

Eddy covariance flux corrections and uncertainties in long-term studies of carbon and energy exchanges, Agric. For. Meteorol. 113 (2002) 121-144  
W.J. Massman, and X. Lee

## Abstract

本研究は、コロラド州 Boulder で 2000 年 5 月 30 日、31 日に行われた US DOE のワークショップの議論に由来し、それを発展させたものである。ワークショップでの関心は、炭素交換およびエネルギー交換の長期渦相関測定に関連する事柄および不確かさであった。このワークショップは、1999 年の AmeriFlux ミーティングにおいて生じた関心への対応として企画された。その問題は渦相関フラックス算定へのスペクトル補正をする際、および、エネルギー収支が閉じない場合の渦相関 CO<sub>2</sub> フラックスの補正をする際のサイト間の統一性の欠如であった。結局のところ、この統一性の欠如がサイト間の比較や広域合成を困難にし、不確かさにしている。ワークショップは 2 つの一義的目的をもった。ひとつは、長期の渦相関フラックス記録の精度に含まれる問題点に焦点をあてることであり、もうひとつは、それらの問題点に対処するために最優先すべき調査範囲と行動の決定であった。ワークショップでカバーされた議題は、スペクトル補正のための手法の相違、排出流や移流などの 3 次元現象の影響、低周波の寄与を測定出来ないことによる渦相関フラックスの過小評価、座標系、夜間のフラックス測定に及んだ。さらに、本研究はワークショップでは取り上げなかったが、ある新しく潜在的に重要な問題をカバーする。それには Webb ら(1980)の微小気体渦相関フラックスへの密度項を含む。どこで可能であろうとも、本研究は、これらの議論を合成し、それらに関わる手法と調査の優先度を推奨する。

## 1. Introduction

### AmeriFlux の目的

- (1) CO<sub>2</sub> 交換を制御する要因とプロセスの理解。土壌過程、植生構造、生理学、遷移
  - (2) 生物圏の将来に影響を及ぼす主要なフィードバックの決定。機構、大気汚染、CO<sub>2</sub> 濃度など多くのサイト、異なる測器・条件での測定。測定値のバラツキ理由が複雑。比較困難。エネルギー収支閉じず、顕熱・潜熱フラックス過小評価。CO<sub>2</sub> フラックスも過小の可能性あり。
- 第 3 章：測器の問題。直線平均効果、センサー距離、データ処理、スペクトル減衰  
第 4 章：2 次元現象、3 次元現象の効果。排出流、移流  
第 5 章：座標系  
第 6 章：夜間のフラックスの問題点

## 2. Fundamental equations of eddy covariance

### 2.1 Summary

### 2.2 Some implications

## 3. Flux loss due to physical limitations of instrumentation

### 3.1 Preliminaries

### 3.2 Strengths and weaknesses of the tow methods

low-pass フィルター法は、熱フラックスが 10W/m<sup>2</sup> 以下のときに疑問である。

同様に、解析的手法も大気が非常に安定した場合に疑わしい。

どちらの手法も間欠的イベントが支配的な場では有用でない

#### 4. Flux err due to 2D and 3D effects

- (1) 地形が夜間の重力流を引き起こす。
- (2) 地形上の障害物が周囲の流れを変化させる。
- (3) 表面の放出源が均一でない。
- (4) 地形上の障害物が重力波を生む。

#### 5. Issues arising from choice of coordinate systems and data processing

#### 6. Nighttime flux measurements: a co-occurrence of all eddy covariance limitations

摩擦速度とよい相関がある。

#### 7. Summary and recommendations

- (1) 気圧の共分散項の追加。強風時、乱流の強い時に良く効く。
- (2) 準移流項の追加。3次元乾燥空気密度補正から生じる項(PawU et al, 2000)
- (3) 周波数減衰の補正法の確立。
- (4) 2次元3次元効果。移流成分は大きそうである。
- (5) 夜間と小さなフラックスの問題。Q10ベースのアルゴリズムで内挿。

(以下、感想)

細かな数式が多くてやんなっちゃうが、結局ところ、これらを解いたらなんとかなるやろ。という趣旨かもしれない。それにしても、移流項の扱いがそんなに大きくないのは驚き。細かな補正をかけたところで、たかが知れてるんじゃないかと私は思う。もちょっと本質的な問題があるんじゃないかと思うが、組織的な大規模乱流構造の効果とか言ってるのは日本人だけなんだろうか？