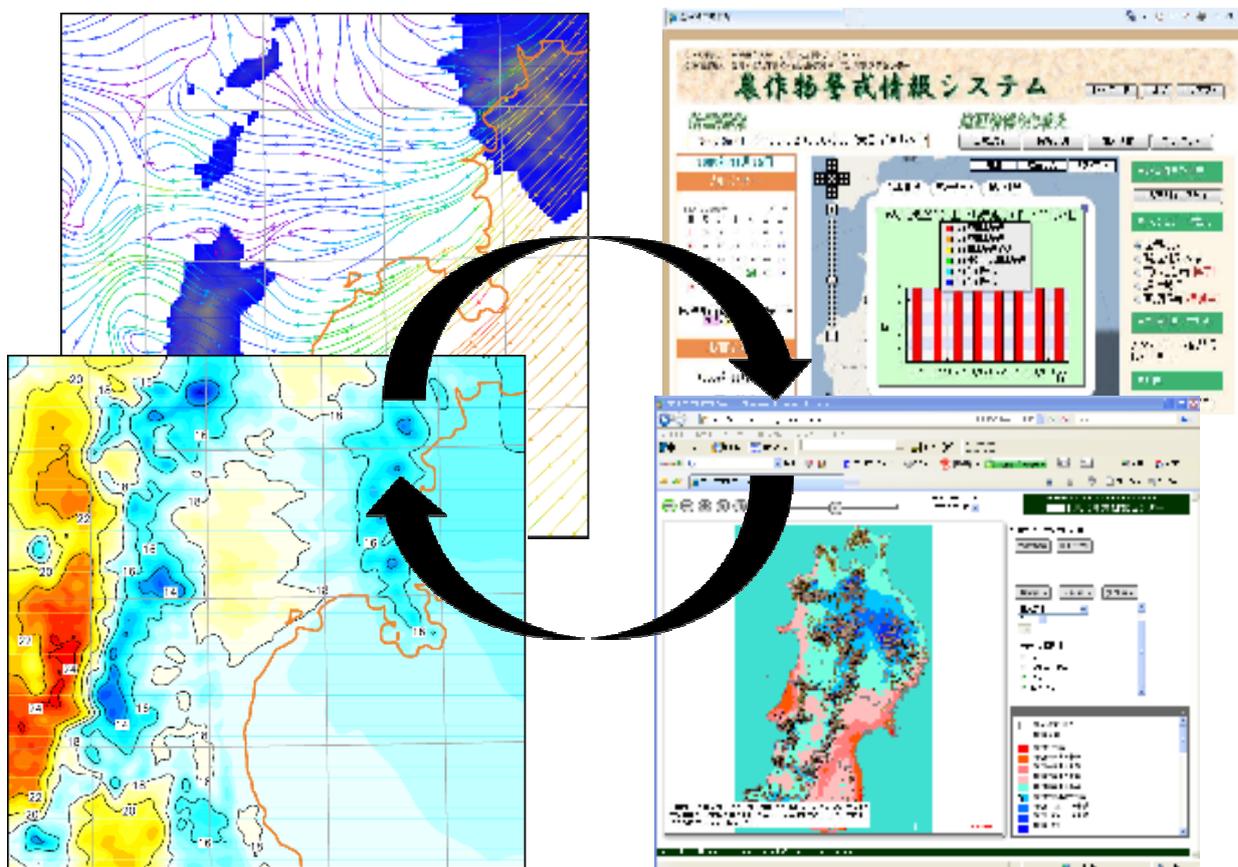


気候変動適応研究推進プログラム

東北地域のヤマセと冬季モンスーンの先進的ダウンスケール研究

平成 22 年度研究成果報告書

研究代表者 東北大学大学院理学研究科 岩崎俊樹



平成 22 年度研究成果報告書

研究課題 「東北地域のヤマセと冬季モンスーンの先進的ダウンスケール研究」

平成 22 年度 研究体制

研究代表者	東北大学大学院理学研究科	岩崎俊樹
研究分担者	東北大学大学院理学研究科	川村宏、早坂忠弘、島田照久、沢田雅洋
	弘前大学大学院理工学研究科	児玉安正
	東北農業研究センター	菅野洋光、大久保さゆり
	岩手県立大学	プリマ・オキ・ディッキ、南野謙一
研究協力者	東北大学大学院理学研究科	山崎剛、余偉明
	気象研究所	遠藤洋和

目次

1. 研究の背景と目的	p. 5
1.1 背景	
1.2 目的	
1.2.1 局地気候の研究	
1.2.2 局地気象予測手法の研究	
1.3 年次計画	
2. 平成 22 年度の研究概要	p. 8
2.1 平成 22 年度の計画概要	
2.1.1 局地気候の研究	
2.1.2 局地気象予測の研究	
2.2 平成 22 年度の研究成果の概要	
2.2.1 局地気候の研究	
2.2.2 局地気象予測の研究	
3. 各研究分担者および協力者における研究	p. 10
3.1 局地気候の研究	
3.1.1 宮城のヤマセー2003年と2004年の気温場ー（沢田、岩崎）	
3.1.2 ヤマセ時に津軽海峡で発生する強風（島田、川村）	
3.1.3 蔵王おろし（沢田、岩崎）	
3.1.4 海上下層雲の衛星観測データの収集と初期解析（早坂）	
3.1.5 大規模循環解析（児玉）	
3.1.6 夏季東アジアの長期トレンド（遠藤）	
3.2 局地気象予測の研究	
3.2.1 ダウンスケールのためのデータ同化スキームの検討（沢田、岩崎）	
3.2.2 力学的ダウンスケール予測データを適用可能な農業気象情報の整理（菅野）	
3.2.3 高度農業気象情報による農業支援システムの基盤設計と試作（南野、プリマ オキ ディッキ）	
4. 研究成果	p. 41
4.1 査読付論文（印刷済、印刷中 or 投稿中）	
4.2 そのほかの著作	
4.3 研究会での発表	
5. 研究会活動と官学連携	p. 43

1. 研究の背景と目的

1.1 背景

ヤマセは、梅雨期から夏季に北太平洋から東北地方の太平洋側に吹きつける冷涼な東よりの風で、しばしば冷害の原因となり、社会的・経済的に大きな損失をもたらす厄介者である。最近では、1993年、2003年と、ほぼ10年に一度の割合で、深刻なヤマセの洗礼を受けた。また、東北地方の太平洋沿岸では、温暖化にもかかわらず、いまのところ、夏の気温に顕著な上昇が見られない。これは、一つには、ヤマセの影響の可能性がある。地球温暖化によって、ヤマセは将来増えるのか減るのか、東北地方の大きな関心事である。

ヤマセによる低温が顕著な地域は、主として東北地方の太平洋沿岸であり、それほど広くはない。下層寒気は、低地に沿って侵入するため、複雑な地形効果が起きる。このため、ヤマセの諸現象を再現するためには、比較的高解像度のモデルが必要である。しかし、ヤマセは、オホーツク海高気圧と梅雨前線の作る気圧傾度などの、大規模な背景場に大きく影響される。ヤマセを再現するためには、大規模な背景場が正しく与えられなければならない。すなわち、大規模な背景場の、比較的スケールの小さな地形に対する応答が本質であり、その再現は高精度のダウンスケールシステムの恰好の課題である。

ヤマセによる低温高湿の気塊の形成には海上下層雲が大きな役割を果たしている。下層雲は雲頂からの強い放射冷却によって、気温を低下させ、雲形成を促す。それは、大気境界層を不安定化し、浅い対流を強化する。海上下層雲では、強い雲放射-雲形成フィードバックが働くとともに、大気海洋相互作用にも大きな影響を与えている。海上下層雲はまた、人為起源のエアロゾルにも影響され、温暖化を相殺する働きがある。ヤマセにおいても、海上下層雲の経年変化が注目される。

ヤマセによる農業被害を軽減するための長期的対策は、気候変化を考慮し、作物を選択することである。そのためには、東北の夏が将来どうなるのか、精度の高い予測が求められる。他方、短期的対策は、日々の天気を的確に考慮した作物管理を行うことである。そのためには、きめ細かく気象予測精度を向上させるとともに、それを反映させた農業気象情報を提供することである。以上の点を考慮して、本研究では、東北地方太平洋側を主な対象とし、高精度ダウンスケールシステムを用いた局地気候と局地気象予測の研究を展開することにした。

なお、ダウンスケールシステムは、あらゆる地域のあらゆる気象現象を正確に扱えることで、その利用価値が著しく高められる。特に、東北地方においては、冬季に、大雪や強風の被害がしばしば発生するため、冬季モンスーンにおいても性能を担保することが望まれている。汎用性の高いダウンスケールシステムを開発するため、必要に応じて、冬季モンスーンについても扱うこととする。本研究課題は東北地域に密着し、基礎から応用まで含む幅広いスペクトルを有している。東北のヤマセに関心のある研究者が幅広く連携して、研究を推進したいと考えている。

1.2 目的

1.2.1 局地気候の研究

本課題の目的は、最先端のダウンスケールシステムを用いて、地球温暖化が東北地方の夏の気候にどのような影響を与えるのか調べ、農業生産活動をそれに対してどのように適応させるか検討することである。

再解析のデータを用いて、過去長期間のダウンスケールシミュレーションを実施し、当該システムの精度を確認する。ヤマセのシミュレーションの鍵となる雲物理・放射、大気海洋相互作用、陸面水文過程のパラメタリゼーションを改良し、ダウンスケールシステムの精度向上を図る。そのうえで、気候モデルの予測結果をダウンスケールし、東北の夏の温暖化影響について詳細に調査する。東北の夏の温暖化影響に基づいて、東北農業の温暖化対策を検討する。

ダウンスケールシステムによる温暖化予測精度は、境界条件に用いる気候モデルの結果の精度に大きく依存する。このため、マルチ気候モデル解析を通じて、ヤマセの背景場に対する気候モデル予測の信頼性を確認する。ヤマセの鍵は下層雲である。下層雲に関する詳細な調査により、雲物理・放射パラメータを同定し、ダウンスケールモデルの改良に利用する。また、雲物理・放射パラメータの経年変動の解析から下層雲に対する温暖化影響や人為的なエアロゾルの効果を評価する。

1.2.2 局地気象予測手法の研究

本課題の目的は、先端的データ同化手法を利用したダウンスケール予測システムの出力結果を利用して農業気象情報を高度化し、それを利用者に提供システムを構築することである。

局所アンサンブル変換カルマンフィルターを利用し、ダウンスケール予測システムのためのデータ同化システムを開発する。ダウンスケールのためのデータ同化の鍵となる側面境界条件の最適化に取り組み、下層風と下層雲のデータ同化手法を確立する。また、予測精度の向上と確率予報の導入に向けて、アンサンブルダウンスケール予測システムを構築し、その精度評価と利用法を開発する。

ダウンスケール予測情報を利用し、高解像度の農業気象モデル（作物の発育や病害虫の発生などを予測する）を開発する。農業気象モデルの結果を提供するため、描画・提供システムを開発する。アンサンブルダウンスケール予測情報を利用し、農業気象情報の確率表現を目指す。

1.3 年次計画

平成 22 年度

ダウンスケールシステムのプロトタイプを作成
統計調査のためのヤマセの指標(インデックス)の調査
海上下層雲の雲微物理・雲放射特性の解析
北日本の夏季気温のトレンド調査
CMIP3 の大気海洋結合モデルによる三陸沿岸海面水温の再現性調査
局所アンサンブル変換カルマンフィルター (LETKF) のシステムへの実装
農業気象モデルの整備および農業気象情報の画像表示ソフトウェアの開発

平成 23 年度

再解析データを利用した過去 30 年のダウンスケール実験
マルチ気候モデル解析 (海水温度構造、オホーツク海高気圧、予測信頼性)
海上下層雲の雲微物理・雲放射特性の解析
LETKF による側面境界の最適化およびアンサンブルダウンスケール予報
農業気象モデルの整備および農業気象情報の画像表示ソフトウェアの開発

平成 24 年度

気候モデルの予測結果のダウンスケール実験
マルチ気候モデル解析 (海水温度構造、オホーツク海高気圧、予測信頼性)
海上下層雲の雲微物理・雲放射パラメータの経年変化の解析
LETKF による側面境界の最適化およびアンサンブルダウンスケール予報
農業気象モデルの実運用システムの開発

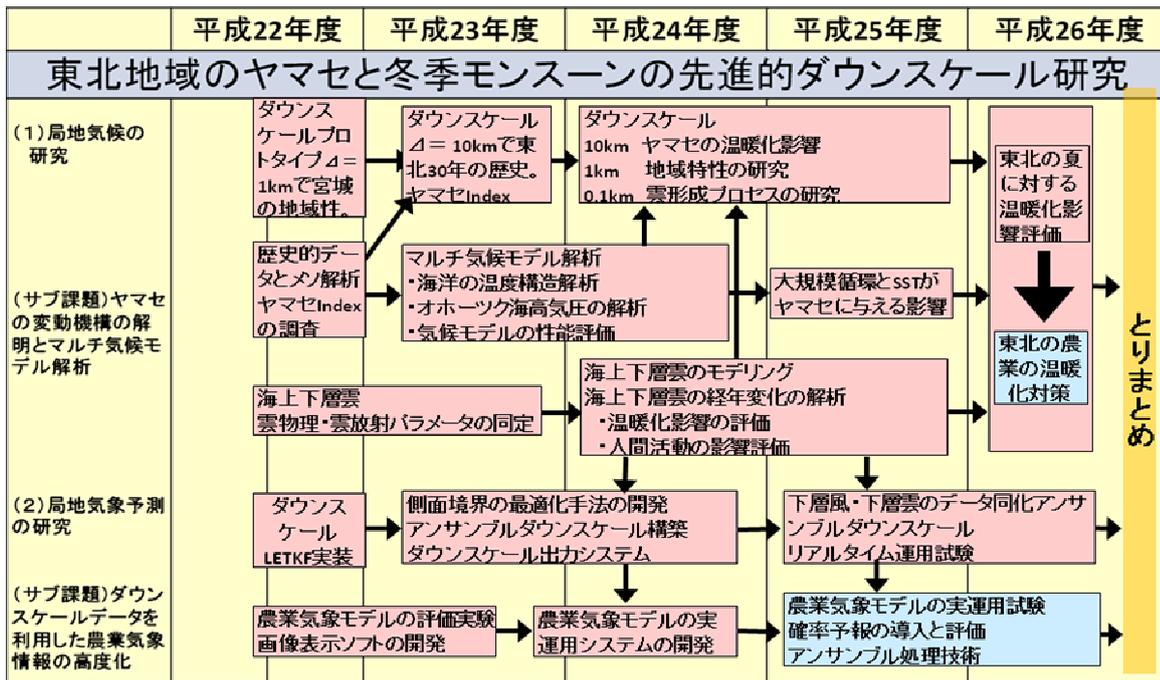
平成 25 年度

気候モデルの予測結果のダウンスケール実験
大規模循環と海面水温がヤマセに与える影響
海上下層雲の雲微物理・雲放射パラメータの経年変化の解析
下層風・下層雲のデータ同化およびアンサンブルダウンスケール予測
農業気象モデルの実運用試験、確率予報の導入

平成 26 年度

東北の夏に対する温暖化影響
東北農業の温暖化対策
下層風・下層雲のデータ同化およびアンサンブルダウンスケール予測
農業気象モデルの実運用試験、確率予報の導入

気候変動適応イニシアチブ年度計画



東北の農業の温暖化対策。ダウンスケール予測情報を利用した農業気象情報。

2. 平成22年度の研究概要

2.1 平成22年度の計画概要

本稿では研究計画及び研究成果を研究テーマごとにまとめる。研究機関ごとの概要は業務実績報告書等にまとめられる。

2.1.1 局地気候の研究

ダウンスケールシステムのプロトタイプを作成し、1kmメッシュモデルを宮城県に適用し、検証と地域特性を調査する。今後のダウンスケールによる長期積分結果の統計的解析に備え、様々なヤマセの指標を調査する。メソデータ解析を行い、ヤマセの指標として局所的な気圧傾度の利用について調査する（東北大学）

ヤマセ雲の雲微物理特性とその経年変化に関する初期解析を実施する（東北大学）過去の歴史的観測データに基づき、北日本の夏季気温のトレンドを調べ、現状で地球温暖化との関係を明らかにする。（気象研究所）CMIP3に参加した大気海洋結合モデルによる21世紀温暖化予測実験結果を収集し、三陸沿岸の海面水温の再現性を調べる。（弘前大学）

2.1.2 局地気象予測の研究

短期予報の改善を目指し、ダウンスケール予測のためのデータ同化システムを開発する。局所アンサンブル変換カルマンフィルター（LETKF）をダウンスケールシステムに実装し、性能を評価する。（東北大学）

ダウンスケール気象予測を利用するための農業気象(数値)モデルを整備する。(東北農業研究センター)農業気象情報を表示するため、GISを利用した画像表示ソフトウェアなどを開発した。(岩手県立大学)

2.2 平成 22 年度の研究成果の概要

2.2.1 局地気候の研究

平成 22 年度は、ダウンスケールシステムのプロトタイプを作成し、観測データと比較して性能を評価した。1km メッシュモデルは、ヤマセおよび冬季モンスーンについて宮城県の地域特性をよく再現した。とくに、ヤマセが深刻だった 2003 年 7 月と暑夏だった 2004 年 7 月を比較すると、ヤマセの深刻さは地域によって大きく異なること、及び夜間より日中が気温差が大きいことが分かった。また、精度検証においては、下層雲に起因する誤差がしばしば現れ、下層雲スキームの改良の必要性を示唆した。ダウンスケールシステムを利用し、冬季モンスーンにおける蔵王の下流域での山岳波の再現実験を行った。ダウンスケールシステムで再現された山岳波の卓越波長は約 20km で衛星観測(水蒸気画像)と一致した。また、山岳波で強化された鉛直シアによって非定常風が発生していることが数値モデルによる解析から示唆された。以上の結果から、1km のダウンスケールシステムのプロトタイプは、夏も冬も、局地循環の再現に一定の性能を示すことが確認された。今後、同システムを、局地気候研究、および局地気象予測研究に用いる(東北大学)

ダウンスケールのデータ解析では、多量の温暖化予測データを効率よく解析する必要がある。本課題のターゲットであるヤマセについて、ダウンスケールデータから情報を抽出し、統計解析を実施するために、ヤマセを特徴づけるよい指標(インデックス)を定義する必要がある。メソデータ解析では、ヤマセ時に津軽海峡を吹き抜ける風について、地峡風の力学的効果により強化されていることを明らかにした。この場合、函館と深浦の気圧傾度がよい指標(インデックス)となることが示された。平成 23 年度に計画している過去 30 年のダウンスケールデータ解析で、さらに様々なヤマセのインデックス調査を続ける(東北大学)

ヤマセにおける低温気塊の形成には雲頂からの放射冷却が重要な働きをしている。衛星観測データを用い、ヤマセ雲の雲微物理特性とその経年変化に関する初期解析を実施した。ISCCP データを用いて 7 月の下層雲の光学的厚さと雲量、そして海面における日射量の長期変動を調べた結果、1983 年から 2003 年まで 5 年周期で日射量が小さくなる現象が見出した。これは、ヤマセのインデックス調査などに見られる経年変動とよく対応していることが確認された。今後、雲物理パラメータの長期変動メカニズムを調べるとともに、これらの情報をダウンスケールモデルの改良にも反映させる(東北大学)本格的な温暖化解析の前に、観測データに基づいて、北日本の温暖化トレンドを調べた。その結果、観測データ解析では、北日本の夏季気温は西日本や南西諸島に比べて昇温トレンドが小さいことが確認された。その理由として、高緯度海洋上の冷氣の南への吹き出しが強まっている可能性が指摘された。(気象研究所)ヤマセ雲の発生には、海面水温及びその傾度が重要である。このため、気候モデルの温暖化比較実験 CMIP3 に参加した大気海洋結合モデルによる 21 世紀温暖化

予測実験結果を収集し、北日本周辺の海面水温について調べた。ヤマセに大きな影響を与える、三陸沿岸の親潮貫入は、空間分解能の高い MIROC3.2-Hi を除けば、あまりよく表現されていないことが分かった。(弘前大学)

2.2.2 局地気象予測の研究

ヤマセの短期予測では下層風と下層雲の予測が重要である。これらの観測データを同化するために、局所アンサンブル変換カルマンフィルター (LETKF) をダウンスケールシステムに実装した。東北大学が保持しているドップラーライダーによる風観測のデータ同化を試み、その性能を評価した結果、ダウンスケールシステムの予測精度の向上のためには、側面境界条件の最適化が重要であることが分かった。平成 23 年度以降、側面境界の最適化手法に取り組む。(東北大学)

本プロジェクトでは、力学的ダウンスケール予測結果を利用し、農作物の生育や病虫害の発生などの農業気象(数値)情報を提供するシステムの開発を行う。平成 22 年度は、農業気象情報を整理し、気象予測データに合わせたプログラムの開発に着手した。有用な情報を発信できる農業モデルとして、水稻生育予測 DVI モデル、イネいもち病発生予測モデル(BLASTAM)、イネ紋枯病発生予測モデル (BLIGHTAS) が選択できた。(東北農業研究センター)さらに、農業気象情報を分かりやすく表示するため、GIS を利用した画像表示ソフトウェアなどを開発した。本年度では寒候期の寒締めハウレンソウ糖度予測およびマルチ解像度グリッドデータ配信を行うシステムを開発した。(岩手県立大学)

3. 各研究分担者および協力者における研究

3.1 局地気候の研究

3.1.1 宮城のヤマセー2003年と2004年の気温場ー（沢田、岩崎）

a) 要旨

宮城県におけるヤマセ時の地域気候特性を理解するため、力学的ダウンスケールを用いた宮城県周辺域の数値実験を行った。冷夏の事例として2003年7月、対比事例として暑夏であった2004年7月のそれぞれ1ヶ月間の水平1kmメッシュのデータを作成した。2003年7月と2004年7月の気温日変化の違いを調べると、日中の宮城県南と県北太平洋岸沿いで大きな気温差が見られた。この地域ではヤマセに伴う下層雲量が2003年で顕著に多く、2004年に比べて日中の昇温が抑えられるために低温になることが分かった。力学的ダウンスケールによる誤差を調べるため、AMeDASによる地上気温データとの比較を行った。気温のRMSEは時刻・場所に応じて誤差が異なることが分かった。誤差要因を調べると、雲量の再現性に課題があると考えられた。

b) 本文

研究背景・目的

ヤマセはオホーツク海高気圧から吹き出す湿潤冷涼な北東気流で、しばしば下層雲を伴い日射を遮ることで東北地方太平洋側に冷害をもたらす。陸域におけるヤマセに関する研究は霧（井上・阿部 1988, 1990）、気団変質（Kodama 1997）、鉛直構造（Kanno 1997）など観測的研究が行われ、ヤマセの基本的な特徴が明らかにされてきた。近年、計算機能力の飛躍的な向上を背景として、水平数km程度の細かな地形を表現できる数値モデルによる長期解析が精力的に進められている。観測では捉え切れない構造や物理量を再現し、ヤマセの詳細な地域特性の理解が期待できる。また、数値モデルによる計算領域を絞ることで、高解像度の予測データを作成・提供するシステムを構築・運用することが可能となりつつある。

そこで、本研究ではヤマセによる農被害の軽減に向けて、力学的ダウンスケーリングを用いたヤマセの詳細な地域特性の理解、予測を行うシステムの構築を行う。まずは顕著なヤマセ年であった2003年7月を対象とし、1km格子を用いた数値実験を行い、ヤマセ時の気温日変化の特徴や地域性を詳細に調べる。比較として2004年7月の数値実験を行う。また、現在の数値予報モデルでどの程度ヤマセに伴う気象場を捉えることができるのかは分かっていないので、気温の精度検証を行う。その誤差要因についても考察する。

数値モデルの概要と実験設定

使用した数値モデルは気象庁・気象研究所の非静力学モデル（JMA-NHM）である。初期値・境界値にはメソ客観解析データ（MANAL）を用いて5km格子にネストし、それを1km格子にネストする。5km, 1km格子の計算領域はそれぞれ500km四方、150km四方である。鉛直には最下層40mで62層取り、上端で約23kmである。1km格子では対流パラメタリゼーションは用いない。SSTは新世代海面水温データNGSST（0.05度格子）を使用した。解析期間は2003年と2004年の7月1日から31日までのそれぞれ31日間である。

結果

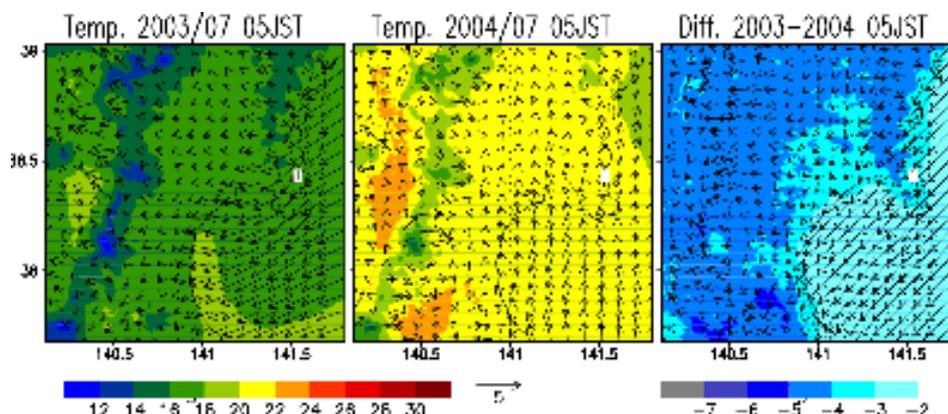
2003年（ヤマセ時）の気温日変化を見ると（図1左）、地域によって振幅が異なることが分かった。海岸沿いでは日中の昇温量は小さく、内陸ほど昇温量が大きく、特に宮城県南部と北部で日中の昇温量が大きい。この地域性は2004年（暑夏）でも共通であった（図1中）。ただし、2003年の昇温量は2004年に比べて小さく、宮城県南部や北部の海岸沿いで顕著な差（2~3度）が見られた。奥羽山脈を越えて西側では2003年、2004年ともに日中の昇温が大きく、2003年と2004年の違いは小さかった。数値モデルで再現された日中の下層雲量と気温日変化（日中の昇温量）の地域性はよく対応していることが分かり、下層雲分布が重要であることが示唆された。2003年は2004年と比べて下層雲量が多く、日中の昇温が抑えられていると考えられる。

1kmメッシュで再現された気温場の誤差について調べると、場所や時間帯によって誤差の大きさが異なることが分かった。図2は地上2m気温のランダム誤差（RMSE（根平均自乗誤差）からバイアスを除いたもの）を示す。早朝（05JST）は海岸沿いでやや誤差は小さく（1.0-1.8度）、内陸で大きくなる傾向（2.0度以上）が見られた。日中（14JST）の気温誤差の分布は早朝と異なる。2003年は全体的に誤差が小さく、北部は1.0度以下の誤差のところが見られた。2004年は海岸沿いの誤差が早朝よりも小さくなっているところが見られた。

誤差要因を調べるため、高温バイアスの大きかった7月3日について、仙台における下向き短波放射量の時系列を図3に示す。観測値は最大で383W/m²であったが、1kmメッシュでは850W/m²に達し、過大評価であった。これは再現された雲量が現実と比べて過少であったことを示す。仙台以外の地点について記述すると、観測値では日照時間がほぼゼロにもかかわらず、1kmメッシュで再現された場では日中に700W/m²を越すところが見られ、多地点で雲量が過少に再現されていた。

今後の課題

気温の誤差を調べると、日変化や地域差が確認され、数値モデルでは短波放射量を過大に表現していることから、雲量の再現が不十分であることが示唆された。気温場の再現性向上のため、雲量の適切な扱い方を検討する必要がある。ここでは誤差の大きかった一事例のみ調べたが、他の事例についても解析し、系統的に調べていきたい。また、衛星データを用いた面的な解析も検討する。



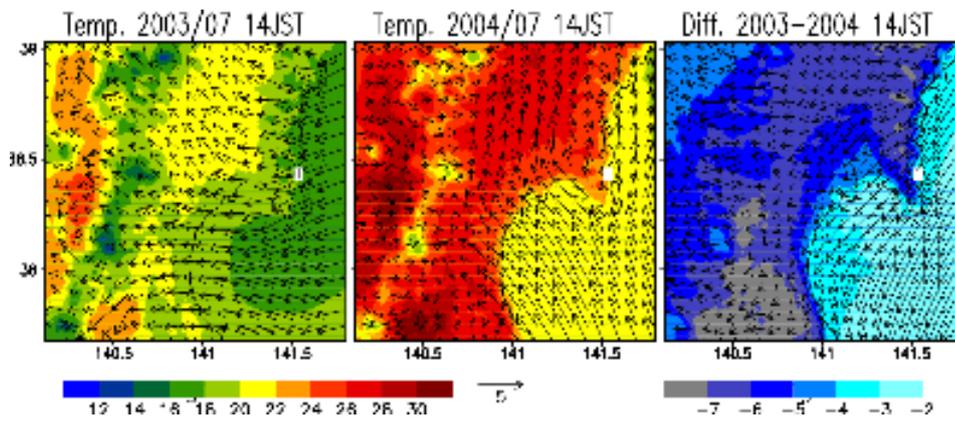


図1 1kmメッシュで再現された1ヶ月平均した地上2mの気温分布。左から2003年、2004年、2003年と2004年の差を示す。上図は05JST、下図は14JST。

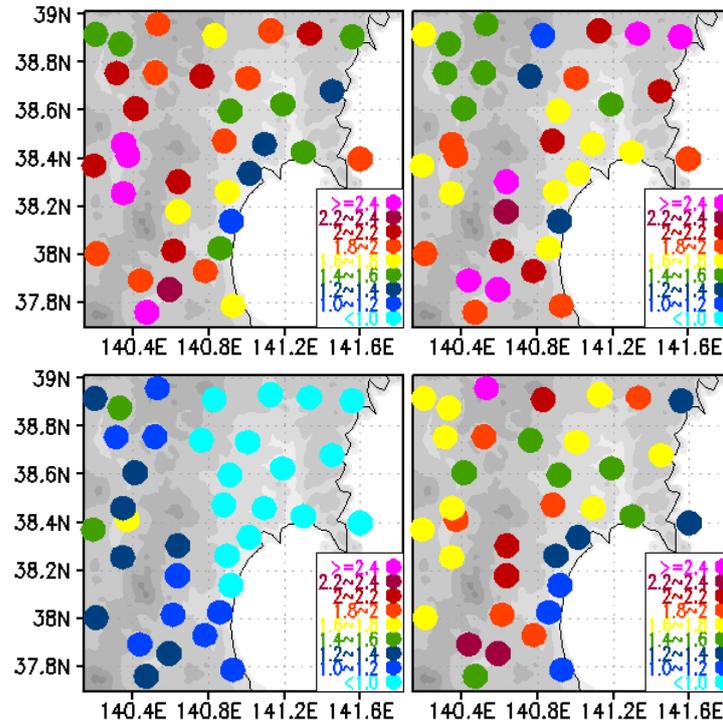


図2 地上2m気温の1ヶ月平均したランダム誤差の分布。左から2003年、2004年の誤差を表す。上図は05JST、下図は14JST。

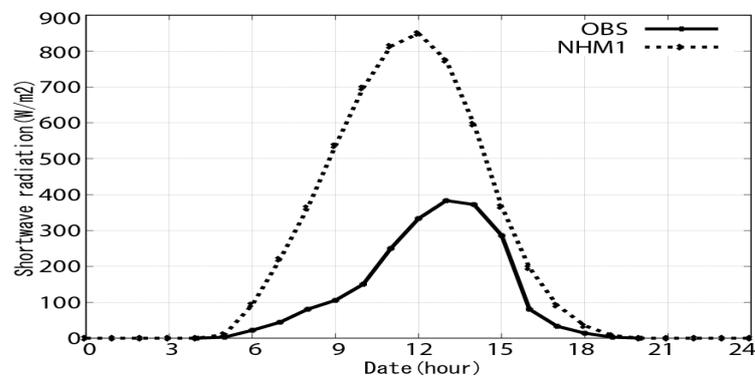


図3 仙台における下向き短波放射量の比較。実線は観測値、破線は1kmメッシュの結果を表す。横軸は7月3日00-24時を、縦軸は日射量を示す。

c) 参考文献

井上君夫, 阿部博史, 1988: やませに伴う霧層中の日射と気温の鉛直分布. 東北の農業気象, No.33,68-73.

井上君夫, 阿部博史, 1990: 久慈沿岸で観測される海霧の微気象特性. 東北の農業気象, No.33,68-73.

Kodama, Y., 1997: Air-mass transformation of the Yamase air-flow in the summer of 1993. *J. Meteorol. Soc. Japan*, 75, 737-751.

Kanno, H., 1997: Classification of the Yamase (cold northeasterly wind around northeastern Japan) based upon its air-mass vertical structures. *J. Meteorol. Soc. Japan*, 75, 1053-1071.

3.1.2 ヤマセ時に津軽海峡で発生する強風（島田、川村）

a) 要旨

本研究では、ヤマセ時に津軽海峡や陸奥湾周辺で発生する海上風場に着目し、局地的な強風形成が津軽海峡周辺の気候に与える影響を調べた。海上風の実態を明らかにすることで、ヤマセに対する地形の影響や局地気候への影響の理解を深める。津軽海峡周辺域のように、複雑地形が局地気候に大きく影響する地域では、本研究プログラムで実施するダウンスケール・システムによる気候の理解が特に有効である。

本研究の結果と意義は、下記のようにまとめることができる。

- ・ 高解像度の衛星観測データを用いて、日本沿岸域においては特に規模の大きい、津軽海峡西部で発生する局地的強風を調べた。また、津軽海峡西部のヤマセ時の局地的強風は、顕著な日変化を示す。
- ・ 津軽海峡や陸奥湾上のヤマセの影響を考慮した上で、青森県を中心とする津軽海峡周辺域の局地気候に対する影響を考察した。
- ・ 津軽海峡周辺域は、海域と高低に富む陸域が複雑に配置され、数値気象シミュレーションを用いたダウンスケール・システムが、特に有効性を発揮する地域であると考えられる。また、周囲に現場気象観測施設が密に存在するので、そのデータを数値気象シミュレーションの検証や考察に有効に活用することができる。
- ・ ヤマセ時に形成される津軽海峡東西の気圧差が、海峡西部の強風発生の主要因であることがわかった。海峡に沿った気圧差は、函館と深浦の気象官署間の気圧差で代表させることができ、強風モニタリングの指標を提案できた。
- ・ 新しいヤマセの指標(函館と深浦の気圧差)を提案することができた。この指標は、北日本のヤマセ期の長期変動の評価に用いることができる。

b) 本文

研究の目的

ヤマセに関する研究は、冷害対策の一環として、東北地方の太平洋側の陸上を主な対象域として、長い間行われてきた。東北沖太平洋上でのヤマセを衛星観測を用いて解析した研究(e.g., Takai et al., 2006)がある一方で、津軽海峡周辺域の状況はこれまでほとんど着目されてこなかった。その理由としては、海上の観測データが十分でないこと、海峡や地峡の影響を考慮できるだけの高解像度データがなかったことが挙げられる。最近、ヤマセに対する陸奥湾の影響を考察した研究(Yamaguchi and Kawamura, 2005; Kawai et al., 2006)が発表されたが、ヤマセが津軽海峡を日本海側まで吹き抜ける過程や周辺地峡部に流入する過程は、ほとんど着目されてこなかった。そのため、津軽海峡が、周辺域のヤマセ期の局地気候に果たす役割を評価するには至っていない。

しかしながら、高解像度の衛星観測や数値シミュレーションにより、ヤマセが海峡や地峡を吹き抜ける様子を捉えることが可能になってきた。ヤマセの冷気は下層で安定成層しているので、大方は北日本の脊梁山脈等の地形により遮られる。しかし、海峡や地峡が複雑に配置されたこの地域では、ヤマセが内陸あるいは日本海に向けて流入・流出する地峡部が存在

する。まず、津軽海峡が海水面レベルの気流の通り道として機能する。また、津軽海峡につながる陸奥湾も、重要なヤマセの流入経路となっている。寒(冷)気が海峡や地峡部に吹き込む時は、地形の影響を受けて、局地的な強風域を形成する例が多い。しかし、前述のように、ヤマセ時のこれらの局地的強風に関する研究はほとんど行われていない。

本研究では、ヤマセ時を対象として、津軽海峡と陸奥湾およびその周辺域における局地的強風の発生機構と局地気候への影響を解明することを目的とする。ヤマセが卓越した時のケーススタディやヤマセ期(夏季)の統計解析をもとに、強風の実例を示し、その形成や気候学的特徴について明らかにし、局地気候への影響を考察する。

データと方法

衛星観測と現場観測データを用いて、ヤマセ時に津軽海峡の西口で発生する強風について、2003年6月のケーススタディと9年分(2000-2008)のデータで統計解析を行った。衛星搭載マイクロ波散乱計 QuikSCAT と SeaWinds (ADEOS2 搭載)によって観測された海上風データ(12.5km 格子)、RADARSAT 合成開口レーダから求めた海上風マップ(500m 格子)等の衛星観測データを用いる。現場観測データには、気象官署や高層気象観測等のデータを用いる。気象庁のGPV データや JRA25 再解析データも用いている。

結果

ヤマセ時には、津軽海峡の西口で、強風が頻繁に発生する様子が SeaWinds によって観測されている。2003年6月8日の事例を図1に示す。太平洋側のヤマセの冷気と日本海の暖気が、津軽海峡周辺に顕著な下層の東西温度差、そして東西気圧差を生み出しており、この気圧差が海峡西口の強風に寄与することがわかった(図2)。合成開口レーダから導出した高解像度の海上風マップより(図3)、津軽海峡一帯の東西気圧推定に適した気象官署の組み合わせを検証したところ、函館と深浦の気圧差が、津軽海峡の東西気圧差の変動を最も良く表すことがわかった(図2)。津軽海峡周辺の東西気圧差は、オホーツク海の発達を前提として、日本の南岸を通過する低気圧、あるいは日本海を北東進する低気圧によって強調される。

一方で、ヤマセ時に津軽海峡西口から吹き出す強風は、日中は東北東の風で、夜間にやや風速が増加し東風になる、という特徴的な日変化をすることがわかった(図1)。夜間に風速が増加する原因は、ヤマセの冷気が夜間に太平洋側から津軽海峡西口まで進入し、日本海の暖気と温度差が大きくなることである。一方、陸上の風速の日変化は、日中に風速が増加し、夜間に風速が小さくなる。海峡内と陸上の温度差が日中に大きくなることによって引き起こされる循環が一つの要因と考えられる。

最後に、函館と深浦の気圧差の経年変動を、慣例的に用いられているヤマセの指標(オホーツク海の海面気圧や八戸の気温)の変動と比較したところ、これらは互いに良く一致した。これにより、函館と深浦の気圧差を、新しいヤマセの指標、つまりヤマセ期の北日本の気候インデックスとして提案することができた。

次年度の研究への発展

複雑地形が局地気候に大きく影響する津軽海峡周辺域は、高度化されたダウンスケール・システムが最も効果的に機能する地域であり、数値気象シミュレーションの結果の重要な検証地域となることが予想される。また、本研究の特徴の一つである、衛星観測・現場観測データに基づく検証や解析により、ダウンスケールの効果を特定することができる。さらに、函館と深浦の気圧差を新しいヤマセの指標として提案したが、この指標は、経年変化を議論する際に、気候値や季節内変化の影響を受けない利点があり、長期間のヤマセの活動度の評価に応用することができると考えられる。以上の知見を、次年度以降の気候解析に役立てて行く予定である。

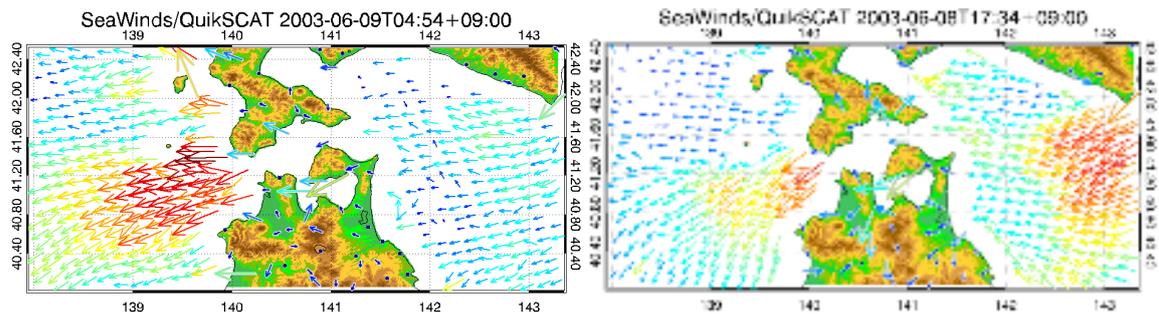


図1 SeaWinds/QuikSCATによる海上風ベクトル。時刻は日本標準時。

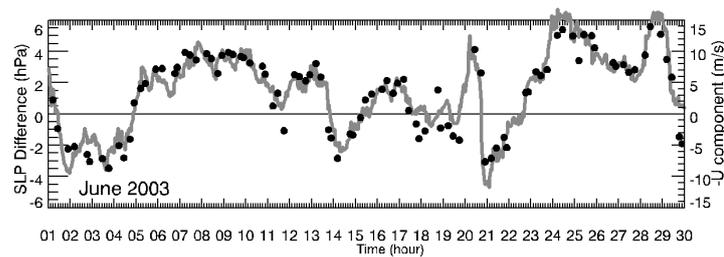


図2 2003年6月の函館と深浦の気象官署における海面気圧差(灰色の線)とSeaWindsによる津軽海峡西口における風の東西成分(黒丸)。

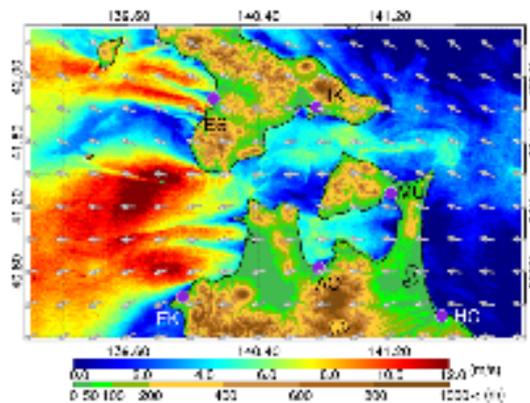


図3 RADARSATによる海上風マップ(2003年6月9日5時44分の観測)。紫の丸印は気象官署を

示す(HK 函館、ES 江差、MU むつ、AO 青森、FK 深浦、HC 八戸)。

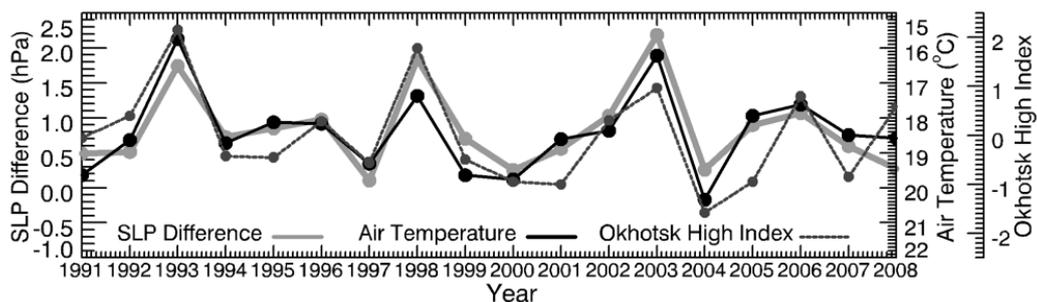


図4 函館と深浦の気圧差、八戸の気温、オホーツク海高気圧インデックス(規格化したオホーツク海上の海面気圧)の経年変化。各年の6-7月平均を示す。

c) 参考文献

- Kawai, Y., K. Otsuka, and H. Kawamura, 2006: Study on diurnal sea surface warming and a local atmospheric circulation over Mutsu Bay, *J. Meteor. Soc. Japan*, 84, 725-744.
- Takai, H., H. Kawamura, and O. Isoguchi, 2006: Characteristics of the Yamase Winds over oceans around Japan observed by the scatterometer-derived ocean surface vector winds, *J. Met. Soc. Japan*, 84, 365-373.
- Yamaguchi, S. and H. Kawamura, 2005: Influence of orographically steered winds on Mutsu Bay surface currents, *J. Geophys. Res.*, 110 C09010, doi:10.1029/2004JC002462.

3.1.3 蔵王おろし(沢田、岩崎)

a) 要旨

冬季は北西からの季節風が卓越し、山岳風下に位置する太平洋側東北地方では、おろし風や山岳波に伴って強風や乱気流がしばしばもたらされる。この非定常な強風の3次元構造を調べるため、2008年2月13-17日にかけて仙台空港においてドップラーライダーによる蔵王おろしに伴う風の観測が行われた。また、発生環境場の特徴を理解するため、力学的ダウンスケーリングを用いた100mによる再現実験を行った。ドップラーライダー観測では、北西風が卓越する中、水平1km程度の弱風域が地表付近で風下へ流れていく様子が見られた。この非定常な風が観測された事例では、波長約20kmの山岳波が卓越していることが衛星観測から確認され、それに伴う風の鉛直シアによって非定常風が発生していることが数値モデルによる解析から示唆された。

b) 本文

研究目的

蔵王おろしとは北西からの季節風が卓越する冬季において、蔵王山系から太平洋側へ吹き下ろす強風のことである。おろしは下層での風の鉛直シアや乱気流などを伴うので、おろしの詳細な構造や振舞を知ることは航空気象において有用である。仙台空港は蔵王風下側に位置するため、北西からの季節風の影響を強く受ける。そこで、2008年2月13-18日において仙台空港でドップラーライダー(Ishii et al., 2007, Iwai et al., 2008)を用いた風の観測を行い、おろしの3次元的な構造や風の時間変動を捉えることを試みた。ライダー観測結果から、下層で風向が主風向(西北西風)と逆向きの風向(東南東風)になる数百mスケールの領域が捉えられ、それが下流へ移流するように見えた(図1)。このような風向(風速)の急激な変化は航空機の浮力を急激に変化させ、安全な運航に支障を来す。そこで観測された弱風域の詳細な構造やその形成要因を調べるため、ダウンスケーリングによって水平格子100mで蔵王おろしの再現実験を行う。

数値モデル概要と実験設定

数値モデルは気象庁・気象研究所で共同開発された非静力学モデル(JMA-NHM)を使用した。メソ客観解析値から5km→1.5km→500m→100mとネストした。100m格子の計算領域は50km×24kmで、ドップラーライダーの観測域を含む。鉛直には約14.6kmまでに70層取り、下層1kmは40m間隔である。乱流クロージャには乱流エネルギーを予報するスキーム(Deardorff, 1980)を用いた。100m格子での計算期間は2008年2月14日15-21 JSTの6時間である。

結果

非定常な風の構造をもたらした環境場が観測と整合するのか調べるため、衛星から得られた水蒸気画像と鉛直流を比較する(図2)。水蒸気画像は高度6-7kmの水蒸気量に最も強い感度を持つので、モデルで再現された高度6.5kmの鉛直流と比べる。図2の水蒸気画像を見ると(左図)、2月14日は山岳波が卓越していたことが分かり、波長は約20kmであった。500mメッシュで再現された鉛直流を見ると(右図)、波長約20kmの間隔で上昇流と下降流が再現され定常的な構造であり、数値モデルは仙台空港の周辺場を定性的に捉えていることが示さ

れた。

地上付近の風向・風速の再現性を調べるため、非定常風が見られた2月14日18-21時の3時間についてアメダスと数値モデルの比較を行った。アメダスによる風向と比較から、計算領域に含まれる29地点中22地点でRMSEは45度未満であり、風向はよく再現された。アメダスによる風速と比較すると、1-6m/sのRMSEがあり、場所によって風速を過大に再現していた。

図3は100mメッシュで再現された渦度と乱流エネルギーの鉛直構造を示す。山岳波に伴う鉛直シアによって形成された水平スケール1km程度の渦が、下流側に流れていく様子が捉えられた。これはライダーで観測された弱風域の特徴と相似であった。乱流エネルギーも同様に下流へ移動する様子が見られた。乱流エネルギーの収支解析から、乱流エネルギーは主に山岳波に伴う鉛直シアに伴って形成され、それが移流によって運ばれることが示された。

今後の課題

本研究は一事例のみなので、多数の事例で調べることで非定常風の特長について共通点・相違点を見出し、統計的な解析を進めたい。また、非定常風に対して、ダウンスケーリングに伴う誤差がどの程度なのか定量的な評価を行う上でも長期間の解析が望まれる。

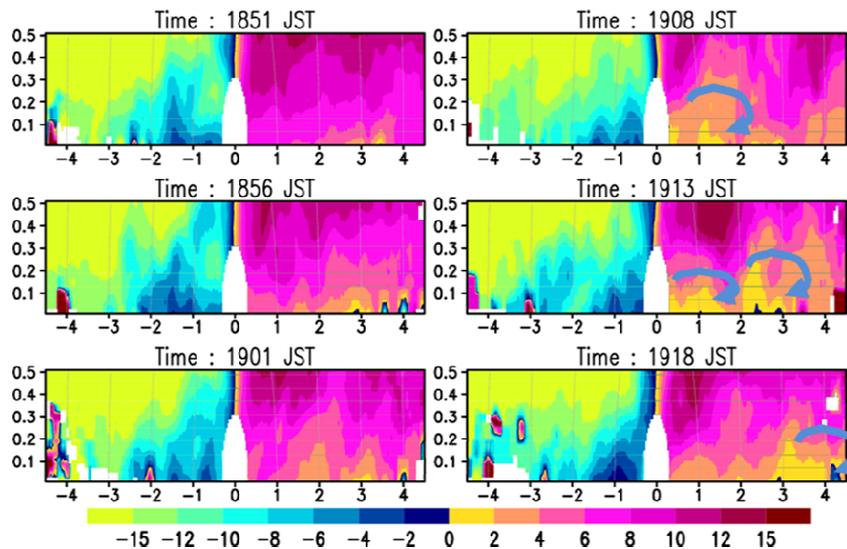


図1 ドップラーライダーによる視線風速のRHIスキャンの結果。中心がライダー設置点。暖色はライダーから遠ざかる風、寒色はライダーに近づく風を表す。横軸、縦軸の単位はkm。

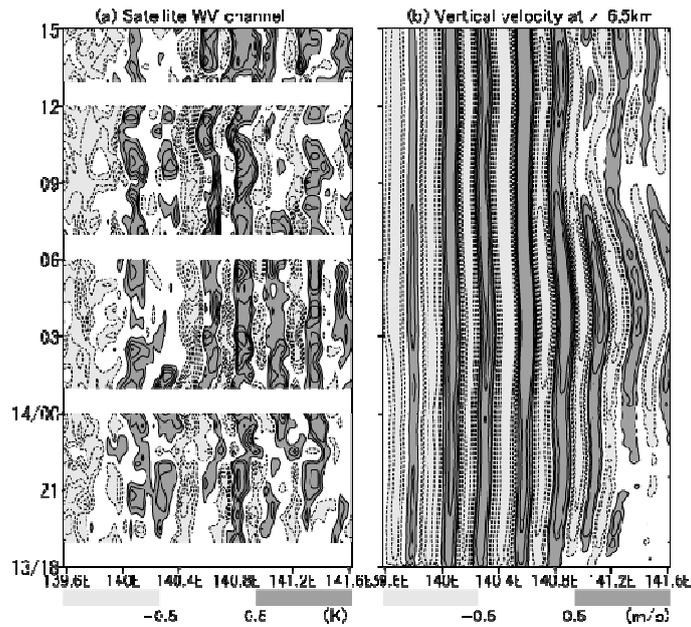


図2 山岳波の構造。左図は衛星 (MTSAT) による水蒸気画像、右図は500mメッシュの数値モデルで再現された高度6.5kmの鉛直流。値はそれぞれ偏差を表す。

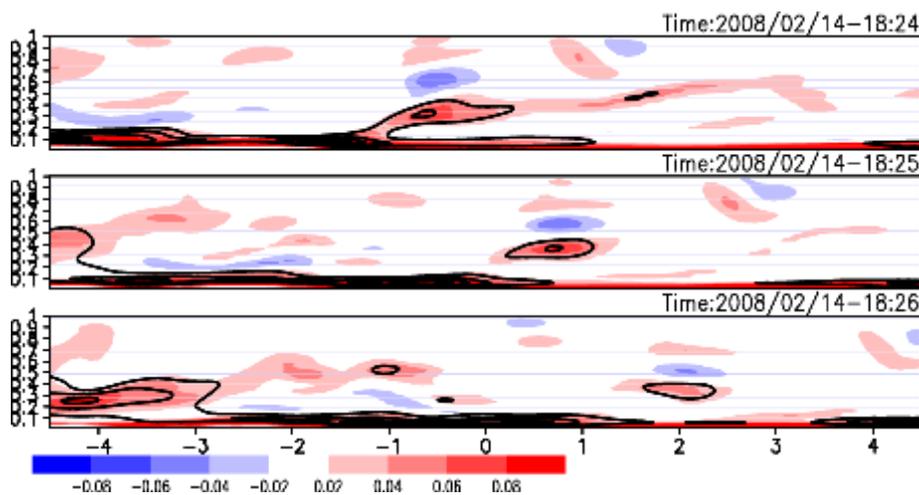


図3 100mメッシュにより再現された非定常風の鉛直構造。カラーは渦度、コンターは乱流エネルギーを表す。

c) 参考文献

Ishii, S., K. Sasaki, K. Mizutani, T. Aoki, T. Itabe, D. Matsushima, W. Sha, A. Noda, M. Sawada, M. Ujiie, Y. Matsuura, and T. Iwasaki, 2007: Temporal evolution and spatial structure of the local easterly wind “Kiyokawa-Dashi” in Japan Part I: Coherent Doppler lidar observations. *J. Meteor. Soc. Japan.*, **85**, 797-813

Iwai, H., S. Ishii, N. Tsunematsu, K. Mizutani, Y. Murayama, T. Itabe, I. Yamada, N. Matayoshi, D. Matsushima, W. Sha, T. Yamazaki and T. Iwasaki, 2008: Dual-doppler lidar observation of horizontal rolls and near-surface streaks. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, 1-5

3.1.4 海上下層雲の衛星観測データの収集と初期解析（早坂）

a) 要旨

衛星データを用い、ヤマセ雲の雲微物理特性とその経年変化に関する初期解析を実施した。まず、MODIS のデータを用いて 2003 年のヤマセを対象に、海域と陸域における下層雲の光学的厚さと雲粒有効半径について統計解析を行なった。その結果、海域の雲と比べて陸域の雲の雲粒有効半径は大きい場合が多いが小さい場合も見られた。これは、気象場や雲凝結核の違いを反映したものと推測される。また、ISCCP データを用いて 7 月の下層雲の光学的厚さと雲量、そして海面における日射量の長期変動を調べた。その結果、1983 年から 2003 年まで 5 年周期で日射量が小さくなる現象が見られ、その要因としては雲量よりも雲の光学的厚さによるところが大きいと推測された。

b) 本文

今年度は、MODIS,CALIPSO,CloudSat のデータを収集、整理するとともに、2003 年 7 月のヤマセに伴う下層雲の特徴の海陸による違いを調べた。また、以前から収集していた ISCCP-D1 および ISCCP-FD データを用いて三陸沖の比較的広い領域を対象に、1983 年から 2006 年のヤマセ雲の特徴と日射量の長期変動を調べた。

(1) ヤマセに伴う下層雲の特徴の海陸別の違い

2003 年 7 月は上旬（1～8 日）と下旬（17～26 日）にオホーツク海高気圧が停滞し、背の高い順圧的な構造をしていたと推測される。この間の 12 例について解析した結果、雲頂高度については明確な違いは見られなかった。雲粒有効半径は、陸域で小さいかほぼ同じになる場合が 10 例ある一方、陸域で大きい場合が 2 例見られた。また、後者の場合には雲頂高度が高いことが示された。光学的厚さは概して海域よりも陸域で大きくなる傾向が見られたが陸域では変動が大きい。これに伴って、鉛直積算雲水量も陸域では分散が大きくなっている。雲粒有効半径が陸域で小さくなる理由として、雲凝結核となるエアロゾル濃度の違いが考えられる。しかしながら、逆に有効半径が大きい例も見られるので、解析事例を増やすとともに大気安定度や水蒸気量の分布等、気象条件を詳しく調べる必要がある。今回の解析結果を表 1 にまとめて示す。

表 1. ヤマセ雲の海陸別の特徴に関する事例解析の結果

雲要素	海陸の違い	事例数	特徴
雲頂高度	ほぼ同じ or 陸域低い	7	Re 小さい傾向
	陸域高い (地方時昼前が顕著)	5	
有効半径	陸域小さい or ほぼ同じ	10	雲頂高度陸域高い
	陸域大きい	2	
光学的厚さ	海域で薄い、陸域分散大きい	12	
雲水量	陸域豊富で分散大	12	

(2) 三陸沖のヤマセ雲と日射量の長期変動

ISCCP データセットを用いて東日本からその沖合の海域の下層雲と海面における日射量について解析した。1983年から2006年までの各年の7月を対象とした。また、対象とした領域は図1に示すとおりである。なお、図中の各色は図2～図4のグラフの線の各色に対応している。今まで、ヤマセには5年周期があることが一部で指摘されてきた。ISCCPのデータセットには、雲データに水蒸気やエアロゾルの情報を加え、GCMの方者計算コードを用いて大気上端、下端（地表面）の短波・長波放射フラックスを計算し、データセットとして公開している。それを用いた解析から、1983年、1988年、1993年、1998年、2003年は日射量が少ないことが示された（図1）。日射量に大きく影響するのは雲量と雲の光学的厚さである。両者について調べた結果、雲量の変動より光学的厚さの変動の方が日射量の変動に関係していることが示唆された（図2、図3）。今回用いたデータセットは空間分解能が280km×280kmと粗いので、今後、MODISやGMS（MTSAT）等のデータも併せて解析する必要がある。

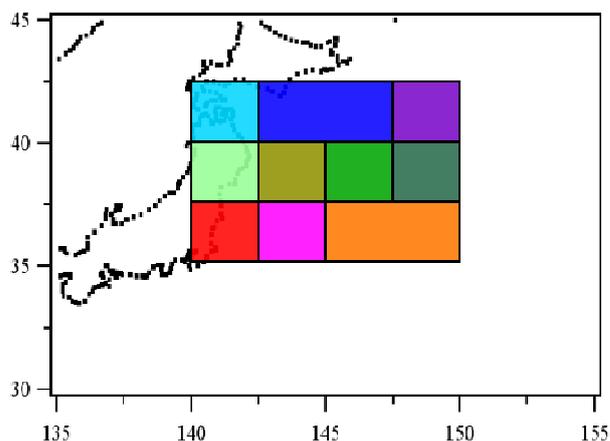


図1. ISCCP データを用いた解析で対象とした領域

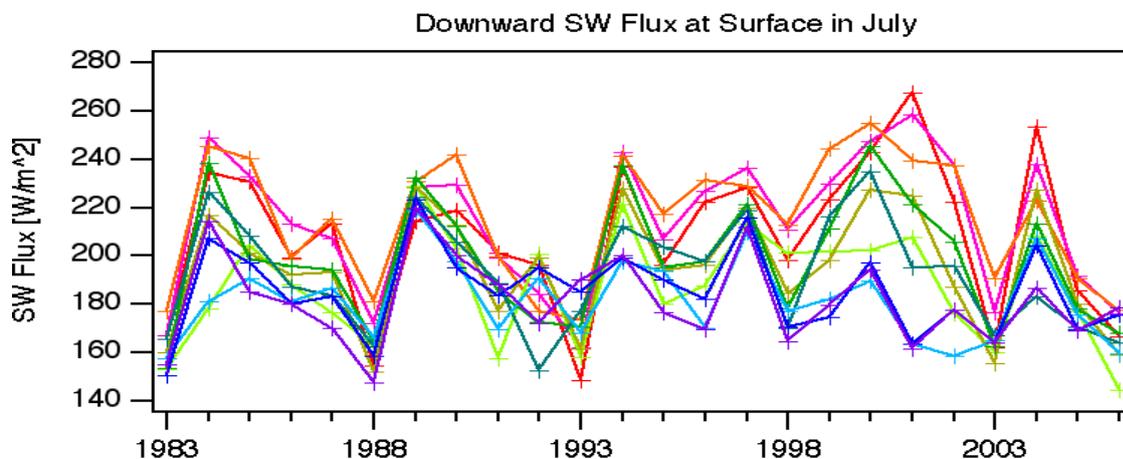


図2. 図1の各領域における7月の平均日射量の年々変動

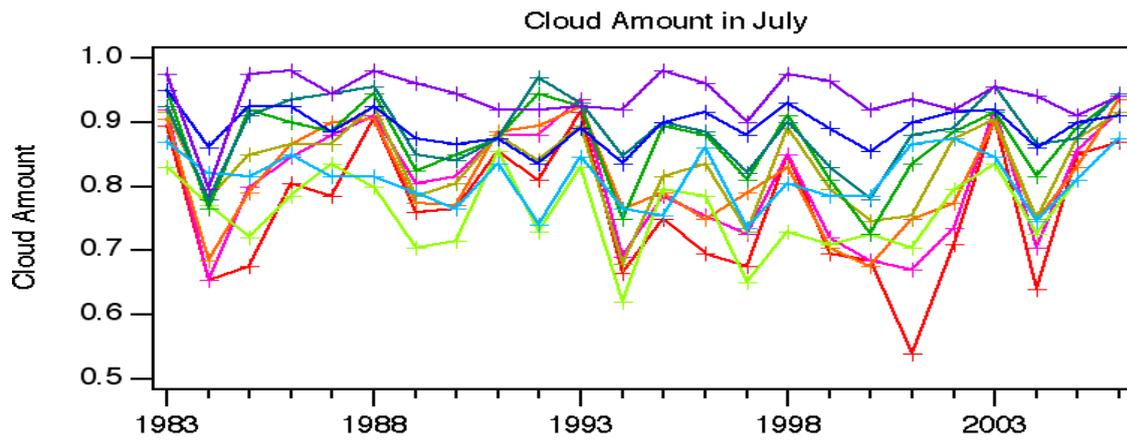


図 3. 図 1 の各領域における 7 月の平均雲量の年々変動

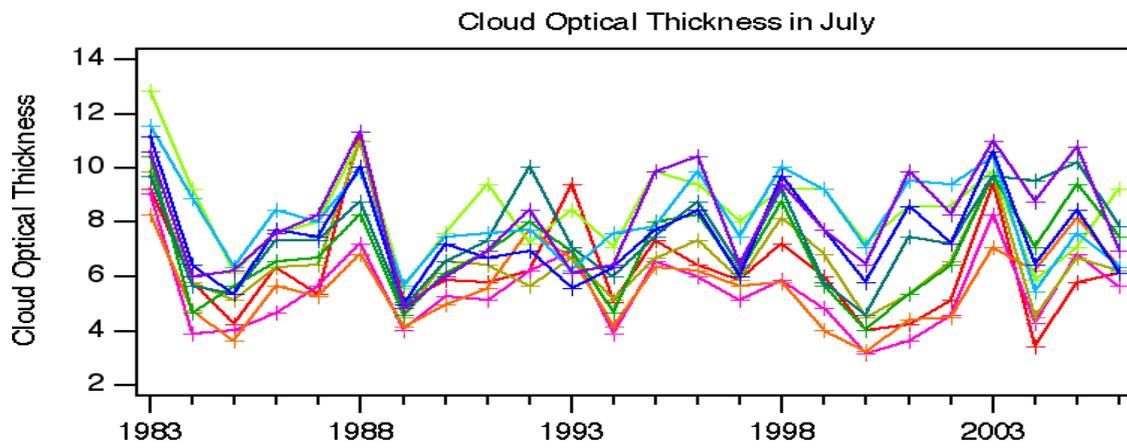


図 4. 図 1 の各領域における 7 月の雲の光学的厚さの年々変動

3.1.5 大規模循環解析（児玉）

a)要旨

本研究のダウンスケーリングで用いられる、CMIP3に参加した大気海洋結合モデルによる21世紀温暖化予測実験結果を収集し、日本周辺の海洋構造が、どのように表現され、また温暖化後のどのように変化することが予測されているかを検討した。ヤマセに大きな影響を与える、三陸沿岸の親潮貫入を表現できているのは空間分解能の高いMIROC3.2-Hiだけであった。MIROC3.2-Hiの予測結果によると21世紀末にも親潮貫入は維持されるが、オホーツク海から本州東方の海域で100年間に4~5℃の海面水温の上昇が予測されている。この変化は、ヤマセ発生時の気温や農業災害に大きな影響を与えると考えられる。

b)本文

東北地方の局地気候は周囲の海洋の影響を強く受けており、ヤマセはその典型的な現象と言える。例えば、Kodama(1997)によると、ヤマセ時に三陸沿岸で観測される気温の下限は、沿岸の海面水温よりも2℃以上下回らない。高緯度の海上で形成された低温のヤマセ気塊は、日本に近づくにつれて相対的に高温の海上を吹走するようになり、海から暖められた後に三陸に上陸する。このため、沿岸で観測されるヤマセの気温は沿岸の海面水温を大きく下回らないと考えられる。海洋の影響は、日本近海で観測されるヤマセの寒気層の鉛直構造にも現れる。寒気層は、良くかき混ぜられた混合層で特徴づけられる場合が多いが、海面に接した薄い安定層の形状を示すこともある。また、混合層の形状を示す場合でも、その厚さは、100m程度から数1000m程度まで変化する。混合層が発達するのは、ヤマセが北よりの風の場合で、吹走経路に沿った海面水温の上昇率が高く、海洋により下から強く暖められる時である。一方、気圧配置によっては、ヤマセが三陸沿岸で南よりの風になることもあり、そのときには、ヤマセは沿岸海域で海から冷やされるために薄い安定層の構造を示す。さらに、Kodama et al.(2009)は、三陸沿岸海上で観測されたヤマセの混合層の厚さとヤマセ気塊の後方流跡線との関係を調べ、ヤマセが経路上で海洋フロントを通過すると混合層の発達を促されることを指摘した。

このように、現実大気の子マセは海洋の影響を強く受けるため、局地的気候予測においても、ダウンスケーリングされる大気海洋結合モデルの海洋の予測結果の影響を強く受けることが予想される。したがって、21世紀地球温暖化実験において各大気海洋結合モデルが、日本東方の海洋、例えば海洋フロントの位置や海面水温(SST)の変化をどのように表現しているかを検討しておく必要がある。そこで、本年度は次のように研究環境整備を行い、予備的な研究を開始した。

- (1) 大容量の計算機サーバの整備
- (2) CMIP3に参加した大気海洋結合のモデルによる21世紀地球温暖化実験結果(A1Bシナリオ)の収集。
- (3) 収集したデータの解析

表1に地球温暖化実験結果を収集・解析した大気海洋結合モデルの一覧を示す。最初に21世紀温暖化実験結果のうち、現実海洋と比較が可能な21世紀初頭の10年間(2001~2010年)について結果を検討した。図1に、この10年間について平均された7月の海面水温分

布を，現実海洋（OISST）と各モデルについて示す．現実海洋では，三陸沿岸に沿って水温トラフが南下する（親潮貫入）構造が見られ，これは三陸沿岸で観測されるヤマセに大きな影響を与えるが，このような水温構造を再現できているのは，解析したモデルの中では，モデルの空間分解能が高いMIROC3.2-Hi だけであった．高水温域が三陸沖合を北に延びる非現実的な水温分布を示すモデルもあった．次に，水温構造の再現が比較的良好であったMIROC3.2-Hi について10年毎に平均した結果を示す(図2)．水温トラフが三陸沖に貫入する構造は21世紀を通して維持されるが，水温は21世紀の100年間にオホーツク海から三陸東方海上で，4~5℃上昇するという予測結果となっている．仮に大気循環がヤマセ型になったとしても，三陸沿岸で観測されるヤマセの気温も21世紀末までに同程度上昇すると考えられ，ヤマセは現在よりもかなり高温の，やや蒸し暑い現象となると思われる．このことは，ヤマセの農業への影響を検討する場合にも大きな意味を持つと思われる．

表1 解析した海洋モデル

Originating Group	Country	Model Name	Grid (degree) Lat×Lon	Level
CCSR, NIES, FRCGC	Japan	MIROC3.2 Hi (High resolution)	0.28125×0.1875	47
CCSR, NIES, FRCGC	Japan	MIROC3.2 Mid (Middle resolution)	1.4×(0.5~1.4)	43
NOAA GFDL	USA	GFDL-CM2.1	1×1	
MRI, JMA	Japan	MRI2.3.2	2.5×2	
NOAA GFDL	USA	GFDL-CM2.1	1×1	
Hadley Center / Met Office	UK	HadCM3	1.25 ×1.25	

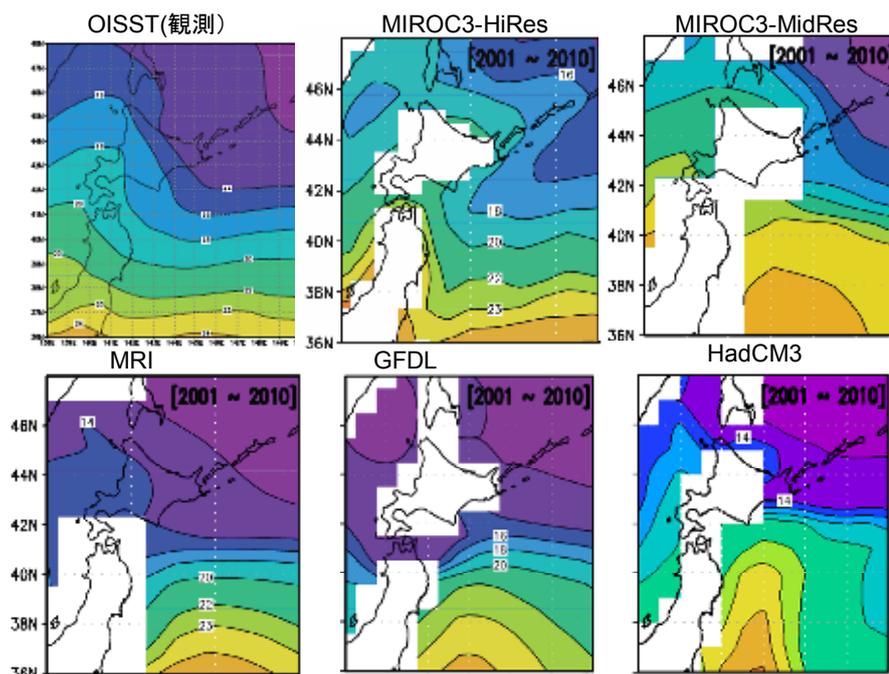


図1 現実海洋（OISST）と解析した各モデルの7月の海面水温分布。ただし、2001年から2010年の平均。

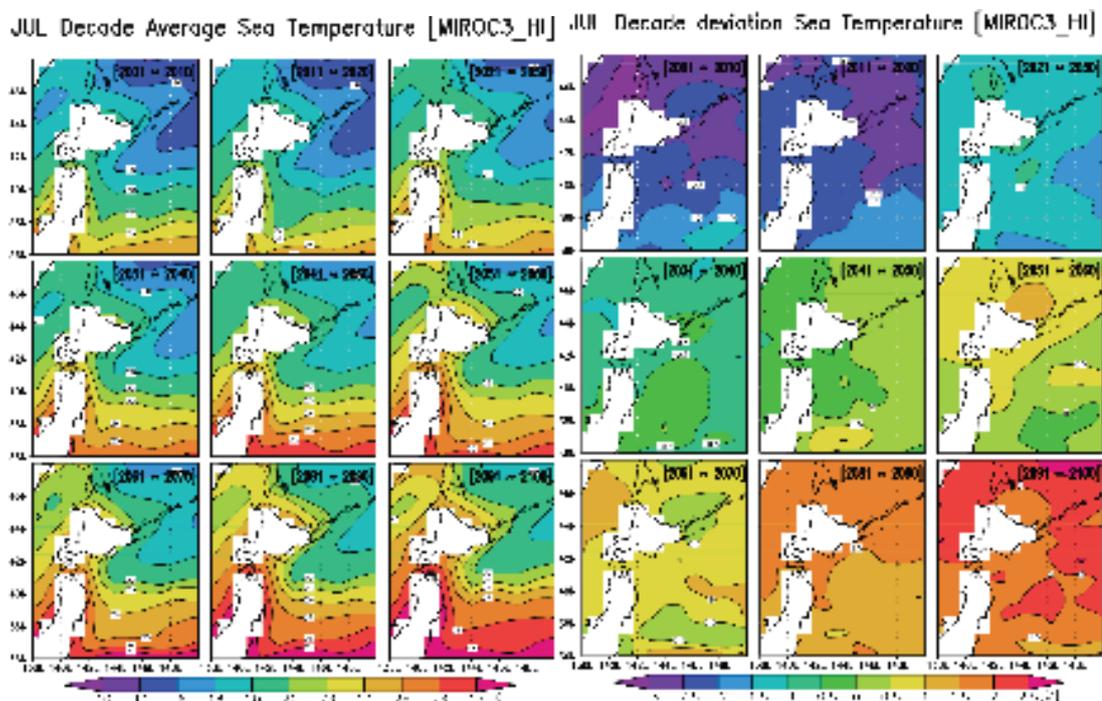


図2 10年毎に平均した7月の海面水温分布（ただし2071~2080年は省略），MIROC3.2 Hiの結果を示す。左図は海面水温，右図は7月の100年平均からの偏差を示す。

c)参考文献

Y.-M. Kodama, 1997: Airmass transformation of the Yamase Air-flow in the summer of 1993. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 75, 737-751.

Y.-M. Kodama, Y. Tomiya and S. Asano, 2009: Air mass transformation along trajectories of airflow and its relation to the vertical structures of the maritime atmosphere and clouds in Yamase events. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 87, 665-685.

3.1.6 夏季東アジアの長期トレンド（遠藤）

a) 要旨

20 世紀の長期観測データおよび CMIP3 に参加した大気海洋結合モデルにおける現在気候・将来気候の実験データを収集し、夏季東アジアの過去と将来の長期トレンドを調べた。観測データ解析では、北日本の夏季気温は西日本や南西諸島に比べて昇温トレンドが小さいことが確認された。北太平洋の海面気圧は長期的に高緯度で上昇、中緯度で下降傾向にあることから、高緯度の冷たい海洋上から南へ吹き出す冷氣（ヤマセ）が 20 世紀にやや強まった可能性がある。また、これと類似した海面気圧トレンドが CMIP3 気候モデルの 20 世紀再現実験や 21 世紀予測実験で見られた。

b) 本文

今年度は、20 世紀の長期観測データおよび CMIP3 に参加した大気海洋結合モデルにおける現在気候・将来気候の実験データを収集し、夏季東アジアの過去と将来の長期トレンドを調べた。

（1）20 世紀の観測データにおける長期トレンド

図 1 a は、気象庁が気候変動監視に用いている都市化の影響の小さい長期観測地点（17 地点）における地上気温のトレンドである。北日本の気温上昇トレンドは西日本や南西諸島に比べて小さい傾向にあり、網走、根室、寿都、石巻、銚子の 6～8 月平均気温の上昇トレンドは有意ではない。また 8 月の北海道（網走、根室、寿都）の気温はほとんど上昇していない。このようなトレンドはこれまでも指摘されてきたが（たとえば、栗原（2004）、気象庁（2005））、どのような大規模場の変化と関連しているのか良く分かっていない。そこで長期の観測が行われている海面気圧を解析した。図 1 b に北日本～東日本の南北気圧傾度の長期変化を示す。数 10 年規模の変動をくり返しながら次第に上昇しているように見える。5%水準で有意ではないが、20 世紀は+0.47hPa/100 年のトレンドで上昇している。

図 2 は全球の 20 世紀の長期トレンドである。地上気温は CRUTEM3v (Brohan et al. 2006)、海面水温は HadSST2 (Rayner et al. 2006)、海面気圧は HadSLP2 (Allan and Ansell 2006) に基づく。いずれのデータセットも、月平均値、緯度・経度 5 度の空間解像度で、観測データが存在する格子点のみ値が入っている。図 2 のトレンド計算にあたって、時間方向に 80%以上のデータが存在する格子点のみを対象とした。地上気温トレンドは、北日本や樺太付近の格子点で小さいが、データなしの格子点が多いためその空間的広がり把握することは困難である。海面水温トレンドを見ると、有意な上昇トレンドを示す格子点が支配的であるが、南インド洋、南太平洋、北大西洋高緯度および、北日本周辺での上昇トレンドは小さい。海面気圧トレンドは、北太平洋では、高緯度域で上昇、中緯度域で下降トレンドにある。これらは図 1 で示した日本付近の観測データに見られる傾向と矛盾しない。すなわち、オホーツク海を含む北太平洋高緯度の気圧上昇とその南の気圧低下に伴い、高緯度の冷たい海洋上から吹き出す冷氣（ヤマセ風）が 20 世紀にやや強った可能性がある。また、

このような変化が20世紀に日本で観測された北冷西暑的な気温トレンドをもたらした可能性がある。

(2) CMIP3 気候モデル実験における20世紀と21世紀の長期トレンド

CMIP3に参加した気候モデルにおける20世紀再現実験および21世紀予測実験における長期トレンドを調べた。20世紀の再現実験(20C3M)および21世紀の予測実験(SRES-A1Bシナリオ)で3メンバー以上の初期値アンサンブル実験データを行っている9つの気候モデル:CGCM3.1(T47)(カナダ)、GISS-EH(米国)、GISS-ER(米国)、FGOALS-g1.0(中国)、MIROC3.2(medres)(日本)、ECHAM5/MPI-OM(ドイツ)、MRI-CGCM2.3.2(日本)、CCSM3(米国)、PCM(米国)について解析した。

図3a-cは9つの気候モデル平均の20世紀のトレンドである。各モデルで3メンバー平均した後、9モデルで単純平均してトレンドを算出した。気温はほとんどの地域で有意な上昇トレンドであるが、オホーツク海付近や北大西洋高緯度では、上昇トレンドが小さく一部に下降トレンドが分布している。海面気圧は、ユーラシア大陸東部や北太平洋高緯度で有意な上昇トレンド、北太平洋中緯度の一部に下降トレンドが分布している。

図3d-fは21世紀のトレンドである。気温は全球で上昇するが、20世紀の傾向と同様、オホーツク海や北大西洋高緯度の上昇トレンドが相対的に小さい。海面気圧は、北太平洋高緯度で上昇トレンド、北太平洋中緯度で有意な下降トレンドが分布している。全球的な空間分布を20世紀のものと比べると、両者はおおむね類似している。降水量のトレンドについては、21世紀は南アジア、東南アジア、東アジア、太平洋中部などで増加トレンドが見られるが、20世紀のトレンドはあまり明瞭でない。

気候モデル実験における北太平洋の海面気圧トレンドは、20世紀、21世紀ともに、高緯度側で相対的に気圧が高くなる。これはヤマセを強化するような背景場の変化である。同様の気圧トレンドは20世紀にも観測されている。これらは気候システムへの温暖化強制がヤマセの強化をもたらす可能性を示唆することから、気候モデル実験データのさらに詳しい解析が必要である。

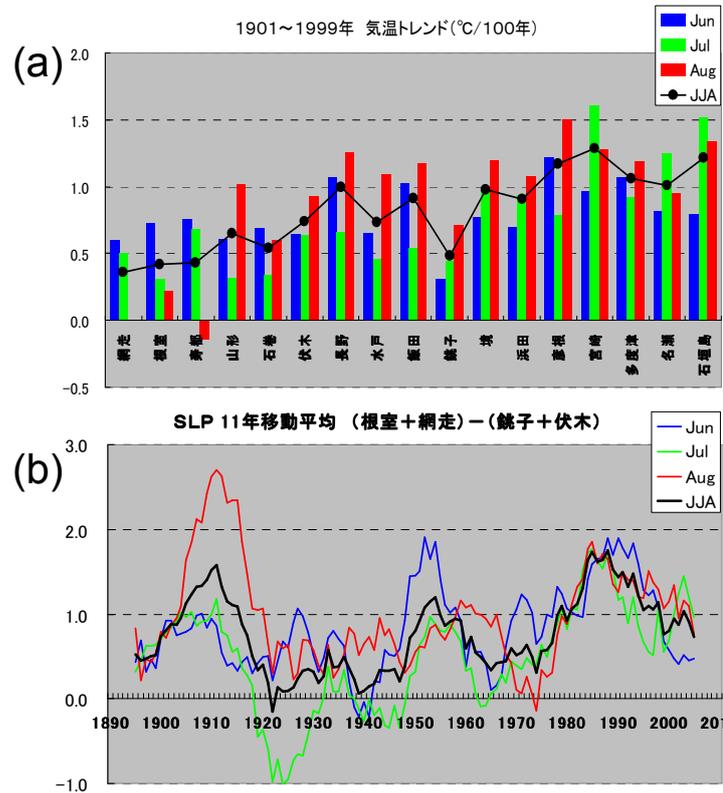


図1 (a) 日本の長期観測地点における20世紀の気温トレンド(°C/100年)。(b)海面気圧の長期変化(hPa)。根室・網走の平均から銚子・伏木の平均を引いた。1890~2010年の11年移動平均値。

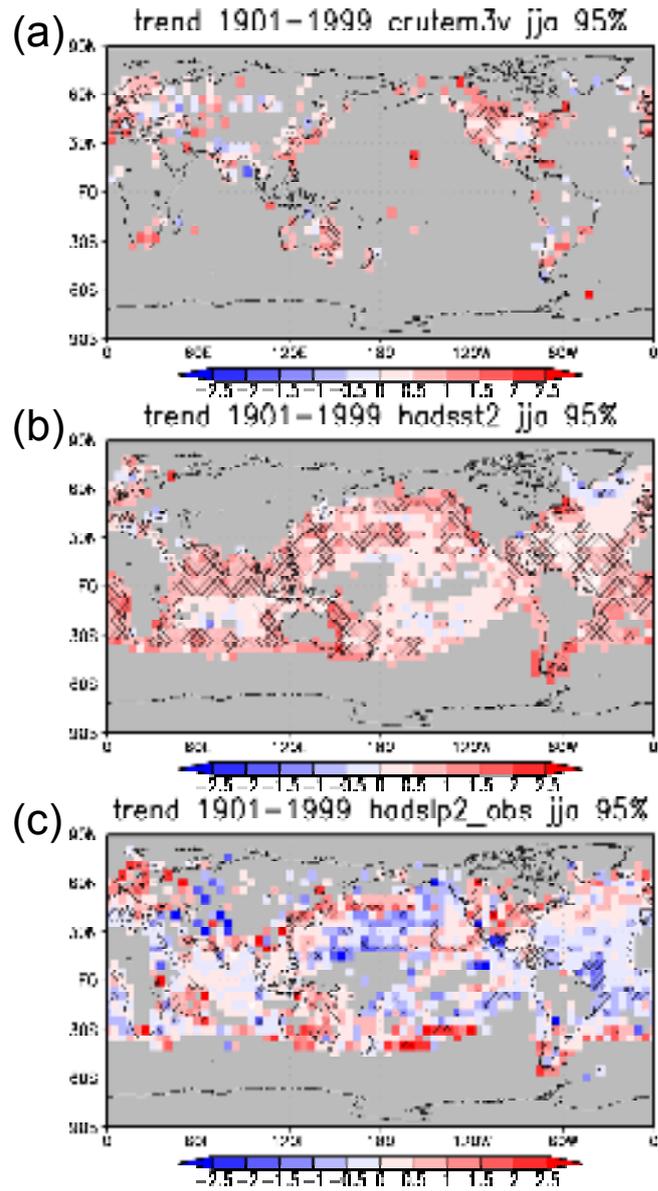


図2 観測データの20世紀の長期トレンド (/100年)。(a)地上気温 (CRUTEM3v, °C)、(b)海面水温 (HadSST2, °C)、(c)地上気圧 (HadSLP2, hPa)。期間は1901~1999年。時間方向に80%以上のデータが存在する格子点のみトレンドを計算した。有意水準5%以下にハッチをつけた。

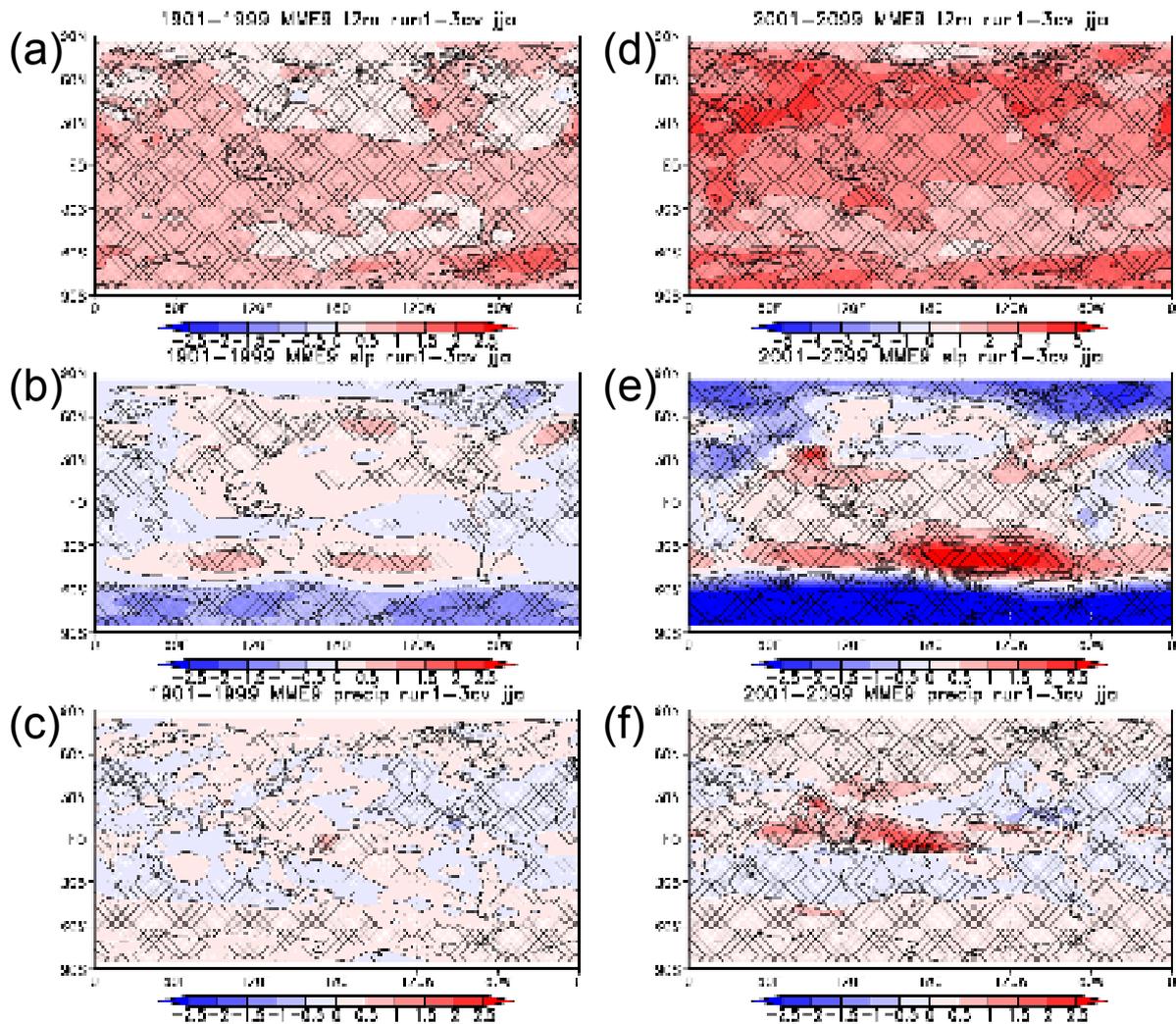


図3 CMIP3 マルチモデル平均の20世紀気候実験(a-c)と将来気候実験(d-f)の長期トレンド(/100年)。(a,d)は地上気温(°C)、(b,e)は地上気圧(hPa)、(c,f)は降水量(mm/day)。(a-c)は20C3Mの1901~1999年、(d-f)はSRES-A1Bの2001~2099年。有意水準5%以下にハッチをつけた。(d)のみカラーバーの間隔が異なる。

c) 参考文献

Allan, R., and T. Ansell, 2006: A new globally complete monthly historical gridded mean sea level pressure dataset (HadSLP2): 1850-2004. *J. Climate*, **19**, 5816-5842.

Brohan P., J. J. Kennedy, I. Harris, S. F. B. Tett and P. D. Jones, 2006: Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: A new data set from 1850. *J. Geophys. Res.*, **111**, D12106, doi:10.1029/2005JD006548.

気象庁、2005：異常気象レポート2005、気象業務支援センター。

栗原弘一、2004：コメント：東北地方の気候変化・変動、*天気*、**51**、801-804。

Rayner N. A. and Co-author, 2006: Improved Analysis of Changes and Unertainties in Sea Surface temperature measured in situ since the mid-nineteenth century. *J. Climate*, **19**, 446-469.

3.2 局地気象予測の研究

3.2.1 ダウンスケールのためのデータ同化スキームの検討（沢田、岩崎）

a) 要旨

局地循環、特にヤマセのダウンスケール予測システムを開発する上で、予測精度を向上するのに必要と考えられる要件について検討した。ヤマセの基本的な構造である冷氣移流、下層雲を適切に再現するため、下層風と下層雲の観測データを利用した側面境界条件の最適化に取り組む必要があると考えられた。高度農業気象情報の作成のために、アンサンブルダウンスケール予測手法の精度評価と利用法を開発することも不可欠と考えられた。

b) 本文

研究背景

地域気候を捉えるためには細かな地形を表現できる 1km 程度の水平解像度が不可欠で、実用的な気象予測を行うには計算領域を絞る必要がある。計算領域の限られているダウンスケーリングでは側面境界が予測限界を決める。これは側面境界から気象情報が絶えず出入りするもので、初期値の影響がすぐになくなってしまうためである（図 1 左）。ダウンスケーリングでは、データ同化によって初期値を良くしても側面の精度に縛られることになるので、側面境界の最適化が必要である（図 1 右）。また、領域が狭く、初期値のメモリが短いことから、短い予報間隔で頻繁にデータ同化を行う Rapid Update Cycle (RUC) のようなシステムが望ましい。

現在、データ同化手法は主に 2 つあり、1 つはアンサンブルカルマンフィルタ (EnKF)、もう 1 つは 4 次元変分法である。4 次元変分法はアジョイントモデルを作る必要があるため、数値モデルの更新のたびに作り直す必要があり、維持・開発コストが非常にかかる。そこで、4 次元変分法に比べてプログラミングコストを大幅に削減できる EnKF、特に局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF) について述べる。カルマンフィルタ (KF) は、誤差がガウス分布に従い、かつ、系の時間発展（数値モデルによる計算）が線形であると仮定した場合に、推定誤差（分散）が最も小さくなるような解を求める手法である。現実大気非線形性にも適応させるため、アンサンブル予報が持つばらつき（スプレッド）の情報を用いて、近似的に第一推定値の誤差情報を提供し KF を行う手法が EnKF (Evensen, 1994) である。第一推定値の誤差をアンサンブルスプレッドで近似的に扱うためには、相当数のメンバーが必要となるが、実際には限られたメンバーで表現しなくてはならないため、サンプリングエラーの問題が発生する。この解決策として、限られたメンバーでデータ同化を行う場合に、大気の誤差成長の局所性を生かし、モデル格子点から一定の距離内にある観測のみを同化する手法が考案され、LETKF はその 1 つである (Hunt et al., 2007)。本研究では、先端のデータ同化手法である LETKF を利用したダウンスケールのためのデータ同化システムを開発する。

今後の課題

側面境界の最適化を行うためには、観測データが側面境界まで覆っていないとデータ同化による修正が出来ない。この点については汎用性を高めるためにも改良が必要である。1 つの方法として、アンサンブルメンバーから最も観測値と合うメンバーを選び出し、側面境界

に使用することである。または、アンサンブルメンバーを線形結合する係数をデータ同化（最小二乗法に近い）で推定し、側面境界値（あるいは大規模場）を作ることである。これは側面境界上の観測値では無く、そこから離れた観測値からノンローカルに側面境界を推定することになり、データ同化を用いて可能なのか、大変難しく興味深い問題である。この手法が原理的にうまくいかなければ、何らかの観測測器を側面境界付近に配置するしかない。

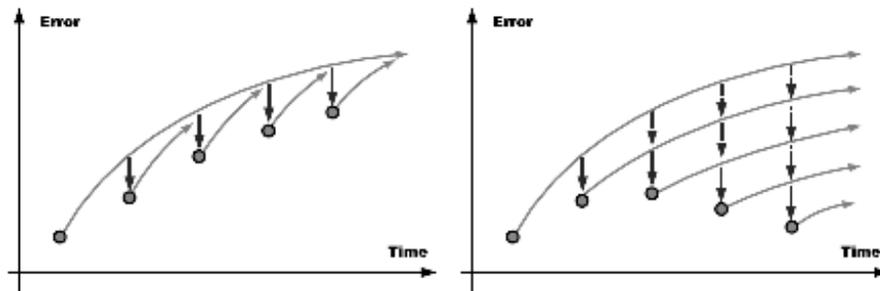


図1 初期値・境界値の修正の模式図。左が初期値のみを修正した場合、右が側面境界も修正した場合を示す。丸が解析値を表し、矢印で予報値の動きを表している（境, 2009）。

c) 参考文献

境剛志, 局地気象予測システムによる仙台空港周辺の海風に関する数値的研究, 東北大学大学院理学研究科修士論文, 2009年

Evensen, G., 1994: Sequential data assimilation with a nonlinear quasi-geostrophic model using Monte Carlo methods to forecast error statistics. *J. Geophys. Res.*, **99**, 10143–10162.

Hunt, B. R., E. J. Kostelich, and I. Szunyogh, 2007: Efficient data assimilation for spatiotemporal chaos: A local ensemble transform Kalman filter. *Physica D*, **230**, (1–2). 112–126.

3.2.2 力学的ダウンスケール予測データを適用可能な農業気象情報の整理（菅野）

a) 要旨

力学的ダウンスケール予測データの適用が可能な、農作物生育モデル、病害予測モデル等の農業気象情報を整理し、気象予測データに合わせたプログラムの開発に着手した。その結果、ダウンスケール気象予測データを適用することで現場に有用な情報を発信できる農業モデルとして、水稻生育予測 DVI モデル、イネいもち病発生予測モデル(BLASTAM)、イネ紋枯病発生予測モデル (BLIGHTAS) が選択できた。水稻生育予測 DVI モデルにダウンスケール予測データを用いることで、1~2 週間先の幼穂形成期、出穂期が高精度で予測可能である。BLASTAM は、気象庁 GSM データを用いた場合、2 日先程度までは何とか実用に耐えると言えるが、それ以上は精度が落ちた。気温と比較して、降水量、風速、日照時間の予測精度がそれ程高くないことが原因と思われた。BLIGHTAS は相対湿度が計算に必要なため、アメダス観測値では十分な精度で計算が出来なかったが、ダウンスケールデータを用いることで実用的な予測が可能となり、情報としての価値は高いと考えられる。

b) 本文

研究の背景

2009 年に開催された第 3 回世界気候会議 (WCC-3) では、新たな気象情報システムの整備、10 年規模の超長期予報の作成等が協議され、共同宣言として採択された。それにより日本をはじめ各国の気象局は、超長期予報の作成、情報の利用者の要望に応じて予報を加工する新制度の創設、それらのインフラとなる「気候サービス情報システム」の整備を開始している。日本、特に北日本は近年、夏季の天候変動が大きく、低温や高温の農作物被害が発生しているため（菅野、2008）、気候情報を農業等現場技術に応用することは非常に重要である。ここで、それらのシステム開発に欠かせないのが気象予測データのダウンスケールと現場レベルの実用技術開発である。本研究は、特にダウンスケール気象予測データの農業分野への応用を目指し、各種農業気象モデルへの適用技術開発を行う。

方法

22 年度は力学的ダウンスケール予測データの適用が可能な、農作物生育モデル、病害予測モデル等の農業気象情報を整理し、予測データに合わせたプログラムの開発に着手した。22 年度の具体的な計算には、気象庁作成の GSM 気象予測データを用いた。約 20km 格子のデータを 5km まで力学的にダウンスケールし、さらに 1km までは距離と標高を用いて統計的にダウンスケールしている。

結果

(1) 水稻生育モデル

水稻の生育予測に関しては、DVI (DeVelopmental Index) モデルがダウンスケール予測データに使用可能である。これは、発育の始まりを 0、出穂期などの生育ステージ到達日を 1 とし、毎日の変化率である DVR (DeVelopmental Rate) を積算して生育ステージを求めているが、日射量部分は日長時間で代表させ、気温のみで計算できる（神田ほか、2002）。過去データにはアメダス等観測値を、将来値にはダウンスケール予測データをそのまま使い、それよりも先のデータには平年値を用いることで、幼穂形成期、出穂期が予測可能である。

(2) 葉いもち発生予測モデル (BLASTAM)

アメダス4要素データ(気温・風速・雨量・日照時間)を用いてイネの葉の濡れ時間を推定し、いもち病菌の感染を推定するモデルである(菅野・小林、2010)。計算には時別気象データが必要であり、上記生育モデルよりもより sensitive であり、気象予測データの精度を検証する上でも実用的かつ有用である。図1にはBLASTAMの計算手順を示す。従来は過去5日間の気象データで計算していたが、本研究では気象予測データを用い、数日先まで計算できるようにした。過去データと予測データの計算結果を検証したところ、予測データの危険率が実測よりも低く出る傾向があった。これは、風速の予測値が地上10mの値であり、地表よりも強く出ること、予測雨量が多めに出ることなど、いくつかの要因が考えられたので、予測データのパラメーターを減じる等の改良をプログラムに加えた。

図2では2009年7月1日～31日を対象として、東北地方の1kmメッシュ(水田もしくは畑地を含む)ごとにBLASTAMを計算し、アメダスデータのみを用いた結果とGSMデータを用いた予測値とを比較した。x軸の0は前日21時イニシャルのGSMデータを用いた当日の計算結果である。なお、基準としたのはアメダスデータを1kmメッシュに内挿したデータで、観測値を用いたという意味で、実際のいもち病の発生数ではない。 κ 統計量は0.6以上だとおむね一致するとみてよい指数で、GSMデータを用いた場合、2日先程度までは何とか実用に耐えると言える。2010年については猛暑だったので、検証計算は行わなかった。GSMデータでは、気温と比較して、降水量、風速、日照時間の予測精度はそれ程高くないことが、翌日以降の正答率が落ちる原因と思われる。

(3) イネ紋枯病発生予測モデル(BLIGHTAS)

気温と相対湿度を用いて、イネ紋枯病の発生を予測するモデルである。本来、イネ紋枯病は熱帯地方に多い病気であったが、地球温暖化の進行で、東北地方でもその被害が目立つようになってきた。アメダスでは相対湿度が無いので、予測計算が不可能であったが、気象予測データには含まれるので可能である。今回は、GSMデータを1kmメッシュにダウンスケールし、当日予測データをもとに2009年7月～8月について紋枯病の鉛直方向への伸展長を計算した(図3)。その結果、気温が高めで相対湿度も高い福島県沿岸地域で高い値が確認できた。BLIGHTASは相対湿度が計算に必要なため、アメダス観測値では十分な計算が出来なかったが、ダウンスケールデータを用いることで予測が可能となり、情報としての価値は高いと言える。

以上の農業モデルは、力学的ダウンスケール予測データを適用することで、有用な農業気象情報として現場に役立たせることが出来ると考えられる。23年度は本プロジェクトで計算されるダウンスケールデータに上記農業気象モデルを適用し、その精度の確認を行う。

Calculation process of the rice blast forecast model :BLASTAM

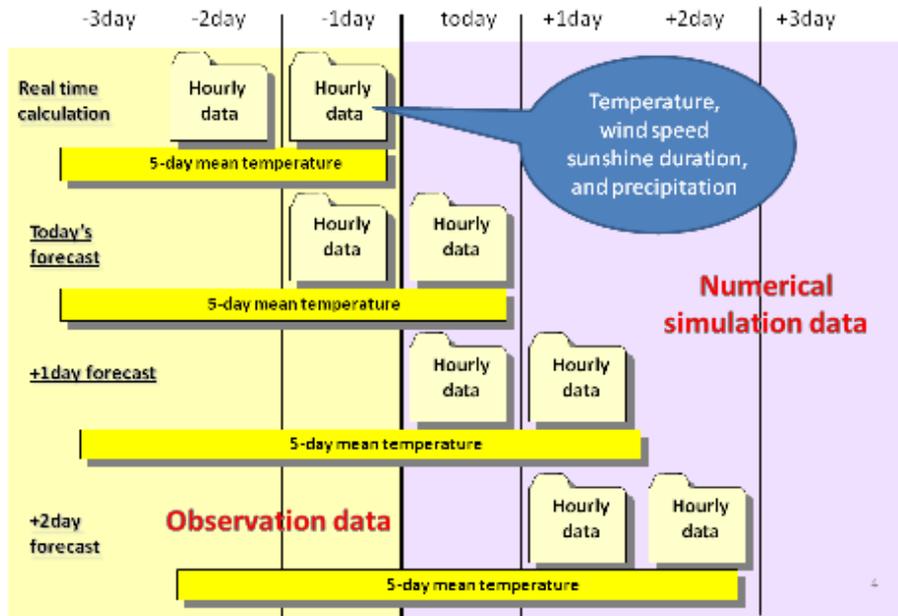


図1 葉いもち病発生予測モデル(BLASTAM)の計算手順.

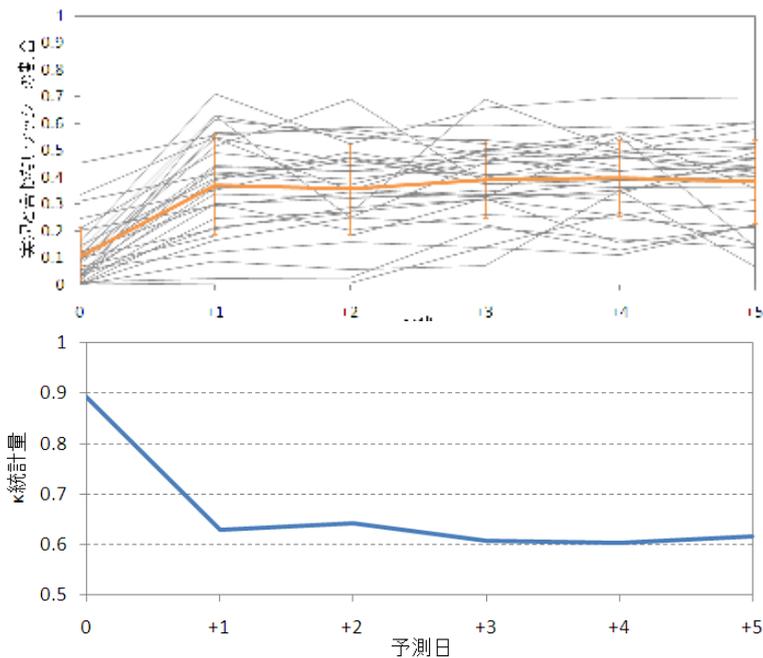


図2 2009年7月1日~31日におけるBLASTAMの計算結果.

上: 5日先までの予測値を観測値(アメダスによる)と比較した結果、下: κ 統計量

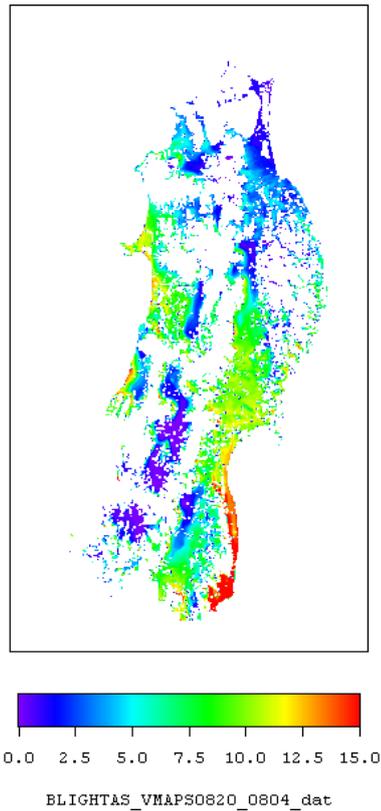


図3 2009年8月4日出穂と仮定した場合の8月20日の紋枯病上位進展長予測マップ。単位はcm.

c) 参考文献

- 神田英司・鳥越洋一・小林隆(2002)：有効積算温度を用いた簡易モデルの穂の発育ステージ予測への適用，日作紀，**71**，394-402.
- 菅野洋光(2008)：北日本の冷夏とグローバル気候システム変動．地学雑誌、**117**，1077-1093.
- 菅野洋光・小林隆(2010)：2008年秋季大会シンポジウム報告 6．農業への利用—イネいもち病発生予察への適用．天気、**57**，566-570.

3.2.3 高度農業気象情報による農業支援システムの基盤設計と試作(南野、プリマ オキ ディッキ)

a) 要旨

気象被害およびユーザに対する調査を行い、予測可能な気象被害、ユーザが要望する予測情報を把握し、それらをつき合わせシステム仕様の検討を行った。また、GISは操作が複雑であるため、生産者にとって使いやすいヒューマンインタフェースの検討も行った。それをもとに、サーバ機およびGISサーバソフトウェアを用いて、試作システムの設計・開発を行った。試作したシステムは Web ブラウザ上で地図上に情報を可視化する WebGIS であり、本年度では寒候期の寒締めホウレンソウ糖度予測およびマルチ解像度グリッドデータ配信を行うシステムを開発した。

b) 本文

東北農業研究センターの協力のもと、気象被害およびユーザに対する調査を行い、予測可能な気象被害、ユーザが要望する予測情報を把握し、それらをつき合わせシステム仕様の検討を行った。また、GIS を用いて情報を地図上に可視化した分かりやすいシステムの実現を目標とするが、GIS は操作が複雑であるため、ユーザにとって使いやすいヒューマンインタフェースの検討（画面の分かりやすさ、マウス等による簡単な操作）も行った。

それをもとに、サーバ機および GIS サーバソフトウェアを用いて、試作システムの設計・開発を行った。試作したシステムは Web ブラウザ上で地図上に情報を可視化する WebGIS であり、本年度では寒候期の寒締めホウレンソウ糖度予測およびマルチ解像度グリッドデータ配信を行うシステムを開発した。

図 1 は、寒候期の寒締めホウレンソウ糖度予測システムであり、糖度を 9 段階で 8 日先まで予測した情報を表示している画面である。農業従事者であるユーザは、圃場位置にアイコンを配置することができる（圃場位置は 5 つまで登録することができる）。アイコンの配置、移動、削除はマウス操作で行うことができる。アイコンをクリックすると、その地点の気象予測データ（1km メッシュ）を用いて計算した 8 日先までの糖度予測をグラフで表示することができる。また、メニューにより 1km メッシュで色分けした糖度予測を地図に重ねて表示でき、糖度予測の空間的広がりを確認することができる。なお、本システムではユーザ毎に圃場等の設定ができるようにするため、最初にユーザ登録をして、発行された ID、パスワードを用いてログインして利用する。

試作システムを用いて室内でのパソコンや屋外での PDA、スマートフォンに対する動作確認を行い、機種や Web ブラウザの種類による通信速度、表示、動作等の違いを調査した。

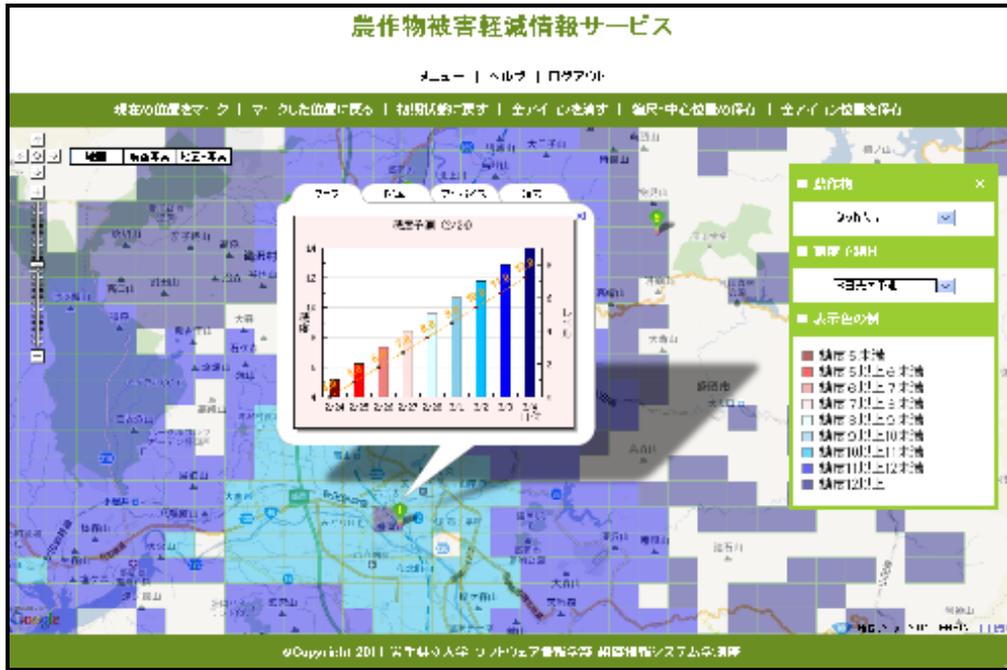


図1 寒候期の寒締めホウレンソウ糖度予測システム

c) 参考文献

農林水産省東北農業試験場(1999) : やませ気候に生きる-東北農業と生活の知恵-, 東北農業試験場創設 50 周年記念事業会.

4. 研究成果

4.1 査読付論文 (印刷済、印刷中 or 投稿中)

Sawada, M., T. Iwasaki, W. Sha, T. Yamazaki, H. Iwai, S. Ishii, K. Mizutani, T. Itabe: Transient Downslope Winds under the Influence of Stationary Lee Waves from the Zao Mountain Range, *J. Meteorol. Soc. Japan*. (投稿中)

Shimada, T., M. Sawada, W. Sha, and H. Kawamura, 2010: Low-level easterly winds blowing through the Tsugaru Strait, Japan. Part I: Case study and statistical characteristics based on observations, *Monthly Weather Review*, 138, 3806-3821. (印刷済)

Shimada, T. and H. Kawamura, 2011: Summertime gap winds of the Soya Strait induced by the developed Okhotsk high, *Atmospheric Science Letters*. (印刷中)

Shimada, T., M. Sawada, W. Sha, and H. Kawamura: Low-level easterly winds blowing through the Tsugaru Strait, Japan. Part II: Numerical simulations of the event on 5-10 June 2003, *Monthly Weather Review*. (投稿中)

吉田龍平, 沢田雅洋, 山崎剛, 岩崎俊樹, 放射量連続観測と AMeDAS を利用した宮城・山形・福島県における局地気象モデル放射量の評価, 天気 (改訂中)

4.2 そのほかの著作

沢田雅洋, 山下博, 岩崎俊樹, 大林茂, 2010: 人力飛行機長距離飛行におけるダウンスケール気象予測の適用とその検証, 日本航空宇宙学会論文集, 58, 295-301

4.3 研究会での発表

遠藤洋和, 2010, CMIP3 マルチモデルにおけるヤマセに関連した大規模循環場の再現性と将来変化, 第1回ヤマセ研究会, 東北大学.

遠藤洋和, 2011, CMIP3 マルチモデルにおける夏季東アジアのトレンド, 第2回ヤマセ研究会, 東北農業研究センター.

Sawada M., T. Iwasaki, A downscaling simulation on cold and hot summer (2003/2004) in northeast Japan, International workshop on downscaling 2011, Tsukuba, Japan, Jan, 2011.

沢田雅洋, 岩崎俊樹, 2003年のヤマセの数値実験, 平成22年度日本気象学会東北支部気象研究会, 仙台, 2010年12月.

沢田雅洋, 余偉明, 山崎剛, 岩崎俊樹, 岩井宏徳, 石井昌憲, 水谷耕平, 板部敏和, 山田 泉, 松島大, 蔵王風下で観測された非定常な風に関する数値実験, 日本気象学会2010年度春季大会, 東京, 2010年5月

Shimada, T., M. Sawada, W. Sha, and H. Kawamura, 2010: Satellite observations and numerical simulations of low-level easterly winds blowing through the Tsugaru Strait and Mutsu Bay, Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) 2010, Keelung, Taiwan,

October, 2010.

早坂忠裕、2010、衛星データを用いたヤマセ雲の研究、第1回ヤマセ研究会、東北大学。

早坂忠裕、2010、ヤマセ雲の衛星データ解析、第2回ヤマセ研究会、東北農業研究センター。

5. 研究会活動と官学連携

当該プロジェクト（気候変動適応研究推進プログラム「東北地域のヤマセと冬季モンスーンの先進的ダウンスケール研究」）は、2010年10月にスタートした。正式にスタートする直前の9月に第1回の研究打ち合わせを、3月に第2回の研究打ち合わせを、それぞれ行った。この研究会はプロジェクトの会議ではあるが、ヤマセ研究会と称し、ヤマセに興味を持つ近隣の研究者にもオープンに開催している。ヤマセと一言でいっても、立場によって見えるものが異なる場合がある。本研究のような学際的なプロジェクトの場合一層この傾向が強くなる。研究分担者や研究協力者のほかにも、大学関係者、気象庁長期予課、気象研究所、仙台管区气象台、各県の農業試験場から参加を得て、充実した研究会となっている。とくに、今後は地方における官学の連携を強めていきたいと考えている。

当該プロジェクトとは別に、東北大学、気象庁気候情報課、東北農業研究センターの3者で「気候予測情報を農業分野に利活用するための応用技術に関する研究」（以下3者共同研究と呼ぶ）をスタートさせた。3者共同研究では、昨年度は、3回ほど会合を開催しました。こちらは予算を伴わない会合であり、いわば、当該プロジェクトの運営委員会として機能している。様々な連携を模索しながら、研究を推進する。

活動	時期	場所
第1回3者共同研究打ち合わせ	2010年6月3日	東北農業研究センター（盛岡）
やませ研究会キックオフミーティング	2010年9月15-16日	東北大学（仙台）
第2回3者共同研究打ち合わせ	2010年10月12日	東北大学（仙台）
第3回3者共同研究打ち合わせ	2011年1月14日	東北大学（仙台）
第2回やませ研究会	2011年3月9-10日	東北農業研究センター（盛岡）

（付録）やませ研究会キックオフミーティングのプログラム

日時：9月15日（水）13:00-17:20 - 16（木）9:30-12:00

場所：東北大学青葉山キャンパス理学研究科物理A棟 4階 412号室

1日目	講演者(所属)/講演タイトル
13:00-13:30	岩崎俊樹（東北大・理学研究科） 気候変動適応研究推進プログラム『東北地域のヤマセと冬季モンスーンの先進的ダウンスケール研究』について
13:30-14:00	川村宏（東北大・理学研究科） ヤマセ・季節風時における海上気象現象の高解像度解析
14:00-14:20	沢田雅洋（東北大・理学研究科） 宮城県域の領域気候再現実験-2003/2004年7月の事例-
14:20-14:40	休憩
14:40-15:00	島田照久（東北大・理学研究科） ヤマセ時に津軽海峡で発生する強風
15:00-15:30	余偉明（東北大）

	DS3 ー ー ー 更なるダウンスケーリング ー ー ー
15:30-15:50	瀬古弘 (気象研) GPS 掩蔽データを用いたヤマセ時の同化実験
15:50-16:10	休憩
16:10-16:40	早坂忠裕 (東北大) 衛星データを用いたヤマセ雲の研究
16:40-17:00	境田清隆 (東北大) 近年におけるヤマセ出現時期の変化について
17:00-17:30	遠藤洋和 (気象研) CMIP3 マルチモデルにおけるヤマセに関連した大規模循環場の再現性と将来変化
17:30-17:50	児玉安正 (弘前大) ヤマセに関わるローカルな大気海洋相互作用
2 日目	
9:30-10:00	菅野洋光 (東北農研) ヤマセによる農作物被害軽減のためのダウンスケールデータ
10:00-10:30	南野謙一 (岩手県立大) WebGIS を用いた水稲気象被害軽減システム
10:30-11:00	横山克至 (山形農研) 山形県の農業現場で必要としている農業気象情報について
11:00-11:20	野津原昭二 (気象庁気候情報課) 2 週目の気温予測を用いた東北地方の稲作への影響予測 ～気象庁、東北農研、東北大学で行う共同研究について
11:20-12:00	今後の研究の進め方

(付録) 第 2 回やませ研究会のプログラム

第 2 回やませ研究会

日時：3 月 9 日 (水) 13:30-17:45 - 10 (木) 9:00-12:30

場所：東北農研センター本館 2 階大会議室

1 日目	講演者(所属)/講演タイトル
13:30-13:55	岩崎俊樹 (東北大) 東北地域のヤマセと冬季モンスーンの先進的ダウンスケール研究」について
13:55-14:20	横山克至 (山形農研) 3 次メッシュ気温データを用いた水稲害虫フタオビコヤガ発生時期の推定
14:20-14:45	木村利行 (青森県産業技術センター) 水田圃場に適合したメッシュ気候値の検討
14:45-15:00	休憩
15:00-15:25	プリマ・オキ・ディッキ、南野謙一 (岩手県立大学) 次世代気候情報の配信システムの検討
15:25-15:50	菅野洋光 (東北農研) 北日本における 4 月と 8 月気温の強い相関関係とその時間変動

15:50-16:15	宮脇祥一郎（気象庁） 新1か月予報モデルのハインドキャストデータの紹介と2003の冷夏事例
16:15-16:30	休憩
16:30-16:55	川合秀明（気象研） 海上下層雲のパラメタリゼーション及び、海上下層雲と高気圧の関係
16:55-17:20	早坂忠裕（東北大） ヤマセ雲の衛星データ解析
17:20-17:45	川村宏（東北大） ヤマセに関連する2-3の話題
2日目	
9:00-9:25	島田照久（東北大） ダウンスケールを用いた東北地方の局地気候研究について
9:25-9:50	沢田雅洋（東北大） ダウンスケーリングによる2003/2004年7月の領域気候と誤差について
9:50-10:15	余偉明（東北大） DS3 ---更なるダウンスケーリング(2)---
10:15-10:30	休憩
10:30-10:55	瀬古弘（気象研） LETKFをもちいたネストアンサンブルシステムの開発
10:55-11:20	遠藤洋和（気象研） CMIP3 マルチ気候モデルにおける夏季東アジアのトレンド
11:20-11:45	児玉安正・佐藤和敏（弘前大） 地球温暖化実験におけるヤマセ海域のSST変化-CMIP3データの解析（序報）
11:45-12:30	今後の研究の進め方