

## 熊本、白川中流域における湛水事業による地下水への影響

市川勉\*

### Influence to Groundwater by the Flooding water project in the Middle-Shira River Area, KUMAMOTO

by  
Tsutomu ICHIKAWA

(Received: October 1, 2014, Accepted: )

#### Abstract

The flooding water project is continued during 10 years for groundwater protection in the Kumamoto region. The author has evaluated groundwater recharge amount due to the flooding water project during these 10 years. Groundwater level spring water amount is increased once by the flooding water project, but not risen almost five years of the second half. Because the area of paddy field with high infiltration volume is decreasing. Then effect of the flooding water project is reduced. But the flooding water project is carried out continuously because of effect of it. In this report, the author reports effect of the flooding water project during 10 years in the middle Shira River area, KUMAMOTO.

Key Words : Groundwater protection, Flooding water project, Spring water

#### 1. はじめに

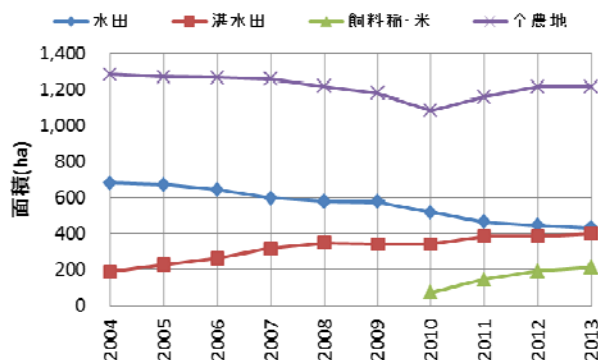
熊本県熊本市を中心とする11の市長村は熊本地域(面積約1,041 km<sup>2</sup>、人口約100万人)と呼ばれる膨大な量の地下水を包含する地層の上にあり、年間の地下水利用量が平成24年度(2012年度)約1億7,000万m<sup>3</sup>にも及ぶ地域である<sup>1)</sup>。この地域の主な地下水涵養域は白川中流域の水田地帯であり、この水田は減水深一日当たり100mmを超える「ザル田」と呼ばれている。しかし、米価の値下がりや減反政策、都市化の進行によって水稻の作付が減少した結果、地下水への涵養量が減少し、地下水位の低下、下流の江津湖の湧水量の減少が認められた。その対策として2004年から熊本市を中心としていくつかの企業が湛水事業を本格的に開始した。この湛水事業は我が国初めての試みであり、2013年までの10年間の契約で実施されたが、2014年、さらに10年間の延長が決定された。この論文は、2004年から2013年の10年間の湛水事業によって地下水にどのような影響を与えたかについて報告したものである。

#### 2. 湛水事業の動向

2004年から本格的に開始された、「湛水事業」は、熊本市を中心として企業3社(2013年には5社に増加)との合同の事業であり、減反によって水田としない農地において、次の作物を植えつける前までの期間、転作田



写真一 白川中流域の湛水事業の様子(2012年)



図一 湛水田、水田飼料稲・米の面積の推移

\* 熊本教育センター教授

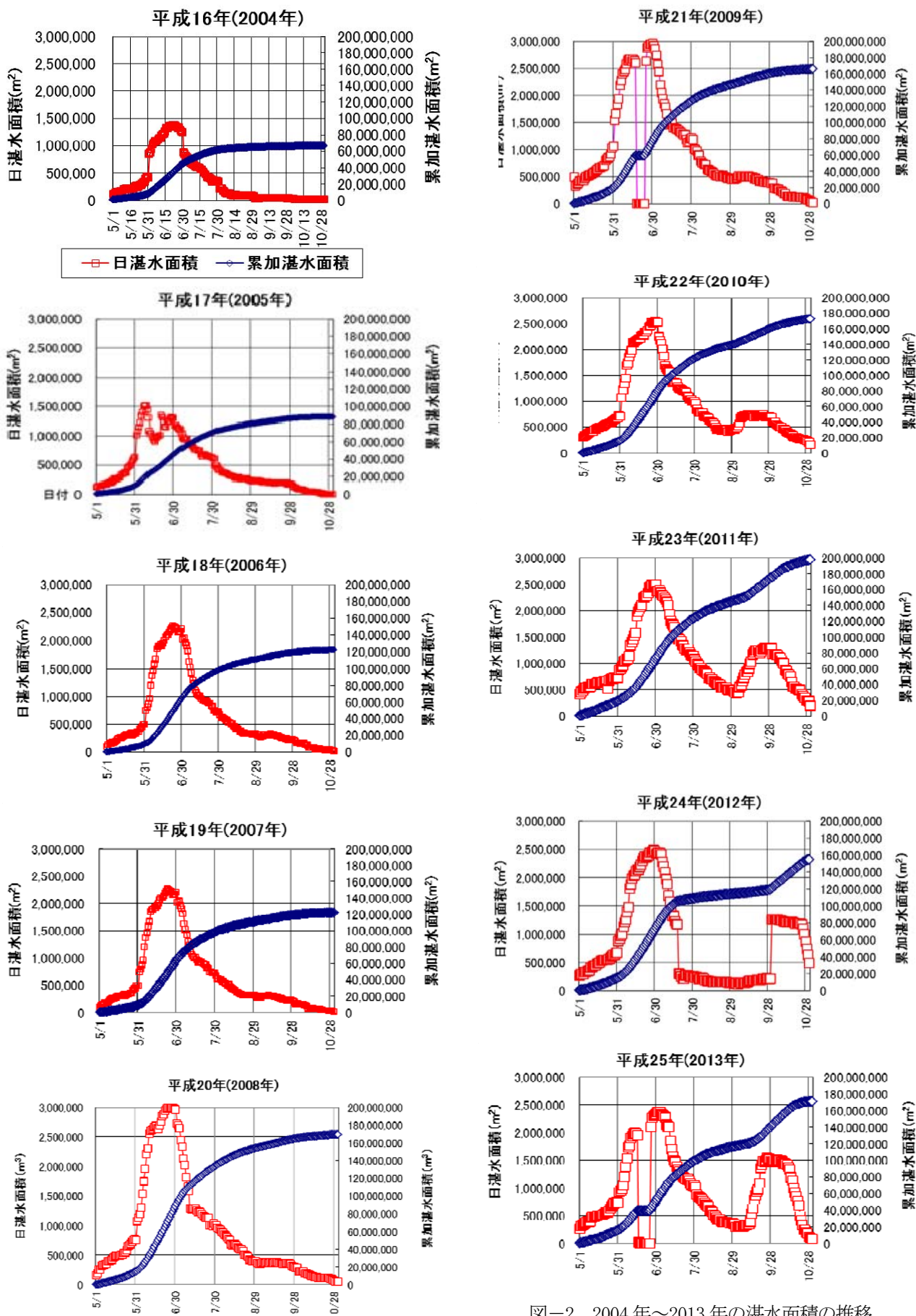


図-2 2004年～2013年の湛水面積の推移

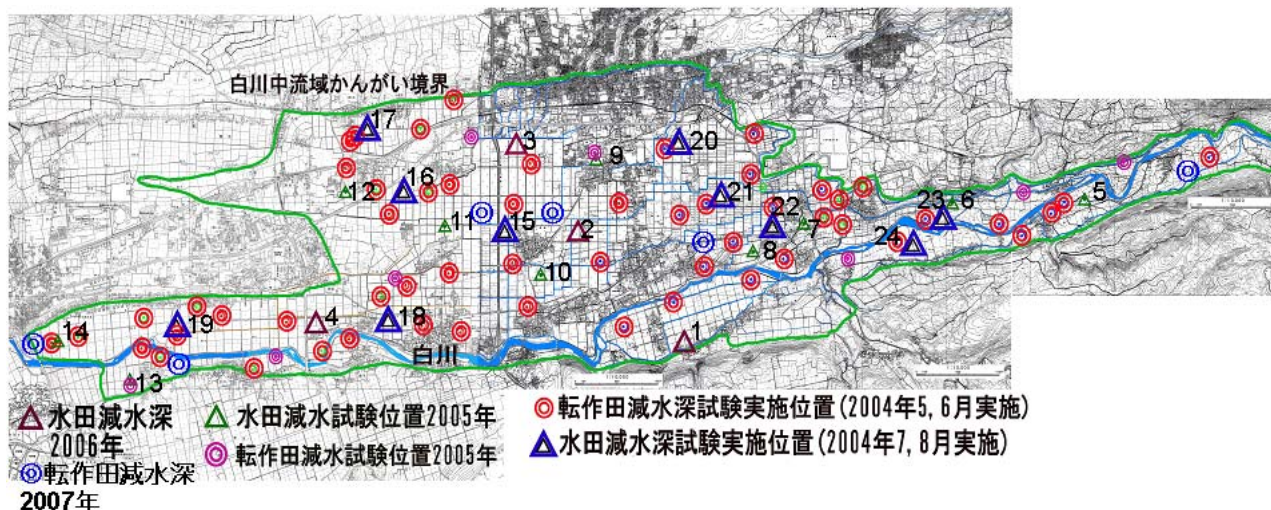


図-3 減水深調査地点

である畑地に水張りをする湛水事業であった。農家は水管理を行うことで補助金を給付される。この事業は畑作における害虫(線虫)駆除の目的兼ねており、写真-1のように湛水を行った。2004年から2013年の湛水田の面積の状況は、図-1に示したように2004年186haであったのが年々増加し、2008年に200haに達して以後、頭打ちになってきている。一方、水田の面積は毎年低下しており、2004年の水稻作付面積は679ha(減反率47.1%)であったのが、2007年には596.6haと減反率が50%を超え、2011年には463.5haと減反率が60%を超え、2013年は430.7haと減反率が64.5%となった。これは、米価が低迷しており、転作奨励金、転作物、湛水事業参加による収入の方が圧倒的に高いことに起因していると考えられる。2010年から導入された飼料稲・米は補助金があるため、導入当初の73.2haから2013年には213.2haと大きく伸びて、水田の大幅な減少を補っている。全体の農地面積は、2004年に1,283haであったものが10年後の2013年には1,214haと69ha減少した。途中、2010年に面積が減少しているのは、この年に畦畔を除いた面積としていたからである。

図-2には、2004年から2013年の10年間の湛水面積の推移(日湛水面積と累加湛水面積)を示したものである。2004年から2009年の間は湛水された面積は6月~7月が多かった。これは大豆と人参の作付前に湛水する圃場が多かったためであるが、2010年以降は8月下旬から10月にかけてもう一つの山ができていく。これは飼料稲・米の収穫後の湛水が影響していると考えられる。累加湛水面積は2004年開始時には累積で6,600万 $m^2$ (6,600ha・日、平均湛水日数35.5日)であったものが、2006年には1億 $m^2$ (10,000ha・日、平均湛水日数38.3日)を超え、2011年には2億 $m^2$ (20,000ha・日、平均湛

水日数51.9日)にも拡大し、湛水日数も増えてきたが、その後は伸び悩んでいる。

### 3. 地下水涵養量の動向

湛水事業に参加した圃場の地下水涵養量は各圃場の日浸透速度と圃場の面積をかけることによって一日当たりの涵養量を計算した。水田の作付データが地区ごとにかかわらないため、地区ごとの平均日浸透速度を求めて一日当たりの涵養量を計算した。湛水田の日浸透速度は図-3に示す77地点で、水田の日浸透速度は24地点で干し上げ前後に実施した減水深試験の結果をもとに分布図を作成し、湛水田は圃場ごとに、水田は地域ごとに日浸透速度を決定した。この日浸透速度を用いて湛水田と水田の湛水による一日当たりの涵養量を求めた。水田と湛水田の減水深試験はほぼ同じ時期に実施したために、実施位置が異なる。

2004年から2013年の各年の地下水涵養量を図-4に示す。この図に示しているように2004年の水田による地下水涵養量は5,030万 $m^3$ 、湛水田による地下水涵養量は920万 $m^3$ であった。したがって、湛水田の涵養量が増加

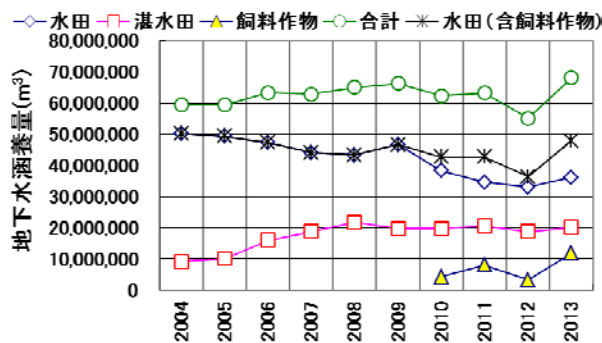
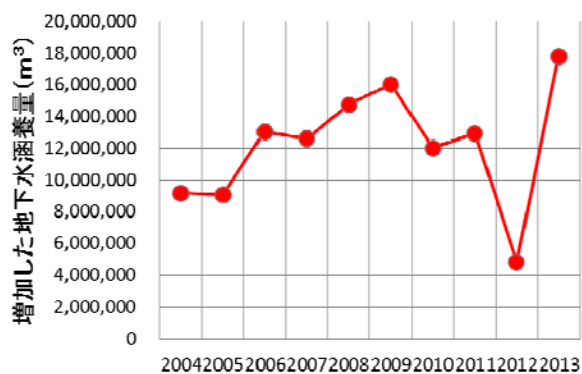


図-4 地下水涵養量の推移



図一5 地下水涵養量の増加分

した涵養量となる。その後、湛水事業による地下水涵養量は2008年に2,172万m<sup>3</sup>となるが、その後は2,000万m<sup>3</sup>を前後して増加していない。しかし、水田は年々減少し、2013年には3,611万m<sup>3</sup>と30%、約1,400万m<sup>3</sup>も減少した。このことはすでに湛水面積、水田作付面積のところで言及しているが、米価の低迷で、農家がコメを作らない傾向になっていることが原因である。したがって、水田と湛水田を併せた全体の涵養量の増加量は約600万m<sup>3</sup>となっている。しかし、2010年から飼料稲・米の作付に補助金が出るようになったため、飼料稲・米の作付が増加し、この飼料稲・米の作付による涵養量がコメの作付の減少を補って、4,300~4,700万m<sup>3</sup>の維持ができた。湛水事業を開始する前の地下水涵養量は降雨を除くと水田のみの涵養量である。熊本県の調べでは1998年から2004年までの水田の減反率はほぼ同じであるので、湛水事業による地下水涵養量の増加分は図一5に示すように、湛水田による涵養量ではなく、全涵養量から2004年当時の水田による涵養量を引いた分と考えられる。そのため、実質の地下水涵養量の増分は1,200~1,400万m<sup>3</sup>程度と見積もることができる。なお、2012年の大幅な

表一1 水田、湛水田、飼料稲・米の総浸透高

	水田	湛水田	飼料稲・米
2004	7,406	4,941	
2005	7,366	4,409	
2006	7,374	6,117	
2007	7,397	5,939	
2008	7,513	6,237	
2009	8,115	5,773	
2010	7,432	5,773	5,913
2011	7,477	5,342	5,537
2012			
2013	8,382	5,052	5,566
平均	7,607	5,509	5,672

落ち込みは7月九州北部豪雨による氾濫で白川中流域の農地が大被害を受けたためである。

また、湛水事業開始から10年間の各湛水での水田、湛水田、飼料稲・米の各涵養量を各要素の面積で割った総浸透高を比較したものが表一1である。水田は圃場ごとの日浸透速度は平均で一日当たり75mm程度とあまり高くないが6月下旬から10月上旬まで100日以上もの湛水期間があるため総浸透高は平均で7,600mmと非常に高い値となっている。これに対して、湛水田は平均日浸透速度は一日当たり122mmと非常に高いものの平均湛水日数は40日程度と短いため、総浸透高は5,500mmとなった。飼料稲・米は水田より湛水期間が短いため、総浸透高は湛水田とほぼ同じ5,600mmとなった。これらの事から、以下のことが言える。

日本人の米離れによって米の生産調整が行われ、さらに、米価が低迷している状況で、農家がコメの生産より畑作に転作して収入確保を図ることによって、水田栽培が大幅に縮小している。そのため、湛水事業による地下水涵養量増加も一部相殺されている。

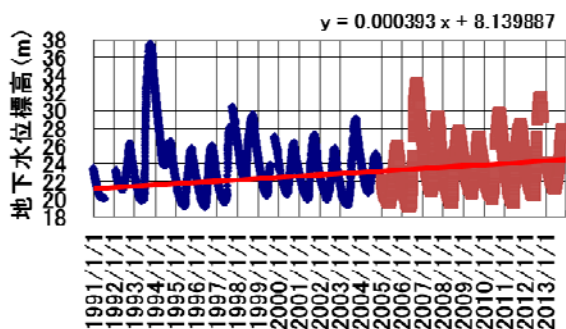
もし、白川中流域の農地、1,200haをすべて水田にした場合、約9,000万m<sup>3</sup>の地下水涵養量が見込める。そのため、水田の維持が重要になる。

#### 4. 地下水位と湧水の動向

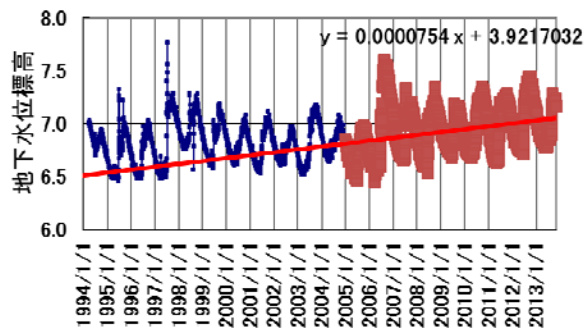
湛水事業開始後の地下水位と下流側に位置する江津湖の湧水量の変化を見てみる。地下水位の観測位置は図一6に示しているように熊本県が継続的に観測している菊陽町辛川、江津湖に近い水前寺であり、これらの地下水は第二帯水層である。また、江津湖の湧水量は1992年から毎月、湧水地帯の最上流部の鵜渡橋（水前寺公園付近）から最下流の秋津橋（下江津湖流出部）までの区間で14の地点の流量観測を行い、これらのデータから江津湖から流出する流量と流入する流量の収支計算によって求めたものである。図一7に菊陽町辛川の地下水位観測結果を、図一8に水前寺の観測結果をそれぞれ示す。また、図一9、図一10には江津湖の湧水量の観測結果を示す。



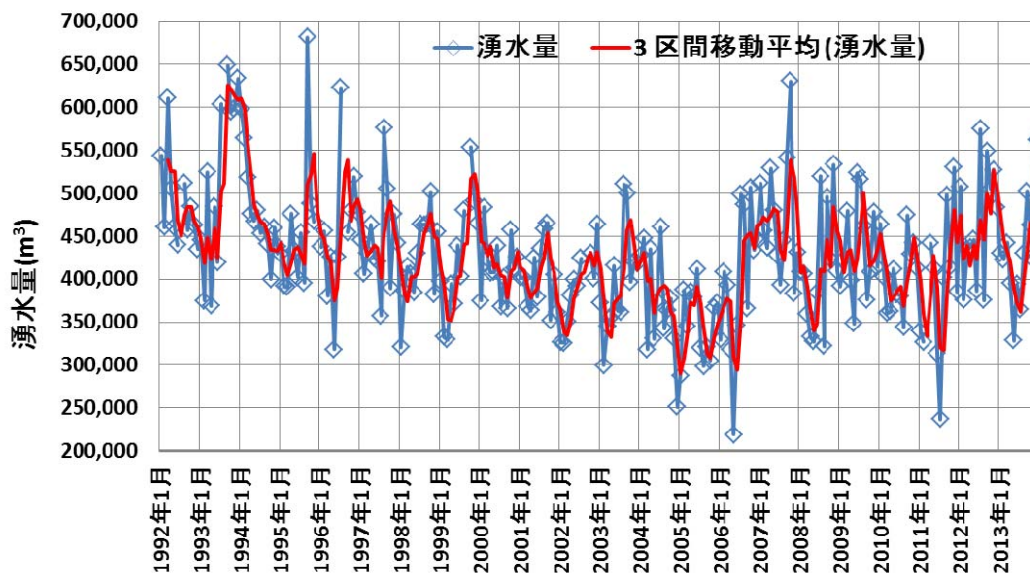
図一6 白川中流域、地下水位観測井、江津湖の位置関係



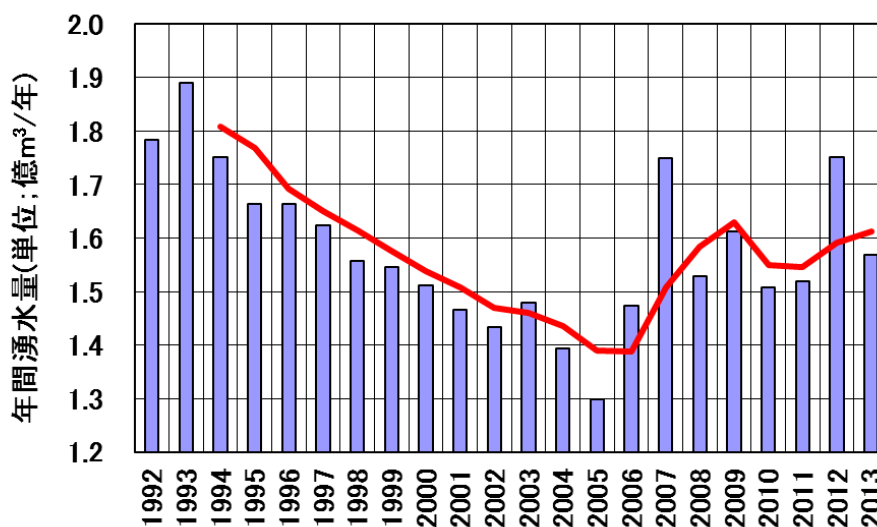
図一七 菊陽町辛川地下水水位変化 (熊本県観測)



図一八 水前寺地下水水位変化 (熊本県観測)



図一九 江津湖全湧水量の変化



図一〇 江津湖の年間湧水量の推移

地下水位の変化を示している図一7、図一8で、湛水事業の開始後、2005年以降の地下水位のトレンドは上昇傾向にあり、菊陽町辛川では一日当たり0.000393m（年間14.3cm）、水前寺では一日当たり0.0000754m（年間2.75cm）の上昇高となった。江津湖の湧水量は、2005年に減少止まり、その後、2008年まで上昇した後横ばい傾向となっている（図-9）。年間の湧水量（図-10）を見ると、1992年に約1億8,000万 $m^3$ あった湧水量が2005年には約1億4,000万 $m^3$ まで減少し、湛水事業や節水活動による地下水用水量の減少によって約1億5,500万～1億6,000万 $m^3$ まで回復した。この回復量は湛水事業涵養量増加分（1,200万～1,400万 $m^3$ ）、節水運動による地下水揚水量減少分（家庭用水の10%節水運動によって約640万 $m^3$ の揚水量削減）の総和とほぼ同じである。したがって、涵養量をさらに増やす工夫や地下水使用量の減少策があればさらなる地下水の回復が見込まれる。なお、図-9、図-10には変化の動向を見やすくするために、3区間移動平均を示した。

## 5. まとめ

わが国で初めての試みである熊本地域の地下水保全のために実施してきた主要涵養地である大津町、菊陽町の白川中流域農地における転作田での湛水事業が開始されて10年経過した時点で涵養量の評価、地下水位回復への影響、下流部の江津湖における湧水量への影響を検討した結果、以下のような結論を得た。

- (1) 湛水事業開始以後、農地面積は69ha減少した。これらは都市化による減少である。
- (2) 水稲作付面積は、湛水事業開始の2004年に679ha（減反率47.1%）であったのが、2007年には596.6haと減反率が50%を超え、2011年には463.5haと減反率が60%を超え、2013年は430.7haと減反率が64.5%となった。これは、米価が低迷しており、転作奨励金、転作作物、湛水事業参加による収入の方が圧倒的に高いことに起因していると考えられる。
- (3) 湛水面積の状況は、図一1に示したように2004年186haであったのが年々増加し、2008年に200haに達して以後、頭打ちになってきている。2004年から2009年の間は湛水された面積は6月～7月が多かった。これは大豆と人参の作付前に湛水する圃場が多かったためであるが、2010年以降は8月下旬から10月にかけてもう一つの山ができています。これは飼料稲・米の収穫後の湛水が影響していると考えられる。
- (4) 2010年から導入された飼料稲・米は補助金があるため、導入当初の73.2haから2013年には213.2haと大きく伸びて、水田の大幅な減少を補っている。

(5) 湛水事業による地下水涵養量は2008年に2,172万 $m^3$ となるが、その後は2,000万 $m^3$ を前後して増加していない。しかし、水田は年々減少し、2013年には3,611万 $m^3$ と30%、約1,400万 $m^3$ も減少した。したがって、地下水涵養量増加量は600万 $m^3$ 程度となっている。しかし、2010年から飼料稲・米の作付に補助金が出るようになったため、飼料稲・米の作付が増加し、この飼料稲・米の作付による涵養量がコメの作付の減少を補って、4,300～4,700万 $m^3$ の維持ができた。

(6) 湛水事業による実質の地下水涵養量の増分は1,200～1,400万 $m^3$ 程度と見積もることができる。これに、節水運動による家庭用水の使用量減少による地下水揚水量減少分の640万 $m^3$ を加えた1,800～2,000万 $m^3$ 程度が地下水収支上のプラス部分と考えられる。

(7) 湛水事業によって地下水位が上昇傾向に転じ、菊陽町辛川では一日当たり0.000393m（年間14.3cm）、水前寺では一日当たり0.0000754m（年間2.75cm）上昇高となった。

(8) 江津湖の湧水量は、2005年に減少が止まり、その後、2008年まで上昇した後横ばい傾向となっている。この回復量は湛水事業涵養量増加分（1,200万～1,400万 $m^3$ ）、節水運動による地下水揚水量減少分（家庭用水の10%節水運動によって約640万 $m^3$ の揚水量削減）の総和とほぼ同じである。

2004年に解された白川中流域における湛水事業の熊本地域地下水は回復傾向を示しているが、限界に達しているため、新たな地下水涵養策を検討・模索する必要がある。

## 謝辞

本研究を実施するに当たり、2回にわたる科学研究費補助金、基盤研究(C)、課題番号18560537、「水循環型営農活動による地下水涵養の効果評価」(平成18年～平成20年)、基盤研究(C)、課題番号23560651、「農地の営農と湛水事業による地下水の硝酸性窒素汚染に関する研究」(平成23年～平成25年)の補助をいただいた。また、現地で湛水事業を実施した「水循環型営農推進協議会」、熊本県、熊本市の担当部署にはデータの提供、調査・研究における配慮をいただいた。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 熊本県ホームページ、[http://mizukuni.pref.kumamoto.jp/ki\\_ji/pub/detail.aspx?c\\_id=12&id=17&pg=1](http://mizukuni.pref.kumamoto.jp/ki_ji/pub/detail.aspx?c_id=12&id=17&pg=1)