

論文内容の要旨

論文題目 大気大循環モデルを用いた重力波の研究：
全球分布、励起源と 3 次元伝播特性の解析

氏名： 河谷芳雄

高解像度 CCSR/NIES AGCM (T106L60) を用いて、重力波の全球分布の成因、励起源と 3 次元伝播特性を解析した。解析期間は夏季アジアモンスーンが活発な 6 月のある 1 週間を選んだ。本実験では ITCZ と SPCZ との分離、梅雨前線の形成等、観測と類似した降水分布がシミュレートされた。モデル中に現れた梅雨前線帯の構造を調べると下層ジェット、比湿・相当温位の強い水平勾配、湿潤中立成層の形成等、梅雨前線に特徴的な数 100km の現象と、東進するメソ α 低気圧も良く再現されていた。シミュレートされた重力波と、MU レーダで観測された重力波の構造を比較すると、鉛直波長、周期、振幅等の値が類似していた。また温度と南北風のパワースペクトルの緯度一周波数断面図を調べると、全体的に慣性周期より高周波数側でスペクトルの値が大きく、内部重力波の理論と良い一致を示した。

重力波の検出方法としては、鉛直波長と時間に関して行った。前者に関しては 3 次多項式フィッティングを各時間・各格子点で掛けて、その差を短鉛直波長成分と定義した。後者は周期約 30 時間以下成分をハイパスフィルターによって取り出し、短周期成分と定義した。この周期を選んだ理由は、温度・風の緯度-周波数パワースペクトル分布を見ると、24 時間成分付近が卓越していたからである。

短鉛直波長で定義した高度 20-30km に於ける Potential Energy (PE) の分布・大きさは GPS/MET で得られた結果と定量的にも類似していた。アンデス山脈上に存在する大きな PE は、山岳起源の重力波によって生成されていた。東西波長と鉛直波長は、近年の衛星観測の結果と整合的であった。熱帯大西洋～アフリカ大陸上の 6°S と 6°N に、赤道波起源と思われる東西に伸びた南北対称の PE 分布が見られた。北半球夏季の GPS/MET の PE 分布にも、同様なシグナルが見られている。この PE は、東西波長 ~10,000 (km)、周期 4-5 日、対地位相速度 ~ -25 (ms^{-1})、等価深度 ~41 (m) の混合ロスビー重力波によって生成されていた。またアフリカ大陸東岸から 180°E にかけては、東西波長 ~10,000km、周期 6-7 日、等価深度 ~37 (m)、対地位相速度 20 (ms^{-1}) 程度で東進するケルビン波が PE を形成していた。さらに 80°E から 120°W の範囲では、東西波長約 20,000km、周期約 3 日、対地位相速度 40 (ms^{-1}) 程度で東進する波動構造が見られた。この波動は等価深度 ~37 (m) を持つ $n=0$ の東進慣性重力波と同定された。一方で短周期 PE には上記のような構造は見られず、PE は散在していた。短周期 PE は短鉛直波長 PE に比べ、局所的に PE が大きくなっている場所が多く、大部分は重力波によって形成されていると考えられる。

近年の衛星観測で発見された、対流活動が弱く山岳も存在しない熱帯大西洋上空に、本実験でも大きな PE が再現された。そこでエネルギー生成メカニズムを調べた。ギニア湾付近で東西波長約 2000km の波状構造が、対流圏上部から下部成層圏に於いて顕著に見られ、赤道を横切って南方へ伝播していた。70hPa (~18km) より上では、南方へ伝播したエネルギーフラックスは 5°S から 20°S の間で真上へ伝播し、さらに上空の 20hPa (~27km) 付近では北向きに方向を変え、北から伝播してきた波と合流していた。その結果、エネルギーフラックスの収束が、対流も山岳もない 0°-20°S の成層圏領域に形成された。尚、エネルギー変換項の大きさは、エネルギーフラックスの収束より 1 桁小さい結果が得られた。以上の結果より、熱帯大西洋上空での大きな PE は、日周期が卓越する積雲対流により励起された重力波が、南へ上方伝播することにより作られることが分かった。

対流日変化はギニア湾域の他にも、インドシナ半島付近や南アメリカでも大きい。それらの場所から日周期重力波が生成され、高度と共に南北に伝播している様子が明確に見ら

れた。南アメリカ北部やインドネシア付近の短周期 PE は、ギニア湾と同様に日周期重力波によって形成されていた。

中緯度の傾圧不安定波帯では、Lagrangian Rossby 数の大きな場所と、重力波活動の顕著な場所との対応がよく見られ、亜熱帯ジェットの高率が大きくなっている場所で重力波が生成されていた。東西波長と鉛直波長は、それぞれ~700km と~4km で、対地周期は 12-24 時間であり、西風ジェットよりやや遅く東へ伝播していた。30°S 付近の重力波の固有振動数を調べたところ、その場所での慣性振動数より大きく、慣性内部重力波の分散関係式を満たしていた。この波の固有位相速度は負であり、流れの場に対して西進する。これらの大部分は成層圏深くまで伝播していなかった。

重力波が平均場に与える影響を、Eliassen and Palm flux で評価した。短周期重力波による西風減速は、冬半球の亜熱帯ジェット上部に於いて顕著であった。EP flux 収束の値は約 $-10 \text{ (ms}^{-1}\text{month}^{-1}\text{)}$ であり、全成分の約 30-50% を占めていた。この西風減速を起こす波の正体は、傾圧波不安定波起源の固有位相速度西向き重力波であることが分かった。短鉛直波長成分 EP flux の発散を見ると、30°S から 50°S 付近の中部~上部成層圏にかけて、大きな西風減速となっており、アンデス山脈起源の重力波が突出していた。