

2016年度

日本気象学会東北支部気象研究会

■

仙台管区気象台東北地方調査研究会

合同発表会質疑応答集

2016年12月5日(月)

仙台第3合同庁舎 2階大会議室

共 催

(公社)日本気象学会東北支部

仙台管区気象台

No.1

「秋田における高層気温の経年変化（見城 舞）」

（質問）なぜ秋だけこれほど有意な結果なのか？

他国の調査結果や考察からわかると面白いと思った。

（回答）結論から言うと、なぜ秋に有意な結果が多いのかわかりません。

（有意になるということは、回帰直線と各気温データの残差が小さいといえます。前後の年の値と大きく変わらなければ、直線に近づきやすいと考えられます。

九州大学学生の卒業論文「気温・気圧場偏差の長期変動について～「異常」気象と気候変動の関係～」では、68:4° N・174:38° W 地点の秋の気温変化について、“気圧傾度の緩和で、寒気・暖気の流入が弱まって気温変動を小さくするものと考えられる”とあります。もしかしたら、「気圧傾度の緩和」が一つの要因なのかもしれません。）

（質問）なぜ 50hPa では気温が低下傾向なのか？

（回答）山崎孝治氏の「温暖化をどうする（北大出版会）草稿」や気象庁の「異常気象レポート 2005」によると、成層圏の寒冷化は「オゾン層破壊、二酸化炭素やメタンなど温室効果ガス濃度の増加および水蒸気濃度の増加」が関係していると書かれています。オゾン層が破壊されることで加熱が弱まり、温室効果ガスからの宇宙への放射が増し寒冷化が進むようです。

（質問）1989年に何があったのか？

（回答）詳しく調べたところ、秋田の高層では、1989年にラジオゾンデからレーウィンゾンデへの変更や庁舎移転がありましたが、これが直接的な要因とは考え難いと思います。移転したものの地上気温の観測データは接続しており、放球時の位置が数百メートルずれたからと言ってはるか上空の気温に影響があるとは思えません。それに加え、高層の気温データも切断はしていません。

東北技術だより Vol.16, No.4「東北地方の気候変動」や気象庁研究時報 54 巻 3-4 号「季節予報に用いる統計資料の再調査及び力学的季節予報（3 か月予報、暖候期予報・寒候期予報）の利用技術の開発」より、1980年代後半に多くの地域でレジームシフト（気候ジャンプ）が起きていることがわかります。このため、秋田だけで 1989 年ごろにレジームシフトが起きているわけではありません。

なぜ 1989 年に解析されたのか、論理的に何が言えるほど情報を持っていないため、不明としか言えません。今回は先行研究を基に 1989 年で高層の気温を検定したところ、レジームシフトが検出できました。

（コメント）対流圏で気温が上昇しており、成層圏で気温が下降しているのは IPCC の評

価報告書等にもあるとおり、放射のバランスによる地球温暖化の応答と整合しており、大変勉強になった。

(質問) 高層観測の測器は 1981 年ごろに変更しているが、トレンドにその影響は出ているのか。

(回答) 先行研究「ラジオゾンデの歴史的変遷を考慮した気温トレンド (第 2 報)」では、補正を行うことで成層圏はより低温化の傾向を示し、対流圏では高温化の傾向を示しています。(具体的には、補正前と比べて 30hPa で約 $-0.15^{\circ}\text{C}/10$ 年、800hPa では約 $+0.1^{\circ}\text{C}/10$ 年変化率が大きくなっている。)

同じ測器を使っていることから、秋田でも補正を行うことで成層圏はより低温化、対流圏では高温化の傾向を示すと考えられます。

(コメント) トレンドの表で、対流圏下部でプラスと成層圏下部でマイナスということですが、地上、1000hPa は確かに対流圏下部ですが、どちらかといえば境界層付近で、都市化の影響が考えられるのではないかと感じた。

(質問) 表 1 で季節別平均気温トレンド量を見ると、全体的な傾向として地上付近は正、高度が高い所は負となっている。その中で、150hPa 春が正になる原因にはどのようなものが考えられるか？

(回答) 「異常気象レポート 2005」の中の記述に、“過去 30 年以上にわたる観測から、10 年あたり 180m の圏界面高度の上昇と 10 年あたり 18m atm-cm のオゾン全量の減少が示され、両者の間には逆相関の関係がみられる。オゾン減少の約 3 分の 1 は圏界面の上昇などの力学的効果にともなうものと考えられている”とあり、温暖化に伴い対流圏界面が上昇しています。もしかすると、このあたりが関係しているのかもしれない。

No.2

「チベット高気圧、太平洋高気圧の張り出しと北日本の暑夏・冷夏との関係 (宇賀神 惇)」

(質問) チベット高気圧の日本付近への張り出しとフィリピンー日本間の子午面循環強化との因果関係は？

(回答) 発表では、太平洋高気圧の日本への張り出しと子午面循環の強化とに関係があることを述べました。現時点では、太平洋高気圧の張り出しに伴い上空のチベット高気圧が発達していく可能性があり、子午面循環の強化がチベット高気圧の発達にもつながりうると考えています。それを明らかにするには、今後詳しい解析が必要です。

(質問) 暑夏の年の南の上昇流ですが、北に広がっているのか？それとも北にシフトしているのか？

(回答) 現状では南(フィリピン付近)の上昇流の領域が北に広がっているのかシフトしているのかはわかりません。暑夏年の平均的な上昇流とアノマリー分布図とを比較する必要があります。

No.3

「GOSAT データの検証に使用する地上 FTS の検定を目的とした航空機観測（井上 誠）」

(質問) このデータは新情報か（なかなか得られないデータ）？

なぜ CO₂ と N₂O とで分布が異なるのか？

(回答) はい、温室効果ガスの鉛直分布を観測する方法は、航空機を用いた観測やゴム気球を用いて実施する観測などにほぼ限られており、手軽に取得できるデータではありません。北海道陸別町の上空約 10km までの温室効果ガス分布の特徴を示したのは、従来にはない研究成果だと思えます。現時点で、CO₂ と N₂O の鉛直分布の特徴が異なる理由については特定できていませんが、CO₂ 濃度に比べて N₂O の鉛直方向の変化が小さいという観測事実はこれまでの研究と整合的です。

No.4

「全球 1km メッシュの陸域炭素収支解析（佐々井 崇博）」

(質問) 衛星観測データの水平解像度はどのくらいなのか。

(回答) 基本的には、1 km メッシュの MODIS 陸域プロダクトを使っている。

(質問) (1km メッシュの衛星データといっても) リモートセンシングによる誤差もあるかと思うが、その影響は出ているのか。

(回答) MODIS データは1日4回取得できる。これらを月別値までコンポジット処理することで、できるだけ誤差を少なくしている。また、雲フラグによる雲域除去なども行なっている。

(質問) 今回の陸域の解析とのことで、海も考慮していなくても閉じるものなのか？

(質問の意図：衛星データとシミュレーションがとてもよい対応だったのがおもしろかったから)

(回答) 炭素循環の場合、基本的には陸と海洋は大気を介してのやりとりが主のため、基本的には大気-陸域間の相互作用を考慮すれば、系は閉じる。ただし、海洋は大気の炭素吸収源として大きな役割があり、河川を介して陸域から海洋へ流れる炭素プロセスは近年の重要なテーマでもある。海洋が炭素循環において重要であることは間違いない。

No.5

「東アジアと北米における寒気流出（菅野 湧貴）」

(質問) 寒気質量の時間変化の式で、陽に求めているのは質量 Flux の発散項と非断熱加熱項か。

(回答) 寒気質量の時間変化項と寒気質量フラックスの発散項を陽に計算し、寒気質量の生成・消滅項（非断熱項）を残差として導出している。

(質問) 残差によって求めた非断熱加熱項はどの程度の大きさか？他の項と比べて無視できるか？また実際の温度変化を調べて、それらの項との対応関係を確認しているか？

(回答) 寒気質量の生成は冬季平均すると高緯度の陸、海氷上で 10-50 hPa/day 程度の大きさである。消滅域は太平洋北西部と大西洋北西部に位置し、その大きさは 100 hPa/day 程度である。月平均では、寒気質量フラックスの発散項と寒気質量の生成項がおおよそバランスしている。寒気の生成について日々の変化を見ると、寒気質量が少ないところ、つまり下層気温の正偏差のところやや増加しているが、ノイズも大きいために明瞭ではない。

No.6

「岩手県雫石町における霧の観測的研究（石森 明洋）」

(質問) ドローンを飛行させるのは霧が発生してからなのか。または霧が発生しそうな時にあらかじめ飛行させて、気温分布の変化を見ているのか？

(回答) ドローンの飛行許可が下りているのが日出からのため飛行しているのは6：30～7：30前後である。霧はその時点ではすでに発生している。目視では霧が深夜12：00の時点で発生している事例も見ている。霧の気温分布の変化はデータとして集められていない。

(質問) 御所湖の影響はどうか？

(回答) 影響はあると考えているが、まだその部分の検討はしていない。

ドローン観測をしている地点の近くの住民の方から、「霧が御所湖ができる前はでなかった気がする。こんなにも霧が出るようになったのは御所湖ができてからだ。」という証言は得ている。

(コメント) 霧は上部から発生すると聞いたが、その仕組みや画像があれば見てみたいですね。

(回答) 生森山ウェブカメラ・七ツ森 web カメラの映像から上部から霧が発生することを確認している。

(質問) 生森山や七ツ森のカメラ画像を气象台でもリアルタイムで見ることができますか？

(回答) 機材や、プログラム上は URL を入力すれば誰でも見ることができる。しかし、安全面の関係から広く一般公開はしていない。気象庁内での公開は可能である。一般公開に関しては今後体制を整えていく予定である。

(質問) 霧の高さと逆転層の厚さに相関が見られるのではないかと考えるがいかが？

(回答) 事例①、事例②から判断すると、相関はないと考えている。

No.7

「愛媛県大洲市で発生する霧を伴った陸風『肱川あらし』の観測的研究（黒坂 優）」

(質問) 地点による気圧差の日変化がきれいに出ていたが、気温の日変化はどのような様子か。逆転層 400m くらいの高さとの言及があったが、観測例などがあるのか。

(回答) 気温の日変化は、昼間と夜間の違いや地点による差がはっきり表れており、気圧差の日変化同様きれいに特徴が出ていたと言える。しかし、今回の観測では気温と「肱川あらし」の関係性については深く議論していない。

また、横浜国大の谷治正孝名誉教授が係留気球を使って観測している。霧が発生しているときは 300～400 m に逆転層があることを確認している。

(質問) 「肱川あらし」は大潮のときに発生しやすいとの紹介があり、説明の中には話が出なかったが、何かこれまでに調査されたものがあったのでしょうか？

(回答) 大潮のときに大きな「肱川あらし」が発生しやすい理由は、肱川下流への暖かい海水の混入により、水蒸気供給量と海塩核が増えることで蒸気霧が出やすいためである。すでに、外気温と川の水温の差と蒸気霧発生に関しては長浜高校で調査が行われている。

No.8

「概念モデルを用いた北村山の局地的な北風強化の考察（阿曾 知子）」

(質問) 庄内から新庄へ吹く西よりの風が村山盆地の北風に寄与するのはどのようなメカニズムでしょうか？気圧傾度力で加速される前の初速に影響すると理解しましたが、イメージしているのは、コリオリ力による転向でしょうか、西よりの風が元々もっている北風成分の寄与でしょうか？

注) 成分毎（この場合は北風成分）に、風速は初速+加速で決まります。純粋な西風がいくら強くても北風成分ゼロの場合は、コリオリ力を無視すれば、気圧傾度力による加速のみが北風成分を強化しうるようになってしまうことを念頭に置いた質問です。

(回答) 最上峡谷から新庄盆地へ流出した地峡風(西風)の北風への転向について、JMANHM で再現された最上峡谷の鉛直断面構造を見ると月山方向(南側)に温位線が遡上する様子が見えており、これは峡谷内での西風の強まりに伴いコリオリ力が強化されたものと解釈しましたが、コリオリ力を語るにはスケールが小さく感じます。新庄盆地と村山盆地に再現された北風成分 5m/s 以上の強い部分は温度傾度の大きい部分に近いことから、北風成分を強めた要因は気圧傾度力が効いていたのではないかと考えます。よって東根の局地的な強い北風は新庄盆地に流入した強い風(地峡風)が、気圧傾度力によって南側へと転向したものと解釈しました。トレーサー解析では温度傾度の小さい北風成分の弱い部分では丘陵側からの西風は南側へ進まず奥羽山脈(東側)へ流れていっています。

(コメント) 高野 (2009) では、新庄特別地域観測所と山形空港の気圧差と山形空港の北風の統計的な調査も行っており、北風と気圧差に正の相関があることを確認しています。

No.9

「JMANHM を利用した月山周辺の風に関する調査～清川だし～（佐藤 咲季）」

(質問) 出羽丘陵に沿った南北の強風域が計算されているが、これは斜面に沿ったところか、丘陵をおりた平地か？また観測事例はあるか？

(回答) 再度吟味した結果、出羽丘陵に沿った南北の強風域は、斜面に沿ったところに流れている立谷沢川にあり、相対的に標高が低い位置に計算されたものであると考えました。また観測事例としては、「清川ダシ・風害調査報告（昭和 25 年 11 月）小笠原」にて、この斜面沿いの地域に体感で強い南風が吹いていると経験的観測が記されています。

(質問) 重力流で加速しているとは、どういう場のことを説明しているのか？また、なぜ相対的に内陸盆地付近が低温になるのか？

(回答) 密度の重い低温の空気塊が密度の軽い高温の空気塊の方へ流れ込む際に重力によって下方に加速されると考えました。また、空気塊は断熱減率によって昇温するため（フェーン現象）、相対的に内陸盆地付近（風上側）が低温となっています。「重力流」という言葉の使い方を間違えていました。申し訳ありませんでした。

(コメント) 本現象と重力流は、密度の水平傾度が気圧の水平傾度を作り、風を加速するという点で同じですが、以下のような違いがあると思います。重力流の場合は、密度の水平傾度の大きな先端部分が特徴的な構造と位相速度をもって進行しますが、本現象の密度傾度域や強風域の位置は地形に固定されているようです。断面図では、地形（山でも谷でも何でも）に起因する波が 1km 以上まで形成されていますので、この波に伴う現象の一部としての地上付近の強風を理解されるとよいと思います。

波の成因として、山岳に着目すると山岳波（内部重力波）やおろし風（外部重力波が多い？）と表現され、地峡に着目すると地峡風と表現されますが、本質は大気中の波動の振る舞いです。

参考文献；高野,2012,「山岳波理論の整理と事例解析」,東北技術だより
<http://sngkc.sn.met.kishou.go.jp/chosa-kenkyu/dayori/26-1/261-01.pdf>

(回答) コメント・参考文献ともに参考になり、大変勉強になりました。ありがとうございます。

No.10

「一般風西よりの時の仙台空港の局地的な東風について (佐々木 悟)」

(質問) 風速などの鉛直断面図は瞬間値か、時間平均したものか？

(回答) 鉛直断面図は図 3(2015 年 10 月 14 日 00UTC)と図 5(2016 年 4 月 30 日 00UTC)ともに、それぞれの時刻の 10 分値を予想したものです。

(コメント) Sawada et al. (2012, JMSJ)が蔵王の山岳波を NHM でシミュレーションしていて、定常波と非定常的な渦について東風発生も含めて研究している。

(回答) コメントありがとうございます。今後の調査の参考とさせていただきます。

(質問) 現場の難しさを感じた。ガイダンスが当てにならないとなると、あとは予報官だよりとなるが、経験則で当てられないか？

(回答) モデルやガイダンスは局地的な東風をほとんど予想できず、予報官も経験則を持っていません。本調査で現象が発生しやすい気圧配置がある程度分かりましたので、あとは周辺アメダスや毎時大気解析などの実況から現象を事前に予想できるかどうかです。

No.11

「2016年8月9日小名浜の猛暑事例について（高須 健嗣）」

(質問) 今回の事例が非常に珍しいと云う話だったが、夏に熱帯擾乱が通過すると云うことはあると思うが、ドライ型とウェット型の両方が合わさったのが珍しいと云うのがなぜなのか。「今回の事例が珍しい」と云うのは、これまでに研究されてきたがそのような事例は確認されなかったという意味なのか、それともそのような視点(ドライ型とウェット型の両方が合わさったフェーン)で解析されたことがこれまでになかったという意味なのか? また、8月に福島でフェーン現象によって気温が上昇するのは多くないと云うことか?

(回答) ドライ型とウェット型の両方の特徴を持つフェーン自体は特段珍しい現象ではなく、先行研究でも確認されている。太平洋側で昇温するフェーン自体も地域や季節を問わずどこでも起こりうる現象である。今回の事例が珍しいというのは、太平洋側でフェーンによって広域に猛暑となったという点であり、これには猛暑をもたらすのに十分な暖気を伴った北よりの強い一般風と、日本海側で降水をもたらすだけの湿潤気の流入が必要で、夏季の台風通過時等に限られる(後面に寒気を伴う温帯低気圧は×)。それに加え、台風通過直後に雲域から外れること、日中の時間帯であること等の条件を満たすような事例は、必然的に数が限られてくると考えられる。

(質問) Fr 数を算出されているが、風速 u はモデルの東西成分を使用しているのか?

(回答) 風速は水平成分を用いている。

(質問) Fr 数は輪島などの高層観測の結果とモデル結果はあっているか?

(回答) 高層観測の結果との比較は行っていない。

No.12

「2013年5月13日の仙台山形の気温差をもたらした要因（岩場遊）」

(質問) 仙台と山形の天気はどのような状況だったのでしょうか？

(回答) 仙台は午前中は霧雨、午後は曇りでした。雲量は1日を通して10でした。山形は晴れでした。

(コメント) 太陽放射の影響は大きい、雲量の考慮は重要である。

(回答) 下層雲量は3~4程度で観測に比べて過小評価でした。ダウンスケールの際、親モデルからの水物質の入力をしていないことが原因の1つと考えています。

(コメント) MYNN3は、計算不安定を起こさないようほどこされており、それが悪さをしてとてつもない拡散係数を境界層上端につくってしまっている。本来は $K < 0$ もあってしかるべきだが、それが絶対に起きない設定ということである。

解像度2km程度であれば鉛直流の格子解像度が不十分なために結果に大きな差が出ないとはいえ、特に地上から50mの空気塊をトレーサとしているのであれば、概念的にはMYNN2.5の方が良い。※現業予報で用いられているasucaでは改善されていてMYNN3を用いている。

(回答) 2.5でも実験してましたが、拡散係数のことは勉強不足でした。ご指摘ありがとうございます。

No.13

「診断型積雪水量モデルを応用した屋根雪荷重推定の試み（本谷 研）」

（質問）積雪の密度は仮定しているとのことだが、実測からの推測でしょうか？

（回答）はい。雪尺の画像から連続的に得られる積雪深と異なり、積雪密度はほぼ1、2週間おきに測定したものに基つき、原則として直近の観測値を使っています。

（質問）密度の求め方で、どの鉛直範囲のものを用いるのが適当でしょうか？

（回答）地上積雪では雪面から地面まで、屋根雪であれば雪面から屋根面までの全層平均積雪密度を用いています。

No.14

「NHM の筋状降雪雲内の雪片・あられの再現性について（南雲 信宏）」

(質問) 現実の雪片は多数がくっついて降ってきて、そのため個数は少なくなるイメージがあるが、モデルでの雪片、特に雪片同士の結合はどのような扱いになっているか？

(回答) 厳密な1個1個の粒子の結合は計算しておらず、雪の混合比の値に対して粒径分布を決めて直径の下限や上限、個数が決まる。

(質問) 南岸低気圧をNHMで再現すると、層状の降水にもかかわらず、あられが多量に計算されることがあるので、対流雲でできないというのはどのような要因があるのでしょうか？

(回答) 雪がライミングしあられに転化される過程はほとんどわかっていないのが現状。その中で、NHMは雪にある程度(任意の閾値)の過冷却雲粒が付着するとあられになるように設計され、それ以下だと雪とするようにしている。したがって、雪の粒径分布が狭く、過冷却雲粒が多いほどあられに変換されやすい性質がある。しかしながら、自然界では過冷却雲粒の混合比だけで雪があられに転化される過程が決まるわけではないので、観測によりあられの形成過程がより明らかになることが望まれる。

一方で見逃されがちだが、低気圧前面で天気図上で温暖前線が解析されていても閉塞に近い構造を持てば強い上昇流は生じ、あられが生じうる環境になる。実況との違いがどの程度であったのか知る必要がある。

(質問) 雪とあられの数濃度の割合について、落下速度が違うのならば風が吹いている環境下では厳密には比較できないのではないか？

(回答) 確かに厳密には同じ降水セルで生成された雪片とあられでは比較はできない。今回はそのことも考慮して、観測は20分毎の雪・あられの数濃度比を算出した。これにより時空間的に広がりを持った結果を得ることができ、多少の落下速度のズレなども考慮された結論が得られる。一方、モデルはモデル最下層の結果で、ほぼ同様の結果を見ていることになる。

No.15

「平成 27 年 12 月 26 日に発生した下北半島の大雪について（武井 愛里）」

(コメント) 感度実験は、後方流跡線の通った場所に着目してはどうか？

(回答) コメントありがとうございます。今回は、先行研究で示唆されていたことから下北半島の地形に着目しました。下北半島については、今回の事例では主要な要因ではないことが確認できたので、後方流跡線が通っていた渡島半島の地形的影響については今後の解析要素として検討したいと思います。

なお、今回は、後方流跡線の通る①渡島半島西方の檜山津軽沖と、②山形県沖～秋田県沖における日本海海面からの潜熱フラックスと顕熱フラックスについても検討しました。

①の領域では、シアラインが形成され東南東進を始めるまでのフェーズで顕熱フラックスと潜熱フラックスの両要素が大きな値を持ち、風が弱いにもかかわらず海面からの水蒸気と熱輸送が活発に行われていました（冬季の寒気吹き出し時の特徴）。

一方②の領域では、顕熱フラックスと同時か、やや先行する形で潜熱フラックスの値が増加していました（少なくとも、①の領域に対して顕熱フラックスは小さいか大きい値であったのに対し、潜熱フラックスの値は明らかに大きくなっていました）。ここでは低気圧南東象限で下層暖気移流が次第に活発になるフェーズであり、相対的に大気が暖かい中に南西風の強化が重なったため潜熱フラックスが大きくなったということが考えられます。

冬季日本海側の現象では、日本海の海面水温とそこからの潜熱・顕熱の供給の度合いが降雪の様相を大きく左右します。例えば、渡島半島を削って強まった風により津軽海峡付近の顕熱輸送量が増大して降雪の様相を変えるなど...

ご指摘頂いた地形の効果についての感度実験の際には、シアラインの差異や降水域の変化のみならず、これらの現象につながる各物理量にも注目していきたいと考えています。ありがとうございました。

No.16

「2016年2月27日東北地方を通過した低気圧による大雪（田ノ下 潤一）」

(コメント) この現象は **Seeder-Feeder** ではなく、昇華成長であると考えられる。

(質問) 一般的な降雪メカニズムを説明しているように見える。ここから、いかにして大雪になったと説明するか？

(上記コメントと質問への回答) 500hPa の低温化に伴う不安定の強化や 850hPa 面における低気圧中心が岩手県を通過したこと、高度 2~3km 付近での拡散成長による温位上昇から **Seeder-Feeder** 効果によって降雪を強めたと考えておりましたが、一般的な降雪のメカニズムも理解していなかったということで勉強不足でした。その他の大雪となった特長については検討しておりませんでしたので、今後の課題とさせていただきます。

(コメント) 一般的には温暖前線面の大雪は前線強化に伴う、**S-E** 2次循環に伴う水蒸気の上空への移流が議論される。前線関数に基づく前線強化（特にシア一項）の役割を考察するとおもしろいと思う。(Evand and Jurewicz, 2009 WAF など参照)

(回答) ご教唆ありがとうございます。機会を見て勉強してみたいと思います。

No.17

「1987年2月2～3日の仙台空港の大雪について（横山 雅志）」

(コメント) 低気圧を回る流れなのでコンベアーベルトか CAD かの分類を行って、温位で冷気が北から南下しているかを確認してほしい。

(回答) ご指摘ありがとうございます。私自身理解不足の点もありますが、陸上で北風が卓越していた要因として考えた CAD に関して総観スケールの視点であらためて確認します。

(質問) 収束が沿岸にキレイに沿っていたが、地表面の摩擦係数を海の値と同じにしたらどうなるのか？

(回答) ご指摘ありがとうございます。すぐに回答できず申し訳ありませんが、2月のNHM検討会までに報告できるよう、摩擦係数を変更した感度実験を行いたいと思います。

(質問) 沿岸前線は下層の現象と理解しているが、スライド中では上空まで前線構造が見られており、よりスケールの大きな現象の寄与が多いのではないのでしょうか？

(回答) ご指摘ありがとうございます。仙台空港の降雪のピークとなった時間帯（3日6時～8時頃）には下層（850hPa付近）だけでなく、その中層にかけても陸上側にかけて前線帯が確認でき、大雪に寄与したと考えられます。

No.18

「NHMによる岩手豪雨の事例研究（太田 風乃）」

(質問) 岩手県側でも積乱雲群の発生・発達ができる環境場であったとのことだが、紫波でそれだけの雨を降らせた水蒸気の供給源は？

(回答) まだ分かりません。それについても今後解析していきたいと思います。

(コメント) 波状雲は気流の波によって形成されますが、復元力（上昇した空気塊は下に戻る）が働かないと気流は波とはならないため、波状雲が形成されるのは安定成層ということになります。発表では安定成層の高度は確認できませんでしたが（気づかなかっただけの場合はすみません）、発生した事象から下層の気塊に対して安定成層とは思いませんので、気流の波が形成されるとしても中層以上の高度になると思います。中層以上の上昇流も成層の不安定化等に寄与しないわけではありませんが、以下の着眼の方がより重要と思います。

積乱雲は下層の気塊が自由対流高度まで持ち上げられることで発生しますので、下層の気塊を持ち上げるメカニズムが特に重要となります。それに関して、加藤(2013)は、先行降雨に伴う冷気外出量が下層の暖湿な気塊を持ち上げたという解析を行っています。今後解析を進める参考になれば幸いです。

参考文献；加藤廣,2013,地形に起因して発生する短時間強雨の特徴,平成 25 年度仙台管区調査研究会資料,105-106

(回答) 貴重なご意見ありがとうございます。ぜひ参考にさせていただきます。

(質問) NHM での計算ですが、はじめから格子間隔を 1km で計算したのでしょうか？

(回答) 以下のコメントのご説明通りです。

(コメント) 気象台では通常 NHM 格子間隔を 5km で計算し、ある程度再現性が認められるともっと細かい現象を見るため 2km あるいは 1km にネスティングして計算しています。さらに細かい現象を見るときはさらに 500m にダウンスケールしています。

(回答) 詳しく教えていただき、ありがとうございます。今後説明する際の参考にさせていただきます。

(コメント) 動画で見せる際には各画像のカラーバーの値を揃えると見易い。

(回答) 貴重なご意見ありがとうございます。今後気を付けます。

No.19

「平成 27 年 9 月関東東北豪雨の事例解析（続報）（高野 健志）」

（質問）停滞の仕組みがよく分からなかった。動圧と静圧がつりあっていると云うことか？東風の方が早かったのに低速の西風が支配的だった点について、前線関数から強い東風が上昇流になる環境場だったことを説明すれば理論的に感じるがいかか？

（回答）収束線がほぼ停滞した仕組みについて三段階で説明します。収束線東側の気塊が上昇し西側の気塊が下層に留まる気流構造を確認しましたので、1 点目は収束線の位置を決めるのは西側の気塊の位置であることです（吉崎・加藤（2007）¹を参考にしています）。2 点目は、降水ピークの時間帯は収束線西側の西風が弱かったことです。3 点目は、その西風が加速されにくかったことです。3 点目に関して、西側の気塊には環境場の静圧による東向きの力と東風による動圧による西向きの力が働きますが、動圧の最大値を見積もると静圧とほぼ釣り合う大きさとなるため、合力は小さかったのではないかと推察しました。収束によって東風気塊の風速がゼロになるわけではないので動圧の最大を見込むのは過大ですが、西側の気塊が東向きに加速することを東風の動圧が妨げる寄与はあるだろうと考えています。下層に留まる気塊の風速や加速が小さいことについて常に説明が要るとは思いませんが、本事例では 1hPa 程の気圧差（静圧）があるようでしたのであえて検討したところです。

もう一つのご質問、気流構造において収束線の東側の気塊が上昇したメカニズムの解釈については、どう表現するのが適切かわかりません。わからないことを説明します。アメダスや解析値では下層の東西温度傾度は大きくなく（宮城県を挟んで1~2度程度）、再現実験で仮温度を確認しても同様のため、収束線は密度前線としては明瞭ではありません。それでも前線形成関数は正となるので、ある程度は直接循環が励起されると考えられます。しかし、前線形成に伴う鉛直循環は一般風の摂動成分によるソーヤー・エリアッセンの鉛直循環と理解しており、摂動どころかメソ α スケールの風の主成分（東風）そのものが収束し上昇することをソーヤー・エリアッセンの鉛直循環で表現してよいのか疑問があります。このような現象では前線よりも重力流の概念に近いと考えるべきなのではないでしょうか（密度差が大きくないとしても）。あるいは、この収束線は水蒸気前線の特徴があるため、水蒸気量（凝結熱）の違いにより収束線東側と西側の気塊の上昇後の浮力の向きには違いができるはずで、これがどちらの気塊が上昇し続けるかに寄与するのかもしれない。このように調査研究以前の基礎にも理解不足があり、東側の気塊が上昇するメカニズムを特定した記述はできませんでした。そのため、再現実験等により確認した収束線の東側で上昇し西側で上昇しないという気流構造を示すことしかできていません。

¹吉崎正憲・加藤輝之、2007、「豪雨・豪雪の気象学」、朝倉書店、97-101

No.20

「平成 28 年台風第 10 号による岩手県沿岸の大雨の特徴（山本 浩之）」

(質問) 海面水温 SST が低かったのだが、大量の水蒸気の凝結があったから台風が強くなったと考えられるという理解でよいか？

(回答) 海面水温 SST の低い領域に入り、台風としての構造は維持できなくなり、どちらかといえば台風は衰弱過程にあった。海面水温 SST の低い領域で、急激に積乱雲が発達したのは、台風そのものが発達したわけではなく、台風中心の北側で相当温位の異なる東風と南風の収束が顕著であり、大量の水蒸気が凝結したことが一因であると考えられる。

No.21

「東北地方における最近の大雨と防災気象情報（桜井 美菜子）」

(質問) 気象台から意思決定の支援という意味で十分な情報が出ていたと感じられた。避難の勧告・指示等に関しては自治体が出しているわけだが、自治体により対応能力の違いがあるということを感じている。そう考えると防災の専門機関である気象庁などが避難情報を出す流れは考えられないのか、見解を聞かせて欲しい。

(回答)

- ・気象台は気象の専門家として、今何が起きているのかといった気象の状況と今後の見通しを関係機関に適時適切に伝えることで、自治体等の避難判断や防災対応に関する意思決定を支援する役割を担っている。
- ・災害は大雨などの誘因だけで発生するわけではなく、土地利用などの素因が大きく関わっている。その地域の土地利用等の具体を把握あるいは管理している自治体の首長が避難勧告を出すのはそういった背景からは自然であり、気象台が避難に関する判断も担うことは現実的ではないと考える。
- ・一方、内閣府が定めた避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドラインでは、国の機関は自治体が行う避難等に関する意思決定に対して適切に助言するよう定められている。このため、気象台としては段階的に発表する防災気象情報に加えて、ホットラインなどを活用し自治体の支援を積極的に行っている。
- ・さらに、最近では災害時における「自助」の重要性が指摘されており、気象台としても地域の防災リーダーの方などを対象に出前講座を行い、自分の命を自分で守るために必要となる気象防災に関する知識の普及に力を入れている。
- ・今後も、こうした取り組みや自治体との連携を強化していきたい。