

ニューラルネットワークによる地すべり地域の間隙水圧予測手法に関する研究

山口大学大学院	学生員	本庄勉
ダイヤコンサルタント(株)	非会員	春口孝之
八千代エンジニアリング(株)	正会員	菊池英明
山口大学工学部	正会員	古川浩平

1. はじめに 土砂災害が発生するプロセスで、降雨の地下浸透や地下貯留の予測は困難を極めている。特に地すべり災害においては、地盤が持つ特有の性質に加え、地表水の浸透による地下水位や間隙水圧の上昇が災害を引き起こす誘因となる。それゆえ、地すべり災害発生時の地下水位の変動や、地盤の力学的性質を知ることは、今後の地すべり災害による被害を最小限に留めるために重要である。本研究では、非線形性を有する問題に適用性の高いニューラルネットワーク(以下NN)を地すべり地域における間隙水圧の予測手法として適用し、モデルとなる地すべり地域において間隙水圧時間変動予測システムを構築する。それにより、複雑なパラメータを意識することなく、降雨-間隙水圧という入出力関係のみによる簡略化されたモデルの構築が可能である。そして、NNモデルが間隙水圧の予測問題に適したものであるか検討する。

2. モデルの構造と解析条件 解析に用いるNNモデルの構造は図-1に示す3層階層型モデルとする。降雨は時間雨量を用い、モデルに入力する際は教師データの再現性より適切な形式を決定する。なお、時間雨量は本研究で対象とする地すべり地域(以下モデル地域)より直線距離約18km離れた場所に位置する気象庁管轄雨量観測所のアメダスデータを使用した。中間層のニューロン数はあらかじめ行った予備計算により70個に固定する。解析に使用する間隙水圧データはあらかじめ水位表示されており、モデルから出力される値も水位値とする。

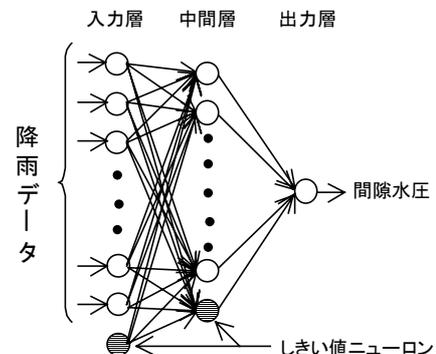


図-1 階層型ニューラルネットワークモデル

3. 観測データの分割 モデル地域では1998年9月3日より地すべり面下位、地すべり面、地すべり面上位の3ヶ所において間隙水圧の観測が行われている。本研究ではこのうち地すべり面下位について1999年7月29日までを対象にモデルを構築し、構築されたモデルが予測問題に適用可能であるか検討する。解析においては、図-2に示すように、対象期間内のデータをモデルの構築に使用する「学習期間」とモデルの予測精度の検討に使用する「テスト期間」に分割する。学習期間とテスト期間の分割

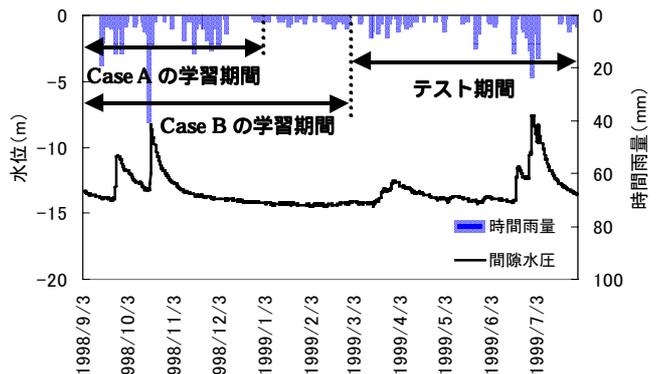


図-2 データ期間の分割

に際しては、いずれの期間においても間隙水圧のピークが含まれるように考慮した。さらに学習期間に Case A として間隙水圧のピークを含む3ヶ月間、Case B として Case A に間隙水圧のピークを含まない2ヶ月間を付加し5ヶ月とした場合の2通りを設定する。

4. モデルの構築と最適学習期間の検討 Case A および Case B について入力降雨要因を変化させてモデルを構築し、教師データの再現性を検討した結果、入力要因として24時間幅時間雨量と20個の24時間雨量を組み合わせ(合計21日分)入力した場合、Case A において教師データを高い精度で再現可能であ

キーワード：ニューラルネットワーク、間隙水圧、地すべり

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 TEL：0836-22-9721 FAX：0836-22-9429

った．そこで同様の入力要因を用いて Case B でもモデルを構築したところ，図 - 3 に示すように教師データを3ヶ月とした Case Aの方がより忠実に間隙水圧のピークを再現した．Case Bは付加した2ヶ月間に間隙水圧のピークを含まないことから類似した水位値ばかりを強く学習し，ピークの傾向が十分に再現できなかったと考えられる．この事より21日分の降雨と学習期間として水位ピークを含む3ヶ月程度のデータがあれば，十分水位値の追従が可能である．またシステム構築に用いたデータに対して再現性が高いことから，良好なモデルが構築できたといえる．

5. モデルの予測問題への適用 構築した Case A モデルに未学習データを入力し，予測問題に適用可能か検討する．構築したモデルが予測問題に適応可能であれば，間隙水圧の時間的変化を細かく予測でき，非常に有益なシステムに成り得る．図 - 4 に構築したモデルのテスト結果を示す．構築した時間予測モデルは実測水位をほぼ再現し，相関係数 0.945 と非常に高い値を示し，残差平均 0.037 と非常に良好である．従って，構築したモデルは間隙水圧の時間予測モデルとして適用可能である．

6. 1964年豪雨時および歪み累積時における予測 モデル地域では1964年の豪雨を機に住民が他の地域に移住した経緯がある．また1997年にはすべり面に明確な変位は確認されなかったが，明瞭な歪みの累積が確認されている．本研究では構築した予測モデルを用いて，1964年の豪雨時と歪みの累積を確認した時期において間隙水圧の変動傾向を予測する．図 - 5 に1964年豪雨時，図 - 6 に歪み確認時の間隙水圧予測結果をそれぞれ示す．1964年の豪雨時には，モデル地域周辺で多大な損害が生じた．7月12日～19日にかけて，間隙水圧の値は急上昇し，0m付近を示している．また歪み累積時には豪雨時ほど高い値を示していない．間隙水圧がある限界を超えることによって地すべりは滑動を始めることから，1997年は間隙水圧の上昇により地すべりブロックが不安定化したものの，すべり面付近に力が加わった程度で，明確な変位は発生しなかったと考えられる．また1964年は，非常に危険な状態であったことが推察される．

7. まとめ 本研究により，地すべり地域において観測されたすべり面付近の間隙水圧データを用いてNNによる予測モデルが構築可能であることが示された．さらに，豪雨時や歪みが確認された時期において間隙水圧の挙動予測が可能であった．これにより地すべり発生時期の予測などに応用でき，防災上非常に有益であると考えられる．

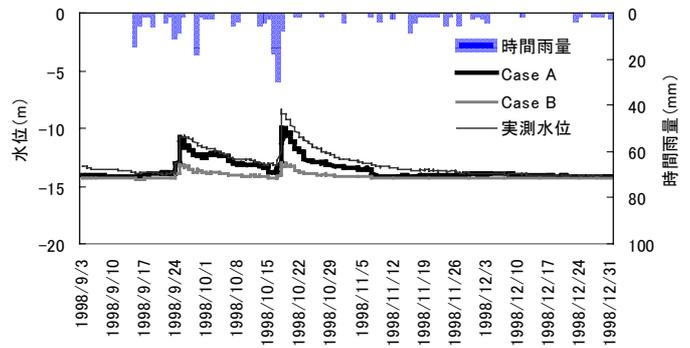


図 - 3 最適学習期間の検討 (教師データに対する出力結果)

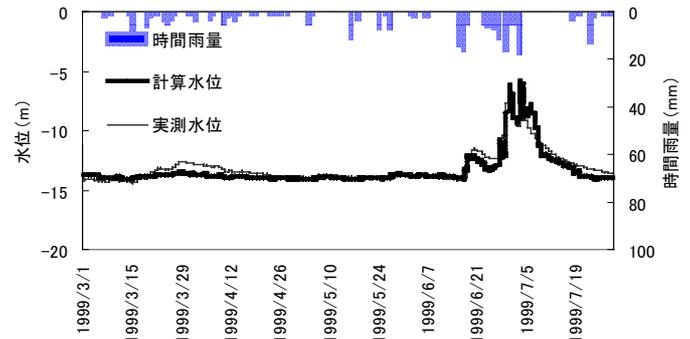


図 - 4 構築したモデルの予測精度

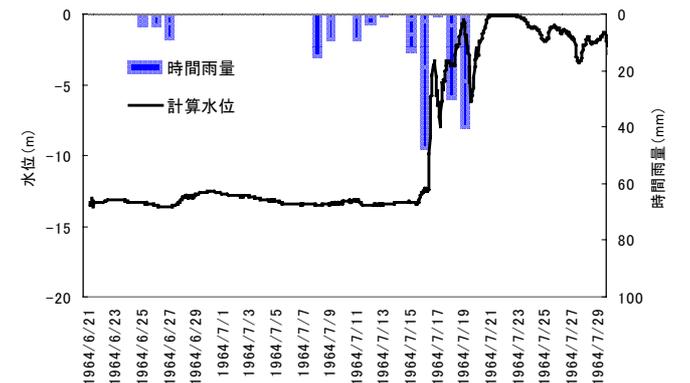


図 - 5 1964年豪雨時における間隙水圧の変化予測

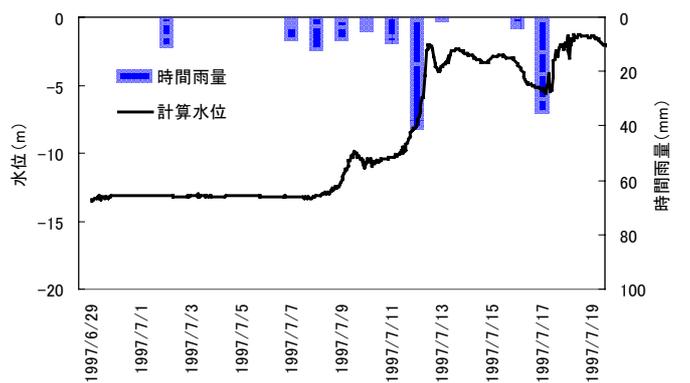


図 - 6 歪み累積時期における間隙水圧の変化予測