

# 沖縄県の公共用水域における水質の推移

井上豪・嘉数江美子・渡口輝

Long-term Transition of Public Water Quality in Okinawa.

Go INOUE, Emiko KAKAZU, Akira TOGUCHI

**要旨：**沖縄県では水質汚濁防止法に基づき公共用水域及び地下水の測定計画を策定し、その計画に基づいて各水域の水質測定を行っている。その測定結果について解析を行ったところ、平成 26、27 年度に天願川で確認された生物化学的酸素要求量 (BOD) 75% 値の基準超過は、硝化細菌による N-BOD が影響した可能性の高いことが確認された。また、海域における化学的酸素要求量 (COD) の測定結果について、平成 3～7 年までの 5 年間で平成 23～27 年までの 5 年間で比較した場合、沿岸海域で河川の河口に近い場所や、港湾内で人為的な汚濁の影響があると考えられる地点において減少傾向にあることは確認されたが、恩納海域や糸満海域の外洋に近い地点など、人為的な汚濁の影響が少ないと考えられる場所では上昇傾向にあることが確認された。

**Key words:**公共用水域, 沖縄県, Public Water Areas

## I はじめに

水質汚濁防止法(以下「法」という)第 15 条の規定により、都道府県知事及び政令で定める市長は公共用水域及び地下水を常時監視する義務があることから、沖縄県でも法第 16 条に基づく測定計画を策定し、公共用水域及び地下水の水質測定を行い、その結果を報告している<sup>1)</sup>。

これまでの下水道普及率の向上、家畜排泄物への新たな法規制、合併浄化槽への切り替えや各工場から排出される事業場排水への上乗せ排水条例等による規制など各種施策の結果、沖縄県内では復帰直後の状況に比べて多くの地点で水質は改善しているが、本県では平成 23・24 年度の環境基準達成率 100%の後、平成 25 年度は 97%、平成 26 年度は 94%、平成 27 年度は 91%と達成率の低下が見られたほか、海域においては那覇港海域が基準を満たせない年が多い。

今回、これまでの公共用水域における水質測定結果について解析を行ったところ、いくつか知見を得られたので報告する。

## II 調査内容

### 1. 水質測定計画に基づく調査対象水域

水質測定計画に基づく調査対象水域は平成 28 年度末時点で図 1 及び表 1、表 2 に示すとおり、河川については 25 河川 36 水域、海域については 13 海域、14 水域となっている。調査対象水域のうち、河川では億首川、海域では与那覇湾と伊佐海域の類型指定は平成 28 年度末時点でされていない。

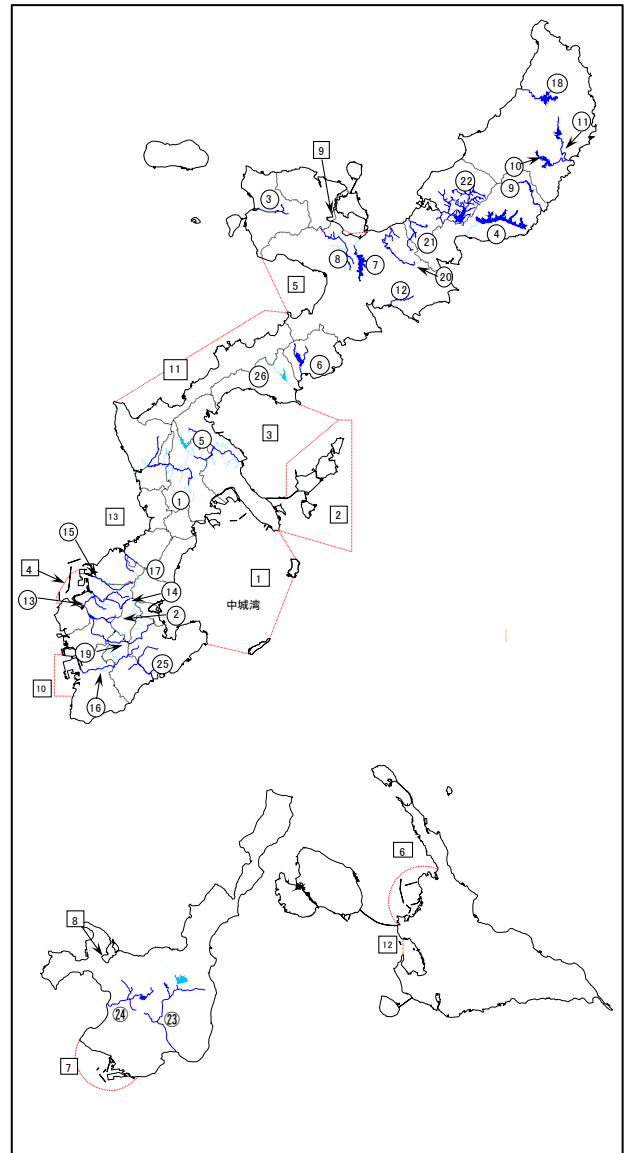


図 1. 公共用水域調査地点図

2. 水質測定計画に基づく調査項目

(1) 生活環境の保全に関する環境基準項目(生活環境項

表1. 水質測定計画に基づき調査が行われている河川

河川No.	水域名	類型	指定年月日
①	比謝川(1)	B	S49.3.4
	" (3)	C	
②	国場川(1)	C	S49.3.4
	" (2)	E	
③	満名川(1)	A	S50.3.6
	" (2)	A	
④	福地川	A	S50.3.6
⑤	天願川(1)	B	S50.9.18
	" (2)	B	
⑥	漢那川	A	S51.3.18
⑦	羽地大川	A	S51.3.18
⑧	我部祖河川(1)	A	S51.3.18
	" (2)	A	
	" (3)	A	
⑨	新川川(1)	A	S52.4.25
	" (2)	A	
⑩	安波川(1)	A	S52.4.25
	" (2)	A	
⑪	普久川(1)	A	S52.4.25
	" (2)	A	
⑫	汀間川(1)	A	S52.4.25
	" (2)	A	
⑬	久茂地川	C	S53.5.15
⑭	安里川	D	S53.5.15
⑮	安謝川	C	S53.5.15
⑯	報得川	E	S54.4.9
⑰	牧港川	C	S55.6.12
⑱	辺野喜川	A	S57.7.12
⑲	饒波川	D	S58.7.21
⑳	源河川	A	S63.3.25
㉑	平南川	A	H1.4.25
㉒	大保川	A	H1.4.25
㉓	宮良川	A	H2.1.16
㉔	名蔵川	A	H2.1.16
㉕	雄樋川	D	H9.2.28
㉖	億首川	-	-

目)

水素イオン濃度 (pH), 溶存酸素量 (DO), 生物化学的酸素要求量 (BOD: 河川), 化学的酸素要求量 (COD: 海域), 浮遊物質 (SS: 河川), n-ヘキサン抽出物質 (油分等: 海域), 大腸菌群数, 全窒素 (閉鎖性水域), 全リン (閉鎖性水域), 全亜鉛

(2) 人の健康の保護に関する環境基準項目(健康項目) カドミウム, 全シアン, 鉛, 六価クロム, 砒素, 総水銀, アルキル水銀, PCB, ジクロロメタン, 四塩化炭素, 1,2-ジクロロエタン, 1,1-ジクロロエチレン, シス-1,2-ジクロロエチレン, 1,1,1-トリクロロエタン, 1,1,2-トリクロロエタン, トリクロロエチレン, テトラクロロエチレン, 1,3-ジクロロプロペン, チウラム, シマジン, チオベンカルブ, ベンゼン, セレン, 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素, ふっ素 (河川), ほう素 (河川), 1,4-ジオキサン

III 水質測定結果まとめ

1. 河川における水質の推移

河川類型については表3に示すとおり AA 類型から E 類型まで設定されているが, 県内の河川はその利用の目的及び水質に応じて A 類型から E 類型までの 5 類型の指定がされており, 平成 28 年度末時点で県内では AA 類型の指定は無い。環境基準を満たしているかどうかについての判断基準は, 健康項目については水銀, シアン, PCB 以外の項目では, 平均値が国の定める環境基準を超えていな

表2. 水質測定計画に基づき調査が行われている海域

海域No.	水域名	類型	指定年月日
①	中城湾	A	S50.3.6
②	与勝海域	A	S50.3.6
③	金武湾	A	S50.3.6
④	那覇港海域	A	S51.3.18
⑤	名護湾海域	A	S51.3.18
⑥	平良港海域	A	S52.4.25
⑦	石垣港海域	A	S52.4.25
⑧	川平湾海域	A	S52.4.25
⑨	羽地内海(1)	B	S57.6.3
	" (2)	A	
⑩	糸満海域	A	S60.9.13
⑪	恩納海域	A	H6.4.22
⑫	与那覇湾	-	-
⑬	伊佐海域	-	-

表3. 類型ごと環境基準値

類型	基準値				
	水素イオン濃度(pH)	生物化学的酸素要求量(BOD)	浮遊物質(SS)	溶存酸素量(DO)	大腸菌群数
AA	6.5以上 8.5以下	1mg/L以下	25mg/L以下	7.5mg/L以上	50MPN/100mL以下
A	6.5以上 8.5以下	2mg/L以下	25mg/L以下	7.5mg/L以上	1,000MPN/100mL以下
B	6.5以上 8.5以下	3mg/L以下	25mg/L以下	5mg/L以上	5,000MPN/100mL以下
C	6.5以上 8.5以下	5mg/L以下	50mg/L以下	5mg/L以上	-
D	6.0以上 8.5以下	8mg/L以下	100mg/L以下	2mg/L以上	-
E	6.0以上 8.5以下	10mg/L以下	ごみ等の浮遊が認められないこと。	2mg/L以上	-

いこととされている。また、生活環境項目についてはBOD 75%値が当該水域の類型における基準を超過していないことをもって達成したものとされる。なお、水銀については検出された検体数が総検体数の37%を超えないこと、シアンについては検出されたもののうち最高値が基準を超えないことをもって基準達成と判断されているほか、PCBについては検出された時点で不達成とされる。今回、各水域のBOD75%値と健康項目についてそれぞれ示すが、健康項目の結果については、ほとんどの地点・項目で不検出となっていることから、結果の詳細については割愛する。

(1) 比謝川

比謝川は昭和48年度に流域を3つに区切って類型指定されている。その際、下流域はB類型(比謝川取水ポンプ場)、中流域はC類型(トニー橋)、上流域はD類型(与那原川合流点)に指定された。その後、平成16年度以降は上流域がC類型へ変更されたほか、平成25年度から中流域を下流に統合し、二流域の類型指定へ変更された。BODの推移は図2のとおりで、全ての基準点で水質は改善傾向にあることがわかる。また、健康項目については全ての期間・項目で環境基準を超過したことは確認されていない。

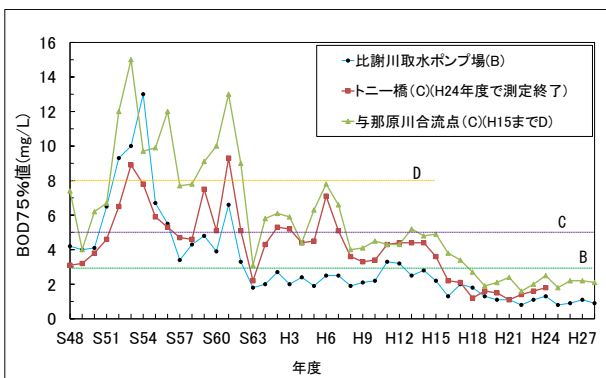


図2. 比謝川における水質の推移

(2) 国場川

国場川は昭和48年度に真玉橋より下流をC類型(那覇大橋)、真玉橋より上流をE類型(真玉橋)として類型指定されており、平成28年度末時点で類型に変更は無い。水質の推移は図3のとおりで、昭和50年代後半に悪化したBODの水質はその後改善し、平成12年度以降は継続して環境基準を満たしている。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが、それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

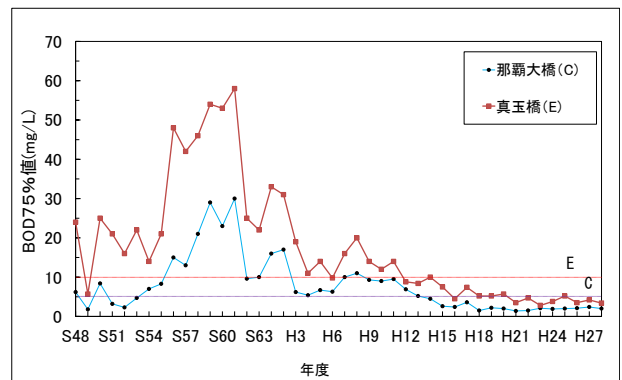


図3. 国場川における水質の推移

(3) 満名川

満名川は昭和49年度に下流域はB類型(渡久地橋)、上流域はA類型(伊野波川合流点)として指定され、平成16年度以降は全域がA類型へ変更されている。水質の推移は図4のとおりで、BODは昭和58年度の環境基準超過以外は全ての期間で基準を達成している。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが、それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

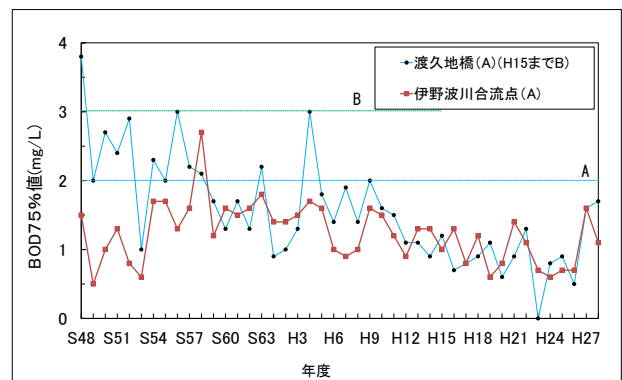


図4. 満名川における水質の推移

(4) 福地川

福地川は昭和49年度にA類型として指定されており(福地ダム)、平成28年度末時点で類型に変更は無い。

水質の推移は図5のとおりで、昭和51、52年度にBODの基準超過が確認された以外は基準の超過は確認されていない。健康項目については全ての期間・項目で環境基準の超過は確認されていない。

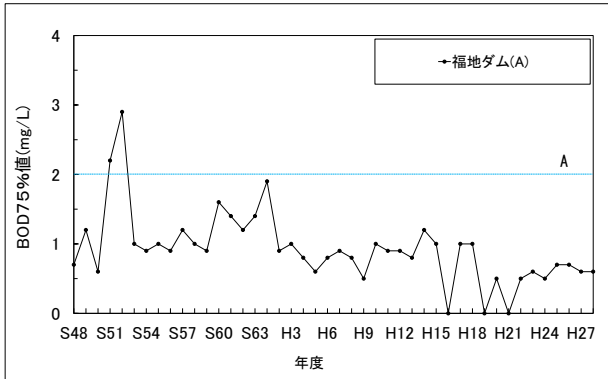


図5. 福地川における水質の推移

(5) 漢那川

漢那川は昭和50年度にA類型として類型指定されている(漢那ダム)。水質の推移は図6のとおりで、昭和56年度にBODの基準を超過した以外に基準超過は確認されていない。健康項目については全ての期間・項目で環境基準の超過は確認されていない。

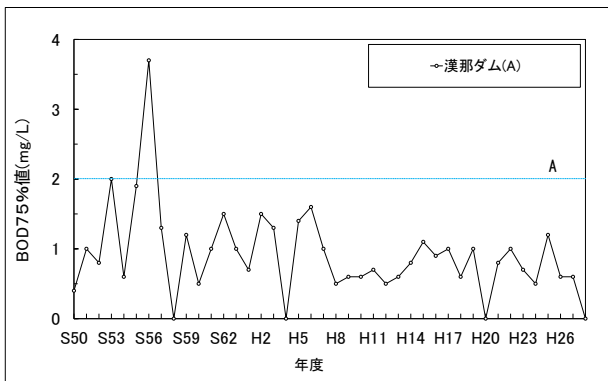


図6. 漢那川における水質の推移

(6) 羽地大川

羽地大川は昭和50年度にA類型として指定されており(名護市取水場)、水質の推移は図7のとおり平成4、6、9、11年度にBODの基準を超過しているが、平成12年度以降では基準超過は確認されていない。健康項目については全ての期間・項目で環境基準の超過は確認されていない。

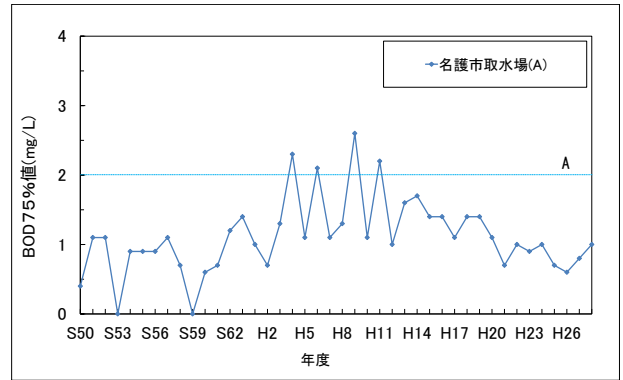


図7. 羽地大川における水質の推移

(7) 我部祖河川

我部祖河川は昭和50年度に上流をA類型(石橋)、中流をD類型(奈佐田川合流点上流100m)、下流をA類型(奈佐田川合流点支川上流100m)として指定され、平成16年度以降は全域がA類型に指定されている。水質の推移は図8のとおりで、類型指定されてからBODの環境基準を満たしていたのは平成8、23、24年度の3年間しか無い。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが、それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

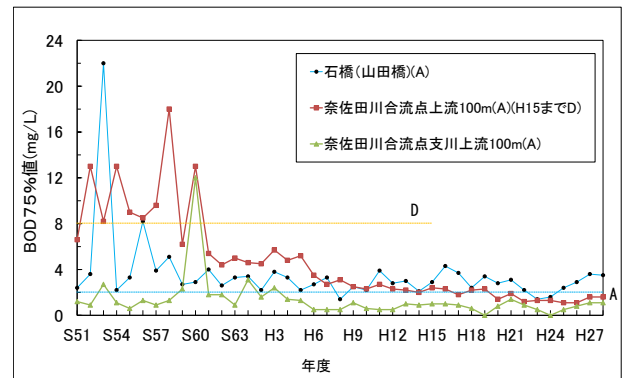


図8. 我部祖河川における水質の推移

(8) 新川川

新川川は昭和52年度に全域がA類型に指定されており(下流の高江橋、新川ダム)、その後、類型に変更は無い。水質の推移は図9のとおりで、昭和53年度、平成元年度、平成6年度の基準超過が確認されているが、それ以外は良好な水質を維持している。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

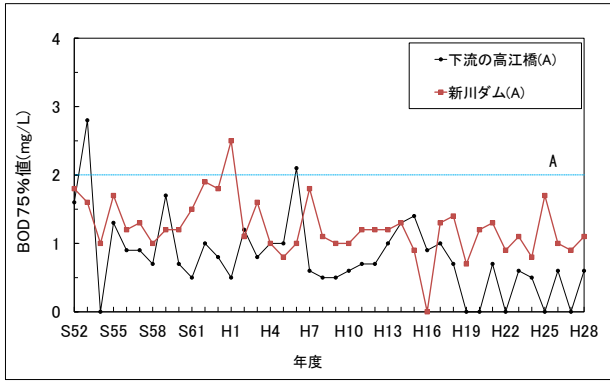


図 9. 新川川における水質の推移

(9) 安波川

安波川は昭和 52 年度に類型指定がされており、平成 15 年度までは上流が A 類型（長福地橋），下流が B 類型（安波大橋）であったが、平成 16 年度以降は全域が A 類型となっている。水質の推移は図 10 のとおりで、昭和 50 年代に BOD の環境基準超過があるが、昭和 58 年以降に超過は確認されていない。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが、それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

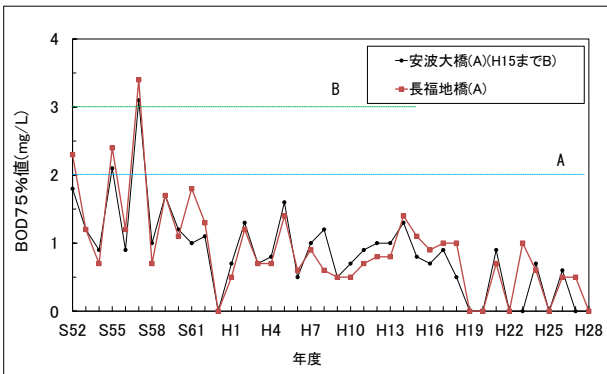


図 10. 安波川における水質の推移

(10) 普久川

普久川は昭和 52 年度に類型指定がされており、平成 15 年度までは上流が A 類型（御拝橋上流 420m の沢），下流が B 類型（御拝橋）であったが、平成 16 年度以降は全域が A 類型となっている。水質の推移は図 11 のとおりで、これまで BOD の環境基準を超過したことは確認されていない。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが、それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

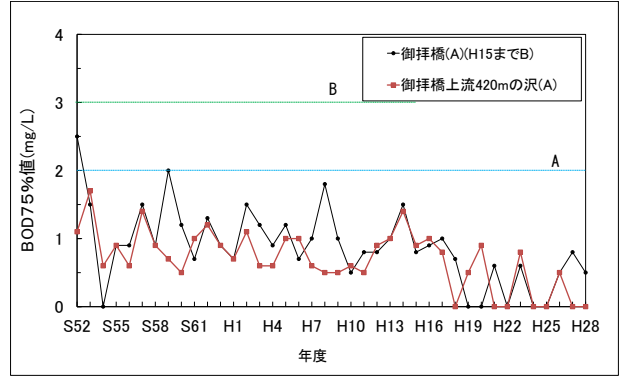


図 11. 普久川における水質の推移

(11) 汀間川

汀間川は昭和 52 年度に上流を A 類型（三原橋），下流を B 類型（嘉手苅橋から上流 200m）として類型指定されたが、平成 16 年度以降は全域が A 類型へ変更されている。水質の推移は図 12 のとおりで、昭和 56 年度及び平成 2, 4, 27, 28 年度に BOD の環境基準を超過している。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素及びふっ素の環境基準超過が確認されているが、それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

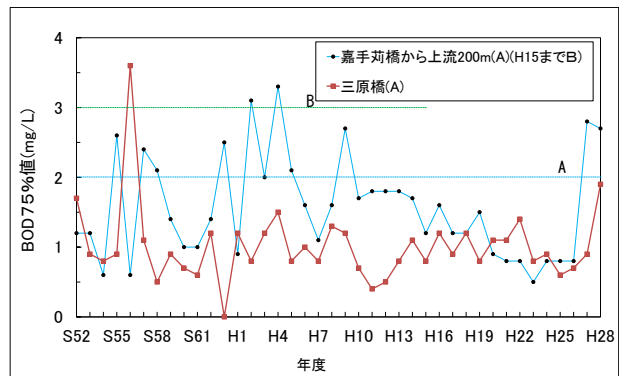


図 12. 汀間川における水質の推移

(12) 天願川

天願川は昭和 50 年度に上流が B 類型（合流点下流 100m），下流が C 類型（河口）に指定されたが、平成 16 年度以降は下流も B 類型へ変更されている。水質の推移は図 13 のとおりで、BOD について下流では昭和 62 年度より継続して基準を満たしているが、上流では継続して基準を超過する状況から近年では改善傾向にあったものの、平成 26, 27 年度については基準を超過している。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが、それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。なお、平成 5, 6 年の下流基準点（河口）については測定地点

に誤りがあったため欠測となっている。

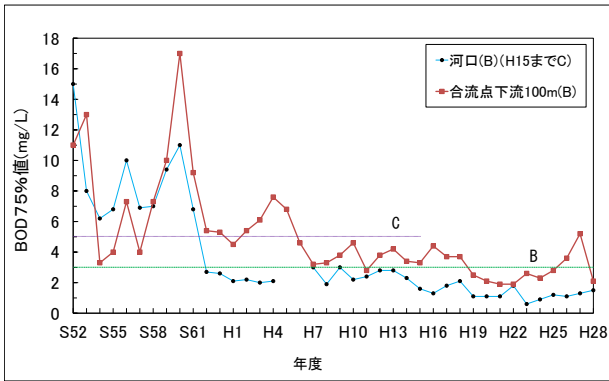


図 13. 天願川における水質の推移

(13) 久茂地川

久茂地川は昭和 53 年度に E 類型に指定されていたが (泉崎橋), 平成 16 年度以降は C 類型へ変更されている。水質の推移は図 14 のとおりで, 平成 9 年度以降は BOD の環境基準を継続して満たしている。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが, それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

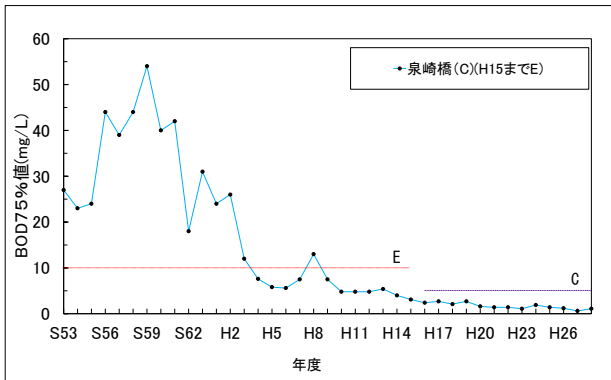


図 14. 久茂地川における水質の推移

(14) 安里川

安里川は昭和 53 年度に E 類型に指定され (蔡温橋下流 200m の橋), 平成 16 年度以降は D 類型へ変更されている。水質の推移は図 15 のとおりで, 平成 9 年度以降は BOD の環境基準を継続して満たしている。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが, それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

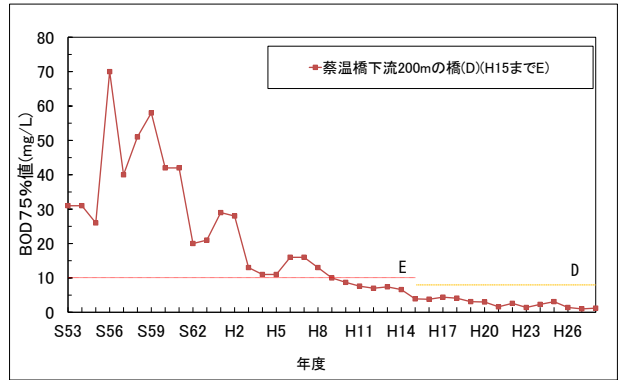


図 15. 安里川における水質の推移

(15) 饒波川

饒波川は昭和 58 年度に D 類型 (石火矢橋) に指定され, 平成 28 年度末時点で類型の変更は無い。水質の推移は図 16 のとおりで, 平成 12 年度以降は継続して BOD の環境基準を満たしている。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが, それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

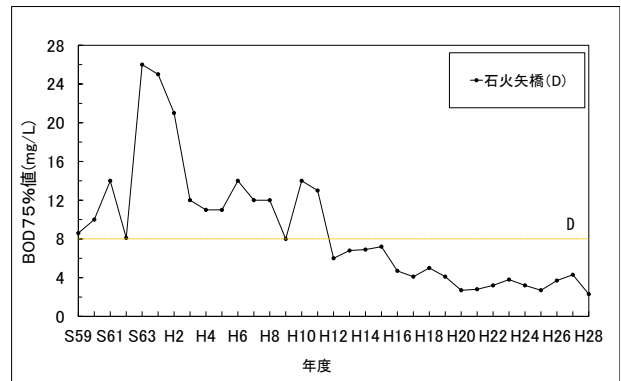


図 16. 饒波川における水質の推移

(16) 安謝川

安謝川は昭和 53 年度に E 類型に指定され (安謝橋), 平成 16 年度以降は C 類型へ変更されている。水質の推移は図 17 のとおりで平成 9 年度以降は継続して BOD の環境基準を満たしている。健康項目については海水の影響によるほう素の基準超過以外に, 平成 27 年度の鉛の基準超過が確認されている。



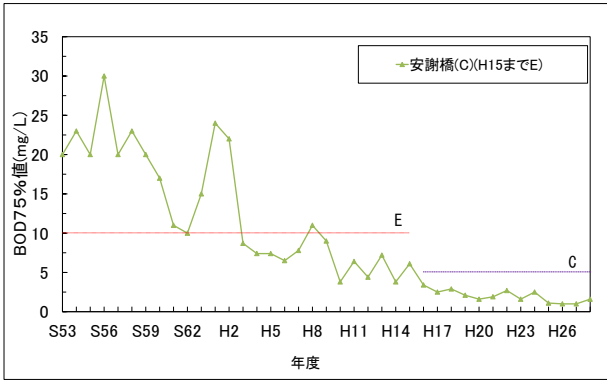


図 17. 安謝川における水質の推移

(17) 報得川

報得川は昭和 54 年度に E 類型に指定され（水位計設置点），平成 28 年度末時点で類型に変更は無い。水質の推移は図 18 のとおりで，類型設定後，多くの期間で BOD の環境基準を超過していたが，平成 19 年度以降は基準を満たしている。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

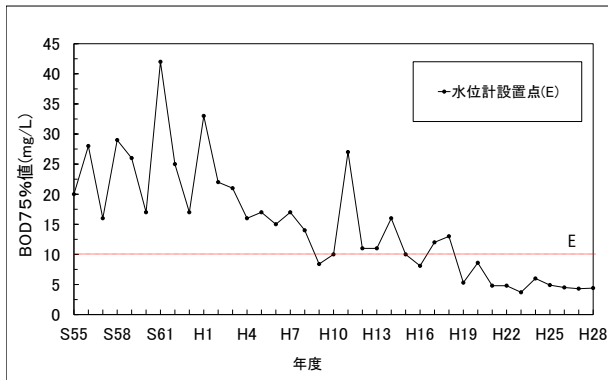


図 18. 報得川における水質の推移

(18) 牧港川

牧港川は昭和 55 年度に C 類型に指定され（牧港川取水場跡・宇地泊川取水場跡），平成 28 年度末時点で類型の変更は無い。水質の推移は図 19 のとおりで平成 21 年度以降は BOD の環境基準を満たしている。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

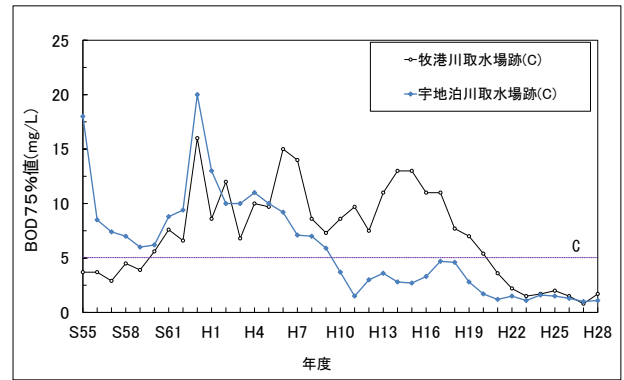


図 19. 牧港川における水質の推移

(19) 辺野喜川

辺野喜川は昭和 57 年度に A 類型に指定され（辺野喜橋），平成 28 年度末時点で類型に変更は無い。水質の推移は図 20 のとおりで，BOD の環境基準について類型設定当初から今まで基準超過は確認されていない。健康項目についても全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

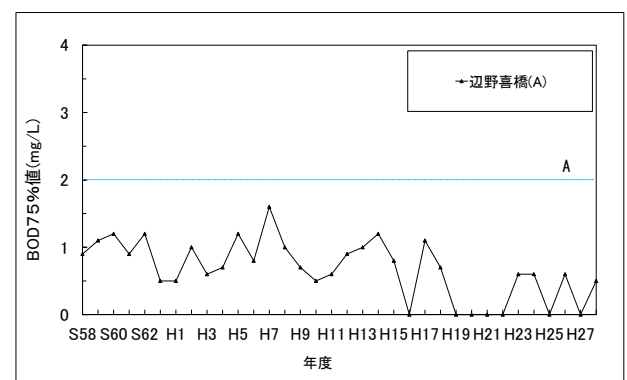


図 20. 辺野喜川における水質の推移

(20) 源河川

源河川は昭和 62 年度に A 類型に指定され（取水場），平成 28 年度末時点で類型に変更は無い。水質の推移は図 21 のとおりで，類型設定以降，BOD 環境基準の超過を確認したことは無い。健康項目についても全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

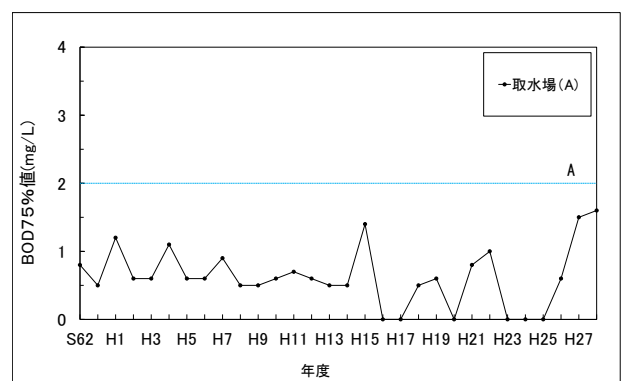


図 21. 源河川における水質の推移

(21) 平南川

平南川は平成元年度に A 類型に指定され (アザカ橋下流 30m), 平成 28 年度末時点で類型に変更は無い。水質の推移は図 22 のとおりで, BOD の環境基準について, 平成 5 年度以降は基準を満たしている。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

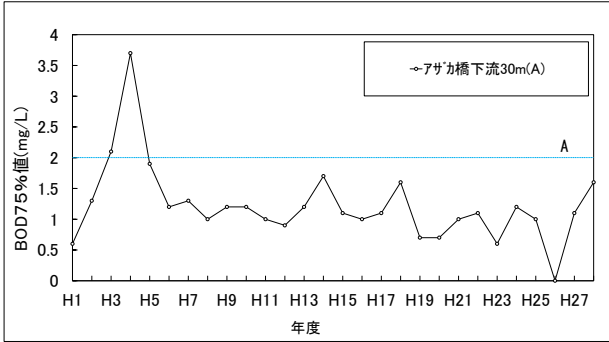


図 22. 平南川における水質の推移

(22) 大保川

大保川は平成元年度に B 類型に指定され (田港橋), 平成 16 年度以降は A 類型へ変更されている。水質の推移は図 23 のとおりで, 平成 5 年度以降は継続して BOD の環境基準を満たしている。健康項目については海水の影響を受ける地点でほう素の環境基準超過が確認されているが, それ以外の項目では環境基準超過は確認されていない。

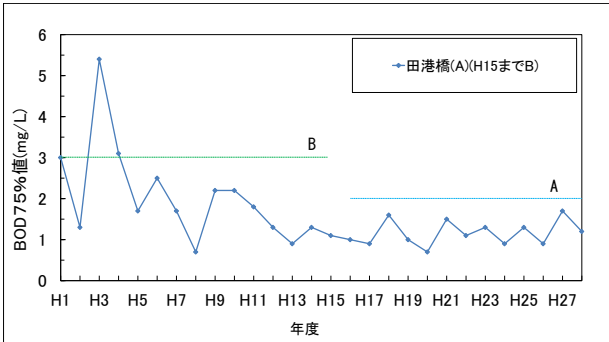


図 23. 大保川における水質の推移

(23) 宮良川

宮良川は平成元年度に A 類型へ指定され (平喜名橋), 平成 28 年度末時点で類型に変更は無い。水質の推移は図 24 のとおりで, 平成 12 年度以降は BOD の環境基準を満たしている。なお, 平成 10, 11 年度は測定方法に誤りがあったため, BOD について欠測となっている。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

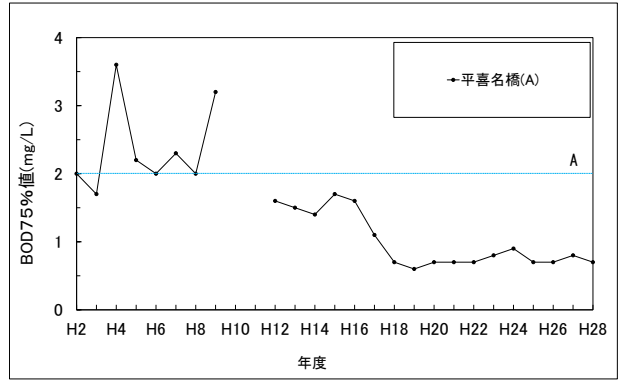


図 24. 宮良川における水質の推移

(24) 名蔵川

名蔵川は平成元年度に A 類型として指定され (石糖取水場前), 平成 28 年度末時点で類型に変更は無い。水質の推移は図 25 のとおりで, 平成 12 年度以降は BOD の環境基準を満たしている。なお, 平成 10, 11 年度は測定方法に誤りがあったため, BOD について欠測となっている。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

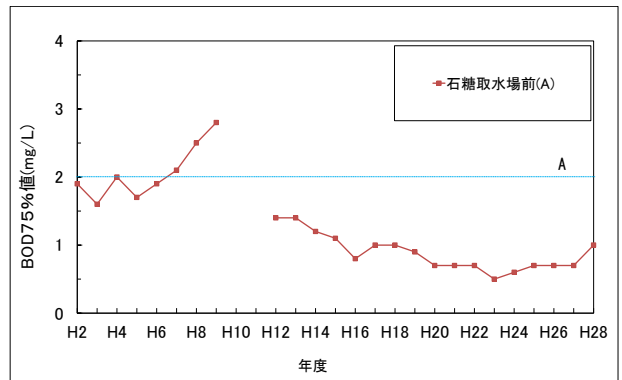


図 25. 名蔵川における水質の推移

(25) 雄樋川

雄樋川は平成 8 年度に D 類型に指定され (前川橋・石川橋), 平成 28 年度末時点で類型に変更は無い。水質の推移は図 26 のとおりで, 平成 20 年度以降は BOD の環境基準を満たしている。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。



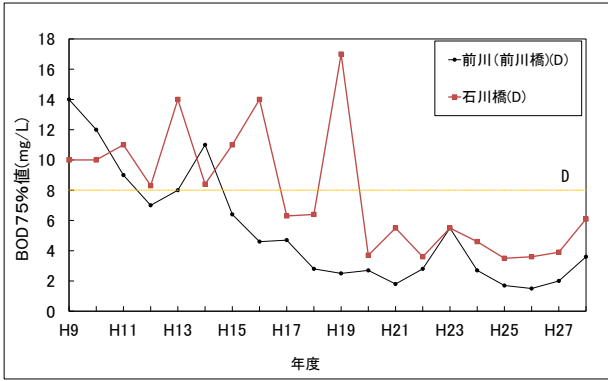


図 26. 雄樋川における水質の推移

(26) 億首川

億首川については平成 28 年度末時点で類型の指定は無いが、ダム湖の完成に伴い、平成 26 年度より水質測定が行われている。水質の推移は図 27 のとおりで、現時点で A 類型の BOD の環境基準と比較しても超過は無い。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

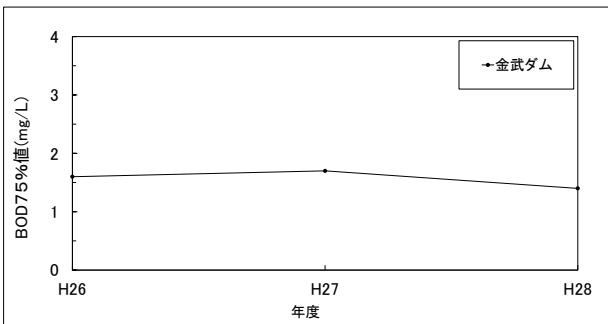


図 27. 億首川における水質の推移

2. 海域における水質の推移

海域の類型については表 4 に示すとおり A 類型から C 類型まで設定されているが、県内の海域はその利用の目的及び水質に応じて A 類型から B 類型までの 2 類型の指定がされており、平成 28 年度末時点で県内では C 類型の指定は無い。環境基準を満たしているかどうかについての判断基準は、健康項目については河川と同様で、生活環境項目については COD75% 値が当該水域の類型における基準を超過していないことをもって達成したものとされる。今回、各水域の COD75% 値と健康項目についてそれぞれ示すが、健康項目の結果については、ほとんどの地点・項目で不検出となっていることから、結果の詳細については割愛する。

表 4. 類型ごと環境基準値

類型	基準値				
	水素イオン濃度(pH)	化学的酸素要求量(COD)	溶存酸素量(DO)	大腸菌群数	n-ヘキサン抽出物質(油分等)
A	7.8以上 8.3以下	2mg/L以下	7.5mg/L以上	1,000MPN/10 0mL以下	検出されないこと。
B	7.8以上 8.3以下	3mg/L以下	5mg/L以上	—	検出されないこと。
C	7.0以上 8.3以下	8mg/L以下	2mg/L以上	—	—

(1) 中城湾

中城湾については昭和 49 年度に A 類型として指定されている。水質の推移は図 28 のとおりで、昭和 51, 57 年度及び平成 20 年度に COD の環境基準を超過している。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

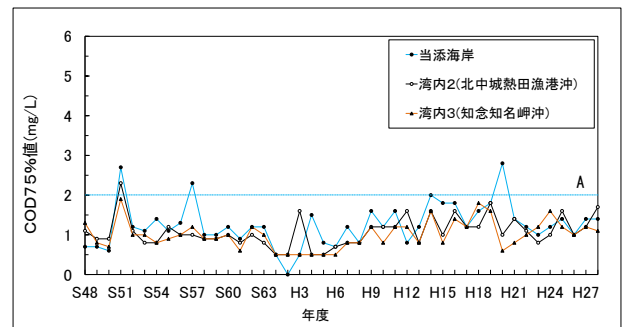


図 28. 中城湾における水質の推移

(2) 与勝海域

与勝海域については、昭和 49 年度に A 類型へと指定されている。水質の推移は図 29 のとおりで、これまでに COD の環境基準超過は確認されていない。健康項目についても全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

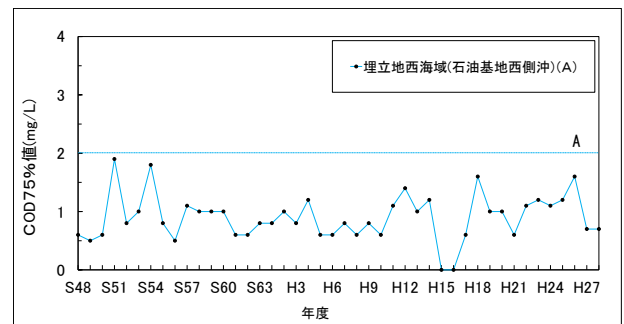


図 29. 与勝海域における水質の推移

(3) 金武湾

金武湾については昭和 49 年度に A 類型へと指定されている。水質の推移は図 30 のとおりで、平成 4 年度までは天願川河口地先でたびたび COD の環境基準超過が確認されているが、平成 5 年度以降は継続して基準を満たしている。健康項目については全ての期間・項目

で環境基準超過は確認されていない。

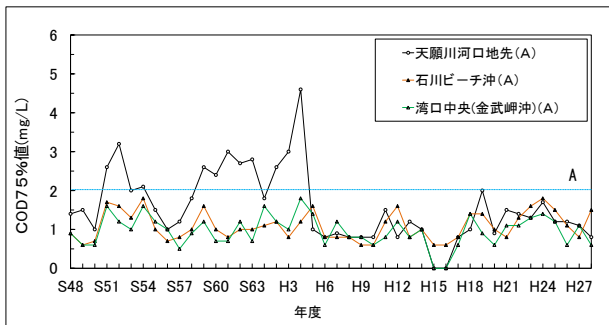


図 30. 金武湾における水質の推移

(4) 那覇港海域

那覇港海域については昭和 50 年度に A 類型として指定されている。水質の推移は図 31 のとおりで、主に泊港内及び那覇港内で COD の環境基準超過が確認されている。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

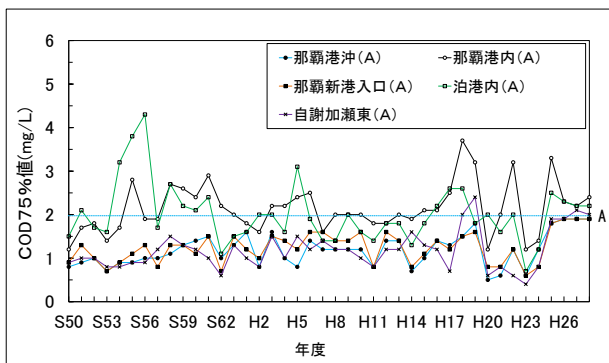


図 31. 那覇港海域における水質の推移

(5) 名護湾

名護湾については昭和 50 年度に A 類型として指定されている。水質の推移は図 32 のとおりで、昭和 54 年度以降は COD の環境基準超過は確認されていない。健康項目については全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

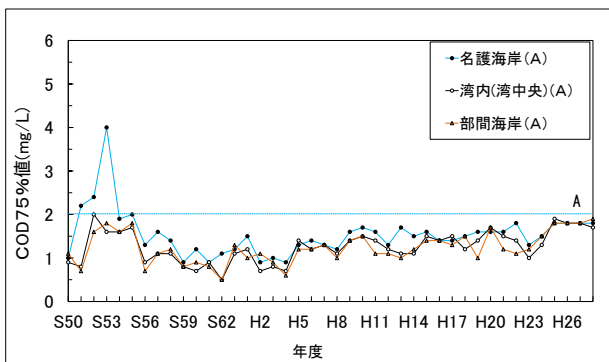


図 32. 名護湾における水質の推移

(6) 平良港

平良港については昭和 52 年度に A 類型として指定されている。水質の推移は図 33 のとおりで、これまでに COD の環境基準超過は確認されていない。健康項目についても全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

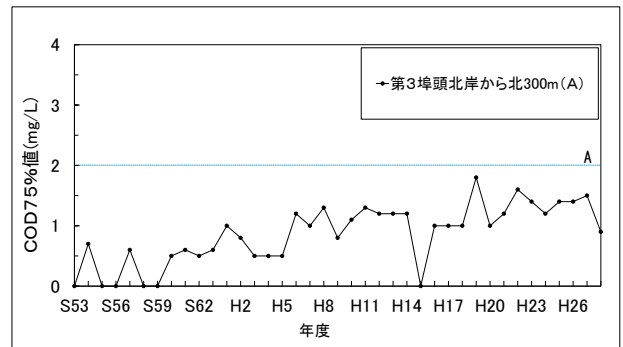


図 33. 平良港における水質の推移

(7) 石垣港

石垣港については昭和 52 年度に A 類型として指定されている。水質の推移は図 34 のとおりで、平成 5 年度に COD の環境基準超過が確認されている以外は基準を満たしている。なお、平成 10, 11 年度については測定方法に誤りがあったため欠測となっている。

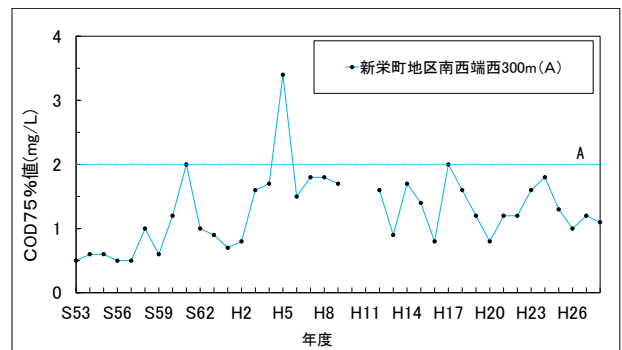


図 34. 石垣港における水質の推移

(8) 川平湾

川平湾については昭和 52 年度に A 類型として指定されている。水質の推移は図 35 のとおりで、平成 6 年度に COD の環境基準超過が確認されている以外は基準を満たしている。なお、平成 10, 11 年度については測定方法に誤りがあったため欠測となっている。

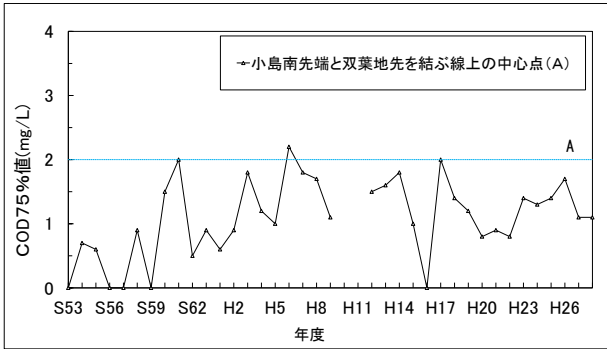


図 35. 川平湾における水質の推移

(9) 羽地内海

羽地内海については昭和 57 年度に陸域の近い部分が B 類型 (1) として、その他の海域が A 類型 (2) として指定されている。水質の推移は図 36 のとおりで、昭和 62 年度に A 類型の海域部分で COD の基準超過が確認されている以外は基準を満たしている。

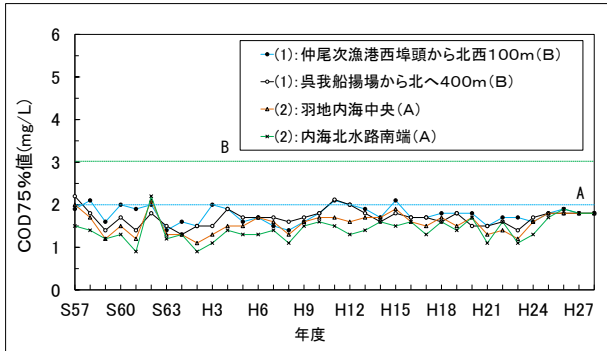


図 36. 羽地内海における水質の推移

(10) 糸満海域

糸満海域については昭和 60 年度に A 類型として指定されている。水質の推移は図 37 のとおりで、これまでに COD の環境基準超過は確認されていない。健康項目についても全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

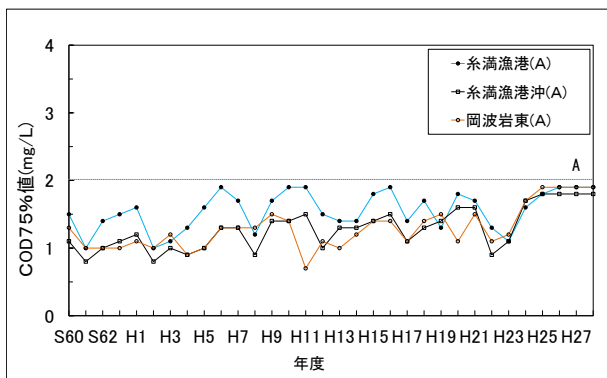


図 37. 糸満海域における水質の推移

(11) 恩納海域

恩納海域については平成 6 年度に A 類型として指定

されている。水質の推移は図 38 のとおりでこれまでに COD の環境基準超過は確認されていない。健康項目についても全ての期間・項目で環境基準超過は確認されていない。

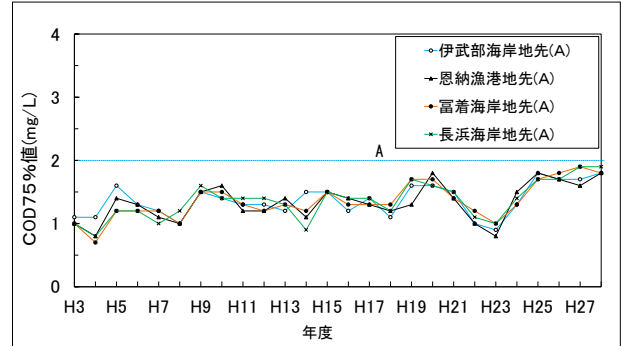


図 38. 恩納海域における水質の推移

(12) 与那覇湾

与那覇湾については平成 28 年度末時点で類型の指定は無いが、水質の状況を把握するため継続して水質測定が行われている。水質の推移は図 39 のとおりで、B 類型として評価しても基準不達成となる年がある。なお、余談にはなるが、与那覇湾は昭和 51 年度に類型指定の検討が行われたが、当時、湾全体を淡水湖化する事業が検討されていたため、類型が指定されなかったことが当時の資料で確認できる。

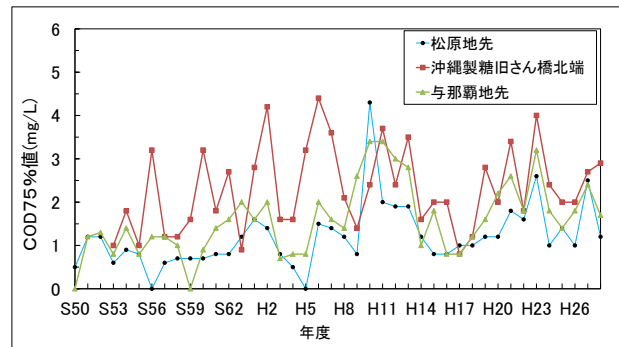


図 39. 与那覇湾における水質の推移

(13) 伊佐海域

伊佐海域については平成 28 年度末時点で類型の指定は無いが、水質の状況を把握するため継続して水質測定が行われている。水質の推移は図 40 のとおりで、A 類型として評価しても基準を超過している年は無い。

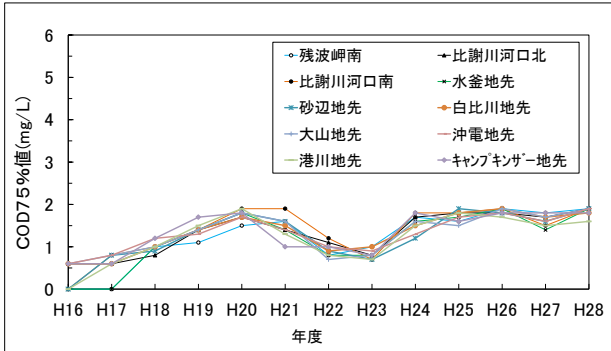


図 40. 伊佐海域における水質の推移

#### IV 考察

##### (1) 河川水質測定結果について

河川水質については仲宗根が以前に発表したとおり、ほぼ全域で水質が改善傾向にあることが確認できる<sup>2)</sup>。しかしながら、現在でもいくつかの河川で問題がある。

その一つが天願川で、平成 19～25 年度まで基準を満たしていた基準点において、平成 26・27 年度に BOD の環境基準超過が確認されている。この基準超過について原因を確認するため、平成 22～27 年度の各月ごとの測定結果を確認したところ、図 41 のとおり夏に低く、冬に高い傾向が確認できた。

この数値の傾向はそれぞれの図で示す近似曲線のとおり、天願川の基準点下流 600m にある県企業局川崎川取水ポンプ場で測定されている塩素要求量 (図 42) と同様となっている。

塩素要求量はアンモニア濃度と相関がある事が経験的に知られており、周辺にアンモニア濃度を上昇させる原因施設の存在が疑われた。そこで、水質汚濁防止法の特定施設台帳から周辺の施設の設置状況を確認したところ、基準点 (77 合流点下流 100m) の上流の支流川崎川方面に豚舎が数多く存在することが確認された (図 43)。また、支流川崎川方面の補助点「ルーシー河橋」における BOD の測定結果は図中で示す近似曲線のとおり、基準点と同様に夏に低く冬に高い傾向を示しているが、上流に大きな豚舎が無い天願川本流の補助点「しむら橋」での測定結果では、季節的な変動は確認できない (図 44, 45)。豚舎の排水中には多くのアンモニアと硝化細菌が含まれていることが考えられ、その場合、通常の BOD 測定方法ではアンモニアを酸化する際の酸素要求量 (N-BOD) が測定結果に影響を与えることが知られている。この N-BOD は汚濁量やアンモニア濃度では無く硝化細菌の活性と数による影響を大きく受けることが知られており<sup>3)</sup>、汚濁量の指標としてはふさわしくないとされている。そのため、

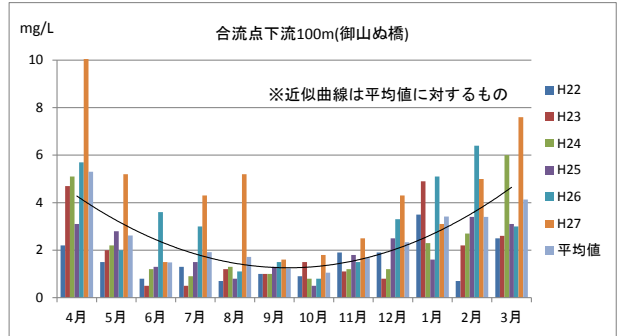


図 41. 天願川の環境基準点における BOD の推移 (各月)

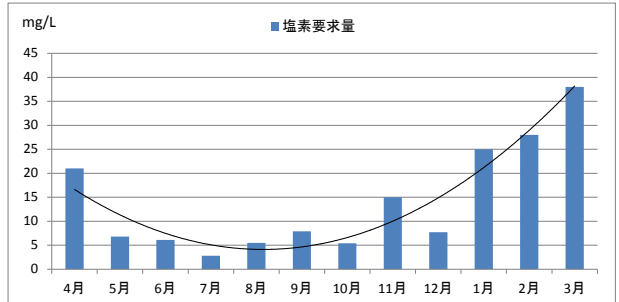


図 42. 川崎川取水ポンプ場における塩素要求量

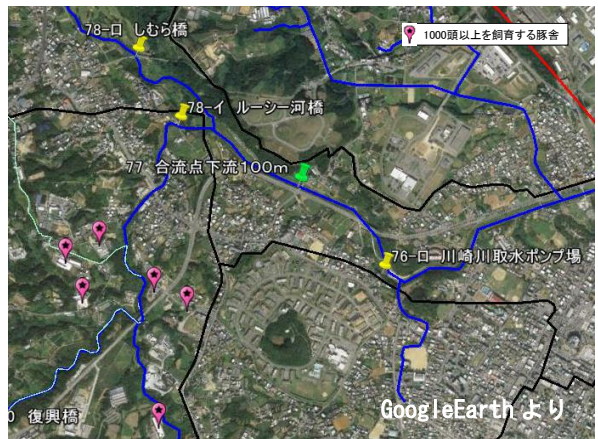


図 43. 天願川周辺の豚舎の設置状況

公定法の JIS K 0102 の 21 の備考において硝化細菌の働きを抑制する測定方法 (C-BOD 又は ATU-BOD という) も示されている。

平成 27 年 8 月より中部保健所において通常の BOD 測定方法と並行して C-BOD の測定方法を用いた測定が行われ、その結果、図 46 のとおり、硝化による酸素消費量が大きく影響していることが判明した。そのため、近年の BOD 超過は汚濁が増えたものではなく、硝化細菌が多く排出されていることが原因であると考えられる。

近年になって天願川で N-BOD の影響が大きくなった理由として平成 23 年度の上乗せ排水基準の改正が考えられる。全国においても下水終末処理場が上流にある地点で N-BOD の影響を大きく受けている例が報告されており<sup>4)</sup>、生物処理が進んだ排水において硝化細菌の活動は



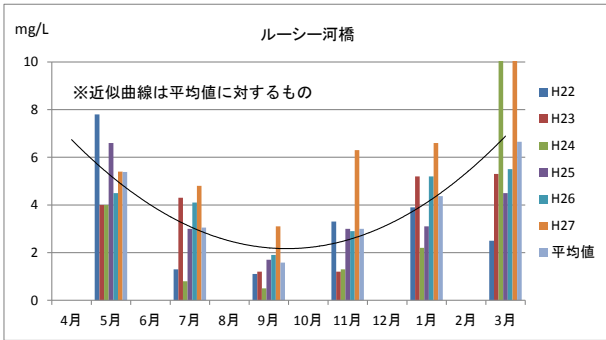


図 44. 川崎川上流補助点における BOD の推移 (各月)

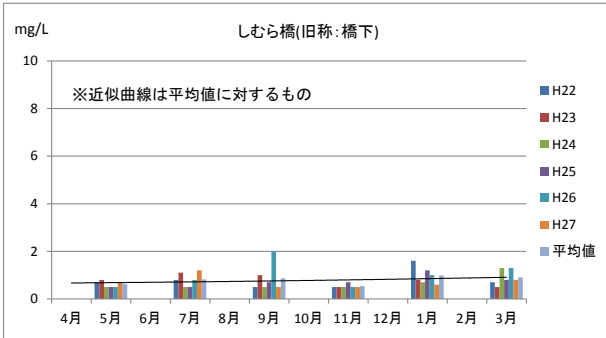


図 45. 天願川上流補助点における BOD の推移 (各月)

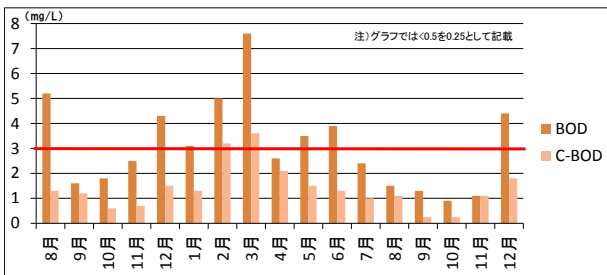


図 46. 天願川基準点における BOD と C-BOD の結果比較

活発となっている。天願川にある豚舎でも改正前は高度な処理を行わずに放流を行っていたものが、改正後はある程度高度な処理を行わなければ上乘排水基準を満たすことができなくなったことにより、処理が以前に比べて進み、その結果、処理槽内で増殖した活動が活発な硝化細菌を多く含む放流水が天願川に放出され、N-BOD の値が上昇した可能性があると考えられる。

次に、現在問題がある河川として我部祖河川が挙げられるが、我部祖河川については昭和 49 年度の類型設定前の調査時点では名護市の簡易水道の水源があったことから A 類型とされたものの、翌年度の類型設定時 (昭和 51 年 3 月) には簡易水道が廃止されていた (昭和 50 年 9 月に廃止済) という経緯がある。ここで、類型については D から C, B から A 類型など上位の類型に変更することは可能だが、環境庁告示第 59 号「水質汚濁にかかる環境基準 (昭和 46 年 12 月 28 日)」で「当該水域の水質が現状よりも少なくとも悪化することを許容することとならないように配慮すること。」という一文があることにより、現

時点で A 類型から下位の B 類型へ変更することは難しい状況となっている。

我部祖河川の水質の状況については平成 22 年度の県環境保全課が行った汚濁負荷量調査において詳細な調査が行われており、報告書によると、ほぼ毎年 BOD の環境基準値を超過している環境基準点「51 石橋」では、河川水量が少ない (昼時間 : 91 m<sup>3</sup>/時) ほか、上流約 250m 地点の側溝から、河川水量の 3 割から 8 割ほどの水 (BOD:2.8 ~ 8.1 mg/L) が流入しているとのことである。また、ここ 7 年ほどの BOD 値の推移を見ると、平成 25 年頃より上昇傾向にあることがわかる (図 47)。これは平成 25 年度に周辺で 115 人槽 (23 m<sup>3</sup>/日) の合併処理浄化槽の使用が開始された影響が考えられる。合併処理浄化槽の放流水質基準は「BOD 20 mg/L 以下」であり、A 類型の 2 mg/L を満たすためには 10 倍以上の希釈が必要となってしまうことから、現在は以前よりも基準の達成が困難な状況にあるものと思われる。なお、平成 28 年度に北部保健所で、通常の BOD とあわせて C-BOD の測定も行っているが、結果にほとんど差は無く、値の上昇が硝化細菌の影響では無い事を確認している。また、平成 28 年度の結果を見ると BOD 75%値が 3.5 mg/L であり、B 類型 (3 mg/L) であったとしても不達成となることから A 類型の達成は現時点で非常に困難であると言える。

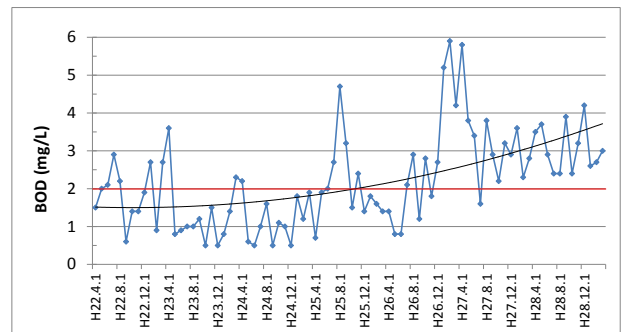


図 47. 我部祖河川基準点 (51 石橋) における BOD の推移

(2) 海域水質測定結果について

海域の COD 測定結果について、各地点の推移グラフを見ると、天願川河口地先や名護海岸など陸域に近い地点では改善しているように見えるが、全体としてはむしろ上昇傾向にあるように思われた。そこで、各地点の測定結果について、平成 3~7 年の 5 年間と平成 23~27 年度の 5 年間について、地点ごとの t 検定による比較を行ったところ、図 48 から 57 のとおり河口付近や陸域の影響を受けやすい沿岸部のうち、天願川河口地先と石垣港の基準点では 5%危険率で有意な差 (下降傾向にある事) が確認された (図 51, 56 下矢印)。その他の沿岸部や河口付

近では有意な差は確認されなかった(図中横矢印). それに対し, 糸満海域のように南西側からの海流の影響を受けて人為的な汚染の影響が出にくい場所や, 恩納海域の

ように周辺の人口密度が低い場所において 5%危険率で有意な差(上昇傾向にある事)が確認された(図中上矢印).

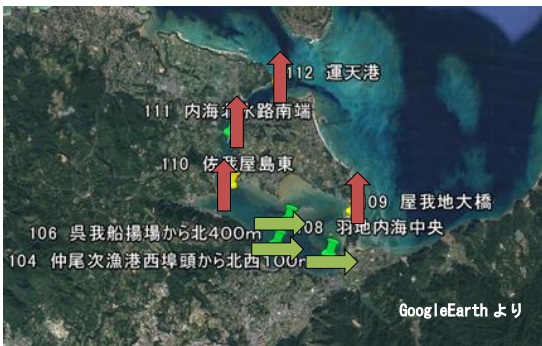


図 48. 羽地内海に関する t 検定の結果



図 49. 名護湾に関する t 検定の結果



図 50. 恩納海域に関する t 検定の結果



図 51. 金武湾に関する t 検定の結果



図 52. 那覇港海域及び糸満海域に関する t 検定



図 53. 中城湾に関する t 検定の結果



図 54. 平良港に関する t 検定の結果





図 55. 与那覇湾に関する t 検定の結果



図 56. 石垣港に関する t 検定の結果



図 57. 川平湾に関する t 検定の結果

表5. 各海域ごとのCOD測定結果平均値の比較

	H3～7年全地点平均	H23～27年全地点平均
羽地内海	1.23	1.5
名護湾	1.16	1.45
恩納海域	0.95	1.34
金武湾	1.03	0.95
与勝海域	0.65	0.82
中城湾	0.65	0.86
那覇港海域	1.27	1.57
糸満海域	1.3	1.63
平良港	0.66	1.09
石垣港	1.6	1.25
川平湾	1.22	1.07

※CODの測定結果が0.5mg/L未満の地点は0.25として計算

※危険率5%のt検定で有意な差があった水域は網掛け

各海域のCOD測定結果について平成3～7年度と平成23～27年度の各5年間の平均値を見ると、表5のとおり、多くの海域で平均値が上昇していることがわかる。

このような海域、特に人為的な汚染の影響が少ない地点におけるCODの長期的な上昇傾向は本県だけではなく、全国の太平洋沿岸地域でも報告されている。<sup>5)</sup> この長期

的なCOD上昇の原因については現時点では定かでは無いが、瀬戸内海でのCODの漸増傾向は外洋のCOD上昇が影響しているとの報告もあることから<sup>6)</sup>、本県内において流入河川の水質が改善しているにもかかわらず、海域で水質が悪化している原因は外洋のCOD上昇にある可能性も考えられる。

このままのペースで上昇が続くと海域においてA類型の基準(COD75%値:2mg/L)を多くの地点で満たすことが難しくなる可能性も出てくるが、原因が外洋のCOD上昇にある場合、対策を行うことは事実上不可能となるため、その場合、バックグラウンドの上昇分を差し引くなど、新たな水質の評価方法を検討しなければならないと考える。

<謝辞>

川崎川取水ポンプ場における塩素要求量の結果を提供していただいた県企業局與古田様にこの場を借りてお礼申し上げます。

また、これまでの水質測定結果をとりまとめた本庁の職員、実際の水質測定を行った衛生環境研究所、各保健所の職員や国ダム管理事務所職員、那覇市役所職員、分析委託先事業者職員など公共用水域の監視に関係した全ての皆様にこの場を借りてお礼申し上げます。

V 参考文献

- 1) 沖縄県水質測定結果
- 2) 仲宗根 一哉, 沖縄の水環境の現状と保全の取り組み, 水環境学会誌, Vol. 36, No. 8, pp252-256(2013)
- 3) 藤井ら, 硝化反応のBODに及ぼす影響の実験による評価検討, 環境工学研究論文集・第40巻・2003
- 4) 野原ら, 河川水質モデルにおけるN-BOD評価手法に関する研究, 環境工学研究論文集・第40巻・2003
- 5) 環境省中央環境審議会水環境部会総量削減専門委員会(8次)(第7回)資料4  
<http://www.env.go.jp/council/09water/y0917-07/mat04.pdf>
- 6) 矢吹ら, 日本近海の太平洋側外洋水のCODの長期変動と瀬戸内海のCODに及ぼす影響, 水環境学会誌 Vol. 40, No. 5, pp189-197(2017)