

(2)水収支からみた干害発生機構についての一考察

—佐賀県を例として—

有 賀 世 治

国立防災科学技術センター

A Hydrological Consideration on the Mechanism of Occurrence of Drought Damage With special reference to Saga Prefecture

T. Ariga

National Research Center for Disaster Prevention

Summary

Comparing the two different types of drought damage, which occurred in the districts around the cities Saga and Takeo of Saga Prefecture in 1967, the author considered the mechanism of occurrence of drought damage from the viewpoint of water balance.

目 次

- 1. 水収支計算による干害発生過程の比較…………… 19
- 2. 佐賀平野地域（佐賀土地改良区区域）と武雄市地域の比較…………… 21
- 3. 水収支からみた干害発生機構についての考察…………… 29

1. 水収支計算による干害発生過程の比較

干ばつから干害が発生する過程をはっきりさせるためには水収支計算を行ってみるのがよいと考えた。一般に干害を論ずる際に異常気候や雨量に関するデータと、干ばつ被害結果やその振り状況などは詳しく報告されるが、発生過程における水収支のうごきについて報告された例はあまり多くない。これには理由があるわけで、一つの地域について水収支に関与する要素の量的把握がむづかしいことによる。収の方の降雨量はとも角として、河川取水量、地下水揚水量等、支の方の蒸発散量、滲透量；水田使用水量、畑地灌水量がはっきりつかめない。この中特に大量の支出を占める蒸発量、蒸発散量は蒸発計などのよみを横すべりとすると大きな誤差が出る。地形、地貌、気温、風

速によって場所毎に異なるもので見積りがむづかしい。しかしこのような基本計測の改善向上のためにも水収支計算を行って、これだから干害がこうなったのだという説明をし、例へばダムがなければどうなった、溜池の使用、地下水の揚水をしていればどうなった等の検討をし、地域の水利改善上の有効な意見を提出出来るようにし、併わせて、基本計測の精度の向上を期して行くべきものであろう。

さて、水収支計算をする場合

- i) どのような大きさの地域をとらえるか。
- ii) 計算の期間をどのくらいの間にとるか。
- iii) 収支をどのようにわけて、どんな単位で比較するか。
- iv) 収支要素の量の精度をどの程度と見積るか。

等が問題となる。

筆者は人工利水がいかに干害の発生を喰い止めるかを知ること主眼として、佐賀県下で殆んど同じ降雨状況下にありながら、干害のひどかった武雄市地域（県西部丘陵地帯、面積129KM²）と非常に軽微であった佐賀平野中部（佐賀土地改良区、面積130KM²）を比較することにした。区域をあまり小さくとると収支要素の計測値がないことと、資料は何と言っても行政区別単位で報告されているのでこの位の大きさのものを選んだ。次に計算期間であるが大型ダム等が関係するので、干害年1ケ年をとり、更に前年11月以降の雨と雪も考慮に入れた。収支の仕わけの区切りであるが、計算の便のため、収支とも旬別区切りで一まとめとして整理した。最後に数値の精度であるが、北山ダム貯水量、放流量、嘉瀬川川上頭首工取水、佐賀の雨量、水田蒸発量等はかなり正確なものと思えるし、クリーク貯水量筑後川よりの淡水取水、佐賀市地下揚水量などはひどい誤算はない程度である。武雄市地域については、武雄市農林課と建設省武雄工事事務所のデータを参考として推定したものが多く、溜池貯水量、河川取水など精度の落ちるものがあった。

作業の手順は次のとおりである。

(1) 水利施設と水需要の調査

佐賀平野（嘉瀬川土地改良区）関係、武雄市地域関係について、ダム、溜池、河川取水施設、クリーク、深井戸揚水施設、等について調査し、又水需要については水田用水、畑用水、工業用水、水道用水等において調査した。

(2) 地域別旬別水収支計算基礎数値表の作成

昭和42年1月より12月まで旬別合計量として、域外、域内別の雨量、蒸発量、浸透量、ダム、溜池、クリーク、河川取水等、貯溜及び給水量、運搬等緊急給水量、用途別水使用量などを表記した。

(3) 区域別干害状況調査表の作成

佐賀県庁のデータをもとにして干害の発生、拡大状況について作成した。

(4) 水利と干害の関連についての資料作成

当該地区の水利事情の変更が今回の干害にどう響いたかについて比較資料を作成した。

そして最後に干害発生機構について考察した。

なお(2)の旬別水収支計算基礎数値表の作成において算定の基となったデータのとり方は以下の

ようである。

旬別水収支計算算定の基となったデータのとり方

(1) 雨量の算出について

イ、佐賀地域 北山ダムと古湯、佐賀気象台の値を用いた。

ロ、武雄地域 有田ダムと武雄測候所の値を用いた。

表を2段とし上欄は日雨量15mm以上の計、下欄は日雨量15mm以下の計をとった。

(2) 蒸発量の算出について

イ、佐賀地域

域外 蒸発計がないので有田ダムの蒸発計資料(Pan)を用いた。

林地 Panの1.5倍

畑地 Panの1.2倍

域内 南里の県農試のライシメーターの値(30個分)をとり、気温、湿度、風、日照等の補正なしにそのまま用いた。

水田 県農試ライシメーターの値。

畑地 県農試蒸発計の1.2倍。

ロ、武雄地域

林地

佐賀地区と全く同一のものをとった。

畑地

(3) 浸透量の算出について

イ、佐賀地域

域外は古湯の雨量を基とし、域内は佐賀測候所の雨量を基とした。

岩質地 15MM以上の雨の場合はその0.2倍をとった。

15MM以下の雨の場合はその0.8倍をとった。

火山灰地 15MM以上の雨の場合はその0.3倍をとった。

15MM以上の雨の場合はその0.8倍をとった。

水田 南里の県農試ライシメーターの値をそのままとった。

その他

(平坦な耕地)と解釈して、15MM以上の雨の0.4倍、15MM以下の雨の0.8倍をとった。

ロ、武雄地区

域外は有田ダムの雨量、域内は武雄の雨量を用いて佐賀地区と同じ倍率を用いた。

水田については南里県農試ライシメーターの値をそのままのせた。

(4) 貯溜給水及び放流

i) ダム

佐賀地域

北山ダムの水位、旬間中間における貯溜量、尾種発電所を通った発電用放流量(2月～5月20日)及び農業用給水量(5月21日～9月30日)及び放流量(10月1日～11月30日)をのせた。

ii) 溜池

武雄地区

代表池としては池の内ダムを選びこれの水深変化(最高水深7.5M)と貯水率変化(附近の人が調べたデータ)を出して貯水量を求め、これを他の池にスライドした。

給水量は代表池の給水状況にピッチをあわせ算出した。

iii) クリーク

クリークの期別平均水深の変化は農業土木試験場の各地点の観測、県のクリーク実態調査(期間は短い)の結果を参考として見当をつけた。

この水深に水面積(年間変化なしとして)を掛けて貯水量とした。

iv) 河川

佐賀地域

河川取水量、放流量

河川としては嘉瀬川頭首工をとった。取水量は頭首工からクリーク及び水田に給水された量をとった。

冬の間はこの給水はクリークを通過するのみで用水とはならない。放流量は嘉瀬川の固定堰を越えて海へ入る量である。

淡水取水量

河川として佐賀江川をとり佐賀江川から八田江に遡上するもののみを農林省筑後川事務所資料を用いて計上した。

武雄地域

潮見川、武雄川、松浦川などからの取水量は実測データがないので武雄市の既存資料による推定を行った。

V) 地下水揚水量

佐賀地域について上水道分を調べ、他は深井戸の本数に比例して算出した。

vi) 運搬給水量(緊急用)

佐賀地区 なし

武雄地区 量は少ないが9月から10月までの自衛隊による給水があった。

vii) 水使用量

イ. 農業用水

水田 必要水量は(蒸発散量+滲透量)を水田面積にかけて出す仕方があるが、今回は使用水量として佐賀では天水およびクリークから流れ込んだ水量を、武雄では天水および潮見川、武雄川、松浦川など河川から取水された水量をあげた。
畑 } 小規模な給水が行なわれたがわか
果樹園 } らないので天水のみとした。

ロ. 工業用水

佐賀地域 グリコ乳業等若干の大工場のみ掲上

武雄地域 0とした

ハ. 上水道用水

両地域とも市水道課のデータによった。

2. 佐賀平野地域(佐賀土地改良区区域)と武雄市地域の比較

佐賀平野地域は佐賀市を含む佐賀平野の中央部にあたり嘉瀬川より一手に灌漑される土地改良区域で面積は約130KM²で青色粘土層上の低平水田地帯である。嘉瀬川は標高1000M程度の背振山脈に水源を発し南流して平野への出口で流域面積173KM²を算し以下海へ下る。背振山地は花崗岩質の地層であって、気候は裏日本型に属し、年間を通じ安定した水資源をもっている。上流部に流域面積55KM²の灌漑発電用の北山ダムがあり2200万噸の貯水能力を有する。又本川の平野への出口には近代的な川上頭首工があり、ここで河川水を一手に堰き止め、最大18.34tonの水を左右岸の導水路から改良区域内のクリーク、水田に補給する。頭首工でのみ切れなかった流水は途中であまり取水されず海へ放流される。土地改良区域内にはクリークと称する溝渠が縦横に走りその面積は田面積の約10%に達している。クリークは6月中旬の灌漑期開始前に湛水を終り、灌漑期間中農業用水補給基盤となる。水は軽量ポンプで揚水され田に潅かれる。改良区の南東側は筑後川とその支流に面し、ここでは大潮時感潮河川区域から淡水が桶管を通じてとり入れられる。

なお佐賀市には各種揚水用の深井戸がある。

武雄市地域は佐賀県の西部杵島丘陵地帯に属する盆地および山麓地帯で、面積は129KM²である。地質は第三紀層で滲水性が大きい。気候は表日本型に属し時期別の雨量の変動が大きい。流域は東南半部は六角川上流域、西北半部は松浦川上流域である。区域の中には大規模のダムはなく、井堰による中小河川よりの取水および数多い溜池の利用によって灌漑している。地形上、畑作、みかん等の人工灌水は一般に行はれていない。なお最近の趨勢として最近10年間に水田面積と畑地面積は減少し、みかん園面積は4倍、収野面積は3倍に増大した。両地域の一般図および比較表は図-1、図-2、および表-1に示すとおりである。

次に両地域に発生した干害の概況について述べるわけであるが、その前に昭和42年の干ばつ状況について特性を述べておこう。佐賀県は古来干ばつの多い地方であるが、昭和42年の干ばつは70年振りといわれた。県の灌漑期は6月中旬から10月上旬までであるが、5月、6月の雨量合計が130MMと非常に少く早期干ばつを予想させたが7月上旬300MMに近い集中豪雨があり一息ついた。ところが7月下旬から9月にかけて事実上60日を越える無降雨を記録し開花期の稲や畑作、みかんに大打撃を与えた。灌漑期間中の総雨量は平年値の半分にすぎなかつた。しかし一方では高温、多照という条件がともない人工水利によって必要水量を補給し得たところは豊作に近いものとなるのが出来た。

さて、両地域に発生した干害の概況についてであるが、佐賀では水稻の被害はまことに軽微であつてむしろ豊作と言えるものであつた。又水道用水も順調であつた。これに対し武雄市では表-2に示すとおり水稻の被害率は45%と大きく2000

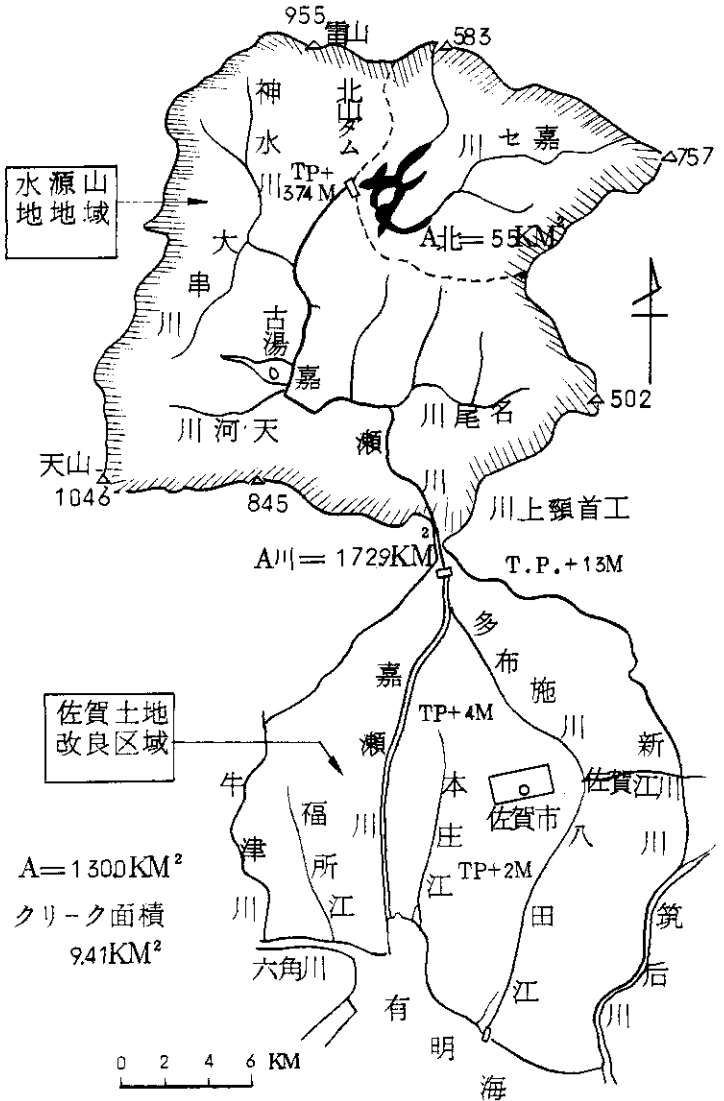


図-1 佐賀平野地域一般図

町歩の作付に対し6億円の被害があつた。同じ武雄の中でも町によって、被害率は30%から60%の開きがあつた。畑作については水稻よりひどく、最近急に増反したみかんは丘陵斜面で水利が悪く被害率は60%以上に達しこれはつづく風害と雪害によって更に被害を大きくした。

なお、給水人口11000人の水道が水源枯渇のため断水するの已むなきに至つた。

さて前節で述べた方法による水収支の計算結果についてであるが、佐賀大学農学部渡辺潔教授の

表-1

佐賀・武雄地域比較表

	佐賀平野(佐賀土地改良区地域)	武雄市地域
地 勢	デルタ水田地域	丘陵盆地地域
標 高	1~4M	5~200M
面 積	130KM ²	129KM ²
人 口	217,000 人	35,400 人
耕 水 田	11,160ha	2,012ha
畑 地	240ha	421ha
地 果 樹 園		566ha
水 溜 池	1ヶ(北山ダム)	1ヶ(踊瀬ダム)
利 河 川 取 水	頭首工 1ヶ 取水受水 10ヶ	頭首工 1ヶ所 取水堰 34ヶ所
設 クリーク	119.6KM 9.4KM ²	
深 井 戸	42本(深さ45M以上)	
水 需 要	農業用水 158,400千噸/年 工業用水 12,200 水道用水 9,300 発電用水 平野と直接無関係(99,900)	34,000千噸/年 600

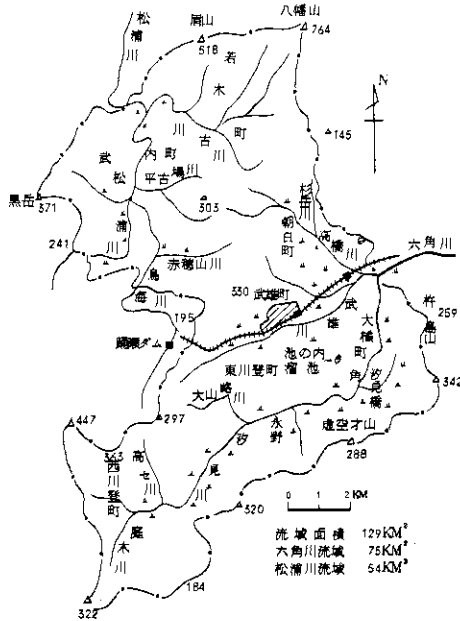


図-2 武雄市地域一般図

表-2 武雄市地域干害概況

項目	水 稲			畑 作		み かん		牧 野	
	作付面積 町歩	被害額 千円	被害率 %	作付面積 町歩	被害額 千円	樹園面積 町歩	ha当り55円 被害額 千円	面 積 町歩	被害額 千円
武 雄 町	318	63,000	33.3	55	12,000	19	2,651	10	8,000
朝 日 町	250	65,100	41.3	119	16,000	20	4,840	2	2,400
若 木 町	260	90,300	55.1	63	16,800	67	23,375	11	18,400
武 内 町	330	102,900	51.0	81	17,920	68	14,685	15	20,900
西 川 登 町	162	62,790	58.6	59	12,000	60	9,724	2	
東 川 登 町	296	94,500	50.6	67	19,870	69	16,164		
橘 町	396	90,300	36.7	47	14,000	14	3,300	1	2,000
計	2,012	568,890	45.4	491	108,590	317	74,740	41	51,700
六角川流域	1,522	375,690	37.5	347	13,870	182	36,680	15	12,400
松浦川流域	590	193,200	52.8	144	34,720	135	38,060	26	39,300

御援助と佐賀県の協力を得てまとめたものであるが、両地域の旬別水収支計算基礎数値表を示すと表-3、および表-4のとおりである。作業前にきおい込んだ程のものが得られずに終わったが、ともかく一表に総合して見た。

この表の数値を用いて、両地域の6月から10月までの間の農業用水の供給が旬別区切りでどう行はれたかを図示したものが図-3の(1)および図

-4の(1)である。図-3では佐賀土地改良区における北山ダム、川上頭着工、クリークよりの給水経過を示しつつ終局の水田に補給された水量を算出図示した。これをもととして

i) 北山ダムがなかったとした場合

ii) 北山ダムもクリークもないとした場合
について水の供給がどうなったかを算出し、図-3の(2)(3)に示した。図-4では武雄市地域におけ

表 - 3

佐賀地域旬別水収支計算

事項	月	単位	1 月			2 月			3 月			4 月			5 月			6 月		
			上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
			本年																	
気象要素	旬間平均気温	°C	3.5	2.5	6.3	6.0	3.1	7.7	7.5	11.1	11.0	13.1	14.4	17.2	18.8	19.7	22.7	23.8	24.5	24.2
	旬間平均湿度	%	52	4.5	4.7	5.1	5.5	6.6	7.8	8.5	10.3	12.1	13.7	15.6	17.2	18.3	19.5	20.9	23.3	23.7
	旬間日照時間	時間	32.9	48.1	56.2	37.4	73.1	30.9	63.5	59.5	55.7	35.9	30.6	83.2	55.8	7.8	83.3	91.6	10.2	29.5
	(日記計)	時間	4.11	4.26	5.10	4.73	5.20	4.32	5.31	5.83	6.75	6.40	6.54	6.33	6.09	6.53	7.15	6.30	6.84	4.71
	旬間平均風速	m/sec	2.4	1.8	1.9	1.6	2.2	2.0	2.0	1.9	2.6	2.1	2.9	2.1	1.9	1.8	2.0	2.5	1.8	2.4
雨量	北山多	mm	1.8	5.0	9.5	15.0	—	—	1.7	4.5	6.8	11.2	4.4	3.8	3.1	—	1.7	—	—	1.1
	占	mm	3.9	2.8	1.4	25.5	2.7	1.2	8	2.4	2.2	16.5	2.7	5	12	9	0.5	0.5	7.5	—
	湯	mm	—	—	1.2	—	2.0	2.7	3.4	7.2	1.3	—	—	6.0	5.0	—	2.3	—	—	1.4
	佐賀	mm	2.5	—	7.4	—	—	—	—	1.7	3.7	8.1	14.3	9.2	5.6	4.2	—	1.7	—	—
蒸発量	(林地)	mm	1.6	1.0	1.7	1.6	5.7	1.7	2.6	1.9	2.4	2.2	2.1	3.3	4.1	4.5	5.1	5.5	6.0	2.6
	(畑地)	mm	1.3	0.8	1.4	1.3	4.6	1.3	2.1	1.5	1.9	1.8	1.7	3.6	2.4	3.3	3.6	4.1	4.8	2.0
	(水田)	mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(畑地)	mm	1.3	1.5	2.1	1.4	2.6	1.4	2.8	2.7	3.0	2.2	2.9	5.5	4.1	5.6	7.0	7.8	8.0	4.5
浸透量	(岩質地)	mm	—	—	2.4	—	4.0	5.4	6.8	1.4	2.6	—	—	1.2	1.0	—	4.6	—	—	2.8
	(火山灰地)	mm	—	2.0	4.8	1.7	8.8	5.6	9.6	1.6	1.2	—	—	8	—	0.8	8.8	—	—	1.2
	平坦な耕地	mm	—	2.0	4.2	1.7	9.8	5.6	9.6	1.2	—	—	—	1.8	1.5	—	6.9	—	—	4.3
	(水田)	mm	—	—	4.8	—	8.0	10.8	1.3	2.8	5.2	—	—	2.4	2.0	—	9.2	—	—	5.7
	乾田、畑地等	m	1.0	—	2.9	—	—	—	7.0	1.4	3.2	5.7	3.6	2.2	1.8	—	6.8	—	—	—
		m	1.0	7.1	6.6	13.7	3.4	10.9	3.2	11.7	4.2	2.7	5.8	0.1	4.6	6.7	0.2	3.9	6.0	3.8
貯水	北山多	TP+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	貯留量	m	—	—	—	—	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6
	下流への給水量	百万t	—	—	—	—	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.1	1.5	9
	平均水深	m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	貯水量	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	川上頭首工	m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	取水	百万t	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	0.4	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.8	2.0
	(筑後川より)	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	川上頭首工	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	取水	百万t	3	3	3	2	2	2	2	2	1	0.1	3	3	4	6	6	5	12	0.5
同流放	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
無効放	百万t	4	5	9	7	6	5	6	7	13	14	14	13	—	—	—	—	—	—	
新規地下	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
貯留量	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
地下貯留	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
深井ポン	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
プ水量	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
地下水	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
揚水量	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
水使用	農業用水(水田)	百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	工業用水	百万t	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
	上水道	百万t	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3
	総使用数量	百万t	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2
		百万t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(2)水収支からみた干害発生機構についての一考察—有賀

基礎数値表（昭和42年分）

数量はすべて旬間合計を示す。

7月			8月			9月			10月			11月			12月			計	備考
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
239	278	291	283	288	287	288	224	215	191	179	166	150	119	189	57	60	32		
253	266	274	276	272	273	250	231	211	192	174	155	140	121	106	84	72	63		
87	85	70	73	76	76	72	67	68	71	75	80	73	76	76	73	76			
84	82	80	79	80	80	81	80	78	77	75	75	75	75	76	76	75	75		
21.8	45.8	30.8	88.0	94.6	10.4	96.6	77.2	95.5	61.1	60.8	64.2	37.0	45.7	48.1	26.9	47.5	26.1		
47.1	66.1	88.7	84.1	78.4	79.2	62.3	55.8	59.1	60.2	66.2	74.4	65.4	59.2	53.9	48.0	44.0	46.8		
2.5	2.0	2.3	1.7	1.9	1.9	1.8	3.1	2.5	2.3	2.0	2.7	1.5	2.2	2.3	1.8	1.8	1.8		
33.3	—	—	—	92.0	—	—	11.0	—	—	24.5	65.5	—	37.5	30.0	—	—	—	1291.5	雨量
195	21.5	2.0	1.0	10.5	15	0.5	1.5	1.0	21.0	7.5	1.0	30.0	19.5	12.5	22.0	15.5	21.5	509.5	15mm以上
453	56	—	26	102	—	25	—	—	—	73	71	—	58	71	—	40	—	1656.0	15mm以下
5	10	7	—	6	—	—	14	—	7	—	—	—	28	4	—	—	5	244.0	15mm以上
273	18.6	—	—	80.4	—	—	—	—	—	35.2	50.7	—	—	36.1	—	—	—	1088.0	15mm以下
252	30.3	34.9	22	—	—	—	0.2	—	—	0.7	0.8	19.8	28.0	6.3	4.1	2.8	10.1	328.0	15mm以下
17.6	29.0	60.6	43.8	42.5	51.9	48.5	66.2	64.7	55.8	49.7	45.6	25.7	28.5	22.5	15.0	21.3	16.5	1204.9	
14.1	23.2	48.5	35.1	34.0	41.5	38.8	52.9	51.8	44.6	39.8	36.5	20.6	22.8	18.0	12.0	17.0	13.2	963.5	
29	48	81	75	94	84	74	91	67	30	—	—	—	—	—	—	—	—	673	
24.8	51.4	96.9	80.2	71.7	96.7	80.8	74.5	71.9	51.6	37.6	35.4	14.8	23.3	20.6	11.0	16.5	13.8	1545.3	
90.6	11.2	—	52	20.4	—	50	—	—	—	14.6	14.2	—	11.6	14.2	—	—	8.0	331.2	雨量
4.0	8.0	5.6	—	4.8	—	—	11.2	—	5.6	—	—	—	22.4	3.2	—	—	4.0	180.8	15mm以上
13.6	16.8	—	52	30.6	—	7.5	—	—	—	21.9	21.3	—	17.4	21.3	—	—	12.0	494.2	15mm以下
4.0	8.0	5.6	—	4.8	—	—	11.2	—	5.6	—	—	—	22.4	3.2	—	—	4.0	184.8	15mm以上
181.2	22.4	—	7.8	40.8	—	100	—	—	—	29.2	—	—	23.2	28.4	—	—	16.0	615.4	15mm以下
4.0	8.0	5.6	—	4.8	—	—	11.2	—	5.6	—	—	—	33.4	3.2	—	—	14.0	198.8	15mm以下
8	6	7	71	66	100	99	57	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	478	
109	7.4	—	—	32.2	—	—	—	—	—	14.8	20.3	—	—	14.4	—	—	—	428.5	
20.2	24.2	3.9	1.8	—	—	0.2	—	—	—	0.6	0.6	15.8	32.4	5.0	3.3	2.2	8.1	262.6	
369	372	372	370	369	367	363	364	363	361	362	364	366	367	368					
14	18	18	15	14	11	7	7	7	5	6	7	10	10	11					
3	4	5	5	3	8	5	2	4	3	2	2	1	2	1					
1.50	1.33	1.33	1.33	1.33	0.73	0.60	0.49	0.3							0.2	0.2	0.2		
14	13	13	13	13	7	6	5	3							2	2	2		
1.95	2.02	2.02	2.04	1.95	2.11	2.05	1.94	1.96	1.94	1.92	1.93	1.91	2.01	1.96	1.87	1.88	1.88		嘉瀬川
	(0.4)			(2)			(2)			(0.6)									
5	8	12	11	9	12	9	8	8	7	4	4	4	4	4	4	4	4		嘉瀬川
0.9	0.7	0.8	9	8	12	12	7	8	0	17	3	2	3	2	0.3	0.2	0.9		川上固定
	(1)			(0.9)			(0.7)			(0.6)			末			詳			比ではかる
																			推定値
19	11	12	14	22	18	15	13	12	8	—	—	—	—	—	—	—	—	173	
0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	12	縣工業
0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	9	のみ
19	11	13	11	22	18	15	13	12	8	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	194	佐賀市0.1

表 - 4

武雄地域旬別水収支計算

項目		月	単 位	1 月			2 月			3 月			4 月			5 月			6 月				
				上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
武雄旬間平均気温		本年	℃	3.3	1.3	5.1	5.4		7.2	6.6	10.3	10.8	13.7	15.2	16.7	18.3	19.5	22.2	23.1				
		平年																					
雨 量	域外 有田ダム	mm	—	—	109.5	—	—	—	—	22.0	49.5	65.5	18.3	100.5	81.0	39.5	—	30.0	—	—	99.0		
	域内 武雄	mm	26 14	— 23	4.0 9	10.0 31	4.25 6	1.0 15	16.0 6	4.5 6	13.5 14	24.0 30	5.5 15	6.5 3	5.0 18	24.0 27	8.5 11	—	—	—	—	10.9	
蒸 発 量	域 (林地)	mm	16.5	10.2	17.7	16.5	5.7	16.7	26.6	19.4	24.9	22.8	21.3	45.5	30.8	41.6	45.0	51.5	60.9	26.0			
	域 (畑地)	mm	13.2	8.2	14.2	13.1	4.6	13.4	21.3	15.5	19.9	18.2	17.0	36.4	24.6	33.3	36.0	41.2	48.6	20.8			
	域内 (水田)	mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.9	
浸 透 量	域 (岩質地)	mm	—	—	21.9	—	—	—	4.4	9.9	13.1	36.6	20.1	16.2	7.9	—	6.0	—	—	—	—	19.8	
	域 (火山灰地)	mm	1.2	3.2	8.0	3.40	8.0	12.8	3.6	10.8	19.2	4.4	5.2	4.0	19.2	6.8	—	—	—	—	—	14.4	
	域内 (水田)	mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	域内 (畑地等 その他)	mm	10.4	—	31.6					8.4	19.6	26.8	7.4	39.6	22.4	11.2	—	8.8	—	—	—	—	43.6
	域内 (畑地等 その他)	mm	11.2	18.4	7.2	24.8	4.8	1.2	4.8	11.2	2.4	1.2	2.4	14.4	21.6	8.8	—	—	—	—	—	—	11.2
給 水 池	溜 代表池水深	m	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	5.3	5.6	6.0	6.4	6.8	7.1	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	4.1	
	代表池貯水率	%	65	65	65	65	65	70	75	80	85	90	95	100	100	100	100	100	100	100	100	55	
	代表池貯水量	万t	38	41	41	41	41	41	44	47	49	52	55	58	58	58	58	58	58	58	58	32	
	代表池貯水量	万t	0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	26
	代表池貯水量	万t	0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	270
	河川取水	給水量	万t	0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	250
水 使 用	農業用水 水田	万t																				520	
	農業用水 畑地	万t																					
	農業用水 果樹園	万t																					
	上水道	万t	1.7	1.8	1.9	1.7	1.7	1.4	1.7	1.7	1.4	1.7	2.0	1.8	1.9	2.0	2.2	2.0	1.3	8			
総使用数量	万t	1.7	1.8	1.9	1.7	1.7	1.4	1.7	1.7	1.4	1.7	2.0	1.8	1.9	2.0	2.2	2.0	1.3	521				

(2)水収支からみた干害発生機構についての考察一有賀

基礎数値表(昭和42年分)

数量はすべて旬間合計を示す。

7月			8月			9月			10月			11月			12月			計	備考
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
24.0	28.2	28.9	28.4	28.7	28.7	28.6	22.7	20.3	18.9	17.8	15.9	15.0	11.1	11.6	6.4	6.3	2.0		
418.5	-	-	-	5.40	-	-	-	-	-	62.0	55.0	-	37.5	53.0	-	-	-	1459.5	雨量15mm以上
27.0	34.0	2.0	-	4.5	9.5	-	6.5	-	0.5	-	-	28.5	-	8.5	14.0	2.5	8.5	340.5	"以下
39.7	3.8	2.2	-	3.6	2.6	-	-	-	-	5.1	5.3	-	4.0	3.0	2.9	-	-	146.2	15mm以上
2.6	9	-	-	1.3	1	7	2	-	3	-	3	2.3	1.2	1.3	2.2	4	2.8	40.4	
17.8	29.0	60.6	43.8	42.5	51.9	48.5	66.2	64.7	55.8	49.7	45.6	25.7	28.5	22.5	15.0	21.3	16.5	1204.9	"以下
													22.8						
14.1	23.2	48.5	35.1	34.0	41.5	38.8	52.9	51.8	44.6	39.8	36.5	20.6	22.8	18.0	12.0	17.0	13.2	963.5	
2.9	4.8	8.1	7.5	9.4	8.4	7.4	9.1	6.7	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	71.2	
83.7	-	-	-	10.8	-	-	-	-	-	12.4	11.0	-	7.5	10.6	-	-	-	291.9	雨量15mm以上
21.6	27.2	1.6	-	3.6	7.6	-	5.2	-	0.4	-	-	22.8	-	6.8	11.2	2.0	14.8	279.6	"以下
125.6	-	-	-	16.2	-	-	-	-	-	18.6	16.5	-	11.3	15.9	-	-	-	438.2	"以上
21.6	27.2	1.6	-	3.6	7.6	-	5.2	-	0.4	-	-	22.8	-	6.8	11.2	2.0	14.8	279.6	"以下
8	6	7	7.1	6.6	10.0	9.9	5.7	6.4	2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	478.0	
158.8	15.2	8.8	-	14.4	10.4	-	-	-	-	20.4	21.2	-	1.6	1.2	11.6	-	-	518.6	15mm以上
20.8	7.2	-	-	10.4	0.8	5.6	1.6	-	2.4	-	2.4	18.4	9.6	10.4	17.6	3.2	1.6	336.8	"以下
4.5	7.5	6.4	4.1	5.3	2.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0		池の内ため池
60	100	80	55	70	35	5	5	5	5	5	10	15	20	25	30	35	40		
35	58	46	82	40	20	3	3	3	3	3	6	9	12	15	17	20	23		
10	15	12	14	8	20	1?	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	126	
104	156	125	145	83	207	176	0	0	0	4.2	0	0	0	0	0	0	0	1308	溜池数128個
420	150	80	30	110	70	30	10	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0		取水堰35 1230カ所
534	306	205	175	193	277	206	10	0	0	122							2548		
			-	天水	-	-	-	-	-	天水									
			-	天水	-	-	-	-	-	天水									
1.8	2.1	2.3	1.1	1.6	1.4	9	4	0	0	2	1.1	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	2.0	76.5	
526	308	207	176	195	278	207	104	0	0	122	1.1	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	2.0	2687.2	

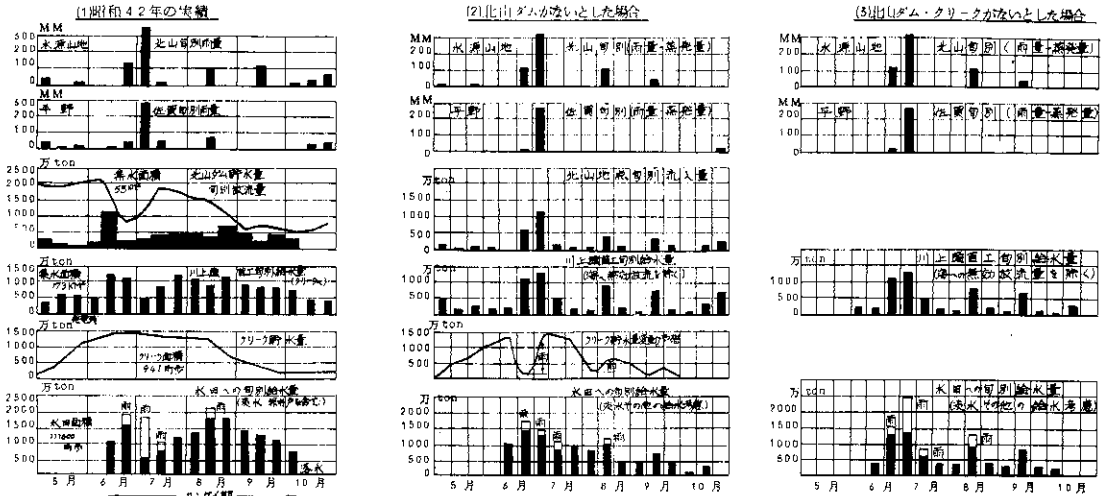


図-3 佐賀土地改良区 域水田への水の供給について

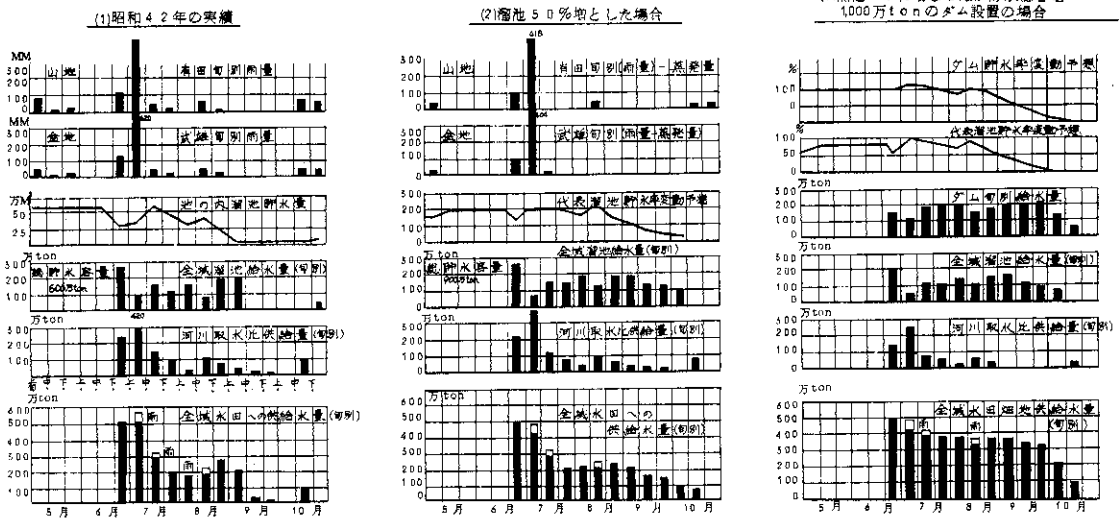


図-4 武雄市地域農耕地への水の供給について

る溜池，河川取水堰よりの給水経過を示しつつ，終局的に水田をはじめ畑地などに補給された水量を算出図示した。これをもととして

i) 溜池（全部で現在128ヶ）の容積を50%増しにした場合。

ii) 更に農業用水ダムを六角川上流域に1ヶ，750万ton分を松浦川上流域に1ヶ250万ton分を設けたとした場合。

について水の供給がどうなったかを図-4の(2)，(3)に示した。

これを見ると，佐賀地区ではダムとクリークが

協同して水田補給をうまくやっていることがわかる。すなわち前年の冬からの雨（約300MM）と積雪（約1.2M）を湛えて満水の状態を灌漑期を迎え初期給水を行い，次いで7月の豪雨による水を活用して，ダムとクリークに湛え9月末まで旬別平均1500万ton（日当り14MMの減水深補充に相当する。）の給水を持続し干害を完全に防いだのに対し，武雄市地域では128ヶの溜池群，35ヶ所の河川取水堰によって，7月初旬までは充分な給水を行い得たが，7月下旬から8月にかけて水田給水量は日量10MMに落ち，9

月中旬以降は溜池も河川水路も涸れて、息がつかず、約35日間給水遮断に近い状態となり被害を高めた。つぎに、佐賀地区で北山ダムや、クリークがなかったとしたらの推定を試みると、北山ダムのない場合はクリークの水位が変動し、水田への給水量は7月中旬以降日量9MM程度に落ち、8月下旬から10月にかけては日当5MMに下って、相当の被害を見たことであろう。更にクリークがなければ、自雨による供給を入れて勘定しても、7月中旬以降、平均給水量日量4MM程度で9月下旬からは一層少く大干害が発生したことであろう。

武雄市地域では、地形上の不利が目立つわけであるが、徳川時代以降の溜池を更に補強増大して、50%増しの能力にした場合の給水状態を推定すると図に示すように6月中旬より7月中旬では水田及び畑地に充分灌漑し得、7月中旬から9月初旬まで日給水量10MMを確保し得、9月中旬から10月上旬まで日給水量7MM程度となる。これで大部干害は救はれることになるが、更に総容量1000万tonのダムの設置を勘定に入れば、図の(8)のように灌漑全期を通じて旬給水量、400万tonとなり水田及び畑にそれぞれ日当15MMおよび8MMを供給し得ることとなり、全く干害は発生しないことになる。これらの比較に当り問題は施設の経済効果の判定と水利権の調整の成否にあるわけで、干害の発生程度を考へて長期間に見合ひ投資額をもってその地域の特性に必ず有効な水利施設をうまく建設出来るか否かに干害征服の鍵がかけられていると思はれる。

3. 水収支から見た干害発生機構についての考察

干害は水がなくて困ることによって起る災害である。干ばつで雨が降らないということは自然現象で今のところ人力で改善することは難しい。しかし作物を作る場所従って気候特性、地形特性、地質特性、水利特性を選ぶことは可能なことであり、更に人工水利施設を設けて渇水期の補給を計画することは勿論可能であり、又それを行うべきものである。たゞこの場合投資効率が問題とされるが、人が死ぬような渇水害の予想される地域には効率を度外視しても行はれるべきものであろう。

干ばつから干害への移行過程について前節で述べた佐賀武雄の例を用いて考へてみたい。

(1) 水需要のある地域の特性によって干害移行の遅速が大いに影響すること。

考へる地域の単位によって多少事情が変るかも知れないが佐賀も武雄も面積は同じで干ばつ気象も大体同じとみてよいが、一方は集中的な平担水田であり不透水土壤であり、一方は丘陵盆地に点在する水田や畑作地で地形勾配は急で、三紀層の透水性土壤である。前者は水の集中管理と保水が楽であり、後者はいづれも楽でない。これに加えて佐賀では異った気候帯にある安定した水資源をもつ嘉瀬川の流入が容易であり、その量は大きく、冬の雪までため込む大ダム地点にめぐまれている。更に地域内には自然的発生の大容量用水だめに発展出来る溝渠の原型が存在した。そして又大河川たる筑後川の河口部に面して、干満差の大きなことよりする淡水取水が可能とされている。正に自然利水と人工水利をうまく融合させる素地が出来上っている。これに対して武雄では自己流域のみであって、異なる気候帯からの自然給水はなく、河川流域が水田耕地の合計の4倍(佐賀は2.5倍)もあるにもかかわらず、二つの河川流域にわかれていて河川の規模が小さく、勾配急で水深が浅く取水も楽でなく、又地形があまり高くない丘陵性であるため、大きなダムを建設する適地の発見が容易でない。(家屋移転の困難もある。)

(2) 水供給が広域的集中的に行はれることは干害の収束を早め、又多くの異った干ばつ気象型に対抗し得る。地域の特性上広域的、集中的水利体制がとられることの有利さは自明の理であるが、佐賀の場合はこれが理想的に生かされている。佐賀平野よりも全体として年雨量も多く、冬から春、夏にわたって平均して雨量をみる水源地域と水田地域が水利上一体的に結合し(全体で280KM²)北山ダムでの湛水、川上頭首工での確実な一括取水とクリークへの導入、水田近傍の溜池兼用排水路たるクリーク、更に補助的な筑後川からの淡水取水、これらが計画的に統制がとれて改良区の水田に送りこまれる。水田面積の10%に近い面積をクリークに奪われているが、その効果は補って余りある。そしてこの水利体制は異った干ばつ気象型に有効に立ち向える。灌漑期前に北山ダムが2200万噸を湛え得ることは絶対的強みであり、川上頭首工がその2倍に達する残流域の流入水をかなりな程度呑み込み、更にクリークが別の時系列の水をため込めなといった風で、42年の例では

6月中旬の初期給水で減水した北山ダムは7月の豪雨で満水し、このときクリークも同時にためこみ、その後、水源地、平野部での月1回位のまとまった降雨を洩らさずに活用し得た。7月豪雨がなかったとしても過去の統計で9月までの間に合計400MM位な雨は降るのであって、平均化された降雨の方が更に湛めやすいものである。

(3) 自然条件の不利に加えて水需要の急増があれば干害の拡大は速まること。武雄地域では自己流域にある溜池や河川取水堰による給水は時期毎の変動がひどく持続性がなく、又やや規模の大きい水利施設の計画があったようであるが、局部的、個別水利の傾向にあることを否めない。最近農業構造が変化して5年間にみかん園等が2.5倍に増反された状況は今回の干害を拡大させた一因とも見られよう。水需要の予測、これへの早期対処、又は応急対処が重要である。

(4) 人工水利施設による水利用効率の増大と平均化持続化が干害防止上の要諦であるということ。嘉瀬川の水利用効率は中規模河川としてまこと

に技群であり、クリークとの協同による平均化、持続化の作用はすぐれている。又武雄市でも比較案に見るように中規模のダムを設けることによって平均化、持続性が著しく高まることを知る。

(5) 水害等他の災害の悪影響も利いてくるということ。

武雄の例では41年の7月集中豪雨と42年7月の2回の集中豪雨による農業水利施設(ため池、用水せき、導水路)の集中的破壊が悪影響し干ばつ期の給水能力を著しく低下させたと認められている。

以上が昭和42年における佐賀と武雄の干害を比較した結果得られた考案であるが、痛感したことは水収支に関する基礎的数値の測定が著しく不足していることと、干害の発生と水収支の関係を事例に則して調べ、フィードバックを行って原因と目されるもののどの部分を改善すればよいかといった努力の払はれた例が極めて少ないこと、従ってその手法が幼稚のまゝに止まっていることを最後に指摘しておく。