(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0088411
(43) 공개일자 2010년08월09일

(51) Int. Cl.
G06F 17/40 (2006.01) *G06F 17/50* (2006.01)
G06F 19/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0007613
(22) 출원일자 2009년01월30일
심사청구일자 2009년01월30일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산 남구 용당동 산 100번지 부경대학교내
(72) 발명자
권병혁
부산광역시 남구 대연3동 599-1 부경대학교 환경대기학과
김동수
충청남도 아산시 온천2동 대동아파트 101동 1406호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인다울

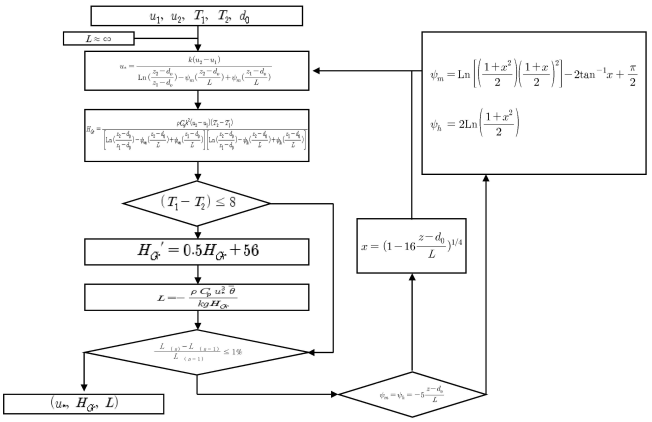
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 느낌열플럭스 산출을 위해 개선된 경도법

(57) 요 약

본 발명은 느낌열플럭스를 산출하는 방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 종래의 경도법을 개선하여 느낌열플럭스를 산출하는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 의한 느낌열플럭스 산출을 위해 개선된 경도법은, 자동기상관측장비를 이용하여 서로 다른 높이(z_1, z_2)의 두 지점에서 측정된 풍속(u_1, u_2)과 온도(T_1, T_2) 자료를 수집하는 1단계; 중립인 조건을 가정하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하는 제2단계; 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 이용하여 오브코프길이(L)를 산출하는 제3단계; n-1번째로 산출된 오브코프길이(L_{n-1}) 값과 n번째로 산출된 오브코프길이(L_n) 값을 비교하여 다음 단계로 진행여부를 판단하는 제4단계; 및 앞서 구한 값들에 안정도 보정함수를 적용하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하고 제3단계로 되돌아가는 제5단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이동현

경기도 용인시 기흥구 보라동 현대모닝사이드1차아파트 307-302

김박사

부산광역시 동래구 사직1동 24-2번지 임페리얼 빌리지 202호

김민성

부산광역시 수영구 광안1동 도시광안아파트 102동 205호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	누리지능형지구환경 사업단 714
부처명	부산시
연구사업명	지능형 지구환경재해 정보관리전문인력 양성사업
연구과제명	위성자료를 이용하여 해풍이 대기 혼합층 발달에 미치는 영향 평가
주관기관	지능형 지구환경재해 정보관리전문인력 양성사업단
연구기간	2007.12.01~2008.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

자동기상관측장비를 이용하여 서로 다른 높이(z_1, z_2)의 두 지점에서 측정된 풍속(u_1, u_2)과 온도(T_1, T_2) 자료를 수집하는 1단계;

중립인 조건을 가정하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하는 제2단계;

측정 지점에서의 온도차이(T_1-T_2)가 0.8보다 크면 앞 단계에서 산출된 느낌열플럭스(H_{Gr})를 사용하여 오브코프길이(L)를 산출하고, 측정 지점에서의 온도차이(T_1-T_2)가 0.8보다 작거나 같으면 앞 단계에서 산출된 느낌열플럭스(H_{Gr})를 보정한 $H_{Gr}'=0.5H_{Gr}+56$ 식을 사용하여 오브코프길이(L)를 산출하는 제3단계;

n-1번째로 산출된 오브코프길이(L_{n-1}) 값과 n번째로 산출된 오브코프길이(L_n) 값을 비교하여 느낌열플럭스 산출과정의 종료여부를 판단하는 제4단계; 및

앞서 구한 값들에 안정도 보정함수를 적용하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하고 제3단계로 되돌아가는 제5단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 느낌열플럭스 산출을 위해 개선된 경도법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 마찰속도(u_*)를 산출하는 수식이

$$u_* = \frac{k(u_2-u_1)}{\mathrm{Ln}\left(\frac{z_2-d_o}{z_1-d_o}\right)-\psi_m\left(\frac{z_2-d_o}{L}\right)+\psi_m\left(\frac{z_1-d_o}{L}\right)}$$

이고,

상기 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하는 수식이

$$H_{Gr} = \frac{\rho C_p k^2 (u_2-u_1)(T_2-T_1)}{\left[\mathrm{Ln}\left(\frac{z_2-d_0}{z_1-d_0}\right)-\psi_m\left(\frac{z_2-d_0}{L}\right)+\psi_m\left(\frac{z_1-d_0}{L}\right)\right]\left[\mathrm{Ln}\left(\frac{z_2-d_0}{z_1-d_0}\right)-\psi_h\left(\frac{z_2-d_0}{L}\right)+\psi_h\left(\frac{z_1-d_0}{L}\right)\right]}$$

이고,

상기 k는 폰카르만(von karman)상수로 0.4이고, 상기 d_0가 영면변위이고, ρ는 공기밀도로 1.2kgm^{-3}이고, C_p는 공기의 정압비열로 1004JKkg^{-1}이며,

상기 제2단계에서 중립조건은 $L \approx \infty$ 인 것을 특징으로 하는 느낌열플럭스 산출을 위해 개선된 경도법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 오브코프길이(L)를 산출하는 수식이

$L=-\frac{\rho C_p u_*^3 \overline{\theta}}{kgH_{Gr}}$ 로, ρ는 공기밀도로 1.2kgm^{-3}이고, C_p는 공기의 정압비열로 1004JKkg^{-1}이고, g는 중력가속도이고, $\overline{T}$는 두 고도에서 평균한 기온이며, k는 폰카르만(von karman)상수로 0.4인 것을 특징으로 하는 느낌열플럭스 산출을 위해 개선된 경도법.

청구항 4

제1항에 있어서,

제4단계에서 L_{n-1}과 L_n를 비교하는 수식이

$$\frac{L_{(n)} - L_{(n-1)}}{L_{(n-1)}} \leq 1\%$$

이며,

상기 식을 만족하면 n번째로 산출된 느낌열플럭스(H_{Gr})와 마찰속도(u_*) 및 오브코프길이(L)를 최종값으로 하여 과정을 중단하고, 상기 식을 만족하지 않으면 다음 단계로 진행하는 것을 특징으로 하는 자동기상관측장비를 이용한 느낌열플럭스 산출방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

제5단계는 오브코프길이(L) 값이 0보다 크거나 같은지를 판단하는 제5-1단계;

제5-1단계에서 판단된 값에 따라서 운동량에 대한 안정도 보정함수(Ψ_m)와 열플럭스에 대한 안정도 보정함수(Ψ_h)를 선택하는 제5-2단계; 및

제5-2단계에서 선택된 동량에 대한 안정도 보정함수(Ψ_m)와 열플럭스에 대한 안정도 보정함수(Ψ_h)를 사용하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하여 제3단계로 진행하는 제5-3단계를 포함하며,

운동량에 대한 안정도 보정함수(Ψ_m)와 열플럭스에 대한 안정도 보정함수(Ψ_h)는

$L \geq 0$ 이면

$$\psi_m = \psi_h = -5\frac{z-d_o}{L}$$

이고,

$L < 0$ 이면

$$\psi_m = \mathrm{Ln}\left[\left(\frac{1+x^2}{2}\right)\left(\frac{1+x}{2}\right)^2\right] - 2\tan^{-1}x + \frac{\pi}{2}$$

$$\psi_h = 2\mathrm{Ln}\left(\frac{1+x^2}{2}\right)$$

이며,

상기 $x = (1-16\frac{z-d_0}{L})^{1/4}$ 이고, z는 고도이며, d_0는 영면변위인 것을 특징으로 하는 느낌열플럭스 산출을 위해 개선된 경도법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 느낌열플럭스를 산출하는 방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 자동관측장비에서 수집한 데이터를 이용하여 간접적으로 느낌열플럭스를 산출하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 지표면에 흡수되는 태양복사 에너지는 일부가 지표에 포함된 수분 증발에 관계하여 잠열의 형태로 공기 중에 전달되고, 일부는 지중열의 형태로 토양속으로 전달되며, 나머지는 느낌열(sensible heat, 현열)의 형태로 공기 중으로 전달된다.

[0003] 느낌열플럭스는 지표면과 대기의 온도차이에 의하여 발생한다. 이러한 느낌열플럭스는 대기확산구조에 영향을 미치는 주된 요소로서, 주간에는 혼합층고도를 발달시키고 야간에는 역전층 형성에 영향을 미치게 된다. 따라서 정확한 느낌열플럭스의 산출은 대기오염 확산모델 등의 실행에 있어서 매우 중요하다.

[0004] 이러한 느낌열플럭스는 난류계측기 등의 장비를 이용하여 측정이 가능하지만 그 측정에 사용되는 장비들이 매우 고가의 장비이고, 야외에서 장기간 측정 관리하기에 어려움이 있다. 따라서 일반적으로 사용할 수 있는 일기상 관측자료 중에 일부를 이용하여 간접적으로 산출하는 방법이 다양하게 발전하여왔다.

[0005] 그 중에 경도법(gradient method)는 두 고도 이상의 지점에서 측정한 풍속과 기온 데이터를 이용하여 느낌열플럭스를 산출할 수 있는 방법이다.

[0006] 도 3은 고흥만 관측지점에 대하여 난류계측기인 신틸로미터를 이용하여 측정한 느낌열플럭스와 종래의 경도법으로 산출된 느낌열플럭스를 비교한 그래프이다. 도 4는 10m와 2m높이에서 측정한 온도 차이와 풍속 차이를 나타내는 그래프이고, 그리고 도 5는 관측지점의 순복사량을 나타내는 그래프이고, 도 6은 2005년 2월 24일에 촬영한 한반도 적외영상이다.

[0007] 2006년 2월 24일 오후에 자동기상관측기에서 관측한 지표층의 기상상황은, 순복사가 약 250Wm^{-2}이고, 10m와 2m높이에서 측정한 온도 차이는 1℃미만이었다. 그리고 도 0에서 보이듯이 구름의 영향을 받은 것을 알 수 있다. 이렇듯 구름이 유입된 경우에, 종래의 경도법으로 산출된 느낌열플럭스는 실제 측정값보다 과소평가되는 문제가 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위한 노력이 계속되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 발명된 것으로, 구름유입 등으로 인하여 두 지점의 온도차이가 작은 경우에도 정확하게 느낌열플럭스를 산출하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0009] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 느낌열플럭스 산출을 위해 개선된 경도법은, 자동기상관측장비를 이용하여 서로 다른 높이(z_1,z_2)의 두 지점에서 측정된 풍속(u_1,u_2)과 온도(T_1, T_2) 자료를 수집하는 1단계; 중립인 조건을 가정하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하는 제2단계; 측정 지점에서의 온도차이(T_1-T_2)가 0.8보다 크면 앞 단계에서 산출된 느낌열플럭스(H_{Gr})를 사용하여 오브코프길이(L)를

산출하고, 측정 지점에서의 온도차이($T_1 - T_2$)가 0.8보다 작거나 같으면 앞 단계에서 산출된 느낌열플럭스(H_{Gr})를 보정한 $H_{Gr}' = 0.5H_{Gr} + 56$ 식을 사용하여 오브코프길이(L)를 산출하는 제3단계; n-1번째로 산출된 오브코프길이(L_{n-1}) 값과 n번째로 산출된 오브코프길이(L_n) 값을 비교하여 느낌열플럭스 산출과정의 종료여부를 판단하는 제4단계; 및 앞서 구한 값들에 안정도 보정함수를 적용하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하고 제3단계로 되돌아가는 제5단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 발명자들은 구름이 유입된 날에 느낌열플럭스가 과소평가되는 이유가 온도차이가 작아짐으로 인하여 오브코프길이에 문제가 생기기 때문임을 확인하고, 두 측정지점의 온도차이가 특정값 이하인 경우에 느낌열플럭스를 보정하여 오브코프길이를 산출하는 방법을 발명하였다.

[0011] 이때, 상기 마찰속도(u_*)를 산출하는 수식이

$$u_* = \frac{k(u_2 - u_1)}{\mathrm{Ln}\left(\frac{z_2 - d_o}{z_1 - d_o}\right) - \psi_m\left(\frac{z_2 - d_o}{L}\right) + \psi_m\left(\frac{z_1 - d_o}{L}\right)}$$

이고, 상기 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하는 수식이

$$H_{Gr} = \frac{\rho C_p k^2 (u_2 - u_1)(T_2 - T_1)}{\left[\mathrm{Ln}\left(\frac{z_2 - d_0}{z_1 - d_0}\right) - \psi_m\left(\frac{z_2 - d_0}{L}\right) + \psi_m\left(\frac{z_1 - d_0}{L}\right)\right]\left[\mathrm{Ln}\left(\frac{z_2 - d_0}{z_1 - d_0}\right) - \psi_h\left(\frac{z_2 - d_0}{L}\right) + \psi_h\left(\frac{z_1 - d_0}{L}\right)\right]}$$

이고, 상기 k는 폰카르만(von karman)상수로 0.4이고, 상기 d_0가 영면변위이고, ρ는 공기밀도로 1.2kgm^{-3}이고, C_p는 공기의 정압비열로 1004JKkg^{-1}이며, 상기 제2단계에서 중립조건은 $L \approx \infty$ 이다.

[0012] 그리고 상기 오브코프길이(L)를 산출하는 수식이 $L = -\frac{\rho C_p u_*^3 \overline{\theta}}{kgH_{Gr}}$ 로, ρ는 공기밀도로 1.2kgm^{-3}이고, g는 중력가속도이며, $\overline{T}$는 두 고도에서 평균한 기온이다.

[0013] 또한 제4단계에서 L_{n-1}과 L_n를 비교하는 수식이 $\frac{L_{(n)} - L_{(n-1)}}{L_{(n-1)}} \leq 1\%$ 이며, 상기 식을 만족하면 n번째로 산출된 느낌열플럭스(H_{Gr})와 마찰속도(u_*) 및 오브코프길이(L)를 최종값으로 하여 과정을 중단하고, 상기 식을 만족하지 않으면 다음 단계로 진행한다.

[0014] 그리고 제5단계는 오브코프길이(L) 값이 0보다 크거나 같은지를 판단하는 제5-1단계; 제5-1단계에서 판단된 값에 따라서 운동량에 대한 안정도 보정함수(Ψ_m)와 열플럭스에 대한 안정도 보정함수(Ψ_h)를 선택하는 제5-2단계; 및 제5-2단계에서 선택된 동량에 대한 안정도 보정함수(Ψ_m)와 열플럭스에 대한 안정도 보정함수(Ψ_h)를 사용하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출하여 제3단계로 진행하는 제5-3단계를 포함하며, 운동량에 대한 안정도 보정함수(Ψ_m)와 열플럭스에 대한 안정도 보정함수(Ψ_h)는, $L \geq 0$이면

$\psi_m = \psi_h = -5\frac{z-d_o}{L}$ 이고, $L<0$ 이면 $\psi_m = \mathrm{Ln}\left[\left(\frac{1+x^2}{2}\right)\left(\frac{1+x}{2}\right)^2\right] - 2\tan^{-1}x + \frac{\pi}{2}$ 및

$\psi_h = 2\mathrm{Ln}\left(\frac{1+x^2}{2}\right)$ 이며, 이때 $x = (1-16\frac{z-d_0}{L})^{1/4}$ 이다.

효 과

[0015] 자동기상관측장비에 수집한 데이터를 이용하여 느낌열플럭스를 산출함으로써 비용이 적게 들면서도 장기간의 느낌열플럭스 산출이 가능하다는 효과가 있다.

[0016] 특히 본 발명의 느낌열플럭스 산출방법은 종래의 간접적인 산출방법에서 오차가 크게 발생하였던 온도차이가 작은 경우에도 정확한 느낌열플럭스를 산출하는 뛰어난 효과를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0018] 본 발명의 느낌열플럭스 산출방법은 제1단계로, 자동기상관측장비를 이용하여 서로 다른 높이(z_1, z_2)의 두 지점에서 측정된 풍속(u_1, u_2)과 온도(T_1, T_2) 자료를 수집한다. 일반적으로 측정고도는 2m와 10m의 두 지점에서 측정되는 경우가 많으며, 이러한 자료들은 두 고도에서 10분 간격으로 수집된 자료를 1시간 간격으로 평균하여 사용하는 것이 좋다.

[0019] 제2단계에서는 중립인 조건을 가정하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출한다.

[0020] 마찰속도는 다음의 식으로 구해진다.

[0021] [수식1]

$$u_* = \frac{k(u_2-u_1)}{\mathrm{Ln}\left(\frac{z_2-d_o}{z_1-d_o}\right) - \psi_m\left(\frac{z_2-d_o}{L}\right) + \psi_m\left(\frac{z_1-d_o}{L}\right)}$$

[0022]

[0023] k는 폰카르만(von karman)상수로 0.4의 값을 사용하며, d_0는 영면변위(zero plane displacement)를 나타낸다. L은 오브코프(Obukhov)길이이고, Ψ_m과 Ψ_h는 각각 운동량플럭스와 느낌열플럭스에 대한 안정도 보정함수이다.

[0024] 느낌열플럭스는 다음의 식으로 구해진다.

[0025] [수식2]

$$H_{Gr} = \frac{\rho C_p k^2 (u_2-u_1)(T_2-T_1)}{\left[\mathrm{Ln}\left(\frac{z_2-d_0}{z_1-d_0}\right) - \psi_m\left(\frac{z_2-d_0}{L}\right) + \psi_m\left(\frac{z_1-d_0}{L}\right)\right]\left[\mathrm{Ln}\left(\frac{z_2-d_0}{z_1-d_0}\right) - \psi_h\left(\frac{z_2-d_0}{L}\right) + \psi_h\left(\frac{z_1-d_0}{L}\right)\right]}$$

[0026]

[0027] ρ는 공기밀도로 $1.2\mathrm{kgm}^{-3}$이고, C_p는 공기의 정압비열로 $1004\mathrm{JKkg}^{-1}$이다.

[0028] 한편, $\frac{z}{L}$ 은 임의의 고도에서의 모닌-오브코프(Monin-Obukhov) 안정도 매개변수로서, 시어(shear)생성에 대한

부력생성의 상대적 중요성을 나타내는 열적 안정도이다. $\frac{z}{L}<0$ 이면 부력에 의해 난류가 생성되어 대기경계층이 불안정한 상태이고, $\frac{z}{L}>0$ 이면 난류에 의한 부력이 소멸되어 대기경계층이 안정한 상태이다. 그리고 $\frac{z}{L}\approx 0$ 이면 부력효과가 대기구조와 역학에 거의 영향을 미치지 않은 중립상태를 나타낸다.

[0029] 수식1과 수식2의 값을 구하기 위하여, 먼저 중립적인 조건을 가정한다. 중립적인 조건에서는 L이 무한대의 값을 갖게 되고, 따라서 Ψ_m과 Ψ_h을 포함하는 성분은 각각 0으로 취급된다. 이러한 값을 수식1과 수식2에 대입하여 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출한다.

[0030] 제3단계에서는 앞 단계에서 산출된 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 이용하여 오브코프길이(L)를 산출한다.

[0031] 오브코프길이는 다음의 수식으로 구해진다.

[0032] [수식3]

[0033] $$L=-\frac{\rho C_p u_*^3 \overline{\theta}}{kgH_{Gr}}$$

[0034] 수식3에서 g는 중력가속도이고, $\overline{T}$는 두 고도에서 평균한 기온이다. 이때, 두 측정지점에서의 온도의 차이가 작은 경우에, 수식2에서 분자의 값이 작아지는 결과로 느낌열플럭스 값이 매우 작아진다. 본 발명의 발명자들은 구름이 유입된 날에 종래의 경도법에 의해 산출된 느낌열플럭스가 실측값보다 작아지는 이유가 느낌열플럭스가 너무 작아져 오브코프길이에 문제가 생기기 때문임을 확인하였다.

[0035] 따라서 본 발명의 개선된 경도법에서는 측정 지점에서의 온도차이($T_1 - T_2$)가 0.8보다 작거나 같으면 다음과 같은 식으로 느낌열플럭스를 보정하였다.

[0036] [수식4]

[0037] $$H_{Gr}'=0.5H_{Gr}+56$$

[0038] 이렇게 특정 조건에서 오차를 보정한 느낌열플럭스(H_{Gr}')를 사용하면, 모든 경우에 있어서 오브코프길이 값이 정상적으로 도출된다.

[0039] 제4단계에서는 n-1번째로 산출된 오브코프길이(L_{n-1}) 값과 n번째로 산출된 오브코프길이(L_n) 값을 비교하여 다음 단계로 진행할지를 판단한다.

[0040] [수식5]

[0041] $$\frac{L_{(n)}-L_{(n-1)}}{L_{(n-1)}}\leq 1\%$$

[0042] 수식6을 만족하는 경우에는 상기한 n번째로 산출된 느낌열플럭스(H_{Gr})와 마찰속도(u_*) 및 오브코프길이(L)를 최종값으로 결정하고 과정을 중단한다.

[0043] 수식6을 만족하지 못하는 경우에는 다음의 제5단계로 진행한다.

[0044] 제5단계에서는 앞서 구한 값들에 안정도를 고려하기 위하여 안정도 보정함수를 적용한다.

[0045] $\frac{z}{L} \geq 0$ 인 경우, 즉, L이 0보다 크거나 같은 경우에, 안정도 보정함수는 다음과 같다.

[0046] [수식6]

[0047] $$\psi_m = \psi_h = -5\frac{z-d_o}{L}$$

[0048] 그리고 $\frac{z}{L} < 0$ 인 경우, 즉, L이 0보다 작은 경우에, 안정도 보정함수는 다음과 같다.

[0049] [수식7]

[0050] $$\psi_m = \mathrm{Ln}\left[\left(\frac{1+x^2}{2}\right)\left(\frac{1+x}{2}\right)^2\right] - 2\tan^{-1}x + \frac{\pi}{2}$$

$$\psi_h = 2\mathrm{Ln}\left(\frac{1+x^2}{2}\right)$$

[0051] 수식7에서, $x = (1-16\frac{z-d_0}{L})^{1/4}$ 이다.

[0052] 이렇게 구해진 운동량플럭스와 열플럭스에 대한 보정함수를 수식1과 수식2에 적용하여, 마찰속도(u_*)와 느낌열플럭스(H_{Gr})를 산출한다. 이렇게 산출된 마찰속도와 느낌열플럭스를 가지고 제3단계로 다시 되돌아가서, 제4단계의 수식을 만족할 때까지 제3단계 내지 제5단계의 과정을 반복하게 된다.

[0053] 도 1은 본 발명의 개선된 경도법을 알고리즘으로 표시한 도면이다.

[0054] 도 2는 종래의 경도법으로 산출된 느낌열플럭스와 난류계측기인 신틸로미터를 이용하여 측정한 느낌열플럭스의 상관관계를 나타내는 그래프(a) 및 본 발명의 개선된 경도법으로 산출된 느낌열플럭스와 난류계측기인 신틸로미터를 이용하여 측정한 느낌열플럭스의 상관관계를 나타내는 그래프(b)이다. 본 발명의 개선된 경도법을 사용한 결과, 난류계측기인 신틸로미터로 측정한 값과의 상관관계가 0.63에서 0.78로 향상되어 실제 측정값에 더욱 유사하게 개선되었음을 알 수 있다.

[0055] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대해서 도시하고 설명하였다. 그러나 본 발명은 상술한 실시예에만 국한되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어남이 없이 얼마든지 다양하게 변경 실시할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 권리범위는 특정 실시예에 한정되는 것이 아니라, 첨부된 특허청구범위에 의해 정해지는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0056] 도 1은 본 발명의 개선된 경도법을 알고리즘으로 표시한 도면이다.

[0057] 도 2는 경도법으로 산출된 느낌열플럭스와 난류계측기인 신틸로미터를 이용하여 측정한 느낌열플럭스의 상관관계를 나타내는 그래프이다.

[0058] 도 3은 고흥만 관측지점에 대하여 난류계측기인 신틸로미터를 이용하여 측정한 느낌열플럭스와 종래의 경도법으로 산출된 느낌열플럭스를 비교한 그래프이다.

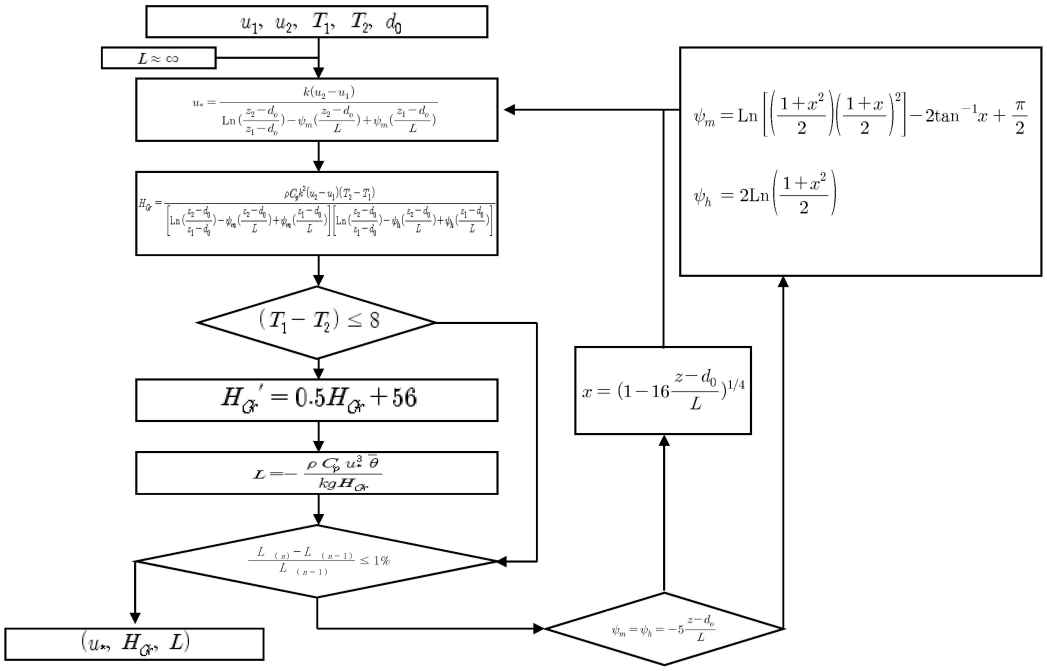
[0059] 도 4는 10m와 2m높이에서 측정한 온도 차이와 풍속 차이를 나타내는 그래프이다.

[0060] 도 5는 관측지점의 순복사량을 나타내는 그래프이다.

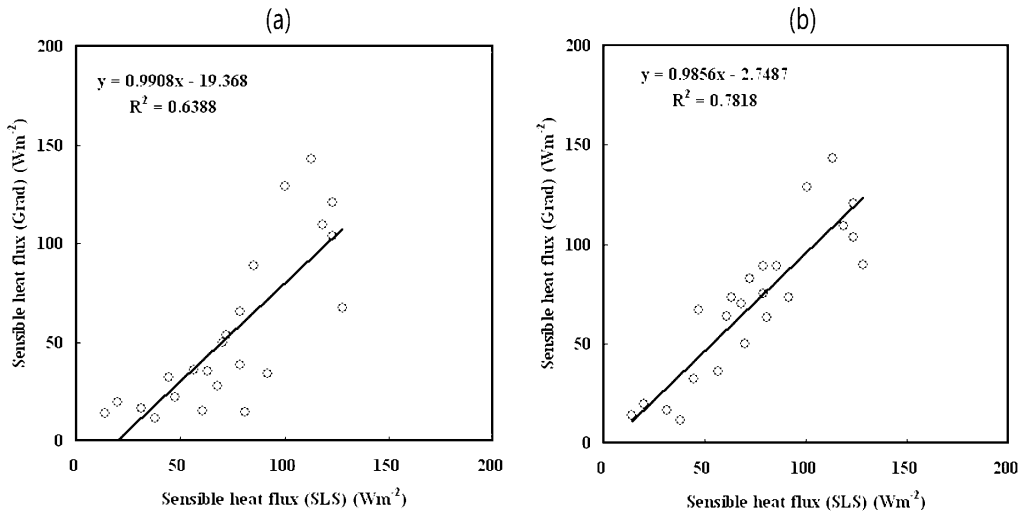
[0061] 도 6은 2005년 2월 24일에 촬영한 한반도 적외영상이다.

도면

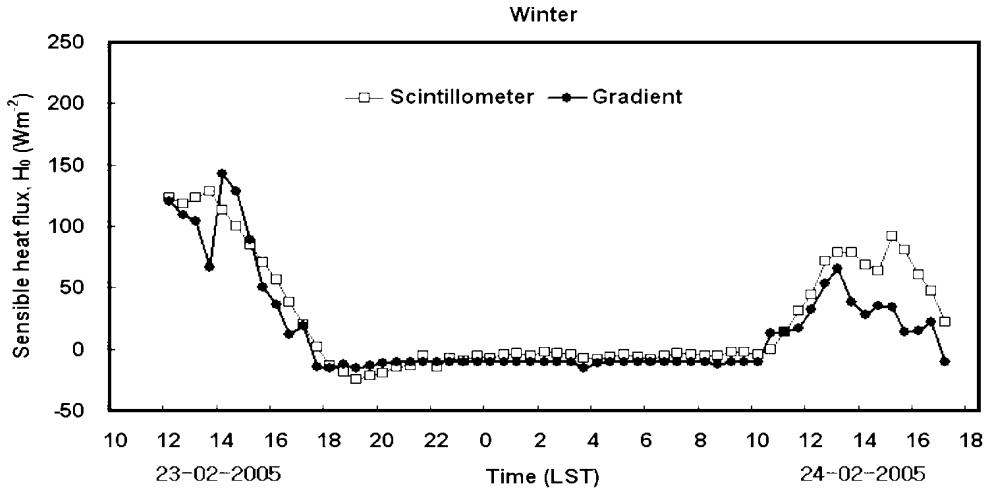
도면1



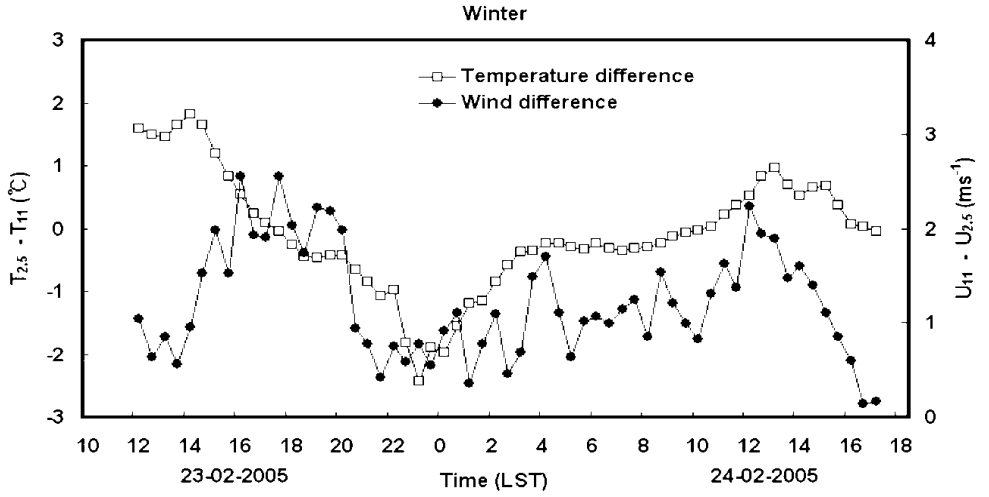
도면2



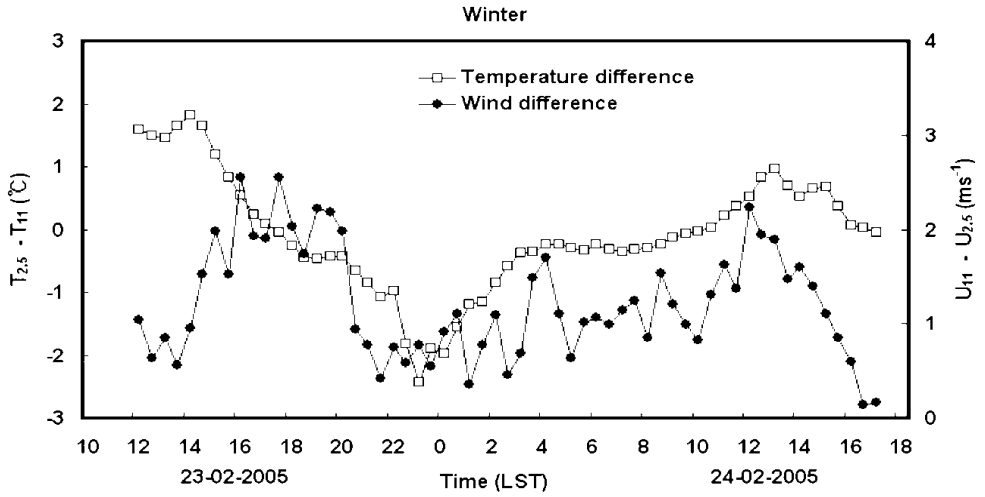
도면3


Winter
Scintillometer
Gradient
Sensible heat flux, H_0 (Wm^{-2})
250
200
150
100
50
0
-50
10 12 14 16 18 20 22 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
23-02-2005
Time (LST)
24-02-2005

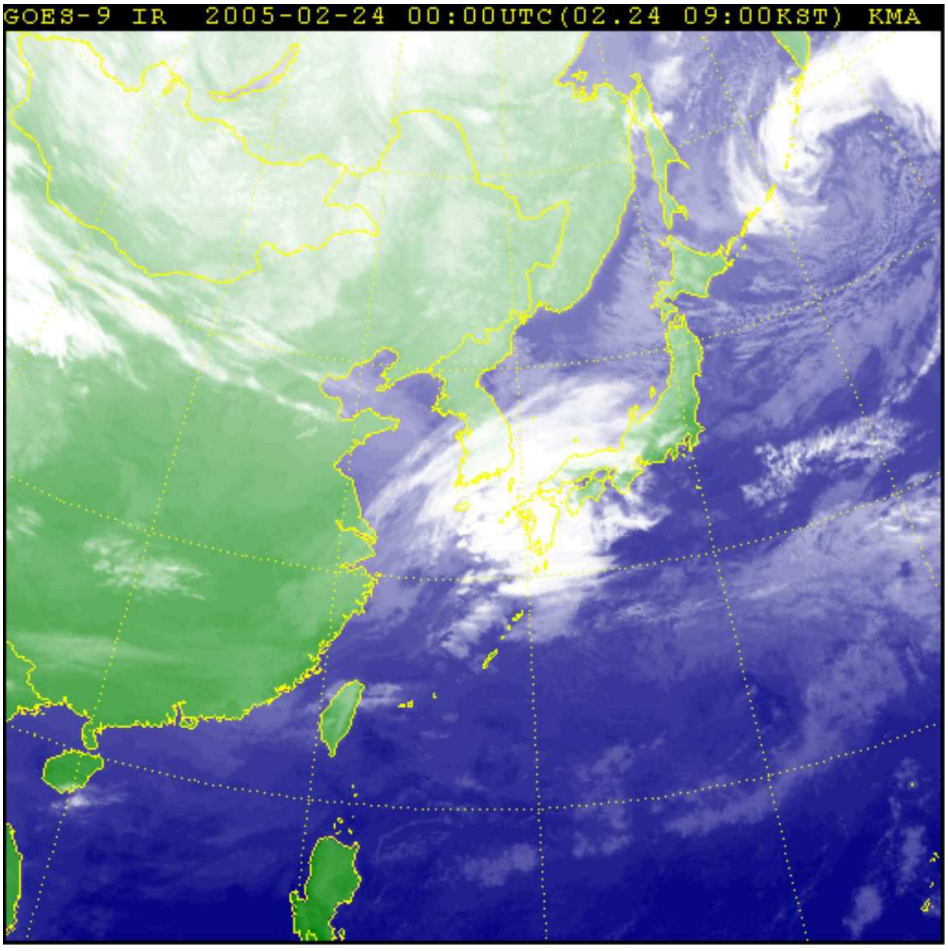
도면4


Winter
Temperature difference
Wind difference
$T_{2.5}$ - T_{11} (℃)
U_{11} - $U_{2.5}$ (ms^{-1})
3
2
1
0
-1
-2
-3
4
3
2
1
0
10 12 14 16 18 20 22 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
23-02-2005
Time (LST)
24-02-2005

도면5


Winter
Temperature difference
Wind difference
$T_{2.5}$ - T_{11} (℃)
U_{11} - $U_{2.5}$ (ms^{-1})
3
2
1
0
-1
-2
-3
4
3
2
1
0
10 12 14 16 18 20 22 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
23-02-2005
Time (LST)
24-02-2005

도면6


GOES-9 IR 2005-02-24 00:00UTC(02.24 09:00KST) KMA