

降水の1~3時間予報の誤差特性とその土砂災害リスク評価への応用

長岡技術科学大学 非会員 ○小椋 詩織
長岡技術科学大学 正会員 陸 旻皎

1. はじめに

陸ら (2023) は、リスク評価における新たな指標として土壌水分欠損量 (soil moisture deficit, 以下 SMD と呼ぶ) つまり土柱が降水を受容する余力がリスク評価の良い指標となることを示したり、また、SMD の算出に将来数時間先の短時間雨量予報を用いることで、土砂災害の早期警戒を行う可能性があるとしている¹⁾。先行研究では、短時間雨量予報として、土壌雨量指数の推定等に使用されている降水短時間予報に着目し、予測雨量の使用にあたって、不確実性を考慮する必要があるが、降水短時間予報による予測結果が有する誤差がどのような確率分布に従って発生するのかについて研究を行った。その結果、1時間先の降水短時間予報による誤差が正規分布に従って発生すること、不確実性を考慮した SMD を求めることで、1時間前に災害を捕捉できる可能性があるということが得られた。そこで、本研究では先行研究との整合性を調査するとともに、2、3時間先の降水予報を加え、誤差がどのような確率分布に従って発生するのか明らかにすることを目的とした。

2. 手法

2.1 取得データ

誤差特性の把握にあたって、取得するデータは、降水短時間予報によって予測された1~3時間先の予測雨量データ [mm/h]、気象庁管轄の雨量観測所にて雨量計によって観測された実測雨量データ [mm] の2つである。予測データについては、気象庁が公開している Web サイト (今後の雨) より1~3時間先の5.0 mm/h 以上の予測雨量データをセルの色により取得した。実測雨量データについては、気象庁が HP にて公開している過去の気象データより予測雨量データのメッシュと重なる位置にある雨量観測所にて観測された10分雨量を取得した。雨量計によって測定された1時間雨量は積算値であるため、後の計算の支障を考慮し、10分雨量を6倍することで降雨強度に変換した。

2.2 誤差特性の把握

- ① 予測データの妥当性を調査するため、以下の式により、実測値の正規化を行った。

$$\frac{X_{(i)} - f_{T(i)}}{f_{L(i)} - f_{T(i)}} \quad (1)$$

ここで、 $f_{(i)}$:ある時間における予測雨量

$X_{(i)}$:ある時間における実測雨量

- ② 取得した予測雨量データおよび実測雨量データを使用して誤差指標を以下の式より算出した。

$$E_{(i)} = f_{(i)} - X_{(i)} \quad (2)$$

ここで、 $E_{(i)}$:ある時間における予測雨量と実測雨量の差

- ③ ME, MAE, SD, RMSE の算出

精度の評価指標として、ME, MAE, SD, RMSE を山岸ら (2011)、伊藤ら (2018) の手法より算出した²⁾³⁾。

2.3 誤差の分布特性の把握

本研究の目的となる降水短時間予報が有する誤差の分布特性について、正規性の検証を行った。定性的な評価として箱ひげ図、ヒストグラム、QQプロットの3つを作成した。

表-1 誤差指標の計算結果

	先行研究			1時間予報			2時間予報			3時間予報		
	下限	平均	上限	下限	平均	上限	下限	平均	上限	下限	平均	上限
データ数	686			371			427			393		
ME [mm/h]	0.52	4.59	8.66	0.16	3.27	6.33	2.02	5.15	8.23	2.41	5.42	8.45
MAE [mm/h]	5.07	6.98	9.98	5.25	6.70	8.73	4.57	6.74	9.20	4.26	6.56	9.18
SD [mm/h]	6.93	7.44	8.17	8.53	8.88	9.33	5.60	6.24	6.92	5.02	5.54	6.16
RMSE [mm/h]	6.96	8.75	11.90	8.51	9.43	11.28	5.94	8.08	10.78	5.62	7.79	10.50

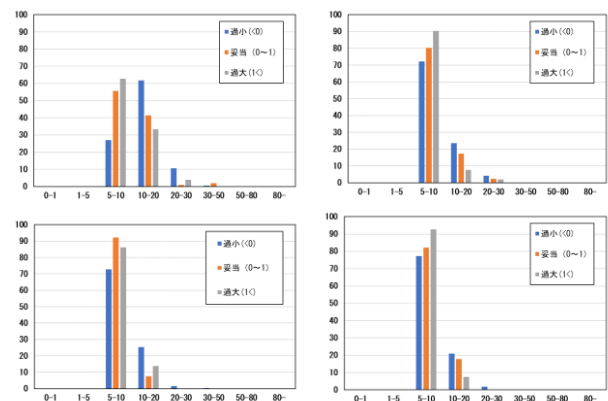


図-1 正規化ヒストグラム

3. 結果と考察

3.1 実測値の妥当性の検討

実測値の正規化を行った結果を図-1に示す。データ数による形状の違いは見られるが、雨量が小さいほうが過小に、大きいほうが過大に評価されていることがわかる。

3.2 誤差指標の計算結果

各誤差指標の計算結果は表-1のようになった。先行研究のデータと比較すると、1時間予報は等しいといえる。2, 3時間予報はMEが過大評価されているが、そのほかは概ね等しいといえる。

3.3 誤差の分布特性（正規性の検証）

定性的な評価として、箱ひげ図、ヒストグラム、QQプロットの結果は、図-2～図-4のとおりである。左上に先行研究、右上に1時間予報、左下に2時間予報、右下に3時間予報の結果を配置している。図-2より箱の大きさ、ひげの大きさ中央値の位置より、正規分布に近い分布をしていることがわかる。図-3よりヒストグラムの形状から1時間予測については正規分布に近いといえるが、2, 3時間予測については正規分布とは異なるように見える。図-4より、QQプロットは、ほぼ直線に近いことから誤差の分布が正規分布に近い傾向にあることがわかる。これらより、1時間予測については、誤差分布が正規分布に従っているといえるが、2, 3時間予測の誤差分布については、再度検討する必要があるといえる。

4. 結論および今後の展望

降水短時間予報による1～3時間の予測雨量とAMeDAS観測所にて観測された雨量計データを比較し、誤差を求めた。また、先行研究との整合性を調査した。先行研究との整合性は確認できたが、誤差分布については再度検討する必要がある。今後、陸らが導いた計算手法に基づいて予測値が有する不確実性を考慮したSMDを求め、2, 3時間前でも災害を捕捉できる可能性を検討していきたい。

5. 参考文献

1) 陸旻皎・小椋崇弘・ThandarTunZIN・岡滋晃・鬼東俊一・川村直明・山本隆広・込山晃市 2023：土壌水分欠損量による土砂災害リスク評価の試み-2010年と2011年に新潟県で発生した土砂災害を

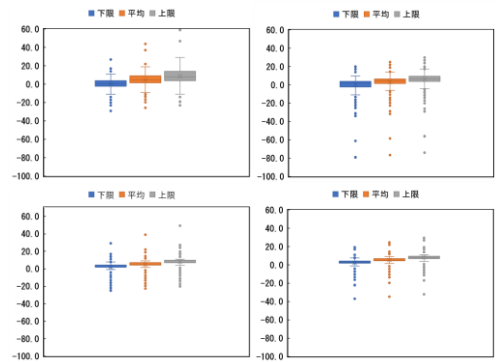


図-2 箱ひげ図

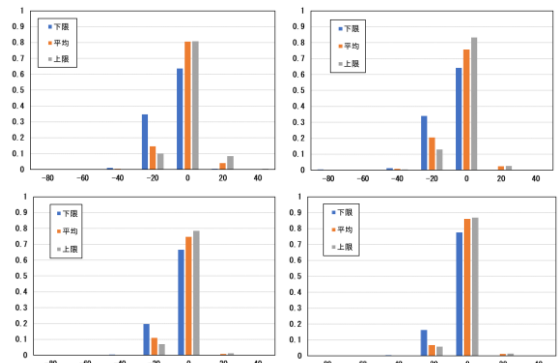


図-3 ヒストグラム

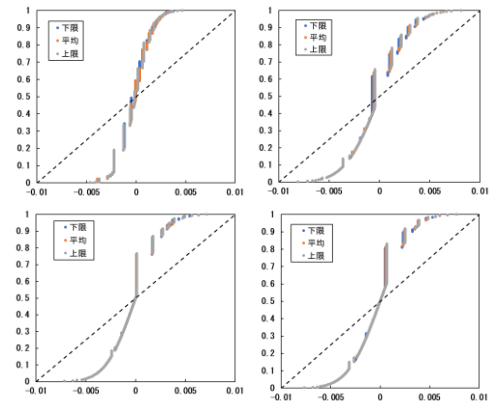


図-4 QQプロット

例として-, 水文・水資源学会誌 36: 118-128, DOI: 10.3178/jjshwr.36.1752

- 2) 山岸良雄・佐治憲介・青木功・谷川亮一・藤井康正：2011, 気象庁気象予報データを用いた日射量予測手法の精度検証, 電気学会論文誌 B, Vol.132, No.4, pp.334-340. DOI: 10.1541/ieejpes.132.334
- 3) 伊藤公紀・伊藤裕康：身につく統計学, pp.18-19, 森北出版株式会社, 2018