

## 白石平野の水事情とクリーク水質についての考察

大串, 和紀  
日本水土総合研究所

弓削, こずえ  
九州大学大学院農学研究院

中野, 芳輔  
九州大学大学院農学研究院

<https://doi.org/10.15017/8879>

---

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 62 (1), pp.69-81, 2007-02-28. 九州大学大学院農学研  
究院

バージョン：

権利関係：

## 白石平野の水事情とクリーク水質についての考察

大串 和紀<sup>1</sup>・弓削 こずえ\*・中野 芳輔

九州大学大学院農学研究院生産環境科学部門地域環境科学講座灌漑利水学研究室  
(2006年11月10日受付, 2006年12月1日受理)

### Historical Situations of Water Resources and Creek Water Quality in Shiroishi Area, Japan

Kazunori OHGUSHI<sup>1</sup>, Kozue YUGE\* and Yoshisuke NAKANO

Laboratory of Irrigation and Water Utilization, Division of Regional Environment Science,  
Department of Bioproduction Environmental Sciences, Faculty of Agriculture,  
Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

#### 緒 言

佐賀県白石平野は、干拓により発達した平坦な水田地帯である。戦後の農業生産基盤整備により、地域の用排水路であるクリークの整備、排水機場の設置、水田の乾田化と区画の拡大を行うほ場整備が進められ、今では佐賀県有数の稲作および畑作地帯となっている。

その一方で、白石平野は干拓の進展に伴い農業用水の確保に苦勞してきた歴史をもつが、基盤整備が進展した今日でも、この問題の抜本的な解決は図られていない。加えて、地域を廻るクリークの水質が基盤整備前に比べて悪化している。この水質悪化の原因として、大串ら (2006) はクリークの維持管理方法の変化、地域住民の生活水準の向上等に伴う生活雑排水からの負荷の増大および営農の変化に伴う農地からの栄養塩の流入増を指摘している。その程度が隣接する佐賀平野のクリークと比べても著しいことから、これらに加えて、白石平野の成り立ちに起因する特異な水事情等が大きく影響していると考えられる。

本文では、白石平野の成り立ちと農業用水の開発の歴史、農地整備の歴史等をレビューするとともに、白石平野のクリーク水質を佐賀平野と比較してその差異を明らかにして、白石平野の特異な水事情がクリーク水質へ与えている影響について考察する。

#### 白石平野の概要

白石平野は九州北部、佐賀県の南西部に位置し、北部を六角川、南部を塩田川、西部を杵島山地、東部を有明海によって囲まれ、行政的にはほぼ全域が白石町に属している。

白石町役場 (2006) によると、白石町の面積は99.46 km<sup>2</sup>で佐賀県全体の約4.1%を占めている。民有地の土地利用状況は、水田が73.9%、畑地が11.3%、宅地が7.5%、山林が5.5%で、佐賀県でも有数の農業地帯となっている。特産物には米・麦・大豆・たまねぎ・レンコン・いちご等がある。白石町の年平均気温は16.3℃ (2002)、年間降水量は1,456mm (2004) で佐賀県平均よりも少なくなっている。また、平成17年 (2005年) の国勢調査による人口は27,058人、世帯数は7,382世帯となっている。

現在の白石町は平成17年1月1日に旧白石町 (昭和の町村合併前の旧須古村、六角村、白石町、北有明村、橋下村の一部)、旧有明町 (南有明村、錦江村、龍王村) および旧福富町 (福富村) が合併して誕生した。

#### 干拓の経緯

有明海は、湾奥部の最大潮差が6 mにもおよび我が国最大の干満差を持つ内湾である。有明海の湾奥には筑後川・嘉瀬川・矢部川・六角川等の大小河川が流

<sup>1</sup>日本水土総合研究所

<sup>1</sup>The Japanese Institute of Irrigation and Drainage

\*Corresponding author (E-mail: yuge@bpes.kyushu-u.ac.jp)

れ込み、阿蘇・久住山系の火山灰に起源を持つ大量の土砂を供給している。有明海では、これらの土砂が大きな潮汐によって湾奥部へ運ばれて沈降・堆積し、干潟が年々成長している。

白石平野は、このように発達する干潟が長い年月をかけて自然干陸し又は干拓されて形成された。佐賀県農村農地整備局（1994a）の「佐賀県土地改良史」、有明干拓史編集委員会（1969）の「有明干拓史」、白石町史編纂委員会（1974）の「白石町史」、福富町誌編さん委員会（1992）の「福富町誌」および有明町史

編集委員会（1987）の「有明町の民俗第1集等」を整理して白石平野の海岸線（干拓）の進展を見ると図1および表1に示すように、元々は杵島山地と平野部の境界付近が海岸線であったが、土砂の堆積によって、奈良時代の海岸線は少し沖へ移動し、さらに、約7 km 離れた現在の海岸線まで約1,200年間で陸化した。このため、白石平野では海岸線が約6 m/年の速度で、沖合へ前進したことになる。



図1 海岸線（干拓）の進展図

表1 白石平野の主な海岸線（堤防）と築造年代等

| 堤防等の名称             | 築造年代等             | 築造の経緯等   |
|--------------------|-------------------|--|
| 大昔の海岸線（白石町多田、秀津附近） |                   | 杵島山地と平野部が接するところの標高はおおむね5 m前後   |
| 奈良時代、平安時代初期の推定海岸線  |                   | JR 長崎県の西側附近及び国道274号線附近   |
| 鐘松土居               | 天正年間（1573～1591年）  |  |
| 櫛土居                | 慶長年間（1600年頃）      |  |
| 五千間土居              | 寛永年間（1630年頃）      | 肥前藩主鍋島勝茂の命を受けた成富兵庫茂安によって築造。有明海からの影響を遮断する最初の本格的な堤防  |
| 六千間土居              | 天明年間（1772～1785年）頃 |  |
| 第三堤防               | 江戸時代末期            |  |
| 第四堤防               | 大正時代末の頃           |  |
| 現在の堤防              |                   | 昭和以降の干拓地には昭和搦（87ha, S2～S16）、大福搦・代行大福地区（154ha, S8～S27～S37）、御大典搦（34ha, S4～S18）、代行福富地区（231ha, S22～S54）、国営有明干拓（有明工区、廻江工区及び福富工区に分かれており全体で1708ha, S22～S53,）がある |

## 水 資 源

### 1. クリーク

表2のように、白石平野と佐賀平野等で、水田面積に対するクリークの割合 (A/a) やかんがい用水量に対する用水堀容積の割合 (V/v) を比べると、白石平野は (A/a) が佐賀平野等にくらべて小さく、(V/v) も小さくなっており、白石平野の特徴が良く現れている。また、表3の水源別の水田用水量の割合をみると、白石平野では佐賀平野等と比べると湖沼・溜池の割合が高く、ここでも白石平野の特徴が良く現れている。

白石平野の農地は有明海の干拓によって拡大してきたが、背後の杵島山地は浅いため農業用水の水源として利用出来る河川がほとんど無く、流域面積に対する水田面積の割合が非常に大きくなっている。また佐賀平野にくらべると降水量も少ないため、農業用水の確保が地域の大きな課題であった。

白石平野のクリークは、佐賀平野や筑後平野の起源と同様に、発達した干潟の滯筋の名残で、地域の排水路機能とともに農業用水を貯留する機能を持つ。しかし九州農政局 (1967a) によると白石平野では貯める

水が不足し、また、地盤が軟弱な有明粘土であるため技術的に大きなクリークを掘削することが難しかった。このため、白石平野では造成された干拓地の農業用水をまかなうため杵島山地等に溜池が築造され、この水を配水するためにクリークが利用された。したがって、白石平野のクリークは貯留機能が小さく、早魃時にため池の水を配水する用水路としての機能を強く持っている。このような関係から、クリークの密度および貯留能力は佐賀平野等に比べて小さくなっている。

九州農政局 (1967c) によれば、用水慣行として溜池の水は干ばつ時に放流することとなっているため、平常時はクリークからポンプ揚水で水田へかんがいされた水は排水となって水田に隣接するクリークへ戻り貯留され、その水が再びポンプ揚水によりかんがいされ、繰り返し反復利用されている。干拓地という平坦な地形がこのような同一場所での用水の反復利用を可能としているのである。なお、(財)九州経済調査会 (1965) は、当時の白石平野の反復利用回数は4~5回程度としている。

表2 佐賀県のクリーク調査総括表 (1953/54) (佐賀県 (1955) より作成)

| 群名   | 用水堀面積  | 用水堀容積              | 用水堀平均水深 | 水田面積   | A/a  | 灌漑用水量   | V/v |
|------|--------|--------------------|---------|--------|------|---------|-----|
|      | A ha   | V 千 m <sup>3</sup> | m       |        | a ha |         |     |
| 三養基  | 159.8  | 1,900              | 1.19    | 4,046  | 3.9  | 49,615  | 3.8 |
| 神崎   | 336.5  | 5,207              | 1.55    | 3,737  | 9.0  | 53,466  | 9.7 |
| 佐賀   | 893.9  | 9,763              | 1.09    | 10,575 | 8.5  | 107,663 | 9.1 |
| 小城   | 209.6  | 2,700              | 1.29    | 3,805  | 5.5  | 47,424  | 5.7 |
| 杵島   | 202.2  | 1,613              | 0.80    | 6,148  | 3.5  | 68,589  | 2.3 |
| うち白石 | 114.7  | 947                | 0.83    | 4,355  | 2.6  | 46,744  | 2.0 |
| 藤津   | 19.9   | 73                 | 0.36    | 836    | 2.3  | 9,829   | 0.7 |
| 計    | 1821.9 | 21,254             | 1.17    | 29,147 | 6.2  | 336,586 | 6.3 |

(注：白石の値は、杵島郡の数値から江北、大町及び橋下を除いた値である)

表3 佐賀県平坦部の水源別水田用水 (1956) (九州農政局 (1967b) より作成)

| 地域名   | 水源別水田用水  |          |         |         |         |      |         |       |          |         |         |  |
|-------|----------|----------|---------|---------|---------|------|---------|-------|----------|---------|---------|--|
|       | 計 A      |          | 河川 B    |         | 湖沼・溜池   |      | 溪流 D    |       | 湧水 (含天水) |         | 井戸 F    |  |
|       | ha       | ha       | B/a (%) | ha      | C/A (%) | ha   | D/A (%) | ha    | E/A (%)  | ha      | F/A (%) |  |
| 三養基平坦 | 3,507.8  | 2,941.0  | 84      | 454.0   | 13      | 52.1 | 1       | 60.7  | 2        | -       | -       |  |
| 佐賀平坦  | 15,322.8 | 14,797.4 | 97      | 428.2   | 3       | -    | -       | 68.9  | 0        | 28.3    | 0       |  |
| 杵島平坦  | 6,613.0  | 677.1    | 10      | 4,127.3 | 67      | 10.3 | 0       | 377.6 | 6        | 1,420.7 | 22      |  |
| うち白石  | 4,439.6  | 69.2     | 2       | 222.7   | 66      | 1.2  | 0       | 138.1 | 3        | 1,291.7 | 29      |  |
| 計     | 25,443.6 | 18,475.5 | 72      | 5,009.5 | 20      | 62.4 | 0       | 507.2 | 2        | 1,449.0 | 6       |  |

(注：白石の値は、杵島平坦の数値から江北、大町、橋下及び北鹿島町分を除いた値である)

## 2. ため池

九州農政局（1967d）の調査結果を整理して、杵島平坦部（大部分が白石平野）のため池を築造年代毎の箇所数と貯水量、受益面積についてまとめると表4に示すようになる。この表から白石平野では干拓の進展に併せてため池が築造されてきたことがわかる。

白石平野のかんがい利用されている主なため池の位置とその概要および築造経緯等を図2および表5に示す。

かつて白石平野では田植期の用水不足に対応するため、冬季の水田を溜池代わりに利用していた。裏作時に、農家は「高畦（トウネ）：（図3）」という高さ40～50cm、幅70～100cm、畦間100～130cmの高畦を作り、その上に麦、ソラマメ、ナタネなどを栽培し、畦

間に天水を貯えて代かき用水として利用していた。これほどに農業用水不足は深刻であった。

## 3. 地下水

白石平野は農地の拡大とともに農業用水の不足に悩まされてきた歴史をもつ。九州農政局（1967f）および佐賀県農村農地整備局（1994b）の調査によると、従来から浅層の地下水は利用されていたが、昭和30年（1955年）代になって水中ポンプが開発され、掘り抜き井戸による深層地下水の汲み上げが急増した。また、時を同じくして農業の近代化事業が推し進められ、営農労力を軽減するため、用水源の開発が未だ不十分なうちに高畦による田面貯水が廃止されて代掻き用水の不足時には主要水源である溜池の貯水が使われるように

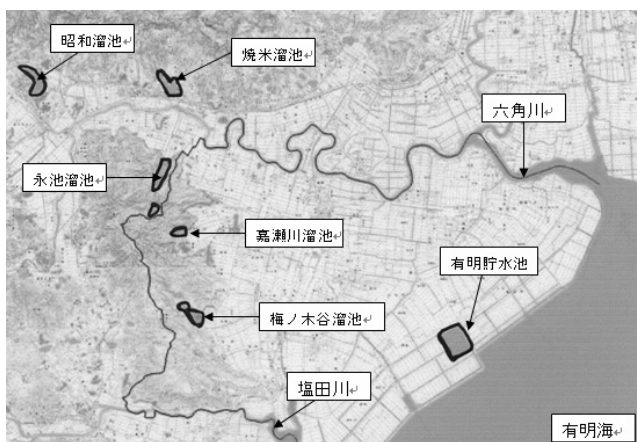


図2 白石平野の水源ため池位置図

表4 築造年代別の杵島平坦部のため池

| 時代区分     | 箇所数 | 貯水量<br>m <sup>3</sup> | 受益面積<br>ha |
|----------|-----|-----------------------|------------|
| 総括       | 61  | 5,945,407             | 7,358.5    |
| 受益地5ha以下 | 12  | 21,000                | 17.5       |
| 受益地5ha以上 | 49  | 5,924,407             | 7,341.0    |
| 築造年代     |     |                       |            |
| 江戸時代以前   | 0   | 0                     | 0.0        |
| 江戸時代前期   | 7   | 2,132,943             | 2,681.7    |
| 江戸時代中期   | 7   | 148,850               | 237.0      |
| 江戸時代後期   | 22  | 2,059,614             | 2,053.1    |
| 明治時代     | 9   | 219,300               | 222.8      |
| 大正時代     | 2   | 69,700                | 69.5       |
| 昭和時代（戦前） | 1   | 19,000                | —          |
| 昭和時代（戦後） | 1   | 1,275,000             | 2,071.9    |

（杵島平坦には、現白石町に旧江北村、大町町、橋下村及び鹿島村を加えた範囲である）



図3 高畦（白石町史編纂委員会（1974e）より転載）

表5 白石平野の主要水源溜池（九州農政局（1967e）より作成）

| 名称    | 所在地 | 築造年代と改築経緯等  | 貯水量                   | 受益地   |
|-------|-----|---|-----------------------|---|
| 嘉瀬川溜池 | 白石町 | 龍造寺信周が天正年間（1573～1591）に築造したといわれている。明治30年から33年にかけて約2mの堤体嵩上げ工事を実施。大正10年から14年に増築工事を実施。昭和33年から44年まで県営かんがい事業「須古地区」で、堤体の嵩上げ（4m）と地区内の用排水路（7,842m）の改修等を実施。   | 約40万 m <sup>3</sup>   | 受益区域は旧須古村（前白石町）の370ha、旧錦江村（前有明町）九治の60ha                                       |
| 永池溜池  | 北方町 | 寛永年間（1624～1643）に成富兵庫茂安によって築造された。内の堤、中の堤、下の堤の3つの溜池からなる。有明海の干拓（五千間土居）で白石平野の新田開発が行われたが、その農業用水をまかなうために築造された   | 1,322千 m <sup>3</sup> | 受益区域は芦原以东の旧橋下村（北方町と前白石町の一部）、旧六角村（前白石町）、旧白石町（前白石町）の全域、前福富町福富の地域で、受益面積は約2,100ha |
| 梅の木溜池 | 白石町 | 元々、上・中・下の3つの溜池からなり、上段と中段は享保5年（1720）に、下段は明和5年（1768）に完成。嘉永4年から文久3年にかけて改築が行われ、昭和24年には最上段に新しい溜池が築造され、現在は4段になっている。昭和14年度から17年度に下段溜池の堤塘嵩上げ（2.40m）により158,000m <sup>3</sup> の貯水量の増加を図った。昭和46年度から48年度にため池等整備事業で補修を実施 | 約80万 m <sup>3</sup>   | 受益区域は前有明町の旧錦江村、龍王村、南有明村の3ヶ村の大部分を占める1,123ha                                    |
| 焼米溜池  | 北方町 | 六千間土居の築立にあわせて、拡大する農地の水需要を賄うため、鍋島治茂が命じて六角川右岸に築造させたもの。完成は1850年。溜池からの送水路は六角川をサイフォンで横断している。昭和48年度から52年度にかけて老朽溜池整備事業を実施  | 1,108千 m <sup>3</sup> | 受益区域は杵島郡橋下、旧須古、旧六角、旧福富、旧南有明、旧北有明の各村に跨る990ha                                   |
| 朝日溜池  | 武雄市 | 昭和14年の大旱魃を踏まえ、昭和15年より工事を開始したが、第二次世界大戦の影響で予定通り進捗せずそのまま戦後に引継がれ、昭和34年に完成した。溜池からの送水路は六角川をサイフォンで横断し、永池溜池の幹線水路に結ばれている。昭和55年から平成元年にかけてため池等整備事業を実施  | 1,500千 m <sup>3</sup> | 前白石町、前福富町、前北方町にわたる2,474haが受益区域  |
| 有明貯水池 | 白石町 | 国営有明干拓の地区内に農業用水の確保のために築造されたもの。その規模は南北800m、東西700m、水面積56haで、水深5mまで浚渫されているが利用水深は平時満水位の標高-1.5mから最低水位-4.7m間の3.2mの範囲内   | 180万 m <sup>3</sup>   | 有明工区の北地区及び福富工区の用水源  |

なった。また、乾田化に伴い減水深が増加し必要な用水量が増加したことから地下水の取水が急激に増加した。

昭和35年（1960年）頃までの地下水の取水量を表6に示す。昭和30年頃まではかんがい用揚水機41台揚水量1.4m<sup>3</sup>/s程度であったものが、その後急激に増加し、昭和34年（1959年）以降の総揚水量は4.3m<sup>3</sup>/sにも及んでいる。

昭和40年（1965年）以降については、佐賀県による地下水取水量調査が行われた。表7に示すように、農業用水として昭和40年代前半は年間1千万m<sup>3</sup>を越える取水が行われ、最近でも毎年3百万m<sup>3</sup>程度の取水

表6 昭和35年頃までの地下水取水量（九州農政局（1967f）より作成）

| 年次     | 台数 | 揚水量<br>m <sup>3</sup> /s | 累加台数 | 累加揚水量<br>m <sup>3</sup> /s |
|--------|----|--------------------------|------|----------------------------|
| 昭和10年前 | 14 | 0.3350                   | 14   | 0.3350                     |
| 11～20  | 10 | 0.3053                   | 24   | 0.6403                     |
| 21～25  | 4  | 0.2075                   | 28   | 0.8478                     |
| 26～30  | 13 | 0.5603                   | 41   | 1.4081                     |
| 31～32  | 11 | 0.6903                   | 52   | 2.0984                     |
| 33     | 36 | 1.3585                   | 88   | 3.4569                     |
| 34年以降  | 19 | 0.8628                   | 107  | 4.3197                     |

表7 白石平野における地下水の取水量 (佐賀県武雄農林事務所の資料より作成)

| 年度   | 揚水量 (千 m <sup>3</sup> ) |       |        | 沈下量 (mm) | 年度   | 揚水量 (千 m <sup>3</sup> ) |       |        | 沈下量 (mm) |
|------|-------------------------|-------|--------|----------|------|-------------------------|-------|--------|----------|
|      | 農業用水                    | 水道用水  | 計      |          |      | 農業用水                    | 水道用水  | 計      |          |
| 1965 | 1,481                   | 2,120 | 3,601  | 15.8     | 1985 | 5,276                   | 4,376 | 9,652  | 11.7     |
| 1966 | 14,110                  | 2,090 | 16,200 | 30.4     | 1986 | 4,932                   | 4,418 | 9,350  | 8.1      |
| 1967 | 19,184                  | 3,630 | 22,814 | 41.1     | 1987 | 1,962                   | 4,048 | 6,010  | 7.5      |
| 1968 | 10,441                  | 3,630 | 14,071 | 29.7     | 1988 | 4,512                   | 4,081 | 8,593  | 10       |
| 1969 | 10,268                  | 3,800 | 14,068 | 32.1     | 1989 | 3,290                   | 4,126 | 7,416  | 8.1      |
| 1970 | 3,319                   | 4,350 | 7,669  | 27.9     | 1990 | 4,486                   | 4,163 | 8,649  | 6.9      |
| 1971 | 5,617                   | 4,550 | 10,167 | 27.2     | 1991 | 2,219                   | 4,103 | 6,322  | 7.3      |
| 1972 | 5,471                   | 5,090 | 10,561 | 22.6     | 1992 | 4,841                   | 3,892 | 8,733  | 11.2     |
| 1973 | 9,765                   | 5,505 | 15,270 | 26.7     | 1993 | 1,250                   | 3,954 | 5,204  | 6.2      |
| 1974 | 9,742                   | 5,604 | 15,346 | 20.7     | 1994 | 16,009                  | 3,980 | 19,989 | 28.8     |
| 1975 | 8,661                   | 3,623 | 12,284 | 17.1     | 1995 | 5,099                   | 3,943 | 9,042  | 9.4      |
| 1976 | 5,090                   | 4,298 | 9,388  | 9.6      | 1996 | 3,183                   | 3,904 | 7,087  | 6.4      |
| 1977 | 5,677                   | 4,559 | 10,236 | 16.5     | 1997 | 2,774                   | 3,822 | 6,596  | 5.3      |
| 1978 | 11,944                  | 4,530 | 16,474 | 19.5     | 1998 | 2,838                   | 3,850 | 6,688  | 9.9      |
| 1979 | 6,815                   | 4,271 | 11,086 | 11.9     | 1999 | 2,725                   | 3,868 | 6,593  | 4.1      |
| 1980 | 3,937                   | 4,068 | 8,005  | 5.1      | 2000 | 2,525                   | 3,722 | 6,247  | 5.2      |
| 1981 | 4,717                   | 3,912 | 8,629  | 7.5      | 2001 | 1,878                   | 85    | 1,963  | 1.3      |
| 1982 | 7,741                   | 4,046 | 11,787 | 10.6     | 2002 | 3,388                   | 101   | 3,489  | 3.3      |
| 1983 | 5,547                   | 4,186 | 9,733  | 9.7      | 2003 | 1,479                   | 104   | 1,583  | 2.3      |
| 1984 | 6,314                   | 4,320 | 10,634 | 10.4     | 2004 | 3,224                   | 109   | 3,333  | 2        |

が行われている。この結果、地下水の過剰汲み上げによる地盤沈下が全面的に発生した。地下水揚水量と地盤沈下量の関係は図4に示すように、揚水量が多くなると沈下量が明らかに増加するという相関があることがわかる。

地盤沈下を防止するため、水道用水については2001年度から佐賀西部広域水道事業によって嘉瀬川から導水を受けるようになり、農業用水についても国営事業による水源転換の事業が進められている。

### 農業生産基盤の整備

佐賀県農村農地整備局 (1994c) および佐賀県県土づくり本部 (2005) の資料を基に白石平野で行われた農業用水と農地の区画整理に係る国の補助事業を図5に示す。この図から白石平野の農業基盤整備は昭和30年 (1955年) 以降に本格化したことがわかる。まず始めに行われたのは、地域の水事情を反映して、クリークの拡幅整備である。昭和40年 (1965年) 代まで県営かんばい事業および団体営かんばい事業でクリークの整備が行われた。表2および表8に示すように、佐賀県が昭和28/29年度 (1953/54年度) に、九州農政局筑後川水系農業水利調査事務所 (1979) が昭和54年度 (1979年度) に、白石平野のクリーク実態調査を行っ

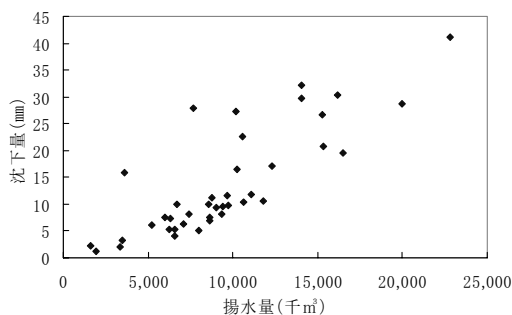
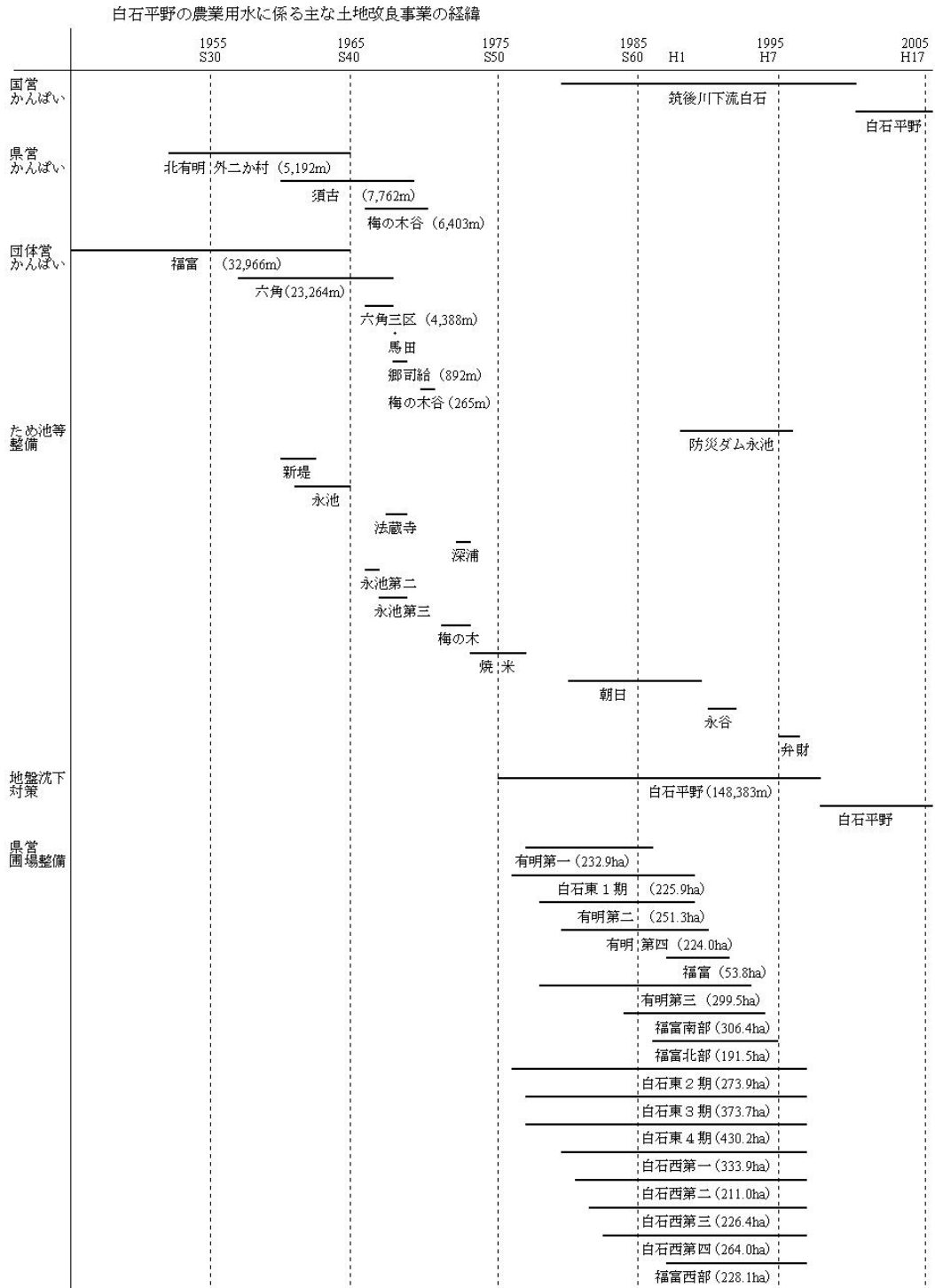


図4 地下水の揚水量と地盤沈下量の関係

表8 九州農政局によるクリーク実態調査結果 (昭和54年度)

| 市町村名 | クリークの実態 |                   |                   |
|------|---------|-------------------|-------------------|
|      | 延長 m    | 面積 m <sup>2</sup> | 容量 m <sup>3</sup> |
| 白石町  | 244,055 | 1,295,943         | 1,500,934         |
| 福富町  | 80,461  | 521,184           | 558,707           |
| 有明町  | 140,641 | 778,674           | 1,073,612         |
| 計    | 465,157 | 2,595,801         | 3,133,253         |



(注) 県営及び団体営かんばい並びに地盤流下対策の地区名の後の( )は用排水路の整備量、県営圃場整備の地区名の後の( )は区画整理面積である。

図5 白石平野の農業用水に係る主な土地改良事業の経緯図



ている。この結果からみると、整備前のクリークは平均水深が1m未満の浅い水路で、面積は約115ha、貯水量は約89万 $m^3$ であった。しかし昭和54年には、クリーク的面積は約260ha、貯水量は313万 $m^3$ と大幅に増加し、クリークの拡幅整備が進んだことがわかる。

その後、地下水の汲み上げ量増加に伴い地盤沈下が発生したため、昭和50年（1975年）以降は地盤沈下対策事業が行われ、その中でクリークの二次整備が行なわれている。

ため池の整備は昭和30年代半ばから始まり、ため池の老朽化に応じて堤体や取水施設、余水吐等の改修が行われた。この中で、流域外に「朝日溜池」が築造されて約150万 $m^3$ の新たな水源が確保されたことは特筆すべき事項である。

水田の区画整理と乾田化を目的としたほ場整備は昭和50年代初めから県営事業として開始され、平成9年には全ての事業が完了した。

水不足に悩む白石平野に安定した農業用水を供給するため、1976年から国営筑後川下流土地改良事業が始まったが、当初水源として計画された六角川河口堰がその後利用できなくなったため、2001年度から嘉瀬川に新たに建設される嘉瀬川ダムを水源とし嘉瀬川の川上頭首工から六角川右岸の白石平野へ年間22,590千 $m^3$ を導水してクリークに補給する国営筑後川下流白石平野地区土地改良事業が実施されている。

## 営 農

区画整理が行われ従来の湿田が乾田化した。この結果、農業機械の導入が可能となり労働生産性が向上し

たほか、水田でも多様な畑作物の栽培が可能となった。また、昭和44年（1969年）に我が国の米の自給が達成されたことから、これ以降は米の生産調整（減反政策）が行われるようになり白石平野の栽培作物も大幅に変化した。表9に1960年と2000年における水田作物と畑作物の収穫面積および収穫量を示す。

白石平野では、水田転作作物として主に大豆が導入されている。また、レンコンの産地でもあり、約250haが栽培されている。裏作では、従来、高畦で麦類やなたね、そらまめが栽培されていたが、白石町史編纂委員会（1974c）によると昭和37年度からたまねぎの集団栽培が始まり、以来、飛躍的に作付面積が増加して、今では全国有数の産地となっている。また、キャベツ、いちご、レタスなどが栽培面積を増やしている。裏作の麦類の生産量も多いが、乾田化に伴い反収が大きく伸びていることがわかる。

## クリークの水質

佐賀県内のクリーク水質は、九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所（2003a）が平成5年（1993年）から13年（2001年）までの9年間調査している。この調査は福岡県内13個所、佐賀県内12個所について、稲の生育時期ごとの同じ日に水質を測定したものである。佐賀県内の調査地点の一部を図6に示す。

この調査結果を、白石平野のクリーク（佐賀11および佐賀12）、同様な干拓起源の地形条件を持つ佐賀平野のクリーク4個所（佐賀5、佐賀6、佐賀9、佐賀10）およびその水源となっている嘉瀬川からの取水口である川上頭首工（佐賀7）について、水質調査項

表9 作物の収穫面積及び収穫量の変化（農林水産省（1960）及び九州農政局佐賀統計情報事務所（2001）より作成）

| 作物       | 1960年     |          | 2000年     |          |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|          | 収穫面積 (ha) | 収穫量 (トン) | 収穫面積 (ha) | 収穫量 (トン) |
| 水稻       | 4,675     | 2,1450   | 3,760     | 20,750   |
| レンコン     | 155       | 3,263    | 257       | 3,866    |
| 小麦       | 1,744     | 3,634    | 1,161     | 5,197    |
| 大麦（ビール麦） | 119       | 107      | 705       | 2,895    |
| 六条大麦（裸麦） | 1,030     | 1,205    | 20        | 80       |
| 大豆       | 37        | 41       | 1,035     | 2,643    |
| キャベツ     | 0         | 0        | 105       | 4,317    |
| たまねぎ     | 16        | 190      | 1,692     | 97,400   |
| いちご      | 0         | 0        | 50        | 1,980    |
| レタス      | 0         | 0        | 53        | 1,483    |
| そらまめ     | 411       | 480      | 0         | 0        |
| なたね      | 348       | 377      | 0         | 0        |

目ごとに9年間の測定値を平均して整理すると表10に示すようになり、白石平野のクリーク水質は佐賀平野に比べて濃度が高くなっていることがわかる。

詳細に比較すると、白石平野のクリーク（佐賀11および佐賀12）のpHは7.46～7.68と農業用水の水質基準値（6.0～7.5）を上回り、他の調査地点の佐賀平野のクリーク（佐賀5、佐賀6、佐賀9、佐賀10）のpH 6.76～7.28と比べても高くなっている。また、COD濃度も14.73～18.25mg/Lと農業用水の水質基準値（6mg/L以下）および他の調査地点の濃度（2.67～9.47mg/L）を大きく上回っている。SS濃度は64.25

～64.73mg/Lと農業用水の水質基準値（100mg/L以下）を満たしているが、他の調査地点（9.24～40.77mg/L）に比べると高い。DOは8.25～8.93mg/Lと他の調査地点と比べて大きな差はない。T-N濃度は3.34～4.41mg/Lと農業用水の水質基準値（1mg/L以下）を大きく上回るとともに、他の調査地点の濃度（0.641～1.58mg/L）に比べても高い。電気伝導度も農業用水の水質基準値を上回っており、特に佐賀12が電気伝導度968.5 $\mu$ S/cmと非常に高い値となっている。

陣内ら（1999）は、白石平野のpHが高い原因とし



図6 水質調査位置図（九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所（2003b）より転載）

表10 佐賀県のクリーク水質（平成5年から13年までの9年間の平均値）（九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所（2003c）より作成）

| 水質項目及び単位<br>調査地点番号        | 川副町<br>犬井道田中 | 東与賀町<br>下古賀作出 | 大和町<br>川上頭首工 | 久保田町<br>江戸搦 | 芦刈町<br>道免 | 白石町<br>東分 | 白石町<br>新拓 | 農業用水<br>水質基準<br>(水稲) |
|---------------------------|--------------|---------------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
|                           | 佐賀5          | 佐賀6           | 佐賀7          | 佐賀9         | 佐賀10      | 佐賀11      | 佐賀12      |                      |
| pH                        | 6.81         | 6.76          | 7.1          | 7.28        | 6.97      | 7.46      | 7.68      | 6.0～7.5              |
| COD (mg/L)                | 9.47         | 7.75          | 2.67         | 5.06        | 8.93      | 14.73     | 18.25     | 6以下                  |
| SS (mg/L)                 | 35.38        | 29.5          | 9.24         | 14.73       | 40.77     | 64.73     | 64.25     | 100以下                |
| DO (mg/L)                 | 5.96         | 4.7           | 8.85         | 9.46        | 6.56      | 8.25      | 8.93      | 5以上                  |
| T-N (mg/L)                | 1.51         | 1.16          | 0.641        | 0.94        | 1.58      | 3.34      | 4.41      | 1以下                  |
| 電気伝導度 ( $\mu$ S/cm)       | 362.4        | 208.4         | 80.3         | 129.4       | 243.6     | 327.8     | 968.5     | 300以下                |
| NH <sub>4</sub> -N (mg/L) | 0.181        | 0.137         | 0.028        | 0.075       | 0.127     | 0.153     | 0.189     |                      |
| PO <sub>4</sub> -P (mg/L) | 0.201        | 0.191         | 0.023        | 0.06        | 0.246     | 0.465     | 0.977     |                      |
| T-P (mg/L)                | 0.371        | 0.345         | 0.054        | 0.108       | 0.398     | 0.805     | 1.415     |                      |
| クロロフィル-a ( $\mu$ g/L)     | 42.87        | 21.9          | 3.8          | 12.1        | 35.9      | 113.7     | 104.4     |                      |
| Cl <sup>-</sup> (mg/L)    | 56.2         | 25.2          | 8.1          | 11.5        | 28.4      | 30.1      | 169.1     |                      |

表11 水稲生育期別の T-N 濃度 (mg/L) (平成5年から13年までの9年間の平均値) (九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所 (2003c) より作成)

| 調査地点名   | 川副町<br>犬井道<br>田中 | 東与賀町<br>下古賀<br>作出 | 大和町<br>川上<br>頭首工 | 久保田町<br>江戸搦 | 芦刈町<br>道免 | 白石町<br>東分 | 白石町<br>新拓 |
|---------|------------------|-------------------|------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 調査地点番号  | 佐賀5              | 佐賀6               | 佐賀7              | 佐賀9         | 佐賀10      | 佐賀11      | 佐賀12      |
| 代かき期    | 1.74             | 1.45              | 0.62             | 0.89        | 1.59      | 6.04      | 10.97     |
| 活着期     | 1.53             | 1.47              | 0.68             | 1.05        | 1.8       | 4.2       | 4.13      |
| 分けつ期    | 1.19             | 1.27              | 0.69             | 0.86        | 1.27      | 1.81      | 2.61      |
| 幼穂形成期   | 1.17             | 1.04              | 0.62             | 1.08        | 1.29      | 1.71      | 2.11      |
| 出穂期     | 1.15             | 1.11              | 0.7              | 0.88        | 1.36      | 1.49      | 2.37      |
| 登熟期     | 0.91             | 0.74              | 0.56             | 1           | 0.91      | 1.74      | 2.32      |
| その他     | 0.63             | 1.1               | 0.4              | 0.59        | 0.8       | 4.3       | 2.4       |
| 収穫後 (1) | 1.43             | 0.9               | 0.68             | 0.84        | 1.72      | 2.69      | 3.81      |
| 収穫後 (2) | 3.18             | 1.48              | 0.61             | 0.91        | 2.86      | 7.58      | 8.94      |

て、他の地域に比べて富栄養化が進行し植物プランクトンの増殖が著しいことをあげている。また、白石平野のクリークの T-P 濃度などの栄養塩濃度および COD 濃度が他の調査地点と比べて極めて高くなっている原因として、白石平野は佐賀平野と比べて水源が乏しく、用水の反復利用率が高い地域であると指摘している。水域内の滞留時間が長くなり単位水塊当たりの負荷量 (負荷率) が高いのに対して、佐賀平野の調査地点は用水施設が整備され、筑後川や嘉瀬川からの用水が各路線別にクリークまで送水されているので、単位水塊に対する負荷量は小さいとしている。

なお、水田での反復利用と水質の関係について、三沢 (1995) や田淵 (1998) は反復利用や循環灌漑が負荷量を削減する上で大きな効果を発揮するとしているが、一方で、Kuroda ら (1993) が佐賀平野の久保田町のクリークで行った調査では反復回数が増えると水質が悪くなるという結果となっている。これは滞留性のクリークの水を使つての反復利用が汚濁物質の蓄積を招いているためと考えられる。Shiratani ら (2005) および白谷ら (1986) は、農業用水の反復利用や生活排水の農業利用は、農業用排水系内での様々な汚濁物質の蓄積や水環境の悪化を招く恐れがあると、クリークの水質浄化のためにはクリーク水の交換率の向上を図ることが水質保全上最も重要なことと指摘している。また、平松ら (2004) は、クリークの水質改善のための直接的な方策として、用水の反復利用回数の減少や新規導入水による希釈を提案している。

このように、白石平野のクリーク水質が悪いのは反復利用率が高いのが一因と考えられるが、なぜ白石平野でクリーク水の反復利用率が高いのかについては、

これまで水質との関係での具体的な考察はみられなかった。本文では、白石平野の成り立ちと水源開発に関する歴史を整理するなかで、その背景を明らかにできたと考える。

水質項目の中で、T-N 濃度に着目して水稲の生育期別に各地点の濃度を比較すると、表11および図7に示すように、T-N 濃度は、いずれの地点も水稲生育期 (夏期) に比べて収穫後 (冬期) が高い値となっている。この原因として、白谷ら (1986) は、夏期では大雨時に大量のクリーク水が外海に排除され水質の浄化機能を果たしているが、冬期は貯水池的な性格が強くなりクリーク内の水の動きがほとんどないためとしている。

表11および図7を見ると、分けつ期から登熟期までの値は、佐賀11および佐賀12が佐賀5、佐賀6、佐賀9および佐賀10よりも相当大きくなっているが著しい

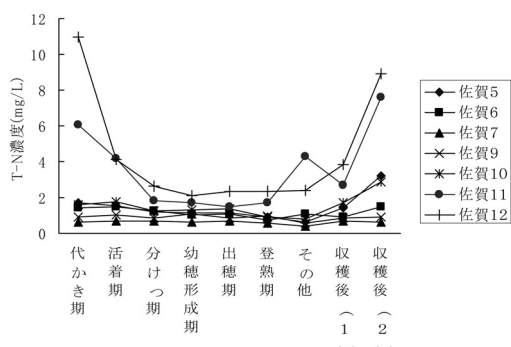


図7 水稲生育期別 T-N 濃度 (平成5年から13年までの9年間の平均値)

表12 水質調査地点を含む市町村の耕地面積と作付面積（2000）（農林水産省（2000）より作成）

| 町名               |        | 白石町   | 川副町   | 東与賀町  | 久保田町  | 芦刈町   |
|------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 経営耕地面積           | 田      | 5,233 | 2,333 | 929   | 833   | 1,025 |
|                  | 畑      | 439   | 5     | —     | 1     | 20    |
|                  | 樹園地    | 55    | 1     | 3     | 0     | 6     |
|                  | 計      | 5,728 | 2,338 | 931   | 834   | 1,050 |
| 販売農家露地作付（栽培面積）面積 | 稲      | 3,727 | 1,775 | 683   | 595   | 723   |
|                  | 麦類     | 1,669 | 1,650 | 598   | 476   | 532   |
|                  | 雑穀     | 1     | χ     | χ     | χ     | χ     |
|                  | いも類    | 0     | χ     | χ     | 1     | χ     |
|                  | 豆類     | 762   | 317   | 137   | 180   | 214   |
|                  | 工芸農作物  | 20    | χ     | —     | —     | —     |
|                  | 野菜類    | 1,714 | 46    | 19    | 41    | 62    |
|                  | うちたまねぎ | 1,353 | 33    | 19    | 35    | 37    |
|                  | 花き類・花木 | 1     | χ     | —     | χ     | χ     |
|                  | 種苗・苗木類 | 3     | χ     | —     | —     | —     |
|                  | その他    | 12    | 3     | χ     | χ     | χ     |
|                  | 果樹     | 50    | χ     | 2     | χ     | 5     |
|                  | 計      | 7,960 | 3,793 | 1,444 | 1,294 | 1,538 |
| 施設面積             | 92     | 45    | 25    | 14    | 14    |       |

（注：白石町の数値が表-9と異なるのは、統計の出所が異なるためである。）

差ではなく、収穫後から田植え期までの値は著しい差になっていることがわかる。この白石平野と佐賀平野の水稻生育期間外（＝非かんがい期、裏作期間）における T-N 濃度の差については、白石平野と佐賀平野の裏作栽培作物の違いが反映していると考えられる。

表12は、白石町と佐賀平野の川副町、東与賀町、久保田町および芦刈町の作付面積を比較したものである。佐賀平野の裏作はほとんどが麦類であるのに対し、白石平野は麦類と野菜類が半々で、特にたまねぎの割合が高いことがわかる。JA 白石地区の施肥基準によると、たまねぎの施肥量は25kgN/10a であるが、麦類は13.6 kgN/10a と半分の量である。このため水稻生育期間外（非かんがい期、裏作期間）における白石平野と佐賀平野の T-N 濃度の差はたまねぎ栽培面積の差による影響が大きいと考えられる。

## おわりに

白石平野のクリーク水質汚濁はかなり深刻な状態にあるが、これまで深刻に受けとめられてこなかったのは、まず水の量的な確保が地域の最大の課題で、水質までに配慮が至らなかったことにある。加えて、これまで依存していた深層地下水の水質は良好で、これがクリークへ補給されていたため水質の改善に役立っており、逆に、そのことによって農業者や住民がクリーク

水質の悪化を強く意識することがなかったという面も否めない。

しかしながら、地下水の揚水により地盤沈下が発生し深層地下水の取水もできなくなっている。また、国民の環境への関心が高まる中で、農業においても農産物の安全・安心や、環境保全型農業への関心が高まっており、水質問題は避けて通れない課題となってきた。

幸い、白石平野の抜本的な水資源確保対策として国営筑後川下流白石平野土地改良事業が実施されているが、この事業が完成すれば、常時、嘉瀬川から水質が良い水がクリークへ注入されることになる。本来、嘉瀬川から導水される水は早魃時の補給水であるが、出来るだけ多くの水を年間を通してクリークへ注水することによりかんがい用水の反復率を低下させ、またクリークの希釈用水となる水質浄化的な利用も望まれる。

しかし、嘉瀬川からの導水だけでクリークの水質問題が抜本的に解決されるわけではないと考える。営農とクリーク水質の関係については、栽培作物別に、その施肥成分がどのようにクリークへ流出し水質へ影響を与えるかの詳細な解明に基づく対策が必要である。そして、地域ぐるみで積極的に環境保全型農業へ転換していくことが望まれる。さらに本文では言及しなかったが、生活雑排水の処理やクリークの適切な維持管理

も不可欠である。地域としては、国営事業を契機として、クリークの水質改善に向けての取り組みを始める好機にあると考える。

## 摘 要

本文において、白石平野のクリーク水質を佐賀平野と比較し、白石平野の成り立ちと農業用水の開発の歴史、農地整備の歴史等をレビューして、クリーク水質へ影響を与えている白石平野の特異な水事情について考察した。その結果をまとめると次のように整理できる。

- ① 白石平野のクリークは佐賀平野に比べて水質の汚濁が著しい。とくに、非かんがい期の汚濁が著しくなっている。
- ② 白石平野は干拓地特有のクリークが発達しているが、従来から水資源に恵まれず、江戸時代以降に大々的に行われた干拓により増大する農地の水需要をまかなうため、干拓の進展に合わせて流域内外に多くの溜池が築造された。
- ③ 白石平野のクリークは溜池の貯水を配水する機能を併せ持っているが、流域面積が小さくクリークに貯水する水が無いことから、農地面積に対するクリーク密度は佐賀平野に比べて小さい。
- ④ 昭和30年代以降の農業基盤整備によりクリークの拡幅整備が進んだが、水田の区画整理や乾田化により農業用水需要が急激に拡大したため、大々的に地下水の取水が行われるようになった。しかし、この地下水取水は地盤沈下の発生という新たな問題を惹起した。
- ⑤ 白石平野は慢性的な水不足状態にあり、平常時にはクリークの水が反復利用されている。これが水域内の滞留時間を長くし、クリークの水質を悪化させる一因と考えられている。
- ⑥ 白石平野では、農業基盤整備の成果もあって裏作にたまねぎが大々的に導入されたが、これは麦作(裏作)中心の佐賀平野と異なる点であり、非かんがい期のクリークの水質に大きな負荷を与えている。
- ⑦ 白石平野と佐賀平野の水事情および栽培作物の違いが、両者のクリーク水質の差に反映しているといえる。
- ⑧ 国営事業で嘉瀬川から水質の良い水が導水されるが、これはクリークの水質改善に役立つであろう。
- ⑨ しかし、栽培作物とクリーク水質の関係について

て更なる解明を進め、その成果をもとに環境保全型農業へ転換するなど、水質改善に役立てるべきである。

- ⑩ また、生活雑排水の処理やクリークの適切な維持管理も不可欠である。

## 謝 辞

本稿を執筆するにあたって、(財)日本水土総合研究所の大西亮一主席研究員に多大なご協力をいただいた。心からお礼を申し上げる。

## 文 献

- 有明町史編集委員会 1987 有明町の民俗第1集. 有明町教育委員会, 87-107頁
- 有明干拓史編集委員会 1969 有明干拓史. 九州農政局有明干拓建設事業所, 52-70頁
- 福富町誌編さん委員会 1992 福富町誌続編. 福富町, 30-73頁
- 平松和昭・白谷栄作・四ヶ所四男美 2003 生態系モデルによる低平地水田地帯のクリーク水質解析. 九大農学芸誌, 59(2): 153-164
- 陣内文仁・福田敬・三好利臣 1999 佐賀平野におけるクリークの水質について. 水と土, 116: 37-44
- Kuroda, M., Fukuda, T., Nurrochmad, F. 1993 Irrigation Return Flow Mechanism and Water Quality in Creek System of Low Lying Paddy Area. *ICID 15<sup>th</sup> Congress on Irrigation and Drainage*: 1179-1190
- 九州農政局 1967 佐賀平野における農業水利事業の沿革. 九州農政局, 76-79頁, 88頁, 105頁, 127-135頁, 198頁, 201-202頁, 204頁, 364頁
- 九州農政局筑後川水系農業水利調査事務所 1979 筑後川下流地域クリーク実態調査結果. 九州農政局, 8頁
- 九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所 2003b 完了地区フォローアップ調査 水利用状況調査「筑後川下流地域」報告書. 九州農政局, 3頁
- 九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所 2003c 完了地区フォローアップ調査 水利用状況調査「筑後川下流地域」報告書 資料編, 17-24
- 九州農政局佐賀統計情報事務所 2001 第48次佐賀農林水産統計年報. 九州農政局佐賀統計情報事務所, 31-95頁
- 地域環境工学概論編集委員会 1995 地域環境工学シリーズ1 豊かで美しい地域環境をつくるー地域環境工学概論ー. 農業土木学会, 121頁
- 農林省統計部 1960 1960年世界農林業センサス市町村別統計書 NO.41佐賀. 農林省統計部, 263-293頁
- 農林水産省 2000 2000年世界農林業センサス市町村別統計書. 九州農政局佐賀統計情報事務所, 133頁, 141頁, 145頁, 217頁, 225頁, 229頁

- 大串和紀・中野芳輔 2006 白石平野における基盤整備の進展とクリーク水質の変化. 農業土木学会誌, 74(2) : 137-140
- 佐賀県 1955 佐賀平野クリーク実態調査報告書. 佐賀県, 8-13頁
- 佐賀県県土づくり本部 2005 2005佐賀県の農業農村整備. 佐賀県, 34-66頁
- 佐賀県農村農地整備局 1994a 佐賀県土地改良史. 佐賀県土地改良事業団体連合会, 112-130頁, 516-521頁, 526-537頁
- 白谷栄作・原 喬・安中武幸 1986 麦作期の圃場からの肥料分の流出とクリークの水質環境. 農業土木学会誌, 54(10) : 937-944
- Shiratani E., Kubota T., Yoshinaga I. and Hitomi T. 2005 Effect of agriculture on nitrogen flow in the coastal water environment at the Ariake Bay, Japan, *Ecology and Civil Engineering*, 18(1) : 73-81
- 白石町史編纂委員会 1974 白石町史. 白石町, 31頁, 108-110頁, 284-292頁, 420-428頁, 762頁, 796-817頁
- 白石町役場 2006 白石町の概要. (オンライン), [www.town.shiroishi.lg.jp/site/view/contview.jsp?cateid=36&id=40&page=1](http://www.town.shiroishi.lg.jp/site/view/contview.jsp?cateid=36&id=40&page=1) (2006.8.19アクセス)
- 水質環境学編集委員会 1998 地域環境工学シリーズ 4 清らかな水のためのサイエンスー水質環境学ー. 農業土木学会, 100-107頁

## Summary

Having investigated the creek water quality in the Shiroishi Plain in comparison with the Saga Plain, the author now concludes that there were several historical and regional backgrounds which affected the quality of creek water as follows:

1. Pollution of the creek water in the Shiroishi Plain appears to be strikingly worse in comparison with the Saga Plain particularly during non-irrigation seasons.
2. A number of reservoirs were constructed extensively within and outside the catchment area of the Shiroishi Plain after the Edo period as farmland reclamation progressed in order to cater for increasingly emerging demands for agricultural water.
3. Although creeks have a function to circulate the reservoir water to the irrigated farmlands in the Shiroishi Plain, the density of creek is lower in comparison with the Saga Plain because of the smaller drainage basin.
4. Emerging water demands after mid 1950s were attributable to readjustment of paddy fields and reformation into well-drained paddy field. Excessive consumption of groundwater has given rise to the land subsidence caused by depletion of groundwater reserves.
5. In the Shiroishi Plain where a chronic shortage of irrigation water is prevailing, creek water is repeatedly used under normal irrigation conditions. A long stagnation of irrigation water within a limited boundary is considered one of negative factors exacerbating creek water quality.
6. Half of the farmlands in the Shiroishi Plain grow onion as a secondary crop, and creek water has been somehow polluted especially during non-irrigation seasons whilst farmlands in the Saga Plain grow wheat as a secondary crop in the same non-irrigation seasons with lesser contamination of irrigation water.
7. The differences in the water quality between the Shiroishi Plain and the Saga Plain reflect the types of crop being grown and the circumstances how the agricultural water is circulated in the farmlands.