

嘉瀬川と緑川における伝統的治水技術の比較研究

A Comparative Study on Traditional Flood Control Technology
between the Kase River and Midori River

大串 浩一郎*・黒岩 政秋**・白木 良幸***

By Koichiro OHGUSHI, Masaaki KUROIWA and Yoshiyuki SHIRAKI

佐賀平野の嘉瀬川流域には、江戸時代初期に成富兵庫らによる本格的な治水事業が行われた。流域には治水施設群が随所に存在しており、その治水施設群の連携による流域全体のシステムとしての独創的な治水技術が徐々に解明されようとしている。一方、熊本平野でも戦国時代末期から江戸時代初頭にかけて加藤清正らによる本格的な治水が始まった。これらの伝統的治水技術の解明は、歴史的価値の評価だけに止まらず、今後の我が国における流域管理においても十分に参考になると考えられる。本研究では、嘉瀬川と緑川という2つの河川流域に着目し、成富兵庫と加藤清正の伝統的治水技術の比較検討を行った。

1. はじめに

佐賀平野の嘉瀬川流域には、江戸時代初期に成富兵庫らによる本格的な治水事業が行われたとされている。流域には、堤内・堤外遊水地、水害防備林、野越、水受堤などの治水施設群が随所に存在していた。そして、その治水施設群の連携による流域全体のシステムとしての独創的な治水技術が徐々に解明されようとしている¹⁾。

一方、熊本平野の菊池川、白川、緑川、球磨川流域などでも戦国時代末期から江戸時代初頭にかけて加藤清正らによる本格的な治水が始まったと言われている。清正是入国以来、藩内の河川改修や新田開発に取り組み国力の確保に成功した。

嘉瀬川、緑川のように戦国時代から江戸時代にかけて肥前の成富兵庫、肥後の加藤清正に加え、甲州の武田信玄、越中の佐々成政、関東の伊奈忠次などの手によって各地で大規模な治水事業が行われている。これらの治水は土地を有効に活用しており、その伝統的治水技術の解明は、歴史的価値の評価だけに止まらず、現在の日本において求められる治水対策においても十分に参考になると考えられる。これは、河川審議会により平成12年1月に「川における伝統技術の活用はいかにあるべきか」に関する答申²⁾、同年12月に「流域での対応を含む効果的な治水の在り方」に関する中間答申³⁾がなされ、河川の状況や流域の特性に配慮し、土地利用との関係をさらに検討し、今後、全ての河川で流域対策を検討するということが述べられている。

本研究では、嘉瀬川と緑川という2つの河川流域に着目し、成富兵庫と加藤清正の伝統的治水技術の比較検討を行った。

2. 対象河川概要と近世初頭の治水事業

(1) 緑川

緑川は、熊本県上益城郡山都町三方山を水源として熊本平野を流下する幹線流路延長76kmの一級河川である。山間部で支川を合流しながら西進し、津留川合流後、流路を北西に向け谷底平野を流下し、御船川合流後に再び流路を西に向け氾濫平野に流れ出て、更に下流で加勢川、浜戸川、天明新川を合流し有明海に注ぐ。緑川の流域面積は1,100km²（山地・丘陵地が約70%、平地約30%）、流域内人口は約52万人である。また、城南地点（河口から13.4km）での基本高水流量は5,300m³/sであり、上流の緑川ダムによる調節量が1,100m³/sとなっている。支川の御船川、加勢川、浜戸川の基本高水流量は、それぞれ1,200 m³/s、1,100 m³/s、600 m³/sである。

緑川の歴史をさかのぼれば、山間部を抜け平野部に入ると蛇行を繰り返していたことが肥後の国絵図（「慶長国絵図」と「正保国絵図」）の比較より分かっている⁴⁾。さらに、有明海の潮の影響を受けていたことから、緑川はたびたび氾濫を起こし、下流域は沼地化が進んで被害が拡大していたことが想像される。戦国時代から江戸時代にかけての緑川を治めた大名は、佐々成政、小西行長、加藤清正・忠広、細川家と短期間で幾度となく変遷しているが、肥後国絵図の比較より緑川の改修（直線化や河川付替）は加藤家統治時代であると考えられており、肥後全土を拝領以降、加藤清正は緑川流域の各地で治水・利水事業を行ったと考えられる。緑川流域における各治水・利水遺構の分布を現況平面図、緑川川絵図⁵⁾、地形図（1926年（大正15年）、1967年（昭和42年））、空中写真（1948年（昭和23年））等より推定したものを図-1に示す。

次に、加藤清正による緑川における治水事業の代表的なものについて以下に示す。

keyword：緑川、加藤清正、治水、嘉瀬川、成富兵庫

*正会員 博士（工学） 佐賀大学准教授理工学部都市工学科
（〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1番地）

**正会員 福岡県うきは市

***正会員 佐賀県林業課

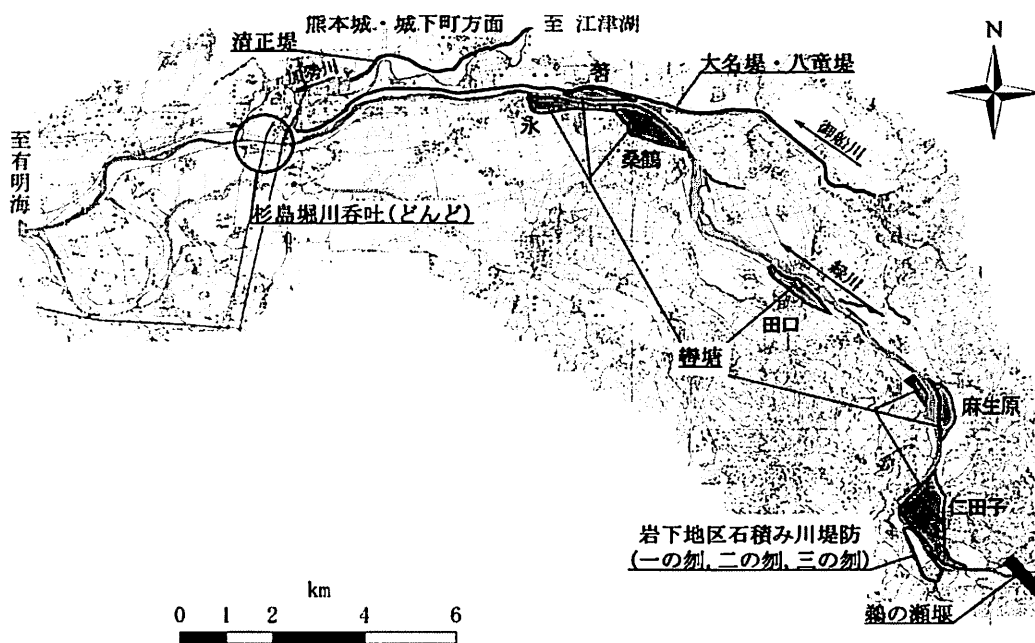


図-1 緑川の治水遺構分布図

a) 清正堤

緑川の支川である加勢川の右岸に江津湖から杉島までの10kmに渡り築いた堅固な堤防が清正堤（江津堤）である。当時、加勢川は木山川、御船川等が合流しており、辺り一帯は出水と氾濫を繰り返し、さらには有明海からの海水が遡上しており、耕地化が困難であった。築堤以降は加勢川右岸域への氾濫水及び海水の流入を阻止し、右岸域を広大な田畑としたとされている。

清正堤を普請する頃に清正は熊本全土を拝領することになったが、構想は引き継がれ、加勢川は右岸のみに築堤されている。これは、御船川の付替えや緑川本川右岸の大名堤との兼ね合い、加勢川左岸側で取って洪水を貯める形をとったからだと考えられる。加勢川は近年まで左岸に堤防がない状態を残していた。

b) 御船川付替え・大名堤

御船川はもともと矢形川を経由し加勢川に流れ込んでいたが、加勢川が前述のように治水対策を求められていたため、清正堤と併せて、加勢川の流量を減らすことを目的として御船川を緑川へと付替え、加勢川の河川改修を行った。御船川のために新川を掘削し、緑川と合流する現在の流路となったが、新川掘削にあたり御船川右岸に堅固な堤防を築いた。これが八竜堤である。左岸側は河岸段丘の崖面に沿っていることから築堤は行っていないと考えられる。

清正は、新しい合流点から八竜堤に引き続き緑川右岸に8kmに渡り大名堤と呼ばれる強固な堤防を築いている。この大名堤は出水時に左岸無堤の加勢川から溢れ出した洪水流の緑川本川への流入を回避することと、緑川から加勢川への洪水の流入を防ぐことを目的にしていたと考えられる。加勢川において左岸は無堤状態であるが、これは出水時に取って溢れさ

せ、大名堤との間で遊水させる形をとっていたと考えられる。

c) 櫓塘

櫓塘（くつわども）は、河川の一部区間を大きく拡幅させ、異常洪水時にはこの拡幅部に堤外遊水地としての機能を持たせるものであり、清正が施した独特の洪水制御機能である。その後、櫓塘は肥後の伝統的河川工法として受け継がれ、肥後の河川に対して一般的に用いられる事となった。

櫓塘は、武田信玄による信玄堤や北陸河川等によく見られる霞堤に類似し二重堤部分が存在しており、不連続堤部分または低い堤塘、脆く作られた部分の棒塘（ぼうども）から洪水時には取って浸水させ、遊水地に滞留させ、ピーク後に河道に戻す機能を持っていた。しかし、櫓塘は霞堤とは違い、不連続堤の枝塘（えだども）を高い連続堤の本堤（本塘：ほんども）で取り囲み、堤外遊水地の機能を持たせたものである。

最も代表的な櫓塘として緑川と御船川の合流直下に築堤された桑鶴の櫓塘がある。ここでの桑鶴の櫓塘とは合流後に設けられた3つの櫓塘の総称であり、本研究では永（えい）、著（めど）、桑鶴（くわづる）の櫓塘と分けて呼ぶこととした（図-1参照）。清正は永、著、桑鶴の3つの櫓塘を緑川・御船川の新しい合流点の負担を軽減させる為に築いたとされる。この3つの櫓塘（永、著、桑鶴）は模型実験による機能評価の結果、その機能は櫓塘内の遊水地における洪水流量の低減（遊水効果）ではなく、洪水流を遊水地で減勢させることにあり、越流時の破堤氾濫を回避するための装置で、超過洪水対策であることが指摘されている⁶⁾。

(2) 嘉瀬川

嘉瀬川は佐賀平野を流下する幹線流路延長57kmの一級河川であり、佐賀県佐賀市三瀬村背振山系を水源としている。山

間部で支川と合流した後に官人橋付近から扇状地地帯を南へ流下し、川上頭首工で右岸左岸の農業用水路に取水された後、大井手堰によって堰き上げられ、石井樋で多布施川と分かれる。その余水が本川へと戻り南西に流下する。さらに下流で祇園川と合流した後、流路を南に変えて有明海に注ぐ。嘉瀬川の水源である背振山地は花崗岩からなり、嘉瀬川に多くの土砂を供給している。その為、嘉瀬川は天井河川化が進み、利水の面では便利だが、治水においては困難な河川といえる。また、嘉瀬川が流入する有明海湾奥部は干満の差が我が国最大で、嘉瀬川は潮汐による影響を大きく受け、ますます治水を難しくしている。

嘉瀬川の流域面積は368km²（山地40%、平地60%）、流域内人口は13万人である。また、官人橋地点（河口から16.6km）での基本高水流量は3400m³/sであり、嘉瀬川ダムによる調節量が900 m³/sとなっている。祇園川の基本高水流量は400 m³/sである。

嘉瀬川の歴史を振り返れば、この流域では藩政時代から成富兵庫らによる流域治水対策がとられていた⁷⁾。すなわち、河道だけでは洪水処理を行わず、堤内の田畑を積極的に遊水地として利用し河道の負荷を軽減させ、さらに浸水する田畑には地租の減税措置をとり流域全体で洪水を許容した減災対策である。嘉瀬川周辺の河川網は非常にユニークな形をしている。これらの河川群の多くは藩政時代に瀬替されたとされる。これらの河川群の堤防には野越（越流堤）が設けられており、堤内地側の水受堤・遊水地・水害防備林と連動して河道内の流量を軽減していた。また、上流からの洪水を堤内の田畑に滞留させることで客土として利用するという非常に巧みな機能も持っていた。嘉瀬川の治水遺構の分布図を図-2に示す。

3. 緑川における1次元水理解析

緑川において伝統的治水遺構を踏まえた一次元解析を行った。その結果を用いて伝統的治水技術が流況に及ぼす影響に関して考察を行った。

緑川に加藤清正による代表的な伝統的治水技術として轆塘を考察する。轆塘は川の一部区間を拡幅したものであり、いわゆる堤外遊水地である。轆塘は御船川の合流点より上流部に複数存在していた⁷⁾。現在は殆どが河川改修により失われているが、古地図などを元に轆塘を6箇所限定してGISを用い

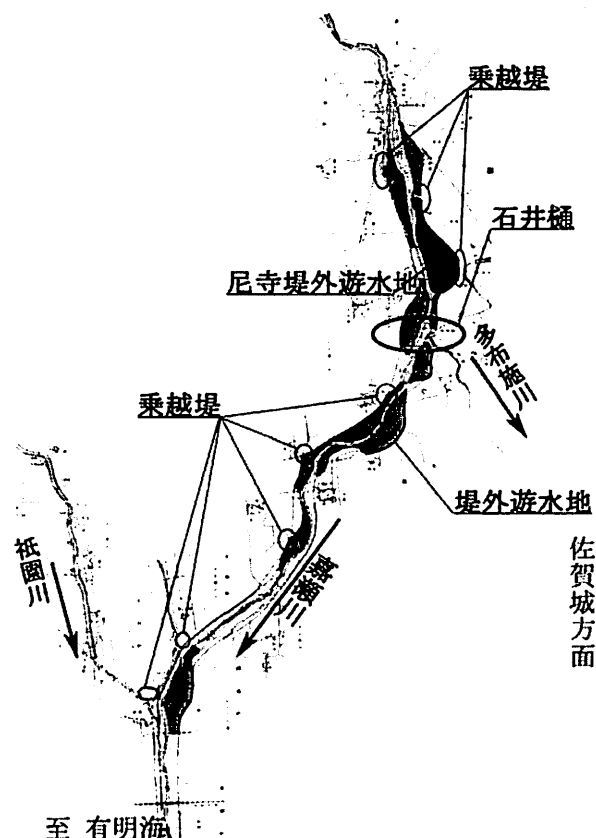


図-2 嘉瀬川の治水遺構分布図

て復元した。また、それらの轆塘を本研究では下流側から「永」、「著」、「桑鶴」、「田口」、「麻生原（あそうばる）」、「仁田子（にたご）」と称することにする。表-1にその概要を、図-1に再現した轆塘の分布図を示す。

以上のようにして過去の轆塘を再現した緑川に対して、河川管理統合解析ソフトCTI-MIKE11による1次元水理解析を行った。解析対象区間を本川では河口より0.0km～27km区間、支川の加勢川では本川との合流点より0.0km～11.3km区間、御船川では本川との合流点より0.0km～5.4km区間とした。非定常水理解析を行うため、境界条件は実測データを用い、上流端に流量、下流端に水位を与えた。実測データは各観測所での平成2年7月2日（12:00～23:00）のデータを用い、図-3に各観測所での流量および水位ハイドログラフを示す。また、モデル洪水として、計画高水流量をもとに平成2年7月2日の

表-1 緑川の轆塘の概要

轆塘名	位置(km)	面積 (ha)
① 永	左岸：12.4～14.0	35.66
② 著	右岸：13.2～14.4	20.97
③ 桑鶴	左岸：14.0～16.0	61.52
④ 田口	左岸：19.0～20.4	30.09
⑤ 麻生原	左岸：22.4～23.4	9.71
	右岸：22.8～24.0	29.20
⑥ 仁田子	右岸：24.8～27.4	100.8

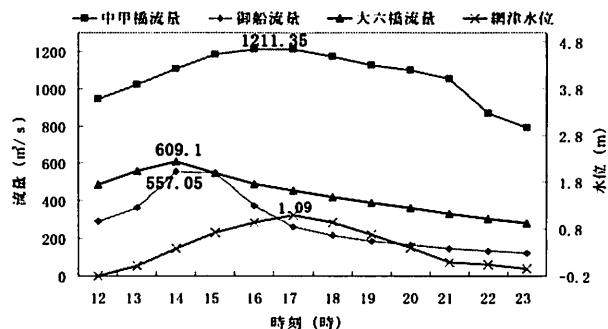


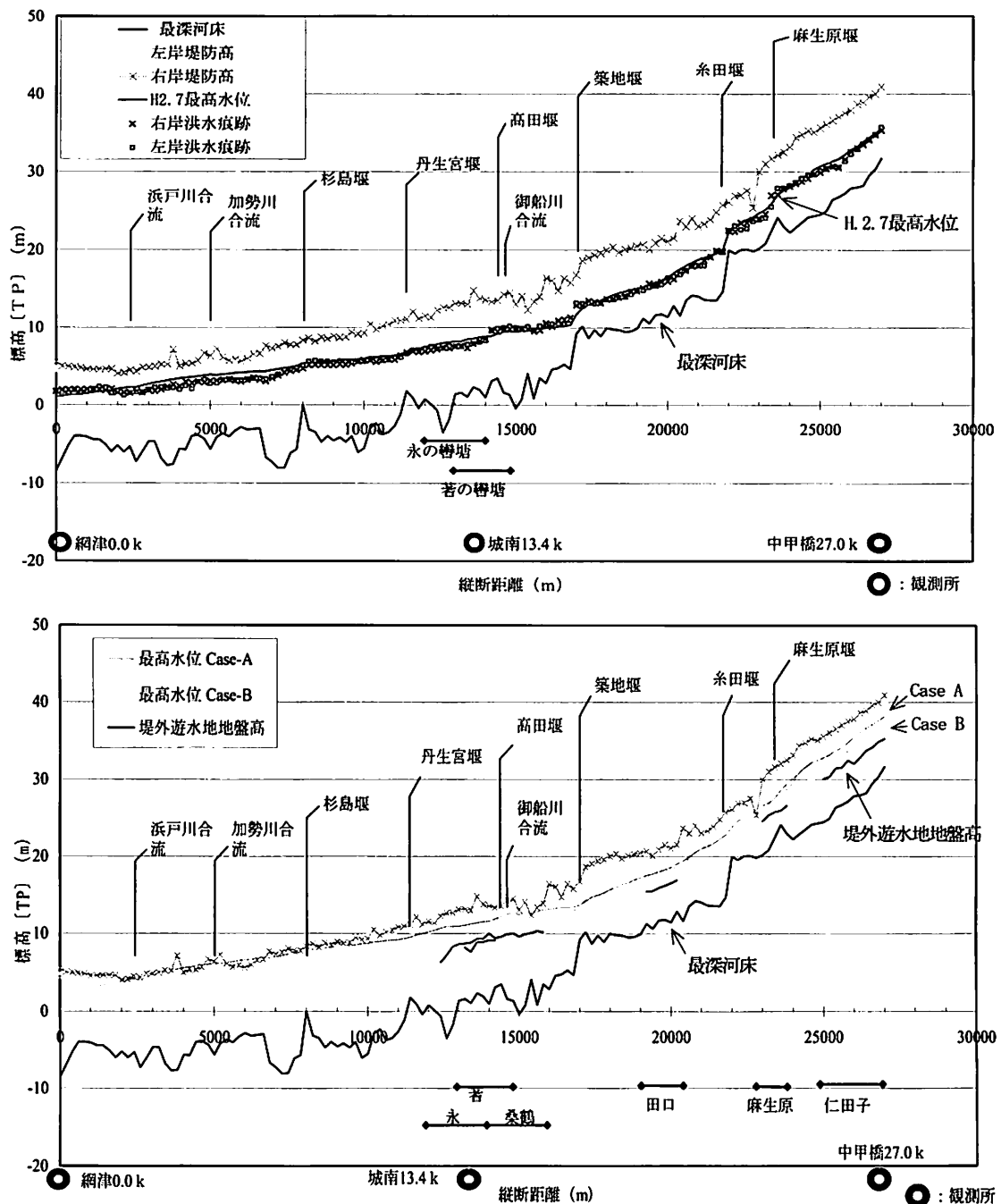
図-3 流量・水位ハイドログラフ (H2.7.2)

データを引き伸ばした流量ハイドログラフおよび計画高水位を与えた。

1次元水理解析は現況河川と復元した轡塘を有する河川に対して行った。現況でも永・著の轡塘は存在しているので、現況の永・著の轡塘が存在する状態における1次元水理解析を行った場合をcase Aとし、再現した轡塘が全て存在する場合をcase Bとして解析を行い比較検証した。なお、轡塘復元における拡幅部の堤防高は現況の堤防高と同じと仮定して解析した。さらに、轡塘内の枝塘に関しては1次元水理解析では簡単のため考慮しないものとした。また、轡塘を設けた理由

に御船川の付替えが関係していることが考えられることから、御船川付替え前の河川も再現し解析した。

一方、嘉瀬川では、祇園川合流地点より上流には複数の堤外遊水地が存在している。石井樋（河口より13.4km地点）上流の尼寺における左岸堤外遊水地および竹林の効果については既往の研究において、1次元および2次元水理解析が行われている^{8)・9)}。本研究では、この結果を参考にすることとし、緑川における堤外遊水地の機能、役割、目的等を比較し、その特殊性を考察した。



図－4 (a) 計算水位及び洪水痕跡高 (H2.7.2 13:00~23:00) (上图), (b) 縦断水位及び堤外遊水地地盤高 (モデル洪水) (下图)

1 次元水理解析の計算モデルの検証として、平成2年7月2日（12:00～23:00）の洪水流を再現し結果について示す。図－4（a）は、得られた最大水位と平成2年7月実測の洪水痕跡高を比較したものである。再現された洪水の最高水位と洪水痕跡高はほぼ一致する結果となり、平成2年7月2日の洪水は良好に再現された。

今回用いたモデル洪水は、計画高水流量をもとに作成したものであるが、図－4（b）に示すように、上流、中流域の一部分では堤防高を越えている。これは河川が河岸段丘に沿って流下し崖と接している区間であり、その他の区間は充分に流下可能な水位である。下流域においては未改修区間もあることより越水する箇所も見られた。

また、同図によれば、最高水位が礮塘の堤外遊水地高を越え、堤外遊水地に洪水流が流入しており、礮塘が機能を発揮しているケースであると考えられる。したがって、モデル洪水時に対して礮塘の機能評価を行った。水位低下については、川幅の拡大により河積が大きくなることにより、case Bにおいては河道全体での平均18cm程度の水位低下があった。また、流速については、case A、case Bを比較すると、表－2のように礮塘の区間において堤外遊水地による流速の減少が顕著にみられた。これは、case Bにおける川幅の拡大によって横断面積が大きくなったことが主な要因である。

表－2 礮塘による流速の変化（モデル洪水）

礮塘（面積 [ha]）	平均流速（m/s）		差
	case B	case A	
桑鶴（61.52）	2.591	1.467	-1.124
田口（30.09）	3.009	2.160	-0.850
麻生原（38.91）	3.673	2.583	-1.090
仁田子（100.80）	4.338	1.976	-2.362

一方、下流の緑川の基準点となっている城南地点において、流量ハイドログラフ及び水位ハイドログラフを比較した所、最高水位は6cm程度の低下に留まり、最大流量の低減量は65.9m³/sしかなかった。礮塘部における流速の低減により約15分の洪水流伝播の遅延効果が現れ、御船川合流地点においてピーク流量のカットがみられたと考えられる。しかし、その量は最大流量の1.6%程度でしかなく十分な効果は得られない。

また、礮塘の設置と同時期に御船川の付替えが行われており、御船川付替え前、御船川付け替え後、礮塘設置後の縦断水位図の比較を行った。御船川の合流による水位への影響は上流側の河口から17km地点付近まで見られた。御船川の付替えによって合流点の水位は50cm程度上昇している。その後、礮塘を設置したと考えると桑鶴の礮塘による水位の低下もまた上流側の17km地点付近まで影響が見られる。この礮塘の設置に伴う水位の低下は50cm程度みられ、桑鶴の礮塘には御船川付替え後に御船川付替え前の水位まで低下させる効果があ

ると考えられる。しかし、中流域で複数の礮塘を設けたことによる影響を確認することはできなかった。そのため、御船川の付替えによる影響を軽減するために礮塘を設置したとは言い切れない結果となった。

4. 嘉瀬川における水理解析結果との比較

池田らによる嘉瀬川における尼寺の堤外遊水地に関する水理解析の結果^{8) 9)}を踏まえ、礮塘に対する1次元水理解析の結果を考察した。

（1）縦断水位について

緑川の礮塘と嘉瀬川の尼寺堤外遊水地において同様の水位低下が確認できた。これは川幅の拡大による河積の増加による所が大きい。また、堤外遊水地を複数設けることで河川全体で水位低下が現れると予想され、破堤防止につながる効果があると考えられる。

（2）流速について

礮塘部分において平均流速を1/3～1/2に抑える効果が得られ、洪水の減勢効果が各所で見られた。同様に尼寺の堤外遊水地においても堤外遊水地によって流速が低下することが分かっており、これは川幅の拡大による横断面積増加が主な要因である。このことから堤外遊水地の設置目的は洪水の減勢であり、配置からも治水上弱点となる湾曲部、合流点、河川横断構造物などを守るために設置されたと考えられる。

（3）流量ハイドログラフについて

嘉瀬川における水理解析結果と同様、緑川でも洪水のピーク流量カット、洪水伝播の遅延効果は、多少認められるが大きな効果は望めない結果を得た。また、嘉瀬川の堤外遊水地に関する水理解析では前堤（礮塘と言う枝塘）の効果について検証されており、前堤によって低水路から堤外遊水地に流入する流量が減少し、逆に堤外遊水地から低水路へと流出する流量が減少する事が分かっている。その考えを適用すると、礮塘は枝塘によって堤外遊水地全体を水が入りにくく、出にくい構造にし、貯留効果を高めていたと考えられる。したがって引き続き礮塘においてもより高度な流れの解析が必要であろう。

（4）その他

さらに、嘉瀬川では、尼寺堤外遊水地は礮塘と比べ多くの竹林が繁茂しており、この竹林によって流速低下、水位上昇がみられ、堤外遊水地から堤内遊水地にゆっくり水を誘導する役割も兼ねていたと予想される。堤内遊水地は緑川でも谷底平野に属する中流域で多く用いられているが、その導水方法は、無堤区間からの流出と霞堤によるものであったと考えられ、堤外遊水地による導水は成富兵庫独特の工夫であると思われる。

5. 嘉瀬川と緑川における伝統的治水技術の比較検討

加藤清正は、緑川で治水を行うにあたり、御船川に代表されるように河川の付替えを行ったとされる。そして、新たな合流点の上流部に複数の礮堤、堤内遊水地、霞堤を設け、洪水を分散させ、下流への影響を軽減していたと考えられる。このような流域全体での治水は嘉瀬川でも見られる。石井樋によって新たに流路を南西に取り、祇園川との合流点より上流域に複数の堤内・堤外遊水地を設置して洪水を分散させている。祇園川の合流点もまた河川付替えによって新しく作られたものであり、さらに嘉瀬川流域が特異な低平地であるため、緑川以上に難しい治水が強いられたいと思われる。表－3に両河川の伝統的治水をまとめた。

表－3 緑川と嘉瀬川の治水の比較

	緑川	嘉瀬川
主な治水事業	築堤、河川付替え 堤内・堤外遊水地 霞堤、捷水路	河川付替え 堤内・堤外遊水地 乗越堤、水受堤、放水路
治水目的	熊本城下を守る 川尻（港）を守る 弱い箇所を守る	佐賀城下を守る デルタ地帯の開発を可能にする リスクを分散して減災

加藤清正と成富兵庫は、戦国乱世を通じ、立場は清正が上であれども親交があった事が窺い知れ、二人の親交には多くの逸話¹⁰⁾、¹¹⁾が残るほど厚いものであったと考えられる。この親交は戦国時代を終えても続いていたと考えられており、兵庫は熊本をたびたび視察に訪れていた可能性もある。両者が治水を本格的に行った時期を調べると、清正は1600～1610年、兵庫は1610～1625年であると推測される。清正が本格的に治水を行った10年近くの間、兵庫は江戸城築城命令及び水路整備で江戸を訪れることはあったとしても経歴上の空白の期間が見て取れる。熊本城の築城において兵庫は清正の片腕となり協力したとされていることから、この期間に熊本における治水技術を継承していたと考えても不自然ではない。熊本での治水が一通り完成を迎えると、兵庫はそれに応じるように佐賀において治水事業を展開している。

加藤清正の治水技術のルーツは佐々成政を経由して武田信玄であると考えられる¹¹⁾。この治水の技術は脈々と独自の発展を遂げ、ついに成富兵庫に引き継がれ、さらに磨きがかかった集大成が佐賀平野に集積されていると考えられる。

6. 結論

本研究では加藤清正・成富兵庫の伝統的治水技術に着目し、文献調査及び実地踏査を行い両者の関係性を考察した。また、緑川に対し、礮堤を考慮して1次元水理解析を行い、既往の嘉瀬川堤外遊水地に関する水理解析結果との比較を行った。

その結果、以下の事が明らかになった。

- (1) 清正・兵庫の治水技術は、流域において1つ1つが独立した施設ではなく、一連した治水構想の下で用いられ、それらが相成って機能的に作用している。
- (2) 礮堤の機能の一部が明らかになった。a) 礮堤でのピーク流量カット、洪水伝播の遅延効果は多少認められるが大きな効果望めない。b) 礮堤では流速の低減効果があり、1/2から1/3に抑える効果がある。洪水の減勢効果が望める。c) 礮堤は河川の地水上弱点となる湾曲部や合流点、河川横断構造物を守るために設置された。
- (3) 嘉瀬川の流域治水は緑川の治水を参考にし、新たな知恵を加え、流域の特性に応じ発展した治水技術を用いている。

謝辞：緑川流域をご案内いただき、貴重な資料をご提供いただいた国土交通省熊本河川国道事務所、国土交通省武雄河川事務所ならびに長井勲氏に深く感謝申し上げます。また、現地調査などで貴重なアドバイスをいただいた岸原信義先生に深甚なる謝意を表する。

参考文献：

- 1) 岸原信義：藩政時代における「流域治水」の発掘・復元とその現代的活用に関する研究、大串浩一郎編、「佐賀平野における伝統的治水技術と地域計画との連携ならびに河川・水路を活用した水辺環境形成の方策に関する研究」、平成16年度～18年度流域管理と地域計画の連携方策に関する共同研究成果報告書、2007。
- 2) 河川審議会：「流域での対応を含む効果的な治水の在り方」、河川審議会中間答申、2000。
- 3) 河川審議会：「川における伝統的技術の活用はいかにあるべきか」－生活・文化を含めた河川伝統の継承と発展－、河川審議会答申、2000。
- 4) 長井勲：現代に残る清正の治水遺構、谷川健一編、「加藤清正 築城と治水」、富山房インターナショナル、2006。
- 5) 熊本県立図書館蔵：緑川川絵図、天保9年、1839。
- 6) 大本照憲・矢北孝一：加藤清正による洪水制御法「礮堤」について－浜戸川島田地先を事例として－、土木史研究、21、137-145、2001。
- 7) 大本照憲：肥後の伝統的河川工法「礮堤」について、谷川健一編、「加藤清正 築城と治水」、富山房インターナショナル、2006。
- 8) 池田幸太郎：一般曲線座標系を用いた嘉瀬川尼寺堤外遊水地における流れの解析、平成15年度佐賀大学工学部卒業研究、2003。
- 9) 池田幸太郎：現地調査と流れの数値解析に基づく嘉瀬川流域の治水に関する研究、平成17年度佐賀大学大学院工学系研究科修士論文、2005。
- 10) 日野一雄・高場秀光：成富兵庫茂安－その武略と民政－、佐賀県教育図書、1988。
- 11) 竹林征三：「治水の神様」の系譜－信玄・清正そして成富兵庫－、谷川健一編、「加藤清正 築城と治水」、富山房インターナショナル、2006。