

GIS を用いた地下水流動—広域地盤沈下解析モデルの構築及び予測

九州大学工学部 学生員○外園智康 九州大学大学院 正会員 江崎哲郎
九州大学大学院 正会員 周国云 九州大学大学院 正会員 三谷泰浩

1. はじめに

佐賀平野における地盤沈下は、広域かつ過剰な地下水の揚水により地盤中の軟弱な粘土層が圧密するために生じる。昭和 32 年以来、累積最大地盤沈下量は 123cm、沈下面積は 320km²に及んでいる。

広域地下水流動及び地盤沈下解析モデルの構築にあたって、様々な空間情報の分布の把握(地質、地形、帯水層の分布、透水係数の分布、揚水量、地下水位、蒸発散等)が極めて重要である。従来の方法では、このような空間的な情報の定量把握は難しく、作業の効率と結果の精度には問題がある。本研究では、GIS (Geographic Information System) の優れた空間情報の管理・解析機能を用い、広域地下水流動、地盤沈下に関わる様々な異なる種類の空間情報を定量的に統括・管理し、より現実に近い解析モデルを構築するとともに、GIS—地下水流動—地盤沈下のカップリング解析手法を開発することを目的とする。本論文では、上記の研究の一部について報告する。

2. GIS の特徴と本研究への応用

近年、新しい技術として GIS に関する応用研究が多く分野において非常に盛んになされている。GIS の特徴は、位置の情報をもった様々な異なる属性データを総合的に解析及び管理するツールであり、データの取得、記憶、更新、最適化、解析、表示などの機能を有し、個人の思考、能力では対応できない部分を支援し、複雑な現象を捉えることができるとされている。

地下水流動—広域地盤沈下解析において、地下水解析モデルの構築、解析結果の評価、地下水位の実測結果と解析結果の比較、揚水量の分布との比較などの面で、GIS は強力なツールとなる。さらに、GIS と地下水流動、広域地盤沈下のカップリング解析を行うことで、より正確で高度な地盤沈下の予測や環境への影響評価などが可能となる。

3. 地下水流動解析コード

本研究では、3 次元の地下水流動解析コードとして、Visual MODFLOW (Waterloo Hydrogeologic 社製) を用いる。MODFLOW は、世界のコンサルティング会社や、教育機関、政府関係機関で用いられ、応用実績の多い汎用コードである。本コードの入力データとしては、メッシュ、境界、地表地形、揚水量、透水係数、地下水位、粘土層厚があり、これらを精度良く、

効率的に入力するために GIS による地下水流動解析モデルの構築を行う。

4. GIS による地下水流動解析モデルの構築

(1) メッシュ分割

佐賀平野の地下水揚水量の統計は、国土数値情報の 3 次メッシュ (1160m (Δx) $\times$ 920m (Δy)) をもとに行なわれてきたため、本研究では、GIS (ArcView) を用い、国土数値情報の 3 次メッシュを作成し、地下水流動及び地盤沈下解析用のメッシュとした (Fig.1)。

(2) 境界条件

本研究では、作成した国土数値情報の 3 次メッシュを 2 万 5 千分の 1 の数値地図(24 枚分)と重ね合わせることにより、境界条件の確定を行った。具体的には、北側、西側の境界は、山の麓を固定水位条件として、GIS により、地形図を局部的に拡大して、重ね合わせたメッシュと比較し、境界線の位置を決めた。この作業により、過去の研究(紙地図使用)に比べ、精度及び作業効率を大幅に向上した。同様の GIS 作業により、東側では、地下水位の実測値のデータをもとに、初期水位のまま固定水位条件として境界を決めた。南側の境界は、揚水の影響を受けない陸地から離れた場所において、海水面標高で固定した (Fig.1)。

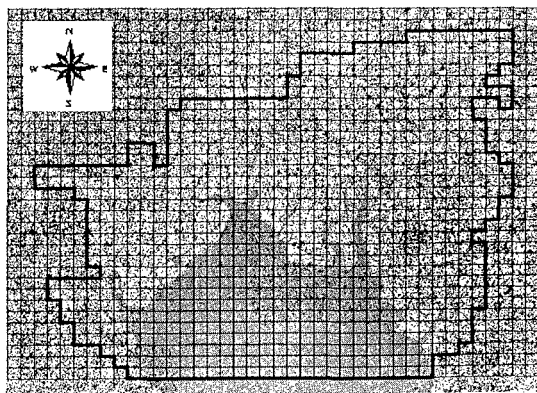


Fig.1 FDM mesh and boundary condition.

(3) 地表地形

本研究では、佐賀平野の 193 点の地盤沈下水準観測点をポイントデータとして GIS に入力し、国土地理院の 50m メッシュデータに加え、GIS (ソフトウェア: ArcView) の空間内挿機能により佐賀平野の数値地形

を作成した(Fig.2).

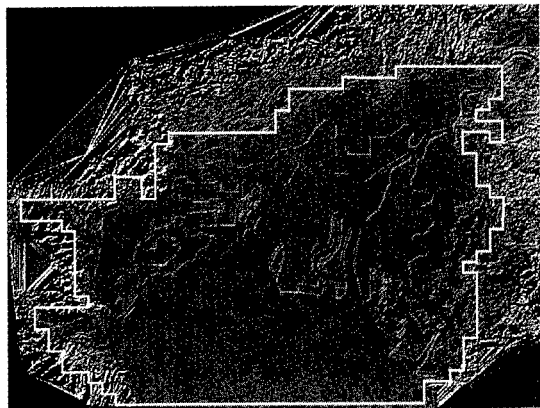


Fig.2 Digital elevation model of Saga plain.

(4) 揚水量の分布

1979年～1997年までの揚水量の統計データを属性データとして、GISの空間データ接合機能を使い、3次メッシュポリゴンに与えた。その結果、毎月及び毎年の揚水量の平面分布を迅速に検索することができ、地下水解析結果と重ね合わせ、結果の正確性を確認できる。更に、GISに入力した各メッシュの揚水量を、地下水解析用のデータとして容易に提供することができる。

(5) 透水量係数の分布

過去の揚水試験から作成した透水量係数の等値線を線データとしてGISに入力し、空間内挿を行い、各メッシュに透水量係数を与えた。

(6) 初期地下水位

本研究では、過去の研究で作成した浅部の不圧地下水位コンターをGISに入力し、ラスタデータに変換

し、地形標高と比べた。その結果、過去に紙地図をベースに作成した不圧地下水位は、地表面以上となっている所がかなり存在することが分かった。

そこで、この地域では、不圧地下水位は地表面以下0.5mであるとされているため²⁾、GISにより、作成した数値地形を用い、新たに浅部の不圧地下水位コンターを作成した。Fig.3は修正前と修正後の不圧地下水位コンターを示す。被圧地下水位については、1979年9月の実測地下水位コンターを入力した。

(7) 有明粘土層厚さの分布

本研究では、過去の調査で作成された有明粘土層厚さのコンターをGISに入力し、空間内挿を行い、各メッシュに有明粘土層厚さを与えた。

5. GISとMODFLOWとのリンク

上記のように、GISを用いて、地下水流動解析に関わる空間情報のデータベースを構築したが、これらのデータはMODFLOWに直接取り込めないため、GISのデータ変換機能を用いて、読み込み可能な形式にした。また、MODFLOWの解析結果をGISに読み込ませ、結果の表示、分析、正確性の検査等を行うことも可能となった。

6. 結論および今後の予定

本研究では、解析メッシュの作成、境界条件の設定、現状地下水位の把握、揚水量の分布、帯水層の厚さ、透水係数の分布の推定等にGISを用い、より正確で効率的な広域地下水流動解析モデルの構築モデルの作成を行った。また、高度な広域地下水流動解析を行うにあたり、GISとMODFLOWのリンクを実現した。

今後は、構築した地下水流動解析モデルを用い、1979年～1997年までの地下水流動解析を行い、広域地盤沈下の状況を再現し将来予測を行う。更に、広域地盤沈下の自然・社会環境への影響評価も行う予定である。

参考文献

- 1) 佐賀県：地盤沈下の概況，pp. 35～87，1997年10月。
- 2) 環境庁：筑後・佐賀平野地盤沈下広域対策調査，pp. 4～29，1982年。
- 3) 周国云：A Couple Groundwater Flow-Land Subsidence Simulation and Quantitative Evaluation of its Influence to Flooding by Using GIS，九州大学博士論文，pp. 38～107，1997年。

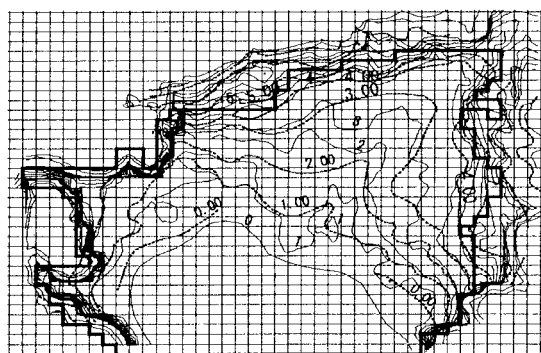


Fig.3 Initial condition of groundwater level.
(dashed line: before modification, solid line: after modification)