

大気角運動量の季節内変動の緯度分布*

村 田 一 則*¹・後 藤 幸 夫*²・木 村 富 士 男*³・内 藤 勲 夫*⁴

Langley *et al.* (1981) は、地球の自転速度変動に数十日程度の周期変動があることを指摘した。この数十日の時間スケールの自転速度変動は、地球と大気との角運動量交換で生じていることが明らかにされている(例えば、内藤・菊地, 1992)。この数十日の時間スケールの変動は一般に季節内変動と呼ばれ、その変動の原因は熱帯の対流活動と深い関係にあることが Anderson and Rosen (1983) や Madden (1987, 1988) により指摘されている。最近でも Krishnamurti *et al.* (1992) はデータ解析と数学モデルにより角運動量の季節内変動が赤道域の積雲対流活動により励起され、そのエネルギーが中緯度に伝搬していることを示した。

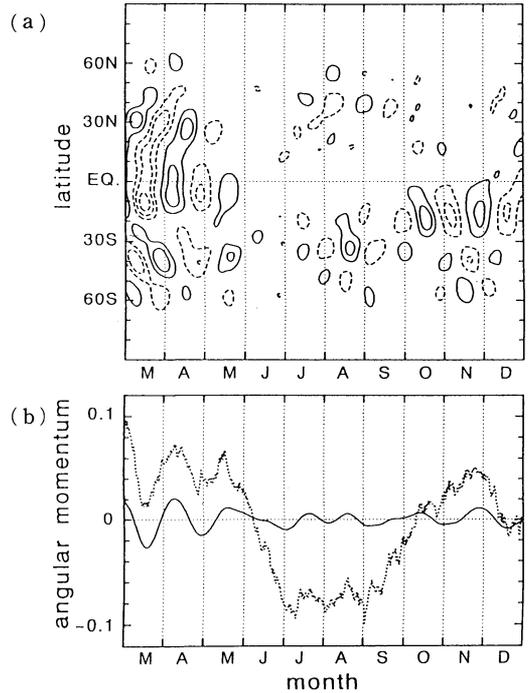
この報告では、最近のデータ(1988から1990年まで)を解析し、緯度帯別大気角運動量の変動の性質を報告する。

緯度別の無次元化した大気の相対角運動量 m_a は次の式で与えられる。

$$m_a = \frac{2\pi a^3}{\Omega C g} \int_{P_s}^{10mb} \int_{\Delta\phi} [u] \cos^2 \phi d\phi dp$$

ここで $[u]$ は帯状平均した風速の経度方向成分である。上式の積分には気象庁の全球解析データを利用した。 a, Ω, C はそれぞれ地球の平均半径、角速度、慣性能率であり、 g は重力加速度、 ϕ は緯度、 P は気圧である。上の積分では 10 mb より上空の大気を持つ相対角運動量はデータがないので無視した。

大気の絶対角運動量は上記の相対角運動量と、大気の慣性能率と平均角速度の積 (Ω 角運動量) との和で



第1図 (a) : 30日から60日周期のバンドパス・フィルターを通した無次元角運動量の緯度時間分布。実線で囲まれた領域は西風角運動量が大い領域、点線のコンターは小さい領域。コンター間隔は 5×10^{-11} 。(b) : 全相対角運動量の変動(点線)とフィルター後の変動(実線)、縦軸の単位は 10^{-7} , 1988年。

構成されている。したがって相対角運動量は仮に固体地球と大気の間で角運動量の交換がなくても、慣性能率の変化、すなわち大気質量の再配分の効果によって変動することになる。この効果は年周変化では無視できないが、季節内変動の時間スケールでは無視できるほど小さいとされている。そのためここでは考えないこととする。

無次元相対角運動量は全球解析データに従って96分割した緯度帯ごとに求めた。解析データは1日2回ず

* Latitudinal distribution of intraseasonal variations in atmospheric angular momentum.

*¹ Kazunori Murata, 東北大理学部 (現: (株) 地球科学総合研究所)。

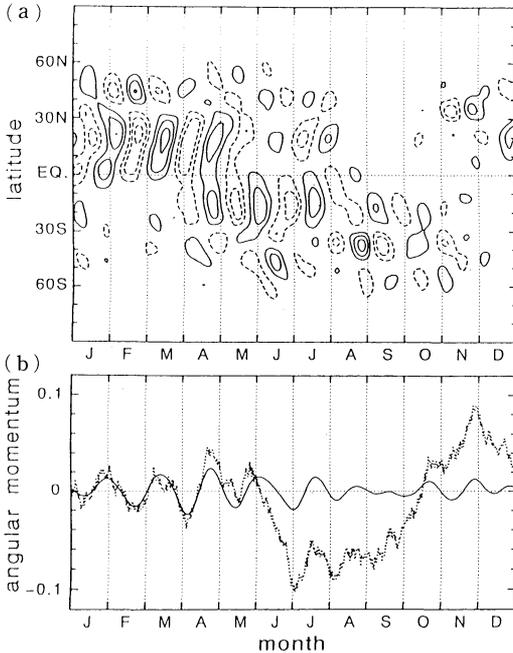
*² Yukio Goto, 国立天文台。

*³ Fujio Kimura, 東北大理学部。

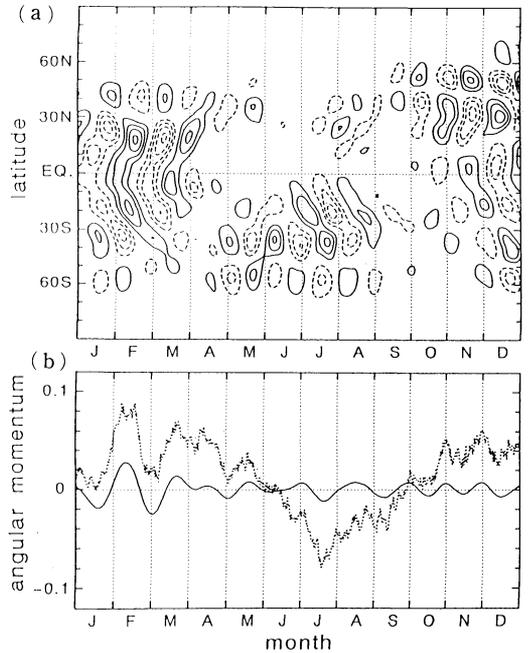
*⁴ Isao Naito, 国立天文台。

—1992年6月29日受領—

—1992年11月13日受理—



第2図 第1図に同じ、ただし1989年.



第3図 第1図に同じ、ただし1990年.

つで、1988年3月1日から1990年12月31日までの1036日分である。

上記の時系列データに対し、とくに30日から60日周期の変動に着目するため、Murakami (1979) のバンドパス・フィルターをかけた。

第1, 2, 3図の各図の(a)(上)は上記のバンドパス・フィルターを通したそれぞれ1988, 89, 90年の無次元角運動量の緯度時間分布である。コンター間隔は 5×10^{-11} であり、図を見やすくするため、0のコンターは省略してある。実線のコンターで囲まれた領域は角運動量が多い、すなわち西風成分が強くなっている領域を表し、点線のコンターで囲まれた領域は逆に角運動量が少ない領域を意味する。

一方、各図の(b)には緯度方向に積分した全相対角運動量の生の変動成分(点線)とフィルター後の変動(実線)を示す。フィルターの前と後を比較すると、1月から5月に限れば各年とも変動全体の大半が30日から60日周期の変動で説明できることがわかる。

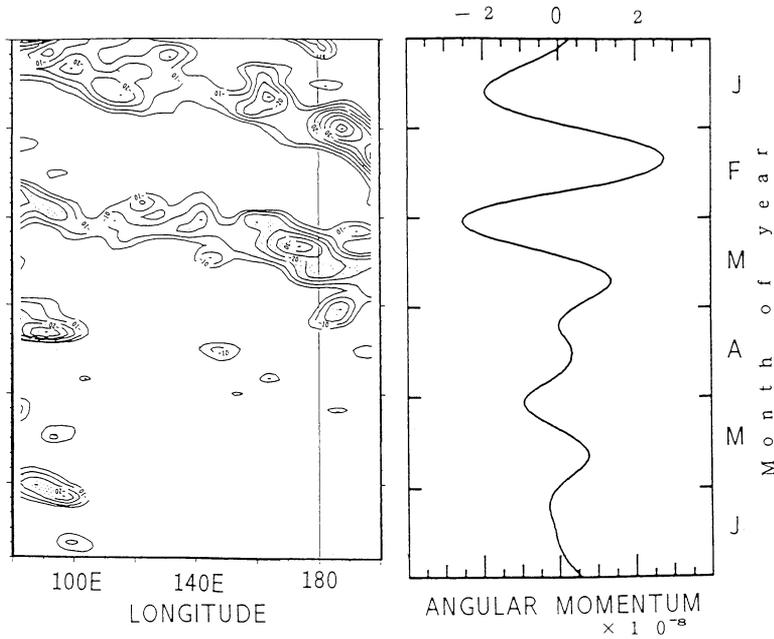
各図の(a)によると、フィルター後の角運動量の変動には3ヶ年に共通するいくつかの顕著な特徴がある。まず熱帯から中緯度へ向かって位相が伝搬していることが明確に読み取れる。変動の位相は赤道域で最も進んでいて、中緯度に行くほど遅れる。ちょうど変

動の源が熱帯域にあり、変動が中緯度に向かって伝搬しているように見える。この傾向はとくに北半球の冬季に顕著である。

また各図の(b)に示されている全相対角運動量の変動の位相は、緯度帯別角運動量の低緯度での位相とほぼ一致しているようにみえる。全相対角運動量は大気と固体地球の運動量交換により変動するが、角運動量の大気中の伝搬では不変である。従ってこのことから固体地球と大気との角運動量交換は主として熱帯域で行われ、その変動が大気中を伝搬し中緯度地方に達していることが推測される。

次に赤道域での角運動量交換のメカニズムを考えるために、西太平洋の赤道域における放射温度の経度分布と全相対角運動量を比較する。第4図には1990年に「ひまわり」により得られた赤道から南緯 20° まで緯度方向に平均した放射温度の時間経度分布をコンターで示し、またフィルター後の全相対角運動量の時間変化を右のグラフに示す。

図によると赤道域での対流活動の東進と角運動量の増大は良く対応し、対流活動の盛んな領域が日付変更線付近に達したときに、角運動量が極大になっているように見える。このような対応は他の年でも北半球の冬季にはよく見られる。これから Krishnamurti *et al.*



第4図 赤道-南緯20°平均の放射温度の時間経度分布（気象庁気候系監視報告，1991年より）とフィルター後の無次元全角運動量の時間変化。1990年1月から6月まで。

(1992) が指摘しているように赤道域での角運動量の変動は、対流活動の変動にともなって起こっているものと推測される。

第1～3図の(a)によると、中緯度へ伝搬した角運動量の変動は、途中から符号が逆になる。これは赤道で固体地球から得た角運動量がそのまま中緯度まで輸送されるのではなく、角運動量の変動が波動的に伝搬していることを示唆している。

最後に変動の季節依存性に注目してみる。第1～3図によれば、どの年も角運動量の変動は冬半球で活発である。また赤道付近の変動は北半球が冬の時により活発になる。つまり中緯度での角運動量の変動が大きいときほど熱帯域の変動も大きいように見える。

以上をまとめると次の3点に要約できる。

- ① 大気角運動量の季節内変動は冬半球において活発である。また赤道での変動は北半球が冬の時にとくに活発となる傾向がある。
- ② 変動の位相は熱帯から中緯度に向かって伝わる。これは特に北半球の冬に顕著である。変動の伝搬は中緯度で位相の逆転を伴う。
- ③ 全相対角運動量の変動の位相は低緯度での緯度帯別相対角運動量の変動の位相と良く一致している。また全相対角運動量の変動は西太平洋の

熱帯域の対流活動の変動パターンと一致しているように見える。

今後は海洋や山岳地域での大気-固体地球間の角運動量交換の素過程に着目した解析が必要である。

謝 辞

データを提供して下さった気象庁数値予報課に感謝します。本稿をまとめるにあたり、国立環境研究所の沼口敦氏、東北大学の近藤純正教授、桑形恒男氏に有益な助言をいただきました。深く感謝します。また作図にあたっては東北大学のフリーソフト「GP」を利用しました。作者の枝松氏に感謝します。

著者の一人(村田)による施設の共同利用を許可し、滞在費を支給していただいた国立天文台に感謝します。

参考文献

- Anderson, J. R. and R. D. Rosen, 1983: The latitude-height structure of 40-50 day variation in atmospheric angular momentum, *J. Atmos. Sci.*, 40, 1584-1591.
- Krishnamurti, T. N., M. C. Sinha, R. Kurishnamurti, D. Oosterhof and J. Comeax, 1992: Angular

- momentum, length of day and monsoonal low frequency mode, J. Meteor. Soc. Japan, 70, 131-166.
- Langley, R. G., R. W. King, I. I. Shapiro, R. D. Rosen, and D. A. Salstein, 1981: Atmospheric angular momentum and the length of day: A common fluctuation with a period near 50 days, Nature, 294, 730-732.
- Madden, R. A., 1987: Relationship between changes in the length of day and the 40- to 50- day oscillation in the tropics, J. Geophys. Res., 92, 8391-8399.
- Madden, R. A., 1988: Large intraseasonal variations in wind stress over the tropical Pacific, J. Geophys. Res. 43, 5333-5340.
- Murakami, M., 1979: Large-scale Aspects of deep convective activity over the GATE area, Mon. Wea. Rev. 107, 994-1013.
- 内藤勲夫・菊地直吉, 1992: 地球自転速度の不規則変動に対する大気の寄与, 天気, 39, 17-22.
- 気象庁気候系監視報告, 1991年, 7月-12月号.

1993年度堀内基金奨励賞候補者の推薦募集

日本気象学会の堀内基金奨励賞は、気象学の境界・周辺及び未開拓の分野における調査・研究・著述等により気象学及び気象技術の向上に寄与しているものに贈られる賞です。これまでに過去5回の顕彰が行なわれ、1993年度はその6回目に当たります。

堀内基金奨励賞候補者推薦委員会は同賞受賞者選定規定に基づき、候補者を理事会に推薦します。

つきましてはこの規定の趣旨に沿う最も適切な候補者を選定するための参考資料として、下記のとおりひろく会員からの推薦を募りますので御協力をお願い申し上げます。用紙はなるべくB5版横書きを希望します。

記

1. 推薦期限

1993年5月31日(月)

2. 宛先

〒100 東京都千代田区大手町1-3-4
気象庁内, 日本気象学会
堀内基金奨励賞候補者推薦委員会

3. 推薦書記入事項

- (a) 候補者所属氏名
- (b) 推薦する業績
- (c) 推薦理由(主たる論文リストを含む)
- (d) 推薦者所属氏名印

日本気象学会堀内基金奨励賞候補者推薦委員会
松野太郎(担当理事), 駒林 誠, 安成哲三, 田中 浩,
佐藤信夫