

non-local closure

(非局所的クロージャー)

ある場所の気温の時間変化は、平均的な流れによる移流と、乱れによる熱フラックスの収束によって起こる。乱れによる熱フラックスは、しばしば、local (局所的) な温度傾度に適当な渦拡散係数を掛けることによって表わされるが、このような局所的な傾度を使う方法に対し、乱れの場合全体の多くの場所の温度を使ってフラックスを表わす方法を、non-local closure (非局所的クロージャー) と呼ぶ。

典型的な例は、対流混合層中のフラックスのモデルに使われている。日中の陸上のように地表面温度が気温よりも高い場合には、浮力による対流が活発に起こり、よく混合された混合層と呼ばれる層が形成される。このような混合層のなかの乱れによるフラックスは、第1図に示されるような空気塊の移動によって起こるため、局所的なクロージャーの方法は不適当と考えられる。

このような混合層中のフラックスを表わす非局所的クロージャーモデルの一例として、transilient 乱流モデルが挙げられる。transilient とは「飛び移る」ことを意味し、このモデルでは、乱れを多くの異なった大きさの渦の重ね合わせと考え、それぞれの渦による移流でフラックスが構成されると考える。

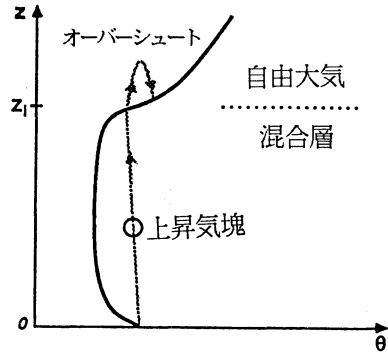
具体的に考えよう。層全体を n 個のレベルに分割したとする。ある瞬間の各レベルの空気塊が Δt 時間後にどのレベルに移動するかは、(出発点の数: n) \times (到着点の数: n) 個の係数で、行列の形に書き表すことができる。これを transilient 行列と呼ぶ。第2図に示したのは、混合層内を3次元の格子に分割し、初期にレベル毎に異なるトレーサーを与え、 Δt 時間後にそれがどのような分布になるかを示した概念図である。

乱れをあらわに表わす数値モデルを使って具体的な行列各要素の数値 (Δt の関数) が求められている。混合層中の混合の特性をこのような行列を解析することによって調べ、それをモデリングにつなげていくことが、重要となっている。

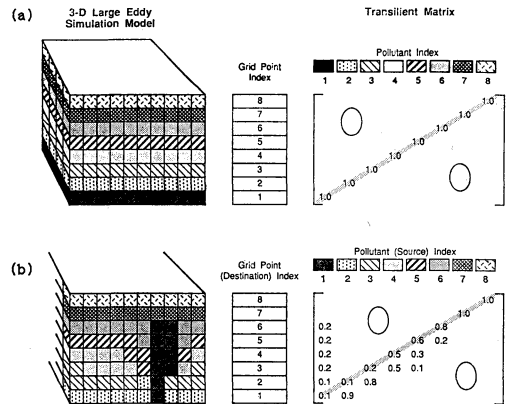
参考文献

Stull, R.B., 1988: An Introduction to boundary layer meteorology, Kluwer Academic Publishers.

Ebert, E.E., U. Schumann and R.B. Stull, 1989: Nonlocal turbulent mixing in the convective boundary layer evaluated from large-eddy simulation. J. Atmos. Sci., 49, 2178-2207.



第1図 混合層中の上昇気塊。実線は平均的なバックグラウンド状態の温位。破線は地表から上昇する気塊の温位。自由大気中へオーバーシュートしている (Stull, 1988 より)。



第2図 transilient 行列の概念図。(a) 初期のトレーサーの分布。(b) Δt 時間後のトレーサーの分布とそれに対応する transilient 行列。行列の下から i 行目の j 列の要素はレベル j からレベル i にくるものの割合を表わす (Ebert *et al.* より)。

(東京大学海洋研究所・中村晃三)