한 상관이 없는 것으로 나타났다.

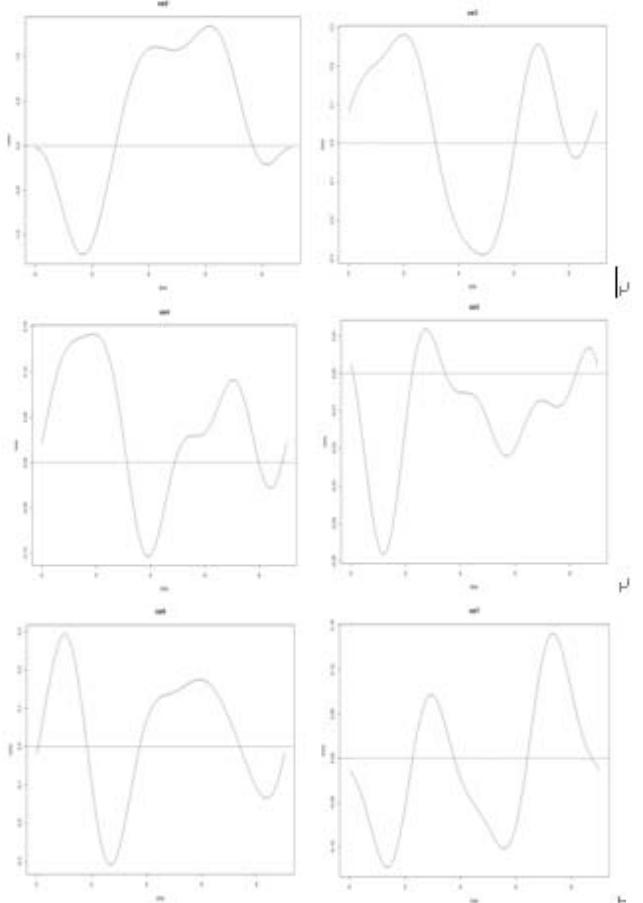


(그림 1) 양파의 무게와 환경변수들간의 산점도

3.2 범함수 회귀분석

우리는 6 개의 환경요인들 중 어떤 요인들이 양파의

무게를 설명하는데 중요한 역할을 하는가를 알아보기 위해서 범함수 회귀분석을 실시하여 회귀계수들을 추정하고 이들을 다음과 같이 그래프로 나타내었다.



(그림 2) 추정된 회귀계수들의 선그림

첫째 위의 그림으로부터 풍속은 양파의 무게에 성장초반부에서는 음의 영향을 미치고 중반 이후로 갈수록 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 둘째 일일 평균온도와 지표 평균온도는 양파의 무게에 초반부에서는 양의 영향이 있다가 중반부로 갈수록 음의 여향이 있으며 후반부로 갈수록 다시 양의 영향이 있다. 셋째 습도는 양파의 생육에 전체적으로 음의 영향이 있는 것으로 나타났다. 넷째 일조량과 강우량은 양파의 무게에 큰 영향이 없는 것으로 나타났다.

따라서 위의 결과를 종합하면 양파의 발육을 촉진시키기 위해서는 적당한 온도를 유지해주는 것이 아주 중요하고 반면에 습도는 가능한 낮게 해주는 것이 좋음을 알 수 있다.

4. 결론

지금까지 우리는 한국의 여러 지역에서 재배되는 양파의 자료를 수집하여 양파의 발육에 영향을 미치는 환경요인들을 어떤 것들이 있는가를 고찰하였다.

분석결과를 통하여 우리는 양파의 발육을 촉진시키기 위해서는 적당한 온도를 유지해주는 것이 아주 중요하고 반면에 습도는 가능한 낮게 해주는 것이 좋

음을 알 수 있었다

참고문헌

- [1] K Manikandan and P Irene Vethamoni, “A review: Crop modeling in vegetable crops,” Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, vol. 6(4), pp. 1006-1009, 2017.
- [2] H. Sher, M. Al-Yemeni, Ali H. A. Bahkali, and H. Sher, “Effect of environmental factors on the yield of selected mushroom species growing in two different agro ecological zones of Pakistan”, Saudi Journal of Biological Sciences, vol. 17, pp. 321-326, 2010.
- [3] N. Keita, E. Ouedraogo, and U. E. Nyamsi, “Measuring Area, Yield and Production of Vegetable Crops,” Proceedings of ICAS VII: Seventh International Conference on Agricultural Statistics, Rome 24-26 October, 2016.
- [4] J. O. Ramsay and B. W. Silverman, “Functional Data Analysis”, 1997 Springer-Verlag, New York, Inc.
- [5] J. O. Ramsay, G. Hooker and S. Graves, “Functional Data Analysis with R and MATLAB”, Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 2009.