

日本気象学会誌 気象集誌
(Journal of the Meteorological Society of Japan)

第94巻 第5号 2016年10月 目次と要旨

招待論文

早坂忠裕：中国および日本における地表面短波放射量の長期変動：レビュー ……393-414

論文

馬淵和雄・高木宏志・Shamil MAKSYUTOV：南アメリカおよびアフリカ領域の逆解析
手法による二酸化炭素 (CO₂) フラックス推定値と地上要素との関係 ……415-430
岩崎博之：全球落雷観測網データから得られたチベット高原の地形に関連した落雷の特徴 ……431-442

要報と質疑

澁谷亮輔・三浦裕亮・佐藤 薫：ばね力学を用いた円形領域で準一様な高解像度
格子変換法 ……443-452
Yanhong GUO・Yinsheng ZHANG・Ning MA・Hongtao SONG・Haifeng GAO：
チベット高原中央にて顕著な拡大を示す内陸湖の湖面熱収支と蒸発量の
定量的算定 ……453-465
学会誌「天気」の論文・解説リスト (2016年7月号・8月号) ……467
英文レター誌 SOLA の論文リスト (2016年153-241, 12A13-21) ……468
気象集誌次号掲載予定論文リスト ……469

.....◇.....◇.....◇.....

早坂忠裕：中国および日本における地表面短波放射量の長期変動：レビュー

Tadahiro HAYASAKA: The Long-Term Variation in Surface Shortwave Irradiance in China and Japan: A Review

中国と日本における地表面短波放射量の長期変動および年々変動についてレビューを行なった。日射計観測によると、1960年代から2000年代にかけて短波放射量の減少と増加が見られたが、1983年以降の衛星観測からは長期トレンドは明らかではない。中国においては、1961年から1990年にかけて地表面短波放射量は減少し、その後増加に転じた。一方、日本においては、1960年代に減少傾向であったが、1970年代および1980年代には年々変動が小さく、その後、1990年頃に増加に転じた。中国と日本の長期変動および年々変動の違いの要因は、主として光吸収特性の強いエアロゾルが

中国では1960年代以降増加を続けたのに対して、日本では1970年代以降、これらのエアロゾルが減少したことがあげられる。光吸収特性の強いエアロゾルは直達放射量と散乱放射量の両方を減少させるが、光吸収特性の弱いエアロゾルは直達放射量を減少させる一方で散乱放射量は増加させる。これらのエアロゾルの特性は主に晴天天下で影響するが、光吸収特性の強いエアロゾルは曇天下でも短波放射量に影響を及ぼす。中国と日本における地表面短波放射量の長期変動は、極小となる時期は異なるが、いわゆる global dimming and brightening 現象に合致するものである。一般に、大

気汚染の激しい地域では人為起源エアロゾルの直接効果が地表面短波放射量に影響し、大気的清浄な地域ではエアロゾルの間接効果、すなわち雲の変化を通して

影響を及ぼすと考えられる。また、人為起源エアロゾル以外の水蒸気量や自然起源エアロゾルの変動が地表面短波放射量に及ぼす影響は小さいと考えられる。

馬淵和雄・高木宏志・Shamil MAKSYUTOV：南アメリカおよびアフリカ領域の逆解析手法による二酸化炭素 (CO₂) フラックス推定値と地上要素との関係

Kazuo MABUCHI, Hiroshi TAKAGI, and Shamil MAKSYUTOV: Relationships between CO₂ Flux Estimated by Inverse Analysis and Land Surface Elements in South America and Africa

逆解析手法により、衛星観測データを含む大気中温室効果ガス濃度観測値から大気-地上間ガスフラックスを推定することができる。特に、本手法は、温室効果ガスフラックス観測値の少ない領域のフラックス推定に有効な方法である。しかし、本手法は数理的最適化手法であるため、推定値の空間的・時間的変動の因果関係の妥当性の検証が必要である。そのための一つの方法として、精度が検証済みの物理的・生物的観測データとの関係による検証がある。本研究では、観測値の少ない南アメリカおよびアフリカ領域における逆解析手法により推定された二酸化炭素 (CO₂) フラックス変動の特徴と妥当性を、降水量、短波放射量、地上気温、および Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) の変動との相互関係により解析検証した。CO₂ フラックス推定値の検証のためには、検証に用いたこれらの地上要素観測値が十分な精度を持っていることが必要である。検証に用いた上記各要素の観測データは、それぞれ独立に作成されたデータであるが、それらの変動の相関関係を解析した結果、相互

に矛盾していないことが確認された。CO₂ フラックス推定値の変動と、地上要素観測値の変動の相互関係は、それぞれの領域において矛盾が無いことが確認され、CO₂ フラックス推定値の変動の物理的・生物的妥当性が確認された。検証期間においては、CO₂ フラックスの変動に対して、南アメリカにおいては NDVI の変動の影響が大きく、またアフリカにおいては降水量の変動 (土壌水分量の変動) が重要であることが分かった。また短波放射量の変動も、それぞれの領域の CO₂ フラックス変動にとって重要な誘因であった。CO₂ フラックス推定値の変動と地上要素の変動との特徴的關係については、CO₂ 濃度地上観測値のみを使用した逆解析により推定された CO₂ フラックスを用いた場合より、CO₂ 濃度地上観測値および Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT) 観測値を共に利用して推定された CO₂ フラックスを用いた場合の方がより明確に検出された。これは、CO₂ 濃度地上観測値が少ない領域における GOSAT 観測データの有効性を示唆している。

岩崎博之：全球落雷観測網データから得られたチベット高原の地形に関連した落雷の特徴

Hiroyuki IWASAKI: Relating Lightning Features and Topography over the Tibetan Plateau Using the World Wide Lightning Location Network Data

全球落雷観測網データを用いて、地形との関係に注目し、2009年4月から2014年12月を対象にチベット高原における落雷の特徴を調べた。落雷強度の特徴を記述するために、90パーセントイル値 (7666J) 以上のエネルギーを持つ落雷を強い落雷と定義し、全落雷回数に対する強い落雷回数の割合を強落雷比と定義した。

解析領域の西域を除けばチベット高原における落雷密度は比較的高く、一方、標高が約6 kmを越えるヒマラヤ山脈や大規模な谷域には落雷密度の極小域が見

られる。それらの落雷密度の極大域や極小域は、降水量の極大域や極小域に対応していた。チベット高原では強い落雷が頻繁に発生しており、多くの領域で強落雷比は30%を越え、その値は全球平均の3倍に対応する。特に、落雷密度の低いヒマラヤ山脈周辺を含む南部チベット高原では、強落雷比は50%にも達する。

夏期の落雷密度の極大は、高原レベルよりも0.2-1.0 km 標高の高い領域に集中する傾向が認められた。また、那曲 (Nagqu) 高層気象観測点周辺の全落雷

と強い落雷の密度は、シュワルター安定度 (SSI) や鉛直シアーと負の相関があった。強落雷比と平均落雷

エネルギーは SSI とは無相関であったが、鉛直シアーとは有意な負の相関が認められた。

澁谷亮輔・三浦裕亮・佐藤 薫：ばね力学を用いた円形領域で準一様な高解像度格子変換法

Ryosuke SHIBUYA, Hiroaki MIURA, and Kaoru SATO: A Grid Transformation Method for a Quasi-Uniform, Circular Fine Region Using the Spring Dynamics

正二十面体格子にばね力学法を適用し、円形領域内で一様かつ高解像度な伸縮格子を持つ新たな格子変換法を考案した。このような格子構造は大気波動や物質輸送、混合過程など、水平解像度依存性が強い物理過程の計算効率のよいシミュレーションに有用である。格子集中により解像度を高めたターゲット領域は、格子の等方性を保つ Schmidt 変換を利用した解像度の粗い領域に滑らかに接続されるようにした。目的の構造が実現される時、ばね力学法における格子点間を繋ぐばねの自然長の緯度分布は、(i) ターゲット領域の格子点数、(ii) ターゲット領域そのものの面積、及び (iii) Schmidt 変換のパラメータ、によって決定される。一連の数式を導入することで、ターゲット領

域において実現される最小の格子間隔はターゲット領域の面積のみの関数として表せることを示した。また本研究で提案する変換法を用いて、ターゲット領域において一様かつ高解像度な格子構造が形成されることを確認した。さらに、本研究で提案した変換法及び先行研究の変換法によって形成した水平格子構造をそれぞれ用いて、非静力学数値モデルによる実大気シミュレーションを行った。本研究の水平格子構造は先行研究の水平格子構造よりもターゲット領域内でより均一な解像を持っているため、重力波の運動量フラックスはその水平解像度依存性の影響をより受けることなく推定された。

Yanhong GUO・Yinsheng ZHANG・Ning MA・Hongtao SONG・Haifeng GAO：チベット高原中央にて顕著な拡大を示す内陸湖の湖面熱収支と蒸発量の定量的算定

Yanhong GUO, Yinsheng ZHANG, Ning MA, Hongtao SONG, and Haifeng GAO: Quantifying Surface Energy Fluxes and Evaporation over a Significant Expanding Endorheic Lake in the Central Tibetan Plateau

チベット高原最大のシーリン湖にて2014年4月26日から9月26日にかけて渦相関法を用いて湖面と大気間のエネルギー・水蒸気交換に関する観測が行われた。顕熱フラックス (H) と潜熱フラックス (LE) の日変化は正味放射量 (R_n) とは異なる傾向を示した。 R_n は地方時刻の正午に最大を示すが、 H は午前中、 LE は午後最大を示す。 H と LE の季節変化も R_n と異なり、 R_n が6月に極大を示すのに対して H と LE は

9月に極大を示した。蒸発量の日平均値は 2.7 mm d^{-1} で期間中の積算は 417.0 mm と算定された。シーリン湖面で観測された蒸発量を、陸上観測地点における蒸発パン (D20型と E601B型) および可能蒸発量と比較した。湖面蒸発量、D20・E601B型蒸発パンによる蒸発量、および可能蒸発量相互の変換係数は月々で変化し、一定の係数には規定できない。