

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

第84巻 第5号 2006年10月 目次と要旨

論 文

- 石田晋一・岩山隆寛：古典的なエクマンポンピングの非線形補正に関する包括的な解析 ……839-851
Seol-Eun SHIN・Ji-Young HAN・Jong-Jin BAIK：非発散パロトロピック大気における
2つの渦の臨界分離距離について ……853-869
Ken-Chung KO・Huang-Hsiung HSU：7-8月の東アジアモンスーン領域における
熱帯低気圧経路に関係する Sub-monthly スケールの循環の特徴 ……871-889
初鹿宏壮・筒井純一・Michael FIORINO・大野木和敏：JRA-25長期再解析における
熱帯低気圧の解析に対して風のプロファイルデータが与えるインパクト ……891-905
大島慶一郎・二橋創平・橋谷英介・渡辺知弘：オホーツク海の海水面積の年々変動：
秋の海面熱フラックスの重要性 ……907-919
東海林孝幸・近藤裕昭・吉門 洋・玄地 裕・井原智彦・亀卦川幸浩・平野勇二郎・
旭 一岳：東京都心およびその周辺地域における建物の存在が気温に与える
影響について—数値モデルによる解析— ……921-937

要報と質疑

- 張 代洲・岩坂泰信：海塩と硫酸塩による黄砂粒子サイズ変化の比較 ……939-947
久芳奈遠美：「多成分エアロゾル粒子が海上雲の微物理学的特性に及ぼす
影響についての数値実験(Zhao et al. 2005, J. Meteor. Soc. Japan,
Vol. 83, 977-986)」に関するコメント ……949-953
学会誌「天気」の論文・解説リスト (2006年7月号・8月号) ……955
英文レター誌 SOLA の論文リスト (2006年104-123) ……956
気象集誌次号掲載予定論文リスト ……957

. ◇ ◇ ◇

石田晋一・岩山隆寛：古典的なエクマンポンピングの非線形補正に関する包括的な解析
Shin-Ichi ISHIDA and Takahiro IWAYAMA：A Comprehensive Analysis of Nonlinear Corrections to the Classical
Ekman Pumping

プリミティブ方程式から導かれる渦度方程式と発散方程式の各非線形項が定常非線形エクマンポンピングに果たす役割を、小さなロスビー数を持つ一方向流の場合に詳しく調べる。一様な水平シアを持つ一方向流の場合、小さなロスビー数の1次のオーダーの摂動解析によって以下のことがわかる：渦度方程式の非線形発散項のエクマンポンピングに対する寄与が最も支配

的であり、渦度方程式の鉛直移流項は2番目に重要である。発散方程式の非線形項は古典的なエクマンポンピングの非線形補正には重要ではない。さらに、非線形発散項のエクマンポンピングに対する効果は、他の非線形項のそれらとは逆である。最後の結果は、定性的な議論によっても導かれる。さらに、一様な水平シアをもつ一方向流の場合の解析解は、一般的な水平シ

アをもつ一方方向流の場合についても利用することができる。この場合、渦度方程式の非線形発散項と水平移流項のエクマンパンピングに対する寄与が最も支配的

であり、渦度方程式の鉛直移流項と傾斜項は2番目に重要である。最後に、非線形エクマンパンピングの既存の近似モデルについてコメントを述べる。

Seol-Eun SHIN・Ji-Young HAN・Jong-Jin BAIK：非発散バロトロピック大気における2つの渦の臨界分離距離について

Seol-Eun SHIN, Ji-Young HAN, and Jong-Jin BAIK：On the Critical Separation Distance of Binary Vortices in a Nondivergent Barotropic Atmosphere

2つの低気圧性渦は互いの中心間距離によって併合する場合と離れていく場合があり、その臨界の距離を臨界分離距離という。そこで、等しい構造と強さを持つ2つの低気圧性渦を考え、臨界分離距離を決めるものは何かについての研究を行った。モデルは、環境流のないf平面の非発散バロトロピックモデルである。これまでの研究においてなされた渦の臨界分離距離に関する提案を確認した。

数値実験の結果は、2つの渦間の中心域における初期相対渦度の符号が併合・分離に大きな影響を与えることを示唆する。これはFalkovichらの提案と調和的である。2つの渦間の中心域において初期相対渦度が負の値を持つとき、2つの渦は離れていく。しかし

ながらそこで初期に正の相対渦度であることは、2つの渦の併合を保証しない。あるしきい値を越えるときにのみ、渦は併合する。以上の実験結果を踏まえると、2つの渦の臨界分離距離は、ひとつの渦の中心から相対渦度がゼロになる距離の2倍よりわずかに小さいことが示唆される。2つの渦の併合・分離は以下のように概念的に説明できる。まず2つの渦が東西に位置すると仮定する。ひとつの渦の軸対称な相対渦度は他の渦の軸対称な接線風によって移流される。それはそれぞれの渦の北と南とで異なった大きさの渦偏差を生み出し、それぞれの渦の中心付近に二次的流れを作り出す。この東風または西風によって渦そのものが移動し、併合または分離する。

Ken-Chung KO・Huang-Hsiung HSU：7-8月の東アジアモンスーン領域における熱帯低気圧経路に関係するSub-monthlyスケールの循環の特徴

Ken-Chung KO and Huang-Hsiung HSU：Sub-Monthly Circulation Features Associated with Tropical Cyclone Tracks over the East Asian Monsoon Area during July-August Season

本研究は、7-8月の北西太平洋における、月平均以下(sub-monthly)の循環および対流の変動を調べたものである。この時間スケールの変動には、パプアニューギニアから東シナ海にかけて北～北西に伝播する波列状のパターンが卓越する。その波長と位相速度は各々、約4000 kmと5 m/sであり、12.5日のスペクトル・ピークを中心に7-30日の時間スケールで変動する。鉛直構造は、500 hPa以下では順圧的で、上層では南日本と台湾付近で北西に傾いている。波列状パターンを同定した例の70%以上で、この波列に同期して熱帯低気圧の転向が生じており、これらは波列状

パターンの一部であると見なせる。波列状パターンは、フィリピン海まで東に延びるモンスーントラフと亜熱帯高気圧から西に突き出る強いリッジで特徴付けられる大規模な流れの中で生じている。波列状パターンの低気圧性の位相は、転向する熱帯低気圧の生成、成長、および移動に都合のよい環境場となる。モンスーントラフ/亜熱帯高気圧の変動、波列状パターン、そして熱帯低気圧という3つの異なる時空間スケールをもつ現象が多重スケールのシステムを形作っており、それが夏季の北西太平洋における循環と対流変動に影響している。

初鹿宏壮・筒井純一・Michael FIORINO・大野木和敏：JRA-25長期再解析における熱帯低気圧の解析に対して風のプロファイルデータが与えるインパクト

Hiroaki HATSUSHIKA, Junichi TSUTSUI, Michael FIORINO, and Kazutoshi ONOGI : Impact of Wind Profile Retrievals on the Analysis of Tropical Cyclones in the JRA-25 Reanalysis

日本初の長期再解析プロジェクト（JRA-25）は、熱帯低気圧を現実的に表現することを目標の一つに挙げている。このため、ベストトラック情報から推定される熱帯低気圧周辺の風のプロファイルデータ（TCR データ）が同化計算に使われている。この論文では、熱帯低気圧の解析に対する TCR データの効用について記述する。

JRA-25再解析では、全般的に個々の熱帯低気圧の位置や強度が良好に表現されている。JRA-25の熱帯低気圧表現は、北半球の海域の中では、高層観測の疎らな東部北太平洋や北大西洋熱帯域において、TCR データを同化しない他の再解析データセットやコントロール実験と比べて優れている。西部北太平洋では、特に日本付近や東シナ海において、TCR データは熱帯低気圧表現の改善にほとんど寄与しない。これは、その海域や風上側で、従来型の高層観測が密に存在す

るためである。

再解析データセットを用いて客観的手続きにより、北半球海域ならびに全球に対する熱帯低気圧の観測結果に対する検出率を計算したところ、JRA-25の検出率は、いずれの海域についても対象とするデータセットの中で最も高く、期間を通じて一定していた。熱帯低気圧の強度と位置が現実的に表現されることにより、その周辺の風速場や水循環にも改善効果がある。転向する熱帯低気圧に対する進路予測のケーススタディでは、初期値として JRA-25 データを使用したほうが TCR データを同化しないコントロールデータを用いた予測と比べてより現実的であった。

これらの理由により、TCR データは JRA-25 における熱帯低気圧や周辺の大気場の再現に対して効果的である。

大島慶一郎・二橋創平・橋谷英介・渡辺知弘：オホーツク海の海水面積の年々変動：秋の海面熱フラックスの重要性

Kay I. OHSHIMA, Sohey NIHASHI, Eisuke HASHIYA, and Tomohiro WATANABE : Interannual Variability of Sea Ice Area in the Sea of Okhotsk : Importance of Surface Heat Flux in Fall

海面熱フラックスという観点で、オホーツク海の海水面積の経年変動を解析した。熱フラックスデータには海水密度度も考慮して独自に計算した空間分解能の高いデータを用いた。海水が最初に発達する北西陸棚域及び東樺太陸棚域では、海水生成がいつ始まるかはローカルな秋（10・11月）の熱フラックスで決まる。すなわち、単純に海面が大气によりどれだけ冷却されたかで決まる。従って、初期のオホーツク海全体の海水面積の経年変動もほぼこの秋の熱フラックスによって決まる。この熱フラックスのアノマリーは、主に気温による乱流熱フラックスのアノマリーによってもたらされる。秋の熱フラックスアノマリーはその後（特に1月中旬まで）のオホーツク海の海水面積にも影響

を与える。海水がある程度発達する1月中旬以降になると、海水による断熱効果が効いてきて、海水面積と熱フラックスの関係は明確でなくなる。オホーツク海南部と北東部では、海水面積変動と海水が出現する直前までのローカルな熱フラックスの間に有意な相関があるが強くはない。今回の解析からは、海水が最終的にどこまで張り出すかには、大气からの熱フラックスが強く関与しないことが示唆された。本熱フラックスデータから、少氷年と多氷年での平均的な熱フラックス分布も示した。両者の主な違いは、少氷年ではフラックスがオホーツク海中央部で最大になるのに対して、多氷年では千島海峡に近いオホーツク海東部で最大になることである。

東海林孝幸・近藤裕昭・吉門 洋・玄地 裕・井原智彦・亀卦川幸浩・平野勇二郎・旭 一岳：東京都心およびその周辺地域における建物の存在が気温に与える影響について—数値モデルによる解析—

Takayuki TOKAIRIN, Hiroaki KONDO, Hiroshi YOSHIKADO, Yutaka GENCHI, Tomohiko IHARA, Yukihiro KIKEGAWA, Yujiro HIRANO, and Kazutake ASAHI : Numerical Study on the Effect of Buildings on Temperature Variation in Urban and Suburban Areas in Tokyo

大都市においては建物群の存在が気温形成に影響を与えている。それら建物群による気温変動の要因として、1) 建築物からの人工排熱、2) 建物壁面に蓄えられた熱の放出、3) 高層ビル建設による都市の風通しの悪化、が挙げられる。これら複数の要因が混在し都市の気温を形成していると考えられる。このうち1) の人工排熱と気温上昇との関係については過去にいくつかの研究例がある。本研究では、上記要因の2), 3) に着目し、これらの要因がどの程度気温変動に寄与するかをメソ気象モデルに連成された都市キャノピーモデルにより調べた。キャノピーモデルによる計算は東京23区全域を対象とし、そのうちビル街

区として東京神田地区、住宅街区として東京練馬地区について解析を行った。また、モデル検証用データ取得を目的として両地区で2004年夏季に気象観測を行った。

モデルによる現況の再現性を確認後、建物が存在しない場合の計算と比較した結果、気温上昇に対する建物からの熱放出による寄与度は神田地区で49%、練馬地区で20%となり、ビルによる風通しの悪化による寄与度は神田地区で41%、練馬地区で59%となった。また、上記二つの相互作用による寄与度はそれぞれ10% (神田地区)、20% (練馬地区) となった。

張 代洲・岩坂泰信：海塩と硫酸塩による黄砂粒子サイズ変化の比較

Daizhou ZHANG and Yasunobu IWASAKA : Comparison of Size Changes of Asian Dust Particles Caused by Sea Salt and Sulfate

2000年春の黄砂時に、西南日本で大気エアロゾルを採集し、その採集した試料を水透析処理した。本論文では、透析の前後で生じた黄砂粒子の粒径変化を、粒子中に含まれている海塩と硫黄に着目して、検討した。黄砂粒子のサイズの増加は、海塩の含有量と強い

対応がある反面、非海塩起源の硫黄の含有量とは無関係であった。このことから、海洋大気中を拡散して行く間に黄砂粒子サイズが増加するのは、硫酸塩などの付着ではなく、黄砂粒子が海塩粒子との結合成長するためと考えられる。

久芳奈遠美：「多成分エアロゾル粒子が海上雲の微物理学的特性に及ぼす影響についての数値実験 (Zhao et al. 2005, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 83, 977-986)」に関するコメント

Naomi KUBA : Comments on "Numerical Study on Impacts of Multi-Component Aerosols on Marine Cloud Microphysical Properties" by Zhao et al. (J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 83, 977-986)

パーセルモデルを用いてエアロゾルが雲の微細構造に及ぼす影響を評価する研究は数多く行われてきたが、表記の論文には読者にとって必須のいくつかの情報が示されていない。さらにこの数値実験の結果がこれまでの結果に比べて次の点で相容れないので追試を試みた。

(1) 表記の論文の表 2 によれば、海塩粒子の増加は

硫酸粒子を 1000 cm^{-3} とした場合には雲粒数密度と有効半径の双方の減少をもたらす。これは断熱パーセルモデルでは雲粒数密度と有効半径が負の相関を持つことと矛盾する。(表 2 では、硫酸粒子が 300 cm^{-3} と 5000 cm^{-3} の場合は雲粒数密度と有効半径が負の相関を持っている)

(2) 表記の論文の図 3 によれば、上昇流速は0.2

ms^{-1} を越える場合には雲粒数密度にほとんど影響を与えない。

- (3) 表記の論文では数値実験の結果から海塩粒子の存在は硫酸粒子の間接放射強制力を小さくすると主張している。

追試を行うために必要な情報がいくつも欠落しているので、それぞれ仮定をおいて追試を行った結果、雲粒数密度および最大達成過飽和度は表記論文より小さくなり、雲粒数密度と有効半径はすべての場合で負の相関を持ち、 0.2ms^{-1} を越える上昇流速の雲粒数密度への影響も表記論文より大きくなることがわかった。そして上昇流速が小さい時には、海塩粒子が存

在してもしなくても凝結核数密度の雲粒数密度への影響は表記論文よりも小さいことがわかった。海塩粒子が存在しない場合の方が硫酸粒子の雲粒数密度への影響は確かに大きいですが、その差は表記論文が主張するほど大きいものではなかった。故に表記論文の結果は必ずしも一般的ではないと思われるので、更なる議論と他のモデルとの比較が必要であろう。加えて、読者がこの論文の趣旨を理解するためには次のような情報が示されることが必須である；雲の厚さ、水溶性有機物の情報、ビン法の情報（1モーメントか2モーメントか、1次元か2次元もしくはそれ以上、計算手法）、計算を始める地点（雲底直下かもっと下からか）。