

第 12 回日本気象予報士会研究成果発表会

講演予稿集



2020 年 2 月 23 日

一般社団法人日本気象予報士会

第 12 回日本気象予報士会研究成果発表会

日時 2020 年 2 月 23 日 (日) 10:00~16:30

会場 気象庁講堂 (〒100-8122 東京都千代田区大手町 1-3-4)

コメンテーター

木村 龍治 (きむら りゅうじ) 先生 (日本気象予報士会)

瀬古 弘 (せこ ひろむ) 先生 (日本気象予報士会)

司会 岡留健二

座長 荒川知子 (午前)、鈴木健斗 (午後)

プログラム

10:00~10:10 (開会案内: コメンテーター紹介)

開会挨拶: 大西晴夫会長)

・研究成果発表 (午前の部)

10:10~10:25 台風第 15 号による大規模停電時の千葉県の気温低下の検証 内山常雄 (神奈川県)

10:25~10:40 日較差の風向依存性に関する統計処理と考察 深澤 亮 (埼玉県)

10:40~10:55 「円山川あらし」の概況 濱 和宏 (京都府)

10:55~11:15 (休憩)

11:15~11:30 平成 30 年台風第 24 号通過に伴う副低気圧の形成場 伊藤 忠 (愛知県)

11:30~11:45 2018 年西日本豪雨に影響を与えた高相当温位域の移 前川 清 (京都府)

11:45~12:00 関東平野に発生する沿岸前線の MSM 予報バイアスに関する解析 鈴木健斗 (宮城県)

12:00~13:00 (昼休み)

・研究成果発表 (午後の部)

13:00~13:30 ポスター発表

温帯低気圧化した台風 201920 号の突風解析の試み 太田佳似 (大阪府)

エネルギーの流れを考える温室効果実験教材 関 隆則 (千葉県)

13:30~13:45 HYSPLIT モデルによる迷行鳥類の気象要因解析 太田佳似 (大阪府)

13:45~14:00 花崗岩地帯における土砂災害の一考察 實本正樹 (京都府)

14:00~14:20 (休憩)

14:20~14:35 2019 年の台風 19 号による大雨の解析
(大気の川によって運ばれた水蒸気フラックスの地形性収束) 大矢康裕 (愛知県)

14:35~14:50 人間一人一人が自己完結型のアメダス観測装置。「気圧の低下が病気の原因である」は誤り
小室善隆 (東京都)

14:50~15:05 自力避難困難者を対象とした新たな避難システムの構築について 山内雅志 (広島県)

15:05~15:20 全校体制で行う防災教育の効果 - 雷アンケートの結果から - 荒川知子 (神奈川県)

15:20~15:40 休憩

15:40~16:00 コメンテーター総評 (瀬古先生・木村先生)

16:00~16:10 (写真撮影・閉会挨拶: 平松副会長)

16:10~16:30 終了 (片付け・施錠)

《 目 次 》

1. 01 統解-39	台風第 15 号による大規模停電時の千葉県の気温低下の検証	内山常雄 (神奈川県)
2. 01 統解-40	日較差の風向依存性に関する統計処理と考察	深澤 亮 (埼玉県)
3. 01 事例-32	「円山川あらし」の概況	濱 和宏 (京都府)
4. 01 事例-33	平成 30 年台風第 24 号通過に伴う副低気圧の形成場	伊藤 忠 (愛知県)
5. 01 事例-34	2018 年西日本豪雨に影響を与えた高相当温位域の移	前川 清 (京都府)
6. 01 予測- 8	関東平野に発生する沿岸前線の MSM 予報バイアスに関する解析	鈴木健斗 (宮城県)
7. 02 解技- 3	温帯低気圧化した台風 201920 号の突風解析の試み	太田佳似 (大阪府)
8. 04 教育-11	エネルギーの流れを考える温室効果実験教材	関 隆則 (千葉県)
9. 02 解技- 2	HYSPLIT モデルによる迷行鳥類の気象要因解析	太田佳似 (大阪府)
10. 03 解技- 1	花崗岩地帯における土砂災害の一考察	實本正樹 (京都府)
11. 03 事例- 6	2019 年の台風 19 号による大雨の解析 (大気の川によって運ばれた水蒸気フラックスの地形性収束)	大矢康裕 (愛知県)
12. 03 予測- 2	人間一人一人が自己完結型のアメダス観測装置。 「気圧の低下 が病気の原因である」は誤り	小室善隆 (東京都)
13. 03 運用- 3	自力避難困難者を対象とした新たな避難システムの構築について	山内雅志 (広島県)
14. 03 教育- 3	全校体制で行う防災教育の効果 -雷アンケートの結果から-	荒川知子 (神奈川県)

付 録 研究成果発表一覧

研究区分凡例	
【大区分】	【中区分】
01: 気象一般	解技: 解析技法
02: 気象情報作成・活用	統解: 統計解析
03: 防災気象	事例: 事例解析
04: 気象知識普及	予測: 気象予測
05: 古気候・古気象	WB: 気象ビジネス
06: 気象情報ニーズ	実験: 気象実験
07: 文化と気象	授業: 出前授業
08: その他	教育: 気象教育
	運用: 活動要領
	歴史: 気象歴史

当研究成果発表会予稿集に掲載された研究発表の文章・図表を複製あるいは翻訳して利用する場合は、日本気象予報士会の文書による利用許諾を得た上で出所を明示して利用しなければなりません。ただし、著作者自身による利用の場合は、利用許諾の申請は不要です。本プログラムの記載内容に関する問い合わせは、〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-3-3 虎ノ門南ビル 3 階 A 本部事務所 (jimu@yoho.jp) まで。

台風第 15 号による大規模停電時の千葉県的气温低下の検証 内山 常雄 (神奈川支部)

1. はじめに

気温上昇の要因には、温室効果ガス以外に人間が生生活動で排出するエネルギーがあるといわれている。節電によって東京都心部のヒートアイランドが緩和されたとの報告がある[1]。日常生活に支障が出るようなエネルギー供給カットが発生した場合、生活排出エネルギーによる気温上昇が低下することは検出できるであろうか？

2019 年 9 月 9 日に関東地方に上陸した台風第 15 号は、強風による倒木による送電線被害などにより、千葉県で大規模な停電が発生した。千葉県民の多くが電力供給のない生活を強いられ、中には 2 週間以上にわたって電力供給が絶たれた場所もあった。

この停電発生時に千葉県の気温は、周辺の都県より低下したかを調べた。

2. 千葉県下の停電発生状況

台風第 15 号による東電管内の停電は、9 月 8 日から静岡県内を主に発生し、9 月 9 日から 9 月 20 日頃にかけて、千葉県内で広範囲で発生していた。その状況は、東京電力の停電履歴情報を閲覧して確認した[2]。この情報は、地域ごとの停電世帯数が細かく記載されているが、ここではその詳細の分析は行っていない。数日程度は千葉県内の広範囲で停電していたことは事実であり、その停電による千葉県内の気温低下が観測されたかどうかを解析した。

3. 千葉県の 9 月の気温低下

千葉県と千葉県周辺都県のアメダスと気象官署の 8 月、9 月、10 月の月平均気温の年平均偏差を求め、9 月の千葉県の年平均偏差が周辺より低下しているかを調べた。

表 1 は、8 月から 10 月の日平均気温の月平均の年平均偏差と、9 月の年平均偏差から 8 月と 10 月の年平均偏差の平均を引いた値が小さい順に、千葉県と周辺都県を並べ替えて示した。千葉県の 9 月の平均気温の

年平均偏差が周辺都県より低いことが分かる。

表 1 月平均気温の年平均偏差分析 (°C)

都県名	観測 点数	8 月	9 月	10 月	9 月の 前後差
千葉県	12	1.67	1.60	2.22	-0.34
茨城県	13	1.76	1.67	2.12	-0.27
群馬県	13	1.45	1.68	2.26	-0.18
栃木県	13	1.75	1.92	2.34	-0.13
埼玉県	7	1.66	1.77	2.11	-0.11
長野県	27	1.20	1.70	2.37	-0.08
東京都	8	1.51	1.85	2.00	0.09
山梨県	11	1.22	1.94	2.40	0.13
静岡県	17	1.30	1.89	2.09	0.20
神奈川県	5	1.56	1.94	1.80	0.26

表 2 は、日最高気温の月平均値の年平均偏差について同様の計算を行ったもので、やはり千葉県の 9 月の最高気温が周辺都県より低いことが分かる。

表 2 月平均最高気温の年平均偏差分析 (°C)

都府県名	観測 点数	8 月	9 月	10 月	9 月の 前後差
千葉県	12	1.44	1.85	1.74	0.26
群馬県	13	1.32	1.86	1.44	0.48
東京都	8	1.54	2.06	1.58	0.51
茨城県	13	1.62	1.95	1.22	0.54
埼玉県	7	1.52	2.04	1.44	0.56
栃木県	13	1.85	2.22	1.42	0.59
静岡県	17	1.13	2.08	1.49	0.76
神奈川県	5	1.48	2.20	1.30	0.81
長野県	27	1.07	2.04	1.26	0.88
山梨県	11	1.30	2.50	1.57	1.06

表 3 は、日最低気温の月平均値の年平均偏差について同様の計算を行ったもので、やはり千葉県の 9 月の気温低下分が最も大きくなっている。

表3 月平均最低気温の年間偏差分析 (°C)

都府県名	観測 点数	8月	9月	10月	9月の 前後差
千葉県	27	1.93	1.37	2.76	-0.98
茨城県	12	1.95	1.48	2.89	-0.94
長野県	13	1.56	1.57	3.36	-0.89
群馬県	13	1.81	1.56	2.92	-0.80
栃木県	13	2.09	1.81	3.02	-0.75
埼玉県	7	1.87	1.66	2.74	-0.65
山梨県	11	1.54	1.77	3.24	-0.61
静岡県	17	1.62	1.79	2.74	-0.39
東京都	8	1.79	1.81	2.44	-0.30
神奈川県	5	1.78	1.88	2.16	-0.09

現在の年平均値を定めてからすでに9年が経過しているため、観測点によっては周辺環境が変化しているかもしれない。そこで、年平均値の代わりに昨年値を用いて同様の分析を行った結果を表4に示す。千葉県は平均気温で2番目、最高気温で1番目、最低気温では6番目に9月の気温が昨年より低い。(安孫子と木更津のデータが加わっている)

表4 月平均最低気温の前年偏差分析 (°C)

	平均気温		最高気温		最低気温	
1	栃木県	0.92	千葉県	1.78	長野県	-0.71
2	千葉県	0.97	東京都	1.98	栃木県	-0.38
3	茨城県	0.98	茨城県	1.99	群馬県	-0.29
4	群馬県	1.13	栃木県	2.18	山梨県	-0.21
5	長野県	1.17	群馬県	2.58	茨城県	-0.12
6	東京都	1.32	神奈川県	2.70	千葉県	0.11
7	山梨県	1.38	静岡県	2.81	埼玉県	0.32
8	神奈川県	1.43	埼玉県	2.92	静岡県	0.42
9	静岡県	1.46	長野県	3.21	東京都	0.59
10	埼玉県	1.57	山梨県	3.34	神奈川県	0.67

4. 全天日射量について

全天日射量が気温に大きく影響することは論を待たない、分析対象とした都県のうち、神奈川県と埼玉県を除き全天日射量の測定値が1か所で行われている。横浜と熊谷は測定値がないが、神奈川県について

は自宅の測定値がある。それらの測定値を調べたところ、9月の全天日射量は、日ごとの値は各観測点で大きな差(日変動)があったが、月平均では差は小さく、銚子は10観測点中3番目に大きな値であった。

表5 9月の日合計全天日射量の月平均 (MJ/m²)

1	静岡	16.62	6	新潟	14.67
2	甲府	16.59	7	つくば	14.57
3	銚子	16.41	8	前橋	14.41
4	平塚	15.44	9	東京	13.55
5	長野	15.08	10	宇都宮	13.44

5. 個別の観測点では

各観測点で同様の計算を行いマイナス偏差幅が大きい方から10番目までをまとめた結果を表6に示す。

表6 観測点別の年間偏差分析 (°C)

	平均気温	最高気温	最低気温
1	牛久 -0.65	八丈島 -0.5	坂畑 -1.75
2	坂畑 -0.65	香取 -0.25	牛久 -1.65
3	茂原 -0.6	伊勢崎 -0.25	軽井沢 -1.6
4	横芝光 -0.55	三宅島 -0.15	香取 -1.5
5	笠間 -0.5	佐久 -0.1	鉾田 -1.4
6	土呂部 -0.5	横芝光 0	菅平 -1.35
7	香取 -0.5	牛久 0	茂原 -1.3
8	鉾田 -0.45	木曾平沢 0	立科 -1.3
9	みなかみ -0.4	銚子 0	東御 -1.25
10	中之条 -0.4	茂原 0.05	沼田 -1.25

県別に色分けして示しているが、薄水色が千葉県の観測点で、千葉県内陸部の観測点が上位にある。

6. 考察

太陽定数は1kw/m²のオーダーである。千葉県全体に降り注ぐ太陽エネルギーは、千葉県の1か月電力需要量の3×10⁹kWhとは桁数がいくつも違うほど大きい。したがって、何ヶタも小さい排出エネルギーの減少によって、検出可能な気温低下が生じたのか、検討が必要だろう。

7. 参考文献等

[1]三上 et. al., 2012年春 気象学会大会講演予稿集 101, 198.

[2] <http://teideninfo.tepco.co.jp/day/teiden/>

日較差の風向依存性に関する統計処理と考察

日本気象予報士会(埼玉県) 深澤 亮

1. はじめに

私は2019年度現在、大学で生命医学を勉強しており、気象条件が人間の体に与える影響に関して特に関心がある。この分野について、気象学と医学の両面から長期的かつ詳細に研究したいと考えている。

気温の日較差が大きいと、人間の体温調節機能が正常に働かなくなり、個人差はあるものの「寒暖差疲労」と呼ばれる症状が表れる。従って、日較差を把握することは体調管理をする上で大変重要である。[1]

日較差を決定する要因として、緯度や隔海度や日照時間が知られている。しかし、これ以外にも重要な素因として、風向があるのではないかと考えた。そこで、風向が日較差にどう影響するのか統計的に調べた。

2. 調査方法

国内12地点のアメダスの過去のデータ(最高気温、最低気温、最多風向)を分析した。その際、様々な緯度の地点について、それぞれ内陸部と沿岸部(日本海側および太平洋側)に分けて調査対象地点を選択した。[2]

北緯43度付近：札幌(北海道)、旭川(北海道)、根室(北海道)

北緯38度付近：村上(新潟県)、山形(山形県)、仙台(宮城県)

北緯36度付近：敦賀(福井県)、飯田(長野県)、銚子(千葉県)

北緯33度付近：長崎(長崎県)、森高(熊本県)、延岡(宮城県)

調査日数は2014年1月1日から2018年12月31日までの1826日間とした。

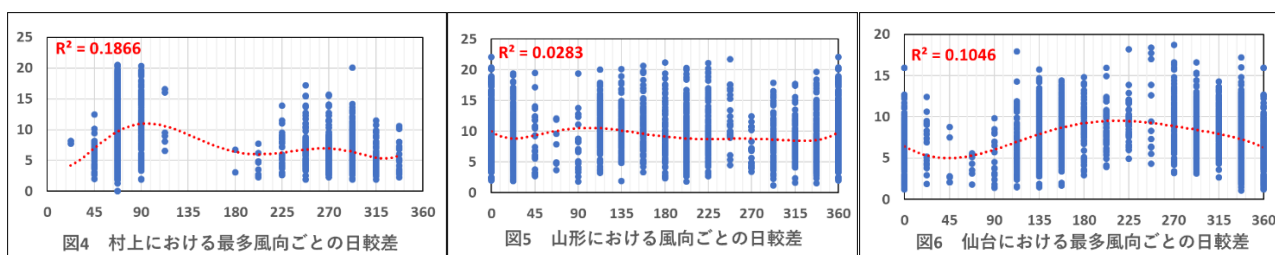
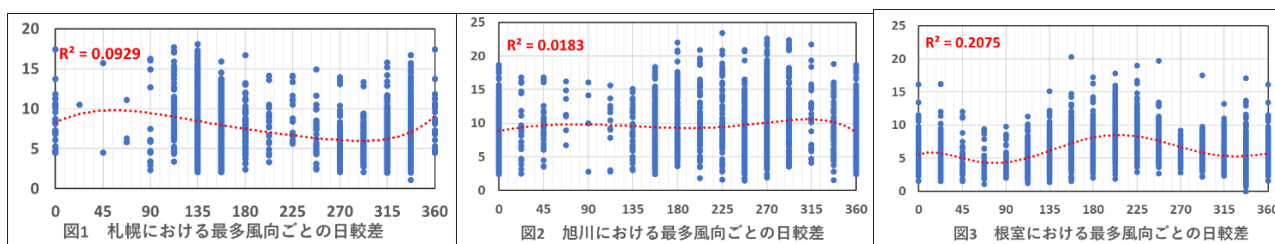
このデータに関して、最多風向ごとの日較差(=最高気温-最低気温)を集計し、最多風向は方位角に換算した。方位角は北を0°として、東は90°、南は180°、西は270°という具合に、時計回りに角度をとった。

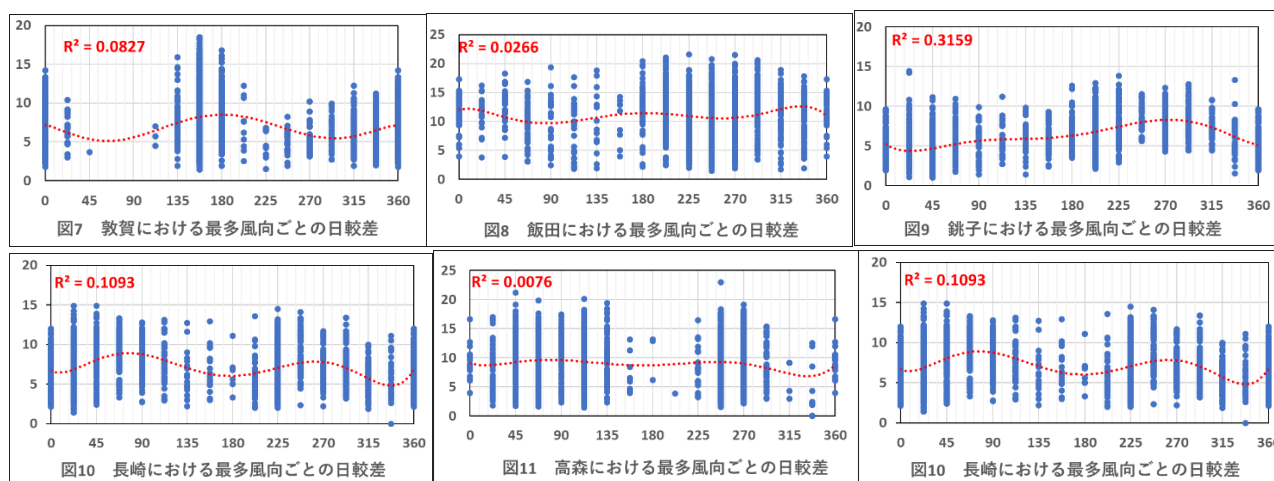
3. 調査結果およびその考察

以下に示す図1~12は、横軸に方位角[°]、縦軸に日較差[°C]をプロットした散布図である。紙面の都合上、予稿資料においてはグラフ中の軸ラベルおよび回帰曲線の式を割愛した。

なお、グラフ中の赤い点線はエクセルの多項式近似によって求めた回帰曲線である。その回帰曲線と実際のデータとの適合性を評価する指標として、決定係数 R^2 値を各図に示した。

R^2 値については、 R を相関係数と同様に扱うことで、 R^2 が0.49以上の場合を「強い適合性がある」、0.16以上0.49未満を「中程度の適合性がある」、0.04以上0.16未満を「弱い適合性がある」、0.04未満を「ほとんど適合性がない」と分類した。この基準に基づく適合性の評価については、表1の通りである。



表1 日較差の風向依存性に関する決定係数 R^2 値と回帰曲線との適合性

	日本海側	内陸部	太平洋側
北緯43度付近	0.0929(弱い適合性がある)	0.0183(ほとんど適合性がない)	0.2075(中程度の適合性がある)
北緯38度付近	0.1866(中程度の適合性がある)	0.0283(ほとんど適合性がない)	0.1046(弱い適合性がある)
北緯36度付近	0.0827(弱い適合性がある)	0.0266(ほとんど適合性がない)	0.3159(中程度の適合性がある)
北緯33度付近	0.1093(弱い適合性がある)	0.0076(ほとんど適合性がない)	0.0950(弱い適合性がある)

表1により、内陸部においては、日較差は風向による影響を受けないことが明らかになった。沿岸部においては、日較差が風向によってある一定の特徴を示すことが確認できた。その特徴について調べるため、回帰曲線が極値をとる方位角と、海岸線の向いている方向とを比較した。その結果は表2の通りである。

表2 沿岸部の各地点において回帰曲線上の値が最大・最小になる風向

	札幌	根室	村上	仙台	敦賀	銚子	長崎	延岡
日較差が最大となる方位角a[°]	54	207	94	207	180	273	75	270
日較差が最小となる方位角b[°]	295	80	321	45	295	22	335	150
海岸線の向いている方位角c[°]	324	125	295	61	340	18	307	122
bとcの差[°]	29	45	26	16	45	4	28	28

表2から、根室と敦賀は回帰曲線が最小となる方位角と海岸線の向いている方位角の差が45°と比較的大きく、それ以外に関しては30°以内に収まっていた。

このデータから、回帰曲線が最小値をとる方位角と海岸線の向いている方位角はほとんど同じと言ってよいだろう。すなわち、海から吹いてくる風は気温の日較差を小さくする働きがあると結論づけられる。これは海水の比熱が空気や陸地に比べて大きいということが関係していると考えられる。

また、両者の角度が完全に一致しない原因としては、①日較差を決める要因が風向だけでないということ、②海岸線の形状の複雑さから海風の吹く方向を1つに決められないということ、③元のデータが22.5°刻みの離散値であること、④1日の中の風向の変化については対応できていないということ、などが考えられる。

4. 今後の課題

日照時間など他の要素も含めた上での重回帰分析や、地点間同士のデータの関係の調査もできたらよいと考えられる。また、高度な解析技術が要求されることではあるが、1日の中の風向の変化を考慮したうえでの日較差の値について研究できれば、より明確な結論が得られるのではないかと。

5. 参考文献

[1] 健康 Times 2018年11月号 『寒暖差疲労』 <https://www.handa-center.jp/medical/facility/pdf/20181120.pdf>

[2] 気象庁 過去の気象データダウンロード (2014.1.1~2018.12.31) <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>

「円山川あらし」の概況

濱 和宏(京都支部)

1. 目的及び方法

兵庫県北部の豊岡盆地は、円山川下流域に広がる盆地であり、霧の多発地帯である。久重(2013)によると、豊岡盆地の霧の発生成因は放射霧が多い。豊岡盆地の下流に位置する来日岳の山頂からは、霧が雲海となって円山川沿いに北向きへ移動し、日本海に達する様子を見ることができる。城崎町史(1988a)によると、来日岳の麓周辺では「今津あらし」と呼ばれる強い風が知られており、昔は、渡船の支障になった。

近年、円山川下流域における霧の移動を、愛媛県の「肱川あらし」及び鹿児島県の「川内川あらし」と同様な現象だとみなし、「円山川あらし」と呼ぶことがある。しかし、当地における既往の霧の研究では、発生、北向きの移動及び「今津あらし」との関連が明らかではない。

そこで、本研究では、主に、円山川下流域における霧の移動に関する既存の動画及び写真を画像解析し、「円山川あらし」の概況について調べた。

なお、雲海は、霧によって形成されたものとして扱った。

2. 研究地域

豊岡盆地は、標高約 300m 以下の山々に囲まれた東西 4 km、南北 10km の盆地であり、日本海との間には、長さ 10km の地峡が存在する(図1)。

豊岡盆地は標高が低く、その中央付近に位置する豊岡特別地域気象観測所(以下、「豊岡観測所」という。)の標高は 3.4m である。

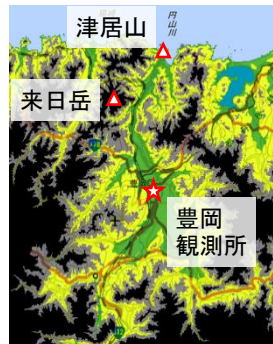


図1. 豊岡盆地及び地峡周辺(標高 10m 未満は緑, 10~100m 未満が黄, 100~200m 未満が灰, 200m~は黒)
※地理院タイルに地名、施設名を追記して掲載

3. 「円山川あらし」の発生時期

豊岡観測所では年間を通じて霧を観測しており、2009年4月~2018年3月の年間発生回数は、60~70日であった。

インターネット上の動画共有サービス Youtube(以下、「Youtube」という。)では、来日岳山頂で撮影された、豊岡盆地から円山川に沿って河口へ移動する霧の動画 29 例を確認した。それらの動画のうち、撮影日が判明したのは 12 例で、8~12月であった。

(一財)休暇村協会の休暇村竹野「スタッフブログ」(以下、「ブログ」という。)によると、円山川河口では、霧の津居山越え又は海上への流れ込みが、9月下旬~12月に見られる。

城崎町史(1988b)によると、「今津あらし」は来日岳から雲海が眺望できる頃に発生し、発生した日は天候に恵まれる。

以上から、「円山川あらし」の定義を「豊岡盆地で発生した霧が円山川に沿って河口へ移動し、海上に流れ込む一連の現象」だとすれば、その発生時期は 9 月下旬~12 月であると言える。また、「今津あらし」は、「円山川あらし」の一部だと考えられる。

城崎町史(1988b)では、「今津あらし」を山谷風のうちの山風だと述べているが、実際は、海陸風のうちの陸風である。

4. 地峡における霧の上限高度及びその上空の風況

上述の Youtube の動画で、霧に覆われた地形と標高地形図を比較することによって、地峡の南側部分における霧の上限高度を読み取ると、不明を除く 24 例のうち、標高 200~300m が 81% を占めた。

同様に、木々や草の揺れから来日岳山頂(標高 567m)付近の風力を推定すると、1 以下(風速 1.5m/s 以下)が 58%, 2 (風速 1.6~3.3m/s) が 33% を占め、霧の上空では風速が小さいことがわかった。しかし、風向は、判別できなかった。

5. 円山川河口における 2018 年 11 月 4 日のケーススタディ

(1) 気象概況

2018年11月4日は、「円山川あらし」が発生していたと考えられる。以下、当日の気象概況を述べる。

まず、日本周辺の天気図によると、11月3~4日にかけて高気圧が日本海を通過し、4日9:00は日本周辺で等圧線間隔が広がった(図2)。

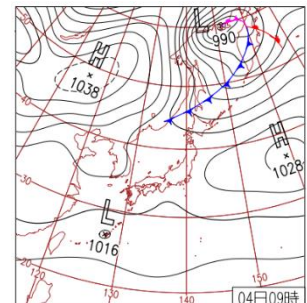


図2. 2018年11月4日9:00の気圧配置

出典: 気象庁

次に、豊岡観測所では、11月3日の最高気温は 20.7℃、日中は晴れで、北寄りの風 0.6~3.1m/s、視程は 12km 以上

であった。しかし、24:00に霧に覆われて視程が0.21kmとなり、4日7:00まで視程が1km未満だった。霧に覆われていた24:00～7:00は、南寄りの風概ね1m/s未満と弱く、気温は8～9℃で、11月3日の最高気温との気温差が11℃以上と大きかった(表1)。

表1. 2018年11月4日6:00の豊岡観測所の気象

気温	風速・風向	現地気圧	視程
8.2℃	0.7m/s・東	1022.3hPa	0.85km

ブログには、11月4日6:20頃の円山川河口において、霧の津居山(標高159m)越え及び海上への噴き出しの写真が掲載されている(図3)。この様子から、河口では、霧の中の風速が大きいことが示唆される。

撮影場所は、ヒアリングによって御待峠(標高75m)だとわかったため、霧の噴き出しと背面の地形の重なりから、噴き出しの上限高度は、標高約100mであると推定できた。



図3. 2018年11月4日6:20頃の円山川河口の霧
出典: ブログ

(2) 考察

簡単のために「円山川あらし」を2層大気における下層密度流であると考え、図3で示す円山川河口において、気流の挙動に影響する内部フルード数(Fr)を見積もることとする。

この場合、海側大気に対する、冷たく重い下層密度流の貫入速度(V)の理論値は、

$$V = 0.5 \sqrt{\frac{\Delta\theta}{\theta} gh} \sim \sqrt{2} \sqrt{\frac{\Delta\theta}{\theta} gh}$$

となる。 θ は下層(霧の中)の温位、 $\Delta\theta$ は上層(海側大気)と下層との温位差、 g は重力加速度、 h は2層大気の高さである。

上記の式から、 $Fr = 0.5 \sim \sqrt{2}$ であることがわかる。

他方、内田・大屋(2006)は、安定成層中の山越え気流の挙動について3次元数値シミュレーションを実施し、山の高さを1とすると、 $Fr < 1$ の場合に $H_s = (1 - Fr)$ よりも上層の気流は山頂を乗り越え、 H_s よりも下層の気流は山を回り込むことを示した

(図4)。図3では、津居山を越えた霧が海面付近に達していることから、同山上流の地表の気流が山頂を乗り越えていると考えられる。このことから、 $Fr \geq 1.0$ であったと考えられる。

以上を総合すると、図3で示す円山川河口において、 $Fr = 1.0 \sim \sqrt{2}$ であったと推測される。

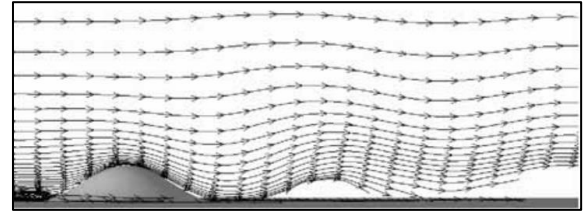


図4. 安定成層中の内部フルード数1.0の山越え気流
出典: 内田・大屋(2006)

このような見ごたえのある「川あらし」は、肱川及び川内川と並んで、全国でも珍しい現象であろう。

風速が、霧の発生源と比較して河口で大きいことは「肱川あらし」でも知られており、重田ほか(2014)は、「肱川あらし」発生時の未明から朝に、肱川河口の新長浜大橋で、風速が8～12m/sであったことを報告した。

ただし、重田ほか(2014)は、河口の標高約150mで、風速の最大が約22mであったことも報告しており、こうした著しい強風が「円山川あらし」でも吹いていれば、単純な2層大気における下層密度流では説明がつかない。いずれにせよ、今後、「円山川あらし」の発生を予測するためには、詳細な現地調査に基づく構造の解析が必要である。

6. 謝辞

「円山川あらし」、「肱川あらし」及び「川内川あらし」に関わる全ての皆様、助言をいただいた横浜国大の筆保様に感謝申し上げます。

7. 参考文献

- 久重(2013): 豊岡の霧の特性調査と「放射霧予測マニュアル」の作成, 大阪管区気象研究会誌
城崎町史編纂委員会(1988a): 円山川の舟運と湯嶋舟, 城崎町史, 220-276
城崎町史編纂委員会(1988b): 城崎町の気候, 城崎町史, 22-26
内田・大屋(2006): 安定成層流体中の地形効果とその可視化, 可視化情報, Vol26, No102, 26-32
重田・大橋・寺尾・大澤(2014): 愛媛県大洲市沿岸部で発生する局地風「肱川あらし」の鉛直構造, 天気, 61, 2, 13-18

平成30年台風第24号通過に伴う副低気圧の形成場

*伊藤 忠 (気象予報士会東海支部)

1. はじめに

2018年9月21日にマリアナ諸島近海で発生した「平成30年台風第24号」は9月30日20時ごろに和歌山県田辺市付近に上陸し、その後本州を縦断した。図1に示したように、台風の通過の際、各地で暴風が観測されたが、台風の進路から比較的離れていた関東地方でも多くの地点で最大瞬間風速30-40 m/sの暴風となった。これには、後述するように、台風の南に副低気圧が形成され、関東地方が、副低気圧の東から南東にあたる気圧傾度の大きい領域となったことが原因と考えられる。

本稿では、気象官署とアメダスの地上観測データおよび気象庁のメソ数値予報モデル(Meso-scale model; MSM)高層データを解析することにより副低気圧が形成された気象場を調べた。

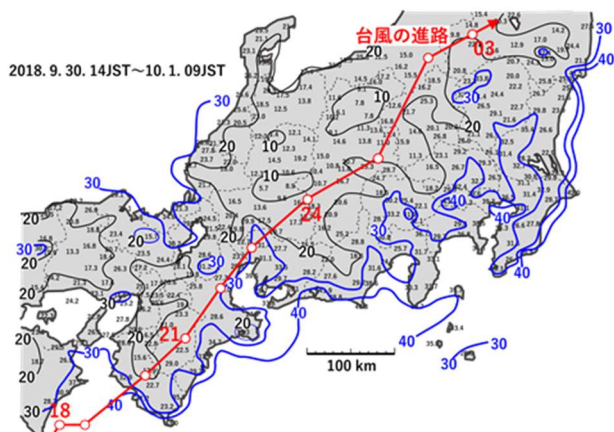


図1. 台風24号が通過した2018年9月30日14時から10月1日9時の間に気象官署およびアメダス地点で観測された最大瞬間風速の分布。気象庁ウェブサイト「過去の気象データ検索」から引用し作図。風速の単位は m/s。

2. 関東地方各地の最大風速観測時の気圧配置

図2は、2018年9月30日22時から10月1日6時にかけての関東地方各地の風、海面気圧および気温の時系列変化を示したものである。台風は図に示した各地に10月1日1時ごろ最接近したが、最大風速および最低気圧は10月1日2時ごろに観測した。

図3は、図2に示した各地で最大風速を観測した時刻に近い10月1日2時の地上の気圧配置である。拡大図に示したように、埼玉・群馬県境に台風24号とは別の低気圧性循環が見られることから、この地点に副低

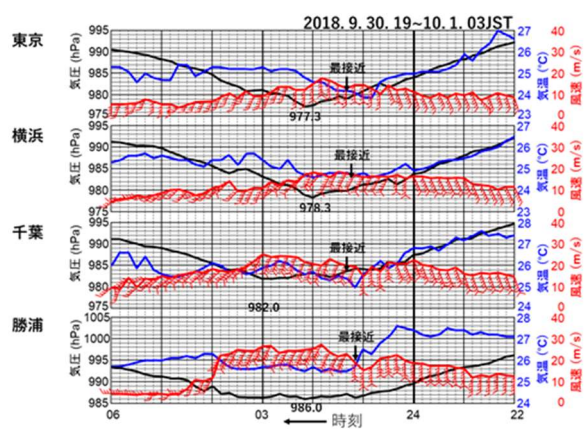


図2. 2018年9月30日22時から10月1日6時にかけての東京、横浜、千葉、勝浦の風、海面気圧および気温の時系列変化。赤線は風速、矢羽根は風向とビューフォート風力階級による風力の日本式表示、黒線は海面気圧、青線は気温(実測値)を示す。時刻は右から左に向かって表示。

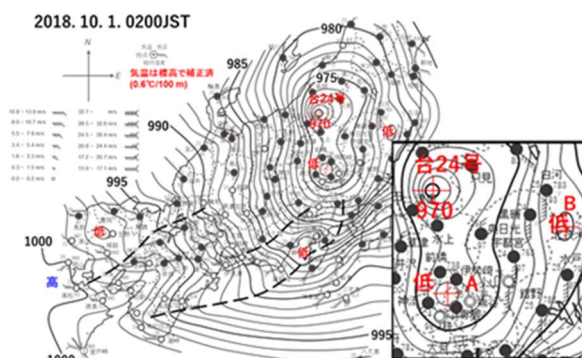


図3. 2018年10月1日2時の関東地方から近畿地方にかけての地上気圧配置。気象庁ウェブサイト「過去の気象データ検索」に公開されたデータをプロットした。台風を中心位置および中心気圧は気象庁発表による。副低気圧の中心位置は筆者の解析による。等圧線は筆者の主観解析により描画した。太い破線は等圧線の形状から判断された気圧の谷を示す。

気圧(副低気圧Aとする)が存在することがわかる。また、風向と気圧の分布から、茨城・福島県境付近にも副低気圧(副低気圧Bとする)が形成されたと考えられるが、副低気圧Bはあまり顕著ではない。

図は省略するが、地上天気図を10分ごとに時系列的に作成すると、副低気圧Aは10月1日0時50分ごろ秩父付近に形成され、2時20分ごろまではほぼ停滞して存在した。関東地方で30 m/s以上の最大瞬間風速を観

2018. 10. 1. 02JST

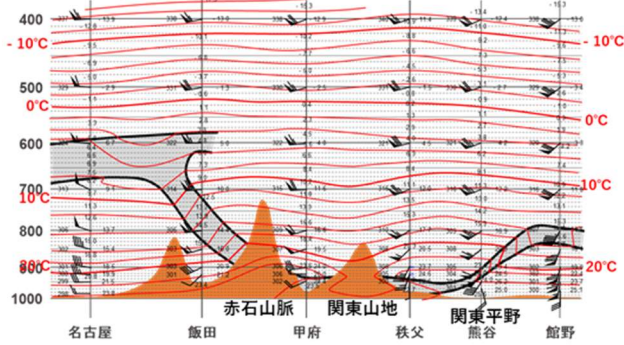


図4. 2018年10月1日2時の気温断面推定図, 9月30日24時と10月1日3時の気象庁MSM解析データを時間按分することにより推定. 等温線と遷移層の描画は筆者の主観解析による.

測した地域は, 副低気圧 A と図3に破線で示した気圧の谷の東から南東側の気圧傾度の大きい地域である.

3. 副低気圧 A の形成場

図4は, 副低気圧 A が形成された秩父を中心とした10月1日2時における気温断面を, 9月30日24時と10月1日3時の気象庁MSM解析データを時間按分することにより推定したものである. 時間按分であるので, 特異的な変化が隠れてしまっている懸念はあるが, 図1からわかる通り, 台風の進行方向と速度はこの時間帯でそれほど大きくは変わっていないので, 2時における大略の温度場を把握できていると考える.

北陸からの冷気が赤石山脈まで侵入し, そこでせき止められている. 一方, 関東平野の東部には冷気が侵入している. 遷移層が鍋型に形成され, 関東西部は気温の高い状態であった. 気温の高い気層が蓄積している状態は, その地域が気圧の低い状態になりやすいことに対応するので, 秩父付近に副低気圧が形成されたものと推察できる.

図5は, 図4から諸パラメータを読み取って秩父付近の気象場を模式的に表したものである. 関東山地の峰を通る鉛直線が地平面と交わる点を原点とし, 南方向に x 軸, 東方向に y 軸を取り, 関東山地の形状を

$$H(y) = H_0 \exp(\alpha y) \quad (1)$$

と置き, 浅水流(等密度成層近似)の陸棚波(基本モード; $n=1$)の位相速度 c を表す式(2)を適用する[1].

$$c = \frac{\alpha f}{k^2 + r^2 + (\alpha/4)^2} \quad (2)$$

ここで, f はコリオリパラメータ, k は陸棚波の波数, r は斜面の地平面への投影長 L を用いて(3)式

$$\tan rL = -r/[k + (\alpha/2)], \quad (-\pi/2 \leq rL \leq \pi) \quad (3)$$

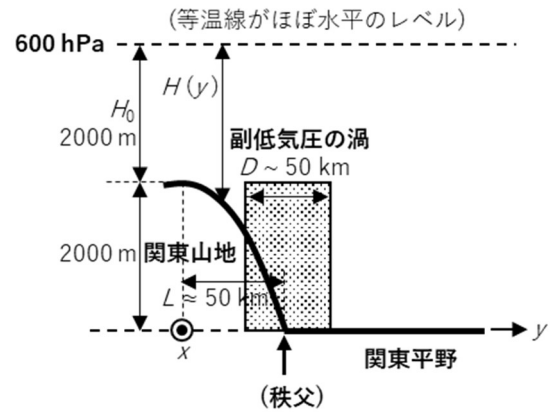


図5. 副低気圧Aが形成された関東山地東山麓のモデル図. 副低気圧の直径 D は図2より50km. 副低気圧を陸棚波の基本モードの波束と考えると, 波数 $k = 2\pi/D \sim 10^{-4} \text{ m}^{-1}$.

を満たす量として定義される. (2)および(3)式の各項のオーダーの大きさを比較することにより c の概数を求めると, $c \sim 10^{-1} \text{ m/s} = \text{数 } 100 \text{ m/h}$ となる. すなわち, 副低気圧が関東山地東山麓に補足され, ほぼ停滞したと考えられる.

4. まとめ

台風24号が本州を通過したとき, 関東地方で暴風の原因となったと思われる副低気圧の形成場について考察した. 埼玉・群馬県境付近に副低気圧 A が, 福島・茨城県境付近に副低気圧 B が形成されたが, 前者の方が顕著であった.

台風の後面の北陸方面から侵入した冷気が中部山岳によってせき止められ, 関東地方の東部にも冷気が侵入していた中で, 関東西部が地上から700 hPa高度まで立体的に気温の高い状態, すなわち気圧の低い状態に保たれた. 副低気圧 A はこのような気象場の中で, 陸棚波理論で説明のつく関東山地東山麓に停滞したものと考えられる.

5. おわりに

本稿作成にあたり, 令和元年度日本気象学会中部支部研究会で発表した内容[2]を編集し, 加筆した. 同研究会で議論下さった関係者に感謝する. 気象学会中部支部からは引用・転載の許可を得ている.

参考文献

- [1] 宇野木早苗 1993: 沿岸の海洋物理学, 東海大学出版会, 673 pp.
- [2] 伊藤忠 2019: 「平成30年台風第24号通過時に形成された副低気圧と気圧の谷」, 令和元年度日本気象学会中部支部研究会講演要旨集, 講演16.

2018年西日本豪雨に影響を与えた高相当温位域の移動

前川 清（日本気象予報士会関西支部）

1. はじめに

2018年7月には「西日本豪雨」が発生し、各地に大きな被害をもたらした。1970年代から人的被害が約100人程度で推移してきたが、2018年7月豪雨では被害が200人を超えた。戦後の苦しい中から続いてきた治山治水対策や避難対策の見直しが必要ではないかと指摘する声もある。

西日本豪雨について気象庁や気象研究所などが原因調査をされているが、豪雨そのものの元になる高相当温位気流の移流を調査することで、今後の豪雨の予測に寄与できるのではと考えた。

なお、使用している図やグラフは、気象データを元に自作したエクセルマクロで作成している。

2. 2018年7月西日本豪雨の発生経緯

2018年6月28日から7月8日までの期間に、西日本各地に大雨が降り、大雨特別警報が九州から四国、中国、近畿、中部の11府県に発表された。土砂被害、洪水・浸水被害が広い範囲で発生して、死者・行方不明が245名に達した。近年に無い被害規模であった。

アメダス雨量を元に、図1に西日本の積算雨量図を示すが、各地で1000mm以上を記録していて、被害の内容も違っている。また、高知県の鳥形山アメダスの雨量グラフを図2に示すが、降水は強弱を繰り返していて、6日、7日にピークを迎えている。

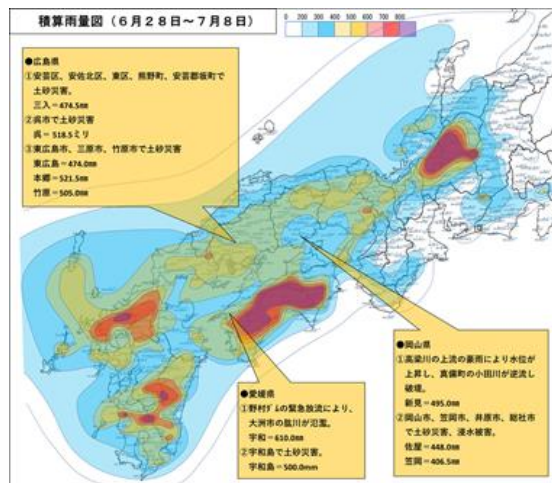


図1 積算雨量図／主な被害

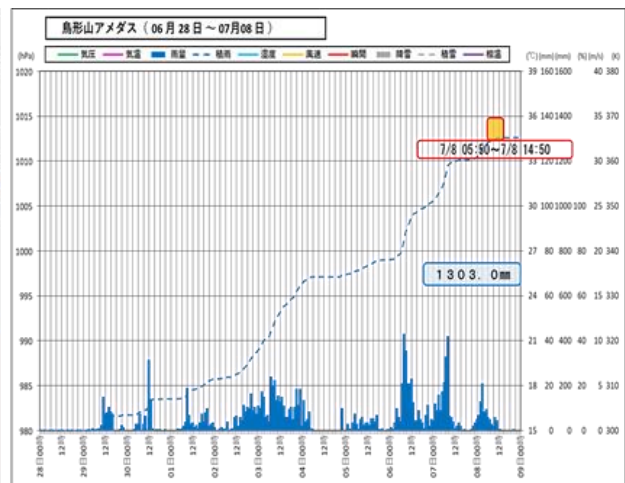


図2 鳥形山アメダス（高知）の雨量図

3. 調査方法

気象庁の気象観測所一覧から、観測所番号でワイオミング大のH/Pで観測データが取得でき、高層天気図の気象要素に合致する観測所を抽出した。

ベンガル湾から東北地方までの高層気象観測所約90カ所のデータを取得し分析した。

①2018年の観測実績

②2008～2017年までの10年間のデータを取得しその平均値

4. 暖湿流の追跡

高層気象データを元に7月6日9時の上海と福岡の高層グラフを図3に示す。上海では470hPa以下は暖湿流が入っていて非常に不安定であるが、それより上層では安定している。また、福岡では250hPa付近まで暖湿流になっていて非常に不安定な状態になっている。九州北部で豪雨が降っている時間帯なので、870hPa付近に伴う弱い下層ジェットが見えている。

更に西日本豪雨が発生する前の7月1日～7日までの間の350K相当温位域を図4に示す。1日は華南の一部区域にあったが、2日には大陸東岸から台湾付近まで、3日には東シナ海まで高相当温位に覆わ

れていた。4日以降は逆に縮小している。梅雨前線に沿って南側に見られる。

また、2008～2017年の10年間平均値と比較し10K以上高い領域を図5に示す。1日と2日には華中・華南の一部に10K高い領域が見られるが、3日には華南で広がり、4日には東シナ海までに拡大している。

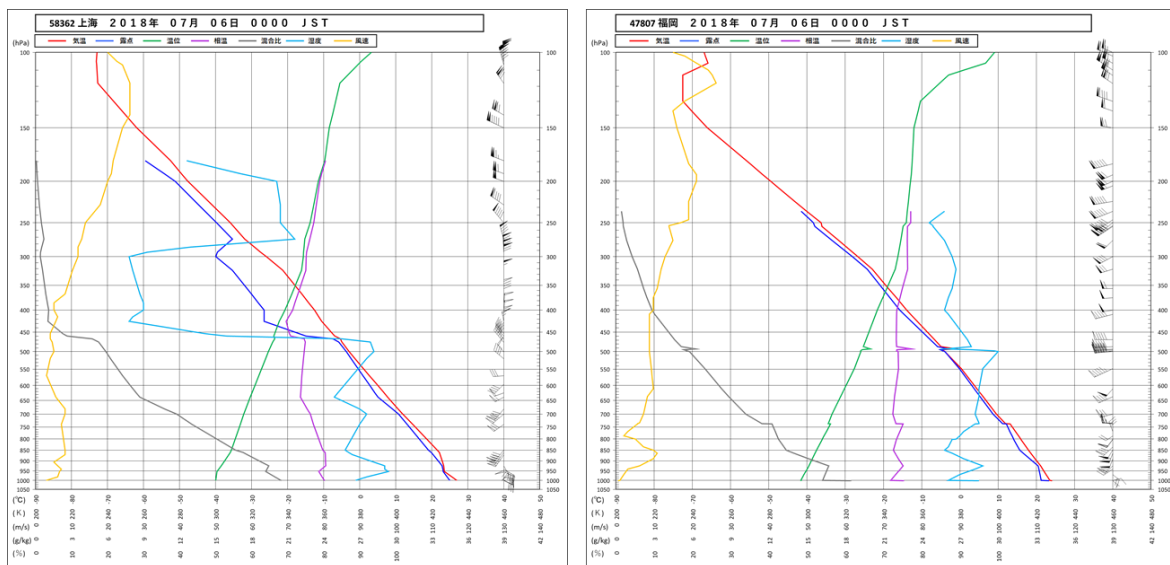


図3 上海・福岡高層グラフ（7月6日09時）

高相当温位域と平均値より高い領域の変化は、この期間の高層天気図の気流の流れから東南アジアからの暖湿流の移流が関係していることが分かる。更に気流の詳しい分析が必要だが、ベンガル湾と南シナ海からの気流が西日本の中層と下層に影響を与えていると推定できる。

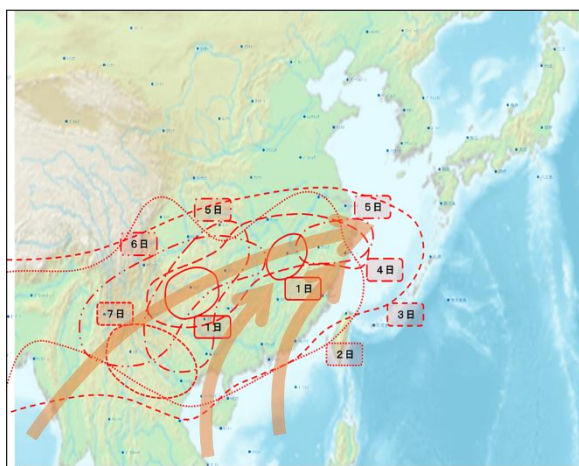


図4 高相当温位域（350K以上）

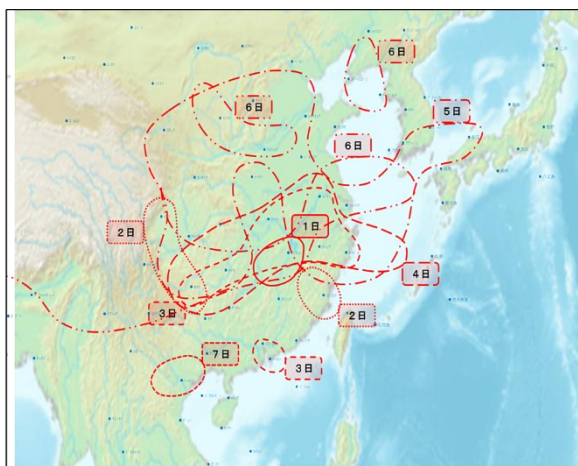


図5 平均値以上の区域（10k以上）

5. 今後の課題

- ①今回下層と中層にはベンガル湾と南シナ海からの暖湿気流が関係しているが、西日本の500hPaより高層の暖湿気はどこからなのか確認が必要。
- ②華南や華中のどの地点の高層データを見れば、西日本の豪雨になる可能性が高くなるのか確認が必要。

6. 参考資料

- ・ 気象庁アメダスデータ <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- ・ ワイオミング大高層気象データ <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

関東平野に発生する沿岸前線の MSM 予報バイアスに関する解析

*鈴木健斗^{1,2}, 岩崎俊樹¹, 山崎剛¹ (1.東北大院理 2.予報士会東北支部)

1. はじめに

気象庁の 5km メッシュのメソスケール数値予報モデル (MSM) は、関東平野の沿岸付近に形成される局地前線 (いわゆる沿岸前線) を実況より内陸側に (寒気側に) 予報する傾向があることが指摘されている。[1]

昨年度の第 11 回研究発表会では、2015-2018 年において発生した沿岸前線に対する統計解析を行い、初期値に誤差が無くても、予報時間が 5 時間程度より経過すると降水の有無にかかわらず MSM 予報の前線位置が実況より内陸側へずれる系統的誤差 (予報バイアス) が発生することを明らかにし、木村賞を受賞した。

今年度は受賞時に審査委員から頂いた課題である、沿岸前線の予報バイアスのメカニズムの解明に向けた研究について、自身が所属する東北大学理学研究科・流体地球物理学講座所有の数値気象モデルを用いて得られた結果を発表する。

本研究では MSM 予報にバイアスが現れた典型事例を対象に、数値感度実験を行った結果、バイアスの原因は物理過程ではなく、数値モデルの山岳が実際より低いことが主因であると結論づけられた。本予稿では地形表現に着目した数値実験 (水平解像度、Envelope Orography) の結果を紹介する。予稿の内容は 2019 年度気象学会秋季大会で発表したものと同一である。

2. 数値実験の方法 (CTL)

本研究では非静力学モデル JMA-NHM(Saito, et.al 2006) を用い、関東地方を中心とする 1000km 四方の領域で水平解像度 5km の数値計算を行った。初期・境界値は MSM 解析値を用いた。数値実験を行った 3 事例は以下の通りである。

CASE 1 : 2018/03/08 09:00 ~ 2018/03/09 09:00 (JST)

CASE 2 : 2017/02/22 21:00 ~ 2017/2/23/15:00 (JST)

CASE 3 : 2019/02/03 09:00 ~ 2019/02/04 09:00 (JST)

3 事例はいずれも、日本海を低気圧が東進していた。温暖前線の通過後に関東平野内陸部にトラップされた寒気と、海から吹き付ける南寄りの風との間に沿岸前線が発生した。CTL 実験は MSM と同様の設定を与えた。(水平 5km 格子、陸面データに国土数値情報 3 次メッシュデータ (平成 9 年度版)、境界層スキームに MYNN、地形データに GTOPO30 メッシュデータ)

3. 感度実験の方法

・水平解像度

数値モデルにおける山岳は、解像度が粗いために平滑化の影響を受け、現実よりも標高が下がる。したがって、水平解像度を上げることで地形の再現性向上が期待される。モデルの水平解像度を 5km から 1km または 2km に細かくした実験を行った。

・Envelope Orography

CTL 実験 (5km メッシュ) におけるモデル地形を Envelope Orography に変更した。CTL でのモデル格子点の標高は、モデル格子内に含まれるすべての GTOPO30 標高データの平均から与えられる (Mean Orography、図 1a)。したがって、山の稜線付近を考えたとき、稜線付近のモデル地形標高が実際の標高より下がる場合が生じる。そこで、モデル格子内における GTOPO30 標高データの最大値をモデル格子に与え、稜線の高さを維持するような地形 (Envelope Orography、図 1b) を作成し、感度実験 (EO_5km 実験) を行った。

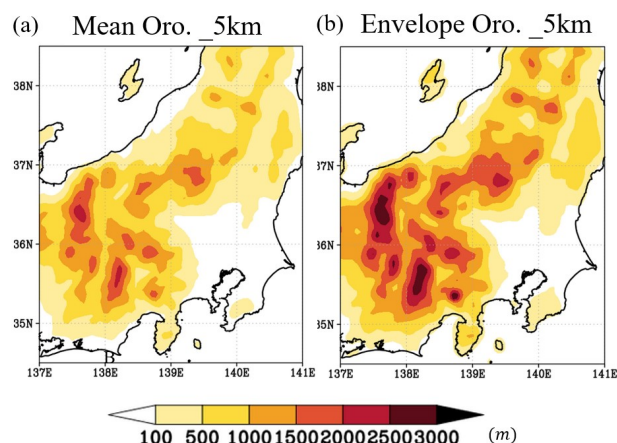


図 1: 左図(a)は CTL 実験に使用した、GTOPO30 の格子平均値から作成した Mean Orography 地形、右図(b)は GTOPO30 の格子最大値から作成した Envelope Orography 地形。

4. 結果

・水平解像度

水平解像度を 5 km から 2km 及び 1 km に高解像度化したことで、3 事例における沿岸前線の誤差距離 (観測と CTL 実験の誤差距離を 100% とした) は平均して 27%、37% それぞれ減少した。

• Envelope Orography

図2に、CASE1におけるCTL実験とEO_5km実験における地上気温・風の計算結果を示した(2018年3月9日03JST)。等温線が混んでいて風のシアがあるラインが沿岸前線に対応し、関東平野を北東～南西方向に伸びている。EO_5km実験では沿岸前線の位置がCTL実験よりも海側(南東側)にシフトしたことが分かる。EO_5km実験では沿岸前線位置を実況に近い位置に再現し(図略)、3事例における誤差距離は平均80%以上減少した。

図3に図2で示したLine AB上における、CTL実験とEO_5km実験の温位の鉛直断面図を示した。CTL実験に比べ、EO実験では寒気の厚さが厚くなっていたことが分かる。山が障壁になることで寒気の鉛直方向の厚みが増し、水平方向にも寒気が広がったことで、沿岸前線が海側にずれたことが考えられる。

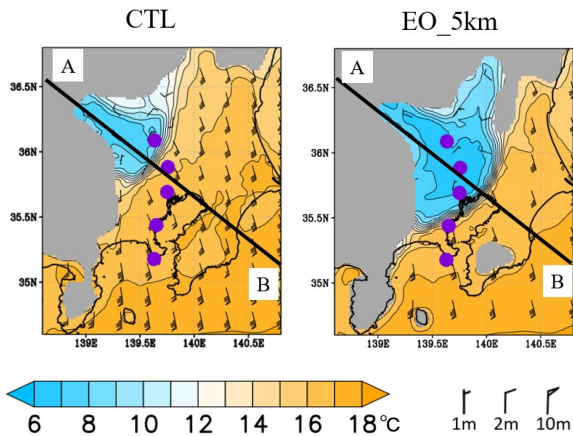


図2: CTL実験(左図)とEO_5km実験(右図)における地上気温と地上風速(2018年3月9日03JST)。シェードと実線(1Kごと)は地上気温(°C)。灰色のシェードは標高が200m以上の地域を示す。直線ABは図3の鉛直断面線。

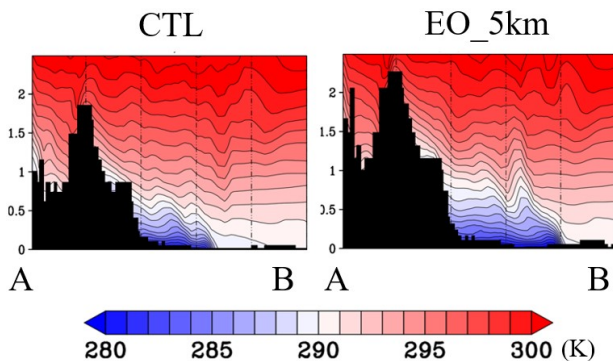


図3: 図2で示した直線AB上における、CTL実験とEO_5km実験の温位の鉛直断面図(図2と同時刻)。シェードと実線(1Kごと)は温位(K)を表す。黒のシェードは地形。

5. 考察

沿岸前線の多くは関東平野北西側の山岳の南東斜面において捕捉された寒気により形成されるものと考えられる。Envelope Orographyにおいて沿岸前線が海側に移動した理由を、マルグレスの2層モデルの概念を拡張して考察した。図4で示したように二つの均質な気団が不連続面を境として接していて、それぞれが不連続面に平行に地衡風運動をなして平衡を保っている場合、前線の傾斜角は力学的バランスでおおよそ決まる。山の稜線が高くなれば前線は海側にシフトし、冷却により補足された寒気が強くなれば、傾斜角が小さくなり海側にシフトする。EO_5km実験では山の稜線の高さがCTL実験よりも上がることによって、寒気の関東平野部への張り出しが大きくなった。

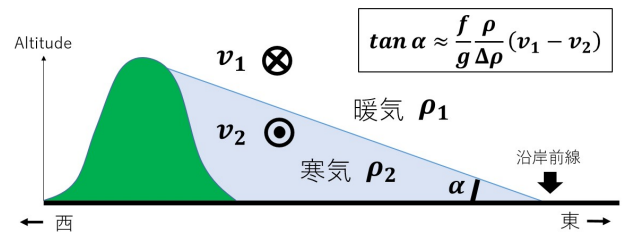


図4: マルグレスの2層モデルの概念図

6. まとめ

沿岸前線の予報バイアスは、主に数値モデルの山岳が実際より低いことが原因と結論づけられる。山の稜線の高さを維持したEO_5km実験では予報バイアスがほぼ解消した。水平解像度を1kmにした場合、誤差距離(予報バイアス)が37%減少することが分かったが、さらに水平解像度を上げることでバイアスがさらに減少する可能性がある。ただし、それには水平解像度約1km相当のGTOPO30地形データより細かい地形データが必要になるため、今後の課題になるだろう。

Envelope Orographyでは山脈の尾根の標高を維持できる一方で、地形全体、特に谷や盆地の標高が実地形より高くなる弊害も生じる。特にEO_5kmでは谷筋や盆地の標高が実地形より大幅に上昇する場所もあり、悪い副作用が起こる可能性は高い。水平解像度2kmや1kmでEnvelope Orographyを使用する方がより悪い副作用が小さいだろう。

沿岸前線の予報についてはEnvelope Orographyを用いることで、本研究で議論した系統的なバイアスを取り除ける可能性が高い。ただ、個々の事例に関しては、寒気の生成に関わる降水蒸発や放射冷却などの他の物理過程の再現性が悪い場合、前線の位置が上手く予報できないことは留意すべきである。

7. 参考文献

[1] Hara, T., 2014: Text book for numerical weather prediction. Japan Meteorological Agency. 47, 118-144.

温帯低気圧化した台風 201920 号の突風解析の試み

日本気象予報士会 関西支部 太田佳似

1. はじめに

昨年 2019 年の台風 20 号が、10 月 21 日 18 時頃に温帯低気圧化し、紀伊半島の南を東進する際(図 1)、大阪府柏原市(最も近いアメダスは八尾)で、23 時頃を中心に、歩行が困難なほどの激しい突風が約 30 分間断続的に続いた。温帯低気圧化した台風が最接近の状況下ではあったものの、平均風速としては 5m/s 程度であった。また、近畿各地で 21 時から 23 時頃に最大瞬間風速の大きなピークが観測されている地点があったため(図 2)、各地の状況を確認してみることにした。

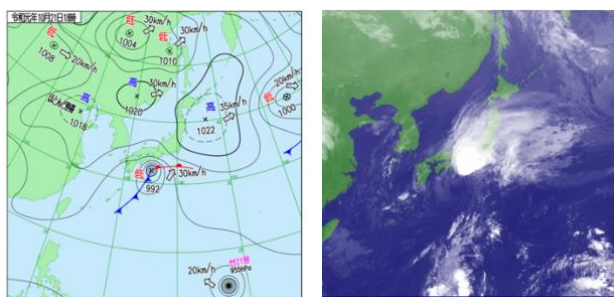


図 1 2019 年 10 月 21 日 21 時の天気図と赤外線雲画像

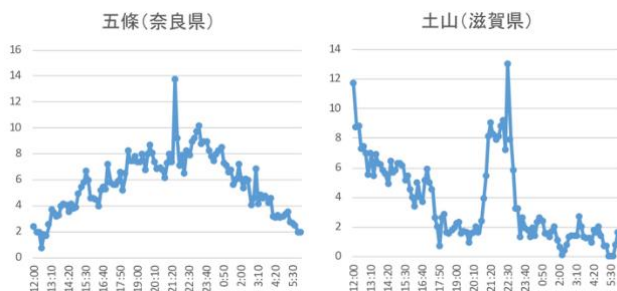


図 2 2019 年 10 月 21 日 12 時 ~ 10 月 22 日 06 時の最大瞬間風速 (m/sec)

2. 突風の観測

突風は、竜巻の他、ダウンバーストやガストフロントによるものなど、その成因は複雑である。また現象そのものも、地形や地表面粗度の影響を大きく受け、時間スケールも空間スケールも小さな現象であり、限られた観測点だけでは捉えることが難しい。

気象庁では、災害発生時に、現場に職員を派遣して調査を実施し、「竜巻等の突風データベース」として分布図等も公開している(図 3)。但し、これは災害が生じた大規模な突風であり、比較的規模の小さな突風も含めた分布を捉えた例は少ないのが現状と思われる。

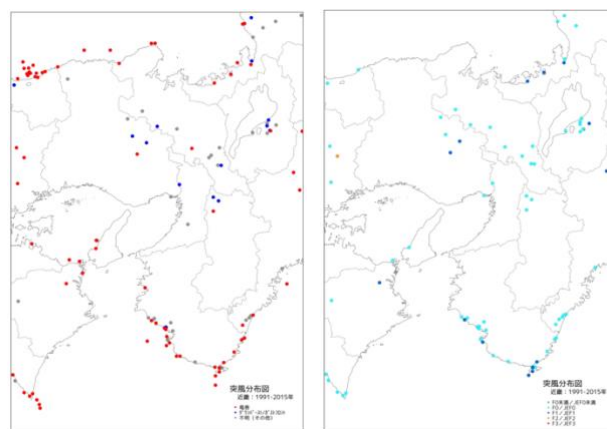


図 3 突風分布図(左:現象別 右:スケール別(気象庁))

3. 解析の手法

次に今回用いた突風の解析手法について述べる。突風は 1 秒平均風速値などを用いて、立ち上がり時間の短い記録を抽出できることが理想的であるが[1]、容易に入手できる観測データではない。そこで本報告では、広い範囲で質の揃った情報が提供されている気象庁の「過去の気象データ」から、平均風速と最大瞬間風速の 10 分ごとの記録を用いることとした。突風率としては最大瞬間風速/最大風速などが用いられるが[2]、実際に突風が起きたと期待される観測を抽出するために、ここでは平均風速と最大瞬間風速の相関を取り、そこからの偏差の大きな最大瞬間風速の記録を「突風期待観測」として抽出することとした。

具体的には、「過去の気象データ」から、台風 20 号が温帯低気圧化した前後の 2019 年 10 月 21 日 12 時~翌 10 月 22 日 06 時までの 18 時間について、近畿 2 府 4 県と三重県の 75 地点の平均風速と最大瞬間風速の観測値を用いた。各地点の期間内の平均風速と最大瞬間風速の相関を取り、標準偏差値 σ に対して、 σ , 2σ , 3σ より大きな最大瞬間風速の観測を「突風期待観測」として抽出した。図 4 に八尾(大阪府)と奈良(奈良県)の平均風速と最大瞬間風速の相関図を示す。

4. 解析の結果

解析結果として、図 5 に突風期待観測点の分布図の一例を示す。また、突風期待観測点の数の時間変化を図 6 に示す。後者より近畿地方で最も突風が多く吹いたと推定されるのは、10 月 21 日 22 時頃と考えられる。

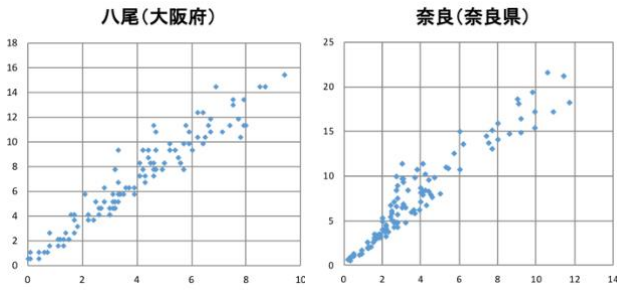


図4 平均風速（横）と最大瞬間風速（縦）の相関図

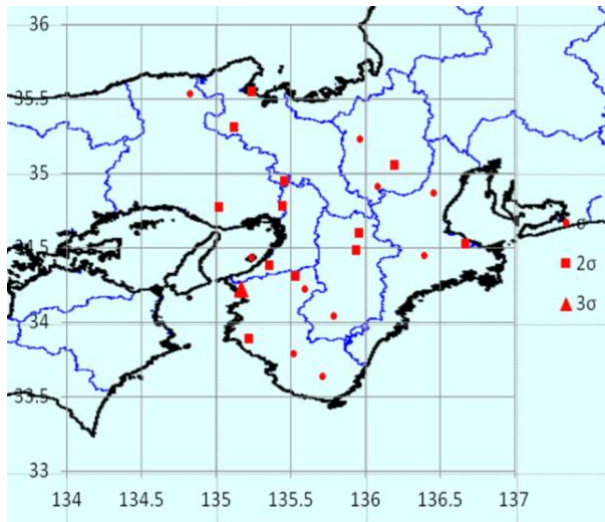


図5 突風期待観測点（2019年10月21日22時）

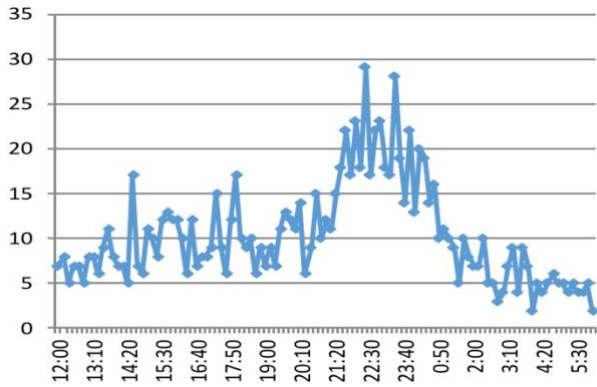


図6 2019年10月21日12時～10月22日06時の突風期待観測点数

5. 考察

突風の成因は様々であるが、気象庁の「竜巻等の突風調査の概要」に述べられているように、竜巻以外では、ダウンバーストやガストフロントが主であるとすれば、対流活動が活発な上昇流域の周辺で発生すると考えられる。図7、図8は上昇流域と突風期待観測点を重ねたもので、上昇流域の周辺に分布していることが分かる。

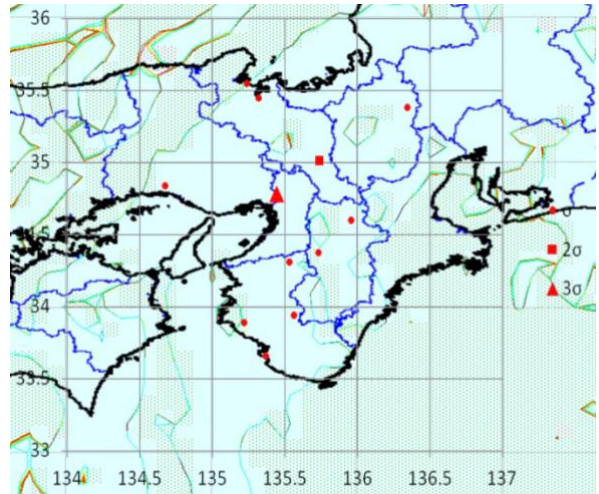


図7 2019年10月21日21時の突風期待観測点と850hPa上昇流

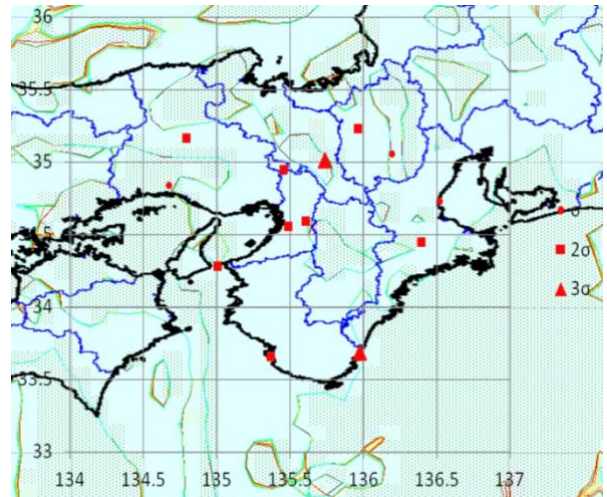


図8 2019年10月22日00時の突風期待観測点と850hPa上昇流

突風期待観測点の多かった時間帯の台風の北側には、低相当温位の乾燥した気流が北東より流入しており（図略）、それが対流活動を活発にしていたものと考えられる。図1の赤外線画像にも対流性の雲の発達している様子が捉えられている。

謝辞

上記の図6～8は、京都大学生存圏研究所のデータベースからダウンロードしたデータを元に、大今進氏が開発したGPV解析ソフト（GPV_Watch）で作成致しました。ここでお礼を申し上げます。

参考文献

[1]友清依利子他,2010,風速の立ち上がり時間に着目した突風の性状,日本風工学会年次研究発表会,118-123
 [2]桑形恒男,1993,大型台風にもなった気象官署の突風率の長期変化, 天気 40(2),91-97

エネルギーの流れを考える温室効果実験教材

関隆則（日本気象予報士会・千葉支部）

1. はじめに

温室効果を一般の人に説明するには、温室効果気体である水蒸気や二酸化炭素の赤外線吸収、放射の性質を確認する実験や、太陽からの可視光が地面を加熱、地面からの赤外線放射、大気中の温室効果気体の赤外線吸収、そして赤外線放射による地面の加熱に至るエネルギーの流れを確認できる実験が役に立つ。温室効果気体の赤外線吸収実験については第11回研究成果発表会「水蒸気と二酸化炭素を用いた温室効果実験教材」で光音響効果を用いた実験を報告した。今回は温室効果に関するエネルギーの流れに着目した実験を報告する。なお、本研究は日本気象学会2017年度秋季大会で報告したものである。

2. 今回の実験のテーマ

図1は温室効果のエネルギー流れについて大気を1つの薄い層で代表して説明する図である。 I_E は太陽からの入射エネルギーである。(A)は温室効果気体がない場合、(B)は温室効果気体を含む大気を薄い層で代表させて、エネルギーの出入りを示している。(A)では I_E が地面を温度 T_{g1} に加熱し赤外線を放射する。(B)では温室効果気体を含む大気からの下向きの赤外線によって地面が加熱され、地面の温度は T_{g2} に加熱される。実験では地面としてアルミ板を用い、電気ヒータを密着させてエネルギーを注入し、温室効果気体を含む大気の層はカーボン紙を代用し、 $T_{g1}-T_{g2}$ の温度差で、温室効果の存在を体験する。

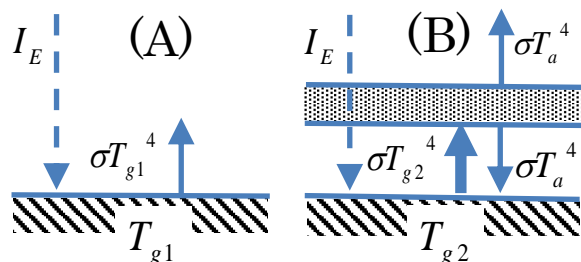


図1 大気を1つの薄い層で代表した説明図

3. 実験装置の要点と構成

図2に実験装置の外観を示す。図3はアルミ板とヒータの実装を示す。図4はカーボン紙を装着した状態での機能図を示す。

- ・太陽からの可視光の加熱を電気ヒータで行う。
- ・赤外線をほぼ完全に吸収・放射するカーボン紙で温室効果気体を含む大気の層の代用にする。
- ・地面、大気の層、上空の冷熱源を板状にして、垂直に立て、対流による相互の熱の結合を避ける。
- ・実験の感度を上げるため冷熱源板を保冷材で冷やす。

図5に実験の流れを示す。カーボン紙を挿入し加熱を待つ、次にカーボン紙を抜き放射冷却の温度低下を確認、再びカーボン紙を挿入し、カーボン紙から



図2 実験装置の外観

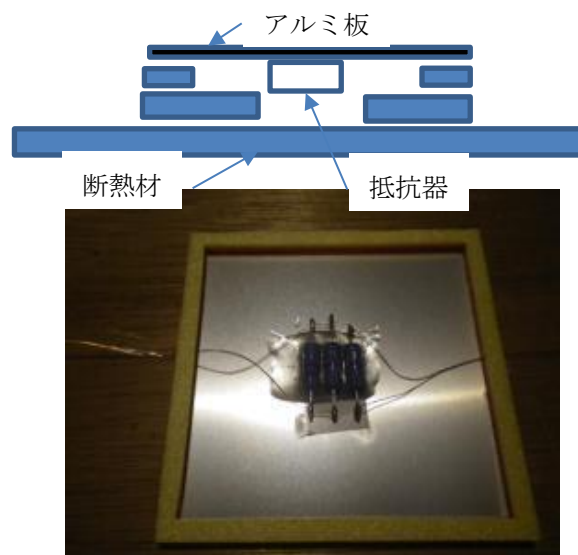


図3 アルミ板（地面）のヒータ

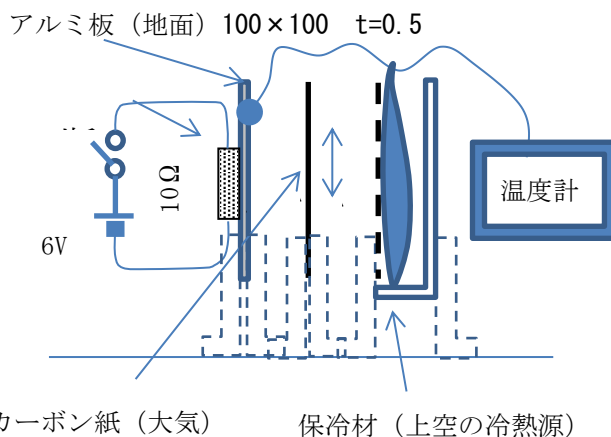


図4 実験装置の機能図（カーボン紙装着時）の再放射ともなう温度上昇を温室効果として確認

する。

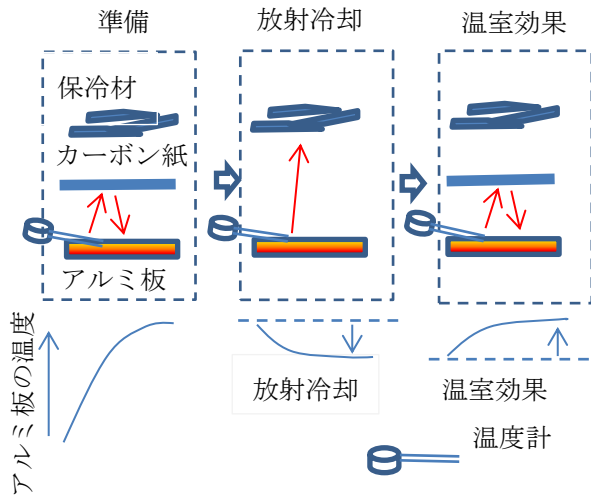


図5 実験の流れ

4. 実験の結果

図6にカーボン紙の有・無による地面に対応させたアルミ板の温度変化を示す。「準備」はカーボン紙を挿入し予熱する。「放射冷却」はカーボン紙を除去し赤外線の入射が減少したときの温度を確認する。「温室効果」は再度カーボン紙を挿入することでカーボン紙からの再放射でアルミ板(地面)の温度が上昇することを確認する。図7はカーボン紙を挿入したときのアルミ板(地面)の温度上昇を拡大して示す。

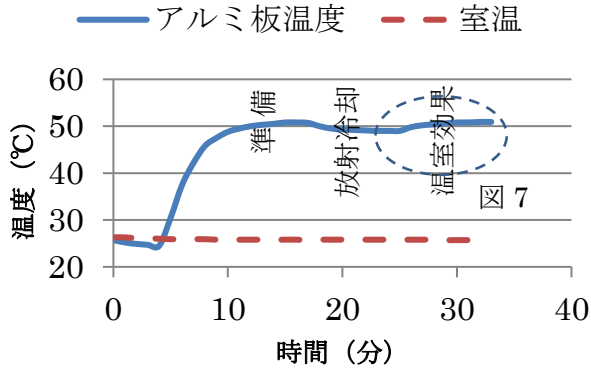


図6 アルミ板(地面)の温度変化

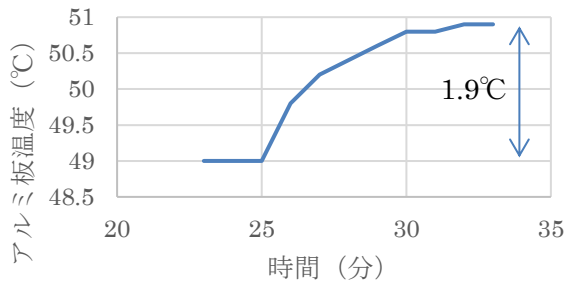


図7 アルミ板(地面)の温度(温室効果)

4. 実験の結果の検討

各段階の到達温度と周囲温度は

- 準備 : 50.7°C/25.7°C
- 放射冷却: 49.0°C/25.8°C (カーボン紙除去)
- 温室効果: 50.9°C/25.6°C (カーボン紙挿入)

アルミ板の温度変化 1.9°Cからカーボン紙からの加熱量を計算すると(周囲温度変化は含めず)

$$\Delta I = 4\sigma T^3 \Delta T$$

$$= 4\sigma(50.8 + 273.1)^3(50.9 - 49.0) = 14.6 (W/m^2)$$

アルミ板の面積 0.01m² に対しては 0.146W の入射量となり、ヒータの電力 3.6W に対しては約 1/20 であった。

6. まとめと今後の課題

温室効果を大気の層からの赤外線による地面の加熱として実験で説明できた。カーボン紙の挿入によるアルミ板(地面)の温度変化をもっと大きく確認しやすくするには冷熱源からの放射を低減するなど改良が必要である。この実験で温室効果を説明するときの注意点は図1では地面と大気間の熱伝導は考えられていないが、実験ではアルミ板とカーボン紙の表面から対流と熱伝導で熱が奪われて、温度変化が小さくなっていることを解説する必要がある。

7. 参考文献

- 小倉義光, 1984: 一般気象学(第2版)
- 松田佳久, 2011: 惑星気象学入門
- 近藤純正, 1987: 身近な気象の科学、熱エネルギーの流れ
- 関隆則, 日本気象学会 2017 年度秋季大会: A406 気層の放射による地表面の加熱を考える温室効果実験

HYSPLIT モデルを用いた迷行鳥類の気象要因解析

日本気象予報士会 関西支部 太田佳似

1. はじめに

昨年の「気象と鳥たちの生活」[1]の発表で、鳥の渡りへの気象の影響を、日変化、総観スケール、気候変動の3つの規模の異なる気象現象の観点から述べた。鳥は渡りでも日常生活でも気象と密接な関係にあり、特に渡りではエネルギーを節約するため気流を有効に利用している[2][3]。

一方、渡りの途中でコースから逸れたり、繁殖地や越冬地から誤って日本に渡来する迷鳥は、利用したはずの気流に、逆に翻弄されたとも考えられるが、どの程度、気流による気象要因が影響しているのか調べてみることにした。

2. 迷行原因の解析

日本産鳥類の種数は、12年間で542種[4]から633種[5]まで91種も増えている。その内84種は迷鳥であり、毎年のように日本各地で新しい種が観察、記録されている。1999年～2019年の日本鳥学会誌（和文誌）に迷鳥として報告された観察記録だけでも104例あるが、日本への迷行理由が明らかになっているものは少ない。

迷行の原因は複数の要因が絡み合っており、①悪天候による漂行（drift）、②分布域の拡大（diffusion）、③目的地超過（over-shooting）、④渡りの定位誤り（misorientation）、⑤拡散または分散（diffusion or dispersion）、⑥分布の拡大、⑦近縁種との混群などが挙げられている[6]。本報告では上記104例について、アメリカ海洋大気庁（NOAA）のHYSPLITモデルを用いて流跡線解析を行い、どの程度まで気象現象が影響しているのか解析を試みた。尚、本解析に当たり、GPSロガー付きのオオミズナギドリ（日本近海に生息する海鳥）でHYSPLITモデルの検証を行っており、別途報告を予定している。

3. 解析の手法

本解析では迷鳥は発見地点に初めて飛来したものと仮定し、飛来日時は発見日時から最大2週間前まで遡ることとした。また鳥の飛翔高度の初期値は、米国でのレーダーを用いた研究結果[2]を参考に、地上付近から2000mまで高度毎に解析することとした。気温は高度と共に下がるため、高空の飛翔は、低温により鳥の体力の消耗が激しく、長距離の移動は難しいと考えられている[3]。HYSPLITモデルによる解析結果からは以下の点を検討して飛来ルートを推定した。

- ・発見時期に応じて、繁殖地、越冬地、渡りルートのいずれかからの飛来となっているか。
- ・雄個体や若鳥で、本来の渡りの目的地を超えた over-

shooting となっているか。

- ・その飛来コースの原因となった顕著な気象現象が、その時刻の地上天気図や高度毎の解析結果による大気の3次元構造に認められるか。
- ・解析された高度は妥当か。もし、海鳥以外での海面低空の長時間飛翔や、逆に4000mを超えて、さらに高度が高くなる場合は、その手前で解析を一旦中断し、飛翔高度を初期値に戻して再度、後方解析を行った。
- ・何日も海上を渡るなど不自然な飛来ルートになっていないか。
- ・これまで知られていない定期的な渡りルートや繁殖地、越冬地の可能性はないか。

飛来ルートが推定できた後は、解析の時間間隔を狭め、最も可能性の高い渡来時刻を絞り込んだ。同時に、後方解析時間を必要な期間まで延長し、その気流に乗った必然性を検討しつつ、渡来元を解析した。

なお、台風の眼に捕らえられたような時は、後方解析による飛来コースの特定は難しい。そのような場合は、台風のような顕著現象下で、繁殖地や越冬地、あるいは渡りルートに該当する場所と時刻から前方解析を行い、発見場所付近に向かう風の流れがないかを調べた。

4. 解析の結果

今回の解析では、104例の約85%に当たる89例が、何らかの気象現象の影響を受けていると推定された（図1）。気象要因のカテゴリーは、台風（10例）、低気圧（24例）、寒冷前線（28例）、停滞前線（14例）、寒気（12例）、偏東風（1例）の6つに分類できた。寒冷前線後面の気流による迷行が89例中28例と約31%も占めるのは、元々、鳥が寒冷前線の気流を渡りに利用しているためと考えられる[5]。

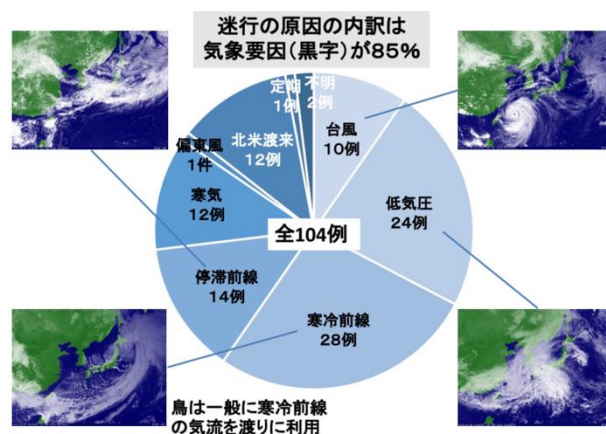


図1 HYSPLITモデルによる迷行原因の解析結果

5. 考察

個々の事例解析で、以下のような点を明らかにできた。

① 渡来日の推定

実際の渡来日を、数時間から数日間の範囲まで特定できる場合があった。解析手法の改良で、より精度を向上させることが可能と考えられる。一方、渡来直後かどうかの判定には、発見直後の詳細な観察の情報も重要である。

② 渡来元の推定

三宅島に初めて渡来した赤くて長い脚が特徴のセイタカシギは、日本では東京港野鳥公園などの東京湾と伊勢湾で繁殖するが、三宅島に近い東京湾よりも伊勢湾から渡来した可能性の高いことが分かった(図2)。渡来元のおよその地域が分かれば、亜種の判定の有力な根拠となる。

③ 迷鳥の再来予測

スマトラから中国南部に渡って繁殖し、近年北上傾向にある白っぽいオシドリのナンキンオシ4例(図3の2例)や、春にインド北西部からバイカル湖方面に渡るウグイスに似たチフチャフ2例(図なし)のように渡来原因の類似性が分かれば、再来予測が可能となり、観察も強化できる。

④ 定期的な渡りルートの推定

秋に北東シベリアからアフリカ南部まで渡るウグイス類のキタヤナギムシクイが与論島に飛来した例では、これまで渡りルートとされて来た中国大陸東岸からの迷行より、南西諸島沿いの渡りの可能性が高く、このような解析結果は、新たなルートの解明に役立つと考えられる(図4)。

6. 今後の展望

迷鳥が訪れる総観規模での気象条件をカテゴライズし、舩倉島、粟島、飛島と言った毎年のように迷鳥が訪れる日本海の島嶼など、観察記録が多い地点の迷鳥の渡来条件を明らかにすることで、より効率的に迷鳥を見つけ出すことができる可能性があり、検討を始めている。特に近年盛んになっているバードウォッチングツアー等に気象ビジネスの道を拓く一助となるであろう。

また、気候変動レベルでの迷鳥への影響を明らかにすることで、これまで訪れることのなかった迷鳥の渡来を予測することにより、他の鳥や昆虫、植物への影響を見積もり、最終的に農業など人間生活への影響を予測できると考えられる。例えば、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次報告書(AR4, 2007)によると、日本付近の台風は年間発生数は減少するものの、勢力は大きくなると予測している。このような予測から台風の影響で日本に渡来する南方系の鳥の種類や頻度の変動を推定できる可能性がある。

謝辞

本報告にあたり、気象庁気象研究所の荒木健太郎氏にはHYSPLITモデルの利用のご提案とご指導を、須川恒氏には解析の進め方、まとめ方についてご助言を、大西敏一氏に

は迷行に関する多くの文献のご紹介と最新情報のご提供を頂いた。これら各氏に謝意を表す。

参考文献

[1]太田佳似, 2019, 気象と鳥たちの生活-生物季節観測に親しむ(木村賞受賞論文), てんきすと, 120:6-7
 [2]Kerlinger P, 2008, How Birds Migrate, Stackpole Books
 [3]Gilroy JJ, 2009, Vagrancy Mechanisms in Passerines and Near-Passerines, Rare Bird Books
 [4]編集委員会, 2000, 日本鳥類目録改訂6版, 日本鳥学会
 [5]編集委員会, 2012, 日本鳥類目録改訂7版, 日本鳥学会
 [6]先崎理之, 2019, 日本の渡り鳥観察ガイド, 文一総合出版

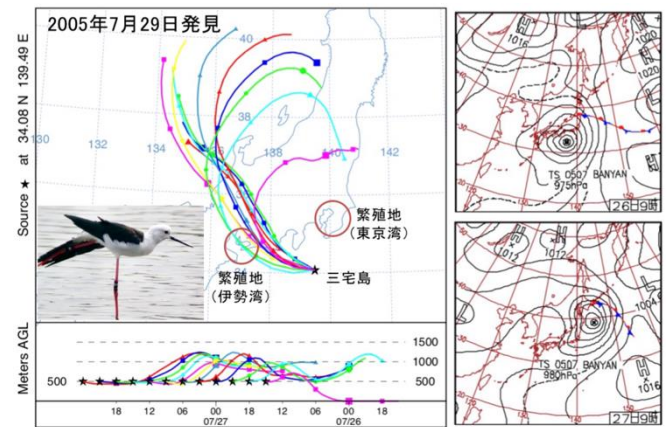


図2 セイタカシギ *Himantopus himantopus* の解析例

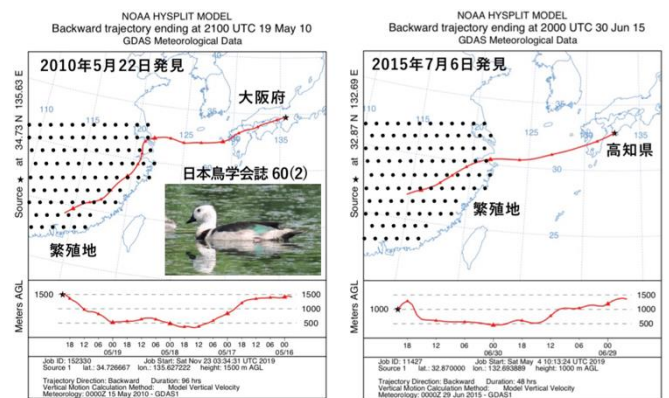


図3 ナンキンオシ *Nettapus coromandelianus* の解析例

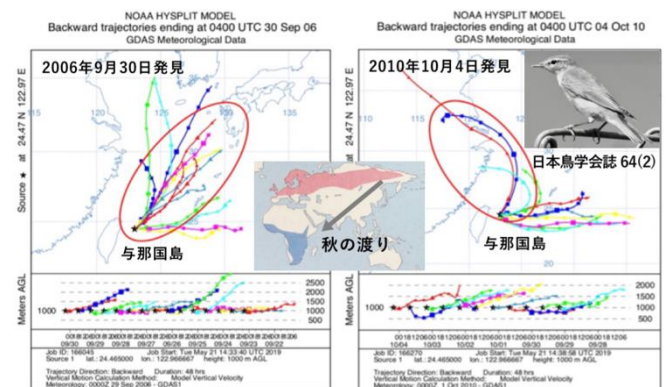


図4 キタヤナギムシクイ *Phylloscopus trochilus* の解析例

花崗岩地帯における土砂災害の一考察

實本正樹（関西支部）

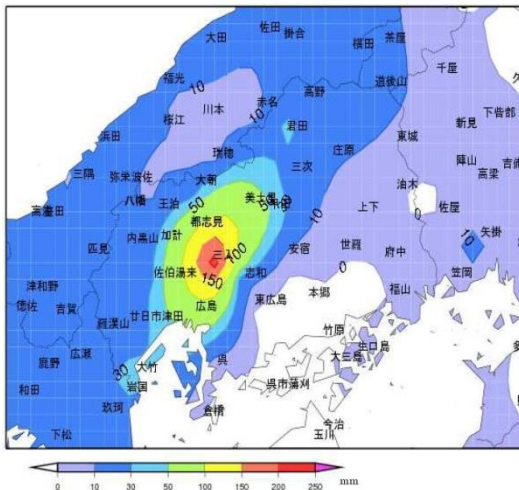
1. 研究動機

平成 26 年 8 月豪雨により、広島県安佐の三入アメダスでは、24 時間降水量の日最大値 257.0 ミリを観測し、通年の観測史上 1 位を記録した。（第 1 図）

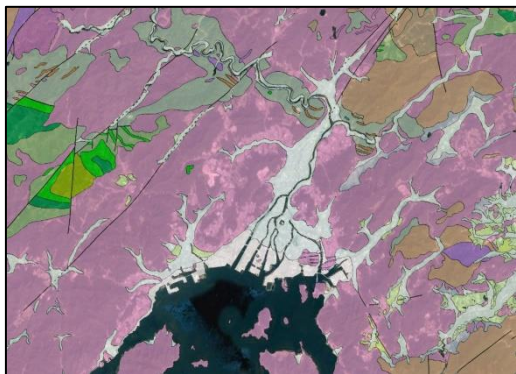
花崗岩は、風化が進むと真砂土を形成し、地盤が弱くなることが知られている。

この地区で発生した事例など、国内の花崗岩地帯では、度々、大雨による土砂災害が起こってきた。広島県安佐地区のシームレス地質図を示す。（第 2 図）

本研究は、花崗岩を構成する鉱物について、その相互関係を解明し、土砂災害を引き起こす可能性の高い花崗岩の特性を明らかにする一考察である。



第 1 図 2014 年 8 月 19 日 11 時～20 日 9 時までのアメダス期間降水量（広島气象台，2014 より引用）



第 2 図 広島県安佐地区のシームレス地質図
桃色領域は後期白亜紀の花崗岩、白～灰色領域は後期更新世～完新世の堆積岩類を示す。（地質図 Navi より引用）

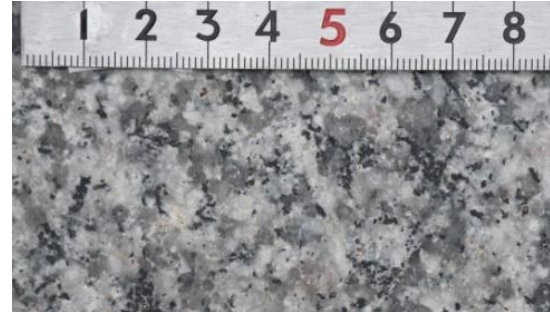
2. 研究方法

粗粒珪長質岩である花崗岩の研磨表面を近接撮影し、得られた画像に存在する各造岩鉱物をポイントカウントして、その存在率を求めるモード測定法を用いた。

花崗岩の造岩鉱物の存在率は、産地や年代による差異は

少ないので、岩石サンプルは、勤務校の校碑土台に用いられているものを用い、スケーラーとともに撮影した。

花崗岩の近接撮影画像は、横 30mm 縦 15mm の範囲を、縦横 0.5mm 幅の格子線レイヤーを重ね、 $60 \times 30 = 1800$ の格子に分けた。（第 3 図）



第 3 図 花崗岩（校碑土台）の近接撮影画像

次に画像上で黒い部分は黒雲母、暗灰色で透明感のある部分は石英、灰白色の部分は斜長石、淡黄色などの部分はカリ長石として画像領域を 4 種類の造岩鉱物に区切った。

0.5mm 格子は充分小さいので、格子内に 3 種類以上の鉱物が存在しても、それら 3,4 番目の小さな鉱物の面積は見積もらず、格子内は 1 種類または 2 種類の鉱物から成るものと見なし、格子を 10 パターンに分類した。

3. 研究結果

1800 の格子を、前述の 10 パターンに分類し、目視により、ポイントカウントした個数と存在率を示す。（第 1 表）

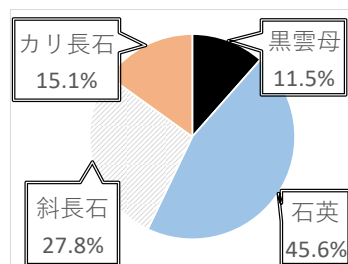
第 1 表 10 パターンの個数と存在率

造岩鉱物	個数(個)	存在率(%)
黒雲母のみ	118	6.6
石英のみ	613	34.1
斜長石のみ	318	17.7
カリ長石のみ	124	6.9
黒雲母+石英	112	6.2
黒雲母+斜長石	47	2.6
黒雲母+カリ長石	19	1.1
石英+斜長石	174	9.7
石英+カリ長石	131	7.3
斜長石+カリ長石	144	8.0
合計	1800	100.0

第 1 表をもとに、各造岩鉱物の存在率を算出した。その方法は、格子が 1 種類の鉱物のみから成る場合、その存在率は 100%、ある鉱物が他鉱物と共存する場合、各鉱物の存在率は、大きさに関わらず、すべて 50% ずつとした。

第 1 表より、石英の存在率は、 $34.1\% + (6.2\% + 9.7\% +$

7.3%) \times 0.5=45.6%と算出した。他の造岩鉱物も同様に算出し、それぞれの存在率を求め、石英は45.6%と最も多く、黒雲母が11.5%と最も少ない、結果を得た。(第4図)



第4図 花崗岩の造岩鉱物の存在率

次に各造岩鉱物について、単独での存在率と他鉱物と共存率を調べた。(第2表)

黒雲母は、単独での存在率が39.9%と低く、黒雲母+石英は、黒雲母単独の場合とほぼ同比率であった。第4図の通り、石英の存在率は高いが、それ以上に他鉱物と比べて、石英との共存率は際立って高い。

石英は、単独での存在率が59.5%と最も高い。他鉱物との共存率は、どれも2倍以内であることから、石英と黒雲母の共存率は高い。

斜長石は、単独での存在率が46.6%と高く、カリ長石との共存率が21.1%と、石英との25.5%とほとんど差がないことから、カリ長石との共存率が高い。

カリ長石は、単独の割合が29.7%と最も低い。斜長石との共存率が34.4%と、石英との31.3%より高いことから、斜長石との共存率が高い。

第2表 注目鉱物と相手方鉱物との存在率

相手方鉱物	黒雲母	石英	斜長石	カリ長石
注目 黒雲母	39.9	37.8	15.9	6.4
石英	10.9	59.5	16.9	12.7
斜長石	6.9	25.5	46.6	21.1
カリ長石	4.5	31.3	34.4	29.7

単独存在率は、大きな結晶では高く、小さな結晶では低くなるので、結晶の大きさは石英と斜長石は大きく、黒雲母とカリ長石は小さいことがわかる。他鉱物との共存率は、黒雲母と石英、及び、斜長石とカリ長石で高いことから、これらの鉱物どうして隣り合うことが多いことがわかる。

以上のことをまとめると、黒雲母は小さく、大きな石英に、カリ長石は小さく、大きな斜長石に含まれていることが多いと言える。

4. 考察

斜長石は、灰長石 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ と曹長石 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ との固溶体で三斜晶系である。さらに単斜晶系のカリ長石 KAlSi_3O_8 と曹長石も固溶体の関係にあり、化学成分は連続的に変化する。よって、斜長石とカリ長石が隣り合うこと

が多くなるのは必然と考えられる。

黒雲母 $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH,F})_2$ と石英 SiO_2 に関して、これら2つの鉱物は、長石類から排他されるので、互いの共存率は高くなると考えられる。

物性が異なる粗粒の鉱物からなる花崗岩は、温度変化が激しい環境下で、化学組成が異なり熱膨張率に差があることや、結晶系やへき開の方向が異なり、熱膨張しやすい方向の違いを生じることから、各鉱物間の結合が弱まり、物理的風化されやすくなる。(第3表)

また、花崗岩は一般に方状節理が発達して、水が浸透し、化学的風化が進むが、石英は風化されにくく、長石類や黒雲母は風化されやすく、各鉱物で風化の耐性が異なる。

本研究で石英と黒雲母は隣り合って存在していることが多いとしたが、このことも花崗岩の風化を促進する方向に作用すると考えられる。

第3表 花崗岩の造岩鉱物の物性

	黒雲母	石英	斜長石	カリ長石
結晶系	単斜晶系	三方晶系 六方晶系	三斜晶系	単斜晶系
へき開	一方向に 完全	なし	二方向に 完全	二方向に 完全

5. 今後の課題

花崗岩は、国内だけでなく世界中に広く分布する。また、硬く緻密であるので、様々な建材として古来より用いられてきた。

表面を研磨されたものは石碑や墓石、またビルの外壁などに、風化した場合にも、真砂土として、社寺や古跡など庭園の敷き砂などとして用いられてきた。

その一方、花崗岩は土砂災害を引き起こす可能性も内在する岩石であり、近年頻発している大雨や豪雨により発生する土砂災害を最小限に食い止めるためにも花崗岩の分布やその特性を知ることが、大きな意義があると考えられる。

今回、モード測定法を用いて花崗岩の造岩鉱物の相互関係を明らかにすることを試みた。この方法は、比較的簡易であるので、様々な地域に存在する花崗岩を再調査し、簡素な方法で身近な花崗岩を再発見する輪を広めたい。

なお本研究は、筆者の勤務校である京都府立久御山高等学校自然科学部の部員らとともに進めているものである。

6. 参照資料, 参考資料

広島气象台, 2014: 平成26年8月19日から20日にかけての広島県の大雨について

http://www.jma-net.go.jp/hiroshima/siryo/20140820_sokuhou.pdf

地質図 Navi <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>

国立天文台, 2019: 理科年表

2019年の台風19号による大雨の解析(大気の川によって運ばれた水蒸気フラックスの地形性収束)

日本気象予報士会 東海支部 大矢 康裕

1. はじめに

2019年の台風19号は、大雨によって甚大な災害をもたらしただけでなく、中部山岳でも南アルプスや八ヶ岳では登山道が大きなダメージを受けている。図1は南アルプスの甲斐駒ヶ岳(2967m)の黒戸尾根で、ハシゴの下の登山道がゴツソリと崩壊している様子を示す(七丈小屋管理人で登山家の花谷泰広さんのご厚意で掲載)。七丈小屋では懸命の復旧作業が行われており仮復旧したが、登山道の崩壊のため今期の営業を終了せざるを得ない山小屋もあった。



図1 黒戸尾根5合目付近の登山道の崩壊

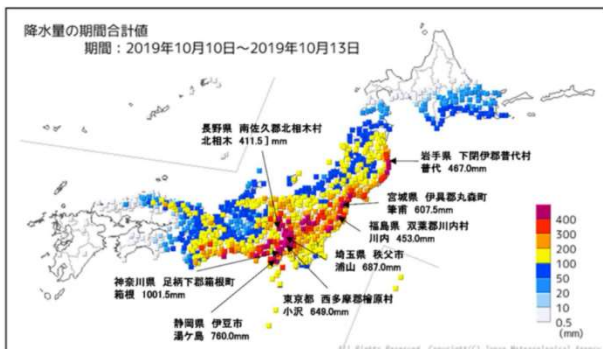


図5 台風19号の降水量分布(期間:10月10日から10月13日)

※]: 欠測が含まれる(資料不足値)

図2 台風19号による降水量分布(気象庁の速報)

2. 本研究の目的

台風19号については、気象庁によって接近前の早い段階から過去に関東地方に大きな災害をもたらした「狩野川台風」に匹敵するとして何度も注意喚起が行われていた。しかし当初の気象庁の見込みより広範囲にわたり長時間の降水が続いたことが、今回の台風19号による被害を大きくしたのではないかと考えている(図2)。なぜこのような現象が起きたのかについて考察することが今回の研究の目的である。

3. 解析方法

気象庁によるGPV(格子点値)のFH=0のGSM及びMSM解析値を使って、描画ツールGrADSで大雨に関連する気象要因の作図・解析を行った。

4. 解析結果

まず、大量の降水をもたらした水蒸気の由来を探るために可降水量と925hPaの流線について解析した結果を図3に示す(この解析図のみGSM)。可降水量40~60mmの大量の水蒸気が大気の川(Gimeno et al. 2016)となって、東北から東日本の太平洋側沿岸に向かって流れ込んでいる様子がよく分かる。

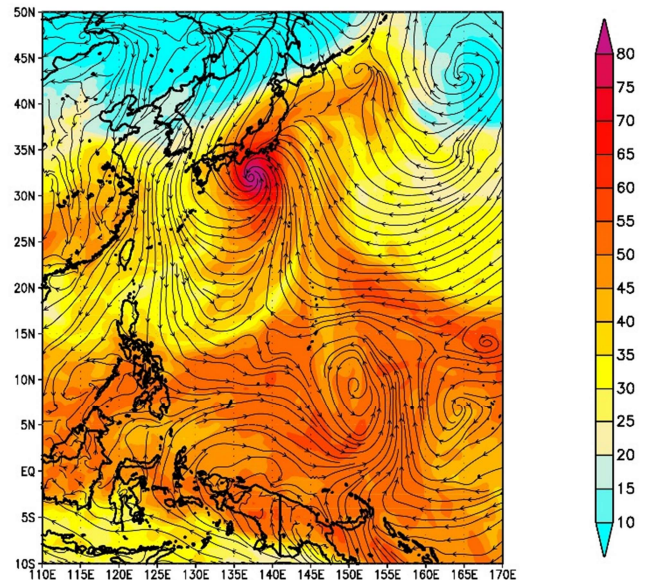


図3 9/12 00zの可降水量(mm)と925hPa流線

そして、大気の川によって日本付近に流れ込んだ水蒸気の挙動の時間経過について、925hPa相当温位による解析を行った結果の一例を図4と図5に示す。沿岸部で形成された局地前線が、台風19号の北上とともに強化されながら中部山岳東側の山麓付近に押し込まれていく様子が分かる。

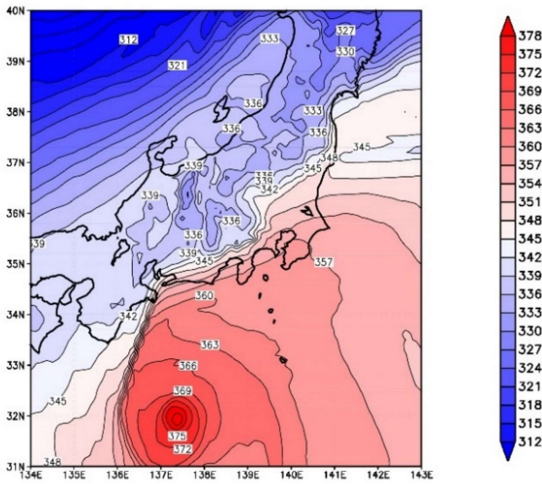


図 4 925hPa 相当温位(K) (10/12 00z)

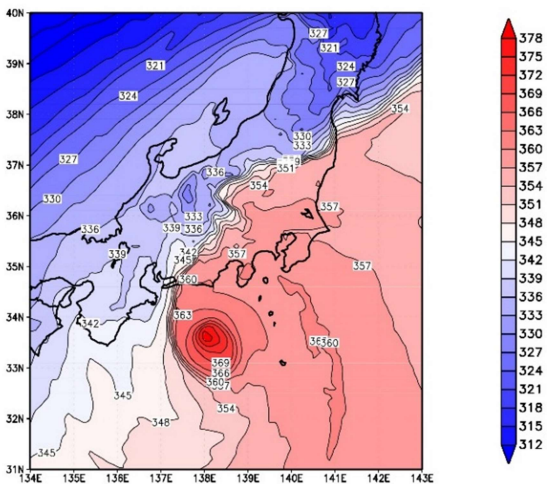


図 5 925hPa 相当温位(K) (10/12 06z)

5. 考察

今回の大雨は水蒸気の流れが重要な役割を果たしていると考えて、関東甲信地方での大雨の時間帯のほぼ中央にあたる 10/12 06z における水蒸気フラックス収束の鉛直積分を行った結果を図 6 に示す。

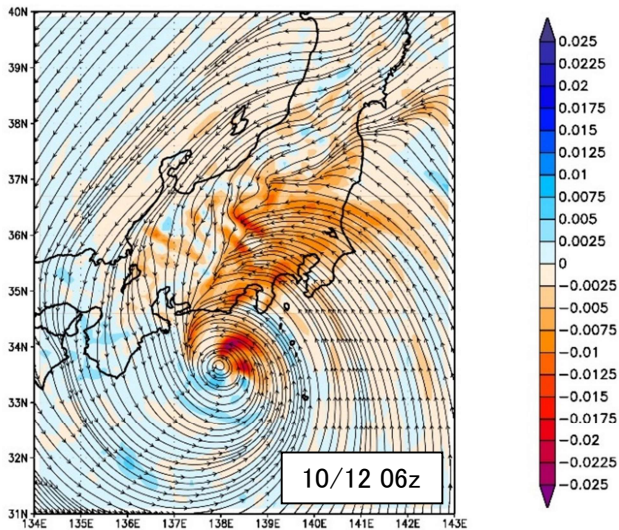


図 6 水蒸気フラックス収束(kg/m²/s)と 925hPa 流線

水蒸気フラックス収束の鉛直積分は実際の降水と強い相関があるとの報告がなされている。今回も中部山岳東端部の 925hPa 水平風の収束線の東側に水蒸気フラックス収束域が広がっていて、実際の強い降水域(図 7)と非常に良い対応が取れている。

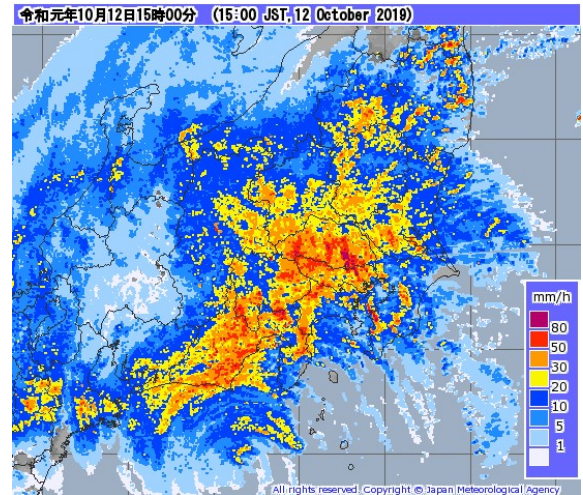


図 7 気象庁の降水ナウキャスト(10/12 06z)

北緯 36 度の相当温位や混合比の東西断面図(図略)の解析を行うと、地表面から 700hPa 付近まで等相当温位線や等混合比線の集中帯がほぼ垂直に伸びており、これも降水が強化された要因と考える。なお、温位断面図(図略)では対応する不連続域は認められなかったため、梅雨時に東シナ海でよく見られる水蒸気前線に相当するものであると考えられる。

6. まとめ

台風 19 号によって長時間かつ広範囲にわたって大雨になった要因を以下のように推察する。

- ・熱帯の水蒸気が大気の川となって流入
- ・東北と東日本の太平洋側に局地前線形成
- ・局地前線は中部山岳東側の山麓に移動し停滞
- ・その東側に水蒸気フラックス収束域が形成
- ・中部山岳による強制上昇が局地前線を強化
- ・700hPa 付近まで垂直に伸びる水蒸気前線の形成

7. 今後の課題

台風 19 号の大雨に対する中部山岳による地形性要因の定量化のため、山岳地形の有無によって降水状態がどのように変わるのかについてのシミュレーション解析を今後の研究課題としたい。

8. 謝辞

本研究の解析にあたり、岐阜大学工学部附属 応用気象研究センター センター長の吉野純准教授には色々ご助言をいただき大変お世話になりました。末尾になりましたが、厚く御礼申し上げます。

人間一人一人が自己完結型のアメダス観測装置。「気圧の低下が病気の原因である」は誤り

登録番号5084 東京支部 小室善隆

西洋医学に於いてある研究者が「低気圧が近づくと何故具合が悪くなるのか」と言う実験室での実験結果で「気象病、即ち気圧の低下が病気の原因である」と発表され、世間ではそれが真実であるが如く信じられてしまった。確かに気圧の低下により病気は発症させられる。

だが、それは本当だろうか。私の素朴な疑問として「何故、高原に行くと心地が良くなるのか、何故、雲海の中へ下りると具合が悪くなるのか」と言う疑問に対する解答が出て来ない。また、梅雨時の異常とも言える大量の降水に対して、気圧の低下などは大して無いだけでなく、時として気圧の上昇も見られる。

気圧の低下は気象学（陰陽五行学）に於いて五行（気象現象の降水など）の変化を引き起こす一つの引金であって、病気の原因では無いと考察する。この「気圧の低下が病気の原因である」は実験の結果であって誤りである事を考察したい。

多くの西洋医学者は「中国古典醫學(以下中醫學とする)と西洋医学は違う」と言い張る。だが本来、東西の医学に区別は無い、答えは同じである筈である。けれど、確かに違う。西洋医学は「生物化学」(ギリシャ哲学的思考)だけで成立されており、追試が出来る事を条件に証明がなされている。

中醫學ではその証明と言う行為が行われず、論ずるしか方法は無い。この論ずると言う行為は、身体内の大方の物理量の直接の計測が現在の所は不可能(正否は別にして臓器が判断した結果の計測、即ち尿量、血圧などは可能だとして考察)である事を意味する。

中醫學に於いての、五臓の相克関係は、陰陽五行学(日本語訳としての生物物理気象学で、生物気象学会などで言う意味とは異なる)で考察しなければならない。現在の西洋医学は中醫學が論じている生物物理気象学が含まれていない。これを理解し易くする為に「悪い所と痛い所(と治す所)が重なっていない」事を今回は考察したい。

前回の私の研究発表に於いて、西洋の気象学と東洋の陰陽五行学は全て同じ学問で、科学であると考察

した。今回はその続きになる。

先ず、簡単なおさらいを。木火土金水の五行で外周を回ると年間の周回を表し、土を中央に置く木火金水の四行で外周を回ると一日の周回を表す、とした。

小学生、中学生、或いは高校生の頃の理科生物を思い出して欲しい。「哺乳類鳥類は恒温動物です」と言う件である。同時に内蔵部分である。五行と同じ並べ方で書き連ねると、肝臓、心臓、脾臓、肺臓、腎臓の順番、木火土金水の順番になる。ここで脾臓は、となる。が、今日の考察に脾臓は関係が無いので除外する。

人間の身体の中でもこの木火土金水の五行(年間、或いは一日)の循環、相生関係に従って五臓が機能している時は健康である。この部分の循環に生物物理気象学はあまり関係していない生物化学の範疇と考察され、既に腎臓は肝臓が喜ぶ事(増血ホルモンの分泌)(生物化学で発見済)を、肝臓は心臓が喜びそうな事(栄養の供給)を行っている。が、心臓は脾臓を、脾臓は肺臓を、肺臓は腎臓を、がまだ生物化学的に発見されていない。

今回の主とする発表は、星型右回りの周回、中醫學の専門用語では「相克関係」と言う。この相克関係とは何なのか。

古来、肝臓は春の臓器で五行の「木」に属し「風」の臓器とも言われる。同じ様に心臓は夏の臓器で「火」に属し「熱」の臓器とも言われる。脾臓は雨季(土用)の臓器で「土」に属し「湿(潤)」の臓器とも論じられる。肺臓は秋の臓器で「金」に属し「(乾)燥」の臓器とも言われる。腎臓は冬の臓器で「水」に属し「寒」の臓器とも言われる、とされる。

そして古来、五行の相克関係は生物化学的な要素も含めて次の様に機能を解説し、論じられ、その一部は生物化学的に証明がなされている。

肝臓は小腸から送り込まれる粗血液と心臓により送り込まれる血液を合流させた血流を常時観測し、血液中に不足する成分を合成し、過剰成分は減らし、腎臓で排泄出来ない脂肪系の排泄物を分解、解毒等(人体の化学工場とも言われる)しながら、身体の中で風

を吹かせる(肋骨横隔膜を動かして呼吸させる、以下同)が、外から吹かせられる風(受身、以下同)を嫌い、脾臓に向けて「雨を降らせて」と求める。

脾臓も血流を常時観測し、肝臓に頼まれて身体の中に「雨を降らせ(降水を齎す、水を造る、水の集積も考えられる。身体の中の湿潤性を保つる)」、また古くなった血球を壊す、栄養に目印を付ける等の血液の調整を行うが、外から「雨を降らせられる(水分の摂過ぎ、糖分の摂過ぎ)」と、腎臓に向けて「おしっこを出して」と排水を求める。

腎臓も血流を常時観測して、脾臓の指示に従って(この部分は全く認知されていない)膀胱へ「おしっこを出し」、血流中にある組織の異常な物質が到着(生物化学的にもかなり詳しく解明済み)すると、血液中に溶けている異常物質や老廃物を排泄し、異常物質を発生させた当該組織に向けて様々な指示を出す。さらに、身体の何かの原因(大部分は体温の低下による)での「血流量の減少を嫌い」、心臓に向けて「血圧(体温)を上げて(血圧昇圧ホルモンの存在は生物化学的に証明済み)」と求める。

心臓は腎臓から分泌される血圧を上げてと言う血圧昇圧ホルモンに従って血圧を上昇させるポンプであるが、「熱さを嫌い」肺臓に向けて「身体を乾燥させて(つまり汗をかいて)」と求める。

肺臓は心臓からの指示に従って、管轄範囲の皮膚に汗をかかせて「身体を乾燥させる」が、外から乾燥させられる事を嫌い、肝臓に向けて身体に風を吹かせて、と頼む。そして肝臓は肺臓の指示に従って身体の中に風を吹かせる(呼吸させる)のです。

さて、気象観測に用いるアメダスの基本的な感知機は風力計、温度計、湿度計の3つである。また、数値予報で用いる計算対象も風、温度、湿数である。

要約すると、肝臓は過剰の風を嫌い、脾臓は過剰の湿潤化(水)を嫌い、腎臓は(寒冷化による)血液流入量の減少を嫌い、心臓は過剰の高温化を嫌い、肺臓は過剰の乾燥化を嫌う。それぞれの臓器が嫌う事象は、肝臓が風の感知器で、脾臓が湿潤の感知器、腎臓が(寒冷化による)流量減少感知器、心臓が高温感知器、肺臓が乾燥の感知器に他ならない。

感知した情報を相克関係に従って情報(情報物質)

を血流中に放出し、血流中から受け取った各臓器が機能を発揮しているのである。つまり、五臓が五つ巴の身体の中の気象観測を常時行い、その結果を一つ置いた次の臓器に対して指示を行っていると考えられる。

身体の中の気象感知器の感度性能が何らかの理由で、大部分は低下、又は向上し過ぎると頼まれた臓器に、或いは頼んだ臓器が管轄するその他の器官に異常が現れる事になる。結論として、人間の病気の原因は全て気象病だ、と言い切れる。

中醫學で言う「相克関係」とはこの通り、生物化学の範疇に無く、全て生物物理気象学の範疇と考察する。全ての病気は何れか(臓器の単数複数に関わらず)の身体の中の気象感知器の感度性能が何らかの理由で異常になっている状況と考察する。

そこで、気圧の低下(低気圧の接近、特に梅雨時の降水には大きな気圧の低下が無い)により大気の収束が発生し、湿気の集積(降水)が発生する。よって、既に狂っていた湿潤の感知器である脾臓(悪い所)が悲鳴を上げて、多くは後頭部や頭全体の頭痛(痛い所、頼まれた臓器)などを引き起こす。

さらに、都合の悪い事に湿潤の感知器は皮膚の表面に存在していない。その結果、そこで引金となる耳の中の気圧感知器が着目されてしまい、「気圧の低下が病気の原因である」と言う誤った実験結果の情報が流布されてしまったと考察する。気圧の低下は単なる引金に過ぎないが、西洋医学に於いては、耳の中にある気圧感知器を薬で麻痺させる、手術で破壊する事により治した事になる。

だが、実際には異状を起こしてしまった臓器を治していないので、それ程遠くない将来にはもっと恐ろしい気象病を発症させてしまう事と考察する。例えば各種の癌(脾臓と腎臓の異常)などである。

余談だが中醫學と西洋医学の隙間は非常に大きいが、この隙間にはノーベル賞クラスの発見、発明がゴロゴロと転がっている。そして、今の気象学を無視しての中醫學と西洋医学の合作は不可能である。

自力避難困難者を対象とした新たな避難システムの構築について

日本気象予報士会 広島県支部 山内 雅志

1.背景

平成 30 年 7 月豪雨の死者は 60 代以上の割合が約 7 割となっており、とりわけ避難行動要支援者等の自力避難困難者が多く犠牲となった。高齢化が進むとともに、支援者不足等により個別の避難支援計画作成が進んでおらず、自力避難困難者の早期かつ確実な避難は防災上の大きな課題となっている。

2.課題の設定

災害時に早期かつ確実に避難行動を起こせるかについては、避難意識、気象情報の収集能力など複数の要素が関係しており、避難率向上のためには地域連携の強化、意識や知識向上のための学習機会の創出等の取り組みを継続的に行っていくことが重要である。一方で、自力避難困難者については、「避難所までの距離が遠い」「避難手段がない」等、安全な場所への移動そのものに関する問題が存在しており、これまでの取り組みだけでは今後の災害時の自力避難困難者の被災を減らすことは困難であると考えられる。

以上をふまえ、早期の確実な移動手段としての避難用車両、および ICT 技術を利用した避難支援により、自力避難困難者の早期かつ確実な避難の仕組みの整備に地域と連携して取り組むこととした。

3.研究会の発足および新たな避難システムについて

本取り組みを進めるにあたり、「避難システム構築研究会」を発足し、9 月 7 日に第 1 回、9 月 29 日に第 2 回を実施した。研究会は自身が所属する日本防災士会広島県支部が主催となって運営し、気象予報士として防災

情報の活用や情報収集方法の知見を活かしつつ防災に関わる団体や個人とディスカッションを行い課題や解決策について議論を行ってきた。なお、本研究会は安東学区弘徳団地自主防災会、広島県 商工労働局、安佐南区役所市民部地域起こし推進課、安佐南警察署等に協力を頂きながら、広島経済大学松井一洋教授をアドバイザーとした体制のもと、広島県の「IT 融合フォーラム」事業より助成を受け運営を行っている。

本研究会を通じて検討した新たな避難システムは、大きく 2 つの柱から成っている。一つは避難用車両の利用、一つは ICT 技術による避難支援である。前者はタクシー会社・バス会社等による避難用バスの運行であり、自力避難困難者宅への配車および避難場所までの輸送を行うものである。後者については、避難情報などのメール配信による住民への情報配信と既読管理、リアルタイムコミュニケーション手段の提供、避難状況の視える化等を行うことで避難を効率的かつ確実に実施できるよう支援するものである。

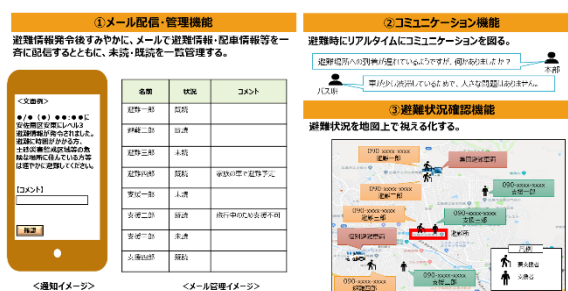


図 1：避難システムの主な機能

4.モデル地区の選定および実証実験について

新たな避難システムの検討にあたっては、実際に避難所までの距離が遠く自力避難困難者の確実な避難が課題として挙げられている広島県広島市安佐南区安東学区

弘徳団地をモデル地区として選定し、避難訓練形式でバス避難の実証実験を行うこととした。訓練対象者となる自力避難困難者については、避難の必要性という観点で最も優先度が高いと想定される、土砂災害警戒区域等の危険箇所に住む避難行動要支援者とした。また、避難バスについては安全上早期のタイミングで運行することが重要であることから、レベル4の避難情報が出る前の行動を意識した実証実験を行うこととした。日時、場所は以下のとおりである。

【日時】令和元年 11 月 17 日（日） 8 : 30～11:30

【場所】広島県広島市安佐南区安東学区弘徳団地
 避難バス運行開始場所：株式会社フォーブル本社
 避難予定場所：ピュアークック昆沙門台

なお、実施にあたっては、日本本防災士会広島県支部がマネジメントを実施し、株式会社フォーブルに避難用車両 2 台を提供いただくこととした。



図 2：実証実験のイメージ

実施にあたっては、「スマート自治会」^{注 1} を利用し訓練メール発出および既読確認等を行った。また、「いまどこ+for staff」^{注 2} を利用し避難時のコミュニケーションを参加者のスマートフォンや PC でリアルタイムに実施するとともに避難者およびご家族の方へバスの位置情報を提供した。

5、実証実験の実施結果について

実証実験により避難完了までの時間の取得や ICT 技術による避難支援の有効性を確認するとともに、道路状況を考慮した車両の選択や避難者のさらなる ICT 利用など課題を抽出することができた。

表 1：実施結果および主な成果・課題

実施場所	広島市安佐南区安東学区弘徳団地
実施日時	2019年11月17日（日）8:30～11:30（準備、片付け含む） <訓練開始（メール発出時刻）>9:00 <全避難対象者の避難完了>10:00
実施概要	避難用車両およびICT技術を利用した、避難行動要支援者の避難
参加人数	避難対象者（避難行動要支援者）：7名（うち個別避難：1名、集団避難：6名） 避難対象者のご家族：7名（うち個別避難：1名、集団避難：6名） スタッフ：16名 （本部班：5名、個別避難バス班：2名、集団避難バス班：6名、避難所班：1名、その他：2名）
主な成果	・車いす利用者1名の個別避難について、配車開始から避難場所到着まで約29分で完了 ・7名の集団避難について、配車開始から避難場所到着まで約60分で完了 ・避難バスの位置情報確認・コミュニケーション機能により電話を用いずリアルタイムに避難状況を確認でき、ICTによる情報共有効率化・安心感の提供を実現
主な課題	・道路状況に応じた最適な車両・ルートを選択 ・家の前まで配車できない際の避難者の乗降方法の取り決め ・メール既読状況の確実な確認方法の確立



図 3：マイクロバスへの乗車



図 4：ICT での避難支援

6、今後の予定

本実証実験の成果と課題をもとに、まずは弘徳団地における避難行動要支援者の早期避難モデルを確立し、2020 年度の出水期より運用を開始できるようにしたい。特に、今回想定したレベル 3 避難情報発令での避難開始タイミングについて、気象条件や車での避難時間等を考慮した上で再度適切なタイミングを検討していく。

7、おわりに

安東学区弘徳団地自主防災会、広島県商工労働局、安佐南区役所市民部地域起こし推進課、安佐南警察署、バス避難の分析をいただいた広島大学佐野眞理子名誉教授、取り組み全体のアドバイザの広島経済大学松井一洋教授をはじめ、本取り組み実施にあたり多大なご協力をいただいた皆様に深く感謝いたします。

注 1 自治会内のコミュニケーションにインターネットを使ったサービス。安否確認、メール連絡網、電子回覧板、ホームページ等の機能がある

注 2 スマートフォンの位置情報機能を応用したサービス。NTT スマートコネク트가サービスを提供

全校体制で行う防災教育の効果 —雷アンケートの結果から—

荒川 知子*

1. はじめに

学校教育において行われている防災教育は、地震を想定した避難訓練が主であり、大雨・洪水や雷から身を守る教育はほとんど見られないのが現状である。例えば、東京都教育委員会では、「都内公立幼稚園・小・中学校・特別支援学校では年11回、高等学校では、年4回以上の避難訓練を教育課程に位置付け、定期的な安全指導を実施しています。」としており、地震に備えた避難訓練を実施するよう都内の公立学校に指示している。

滋野は、京都府内で協力を得た中学生・高校生・大学生に、雷に関する知識についてのアンケート調査を行い、防災、特に雷に関する教育は、学校教育の中で行われることがないため、誤った認識を持ったままの場合が多いと報告している（滋野，2019）。

しかし、大雨や洪水、雷による被害が毎年、発生していることから、これらの気象災害から身を守る教育が必要なのは明らかである。

筆者が勤務する田園調布学園中等部・高等部（以下本校）では、2016年度より防災訓練において、全教員が生徒に対して防災教育を行う機会を毎年設けている。雷についての意識調査を実施し、その結果を他地域と比較したところ、防災教育の効果が明らかになったので、ここに報告する。

2. 実施内容

本校では、毎年、防災訓練の際に生徒を下校グループ（集団下校を行う際の下校路線別縦割り班）に分け、用意されたスライドとシナリオを使用して、班の顧問教員が生徒に解説防災教育を行っている。下校グループは下校路線別で24班に分かれており、人数の多いグループは下車駅ごとに班に分け、一班が40名以内になるよう調整している。テーマは年度ごとに異なり、「大雨・洪水から身を守ろう」と「地震災害から身を守ろう」のどちらかを選んで行っている。

これらの教育を実施するにあたり、毎年、夏の教員研修会の際、専任教員・事務職員全員を対象として、防災に関する研修の機会を設けている。研修内容としては、主に大雨・洪水・雷に関するスライド資料を使って筆者が説明するものである。座学のみではなくワークショップ形式での研修も取り入れており、答の無い課題に対する対応をグループで検討する「クロスロード気象防災気象情報編」の研修も行った（荒川，2016）。

このような防災教育の成果を確認するために、雷アンケートを実施した。

アンケート調査は、専任教員・生徒全員を対象とし、調査項目は次の10項目である（滋野，2019が行ったものと同じ）。

- ①ピカッと光ってから10秒後にゴロゴロという音が聞こえた。これは危険な状況か、まだ安全か。
- ②稲光が光っており、ゴロゴロと雷鳴が聞こえ始め、雨がポツポツと降り出した。近くに建物はないが、木の下で雨宿りをしても良いか。
- ③空が暗くなりゴロゴロと雷の音が聞こえ始めた。身体につけている金属を外したり、身体から遠ざけたりすると金属を身に付けているよりも安全か。
- ④海で泳いでいるとき、ゴロゴロという雷鳴が聞こえ始めた。海から上がるのと水中に留まるのとどちらが良いか。
- ⑤グラウンドで運動会の最中にゴロゴロと雷鳴が聞こえ始め、雨がポツポツと降り出した。グラウンドには多数のテントが設置してある。テントの中は安全か。
- ⑥高さ5m以上の高層建築、鉄塔、煙突、クレーン、鉄線の側は安全か。
- ⑦ゴロゴロと雷鳴が聞こえ始めたとき、ゴム長靴をはき、レインコートを着てフードをかぶっていれば安全か。
- ⑧飛行機が雷にうたれると乗客・乗員は安全か。
- ⑨道路に沿ってコンクリートの電柱があり、配電線が電柱から電柱に張られている。コンクリートの電柱のそばや電線の下は安全か。
- ⑩傘、バット、テニスラケット、ゴルフクラブ、釣り竿など長いものを持っているとき雷鳴が聞こえたら、長いものは手放すのが安全か。（質問項目は日本大気電気学会2001「雷から身を守るには-安全対策Q&A-改訂版」による。）

雷アンケートの正答率を次頁表1に示す。質問項目③、⑨以外の各項目で、本校生徒の正答率は京都の生徒よりも高かった。また、教員の正答率は生徒に比べて高いものが多かったが、⑨については、生徒よりも低い結果であった。

京都府内の調査からは、雷に関する理解度は、中学生・高校生ほぼ同じであり、その後実施した大学生の理解度もほぼ同じ状況であった（滋野，2019）が、本校においては、高等部2・3年生の理解度が概ね高かった。教員においては、生徒

*神奈川支部、田園調布学園中等部・高等部

に対する説明の回数が少ない新任教員のスコアに低い傾向が見られた。

表 1：雷アンケート結果（正答率[%]）

項目	生徒	教員	京都
① 光ってから 10 秒	83	96	57
② 木の下は安全か	99	98	93
③ 金属を外す？	32	59	31
④ 海の中は安全か	97	98	94
⑤ テントの中は安全か	92	94	84
⑥ 鉄塔や煙突の側は？	88	86	66
⑦ ゴムの長靴やカップ	85	92	75
⑧ 飛行機は安全か	46	46	36
⑨ コンクリートの電柱	10	4	16
⑩ 長いものを手放す？	90	84	81

3. 教育効果

文部科学省は、学校教育における防災教育の重要性を認識しているものの、教育課程の中に「防災」を組み入れる等の段階には至っておらず、組織的な防災教育はなされていないのが現状である。また、各校に気象予報士や防災士を配置することも難しい。防災訓練などの際、全校が一堂に会して講演を聴くことも考えられるが、数年に一度、全校で講演を聴いても、詳細な内容まで記憶することは難しい。

一方、気象予報士や防災士などの資格を持たない教員にとっても、防災は身近な課題である。今回の取り組みから、一定のシナリオに沿って話すことで、防災に対する知識や意識が向上することが明らかになった。シナリオ付きの防災教育スライドを作成・配布し、教員がクラス単位など、少人数の生徒に話すことが効果的である。

毎年、同じようなスライドで話を聴くことで、高学年の生徒は、「また同じ話でつまらない」といった反応を示す場合もある。しかし、繰り返し同じ話を聞くことで知識の定着が図られるものであり、訓練のたびに防災教育を行うことが、一定の成果につながっている。また、教員のスコアについては、年齢による経験値の違いはあるものの、生徒に話したことのある教員の定着がより高かったことから、自らが説明者となって人に伝えることで当事者意識が高まり、知識の定着に寄与していると考えられる。

今後は、生徒の探究活動において、生徒自らがスライドやシナリオの改善を行い、生徒自身を説明者とするすることで、より高い効果が得られることも考えられる。

4. 今後の展開

本校で全教員が生徒への説明に用いた「スライド+シナリオ」のような教材パックを開発して、多くの学校に配布し、活用を図ることで、生徒・教員共に防災意識を向上させることができる。

日本気象予報士会では、BP 活動を通し、一般市民や地域の防災担当者への啓蒙活動を行っている。その際、受講者が周囲の方々に啓蒙活動を行えるようなテキストを配布し、話す機会を得ることができれば、受講者の知識が定着し、防災意識の向上に繋がる。ただし、正しい知識を元にしたテキストと十分な研修が必要である。

なお、今回のアンケート調査において、生徒・教員とも③「金属を身体から外す」、⑨「コンクリートの電柱の近くは安全」の 2 項目について、正答率が低かった。

今回の教材では、雷についての基礎知識を全て盛り込み、正解を提示することで、「金属を身につけているかどうかは関係無い」ことを陰に表現したものとなっていた。しかし、金属を身体から外さなければ危険、という考え方は未だに根強く浸透しており、「ヘアピンやバックルを外しても関係無い！」というように、明確に否定する必要があることが明らかとなった。同様に⑨「コンクリートの電柱」が安全であることを理解できていない教員が著しく少なかった。これについては、「雷は高いところに落ちるので、高いものの側には近寄らない」ということが浸透しているために、「高いところ」である電柱が危険との考えが強く見られたためと考えられる。避雷針についての説明を盛り込んだ上で、明確な説明を入れるなど、スライドの改善は必要である。

5. まとめ

全ての学校に気象予報士や防災士が配置されていることが気象教育・防災教育にとっての理想であるが、現実には、そのような学校はごく一部である。誰もが講師として話せる教材を作成することで、生徒・教員共に正しい知識と意識を持つことができ、気象教育・防災教育の浸透に繋がると考えられる。

謝辞

龍谷大学文学部、滋野哲秀教授には、アンケート項目と京都における調査結果をご提供いただきました。心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 荒川知子, 2010: 日本気象学会奨励賞を受賞して一田園調布学園における気象教育「土曜プログラム」の実践からー。天気, 57, 35-37
- 荒川知子, 2011: 出前授業を活用した気象教育の充実, てんきすと (日本気象予報士会会報) 71, 6-7
- 荒川知子, 2016: アクティブ・ラーニング型気象教育による防災意識の向上(2), 日本気象学会秋季大会講演予稿集 109)
- 滋野哲秀, 2019: 雷に関するミスコンセプションー中学生・高校生・大学生のアンケート調査からー, 日本気象予報士会第 11 回研究成果発表会予稿集
- 日本大気電気学会, 2001 「雷から身を守るには-安全対策 Q&A- 改訂版」

研究成果発表一覧(第1回～第12回)

	研究区分 一連番号	研究テーマ	発表者	発表日	備考
1	01解技- 1	MT法による冬型気圧配置判別のための一方法	関 隆則 (千葉支部)	2009. 2. 15	
2	01解技- 2	分布関数による降水パターンの解析	関 隆則 (千葉支部)	2009. 2. 15	
3	01解技- 3	10分降水量の度数分布で見た降水パターンの特徴	関 隆則 (千葉支部)	2010. 2. 13	09年度木村賞
4	01解技- 4	2010年11月～2011年4月の船橋市における結氷観測	関 隆則 (千葉支部)	2012. 2. 25	
5	01解技- 5	結氷観測・冷却要因と結氷パターンの関係	関 隆則 (千葉県)	2013. 2. 23	
6	01解技- 6	2地点の最低気圧観測時刻と風向変化から割り出す台風の位置	梶原和利 (神奈川県)	2014. 3. 1	
7	01解技- 7	夏季インド洋～赤道上の850hPa高気圧性循環と熱帯収束帯の関連 季節予報資料を台風発生(傾向) 予報に活かさないか?	藤井 聡 (静岡県)	2014. 3. 1	
8	01解技- 8	山形県内における降雪域形成の数値シミュレーション	高野哲夫 (新潟県)	2015. 2. 28	
9	01解技- 9	夏の1か月予報～週間予報支援図から、集中豪雨の可能性を見る	藤井 聡 (静岡県)	2015. 2. 28	
10	01解技-10	山形県内の冬季降水域および気温分布に関するニューロ・モデル の独自開発	高野哲夫 (新潟県)	2017. 2. 25	16年度木村賞
11	01解技-11	平成30年7月豪雨に関する考察と災害から学ぶ気象予報士会のあり たい姿	井澤慎郷 (兵庫県)	2019. 2. 24	
12	01統解- 1	夏の最高気温と標準偏差：千歳と岩泉	根本由紀子 (千葉支部)	2009. 2. 15	
13	01統解- 2	地上気温の変化と500hPa高度変化の関係	根本由紀子 (千葉支部)	2009. 2. 15	
14	01統解- 3	8～9月台風の経年変化	藤井 聡 (静岡支部)	2009. 2. 15	
15	01統解- 4	夏季晴天日の気温変化に着目した千葉県内アメダスの特徴	竹村雅之 (千葉支部)	2009. 2. 15	
16	01統解- 5	2009年夏の天候と2003年日本の冷夏との比較	井澤慎郷 (関西支部)	2010. 2. 13	
17	01統解- 6	東京における冬季の気温と降水量の関係	根本由紀子 (千葉支部)	2010. 2. 13	
18	01統解- 7	桜開花の経年変化	大貫信彦 (埼玉支部)	2010. 2. 13	
19	01統解- 8	関東南部の降雪メカニズム	藤井聡 (静岡支部)	2010. 2. 13	
20	01統解- 9	東京の無降水継続日数の順位分布と特徴	関 隆則 (千葉県)	2011. 2. 20	
21	01統解-10	東京における1月の気温と降水量	根本由紀子 (千葉県)	2011. 2. 20	
22	01統解-11	5年移動データから見た台風の経年活動と気候変動	藤井 聡 (静岡県)	2011. 2. 20	
23	01統解-12	桜の開花に対する冬季の気温の影響について	関 典央 (静岡県)	2011. 2. 20	
24	01統解-13	桜の開花予想に関する考察	大貫信彦 (埼玉県)	2012. 2. 25	12年度木村賞
25	01統解-14	5年移動データから見た台風の経年活動と気候変動	藤井 聡 (静岡県)	2012. 2. 25	
26	01統解-15	国内の気温上昇はピークアウトしたか?	内山常雄 (神奈川県)	2013. 2. 23	13年度木村賞
27	01統解-16	岩木山の雪形「クロウサギ」の消長と気候の監視について	小関英明 (青森県)	2013. 2. 23	
28	01統解-17	京都と舞鶴における夏場の最高気温の比較	土井修二 (京都府)	2013. 2. 23	
29	01統解-18	平年値に関する考究～単純平年値の効用～	志摩恭臣 (徳島県)	2013. 2. 23	
30	01統解-19	東海地方における海陸風の研究	川井睦夫 (愛知県)	2013. 2. 23	
31	01統解-20	桜の開花予想に関する考察—第2報—	大貫信彦 (埼玉県)	2013. 2. 23	
32	01統解-21	多治見の夏の暑さと降雨の関係	吉田信夫 (岐阜県)	2013. 2. 23	13年度木村賞
33	01統解-22	自宅の気温からアメダスの気温を推定する	内山常雄 (神奈川県)	2014. 3. 1	

34	01統解-23	東海地方における海陸風の研究	川井睦夫 (愛知県)	2014. 3. 1	
35	01統解-24	四国沖を北東に進む台風によってもたらされる愛媛県東予地方の大雨について	一 広志 (愛媛県)	2014. 3. 1	
36	01統解-25	2015年の日本の気温偏差を推定する	内山常雄 (神奈川県)	2015. 2. 28	
37	01統解-26	夏のテレコネクションと日本の天候	井澤慎郷 (兵庫県)	2016. 2. 20	
38	01統解-27	九州における2000年代6月前半の降水量の減少と広域場の特徴	大谷和男 (岡山県)	2016. 2. 20	
39	01統解-28	雨に関するある考察～雨はいつ降りやすいのか?～	志摩恭臣 (徳島県)	2016. 2. 20	
40	01統解-29	大阪における寒候期の降水形態と地上気温・湿度について	中島保則 (大阪府)	2016. 2. 20	
41	01統解-30	アメダスデータ可視化によるビール麦の栽培適地に関する考察	浅井孔徳 (栃木県)	2016. 2. 20	
42	01統解-31	近年の、単位日照時間における全天日射量の経年変化	藤井 聡 (静岡県)	2016. 2. 20	
43	01統解-32	高温事例からみた多治見の暑さ	吉田信夫 (岐阜県)	2017. 2. 25	
44	01統解-33	熊本市での降雪条件について	栗原めぐみ (熊本県)	2018. 2. 24	
45	01統解-34	日本の年単位気温変動についての一考察	内山常雄 (神奈川県)	2018. 2. 24	
46	01統解-35	落合橋 (神奈川県 鶴見川) のピーク水位と上流降雨量の関係	梶原和利 (神奈川県)	2019. 2. 24	
47	01統解-36	10月の本土接近 上陸台風 長周期変動はあるのか?	土井修二 (京都府)	2019. 2. 24	
48	01統解-37	富士山可視日数と天気に関する一考察 ～1992年から2012年までの観察記録@町田～	杉原 寛 (広島県)	2019. 2. 24	
49	01統解-38	関東地方に発生する沿岸前線におけるMSM予報の精度検証	鈴木健斗 (宮城県)	2019. 2. 24	18年度木村賞
50	01統解-39	台風第15号による大規模停電時の千葉県の気温低下の検証	内山常雄 (神奈川県)	2020. 2. 23	
51	01統解-40	日較差の風向依存性に関する統計処理と考察	深澤 亮 (埼玉県)	2020. 2. 23	
52	01事例- 1	2008年8月29日の夜に発生した愛媛県東予地方の大雨について	一 広志 (四国支部)	2009. 2. 15	
53	01事例- 2	2008年10月23日に発生した高知県西部の大雨について	一 広志 (四国支部)	2009. 2. 15	
54	01事例- 3	2008年4月10日に徳島県南部で発生した短時間強雨について	高須賀大輔 (四国支部)	2009. 2. 15	08年度木村賞
55	01事例- 4	生徒と取り組んだ積乱雲観測 (バックビルディング積乱雲に迫る)	村山 保 (関西支部)	2010. 2. 13	09年度石井賞
56	01事例- 5	2009年8月9日の佐用豪雨の解析及び予報作業における実況監視上の留意点についての検討	廣幡泰治 (岡山支部)	2010. 2. 13	
57	01事例- 6	2010年7月12日の愛媛県地方の大雨について～松山における大雨の成因と降水域の移動に関する考察を中心に～	一 広志 (愛媛県)	2011. 2. 20	
58	01事例- 7	京都府宇治市の突風 (ダウンバースト)	実本正樹 (京都府)	2011. 2. 20	
59	01事例- 8	現地観測によるフェーン効果の検証	関谷不二夫 (三重県)	2011. 2. 20	
60	01事例- 9	2009年8月1日に京都府宇治市で発生した突風 (ダウンバースト) -第2報-	実本正樹 (京都府)	2012. 2. 25	12年度木村賞
61	01事例-10	鈴鹿おろしと風下波動	関谷不二夫 (三重県)	2012. 2. 25	
62	01事例-11	2011年7月4日に発生した松山の大雨について ～寒冷前線を形成した低温気塊の生成と移動に関する考察を中心に～	一 広志 (愛媛県)	2012. 2. 25	
63	01事例-12	2012年4月22日に発生した高知県南西部の大雨に地形が及ぼした影響について	一 広志 (愛媛県)	2013. 2. 23	
64	01事例-13	大気境界層の気象変化	関谷不二夫 (三重県)	2013. 2. 23	
65	01事例-14	台風1318 京都府の降水分布についての考察 (速報)	土井修二 (京都府)	2014. 3. 1	
66	01事例-15	生徒と取り組んだ琵琶湖の蜃気楼観測	村山 保 (京都府)	2014. 3. 1	
67	01事例-16	支部会員による積雪の観測	関谷不二夫 (三重県)	2014. 3. 1	
68	01事例-17	2013年台風第18号に伴う大雨により蘇った「巨椋池」	実本正樹 (京都府)	2014. 3. 1	

69	01事例-18	鈴鹿山脈御在所岳における気温減率について	関谷不二夫 (三重県)	2015. 2. 28	
70	01事例-19	下位層気楼の発生条件について	村山保 (京都府)	2016. 2. 20	
71	01事例-20	線状降雨帯の発生について ～平成27年9月関東・東北豪雨～	前川清 (京都府)	2016. 2. 20	
72	01事例-21	2015年7月9日に発生した松山の短時間強雨	一 広志 (愛媛県)	2016. 2. 20	
73	01事例-22	2013年3月10日の温帯低気圧に伴う寒冷前線の解析	實本正樹 (京都府)	2016. 2. 20	
74	01事例-23	2016年4月17日の寒冷前線の特徴	實本正樹 (京都府)	2017. 2. 25	
75	01事例-24	平成29年 台風第5号の中部山岳などの山岳地形による分裂の解析	大矢康裕 (愛知県)	2018. 2. 24	
76	01事例-25	福山の霧 ～神辺平野で発生し、福山中心部に移流する放射霧～	杉原 寛 (広島県)	2018. 2. 24	17年度石井賞
77	01事例-26	2017年台風21号に伴う近畿地方の大気構造および神戸地方の強風について	伊藤 忠 (愛知県)	2018. 2. 24	
78	01事例-27	2017年7月豪雨の考察	前川 清 (京都府)	2018. 2. 24	
79	01事例-28	定点観測で得られた5個の台風のプロファイル	實本正樹 (京都府)	2018. 2. 24	
80	01事例-29	総観場からみた南岸低気圧による関東の雪	大門禎広 (栃木県)	2018. 2. 24	
81	01事例-30	近畿地方を北東進する台風による伊勢湾周辺での暴風	伊藤 忠 (愛知県)	2019. 2. 24	ポスター
82	01事例-31	台風1820号について、定点観測データによるレインバンドの解析	實本正樹 (京都府)	2019. 2. 24	
83	01事例-32	「円山川あらし」の概況	濱 和宏 (京都府)	2020. 2. 23	
84	01事例-33	平成30年台風第24号通過に伴う副低気圧の形成場	伊藤 忠 (愛知県)	2020. 2. 23	
85	01事例-34	2018年西日本豪雨に影響を与えた高相当温位域の移	前川 清 (京都府)	2020. 2. 23	
86	01予測- 1	雲断面図による時系列予報 (GPVの利用法)	大門禎広 (北関東支部)	2010. 2. 13	09年度木村賞
87	01予測- 2	冬型気圧配置における地元での強風予測の試み	土井修二 (京都府)	2012. 2. 25	
88	01予測- 3	WebGISを活用した降雪情報の開発	中山秀晃 (東京都)	2013. 2. 23	13年度木村賞
89	01予測- 4	上層発散による大雨予想	大門禎広 (栃木県)	2014. 3. 1	
90	01予測- 5	長期予報を利用した肱川あらし発生予報	濱田和雄 (愛媛県)	2014. 3. 1	
91	01予測- 6	「雲断面図」による最大瞬間風速予想	大門禎広 (栃木県)	2016. 2. 20	
92	01予測- 7	過去の気温変動傾向を利用した2016年の平均気温の予想	内山常雄 (神奈川県)	2016. 2. 20	
93	01予測- 8	関東平野に発生する沿岸前線のMSM予報バイアスに関する解析	鈴木健斗 (宮城県)	2020. 2. 23	
94	01WB- 1	気圧変化をグラフで視覚化する試み～「天気痛」に悩む方のため に～	岡田みはる (山形県)	2016. 2. 20	
95	01実験- 1	空気塊の運動のシミュレーション	佐藤 元 (神奈川支部)	2009. 2. 15	
96	01実験- 2	気象実験のすすめ	佐藤 元 (神奈川支部)	2009. 2. 15	
97	01実験- 3	重さの微小変動と気象条件の関係	梶原和利 (神奈川県)	2011. 2. 20	10年度木村賞
98	01実験- 4	密封容器の中にみる水蒸気圧	梶原和利 (神奈川県)	2013. 2. 23	
99	01実験- 5	温室効果気体の赤外線吸収実験	関 隆則 (千葉県)	2014. 3. 1	
100	01実験- 6	生徒の能動的参加を重視した気象実験事例 「使い捨てカイロを用いた空気の保温実験」	関 隆則 (千葉県)	2014. 3. 1	
101	01実験- 7	生徒の能動的参加を重視した気象実験事例 (その2) 「赤外線の放射と吸収実験」	関 隆則 (千葉県)	2015. 2. 28	
102	01実験- 8	傘を叩く雨の音量から推測する降雨量	梶原和利 (神奈川県)	2016. 2. 20	15年度木村賞
103	02解技- 1	スグダス2を利活用した関東南部の降雪予想と実況	藤井 聡 (静岡県)	2017. 2. 25	

104	02解技- 2	HYSPLITモデルによる迷行鳥類の気象要因解析	太田佳似 (大阪府)	2020. 2. 23	
105	02解技- 3	温帯低気圧化した台風201920号の突風解析の試み	太田佳似 (大阪府)	2020. 2. 23	ポスター
106	02統解- 1	揚水発電所の稼働がおよぼす竹田城跡の雲海への影響の考察	上田博康 (兵庫県)	2017. 2. 25	
107	02統解- 2	直近28年間の日本の地表から高層の気温変動傾向	内山常雄 (神奈川県)	2017. 2. 25	
108	02統解- 3	降水パターンの類似性に着目した愛媛県地方の降水地域区分	一 広志 (愛媛県)	2017. 2. 25	
109	02統解- 4	アメダスデータをカード化する発案研究	遠藤 猛 (神奈川県)	2019. 2. 24	ポスター
110	02統解- 5	日本の気候変動の地域性についての一考察	内山常雄 (神奈川県)	2019. 2. 24	
111	02統解- 6	1か月予報資料を活用したサクラの開花予想	藤井 聡 (静岡県)	2019. 2. 24	
112	02事例- 1	投票率に対する天気の影響	志摩恭臣 (徳島県)	2017. 2. 25	
113	02事例- 2	水蒸気輸送に着目した平成29年7月と平成24年7月の九州北部豪雨の比較	一 広志 (愛媛県)	2018. 2. 24	
114	02事例- 3	関東地方に接近後西進した2018年台風12号	山崎秀樹 (東京都)	2019. 2. 24	
115	02WB- 1	Wikiを活用した旅行用気象情報サイトの構築について	中山秀晃 (東京支部)	2009. 2. 15	
116	02WB- 2	国内外の確率的気象情報の利活用についてー確率予報を利用した意思決定に関する研究 (第1報) ー	平松章男 (北陸支部)	2010. 2. 13	
117	02WB- 3	異常天候早期警戒情報を利用した在庫管理の意思決定についてー確率予報を利用した意思決定に関する研究 (第2報) ー	平松章男 (北陸支部)	2010. 2. 13	
118	02WB- 4	確率予測資料を利用した意思決定のモデルについてー確率予報を利用した意思決定に関する研究 (第3報) ー	平松章男 (石川県)	2011. 2. 20	
119	02WB- 5	季節依存性に注目したエアコン需要量の分析モデルー気象の平年値・平年偏差データの活用ー	栗原 剛 (埼玉県)	2012. 2. 25	
120	02WB- 6	意思決定者のリスク選好態度を考慮した確率予報の利用についてー確率予報を利用した意思決定に関する研究 (第4報) ー	平松章男 (石川県)	2012. 2. 25	
121	02WB- 7	意思決定者のリスク選好態度を考慮した確率予報の利用についてー確率予報を利用した意思決定に関する研究 (第5報) ー	平松章男 (石川県)	2013. 2. 23	
122	02WB- 8	「気象要素の地域差加算モデル」による家庭用エアコンの全国需要分析	栗原 剛 (埼玉県)	2013. 2. 23	
123	02WB- 9	太陽光発電による雲形態と日射量の関係調査	有賀 勇 (千葉県)	2015. 2. 28	
124	02WB-10	降水日数を指標とする天候デリバティブのプレミアム算定の試み	高野哲夫 (新潟県)	2017. 2. 25	
125	02WB-11	モンテカルロ法を用いた強風デリバティブのプライシング	高野哲夫 (新潟県)	2019. 2. 24	
126	02教育- 1	スマホアプリを用いた防災意識向上から自助行動へ	太田佳似 (大阪府)	2018. 2. 24	
127	02運用- 1	当日のプロット図を使った天気図検討会の運営	八木健太郎 (東京都)	2016. 2. 20	
128	03解技- 1	花崗岩地帯における土砂災害の一考察	實本正樹 (京都府)	2020. 2. 23	
129	03統解- 1	青森県の積雪期における雪関連災害の被災者数とその推測に関する一考察	小関英明 (青森県)	2015. 2. 28	
130	03統解- 2	過去災害時の雨量 定点観測等を利用した 地域の災害警戒雨量値作成の試み	土井修二 (京都府)	2016. 2. 20	
131	03事例- 1	台風0806号ー船舶遭難との因果関係についての考察ー	土井修二 (京都府)	2011. 2. 20	
132	03事例- 2	ヒマラヤ山脈、カラコルム山脈における気象遭難事例の考察	猪熊隆之 (長野県)	2013. 2. 23	
133	03事例- 3	山岳における気温のGPVと実況値とのズレの解析、そして山岳気象予報にどう生かすか	大矢康裕 (愛知県)	2019. 2. 24	
134	03事例- 4	2008年12月28日の八ヶ岳山系 根石岳の強風の解析 (山岳遭難をなくすために)	大矢康裕 (愛知県)	2019. 2. 24	
135	03事例- 5	2018年9月4日の神戸市・芦屋市における高潮被害に関する考察	上田博康 (兵庫県)	2019. 2. 24	
136	03事例- 6	2019年の台風19号による大雨の解析 (大気の流れによって運ばれた水蒸気フラックスの地形性収束)	大矢康裕 (愛知県)	2020. 2. 23	
137	03予測- 1	気象学と陰陽五行学の「相違」と「相似」についての考察	小室善隆 (東京都)	2019. 2. 24	
138	03予測- 2	人間一人一人が自己完結型のアメダス観測装置。「気圧の低下 が病気の原因である」は誤り	小室善隆 (東京都)	2020. 2. 23	

139	03運用- 1	京都での台風体験から考える気象予報士の今後	土井修二 (関西支部)	2010. 2. 13	
140	03運用- 2	氾濫危険水位超過判定モデルの模擬判定 (2017年21号台風事例)	上田博康 (兵庫県)	2018. 2. 24	
141	03運用- 3	自力避難困難者を対象とした新たな避難システムの構築について	山内雅志 (広島県)	2020. 2. 23	
142	03訓練- 1	気象災害の図上訓練 (DIG) について	多々良秀世 (東海支部/WFT東海)	2010. 2. 13	
143	03教育- 1	身体の外的气象防災と身体の中的气象防災	小室善隆 (東京都)	2017. 2. 25	
144	03教育- 2	風災記念碑と防災教育	村山 保 (京都府)	2018. 2. 24	
145	03教育- 3	全校体制で行う防災教育の効果 - 雷アンケートの結果から -	荒川知子 (神奈川県)	2020. 2. 23	
146	04実験- 1	温室効果気体の赤外線吸収実験 (その2)	関 隆則 (千葉県)	2016. 2. 20	
147	04実験- 2	ロートを滴る水滴の間隔時間から推測する雨の強さ	梶原和利 (神奈川県)	2017. 2. 25	
148	04実験- 3	スワール比との関係が観察できる竜巻実験装置	関隆則 (千葉県)	2017. 2. 25	
149	04実験- 4	温室効果実験：二酸化炭素と乾燥空気～早く冷えるのはどっち？～	関隆則 (千葉県)	2018. 2. 24	
150	04実験- 5	水蒸気と二酸化炭素を用いた温室効果実験教材	関 隆則 (千葉県)	2019. 2. 24	ポスター
151	04授業- 1	千葉県内小学校での気象実験教室の実施 (その1)	船原克己 (千葉支部)	2009. 2. 15	
152	04授業- 2	千葉県内小学校での気象実験教室の実施 (その2)	松田 聡 (千葉支部)	2009. 2. 15	
153	04授業- 3	小学校出前授業「楽しいお天気講座」の活動状況と成果	藤井 健 (関西支部)	2009. 2. 15	08年度石井賞
154	04授業- 4	2009年度小学校出前授業『楽しいお天気講座』の活動状況～神戸市総合教育センター理科支援員を中心に～	寺野健治 (関西支部)	2010. 2. 13	
155	04授業- 5	出前授業を活用した気象教育の充実	荒川知子 (神奈川県)	2011. 2. 20	
156	04授業- 6	千葉県内中学校課外授業用の気象自由研究プログラム開発	松田 聡 (千葉県)	2012. 2. 25	
157	04授業- 7	『楽しいお天気講座』の活動と成果及び講座で行う実験について	箭川昭生 (大阪府)	2012. 2. 25	
158	04授業- 8	母親向けお天気教室『さいえんすママカフェ』活動報告	山本由佳 (神奈川県)	2012. 2. 25	
159	04授業- 9	母親向けお天気教室「さいえんすママカフェ」活動報告及び母親の防災意識向上への取り組み	山本由佳 (神奈川県)	2014. 3. 1	
160	04授業-10	地元郷土史研究家に対しての発表報告 - 地方での防災活動への試みのひとつとして -	土井修二 (京都府)	2015. 2. 28	
161	04授業-11	生徒の能動的参加を重視した気象教室事例 (その3) 「天気予報をやってみよう」	関隆則 (千葉県)	2016. 2. 20	
162	04授業-12	生徒の主体的活動を生かした気象教育(2)	荒川知子 (神奈川県)	2017. 2. 25	
163	04教育- 1	高等学校における気象分野の学習内容の分析	瀧澤裕興 (関西支部)	2010. 2. 13	
164	04教育- 2	教育現場における気象予報士の活動 ～『気象』をテーマに中高大がつながる～	阪本和則 (京都府)	2014. 3. 1	
165	04教育- 3	生徒の主体的活動を生かした気象教育	荒川知子 (神奈川県)	2015. 2. 28	
166	04教育- 4	スマートフォンを活用した気象知識の普及について	滋野哲秀 (京都府)	2016. 2. 20	15年度木村賞
167	04教育- 5	大気圧に対する見方を変える - 『空気分子 (N ₂ やO ₂ など) の運動』の視点で -	槇野泰夫 (愛知県)	2017. 2. 25	16年度木村賞
168	04教育- 6	教養教育における気象知識の理解と実践知・活用知を育成するアクション・リサーチ	滋野哲秀 (京都府)	2018. 2. 24	
169	04教育- 7	高等学校における課題研究～身近な気象のサイエンス～	阪本和則 (京都府)	2018. 2. 24	17年度木村賞
170	04教育- 8	気象と鳥たちの生活 - 生物季節観測に親しむ	太田佳似 (大阪府)	2019. 2. 24	18年度木村賞
171	04教育- 9	気象・防災意識の向上を目的とした他文化とのコラボレーション ～「気象」と「音楽」～	山内雅志 (広島県)	2019. 2. 24	18年度石井賞
172	04教育-10	雷に関するミスコンセプション - 中学生・高校生・大学生のアンケート調査から -	滋野哲秀 (京都府)	2019. 2. 24	
173	04教育-11	エネルギーの流れを考える温室効果実験教材	関 隆則 (千葉県)	2020. 2. 23	ポスター

174	05統解- 1	歴史時代における気象関係記録の利用促進へ向けて	谷岡能史 (兵庫県)	2016. 2. 20	
175	06運用- 2	新聞記事から読む“気象と私たちの暮らし”に関する研究テーマの創出－気象予報士として相応しい研究テーマの探求－	小林勝広 (東京都)	2011. 2. 20	
176	06WB- 1	ローカル放送局の気象情報に求められるもの	吉井明子 (静岡県)	2016. 2. 20	
177	07統解- 1	紅葉の見ごろ予想についての考察	関谷不二夫 (三重県)	2016. 2. 20	
178	07事例- 1	信州の天気のことわざ検証 三登山の逆さ霧について	宮澤佳幸 (長野県)	2011. 2. 20	10年度木村賞
179	07事例- 2	「弘前藩庁日記ひろひよみ」の作成	福眞吉美 (青森県)	2013. 2. 23	
180	07事例- 3	気象と絵画の関係についての一考察 －画家・金山平三の場合－	成川慎吉 (兵庫県)	2014. 3. 1	14年度木村賞
181	07歴史- 1	寺田寅彦の気象分野への影響をたどる	林 穂積 (埼玉県)	2019. 2. 24	
182	08解技- 1	気候変動支配因子の探索	井澤慎郷 (長野県)	2012. 2. 25	
183	08事例- 1	気象予報士としてのロジカルシンキング	井澤慎郷 (兵庫県)	2015. 2. 28	
184	08事例- 2	最近の気になる自然現象～2018年スーパームーンや気象・地震活動について～	田中章夫 (長野県)	2018. 2. 24	

**第12回日本気象予報士会研究成果発表会
講演予稿集**

発行 2020年2月23日

発行者 一般社団法人日本気象予報士会会長

*無断転載を禁じる

連絡先 一般社団法人日本気象予報士会

〒105-0001東京都港区虎ノ門3-3-3

虎ノ門南ビル3階A

TEL 03-6435-7650 FAX 03-6435-7651

Email:jimu@yoho.jp