

〔農工研技報 207〕
63～80, 2008〕

有明海沿岸クリーク地帯でのクリーク水質の 年間変動および年次変動の解明

濱田康治*・皆川明子**・高木強治*・中 達雄***

目 次			
I 緒言	63	2 水源となる河川水の水質特性	68
II 有明海沿岸クリーク地帯の概要	64	3 排出負荷とクリーク水質の関係	69
1 クリーク地帯の区分	64	4 クリーク水質の年間変動特性	70
2 作付け状況と施肥量の変化	65	5 クリーク水質の年次変動特性	74
3 人口と下水道整備状況	67	IV 結言	77
III クリーク水質の特徴	67	参考文献	78
1 クリークの水質データ	67	Summary	80

I 緒 言

有明海湾奥部沿岸では、干拓により低平地を拡大して農地利用してきた。低平地では貯水機能と通水機能をあわせもつクリークを張り巡らせて、農業用排水路として利用してきた。しかしながら、有明海周辺ではクリークを有する低平地（クリーク地帯）の面積に対して後背山地が小さいため水の確保が難しく、慢性的な水不足に悩まされてきた。1970年代から始められた圃場整備事業により、クリーク地帯を縦横無尽に流れていたクリーク水路は整備され、幹線水路を中心として、その周りに支線水路や小排水路を組み合わせた構造へと再編成された。その際、周辺河川からクリークへの取水方法も変化するなど、クリーク地帯での水管理や水環境が大きく変化した。

大串・中野（2006）によると、クリーク地帯の西端にある白石平野では、1960年頃までは清浄に保たれていたクリーク水質が、近年になり悪化が進んだと報告しており、その原因を多肥化や生活雑排水の増加、クリークの維持管理方法の変化などにあると指摘している。陣内ら（1999）は、平成9年度に実施した佐賀県内のクリーク水質調査より、佐賀県のクリーク地帯が富栄養化していると報告しており、地域内での污水处理施設の普及や農地排水にともなう排出負荷管理が重要と指摘している。筑

後川下流域では、筑後川に洪水疎通能力の確保・塩害の防除・新規水道用水の確保・取水の安定を目的とした筑後大堰が完成し、平成8年より安定した農業用水量が取水・供給されるようになった。しかしながら、筑後川下流域にひろがるクリーク地帯でも生活雑排水の流入や、農地からの負荷物質の流入、クリークの維持管理の粗放化などによるクリーク水質の悪化が懸念されている（九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所、2003）。水田ら（2003）は平成4～13年の筑後川及び矢部川を主水源としたクリークでの水質調査結果から、全窒素（T-N）及び化学的酸素要求量（COD）の平均値が水稻の用水基準値を超えていること、溶存酸素、浮遊物質、全リンを除くほとんどの項目で水稻かんがい期よりも、非灌漑期において高濃度となる事を示した。また、10年間では汚濁の進行も改善も認められないことを報告している。しかしながら、これらの検討では、クリーク水質と、農業活動や污水处理施設の普及などの影響は検討されていない。

本研究では、有明海湾奥沿岸に広がるクリーク地帯を水源や幹線水路系統により白石平野、嘉瀬川水掛かり地区、筑後川水掛かり右岸地区、筑後川水掛かり左岸地区、矢部川水掛かり地区に5区分し、それぞれの地区での農業活動に関する特徴（耕地面積、作付状況、施肥量）、生活排水に関する特徴（下水道、農業集落排水、合併浄化槽などの污水处理施設の普及率）を調査・把握したのち、得られた地区ごとの特徴と併せて平成4～13年度の10年間のクリーク水質の変動特性を分析する。

水質データは、九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所の水質調査結果である。貴重なデータを提供頂いた九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所に記して深謝の意を表します。

*農村環境部水環境保全研究室

**施設資源部水路工水理研究室

***施設資源部上席研究員

平成20年1月15日受理

キーワード：有明海、沿岸低平地、クリーク、水質の年間変動・年次変動

II 有明海沿岸クリーク地帯の概要

1 クリーク地帯の区分

有明海の湾奥部沿岸に広がるクリーク農業地帯には、六角川、嘉瀬川、筑後川、矢部川の4本の大きな河川が流れている。この地域では、アオ（淡水）取水という感潮河川に特有の取水がなされていたが、現在では廃止されている。白石平野では、平野北部を流れる六角川の自流域が小さく流量が少ない事と、平野の最上流部までが感潮区間であることからアオ取水が困難であったため、河川からの取水はわずか2%程度と報告されている（九州農政局，1967）。農業用水の大部分を周辺山麓にあ

るため池に依存しており、ため池からクリークに補給して利用している。嘉瀬川、筑後川流域のクリーク地帯では、1970年代から開始された圃場整備事業により国営幹線クリークが整備され、筑後川や嘉瀬川の淡水域からパイプライン等により導水されている。クリーク地帯では水不足になりがちであり、クリーク地帯から系外への水の排出を極端に少なくするとともに、クリークの水を高度に循環利用することで、貯留と循環利用を強化した節水型の水管理がなされている。白石平野では、水源の大部分をため池に依存しており、十分な水源確保が難しいため水不足の度合いが高く、クリーク水を特に高度に循環利用している。

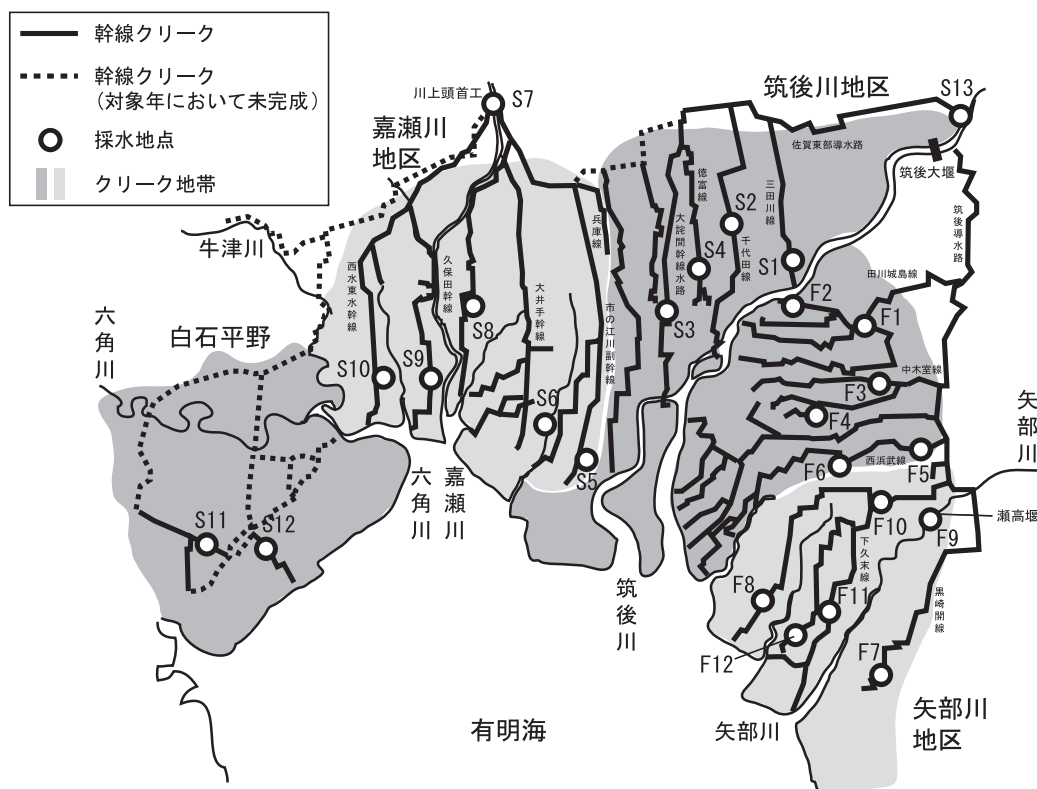


Fig.1 有明海湾奥沿岸のクリーク地帯の概要（平成13年度）

注）文献9，24）をもとに作成

Outline of the creek area and creek systems in the coastal areas around Ariake Bay (2001)

農業用水の水源により有明海の湾奥部沿岸に広がるクリーク地帯を4つの地域（クリーク農業地帯）に区分できる（Fig.1）。Fig.1において網掛けされた4地域がクリーク農業地帯であり、西側から、ため池を主な水源とする白石平野、嘉瀬川を主な水源とする嘉瀬川水掛り地区（以降、嘉瀬川地区）、筑後川を主な水源とする筑後川水掛り地区、矢部川を主な取水源とする矢部川水掛り地区（以降、矢部川地区）である（Shiratani *et al.*, 2005）。本研究では、筑後川水掛り地区を、右岸（以降、筑後川右岸地区；佐賀県）と左岸（以降、筑後川左岸地区；

福岡県）の2つに区別することで、クリーク地帯の区分を5区分とした。

白石平野以外の4地区では農業用水を河川に依存する。嘉瀬川地区では、水源の大部分を嘉瀬川に依存しており、Fig.1に示した川上頭首工にて取水された水が、パイプライン・幹線クリークを通じて供給されている。筑後川地区では、筑後川にある筑後大堰の上流から取水し、右岸側には佐賀東部導水路を、左岸側には筑後導水路を経て送水されている。矢部川地区では、平常時は矢部川にある瀬高堰の上流から取水した水を利用している。平

成8年度からは、筑後川下流土地改良事業により整備された筑後導水路により、渇水時には、筑後川の水を補給水として利用可能となった。各河川での水質の特徴はクリーク水質と共に後述するが、矢部川は上流に広大な茶畑が広がっており、そこでの施肥の流出に伴い、河川水の窒素濃度が他の河川に比較して高いことが一般に知られている²⁴⁾。なお、Fig.1に示したクリーク水路は幹線水路のみであり、支線水路や末端排水路は省略している。

2 作付け状況と施肥量の変化

Table 1に平成7年度、平成12年度の、クリーク地帯の各地区での耕地面積および、対象とした有明海湾奥部に広がるクリーク地帯で栽培されている主要作物の作付面積を整理した。その際、統計データが市町村ごとに整理されているため、各地区に含まれる市町村 (Table 1 備

考を参照) を選別した。ここで、各地区の境界と市町村の境界とが一致していないため、実際のクリーク地帯の面積よりも表中に示した面積が大きくなっている。特に佐賀市が含まれる嘉瀬川地区は、佐賀市に占めるクリーク地帯の面積比率が小さいため、実際の面積よりも大幅に大きい値となっている。表中に示した、コメ、ムギ、ダイズ、芋、タマネギは、有明海湾奥部に広がるクリーク地帯で栽培されていた代表的な作物である。コメは水稻と陸稲の合計、ムギはコムギ、オオムギ、ハダカムギ、ビールムギの合計である。

Table 1より、5つの地区の全てにおいてコメの作付面積が19~25%減少したことがわかる。これを耕地面積に対するコメの作付面積の比率で整理すると、平成7年度が74~87%であったのに対して、平成12年度は59~69%となり、約5年間で15~18%減少していた。コメの作付

Table 1 クリーク地帯の各地区での耕地面積と主要作物の作付面積 (市町村単位で整理)
Cultivated acreage and planted acreage of main farm crops on the creek areas

	面積 [km ²]	作付面積					耕地 面積 [ha]	耕地 面積率 [%]
		コメ [ha]	ムギ [ha]	ダイズ [ha]	芋 [ha]	タマネギ [ha]		
白石平野 H7	135.4	5,765	3,040	156	44	1,139	6,889	51
		H12	4,680	2,455	978	20		
嘉瀬川 H7	232.7	7,820	5,994	77	2	56	9,305	40
		H12	6,098	5,201	1,261	0		
筑後川 (右岸) H7	156.0	6,395	5,217	166	44	35	7,320	47
		H12	4,941	4,708	1,169	23		
筑後川 (左岸) H7	69.6	2,591	934	26	248	13	3,203	46
		H12	1,959	1,000	125	88		
矢部川 H7	155.6	5,467	3,248	112	231	7	7,385	47
		H12	4,137	3,387	758	63		

注) 白石平野地区 : 旧有明町・大町町・江北町・旧白石町・旧福富町
 嘉瀬川地区 : 川副町*・久保田町・旧佐賀市・東与賀町・三日月町・旧大和町
 筑後川右岸地区 : 上峰町・川副町*・旧神埼町・旧北茂安町・旧千代田町・三田川町・旧三根町・旧諸富町
 筑後川左岸地区 : 大川市・大木町・旧城島町
 矢部川地区 : 旧瀬高町・旧高田町・旧三橋町・旧柳川市・旧大和町
 ※川副町は、嘉瀬川地区 (50%) と筑後川右岸地区 (50%) とした。
 注) 文献14), 15), 25) をもとに作成

Table 2 福岡県・佐賀県における施肥基準 (kg/10a)
Standard fertilization in Fukuoka Prefecture and Saga Prefecture

	コメ	ムギ			ダイズ	芋	タマネギ
		コムギ	オオムギ	ハダカムギ			
福岡県 窒素	6	14	13	9	-	-	22
	リン	6	8	8	8	-	15
佐賀県 窒素	5.5	14	12	10	6	45	25
	リン	8	8	12	10	6	10

注) 文献18), 19) をもとに作成

Table 3 窒素年間施肥量 (主要作物のみ)

Annual applied nitrogen fertilization for main farm crops

		コメ [t/年]	ムギ [t/年]	ダイズ [t/年]	芋 [t/年]	タマネギ [t/年]	合計 [t/年]
白石平野	H7	317	426	9	20	285	1,057
	H12	257	344	59	9	358	1,027
嘉瀬川	H7	430	839	5	1	14	1,289
	H12	335	728	76	0	23	1,162
筑後川 (右岸)	H7	352	730	10	20	9	1,120
	H12	272	659	70	10	14	1,025
筑後川 (左岸)	H7	155	131	2	112	3	402
	H12	118	140	8	40	1	306
矢部川	H7	328	455	7	104	2	895
	H12	248	474	45	28	1	797

Table 4 リン年間施肥量 (主要作物のみ)

Annual applied phosphorus fertilization for main farm crops

		コメ [t/年]	ムギ [t/年]	ダイズ [t/年]	芋 [t/年]	タマネギ [t/年]	合計 [t/年]
白石平野	H7	461	243	9	4	228	946
	H12	374	196	59	2	286	918
嘉瀬川	H7	626	480	5	0	11	1,121
	H12	488	416	76	0	18	998
筑後川 (右岸)	H7	512	417	10	4	7	950
	H12	395	377	70	2	11	855
筑後川 (左岸)	H7	155	75	2	25	2	258
	H12	118	80	8	9	1	215
矢部川	H7	328	260	7	23	1	619
	H12	248	271	45	6	1	572

面積比率の減少は、減反政策の転作によるものと考えられる。

ここで、コメの転作物であるダイズの作付面積をみると、5年間で大きく拡大していた。佐賀県ではコメの作付面積の減少量の70%前後がダイズに転作されたことになる。一方、福岡県では、ダイズの作付面積が佐賀県ほど拡大しておらず、筑後川地区ではコメの作付面積減少量の16%、矢部川地区では49%にとどまっていた。ムギの作付面積は、福岡県では作付面積が5~7%増加していたが、佐賀県では10~19%減少している。主に福岡県で作付されていた芋は、5年間で著しく減少していた。白石平野では他の地域に比較してタマネギの耕地面積に対する作付面積の割合が大きかったが、平成7年度から平成12年度で更に面積が拡大していた。

Table 2に福岡県・佐賀県での窒素・リンの施肥基準を示す。作物毎の施肥量は、福岡県では福岡県水稲・麦施肥基準と福岡県野菜施肥基準を、佐賀県では平成17年度施肥・病害虫防除・雑草防除のてびきと平成16年度施肥・病害虫防除雑草防除のてびきを参考にした。水稲に関する施肥基準は、福岡県・佐賀県ともにコシヒカリを

平坦地で栽培するときの値を使用した。

Table 1に示した主要作物の作付面積と**Table 2**に示した施肥基準をもとに、平成7年度と平成12年度における、各地区での年間施肥量を概算した。福岡県の施肥基準ではダイズ・芋に対する基準が設定されていないため、施肥量算出に際しては佐賀県の施肥基準を使用して計算した。**Table 3**に窒素の年間施肥量を、**Table 4**にリンの年間施肥量を示す。平成7年度、平成12年度ともに**Table 2**に示した同じ施肥基準を使用して算出している。

窒素施肥量は、コメ、ムギの作付面積の縮小に伴い5年間で減少していた。コメの転作物であるダイズの作付面積の拡大による窒素施肥量の増加や、白石平野ではタマネギ栽培面積の拡大に伴う施肥量の増加があったものの、地区毎に合計した窒素施肥量は減少していた。タマネギなどの野菜は収率が低く肥効率が低いため必要となる施肥量が多い。タマネギの作付面積が広い白石平野では施肥量の減少量が少なかった。

窒素施肥量は福岡県よりも佐賀県のほうが高い値であった。また、平成7年度から平成12年度の間で窒素施肥量が減少していた。有明海沿岸クリーク地帯では二毛作

が盛んで土地利用率がが高く、作物別の施肥量に比較して耕地面積当たりの年間施肥量が大きな値となっている。

リン施肥量も窒素施肥量と同様に5年間で減少した。佐賀県では、ダイズ、タマネギの作付面積の拡大に伴い施肥量が増加したものの、コメ、ムギの作付面積が減少しているため、地区毎に合計したリン施肥量は減少していた。窒素施肥量同様に、タマネギの作付面積が広い白石平野では、施肥量の減少量は少なかった。耕地面積当たりのリン施肥量は、窒素と同様の傾向であった。福岡県ではリン施肥基準が佐賀県に比べて低いため、佐賀県に比較して耕地面積当たりのリン施肥量が小さかった（Table 4）。

3 人口と下水道整備状況

Table 5にクリーク地帯の人口と汚水処理施設の普及率を示す。汚水処理施設は農業集落排水、合併浄化槽、下水道（流域下水道を含む）ごとに人口普及率で整理した。農業集落排水と合併浄化槽の普及率は、平成7年度のデータを入手できなかつたため、平成12年度のデータのみである。

本研究で対象としたクリーク地帯に位置する市町村で、平成4～13年度の間には下水道が稼働していたのは、嘉瀬川地区に位置する旧佐賀市・東与賀町と筑後川右岸

地区に位置する三田川町のみである。

平成7年度・平成12年度の下水道人口普及率は、旧佐賀市で48.7%・58.9%，東与賀町で0.0%（未整備）・30.3%，三田川町で0.0%（未整備）・45.9%，旧瀬高町で1.7%・4.2%であった。これらの値からクリーク地区ごとの下水道人口普及率を算出すると、Table 1に示したとおり、嘉瀬川地区で31.0%（平成7年度）、37.9%（平成12年度）、筑後川右岸地区で0.0%（平成7年度・未整備）、4.8%（平成12年度）、矢部川地区で0.4%（平成7年度）、0.9%（平成12年度）となった。白石平野・筑後川左岸地区では下水道が未整備であった。

下水処理施設での処理水は、旧佐賀市の終末処理場である佐賀市浄水センターからは本庄江川に、東与賀町の終末処理場である東与賀浄化センターからは八田江川に、三田川町の終末処理場である三田川庁舎浄化センターからは井柳川に、旧瀬高町（矢部川流域下水道事業）の終末処理場である矢部川浄化センターからは花宗川に放流されている。このように、下水道の処理水は、クリーク地区外の河川に直接放流される。よって、下水道が未整備であった頃はクリークに流れ込んでいた生活排水が、下水道の普及と共にクリークに流入しなくなるため、クリークに流入する水量・汚濁物質ともに下水道の普及と共に減少すると考えられる。

Table 5 クリーク地帯の各地区の人口と汚水処理施設の普及状況（市町村単位で整理）
Population and diffusion rate of sewage facilities in the creek areas

		人口 [千人]	面積 [km ²]	人口 密度 [人/km ²]	人口普及率		
					下水道 [%]	農業集落排水 [%]	合併浄化槽 [※] [%]
白石平野	H7	39.0	135.4	288	0.0	-	-
	H12	38.0			281	0.0	11.1
嘉瀬川	H7	269.4	232.7	1,158	31.0	-	-
	H12	267.0			1,147	37.9	1.3
筑後川 (右岸)	H7	90.8	156.0	582	0.0	-	-
	H12	90.7			581	4.8	8.9
筑後川 (左岸)	H7	70.9	69.6	1,018	0.0	-	-
	H12	69.1			993	0.0	0.0
矢部川	H7	121.6	155.6	781	0.4	-	-
	H12	117.6			756	0.9	0.0

注) ※：合併浄化槽はコミュニティプラントも含む
注) 文献2), 6), 25) をもとに作成

農業集落排水は佐賀県において下水道普及率が低い地区での普及が進んでおり、下水道普及率が高かった嘉瀬川流域で1.3%，それ以外は10%程度の普及率であった。合併浄化槽（コミュニティプラント）は佐賀県では8.8～15.2%，福岡県では20.6～26.3%であった。農業集落排水処理施設と合併浄化槽での処理水は、下水道とは異なりクリーク水路に放流される。

III クリーク水質の特徴

1 クリークの水質データ

Fig.1に示した25カ所の地点（F1～F12, S1～S13）において、平成4～13年度の10年間にわたり九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所により採水調査が実施された。

Table 6に採水箇所の水系区分を示す。白石平野のク

リーク2カ所 (S11, S12), 嘉瀬川地区の取水地点1カ所 (S7) とクリーク5カ所 (S5, S6, S8~S10), 筑後川右岸地区の取水地点1カ所 (S13) とクリーク4カ所 (S1~S4), 筑後川左岸地区のクリーク6カ所 (F1~F6), 矢部川地区の取水地点1カ所 (F9) とクリーク5カ所 (F7, F8, F10~F12) である。ここで, 取水地点とは水源となる河川の水質である。また, 便宜的にクリークでの採

水地点をその地理的な位置関係をもとに上流側と下流側に区別した。

採水はコメの作期にあわせて年に8回実施された。**Fig.2**に採水時期とコメの作期の関係を示す。コメの生長・営農活動に従い, 灌漑期は代かき期・活着期・分けつ期・幼穂形成期・出穂開花期・登熟期の6回, 非灌漑期に前期と後期の2回, 採水している。図中では, 福岡

Table 6 採水地点の水系区分 (採水地点はFig.1に対応)
Relationship between sampling points and river system

		採水地点	
白石平野	クリーク 上流側	S11	
	クリーク 下流側	S12	
嘉瀬川地区	取水地点	S7	
	クリーク 下流側	S5・S6・S8・S9・S10	
筑後川地区 右岸	取水地点	S13	
	クリーク 下流側	S1~S4	
筑後川地区 左岸	取水地点	S13	
	クリーク 上流側	F1・F3・F5	
	クリーク 下流側	F2・F4・F6	
矢部川地区	取水地点	F9	
	クリーク 上流側	F10	
	クリーク 下流側	F7・F8・F11・F12	

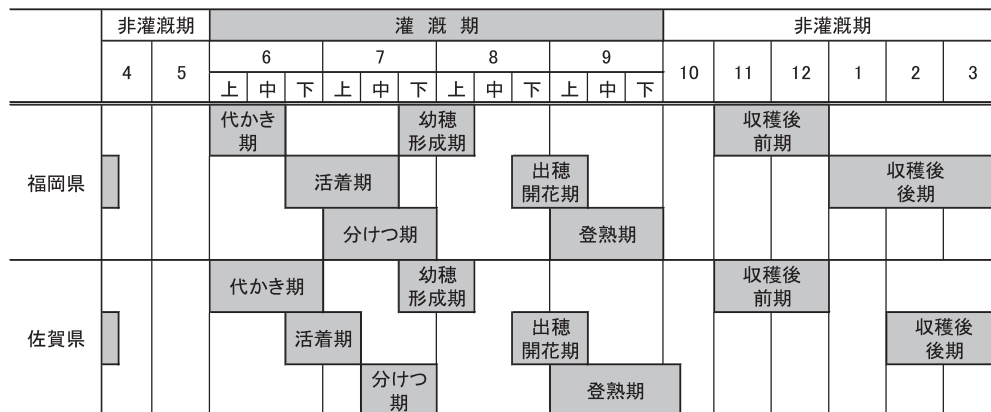


Fig.2 採水時期とコメの作期 (■: 採水期間)

(注) 文献9) をもとに作成

Relationship between investigation time and rice cropping schedule

県と佐賀県を分けて整理したが, 図に示したように両県での作付けスケジュールに大きな違いはない。

本論文で対象とした水質項目は, 浮遊物質 (SS), 化学的酸素要求量 (COD), 全窒素 (T-N), 全リン (T-P), クロロフィルa (Chl-a) である。

2 水源となる河川水の水質特性

クリークの水源である, 嘉瀬川, 筑後川, 矢部川の水質について述べる。**Figs.4~8**に3河川からの取水地点

での年間変動を示す。取水地点のプロットが河川での水質である。最も特徴的なのは, 矢部川のT-N濃度であり, 2mg/L以上と高い値で推移していた。これは, 上流にある広大な茶園からの排出負荷に起因すると考えられる。国土交通省による平成11年度全国一級河川の水質現況 (国土交通省HP) によると0.4mg/L以下の河川が全体の56.3%と最も多く, 1.0mg/Lを超えない河川が全体の87.9%と報告されていることから, これらの3河川のT-N濃度は全国的にも高い値であったといえる。SSは, 生

活環境の保全に関する環境基準のAA類型が25mg/L以下であることを考慮すると、全ての河川で十分に低い値であった。各河川でのCODは、灌漑期に高くなる傾向があり、嘉瀬川と矢部川が筑後川に比較してやや高い値であった。各河川でのT-Pは、CODと同様に、灌漑期に高くなる傾向があった。上述の全国一級河川の水質現況では0.01~0.03mg/Lの河川が43.9%と最も多く、0.05mg/Lを超えない河川が全国の河川の80.9%と報告されている。嘉瀬川、矢部川でのT-P濃度は0.1mg/Lを超えることはないものの、0.05mg/Lを超えることが多かったが、これは全国的にみると比較的高い河川であるといえる。また、筑後川では灌漑期にT-P濃度が0.2mg/Lを超えることがあるが、T-P濃度が0.1mg/Lを超える河川は全国の河川の2.3%と報告されていることから、筑後川はT-P濃度が非常に高い河川といえる。Chl-aは嘉瀬川と筑後川に比較して矢部川で高い傾向があった。これは、矢部川でのT-N濃度が高く、河川の中では藻類の増殖が促進されやすい環境にあったためと考えられる。

Fig.9~13に3河川からの取水地点での年次変動を示す。嘉瀬川ではどの物質においてもほぼ横ばいで推移していた。筑後川では4年間のデータのみであるため傾向が見えないが、SS、COD、Chl-aなどの懸濁態物質に関係の

深い物質が漸増傾向に、T-N、T-Pなどの溶存態物質に関係の深い物質が漸減傾向にあるようにも見える。矢部川では平成10年前後でCODやT-P濃度の改善が見られた。しかしながら、CODとT-Pにおいて平成9~10年に見られた水質改善を除いては、全ての物質で漸増傾向にあった。

3 排出負荷とクリーク水質の関係

農業系と生活排水からの排出負荷をTable3~5を元に概算する。農業系からのリンの排出形態に関する知見は少なく、施肥量を元に排出負荷を概算できなかったため、ここでは、窒素負荷のみの検討とする。本来ならば、平成4年度から平成13年度までの変化を算出することが望ましいが、データ不足のため概算の対象年度を平成12年度のみとする。Table 7に、上述に従い算出した農業系・生活排水の窒素負荷を示す。表に示した各負荷の算出方法を以下に示す。ここで、表中の面積は地区面積である。

まず、農業系であるが、水田は窒素除去機能を有しているため、水田からの排出負荷は施肥量ではなく、灌漑水中の窒素濃度に依存するとされている^{6), 12)}。三好(1978)は、水田への灌漑水の濃度が2~3mg/Lよりも高い場合に水田内での窒素除去機能が発揮されると

Table 7 農業系・生活排水の窒素負荷 (平成12年度)
Annual nitrogen loads with discharge from farmland and sewage (2000)

	排出負荷					合計	単位面積 当たりの 排出負荷
	農業		生活排水				
	水田	畑	生活 雑排水	農業集落 排水	合併 浄化槽		
[t/年]	[t/年]	[t/年]	[t/年]	[t/年]	[t/年]	[t/km ² /年]	
白石平野	0	231	33	3	9	263	1.9
嘉瀬川	0	248	152	2	52	400	1.7
筑後川(右岸)	0	226	70	6	30	296	1.9
筑後川(左岸)	0	56	56	-	40	112	1.6
矢部川	0	165	101	-	53	266	1.7

し、それよりも低濃度の場合には、水田内での溶出及び施肥による内部生産が窒素除去を卓越して、窒素負荷が生じる場合もあると報告している。白石平野・筑後川左岸地区・矢部川地区では、灌漑水として使用しているクリーク水のT-N濃度が灌漑期初期に3mg/Lを超えているが、それ以降の灌漑期では3mg/L以下である。また、嘉瀬川地区・筑後川右岸地区では灌漑期を通してT-N濃度が灌漑期初期に3mg/Lを超えなかった。よって、クリーク地帯では湛水期において水田での窒素除去はあまり期待できず、逆に窒素負荷が発生している可能性もある。また、Shiratani *et al.* (2004) は、水田内での窒素収支を計算し、灌漑水に伴う窒素流入と水田

からの窒素負荷がほぼ釣り合うと報告している。これは、収支計算上では水田から窒素負荷が発生していないことを示しているため、本研究では施肥による水田からの窒素負荷を0と仮定する。畑からの窒素負荷に関しては、白谷ら(2004)が、窒素施肥量と流出負荷量との関係から、施肥された窒素の約30%が流出すると報告している。これに従い、本研究では、畑からの窒素負荷を窒素施肥量の30%と仮定する。

次に、生活排水に伴う窒素負荷量であるが、下水道の処理水はクリーク地帯の系外に排出されるため、クリークへの負荷は0である。生活雑排水、農業集落排水、合併浄化槽からの排出負荷に関しては、環境省の

統一原単位をもとにした文献値を利用して、生活雑排水:3.0g/人/日、農業集落排水:1.9g/人/日、合併浄化槽:6.0g/人/日とした²⁰⁾。

Fig.3に、平成12年度におけるクリーク水の年間平均T-N濃度と単位面積当たりの窒素の年間負荷を示す。取水地点でのT-N濃度とクリーク下流側での濃度の差は、地区毎に異なっていたが、単位面積当たりの窒素負荷に大きな差が見られなかった。単位面積当たりの窒素負荷に大きな違いがないものの、地区毎のクリーク水に濃度差が生じた要因は、クリークへの供給水量やクリーク内の貯水量と推察される。クリークへの供給水量が少ない

場合、クリーク内に水を貯留して用水を確保するため河川水による希釈効果が弱まり、クリーク水のT-N濃度が高くなると考えられる。

クリーク地帯における負荷とクリーク水質の関係を更に定量的に検証するためには、本研究にて示したデータ以外に、水移動に関するデータが必要である。現状のクリークでの水管理は、慣行的に水管理がなされている部分が多く、河川からの取水・供給水量が判明しても、どのような経路で下流まで流れて、どの程度の水量が下流末端のゲートから排出されるか不明である。特にクリーク下流末端からクリーク外への排水量は、有明海との潮位

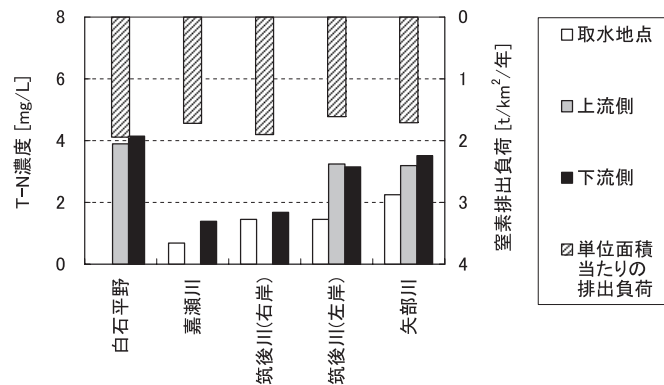


Fig.3 クリーク水の年間平均T-N濃度と単位面積当たりの窒素の年間負荷 (平成12年度)

Comparison between T-N concentration(annual average) in the creek water and annual nitrogen unit load(2000)

差によりフラップゲートを通じて自動排水されるため予測も困難である。現状のデータのみではクリーク地帯での水循環・物質循環を定量的に評価することは困難と考えられるため、以降はやや定性的な議論となるが、クリーク水質の年間変動特性と年次変動特性について述べる。

4 クリーク水質の年間変動特性

クリークは、農業用排水路としての役割が大きい。そのため、周辺農地での営農状況により水質は大きな影響を受けると考えられる。Figs.4~8にクリーク水のSS, COD, T-N, T-P, Chl-aの年間変動を示す。ここで、筑後川右岸地区と筑後川左岸地区では、取水地点での水質データが平成10年度から平成13年度までの4年間のデータのみであるため、取水地点の河川水質、クリーク水質ともに平成10年度から平成13年度の4年間のデータの平均値とした。観測データを、Table 1の区分に従い、Fig.2に示したコメの作期に基づく期間毎に、観測された全ての値から算出した平均値で整理した。

Figs.4~8より、水質の年間変動は地域特性よりも採水時期に大きな影響をうけているといえる。クリーク水質の年間変動特性は、全ての地区においてほぼ同様の傾向を示し、細かな違いはあるものの、SS, COD, T-N, T-Pは、灌漑期では代かき期や活着期に濃度が高く、その後、徐々

に濃度が低下する傾向があった。また、非灌漑期の濃度が高い傾向にあった。Chl-aは、灌漑期では代かき期に濃度のピークが見られる傾向があり、その後、徐々に濃度が低下する傾向があった。また、非灌漑期の濃度が高い傾向にあった。

地域ごとの特性は、年間変動よりも年次変動に大きく影響していたため、詳細な特性は次項で述べるとして、ここでは水質の年間変動を水質項目ごとに整理する。

a 浮遊物質 (SS)

SSは活着期に最も高くなる傾向があった (Fig.4)。代かき期・活着期以外の灌漑期は濃度が安定していた。冬場 (収穫後前期) に若干濃度が上昇する傾向があった。代かき期の濃度上昇は、代かき排水に伴う濁水流出によると考えられた。活着期は梅雨の時期でもあり、活着期の濃度上昇は降雨による濁水流出の影響も考えられる。また、SSは採水当日~2日前に降雨が観測された時の値が高くなる傾向が見られた。そこで、採水前に観測された降雨とSS濃度の相関関係を検討したところ、採水2日前までの降雨と高い相関を示しても、4日間の積算降水量との間に相関が認められない場合があった。このことから、降雨流出によるクリーク中のSS濃度上昇は2日間程度継続することが示唆された。

農業用水の水質基準 (農林水産省, 1970) における

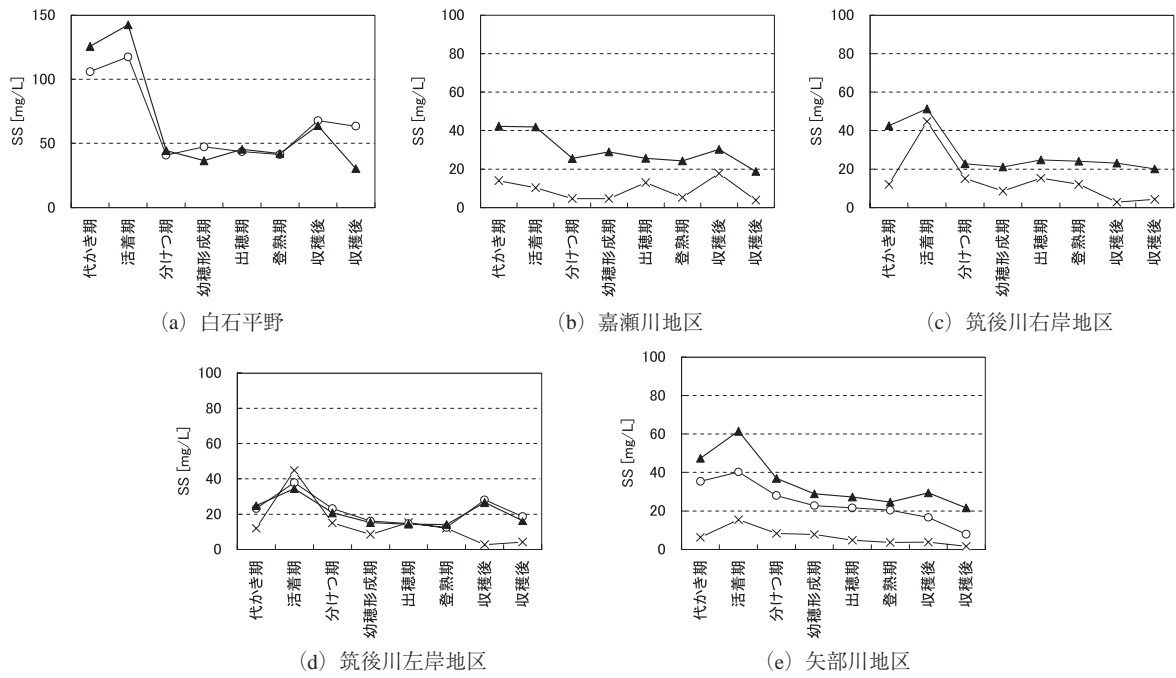


Fig.4 クリークでのSSの年間変動（白石平野のみ縦軸スケールが異なる，10年間の平均値）
 (×：頭首工や堰などの取水地点（河川の水質），○：クリーク（上流側），▲：クリーク（下流側）
 注）文献9）をもとに作成

Seasonal fluctuation of SS concentration in creek water

SSの基準値は100mg/L以下である。クリーク全域において、代かき期・活着期に基準値を超過するものが多かったものの、それ以外の期間では基準値をほぼ満たしていた。

b 化学的酸素要求量 (COD)

対象とした5地区において、代かき期に高い値となり、登熟期まで濃度は下降傾向を示した。また、筑後川右岸以外の4地区では非灌漑期（収穫後）は高い値を示す傾向

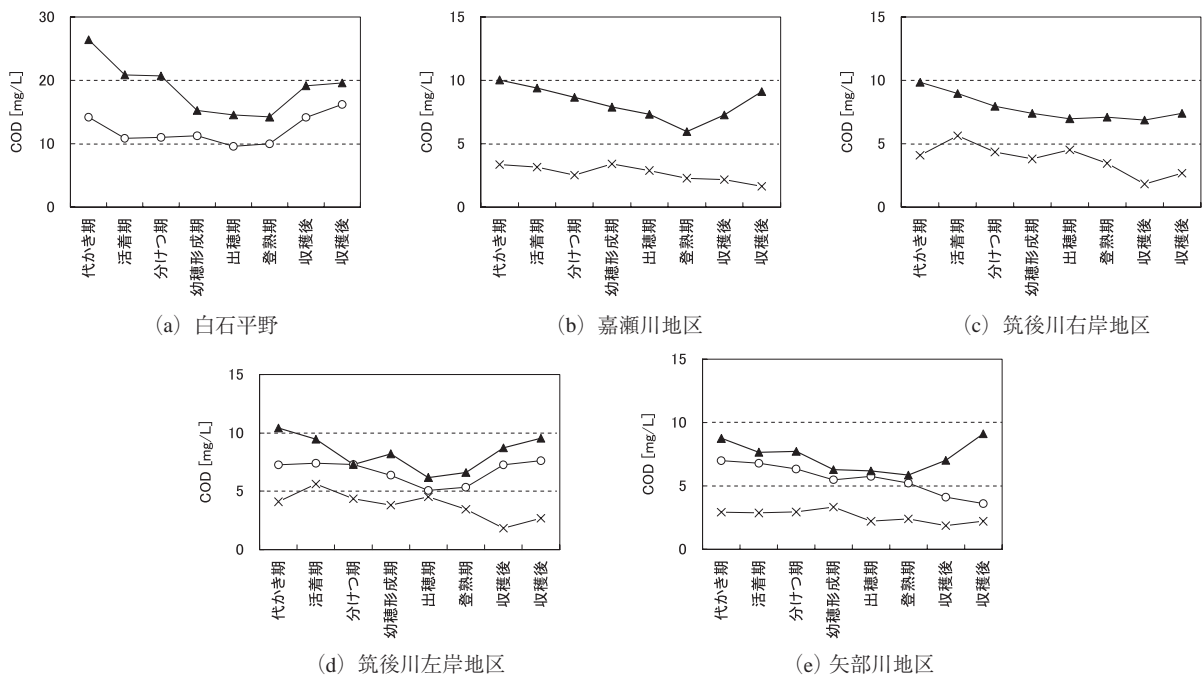


Fig.5 クリークでのCODの年間変動（白石平野のみ縦軸スケールが異なる，10年間の平均値）
 (×：頭首工や堰などの取水地点（河川の水質），○：クリーク（上流側），▲：クリーク（下流側）
 注）文献9）をもとに作成

Seasonal fluctuation of COD in creek water

向にあった (Fig.5)。農業用水の水質基準でのCODの基準値は6.0mg/L以下であるが、嘉瀬川、筑後川、矢部川からの取水地点では基準を満足していたものの、クリーク内では基準値を上回る値を示した地点が多く、クリーク地区内にて水質汚濁が進んでいることを示している。特に白石平野でのCODは、年間を通して他の地区に比較して高かった。白石平野では、同時にSS、Chl-a濃度も高くなっており、他の地域に比べ、藻類が増殖していることが原因であると推察できる。

c 全窒素 (T-N)

T-NはSS、CODと同様に代かき期に高い値となり、登熟期まで濃度は下降傾向を示した後、非灌漑期に高い値を示す傾向にあった (Fig.6)。非灌漑期に高い濃度となったのは、ムギやタマネギなど畑作による裏作物による影響と考えられる。これに関しては、ムギ作期の圃場から暗渠排水を通じて肥料成分が流失することが、クリークの水質に大きく影響していることが明らかにされている²¹⁾。

農業用水の水質基準でのT-N濃度の基準値は1mg/L以

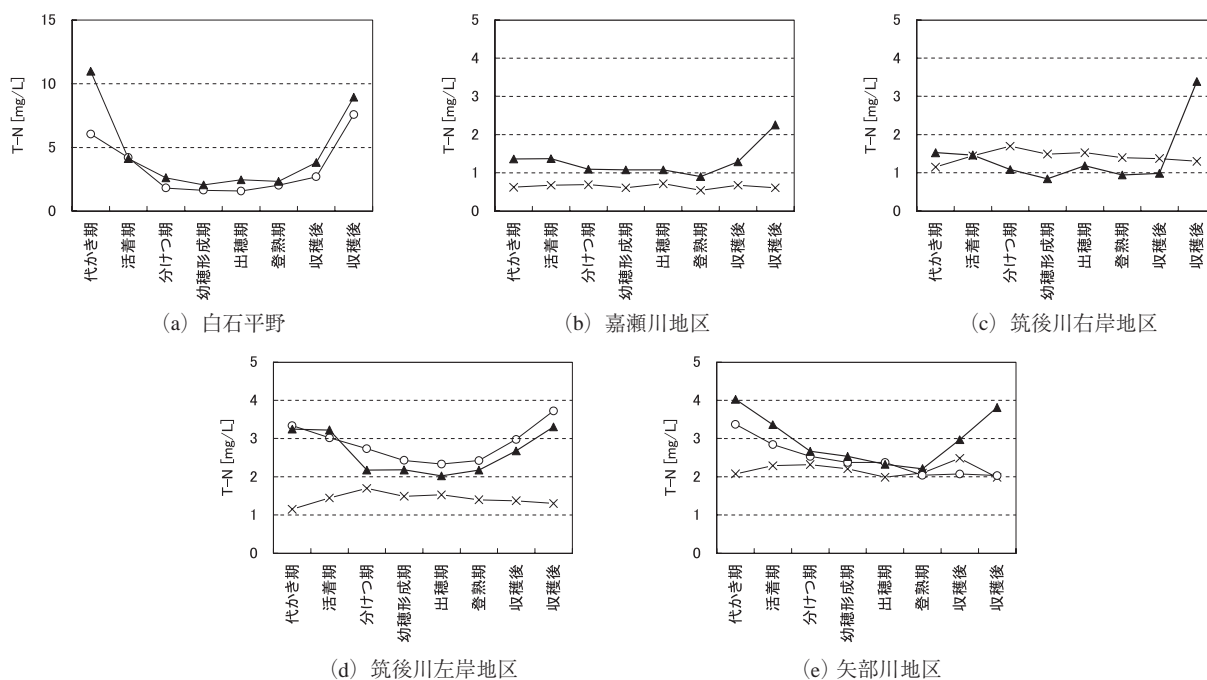


Fig.6 クリークでのT-Nの年間変動 (白石平野のみ縦軸スケールが異なる, 10年間の平均値)
 (×:頭首工や堰などの取水地点 (河川の水質), ○:クリーク (上流側), ▲:クリーク (下流側))
 注) 文献9) をもとに作成

Seasonal fluctuation of T-N concentration in creek water

下であるが、嘉瀬川地区と筑後川右岸地区のクリーク水は農業用水の水質基準値前後の値をとる地点が多かったのに対し、白石平野と福岡県の2地区では全地点で基準を超過しており、福岡県の汚濁が深刻であることが懸念される。また、筑後川右岸地区では、水田湛水期間において、水源となる筑後川での取水地点の水質よりもクリーク末端での窒素濃度が低くなる傾向が見られた。これは、希釈による影響が考えにくいいため、水田や水路において脱窒による濃度減少とも考えられるが、水田での脱窒効果はT-N濃度が2.5mg/L以上の時に期待できるとの報告もあるため (國松, 1983), 水田での脱窒が大きく作用したとは考えにくい。どのような現象, 作用で、濃度の低下が生じているのか調査する必要がある。

白石平野では他の地域に比較して高濃度で推移していた。白石平野でT-N濃度が高かった理由は、CODと同様に、クリーク地区内での滞留時間の影響と考えられる。

筑後川左岸地区と矢部川地区でもクリーク水のT-N濃度が基準値を上回る濃度であった。ただし、取水地点のT-N濃度に大きな違いがあり、矢部川地区では取水地点である矢部川のT-N濃度が既に基準値を上回っていた。両地区ともに、代かき期、活着期、非灌漑期の濃度が高かった。これは代かき期の場合には直前に投入されるコメへの基肥の影響、収穫後の場合には裏作物のための基肥の影響が大きいと考えられる。白石平野、筑後川左岸地区、矢部川地区では、代かき期、活着期にT-N濃度の上昇が見られたが、嘉瀬川地区、筑後川右岸地区では代かき期や活着期の濃度上昇が見られなかった。田植え時期において水田からの窒素負荷が増大すると報告されており⁷⁾、代かき期、活着期のT-N濃度上昇がコメへの元肥の流出による影響と考えられるが、T-N濃度の上昇が確認できなかった地区では、なぜ代かき期、活着期にT-N濃度が上昇しなかったのか不明である。水移動に関

するデータがあれば、希釈効果によりクリーク水の濃度の上昇が認められなかったのか、水田からの負荷が発生していないのか考察できるが、これに関しては今後の課題である。

d 全リン (T-P)

T-Pは灌漑期間の挙動はSS, COD, T-Nと同様の傾向を示した。代かき期に高い値となり、登熟期まで濃度は下降傾向を示した (Fig.7)。CODやT-Nで見られた様な

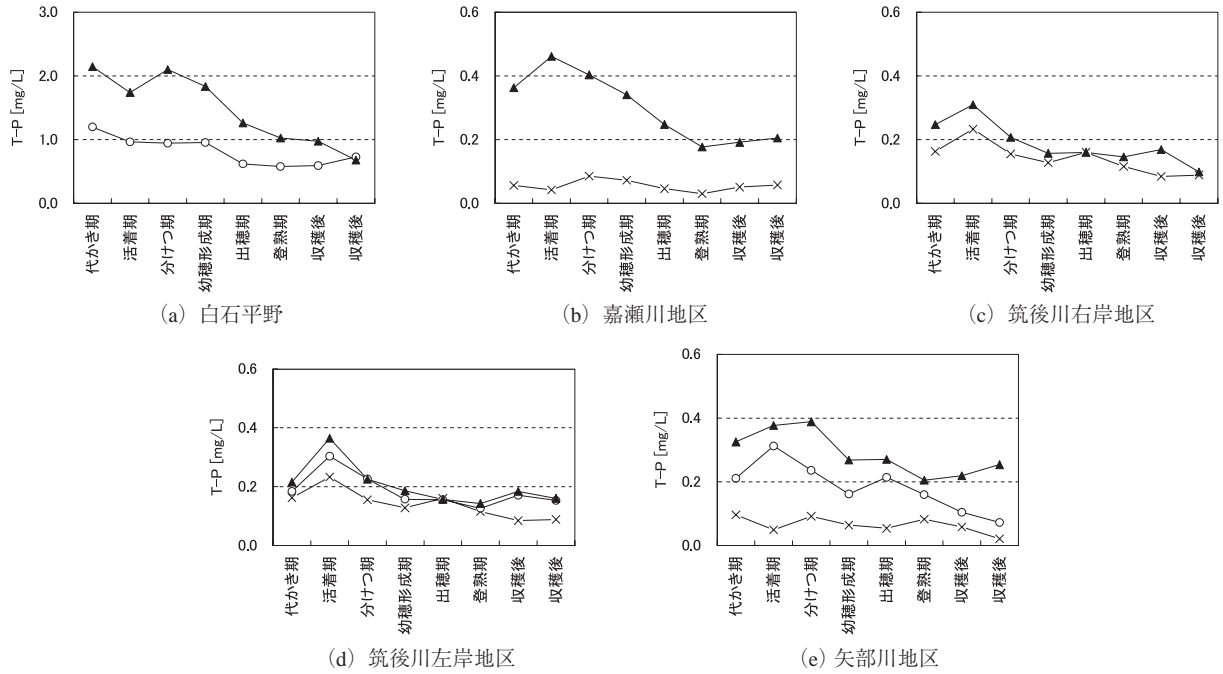


Fig.7 クリークでのT-Pの年間変動 (白石平野のみ縦軸スケールが異なる, 10年間の平均値)
 (×: 頭首工や堰などの取水地点 (河川の水質), ○: クリーク (上流側), ▲: クリーク (下流側))
 注) 文献9) をもとに作成

Seasonal fluctuation of T-P concentration in creek water

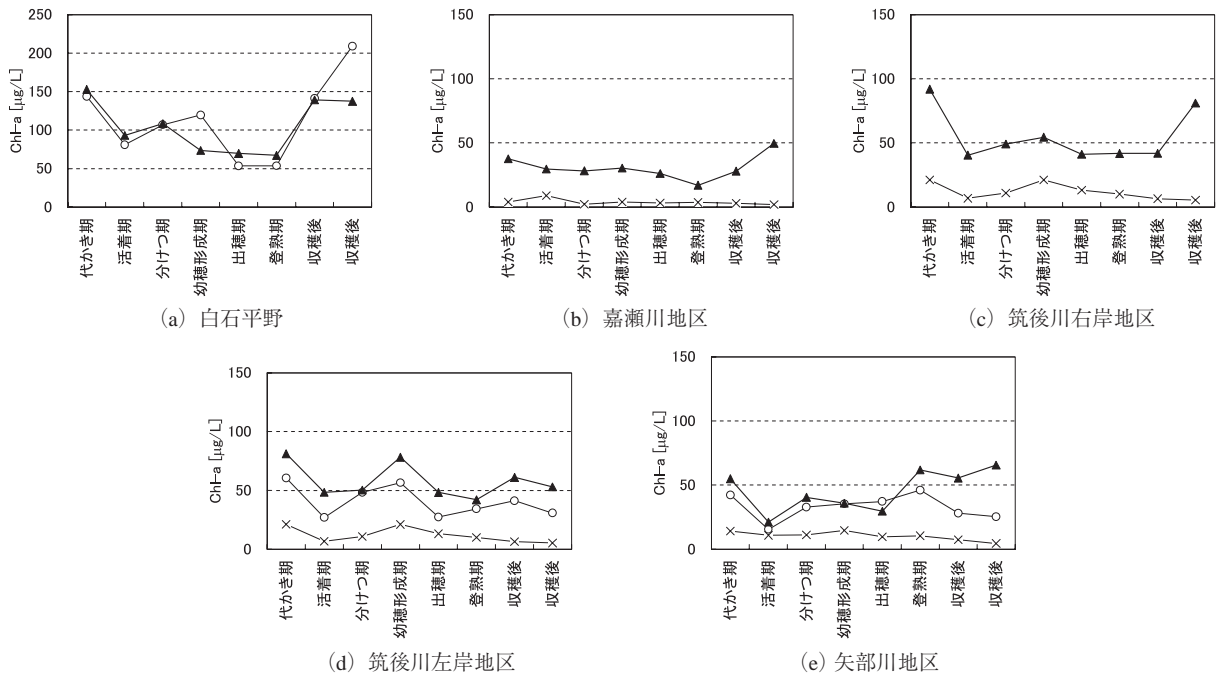


Fig.8 クリークでのChl-aの年間変動 (白石平野のみ縦軸スケールが異なる, 10年間の平均値)
 (×: 頭首工や堰などの取水地点 (河川の水質), ○: クリーク (上流側), ▲: クリーク (下流側))
 注) 文献9) をもとに作成

Seasonal fluctuation of Chl-a concentration in creek water

非灌漑期における濃度上昇が、T-Pでも福岡県の2地点では見られるものの、佐賀県では明確に見られなかった。また、筑後川右岸地区、筑後川左岸地区ともに、取水地点とクリーク下流地点でのT-P濃度の差が、他の地区と比較して小さかった。特に、筑後川右岸地区では、前項で述べたとおり取水地点と比較してクリーク下流地点でのT-N濃度が低くなっているなど、他の地区との違いが大きい。この現象は、非常に興味深いものであり、さらに調査を進める必要がある。

e クロロフィルa (Chl-a)

Chl-aは、代かき期と非灌漑期に高くなる傾向があり、特に春先である収穫後後期に高い値を示していた。藻類の活性は気温が高い夏場に高くなると考えられるが、ほとんどの地点で夏場のChl-a濃度の明確な上昇は見られなかった。T-NやT-P濃度は比較的高い値であったにもかかわらず、夏場にChl-a濃度が上昇しなかったのは、灌漑期は水田灌漑のための水利権により河川より取水してクリーク内に水が流入してくるので、水が停滞せず常に動いていたためと考えられる。一方、非灌漑期は、気温が低いものの、栄養塩類濃度が高いと共に、非灌漑期には河川からクリーク内への取水量が水田灌漑のための水量だけ減少してしまい、水の流動が灌漑期に比較して少なくなるため、藻類が繁殖しやすい条件となっていると考えられる。

5 クリーク水質の年次変動特性

Fig.9~13に降雨量と筑後川からの導水量、ならびにクリーク水のSS、COD、T-N、T-P、Chl-aの年次変動を

示す。図示した値は観測データの年間平均値である。気象データはアメダスのデータを使用した。白石平野はアメダス白石、嘉瀬川地区はアメダス佐賀、筑後川地区はアメダス久留米、矢部川地区はアメダス大牟田において観測された降雨量データを使用した。

クリーク地帯全体に共通の特徴として、Table 1に示したとおり耕地面積の減少が見られるとともに、窒素、リンの施肥量も減少傾向にあること (Table 3, Table 4)、Table 5に示したとおり污水处理施設の整備が進められていることが挙げられる。施肥量の削減、污水处理施設の整備がすすむとクリーク水質が改善されると予想できるが、Figs.9~13に示した年次変動では水質浄化の傾向が見られず、場所によっては水質が徐々に悪化しているようにも見える。

ここでは、年間平均値で整理したデータをもとに、水質の年次変動特性をクリーク地区の特徴とともに整理する。

a 白石平野

白石平野は上流、下流ともに同様の傾向を示しており、T-Nが上昇傾向に、Chl-aが低下傾向に、SS、T-P、Chl-aはばらつきがあるもののほぼ横ばいであった。CODは、平成5~7年度は上昇傾向に、それ以降は低下傾向となっていた。T-N濃度が上昇傾向にあるのは、タマネギの作付面積の拡大によると考えられる。全ての水質項目の傾向は上流側と下流側でほぼ同様であったが、COD、T-Pは下流側が上流側と比較して非常に高い値を示していた。

白石平野では平成10年度以降、非灌漑期におけるT-N濃度の上昇が著しかった。タマネギなどの野菜類は、肥

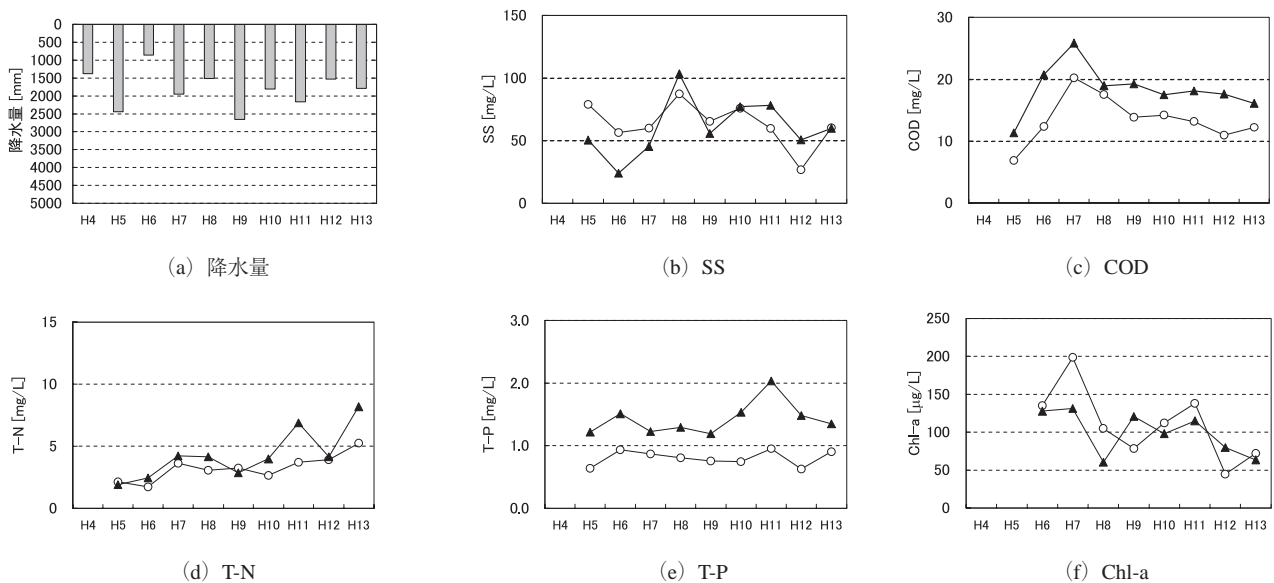


Fig.9 白石平野でのクリーク水質の年次変動 (年間の平均値)

(○: クリーク (上流側), ▲: クリーク (下流側))

注) 文献9), AMeDASデータをもとに作成

Fluctuation of creek water quality in the Shiroishi Plane area

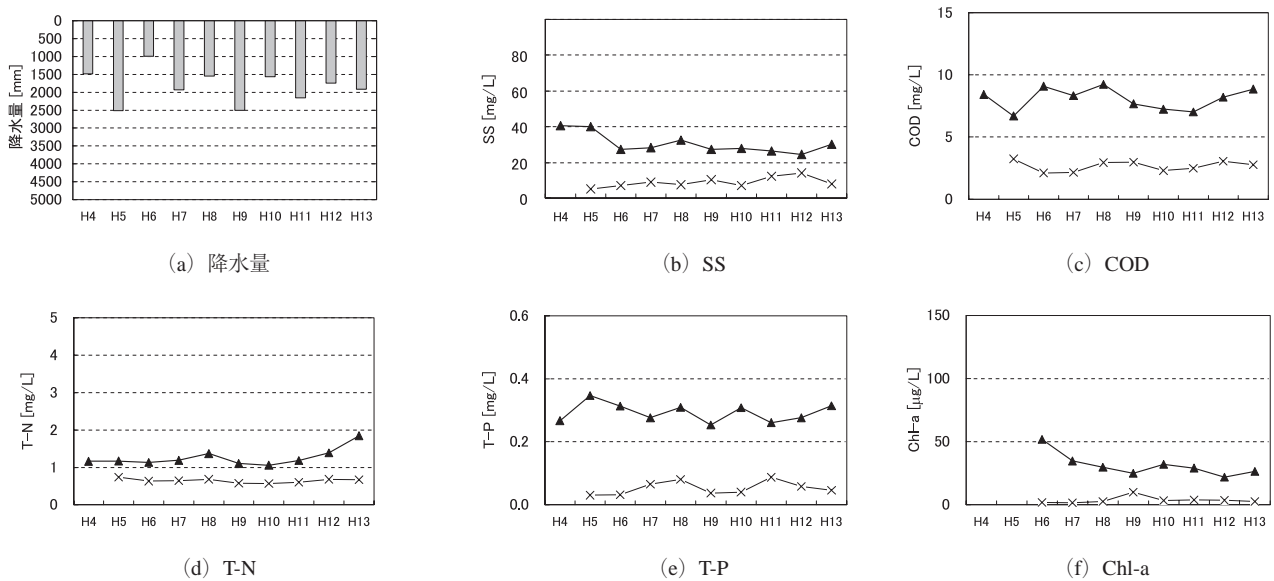


Fig.10 嘉瀬川地区でのクリーク水質の年次変動（年間の平均値）
 (×：頭首工や堰などの取水地点（河川の水質），▲：クリーク（下流側）
 注）文献9），AMeDASデータをもとに作成

Fluctuation of creek water quality in the Kase-river-sourced creek area

料の収率が低い多量の施肥を必要とする。タマネギが冬場に畑作されることを考慮すると、タマネギ畑からの肥料流出が非灌漑期のT-N濃度の上昇の原因と考えられる。リンも窒素と同時に施肥されるが、畑は好気的な条件であるためリンが土壤中に吸着されやすく、クリークへのリン排出量が窒素に比較して小さな割合となるため、クリーク中での冬場の濃度上昇が見られなかったと考えられる。ただし、どの水質項目も他のクリーク地区に比較して高く、水質が悪化していた。

b 嘉瀬川水掛かり地区

嘉瀬川地区は、5つのクリーク地区の中で下水道普及率が最も高い。その人口普及率は、平成7年度で29.9%、平成12年度で36.6%である。嘉瀬川地区の人口密度が筑後川左岸地区や矢部川地区とほぼ同等であること（Table 1）、耕地面積率も他の地区と大きく変わらないこと（Table 1）を考慮すると、下水道が整備されていない筑後川左岸地区や矢部川地区に比較して、嘉瀬川地区は生活排水の混入が少なく、生活排水由来のCOD、T-N、T-P負荷が小さくなるため、クリーク水の水質改善が期待される。しかしながら、T-N濃度は筑後川左岸地区や矢部川地区に比較して低い値であるものの、CODやT-Pは同等もしくは高濃度となっていた。また、調査期間中も徐々に下水道普及率が上昇していたが、嘉瀬川地区でのクリーク水の水質が改善される傾向が見られず、逆に、平成11年度以降にCOD、T-N、T-P濃度が漸増しているようにも見える。これは、下水道の普及に関係があると考えられる。下水道整備以前はクリークに排水されていた生活排水が、下水道が整備されたことにより

下水処理場に集められて処理されるようになった。基礎家庭汚水量を200L/d（海老江・芦立，1992）として概算した嘉瀬川流域での基礎家庭汚水発生量は $7.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$ （平成12年度）となる。これを川上頭首工での取水量が不明のため、筑後川から筑後川右岸への導水量と比較すると、年間導水量の47%にあたり、無視できない水量である。生活排水によるクリークへの汚濁物質の流入は減少したものの、処理水がクリークの系外（近隣河川）に排出されるようになったため、クリーク内への流入水量の減少に繋がり、白石平野と同様に水量が不足気味となり、農業用水としてより高度に循環利用しなければならなくなったため、水質改善が見られなかったと考えられる。下水道の整備が栄養塩類の流入量抑制に繋がっているのは明らかであるが、それに伴うクリーク水の水質改善を明確に確認できなかった。

高度な循環灌漑による水質悪化を防ぐためには、水量の確保が重要な課題である。今後、汚水処理施設の普及がさらにすすむと考えられるが、水量確保の観点からは汚水処理水をクリークに戻すことも有効であり、衛生面や水質などの問題にも十分に配慮しながら様々な検証をする必要がある。

c 筑後川水掛かり右岸地区

筑後川右岸地区は、5つのクリーク地区のなかで、水質が最も良好でかつ安定していた。Fig.11 (a) に示したように、この地区では平成8年度よりパイプラインによる導水が開始されている。Table 3, 4に示したように、筑後川右岸地区においても全体の施肥量は減少傾向にある。平成8年度以降、施肥量が減少傾向にあると考えら

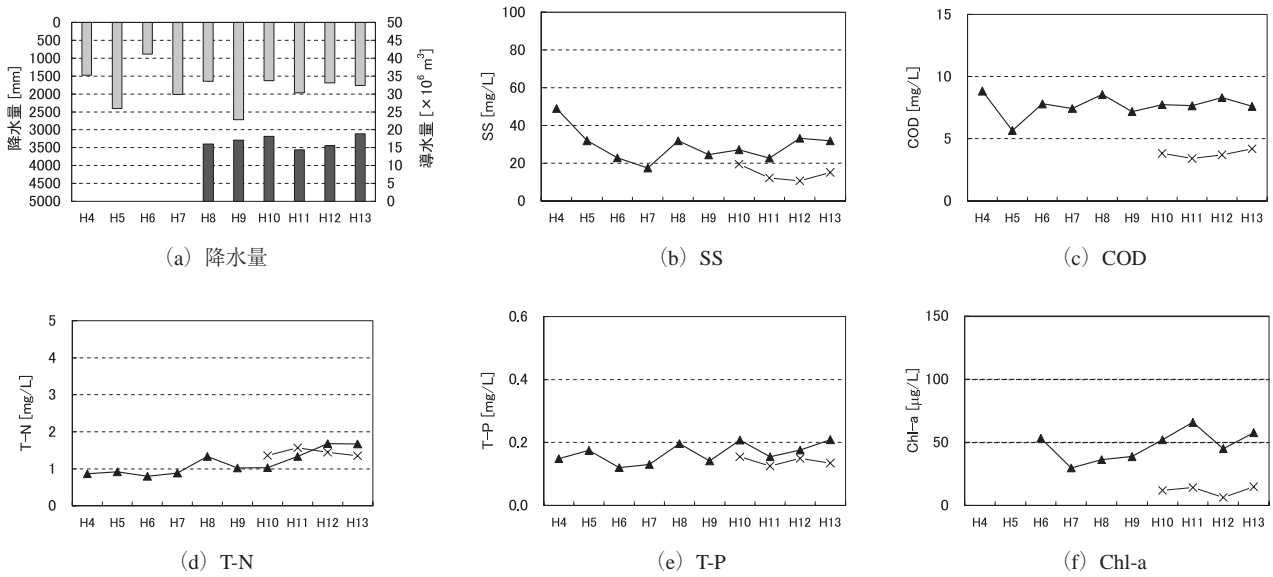


Fig.11 筑後川右岸地区でのクリーク水質の年次変動 (年間の平均値)

(× : 頭首工や堰などの取水地点 (河川の水質), ○ : クリーク (上流側), ▲ : クリーク (下流側))

注) 文献9), AMeDASデータをもとに作成

Fluctuation of creek water quality in the right bank of the Chikugo-river-sourced creek area

れるほか、パイプラインによる安定した用水が確保できているにもかかわらず、SS、COD、T-N、T-P、Chl-aともに漸増傾向にあった。T-N濃度の上昇は、取水源である筑後川の水質の影響があると考えられるが、それ以外の物質の濃度上昇の原因は不明である。

d 筑後川水掛かり左岸地区

筑後川左岸地区は、筑後川右岸地区と同様に筑後川から取水し利用している地区であるが、筑後川右岸地

区に比較してクリーク内での物質濃度が高い傾向にあった。また、SS、T-Pは上流側と下流側でほぼ同程度の濃度であったが、COD、Chl-aは下流側の濃度が高い傾向が、T-Nは下流側の濃度が低い傾向があった。

Table 1において筑後川左岸地区と筑後川右岸地区の違いをみると、最も大きな違いは人口密度である。筑後川左岸地区と右岸地区の特徴を比較してまとめると、以下ようになる。①筑後川左岸地区では右岸地区に比較

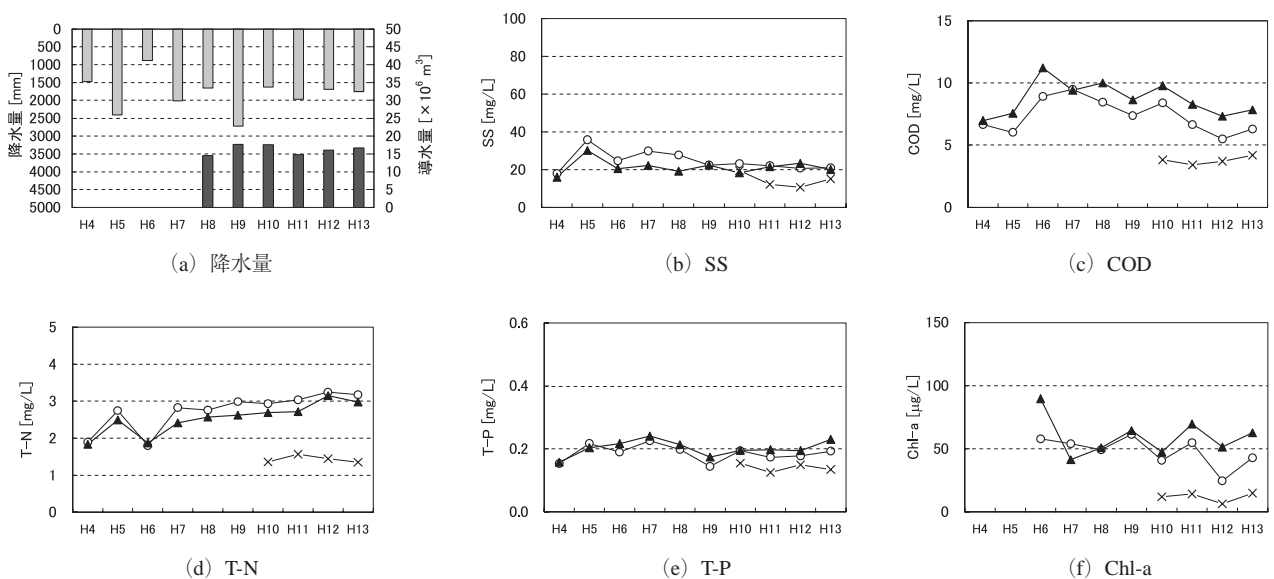


Fig.12 筑後川左岸地区でのクリーク水質の年次変動 (年間の平均値)

(× : 頭首工や堰などの取水地点 (河川の水質), ○ : クリーク (上流側), ▲ : クリーク (下流側))

注) 文献9), AMeDASデータをもとに作成

Fluctuation of creek water quality in the left bank of the Chikugo-river-sourced creek area

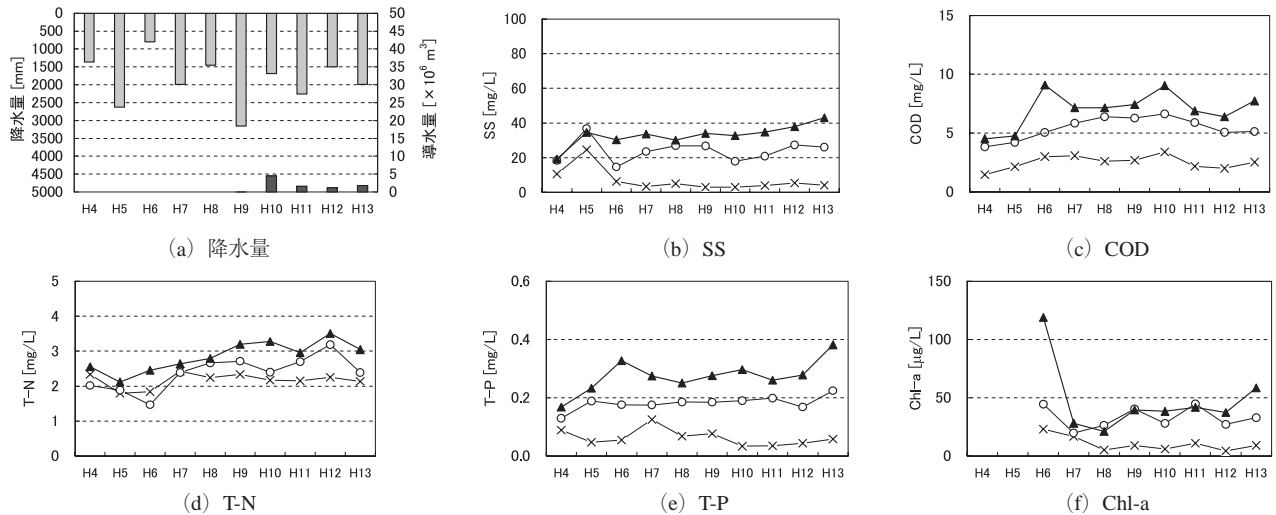


Fig.13 矢部川地区でのクリーク水質の年次変動（年間の平均値）
 (×：頭首工や堰などの取水地点（河川の水質），○：クリーク（上流側），▲：クリーク（下流側）)
 注）文献9），AMeDASデータをもとに作成

Fluctuation of creek water quality in the Yabe-river-sourced creek area

して半分程度の面積，同程度の人口であった。②筑後川左岸地区では下水道が未整備であった。筑後川右岸地区では下水道の普及が始まっているが，平成12年度時点でも人口普及率5.4%と低い水準であった。③筑後川左岸地区の耕地面積は，筑後川右岸地区と比較して約半分であったが，耕地面積率は同程度であった。④筑後川からの導水量は同程度であった。⑤平成12年度における筑後川左岸地区でのムギの栽培面積は，筑後川右岸地区と比較して1/4程度であり，耕地面積に対する作付面積の割合は1/2以下であった。⑥平成12年度における筑後川左岸地区でのダイズの作付面積は，筑後川右岸地区と比較して1/8程度であり，耕地面積に対する作付面積の割合は1/4以下であった。⑦平成12年度における筑後川左岸地区での施肥量は，筑後川右岸地区と比較して2/3程度であった。

このように，筑後川左岸地区は，筑後川右岸地区に比較して農地面積・施肥量ともに小さいが，農地面積当たりの導水量が多かった。しかしながら，人口密度が高く，下水道整備が未着手であった。嘉瀬川地区での例によると，下水道が普及するとクリーク内での水量確保に問題が生じるため，従来の下水道整備だけではクリークの水質浄化への効果は小さい。よって，筑後川左岸地区が筑後川右岸地区に比較して水質が悪い理由は，人口密度が高いことに起因すると考えられる。これは，Figs.4~8に示した年間変動と比較すると，年間を通して筑後川左岸地区でのCOD，T-N，T-P濃度が高いことから推定できる。

e 矢部川水掛かり地区

矢部川地区では，Fig.13 (a) に示したように平成9年度よりパイプラインによる導水が開始されている。筑後

川からの導水は温水時の補給水であり，通常は矢部川から取水した水を利用している。クリーク内の水質は，クリークの上流では，対象とした全ての物質ではほぼ横ばい状態で推移しているが，クリークの下流側では濃度が漸増している傾向が見られた。

矢部川のT-N濃度は筑後川のT-N濃度に比較して高いため，筑後川の水を導水することでT-Nに関しては希釈効果による浄化が期待できる。一方，矢部川のCODとT-P濃度は筑後川に比較して低い。矢部川地区全体での矢部川からクリークへの取水量が不明であるため，筑後川からの導水量が全体の利用水量のどの程度であるか不明であるが，農地面積当たりの取水量が筑後川左岸地区と同じであると仮定すると，筑後川からの導水量は矢部川全体での利用水量の2~10%となり，筑後川からの導水による直接的な水質変化は小さいと考えられる。しかしながら，導水により水量を確保できるため，クリーク内での滞留時間が短縮され，水質悪化の防止に繋がると考えられる。

IV 結言

有明海湾奥部に広がるクリーク地帯を水源などの特徴により白石平野，嘉瀬川水掛かり地区，筑後川水掛かり右岸地区，筑後川水掛かり左岸地区，矢部川水掛かり地区に5区分して，それぞれの地区の特徴を整理した。また，平成4~13年度のそれぞれの地区でのクリーク水質の年間変動と年次変動を整理して，以下の結果を得た。

- ① 白石平野では，SS，COD，T-N，T-P，Chl-aがクリーク地帯の中で最も高かった。白石平野は，河川水を水源にしていない唯一の地区であり水量が最も

不足している。水質悪化は、水を系外へ極力排水しない水管理により、クリーク内での滞留時間が長くなることに起因すると考えられる。冬場にクリーク水のT-N濃度が大きく上昇する現象が見られたが、これはタマネギへの施肥に起因すると考えられる。

- ② 嘉瀬川水掛かり地区内には都市部があるが、水質はそれ程悪化しておらず、Chl-a濃度も他の地区と比較して低い値で推移していた。また、嘉瀬川水掛かり地区では下水道が整備されつつあったが、下水道の普及率が上昇しても、それに伴うクリーク水の水質改善を明確に確認できなかった。
- ③ 筑後川水掛かり右岸地区は、5つのクリーク地区のなかで水質が最も良好でかつ安定していた。取水地点に比較してクリーク下流地点でのT-N濃度が低い傾向や、T-P濃度が両地点で同程度であることなど、他の地区と比較して明らかに異なる現象が見られた。現象解明のために更に調査が必要である。
- ④ 筑後川水掛かり左岸地区は、筑後川水掛かり右岸地区と同様に筑後川から取水し利用している地区であるが、筑後川右岸地区に比較してクリーク内での物質濃度が高い傾向にあった。これは、筑後川右岸地区に比較して筑後川左岸地区の人口密度が高いことに起因すると推察された。
- ⑤ 矢部川水掛かり地区では、取水地点である矢部川でのT-N濃度が高く、その影響によりクリーク内のT-N濃度が高かったと考えられた。この地区では平成9年度よりバイプラインによる筑後川の導水が開始されており、渇水時には筑後川から補給水が導水される。筑後川からの導水への依存率が低いため、導水による直接的な水質変化が小さいが、水量が確保されるためクリーク内での滞留時間短縮に繋がり、水質悪化の防止に繋がると期待できる。

クリーク内の水質改善には、水量確保と流入負荷削減が重要と考えられる。クリーク地帯では、更に污水处理施設の導入が進むと考えられるが、污水处理によってクリークに流入する水量が減少することは、クリーク内の水質悪化に繋がることが予想される。今後、クリーク地帯での水移動にかかるデータの拡充を図り、クリーク地帯での水移動・物質移動を定量的に評価可能とした後に、クリーク水質保全のために水量確保と污水处理を両立させる方策を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 海老江邦雄・芦立德厚 (1992) : 衛生工学演習～上水道と下水道, p169, 森北出版, 東京
- 2) 福岡県 (2001) : 市町村別污水处理施設整備状況 (公表データ)
- 3) 福岡県 (2003) : 福岡県水稲・麦施肥基準と福岡県野菜施肥基準
- 4) 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
- 5) 国土交通省 (1999) : 平成11年度全国一級河川の水質現況, <http://www.mlit.go.jp/river/press/pdf/H11suisitu.pdf>
- 6) 國松孝男 (1983) : 農地-栄養塩のリサイクルと水田の浄化機能, 琵琶湖研究所報告, 2, 28-35
- 7) 國松孝男・駒井幸雄 (2006) : 環境こだわり農業の評価と農林地研究の課題, 第9回日本水環境学会シンポジウム講演集, 123-124
- 8) 九州農政局 (1967) : 佐賀平野における農業水利事業の沿革, p105
- 9) 九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所 (2003) : 完了地区フォローアップ調査・水利用状況調査「筑後川下流域」報告書～筑後川下流域における農業用クリークの水質状況が農業生産および農業用施設に与える影響～
- 10) 増野途斗 (2007) : 水と地域と農の連携, 72-96, 東京農大出版会, 東京
- 11) 水田一枝・角重和浩・茨城俊行・平野稔彦 (2003) : 福岡県南部における筑後川及び矢部川を主水源としたクリークの水質, 日本作物學會紀事, 72 (1), 93-99
- 12) 三好洋 (1978) : 水質汚濁と農地, 農業技術, 33, 390-395
- 13) 日本下水道協会 (1995・2000) : 下水道統計
- 14) 農林水産省 (2000) : 世界農林業センサス
- 15) 農林水産省 (1995) : 農業センサス
- 16) 大串和紀・中野芳輔 (2006) : 白石平野における基盤整備の発展とクリーク水質の変化, 農業土木学会誌, 74 (2), 137-140
- 17) 佐賀県 (2001) : 下水道等普及率 (公表データ)
- 18) 佐賀県 (2004) : 平成16年度施肥・病虫害防除・雑草防除のてびき
- 19) 佐賀県 (2005) : 平成17年度施肥・病虫害防除・雑草防除のてびき
- 20) 島根県 (2005) : 宍道湖湖沼水質保全計画・第4期計画策定資料
- 21) 白谷栄作・原喬・安中武幸 (1986) : 麦作期の圃場からの肥料成分の流出とクリークの水質環境, 農業土木学会誌, 54 (10), 43-50

- 22) 白谷栄作・吉永育生・馮延文・人見忠良 (2004) : 代替法による農地の窒素除去/負荷機能の経済評価の試み, 水環境学会誌, 27 (7), 491-494
- 23) Shiratani E.,Yoshinaga I.,HitomiT. and MiuraA.(2004):Policy and technology for sustainable agriculture in Japan, *Proc. of 8th International Conference on Diffuse / Nonpoint Pollution*, 99-109
- 24) 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 & Civil Eng.*,8 (1) ,73-81
- 25) 総務省統計局 (1995・2000) : 国勢調査

Seasonal and Annual Fluctuation of Water Quality in the Creek Canals around Ariake Bay

HAMADA Koji, MINAGAWA Akiko, TAKAKI Kyoji, NAKA Tatsuo

Summary

The coastal lowland region around closed-off section of Ariake Bay where creek canal networks for irrigation are distributed, is divided into five distinct areas; the area of Shiroishi Plane, the Kase-river-supplied area, the right bank of the Chikugo-river-supplied area, the left bank of the Chikugo-river-supplied area and the Yabe-river-supplied area under conditions of water sources. Seasonal and annual fluctuation patterns of creek water quality in each area are summarized as follows;

1) The area of Shiroishi Plain: The values of concentrations of SS, COD, T-N, T-P and Chl-a in creek canal water show the highest values in the coastal lowland region. This area is apt to be insufficient irrigation water because the water sources are mainly restricted within small irrigation ponds. The farmers manage to be used the irrigation water as carefully as they could. Creek water is recycle used for irrigation water in many times so that long residence time of water in creek canals causes a deterioration of water quality. Therefore, nutrient concentrations in creek water are higher than those of other areas. Increasing of T-N during winter may cause to apply much fertilizer to the onion fields.

2) The Kase-river-sourced creek area: The sewage system was partly installed in this area. Water quality was not improved by installation of the sewage system. The treated water at the sewage treatment plant flows into not creek canals but the outside-creek river. It is considered that the inflow volume of municipal drainage water decreased, and decrease of inflows made the water shortage responding to declining of water quality.

3) The right bank of the Chikugo-river-sourced area: The creek water quality was comparatively clean. Unique phenomenon was observed that T-N concentration in the downstream side of the creek canal was lower than that in the intake point from the river which was water source.

4) The left bank of the Chikugo-river-sourced area: Nutrient concentrations in the creek water were comparatively high because of the high population density and no sewage system.

5) The Yabe-river-sourced area: Water source has been stable by the installation of water supply system from the Chikugo River in a dry spell from 1966. Sufficient amount of water makes the residence time of water in creek canal shorter, and leads the water quality conservation in the creek canals.

Both the reduction of influent nutrient loads and the development of stable water source are considered to be important to achieve the water quality conservation. There is the possibility that decreasing in volume of water by sewage treatment cause the deteriorating of water quality. The measurements of both the reduction of influent nutrient loads and the development of stable water source are requested.

Keywords : Ariake Bay, coastal lowland, creek, water quality, seasonal fluctuation, annual fluctuation