

GIS を用いた筑後・佐賀平野における水収支の長期的変遷の分析

九州大学工学部 学生会員 ○和泉 風太 九州大学大学院 正会員 江崎 哲郎
九州大学大学院 正会員 三谷 泰浩 九州大学大学院 非会員 安村 圭亮

1. はじめに

筑後・佐賀平野は、上層部に有明粘土層と呼ばれる軟弱な粘土層が 10～30 m 程度の厚さで広く堆積しており、また農業用水、工業用水ともに地下水への依存が高いため、渇水時の揚水による地盤沈下、豪雨時の浸水被害の拡大、生物多様性への影響、有明海の環境問題等、水循環・水利用に関係する多くの課題があり、健全な水循環の構築と適切な地下水管理が求められている。これらの水循環に関する問題には人間による開発とそれに伴う水利用の変化が大きく関わっており、開発の歴史を考慮した水利用の状況を再現し、長期的な広域水循環を定量的かつ時間的・空間的に明らかにすることが重要である。

そこで本研究では、筑後・佐賀平野全体での長期的な広域水循環を把握するために、GISを用いて 1900 年、1950 年、1990 年における地表面を境界とした水収支時空分布を算出し、水収支の長期的変遷を考察する。

2. 水収支時空分布の算出手法

本研究では筑後・佐賀平野を対象とし、GISを用いて、各産業の水利用の現状と土地利用状況を考慮した地下水揚水量時空分布解析モデルおよび水収支式による地下水涵養量時空分布解析モデルを構築し、その結果から収支計算を行い水収支時空分布を算出する。解析の時間・空間単位は、データの精度を考慮して 3 次メッシュ (1 辺約 1 km) を使用し、1 月単位で解析を行う。

このモデルで算出した揚水量と行政機関による揚水量調査の結果との比較および、算出した水収支を用いて行った地下水流動解析の結果と地下水位の観測結果との比較により、このモデルから信頼できるデータが得られることが確認されている¹⁾。

3. 1900 年・1950 年における水収支時空分布

(1) モデルの前提条件

前述のモデルを 1900 年、1950 年における水収支時空分布の算出に適用する。ただし、当時の水収支の算出を行う上で、不足するデータを補うために以下のような前提条件の下、モデルを作成する。

- ・土地利用図の作成が本格的に開始されたのは 1976 年以降であるため、1900 年・1950 年の 5 万分の 1 地形図を用いて当時の土地利用図を作成する。地図の作成は、国土交通省が発行している 1976 年以降の土地利用数値地図との対比を可能にするため、この地図と同様の土地利用区分を用い、100 m メッシュで行う。
- ・揚水量は可能な限り井戸台帳等のデータから算出する。
- ・気象データは、各々の年代を中心として前後 30 年間分

の平年並のものを使用する。

・行政界については、当時の郡市界を考慮する。

(2) 涵養量、揚水量および水収支時空分布の算出

地下水涵養量は、解析範囲内で降雨、蒸発散、流出、水田の減水深を考慮して算出した浸透量に、地下深部への涵養の割合を表す涵養率を乗じて算出する。涵養率は以下の方法で決定する。

クリークを有する水田では生島、黒田らの調査結果²⁾から浸透水のクリーク還元率を 96%、一般的な用水路を有する水田では農水省試算による調査結果³⁾から還元率を 75%とする。そして平野全域を水田の灌漑の方法によって、有明粘土層が厚くクリークによる灌漑を行っている地域、用水路による灌漑を行っている地域、クリークも用水路も見られない地域の 3 つに分類し、それぞれの涵養率を 4 %、25 %、100 %とする。

1950 年の地下水揚水量は、深井戸に関するデータ^{4) - 7)}をもとに井戸ごとの実測値および郡市別の平均値から月別に算出を行う。1900 年については、深井戸による揚水が行われたデータはなく、深井戸による揚水は始まっていなかったと考える。

算出した涵養量、揚水量の時空分布をもとに涵養量を正、揚水量を負としてオーバーレイ解析を行う。

4. 結果と考察

(1) 土地利用の変遷

白石平野、佐賀平野、筑後平野における土地利用の変遷を Fig. 1 に示す。

すべての平野で市街地の増加は見られるものの、1900 年、1950 年、1987 年の各年代において農地の占める割合が最も大きい。また、すべての平野で海の面積が減少しており、広い範囲で干拓が行われていることがわかる。平野別に比較すると、佐賀平野と筑後平野では土地利用の変遷は近い傾向を示し、1900 年から 1950 年にかけて農地は増加しているが、1950 年以降市街地の増加に伴って農地の面積が減少している。しかし白石平野では、1950 年以降に干拓された面積の平野全体に占める割合が他の平野に比べて大きく、その多くが農地として利用されたために、1990 年には 1950 年と比較して農地が拡大している。

(2) 涵養量、揚水量の変遷

白石平野、佐賀平野、筑後平野の単位面積当たりの年間の涵養量と揚水量の変遷を mm 単位で Fig. 2 に示す。

全体として涵養量が減少し、揚水量が増加している。これは、涵養源である水田の作付面積の減少と、水利用

の形態の変化に伴う水の需要の増加によるものと考えられる。平野別では、筑後平野では涵養量が大きく、各年代において涵養量が揚水量より大きい。また佐賀平野においても、各年代で涵養量は揚水量より大きいが、白石平野では涵養量が小さく 1950 年の揚水量が大きい。1950 年には涵養量と揚水量の差がほとんどなくなり、1990 年には揚水量が涵養量を上回っている。

(3) 水収支分布の変遷

1900 年、1950 年、1990 年の 7 月における水収支の分布を Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5 に示す。

1900 年、1950 年、1990 年すべての年代で、有明粘土の分布域では涵養量は小さく、水収支が 0~10 mm/month の地域が広い範囲を占めているが、その周辺の有明粘土の分布していない地域では涵養量が大きく、水収支が 50 mm/month を超える地域が広く分布している。この分布を平野別に比較すると、白石平野についてはほぼすべてが涵養量の小さい有明粘土分布域である。また佐賀平野は北東部に涵養量の大きい地域が存在するものの、ほとんどが有明粘土層分布域であり、佐賀平野全体では涵養量は小さい。しかし筑後平野は約 40 % を有明粘土層分布域外の涵養量の大きい地域が占める。そのため、Fig. 2 で示したように白石平野、佐賀平野で涵養量が小さく筑後平野では大きいといった平野別の涵養量の差が現れる。

1900 年の分布は 1950 年、1990 年の分布と異なり、水収支が負の地域が存在しない。これは 1900 年の時点では深井戸からの揚水が開始されていなかったことによるものである。しかし、1950 年までの 50 年の間に深井戸による揚水が開始され、1950 年の分布では水収支が負の地域が現れている。さらに 1950 年から 1990 年の 40 年間で、減反政策による水田の作付面積の減少、市街地の拡大および蔬菜栽培による地下水揚水の増加が水収支の変化に大きく影響し、1990 年には水収支が負の地域が拡大している。特に、市街地では涵養量が小さく、水道用水、工業用水、建築物用水として地下水揚水が行われるため、1990 年の分布では主に市街地を中心に水収支が負の地域が広がっている。また水収支が負の地域の拡大は 1900 年から 1950 年の 50 年間に比べ、1950 年から 1990 年の 40 年間で顕著である。

参考文献

- 1) 川内一徳：筑後・佐賀平野における地下水収支時空分布解析、九州大学修士論文、2006。
- 2) 生島芳雄、黒田正治：重粘土クリーク水田における圃場整備後の水収支について、佐賀大学農学叢報、Vol. 35, pp. 31-49, 1973。
- 3) 関東農政局利根川水系土地改良調査管理事務所：利根川水系における水田の持つ他面的機能の計量的評価について（中間報告）、1990。
- 4) 国土庁：九州北部地域主要水系調査書、pp. 753-789, 1978。
- 5) 経済企画庁：筑後川水系調査書、pp. 379-453, 1968。
- 6) 経済企画庁：全国地下水（深井戸）資料台帳九州編、1964。
- 7) 経済企画庁：全国地下水（深井戸）資料台帳九州編、1982。

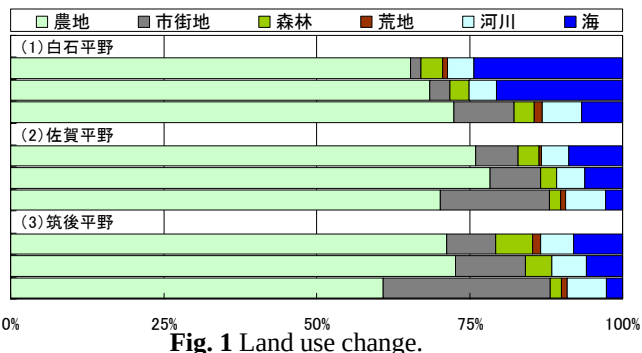


Fig. 1 Land use change.

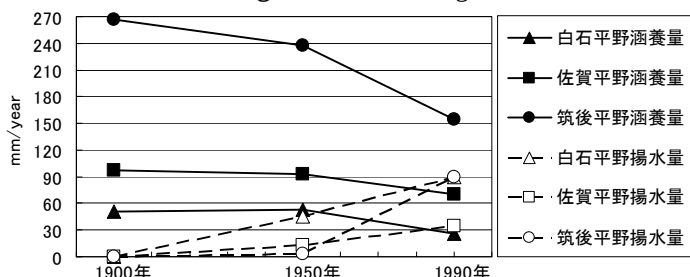


Fig. 2 Groundwater recharge and withdraw.

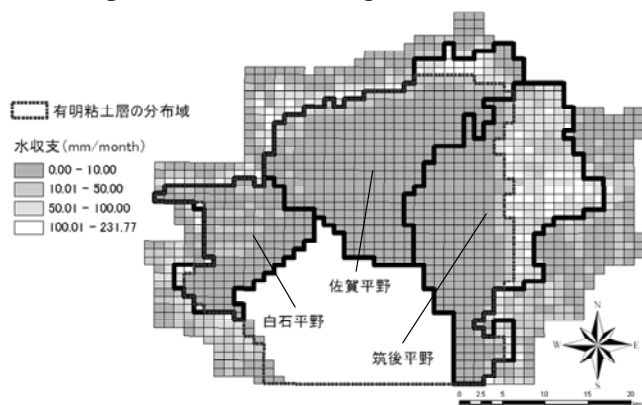


Fig. 3 Water balance distribution (1900.7).

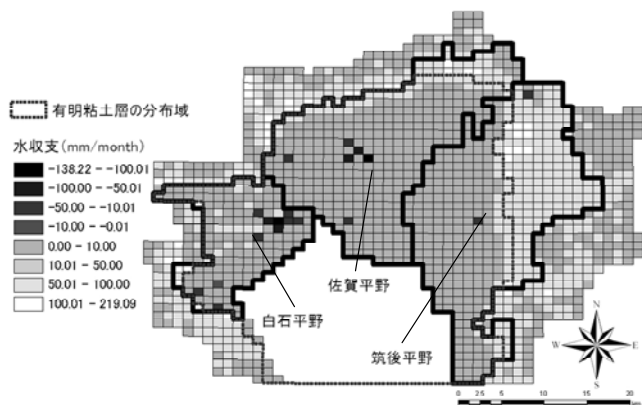


Fig. 4 Water balance distribution (1950.7).

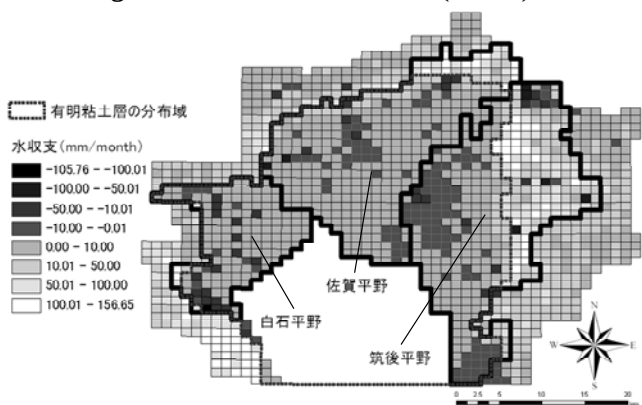


Fig. 5 Water balance distribution (1990.7).