

筑後川の旧蛇行部と支川流入による 治水と利水への効果の検討

EXAMINATION OF THE EFFECTS OF FLOOD CONTROL AND WATER UTILIZATION USING OLD MEANDERING PART OF CHIKUGO RIVER AND INFLOWING TRIBUTARIES

川原 航¹・大串 浩一郎²・森田 俊博³

Wataru KAWAHARA, Koichiro OHGUSHI and Toshihiro MORITA

¹学生会員 佐賀大学大学院 工学系研究科都市工学専攻 (〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1)

²正会員 博士(工学) 佐賀大学 都市工学科(同上)

³正会員 一般社団法人北部九州河川利用協会 (〒839-0801 福岡県久留米市宮ノ陣3-8-8)

Chikugo River has a catchment area of 2,860km², a trunk length of 143km, and a tidal reach of 23km. In Chikugo River basin, damages due to floods frequently occurred. As a result, many cut-off channels were constructed to increase the capacity of flow rate of Chikugo River. After constructions of these cut-off channels, the old meandering waterways are still existing. Moreover, inflowing tributaries to the old meandering part of Chikugo River are not flowing into Chikugo River directly but they are once flowing into the old meandering waterway of Chikugo River.

In this study, we conducted a one-dimensional unsteady flow analysis and a two-dimensional inundation analysis in the downstream basin of Chikugo River including the old meandering waterway of Chikugo River and inflowing tributaries to clarify their functions with respect to the flood control and water utilization.

Key Words : Chikugo River, meandering, tributaries, cut-off channel, flood control, fresh water intake

1. はじめに

筑後川は、熊本県、大分県、福岡県、佐賀県の4県を流下し、有明海に注ぐ九州最大の一級河川であり、流域面積2,860km²、幹川流路延長143km、感潮区間23kmとなっている。筑後川では大雨による洪水氾濫被害の頻発のため、洪水疎通能力向上を図る目的で複数の捷水路が藩政時代以降造られた^{1), 2), 3)}。しかし捷水路が造られた後も筑後川の旧蛇行部は残され、さらに旧蛇行部へ流入していた支川群も一度旧蛇行部を経由して筑後川へ流入している。

筑後川の右岸16km地点付近に流下している井柳川、切通川並びに寒水川は慶長年間(1596年～1614年)にはそれぞれ筑後川本川へ直接流入していたことが慶長肥前国絵図より分かっている。しかし、正保年間(1644年～1647年)の絵図では、寒水川が南下して直接筑後川へ流入していた流路が無くなり、南西へと伸び旧蛇行部へ合

流し、井柳川も切通川の下流に合流するように瀬替されている⁴⁾。

佐賀平野では多くの河川が標高5m付近で合流している。この地点より下流側はデルタ地帯であり、我が国最大の潮位差を有する有明海の潮汐の影響が及ぶ。また、筑後川が平野部では標高の最も低いところを流下していることより、平野の一番低い所を水が流れ、水の利用が困難な地域である⁵⁾。そのため、有明海の干満の差を利用して古くからアオ取水が行われてきた。アオ(淡水)とは河川上流から流れてくる淡水であり、有明海の海水の方の比重が大きいため海水が淡水の下に潜り、河川水が持ち上げられる形となる。そこで、有明海の満潮前後に筑後川下流域の河川や水路から井樋やポンプによって淡水を取水し農業用水として利用していた。これがアオ取水である。アオ取水は1984年の筑後大堰完成により管理が一元化されたことで利用が終わりを告げた^{6), 7)}。

また、この地域でも明治以降に鉄道や道路が整備されるまでの物資の大量輸送には舟が利用された^{8), 9)}。筑後

川に流入する東西に流れる佐賀江川では、有明海から筑後川を通り、そこから佐賀江川・十間堀川を通じて佐賀城内に舟運によって物資が運び込まれていた。筑後川沿川には多くの渡し船が行き来していた。有明海の干満の差は我が国最大で住之江で約 5～6m を誇り、これによって周辺のつながった河川や水路では潮の影響を受けるために舟運においても課題があったのではないと思われる。

このように流入支川が大曲を経由して流入する形態は筑後川下流域で多く見られる。しかし、旧蛇行部を残して支川をこれに合流させるシステムの目的や効果はよく分かっていない¹⁰⁾。

そこで本研究では、筑後川右岸 16km の旧蛇行部とその流入支川を対象に、旧蛇行部への支川流入による治水と利水の効果について 1 次元不定流解析ならびに 2 次元氾濫解析により検討することを目的として研究を行った。

2. 筑後川下流域の1次元不定流解析と2次元氾濫

解析

本研究では、筑後川旧蛇行部（以下、大曲と呼ぶこととする）を含めた筑後川下流域の1次元不定流解析と2次元氾濫解析を行った。解析期間は2007年6月20日から7月31日までの間である。この期間中、出水期間である7月上旬に着目し検討を行った。2007年は、10年に1度の発生頻度の大きな洪水が発生した年である。大曲区間（ α - β 間、青線部分）及び対象河川を図-1に示す。井柳川が切通川に合流する地点における満潮、下げ潮、干潮、上げ潮の4つの時刻に着目し、その時刻で大曲及び支川の水理に関する相互作用を検討した。大曲区間及び解析対象河川、境界地点を図中に示す。解析に用いた河床地形データは、国土交通省筑後川河川事務所及び佐賀県河川砂防課の測量データに基づき作成した。計算断面は200m 間隔、タイムステップを1秒、マンニングの粗度係数を筑後川、早津江川、諸富川で0.020、その他の中小河川で0.032と設定した。

解析で比較したケースを図-2に示す。大曲の治水と利水の効果を検討するため、治水に関しては大曲の有無による河川堤防からの最大越流水深や越流量、越流範囲に、利水に関しては満潮時や干潮時の支川の水位に着目して比較した。特に、比較対象として開平江川（図-2中のZ- β 間）に着目した。ケースA（図-2の左図）は現状の流路、ケースB（図-2の右図）では大曲を無くし、それぞれの支川を筑後川へ直接流入させた。

解析に用いた境界条件として、上流端の流量に筑後大堰直下の実測値を、下流端の水位に筑後川河口及び早津江川の河口水位の実測値を与えた。寒水川、切通



図-1 解析対象河川及び観測所

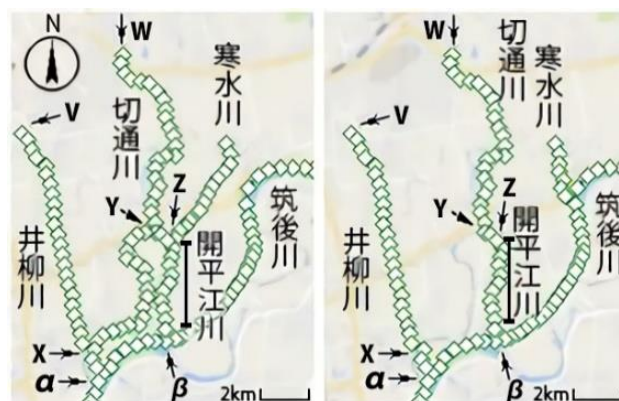
川、井柳川上流では実測水位を流量に換算した値を用いた。筑後川及び支川の境界条件に用いた流量と河口水位の高程図を図-3に示す。

3. 得られた結果と考察

(1) 治水に関する結果

a) 大曲がある場合（ケースA）

図-4に切通川-開平江川（図-2中のW-Y- β ）の縦断方向の最高水位と最低水位を示す。Y地点（図-4の2,000m付近）の最高水位は、7月7日AM5:00に3.81mである。この時の筑後川は水位が高いため、それに影響を受けて大曲の水位が上昇した。それに付随して切通川の水位が上昇したことから、Y地点付近の堤防が低いことに起因し、その付近で氾濫が起きたと考えられる。



ケースA 大曲あり

ケースB 大曲なし

図-2 比較ケース

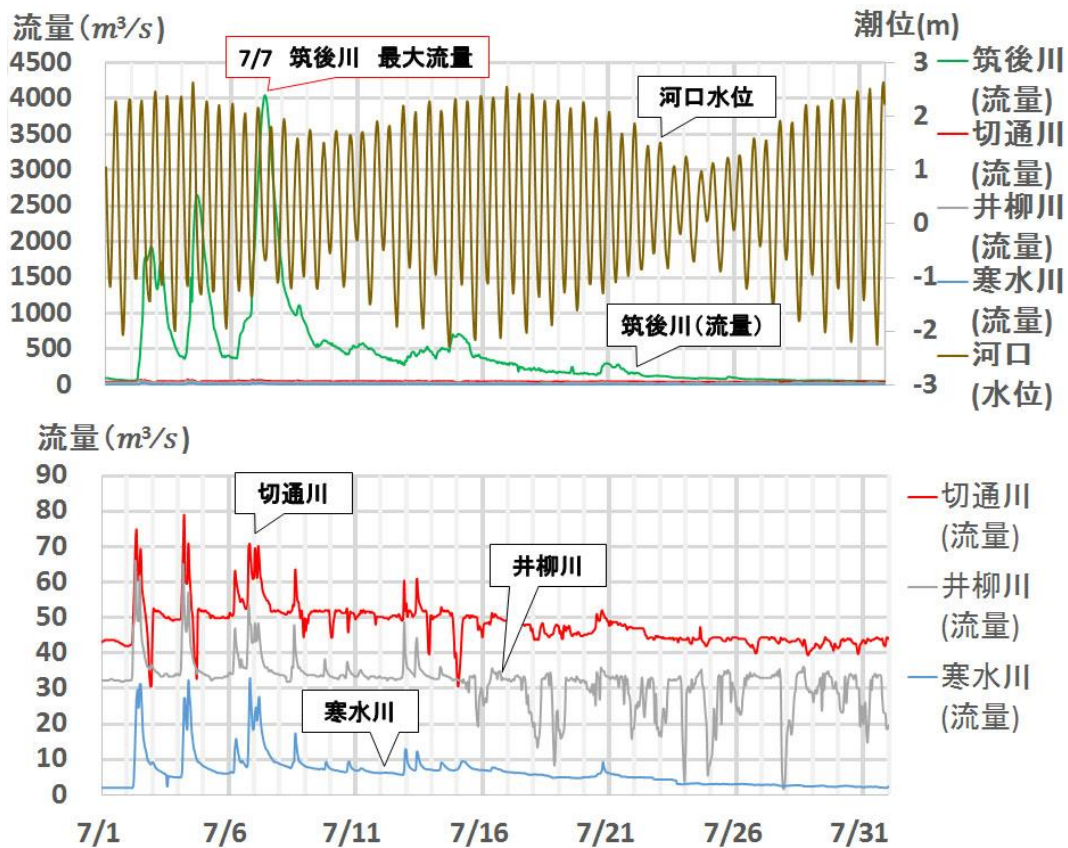


図-3 解析に用いた流量・水位の境界条件

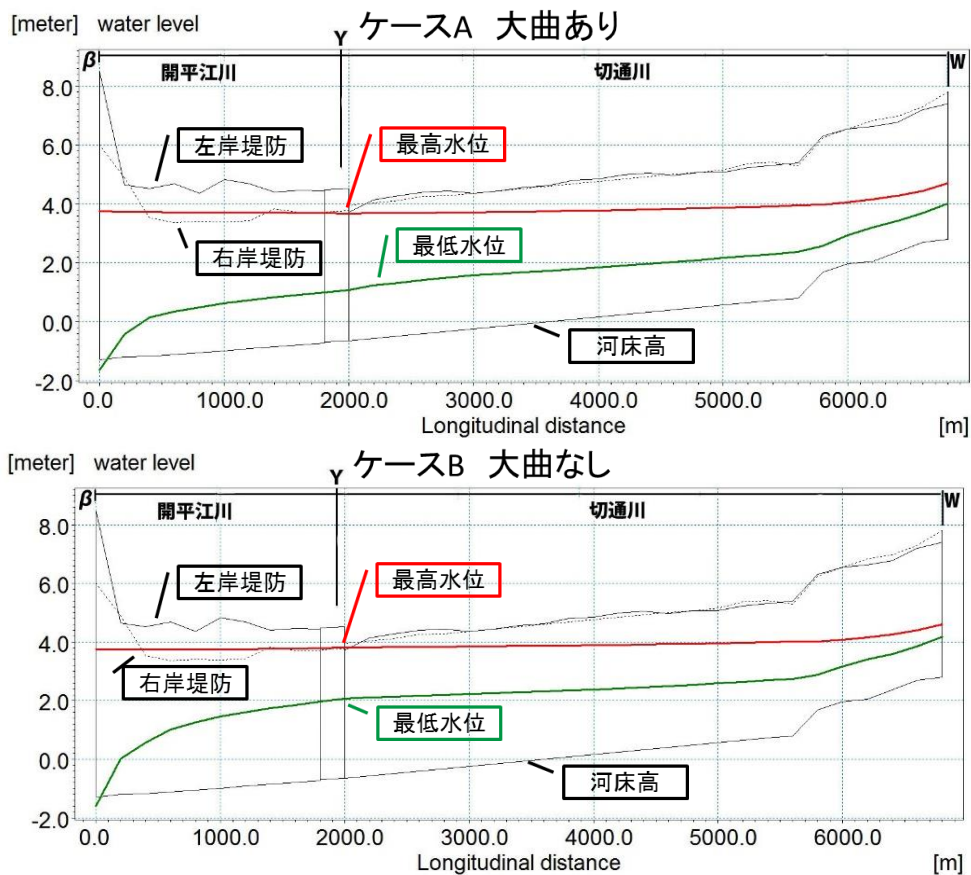


図-4 切通川-開平江川の縦断方向の最高水位と最低水位の分布

図-5にケースAの最大越流範囲を示す。大曲 (α -Y- β) での越流は一部の区間を除いて内周側（福岡県側）へのみ越流した。これは、減災という考えの基、大曲の内側を遊水地とし越流範囲が広がらないようにしていたと考えられる。ケースAでの総越流量は約15時間で約100万 m^3 であり、越流した堤防が38箇所であることから、1箇所からの越流量は平均4.4万 m^3 と算出された。なお、越流量には本間の式を用いた。切通川-開平江川での最大越流水深は図-4の1,000m付近で0.45mであり、浸水深はおおよそ0.40m以下のエリアが広く分布した。また、切通川-開平江川での越流が始まった時刻は7月7日のAM2:00であった。



図-5 ケースAの最大越流範囲

b) 大曲がない場合（ケースB）

図-4に切通川-開平江川の縦断方向の最高水位と最低水位を示す。Y地点での最高水位はケースAと同時刻で4.01mであり、ケースAより0.20m高くなった。最低水位を記録した7月15日は切通川の最小流量の時であることから、ケースAの場合とは違い、切通川の流量が減れば開平江川の水位も下がることが分かる。

図-5、図-6にそれぞれケースA、ケースBの最大越流範囲を示す。ケースBでは、浸水深が全体的に高くなり、0.6m～0.8mのエリアが広く分布した。これは、ケースAよりかなり高い結果である。また、越流範囲が大きくなり、大曲の内側であった場所より広い範囲まで越流した。最大越流水深は図-4の1,000m付近で0.67mであり、ケースAより0.22m高い。越流水深が高いと堤防への水圧の増加や、洗掘などの堤防が破堤するリスクが高まる。ケースBでの総越流量は約15時間で約98万 m^3 、越流した堤防が18箇所であることから1箇所からの越流量は平均5.4万 m^3 であった。ケースAと比較すると単位幅当たりに堤防を越流する流量や越流流速が大きいことが分かる。これは、ケースAに比べてケースBでは堤防の延長が半以下となっているので、その分越流流速の増加となり、

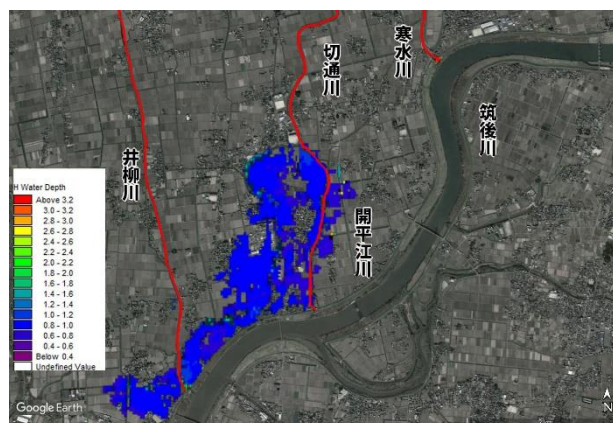


図-6 ケースBの最大越流範囲

結果として浸水深の上昇に繋がったと考えられる。また、ケースBにおける切通川-開平江川での越流開始時刻は、ケースAより30分程早かった。

(2) 利水に関する検討結果

図-7に切通川の流入の有無による大曲区間の水位の違いを示している。この時期は、利水に着目しているため、平水時の満潮時と干潮時の水位をグラフに示している。この地域特有のアオ取水は、有明海の最大6mにも及ぶ大きな干満差と塩水と淡水の比重の違いを利用して、押

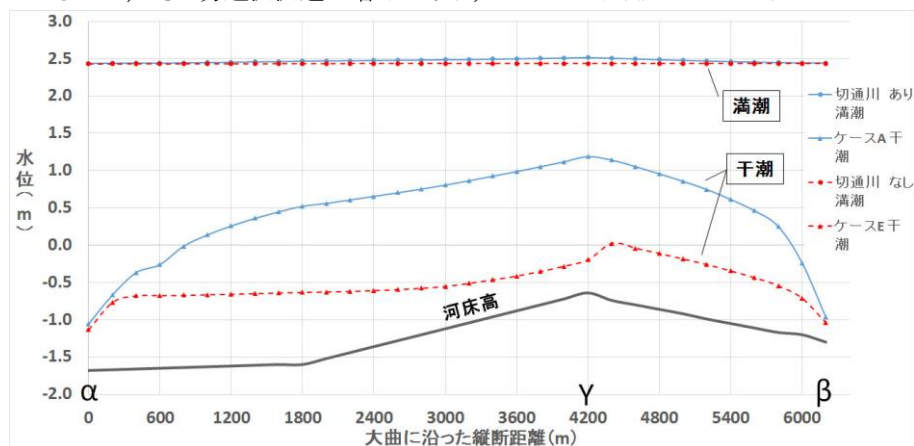


図-7 切通川の流入の有無による大曲区間の水位の違い

し上げられた淡水を汲み取る取水方法であるため、満潮時と干潮時の水位に着目した。切通川は井柳川、寒水川、切通川の中で最も流量が多く蛇行部の最上流部に流入している。このことより、切通川の流入が無くなれば、水位が大きく下がることはすぐ分かる。切通川が無い場合、干潮時は水位が大きく下がったため、大曲区間の利水のための水位保持に切通川が大きく影響していることが分かる。しかし、満潮時は水位が大きく違うことは無く、有明海の潮汐による水量が大曲に大きく影響していることが分かる。

図-8は切通川-開平江川の縦断方向の水面形である。全体的に大曲がある場合の方が水位は低くなっている。これは、大曲があると流路が分流するためであると考えられる。利水の面で水位が下がるのはデメリットであると思われるが、分流することで水を広範囲に流すことができるため、メリットでもあると言える。また、このように分流して河道断面が増加することで有明海の潮汐により押し上げられる水を一時的に貯水する機能があると考えられる。

図-9は寒水川の大曲の有無による水面形の比較である。寒水川の場合は、切通川の場合とは違い、大曲がある場合の方が水位は高くなった。これは切通川の水が大曲の水位を高め、それにより支川の水が滞り支川の水位を高くしたのではないかと考えられる。支川の水位を高めることは、感潮区間であるこの地域では、特にアオ取

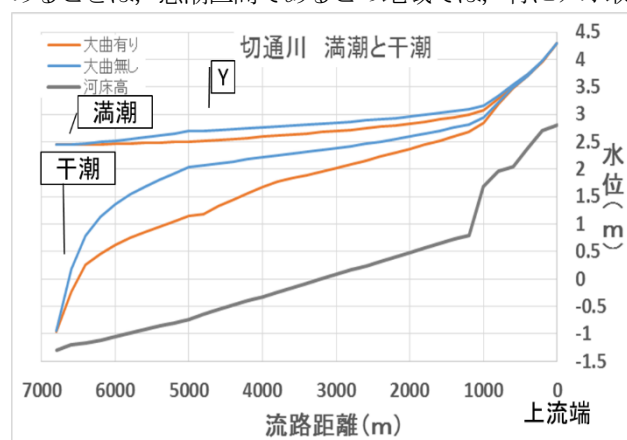


図-8 大曲の有無による切通川の水位の比較

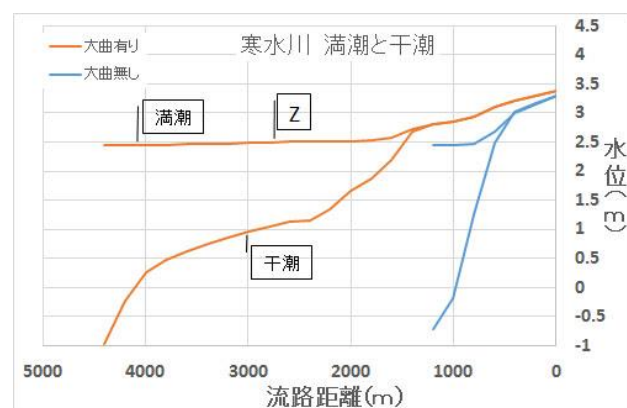


図-9 大曲の有無による寒水川の水位の比較

水に有利に働くのではないかと考えられる。また、大曲がある場合、寒水川の流路が長くなり水面形の勾配が緩やかになっている。これは、流速の低下に繋がると予想され、利水では舟運に有効である。

4. まとめ

治水に関してまとめると、大曲が無い場合、支川が筑後川に直接流入することで流下能力の向上や流路の短縮化による氾濫箇所の減少などのメリットがあると考えられるが、これは排水先の筑後川に排水可能な場合のみ有効である。筑後川は元々平野の最も低いところを流下しているため、筑後川への排水が困難な状況になると、支川の水は滞り氾濫を引き起こしてしまう。そのような状況を解決すべく、大曲を利用した治水がなされたと考えられる。大曲が有ることで、河道断面の増加による貯留能力の向上が越流水深を低下させ、緩やかな蛇行が流速を遅くし、堤防への負荷が低くなり破堤のリスクが軽減されるなどのメリットが有ると考えられる。また、ほぼ同量の越流量であったにも関わらず、ケースAは堤防の延長が倍以上に長くなることで個々の地点で越流流速は小さくなり、結果として浸水深の低下となったと考えられる。これらは、大曲の治水効果である。

次に、利水に関してまとめると、大曲がある場合、水位の上昇や供給範囲の拡大、流速の低下が考えられ、これらはアオ取水や舟運に有利に働くと予想される。また、大曲がない場合、切通川の水は、大曲がある場合より高くなったが、井柳川・寒水川では逆の結果になったことから、大曲を仲介して支川全体の水位を調節し、アオ取水や舟運を行っていたと考えられる。

以上のことより本研究では、(1)開平江川では氾濫水が大曲の内側(福岡県側)へと流れるように堤防高が全体的に低くなっている、(2)大曲が無い場合、氾濫する箇所は少なくなるが、一箇所からの流量が大きくなる、(3)大曲が有ることにより、越流する時間を少し遅らせることができる、(4)大曲が有る場合、一箇所からの越流量が少なくなるため、堤防への負荷が減り破堤のリスクが減る、(5)大曲は、水を供給する範囲を広げる効果がある、(6)大曲は、大曲区間及び支川の潮汐による水位変動を緩やかにする、(7)大曲は切通川の流入により、井柳川・寒水川の水位を高める効果がある、ということが分かった。

謝辞：本研究は、2016年度河川財団研究助成「筑紫平野の藩政時代における地域総合治水に関する研究」(研究代表者：岸原信義)の一部の助成を受けた研究である。また、使用した河道・標高データや水位・流量の時刻

データは、佐賀県庁河川砂防課と筑後川河川事務所より提供をいただいた。合わせてここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 九州農政局嘉瀬川農業水利事務所：嘉瀬川農業水利史，1973.
- 2) 岸原信義：藩政時代における筑紫平野の地域治水に関する研究(1)－佐賀平野における地域治水について－，低平地研究，25号，佐賀大学低平地沿岸海域研究センター，2016.
- 3) 建設省九州地方建設局筑後川工事事務所：筑後川五十年史，1976.
- 4) 岸原信義：藩政時代における筑紫平野の地域治水に関する研究(1)，低平地研究，No. 25，p. 23，2016.
- 5) 江口辰五郎著・宮地米蔵監修：佐賀平野の水と土－成富兵庫の水利事業，新評社，1977.
- 6) 五十嵐勉：有明海北岸低地における灌漑水利システムの再編成－潮汐灌漑としての「アオ灌漑」の改廃をめぐって－，低平地研究，第5号，pp. 59-74，1996.
- 7) 寺本昇由・牛島朗・中園真人：クリーク分布密度と水利携帯との関連－筑紫平野におけるクリークの分布特性に関する研究 その3－，日本建築学会中国支部研究報告集，第39巻，pp. 741-744，2016.
- 8) 宮地米蔵：海と川と土をつなぐクリーク 佐賀平野を養う水利利用，治水家の統，水の文化32号，ミツカン水の文化センター，2009.
- 9) 大串浩一郎・長幡侑樹：佐賀市十間堀川の利活用に向けた水理学的検討，Proceedings of International Symposium on History of Indigenous Knowledge，pp. 11-18，Saga，Japan，2016.
- 10) 川原航・大串浩一郎：筑後川右岸16kmの大曲に流入する中小河川の効果について，平成28年度土木学会西部支部研究発表会，2017.3

(2018.4.3 受付)