

話題

## 季節予報の予測手法と利用の仕方



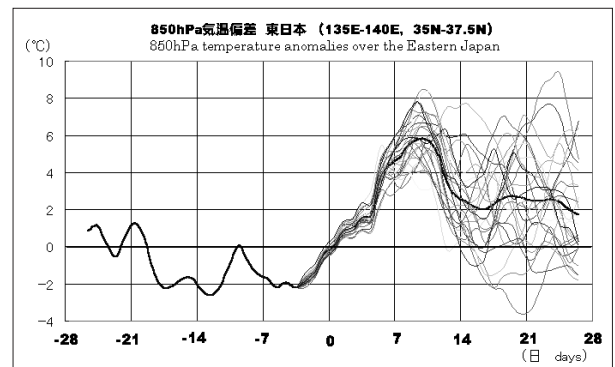
竹川 元章 (仙台湾区気象台)

季節予報の予測手法には数値予報モデルを用いています。これは、大気等の変動を記述する流体力学や熱力学の方程式からスーパーコンピュータを用いた数値計算によって将来の気候の状態を予測する力学的な手法です。数値予報モデルを用いるという意味では明日・明後日の天気予報の予測手法と基本的には同じですが、季節予報では複数（現在は1か月予報では26例、3か月予報と暖・寒候期予報では31例）の数値予報の結果を統計的に処理するアンサンブル予報という手法を用いています。

将来の大気の状態を予測するためには、初期の状態を正確に把握しておくことが必要ですが、観測や解析の段階で生ずる誤差は避けることができない問題です。この初期の段階で含まれているわずかの誤差が、時間の経過とともに次第に大きくなり、ある時間が経過した時点では予測不可能になる場合があります。しかしこのことは、ある時間以上先のことは全く予測できないということではありません。

一つの例の数値予報では高気圧や低気圧の位置、あるいは天気の時間的推移を予測できなくても、初期値にわずかなバラツキを与えて複数例の数値予報を実施することにより、その平均（アンサンブル平均）をとれば、個々の例中の誤差同士が打ち消しあって平均的な大気の状態を予測できる場合があります。このような情報を提供するための手法がアンサンブル予報です。これにより、平均的な大気の状態の予報精度を上げることができます。

第1図にアンサンブル予報の例を示します。ここでは850hPa（地上約1,500m）の気温の平年差の予測を示しています。26本の細い実線は個々の予測結果です。黒の太い実線は26本の細い線を平均したもので、これがアンサンブル平均の予測結果です。この例では、向こう1か月間の前半は顕著な高温となり、後半は下がりますが平年より高く経過すると予測されています。また、26個の予測のばらつき方は前半に比べ後半では大きくなっており、予報時間が延びるとともに予測が難しくなることを示しています。なお、図の気温は7日間の移動平均であり、たとえば初期日から6日目までを平均した予測結果は3日目のところに示してあります。



第1図 アンサンブル予報の1例

一方、3か月予報と暖・寒候期予報では統計的手法も用いており、数値予報モデルによる結果とあわせて利用しています。統計的手法とは、過去数十年の大気や海洋

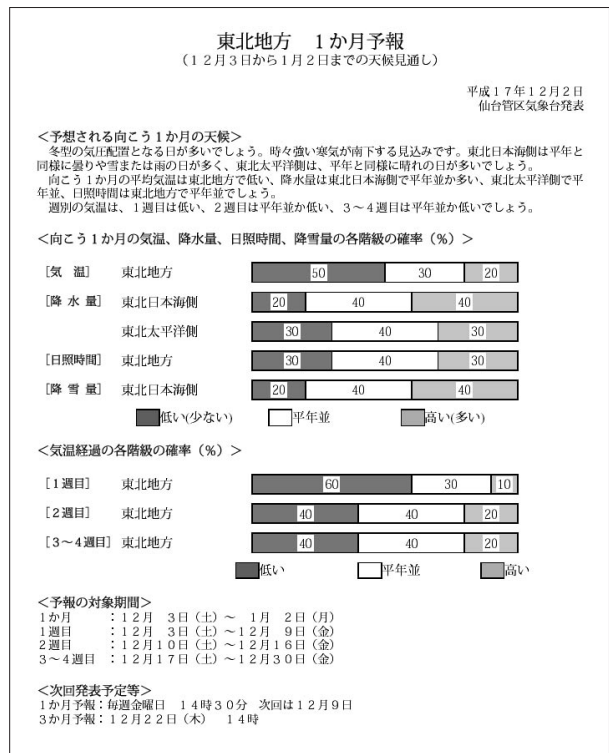
あるいは積雪等の観測データと天候との間の統計的な関係をあらかじめ作成しておき、この関係を利用して将来の天候を予測する手法です。例えば、1980年代から急速に理解が進んだエルニーニョ現象に代表される太平洋赤道域の海面水温と日本の天候との関係を用いる方法があります。

このように気象現象や天候の予測には、多かれ少なかれ誤差が伴います。この誤差は予報期間が長くなるにつれて増大します。明日や明後日の天気予報では誤差はそれほど大きくはなく、「明日は雨となるでしょう」などという断定的な予報表現を用いてもそれほど問題にはなりません。しかし、予報期間が1か月を超える季節予報では誤差は無視できないほどの大きさになるため、この誤差の大きさを表現するために確率を用いることが必要となります。

季節予報では3つ階級のそれぞれに確率を付けています。たとえば、「気温が低くなる確率60%」という予報は、これと同じ予報を10回発表したとき、そのうち6回は実際の気温が低くなることを意味しています。またこのことは、10回のうち4回は低くならないことも意味しています。

また季節予報では大気の流れの状態により、予測しやすい場合と予測しにくい場合があります。確度の高い予測資料が得られた場合には、ある階級が気候的出現率(33%、33%、33%)よりも起こりやすい(発表する確率は50%、60%など)、あるいは起こりにくい(発表する確率は10%、20%など)という予報を発表できますが、確度が低い場合には気候的出現率に近い確率で発表することになります。

季節予報は様々な社会・経済活動で利用されています。例えば、天候の影響を大きく受ける農業においては、栽培品種の選定、播種・作付から水管理・施肥計画等の農事計画、収穫期の予測に至るまでの農業活動の全般にわたって季節予報が利用されています。また、製造業では商品の企画、原料・資材の手配、生産需給計画、販売計画等生産から販売までの工程全般にわたって季節予報が活用されています。季節予報のように確率で表現された予報を、こうした目的のためにより上手に利用するため



第2図 東北地方 1か月予報 文例

には確率の大きさによって対応を変えることが大切です。

一つの例として、「低温」に対して対応しなければならない利用者について考えてみます。

A: 対策には30の費用が必要だが、対策を取れば100の損失を軽減できる利用者

B: 対策には60の費用が必要だが、対策を取れば100の損失を軽減できる利用者

長期的に見ての最善の対応は、A、Bの各利用者によって以下のように異なります。

A: 「低温」の確率が、30%以上なら対策をとり、30%未満なら対策をとらない

B: 「低温」の確率が、60%以上なら対策をとり、60%未満なら対策をとらない。

一般的に、対策を取ることによって軽減できる損失100に対して、それにかかる費用をNとした場合、この利用者は「低温」の確率がN%以上の場合に対策をとることによって長期的に見て利益が得られます。

この例で見たように、確率予報を上手に利用するためには、対策をとることによって軽減できる損失100に対して、それにかかる費用Nがどの程度かを各利用者がかあらかじめ把握しておくことが大切です。

# 熱帯の対流活動と夏の循環場・北日本の気温

遠藤 洋和 (仙台管区气象台)・原田やよい (気象庁)

## 1. はじめに

夏季におけるフィリピン付近の対流活動の変動が日本付近の亜熱帯高気圧の強まりに深く関係していることが1980年代後半に明らかにされ((Nitta(1987)、Kurihara and Tsuyuki (1987))、以後、季節予報の現場では実況資料や予報資料を解釈する上で重要な着目点となっている。また冷夏や暑夏の原因についての一般向けへの解説ではこの関係を用いて説明することが多い。

2004年の夏は、季節平均で見るとそのシナリオに一致していたが、7月に限って見れば、フィリピン付近の対流活動が不活発であったにもかかわらず、日本付近は高気圧に覆われて記録的な猛暑となった。本大会や2005年春季大会で原田らは、この原因をシルクロードパターン(Enomoto et al., 2003)が卓越したためであると報告しているが、それに関連した、もしくはそれ以外の熱帯側の要因については明らかになっていない。

そこで7月の北日本を対象に、フィリピン付近の対流活動(10-20N, 110-140E 領域; 以降 OLR-PH)を説明変数とした線形回帰式から推定される気温から正偏差側へ大きくずれていた年(PD年)、負偏差側へ大きくずれていた年(ND年)を1979年以降で5年ずつ選び、合成図などからそれら事例の特徴について調べた。

## 2. 結 果

PD年(ND年)の循環場は、オホーツク海高気圧が弱い(強い)という特徴が第1に挙げられる。ND年のユーラシア大陸北部の導波管は明瞭であり、定常ロスビー波のエネルギー伝播がオホーツク海高気圧発達に関連しているようだった。また、PD年(ND年)は東半球で平均した亜熱帯ジェットが平年よりも北寄り(南寄り)となっていた。

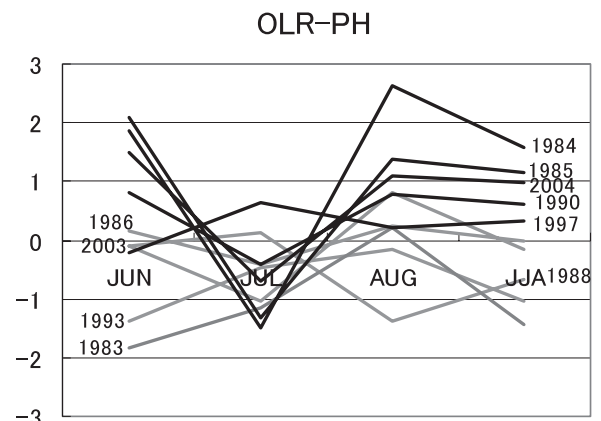
対流活動については、フィリピン付近ではPD年とND年の相違は不明瞭だったが、アジアモンスーン域全体で見ると、PD年の対流活動はND年よりも北寄りとなっていた。そしてその前後の時期の対流活動はPD年とND年で大きく異なっていた。PD年の多くは2004年

と同様に季節内変動が卓越したため7月に一時的にフィリピン付近の対流活動が抑制されたに過ぎず(図1)、季節スケール、アジアモンスーンのスケールで見ると対流活動は活発で、事前のモンスーンの季節進行も早かった(図2)。一方、ND年は全般的に対流活動が不活発だった。

## 3. 考 察

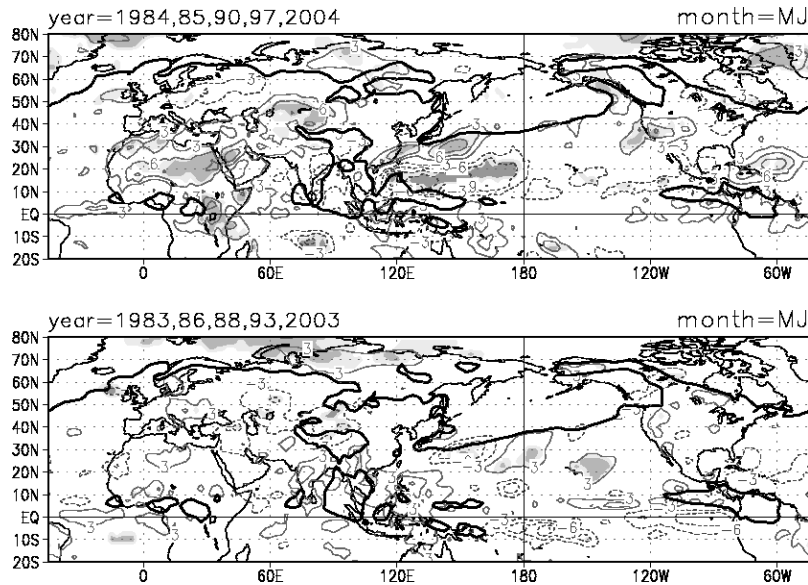
今回の調査結果は、北日本の夏の気温に影響を与える熱帯側の要因として、同時的なフィリピン付近の対流活動だけでなく、①アジアモンスーンスケールの対流活動、②対流活動の北偏、③事前のモンスーンの順調な季節進行なども重要であることを示唆している。

アジアモンスーンスケールの対流活動の変動は、西部太平洋域のPJパターン(Nitta, 1987)だけでなく、東半球スケールの亜熱帯ジェットの南北変動(チベット高気圧の北への張り出しの変動と捕らえることもできる)にも影響を与え、北日本の夏の天候に関係しているものと考えられる。また、何らかのメカニズムでユーラシア大陸北部の導波管形成に影響を及ぼしオホーツク海高気圧発達にも関連している可能性がある。今後はシルクロードパターンの卓越との関連についても調査を進めていきたい。



第1図 PD年とND年のOLR-PH

左から順に6月平均、7月平均、8月平均、6~8月平均。PD年(ND年)を濃い(薄い)実線で示す。図中の数字は該当する西暦年。



第2図 PD年とND年の5～6月平均OLR合成図

上図がPD年、下図がND年。太い実線は $220\text{W}/\text{m}^2$ の等値線、細い実線(破線)は正(負)の年平均偏差を表す。偏差の等値線間隔は $3\text{W}/\text{m}^2$ 。年平均偏差ゼロ線は省略。濃い(薄い)陰影は95(90)%以上の有意水準を満たす偏差。

## 平成17年度日本気象学会東北支部気象研究会要旨

平成17年度日本気象学会東北支部気象研究会が、11月30日仙台管区気象台において開催された。研究発表は以下のとおりである。

### 1. 北日本夏季気温の周期変動と SST (NOAA, ERSS Tver.2) との関係

菅野洋光 (東北農業研究センター)

北日本夏季気温の5年周期変動に関して、西部太平洋熱帯域 SST との関係論じてきたところであるが、これまでは主に NCEP/NCAR の SST (Surface Skin Temperature) データを用いてきた。一方で、2002年より NOAA の ERSST (Extended Reconstructed Sea Surface Temperatures) データ ver.2が公開され、web サイトから ftp で取得できるようになった。ver.1と比較してエラーの補正等が向上されたようである。そこで、2005年までの最新データを用いて、北日本夏季気温の周期変動と SST データとの関係をみたのでご報告したい。

### 2. 気象予報データを用いた水稲危険期予測情報について 菅野洋光、川方俊和 (東北農業研究センター)

気温データから、水稲の出穂・危険期を予測するモデルを作成した。それに、今年から仙台管区気象台より配信していただいている9日先までの予報データを入れて計算し、平年値を使ったものと比較した。その結果、7月に低温となった時期には、予報データが低温を予測していたことにより、平年値を使った場合よりも危険期がのびる結果となり、気象予報データを使う有効性が確認できた。この他、気象協会より配信される GSM, RSM データを使った低温予報情報発信システムについてもご紹介したい。

### 3. 梅雨期の日本海側の大雨システムの特徴

—事例比較—

安久津俊幸 (仙台管区気象台)

日本海側では梅雨前線による大雨がしばしば起こる。

本年6月27日夜遅くから28日の午前中にかけて新潟から福島県に前線が停滞して大雨となった。ただし昨年（平成16年）7月の新潟・福島豪雨（以下昨年7月事例）のような集中性や持続性はなかった。昨年7月事例は中層の乾燥空気（衛星で見る暗域）の流入による大気の大気対流不安定化が影響したと考えられている。またウインドプロファイラ（以下WPR）等から対流系が発達した地域は上層ジェットストリークが下層の前線をわずかに横切るような場所に位置していた。Shapiro（1982）はこのような場所では下層の前線で発生した積乱雲が上層ジェットに伴う間接循環の上昇気流とカップリングするため深い対流が発達し、メソ対流系が組織化しやすいとしている。本年6月事例が昨年7月事例等と比較して大気環境のどこが異なるため降雨状況に違いが出たのかWPRやミニスーパー等を用いて検討した。結果、本年の事例は前線の集中性が昨年より少なく、セルと降雨系全体の移動方向にシアがあった。

#### 4. 日本の夏季気温場の経年変動における二つのタイプのオホーツク海高気圧の役割

八木晃司、安中さやか、木津昭一、花輪公雄  
（東北大学大学院理学研究科）

夏季平均（6～8月）の日本の地上気温の経年変動成分に対しREOF解析をおこなった。その結果、第2モー

ドは北日本、第3モードは東日本で大きな振幅を持ち、ともにオホーツク海高気圧の変動と対応することが示された。このうち、第2モードは熱帯変動、第3モードは中高緯度変動がその形成過程に寄与していることが示唆された。また、第2モードと熱帯変動との関係はこの数十年間でより顕著になっていることが示された。

#### 5. 「むつ」の気圧について（平成16年1月）

村田一則（気象庁予報部数値予報課）

平成16年1月に発生した、むつ特別地域気象観測所の「気圧計異常」に関する考察を行った。その結果、今回のSYNOPの気圧が隣接官署より高く見えても、気圧計を保守にしたり、それ以前の気圧データを欠測扱いにするべきではないと考える。

#### 6. 中国四川省峨眉山における大気汚染物質の沈着過程 —実測による各沈着過程の寄与率—

赤田尚史、柳澤文孝

（山形大学大学院理工学研究科）

中国四川省に位置する峨眉山（3,099m）において山頂から山麓まで（標高差約2,500m）の任意の24地点で、各月の大気降下物の採取を1年間行い、イオン成分濃度および降下量の高度分布を求めた。採取高度とイオン濃度の関係から、雨滴の落下距離に伴う濃度増加量を求め



た。またイオン濃度が最も低い高度では rainout の影響のみを受けたものと仮定し、地表面における各月毎の rainout、washout および乾性沈着の寄与率を求めた結果、年間を通じて60%以上が washout によるものであった。

## 7. 「伝統的近似とは何だろう？ ～全球方程式系について～」

新藤永樹（仙台管区気象台）

気象学や海洋学で用いられる方程式系は、特定の時空間スケールに注目して近似が施される。その方法は運動方程式を直接近似するやり方が一般的である。しかし、近似方程式系を構成する際に重要な指針、保存則を崩さない近似」を念頭に置けば、運動方程式でなく、作用に保存則を導く対称性を崩さないように近似を行うことの方が自然だろう。最近、White et.al. (2005) は近年、天気予報モデルや気候モデルで用いられている Deep/Shallow and Hydrostatic/NonHydrostatic の各組み

合わせによる方程式系とエネルギー保存則、角運動量保存則、渦位保存則をまとめているが、気圧傾度力の取り扱いを将来の課題としているので、ここで内部エネルギーを Lagrangian に取り込み解決し、対称性と保存則について指摘しておく。そうする事により、伝統的近似とは、地球大気が平均半径に比べて十分小さい(Shallow) という近似によるものである事がわかる。また、静力学平衡近似 (Hydrostatic) の出所もはっきりとわかる。

## 8. 渦位で見たポーラーロウの発生と発達

倉橋 永（仙台管区気象台）

渦位を求めることによりポーラーロウを調べた。その結果、ポーラーロウ発生直後は JPCZ に起因する渦位の偏差、発達時は上層の寒気に起因する渦位の偏差と対応が良かった。

ポーラーロウは JPCZ の中で発生し、上層の寒気の接近に伴って発達したと考えられる。

# 平成17年度日本気象学会東北支部気象講演会開催報告

今年度の東北支部気象講演会を11月13日（日）盛岡市において盛岡市と環境パートナーシップいわての後援を得て開催した。

「銀河系、地球規模の視点から捉える岩手の気象」と題して、矢内桂三岩手大学教授が、南極大陸での隕石の収集と研究に携わった経験談、隕石研究を通じて探る太陽系形成のルーツを気象との関係も含めて紹介された。

また、古川洋一仙台管区気象台測器課長が、「地球温暖化と岩手の気象の今と昔」と題して、宮沢賢治の活躍した時代と現在の岩手県の気候の違い、賢治が「凶作から農民を救おう」と思いをはせた冷害の元凶「ヤマセ」について、稲作を中心とした岩手県の産業への影響を含めて紹介された。約60名の聴講者があった。