

새만금 간척지 밭 토양의 관개 방식별 관개용수량과 토양 용적수분함량 변화 분석 연구

Analysis of Irrigation Amounts and Soil Volumetric Water Contents by Irrigation Method in Saemangeum Reclaimed Tideland

손재권^a · 윤상원^b · 송재도^{c †}

Son, Jae-Gwon · Yoon, Sang-Won · Song, Jae-Do

ABSTRACT

This study was conducted to analyze changes of irrigation water and soil volumetric water content by irrigation method of field soil in Saemangeum reclaimed tideland. The main test irrigation methods was surface drip irrigation, sprinkler irrigation, and sub drip irrigation. In addition, the correlation between irrigation amounts and crop yield by irrigation method was investigated. For soil volumetric water contents increases by 25%, surface drip irrigation took 1.5 hour, sprinkler irrigation took 2.0 hours, and sub drip irrigation took 3.0 hours. As a result of analyzing the irrigation amounts according to the yield, the surface drip irrigation was 2.66 mm/day in the seedling stages, 3.31 mm/day in the vegetative growth stages, and 5.09 mm/day in the flowering stages. Sprinkler irrigation was 2.90 mm/day in the seedling stages, 3.87 mm/day in the vegetative growth stages, and 7.11 mm/day in the flowering stages. Sub drip irrigation was 2.42 mm/day in the seedling stages, 3.09 mm/day in the vegetative growth stages, and 4.87 mm/day in the flowering stages. It was analyzed that there was a statistically significant difference in irrigation amounts by fresh weight and irrigation method ($F=4.002$, $p=0.022$), and irrigation amounts by dry weight and irrigation method ($F=3.499$ $p=0.034$). Surface drip irrigation was judged to be more appropriate than sprinkler irrigation or sub drip irrigation for field crops in Saemangeum reclaimed land.

Keywords: Saemangeum; irrigation method; soil volumetric water contents; irrigation amounts; crop weight

1. 서론

새만금을 포함한 우리나라의 정부시행 간척지는 대상면적이 135천ha이며, 이중 75%인 101천ha를 준공하였고, 34천ha는 공사 중에 있다. 준공 간척지 중 82천ha는 농업인에게 매각하였고, 19천ha는 미처분상태에 있으며, 공사 중인 간척지 중 12천ha는 농업적 활용, 22천ha는 산업단지 등 비농업적으로 계획하고 있다 (KRC, 2021). 한편, 국내 식량자급률은 2020년 기준 쌀 92.8%, 밀 0.8%, 콩 30.4%, 보리 38.2%, 옥수수 3.6%로 쌀을 제외한 밀·콩 등 주요 곡물의 자급률은 여전히 낮은 수준을 기록하고 있다 (MAFRA, 2021). 이에 농림축산식품부

는 쌀 생산량을 수급 조절하기 위해 한시적으로 논 타작물 재배, 쌀 수요 확대 등 다양한 쌀 수급 안정 대책을 시행하고 있다 (KRC, 2017). 현재 진행되고 있는 논 타작물 재배 지원사업의 경우 2018년부터 현재까지 약 64,000 ha의 논 면적이 콩, 사료작물, 옥수수 등 다른 작물로 작부를 전환하여 수도작의 전작화 경향이 가속화 되고 있는 실정이다 (Jeon et al., 2018). 또한, 간척지의 환경적 특성을 고려한 재배작물 및 토지 이용 다양화 등 활용도 제고를 통해 미래복합 영농 성장산업 중심지로 육성 중에 있으며, 벼 위주 단일 작물재배에서 경쟁력 있는 고부가가치 밭작물 등 재배 작목의 다양화를 계획 중이다 (MAFRA, 2019). 이에 현재 조성 중인 새만금 농생명용지를 대상으로 2021년 개최된 25차 새만금위원회에서는 9,430 ha면적을 밭작물 단지로 변경하는 토지이용계획을 제시하고 있다 (SDIA, 2021).

그러나, 간척사업이 종료된 지구 중 다양한 작물재배를 위하여 밭으로 이용하는 간척지가 있으나, 기존의 수도작용 용수공급 체계를 그대로 사용하는 실정으로 간척지 밭작물 재배에 적합한 용수공급 체계 구축이 미흡한 실정이다 (KRC, 2020).

네덜란드 간척지의 경우 집중적인 배수시스템을 실시하여

^a Professor, Dept. of Agricultural and Rural Engineering, Chonbuk National University

^b Researcher, Graduate School of Agricultural Engineering, Chonbuk National University

^c Lecturing Professor, Dept. of Agricultural and Rural Engineering, Chonbuk National University

† Corresponding author

Tel.: +82-63-219-5429, Fax: +82-63-270-2517

E-mail: song352@naver.com

Received: December 05, 2022

Revised: February 09, 2023

Accepted: February 10, 2023

토양 적정 수분관리, 용수확보 등을 위해 배수로에서 고압분사형 스프링클러 관개를 실시하고, 일본에서는 밭작물 재배를 위해 배수암거를 설치한 후 스프링클러 관개, 점적관개 등 지표관개 등을 실시하고 있다 (KRC, 2020). 간척지에서 점적관개를 실시할 경우 관수지점에서 거리와 토양 염분농도의 관계를 분석하였고 (Palacios et al., 2009), 깊은 침투 또는 증발로 인한 물의 손실량을 줄일 수 있어 효율성이 증대된다고 하였다(Sable et al., 2019). 간척지에서 스프링클러 관개는 관개용수 공급 시 토양 내 함유된 염분 침출이 가능하다고 하였고 (Li et al., 2019), 고랑관개와 조합한 용수공급방식은 관개 효율이 높아져 경제성이 있다고 하였다 (Luhach et al., 2004). 또한, 간척지에서 지중관개 시 뿌리영역에서 염분축적을 부분적으로 저감 할 수 있다고 제안하였다 (Oron et al., 2009).

한편, 우리나라에서는 농립축산식품부가 밭기반 정비사업을 통해 밭작물 생산성 향상을 도모하여 밭용수 공급율을 30%까지 높이고자 집단화된 밭의 용수공급을 포함하여 관정·양수 장비를 점검하였다 (Jang et al., 2020). 이외에도 소규모 밭의 저수관리, 빗물을 집수하고 관리하는 장치 등의 연구를 통해 밭관개 용수의 확보를 위한 다양한 방안을 모색하고 있다 (Choi et al., 2018). 한국 농어촌공사 농어촌연구원에서는 점적관수를 활용하여 간척지의 토양 염농도 제어에 관한 연구를 수행한 적이 있고 (Sohn et al., 2009), 간척지에서 감자 재배 시 점적관개 시설을 이용한 관개량 산정에 대한 연구를 실시한 바 있다 (RDA, 2016). 기존 밭작물 관수는 대부분 인력에 의존하여 매 작기마다 관수시설 설치와 철거에 노동력이 가중되어 농촌인구 고령화에 따른 관수노력을 절감할 수 있는 자동화 기술개발과 물 부족에 따른 농업용수 절감 기술

이 필요하다고 하였다 (RDA, 2019). 그동안 밭작물 재배 시 관개용수량에 관한 연구는 대부분 토양수분과 관련하여 일반 토양에서 이루어져 왔으며, 간척지에서 밭작물 재배 시 관개용수와 관련한 연구는 미비한 실정이라고 언급하고 있다 (RDA, 2016).

이에 본 연구는 새만금 농생명용지 5공구 첨단농업시험연구단지 내 대학 시험부지에서 지표 점적관개, 스프링클러 관개, 지중 점적관개 등 관개 방식별 관개량에 따른 토양 용적수분함량 변화와 관개 방식별 관개량이 작물 수확량에 미치는 영향 등에 대하여 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험포장 및 공시작물

시험포장은 전라북도 김제시 광활면에 위치한 새만금 농생명용지 5공구 내 첨단농업시험연구단지이며, 시험은 2021년 6월 3일부터 2022년 9월 25까지 수행하였다. 시험구의 피복은 토양유실 방지, 적정 수분유지, 재염화 방지를 위해 멀칭 처리하였으며, 용수공급은 스프링클러 관개 및 지표 점적관개와 지중 점적관개 방식으로 실시하였다 (Fig. 1).

시험 공시작물은 장류용 콩으로 이용되고 있는 대풍품종을 2021년 6월 3일 30 cm × 70 cm 간격으로 정식 한 후 생체중을 2021년 8월 13일에 수확하여 조사하였고, 2022년에는 5월 27일 동일한 재식거리 간격으로 정식한 후 8월 10일에 수확량 분석을 실시하였다. 그 외 시비 및 재배는 농촌진흥청 표준 경종법에 준하였다 (RDA, 2021).

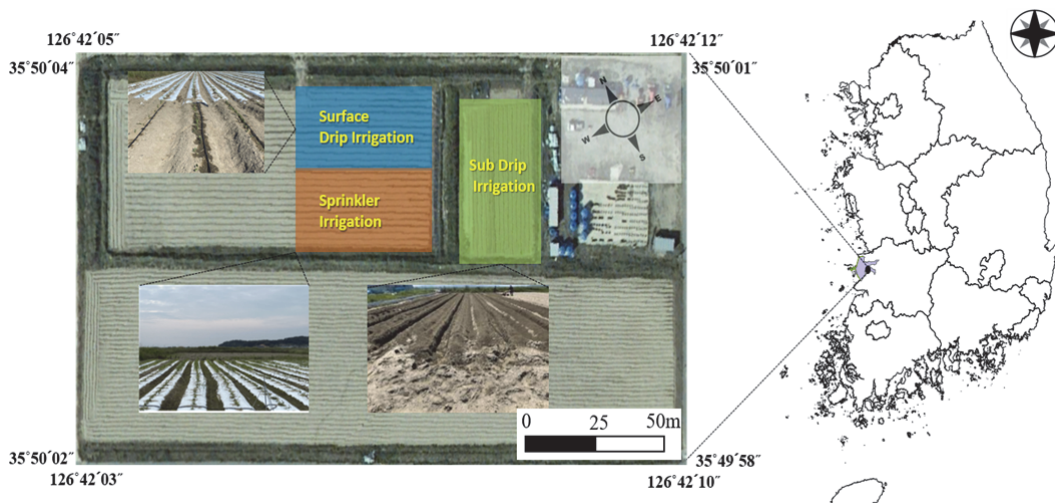


Fig. 1 Installation of experimental field and irrigation methods

2. 토양특성

시험포장 토양시료는 오거 (auger)를 이용하여 채취하였고, 토양의 물리·화학적 특성을 분석하였다. 토양의 물리적 특성은 토성 (USDA, 1987), 투수계수를 분석하였다. 이 중 토양 투수계수는 현장에서 코어샘플러를 이용하여 불교란 상태의 토양을 채취하여 변수위 투수 시험기인 DIK-4025로 측정하였다. 토양의 용적수분함량은 토양수분센서인 Teros12를 설치하여 10분 간격으로 모니터링 하였다. 토양의 화학적 특성은 EC, pH, Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺, NO₃-N, Cl⁻, NH₄⁺-N, OM 등을 분석하였으며, 토양의 교환성 양이온 (칼륨, 칼슘, 마그네슘) 측정을 위해 CEC 진공 침출기를 활용하였다. 질산태질소, 암모늄태질소는 Auto-Analyzer장비를 사용해 자동원소 분석기법을 활용하였고, 유기물 (OM)함량은 UV Spectrophotometer 장비를 활용하여 Tyurin법으로 분석하였다. pH는 HM-30R 장비로 측정하였으며, EC는 토양시료와 증류수를 1:5의 비율로 혼합한 후 S230 SevenCompact™ conductivity장비로 측정하였다. 염소 (Cl)는 질산은법을 통해 분석하였다.

3. 관개량 공급

시험포장에 용수공급 시 관개량은 지중 점적관개 및 지표 점적관개, 스프링클러 관개 시점에 수도미터를 설치하여 측정하였다. 또한, 대상지구의 관개량은 육묘기, 경엽 신장기, 개화기까지의 관개량을 조사하였으며, 간척지의 관개방식별 적정 관개량 산정을 위해 농촌진흥청 흙토람에서 제시하고 있는 생육단계별 노지 발작물 물사용 처방 (K SIS, 2022), 농진청 지중 점적관개 시험결과 (RDA, 2019)를 기준하여 관개방식별 적정 관개량 분석 시 활용하였다 (Table 1).

4. 수확량 분석

수확량은 처리구별 32주씩 임의 방식으로 채취하여 HS20KB장비를 활용하여 콩의 지상부 생체중을 측정하였다. 건물중은 적정 온도 및 건조 시간을 참고하여 (Kim and Hong 2012), 75°C에서 48시간 이상 건조 시킨 후 측정하였다. 관개 방식과 수확량의 관계분석을 위해 IBM SPSS Statistics 21버전 프로그램을 활용하여 Duncan 사후검증을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양의 물리·화학적 특성

시험포장 토양의 화학적 특성은 농촌진흥청 흙토람에서 제시하고 있는 발토양 화학적 적정기준으로 평가하였다 (K SIS, 2022). 전기전도도 (EC)가 1.14 dS/m로 적정범위인 0~2.0 dS/m 이내이고, pH는 적정범위 6.0~7.0보다 다소 높은 수준인 7.25로 분석되었다. 칼슘 (Ca²⁺)의 경우 2.30 cmol/kg로 적정범위인 5.0~6.0 cmol/kg보다 낮은 수준이었으며, 칼륨 (K⁺)은 적정범위인 0.5~0.8 cmol/kg보다 높은 0.82 cmol/kg였고, 마그네슘 (Mg²⁺)은 2.29 cmol/kg로 적정 범위인 1.5~2.0 cmol/kg보다 높게 나타났고 유기물함량 (OM)은 적정 범위 2.5~3.5%보다 낮은 1.28%로 분석되었다. 질산태질소 (NO₃-N)는 96.7 mg/kg, 염소이온 (Cl) 50.50 mg/kg, 암모늄태질소 (NH₄⁺-N) 19.4 mg/kg으로 각각 분석되었다 (Table 2).

한편, 시험포장의 토양의 물리적 특성 중 토성은 Sand 71.7%, Silt 8.9%, Clay 19.4%로 사양토 (SL)로 분석되었고, 표층부는 비강우기에 투수계수가 1.223 × 10⁻⁴ cm/sec였으나, 강우 후에는 7.734 × 10⁻⁵ cm/sec로 비강우기보다 강우기에 투수계수가 낮게 나타났다 (Table 3).

Table 1 Irrigation amounts by growth stage of the rural development administration

Classification	Surface drip irrigation (mm/day) ¹⁾	Sprinkler irrigation (mm/day) ¹⁾	Sub drip irrigation (mm/day) ²⁾
Seedling stages	2.57	3.27	2.56
Vegetative growth stages	3.63	4.62	3.62
Flowering stages	6.36	8.09	6.33

※ 1) K SIS (Korea Soil Information System, 2022), 2) RDA (2019)

Table 2 Chemical characteristics of the experimental field soil

EC (dS/m)	pH (1:5)	Ca ²⁺ (cmol/kg)	K ⁺ (cmol/kg)	Mg ²⁺ (cmol/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	Cl ⁻ (mg/kg)	NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	OM (%)
1.14	7.25	2.3	0.82	2.29	96.7	50.5	19.4	1.28

2. 관개방식별 토양 용적수분함량 변화

농진청 발작물 물관리 지침에서 제시하고 있는 관개량 기준치와 본 시험포장의 실시한 관개 방식별 실 관개량을 비교한 결과 지표 점적관개는 육묘기에 2.96 mm/day, 경엽 신장기 3.74 mm/day, 개화기에 5.82 mm/day로 육묘기, 경엽 신장기까지 농진청 관개량 기준치보다 관개량이 많았다. 개화기에는 상대적으로 적은 양을 관개한 것으로 분석되었다. 관개방식 별로 스프링클러 관개의 경우 육묘기에 3.51 mm/day, 경엽 신장기 4.53 mm/day, 개화기 7.20 mm/day로 경엽 신장기, 개

화기 때 농진청 기준 관개량 보다 시험포장의 관개량을 적게 공급한 것으로 나타났다. 지중 점적관개는 육묘기 때 2.76 mm/day, 경엽 신장기 3.47 mm/day, 개화기 5.35 mm/day로 농진청의 기준 관개량보다 경엽 신장기, 개화기 때 관개량이 적은 것으로 조사되었다 (Table 4).

또한, 2021년 6월 9일부터 2022년 9월 25일까지의 관개기 토양 용적수분함량 변화에 대한 시계열 자료 중 토양 용적수분함량이 20%이하로 낮은 수준이었다가 관개용수 공급 시 상승하는 4개 구간의 시계열 모니터링자료를 분석하였다 (Fig. 2). 관개 이전 토양 용적수분함량이 평균 11.6%~19.3%

Table 3 Physical characteristics of the experimental field soil

Particle size distribution (%)			Hydraulic conductivity(K,cm/sec)		Soil texture
Sand	Silt	Clay	Unsaturated Soils (dry seasons)	Saturated soil (wet seasons)	
71.7	8.9	19.4	1.223×10^{-4}	7.734×10^{-5}	SL
			8.008×10^{-6}	1.938×10^{-8}	
			2.620×10^{-6}	4.818×10^{-5}	

Table 4 Real irrigation amounts by growth stage in the experimental field

Classification	Surface drip irrigation (mm/day)					Sprinkler irrigation (mm/day)					Sub drip irrigation (mm/day)				
	RDA	Real irrigation amount				RDA	Real irrigation amount				RDA	Real irrigation amount			
		D60	D80	D100	D120		S60	S80	S100	S120		U60	U80	U100	U120
Seedling stages	2.57	1.43	2.19	2.96	3.72	3.27	1.55	2.54	3.51	4.50	2.56	1.39	2.10	2.76	3.45
Vegetative growth stages	3.63	1.60	2.67	3.74	4.81	4.62	1.77	3.15	4.53	5.90	3.62	1.54	2.51	3.47	4.43
Flowering stages	6.36	2.06	3.94	5.82	7.70	8.09	2.36	4.78	7.20	9.61	6.33	1.95	3.66	5.35	7.05

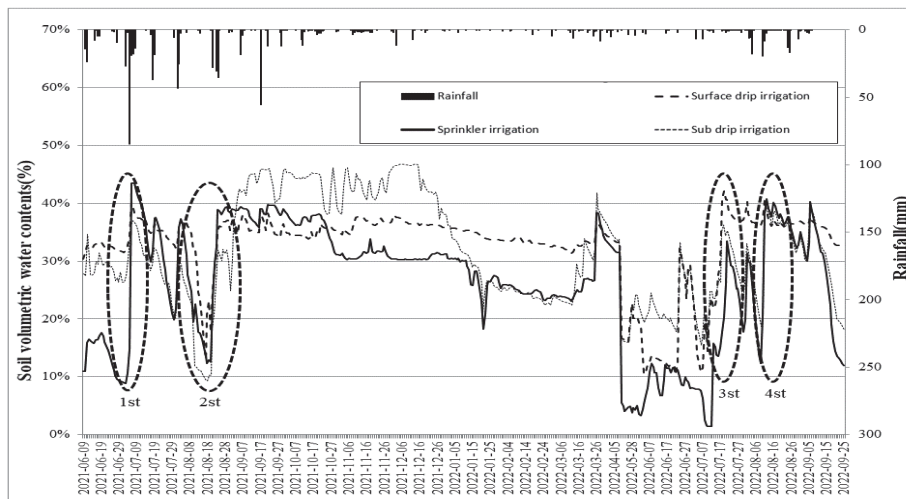


Fig. 2 Daily changes of soil volumetric water contents by irrigation method

였고, 관개 10시간 경과 후 지표 점적관개는 평균 36.3%, 스프링클러 관개는 38.4%, 지중 점적관개는 33.3%까지 상승하였다 (Table 5). 관개방식에 따라 발작물 파종 시 적절한 토양 용적수분함량은 토성, 유기물함량 등에 따라 다르게 나타나지만 일반적으로 25%~30%까지가 적정하다고 보고하고 있다 (RDA, 2018). 관개 방식별로 토양 용적수분함량이 25%까지 상승하는 데 소요되는 경과 시간을 분석한 결과 지표 점적관개가 1.5시간, 스프링클러 관개는 2.0시간, 지중 점적관개는 3.0시간으로 분석되었다. 이중 스프링클러 관개의 경우 바람에 의한 비산손실, 염면차단 등의 영향으로 토양수분함량 상승에 필요한 경과시간이 증가하였고, 지중 점적관개는 모세

관 현상에 따른 수분이동으로 인해 지표 점적관개방식보다 경과 시간이 증가한 것으로 판단되었다.

또한, 관개방식에 따른 토양 용적수분함량과 관개 후 경과 시간에 대한 단순 회귀분석 결과 지표 점적관개를 실시할 경우 토양 용적수분함량의 상승효과가 가장 빠른 것으로 나타났으며, 다음으로 스프링클러 관개, 지중 점적관개 순으로 분석되었다 (Fig. 3). 이러한 결과로 볼 때, 새만금 간척농지에서 토양 내 토양수분이 부족할 경우 토양수분을 공급하는 방식으로 지표 점적관개가 가장 효과적인 것으로 판단되었다.

Table 5 Change of soil volumetric water contents by elapsed time after irrigation

Elapsed time	Soil volumetric water contents (%)														
	Surface drip irrigation					Sprinkler irrigation					Sub drip irrigation				
	1st	2st	3st	4st	Mean	1st	2st	3st	4st	Mean	1st	2st	3st	4st	Mean
0 hr	14.3	14.7	16.3	16.0	15.3	10.7	12.2	11.4	12.1	11.6	18.6	19.9	19.1	19.5	19.3
1 hr	20.9	21.3	22.0	21.3	21.4	19.7	19.8	18.9	19.8	19.6	20.2	21.2	20.7	21.1	20.8
2 hr	27.5	29.4	24.2	27.5	27.1	23.7	31.4	17.8	27.1	25.0	23.8	19.0	24.0	19.9	21.7
3 hr	30.5	31.3	29.9	31.1	30.7	36.8	33.1	21.5	28.6	30.0	25.1	22.3	28.2	26.5	25.5
4 hr	31.4	31.6	36.3	32.5	33.0	41.0	33.2	22.9	28.8	31.5	24.6	23.7	29.7	33.1	27.8
5 hr	32.0	32.0	38.6	33.5	34.0	42.4	35.4	25.7	31.6	33.8	27.2	26.1	33.0	36.6	30.7
6 hr	36.1	36.9	37.9	33.8	36.2	41.5	36.5	31.2	33.2	35.6	30.0	31.4	33.0	36.8	32.8
7 hr	36.4	37.8	37.2	34.1	36.3	41.3	38.6	32.2	34.2	36.5	31.0	33.4	33.3	37.1	33.7
8 hr	36.3	38.1	36.7	34.4	36.4	41.9	39.5	34.5	38.0	38.5	30.5	33.1	32.7	36.7	33.2
9 hr	36.3	38.2	36.4	34.6	36.4	41.4	38.5	36.5	37.7	38.5	30.8	33.0	32.5	36.7	33.3
10 hr	36.2	38.2	36.1	34.8	36.3	41.1	38.4	37.0	37.2	38.4	31.2	32.8	32.7	36.7	33.3
Mean	30.7	31.8	32.0	30.3	31.2	34.7	32.4	26.3	29.9	30.8	26.6	26.9	29.0	31.0	28.4

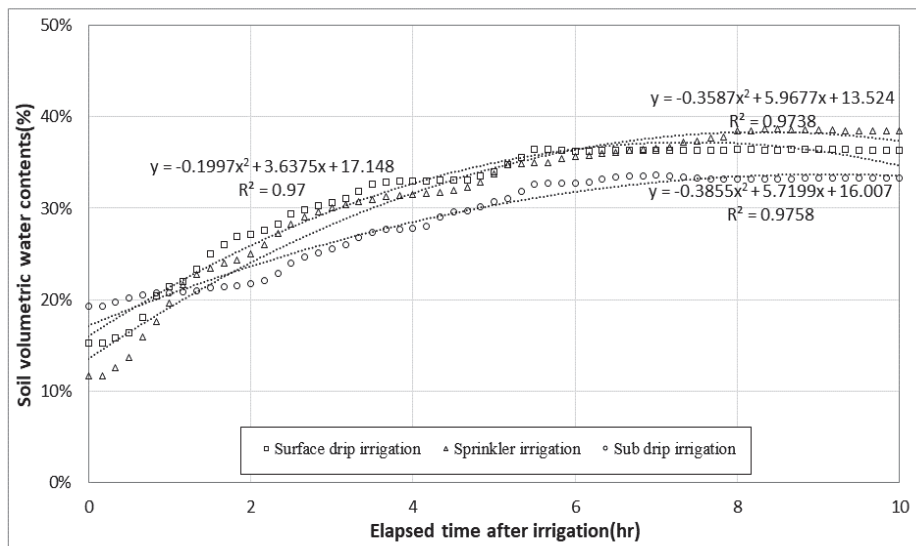


Fig. 3 Regression analysis of soil volumetric water contents after irrigation

3. 수확량 분석

2021년 공시작물인 콩의 생체중은 지표 점적관개의 경우 1,042.4 kg/10a였으며, 스프링클러 관개는 1015.7 kg/10a, 지중 점적관개 977.1 kg/10a로 나타났으며, 2022년 콩의 생체중은 지표 점적관개 1,367.2 kg/10a, 스프링클러 관개 1,213.3 kg/10a, 지중 점적관개 1,153.8 kg/10a로 지표 점적관개의 생체중이 가장 높게 나타났다. 새만금 간척지에서 콩 시험재배 결과 생체중이 320~1,746 kg/10a, 건물중은 117~566 kg/10a 수준과 비교하여 유사하거나 다소 높은 수준을 기록하였으며 (KRC, 2011), 2021년도에 비해 2022년의 작물 생체중이 높은 것으로 조사되었다. 2021년 건물중은 지표 점적관개 305.7 kg/10a, 스프링클러 관개 289.5 kg/10a, 지중 점적관개 251.4 kg/10a로 나타났으며, 2022년 지표 점적관개 375.2 kg/10a, 스프링클러 관개 321.7 kg/10a, 지중 점적관개 316.8 kg/10a로 분석되었다 (Table 6).

한편, 관개량에 따른 작물 콩 생체중과 관계를 분석한 결과 일별 관개공급량이 지표 점적관개는 육묘기 때 2.66 mm/day, 경엽 신장기 3.31 mm/day, 개화기 때 5.09 mm/day (Fig. 4), 스프링클러 관개는 육묘기 때 2.90 mm/day, 경엽 신장기 3.87 mm/day, 개화기 7.11 mm/day (Fig. 5)가 적정한 것으로 나타났다. 지중 점적관개의 경우 육묘기 2.42 mm/day, 경엽 신장기 3.09 mm/day, 개화기 4.87 mm/day일 때 적정한 것으로 분석되었다 (Fig. 6). 간척지에서 기능성작물의 점적관개 시험결과 새만금 간척지 점적관개의 관개량은 1.3~5.2 mm/day가 필요한 것으로 분석되었다 (KRC, 2021). 또한, 지표 점적관개가 스프링클러 관개보다 적은 양을 관개하였음에도 작물 생체중이 높은 것은 스프링클러 관개는 살수 시 바람 및 옆면에 의한 차단 손실, 재배관리상 피복한 멀칭 등의 영향으로 관개효율이 낮게 나오는 것으로 분석되었다.

Duncan 사후검증을 실시한 결과 관개방식에 따른 생체중

Table 6 Crop yield by year of the experimental field

Irrigation method	2021		2022	
	Fresh weight (kg/10a)	Dry weight (kg/10a)	Fresh weight (kg/10a)	Dry weight (kg/10a)
Drip irrigation	1,042.4	305.7	1,367.2	375.2
Sprinkle irrigation	1,015.7	289.5	1,213.3	321.7
Sub drip irrigation	977.1	251.4	1,153.8	316.8

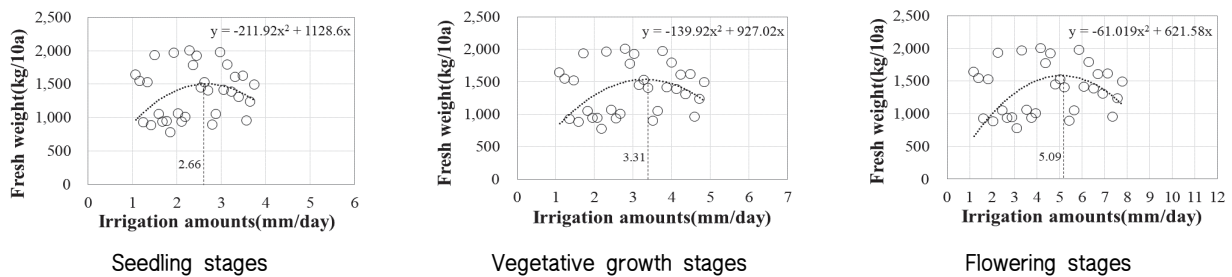


Fig. 4 Analysis of crop weight by surface drip irrigation amounts

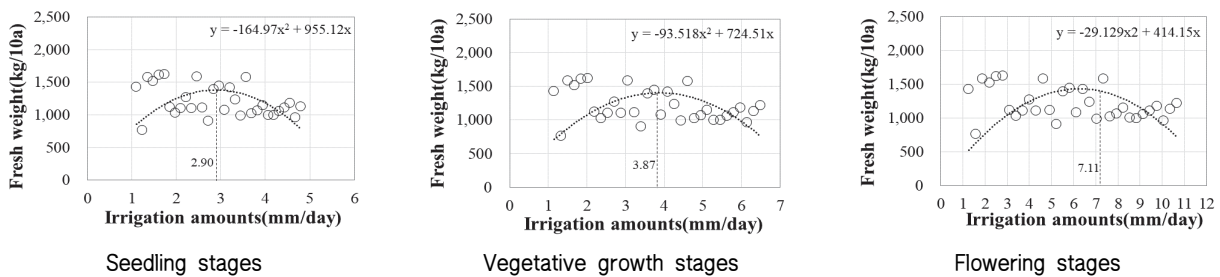


Fig. 5 Analysis of crop weight by sprinkler irrigation amounts

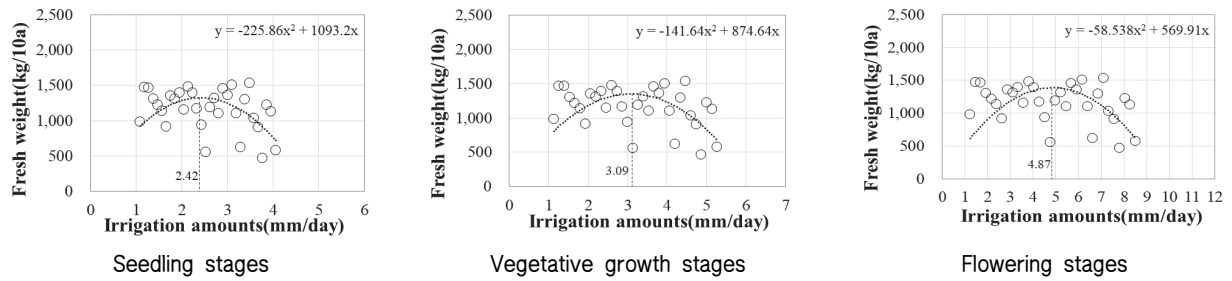


Fig. 6 Analysis of crop weight by sub drip irrigation amounts

Table 7 Significance analysis by irrigation method

Dependent variable	Irrigation method	M ± SD	F	p	Duncan
Fresh weight	Sur ¹⁾	1,367.2 ± 68.0	4.002	0.022	Sub < Spr, Sur
	Spr ²⁾	1,213.3 ± 42.1			
	Sub ³⁾	1,155.1 ± 51.0			
Dry weight	Sur ¹⁾	375.3 ± 26.3	3.499	0.034	Sub < Spr, Sur
	Spr ²⁾	316.5 ± 19.3			
	Sub ³⁾	300.9 ± 16.0			

※ 1) Sur : Surface drip irrigation, 2) Spr : Sprinkler irrigation, 3) Sub : Sub drip irrigation

(F=4.002, p=0.022), 건물중 (F=3.499, p=0.034)에 대하여 유의한 (p<0.05)차이를 보이는 것으로 나타났다. 또한, 지표 점적 관개는 스프링클러 관개와 유의한 수준에서 관련성이 높은 것으로 나타났고, 지중 점적관개는 관련성이 낮은 것으로 분석되었다 (Table 7).

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 간척지 발작물 재배 시 지표 점적관개, 스프링클러 관개, 지중 점적관개 방식별로 구분하여 새만금 농생명용지에서 현장시험을 실시하였으며, 계측시설을 통해 관개 방식별 토양 용적수분함량을 분석하였다. 또한, 관개 방식별 작물의 생체중과 건물중에 대하여 SPSS를 활용하여 통계분석을 실시하였다. 이에 대한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 간척지에서 관개 방식별 관개 후 토양 용적수분함량 변화 분석결과 지표 점적관개 (1.5 hr)가 토양 용적수분에 대한 효과가 가장 빠르게 나타났으며, 다음으로 스프링클러 관개 (2.0 hr), 지중 점적관개 (3.0 hr) 순으로 나타났다. 이는 지표 점적관개 방식이 스프링클러 관개, 지중 점적관개보다 작물의 작토층에 직접 공급되어 토양 용적수분함량이 가장 빠르게 상승하였고, 스프링클러 관개는 살수 시 바람 및 엽면차단에 의한 손실 발생, 지중 점적관개는 모세관 현상에 따른 수분이동

으로 인해 지표 점적관개보다 경과 시간이 증가한 것으로 판단되었다.

2. 관개 방식별 생체중과 육묘기, 경엽 신장기, 개화기 등 시기별 관개량 분석 결과 지표 점적관개는 각각 2.66 mm/day, 3.31 mm/day, 5.09 mm/day, 스프링클러 관개는 각각 2.90 mm/day, 3.87 mm/day, 7.11 mm/day, 지중 점적관개는 각각 2.42 mm/day, 3.09 mm/day, 4.87 mm/day의 관개량 공급이 적정한 것으로 분석되었다.

3. Duncan 사후검정 결과 생체중과 관개 방식 (F=4.002, p=0.022), 건물중과 관개 방식 (F=3.499, p=0.034)로 유의미한 (p<0.05) 차이가 있으며, 관개 방식에 따른 작물 생체중과 건물중은 지표 점적관개와 스프링클러 관개가 지중 점적관개보다 관련성이 높은 것으로 분석되었다.

4. 새만금 간척지에서 발작물 재배 시 토양 용적수분함량, 작물 수확량 등 용수공급의 효율적인 측면에서는 스프링클러 관개, 지중 점적관개보다 지표 점적관개를 활용하는 것이 효과적인 것으로 분석되었다.

5. 다만, 본 시험연구 결과는 관개 방식별로 토양 용적수분함량, 수확량 측면에서만 관개 효과를 비교한 것으로 간척지에서 최적의 관개 방식을 선정하기 위해서는 재배작목, 생산성, 규모화, 경영비 등을 종합적으로 분석해야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호 PJ0138840 32022)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

- Choi, Y. H., Y. J. Kim, M. Y. Kim, and J. G. Jeon, 2018. On-site evaluation of rainwater harvesting device for securing irrigation water in small fields. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 60(1): 31-36.
- Jeon, H. Y., M. S. Yu, and J. W. Song, 2018. Provisional results and future plans of project of supporting other crop cultivation from paddy-fields. (in Korea).
- Jang, S. J., J. S. Park, H. J. Shin, H. J. Kim, R. G. Hong, and I. H. Song, 2020. Economic analysis of upland crop irrigation between individual and collective well water supply. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 23(3): 192-207.
- Oron, G., Y. Demalach, Z. Hoffman, and Y. Manor, 1992. Effect of effluent quality and application method on agricultural productivity and environmental control. *Water Sci Technol* 26(7-8): 1593-1601.
- Kim, Y. H., S. Y. Hong, H. Y. Lee, and J. E. Lee, and K. D. Lee, 2012. Estimation of rice and soybean growth stage using a microwave scatterometer. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 45(4): 503-510.
- KRC (Korea Rural Community Corporation), 2017. A Study on Development of Improvement Technology of Agricultural Infrastructure for Cultivation of Other Crops in farmland
- KRC (Korea Rural Community Corporation), 2020. A Final Report on the Improvement of Soil Environment and Field Demonstration for High-Value Crop Cultivation in Reclaimed Farms.
- KRC (Korea Rural Community Corporation), 2021. Large-scale agricultural development project and Implementation plans in 2021.
- Luhach, M. S., R. K. Khatkar, V. K. Singh, and R. S. Khatry, 2004. Economic analysis of sprinkler and drip irrigation technology in haryana. *Agricultural Economics Research Review* 17: 107-113.
- Palacios-Díaz, M. P., V. Mendoza-Grimón, J. R. Fernández-Vera, F. Rodríguez-Rodríguez, M. T. Tejedor-Junco, and J. M. Hernández-Moreno, 2009. Subsurface drip irrigation and reclaimed water quality effects on phosphorus and salinity distribution and forage production. *Agricultural Water Management* 96(11): 1659-1666.
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs), 2019. Comprehensive plan for agricultural and fishery use of reclaimed tide land confirmed.
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs), 2021. A Plan for Major Business of Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Li, N., Y. Kang, X. Li, S. Wan, and J. Xu, 2019. Effect of the micro-sprinkler irrigation method with treated effluent on soil physical and chemical properties in sea reclamation land. *Agricultural Water Management* 213: 222-230.
- RDA (Rural Development Administration), 2016. Development of water management practices to desalinate and irrigate upland crop in reclaimed saline soil.
- RDA (Rural Development Administration), 2018. Introduction of a simple discriminator for soil moisture that can increase germination rate and productivity.
- RDA (Rural Development Administration), 2019. Development of Automatic Irrigation Technology based on ICT.
- Sable, R., S. Kolekar, A. Gawde, S. Takle, and A. Pednekar, 2019. A review on different irrigation methods. *International Journal of Applied Agricultural Research* 14(1): 49-60.
- RDA (Rural Development Administration), 2021. Guide to Soybean Cultivation Agricultural Technology.
- KSIS (Korea Soil Information System), accessed May 30, 2022, http://soil.rda.go.kr/new_water/waterreport.jsp.
- Sohn, Y. M., G. Y. Jeon, J. D. Song, J. H. Lee, and M. E. Park, 2009. Effect of drip irrigation on soil salinity control and growth of cabbage at the newly reclaimed tidal lands in Korea. *Korean J. Soil Sci. Fert* 42(6): 492-499.
- SDIA (Saemangeum Development and Investment Agency), 2021. Saemangeum Basic Plan.
- USDA (United States Department of Agriculture), 1987. Soil mechanics level 1, Module 3. USDA Textural Classification Study Guide. Washigton, DC: National Employee Development Staff, Soil Conservation Service, U. S. Department of Agriculture.