

참외 과중에 영향을 미치는 환경요인 분석

최돈우* · 도한우* · 최홍집* · 류영현* · 임청룡**
*경상북도농업기술원 · **한국농어촌공사 농어촌연구원

Environmental Factor Analysis Affecting Fruit Weight of Korean Melon

Choi, Don-Woo* · Do, Han-Woo* · Choi, Hong-Gip* · Ryu, Young-Hyun* · Lim, Cheong-Ryong**
*Agriculture Economic Researcher, Gyongsangbuk-Do Agricultural Research & Extension Services
**Associate Researcher, Rural Research Institute Korea Rural Community Corporation

ABSTRACT : In this study, an analysis was performed using the growth data and environment data of Korean melon farmers to confirm the influence of environmental factors variables on fruit weight of Korean melon. The analysis results can be summarized as follows. First, it was confirmed that humidity and temperature were recognized as the most important factors among the core factors of korean melon farm production management. Second, The correlation analysis of fruit weight and environmental factors showed a statistically significant soil temperature, internal humidity. Third, The Pooled OLS model estimation results showed that the estimation coefficient for soil temperature is (-), and the estimation coefficient for soil temperature square is (+), indicating that optimal control temperature exists.

Key words : AHP, Environmental Factors, Korean Melon, Panel Regression

1. 서 론

참외는 경북지역에서 주로 재배되는 과채류로 농가별 재배기술 수준에 따른 10a당 소득은 500만원에서 1,500만원으로 3배 정도 차이가 있다. 그런데 최근 들어 스마트팜 기술이 농가에 보급되면서 소득 격차를 더욱 벌여질 것으로 예상된다.

우리나라 스마트팜 도입농가는 927호이며, 이중 시설원예분야가 82%로 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 조사되었다(한국농촌경제연구원, 2016). 그런데 농가들이 스마트팜 활용에 따른 주요 문제점은 기술에 대한 확신성, 운영 및 경영기술 부족 등이라고 알려져 있다(농촌경제연구원, 2016). 즉 시설원예를 중심으로 스마트팜이 확산되고 있으나, 도입농가들은 기술 부족, 운영상의 어려움 등을 호소하고 있음을 알 수 있다. 따라서 스마트팜이 농가에 조속히 정착될 수 있도록 다양한 연구가 필

요할 것이다.

스마트팜 생산성 관련 연구에는 Na et al.(2017), Choi & Lim(2018), Noh & Lee(2020) 등이 있다. Na et al.(2017)는 토마토 복합환경제어시스템을 운영하는 농가를 대상으로 환경인자가 농작물의 생육에 미치는 영향을 설명하는 모형을 제시하였다. Choi & Lim(2018)은 스마트팜을 도입한 딸기농가를 대상으로 생산효율성을 분석하였다. Noh & Lee(2020)는 스마트팜 생육데이터를 분석하여 작물의 생산예측시스템 구축에 기반이 되는 최적 생육 요인을 분석하였다.

기술수용과 관련 연구에는 Kim & Moon(2012), Roh et al.(2013), Chung & Kang(2020) 등이 있다. Kim & Moon(2012)은 농식품 수출지원사업의 정책지표와 지표를 달성하기 위한 세부지원사업과 수출단계별 활동들의 상대적 중요도를 분석하였다. Roh et al.(2013)는 약용작물 산업의 정책수단별 우선순위를 설정하고자 AHP기법을 활용하였으며, Chung & Kang(2020)은 스마트팜 기술수용에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 귀농인과 일반농가를 대상으로 연구를 수행하였다.

Corresponding author : Lim, Cheong-Ryong
Tel : 061-338-5245
E-mail : chrylim@ekr.or.kr

선행연구들은 토마토, 딸기 등 재배하는 스마트팜 활용 농가에서 수집한 데이터를 활용하여 생육 또는 생산에 미치는 환경요인과 생육요인을 분석하고자 하였으나, 참외 스마트팜의 환경요인과 생산에 대한 연구가 이루어지지 않았다.

따라서 이 연구에서는 스마트팜을 도입한 참외농가를 대상으로 과일 중량에 영향을 미치는 환경요인을 분석하고자 한다.

II. 참외농가의 재배 현황

2019년 전국 참외 재배면적은 3,648ha이며, 이중 시설 참외 재배면적은 3,488ha로 전체의 95.6%를 차지하였다. 경북지역 시설참외 재배면적은 3,196ha로 전체 시설참외 재배면적의 91.6%를 차지하고, 생산량은 136,995톤으로 93.2%를 차지하였다(Table 1).

경북지역 참외 재배면적의 대부분은 성주지역이며, 2019년 6월 기준 성주지역 스마트팜 도입농가는 61호며, 도입 면적은 50.6ha였다(성주군청, 2020).

Table 1. Cultivation Area and Yield of Korean Melon in Plastic Greenhouse

Year	Cultivation Area(ha)		Yield(1,000 ton)	
	Total	Gyeongbuk	Total	Gyeongbuk
2000	9,449	6,800	319.4	247.9
2001	8,055	6,227	258.8	207.9
2002	7,490	5,957	237.4	193.7
2003	7,359	5,986	231.9	189.3
2004	6,962	5,774	235.5	205.0
2005	6,655	5,745	190.9	169.5
2006	6,552	5,621	214.0	188.6
2007	6,260	5,530	201.0	180.8
2008	6,408	5,728	216.1	197.3
2009	6,602	5,626	224.8	197.9
2010	6,097	5,390	205.1	186.0
2011	5,719	5,148	177.2	161.6
2012	5,621	5,022	182.1	165.0
2013	5,380	4,847	174.1	159.5
2014	5,358	4,754	155.4	139.2
2015	5,305	4,639	158.5	140.8
2016	4,872	4,374	153.8	140.0
2017	3,454	3,124	164.0	155.6
2018	3,469	3,177	127.4	117.6
2019	3,488	3,196	147.0	137.0

Source: kosis.kr

성주지역 스마트팜 도입농가들의 경영현황을 살펴보면, 호당 평균 재배면적은 8,289㎡이고, 스마트팜 도입비용은 호당 21.3백만원으로 나타났다. 또한 생산량은 평균 60.8톤이며, 매출액은 161.6백만원으로 분석되었다(Table 2).

Table 2. Production Status of Smart Farm Installation Farmhouse in Seongju Region

Variables	Mean	STD.
Cultivation area(㎡)	8,289.4	11,273.8
Investment Cost(million won)	21.3	11.5
Yield(ton)	60.8	35.3
Income(million won)	161.6	77.3

Source: Seongju-gun Office, 2020

III. 분석방법 및 자료

1. AHP분석

참외 경영을 위해서는 생산관리, 마케팅관리, 자금관리 등이 필요하다. 이 연구는 과중에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위함이므로 생산관리에 국한하여 지표별 발굴하였고, 생산관리의 지표별 중요도를 추정하기 위해 상위지표와 세부지표로 나눠 계층화분석법(Alytic Hierarchy Process)을 사용하였다.

계층화분석법을 통해 지표별 고유치를 분석하고, 고유치 값을 이용하여 지표별 가중치를 구하여 이것을 지표별 중요도로 활용하였다.

계층화분석법은 의사결정의 목표, 혹은 평가기준이 다수이며 복합적인 경우, 상호 배타적인 대안들의 체계적인 평가를 지원하는 의사결정지원기법의 하나이다. 계층화분석법은 인간의 사고체계는 계층적 구조설정(hierarchical structuring)의 원리, 상대적인 우선순위의 설정(setting priorities)의 원리 및 논리적 일관성(logical consistency)의 원리 등 세 가지 논리적 원리가 지켜진다는 특징에 착안하고 있다(Satty, 2001).

AHP의 상대적 가중치(weighting)의 추정에 있어서는 의사결정자는 한 수준에서 n개의 평가항목에 대해 nC_2 회의 이원비교를 수행하면 상대적 가중치를 알 수 있으며, 이를 이용하여 쌍대비교행렬 $M_{n \times n}$ 를 구성할 수 있다.

$$M = [m_{ij}] = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

이때 정방행렬 m_{ij} 는 요소 j 에 대한 i 의 상대적 가치 w_i/w_j 의 추정치이다. 이와 같은 행렬을 수학적으로 풀어서 고유벡터(eigenvector)와 고유치(eigenvalue)를 얻을 수 있는데, 이때 고유벡터는 우선순위를, 그리고 고유치는 판단의 일관성을 측정하는 수단이 된다.

의사결정기법으로서 계층화분석법의 장점은 대안들의 우선순위를 구하는 과정에서 전이적 일관성이 얼마나 유지되고 있는지를 검증할 수 있다는 것이다. 전이적 일관성은 식 (1)과 같이 응답의 일관성 지수(Consistency Index: C.I.)를 경험적 자료에서 얻은 평균 무작위 지수(Random Index: R.I.)로 나눈 일관성비율(Consistency Ratio: C.R.)을 통해 파악할 수 있다.

$$C.R. = C.I./R.I. \quad (1)$$

일관성 지수(C.I.)는 $C.I. = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$ 로 계산되며, λ_{\max} 는 이원비교행렬의 가장 큰 고유치(largest eigenvalue)를 의미하고, n 은 비교되는 기준의 수를 나타낸다. 한편 무작위 지수(R.I.)는 1부터 9사이의 난수를 사용해서 구성된 비교행렬의 C.I.들의 평균값으로서 경험적 자료로부터 얻은 행렬의 차원별 평균무작위 지수를 의미한다. Satty는 일관성비율(C.R.)이 10% 이내이면 응답자가 상당히 일관성 있게 이원비교를 수행한 것으로 판단하고, 20%이내일 경우 용납할 수 있는 수준의 비일관성을 갖고 있으나, 20%이상이면 일관성이 부족한 것으로 재조사가 필요하다고 제안하였다(Satty and Kearns, 1995).

2. 패널회귀분석

과중(果重)에 영향을 미치는 환경요인을 분석하기 위하여 주(週)별 과중과 환경요인을 활용하여 패널회귀분석을 수행하였으며, 다음 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$y = \alpha + x\beta + u_i + e \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, n \quad , \quad t = 1, 2, \dots, T_i$$

식 (2)에서 하침자 i 는 조사 주(株)수를 의미하고 하침자 t 는 주차를 의미하며, x_{it} 는 환경요인으로 구성된 변수들의 벡터를 의미하며, y_{it} 는 t 주차 i 주(株)참외 개당 중량을 의미한다. u_i 와 e_{it} 2개로 오차항으로 u_i 는 시간에 따라 변하지 않는 참외 주수에 따라 변하지 않는 개체특성을 나타내는 오차항이고 e_{it} 는 주차와 참외 주수에 따라 변하는 순수한 오차항이다.

선형패널모형에서 오차항 u_i 의 고정된 개체특성을 고

려할 필요가 있는지 다음과 같은 가설검정을 통해 확인할 수 있다. 오차항 u_i 를 확률효과로 가정하는 경우, 확률효과 모형이 유의성에 대해 가설 검정할 수 있다. u_i 가 확률효과이기 때문에 다음과 같이 귀무가설을 설정한다.

$$H_0 : var(u_i) = \sigma_u^2 = 0 \quad (3)$$

귀무가설이 수락되면 오차항의 전체 분산인 $(\sigma_u^2 + \sigma_e^2)$ 이 단순히 σ_e^2 가 되므로 패널 그룹의 특성을 고려할 필요가 없게 되므로 합동 OLS로 추정하면 된다. 귀무가설이 기각된다면 패널 그룹의 특성을 고려한 확률효과 모형으로 추정해야 한다는 것이다.

이 연구에서는 Breusch-Pagan의 LM(Lagrangian Mulipiler) 검정을 통해 합동 OLS모형 추정을 수행할지 패널의 개체특성을 고려한 확률효과 모형을 추정할지 판단하였다. 또한 패널의 개별특성을 고려하여 분석하게 될 경우 고정효과모형과 확률효과(random effects)모형을 추정한 후 하우스만 검정을 통해 데이터에 부합하는 모형을 선택하였다(Greene, 2008).

3. 자료

참외농가가 중요하게 생각하는 생산관리의 핵심요인을 발굴하기 위해 참외 전문가, 선도농가 등에 대해 2020년 5월에 미리 작성된 설문지를 활용하여 면접조사를 실시하여 유효표본 14부를 확보하였다.

또한 참외 과중에 영향을 미치는 환경요인을 분석하기 위해 스마트팜 도입농가 14호의 과일특성자료와 환경자료를 활용하였다. 과일특성자료는 농가당 10주(株)에 대해 수확 시 과중, 당도 등을 조사하였고, 환경자료는 과일특성을 조사하는 지점에 환경측정센서를 설치하여 2019년 12월부터 2020년 9월까지 10분 간격으로 수집하였다.

IV. 분석결과 및 고찰

1. 참외 생산관리의 핵심 요인

참외 생산관리의 지표 발굴은 전문가 그룹을 구성하여 브레인스토밍기법을 활용한 결과 참외 생산관리의 대분류와 세부항목은 Table 3과 같이 구성하였다.

참외 생산관리의 대분류에는 생육관리, 환경관리, 병해충관리, 과실품질관리로 구성되었다. 생육관리의 세부항목은 잎 모양, 잎 크기, 엽록소, 추비 관리로 구성되었

Table 3. Composition of Production Management Index

Main category	Detail category
Growth management	Leaf shape
	Leaf size
	Chlorophyll
	Additional fertilizer
Environmental management	Temperature
	Humidity
	CO ₂
	Watering
Pest management	Early pest management
	Chemical control usage
	Cultivation control
	After period management
Fruit quality management	Fruit weight
	Sugar content
	Hardness
	Color

으며, 환경관리의 세부항목은 온도, 습도, CO₂, 관수로 구성되었다. 병해충관리의 세부항목은 초기 병해충관리, 방제 약제 사용법, 재배적 방제, 작기 후 관리로 구성되었으며, 과실품질관리의 세부항목은 과중, 당도, 경도, 색택으로 구성되었다.

AHP분석 결과, 참외 생산관리 대분류에 대한 중요도는 환경관리(0.507)가 가장 중요하게 나타났다. 생육관리는 추비관리(0.323), 환경관리는 습도(0.335), 병해충관리는 작기 후 관리(0.357), 과실품질관리는 당도(0.445)로 나타났다. 참외 생산관리의 대분류와 세부항목에 대한 최종 중요도는 습도(0.170), 온도(0.145)가 가장 중요한 요인임을 확인할 수 있었다(Table 4).

2. 패널회귀모형 분석결과

가. 기초통계량

패널회귀분석에 사용된 주(週)별 과중자료는 참외 주요 출하시기를 고려하여 2월부터 5월까지의 자료를 활용하였다. 월별 과중에 대한 기초통계량은 다음과 같이 나타났다(Table 5).

10분 간격으로 측정된 지중 온도, 내부 온도, 내부 습도의 월별 기초통계량은 Table 6과 같다. 내부 온도와 지중 온도는 시간이 흐름에 따라 증가하는 것을 알 수 있었고, 내부 습도는 시간이 흐름에 따라 낮아지는 것을 확인 할 수 있었다.

앞에서 참외 생산관리에서 온도와 습도관리가 가장

Table 4. AHP Analysis of Production Management Index

Main category	Main category weight	Detail category	Detail category weight	Final weight
Growth management	0.206	Leaf shape	0.199	0.041
		Leaf size	0.233	0.048
		Chlorophyll	0.245	0.051
		Additional fertilizer	0.323	0.067
Environmental management	0.507	Temperature	0.287	0.145
		Humidity	0.335	0.170
		CO ₂	0.110	0.056
		Watering	0.269	0.136
Pest management	0.226	Early pest management	0.285	0.064
		Chemical control usage	0.068	0.015
		Cultivation control	0.290	0.066
		After period management	0.357	0.081
Fruit quality management	0.060	Fruit weight	0.073	0.004
		Sugar content	0.445	0.027
		Hardness	0.328	0.020
		Color	0.154	0.009

Table 5. Basic Statistics of Fruit Weight

Month	N	Mean	STD	Min	Max
February	52	294.3	82.4	140.2	441.8
March	121	219.9	64	110.4	397.2
April	245	283.7	80.4	109.8	643
May	326	296.6	96	102.1	640.1

중요한 요인임을 확인하였고, Table 6에서 2월에서 5월까지 시간이 흐름에 따라 내부 온도와 지중 온도는 증가하고 내부 습도는 하락하는 것을 알 수 있었다. 내부 온도, 지중 온도, 내부 습도와 과중과의 관계를 확인해 보고자 상관관계 분석하였으며, 분석결과는 Table 7과 같다.

과중과 지중 온도는 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 (+)의 관계가 존재하였고, 과중과 내부 습도는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의한 (-)의 관계가 존재하는 것을 알 수 있었다. 또한 지중 온도와 내부 습도도 1% 유의수준에서 통계적으로 유의한 상관관계가 존재하는 것을 확인하였다.

참외 과중과 상관관계가 있는 환경변수는 지중 온도, 내부 습도인데, 지중 온도와 내부 습도가 강한 상관관계를 가지므로 이 연구에서는 분석 결과의 확산성을 고려하여 참외농가에서 안정적인 환경관리가 가능하다고 여겨지는 지중 온도만을 가지고 분석을 진행하였다.

Table 6. Basic Statistics on Environmental Data

Variables	Month	N	Mean	STD
Soil Temperature (°C)	February	52	20.6	0.9
	March	121	20.1	1.1
	April	245	21.7	2.8
	May	326	24.6	2
Internal Temperature (°C)	February	52	20.4	1
	March	121	20.3	0.9
	April	245	20.8	2.9
	May	326	24.4	1.9
Internal Humidity (%)	February	52	88.7	2.6
	March	121	84.2	5.8
	April	245	71.5	16.1
	May	326	73.2	21

Table 7. Correlation Analysis of Environment Data

Variables	Average Weight	Internal Temperature	Ground Temperature	Internal Humidity
Average Weight	1.000			
Internal Temperature (°C)	0.057 (0.124)	1.000		
Ground Temperature (°C)	0.085** (0.021)	0.910*** (<.0001)	1.000	
Internal Humidity (%)	-0.136*** (<.0001)	-0.172*** (<.0001)	-0.304*** (<.0001)	1.000

나. 패널분석

패널의 개별 특성을 반영 여부를 알아보기 위해 Breusch-Pagan의 LM검정을 실시한 결과 χ^2 값이 10% 유의수준에서 귀무가설을 기각하지 못하였으므로 합동 OLS모형으로 추정하였다(Table 8).

합동 OLS모형으로 추정한 결과, F값이 1,338로 1% 유의수준에서 모든 회귀계수가 0이라는 귀무가설을 기각하여 모형 설정이 통계적인 의미를 가짐을 알 수 있었으며, R^2 값이 0.917로 높게 나타나 독립변수들의 설명력이 높은 것을 알 수 있었다. 지중 온도에 대한 추정계수는 (-)로 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타났고, 지중 온도 제공 항에 대한 추정계수는 (+)로 10% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 또한 2월, 3월, 4월, 5월에 대응하는 더미변수들은 모두 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

Table 8. Estimation of Panel Regression Analysis

Variables	Coef.	Std. Err.	t value
Ground Temperature	-31.34**	16.16	-1.94
(Ground Temperature) ²	0.55*	0.33	1.70
Dummy 2	706.28***	187.91	3.76
Dummy 3	626.48***	186.23	3.36
Dummy 4	700.17***	186.99	3.74
Dummy 5	732.32***	189.45	3.87

Breusch-Pagan LM test: $\chi^2=0.01$

F : 1,338***

R^2 : 0.917

N: 724

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

또한 지중 온도가 과중에 미치는 영향에 변곡점이¹⁾ 존재하는 것을 알 수 있었으며, 지중온도가 변곡점으로 접근할수록 과중이 감소하는 것으로 나타났다.

V. 요약 및 결론

이 연구에서는 참외 과중(果重)에 미치는 환경요인 의 영향력을 확인하기 위해 먼저 참외 전문가, 선도농가 등의 설문자료를 활용하여 생산관리 지표별 중요도를 알아 보기 위해 AHP분석을 하였고, 스마트팜을 도입한 참외 농가 14호의 과일특성자료와 환경자료를 활용하여 패널 회귀모형을 분석하였다. 분석결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 참외 생산관리에서 습도와 온도를 가장 중요한 요인임을 확인하였다.

둘째, 참외 과중과 환경요인의 상관관계를 분석결과 지중 온도와 내부 습도가 과중과 통계적으로 유의한 관계를 보여주었다.

셋째, 합동 OLS모형으로 추정한 결과 지중 온도에 대한 추정계수는 (-)이고, 지중 온도 제공에 대한 추정계수는 (+)로 나타나 지중 온도 변곡점이 존재함을 알 수 있었다.

이러한 분석결과로부터 다음과 같은 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 참외 수량 증대를 위해서는 온도와 습도관리가 매우 중요하므로 온·습도관리 매뉴얼을 제작하여 보급한다면 생산 안정화에 도움이 될 것이다.

둘째, 참외 상품성에 직접 관련되는 과중은 지중 온도 관리가 매우 중요하므로 생육단계별 지중 온도 관리를 위한 기술 개발이 필요할 것이다.

셋째, 환경요인이 참외 상품성에 영향을 미치고, 상품성

은 농가 소득과 직결되므로 환경관리를 복합적으로 제어할 수 있는 스마트팜 관련 기술을 축적하여 조기에 스마트팜이 보급될 수 있도록 다양한 노력이 필요할 것이다.

이 연구는 과중에 미치는 환경요인을 추정하기 위해 1년 동안 수집된 자료만 활용한 한계가 있다. 따라서 보다 정확하고 정밀한 결과를 도출하기 위해서는 지속적인 자료 수집이 필요하며, 환경요인에 대한 자연과학적 접근 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

주1) 변곡점 산출은 회귀식 중 지중 온도에 대한 1차미분식 (-31.34+1.10X=0)을 활용하여 산출함.

이 연구는 농림식품기술기획평가원에서 발주한 연구과제(과제번호: IPET318062033WT011)의 지원으로 수행되었음.

References

1. Choi, D. W., Lim, C. R., 2018, Statistical analysis of Production Efficiency on the Strawberry Farms Using Smart Farming, J Korean Soc Qual Manag, 46(3), 707-716. DOI: <https://doi.org/10.7469/JKSQM.2018.46.3.707>
2. Chung, B. G., Kang, D. B., 2020, Factors Affecting Acceptance of Smart Farming Technology: A Comparative Analysis of Return and Native Farmers, Global Business Administration Review, 17(2), 54-80. DOI: <https://doi.org/10.38115/asgba.2020.17.2.54>
3. Greene, W. H., 2008, Econometric Analysis, 6th edition, Prentice Hall Inc., New Jersey.
4. Kim, K. P., Moon, H. P., 2012, The Analysis of

- Priority to the Export Supporting Programs in Korean, Korean Journal of Agricultural Management and Policy, 39(3), 394-419.
5. KREI, 2016, A Status Analysis of Smart Farm Operation and the Direction of Development.
6. Na, M. H., Park, Y. H., Cho, W. H., 2017, A study on optimal environmental factors of tomato using smart farm data, The Korean Data and Information Science Society, 28(6), DOI: 1427-1435. <http://dx.doi.org/10.7465/jkdi.2017.28.6.1427>
7. Noh, H. S., Lee, Y. S., 2020, Determinants of Growth Variables on Smart Farm Tomato Production, The Society of Convergence Knowledge Transactions, 8(3), 17-25. DOI: <https://doi.org/10.22716/sckt.2020.8.3.016>
8. Roh, J. S., Ahn, Y. S., Kim, K. H., 2013, Evaluating the Priority of Policy in Medicinal Crop Industry by AHP Method, Korean Journal of Agricultural Management and Policy, 40(2), 491-510.
9. Satty, T. L., 2001, Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process, The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making.
10. Satty, T. L. and Kearns, K. P., 1995, Analytical Planning: The Organization of System, N.Y: Pergamon Press, Inc.
11. <https://kosis.kr/>

-
- Received 21 December 2020
 - First Revised 18 February 2021
 - Second Revised 17 May 2021
 - Finally Revised 18 May 2021
 - Accepted 27 May 2021