

지역별 관수제어 모델링 및 지역별 기후 특성과의 연관성에 관한 연구

정진형*, 조재현**, 김승훈**, 최안렬**, 이상식**

Regional irrigation control modeling and regional climate characteristics Research on the correlation

Jin-Hyoung Jeong*, Jae-Hyun Jo**, Ahnryul Choi**, Sang-Sik Lee**

요약 농촌의 인구 감소, 고령화에 따른 노동력 부족과 기후변화 심화에 따른 다양한 리스크 확대 등 국내 농업은 현실적 문제를 마주하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 스마트 농업 기술을 발전시키고 있다. 스마트 농업 기술 발전에 있어서 관수제어는 최적의 성장환경 조성에 중요한 역할을 하며 환경보호 차원에서도 중요한 이슈이다. 본 논문은 농작물의 품질 향상, 생산 비용 감소 및 생산량 증가 등을 목적으로 국내 파프리카 농가 지역의 근권 환경 데이터를 수집하고 이를 분석하여 관수제어 모델링을 제시하는 연구에 대한 내용이다. 본 논문에서 제시하는 관수제어 모델링은 지역별 기후적 특징으로 인한 배지무게, 급액, 배액의 변화를 그래프로 제시하는 것이다. 그래프 도출을 위해 데이터 수집 및 분석을 통해 매개변수를 정했으며, 제시한 관수제어 모델링 방법을 수집한 근권 환경 데이터에 적용하여 6개의 지역(강원도, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남)의 관수제어 매개변수를 구하고 이를 통해 그래프를 도출했다. 이후 관수제어 모델링 방법의 유효성 검증을 위해 도출된 매개변수를 분석하여 기후적 특징(평균 온도 및 강수량)과 연관시켜보는 연구를 진행했다.

Abstract Domestic agriculture is facing real problems, such as a decrease in the population in rural areas, a shortage of labor due to an aging population, and increased risks due to the deepening of climate change. Smart farming technology is being developed to solve these problems. In the development of smart agricultural technology, irrigation control plays an important role in creating an optimal growth environment and is an important issue in terms of environmental protection. This paper is about the study of collecting and analyzing the rhizosphere environmental data of domestic paprika farms for the purpose of improving the quality of crops, reducing production costs, and increasing production. Irrigation control modeling presented in this paper Control modeling is to graphically present changes in a medium weight, feed, and drainage due to regional climatic features. To derive the graph, the parameters were determined through data collection and analysis, and the suggested irrigation control modeling method was applied to the collected rhizosphere environmental data to control irrigation in 6 regions (Gangwon-do, Chungnam, Jeonbuk, Jeonnam, Gyeongbuk, and Gyeongnam). The parameters were obtained and graphs were derived from them. After that, a study was conducted to analyze the derived parameters to verify the validity of the irrigation control modeling method and to correlate them with climatic features (average temperature and precipitation).

Key Words : Irrigation control, Plant weight, Root management, SaaS, Smartfarm

1. 서론

농촌의 인구 감소 및 고령화에 따른 노동력 부족과

기후변화 심화에 따른 다양한 리스크 확대 등 국내 농업은 현실적 문제를 마주하고 있다[1-3].

This thesis was supported by the 1st generation smart plant farm industrialization technology development project of the Institute of Agriculture, Forestry and Food Technology Planning and Evaluation(320083-1).

*Department of Biomedical IT, Catholic Kwandong University

**Corresponding Author : Department of Bio-medical Engineering, Catholic Kwandong University (lsskyj@cku.ac.kr)

Received June 16, 2021

Revised June 17, 2021

Accepted June 23, 2021

이러한 문제점을 해결하기 위해 4차 산업혁명 기술 적용을 통해 스마트 농업 기술을 발전시키고 있으며, 이를 통해 국가적 차원에서의 농업 경쟁력을 확보하려 하고 있다.

이미 미국, 네덜란드, 덴마크 등은 농업 스마트 농업 기술 구축에 필요한 기술을 발전시키고 인력을 양성을 오래전부터 진행했으며, IT 기업과 연계를 통해서 지속적으로 스마트 농업 기술을 발전시키고 있다. 우리나라도 정부주도로 스마트 농업기술에 필요한 핵심기술을 확보하기 노력하고 있으며, 대표적으로 농림부는 경북상주와 전북 김제를 포함하여 2022년 까지 4,000억원 규모의 대규모 스마트팜 혁신벨리를 구축할 계획이다.[4]

스마트 농업기술은 ICT 기술을 농업기술에 적용하는 것으로서 작물의 성장환경 센싱을 통해 데이터 확보하고, 확보된 데이터를 분석하여 성장환경을 모니터링 하고 이를 통해 비료 및 살충제 투입량, 관수 최적화 등 최적의 성장환경을 조성함으로써 작물의 생산의 효율화, 품질 향상 등을 목적으로 개발되고 있다[5-7].

스마트 농업 기술 발전에 있어서 관수제어는 최적의 성장환경 조성에 중요한 역할을 하며 환경보호 차원에서도 중요한 이슈이다[6,8,9]. 관수제어에 관한 연구로는 화학 센서를 통해 물리·화학적 특성을 분석하여 관수계획을 수립하는 연구[10~12], 광량에 따라 관수를 제어하고 관수계획을 수립하는 연구[13], 배지의 수분 함량을 토대로 작물의 성장 환경 최적화 연구[14,15] 등 사물인터넷, 빅데이터 분석, AI 등의 분야와 융합된 다양한 연구가 진행되고 있다.

본 논문은 농작물의 품질 향상, 생산 비용 감소 및 생산량 증가 등을 목적으로 근권 환경부 데이터 수집 장치를 통해 국내 파프리카 농가 지역의 근권 환경 데이터를 수집하고 이를 분석하여 지역별로 관수제어 특징을 도출하고 특징을 기반으로 관수제어 솔루션을 제공해 파프리카 농사 시 참고할 수 있는 자료를 제공하기 위해 진행되었다. 관수제어 모델은 기후의 변화에 따라 배지 무게, 급액, 배액의 변화를 그래프로 나타냈다.

그래프 도출을 위해 데이터 수집 및 분석을 통해 매개변수를 정했으며, 제시한 관수제어 모델링 방법을 수집한 근권 환경 데이터에 적용하여 6개의 지역(강원도, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남)의 관수제어 매개변

수를 구하고 이를 통해 그래프를 도출했다. 이후 유효성 검증을 위해 구해진 매개변수를 지역별 평균 온도 및 강수량과 같은 기후적 특성과 연관 짓는 연구를 진행하였다.

2. 실험 방법

2.1 관수제어 모델링 도출

근권 환경부 데이터 수집을 위해 ㈜이레아이에서 서비스 중인 배지함수율 측정 IoT 기기인 알엠퍼를 사용하였다. 알엠퍼를 통해 수집된 농가의 작물 재배 시 근권 환경부 데이터를 수집하기 위해 서버 관리 프로그램인 Table Plus 이용하여 알엠퍼의 관리서버로 접속하여 데이터를 수집했다. 수집한 지역의 농가는 모두 파프리카를 재배하는 농가이며 농가의 지역 및 데이터는 표1과 같다.

Excel을 통해 수집한 데이터를 24시간 분량으로 나눠 하루 동안에 시간의 흐름에 따른 배지 무게, 급액량, 배액량의 변화에 대한 데이터 분석을 진행하였고, 관수제어 모델링 도출을 위해 표2, 3과 같이 매개변수를 추출하였다.

표 1. 데이터 수집 지역 및 데이터 분량
Table 1. Data collection area and amount of data

Province	-Si, -Gun	Amount of data
Gangwon-do	Gangneung	March 7th - July 19th, 2020
	Goseong	March 7th - July 19th, 2020
	Cheorwon	March 25th - July 19th, 2020
Chungcheongnam-do	Nonsan	March 13th - July 14th, 2020
	Buyeo	April 9th - July 19th, 2020
	Yesan	March 20th - June 11th, 2020
Jeollanam-do	Gwangyang	April 9th - July 19th, 2020
	Boseong	March 1th - July 19th, 2020
	Jangseong	April 1th - July 30th, 2020
Jeollabuk-do	Namwon	March 1th - July 19th, 2020
	Jeonju	March 1th - July 20th, 2020
	Jeonju	March 1th - July 19th, 2020
Gyeongnam-do	Miryang	March 1th - June 8th, 2020
	Changwon	March 1th - July 19th, 2020
	Tongyeong	March 3th - June 8th, 2020
Gyeongbuk-do	Gyeongju	March 1th - July 19th, 2020
	Sangju	March 1th - July 19th, 2020
	Cheongsong	March 1th - May 25th, 2020

표 2. 급액, 배액의 지역별 관수제어 모델링 도출을 위한 주요 매개변수

Table 2. Main parameters for deriving regional irrigation control modeling of water supply and drainage

Division	Parameter
Time	Sunrise Time (average)
	Sunset Time (average)
Irrigation	First Irrigation Time
	List Irrigation Time
	Number of Irrigation
	Irrigation Cycle (Time)
	Total Irrigation
	Instantaneous average Irrigation
Drainage	First drainage Time
	List drainage Time
	Number of Drainage
	Drainage Cycle (Time)
	Total Drainage
	Instantaneous average Drainage

표 3. 무게의 지역별 관수제어 모델링 도출을 위한 주요 매개변수
Table 3. Main parameters for deriving regional irrigation control modeling of weight

Division	Parameter
Initial decrease section	Weight at 00:00
	weight at sunrise
	Irrigation reduction Weight ago
	The initial average number of reductions
	Initial minimum
	Initial average increase
	Initial average decrease
Initial Average Decrease Cycle (Time)	
Medium-term decrease section	The medium-term average number of declines
	mid-term maximum
	Medium-term average decline cycle (Time)
	medium-term minimum
	Medium-term average decrease
	Weight loss from sunset time
weight at 23:59	

2.2 기상청 기후 데이터 수집

수집한 기상청 데이터는 20년도 기준 3~7월 지역별 기온과 강수량 평균에 대한 데이터이다. 본 연구에서 제시한 관수제어 모델은 주변 기후에 따른 배지의

무게 변화량, 급액량과 배액량의 변화를 기반으로 도출하였고, 모델링 도출 지역의 기온과 강수량에 대한 자료는 표4과 같다. 표4을 봤을 때, 경남지역이 16.9℃로 평균기온이 제일 높았고, 다음으로 16.6℃인 경북지역, 강원16.5℃, 전북-전남은 16.4℃로 평균기온이 같았으며, 충남이 15.9℃로 가장 낮은 평균기온을 기록했다. 강수량은 최소지역인 경북(142.6mm), 전북(167.9mm), 전남(192.2mm), 경남(206.9mm), 강원(277.3mm), 충남(430.5mm) 순이었다.

표 4. 데이터 분석 지역별 평균 기온 및 강수량

Table 4. Data analysis Regional average temperatures and precipitation

Area	Average Temperature (℃)	Average Precipitation (mm)
Gangwon	16.5	182.3
Chungnam	15.9	146.5
Jeonbuk	16.4	167.9
Jeonnam	16.4	192.2
Gyeongbuk	16.6	142.6
Gyeongnam	16.9	206.9

3. 실험 결과 및 고찰

데이터 분석을 통해 시간에 흐름에 따른 배지무게, 급액량, 배액량의 변화에 대한 그래프 특징을 파악과 매개변수 추출을 통해 지역별 관수제어 모델링을 만들었다.

데이터 분석을 통해 파악한 내용을 다음과 같다. 무게 그래프는 00:00시 부터 배지의 무게는 계속해서 줄어들다가 첫 급액 시 점에서 첫 배액 시점까지 급격하게 무게가 증가하며 소량으로 감소하다 다시 급격하게 증가하는 형태의 그래프를 보였다. 또한 첫 배액 시점 부터 일정하게 무게가 줄어들었다, 늘어나기를 반복하고, 일몰 시부터 배지의 무게가 계속해서 줄어들었다.

3.1 관수제어 모델링 결과

본 연구에서 제시한 관수제어 모델링 방법을 통해 도출된 지역별 모델링은 다음과 같다. 데이터 분석 시 급액량 및 배액량의 변화를 확실하게 하기 위해 급액량 또는 배액량의 변화가 없는 데이터는 제외하고 그래프

를 도출했다.

첫 배액 시점을 시작으로 첫 급액 시점 전까지 시간의 흐름에 따라 급액 전 무게 감소량을 더했으며, 이후 급액 시점에 초기 최솟값을 입력하고 다음 증가 시점까지 초기 평균 감소 값으로 일정하게 감소하고, 다음 증가 구간에서 초기 평균 증가 값을 더하는 형태가 초기 감소횟수만큼 반복되는 그래프를 도출하였는데 이는 증가 이후 일정하게 감소하는 그래프 모형 특징을 반영하기 위함이다. 첫 배액을 기준으로 증기 평균 감소량에 대한 그래프 도출을 위해 증기 평균 감소횟수, 증기 최댓값, 증기 평균 감소주기(시간), 증기 최솟값, 증기 평균 감소량, 일몰시부터 무게 감소율, 23시 59분 무게에 대한 값을 도출했으며, 그래프는 첫 배액 시간부터 일몰시간까지 증기 감소 횟수에 따라 증기 감소 횟수에 따라 증기최댓값에서 증기최솟값으로 증기 평균 감소량만큼 시간에 흐름에 따라 일정하게 감소하는 그래프를 도출하였다.

일몰시간 이후부터는 증기평균 최댓값에서 23시 59분 무게로 일몰시부터 무게 감소량만큼 일정하게 하강하는 그래프를 도출했는데, 이는 일몰시간 이후로 계속해서 감소하는 그래프 특징을 반영한 것이다. 도출된 지역별 관수제어 그래프는 그림 1~6과 같다.

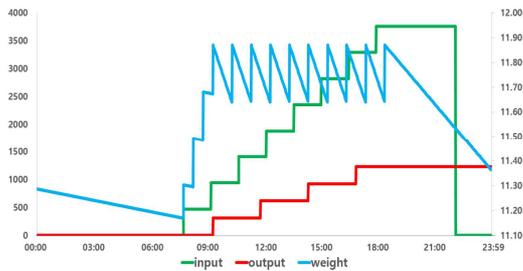


그림 1. 강원도 관수제어 그래프
Fig. 1. Gangwon-do Irrigation Control Graph

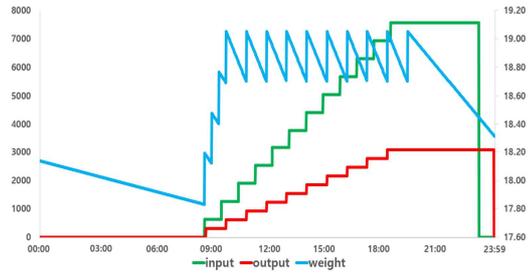


그림 2 충청남도 관수제어 그래프
Fig. 2. Chungcheongnam-do Irrigation Control Graph

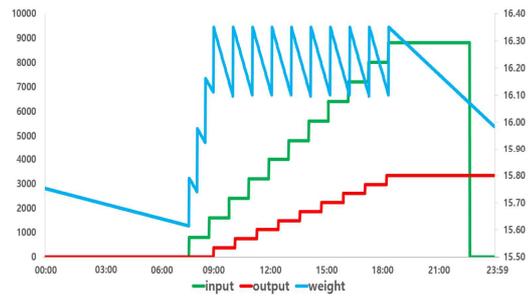


그림 3 전라북도 관수제어 그래프
Fig. 3. Jeollabuk-do Irrigation Control Graph

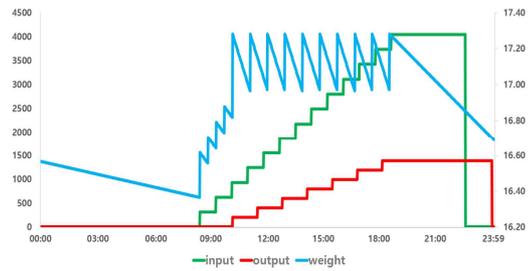


그림 4 전라남도 관수제어 그래프
Fig. 4. Jeollanam-do Irrigation Control Graph

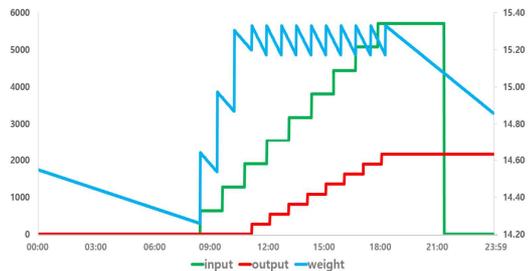


그림 5 경상북도 관수제어 그래프
Fig. 5. Gyeongsangbuk-do Irrigation Control Graph

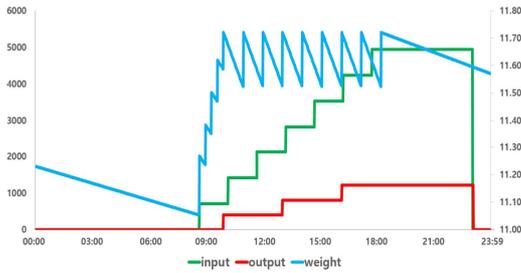


그림 6 경상남도 관수제어 그래프
Fig. 6. Gyeongsangnam-do Irrigation Control Graph

3.2 관수제어 모델링과 지역별 기후와의 연관성

각 지역별로 추출된 매개변수는 표5~7과 같다. 앞에서 제시했던 기온과 강수량의 분석에서 충남이 가장 온도가 낮고, 강수량이 많았으며, 경북지역이 온도가 2번째로 높지만 강수량이 가장 작았다. 또한 경남지역은 온도가 가장 높았던 지역이다. 표 5~7 를 통해 매개변수와 연관성을 분석하여 각 매개변수 값의 최대 및 최소 지역을 구하면 표 8과 같으며 표의 내용은 다음과 같다.

기온이 가장 낮고 강수량이 가장 많았던 충남지역은 일몰시간 이 가장 늦고, 급액시간이 가장 길었으며 급액 주기가 가장 빨랐다.

배액 또한 중기 무게 구간에서도 최댓값과 최솟값이 가장 높고 평균 감소주기가 가장 높았으며, 23시 59분 무게 또한 가장 높게 나오는 등 무게관련 파라미터가 높게 나왔다.

강수량이 가장 낮았으며, 온도가 2번째로 높았던 경북지역은 배액시간이 가장 짧고, 배액주기가 짧으며, 배액시간이 가장 짧게 나왔다. 온도가 제일 높은 경남 지역의 경우, 급액 횟수, 배액횟수 총 배액량 매개변수가 가장 낮게 나왔으며, 무게 매개변수 또한 전반적으로 낮게 나오는 성향을 보였다.

표 5. 강원도, 충청남도 매개변수 값
Table 5. Gangwon-do, Chungcheongnam-do, parameter values

Division	Parameter	Gangwon-do	Chungcheongnam-do
Time	Sunrise Time (average)	5:31	5:40
	Sunset Time (average)	19:22	19:24
Irrigation	First Irrigation Time	7:45	8:42
	List Irrigation Time	22:06	23:09
	Number of Irrigation	8	12
	Irrigation Cycle (Time)	1:25	0:53
	Total Irrigation	3758	7562
Drainage	Instantaneous average Irrigation	470	630
	First drainage Time	9:18	8:46
	List drainage Time	23:59	23:57
	Number of Drainage	4	10
	Drainage Cycle (Time)	2:30	1:03
Initial decrease section	Total Drainage	1231	3077
	Instantaneous average Drainage	308	308
	Weight at 00:00	11.29	18.14
	weight at sunrise	11.2	17.94
	Irrigation reduction Weight ago	0.00025	0.00059
Medium-term decrease section	The initial average number of reductions	3	3
	Initial minimum	11.3	18.19
	Initial average increase	0.233	0.29
	Initial average decrease	0:31	0:22
	Initial Average Decrease Cycle (Time)	0.0025	0.0033
Medium-term decrease section	The medium-term average number of declines	10	10
	mid-term maximum	11.87	19.05
	Medium-term average decline cycle (Time)	1:00	1:03
	medium-term minimum	11.64	18.71
	Medium-term average decrease	0.0038	0.0055
	Weight loss from sunset time	0.505	0.0027
weight at 23:59	11.37	18.18	

표 6. 전라남도, 전라북도 매개변수 값
Table 6. Jeollanam-do, Jeollabuk-do parameter values

Division	Parameter	Jeollanam-do	Jeollabuk-do
Time	Sunrise Time (average)	5:42	5:44
	Sunset Time (average)	19:23	19:23
Irrigation	First Irrigation Time	8:25	7:42
	List Irrigation Time	22:27	22:40
	Number of Irrigation	13	11
	Irrigation Cycle (Time)	0:57	1:03
	Total Irrigation	4044	8807
	Instantaneous average Irrigation	311	801
	Drainage	First drainage Time	10:09
List drainage Time		23:59	23:59
Number of Drainage		7	9
Drainage Cycle (Time)		1:19	1:09
Total Drainage		1389	3336
Instantaneous average Drainage		198	371
Initial decrease section	Weight at 00:00	16.57	15.75
	weight at sunrise	16.43	15.65
	Irrigation reduction Weight ago	0.0004	0.000301
	The initial average number of reductions	4	3
	Initial minimum	16.62	15.79
	Initial average increase	0.166	0.186
	Initial average decrease	0:25	0:26
	Initial Average Decrease Cycle (Time)	0.0024	0.00199
Medium-term decrease section	The medium-term average number of declines	10	10
	mid-term maximum	17.28	16.35
	Medium-term average decline cycle (Time)	0:55	1:02
	medium-term minimum	16.96	16.09
	Medium-term average decrease	0.0057	0.0041
	Weight loss from sunset time	0.0018	0.0011
	weight at 23:59	16.69	15.98

표 7. 경상남도, 경상북도 매개변수 값
Table 7. Gyeongsangnam-do, Gyeongsangbuk-do Parameter Values

Division	Parameter	Gyeongsangnam-do	Gyeongsangbuk-do
Time	Sunrise Time (average)	5:36	5:47
	Sunset Time (average)	19:16	19:04
Irrigation	First Irrigation Time	8:39	8:31
	List Irrigation Time	23:02	21:22
	Number of Irrigation	7	9
	Irrigation Cycle (Time)	1:30	1:10
	Total Irrigation	4937	5712
	Instantaneous average Irrigation	705	635
	Drainage	First drainage Time	9:55
List drainage Time		23:59	23:59
Number of Drainage		3	8
Drainage Cycle (Time)		3:06	0:58
Total Drainage		1210	2156
Instantaneous average Drainage		403	270
Initial decrease section	Weight at 00:00	11.23	14.55
	weight at sunrise	11.11	14.35
	Irrigation reduction Weight ago	0.00034	0.00056
	The initial average number of reductions	4	3
	Initial minimum	10.91	14.64
	Initial average increase	0.11	0.332
	Initial average decrease	0:19	0:54
	Initial Average Decrease Cycle (Time)	0.0017	0.0019
Medium-term decrease section	The medium-term average number of declines	9	10
	mid-term maximum	11.72	15.33
	Medium-term average decline cycle (Time)	1:02	0:47
	medium-term minimum	11.52	15.17
	Medium-term average decrease	0.0031	0.0034
	Weight loss from sunset time	0.00043	0.0013
	weight at 23:59	11.57	14.86

표 8. 지역별 매개변수 값 최댓값/최솟값 지역
Table 8. Regional Parameter Values Maximum and Minimum Regions

Division	Parameter	Maximum Area	Minimum Area
Time	Sunrise Time (average)	Jeonbuk	Gangwon
	Sunset Time (average)	Chungnam	Gyeongbuk
Irrigation	First Irrigation Time	Chungnam	Jeonbuk
	List Irrigation Time	Chungnam	Gyeongbuk
	Number of Irrigation	Jeonnam	Gyeongnam
	Irrigation Cycle (Time)	Gyeongnam	Chungnam
	Total Irrigation	Jeonbuk	Gangwon
	Instantaneous average Irrigation	Jeonbuk	Jeonnam
Drainage	First drainage Time	Gyeongbuk	Chungnam
	List drainage Time	Gyeongbuk	Chungnam
	Number of Drainage	Chungnam	Gyeongnam
	Drainage Cycle (Time)	Gyeongnam	Gyeongbuk
	Total Drainage	Jeonbuk	Gyeongnam
	Instantaneous average Drainage	Gyeongnam	Jeonnam
Initial decrease section	Weight at 00:00	Chungnam	Gangwon
	weight at sunrise	Chungnam	Gangwon
	Irrigation reduction Weight ago	Chungnam	Gangwon
	The initial average number of reductions	Jeonbuk Gyeongbuk	Chungnam
	Initial minimum	Chungnam	Gangwon
	Initial average increase	Gyeongbuk	Gyeongnam
	Initial average decrease	Gyeongbuk	Gyeongnam
Medium-term decrease section	Initial Average Decrease Cycle (Time)	Chungnam	Gyeongnam
	The medium-term average number of declines	-	Gyeongnam
	mid-term maximum	Chungnam	Gangwon
	Medium-term average decline cycle (Time)	Chungnam	Gyeongbuk
	medium-term minimum	Chungnam	Gyeongnam
	Medium-term average decrease	Jeonnam	Gyeongnam
	Weight loss from sunset time	Gangwon	Gyeongnam
weight at 23:59	Chungnam	Gangwon	

4. 결론

본 연구에서는 근권 환경부 데이터 수집 장치를 통해 수집된 근권 환경 데이터를 분석하여 지역별로 관수제어 현황 모델링을 도출하여 작물 재배 시 관수제어에 참고할 수 있는 데이터를 제시하는 것을 목적으로 진행되었다. 이에 모델링을 위한 매개변수 도출 및 도출된 매개변수를 수집된 데이터에 적용하여 관수제어 모델링 시 필요한 매개변수 확보를 진행했고, 이를 통해 지역별 관수제어 모델을 도출했으며, 지역별 기후와의 비교를 통해 연관성을 찾아보았다.

본 논문에서 제시된 관수제어 모델링은 6개의 도내의 농가 3곳의 3~7월 사이의 데이터만을 분석하여 도출한 결과임으로 추후 더욱 유용한 데이터 제공을 위해서는 보다 다량의 데이터 분석이 필요할 것이다. 또한 보다 확실한 유효성 검증을 위해 실제 농작물 재배 시 관수제어 모델을 적용하는 방법 등을 활용하여 유효성을 검증할 예정이다.

REFERENCES

- [1] Nam Gi-pou, "Development of Smart Farming in Korea and the Policy Direction of Agricultural Cooperatives", Cooperative Economic Management Research Vol. 53 Page 59-81, December.2020
- [2] Min J.H, Park J.Y "Technology and Standardization Trends on Smart Agriculture", Electronics and Telecommunications Trends. Vol. 33, No. 2, Mar 2018, pp. 77-85
- [3] Kim Soo-kyung, Lee Hyo-jeong, Kim Joo-hee, "smart agriculture, Reimagining the value chain of agriculture", Samjong KGMP Economic Research Institute Issue Monitor No.119, December 2019
- [4] Korea Institute Of Communication Sciences (Choi Young-chan, Jang Ik-hoon), "World Agriculture", The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences 36(3), 2019.2, 9-16(8 pages)
- [5] KREI(Korea Rural Economic Institute), "World Agriculture", October 2019

- [6] Vasileios Moysiadis, Panagiotis Sarigiannidis a, Vasileios Vitsas, Adel Khelifi, "World Agriculture", Computer Science Review, January 2021
- [7] COMPA(Commercializations Promotion Agency for R&D Outcomes) "Smart Farm Technology and Market Trend Report" S&T Market Repott, Vol 69, November 2019
- [8] Sotirios Kontogiannis, George Kokkonis, Sultana Ellinidou and Stavros Valsamidis, "Proposed Fuzzy-NN Algorithm with LoRaCommunication Protocol for Clustered Irrigation Systems" mdpi journal Future Internet, 2017, 9(4), 781, November 2017
- [9] A.Mérida García, Fernández, GarcíaE.Camacho PoyatoP.Montesinos, BarriosJ.A.Rodríguez Díaz, "Coupling irrigation scheduling with solar energy production in a smart irrigation management system", Journal of Cleaner Production Volume 175, 20 Pages 670-682 February 2018
- [10] Hee Su Lee1, Sung Kyeom Kim2*, Hee Ju Lee1, Jin Hyoung Lee1, Sewoong An1, and Sang Gyu Lee3, "Soil dictionary", Development of Crop Water Stress Index for Kimchi Cabbage Precision Irrigation Control, Korean Journal of Horticultural Science & Technology 37(4), 2019.8, 490-498(9 pages)
- [11] Hyun Jun Park1 · Jin Hee Park2 · Kyoung Sub Park3 · Jung Eek Son1 , "Evaluating plant stress conditions in paprika by comparing internal electrical conductivity, photosynthetic response, and sap flow, Received: 12 March 2018 / Revised: 3 September 2018 / Accepted: 7 September 2018 / Published online: 5 December 2018.
- [12] Shiva Ram Bhandari1 · Min Ji Lee1 · Han Cheol Rhee2 · Gyeong Lee Choi2 · Sang Seok Oh3 · Je Taek Lee4 · Jun Gu Lee1,5, "Rapid monitoring of proline accumulation in paprika leaf sap relative to leaf position and water stress", Received: 5 September 2017 / Revised: 12 February 2018 / Accepted: 19 February 2018 / Published online: 2 July 2018.
- [13] Seon Woo Park1†, Sewoong An2†, and Yurina Kwack3*, "Changes in Transpiration Rates and Growth of Cucumber and Tomato Scions and Rootstocks Grown Under Different Light Intensity Conditions in a Closed Transplant Production System", Protected Horticulture and Plant Factory, Vol. 29, No. 4:399-405, October (2020).
- [14] Young Bae Choi1 · Jong Hwa Shin1, "Soil dictionary", Analysis of the changes in medium moisture content according to a crop irrigation strategy and the medium properties for precise moisture content control in rock wool, Received: 22 August 2018 / Revised: 28 February 2019 / Accepted: 6 March 2019 / Published online: 28 May 2019
- [15] Jin-Hyoung Jeong, Chang-Mok Lim, Jae-Hyun Jo, Ju-hee Kim, Su-Hwan Kim, Ki-Young Lee, Sang-Sik Le, "A Study on the Monitoring System of Growing Environment Department for Smart Farm", Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology 12(3) 2019.6, 290-298(9 pages)

저자약력

정진형 (Jin-Hyoung Jeong)

[정회원]



〈관심분야〉

- 2012년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업 (학사)
 - 2014년 2월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업 (공학석사)
 - 2017년 8월: 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업 (공학박사)
 - 2017년 9월 ~ 2021.02: 가톨릭관동대학교 초빙교수
 - 2021년 03월 ~ 현재: 가톨릭관동대학교 의료IT학과 조교수
- 의료 시스템, 데이터 분석, 통신, 인공지능

조 재 현 (Jae-Hyun Jo)

[정회원]



- 2015년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업 (학사)
- 2017년 2월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업 (공학석사)
- 2020년 8월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업 (공학박사)
- 2020년 9월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 시간강사

〈관심분야〉

의용메카트로닉스, 디지털 신호처리, 영상처리,

김승훈(Kim-Seung Hun)

[정회원]



- 2018년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업 (학사)
- 2020년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업 (공학석사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 박사과정

〈관심분야〉

의용메카트로닉스, IoT, u-Health, 의료영상처리

최안렬(Ahnryul Choi)

[정회원]



- 2006년 2월 : 성균관대학교 학사 졸업
- 2007년 8월 : 성균관대학교 일반대학원 졸업 (공학석사)
- 2011년 8월 : 성균관대학교 일반대학원 졸업 (공학박사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 조교수

〈관심분야〉

기계학습, 시스템 개발, 데이터 분석

이 상 식(Sang-Sik Lee)

[중신회원]



- 1993-2000년 LG전선(주)
- 1996-2000년 성균관대학교 박사
- 2001-2004년 (주)미도테크
- 2004-2010년 성균관대학교 연구교수
- 2011-현재 가톨릭관동대학교 의료공학과 교수

〈관심분야〉

의용메카트로닉스, u-Health, 생체역학, 의용전기전자