

P-7 ニューラルネットワークを用いた

土砂災害発生気象条件の研究 — 梅雨 —

鳥取大学農学部生存環境科学大講座 久保田 哲也

1. はじめに

土砂災害は、地震以外では主に降雨に伴って生じるが、中でも梅雨と台風によるものは顕著である。日本は中緯度偏西風帯に属し、停滞前線に伴う降水に特徴が見られる。その観点から、ここでは、まず梅雨期における土砂災害に関連する総観～メソスケール気象条件に着目した。また、数値予報の技術を用いなくても、インターネットで得られる現況天気図情報から12～24時間先を簡便に予測する手法として、ニューラルネットワーク(NNW)を用いた客観的・機械的予測手法の研究を行った。その結果、一定の成果が得られたので報告する。

2. 対象地域と用いる気象条件

対象地域は山陰地方とし、米子の地上・高層気象データを代表気象データとして用いる(図1に例示)。梅雨の降雨の特徴は総観～メソスケールの多重性にある。互いのスケールの現象が密接に影響し合って土砂災害を生じるような降水が生じるので、その予測にはまず最大スケールである総観規模気象条件の成立すなわち下層の梅雨ジェットが存在と水蒸気の供給が必要である(浅井 1996、小倉 1997)。従って、この観点からまず下層ジェットを表す韓国のチェジュ島(観測データの無い場合は朝鮮半島南部のモクポ)、福岡、米子のa) 700 hpa高度の風向が西～南(方位180～315°)であること、b) 同高度の風速が20 m/s以上、c) 同高度の気温と露点温度差(湿数)が3以下の3点を検討する。次に、強い雨をもたらすメソスケール現象として積雲対流を想定し、水蒸気の高層分布を考慮でき相当温位 θ の鉛直分布から求められる(気層が持ち上げられ顕在化する)「対流不安定性」(米子)を検討する。集中豪雨の数値予報に用いられるCAPE(対流有効位置エネルギー)やバルクリチャードソン数は厳密な指標ではあるが鉛直方向に連続した気象データが必要かつ計算も面倒である上、豪雨の発生機構として重要な線状対流系組織化には他の条件の影響が見られる(小倉 1997)ことから、相当温位を使用しても大差がないと考えた。また、大気の鉛直安定性指標であるShowalterの安定指数は鉛直分解能が対流不安定性よりも劣ると思われるので採用しない。上記の要因より、次のような総観規模及び積雲対流に関するスコアを想定し解析に用いた。

1) 総観規模スコア: チェジュ島(モクポ)、福岡、米子すべてで、上記a)～c)の条件を満たす=1.0。チェジュ島(モクポ)はa)～b)あるいはc)のみで、かつ福岡、米子で、a)～c)の条件を満たす=0.8。福岡、米子でのみa)～c)の条件を満たす又は、チェジュ島(モクポ)、福岡でa)～b)かつ米子の、みa)～c)の条件を満たす=0.6。チェジュ島(モクポ)、福岡のみでa)～c)の条件を満たす、あるいはすべての地点でc)の条件を満たす=0.4。米子のみでc)を満たす=0.2(米子でa)～b)のみ満たしても水蒸気の供給がないので無意味)。チェジュ島(モクポ)のみでa)～c)の条件を満たす=0.1。

2) 積雲対流スコア: 対流不安定すなわち「上空ほど θ の小さくなる」場合、米子での500 hpa、700 hpa、850 hpaおよび500～850 hpa各高度別相当温位差 $\Delta\theta$ を計算し、その内の最大 $\Delta\theta$ を採用する。NNWに使用する際は、これを正規化した $\Delta\theta_s = (\Delta\theta - \text{最小値}) / (\text{最大値} - \text{最小値})$ を用いる。この「最大値」としては熱帯地方などで見られる値を参考に20を、「最小値」には0.0を用いることとする。

災害については、小規模な土砂の流出等による通行止め程度ではなく、複数のがけ崩れの発生など相当規模のものを対象とし、発生には1を、非発生には0を割り当てる(久保田 1995)。

3. ニューラルネットワーク(NNW)解析結果

NNWと3層完全結合型のものを用いた。学習(バックプロパゲーション法)には昭和58年(1983)7月の島根災害時気象条件を用い、平成8年(1996)の梅雨時期の予測を行った。解析条件は、著者の前研究に準じた(久保田ら 1995)。隠れ層の数は2から10程度に増加させても影響のない場合がある上、逆に学習の一般性が失われる可能性もあるので、最小の2層とした。解析結果については、学習結果を図2と表1に、予測結果を図3と表2に示した。学習は100%正確に行われて

いる。予測についても、的中率96.1%、見逃し率0%、空振り率50%、スレットスコアー50%とまずまずの成績を上げている。今後は、学習データの蓄積による、空振り率、スレットスコアーの改善に努める必要がある。

参考文献：1) 浅井富雄：ローカル気象学、東京大学出版会、1996 pp144-145、2) 小倉義光：メソ気象の基礎理論、東京大学出版会、1997 pp124-125、3) 久保田哲也：土石流発生基準雨量に対するNeural Networkの応用について、砂防学会誌47-6、1995 pp8-14。

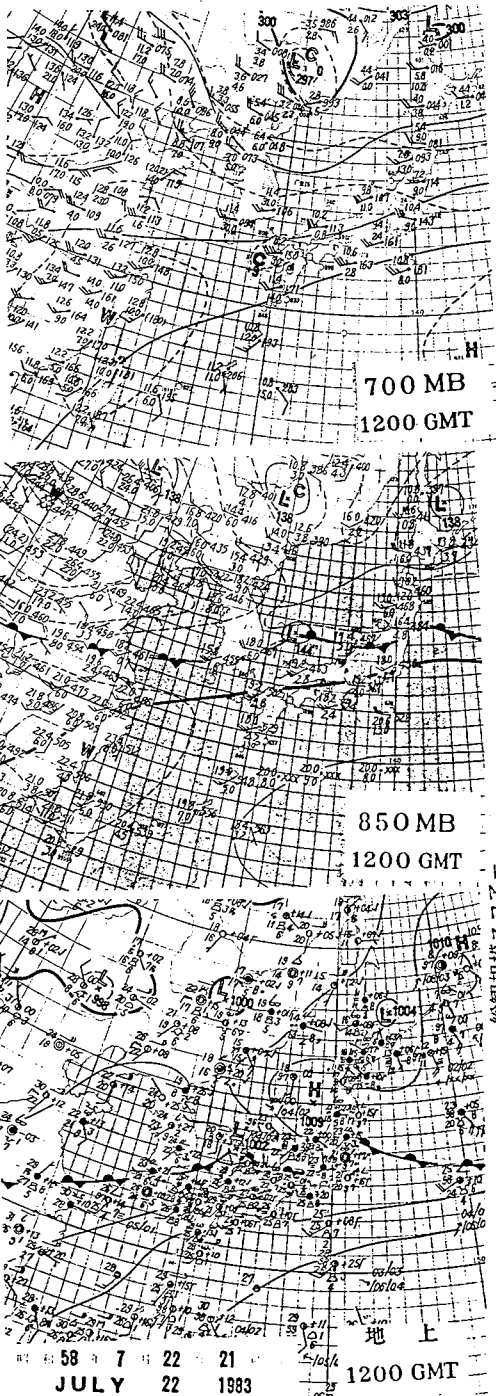


図1 災害時の天気図
(昭和58年島根災害)

表1 NNW学習結果

予測	災害あり	災害なし	計
実	あり 1	0	1
際	なし 0	9	9
計	1	9	10

的中率 $R_h = 10/10 = 1.0$

見逃し率 $R_{mb} = 0/1 = 0.0$

空振り率 $R_{sw} = 0/1 = 0.0$

スレットスコア $TS = 1 / (1 + 0 + 0) = 1.0$

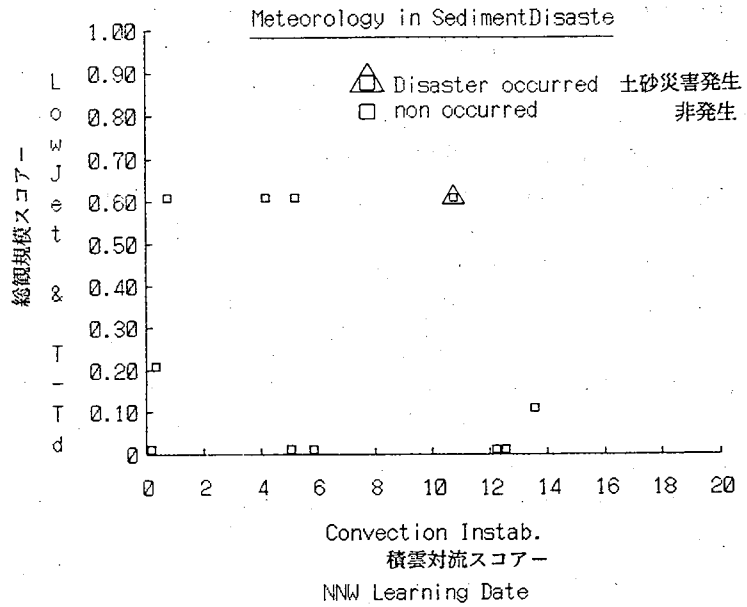


図2 NNW土砂災害発生気象条件学習データ (1983災害)

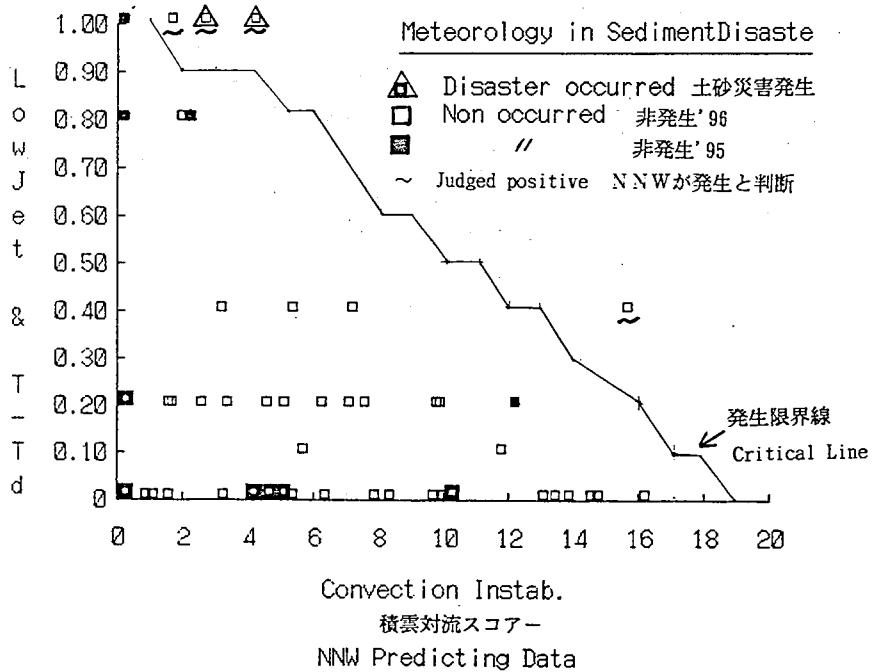


図3 NNW土砂災害発生気象条件予測 (1996梅雨)

表2 NNW予測結果

予測	災害あり	災害なし	計
実	あり 2	0	2
際	なし 2	47	49
計	4	47	51

的中率 $R_h = 49/51 = 0.961$

見逃し率 $R_{mb} = 0/2 = 0.0$

空振り率 $R_{sw} = 2/4 = 0.5$

スレットスコア $TS = 2 / (2 + 2 + 0) = 0.5$