

## スペシャル・セッション「いろいろな QBO (準二年振動)」 のまとめ\*

田 中 浩\*\*

1990年春季大会において行われた特別セッション「いろいろな QBO」について、その総括をしておくことは重要であろう。このセッションには19編(うち1編は取り下げ)の講演申込みがあった。QBO などという気象学の中でも特殊な分野に予想を上まわる興味が集まったことは、発起人グループ(田中 浩, 安成哲三, 山崎孝治, 小寺邦彦)も気をよくした次第である。QBO が本来的な意味をもつ熱帯成層圏の平均東西風の準二年振動の枠を越えて、思ってもみなかった多くの現象にまで存在することが最近明らかになってきたためであろうと推測する。単に力学的現象に留まらず、大気微量物質にもその変動成分が見られることがわかり、気候変動問題や地球環境問題とも結びついて、今後とも一層強い関心がもたれるはずである。以下に、発表者(敬称略)の内容についてひとわり説明しコメントを加えておく。

常岡好枝(気象研)は、赤道成層圏の37年間の長期にわたる風のデータから、その傾向と特徴を報告した。その期間の平均周期は27.8カ月であり、1973年以後は30カ月前後と長くなっている。また、エルニーニョの起こっている年は西風領域の下降が速いこともわかった。この長周期による QBO の変調は何が誘導しているのだろうか。

丸山健人(気象研)は、下部成層圏の赤道波の年周期および準二年周期における強さを、シンガポールのデータを使って長期にわたって解析した。特に、準二年周期における赤道波の強さについては、ケルビン波が30, 50, 70 hPa を通じて卓越しているのに対して、混合ロスビー重力波は30hPa でのみ顕著であった。後者の波は低層で吸収が大きいようだ。

廣田 勇・桜井隆博・塩谷雅人(京大理)は、成層圏界面付近に中心をもつ SAO (半年振動) の西風加速に寄与している短周期ケルビン波が温度を媒介として急速

にオゾン濃度に反映することから、8年間のNimbus-7 (SBUV: 中間紫外線によるオゾン測定器) によるオゾンデータを用いてケルビン波の活動度を調べた。この活動度は、半年周期に加えより長周期成分を含んでいる。QBO と SAO の間に相互作用が存在し、50km 以高まで東西風の QBO が存在していることがわかる。SAO のモデリングにも無視できない効果と考えられる。

吉澤宣之(大分高専)は、モデル QBO における振動周期のパラメータ依存性を調べた。ニュートン放射冷却による散逸効果が時間変動(transience)の効果を上まわる場合に振動解が存在し、また平均流の式で粘性係数を大きくしてゆくと振動が抑制されることが示された。この結果は、大循環モデル(GCM)で成層圏QBO を励起させる場合の参考になるだろう。

小寺邦彦・山崎孝治(気象研)は、NMC(米国の国立気象センター)のデータを使って8つの冬について成層圏の赤道 QBO と高緯度 QBO の相関を調べた。シンガポールの12月、50hPa の平均東西風は、35° N の10月、5hPa の平均東西風と相関がよく、これが次第に北上して1月には極域に達する。この現象は赤道 QBO に伴う南北循環とプラネタリー波の相互作用によるものと考えられる。

山崎孝治・谷貝 勇・小寺邦彦(気象研)は、赤道成層圏 QBO の位相(西風か東風か)が北半球の冬季成層圏循環に及ぼす影響について GCM を用いて調べた。観測から、QBO の位相が西風の時の方が極渦が深いことが知られているが、GCM の結果でも QBO の位相が西風の方が突然昇温が遅れて起こり、極域の気温が低くなることがわかった。オゾンホールが QBO 的変動を示す原因の突破口となるであろうか。

林 則雄・岸 隆幸(気象庁南極事務室)は、昭和基地における1968年以後の9, 10月のオゾン全量、70hPa の気温、30 hPa の風の東西成分に共通して約2年の周期と位相の一致がみられることを報告した。1978年以後、赤道上空30hPa の西風が強いときは、南極のオゾ

\*Special session on "several aspects of QBO"

\*\*Hiroshi Tanaka, 名古屋大学水圏科学研究所

ン全量の谷に当たることがわかった。1978年以前にはこの関係が見られないことから、この時期に何らかの力学機構の変化があったと思われる。

小池 真・小川利紘（東大理）は、全世界51カ所の地上全量オゾンデータを使い、QBO（28カ月）成分と不規則成分を検出した。QBO成分は両半球で同位相で、東西風QBOの位相との相関は低緯度ほどよいことがわかった。また、不規則変動成分がQBOの成分よりむしろ大きいこともわかる。オゾン全量の地上データと衛星データとの対比が特に赤道付近の雲帯では重要になる。

神沢 博（極地研）は、南極域の種々のデータに2年周期に近い変動が見られることを報告した。特に興味を引くのは、昭和基地のCO<sub>2</sub>の年変化が大きい年は10月の平均オゾン全量が小さく、かつ南極海氷域の広がりや年変化が大きいことである。これらの間には一見何の脈絡もないようであるが、一体どのような謎がひそんでいるのだろうか。

金谷年展（富士総合研）は、成層圏QBO、太陽活動度および天候（気温など）の関連を調べた。Labitzke and van Loon (1988) がすでに示したように、これらに何か有為な関係があるようにも見えるが、いっそう明確な結果が望まれる。

上野達雄（気象庁長期予報）も、日本の気温と太陽活動度との相関を、成層圏QBOで層別化することによって調べた。ある年の7、8月の月平均気温は、前冬の赤道QBO西風および翌冬の赤道QBO西風の時に、月平均太陽黒点数と負の相関が西日本を中心に見出されたことが報告された。これ以外にも日本各地で特有の相関関係が見られることも同時に報告された。

田中 浩（名大水圏研）・吉澤宣之（大分高専）は、一次元QBOモデルを使って、対流圏から強制された東西平均風と成層圏QBOとの同期の可能性について調べた。対流圏からの強制が存在しないときはモデルに内在するQBOの自励周期が存在するが、それに近い周期の対流圏強制が存在するときは、成層圏QBOの周期もその強制周期に同期する。強制周期が自励周期から離れるにつれて同期が起りにくくなることがわかった。

隈 健一（気象庁数値予報）は、シンガポール上空150hPaにおける30—60日変動成分の分散強度が2—3年の周期で変動しており、かつ成層圏QBOと一定の位相関係を持ち、ともに対流圏上部の静的安定度と高い

相関があることを報告した。成層圏QBOと対流圏季節内変動の経年変化との間に何らかの相互作用が存在することを示す興味ある事実である。

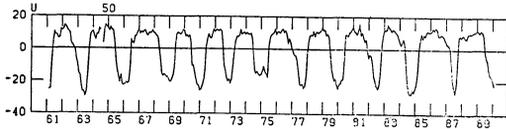
升本順夫・山形俊男（九大応力研）は、海洋大循環モデルの結果をもとに、暖かいENSO（エルニーニョ南方振動）現象の発生域である西部熱帯太平洋でのQBOあるいはBO（2年振動）の発生メカニズムを考察した。エルニーニョ発生前の西太平洋（フィリピン付近）に現れる海洋熱容量の増加および海面水温（SST）の上昇と夏季インドモンスーンの活発化、冬季西風バースト（西風の吹出し）の発生による暖水の赤道域への集積とそれによる大気海洋結合擾乱（エルニーニョ）発生のための条件設定、一年後のエルニーニョ成熟とその後の夏季インドモンスーンの復活、などの一連の事象の進行で約2年のサイクルが現れることを報告した。これは大気のみならず海洋にも（Q）BO変動が存在することと矛盾せず、大気・海洋・陸域相互作用が存在する可能性を強く示唆する。

渡辺朝生（東大理）は、日本南方海域のSSTに2—3年のQBO変動が、5—6年変動とともに卓越していることを示した。SST偏差は秋から冬にかけて符号が反転し、それがその年の秋まで続き、翌年には再び符号が反転する。冬季のSST反転は、季節風の吹き出しの状況に依存し、一方冬から秋までの持続は海洋混合層の大きな熱慣性に起因しているようである。

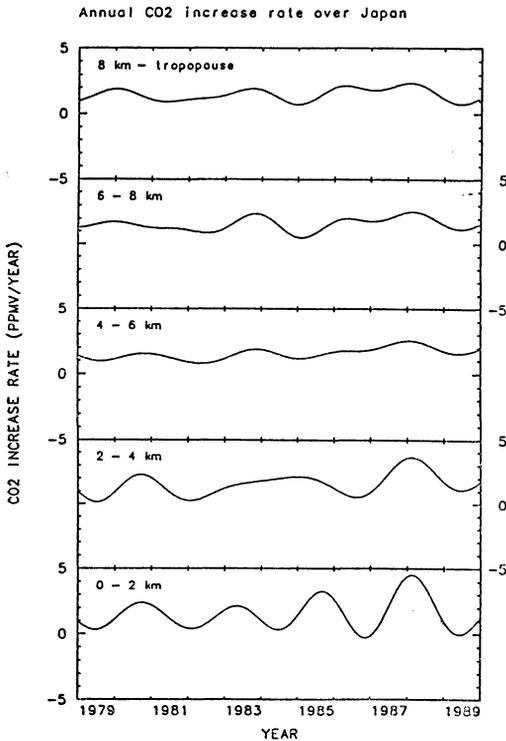
轡田邦夫（東大海洋研）は、太平洋上の海上風と熱帯太平洋域のSSTとの間の空間的な相関特性を調べた。その結果、熱帯域東部のSSTにはQBOとENSOの両方の変動があるが、西部ではQBOが卓越する。海上風については、ENSOは太平洋の広域で見られるが、QBOは西部熱帯太平洋でむしろ顕著でありそこのSSTとの相関も高いことがわかる。

安成哲三（筑波大地球科学）は、西部熱帯太平洋（137°E）の混合層水温に顕著なQBO変動が見られ、正偏差から負偏差への変化が1—7月の間に位相固定されており、従ってこの現象が夏のアジアモンスーンの強制と関連していることを報告した。また、中央アジア域の積雪面積と海水温変動が9カ月の差で相関がよく、QBOやENSOは陸面（雪氷）・大気・海洋相互作用の結果として現れた周期現象であることを裏付けている。

田少奮・安成哲三（筑波大地球科学）は、全世界150点の約100年間の降水量データを使いバンドパスフィル



第1図 赤道下部成層圏の QBO. シンガポール上空 50hPa の月平均東西風で、横軸は年度、縦軸は風速で m/s. (丸山健人氏提供)



第2図 日本上空の CO<sub>2</sub> 濃度の変化率の変動. 年周期変化と長期トレンドを除去したもの. (中澤高清氏提供)

ターによって準二年の時間幅 (21—32カ月) の変動を抽出した結果、インド・東南アジア・オーストラリア付近でもっとも振幅が大きいことを発見した. インドモン

ソールが QBO と関連している証拠である.

以上、発表順に内容を概説した. それにしても、さまざまな QBO が存在するものと驚きを禁じ得ない. 本家の赤道成層圏 QBO は季節変動による強制とは明らかに異なった独自のメカニズムで駆動されていることは周知の事実であり、一方対流圏や海洋の変動は季節的強制を多少なりとも受けており、QBO というよりむしろ BO と呼ぶにふさわしい現象であるように思われる. これらは全く独立の現象なのだろうか、それとも何らかの相互作用があるのだろうか. もし相互作用があるとすれば、どのようなプロセスを通じて互いに影響を及ぼし合っているのだろうか.

ここで、2種類のデータの時系列をまとめて示しておく. 第1図は丸山健人氏提供の赤道成層圏の月平均東西風、第2図は中澤高清氏 (東北大理) 提供の日本上空の CO<sub>2</sub> の増加率を示したものである. 提供者の御好意に感謝するとともに、当初は時間軸をそろえてもっと多くの時系列を比較するつもりであったが、残念ながら果せなかった. 第1図に示される成層圏東西風 QBO を見ると明らかに20年程度の長周期で変調されている. これが対流圏 QBO との相互作用 (あるいはうなり現象) で生じた可能性を否定できない. また、第2図に示される対流圏 CO<sub>2</sub> の増加率の変動周期が正確に2年ではなくて、2年と3年の間であることも興味をそそる.

特別セッションで報告された内容は、近々スタートする予定である地球圏・生物圏国際協同研究 (IGBP) 中のプロジェクトの一つである STIB (Stratosphere-Troposphere Interactions and the Biosphere, 日本の呼称は未定) の一部に含まれるものであり、その重要性は今後ますます増大するであろう. 赤道レーダ建設の構想が京大超高層電波研究センターを中心に進められている. このレーダサイトでは将来の総合的な観測基地として赤道域の大気・海洋・物質循環の観測が行われる予定である. この構想と QBO 観測との関連について報告が行われなかったのは残念である.