

地表フラックス

地表フラックススキームの概要

地表フラックススキームは, 接地境界層における乱流輸送による 大気地表間の物理量のフラックスを評価する. 主な入力データは, 風速 TERM00850,TERM00850, 気温 TERM00851, 比湿 TERM00852 であり, 出力データは, 運動量, 熱, 水蒸気の鉛直フラックスと implicit 解を得るための微分値である.

バルク係数は Louis(1979), Louis *et al.*(1982) に従って求める. ただし, 運動量と熱に対する粗度の違いを考慮した補正を行なっている.

計算手順の概略は以下の通りである.

1. 大気の安定度として Richardson 数を計算する.
2. Richardson 数からバルク係数を計算する MODULE:[PSFCL] .
3. バルク係数からフラックスとその微分を計算する.
4. 必要であれば, 求められたフラックスを用いて 海面の粗度効果・自由対流の効果・風速補正を考慮した後に, もう一度計算を行なう.

フラックス計算の基本式

地表フラックス TERM00853,TERM00853 は バルク係数 TERM00854,TERM00854 を用いて 次のように表される.

EQ=00328.

EQ=00329.

EQ=00330.

EQ=00331.

ただし, TERM00859 は可能蒸発量である. 実蒸発量の計算は「地表過程」ならび「大気地表系の拡散型収支式の解法」の節で述べる.

Richardson 数

大気地表間の安定度の基準となる, バルクRichardson数 TERM00860 は

EQ=00332.

ここで,

EQ=00333.

は補正ファクターで、補正前のバルク Richardson数から近似的に求めるが、ここでは計算方法は略す。

バルク係数

バルク係数 TERM00861,TERM00861 は Louis(1979), Louis *et al.*(1982) に従って求める。ただし、運動量と熱に対する粗度の違いを考慮した補正を行なっている。すなわち、運動量、熱、水蒸気に対する粗度をそれぞれ TERM00862,TERM00862 とすると一般に TERM00863,TERM00863 であるが、熱、水蒸気についても TERM00864 の高さからのフラックスに対するバルク係数 TERM00865, TERM00866 をまず求め、その後に補正する。

EQ=00334.

EQ=00335.

EQ=00336.

EQ=00337.

EQ=00338.


TERM00867,TERM00867 は 中立時の(TERM00868 からのフラックスに対する)バルク係数で、

EQ=00339.

補正ファクター TERM00869 は、

EQ=00340.

であるが、計算方法は略す。係数は、TERM00870,TERM00870 である。

バルク係数の TERM00871 依存性を図示すると、[p-sflx:cm\], [p-sflx:ch\]のようになる。

フラックスの計算

これにより、フラックスが計算される。

EQ=00341.

EQ=00342.

EQ=00343.

EQ=00344.

微分項は, 以下のようになる.

EQ=00345.

EQ=00346.

EQ=00347.

EQ=00348.

EQ=00349.

ここで, 注意したいのは, TERM00882 はこの時点では求められていない量であることである. 表皮温度は, 地表熱バランスの条件

EQ=00350.

を満たすように決まる. この時点では, TERM00883 としては前の時間ステップにおけるものを使って評価する. 地表バランスを満たす本当のフラックスの値は, 地表過程と結合してこの式を解いてから定まる. その意味で, 上のフラックスに TERM00884 をつけておいた.

海面における取扱い

海面では, Miller et al.(1992) に従い, 以下の2つの効果を考慮している.

- 風速が弱いときに自由対流運動が卓越すること
- 海面の粗度が風速によって変化すること

自由対流運動の効果は, 浮力フラックス TERM00885 を計算し,

EQ=00351.

TERM00886 のときに,

EQ=00352.

EQ=00353.

とすることで考慮する. TERM00888 は混合層の厚さのスケールに対応する. 現在の標準値は TERM00889 m である.

海面の粗度変化は, 摩擦速度 TERM00890

EQ=00354.

を用いて,

EQ=00355.

EQ=00355.

EQ=00355.

のように評価する. TERM00891 TERM00892 TERM00893 は 大気の動粘性係数であり, 他の係数の標準値は TERM00894,TERM00894, TERM00895,TERM00895, TERM00896,TERM00896 である.

以上の計算では, TERM00897,TERM00897 が必要であるため, 逐次近似計算を行なう.

風速の補正

一般に粗度の大きな地表では, 粗度の小さな地表に比べて 運動量の下向き輸送が効率的であるために その直上の風が弱く, 粗度による TERM00898 の違いを風速の違いによって打ち消す効果が働く.

モデルにおいて地表フラックス計算に渡される風速は 力学過程の時間積分によって計算された値であり, スペクトル展開によって平滑化された値となっている. そのために, 海面と陸面など, 粗度の大きく違う地表が 小さなスケールで混在している領域では, この補償効果がうまく表現できない. そのため, 一度運動量フラックスを計算し, 大気最下層の風速をそれによって補正してから もういちど運動量・熱・水のフラックスを計算しなおす.

風速の最小値

小規模運動の効果を考え, 地表フラックスの算出の際の地表風速 TERM00899 の最小値を設定する. 現在の標準値は, 各フラックスに共通で 3m/s である.