Anisotropic Forbush decrease of 24 March 2024: First look

การลดลงแบบฟอร์บุชเมื่อวันที่ 24 มี.ค. พ.ศ. 2567: มองเบื้อนต้น

(A. Mishev, N. Larsen, E. Asvestari, **A. Sáiz,** M. A. Shea, D. Strauss, **D. Ruffolo,** C. Banglieng, S. Seunarine, M. L. Duldig, A. Gil, J. J. Blanco, O. García-Población, P. Cervino-Solana, J. H. Adams, Jr., and I. Usoskin, Anisotropic Forbush decrease of 24 March 2024: First look, *Adv. Space Res.*, **74,** 4160 (IF=2.8) https://doi.org/10.1016/j.asr.2024.08.027)

A strong Forbush decrease, i.e., suppression of the flux of galactic cosmic rays recorded on Earth, was observed by the global network of ground-based neutron monitors (NMs) on 24–25 March 2024. The decrease was very unusual as characterised by so rapid recovery that a false Ground-level enhancement (GLE) alarm was produced by the corresponding warning systems. Here we present the first comprehensive collection and analysis of the available data for this event, including data from the Princess Sirindhorn Neutron Monitor (PSNM) in Thailand. The event was highly anisotropic as exhibited in a 3-h spread of the deep-phase timing for different NMs. The anisotropy was focused nearly at the anti-sunward direction with a narrow cone of 20–30. The heliospheric situation leading to this unusual Forbush decrease was quite complex. An analysis of first look records was performed, considering the stations acceptance, taking into account the complex geomagnetic conditions. A leader fraction analysis indicates that the recovery phase of the event was rigidity-independent and had essentially the same spectral shape as the pre-event period. A summary of the solar-terrestrial phenomena is provided to assist in future work on modelling this complex event.

การลดลงแบบฟอร์บุช กล่าวคือ การลดลงในฟลักซ์ของอนุภาครังสีคอสมิกจากกาแล็กซีที่บันทึกบนโลก ได้วัดด้วยเครือข่ายเครื่องตรวจวัดนิวตรอนระดับพื้นดินทั่วโลก เมื่อวันที่ 24-25 มี.ค. พ.ศ. 2567 โดยการลดลงอย่างแรงครั้งนี้ ผิดปกติในแง่ที่ฟลักซ์เพิ่มกลับมาใหม่อย่างเร็ว จนกระทั่งมีการเตือนผิดว่าเป็นการเพิ่มระดับพื้นดิน (ground level enhancement) ของอนุภาคพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์ ที่นี้เราเสนอการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลรอบด้านสำหรับเหตุการณ์นี้เป็นครั้งแรก รวมทั้งข้อมูลจากสถานีตรวจวัดนิวตรอนสิรินธร (PSNM) ในประเทศไทย เราพบความแตกต่างมากในฟลักซ์ที่มาจากทิศทางต่าง ๆ ดังที่ปรากฏในการกระจายถึง 3 ชั่วโมงในเวลาที่พบฟลักซ์ต่ำสุดสำหรับแต่ละสถานี โดยแตกต่างในทิศทางเกือบตรงข้ามกับทิศสู่ดวงอาทิตย์ ภายในกรวยที่กว้างประมาณ 20-30 องศา สถานการณ์ในระบบสุริยะที่ซับซ้อนมากอยู่เบื้องหลังการลดลงแบบฟอร์บุชที่ผิดปกตินี้ เราได้วิเคราะหาข้อมูลแบบ “มองเบื้องต้น” แล้ว โดยคำนึงถึงการตอบสนองของแต่ละสถานีต่อรังสีคอสมิก ภายใต้สภาพสนามแม่เหล็กโลกที่ซับซ้อน การวิเคราะห์ leader fraction บ่งชี้ว่า ลักษณะที่ฟลักซ์เพิ่มกลับมาใหม่เหมือนกันสำหรับอนุภาคที่มีพลังงานต่าง ๆ และมีสเปกตรัมเหมือนในช่วงก่อนเวลาเริ่มเหตุการณ์ เราได้สรุปผลกระทบจากดวงอาทิตย์ต่อโลกเพื่อปูพื้นต่อแบบจำลองสำหรับเหตุการณ์ที่ซับซ้อนครั้งนี้

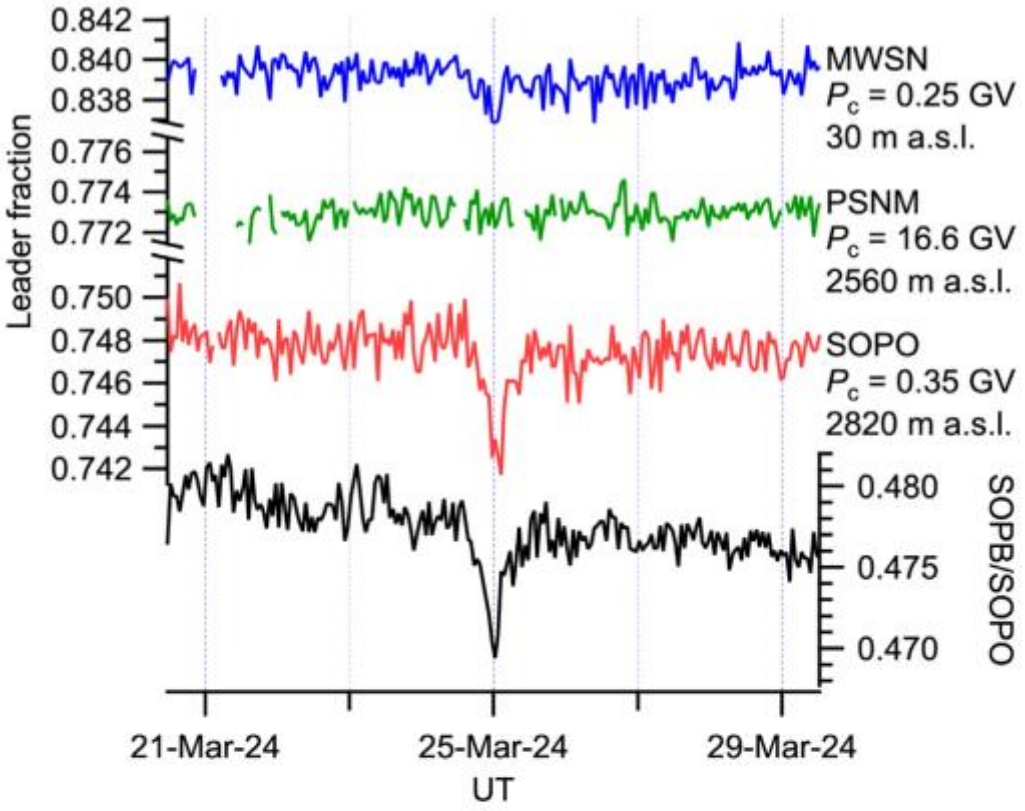

Fig. 10. Indicators of changes in the cosmic ray spectrum during the FD using time series of hourly data from selected NM stations. Top: Leader fraction, which serves as an indicator of the spectral index, from MWSN, PSNM, and SOPO. Bottom: The count rate ratio between bare counters and a neutron monitor at the South Pole (SOPB/SOPO), another indicator of the spectral index. The decrease in the spectral index, i.e., hardening of the spectrum, is consistent with a much stronger Forbush decrease at lower cutoff rigidity. Note that on March 25 the spectral index rapidly rose back to the pre-event trend, while the count rates took several days to recover, indicating that the recovery phase had essentially the same spectral shape as the pre-event period. Note also that PSNM at cutoff rigidity $\approx$17 GV exhibited no clear change in the leader fraction, indicating that at high rigidity the spectral shape was unchanged throughout the event.