

# 熊本地域白川中流域における湛水事業による地下水涵養の効果評価

東海大学大学院 学生員 花尻 新也  
東海大学産業工学部 正会員 市川 勉

## 1. 研究概要

熊本県には一級河川である白川が流れている。その中流域には有機質火山灰土(黒ボク、赤ボク)が分布している非常に浸透性が高い農地があり、地下水涵養源として重要な位置を占めている。白川中流域の減反率の上昇や都市化による農地面積の減少、水田の減反、継続的地下水利用により、地下水位低下、地下水賦存量の減少が問題となっている。この問題の対策として、2004年から中流域の減反田で湛水を行うことによる地下水の涵養事業が行われている。

本研究では、2004年から行われている湛水事業の効果を評価することを目的としたものである。その効果を評価するために、地下水位低下時期のデータから地下水流動による地下水位が低下量の推定を行い、無降雨時や地下水位にほとんど影響のない降雨時の地下水位上昇データから水田と湛水田および降雨による地下水涵養による地下水位上昇を推定した。

## 2. 地下水位の変動と降水量

11地点の日地下水位データと熊本地方気象台より益城の降雨データを収集した。各観測地点の地下水の変動は毎年、6月から10月上旬にかけて降雨や水田の涵養を受け上昇し、10月上旬から翌年の5月末まで低下するというパターンを繰り返している。

## 3. 地下水流動による地下水位の変化

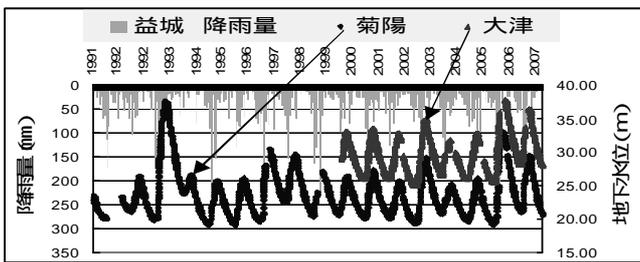


Fig.3-1 菊陽、大津の地下水位変化

菊陽、大津観測点の地下水位と益城の日降雨量の経年変化を表したものが Fig.3-1 である。この地下水位変動の構成要素は、地下水流動による地下水位低下と地表面からの浸透による地下水位上昇である。ここで言う地表面からの浸透とは、2004年までは降雨と水田、2004年以降は降雨と水田と湛水田による地下水涵養による地下水位上昇である。

田・湛水田に湛水された水の浸透である。

菊陽観測地点の地下水は地表面からの浸透の後、そこに蓄えられるものではなく流動しているため、地表面からの浸透がないか少ない場合、地下水位は低下する。そのため、地下水流動による地下水位の低下は上流からの流入と下流への流出の差により発生する。この地下水流動による地下水位変動を推定するため、地下水位低下期の地下水位データから地下水位ごとの地下水位低下高の推定を試みた。

地下水位は、冬から春にかけて、降雨の少ない時期になだらかな低下曲線を描く。そこで、各年の最高地下水位から最低地下水位までの間、地下水位低下期の日低下高と地下水位の関係をとってみると、1日の低下では降雨の影響で上下するが、7日、10日、30日の日平均低下高は地下水位と二次関係で表現できることがわかった。各年度の回帰式を得ると Table.3-1 のようになった。

Table.3-1 各年度の地下水位日低下高の二次回帰式

年度	乗定数 (乗項)	乗定数 (乗項)	加定数
1993	-0.00035	0.02458	-0.36231
1994	-0.00009	0.00273	-0.07593
1995	-0.00059	0.03163	-0.38002
1996	-0.00069	0.03675	-0.45237
1997	-0.00125	0.06842	-0.88821
1998	-0.00033	0.02093	-0.27974
1999	0.00072	-0.02646	0.25421
2000	-0.00041	0.02384	-0.30506
2001	-0.00009	0.01039	-0.16150
2002	-0.00084	0.04376	-0.53045
2003	-0.00073	0.04060	-0.51229
2004	-0.00108	0.05361	-0.62953
2005	-0.00027	0.01854	-0.24829
2006	-0.00059	0.03403	-0.43408
2007	-0.00032	0.02226	-0.30011

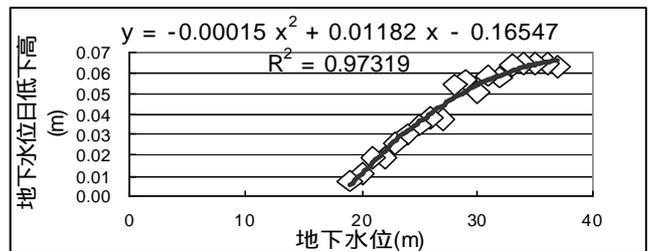


Fig.3-2 菊陽の地下水位低下高回帰式

この得られた式を用いて、最高水位 37m、最低水位 19m の間で各地下水位の日地下水位低下高の計算を行い、各地

下水位における日地下水位低下高を求めたのが Fig.3-2 である。これを二次放物線で表すこととし、式(1)を得た。

$$y = -0.00015x^2 + 0.01182x - 0.16547 \quad (1)$$

y : 日地下水位低下高, x : 地下水標高 (m)

4. 水田と湛水の涵養による地下水位上昇高の推定

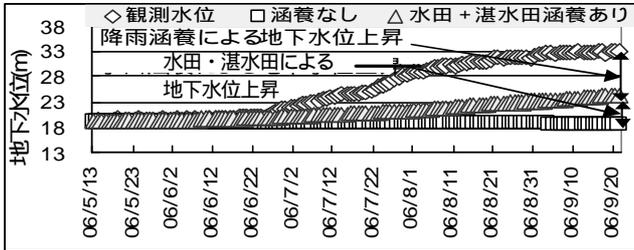


Fig.4-1 湛水事業前後の各涵養による地下水位の変化

水田や湛水田による地下水浸透高は、減反率や湛水田の湛水状況によって異なる。すなわち、水田では、7月下旬から8月上旬にかけて水田を干し上げる中干しの前と後に別れる。中干しは、水田に大量に深いクラックを発生させるので、水田の浸透能力は大幅に増加する。また、2004年から開始された湛水は5月上旬から開始されるので、5月上旬から湛水田では浸透による地下水涵養が発生する。

地下水位低下式(1)より、地下水の各水位の低下量を算出し、地下水位実測値との差を求めれば降雨と水田・湛水田の涵養による全地下水位上昇高を求めることができる。地下水位上昇が開始する日の地下水位データより、地下水流動による地下水位低下曲線を求めると、この低下曲線と実測地下水位の差が降雨と水田および湛水田によって涵養された地下水位上昇高となり、さらに、水田と湛水田の日地下水位上昇高を計算し、降雨による地下水位変動高を求める。これを示したのが Fig.4-1 である。この Fig.4-1 から、降雨涵養による地下水位上昇高と水田及び湛水田の涵養による地下水位上昇高が推定できる。

5. 地下水涵養の成分構成

Fig.5-1 は、各年の地下水位上昇期における降雨量と地下水位上昇高を全上昇高、降雨涵養による地下水位上昇高、水田及び湛水田の涵養による地下水位上昇高ごとに示したものである。Fig.5-1 を見ると、降雨涵養による地下水位上昇高によって全地下水位上昇高が左右されることがわかる。また、1992年から2007年の月別平均降雨量の地下水位上昇期の降雨量が1280mmであることから、この値を平年値とすると、Fig.5-1 から、降雨涵養による地下水位上昇高は平年で約4m、水田と湛水田の涵養による地下水位上昇高は降雨にはほとんど影響されず、約6mと推定することができる。そして、降雨量が少なくなると降雨涵養による地下水位上

昇高は大幅に低下する。特に、降水量が500mmを下回る渇水状況になると、降雨涵養による地下水位上昇はほとんどなくなることがわかる。これは、地下水位上昇にとって、水田は基本的な涵養要因であり、降雨がその年の地下水位上昇に重要な役割をしていることを示している。

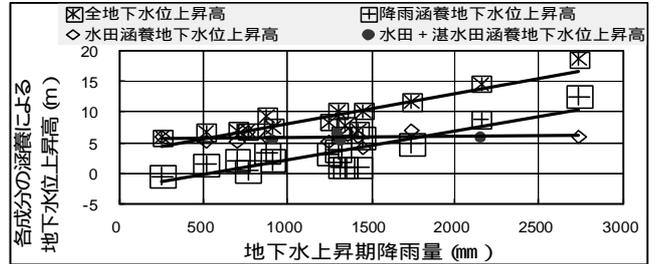


Fig.5-1 各成分の地下水位上昇高

Fig.5-2 は、各年の降雨量、各成分の涵養による地下水位上昇高を示したものである。水田と湛水田の涵養による地下水位上昇高は降雨量によらず安定しているが、1992年から2003年にかけて水田の涵養による地下水位上昇高が減反率増加のため年々減少し、4m程度にまで低下している。2004年以降は上昇し、2007年には6mを超えるまで回復している。これは、湛水田の涵養による地下水位上昇高が加わることによるものである。

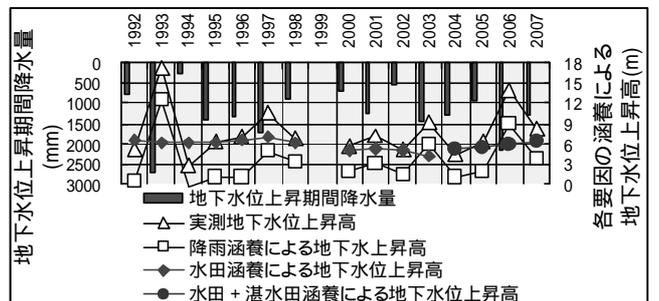


Fig.5-2 期間中の降雨高と各涵養高

6. 結論

以上分析して得られた結論を以下に述べる。

1. 各年の地下水位データから、地下水位低下高は地下水位を変数とした2次方程式で表わし、地表からの涵養がない場合の地下水位低下曲線を示した。
2. 降雨により地下水位上昇高は大きく左右されるため、降雨減少が地下水位低下の要因となる。
3. 地下水位上昇高は降雨による涵養に大きく影響を受けるが、渇水年においては、湛水事業や水田の作付けによる涵養のみとなる。平年並みの降雨涵養による地下水位涵養高は約4mと考えられる。
4. 減反率が増える現状の中で、水田による涵養高は4mまで低下したが、湛水田による地下水涵養により地下水位上昇が2m程度増加したと考えられる。