

白石平野の水システムと水循環に関する研究

佐賀大学理工学部	学生会員	○ 金納芳彦
佐賀大学低平地研究センター	正会員	荒木宏之・山西博幸
佐賀大学理工学部都市工学科	正会員	古賀憲一
佐賀大学理工学部	学生会員	グエン カオ ドン

1. はじめに

白石平野は、佐賀平野の中でも、古くから人工的な干拓が行われ、農耕の盛んな地域である。灌漑、雨水排水、生活用水、工業などに利用される水資源や水利施設のうちでも、農業用水は重要であり、歴史的に見ても、農業用水を中心とした水管理は高い優先度を有している。六角川流域は、武雄市、多久市、小城町、白石町を含む流域面積約 340km² の白石平野の中で最大の低平地流域である。六角川は我が国最大の干満差を有する有明海に流入する感潮河川であり、水資源としては乏しい地域であるため、本地域ではため池、クリーク、深井戸に水資源を求めてきたが、一方では、地下水の過剰揚水による深刻な広域地盤沈下が生じたり、海水の遡上に伴う六角川に沿った地下水の塩水化が懸念されており、合理的な水資源管理が模索されている。

この研究では、降水量、地下水揚水量、蒸発散量などのデータより水システムを明らかにし、水資源管理について検討を行った。

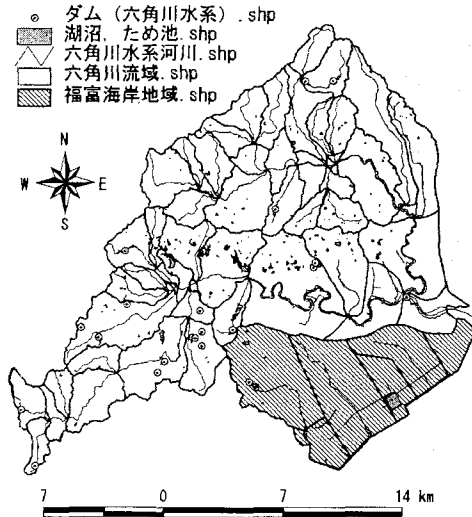


図-1 六角川水系

2. 表流水の水循環

表流水の水循環を考える際の基礎となる水収支は、降雨量と地下水、ため池、クリーク、ダム、河川からの用水量からなる流入と、流出量、地下への浸透量、蒸発散量からなる流出で規定される。一般的に水収支は以下のように表現することができる。

$$(R + S) - (Ro + ET + I) = 0 \quad (1)$$

R: 降雨量 S: 地下水、ため池、クリーク、ダム、川からの用水量

Ro: 流出量 ET: 蒸発散量 I: 浸透水量

降雨

対象流域内にある観測所で観察された1983年から1999年まで降雨データを用いた(図-2)。6月から9月までの灌漑期間中の平均降水量は1112mmである。

蒸発散

蒸発散計算については、Penman-Monteith法を用いて、プログラムCropwat(Smith)¹⁾により求めた。計算された蒸発散量は灌漑期間中で479.5mmであった。

流出量

雨水は表面流出の他、一部は地下水を涵養する。流出量Roは流出係数²⁾を用いて次のようになる。Ro=R*a; R: 降水量; a: 土地利用別流出係数。水田の流出係数を0.7とすると、灌漑期間中の平均流出量はRo=778mmとなる。

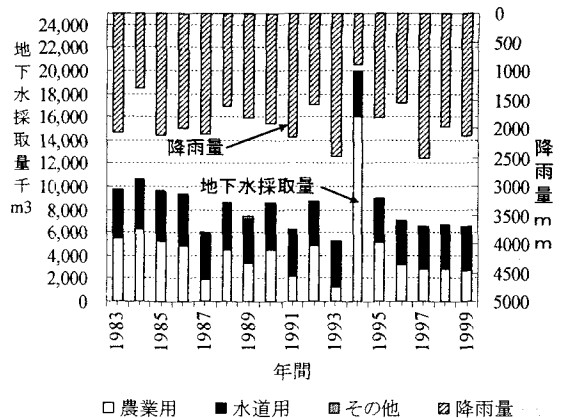


図-2 年間の降水量と地下水揚水量

農業用水源

白石平野における灌漑水源は地下水、ため池、クリーク、ダムおよび河川水である。この量は975mmと推定される。式(1)から、灌漑期間中の浸透量は約829mmあるいは6.8mm/日と求められる。

3. 白石平野の水不足

上述したように、白石平野では、水源不足のため地下水が主な取水源として使用されてきた。図-2に白石平野での1983年から1999年までの年間降水量と地下水揚水量を示す。これから、年間平均860万 m^3 が揚水されてきたことが分かる。特に、1994年には約2千万 m^3 が揚水されている。表-1は、白石平野における灌漑用水に関する水収支の計算結果を示したものである。流出要素としては蒸発散を含む灌漑用水と浸透量である。流入要素は降雨、地下水揚水、ため池・ダム、クリーク、河川である。

灌漑期における有効降雨による表流水の供給量は合理式から58.4百万 m^3 と推定された。ため池とクリークからの用水については反復利用量も含めて推定すると、22.5百万 m^3 がため池、6.8百万 m^3 がクリークからの供給と推定される。作物が必要とする必要灌漑用水量をCropwatモデル(Smith, 1992年)¹⁾を用いて推定し、78.3百万 m^3 を得た。これらの推定に基づき、灌漑用水不足量を推定すると年間約1千万 m^3 となる。上記の平均揚水量は本地域における地下水揚水量の規制値3百万 m^3 を越えているが、その条件下においても不足量が生じることとなる。

本例で示した水収支から、水不足量は流出入量の1割程度であるが、灌漑用水の占める割合が多いこと、用水の安定供給にため池やクリークの貯留量が必要不可欠であることから、本流域の利水システム、すなわち水循環の脆弱性が示唆される。

4. 六角川流域の水収支

(1)式より、この流域の水循環の構成要素を計算すると、結果は図-3ように示される。六角流域は、約1893mmの年間降水量があり、ため池、クリーク、ダム、地下水からの合計用水量が573mmである。このうちため池、クリーク、ダムからの灌漑用水量は549mmとなる。流入の約22%は地下に浸透し、約19%は蒸発散によって消え、また、残りの59%は、土地表面(約1458mm)からの流れである。

5. まとめ

本論文では、六角川流域の白石平野における水収支と利水形態の安定性の観点から、水循環について検討を加えた。その結果、水収支の各要素を概ね定量的に評価することができた。特に、ため池やクリーク水の反復利用、必要灌漑量を考慮し、白石平野における灌漑用水量の水収支を明らかにし、約1千万 m^3 /年の不足が推定された。今後、精査を重ねた検討が必要である。

本地域では、表流水への代替水源への転換が既の実施され、地下水位の回復や地盤沈下抑制に効果が現れている。今後は、これらの要素を考慮して本地域の水収支特性と水管理についての検討を進める予定である。

参考文献

- 1) Smith M. (1992): CROPWAT A Computer Program for Irrigation Planning and Management (Paper 46).
- 2) 白水、荒木、古賀、波江(1999): 低平地の水循環システムに関する研究—水田の水収支—、平成11年度土木学会西部支部研究発表会。

表-1: 白石平野の水収支(単位 10⁶m³)

項目	平均量	方法/計算詳細
流入		
1. 灌漑期間中の降雨	58.4	合理式: 平均降水量: 1112mm 流域の面積: 7507 ha 土地利用別流出率: 0.7
2. 地下水揚水量	4.9	灌漑期間のみ
3. ため池	22.5	容量: 7.5 反復: 3回
4. クリーク	6.8	容量 × 反復 7回
5. 河川、ダム	30.7	六角川河口堰、嘉瀬川ダム
流出		
1. 灌漑用水	78.3	Cropwat (Smith, 1992) ¹⁾ : 水田面積: 6640.3 ha 代かき: 150mm 灌漑期間: 110日
2. 浸透	55.1	
収支	-10.1	(流入) — (流出)

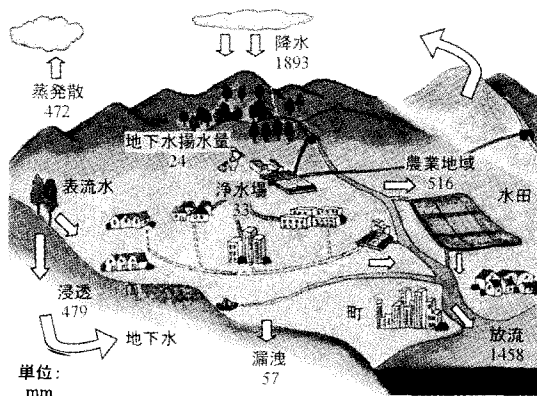


図-3 六角水系の水収支