

Takaya, K. and H. Nakamura, 2001: A formulation of a phase-independent wave-activity flux for stationary and migratory quasi-geostrophic eddies on

a zonally varying basic flow, *J. Atmos. Sci.*, **58**, 608-627.

質疑応答と総合討論

質疑応答

岩崎(東北大学): 8月中旬のオホーツク海高気圧は特異だったということだが, 構造はどうだったか.

高野: 上層のブロッキングを伴わない移動性擾乱のようだ.

岩崎: 上層のリッジがはっきりしないということは, 下層が強い低温ということか.

高野: どうして発達したのかは中村さんが話してくれると思う. 現実的には, 10年くらい見たことがない.

松本(東京大学): 前田さんの EOF の長期的傾向で93年と94年とも小さく, 日本の冷夏と暑夏はリニアでないという感じがする.

前田: 94年もダブルジェット of の構造ができていて, ダブルジェットだからといって冷夏ではない. エディの場所による.

加藤(岡山大学): 8月の前半くらいまではオホーツク海高気圧ができるが, 8月のオホーツク海高気圧は7月と基本的には同じと考えてよいか.

中村: 8月の強いオホーツク海高気圧の合成図を作ってみると, 非常にまとまりのない evolution となる.

加藤: 季節変化みたいなものもある.

中村: 陸の方もそろそろ冷え始めるので.

高野: ヨーロッパの猛暑はダイポールと関係があるのか.

山形: ダイポールは確かに1つの要素になっていると思う. アラビア海付近の対流が直接ヨーロッパに下降流を起こしたということもあるようだ.

田中(筑波大学): 冬の北極振動については, 力学的なモードとか統計的な虚像であるという議論があるが, 夏の北極振動についてはどうか.

山崎: 前田さんが示しているように, ダブルジェット of の強い時の順圧不安定モードとして似たものが出てくる. 今後, さらにこういう解析を進めたい.

岩崎: wave guide ができて, ヨーロッパの熱波の影響が日本に伝わるということは分かったが, ヨーロッパの熱波は1か月のスケールで予測できるのか.

木本: 北大西洋の SST パッチの上空に低気圧ができることがシミュレートできれば予報できる. しかし, 1か月前から, ヨーロッパが低温偏差から高温偏差になるのは予測できない.

総合討論

司会(杉): まず8月の中旬の低温について, それから7月の低温, そして予測について, 最後に地球温暖化との関係という順で議論していく. はじめに, 8月の中旬の低温をもたらしたオホーツク海高気圧がいつもと違っていたことについて, 高野さんから補足することは.

高野: 過去の事例で, 6月に上空にトラフがあってオホーツク海高気圧が発達した例が1例あったが, それ以外にはなかった. したがって, 予報官が数値予報結果を修正するのは不可能, 数値モデルに頼るしかない. 昨年 of の8月の事例について, モデルの下層雲を改良した実験を行った. 下層雲が増え改善されたケースもあったが, 初期値を変えるとあまり改善されない.

司会: 中村さんから, 8月のオホーツク海高気圧 of の成因という点からコメントがあるか.

中村: 8月中旬は, 亜熱帯ジェットと寒帯前線ジェットがユーラシア大陸上で合流して, 大西洋の方で発達した擾乱がシベリアを横切って日本付近にやって来やすい状態になっていた. ここの擾乱が停滞性 of のリッジを強めるように働く傾向があるので, 移動性擾乱 of の役割がこのケースでは無視できないと思う.

山形: 昨年 of の夏は, ダイポールがある程度成長していたが, 8月15日ごろインド洋 of の西の方から非常に強

い 西風バーストがあり、巨大な海洋ケルビン波をつくり、東側の冷水を弱めダイポールモードを消滅させてしまった。それとヨーロッパの高温の終りとタイミングが非常によく合っている。上海とか沖縄はかなりの猛暑だった。確かにダイポールの影響はあった。ただ全体として南にシフトしていた。榎本君のシルクロードプロセスが確かにあったが全体に南にシフトして、それで上海あたりに影響がとどまったと言える。8月15日にそれさえも消えてしまった。

前田：榎本さんのシルクロードパターン、チベット高原の北の縁のロスビー波は、6、7月にもあまり見えなかった。

山形：もう1つのプロセスとして、いわゆる新田パターン（PJパターン）が西にずれたというものがあって、それによってもあの辺に対流がダイポールで起こせる。もしかしたら、そちらの方かもしれない。

前田：6月から7月にかけて、ダイポールの対流がきれいで出ている。その影響がうまく出て来ないのはどういうことか。

山形：導波管のプロセスが全体的に北にずれていたということかもしれない。

前田：あるいは、季節が早すぎるとか。

山形：それは分からない。しかし、ダイポールがあったのは確か。それがお盆の頃ピタッと消滅してしまった。偶然かもしれないが、同時にヨーロッパの方も気温低下に一転した。

高野：西日本に関しては、あのころから普通の暑い夏になったと言えると思う。

山形：沖縄はかなりの猛暑だったはず。それから近くの中国も。

加藤：中村さんの話で、8月の中旬に関して移動性の擾乱が一番寄与していたということだが、もしそうだとするとオホーツク海高気圧は1週間くらい持続していたような気がする。

中村：個々の擾乱が自分の乗っている流れを維持・強化しようとする働きがある。なおかつ、流れの循環を順圧的にしようとするので、上のリッジが強まれば下の高気圧も強まる。

加藤：いわゆるオホーツク海高気圧より、もうちょっと西とか南に張り出している。それで長崎あたりでも8月にしては非常に気温が低かった。

中村：8月のケースでは、日本海の方を高気圧が通っ

ている。亜熱帯高気圧が退いて西風の軸が南下し、そこに移動性高気圧が来れば日本海まで張り出す形になる。

司会：7月の低温の話に入る。昨年の7月の熱帯の対流活動（OLR）偏差の図を見ると、フィリピン付近から、インドシナ半島、ベンガル湾にかけてのアジアモンスーン領域では、北の方が不活発で南が活発になっている。すなわち、平年に比べて対流活発域が南にずれているというパターンになっている。一方、山形さんの講演に出てきた94年の夏の対流活動の年間偏差は、今示したモンスーン域の北側の部分で対流が非常に活発になっている。山形さんの話では、94年はダイポールモードのせいでこの対流が活発になり、その影響で日本が猛暑になったという説明だったと思うが、そうだとすると、2003年は、この中国南部からインドシナ半島にかけての対流が弱く、猛暑とは反対になると思うが。

山形：その場合、上海とか沖縄の猛暑はどう理解するのか。

司会：全体として南にずれたということか。

山形：その可能性はあると思う。フィリピン付近からインドシナ半島にかけてのモンスーン領域は、新田さんのPJパターンの対流領域でもあり、モンスーンインデックスは両方のコンポーネントをミックスしてしまう可能性がある。

高野：日本の長期予報という点では、本州が暑夏だと南西諸島は一般に不順で、逆に本州が冷夏だと南西諸島は割りと高温の場合が多い。それがダイポールの影響がたまたま南にずれただけと言われると、いったい何をやっているのかという話になる。

前田：南西諸島や中国の暑夏に関しては、フィリピンからインドシナ半島の対流が弱いことが関係していると思う。この対流が弱いとサブハイがずっと西に伸びてくるので。

木本：それはサブハイが弱いと同じことで原因ではない。

高野：基本的には冷夏パターンということ。

木本：冷夏パターンといっても理由は分からない。

酒井（東京電力）：2003年のパターンは1993年のパターンと現象的には同じのように思う。どちらも全国的に冷夏で、南西諸島から中国大陸に向かって猛暑早ばつになった。大冷夏になる場合は、オホーツク海高気圧だけでなく、大陸から冷たい空気が流れ込むといういわゆる冬型的な気圧配置も出たりするが、

昨年の場合はどうだったのか。

高野：昨年の8月は中旬に出たオホーツク海高気圧に注目が集まったが、北日本は基本的に前線停滞タイプで、結構寒気が来ている。8月は93年とはパターンが違う。フィリピン付近の対流活動が8月は活発で、その意味では8月はもう少し平年並に近くてもよかった。

司会：先ほど、対流活動が南に下がったと言ったが、平年と比べて南ということで、94年との比較で言えば、モンスーン域の対流活動偏差は符号が逆で、この部分の対流活動が直接日本に影響しているとするれば、94年とは反対になる可能性がある。山形さんのダイポールの日本への影響としてこのモンスーン領域の対流活動のほかに、インドの対流がシルクロードパターンを通して影響するということだが、先ほどの議論からすると、こちらのほうも北への影響はあまりなかったということではないか。

山形：そうすると、もう一つの可能性は、北極振動の問題がある。そういうものを否定するつもりはないが、ダイポールも確かにあって、ヨーロッパの異常高温、8月中旬の気温の急降下に関係している可能性があると思っている。

司会：この辺で、北のほうの話に移る。中村さんの話で、オホーツク海高気圧の予測の鍵として寒帯前線の強化、そしてそれにユーラシア大陸の陸面の昇温がかかわっている可能性を指摘していたが、2003年の場合はどうだったのか。

中村：5～6月はシベリアはかなり広範囲で地上気温が高く傾圧性が強かった。ただ93年の場合の解析結果を見ても、海陸の温度コントラストがある程度きいてはいるけれど、それぞれものがずばりジェットを決めているというわけではない。

安成(名古屋大学)：10年ほど前、93年の冷夏、94年の非常に暑い夏と続き、科研費を使って皆でいろいろ調べ、気象研究ノートに報告をまとめたが、それから10年たって、ずいぶんいろいろと理解が進んだ、モデルもよくなったと感じる。しかし、まだまだ分からないことも多い。導波管を通して、ユーラシアの東と西で相関が高いと言うことは分かったが、だから冷夏になりやすいということが分からない。93年、94年も含めて、今の進んだモデルで再現実験をやっていただきたい。ある程度アノマリが続くと、SSTとか地表面の温度も持続して、それがポジティブフィードバックになることもあるのではないか。

今のモデルは海はまだインタラクティブでないようだが陸面はどうか。

前田：今の気象庁の予報モデルでは、陸面の解析をしていて、陸面温度、地中温度、積雪などの初期値を決めているが、モデルが手を離れたときにどちらに行くかが上手に再現できるようになっていない。それで、陸面の影響を調べるのが難しい。

安成：94年はダイポールだったけれど、93年はダイポールではなかった。その辺についてのコメントはないか。

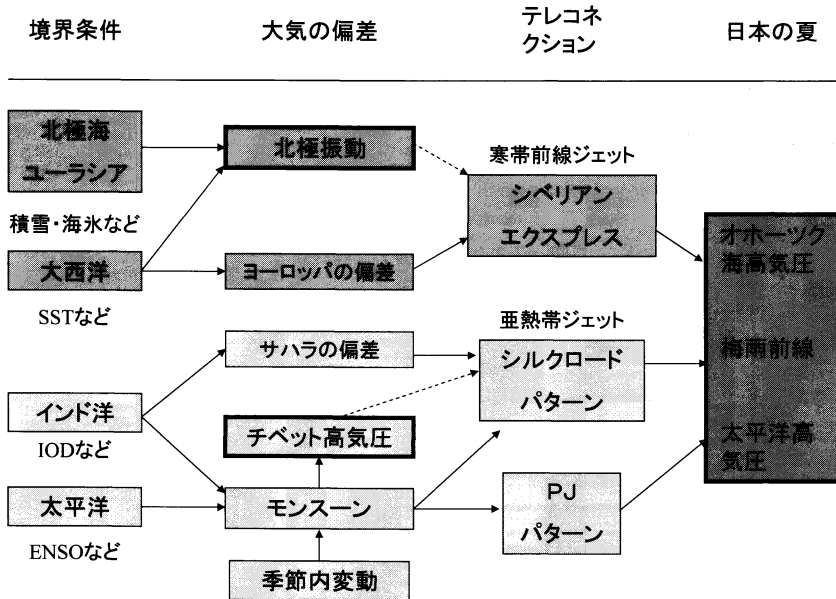
山形：ダイポールとの偏相関だと、ヨーロッパが暑いと日本も猛暑というパターン。エルニーニョのときは、ヨーロッパのほうは比較的低温、日本も冷たい。去年はヨーロッパは猛暑で、日本は暑くなかった。これはもしかしたらもう1つの隠れた要因があるためかもしれない。それは北極振動で、その効果をうまく抜くと、ダイポールの時は西日本は全て猛暑になる。

安成：ダイポールというのは季節性が非常に顕著で、それだけ持続性のある現象と理解している。去年のダイポールは西風バーストで壊れたということだが、あれは大きな意味でのMJOを見ていたのではないか。

山形：ダイポールが壊れるときは全てMJOとかバーストである。ただいつも、季節に絡んでいる。

安成：熱帯でも、高緯度でも季節進行のシミュレーションが正確にできることが、非常に重要だとつくづく思う。

司会：ここから予測可能性の議論に入る。第1図のように整理してみた。長期予報の基本的な考え方としては、この図にあるような大気偏差というのは、1週間から2週間くらいしか予測可能性がなくて、それ以上長期の予報の根拠となるのは、SSTとか陸面状態の偏差がもとになったシグナルが、図のようにいくつかの道筋を通して日本に影響するということだと思う。そこで、2003年の夏に限らず、海面水温とか陸面状態がどのような影響を及ぼしていたかという立場でもう一度振り返ってみたい。図にあるようないろいろな原因があって、どれ一つをとってもそれだけで全部を説明できるものはないと思う。その中で、どれが重要かという議論もあるし、北極振動のようにどちらかという大気内部モードというものは、それで日本の冷夏が理解できても予測できないという議論もある。



第1図 日本の夏の天候に影響を及ぼす要因.

山形: 大気の内モードでも海にメモリーを残す、そういう意味で重要.

司会: そのためには、どこに相互作用があって、それがどういう影響を及ぼすかということがはっきりと分からないといけない。木本さんの話で、ヨーロッパの熱波の一つの原因として、大西洋の低温がその上空の低気圧の維持に関わったという指摘があったが、中緯度の海から大気に影響するプロセスとしてどういうものが考えられるか.

木本: 去年の夏のケースは解析していないので分からない。以前調べた冬のケースでは、海面水温が高いと水蒸気が増え、降水が増えて大気の中層を暖め、ラージスケールの方が変わりストームトラックが変わるといって、ややこしいプロセスのようである。一般に、中緯度では大気が海を変えるという方が大きいので、海から大気のプロセスを同定するのはむずかしい。カップルしている系をどちらかを固定してシミュレーションを行うとけっこう歪む事が多い。

司会: 山崎さんは、冬と夏の北極振動の間に相関があるということで、以前の研究では冬の北極振動と夏のオホーツク海高気圧を橋渡しするものとして雪とか氷の影響を指摘していたと思うが、2003年についてはどうだったのか.

山崎: 2003年の場合冬のAO(北極振動)が負で、4月

くらいまでヨーロッパの積雪が多かったが、5月くらいからアノマリが消えてしまった。夏のAOの符号を決める要因はいろいろ考えられる。木本さんの言うような大西洋のSSTがくさいかもしれない。どの要因が一番効果的か調べていくのは今後の課題である。

司会: 2003年の場合は、7月にわりと急激に北極振動がプラスになっている。その点で、長期の予測は難しい気がする。冬と夏のAOが0.5程度の相関をもつというのも、わりと長期のトレンドとか、十年規模の変動が主にきているのではないか.

山崎: その通りだと思う。長期の海面水温とかに記憶が残っているので、ポテンシャル的な予測に役立つのではないか。7月中旬に急に変わったというのは、多分力学の問題なので、1週間前くらいの数値予報で予報できるのではないか.

高野: トレンドがけっこう大事だという話が出ているが、1950年代にわりと冷夏が現れやすい時期があったということはどう理解すればよいか.

山崎: それについては調べていないので何ともいえない.

司会: 今の議論に関連して、最後の温暖化との関連の議論に行きたい。山崎さんの話の中で、AOに顕著なトレンドがあり、温暖化と関連しているかもしれない

いという指摘があった。前田さんの話では寒帯前線ジェットにもトレンドがある。トレンドがあるからといって、それが全て温暖化と関連するとは言えない。モデルでどのように再現されるかを見ると、温暖化のせいかどうかある程度分かってくると思う。木本さんの所の実験ではどうか。

木本：過去のトレンドは難しい。できるモデルもあるようだが、うちのモデルはあまりよくない。

司会：10年スケールの変動はどうか。

木本：あまりよく見ていない。大西洋のSSTと連動して、NAOの10年スケールの変動が出るモデルがあるとされている。

司会：気象研究所のモデルではどうか。

行本：過去のシミュレーションのアンサンブル平均でAOらしきものが見える。夏の方がむしろはっきり見える。

谷貝(気象大学校)：戦前の昔の冷夏と今とどう違うかということだが、北冷西暑が最近顕著になってきている。昔は地球が全体として寒冷化している中で日本の冷夏があったが、今は地球全体として温暖化しているにもかかわらず北日本では冷夏が頻発している。

中村：前田さんの話にもあったように、暑夏の94年と

冷夏の93年の両方とも導波管がしっかりしていた。温暖化の関連で陸面が温まって行けば導波管がしっかりしていこうと考えられるが、それは必ずしも冷夏が増えるということではなくて、変動が大きくなるということである。変動の大きさに注目して予測を考える必要がある。それから三陸沖というのは、冷たい親潮の上に季節的に日射で暖められた躍層ができていて非常に壊れやすい。十年変動でも、年々変動でも三陸沖のSSTの変動はきわめて大きい。昨年例でも、オホーツク海高気圧がいったんできて下層雲が出て日射をさえぎると、海が冷えて安定化する。そういうフィードバックがかかる。そのあたりの結合系のモデリングが大事になってくると思う。

司会：まだ議論が尽きないようだが、予定の時間を大幅に過ぎたので、そろそろ終わりにする。今日の議論で、日本の冷夏、天候に関する様々な要因に関してある程度考えが整理できて、今後の研究課題が明らかになったと思う。その課題の解決に向けて研究が進展することを期待して、このシンポジウムを終わりにしたい。

(文責：杉)

2006年度春季大会の専門分科会の実施方式とコンピーナー募集

1. 2006年度春季大会の専門分科会の実施方式：

2006年度春季大会の専門分科会については、これまでと同じように下記の要領で実施される予定です。

- (1) 2回に分けてそれぞれ数件ずつ開催する(期日は未定、時間は3時間程度の予定)。分科会の運営はコンピーナーに委ねることにし、コンピーナーは公募する。分科会には申し込まれた講演の採否はコンピーナーの判断による(不採用の場合は、申込者の希望に応じてポスターへの振り替えあるいはキャンセルになる)。コンピーナーのアレンジによる招待講演も可能、招待講演のみの分科会も認める。

- (2) 分科会の数は1日2-3件を基本に考えるが、申込が多かった場合は、「同一会場での1日に2件の開

催」、「類似テーマのものとの共同開催」、「大会会場外の会場の利用」等の調整を行う予定である。今後のスケジュールは以下のように予定しています。

- 10月5日(水)：分科会のテーマとコンピーナーの募集締切(詳細は下記)
- 12月末：大会告示(「天気」12月号に掲載)
- 2月上旬：講演申込締切
- 2月中旬：プログラム編成
- 補足：会期は2006年5月21日(日)～24日(水)、会場はつくば国際会議場の予定です。

2. 分科会のコンピーナー募集：

上記の実施方式に基づき、2006年度春季大会におけ