

アフリカにおけるバイオマスバーニングの焼失割合の推定

2011 年 3 月 自然環境学専攻 47-096633 宮村真人

指導教員 准教授 今須良一

キーワード; バイオマスバーニング, 焼失割合, アフリカ, CO₂, 衛星リモートセンシング

1. はじめに

近年, 気候変動と地球環境保全の視点から, 二酸化炭素(CO₂)の増加による地球温暖化が問題となっている(IPCC, 2007). CO₂ は地球規模で, 様々な過程を経て循環しているため, その放出・吸収のプロセスを解明することが, CO₂ の削減目標の設定や, 地球温暖化の予測をする上で非常に重要である. その中で, バイオマスバーニングによる炭素放出量は 2~4GtC/yr と推定されており, 化石燃料による炭素放出量の約 50%に相当する. しかし, バイオマスバーニングによる CO₂ 放出量の推定には大きな不確実性が含まれる. 特に, バイオマスバーニングに含まれる不確実性の中で, バイオマスの燃えた割合を示す焼失割合 η の不確実性が大きいことが知られているので, 本研究ではこれまでにない独立な情報を用いた焼失割合 η の推定方法を2種類提案した(手法 I と II). 対象地域はアフリカとし, 対象期間は 2009 年の 1 年間とした.

2. 手法

I. 3 種類の方法でバイオマスバーニングに伴う CO₂ 放出量の計算を行った. 1 つ目は, 植生指数 NDVI を基にしたバイオマス量と MODIS センサーによって観測された燃焼面積比と既存の焼失割合 η を掛け合わせた方法である(以下, ①NDVI 法と呼ぶ). 2 つ目は, 1 つ目とバイオマス量以外は同様であるが, 植生モデル VISIT のバイオマス量を用いた方法である(以下, ②VISIT 法と呼ぶ). 3 つ目は, 赤外線情報から得られた火災強度 FRP から直接推定する方法である(以下, ③FRP 法と呼ぶ). これら 3 種類の方法に加え, 世界中に広く利用されている GFEDv3 による CO₂ 放出推定量(以下, ④GFED 法と呼ぶ)を加えた 4 種類の CO₂ 放出量を用い, 比較を行った. 次に, これらで計算した CO₂ 放出を物質輸送モデル NICAM-TM に導入し, 大気中 CO₂ 気柱濃度の数値計算を行った. 最後に, GOSAT 衛星により観測された値と比較し, 焼失割合 η の推定を試みた.

II. ③FRP 法により求められた CO₂ 放出量と, VISIT のバイオマス量と燃焼面積比を掛け合わせた値の比率から直接焼失割合 η の推定を試みた.

3. 結果および考察

I. 4 種類の方法で計算した CO₂ 放出量を, 比較した(図 1). 図から, 季節変化には類似性が見られるものの, 絶対値に大きな差があった. したがって焼失割合 η だけではなく手法そのものにも大きな不確実性が存在することが分かった. 次に, このような 4 つの手法間の差が, 大気中 CO₂ 気柱濃度にどの程度影響を与えるかを調べるために, 推定した CO₂ 放出量を導入した NICAM-TM の計算結果と GOSAT による観測結果を比較した. 全球平均値では, NICAM-TM の推定値がどれも GOSAT の観測値よりも過小評価であることがわかった. 観測値と 4 種類の方法による推定値の差はそれぞれ 2.47ppm (①NDVI 法), 1.02ppm (②VISIT 法), 2.21ppm (③FRP 法), 2.52ppm (④GFED 法) となった. また, 相関係数を求めたところ, それぞれ 0.38 (①NDVI 法), 0.29 (②VISIT 法), 0.68 (③FRP 法), 0.55 (④GFED 法) となった. 複数の比較結果をまとめると, 相関係数は悪いのだが, 絶対量と空間分布の再現性から②VISIT 法が最も良い結

果であると判断でき、この結果は④GFED 法よりも GOSAT の観測結果に近かった。

Ⅱ. 焼失割合 η を推定したところ、同じ土地被覆分類の中でも場所によって0.2から1.2を超える値まで得られ、焼失割合 η が土地被覆分類の違いだけではないことが示された。例えば、落葉広葉樹林では NDVI や土壌水分量が低くなった後に焼失割合 η が大きくなる変化が見られた。

4. まとめと今後の展望

Ⅰ. 本研究で推定した 4 種類の異なる CO₂ 放出量の比較結果から、手法による違いが大きいことがわかり、焼失割合 η だけではなく手法そのものにも大きな不確定性が存在することがわかった。それらを NICAM-TM に導入して推定した大気中 CO₂ 気柱濃度は、③VISIT 法が最もよく推定できていたが、モデルによる空間的な濃度分布の再現性にまだ改善の余地があることがわかった。ただし、GOSAT の観測結果にも不確定性が多く含まれることから、より高次元での検証が今後必要となる。

Ⅱ. 焼失割合 η を直接推定したところ、土地被覆分類や気象条件、季節などの違いによる焼失割合 η の違いを抽出できる可能性があることが示された。今後、GOSAT の精度向上が期待されるので、本研究で示した焼失割合 η の導出方法が有効に利用されることになるであろう。

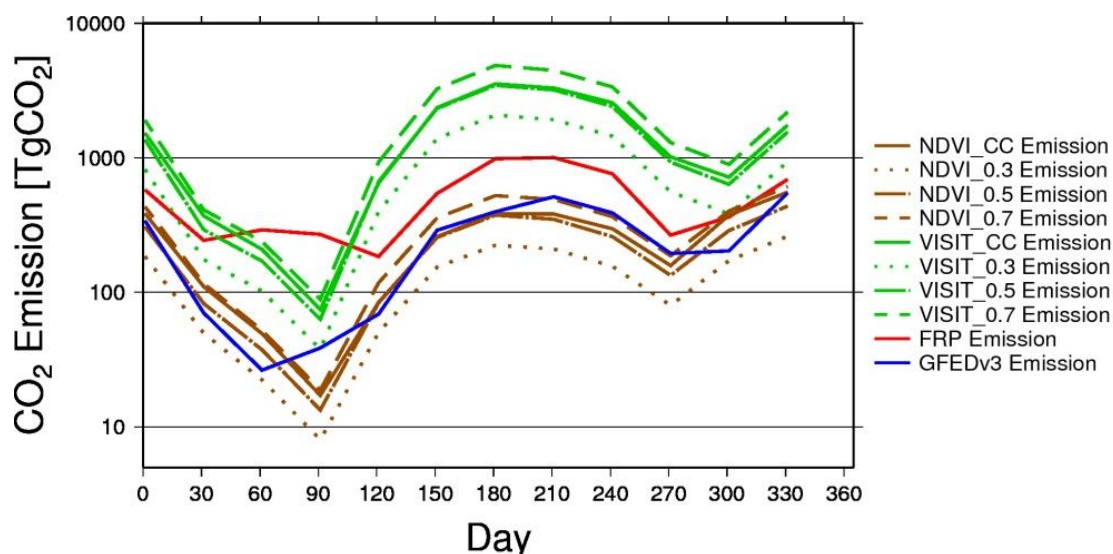


図 1: 推定された 3 種類の CO₂ 放出量に加え GFEDv3 の CO₂ 放出量のアフリカ全土における積算値の月平均値の比較。横軸が時間で単位は日。縦軸が全 CO₂ 放出量で単位が TgCO₂ である。対数表示となっている。茶色が①NDVI 法で推定された CO₂ 放出量。緑が②VISIT 法。赤が③FRP 法。青が④GFED 法。実線は焼失割合を GFEDv2 の焼失割合 CC の値に 0.8 と仮定した燃焼効率 EF を掛け合わせた値、ダッシュ線は 0.7, ダッシュ点線は 0.5, 点線は 0.3 に変えて計算したもの。2009 年一年間の結果を示す。

引用文献

IPCC, 2007: *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Estimation of burning ratio of African biomass burning

Mar. 2011, Department of Natural Environmental Studies, 47-096633, Masato Miyamura

Super visor; Vice scholar, Ryoichi Imasu

Keywords; Biomass burning, Burning ratio, Africa, CO₂, Remote sensing by satellite

1. Introduction

Recently, it has been an issue on the global warming induced by increasing carbon dioxide (CO₂) from the point of view of the climate change and global environment protection (IPCC, 2007). In order to make a future plan of CO₂ level and predict the global warming, it is important to understand CO₂ processes of both sources and sinks. One of the source processes is an emission from biomass burning estimation of 2 to 4GtC/yr, which is about 50% of that from fossil fuel burning. However, its estimation is large uncertain. Mainly because a burning ratio η showed, i.e., a burned fraction of biomass, is very uncertain. Therefore, in this study, I propose the following two methods (I and II) to estimate the burning ratio η by newly independent information. Target area and period is Africa and 1 year in 2009, respectively.

2. Method

I . I used three methods to estimate CO₂ emissions from biomass burning. First method is a combination of three components: amount of biomass estimated by vegetation index NDVI, burned area fraction observed by MODIS sensor and prescribed burning ratio η . (hereafter I call it ‘① NDVI method’). Second method is the same method to first one, except for not using NDVI but using a vegetation model VISIT (hereafter I call it ‘②VISIT method’). Third method is a direct estimation of fire radiative power FRP obtained from infrared information (hereafter I call it ‘③ FRP method’). In addition to the three methods, I used another method to obtain CO₂ emissions using GFEDv3 database which has been widely used (hereafter I call it ‘④GFED method’). After a comparison in CO₂ emission among these four methods, I implemented them to transport model NICAM-TM to calculate CO₂ column concentration in the atmosphere. The results were compared with the observed ones by GOSAT satellite. Finally, I tried to estimate the burning ratio η .

II . I tried to estimate the burning ratio η from a combination of both the ratio between CO₂ emissions estimated from ③FRP method and an amount of biomass calculated by VISIT multiplied burned area fraction.

3. Result and Discussion

I . The calculated CO₂ emissions by the four methods were compared (Fig. 1). The result showed that a seasonal variation was similar to each other, but their magnitudes were pretty different. This indicates that not only the burning ratio η but also the methods are large uncertain. In order to investigate the difference in the atmospheric CO₂ column concentration between the four methods, the simulated CO₂ by the NICAM-TM model are compared with GOSAT-retrieved one. The results showed that, the globally annually averaged CO₂ burdens simulated by NICAM-TM are underestimated. The averaged difference was calculated to be 2.47ppm (①NDVI method), 1.02ppm (② VISIT method) 2.21ppm (③FRP method) and 2.52ppm (④GFED method),

respectively. A correlation coefficient is also calculated to be 0.38 (①NDVI method), 0.29 (②VISIT method), 0.68 (③FRP method) and 0.55 (④GFED method), respectively. In conclusion, the NICAM-TM with ②VISIT method was found to be the best of other methods including ④GFED method in terms of the magnitudes and its spatial distribution, although the correlation is not good.

II. The estimated burning ratio η by above method was shown to be 0.2 to more than 1.2 in same land cover types. The results indicated that the burning ratio η is not only determined by the difference in land cover types. At deciduous broadleaf forest, for example, large seasonality of burning ratio η was seen after the NDVI and the soil moisture were low.

4. Summary and future works

I. The differences in estimated CO₂ emissions were mainly caused by the uncertainty of the methods. The global calculations with NICAM-TM were carried out using them. The results indicated that the best method of simulated CO₂ column concentration in the atmosphere was ②VISIT method, but at the same time further investigations in the spatial distribution are required. The GOSAT retrieved results we used in this study also included some uncertainty, so that the improvements of both GOSAT retrieval and NICAM-TM model are expected.

II. In this study, I found the possibilities to estimate relative values of the burning ratio η by taking into account for different land cover types, meteorological condition and seasons, and so on. More accuracy of GOSAT retrieved CO₂ amount in near future is highly expected, so that this estimated will be used effectively.

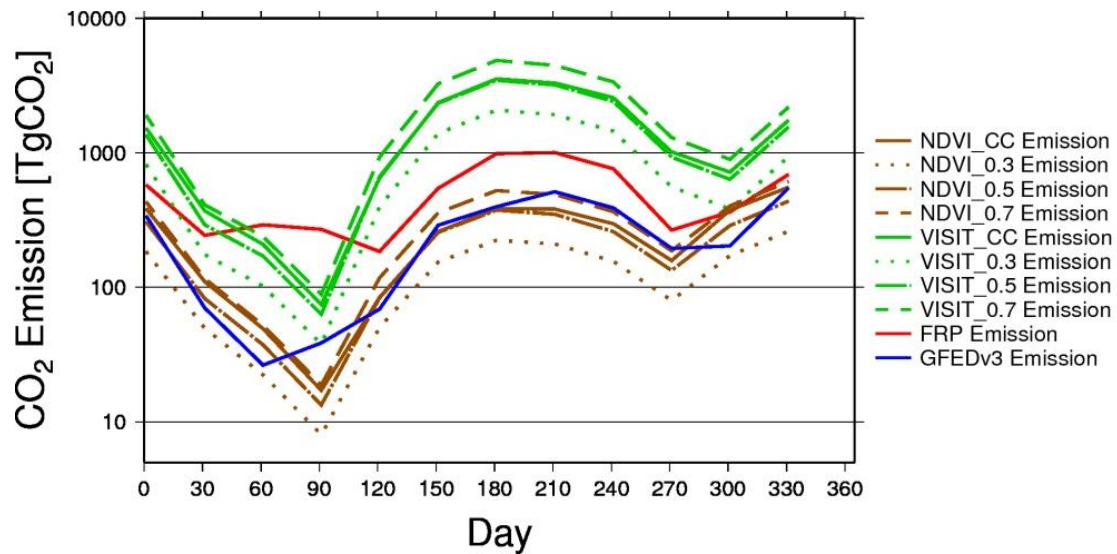


Figure 1: Monthly mean CO₂ emissions over Africa estimated by four different methods (①NDVI methods with different burning ratios by brown, ②VISIT methods with different burning ratios by green, ③FRP method by red, and ④GFED method by blue). Horizontal and vertical axes are the day in 2009 and the amount of CO₂ emissions in logarithmic TgCO₂, respectively.

Reference

IPCC, 2007: *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.