



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0100516
(43) 공개일자 2019년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/02 (2012.01) G06Q 10/04 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/02 (2013.01)
G06Q 10/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0015320
(22) 출원일자 2018년02월07일
심사청구일자 2018년02월07일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
이혜원
서울특별시 강서구 강서로 242, 120동 1106호 (화곡동, 강서힐스테이트)
박선기
서울특별시 마포구 백범로 205, 102동 2103호 (신공덕동, 마포펜트하우스)
최용상
서울특별시 용산구 이촌로87길 14, 103동 1803호 (이촌동, 강촌아파트)
(74) 대리인
특허법인 무한

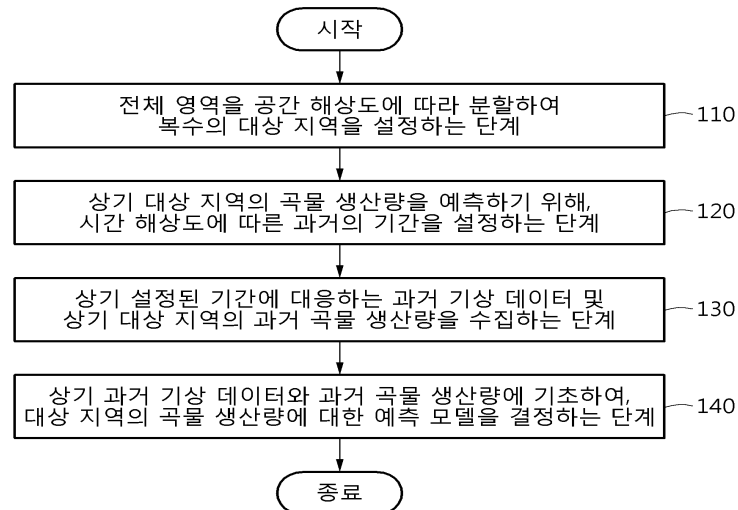
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 곡물 생산량 예측 방법 및 장치

(57) 요약

일 실시예에 따르면, 예측 모델을 이용하여 곡물 생산량 예측 방법을 나타낸다. 예를 들면, 곡물 생산량 예측 방법은 전체 영역을 공간 해상도에 따라 분할하여 복수의 대상 지역을 설정하는 단계; 상기 대상 지역의 곡물 생산량을 예측하기 위해, 시간 해상도에 따른 과거의 기간을 설정하는 단계; 상기 설정된 기간에 대응하는 과거 기상 데이터 및 상기 대상 지역의 과거 곡물 생산량을 수집하는 단계; 상기 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량에 기초하여, 대상 지역의 곡물 생산량에 대한 예측 모델을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1365002575

부처명 기상청

연구관리전문기관 한국기상산업진흥원

연구사업명 기후과학기술사업(구,기후변화감시예측및국가정책지원강화사업)

연구과제명 동아시아 대기과 지면/식생 상호작용 감시 분석 연구

기 여 율 1/1

주관기관 이화여자대학교 산학협력단

연구기간 2017.05.01 ~ 2018.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

전체 영역을 공간 해상도에 따라 분할하여 복수의 대상 지역을 설정하는 단계;

상기 대상 지역의 곡물 생산량을 예측하기 위해, 시간 해상도에 따른 과거의 기간을 설정하는 단계;

상기 설정된 기간에 대응하는 과거 기상 데이터 및 상기 대상 지역의 과거 곡물 생산량을 수집하는 단계;

상기 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량에 기초하여, 대상 지역의 곡물 생산량에 대한 예측 모델을 결정하는 단계

를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공간 해상도는, i) 상기 대상 지역의 행정 구역의 크기에 따라 결정되어 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 상기 행정 구역의 크기는 증가하거나 ii) 미리 설정된 크기를 기준으로 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 미만인 경우 제1 공간 해상도이거나 또는 미리 설정된 크기 이상인 경우 제2 공간 해상도를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 시간 해상도는, 일, 주, 월 또는 년 단위에 따라 결정되어 제1 시간 해상도에서 제2 시간 해상도로 갈수록 시간 단위의 크기는 증가하는 곡물 생산량 예측 방법.

청구항 4

공간 해상도에 따라 분할된 복수의 대상 지역 중에서, 곡물 생산량을 예측하기 위한 대상 지역을 설정하는 단계;

상기 대상 지역의 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량을 이용하여 결정된 예측 모델을 확인하는 단계;

상기 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터 및 상기 예측 모델을 이용하여, 상기 대상 지역의 미래에서 곡물 생산량을 예측하는 단계

를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 공간 해상도는, i) 상기 대상 지역의 행정 구역의 크기에 따라 결정되어 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 상기 행정 구역의 크기는 증가하거나 ii) 미리 설정된 크기를 기준으로 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 미만인 경우 제1 공간 해상도이거나 또는 미리 설정된 크기 이상인 경우 제2 공간 해상도를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법.

청구항 6

공간 해상도에 따라 구분된 대상 지역의 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량을 수집하는 단계;

상기 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량의 상관관계를 시간 해상도에 따른 시간 단위로 분석하여, 상기 대상 지역의 곡물의 성장기간을 고려하는 예측 모델을 결정하는 단계;

상기 결정된 예측 모델 및 상기 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터를 이용하여, 상기 대상 지역의 미래 곡물 생산량을 예측하는 단계

를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 공간 해상도는, i) 상기 대상 지역의 행정 구역의 크기에 따라 결정되어 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 상기 행정 구역의 크기는 증가하거나 ii) 미리 설정된 크기를 기준으로 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 미만인 경우 제1 공간 해상도이거나 또는 미리 설정된 크기 이상인 경우 제2 공간 해상도를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 시간 해상도는, 일, 주, 월 또는 년 단위에 따라 결정되어 제1 시간 해상도에서 제2 시간 해상도로 갈수록 시간 단위의 크기는 증가하는 곡물 생산량 예측 방법.

청구항 9

곡물 생산량 예측 장치에 있어서,

상기 곡물 생산량 예측 장치는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

전체 영역을 공간 해상도에 따라 분할하여 복수의 대상 지역을 설정하고, 상기 대상 지역의 곡물 생산량을 예측하기 위해 시간 해상도에 따른 과거의 기간을 설정하고, 상기 설정된 기간에 대응하는 과거 기상 데이터 및 상기 대상 지역의 과거 곡물 생산량을 수집하고, 상기 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량에 기초하여, 대상 지역의 곡물 생산량에 대한 예측 모델을 결정하는 곡물 생산량 예측 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 공간 해상도는, i) 상기 대상 지역의 행정 구역의 크기에 따라 결정되어 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 상기 행정 구역의 크기는 증가하거나 ii) 미리 설정된 크기를 기준으로 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 미만인 경우 제1 공간 해상도이거나 또는 미리 설정된 크기 이상인 경우 제2 공간 해상도를 포함하는 곡물 생산량 예측 장치.

청구항 11

곡물 생산량 예측 장치에 있어서,

상기 곡물 생산량 예측 장치는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

공간 해상도에 따라 분할된 복수의 대상 지역 중에서, 곡물 생산량을 예측하기 위한 대상 지역을 설정하고, 상기 대상 지역의 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량을 이용하여 결정된 예측 모델을 확인하고, 상기 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터 및 상기 예측 모델을 이용하여, 상기 대상 지역의 미래에서 곡물 생산량을 예측하는 곡물 생산량 예측 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래 실시예들은 곡물 생산량 예측 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로 대상 지역의 기상 데이터에 의해 결정되는 예측 모델을 이용하는 곡물 생산량 예측 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 스마트 농업과 원예시설의 활성화등으로 인해 곡물 생산량이 증가하고 있다. 이에, 국내 환경에서 적용 가능한 곡물 생산량 예측 방법 및 장치가 다양한 분야에서 연구 및 개발되고 있다.

[0004] 곡물 생산량 예측 방법 및 장치는 미래의 기상 변화를 예측하여, 곡물 생산량을 예측할 때 사용할 수 있다. 따라서, 예측된 곡물 생산량 데이터를 이용하여, 정책의 결정에 사용될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 실시예에 따르면, 대상 지역에서 재배되는 곡물에 영향을 미치는 기상 데이터를 이용하여 예측 모델을 결정하고, 예측 모델을 이용하여 미래의 곡물 생산량을 예측하는 곡물 생산량 예측 방법 및 장치일 수 있다.

[0007] 일 실시예에 따르면, 해상도에 따른 미래의 곡물 생산량을 예측함으로써 정책의 결정에 사용하는 곡물 생산량 예측 방법 및 장치일 수 있다.

[0008] 일 실시예에 따르면, 기상 변화가 대상 지역에서 재배되는 곡물 생산량의 변화에 영향을 미치는 정도를 확인하는 곡물 생산량 예측 방법 및 장치일 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 실시예에 따르면, 전체 영역을 공간 해상도에 따라 분할하여 복수의 대상 지역을 설정하는 단계; 상기 대상 지역의 곡물 생산량을 예측하기 위해, 시간 해상도에 따른 과거의 기간을 설정하는 단계; 상기 설정된 기간에 대응하는 과거 기상 데이터 및 상기 대상 지역의 과거 곡물 생산량을 수집하는 단계; 상기 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량에 기초하여, 대상 지역의 곡물 생산량에 대한 예측 모델을 결정하는 단계를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법일 수 있다.

[0011] 상기 공간 해상도는, i) 상기 대상 지역의 행정 구역의 크기에 따라 결정되어 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 상기 행정 구역의 크기는 증가하거나 ii) 미리 설정된 크기를 기준으로 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 미만인 경우 제1 공간 해상도이거나 또는 미리 설정된 크기 이상인 경우 제2 공간 해상도를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법일 수 있다.

[0012] 상기 시간 해상도는, 일, 주, 월 또는 년 단위에 따라 결정되어 제1 시간 해상도에서 제2 시간 해상도로 갈수록

시간 단위의 크기는 증가하는 곡물 생산량 예측 방법일 수 있다.

- [0013] 상기 예측 모델은 상기 대상 지역마다 고유한 예측 계수를 가지는 곡물 생산량 예측 방법일 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 따르면, 공간 해상도에 따라 분할된 복수의 대상 지역 중에서, 곡물 생산량을 예측하기 위한 대상 지역을 설정하는 단계; 상기 대상 지역의 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량을 이용하여 결정된 예측 모델을 확인하는 단계; 상기 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터 및 상기 예측 모델을 이용하여, 상기 대상 지역의 미래에서 곡물 생산량을 예측하는 단계를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법일 수 있다.
- [0015] 상기 공간 해상도는, i) 상기 대상 지역의 행정 구역의 크기에 따라 결정되어 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 상기 행정 구역의 크기는 증가하거나 ii) 미리 설정된 크기를 기준으로 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 미만인 경우 제1 공간 해상도이거나 또는 미리 설정된 크기 이상인 경우 제2 공간 해상도를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법일 수 있다.
- [0016] 일 실시예에 따르면, 공간 해상도에 따라 구분된 대상 지역의 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량을 수집하는 단계; 상기 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량의 상관관계를 시간 해상도에 따른 시간 단위로 분석하여, 상기 대상 지역의 곡물의 성장기간을 고려하는 예측 모델을 결정하는 단계; 상기 결정된 예측 모델 및 상기 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터를 이용하여, 상기 대상 지역의 미래 곡물 생산량을 예측하는 단계를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법일 수 있다.
- [0017] 상기 공간 해상도는, i) 상기 대상 지역의 행정 구역의 크기에 따라 결정되어 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 상기 행정 구역의 크기는 증가하거나 ii) 미리 설정된 크기를 기준으로 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 미만인 경우 제1 공간 해상도이거나 또는 미리 설정된 크기 이상인 경우 제2 공간 해상도를 포함하는 곡물 생산량 예측 방법일 수 있다.
- [0018] 상기 시간 해상도는, 일, 주, 월 또는 년 단위에 따라 결정되어 제1 시간 해상도에서 제2 시간 해상도로 갈수록 시간 단위의 크기는 증가하는 곡물 생산량 예측 방법일 수 있다.
- [0019] 일 실시예에 따르면, 곡물 생산량 예측 장치에 있어서, 상기 곡물 생산량 예측 장치는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 전체 영역을 공간 해상도에 따라 분할하여 복수의 대상 지역을 설정하고, 상기 대상 지역의 곡물 생산량을 예측하기 위해 시간 해상도에 따른 과거의 기간을 설정하고, 상기 설정된 기간에 대응하는 과거 기상 데이터 및 상기 대상 지역의 과거 곡물 생산량을 수집하고, 상기 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량에 기초하여, 대상 지역의 곡물 생산량에 대한 예측 모델을 결정하는 곡물 생산량 예측 장치 일 수 있다.
- [0020] 상기 공간 해상도는, i) 상기 대상 지역의 행정 구역의 크기에 따라 결정되어 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 상기 행정 구역의 크기는 증가하거나 ii) 미리 설정된 크기를 기준으로 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 미만인 경우 제1 공간 해상도이거나 또는 미리 설정된 크기 이상인 경우 제2 공간 해상도를 포함하는 곡물 생산량 예측 장치 일 수 있다.
- [0021] 일 실시예에 따르면, 곡물 생산량 예측 장치에 있어서, 상기 곡물 생산량 예측 장치는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 공간 해상도에 따라 분할된 복수의 대상 지역 중에서, 곡물 생산량을 예측하기 위한 대상 지역을 설정하고, 상기 대상 지역의 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량을 이용하여 결정된 예측 모델을 확인하고, 상기 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터 및 상기 예측 모델을 이용하여, 상기 대상 지역의 미래에서 곡물 생산량을 예측하는 곡물 생산량 예측 장치 일 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 일 실시예에 따르면, 대상 지역에서 재배되는 곡물에 영향을 미치는 기상 데이터를 이용하여 예측 모델을 결정하고, 예측 모델을 이용하여 미래의 곡물 생산량을 예측할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 따르면, 해상도에 따른 미래의 곡물 생산량을 예측함으로써 정책의 결정에 사용할 수 있다.
- [0025] 일 실시예에 따르면, 기상 변화가 대상 지역에서 재배되는 곡물 생산량의 변화에 영향을 미치는 정도를 확인할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 일 실시예에 따른, 곡물 생산량 예측 장치에 의해 수행되는 곡물 생산량 예측 방법을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 다른 일 실시예에 따른, 곡물 생산량 예측 장치가 수행하는 곡물 생산량 예측 방법을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 다른 일 실시예에 따른, 곡물 생산량 예측 장치가 수행하는 곡물 생산량 예측 방법을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른, 대한민국을 제2 공간 해상도와 제1 공간 해상도로 구별한 것을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른, 과거 및 미래의 기상 데이터를 나타낸다.
- 도 6은 일 실시예에 따른, 과거 데이터에 기반한 쌀 재배면적과 단위 면적당 쌀 생산량을 나타낸다.
- 도 7은 일 실시예에 따른, 대상 지역에서 기온과 강우에 대한 쌀 생산량의 표준화 회귀 계수를 나타낸다.
- 도 8은 일 실시예에 따른, 대상 지역에서 관측 데이터와 예측 데이터를 비교한 것을 나타낸다.
- 도 9는 일 실시예에 따른, 가까운 미래와 중반미래의 쌀 생산량의 변화를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른, near-future에 대응하는 기간 동안 제2 공간 해상도와 제1 공간 해상도에 따른 쌀 생산량을 나타낸다.
- 도 11은 일 실시예에 따른, mid-future에 대응하는 기간 동안 제2 공간 해상도와 제1 공간 해상도에 따른 쌀 생산량을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 실시될 수 있다. 따라서, 실시예들은 특정한 개시형태로 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0029] 제 1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소는 제 1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0030] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0031] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로써 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0032] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0034] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0036] 도 1은 일 실시예에 따른, 곡물 생산량 예측 장치에 의해 수행되는 곡물 생산량 예측 방법을 나타낸 도면이다.
- [0037] 곡물 생산량 예측 장치는 프로세서를 포함할 수 있고, 프로세서의 실행에 의해 곡물 생산량 예측 장치는 예측 모델을 이용하여 미래의 곡물 생산량을 예측할 수 있다.
- [0038] 단계(110)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 전체 영역을 공간 해상도에 따라 분할하여 복수의 대상 지역을 설정할

수 있다. 여기서, 전체 영역은 사용자가 설정한 지역을 의미할 수 있다. 예를 들면, 사용자가 대한민국을 전체 영역으로 설정하거나, 경기도를 전체 영역으로 설정하거나 또는 미국을 전체 영역으로 설정할 수 있다.

[0039] 공간 해상도는, i) 대상 지역의 행정 구역의 크기에 따라 결정되어 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 행정 구역의 크기는 증가하거나 ii) 미리 설정된 크기를 기준으로 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 미만인 경우 제1 공간 해상도이거나 또는 미리 설정된 크기 이상인 경우 제2 공간 해상도를 포함할 수 있다.

[0040] 예를 들면, 대상 지역의 크기를 행정 구역에 따라 리, 면, 동, 구, 시~와 같이 구분할 경우, 제1 공간 해상도가 리, 면, 동 인 경우 제2 공간 해상도는 구, 시~에 따라 구분될 수 있다. 또는, 경기도/전라도/경상도/충청도/강원도/서울은 상대적으로 큰 지역을 포함하므로 제2 공간 해상도를 의미할 수 있다. 또는, 작은 면/구 단위(예를 들면, 강남구, 서초구, 관악구, 강동구, 등등)로 대상 지역의 크기를 구분한 경우, 상대적으로 작은 지역을 포함하므로 제1 공간 해상도를 의미할 수 있다. 즉, 제1 공간 해상도에서 제2 공간 해상도로 갈수록 행정 구역의 크기는 증가하는 것을 의미하며, 위와 같은 기준 외에 다른 행정 구역의 크기 또한 포함될 수 있다.

[0041] 또 다른 예를 들면, 대상 지역의 크기는 사용자가 미리 설정할 수 있다. 따라서, 사용자가 미리 설정한 크기보다 작은 경우 제1 공간 해상도를 의미할 수 있고, 또는 사용자가 미리 설정한 크기보다 큰 경우 제2 공간 해상도를 의미할 수 있다.

[0042] 대상 지역은 곡물 생산량 예측 장치를 이용하여 곡물 생산량의 변화를 확인하고, 현재 및 미래의 곡물 생산량을 예측하려는 지역을 의미할 수 있다. 여기서, 곡물은 쌀, 보리, 옥수수, 밀, 등을 포함하며, 이에 한정되지 않고 다른 농수산물물을 포함할 수 있다.

[0043] 공간 해상도와 관련된 대상 지역의 크기는 사용자의 설정에 따라 구분될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 대상 지역의 크기를 설정하는 기준은 행정 구역 또는 위도/경도 또는 사용자의 임의 설정에 따라 구분될 수 있다. 예를 들면, 사용자는 경기도, 전라도, 경상도, 충청도, 강원도, 서울과 같이 행정 구역을 사용하여 대상 지역의 크기를 구분할 수 있다. 또는, 사용자는 도보다 작은 면/구 단위로 대상 지역의 크기를 구분할 수 있다. 또 다른 예를 들면, 사용자는 위도/경도 단위를 설정하고, 설정된 단위에 따른 대상 지역의 크기를 구분할 수 있다. 또 다른 예를 들면, 사용자는 기상데이터가 예측하는 지역의 크기를 대상 지역의 크기로 설정할 수 있다.

[0044] 단계(120)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 대상 지역의 곡물 생산량을 예측하기 위해, 시간 해상도에 따른 과거의 기간을 설정할 수 있다. 여기서, 시간 해상도는 일, 주, 월 또는 년 단위에 따라 결정되어 제1 시간 해상도에서 제2 시간 해상도로 갈수록 시간 단위의 크기는 증가하는 것을 의미할 수 있다.

[0045] 예를 들면, 1980~2010년 동안 과거 기상 데이터를 수집할 때, 과거의 기간을 월 단위로 설정하여 데이터를 수집할 수 있다. 또는 일, 주 단위로 설정하여 과거 기상 데이터를 수집할 수 있다. 즉 제1 시간 해상도가 일 단위로 과거 기상 데이터를 수집하는 경우, 제2 시간 해상도는 시간 단위가 증가한 주, 월 또는 년 단위로 과거 기상 데이터를 수집할 수 있다.

[0046] 단계(130)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 설정된 기간에 대응하는 과거 기상 데이터 및 대상 지역의 과거 곡물 생산량을 수집할 수 있다.

[0047] 일 실시예에 따르면, 곡물 생산량 예측 장치는 시간 해상도 및 공간 해상도를 고려하여 대상 지역의 과거 기상 데이터를 수집할 수 있다. 예를 들면, 곡물 생산량 예측 장치는 대상 지역인 경기도에 대한 월 단위로 1980~2010년 까지의 과거 기상 데이터를 수집할 수 있다. 또는 곡물 생산량 예측 장치는 대상 지역인 경기도 이전에 대한 주 단위로 1980~2010년 까지의 과거 기상 데이터를 수집할 수 있다. 이때, 경기도 이전에 제1 공간 해상도라면 경기도는 제2 공간 해상도에 대응하며, 주 단위가 제1 시간 해상도라면 월 단위는 제2 시간 해상도에 대응할 수 있다.

[0048] 또 다른 일 실시예에 따르면, 곡물 생산량 예측 장치는 대상 지역에서 재배되는 여러 곡물 중에서, 사용자가 선택한 곡물의 생산량에 영향을 미치는 기상 데이터를 수집할 수 있다. 예를 들면, 선택된 곡물이 쌀인 경우, 곡물 생산량 예측 장치는 쌀의 생산량에 영향을 미치는 기상 데이터를 수집할 수 있다. 대상 지역의 기상 데이터 중에서, 대상 지역에서 재배되는 쌀의 생산량과 과거 기상 데이터와의 관계를 분석하여, 쌀의 생산량에 영향을 미치는 기상 요소를 선택할 수 있다.

[0049] 일례로, 쌀의 생산량에 영향을 미치는 기상 요소는 기온과 강우일 수 있다. 예를 들면, 기온 중에서도 쌀이 성장하는 시기인 5~7월의 기온은 쌀의 생산량과 양의 상관관계를 나타낼 수 있다. 또한, 반대로 수확시기인 10월

의 기온은 쌀의 생산량과 음의 상관관계를 나타낼 수 있다. 또 다른 예를 들면, 쌀이 성장하는 시기인 8~9월의 강우량은 쌀의 생산량과 양의 상관관계를 나타낼 수 있다. 또한, 반대로 수확시기인 10월의 강우량은 쌀의 생산량과 음의 상관관계를 나타낼 수 있다.

[0050] 쌀의 생산량과 기상의 관계를 분석하는 것은 관련 기술 분야에서 자명한 방법에 의해 수행될 수 있으며, 또는 딥러닝/머신러닝을 이용하여 관련 데이터로부터 관계는 분석될 수 있다.

[0051] 단계(140)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량에 기초하여, 대상 지역의 곡물 생산량에 대한 예측 모델을 결정할 수 있다.

[0052] 예측 모델은 곡물 생산량을 예측하기 위한 모델을 포함하며, 예를 들면, 회귀 분석을 통해 얻어진 다중 선형 회귀 모델을 포함할 수 있다. 그러나 회귀 분석 모델에 한정되지 않으며, 관련 기술 분야의 다른 모델 또한 포함할 수 있다.

[0053] 여기서, 예측 모델은 대상 지역마다 고유한 예측 계수를 가지며, 예측 계수는 표준화되지 않은 회귀 계수로서 표준화 회귀 계수 β 와 다른 값을 나타낼 수 있다. 예측 모델은 곡물/대상 지역마다 다른 모델을 나타낼 수 있다. 예를 들면, 한국을 대상 지역으로 하였을 때, 쌀의 생산량과 관련된 예측 모델은 다음의 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$\text{Rice productivity (ton km}^{-2}\text{)} = a\sqrt{t} + b_{\text{May}}T_{\text{May}} + b_{\text{Jul}}T_{\text{Jul}} + c_{\text{Aug}}P_{\text{Aug}} + c_{\text{Sep}}P_{\text{Sep}}$$

[0054]

[0055] 여기서, t 는 1981년 이후 경과한 년 수, T 는 월간 기온, P 는 월간 강수량을 나타낼 수 있다. 쌀의 생산량과 기상 데이터 간의 관계를 분석하기 위해 1981년도 이후의 데이터를 이용하였으며, 분석 결과 쌀의 생산량에 영향을 미치는 요인으로 5월과 7월의 온도, 그리고 8월과 9월의 강우량이 영향을 미치는 것으로 나타났다.

[0056] 수학적 식 1은 쌀에 대한 예측 모델을 나타내는 것이며, 대상 지역이 달라지거나 곡물이 쌀이 아닌 경우 수학적 식 1과 같은 예측 모델이 아닌 다른 예측 모델이 이용될 수 있다.

[0057] 이때, 예측 모델의 계수인 예측 계수는 아래의 표 1과 같다. 여기서, D1(경기도), D2(충청도), D3(전라도),

$$a/b_{\text{May}}/b_{\text{Jul}}/c_{\text{Aug}}/c_{\text{Sep}}$$

D4(강원도), D5(경상도)는 대상 지역을 구분한 것이며, 예측 계수는 해당 기상 데이터가 쌀의 생산량에 영향을 미치는 정도를 나타내며, 이는 지역마다 상이한 값일 수 있다.

표 1

[0058]

District	a	b_{May}	b_{Jul}	c_{Aug}	c_{Sep}
D1	1.916*	0.129	0.221	-0.032	-0.801*
D2	1.833*	0.178	0.050	-0.863*	-0.032
D3	0.959*	0.184	0.129	-1.086*	-0.092
D4	2.094*	1.933*	1.105*	-0.105	-0.080
D5	2.152*	1.723*	0.786*	-1.005*	-0.197

[0059] 수학적 식 1 및 표 1을 통해, 쌀 생산량은 시간과 양의 상관관계가 있다. D1 ~ D5 대상 지역에서, 쌀 생산량은 농업 기술의 발전으로 시간의 제곱근 함수로 되었다. 이는 대상 지역마다 상이한 바, D4와 D5 대상 지역에서 계수 a 는 다른 대상 지역 D1~D3보다 큰 것을 확인할 수 있다.

[0060] 또한, 수학적 식 1 및 표 1을 통해, 온도 계수(b_s)는 D4~D5 지역에서 5월과 7월 양의 상관관계를 나타내지만, D1~D3

지역에서는 상대적으로 더 적은 값을 나타낸다. 특히, D4의 b_{May} 가 가장 큰 값을 나타내며, 이는 쌀 생산량이 5월 D4 지역의 온도 증가에 가장 영향을 많이 받는다는 것을 나타낸다. 또한, 수확식 1 및 표 1을 통해, 8월에 D2, D3, D5 지역은 강우에 영향을 많이 받지만, D1 지역은 9월에 강우에 영향을 많이 받는 것을 나타낸다.

[0061] 그러므로, 곡물 생산량 예측 장치는 대상 지역에서 생산되는 특정한 곡물의 생산량을 예측하기 위하여 예측 모델을 결정하고, 예측 모델을 이용하여 곡물 생산량을 예측할 수 있다.

[0062] 이때, 제1 공간 해상도 지역의 곡물 생산량은 제2 공간 해상도 지역의 곡물 생산량보다 가변적인 것으로 나타날 수 있으며, 이러한 예측 결과는 농지의 재배치 정책과 같은 농업 정책에 효과적으로 사용될 수 있다. 왜냐하면, 제1 공간 해상도는 대상 지역의 지역적 특성을 잘 반영하고 있지만, 제2 공간 해상도는 대상 지역의 지역적 특성을 상대적으로 반영하고 있지 못하기 때문이다.

[0064] 도 2는 다른 일 실시예에 따른, 곡물 생산량 예측 장치가 수행하는 곡물 생산량 예측 방법을 나타낸 도면이다.

[0065] 단계(210)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 공간 해상도에 따라 분할된 복수의 대상 지역 중에서, 곡물 생산량을 예측하기 위한 대상 지역을 설정할 수 있다. 여기서, 공간 해상도는 여러 단계의 공간 해상도로 구분될 수 있다. 예를 들면, 리/면/읍/동/구/시/도 와 같은 단계로 공간 해상도는 구분될 수 있다. 또는, 리, 면, 읍, 동, 구를 제1 공간 해상도로 설정한 경우 시, 도는 제1 공간 해상도보다 큰 제2 공간 해상도로 설정될 수 있다. 또 다른 예를 들면, 위도/경도를 기준으로 나누는 제2 공간 해상도, 10km 단위로 나누는 제1 공간 해상도일 수 있다.

[0066] 단계(220)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 대상 지역의 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량을 이용하여 결정된 예측 모델을 확인할 수 있다.

[0067] 곡물 생산량 예측 장치는 대상 지역의 곡물 생산량에 영향을 미치는 과거 기상 데이터를 수집할 수 있다. 여기서, 과거 기상 데이터는 기온/강우/일사량/바람/냉해 등등을 포함하는 데이터일 수 있다. 또한, 곡물 생산량 예측 장치는 대상 지역의 과거 곡물 생산량을 수집할 수 있다.

[0068] 따라서, 곡물 생산량 예측 장치는 과거 기상 데이터와 곡물 생산량 간의 분석에 의해 예측 모델을 사전에 결정할 수 있다. 이때, 예측 모델을 결정할 때 회귀 분석뿐만 아니라 관련 분야에서 용이한 분석 방법이 이용될 수 있다. 또한, 프로그램에 따른 분석 외에도, 딥러닝/머신러닝을 활용하여 분석하는 것도 포함할 수 있다. 예측 모델을 결정하는 자세한 사항은 도 1에서 설명하였으므로, 이하 설명을 생략한다.

[0069] 곡물 생산량 예측 장치는 대상 지역의 공간 해상도 및 시간 해상도에 따라 결정된 예측 모델을 사용자가 설정한 조건에 따라 확인/식별할 수 있다. 예를 들면, 사용자가 1980~2010년 월 단위로 경기도 이천을 설정한 경우, 곡물 생산량 예측 장치는 조건에 대응하는 예측 모델을 확인/식별할 수 있다.

[0070] 이때, 예측 모델은 공간 해상도 및/또는 시간 해상도에 따라 다를 수 있다. 예를 들면, 제2 공간 해상도에 대응하는 예측 모델과 제1 공간 해상도에 대응하는 예측 모델은 다를 수 있다. 또는, 제2 시간 해상도에 대응하는 예측 모델과 제1 시간 해상도에 대응하는 예측 모델은 다를 수 있다.

[0071] 단계(230)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터 및 상기 예측 모델을 이용하여, 대상 지역의 미래에서 곡물 생산량을 예측할 수 있다.

[0072] 곡물 생산량 예측 장치는 near-future 및 mid-future의 기간에 대해 확인/식별된 예측 모델을 이용하여 대상 지역의 곡물 생산량을 예측할 수 있다. 예를 들면, 대상 지역이 경기도 이천인 경우, 경기도 이천에 대응하는 예측 모델을 이용하여 near-future 및 mid-future에 대응하는 곡물 생산량을 예측할 수 있다. 또 다른 예를 들면, 대상 지역이 경기도 인 경우, 경기도에 대응하는 예측 모델을 이용하여 near-future 및 mid-future에 대응하는 곡물 생산량을 예측할 수 있다. 또 다른 예를 들면, 대상 지역이 대한민국인 경우, 대한민국에 대응하는 예측 모델을 이용하여 near-future 및 mid-future에 대응하는 곡물 생산량을 예측할 수 있다.

[0073] 이때, near-future 및 mid-future는 현재로부터 시간적으로 미래 시점을 나타내며, 예를 들면, near-future가 2015~2035년의 미래를 나타낸다면, mid-future는 2045~2065년의 미래를 나타낼 수 있다. 곡물 생산량 예측 장치는 near-future 및 mid-future 뿐만 아니라 다른 시간 조건에서의 곡물 생산량 또한 예측할 수 있다.

[0074] 여기서, 경기도/대한민국/이천에 대상 지역의 크기가 모두 상이하며, 가장 작은 크기인 이천은 대상 지역의 지

역적 특성이 반영된 예측 모델을 이용할 수 있다. 또는, 해안가 지역인 경우, 해안가의 지역적 특성이 반영된 예측 모델을 이용할 수 있다.

- [0075] 사용자는 이천/경기도/대한민국에 따른 곡물 생산량 예측 데이터를 이용하여, 기상 변화가 농업에 어떠한 영향을 미치는지 확인할 수 있고, 이에 대응하는 정책(예를 들면, 농지 이용과 관련된 농수산업 정책)을 결정할 수 있다. 이때, 예측 모델을 이용한 곡물 생산량 예측은 대상 지역의 기상 예측의 정확성에 영향을 받을 수 있다. 기상 예측은 초기 조건과 모델 매개 변수에 큰 영향을 받으므로, 기상 예측은 초기 데이터의 불확실성과 모델의 물리적/계산 처리에 결정될 수 있다.
- [0077] 도 3은 다른 일 실시예에 따른, 곡물 생산량 예측 장치가 수행하는 곡물 생산량 예측 방법을 나타낸 도면이다.
- [0078] 곡물 생산량 예측 장치는 프로세서 및 메모리를 포함할 수 있고, 프로세서의 실행에 의해 곡물 생산량 예측 장치는 예측 모델을 이용하여 미래의 곡물 생산량을 예측할 수 있다.
- [0079] 단계(310)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 공간 해상도에 따라 구분된 대상 지역의 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량을 수집할 수 있다. 예를 들면, 동/구 단위의 공간 해상도에 따라 구분된 대상 지역에 대한 1980년 이후부터 과거 곡물 생산량과 과거 기상 데이터를 월 단위로 수집할 수 있다. 또는 시/도 단위의 공간 해상도에 따라 구분된 대상 지역에 대한 1980년 이후부터 과거 곡물 생산량과 과거 기상 데이터를 주 단위로 수집할 수 있다.
- [0080] 단계(320)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량의 상관관계를 시간 해상도에 따른 시간 단위로 분석하여, 대상 지역의 곡물의 성장기간을 고려하는 예측 모델을 결정할 수 있다.
- [0081] 곡물 생산량 예측 장치는 과거 기상 데이터와 과거 곡물 생산량 간의 상관관계를 분석하여, 대상 지역의 곡물 생산량에 영향을 미치는 과거 기상 데이터를 수집할 수 있다.
- [0082] 예를 들면, 지역에서 생산되는 쌀/보리/옥수수/밀/감자/고구마 등의 여러 곡물 중에서 사용자가 분석하려는 곡물인 쌀의 생산량에 영향을 미치는 과거 기상 데이터를 상관관계 분석을 통해 선택할 수 있다. 여기서, 기상 데이터는 온도/강우/습도/냉해/일사량/조도 등 다양한 데이터를 포함할 수 있다. 예를 들면, 여러 기상 데이터 중에서, 온도와 강우는 분석 결과 쌀의 생산량에 영향을 미치는 기상 데이터일 수 있다. 이때, 쌀이 아닌 다른 곡물일 경우, 온도/강우가 아닌 다른 기상 데이터가 선택될 수 있다.
- [0083] 이때, 상관관계는 시간 해상도에 따른 시간 단위로 분석될 수 있다. 예를 들면, 1980년 ~ 2010년 까지 월 단위의 시간 단위에 따른 시간 해상도를 적용하여, 쌀의 생산량에 영향을 미치는 과거 기상 데이터를 획득할 수 있다. 또 다른 예를 들면, 1980년 ~ 2010년 까지의 일 단위의 시간 단위에 따른 시간 해상도를 적용하여, 쌀의 생산량에 영향을 미치는 과거 기상 데이터를 획득할 수 있다.
- [0084] 여기서, 곡물 생산량 예측 장치는 과거 기상 데이터 중에서, 상기 곡물의 성장기간을 고려하는 예측 모델을 결정할 수 있다.
- [0085] 곡물 생산량 예측 장치는 곡물의 성장 및 재배 시기 동안 대상 지역의 기상 데이터와 곡물의 생산 데이터 간의 상관관계 또는 표준화 회귀 계수에 기초하여 곡물의 생산량에 영향을 미치는 예측 모델을 결정할 수 있다.
- [0086] 예를 들면, 곡물이 쌀인 경우 쌀이 성장하고 추수되는 4~10월의 성장기간은 고려될 수 있고, 성장기간 중에서 만약, 5월과 7월의 기온이 쌀의 생산량에 특히 영향을 미치고 8월과 9월의 강우가 쌀의 생산량에 특히 영향을 미치는 경우, 5월과 7월의 기온 및 8월과 9월의 강우에 대한 과거 기상 데이터를 이용하여 예측 모델은 결정될 수 있다.
- [0087] 단계(330)에서, 곡물 생산량 예측 장치는 결정된 예측 모델 및 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터를 이용하여, 대상 지역의 미래 곡물 생산량을 예측할 수 있다.
- [0088] 예를 들면, 곡물 생산량 예측 장치는 경기도 이천에 대해 1980~2010년 까지 월 단위의 시간 단위로 분석된 예측 모델을 이용하여, 2015~2035년 또는 2045~2065년의 미래 곡물 생산량을 예측할 수 있다. 이때, 곡물 생산량 예측 장치는 경기도 이천 지역의 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터를 이용할 수 있다.
- [0089] 또 다른 예를 들면, 곡물 생산량 예측 장치는 경기도에 대해 1980~2010년 까지 주 단위의 시간 단위로 분석된 예측 모델을 이용하여, 2015~2035년 또는 2045~2065년의 미래 곡물 생산량을 예측할 수 있다. 이때, 곡물 생산

량 예측 장치는 경기도 지역의 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터를 이용할 수 있다.

- [0090] 예를 들면, 곡물 생산량 예측 장치는 대한민국에 대해 1980~2010년 까지 일 단위의 시간 단위로 분석된 예측 모델을 이용하여, 2015~2035년 또는 2045~2065년의 미래 곡물 생산량을 예측할 수 있다. 이때, 곡물 생산량 예측 장치는 대한민국의 과거 기상 데이터로부터 추정된 미래 기상 데이터를 이용할 수 있다.
- [0091] 대상 지역마다 고유한 예측 계수와 예측 모델은 도 1에서 자세히 설명하였으므로, 이하 생략한다. 예측 계수 및 예측 모델을 결정할 경우, 미리 설정된 프로그램을 이용할 뿐만 아니라 딥러닝/머신러닝과 같은 인공지능을 이용하여 데이터를 함으로써 결정될 수 있다.
- [0093] 도 4는 일 실시예에 따른, 대한민국을 제2 공간 해상도와 제1 공간 해상도로 구별한 것을 나타낸 도면이다.
- [0094] 도 4a는 대한민국을 경기도/충청도/전라도/강원도/경상도에 따른 행정구역으로 구별한 실제 지도를 나타낸다. 예를 들면, 경기도는 D1, 충청도는 D2, 전라도는 D3, 강원도는 D4, 경상도는 D5로 표기될 수 있다.
- [0095] 일 실시예에 따르면, 곡물 중 쌀 생산량에 대한 기상 예측 인자(meteorological predictors for rice productivity)를 찾기 위해 한국 통계청의 쌀(생산량, 위치 및 성장 기간)에 대한 통계 데이터와 한국 기상청의 과거 기상 데이터(월간 기온 및 강수량 등)를 확인할 수 있다. 도 4는 데이터 수집 및 표현의 편의를 위해 계산되는 영역을 한국의 행정구역을 기준으로 5개 영역으로 나누었고, 쌀 생산량에 대한 통계 데이터는 지역 분류에 따라 수집될 수 있다.
- [0096] 도 4b, 4c는 제2 공간 해상도 및 제1 공간 해상도로서, GCM(Global Climate Models) 및 RCM(Regional Climate Models) 출력을 제공한다. 예를 들면, 제2 공간 해상도는 세계 기상 연구 프로그램의 CMIP 5(Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) 프레임 워크에 따라 1° × 1° 도 그리드 간격으로 구분될 수 있다. 또 다른 예를 들면, 제1 공간 해상도는 12.5° × 12.5 km의 간격으로 구분될 수 있다.
- [0097] 그러므로 공간 해상도는 곡물 생산량을 예측하려는 대상 지역의 크기와 관련될 수 있다. 예를 들면, 제1 공간 해상도는 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 보다 작은 경우이며, 제2 공간 해상도는 대상 지역의 크기가 미리 설정된 크기 이상인 경우를 나타낼 수 있다. 또 다른 예를 들면, 제1 공간 해상도는 제2 공간 해상도와 비교하여 상대적으로 대상 지역의 크기가 작은 경우를 나타낼 수 있다.
- [0099] 도 5는 일 실시예에 따른, 과거 및 미래의 기상 데이터를 나타낸다.
- [0100] 과거의 기상 데이터는 1980~2005년의 기상 데이터를 활용하였으며, 가까운 미래(near-future, 2015~2035) 및 중반미래(mid-future, 2045~2065)에 대한 기상 데이터를 나타낸다. 일 실시예로서, 기상 데이터 중에서 기온(도 5a) 및 강우(도 5b)의 변동을 나타낸다.
- [0101] 이때, 2015~2035년과 2045~2065년은 일 실시예에 해당하며, 가까운 미래와 중반미래는 다른 범위의 시간을 포함할 수 있다. 도 5는 가까운 미래에 연평균 기온은 0.9도, 중반미래에 2.1도 증가할 것으로 예상되며, 연간 강수량은 가까운 미래에 근소하게 증가하지만, 중반미래에는 95.4mm 증가할 것으로 예상된다.
- [0102] 예를 들면, 곡물 중에서 쌀의 경우, 쌀 성장 또는 재배기간을 고려할 때 5월에서 9월까지의 기온과 강수량은 가까운 장래에 1.0도와 20.0mm, 중반미래에 2.1도와 99.2mm 증가할 것으로 예상된다.
- [0104] 도 6은 일 실시예에 따른, 과거 데이터에 기반한 쌀 재배면적과 단위 면적당 쌀 생산량을 나타낸다.
- [0105] 그래프(610)은 1981~2010년 동안 쌀 재배면적을 나타내며, 그래프(620)은 단위 면적당 쌀 생산량을 나타낸다.
- [0106] 1981 ~ 2010년 까지 쌀 재배면적은 12238에서 8920 km²로 감소한 것을 그래프(610)에서 확인할 수 있다. 이는 급속한 도시화와 산업화에 따른 토지 이용 유형이 농경지에서 산업 및 주거 지역으로 바뀐 것을 반영한 것이다.
- [0107] 반면에, 단위 면적당 쌀 생산량은 413.7톤에서 531.8톤으로 증가하여 연평균 2.27톤의 증가를 나타낸다. 이는 곡물 품종, 곡물 관리, 비료 및 살충제의 활용과 같은 농업 기술의 발전에 따른 증가를 반영한 것이다.

- [0109] 도 7은 일 실시예에 따른, 대상 지역에서 기온과 강우에 대한 쌀 생산량의 표준화 회귀 계수를 나타낸다.
- [0110] 일반적인 회귀 모델과 달리, 표준화 회귀 계수 β 는 예측 값이 표준 편차만큼 증가하므로 예측 단위의 표준 편차 단위로의 변화를 의미한다. 따라서 표준화 회귀 계수 β 값의 크기는 예측에 대한 예측 변수의 상대적인 영향을 비교할 수 있는 정보를 제공한다.
- [0111] 표준화 회귀 계수(standardized regression coefficients)를 이용하여, 곡물 생산량 예측 장치는 기상(날씨)이 지역 및 계절에 따른 곡물 생산량에 영향을 미치는 정도를 정량화할 수 있다. 예를 들면, 표준화 회귀 계수를 이용하여, 곡물 생산량 예측 장치는 기온 및 강수량이 지역 및 계절의 쌀 생산량에 미치는 영향을 정량화 할 수 있다. 그러므로, 표준화 회귀 계수를 이용하여 온도 및/또는 강수량이 쌀 생산량에 영향을 미치는 상대적 기여도가 더 큰 시기를 결정하는데 사용될 수 있다.
- [0112] 도 7은 일 실시예에 따른, D1~D5에 해당하는 대상 지역에서 기온 및 강수량이 쌀 생산량에 미치는 영향을 비교하기 위한 표준화 회귀 계수를 나타내는 도면이다.
- [0113] 예를 들면, 6월에서 9월 쌀의 성장기간 동안 온도에 대한 표준화 회귀 계수는 일부 지역을 제외하고는 긍정적인 상관관계를 나타낸다. 특히, 5월(파종시기)에 모든 지역에서 쌀의 생산량은 기온과 양의 상관관계를 나타내고, 반면에 10월(수확시기)에 쌀의 생산량은 온도와 음의 상관관계를 나타낸다.
- [0114] 또 다른 예를 들면, 강수량에 대한 표준화 회귀 계수는 온도에 대한 표준화 회귀 계수와 다른 특성을 나타낸다. 특히, 9월과 10월의 강수량에 대한 표준화 회귀 계수는 지역에 관계없이 음의 상관관계를 나타내며, 이는 수확 시기의 비는 쌀의 생산량에 부정적인 영향을 준다는 것을 의미한다.
- [0116] 도 8은 일 실시예에 따른, 대상 지역에서 관측 데이터와 예측 데이터를 비교한 것을 나타낸다.
- [0117] 일 실시예로서, 쌀의 생산량에 대한 관측 데이터와 예측 데이터를 비교할 수 있다. 쌀의 생산량을 예측하기 위해, 앞서 기재한 예측 모델을 이용할 수 있다.
- [0118] 미래의 기상 상태를 예측하기 위해 제2 공간 해상도와 제1 공간 해상도에 대응하는 기상 모델과 쌀 생산량을 예측하는 예측 모델의 경계는 일치하지 않을 수 있다. 따라서, 기상 모델의 각각 그리드와 중복되는 영역에 예측 모델을 적용하여 잠재적인 곡물 생산량을 예측할 수 있다. 이때, 2개 이상의 지역이 하나의 그리드를 공유하는 경우, 점유율이 높은 지역의 예측 모델을 이용하여 해당 그리드의 곡물 생산량을 예측할 수 있다.
- [0119] 여기서, 대상 지역은 D1 ~ D5를 대상으로 한 지역을 나타낸다. 그리고, 2011년의 예측 데이터는 2010년까지의 기상 데이터 및 쌀 생산량에 대한 통계 데이터를 이용하여 예측되었고, 동일한 방식으로 2012년, 2013년 2014년에 대한 예측이 수행되었다.
- [0120] 예측 결과 2012년 2013년은 실제 관측 데이터보다 많은 생산량을 측정하였으며, 2014년은 실제 관측 데이터보다 적은 생산량을 측정하였다. 관측 데이터에 대한 예측 데이터의 RMSE(Root Mean Square Error) 근사화 모델을 적용하여 측정된 오차는 35.8 ton km²이었으며, 결정 계수(r^2)는 0.4 이다. 이와 같은 오차에 비추어 볼 때, 예측 데이터는 유의미한 결과임을 확인할 수 있다.
- [0122] 도 9는 일 실시예에 따른, 가까운 미래와 중반미래의 쌀 생산량의 변화를 나타낸 도면이다.
- [0123] 일 실시예로서, 도 9a는 가까운 미래(near-future, 2015~2035)에 제2 공간 해상도 및 제1 공간 해상도에 대응하는 쌀 생산량의 변화를 나타내고, 도 9b는 중반미래(mid-future, 2045~2065)에 제2 공간 해상도 및 제1 공간 해상도에 대응하는 쌀 생산량의 변화를 나타낸다.
- [0124] 도 9a와 도 9b를 통해, 시간의 경과에 따라 제2 공간 해상도 및 제1 공간 해상도에서 쌀 생산량은 증가하는 것을 확인할 수 있다. 제1 공간 해상도에서 쌀 생산량의 변화는 제2 공간 해상도에서 쌀 생산량의 변화보다 변동성이 크지만, 변화 패턴은 유사하다.
- [0125] 제2 공간 해상도에서 near-future에 대응하는 기간 동안 쌀 생산량의 범위와 표준편차는 각각 447.2 ~ 579.3과 12.5 ~ 25.4 ton km⁻²이었고, 제1 공간 해상도에서 near-future에 대응하는 기간 동안 쌀 생산량의 범위와 표준편차는 각각 440.4 ~ 666.1, 17.4 ~ 38.0 ton km⁻²이다. 또한, 제2 공간 해상도에서 mid-future에 대응하는 기간 동안 쌀 생산량의 범위와 표준편차는 각각 499.1 ~ 655.4와 18.1 ~ 43.2 ton km⁻²이었고, 제1 공간 해상

도에서 mid-future에 대응하는 기간 동안 쌀 생산량의 범위와 표준편차는 각각 461.8 ~ 732.4와 28.8 ~ 63.6 ton km-2이다.

- [0127] 도 10은 일 실시예에 따른, near-future에 대응하는 기간 동안 제2 공간 해상도와 제1 공간 해상도에 따른 쌀 생산량을 나타내며, 도 11은 일 실시예에 따른, mid-future에 대응하는 기간 동안 제2 공간 해상도와 제1 공간 해상도에 따른 쌀 생산량을 나타낸다.
- [0128] 제1 공간 해상도 및 제2 공간 해상도에서 쌀 생산량을 확인하면, 시간에 따라 대부분의 지역에서 증가하는 것을 확인할 수 있다. 일 실시예로서, 대상 지역은 도 4에서 기재한 D1 ~ D5를 의미한다.
- [0129] D4의 쌀 생산량은 제2 공간 해상도/제1 공간 해상도에서 기온 상승에 따라 증가한다. 또한, 제1 공간 해상도에서 D3 지역의 쌀 생산량은 2020년에 일시적으로 감소하지만 2025년에는 다시 증가하는 것을 확인할 수 있다. 제2 공간 해상도에서 D2 와 D3 지역의 쌀 생산량의 변화는 식별되지 않았으며, D5 지역은 가까운 장래에 변화를 식별할 수 없었다. 중반미래에 온도가 변화함에 따라 D1~D3지역에서 쌀 생산량이 증가하며, 특히 D3 지역은 연안지역으로서 온도와 강수량이 증가함에 따라 쌀 생산량이 크게 증가하였다. D4 지역의 쌀 생산량은 2050년 이후 크게 변하지 않고, D5 지역은 2060년에 쌀 생산량이 감소하다가 2065년에 이전의 상태로 회복하는 것을 확인할 수 있다.
- [0130] near-future와 비교하여 mid-future는 쌀 생산량의 큰 차이가 있는 것을 확인할 수 있다. 또한, 제2 공간 해상도에서 예측된 쌀 생산량은 경사 변동과 해안선 복잡성과 같은 해당 지역의 특이성을 거의 반영하지 못하지만, 제1 공간 해상도의 결과 지역에 따라 편차가 있으므로 해당 지역의 특이성이 반영된 것을 확인할 수 있다. 따라서, 제2 공간 해상도 data를 확인하여 곡물 생산량의 추세를 확인할 수 있지만, 농지의 적절한 위치와 같은 현실적인 관리방법에 대해서는 제1 공간 해상도 data를 이용할 수 있다. 다만, 제1 공간 해상도의 경우 큰 변동성으로 인해 불확실성이 발생할 수 있다.
- [0131] 일 실시예에 따르면, 경기도 이천이 대상 지역인 경우, 예측 모델 및 미래 기상 데이터를 이천에 대응하는 그리드에 입력하여 곡물 생산량을 예측할 수 있다. 또는, 경기도가 대상 지역인 경우, 예측 모델 및 미래 기상 데이터를 경기도에 대응하는 그리드에 입력하여 곡물 생산량을 예측할 수 있다.
- [0133] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0134] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0135] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등

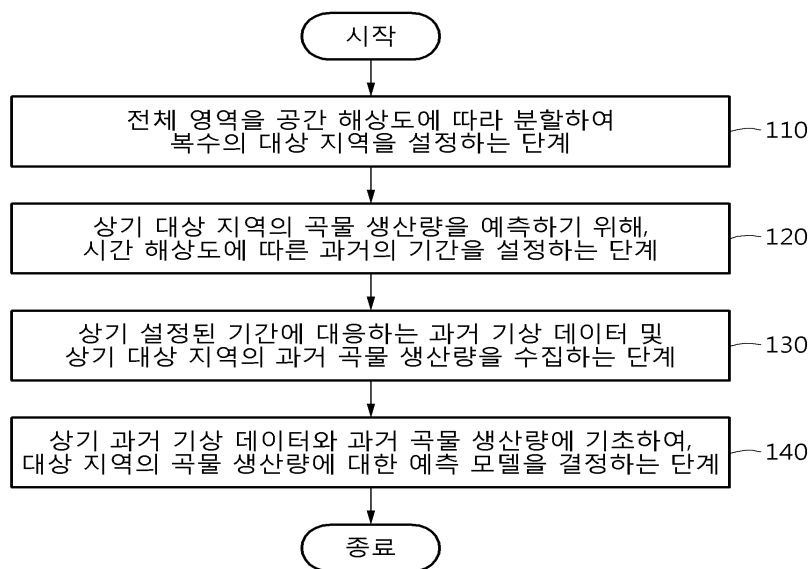
을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0136]

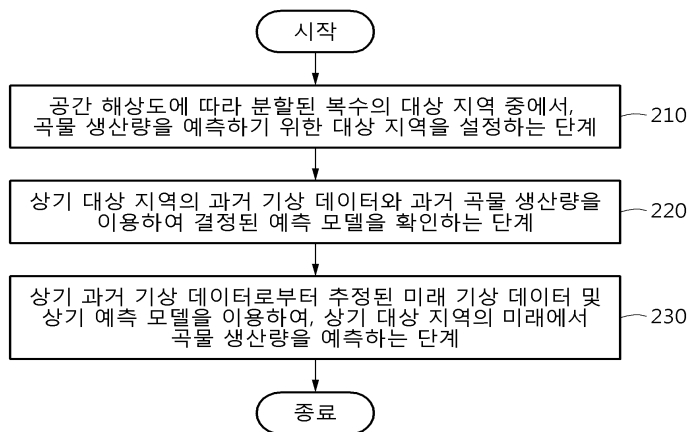
이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

도면

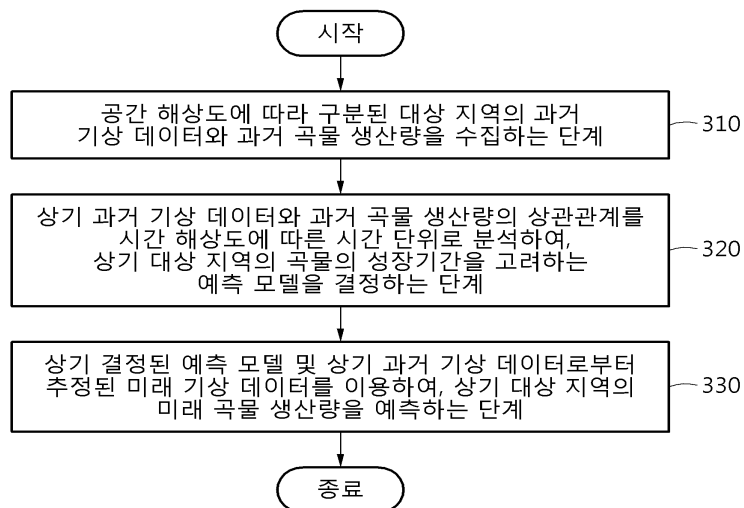
도면1



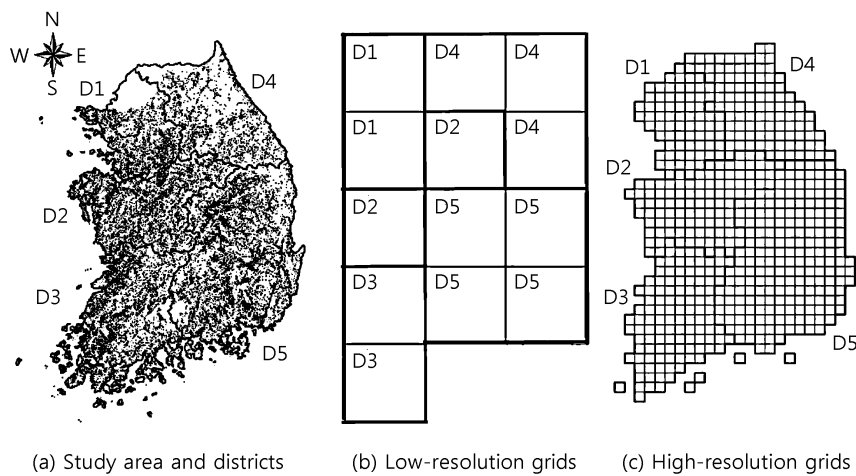
도면2



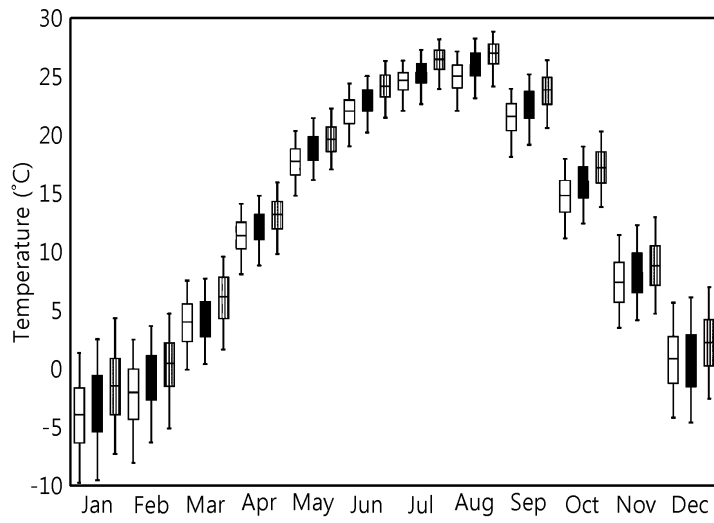
도면3



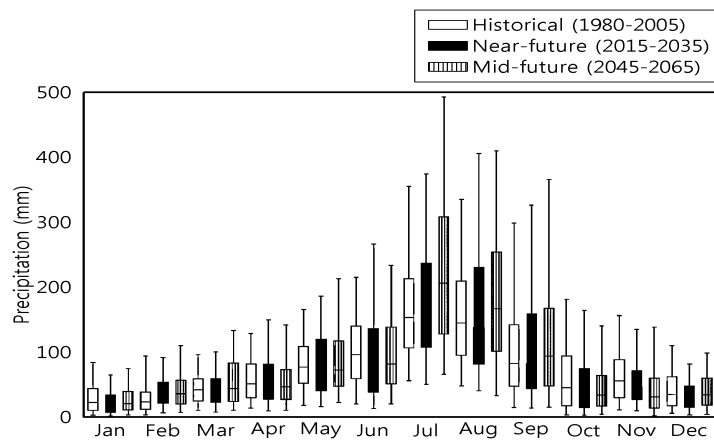
도면4



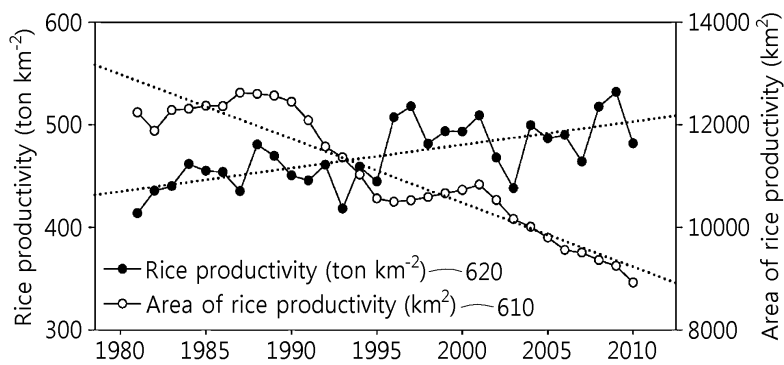
도면5a



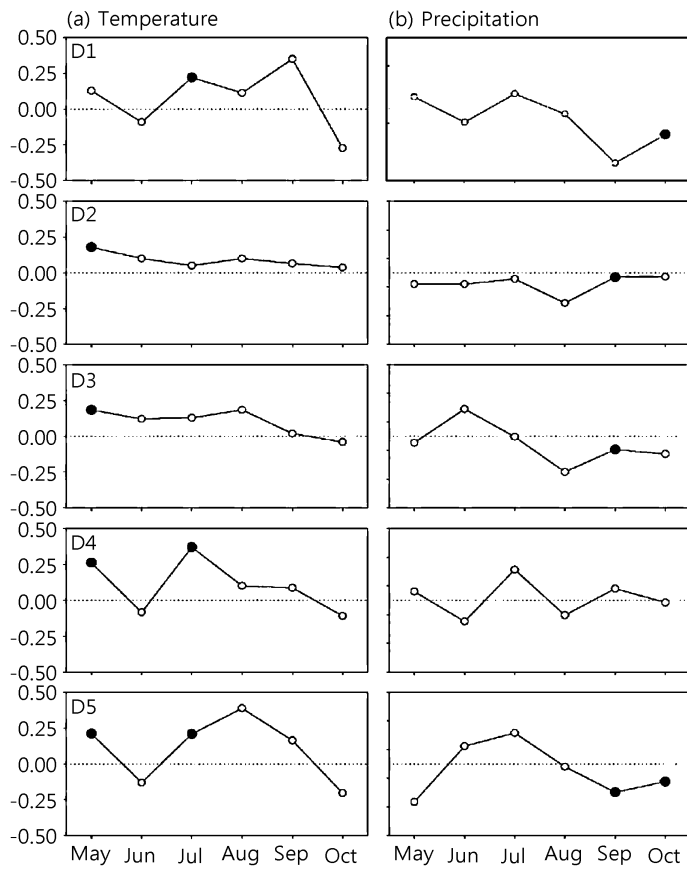
도면5b



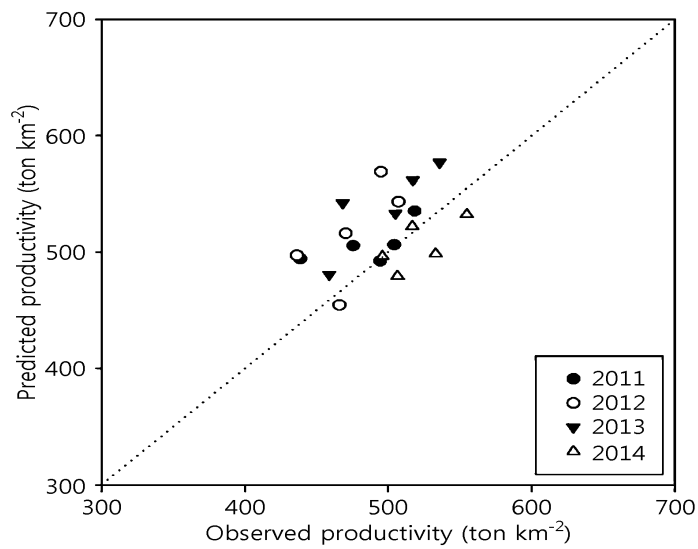
도면6



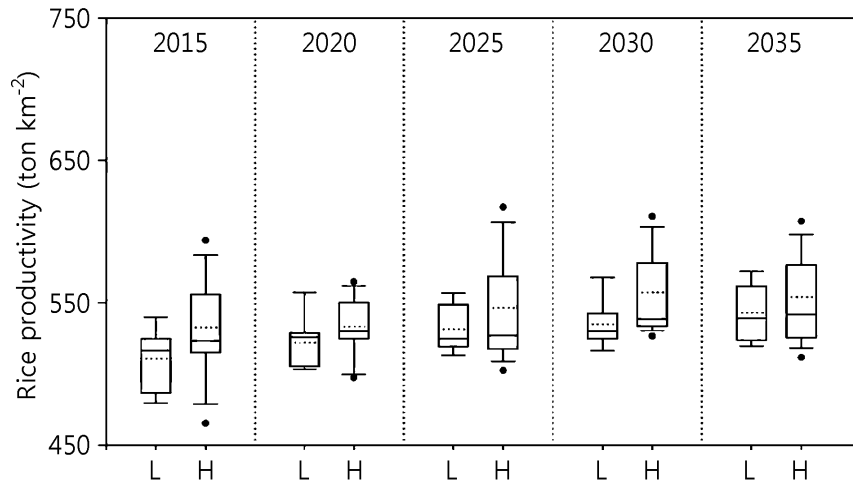
도면7



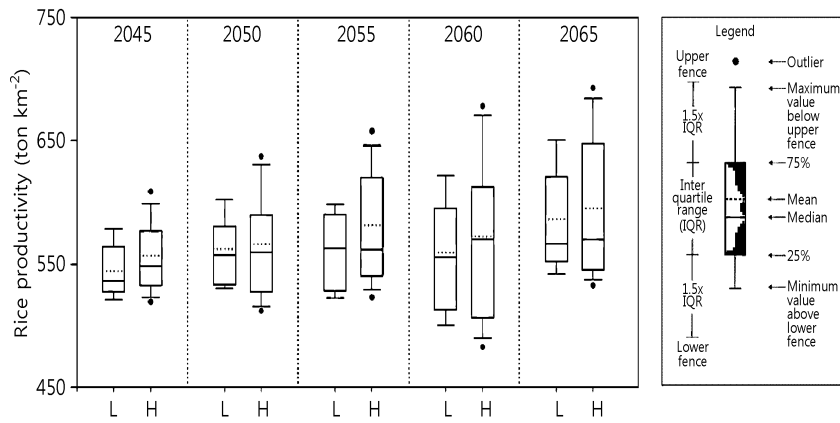
도면8



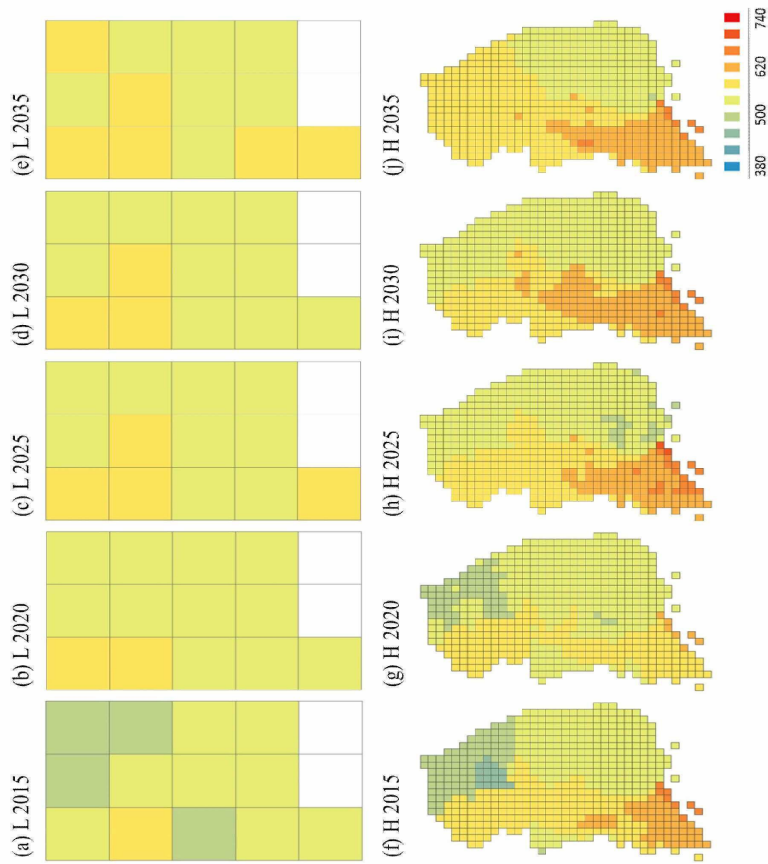
도면9a



도면9b



도면10



도면11

