

1996-1997年北極冬季下部成層圏における硝酸の

再分配

*入江 仁士 [1], 近藤 豊 [1], 小池 真 [1], G. E. Bodeker [2]

名古屋大学太陽地球環境研究所[1], NIWA, Lauder, New Zealand[2]

Redistribution of nitric acid in the Arctic lower stratosphere during the winter of 1996-1997

*Hitoshi Irie[1], Yutaka Kondo [1], Makoto Koike [1], G. E. Bodeker [2]

Solar-Terrestrial Environment Laboratory[1], NIWA, Lauder, New Zealand[2]

Profiles of HNO₃, N₂O, and O₃ were observed by the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) on board the ADEOS in the Arctic winter of 1996-1997. The measurements were made with a vertical resolution of 1 km. Irreversible redistribution of HNO₃ was estimated using the HNO₃-N₂O and HNO₃-O₃ correlation.

Denitrification of 9- 15 % on average was observed inside the Arctic vortex between 18 and 22 km in February 1997 when the Arctic minimum temperature fell below the ice frost point. The maximum denitrification reached as high as 80 % at 19-20 km.

At 20 km the ILAS observing probabilities of the denitrification are 0.3 and 0.7 on middle February and early March, indicating the expansion of the denitrified area. Denitrification took place only inside the Arctic vortex. In the period when the temperature was below the ice frost point, 6.7×10^{32} molecules of HNO₃ was irreversibly lost in 20 ± 0.5 km layer inside the vortex. Although after February 25 the temperature did not reach the ice frost point, 2.4×10^{32} molecules was lost additionally. Simultaneously with denitrification, increases in HNO₃ (nitrification) were observed between 12 and 17 km with largest enhancements of HNO₃ at 14 and 15 km. The changes in the column amounts of HNO₃ concentration due to denitrification and nitrification were calculated. The average net total loss of HNO₃ which occurred above 17 km inside the vortex by late February was estimated to be 10.8×10^{14} molecules cm⁻². On the other hand, the column increase of HNO₃ was 12.6×10^{14} molecules cm⁻². The agreement of the loss and increase to within 20 % is consistent with the occurrence of sedimentation of HNO₃-containing particles and following release of nitric acid by the evaporation (or sublimation) of particles in the Arctic lower stratosphere.

1996-1997年冬季に人工衛星ADEOSに搭載されたILAS (Improved Limb Atmospheric Spectrometer)測定器によって北極におけるHNO₃, N₂O, O₃の観測が1 kmの高度分解能で行われた。HNO₃-N₂OおよびHNO₃-O₃の相関関係を用いて不可逆的に再分配されたHNO₃濃度を見積もった。1997年2月に北極上空の最低気温が氷飽和温度以下に低下した。Denitrification (脱窒)によって、18-22 kmにおいてHNO₃は極渦内を平均すると9-15 %損失していた。個々の観測点では19-20 kmで最大80 %に達していた。ILASが極渦内で脱窒を観測する確率は2月から3月にかけて増加した。20 kmでは20%以上の脱窒の観測確率が0.3から0.7へ増加し、HNO₃が損失された領域が拡大したことを示した。Denitrificationは極渦内でのみ観測された。気温が氷飽和温度以下に低下していた期間に 20 ± 0.5 kmの層で 6.7×10^{32} moleculesのHNO₃が不可逆的に失われた。2月25日以降は氷飽和温度以下に気温が低下しなかったが、さらに 2.4×10^{32} moleculesのHNO₃が失われた。12-17 kmではdenitrificationと同時にHNO₃濃度の増加 (nitrification)がみられた。14-15 kmにおいてHNO₃濃度の増加が最も顕著であった。HNO₃濃度の増加は気温がNAT粒子生成温度よりも低いところでは観測されなかった。落下する粒子は、気温が氷飽和温度よりも高くNAT粒子生成温度よりも低いときに蒸発しなかったため、NAT粒子或いはNATでコーティングされた氷粒子であると考えられる。Denitrificationとnitrificationによる鉛直気柱内のHNO₃の変化量を計算した。2月下旬までに17-22kmで起きたdenitrificationによって、 10.8×10^{14} molecules cm⁻²のHNO₃が失われた。一方で、12-16 kmで 12.6×10^{14} molecules cm⁻²のHNO₃が増加した。損失および増加したHNO₃の量は20 %で一致したことは、極渦内でHNO₃を含んだPSC粒子の重力落下が起き、粒子の蒸発(昇華)によってHNO₃の放出が起きたことと整合する。