(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0063017
(43) 공개일자 2021년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/10 (2006.01) *G06Q 50/26* (2012.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/10 (2013.01)
G06Q 50/26 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0151405
(22) 출원일자 2019년11월22일
심사청구일자 2019년11월22일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
이명인
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
최낙빈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
탁선래
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인주원

전체 청구항 수 : 총 17 항

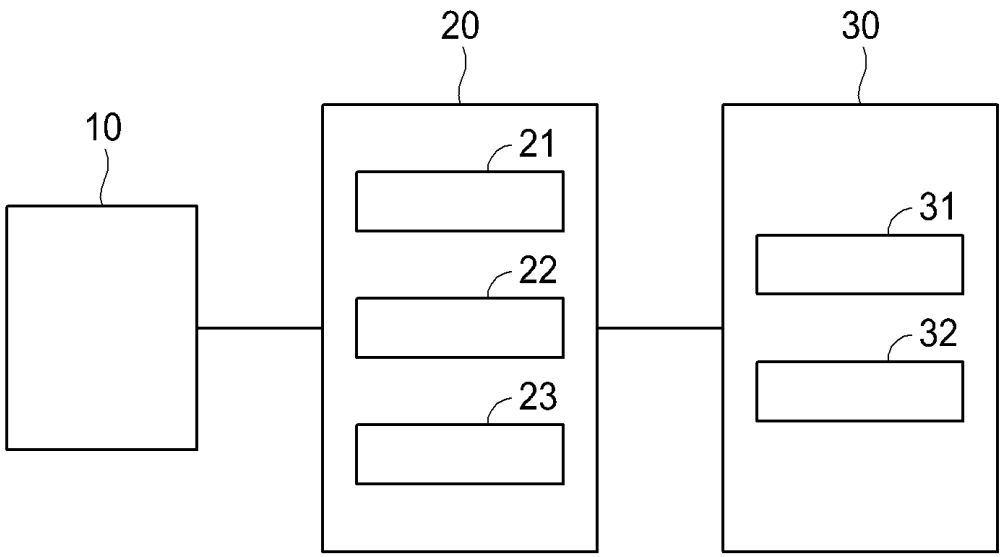
(54) 발명의 명칭 **폭염 중기예보 시스템 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은, 폭염 중기예보 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 폭염의 발생 여부에 대한 예측 결과를 중기단위로 제공하기 위한 폭염 중기예보 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

본 발명은, 국내 기상청에서 제공하는 대기모델을 통해 폭염 여부의 판단을 위한 임계값을 설정하는 임계값설정부(20)와; 상기 임계값설정부(20)를 통해 결정되는 상기 임계값에 대하여, 상기 대기모델의 각 앙상블멤버의 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는지에 따라 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생예측부(30)를 포함하며, 상기 폭염 발생예측부(30)는, 시작일로부터 적어도 10일의 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염 중기예보 시스템을 개시한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01W 2201/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1365003008
부처명	기상청
과제관리(전문)기관명	한국기상산업진흥원
연구사업명	기상·지진See-At기술개발연구(R&D)
연구과제명	폭염 분야 장기원천기술연구(특이기상연구센터)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

국내 기상청에서 제공하는 대기모델을 통해 폭염 여부의 판단을 위한 임계값을 설정하는 임계값설정부(20)와;

상기 임계값설정부(20)를 통해 결정되는 상기 임계값에 대하여, 상기 대기모델의 각 앙상블멤버의 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는지에 따라 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생예측부(30)를 포함하며,

상기 폭염발생예측부(30)는,

시작일로부터 적어도 10일의 폭염 발생 확률을 계산하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 폭염발생예측부(30)는,

전체 앙상블멤버들의 수 중 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는 앙상블멤버들의 수의 비율을 통해 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생확률산출부(31)와, 상기 폭염발생확률산출부(31)를 통해 산출된 폭염 발생 확률이 미리 설정된 값 이상인 경우 폭염이 발생할 것으로 예보하는 폭염발생예보결정부(32)를 포함하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 폭염발생예보결정부(32)는,

상기 폭염발생확률산출부(31)를 통해 산출된 폭염 발생 확률이 50%를 초과하는 경우 폭염 발생을 예보하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 폭염발생확률산출부(31)는,

상기 대기모델의 적어도 10일 이상의 중기예보가 가능한 25개의 앙상블멤버들을 통해 폭염 발생 확률을 계산하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 임계값설정부(20)는,

해외 기상청에서 제공하는 해외재분석자료로부터 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수와 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수 사이의 관계를 도출하는 해외재분석자료연산부(21)와;

상기 해외재분석자료연산부(21)로부터 도출되는 관계를 통해 기상청에서 제공하는 상기 대기모델의 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수로부터 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 90분위수를 추정하는 대기모델연산부(22)와;

상기 대기모델연산부(22)를 통해 추정된 상기 대기모델의 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 90분위수를 임계값으로 결정하는 임계값결정부(23)를 포함하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 해외재분석자료연산부(21)는,

상기 해외재분석자료의 최근 30년 동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수의 90분위수 값이 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수에 대응되는 분위수를 도출하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 확률밀도함수는,

각 연도별 7월 및 8월의 일별 최고기온들에 대한 값들을 변수로 하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 확률밀도함수는,

상기 대기모델의 49개 앙상블멤버들 각각에 대한 각 연도별 7월 및 8월의 일별 최고기온들에 대한 값들을 변수로 하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 9

청구항 5에 있어서,

상기 대기모델 및 상기 해외재분석자료 사이의 상이한 격자를 동일화하는 데이터전처리부(10)를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 데이터전처리부(10)는,

상기 대기모델 및 상기 해외재분석자료 중 단일 격자의 넓이가 상대적으로 작은 상기 대기모델을 상기 해외재분석자료의 격자에 내삽하여 동일화하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템.

청구항 11

청구항 5에 있어서,

상기 대기모델은,

기상청에서 제공하는 EPSG(Ensemble Prediction System for Global)이며,

상기 해외재분석자료은,

일본 기상청에서 제공하는 JRA-55(Japanese 55 year Reanalysis)인 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 시스템

청구항 12

국내 기상청에서 제공하는 대기모델을 통해 폭염 여부의 판단을 위한 임계값을 설정하는 임계값설정부(20)와; 상기 임계값설정부(20)를 통해 결정되는 상기 임계값에 대하여, 각 앙상블멤버의 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는지에 따라 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생예측부(30)를 포함하는 폭염 중기예보 시스템을 통한 폭염 중기예보 방법으로서,

상기 임계값설정부(20)를 통해 폭염 여부의 기준이 되는 임계값을 설정하는 임계값설정단계(S200)와;

상기 임계값설정단계(S200)로부터 도출된 상기 임계값을 기준으로, 상기 폭염발생예측부(30)를 통해 상기 대기모델의 각 앙상블멤버들이 상기 임계값을 넘는지에 따라 시작일로부터 적어도 10일동안의 폭염 발생 확률을 계

산하는 폭염발생확률산출단계(S300)와;

상기 폭염발생확률산출단계(S300)를 통해 도출된 시작일로부터 적어도 10일동안의 폭염 발생 확률로부터 미리 설정된 확률 이상인 경우 폭염을 예보하는 폭염예보단계(S400)를 포함하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 임계값설정단계(S200)에 앞서, 임계값 설정을 위한 상기 대기모델과 해외재분석자료 사이의 격자를 동일화하는 데이터전처리단계(S100)를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 데이터전처리단계(S100)는,

상기 대기모델을 및 해외재분석자료 중 단일 격자의 넓이가 상대적으로 작은 상기 대기모델을 상기 해외재분석자료의 격자에 내삽하여 동일화하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 방법.

청구항 15

청구항 12에 있어서,

상기 임계값설정단계(S200)는,

해외 기상청의 해외재분석자료의 30년간 일 최고기온을 변수로 하는 확률밀도함수의 90분위수의 대응값인 제1기준값을 결정하는 제1기준값결정단계(S210)와;

상기 해외재분석자료의 3년간 일 최고기온을 변수로 하는 확률밀도함수의 상기 제1기준값결정단계(S210)를 통해 결정된 상기 제1기준값에 대응되는 분위수인 제2기준값을 결정하는 제2기준값결정단계(S220)와;

상기 제2기준값결정단계(S220)를 통해 결정된 상기 제2기준값을 상기 대기모델의 3년간 일 최고기온을 변수로 하는 확률밀도함수에 적용하여 상기 대기모델의 30년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수의 90분위수를 추정하는 90분위수 추정단계(S230)와;

상기 90분위수추정단계(S230)를 통해 추정된 값을 임계값으로 결정하는 임계값결정단계(S240)를 포함하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 방법.

청구항 16

청구항 12에 있어서,

상기 폭염발생확률산출단계(S300)는,

전체 앙상블멤버들의 수 중 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는 앙상블멤버들의 수의 비율을 통해 폭염 발생 확률을 산출하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 방법.

청구항 17

청구항 12에 있어서,

상기 폭염예보단계(S400)는,

상기 폭염발생확률산출단계(S300)를 통해 계산된 폭염 발생 확률이 50%를 초과하는 경우 폭염발생을 예보하는 것을 특징으로 하는 폭염 중기예보 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 폭염 중기예보 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 폭염의 발생 여부에 대한 예측

결과를 중기단위로 제공하기 위한 폭염 중기예보 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 수치예보는 기상현상을 재현하거나 예측하기 위해서 만들어진 컴퓨터 프로그램인 수치모델을 이용하여 기상 현상을 예측하는 방법을 말한다.

[0003] 일반적으로 수치예보는 대기를 공간적으로 일정한 간격의 격자(grid)로 만든 다음, 관측 자료를 이용하여 현재의 날씨를 입력자료로써 넣어, 미래의 기상을 예측하는 방법으로서, 대기의 운동을 지배하는 방정식이 충분하다면, 초기조건으로부터 수치적 계산에 의해 미래의 기상변수를 예측하는 방법이며 이때 방대한 분량의 수치계산을 단시간에 수행할 수 있도록 슈퍼컴퓨터를 이용한다.

[0004] 한편, 수치예보 중 앙상블 예측이란 단일 수치 예보가 가지는 결정론적인 예측의 한계를 보완한것으로서 초기조건, 물리과정, 경계조건 등이 다른 여러 개의 모델을 수행하여, 확률적으로 미래를 예측하는 시스템을 말한다.

[0005] 구체적으로, 앙상블 예측에는 기존 수치 모델의 정보와 예보 불확실성에 대한 정보를 동시에 제공하며, 이러한 앙상블 예측은 단일 전 지구 예측모델보다 우수하고, 특히 예측 2일 이후 중기 예측에 활용도가 높을 뿐만 아니라, 발생 가능한 다양한 위험기상 시나리오를 기상요소별로 확률적으로 예측정보를 제공할 수 있는 장점이 있다.

[0006] 한편, 폭염에 대한 기준은 세계 각국 마다 다르며, 현재 한국에서는 폭염 관련한 예보 체계로서 폭염특보(주의보, 경보)를 기준 33도(주의보), 35도(경보) 이상이 이틀 이상 지속될 때 특보를 발령하는데, 현재 기상청의 폭염에 대한 특보는 전일 오후 늦게 혹은 당일 오전에 발령되기 때문에 정보 이용자가 폭염으로 인해 발생되는 피해를 줄이기 위한 의사결정을 내리는데 제약이 많고, 그에 따른 충분한 대비가 이루어지지 못하는 문제점이 있다.

[0007] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 최근 전지구적인 폭염 발생 증가로 인해, 미국과 일본 같은 예보 기술 선진국에서는 폭염 중기 예보를 시도하고 있으며, 특히, 미국에서는 7일까지의 열지수를 예보하고 있고, 일본도 주간예보에 고온주의, 열사병 주의 정보 등을 함께 제공한다.

[0008] 그러나, 이러한 예보 체계는 폭염의 정의와 발생 특성이 국가별로 다르기 때문에 우리나라 특성에 맞지 못해 각 지수를 우리나라의 예보로서 활용하지 못하는 문제점이 있다.

[0009] 또한, 폭염 예보에 근간이 되는 전지구 수치모델의 규격과 성능, 생산 정보가 국가별로 상이하기 때문에 우리나라에 바로 적용할 수 없는 문제점이 있으며 이에 따라 한국 기상청에서 사용중인 최신모델에 최적화된 폭염 예보 체계가 필요하다.

[0010] 이를 위하여 한국 기상청에서 사용중인 최신모델에 최적화된 폭염 예보 체계를 구축함에 있어서, 한국 기상청의 수치예보 모델인 EPSG(Ensemble prediction system for Global)가 2011년도인 비교적 최근에 도입되어 충분한 누적 데이터를 활용하지 못함으로써, 정밀하고 높은 정확도의 폭염 중기예보가 불가능한 문제점이 있다.

[0011] 특히, 한국 기상청의 수치예보 모델인 EPSG의 경우, 2011년에 도입되어 2016년에 최신 고화질 해상도로 업데이트 되었으므로, 2016년~2018년인 최근 3년간의 고화질 해상도의 누적 데이터로는 보다 정밀한 폭염 임계값을 구하기 어려우며, 이로써 정밀하고 높은 정확도의 폭염 중기예보가 불가능한 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은, 상기와 같은 본 발명의 문제점을 해결하기 위하여, 국외재분석 자료의 30년간의 누적 데이터를 국내 수치예보 모델인 EPSG에 적용하여 국내 특성에 최적화된 폭염 중기예보 시스템 및 그 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은, 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 창출된 것으로서, 본 발명은, 국내 기상청에서 제공하는 대기모델을 통해 폭염 여부의 판단을 위한 임계값을 설정하는 임계값설정부(20)와; 상기 임계값설정부(20)를 통해 결정되는 상기 임계값에 대하여, 상기 대기모델의 각 앙상블멤버의 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는지에 따라 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생예측부(30)를 포함하며, 상기 폭염발생예측부(30)는, 시작일로

부터 적어도 10일의 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염 중기예보 시스템을 개시한다.

[0014] 상기 폭염발생예측부(30)는, 전체 앙상블멤버들의 수 중 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는 앙상블멤버들의 수의 비율을 통해 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생확률산출부(31)와, 상기 폭염발생확률산출부(31)를 통해 산출된 폭염 발생 확률이 미리 설정된 값 이상인 경우 폭염이 발생할 것으로 예보하는 폭염발생예보결정부(32)를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 폭염발생예보결정부(32)는, 상기 폭염발생확률산출부(31)를 통해 산출된 폭염 발생 확률이 50%를 초과하는 경우 폭염 발생을 예보할 수 있다.

[0016] 상기 폭염발생확률산출부(31)는, 상기 대기모델의 적어도 10일 이상의 중기예보가 가능한 25개의 앙상블멤버들을 통해 폭염 발생 확률을 계산할 수 있다.

[0017] 상기 임계값설정부(20)는, 해외 기상청에서 제공하는 해외재분석자료로부터 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수와 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수 사이의 관계를 도출하는 해외재분석자료연산부(21)와; 상기 해외재분석자료연산부(21)로부터 도출되는 관계를 통해 기상청에서 제공하는 상기 대기모델의 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수로부터 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 90분위수를 추정하는 대기모델연산부(22)와; 상기 대기모델연산부(22)를 통해 추정된 상기 대기모델의 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 90분위수를 임계값으로 결정하는 임계값결정부(23)를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 해외재분석자료연산부(21)는, 상기 해외재분석자료의 최근 30년 동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수의 90분위수 값이 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수에 대응되는 분위수를 도출할 수 있다.

[0019] 상기 확률밀도함수는, 각 연도별 7월 및 8월의 일별 최고기온들에 대한 값들을 변수로 할 수 있다.

[0020] 상기 확률밀도함수는, 상기 대기모델의 49개 앙상블멤버들 각각에 대한 각 연도별 7월 및 8월의 일별 최고기온들에 대한 값들을 변수로 할 수 있다.

[0021] 상기 대기모델 및 상기 해외재분석자료 사이의 상이한 격자를 동일화하는 데이터전처리부(10)를 추가로 포함할 수 있다.

[0022] 상기 데이터전처리부(10)는, 상기 대기모델 및 상기 해외재분석자료 중 단일 격자의 넓이가 상대적으로 작은 상기 대기모델을 상기 해외재분석자료의 격자에 내삽하여 동일화할 수 있다.

[0023] 상기 대기모델은, 기상청에서 제공하는 EPSG(Ensemble Prediction System for Global)이며, 상기 해외재분석자료은, 일본 기상청에서 제공하는 JRA-55(Japanese 55 year Reanalysis)일 수 있다.

[0024] 또한 본 발명은, 국내 기상청에서 제공하는 대기모델을 통해 폭염 여부의 판단을 위한 임계값을 설정하는 임계값설정부(20)와; 상기 임계값설정부(20)를 통해 결정되는 상기 임계값에 대하여, 각 앙상블멤버의 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는지에 따라 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생예측부(30)를 포함하는 폭염 중기예보 시스템을 통한 폭염 중기예보 방법으로서, 상기 임계값설정부(20)를 통해 폭염 여부의 기준이 되는 임계값을 설정하는 임계값설정단계(S200)와; 상기 임계값설정단계(S200)로부터 도출된 상기 임계값을 기준으로, 상기 폭염발생예측부(30)를 통해 상기 대기모델의 각 앙상블멤버들이 상기 임계값을 넘는지에 따라 시작일로부터 적어도 10일동안의 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생확률산출단계(S300)와; 상기 폭염발생확률산출단계(S300)를 통해 도출된 시작일로부터 적어도 10일동안의 폭염 발생 확률로부터 미리 설정된 확률 이상인 경우 폭염을 예보하는 폭염예보단계(S400)를 포함하는 폭염 중기예보 방법을 개시한다.

[0025] 상기 임계값설정단계(S200)에 앞서, 임계값 설정을 위한 상기 대기모델과 해외재분석자료 사이의 격자를 동일화하는 데이터전처리단계(S100)를 추가로 포함할 수 있다.

[0026] 상기 데이터전처리단계(S100)는, 상기 대기모델을 및 해외재분석자료 중 단일 격자의 넓이가 상대적으로 작은 상기 대기모델을 상기 해외재분석자료의 격자에 내삽하여 동일화할 수 있다.

[0027] 상기 임계값설정단계(S200)는, 해외 기상청의 해외재분석자료의 30년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수의 90분위수의 대응값인 제1기준값을 결정하는 제1기준값결정단계(S210)와; 상기 해외재분석자료의 3년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수의 상기 제1기준값결정단계(S210)를 통해 결정된 상기 제1기준값에 대응되는 분위수인 제2기준값을 결정하는 제2기준값결정단계(S220)와; 상기 제2기준값결정단계(S220)를 통해 결정된 상기 제2기준값을 상기 대기모델의 3년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수에 적용하여 상기 대기모델의 30년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수의 90분위수를 추정하는 90분위수 추정단계(S230)와; 상기

90분위수추정단계(S230)를 통해 추정된 값을 임계값을 결정하는 임계값결정단계(S240)를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 폭염발생확률산출단계(S300)는, 전체 앙상블멤버들의 수 중 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는 앙상블멤버들의 수의 비율을 통해 폭염 발생 확률을 계산할 수 있다.

[0029] 상기 폭염예보단계(S400)는, 상기 폭염발생확률산출단계(S300)를 통해 계산된 폭염 발생 확률이 50%를 초과하는 경우 폭염발생을 예보할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 따른 폭염 중기예보 시스템 및 그 방법은, 폭염에 대한 중기예보를 제공함으로써, 정보 이용자가 폭염으로 인한 피해를 대비함으로써 폭염피해를 최소화할 수 있는 이점이 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 폭염 중기예보 시스템 및 그 방법은, 국내에 최적화된 폭염 중기예보를 제공함으로써, 타국의 정보를 통한 예보에 비해 정확한 예보가 가능한 이점이 있다.

[0032] 또한, 본 발명에 따른 폭염 중기예보 시스템 및 그 방법은, 국내의 최신 대기모델인 EPSG의 고해상도 정보가 제공된 최근 3년치 통계자료를 국외의 30년간 누적데이터를 적용하여 보완함으로써, 폭염 발생의 적정 기준인 임계값을 정밀하게 설정할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은, 본 발명에 따른 폭염 중기예보 시스템의 개념도이다.

도 2는, 도 1에 따른 폭염 중기예보 시스템의 생산 체계 흐름도이다.

도 3은, 도 1에 따른 폭염 중기예보 시스템 중 폭염결정의 기준이 되는 임계값을 나타내는 자료이다.

도 4는, 도 1에 따른 폭염 중기예보 시스템 중 중기 폭염확률에 따른 예보결과를 나타내는 자료이다.

도 5는, 본 발명에 따른 폭염 중기예보 방법을 나타내는 순서도이다.

도 6은, 도 5에 따른 폭염 중기예보 방법 중 임계값설정단계를 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하 본 발명에 따른 폭염 중기예보 시스템 및 그 방법에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0035] 본 발명에 따른 폭염 중기예보 시스템은, 도 1에 도시된 바와 같이, 국내 기상청에서 제공하는 대기모델을 통해 폭염 여부의 판단을 위한 임계값을 설정하는 임계값설정부(20)와; 상기 임계값설정부(20)를 통해 결정되는 상기 임계값에 대하여, 상기 대기모델의 각 앙상블멤버의 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는지에 따라 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생예측부(30)를 포함하며, 상기 폭염발생예측부(30)는, 시작일로부터 적어도 10일의 폭염 발생 확률을 계산한다.

[0036] 또한 본 발명에 따른 폭염 중기예보 시스템은, 대기모델 및 해외재분석자료 사이의 상이한 격자를 동일화하는 데이터전처리부(10)를 추가로 포함할 수 있다.

[0037] 상기 데이터전처리부(10)는, 대기모델 및 해외재분석자료 사이의 상이한 격자크기를 동일화하는 구성으로서, 다양한 구성이 가능하다.

[0038] 예를 들면, 상기 데이터전처리부(10)는, 임계값설정을 위하여 적용되는 해외재분석자료과, 국내 기상청에서 제공하는 대기모델 사이의 상이한 격자크기를 동일화 함으로써, 대응되는 격자 사이의 추정을 통해 임계값설정이 가능하도록 할 수 있다.

[0039] 이를 위하여, 상기 데이터전처리부(10)는, 국내 기상청에서 제공하는 대기모델인 EPSG와, 일본 기상청에서 제공하는 대기모델인 JRA-55의 격자크기가 같아져 해상도가 동일하도록 데이터를 처리할 수 있다.

[0040] 보다 구체적으로, 국내 기상청에서 제공하는 대기모델인 EPSG는, 전 지구에 대하여 위도*경도를 600*800개의 격자로 구분하여 각 격자의 영역별 모델을 제공하고 있으며, 일본 기상청에서 제공하는 재분석자료인 JRA-55는 전 지구에 대하여 위도*경도를 320*640개의 격자로 구분하여 각 격자의 영역별 변수를 제공하고 있다.

[0041] 이 상황에서 EPSG는, 공간 해상도가 약 32km 수준이며, JRA-55는 공간 해상도가 약 60km로 차이를 보이며, EPSG가 단일 격자의 크기가 상대적으로 더 작아 JRA-55 재분석자료를 이용한 임계값 설정의 단순적용이 어려운 문제점이 있다.

[0042] 이를 위해 상기 데이터전처리부(10)는, EPSG를 JRA-55에 내삽하여 격자크기가 같아지도록 격자를 재설정함으로써 동일한 격자 및 해상도로 변환할 수 있다.

[0043] 즉, 상기 데이터전처리부(10)는, 대기모델 및 해외재분석자료 중 단일 격자의 넓이가 상대적으로 작은 상기 대기모델을 해외재분석자료의 격자정보에 맞추어 내삽하여 동일화할 수 있다.

[0044] 상기 임계값설정부(20)는, 국내 기상청에서 제공하는 대기모델을 통해 폭염 여부의 판단을 위한 구성으로서, 다양한 구성이 가능하다.

[0045] 특히, 상기 임계값설정부(20)는, 폭염에 대한 10일 이상의 중기예보를 수행하기 위하여, 폭염의 발생여부의 기준이 되는 임계값을 설정하는 구성일 수 있다.

[0046] 보다 구체적으로, 상기 임계값설정부(20)는, 해외 기상청에서 제공하는 해외재분석자료로부터 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수와 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수 사이의 관계를 도출하는 해외재분석자료연산부(21)와; 해외재분석자료연산부(21)로부터 도출되는 관계를 통해 기상청에서 제공하는 대기모델의 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수로부터 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 90분위수를 추정하는 대기모델연산부(22)와; 대기모델연산부(22)를 통해 추정된 대기모델의 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 90분위수를 임계값으로 결정하는 임계값결정부(23)를 포함할 수 있다.

[0047] 즉, 상기 임계값설정부(20)는, 국내 환경에 최적화된 대기모델인 EPSG를 통해 국내 환경에 최적화된 폭염 중기예보를 수행하고자 하나, 비교적 최근에 고해상도로 업데이트 되어, 최근 3년간의 데이터만 고해상도로 활용할 수 있는 국내 기상청의 EPSG를 보완하고자, 3년간의 데이터로부터 30년의 데이터를 추정하여 임계값을 설정할 수 있다.

[0048] 이를 위하여, 상기 임계값설정부(20)는, 일본 기상청에서 제공하는 JRA-55 재분석자료의 30년 누적데이터와 최근 3년 데이터 사이의 관계로부터 이른바 퍼센타일 매칭(Percentile matching)을 통해 국내 기상청의 EPSG의 최근 3년 데이터로부터 30년 데이터를 추정하여 임계값을 설정할 수 있다.

[0049] 상기 해외재분석자료연산부(21)는, 해외 기상청에서 제공하는 해외재분석자료로부터 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수와 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수 사이의 관계를 도출하는 구성으로서, 다양한 구성이 가능하다.

[0050] 예를 들면, 상기 해외재분석자료연산부(21)는, 해외 기상청, 특히 일본 기상청에서 제공하는 JRA-55의 최근 30년동안의 7월 및 8월의 각 격자별 일 최고기온에 대하여 확률밀도함수 및 표준정규분포를 도출할 수 있다.

[0051] 또한, 상기 해외재분석자료연산부(21)는, 일본 기상청에서 제공하는 JRA-55의 최근 3년동안의 7월 및 8월의 각 격자별 일 최고기온에 대하여 확률밀도함수 및 표준정규분포를 도출할 수 있다.

[0052] 이로써, 상기 해외재분석자료연산부(21)는, 도출된 최근 30년동안의 표준정규분포에서 90분위수에 대응되는 일 최고기온값을 산출하고, 산출된 일 최고기온값을 최근 3년동안의 표준정규분포에 적용하여 대응되는 분위값을 결정할 수 있다.

[0053] 전술한 과정을 거쳐 상기 해외재분석자료연산부(21)는, 해외 기상청의 해외재분석자료의 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수와 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수 사이의 관계를 도출할 수 있다.

[0054] 한편, 본 명세서에서는 일예로서 해외재분석자료은 JRA-55를, 국내 기상청의 대기모델은 EPSG를 적용하여 작성하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0055] 상기 대기모델연산부(22)는, 해외재분석자료연산부(21)로부터 도출되는 관계를 통해 기상청에서 제공하는 대기모델의 최근 3년동안의 일 최고기온에 대한 확률밀도함수로부터 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 90분위수를 추정하는 구성으로서, 다양한 구성이 가능하다.

[0056] 상기 대기모델연산부(22)는, 국내 기상청이 제공하는 EPSG의 최근 3년간의 7월 및 8월의 각 격자별 일 최고기온에 대한 확률밀도함수 및 표준정규분포를 도출할 수 있다.

[0057] 이를 통해, 상기 대기모델연산부(22)는, 해외재분석자료연산부(21)를 통해 결정된 최근 30년동안의 표준정규분포에서 90분위수에 대응되는 일 최고기온값이 최근 3년동안의 표준정규분포에 적용하여 대응되는 분위값을 EPSG의 최근 3년동안의 일 최고기온값에 대한 표준정규분포에 적용하여 대응되는 일 최고기온값을 결정할 수 있다.

[0058] 결과적으로 상기 대기모델연산부(22)는, 결정된 일 최고기온값을 EPSG의 30년동안의 7월 및 8월의 각 격자별 일 최고기온에 대한 표준정규분포의 90분위수 값으로 추정할 수 있다.

[0059] 상기 임계값결정부(23)는, 대기모델연산부(22)를 통해 추정된 대기모델의 최근 30년동안의 일 최고기온에 대한 90분위수를 임계값으로 결정하는 구성으로서, 다양한 구성이 가능하다.

[0060] 예를 들면, 상기 임계값결정부(23)는, 대기모델연산부(22)를 통해 추정된 EPSG의 최근 30년동안의 7월 및 8월의 각 격자별 일 최고기온에 대한 추정된 90분위수값을 임계값으로 결정함으로써, 폭염의 기준이 되는 값을 결정할 수 있다.

[0061] 한편, 상기 임계값설정부(20)에 적용되는 확률밀도함수는 각 연도별 7월 및 8월의 일별 최고기온에 대한 값들을 변수로 할 수 있으며, 더 나아가 EPSG 각각 49개의 앙상블멤버 및 JRA-55에 대한 값들을 변수로 할 수 있다.

[0062] 보다 구체적으로, 상기 확률밀도함수는, 대기모델의 49개의 앙상블멤버들 각각에 대한 각 연도별 7월 및 8월의 일별 최고기온들에 대한 값들을 변수로 하여 도출될 수 있으며, 이 경우 한개의 앙상블멤버에 7월 및 8월의 일별 최고기온인 62개의 일별최고기온들에 대하여 3년인 경우 186개의 일별 최고기온이, 30년의 경우 1860개의 일별 최고기온이 적용될 수 있고, 49개의 앙상블멤버 각각에 대하여 적용되는 바, 최근 3년의 경우 9,114개의 일별최고기온들이, 각 확률밀도함수의 변수로 적용될 수 있다.

[0063] 상기 폭염발생예측부(30)는, 임계값설정부(20)를 통해 결정되는 임계값을 토대로 시작일로부터 적어도 10일의 폭염 발생 확률을 계산하는 구성으로서, 다양한 구성이 가능하다.

[0064] 예를 들면, 상기 폭염발생예측부(30)는, 임계값설정부(20)를 통해 결정되는 임계값에 대하여, 대기모델의 각 앙상블멤버의 일 최고기온이 임계값을 넘는지에 따라 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생예측부(30)를 포함하며, 폭염발생예측부(30)는, 시작일로부터 11일 동안의 폭염 발생 확률을 계산한다.

[0065] 이경우, 상기 폭염발생예측부(30)는, 시작일로부터 적어도 10일의 폭염 발생 확률을 계산하여 예보함으로써, 폭염에 대한 중기예보가 가능하도록 할 수 있으며, 보다 상세하게는 시작일로부터 11일까지의 각 일자의 폭염여부를 예보할 수 있다.

[0066] 이를 통해, 정보이용자로 하여금 당일로부터 11일 후까지의 각 일자에 대한 폭염여부를 예보받음으로써, 폭염에 대한 대비가 가능하여 폭염으로 인해 발생될 수 있는 안전사고 등을 예방하고 대비할 수 있다.

[0067] 상기 폭염발생확률산출부(31)는, 전체 앙상블멤버들의 수 중 일 최고기온이 임계값을 넘는 앙상블멤버들의 수의 비율을 통해 폭염 발생 확률을 계산하는 구성으로서, 다양한 구성이 가능하다.

[0068] 예를 들면, 상기 폭염발생확률산출부(31)는, 국내 기상청이 제공하는 EPSG의 49개의 앙상블멤버들 중 9시간 후를 예측하는 24개의 앙상블멤버들을 제외한 시작일로부터 11일까지의 예측을 제공하는 25개의 앙상블멤버들을 통해 폭염발생확률을 산출할 수 있다.

[0069] 보다 구체적으로, 25개의 앙상블멤버들 각각에 대하여, 임계값설정부(20)를 통해 설정된 임계값을 넘어 폭염이 발생되는지 여부를 확인하고, 전체 25개의 앙상블멤버들 중 임계값을 넘는 앙상블멤버들의 수 비율을 통해 폭염발생확률을 산출할 수 있다.

[0070] 즉, 임계값을 넘는 것으로 예측되는 앙상블멤버들의 수를 전체 앙상블멤버인 25로 나누어 백분율을 적용하여 폭염 발생 확률을 산출할 수 있다.

[0071] 상기 폭염발생예보결정부(32)는, 폭염발생확률산출부(31)를 통해 산출된 폭염 발생 확률이 미리 설정된 값 이상인 경우 폭염이 발생할 것으로 예보하는 구성으로서, 다양한 구성이 가능하다.

[0072] 예를 들면, 상기 폭염발생예보결정부(32)는, 폭염발생확률산출부(31)를 통해 산출된 폭염 발생 확률을 토대로 폭염발생에 대한 예보를 결정하는 구성으로서, 폭염 발생 확률이 미리 설정된 값 이상인 경우, 폭염이 발생할 것으로 정보이용자에 예보할 수 있다.

[0073] 한편, 폭염발생예보결정부(32)는 폭염발생 결정은, 미리 설정된 값을 기준으로 판별될 수 있으며, 예로서, 산출된 폭염 발생 확률이 50%를 초과하는 경우 폭염이 발생될 것으로 예보하도록 할 수 있다.

[0074] 본 발명에 따른 폭염 중기예보 시스템을 통한 폭염 중기예보 방법에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 이하 상세히 설명한다.

[0075] 본 발명에 따른 폭염 중기예보 방법은, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 국내 기상청에서 제공하는 대기모델을 통해 폭염 여부의 판단을 위한 임계값을 설정하는 임계값설정부(20)와; 상기 임계값설정부(20)를 통해 결정되는 상기 임계값에 대하여, 각 앙상블멤버의 일 최고기온이 상기 임계값을 넘는지에 따라 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생예측부(30)를 포함하는 폭염 중기예보 시스템을 통한 폭염 중기예보 방법으로서, 상기 임계값설정부(20)를 통해 폭염 여부의 기준이 되는 임계값을 설정하는 임계값설정단계(S200)와; 상기 임계값설정단계(S200)로부터 도출된 상기 임계값을 기준으로, 상기 폭염발생예측부(30)를 통해 상기 대기모델의 각 앙상블멤버들이 상기 임계값을 넘는지에 따라 시작일로부터 적어도 10일동안의 폭염 발생 확률을 계산하는 폭염발생확률산출단계(S300)와; 상기 폭염발생확률산출단계(S300)를 통해 도출된 시작일로부터 적어도 10일동안의 폭염 발생 확률로부터 미리 설정된 확률 이상인 경우 폭염을 예보하는 폭염예보단계(S400)를 포함한다.

[0076] 또한 본 발명에 따른 폭염 중기예보 방법은, 임계값설정단계(S200)에 앞서, 임계값 설정을 위한 대기모델과 해외재분석자료 사이의 격자를 동일화하는 데이터전처리단계(S100)를 추가로 포함할 수 있다.

[0077] 상기 데이터처리단계(S100)는, 임계값 설정을 위한 대기모델과 해외재분석자료 사이의 격자를 동일화하는 단계로서, 다양한 방법을 통해 수행될 수 있다.

[0078] 예를 들면, 상기 데이터처리단계(S100)는, 전술한 바와 같이, 데이터전처리부(10)를 통해 국내 기상청에서 제공하는 EPSG와 일본 기상청에서 제공하는 JRA-55의 상이한 격자 및 해상도를 동일하게 적용하기 위하여 수행될 수 있으며, 상대적으로 작은 크기의 격자를 가지는 EPSG를 JRA-55에 내삽하여 동일화 할 수 있다.

[0079] 즉, 상기 데이터처리단계(S100)는, 대기모델을 및 해외재분석자료 중 단일 격자의 넓이가 상대적으로 작은 대기모델을 해외재분석자료의 격자에 내삽하여 동일화할 수 있다.

[0080] 상기 임계값설정단계(S200)는, 임계값설정부(20)를 통해 폭염 여부의 기준이 되는 임계값을 설정하는 단계로서, 다양한 방법에 의할 수 있다.

[0081] 예를 들면, 상기 임계값설정단계(S200)는, 해외 기상청의 해외재분석자료의 30년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수의 90분위수의 대응값인 제1기준값을 결정하는 제1기준값결정단계(S210)와; 상기 해외재분석자료의 3년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수의 상기 제1기준값결정단계(S210)를 통해 결정된 상기 제1기준값에 대응되는 분위수인 제2기준값을 결정하는 제2기준값결정단계(S220)와; 상기 제2기준값결정단계(S220)를 통해 결정된 상기 제2기준값을 상기 대기모델의 3년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수에 적용하여 상기 대기모델의 30년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수의 90분위수를 추정하는 90분위수 추정단계(S230)와; 상기 90분위수추정단계(S230)를 통해 추정된 값을 임계값을 결정하는 임계값결정단계(S240)를 포함할 수 있다.

[0082] 상기 제1기준값결정단계(S210)는, 해외 기상청의 해외재분석자료의 30년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수의 90분위수의 대응값인 제1기준값을 결정하는 단계로서, 다양한 방법에 의할 수 있다.

[0083] 예를 들면, 상기 제1기준값결정단계(S210)는, 일본 기상청의 JRA-55의 49개의 앙상블멤버들 각각에 대한 30년간 7월 및 8월의 일 최고기온값들을 변수로 하는 표준정규분포의 90분위수에 대응되는 최고기온값인 제1기준값을 결정할 수 있다.

[0084] 상기 제2기준값결정단계(S220)는, 해외재분석자료의 3년간 최고기온분포를 변수로 하는 확률밀도함수의 제1기준값결정단계(S210)를 통해 결정된 제1기준값에 대응되는 분위수인 제2기준값을 결정하는 단계로서, 다양한 방법에 의할 수 있다.

[0085] 예를 들면, 상기 제2기준값결정단계(S220)는, 일본 기상청의 JRA-55의 49개의 앙상블멤버들 각각에 대한 최근 3년간 7월 및 8월의 일 최고기온을 표준정규분포를 도출하고 제1기준값에 대응되는 분위수, 즉 제1기준값에 대응되는 Z값인 제2기준값을 결정할 수 있다.

[0086] 상기 90분위수추정단계(S230)는, 제2기준값결정단계(S220)를 통해 결정된 제2기준값을 대기모델의 3년간 일 최고기온을 변수로 하는 확률밀도함수에 적용하여, 대기모델의 30년간 일 최고기온을 변수로 하는 확률밀도함수의 90분위수를 추정하는 단계로서, 다양한 방법에 의할 수 있다.

[0087] 예를 들면, 상기 90분위수추정단계(S230)는, 한국 기상청의 EPSG의 최근 3년간 7월 및 8월의 일 최고기온을 변

수로 하는 표준정규분포를 도출하고, 도출된 표준정규분포에 일본 기상청의 JRA-55를 통해 결정된 제2기준값을 대응시켜, 대응되는 일 최고기온값을 결정할 수 있다.

[0088] 즉, 상기 90분위수추정단계(S230)는, 제2기준값을 대응시켜 대응되는 일 최고기온값을 도출할 수 있으며, 이때 대응되는 최고기온값은 EPSG의 최근 30년간 7월 및 8월의 일 최고기온을 변수로 하는 표준정규분포의 90분위수의 값으로 추정할 수 있다.

[0089] 상기 임계값결정단계(S240)는, 90분위수추정단계(S230)를 통해 추정된 값을 임계값으로 결정하는 단계로서, 다양한 방법에 의할 수 있다.

[0090] 상기 임계값결정단계(S240)는, 90분위수추정단계(S230)를 통해 추정된 값이 EPSG의 30년간 7월 및 8월의 일 최고기온을 변수로하는 표준정규분포의 90분위수로 추정되는 값인 바, 이 값을 폭염의 기준인 임계값으로 결정할 수 있다.

[0091] 상기 폭염발생확률산출단계(S300)는, 임계값설정단계(S200)로부터 도출된 임계값을 기준으로, 폭염발생예측부(30)를 통해 대기모델의 각 앙상블멤버들이 임계값을 넘는지에 따라 시작일로부터 적어도 10일동안의 폭염 발생확률을 계산하는 단계로서, 다양한 방법에 의할 수 있다.

[0092] 예를 들면, 상기 폭염발생확률산출단계(S300)는, EPSG의 중기예보용 앙상블멤버들 25개 각각에 대하여 시작일로부터 적어도 10일동안, 바람직하게는 11일간의 각 날짜의 최고기온이 임계값을 넘는지 확인함으로써, 폭염 발생확률을 계산할 수 있다.

[0093] 즉, 상기 폭염발생확률산출단계(S300)는, 전체 앙상블멤버들의 수 중 일 최고기온이 임계값을 넘는 앙상블멤버들의 수의 비율을 통해 폭염 발생 확률을 산출할 수 있으며, 보다 구체적으로는 25개의 앙상블멤버들 중 일 최고기온이 임계값을 넘는 앙상블멤버들의 비율을 통해 확률을 계산할 수 있다.

[0094] 상기 폭염예보단계(S400)는, 폭염발생확률산출단계(S300)를 통해 도출된 시작일로부터 적어도 10일동안의 폭염발생 확률로부터 미리 설정된 확률 이상인 경우 폭염을 예보하는 단계로서, 다양한 방법에 의할 수 있다.

[0095] 예를 들면, 상기 폭염예보단계(S400)는, 폭염발생확률산출단계(S300)를 통해 도출된 폭염 발생 확률이 50%를 초과하는 경우 폭염발생을 예보할 수 있으며, 구체적으로는 25개의 앙상블멤버들 중 13개의 앙상블멤버에서 일 최고기온이 임계값을 넘는 경우 폭염이 발생되는 것으로 예보할 수 있다.

[0096] 한편, 상기 폭염예보단계(S400)는, 각 격자별로 예보할 수 있다.

[0098] 이상은 본 발명에 의해 구현될 수 있는 바람직한 실시예의 일부에 관하여 설명한 것에 불과하므로, 주지된 바와 같이 본 발명의 범위는 위의 실시예에 한정되어 해석되어서는 안 될 것이며, 위에서 설명된 본 발명의 기술적 사상과 그 근본을 함께 하는 기술적 사상은 모두 본 발명의 범위에 포함된다고 할 것이다.

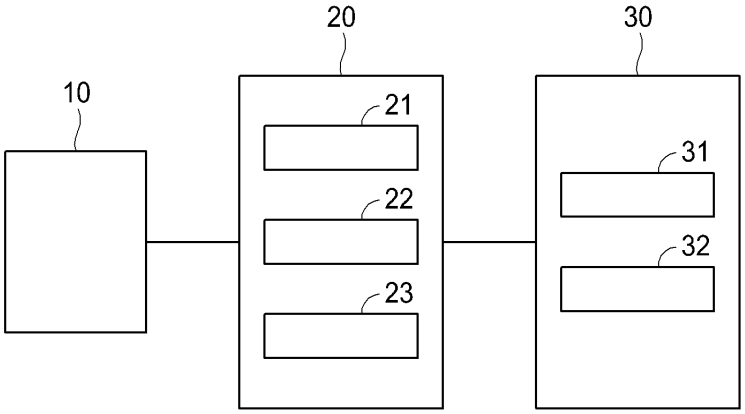
부호의 설명

[0099] 10: 데이터전처리부 20: 임계값설정부

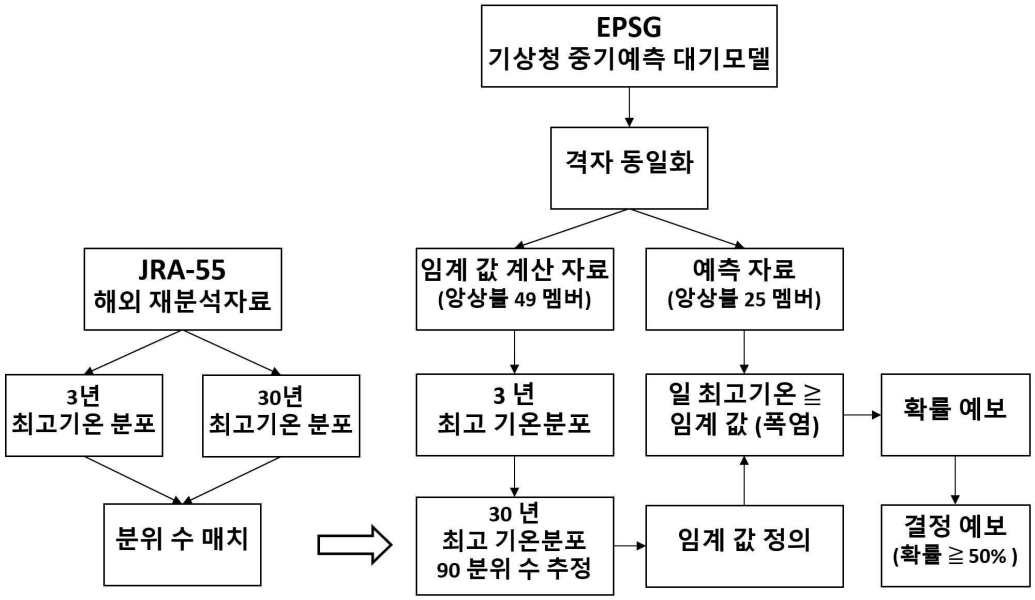
30: 폭염발생예측부

도면

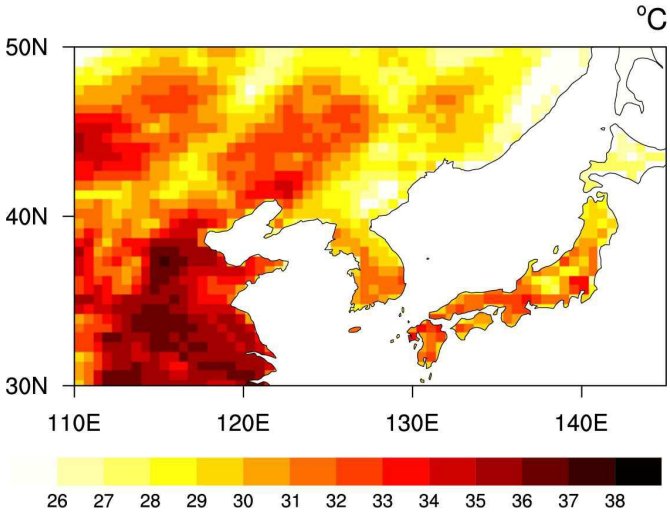
도면1


20
30
10
21
31
22
32
23

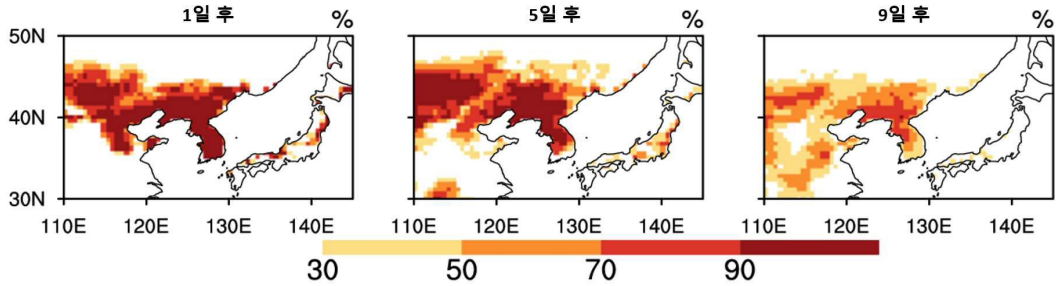
도면2


EPSG
기상청 중기예측 대기모델
격자 동일화
JRA-55
해외 재분석자료
임계 값 계산 자료
(앙상블 49 멤버)
예측 자료
(앙상블 25 멤버)
3년
최고기온 분포
30년
최고기온 분포
3 년
최고 기온분포
일 최고기온 ≧
임계 값 (폭염)
확률 예보
분위 수 매치
30 년
최고 기온분포
90 분위 수 추정
임계 값 정의
결정 예보
(확률 ≧ 50%)

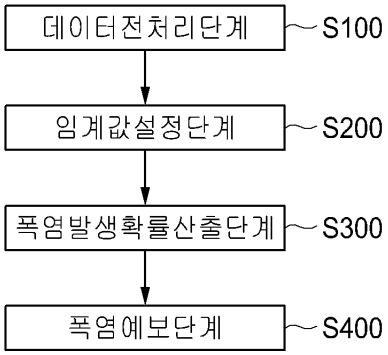
도면3


℃
50N
40N
30N
110E
120E
130E
140E
26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

도면4

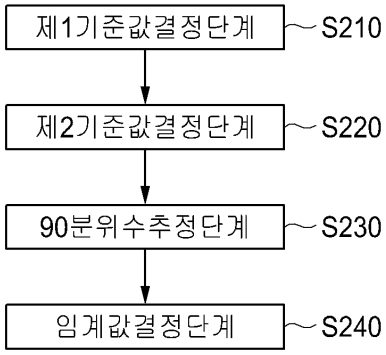

1일 후
%
5일 후
%
9일 후
%
50N
40N
30N
110E
120E
130E
140E
30
50
70
90

도면5


데이터전처리단계
S100
임계값설정단계
S200
폭염발생확률산출단계
S300
폭염예보단계
S400

도면6

S200


제1기준값결정단계
S210
제2기준값결정단계
S220
90분위수추정단계
S230
임계값결정단계
S240