भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 18 अंक 2 दिसम्बर 2010 पृ. 158-161

भारतीय क्षेत्र की क्षोभसीमा (ट्रोपोपॉज) का अभिलक्षण

सी जे जॉनी, एस के सरकार एवं डी पुण्यसेषुदु*
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली - 110 012
*रायलसीमा विश्वविद्यालय, कुरनूल (आ.प्र.)

सारांश : क्षोभसीमा (ट्रोपोपॉज) संवहनीय रूप से नियंत्रित क्षोभमंडल (ट्रोपोस्फीयर) तथा विकिरणीय रूप से नियंत्रित समतापमंडल (स्ट्रेटोस्फीयर) के बीच सीमा होती है। क्षोभमंडल तथा समतापमंडल के बीच गतिशील, रसायनिक तथा विकिरण संयोजन का वैश्विक जलवायु परिवर्तन पर प्रभाव पड़ता है। क्षोभसीमा, क्षोभमंडल तथा समतापमंडल के बीच ओजोन, जल वाष्प कण तथा ऐरोसोल के परिवहन को प्रभावित करती है। क्षोभमंडल तथा समतापमंडल के बीच रसायनिक प्रजातियों के परिवहन का रसायनिक संघटन, विकिरणशील परिपाटी, संचरण, प्रणालियों तथा अंततः मौसम में परिवर्तन होता है। क्षोभसीमा ऊंचाई तथा तापमान में भिन्नता का क्षोभमंडल समतापमंडल तथा वायु परिमाण के विनियम पर गहन प्रभाव होता है।

Tropopause characteristics over Indian region

C J Johny, S K Sarkar & D Punyaseshudu*
National Physical Laboratory, New Delhi - 110 012
*Rayalseema University, Kurnool, (A.P.)

Abstract

Tropical atmosphere hold key to much of variability in global climate change. But many processes occurring in the tropical upper troposphere lower stratosphere (UTLS) region is not clearly understood. Accurate knowledge of mechanism acting in tropopause region is required for weather forecasting beyond 5 days. The temperature and water vapour characteristics in the vicinity of tropopause measured using radio occultation technique over Indian subcontinent is presented here. Tropopause temperature and height shows large variation over Indian region. Extremely cold tropopause temperature is observed over many parts of India. Water vapour in UTLS region exhibits seasonal variation.

प्रस्तावना

क्षोभसीमा ऊंचाई क्षोभमंडल तथा समतापमंडल में तापमान परिवर्तनों से प्रभावित होती है। तापमान परिवर्तन प्राकृतिक तथा मानवीय गतिविधियों से उत्पन्न होता है। क्षोभसीमा ऊंचाई वैश्विक जलवायु परिवर्तन को सूचित करती है। यह विषुवत क्षेत्र में अधिक होती है तथा ध्रुवों पर कम होती है। वैश्विक क्षोभसीमा ऊंचाई उन क्षेत्रों में अधिक हो जाती है जहां पर वायु के कणों (एयर पार्सल) को ऊपर की ओर धकेला जाता है परिणामस्वरूप उस स्थान पर ऊंचाई कम हो जाती है, जहां पर वायु के कणों को नीचे की ओर धकेला जाता है। क्षोभसीमा ऊंचाई तथा मानसून गतिविधियां दोनों एक दूसरे से समीपवर्ती रूप से संबंधित हैं तथा इनका प्रयोग पूर्वानुमान अध्ययनों के लिए किया जा सकता है[2]। क्षोभसीमा एक अवरोध है जो कि कुछ विनिर्दिष्ट क्षेत्रों के अलावा क्षोभमंडल परिमाणों के आर-पार वायु के परिवहन को बाधित करती है। उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों को एक ऐसा क्षेत्र माना जाता है जहां पर क्षोभमंडल से समतापमंडल की ओर वायु कणों का अपरिवर्तनीय परिवहन होता है। लेकिन इस परिवहन को नियंत्रित करने की प्रकृति तथा तंत्र स्पष्ट नहीं है। यह पाया गया है कि मोटे तौर पर क्षोभसीमा तापमान इस परिवहन को नियंत्रित करता है तथा उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के उन हिस्सों में होता है जहां पर क्षोभसीमा (सी पी टी) 191k होता है। हाल के अध्ययनों से क्षोभसीमा तापमान के भारतीय क्षेत्र में घटित होने का पता चला है[4]। क्षोभसीमा तापमान तंत्र के लिए आवश्यकता से अधिक संवहन के अलावा इस परिवहन के लिए क्लाउड लाफ्टिंग भी सहायक होती है। वैश्विक जलवायु परिवर्तन अध्ययनों के लिए क्षोभसीमा के आसपास में जल वाष्प कणों के

वितरण और परिवर्तनशीलता की सही-सही जानकारी होनी आवश्यक है। यह समतापमंडल में हाइड्रॉक्सिल रेडिकल (OH) का प्रमुख स्रोत है जो कि ओजोन (O_3) को हटाता है। समतापमंडल में पानी के वाष्प कणों का स्रोत मीथेन (CH_4) ऑक्सीडेशन होता है तथा क्षोभमंडल में परिवहन से होता है।

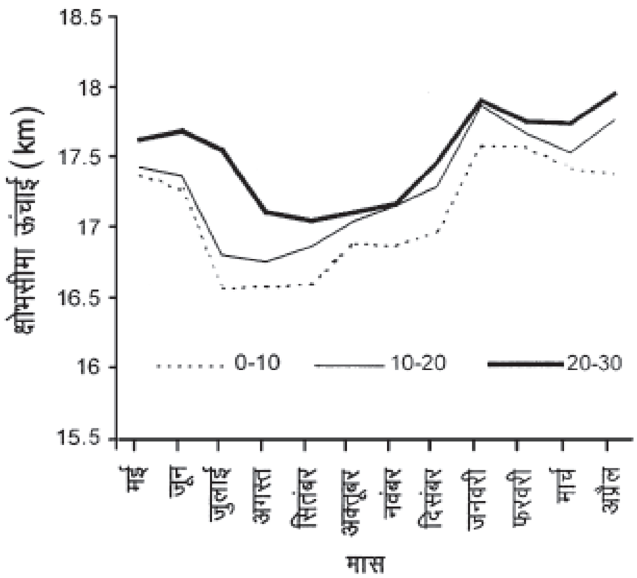
वर्तमान अध्ययन में मई 2006 से अप्रैल 2007 के दौरान भारतीय क्षेत्र के ऊपर 0-30 N° तथा 40-120°E रेंज में क्षोभसीमा ऊंचाई तथा तापमान के स्थानिक और कालिक वितरण को प्रस्तुत किया गया है। क्षोभसीमा स्तर पर जल वाष्प का वितरण पर विचार किया गया है। यह अवलोकन किया गया है कि उच्च तथा अधिक तप्त क्षोभसीमा तापमान 20-30° एन मौजूद है। निम्न अक्षांशों की तुलना में इस अक्षांश में जल वाष्प कणों की मात्रा भी कुछ अधिक दिखाई देती है।

सामग्री एवं विधि

इस अध्ययन के लिए कॉस्मिक (cosmic) मिशन से जी पी एस ओक्कलटेशन पैमाइशों का उपयोग किया गया है। यह लिम्ब साउंडिंग तकनीक है तथा इसको अप्रैल 2006 में शुरू किया गया था। वर्तमान में जी पी एस सिग्नलों को ट्रेक करने के लिए छह लो अर्थ आर्बिट उपग्रहों का प्रयोग किया जाता है। मिशन द्वारा 100 मीटर वर्टिकल रेज्योल्यूशन पर ऑब्जर्वेशन उपलब्ध कराए जाते हैं। कॉस्मिक मिशन के ऑपरेशन के विस्तृत विवरण को पूर्ववर्ती जांचकर्ताओं द्वारा वर्णित किया गया है[6]। तापमान प्रोफाइल में तापमान न्यूनतम के मानदंडों के अनुसार क्षोभसीमा की पहचान की जाती है।

परिणाम एवं विवेचना

क्षेत्र में क्षोभसीमा ऊंचाई 12.5 तथा 20.3 किमी. के बीच में रहती है। औसत क्षोभसीमा 17.3 किमी. पायी जाती है। चित्र 1 में भिन्न-भिन्न अक्षांश रेंज के लिए क्षोभसीमा ऊंचाई मासिक औसत में चिलनों को दर्शाया गया है। यह देखा गया है कि क्षोभसीमा ऊंचाई उत्तर दक्षिण दिशा में बढ़ जाती है। प्रत्येक माह अधिकतम क्षोभसीमा ऊंचाई को 20-30° एन अक्षांश रेंज में देखा गया है। उत्तरी गोलार्द्ध ग्रीष्म तथा शीत महीनों में क्षोभसीमा ऊंचाई में विषुवतीय अधिकतम दूरी को कुछ अन्य अध्ययनों में भी प्रस्तुत किया गया है[7]। हमारे अवलोकनों से यह स्पष्ट होता है कि क्षोभसीमा ऊंचाईयों में विषुवत्तीय अधिकतम दूरी सभी महीनों में घटित होती है। इन अक्षांशों में सुदृढ़तम् संवहन गतिविधियां घटित होती पायी गयी हैं। विषुवत्तीय अधिकतम दूरी के घटित होने के पीछे कारण संवहन गतिविधियां हो सकती हैं। क्षोभसीमा ऊंचाई द्वारा 20-120° ई देशान्तर रेंज में देशान्तरीय दिशा के साथ-साथ कोई विशिष्ट परिपाटी नहीं दर्शायी गयी है। 0-20° एन



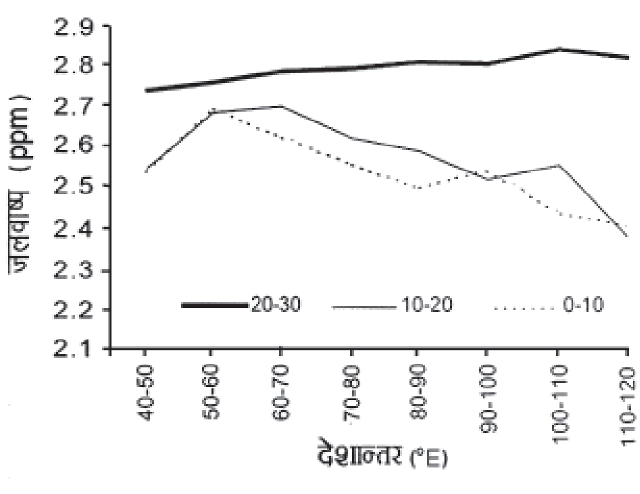
चित्र 1 — भिन्न-भिन्न अक्षांश रेंज के लिए क्षोभसीमा ऊंचाई का मासिक विचलन

के अक्षांशीय रेंज में जुलाई, अगस्त तथा सितंबर महीनों के दौरान तथा 20-30° एन रेंज में अगस्त तथा सितंबर महीनों में निम्न क्षोभसीमा ऊंचाई का अवलोकन किया गया। ग्रीष्म मानसून संचरण तथा संबद्ध गतिविधियों से उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में मानसून मौसम के दौरान क्षोभसीमा नीचे आ जाती है[8]। मानसून महीनों के दौरान हिंद महासागर में समुद्र सतह तापमान न्यूनतम होता है। जुलाई से सितंबर के महीनों के दौरान क्षोभसीमा ऊंचाई में गिरावट के पीछे एशियाई ग्रीष्म मानसून का प्रभाव हो सकता है। 10-30° एन अक्षांश में क्षोभसीमा द्वारा अर्धवार्षिक परिपाटी दिखायी जाती है। इन अक्षांशों में क्षोभसीमा ऊंचाई वितरण द्वारा पहली ऊंचाई जनवरी तथा दूसरी ऊंचाई अप्रैल में दर्शायी गयी है। भारतीय क्षेत्र में क्षोभसीमा ऊंचाई हिंद महासागर, समुद्र तापमान, इंसोलेशन तथा अतिरिक्त विषुवत्तीय क्षेत्रों में होने वाली तरंग गतिविधियों से प्रभावित होती है। एक्सट्रा ट्रॉपिकल गतिविधियां अधिकतम शीतकालीन महीनों में घटित होती हैं तथा हिंद महासागर में अधिकतम समुद्र सतह तापमान मानसून के आने से पूर्व में होता है। क्षोभसीमा ऊंचाई में अर्द्धवार्षिक विचलन के पीछे एक्सट्रा ट्रॉपिकल तरंग गतिविधियों के मॉड्युलेटिंग प्रभाव तथा क्षोभसीमा पर समुद्र सतह तापमान इसके कारण हो सकते हैं। 0-10° एन में क्षोभसीमा ऊंचाई वितरण की एक वार्षिक परिपाटी है जो इसके अधिकतम जनवरी तथा न्यूनतम अगस्त में होता है। 0-10° एन में मानसून से पहले क्षोभसीमा ऊंचाई में वृद्धि दिखायी नहीं देती है। इसके पीछे विषुवत्तीय हिंद महासागर के दक्षिणवर्ती अक्षांशों में समुद्र सतह तापमान के प्रभाव के कारण हो सकता है, जहां पर फरवरी में समुद्र सतह तापमान अधिकतम तथा अगस्त में न्यूनतम देखा गया है[2]।

इस क्षेत्र में क्षोभसीमा तापमान 184k तथा 210k के बीच में परिवर्तन होता रहता है। 191k से नीचे के क्षोभसीमा तापमान को क्षोभमंडल से समतापमंडल परिवहन के घटित होने का सूचक माना जाता है तथा इसे भारतीय क्षेत्र और समीपवर्ती समुद्री क्षेत्रों में अनेक हिस्सों में देखा गया है। यह देखा गया है कि सीपीटीएल 191k घटित होना जुलाई से नवंबर के महीनों के दौरान निम्न होता है। सारणी 1 में सीपीटी 191k के मासिक होने को दर्शाया गया है। इसे इस अवधि के दौरान इस क्षेत्र में क्षोभमंडल से समतापमंडल में परिवहन में कमी के सूचक के रूप में देखा जा सकता है। क्षोभसीमा पर तापमान वितरण में मासिक विचलनों का अवलोकन किया गया है। क्षोभसीमा तापमान का मासिक ग्रीष्म महीनों में न्यूनतम को दर्शाता है। 10° अंतराल के प्रत्येक अक्षांश बैंड में उत्तर दक्षिण दिशा में न्यूनतम क्षोभसीमा को दिखाई देने में एक महीने के समयांतर का अवलोकन किया गया है। 0-10° एन अक्षांश रेंज में न्यूनतम तापमान अप्रैल में घटित होता है तथा 10-20° एन में क्षोभसीमा तापमान के मासिक औसत के अधिकतम को अगस्त के दौरान तथा 20-30° एन में फरवरी में देखा गया। क्षोभसीमा तापमान 20-30° एन अक्षांश रेंज (-4k) में निम्न अक्षांशों की तुलना में उच्च होता है। देशान्तरीय दिशा में क्षोभमंडल द्वारा किसी विशिष्ट परिपाटी को नहीं दर्शाया जाता है।

सारणी 1 — मई 2006 से अप्रैल 2007 के दौरान कॉस्मिक अवलोकनों से प्राप्त सीपीटी 191k के घटित होने से संबंधित आंकड़े

मास	सीपीटी 191k का घटित होना (%)
मई	41
जून	45
जुलाई	17
अगस्त	8
सितंबर	14
अक्तूबर	11
नवंबर	18
दिसंबर	37
जनवरी	34
फरवरी	36
मार्च	40
अप्रैल	37



चित्र 2 — भिन्न-भिन्न अक्षांश बैंड्स के लिए जलवाष्प कण देशान्तरीय विचलन

क्षोभसीमा में जलवाष्प वितरण के मासिक औसत द्वारा भारतीय क्षेत्र में जोनवार अथवा उत्तर दक्षिण दिशा में किसी अधिक विचलनों को नहीं दर्शाया जाता है। निम्न अक्षांशों की तुलना में 20-30° एन अक्षांश रेंज में जल वाष्प वितरण कुछ अधिक (-0.3 पीपीएम) होता है। इस अक्षांश रेंज में कुछ उच्च जल वाष्प कणों के पीछे सापेक्षिक रूप से उच्च क्षोभसीमा तापमान तथा इस क्षेत्र में होने वाली सुदृढ़ संवहन गतिविधियां हो सकती हैं। चित्र 2 में भिन्न-भिन्न अक्षांश बैंड्स के लिए जलवाष्प कण देशान्तरीय विचलन को दर्शाया गया है। इस क्षेत्र में क्षोभसीमा पर जल वाष्प कण का औसत मूल्य -2.6 पीपीएम पाया गया है। प्रत्येक अवलोकन पर विचार करने पर क्षोभसीमा पर जलवाष्प द्वारा 0.5 पीपीएम तथा 11पीपीएम के बीच विचलन दर्शाए गए हैं। क्षोभसीमा स्तर पर जलवाष्प लक्षण में मासिक विचलन का भी अवलोकन किया गया है।

निष्कर्ष

क्षोभसीमा की अधिकतम ऊंचाई तापमान तथा क्षोभसीमा स्तर जलवाष्प कण 20-30° एन अक्षांश रेंज में देखी गयी है। जुलाई से अगस्त महीनों के दौरान क्षोभसीमा ऊंचाईयों में गिरावट से क्षोभसीमा की एशियाई ग्रीष्म मानूसन के प्रभाव को देखा जा सकता है। यह देखा गया है कि अत्यधिक शीत क्षोभसीमा जुलाई से नवंबर के बीच में कम घटित होता है। इसे इन महीनों के दौरान क्षोभमंडल से समतापमंडल परिवहन के बल में विचलन के रूप में देखा जा सकता है।

आभार

लेखक कॉस्मिक (cosmic) आंकड़े उपलब्ध कराने के लिए कॉस्मिक डेटा एनालिसिस एंड आर्काइव्स सेंटर (सी डी ए ए सी) का धन्यवाद करते हैं। लेखक जॉनी सी जे, सीएसआईआर को फैलोशिप प्रदान करने के लिए धन्यवाद करते हैं।

संदर्भ

1. होल्टन जे आर, हेन्स पी एच, एमसिन्टायर एम ई, डग्लस ए आर, रूड आर डी एवं पीफिस्टर एल, स्ट्रेटोस्फीयर, *ट्रोपोस्फीयर एण्ड जियोफिजिक्स,* **33** (1995) 403-439.
2. कुलकर्णी जे आर एवं वर्मा आर के, ऑन स्पेशियों टेम्पोरॉल वेरिएशन ऑफ ट्रोपोपॉज हाइट ओवर इंडिया एंड इंडियन समर मानसून एक्टिविटी, *एडवांसिस इन एटमोस्फैरिक साइंसेज* **10**(4) (1993) 481-488.
3. झाऊ एक्स एल, गेल्लर एम ए एवं झैन्ग एम, कूलिंग ट्रेंड ऑफ ट्रॉपिकल ट्रोपोपॉज टेम्परेचर एंड इट्स इम्पलिकेशंस, *ज. जियोफिजिक्स,* रेंज, **106** डी2 (2001) 1511-1522.
4. जॉनी सी जे, सरकार एस के एवं पुण्यसेषुदु डी, एटमॉस्फेरिक फेनोमेना डिडयूस्ड फ्रॉम रेडियो साउण्ड एंड जी पी एस ओक्कलटेशन मीजरमैंट्स फॉर वैरियस एप्लीकेशन रिलेटिड स्टडीज, *ज अर्थ सिस्ट साई,* **118** (1) (2009) 49-59.
5. जैन ए आर, सिद्धार्थ शंकर दास, तूहीन के मंडल एवं मित्रा ए पी, ऑब्जर्वेशन ऑफ एक्सट्रीमली लो टेम्परेचर ओवर इंडियन ट्रॉपिकल रीजन ड्यूरिंग मानसून एंड पोस्ट मानसून मंथ्स पासीबल इम्पलिकेशंस, *ज. जियोफिजिक्स, रेंज,* **111**डी (2006) 7106.
6. यू ईआई-एन लियो, अलेक्जेंडर जी, पावेलयेव शूओ, फेम लियो, अलेक्सी ए, पावेलयेव निक येन, सी वाई डुआंग एवं चेन जो फोंग, फोर्मोसेट-3 कॉस्मिक जीपीएस रेडियो ओक्कलटेशन मिशन, प्रिलिमिनरी रिजल्ट्स, *आईईई ट्रांसेक्शन ऑन जियोसाइंस एंड रिमोट सेंसिंग,* **45** (11) (2007) 3813-3825.
7. वेंकटरत्नम एम, एटीसूडा टी, शियोतानी एम एवं फुजीवारा एम, न्यू करेक्टरेस्टिक्स ऑफ द ट्रॉपिकल ट्रोपोपॉज रिवील्ड बाय चैम्प/जीपीएस मीजरमेंट्स, एसओएलए, **1** (2005) 185-188.
8. डेथोफ ए ए ओनील, जे एम स्लिंगो एवं एच जी जे, ए मिकेनिक्स फॉर मॉयसशनिंग द लोअर स्ट्रेटोस्फीयर इंवाल्विंग द एशियन समर मानसून, *क्वार्ट ज. राय, मेटेएओर सोक,* **125** (1999) 1079-1106.