

A Rossby wave breaking-induced enhancement in the tropospheric ozone over the Central Himalayan region.

Kondapalli Niranjan Kumar, Som Kumar Sharma, Manish Naja, and D.V. Phanikumar

मध्य हिमालयी क्षेत्र के ऊपर क्षोभमंडलीय ओजोन में एक रॉस्बी लहर तोड़ने से प्रेरित वृद्धि।
कोंडापल्ली निरंजन कुमार, सोम कुमार शर्मा, मनीष नाजा और डी.वी. फणीकुमार

सार :

हिमालय में उच्च ऊंचाई वाले क्षेत्रों में उच्च ओजोन सांद्रता का खतरा होता है जो अक्सर विविध गतिशील और परिवहन तंत्र के परिणामस्वरूप होता है। यहां, हम दिसंबर 2010 के महीने में मध्य हिमालयी क्षेत्र में सतह और क्षोभमंडलीय ओजोन सांद्रता में जमीन-आधारित और अंतरिक्ष-जनित माप से असामान्य वृद्धि की रिपोर्ट करते हैं। 18-19 दिसंबर 2010 को सतही ओजोन का स्तर (~80 पीपीबीवी) मध्य हिमालयी क्षेत्र में लगभग 40-50 पीपीबीवी के मौसमी औसत (दिसंबर-जनवरी-फरवरी) के सापेक्ष दो गुना अधिक देखा गया है। एक्वा उपग्रह पर ट्रोपोस्फेरिक एमिशन स्पेक्ट्रोमीटर और ओजोन मॉनिटरिंग इंस्ट्रूमेंट से अंतरिक्ष-जनित माप भी इस क्षेत्र में ट्रोपोस्फेरिक कॉलम ओजोन में उच्च मान दिखाते हैं। उपग्रह अवलोकनों से संकेत मिलता है कि ट्रोपोपॉज़ तापमान में लगभग 5 डिग्री सेल्सियस की वृद्धि हुई है और 18-19 दिसंबर 2010 के दौरान लगभग 1 किमी ट्रोपोपॉज़ ऊंचाई में कमी आई है, जिसके परिणामस्वरूप अध्ययन क्षेत्र में समताप मंडल-क्षोभमंडल विनिमय प्रक्रियाओं को सुविधाजनक बनाने वाले ट्रोपोपॉज़ गुना की घटना हुई। ट्रोपोपॉज़ फोल्ड की घटना और ट्रोपोस्फेरिक और सतह ओजोन के बाद में वृद्धि का प्रशंसनीय कारण ऊपरी क्षोभमंडल में रॉस्बी तरंगों के टूटने से जुड़ा हुआ पाया जाता है। वेव ब्रेकिंग उच्च-पीवी (संभावित vorticity) हवा के संवहन की ओर जाता है, लगभग 3-4 PVU के परिमाण के साथ, उच्च-अक्षांशों से मध्य हिमालयी क्षेत्र की ओर। पीवी संवहन का ऊर्ध्वाधर घटक क्षोभमंडल में उच्च-पीवी हवा के एक गहरे समताप मंडल की घुसपैठ को भी दर्शाता है। वेव ब्रेकिंग के कारण फोल्डिंग ट्रोपोपॉज़ में ओजोन के आइसोट्रोपिक परिवहन को उपग्रह और रीनलिसिस डेटासेट से स्पष्ट रूप से दर्शाया गया है। इसलिए, वर्तमान अध्ययन में जटिल स्थलाकृति वाले हिमालयी क्षेत्रों पर क्षोभमंडल और सतह ओजोन के लिए ऊपरी क्षोभमंडल तरंग गतिकी के मजबूत निहितार्थ हैं।

Abstract:

The high-altitude regions in the Himalayas are prone to high ozone concentrations frequently resulting from diverse dynamical and transport mechanisms. Here, we report an unusual enhancement in the surface and tropospheric ozone concentrations over the central Himalayan region from ground-based and space-borne measurements in the month of December 2010. The surface ozone levels (~80 ppbv) on 18–19 December 2010 is observed to be two-fold higher relative to the seasonal average (December-January-February) of about 40–50 ppbv in the central Himalayan region. The space-borne measurements from Tropospheric Emission Spectrometer and Ozone Monitoring Instrument onboard Aqua satellite also show higher values in the tropospheric column ozone over this region. The satellite observations indicate an increase in tropopause temperature of about 5 °C and decrease in tropopause altitude about 1 km during 18–19 December 2010 resulting in the occurrence of tropopause fold facilitating the stratospheric-tropospheric exchange processes over the study region. The plausible reason for the occurrence of tropopause fold and subsequent enhancement of tropospheric and surface ozone is found to be associated with the breaking Rossby waves in the upper troposphere. The wave breaking leads to the advection of high-PV (potential vorticity) air, with magnitudes of about 3–4 PVU, towards the central Himalayan region from high-latitudes. The vertical component of PV advection also shows a deep stratospheric intrusion of high-PV air into the troposphere. The isentropic transport of ozone across the folding tropopause due to the wave breaking is clearly depicted from the satellite and reanalysis datasets. Therefore, the present study has strong implications of upper tropospheric wave dynamics to the tropospheric and surface ozone over the Himalayan regions having complex topography.

Keywords: Tropospheric Ozone, Rossby waves, Potential Vorticity, Tropospheric Emission, Spectrometer, Ozone Monitoring Instrument.