

極域メソスケール気象モデルの適応

遊馬芳雄¹、平沢尚彦²

¹ 琉球大学理学部

² 国立極地研究所

Application of the meso-scale meteorological model to polar phenomena

Yoshio Asuma¹ and Naohiko Hirasawa²

¹University of the Ryukyus

²National Institute of Polar Research

Meso-scale meteorological model such as PSU-NCAR mm5, wrf, etc. is very useful to understand the actual atmospheric phenomena. In this paper, polar mm5 applies to katabatic winds near Syowa Station, Antarctica. Summer and winter katabatic wind cases were selected by Morita's definition (1968). The summer katabatic wind shows a clear diurnal variation and relatively smaller scale circulation. On the other hand, winter case has stronger wind and relatively persistent larger scale circulation.

1. はじめに

PSU-NCAR mm5 や wrf 等のメソスケール気象モデルは、当初、中・低緯度帯の気象現象に適応するように開発されたモデルであるが、最近では海氷や雪面などが扱えるよう極域や高緯度現象にも適用できるよう改良が加えられている(polar バージョン)。本講演では、polar mm5 を南極昭和基地周辺でのカタバ風に適応させた結果について報告する。

2. 昭和基地周辺でのカタバ風

守田(1968)の定義にしたがって昭和基地地上観測データからカタバ風を検出した。この定義によるとカタバ風は次の5つの条件を満たすときに発生したと定義される。

- 風速が1時間当たり50%以上の割合で増大。
- 最大風速が6m/s以上。
- 気温低下を伴って風速が増大(但し、風速15m/s以上では気温降下がなくてもよい)。
- 2時間以上にわたって風速が増大。
- 気圧の変化から総観スケールの擾乱に支配されていない(地上気圧が極小値を示す変動がない)。

この定義に従い総観観測データや高層データも加味し、夏季の事例として2001年1月22日、冬季の事例として2000年5月8日のカタバ風の再現実験を行った(遊馬と小松, 2010)。計算は鉛直23層で行い、水平格子間隔9kmの領域を水平格子間隔27kmの領域にネストさせ、2つの領域間の相互作用を考える2-way nestとして計算を行った。計算の初期値や境界値データは6時間毎のNCEP FINAL 客観解析データを用い、計算の開始は典型事例の始まる前日の00UTCから計算を開始させた。

3. 夏季2001年1月22日の例

計算開始24時間後の2001年1月22日00UTCの水平格子間隔27kmのdomain1と同時刻の客観解析データを比較すると、シミュレーション結果の方が、若干中心気圧が低くなっているが、昭和基地の北東に存在する低気圧がうまく再現されている。また、上層風もうまく再現されていて、Polar mm5の結果は客観解析データにある総観規模現象を十分に再現しているものと考えられる。00UTCが守田(1968)の方法によってカタバ風が出現したとして抽出された時刻である。水平格子間隔9kmのdomain2の計算結果から、昭和基地近くの南極氷床沿岸域には強い東風が22日00UTCに出現している。しかしながら、06UTCにはこの東風が弱くなり、12UTCにはリュッツホルム湾での小規模な低気圧性循環が現れている。Figure 1に22日6時間毎の昭和基地近く上空を通る南北鉛直断面での温位と断面に沿う方向の風、すなわち、南北成分と鉛直成分を矢印で、断面に直角な方向の風、すなわち、東西成分をカラーで示した。カタバ風が抽出された00UTCでは南極氷床斜面に沿って等温位線が伸びている。これは氷床表面で冷やされた空気塊が斜面を下降するので、空気塊の温位が保存されて等温位線が氷床斜面と平行に伸びることになる。また、南極氷床上の下層1-1.5km程度の大気の安定度が強くなっていて、この氷床上の下層で冷やされた空気塊の領域に対応するように東風強風が氷床斜面下層に出現している。06UTC、12UTCと昼間の時間帯が進むにつれてこの南極氷床上の下層安定層が解消され、12UTCには南極氷床上では2km程にも及ぶ等温位層が出現して

いる。昭和基地のある南極氷床沿岸域でも安定度がだいぶ弱くなっている。しかし、18UTCには南極氷床上で再び冷気が形成され始め、氷床付近の大気の安定度が少しずつ増し始めている様子が窺える。

4. 冬季 2000 年 5 月 8 日の例

2000 年 5 月 8 日は 02UTC と 11UTC にカタバ風出現として抽出されている。まず、domain1 の再現性を調べた。polar mm5 による計算結果の方が客観解析データよりも若干昭和基地北西の低気圧中心気圧を低く計算しているが、両者とも気圧配置や風のパターンにもあまり違いはなかった。昭和基地は低気圧前面の暖域に位置していて、北からの暖気進入域にあたっていた。Domain2 の計算結果から海面気圧パターンや風向・風速は共に 1 日を通じてあまり変動していない。昭和基地周辺の南極氷床沿岸域は、1 日中東風強風である。南極氷床上も氷床沿岸に沿った海上で強い東風が現れている。Figure 2 に、昭和基地周辺を通る南北断面図を示した。この図からも、1 日を通して全体的にあまり変動がない。南極氷床斜面上で冷気が形成され、強い安定層と強い東風が南極氷床上の下層に捕捉されている様子が窺える。この強い東風がカタバ風とも関連したバリア風であり、冷気が南極氷床斜面上に捕捉されて寒気のダミング(damming)が起こっていることが再現されている。南極氷床斜面上の冷気は斜面に沿い海水に覆われた南極海上まで続き、冷気が蓄積さる。海氷上の北端では、低気圧前面で北の低緯度から暖気が移流し、更に氷におおわれていない海上でも暖められるので気温が高くなる。海氷上の寒気と接する場所では、温度風の関係を満たすように下層東風強風が形成されて寒気が海氷上に閉じ込められる。

5. まとめ

polar mm5 を用いて、南極昭和基地周辺でのカタバ風の再現実験を行った。守田(1968)のカタバ風抽出の定義に従い、夏季と冬季のカタバ風の再現実験を行った。夏季のカタバ風は日変化をしていて循環の規模も比較的小さい。一方、冬季のカタバ風は一日を通して東風の強風が続き規模も大きい。強い東風が吹くことで、南極氷床斜面上に寒気が捕捉され寒気のダミング(damming)が起こっている。この寒気は海氷に覆われた南極海上にまで続き、その先端でも下層東風強風が形成されている様子が窺える。シミュレーションで再現された強風が実際にはどのような振る舞いをしているのか、観測データが極端に乏しい南極域であるが、現在、南極大型大気レーダー(PANSY)も計画されているので、カタバ風の動態や総観場との相互作用など観測と数値モデルが一体となった研究が期待される。

References

守田康太郎, 昭和基地で観測される Katabatic 風について (I), 南極資料, 31, 21-32, 1968.
 遊馬芳雄, 小松麻美, 昭和基地周辺の局地風, 南極資料 (印刷中), 2010.

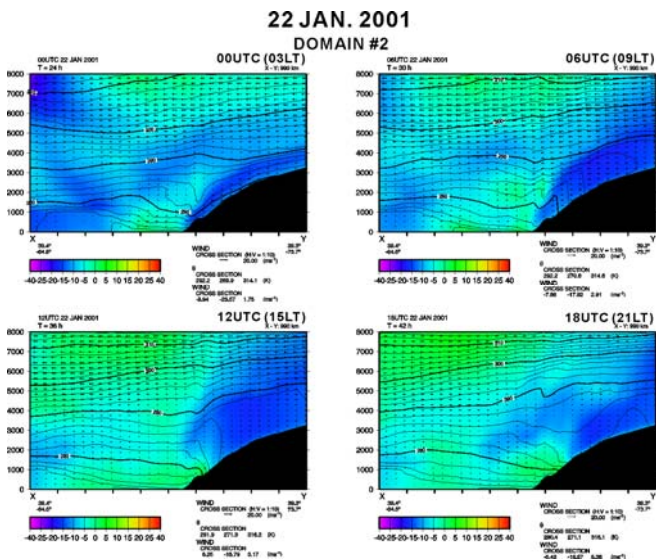


Figure 1. Meridional cross section of potential temperature, zonal wind (u), meridional wind (v) and vertical wind (w) at 00UTC (top left panel), 06UTC (top right panel), 12UTC (bottom left panel) and 18UTC (bottom right panel) on 22 January 2001 (summer case). Center position in the horizontal line is near the location of Syowa Station.

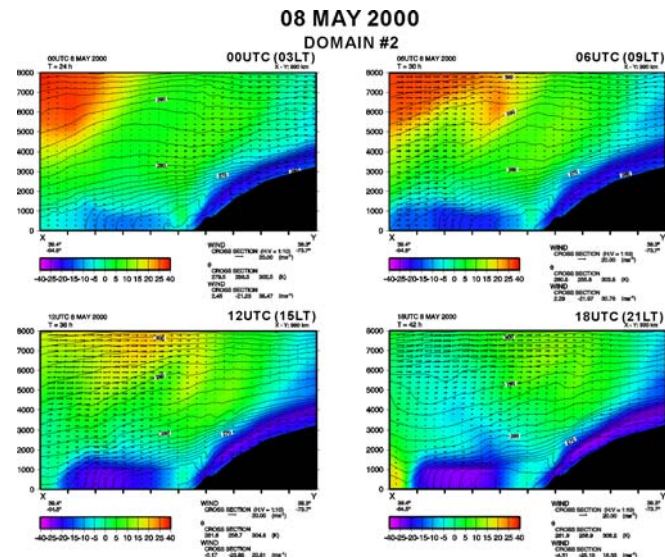


Figure 2. Same as Figure 1, but for 8 May 2000 (winter case).