

(18) 六角川流域における水循環システムの変遷に関わる安全度

CHANGE OF WATER MANAGEMENT SYSTEM IN THE BASIN
OF THE RIVER ROKKAKU

二渡 了*・楠田哲也*

Tohru FUTAWATARI* and Tetsuya KUSUDA*

ABSTRACT; In the Basin of the Rokkaku River, paddy fields have spread over the extensively reclaimed land area and various kinds of equipment for water utilization such as irrigation pond and deep well has been constructing because of lack of water flow in the river. Since the amount of water available for irrigation is not sufficient for whole paddy fields, drought has visited often since 1500. Water volume necessary for irrigation in a certain age was estimated, and the total area of paddy fields was compared with the area which is supplied water from the irrigation ponds. As results of this estimation, the present state at which irrigation with deep wells has been conducted is shown to be very dangerous. Furthermore, ground subsidence has been caused by the pumping subteranean water from the wells, and it is necessary for solving this trouble to develop new sources of water supply.

KEYWORDS; Water management system, Irrigation, Water utilization, River Rokkaku.

1. はじめに

佐賀県六角川流域では、水田稲作を中心にした水利用形態を形成しているが、その水循環系は水利施設の新設とともに空間的に拡大してきた。現在では、流域内水田面積は14,000haにもなり、その灌漑用水として概算17,500万 m^3 の水が必要となっている。しかし、六角川および支川牛津川の流量は極端に小さいため、従来より溜池、貯水堀あるいは深井戸によって灌漑を行ってきた。一方では、干拓地造成によって耕地が広がってきたため、構造的な用水不足は解消されず、六角川河口堰が建設され、また、嘉瀬川ダムの建設・導水が計画されるに至っている。

六角川流域の地形的な特性および水利用に関する歴史的な条件は、前報¹⁾で述べたように、藩政時代より溜池の造成が行われるとともに、厳格な水秩序を維持するものであった。本報では、このような水循環システムの歴史的な発展過程における各水利施設の特性についてまとめ、さらに、需要と供給の関係から水利用に関わる安全度を定め、各年代の水循環システムの安全度評価を行い、今後の利水システムについて検討した。

2. 水循環システムの変遷と水利施設の特性

六角川流域において農耕文化が始まったのは飛鳥時代(600年頃)のことである。奈良時代には、流域内各地で条里制が敷かれ、耕地の整備がなされている。本流域における農業用水としての水利用形態は、将来の姿を含めて、歴史的に次の4段階に大別できる。

* 九州大学工学部

Faculty of Engineering, Kyushu University.

- ①河川自流量依存段階
- ②溜池利用段階
- ③深井戸（地下水）利用段階
- ④河口湖・嘉瀬川ダム利用段階

これらの水利用形態は、年代ごとに区別することもできるが、本流域が有明海の大きな潮汐作用によって堆積してできた平地であり、その平地面積が年代とともに拡大してきたことから、地理的にも分けることができる。六角川、牛津川それぞれの上流部武雄盆地、多久盆地地区では、本川流入前の支川に井堰を設けて取水している。本川からの取水は、これらが感潮河川であり、塩分を含んでいることから非感潮区間を除いて利用できず、また、流量が少ないため淡水（アオ）取水も行われていない。したがって、武雄三法瀉地区では江戸初期の頃には、六角川沿いの低湿地を開墾して（成富兵庫の大日井手再興（寛永2年 1625）等）用水不足となったため溜池を造成しており、②の段階に移行している。江戸中期になるとさらに水田化が進み、干魃の年には何回か水争いがあったとの記録がある。この地区は、佐賀本藩領、蓮池領、武雄領が入り組んでいたために複雑な水利調整が行われた。天明元年（1781）の干魃のときには、「永嶋川横手井上下水道其外定」が決められ決着している。

一方、下流部白石平野地区においても、戦国時代までは溜池造成等の水源開発の記録はなく、杵島山麓からの湧水あるいは貯水堀等による水田灌漑を行っていたものとみられる。戦国時代末期になると、鐘松大土居、樋土居の築造が行われるとともに、内陸河川沿岸等の低湿地の開墾がなされた。この低湿地を開墾したところは、地名に「揚」や「籠」が付けられており、海岸線干拓地の「掘」と区別されている。江戸時代には、佐賀本藩による干潟の干拓・耕地化と溜池の造成が行われた。この頃は、新開された干拓地では新地免田（掘免）として年貢の免除があり、干拓地開拓が奨励されていた。これらの干拓地には、遠く永池溜池、焼米溜池等から10数kmにも及ぶ用水路を通して配水が行われていた。白石平野地区におけるこのような状況は、明治・大正期まで続けられ、近年の国営有明干拓まで受け継がれている。しかし、溜池、貯水堀だけでは全体的に用水が不足し、人為的に湿田化を行い、冬期には「高とうね」といわれる畦を田面に築いて田面貯水を行

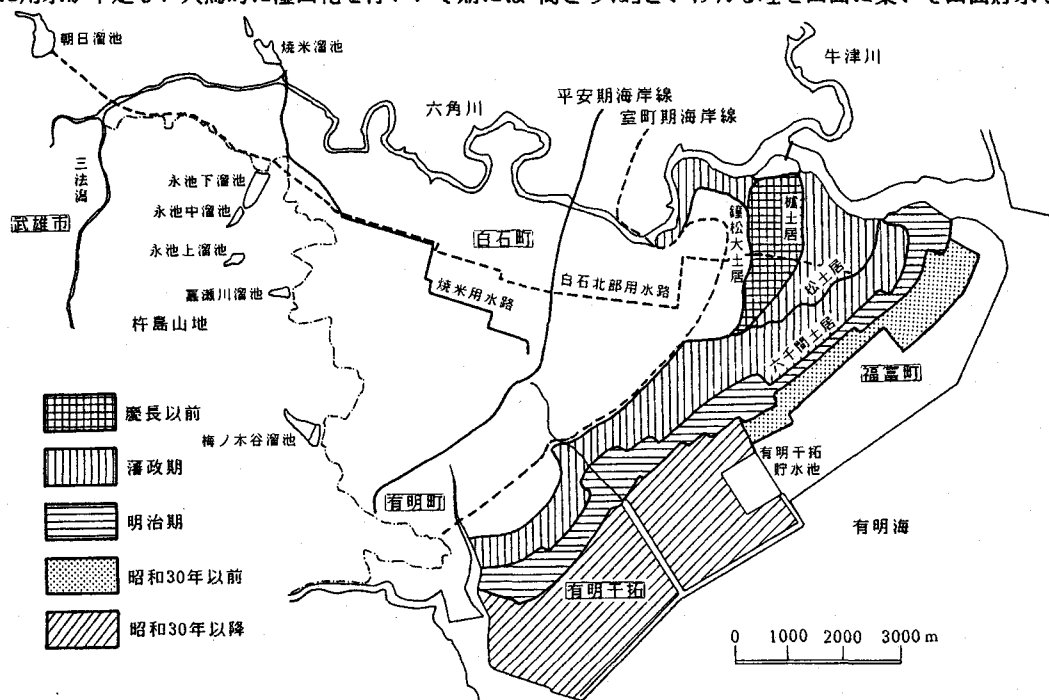


図-1 白石平野地区における干拓地の造成（「佐賀県干拓史」より）

っていた。この人為的な湿田化は昭和30年頃の暗渠排水が行われるまで続けられていた。この地区での干拓地の造成と溜池および用水路の概略を図-1に、各年

表-1 年代ごとの水田面積と溜池貯水容量(白石平野地区)

年代	水田面積 (ha)	溜池貯水容量 (万m ³)	干拓地
900	出典 「河上神社」文書 1000	嘉瀬川溜池(1624) 40	累計 鐘松大土居(1574) 樋土居(1596~1615) 松土居(1630) 六千間土居(1780)
1600	慶長絵図 2200	永池溜池(1644) 133	173
1700	元禄絵地図 2800	焼米・永谷溜池(1800) 105	278
		梅ノ木谷溜池(1835) 63	341
		朝日溜池(1959) 128	469
現在	5500	有明干拓貯水池(1967) 167	636
将来		六角川河口湖 330	966
			国営有明干拓(1969)

代の水田面積と溜池貯水容量についてまとめたものを表-1に示す。

次に、本流域における特徴的な水利施設である貯水堀、深井戸の特性について見る。

白石平野地区の貯水堀は、筑後、佐賀両平野部のクリークと性質を異にする。本地区の貯水堀は、溜池からの配水時を除いては流れは全くなく、灌漑期間中の降雨を貯留するものであり、「平地に下りた溜池」ということができる。また、この貯水堀は用・排水路を兼ね、6~7回もの反復利用が行われており、いわゆる「水囲い」の中心となっている。しかし、その容量が小さいため、10日連続して降雨がないとその貯留水も使い果し、溜池からの配水を待つことになる。一方、豪雨時にはその排水条件が悪いために被害を増大させる原因になっている。

表-2 白石平野地区

表-2 白石平野地区深井戸概要

(白石町、福富町、有明町、有明干拓)の深井戸の鑿井年次ごとの本数と総揚水量を示す(対象500m³/d以上)²⁾。溜池からの用水路の末端に位置する福富町では戦前より深井戸の開鑿が進んでいるが、溜池からの排水を受けていた白石町では千艘年であった昭和33年以降である。昭和31~43年は連続して大小の千艘にみまわれたが、鑿井本数の多さにそれを見ることができる。とくに、昭和42年には、白石町で25本、有明町で11本もの深井戸が

年次	白石町		福富町		有明町		有明干拓	
	本数	揚水量(m ³ /d)	本数	揚水量(m ³ /d)	本数	揚水量(m ³ /d)	本数	揚水量(m ³ /d)
昭和14			2	6 235				
15			1	1 041				
21			1	4 977				
22			1	2 513				
23			2	7 727				
27					2	4 673		
28			1	2 490	1	1 405		
30			1	2 519				
31			4	10 517			5	16 887
32			1	1 206	1	1 333		
33	5	11 059	5	10 159	7	13 505		
34							2	8 058
35	2	4 743	1	1 190			1	1 976
36	7	17 647	4	11 324			2	6 083
37					1	1 512		
39	1	2 700			1	2 141		
40							2	3 326
41	1	3 703	1	668				
42	25	65 837	2	5 794	11	16 796	1	1 152
43	1	3 819	2	6 564			1	5 037
44			1	3 446				
48	1	3 560						
49	1	3 207						
合計	44	116 275	30	78 370	24	41 365	14	42 519

掘られ、この年の揚水量は 2,000万m³以上にもなった。白石平野における地下150~200mの滞水層の地下水賦存量は50,000m³ともいわれ³⁾、大規模な溜池が地下にあるものと考えられる。しかし、地下水の大量の汲み上げは山麓部の湧水の枯渇や地盤沈下という新たな問題を発生させている。

六角川流域での水利用形態は、以上のような歴史的な変遷を経て現在に至っている。表-3に白石平野地区の用水現況について農業用水の需要・供給量を概算したものを示す。計算の基礎数値は表中に示すとおりである。なお、深井戸の揚水量の実績値は不明であり、年変動が大きく(600~1,600万m³)、明確な揚水量の

算出とはなっていないが、各年の降雨量等から逆算した平均的な見込量として1,000万 m^3 としている。この表に示されるように、供給量 6,690万 m^3 のうち天水および貯水堀依存分、すなわち降雨によるものが57.3%にも達する。しかも、需要量の20%近い1,610万 m^3 が不足している。また、六角川河口湖利用計画（貯水容量 330万 $\text{m}^3 \times$ 補給回数4回）では、溜池、貯水堀の数値をそのまま用いて計算

表-3 白石平野地区用水現況

水田面積		6 640 ha	
需要量		8 300 万 m^3	減水深 10 mm 代かき用水 150 mm 灌漑期間 110 日 $6640 \times 10^4 \text{m}^2 \times (110 \times 0.1 + 0.15)$
供給量	天水	3 150 万 m^3 (47.1%)	6~9月降雨量 750 mm 流域面積 7 000 ha 流出率 0.6 $7000 \times 10^4 \text{m}^2 \times 0.75 \times 0.6$
	溜池	1 860 万 m^3 (27.8%)	総貯水容量 745 万 m^3 回転率 2.5 $745 \times 10^4 \text{m}^3 \times 2.5$
	貯水堀	680 万 m^3 (10.2%)	総貯水容量 97 万 m^3 回転率 7 $97 \times 10^4 \text{m}^3 \times 7$
	深井戸	1 000 万 m^3 (14.9%)	600~1600 万 m^3
	合計	6 690 万 m^3 (100.0%)	
不足量		1 610 万 m^3	河口湖貯水容量 330 万 m^3 回転率 4 $330 \times 10^4 \text{m}^3 \times 4 = 1320 \text{ 万} \text{m}^3$ 不足量 290 万 m^3

しても、深井戸 1,000万 m^3 に加えて約 300万 m^3 、計 1,300万 m^3 が不足することになる。また、降雨に依存する比率も依然として高く、用水の需給関係はかなり危険な状態にあるといえることができる。

3. 水利用に関する安全度評価

六角川流域における水利用に関わる安全度はどのように評価することができるであろうか。図-2に、表-1で示した白石平野地区における各年代ごとの水田面積と溜池総貯水容量との関係を示す。この地区の河川水(山麓部の湧水等)、平均的な降雨による天水によって灌漑することのできる水田面積は、歴史的な過程より概ね 2,000haと推定できる。図中の破線は、この水田面積に溜池貯水(回転率 2.5回)によって灌漑することのできる水田面積を加えたものを示しており、この直線の上側に位置する年代は用水不足の状況にあったことを示している。1700年頃では、水田面積約 500haに相当する用水が不足していたと見ことができるが、この分を貯水堀や田面貯水によって補っていたものと考えられる。1700年以降、

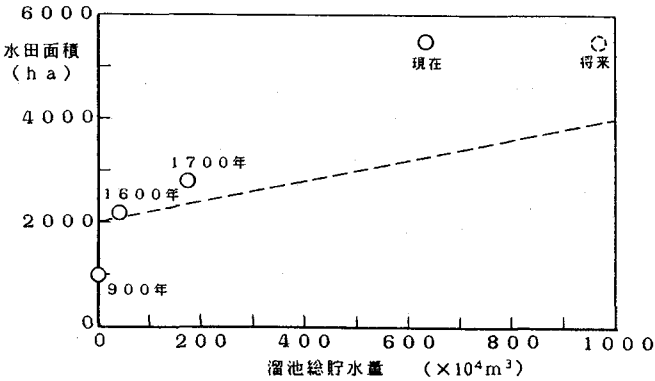


図-2 水田面積と溜池総貯水容量との関係

水の手当がつかないまま水田面積が増加しているのは、干拓地で新地免田として年貢が免除されたため、干魃による不作の恐れはあるものの降雨条件に恵まれると豊作になり、その収穫をそのまま得ることができ、積極的に新田開発が行われたことが大きく寄与したものと考えられる。現在では、同じく 2,200ha相当分の用水が不足しており、これには貯水堀の他に深井戸に依存する分が含まれる。さらに、六角川河口湖が使用されたとしても、水田面積が現在と変わらないとすると 1,500ha分の用水が不足する。ここで、水利用に関する安全度を河川水、天水依存分の水田面積に溜池貯水によって灌漑することのできる水田面積を加えたものを基準として、その面積と実際の水田面積との差との比で表されるものと考え、その値は各年代ごとに、+50.0%(900年)→-4.8%(1600年)→-19.1%(1700年)→-66.7%(現在)→-39.2%(将来)となる。これより、水田面積の拡大とともに水利用に関する安全度は減少してきた、すなわち危険度が増してきたこと

がわかる。また、現在の危険度はかなり高くなっているが、これは深井戸に依存する分が含まれていないためである。この地下水揚水に全く問題がないのであれば、現在の危険度をこれより低く評価することもできるであろうが、地下水の汲み上げによる地盤沈下という問題が発生している現在では、水利用に関する安全度評価において深井戸分を含めて評価することはできない。

このように水利用に関して危険な状況にある現在、実際の水稲収穫量はどのように変化しているかについて、例として白石町の水稲作付面積、10a当収量の推移を図-3に示す。作付面積が昭和45、46年に減少しているのは減反政策によるものである。その後、干拓地への入植や圃場整備が進んだため再び増加している。一方、10a当収量では同37年頃より漸増している。これは、湿田の乾田化が行われ、農作業の機械化が進んだためであり、同40年には10a当収量の全国最高値を記録している。また、これまで発生していた干魃の被害は近年見られなくなっている。かなりの干魃の年だった同42年は、逆に近年最高の収量を上げてい

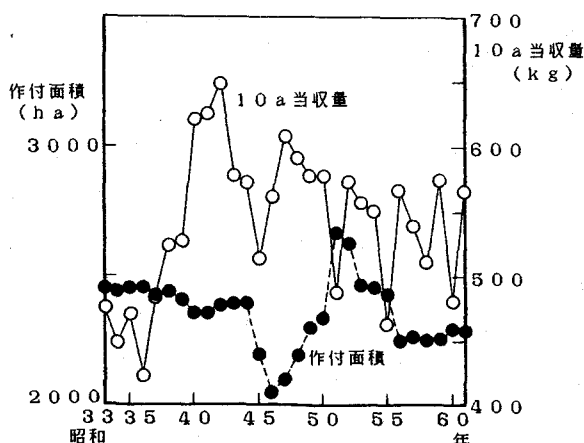


図-3 水稲作付面積、10a当収量の推移(白石町)

る。これは、表-2で示したように、この年に多くの深井戸が開鑿され、地下水揚水によって灌漑を行ったためである。同51、55、60年の低収量は、集中豪雨による冠水害や長雨による日照不足が原因となっている。これらのことより、深井戸によって灌漑することのできる現在は、降雨条件として少雨よりも多雨の方が水稲収量の減少に影響を及ぼすものと考えられる。

農業用水としての水利用に関する安全度は、貯水施設による灌漑能力を越える分について、通常降雨条件と水稲収量の関係より評価される。これには、干魃被害を水稲の被害面積率(作付面積に対する被害面積の比率)で表し、降雨量や乾燥指数、降水効率、無降雨日数の関数として示す方法⁴⁾や水稲の収量変動(その年の実収量-年収量の3ヶ年移動平均値)と降雨条件との関係で示す方法⁵⁾等がある。しかし、六角川流域のように溜池等の貯水施設とは別個に地下水揚水によって任意の時期に灌漑することのできる地域では、このような方法は不適当である。地下水揚水によって生じる地盤沈下を地域環境の中の負の要因としてとらえ、水循環システムにおける新たな水源開発の必要性の有無から水利用に関する安全度を評価する方法が妥当であると考えられる。

4. おわりに

六角川流域では、水利施設の発展とともに水循環システムが変化し、その農業用水としての水利用に関する安全度は低下する傾向にあった。本流域において現在行われている深井戸(地下水)による灌漑は、地盤沈下という問題を引き起こしており、この深井戸に相当する代替水源の開発を行わない限り、この問題は解決されないものと考えられる。しかも、一方において兼業農家が増加することにより、水稲植付けが一時期に集中するために一時的に用水が不足するという新たな水利用形態の変化が生じ始めている。このような状況の中で行われる水循環システムの管理には、かなり高度の技術が必要となってくるものと思われる。さらには、今日の農村環境をとりまく諸問題は広汎にわたっており、そのためにもこの水問題を早急に解決しなければならないであろう。

最後に、多くの資料を提供して下さいた佐賀県農林部、白石町杵島土地改良区、同白石土地改良区の方々に礼申し上げます。

参考文献

- 1) 二渡、他；六角川流域における水秩序と水環境管理、土木学会第15回環境問題シンポジウム講演論文集、pp66～71、1987.8。
 - 2) 国土庁土地局国土調査課；九州北部地域主要推計調査書、1978.3。
 - 3) 多田文男、他；有明海北岸低地における水害防止に関する研究(第1報その2)、防災科学技術総合研究速報、第3号、国立防災科学技術センター、1966.3。
 - 4) 奥田穰、当舎万寿夫；降雨特性に関する研究、有明海北岸低地における水害防止に関する研究(最終報告)、防災科学技術総合研究報告、第16号、国立防災科学技術センター、pp77～90、1969.3。
 - 5) 八木宏典；地域農業システムと家族経営、水田農業の発展論理、日本経済評論社、pp241～288、1983.3。
- これらの他に、佐賀県農業史(1967)、佐賀県干拓史(1941)、武雄市史(1972)、白石町史(1974)、佐賀農林水産統計年報、等を参考にした。



写真 深井戸による農業用水の揚水

(福富町、昭和63年6月26日撮影)

この地区では、山麓部の溜池からの配水を受けることができないため、天水以外は全て地下水による灌漑を行っている。