

— 4. 平成24年度第1回支部研究発表会要旨 —

日 時：平成24年6月18日（月）14時40分 ～ 16時20分

場 所：北海道大学 学術交流会館 小講堂

1 北海道における春の昇温事例の時空間的特徴に関する解析・・・・・・・・・・16

北大院環境科学院 森 佳祐

北大院環境科学院 佐藤 友徳

2 合成開口レーダ干渉法データに基づく 2008 年 9 月西濃豪雨時の

三次元水蒸気分布の推定・・・・・・・・・・18

北大院理 木下 陽平

JAXA/EORC 島田 政信

北大院理 古屋 正人

3 サンプリング＝ダウンスケーリングの開発

ー手法の概要と再解析データへの適用ー・・・・・・・・・・20

北大院理 久野 龍介

北大院理 稲津 將

4 2012 年冬季の岩見沢の大雪について・・・・・・・・・・22

日本気象協会北海道支社 松岡 直基

日本気象協会北海道支社 西山 直樹

5 金星大気スーパーローテーションの放射強制に対する依存性・・・・・・・・24

北大理学院 馬場 健聡

北大理学院 石渡 正樹

北海道における春の昇温事例の時空間的特徴に関する解析

森 佳祐・佐藤 友徳（北大院環境科学院）

1. はじめに

北海道では古くから各地で、短時間に急激な気温の変化が観測されており、その要因としておろし風に伴うフェーンが指摘されている（荒川, 2004; 永沢, 1980; Ikawa and Nagasawa, 1989）。しかし、過去に行われた研究では、一地域を対象としたものや特定の事例の解析がほとんどであり、長期的なデータを用いた解析は行われておらず、空間分布や季節・時刻依存性は明らかにされていない。また、その発生について、領域気象モデルを用いた数値実験によるメカニズムの解明は行われていない。

そこで、本研究では過去 34 年間の北海道内 160 地点の気象庁時別観測データを用いて、北海道内の各地域において高気温事例を抽出し、その空間分布や季節性を統計的に明らかにすることを目的に解析を行った。さらに、統計解析から得られた結果で、特に明瞭な季節・時刻依存性が見られたオホーツク地方を対象として、領域気象モデルによる実験データを解析し、高気温事例の発生回数が多く見られた春の事例についてメカニズムの調査を行った。

2. データ及び手法について

統計解析で用いたデータは、1976 年から 2009 年までの 34 年間の北海道内 160 地点の気象庁時別観測データ（気温、風速、風向、降水）である。本研究では Ishizaki and Takayabu (2009)を参考に、急激な気温上

昇を検出し、高気温事例のデータセットを作成した。さらに、高気温事例発生開始時刻や発生回数の季節性、空間分布について解析を行った。検出された事例の中には、2009 年 5 月 4 日にオホーツク地方で真夏日を記録した事例など典型的な高気温事例が含まれていることが確認済みである（図 1）。

メカニズム解析では、領域気象モデルである WRF モデルによる解像度 10 km、鉛直 31 層の、1984 年から 2009 年までの実験データを使用した。

3. 結果

観測データの統計解析の結果、高気温事例は (1) 地理的には北海道東部で多く、西部で少ないこと、(2) 季節的には春季や冬季に多く、夏季に少ないこと、(3) 発生開始時刻として、春季は日出後に、冬季は日没後に多いこと、が分かった。図2、図3にその解析の結果を示す。

領域気象モデルを用いた高気温事例のメカニズム解析の結果、オホーツク地方で5月に発生する高気温事例は、(1)夜間の接地逆転層の崩壊によりおろし風が強まり、フェーンが発生することや、(2)日射による地表面加熱の結果、大気に顕熱が供給されること、の2つが重要であることが分かった。さらに、午前中に発生するフェーンは、山岳風上での降水を伴わない力学的フェーンの性質を持つことが分かった。

オホーツク地方の高気温事例のメカニズ

ムの解析から、北海道の気温急上昇の要因として低気圧など総観場の要因だけでなく、日射や接地逆転層など局所的な要因が関与することで、季節性や発生時刻が決定していることが明らかとなった。

参考文献

- Ikawa, M., and Y. Nagasawa, 1989: A numerical study of a dynamically induced foehn observed in the Abashiri-Ohmu area. J. Meteor. Soc. Japan, 67, 429–458.
- 荒川正一, 2001: 局地風のいろいろ, 成山堂書店, 157p.
- 永沢義嗣, 宮川和夫, 1980: 北海道オホーツク海岸における春の気温急変現象, 天気, 27, 261-269.
- Ishizaki, N., and I. Takayabu, 2009: On the warming events over Toyama Plain by using NHRCM. SOLA, 5, 129–132.

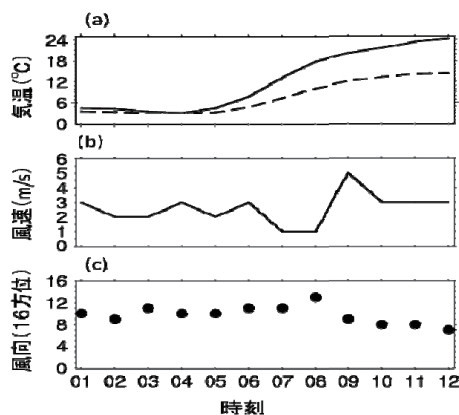


図1 2009年5月4日の佐呂間の(a)気温、(b)風速、(c)風向を示す。破線は前後10日間の移動平均した各時刻の気温を示す。

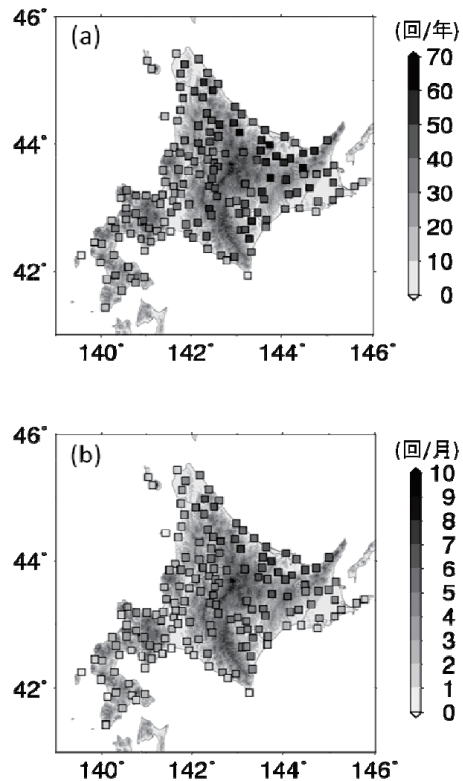


図2 高気温事例の平均発生回数
濃淡は平均発生回数を示す。(a)年間発生回数 (回/年)、(b)5月の発生回数 (回/月)

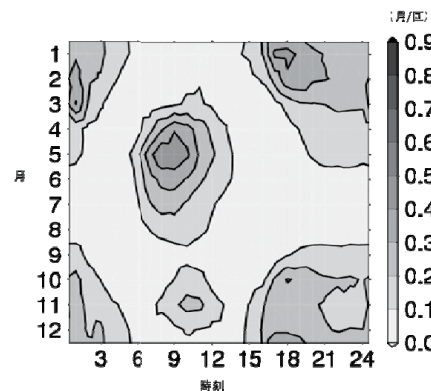


図3 北海道における高気温事例の時刻別頻度。縦軸は月、横軸は時刻を示す。

合成開口レーダ干渉法データに基づく 2008 年 9 月西濃豪雨時の 三次元水蒸気分布の推定

木下 陽平(北大院理)・島田 政信(JAXA/EORC)・古屋 正人(北大院理)

1. はじめに

合成開口レーダ干渉法 (InSAR) とは、合成開口レーダ (SAR) を利用した 2 時期のデータの位相の差を面的に観測する技術であり、従来から広域にわたる地殻変動の検出に利用されてきた。InSAR で得られる位相差には GPS と同様に水蒸気による電波伝搬遅延効果が含まれるため、InSAR データから水蒸気シグナルを抽出できれば、他の観測手段では得られない詳細な水蒸気分布を捉える事が出来る (藤原ほか 1998, Hanssen *et al.* 1999)。

我々は 2008 年 9 月の西濃豪雨時に緊急観測で得られた ALOS/PALSAR データから InSAR 画像を作り、約 8km の空間スケールで約 120mm の変位を示す局所的シグナルを検出した (Fig 1)。このシグナルが地殻変動や電離層の擾乱によるものではなく大気伝搬遅延によるものであること、および 1 km メッシュ全国合成レーダデータの降水エコー強度分布との比較から InSAR のシグナルが 80mm/hr を超えるエコー極大域の位置に非常に近いことをこれまでに報告してきた (木下ほか, 2010, 2011, 日本測地学会秋季講演会, 2011, 気象学会秋季大会)。本発表では InSAR で捉えた集中豪雨起源の水蒸気遅延シグナルに基づいて, Hobiger *et al.* (2008) の波線追跡法によって集中豪雨時における大気水蒸気の三次元分布の推定を行ったので、その結果を報告する。

2. 三次元水蒸気分布の推定方法

マイクロ波の中性大気における伝搬遅延量

を決める屈折率は気圧、気温、水蒸気圧の 3 つで求めることができる (Thayer, 1974)。そこで我々は、集中豪雨シグナルの周辺における SAR データ取得時の気圧、気温、水蒸気圧の三次元分布を設定し、波線追跡法によって InSAR での伝搬遅延量をモデル計算することで、InSAR データのシグナルをうまく説明するような三次元水蒸気分布を推定した。ここで、ある屈折率に対して拘束条件なしに気圧、気温、水蒸気量の値を一意に決定することはできず、また InSAR においてマイクロ波の各 pixel における伝搬経路はすべてほぼ平行であるため、GPS 大気トモグラフィーのようなインバージョン (Seko *et al.*, 2000) で大気各パラメーターを推定するのは難しい。そのため本研究では拘束条件として気圧、気温については気象庁 MSM データの値をそのまま用い、時空間的な変動が

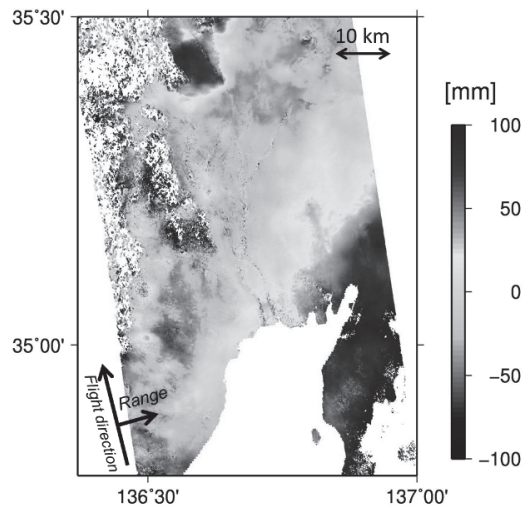


Fig 1. InSAR 画像. 図中の中心に集中豪雨起源のシグナルが見られる。

大きく伝搬遅延への影響も大きい水蒸気のみ MSM の値を基に試行錯誤的に推定した. 本研究では InSAR で捉えた局所的なシグナルのみに着目して水蒸気分布を推定することとし, 推定する領域は InSAR のシグナルを中心として水平 30 km 四方, 高度 15000 m までの範囲を選んだ.

3. 結果

モデル計算の結果, 高度 5000 m より上空での相対湿度 50%以下の乾燥した領域と, InSAR のシグナルの周囲 10km の狭い範囲での地表か

ら高度 9000 m にかけて相対湿度で 90%を超える多量の水蒸気の存在が推定された (Fig 2, 3). また, 推定した水蒸気場を鉛直方向に積分して可降水量分布を求めたところ, InSAR のシグナルの位置の可降水量はその周囲に比べて約 15 mm 大きく, またその位置は気象レーダの降水エコー極大域とおおよそ 3 km 離れていた (Fig 4). これらから, この水蒸気の集中する位置と降水エコー極大域の位置の違いは, 集中豪雨を引き起こした降水システムにおける水蒸気流入域と実際の降水域の違いを捉えたものであろう.

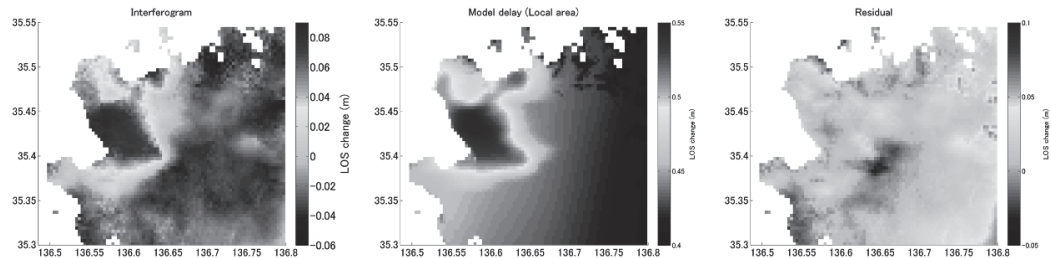


Fig 2. (左) 観測された InSAR データ. (中央) 波線追跡法によって推定した伝搬遅延量モデル. (右) InSAR データと推定した遅延モデルの残差.

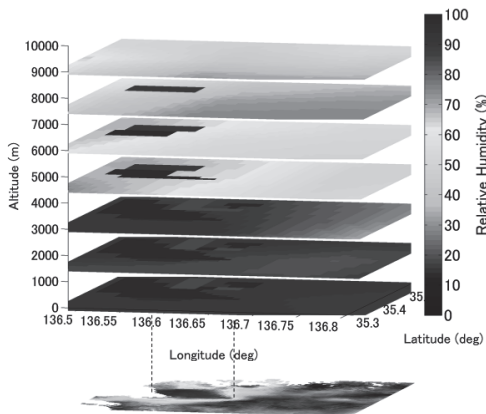


Fig 3. 波線追跡法により推定した 3 次元水蒸気分布. 相対湿度で示している. InSAR のシグナルの位置に地表から高度 9000m にかけて相対湿度で 90%を超える多量の水蒸気が存在している.

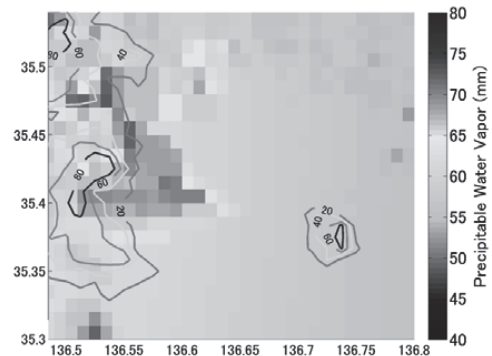


Fig 4. Fig 3 から鉛直方向に積分して求めた天頂方向可降水量分布. 気象レーダエコー分布をコンターで重ねている. 可降水量の最も大きい所で, その周囲より約 15mm 大きくなっている. また, 可降水量の大きい領域がレーダエコーの極大域から約 3km 東側にあり, 両者の位置は一致していない.

サンプリング＝ダウンスケーリングの開発

－手法の概要と再解析データへの適用－

久野龍介・稲津 将（北大院理）

1. 目的

地域気候予測を目的とした力学的ダウンスケーリング（DDS）の実行には、膨大な計算資源が必要となる。加えて近年では、複数の全球気候モデルと地域気候モデルを組み合わせた DDS（マルチモデルアンサンブル）に関心が集まっており（例えば、EU ENSEMBLES）、計算量の増大に拍車がかかっている。

本研究の目的は、DDSに要する計算資源の低減を、積分期間を限定することによって実現することにある。以上の目的を達成するため、われわれは新たな手法であるサンプリング＝ダウンスケーリング（Sampling DownScaling；SmDS）の開発を行っている。

2. SmDSの概要

SmDS は、大規模場と地域場の共変動関係を利用して積分期間の限定を実現する手法である。これによって、例えば、30 年分必要であった DDS が 10 年分で済むようになり、計算資源の節約につながる。

積分期間の限定を行う際には、どのような観点で積分する年をサンプリングすればよいのかという問題が生じる。この問題に対し、SmDSでは新たに考案した代表年のサンプリングという手法を用いて積分する年の決定を行う。

代表年のサンプリングでは、地域場の気候要素が極大となる年（極大年）と極小となる年（極小年）を積分対象とする。これは、気候要素の極値が分かれば、平均場（気候値）が見積もれるであろうという考えに立脚している。なお、未知の情報である地域場の気候要素は、大規模場との共変動関係から統計的に推定する。以下に、代表年のサンプリングの具体的な手順を示す。

- (1) 共変動関係の抽出：特異値分解（SVD）解析を用いて、再解析データから地域場と大規模場の共変動関係を取り出す。
- (2) 将来気候におけるモード時系列の算出：手順 1 で求めた空間構造を、将来予測によって得られた大規模場に回帰し、将来気候におけるモード時系列を算出する。

- (3) 代表年の決定：手順 2 によって得られたモード時系列から代表年を決定する。

このように、SmDS は地域場の気候要素が極値を取る場合（代表年）に限定して DDS を実行する手法といえることができる。

3. 共変動関係の抽出

手順 1 として、現在気候における地域降水場と共変動する大規模高度場を、再解析データに対する SVD 解析から同定した。使用したデータの仔細を表 1 に、空間構造（異質回帰図）を図 1 および図 2 に、モード時系列を図 3 に示す。

図 1 に示された大規模高度場は、Eurasian（EU）パターンに類似した構造となっている（Wallace and Gutzler, 1981）。これより、北海道冬季の日降水の経年変動パターンが EU パターンと共変動していることが示唆される。

4. 再解析データに対する新手法の適用

代表年のサンプリングを再解析データに適用することを試みた。再解析データは共変動関係の抽出に用いたデータ（表 1）と同一のものをを用いた。初めに手順 3 として、モード時系列（図 3）が上位 5 年（極大年；SVD+）、下位 5 年（極小年；SVD-）となる計 10 年を代表年としてサンプリングした。次に、サンプリングした極大年、極小年、代表年（極大年＋極小年）の各々についてその統計的性質を調べた。

結果をヒストグラム（図 4 および図 5）とパーセンタイル値（表 2）で示す。図 4 から、極大年の分布と極小年の分布には明確な差があることが分かる。また図 5 より、全期間と代表年のヒストグラムは非常によく類似していることが読み取れる。極値についても、表 2 から 95 パーセンタイル値および 99 パーセンタイル値がよく一致していることが分かり、高い再現性を有している。

【謝辞】 本研究は文部科学省・気候変動適応プログラム「北海道を対象とする総合的ダウンスケーリング手法の開発と適用」および文部科学省・科学研究費・新学術領域 22106008 より研究資金を得た。

SVD1 SCF=57%
500hPa Geopotential Height [DJF] VARF=6.2%

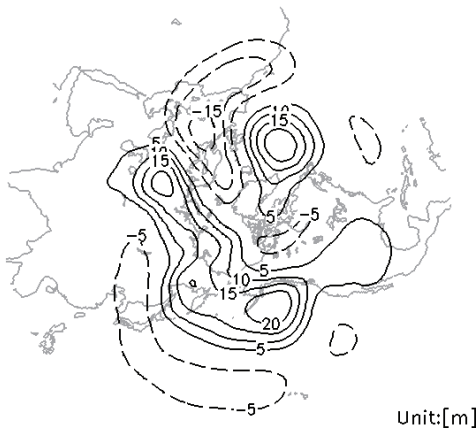


図1 SVD 第1モードにおける500hPa面ジオポテンシャル高度の異質回帰図。SCFは共変動する分散のうち第1モードが占める割合を表し、VARFは全分散のうち第1モードが占める割合を表す。等値線間隔は5mである。

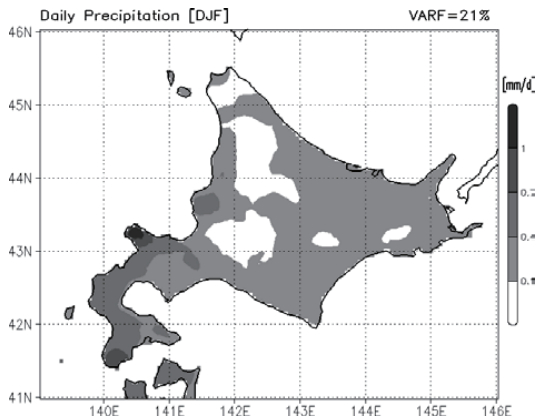


図2 SVD 第1モードにおける日降水量の異質回帰図。シェード間隔は0.3mm/dayである。

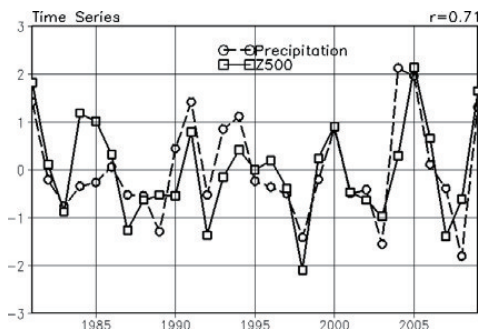


図3 SVD 第1モードにおける時系列。標準偏差が1となるように規格化している。 r は2つの時系列の相関係数を表す。

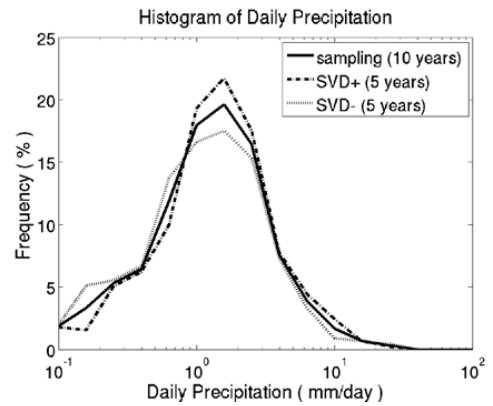


図4 サンプル期間における北海道冬季の日降水量ヒストグラム。実線は代表年(10年)を、一点鎖線は極大年(上位5年; SVD+)を、点線は極小年(下位5年; SVD-)を示している。

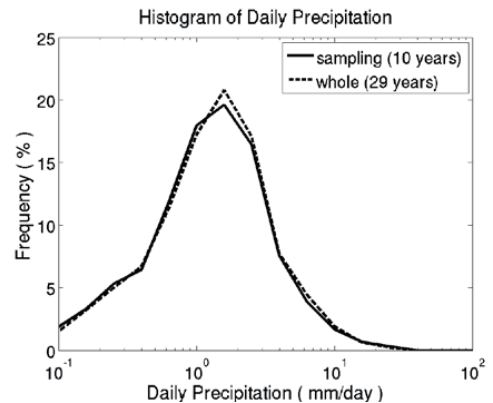


図5 全期間と代表年における北海道冬季の日降水量ヒストグラム。実線は代表年(10年)を、破線は全期間(29年)を示す。

表1 共変動関係の抽出に使用したデータ。

	大規模高度場	地域降水場
データセット	JRA-25/JCDAS	APHRO_JP V1005
領域	北半球	北海道周辺
変数	Z500	Daily Precipitation
期間	1981年から2009年の冬期(DJF)	
Reference	Onogi <i>et al.</i> (2007)	Kamiguchi <i>et al.</i> (2010)

表2 パーセンタイル値による比較。

	95%-tile	99%-tile
全期間(29年)	7.16	15.77
代表年(10年)	7.89	15.35

2012 年冬季の岩見沢の大雪について

松岡直基・西山直樹（日本気象協会北海道支社）

1. はじめに

2011/12 年の冬季は強い寒気の南下で日本海側ではたびたび大雪となり、ここ 10 年間では 2006 年冬の「平成 18 年豪雪」に次ぐ積雪となった。北海道でも南空知を中心に記録的な大雪となり、岩見沢市や三笠市、新篠津町に自衛隊が災害派遣出動するなど、市民生活や経済活動へ大きな影響を及ぼした。

2. 降雪、積雪の特徴

積雪量は厚田から新篠津、岩見沢にかけての帯状の範囲で多くなったのが特徴である（図 1）。

特に岩見沢では 2012 年 2 月 12 日に年最深積雪 208cm を記録し 1947 年の観測開始以来の記録を更新した。降雪日数が多いのも特徴で、更にドカ雪と呼ばれるような日降雪量 30cm 以上が 6 日間発生している。

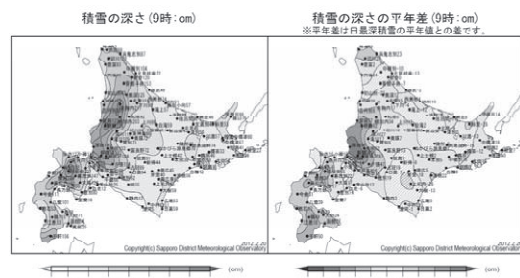


図 1 北海道の積雪分布状況
2012 年 2 月 20 日現在 札幌管区気象台作成

3. 降雪パターン

岩見沢付近では雪雲が継続的に侵入したものと推定されるので、大雪の日の降雪パターンを調べた。その結果、筋状の雪雲による「Lモード」と、北海道の西岸に沿うように雪雲が南下してくる「西岸带状雲」の頻度が高いことが分かった。

Lモードの気象衛星写真を図 2 に示す。発達した筋状の雲が沿海州から北海道西岸に伸び、岩見沢付近に発達した雲域の侵入が認められる。沿海州の山脈由来の太い筋状雲は留萌付近に侵入している。

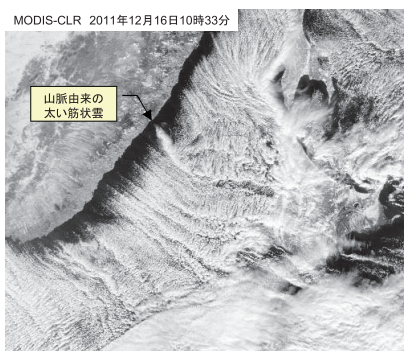


図 2 気象衛星写真(2011 年 12 月 16 日)

次に西岸带状雲の例を図 3 に示す。ただしこれは特異な例であり、西岸带状雲と山脈由来の太い筋状雲が岩見沢付近でぶつかり合っているように見える。二つの雪雲の重なりが岩見沢付近での降雪量を多くしたと推定される。

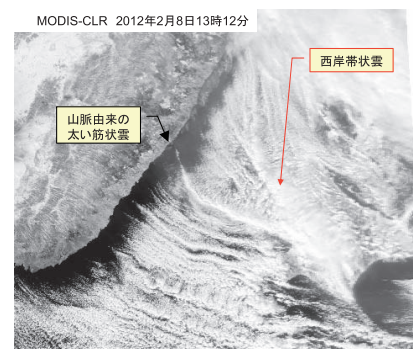


図 3 気象衛星写真(2012 年 2 月 8 日)

2012 年冬季の多くは L モードによる降雪で、次いで西岸带状雲であった。これらの降雪パターンが 2012 年冬季特有の現象かどうかを確認するために、小雪年(2009 年)やほぼ平年と見なせる平均年(2011 年)との比

較を行った。図4はこれら3年の日降雪量20cm以上の際の降雪パターンを分類した結果である。出現率自体は大きく変わらず、2012年冬季は大雪の発生回数自体が多かったことがわかる。

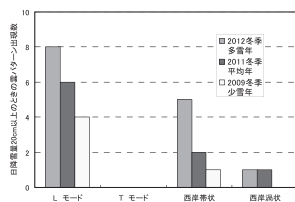


図4 岩見沢大雪の原因分類（日降雪量20cm以上）

4. 下層寒気量と降雪

札幌09時の850hPa気温の平年差の12月から2月までの積算値（以下下層寒気量）と、岩見沢の同期間の降雪量を比較したのが図5である。相関係数が0.70と対応がよく、下層寒気量が多い年に岩見沢での降雪量が多くなる。下層寒気量が09時の値に対し降雪量は期間中の値を対比しており、時間スケールの違いはあるものの、下層寒気量が岩見沢大雪の大きな説明因子であることが示された。このときの風向に着目したのが図6である。

図5で降雪量が下層寒気量と対応の悪い1996年と2008年はNWの出現が多く、寒気との対応が良い2012年や2003年などはWNWの出現が卓越した。西寄の風系で岩見沢が大雪になりやすいという、経験則に即した結果となった。

次に下層寒気量と総降雪量の相関係数の分布図を図7に示す。地形的に西寄の雪雲が入りやすい留萌市、岩見沢市、共和町周辺の地域で相関が高くなった。

5. まとめ

- 2012年冬季岩見沢では1947年観測開始以来の最深積雪第1位208cmを記録した
- 岩見沢の大雪の降雪パターンは冬型のLモードと、西岸帯状雲が多く2012年は発生回数が多かった
- 岩見沢の総降雪量は下層寒気量（札幌850hPa気温の平年偏差の合計）との相関が高い
- 下層寒気量が多くWNWが卓越した年に、岩見沢の降雪量が多くなる
- 2012年冬季は下層寒気量が非常に大きかった
- 下層寒気量が大きくWNWが卓越したことが、岩見沢の降雪量、積雪深を大きくした

以上のように2012年岩見沢付近の大雪の特徴が把握できた。しかし、下層寒気量が大きい年に何故WNWが卓越するのか、今冬季は何故岩見沢付近に降雪が集中したのかなど課題は多い。

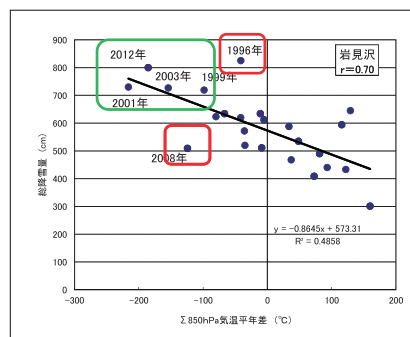
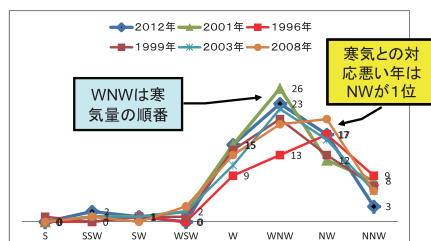


図5 札幌850hPa気温平年差の積算気温と岩見沢降雪量の関係
(12月～2月、気温は09時)

降雪量は2006年冬季から毎時、それ以前は3回/日



札幌850hPa09時 寒気移流時の風向頻度

図6 札幌850hPa平年より気温が低い時の風向出現頻度（12月～2月、09時）

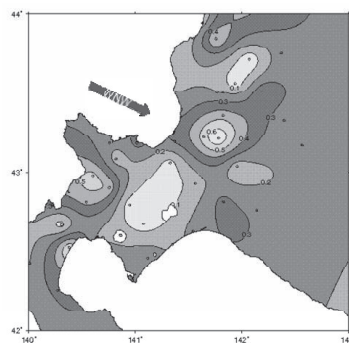


図7 札幌850hPa気温平年偏差の積算値に対するアメダス総降雪量の相関係数分布
(12月～2月、気温は09時)

参考文献

- 川島正行、藤吉康志、大竹秀明（2009）：寒気吹き出し時に日本海北部に発生する太い筋雲の形成メカニズム、日本気象学会北海道支部機関誌、細氷55号
- 日本雪氷学会北海道支部(2010)、2010年1月17日北海道石狩地方の局地的大雪に関する調査報告書
- 若原勝二、澤田敏隆、渡邊祥史（2011）：2010年1月17日に発生した札幌圏北東部の大雪、日本気象学会北海道支部機関誌、細氷57号

金星大気スーパーローテーションの放射強制に対する依存性

馬場健聡 (北大・理学院), * 石渡 正樹 (北大・理学院)

1. はじめに

金星と地球は、隣同士の惑星であり、かつ同様の大きさ (金星半径は約 6050km, 地球半径は約 6370km) を持っている。しかし、金星は地球とは大きく異なる特徴も持つ。その 1 つは、自転が非常に遅いということである。地球の自転角速度はおよそ 7.0×10^{-5} rad/sec であるのに対して、金星の自転角速度はおよそ 3.0×10^{-7} rad/sec である。もう 1 つの金星の特異な点は、非常に厚い大気存在である。地球は表面気圧が 1 気圧となる大気を持っているのに対して、金星では二酸化炭素を主成分とする表面気圧が 900 気圧となる大気が存在している。このため、金星大気中に生じる循環は地球とは大きく異なるものとなっている。

金星の大気循環においてもっとも顕著な現象はスーパーローテーションの存在である。それは、高度 70km 付近において 100m/sec に達する自転と同じ方向 (金星の自転方向は地球とは逆向きなので、自転と同じ方向の風は東風となる) の強風が存在する現象である。スーパーローテーション現象は、1960 年代の紫外線による雲模様の観測以来、Venus Express などの探査機による観測が続けられているが、その成因はいまだ明らかにされていない。スーパーローテーションの生成メカニズムを解明することを目的として、日本においても金星探査計画「あかつき」が実行されている。

金星大気のスーパーローテーションが不思議であるのは、自転速度の約 60 倍に相当する強風が維持されている点である。これを維持するためには金星大気において効率的な角運動量輸送メカニズムが必要となる。金星大気のスーパーローテーションに関する理論的な考察は Gierasch (1975) によって行われた。Gierasch (1975) は、金星大気上層において非常に効率的に働く水平粘性を仮定することにより、高緯度

領域から低緯度領域への角運動量輸送が起こり得ることを示した。これに対して、Yamamoto and Takahashi (2003; 以下 YT2003) は大気大循環モデル (GCM) を用いた数値計算を行い、上層における角運動量輸送を行う混合過程の実態は、重力波やロスビー波などの大気波動による輸送であることを示した。

ところが、その後に行われた Kido and Wakata (2007; 以下 KW2007) の GCM 計算では、スーパーローテーションの強度もジェットの軸の位置も YT2003 とはかなり異なる結果が得られた。YT2003 も KW2007 も、放射計算は簡略化したものを用いており、長波放射をニュートン冷却によって表現し、短波放射に関しては加熱率を与えることによって表現をしていた。両者では、ニュートン冷却で使用する放射平衡温度分布と太陽放射加熱率分布が異なっており、この違いが東西風分布の差異をもたらしたと想像される。しかし、それらの放射強制放のどちらが東西風分布のパターンを決定する上で重要か、ということについてはこれまでにまったく調べられていない。本研究では、金星大気の東西風分布に対して放射強制が与える影響を調べることを目的として、放射平衡温度分布と太陽放射加熱率分布を変更したパラメータ実験をおこなった。

2. モデル

用いる GCM は 3 次元プリミティブモデル、地球流体電脳倶楽部 dcpam5 (高橋他, 2010; <http://www.gfd-dennou.org/library/dcpam/>) である。大気は二酸化炭素のみから成ると仮定し、惑星半径などのパラメータは基本的に金星の値を用いる。力学部分は水平方向にはスペクトル法を用いて計算し、鉛直座標として σ 座標を用い、鉛直方向には有限差分法を用いて差分化する。スペクトル計算における切断は、全波数 10 の三角形切断とする。

放射過程に関しては、YT2003 などと同様に、放射平衡温度分布と太陽放射加熱率を与える。ここでは、放射平衡温度分布については YT2003 が用いたものに固定し、太陽放射加熱率については、YT2003 が用いたもの (実験 1) と KW2007 が用いたもの (実験 2) の 2 種を用いる。

3. 結果

図 1 に実験 1 の結果を示す。赤道上空の高度 50 km 付近の領域で 100m/sec 以上の東風があらわれており、スーパーローテーションが起こっている。高度 50 km 面では、東風は赤道で最大値をとり緯度の増加に伴い減少する。これに対して、実験 2 では、図 1 の場合とは異なり、緯度 70 度の上空 70km 付近の領域で東風が最大値をとる (図 2)。高度 70 km の面内では、赤道で東風の強さが極小となっている。ここでは示さないが、太陽放射加熱率分布を固定して放射平衡温度分布を変更した場合には、東西風分布の変化は小さいものとなった。以上の結果は、金星条件において太陽加熱率の分布を変更するとスーパーローテーションが起こる高度、ジェット軸の緯度、強度が大きく変わる、ということを示すものである。

4. まとめ

金星大気スーパーローテーションに関する数値実験を行い、太陽放射加熱率分布によってその位置と強度が大きく変化することが示された。大気波動の活動度に関する予備的な調査では、ここでおこなった 2 実験で大気下層における波動による運動量輸送が大きく異なることが示されつつある。今後は、太陽放射加熱率分布の違いがもたらす大気安定度や大気波動の活動度の違いとスーパーローテーション強度との関係について調査を進める予定である。

参考文献

- Gierasch, P. J., 1975: J. Atmos. Sci., 32, 1038-144.
 Kido, A., and Y. Wakata, 2007: J. Meteor. Soc. Japan, 86, 969-979.
 Yamamoto, M., and M. Takahashi, 2003: J. Atmos. Sci., 60, 561-574.

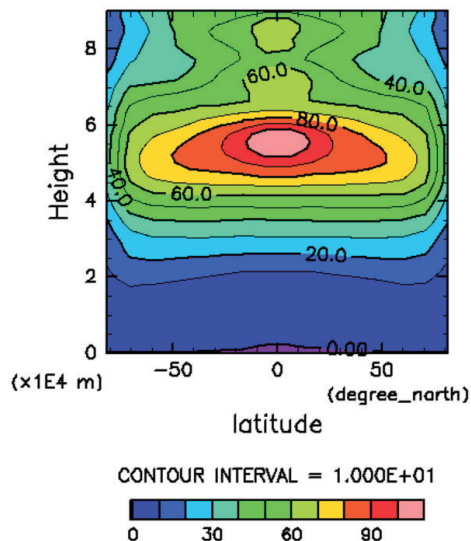


図 1: 実験 1 で得られた東西風 [m/sec] の東西平均分布。70000 日から 70300 日までの時間平均を示す。

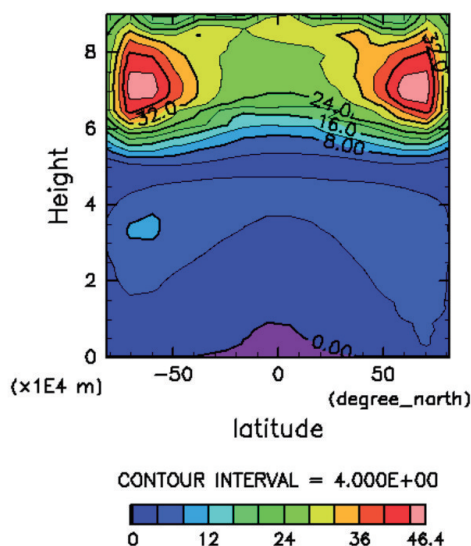


図 2: 実験 2 で得られた東西風 [m/sec] の東西平均分布。70000 日から 70300 日までの時間平均を示す。