

第1章 業務概要

1-1 業務目的

宜野湾市では、普天間飛行場の円滑な跡地利用を推進する方向性を検討するため、平成13年度末から平成23年度にかけて実施された宜野湾市内で自然環境に関する調査を進めてきた。今年度も、自然環境に係る重要な情報について継続調査及び補足調査を通して、自然との共生を図りつつ、跡地利用計画の策定に向けた自然環境の情報の提供・共有化を進めることを目的とする。

1-2 業務内容

- ・業務名称：宜野湾市自然環境調査
- ・業務場所：宜野湾市内一円
- ・履行期間：平成24年9月28日～平成25年3月22日
- ・調査内容：湧水群水質、土地利用状況、地下水流入口水質、気象観測、魚類・底生動物、土壌動物、洞穴内水質・底質及び動物

1-3 調査実施方針

(1) 生活環境調査

1) 湧水群水質調査

市内に数多く分布する湧水は、石灰岩台地によっては育まれる宜野湾市を代表する自然資源であり、既成市街地や基地からの排水状況等により水質は大きく変動する。

過年度までに調査を行った5地点を対象に、継続的な水質調査を期間中に豊水期、平水期、渇水期に実施し、地下水の水質保全の面から跡地利用計画に反映させるための基礎資料を収集する。

(2) 基盤環境調査

1) 土地利用状況調査

過年度までに飛行場下流側の地下水流出口で水質監視を行っているが、飛行場上流側の汚濁発生源の有無などの情報が不足している。そのため、飛行場上流側の地下水流入口及び土地利用状況について文献や現地踏査を実施し、地下水の水質保全の面から跡地利用計画に反映させるための基礎資料を収集する。

2) 地下水流入口水質調査

現地踏査により確認した地下水流入口の4地点において、経年監視している地下水流出口の水質（湧水群水質）と比較し、地下浸透による水質の浄化作用など、解析考察する上での参考資料に資する。

3) 気象観測調査

これまで気象観測データは、遠隔地の那覇气象台などのデータを参考資料としたが、最近数年間の降水量の変動は平年に比べて傾向が異なることが多く、沖縄特有のスコールのように地域間で異なることが考えられる。そのため、観測データの精度を確保するため、市域内に観測地点を設け、今後の気象観測に関して基礎資料を収集する。

(3) 生態系調査

1) 魚類・底生動物

魚類・底生動物は、平成 14 年度に 4 河川で調査が行われている。10 年経過した現状において貴重種及び生物相の変化の有無について整理し、生態系の保全の面から跡地計画に反映させるための基礎資料を収集する。

2) 土壌動物

土壌動物調査は、市域の土壌動物の特性を把握するため、基地内と同様な樹林地や草地等の土壌環境の類型に考慮し、基地外に選定した 7 地点で調査を実施し、土壌環境の保全の面から跡地利用計画に反映させるための基礎資料を収集する。

(4) 洞穴内調査

市内に多く分布する洞穴は、普天間飛行場の石灰岩台地の地下に多数みられ、洞口が基地内に多いため、立入り制限により洞穴内の実態把握が不十分な状況にある。しかしながら、円滑な跡地利用を推進する上で、特殊な洞穴環境における水質・底質及び動物の状況について早期な把握が求められている。

このような状況の中で現在、基地外から入洞可能で、未実施の 4 箇所を調査を実施し、洞穴環境の保全の面から跡地利用計画に反映させるための基礎資料に収集する。

(5) 検討委員会・総合考察

調査手法や調査結果及び考察について、年 2 回の検討委員会における指導・助言を踏まえ総合考察を行い、報告書を取りまとめる。

1-4 業務工程

業務の工程を表 1-4-1 に示す。

表 1-4-1 業 務 工 程

業 務 種 別		9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	備 考
計画・準備		—							
生活環境 調査	湧水群水質								5地点 年3回
	洞穴内水質・底質								4箇所(基地外から入洞) 年1回
基盤環境 調査	土地利用状況								地下水流入口周辺地域 年1回
	地下水流入口水質								4地点 年1回
	気象観測								地下水流入口側、1地点 5ヶ月連続観測(気温・雨量)
生態系 調査	魚類・底生動物								4地点 年1回
	土壌動物								7地点 年2回
	洞穴内動物								4箇所(基地外から入洞) 年1回
検討委員会					—			—	
総括考察・報告書作成							—	—	

第2章 生活環境調査

2-1 湧水群水質調査

(1) 調査内容

市内に数多く分布する湧水は、石灰岩台地によって育まれる宜野湾市を代表する自然資源であるが、既成市街地や基地からの排水状況等により水質が大きく変動する。

過年度までに調査を行った5地点（フルチンガー、メンダカリヒージャーガー、アラナキガー、ヒャーカーガー、チュンナガー）を対象に、継続的な水質調査を豊水期、平水期、渇水期の3回実施し、地下水の水質の面から、跡地利用計画に反映させるための基礎資料とする。ただし、健康項目等は年1回の実施とする。

各調査地点は、地下水の湧出口付近であるが、フルチンガーのみ湧出口からかなりの距離があり、その途中で雨水や生活排水等が合流していると考えられる。

調査項目は以下のとおりで、調査地点での現地観測(水温・流量・透視度等)及び試料を容器に直接採水し、試験室に持ち帰り分析を行う。

また、調査地点を図2-1-1に、水質分析方法を表2-1-1～表2-1-2に示した。

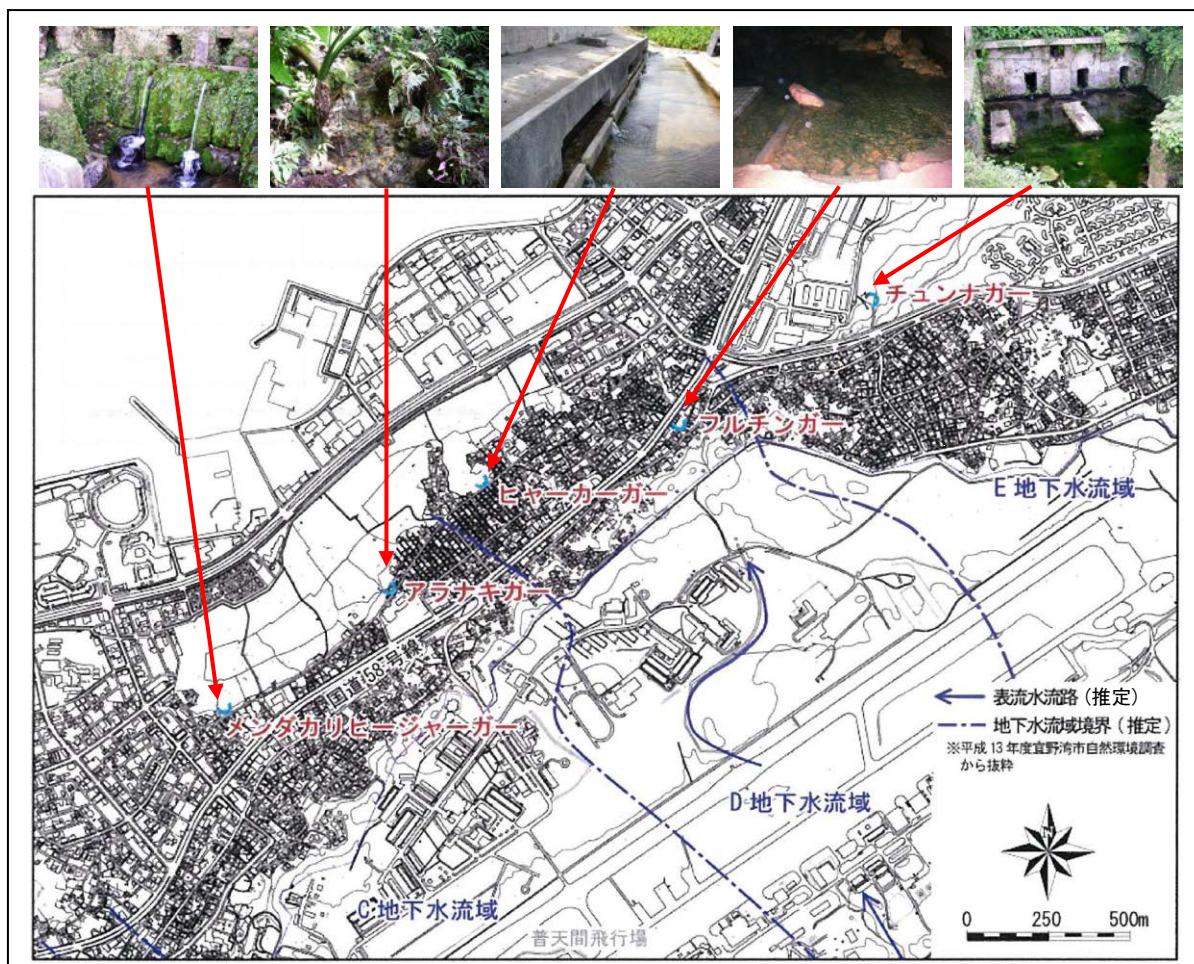


図2-1-1 湧水群調査地点図

表 2-1-1 水質一般項目・生活環境・栄養塩類の分析方法

項 目		分析方法
一 般 項 目	濁度	JIS K 0101 9.4 積分球式測定法
	電気伝導度(EC)	JIS K 0102 13 電気伝導計による方法
	塩素イオン	JIS K 0102 41.3 イオンクロマトグラフ法
	硬度	上水試験方法によるイオンクロマトグラフ法
生 活 環 境 項 目	水素イオン濃度(pH)	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
	生物化学的酸素要求量(BOD)	JIS K 0102 21、JIS K 0102 32.3 隔膜電極法
	浮遊物質(SS)	昭和46年環境庁告示第59号 付表7に掲げる方法
	溶存酸素(DO)	JIS K 0102 32 ウインクラ-アジ化ナトリウム変法
	n-ヘキサン抽出物質	昭和46年環境庁告示第59号 付表9に掲げる方法
	大腸菌群数(BGLB)	BGLB培地法(最確数による定量法)
	糞便性大腸菌群数	M-FC寒天培地法
栄 養 塩 類	アンモニア態窒素	JIS K 0102 42.1 インドフェノール青吸光光度法
	亜硝酸性窒素	JIS K 0102 43.1 ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
	硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
	全窒素	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウムカラム還元法
	リン酸態リン	JIS K 0102 46.1.1 モリブデン青法
	全リン	JIS K 0102 46.3-1 ペルオキシ二硫酸カリウム分解法

表 2-1-2 健康項目・油分・ダイオキシン類の分析方法

項 目		測 定 方 法
健康項目	カドミウム (Cd)	日本工業規格K0102(以下「規格」という。)55.2、55.3又は55.4に定める方法(準備操作は規格55に定める方法によるほか、付表8に掲げる方法
	全シアン(CN)	規格38.1.2及び38.2に定める方法又は規格38.1.2及び38.3に定める方法
	鉛(Pb)	規格54に定める方法
	六価クロム(Cr ⁶⁺)	規格65.2に定める方法
	砒素(As)	規格61.2、61.3又は61.4に定める方法
	総水銀(T-Hg)	付表1に掲げる方法
	アルキル水銀(R-Hg)	付表2に掲げる方法
	PCB	付表3に掲げる方法
	ジクロロメタン	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
	四塩化炭素	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
	1,2-ジクロロエタン	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1又は5.3.2に定める方法
	1,1-ジクロロエチレン	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
	シス-1,2-ジクロロエチレン	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
	1,1,1-トリクロロエタン	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
	1,1,2-トリクロロエタン	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
	トリクロロエチレン	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
	テトラクロロエチレン	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
	1,3-ジクロロプロペン	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.1に定める方法
	チウラム	付表4に掲げる方法
	シマジン	付表5の第1又は第2に掲げる方法
	チオベンカルブ	付表5の第1又は第2に掲げる方法
	ベンゼン	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
	セレン(Se)	規格67.2、67.3又は67.4に定める方法
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	硝酸性窒素にあっては規格43.2.1、43.2.3又は43.2.5に定める方法、亜硝酸性窒素にあっては規格43.1に定める方法
	ふっ素(F)	規格34.1に定める方法又は規格34.1(c)(注(6)第三文を除く。)に定める方法(懸濁物質及びイオンクロマトグラフ法で妨害となる物質が共存しない場合にあっては、これを省略することができる。)及び付表6に掲げる方法
	ほう素(B)	規格47.1、47.3又は47.4に定める方法
	1,4-ジオキサン	付表7に掲げる方法
油分	ベンゼン	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
	トルエン	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
	エチルベンゼン	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
	キシレン	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
ダイオキシン類		日本工業規格K0312に定める方法

健康項目・油分 規定条文:水質汚濁に係る環境基準について

昭和46年12月28日環境庁告示第59号(平成24年5月23日環境省告示第84号改正)

ダイオキシン類 規定条文:ダイオキシン類による大気汚染、水質汚濁(水底の底質の汚染を含む。)

及び土壌の汚染に係る環境基準について

(2) 調査時期

調査時期は、履行期間の平成 24 年 9 月 28 日～平成 25 年 3 月 22 日の間で、平成 24 年 10 月 29 日に第 1 回、平成 24 年 12 月 19 日に第 2 回、平成 25 年 2 月 20 日に第 3 回の調査を行った。

表 2-1-3 の流量と降水量の結果より、第 1 回の調査を平水期調査、第 2 回の調査を豊水期調査、第 3 回の調査を渇水期調査と位置づけた。以下に詳細を示した。

表 2-1-4 に調査前の降雨の状況(気象庁：那覇)を、図 2-1-2 に那覇観測所における観測開始からの現在までの月間降水量平均値と、過去 10 年間と本年度の月間降水量平均値の推移を示し以下に調査時期の考え方を述べる。

那覇観測所における観測開始からの月間降水量平均値の推移は、5～6 月に梅雨前線、8 月～9 月に台風による季節的な降水量の増加を示し、10 月以降は降水量が減少傾向をしている。そのため 4 月から 9 月にかけて陸水は水量が豊富な時期であり、10 月から 2 月にかけては陸水の水量が少ない時期にあたる。

過去 10 年間と本調査の月間降水量平均値の推移についても上記と同様の傾向を示したが、特に本調査においては、4 月(梅雨期)と 8 月(台風期)に特出した降水を示した。

本調査における調査時期の豊水期、平常期、渇水期の判断については、水質用語等で用いられる豊平低渇*の通りではなく、発注時期による時間的な制約があるため、履行期間中における便宜上の分け方として示している。

本年度は履行期間が平成 24 年 9 月 28 日～平成 25 年 3 月 22 日である為、10 月以降の降水状況等によって調査の位置づけを検討し、表 2-2-1 にその結果を示した。

※：河川で観測した 365 日分の流量データを、大きい順に並べて、95 番目の流量を豊水流量(年間を通して 95 日間これを下回らない流量の意味)、同 185 番目を平水流量、同 275 番目を低水流量、同 355 番目を渇水流量と言う。

表 2-1-3 調査時期位置づけの検討結果

		調査年月日		
		平成24年10月29日	平成24年12月19日	平成25年 2月20日
流量 (m ³ /日)	メンダカリヒージャーガー	985	993	650
	アラナキガー	1516	2692	1024
	ヒャーカーガー	3324	3576	2869
	チュンナガー	1488	2771	1357
参考 降水量 合計(mm)	調査当月	96.5	113.0	75.0
	調査10日前まで	0.0	2.0	39.0
	調査20日前まで	87.0	131.0	43.0
	調査30日前まで	172.0	170.0	55.5
調査の位置づけ		平水期 各調査地点における流量が 全ての時期で中間	豊水期 各調査地点における流量が 全ての時期で最も多い	渇水期 各調査地点における流量が 全ての時期で最も少ない

表 2-1-4 調査前降水状況

那覇観測所 9月降水量（気象庁）

平成24年	気象	降水量 (mm)	天気概況	
			昼 (06:00-18:00)	夜 (18:00-翌日06:00)
	1	0.0	晴	晴
	2	—	晴	晴
	3	2.5	曇一時雨	晴一時雨
	4	2.5	晴時々雨	曇時々雨一時晴
	5	0.0	薄曇一時晴	曇後時々雨
	6	3.0	薄曇一時雨	薄曇後時々晴
	7	0.0	曇時々晴	晴
	8	0.0	晴	晴
	9	0.0	晴	晴
	10	0.0	晴	晴
	11	2.0	晴時々曇一時雨	晴
	12	16.0	晴時々雨一時曇、雷を伴う	曇後晴
	13	0.0	晴	晴
	14	0.0	曇一時雨	曇時々雨、雷を伴う
	15	86.0	大雨	暴風雨
	16	49.5	雨時々曇、大風を伴う	薄曇一時雨後晴
	17	0.0	晴	晴
	18	—	晴	晴
	19	0.0	曇一時雨	曇
	20	5.0	曇時々雨	曇一時雨
	21	4.0	曇時々晴	曇
	22	0.0	曇	曇
	23	0.5	曇一時雨	曇時々雨
	24	1.0	曇時々雨	曇一時雨
	25	—	晴	晴
	26	0.0	晴	晴
	27	0.0	曇時々曇	曇一時雨
	28	14.0	曇後雨	暴風雨
	29	85.0	暴風雨	雨後曇、大風を伴う
	30	0.0	曇時々晴	晴
月降水計		271.5	—	—

那覇観測所 10月降水量（気象庁）

平成24年	気象	降水量 (mm)	天気概況	
			昼 (06:00-18:00)	夜 (18:00-翌日06:00)
	1	—	晴	晴時々曇
	2	—	晴一時曇	晴
	3	0.0	晴	晴
	4	—	晴	快晴
	5	0.0	晴一時曇	晴後一時曇
	6	—	晴一時曇	快晴
	7	0.0	晴時々曇	曇一時雨
	8	0.0	曇時々晴	曇時々晴
	9	2.0	晴時々雨	晴
	10	0.5	曇時々晴一時雨	曇時々晴一時雨
	11	0.0	曇一時晴	曇後晴
	12	0.5	曇後一時雨	雨時々曇
	13	0.5	曇時々雨	曇時々雨
	14	3.5	曇時々雨一時晴	曇時々雨
	15	0.0	曇一時雨	雨時々曇
	16	0.5	雨時々曇	雨時々曇
	17	79.5	暴風雨一時曇	雨時々曇、大風を伴う
	18	0.0	曇	曇一時晴
	19	—	曇時々晴	晴時々曇
	20	—	晴	晴
	21	—	晴	晴後時々曇
	22	0.0	晴	晴
	23	0.0	晴後曇	晴一時曇
	24	—	晴後一時曇	快晴
	25	—	晴	晴
	26	—	晴	晴
	27	—	晴後一時曇	晴一時曇
	28	0.0	晴	晴後一時曇
	※1 29	—	晴	曇一時晴
	30	0.0	曇後一時雨	雨
	31	9.5	雨	雨後曇
月降水計		96.5	—	—

※1: 平水期調査(平成24年10月29日)

那覇観測所 11月降水量（気象庁）

平成24年	気象	降水量 (mm)	天気概況	
			昼 (06:00-18:00)	夜 (18:00-翌日06:00)
	1	1.0	曇後一時晴	晴時々薄曇
	2	0.0	曇時々晴一時雨	曇
	3	—	曇後晴	曇一時晴
	4	69.5	曇一時晴後大雨、雷を伴う	曇時々雨、雷を伴う
	5	0.5	曇	曇後雨
	6	0.0	晴時々曇	晴時々曇
	7	—	晴	晴
	8	—	晴	曇時々晴
	9	0.0	曇一時晴	曇
	10	0.0	曇時々晴	曇後一時雨
	11	41.0	大雨後曇	曇後晴
	12	—	晴時々曇	晴後曇
	13	—	曇時々晴	晴一時曇
	14	—	晴	晴後曇
	15	—	曇	晴時々曇
	16	—	晴時々曇	曇後時々雨
	17	28.0	曇後雨	雨後曇
	18	0.5	晴時々曇	曇時々雨
	19	0.0	晴	晴
	20	—	晴	晴後時々曇
	21	0.0	晴	雨時々曇
	22	8.0	曇時々雨	雨時々曇
	23	12.5	曇時々雨一時晴	曇時々雨
	24	0.0	晴時々曇	晴
	25	—	快晴	晴時々曇
	26	17.0	曇後雨	雨時々曇
	27	1.5	曇時々晴	曇時々晴
	28	0.0	曇一時晴	雨時々曇
	29	29.0	大雨時々曇	晴
	30	6.0	雨一時晴	雨後曇
月降水計		214.5	—	—

那覇観測所 12月降水量（気象庁）

平成24年	気象	降水量 (mm)	天気概況	
			昼 (06:00-18:00)	夜 (18:00-翌日06:00)
	1	14.5	曇後雨	雨時々曇
	2	37.0	雨後一時曇	雨時々曇
	3	0.0	晴一時曇	曇時々晴
	4	0.0	晴時々曇	晴後曇
	5	42.5	大雨一時曇	雨後時々曇
	6	0.0	曇後晴	晴
	7	—	曇時々晴	晴
	8	0.0	曇時々雨	雨時々曇
	9	0.5	曇時々雨	曇
	10	0.0	晴時々曇	晴後曇
	11	0.0	曇時々雨	雨時々曇
	12	0.0	曇時々晴	曇時々晴
	13	—	晴一時曇	晴
	14	—	晴	曇後時々晴
	15	—	晴一時曇	曇
	16	1.0	曇時々晴	曇時々雨
	17	0.0	晴時々曇	曇
	18	0.5	曇後雨	雨時々曇
	※2 19	0.5	曇一時雨	晴
	20	—	晴時々曇	晴一時曇
	21	—	晴	晴後一時雨
	22	2.5	曇時々雨	曇時々雨
	23	0.0	曇時々雨	曇時々雨
	24	0.0	晴時々曇	晴
	25	—	晴	晴時々曇
	26	—	曇	曇
	27	—	曇	曇
	28	2.5	曇時々雨	晴一時曇
	29	0.0	晴後時々曇	曇時々雨一時晴
	30	11.5	雨、大風を伴う	雨時々曇
	31	0.0	曇一時晴	晴
月降水計		113.0	—	—

※2: 豊水期調査(平成24年12月19日)

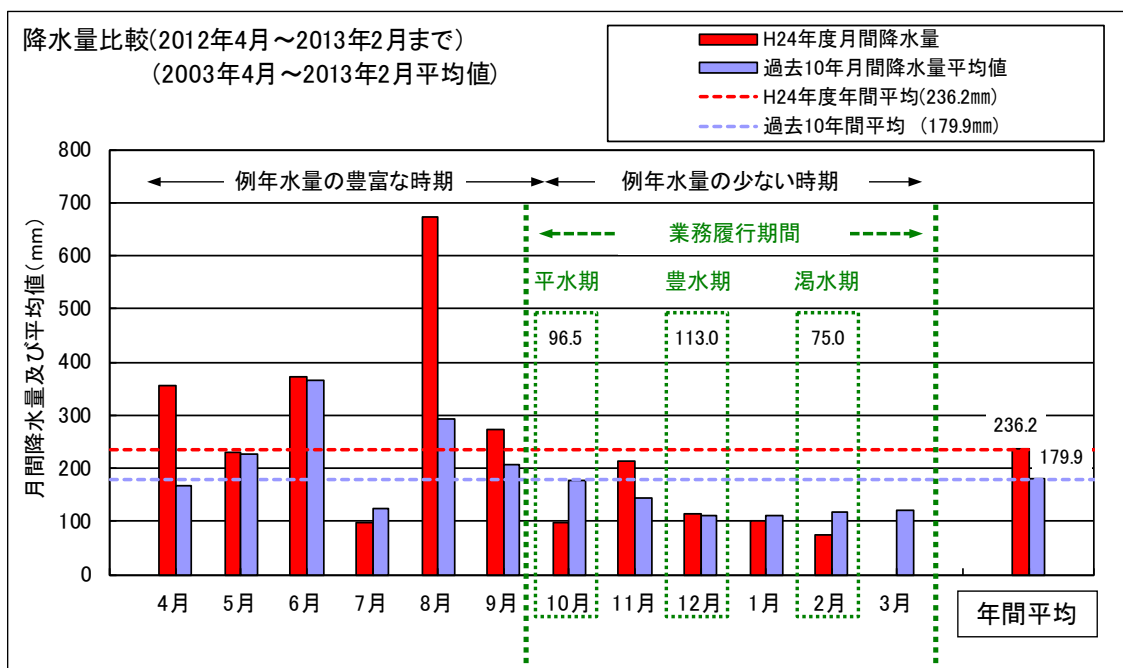
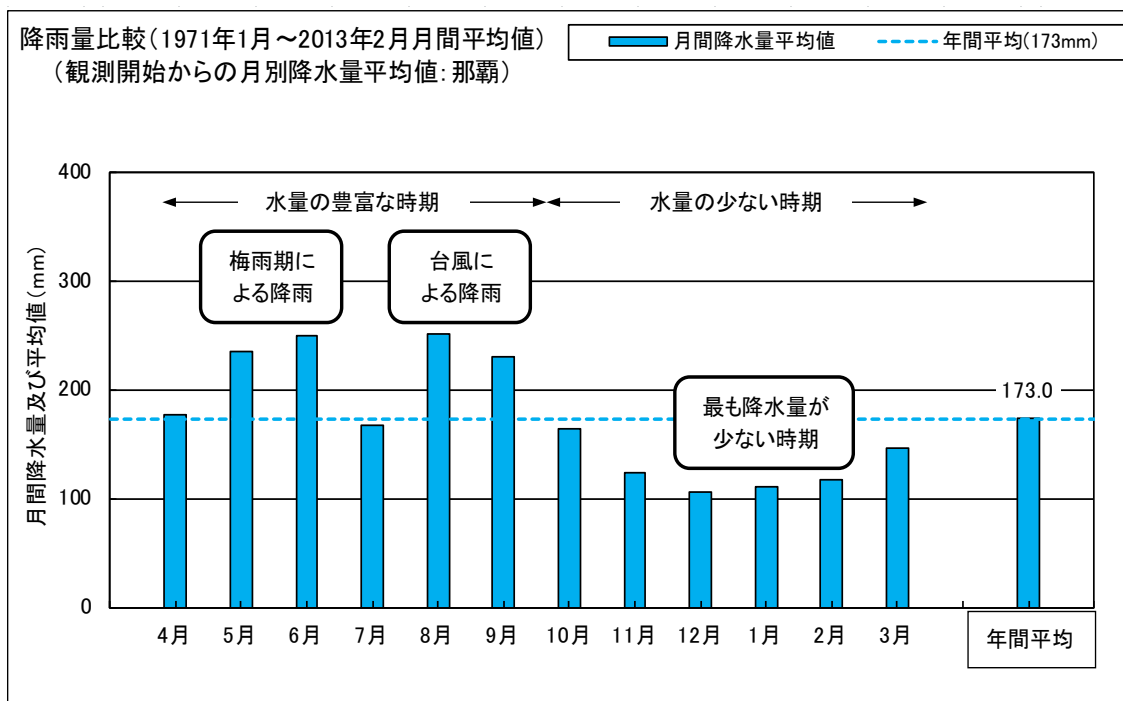
那覇観測所 1月降水量（気象庁）

平成25年	気象	降水量 (mm)	天気概況	
			昼 (06:00-18:00)	夜 (18:00-翌日06:00)
	1	0.0	曇時々晴	曇
	2	—	曇後晴	曇時々雨一時晴
	3	1.5	雨時々曇	雨一時曇
	4	2.5	雨後時々曇	曇時々雨
	5	4.5	雨時々曇	雨後時々曇
	6	1.5	曇	曇時々晴
	7	0.5	曇時々雨	曇後雨
	8	31.0	雨時々曇	雨時々曇
	9	19.0	雨後時々曇	曇時々雨
	10	0.5	曇一時雨	曇一時雨
	11	0.0	晴一時曇	曇
	12	1.0	曇時々雨	曇時々雨
	13	21.5	雨時々曇	雨後一時曇、大風を伴う
	14	3.5	晴時々雨、大風を伴う	晴
	15	—	晴一時曇	晴
	16	0.0	晴時々曇一時雨	晴後時々雨
	17	0.0	曇時々雨一時晴	曇時々雨
	18	0.0	晴時々雨一時曇	晴
	※2 19	—	晴	晴後曇
	20	0.0	曇後晴	晴後一時曇
	21	0.0	曇後晴	曇時々雨一時晴
	22	5.5	曇後時々雨	曇時々雨
	23	0.5	曇一時晴	曇後一時晴
	24	—	晴	晴後曇
	25	0.0	曇後晴	晴
	26	—	晴後一時曇	晴時々曇
	27	0.0	曇一時雨	晴時々曇
	28	0.0	曇後時々晴	晴
	29	2.0	晴後時々曇	雨時々曇
	30	4.5	曇時々雨一時晴	雨時々曇
	31	0.5	曇時々晴	晴一時曇
月降水計		100.0	—	—

那覇観測所 2月降水量（気象庁）

平成25年	気象	降水量 (mm)	天気概況	
			昼 (06:00-18:00)	夜 (18:00-翌日06:00)
	1	0.0	晴一時曇	曇時々晴
	2	0.0	曇後曇	曇時々晴
	3	0.0	曇	晴時々曇
	4	0.0	晴時々曇	曇後雨
	5	2.0	曇時々晴	曇後時々雨
	6	0.5	曇時々雨	曇
	7	0.0	曇一時晴	雨時々曇
	8	1.0	雨時々曇	雨後時々曇
	9	0.0	曇	曇
	10	0.0	曇後一時晴	曇
	11	5.0	曇後雨	雨時々曇
	12	19.5	曇後時々雨	雨時々曇
	13	1.0	曇一時雨	曇一時晴
	14	—	曇時々晴	晴後時々曇
	15	9.5	雨時々曇	雨後時々曇
	16	0.5	晴時々曇	晴後一時曇
	17	—	晴時々曇	晴
	18	—	晴後一時曇	晴後曇
	19	3.5	曇時々雨一時晴	雨時々曇
	※3 20	0.0	曇後一時晴	曇一時晴
	21	—	晴時々曇	晴
	22	19.5	晴後雨時々曇	雨後曇
	23	0.0	晴一時曇	晴
	24	—	快晴	晴
	25	—	晴	晴後一時曇
	26	—	晴時々曇	曇時々晴一時雨
	27	13.0	雨時々曇	曇一時雨
	28	—	晴一時曇	快晴
月降水計		75.0	—	—

※3: 渇水期調査(平成25年2月20日)



上段：気象庁 那覇 1971年1月～2013年2月の月間降水量平均値

下段：気象庁 那覇 2003年4月～2013年2月の平均値と2012年4月～2013年2月までの比較

図 2-1-2 月間降水量平均値比較

(3) 調査結果

今年度の調査結果概要を表 2-1-5～2-1-8 に、結果一覧を表 2-1-9、表 2-1-10 示した。市内の湧水は、水量が豊富で市内の施設や産業、修景用水や工業用水・農業用水として利用され、過去には那覇市の水道水の水源として利用されていた。

表 2-1-11 には調査結果を客観的に判断するために水質汚濁に係る環境基準の河川 B 類型基準を参考として示した。なお、この基準は水道利用としての最低限度の水質基準である。また、糞便性大腸菌群数については水浴場判定基準を参考として示した。

図 2-1-3～図 2-1-7 に H15 年度から今年度調査までの各項目の経年変化を示した。

今後の湧水利用に当たり、現時点での湧水群水質がどのような状態であるか H15 年度調査結果も含め、主な項目について水道水利用基準（環境基準河川 B 類型基準）等との比較について整理した。

1) 今年度調査結果の概要

a) 一般性状項目

一般性状項目の結果概要を表 2-1-5 に示した。

表 2-1-5 一般性状項目の結果概要

項 目	結 果 概 要	図表
流 量	例年同様、流量の多さに以下の傾向 ヒャーカーガー＞アラナキガー、チュンナガー＞メンダカリヒージャーガー	P2-9 表2-3-5
臭気・透視度	例年同様、全て無臭、50cm以上で視覚的には清澄	
濁 度	例年同様、全体に低濃度で推移、その中でフルチンガーがやや高い値、アラナキガー、チュンナガーで一時的なやや高い値	P2-11 図2-3-1
電気伝導度	例年同様、同地下水流域比較で以下の傾向 C地下水流域：アラナキガー＜メンダカリヒージャーガー D地下水流域：ヒャーカーガー＜フルチンガー	
塩素イオン	フルチンガーでやや高い値を示したが、過去の結果の範囲内	
全硬度	チュンナガーが前年度に引き続き一時的に低い値を示したがその後、例年同様な値に戻った	

b) 生活環境項目

生活環境項目の結果概要を表 2-1-6 に示した。

表 2-1-6 生活環境項目の結果概要

項 目	結 果 概 要	図表
pH	例年同様、フルチンガーが他の地点よりもやや高い値、その他の地点についてH22年度より増加傾向を示していたが、本年度は例年並みの値	P2-12 図2-3-2
BOD	例年同様ほとんど変化なく低濃度で推移	
SS	例年同様、フルチンガーが他の地点よりもやや高い値	
DO	例年同様、好気的な環境が維持されている	
n-ヘキサン抽出物質	例年同様、全て定量下限値未満	P2-13 図2-3-3
大腸菌群数	フルチンガーで河川環境基準(B類型)を超過する値を示した	
糞便性大腸菌群数	全て水浴場の判定基準(可:水質C)を満足した	

c) 栄養塩類

栄養塩類の結果概要を表 2-1-7 に示した。

表 2-1-7 栄養塩類の結果概要

項 目	結 果 概 要	図表
アンモニア態窒素	例年同様、低濃度もしくは定量下限値未満で推移、好気的な地下水環境であることを示唆	P2-14 図2-3-4
亜硝酸態窒素		
硝酸態窒素	例年同様、チュンナガーが他の地点よりもやや高く安定した推移	
全窒素	例年同様、チュンナガーが他の地点よりもやや高く安定した推移	
りん酸態りん	例年同様、フルチンガーが他の地点よりもやや高く安定した推移	P2-15 図2-3-5
全りん	例年同様、フルチンガーが他の地点よりもやや高く安定した推移	

d) 健康項目・油分・ダイオキシン類

健康項目・油分 4 項目・ダイオキシン類の結果概要を表 2-1-8 に示した。

表 2-1-8 健康項目・油分・ダイオキシン類の結果概要

項 目	結 果 概 要	図表
健康項目	ほう素と硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素を除き全て定量下限値未満	P2-10 表2-3-6
油分	全て定量下限値未満	
ダイオキシン類	全て環境基準以下で低濃度であった	

表 2-1-9 湧水群水質調査結果表

項目	単位	C地下水流域 (大山第1流域)						D地下水流域 (大山第2流域)						E地下水流域 (喜友名流域)						最大	最小	参考 基準
		メンダカリヒージャーガー			アラナキガー			ヒャーカーガー			フルチンガー			チュンナガー								
		平水期	豊水期	渾水期	平水期	豊水期	渾水期	平水期	豊水期	渾水期	平水期	豊水期	渾水期	平水期	豊水期	渾水期						
一般性 状	時間	—	10:38	16:15	11:12	10:20	15:40	10:55	10:07	15:20	10:40	9:10	14:55	9:30	9:40	14:15	10:10	—	—	—		
	気温	℃	24.2	17.0	18.0	22.2	19.2	18.5	23.0	18.2	17.0	24.0	22.1	19.8	23.2	23.2	16.5	24.2	16.5	—		
	水温	℃	24.0	24.0	23.9	23.8	24.0	23.5	23.8	23.3	23.0	23.8	22.4	21.0	23.4	23.4	22.3	24.0	21.0	—		
	臭気	—	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	—	—	—		
	流量	m3/日	985	993	650	1516	2692	1024	3324	3576	2869	—	—	—	1488	2771	1357	3576	650	—		
	透視度	cm	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	—		
	濁度	度	0.3	0.2	0.1	1.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.2	1.5	1.0	1.5	0.6	0.4	1.2	1.5	<0.1	—		
	電気伝導度	μs/cm	665	659	662	576	569	579	609	599	590	639	618	597	670	686	691	691	569	—		
	塩素イオン	mg/L	41	38	38	33	31	32	35	34	35	52	46	45	39	38	39	52	31	—		
生活環境 項目	全硬度	mg/L	290	300	290	260	260	250	260	270	250	240	240	220	190	310	300	310	190	—		
	pH	—	7.4	7.5	7.4	7.3	7.5	7.5	7.2	7.4	7.6	7.9	8.1	8.0	7.3	7.3	7.3	8.1	7.2	6.5 ~8.5		
	BOD	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	0.5	0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3以下		
	SS	mg/L	0.7	<0.5	<0.5	1.7	0.5	0.5	0.5	0.5	<0.5	3.6	2.0	2.2	<0.5	0.8	1.8	3.6	<0.5	25以下		
	DO	mg/L	7.7	8.2	7.7	7.7	7.7	7.6	7.7	8.1	8.1	8.1	8.5	8.2	0.6	8.0	7.3	8.5	0.6	5以上		
	n-ヘキサン 抽出物質	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	—		
	大腸菌群数	MPN/100mL	1,300	330	330	790	790	330	790	490	3,300	17,000	1,300	13,000	3,200	790	3,300	17,000	330	5,000 以下		
	糞便性 大腸菌群数	個/100mL	9	8	28	1	34	9	8	220	140	17	6	170	74	20	75	220	1	1,000 以下		
	栄養塩 類	アモニ態窒素	mg/L	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.06	0.03	0.02	0.02	0.06	0.01	—	
亜硝酸態窒素		mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	—		
硝酸態窒素		mg/L	2.5	2.5	2.4	2.2	2.5	2.9	1.7	1.7	2.0	2.8	2.9	3.5	4.3	3.7	4.0	4.3	1.7	—		
全窒素		mg/L	2.9	2.7	2.5	2.3	2.7	3.1	2.1	1.8	2.0	2.8	3.2	3.8	4.9	4.2	4.2	4.9	1.8	—		
りん酸態りん		mg/L	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.10	0.05	0.05	0.07	0.31	0.31	0.39	0.06	0.06	0.07	0.39	0.05	—		
全りん	mg/L	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.10	0.05	0.05	0.07	0.34	0.31	0.40	0.06	0.06	0.40	0.05	—			

1: 平水期調査; 平成24年10月29日、豊水調査; 平成24年12月19日、渾水調査; 平成25年2月20日

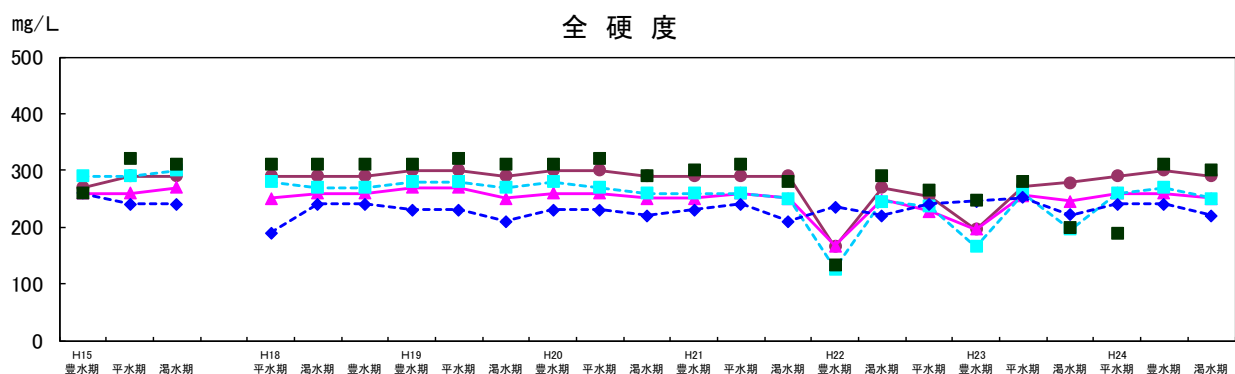
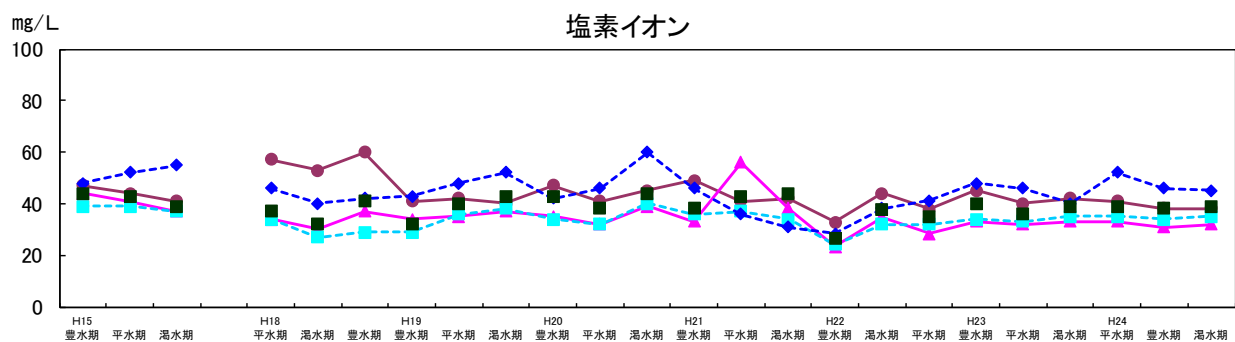
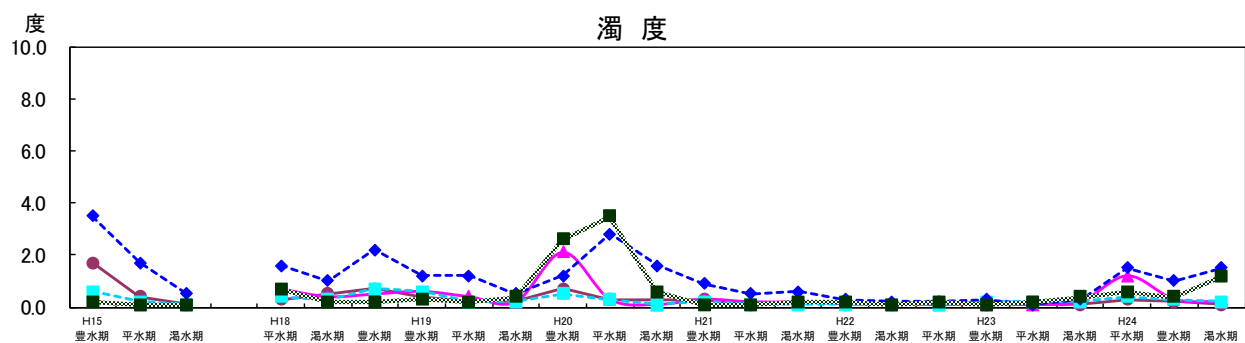
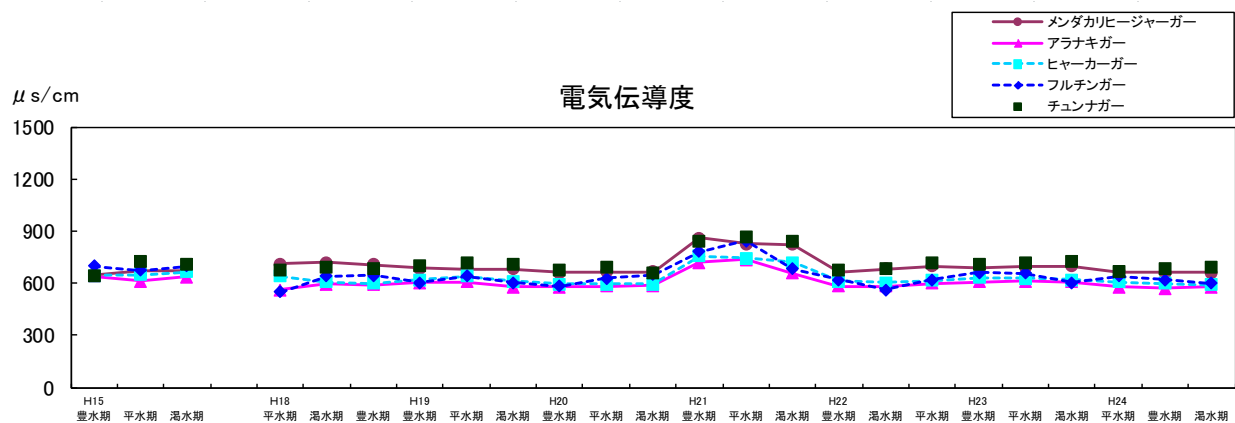
2: 参考基準; pH、BOD、SS、DO、大腸菌群数は「水質汚濁に係る環境基準(昭和46年環境庁告示第59号)」の生活環境の保全に関する環境基準B類型(水道3級)基準

糞便性大腸菌群数は「水浴場判定基準(平成9年4月環水管第115号)」の水質C基準

表 2-1-10 健康項目・油分・ダイオキシン類調査結果

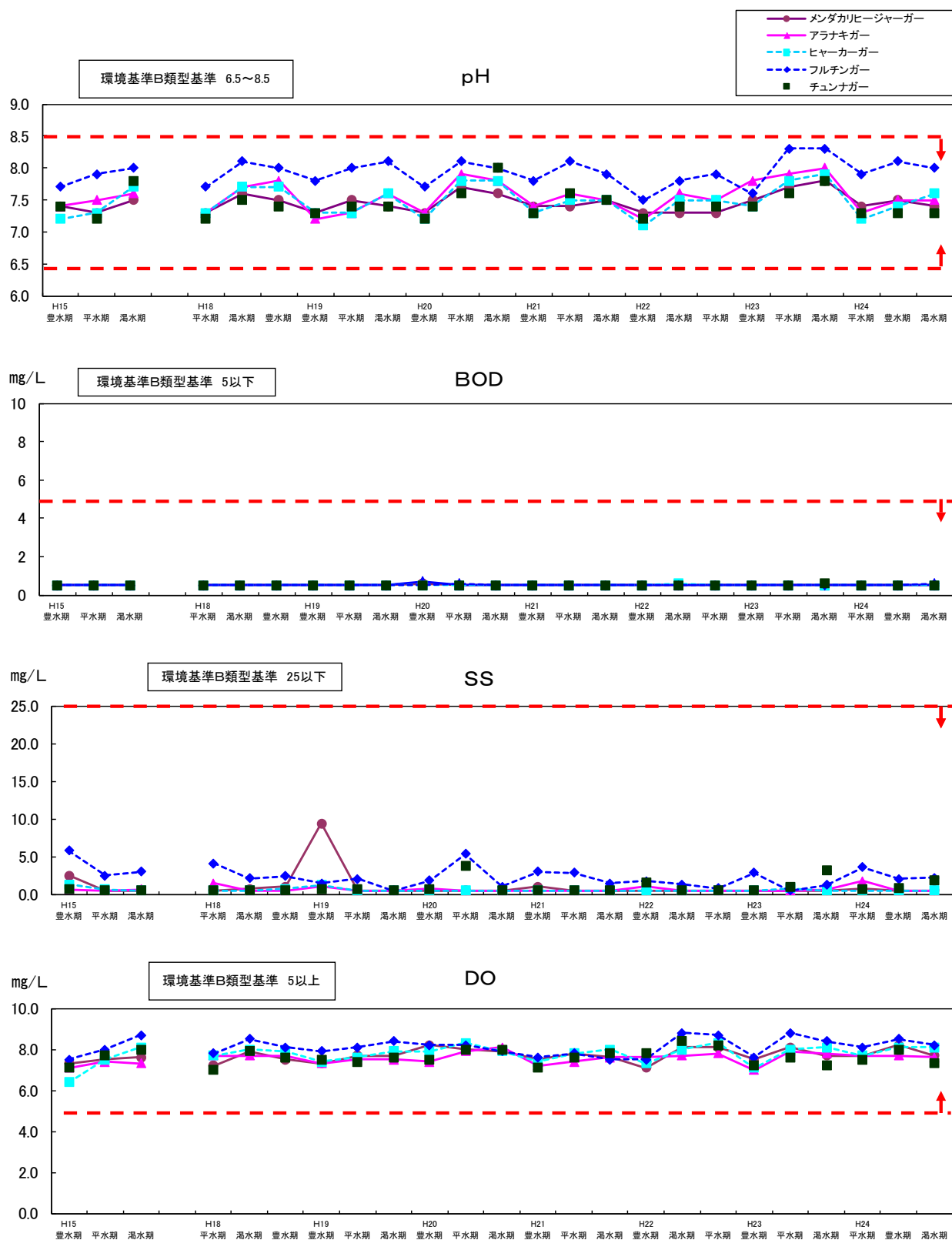
調査年月日：平成24年12月19日

調 査 項 目		単位	メンダカリヒー ジャーガー	アラナキガー	ヒャーカーガー	フルチンガー	チュンナガー
健康 項目	カドミウム(Cd)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	全シアン(CN)	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	鉛	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	6価クロム(Cr6+)	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ヒ素(As)	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	総水銀(T-Hg)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	アルキル水銀(R-Hg)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	PCB(ポリ塩化ビフェニル)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	チウラム	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	シマジン	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
	チオベンカルブ	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	セレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	フッ素(F)	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	ホウ素(B)	mg/L	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02
	トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	テトラクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	四塩化炭素	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	ジクロロメタン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,2-ジクロロエタン	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	1,1-ジクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,3-ジクロロプロペン	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	ベンゼン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	mg/L	2.5	2.5	1.7	2.9	3.7
	1,4-ジオキサン	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
油 分	ベンゼン※(健康項目のベンゼンを引用)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	トルエン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	エチルベンゼン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	キシレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ダイオキシン類		pg-TEQ/L	0.022	0.016	0.017	0.023	0.014



H15年度調査: H15豊水期: 平成15年08月09日、H15平水期: 平成15年11月26日、H15渇水期: 平成16年01月07日調査
H18年度調査: H18平水期: 平成18年11月27日、H18渇水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日調査
H19年度調査: H19豊水期: 平成19年08月23日、H19平水期: 平成19年10月24日、H19渇水期: 平成20年01月23日調査
H20年度調査: H20豊水期: 平成20年10月22日、H20平水期: 平成20年12月09日、H20渇水期: 平成21年01月26日調査
H21年度調査: H21豊水期: 平成21年10月20日、H21平水期: 平成21年12月08日、H21渇水期: 平成22年02月02日調査
H22年度調査: H22豊水期: 平成22年10月25日、H22渇水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日調査
H23年度調査: H23豊水期: 平成23年10月21日、H23平水期: 平成23年12月19日、H23渇水期: 平成24年02月17日調査
H24年度調査: H24平水期: 平成24年10月29日、H24豊水期: 平成24年12月19日、H24渇水期: 平成25年02月20日調査

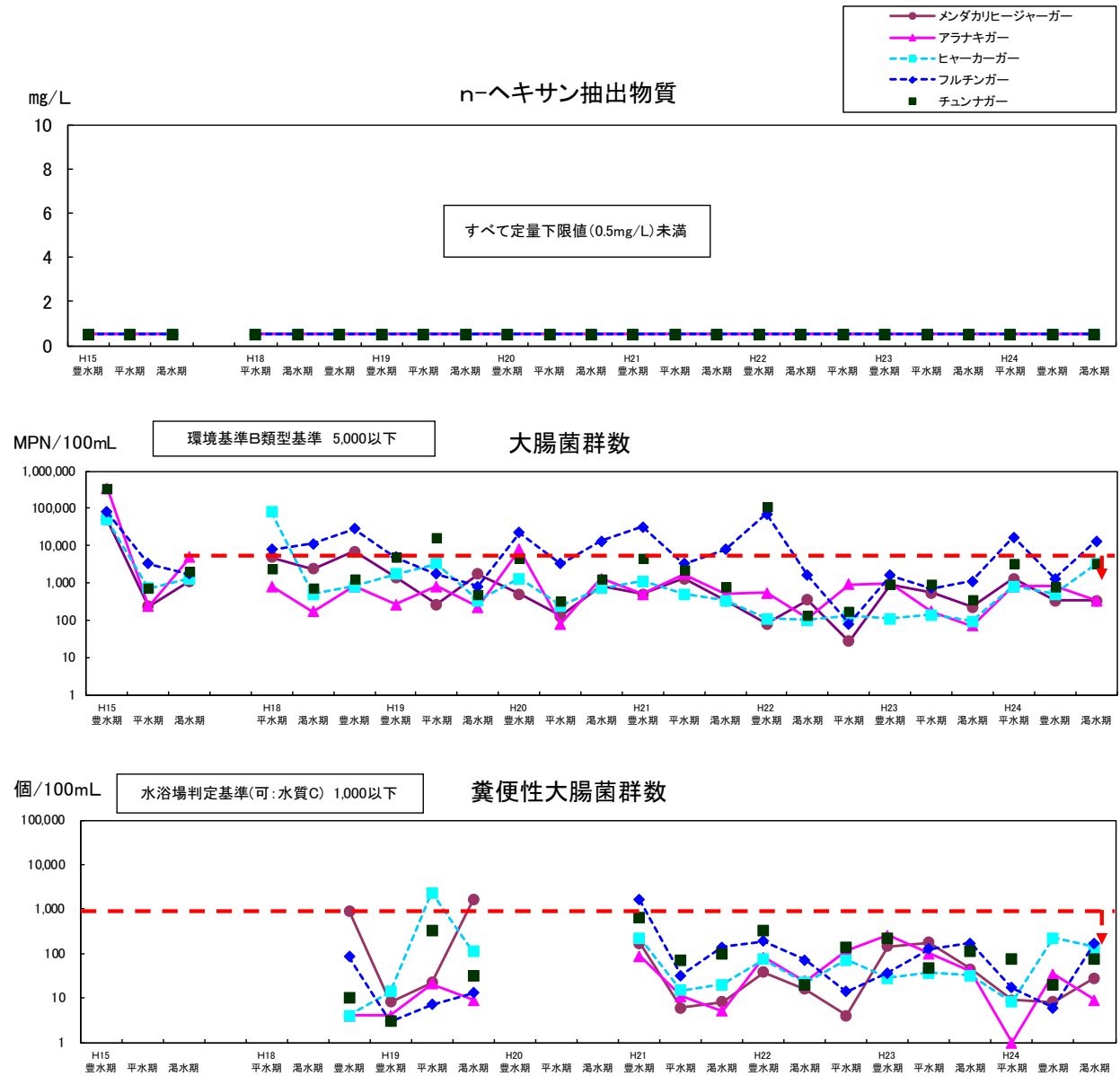
図 2-1-3 湧水群水質調査 経年変化 (一般性状)



H15年度調査: H15豊水期: 平成15年08月09日、H15平水期: 平成15年11月26日、H15渇水期: 平成16年01月07日調査
H18年度調査: H18平水期: 平成18年11月27日、H18渇水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日調査
H19年度調査: H19豊水期: 平成19年08月23日、H19平水期: 平成19年10月24日、H19渇水期: 平成20年01月23日調査
H20年度調査: H20豊水期: 平成20年10月22日、H20平水期: 平成20年12月09日、H20渇水期: 平成21年01月26日調査
H21年度調査: H21豊水期: 平成21年10月20日、H21平水期: 平成21年12月08日、H21渇水期: 平成22年02月02日調査
H22年度調査: H22豊水期: 平成22年10月25日、H22渇水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日調査
H23年度調査: H23豊水期: 平成23年10月21日、H23平水期: 平成23年12月19日、H23渇水期: 平成24年02月17日調査
H24年度調査: H24平水期: 平成24年10月29日、H24豊水期: 平成24年12月19日、H24渇水期: 平成25年02月20日調査

環境基準B類型: 「水質汚濁に係る環境基準について(昭和46年環境庁告示第59号)」のうち、生活環境の保全に係る環境基準(河川)の水道水3級基準。水道3級基準とは、前処理等を伴う高度の浄水操作を行なうものとして位置づけられ、水道利用の基準としては最低水質の基準である。

図 2-1-4 湧水群水質調査 経年変化(生活環境項目)

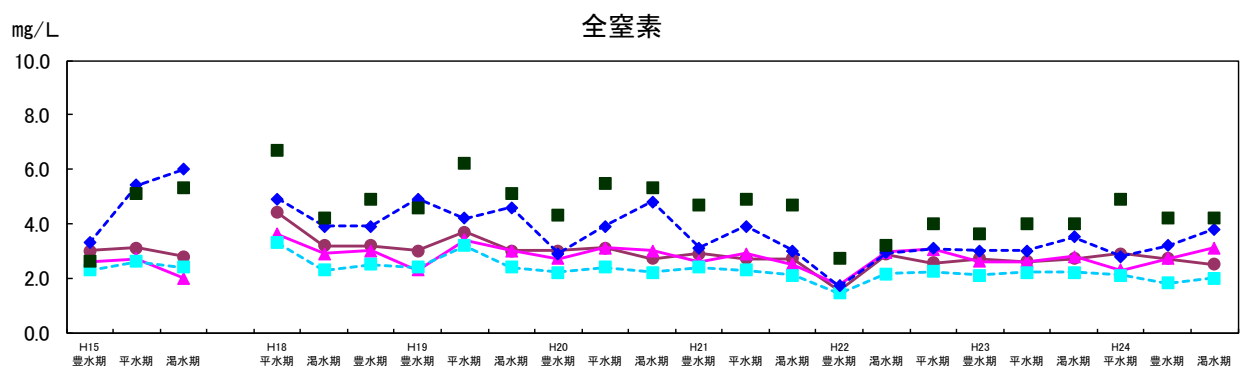
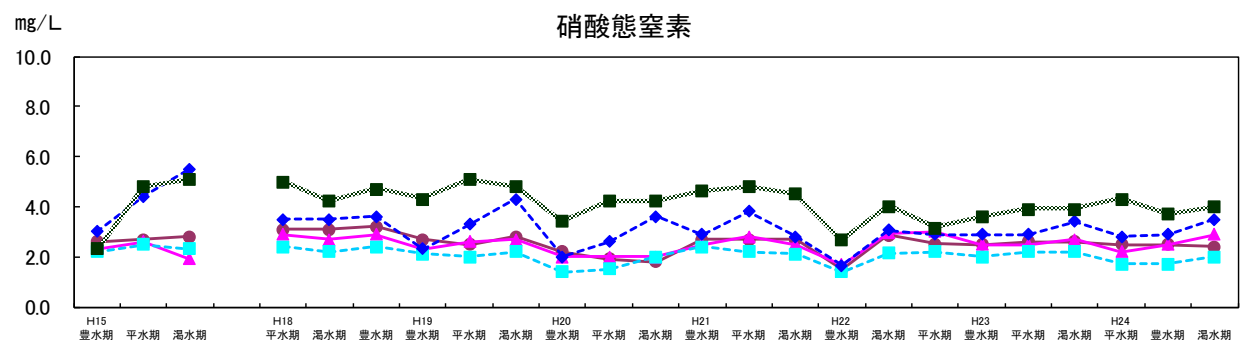
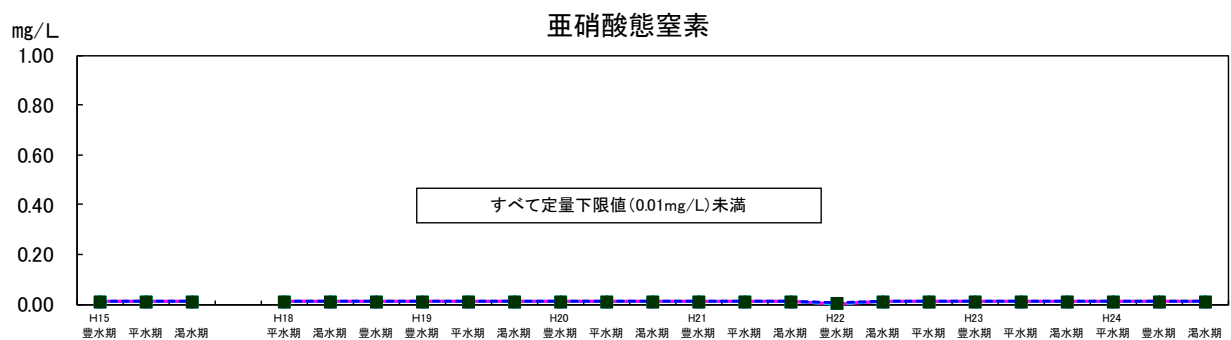
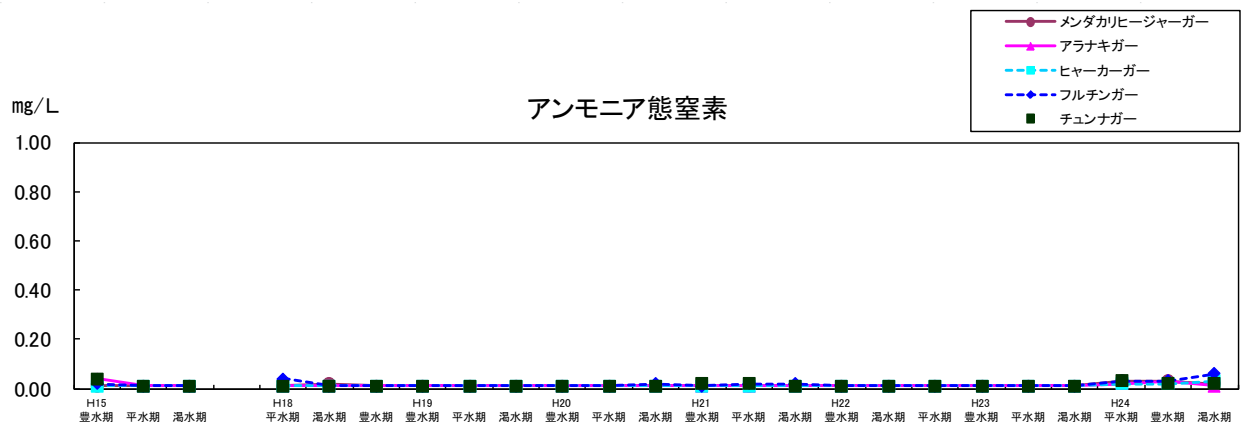


H15年度調査: H15豊水期: 平成15年08月09日、H15平水期: 平成15年11月26日、H15渇水期: 平成16年01月07日調査
H18年度調査: H18平水期: 平成18年11月27日、H18渇水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日調査
H19年度調査: H19豊水期: 平成19年08月23日、H19平水期: 平成19年10月24日、H19渇水期: 平成20年01月23日調査
H20年度調査: H20豊水期: 平成20年10月22日、H20平水期: 平成20年12月09日、H20渇水期: 平成21年01月26日調査
H21年度調査: H21豊水期: 平成21年10月20日、H21平水期: 平成21年12月08日、H21渇水期: 平成22年02月02日調査
H22年度調査: H22豊水期: 平成22年10月25日、H22渇水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日調査
H23年度調査: H23豊水期: 平成23年10月21日、H23平水期: 平成23年12月19日、H23渇水期: 平成24年02月17日調査
H24年度調査: H24平水期: 平成24年10月29日、H24豊水期: 平成24年12月19日、H24渇水期: 平成25年02月20日調査

環境基準B類型: 「水質汚濁に係る環境基準について(昭和46年環境庁告示第59号)」のうち、生活環境の保全に係る環境基準(河川)の水道水3級基準。水道3級基準とは、前処理等を伴う高度の浄水操作を行なうものとして位置づけられ、水道利用の基準としては最低水質の基準である。

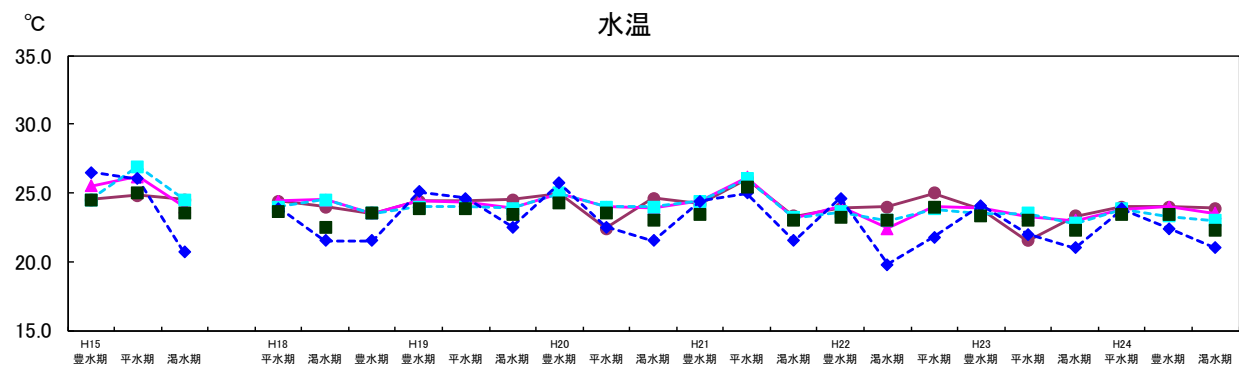
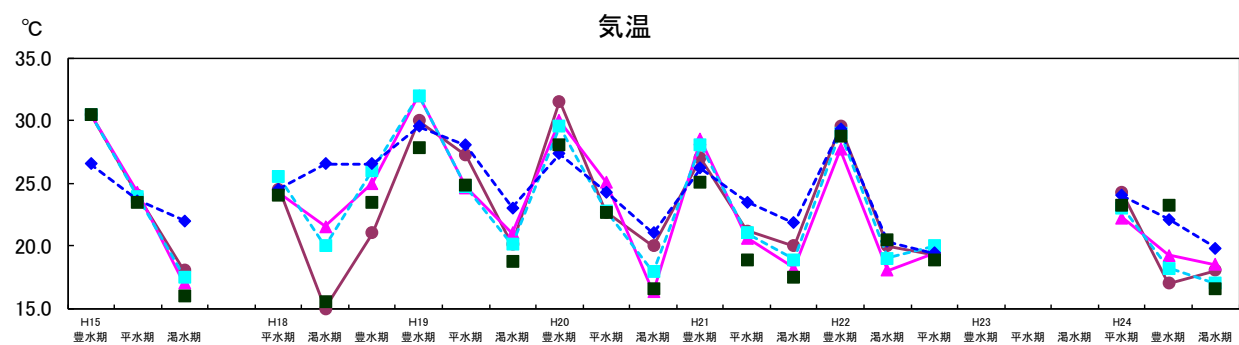
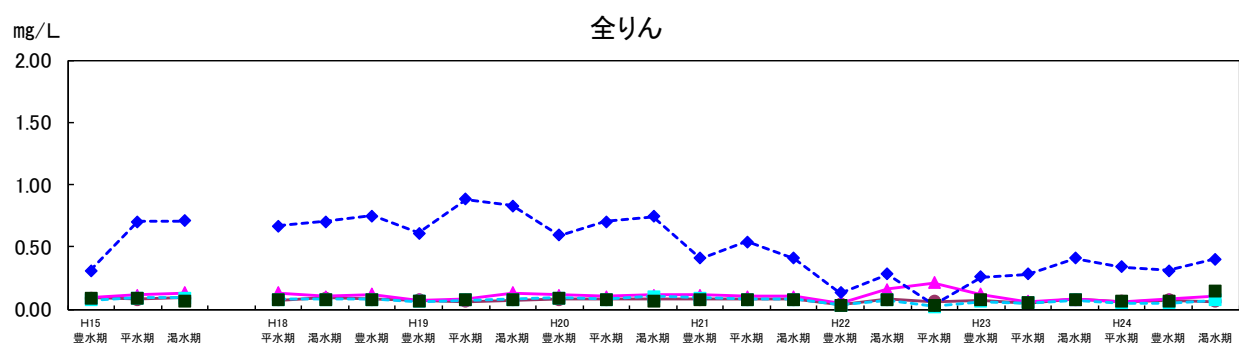
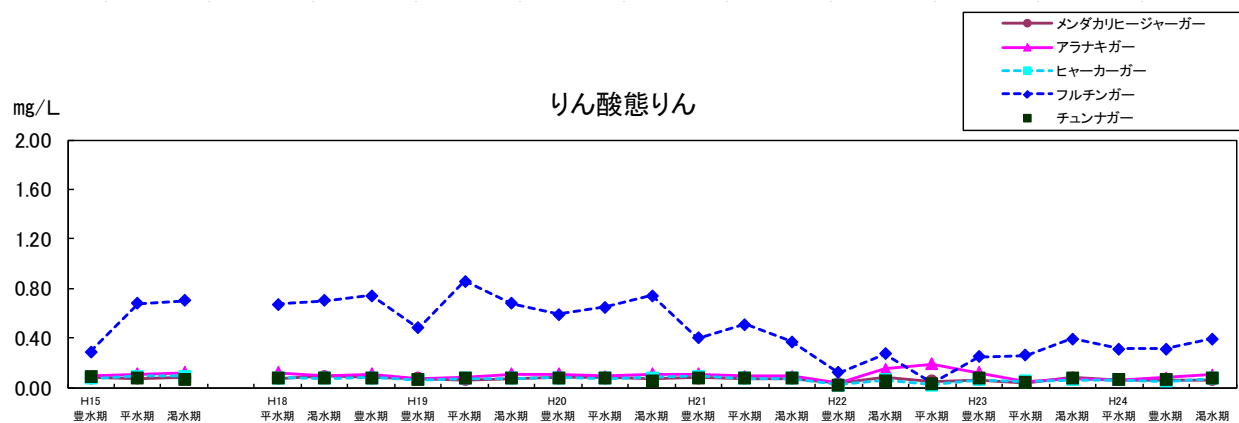
水浴場判定基準(可:水質C): 水浴場判定基準(平成9年4月環水管第115号)は、快適な水浴場に求められる要件として糞便性大腸菌群数について水質AA～水質Aを適、水質B～水質Cを可、及び不可を示している。

図 2-1-5 湧水群水質調査 経年変化(生活環境項目)



H15年度調査: H15豊水期: 平成15年08月09日、H15平水期: 平成15年11月26日、H15渇水期: 平成16年01月07日調査
H18年度調査: H18平水期: 平成18年11月27日、H18渇水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日調査
H19年度調査: H19豊水期: 平成19年08月23日、H19平水期: 平成19年10月24日、H19渇水期: 平成20年01月23日調査
H20年度調査: H20豊水期: 平成20年10月22日、H20平水期: 平成20年12月09日、H20渇水期: 平成21年01月26日調査
H21年度調査: H21豊水期: 平成21年10月20日、H21平水期: 平成21年12月08日、H21渇水期: 平成22年02月02日調査
H22年度調査: H22豊水期: 平成22年10月25日、H22渇水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日調査
H23年度調査: H23豊水期: 平成23年10月21日、H23平水期: 平成23年12月19日、H23渇水期: 平成24年02月17日調査
H24年度調査: H24平水期: 平成24年10月29日、H24豊水期: 平成24年12月19日、H24渇水期: 平成25年02月20日調査

図 2-1-6 湧水群水質調査 経年変化 (栄養塩類)



H15年度調査: H15豊水期: 平成15年08月09日、H15平水期: 平成15年11月26日、H15渇水期: 平成16年01月07日調査
H18年度調査: H18平水期: 平成18年11月27日、H18渇水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日調査
H19年度調査: H19豊水期: 平成19年08月23日、H19平水期: 平成19年10月24日、H19渇水期: 平成20年01月23日調査
H20年度調査: H20豊水期: 平成20年10月22日、H20平水期: 平成20年12月09日、H20渇水期: 平成21年01月26日調査
H21年度調査: H21豊水期: 平成21年10月20日、H21平水期: 平成21年12月08日、H21渇水期: 平成22年02月02日調査
H22年度調査: H22豊水期: 平成22年10月25日、H22渇水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日調査
H23年度調査: H23豊水期: 平成23年10月21日、H23平水期: 平成23年12月19日、H23渇水期: 平成24年02月17日調査
H24年度調査: H24平水期: 平成24年10月29日、H24豊水期: 平成24年12月19日、H24渇水期: 平成25年02月20日調査

図 2-1-7 湧水群水質調査 経年変化 (栄養塩類、気温、水温)

2) 湧水水質の状況

a) 環境基準との比較

表 2-1-11 に湧水群水質調査結果と参考基準を示した。

大腸菌群数は、し尿汚染の指標であるが、検査上、糞便由来以外の土壌細菌も測定されてしまうため、人為的な汚染の無いような水域でも大腸菌群数が測定される場合がある。本調査においても、大腸菌群数が基準を超える結果が見られたため、汚染源特定の補足調査として、糞便性大腸菌群数の調査を行なった。

各地点における調査結果は、pH、BOD、SS、DO は全て環境基準を満足しているが、平水期と渇水期のフルチンガーで大腸菌群数基準値を上回った。

フルチンガーで大腸菌群数が基準超過を示したが、フルチンガーは、地下浸透水だけでなく、表流水(雨水や生活排水等)の流入による影響を受けている為だと考えられる。また、糞便性大腸菌群数の割合も低いことから、大腸菌群数のほとんどは、糞便由来以外の細菌類(土壌由来)によるものであると考えられる。

表 2-1-11 湧水群水質調査結果と参考基準との比較

項 目	地 点 名	平成24年度			最大	最小	参考基準
		平水期	豊水期	渇水期			
pH (—)	メンダカリヒージャーガー	7.4	7.5	7.4	7.5	7.4	6.5～8.5
	アラナキガー	7.3	7.5	7.5	7.5	7.3	
	ヒャーカーガー	7.2	7.4	7.6	7.6	7.2	
	フルチンガー	7.9	8.1	8.0	8.1	7.9	
	チュンナガー	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	
BOD (mg/L)	メンダカリヒージャーガー	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0	<0.0	3以下
	アラナキガー	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0	<0.0	
	ヒャーカーガー	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
	フルチンガー	0.5	0.5	0.6	<0.6	<0.5	
	チュンナガー	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0	<0.0	
SS (mg/L)	メンダカリヒージャーガー	0.7	<0.5	<0.5	0.7	<0.7	25以下
	アラナキガー	1.7	0.5	0.5	<1.7	<0.5	
	ヒャーカーガー	0.5	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
	フルチンガー	3.6	2.0	2.2	3.6	2.0	
	チュンナガー	0.6	0.8	1.8	<1.8	<0.6	
DO (mg/L)	メンダカリヒージャーガー	7.7	8.2	7.7	8.2	7.7	5以上
	アラナキガー	7.7	7.7	7.6	7.7	7.6	
	ヒャーカーガー	7.7	8.1	8.1	8.1	7.7	
	フルチンガー	8.1	8.5	8.2	8.5	8.1	
	チュンナガー	7.5	8.0	7.3	8.0	7.3	
大腸菌群数 (MPN/100mL)	メンダカリヒージャーガー	1,300	330	330	1,300	330	5,000以下
	アラナキガー	790	790	330	790	330	
	ヒャーカーガー	790	490	3,300	3,300	490	
	フルチンガー	17,000	1,300	13,000	17,000	1,300	
	チュンナガー	3,200	790	3,300	3,300	790	
糞便性 大腸菌群数 (個/100mL)	メンダカリヒージャーガー	9	8	28	28	8	1,000以下
	アラナキガー	1	34	9	34	1	
	ヒャーカーガー	8	220	140	220	8	
	フルチンガー	17	6	170	170	6	
	チュンナガー	74	20	75	75	20	

1: 豊水期調査; 平成24年10月29日

2: 参考基準; pH、BOD、SS、DO、大腸菌群数は「水質汚濁に係る環境基準(昭和46年環境庁告示第59号)」

の生活環境の保全に関する環境基準B類型(水道3級)基準

糞便性大腸菌群数は「水浴場判定基準(平成9年4月環水管第115号)」の水質C基準

3: ■ は基準を満たしていない項目を示す。

b) 濁り物質の状況

図 2-1-8 に濁り物質の指標である濁度、SS の結果を示した。

湧水群水質は、平成 15 年度調査から平成 24 年度調査を通じて、ほとんどの地点で透視度が 50cm 以上であり、臭気も無く視覚的には清澄である。

SS、濁度共に僅かに増減をしているが、比較的低濃度で推移しており安定していると考えられる。傾向としてフルチンガーが他の地点よりもやや高く、表流水(雨水や生活排水等)の流入による影響を受けていると為だと考えられる。

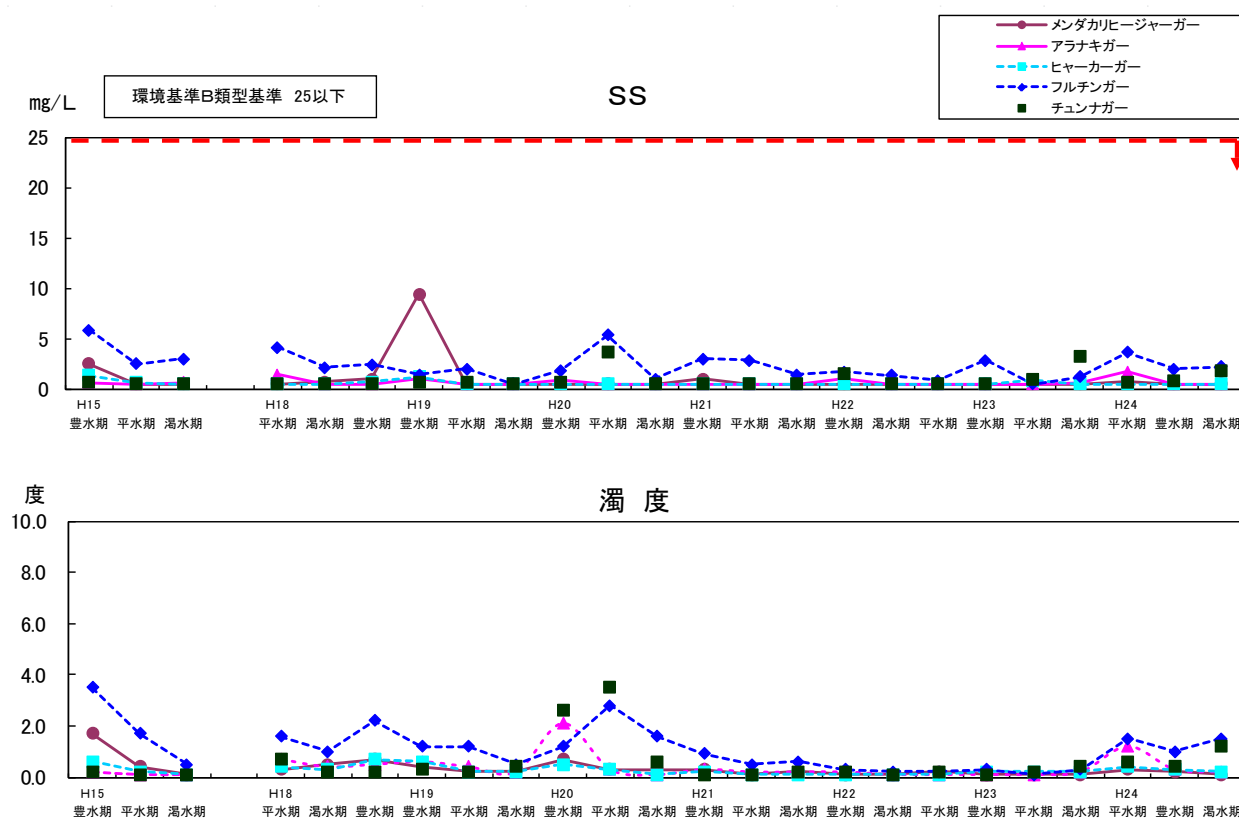


図 2-1-8 濁り物質 (SS 及び濁度) の状況

c) 栄養塩類の状況

図 2-1-9 に栄養塩類(硝酸態窒素、全窒素、りん酸態りん、全りん)の結果を示した。

窒素類では、過去の調査結果同様、チュンナガーが高い値を示した。

りん類では、過去の調査結果同様、フルチンガーが高い値を示した。

地下水における栄養塩類の一般的な汚染原因は、表流水(雨水・生活排水)の流入や、排水や農地に施用された肥料などの地下浸透などであるが、自然的にも動植物の死骸又は排泄物の分解、嫌気条件による岩石や土壌からの溶出等がある。

栄養塩類は、他の地点よりも高い値を示すチュンナガー(窒素類)やフルチンガー(りん類)が近年やや減少傾向にあり、以前よりも他の地点との差が小さくなってきた。

全ての地点においてアンモニア態窒素及び亜硝酸態窒素が低濃度であることから、全ての湧水で好気的な環境が維持されていると考えられることから、地下浸透中に地質から溶出したものではないと考えられる。

宜野湾市の土地利用は宅地 46.1%、軍用地 32.4、農地 6.4% (「平成 23 年版宜野湾市統計書」より平成 22 年 3 月末現在) となっており、農地については年々減少し(平成 19 年～平成 23 年で 7.4%、7.2%、7.0%、6.6%、6.4%に減少)、チュンナガーの窒素の減少と同様な傾向を示した。

また、図 2-1-9 に示した宜野湾市全体の下水道普及率は(「宜野湾市統計書」より)、近年若干減少しているが、実際には下水道整備は進んでおり、接続していない世帯があるため見かけ上減少している。平成 18 年以降(平成 17 年度まで約 86%) 約 95%以上で推移し、下水道整備による、地下水への排水の浸透が減少したことも考えられる。

特にフルチンガーでは、他の湧水群の水温は年間を通して安定しているが、フルチンガーの水温は季節的な変動がみられることから、表流水の影響を強く受けていると考えられる。

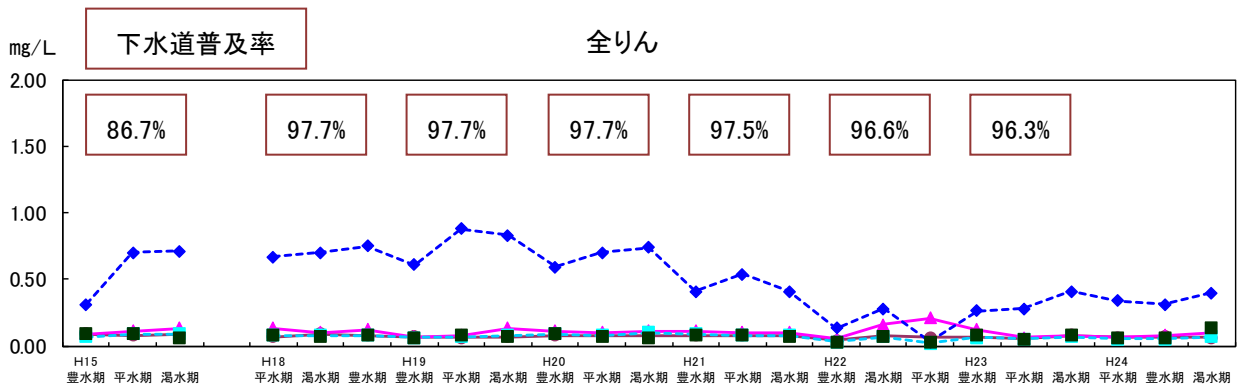
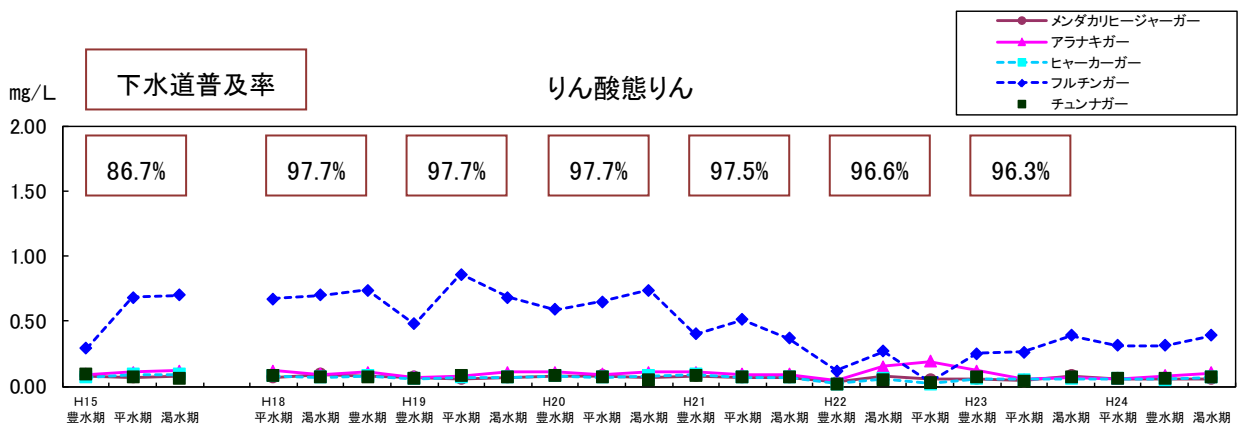
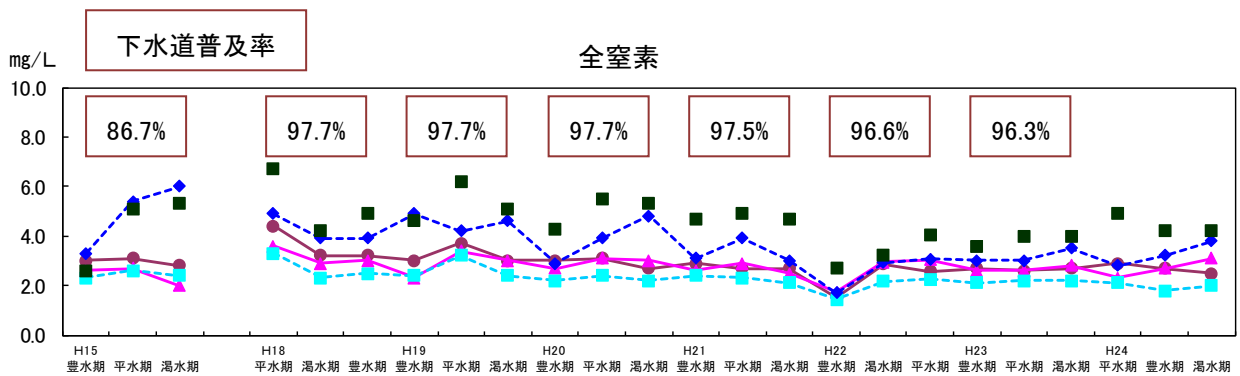
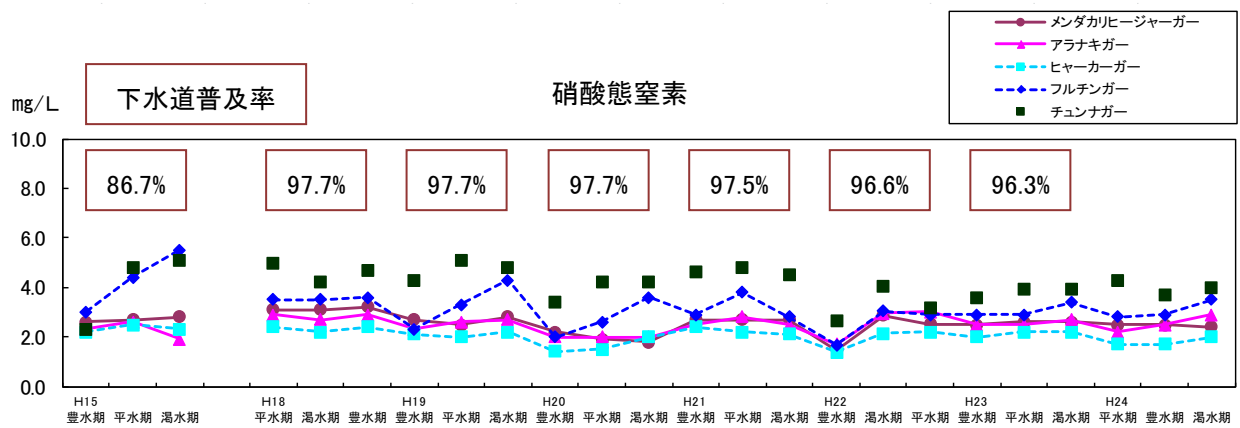


図 2-1-9 栄養塩類の状況

d) 健康項目・油分・ダイオキシン類調査の状況

健康項目・油分・ダイオキシン類調査については、過年度調査(平成 15 年 1 月 7 日)との比較を表 2-1-12 に示した。

健康項目は、ほう素と硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素を除き全て定量下限値未満で、ほう素については低濃度であり、過年度調査と同様程度の値を示していた。硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素はチュンナガーとフルチンガーで減少傾向にあり、その他の地点では過年度調査と同様程度の値を示していた。2 地点において減少傾向を示した理由については前述の 3) 栄養塩類と同様であると考えられる。

油分は、全て定量下限値未満で、過年度調査と同様な結果であった。

ダイオキシン類は、検出はされたが低濃度であり、過年度調査と比較しても全ての地点で減少していた。下水道整備による有機物流入や、農地減少に伴う野焼きと言った負荷源の減少によるものだと考えられる。

e) 地下水流入口との比較

湧水群の調査結果と後述の「第 3 章 3-2 地下水流入口水質調査結果」を表 2-1-13、表 2-1-14 に、その位置関係を図 2-1-10 に示した。

● C 地下水流域

上流に位置する流入口よりも、下流の湧水の方が濁度、SS、大腸菌群数が減少しており、地下浸透に伴い、土壤間隙等による物理的な濾過作用が示唆された。また、アンモニア態窒素及び亜硝酸態窒素の濃度変化はないが、硝酸態窒素及び全窒素が若干増加していることから、流下過程で何らかの負荷源があるか、より窒素濃度の高い流入口の存在があるものと考えられる。その他の項目についてはおおよそ同様な値を示した。

● D、E 地下水流域

上流に位置する流入口よりも、下流の湧水の方が濁度、SS、BOD、大腸菌群数、全窒素が減少しており、地下浸透に伴う土壤間隙等による濾過作用が示唆された。りん類の減少は地下浸透過程での土壤へ吸着によるものだと考えられる。DO と硝酸態窒素の増加、アンモニア態窒素の減少から嫌気的な汚水が地下浸透の過程で好気的条件下によりアンモニア態窒素が硝酸態窒素へ硝化されたものと考えられる。また、上流域で下水道は整備されているが、接続が遅れている地域があることや、電気伝導度や塩化物イオン、糞便性大腸菌群数、アンモニア態窒素、りん類等から生活排水やし尿による汚染が強いことが示唆された。湧水の高硬度が増加しているのは、地下浸透の過程で地質からの溶出によるところが大きく石灰岩質からカルシウムやマグネシウムが溶出した結果だと考えられる。

表 2-1-12 健康項目・油分・ダイオキシン類調査結果(過年度調査との比較)

			調査年月日：平成15年1月7日						調査年月日：平成24年12月19日					
健康項目	調査項目	単位	メンダカリヒー ジャーガー	アラナキガー	ヒャーカーガー	フルチンガー	チュンナガー	メンダカリヒー ジャーガー	アラナキガー	ヒャーカーガー	フルチンガー	チュンナガー		
			メンダカリヒー ジャーガー	アラナキガー	ヒャーカーガー	フルチンガー	チュンナガー	メンダカリヒー ジャーガー	アラナキガー	ヒャーカーガー	フルチンガー	チュンナガー		
健康項目	カドミウム(Cd)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
	全シアン(CN)	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
	鉛	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		
	6価クロム(Cr:6+)	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		
	ヒ素(As)	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		
	総水銀(T-Hg)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005		
	アルキル水銀(R-Hg)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005		
	POB(ポリ塩化ビフェニル)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005		
	チウラム	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005		
	シマジン	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003		
	チオベンカルブ	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
	セレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
	フッ素(F)	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
	ホウ素(B)	mg/L	0.03	0.03	0.01	0.04	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02		
	トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
	テトラクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
	四塩化炭素	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		
	ジクロロメタン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
	1,2-ジクロロエタン	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		
1,1-ジクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			
1,3-ジクロロプロペン	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			
ベンゼン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			
油分	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	mg/L	2.8	1.9	2.3	5.5	5.1	2.5	2.5	1.7	2.9	3.7		
	1,4-ジオキサン	mg/L	—	—	—	—	—	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		
	ベンゼン※(健康項目のベンゼンを引用)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
	トルエン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
	エチルベンゼン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
ダイオキシン類		pg-TEQ/L	0.46	—	0.56	0.31	0.84	0.022	0.016	0.017	0.023	0.014		

表 2-1-13 湧水群と地下水流入口との比較①

調査年月日：平成24年12月19日

項目	単位	C地下水流域 (大山第1流域)			D地下水流域 (大山第2流域)				E地下水流域 (喜友名流域)	
		地下水流入口	湧水		地下水流入口		湧水		地下水流入口	湧水
			クマイアブ	メンダカリヒー ジャーガー	アラナキガー	シリガーラ (宜野湾ポンプ 上横)	マーカー (宜野湾自練裏)	ヒャーカーガー		
一般性状	時間	12:07	16:15	15:40	11:06	10:30	15:20	14:55	9:30	14:15
	気温	19.9	17.0	19.2	15.0	13.3	18.2	22.1	13.2	23.2
	水温	23.2	24.0	24.0	16.0	19.6	23.3	22.4	19.1	23.4
	臭気	土臭	無臭	無臭	土臭	厨芥臭	無臭	無臭	厨芥臭	無臭
	流量	24	993	2692	37	514	3576	-	311	2771
	透視度	>50	>50	>50	>50	27.6	>50	>50	>50	>50
	濁度	2.1	0.2	0.3	1.8	4.3	0.3	1.0	4.2	0.4
	電気伝導度	674	659	569	918	830	599	618	631	686
	塩素イオン	46	38	31	150	100	34	46	52	38
	全硬度	290	300	260	190	180	270	240	160	310
生活環境項目	pH	7.8	7.5	7.5	7.5	7.6	7.4	8.1	7.8	7.3
	BOD	<0.5	<0.5	<0.5	6.1	26	<0.5	0.5	18	<0.5
	SS	5.1	<0.5	0.5	8.0	3.7	0.5	2.0	6.5	0.8
	DO	8.2	8.2	7.7	3.7	2.5	8.1	8.5	6.2	8.0
	n-ヘキサン 抽出物質	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	大腸菌群数	3,500	330	790	17,000	33,000,000	490	1,300	17,000	790
栄養塩類	糞便性大腸菌群数	3	8	34	180	470,000	220	6	7,300	20
	アンモニア態窒素	0.03	0.03	0.03	9.8	14	0.02	0.03	9.0	0.02
	亜硝酸態窒素	<0.01	<0.01	<0.01	0.15	<0.01	<0.01	<0.01	0.14	<0.01
	硝酸態窒素	2.0	2.5	2.5	0.44	0.09	1.7	2.9	0.47	3.7
	全窒素	2.1	2.7	2.7	11	16	1.8	3.2	12	4.2
	りん酸態りん	0.05	0.06	0.08	1.0	1.3	0.05	0.31	0.99	0.06
全りん	0.07	0.07	0.08	1.2	1.6	0.05	0.31	1.2	0.06	

表 2-1-14 湧水群と地下水流入口との比較①

調査年月日：平成24年12月19日

項目	単位	C地下水流域 (大山第1流域)		D地下水流域 (大山第2流域)			E地下水流域 (喜友名流域)	
		クマイアブ	湧水		地下水流入口		地下水流入口	湧水
			メンダカリヒー ジャーガー	アラナキガー	シリガーラ (宜野湾ポンプ上機)	マーカー (宜野湾自線裏)		
健康項目	カドミウム(Cd)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	全シアン(GN)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	鉛	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	6価クロム(Cr6+)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ヒ素(As)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	総水銀(T-Hg)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	アルキル水銀(R-Hg)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	POB(ポリ塩化ビフェニル)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	チウラム	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	シマジン	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
	チオベンカルブ	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	セレン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	フッ素(F)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	ホウ素(B)	0.05	0.03	0.01	0.07	0.15	0.03	0.02
	トリクロロエチレン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	テトラクロロエチレン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	四塩化炭素	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	ジクロロメタン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,2-ジクロロエタン	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	1,1,1-トリクロロエタン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,1,2-トリクロロエタン	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	1,1-ジクロロエチレン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	シス-1,2-ジクロロエチレン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,3-ジクロロプロペン	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
油分	ベンゼン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	2.0	2.5	2.5	0.59	0.09	1.7	3.7
	1,4-ジオキサン	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ベンゼン※(健康項目のベンゼンを引用)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	トルエン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	エチルベンゼン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	キシレン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ダイオキシン類		0.10	0.022	0.016	0.13	0.034	0.017	0.044
							0.023	0.014

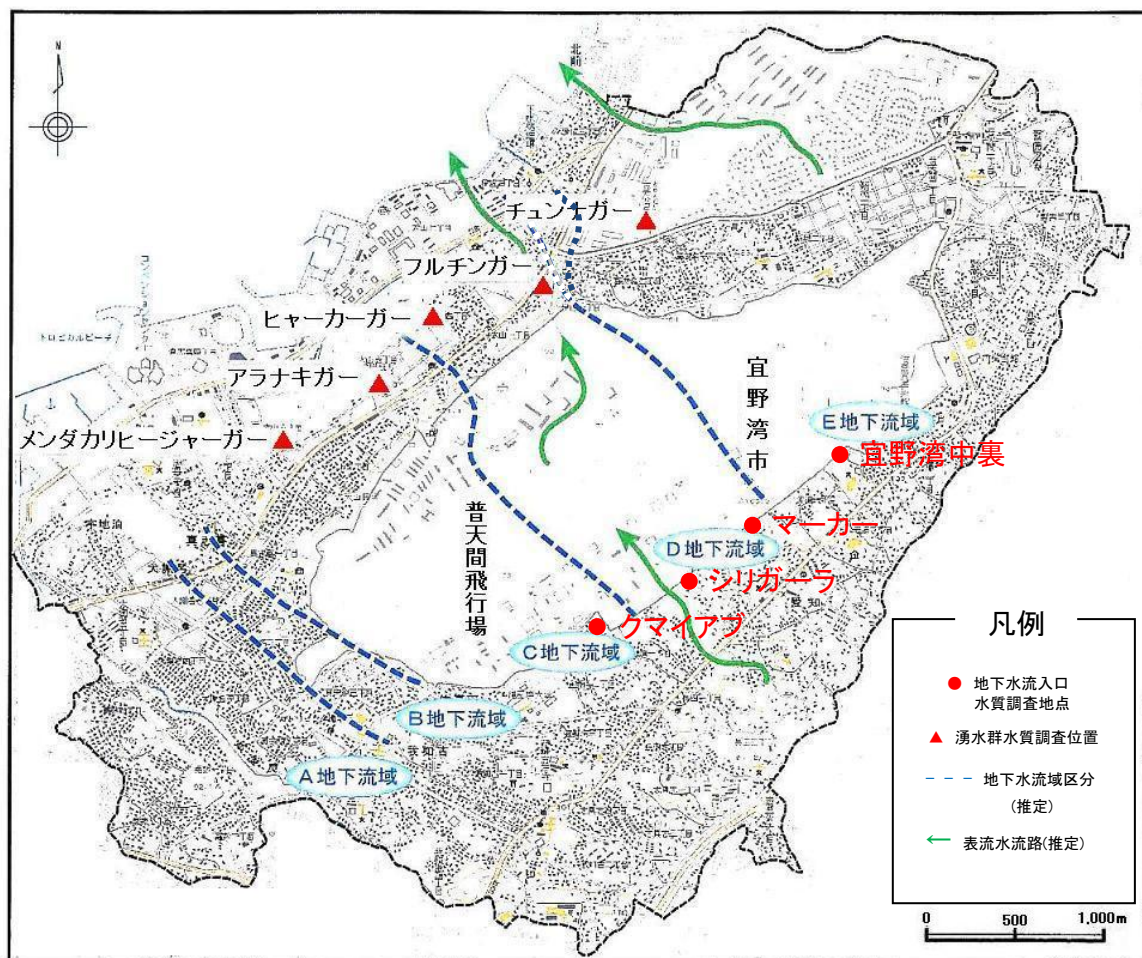


図 2-1-10 地下水流域区分図(推定)及び地下水流入口水質調査位置図

f) まとめ

本調査における宜野湾湧水の水質は、概ね安定しており新たな汚染源による影響は無いと考えられる。D0 や窒素類の結果から地下水は好気的な環境を維持しており、調査位置によっては下水道の普及や農地の減少と言った要因による負荷源の減少も示唆された。

地下水流入口との比較から、流域によっては上流部の生活排水やし尿による汚染に差があることが分かったが、何れの地点においても、流量を比較すると湧水よりも流入口の方がかなり低いことから、他の流入源の存在が示唆され、今後新たな流入口の調査についても検討が必要であると考えられる。

今後は、各流域毎の詳細な水質特性を確認するために、カルシウムイオンやマグネシウムイオン等の新たな項目の追加が必要であると考えられる。

第3章 基盤環境調査

3-1 土地利用状況調査

地下水系の観点から、過年度までに普天間飛行場の下流側に当たる地下水流出口で水質監視を行っているが、飛行場の上流側に当たる地下水流入口における汚濁発生源の有無などに関する土地利用状況の情報が不足していた。そのため、C、D、E地下水流域の飛行場の上流側における土地利用状況及び地下水流入口について文献調査と現地踏査を行った。

(1) 調査結果

市域の土地利用状況を図 3-1-1 に示した。市域の土地利用状況は、以下のとおりである。

1) 普天間飛行場基地の上流側

「宅地・舗装路面」が最も多くみられ、住宅、店舗、公共施設及びアスファルト面等からなっていると考えられる。また、「畑・裸地」がC、D、E地下水流域にそれぞれ散在してみられ、地下水流入口の付近にも分布している。さらに幼稚園、小・中学校、大学の「学校」が点在している。

排水が汚濁負荷源の恐れとなる場所として、「病院」が18箇所、「自動車整備工場」が5箇所、「食品店」が2箇所みられる。

2) 普天間飛行場基地の境界線付近

「森林地帯」が基地を取り囲むように基地内側に分布しており、とくに北西側と東・南側が多くみられ、北西側の基地外の崖地にも「森林地帯」がみられる。また、「宅地・舗装路面」が基地を取り囲むように基地外に分布しており、「畑・裸地」も点在してみられる。

3) 普天間飛行場基地内

「草・荒地」が滑走路周辺や施設内及び周辺で多くみられ、芝生や草地等からなっている。次いで「宅地・舗装路面」が多く、施設・倉庫や滑走路からなっていると考えられる。

4) 普天間飛行場の下流側

「宅地・舗装路面」が最も多くみられ、住宅、店舗、公共施設及びアスファルト面等からなっていると考えられる。次いで「田芋畑」が大山湿地として広く分布している。

土地利用状況図

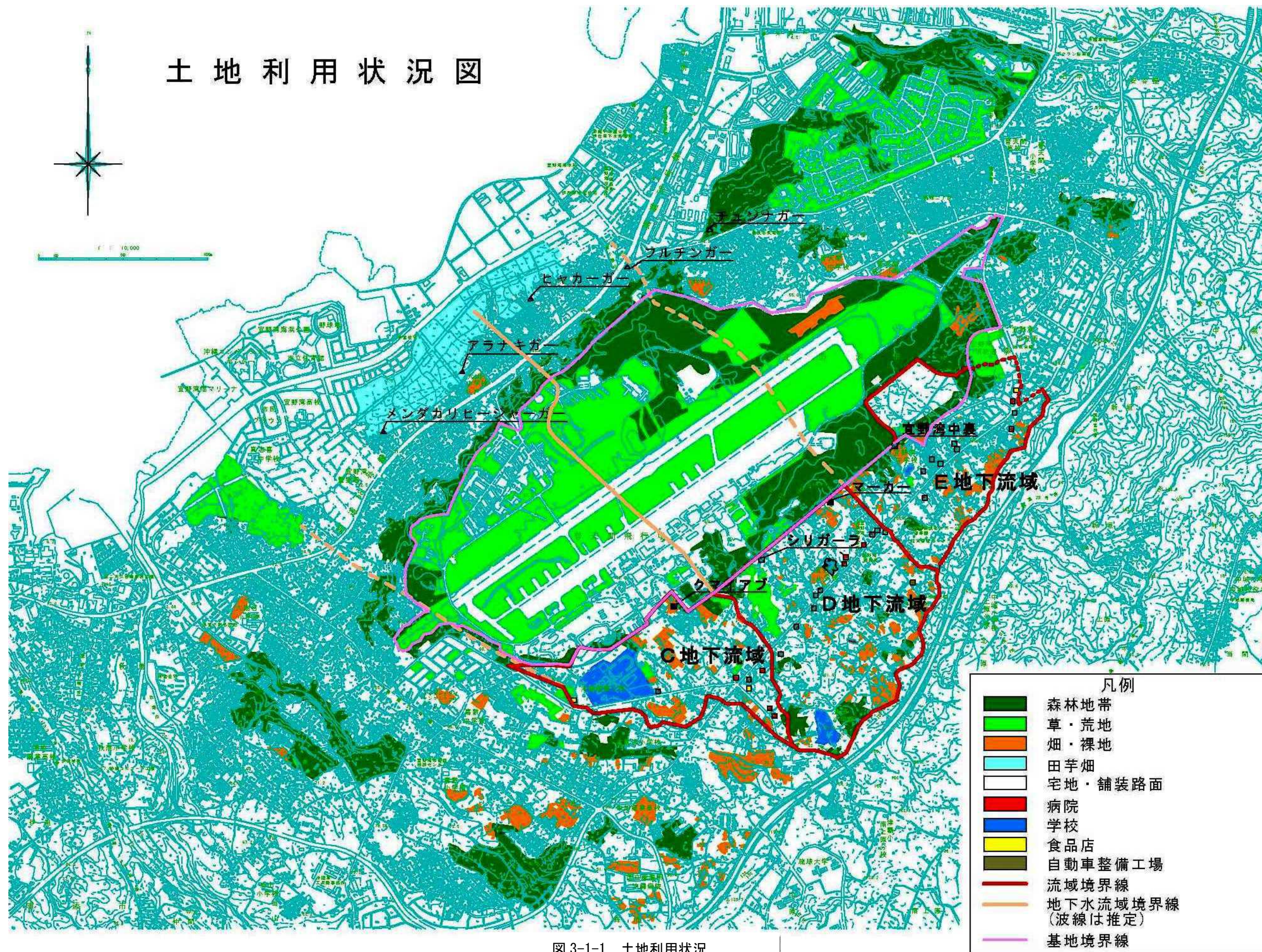


図 3-1-1 土地利用状況

「平成 23 年版宜野湾市統計書」より、近年の評価地目面積について表 3-1-1 に示した。

評価地目面積をみると、「宅地」が平成 23 年現在で約 14,270,000m²であり、地目面積の占める割合は 46.1%で、最近 5 ケ年でほとんど変わっていない。一方、「農地（田、畑）」は平成 23 年現在で約 916,000m²であり、占める割合は 6.4%で、最近 5 ケ年で減少傾向にある。

表 3-1-1 評価地目面積

区分		各年1月1日現在				
		平成 19 年	平成 20 年	平成 21 年	平成 22 年	平成 23 年
評価地目面積 (m ²)	総 数	14,211,623	14,190,394	14,153,596	14,288,124	14,272,893
	宅 地	6,502,099	6,529,943	6,507,222	6,564,468	6,578,133
	田	287,431	281,966	274,070	264,599	263,448
	畑	769,144	741,495	710,957	673,573	653,022
	原 野	292,943	291,085	299,949	305,235	301,129
	そ の 他	6,360,006	6,345,905	6,361,398	6,480,249	6,477,161
割合 (%)	宅 地	45.8	46.0	46.0	45.9	46.1
	農地(田+畑)	7.4	7.2	7.0	6.6	6.4

出典:「平成23年度宜野湾市統計書」

資料:税務課

注:土地に関する概要調査報告書より(法定免税点以上のもの)

:その他は、軍用地を含む。

「平成 23 年版宜野湾市統計書」より、軍用地の施設名及び面積について表 3-1-2 に示した。

市域における軍用地施設が市面積に占める割合は、普天間飛行場が 24.4%、キャンプ瑞慶覧が約 8.0%などであった。

表 3-1-2 軍用地の施設名及び面積

平成22年3月末現在(単位: km ² 、%)						
施 設 名	国 有 地	県 有 地	市町村有地	私 有 地	計	市の総面積に対する割合
キャンプ瑞慶覧FAC6044	0.145	0	0.005	1.419	1.569	7.96%
普天間飛行場FAC6051	0.359	0	0.070	4.377	4.806	24.40%
陸軍貯油施設FAC6076	0.001	0	0	0.001	0.001	0.01%
総 数	0.505	0	0.075	5.797	6.376	32.37%

出典:「平成23年度宜野湾市統計書」

資料:基地渉外課

注:計数は四捨五入によるため、必ずしも符合しない。

「平成 23 年版宜野湾市統計書」より、下水道の普及状況について表 3-1-3 に示した。

市域における下水道の普及状況をみると、平成 22 年度現在で、下水道の供用開始面積、接続可能世帯数、接続世帯数、接続人口ともに、最近 5 ケ年で増加傾向にある。

一方、普及率は最近 5 ケ年で減少傾向にあるが、これは市域の人口増加に伴い接続世帯数や供用開始面積は増えているが、実際に接続していない世帯があるため、みかけ上は低下しているように見えている。中でも、C 地下水流域の宜野湾中学校裏周辺と D 地下水流域のマーカー周辺は接続されていない。

表 3-1-3 下水道普及状況

区 分 年 度	供用開始面積 (ha)	接 続 可 能 世 帯 数	接 続 世 帯 数	接 続 人 口	普 及 率 (%)
平成18年度	1,735.40	32,132	28,025	79,318	97.7
平成19年度	1,739.84	32,637	28,410	80,230	97.7
平成20年度	1,751.39	33,280	28,825	81,227	97.5
平成21年度	1,757.30	35,263	29,047	81,765	96.6
平成22年度	1,763.26	35,775	29,751	81,998	96.3

出典:「平成23年度宜野湾市統計書」

資料:下水道課

市域の地下水の流れ以外、雨水・排水による表流水の流れについては、宜野湾市の公共下水道整備箇所及び雨水幹線図を図 3-1-2 に示した。

市域における公共下水道は概ね整備されているが、飛行場上流側の宜野湾地区、下流側の大山地区などで、一部が未整備となっている。

雨水幹線は、飛行場上流側で中原、伊佐第 1 の一部、志真志で整備され、飛行場下流側で伊佐第 1、2、大山第 1、2、3、真志喜、新城の一部、伊佐浜第 2 で整備されている。また、飛行場周辺の喜友名、伊佐浜第 1 の雨水幹線は未整備である。なお、飛行場の地下で伊佐第 1、赤道の雨水幹線が計画されている。

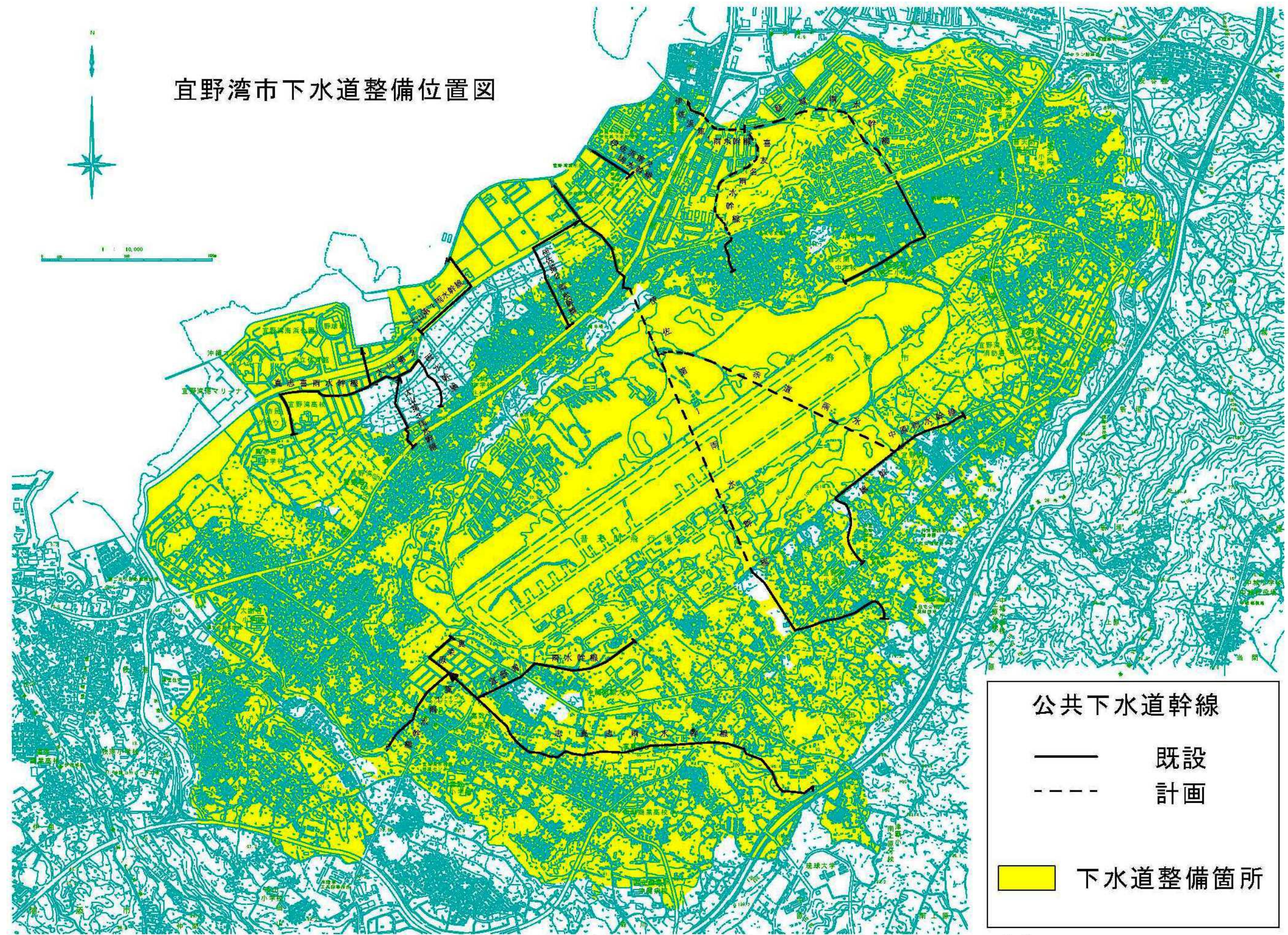


図 3-1-2 公共下水道整備箇所及び雨水幹線図

3-2 地下水流入口水質調査

現地踏査により確認した地下水流入口において、経年監視している地下水流出口の水質と比較し、地下水系を通った水質の変化が推定できるよう、同一の水質項目で調査を実施した。

(1) 調査日

調査は、平成 24 年 12 月 19 日に行った。

(2) 調査地点

地下水流入口水質調査地点として、C 地下水流域においてはクマイアブ（湧水群調査地点：メンダカリヒージャーガー、アラナキガー）、D 地下水流域においてはシリガーラとマーカー（湧水群調査地点：ヒャーカーガー、フルチンガー）、E 地下水流域においては宜野湾中裏（湧水群調査地点：チュンナガー）の 4 地点とした。

調査位置の位置関係を図 3-2-1 に示した。

(3) 調査結果

湧水群水質調査と同じ調査項目を調査し、その調査結果を表 3-2-1、表 3-2-2 に示した。

調査結果については、第 2 章 湧水群水質調査 2-3 調査結果 (2) 湧水水質の状況 5) 地下水流入口との比較」を参照

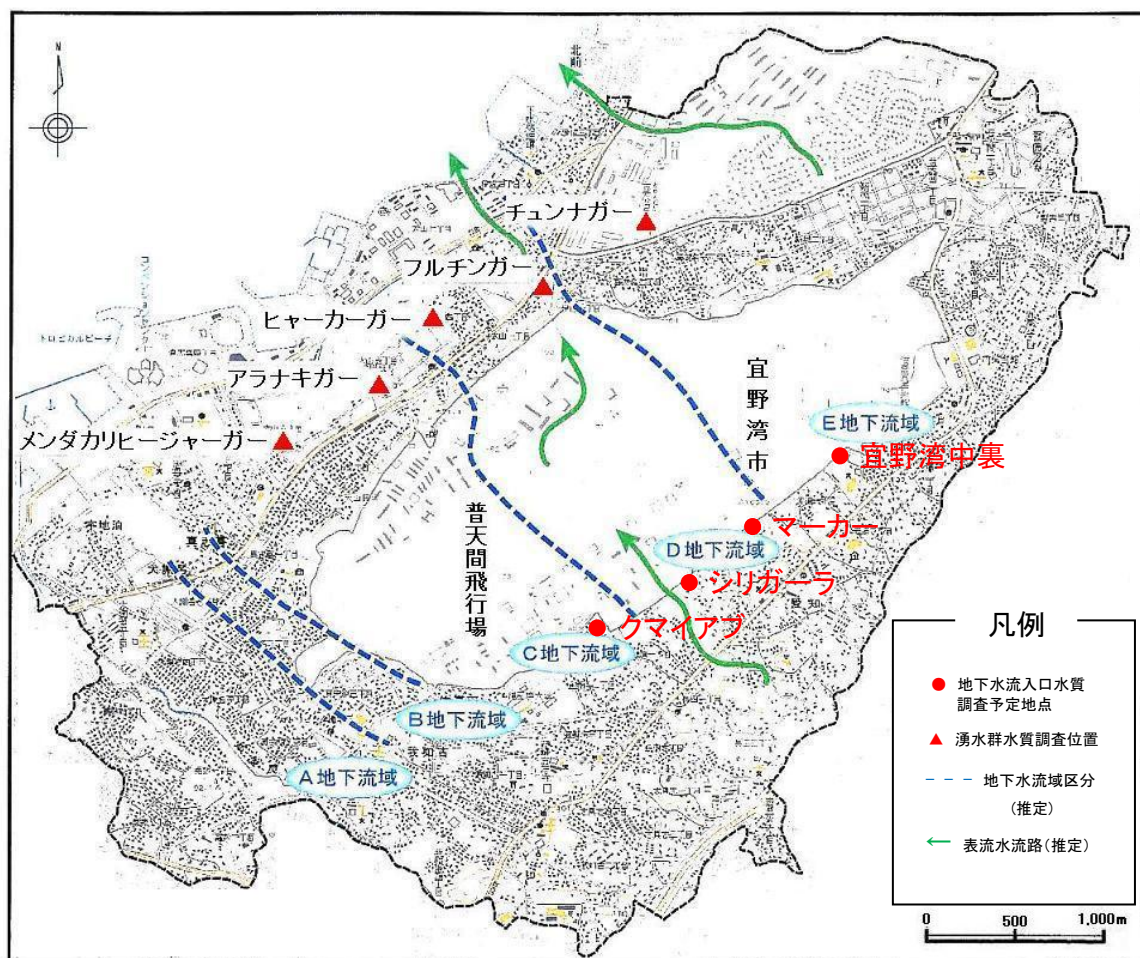


図 3-2-1 地下水流入口水質調査予定地点位置図

表3-2-1 地下水流入口調査結果表

調査年月日：平成24年12月19日

項目	単位	調査項目	流入口				最大	最小	参考基準		
			C地下水流域 (大山第1流域)		D地下水流域 (大山第2流域)					E地下水流域 (喜友名流域)	
			クマイアブ	シリガーラ (宜野湾ポンプ上機)	マーカー (宜野湾自線裏)	宜野湾中学校裏					
一般性 状			飛行場南側に位置する、 住宅街と飛行場の間の小 規模な畑地内								
			時間	12:07	11:06	10:30	9:30	—	—	—	
			気温	℃	19.9	15.0	13.3	13.2	15.0	13.3	—
			水温	℃	23.2	16.0	19.6	19.1	19.6	16.0	—
			臭気	—	土臭	土臭	厨芥臭	厨芥臭	—	—	—
			流量	m3/日	24	37	514	311	514	37	—
			透視度	cm	>50	>50	27.6	>50	>50	27.6	—
			濁度	度	2.1	1.8	4.3	4.2	4.3	1.8	—
			電気伝導度	μs/cm	674	918	830	631	918	830	—
			塩素イオン	mg/L	46	150	100	52	150	100	—
			全硬度	mg/L	290	190	180	160	190	180	—
			pH	—	7.8	7.5	7.6	7.8	7.6	7.5	6.5～8.5
			BOD	mg/L	<0.5	6.1	26	18	26	<0.5	3以下
SS	mg/L	5.1	8.0	3.7	6.5	8	3.7	25以下			
DO	mg/L	8.2	3.7	2.5	6.2	3.7	2.5	5以上			
n-ヘキサン抽出物質	mg/L	<0.5	<0.5	1.2	<0.5	1.2	<0.5	—			
大腸菌群数	MPN/100mL	3,500	17,000	33,000,000	17,000	33,000,000	17,000	5,000以下			
糞便性大腸菌群数	個/100mL	3	180	470,000	7,300	470,000	180	1,000以下			
アンモニア態窒素	mg/L	0.03	9.8	14	9.0	14	9.80	—			
亜硝酸態窒素	mg/L	<0.01	0.15	<0.01	0.14	0.15	<0.01	—			
硝酸態窒素	mg/L	2.0	0.44	0.09	0.47	0.4	0.09	—			
全窒素	mg/L	2.1	1.1	16	12	16	11.0	—			
りん酸態りん	mg/L	0.05	1.0	1.3	0.99	1.3	1.00	—			
全りん	mg/L	0.07	1.2	1.6	1.2	1.6	1.20	—			

1: 調査日の位置づけは豊水期調査(平成24年10月29日)

2: 参考基準: pH、BOD、SS、DO、大腸菌群数は「水質汚濁に係る環境基準(昭和46年環境庁告示第59号)」の生活環境の保全に関する環境基準B類型(水道3級)基準

糞便性大腸菌群数は「水浴場判定基準(平成9年4月環水管第115号)」の水質C基準

表 3-2-2 健康項目・油分・ダイオキシン類調査結果

調査年月日:平成24年12月19日

調 査 項 目		単位	クマイアブ	シリガーラ (宜野湾ポン プ上横)	マーカ (宜野湾自練 裏)	宜野湾中学 校裏
健康 項目	カドミウム(Cd)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	全シアン(CN)	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	鉛	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	6価クロム(Cr6+)	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ヒ素(As)	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	総水銀(T-Hg)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	アルキル水銀(R-Hg)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	PCB(ポリ塩化ビフェニル)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	チウラム	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	シマジン	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
	チオベンカルブ	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	セレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	フッ素(F)	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	ホウ素(B)	mg/L	0.05	0.07	0.15	0.12
	トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	テトラクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	四塩化炭素	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	ジクロロメタン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,2-ジクロロエタン	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	1,1-ジクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,3-ジクロロプロペン	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	ベンゼン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	mg/L	2.0	0.59	0.09	0.61
	1,4-ジオキサン	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
油 分	ベンゼン※(健康項目のベンゼンを引用)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	トルエン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	エチルベンゼン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	キシレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ダイオキシン類		pg-TEQ/L	0.10	0.13	0.034	0.044

(4) 調査地点状況等

1) クマイアブ

普天間飛行場の南側に位置し、住宅地と飛行場の間の小規模な畑地内にある洞穴である。

入口は狭く内部に侵入し 5m 程奥へ行ったところに湧水の湧出口があり、基地内へ向け水が流れている。



クマイアブ 入口



クマイアブ 洞内

2) シリガーラ

普天間飛行場中程の敷地境界に位置し、周辺より集水した水が車道下よりフェンス越しに基地内から地下への浸透口へ続いているのが見える。上流部の河床は土壌の上に腐泥が堆積している。



シリガーラ



シリガーラ 上流側

3) マーカー

普天間飛行場中程の敷地境界に位置し、周辺より集水した水がコンクリート側溝から基地内へと続いている。上流部の水は滞留気味で、水のワタや厨芥臭等から生活排水の影響を受けているのが伺える。



マーカー



マーカー 上流側

4) 宜野湾中裏

普天間飛行場の北側の敷地境界に位置し、周辺より集水した水がコンクリート側溝から基地内へと続いている。河床には水のワタが付着しているが水が流れている分、マーカーよりもきれいな印象であった。



宜野湾中裏



宜野湾中裏 基地側

3-3 気象観測調査

湧水群水質調査の経年監視における豊水期、平水期、渇水期の調査時期の判断材料に資するために、宜野湾市役所とその他1地点で気温・湿度・降水量の連続観測を行った。

(1) 調査時期

平成24年10月16日～平成25年3月15日

(2) 調査地点

調査地点は、宜野湾市役所のE地下水流域に、補助観測地点の(株)沖縄環境分析センターのB地下水流域とし、観測機器を設置しデータを整理した。

(3) 調査結果

宜野湾市内の観測データ以外に、市域周辺の気象条件の違いを確認するため、那覇(気象庁)と近傍の胡屋(雨量のみ)についてまとめ、その結果概要を表3-3-1に示した。また、気象資料を表3-3-2に、気象観測地位置を図3-3-1に、その降水量のグラフを図3-3-2に示した。

降水量は、12月を除き那覇や胡屋と比べ宜野湾市内の2地点が多く、地下水の水質と密接に係りがあるので、降水量のデータの精度を確保するためには、宜野湾市内での連続観測を行う事が望ましいと考えられる。

表 3-3-1 気象観測結果の概要

項目	概 要
気温 (℃)	宜野湾市内の2地点は概ね同様、那覇が若干高い傾向
湿度 (%)	全地点で概ね同様
降水量 (mm)	那覇や胡屋と比較して宜野湾の2地点の方が、降雨量が多い傾向

表 3-3-2 気象資料 (気温、湿度、降水量)

測定項目	気温			湿度			降水量			
単位	℃			%			mm			
測定場所	宜野湾市役所	沖縄環境分析センター	那覇	宜野湾市役所	沖縄環境分析センター	那覇	宜野湾市役所	沖縄環境分析センター	那覇	胡屋
10月	23.3	23.3	23.9	68	68	70	110.5	110.0	89.5	96.0
11月	20.4	20.4	21.0	67	65	67	271.5	258.0	214.5	207.5
12月	17.8	18.0	18.5	66	62	65	110.5	135.0	113.0	110.5
1月	16.2	16.4	16.9	66	63	66	152.5	132.0	100.0	111.5
2月	18.1	18.0	18.6	70	70	72	113.5	109.5	75.0	89.5

※各データは月平均(気温、湿度)及び月合計(降水量)、10月のみ10/16～10/31の値

※(株)沖縄環境分析センターは補助観測地点、那覇、胡屋(気象庁データ、胡屋は降水量のみ)比較対象

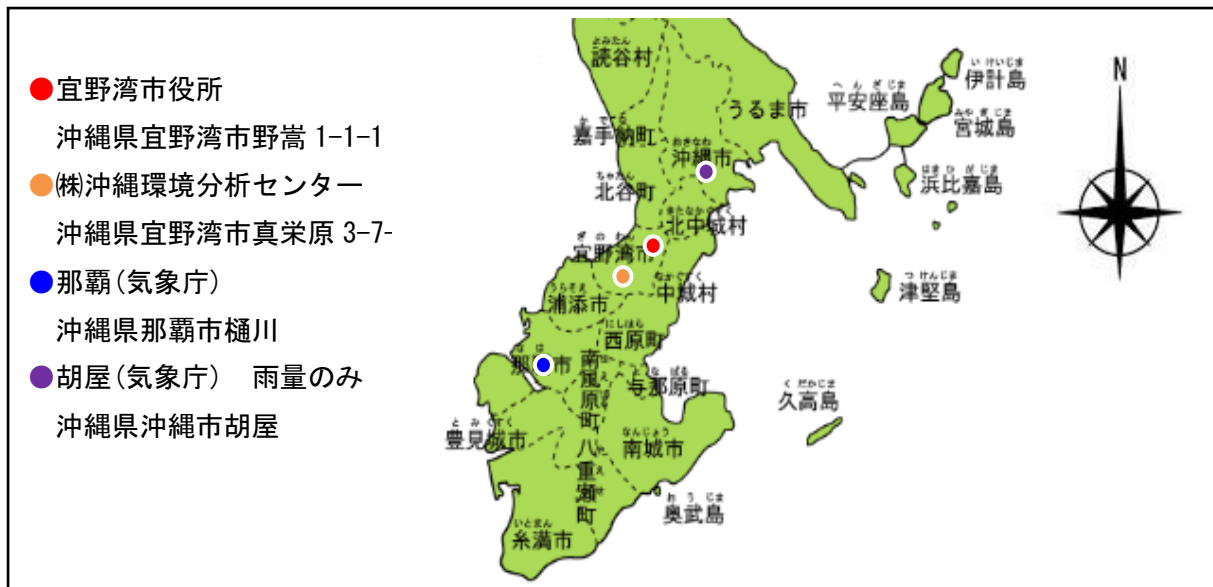


図 3-3-1 気象観測地位置図

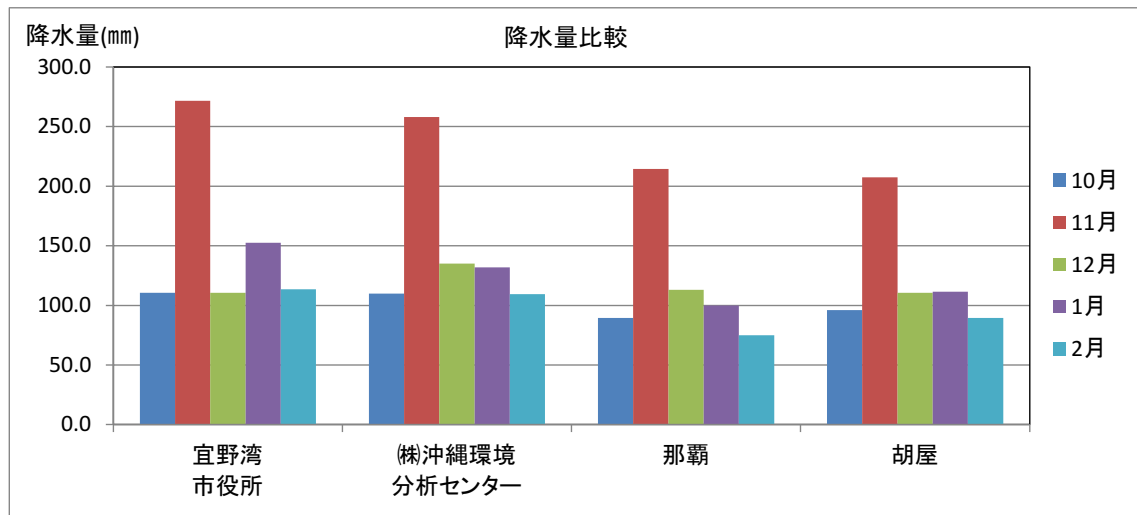


図 3-3-2 降水量比較図

第4章 生態系調査

4-1 魚類・底生動物

魚類・底生動物調査は貴重種及び生物相の変化の有無を整理することを目的とした。

(1) 調査位置

調査位置は、平成14年度に調査を行った基地外の4箇所、伊佐、青小堀川、大山、宜野湾である。

(2) 調査期間等

調査は平成24年10月26日に行った。

(3) 調査手法等

調査項目を表4-1-1に示す

各調査地点において、タモ網による任意採集をおこなった。目視観察によりタモ網による捕獲が困難な魚類が確認できた地点については、投網を用いて可能な限り捕獲を試みた。現場で同定可能な種についてはその場で記録を行い、同定困難な種についてはホルマリンで固定後、持ち帰って同定した。また、確認できた種のうち、腹足綱、二枚貝綱、軟甲綱、硬骨魚綱については生活史のタイプをできる限り示すように努めた。各調査地の概要について以下に示した。

表 4-1-1 魚類・底生動物調査項目

調査地名	調査地の概要
大山 (写真 4-1-1)	大山湿地帯であり、タイモ畑の間を流れる畦と県営大山高層住宅沿いのコンクリート3面張りの水路にて採集を行った。
青小堀川 (写真 4-1-2)	普天間基地から暗渠を通して東シナ海に流れるコンクリート2面張りで砂礫質の底質の河川。
伊佐 (写真 4-1-3)	キャンプフォスターから暗渠で国道58号線をくぐり、東シナ海に流入する河川の河口部で、コンクリートの2面張りになっており、底質が砂泥の所ではメヒルギがわずかに生育している。
宜野湾 (写真 4-1-4)	ヘドロのような汚泥が堆積したコンクリート3面張りで、見た目にも汚濁が目立つ水路。



写真 4-1-1



写真 4-1-2



写真 4-1-3



写真 4-1-4

調査地点外観

(4) 地点別調査結果

1) 大山

大山で確認できた水生生物の一覧を表 4-1-2 に示した。今回の調査では 9 綱 16 目 32 科 50 種確認でき、平成 14 年度の結果と比べると、腹足綱、軟甲綱、硬骨魚綱で僅かに種数が少なかったが、昆虫綱の種数は多かった。水生生物の出現状況の特徴として、アマオブネガイ科やベンケイガニ科の種が減り、コウチュウ目の種が増えた。また、今回新たにチュウゴクスッポンが確認できた。

環境省版レッドリストあるいは沖縄県レッドデータブックに記載されている注目すべき種は、平成 14 年度調査では 7 種確認されていたのに対し、今回の調査では 6 種確認できた。

平成 14 年度調査と今回の調査で確認できた注目すべき種のうち、今回の調査ではヒロクチカノコ、ニホンウナギ、タナゴモドキ、ゴマハゼは確認できなかったが、ヌノメカワニナ、イボアヤカワニナ、オキナワミズゴマツボ、マルケシゲンゴロウが新たに確認できた。

表 4-1-3 に腹足綱、二枚貝綱、軟甲綱、硬骨魚綱に関して生活史のタイプ別に集計した結果を示した。今回の調査では両側回遊性の種が 12 種確認できたが、平成 14 年度と比べると 1 種少なかった。また、降河回遊性の種については、今回の調査では 4 種確認できたが、平成 14 年度に比べると 1 種少なかった。

表 4-1-2(1) 大山で確認できた水生生物一覧

No.	綱名	目名	科名	種名	大山		生活史	沖縄県 RDB	環境省 RL
					平成 14 年度	平成 24 年度			
1	腹足綱	アマオブネガイ目	アマオブネガイ科	イガカノコガイ	○	○	両側回遊性		
2				イシマキガイ	○	○	両側回遊性		
3				カノコガイ	○		両側回遊性		
4				ヒロクチカノコガイ	○		両側回遊性		準絶滅危惧
5				ドングリカノコガイ	○		両側回遊性		
6			フネアマガイ科	フネアマガイ	○	○	両側回遊性		
7		原始紐舌目	リングガイ科	スクミリングガイ	○		純淡水性		
8		盤足目	トウガタカワニナ科	ヌノメカワニナ		○	純淡水性		準絶滅危惧
9				タイワンカワニナ	○		純淡水性		
10				イボアヤカワニナ		○	純淡水性		準絶滅危惧
11				トウガタカワニナ	○	○	純淡水性		
12			カワニナ科	カワニナ		○	純淡水性		
13			タマキビ科	ヒメウズラタマキビガイ	○		-		
14			カワザンショウガイ科	ウスイロオカチグサガイ		○	純淡水性		
15			ミズゴマツボ科	オキナワミズゴマツボ		○	純淡水性		準絶滅危惧
16		基眼目	モノアラガイ科	モノアラガイ	○		純淡水性		準絶滅危惧
17				タイワンモノアラガイ	○	○	純淡水性		情報不足
18			サカマキガイ科	サカマキガイ	○	○	純淡水性		
19			ヒラマキガイ科	ヒラマキガイモドキ	○	○	純淡水性	準絶滅危惧	準絶滅危惧
20	二枚貝綱	マルスダレガイ目	シジミ科	タイワンシジミ	○	○	純淡水性		
21	ゴカイ綱	サシバゴカイ目	ゴカイ科	不明種	○				
22	ミミズ綱	-	-	ミミズ綱の一種		○			
23	ヒル綱	-	-	ヒル綱の一種		○			
24	軟甲綱	ワラジムシ目	ミズムシ科	<i>Ase/lus</i> sp.		○	-		
25		エビ目	ヌマエビ科	ヤマトヌマエビ		○	両側回遊性		
26				ミソレヌマエビ		○	両側回遊性		

表 4-1-2 (2) 大山で確認できた水生生物一覧（つづき）

No.	綱名	目名	科名	種名	大山		生活史	沖縄県 RDB	環境省 RL
					平成 14 年度	平成 24 年度			
27	軟甲綱	エビ目	スマエビ科	トゲナシスマエビ	○	○	両側回遊性		
28			テナガエビ科	ミナミテナガエビ	○	○	両側回遊性		
29				コンジテンテナガエビ	○	○	両側回遊性		
30				イッテンコテナガエビ		○	-		
31				不明種	○		-		
32			テッポウエビ科	イソテッポウエビ种群の一種	○		-		
33			ベンケイガニ科	クロベンケイガニ	○		-		
34				台湾アシハラガニ	○		-		
35				フタハカクガニ	○		-		
36				ベンケイガニ		○	降河回遊性		
37			モクズガニ科	モクズガニ	○	○	降河回遊性		
38				ケフサヒライソモドキ	○		-		
39				オオヒライソガニ	○	○	降河回遊性		
40	昆虫綱	カゲロウ目	コカゲロウ科	コカゲロウ科の一種		○			
41		トンボ目	イトトンボ科	リュウキュウベニイトトンボ	○				
42				アオモンイトトンボ	○	○			
43		トンボ目	イトトンボ科	アカナガイトトンボ	○				
44			ヤンマ科	リュウキュウギンヤンマ	○				
45			トンボ科	タイリクショウジョウトンボ	○	○			
46				オオシオカラトンボ	○	○			
47		カメムシ目	アメンボ科	アマミアメンボ		○			
48		ハエ目	ユスリカ科	不明種	○	○			
49			カ科	カ科の一種		○			
50			ブユ科	ツノブユ属の一種	○				
51		コウチュウ目	ゲンゴロウ科	リュウキュウセスジゲンゴロウ		○			
52				チビゲンゴロウ		○			

表 4-1-2(3) 大山で確認できた水生生物一覧（つづき）

No.	綱名	目名	科名	種名	大山		生活史	沖縄県 RDB	環境省 RL
					平成 14 年度	平成 24 年度			
53	昆虫綱	コウチュウ目	ゲンゴロウ科	マルケシゲンゴロウ		○			準絶滅危惧
54			コガシラミズムシ科	シナコガシラミズムシ		○			
55			ガムシ科	ホソゴマフガムシ		○			
56				コクロヒラタガムシ		○			
57	硬骨魚綱	ウナギ目	ウナギ科	ニホンウナギ	○		降河回遊性		情報不足
58				オオウナギ	○	○	降河回遊性		
59		カダヤシ目	カダヤシ科	カダヤシ	○	○	純淡水性		
60				グッピー	○	○	純淡水性		
61		スズキ目	ユゴイ科	ユゴイ	○		降河回遊性		
62			カワスズメ科	カワスズメ	○	○	純淡水性		
63			ボラ科	コボラ	○	○	周縁性		
64			カワアナゴ科	チチブモドキ	○	○	両側回遊性		
65				テンジクカワアナゴ		○	両側回遊性		
66			ハゼ科	タナゴモドキ	聞き取り		純淡水性	絶滅危惧 IB 類	絶滅危惧 IB 類
67				ミナミトビハゼ	○		周縁性		
68				タネカワハゼ	○	○	両側回遊性		
69				ヒメハゼ		○	周縁性		
70				ゴマハゼ	○		周縁性		絶滅危惧 II 類
71				ゴクラクハゼ	○	○	両側回遊性		
72				クロヨシノボリ	○		両側回遊性		
73	爬虫綱	カメ目	スッポン科	チュウゴクスッポン		○			

表 4-1-3 大山で確認できた水生生物の生活史のタイプ別種数

	平成 14 年度	平成 24 年度
両側回遊性	13	12
降河回遊性	5	4
純淡水性	12	13
周縁性	2	2
合計	32	31

2) 青小堀川（フルチンガー）

青小堀川で確認できた水生生物の一覧を表 4-1-4 に示した。今回の調査では 3 綱 4 目 13 科 19 種確認でき、平成 14 年度の結果や宜野湾市史と比べると二枚貝綱、軟甲綱で僅かに種数が少なかったが、腹足綱と硬骨魚綱の種数は多く、全体的には平成 14 年度調査よりも多くの種が確認できた。平成 14 年度よりも硬骨魚綱が多かった理由は、今回の調査で投網を用いたためである。注目すべき種については、平成 14 年度調査では確認されていなかったが、今回は 3 種確認できた。

表 4-1-5 に生活史のタイプ別種数を示した。今回の結果は、平成 14 年度に比べると両側回遊性の種以外が増え、特に周縁性の種が多かった。

表 4-1-4 青小堀川で確認できた水生生物一覧

No.	綱名	目名	科名	種名	青小堀川		生活史	沖縄県 RDB	環境省 RL
					平成 14 年度	平成 24 年度			
1	腹足綱	アマオブネガイ目	アマオブネガイ科	イガカノコガイ		○	両側回遊性		
2				ヒロクチカノコガイ		○	両側回遊性		準絶滅危惧
3				シマカノコガイ		○	両側回遊性	準絶滅危惧	準絶滅危惧
4			フネアマガイ科	フネアマガイ	○	○	両側回遊性		
5		盤足目	トウガタカワニナ科	ヌノメカワニナ		○	純淡水性		準絶滅危惧
6				イボアヤカワニナ		○	純淡水性		準絶滅危惧
7				トウガタカワニナ	○	○	純淡水性		
8			タマキビ科	ウズラタマキビガイ		○	周縁性		
9	二枚貝綱	マルスダレガイ目	シジミ科	タイワンシジミ	○		純淡水性		
10	軟甲綱	エビ目	ヌマエビ科	ミゾレヌマエビ	○		両側回遊性		
11			テナガエビ科	ミナミテナガエビ	○		両側回遊性		
12			ヤドカリ科	ツメナガヨコバサミ		○	周縁性		
13			モクズガニ科	ヒメアカイソガニ	○		-		
14				ケフサヒライソモドキ	○		-		
15				<i>Ptychognathus</i> sp.		○	-		
16				オオヒライソガニ		○	降河回遊性		
17			イワガニ科	ハシリイワガニ		○	-		
18				不明種	○		-		
19	硬骨魚綱	スズキ目	ユゴイ科	ユゴイ		○※	降河回遊性		
20			アジ科	オニヒラアジ		○※	周縁性		
21			スズメダイ科	スミゾメスズメダイ		○※	周縁性		
22			ボラ科	コボラ	○	○※	周縁性		
23			カワアナゴ科	チチブモドキ	○	○	両側回遊性		
24			ハゼ科	ゴクラクハゼ	○		両側回遊性		
25				不明種		○	-		
26			アイゴ科	アミアイゴ		○※	周縁性		

注：※印は投網で捕獲した。

表 4-1-5 青小堀川で確認できた水生生物の生活史のタイプ別種数

	平成 14 年度	平成 24 年度
両側回遊性	5	5
降河回遊性	0	2
純淡水性	2	3
周縁性	1	6
合計	8	16

3) 伊佐

伊佐で確認できた水生生物の一覧を表 4-1-6 に示した。今回の調査では 5 綱 8 目 16 科 17 種確認でき、平成 14 年度の結果と比べると腹足綱で 1 種少なかったが、他の分類群では種数は多く、全体的には平成 14 年度調査よりも多くの種が確認できた。硬骨魚綱が多かった理由は、本調査地についても今回の調査で投網を用いたためである。注目すべき種については、平成 14 年度調査では確認されていなかったが、今回は 1 種確認できた。

表 4-1-7 に生活史のタイプ別種数を示した。純淡水性の種は、平成 14 年度は 2 種で多くはなかったが、今回の調査では確認できず周縁性の種が多かった。純淡水性のカワスズメやトウガタカワニナが確認できず、周縁性の魚類や河口部や汽水域に生息する甲殻類が多くなっていることから、青小堀川と同様に海水の影響が強くなっていると思われる。

表 4-1-6 伊佐で確認できた水生生物一覧

No.	綱名	目名	科名	種名	伊佐		生活史	沖縄県 RDB	環境省 RL
					平成 14 年度	平成 24 年度			
1	腹足綱	アマオブネガイ目	アマオブネガイ科	イガカノコガイ		○	両側回遊性		
2				カノコガイ	○		両側回遊性		
3		盤足目	トウガタカワニナ科	トウガタカワニナ	○		純淡水性		
4	二枚貝綱	ウグイスガイ目	マクガイ科	マクガイ		○	周縁性		
5	軟甲綱	エビ目	テッポウエビ科	<i>Alpheus</i> sp.		○	-		
6			ヤドカリ科	ツメナガヨコバサミ		○	周縁性		
7			スナガニ科	オキナワハクセンシオマネキ		○	周縁性		
8			ベンケイガニ科	ミナミアシハラガニ		○	周縁性		
9				アシハラガニ		○	-		
10				フタハカクガニ	○		-		
11				<i>Perisesarma</i> sp.		○	-		
12				ベンケイガニ	○		降河回遊性		
13	硬骨魚綱	ニシン目	ニシン科	ドロクイ		○※	周縁性	準絶滅危惧	絶滅危惧 IB 類
14		ヨウジウオ目	ヨウジウオ科	テングヨウジ		○※	両側回遊性		
15		スズキ目	アジ科	ギンガメアジ		○※	周縁性		
16			クロサギ科	ミナミクロサギ		○※	周縁性		
17			カワスズメ科	カワスズメ	○		純淡水性		
18			スズメダイ科	スミゾメスズメダイ		○※	周縁性		
19			ボラ科	コボラ	○		周縁性		
20			ハゼ科	ヒトミハゼ		○※	周縁性		
21				インコハゼ		○※	周縁性		
22				ゴクラクハゼ	○		両側回遊性		
23		フグ目	フグ科	オキナワフグ		○※	周縁性		
24	爬虫綱	カメ目	ヌマガメ科	ミシシippiaアカミミガメ			○		

注：※印は投網で捕獲した。

表 4-1-7 伊佐で確認できた水生生物の生活史のタイプ別種数

	平成 14 年度	平成 24 年度
両側回遊性	2	2
降河回遊性	1	0
純淡水性	2	0
周縁性	1	10
合計	6	12

4) 宜野湾

宜野湾で確認できた水生生物の一覧を表 4-1-7 に示した。今回の調査では 3 綱 4 目 6 科 9 種確認でき、平成 14 年度の結果と比べると軟甲綱と硬骨魚綱で僅かに種数が少なかったが、他の分類群では種数は多く、全体的には平成 14 年度調査よりも多くの種が確認できた。注目すべき種については、平成 14 年度調査では確認されていなかったが、今回は 2 種確認できた。

表 4-1-8 に生活史のタイプ別種数を示した。平成 14 年度と比べると両側回遊性の種が 1 種減り、純淡水性の種が 1 種増えた。トゲナシヌマエビが確認できなかった。

平成 15 年度宜野湾市自然環境調査によると、10 年前の本調査地周辺は、ナガミボチョウジ - ヤブニッケイ群落となっている。そして、平成 18 年にはいこい市民パークの供用が開始されている。前述した調査地概要のように、本調査地はヘドロのような汚泥が堆積したコンクリート 3 面張りで、見た目にも汚濁が目立つ水路であった。普天間基地内の構造物によりトゲナシヌマエビの遡上が妨げられている可能性もあるが、それよりも周辺の環境の変化により生息が困難になった可能性の方が考えられる。

表 4-1-7 宜野湾で確認できた水生生物一覧

No.	綱名	目名	科名	種名	宜野湾		生活史	沖縄県 RDB	環境省 RL
					平成 14 年度	平成 24 年度			
1	腹足綱	盤足目	カワザンショウガイ科	ウスイロオカチグサガイ		○	純淡水性		
2		基眼目	モノアラガイ科	タイワンモノアラガイ		○	純淡水性		情報不足
3			サカマキガイ科	サカマキガイ	○	○	純淡水性		
4	ミミズ綱	-	-	ミミズ綱の一種		○			
5	軟甲綱	エビ目	ヌマエビ科	トゲナシヌマエビ	○		両側回遊性		
6	昆虫綱	トンボ目	イトトンボ科	リュウキュウベニイトトンボ	○				
7				アオモンイトトンボ		○			
8			ヤンマ科	トビイロヤンマ	○				絶滅危惧 IB 類
9			トンボ科	アオビタイトンボ		○			
10				タイリクショウジョウトンボ		○			
11				オオシオカラトンボ	○	○			
12		ハエ目	ユスリカ科	不明種		○			
13	硬骨魚綱	カダヤシ目	カダヤシ科	グッピー	○		純淡水性		

表 4-1-8 宜野湾で確認できた水生生物の生活史のタイプ別種数

	平成 14 年度	平成 24 年度
両側回遊性	1	0
降河回遊性	0	0
純淡水性	2	3
周縁性	0	0
合計	3	3

(5) まとめ

第2章湧水群水質調査でも示したように、大山タイモ畑へ流れ込むメンダカリヒージャーガー、およびアラナキガーでは平成14年度以降、流量などに大きな変化はなく、少なくとも上流から流れ込む水質等に関しては大きな変化は見られていない。

本調査の結果、大山では川と海を行き来する両側回遊性の種数についてはほぼ同様である。今回確認できなかったアマオブネガイ科の貝類に関しては、平成14年度の確認個体数が不明であるが、今年度の調査において確認されなかったのはこれらの種の個体数が少なかったと推察される。また、ベンケイガニ科の種は、巣穴に潜る習性があり、調査中、巣穴に潜り込んでいたことが確認できなかった要因であると推察される。

これに対し、本調査では平成14年度に確認されていなかったゲンゴロウ類が確認されている。これらの種は主に水たまり等で確認される種である。上記の結果から、本地域では水質や流量の変化が見られないことから、タイモ畑の利用状況が変化したと推察される。

青小堀川では、両側回遊性のミゾレヌマエビやミナミテナガエビが確認されていないことや、調査は干潮時に行ったことも考慮すると、本地点は平成14年度に比べて海水の影響が強くなっている可能性が示唆される。

伊佐では、平成14年度に純淡水性の種が2種確認されているが、今回の調査では確認できず周縁性の種が多かった。今年度の調査では周縁性の魚類や河口部や汽水域に生息する甲殻類が多くなっていることから、青小堀川と同様に海水の影響が強くなっていると思われる。

4-2 土壌動物

土壌動物調査は、市域の土壌環境の特性を把握し、樹林地や草地等の環境類型ごとに基地外の7地点で調査を実施し、跡地利用に係る保全活用の基礎資料に資することを目的とした。

(1) 調査時期等

秋季調査は平成24年11月8日に行い、冬季調査は平成25年1月15日に行った。

(2) 調査手法等

調査項目を表4-2-1に示す。

表4-2-1 土壌動物調査項目

調査項目		調査手法等
土壌動物	定性採集	調査地点ごとに落葉層、土壌層を採取し、目視により確認が可能な土壌動物を採取し、目視確認が困難な種はツルグレン装置にかけ、採取された土壌動物を実体顕微鏡で同定した。

1) 調査方法詳細

- 各調査地点の群落内の土壌の上に25cm方形枠を4か所設置した。
- それぞれの地点で落葉層、土壌層に分けて採集した。
- 土壌層は表層から5cmまでの深さとした。
- 採集したサンプルをハンドソーティングにより、目視確認のできるものを採集した。
- ハンドソーティングの終了した落葉、土壌についてはそれぞれ24時間ツルグレン装置に設置した。
- 採集した動物はそれぞれ実体顕微鏡下で同定を行った。



写真 4-2-1 ツルグレン装置

(3) 調査位置

調査位置の設定は、基地内に存在する植物群落と同じ群落（7群落（表4-2-2））とした。基地内の表層地質は琉球石灰岩と島尻層群が存在し、基地及び基地に隣接する地形分類を含むよう調査地点を選定した。また基地に近い地点となるよう国道58号線の南側と国道330号線の北側に分布する地点とした。（図4-2-1参照）。

調査地点の概要を表4-2-2に示す。

表4-2-2 土壌動物調査地点概要

群落名	表層地質	地形分類	植生パターン
①ガジュマルーハマイヌビワ	琉球石灰岩の土壌	石灰岩残丘	樹林散在住宅地
②ナガミボチョウジーヤブニッケイ群落	琉球石灰岩の土壌	段丘平坦面	樹林散在住宅地
③オオバギーアカギ群落	琉球石灰岩の土壌	石灰岩残丘	樹林散在住宅地
④ギンネム群落	琉球石灰岩の土壌	石灰岩残丘	樹林散在住宅地
⑤センダングサ群落	琉球石灰岩の土壌	段丘平坦面	樹林散在住宅地
⑥モクマオウ群落	琉球石灰岩の土壌	石灰岩残丘	樹林散在住宅地
⑦人工草地	島尻層群の土壌	谷底低地	緑の多い住宅地

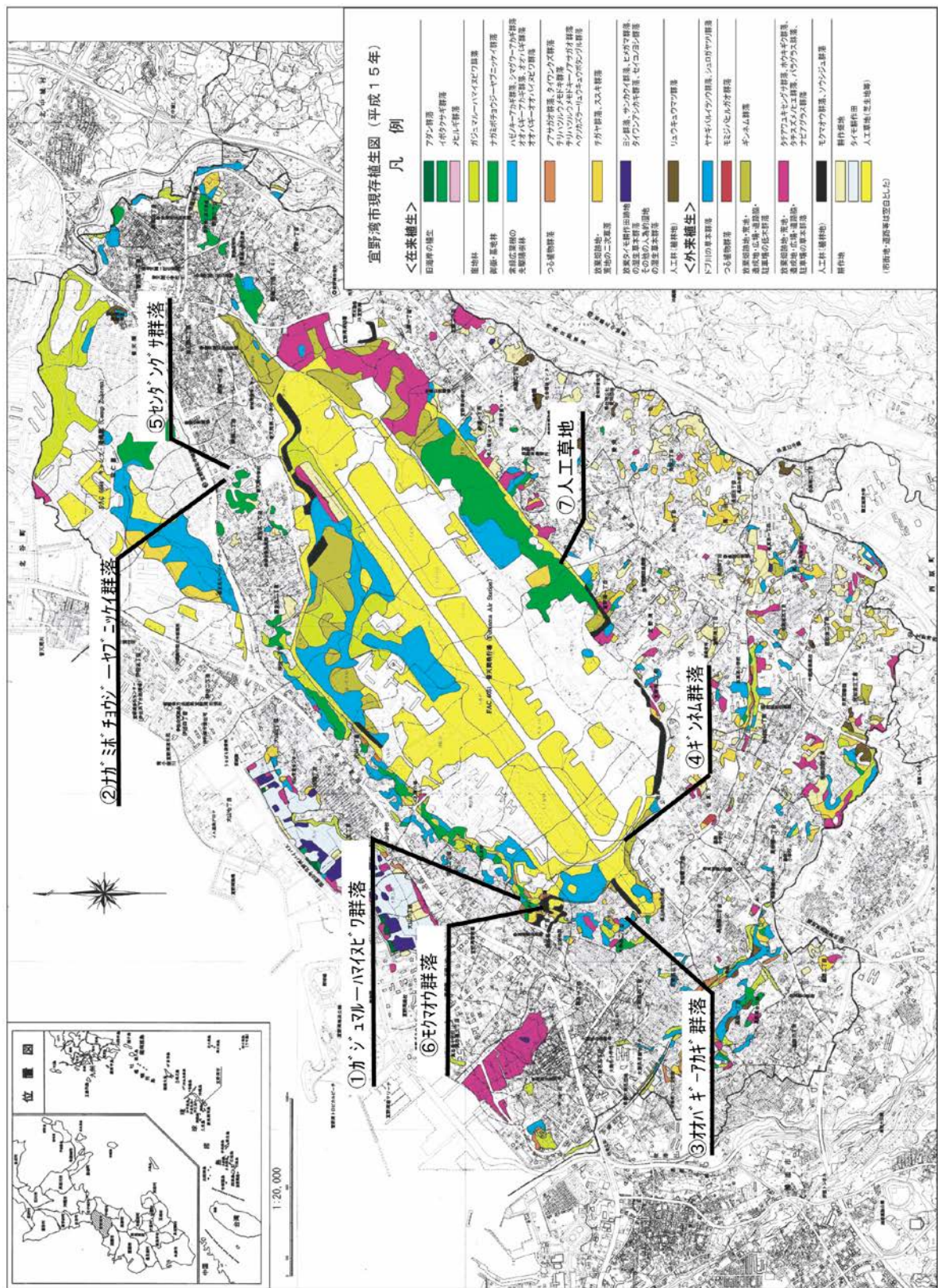


図 4-2-1 土壌動物調査地点

(4) 調査結果

1) 調査結果概要

本調査の結果確認された土壌胴部確認種一覧を表4-2-3に示す。また、秋季調査、冬季調査の結果を表4-2-4-1～2に示す。

本調査の結果、全地点で5門9綱31目70科100種が確認された。最も種数の多かったのはSt. 3のオオバギアアカギ群落（在来植生）で4門10綱19目45科48種（48%）、次いでSt. 1のガジュマルーハマイヌビワ群落で3門10綱21目42科43種（43%）、St. 4のギンネム群落で4門11綱22目39科42種（42%）、St. 2のナガミボチョウジーヤブニッケイ群落の4門11綱19目38科41種（41%）であった。これに対し、最も種数が少なかったのはSt. 7の人工草地で4門10綱16目20科29種（29%）であった。

全地点で確認された種は節足動物門クモ綱ダニ目イトノコダニ科、トゲダニ亜目、節足動物門軟甲綱ヨコエビ目ハマトビムシ科ヒメハマトビムシ属の一種、軟甲綱ワラジムシ目コシビロダンゴムシ科、昆虫綱ハエ目ミズアブ科、軟体動物門マキガイ綱ヤマタニシ科オキナワヤマタニシ、環形動物門ミミズ綱イトミミズ目ヒメミミズ科の7種類であった。植生自然度の最も高いSt. 1の土壌動物の種数は4番目（7地点中）に多かった。

全地点の合計個体数が比較的多かったのはヒメハマトビムシ属の一種が8,992個体/m²、イトノコダニ科が8,348個体/m²、ミズアブ科で5,108個体/m²であった。

ヒメハマトビムシ属の一種、およびイトノコダニ科は、全地点で共通して確認され、さらに個体数が8,000個体/m²を上回った。

全地点中1地点でのみしか確認されていない種は36種であった。

確認された種のうち、注目すべき種は確認されなかったものの、St. 2の秋季、冬季、St. 5の冬季、St. 6の冬季に確認された節足動物門クモ綱クモ目トタテグモ科キノボリトタテグモ属の一種は、環境省で準絶滅危惧種に指定されているキノボリトタテグモの可能性が高いが、幼体であったことから種までの同定には至らなかった。

表4-2-3 土壌層動物確認一覧

No.	門和名	綱和名	目和名	科和名	種和名	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	合計	
1	節足動物	クモ綱	ダニ目	—	ケダニ亜目		112	24	24				160	
2				—	トゲダニ亜目*	28	168	204	28	8	20	12	468	
3				イレコダニ科	イレコダニ科	44	36		16			4	100	
4				タテイレコダニ科	タテイレコダニ属の一種	128	24	108	76	12		8	356	
5				ヘソイレコダニ科	ヘソイレコダニ科				4				4	
6				オニダニ科	オニダニ科		408						408	
7				ウズタカダニ科	ウズタカダニ科	84	4			2468	28	8	2592	
8				ジュズダニ科	ジュズダニ科			4					4	
9				イトノコダニ科	イトノコダニ科	612	92	3636	3140	460	176	232	8348	
10				イカダニ科	イカダニ科	32		12					44	
11				シダレコソデダニ科	シダレコソデダニ科	68		4					72	
12				コソデダニ科	コソデダニ科			4	60				64	
13				フリソデダニモドキ科	フリソデダニモドキ科	8	24	20		12			64	
14				—	コナダニ亜目	688	172	12	248				1120	
15			クモ目	トタテグモ科	キノボリトタテグモ属の一種			8		4	4		16	
16				タナグモ科	タナグモ科の一種						8		8	
17				ウエムラグモ科	オトヒメグモ属の一種			4					4	
18				フクログモ科	フクログモ科の一種			4					4	
19				ワシグモ科	ワシグモ科の一種				16				16	
20				アワセグモ科	アワセグモ属の一種			4					4	
21				ハエトリグモ科	ハエトリグモ科	8			4	4			16	
22				カニムシ目	—	カニムシ目	36		12	12			60	
23		軟甲綱	ヨコエビ目	ハマトビムシ科	ヒメハマトビムシ属の一種	108	1384	4436	2648	204	156	56	8992	
24			ワラジムシ目	ナガワラジムシ科	ナガワラジムシ科	120		200	336	12		24	692	
25				オカダンゴムシ科	オカダンゴムシ	8				4	44		56	
26				コシビロダンゴムシ科	コシビロダンゴムシ科	112	16	1448	1800	28	84	40	3528	
27		ヤスデ	リュウキュウフサヤスデ科	リュウキュウフサヤスデ属				12					12	
28			タマヤスデ目	—	タマヤスデ目	12							12	
29			ヒキツリヤスデ目	ヒモヤスデ科	リュウキュウヤハズヤスデ属			12					12	
30			ヒメヤスデ目	ヒメヤスデ科	ヒメヤスデ科		8	4		152	68	8	240	
31			オビヤスデ目	ヤケヤスデ科	ヤンバルトサカヤスデ		8				24		32	
32				ヤケヤスデ科	ヤケヤスデ科	100	276	80	20		4	16	496	
33				ハガヤスデ科	ハガヤスデ科			8		4			12	
34		ムカデ	ナガズジムカデ目	—	ナガズジムカデ目			4					4	
35			オオムカデ	メナシムカデ科	メナシムカデ科		12		16		4		32	
36			ジムカデ目	—	ジムカデ目	4	4				8		16	
37			—	—	コムカデ綱				4				4	
38		昆虫綱	トビムシ目	トゲトビムシ科	トゲトビムシ科							4		4
39				マルトビムシ科	マルトビムシ科	16		16		4				36
40				—	アヤトビムシ上科	72	32	12			16		132	
41				—	トビムシ目	248	3856	1000		4			5108	
42				ハサミコムシ科	ハサミコムシ属の一種		8						4	12
43			ゴキブリ目	オガサワラゴキブリ科	オガサワラゴキブリ	4		12	28			4	48	
44				チャバネゴキブリ科	リュウキュウモリゴキブリ	4							4	
45				—	チャバネゴキブリ科						4		4	
46			シロアリ目	ミゾガシラシロアリ科	ヤマトシロアリ				40				40	
47			ハサミムシ目	マルムネハサミムシ科	コヒゲジロハサミムシ	8					4		12	
48				デブクロハサミムシ科	スジハサミムシ				28		24		52	
49			バッタ目	カネタタキ科	カネタタキ	4			4				8	
50			アザミウマ目	—	アザミウマ目	4	20					4	28	
51			カメムシ目	サシガメ科	サシガメ科の一種		4		16	4	4		28	
52				ナガカメムシ科	ナガカメムシ科			4			140	8	152	
53				ツチカメムシ科	ツチカメムシ	4		8		4			16	
54				カメムシ科	マルシラホシカメムシ					4			4	
55			チョウ目	メイガ科	トサカフトメイガ		32					4		36
56				シャクガ科	シャクガ科の一種						4			4
57			ハエ目	ユスリカ科	ユスリカ科	24	440	4			4	44	516	
58				ミズアブ科	ミズアブ科の一種	32	88	20	16	4	4	8	172	
59				ショウジョウバエ科	ショウジョウバエ科の一種		8		8		28		44	
60				ミバエ科	ミバエ科の一種					4			4	
61				—	ハエ目数種	52	16	4			4	16	92	
62			コウチュウ目	シテムシ科	シテムシ科の一種				8					8
63				ハネカクシ科	キウスバハネカクシ			40			4	4	48	
64					クロズトガリハネカクシ	4	4	28	16		4		56	
65					Megarathrus sp.				4				4	
66					スソアカコガシラハネカクシ		48						48	
67				アリヅカムシ	アリヅカムシ科			8			8		16	
68				アツバコガネ科	フチトリアツバコガネ			8					8	
69				コガネムシ科	Onthophagus sp.1			4			4		8	
70				コメツキムシ科	コメツキムシ科の一種		36				4	4	44	
71				ミジンムシダマシ科	ミジンムシダマシ科の一種	4	32						36	
72				テントウムシダマシ科	コゲチャムクゲテントウダマシ	364		4		4	16	4	392	
73				ハナノミ科	ハナノミ科								4	4
74				ヒゲナガゾウムシ科	ヒゲナガゾウムシ科					4				4
75				ゾウムシ科	ゾウムシ科の一種1	8	4		4					16
76				ゾウムシ科の一種2			4		4			8	4	20
77				ナガキクイムシ科	ナガキクイムシ科の一種							28		28
78				ククイムシ科	ククイムシ科		4							4
79				—	コウチュウ目数種				8	16				24
80			ハチ目	アリ科	ヒメサスライアリ属の一種			8			8	36	52	
81					アシナガキアリ		4			4				8
82					キイロハダカアリ			8						8
83					ハリアリ属の一種				112					112
84					カドフシアリ属の一種	4				4				8
85					オオハリアリ	68	164	84	92	4	8			420
86					ツシマハリアリ	32								32
87					オオズアリ属の一種					4				4
88					アミメアリ		4		4	4			4	16
89					カギバラアリ属の一種	4								4
90					ウロコアリ属の一種						4			4
91					トフシアリ属の一種			24						24
92					シワアリ属の一種			8	8	16	4	4		40
93	扁形動物	ウズムシ	ウズムシ目	ゲオブラナ科	ゲオブラナ科の一種		4		4			8		
94	袋形動物	線虫	—	—	線虫綱の一種							28	28	
95	軟体動物	マキガイ	ニナ目	ヤマタニシ科	オキナワヤマタニシ	136	88	104	80	44	4	4	460	
96			マイマイ目	オカクチキレガイ科	オカチョウジガイ属の一種	4	16	4	16	4			44	
97				ベッコウマイマイ科	ベッコウマイマイ科の一種	4		12	24				40	
98				オナジマイマイ科	オキナワウスカフマイマイ		4		4	12			20	
99	環形動物門	ミミズ	ナガミミズ目	—	ナガミミズ目の一種	56		12	100	8	16	28	220	
100			イトミミズ目	ヒメミミズ科	ヒメミミズ	892	36	504	1072	36	208	344	3092	
合計 5門9綱31目70科100種					門	3	4	4	4	3	3	4	—	
					綱	10	11	10	11	9	10	10		
					目	21	19	19	22	16	19	16		
					科	42	38	45	39	31	31	20		
					種	43	41	48	42	36	39	29		
					個体数	4252	7704	12192	10164	3572	1192	964		

注：太枠内の数字は個体数を示す。個体数／㎡

表4-2-4(1) 土壌動物確認種一覧(秋季)

No.	門和名		目和名	科和名	種和名	St.1		St.2		St.3		St.4		St.5		St.6		St.7	
						ガジュマルーハマイヌビワ群落		ナガミボチョウジーヤブニッケイ群落		オオバギ-アカギ群落		ギンネム群落		センダングサ群落		モクマオウ群落		人工草地	
						落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層
1	節足動物門	クモ綱	ダニ目	—	ケダニ亜目		4	16	8			8							
2				—	トゲダニ亜目*		12	4	4						4		4		
3				タテイレコダニ科	タテイレコダニ属の一種			4	16	4	4	44							
4				ヘソイレコダニ科	ヘソイレコダニ科							4							
5				ウズタカダニ科	ウズタカダニ科									4					
6				ジュズダニ科	ジュズダニ科				4										
7				イトノコダニ科	イトノコダニ科	12	52	592	2672	60	400	1168		20	72	4	72	4	120
8				コソデダニ科	コソデダニ科			4											
9			クモ目	トタテグモ科	キノボリトタテグモ属の一種			4											
10				タナグモ科	タナグモ科の一種											8			
11				ウエムラグモ科	オトヒメグモ属の一種			4											
12				フクログモ科	フクログモ科の一種			4											
13				ワシグモ科	ワシグモ科の一種								16						
14				アワセグモ科	アワセグモ属の一種				4										
15			カニムシ目	—	カニムシ目			8				4							
16		軟甲綱	ヨコエビ目	ハマトビムシ科	ヒメハマトビムシ属の一種			592	1288			1176	80	12		32	12	32	
17			ワラジムシ目	ナガワラジムシ科	ナガワラジムシ科			180	20			260	28						
18				オカダンゴムシ科	オカダンゴムシ						8					44			
19				コシビロダンゴムシ科	コシビロダンゴムシ科		12	420	412	8		1424	148	12		12		20	
20		ヤスデ綱	タマヤスデ目	—	タマヤスデ目					4	4								
21			ヒメヤスデ目	ヒメヤスデ科	ヒメヤスデ科									20	100	20	28	4	
22			オビヤスデ目	ヤケヤスデ科	ヤンバルトサカヤスデ	8										24			
23					ヤケヤスデ科			4		24									
24				ハガヤスデ科	ハガヤスデ科				8										
25		ムカデ綱	オオムカデ目	メナシムカデ科	メナシムカデ科							4					4		
26			ジムカデ目	—	ジムカデ目		4										4		
27		昆虫綱	—	—	コムカデ綱							4							
28			トビムシ目	トゲトビムシ科	トゲトビムシ科												4		
29				—	トビムシ目			28											
30			コムシ目	ハサミコムシ科	ハサミコムシ属の一種													4	
31			ゴキブリ目	オガサワラゴキブリ科	オガサワラゴキブリ				8				4						4
32			シロアリ目	ミゾガシラシロアリ科	ヤマトシロアリ							40							
33			ハサミムシ目	テブクロハサミムシ科	スジハサミムシ							16	12			20	4		
34			バッタ目	カネタタキ科	カネタタキ					4		4							
35			カメムシ目	サシガメ科	サシガメ科の一種	4						16				4			
36				ツチカメムシ科	ツチカメムシ			8			4				4				
37			チョウ目	メイガ科	トサカフトメイガ	12	16												
38			ハエ目	シャクガ科	シャクガ科の一種									4					
39				ミズアブ科	ミズアブ科の一種	12	4	4	12	16	16	12					4		
40				ショウジョウバエ科	ショウジョウバエ科の一種		4										4		
41				ミバエ科	ミバエ科の一種									4					
42				—	ハエ目数種						16							4	
43			コウチュウ目	ハネカクシ科	キウスバハネカクシ														4
44					クロストガリハネカクシ			4	16		4	12				4			
45					Megarathrus sp.							4							
46					スソアカコガシラハネカクシ	12	36												
47				アリヅカムシ科	アリヅカムシ科				4							8			
48				コガネムシ科	Onthophagus sp.1			4									4		
49				コメツキムシ科	コメツキムシ科の一種		24												
50				ミジンムシダマシ科	ミジンムシダマシ科の一種					4									
51				テントウムシダマシ科	コゲチャムクゲテントウダマシ					68	112				4		16		
52				ゾウムシ科	ゾウムシ科の一種1		4			4	4								
53					ゾウムシ科の一種2	4													
54				ナガキクイムシ科	ナガキクイムシ科の一種											20	8		
55			ハチ目	アリ科	ヒメサスライアリ属の一種											4			
56					アシナガキアリ	4						16		4					
57					キイロハダカアリ			8											
58					カドフシアリ属の一種						4								
59					オオハリアリ	4	140	12	8	28	40	36	36			4	4		
60					アミメアリ	4						4							
61					シワアリ属の一種				4					4					
62	袋形動物	線虫綱	—	—	線虫綱の一種														28
63	軟体動物	マキガイ綱	ニナ目	ヤマタニシ科	オキナワヤマタニシ	72		52	12	56	12	44	20	20	12	4			4
64			マイマイ目	オナジマイマイ科	オキナワウスカワマイマイ	4							4	12					
65	環形動物門	ミミズ綱	ナガミミズ目	—	ナガミミズ目の一種				12		24	20				12			20
66			イトミミズ目	ヒメミミズ科	ヒメミミズ		16	16	332	8	412	152	52	4	8		44		
合計 4門8綱27目56科66種					門	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1
					綱	4	5	6	6	6	6	5	5	6	5	6	6	7	2
					目	9	12	13	11	11	10	16	9	10	6	13	10	9	3
					科	10	13	21	18	14	14	20	10	11	7	16	14	9	3
					種	12	13	22	19	14	15	22	10	12	7	17	14	9	3
					合計	3門7綱11目17科20種		3門6綱14目26科27種		3門6綱12目17科18種		3門7綱17目22科24種		3門6綱11目14科14種		3門7綱17目23科24種		3門6綱10目10科10種	

表4-2-4(2) 土壌動物確認種一覧(冬季)

No.	門和名	綱和名	目和名	科和名	種和名	St.1		St.2		St.3		St.4		St.5		St.6		St.7			
						ガジュマルーハマイヌビワ群落		ナガミボチョウジーヤブニッケイ群落		オオバギーアカギ群落		ギンネム群落		センダングサ群落		モクマオウ群落		人工草地			
						落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層	落葉層	土壌層
1	節足動物門	クモ綱	ダニ目	—	ケダニ亜目			108				16									
2				—	トゲダニ亜目*	16	12	152	4	108	88	28		4		4	12	12			
3				イレコダニ科	イレコダニ科	16	28	36				16							4		
4				タテイレコダニ科	タテイレコダニ属の一種	28	92	24		44	44	28	4	12					4	4	
5				オニダニ科	オニダニ科			408													
6				ウズタカダニ科	ウズタカダニ科	44	40	4						2456	8	28		4	4		
7				イトノコダニ科	イトノコダニ科	60	92	4	24	192	180	168	1804	248	120	20	80	32	76		
8				イカダニ科	イカダニ科	4	28			4	8										
9				シダレコンデダニ科	シダレコンデダニ科		68			4											
10				コソデダニ科	コソデダニ科							60									
11				フリソデダニモドキ科	フリソデダニモドキ科		8	24		4	16			12							
12				—	コナダニ亜目	340	348	168	4	4	8	248									
13			クモ目	トタテグモ科	キノボリトタテグモ属の一種					4					4		4				
14				ハエトリグモ科		8						4		4							
15				カニムシ目	カニムシ目	4	32			4		8									
16		軟甲綱	ヨコエビ目	ハマトビムシ科	ハマトビムシ属の一種	92	16	348	1036	2064	492	416	976	44	148	92	20	16	8		
17			ワラジムシ目	ナガワラジムシ科	ナガワラジムシ科	120							48	8	4			24			
18				オカダンゴムシ科	オカダンゴムシ									4							
19				コシビロダンゴムシ科	コシビロダンゴムシ科	104			4	328	288	52	176	12	4	36	36		20		
20		ヤスデ綱	フサヤスデ目	リュウキュウフサヤスデ科	リュウキュウフサヤスデ属							12									
21			タマヤスデ目	—	タマヤスデ目		4														
22			ヒキツリヤスデ目	ヒモヤスデ科	リュウキュウヤハズヤスデ属						12										
23			ヒメヤスデ目	ヒメヤスデ科	ヒメヤスデ科			4	4	4				12	20	8	12		4		
24			オビヤスデ目	ヤケヤスデ科	ヤケヤスデ科	20	56	100	176	72	4	4	16				4		16		
25				ハガヤスデ科	ハガヤスデ科										4						
26		ムカデ綱	ナガズジムカデ目	—	ナガズジムカデ目						4										
27			オオムカデ	メナシムカデ科	メナシムカデ科				12				12								
28			ジムカデ目	—	ジムカデ目	4											4				
29		昆虫綱	トビムシ目	マルトビムシ科	マルトビムシ科	16				16				4							
30				—	アヤトビムシ上科	68	4	32		8	4					16					
31				—	トビムシ目	80	168	3828	28	152	820			4							
32			コムシ目	ハサミコムシ科	ハサミコムシ属の一種				8												
33			ゴキブリ目	オガサウラゴキブリ科	オガサウラゴキブリ	4				4			24								
34				チャバネゴキブリ科	リュウキュウモリゴキブリ	4															
35					チャバネゴキブリ科											4					
36			ハサミムシ目	マルムネハサミムシ科	コヒゲジロハサミムシ	8											4				
37			アザミウマ目	—	アザミウマ目		4	20										4			
38			カメムシ目	サシガメ科	サシガメ科の一種									4							
39				ナガカメムシ科	ナガカメムシ科					4						52	88	4	4		
40				カメムシ科	マルシラホシカメムシ										4						
41			チョウ目	メイガ科	トサカフトメイガ				4									4			
42			ハエ目	ユスリカ科	ユスリカ科	8	16	424	16	4								4	44		
43				ミズアブ科	ミズアブ科の一種			20	52		4		4		4			4	4		
44				ショウジョウバエ科	ショウジョウバエ科の一種			4					8				24				
45				—	ハエ目数種	12	24	8	8		4						4	4	8		
46			コウチュウ目	シデムシ科	シデムシ科の一種									8							
47				ハネカクシ科	キウスバハネカクシ							40					4				
48					クロストガリハネカクシ			4			8		4								
49				アリツカムシ	アリツカムシ科					4											
50				アツバコガネ科	フチトリアツバコガネ						8										
51				コメツキムシ科	コメツキムシ科の一種				12								4	4			
52				ミジンムシダマシ科	ミジンムシダマシ科の一種			32													
53				テントウムシダマシ科	コゲチャムクゲテントウダマシ		184			4									4		
54				ハナノミ科	ハナノミ科														4		
55				ヒゲナガゾウムシ科	ヒゲナガゾウムシ科										4						
56				ゾウムシ科	ゾウムシ科の一種1									4							
57					ゾウムシ科の一種2									4			4	4		4	
58				キクイムシ科	キクイムシ科				4												
59				—	コウチュウ目数種								4	4	16						
60			ハチ目	アリ科	ヒメサスライアリ属の一種						8							4		36	
61					ハリアリ属の一種									112							
62					カドフシアリ属の一種											4					
63					オオハリアリ					20	28	36	20		4						
64					ツシマハリアリ	16	16														
65					オオズアリ属の一種											4					
66					アミメアリ											4				4	
67					カギバラアリ属の一種		4														
68					ウロコアリ属の一種											4					
69					トフシアリ属の一種							24									
70						シワアリ属の一種					4		8		12			4		4	
71		扁形動物	ウズムシ綱	ウズムシ目	ゲオプラナ科	ゲオプラナ科の一種			4				4								
72		軟体動物	マキガイ綱	ニナ目	ヤマタニシ科	オキナワヤマタニシ	56	12	16		4	36		16		12					
73				マイマイ目	オカクチキレガイ科	オカチョウジガイ属の一種	4		16		4			12	4	4					
74					ベッコウマイマイ科	ベッコウマイマイ科の一種	4				12		8	16							
75		環形動物門	ミミズ綱	ナガミミズ目	—	ナガミミズ目の一種	4	20					80		8		4	4	4		
76				イトミミズ目	ヒメミミズ科	ヒメミミズ	136	336	4	16	76	80	48	820		24	120	44	244	100	
合計 4門8綱28目64科76種					門	3	3	4	2	3	3	4	3	1	3	2	2	2	2		
					綱	7	6	7	6	6	7	7	7	4	6	5	6	4	5		
					目	16	13	12	13	16	12	12	13	8	14	11	14	10	11		
					科	28	23	23	17	25	19	19	20	15	17	13	18	16	15		
					種	28	24	25	18	26	24	20	21	19	17	13	19	17	16		
					合計		3門7綱19目33科34種		4門7綱17目31科32種		3門7綱18目31科36種		3門7綱17目29科32種		3門6綱15目25科30種		2門6綱17目22科24種		2門5綱12目21科24種		

1) 調査地点別調査結果

a) ガジュマルーハマイヌビワ群落

調査位置は、普天間飛行場の南西に位置し、森川公園内の斜面に位置する。群落の面積は比較的広い。

群落構造は亜高木群落の3層であり、ガジュマルが優占するが、樹冠は開けており、明るい環境となっている。



写真 4-2-2 調査地点外観



写真 4-2-3 落葉層



写真 4-2-4 土壌層

落葉は厚さ 1 cm 程度で堆積しており、土壌は柔らかいが、ガジュマルの根が張り巡らされている。

本調査地点は秋季調査及び冬季調査により合計3門10綱21目42科43種が確認され、確認された種数は全地点中、2番目に多かった。

本地点で個体数の最も多かったのは環形動物門ミミズ綱ヒメミミズ科の892個体/ m^2 であった。次いで節足動物門クモ綱コナダニ亜目で688個体/ m^2 、イトノコダニ科の612個体/ m^2 であった。

全地点中、本地点のみで確認された種は節足動物門昆虫綱ハチ目アリ科ツシマハリアリ、カギバラアリ属の一種、ゴキブリ目チャバネゴキブリ科リュウキュウモリゴキブリ、節足動物門ヤスデ綱タマヤスデ目の4種であった。

【秋季調査】

秋季調査では落葉層で2門4綱9目10科12種、土壌層で2門5綱12目13科13種、合計3門7綱11目17科20種が確認され、全地点中4番目に多くの種数が確認された。

本地点で個体数の最も多かったのは節足動物門昆虫綱ハチ目アリ科オオハリアリで144個体/m²であった。次いでオキナワヤマタニシで72個体/m²であった。

【冬季調査】

冬季調査では落葉層で3門7綱16目28科28種、土壌層で3門6綱13目23科24種、合計3門7綱19目33科34種が確認された。

本地点で個体数の最も多かったのはコナダニ亜目で 688 個体/m²であった。次いでヒメミミズ科の 472 個体/m²であった。前者は落葉層と土壌層でほぼ同じ個体数で確認され、後者は土壌層で多く確認された。

b) ナガミボチョウジーヤブニッケイ群落

本地点は、普天間飛行場の北西に位置し、普天間中学校の北側に位置する。本群落周辺は墓地および、耕作地に取り囲まれている。群落の面積は比較的狭い。

群落構造は亜高木群落の3層構であり、ヤブニッケイが優先している。調査地点の樹幹は覆われており、林床は比較的湿度が保たれているが、林内に光が差し込み、明るい環境となっている。



写真 4-2-5 調査地点外観



写真 4-2-6 落葉層



写真 4-2-7 土壌層

落葉は厚さ1～2cmで堆積しており、土壌は柔らかい。

本調査地点は秋季調査及び冬季調査により合計4門11綱19目38科41種が確認され、確認された種数は全地点中4番目であった。

本地点で個体数の最も多かったのは節足動物門昆虫綱トビムシ目で3,856個体/m²であった。次いでヒメハマトビムシ属の一種で1,384個体/m²であった。確認された土壌動物の個体数は概して落葉層よりも土壌層で多く確認された。前者は表層、後者は土壌層でいずれも冬季調査で多く確認された。

全地点中、本地点のみで確認された種は節足動物門クモ綱ダニ目オニダニ科、昆虫綱コウチュウ目スソアカコガシラハネカクシ、コウチュウ目キクイムシ科の3種であった。

【秋季調査】

秋季調査では落葉層で3門6綱14目21科22種、土壌層で3門6綱11目17科17種、合計3門6綱14目26科27種が確認され、全地点中最も多く種数が確認された。

本地点で個体数の最も多かったのはイトノコダニ科で3,264個体/m²であった。次いでヒメハマトビムシ属の一種で1,880個体/m²、コシビロダンゴムシ科で832個体/m²であった。また、落葉層と比較して土壌層で多くの土壌動物が確認された。

【冬季調査】

冬季調査では落葉層で4門7綱12目23科25種、土壌層で2門6綱13目17科18種、合計4門7綱17目31科32種が確認された。

個体数の最も多かったのはトビムシ目の3,856個体/m²であった。次いで昆虫綱ハエ目ユスリカ科で440個体/m²であった。確認された土壌動物の個体数は概して土壌層よりも落葉層で多く確認された。

C) オオバギーアカギ群落

本地点は、普天間飛行場の南西に位置する。本群落周辺は墓地および、住宅に取り囲まれている。群落の面積は比較的狭い。

群落構造は亜高木群落の3層であり、群落を構成するアカギは、幹が細く、林内は比較的乾燥している。樹冠は開けており、明るい環境となっている。



写真 4-2-8 調査地点外観



写真 4-2-9 落葉層



写真 4-2-10 土壌層

落葉は厚さ1～2cmで堆積しており、土壌は柔らかい。

本調査地点は秋季調査及び冬季調査により合計4門10綱19目45科48種が確認され、確認された種数は全地点中、最も多かった。

本地点で個体数の最も多かったのはヒメハマトビムシ属の一種で4,436個体/m²であった。次いでイトノコダニ科で3,636個体/m²であった。確認された土壌動物の個体数は概して落葉層よりも土壌層で多く確認された。

全地点中、本地点のみで確認された種は節足動物門昆虫綱ハチ目アリ科トフシアリ属の一種、キイロハダカアリ等9種であった。

【秋季調査】

秋季調査では落葉層で3門6綱11目14科14種、土壌層で3門6綱10目14科15種、合計3門6綱12目17科18種が確認された。

個体数の最も多かったのはイトノコダニ科で460個体/m²であった。次いでヒメミミズ科で420個体/m²であった。確認された土壌動物の個体数は概して落葉層よりも土壌層で多く確認された。

【冬季調査】

冬季調査では落葉層で3門6綱16目25科26種、土壌層で3門7綱12目19科24種、合計3門7綱18目31科36種が確認された。

個体数の最も多かったのはヒメハマトビムシ属の一種で2,556個体/m²であった。次いでトビムシ目で972個体/m²であった。前者は落葉層で多く確認され、後者は土壌層で多く確認された。

d) ギンネム群落

調査位置は、普天間飛行場の南側に位置し、普天間飛行場のフェンスに隣接する。周辺はアパートの駐車場や保育園などの居住区域に取り囲まれている。群落の面積は比較的狭い。

群落構造は低木群落の2層であり、低木のギンネムが優占するほか、林床にはセンダングサが優占していた。また、林内には、ゴミが散乱しており、腐敗臭も確認された。



写真 4-2-11 調査地点外観



写真 4-2-12 落葉層



写真 4-2-13 土壌層

落葉は厚さ1cm弱で堆積しており、土壌は柔らかいが、やや乾燥している。

本調査地点は秋季調査及び冬季調査により合計4門11綱22目39科42種が確認され、確認された種数は全地点中、3番目に多かった。

本地点で個体数の最も多かったのはイトノコダニ科の3,140個体/㎡であった。次いでヒメハマトビムシ属の一種で2,648個体/㎡、コシビロダンゴム科の1,800個体/㎡、ヒメミズ科の1,072個体/㎡であった。

全地点中、本地点のみで確認された種は節足動物門昆虫綱ハチ目アリ科ハリアリ属の一種、シロアリ目ミゾガシラシロアリ科ヤマトシロアリ等の8種であった。

【秋季調査】

秋季調査では落葉層で3門7綱15目19科21種、土壌層で3門5綱8目10科10種、合計3門7綱17目22科24種が確認され、全地点中2番目に多くの種数が確認された。

本地点で個体数の最も多かったのはコシビロダンゴムシ科で1,576個体/m²であった。次いでヒメハマトビムシ属の一種で1,256個体/m²、イトノコダニ科で1,168個体/m²であった。

【冬季調査】

冬季調査では落葉層で4門7綱12目19科20種、土壌層で3門7綱13目20科21種、合計3門7綱17目29科32種が確認された。

本地点で個体数の最も多かったのはイトノコダニ科で1,972個体/m²であった。次いでヒメハマトビムシ属の一種で1,392個体/m²であった。いずれも土壌層で多く確認された。

e) センダングサ群落

本地点は、普天間飛行場の北西に位置し、普天間中学校の北側に位置する。普天間中学校に隣接し、周辺は墓地に取り囲まれている。群落構造は草本群落の単層であり、センダングサが優占している。群落の面積は比較的狭く明るい環境である。



写真 4-2-14 調査地点外観



写真 4-2-15 落葉層



写真 4-2-16 土壌層

落葉はほとんど堆積しておらず、土壌は柔らかいが、乾燥している。

本調査地点は秋季調査及び冬季調査により合計3門9綱16目31科36種が確認され、確認された種数は全地点中、5番目に多かった。

本地点で個体数の最も多かったのは節足動物門クモ綱ダニ目ウズタカダニ科の2,468個体/m²であった。次いでイトノコダニ科の460個体/m²であった。

全地点中、本地点のみで確認された種は節足動物門昆虫綱カメムシ目カメムシ科マルシラホシカメムシ、チョウ目シャクガ科等の6種であった。

【秋季調査】

秋季調査では落葉層で3門6綱9目11科11種、土壌層で3門5綱6目7科7種、合計3門6綱11目14科14種が確認され、全地点中2番目に種数が少なかった。

本地点で個体数の最も多かったのは節足動物門ヤスデ綱ヒメヤスデ目ヒメヤスデ科で120個体/m²であった。次いでイトノコダニ科で92個体/m²であった。

【冬季調査】

冬季調査では落葉層で1門4綱8目15科19種、土壌層で3門6綱14目17科17種、合計3門6綱15目25科30種が確認された。

個体数の最も多かったのはウズタカダニ科で2,464個体/m²であった。次いでイトノコダニ科で368個体/m²であった。いずれも土壌層で多く確認された。

f) モクマオウ群落

本地点は、普天間飛行場の南西に位置し、森川公園内に位置する。群落の面積は比較的狭い。

群落構造は高木層及び草本層の2層であり、林床にはモクマオウの落葉が顕著である。群落は帯状に広がり、明るい環境である。



写真 4-2-17 調査地点外観



写真 4-2-18 落葉層



写真 4-2-19 土壌層

落葉は厚さ1～2cmで堆積しており、土壌は柔らかく、やや乾燥している。

本調査地点は秋季調査及び冬季調査により合計3門10綱19目31科39種が確認され、確認された種数は全地点中、5番目に多かった。

本地点で個体数の最も多かったのはヒメミミズ科の208個体/m²であった。次いでイトノコダニ科の176個体/m²、ヒメハマトビムシ属の一種で348個体/m²であった。

全地点中、本地点のみで確認された種は節足動物門昆虫綱コウチュウ目ナガキクイムシ科、トビムシ目トゲトビムシ科、ゴキブリ目チャバネゴキブリ科リュウキュウモリゴキブリ、クモ綱タナグモ科の4種であった。

【秋季調査】

秋季調査では落葉層で3門6綱13目16科17種、土壌層で2門6綱11目14科14種、合計3門7綱17目23科24種が確認され、全地点中2番目に種数が多かった。

本地点で個体数の最も多かったのはイトノコダニ科で76個体/m²であった。次いでヒメヤスデ科で48個体/m²、節足動物門軟甲綱ワラジムシ目オカタンゴムシ科のオカタンゴムシ、およびヒメハマトビムシ属の一種、ヒメミミズ科がそれぞれ44個体/m²であった。

【冬季調査】

落葉層で2門5綱11目13科13種、土壌層で2門6綱14目18科19種、合計2門6綱17目22科24種が確認された。

冬季調査で個体数の最も多かったのはヒメミミズ科の164個体/m²であった。次いで節足動物門昆虫綱カメムシ目ナガカメムシ科で140個体/m²であった。

g) 人工草地

本地点は、普天間飛行場の東側に位置し、飛行場のフェンス沿いの芝地であり、フェンスの東側は住宅地が広がる。群落の面積は比較的広く、基地内にも広く広がっている。

群落構造は単層で、周辺には樹木などはなく、明るい環境である。



写真 4-2-20 調査地点外観



写真 4-2-21 落葉層



写真 4-2-22 土壌層

落葉はほとんど堆積しておらず、土壌は柔らかくやや乾燥している。

本調査地点は秋季調査及び冬季調査により合計4門10綱16目20科29種が確認され、確認された種数は全地点中、最も少なかった。

本地点で個体数の最も多かったのはヒメミミズ科の344個体/m²であった。次いでイトノコダニ科の232個体/m²であった。

全地点中、本地点のみで確認された種は袋形動物門線虫綱、節足動物門昆虫綱コウチュウ目ハナノミ科の2種であった。

【秋季調査】

本調査地点は落葉層で3門6綱8目8科8種、土壌層で1門2綱3目3科3種、合計3門6綱10目10科10種が確認され、全地点中最もに種数が低かった。

本地点で個体数の最も多かったのはイトノコダニ科で124個体/m²であった。次いでヒメハマトビムシ属の一種が32個体/m²であった。

【冬季調査】

落葉層で2門4綱10目16科17種、土壌層で2門5綱11目15科16種、合計2門5綱12目21科24種が確認された。

冬季調査で個体数の最も多かったのはヒメミミズ科の344個体/m²であった。次いでイトノコダニ科の108個体/m²であった。

(5) まとめ

今年度の調査結果から概略的な考察を行い以下に示す。

1) 地点別調査結果

地点別調査結果概要を表4-2-5に示す。

表4-2-5 土壌動物調査地点結果概要

調査地点	群落名	在来・外来	種数	個体数	土壌硬度	落葉層	高い ↑ 自然度 ↓ 低い
St. 1	ガジユマル - ハマイヌビワ群落	在来	43	4,252	やや柔らかい	約1cm	
St. 2	ナガミボチョウジーヤブニッケイ群落	在来	41	7,404	やや柔らかい	1~2cm	
St. 3	オオバギアアカギ群落	在来	48	12,192	やや柔らかい	1~2cm	
St. 4	ギンネム群落	外来	42	10,164	柔らかい	1cm弱	
St. 5	センダングサ群落	外来	36	3,572	柔らかい	0~1cm	
St. 6	モクナリ群落	外来	39	1,192	やや柔らかい	1~2cm	
St. 7	人工草地	外来	29	964	やや柔らかい	0~1cm	

注：個体数は1㎡あたりの個体数

調査地点中、最も土壌動物の種類数が多かったのはSt. 3のオオバギアアカギ群落であった。2番目に多かったのはSt. 1のガジユマル - ハマイヌビワ群落で上記2群落はいずれも在来植生であった。3番目に多かったのはSt. 4のギンネム群落の42種で外来植生であった。

土壌動物の種数が最も多かったSt. 3のオオバギアアカギ群落は個体数も最も多い結果となった。また本地点は、在来植生の中では最も自然度が低いと考えられるが、上記のような結果となった要因の一つとして、他の在来植生の調査地点よりも比較的平坦な場所であり、落葉の堆積しやすい環境であると考えられる。これは、地表性であり、林床の落葉を餌とすることが知られているヒメハマトビムシ属の一種や、コシビロダンゴムシ科が3,000個体以上と多かったことから推察される。また、本地点は地表及び土中に生息するダニ目のうちイトノコダニ科の個体数も3,000個体以上が確認されていることから、表層および土壌の安定した場所であると推察される。

また、自然度の最も高いと考えられるSt. 1のガジユマル - ハマイヌビワ群落は2番目に多い種数であったが、個体数は4番目に多い結果となっている。これは本地点が斜面地であり、落葉の堆積しにくい環境となっていることが要因の一つと考えられる。また、土中に生息し落葉を餌とすることが知られているヒメミミズ科が最も多い個体数となっていることから、地表の落葉層よりも土壌層が安定していると推察される。

外来植生であるSt. 4のギンネム群落では、在来植生であるSt. 2のナガミボチョウジーヤブニッケイ群落よりも種数が多かった。本地点は個体数も2番目に多く確認されており、調査地点が平坦で落葉の堆積しやすい地形であることが大きな要因の一つと考えられる。

上記のSt. 3オオバギアアカギ群落同様、地表性で落葉を餌とするヒメハマトビムシ属の一種や、ワラジムシ目コシビロダンゴムシ科が1,000個体以上と多かったこと、土中に生息

するヒメミミズも1,000個体以上であったことから推察される。

これらの地点に対し、St. 7の人工草地は、種類数、個体数ともに最も低かった。本地点は、平坦な場所であり、地形的には土壤動物の生息には適していると考えられるが、本地点は周辺に樹木などがなく、普天間基地のフェンス沿いであることから、定期的に芝の刈り取りが行われ、落葉が堆積しにくいなどの要因が考えられる。このため、乾燥しやすく、土壤動物の餌となる落葉・落枝が少ない環境であるため土壤動物の生息が困難な環境と考えられることから上記のような結果となったと考えられる。

2) 樹林地と土壤動物の関係

本調査地点の多くは終戦後に自然回復してきた森林であると考えられている（宜野湾市、2003）。本調査地点のうち、樹林地の履歴が判明しているのは図4-2-2に示すように、St. 1のガジュマルーハマイヌビワ群落と、St. 6のモクマオウ群落で、戦後樹林地化した樹林地となっている（図4-2-2ではSt. 7も上記調査地点と同様に戦後樹林地化したことになっているが、調査地点が芝地であったことから除外した）。

土壤動物の種数が5番目に多かったSt. 6のモクマオウ群落は、戦後樹林地化した群落となっている。本地点は森川公園内に位置することから、定期的に清掃などが行われていると考えられる。定期的に整備されている地点においても全調査地点で確認された土壤動物の36%が確認されたことは注目に値する。

基地内の北西部、及び南端にみられるモクマオウ群落も、St. 6のモクマオウ群落とほぼ同様の環境となっていると考えられ、土壤動物の種数も多いことが予想される。

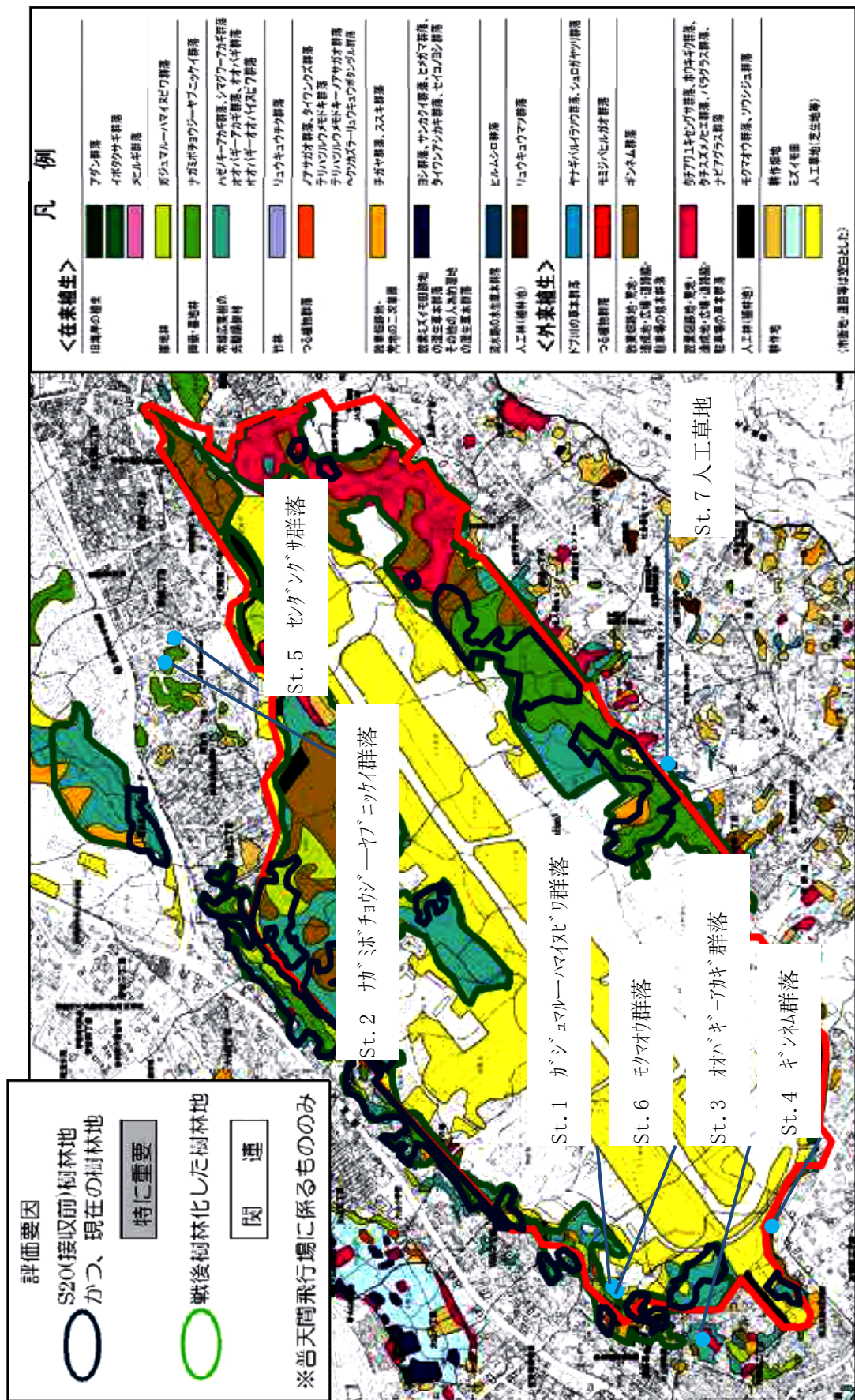


図4-2-2 普天間飛行場及び周辺緑地の履歴

第5章 洞穴調査

洞穴調査は、基地外からの入洞可能で、これまで環境調査が行われていない箇所を主体に実施し、跡地利用に係る保全活用の基礎資料に資する目的で行った。

5-1 文献・現状調査

5-1-1 調査箇所と調査日

洞穴調査は、チンガーガマNo.88 (A 地下水流域)、タキジョウガマNo.3 (E 地下水流域)、普天満宮洞穴No.10 (E 地下水流域)、古波蔵家井戸洞穴No.13 (E 地下水流域) の4箇所で実施した(図5-1-1)。

このうち普天満宮洞穴は、平成14年に調査が行われたが、その後10年が経過しており、貴重種を含む洞内環境の保存状態を確認した。

また、古波蔵家の井戸は約40年前、井戸掘削時に偶然発見され、ほぼ未踏査の洞穴で、全体像を示す洞穴図も作成されていないので、洞穴図の作成と水質・底質及び動物の現状を調査した。

調査は、表5-1-1の日程で行った。

表 5-1-1 現地調査実施日

調査箇所名		調査年月日
チンガーガマ		平成25年2月5日
タキジョウガマ		平成25年2月6日
普天満宮洞穴		平成25年2月7日
古波蔵家井戸洞穴	足場組立	平成25年1月17日
	入口拡張	平成25年1月18～22日
	簡易測量	平成25年1月23～25日
	調 査	平成25年2月14日

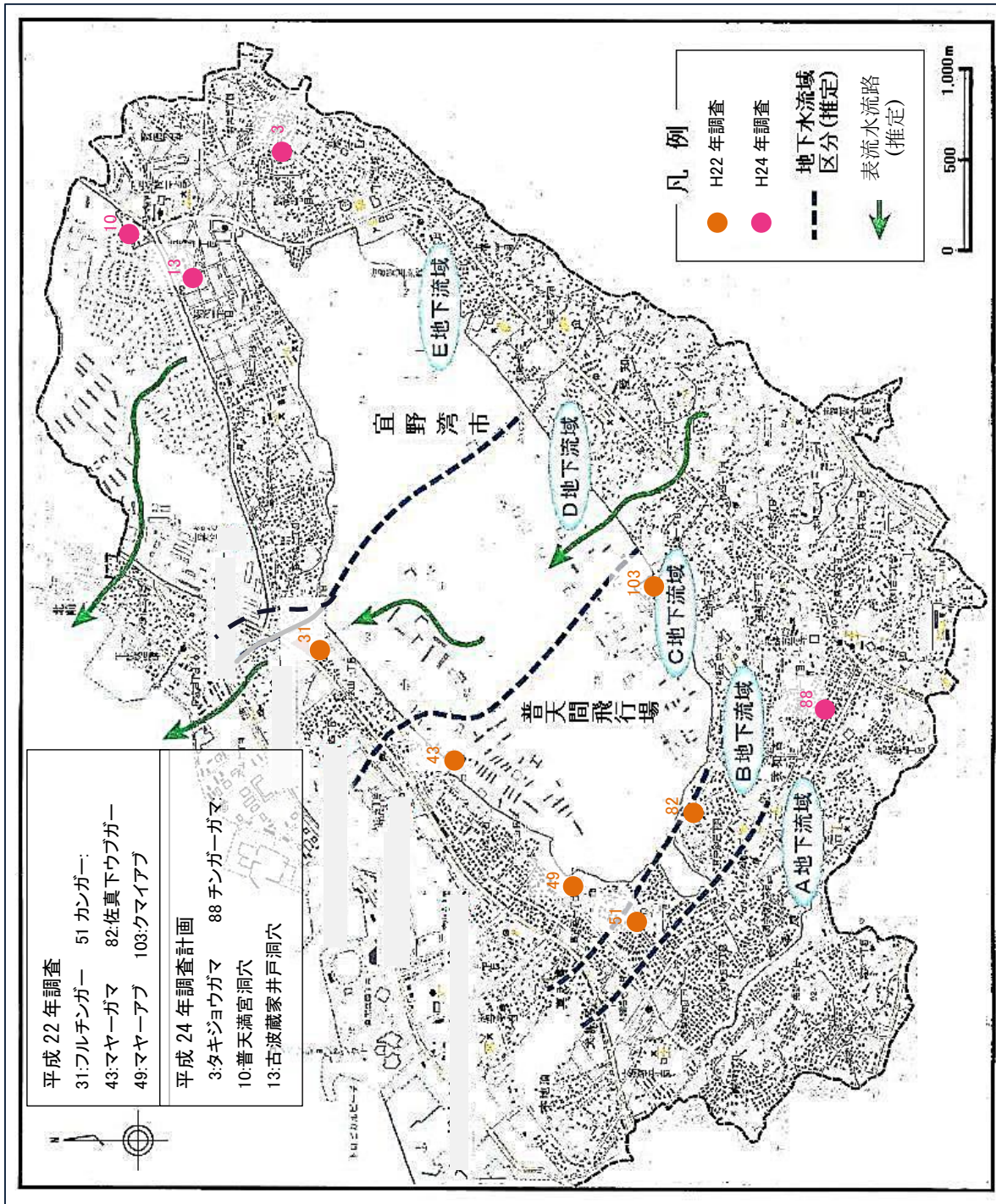


図 5-1-1 洞穴調査箇所図

5-1-2 調査内容と方法

平成 22 年度の洞穴調査では、普天間基地中心部に位置し、C 及び D 地下水系に属する、クマイアブ (103)、佐真下ウブガー (82)、マヤーアブ (49)、フルチンガー (31) の 4 箇所の鍾乳洞が調査された (市史の洞穴番号)。

この C 及び D 地下水系にはこの他にも、メーнкサガマ・アジミー・ケレンケレンガマ等多くの鍾乳洞が存在する。しかし、文献資料等からその洞口のほとんどが、普天間基地内に分布しており、現状では調査困難と考えられる。

そこで、今年度調査では、周辺の A 及び E 地下水系に分布する洞穴に対象を広げた。

文献より、洞穴の規模や洞穴図の有無、地下水系との関連性などから、以下の 8 つの洞穴を調査候補にあげ、新垣委員より入洞の可能性や洞穴の状況などについてお聞きした。

5-1-3 調査結果

各洞穴について、宜野湾市史第九巻資料 8 自然「宜野湾市の洞窟」より抜粋した文献調査に続いて、今回実施した現状調査の結果を示した。

(1) チンガーガマ・・・A 地下水系：No.88

1) 文献調査

我如古区公民館の南、約 300m に位置する松田家の井戸が洞口の一つである (* 現在では、呉屋家の井戸が入洞可能)。地上に続く井戸は 5 ヶ所確認されている。洞口は直径 0.8m、深さ 4.8m の井戸で、途中から横穴が開いて鍾乳洞へと続く。この洞穴は E~N50W 方向へ 250m、基盤の第三紀層と琉球石灰岩との不整合部に発達するものである。

洞穴の特徴は①洞幅が平均 3m、最も広い所で 7m、天井は 1~1.5m と低い扁平型で、形成年代が若い洞穴である。②洞内の井戸は洞口部から深さ 1.1~2m からしみ出した水溜りもあるが、水流はみられなかった。雨期には水の流れがあるようで、その痕跡が見られる。③鍾乳石はストロー・つらら石・石筍・フローストーン等が見られるものの発達は乏しい。④戦時中は防空壕として使用された。支洞は 7 ヶ所あり、いずれも人工洞である。

村の人に洞穴図と発達方向を確認したところ、洞穴はまだ奥へ続いているという。洞口は元々なかったが、井戸を掘った際に当洞穴に突当り、さらに掘り下げて緯度として使用した。戦時中、我如古ではこの洞穴以外にも井戸を掘り、途中横堀りをして防空壕に使用したといわれる。これは石灰岩が地上から 3m 内外の厚さで、その下は柔らかい粘土の第三紀層で掘りやすかったからである。

2) 現状調査

チンガーガマにおける調査地点及び洞内現状を図 5-1-2 に示した。

現在はアパート建築でパイルが 3 本打ち込まれている。さらに洞中央の東側支洞からは、排水が流れていた痕跡がある塩化ビニールパイプが砂袋の下からのぞいている。

洞穴は E~N50W 方向へ 250m 延び、洞内への入り口は洞穴の最東部から約 50m の地点で、呉屋家の井戸から入る。洞内の横穴は 2 か所が確認でき、入口から正面 (西側) へ 10m 弱の手掘りの横穴がみられ、戦時中の生活跡がみられる。また、最東部から約 30m の地点に西側へ延びる横穴は、現在でも庭の散水用の井戸として利用されている。洞内で確認された井戸

及び井戸跡は、入口を合わせると 3 か所である。洞内は防空壕として利用されていた痕跡が数か所で確認でき、衣類、炭跡などがみられる。現在では酒ビンなどの保管場所として利用している。

洞口は気温 21.7℃、湿度 98%、洞の最東部は気温 22.5℃、湿度 99%、洞の最北西部は気温 21℃、湿度 99%であった。

なお、洞穴は入口から最北西部へおよそ 100m 以上伸びているが、入口から約 30m の地点でマンションのパイルがみられ、それ以上先へは進入できない。

底質の採泥場所は 2 か所で、最北西部と最東部からおよそ 20m 離れた地点である。また、水は東部の井戸で採水を行った。

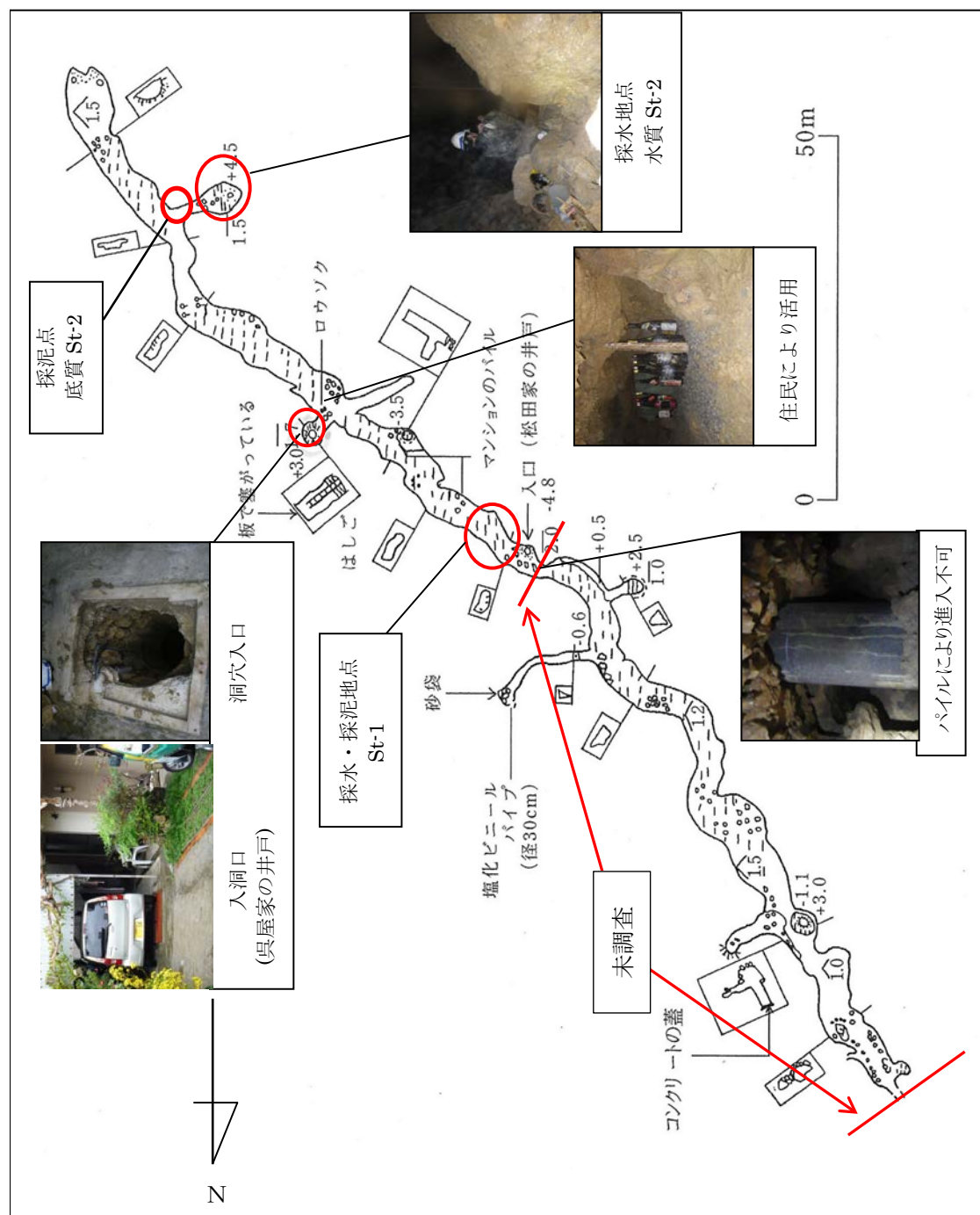


図 5-1-2 チンガーガマにおける調査地点及び洞内現状

宜野湾市史第九巻資料 8 自然「宜野湾市の洞窟」の平面図を利用

(2) タキジョウガマ・・E 地下水系 : No. 3

1) 文献調査

タキジョウガマは野嵩一区公民館の東側約 200mの所、中道の横に開口する鍾乳洞であった。ガマの長さは北西に約 100m伸びており、ミーガー（湧水名）まで続いている。図 5-1-3 に示すようにガマ入口は戦後、橋として石積されていたが、10 年程前（平成元年頃）に埋められ、現在は入道不可能である（ミーガー跡付近のマンホールより入洞可能）。

洞穴は琉球石灰岩とその基盤である第三紀層に形成されたものである。調査当時（1970 年代）、雨季には広い範囲から集水があり、排水管の役目をしていた。鍾乳石はつらら石・フローストーン・洞窟サンゴ・ストロー・ケイブパール等が見られた。

戦時中このガマに避難していた人々は多かった。ガマ内の生活は、入口から奥へ水が流れていたの、両壁側の広場（入口近く）でニクブク（敷物）等を敷き、人々は寄り添うようにして生活していた。

2) 現状調査

タキジョウガマにおける調査地点及び洞内現状を図 5-1-3 に示した。

ガマの長さは北西に約 100m伸びており、洞内への入り口はガマの最北端に当たるミーガー跡付近のマンホールから入洞した。

洞口は気温 25.0℃、湿度 79%、洞の最奥部は気温 25.7℃、湿度 99%であった。

なお、ガマは入口からおおよそ約 100m以上伸びているが、入口から約 15mの地点で地面から天井まで約 25 cmの高さとなり、それ以上先へは進入できなかった。「1970 年代の調査で、雨季には広い範囲から集水があり、排水管の役目をしていた。」とあるように、長い年月の間に上流から流れ着いた土砂が堆積したものと思われる。土砂は 45～90 cm程度の厚さで堆積している。また、上流から流れ着いたと思われる空き缶やライター、プラスチックの洗剤容器が散乱している。

底質の採集場所は 1 か所で、入口から約 15mの地点（最奥部）で採集した。ガマ内では水は流れておらず、水溜まりも見られないので、採水は行っていない。

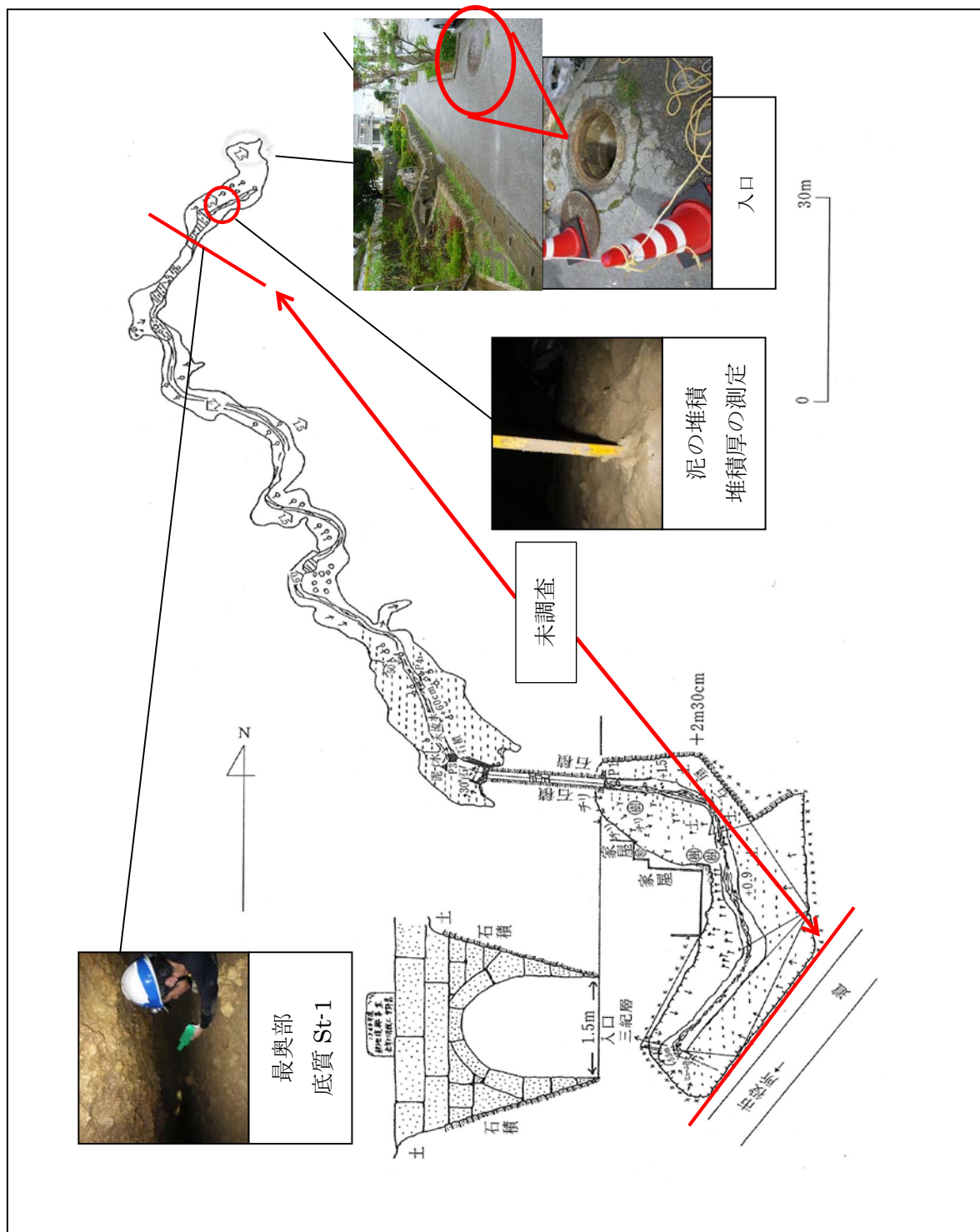


図 5-1-3 タキジョウガマの調査地点及び洞内現状

宜野湾市史第九巻資料 8 自然「宜野湾市の洞窟」の平面図を利用

(3) 普天満宮洞穴・・・E 地下水系：No.10

1) 文献調査

普天満宮内に位置する。開口部の海拔高度は約 70m である。洞口は 2 ヶ所あり、主洞口は石灰岩の崖中腹、他の一つは洞壁に開口している。後者は拝所の入口となり、そこから主洞口までの約 50m は照明が整備され、申し出によって観覧できる。

洞穴は全長 280m 以上あり、主洞の延長方向は E-W である。洞内には広場が 3 ヶ所あり、なかでも拝所付近が最も大きく、洞幅 15m、天井の高さは約 6m である。洞壁には明瞭なノッチ、あるいはノッチ状のへこみが異なる高さにあり、これらはそれぞれ上位洞、中位洞そして下位洞に対応している。上位洞は拝所側の洞口に出来たノッチから容易に推測でき、中位洞は主洞部に相当する。下位洞は洞口から 200m 入った広場から洞最奥にかけた部分に相当する。

洞床には厚い礫質粘土層が堆積している。とくに拝殿側から西側にかけて厚く(約 1.6m)、さらに洞穴中央部付近では、洞床より高さ約 1.2m の洞壁に鍾乳洞で包まれた鹿化石が付着しており、かつて化石を含む 3m 以上の厚い堆積層が洞内に広く分布していたことが推測できる。この堆積層は洞口側では洞床が一部整備されているが、洞奥は落石が多いために、その連続性など詳細は不明である。同口に近い洞内および主洞口付近の崖斜面からは、多量の鹿やリュウキュウムカシキョンなどの大型動物化石が発掘され、また洞口側には土器が散財し、遺跡となっている。

二次生成物は全般によく発達し、つらら石をはじめストロー・石筍・洞窟サンゴ・フローストーン・リムストーン・ケイブパール・中空状鍾乳石・アンソダイトなどの種類が観察できる。特に中空状鍾乳石は形と大きさで変化に富んだものが多く、洞奥広場の石筍や石柱群は、市内に分布する洞穴のなかでも他に比類のない発達状況を示し、景観的にも素晴らしい。

現在、洞内に水流は認められないが、洞奥では落石中を伏流する音があり、地下水面が下降していることが容易にわかる。なお、取水のために掘られた井戸跡が洞最奥にあり、地表までの高さは約 10m である。

本洞も市内の他の洞穴と同様、戦時中多くの人々が避難していたようで、鍾乳石類は折られ、当時を偲ばせる遺品が多数散乱している。洞窟中央部の 2.5×3m 程の“A ホール”と名付けた広場には、折られたつらら石の横断面に、新たに成長した無数のストロー(鍾乳管)が観察でき、今後、鍾乳石類の成長率を観察するのに最適な場所である。A ホールで 113 個のストローの長さとお口径を計測した結果、平均の長さは 20.7mm、口径 5.2mm であった。これらのつらら石が折られた時期は定かではないが、戦争で防空壕として避難した人々が折ったのはほぼ確かである。1984(昭和 59 年)年調査時、戦後 40 年を経過したと考えた場合、ストローの成長率はおおよそ 0.52mm/年となる。同様の計測は岳之佐久原第一洞窟(No. 34)においても実施したが、その値は 0.56~1mm/年であった。

2) 現状調査

普天満宮洞穴における調査地点及び洞内現状を図 5-1-4 に示した。

洞口は 2 ヶ所あり、洞の東にある入口は閉ざされている。洞内へは拝所の入口から入洞した。拝所の入り口から主洞口までの約 50m は照明が整備されている。洞穴は全長 280m 以上あり、洞内は文献調査時と同様の環境が維持されていると思われ、落盤などの大きな変化は見られなかった。洞の入口付近の広場から西に移動した広場（2 番目の広場）には古いグアノが堆積していた。さらに、西側へ移動し入口から数えて 3 番目の広場には比較的新しいグアノがみられた。洞の最奥部（最西端）にも古いグアノが堆積していた。

文献調査にもあるように、洞内に水流は認められない。なお、取水のために掘られた井戸跡が洞の最奥部にあり、地表までの高さは約 10m であるが、井戸内には水はみられない。所々に鍾乳石類は折られているが、洞内への立ち入りは管理されており、一般の立入りは容易ではないため、戦時中に折られたものであると思われる。

洞の最東端部は気温 22.5℃、湿度 99%、入口は気温 20.5℃、湿度 98%、最奥部（最西端）は気温 22.7℃、湿度 99%であった。底質は洞の最奥部の場所と入口の広場から数えて 3 番目の広場にて採泥を行った。なお水流や井戸内に水は見られなかったので、採水は行っていない。

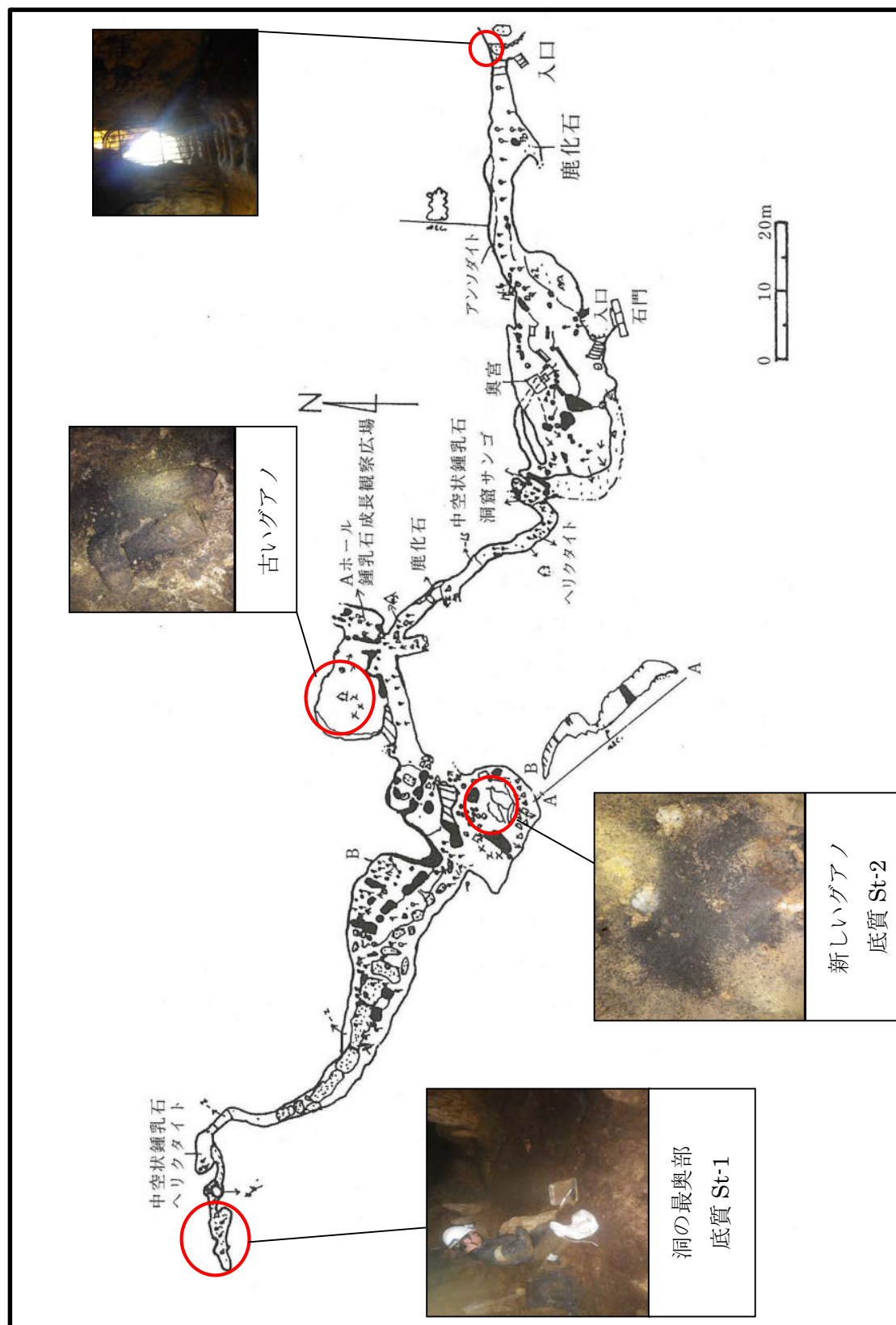


図 5-1-4 普天満宮洞穴における調査地点及び洞内現状

宜野湾市史第九巻資料 8 自然「宜野湾市の洞窟」の平面図を利用

(4) 古波蔵家の井戸内洞穴・・E 地下水系：No.13

1) 聞き取り調査

古波蔵家の井戸は普天間 2 丁目 29 番地の 3、古波蔵義夫さんの自宅兼自動車整備工場の一角にある。この洞窟は昭和 47 年頃、井戸の掘削中に深度 8m 付近で横穴が見つかり、この穴は鍾乳洞の洞壁につながっていた。鍾乳洞は東西方向に伸びており、当時中に入った古波蔵義夫氏の父信義さんの話では、西側に下るように延長 200m 程度まで続いていたとのこと。洞口は見つかっておらず、入口は現在この井戸だけである。井戸の深さは 20m 程度有り、井戸の底に貯まる地下水はポンプで組み上げて散水等に利用していた。現在ポンプが故障しており取り替える予定。水質は良好で温水時の水源として利用する目的で、市の水質検査が行われたこともあった。

2) 井戸内洞穴の事前調査

洞穴の状況について不明なため、まず聞き取りで得た井戸からの入口を確認するため事前調査を行った（調査日：11 月 14 日）。深度 8m 付近で横穴があるとの情報に基づき 8m のアルミ製梯子を設置して探索したが横穴を確認することができなかった為、さらに 7m のアルミ梯子を延長して探索したところ井戸上端より 11.4m のところで横穴を確認できた。横穴の大きさは幅約 1.1m、高さ約 0.5m あり、穴の両端が狭くなった三角形であり、約 1m 進んだところで高さが 25cm 程度に低くなっており細身でなければ通り抜けは困難である。井戸は上部がヒューム管の 3 段積となっており管下の栗石より下は石灰岩の岩盤をくり抜いて施工してある。横穴は岩盤上から約 8m 下にあり、聞き取りで得られた「深度 8m 付近で横穴」の証言と一致する。

洞内への抜け口は洞壁の下部に位置し、抜けると正面に発達したフローストーンがある。右に約 10m 進み狭くなった部分を抜ける（中腰）と、立って歩ける天井高となりさらに約 10m 進むと小規模のホールとなって中央に井戸痕がある。ホールは土砂が堆積しているが、端では土砂が高くつもっているがまだ先に進めそうである。一方、洞内への抜け口から左に進むと大き目のホールに出る。ホールの中央部は深くなっており対岸にさらに洞穴が続いていると思われる窪みもみられる。今回は入口の探索を目的としていたこと、抜け穴の大きさが小さいため洞内へは単独での入洞であったこと等から、ここまでの下見に留めた。また、本調査の実施前には抜け穴の拡張が必要になると考えられる（図 5-1-5）。

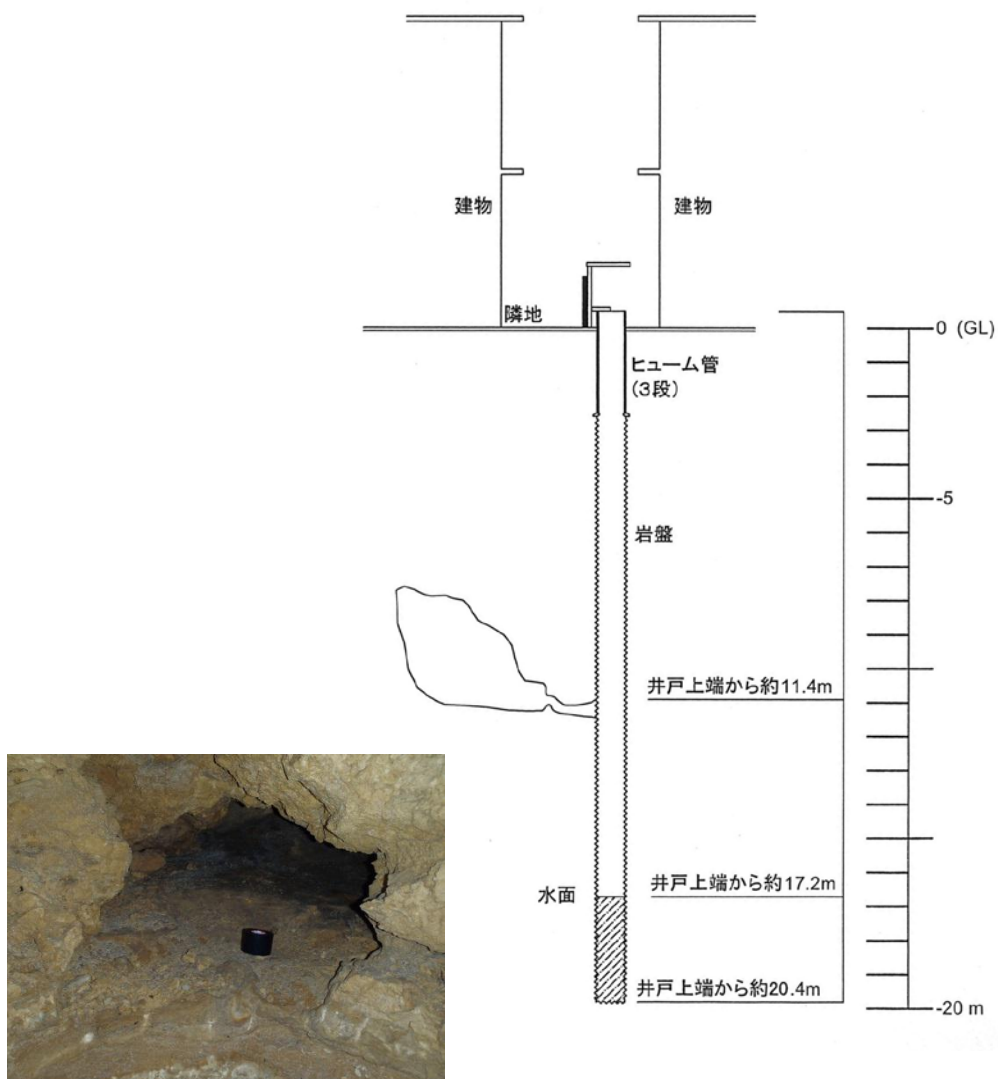


図 5-1-5 古波蔵家井戸内洞穴の断面と横穴の関係

3) 現状調査

古波蔵家洞穴図を作成するため、1月23～25日に簡易測量を行い、2月14日の本調査時に鍾乳洞の構造や二次生成物の発達状況などについて観察を実施した。観察結果に基づき、洞穴図（図5-1-6）を作成し、本洞穴の現況について取りまとめる。

古波蔵家の井戸は昭和47年頃、井戸掘削中に深度8m付近（標高53m）で横穴が見つかり、この横穴は鍾乳洞の洞壁につながっていた。井戸の深さは20mで、現在、地下水位は標高47m付近に観測される。現在、洞穴開口部はこの井戸のみで、他は未確認である。よって、入洞には昇降用の梯子設置や洞口付近への足場仮設が必要である。

洞穴は全長80m以上あり、延長方向はE-Wである。洞内には中央部に広場があり、洞幅13m、天井の高さは約6mである。その西側では規模の大きな天井部の落盤が生じて4m程度の段差が生じており、かつてこの広場は更に西側へ広がっていたものと推定される（図5-1-7）。

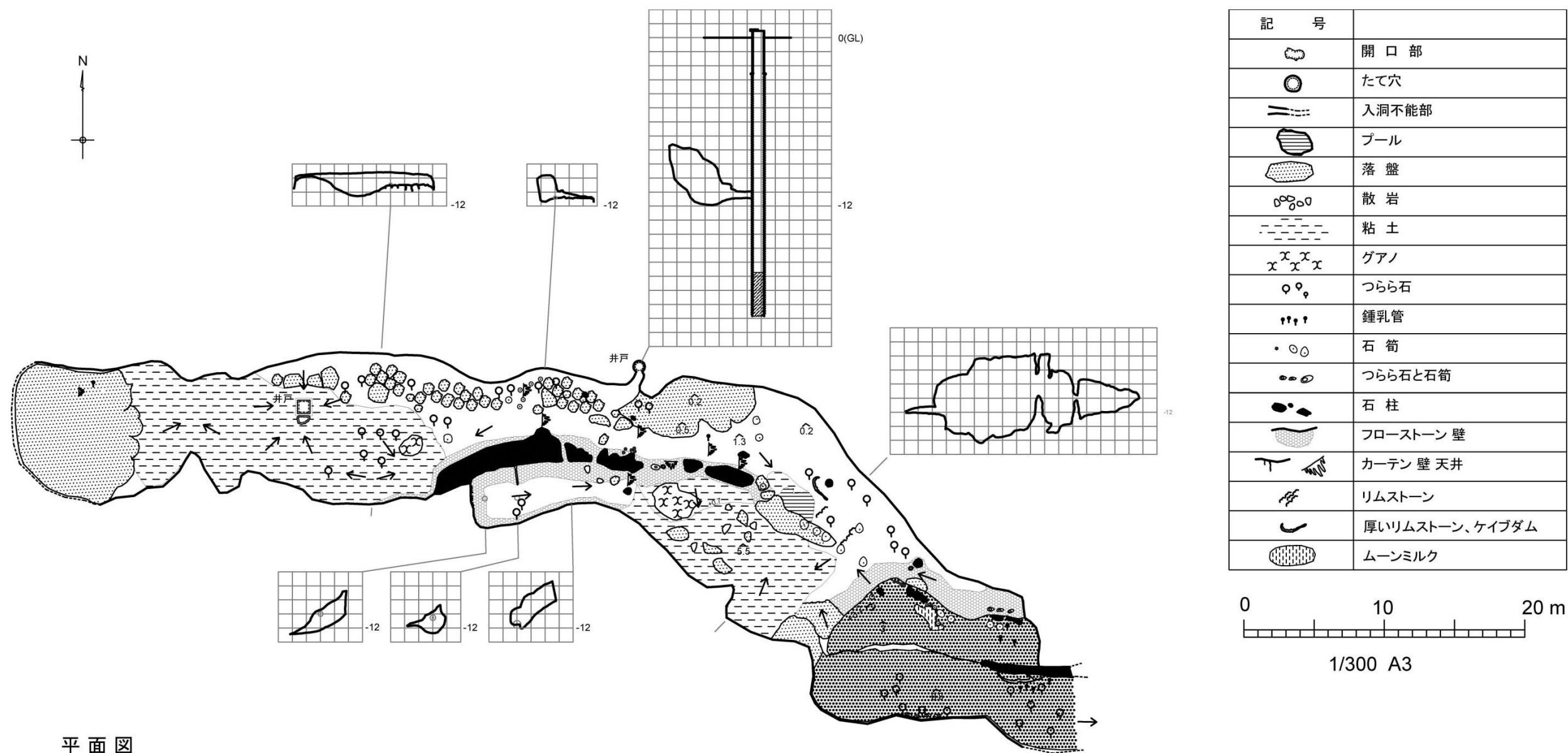
洞穴の東西両端は落盤により塞がれているが、洞穴の規模から、更に東西へ連続性して延長するものと推定される。なお、古波蔵家の洞穴の北側約50mにあった給油所のタンク建設時に洞穴が見つかり、砂を大量に投入して埋め立てたとの伝聞もあり、関連性が注目される。

洞壁に明確なノッチは見られないものの、標高52m付近に平坦面が観察される。その下位に同床があるが、落盤や泥土に覆われ観察が困難であり、同床の標高は47m程度と推定される。なお、洞内東側天井部には、現在塞がれているが、直径90cm程度の縦穴跡（井戸）があり、その直下より2m程度ずらし、洞内に手彫りで井戸が掘削されている。水位は47m付近にあり、この井戸水はかつて銭湯で使われていた。この井戸を中心に東側の同床には、掘削時に掘出された土砂が積み残されており、一帯の基盤岩である島尻層群の掘り出された泥岩が同床を覆っている。現在、水流は確認されないが、洞穴内は湿度が高く、天井からの水滴で小規模な水たまりもできている。なお、同床にはカニの爪などの遺骸や、古いグアノ跡も数箇所見つかっており、採水や土壌採取、生物調査に際し、注意点が必要である。

二次生成物は、つらら石、ストロー、石筍、フローストーン、リムストーン、中空状鍾乳石、石柱などが見られ、特に、東側落盤上の平坦面にムーンミルクが観察され、注目される。洞内には延長方向と同様なE-W方向の3本の亀裂があり、その亀裂に沿って直線上に、石柱やつらら石、石筍、カーテンが分布している。その周辺部にはリムストーンも見られるが、水流がなく、風化が進行している。これらの二次生成物の表面は茶褐色の泥で覆われており、かつて洞穴内が泥水に満たされたことを示唆している。

また、落盤を起こした天井部にはつらら石やストローが観察されるが、数十cm～10cm程度であり、その一般的な成長速度から、大規模な落盤が生じてから、数百年程度経過しているものと推定される。

本洞穴は住宅地の真下に分布し、中央部に規模の大きな広場があり、石柱群や中空状カーテンなどの発達も見られ、特異な景観を有している。また、同じE地下水系に属する普天満宮洞窟との関連性（形成時期や構造の比較検討）など、興味深い問題もある。洞内井戸を掘削した際に出た土砂や散在する道具類など遺品類の処分も含め、本洞窟の維持保存について検討する必要がある。



縦断面図

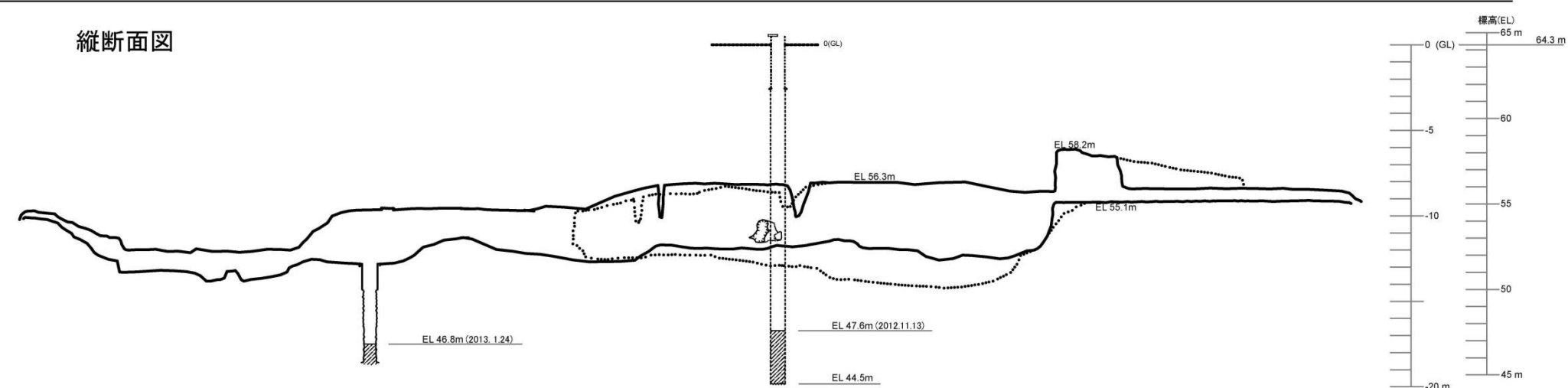


図 5-1-6 古波蔵家井戸内洞穴図

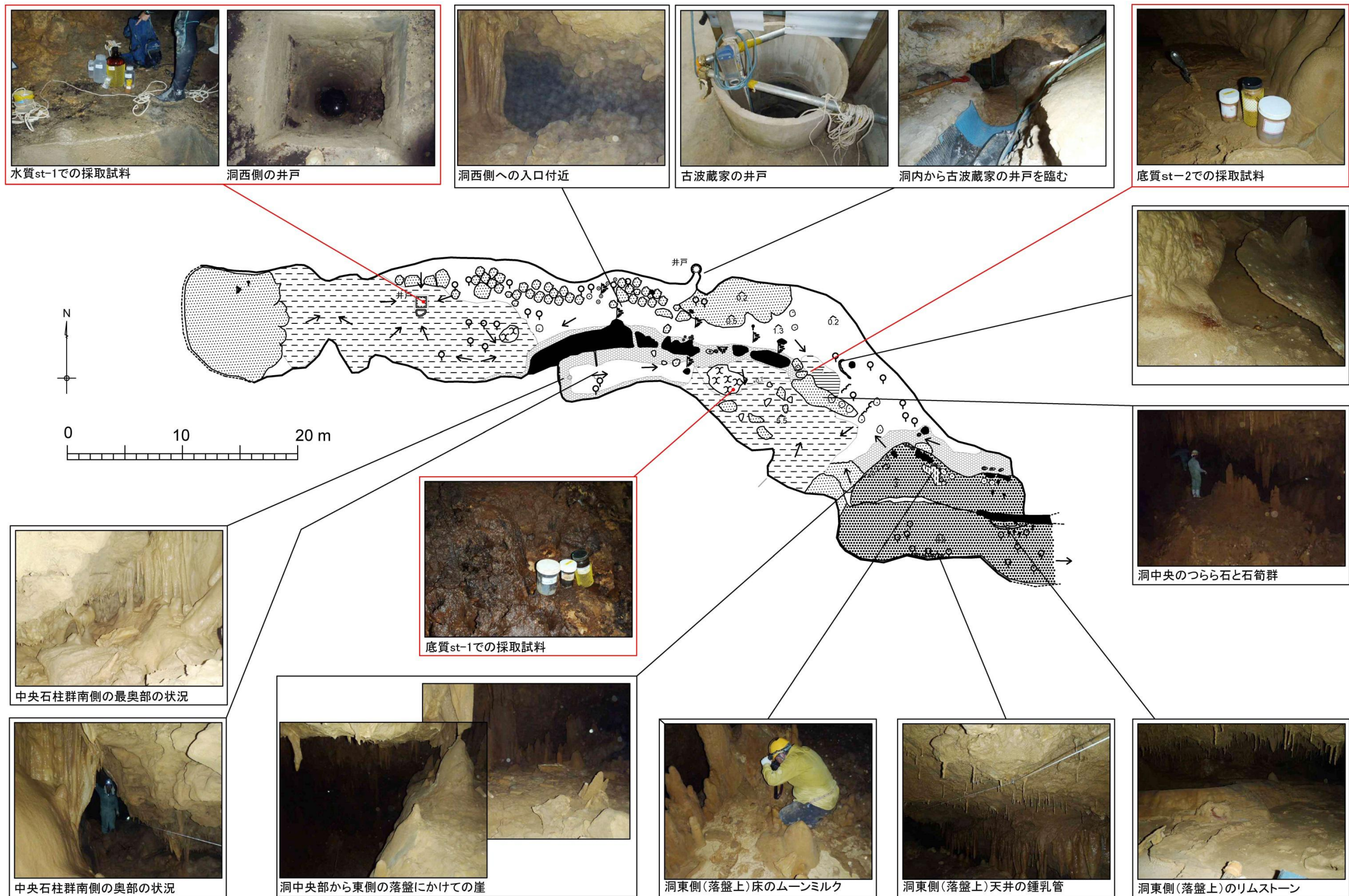


図 5-1-7 洞内の現状

5-2 水質・底質調査

5-2-1 調査箇所と調査日

洞穴内調査及び洞穴内動物調査と同日に行った。

表 5-2-1 現地調査実施日

調査箇所名	調査年月日
チンガーガマ	平成 25 年 2 月 5 日
タキジョウガマ	平成 25 年 2 月 6 日
普天満宮洞穴	平成 25 年 2 月 7 日
古波蔵家井戸洞穴	平成 25 年 2 月 14 日

5-2-2 調査内容と方法

調査は、洞穴内における水質・底質及び動物を対象とした。

水質・底質調査の項目と分析方法は、表 5-2-2、表 5-2-3 に示した。

表 5-2-2 水質調査項目と分析方法

項 目		分析方法
一般項目	濁度	JIS K 0101 9.4 積分球式測定法
	電気伝導度 (EC)	JIS K 0102 13 電気伝導計による方法
	塩素イオン	JIS K 0102 41.3 イオンクロマトグラフ法
	硬度	上水試験方法によるイオンクロマトグラフ法
生活環境項目	水素イオン濃度 (pH)	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
	生物化学的酸素要求量 (BOD)	JIS K 0102 21、JIS K 0102 32.3 隔膜電極法
	浮遊物質 (SS)	昭和46年環境庁告示第59号 付表7に掲げる方法
	溶存酸素 (DO)	JIS K 0102 32 ウインクラー・アジ化ナトリウム変法
	n-ヘキサン抽出物質	昭和46年環境庁告示第59号 付表9に掲げる方法
	大腸菌群数 (BGLB)	BGLB培地法 (最確数による定量法)
	糞便性大腸菌群数	M-FC寒天培地法
栄養塩類	アンモニア態窒素	JIS K 0102 42.1 インドフェノール青吸光光度法
	亜硝酸性窒素	JIS K 0102 43.1 ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
	硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
	全窒素	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウムカラム還元法
	リン酸態リン	JIS K 0102 46.1.1 モリブデン青法
	全リン	JIS K 0102 46.3-1 ペルオキシ二硫酸カリウム分解法

表 5-2-3 底質調査項目と分析方法

項 目		測 定 方 法
有機物等	pH	底質調査方法（平成24年8月環境省水・大気環境局）Ⅱ 4. 4
	COD	底質調査方法（平成24年8月環境省水・大気環境局）Ⅱ 4. 7
	硫化物	底質調査方法（平成24年8月環境省水・大気環境局）Ⅱ 4. 6
	含水率	底質調査方法（平成24年8月環境省水・大気環境局）Ⅱ 4. 1
項 目		測 定 方 法
油分	ベンゼン	日本工業規格K0125の5. 1、5. 2又は5. 3. 2に定める方法
	トルエン	日本工業規格K0125の5. 1、5. 2又は5. 3. 2に定める方法
	エチルベンゼン	日本工業規格K0125の5. 1、5. 2又は5. 3. 2に定める方法
	キシレン	日本工業規格K0125の5. 1、5. 2又は5. 3. 2に定める方法

規定条文：水質汚濁に係る環境基準について

昭和46年12月28日環境庁告示第59号（平成24年5月23日環境省告示第84号改正）

5-2-3 調査結果

(1) チンガーガマ・・・A 地下水系：No.88

1) 水 質

St-1 で浮遊物質量（SS）が水質汚濁に係る水質基準 A 類型を超えていたが、これは水流の少ない水を採取する際に、巻き上げた土により濁り物質が高くなったと考えられた。

St-2 で大腸菌群数が同水質基準 B 類型を超えており、St-1 で亜硝酸態窒素と硝酸態窒素は、地下水の水質汚濁の基準を下回っているが、他の洞穴と比べて高い値を示した（表 5-2-4）。これらの要因として、洞穴が人家の下にあるため、庭などの土壌の混入により高くなったと考えられた。

表 5-2-4 チンガーガマの水質分析結果

分析項目（単位）		St-1	St-2	参考基準*
一般性状	水 温 (°C)	22.4	22.4	—
	流 量 (m³/sec)	0.00007	—	—
	透視度 (cm)	>50	>50	—
	濁 度 (度)	7.4	1.3	—
	電気伝導度 (μS/cm)	531	438	—
	塩素イオン (mg/L)	47	37	—
	硬 度 (mg/L)	180	150	—
生活環境	水素イオン濃度	8.2	8.2	6.5~8.5
	生物化学的酸素要求量 (mg/L)	<0.5	<0.5	3 以下
	浮遊物質 (mg/L)	75	17	25 以下
	溶存酸素量 (mg/L)	7.5	8.1	5 以上
	n-ヘキサン抽出物質 (mg/L)	<0.5	<0.5	—
	大腸菌群数 (MPN/100mL)	4,900	13,000	5,000 以下
	糞便性大腸菌群数 (CFU/100mL)	66	61	1,000 以下
栄養塩類	アンモニア態窒素 (mg/L)	0.02	0.02	—
	亜硝酸態窒素 (mg/L)	<0.01	<0.01	合計が 10 以下
	硝酸性窒素 (mg/L)	7.2	3.9	
	全窒素 (mg/L)	8.0	4.1	—
	リン酸態リン (mg/L)	0.11	0.074	—
	全リン (mg/L)	0.20	0.083	—

*・pH、BOD、SS、COD、大腸菌群数は「水質汚濁に係る環境基準（昭和 46 年環境庁告示第 59 号）」の生活環境の保全に関する基準 B 類型（水道 3 級）基準

・糞便性大腸菌群数は「水質場浴場判定基準（平成 9 年 4 月環水管第 115 号）」の水質 C 基準

・硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は「地下水の水質汚濁に係る環境基準（平成 9 年 3 月 13 日環境庁告示第 10 号）」

2) 底 質

有機物等の項目の中で、St-1 と St-2 で水素イオン濃度（pH）が他の洞穴と比べて高い値を示した。

また、底質中に油分類は検出されなかったので、鉱物油による汚染はないと考えられる（表 5-2-5）。

表 5-2-5 チンガーガマの底質分析結果

分析項目（単位）		St-1	St-2
有機物等	水素イオン濃度	8.8	8.8
	化学的酸素要求量（mg/g）	2.9	19
	硫化物（mg/g）	0.01	0.02
	含水率（％）	33.5	35.7
油分類	ベンゼン（mg/L）	<0.001	<0.001
	トルエン（mg/L）	<0.001	<0.001
	エチルベンゼン（mg/L）	<0.001	<0.001
	キシレン（mg/L）	<0.001	<0.001

(2) タキジョウガマ・・E 地下水系：No. 3

1) 水 質

洞穴内に水の流れや溜まり水がなかったため、採水はできなかった。

2) 底 質

有機物等の項目の中で、とくに問題となる値はないと考えられた。

また、底質中に油分類は検出されなかったので、鉱物油による汚染はないと考えられる（表 5-2-6）。

表 5-2-6 タキジョウガマの底質分析結果

分析項目（単位）		St-1
有機物等	水素イオン濃度	8.6
	化学的酸素要求量（mg/g）	6.2
	硫化物（mg/g）	0.03
	含水率（％）	35.5
油分類	ベンゼン（mg/L）	<0.001
	トルエン（mg/L）	<0.001
	エチルベンゼン（mg/L）	<0.001
	キシレン（mg/L）	<0.001

(3) 普天満宮洞穴・・・E 地下水系：No.10

1) 水 質

洞穴内に水の流れや溜まり水がなかったため、採水はできなかった。

2) 底 質

グアノ（コウモリの糞）を含む St-2 で、水素イオン濃度（pH）が他洞穴比べて低く化学的酸素要求量（COD）は他の洞穴と比べて高い値を示した。

また、底質中に油分類は検出されなかったので、鉱物油による汚染はないと考えられる（表 5-2-7）。

表 5-2-7 普天満宮洞穴の底質分析結果

分析項目（単位）		St-1	St-2
有機物等	水素イオン濃度	7.3	6.8
	化学的酸素要求量（mg/g）	32	89
	硫化物（mg/g）	0.02	0.02
	含水率（％）	35.4	49.9
油分類	ベンゼン（mg/L）	<0.001	<0.001
	トルエン（mg/L）	<0.001	<0.001
	エチルベンゼン（mg/L）	<0.001	<0.001
	キシレン（mg/L）	<0.001	<0.001

(4) 古波蔵家の井戸内洞穴・・・E 地下水系：No.13

1) 水 質

浮遊物質量（SS）や大腸菌群数などの項目は、水質汚濁に係る水質基準を十分満足していた。また、栄養塩類の亜硝酸態窒素と硝酸態窒素は、地下水の水質汚濁の基準を下回っているが、他の洞穴と比べて高い値を示した（表 5-2-8）。

表 5-2-8 古波蔵家の井戸洞穴の水質分析結果

分析項目（単位）		St-1	参考基準*
一般性状	水 温 (°C)	23.2	—
	流 量 (m ³ /sec)	—	—
	透視度 (cm)	>50	—
	濁 度 (度)	1.3	—
	電気伝導度 (μ S/cm)	529	—
	塩素イオン (mg/L)	32	—
	硬 度 (mg/L)	200	—
生活環境	水素イオン濃度	7.5	6.5~8.5
	生物化学的酸素要求量 (mg/L)	<0.5	3 以下
	浮遊物質 (mg/L)	3.7	25 以下
	溶存酸素量 (mg/L)	7.6	5 以上
	n-ヘキサン抽出物質 (mg/L)	<0.5	—
	大腸菌群数 (MPN/100mL)	13	5,000 以下
	糞便性大腸菌群数 (CFU/100mL)	0	1,000 以下
栄養塩類	アンモニア態窒素 (mg/L)	0.02	—
	亜硝酸態窒素 (mg/L)	<0.01	合計が [△] 10 以下
	硝酸性窒素 (mg/L)	7.3	
	全窒素 (mg/L)	8.0	—
	リン酸態リン (mg/L)	0.035	—
	全リン (mg/L)	0.046	—

*・pH、BOD、SS、COD、大腸菌群数は「水質汚濁に係る環境基準（昭和 46 年環境庁告示第 59 号）」の生活環境の保全に関する基準 B 類型（水道 3 級）基準

・糞便性大腸菌群数は「水質場浴場判定基準（平成 9 年 4 月環水管第 115 号）」の水質 C 基準

・硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は「地下水の水質汚濁に係る環境基準（平成 9 年 3 月 13 日環境庁告示第 10 号）」

2) 底 質

グアノ(コウモリの糞)を含む St-1 で、化学的酸素要求量 (COD) が他の洞穴と比べて高い値を示した。

また、底質中に油分類は検出されなかったので、鉱物油による汚染はないと考えられる (表 5-2-9)。

表 5-2-9 古波蔵家の井戸洞穴の底質分析結果

分析項目 (単位)		St-1	St-2
有機物等	水素イオン濃度	7.9	8.2
	化学的酸素要求量 (mg/g)	160	5.4
	硫化物 (mg/g)	0.02	0.01
	含水率 (%)	61.2	40.4
油分類	ベンゼン (mg/L)	<0.001	<0.001
	トルエン (mg/L)	<0.001	<0.001
	エチルベンゼン (mg/L)	<0.001	<0.001
	キシレン (mg/L)	<0.001	<0.001

表5-1-13 平成22年度 洞穴内水質・底質調査結果

項目		単位	クアイアブ		佐真下ウブガー		カンガー		マヤーアブ		マヤーガマ		参考基準
			H23.2.10		H23.2.10		H23.2.1		H23.2.1		H23.2.10		
			No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2	
水質	時間	—	14:05	14:35	11:30	12:00	13:32	13:32	15:02	15:02	10:09	10:42	—
	気温	℃	22.3	22.3	23.6	21.2	17.4	17.4	24.9	24.9	19.6	20.6	—
	水温	℃	23.0	23.0	—	—	—	—	25.2	25.2	—	19.6	—
	臭気	—	なし	なし	微泥	微泥	なし	なし	なし	なし	なし	なし	—
	透視度	cm	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	—
	濁度	度	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.5	0.5	0.2	0.2	—
	電気伝導度	μs/cm	662	697	537	570	736	736	382	382	571	571	—
	塩化物イオン	mg/L	32.7	30	61.4	28.6	38	38	24.6	24.6	37.9	37.9	—
	全硬度	mg/L	172	100	156	88	320	320	144	144	194	194	—
	pH	—	8.0	7.2	8.0	8.2	7.3	7.3	8.2	8.2	7.4	7.4	6.5～8.5
	BOD	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3以下
	SS	mg/L	3.0	2.2	2.2	<0.5	<0.5	<0.5	2.6	2.6	2.8	2.8	25以下
	DO	mg/L	8.2	8.1	8.2	7.9	8.3	8.3	8.1	8.1	8.8	8.8	5以上
n-ヘキサン抽出物質	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	—	
大腸菌群数	MPN/100mL	350	1,100	630	1,600	140	140	94	94	1,920	1,920	5,000以下	
糞便性大腸菌群数	個/100mL	34	310	26	48	0	0	0	0	76	76	1,000以下	
アンモニア態窒素	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	—	
亜硝酸態窒素	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	合計が10以下	
硝酸態窒素	mg/L	2.35	2.35	0.63	1.54	2.44	2.44	0.79	0.79	3.14	3.14	—	
全窒素	mg/L	2.4	2.4	0.7	1.6	2.5	2.5	0.8	0.8	3.15	3.15	—	
リン酸態リン	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.12	0.12	0.09	0.09	0.32	0.32	—	
全リン	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.14	0.14	0.12	0.12	0.32	0.32	—	
臭気	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
有機含水率	%	36.9	22.6	22.9	28.0	36.0	36.0	41.5	41.5	23.6	26.9	—	
pH	—	8.3	8.4	8.3	8.5	8.2	8.2	8.4	8.4	8.4	8.2	—	
CODsed	mg/g乾泥	11.7	7.3	7.9	7.7	6.7	6.7	8.6	8.6	8.1	3.3	—	
硫化物	mg/g乾泥	0.06	0.12	0.08	0.02	0.02	0.02	<0.01	<0.01	0.02	0.01	—	
ベンゼン	mg/kg乾泥	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
トルエン	mg/kg乾泥	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	—	
キシレン	mg/kg乾泥	<0.03	<0.003	<0.03	<0.003	<0.03	<0.03	<0.003	<0.003	<0.03	<0.003	—	
エチルベンゼン	mg/kg乾泥	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	—	

*：マヤーガマについて水の流れや溜まり水がなかったため、水質調査は実施していない。
 参考基準：pH、BOD、SS、COD、大腸菌群数は「水質汚濁に係る環境基準（昭和46年環境庁告示第59号）」の生活環境の保全に関する基準B類型（水道3級）基準
 糞便性大腸菌群数は「水質汚濁に係る環境基準（昭和46年環境庁告示第59号）」の水質C基準
 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は「地下水の水質汚濁に係る環境基準（平成9年3月13日環境庁告示第10号）」

表5-1-14 平成24年度 洞穴内水質・底質調査結果

項目		単位	チンガー・ガマ		タキジョウ・ガマ		普天満宮洞穴		古波蔵家井戸洞穴		参考基準
			H25.2.6		H25.2.5		H25.2.7		H25.2.14		
			St-1	St-2	St-1	St-2	St-1	St-2	St-1	St-2	
水質	一般性状	時間	—	11:00	12:20	10:30	12:55	14:00	10:10	12:20	—
		気温	℃	21.0	22.5	25.7	22.5	21.5	23.0	23.0	—
		水温	℃	22.4	22.4				23.2		—
		臭気	—	なし	なし			なし		—	
		透視度	cm	>50	>50				>50		—
	生活環境	濁度	度	7.4	1.3				1.3		—
		電気伝導度	μS/cm	531	438				529		—
		塩化物イオン	mg/L	47	37				32		—
		全硬度	mg/L	180	150				200		—
		pH	—	8.2	8.2				7.5		6.5～8.5
		BOD	mg/L	<0.5	<0.5				<0.5		3以下
		SS	mg/L	75	17				3.7		25以下
		DO	mg/L	7.5	8.1				7.6		5以上
		n-ヘキサン抽出物質	mg/L	<0.5	<0.5				<0.5		—
		大腸菌群数	MPN/100mL	4,900	13,000				13		5,000以下
栄養塩類	糞便性大腸菌群数	個/100mL	66	61				0		1,000以下	
	アンモニア態窒素	mg/L	0.02	0.02				0.02		—	
	亜硝酸態窒素	mg/L	<0.01	<0.01				<0.01		合計が10以下	
	硝酸態窒素	mg/L	7.2	3.9				7.3			
	全窒素	mg/L	8.0	4.1				8.0			
底質	有機物等	リン酸態リン	mg/L	0.11	0.07				0.04		—
		全リン	mg/L	0.20	0.08				0.10		—
		臭気	—	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	—
		含水率	%	33.5	35.7	35.5	35.4	49.4	61.2	40.4	—
		pH	—	8.8	8.8	8.6	7.3	6.8	7.9	8.2	—
	油分	CODsed	mg/g乾泥	2.9	19	6.2	32	89	160	5.4	—
		硫化物	mg/kg乾泥	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	—
		ベンゼン	mg/kg乾泥	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	—
		トルエン	mg/kg乾泥	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	—
		キシレン	mg/kg乾泥	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	—
エチルベンゼン	mg/kg乾泥	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	—		

*：タキジョウ・ガマ、普天満宮洞穴について水の流れや溜まり水がなかったもので、水質調査は実施していない。

参考基準：pH、BOD、SS、COD、大腸菌群数は「水質汚濁に係る環境基準（昭和46年環境庁告示第59号）」の生活環境の保全に関する基準B類型（水道3級）基準

糞便性大腸菌群数は「水質汚濁に係る環境基準（平成9年4月環境省令第115号）」の水質C基準

硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は「地下水の水質汚濁に係る環境基準（平成9年3月13日環境庁告示第10号）」

5-3 動物調査

5-3-1 調査箇所と調査日

洞穴内調査及び水質・底質調査と同日に行った。

5-3-2 調査内容と方法

洞穴内の動物調査は、主に目視観察により行った。水溜りの見られた洞穴ではタモ網等で水生生物の採集を行い、小型の昆虫類については吸虫管を用いて採集した。また、バットディテクターを用いて小型コウモリ類の確認を行い、グアノ（コウモリ類の糞）の確認も行った。

5-3-3 調査結果

(1) チンガーガマ・・・A 地下水系：No.88

洞内の南東部で、採泥・採水を行った地点でワモンゴキブリが確認されたが、コウモリ類のグアノなどは確認されなかった（表 5-3-1）。

表 5-3-1 チンガーガマの動物確認種

綱	目	科	種	個体数
昆虫	ゴキブリ	ゴキブリ	ワモンゴキブリ	2

本洞穴で確認されたワモンゴキブリは「水洗便所の浄化槽・下水溝・マンホールなどに生息し・・・」（沖縄昆虫野外観察図鑑 東、1996）とあるように、生息環境は住宅近くの地下部を好むと考えられる。本洞穴の地上部は民家があり、本洞穴は本種の生息に適していると考えられる。

また、文献調査によると「雨期には水の流れがあるようで、その痕跡が見られ、水溜りもあるが、水流はみられなかった」とあるように、本調査でも水流は見られず、水たまりには水生生物は確認されなかった。

(2) タキジョウガマ・・・E 地下水系：No. 3

ガマ内の入口付近の洞穴上部にヤスデ綱の一種がぶら下がった状態で確認した。また、ヤイトムシ科の一種を確認したが、堆積した泥の割れ目へ逃げ込んだため、ウデナガサワダムシかどうかは確認できなかった（表 5-3-2）。

表 5-3-2 タキジョウガマの動物確認種

門	綱	目	科	種	個体数
節足動物門	クモ	ヤイトムシ	ヤイトムシ	ヤイトムシ科の一種	1
	ヤスデ	—	—	ヤスデ綱の一種	1

上記でも述べたように、ガマ内は土砂が 45～90 cm 程度の厚さで堆積しており、上流から下流まで比較的狭い空間でつながっていると想定される。加えて、水は流れておらず、水溜まりも見られないことから、ガマ内を移動できる生物は小型の陸上動物であると考えられる。以上のことから上記の結果となったと考えられる。

(3) 普天満宮洞穴・・・E 地下水系：No.10

洞の東側入口ではヤモリ類の卵の殻がみられ、洞内の数か所でワモンゴキブリを確認した。また、新しいグアノと小型のコウモリが洞の入口で飛翔しているのを確認した。なお、バットディテクターによる反応は見られなかった。さらに、宜野湾市の天然記念物であるウデナガサワダムシが洞の最奥部で確認した（表 5-3-3）。

表 5-3-3 普天満宮洞穴の動物確認種一覧

綱	目	科	種名	学名	生態分類	普天満宮洞		
						H15年度		H24年度
						現地調査	文献調査	現地調査
蜘蛛型	メクラグモ	アカザトウムシ	オヒキコシビロザトウムシ	<i>Parabeloniscus caudatus</i>	●		○	
			ツブアシボソザトウムシ	<i>Tokunosia tenuipes</i>	▲		○	
			トゲアカザトウムシ	<i>Dongmoa oshimensis</i>	△		○	
	ヤイトムシ	ヤイトムシ	ヤイトムシ	<i>Schizomus sauteri</i>	▲	○	+	
			ウデナガサワダムシ	<i>Trithyreus siamensis</i>	▲	○		○
			ヤイトムシ科の一種		▲			
	真性蜘蛛	キムラグモ	キムラグモ	<i>Heptathela kimurai</i>	△		+	
			ウスグモ	<i>Uloborus geniculatus</i>	△		+	
			タマゴグモ	<i>Ischnothyreus narutomii</i>	○		+	
			マシラグモ	<i>Leptoneta</i> sp.	▲		○	
			ユウレイグモ	<i>Smeringopus pallidus</i>	△		+	
			ヒメグモ	<i>Achaeearanea tepidariorum</i>	△		○	
			コガネグモ	<i>Cyclosa mulmeinensis</i>	○		+	
			シマゴミグモ	<i>Cyclosa insulana</i>	○		+	
			ハエトリグモ	<i>Hasarius adansoni</i>	○		+	
			アシダカグモ	<i>Heteropoda venatoria</i>	○		○	
			シボグモ	<i>Anahita fauna</i>	○		+	
昆虫	ハッタ	カマドウマ	クメカマドウマ	<i>Diestrammena</i> sp.	▲	○		
	ゴキブリ	ゴキブリ	ワモンゴキブリ	<i>Periplaneta americana</i>				○
			ゴキブリ類 sp.			○		
唇脚	フサヤスデ	フサヤスデ	ニホンフサヤスデ	<i>Monographis takakuwai</i>	○		+	
	オビヤスデ	ヤケヤスデ	ヤケヤスデ	<i>Oxidus gracilis</i>	○	○	○	
		オビヤスデ	ホラオビヤスデ	<i>Epanerchodus subterraneus</i>	●	○	○	
	ヒキツリヤスデ	ヒゲヤスデ	リュウキュウヤハズヤスデ	<i>Glyphiulus septentrionalis</i>	●		+	○
			ヤスデ綱不明種					
腹足	中腹足	ヤマタニシ	オキナワヤマタニシ	<i>Cyclophorus turgidus</i>	○	○	○	
		カワザンショウガイ	ホラアナゴマオカチグサ	<i>Paludinella kuzuensis</i>	●	○	○	
	有肺	キセルガイ	ノミキセル	<i>Zaptyx hyperoptyx</i>	○	○	○	
哺乳	コウモリ	キクガシラコウモリ	オキナワコキクガシラコウモリ	<i>Rhinolophus pumilus pumilus</i>	○	○		
		ヒナコウモリ	リュウキュウヒナコウモリ	<i>Miniopterus fuscus</i>	○	○		
	—	—	コウモリ類不明種(小型コウモリ)					○
爬虫	有鱗	ヤモリ	ヤモリ科不明種					○

表は平成20年度の目録を基に作成した。なお灰色部分は平成24年度に修正した。

生態分類；●：真洞窟種，▲：好洞窟種，△：地中・好暗性の種，○：迷洞窟種

上記でも示したように、本洞穴は平成 15 年度の調査時と同様の環境が維持されていると考えられる。平成 15 年度の調査時に確認され、本調査で確認できなかった

た動物のうち、貝類は微小な生物であることから、本調査で確認できなかった可能性が高いが、その他の動物はほとんど同様の結果と考えられる。また、コウモリ類（小型）についてはバットディテクターによる種までの確認はできなかったものの、目視によりおそらくオキナワコキクガシラコウモリと考えられる。

(4) 古波蔵家の井戸内洞穴・・E 地下水系：No.13

本洞穴内では小型コウモリ類の古いグアノは確認されたものの、バットディテクターによる反応もなく、動物は確認されなかった。現在、洞穴開口部は井戸のみで、他の開口部は未確認であるものの、洞穴内への動物の移動は容易ではないと考えられる。また、上記でも示したように、洞穴内は水流が無く、小規模な水溜まりは天井からの水滴でできている。このため、水たまり内にも魚類や甲殻類等の水生生物は確認されなかった。



写真 5-3-1 古波蔵家の井戸内洞穴で発見した遺骸



写真 5-3-2 古波蔵家の井戸内洞穴で発見した古いグアノ

第6章 検討委員会及び総括考察

6-1 検討委員会

(1) 概要

委員会を開催し、本年度の調査の方法や洞穴内水質・底質等概査の調査地点について助言・指導を得た。委員会は下記の日程で開催した。また、本年度委員を委任した有識者の名簿を表 6-1-1 に示す。

表 6-1-1 検討委員会の開催日及び検討内容

回数	開催日	検討内容
第一回	平成 24 年 12 月 7 日	湧水群水質、土地利用状況、魚類・底生動物の調査結果及び、洞穴調査の選定箇所について
第二回	平成 25 年 3 月 8 日	湧水群水質、地下水流入口水質、気象観測、土壌動物、洞穴の調査結果について

表 6-1-2 検討委員名簿

氏 名	役 職 等
宮城 邦治 (委員長)	沖縄国際大学 教授
大城 逸朗 (副委員長)	おきなわ石の会 会長
渡久山 章	琉球大学 名誉教授
諸喜田 茂光	琉球大学 名誉教授
仲田 栄二	沖縄国際大学 名桜大学 非常勤講師
新垣 義夫	普天満宮 宮司
津嘉山 正光	琉球大学 名誉教授
富永 千尋	沖縄県文化環境部自然保護課課長

(2) 平成 24 年度 宜野湾市自然環境検討委員会（第一回）

1) 日時・場所

日時：平成 24 年 12 月 7 日（金）10:00～12:00

場所：ジュビランス 2 階 ホール

2) 出席者

・ 委 員

宮城 邦治 （沖縄国際大学 教授）
大城 逸郎 （おきなわ石の会 会長）
渡久山 章 （琉球大学 名誉教授）
諸喜田 茂光 （琉球大学 名誉教授）
新垣 義夫 （普天満宮 宮司）
津嘉山 正光 （琉球大学 名誉教授）

・ 事務局

田場 盛茂 （宜野湾市基地対策部 基地政策部 次長兼課長）
仲村 等 （宜野湾市基地対策部 基地跡地対策課 係長）
内間 穂高 （宜野湾市基地対策部 基地跡地対策課）
山城 篤 （株式会社沖縄環境分析センター）
眞栄田 義安 （株式会社沖縄環境分析センター）
中村 昌宏 （株式会社沖縄環境分析センター）
平田 洋一 （株式会社沖縄環境分析センター）



写真 6-1 第一回検討委員会の開催状況（平成 24 年 12 月 7 日）

3) 主な指摘事項

平成 24 年 12 月 7 日に実施された「宜野湾市自然環境調査検討委員会（第一回）」での主な指摘事項及び対応は表 6-1-3 に示すとおりである。

表 6-1-3 第一回検討委員会での主な指摘事項及び対応

※敬称略

	指摘・意見・助言	対 応
○湧水群水質、土地利用状況、気象観測について		
津嘉山	平成 24 年度は年度後半の 9 月から履行しているが調査の時期が遅いのではないか。	業務の発注が遅れたためこの時期からの開始となっていますが、過去の年度とのズレは 1 ヶ月程度です。
津嘉山	豊水期、平水期、渇水期の位置づけはどうするのか。例えば河川管理の場合 1 年を通して、豊水期は平均水位が 90 日を下回らない時期、平水期は平均水位が 180 日を下回らない時期、渇水期は平均水位が 300 日を下回らない時期と定めている。そこで、上記の時期と本業務の 9 月～3 月の調査期間との関係づけをどう取扱うのか。	履行期間内での気象データに基づき豊水期、平水期、渇水期の位置づけを考慮します。資料図中にも履行期間を入れることで、年間の気象データによるものでないことを明確にし、1 年間を通した那覇気象台のデータと、宜野湾市で観測した 10 月以降のデータとの相関を求めて、調査時期を考慮します。
宮 城	総窒素、総リンの汚染源の原因は何か？農薬が原因なのか。	農薬に限定するものではなく、生活排水や畑地などの堆肥による可能性も考えられます。リンは土壤中で吸着もされますが、吸着されず過剰に施肥された分が降雨とともに流出することが考えられます。
津嘉山	大腸菌群数は環境基準値を超えているが、その原因について生活排水の流入によるものか。	現在、大腸菌群数の公定分析方法では、土壤中由来の大腸菌群も分析してしまうので、正常な河川においても基準を超える事があります。 大腸菌群数自体はし尿汚染の指標と言うより汚染の恐れを示すものであり、し尿汚染を示す糞便性大腸菌群数の結果が低いことから、生活排水の影響と言うよりは、土壌由来のものであると考えられます。
渡久山	下水道普及率の状況はどうなのか。	市の統計年報によると、下水道普及率は H19 に 97.7% から H23 には 96.3% に下がっています。おそらく近年の農地から宅地等への転用や下水道が敷

	普及率を土地利用状況図に図示して はどうか？	設され配管はあるが、接続の有無が原因として考えられます。 上・下水道の敷設は個人情報保護条例に抵触しますので、図示するのは難しいと考えます。
渡久山	配管の範囲だけでも示せないか？	各個別で示すのではなく配管の設置範囲のみを示すのであれば可能と思われますので検討いたします。
新 垣	年間を通した水質の調査が望ましい。梅雨時期には、降雨で水・底質は浄化されてしまうため、実態把握が難しい。	本年度は発注の遅れにより履行期間が限定されているため、年間の調査とはいかなかったが、次年度以降業務の発注時期については、一括交付金を活用することができれば、上半期の調査が可能となります（市が検討）。
津嘉山	窒素・リンの汚染源について、先程の説明からすると畑地だけが汚染源なのか。	畑地に限定しているのではなく、例として挙げたもので、畑地からの他にも、住宅地からの生活排水や、病院や学校、自動車工場等の施設排水、裸地からの浸食による濁水なども考えられます。
大 城	チュンナガーやフルチンガーの窒素やリン濃度が高いのは単に生活排水によるものか、地質によるものか？ 気象観測については、豊水期、平水期等を位置づけるだけでなく、県内位置づけとして、気象庁と宜野湾市とのデータを比較し、生息環境との関わりについても考察すべきである。これらの結果を利用した総合的な考察が必要である。	ご指摘のことを考慮に入れて、今一度検討いたします。
○生態系調査・洞穴調査にあたって		
新 垣	チンガーガマは、おそらく溜まり水と思うが、きれいな水であった。 普天間宮は、普天満宮であるので訂正してください。	訂正いたします。
津嘉山	地下空洞においては、湿度の条件も重要であるので、湿度を測定し生育環境としての資料とした方が良い。	気温と湿度の測定を行います。

渡久山	土壌動物調査の調査地点の説明をしてください。	基地内には7つの群落があり、現在は基地内に入れなかったため、基地外にある基地内と同じ群落を調査しました。
宮 城	今は基地外で同じような群落で調査して、立入りが許可されたらもう一度行うということですね。	その通りです。
諸喜田	生態系調査については、結果をどう解釈するのか大切である。 水生生物（魚類・底生動物）では、純淡水性、両側回遊性等に区別する必要がある。 洞穴調査では、暗い洞穴内では見つけにくい生き物もいるので、湧出口にネットのトラップを仕掛けたりすることがベストな方法だと思うので検討した方がよい。そのような調査項目を増やしてください。	結果表で区別します。 基地内への立入り調査を予定していましたが、現在の社会情勢では難しいと考えられるため、できるだけ目視だけでも調査を行いたい。その分をこのような調査に対応できるか検討いたします。
宮 城	できるだけ可能にしてほしい。	検討いたします
渡久山	植物はできるけど、動物はできないのですか。	当初は植生なら目視調査ができるということでしたが、今は社会情勢から目視も困難な状況となっています。
宮 城	植生は、航空写真からも調査できるのではないですか	平成 21 年に大径木調査の中で、メッシュを切って航空写真から判読しており、基地に立入ることができれば詳細な調査を行う予定です。
大 城	古波蔵家の井戸について、自然洞口は見つかっていないのか。 洞内のコンクリート構造物はどうやって築いたのか。	確認されていません。 以前に隣家に銭湯があり、同様に井戸を掘り、洞内にコンクリートで溜池を造ったものと考えます。
大 城	タウナギは確認されていないのか。標本もありますか。	聞き取りでも確認されていません。
宮 城	魚類・底生動物において大山湿地でみられたタウナギ等を含めレッドデータリストの種については、文献を含めた調査で抽出してほしい。	文献調査のデータも併せて整理いたします。
新 垣	普天間宮の洞穴には、生物を採集するにあたり、石をひっくり返して息を吹きかける等のノウハウがあるので留意して調査に入る必要がある。	留意して調査を行います。

渡久山	平成 14 年と平成 24 年で魚類・底生動物の種類が増えているのはなぜか。調査の方法や調査時期は同じですか。 その辺の書き方も工夫したほうがいいですね。	大山と宜野湾では同じくタモ網を用いた方法ですが、青小堀川と伊佐ではタモ網以外に投網を行っているため、多少結果が違うと思います。 そのように致します。
諸喜田	経年変化をみるためには、定点で同じ手法でやることが前提なので、新たな方法を用いる場合には記載すべきである。	記載いたします。
渡久山	生態系調査ですので周辺の環境の変化が把握できるように調査方法も工夫したほうがいいですね。	承知しました。

(2) 平成 24 年度 宜野湾市自然環境検討委員会（第二回）

1) 日時・場所

日時：平成 25 年 3 月 8 日（金）10:00～12:30

場所：ジュビランス 2 階 ホール

2) 出席者

・ 委 員

宮城 邦治 （沖縄国際大学 教授）
大城 逸郎 （おきなわ石の会 会長）
渡久山 章 （琉球大学 名誉教授）
諸喜田茂光 （琉球大学 名誉教授）
新垣 義夫 （普天満宮 宮司）
城間 篤 （沖縄県自然保護課主査） ＊代理

・ 事務局

田場 盛茂 （宜野湾市基地対策部 基地政策部 次長兼課長）
仲村 等 （宜野湾市基地対策部 基地跡地対策課 係長）
内間 穂高 （宜野湾市基地対策部 基地跡地対策課）
山城 篤 （株式会社沖縄環境分析センター）
眞栄田 義安 （株式会社沖縄環境分析センター）
中村 昌宏 （株式会社沖縄環境分析センター）
平田 洋一 （株式会社沖縄環境分析センター）



写真 6-1 第二回検討委員会の開催状況（平成 25 年 3 月 8 日）

3) 主な指摘事項

平成 25 年 3 月 8 日に実施された「宜野湾市自然環境調査検討委員会（第二回）」での主な指摘事項及び対応は表 6-1-4 に示すとおりである。

表 6-1-4 第二回検討委員会での主な指摘事項及び対応

※敬称略

	指摘・意見・助言	対 応
○湧水群水質、地下水流入口水質、土地利用状況、気象観測について		
渡久山	本年度のダイオキシン類の濃度が、平成 15 年度調査と比較して 1 桁低下していることが興味深い。考えられる理由はあるのか。	農地における野焼きの減少や下水道普及率の上昇による有機物類の減少が考えられます。
渡久山	湧水群の水質において地下水流入口水質と比較して、大腸菌群類の濃度が低下しているのはなぜか。 ろ過作用であれば、どこかに溜まっているということなのか。	濃度低下は、土壌由来の大腸菌群が地下浸透に伴う物理的なろ過作用等によるものと考えられます。 地下へ浸透する際の土壌間隙などに貯まっているものもあるかもしれませんが、地下水域の酸素条件が好氣的であることから、微生物等により分解されていることも考えられます。
新 垣	マーカの水質は汚れているようにだけ、マーカの上流は調べていないのか。昔は豚舎があったので、汚染源になっているかもしれない。 マーカのように流入口のさらに上流の水質を、清浄な水に戻せないのか。	今回は調べていません。 この場所は、下水道整備が接続していない場所があり、それが整備されると良くなると考えられます。 上流は住宅地であり、生活排水などは各家庭で生物分解を促す散布剤による有機物分解や消臭低減等を地域全体の取り組みとして行ったり、マーカの排水が滞留している場所で曝気による DO の改善による対策等が考えられます。
大 城	大腸菌群数の増加の原因は土壌由来と説明していたが、どういう理由なのか。	現在の大腸菌群数の分析方法(公定法)は、土壌中由来の大腸菌群も併せて分析してしまい、大腸菌群数が高い値を示しても、し尿汚染を示す糞便性大腸菌群数が低いことから、大腸菌群数の大半は土壌由来であると判断できます。
大 城	地層は同じなので、4 つのガーの水質は基本的に変わらないと考えられるが、栄養塩類が高くなっている理由はなぜか。	地層は同じでも全く地質が同じと言うわけではなく、水系も異なり主な流入源の水質や地下浸透の過程による違い等が考えられます。陽・陰イオンの分析を行い、同一地下水系

		かどうか判断するヘキサダイアグラム等の新たな分析項目による解析が必要であると考えます。
渡久山	地質から溶出したものと説明しているが、どういうものなのか。クチャか石灰岩と勘違いしてしまう。岩石を含む地質なのか。 落葉や生物遺骸などが自然状態でもみられる、というような表現が良いと思う。	栄養塩は環境中では様々な形態をとり、クチャや岩石も含む土壤等に物理的・化学的に吸着されていたり、金属と不溶性の塩を形成しているものなどが、嫌気条件による溶出するという意味です。
諸喜田	近年の下水道普及率が低下しているのはなぜか。	下水道整備自体は進んでいますが、人口の増加に伴う接続世帯数も増え、実際に接続していない世帯があるため、見かけ上は低下しているように見えると考えられます。
諸喜田	北部ダムでは大腸菌群数の多さが話題となっているが、糞便性大腸菌群数の取り扱い、その原因経路を把握できたら良いと思う。	し尿汚染を示すのは大腸菌群数自体ではなく、糞便性大腸菌群数です。地下水流入口には中継ポンプ場がありますが、マーカや宜野湾中学校裏は接続していない最終地点であるため、糞便性大腸菌群数や栄養塩類が高いことから生活排水や下水排水等の影響を受けているものと考えられます。
宮 城	地質からの溶出、大腸菌群数、ダイオキシン類などについて、細かくわかりやすい表現にした方が良いので、検討してください。	汚染というレベルではないので、表現に留意しつつ、わかりやすく説明を加えます。
○生態系調査・洞穴調査にあたって		
諸喜田	古波蔵家の洞穴でカニの爪を観察したと説明しているが、化石なのか。 グアノがあるが、井戸を掘った時にコウモリ類が侵入したのか。	爪は化石化していません。 かつて自然洞口があり、そこからコウモリ類が侵入したのか、井戸から侵入したのか、判断が難しいと思います。
大 城	魚類・底生動物調査の考察で、タイモ畑の利用変化ではなく、放棄したためではないのか。 また、投網の表記で「投」ではなく、○（投）にした方が良い。	そのとおりですので、訂正します。 訂正いたします。

	土壌動物調査で表層地質の欄に琉球石灰岩と表記しているが、琉球石灰岩質の土壌と表記すべきではないのか。	訂正いたします。
渡久山	土壌動物調査の中で個体数を調べているが、個体数は重要なものさしである。個体数の単位はなにか。	0.5m×0.5mで、0.25m²です。
宮 城	末吉公園で土壌動物を調べた安座間先生らの文献があったと思うので、それを比較しながら、参考にした方が良い。	資料を参考に、比較できるようにします。
諸喜田	魚類・底生動物において、フルチンガーでヌマエビ類やテナガエビ類などの純淡水性種が出現していないのはなぜか？	10年前の報告書では河口域が調査範囲として囲まれています。かなり上流まで調査したのかもしれませんが。
新 垣	洞穴に汚水が入ったらどうなるのか。下流側に地下水盆があり、汚水と混ざって希釈・拡散されるのではないか。	そのとおりと考えます。
大 城	古波蔵家の洞穴は、目くら洞穴ではないだろう。聞き取りを行ったのか。	洞穴の左側先端部分は、元給油所に当たる場所で地下掘りした後に、埋め戻している（新垣委員）。
新 垣	古波蔵家井戸洞穴では、普天満宮の洞穴と同様に石柱がみられる。また、珍しいムーンミルクがみられたので、記述すること。	記載します。
渡久山	普天満宮洞穴の底質でグアノがみられた場所でCODと含水率が高いのはなぜか。	コウモリの糞からなるグアノは有機物が高く、有機物を多く含む土壌は空隙が多く、含水率が高くなる傾向にあります。
宮 城	これまでの委員からのアドバイスに留意して、報告書をまとめるようにしてください。	まとめます。

6-2 総括考察

(1) 湧水群・地下水流入口水質調査

今年度及び過年度（平成 15 年度）より実施した湧水群水質調査から得られた結果を以下にまとめた。

本調査における市域湧水群の水質は、大腸菌群数の値が調査時期でばらつき、環境基準を超えることがあった。しかし、し尿汚染の指標となる糞便性大腸菌群数の割合は少ないことから、土壌由来の菌であると考えられる。

D0 や窒素類の結果から地下水は好氣的な環境を維持しており、調査位置によっては下水道の普及や農地の減少と言った要因による負荷源の減少も示唆された。

過年度調査（H15 年度）で実施した健康項目等の調査では、ほとんどの項目で不検出であり、過年度調査と同様か低い値を示し、全て環境基準を満足する結果であった。下水道の普及や農地の減少と言った要因による負荷源の減少が示唆され、今後は上流域の水環境の変化を踏まえ、定期的な調査を検討する必要があると考えられる。

地下水流入口との比較から、流域によっては上流部の生活排水やし尿による汚染に違いがあることが分かった。何れの地点においても、流量を比較すると湧水よりも流入口の方がかなり低いことから、他の流入源の存在が示唆され、今後新たな基地内を含め流入口の調査についても検討が必要であると考えられる。また、地下水流入口の更に上流における調査を検討し、汚染源の特定や負荷量低減の対策を講じることで、より良い地下水環境の維持を目指すことが必要であると考えられる。

今後同様な地形地質からなる流域毎の水質特性を把握するために、カルシウムイオンやマグネシウムイオン等の新たな項目の追加が必要であると考えられる。

湧水群水質調査は、今後の下水道を中心とした市街地整備や、人口の増減などに伴う水質の変化も確認しながら基地返還前の湧水群の水質変動を把握し、基地返還・跡地利用における湧水群水質への影響を判断する基礎資料として重要であるので、経年的に継続した調査をする必要があると考えられる。

(2) 魚類・底生動物

今年度は、平成 14 年度に調査を行った大山（湿地）、青小堀川、伊佐、宜野湾の 4 箇所での湿地・河川で魚類・底生動物の状況を比較し、貴重種及び構成種の変化の有無を調べた。

その結果、大山（湿地）では前回とほぼ同様な川と海を行き来する両側回遊性の魚類・底生動物の割合が多くみられた。これは湿地の上流側と下流側で生息環境に大きな変化なく、環境が維持されていることが考えられる。一方で水生昆虫類を多く確認したが、これはタイモ畑の放棄により生息場となる水溜まりが増えたものと推察される。

青小堀川と伊佐では、前回と比べて生活史のタイプが周縁性の魚類や河口・汽水域に生息する甲殻類が増えた種類構成となっており、これは投網で採集した種類の増加と海水の侵入を好む種類が増加したためである。

宜野湾では、前回と比べて底生動物や昆虫類の種類構成が変化していた。これは平成 18 年の市民パークの建設により、周辺環境が変化したことにより、魚類・

底生生物の生息環境が変化したものと考えられる。

過去 10 年前の調査と比較したところ、湿地の生息環境が維持されている大山で魚類・底生動物の種類構成に大きな変化はなかったが、宜野湾のように河川及び周辺の生息環境が変化していた場所では、種類構成に変化が認められた。今後は、生息環境の変化に着目して、上流・下流側の流量、水質を含めた生物モニタリングを行い、生態系保全の面から跡地利用の基礎資料の収集を行うことが望ましい。

(3) 土壌動物

土壌動物調査は、県内において調査事例が少なく、県内における土壌動物相の実態もほとんど知られていないことから、その実態に努めた。調査にあたって市域の植生と土壌環境の特性を考慮し、樹林地や草地等の基地内で当てはまる環境類型と同一の土壌環境について、基地外 7 地点で調査を行った。

その結果、普天間飛行場周辺の樹林地等には多様な土壌動物が生息することが確認された。また、植生によって大きく出現種数、個体数が異なり、それぞれの植生のみで確認される土壌動物の種類も見られた。これらの土壌動物は生態系の中で主に分解者としての役割が大きく、陸上昆虫や爬虫類、鳥類の餌として利用されていることが知られている。

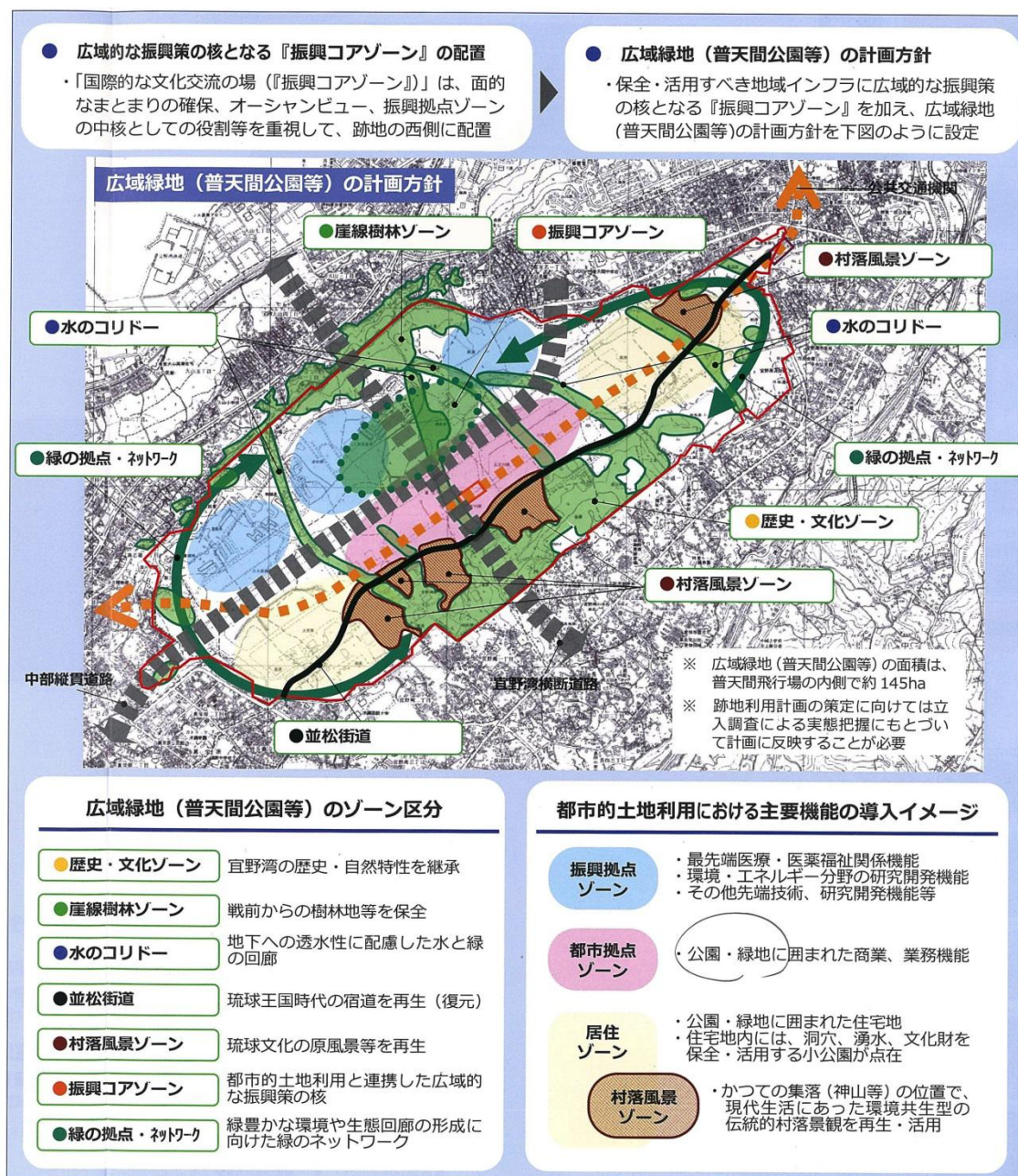
平成 13 年以降これまでに確認された陸上動物の多くは、これらの土壌動物を餌として利用し、陸上動物の多くの死骸はこれら土壌動物により分解されているものと考えられ、本調査で確認された土壌動物の普天間飛行場周辺の生態系保全の面から重要性がうかがえる。また、普天間飛行場周辺の自然度の高い植生では土壌動物の種数は比較的少なく、基地内においても同様の結果となると予想される。一方、自然度の低いと考えられる外来植生でも戦後樹林地化した樹林地では土壌動物の種数や個体数の多い地点も見られた。

普天間飛行場跡地利用計画方針策定調査報告書(平成 24 年 3 月 宜野湾市)(以後 H24 報告書)及び「中南部都市圏駐留軍用地跡地利用広域構想策定調査」(平成 22～23 年度 沖縄県)において、普天間飛行場跡地の斜面緑地の保全と並松街道の再生として、基地内の西側や東側の斜面緑地の保全が検討されている。

H24 報告書の中で、図 6-3 に示すように「広域緑地(普天間公園等)の計画方針」が示されており、歴史・文化ゾーン、崖縁樹林ゾーン、振興コアゾーンなどに区分され、普天間飛行場における歴史文化、自然環境の特性の面から跡地利用が検討されている。上記でも示したように、保全の対象となりにくい自然度の低いと考えられる外来植生においても土壌動物の種数や個体数の多い地点も見られ、普天間飛行場周辺の生態系保全の面から重要性がうかがえた。このことから、在来植生のみならず、外来植生においても土地の履歴を含めて検討し、広域的公園・緑地の整備基本方針として普天間飛行場を中心とした「生物多様性緑地の再生」となるよう、土壌動物を含めた生態系保全について整理し、(仮)普天間公園の整備を検討する必要があると考える。

このためには(仮)普天間公園を含めた宜野湾市全体の緑地に対する目標「在来植生による樹林地の確保・造成、生態系に重要な位置を占める外来植生の保全など」を定め、緑地の確保や緑地造成の種苗等の確保を行っていく必要がある。

調査における今後の課題として、植生の階層構造と土壌動物との関係、土壌中の窒素、りんなどの栄養塩濃度等と土壌動物の関係、活動の最盛期と考えられる春から夏にかけての土壌動物相の把握などが考えられる。



出典：沖縄県・宜野湾市（2012）普天間飛行場跡地利用計画方針策定調査の概要パンフレット

図6-2-3 広域緑地（普天間公園等）の計画方針

(4) 洞穴調査

洞穴調査は、基地外から入洞可能な A 地下水流域のチンガーガマと E 地下水流域のタキジョウガマ、普天満宮洞穴、古波蔵家井戸の洞穴の 4 つの洞穴で行った。

チンガーガマは北西 - 南東方向に 250m 伸びており、呉屋家の井戸より入洞できるが、アパート建設に伴いパイルが打ち込まれ、現在北西側の 100m への立ち入りができない状況である。本洞穴は民家の密集する市街地にあるが、水質・底質とも顕著な汚染は確認されず良好な状態を保っている。水質は下流南東側の地点で大腸菌群数が水質 C 基準を超える箇所もあるが、糞便性大腸菌は少なく、汚水が要因ではないものと考えられる。

タキジョウガマは、南東側の洞口がマンション建設で埋められ、現在は下流北端のミーガー跡に造られた歩道上のマンホールが入口になっている。かつてガマは、北西 - 南東方向に約 100m 延びていたが、マンホールより 15m の地点で天井付近まで土砂が堆積し、進入できない状態である。この堆積土砂は黄褐色のシルト質粘土が主体で、厚さは 45~90 cm に達しているが、有機物や油分など特に問題となる汚染はみられない。

普天満宮洞穴は、拝所入口から 50m 間は照明が整備され、一般参観が可能となっている。全長は 280m 以上あり、信仰の対象として保全・管理されているため、洞内の環境は良好に維持されている。洞内の広場には新しいグアノが観察され、油分等の汚染は見られない。

本洞穴内の環境は安定しており、市天然記念物のウデナガサワダムシが最奥部で確認され、小型コウモリ（オキナワコキクガシラコウモリと考えられる）の他、これまでの調査結果と同様に多くの生物が生息しているものと考えられる。

古波蔵家井戸の洞穴は、普天間の古波蔵義夫氏の自宅兼自動車整備工場の一角にある。本洞穴は井戸の掘削中に深度 8m（標高約 53m）で鍾乳洞につながる横穴が見つかった。洞内の詳細は伝聞のみであり、今回調査に先立ち、足場仮設や簡易測量を行い、本調査にあわせて洞内構造や 2 次生成物を観察し、洞穴図を作成した。本洞穴は全長 80m 以上あり、延長は東西方向である。洞内中央部には同幅 13m、高さ 6m の広場があり、石柱や中空状鍾乳石などが発達している。また、洞床には落石が散乱し、褐色粘土が堆積する場所も多く、やや古いグアノも確認された。広場の東側では天井部の落盤があり、4m 程度の段差が生じている。この段上は平坦では、珍しいムーンミルクも観察された。また、水流は確認できず、洞内の西側に井戸が掘られており、この井戸より採水したが、水質は良好であった。なお、古いグアノはあるが、コウモリは確認されず、その他動物も確認されなかった。自然の洞口の存在に関しては未確認であり、今後の課題である。

市内には 70 か所以上の洞穴が確認されているが、宅地開発等で破壊され埋立られるなど厳しい現状がみられる。基地内の洞穴については現状確認も困難な状況である。洞穴はかつて人々の生活や文化の形成に関係し、現在でも信仰の対象になっている。さらに、生物学や古生物学、考古学や地学など学問的にも貴重な場所である。洞穴は豊富な湧水と同様に、本市を特徴づける代表的な基盤環境であり、跡地利用に際し、保存・保護に向けた検討が必要である。