

第 1 章 業務概要

1. 業務の目的

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ため、平成 13 年度から平成 22 年度にかけて宜野湾市の自然環境に関する調査を進めてきた。今年度も引き続き自然環境の重要な情報の提供・共有化を進めることを目的として、基地周辺の代表する 5 箇所の湧水の水質についての調査を行う。

また、平成 19 年度に作成した「自然環境保全に関する基本方向」を見直し、パンフレットを作成するとともに、平成 18 年度に作成したデータベースの追加・統合を行い、跡地利用推進を図ることを目的とする。

2. 業務の内容

本業務の内容を以下に示す。

【業務名称】 宜野湾市自然環境調査業務委託

【履行範囲】 宜野湾市内一円

【履行期間】 平成 23 年 9 月 29 日～平成 24 年 3 月 23 日

【業務項目】

① 湧水群水質調査

② 自然環境保全に関する基本方向の見直し及び地域資源の利活用検討

③ 委員会の開催

3. 調査の実施方針

(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。過年度に調査を実施した代表的な 5 地点（メンダカリヒージャーガー、アラナキガー、ヒヤカーガー、フルチンガー、チュンナガー）を対象に、継続的な水質調査を実施し、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を収集する。

(2) 自然環境保全に関する基本方向の見直し及び地域資源の利活用検討

平成 20～22 年度にかけて新たに調査した蘚苔類、大径木、洞穴調査の結果を踏まえて、保全が必要な要素を想定し、新規保全対象等の評価及び保全配慮事項等の検討を行う。

検討に基づき、平成 19 年度に作成した「自然環境保全に関する基本方向」を

見直し、パンフレットを作成して跡地利用推進への活用を図る。

平成 18 年度作成のデータベースに新規調査結果項目を追加・統合を行い、跡地利用の検討に資する情報提供ツールとする。

(3) 委員会・総括

調査手法及び結果について検討するとともに、委員より助言・指導を得ために、検討委員会（2 回）を実施した。

4. 業務の工程

業務の工程を表 1-1に示す。

表 1-1 業務工程

業務種別	平成23年				平成24年			
	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
計画準備								
湧水群水質調査								
基本方針の見直し 及び地域資源の利 活用検討								
検討委員会								
報告書作成								

第 2 章 湧水群水質調査

1. 調査場所

宜野湾市内の石灰岩台地特有の湧水群のうち、平成 15 年度より継続的に調査を実施している代表的な 5 地点（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）で水質調査および流量観測を実施した。調査地点の位置を図 2-2-1 に示す。

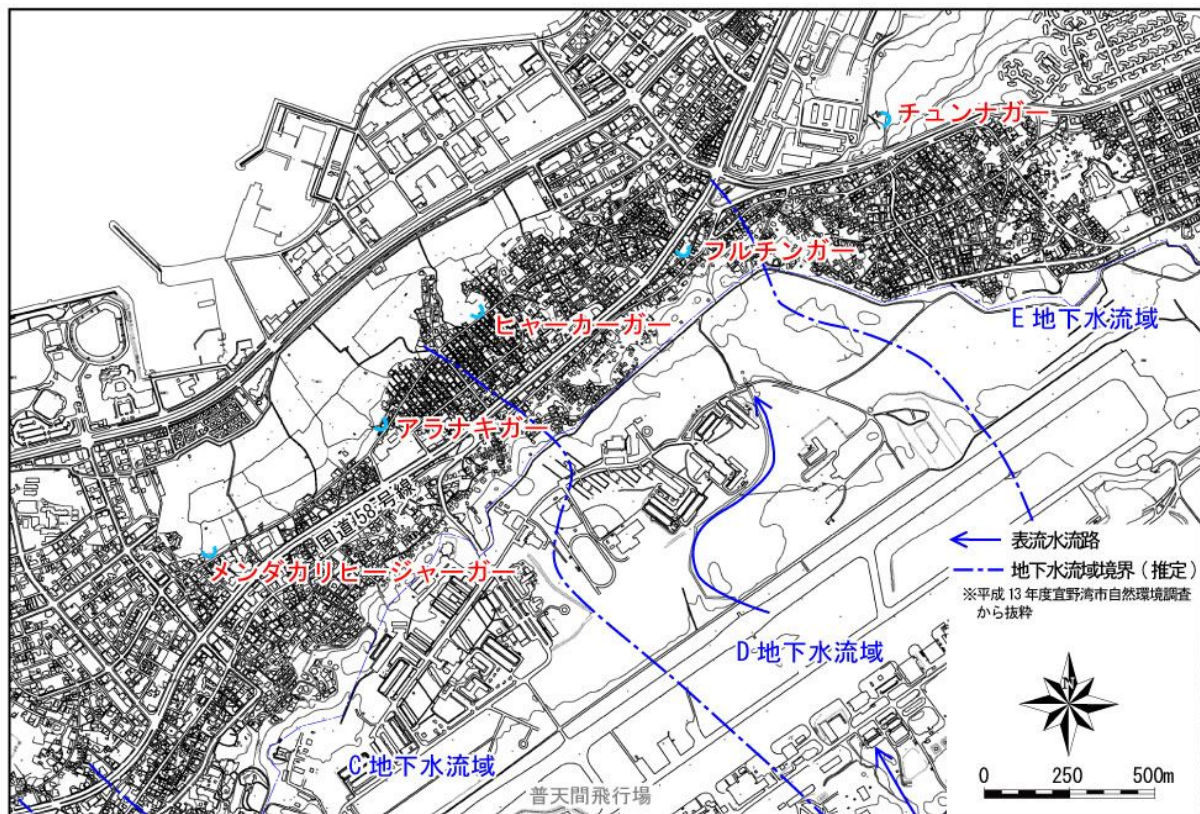
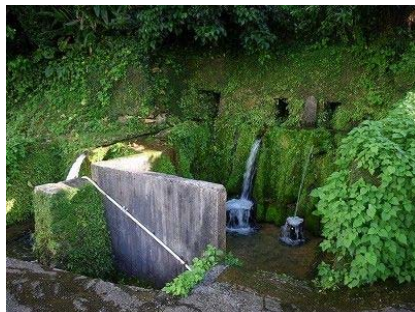


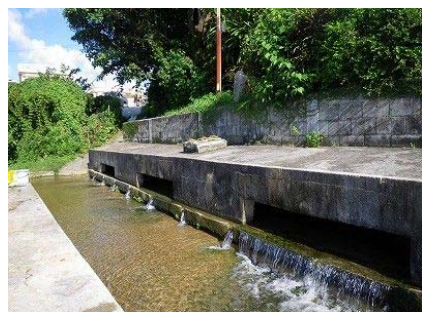
図 2-2-1 湧水群水質調査地点位置図



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



フルチンガー入口マンホール



フルチンガー



チュンナガー

2. 調査時期

調査時期は、豊水期、平水期、渇水期にそれぞれ1回、計3回実施した。実施日を表 2-1に示す。なお、豊水期、平水期、渇水期についての判断は次の通りとした。

表 2-1 湧水群水質調査実施日

調査時期	調査年月日
豊水期	平成 23 年 10 月 21 日
平水期	平成 23 年 12 月 19 日
渇水期	平成 24 年 02 月 17 日

【豊水・平水・渇水の判断】

本来、豊水期、平水期、渇水期についての判断は表 2-2 水質用語で用いられる豊平低渇のとおりであるが、本調査では、発注時期による時間的な制約もあることから、履行期間中（概ね8・9月～3月）における平均降水量により、8月～10月を豊水期、11月～2月を平水期および渇水期として、調査を実施した。豊水期、平水期・渇水期の最終的な判別は、調査実施月の月間降水量で比較し、多い方から豊水期、平水期、渇水期とした。

表 2-2 水質用語で用いられる豊平低渇

流量	内容
豊水流量	1年を通じて95日はこれを下らない流量
平水流量	1年を通じて185日はこれを下らない流量
低水流量	1年を通じて275日はこれを下らない流量
渇水流量	1年を通じて355日はこれを下らない流量

しかしながら、湧水は雨水が地下浸透してくるものであるため、調査実施前の一定期間の総降水量で判断した方が、科学的知見から相応しいと考える。

ここでは、便宜的に調査日から 60 日前までの同市に最も近い沖縄市胡屋の総降水量（気象庁データ）を用いて豊水・平水・渇水を判断した（図 2-2）。

その結果、既往調査の判断では、12 月 19 日の調査が渇水期になっていたが、ここでは、平水期とし、2 月 17 日の調査を渇水期とした。

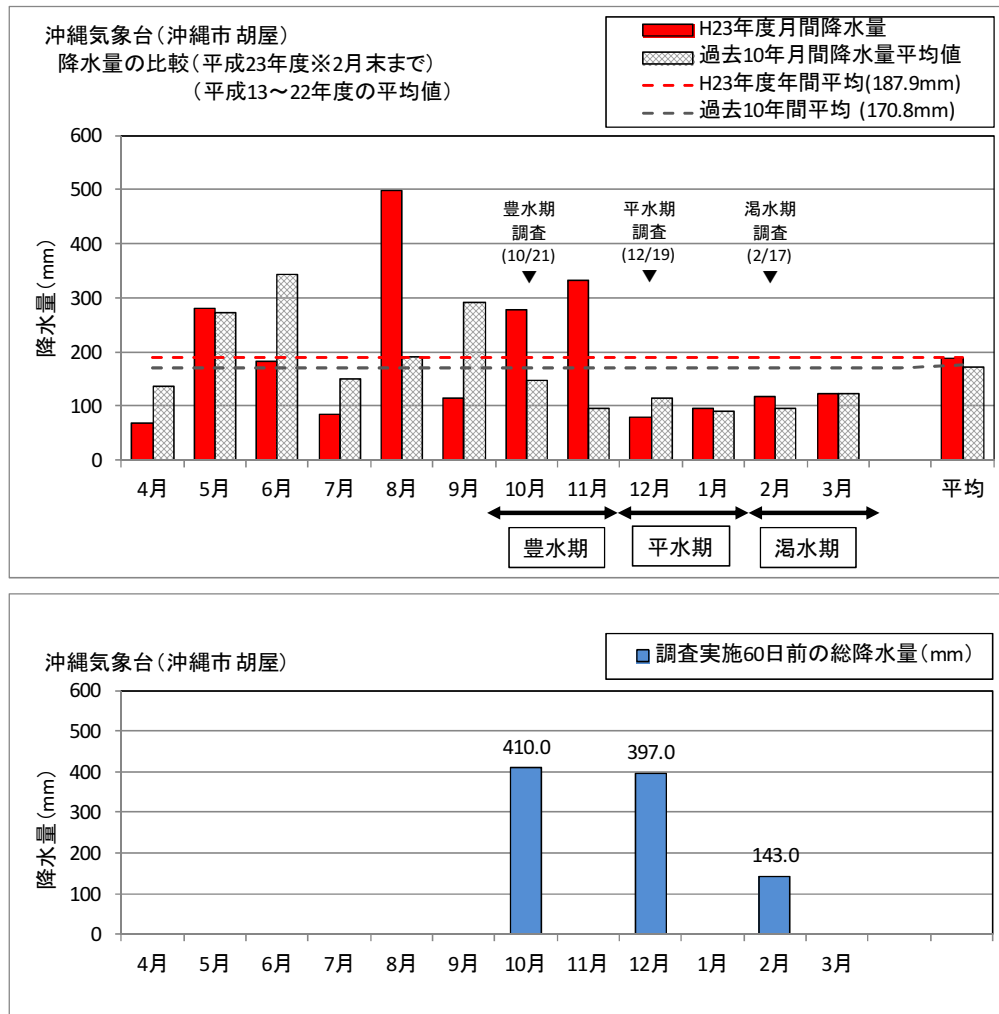


図 2-2 月間降水量と調査時期（上）、調査実施 60 日前の総降水量

3. 調査内容

(1) 採水および流速測定

採水及び流速測定の位置を表 2-3に示す。採水では、全て表層水を採取した。

表 2-3 湧水群の採水・流速測定箇所

湧水地点	採水箇所	流速計測箇所	備考
チュンナガー	湧水に向かって右側流 路の湧水口	左右の2流路で計測	喜友名公民館から 「喜友名泉」入口 の鍵を借用する。
フルチンガー※	取水口の直上流	取水口の直上流、左右 2つの流路で計測	市下水道課に立入 申請の事前提出
ヒャーカーガー	湧水口	下流部の側溝で計測	
アラナキガー	塩ビ管から採水。 (D0は上流側の表流部)	トンネル上流側の表 流部で計測。	
メンダカリヒー ジャーガー	湧水に向かって右側流 路の湧水口	湧水に向かって左右 の流路で計測	

※フルチンガーの流量測定は、取水口の形状が特殊であることと、伏流している可能性があることから、表流水の計測だけでは正確性に欠くと判断され、継続的に測定されていなかった。平成22年度調査から継続的に計測しているが、あくまで参考値とする。

なお、フルチンガーの計測場所を表 2-4に示した。

表 2-4 H22・23年度のフルチンガーの流量測定箇所

採水時期	豊水期	平水期	渇水期
平成22年度	取水堰をオーバー フローした流量（取 水後流量）	取水堰の直上流	取水堰の直上流
平成23年度	取水堰の直上流	取水堰の直上流	取水堰の直上流

(2) 分析

分析項目（一般性状、生活環境項目、栄養塩類の 20 項目）を表 2-5に示す。

現地測定項目（水温、流量、透視度）以外の項目については現地で採水し、室内分析を行った。

表 2-5 湧水群水質調査項目一覧

項目		地点数	回数	調査項目の概要	分析方法
一般性状	水温	5	3	湧水部の水温を計測する。比較的安定している地下水温が変動する時は、表流水の混入等の外的要因が考えられる。	水温計（東亜電波工業株式会社、IM-22P）による現地観測
	流量	5	3	湧水の流れる水路の断面積（ m^2 ）と流速（ m/s ）から流量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）を算出する。	流速計（FLO-MATE Model2000）による現地観測
	透視度	5	3	透明な管に試料を入れて上部から透視し、白色の標識板に書かれた二重十字が明らかに識別できた時の水位。濁っている試料を簡易計測するのに役立つ。	透視度計（50cm）による現地観測
	濁度	5	3	水の濁りの指標。水中に土粒子や排水の流入、動植物プランクトン等が多い場合、高い値を示す。	JIS K 010 19.4 積分球式測定法
	電気伝導度	5	3	水中の無機イオンの総量を表す。下水等の流入があると大きな値を示す。	JIS K 0102 13 電気伝導計による方法
	塩素イオン	5	3	水に溶解している塩素の量を表す。下水等や海水の流入があると大きな値を示す。	JIS K 0102 41.3 イオンクロマトグラフ法
	全硬度	5	3	水に溶存するカルシウムイオンとマグネシウムイオンの量を表す。120 以下は軟水、120 以上は硬水。	上水試験方法による滴定法
生活環境項目	水素イオン濃度（pH）	5	3	水の酸性・アルカリ性を示すもので 7 のときは中性、これより数値の高い場合はアルカリ性、低い場合は酸性であることを示す。	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
	生物化学的酸素要求量（BOD）	5	3	水中の有機物をバクテリアが分解するのに必要な酸素の量。水中の有機物が多い場合、高い値を示す。	JIS K 0102 21、JIS K 0102 32.3 隔膜電極法
	浮遊懸濁物質（SS）	5	3	水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質。粘土鉱物、動植物プランクトン、下水・工場排水等が多い場合、高い値を示す。	昭和 46 年環境庁告示第 59 号付表 7 に挙げる方法

	溶存酸素量(DO)	5	3	水中に溶解している酸素の量。有機物による汚染が著しいほど低い濃度を示す。	JIS K 0102 32 ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法
	n-ヘキサン抽出物質	5	3	水中の油分等の量。動植物性油脂や石油石炭系の炭化水素等が多い場合、高い値を示す。	昭和 46 年環境庁告示第 59 号付表 9 に挙げる方法
	大腸菌群数	5	3	水中の大腸菌群(大腸菌及び大腸菌と似た性質を持つ細菌)の量。動物の糞便等の汚染がある場合、高い値を示す。	BGLB 培地法(最確数による定量法)
	糞便性大腸菌群数	5	3	大腸菌群の細菌の中には、動物由来のものばかりではなく、自然界由来のものも多くあることから、特に糞便汚染を評価するために実施する。	M-FC 寒天培地法
栄養塩類	アンモニア態窒素(NH ₄ -N)	5	3	無機態窒素の形態。好気的な環境では、アンモニア態窒素→亜硝酸性窒素→硝酸性窒素に変化する。嫌気的な環境では逆の反応が起こるため、アンモニア態窒素及び亜硝酸性窒素の量が増加する。このことから、水が好気的か嫌気的を判断する指標となる。	JIS K 0102 42.1 インドフェノール青吸光光度法
	亜硝酸態窒素(NO ₂ -N)	5	3		JIS K 0102 43.1 ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
	硝酸態窒素(NO ₃ -N)	5	3		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(T-N)	5	3	水中の窒素の総量。有機態窒素と無機態窒素の合計。肥料や生活排水による栄養塩類の汚染がある場合、高い値を示す。	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウムカラム還元法
	オルトリン(PO ₄ -P)	5	3	水中の無機態リンの大部分がこの形態となる。他の形態の無機態リンと有機態リンは最終的にこの形態となる。	JIS K 0102 46.1.1 モリブデン青法
	全リン(T-P)	5	3	水中のリンの総量。有機態リンと無機態リンの合計。肥料や生活排水による栄養塩類の汚染がある場合、高い値を示す。	JIS K 0102 463-1 ペルオキシ二硫酸カリウム分解法

4. 調査結果

(1) 調査結果概要

各項目の分析結果を表 2-6に示す。また、分析した一般性状項目、生活環境項目、栄養塩類についての結果を次の 1) ～3) にまとめた。

表 2-6 湧水群水質調査結果

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)			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			
			H23.10.21	H23.12.19	H24.2.17	H23.10.21	H23.12.19	H24.2.17	H23.10.21	H23.12.19	H24.2.17	
			豊水期	平水期	渇水期	豊水期	平水期	渇水期	豊水期	平水期	渇水期	
	時間	—	11:32	16:05	14:55	11:55	16:30	15:18	12:28	16:58	15:44	—
一般性 状	水温	℃	23.8	21.5	23.3	23.9	23.3	23.0	23.5	23.5	22.8	—
	流量	m3/日	1437	1049	798	2660	1692	1281	1672	3002	1248	—
	臭気	—	無	無	無	無	無	無	無	無	無	—
	透視度	cm	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	—
	濁度	度	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	—
	電気伝導度	μs/cm	690	692	697	608	612	608	631	627	619	—
	塩化物イオン	mg/L	45	40	42	33	32	33	34	33	35	—
	全硬度	mg/L	196	272	278	196	256	246	166	260	196	—
生活 環境 項目	pH	—	7.5	7.7	7.8	7.8	7.9	8.0	7.4	7.8	7.9	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	3以下
	SS	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.8	0.5	25以下
	DO	mg/L	7.5	8.1	7.7	7.0	7.9	7.8	7.1	8.1	8.0	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	—
	大腸菌群数	MPN/100mL	920	540	220	940	170	70	110	140	94	5,000以下
	糞便性大腸菌群数	個/100mL	144	174	45	254	100	40	28	36	32	1,000以下
栄養 塩類	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	—
	亜硝酸態窒素	mg/L	0.01	0.01	0.010	0.01	0.01	0.010	0.01	0.01	0.010	合計が 10以下
	硝酸態窒素	mg/L	2.5	2.6	2.6	2.5	2.5	2.7	2.0	2.2	2.2	—
	全窒素	mg/L	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6	2.8	2.1	2.2	2.2	—
	りん酸態りん	mg/L	0.06	0.04	0.08	0.12	0.05	0.07	0.06	0.05	0.06	—
	全りん	mg/L	0.07	0.05	0.08	0.12	0.06	0.08	0.06	0.05	0.07	—

項目		単位	D地下水流域 (大山第2流域)			E地下水流域 (喜友名流域)			最大値	最小値	参考基準
			フルチンガー			チュンナガー					
			H23.10.21	H23.12.19	H24.2.17	H23.10.21	H23.12.19	H24.2.17			
			豊水期	平水期	渇水期	豊水期	平水期	渇水期			
	時間	—	9:25	13:40	13:35	10:40	14:55	16:10	—	—	—
一般性状	水温	℃	24.1	22.0	21.0	23.3	23.0	22.3	24.1	21.0	—
	流量	m3/ 日	2463	3572	1615	1426	1284	826	3572	798	—
	臭気	—	無	無	無	無	無	無	無	無	—
	透視度	cm	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	—
	濁度	度	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.4	0.4	0.1	—
	電気伝導度	μ s/cm	660	656	601	710	713	728	728	601	—
	塩化物イオン	mg/L	48	46	40	40	36	39	48	32	—
	全硬度	mg/L	246	252	222	248	281	200	281	166	—
生活環境項目	pH	—	7.6	8.3	8.3	7.4	7.6	7.8	8.3	7.4	6.5～8.5
	BOD	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	3以下
	SS	mg/L	2.8	0.5	1.2	0.5	1.0	3.2	3.2	0.5	25以下
	DO	mg/L	7.6	8.8	8.4	7.2	7.6	7.2	8.8	7.0	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	—
	大腸菌群数	MPN/100mL	1600	700	1100	920	920	350	1600	70	5,000以下
	糞便性大腸菌群数	個/100mL	36	124	172	216	48	110	254	28	1,000以下
栄養塩類	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	—
	亜硝酸態窒素	mg/L	0.01	0.01	0.010	0.01	0.01	0.010	0.010	0.010	合計が10以下
	硝酸態窒素	mg/L	2.9	2.9	3.4	3.6	3.9	3.9	3.9	2.0	
	全窒素	mg/L	3.0	3.0	3.5	3.6	4.0	4.0	4.0	2.1	—
	りん酸態りん	mg/L	0.25	0.26	0.39	0.07	0.04	0.07	0.39	0.04	—
	全りん	mg/L	0.26	0.28	0.41	0.08	0.05	0.08	0.41	0.05	—

1: 既往調査結果データ期間＝平成15年度、平成18年度～平成23年度調査結果から作成

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

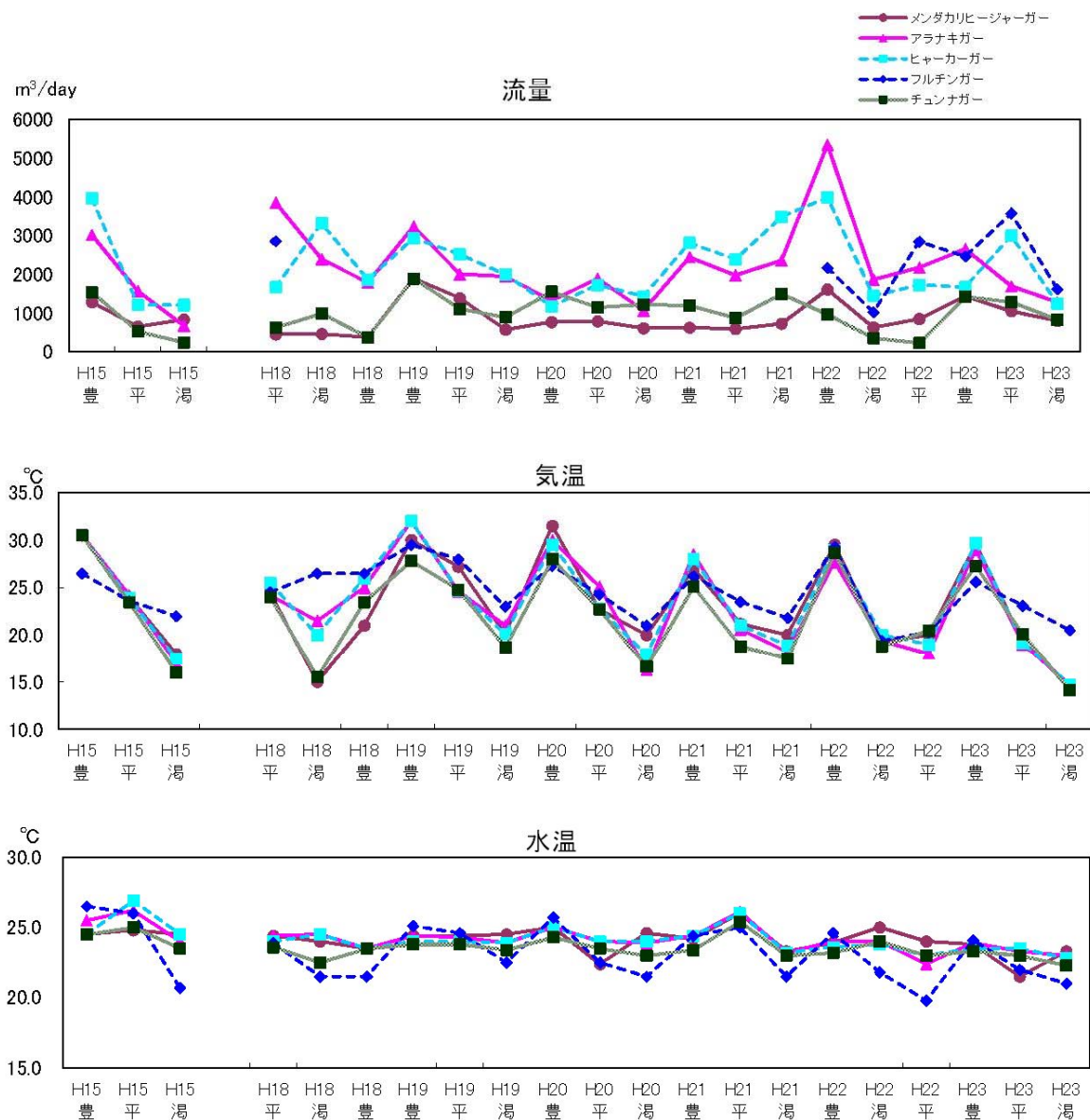
; 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は「地下水の水質汚濁に係る環境基準(平成9年3月13日環境庁告示第10号)」

1) 一般性状項目

一般性状項目の結果を表 2-7に示す。

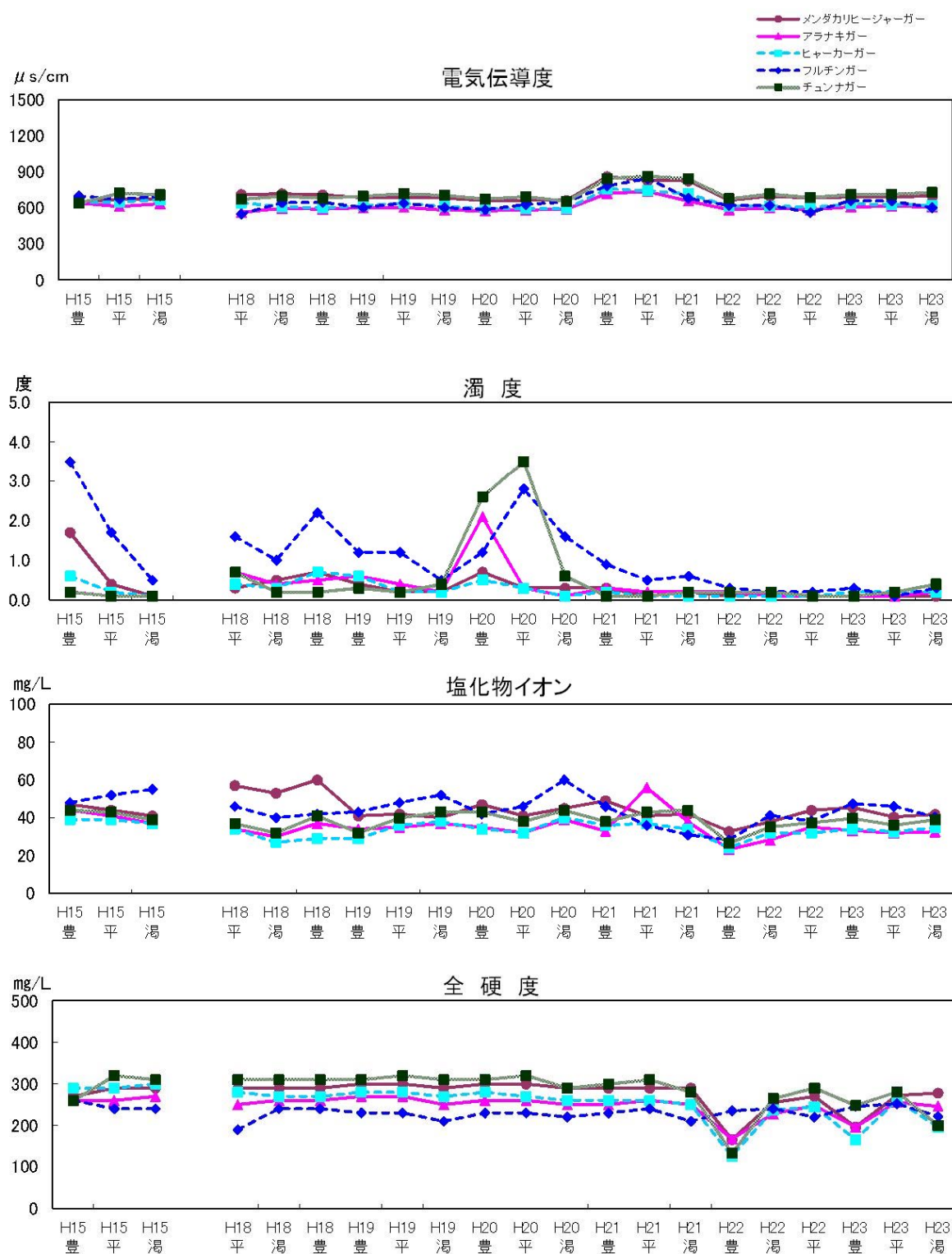
表 2-7 一般性状項目の調査・分析結果

項目	結果概要	図番号
流量	・流量の順位は、アラナキガー、ヒャーカーガー、フルチンガーが概ね上位 3 位を占めた。4・5 位はメンダカリヒージャーガー、チュンナガーの順に多かった（フルチンガーの値は参考値）。 ・H22 年度の豊水期のアラナキガーの流量は、既往調査で最大値を示した。	図 2-3
水温	・フルチンガーを除く 4 地点においては概ね 23～25℃で推移した。 ・フルチンガーでは、既往調査結果と同じく、水温が外気温の変動と同調している傾向が見られた。	
臭気	何れの地点・調査期でも確認されなかった。	－
電気伝導度	H21 年度調査ではやや高い値を示していたが、H22 年度以降は例年並みの値で推移した。	図 2-4
濁度	何れの湧水群も下限値付近の値であった。	
透視度	全ての湧水群で 50cm 以上を確認	－
塩化物イオン	水道法で定められた水質基準 200mg 以下に対し、いずれの調査でも 23.2～60.0 の低い値を示した。	図 2-4
全硬度	・H22 豊水期にフルチンガーを除く 4 地点で値の低下が見られたが、平水・渇水期の調査では例年と同程度まで回復した。 ・H23 豊水期にはフルチンガーとチュンナガーを除く 3 地点で値の低下が見られた。平水時には全地点例年通りに回復したが、渇水期にヒャーカーガーとチュンナガーが再度低下した。	



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渴水期: 平成16年01月07日
H18年度調査; H18平水期: 平成18年11月27日、H18渴水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日
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渴水期: 平成20年01月23日
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渴水期: 平成21年01月26日
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渴水期: 平成22年02月02日
H22年度調査; H22豊水期: 平成22年10月25日、H22渴水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日
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渴水期: 平成24年02月17日

図 2-3 水質の経年変化 (一般性状 1/2)



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渴水期: 平成16年01月07日
H18年度調査; H18平水期: 平成18年11月27日、H18渴水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日
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渴水期: 平成20年01月23日
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渴水期: 平成21年01月26日
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渴水期: 平成22年02月02日
H22年度調査; H22豊水期: 平成22年10月25日、H22渴水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日
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渴水期: 平成24年02月17日

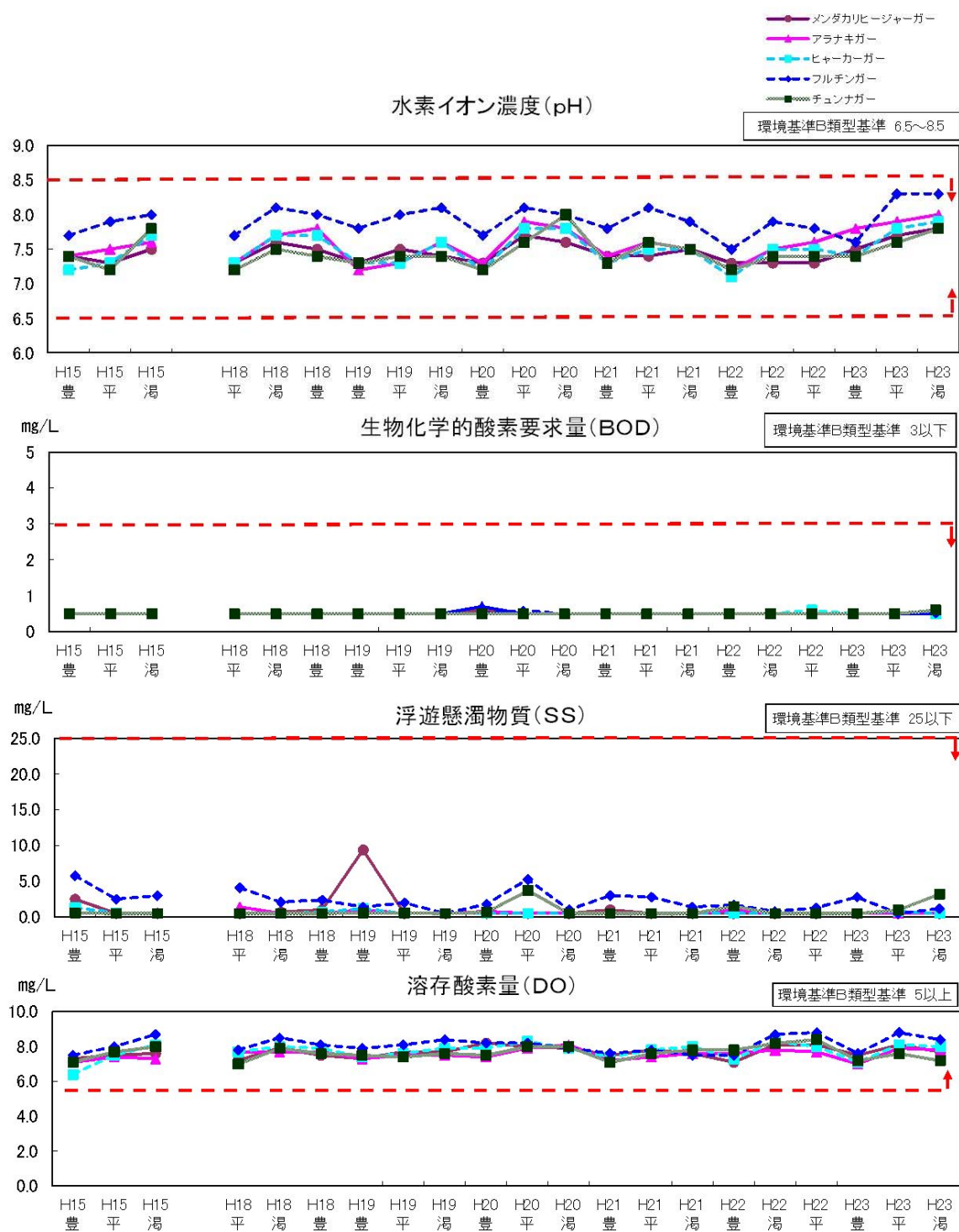
図 2-4 水質の経年変化（一般性状 2/2）

2) 生活環境項目

生活環境項目の結果を表 2-8に示す。

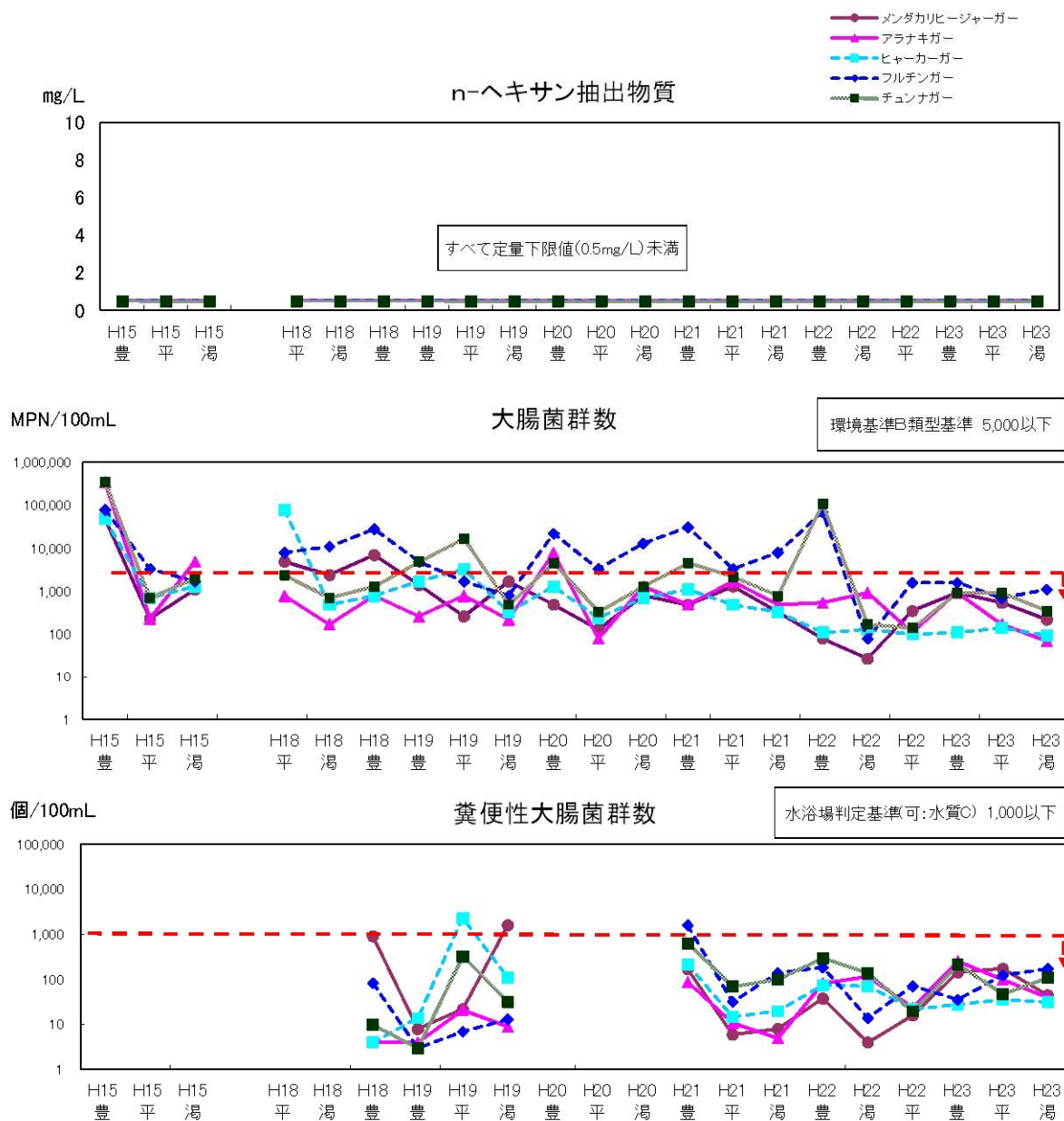
表 2-8 生活環境項目の調査・分析結果

項目	結果概要	図番号
水素イオン濃度 (pH)	例年フルチンガーでやや高い傾向をしながらも、全体的に安定していたが、平成 22 年度以降は基準値 6.5～8.5 内ではあるが、全体的に上昇する傾向にあった。	図 2-5
生物化学的酸素要求量 (BOD)	既往調査を含めほとんど定量下限値程度で推移し、安定していた。	
浮遊懸濁物質 (SS)	全ての地点・調査期で基準値を下回る値を示した。	
溶存酸素量 (DO)	全ての地点・調査期で 7 以上 (基準値 5) を示した。	
n-ヘキサン抽出物質	全ての地点・調査期で定量下限値以下であった。 平成 24 年 1 月 24 日に普天間飛行場滑走路で 150m に渡る燃料流出事故が発生したが、その後の 2 月 17 日 (事故発生 24 日後) では検出されなかった。	図 2-6
大腸菌群数	H22 豊水期以前の調査では全地点で基準値を上回る値が確認されたが、H23 の調査では全ての地点で基準値を下回った。	
糞便性大腸菌群数	平成 21 年度以前の調査ではアラナキガー以外の地点で基準値 1000 を上回ることもあったが、H22 年度以降は全地点で基準値を下回っていた。	



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濁水期: 平成16年01月07日
H18年度調査; H18平水期: 平成18年11月27日、H18濁水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日
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濁水期: 平成20年01月23日
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濁水期: 平成21年01月26日
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濁水期: 平成22年02月02日
H22年度調査; H22豊水期: 平成22年10月25日、H22濁水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日
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濁水期: 平成24年02月17日
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 2-5 水質の経年変化 (生活環境項目 1/2)



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湯水期: 平成16年01月07日
H18年度調査: H19平水期: 平成18年11月27日、H18湯水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日
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湯水期: 平成20年01月23日
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湯水期: 平成21年01月26日
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湯水期: 平成22年02月02日
H22年度調査: H22豊水期: 平成22年10月25日、H22湯水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日
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湯水期: 平成24年02月17日

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

図 2-6 水質の経年変化 (生活環境項目 2/2)

3) 栄養塩類

栄養塩類の結果を表 2-9に示す。

表 2-9 栄養塩類の調査・分析結果

項目	結果概要	図番号
アンモニア態窒素	全ての地点・調査期で定量下限値以下であった。	図 2-7
亜硝酸態窒素		
硝酸態窒素	既往調査同様チュンナガーで高い傾向が見られたが、これまでの調査と比較するとその差は僅かであった。	
全窒素		
リン酸態リン	平成 22 年度までは、これまで比較的高い値で推移していたフルチンガーの減少が見られていたが、H23 年度から再び微増傾向であった。 H22 に微増したアラナキガーでは、H23 には例年通りの数値に低下した。	図 2-8
全リン		

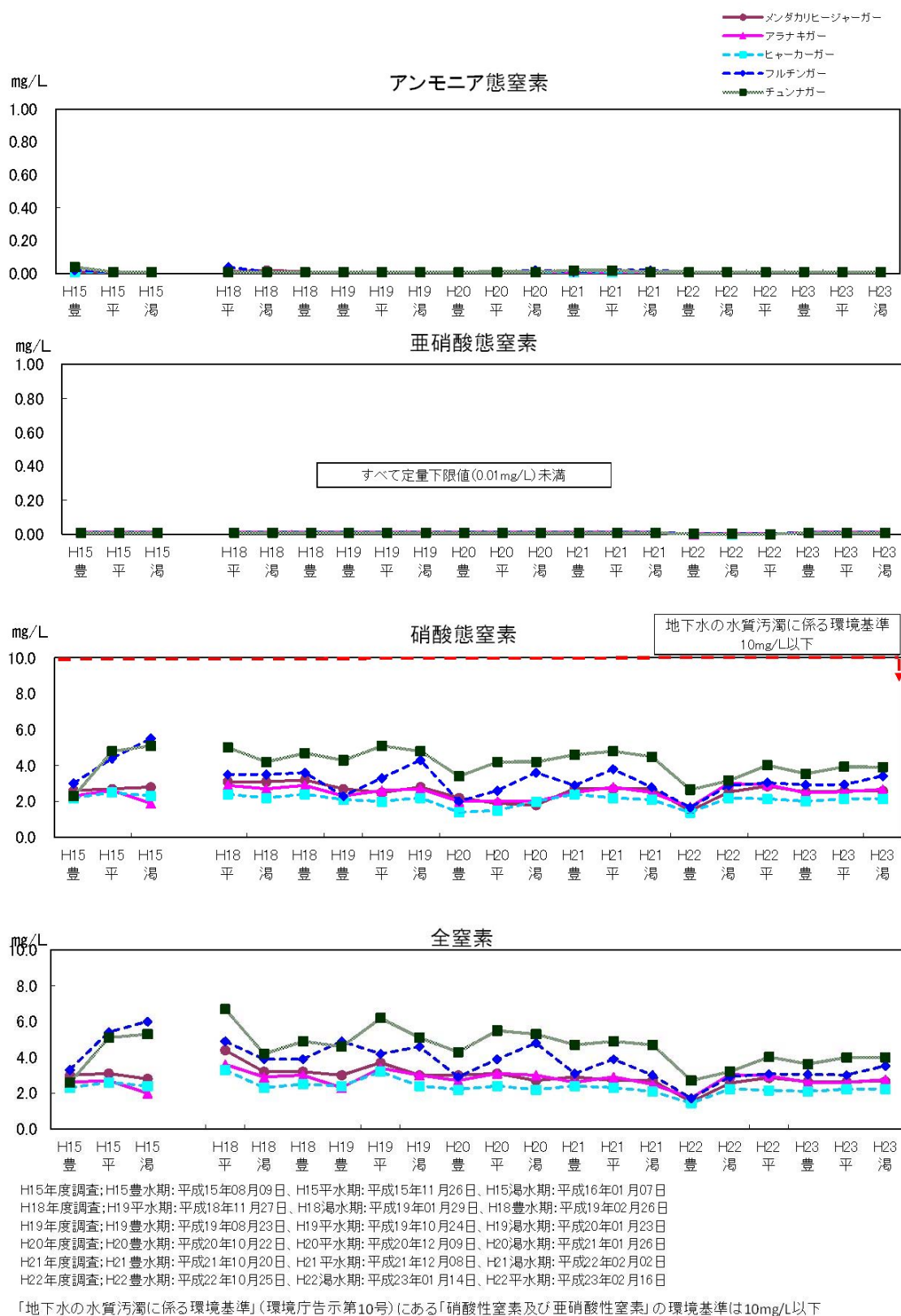
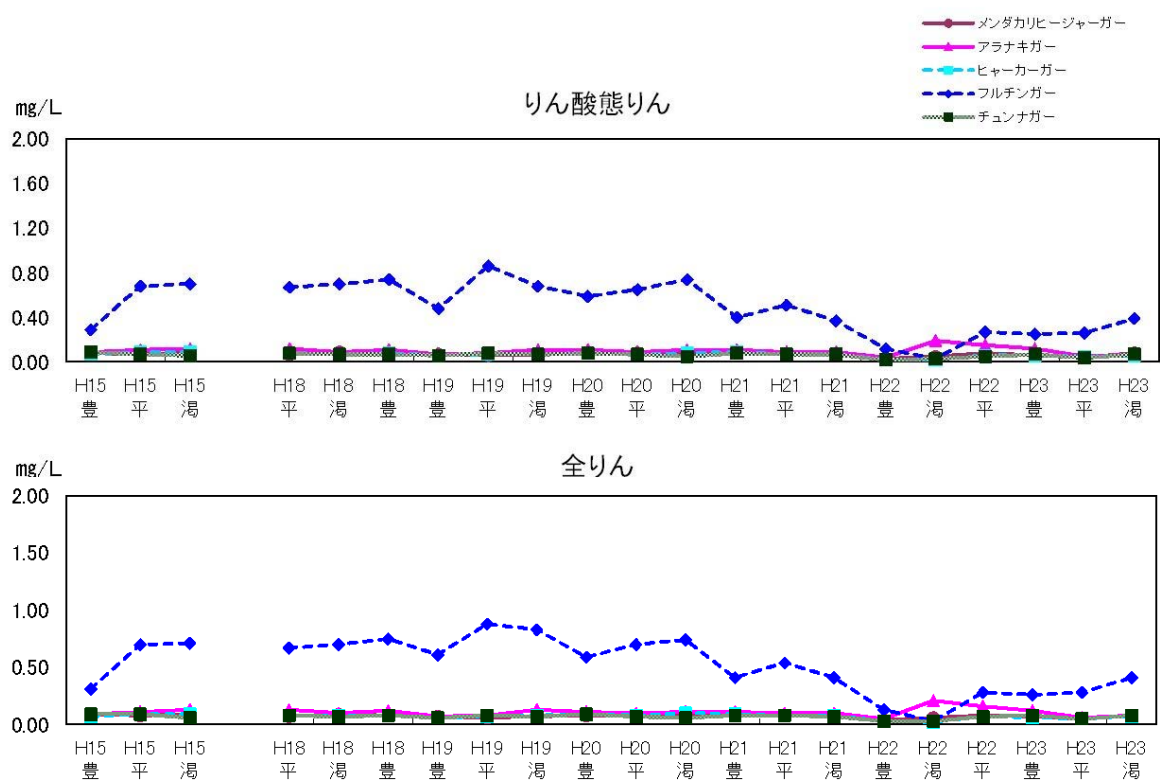


図 2-7 水質の経年変化 (栄養塩類 1/2)



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
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
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
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
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
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
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

図 2-8 水質の経年変化 (栄養塩類 2/2)

(2) 考察

湧水水質の現況を把握するため、過年度報告書で継続的に整理されてきた「1) 環境基準との比較」、「2) 濁りの状況」、「3) 栄養塩類の状況」の視点について整理し、過去の調査結果を踏まえて考察した。また、追加として、全硬度と pH の関係を「4) 全硬度と pH」に、湧水量と降水量との関係を「4) 湧水量と降水量との相関」において考察した。

1) 環境基準との比較

調査結果を評価する指標として、表 2-10に示す環境基準の値との比較を行った。

表 2-10 指標として用いた環境基準

対象項目			基準内容
分析項目		基準値	
生活環境項目	pH、	6.5～8.5	「水質汚濁に係る環境基準」（環境庁告示第 59 号）の河川 B 類型の値（水道利用を目的とした場合の最低基準）を参考値とした。 注）本調査で対象としている湧水群は環境基準の類型指定を受けず、適用外であるため、参考として評価した。
	BOD	3mg/L 以下	
	SS	25mg/L 以下	
	DO	5mg/L 以上	
	大腸菌群数	5000MPN/100ml 以下	
	糞便性大腸菌群数	1000 以下	
栄養塩類	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/L 以下	「地下水の水質汚濁に係る環境基準」（環境庁告示第 10 号）にある「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素」の値を参考

ア. 生活環境項目

調査結果を図 2-9、図 2-10に示す。

pH、BOD、SS、DO は、全ての調査期、調査地点で環境基準の範囲内にあり、概ね良好な状態が保たれていると考えられた。

大腸菌群数と糞便性大腸菌群数についても、平成 23 年度は環境基準を超える値は検出されなかったため、比較的良好な状態を保っているものと考えられた。既往調査では、糞便性大腸菌が 1000 個/100ml を超えて検出されたこともあったが、汚染の原因は動物の糞尿由来以外に土壌・植物等の自然界に由来するものもあるため、その特定は難しい。とはいえ、し尿の影響を受けたとすれば、水中には赤痢菌や腸チフス菌等の病原微生物が生存している可能性があるため、今後も大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数の動向を確認しつつ、

水質に見合った利用方法を検討していくが必要であると考えられる。

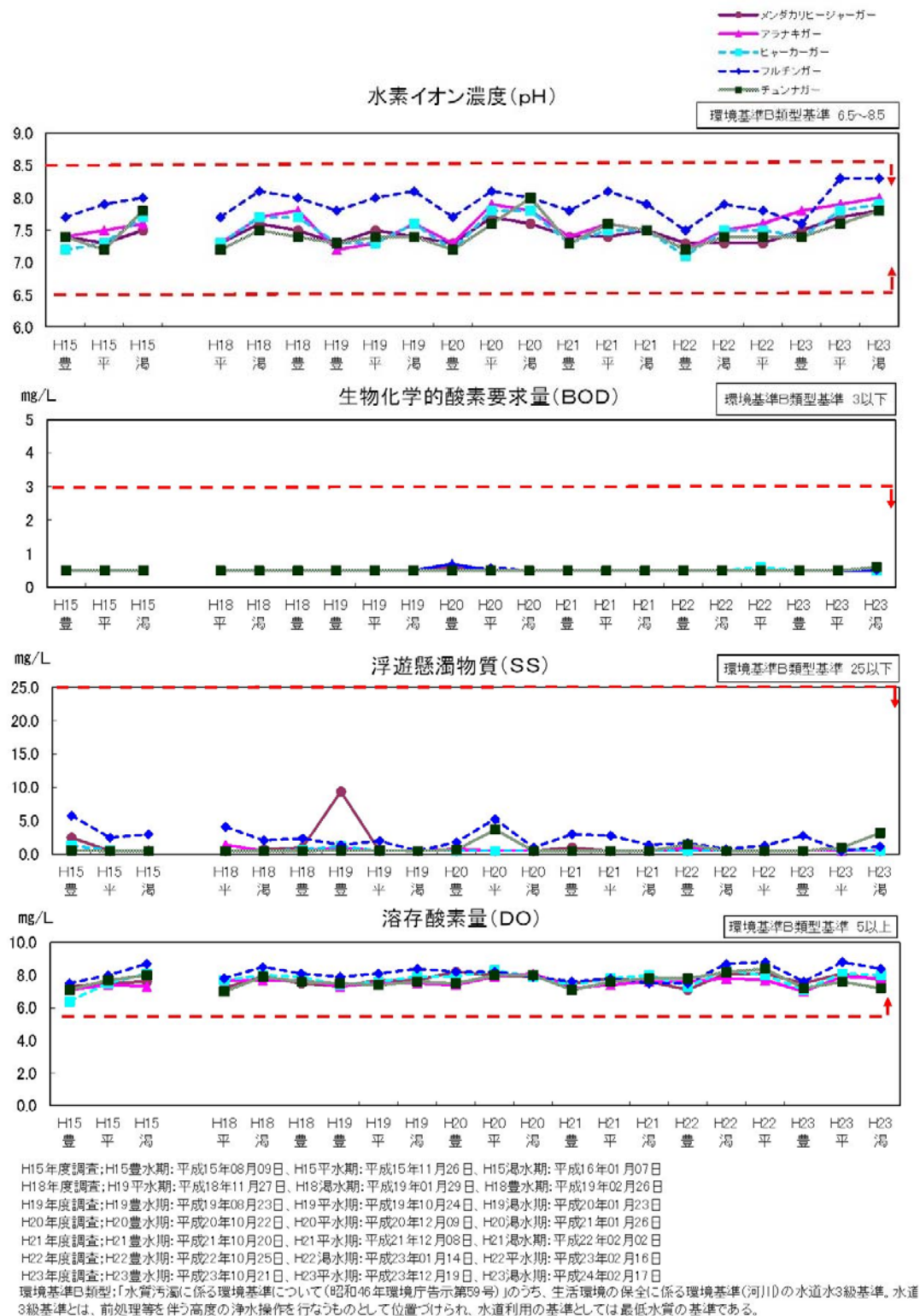


図 2-9 環境基準との比較 (生活環境項目 1/2)

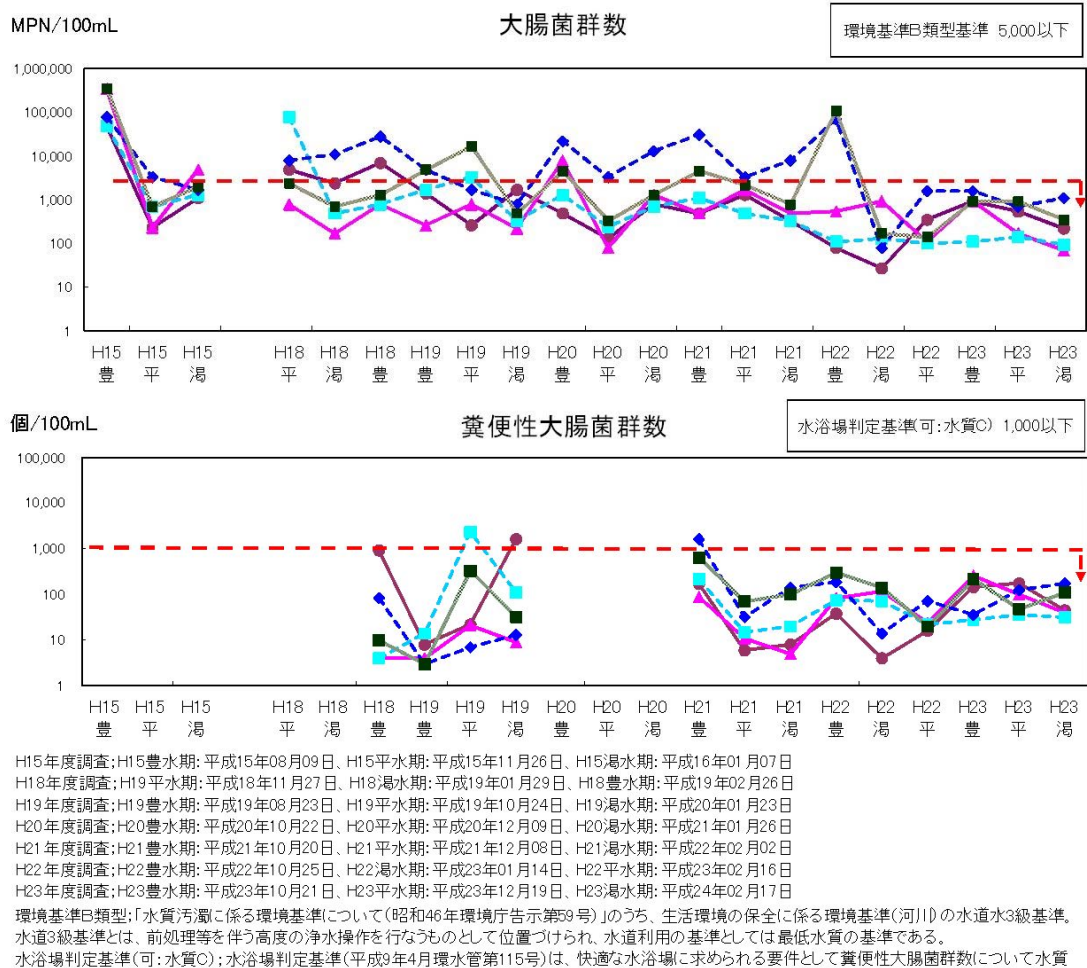
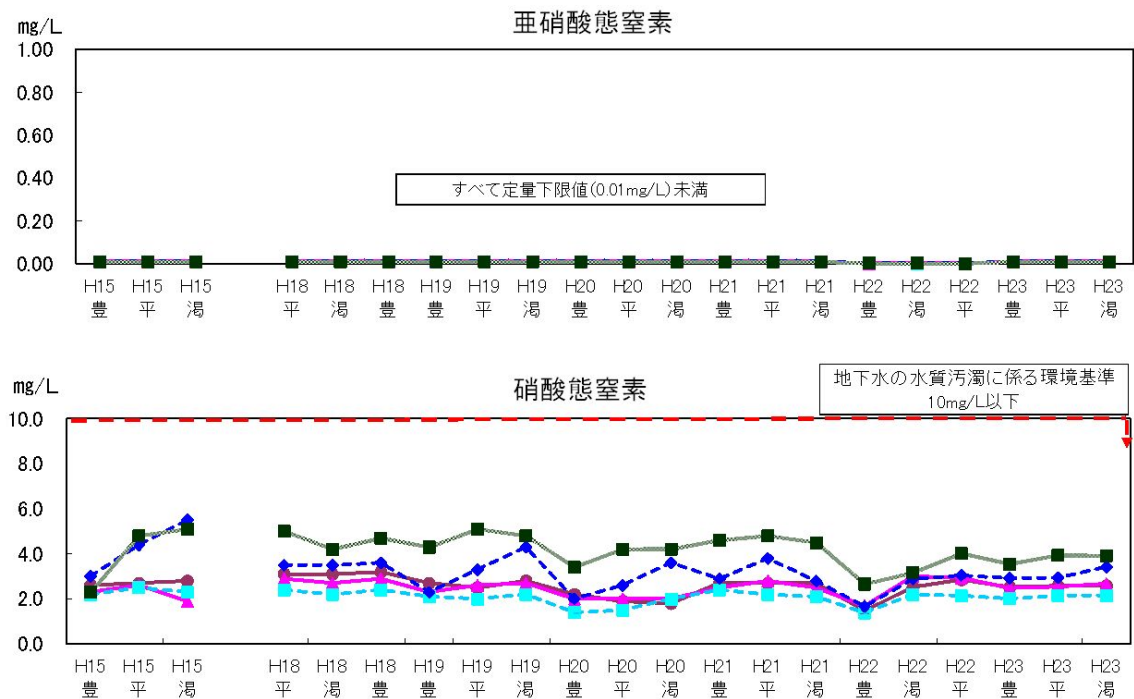


図 2-10 環境基準との比較 (生活環境項目 2/2)

イ. 栄養塩類

栄養塩類（硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素）については、全ての調査期、調査地点で環境基準の範囲内にあり、良好な状態が維持されているものと考えられた。



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濁水期: 平成16年01月07日
H18年度調査; H18平水期: 平成18年11月27日、H18濁水期: 平成19年01月29日、H18豊水期: 平成19年02月26日
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濁水期: 平成20年01月23日
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濁水期: 平成21年01月26日
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濁水期: 平成22年02月02日
H22年度調査; H22豊水期: 平成22年10月25日、H22濁水期: 平成23年01月14日、H22平水期: 平成23年02月16日

「地下水の水質汚濁に係る環境基準」(環境庁告示第10号)にある「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素」の環境基準は10mg/L以下

図 2-11 環境基準との比較（栄養塩類）

2) 濁り物質の状況

濁りの指標であるSSと濁度の経年変化の状況を図2-12に示した。

SS、濁度とも近年は減少傾向にある。

SSは地点によって微増減があるものの、全ての年度において環境基準を大きく下回っていた。

濁度に関しては、既往調査において高かったフルチンガー、アラナキガー、チュンナガーが平成21年度以降1以下の値を示し、豊水期の調査であっても濁度の上昇は確認されなかった。

以上より、近年、全ての調査地点において、濁度は低減の傾向を示していたが、出水直後などの高濁度のタイミングに採水していないだけの可能性も考えられる。そのため、今後の調査では、濁度や水位を連続観測出来るロガー等の設置による連続観測調査が必要と考える。

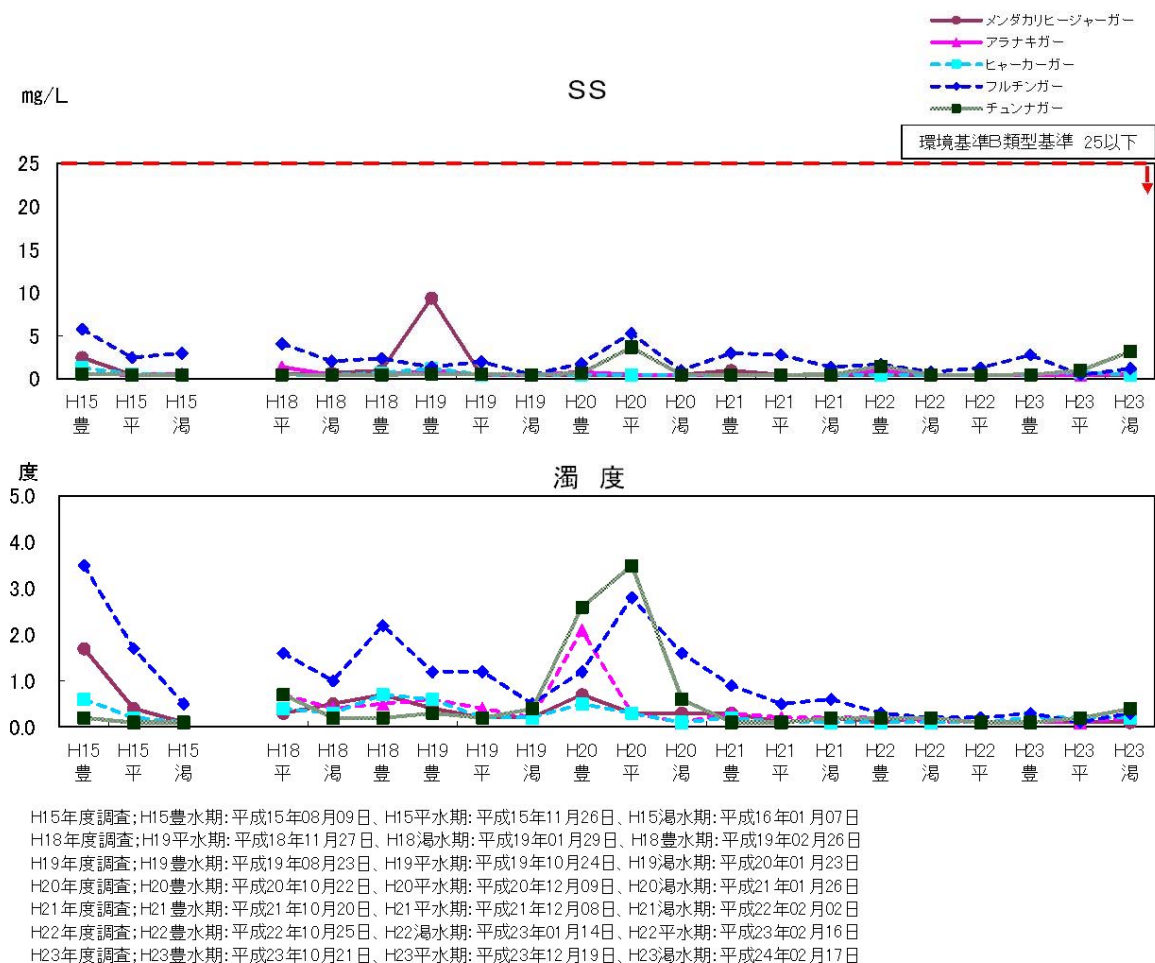


図2-12 濁り物質の状況

3) 栄養塩類の状況

ア. 窒素類について

- ・既往調査結果において、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素のうち、全地点で硝酸態窒素の値が高かったことから、5つの湧水は全て好気的な環境が維持されていると考えられた。
- ・近年、全地点において肥料や生活排水による汚染の指標となる全窒素の値の変動幅が狭まってきた。これは、上流域の市内の下水道の普及が進んだこと（宜野湾市全体の下水道普及率：平成17年度約86%、平成21年度末約92%（引用：宜野湾市HPより））や、農地の減少により、地下への生活排水や肥料の混入量が減少したためと考えられた。

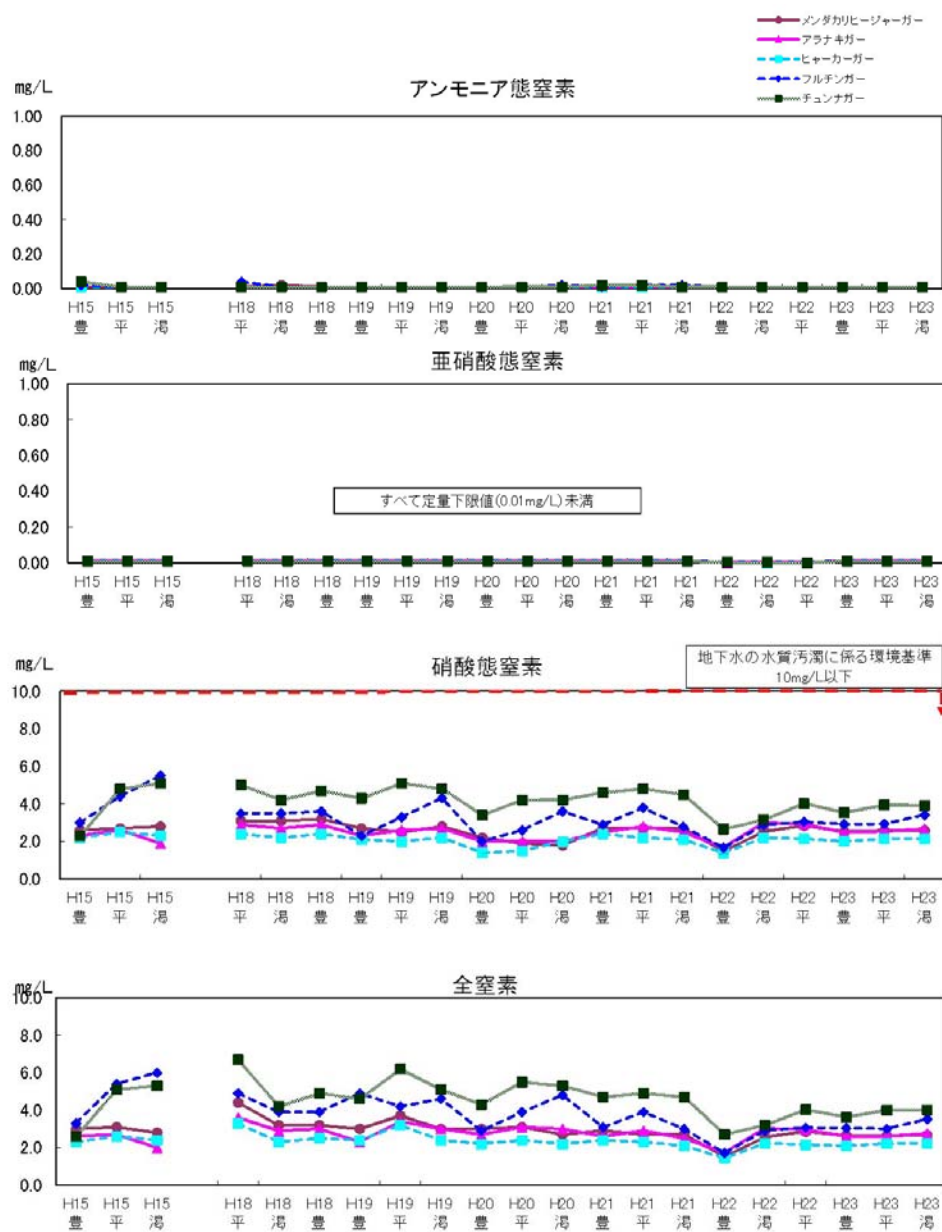


図 13 窒素類の経年変化

イ. りんについて

- 平成 21 年度まで高い値を示していたフルチンガーのりんは、平成 22 年度以降、比較的低い値を示していた。フルチンガーは上流側の住宅地からの表流水の影響を受けているため、他地点の湧水と比べて窒素やりんの値が高いと考えられているが、近年低下しているのは全窒素と同様に下水道の普及率の上昇や農地の減少が考えられた。
- アラナキガーは平成 22 年度の渇水期に微増したが、その後緩やかに低下し、平成 23 年度調査では他の地点とほぼ同じ値と示した。通常、りんは土壌に吸着されやすく、それが再び溶出するには嫌気的な環境が必要であるため、好気的な環境が維持されている地下を浸透している間にりんが溶出したとは考えにくい。アラナキガーのりんは、微増後、緩やかに低下したことからも、これは平成 22 年度報告書の考察にある通り、アラナキガーの直上流に位置する農地からの施肥等による一時的な混入があった可能性が高いと考えられた。

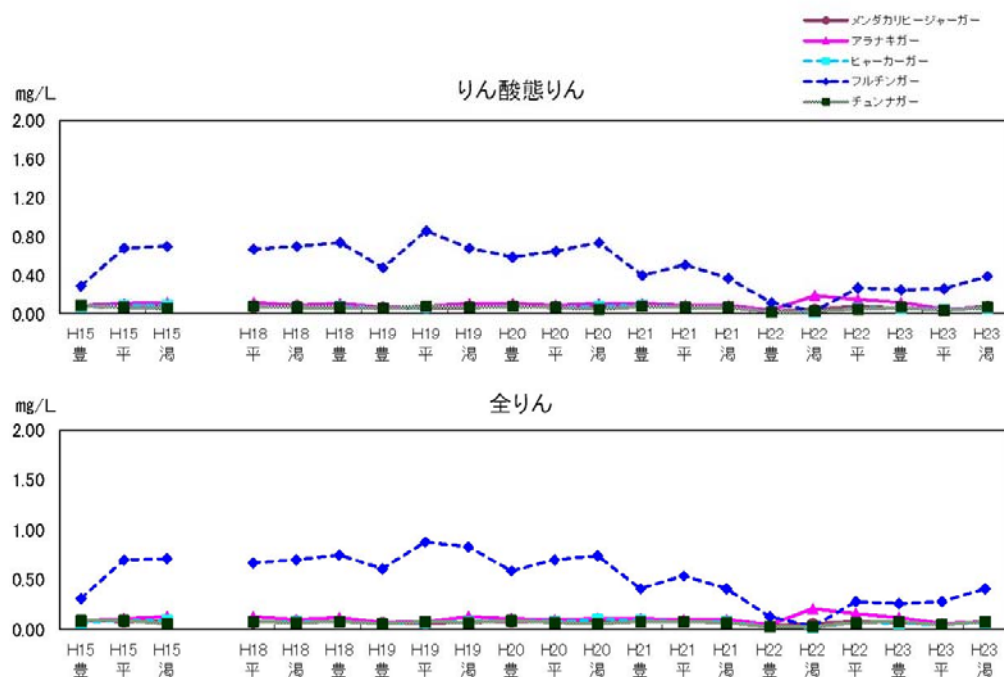


図 14 りん類の経年変化

4) 全硬度と pH

全硬度と pH の経年変化を示す。

- ・全硬度は、平成 22 年度の豊水期にフルチンガーを除く 4 地点で値の低下が見られ、平成 23 年度の豊水期にはフルチンガーとチュンナガーを除く 3 地点で、渇水期にヒャーカーガーとチュンナガーでそれぞれ低下した。
- ・pH は、例年フルチンガーでやや高い傾向をしながらも、全体的に安定していたが、平成 22 年度以降は環境基準の 6.5～8.5 内ではあるが、全体的に上昇する傾向にあった。

全硬度が低下は、構成するカルシウムイオンやマグネシウムイオンの地下水への溶解量が減っていることを示す。pH の上昇は、全硬度の低下が確認された平成 22 年度以降に始まっていることから、何らかの影響で地下水の pH が上昇したため、石灰岩を主構成しているカルシウムが溶解されにくくなって生きていると考えられる。

【今後への課題】

全硬度の低下や pH の上昇の原因を探るため、今後も継続的なモニタリング調査で動向を見ていく必要である。

また、現状の水質分析では、全硬度のうち、カルシウムイオンとマグネシウムイオンの溶出量の割合は測っていない。個別の溶出量の分析は全硬度低下のメカニズムを把握する上で重要であるため、今後は分析項目を増やす必要がある。

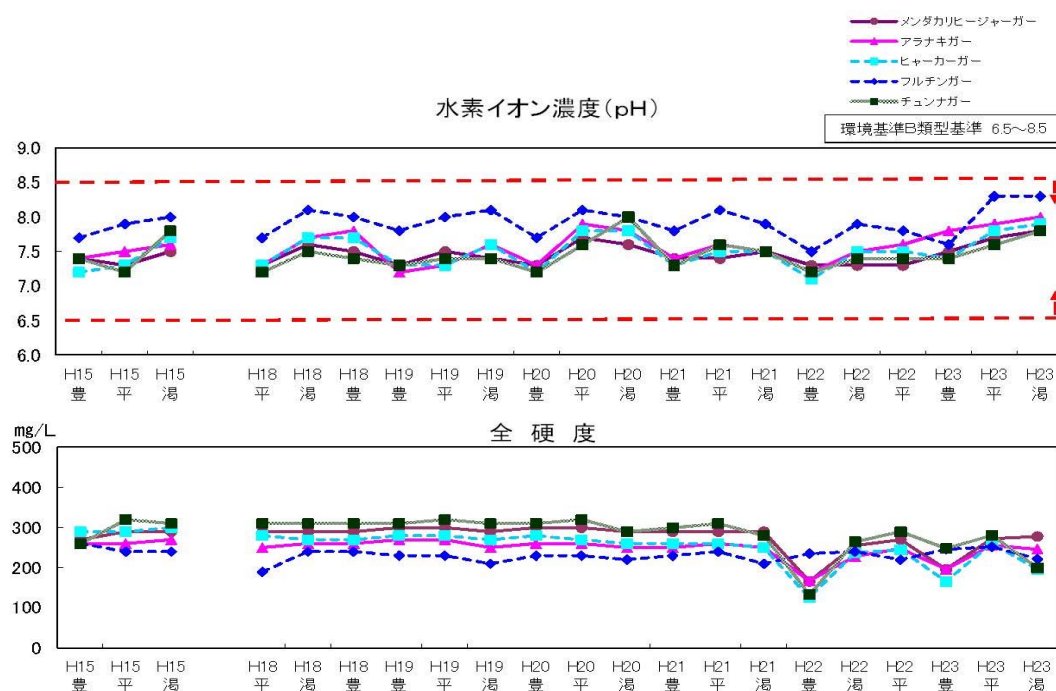


図 15 全硬度と pH の経年変化

5) 湧水量と降水量との相関【今日の湧水は何日前の雨か？】

これまで流量観測した湧水 5 地点の湧水量と 1～100 日前までの日降水量(宜野湾市の降水量を反映していると考えられる①那覇市と②沖縄市胡屋を使用)との相関関係を表 2-11と表 2-12に示した。

表 2-11 湧水量と降水量との相関 (1/2)

地点	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				フルチンガー			
sample数	33				33				33				33				17			
降水量 データ	那覇		胡屋		那覇		胡屋		那覇		胡屋		那覇		胡屋		那覇		胡屋	
	ピアソン 積率相 関係係 数 ^{*1}	無相 関検定 p ^{*2}	ピアソン 積率相 関係係 数 ^{*1}	無相 関検定 p ^{*2}	ピアソン 積率相 関係係 数	無相 関検定 p	ピアソン 積率相 関係係 数	無相 関検定 p	ピアソン 積率相 関係係 数	無相 関検定 p	ピアソン 積率相 関係係 数	無相 関検定 p	ピアソン 積率相 関係係 数	無相 関検定 p	ピアソン 積率相 関係係 数	無相 関検定 p	ピアソン 積率相 関係係 数	無相 関検定 p	ピアソン 積率相 関係係 数	無相 関検定 p
1日前	-0.23	0.193	0.02	0.891	0.02	0.912	-0.08	0.658	0.18	0.304	0.11	0.550	0.07	0.684	0.14	0.428	0.66	0.000	0.46	0.007
2日前	0.16	0.375	0.23	0.195	0.20	0.270	0.17	0.358	0.42	0.014	0.42	0.015	0.28	0.111	0.28	0.115	0.27	0.126	0.29	0.108
3日前	0.06	0.725	0.34	0.056	0.04	0.838	0.27	0.131	0.22	0.229	0.45	0.009	0.21	0.233	0.52	0.002	0.48	0.005	0.01	0.972
4日前	0.12	0.502	0.08	0.666	0.34	0.056	0.31	0.075	0.14	0.422	0.19	0.289	-0.06	0.737	0.03	0.886	0.09	0.632	0.06	0.755
5日前	-0.04	0.843	-0.08	0.645	0.32	0.073	0.49	0.004	0.00	0.989	0.19	0.295	0.17	0.334	0.24	0.183	-0.10	0.591	-0.12	0.499
6日前	0.33	0.060	0.44	0.011	0.00	0.992	0.28	0.114	0.10	0.594	0.23	0.195	-0.19	0.299	-0.11	0.526	0.12	0.498	-0.01	0.940
7日前	0.37	0.034	0.16	0.386	0.29	0.104	0.14	0.452	0.05	0.769	-0.01	0.937	0.08	0.676	0.15	0.415	-0.15	0.400	-0.08	0.643
8日前	-0.25	0.163	-0.21	0.252	-0.02	0.894	0.01	0.935	0.12	0.513	0.11	0.525	-0.08	0.644	-0.05	0.794	-0.08	0.649	-0.11	0.560
9日前	0.12	0.500	-0.12	0.509	-0.04	0.809	0.13	0.463	-0.07	0.693	-0.17	0.336	-0.01	0.968	-0.18	0.311	-0.02	0.923	-0.13	0.475
10日前	-0.24	0.186	0.13	0.457	0.11	0.558	-0.05	0.762	0.19	0.283	0.14	0.447	-0.03	0.865	0.01	0.969	-0.06	0.758	0.00	0.993
11日前	0.48	0.005	0.44	0.011	0.24	0.175	0.25	0.157	-0.01	0.950	-0.01	0.964	0.26	0.136	0.31	0.081	-0.15	0.399	-0.08	0.641
12日前	0.56	0.001	0.49	0.003	0.18	0.319	0.18	0.318	0.21	0.235	0.19	0.283	0.48	0.005	0.39	0.026	0.20	0.261	0.29	0.101
13日前	0.29	0.096	0.24	0.177	-0.07	0.698	-0.02	0.913	0.19	0.290	0.20	0.256	0.16	0.373	0.14	0.421	0.43	0.014	0.43	0.012
14日前	0.03	0.856	0.20	0.272	0.00	0.984	0.03	0.874	0.21	0.242	0.36	0.040	-0.07	0.694	0.14	0.444	0.92	0.000	0.70	0.000
15日前	-0.12	0.523	-0.08	0.644	-0.01	0.958	-0.02	0.906	-0.15	0.404	-0.18	0.328	-0.12	0.491	0.04	0.838	0.16	0.370	0.09	0.629
16日前	0.18	0.310	0.30	0.086	0.62	0.000	0.62	0.000	-0.41	0.019	0.35	0.043	0.13	0.460	0.24	0.180	-0.17	0.337	-0.06	0.749
17日前	0.24	0.171	0.41	0.019	0.32	0.067	0.23	0.194	-0.08	0.642	0.03	0.884	0.12	0.504	0.12	0.514	-0.25	0.169	-0.13	0.459
18日前	0.28	0.113	0.32	0.070	-0.04	0.827	-0.06	0.739	0.02	0.898	-0.03	0.888	0.07	0.693	0.11	0.547	-0.27	0.134	-0.16	0.369
19日前	0.00	0.989	0.02	0.901	0.01	0.959	-0.03	0.887	0.10	0.577	0.09	0.607	-0.33	0.058	-0.12	0.489	0.70	0.000	0.80	0.000
20日前	-0.09	0.601	-0.10	0.568	0.00	0.980	-0.04	0.826	0.06	0.745	0.00	0.999	-0.12	0.510	-0.16	0.388	0.84	0.000	0.82	0.000
21日前	-0.18	0.312	-0.13	0.479	-0.21	0.251	-0.16	0.377	-0.06	0.750	-0.01	0.950	0.07	0.706	-0.01	0.941	-0.27	0.128	-0.25	0.162
22日前	0.27	0.123	0.02	0.915	0.63	0.000	0.05	0.771	0.32	0.069	-0.05	0.797	-0.08	0.673	0.12	0.489	0.10	0.563	-0.15	0.408
23日前	0.10	0.575	-0.03	0.876	-0.05	0.777	0.02	0.926	-0.04	0.814	-0.08	0.662	0.00	0.998	-0.10	0.581	0.02	0.898	0.01	0.966
24日前	0.42	0.015	-0.09	0.600	0.74	0.000	0.10	0.594	0.51	0.002	-0.06	0.757	0.07	0.694	-0.03	0.884	0.19	0.282	0.19	0.300
25日前	0.22	0.227	0.09	0.609	0.30	0.090	0.19	0.286	0.37	0.035	0.17	0.353	0.09	0.637	0.12	0.515	0.10	0.591	-0.09	0.612
26日前	0.09	0.634	-0.01	0.957	0.05	0.794	0.02	0.892	-0.07	0.717	-0.07	0.714	-0.20	0.266	-0.20	0.267	-0.03	0.877	0.00	0.993
27日前	-0.28	0.110	-0.32	0.068	-0.09	0.628	-0.09	0.607	0.13	0.458	0.11	0.542	-0.10	0.591	-0.08	0.668	0.19	0.298	-0.09	0.624
28日前	-0.03	0.854	-0.11	0.532	0.03	0.875	-0.06	0.726	0.02	0.929	-0.04	0.814	0.10	0.573	0.12	0.510	-0.05	0.769	-0.09	0.627
29日前	0.15	0.396	0.33	0.060	-0.01	0.970	0.04	0.812	0.09	0.625	0.09	0.626	-0.35	0.043	0.03	0.881	0.07	0.712	-0.08	0.651
30日前	0.03	0.890	0.16	0.388	-0.26	0.137	-0.04	0.828	-0.10	0.578	0.21	0.238	0.04	0.828	0.16	0.386	0.23	0.190	0.33	0.057
31日前	0.29	0.099	0.21	0.244	0.21	0.246	0.18	0.312	0.19	0.288	0.18	0.329	-0.19	0.285	-0.03	0.871	0.47	0.006	0.01	0.963
32日前	-0.06	0.756	-0.03	0.884	-0.32	0.070	-0.15	0.400	-0.42	0.015	-0.28	0.118	-0.46	0.008	-0.13	0.485	-0.10	0.596	-0.18	0.329
33日前	-0.16	0.373	-0.14	0.440	-0.10	0.597	-0.19	0.297	-0.03	0.888	-0.12	0.494	-0.03	0.863	-0.11	0.535	0.36	0.042	0.41	0.019
34日前	0.01	0.971	-0.11	0.553	-0.04	0.835	-0.13	0.468	-0.12	0.503	-0.16	0.388	-0.12	0.518	-0.12	0.519	-0.14	0.421	-0.03	0.849
35日前	0.17	0.358	0.15	0.396	-0.17	0.347	-0.18	0.330	0.12	0.503	0.04	0.826	0.27	0.125	0.22	0.211	0.15	0.402	0.17	0.334
36日前	0.20	0.276	0.06	0.760	-0.18	0.311	-0.23	0.195	0.00	0.985	-0.03	0.849	-0.07	0.701	-0.02	0.914	-0.04	0.835	0.12	0.507
37日前	0.30	0.091	0.41	0.019	-0.08	0.667	0.02	0.904	0.04	0.806	0.01	0.968	0.02	0.901	0.36	0.040	-0.02	0.895	0.31	0.083
38日前	-0.21	0.251	-0.04	0.822	-0.02	0.912	-0.01	0.966	-0.14	0.452	-0.07	0.708	0.09	0.620	0.18	0.315	-0.16	0.386	-0.22	0.226
39日前	-0.23	0.207	-0.14	0.448	-0.10	0.581	-0.07	0.686	0.17	0.340	0.22	0.216	0.44	0.011	0.33	0.060	0.26	0.139	0.48	0.005
40日前	0.34	0.053	0.27	0.124	-0.04	0.815	0.08	0.659	0.30	0.090	0.33	0.060	0.44	0.010	0.33	0.064	-0.17	0.337	-0.10	0.565
41日前	0.42	0.016	0.47	0.005	0.20	0.268	0.23	0.205	0.22	0.220	0.17	0.330	0.60	0.000	0.46	0.006	-0.25	0.155	-0.20	0.263
42日前	0.28	0.113	0.20	0.258	-0.13	0.474	-0.12	0.514	-0.05	0.798	0.02	0.930	0.13	0.481	0.01	0.939	-0.01	0.977	0.15	0.412
43日前	0.00	0.980	0.11	0.560	-0.15	0.397	-0.10	0.596	0.20	0.268	0.17	0.351	0.05	0.800	0.16	0.361	-0.13	0.463	-0.16	0.387
44日前	0.08	0.647	0.03	0.867	0.12	0.493	-0.02	0.898	0.25	0.157	0.17	0.333	0.13	0.486	0.09	0.606	-0.16	0.388	0.19	0.286
45日前	0.14	0.445	0.15	0.390	-0.09	0.611	0.01	0.963	0.05	0.796	0.02	0.910	0.06	0.743	0.10	0.572	0.05	0.771	-0.12	0.499
46日前	-0.31	0.083	-0.15	0.412	-0.14	0.430	-0.02	0.897	0.05	0.791	0.07	0.689	-0.08	0.676	-0.19	0.283	0.61	0.000	-0.02	0.891
47日前	-0.08	0.649	-0.14	0.434	-0.13	0.469	-0.21	0.236	0.16	0.378	-0.05	0.764	0.09	0.625	-0.09	0.621	0.01	0.976	0.31	0.075
48日前	-0.10	0.576	0.00	0.980	-0.09	0.610	-0.17	0.336	-0.11	0.549	0.16	0.368	-0.04	0.817	0.09	0.608	-0.24	0.182	-0.06	0.743
49日前	0.39	0.026	0.28	0.112	0.20	0.263	0.21	0.233	0.56	0.001	0.36	0.040	0.14	0.442	-0.06	0.728	-0.04	0.818	0.00	0.989
50日前	0.31	0.081	0.16	0.365	0.12	0.509	-0.01	0.969	0.12	0.511	-0.02	0.913	-0.31	0.083	-0.35	0.044	-0.05	0.772	0.00	0.991
51日前	0.42	0.014	0.45	0.009	0.51	0.002	0.62	0.000	0.51	0.002	0.59	0.000	0.39	0.024	0.23	0.204	-0.29	0.099	0.00	0.978
52日前	-0.09	0.624																		

表 2-12 湧水量と降水量との相関 (2/2)

地点	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				フルチンガー			
sample数	33				33				33				33				17			
降水量データ	那覇		胡屋		那覇		胡屋		那覇		胡屋		那覇		胡屋		那覇		胡屋	
	ピアソン積率相関係数 ^{*1}	無相関検定p ^{*2}	ピアソン積率相関係数 ^{*1}	無相関検定p ^{*2}	ピアソン積率相関係数	無相関検定p	ピアソン積率相関係数	無相関検定p	ピアソン積率相関係数	無相関検定p	ピアソン積率相関係数	無相関検定p	ピアソン積率相関係数	無相関検定p	ピアソン積率相関係数	無相関検定p	ピアソン積率相関係数	無相関検定p	ピアソン積率相関係数	無相関検定p
61日前	0.00	0.994	-0.06	0.741	-0.07	0.685	-0.06	0.748	-0.18	0.308	-0.19	0.296	-0.04	0.829	-0.09	0.606	-0.14	0.421	-0.17	0.355
62日前	0.06	0.740	0.05	0.793	0.09	0.633	0.14	0.448	0.12	0.511	0.22	0.215	-0.11	0.537	-0.02	0.918	-0.17	0.357	0.31	0.082
63日前	0.03	0.868	-0.04	0.819	-0.03	0.890	-0.01	0.938	0.25	0.155	0.20	0.255	0.25	0.164	0.12	0.517	0.33	0.057	0.09	0.610
64日前	0.47	0.006	0.18	0.305	0.15	0.397	-0.10	0.569	0.10	0.595	-0.09	0.624	0.28	0.114	0.12	0.496	0.08	0.648	-0.07	0.685
65日前	-0.03	0.882	0.10	0.585	-0.22	0.216	-0.07	0.702	0.07	0.700	0.20	0.253	0.06	0.750	0.13	0.463	-0.22	0.216	-0.18	0.322
66日前	0.10	0.578	0.07	0.680	-0.15	0.390	-0.12	0.494	-0.14	0.444	-0.05	0.788	0.07	0.689	0.04	0.828	-0.36	0.039	-0.22	0.210
67日前	0.30	0.087	0.51	0.002	0.02	0.911	0.08	0.678	0.02	0.895	0.18	0.321	0.19	0.280	0.23	0.202	-0.19	0.295	-0.08	0.645
68日前	-0.18	0.325	-0.23	0.203	0.06	0.750	-0.13	0.469	-0.11	0.530	-0.14	0.441	-0.19	0.283	-0.13	0.470	-0.32	0.071	-0.26	0.146
69日前	0.13	0.471	0.22	0.215	0.06	0.722	0.01	0.975	0.31	0.083	0.17	0.339	0.02	0.933	0.00	0.989	-0.01	0.954	0.02	0.912
70日前	-0.03	0.884	-0.03	0.875	0.01	0.954	0.00	0.994	0.19	0.302	0.13	0.463	0.32	0.070	0.28	0.117	-0.18	0.327	-0.19	0.291
71日前	-0.13	0.468	-0.11	0.539	0.01	0.948	0.02	0.895	-0.14	0.431	-0.12	0.489	0.15	0.418	0.15	0.402	-0.26	0.144	-0.15	0.404
72日前	0.40	0.021	0.29	0.104	0.21	0.248	0.31	0.076	0.13	0.484	0.16	0.367	0.40	0.020	0.35	0.046	-0.17	0.339	-0.24	0.173
73日前	0.23	0.207	0.05	0.773	-0.16	0.359	-0.08	0.657	-0.08	0.665	-0.08	0.673	0.28	0.109	0.24	0.173	-0.12	0.519	-0.03	0.854
74日前	0.34	0.053	0.22	0.210	-0.03	0.885	-0.07	0.719	0.09	0.617	0.06	0.754	0.08	0.640	0.11	0.530	-0.10	0.592	0.03	0.887
75日前	0.03	0.880	0.03	0.882	-0.22	0.221	-0.11	0.555	-0.14	0.422	-0.03	0.852	0.31	0.081	0.28	0.114	-0.21	0.242	-0.19	0.296
76日前	0.32	0.073	0.30	0.088	0.05	0.798	0.06	0.736	-0.01	0.938	0.08	0.645	0.33	0.064	0.37	0.032	-0.22	0.213	-0.17	0.332
77日前	0.51	0.002	0.43	0.012	0.47	0.005	0.29	0.096	0.20	0.258	0.10	0.591	0.37	0.033	0.36	0.039	-0.08	0.660	-0.16	0.369
78日前	-0.06	0.737	0.02	0.914	-0.06	0.730	0.06	0.734	-0.23	0.205	-0.05	0.764	-0.24	0.170	-0.07	0.713	0.40	0.022	0.12	0.503
79日前	0.34	0.051	0.39	0.026	0.27	0.122	0.41	0.017	0.01	0.953	0.10	0.566	0.22	0.208	0.22	0.222	-0.40	0.021	-0.32	0.073
80日前	-0.06	0.735	0.06	0.757	-0.09	0.625	0.02	0.929	0.11	0.558	0.26	0.147	0.20	0.254	0.14	0.452	0.48	0.004	0.69	0.000
81日前	-0.28	0.110	-0.15	0.391	0.00	0.980	-0.01	0.939	0.14	0.436	0.11	0.556	-0.06	0.751	0.01	0.950	0.74	0.000	0.54	0.001
82日前	0.57	0.001	0.04	0.823	0.18	0.307	0.01	0.945	0.29	0.104	0.07	0.685	0.28	0.110	-0.07	0.717	0.58	0.000	0.84	0.000
83日前	0.26	0.146	0.01	0.936	-0.04	0.806	0.00	0.984	0.11	0.537	0.01	0.976	0.00	0.997	0.04	0.840	0.22	0.222	0.01	0.941
84日前	-0.01	0.962	-0.26	0.138	-0.15	0.408	0.12	0.518	-0.01	0.956	-0.11	0.533	0.17	0.342	0.12	0.499	-0.18	0.312	-0.18	0.322
85日前	-0.35	0.048	-0.19	0.283	0.23	0.206	0.04	0.846	-0.23	0.197	-0.22	0.219	-0.29	0.099	-0.14	0.438	-0.28	0.120	-0.23	0.201
86日前	0.27	0.122	0.14	0.432	0.06	0.756	0.08	0.650	0.28	0.113	0.30	0.095	0.18	0.312	0.23	0.198	0.24	0.185	0.27	0.127
87日前	0.40	0.022	0.22	0.214	0.48	0.005	0.18	0.321	0.26	0.145	0.21	0.250	0.06	0.753	-0.02	0.933	0.21	0.251	0.34	0.055
88日前	0.61	0.000	0.41	0.019	0.65	0.000	0.59	0.000	0.32	0.065	0.24	0.186	0.11	0.539	0.06	0.733	-0.29	0.106	-0.15	0.413
89日前	-0.04	0.812	-0.07	0.690	-0.06	0.722	-0.04	0.837	-0.12	0.501	-0.14	0.422	-0.16	0.361	-0.19	0.298	-0.27	0.135	-0.25	0.156
90日前	0.14	0.441	-0.07	0.696	-0.26	0.142	-0.32	0.065	-0.20	0.268	-0.28	0.119	-0.27	0.135	-0.18	0.313	-0.32	0.074	-0.27	0.131
91日前	0.05	0.765	0.10	0.576	-0.08	0.675	-0.11	0.535	-0.28	0.120	-0.19	0.279	-0.12	0.515	-0.12	0.500	-0.21	0.246	-0.22	0.211
92日前	-0.04	0.812	0.23	0.193	-0.37	0.036	-0.23	0.193	-0.22	0.217	-0.08	0.650	-0.29	0.097	-0.22	0.225	0.76	0.000	0.06	0.738
93日前	-0.13	0.466	-0.07	0.701	-0.14	0.432	0.12	0.496	-0.14	0.443	0.04	0.838	0.09	0.622	0.23	0.208	-0.36	0.042	-0.22	0.224
94日前	-0.14	0.451	-0.13	0.486	-0.12	0.509	-0.01	0.937	-0.29	0.102	-0.10	0.569	-0.23	0.191	0.01	0.937	-0.15	0.402	-0.25	0.155
95日前	-0.03	0.862	0.03	0.860	-0.05	0.790	0.09	0.636	-0.13	0.479	-0.05	0.773	-0.32	0.070	-0.29	0.102	-0.19	0.292	-0.16	0.366
96日前	-0.24	0.170	-0.26	0.144	-0.05	0.790	-0.05	0.783	-0.07	0.713	-0.03	0.860	-0.30	0.087	-0.22	0.216	-0.21	0.247	-0.14	0.422
97日前	-0.22	0.225	-0.23	0.202	-0.11	0.531	-0.13	0.472	-0.16	0.364	-0.13	0.458	-0.38	0.027	-0.24	0.170	0.00	0.999	0.23	0.204
98日前	0.29	0.104	0.28	0.120	0.54	0.001	0.45	0.008	0.30	0.093	0.20	0.273	-0.07	0.712	0.05	0.802	-0.15	0.398	-0.10	0.573
99日前	0.11	0.540	0.29	0.102	0.29	0.102	0.03	0.852	0.26	0.139	0.16	0.366	0.22	0.226	0.14	0.424	-0.28	0.117	-0.20	0.267
100日前	-0.05	0.792	-0.09	0.626	-0.11	0.540	-0.13	0.467	-0.04	0.819	0.05	0.793	0.17	0.338	0.18	0.314	-0.27	0.127	-0.10	0.565

*1: 慣例として無相関検定の結果が0.05以下であれば有意。

*2: 相関係数の絶対値が0.0～0.2でほとんど相関関係がない、0.2～0.4でやや相関関係がある、0.4～0.7でかなり相関関係がある、0.7～1.0で強い相関関係があると解釈される。

相関の結果より、那覇市と沖縄市胡屋で観測した降水量と湧水量に相関が見られた日を表 2-13に示した。あくまで参考としてではあるが、降雨後、地下に浸透した水は、下記日数をかけて湧出している可能性があると考えられる。

表 2-13 観測地点と湧水量に相関があった日（調査前 1～100 日間）

地点	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	フルチンガー
那覇の降水量と湧水量に相関があった日	12 日前 77 日前 82 日前 88 日前	16 日前 22 日前 24 日前 51 日前 55 日前 88 日前 98 日前	24 日前 49 日前 51 日前 55 日前	41 日前	1 日前 14 日前 19・20 日前 20 日前 46 日前 52～54 日前 81・82 日前 92 日前
胡屋の降水量と湧水量に相関があった日	12 日前 41 日前 51 日前 67 日前	5 日前 16 日前 51 日前 55 日前 59 日前 88 日前 98 日前	3 日前 51 日前	3 日前 41 日前	1 日前 14 日前 19・20 日前 39 日前 52・53 日前 80～82 日前
那覇と胡屋の両地点の降水量と湧水量に相関があった日	12 日前	16 日前 51 日前 55 日前 88 日前 98 日前	51 日前	41 日前	1 日前 14 日前 19・20 日前 52・53 日前 81・82 日前

【本相関に関する課題】

本相関に関して、次に示す項目に不確定要素があるため、今後、本相関の精度を高めるためには、これらの項目のサンプル数を増やす必要があると考えられる。

- ① 宜野湾市の降水量データ：現状、本市に近い那覇市と胡屋で観測している気象庁の降水データを使用しているが、沖縄は局地的な雨が多いため、これら 2 地点の降雨データが宜野湾市の降水量を正確に反映していると言い難い。精度を上げるには市内での降雨量観測を行う必要がある。
- ② 流量データ：平成 15 年から 8 カ年分のデータであるが、年間 3 回しか計測していない。そのため、今後は、流量が連続観測出来るロガーの設置等を行い、流量データのサンプル数を増やす必要がある。

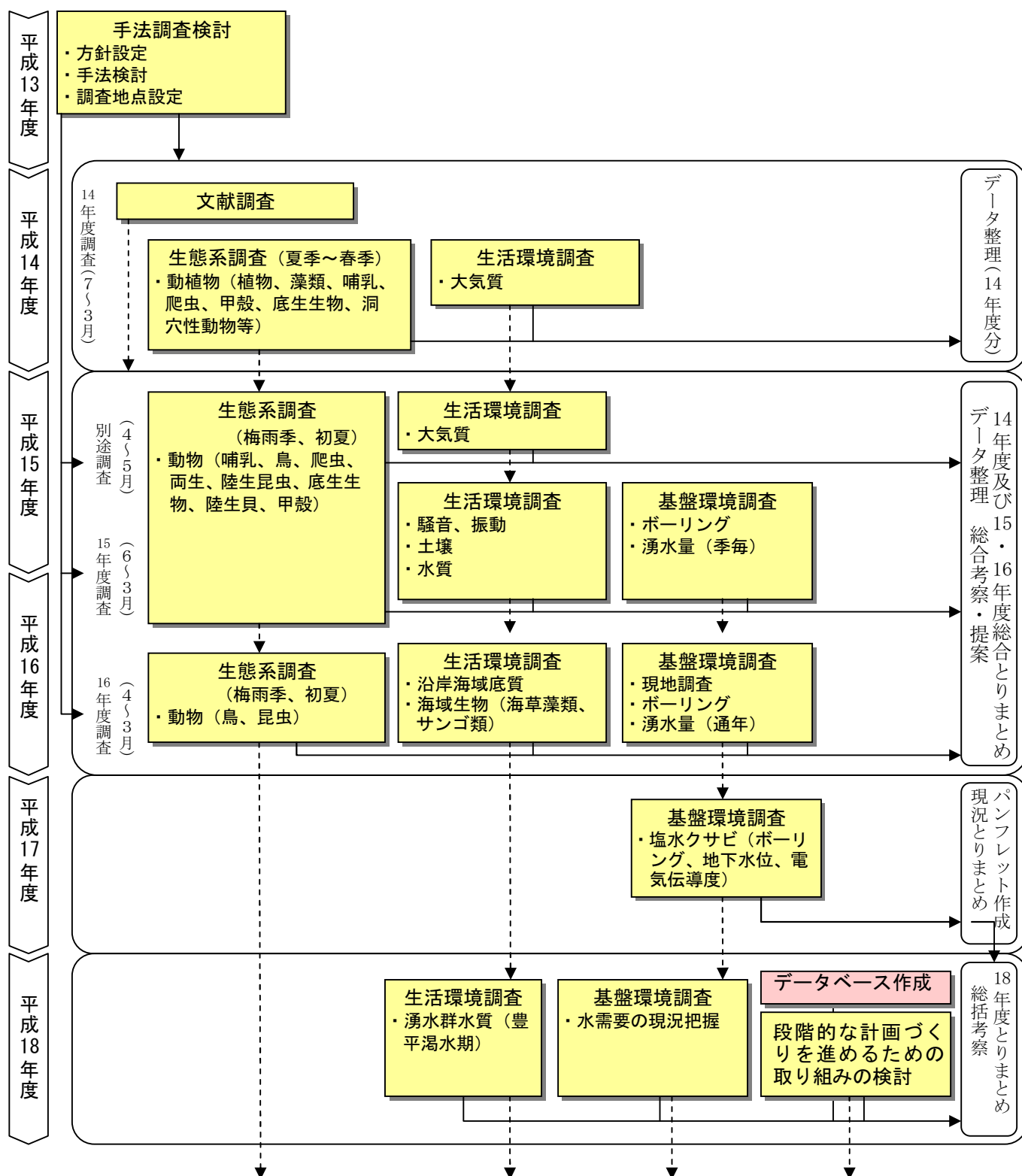
第 3 章 自然環境保全に関する基本方向の見直し及び地域資源の利活用検討

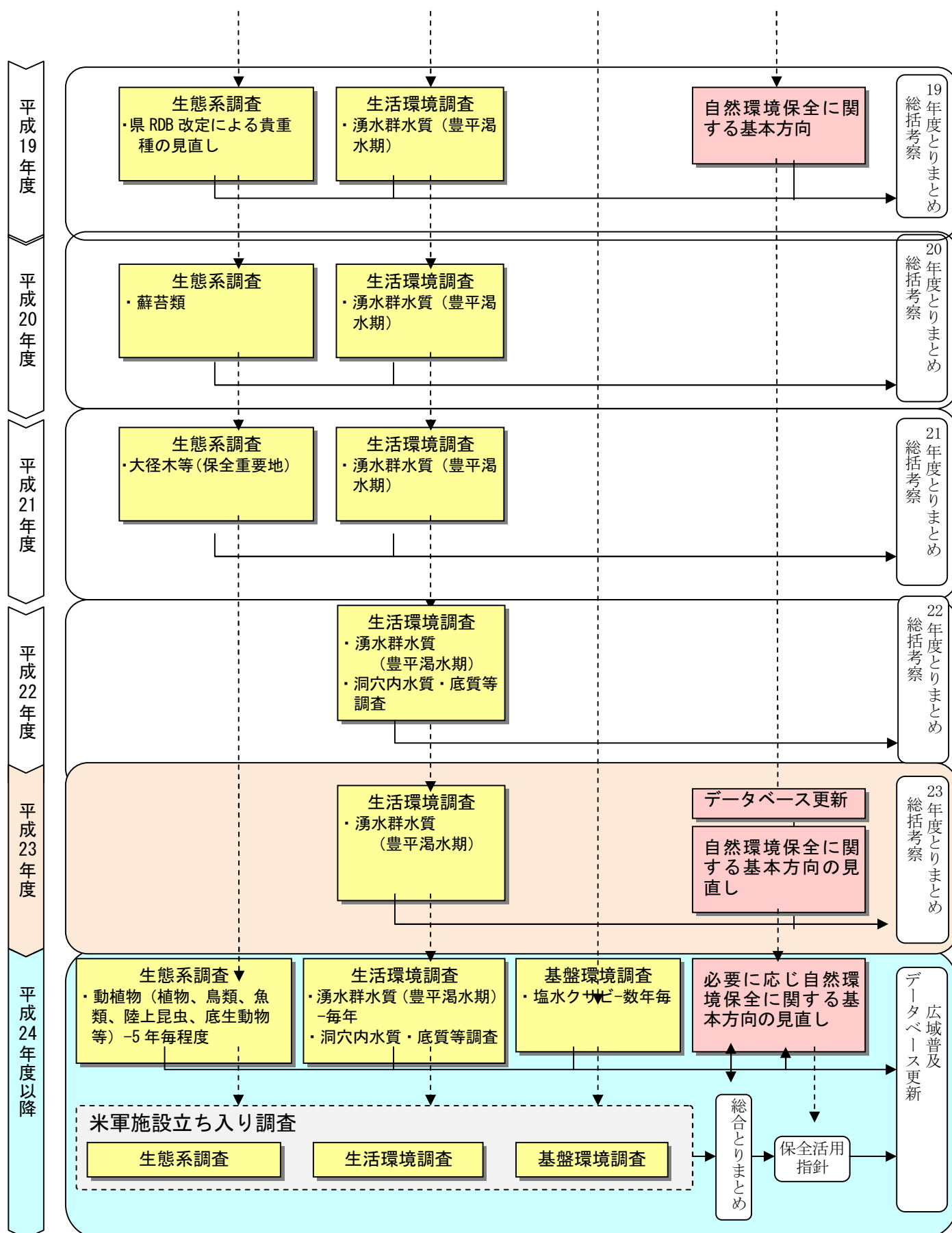
1. 地域資源の利活用検討及び「自然環境保全に関する基本方向」の見直し

本市自然環境調査における一連の調査状況および今後の予定を図 3-1に示す。

本市では、普天間飛行場の跡地利用を推進するため、平成 13 年度から市内の自然環境に関する調査を進めてきた。

本章では、平成 19 年度に作成した「自然環境保全に関する基本方向」を更新するため、平成 20 年度以降に得られた蘚苔類調査、大径木調査および洞穴調査の成果を踏まえて、各調査について、次の (1) ～ (3) を実施した。





- ・平成19年度までは平成19年度自然環境調査報告書に記載されたフロー図を基にして作成し、平成20～23年度までは、調査実績を元に追加。
- ・平成24年度以降については、平成19年度報告書のフロー図の内容を踏まえた調査項目。

図 3-1 本市自然環境調査のこれまでの流れと今後の予定

(1) 新たな保全対象の評価・検討

平成 20～23 年度調査で得られた調査結果を基に、保全すべき種や区域等を確定し、それらを保全する際に必要な配慮事項も併せて検討した。

1) 蘚苔類調査結果（H20 年度）から得られた保全対象

・市内 14 箇所（32 地点）で調査を実施し、43 種の蘚苔類が確認された。このうち、3 種の注目種が確認された（表 3-1）。注目種が確認された場所はいずれも湧水のある場所だった（図 3-2）。

表 3-1 蘚苔類調査で確認された注目種

和名	環境省 RL	沖縄県 RDB	生育地点
・フカゴケ	絶滅危惧Ⅱ類	絶滅危惧Ⅰ類	我如古ヒージャーガー
・アミバホウオウゴケ		絶滅危惧Ⅱ類	チュンナガー 野嵩クシヌカー 嘉数アガリガー 大謝名メーヌカー
・ヒモヨウジョウゴケ		絶滅危惧Ⅱ類	森の川

・蘚苔類の多様性の高い場所は、湧水周辺（図 3-3）であり、次の 4 つの条件を満たしていた。

- ① 管理条件が良好（石灰岩が草に覆われていた）
- ② 周辺に樹林が残されていた
- ③ 湧き出し口周辺が石灰岩で構成されていた
- ④ 湧き出た水が流れていた

以上のことから、蘚苔類には「湧水があり」、「周辺樹林があり」、「湧水の管理条件が良好」であることが重要と分かった。

基地内にも上記条件（湧水と周辺樹林が近接すること）が整っている場所があるため、返還後の保全は必要と考えられる。

基地返還後の跡地利用において、蘚苔類の多様性の保全に必要なことは、次の 3 点と考えられる。

- ・湧水周辺の樹林を保全し、日陰や湿度を維持すること。
- ・湧水の流量・水質・構造（石灰岩）を維持すること。
- ・地元住民の利用を通じた湧水の適当な管理状態を維持すること。

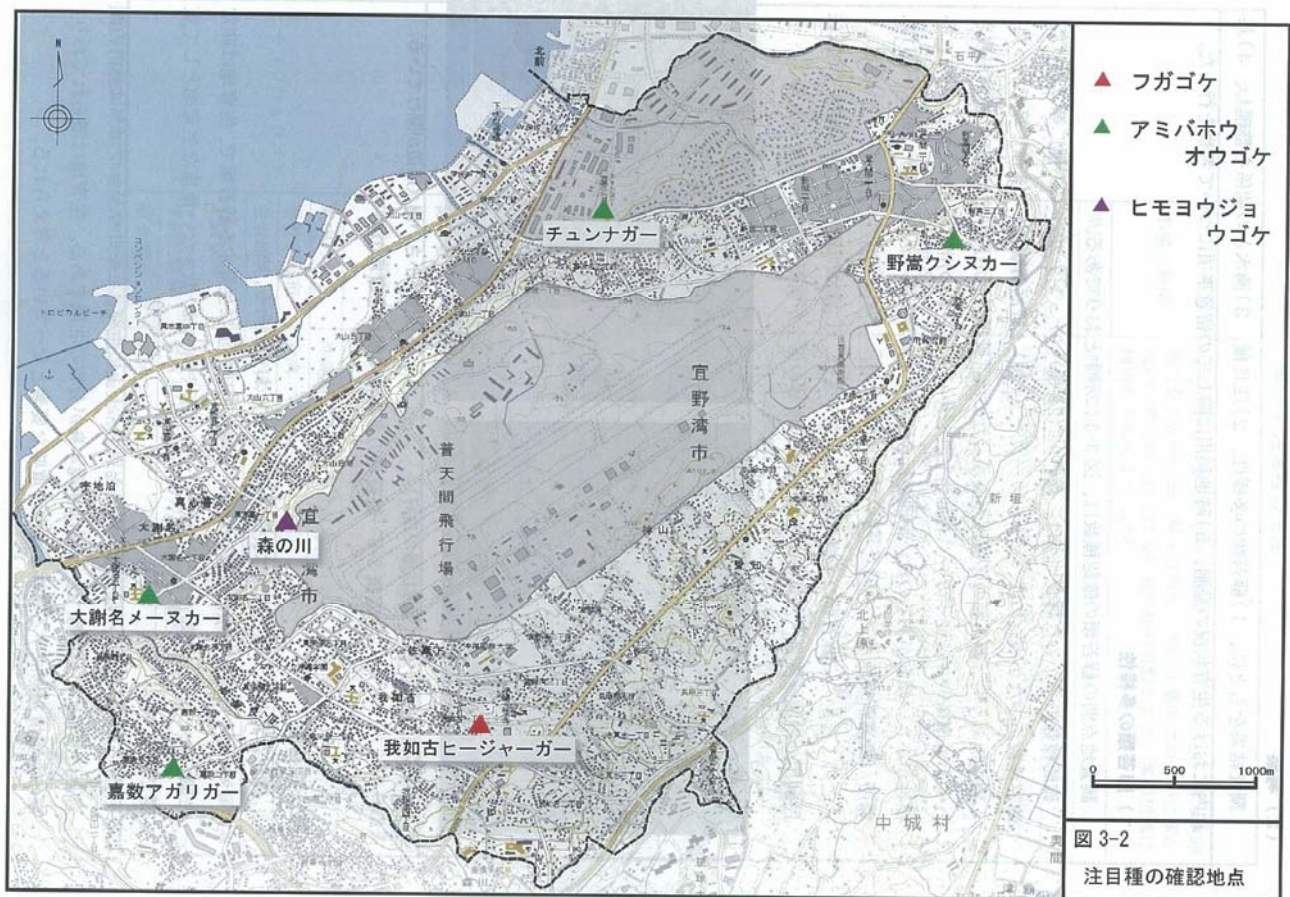


図 3-2 注目種の確認地点

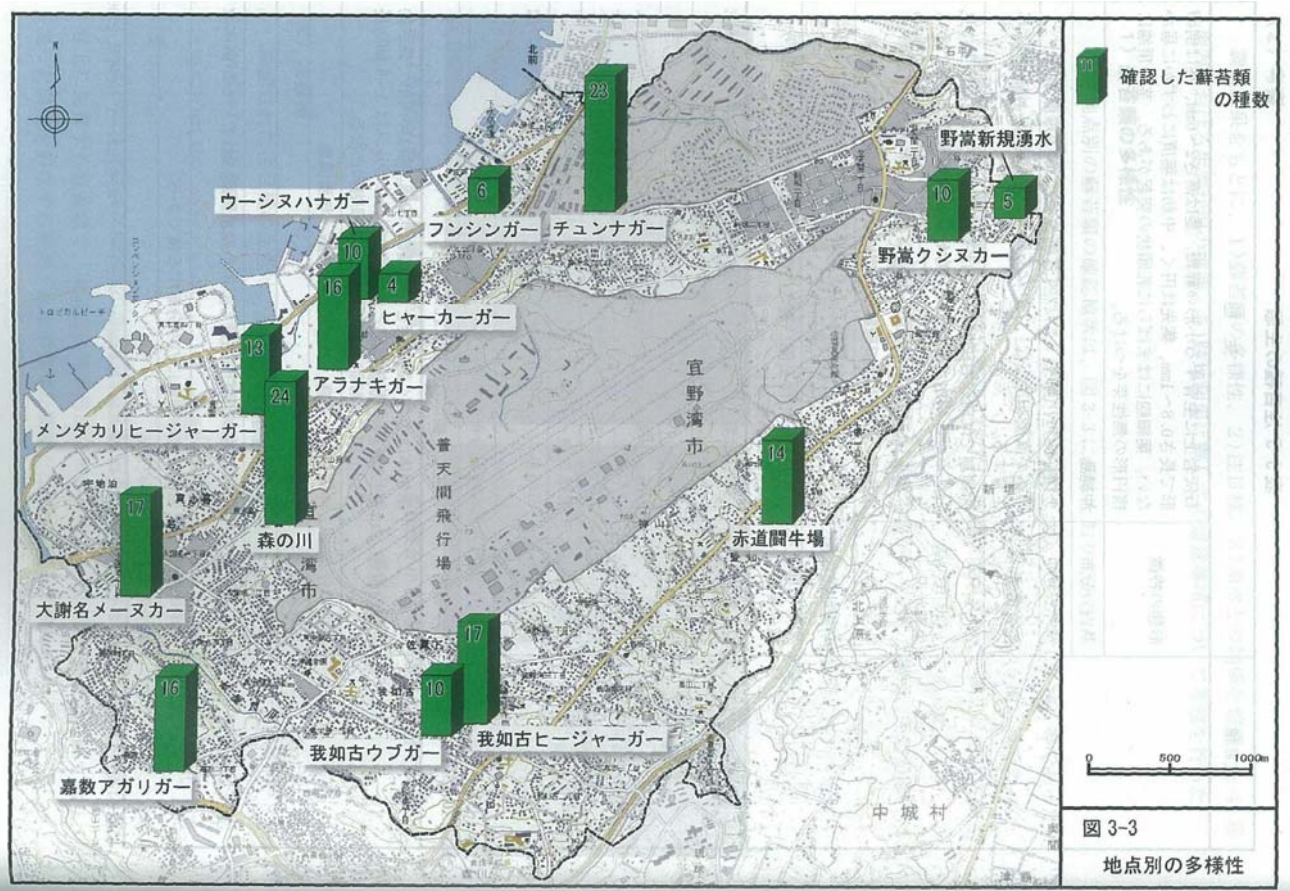


図 3-3 地点別の多様性

2) 大径木調査結果（H21 年度）から得られた保全対象

大径木調査の結果概要を表 3-2にまとめ、跡地利用と再開発への提言を表 3-3に示した。

表 3-2 大径木調査結果の概要

大径木の現状	市内は都市地域であるため、市街化が進み、樹林地や緑地はごく限られた場所にしか残されていない。		
残された樹林地	基地内、段丘斜面林（崖地）、墓地林、谷底低地と斜面林		
残された理由	基地や崖地などの開発の難しさ。先祖崇拝や宗教的なタブーにより守られている。		
大径木調査で分類した樹種タイプ			
タイプ	大径木のサイズ	生育地	割合
① ヤブニッケイタイプ	胸高直径、根元直径の何れか 40cm 以上	墓地、森林、住宅地、公園	58.7%
② アカギタイプ	胸高直径、根元直径の何れか 60cm 以上	墓地、公園、学校、住宅地、森林	35.8%
③ ガジュマルタイプ	根元直径が 160cm 以上	墓地、森林、住宅地	5.5%
大径木の分布からみた保全上重量なエリア			
① 樹林地	大径木の貴重な生育地。種子供給源であり、種子散布を行う鳥類やコウモリの生育地。景観的にも重要。樹林地のほとんどは戦前から継続している。精神的、文化的、宗教的にも価値がある。		
② 市街地	パッチ上に分布。個体密度は低いため、外部からの環境影響（日射量、気温、湿度、風など）を受けやすい。外来植物の侵入、定着もしやすい。 一方、災害時の延焼遅延等の防災機能、自然と人とのつながりを回復する文化的機能、快適環境形成機能等の多機能が期待される。		

表 3-3 大径木の分布から見た跡地利用と再開発への提言

項目	内容
樹林地を保全するために	樹林地の保全が大前提であるが、事業の目的確保のためにやむを得ない場合は、ミティゲーションに則った対応が必要。
樹林間のネットワーク化	市内の樹林地は散在しているため、樹林間は市街地や道路で分断されている。樹林地間を結ぶ樹林帯（コリドー）を創出して、ネットワーク化を図ることが重要。種の移入や個体群間の交流促進を促し、生態系全体への影響を緩和する。
大径木を核とした多機能緑地の創出	大径木周辺に在来樹木を用いた緩衝帯（バッファゾーン）を設けることで、外来植物の侵入・定着を防ぐとともに、市街地で期待される防災機能等の多機能を高める。



図 3-4 樹林地と市街地のネットワーク化

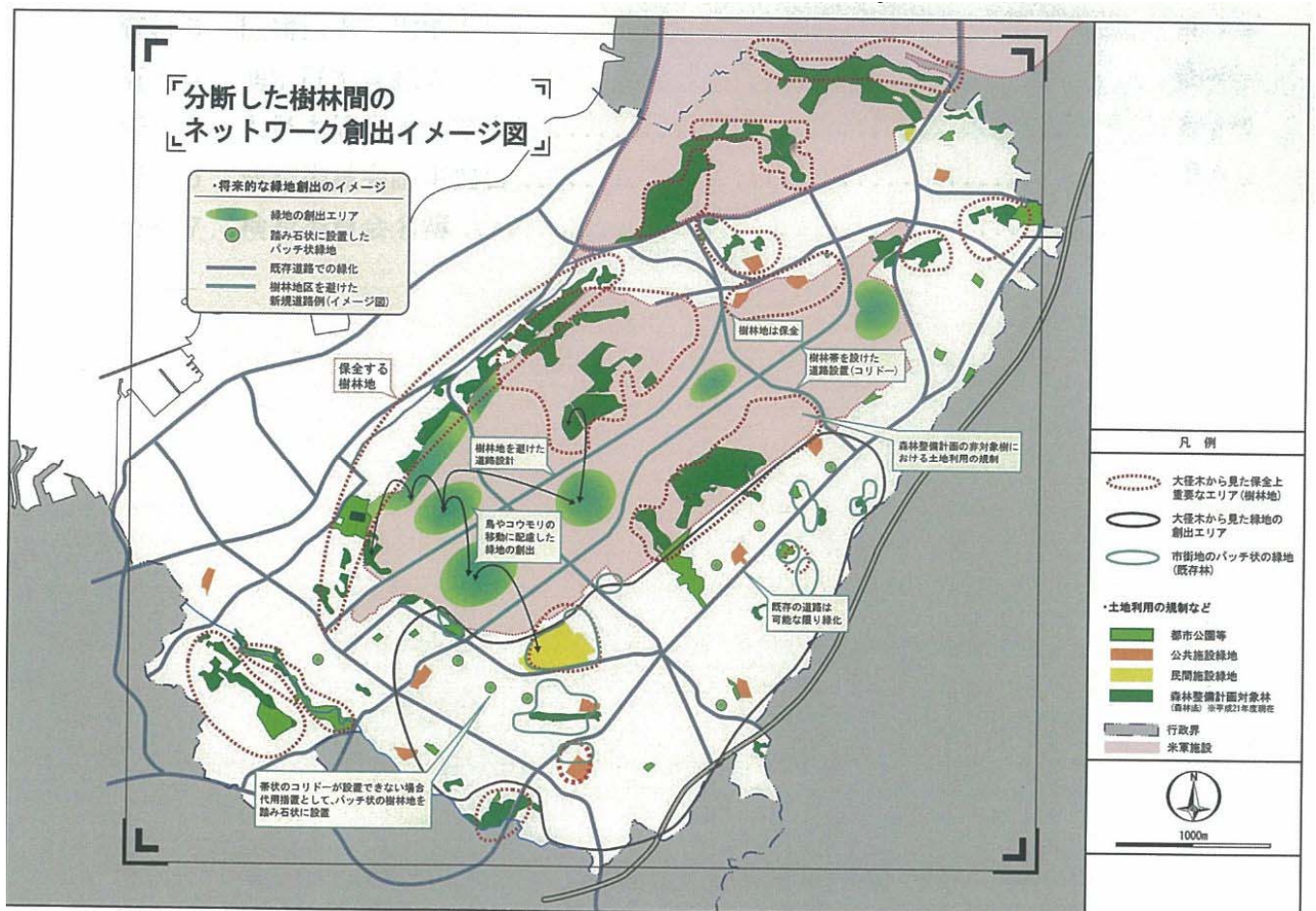


図 3-5 分断した樹林間のネットワーク創出 イメージ図

3) 洞穴調査結果（H22 年度）から得られた保全対象

洞穴調査の結果概要を表 3-4にまとめ、保全への提言を記した。

表 3-4 洞穴調査結果の概要及び保全への提言

水質調査、底質調査	分析結果からは、水質・底質ともに基準値を超える項目は確認されなかった。
生物調査	3 洞穴（オーグムヤー、佐真下のウフガー、クマイアブ）で回遊性の生物（ヌマエビ科、テナガエビ、クロヨシノボリ等）を確認した。 これは、洞穴がオーグムヤーのように河川生態系の上流部と下流部を繋ぐコリドー（移動経路）の役目を果たしていると同時に、洞穴内で独自の生態系が形成されている可能性も示唆された。
保全への提言	今後は、継続して、洞穴内の水質・底質調査を実施するとともに、これまであまり実施されていない洞穴内の生態系調査を充実させる必要がある。

2. 地域資源の利活用検討

(1) データベースの更新

平成 19 年度以降の調査で得られた調査結果を平成 18 年度作成のデータベース（図 3-6、図 3-7）に追加統合し、跡地利用の検討ツールとした。追加統合したものを図 3-8、図 3-9に示した。

宜野湾市自然環境情報データベース	アドレス	更新日	サイズ	ファイルタイプ
宜野湾市自然環境情報データベースについて	http://w	2007/5/22 13:03	3592	text/html
自然環境調査	pdf			
自然に抱かれ、恵み豊かな宜野湾市をめざして～ 跡地利用を通じた魅力ある市域の環境づくり～	pdf			
地下水				
豊富な地下水と湧水	http://ww	2007/4/4 18:56	12069	text/html
■しくみと形態	http://www	2007/4/4 18:56	7467	text/html
■水質などの現状	http://www	2007/4/4 18:56	10127	text/html
図 主な湧水の位置－湧水量調査地点	http://www	2007/4/4 18:56	4188	text/html
表 水質調査結果 1/5	http://www	2007/4/4 18:56	4341	text/html
表 水質調査結果 2/5	http://www	2007/4/4 18:56	4505	text/html
表 水質調査結果 3/5	http://www	2007/4/4 18:56	4505	text/html
表 水質調査結果 4/5	http://www	2007/4/4 18:56	4506	text/html
表 水質調査結果 5/5	http://www	2007/4/4 18:56	4362	text/html
表 土壌調査結果	http://www	2007/4/4 18:56	4134	text/html
表 湧水量調査結果	http://www	2007/4/4 18:56	4140	text/html
■地質と水脈	http://www	2007/4/4 18:56	8837	text/html
図 塩水クサビ推定分布範囲	http://www	2007/4/4 18:56	4160	text/html
図 宜野湾市の地質と水脈	http://www	2007/4/4 18:56	4149	text/html
図 市内の湧水分布	http://www	2007/4/4 18:56	4110	text/html
図 水収支算定結果	http://www	2007/4/4 18:56	4136	text/html
表 宜野湾市内湧水一覧 1/5	http://www	2007/4/4 18:56	4359	text/html
表 宜野湾市内湧水一覧 2/5	http://www	2007/4/4 18:56	4523	text/html
表 宜野湾市内湧水一覧 3/5	http://www	2007/4/4 18:56	4523	text/html
表 宜野湾市内湧水一覧 4/5	http://www	2007/4/4 18:56	4523	text/html
表 宜野湾市内湧水一覧 5/5	http://www	2007/4/4 18:56	4359	text/html
ヒージャーガー	http://www	2007/4/4 18:56	4342	text/html
真志喜のムンヌカー	http://www	2007/4/4 18:56	4353	text/html
モクスガニ	http://www	2007/4/4 18:56	5054	text/html
コンジテンナガエビ	http://www	2007/4/4 18:56	4953	text/html
ミジカシモーガー	http://www	2007/4/4 18:56	4433	text/html
マジキナガー	http://www	2007/4/4 18:56	4422	text/html
アラナキガー	http://www	2007/4/4 18:56	4400	text/html
ヤマチチャガー	http://www	2007/4/4 18:56	4428	text/html
ウーシヌハナガー	http://www	2007/4/4 18:56	4496	text/html
ヒャーカーガー	http://www	2007/4/4 18:56	4678	text/html
野嵩のクシヌカー	http://www	2007/4/4 18:56	4336	text/html
新城のアラグスクガー	http://www	2007/4/4 18:56	4457	text/html
鍾乳洞				
石灰岩台地に発達する鍾乳洞	http://ww	2007/4/4 18:57	12024	text/html
■鍾乳洞のでき方	http://www	2007/4/4 18:56	9961	text/html
■汚濁物質の蓄積	http://www	2007/4/4 18:56	7411	text/html
表 水質調査結果 1/5	http://www	2007/4/4 18:56	4361	text/html
表 水質調査結果 2/5	http://www	2007/4/4 18:56	4525	text/html
表 水質調査結果 3/5	http://www	2007/4/4 18:56	4525	text/html
表 水質調査結果 4/5	http://www	2007/4/4 18:56	4526	text/html
表 水質調査結果 5/5	http://www	2007/4/4 18:56	4381	text/html
表 土壌調査結果	http://www	2007/4/4 18:56	4150	text/html
■洞穴に暮らす生物	http://www	2007/4/4 18:56	6956	text/html
表 洞穴性動物類一覧	http://www	2007/4/4 18:56	4166	text/html
図 注目される動物や植生の分布	http://www	2007/4/4 18:56	4200	text/html
■洞穴の分布	http://www	2007/4/4 18:56	6749	text/html
図 宜野湾市内洞穴分布図	http://www	2007/4/4 18:56	4176	text/html
表 宜野湾市内洞穴一覧 1/4	http://www	2007/4/4 18:56	4381	text/html
表 宜野湾市内洞穴一覧 2/4	http://www	2007/4/4 18:56	4545	text/html
表 宜野湾市内洞穴一覧 3/4	http://www	2007/4/4 18:56	4541	text/html
表 宜野湾市内洞穴一覧 4/4	http://www	2007/4/4 18:56	4377	text/html
ストロー(鍾乳管)	http://www	2007/4/4 18:56	5310	text/html
普天間宮洞穴 入口	http://www	2007/4/4 18:56	4315	text/html
ウデナガサワダムシ	http://www	2007/4/4 18:56	4491	text/html
オキナワコキクガシコウモリ	http://www	2007/4/4 18:56	4373	text/html
曲がり石(ヘリクタイト・ヘリグマイト)	http://www	2007/4/4 18:56	5367	text/html
カーテン	http://www	2007/4/4 18:56	5229	text/html
つらら石	http://www	2007/4/4 18:56	5270	text/html
リムストーン	http://www	2007/4/4 18:56	5249	text/html
石筍(せきじゆん)	http://www	2007/4/4 18:56	5324	text/html
ケイブパール(洞穴真珠)	http://www	2007/4/4 18:56	5283	text/html
石柱(コラム)	http://www	2007/4/4 18:57	5485	text/html
フローストーン	http://www	2007/4/4 18:57	5378	text/html

図 3-6 H18 年度の基地跡地対策課 HP データベースの内容一覧 (1/2)

樹林			
米軍施設及び周辺に点在する樹林	http://ww	2007/4/4 18:58	12035 text/html
■植生のうつりかわり	http://www	2007/4/4 18:57	8674 text/html
■地下水とかん養	http://www	2007/4/4 18:57	6770 text/html
図 普天間基地内の地表面分類図	http://www	2007/4/4 18:57	4168 text/html
図 水収支算定結果	http://www	2007/4/4 18:57	4134 text/html
■樹林や植生の分布	http://www	2007/4/4 18:57	6736 text/html
図 現存植生図	http://www	2007/4/4 18:57	4122 text/html
図 注目される動物や植生の分布	http://www	2007/4/4 18:57	4178 text/html
ガジュマル	http://www	2007/4/4 18:57	4630 text/html
アマミタカチホヘビ	http://www	2007/4/4 18:57	4427 text/html
ズアカアオバト	http://www	2007/4/4 18:57	4825 text/html
リュウキュウツミ	http://www	2007/4/4 18:58	4511 text/html
サクララン	http://www	2007/4/4 18:58	4332 text/html
オキナワナナフシ	http://www	2007/4/4 18:58	4766 text/html
オキナワモリバツタ	http://www	2007/4/4 18:58	4669 text/html
カトリヤンマ	http://www	2007/4/4 18:58	4709 text/html
オキナワアオガエル	http://www	2007/4/4 18:58	4723 text/html
オキナワキノボリトカゲ	http://www	2007/4/4 18:58	4662 text/html
ヘリグロヒメトカゲ	http://www	2007/4/4 18:58	4677 text/html
オキナワヤマタニシ	http://www	2007/4/4 18:58	4383 text/html
湿地			
多くの生き物が生息する大山湿地	http://ww	2007/4/4 18:58	12220 text/html
■汽水域の生き物	http://www	2007/4/4 18:58	6785 text/html
■タイモ畑の生き物	http://www	2007/4/4 18:58	6832 text/html
■生き物を育むしくみ	http://www	2007/4/4 18:58	7798 text/html
図 大山地区詳細植生図	http://www	2007/4/4 18:58	4148 text/html
図 タイモの栽培様式と水田の動態模式	http://www	2007/4/4 18:58	4314 text/html
■多様な生物相	http://www	2007/4/4 18:58	6567 text/html
図 注目される動物や植生の分布	http://www	2007/4/4 18:58	4174 text/html
ナンゴクデンジソウ	http://www	2007/4/4 18:58	4266 text/html
オオヒライソガニ	http://www	2007/4/4 18:58	4337 text/html
セイタカシギ	http://www	2007/4/4 18:58	4295 text/html
リュウキュウヨシゴイ	http://www	2007/4/4 18:58	4215 text/html
ミゾカクシ	http://www	2007/4/4 18:58	4279 text/html
ヨシ	http://www	2007/4/4 18:58	4325 text/html
キクズキコモリグモ	http://www	2007/4/4 18:58	4499 text/html
シオカラトンボ	http://www	2007/4/4 18:58	4585 text/html
ヒメアマガエル	http://www	2007/4/4 18:58	4731 text/html
カワニナ	http://www	2007/4/4 18:58	4319 text/html
アヤヨシノボリ	http://www	2007/4/4 18:58	4804 text/html
オキナワハクセンシオマネキ	http://www	2007/4/4 18:58	4573 text/html
沿岸			
身近なサンゴ礁が回復しつつある沿岸部	http://ww	2007/4/4 19:02	11770 text/html
■サンゴ礁の地形	http://www	2007/4/4 19:01	6280 text/html
■サンゴ礁の回復状況	http://www	2007/4/4 19:01	6664 text/html
図 サンゴ礁分布図	http://www	2007/4/4 19:01	4146 text/html
■沿岸の環境条件	http://www	2007/4/4 19:01	6759 text/html
図 注目される動物や植生の分布	http://www	2007/4/4 18:58	4182 text/html
図 沿岸海域の底質・地形分布図	http://www	2007/4/4 18:58	4178 text/html
イボタマキビ	http://www	2007/4/4 19:01	4201 text/html
アミアオサ	http://www	2007/4/4 19:01	4211 text/html
クシハダミドリイシ	http://www	2007/4/4 19:01	4201 text/html
クサビライシ類	http://www	2007/4/4 19:02	4156 text/html
エリグロアジサシ	http://www	2007/4/4 19:02	4508 text/html
クモハゼ	http://www	2007/4/4 19:02	4307 text/html
コアジサシ	http://www	2007/4/4 19:02	4526 text/html
コユビミドリイシ	http://www	2007/4/4 19:02	4250 text/html
ウミキノコ属	http://www	2007/4/4 19:02	4193 text/html
ツノメガニ	http://www	2007/4/4 19:02	4463 text/html
ナンヨウミドリハゼ	http://www	2007/4/4 19:02	4422 text/html
ヌノメガイ	http://www	2007/4/4 19:02	4289 text/html

図 3-7 H18 年度の基地跡地対策課 HP データベースの内容一覧 (2/2)

宜野湾市自然環境情報データベースについて		http://www	2007/4/4 18:53	5995 text/html
自然環境調査		pdf		
自然に抱かれ、恵み豊かな宜野湾市をめざして～				
跡地利用を通じた魅力ある市域の環境づくり～		pdf		
地下水				
豊富な地下水と湧水		http://www	2007/4/4 18:56	12069 text/html
■しくみと形態		http://www	2007/4/4 18:56	7467 text/html
■水質などの現状		http://www	2007/4/4 18:56	10127 text/html
図 主な湧水の位置－湧水量調査地点		http://www	2007/4/4 18:56	4188 text/html
表 水質調査結果 1/5～5/5		http://www	2007/4/4 18:56	4341 text/html
表 水質分析項目(H15～H23)				
表 湧水群水質調査結果(H15～H23)				
表 土壌調査結果		http://www	2007/4/4 18:56	4134 text/html
表 湧水量調査結果		http://www	2007/4/4 18:56	4140 text/html
■地質と水脈		http://www	2007/4/4 18:56	8837 text/html
図 塩水クサビ推定分布範囲		http://www	2007/4/4 18:56	4160 text/html
図 クサビ状に侵入した海水の概念図				
図 宜野湾市の地質と水脈		http://www	2007/4/4 18:56	4149 text/html
図 宜野湾市の地質・水脈と断面図				
図 市内の湧水分布		http://www	2007/4/4 18:56	4110 text/html
図 水収支算定結果(H18)		http://www	2007/4/4 18:56	4136 text/html
図 水収支算定結果(H19)				
図 藓苔類の多い湧水と少ない湧水				
表 宜野湾市内湧水一覧 1/5～5/5		http://www	2007/4/4 18:56	4359 text/html
表 確認された藓苔類一覧(H20)				
ヒージャーガー		http://www	2007/4/4 18:56	4342 text/html
真志喜のムンヌカー		http://www	2007/4/4 18:56	4353 text/html
モクズガニ		http://www	2007/4/4 18:56	5054 text/html
コンジテナガエビ		http://www	2007/4/4 18:56	4953 text/html
ミジカシモーガー		http://www	2007/4/4 18:56	4433 text/html
マジキナガー		http://www	2007/4/4 18:56	4422 text/html
アラナキガー		http://www	2007/4/4 18:56	4400 text/html
ヤマチチャガー		http://www	2007/4/4 18:56	4428 text/html
ウーシヌハナガー		http://www	2007/4/4 18:56	4496 text/html
ヒャーカーガー		http://www	2007/4/4 18:56	4678 text/html
野嵩のクヌメカー		http://www	2007/4/4 18:56	4336 text/html
新城のアラグスクガー		http://www	2007/4/4 18:56	4457 text/html
フカゴケ				
鍾乳洞				
石灰岩台地に発達する鍾乳洞		http://www	2007/4/4 18:57	12024 text/html
■鍾乳洞のでき方		http://www	2007/4/4 18:56	9961 text/html
■汚濁物質の蓄積		http://www	2007/4/4 18:56	7411 text/html
表 水質調査結果 1/5～5/5		http://www	2007/4/4 18:56	4361 text/html
表 土壌調査結果		http://www	2007/4/4 18:56	4150 text/html
表 洞穴性水質底質調査結果				
■洞穴に暮らす生物		http://www	2007/4/4 18:56	6956 text/html
表 洞穴性動物類一覧(H15)		http://www	2007/4/4 18:56	4166 text/html
表 洞穴性動物類一覧(H22)				
図 注目される動物や植生の分布		http://www	2007/4/4 18:56	4200 text/html
■洞穴の分布		http://www	2007/4/4 18:56	6749 text/html
図 宜野湾市内洞穴分布図		http://www	2007/4/4 18:56	4176 text/html
表 宜野湾市内洞穴一覧 1/4～4/4		http://www	2007/4/4 18:56	4381 text/html
ストロー(鍾乳管)		http://www	2007/4/4 18:56	5310 text/html
普天間宮洞穴 入口		http://www	2007/4/4 18:56	4315 text/html
ウデナガサワダムシ		http://www	2007/4/4 18:56	4491 text/html
オキナワコキクガシコウモリ		http://www	2007/4/4 18:56	4373 text/html
曲がり石(ヘリクタイト・ヘリグマイト)		http://www	2007/4/4 18:56	5367 text/html
カーテン		http://www	2007/4/4 18:56	5229 text/html
つらら石		http://www	2007/4/4 18:56	5270 text/html
リムストーン		http://www	2007/4/4 18:56	5249 text/html
石筍(せきじゆん)		http://www	2007/4/4 18:56	5324 text/html
ケイブパール(洞穴真珠)		http://www	2007/4/4 18:56	5283 text/html
石柱(コラム)		http://www	2007/4/4 18:57	5485 text/html
フローストーン		http://www	2007/4/4 18:57	5378 text/html
クロヨシノボリ(フルチンガー)				
オオウナギ(フルチンガー)				

図 3-8 H18 年度作成 HP データベースに項目を追加続したもの (1/2)

樹林

米軍施設及び周辺に点在する樹林

- 植生のうつりかわり
- 地下水とかん養
 - 図 普天間基地内の地表面分類図
 - 図 水収支算定結果 (H18)
 - 図 水収支算定結果 (H19)
- 樹林や植生の分布
 - 図 現存植生図
 - 図 注目される動物や植生の分布
 - 図 大径木の分布図【基地外】
 - 図 大径木の推定分布図【基地内】

ガジュマル
アマミタカチホヘビ
ズアカアオバト
リュウキュウツミ
サクララン
オキナワナナフシ
オキナワモリバツタ
カトリヤンマ
オキナワアオガエル
オキナワキノボリトカゲ
ヘリグロヒメトカゲ
オキナワヤマタニシ

http://www	2007/4/4 18:58	12035 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	8674 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	6770 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	4168 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	4134 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	6736 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	4122 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	4178 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	4630 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	4427 text/html
http://www	2007/4/4 18:57	4825 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4511 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4332 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4766 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4669 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4709 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4723 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4662 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4677 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4383 text/html

湿地

多くの生き物が生息する大山湿地

- 汽水域の生き物
- タイモ畑の生き物
- 生き物を育むしくみ
 - 図 大山地区詳細植生図
 - 図 タイモの栽培様式と水田の動態模式
- 多様な生物相
 - 図 注目される動物や植生の分布

ナンゴクデンジソウ
オオヒライソガニ
セイタカシギ
リュウキュウヨシゴイ
ミヅカクシ
ヨシ
キクズキコモリグモ
シオカラトンボ
ヒメアマガエル
カワニナ
アヤヨシノボリ
オキナワハクセンシオマネキ

http://www	2007/4/4 18:58	12220 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	6785 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	6832 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	7798 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4148 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4314 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	6567 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4174 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4266 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4337 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4295 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4215 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4279 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4325 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4499 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4585 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4731 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4319 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4804 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4573 text/html

沿岸

身近なサンゴ礁が回復しつつある沿岸部

- サンゴ礁の地形
 - サンゴ礁の回復状況
 - 図 サンゴ礁分布図
 - 沿岸の環境条件
 - 図 注目される動物や植生の分布
 - 図 沿岸海域の底質・地形分布図
- イボタマキビ
アミアオサ
クシハダミドリイシ
クサビライシ類
エリグロアジサシ
クモハゼ
コアジサシ
コユビミドリイシ
ウミキノコ属
ツノメガニ
ナンヨウミドリハゼ
ヌノメガイ

http://www	2007/4/4 19:02	11770 text/html
http://www	2007/4/4 19:01	6280 text/html
http://www	2007/4/4 19:01	6664 text/html
http://www	2007/4/4 19:01	4146 text/html
http://www	2007/4/4 19:01	6759 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4182 text/html
http://www	2007/4/4 18:58	4178 text/html
http://www	2007/4/4 19:01	4201 text/html
http://www	2007/4/4 19:01	4211 text/html
http://www	2007/4/4 19:01	4201 text/html
http://www	2007/4/4 19:02	4156 text/html
http://www	2007/4/4 19:02	4508 text/html
http://www	2007/4/4 19:02	4307 text/html
http://www	2007/4/4 19:02	4526 text/html
http://www	2007/4/4 19:02	4250 text/html
http://www	2007/4/4 19:02	4193 text/html
http://www	2007/4/4 19:02	4463 text/html
http://www	2007/4/4 19:02	4422 text/html
http://www	2007/4/4 19:02	4289 text/html

図 3-9 H18 年度作成 HP データベースに項目を追加続したもの (2/2)

(2) 「自然環境保全に関する基本方向」の見直し

上記 1. の結果より、平成 19 年度に作成した「自然環境保全に関する基本方向」を見直し、その内容を啓発パンフレットに反映させて跡地利用の推進を図った。

更新したパンフレットを次に示す。

自然環境保全に関する基本方向(改訂版)

～環境に配慮した跡地利用の実現に向けて～

【これまでの自然環境保全への取り組み】

本市は、普天間飛行場返還後の跡地利用を考えるにあたり、自然の恵みを有効に活用することで、より多くの人々にとって魅力ある市域の形成を図ることが必要と考え、市域一帯の自然環境の現状に関する調査(平成13年度～23年度)を実施してきました。

【本冊子を作製した理由】

本冊子は、「普天間飛行場跡地利用基本方針(平成18年2月)」に示された環境への配慮の実現やこれによる跡地の魅力向上に資するため、これまでの自然環境調査の結果に基づき、普天間飛行場における自然環境の価値を整理し、跡地利用における自然環境保全の基本的な考え方を提示しました。

なお、この「基本方向」は米軍施設外側の調査結果に基づくものであり、今後、普天間飛行場内の調査が可能となった時点で、自然環境の保全活用に関するより具体的な指針を作成する予定です。

また、本冊子は、初版(平成20年3月)に平成21～23年度の本市自然環境調査結果等を反映した改訂版です。

平成24年3月 宜野湾市



【目次】

1. 宜野湾市の自然環境の現状・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2. これまでの自然環境調査で分かったこと・・・・・・・・・・ 3
3. 普天間飛行場一帯にある自然環境の「3つの価値」・・・・ 10
4. 返還後に予想される「3つの価値」への影響と対応(基本方向)・・ 12
5. 参考資料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17

1. 宜野湾市の自然環境の現状

これまでの自然環境調査の結果から、本市の自然環境の現状を次の5つに整理しました。

●豊富な地下水と多くの湧水

- 宜野湾市内には沢山の湧水が存在しています。
- 普天間飛行場周辺の台地に降った雨は地下に蓄えられ、水量豊かな湧水となって多くの場所から湧き出し、特に、大山地区の田芋畑などの湿地環境を育んでいます。
- しかし、生活排水などにより、雨量の多い時期には地下水の大腸菌が増加し不快なにおいが発生するなど、水道の水源には適さないような湧水も確認されています。



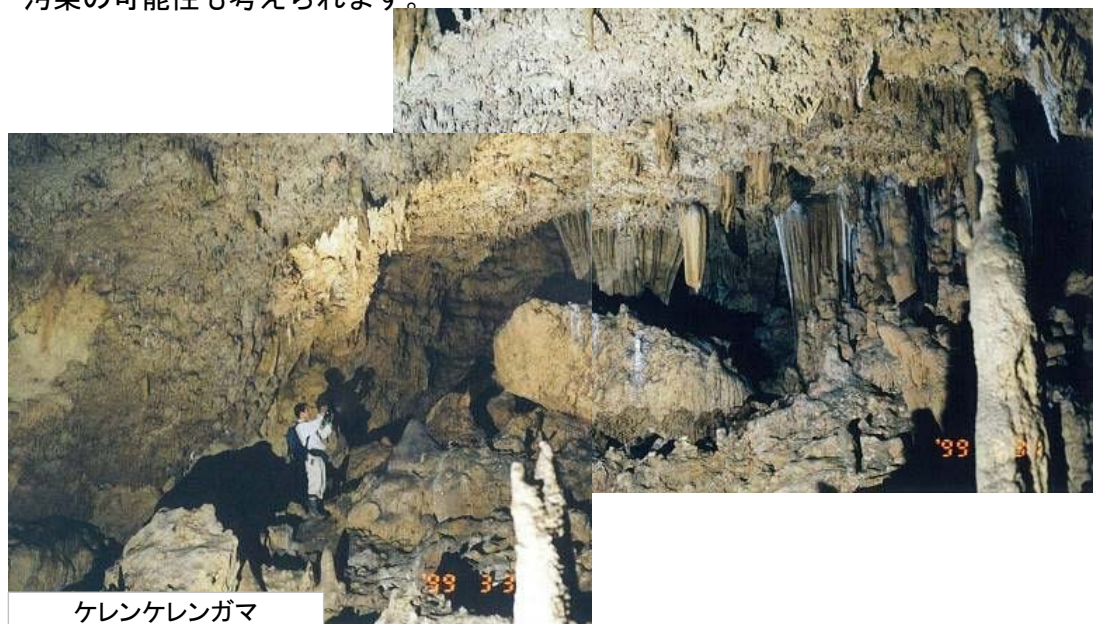
森の川



メンダカリヒージャーガー

●石灰岩台地に発達する鍾乳洞

- 石灰岩台地周辺では、鍾乳洞の入り口が数多く確認されており、地下には鍾乳洞が網の目のように発達していると考えられます。
- 普天満宮をはじめ、一般に公開されよく知られた鍾乳洞もありますが、普天間飛行場の地下は立入禁止のためほとんど把握されていません。
- また、日常生活や基地使用などに伴って、鍾乳洞に汚濁物質が蓄積するなどの土壌汚染の可能性も考えられます。



ケレンケレンガマ

●基地及び周辺に点在する樹林

- 市街化が進んだ市域の中で、普天間飛行場やキャンプ瑞慶覧など米軍基地内外を中心に、まとまった樹林が残されています。
- これらは、崖地に沿った樹林が市街地の背後に緑の屏風を形成するなど、魅力ある生活環境に欠かせない緑のうるおいをもたらしています。
- 樹林は多くの生き物の生息場所でもあり、確認された貴重な生き物（絶滅のおそれが高い動物や植物など）の種類は市内全体の約 1 / 3 にのぼります。



宜野湾市内

●多くの生き物が生息する大山湿地

- 市内西部の大山地区には、湧水によって安定した水の供給が得られる環境を利用して、水田耕作地が広がっています。
- まとまった水田耕作地は沖縄本島中南部では少なくなっており、大山地区は、田芋などの重要な生産場所となっています。
- 豊富な水と耕作により、多くの生き物が生息する変化に富んだ環境がつくられ、市内で確認された貴重な生き物の約半分の種類が確認されています。



大山湿地

●身近なサンゴ礁が回復しつつある沿岸部

- 本市は、沖縄本島中南部の東シナ海に面して立地しています。
- 自然の海岸は少なくなっていますが、海岸近くの地先に離礁が残されています。
- サンゴは白化現象により壊滅的な被害を受けたものの少しずつ回復しつつあり、将来的には、市街地近郊で見られるサンゴ礁として本市の魅力を高める要素となることが期待されます。



クシハダミドリイシ

2. これまでの自然環境調査でわかったこと

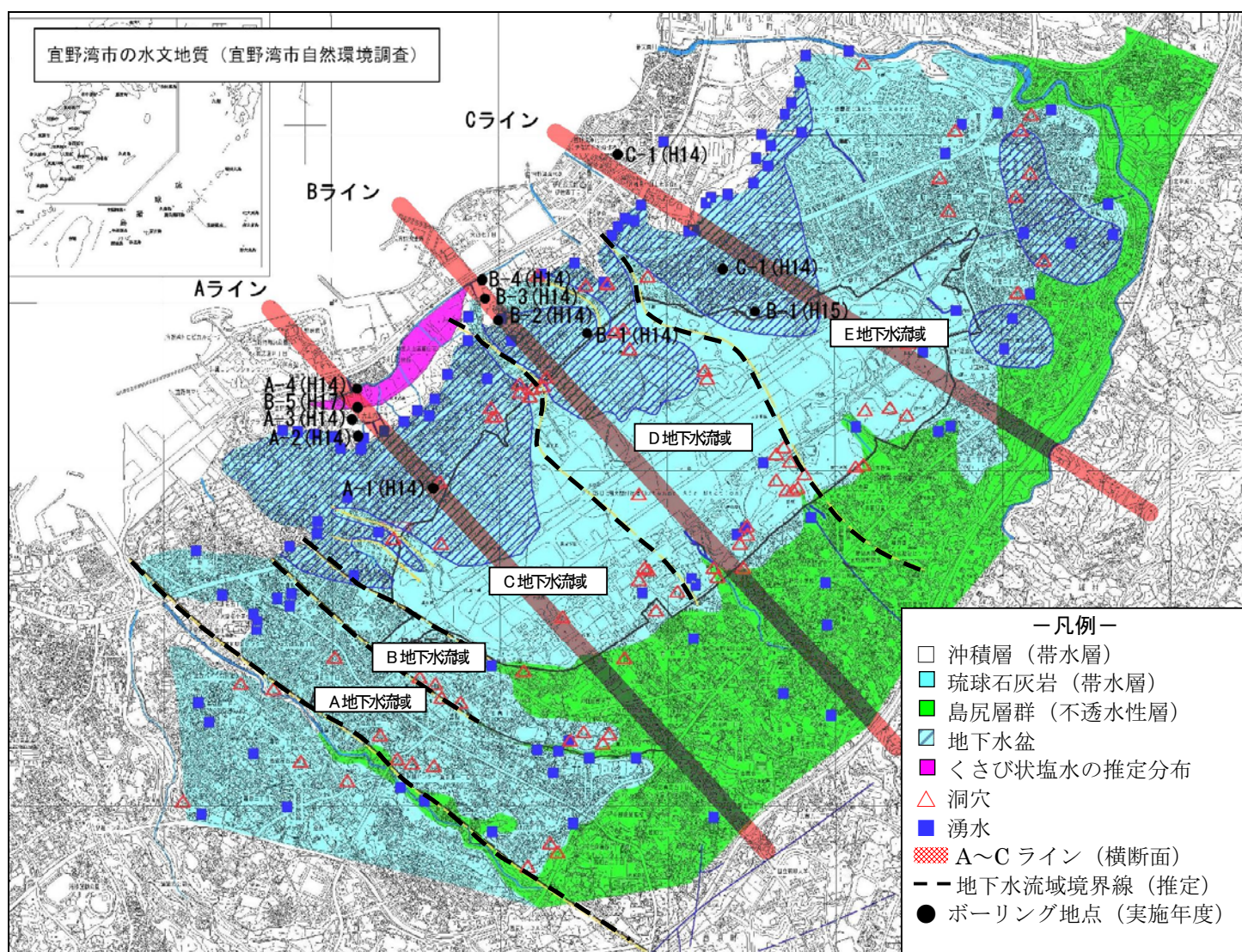
平成14年度～平成23年度に実施した宜野湾市自然環境調査の結果から、次のことがわかりました。

(1) 宜野湾市の地形・地質・地下水について

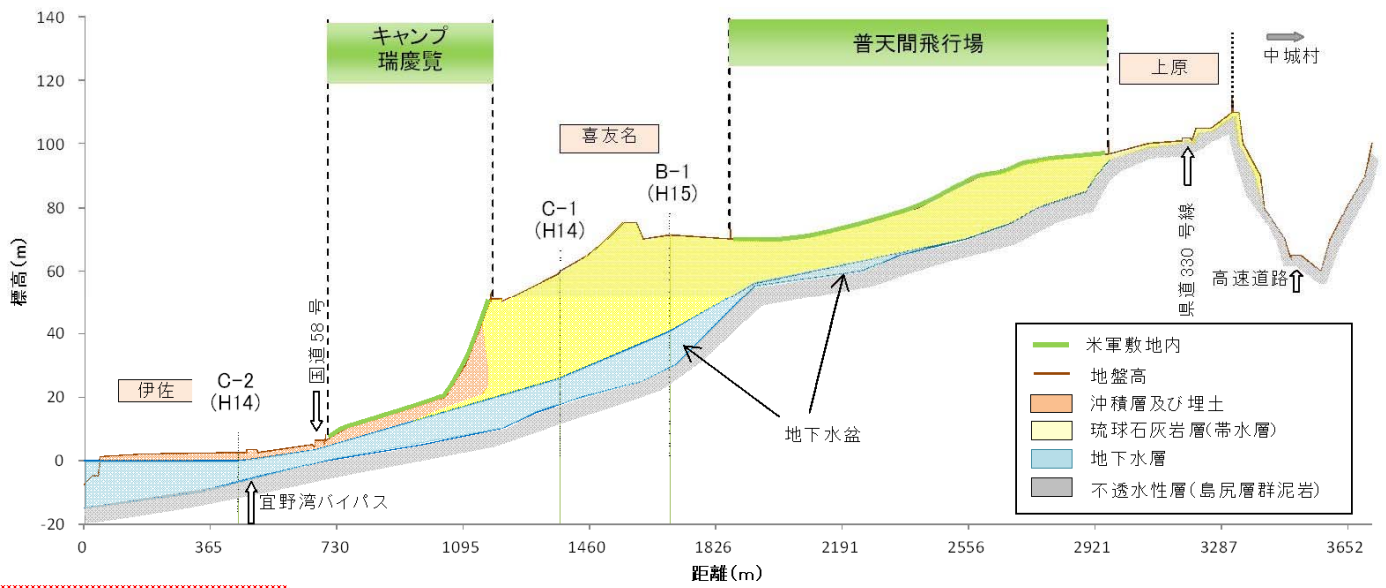
市内の地層は、不透水性層の島尻層群泥岩が基盤となり、その上に帯水層の琉球石灰岩(台地)と沖積層(低地)が覆っています(図-1)。降雨で普天間飛行場に一帯の台地にしみ込んだ水は、島尻層群泥岩上の琉球石灰岩に帯水し、地下水盆(青斜線部)を形成し、その一部は低地で湧水(■)となって湧き出ていることがわかりました。

また、地下水の流域はA～Eの5つに分けられていることがわかりました。

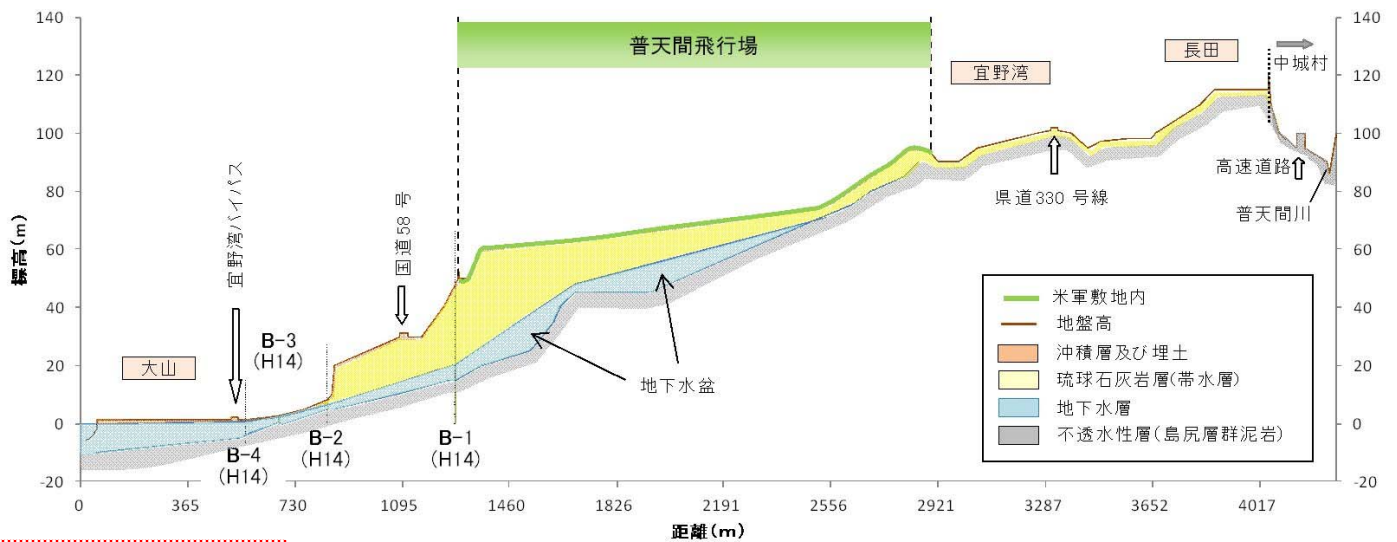
不透水性層分布調査(H14)およびボーリング結果(H14,15,17)から、A～Cラインで地層および地下水の推定横断面図を作成しました(図-2)。普天間飛行場一帯は台地になっており、地層のほとんどを琉球石灰岩が占めているため、地下水の多くは普天間飛行場一帯に降った雨水や流れ込んだ水がしみ込んで形成されてい可能性があることがわかりました。



断面図(Cライン)



断面図(Bライン)



断面図(Aライン)

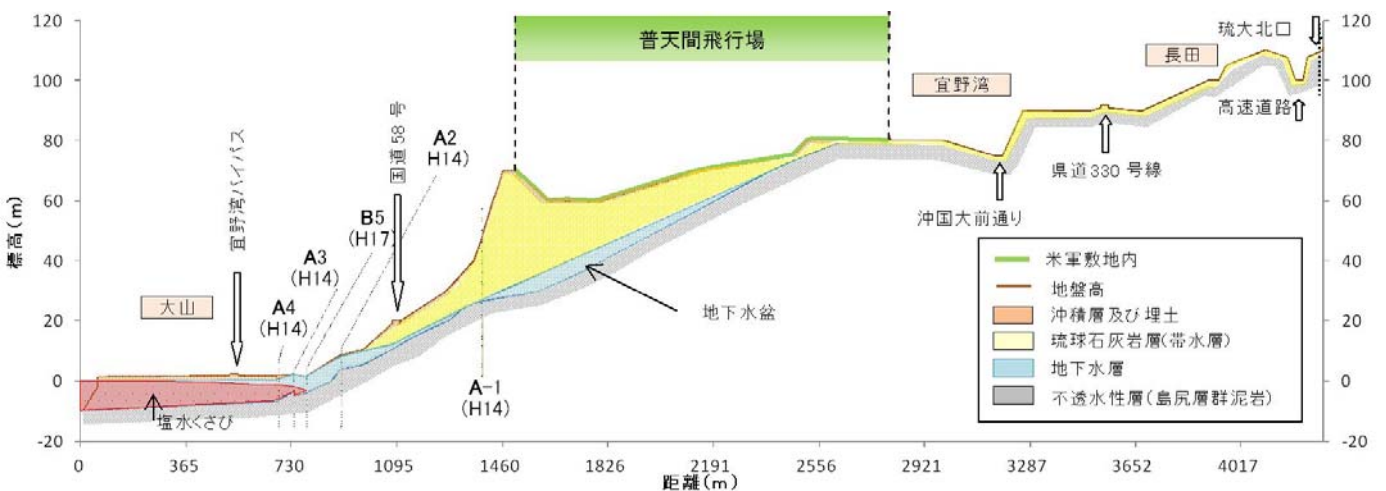


図-2 地層および地下水の推定断面図 (A~Cライン)

(2)湧水について

水質は概ね良好

- ・代表する右の湧水 5 地点 (●)において平成 15～23 年度に実施した水質調査では、全ての分析項目 (一般性状、生活環境項目、栄養塩類)において、概ね安定し、基準値を下回っていました。
- ・燃料などの油分を示すn-ヘキサン抽出物質は、検出されませんでした。
- ・ダイオキシン類は、平成 13～15 年度調査で微量ながら検出されました (TEQ 値:0.021～0.84pg/L)が、基準値 (1pg/L) 未満でした。
- ・糞便性大腸菌は基準値を上回る年度もありましたが、近年では基準値を下回って安定しています (図-3)。

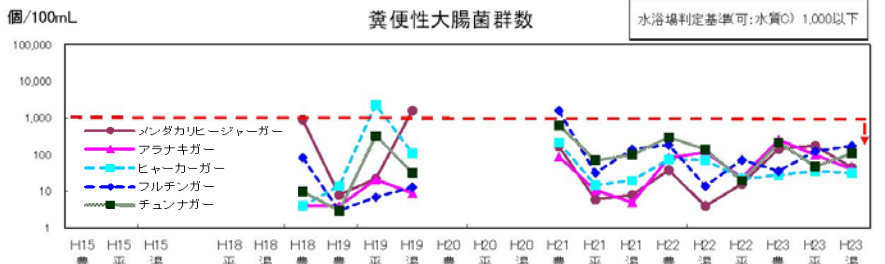
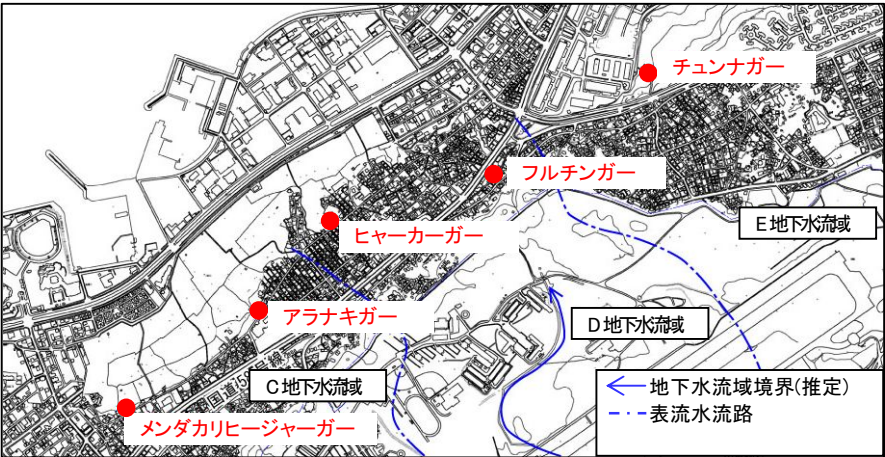


図- 3 湧水 (5 地点) と各地点の糞便性大腸菌群数の経年変化 (豊：豊水期、平：平水期、渴：渴水期)

水収支について

- ・市内の水源涵養となっている普天間飛行場一帯 (C、D、E 地下水流域) の水収支を図- 4 にまとめました。
- ・宜野湾市の年間降水量 1943mm (H16 実績) を用い、流域ごとの表面流出量及び地下浸透量は地表面の分類による流出計数 (図- 4 内) を勘案して算出しました。

No.	地下水流域
1	●流域面積 (普天間基地内) (万㎡/年)
2	構成-①草地、②森林、③滑走路・施設等 (%)
3	●降水量：蒸発散量50% 除く (万㎡/年)
4	地下浸透量：万㎡ (%)
5	表流水の流れ込み：万㎡/年
6	●湧出量：万㎡/年

No.	C (CD含む)
1	260 (162)
2	①56、②7、③37
3	250
4	80～130 (約33～51)
5	約15
6	約90～145

No.	D
1	210 (162)
2	①41、②36、③23
3	200
4	95～130 (約46～53)
5	約335～320
6	約430～450

No.	E (DE含む)
1	430 (138)
2	①35、②47、③18
3	415
4	75～170 (約18～41)
5	約15
6	約90～185

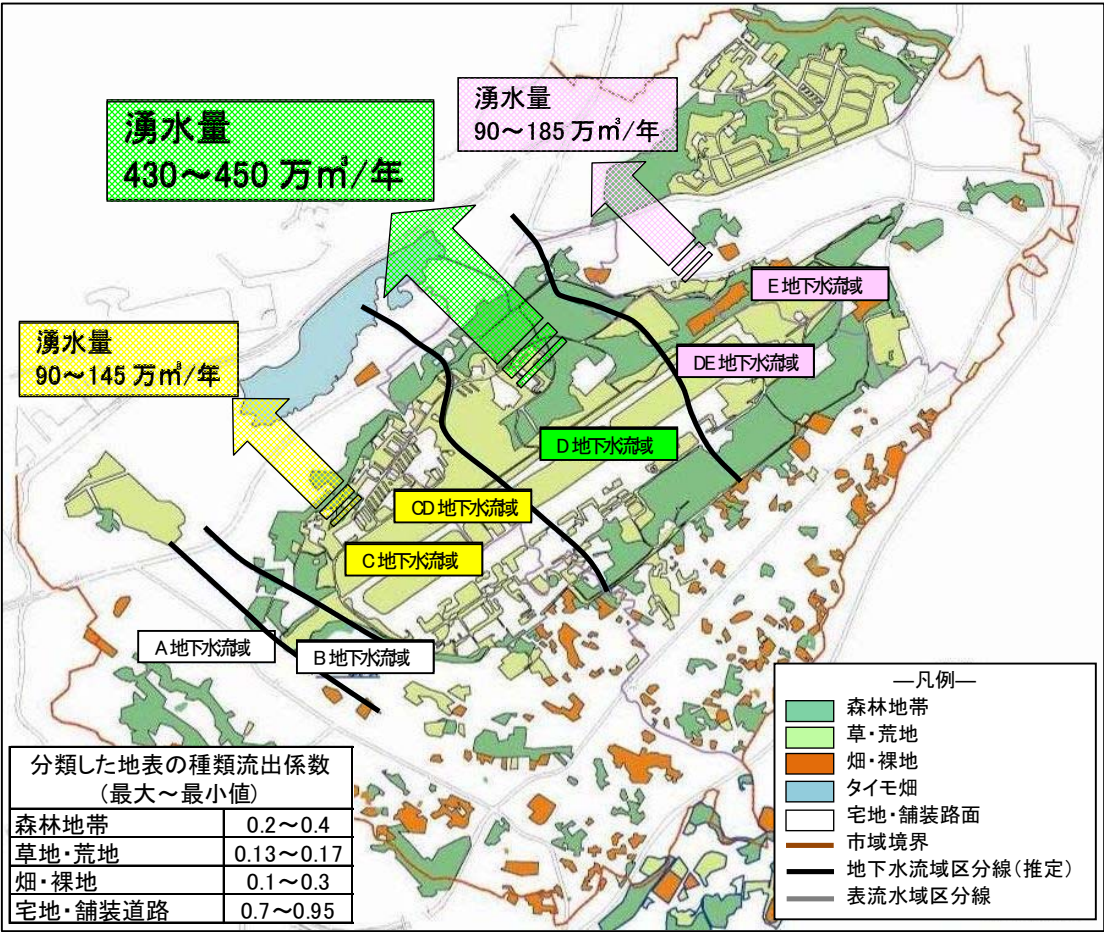


図- 4 普天間飛行場の水収支算定結果

(3) 鍾乳洞について

市内には、計133箇所の洞穴を確認しています。このうち、基地内にあるとされている洞穴は56箇所(市全体の約40%)を占めます。確認されている洞穴の位置を図- 5に示します。

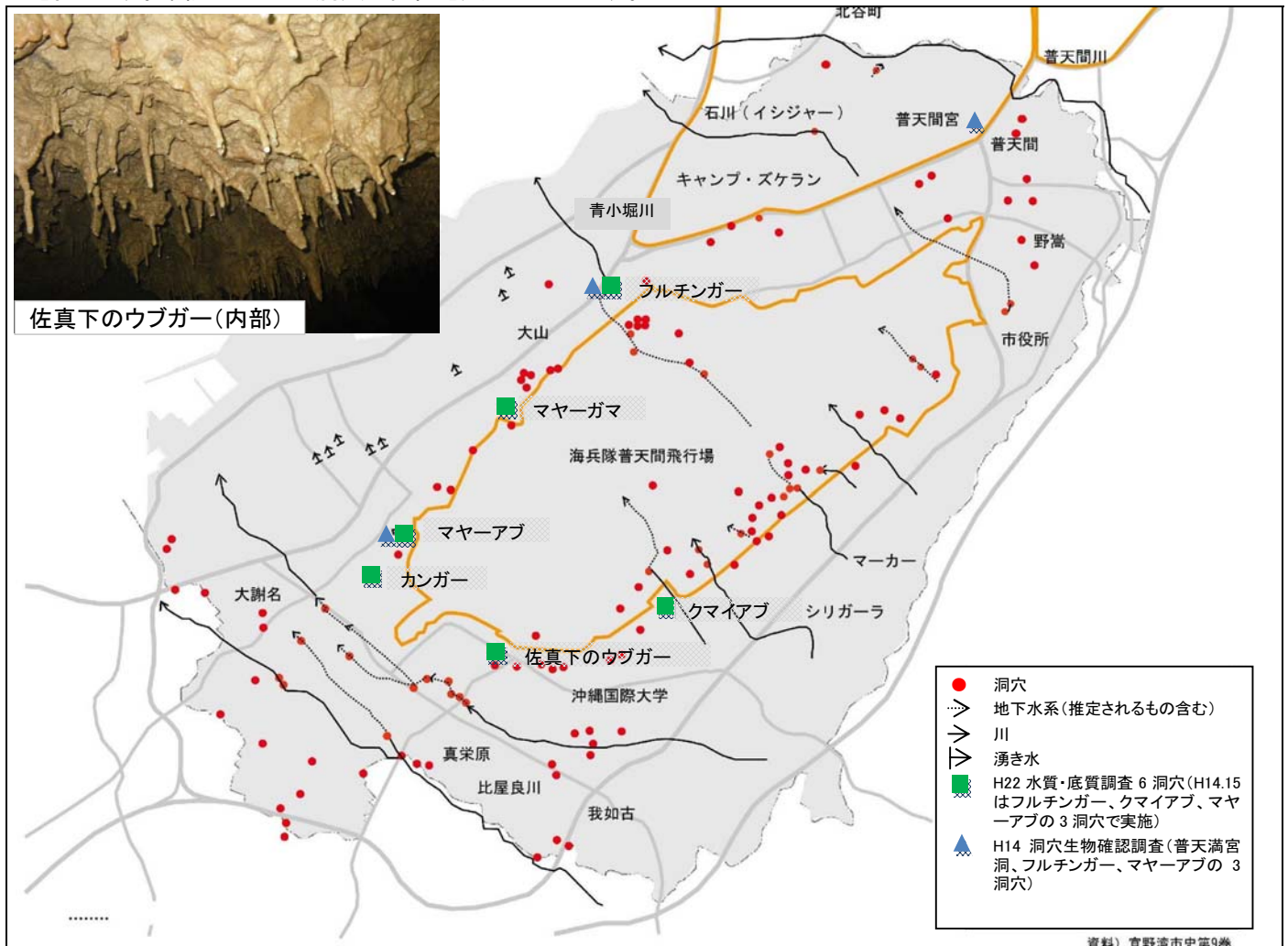


図- 5 洞穴と水系の関係及び洞穴内で水質・底質調査を実施した地点

洞穴内の水質・底質も概ね良好

- ・代表する6 洞穴内(■)において平成 14、15、22 年度に実施した水質・底質調査では、全ての分析項目(水質:一般性状、生活環境項目、栄養塩類、健康項目、油分 3 項目、ダイオキシン類、底質:土質性状、含有試験、土壤環境基準項目(溶出試験)、ダイオキシン類)において、概ね安定し、基準値を下回っていました。
- ・燃料などの油分を示す油分 3 項目とn-ヘキサン抽出物質は、水質・底質ともに検出されていません。
- ・ダイオキシン類は、水質・底質ともに微量ながら検出されましたが、水質では TEQ 値が 0.19~0.31pg/L(基準値:1pg/L)、底質では TEQ 値が 1.4~4.4pg/L(基準値:1000pg/L)と、どれも環境基準値未満でした。

洞穴内で確認された生物

- ・代表する3 洞穴(▲)と6 洞穴内(■)とにおいて確認された生物は、昆虫、クモ、ゲジ、貝、甲殻類、魚類、コウモリ等の15目22科27種でした。
- ・このうち、生息が注目される種として、ウデナガサワダムシ(1976年に宜野湾市の天然記念物に指定)が普天満宮洞とマヤーアブで確認されました(図- 6)。



図- 6 ウデナガサワダムシ

ウデナガサワダムシ:クモやサソリに近い動物。体長 5~7mm。林中の朽木の中や石の下、洞穴などの暗く湿った場所で生活する。目は完全に退化しているが、第1脚がとて長く、触角のような役割をはたす。詳しい生態などは不明だが、クモ類の進化や琉球列島の大昔のようす(生物地理)を研究する上で貴重な動物といえる。

(4) 市内に生息する動植物について

樹林地について

宜野湾市の樹林地は市街化とともに減少し、残された区域の多くは基地内と崖地、谷底低地、墓地などの開発出来ない(しにくい)場所に限られていました。このうち、樹林地の規模は、大径木調査から普天間基地やキャンプ瑞慶覧内のものが最も大きいことがわかりました(図-7、図-8)。

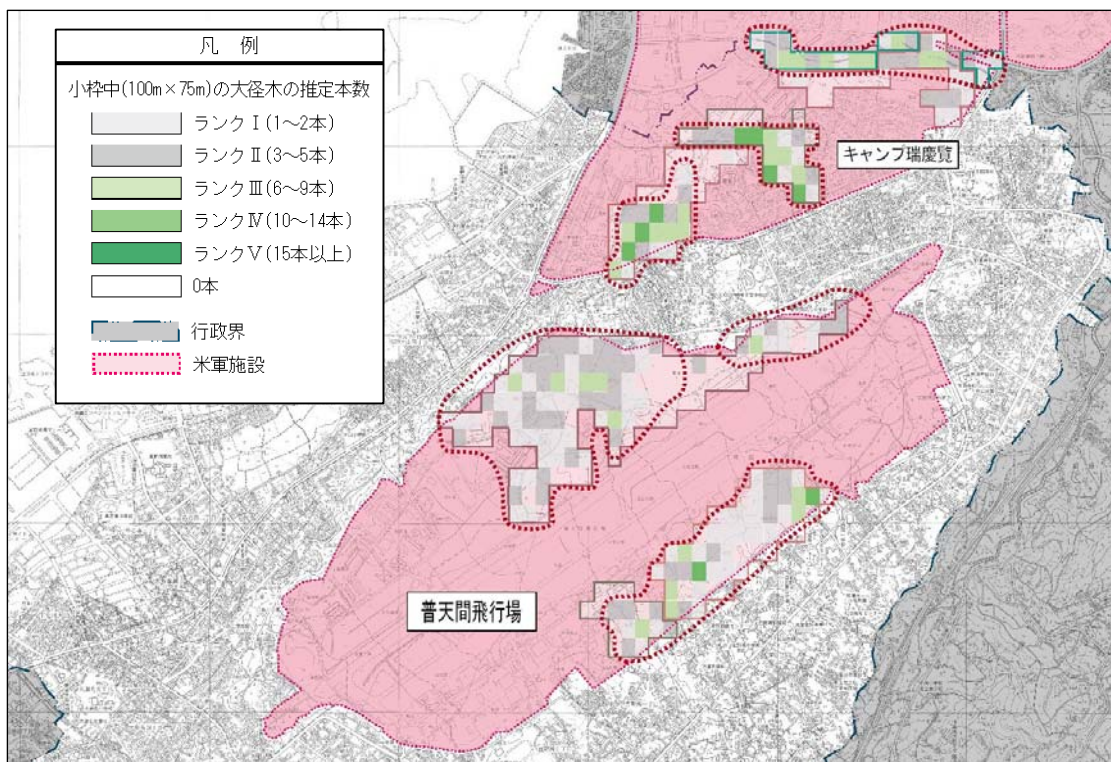


図-7 大径木の推定分布図

注目種の分布

基地周辺の調査により、主要な注目種(動植物)の分布状況を図-8にまとめました。注目種が分布している区域は、樹林地や大山湿地等の緑地と重複していることが分かりました。

【注目種とは】

出現した動植物のうち、天然記念物、ワシントン条約、水産庁データブック・資料、環境省レッドリスト、レッドデータおきなわ等に該当する種のことを言います。



図-8 注目される動物や植生の分布

植生について

宜野湾市の植生分布を図-9に示します。H14・15年度に確認した市内の外来植物は216種で、全体の34%を占めました。

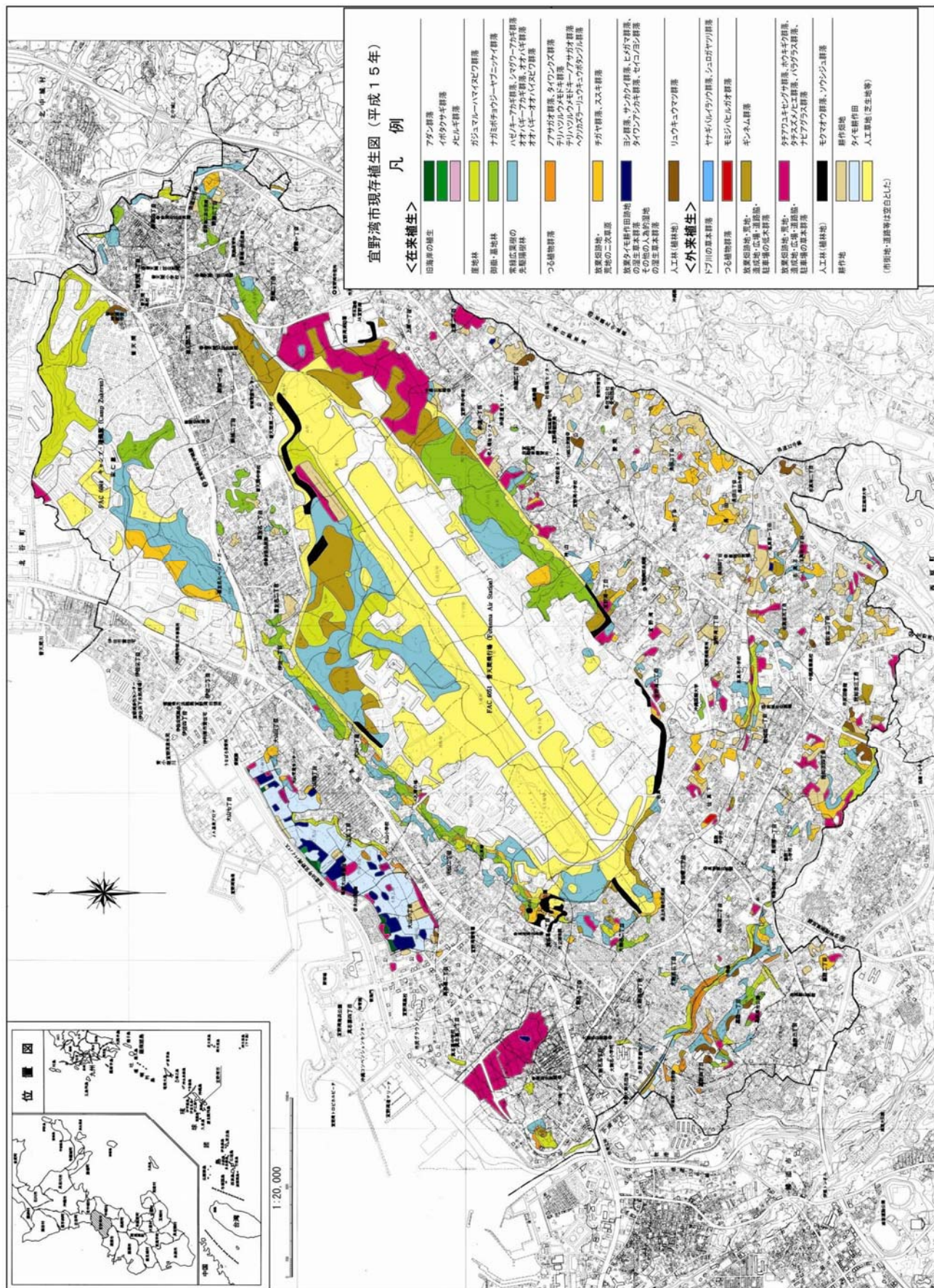


図-9 宜野湾市現存植生図 (H15)

(5) 大山湿地について

地下にくさび状の海水の侵入

大山湿地には、多様な生物が生息・生育場所として利用している他、田芋畑としても活用されている。しかし、その地下では沿岸からの海水の侵入を台地から伏流した地下水や湧水で阻み、均衡を保っていることが分かりました。今後、普天間飛行場の返還・開発により、地下水の伏流量や湧水量が減少することになれば、大山湿地の塩水化が進み、農作物や生態系に悪影響を与える可能性があります。

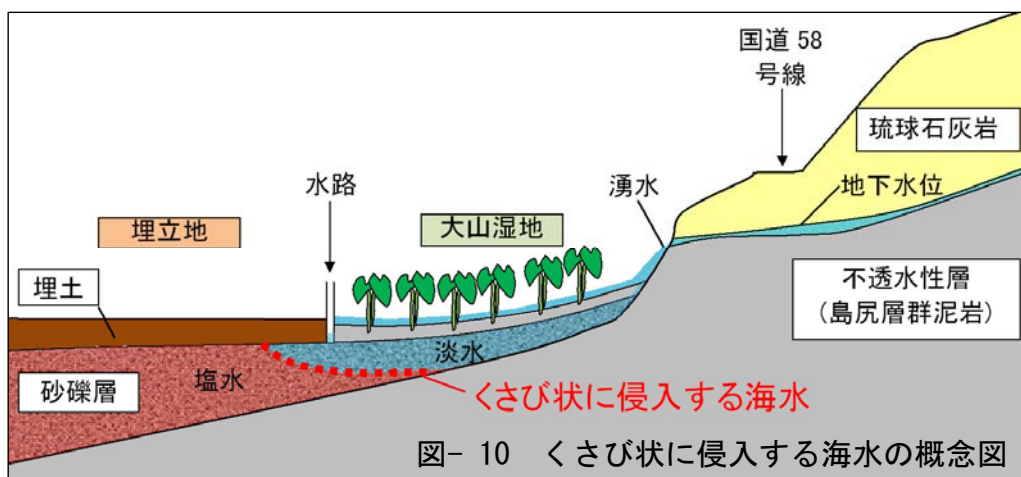


図-10 くさび状に侵入する海水の概念図

(6) サンゴ礁について

回復の可能性 平成10年の白化現象の影響もあり、調査をした平成16年度には、市内沿岸域における造礁サンゴ類の被度は、概ね1%未満～5%(●)と低い値を示しました。しかし、過去に高被度だった旧宜野湾漁港先とトロピカルビーチ南側(●)では比較的高い値(10～25%)を示していることから、今後回復する可能性が期待されています。

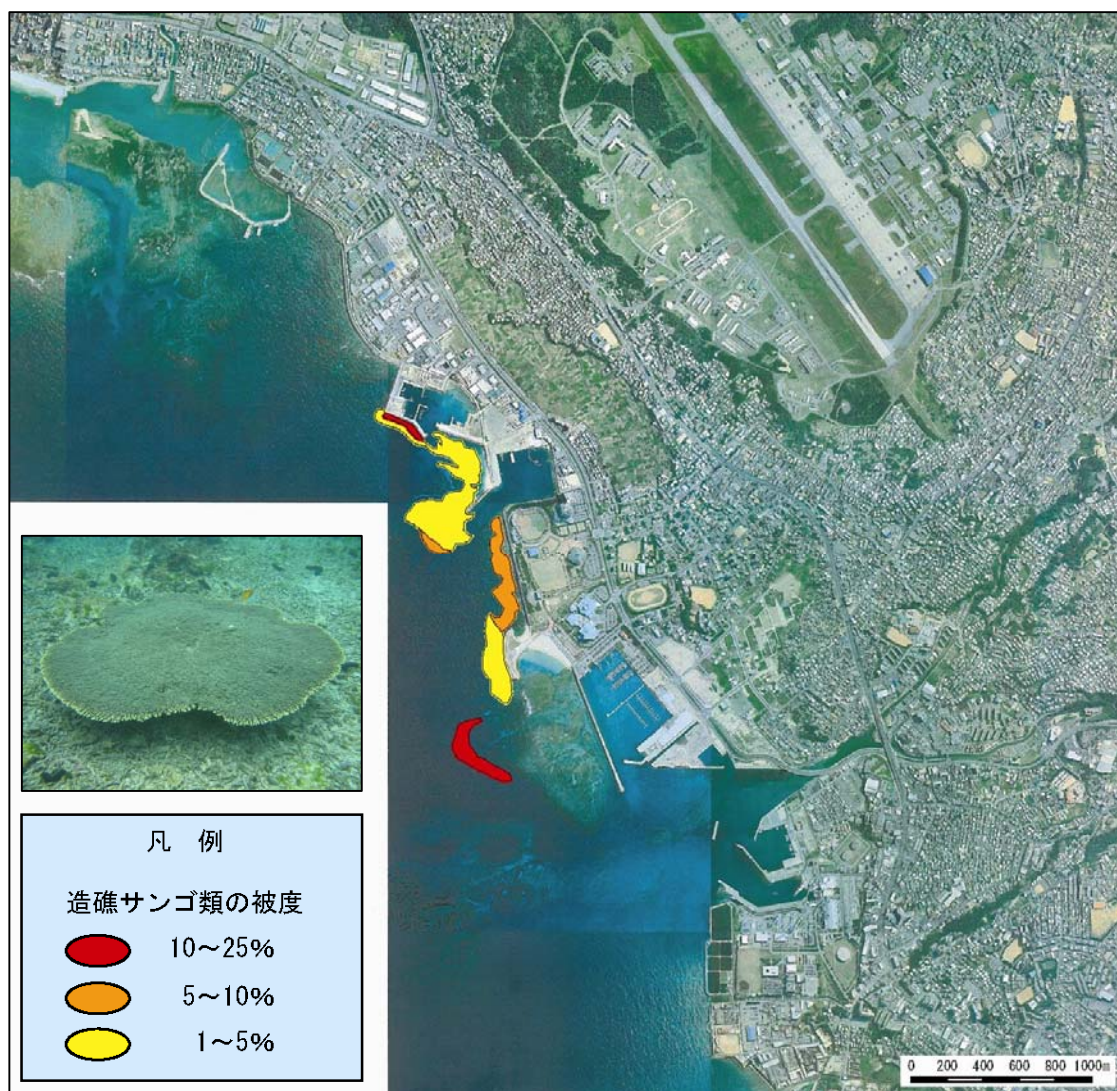


図-11 市内沿岸域における造礁サンゴ類を確認した区域 (H16 年度調査結果)

3. 普天間飛行場一帯にある自然環境の「3つの価値」

「宜野湾市の自然環境の現状」と「これまでの自然環境調査でわかったこと」から、普天間飛行場にある自然環境の価値を、次の3つに整理しました。

【自然環境の現状】

●豊富な地下水と多くの湧水

●石灰岩台地に発達する鍾乳洞

●米軍施設及び周辺に点在する樹林

●多くの生き物が生息する大山湿地

●身近なサンゴ礁が回復しつつある沿岸部

【自然環境調査】

湧水調査

洞穴調査

+

動植物調査

塩水くさび調査

海域調査

【普天間飛行場一帯の価値】

水源涵養

鍾乳洞の分布

生物の生息生育環境

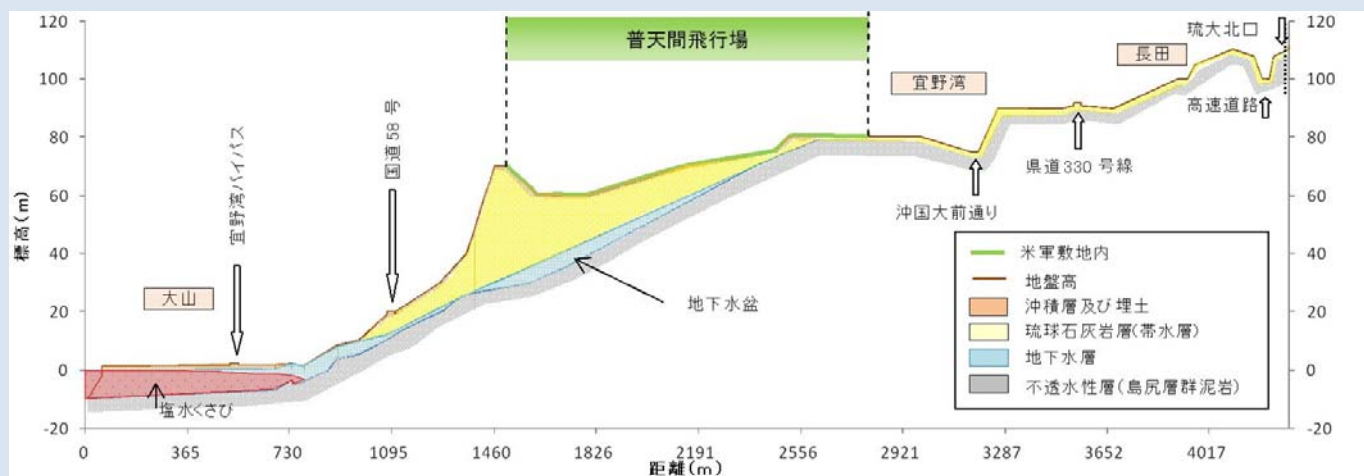
(1/3) 水源涵養の価値とは

地下ダムのような働きをもつ

：石灰岩台地は、草地・樹林が多く雨水が浸透しやすい地表の状況と、鍾乳洞など空洞が多い地質により多量の地下水を蓄える「地下ダム」のような働きを持っています。

海水の侵入を防ぎ、生物を守る

：貯えられた豊富な地下水は石灰岩台地の西側で湧水として現れます。この水は大山湿地を潤し、その地下への海水の浸入(塩水くさび)を抑える働きをしていると考えられます。また、市内で確認された貴重な生き物の約4分の3はこうした地下水脈に沿った洞穴や湧水などで確認されており、地下水を保全することは生き物を守ることにもつながります。



(2/3)「鍾乳洞」の価値とは

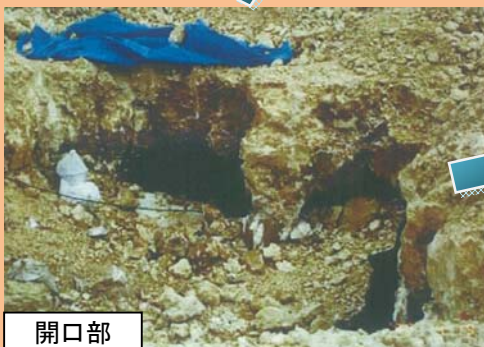
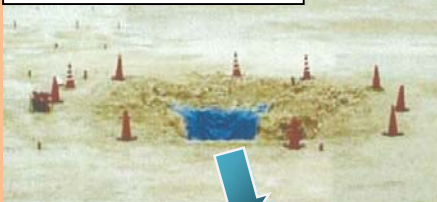
多くの鍾乳洞が存在!?

: 普天間飛行場周辺の一帯はかつてのサンゴ礁であった琉球石灰岩で構成されています。琉球石灰岩は雨水に溶けやすいため、ドリーネや鍾乳洞が数多く存在している可能性があります。

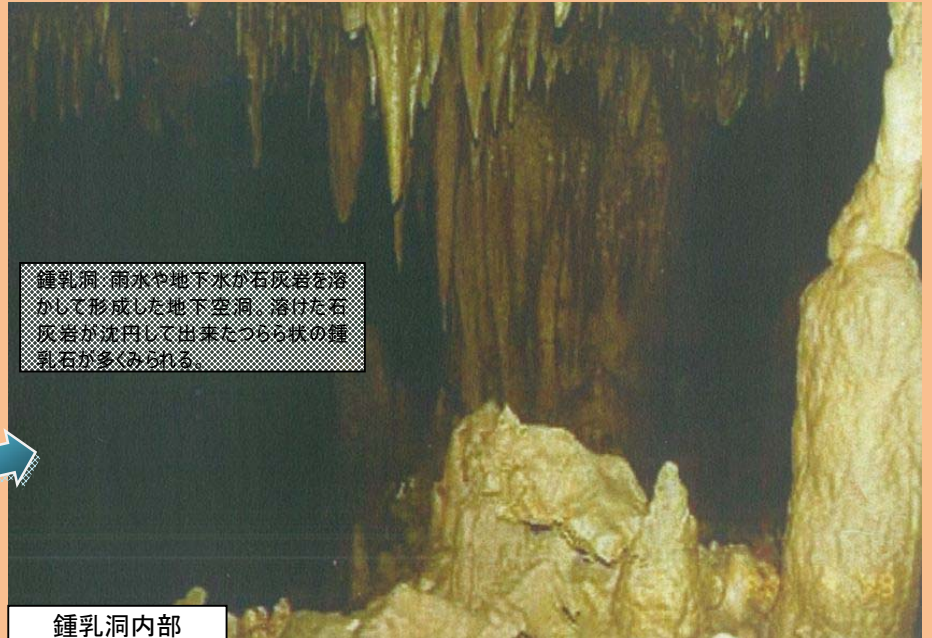
新たな産業資源の可能性

: 長年にわたる浸食作用を受け発達した鍾乳洞の地形地質は、学術的な面はもとより新たな産業創出の可能性を秘めた環境資源としても保全活用が期待されます。

普天間基地内を工事中に鍾乳洞を発見(H2)



開口部



鍾乳洞 雨水や地下水が石灰岩を溶かして形成した地下空洞。溶けた石灰岩が沈降して出来たつらら状の鍾乳石が多くみられる。

鍾乳洞内部

(3/3)生物の生息・生育環境の価値とは

生息環境としての重要な役割

: 市域の約1/4を占める普天間飛行場の広大な敷地は、生物の生息・生育環境としても重要な役割を果たしていると考えられます。特に、市内では面的まとまりのある樹林地の大部分が普天間飛行場はじめ基地内に残されていることから、多くの野生生物が生息する大山湿地、サンゴ礁を育む沿岸部などとともに、普天間飛行場は市域における陸域生態系の核として位置づけることができます。

自然共生回廊の拠点

: 南の末吉・浦添・嘉数の森と北の中城・軍用地緑地を連結し中南部中央部に自然共生回廊の拠点を形成する上で、広域の自然環境に果たす役割も大きいことが考えられます。



基地内に残る樹林地

リュウキュウツミ



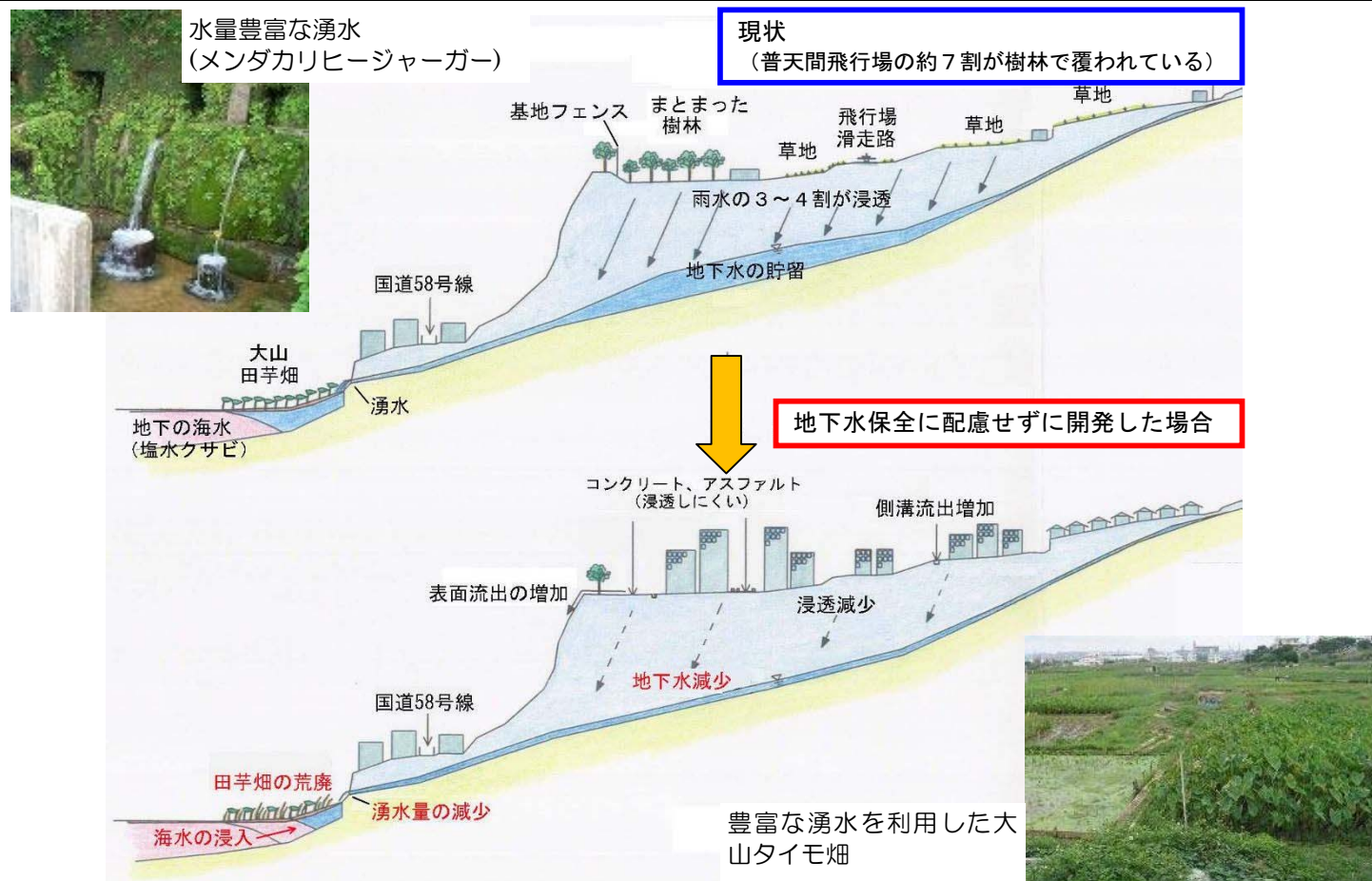
オキナワキノボリトカゲ



4. 返還後に予想される「3つの価値」への影響と対応(基本方向)

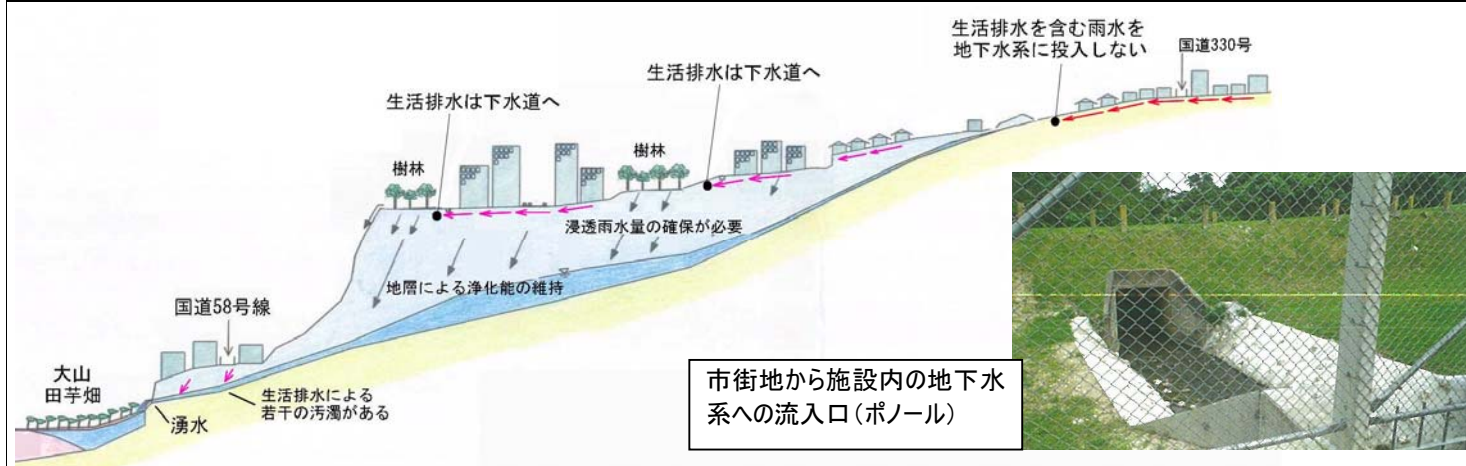
(1/3) 水源涵養への影響と対応策(基本方向)

予想される水源涵養への影響	対応策(基本方向)	参考資料
地下水量の減少による大山農地の荒廃 これまで緑地だった区域を建造物の建設や路面舗装することで、 ① 地表の雨水浸透率が減り、 ② 掘削や杭打ちにより地下水脈の分断が生じる可能性がある。 これらの影響で地下水量(湧水含む)の減少が懸念される。 地下水量の減少により、大山湿地の塩水クサビのバランスが崩れ、大山農地の塩害による荒廃が考えられる。	基本方向-1 跡地周辺を含めた流域ごとの収支の確保 ● 緑地の確保や舗装材の工夫や雨水浸透桝の導入等により地下への雨水の浸透量を確保する。 ● ポノールの保全や周辺市街地からの流入口の維持により地下水への表流水の供給を確保する。 ● 島尻層群に達する掘削や杭打ちなどを最小限とし地下水脈の分断やかく乱を防止する。 ● 地形の改変量や排水経路などに留意し、表流水や地下水流域の改変を防止する。	・湧水等の流量調査 → 資料1~9 ・塩水くさび調査 → 資料11~13 ・ボーリング調査 ・地下水位観測 ・土質試験 ・大気質調査 → 資料10、14~28



予想される水源涵養への影響	対応策(基本方向)	参考資料
水需要の増加 ・基地跡地の人口増加に伴い、水需要の増加が見込まれる。	基本方向-2 水資源の再利用・有効活用 ● 循環型のモデル地域として、地下水の中水利用を積極的に推進する。 ● 流域単位での水収支を管理しながら、豊富な地下水を有効に活用する。	

予想される水源涵養への影響	対応策(基本方向)	参考資料
地下水質の悪化による農作物・人体・海域への生態系への影響 ・基地跡地が宅地や商業施設に変わること、生活排水や有害物質の地下水への混入・浸透が考えられる。 ・地下水は、湧水等で低地に湧出し、主に農作物等に利用され、サンゴの回復を待つ沿岸海域に流出することから、農作物や人体、サンゴ礁等の沿岸海域の生態系への影響が予想される。	基本方向-3地下水質の保全 ●跡地利用における生活雑排水などの污水处理を徹底する。 ●透水性舗装の導入や下水処理水の再利用等にあたっては、有害物質が地下に排出・浸透しないよう配慮する。	・湧水・地下水・表層水の水質調査 →資料1～9 ・海域生物調査(藻場、サンゴ礁、潮間帯) →資料32～34 ・沿岸海域底質調査 →資料35



(2/3)鍾乳洞への影響と対応策(基本方向)

予想される鍾乳洞への影響	対応策(基本方向)	参考資料
建物の倒壊や長期的な地下水の汚濁源となる 鍾乳洞の位置等の調査をしないまま、不用意に鍾乳洞上部の土地を開発すると、次の影響が考えられる。 ① 鍾乳洞の天井の陥没による建設物の倒壊 ② 周辺地域の生活排水や基地からの排出により、洞内に汚濁物質が蓄積している恐れがある。放置することで、地下水の長期的な汚濁源となる。 ③ 鍾乳洞を埋め立てると、地下水脈の分断とともに、開発費用の高額化	基本方向-1脆弱な地盤条件への対応～鍾乳洞との共存 ●返還前の早い時期に敷地内の地下空洞の分布状況や地盤、洞内の汚染状況を把握する。 ●地下空洞上部での開発を避け、脆弱な地盤条件に対応し、鍾乳洞との共存を図る開発計画とする。 ●特に、各地下水流域の水系を形成していると考えられる鍾乳洞周辺の改変は避ける。	・洞穴内土壌調査 →資料29～31

【地形を活かした開発計画】

計画の際に調査を怠ると、陥没による建物の倒壊や汚染物質による人体への悪影響が懸念される。

十分な調査を行った場合、鍾乳洞上部の脆弱な土地を緑地帯、地盤がしっかりした土地を高度利用するなど、地盤に応じた土地利用が可能になる。



予想される鍾乳洞への影響	対応策(基本方向)	参考資料
鍾乳石の発達阻害や洞内の汚染 ① 建設や道路舗装により雨水浸透が確保できなくなると、洞穴内の乾燥化や鍾乳石の発達阻害が生じる。 ② 開口している洞内への生活排水やごみ等の汚濁物質の流入・投棄による洞内汚染の可能性がある。	基本方向-2 洞内環境の保全 ● 保全が必要な鍾乳洞の地上部の雨水浸透を確保し、洞内乾燥化や鍾乳石の発達阻害の回避に努める。 ● 汚濁物質の蓄積の著しい場所における洞内浄化を図る。 ● 跡地利用における生活排水などの汚水の処理を徹底するとともに、洞内へのゴミなどの不法投棄の防止に努める。	



予想される鍾乳洞への影響	対応策(基本方向)	参考資料
洞穴環境の価値の消滅 ・敷地内に存在する洞窟内の動物の生息状況や鍾乳石の発達状況はほとんど把握されていないため、返還後に開発が進めば、様々な価値を埋もれさせてしまう可能性がある。	基本方向-3 鍾乳洞の活用 ● 洞内に生息する動物や鍾乳石の発達状況を把握し、これらが、学習教材や歴史・文化資産、産業利用等へ活用できるかを判断する。 ● 上記調査結果に基づき鍾乳洞の活用方法を検討し跡地利用計画に反映する。	

【鍾乳洞の活用可能性】

可能性①【貯蔵や栽培】

鍾乳洞内は温度・湿度が年間を通じて一定であり、遮光できることから、酒類の貯蔵、キノコ類の栽培など付加価値の高い産業を生み出す可能性があります。



可能性②【エコツアー】

鍾乳洞は、希少な生物が生息しているとともに、探険性が高いことから体験学習やエコツアーの場として活用できます。市内には長さ350m以上、最大幅10m、高さ8mの大きな鍾乳洞(フルチンガー)も確認されています

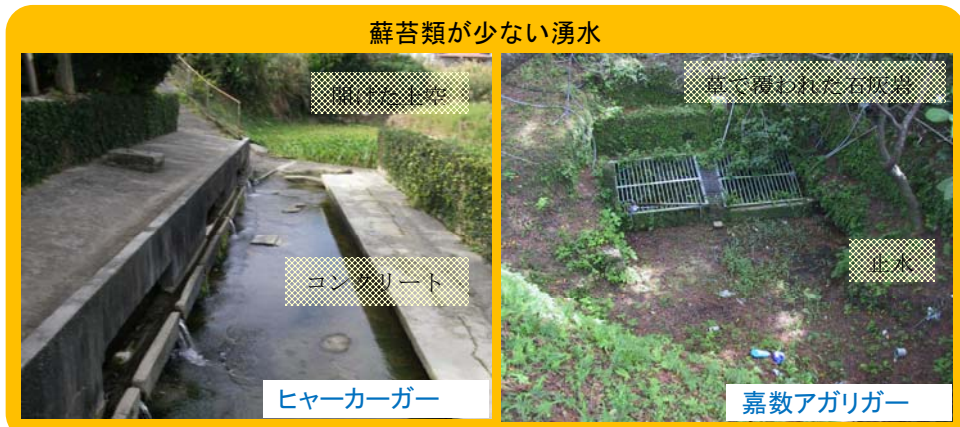


(3/3)生物への影響と対応策(基本方向)

予想される生物への影響	対応策(基本方向)	参考資料
樹林地の生態系の豊かさが失われる ① 敷地内にある樹林地は市内でも面的まとまりのある区域が残されている。それが、土地開発で道路や建物等で分断されると、それまで形成していた生態系が分断・縮小化してしまう可能性がある。 ② 樹林地が縮小化することで、地内の乾燥化や外来種の侵入・定着が進む可能性がある。	基本方向-1樹林地間のネットワーク化 ●御嶽などの歴史・文化資産としての価値、景観上の役割とともに、重要な生物の生息・生育環境であることを考慮し、できるだけ面的まとまりのある樹林地環境の保全に努める。 ●分断された樹林地間を樹林地帯(コリドー)によって結び、鳥やコウモリ、昆虫等の生物が行き来できる生態系のネットワーク化を図る。 ●パッチ状に分布する市街地の樹林地の周囲に在来樹木による緩衝帯(バッファゾーン)を設けることで、樹林地内の乾燥化や外来種の侵入を防ぎ、同時に防災機能も高める。	・大径木調査→資料56



予想される生物への影響	対応策(基本方向)	参考資料
湧水の生態系の豊かさが失われる ① 宜野湾市の蘚苔類は、湧水とその周辺の樹林環境が作り出す、湿度と照度、基質のバランスによって生育している。平成21年までに43種の蘚苔類が確認され、そのうちの3種が希少種となっている。返還後の周辺環境の改変により、その生育環境は脅かされ、蘚苔類の多様性が失われる可能性がある。	基本方向-2 湧水の保全 ●湧水に生育する蘚苔類の多様性(良好な生育条件)を保つために、次の条件を満たす必要がある。 ・湧水周辺の樹林を保全し、湿度を保つ ・湧水が流れている環境を維持する ・湧き出し口を改変する際、材質は石灰岩を使用する ・基質となる石灰岩が陸上植物に覆われないよう、定期的な維持管理をする	・湧水周辺の蘚苔類調査 →資料45、57



 : 蘚苔類の生育に適していると考えられる条件
 : 蘚苔類の生育に適さないと考えられる条件

予想される生物への影響	対応策(基本方向)	参考資料
「自然環境に配慮した土地開発」への障害。 現状では、基地内への立ち入り調査が不十分なため、動植物の正確な情報が確認できていない。このままでは自然環境に配慮した都市計画にとって大きな障害となる。	基本方向-3 生物多様性の確保 ●立入調査が可能になった段階で、普天間飛行場敷地内における動植物の現況調査を行い、種数を確認するとともに生物の生息・生育に必要な環境条件を把握する。 ●上記を踏まえ、現状保全や代替地の形成などにより、樹林や湿地、草地などの多様な生物の生息・生育環境の配置を検討する。 ●洞穴調査と併せて将来にわたる樹林環境のまとまりや連続性を考慮しながら、生物の生息・生育環境を確保する視点を都市公園等の配置計画に反映させる。	・基地内・周辺での動植物調査(哺乳類、両生類・爬虫類、陸産貝類・陸産甲殻類、洞穴性動物、鳥類、淡水藻類、水産貝類、水産甲殻類、魚類、植物、陸上昆虫類、) →資料36～58

【洞穴内(フルチンガー)で確認された魚類(H22)】



5. 参考資料

H14～23年度の 宜野湾市自然環境調査 報告書に記載された調査項目を下記にまとめました。

資料No.	調査項目	調査内容	地点数	調査期間	記載年度 ※
資料1	湧水 水質・流量調査	水質、流量	17地点(連続観測1、毎月観測4、各月観測12)	H16.4～H17.3	H16
資料2			湧水5地点	H18.11、H19.1、2	H18
資料3				H19.8、11、H20.1	H19
資料4				H20.10、12、H21.1	H20
資料5				H21.10、12、H22.2	H21
資料6				H22.10、H23.1、2	H22
資料7				H23.10、12、H24.2	H23
資料8	水質・流量調査	水質(一般性状、栄養塩類、生活環境項目、金属等、発揮性有機化合物、農薬類、PCB、油分、ダイオキシン類)	15地点(表流水3、ボーリング井水6、湧水5、洞穴水2)	H15.8、11	H15
資料9	水質・流量調査	水質(一般性状、栄養塩類、生活環境項目、金属等、発揮性有機化合物、農薬類、PCB、油分、ダイオキシン類)	15地点(表流水3、ボーリング井水6、湧水4、洞穴水2)	H15.1	H14
資料10	標準貫入試験		低地部の7地点		H14
資料11	電気伝導度測定	塩水くさびの位置確認	低地部の7地点	H15.1	H14
資料12			7地点(低地)	4回(H14.12、H15.5、9、11)	H15
資料13			大山湿地内5地点	H17.7～H18.3	H17
資料14	地下水流域界踏査(森の川湧水機構調査)		普天間飛行場北東～南西方向の既成市街地一帯	H16.11～H17.2	H16
資料15	地下水位観測		ボーリングした10地点	H15年1～12月	H14
資料16			10地点(台地3、低地7)	H15.1～12	H15
資料17			大山湿地内5地点	H17.8～H18.3	H17
資料18	室内土質試験		3地点6箇所		H14
資料19	既存資料調査		昭和57年度 食塩による地下水トレーサー調査		H14
資料20	森の川湧水機構把握のための予備調査	不透水性基盤の形状把握	森の川公園内	H15.11～H16.1	H15
資料21	ボーリング調査		3側線 10地点		H14
資料22			不透水性基盤の尾根3地点	H15.5～6	H15
資料23			大山湿地内5地点	H17.7～10	H17
資料24			森の川公園内3本	H16.9	H16
資料25	2次元比抵抗法電気探査		森の川公園内	H16.8	H16
資料26	1m 深地温探査		森の川公園内	H16.8	H16
資料27	大気質調査		宜野湾市局 1地点	H14年9月1～30日	H14
資料28			普天間飛行場南側1地点		H15

※各年度の報告書は「宜野湾市自然環境調査」を示しています。

	調査項目	調査内容	地点数	調査期間	記載年度 ※
資料29	土壌調査	(金属等、発揮性有機化合物、農薬類、PCB、油分、含有試験、ダイオキシン類)	11地点(地下水流出口3、低湿地帯表層土6、洞穴内堆積土4、対照地点表層土2)	H14.12	H14
資料30	土壌調査	(金属等、発揮性有機化合物、農薬類、PCB、油分、含有試験、ダイオキシン類)	11地点(地下水流出口3、低湿地帯表層土6、洞穴内堆積土4、対照地点表層土2)	H14.12	H15
資料31	洞穴内水質・底質等概査		洞穴6箇所(8地点)	H23.2	H22
資料32	海域生物調査	(藻場分布調査)	宜野湾市地先海域	H17.1	H16
資料33		(潮間帯調査)		H16.9、H17.1、2	H16
資料34		(サンゴ礁分布調		H16.9	H16
資料35	沿岸海域底質調査		3河川の河口	H16.8	H16
資料36	普天間基地内の洞窟調査		普天間基地内洞窟	H15.7.3、H15.8.27	H15
資料37	普天間基地内の陸域生物調査		普天間基地内東側樹林帯	H15.7	H15
資料38	哺乳類調査		11地区(基地外)	H15.1	H14
資料39	両生類・爬虫類調査		11地区(基地外)	H15.1	H14
資料40	陸産貝類・陸産甲殻類調査		11地区(基地外)	H14.10～11	H14
資料41	洞穴性動物類		3地点	H14.8	H14
資料42	鳥類調査		11地区(基地外)	H15.1	H14
資料43			11地区(基地外)	H15.1、2、5、6	H15
資料44			センサス9ルート	H16.4、6、9、H17.1	H16
資料45	淡水藻類		9地点(基地外)	H14.8	H14
資料46	大山地区(大山湿地の高 等植物調査)		大山湿地一帯	H15.2	H14
資料47				H15.6、8	H15
資料48	水産貝類・水産甲殻類・魚類(水生動物類)		4地点(基地外)	H15.1	H14
資料49	植物調査		14地区	H15.2	H14
資料50				H15.6、8	H15
資料51	植物群落調査		基地外の市域一円	H15.2	H14
資料52	昆虫類調査		11地区(基地外)	H14.8	H14
資料53			11地区(基地外)	H15.6	H15
資料54			10地区	H16.4、5、7	H16
資料55	科学的対照区				H14
資料56	大径木等調査		宜野湾市内		H21
資料57	蘚苔類調査		湧水14箇所32地点	H20.11	H20
資料58	沖縄県版RDB改定等に伴う注目種の再抽出・整		文献調査		H19

※各年度の報告書は「宜野湾市自然環境調査」を示しています。



ね た て の 都 市
宜 野 湾

自然環境保全に関する基本方向（改訂版）
～環境に配慮した跡地利用の実現に向けて～

平成 24 年 3 月

編集発行：宜野湾市 基地政策部 基地跡地対策課

第 4 章 委員会・総括

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 4-2 に示す。

表 4-1 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 23 年 12 月 14 日	平成 22 年度調査結果について 平成 23 年度水質調査中間報告 基本方向の見直しについて
第二回	平成 24 年 3 月 14 日	湧水群水質調査結果について 基本方向パンフレットの更新について

表 4-2 委員名簿（◎：委員長、○：副委員長）

氏名（五十音順、敬称略）	役職等
新垣 義夫	普天満宮 宮司
大城 逸朗○	おきなわ石の会 会長
諸喜田 茂充	琉球大学 名誉教授
津嘉山 正光	琉球大学 名誉教授
渡久山 章	琉球大学 名誉教授
富永 千尋	沖縄県 環境生活部 自然保護課 課長
仲田 栄二	沖縄国際大学 名桜大学 非常勤講師
新田 宗仁	宜野湾市 水道局 局長
宮城 邦治◎	沖縄国際大学 教授



第一回



第二回

写真 4-1 委員会の開催状況

2. 平成 23 年度 宜野湾市自然環境調査検討委員会（第一回）

(1) 日時

平成 23 年 12 月 14 日(水)15:00～17:00

(2) 場所

ジュビランス 2 階 ホール

(3) 出席者

・委員（五十音順、敬称略、◎：委員長、○：副委員長）

新垣 義夫	普天満宮 宮司
大城 逸朗○	おきなわ石の会 会長
津嘉山 正光	琉球大学 名誉教授
渡久山 章	琉球大学 名誉教授
宮城 邦治◎	沖縄国際大学 教授

・事務局

比嘉 秀夫	宜野湾市基地政策部次長
仲村 等	宜野湾市基地政策部基地跡地対策課係長
渡嘉敷 真	宜野湾市基地政策部基地跡地対策課
橋本 潤一	株式会社環境調査技術研究所
安永 裕	株式会社環境調査技術研究所

(4) 指摘事項と対応状況

平成 23 年 12 月 14 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、以下に示すとおりである。

主な指摘事項及び対応

※敬称略

	指摘・意見・助言	対 応
○調査結果について		
渡久山	硬度が豊水期に低くなっている。 カルシウムとマグネシウムは測っていないのか。別々に測った方がいい。 多分カルシウムが減っているのではない かと思われる。 カルシウムが溶けにくい状態にあるのか、 解けるカルシウムが減っているのではない か。	硬度として測っている（事務局）。
	濁度や透視度が向上しているのはなぜか。	下水道普及率の向上（93％）と農地の減少が考えられる（事務局）。
大城	配布資料 2 の P 2 平成 23 年度は 8 月が豊水期ではないのか。	発注時期が遅れたためによる（事務局）。

	P 3 の流量だが、湧水によって水量が違うのはどういう条件の違いがあるのか。その辺に関しては検討をする必要がある。	流量の違いのひとつは、地表水の混入が考えられる。例えば、フルチンガーでは、洞内において、タイヤやベビニル片のゴミが多数確認された（事務局）。
	水量が増えているのに全硬度が減っているのはなぜか。	地下水の滞留時間が長いと硬度が上昇する。 降雨量が多い時期は逆に低下する（事務局）。
渡久山	降雨の影響なら、電気伝導度も変わっていないはずなのに、変わっていない。	
津嘉山	湧水は長期間かけて流出している。流域の降雨状況、付近地表の土地利用状況、水脈の位置をバックデータとして把握する必要があるのではないか。それらがわかっていないと湧水の現象が把握できず、ちゃんとした議論が出来ないと思う。	長年、影響を見ている。個人的には、長期的な影響も受けやすいが、降雨の影響も受けやすいと考えている（事務局）。
渡久山	降雨量は、過年度のものも含め、調査日 1 カ月前までのデータを比較すればいいと思う。	
新垣	フルチンガーにタイヤ等が入っていたのは、基地内や上流の市街地に地表水の流入孔があるため、そこから入ってきたものと考えられる。	
新垣	チュンナガーやアラナキガーの流量はそう流量を計測しているのか。	いくつか流れがあるが、全てを計測して加算したものを流量としている（事務局）。
	上流側の住宅地域にはオーグムヤーをはじめとする地下水脈の 6～7 箇所吸いこみ穴がある。その周辺の地形から集水面積を割り出すことが出来る。 330 号線を走るとアップダウンしている。ダウンしている地域に水が集約される。	
	私はうるま市田場の出身であるが、25 くらい年前は、地下水が自噴していた。自噴するのは降雨後 1 週間後だった。	
渡久山	ウフガーの塩化物イオンは No. 1 と 2 でずいぶん違う。どうしてか。	未回答（事務局）

	ウフガーの No. 1 と No. 2 の水の流れはどうなっているのか。	No. 1 も No. 2 も西側に向かって流れている。No. 1 直下で合流して再び地下へ伏流する。位置関係では、No. 1 が基地敷地内に入っている。（事務局）。
宮城	水量はどうなっているのか。	No. 1 はちよろちよろ。No. 2 は No. 1 の倍くらい（事務局）。
渡久山	洞穴内調査で、匂いで気付いた点は無いか。	フルチンガーは下水臭がしたが、他洞穴では泥臭かった。ガソリン臭等の有機性の油の匂いはどこでも確認されなかった（事務局）。
○基本方向の見直しに関して		
渡久山	蘚苔類について重要なこととして、「湧水」と「周辺樹林」を入れているが、「管理条件が良好」を入れる必要があるのではないか。	検討する（事務局）。
	蘚苔類について、「管理条件が良好」とはごみを捨てない等の掃除をしている状況か。	ごみ拾いのほか、雑草の除去等、蘚苔類の生育条件に合う環境を維持していくことを考えている（事務局）。
大城	検討資料に入っている文言がそのままパンフレットに入るのか。	そのままは入れない。 本検討資料はあくまで参考資料である（事務局）。
	蘚苔類の多様性保全に「湧水の流量・水質・構造（石灰岩）」が必要とあるが、「構造（石灰岩）」というより「地質」にした方が良いのではないか。ヨウジョウゴケは石灰岩に付いていなかったと聞く。	検討する（事務局）。
津嘉山 宮城	苔の生育に何が重要かは分かっているはずなので、専門の先生に聞いた方がいいと思う。	専門家に相談する。（事務局）
宮城	「湧水の保全」という観点でパンフには入れ込んでどうか。	そうする。（事務局）
大城	3 洞穴調査の生物の記述が分かりにくい。	わかりやすく修正する。（事務局）
大城	既存パンフレット（基本方向）に訂正したい箇所がある。	後日ご連絡して個別にお聞きする。（事務局）
津嘉山	本環境調査は、水環境が基本となっていると思う。 地下水は、空隙を流れるもの（地表流の影響大きい）、浸透するもの（濾し取られるため、地表流の影響小さい）がある。 これらを比較して経年変化を見れば、地表流と地下水の動きをある程度イメージできるのではないか。そうすれば、環境保全をする上で何をすればよいのかに繋がる。	

	せっかくまとめるのであれば、後になっても利用できるデータのまとめ方が重要。	有効なデータがあるので、「基本方向」には、参考資料としてこれらのデータを入れたい。 文化課調査では、文化財調査をしている。これらも環境基礎データに加えたいと考えている（事務局）。
	既存パンフレット（基本方向）のP5に示されている3つの基本方向の裏付けとなるデータが必要。そのためにも先程申し上げた取りまとめ方法が重要になってくる。	検討する（事務局）。
大城	このパンフレットはどんな人に配られて、その反応はどうだったか。	普天間飛行場の状況がまとまっているので、様々な人に有効に利用されている。 特に学校関係者には喜ばれている。（事務局）
	分かりにくいという話は無いのか。	わかりやすいと言われている（事務局）。
新垣	写真があるが、サンゴは宜野湾のものか。	宜野湾で撮影されたもの（事務局）。
	P4の洞穴写真の左はケレンケレンガマであるが、右は大東島のもの。変える必要がある。基地内の洞窟写真は市長室にある写真を使っていただきたい。	検討する（事務局）。
渡久山	配布資料5のp10の写真（森林エコツアー等）は実際のものか。	あくまでイメージ写真である（宮城）。
	湧水の水遊びも、人が利用すれば汚さなくなる。	
津嘉山	湧水の場所に水を堰きとめてプール等にしたら、子供たちの遊び場にもなるし、ダム役割にもなるため、作ってみてはどうだろうか。	検討する（事務局）。

3. 平成 23 年度 宜野湾市自然環境調査検討委員会（第二回）

(1) 日時

平成 24 年 3 月 14 日(水) 10:00～12:00

(2) 場所

ジュビランス 2 階 ホール

(3) 出席者

・委員（五十音順、敬称略、◎：委員長）

新垣 義夫	普天満宮 宮司
諸喜田 茂充	琉球大学 名誉教授
津嘉山 正光	琉球大学 名誉教授
富永 千尋	沖縄県 環境生活部 自然保護課 課長
宮城 邦治◎	沖縄国際大学 教授

・事務局

比嘉 秀夫	宜野湾市基地政策部次長
仲村 等	宜野湾市基地政策部基地跡地対策課係長
渡嘉敷 真	宜野湾市基地政策部基地跡地対策課
橋本 潤一	株式会社環境調査技術研究所
安永 裕	株式会社環境調査技術研究所

(4) 指摘事項と対応状況

平成 24 年 3 月 14 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、以下に示すとおりである。

主な指摘事項及び対応

※敬称略

	指摘・意見・助言	対 応
○平成 23 年度水質調査結果について		
諸喜田	気象観測に関して、宜野湾市では百葉箱等による気象の連続観測はしていないのか。	継続観測はしていない。必要性としては重要項目と考えている。今後検討が必要である。（事務局）
津嘉山	雨量計測それほど面倒ではない。 沖縄本島程度の規模であれば、地域的な差はそれほどないと思われる。 宜野湾市のデータがあれば、気象庁観測の那覇市や沖縄市胡屋との相関を出せばよい。	検討する。（事務局）

新垣	気象観測は、中城の地滑りの件もあるので、やった方がよい。 湧水は 12 日前の降水と相関があると言っていたが、宜野湾の湧水では、もっと早く出ている印象を持っている。 具志川の田場では大雨 1 週間後に自噴していたが、宜野湾市大謝名の洞窟では大雨の日に吹き上げたことがある。	フルチンガーは表流水の影響を受けているため 1 日前の降水と相関があった。 他の 4 つの湧水では最短で 3 日前～12 日前の降雨と相関があったが、今回算出した相関はあくまで参考数値としている。 今後、継続的な観測や立ち入り調査等が可能になれば、より精度が高いデータとなると考えている。(事務局)
津嘉山	相関をとる場合は通常、連続観測によるデータを使う。今回のデータはポイントデータであるため、これで相関をとるのはちょっと厳しいと思われる。 新垣さんの話は被圧地下水という。水道パイプの原理で、標高の高い場所でも自噴することがある。宜野湾市の地下水は通常の表流水と同様に地中の傾斜の上から下に移動する。	
富永	地下水系の流域はどのように考えているのか。	過年度調査で調べてあり、不透水性層（泥岩）の等高線から、地下水系図を作成した。(事務局)
富永	市街地化されているエリアの雨水は下水道につながっているのならば、地下水のほとんどは基地にしみ込んだ水由来なのか。	雨水は自然流下で西側へ。 汚水は下水管で迂回している。(事務局)
津嘉山	地下水の流域は、不透水性層のコンター図から尾根部に囲まれたエリアのことをいう。	
津嘉山	糞便性大腸菌群数とあるが、本当に糞便性大腸菌を区別して調べているのか（沖縄本島北部河川では土壌由来の菌が検出されることがあるので）	大腸菌群数と糞便性大腸菌の 2 つを分析している。(事務局)
新垣	普天間飛行場東側のマーカー近くの洞窟（渡呂寒洞）では異臭を感じた。 前回の委員会でも言ったが、上流の汚濁物の水質調査もやった方がよいのではないかと思う。	検討する。(事務局)
津嘉山	最も水質で気になるのは、航空機の洗浄やメンテナンス等の廃液。これは処理されているのか。	ヘリコプター基地であるため、先日も燃料漏れの事故があった。 基地内の立ち入りはしているが、処理状況までは把握できていない。米軍からの回答は、処理して流しているとなっている。(事務局)
津嘉山	基地内の生活排水はどうなっているのか。	普天間、瑞慶覧、嘉手納の下水処理は共用時に整備されていると認識。排水は下水処理場に直結している。

		(事務局)
新垣	宜野湾市野嵩よりの窪地で廃油から煙が出ていた。最近は無いのか。 その下にあるアラグスクではガソリン臭がある。 上側に洗車場がある宜野湾ウブガーの下のカーゴムヤーでも臭いがあつた。	現在、年2回位ある。 油漏れがあつた場合、県・宜野湾市で調査しているが水質・目視調査を実施しているが確認はされていない。(事務局)
津嘉山	調査時期にある豊水期、平水期、渇水期の設定だが、本来の用語と違う。「渇水期に対応する～」とした方が良い。	修正する。(事務局)
新垣	蒸発する水との割合等はどうなるのか。	水文学で決められている。初期損失という。雨は木の葉についたり、地面に浸透したりするのが含まれる。実際に流れになるのは有効雨量。有効雨量は表面流(川)と地下浸透(地下水・湧水)に分けられる。 湧出流という。 地表の状態によって流出率も変わる。 都市地区は8～9割が、やんばる地区や畑では6割位が表面流として流れる。 残りは地下浸透や蒸発する。地下浸透したものが湧水として出てくる。 (津嘉山)
宮城	これまでの経緯を踏まえて2 pの説明を追加した方が良い。	修正する。(事務局)

	指摘・意見・助言	対 応
◎基本方向の見直しについて		
津嘉山	「塩水くさび」は通常河口部で起きる現象であり、地中でこの用語を用いたのはあまり聞いたことがない。 河口でも塩水くさびは波によって混合されて境界が不明瞭なことが多いことから、地中の場合も混合帯はあるのではないかな。	大山湿地にはハスの葉状の厚さ 1 m くらいの不透水層の枠があり、その上に湿地が形成され、海水はその下に来ている。(事務局)
	パンフレットの図ではくさびの境界線を明瞭に描いているが、直した方が良い。直す際、不透水層も描き、くさび部分を「不透水層による境界層が形成されている」等に変えてはどうか。	「塩水くさび」の表現を検討・修正する。(事務局)
新垣	境界線を？マークによる表現をしてみてもどうか。	
宮城	塩水くさびの表現を少し変えてみてはどうか。	
諸喜田	基本方向は市民に配布されたのか	市民や地権者への情報提供ツールとして使用している。(事務局)
諸喜田 宮城	貴重種の記載をすると、そこで採集される恐れがあるため、エリア表示だけでいいと思う。	検討する
新垣	洞窟内に魚類は生息しているのか	オオウナギの他、クロヨシノボリ等も確認している(諸喜田、事務局)。
諸喜田	洞窟内には小型の希少な甲殻類が生息している。プランクトンネットを設置・採集する調査をする必要がある。	検討する。(事務局)
津嘉山	用語の修正(高被、浸透の低下、等)	文言は再度見直して修正する。(事務局)
津嘉山	実際に基地内には入れないのか。アメリカ軍に調査を要求してはどうか。以前、嘉手納の弾薬庫ではハワイ大学が調査したことがあった。	文化財調査では出来るが、自然環境調査としては入れない。 調査依頼の件は検討する。(事務局)
新垣	P4 の断面図は何を基に作成したのか。P11 の断面図にも P4 の不透水性層の地形を反映させてはどうか。	不透水層の等高線及びボーリングの地下水位から作成した。 地形の件は検討する。(事務局)
宮城	大城先生のコメントも反映させるように。	反映する。(事務局)