

中越地域の電子地盤図の作成と防災への応用に関する研究

環境防災研究室 B4 中村 溪太

1. はじめに

電子地盤図作成の背景として、地盤データベースの全国的連携における障壁を回避すること、地盤情報を公開に制約なく、データの検索・利用の高度化すること、「生データ」の集合体である地盤情報データベースの情報を単に連携するのではなく、地質・地盤工学的解釈を加えて提供することにより地盤情報活用に寄与すること意図があります。電子地盤図により、土砂災害や液状化被害などの災害防止への活用、行政施策と市民への意識の向上、ハザードマップの作成、対応策順位への活用等の応用が期待できる。また、一般の人には土地や家屋購入に当たり地盤概況の把握・比較ができるようになり、地盤工学実務者には地盤情報の把握・地盤工学上の問題点の理解が容易にできる。全国電子地盤図とは、各地域における250m区画毎の浅層地盤（深度100m以浅の沖積層および上部洪積層）の代表的地盤情報を全国統一基準でモデル化を電子的に作成し保存、追記、表示できるシステムであり、そこに含まれている情報はインターネット経由で閲覧・ダウンロードができる。本報告では、全国電子地盤図内の新潟県長岡市と柏崎市、上越市の3つの地域で電子地盤図を作成し、防災への応用を目的とする。また、本分析に長岡電子地盤図作成にあたり使用したボーリングデータ（N値）と中越地震による家屋被害分布・土地条件グループを使用し、中越地震の家屋被害と平均N値の影響を検討する。

2. 電子地盤図の作成方法

(1) 対象層の設定:地盤特性を抽出する研究作業と並行して基礎データのボーリング柱状図1本毎にモデル化対象層の設定を行う。今回の電子地盤図の対象層は、浅層に堆積する沖積層である。ソフト上で対象層を同定して、その対象範囲（上端・下端）を設定する。

- (2) データの選別:各メッシュ(250区画)に対して、その地盤条件を代表するボーリングデータを選別する。
- (3) モデルへの変換:この選別したボーリングデータを支援システムの機能を用いて地盤モデルに変換する。モデル化は深度方向に地層を2m(または1m)に細分して各細分層の代表土質を抽出し、その土質のN値や土質試験値を平均してモデルの値とする。

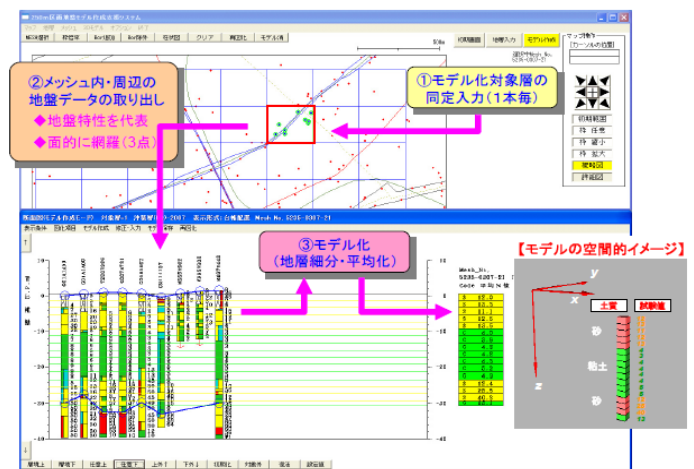


図-1 電子地盤図作成支援システムの操作画面と地盤モデル作成手

3. 各地域の地盤特性

長岡市は、信濃川による扇状地性氾濫平野で、方向性など不自然な自然堤防が多く発達しています。沖積層は薄く、砂層を挟む粘性土・礫が入り組んでいる。柏崎市は、沖積層の基盤深度がわずかな距離において著しく変化しており、基盤面は起伏に富んでいる。沖積層は厚さ70mとされ、粘土・シルト・砂・礫から構成される軟弱な層が堆積している。上越市は、高田市街地から海岸部にかけて40~60mの厚い粘土層が分布している。沖積層に、犀潟一大池ラインを境に大きく異なり、西側では基底面が比較的平坦で、東側では起伏に富みや複雑である。

4. 電子地盤図の作成

電子地盤図作成にあたって、N 値 50 以上を沖積層の基盤と設定した。なので、以下の地盤モデル分布図（図 2～11）は N 値 50 未満の層に関してのものである。

・長岡電子地盤図

図-2 より、市街地の沖積層には礫層・砂層の分布が見られ、長岡砂礫層（青木・仲川，1980）が堆積していることが確認できる。信濃川により形成された自然堤防は砂質土で構成され、その周りや北側の後背湿地で粘性土が分布していることがわかる。図-3 より、沖積層の礫層・砂層では平均 N 値 30 と比較的大きいが、後背湿地の粘性土では平均 N 値 5 以下の分布がみられる。これにより、長岡市は礫層が存在し、固い地盤とされているが実際は、軟弱地盤も多く分布していることがわかる。新潟県地盤図説明書に掲載されている越後平野の断面位置図において、長岡市を通る断面位置は、12 - 12'断面（東西断面）だけである。なので、東西に 2 本南北に 3 本の 5 本の断面線を新たに追加し、合計 6 本の断面位置でモデル断面図を作成した。図-4 の東西方向の断面図より、地盤モデル分布図と同様に市街地周辺で長岡砂礫層が、その周辺では粘性土と砂質土が堆積している。図-5 より、一番上のモデル断面図は三島地区であり、丘陵付近に分布している礫層は小河川による扇状地地形だと考えられる。真ん中のモデル断面図は川西であり、古正寺付近では礫層が見られ、下山付近から粘性土が堆積している。これにより、信濃川を挟んでの地盤構成は異なっていることがわかる。一番下のモデル断面図は川東であり長岡駅付近では礫層、北長岡からが粘性土が堆積していることがわかる。長岡市の断面図から有機土質の分布もみられ昔に池沼があったことが推測できる。また、早くに N 値 50 以上の層がでていることも確認できる。

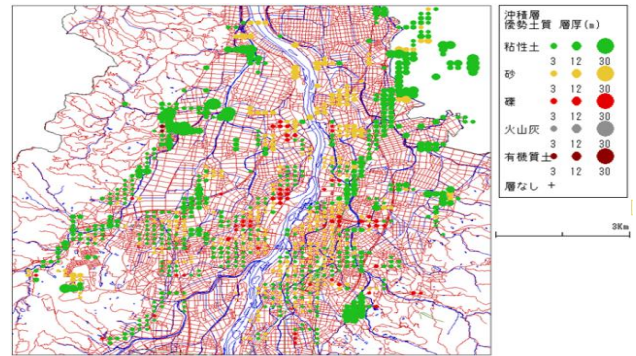


図-2 優勢土質の層厚

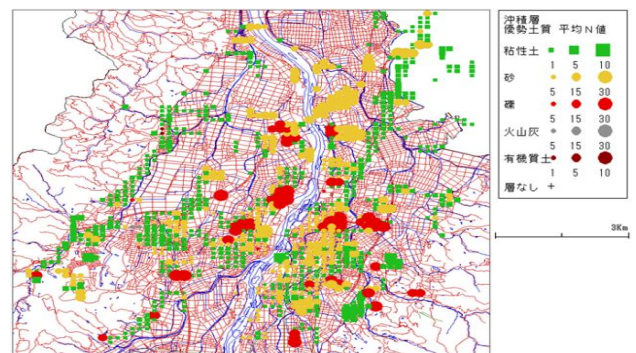


図-3 優勢土質の平均 N 値



図-4 東西方向のモデル断面図

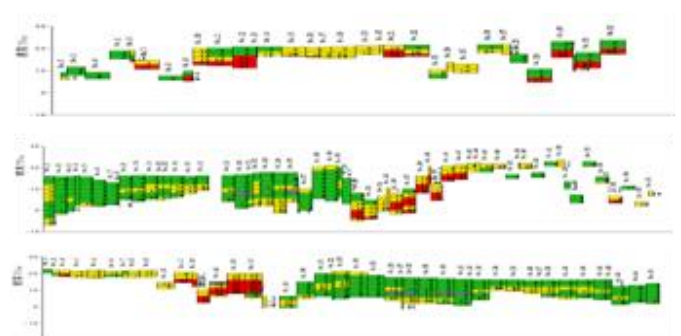


図-5 南北方向のモデル断面図

・ 柏崎電子地盤図

図-6より粘性土が優勢である。これは、出入口の狭い大きな潟を粘性土が埋めているからである。海岸部は荒浜砂丘の砂層の分布が見られるが、基盤層の分布深度は内陸に比べて著しく浅くなっていることがわかる。図-7の優勢土質の平均N値では、粘性土でN値5以下が分布している。海岸部の砂層は平均N値15と低くこの砂層は新砂丘だと考える。これにより柏崎市は、粘性土が主体で、軟弱地盤で形成されている。新潟県地盤図説明書では柏崎平野の断面位置は16-16'断面、17-17'断面、18-18'断面がありその位置でモデル断面図を作成した。図-8より、粘性土が主体であるが砂層や礫層をしばしば挟むように堆積している。礫層の堆積が少ないのは、周辺の丘陵が泥岩砂岩主体であり、礫の供給が乏しいからだと考えられる。

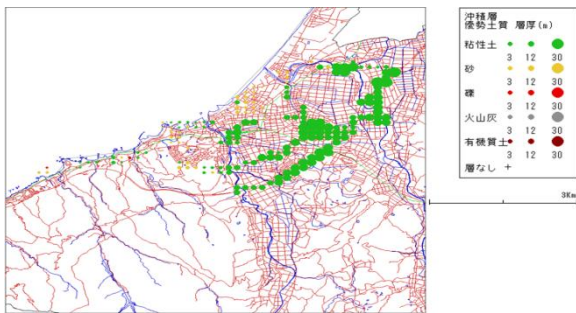


図-6 優勢土質の層厚

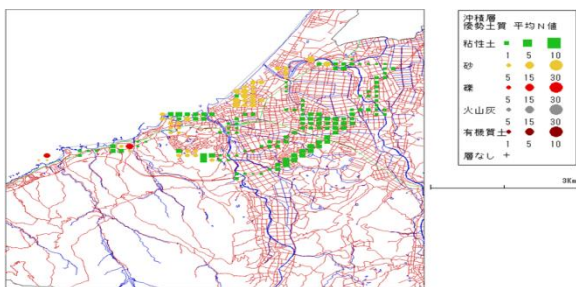


図-7 優勢土質の平均N値

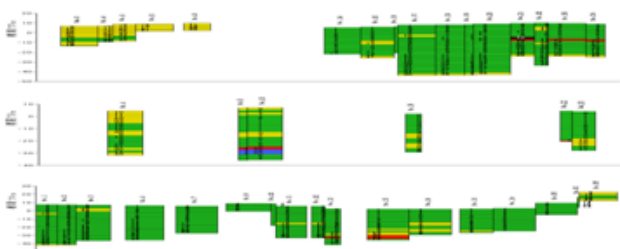


図-8 モデル断面図

・ 上越電子地盤図

図-9より粘性土が優勢である。粘性土の層厚は12~30m以上と厚く堆積しているがわかる。高田平野の沖積層の層厚は、最大で60m程度とされており、その特徴を示す。図-10より優勢土質の平均N値は、粘性土でN値5以下の分布している。これにより柏崎市同様、粘性土が主体で、軟弱地盤で形成されている。新潟県地盤図説明書では高田平野を通る断面5本あるが、本研究では、20-20'断面、23-23'断面、24-24'断面の3本の位置で断面図を作成しました。図-11より粘性土が主体であるが、砂層や礫層を頻繁に挟むように堆積していることがわかる。高田市主部では、関川・飯田川の中流域から運ばれた砂礫が堆積し扇状地の特徴を示す。また、粘性土が厚い堆積していることがわかる。

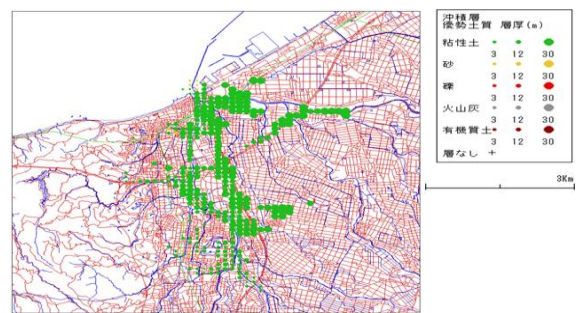


図-9 優勢土質の層厚

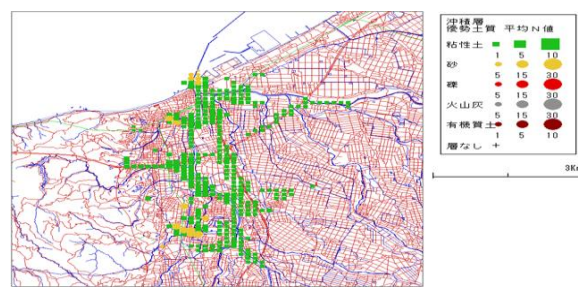


図-10 優勢土質の平均N値

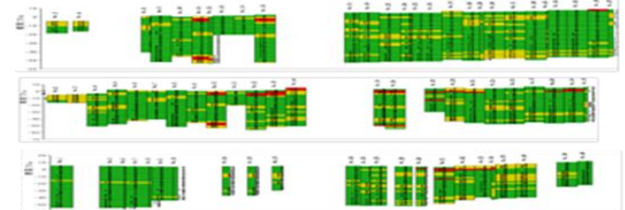


図-11 モデル断面図

5. 中越地震における家屋被害と平均 N 値の影響に関する統計分析

家屋被害分布において、各地形の家屋数を考慮して、地形の表す地盤特性及び家屋被災率により、土地条件を4つのグループに区分した。表-1の分析結果より、人工地形の家屋は10%強の被災率に対し、傾斜（付随）地形では約55%と被災率に差異のあることが示された。

表-1 地盤特性による家屋被害の受けやすさ

地形区分	人工地形	水部地形	平坦地形	傾斜（付随）地形
最大被災割合	13%	20%	23%	55%
地震動の影響	低 ←—————→ 高			

土地グループ別平均 N 値分析では、表層から 5m, 10m, 15m での平均 N 値を算出した。図-12の分析結果より、各地形グループで違いを予想したが、表層から 5m・10m・15m の平均 N 値に差異がないことが示された。地形グループと平均 N 値の複合による統計分析を行なった。図-13の分析結果より、人工・水部・平坦地形は平均 N 値が大きくなると被災率は減少する傾向を示す。傾斜（付随）地形については、N 値の高さに依らず、被災率は一定である結果が示された。これらの分析結果より、中越地震の家屋被害分析から、家屋被災率は土地条件および平均 N 値との相関が大きいことが明らかになった。

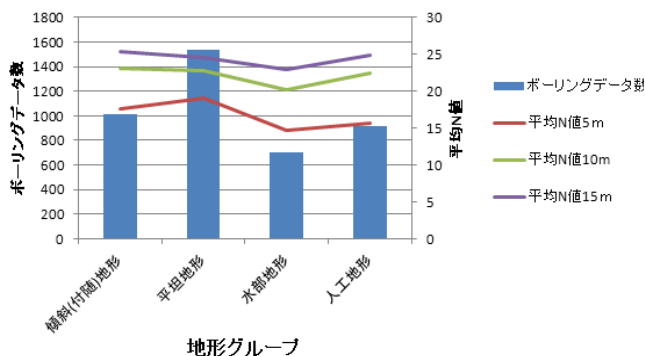


図-12 地形グループ別平均 N 値

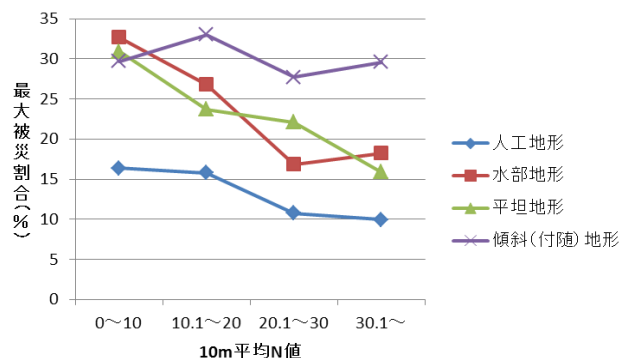


図-13 地形グループ毎の N 値区分別被害の受けやすさ

5. 先行降雨が与える土砂災害への影響に関する統計分析

土砂災害発生に関して気象庁は、土壤雨量指数を導入し土砂災害の危険度を表している。本研究では、7.13 水害において土砂災害が多く発生した出雲崎・与板地区と栃尾地区を対象に土壤雨量指数計算し、降雨の影響を検討した。計算方法は、気象庁が発表している直列 3 段タンクモデルを用いた。

計算結果より、両地域とも 7 月 12 日～13 日にかけて、土壤雨量指数は 140 強と非常に高い指数値を示した。また、急激に上昇し、その後は下降して指数値が 0 になっていることから、短時間で非常に激しい雨だったことがわかる。この指数値は、長岡市の土壤雨量指数の基準値は警報で 106～181 の範囲内であることから土砂災害が発生する危険が非常に高かったことがわかった。また、10 月に台風 23 号が発生し指数値が出雲崎・与板地区とで 70、栃尾地区で 60 と比較的高い値になっていることもわかる。

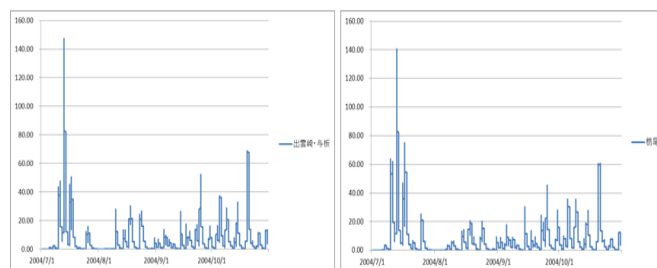


図-14 両範囲の土壤雨量指数（時系列）