



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0108769
(43) 공개일자 2010년10월08일

(51) Int. Cl.

G01J 1/00 (2006.01) G01W 1/00 (2006.01)
G01W 1/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0026964

(22) 출원일자 2009년03월30일

심사청구일자 2009년03월30일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

윤진일

경기도 성남시 분당구 이매동 이매촌아파트 303-402

(74) 대리인

특허법인다울

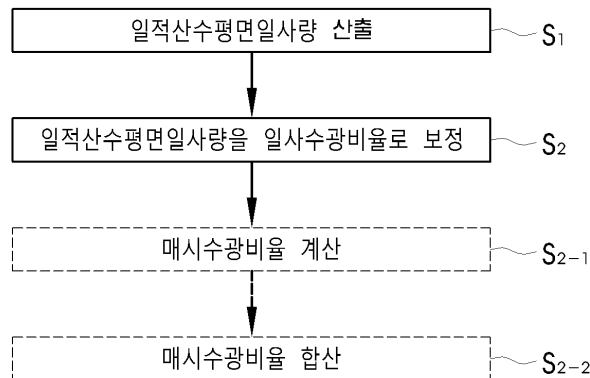
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법

(57) 요약

본 발명은 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법에 대한 것으로서, 특히 일사량보정계수에 의해 주어진 일적산수평면일사량을 보정하여 임의 경사면의 일적산경사면일사량을 즉시 알아낼 수 있는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법에 관한 것이다. 본 발명은 임의의 경사면에 대한 일사량보정계수인 일사수광비율을 한번만 계산해 두면 인근 기상대에서 관측한 임의 날짜의 일적산일사량에 이를 곱하여 보정함으로써, 복잡한 기하학적 계산을 하지 않아도 그 날의 정확한 적산일사량을 쉽게 알 수 있는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 306003-04

부처명 농림수산식품부

연구관리전문기관

연구사업명 농림기술개발사업

연구과제명 전자기후도 기반 유역단위 농업기상예보시스템

기여율

주관기관 경희대학교

연구기간 2006.04.25~2010.04.24

특허청구의 범위

청구항 1

일적산수평면일사량을 산출하는 단계와,

상기 일적산수평면일사량을 시간대별 수광비율의 합산값인 일사수광비율로 곱하여 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 일사수광비율(W_d)은 $W_d = \sum W_h$ 이며,

상기 n 은 합산될 시간대별 수광비율의 개수이고,

상기 W_h 는 시간대별 수광비율인 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 시간대별 수광비율은 수평면 청천일사량에 대한 경사면 청천일사량의 비율 및 시간대별 상대일사강도에 비례하는 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 시간대별 수광비율(W_h)은 $W_h = k_i R_i$ 이며,

상기 k_i 는 시간대별 상대일사강도이고,

상기 R_i 는 일 시간대의 수평면 청천일사량에 대한 경사면 청천일사량의 비율인 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 시간대별 상대일사강도(k_i)는 $k_i = \frac{x_i}{(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}$ 이며,

상기 x_i 는 일 시간대의 수평면 청천일사량인 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 주어진 시간대의 수평면 청천일사량에 대한 경사면 청천일사량의 비율(R_i)은 $R_i = \frac{y_i}{x_i}$ 이며,

상기 x_i 는 일 시간대의 수평면 청천일사량이고,

상기 y_i 는 일 시간대의 경사면 청천일사량인 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 일 시간대의 수평면 청천일사량(x_i)은 직달성분(S_{b0})과 산란성분(S_{d0})을 합산한 값이며,

상기 일 시간대의 경사면 청천일사량(y_i)은 직달일사량(S_{b1})과 산란일사수광량(S_{d1})을 합산한 값인 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 직달성분(S_{b0})은 $S_{b0} = S_0 \tau^{\frac{1}{\sin \alpha}} \sin \alpha$ 이며,

상기 산란성분(S_{d0})은 $S_{d0} = S_0 (0.271 - 0.294 \tau^{\frac{1}{\sin \alpha}}) \sin \alpha$ 이고,

상기 직달일사량(S_{b1})은 $S_{b1} = S_{b0} \frac{\{\cos A \cos(\beta - B) \sin \alpha + \sin A \cos \alpha\}}{\sin A}$ 이며,

상기 산란일사수광량(S_{d1})은 $S_{d1} = S_{d0} \cos^2(\frac{\alpha}{2})$ 이고,

상기 α 는 태양고도각이며,

상기 A 는 경사도이고,

상기 B 는 경사향이며,

상기 α 는 태양고도각이고,

상기 β 는 방위각이며,

상기 S_0 는 수평의 지표면에 도달하는 태양상수의 한 시간 적산값이고,

상기 τ 는 태양복사의 대기 투과율 상한값인 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 태양복사의 대기 투과율 상한값(τ)은 0.8인 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법에 대한 것으로서, 특히 일사량보정계수에 의해 주어진 일적산 수평면일사량을 보정하여 임의 경사면의 일적산경사면일사량을 즉시 알아낼 수 있는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 기상대에서 측정하는 일사량은 소위 '수평면전천일사량'으로서 수평의 지면에 도달하는 0.3 내지

3.0 마이크로미터 파장범위의 복사에너지이다. 또한, 이의 측정단위는 단위시간(1초) - 단위면적(1제곱미터) 당 에너지량(주율)이다. 일반 사용자에게 제공하기 위해서는 이것을 일사측정장비에 의해 24시간 동안 연속측정하고 그 값을 적산하여 제곱미터 당 메가주율(100만 주율) 단위로 표현한다. 이렇게 만들어진 '일적산수평면일사량'은 농림업은 물론 건축, 토목, 태양에너지산업 등에 유용하게 사용된다.

[0003] 하지만 실제지형은 수평면이 아니라 일정 기울기(경사도)와 기울어진 방향(경사방향)을 가진 경사면인 경우가 대부분이므로, 지표면에 실제로 도달하는 일사에너지나 그 토지에서 재배되는 농작물군락이 이용가능한 일사량, 즉 '일적산경사면일사량'이 필요하다. 이를 알기 위해서는 기상청에서 발표하는 '일적산수평면일사량'을 해당토지의 경사도와 경사방향은 물론, 그 날의 태양고도와 방위각에 따라 적절하게 보정해야 한다. 하지만 토지의 경사도와 경사향은 고정되어있지만 태양의 고도와 방위각은 연중 날짜뿐 아니라 하루 중 시간대에 따라 변화하므로 정확한 '일적산경사면일사량'을 추정하기 위해서는 시간대별 '수평면천천일사량' 자료를 수집해야 한다. 또한, 그 시간대의 태양위치를 계산해야 하는 등 일반인에게는 수행하기 어려운 작업이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 일적산경사면일사량을 쉽게 구할 수 있는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0005] 상술한 목적을 달성하기 위해 본 발명은 일적산수평면일사량을 산출하는 단계와, 상기 일적산수평면일사량을 시간대별 수광비율의 합산값인 일사수광비율로 곱하여 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법을 제공한다.

[0006] 상기 일사수광비율(W_d)은 $W_d = \sum W_h$ 이며, 상기 n 은 합산될 시간대별 수광비율의 개수이고, 상기 W_h 는 시간대별 수광비율이다. 이때, 상기 시간대별 수광비율은 수평면 청천일사(clear sky radiation)량에 대한 경사면 청천일사량의 비율 및 시간대별 상대일사강도에 비례한다. 즉, 상기 시간대별 수광비율(W_h)은 $W_h = k_i R_i$ 이며, 상기 k_i 는 시간대별 상대일사강도이고, 상기 R_i 는 일 시간대의 수평면 청천일사량에 대한 경사면 청천일사량의 비율이다.

[0007] 상기 시간대별 상대일사강도(k_i)는 $k_i = \frac{x_i}{(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}$ 이며, 상기 x_i 는 일 시간대의 수평면 청천일사량이다. 상기 주어진 시간대의 수평면 청천일사량에 대한 경사면 청천일사량의 비율(R_i)은 $R_i = \frac{y_i}{x_i}$ 이며, 상기 x_i 는 일 시간대의 수평면 청천일사량이고, 상기 y_i 는 일 시간대의 경사면 청천일사량이다.

[0008] 상기 일 시간대의 수평면 청천일사량(x_i)은 직달성분(S_{b0})과 산란성분(S_{a0})을 합산한 값이며, 상기 일 시간대의 경사면 청천일사량(y_i)은 직달일사량(S_{b1})과 산란일사수광량(S_{a1})을 합산한 값이다.

[0009] 상기 직달성분(S_{b0})은 $S_{b0} = S_0 \tau^{\frac{1}{\sin \alpha}} \sin \alpha$ 이며, 상기 산란성분(S_{a0})은 $S_{a0} = S_0 (0.271 - 0.294 \tau^{\frac{1}{\sin \alpha}}) \sin \alpha$ 이고, 상기 직달일사량(S_{b1})은 $S_{b1} = S_{b0} \frac{\{\cos A \cos(\beta - B) \sin \alpha + \sin A \cos \alpha\}}{\sin A}$ 이며, 상기 산란일사수광량(S_{a1})은 $S_{a1} = S_{a0} \cos^2(\frac{\alpha}{2})$ 이고, 상기 α 는 태양고도각이며, 상기 A 는 경사도이고, 상기 B 는 경사향이며, 상기 α 는 태양고도각이고, 상기 β 는 방위각이며, 상기 S_0 는 수평의 지표면에 도달하는 태양상수의 한 시간 적산값이고, 상기 τ 는 태양복사

의 대기 투과율 상한값이다. 이때, 상기 태양복사의 대기 투과율 상한값(τ)은 0.8로 둔다.

효 과

본 발명은 임의의 경사면에 대한 일사량보정계수인 일사수광비율을 한번만 계산해 두면 인근 기상대에서 관측한 임의 날짜의 일적산일사량에 이를 곱하여 보정함으로써, 복잡한 기하학적 계산을 하지 않아도 그 날의 정확한 적산일사량을 쉽게 알 수 있는 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상의 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.

도 1은 본 발명에 따른 임의의 경사면 상 일적산일사량 추정방법의 순서도이고, 도 2는 본 발명에 따른 임의의 경사면 상 일적산일사량 추정방법을 실제 지형(강원도 평창군 도암면)에 적용한 월별 일사수광량(SOLAR IRRADIANCE) 분포도이다.

본 발명에 따른 임의의 경사면 상 일적산일사량 추정방법은 도 1에 도시된 바와 같이, 일적산수평면일사량을 산출하는 단계(S_1)와, 일적산수평면일사량을 일사량보정계수인 일사수광비율로 보정하는 단계(S_2)를 포함한다.

일적산수평면일사량을 산출하는 단계(S_1)는 일사측정장비에 의해 24시간 동안 연속측정하고 그 값을 적산하여 제곱미터 당 메가줄을 단위로 표현한다.

일적산수평면일사량을 일사량보정계수인 일사수광비율로 보정하는 단계(S_2)는 계산된 시간대별 수광비율을 모두 적산하여 일사수광비율을 계산한다. 이러한 일적산수평면일사량을 일사량보정계수인 일사수광비율로 보정하는 단계는 매시수광비율을 계산하는 단계(S_{2-1})와, 매시수광비율을 합산하는 단계(S_{2-2})를 포함한다.

매시수광비율을 계산하는 단계(S_{2-1})는 주어진 시간대의 수평면 일사량에 대한 경사면 일사량의 비율을 계산한다. 즉, 본 발명은 주어진 시간대의 일사량에 대한 경사면 일사량의 비율을 매시수광비율(W_h)이라 정의하며, 이는 수식1과 같다.

[수식1]

$$W_h = k_i R_i = \frac{x_i}{X} R_i$$

수식1에서 k_i 는 시간대별 상대일사강도이고, X 는 수평면의 하루 적산일사량을 의미한다. 또한, x_i 는 해당 시간대의 일사량이고, R_i 는 주어진 시간대의 수평면 청천일사량(x_i)에 대한 경사면 청천일사량(y_i)의 비율을 의미한다. 이때, 시간대별 상대일사강도(k_i)는 수평면의 하루 적산일사량(X)에 대한 해당 시간대의 청천일사량(x_i) 비율로 정의되며, 일사량 실측값이 아닌 청천일사량, 즉, 태양상수의 매시간 적산값을 이용하여 계산한다. 이러한 시간대별 상대일사강도(k_i)는 수식2와 같이 나타낼 수 있다.

[수식2]

$$k_i = \frac{x_i}{(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}$$

또한, 주어진 시간대의 수평면 청천일사량(x_i)에 대한 경사면 청천일사량(y_i)의 비율(R_i)은 수식3과 같이 나타낼 수 있다.

[0024] [수식3]

$$R_i = \frac{y_i}{x_i}$$

[0025]

[0026] 수식3에서 연중 날짜별 해당 시간대의 수평면 청천일사량(x_i)의 계산법은 기존에 알려진 방법으로 계산할 수 있다. 이는 수평의 지표면에 도달하는 태양상수의 한 시간 적산값(S_0)은 관측시점의 태양고도(α)에 따라 직달성분(S_{b0}) 및 산란성분(S_{a0})으로 구분하여 계산할 수 있다. 이때, 직달성분(S_{b0})은 수식4와 같이 표현할 수 있으며, 산란성분(S_{a0})은 수식5와 같이 표현할 수 있다.

[0027] [수식4]

$$S_{b0} = S_0 \tau^{\frac{1}{\sin \alpha}} \sin \alpha$$

[0028]

[0029] [수식5]

$$S_{a0} = S_0 (0.271 - 0.294 \tau^{\frac{1}{\sin \alpha}}) \sin \alpha$$

[0030]

[0031] 수식4와 수식5에서 τ 는 태양복사의 대기 투과율 상한값으로서, 대기권 최외각에 도달한 복사에너지 가운데 약 80%까지 산란되지 않고 직접 지구표면에 도달하므로 0.8로 둔다. 이때, 대기 투과율은 태양고도가 낮아짐에 따라 함께 낮아져 직달일사 성분을 감소시킨다. 또한, 두 가지 성분, 즉, 직달성분(S_{b0})과 산란성분(S_{a0})을 합하면 수평면에 도달하는 시간대별 청천일사량을 구할 수 있다.

[0032] 연중 날짜별 경사면 청천일사량(y_i)의 계산 역시 연중 날짜별 해당 시간대의 수평면 청천일사량(x_i)의 계산법과 같이 기존에 알려져 있는 방법으로 계산할 수 있다. 이는 예를 들어, 관측시점의 태양고도각과 방위각을 각각 α 와 β 라 할 때, 경사향이 B 이고 경사도가 A 인 지면이 받는 직달일사량(S_{b1})은 수식 6과 같이 나타낼 수 있다.

[0033] [수식6]

$$S_{b1} = S_{b0} \frac{\{\cos A \cos(\beta - B) \sin \alpha + \sin A \cos \alpha\}}{\sin A}$$

[0034]

[0035] 또한, 산란일사수광량(S_{a1})은 수광면의 각도에 무관하며 천공개방도(sky view factor)에 따라 수식7에 의해 추정될 수 있다.

[0036] [수식7]

$$S_{a1} = S_{a0} \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

[0037]

[0038] 수식7에서 $\cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 는 1을 최대값으로 하는 천공개방도이다. 또한, 두 가지 성분, 즉, 수식6의 직달일사량(S_{b1})과 수식7의 산란일사수광량(S_{a1})을 합한 것이 경사면이 받는 시간대별 청천일사량(y_i)이다.

[0039] 매시수광비율을 합산하는 단계(S_{2-2})는 매시수광비율을 계산하는 단계(S_{2-1})에서 계산된 매시수광비율(W_h), 즉, 시간대별 수광비율을 모두 적산하면 해당 날짜의 일사수광비율(W_d)이 된다. 또한, 그 값은 수평면에서의 값 1.0에 대한 경사면의 상대적인 지수로서 일사량보정계수에 해당되며, 수식8과 같이 나타낼 수 있다.

[0040] [수식8]

$$[0041] \quad W_d = \sum^n W_h$$

[0042] 수식8에서 n 은 시간대별 수광비율의 개수이다.

[0043] 이와 같이, 본 발명은 산출된 일적산수평면일사량을 상기와 같이 계산된 일사수광비율(W_d), 즉, 일사량보정계수로 곱함으로써 보정하여, 임의 경사면(경사도 $\times$ 경사방향)의 일적산경사면일사량을 즉시 알아낼 수 있다.

[0044] 다음은 본 발명에 따른 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법의 적용에 대해 도 2를 참조하여 설명하고자 한다. 이때, 도 2는 지형이 복잡한 강원도 평창군 도암면에 본 발명에 따른 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법을 적용하여 대관령기상대에서 관측된 월별 평균 일적산일사량을 해상도 30m의 경사면 일사량으로 변환하였다. 또한, 도 2의 상단 왼쪽에서 오른쪽으로 1월, 3월, 5월, 하단 왼쪽에서 오른쪽으로 7월, 9월, 11월 평균 일별 적산일사수광량(단위: $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$)이 지형음영을 배경으로 동일 범례로 표현되었으며 위치식별을 위해 저수지(도암댐)와 하천을 중첩시켰다. 이와 같이 본 발명에 따른 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법이 적용된 도 2를 참조하면, 경사면에 따라 평균 일별 적산일사수광량이 상이한 것을 알 수 있다.

[0045] 상술한 바와 같이, 본 발명은 태양상수를 이용하여 매 시간대별 수평면 일사강도와 수평면에 대한 경사면의 일사수광비율 등을 동시에 고려하여 하루 동안의 잠재적인 일사량을 계산하고, 이를 수평면의 기준값에 대한 비율로 표현하였다. 이에 따라, 본 발명은 어떤 경사면이든 365일의 일사량보정계수인 일사수광비율(W_d)을 한번만 계산해 두면 인근 기상대에서 관측한 임의 날짜의 일적산일사량(수평면전천일사량)에 이 계수를 곱함으로써 그 날짜의 정확한 적산일사량을 알아낼 수 있어 복잡한 기하학적 계산을 하지 않는다는 장점이 있다.

[0046] 이상에서는 도면 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

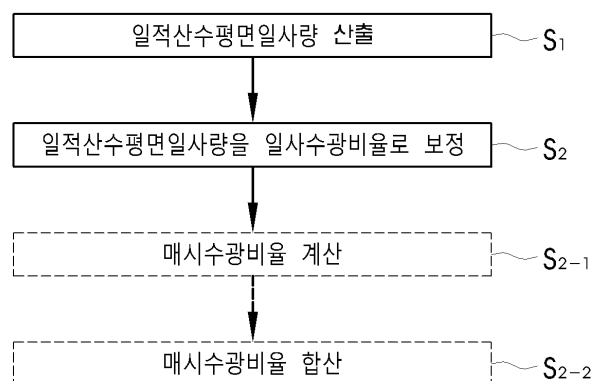
도면의 간단한 설명

[0047] 도 1은 본 발명에 따른 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법의 순서도.

[0048] 도 2는 본 발명에 따른 임의 경사면 상 일적산일사량 추정방법을 실제 지형(강원도 평창군 도암면)에 적용한 월별 일사수광량(SOLAR IRRADIANCE) 분포도.

도면

도면1



도면2

