

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

第85巻 第5号 2007年10月 目次と要旨

論文

| | |
|--|---------|
| 加藤輝之・林 修吾・吉崎正憲：梅雨期における積乱雲の潜在的発達高度に関する統計的研究 | 529-557 |
| Yu-Chieng LIOU：最適化された移動座標系を用いた単一のドップラーレーダーによる深い対流システムの三次元風速場のリトリーバル | 559-582 |
| 中田 隆・木村龍治・新野 宏：自由大気中における温度と水蒸気の鉛直微細構造 | 583-597 |
| Song FENG・Saralees NADARAJAH・Qi HU：一般化極値分布を用いた年毎の極端な降水のモデル | 599-613 |
| Seong-Chan PARK・Byung-Ju SOHN・Bin WANG：アジア夏季モンスーン域におけるNCEP, ERA40, JRA25再解析の水蒸気輸送の発散成分の衛星による評価 | 615-632 |
| 大東忠保・坪木和久：対流圏中層の寒気核の通過に伴う日本海寒帯気団収束帯の移動と強化過程 | 633-662 |
| 山田広幸・耿 驃・上田 博・坪木和久：梅雨前線上で夜間に発達したクラウドクラスターに対する陸面加熱の役割 | 663-685 |
| 山田広幸・耿 驃・上田 博・坪木和久：梅雨前線帯における集中豪雨の発生と持続時間に対する大陸上の地表面加熱の役割 | 687-709 |
| 訂正 | 711 |
| 学会誌「天気」の論文・解説リスト (2007年7月号・8月号) | 712-713 |
| 英文レター誌 SOLA の論文リスト (2007年 077-096) | 714 |
| 気象集誌次号掲載予定論文リスト | 715 |

.....◇.....◇.....◇.....

加藤輝之・林 修吾・吉崎正憲：梅雨期における積乱雲の潜在的発達高度に関する統計的研究

Teruyuki KATO, Syugo HAYASHI, and Masanori YOSHIZAKI: Statistical Study on Cloud Top Heights of Cumulonimbi Thermodynamically Estimated from Objective Analysis Data during the Baiu Season

2001～2005年の梅雨期日本列島付近での浮力がなくなる高度 (level of neutral buoyancy: LNB) について、積乱雲が発生・発達する環境場を明らかにすることを目的に、水平解像度20 kmの客観解析データを用いて統計的に調べた。鉛直方向に最大の相当温位をもつ下層の空気塊を持ち上げることで、LNBを計算した。LNBの出現頻度の鉛直分布には、海上で3つ、陸上で2つのピークが存在している。150 hPa付近に存在する上層のピークは6月では非常に弱く、900

hPa付近に存在する下層のピークは陸上では現れない。もう1つのピークは700 hPa付近の中層に存在する。

梅雨期では、下層の気温変化が数K以内なら、LNBが下層から中層の気温減率に強く依存することを理論的に示した。このことは、気温減率の減少にともない、LNBが急激に高くなるためである。統計結果から、日本列島付近の気温減率が風上側の、特に中国南部の対流活動に強く依存していることが分かっ

た。したがって、6月では、梅雨前線帯での強い対流活動が中層のLNBを日本列島付近に作りだし、積乱雲の発達を抑制している。また、梅雨前線帯にともない、強い対流活動域が北進する7月では、そのような抑制はかなり緩和されることになる。

中層に存在するLNBは梅雨前線帯の他領域でもしばしば現れるが、西部北太平洋域ではほとんど見られない。したがって、積乱雲の発達高度が6~7kmにしか達しないことを提示する中層のLNBは、梅雨前線帯の特徴の1つである。

Yu-Chieng LIOU : 最適化された移動座標系を用いた単一のドップラーレーダーによる深い対流システムの三次元風速場のリトリバーバル

Yu-Chieng LIOU : Single-Doppler Retrieval of the Three-Dimensional Wind in a Deep Convective System Based on an Optimal Moving Frame of Reference

最適化された移動座標系を用いた風速場リトリバーバル法を開発した。この方法により、単一のドップラーレーダーのボリュームスキャンで観測される反射強度と動径風速から三次元風速場を復元することが可能となる。この方法では、まず座標系の最適移動速度(U , V , W)を計算する。この速度は高度の関数であり、座標系上のレーダー反射強度の時間変化が最も小さくなる場合に最適とみなされる。次に、三次元変分法を用いて評価関数が最小となるような座標系に相対的な風速三成分(u' , v' , w')を同時に計算する。評価関数はレーダー反射強度の保存、連続の式、動径風速の観測値と直角座標系における風速の幾何的関係式、平滑化フィルターなどの弱い拘束条件からなる。

こうして計算された風速と座標系の移動速度を足し合わせることで三次元風速場が求められる。

この方法の有効性を確かめるために、数値モデルの出力を用いて、無風、一定風速、鉛直シアを持つ各環境場に深い対流がある場合、また、走査に要する時間を考慮し各格子点の観測時刻に違いが生じる場合についてこの方法を適用した。

また、1987年のTaiwan Area Mesoscale Experiment (TAMEX)で観測された亜熱帯スコールラインのドップラーレーダー観測データから三次元風速構造を復元することで、この方法が実際の観測データに適用可能であることを示すことができた。

中田 隆・木村龍治・新野 宏 : 自由大気中における温度と水蒸気の鉛直微細構造

Takashi CHUDA, Ryuji KIMURA, and Hiroshi NIINO : Vertical Fine Structures of Temperature and Water Vapor in the Free Atmosphere

日本の様々な季節・場所で取得した400個以上の高層観測データから、対流圏の高度1~8kmに鉛直スケール数百メートルの温度と水蒸気の鉛直微細構造が普遍的に存在することを示した。微細構造の温度偏差と比湿偏差はそれぞれ $-0.4 \sim 0.4$ K, $-0.6 \sim 0.6$ g kg⁻¹の範囲にあった。比湿偏差は温度偏差と負の相

関を持ち、それを反映して比湿偏差の正(負)のピークは浮力振動数の極大(小)値のすぐ下に位置した。また、そのような温度と水蒸気の微細構造の存在は、ラジオゾンデ観測と同時になされたラマンライダーを使った観測でも確認された。

Song FENG・Saralees NADARAJAH・Qi HU : 一般化極値分布を用いた年毎の極端な降水のモデル

Song FENG, Saralees NADARAJAH, and Qi HU : Modeling Annual Extreme Precipitation in China Using the Generalized Extreme Value Distribution

極端な降水現象は中国の深刻な洪水の主な原因であ

る。本論文では1951年から2000年までに中国国内651

か所の測候所で観測された1日・2日・5日・10日間降水の年最大値の4つの時系列を解析した。各測候所での年毎の極端な降水現象モデルを作るために、一般化極値 (Generalized Extreme Value) 分布を用いた。極端な降水現象の線形変化傾向を調査するために、さらにその一般化極値分布を修正した。その結果、12%を超える測候所で有意な (p 値 <0.10) 線形トレンドが示された。減少傾向は主に中国北部で、増加傾向は主に揚子江流域と中国北西部で見られた。有為なトレンドを伴う測候所では極端な降水現象の再帰

期間が変化して来た。1951年から1960年の間に揚子江流域・中国北西部の一部で観測された50年毎の極端な降水現象は、1990年代にはより頻度が高まり、25年毎の極端な降水現象となっている。651の測候所での再帰レベルの空間分布は平均降水量と密接な関係があり、東アジア夏季モンスーンシステムの影響を受けている (再帰レベルとは極端さの測度であり、例えば10年再帰レベルとは10年ごとに発生する程度の値である)。1998年揚子江流域での大洪水の原因となった極端な降水の再帰期間も、確率的観点から評価した。

Seong-Chan PARK・Byung-Ju SOHN・Bin WANG：アジア夏季モンスーン域における NCEP, ERA40, JRA25再解析の水蒸気輸送の発散成分の衛星による評価

Seong-Chan PARK, Byung-Ju SOHN, and Bin WANG : Satellite Assessment of Divergent Water Vapor Transport from NCEP, ERA40, and JRA25 Reanalyses over the Asian Summer Monsoon Region

マイクロ波イメージャー特別センサー (SSM/I) から推定される蒸発量、降水量、可降水量を用いて水蒸気輸送の発散成分が得られた。SSM/Iの水収支パラメータは、1988年から2000年の5月から9月のアジアモンスーン地域で、米国環境予測センター (NCEP) の再解析、欧州中期予報センター (ECMWF) の40年再解析 (ERA40) 及び日本の長期再解析 (JRA25) と比較された。

SSM/Iの水蒸気輸送の気候値から、アジアモンスーンへの3つの主な水蒸気供給源が、亜熱帯インド洋、南半球の太平洋そして北太平洋であることが分かる。逆に吸収源は、夏のアジア夏季モンスーンのトラフ、インド洋と西太平洋の赤道収束帯 (ITCZ)、フィリピン海の最北端から黒潮流域にかけての東アジアモンスーン地域にある。これらの供給源と吸収源は、

よく知られている大規模回転循環の特徴とよく結びついている。つまり、インド洋のモンスーン循環と関連した赤道を横断する流れ、北太平洋高気圧の西縁辺に沿う高気圧性循環、そしてニューギニア北部の赤道を横断する流れのことである。SSM/Iのあるアジアモンスーン地域の南部と東部において、供給源と吸収源の変動と連動して、北へ伝搬する水蒸気フラックス収束の気候学的な季節内振動が存在すること分かる。

NCEP, ERA40, JRA25の再解析とSSM/Iの水収支パラメータを比較して、両者の一般的特徴が良い一致を示すことが分かった。しかしながら、水蒸気輸送量は全ての再解析でSSM/Iから推定されるものよりも幾分弱く、更に、季節内振動ではこの傾向が顕著になりパターンもはっきりしなくなる。

大東忠保・坪木和久：対流圏中層の寒気核の通過に伴う日本海寒帯気団収束帯の移動と強化過程

Tadayasu OHIGASHI and Kazuhisa TSUBOKI : Shift and Intensification Processes of the Japan-Sea Polar-Airmass Convergence Zone Associated with the Passage of a Mid-Tropospheric Cold Core

寒気吹き出し時の2001年1月14日に、対流圏中層のメソスケールの寒気核が日本海上を通過した。その通過に伴って、日本海寒帯気団収束帯 (JPCZ) の強化と南北方向の移動が観測された。上層の環境場の変化に伴うJPCZの応答を理解するために、寒気核の通過に伴うJPCZの移動と強化の過程を、主に非静力学雲

解像モデルを用いて調べた。

寒気核がJPCZに近づくと、JPCZは強化され北上した。このJPCZの強化は寒気核の通過に伴う対流安定度の減少によってもたらされる。JPCZの強化された上昇流に沿って温位のリッジが形成されると、上層で卓越する西風場においてJPCZの風下領域が水平

移流によって局所的に加熱される。これは JPCZ の北側の下層の気圧を静力学的に減少させ、JPCZ の南側から吹き込む風速を増加させる。発散方程式から、気圧場の急激な変化とそれに調節される風速場が北上を引き起こすことが理解できる。

反対に寒気核が JPCZ から遠ざかると、JPCZ は

衰退し南下した。このとき北上時に JPCZ 北側で起こった気圧降下は維持されなくなり、JPCZ 周辺の気圧傾度は比較的一様になる。その結果、JPCZ の南側から吹き込む風速が減少し、移流項によって JPCZ は南下した。

山田広幸・耿 驪・上田 博・坪木和久：梅雨前線上で夜間に発達したクラウドクラスターに対する陸面加熱の役割

Hiroyuki YAMADA, Biao GENG, Hiroshi UYEDA, and Kazuhisa TSUBOKI : Thermodynamic Impact of the Heated Landmass on the Nocturnal Evolution of a Cloud Cluster over a Meiyu-Baiu Front

非静力学雲解像モデルを用いて、中国大陸の梅雨前線上で発生したクラウドクラスターの数値実験を行った。日中に加熱される大陸の地表面が、夜間に発達するクラスターに果たす役割を示すことが、本研究の目的である。このクラスターを伴ったレインバンドは、2003年6月22日の夕方に発生し、その環境場において、暖かく湿った南風が前線に吹き込む対流圏下層のインフローが顕著だった。数値実験は、前線より南側の大陸における地表面加熱の効果を再現するため、中国の東部と南部を取り囲む広い領域において行なわれた。標準実験では、レインバンドの再現に成功し、暖かく湿った空気が前線の収束域に流入して、成層が

潜在不安定になったことが、レインバンドの発達をもたらしていた。暖かく湿った空気は、前線の南側に広がる晴天域で、地表面からの熱フラックス供給によって形成した。日射を除いた感度実験では、レインバンドの対流性上昇流を再現することに失敗し、結果として陸面加熱の重要性を裏付けた。実験結果を用いた水収支解析では、レインバンド発生前の日中において、陸面からの蒸発量が水平収束よりも卓越し、可降水量の増加に寄与していたことが示された。従って本研究は、夜間に発達する梅雨前線上のクラウドクラスターに対して、大陸上の陸面加熱が重要な役割を持つことを示した。

山田広幸・耿 驪・上田 博・坪木和久：梅雨前線帯における集中豪雨の発生と持続時間に対する大陸上の地表面加熱の役割

Hiroyuki YAMADA, Biao GENG, Hiroshi UYEDA, and Kazuhisa TSUBOKI : Role of the Heated Landmass on the Evolution and Duration of a Heavy Rain Episode over a Meiyu-Baiu Frontal Zone

中国大陸上の梅雨前線帯における集中豪雨の発生と持続時間に対する陸面加熱の役割を明らかにするため、非静力学雲解像モデルを用いた数値実験を行った。研究対象は、長江流域の平原において20時間で380ミリに達する集中豪雨をもたらした長寿命の降雨バンドである。その総観場は、上層ジェットの不在と下層ジェットが存在で特徴付けられた。数値実験は、前線より南側の陸面における加熱過程を再現するため、華中から華南にかけての陸地を含む範囲で行なわれた。降雨バンドの発達と持続時間に効く要因を明らかにするため、太陽放射を除いた実験、地形を除いた実験、および陸面状態を変更した実験を行った。標

準実験はこの降雨バンドの再現に成功し、その再現性は集中観測の結果と比較して良好だった。降雨バンドの発達は、前線の南側に広がる晴天域からの暖かく湿った空気の移流による、成層の潜在不安定化によってもたらされた。この降雨バンドは、太陽放射を除いて陸面加熱の効果を無くしたところ、再現されなかった。また、降雨バンドの持続時間は、加熱される領域の面積を狭めると短くなり、加熱される陸面の南北幅と下層風の南北成分により表されることがわかった。これらの結果は、前線の南側に広がる晴天域の陸面加熱が、集中豪雨をもたらす長寿命の降雨バンドの発達と持続時間に重要な役割を果たしていることを示している。