



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0100945
(43) 공개일자 2025년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01G 25/16 (2019.01) A01G 22/25 (2018.01)
A01G 22/40 (2018.01) A01G 25/06 (2019.01)
A01G 7/06 (2006.01) G01N 33/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A01G 25/162 (2013.01)
A01G 22/25 (2018.02)
(21) 출원번호 10-2023-0192082
(22) 출원일자 2023년12월27일
심사청구일자 2023년12월27일
기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
노일래
경상남도 진주시 새평거로 30, 106동 2902호 (평거동, 엠코타운더프라하)
김종혁
경상남도 진주시 진주대로500번길 8-8 (가좌동)
조승한
부산광역시 해운대구 대천로 56, 제111동 1402호 (좌동, 한일아파트)
(74) 대리인
위병갑

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 감자-콩의 작부체계에서 개별 및 다수의 재배지에서 얻어지는 기온, 습도, 토양수분, 토양온도, 파종일 등의 환경 조건을 기반으로 적산온도를 산출하고, 감자와 콩의 각 생육단계에 맞추어 독립적으로 적정량의 관수 및 관비를 제어하여 해당 작물의 양분과 수분관리를 보다 편리하고 효율적으로 행할 수 있도록 하는, 작물 생

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 노지에서 재배되는 감자와 콩의 작부체계에서의 관수·관비 방법으로서, 감자와 콩의 생육과 관련된 생육관련 영향인자를 검출하는 재배작물 생육관련 영향인자 검출 단계; 상기 검출된 생육관련 영향인자의 데이터와 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터 간을 비교하여 관수·관비 여부를 판단하고 결정하는 관수·관비 판단 단계; 및 상기 관수·관비 판단 단계에서 판단된 결과에 따라 관수 및 관비 중 적어도 하나를 행하는 관수·관비 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법이 제공된다.

(52) CPC특허분류

A01G 22/40 (2018.02)

A01G 25/06 (2019.02)

A01G 7/06 (2013.01)

G01N 33/245 (2024.05)

명세서

청구범위

청구항 1

노지에서 재배되는 감자와 콩의 작부체계에서의 관수·관비 방법으로서,
재배작물의 생육관련 영향인자에 근거하여 재배 작물에 관수·관비하는 것을 특징으로 하는
노지 감자-콩 작부체계의 관수·관비 방법.

청구항 2

노지에서 재배되는 감자와 콩의 작부체계에서의 관수·관비 방법으로서,
감자와 콩의 생육과 관련된 생육관련 영향인자를 검출하는 재배작물 생육관련 영향인자 검출 단계;
상기 검출된 생육관련 영향인자의 데이터와 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터 간을 비교하여 관수·관비 여부를 판단하고 결정하는 관수·관비 판단 단계; 및
상기 관수·관비 판단 단계에서 판단된 결과에 따라 관수 및 관비 중 적어도 하나를 행하는 관수·관비 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는
노지 감자-콩 작부체계의 관수·관비 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 생육관련 영향인자는 적산온도를 포함하는 것을 특징으로 하는
노지 감자-콩 작부체계의 관수·관비 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 생육관련 영향인자는 적산온도인 것을 특징으로 하는
노지 감자-콩 작부체계의 관수·관비 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 관수·관비는 감자와 콩의 근권부에 설비되는 지중점적관개 설비를 통해 행해지도록 이루어지는 것을 특징으로 하는
노지 감자-콩 작부체계의 관수·관비 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 감자의 경우, 적산온도가 335℃와, 735℃ 및 1085℃에서 관수·관비하도록 이루어지며,
 상기 콩의 경우, 적산온도가 0℃에서 관수하고, 860℃~1,050℃ 및 1,290℃~1,680℃에서 관비하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는
 노지 감자-콩 작부체계의 관수·관비 방법.

청구항 7

감자와 콩 작부체계에서의 관수·관비 시스템으로서,
 재배 토양에 관수·관비를 제공하도록 구성되는 관수·관비 공급장치부;
 재배 작물과 관련된 생육관련 영향인자를 검출하는 생육관련 영향인자 검출부; 및
 상기 생육관련 영향인자 검출부에서 검출된 생육관련 영향인자의 데이터와 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터 간을 비교하여 관수·관비 여부를 판단하고, 결정된 결과에 따라 관수 및 관비 중 적어도 하나를 행하도록 상기 관수·관비 공급장치부의 동작을 제어하는 제어 모듈부;를 포함하는 것을 특징으로 하는
 감자-콩 작부체계의 관수·관비 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 제어 모듈부는 적산온도에 기반하여 관수·관비를 행하도록 제어하며,
 상기 생육관련 영향인자 검출부는 상기 적산온도와 관련된 생육관련 영향인자를 검출하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는
 감자-콩 작부체계의 관수·관비 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,
 상기 관수·관비 공급장치부는
 재배 작물의 근권부에 관수·관비하는 지중점적관개 설비를 포함하는 것을 특징으로 하는
 감자-콩 작부체계의 관수·관비 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,
 상기 관수·관비 공급장치부는 원수 저장탱크와, 상기 원수 저장탱크로부터 원수를 펌핑하는 펌프와, 양액이 저장되는 양액 저장 탱크와, 상기 물 저장탱크로부터 공급되는 물과 양액 저장 탱크의 양액을 혼합하도록 구성되는 액비 혼합기와, 상기 양액 저장 탱크로부터 액비 혼합기로 양액을 공급하는 양액 공급 라인에 구비되는 전자 밸브와, 상기 액비 혼합기의 출구 측에 구비되는 액비농도 검출 센서, 및 재배 토양에 설치되어 재배 작물의 근권부에 관수·관비하는 지중점적관개 설비를 포함하며,
 상기 생육관련 영향인자 검출부는 재배 토양에 구비되는 적어도 재배 토양의 지온을 검출하는 토양 복합 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는

감자-콩 작부체계의 관수·관비 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제어 모듈부는

적산온도를 포함한 관수·관비 제어 데이터가 구축된 생육관련 영향인자 데이터베이스부;

상기 생육관련 영향인자 검출부에서 검출된 검출 신호를 전달받는 검출데이터 수신부; 및

상기 검출데이터 수신부에서 수신된 검출 데이터와 상기 데이터베이스부에 구축된 생육관련 구축 데이터에 근거하여 관수·관비를 제어하도록 이루어지는 관수·관비 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는

감자-콩 작부체계의 관수·관비 시스템.

청구항 12

제7항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 관수·관비 제어부는

감자의 경우, 적산온도가 335℃와, 735℃ 및 1,085℃에서 관수·관비하도록 이루어지며,

콩의 경우, 적산온도가 0℃에서 관수하고, 860℃~1050℃ 및 1,290℃~1,680℃에서 관비하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는

감자-콩 작부체계의 관수·관비 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법 및 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 노지에서 봄에는 감자를 재배하고 여름에는 콩을 재배할 수 있는 작부체계에서 개별 및 다수의 재배지에서 얻어지는 기온, 습도, 토양수분, 토양온도, 파종일 등의 환경 조건을 기반으로 토양의 적산온도를 산출하고, 감자와 콩의 각 생육단계에 맞추어 독립적으로 적정량의 관수 및 관비를 제어하여 해당 작물의 양분과 수분관리를 보다 편리하고 효율적으로 행할 수 있도록 하는, 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 관비 재배란 작물의 생장에 필요한 영양분을 물과 알맞은 농도로 혼합한 후 관수시설을 이용하여 액체 상태의 비료를 작물에 공급하는 방식이다.

[0004] 작물은 생육시기별 적정 생육에 필요한 양분(비료)과 수분의 요구량이 다르기 때문에 관수와 시비량이 작물특성에 맞게 조절되어야만 양호한 생육을 기대할 수 있게 된다. 다시 말해서, 작물은 생육시기별로 양수분 요구량이 상이하며 주요생육시기의 적절한 양수분 공급을 통하여 생육과 수량을 증진할 수 있다.

[0005] 관비 재배는 경작지에 관수와 시비를 동시에 제공함으로써 작물이 필요한 시기에 양수분을 적절하게 공급하는 재배법으로 최소한의 경비로 최대한의 효과를 올리는 농법이다.

[0006] 최근 들어, 가뭄 등 기후변화의 선제적 대응, 부족한 농촌 노동력 문제 해결, 고품질 농산물 생산에 따른 농가 소득 증대, 농업용수 절약 등을 위한 노지 작물에 대한 물관리 자동화 기술 개발이 필요하게 되었다.

[0007] 또한, 시설 재배시 양분과 수분의 적절한 관리를 위해서 관비(Fertigation, 관개+시비) 자재가 급격히 증가하고

있는 추세이나 대부분 관수기와 관비기를 분리하여 운용하고 있는 실정이다.

- [0008] 그러나 종래 관수·관비 시스템은 센서를 통해 토양 내 장력 수분을 측정하여 일정 수준 이하가 되면 관수를 개시하고 작물을 관리하는 사람이 직접 눈으로 생육 시기를 확인하여 적정량의 비료를 첨가하여 관비를 해야 하는 불편함이 있다.
- [0009] 특히, 감자는 괴경형성기와 괴경비대기에 수분과 양분요구량이 높고, 콩은 개화기에 수분과 양분요구량이 높으며, 해당시기는 현재까지 육안으로 관측하여 시비를 진행하고 있다.
- [0010] 구체적으로, 감자의 경우 3월에 괴경을 파종하여 4~5월 생육단계를 거쳐 6월 중순경에 수확을 실시한다. 감자는 파종 후 출현기 때에 관수가 필요하고 괴경형성기와 괴경비대기에 적절한 시비를 필요로 한다. 그러나 출현기와 괴경형성기 그리고 괴경비대기는 매년 온도조건에 따라 다소 달라지기 때문에 자동 관수/관비에 어려움이 있다.
- [0011] 콩의 경우는 일반적으로 6월 중·하순에 파종하여 10월 말~ 11월 초에 수확하는 생육단계를 거친다. 이러한 콩의 경우에도 생육 단계에 따라 적절한 관수 및 관비가 행해져야 한다.
- [0012] 일반적으로 농가에서는 이랑 관개, 스프링클러, 지표점적 등의 관수 방법에 비료를 녹여 양분과 수분을 공급하고 있지만 수분과 양분의 이용 효율이 낮고 농작업 시 설치와 철거로 인한 노동력 문제가 있다.
- [0013] 한편, 기존 보급되어 있는 스마트 관수시스템의 경우 컴퓨터나 핸드폰을 통하여 관수시스템이 작동함에 따라 고령농가에서 사용이 어렵고, 통신비 등이 동반 되며, 특히 영농현장에서 즉시 토양수분 상태를 인지하기 어려워 작물 생육상태로 분별하고 있는 실정이다.
- [0014] 이에 따라, 지표관개의 설치와 철거문제 개선, 자동 관수·관비시스템의 저렴화, 고령 농가에서 사용 편의성을 고려한 정밀관수시스템이 효율적으로 사용 되기 위해서는 지중에 지중점적 시설을 매설하고 작물의 상태와 토양 종류에 따라 관수시점과 관개시간 등을 실현할 수 있는 효율적이고 사용이 간편한 관비(Fertigation, 관개+시비) 시스템이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0016] (특허문헌 0001) 대한민국 공개실용신안공보 20-2022-0001514(2022.06.27. 공개)
- (특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 10-2009-0042575(2009.04.30. 공개)
- (특허문헌 0003) 대한민국 공개특허공보 10-2021-0141049(2021.11.23. 공개)
- (특허문헌 0004) 대한민국 등록특허공보 10-2572765(2023.08.30. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 따라서, 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명은, 노지 감자-콩의 작부체계에서 개별 및 다수의 재배지에서 얻어지는 기온, 습도, 토양수분, 토양온도, 파종일 등의 환경 조건을 기반으로 적산온도를 산출하고, 감자와 콩의 각 생육단계에 맞추어 독립적으로 적정량의 관수 및 관비를 제어하여 해당 작물의 양분과 수분관리를 보다 편리하고 효율적으로 행할 수 있도록 하는, 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다. 본 발명은 기존의 지표관개시 문제시 되는 설치와 철거문제를 개선 뿐만 아니라 지중 관수·관비를 통한 높은 수분 및 양분이용효율을 통한 작물의 수량증대 뿐만 아니라 농작업의 편리성과 잡초의 생육억제 등에 효과적인 지중점적 시설을 기본으로 하고 있다.
- [0018] 또한, 본 발명은 작물의 생육 단계별 및 연도별의 지온 데이터와 기상 데이터를 이용하여 필요한 시기에 관수·관비를 자동 처리할 수 있으며, 관리자가 직접 확인할 필요 없이 정확한 시기에 관수·관비를 하여 필요량만 급여하게 되므로 경제성과 노동력 절감을 도모할 수 있는, 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템 및 방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.

[0019] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0021] 상기 본 발명의 목적들 및 다른 특징들을 달성하기 위한 본 발명의 일 관점에 따르면, 노지에서 재배되는 감자와 콩의 작부체계에서의 지중 점적시설을 활용한 관수·관비 방법으로서, 재배작물의 생육관련 영향인자에 근거하여 재배 작물에 관수·관비하는 것을 특징으로 하는 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법이 제공된다.

[0022] 본 발명의 다른 관점에 따르면, 노지에서 재배되는 감자와 콩의 작부체계에서의 관수·관비 방법으로서, 감자와 콩의 생육과 관련된 생육관련 영향인자를 검출하는 재배작물 생육관련 영향인자 검출 단계; 상기 검출된 생육관련 영향인자의 데이터와 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터 간을 비교하여 관수·관비 여부를 판단하고 결정하는 관수·관비 판단 단계; 및 상기 관수·관비 판단 단계에서 판단된 결과에 따라 관수 및 관비 중 적어도 하나를 행하는 관수·관비 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법이 제공된다.

[0023] 본 발명의 일 관점 또는 다른 관점에 있어서, 상기 생육관련 영향인자는 적산온도이거나 적산온도를 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 관점 또는 다른 관점에 있어서, 상기 관수·관비는 감자와 콩의 근권부에 설치되는 지중점적관개 설비를 통해 행해지도록 이루어질 수 있다.

[0025] 본 발명의 일 관점 또는 다른 관점에 있어서, 적산온도가 335℃(출현기, 출현을 향상을 위해 수분이 필요한 시기)와 735℃(감자 괴경형성기, 비료 요구도가 높은 시기) 및 1,085℃(감자 괴경비대기 비료 요구도가 높은 시기)에서 관수·관비하도록 이루어지며, 상기 콩의 경우, 적산온도가 0℃(출현기, 출현을 향상을 위해 수분이 필요한 시기)에서 관수하고, 860℃~1,050℃(개화시, R1; 비료 요구도가 높은 시기) 및 1,290℃~1,680℃(R5, 임비대기, 콩알이 차는 시기; 비료 요구도가 높은 시기)에서 관비하도록 이루어질 수 있다.

[0026] 본 발명의 또 다른 관점에 따르면, 감자와 콩 작부체계에서의 관수·관비 시스템으로서, 재배 토양에 관수·관비를 제공하도록 구성되는 관수·관비 공급장치부; 재배 작물과 관련된 생육관련 영향인자를 검출하는 생육관련 영향인자 검출부; 및 상기 생육관련 영향인자 검출부에서 검출된 생육관련 영향인자의 데이터와 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터 간을 비교하여 관수·관비 여부를 판단하고, 결정된 결과에 따라 관수 및 관비 중 적어도 하나를 행하도록 상기 관수·관비 공급장치부의 동작을 제어하는 제어 모듈부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 감자-콩 작부체계의 자동 관수·관비 시스템이 제공된다.

[0027] 본 발명의 또 다른 관점에 있어서, 상기 제어 모듈부는 적산온도에 기반하여 관수·관비를 행하도록 제어하되, 감자의 경우 지중 적산온도, 콩의 경우 대기 적산온도에 기반하여 제어하며, 상기 생육관련 영향인자 검출부는 상기 적산온도와 관련된 생육관련 영향인자를 검출하도록 이루어질 수 있다.

[0028] 본 발명의 또 다른 관점에 있어서, 상기 관수·관비 공급장치부는 재배 작물의 근권부에 관수·관비하는 지중점적관개 설비를 포함할 수 있다.

[0029] 본 발명의 또 다른 관점에 있어서, 상기 관수·관비 공급장치부는 원수 저장탱크와, 상기 원수 저장탱크로부터 원수를 펌핑하는 펌프와, 양액이 저장되는 양액 저장 탱크와, 상기 물 저장탱크로부터 공급되는 물과 양액 저장 탱크의 양액을 혼합하도록 구성되는 액비 혼합기와, 상기 양액 저장 탱크로부터 액비 혼합기로 양액을 공급하는 양액 공급 라인에 구비되는 전자 밸브와, 상기 액비 혼합기의 출구 측에 구비되는 액비농도 검출 센서, 및 재배 토양에 설치되어 재배 작물의 근권부에 관수·관비하는 지중점적관개 설비를 포함하며, 상기 생육관련 영향인자 검출부는 대기 기온을 측정하는 검출하는 기온센서(콩)와 재배 토양에 구비되는 적어도 재배 토양의 지온을 검출하는 토양 복합 센서(감자)를 포함할 수 있다.

[0030] 본 발명의 또 다른 관점에 있어서, 상기 제어 모듈부는 적산온도를 포함한 관수·관비 제어 데이터가 구축된 생육관련 영향인자 데이터베이스부; 상기 생육관련 영향인자 검출부에서 검출된 검출 신호를 전달받는 검출데이터 수신부; 및 상기 검출데이터 수신부에서 수신된 검출 데이터와 상기 데이터베이스부에 구축된 생육관련 구축 데이터에 근거하여 관수·관비를 제어하도록 이루어지는 관수·관비 제어부;를 포함할 수 있다.

[0031] 본 발명의 또 다른 관점에 있어서, 상기 관수·관비 제어부는 감자의 경우, 적산온도가 335℃(출현기, 출현을 향상을 위해 수분이 필요한 시기)와 735℃(감자 괴경형성기, 비료 요구도가 높은 시기) 및 1,085℃(감자 괴경 비대기 비료 요구도가 높은 시기)에서 관수·관비하도록 이루어지며, 콩의 경우, 적산온도가 0℃(출현기, 출현을 향상을 위해 수분이 필요한 시기)에서 관수하고, 860℃~1,050℃(개화시, R1; 비료 요구도가 높은 시기) 및 1,290℃~1,680℃(R5, 입비대기; 비료 요구도가 높은 시기)에서 관비하도록 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템 및 방법에 의하면 다음과 같은 효과를 제공한다.

[0034] 첫째, 본 발명은 작물의 생육 단계별 및 연도별의 환경 인자 및 이에 따른 적산온도에 기반하여 감자와 콩의 각 생육단계에 맞추어 독립적으로 적정량의 관수·관비를 제공하여 작물의 양분과 수분관리를 보다 편리하고 효율적으로 행할 수 있는 효과가 있다.

[0035] 둘째, 본 발명은 감자 및 콩 작물에 대하여 필요한 시기에 관수·관비를 자동 처리할 수 있으며, 관리자가 직접 확인할 필요 없이 정확한 시기에 관수·관비를 하여 필요량만 급여하게 되므로 경제성과 노동력 절감을 도모할 수 있는 효과가 있다.

[0036] 셋째, 본 발명은 생육 단계를 눈으로 확인하기 힘든 작물의 관수·관비를 정확한 시기에 안정적으로 공급하여 안정적인 생육을 기대할 수 있음과 아울러, 농업 종사자의 편의와 농가의 생산성 향상을 도모할 수 있는 효과가 있다.

[0037] 넷째, 본 발명은 지중점적관개 기술을 이용하여 관수·관비함으로써 한 번의 설치로 반영구적으로 이용이 가능하고, 감자와 콩의 근권부에 직접적인 시비가 가능하므로 상대적으로 양·수분의 이용 효율이 높고, 기존 관수 방법에 비해 농작업 효율증대 및 노동력 절감 효과가 있다.

[0038] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 방법을 나타내는 플로차트이다.

도 2는 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템에 포함되는 구성부들을 도식화하여 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템을 도식화하여 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템에 포함되는 제어 모듈부의 구성을 블록화하여 나타내는 블록도이다.

도 5는 콩의 생식생장 단계를 나타내는 표이다.

도 6은 2021년, 2022년, 2023년도 감자 재배 중 지중 10cm 적산 지온을 나타낸 그래프이다.

도 7은 2022년 6월 파종한 콩의 품종별 평균 적산온도를 나타낸 그래프이다.

도 8은 센서로 측정된 데이터들과 적산지온/적산온도 데이터를 이용하여 관수·관비를 시행하는 실험에 이용된 알고리즘의 일 예이다.

도 9는 감자의 지중점적 관수·관비 종류 및 관비량에 따른 수량 구성요소를 나타내는 표로서, 이중 칼리를 괴경 형성기와 괴경 비대기에 5kg/10a를 절반씩 나누어 관비한 경우를 나타내는 표이다.

도 10은 콩의 지중점적 관수·관비 종류 및 관비량에 따른 수량 구성요소를 나타내는 표로서, 이중 질소를 R1기

와 R5기에 2kg/10a를 절반씩 나누어 관비한 경우에서 가장 우수하였음을 나타내는 표이다.

도 11은 테스트에 적용된 지중점적 관수·관비 설비를 개략적으로 나타내는 도면으로, A와 B는 실제 포장에서 지중점적 관수·관비 설비의 매설 도면을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0041] 본 발명의 추가적인 목적들, 특징들 및 장점들은 다음의 상세한 설명 및 첨부도면으로부터 보다 명료하게 이해될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 본 발명은 다양한 변경을 도모할 수 있고, 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 아래에서 설명되고 도면에 도시된 예시들은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0043] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0044] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도는 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0045] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...유닛", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0046] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0047] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템 및 방법에 대하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0048] 먼저, 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법에 대하여 도 1을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0049] 도 1은 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법을 나타내는 플로차트이다.
- [0050] 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법은, 노지에서 재배되는 감자와 콩의 작부체계에서의 관수·관비 방법으로서, 도 1에 나타낸 바와 같이, 크게 재배작물 생육관련인자 검출 단계(S100)와, 관수·관비 판단 단계(S200), 및 관수·관비 단계(S300)를 포함한다.
- [0051] 구체적으로, 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법은, 노지에서 재배되는 감자와 콩의 작부체계에서의 관수·관비 방법으로서, 도 1에 나타낸 바와 같이, 감자와 콩의 재배 환경 조건 및 감자와 콩의 생육과 관련된 생육관련 영향인자(growth index-related factor)로서, 적산온도(winkler scale)를 산출할 수 있는 인자를 포함하는 생육관련 영향인자를 검출하는 재배작물 생육관련 영향인자 검출 단계(S100); 상기 재배작물 생육관련 영향인자 검출 단계(S100)에서 검출된 생육관련 영향인자의 데이터와 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터 간을 비교하여 관수·관비 여부를 판단하고 결정하는 관수·관비 판단 단계(S200); 및 상기 관수·관비 판단 단계(S200)에서 판단된 결과에 따라 관수 및/또는 관비 중 적어도 하나를 행하는 관수·관비 단계(S300);를 포함한다.
- [0052] 상기 재배작물 생육관련 영향인자 검출 단계(S100)는 재배작물인 감자와 콩의 생육과 관련된 생육관련 영향인자로서, 적어도 적산온도를 산출할 수 있는 인자를 포함하고, 기온, 습도, 토양수분, 토양온도, 파종일 등의 환경 조건에 대한 생육 지표 인자를 검출하거나 선택하는 과정이다.

- [0053] 구체적으로, 상기 재배작물 생육관련인자 검출 단계(S100)는 기온과 습도를 포함한 기상, 재배토양의 지온, 및 재배토양의 수분치(또는 토양 수분양)를 검출하여, 이에 대한 데이터를 관수·관비 판단 단계(S200)에서 이용할 수 있도록 이루어진다.
- [0054] 계속해서, 상기 관수·관비 판단 단계(S200)는 상기 재배작물 생육관련 영향인자 검출 단계(S100)에서 검출된 생육관련 영향인자의 데이터와 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터 간을 비교하여 관수·관비 여부를 판단하고 결정하는 과정이다.
- [0055] 구체적으로, 상기 관수·관비 판단 단계(S200)는 상기 재배작물 생육관련 영향인자 검출 단계(S100)에서 검출된 인자(들)에 대하여, 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터로서 작물별 적산온도, 적산지온, 전기전도도(EC: Electrical Conductivity) 및/또는 토양수분함량을 비교하고, 비교 결과에 기초하여 관수와 관비 중 적어도 하나, 및 관수·관비량을 결정하는 것으로 이루어진다.
- [0056] 적산온도(積算溫度, Winkler scale)는 작물의 생육에 필요한 열량을 나타내기 위한 지표로, 생육일수와 일평균 기온을 곱한 값이다.
- [0057] 바람직하게, 상기 관수·관비 판단 단계(S200)는 감자의 경우 생육시기별 적산지온 데이터와 관련된 인자(들)에 근거하여 관수·관비를 판단하고 결정하며, 콩의 경우 생육시기별 적산온도 데이터와 관련된 인자(들)에 근거하여 관수·관비를 판단하고 결정하도록 이루어진다. 물론, 감자와 콩 모두에 대하여 생육시기별 적산지온 데이터 및 생육시기별 적산온도 데이터 중 적어도 하나와 관련된 인자(들)에 근거하여 관수·관비를 판단할 수도 있다.
- [0058] 부연하자면, 감자는 일반적으로 파종기, 출현기, 괴경형성기, 괴경비대기에 수분과 양분의 관리가 필요하므로 각 구간별 적산지온의 데이터를 이용한다.
- [0059] 감자(예를 들면, 수미감자)의 적정 적산지온의 경우, ~ 출현기 때는 335℃이고, 괴경 형성기는 735℃이며, ~ 괴경 비대기는 1085℃ 이다.
- [0060] 따라서, 예를 들면 감자는 양분과 수분 관리시 칼리(칼리비료)를 10a(아르)(300평)당 5kg를 시비할 때 가장 생육이 훌륭하므로 관비가 필요한 시기(괴경 형성기, 괴경 비대기)에 칼리 5Kg/10a를 나누어 관비하도록 결정된다.
- [0061] 그리고 콩은 일반적으로 파종기, R1(개화시작기), R5(임비대시)에 양분과 수분 관리가 필요하다. 콩의 적정 적산온도의 경우 조생종, 중생종, 중만생종으로 품종이 구분된다. 파종기에는 출현율을 향상시키기 위해 관수를 행하고, R1과 R5시기에는 생육 및 수량 증대를 위해 관비를 행한다. 관수량은 지표면의 토양수분이 25%될때까지 관수하고, 관비량은 1%(조절가능) 농도로 물과 함께 희석되어 관비하도록 결정된다.
- [0062] 조생종의 경우, ~ 출현기 때는 80℃이고, ~ R1은 860℃이며, ~ R5는 1290℃이다. 중생종의 경우, ~ 출현기 때는 65℃이고, ~ R1은 990℃이며, ~ R5는 1410℃이다. 그리고 중만생종의 경우, ~ 출현기는 65℃이고, ~ R1은 1050℃이며, ~ R5는 1680℃이다.
- [0063] 따라서, 예를 들면 콩은 양분과 수분 관리시 질소를 10a당 2kg를 시비할 때 가장 생육이 훌륭하므로 각각 관비가 필요한 시기(R1, R5)에 질소 2Kg/10a를 나누어 관비(예를 들면, 비료를 176L의 물에 녹여 액비혼합기로 1% 농도로 관비)하도록 결정된다.
- [0064] 다음으로, 상기 관수·관비 단계(S300)는 상기 관수·관비 판단 단계(S200)에서 판단된 결과에 따라 관수·관비 설비부를 통해 관수 및/또는 관비 중 적어도 하나를 행하도록 이루어지는 과정이다.
- [0065] 상기 관수·관비 단계(S300)는 노지 경작지의 전체 넓이를 설정 단위(예를 들면, 10a단위)로 나누고, 상기 관수·관비 판단 단계(S200)에서 판단된 결과에 따라 관수 및 관비 중 적어도 하나를 행하도록 이루어진다.
- [0066] 본 발명에서 상기 관수·관비 단계(S300)는 관수·관비 설비부로서 지중점적관개 설비로 구성된 것을 이용하여 관수·관비하도록 이루어진다. 본 발명은 관수·관비 설비부로서 지중점적관개 설비를 이용함으로써, 한 번의 설치로 반영구적으로 이용이 가능하고 감자와 콩의 근권부에 직접적인 시비가 가능하여 양수분의 이용 효율을 높일 수 있다.
- [0067] 다음으로, 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 자동 관수·관비 시스템에 대하여 도 2 내지 도 5를 참고하여 상세히 설명한다.
- [0068] 아래에서 설명되는 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 자동 관수·관비 시스템에 대한 설명

에서, 상기한 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법 및 실험 예에서 설명된 내용이 적용될 수 있으며, 이에 대한 상세한 설명은 설명의 간략화를 위하여 간략히 하거나 생략할 수 있다. 물론, 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 관수·관비 방법 또한 실험 예에서 설명된 내용이 적용될 수 있다.

- [0069] 도 2는 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템에 포함되는 구성부들을 도식화하여 나타내는 도면이며, 도 3은 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템을 도식화하여 개략적으로 나타내는 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템에 포함되는 제어 모듈부의 구성을 블록화하여 나타내는 블록도이며, 도 5는 콩의 생식생장 단계를 나타내는 표이다.
- [0070] 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템은, 노지에서 재배되는 감자와 콩의 작부체계에서의 관수·관비 시스템으로서, 도 2 내지 도 5에 나타난 바와 같이, 크게 관수·관비 공급장치부(100)와, 생육관련 영향인자 검출부(200), 및 제어 모듈부(300)를 포함한다.
- [0071] 구체적으로, 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 자동 관수·관비 시스템은, 노지에서 재배되는 감자와 콩의 작부체계에서의 관수·관비 시스템으로서, 도 2 내지 도 5에 나타난 바와 같이, 감자와 콩의 재배 토양에 관수와 관비를 제공하도록 구성되는 관수·관비 공급장치부(100); 감자와 콩의 재배 환경 조건 및 감자와 콩의 생육과 관련된 생육관련 영향인자(growth index-related factor)를 검출하되, 적어도 적산온도(sum of temperature)를 산출할 수 있는 인자를 포함하는 생육관련 영향인자를 검출하여 관수·관비의 데이터로 이용할 수 있도록 하는 생육관련 영향인자 검출부(200); 및 상기 생육관련 영향인자 검출부(200)에서 검출된 생육관련 영향인자의 데이터와 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터 간을 비교하여 관수·관비 여부를 판단하고 결정하며, 결정된 결과에 따라 관수 및/또는 관비 중 적어도 하나를 행하도록 상기 관수·관비 공급장치부(100)의 동작을 제어하는 제어 모듈부(300);를 포함한다.
- [0072] 상기 관수·관비 공급장치부(100)는 감자와 콩의 재배 토양에 관수 및 관비 중 적어도 하나가 제공되도록 구성되는 구성부이다.
- [0073] 구체적으로, 상기 관수·관비 공급장치부(100)는 재배 토양에 공급되기 위한 물(관수 또는 원수)이 저장되는 물 저장탱크(원수 저장 탱크)(110)와, 상기 물 저장탱크(110)의 물을 펌핑하여 하기 관수·관비 설비(150) 측으로 공급하는 펌프(120)와, 양액(또는 비료)이 저장되는 양액 저장 탱크(130)와, 상기 물 저장탱크(110)로부터 공급되는 물과 양액 저장 탱크(130)의 양액(비료)을 혼합하기 위한 액비 혼합기(140), 및 상기 액비 혼합기(140)로 공급되는 물 또는 액비를 감자와 콩의 재배 토양에 공급하도록 구성되는 관수·관비 설비(150)를 포함한다.
- [0074] 상기 물 저장탱크(110)는 지하수(관정)나 저수지 등의 물을 펌핑하여 저장할 수 있게 구비된다. 상기 물 저장탱크(110)에는 수위 센서(111)가 구비될 수 있으며, 센싱된 검출 신호를 제어 모듈부(300)로 전달하여 물의 보충 여부를 결정하도록 이루어진다.
- [0075] 상기 펌프(120)는 인버터 펌프로 구성될 수 있으며, 물 저장탱크(110)의 물을 펌핑하여 공급할 수 있는 장치라면 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0076] 상기 양액 저장 탱크(130)는 비교와 물을 혼합하여 소정 농도의 양액이 저장되도록 구성될 수 있다.
- [0077] 구체적으로, 상기 양액 저장 탱크(130)의 일측(도면에서 상부 측)에는 비료 원료가 투입되는 비료 공급기(131)가 구비되고, 물 공급 라인(132)을 통해 물 저장탱크(110)로부터 물을 공급받을 수 있게 구성된다.
- [0078] 그리고 상기 양액 저장 탱크(130)의 내부에는 물과 비료의 원활한 혼합을 위하여 교반용 수중 펌프(133)가 구비될 수 있고, 양액의 수위를 검출할 수 있는 양액 수위 센서(134)가 구비될 수 있으며, 또한 양액의 농도를 검출할 수 양액농도 검출센서(135), 예를 들면 EC(전기전도도) 센서가 구비될 수 있다.
- [0079] 계속해서, 상기 액비 혼합기(140)는 벤츄리 작용으로 양액을 원수와 혼합하도록 구성된다.
- [0080] 여기에서, 상기 액비 혼합기(140)의 출구 측에는 액비의 농도를 검출할 수 있는 액비농도 검출용 EC 센서(141)가 구비되어 액비의 농도를 검출하도록 이루어지다.
- [0081] 상기 관수·관비 설비(150)는 상기 액비 혼합기(130)로 공급되는 물 또는 액비를 감자와 콩의 재배 토양에 공급하도록 구성되는 구성부로서, 본 발명에서 상기 관수·관비 설비(150)는 재배 토양에서 감자와 콩의 근권부에 액비를 공급할 수 있게 설비되는 지중점적관개 설비가 채용된다. 이러한 지중점적관개 설비는 공지의 구성이르

로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.

- [0082] 도면에서 도면부호 161은 원수가 공급되는 라인 상에 구비되는 필터이고, 162는 액비의 유량을 측정하는 유량계이며, 163은 전자밸브(솔레노이드 밸브)이다.
- [0083] 다음으로, 상기 생육관련 영향인자 검출부(200)는 감자와 콩의 재배 환경 조건 및 감자와 콩의 생육과 관련된 생육관련 영향인자(growth index-related factor)를 검출하되, 적어도 적산온도(sum of temperature)를 산출할 수 있는 인자를 포함하는 생육관련 영향인자를 검출하기 위한 구성부(들)로서, 감자와 콩이 재배되는 기상 환경 및 토양 조건을 검출하도록 구성된다.
- [0084] 구체적으로, 상기 생육관련 영향인자 검출부(200)는 재배 지역에 설치되어 기온과 습도를 포함하는 재배 지역의 기상 환경 상태를 센싱하는 기상 센서(210), 및 재배 토양에 설치되어 재배 토양의 조건, 즉 재배 토양의 지온, 수분량(및/또는 EC(전기전도도))을 센싱하도록 구성되는 토양 복합 센서(220)를 포함한다.
- [0085] 상기 생육관련 영향인자 검출부(200)에서 검출된 검출 신호는 유무선으로 연결되는 제어 모듈부(300)로 전달되는데, 무선 전송의 경우, 제어 모듈(300)에 포함되는 무선 송수신 모듈(230)을 통해 제어 모듈부(300)로 무선 송신하도록 구성된다.
- [0086] 본 발명에서 상기 무선 송수신 모듈(230)이 구비되는 경우, 기상 센서(210)는 일정 단위로, 예를 들면 10a 단위로 설치되며, 토양 복합 센서(220)는 10a 단위로 복수개, 예를 들면 3개를 설치되어 검출 신호(검출 데이터)를 송신하도록 이루어질 수 있다.
- [0087] 다음으로, 상기 제어 모듈부(300)는 상기 생육관련 영향인자 검출부(200)에서 검출된 생육관련 영향인자의 데이터와 미리 설정된 생육관련 영향인자의 데이터 간을 비교하여 관수·관비여부를 판단하고 결정하며, 결정된 결과에 따라 관수 및/또는 관비 중 적어도 하나를 행하도록 상기 관수·관비 공급장치부(100)의 동작을 제어하는 구성부이다.
- [0088] 구체적으로, 상기 제어 모듈부(300)는 미리 설정된 생육관련 구축데이터가 구축된 생육관련 영향인자 데이터베이스부(310)와, 상기 생육관련 영향인자 검출부(200)에서 검출된 검출 신호(검출 데이터)를 전달받는 검출데이터 수신부(320), 및 상기 검출데이터 수신부(320)에서 수신된 검출 신호(검출 데이터)와 상기 데이터베이스부(310)에 구축된 생육관련 구축데이터에 근거하여 관수와 관비의 공급을 위한 구성부의 동작을 제어하기 위한 관수·관비 제어부(330)를 포함한다.
- [0089] 상기 생육관련 영향인자 데이터베이스부(310)는 생육관련 영향인자(들)에 대한 구축한 데이터베이스부로서 적어도 작물별 적산온도에 대한 데이터를 포함하며, 이에 더하여 적산지온, 전기전도도(EC: Electrical Conductivity) 및 토양수분함량에 대한 데이터를 포함할 수 있다.
- [0090] 적산온도(sum of temperature)는 작물의 생육에 필요한 열량을 나타내기 위한 지표로, 생육일수와 일평균기온을 곱한 값이다.
- [0091] 상기 검출데이터 수신부(320)는 기상 센서(210)에서 검출된 기온과 습도를 전달받고, 상기 토양 복합 센서(220)에서 검출된 재배 토양의 지온, 수분량(및/또는 EC(전기전도도))을 전달받는다.
- [0092] 상기 관수·관비 제어부(330)는 상기 검출데이터 수신부(320)에서 수신된 검출 신호(검출 데이터)와 상기 생육관련 영향인자 데이터베이스부(310)에 구축된 생육관련 구축데이터에 근거하여 관수 또는 관수와 관비의 공급을 위한 구성부의 동작을 제어, 즉 관수만의 공급 제어, 또는 양액과 원수가 혼합된 액비의 공급을 제어하도록 이루어진다.
- [0093] 구체적으로, 상기 관수·관비 제어부(330)는 감자의 경우 생육시기별 적산지온 데이터, 및 선택적으로 이에 더하여 생육시기별 다른 관련된 인자(들)에 근거하여 관수·관비를 판단하고 결정하며, 또한 콩의 경우 생육시기별 적산온도 데이터, 및 선택적으로 이에 더하여 생육시기별 다른 관련된 인자(들)에 근거하여 관수·관비를 판단하고 결정하도록 이루어진다. 물론, 감자와 콩 모두에 대하여 생육시기별 적산지온 데이터 및 생육시기별 적산온도 데이터 중 적어도 하나와 관련된 다른 인자(들)에 근거하여 관수·관비를 판단할 수도 있다.
- [0094] 부연하자면, 감자는 일반적으로 파종기, 출현기, 괴경형성기, 괴경비대기에 수분과 양분의 관리가 필요하므로 각 구간별 적산지온의 데이터를 이용한다.
- [0095] 감자(예를 들면, 수미감자)의 적정 적산지온의 경우, ~ 출현기 때는 335℃이고, 괴경 형성기는 735℃이며, ~ 괴경 비대기는 1085℃ 이다.

- [0096] 따라서, 예를 들면 감자는 양분과 수분 관리시 칼리(칼리비료)를 10a(아르)(300평)당 5kg를 시비할 때 가장 생육이 훌륭하므로 관비가 필요한 시기(괴경 형성기, 괴경 비대기)에 칼리 5Kg/10a를 나누어 관비하도록 결정된다.
- [0097] 그리고 콩은 일반적으로 파종기, R1(개화시작기), R5(입비대시)에 양분과 수분 관리가 필요하다. 콩의 적정 적산온도의 경우 조생종, 중생종, 중만생종으로 품종이 구분된다. 파종기에는 출현율을 향상시키기 위해 관수를 행하고, R1과 R5시기에는 생육 및 수량 증대를 위해 관비를 행한다. 관수량은 지표면의 토양수분이 25%될때까지 관수하고, 관비량은 1%(조절가능) 농도로 물과 함께 희석되어 관비하도록 결정된다.
- [0098] 조생종의 경우, ~ 출현기 때는 80℃이고, ~ R1은 860℃이며, ~ R5는 1290℃이다. 중생종의 경우, ~ 출현기 때는 65℃이고, ~ R1은 990℃이며, ~ R5는 1410℃이다. 그리고 중만생종의 경우, ~ 출현기는 65℃이고, ~ R1은 1050℃이며, ~ R5는 1680℃이다.
- [0099] 따라서, 예를 들면 콩은 양분과 수분 관리시 질소를 10a당 2kg를 시비할 때 가장 생육이 훌륭하므로 각각 관비가 필요한 시기(R1, R5)에 질소 2Kg/10a를 나누어 관비하도록 결정된다.
- [0100] 그리고 상기 관수·관비 제어부(330)는 관수·관비에 대한 결정된 결과에 따라 관수·관비 설비(150)를 통해 관수 및/또는 관비 중 적어도 하나가 행해지도록 제어한다.
- [0101] 예를 들면, 노지 경작지의 전체 넓이를 설정 단위(예를 들면, 10a단위)로 나누고, 설정 단위별로 판단 결과에 따른 관수 및 관비 중 적어도 하나를 행하도록 이루어진다.
- [0102] 상기한 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 자동 관수·관비 시스템에 의한 동작에 대하여 설명한다.
- [0103] 제1 실시예
- [0104] 토양 복합 센서(220)에 의해 검출된 값이 제어 모듈부(300)의 생육관련 영향인자 데이터베이스부(310)에 설정된 토양수분함량 이하로 측정된 경우, 제어 모듈부(300)는 펌프(인버터 펌프)(120)를 작동시켜 바로 물 저장탱크(110)로부터 물(원수)을 펌핑하여 공급한다. 이후 토양 복합 센서(220)에서 검출된 토양수분함량 값이 설정 수준에 도달할 때까지 관수·관비 설비(150)를 통해 물을 공급(관수)한다.
- [0105] 여기에서, 물만을 공급(관수)하는 경우, 액비 혼합기(140)를 거치지 않는 공급 라인을 통해 공급되도록 하거나, 양액 저장 탱크(130)와 액비 혼합기(140) 간을 연결하는 양액 공급 라인에 구비되는 전자 밸브를 폐쇄하여 관수만이 행해지도록 이루어진다.
- [0106] 제2 실시예
- [0107] 토양 복합 센서(220)에서 전달된 검출 신호(검출 데이터)에 근거하여 제어 모듈부(300)는 양분관리가 필요한 적산온도에 도달했을 경우, 검출 신호를 전달받은 제어 모듈부(300)는 펌프(120)를 작동시켜 필터(161)를 지나 액비 혼합기(140)의 벤츨리 작용으로 양액을 원수와 혼합한 액비를 공급(관비)하게 되고, 액비 공급 라인에 액비 농도 검출용 EC 센서(141)를 통해 액비의 농도를 측정하고, EC 센서에 의해 측정된 값은 물과 비료가 혼합된 관비로 비료 농도를 1%~4%까지 수동으로 조절이 가능하도록 액비 혼합기에 설계되어 있다.
- [0108] 이후 제어 모듈부(300)는 설정된 경작지의 순서에 따라(예를 들면, 전자밸브의 개폐 제어) 관수·관비 설비(150)를 통해 작물의 근권부에 관비를 하게 된다.
- [0109] 여기에서, 양액 저장 탱크(130) 내부의 양액 수위 센서(134)가 양액이 바닥난 것을 감지하게 되거나 설정된 수위 이하인 것으로 검출되는 경우, 제어 모듈부(300)에 양액보충 신호를 표시하도록 이루어진다.
- [0110] 본 발명의 관수·관비 제어는 수동으로 제어될 수 있으며, 제어 모듈부(300)의 생육관련 영향인자 데이터베이스부(310)에 구축된 데이터(들)은 사용자의 조작에 의해 수정되어 구축될 수 있다.
- [0111] 한편, 본 발명의 발명자는 본 발명에 따른 관수·관비 방법 및 관수·관비 시스템에 대한 작용 효과를 실험을 통해 확인하였으며, 이에 대하여 설명한다.
- [0112] 도 6은 2021년, 2022년, 2023년도 감자 재배 중 지중 10cm 적산 지온을 나타낸 그래프이고, 도 7은 2022년 6월 파종한 콩의 품종별 평균 적산온도를 나타낸 그래프이며, 도 8은 센서로 측정된 데이터들과 적산지온/적산온도 데이터를 이용하여 관수·관비를 시행하는 실험에 이용된 알고리즘의 일 예이다. 도 9는 감자의 지중점적 관수·관비 종류 및 관비량에 따른 수량 구성요소를 나타내는 표로서, 이중 칼리를 괴경 형성기와 괴경 비대기에

5kg/10a를 절반씩 나누어 관비한 경우를 나타내는 표이고, 도 10은 콩의 지중점적 관수·관비 종류 및 관비량에 따른 수량 구성요소를 나타내는 표로서, 이중 질소를 R1기와 R5기에 2kg/10a를 절반씩 나누어 관비한 경우에서 가장 우수하였음을 나타내는 표이며, 도 11은 테스트에 적용된 지중점적 관수·관비 설비를 개략적으로 나타내는 도면으로, A와 B는 실제 포장에서 지중점적 관수·관비 설비의 매설 도면을 나타낸다.

[0113] 실험에서는 지온에서 적산온도 개념을 도입하여 지난 2년간(2022~2023) 실험을 실시한 결과 파종 후 335℃정도의 적산온도에서 출현이 시작되는 것(출현기)을 확인할 수 있었고, 괴경형성기와 괴경비대기는 각각 735℃와 1085℃정도에 괴경이 형성과 비대를 시작하는 것을 확인할 수 있었다(표 1 참조). 이러한 결과를 바탕으로 지온을 자동 측정하여 적산온도를 측정하고 각 시기의 적산온도에 도달하였을 때 자동으로 관수 또는 관비를 하였다.

[0114] 표 1은 감자의 적산지온과 콩(조생종, 중생종, 만생종)의 적산온도를 나타내는 표이다.

표 1

감자 (적산지온, 지중10cm)	출현기	괴경형성기	괴경비대기
	335℃	735℃	1085℃

콩 (적산온도)	파종기	R1	R5
조생종	0℃	860℃	1290℃
중생종	0℃	990℃	1410℃
만생종	0℃	1050℃	1680℃

[0115]

[0116] 콩의 경우는 일반적으로 6월 중·하순에 파종하여 11월에 수확하는 생육단계를 거친다. 지난 2년간 연차실험에서 파종기에는 관수, R1기와 R5기에는 관비를 실시하는 것이 생육과 수량에 가장 효과가 있음을 확인하였다. 여기에서, 콩은 지온보다 대기온도에 영향을 많이 받기 때문에 대기의 적산온도 개념을 적용하여 파종기에는 관수, R1기와 R5기에는 관비를 자동으로 하였고, 감자를 재배(3월~6월) 후 콩 재배(6월~11월)를 하는 작부체계에 하였다.

[0117] 경작지 면적에 있어서, 대면적의 경우 한 번에 관수·관비를 할 수 없기 때문에 3구역으로 나누어 관수·관비할 필요성이 있었으며, 따라서 경작지 면적을 미리 입력하여 10a단위로 나누어 A1 구역 ~ A3 구역으로 계획을 하고 A1, A2, A3 순으로 자동 관수·관비되도록 하였다.

[0118] 관수 및 관비를 위한 설비는 지중 40cm에 지중점적관을 매설하여 지상부위의 작업에 영향을 미치지 않도록 설계하였다. 즉 일반적으로 작물을 재배시 비료, 퇴비 등을 시용하고 트랙터를 활용하여 로터리 작업과 관리기를 이용하여 이랑을 형성하고 관수자재를 지상부위에 설치하고 작물 수확작업이 끝나면 다시 철거를 해야 하는 작업을 매년 반복적으로 수행하여야 한다. 따라서 이러한 작업이 필요없이 농기계 작업을 할 수 있도록 지중에 반영구적인 지중점적관을 매설하고 각 작물별 관수·관비 시기에 맞추어 자동으로 관수·관비를 할 수 있는 설비로 시설하였다.

[0119] 관수량은 감자와 콩 모두 토양수분 함량이 25%가 되도록 관수하고 작목별 관비량은 표 2와 같다. 며, 표 2는 감자와 콩의 양분/수분 관리 시기를 나타내는 표이다. 관비는 관비 탱크에 표 2와 같이 각 비료를 혼합한 후 액비 혼합기를 통해 1.0%의 농도(농도조절 가능)로 물과 혼합되며 지중점적관을 통해 공급하였다.

표 2

감자	출현기	괴경형성기	괴경비대기
	관수	관수/관비(2.5kg/10a)	관수/관비(2.5kg/10a)

콩	파종기	R1	R5
	관수	관수/관비(1kg/10a)	관수/관비(1kg/10a)

[0120]

[0121] 상기와 같이 본 발명의 발명자는 감자를 재배하고 난 후 콩을 재배하는 감자+콩의 작부체계에 적합하고, 적어도

적산온도를 활용하여 자동으로 일년동안 자동 관수·관비를 효과적으로 행할 수 있음을 확인하였다.

[0122] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명에 따른 작물 생육 영향인자에 기반한 노지 감자-콩 작부체계의 지중 자동 관수·관비 시스템 및 방법에 의하면, 작물의 생육 단계별 및 연도별의 환경 인자 및 이에 따른 적산온도에 기반하여 감자와 콩의 각 생육단계에 맞추어 독립적으로 적정량의 관수·관비를 제공하여 작물의 양분과 수분관리를 보다 편리하고 효율적으로 행할 수 있고, 감자 및 콩 작물에 대하여 필요한 시기에 관수·관비를 자동 처리할 수 있으며, 관리자가 직접 확인할 필요 없이 정확한 시기에 관수·관비를 하여 필요량만 급여하게 되므로 경제성과 노동력 절감을 도모할 수 있는 이점이 있다.

[0123] 또한, 본 발명은 생육 단계를 눈으로 확인하기 힘든 작물의 관수·관비를 정확한 시기에 안정적으로 공급하여 안정적인 생육을 기대할 수 있음과 아울러, 농업 종사자의 편의와 농가의 생산성 향상을 도모할 수 있고, 지중 점적관개 기술을 이용하여 관수·관비함으로써 한 번의 설치로 반영구적으로 이용이 가능하며, 감자와 콩의 근권부에 직접적인 시비가 가능하므로 상대적으로 양·수분의 이용 효율이 높고, 기존 관수방법에 비해 농작업 효율증대 및 노동력 절감의 이점이 있다.

[0124] 본 명세서에서 설명되는 실시 예와 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 예시적으로 설명하는 것에 불과하다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시 예는 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아님은 자명하다. 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시 예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0126] S100: 재배작물 생육관련인자 검출 단계

S200: 관수·관비 판단 단계

S300: 관수·관비 단계

100: 관수·관비 공급장치부

110: 물 저장탱크

111: 수위 센서

120: 펌프

130: 양액 저장 탱크

131: 비료 공급기

132: 물 공급 라인

133: 교반용 수중 펌프

134: 양액 수위 센서

135: 양액농도 검출센서

140: 액비 혼합기

141: 액비농도 검출용 EC 센서

150: 관수·관비 설비

161: 필터

162: 유량계

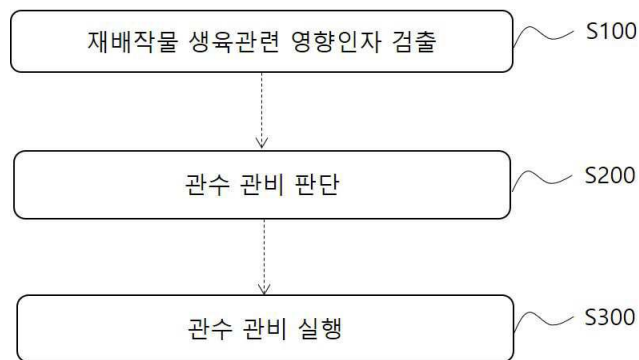
163: 전자밸브

200: 생육관련 영향인자 검출부

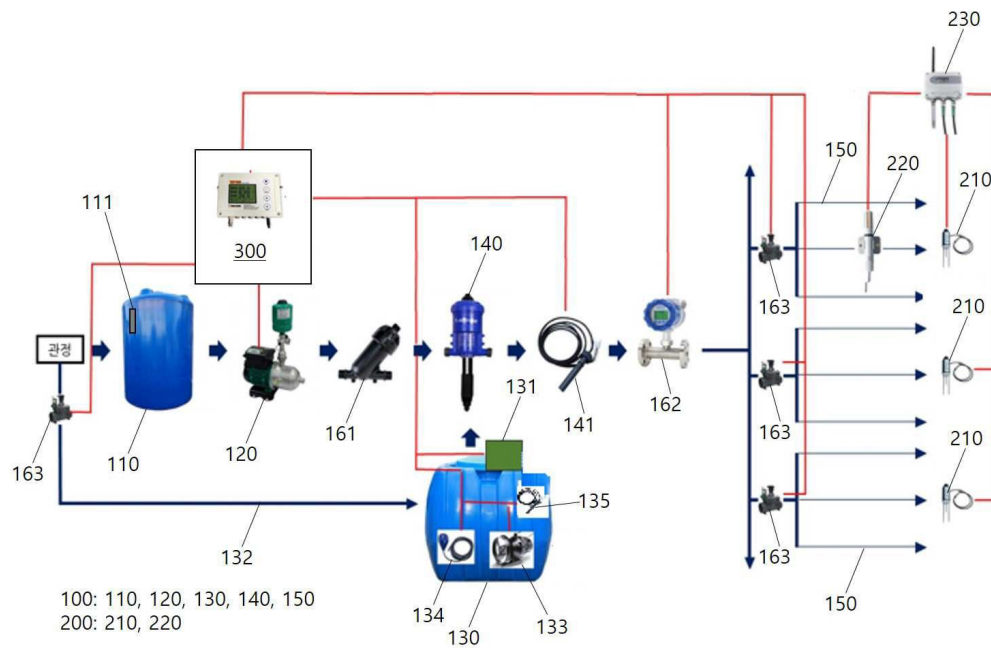
- 210: 기상 센서
- 220: 토양 복합 센서
- 230: 무선 송수신 모듈
- 300: 제어 모듈부
- 310: 생육관련 영향인자 데이터베이스부
- 320: 검출데이터 수신부
- 330: 관수 · 관비 제어부

도면

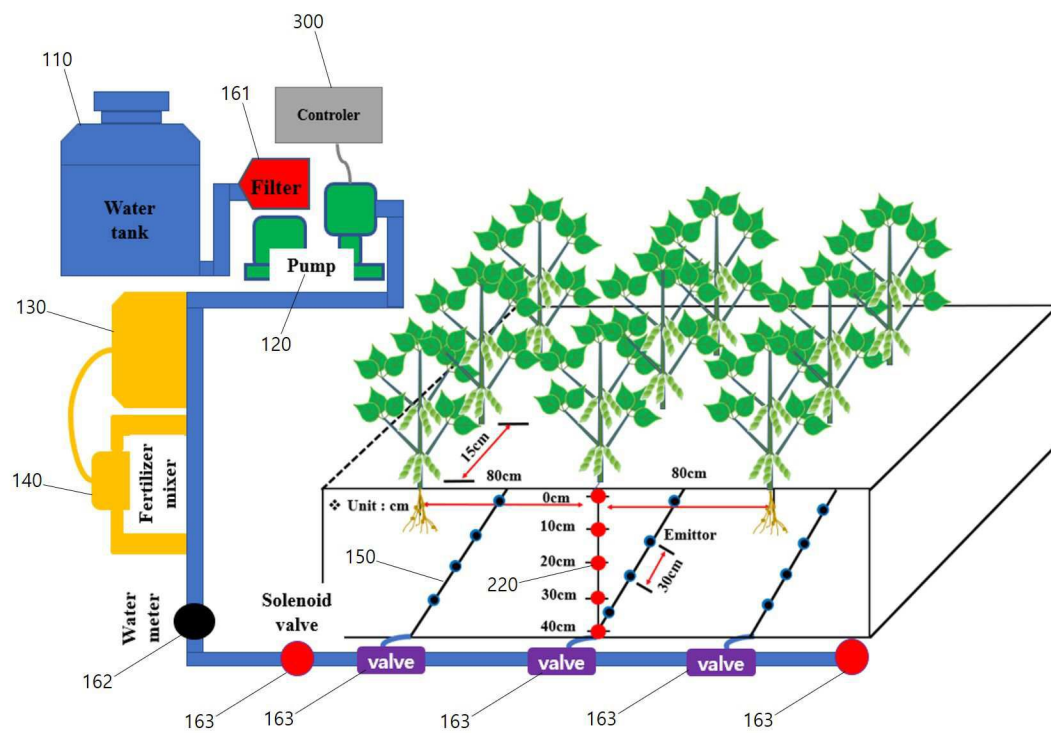
도면1



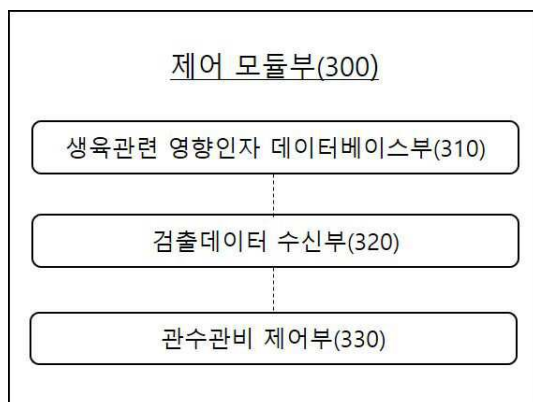
도면2



도면3



도면4

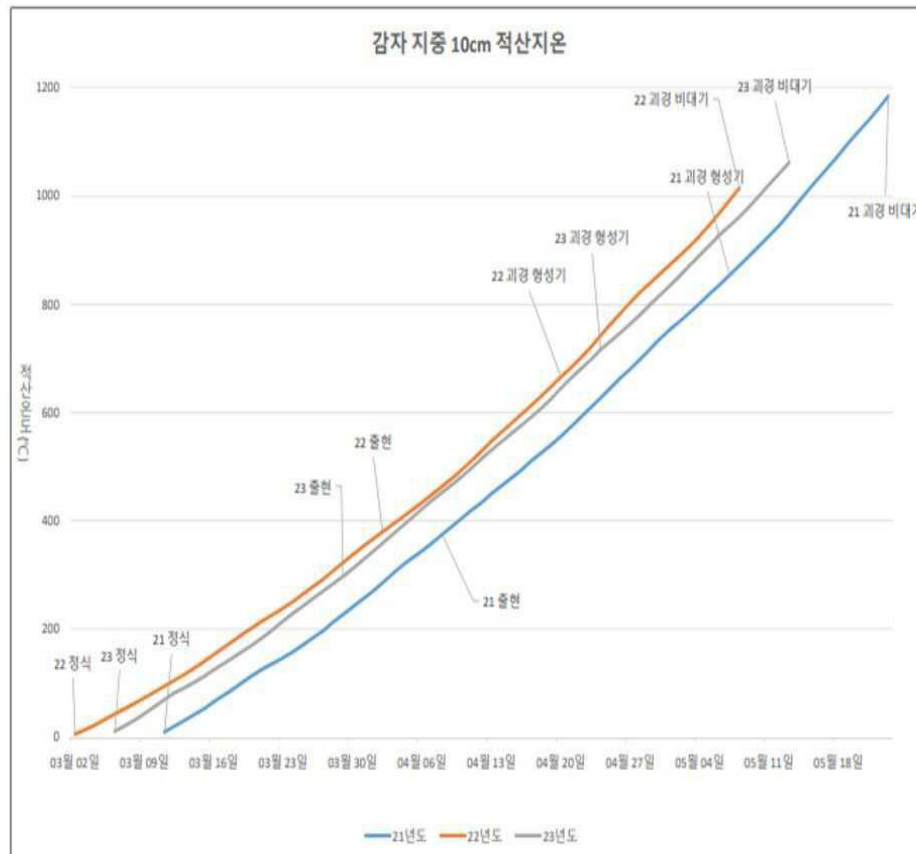


도면5

R1	개화시작	원줄기상에 꽃이 피었을때
R2	개화기	원줄기상 상위 두마디중 한마디에서 꽃이 완전 전개 된 때
R3	착엽기	원줄기 상위4마디중 한마디에서 꼬투리가 5mm에 달한 때
R4	협비대기	원줄기 상위4마디중 한마디에서 꼬투리가 2cm에 달한 때
R5	입비대시	원줄기 상위4마디중 한마디에서 꼬투리에서 종실이 3mm에 달한 때
R6	입비대성기	원줄기 상위4마디중 한마디에서 꼬투리가 푸른콩으로 충만된 때
R7	성숙시	원줄기에 착생한 정상꼬투리의 하나가 고유의 성숙된 꼬투리색을 나타낸 때
R8	성숙	95%의 꼬투리가 고유의 성숙된 꼬투리색을 나타낸 때

도면6

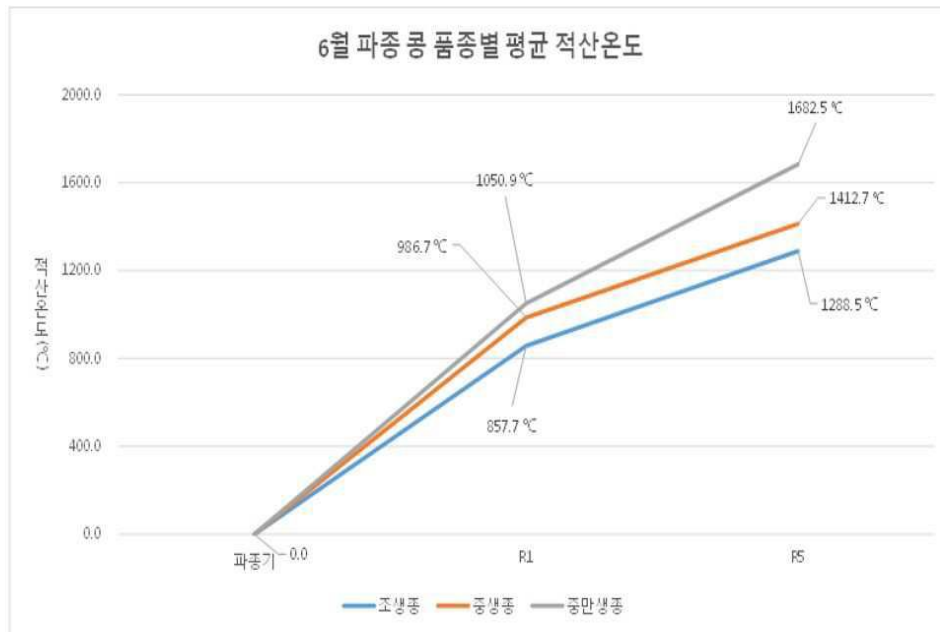
	정식~출현기(A)		출현기~괴경 형성기(B)		괴경 형성기~괴경 비대기(C)		누적 적산온도		
	적산온도	유효적산온도	적산온도	유효적산온도	적산온도	유효적산온도	A	AB	ABC
21	359.4	79.7	477.1	187.1	348.0	178.0	359.4	836.5	1184.4
22	366.1	63.7	316.9	116.9	332.1	162.1	366.1	683.0	1015.1
23	276.3	52.0	394.0	134.0	364.3	154.0	276.3	670.3	1034.7
평균	333.9	65.1	396.0	146.0	348.1	164.7	333.9	729.9	1078.1



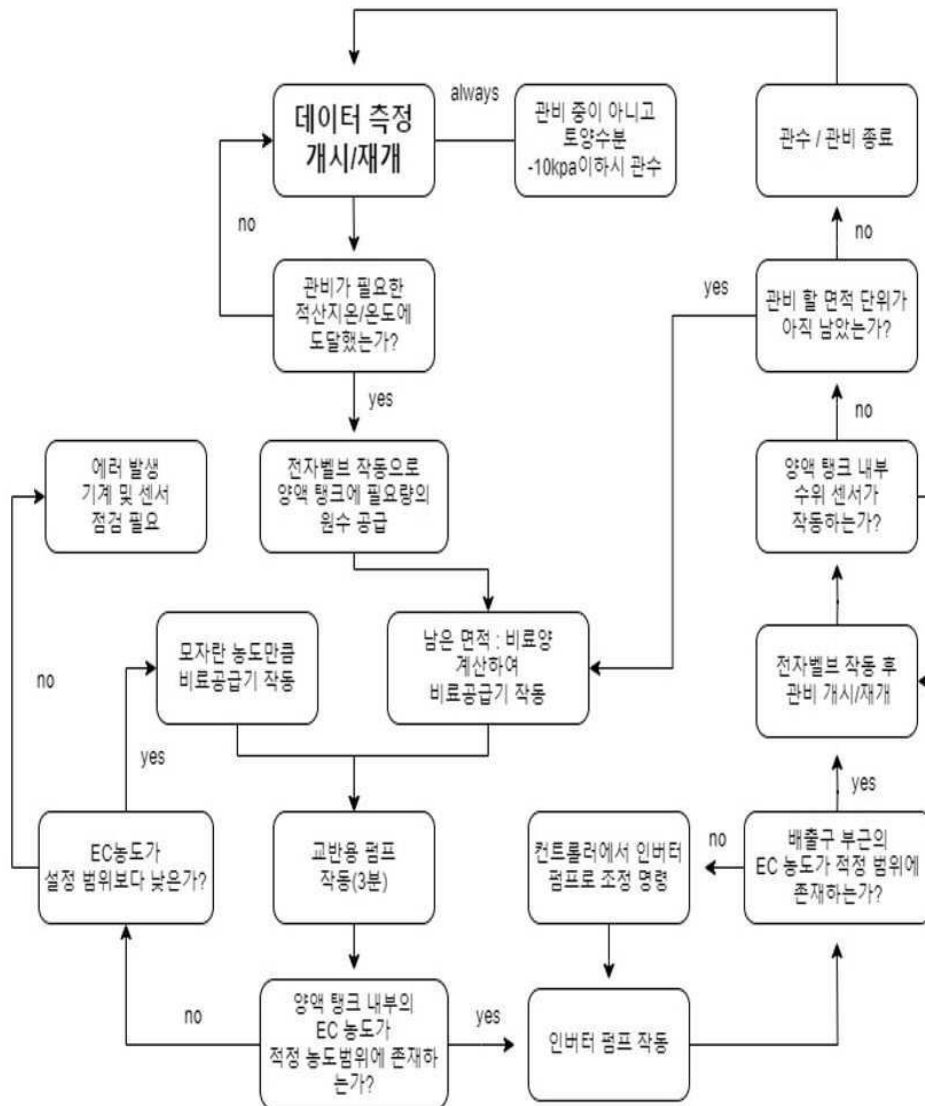
도면7

평균	조생종	중생종	중만생종
파종기	0	0	0
출현-R1	777.75	923.65	987.9
R1-R5	430.85	426	631.55

누적	조생종	중생종	중만생종
파종기	0.0	0.0	0.0
R1	857.7	986.7	1050.9
R5	1288.5	1412.7	1682.5



도면8



도면9

Treatment ¹	T/R ratio	Top fresh weight (g/plant)	Root Fresh weight (g/plant)	Total tuber number (ea/plant)	Total tuber weight (kg/10a)	Marketable tuber weight (kg/10a)	Marketable tuber ratio (%)
Control	0.23c ²	136.6d	583.9c	9.2a	3,235b	2,584b	79.8a
NPK0.5	0.29bc	195.1c	676.3bc	8.5a	3,793bc	3,162b	83.2a
NPK0.8	0.33ab	193.4c	582.5c	8.0a	3,228b	2,572b	79.5a
NPK1.2	0.34ab	219.7b	660.3bc	8.8a	3,668bc	3,149b	85.7a
K2	0.35a	234.8b	664.5bc	8.3a	3,712bc	3,100b	83.5a
K5	0.33ab	264.9a	797.5a	8.0a	4,414a	3,870a	87.8a
K7	0.31ab	215.8bc	705.7ab	9.4a	3,904ab	3,224ab	82.1a

¹Control (non-fertilization); NPK0.5, (N-P₂O₅-K₂O: 2.5-2.2-3.25 kg/10a); NPK0.8, (N-P₂O₅-K₂O: 4-3.5-5 kg/10a); NPK1.2, (N-P₂O₅-K₂O: 6-5.3-7.8 kg/10a); K2, (0-0-2 kg/10a); K5, (0-0-5 kg/10a); K7, (0-0-7 kg/10a).

²Different letters denote significant differences within column at $p < 0.05$.

도면10

Treatment	NP		NSP		HSW		Yield (Y)	
	First season (ea plant ⁻¹)	Second season (ea plant ⁻¹)	First season (ea plant ⁻¹)	Second season (ea plant ⁻¹)	First season (g)	Second season (g)	First season (kg ha ⁻¹)	Second season (kg ha ⁻¹)
N 20	31.0a	28.6a	1.8a	1.4a	28.8a	26.4ns	2244.0a	2156.7a
N 40	28.7a	25.0b	1.5b	1.2ab	26.2bc	26.8	1808.8ab	1846.4c
N 60	31.4a	24.7bc	1.5b	1.2ab	26.2bc	26.5	1726.9b	2021.1b
NPK 1/2	24.9ab	23.3bc	1.1c	1.0b	26.0bc	26.8	1304.2c	1835.3c
Irrigation	28.8a	24.3bc	1.1c	0.6c	26.8b	26.8	1622.7c	1145.2d
Control	19.6b	19.8c	0.7d	0.6c	25.0c	26.4	1574.6c	837.5e
Source of variance								
Treatment (T)	<0.000***		<0.000***		<0.000***		0.002**	
Year (Y)	0.007**		<0.000***		0.906ns [†]		<0.000***	
Y × T	0.017*		<0.000***		<0.000***		0.005**	

Note: Values followed by different letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

Abbreviations: HSW, hundred-seed weight; NP, number of pods; NSP, number of seeds per pod.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p \leq 0.001$. [†]ns, nonsignificant.

도면11

