

数値気象予報モデル ARPS による
琵琶湖プロジェクト集中観測時の大気場の再現

京都大学工学部地球工学科 学生員 ○相馬一義 京都大学大学院工学研究科 正員 田中賢治
京都大学大学院工学研究科 正員 中北英一 京都大学防災研究所 正員 池淵周一

1 はじめに 防災および水資源工学の立場から、また気象システムの解明を目指す立場から、数値気象予報モデルの精度をより高めることの意義は極めて大きいと考えられる。それを踏まえて本研究では数値気象予報モデル ARPS(Advanced Resional Prediction System)を琵琶湖流域に適用し、2001 年の琵琶湖プロジェクト集中観測時の大気場の再現を行うとともに、ADAS(ARPS Data Assimilation System)を用いたデータ同化を行うことにより、データ同化が再現計算の精度に与える影響を検討する。

2 本研究の概要

本研究では、琵琶湖プロジェクトの集中観測が行われた 2001 年 8 月 14 日と 15 日について琵琶湖プロジェクト集中観測点を中心とする 62km×62km の領域を対象として再現計算を行う。計算はまず大きな領域について GPV データを内挿して初期値、境界値を与えて計算を行い(step1)、その結果を内挿してより小さな領域の初期値、境界値を与えていき対象とする領域(step3)まで絞り込んでいく。14 日、15 日のそれぞれについて、初期値、境界値に GPV データのみを用いた計算(添え字なし)と、初期値に対して ADAS を用いてデータ同化を行った計算(添え字 a)とを行う。データ同化に用いる観測データは、AMeDAS の観測データ、地上気象官署の観測データ、高層気象観測データ及び琵琶湖プロジェクト集中観測時のレーウィンゾンデデータである。再現精度の検討は、琵琶湖プロジェクト集中観測時のレーウィンゾンデデータと step3 領域内の AMeDAS 観測点及び地上気象官署の観測データとの比較によって行う。

3 ARPS Data Assimilation System の概要

ADAS(ARPS Data Assimilation System)は、観測データを ARPS に同化(挿入)するためのコンポーネントである。ドップラーレーダーのデータや人工衛星による放射輝度のデータなど、多様なデータを同化することが出来る点が ADAS の長所である。ADAS によるデータ同化は、データ品質管理、客観解析、初期

値化の段階を踏んで行われる。ADAS では、Bratseth method と呼ばれる数段階にわたって初期値を修正していくスキームを用いて客観解析を行う。このスキームは、初期値の第一推定値と各観測との誤差の比を内挿の重みに反映できるが、大きな行列の演算が現れないため計算に要する時間は短くてすむ。また、得られるデータの密度にばらつきがある場合でもその悪影響が現れにくいという長所もある。

JST	風向 st3	(°) st3a	風速 st3	(m/s) st3a	比湿 st3	(g/kg) st3a
3:00	14.78	7.38	1.27	0.64	1.06	0.63
6:00	27.54	27.72	2.16	2.07	1.46	1.21
9:00	39.40	40.44	2.49	2.47	0.97	1.02
12:00	36.54	36.39	2.29	2.25	1.49	1.92
15:00	36.10	37.43	2.07	1.84	3.16	2.75
18:00	90.20	87.95	1.94	1.49	2.70	2.45

表 1: 8/14 step3,step3a レーウィンゾンデ観測との比較(平均二乗誤差)

JST	風向 st3	(°) st3a	風速 st3	(m/s) st3a	比湿 st3	(g/kg) st3a
3:00	54.68	81.89	0.81	0.51	2.28	0.50
6:00	37.12	40.39	1.37	1.13	2.55	0.55
9:00	43.75	44.52	1.86	1.83	1.98	0.74
12:00	39.06	37.84	2.18	2.04	1.46	1.22
15:00	129.84	107.01	2.09	2.10	2.55	1.56
18:00	174.71	182.95	1.61	1.68	1.17	2.23

表 2: 8/15 step3,step3a レーウィンゾンデ観測との比較(平均二乗誤差)

4 検証結果と考察 3:00JST から 3 時間ごとの各時間の各気象要素について、レーウィンゾンデ観測の各高度の観測値を横軸に、解析値を縦軸にとって平均二乗誤差を求めると、8 月 14 日、15 日両方の再現計算においてデータ同化を行うことによっておおむね精度が向上していることがわかる(表 1、表 2)。3:00JST から 1 時間ごとの各時間の各気象要素について、各地上観測点における観測値を横軸に、解析値を縦軸にとって平均二乗誤差を求めると、特に 14 日の事例についてデータ同化を行った事例、行わない事例とも 13:00JST 以降の再現精度が悪くなっていることがわかる(図 1)。これは、この時間帯に AMeDAS

表 3： 設定した水平相関距離

case	path1	path2	path3	path4
case1	300km	120km	80km	60km
case2	150km	60km	40km	30km
case3	75km	30km	20km	15km
case4	37.5km	15km	10km	7.5km
case5	18.75km	7.5km	5km	3.25km

では観測されていない降水が再現計算で発生しているためであると考えられる(図 2)。この降水が発生した原因として、南東からの一般風と発達した湖陸風とがぶつかり合い、風の収束が起こって上昇流が発生したことが挙げられる。これは、再現計算における一般風と湖陸風とが共に現実よりも強いことが原因と考えられる。一般風が強くなった原因としては初期条件、境界条件を与える際に使用した GPV データの風速が強すぎる(図 3)ことが考えられ、湖陸風が強くなった原因としてはモデルの地表面が温まりやすい傾向を示している(図 4)ことが考えられる。地表面が温まりやすい傾向を示す原因として、土壌水分量が少なすぎる、また琵琶湖流域の土地利用を正確に表現できていないことが考えられる。

5 水平相関距離の検討 ADAS で用いるパラメータのうち水平相関距離を変えて初期値を作成し、AMeDAS 観測値と比較してより適切な水平相関距離の検討を行う。設定した相関距離の値は(表 3)のとおりである。AMeDAS 観測データを同化用としても検証用としても使用しているため、水平相関距離を小さく取る程 AMeDAS 観測点付近での解析値がその観測点での観測値に近づくことが予想される。そこで、他の場所に比べて観測点の密度が疎になっている部分を補うためには出来るだけ広い相関距離をとることが望ましいということを考慮し、どこまで相関距離を広げても相関係数や平均二乗誤差が極端に悪くならないかという観点から検討を行うこととする。その結果、step1 では case2 の設定を、step2、step3 では case3 の設定を用いるのが適切であるという結果が得られた。

6 結論 以上より本研究では、データ同化を行うことによって再現計算の精度がある程度向上することが示された。また、局地的な気象を再現するにはより大きなスケールでの一般風の傾向と、局地的な熱循環とがともに大きな影響を与えることが明らかになった。

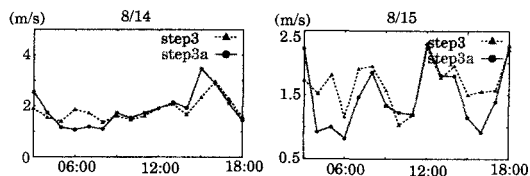


図 1： 地上観測との風速の比較(平均二乗誤差)

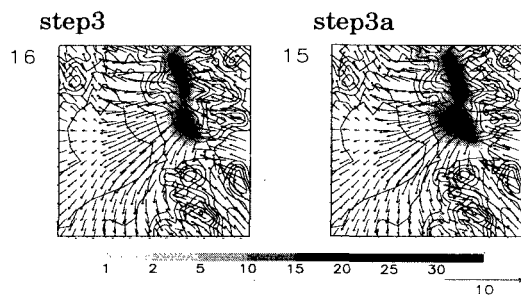


図 2： 8/14 再現計算での降水と風速

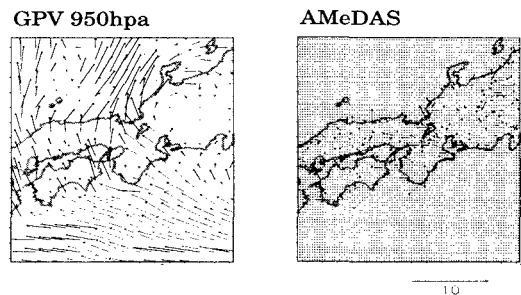


図 3： 8/14 9:00JST GPV と AMeDAS の風速の比較

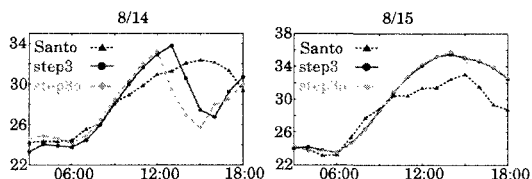


図 4： 山東における気温の観測値と解析値

参考文献

- 1) Ming Xue, Kelvin K. Droegemeier, Vince Wong, Alan Shapiro, and Keith Brewster: Advanced Regional Prediction System (ARPS) Version 4.0 User's Guide Supplement 1 3-D Analysis with ARPS Data Assimilation System: ADAS version 2.3, pp.1-23, 1995
- 2) 畑中隆二, 田中賢治, 椎葉充晴: ARPS による琵琶湖流域における水・熱エネルギー循環モデル開発のための基礎的研究, 土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集, pp.II-114, 2000