

## 8. 総合考察

有賀世治

国立防災科学技術センター

### 8. A General Consideration of Various Sorts of Studies

By

Toshiji Ariga

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

有明海北岸低地における水害防止に関する総合研究は昭和39年度より3ヶ年間行なわれ、若干の補足をつづく年次で行って、今回各研究分担毎に研究成果の報告が行われたが、総合推進者として各分担研究の結果を総合して、主に当地域の水害防止軽減(主に内水氾濫による水害を指す。)というところに焦点を絞って総合考察を行なおうとするものである。クリークの利水、治水機能については別途に詳しい報告を行なうつもりであるが、ここでは概括的な記述に止めることとする。

#### 1. 地域の特性と内水害発生の関係

有明海北岸低地は中央に嘉瀬川、東に筑後川、西に六角川の三つの河川の下流部に発達したデルタ地帯で、自然堤防、デルタや砂州の組合わせから成り、古来洪水のくり返えしにより発達し、自然及び人工の力を交えて、漸次有明海に突き出して来たものである。陸化の速さは年平均8M位で、明治以降の干拓による伸びは著しい。

この地域の北辺微高地には縄文、弥生の古墳が多く、古くから人間生活が行なわれたわけであるが、奈良朝以後一貫して農業専用地域として、水田耕作に専念して来た地域で、山稻の多くの溜池、低地に縦横に発達したクリークの活用、筑後川などの淡水使用によって、高水準の収穫と割合に多い人口を養って来た。

この地域の水害は不連続線による豪雨にもとづく洪水が多く、筑後川、嘉瀬川、六角川などはしばしば破堤氾濫し、その最大のものは昭和28年6月の洪水であった。主要河川の改修がしっかり進んだあとは内水氾濫による被害が始まって来て

いる。これは勾配のゆるい不透水性地層をもつ地域が6Mの潮差をもつ海岸に接すれば当然ひどくなり得るわけで、地盤沈下も進行している今日、内水排除の再検討を行うべき時期にあると考えられる。この地域の内水排除方式において、筑後川下流域は徹底した機械排水施設を既に概成しており、六角川下流域においても低勾配感潮持続河川たる性格上、近く完備した機械排水方式に移行する計画が立てられているが、嘉瀬川流域ではクリークの活用と、水受堤などによる分割地域防禦の方式がとられて、現在まで自然排水方式がとられている。これは後述するように、地盤高の低下、クリークの減少、水受堤の撤去、本庄江等排水河川の河口前進などの条件の変化と共に、その方式のまっではすまされず、機械排水方式を併用しなくてはならなくなると思われる。なお地域の地盤、地形と水害とを関連させた水害地域分類図が基図として作られ、内水害の検討に利用された。

#### 2. 地盤沈下とその対策

国土地理院による地盤高調査、九州農政局による深井戸揚水の実体と地下水水位低下の調査、地質調査所による深層ボーリングによる地質調査の結果、白石平野ばかりでなく江北地域、佐賀市地域が最近かなりの地盤沈下を起し、それは明らかに地下水の過剰汲上による沖積層及び洪積層の収縮によるものであることが明らかにされた。白石平野では農業用水等補給のため200ヶ所を越える深井戸で年間1500万tonに達する揚水をしており、このため昭和27年以降計80cmに達する沈下を示し、ごく最近では年平均7cmの速度で

ある。地下水位の低下と地盤の沈下、塩分濃度の増加の間にはきれいな相関が見られる。佐賀市ではここ数年500万ton以上の地下水揚水が行なわれ、ごく最近では年間10cmの沈下を見ている。ここは有明粘土層がうすいにも拘はらず沈下はげしいのは、洪積層の泥質層の脱水による収縮がおこっているからである。江北地方でもかなりの沈下が鉱業排水なども関連して発生している。われわれの研究で地質グループが深い未区分洪積層までの地層の実体をつかみ、地層の堆積過程や、地盤沈下の原因を考察したのはまことに意義深いことであった。

地盤沈下はこのまま取水をつづけて居れば更に悪化するわけで水害対策からみてまことに憂う可きことであり揚水の制限に踏み切らねばなるまい。このため他の方法による農業用水の補給が真剣にかつ、急速に実行される必要がある。又非かんがい期に不用の水を圧力をかけて地下透水層に圧入し、地下水位の回復を図ることは原理的には有効のようであるが、大規模実施に移るまでは、なお多くの研究が必要であろう。

### 3. 佐賀平野の水需要と利水対策

佐賀平地（白石平野を含めて約3万町歩）の農業用水を主体とする水利用の体系には他の地方で見られない複雑な構成が見られる。これは余り高い山地が少い割に水田面積が多いことに由来する。昭和初期まで利用源として、天水のほか、河川取水、ため池、クリーク、筑後川の淡水があったが、最近これにダム、地下水揚水が加わった。ため池、クリークは歴史的に古いものであるが、時代とともに水田面積が増え、用水が不足した。この地域が3年に1回は干ばつを見る地域であることを認識する必要がある。

灌漑期は6月中旬から9月末日までであるが、この間の大体的な水収支の比較を行ってみると表8-1のとおりとなる。なお1日の減水深は10mmとした。これで見れば6月から9月までの降雨量750mmの年（平均は約1,000mmであるが）には2300万tonの水が不足することになる。もっともこの表の数値は、水田の減水深、山地や耕地の蒸発量、山地降雨量などの採り方で変わるわけで大勢がよみとれる程度のものである。戦後の渇水年としては、昭和19、33、34、35、36、39、40、42の各年があげられるが、最もひどかった42年（6月より9月までの佐賀

表8-1 佐賀平地の用水の需要と供給の概表

需 要	農業用水	33000	300km <sup>2</sup> ×110日×10mm
	工業用水	2000	
	計	35000	
供	天水(降雨)	13500	百己流域 6月～9月降雨量750mm×0.6
	ため池	1800	570ヶ所
	北山ダム	4400	容量2200万ton×2回
	河川取水	4600	嘉瀬川(北山ダムを除く)六角川その他
	クリーク	4000	18km <sup>2</sup> 利用水深1.1M
	筑後川取水	2400	取水ひもん40ヶ所、大潮時取水
給	地下水	2000	白石平野160ヶ所、佐賀平野50ヶ所
	計	32700	

(単位:万ton)不足2300万ton

の降雨量500mm程度)でも水田耕作は大した干害を受けなかった。これは後述するように嘉瀬川水源流域の水が有効にクリークに供給されて利用されたことによると思われる。

この地域の利水対策の検討事項としては

- 1) 今後の用水需要の伸びをいくらにおさえるか。
- 2) 不足分を筑後川水源用水に求めるわけであるが、白石、佐賀の地下水揚水をどうやって漸減して行くか。
- 3) クリーク・ため池のような古い施設をどう管理して行くか。
- 4) 山すそ地帯の傾斜地における果樹園などの伸びによる用水増に特別に対処する仕方は何か。

等の問題がある。

### 4. クリークの利水機能と治水機能

佐賀平野の内水害を考える上において、クリークの存在は重要な鍵であって、これの存否は重大な影響を生ずるものである。地元においてもクリークを将来どうするかということが最大関心事となっている。本研究において農業土木試験場および防災センターの現地調査や実験によって、本庄江流域の小試験地区（面積4km<sup>2</sup>）の範囲において、降雨時のハイドロ、クリークの水路特性、水門を隔てて本庄江川につながる幹川クリーク内の流れ性状などが明らかにされたが、クリーク地帯全域にわたる利水、治水機能の検討までは触れていないので、この部分をここで補足することとし、農業用水貯水池としてのすぐれた性能および強雨時の洪水調節池としての性能、殊に地帯を水受堤によって小区域に分けて内水を湛水させる方式をとることによって、ほとんど自然排水方式で内水

処理を行ない得ていることを述べたい。

4.1 クリークの利水機能

6月から9月末までのかんがい期間内におけるクリークの利水機能を調べるため昭和33年以降の渇水年の雨量と北山ダム放流量、嘉瀬川頭首工よりのクリークへの放流量などを調べていたが、昭和42年のひどい渇水年を迎え、佐賀大学農学部渡辺教授の協力を得て、この年の一年間の嘉瀬川土地改良区域（佐賀平野の中心部で嘉瀬川から用水補給をうける水田区域、面積11,160町歩）における旬別に区切った水収支の概数を求め主として北山ダム、嘉瀬川残流域とクリークとを含めた間の用水補給系の分析を行なった。この区域には合計941町歩の面積になるクリークがあり、それは田面より約2.5mの深さをもち、11月から5月までの非かんがい期の間は湛水は少ないが6月10日頃から農業用水源として湛水を始め、9月末まで田面より1.2m程度までは湛水をつづけることが出来るようになってきている。クリークには嘉瀬川水源の水のほか、区域の北辺の山腹から

の流入水や、南の筑後川からの淡水の一部が入って来る。図8-1に見る如く、嘉瀬川は背振山地にふところの大きい173km<sup>2</sup>の集水面積を持ちこの区域は佐賀平野と異なって、裏日本型の気候で冬は積雪、春から秋にかけ雨量が多く均等である。北山ダムは農業専用ダムとして設けられているが、この貯水は有効に働き、残流域の流水と共に嘉瀬川が平地へ出る出口の川上頭首工で土地改良区内のクリークを経て水田に給水される。クリークは佐賀平地に降った雨水をためるだけでなく、河口湖の役割を演じて嘉瀬川の放流水を丸呑みにする。そして水は適温になりクリーク周辺の水田にくり返えし農業用水を補給することになる。表8-2は昭和42年干ばつ年における嘉瀬川土地改良区における農業用水の供給について実態を調べたものである。佐賀の雨量は6月から9月まで500mm（平年の半分）にすぎず無降雨日数六十日を越えたにもかかわらず、水源地域に降った雨はまことに有効に北山ダムおよび川上頭首工に

表8-2 昭和42年干ばつ年における  
嘉瀬川よりの農業用水の供給  
(嘉瀬川土地改良区域)

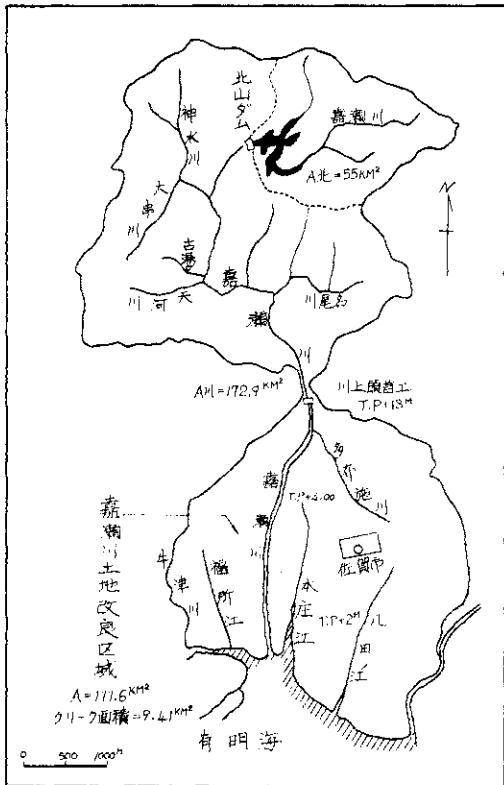
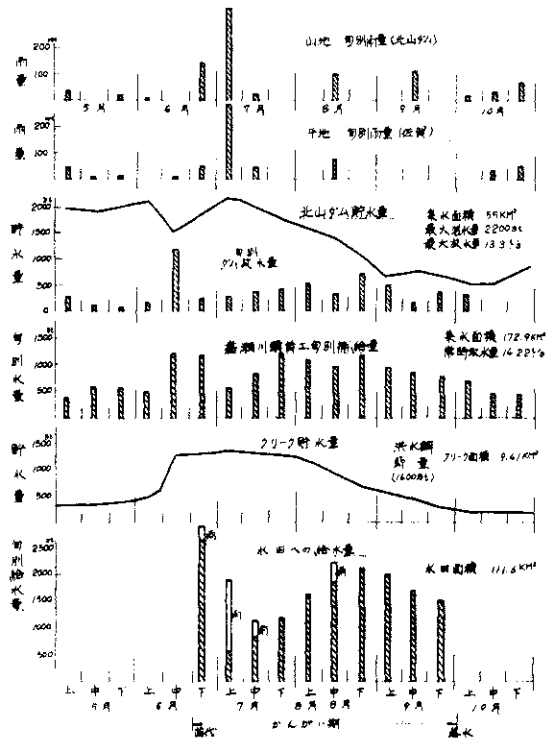


図8-1 嘉瀬川土地改良区一般図



よって捕捉され、クリークに引き入れられ、結局6月20日から9月30日までのかんがい期間中、自己流域の天水利用を含め旬平均1700万ton、感水深にして1日あたり15mmに相当する水量が補給され、干害をまぬがれたことを示している。クリークの利水機能はこのようにすぐれたものであることを強調したい。

#### 4.2 クリークの治水機能

約1km<sup>2</sup>程度の小試験地域を例とした治水機能の計算方式については、7.内水排除に関する研究で示されているのでここではクリーク地帯全般にわたる概括的な機能の考察を行うことにしよう。クリークの分布については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1）に詳しく示してあるが、分布の多い本庄江流域について考えてみる。この地域の内水の排除のあり方の特色は水受堤や、旧海岸堤防による流域分割の行なわれていることであって、地域割の一部を示せば、図8-2に示すとおりである。防禦体制は区別毎にしかれる。すなわち上下二つの区域がつながっているものもあるが、多くは遮断されていて、別個に排水ひ門を通じて（これは多く招き戸式であるが、）本庄江川又は有明海に自然排水されている。このようなクリーク地帯の治水機能を論ずる上に要件となるものは、

- i) 降雨の強さ（日雨量とその時間分布、）
- ii) 区域の面積と平均標高と地盤勾配
- iii) 区域内のクリークの面積率
- iv) 排水ひ門の断面と外潮位の変動

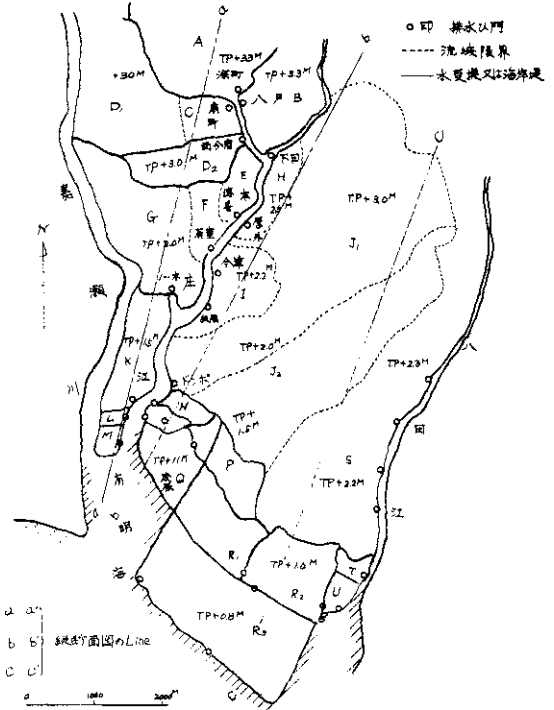


図8-2 本庄江流域内水排除区画割

i) は各区域共通であるが、ii) からiv) までは区域毎に異なるものである。図8-2及び図8-3に見るように

区域の面積は0.3km<sup>2</sup>～1.0km<sup>2</sup>

平均標高はT.P.+0.75M～T.P.+3M位まで

地盤勾配は $\frac{1}{3000} \sim \frac{1}{1200}$  平均して $\frac{1}{2000}$ 程度

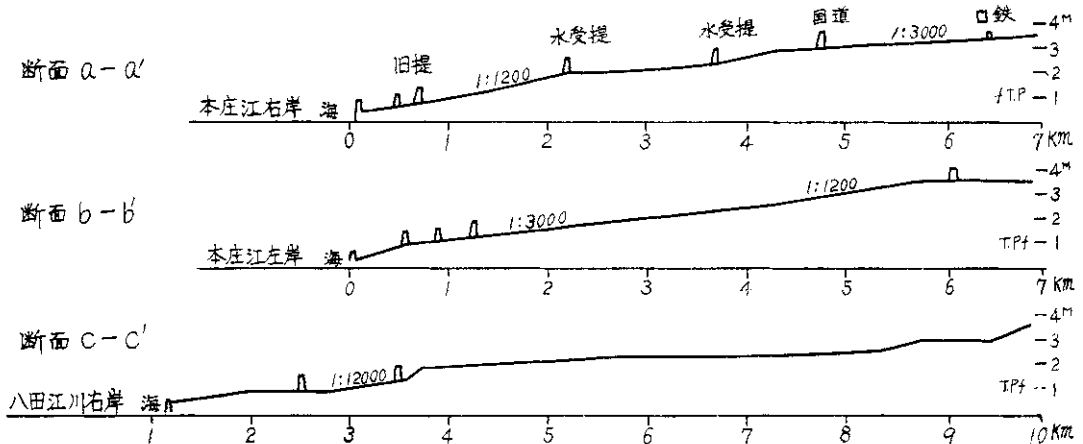


図8-3 本庄江流域縦断面図

クリークの面積率は5～12%（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2，参照）

となっている。

区画の面積が小さく勾配がゆるければ，雨水は先ずクリークにたまり，ついで全面的な田面への氾濫を起すが，面積が大きく，勾配のついているところでは，全面積への氾濫は見られず，排水ひ門を流末とするいわゆる湛水区域を限って氾濫する。そして湛水深は前の場合より大きくなる。水受堤等の小堤によって区画されている区域で小堤をと

り去ればこの変化が起きて，排水の困難をまし，機械排水を併用しなくてはならなくなる。

佐賀の雨量として，30年確率（269mm）の雨をとり，28年6月25日の降雨分布に比例して時間雨量を配分したものを考え，又本庄江の30年確率洪水をもととして外潮位を計算し，これを用いて，一ツ木ひ門流域，ドンボひ門流域について概略的な排水計算を行ったところ表8-3のような結果を得た。面積で7～8%のクリークの存在が雨量にして100mmオーダーまでの洪水調節機能を発揮し，又水受堤等による区域分割

表8-3 30年確率降雨の場合の本庄江流域内水害の概算

（佐賀日雨量269MM）

	一ツ木地区	西今宿地区の水受堤を取 り払った場合の一ツ木地区	ドンボ地区
地区面積	1.92 km <sup>2</sup>	5.91 km <sup>2</sup>	7.33 km <sup>2</sup>
湛水計算面積	0.65 km <sup>2</sup>	1.20 km <sup>2</sup>	1.90 km <sup>2</sup>
同上平均標高	T.P + 2.0m	T.P + 2.0m	T.P + 1.5m
クリーク面積率	6%	8%	7%
直前のクリークの水位	T.P + 0.6m	T.P + 0.6m	T.P + 0.5m
排水ひ門敷高	T.P - 0.33m	T.P - 0.33m	T.P - 1.34m
ひ門の巾と高さ	巾 6.4 m 高 2.26m	巾 6.4 m 高 2.26m	巾 6 m 高 2 m
本庄江外潮位（最高）	T.P + 2.8m	T.P + 2.8m	T.P + 2.6m
図面上最大湛水深	0.26m	0.52m	0.46m
氾濫継続時間	2日	3日	3日
クリークがないとしたときの最大湛水位	0.45m	1.00m	0.65m
備考	何とか自然排水だけで内水を処理出来そうであるがクリークがなければ機械排水となる。	機械排水方式をとらねばならない。	機械排水を併用する必要がある。

が内水氾濫の湛水位を小さくしていることが理解される。

##### 5. 今後の水害対策

(1) この地域は古くから自然の地形を生かして土地利用が進められており，干ばつ対策としては溜池，クリーク，筑後川の淡水の利用，水害対策としては主要河川の改修とクリークによる洪水調節，水受堤等による区域分割内水害防禦方式が行なわれている。戦後になって，農業用水の不足している白石平野で地下水の揚水を盛んにしたため，爾来かなりの地盤沈下を起こしている。又佐賀市

と江北地域では原因は多少違うが同様の沈下が始まっている。これらは内水害を激化させる心配がある。そこでこの地域が将来とも農業専用地域として残って行く場合，地域の内水害対策の根本は逆説的ない方になるが利水対策，すなわち豊富な農業用水確保（地盤沈下を伴わないような）にあると言える。この場合，新たな水源ダムによる給水や他の流域河川からの引水も結構であるが，古くからのクリークや溜池は残しておく必要がある。多少のクリークの改修，変形は許されても，この偉大な利水，治水効果をもつ施設をまっ殺し

てはならない。白石平野の地下水揚水対策として、非かんがい期の大規模注水による沈下防止策の有効性が確かめられれば利用価値はあろう。

(2) 内水排除の方式としては、すでに筑後川流域では確定的に機械排水方式が用いられており、六角川流域では建設省の計画で本川河口部に防潮水門を設け、緩流蛇行の本川の湛水位を一定に保ち、沿川地域からは機械排水によって内水害を軽減する計画が進んでおり、これは合理的であると考えられる。嘉瀬川流域や白石平野および干拓造成地では、自然排水方式を主とするが、地盤の標高と集水の程度によっては、機械排水方式の併用を必要とするところが出て来る。本庄江流域等で水受堤によって流域排水分割を行なっているが、これは自然排水を守り抜くための必須条件であって、このような区画を取り除けば、標高の低い土

地に雨水の流出が集中し、そこでは機械排水方式を採用せねばならなくなろう。又佐賀江川の湛水機能については不明な点が多いので、今後の研究にまつところが多い。

(3) 将来の有明海の干拓に伴い、一つは河口地点の前進により、潮汐の遡上、河川の疏通能力、河口推砂等に大きな影響をもってくるし、一つは有明海の締切りでも行なえば湾内の潮位の変動の幅が減って、現在の干潮時の自然排水のようなことが困難となって、沿岸全域の内水方式の再検討を迫ることになるし、いづれにしても慎重な検討を必要とする。

(4) 将来北岸低地の水害問題、土地利用問題の検討にあたって、国土地理院がおもになって作製した有明海北岸低地水害地形分類図などは大いに活用されてよいものであると考える。