

中国華北域における一酸化炭素とオゾンの変動解析 -バイオマスバーニングとの関連研究-

茅場 聡子^{1*}、林田 佐智子¹、小野 朗子¹ (¹ 奈良女子大学)

1. 研究の背景と目的

対流圏オゾン(O₃)は二酸化炭素(CO₂), メタン(CH₄)に次ぐ第三の人為的温室効果気体であり[IPCC,2013]、その時空間分布の把握は温暖化メカニズムを考える上で重要である。一酸化炭素(CO)は光化学反応を介して、対流圏O₃の前駆物質としての振る舞いを持つ。両物質の変動の関係を明らかにすることは、対流圏O₃の動態予測に繋がると考えられる。

Kanaya et al.,[ACP, 2013]は中国泰山におけるフィールド観測の研究で、華北域で6月初旬に行われる冬小麦収穫後の残渣焼却が大気中O₃濃度に大きな影響をていることを示した。

本研究では、衛星データを用いて特に6月前後の時期に注目して中国華北周辺の対流圏下部におけるCO, O₃濃度,火災件数の時空間分布を調べることで、バイオマスバーニングに起因するCOとO₃の動態の関係を明らかにすることを目的とする。

2. 解析したデータ

[1] CO データ

Terra 衛星搭載のMOPITT(Measurement Of Pollution In The Troposphere)センサ(Ver6)でリトリバブルされた、最下層(1000~900hPa)におけるCO混合比プロダクト (Retrieved CO Surface Mixing Ratio Day)。1°×1°にグリッド化されたLevel3のデータ。

[2] 火災件数データ

Terra, Aqua 衛星搭載のMODIS(MODerate resolution Imaging Spectroradiometer) センサによる熱異常値データ(Thermal Anomalies & Fire)に火災検知アルゴリズム[Giglio et al., RSE, 2003]を適用して作成されたアジア域森林火災プロダクト[Takeuchi and Yasuoka,2006]。0.5°×0.5°内に検知された火災発生件数の総計データ。

[3] O₃ データ

EOS-Aura衛星搭載のOMI(Ozone Monitoring Instrument)センサの紫外スペクトルから、X.Liu博士らが最良推定法により導出したO₃鉛直分布データ。対流圏は下の3~7層であり、そのうちの最下層(約0~3km)におけるO₃濃度。[Liu et al., ACP, 2010]。この最下層のO₃データの信頼性については、Hayashida et al., [投稿準備中]で報告されている。尚、データはCF<0.2, RMS<2.4のものを選別した。解析期間はいずれも2005~2013年である。

3. 解析手法と解析結果

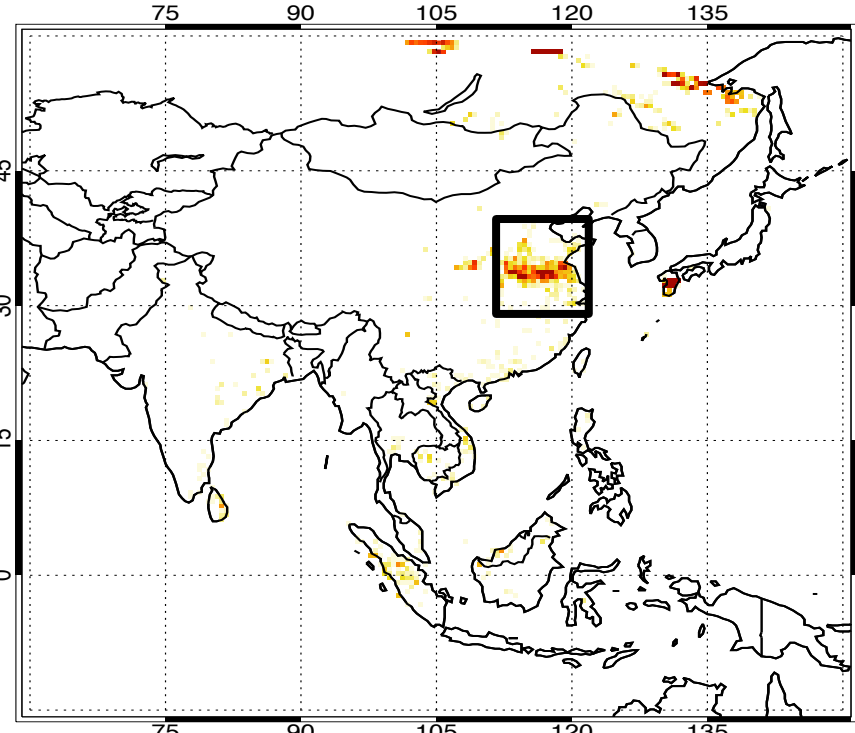


図1. 2006年6月の火災件数

・MODISの火災件数データによると、中国華北域では6月において毎年ほぼ同じ地域(図1で示したエリア約30~40°N, 110~121°E)で、バイオマスバーニングが生じていることが確認できたため、このエリアに注目する。

◆O₃のデータ解析について

本研究ではOMIのO₃リトリバブル値に加え、リトリバブルからアプリオリ値を差し引いた観測情報値(ΔO₃とする)も合わせて解析する。アプリオリに与えられたオゾン値は季節変動を持つため、それを除いたΔO₃は増加したO₃濃度のよい指標となる。[Hayashida et al 投稿準備中]

$$\Delta O_3 = O_3(\text{Retrieval}) - O_3(\text{Apriori})$$

◆火災発生地域周辺におけるCO,O₃の季節変動

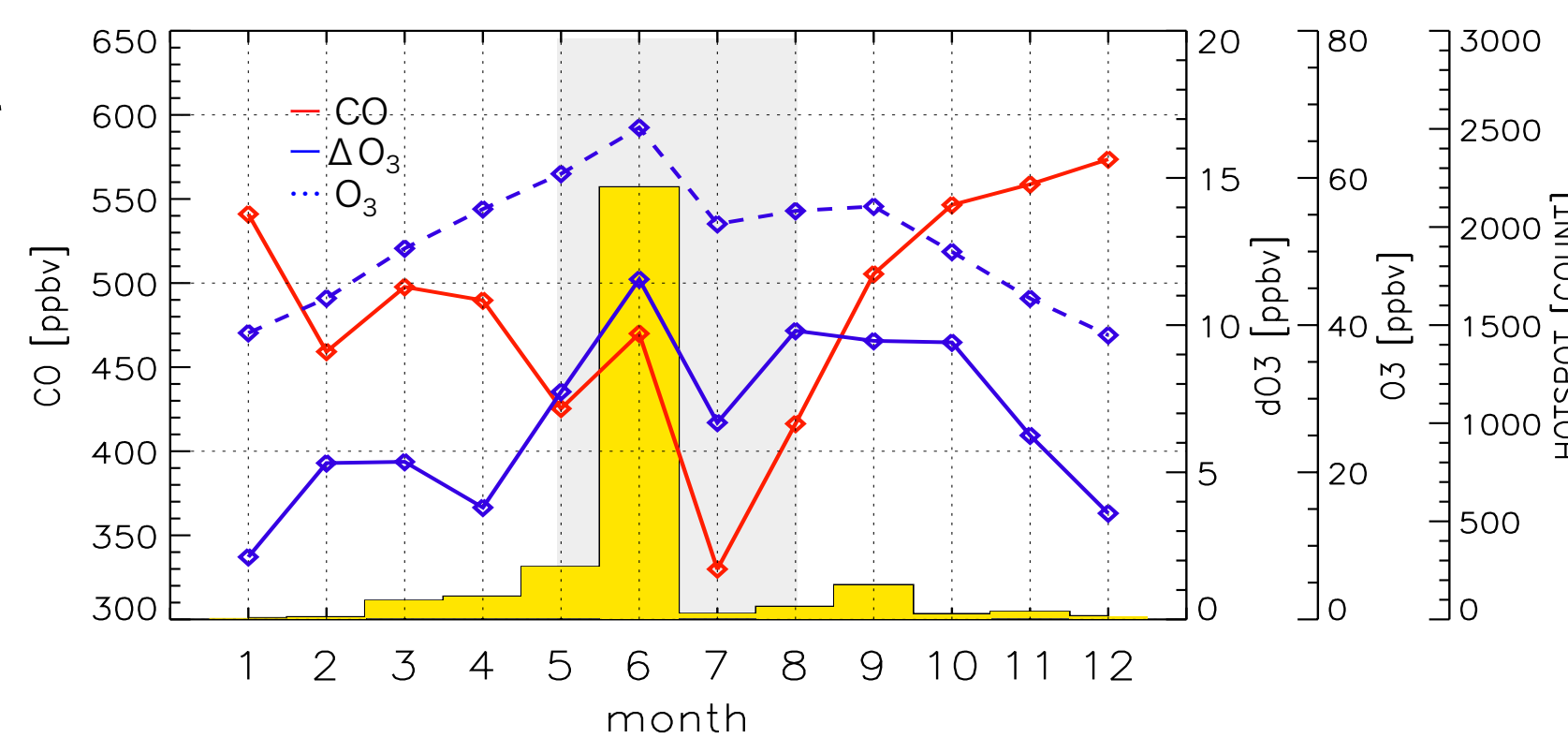


図2. エリアにおける2006年のCO, ΔO₃, O₃,火災件数の季節変動。赤線はCO濃度, 青実線はΔO₃濃度, 青破線はO₃濃度, ヒストグラムは火災件数。

・エリア内のCO,O₃,火災件数季節変動

■5,6,7,8月: COとO₃は同様の変動

正の相関

6月に生じるバイオマスバーニングによるCOやVOCなどのO₃前駆物質の発生⇒初夏の紫外線量が多い条件下でO₃光化学生成が促進されることによると考えられる

■その他の月: COとO₃は概ね逆の季節変動

ピクセル毎の対応は無相関

秋~冬季にかけてのCOの濃度上昇は夏季よりも大きい、紫外線量の少ない冬季においてO₃の生成への関与は少ない

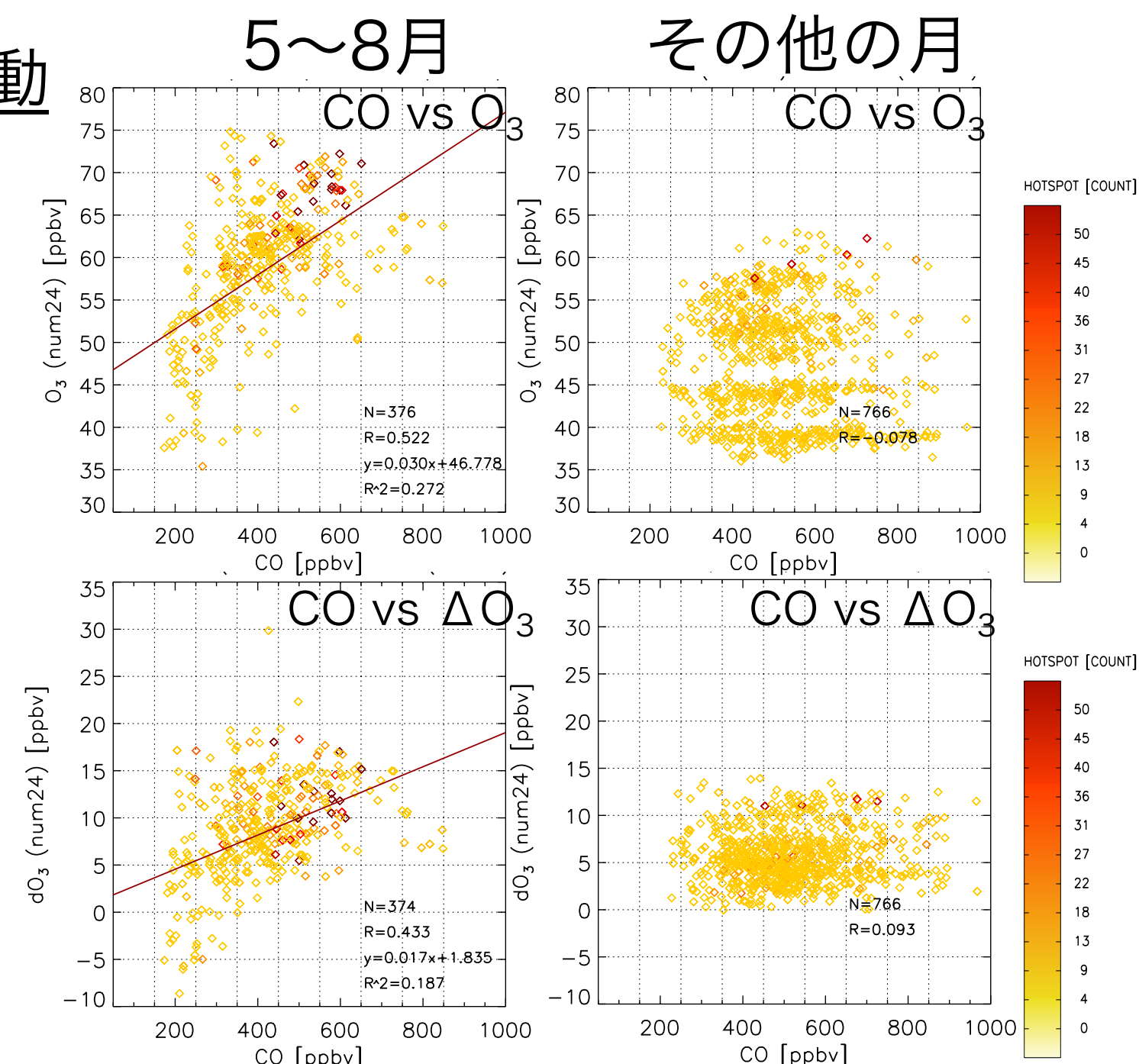


図3. COとO₃, COとΔO₃の相関関係。上段は5,6,7,8月、下段はそれ以外の月。プロットの色は火災件数に対応している。例として2006年の結果を示す。

◆空間により異なるCO,O₃濃度の変動

■図4より、6月においてバイオマスバーニングに起因する高濃度CO,O₃の広がり火災発生地域の上空及びそれより北側に比較的多くみられる。図5でも、火災最多の緯度帯とCOとO₃濃度のピークの緯度帯はわずかに異なる。これは、火災で発生したCO及び光化学生成されたO₃が初夏の南風に輸送され、実際の火災発生地域直上より北部の大気に濃度上昇として表れる可能性が示唆される。

■図4より、6~7月の濃度減少は華北の南東で大きい。これは、6月に上昇した濃度は、7月に入ると火災のソースが無くなると同時に、海洋性の清浄な空気塊の流入の影響を受けやすい華北の南東部ほど濃度が大きく減少することが考えられる。図5でも、緯度35°より南部で減少が大きいことがわかる。

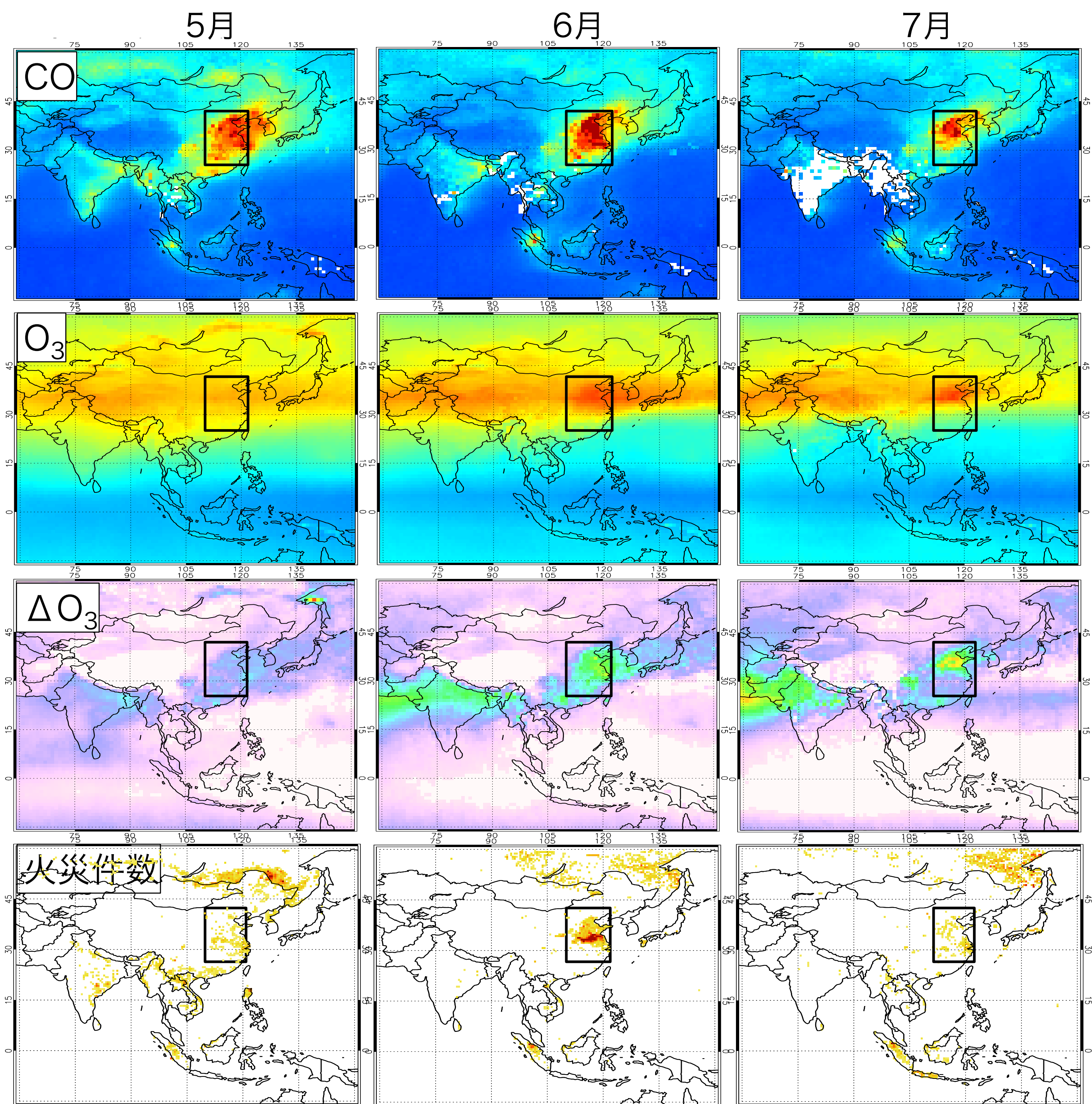
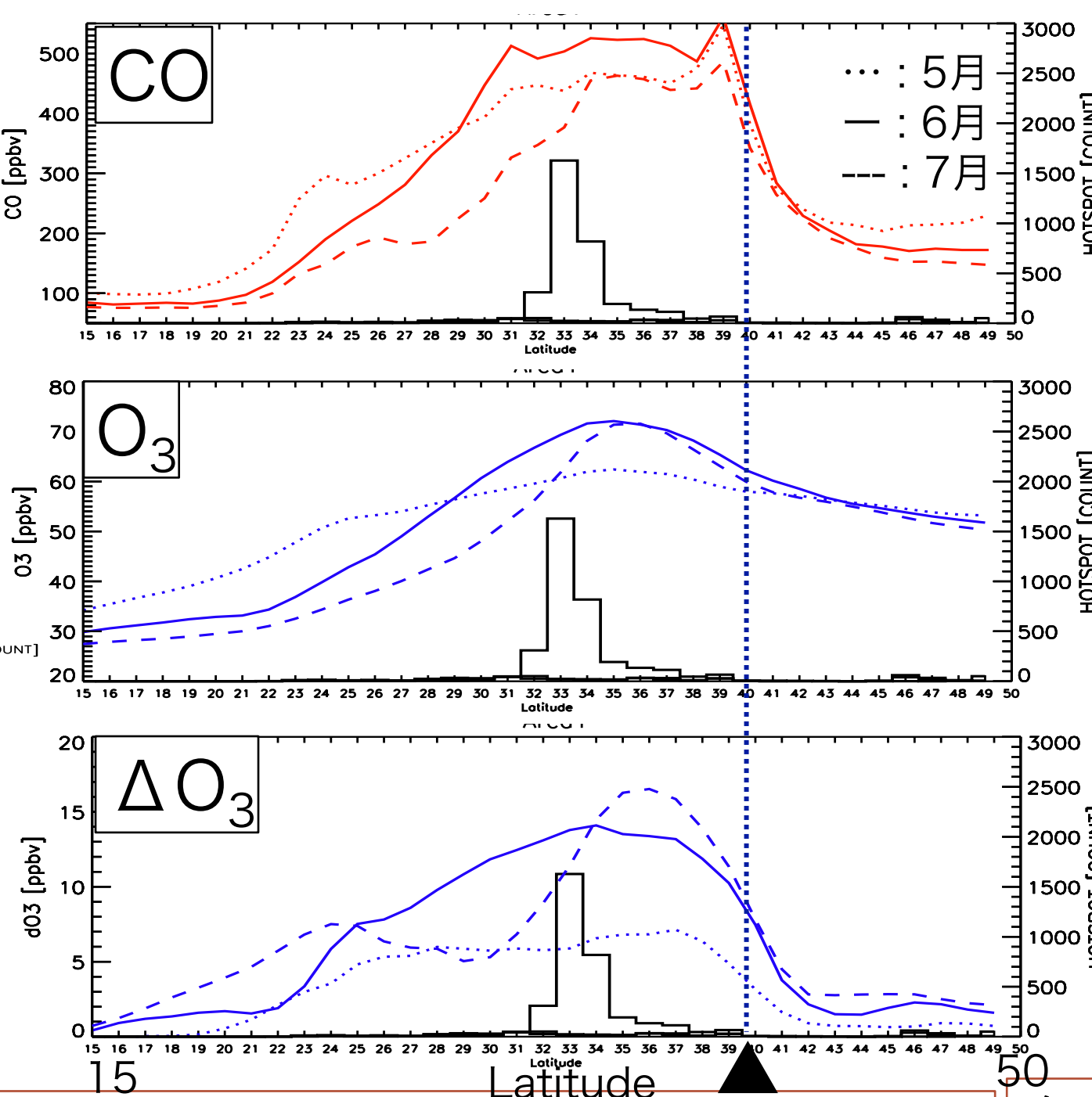


図4. 5,6,7月におけるCO(1段),O₃(2段),ΔO₃(3段)濃度と火災件数(4段)の平均値



一方で、北部は7月に入っても高濃度を保持し、これは北緯40°付近(▲)に位置する山脈により高濃度の空気の輸送が滞っているためではないと思われる。図5でも約40°Nを境にした大きな濃度差が確認できる。

図5. 5,6,7月におけるCO(1段),O₃(2段),ΔO₃(3段)濃度と火災件数(4段)の緯度分布経度方向115~120°の平均

4. まとめと今後の展望

- ・衛星データを解析して中国華北域の対流圏下部におけるCO, O₃濃度、火災件数の季節変動を調べた。
- ・夏季において、COとO₃濃度には正の相関が見られた。
- ・COとO₃は夏季に概ね同様の時間・空間変動を示し、これは同じソース(6月のバイオマスバーニング)と輸送(南風による高濃度CO,O₃の北方輸送やアジアモンスーンによる海洋性気団の流入[Zhao et al., 2010])に起因していると考えられる。
- ・今後は他の気象情報(NCEP NCAR再解析データの日々の風情報)や華北の地形、高度情報を踏まえてより詳細な解析を行いたい。

参考文献

- ・ Kanaya et al., 2013, Atmos. Chem. Phys., 13(16), 8265-8283, doi : 10.5194/acp-13- 8265-2013.
- ・ Zhao et al., 2010, J. Geophys. Res D doi : 10.1029/2009JD012745
- ・ 竹内渉, 安岡善文, 2006, Aqua/Terra MODIS データを使用したアジア森林火災の準時間観測, 写真観測とリモートセンシング, 45(5), 59-63.

謝辞

本研究は、文部科学省の Green Network of Excellence, Environmental Information (GRENE-ei) 事業の支援を受けて実施しています。