



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0090646  
(43) 공개일자 2020년07월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01W 1/10 (2006.01) B05B 12/08 (2006.01)  
G01S 19/14 (2010.01)  
(52) CPC특허분류  
G01W 1/10 (2013.01)  
B05B 12/084 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0048430  
(22) 출원일자 2020년04월22일  
심사청구일자 2020년04월22일  
(30) 우선권주장  
1020190130754 2019년01월21일 대한민국(KR)

- (71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
김준  
서울특별시 서대문구 연세로 50, 과학관 545호(신촌동, 연세대학교)  
고수정  
서울특별시 서대문구 연세로 50, 과학관 531호(신촌동, 연세대학교)  
조예슬  
서울특별시 서대문구 연세로 50, 과학관 531호(신촌동, 연세대학교)  
(74) 대리인  
김인철

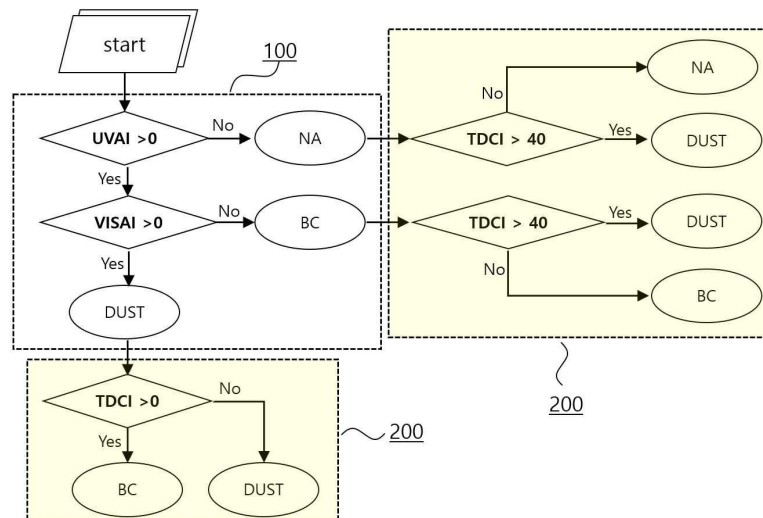
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템

(57) 요약

본 발명은 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템에 관한 것으로서, 가시광 에어로졸 인자(VISAI) 및 자외선 에어로졸 지수(UVAI)를 이용하여, 에어로졸을 황사입자(DUST), 블랙카본계열(BC) 및 비흡수성계열(NA)로 분류하는 제1 분류모듈부(100); 및 제1 분류모듈부에서 분류된 황사입자(DUST) 및 블랙카본계열(BC)를 황사탐지인자(TDCI)를 이용하여 재 구분하는 제2 분류모듈부(200)를 포함하며, 제2 분류모듈부(200)의 황사탐지인자(TDCI)를 기준으로 구분하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

**G01S 19/14** (2013.01)

G01W 2201/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1485015974

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 환경정책기반공공기술개발사업(R&D)

연구과제명 환경위성탐재체 알고리즘 개발 연구단(II)

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

가시광 에어로졸 인자(VISAI) 및 자외선 에어로졸 지수(UVAI)를 이용하여, 에어로졸을 황사입자(DUST), 블랙카본계열(BC) 및 비흡수성계열(NA)로 분류하는 제1 분류모듈부; 및

제1 분류모듈부에서 분류된 황사입자(DUST) 및 블랙카본계열(BC)를 황사탐지인자(TDCI)를 이용하여 재 분류하는 제2 분류모듈부를 포함하며,

상기 제2 분류모듈부의 황사탐지인자(TDCI)를 기준으로 구분하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 가시광 에어로졸 인자(VISAI) 및 자외선 에어로졸 지수(UVAI)는 환경위성탑재체에서 300-500nm 파장을 이용하여 계산되는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서, 제1 분류모듈부는

상기 가시광 에어로졸 인자(VISAI)가 0 이하이면, 에어로졸이 비흡수성계열(NA)로 분류하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

#### 청구항 4

청구항 3에 있어서, 제1 분류모듈부는

상기 가시광 에어로졸 인자(VISAI)가 0을 초과하는 에어로졸이

상기 자외선 에어로졸 지수(UVAI)가 0 이하이면, 블랙카본계열(BC)로 분류하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

#### 청구항 5

청구항 3에 있어서, 제1 분류모듈부는

상기 가시광 에어로졸 인자(VISAI)가 0을 초과하는 에어로졸이

상기 자외선 에어로졸 지수(UVAI)가 0 초과이면, 황사입자(DUST)로 분류하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

#### 청구항 6

청구항 4에 있어서, 제2 분류모듈부는

제1 분류모듈부에 의해 비흡수성계열(NA)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 초과이면, 비흡수성계열(NA)으로 판단하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

#### 청구항 7

청구항 4에 있어서, 제2 분류모듈부는

제1 분류모듈부에 의해 비흡수성계열(NA)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 이하이면, 황사입자(DUST)로 판단하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

## 청구항 8

청구항 5에 있어서, 제2 분류모듈부는

제1 분류모듈부에 의해 블랙카본계열(BC)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 초과이면, 황사입자(DUST)로 판단하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

## 청구항 9

청구항 5에 있어서, 제2 분류모듈부는

제1 분류모듈부에 의해 블랙카본계열(BC)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 이하이면, 블랙카본계열(BC)로 판단하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

## 청구항 10

청구항 6에 있어서, 제2 분류모듈부는

제1 분류모듈부에 의해 황사입자(DUST)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 초과이면, 블랙카본계열(BC)로 판단하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

## 청구항 11

청구항 6에 있어서, 제2 분류모듈부는

제1 분류모듈부에 의해 황사입자(DUST)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 이하이면, 황사입자(DUST)로 판단하는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

## 청구항 12

청구항 1에 있어서,

제2 분류모듈부의 황사탐지인자(TDCI)는 기상위성체에서 적외선 파장을 이용하여 산출되는 것을 특징으로 하는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 에어로졸 유형 분석 시스템에 관한 것으로서, 구체적으로는 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 에어로졸(aerosol)은 미세먼지로서, 대기질을 악화시켜 인체의 호흡기 및 심혈관계에 악영향을 미칠 뿐만 아니라, 기후변화를 일으키는 인자로서 이에 대한 정확한 관측은 필수적이다.

[0003] 이러한 에어로졸을 공간적으로 광범위하고, 시간적으로 상시 관측하기 위해, 2018년과 2020년에 걸쳐 Geokompsat-2A의 기상위성탑재체(Advanced Meteorological Imager, AMI), Geokompsat-2B위성의 해양위성탑재체(Geostationary Ocean Color Imager 2, GOCI-2), 환경위성탑재체(Geostationary Environmental Monitoring Spectrometer, GEMS)가 발사되어 한반도를 포함한 동아시아 영역을 정지궤도에서 관측이 수행되거나 예정되어 있다.

[0004] 위의 세 위성탑재체는 서로 다른 파장 영역을 관측하기 때문에, 에어로졸 산출물은 서로 다른 특징을 보이게 되며, 산출하는 측면에 있어서 서로 다른 장단점을 가지게 된다.

[0005] 대표적으로, 환경위성탑재체는 300nm부터 500nm 에 이르는 파장을 관측하여, 에어로졸의 방사선(radiation) 흡수 정보를 파악하고, 도시와 같은 밝은 지면 위에서 에어로졸을 산출하기 용이한 반면, 에어로졸 입자의 크기 정보는 정확하게 파악하기 어려운 단점이 있다.

[0006] 반면, 기상위성탑재체는 가시광선(visible ray)부터 적외선(IR: infrared ray)에 이르는 파장을 관측하기 때문

에, 입자의 크기 정보를 파악하기에 용이하다.

[0007] 기존의 환경위성탐재체는 300-500nm 에 이르는 파장을 이용하여 자외선 에어로졸 지수(UVAI: UltraViolet Aerosol Index)와 가시광 에어로졸 지수(VISAI: VISible Aerosol Index)를 계산하여, 위성에서 관측된 에어로졸의 유형을 구분하였다.

[0009] 한편, 에어로졸의 유형은 입자의 흡수성 및 크기에 따라 흡수성 조대입자, 흡수성 미세입자, 비흡수성 조대입자, 비흡수성 미세입자의 4가지 종류로 구분 가능하다.

[0010] 흡수성 조대입자는 대표적으로 황사입자(DUST)로 분류 가능하다. 흡수성 미세입자는 대표적으로 블랙카본계열(BC: Black Carbon)에 해당한다. 비흡수성 조대입자는 대표적으로 해양염(Sea-salt)에 해당한다. 비흡수성 미세입자는 대표적으로 황산염(Sulfate), 질산염(Nitrate)에 해당하며 이를 통틀어서 비흡수성계열(NA: Non-Absorbing) 에어로졸로 정의될 수 있다.

[0012] 가시광 에어로졸 지수(VISAI)로는 에어로졸이 조대입자인지, 미세입자인지 구별해 왔으나, 파장 특성의 물리적 한계로 인해 정확도가 높지 않았다. 또한, 자외선 에어로졸 지수(UVAI)로는 에어로졸의 흡수성 입자인지, 비흡수성 입자인지 여부를 구별해왔다.

[0014] 위와 같은 각 방식의 장점 또는 단점으로 인하여, 에어로졸의 분류가 명확하게 되지 못하는 문제점이 있었다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) (문헌 1) 한국등록특허공보 제10-1007304호(2011.01.04)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0016] 본 발명에 따른 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템은 다음과 같은 해결과제를 가진다.

[0017] 첫째, 황사탐지인자(TDCI)와 자외선 에어로졸 지수(UVAI), 가시광 에어로졸 지수(VISAI)를 이용 및 조합하여 환경위성에서의 에어로졸 유형 구분을 명확히 하고자 한다.

[0018] 둘째, 환경위성과 기상위성을 이용하여 최종적으로 황사입자(DUST), 블랙카본계열(BC), 비흡수성계열(NA)를 구분하고자 한다.

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

### 과제의 해결 수단

[0020] 본 발명은 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템으로서, 가시광 에어로졸 인자(VISAI) 및 자외선 에어로졸 지수(UVAI)를 이용하여, 에어로졸을 황사입자(DUST), 블랙카본계열(BC) 및 비흡수성계열(NA)로 분류하는 제1 분류모듈부; 및 제1 분류모듈부에서 분류된 황사입자(DUST) 및 블랙카본계열(BC)를 황사탐지인자(TDCI)를 이용하여 재 분류하는 제2 분류모듈부를 포함하며, 상기 제2 분류모듈부의 황사탐지인자(TDCI)를 기준으로 구분하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명에 있어서, 가시광 에어로졸 인자(VISAI) 및 자외선 에어로졸 지수(UVAI)는 환경위성탐재체에서 300-500nm 파장을 이용하여 계산될 수 있다.

[0022] 본 발명에 있어서, 제1 분류모듈부는 가시광 에어로졸 인자(VISAI)가 0 이하이면, 에어로졸이 비흡수성계열(N

A)로 분류할 수 있다.

- [0023] 본 발명에 있어서, 제1 분류모듈부는 상기 가시광 에어로졸 인자(VISAI)가 0을 초과하는 에어로졸이, 자외선 에어로졸 지수(UVAI)가 0 이하이면, 블랙카본계열(BC)로 분류할 수 있다.
- [0024] 본 발명에 있어서, 제1 분류모듈부는 상기 가시광 에어로졸 인자(VISAI)가 0을 초과하는 에어로졸이 상기 자외선 에어로졸 지수(UVAI)가 0 초과이면, 황사입자(DUST)로 분류할 수 있다.
- [0025] 본 발명에 있어서, 제2 분류모듈부는 제1 분류모듈부에 의해 비흡수성계열(NA)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 초과이면, 비흡수성계열(NA)으로 판단할 수 있다.
- [0026] 본 발명에 있어서, 제2 분류모듈부는 제1 분류모듈부에 의해 비흡수성계열(NA)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 이하이면, 황사입자(DUST)로 판단할 수 있다.
- [0027] 본 발명에 있어서, 제2 분류모듈부는 제1 분류모듈부에 의해 블랙카본계열(BC)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 초과이면, 황사입자(DUST)로 판단할 수 있다.
- [0028] 본 발명에 있어서, 제2 분류모듈부는 제1 분류모듈부에 의해 블랙카본계열(BC)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 이하이면, 블랙카본계열(BC)로 판단할 수 있다.
- [0029] 본 발명에 있어서, 제2 분류모듈부는 제1 분류모듈부에 의해 황사입자(DUST)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 초과이면, 블랙카본계열(BC)로 판단할 수 있다.
- [0030] 본 발명에 있어서, 제2 분류모듈부는 제1 분류모듈부에 의해 황사입자(DUST)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 이하이면, 황사입자(DUST)로 판단할 수 있다.
- [0031] 본 발명에 있어서, 제2 분류모듈부의 황사탐지인자(TDCI)는 기상위성체에서 적외선 파장을 이용하여 산출될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0032] 본 발명에 따른 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템은 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0033] 첫째, 황사탐지인자(TDCI)와 자외선 에어로졸 지수(UVAI), 가시광 에어로졸 지수(VISAI)를 이용 및 조합하여 환경위성에서의 에어로졸 유형 구분을 명확히 하는 효과가 있다.
- [0034] 둘째, 환경위성과 기상위성을 이용하여 최종적으로 황사입자(DUST), 블랙카본계열(BC), 비흡수성계열(NA)을 구분하는 효과가 있다.
- [0035] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 환경위성탑재체를 활용하여 에어로졸 유형을 구분하는 모식도이다.
- 도 2는 종래기술로서, 환경위성탑재체를 활용하여 에어로졸 유형을 구분하는 모식도이다.
- 도 3은 기상위성탑재체 6.3  $\mu\text{m}$ , 8.6  $\mu\text{m}$ , 11  $\mu\text{m}$ , 12  $\mu\text{m}$  파장을 이용하여 황사탐지인자(TDCI)를 계산하는 흐름도이다.
- 도 4는 황사탐지인자(TDCI)와 자외선 에어로졸 지수(UVAI), 가시광 에어로졸 지수(VISAI)를 이용하여 에어로졸 유형 황사입자(DUST), 블랙카본계열(BC), 비흡수성계열(NA)을 구분하는 모식도이다.
- 도 5 내지 도 7은 도 4에서 도출된 결과를 이용하여 환경위성에서 에어로졸을 산출할 경우 단일산란알베도(Single Scattering Albedo, SSA)의 검증결과의 지상 참값과의 비교 결과가 향상되는 모습을 보여준다.
- 도 8 및 도 9는 도 4의 황사탐지인자(TDCI)의 적용에 의해 에어리즘 분류 결과가 달라지는 것을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해

할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 가능한 한 동일하거나 유사한 부분은 도면에서 동일한 도면부호를 사용하여 나타낸다.

- [0038] 본 명세서에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지는 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다.
- [0039] 본 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0040] 본 명세서에서 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0042] 이하에서는 도면을 참고하여 본 발명을 설명하고자 한다. 참고로, 도면은 본 발명의 특징을 설명하기 위하여, 일부 과장되게 표현될 수도 있다. 이 경우, 본 명세서의 전 취지에 비추어 해석되는 것이 바람직하다.
- [0044] 도 1은 환경위성탐체제를 활용하여 에어로졸 유형을 구분하는 모식도이다. 도 2는 종래기술로서, 환경위성탐체제를 활용하여 에어로졸 유형을 구분하는 모식도이다.
- [0045] 도 1 및 도 2에서 종래 기술은 환경위성탐체제만을 이용하여 에어로졸 유형을 구분하기 위하여 자외선 에어로졸 지수(UVAI), 가시광 에어로졸 지수(VISAI)를 사용하여 황사입자(DUST), 블랙카본계열(BC), 비흡수성계열(NA)을 구분하였다. 하지만, 특히 황사입자(DUST)와 블랙카본계열(BC)의 구분이 정확하게 이루어지지 않았다.
- [0046] 자외선 영역(UV region)에서 수행되는 에어로졸 광학 특성 탐지는 다음과 같은 장점을 가진다. 즉, 에어로졸 광학 특성은 지표반사율이 낮은 곳에서 잘 감지되는데 자외선 영역에서는 육상의 지표 반사율이 낮기 때문에 에어로졸 광학특성을 잘 파악할 수 있다.
- [0047] 자외선(UV)에서 에어로졸 흡수와 분자 산란 사이의 강한 상호작용은 에어로졸 흡수(aerosol absorption)에 대한 자외선 복사의 민감도를 증가시킨다.
- [0048] 하지만, 자외선에서는 에어로졸 흡수를 탐지하는 것은 편리하지만, 장파에 비해 상대적으로 에어로졸 크기 정보(aerosol size information)를 얻는 것이 힘들다.
- [0050] 이에, 본 발명은 황사탐지인자(TDCI)와 자외선 에어로졸 지수(UVAI), 가시광 에어로졸 지수(VISAI)를 이용 및 조합하여 환경위성에서의 에어로졸 유형 구분을 명확히 하고, 환경위성과 기상위성을 이용하여 최종적으로 황사입자(DUST), 블랙카본계열(BC), 비흡수성계열(NA)을 구분하고자 한다.
- [0052] 본 발명에 따른 황사탐지인자(TDCI: Total Dust Confidence Index)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템은 제1 분류모듈부(100)와 제2 분류모듈부(200)로 구비되어, 제1 분류모듈부에서 1차 분류된 것을 제2 분류모듈부에서 2차로 재 분류 하는 것을 특징으로 한다.
- [0054] 먼저, 제1 분류모듈부(100)를 설명하고자 한다. 도 2는 제1 분류모듈부를 나타낸다.
- [0055] 본 발명에 따른 제1 분류모듈부(100)는 가시광 에어로졸 인자(VISAI) 및 자외선 에어로졸 지수(UVAI)를 이용하여, 에어로졸을 황사입자(DUST), 블랙카본계열(BC) 및 비흡수성계열(NA)로 분류할 수 있다.
- [0057] 본 발명에 따른 제1 분류모듈부(100)는 가시광 에어로졸 인자(VISAI) 및 자외선 에어로졸 지수(UVAI)는 환경위



성탑재체에서 300-500nm 파장을 이용하여 계산될 수 있다.

- [0059] 본 발명에 따른 제1 분류모듈부(100)는 가시광 에어로졸 인자(VISAI)가 0 이하이면, 에어로졸이 비흡수성계열(NA)로 분류할 수 있다.
- [0061] 본 발명에 따른 제1 분류모듈부(100)는 가시광 에어로졸 인자(VISAI)가 0을 초과하는 에어로졸이 자외선 에어로졸 지수(UVAI)가 0 이하이면, 블랙카본계열(BC)로 분류할 수 있다.
- [0063] 본 발명에 따른 제1 분류모듈부(100)는 가시광 에어로졸 인자(VISAI)가 0을 초과하는 에어로졸이 자외선 에어로졸 지수(UVAI)가 0 초과이면, 황사입자(DUST)로 분류할 수 있다.
- [0065] 다음으로, 제2 분류모듈부(200)를 설명하고자 한다.
- [0066] 도 4는 제1 분류모듈부와 결합된 제2 분류모듈모듈부를 나타낸다.
- [0067] 본 발명에 따른 제2 분류모듈부(200)는 제1 분류모듈부에서 분류된 황사입자(DUST) 및 블랙카본계열(BC)를 황사탐지인자(TDCI)를 이용하여 재 분류할 수 있다. 제2 분류모듈부(200)의 황사탐지인자(TDCI)를 기준으로 구분할 수 있다.
- [0069] 도 3은 기상위성탑재체 6.3  $\mu\text{m}$ , 8.6  $\mu\text{m}$ , 11  $\mu\text{m}$ , 12  $\mu\text{m}$  파장을 이용하여 황사탐지인자(TDCI)를 계산하는 흐름도이다.
- [0070] 종래 선행 연구들은 각기 다른 방법을 이용하여 황사를 탐지하는 인자(DCI:Dust Confidence Index)를 계산해왔다. 밝기 온도 차이(BTD:Brightness Temperature Difference) (11  $\mu\text{m}$ -12 $\mu\text{m}$ ) 방법론, 30-day composite BTR(C-BTR)(11  $\mu\text{m}$ /12  $\mu\text{m}$ ) 방법론, C-BTR(11  $\mu\text{m}$ /8.6  $\mu\text{m}$ ) 방법론 등이 있었고, 11 $\mu\text{m}$  와 12 $\mu\text{m}$ 의 밝기 온도 차이와 8.6 $\mu\text{m}$  와 11 $\mu\text{m}$ 의 밝기 온도 차이의 비를 이용하는 D\*-parameter 방법론이 있었다.
- [0071] 하지만 이러한 방법론들은 지면의 반사도의 크기 등 황사가 존재하는 픽셀의 주변 상황의 경우에 따라 황사 탐지 결과가 달라질 가능성이 있다. 따라서, 정확도와 신뢰성을 향상하기 위하여 모든 DCI의 평균인 총(Total) DCI(TDCI:Total Dust Confidence Index)을 계산하여 먼지가 있는 픽셀을 보다 정확하게 판단하고자 하였다. 도 3은 1) 위성에서 관측한 밝기온도(Tb test)와 7.3  $\mu\text{m}$ , 11  $\mu\text{m}$ 의 결정계수(R2 test)를 이용하여 구름을 제거한 후 (Cloud masking), 2) 기존 선행 연구들에서 개발한 4가지의 DCI를 구하는 방법을 적용하여 각각의 DCI를 계산한다. 이후 TDCI는 DCI1, DCI2, DCI3, DCI4를 평균 후 100을 곱하여 TDCI를 계산하게 된다.
- [0072] TDCI의 적절한 황사 탐지 기준을 찾기 위하여, 2016년 1월부터 6월까지 동아시아 지역에서 TDCI를 검증하였다. TDCI 기준을 30, 35, 40으로 두어 황사탐지의 실패 여부를 살펴본 결과, 40이 기준일 때 가장 탐지에 실패할 확률이 적음을 확인하였다.
- [0073] 이에, 본 발명에 따른 황사탐지인자(TDCI)를 이용한 에어로졸 유형 분석 시스템은 황사탐지인자(TDCI) 40을 기준으로 분류를 하는 것을 특징으로 한다.
- [0075] 제2 분류모듈부(200)의 황사탐지인자(TDCI)는 기상위성체에서 적외선 파장을 이용하여 산출될 수 있다.
- [0077] 본 발명에 따른 제2 분류모듈부(200)는 제1 분류모듈부(100)에 의해 비흡수성계열(NA)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 초과이면, 비흡수성계열(NA)으로 판단할 수 있다.
- [0079] 본 발명에 따른 제2 분류모듈부(200)는 제1 분류모듈부(100)에 의해 비흡수성계열(NA)로 분류된 에어로졸의 황



사탐지인자(TDCI)가 40 이하이면, 황사입자(DUST)로 판단할 수 있다.

- [0081] 본 발명에 따른 제2 분류모듈부(200)는 제1 분류모듈부(100)에 의해 블랙카본계열(BC)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 초과이면, 황사입자(DUST)로 판단할 수 있다.
- [0083] 본 발명에 따른 제2 분류모듈부(200)는 제1 분류모듈부(100)에 의해 블랙카본계열(BC)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 이하이면, 블랙카본계열(BC)로 판단할 수 있다.
- [0084] 본 발명에 따른 제2 분류모듈부(200)는 제1 분류모듈부(100)에 의해 황사입자(DUST)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 초과이면, 블랙카본계열(BC)로 판단할 수 있다.
- [0085] 본 발명에 따른 제2 분류모듈부(200)는 제1 분류모듈부(100)에 의해 황사입자(DUST)로 분류된 에어로졸의 황사탐지인자(TDCI)가 40 이하이면, 황사입자(DUST)로 판단할 수 있다.
- [0087] 도 5 내지 도 7은 도 4에서 도출된 결과를 이용하여 환경위성에서 에어로졸을 산출할 경우 단일산란알베도(Single Scattering Albedo, SSA)의 검증결과와 지상 관측과의 비교 결과가 향상되는 모습을 보여준다.
- [0089] 도 5a, 도 6a 및 도 7a는 TDCI를 적용하기 전의 환경위성탐체 에어로졸 광학두께(AOD), 단일산란알베도(SSA)의 산출값 검증결과를 나타낸다.
- [0090] 도 5b, 도 6b 및 도 7b는 도 4의 산출과정 중 적용한 후의 환경위성탐체 에어로졸 광학두께(AOD), 단일산란알베도(SSA)의 산출값 검증결과를 나타낸다.
- [0092] 황사 탐지 인자를 적용하여 올바른 에어로졸의 종류를 결정한 결과, 환경위성탐체 에어로졸 광학두께(AOD)가 지상관측값(AERONET)과 비교시 적용 전인 도 5a에 비해 적용 후인 도 5b의 기울기가 좋아지나 정확도 향상이 나타나지 않는다.
- [0093] 하지만 단일산란알베도의 경우, 지상 관측값과(AERONET\_SSA)의 차이가 0.03 미만인 데이터의 비율이 적용하기 전인 도 7a의 42.06%에서 적용한 후, 도 7b의 51.40%로 뚜렷한 결과 향상을 확인 할 수 있다. 지상 관측값과의 차이가 0.05 미만인 데이터의 비율 또한 적용 전 70.56%에서 적용 후 75.70%로 단일산란알베도의 정확도 향상을 확인할 수 있다.
- [0095] 도 8 및 도 9는 도 4의 황사탐지인자(TDCI)의 적용에 의해 에어리즘 분류 결과가 달라지는 것을 나타낸다.
- [0096] 도 8은 2006년 4월 8일 동북아시아의 자외선 에어로졸 지수(UVAI), 가시광 에어로졸 지수(VISAI)만을 이용 환경위성에서의 에어로졸 유형 구분을 수행한 결과이다.
- [0097] UVAI와 VISAI만을 이용하여 에어로졸의 종류를 구분할 경우, 비흡수(non-absorbing, NA) 계열 에어로졸은 구분하기 쉬우나, 황사(Dust)와 블랙카본계열(BC)의 스모크(smoke) 에어로졸은 상대적으로 오분류 될 가능성이 존재한다. 따라서, 만주 지역의 에어로졸 타입은 Dust가 주요한 것으로 나타났으나 실제로는 스모크(smoke) 종류의 에어로졸일 확률이 존재한다.
- [0098] 도9는 도 8과 동일한 시간의 자외선 에어로졸 지수(UVAI), 가시광 에어로졸 지수(VISAI)만과 TDCI를 추가적으로 적용하여 GEMS 에어로졸 분류 정확도를 향상 시킨 경우이다. 추가적인 분류방법을 통하여 만주지역의 에어로졸 종류가 황사(Dust)가 아닌 스모크(smoke)로 판단됨을 확인할 수 있다.
- [0100] 본 발명에서 수행되는 동작들은 디지털 전자 회로, 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 또는 그들의 조합들 내에서 실행될 수 있다. 특징들은 예컨대, 프로그래밍 가능한 프로세서에 의한 실행을 위해, 기계 판독 가능한 저장 디바이스 내의 저장장치 내에서 구현되는 컴퓨터 프로그램 제품에서 실행될 수 있다. 그리고 특징들은 입력 데이

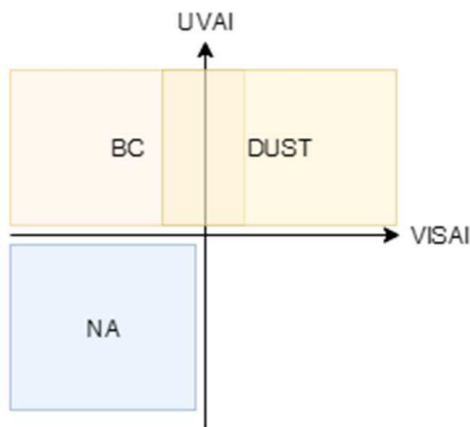
터 상에서 동작하고 출력을 생성함으로써 설명된 실시예들의 함수들을 수행하기 위한 지시어들의 프로그램을 실행하는 프로그래밍 가능한 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 설명된 특징들은, 데이터 저장 시스템으로부터 데이터 및 지시어들을 수신하기 위해, 및 데이터 저장 시스템으로 데이터 및 지시어들을 전송하기 위해 결합된 적어도 하나의 프로그래밍 가능한 프로세서, 적어도 하나의 입력 디바이스, 및 적어도 하나의 출력 디바이스를 포함하는 프로그래밍 가능한 시스템 상에서 실행될 수 있는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들 내에서 실행될 수 있다.

[0102]

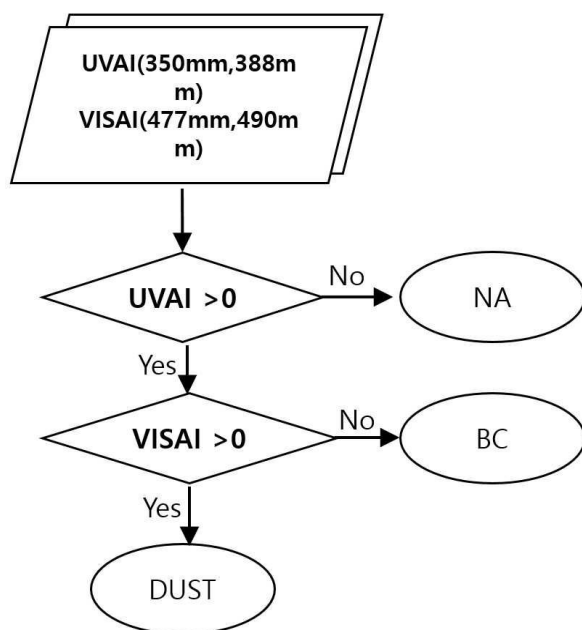
본 명세서에서 설명되는 실시예와 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 예시적으로 설명하는 것에 불과하다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아님은 자명하다. 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시 예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 도면

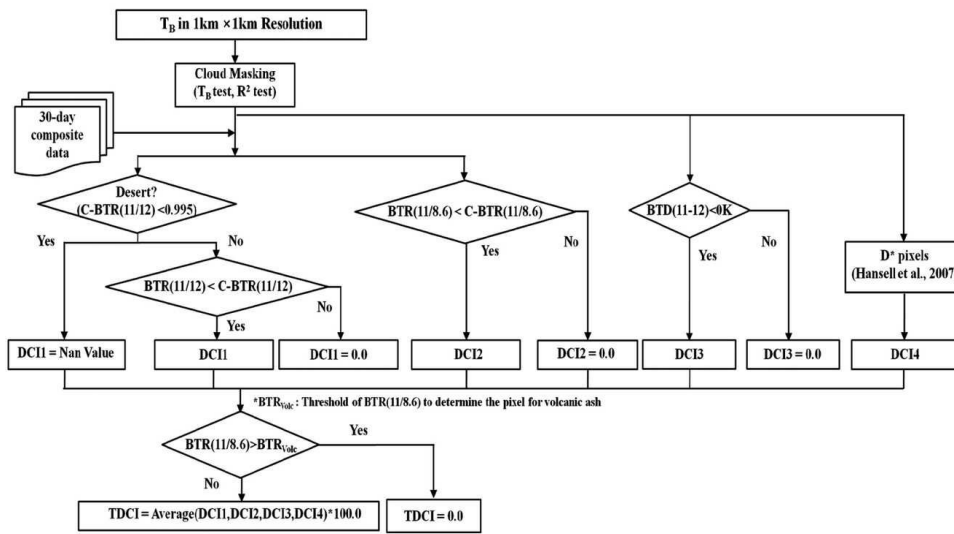
### 도면1



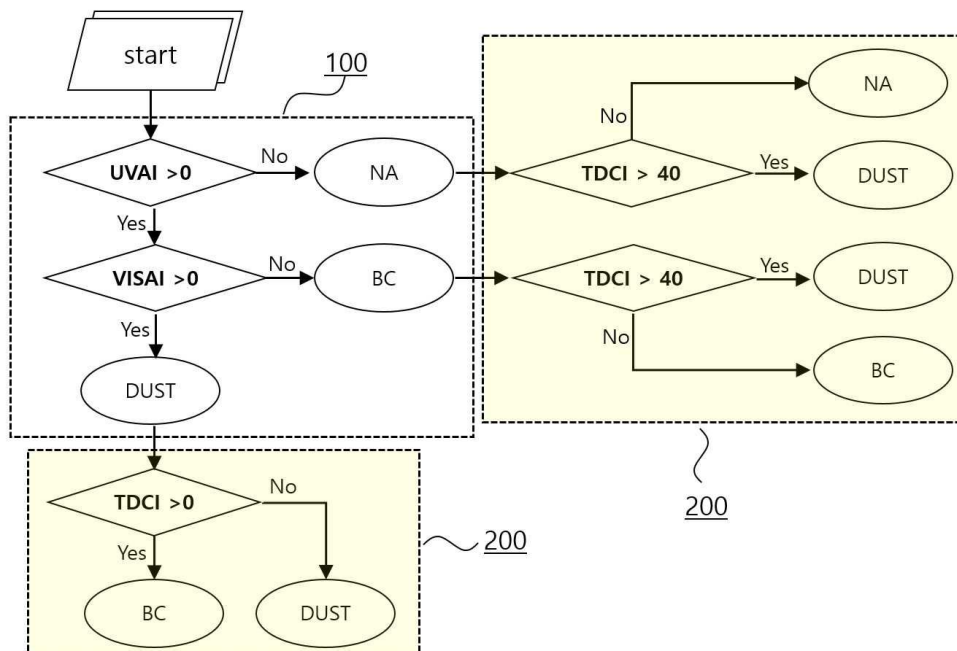
### 도면2



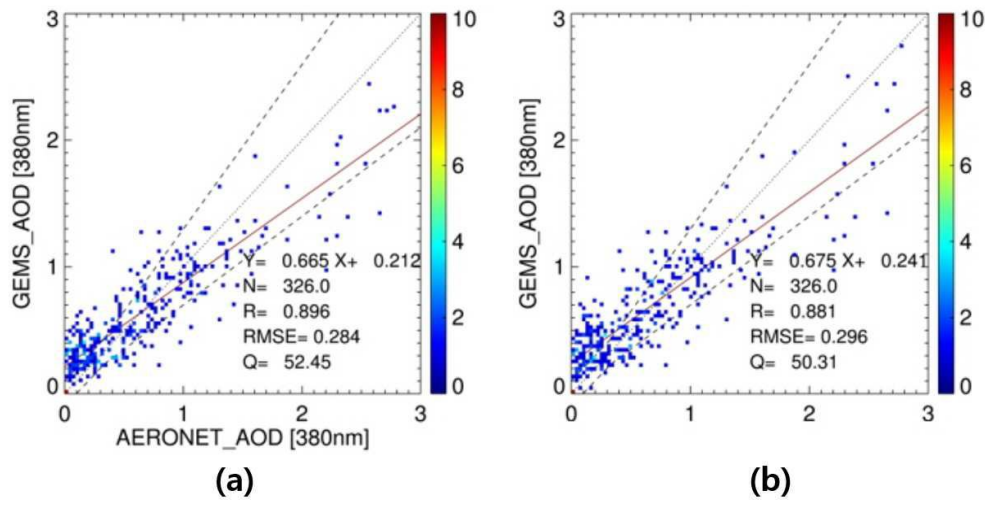
도면3



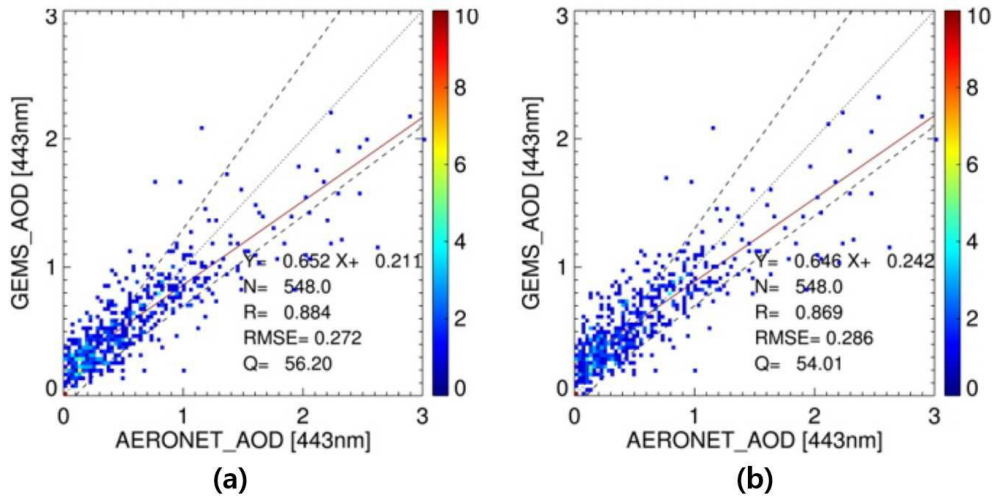
도면4



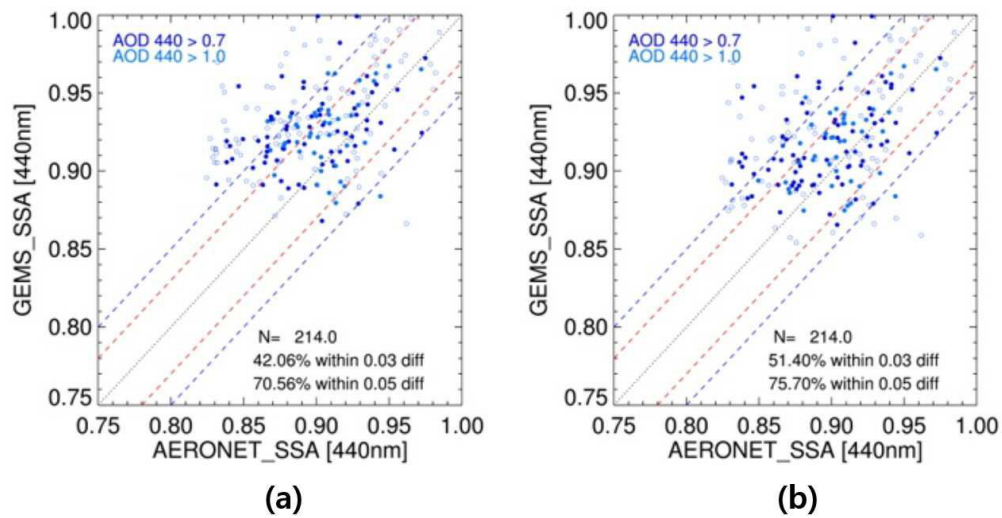
도면5



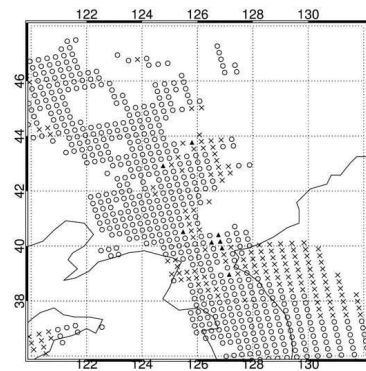
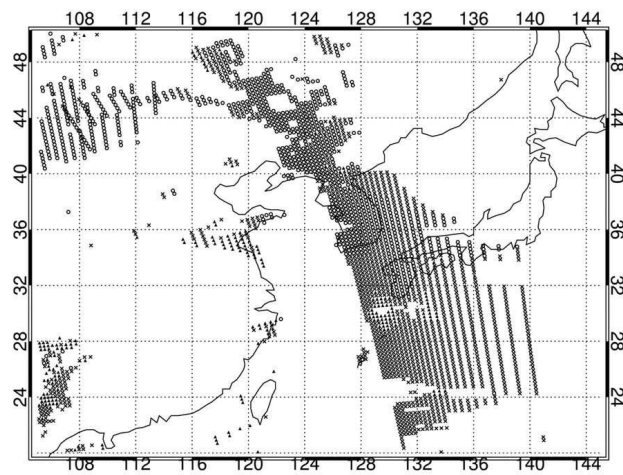
도면6



도면7



도면8



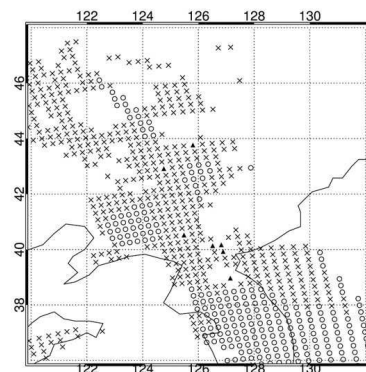
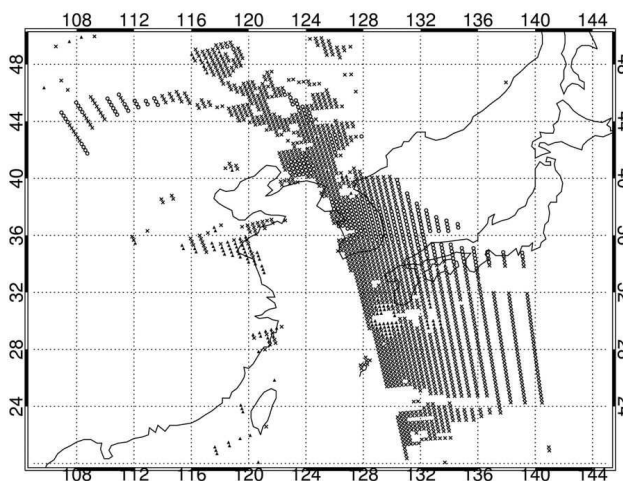
TDCI 적용 전

▲:SULFATE (NA)

○:DUST

X:SMOKE

도면9



TDCI 적용 후

▲:SULFATE (NA)

○:DUST

X:SMOKE