

平成20年度
大規模駐留軍用地跡地等利用推進費

平成20年度 宜野湾市自然環境調査 報告書

平成21年3月

宜野湾市

目 次

第1章 業務の概要.....	1
1. 業務の目的.....	1
2. 業務の内容.....	1
3. 調査の実施方針.....	1
(1) 湧水群水質調査.....	1
(2) 蘚苔類調査.....	1
(3) 委員会.....	2
4. 全体スケジュール.....	3
第2章 湧水群水質調査.....	4
1. 調査地域.....	4
2. 調査時期.....	4
3. 方法.....	4
4. 調査結果.....	8
(1) 調査結果の概要.....	8
(2) 考察.....	15
第3章 蘚苔類調査.....	22
1. 調査地域.....	22
2. 調査時期.....	22
3. 方法.....	22
4. 結果.....	26
(1) 調査結果の概要.....	26
(2) 考察.....	31
第4章 検討委員会の実施.....	40
1. 概要.....	40
2. 検討内容.....	41
(1) 第1回検討委員会.....	41
(2) 第2回検討委員会.....	46
第5章 総括考察.....	54
1. 湧水群水質調査.....	54
2. 蘚苔類調査.....	55

第1章 業務の概要

1. 業務の目的

宜野湾市は普天間飛行場返還後の跡地利用の検討にあたり、自然の恵みを有効に活用することでより多くの人々に魅力ある市域の形成を図ることが必要とし、市域一帯の自然環境に関する調査を平成13年度～平成19年度に実施している。本調査はこれまでの調査を継続し、湧水群の水質及び蘚苔類の現状を把握することを目的とした。

2. 業務の内容

業務名称：宜野湾市自然環境調査業務委託

業務場所：宜野湾市内一円

履行期間：平成20年8月21日～平成21年3月13日

業務内容：湧水群水質調査、蘚苔類調査、検討委員会の開催

3. 調査の実施方針

(1) 湧水群水質調査

普天間飛行場の周辺には水を透しやすい琉球石灰岩の台地が広がっている。この石灰岩台地は、地表からしみ込む水や上流から流れ込んだ水を浄化しながら地下に蓄える地下ダムの役割をもっている。宜野湾市には多くの湧水が確認されており、豊富な地下水と湧水は市域を特徴づける環境要素となっている。また、『普天間基地跡地利用基本方針』には、跡地利用に際しての洞穴や地下水脈の保全、地下浸透方式の雨水対策の必要性が示されている。

宜野湾市自然環境調査では、地下水の保全対策の検討や、跡地利用に伴う影響を把握するための基礎資料を得ることを目的に、平成18年度から跡地利用に関連する代表的な湧水（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）において水質調査を実施してきた。今年度もこの5地点について調査を実施し、継続的な地下水の水質データを収集した。

(2) 蘚苔類調査

日本には蘚類約1,000種、苔類約600種、ツノゴケ類17種、計約1,600種の蘚苔類が分布しているが、専門研究者が少ないこと等から国内では他の分類群と比べ調査が進んでいない。沖縄県内、宜野湾市内においても例外でなく、分布状況等の調査はほとんど実施されていない。一方、環境省のレッドリスト及び沖縄県のレッドデータブックでは多くの蘚苔類が絶滅のおそれのある種に指定されており（表1-1）、生物多様性維持の観点から蘚苔類の保全の重要性が高まっている。

表 1-1 レッドデータブックの蘚苔類の記載種数

ランク	環境省レッドリスト	沖縄県レッドデータブック
絶滅	1	0
絶滅危惧Ⅰ類	118	35
絶滅危惧Ⅱ類	111	32
準絶滅危惧	22	0
情報不足	33	13
合計	285 種	80 種

市域における蘚苔類の分布状況を把握することは、以下のような生態学的な機能の観点から重要であると考えられる。

① 小動物の生息環境の提供

蘚苔類が繁茂すると、地表面、岩石上、樹皮等に湿度が適度に保たれた立体的な空間が創出される。このような環境はトンボ類等の産卵場所になる等、小動物にとって重要な生息場となっている。

② 環境指標

蘚苔類は湿度や大気汚染等の環境変化に敏感で、微妙な環境の差異によって生育する種が異なる。このため、その場所の環境を推測することのできる『環境指標』として注目されている。蘚苔類の分布状況を把握することによって、市域の環境の特徴や状態を推察することができる。

宜野湾市自然環境調査では、市域の自然環境を体系的かつ総合的に把握する観点から、陸域生態系の調査として、動物（哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、昆虫類、陸産貝類、水生動物、甲殻類、洞穴性動物）、植物（陸上植物、淡水藻類）を実施してきたが、蘚苔類については未調査であった。

市域における蘚苔類の生育状況と保全上の注目種の有無を確認し、跡地利用上の留意事項について把握することを目的に調査を実施した。

(3) 委員会

調査方法及び結果について検討すると共に助言・指導を得るため、2 回の検討委員会を実施した。

4. 全体スケジュール

業務の工程は表 1-2 に示すとおりとし、打合せ・協議 4 回、湧水群水質調査 3 回（豊水期、平水期、渇水期）、蘚苔類調査 1 回（秋季）、検討委員会 2 回を実施した。

表 1-2 工程表

業務項目	平成 20 年				平成 21 年			
	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
1. 計画・準備・現地踏査	■							
2. 湧水群水質調査			豊水期 ■		平水期 ■		渇水期 ■	
3. 蘚苔類調査				秋季 ■				
4. 検討委員会			第 1 回 ■				第 2 回 ■	
5. 打合せ・協議	■		■				■	■
6. 報告書作成							■	■

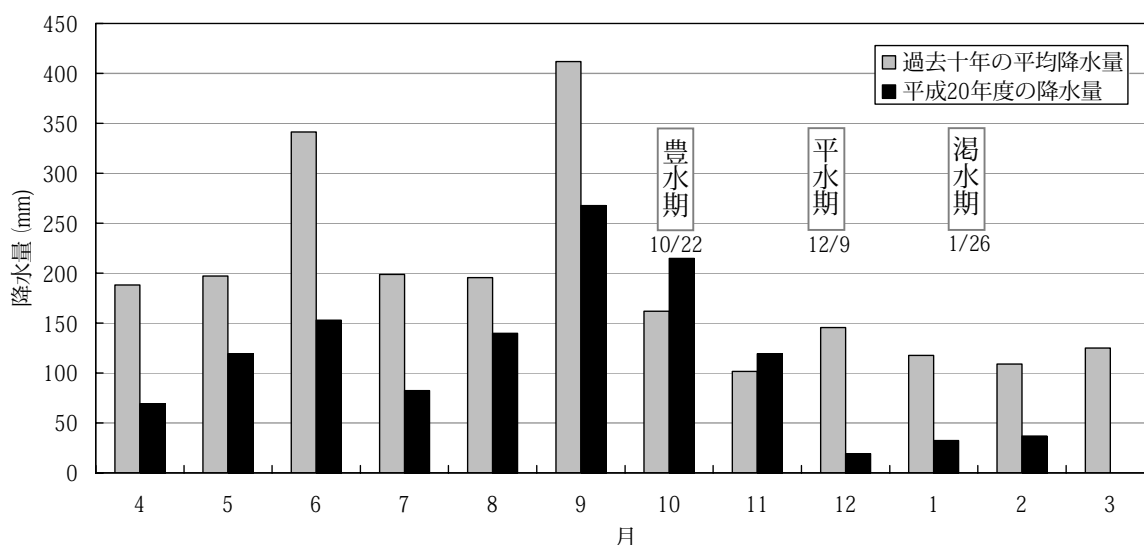
第2章 湧水群水質調査

1. 調査地域

跡地利用と密接な関わりを有すると考えられる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）を対象に調査を実施した。調査地点の位置は、図2-2に示すとおりである。

2. 調査時期

調査時期は、豊水期（平成20年10月22日）、平水期（平成20年12月9日）、渇水期（平成21年1月26日）の3回とした。過去10年間と今年度の降水量は図2-1に示すとおりであり、それぞれの調査日は概ね調査時期に適していたと考えられる。



注) 降水量は沖縄気象台（那覇地点）のデータを用いた。

図2-1 降水量と調査時期

3. 方法

分析項目は、表2-1に示す一般性状7項目、生活項目6項目、栄養塩類6項目とした。

表2-1 水質分析項目

一般性状	生活環境項目	栄養塩類
① 水温	① 水素イオン濃度 (pH)	① アンモニア態窒素
② 流量	② 生物的酸素要求量 (BOD)	② 硝酸態窒素
③ 透視度	③ 浮遊物質 (SS)	③ 亜硝酸態窒素
④ 濁度	④ 溶存酸素量 (DO)	④ 全窒素
⑤ 電気伝導度	⑤ n-ヘキサン抽出物質	⑤ リン酸態窒素
⑥ 塩素イオン	⑥ 大腸菌群数	⑥ 全りん
⑦ 全硬度		

表 2-2 分析項目の概要と分析方法

項目	概要	分析方法
濁度	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 0101 9.4 積分球式測定法
電気伝導度 EC	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	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
硬度	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イオンクロマトグラフ法
水素イオン濃度 pH	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	水中の有機物を細菌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
浮遊物質 SS	水中に懸濁している不溶性の粒子状物質。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 に掲げる方法
溶存酸素 DO	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 ウインクラー・アジ化ナトリウム変法
n-ヘキサン抽出物質	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 に掲げる方法
大腸菌群数 (BGLB)	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。	最確数による定量法 (BGLB 培地)
アンモニア態窒素	無機態窒素の形態。	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	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 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	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
りん酸態りん	水中の無機態りんの大部分がこの形態となる。他の形態の無機態りんと有機態りん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
全りん	水中のりんの総量。有機態りんと無機態りんの合計。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 46.3-1 ペルオキソ二硫酸カリウム分解法



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 (マンホール入り口)



フルチンガー (マンホール内)

写真 2-1 調査地点の状況

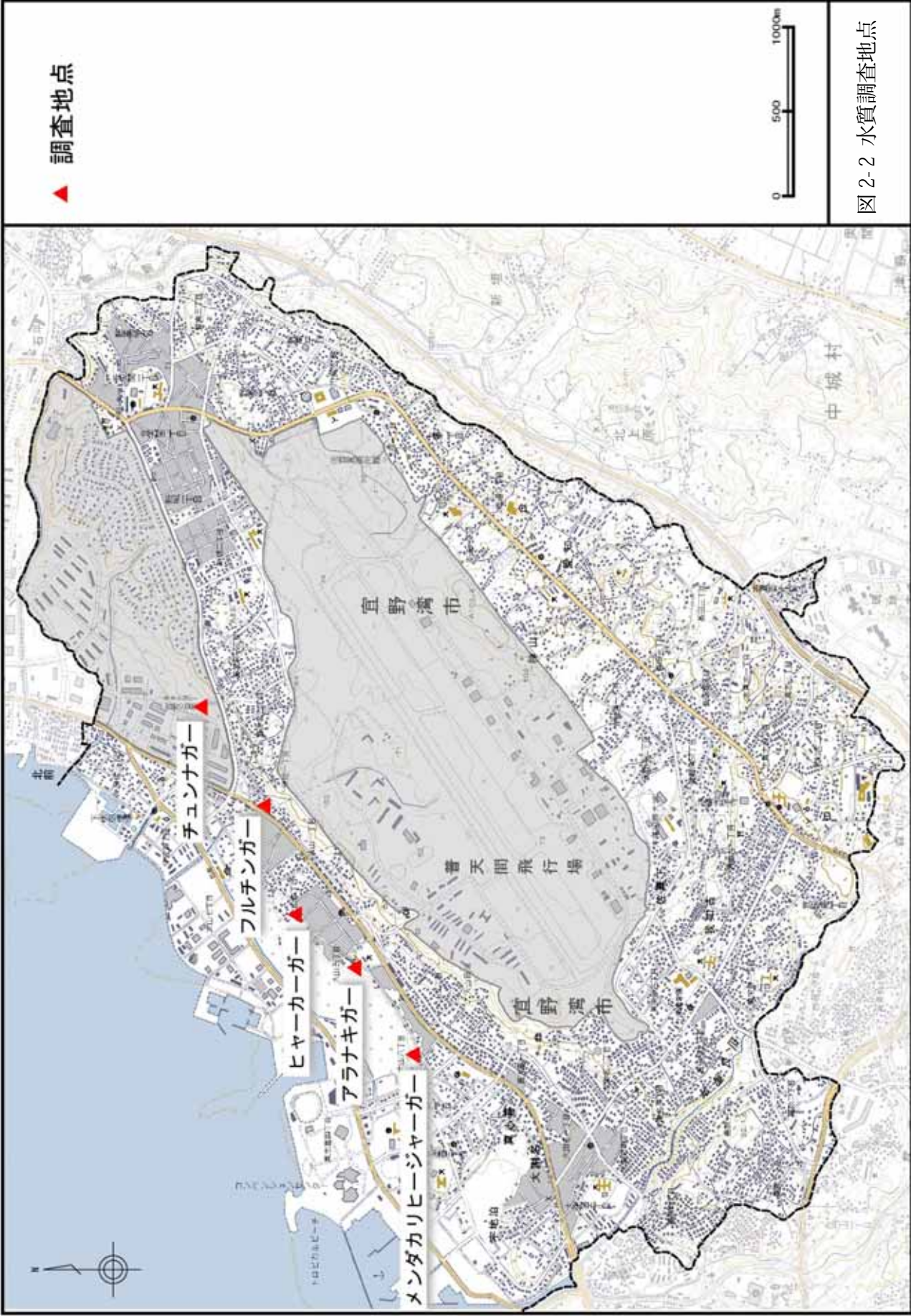


図 2-2 水質調査地点

4. 調査結果

(1) 調査結果の概要

調査の結果は、表 2-3 に示すとおりである。平成 15 年度から今年度調査までの各項目の経年変化は、図 2-3 に示すとおりである。

1) 一般性状項目

流量は、豊水期にはチュンナガー、平水期にはアラナキガー、渇水期にはヒャーカーガーがもっとも多かった。メンダカリヒージャーはすべての調査期でもっとも少ない流量であった。平成 19 年度調査では豊水期、平水期、渇水期の順に流量が多かったが、今年度調査ではすべての地点でこのような傾向はみられず、ばらつきが大きい結果となった。3 年間の変動について見ると、メンダカリヒージャーガーとチュンナガーでは増加傾向、アラナキガーとヒャーカーガーでは流量の減少傾向がみられる。

水温はフルチンガーとメンダカリヒージャーガー以外では 24~26℃で安定していた。フルチンガーは、過去の調査と同様に温度の変化が激しかった。メンダカリヒージャーガーは今年度の平水期のみ低い値であった。

臭気はほとんど無臭であり、透視度もすべて 50cm 以上と視覚的には清澄であった。電気伝導度は、過去の調査同様メンダカリヒージャーガーとチュンナガーが他の地点よりも高い傾向がみられた。濁度は平成 19 年度調査まではフルチンガーがもっとも高い値を示していたが、今年度調査ではフルチンガーに加えチュンナガーと豊水期のアラナキガーで高い値が確認された。塩素イオンは、平成 19 年度調査と同様にフルチンガーの値が高い傾向が見られた。全硬度は、過去の調査同様、チュンナガー、メンダカリヒージャーガー、ヒャーカーガー、アラナキガー、フルチンガーの順に高い値を示し、すべての地点が 200mg/l 以上の硬水であった。

2) 生活環境項目

SS 以外の項目は、過去の調査と同様の傾向であった。

pH は、フルチンガーの値が高い傾向がみられた。BOD は、ほとんどの地点が不検出（定量下限値未満）で良好であった。SS は、フルチンガーとチュンナガーの値が高い傾向がみられた。DO は、すべての地点が 8mg/l 前後で良好であった。大腸菌群数は、フルチンガーで高い値が確認された。n-ヘキサン抽出物質は、すべて不検出（定量下限値未満）であった。

3) 栄養塩類項目

すべての項目が、過去の調査と同様の傾向であった。

アンモニア態窒素はすべての地点で 0.02mg/l 以下、亜硝酸態窒素はすべての地点で不検出（定量下限値未満）であり、好氣的な地下水環境であることが伺えた。

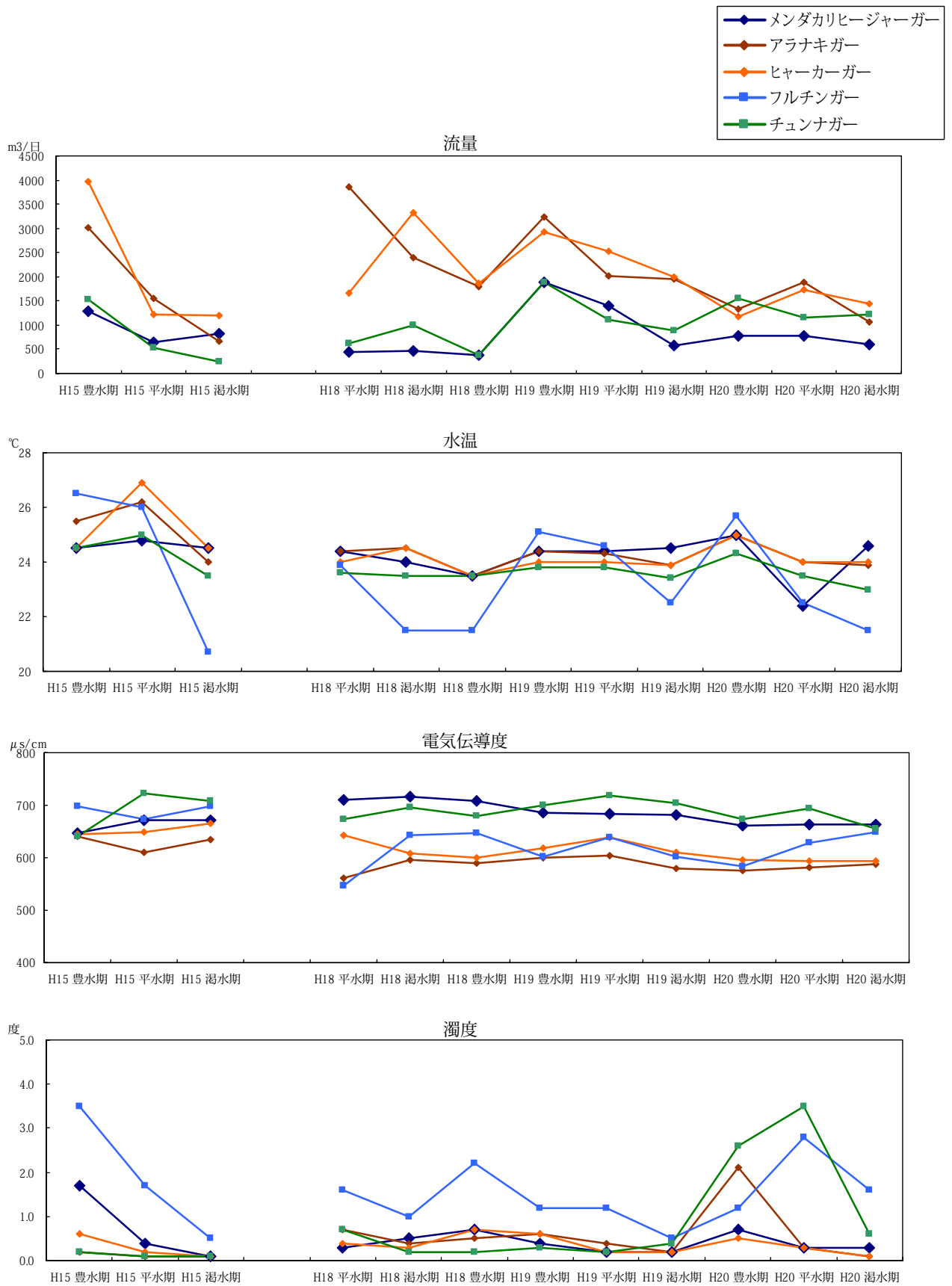
硝酸態窒素及び全窒素は、チュンナガー及びフルチンガーで高い値を示した。

りん酸態りん及び全りんは、フルチンガーで高い値を示した。

表 2-3 湧水群水質調査 調査結果

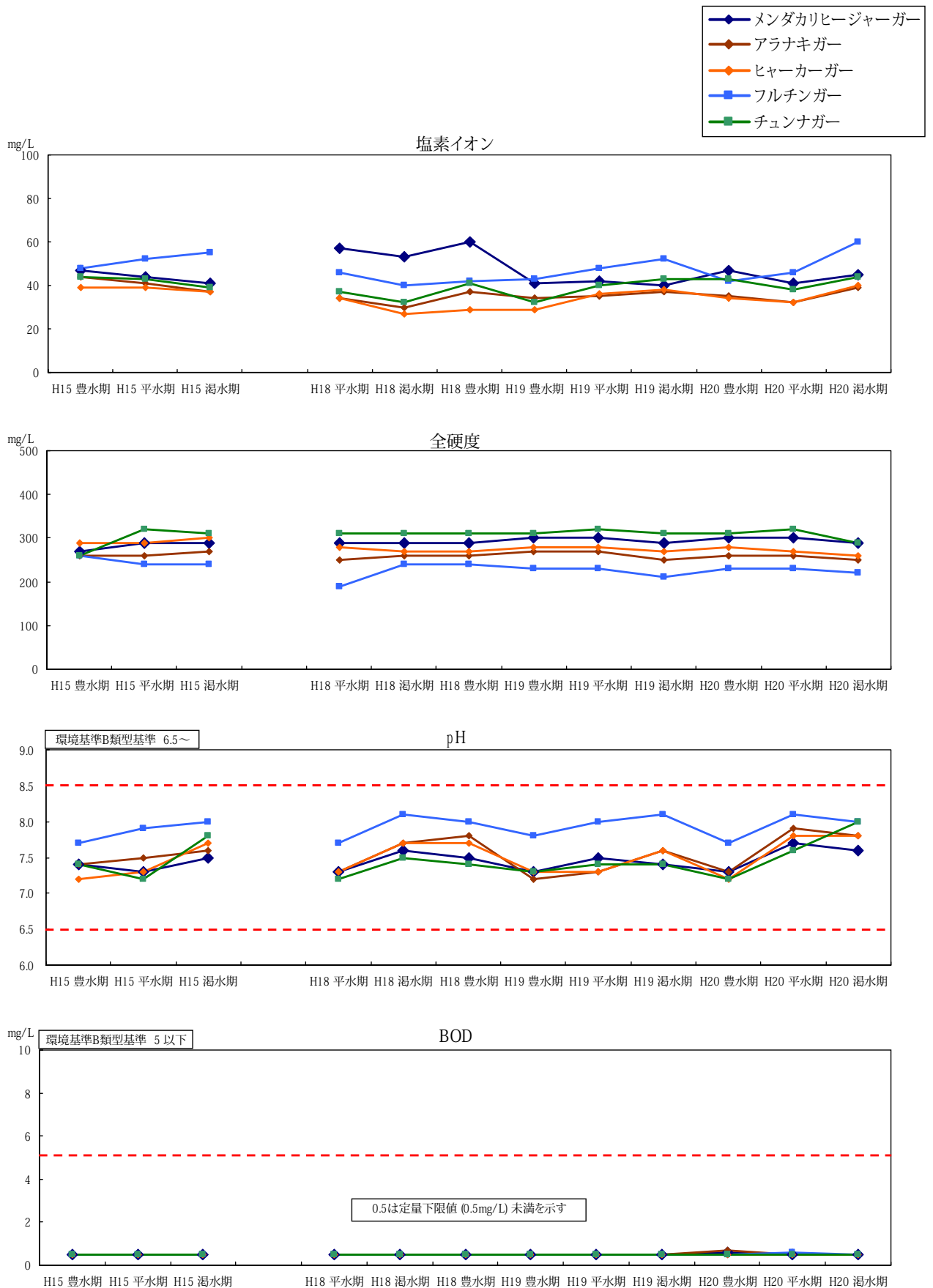
項目	単位	メンダカリヒージャーガー			アラナキガー			ヒャーカーガー			フルチンガー			チュンナガー			最大	最小	参考基準		
		豊水	平水	渴水	豊水	平水	渴水	豊水	平水	渴水	豊水	平水	渴水	豊水	平水	渴水					
一般性状	時間	—	12:40	15:20	11:40	12:00	14:50	11:10	11:30	14:20	10:50	10:30	13:50	10:00	9:30	13:00	9:00	—	—	—	
	気温	℃	31.5	22.7	20.0	30.0	25.1	16.3	29.5	22.8	17.9	27.3	24.3	21.0	28.0	22.7	16.6	31.5	16.3	—	
	水温	℃	25.0	22.4	24.6	25.0	24.0	23.9	25.0	24.0	24.0	25.7	22.5	21.5	24.3	23.5	23.0	25.7	21.5	—	
	臭気	—	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	—	—	—	
	流量	m3/日	767	784	607	1323	1892	1067	1173	1722	1434	-	-	-	1552	1151	1224	1892	607	—	
	透視度	cm	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	-	—
	電気伝導度	μs/cm	661	663	663	576	582	588	596	594	593	584	628	649	674	693	655	693	576	—	
	濁度	度	0.7	0.3	0.3	2.1	0.3	0.1	0.5	0.3	<0.1	1.2	2.8	1.6	2.6	3.5	0.6	3.5	<0.1	—	
	塩素イオン	mg/L	47	41	45	35	32	39	34	32	40	42	46	60	43	38	44	60	32	—	
	全硬度	mg/L	300	300	290	260	260	250	280	270	260	230	230	220	310	320	290	320	220	—	
生活環境項目	pH	—	7.3	7.7	7.6	7.3	7.9	7.8	7.2	7.8	7.8	7.7	8.1	8.0	7.2	7.6	8.0	8.1	7.2	6.5~ 8.5	
	BOD	mg/L	0.6	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	3以下	
	SS	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.8	5.3	1.0	0.7	3.7	<0.5	5.3	<0.5	25以下	
	DO	mg/L	8.2	8.0	7.9	7.4	7.9	8.1	7.9	8.3	7.9	8.2	8.2	7.9	7.5	8.0	8.0	8.3	7.4	5以上	
	大腸菌群数	MPN/100ml	490	130	790	7900	79	1300	1300	240	700	22000	3300	13000	4600	330	1300	22000	79	5000以下	
	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	—	
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	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<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	—	
	硝酸態窒素	mg/L	2.2	1.9	1.8	2.0	2.0	2.0	1.5	1.4	1.5	2.0	2.6	3.6	3.4	4.2	4.2	4.2	1.4	—	
	全窒素	mg/L	3.0	3.1	2.7	2.7	3.1	3.0	2.2	2.4	2.2	2.9	3.9	4.8	4.3	5.5	5.3	5.5	2.2	—	
	りん酸態りん	mg/L	0.08	0.08	0.07	0.11	0.09	0.11	0.08	0.07	0.08	0.59	0.65	0.74	0.08	0.07	0.05	0.74	0.05	—	
	全りん	mg/L	0.08	0.08	0.08	0.11	0.10	0.11	0.09	0.08	0.10	0.59	0.70	0.74	0.09	0.07	0.06	0.74	0.06	—	

1. 豊水期調査：平成 20 年 10 月 22 日 平水期調査：平成 20 年 12 月 9 日 渴水期調査：平成 21 年 1 月 26 日
2. 参考基準：生活項目「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 河川 B 類型（水道第 3 級）
栄養塩類「地下水の水質汚濁に係る環境基準（平成 9 年日環境庁告示第 10 号）」



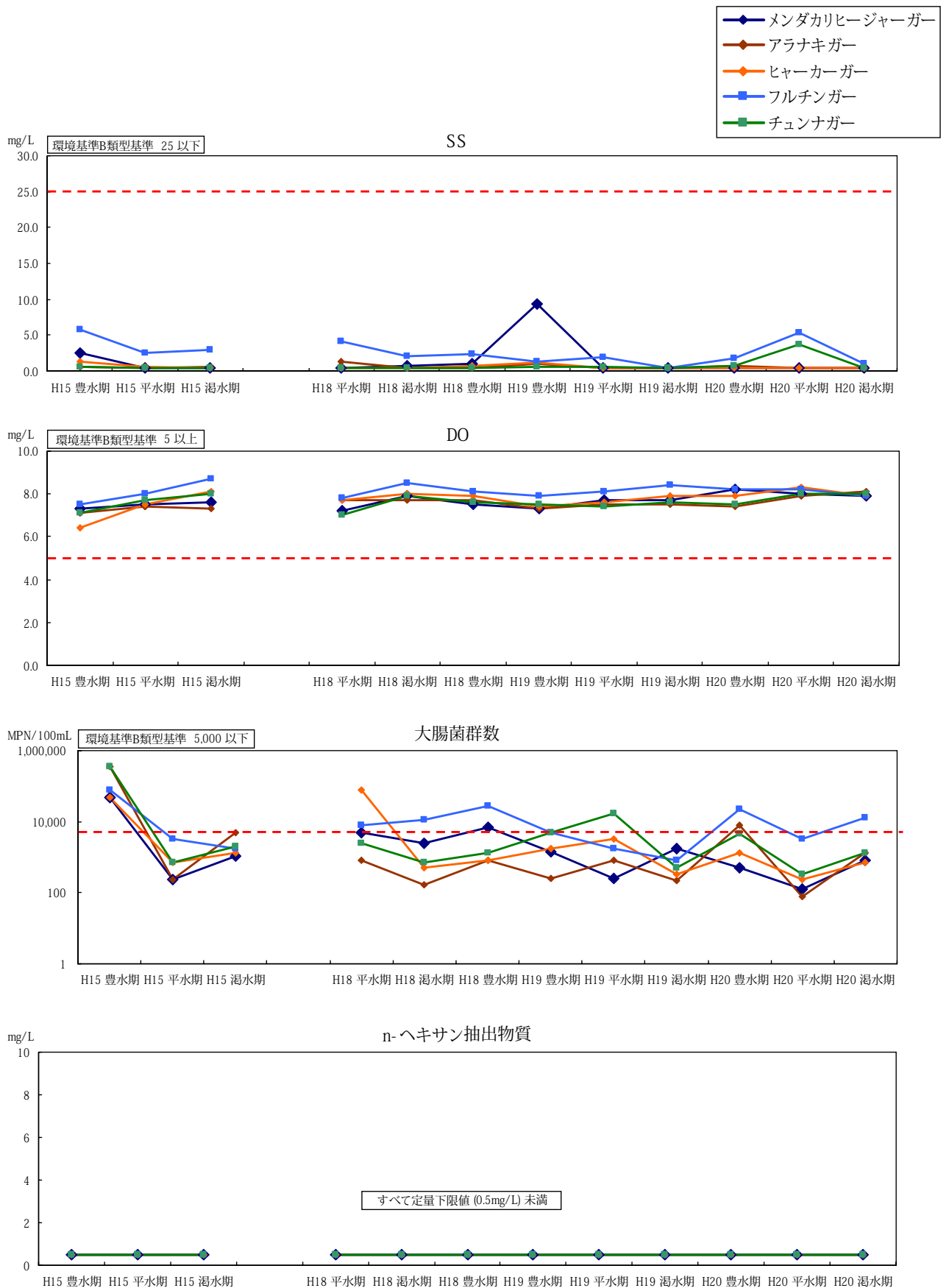
平成 15 年度調査 H15 豊水期：平成 15 年 8 月 9 日 H15 平水期：平成 15 年 11 月 26 日 H15 渇水期：平成 16 年 1 月 7 日
 平成 18 年度調査 H18 平水期：平成 18 年 11 月 27 日 H18 渇水期：平成 19 年 1 月 29 日 H18 豊水期：平成 19 年 2 月 26 日
 平成 19 年度調査 H19 豊水期：平成 19 年 8 月 23 日 H19 平水期：平成 19 年 10 月 24 日 H19 渇水期：平成 20 年 1 月 23 日
 平成 20 年度調査 H20 豊水期：平成 20 年 10 月 22 日 H20 平水期：平成 20 年 12 月 9 日 H20 渇水期：平成 21 年 1 月 26 日

図 2-3(1) 湧水群水質経年変化



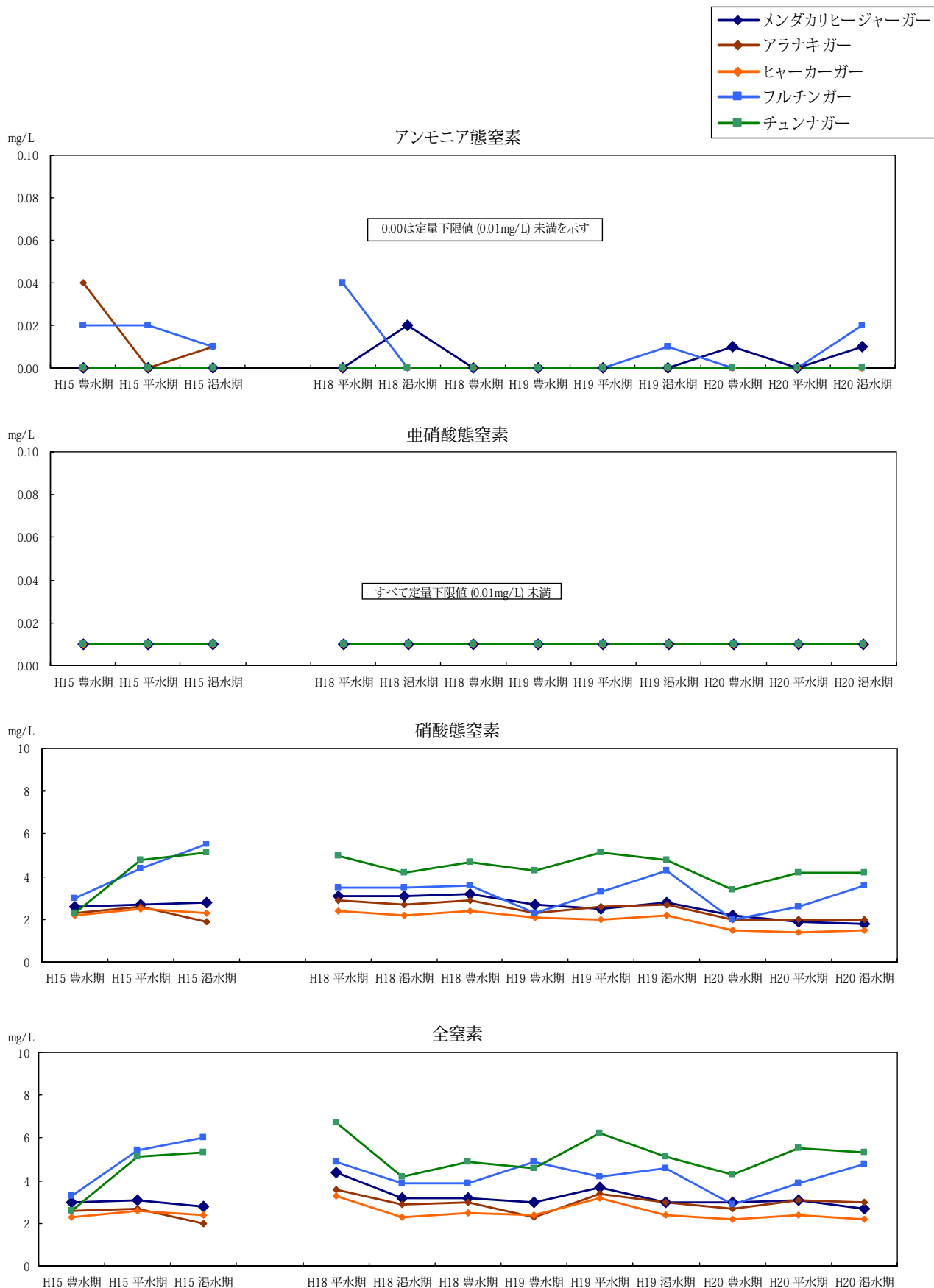
平成 15 年度調査 H15 豊水期：平成 15 年 8 月 9 日 H15 平水期：平成 15 年 11 月 26 日 H15 渇水期：平成 16 年 1 月 7 日
平成 18 年度調査 H18 平水期：平成 18 年 11 月 27 日 H18 渇水期：平成 19 年 1 月 29 日 H18 豊水期：平成 19 年 2 月 26 日
平成 19 年度調査 H19 豊水期：平成 19 年 8 月 23 日 H19 平水期：平成 19 年 10 月 24 日 H19 渇水期：平成 20 年 1 月 23 日
平成 20 年度調査 H20 豊水期：平成 20 年 10 月 22 日 H20 平水期：平成 20 年 12 月 9 日 H20 渇水期：平成 21 年 1 月 26 日

図 2-3(2) 湧水群水質経年変化



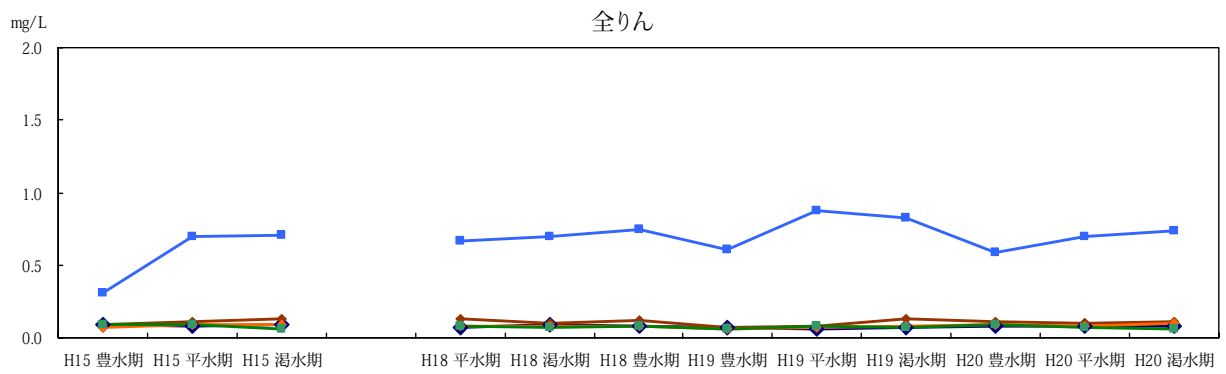
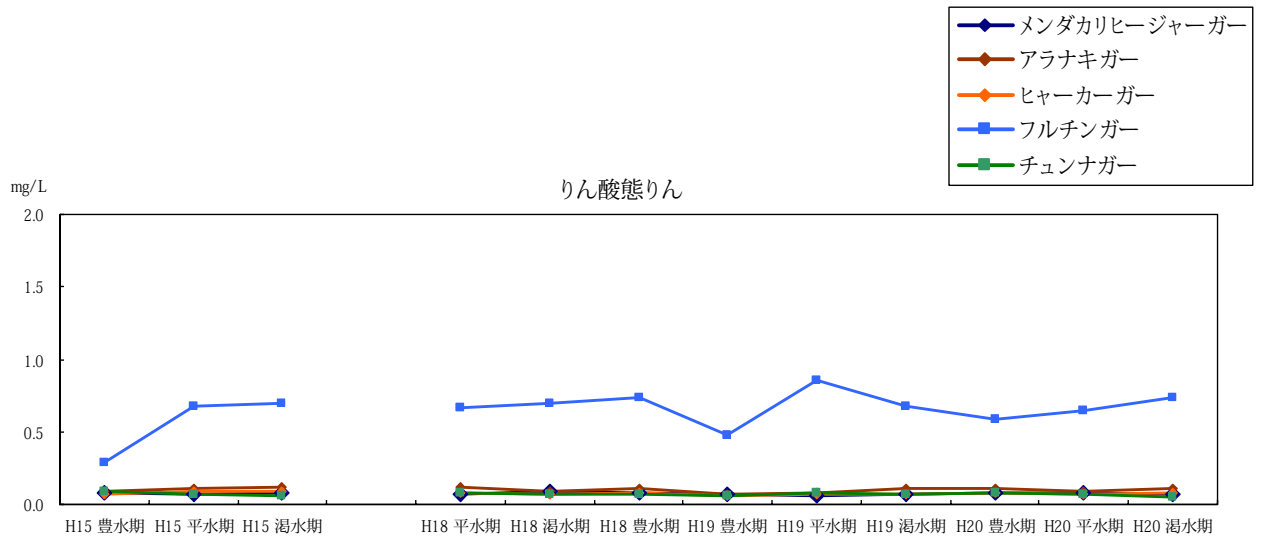
平成 15 年度調査	H15 豊水期：平成 15 年 8 月 9 日	H15 平水期：平成 15 年 11 月 26 日	H15 渇水期：平成 16 年 1 月 7 日
平成 18 年度調査	H18 平水期：平成 18 年 11 月 27 日	H18 渇水期：平成 19 年 1 月 29 日	H18 豊水期：平成 19 年 2 月 26 日
平成 19 年度調査	H19 豊水期：平成 19 年 8 月 23 日	H19 平水期：平成 19 年 10 月 24 日	H19 渇水期：平成 20 年 1 月 23 日
平成 20 年度調査	H20 豊水期：平成 20 年 10 月 22 日	H20 平水期：平成 20 年 12 月 9 日	H20 渇水期：平成 21 年 1 月 26 日

図 2-3(3) 湧水群水質経年変化



平成 15 年度調査 H15 豊水期：平成 15 年 8 月 9 日 H15 平水期：平成 15 年 11 月 26 日 H15 渇水期：平成 16 年 1 月 7 日
 平成 18 年度調査 H18 平水期：平成 18 年 11 月 27 日 H18 渇水期：平成 19 年 1 月 29 日 H18 豊水期：平成 19 年 2 月 26 日
 平成 19 年度調査 H19 豊水期：平成 19 年 8 月 23 日 H19 平水期：平成 19 年 10 月 24 日 H19 渇水期：平成 20 年 1 月 23 日
 平成 20 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 9 日 H20 渇水期：平成 21 年 1 月 26 日

図 2-3(4) 湧水群水質経年変化



平成 15 年度調査 H15 豊水期：平成 15 年 8 月 9 日 H15 平水期：平成 15 年 11 月 26 日 H15 渇水期：平成 16 年 1 月 7 日
 平成 18 年度調査 H18 平水期：平成 18 年 11 月 27 日 H18 渇水期：平成 19 年 1 月 29 日 H18 豊水期：平成 19 年 2 月 26 日
 平成 19 年度調査 H19 豊水期：平成 19 年 8 月 23 日 H19 平水期：平成 19 年 10 月 24 日 H19 渇水期：平成 20 年 1 月 23 日
 平成 20 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 9 日 H20 渇水期：平成 21 年 1 月 26 日

図 2-3(5) 湧水群水質経年変化

(2) 考察

湧水の水質の状況を整理するため、1) 環境基準との比較、2) 濁りの程度（濁度とSS）の状況、3) 栄養塩類の状況について、とりまとめを行い過去の調査結果を踏まえて考察を行った。

1) 環境基準との比較

調査結果を客観的に判断するために環境基準の値との比較を行った。比較の結果は、表 2-4 に示すとおりである。栄養塩類の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素については「地下水の水質汚濁に係る環境基準」（環境庁告示第 10 号）の基準値を用い、生活項目については地下水に関する環境基準は定められていないため、参考値として「水質汚濁に係る環境基準」（環境庁告示第 59 号）の河川 B 類型基準（水道利用としての最低基準）の値を用いた。

① 生活環境項目

pH、BOD、SS、D0 は、過去の調査でもすべての調査期で環境基準値の範囲内であり、良好な状態が保たれていると考えられる。

大腸菌群数は、豊水期のアラナキガーとフルチンガー、渇水期のフルチンガーで環境基準値（5,000MPN/100ml）を超える値を示した。過去の調査でもすべての調査地点で環境基準値を超える値を示したことがあり、地下水流域に何らかの汚染要因があるものと考えられる。

大腸菌群数はし尿汚染の指標とされるが、糞便由来以外の土壌菌類も測定されるため、人為的な汚染以外の原因でも高い値を示すことがある。このため、平成 18 年度及び平成 19 年度には人為的な汚染を調査するため糞便性大腸菌群数の調査を実施しており、ヒャーカーガー及びメンダカリヒージャーガーで水浴場判定基準を超える高い値を確認した。

これまでの調査結果では大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数の値にはばらつきが大きく、汚染原因は明らかになっていないため、今後注意深く調査を継続していく必要がある。

② 栄養塩類

地下水の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素について環境基準（10mg/l 以下）が定められている。過去の調査同様、すべての地点で環境基準を満たしていた。

表 2-4 環境基準との比較結果

項目	地点名	平成 20 年度調査			最大	最小	基準値
		豊水期	平水期	渇水期			
pH	メンダカリヒージャーガー	7.3	7.7	7.6	7.7	7.3	6.5~8.5
	アラナキガー	7.3	7.9	7.8	7.9	7.3	
	ヒャーカーガー	7.2	7.8	7.8	7.8	7.2	
	フルチンガー	7.7	8.1	8.0	8.1	7.7	
	チュンナガー	7.2	7.6	8.0	8.0	7.2	
BOD (mg/L)	メンダカリヒージャーガー	0.6	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	3以下
	アラナキガー	0.7	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	
	ヒャーカーガー	<0.5	<0.5	<0.5	-	<0.5	
	フルチンガー	<0.5	0.6	<0.5	0.6	<0.5	
	チュンナガー	<0.5	<0.5	<0.5	-	<0.5	
SS (mg/L)	メンダカリヒージャーガー	<0.5	<0.5	<0.5	-	<0.5	25以下
	アラナキガー	0.8	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	
	ヒャーカーガー	<0.5	<0.5	<0.5	-	<0.5	
	フルチンガー	1.8	5.3	1.0	5.3	1.0	
	チュンナガー	0.7	3.7	<0.5	3.7	<0.5	
DO (mg/L)	メンダカリヒージャーガー	8.2	8.0	7.9	8.2	7.9	5以上
	アラナキガー	7.4	7.9	8.1	8.1	7.4	
	ヒャーカーガー	7.9	8.3	7.9	8.3	7.9	
	フルチンガー	8.2	8.2	7.9	8.2	7.9	
	チュンナガー	7.5	8.0	8.0	8.0	7.5	
大腸菌群数 (MPN/100ml)	メンダカリヒージャーガー	490	130	790	790	130	5,000以下
	アラナキガー	7,900	79	1,300	7,900	79	
	ヒャーカーガー	1,300	240	700	1,300	240	
	フルチンガー	22,000	3,300	13,000	22,000	3,300	
	チュンナガー	4,600	330	1,300	4,600	330	
硝酸性窒素 及び 亜硝酸性窒素 (mg/L)	メンダカリヒージャーガー	2.2	1.9	1.8	2.2	1.8	10以下
	アラナキガー	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
	ヒャーカーガー	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4	
	フルチンガー	2.0	2.6	3.6	3.6	2.0	
	チュンナガー	3.4	4.2	4.2	4.2	3.4	

1. 調査日：

平成 20 年 10 月 22 日 (豊水期) 平成 20 年 12 月 9 日 (平水期) 平成 21 年 1 月 26 日 (渇水期)

2. 参考基準：

生活環境項目「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 河川 B 類型 (水道第 3 級)

窒素類 「地下水の水質汚濁に係る環境基準 (平成 9 年日環境庁告示第 10 号)」

3. ■■■ は環境基準を超える値を示す

2) 濁りの状況

濁りの程度の指標である濁度及びSSの結果は、図2-4に示すとおりである。

透視度の調査では、平成15年度調査から平成20年度調査を通じて、すべての地点で50cm以上であり、視覚的には清澄であった。

しかし、過去の結果から降雨量の多い時期には濁度やSSといった、濁りの程度を示す項目が高い値を示しており、特にフルチンガーは他の地点に比べ高い傾向を示した。これは、降雨により濁り物質を含む水の地下流入量が増加したこと等の原因が考えられる。また、フルチンガーでは、調査地点上流の地形が複雑であるため、深い場所に濁り物質が沈降して堆積しやすい状態にある（p.18 写真2-2参照）。このため、降雨量の増加と共に激しくなった水流で、堆積していた濁り物質が巻き上げられ、流出した可能性が考えられる。

一方、今年度の調査ではチュンナガーの濁度とSSの値が高い傾向がみられた。チュンナガーで他の地点よりも著しく高い値が確認されたのは今年度が初めてである。濁りが一時的なものなのか継続的なものかを明らかにするため、今後の継続監視が必要である。

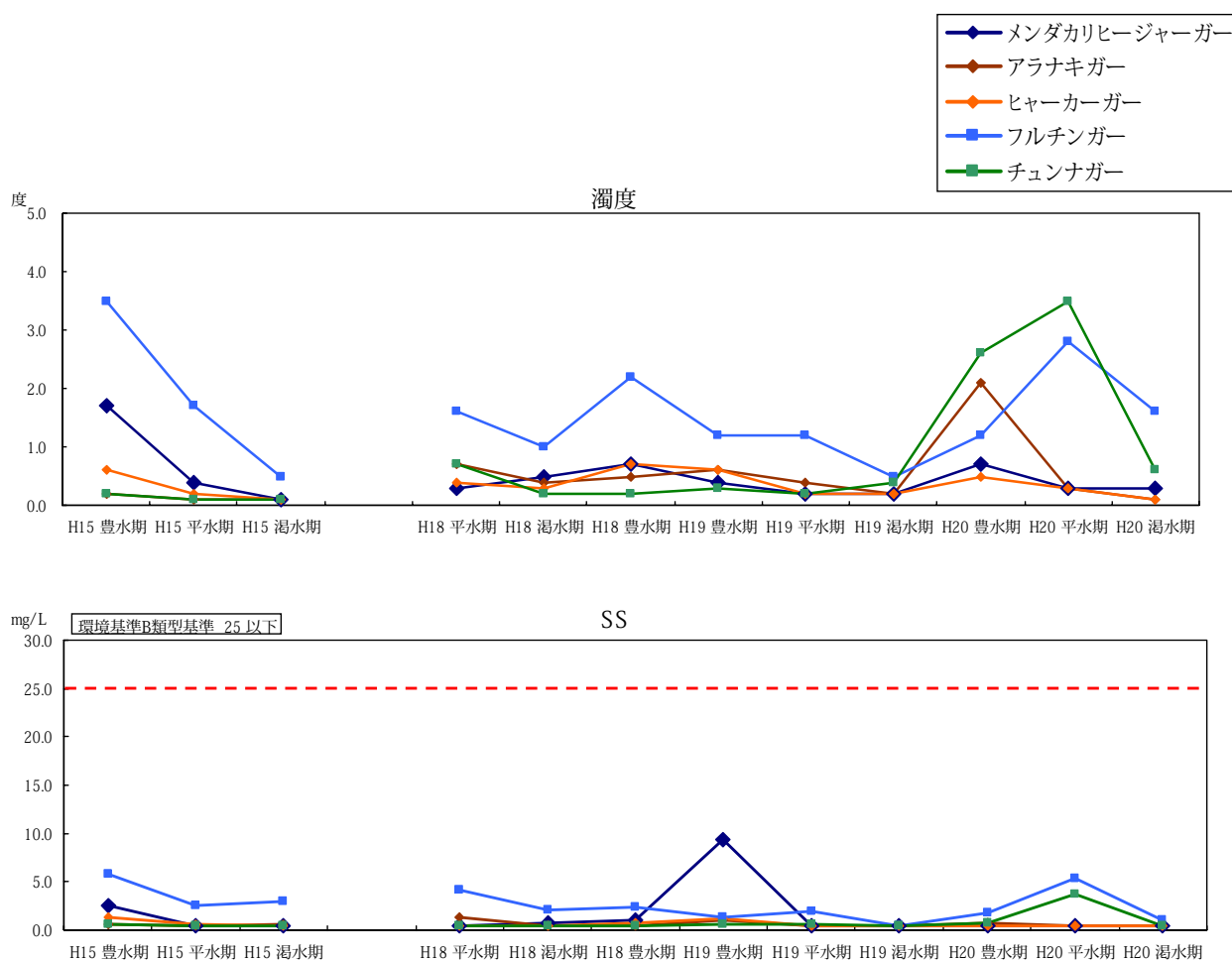


図2-4 濁り物質（SS及び濁度）の状況



採水地点



複雑な地形の様子

写真 2-2 フルチンガーの状況

3) 栄養塩類の状況

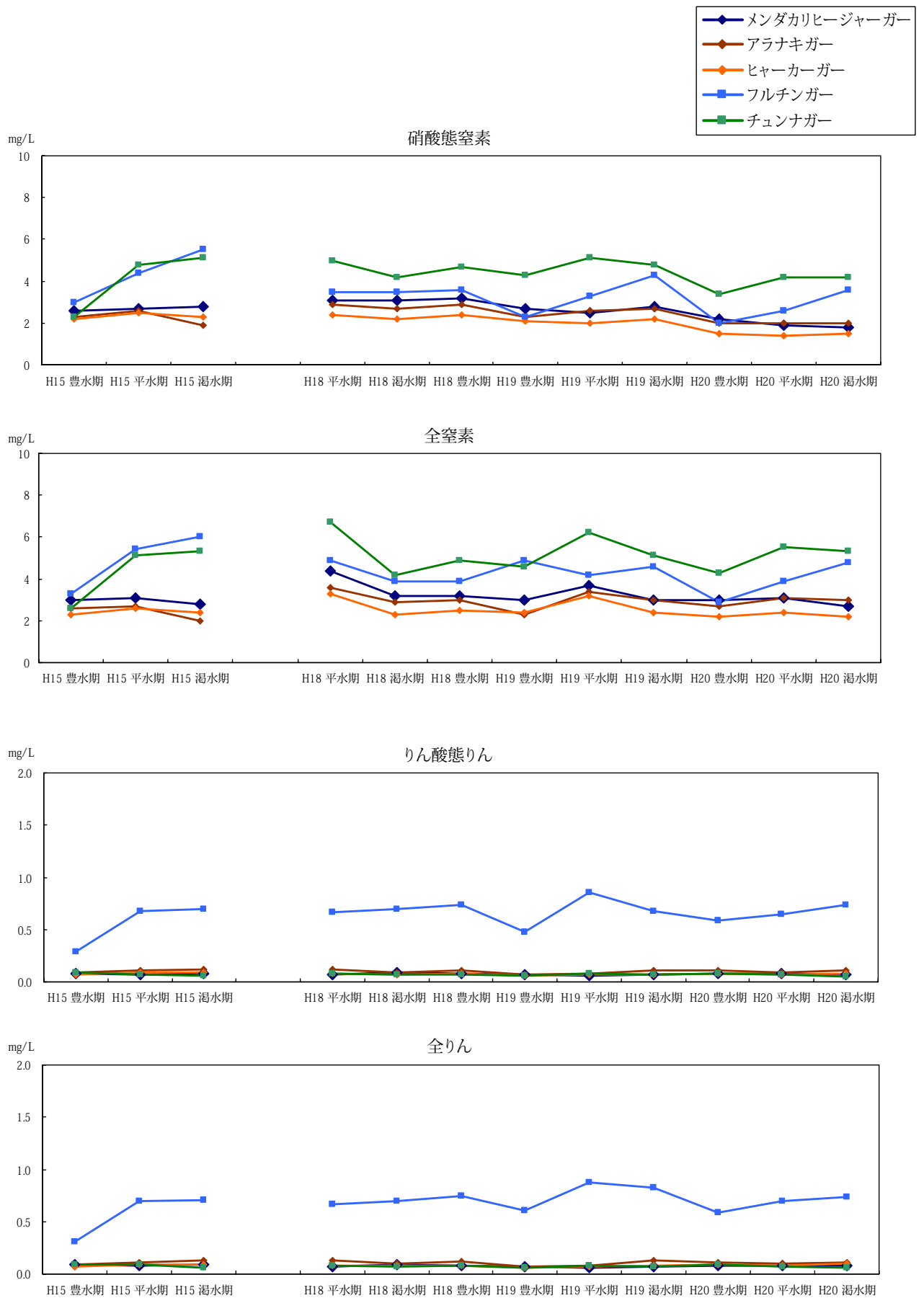
栄養塩類（硝酸態窒素、全窒素、りん酸態りん、全りん）の結果は、図 2-5 に示すとおりである。窒素類では、過去のほとんどの調査時期でチュンナガーとフルチンガーが高い値を示す傾向がみられた。一方、りん類では、過去のすべての調査時期でフルチンガーの値が高かった。

フルチンガーは、図 2-6 に示した地下水流域区分と調査地点をみると、上流の住宅地域を流れる河川水（緑の矢印で示した表流水流路）が、基地内を横断した出口に位置している。平成 15 年度の調査では、上流河川で窒素類及びりん類の高い値が確認された。また、他の湧水と比較して水温の変動が大きいことから河川水の影響を受けていると考えられる。これらことから、フルチンガーの窒素類とりん類が高い値を示しているのは上流の住宅地等からの影響を受けているためと考えられる。

チュンナガーは、図 2-6 の E 地下水流域にあり、喜友名区付近の住宅地とキャンプ瑞慶覧の地下水が合流する地下水盆の出口側に位置している。平成 15 年度調査ではチュンナガーでの栄養塩類は、同じ地下水流域の喜友名公民館地点の地下水よりも低い値であった。このことから、チュンナガーの窒素類が高い値を示しているのは、喜友名区付近の住宅地等からの影響を受けているためと考えられる。

地下水における栄養塩類の汚染原因としては、生活排水・工場排水、農地に施用された化学肥料等の地下浸透が挙げられる。宜野湾市の土地利用は、宅地 37.5%、軍用地 32.5%、農地 5.8%となっており、生活排水による影響が大きいと考えられる。

平成 17 年度の宜野湾市全体の下水道普及率は約 86%であるが、地域ごとの詳細な普及率は不明である。今後は地下水流域ごとの下水道普及率の情報収集を行い、湧水水質と生活排水との関係について考察を進める必要がある。



平成 15 年度調査 H15 豊水期：平成 15 年 8 月 9 日 H15 平水期：平成 15 年 11 月 26 日 H15 渇水期：平成 16 年 1 月 7 日
 平成 18 年度調査 H18 平水期：平成 18 年 11 月 27 日 H18 渇水期：平成 19 年 1 月 29 日 H18 豊水期：平成 19 年 2 月 26 日
 平成 19 年度調査 H19 豊水期：平成 19 年 8 月 23 日 H19 平水期：平成 19 年 10 月 24 日 H19 渇水期：平成 20 年 1 月 23 日
 平成 20 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 9 日 H20 渇水期：平成 21 年 1 月 26 日

図 2-5 栄養塩類の状況

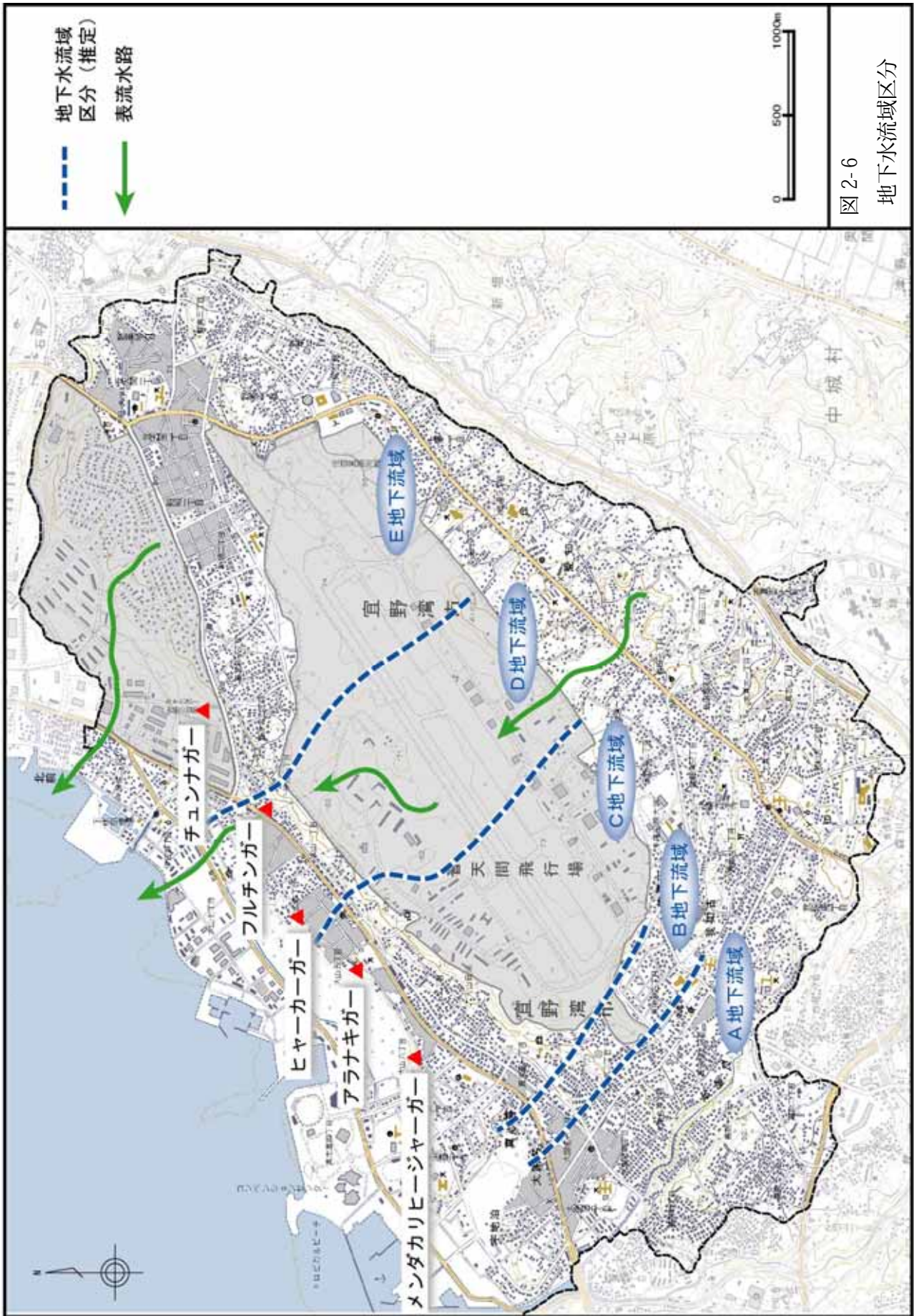


図 2-6
地下水流域区分

4) その他

メンダカリヒージャーガーとアラナキガーでは農家の方が湧水を利用して農具を洗浄していた。さらに、ヒャーカーガーでは洗濯、メンダカリヒージャーガーではカーウガン（拝所）が行われていた。これらのことから、現在も湧水が地元住民の生活に重要な役割を果たしていることが伺える。

また、地元の方から、ヒャーカーガーでは「下水整備がされる前は水が下水臭かったが、下水整備後に臭いはしなくなった。」、メンダカリヒージャーガーでは「増水時にガソリンの臭いがする。」といった情報を得た。このことから湧水の水質が地下水源となる住宅地等の影響を受けやすいことが伺える。



チョウチンミドロ（チュンナガー）



タンスイベニマダラ（チュンナガー）



洗濯する様子（ヒャーカーガー）



農具を洗うドラム缶（メンダカリヒージャーガー）

写真 2-3 希少藻類と住民による利用の様子

第3章 蘚苔類調査

1. 調査地域

蘚苔類は他の陸上植物と比べ水分の多いところに生育するため、多くの種類が生育しているのは樹林や溪流の環境である。市内で水分が多いと考えられる湧水周辺等の14ヶ所に32の調査地点を設定した。調査地点の位置は、表3-1及び図3-1に示すとおりである。

2. 調査時期

蘚苔類の多くは多年生で、秋季から春季に孢子体を形成する。孢子体は蘚苔類の種名を特定するための重要な形質であることから、調査は秋季（11月13日～14日）に実施した。



写真3-1 蘚苔類の孢子体（左：蘚類 右：ツノゴケ類）

3. 方法

調査地点周辺を任意に踏査し、生育する蘚苔類を記録した。種名を特定するためには顕微鏡での観察が必要となるため、それぞれの種について採集を行い室内に持ち帰って分析を行った。

なお、蘚苔類調査はサンプリング・種同定に専門的な技術と知識を要するため、広島大学大学院理学研究科生物科学専攻 植物分類・生態学研究室の山口富美夫准教授に調査・分析を実施していただいた。



写真3-2 調査状況

表 3-1 調査地点の概要

場所	概要	地点 No.	
		番号	対象
チュンナガー	湧水の水路と周辺樹林	1	湧水(手前)
		2	湧水(奥)
		3	周辺樹林
フンシンガー	湧水水路と周辺	4	湧水(手前)
		5	湧水(奥)
ヒャーカーガー	湧水水路	6	湧水
ウーシヌハナガー	湧水水路とタイモ畑	7	湧水
		8	タイモ畑
野嵩クシヌカー	湧水周辺	9	地面
		10	岩場・岩壁
野嵩の新規湧水	湧水周辺と水路	11	湧水
		12	水路
赤道闘牛場	リング内と周辺樹林	13	リング内
		14	周辺樹林
我如古ヒージャーガー	湧水水路と周辺	15	湧水
		16	周辺
我如古ウブガー	湧水周辺	17	湧水
		18	周辺
嘉数アガリガー	湧水周辺	19	湧水前地面
		20	周辺
大謝名メヌカー	湧水水路と周辺	21	湧水
		22	岩場・岩壁
森の川	湧水水路	23	湧水(奥)
		24	湧水(水路)
		25	湧水(水路)
アラナキガー	湧水水路と周辺、タイモ畑	26	周辺樹林(手前)
		27	湧水
		28	周辺樹林(奥)
		29	タイモ畑
メンダカリヒージャーガー	湧水水路と周辺、タイモ畑	30	湧水(手前)
		31	湧水(奥)
		32	タイモ畑



チュンナガー



フンシンガー



ヒャーカーガー



ウーシヌハナガー



野嵩クシヌカー



野嵩新規湧水



赤道闘牛場



我如古ヒージャーガー



我如古ウブガー



嘉数アガリガー



大謝名メーヌカー



森の川



アラナキガー



メンダカリヒージャーガー



タイモ畑

写真 3-3 調査地点の状況

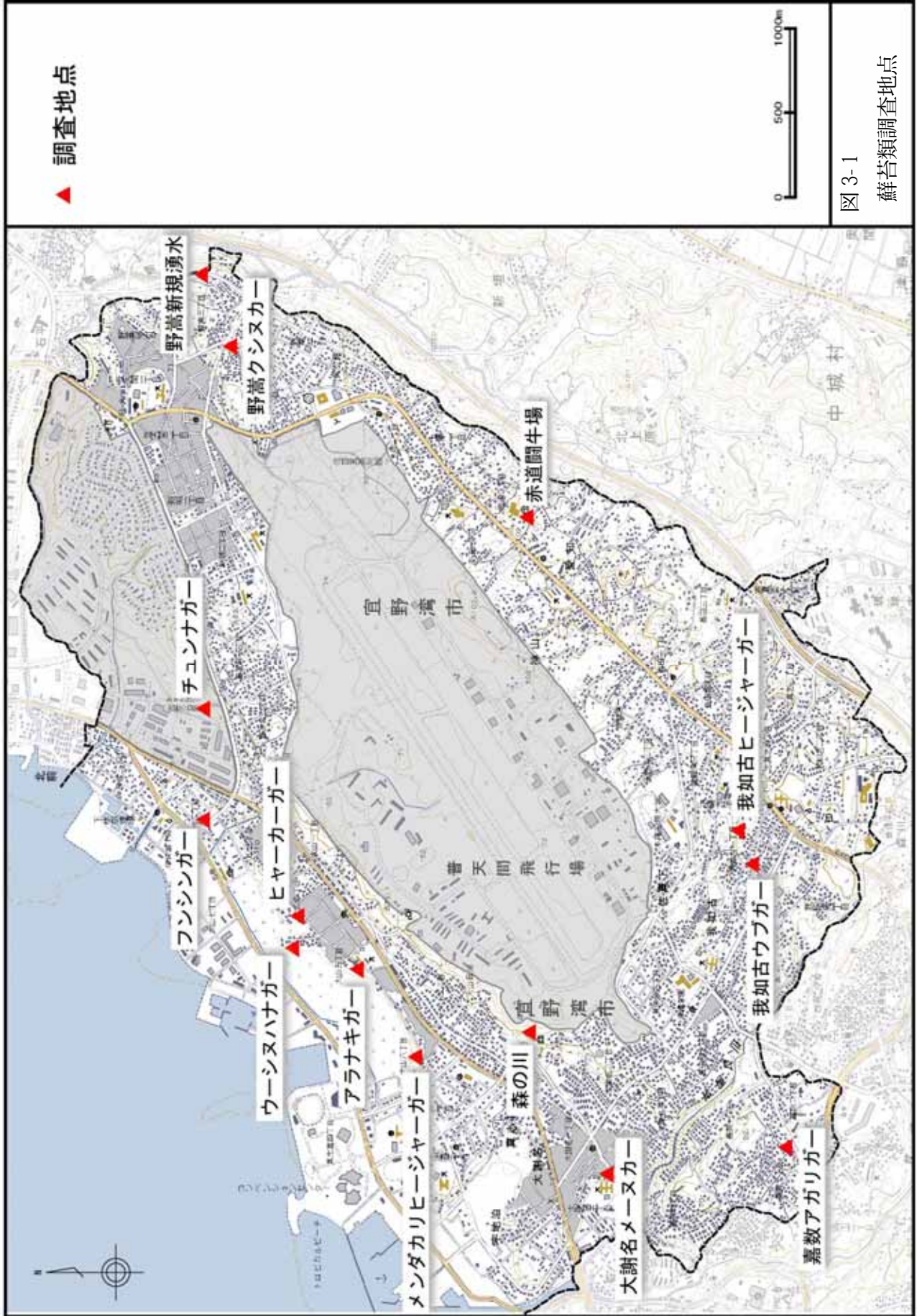


図 3-1

蘇苔類調査地点

4. 結果

(1) 調査結果の概要

1) 蘚苔類相の特徴

調査の結果、79 点の標本を採取し、43 種の蘚苔類が確認された。確認された蘚苔類は、表 3-2 に示すとおりである。

確認されたのは、アミバハウオウゴケやケネジクチゴケ等の湿った岩や土上に生育する種、スナジハウオウゴケやミヤジマヨウジョウゴケ等の林内や日陰に生育する種、トウヨウネジクチゴケやカタハマキゴケ等の市街地や日向に生育する種が確認された。また、水中に生育するヤナギゴケや雨水が直接あたらない石灰岩に生育するフガゴケ、畑等に生育するアゼゴケ等の特殊な環境に生育する蘚苔類も確認された。



湧水の吹き出し口に生育する蘚苔類



水路内に生育する蘚苔類



樹皮に生育する蘚苔類



石灰岩上に生育する蘚苔類

写真 3-4 蘚苔類の生育状況

表 3-3 確認された蘚苔類の生育環境

綱	科	和名	生育環境	調査場所															
				チュンナ	フンシン	ヒャーガー	ウシヌハナ	野嵩	野嵩	赤道闘牛場	我如古ヒ	我如古	嘉数	大謝名	森の川	アラナキ	メンダカリ		
				ガー	ガー	ガー	ガー	クシヌガー	新規湧水	ジャーガー	ウプガー	アガリガー	メヌカ	ガー	ジャーガー	ガー	ガー		
				湧水	樹林	タイモ畑													
蘚綱	ホウオウゴケ科	スナジホウオウゴケ	林内の岩上や地上	1												1			
		サクラジマホウオウゴケ	低地の半日陰の地上や岩上									2							
		アミバホウオウゴケ	日陰の湿った岩上や土上	1				1					2	1					
		ホソコホウオウゴケ	日陰の岩上や地上											1					
		ニセサクラジマホウオウゴケ	日陰の湿った岩上や土上	1															
	シホゴケ科	チャホホウオウゴケ	低地の日陰の地上や岩上	1							1	1		4			1		
		ホウライオハナゴケ	地上や土に覆われた岩上										2						
	センボンゴケ科	トヨネジクチゴケ	低地の路傍の砂質土壌上や転石、石垣上	2	1		2	1			1	3	1		1	5	1	2	
		ケネジクチゴケ	湿った石灰岩上	5	2	1	3	1				3	1		4	2	4	5	
		フカゴケ	直接雨水の当たらない日陰の石灰岩上									3							
		カハマキゴケ	日当たりのよい転石・石垣・コンクリート壁上	3	2		1	2			2	2	1	1	2	3	1	1	
		ナガハシヨウタゴケ	人家の庭等の日陰～半日陰のやや湿った土上													1			
		ムツコネシレゴケ	(不明)	1							2		1	2		1			
	ヒョウタンゴケ科	ホリトシクチゴケ	(不明)								1								
		アセゴケ	畑や裸地の土上													1		1	
	ハリガネゴケ科	ツヤマゴケ	(不明)													1			
		オンセンゴケ	湿った岩上や地上	7	2	1	3				2				1	3	1	5	
		ナガハリガネゴケ	湿った地上や岩上													2	1	1	
	チョウチンゴケ科	コツホゴケ	低地から山地の地上や岩上、庭園	3										3	1				
	タマゴケ科	ホウライサワゴケ	渓谷沿いの土上や石灰岩の洞窟													2		1	4
		オオサワゴケ	湿った地上や岩上	1			3								2		1	1	
	ホゴケ科	シハゴケ	渓流沿いの湿った岩上や腐木上	4			1	2				2	1		3		1		
	ウスケロゴケ科	コバキヌゴケ	地上、腐木上、木の根本	4	1				2	1	5	2	3	2	1	4		1	
シノゴケ科	イホエシノゴケモドキ	(不明)									2				4	1			
ヤナキゴケ科	ヤナキゴケ	湿った地上や岩上、時に水中									3								
アオキヌゴケ科	ヒメキヌゴケ	(不明)	5								4	1	1	2	7	2			
ハイゴケ科	ウルワラウシオゴケ	(不明)								2					1				
	キヤウハゴケ	日陰の岩上や地上	5			1	1	1	1	2	2	4	2	2	3	2			
	タマキゴケ	湿った石灰岩上	6	3	1	1	2	1						3	1	4	3		
	ツクツホミゴケ	市街地の日陰	1											3	6	2			
苔綱	アキウロコケ科	ウロコケ科	常緑樹林の湿った倒木や土上													1			
	ウロコケ科	カサステゴケ	樹幹や岩上	4															
	ケサリゴケ科	ヒメノリゴケ	低地の樹幹に着生												1				
		マルハヒメノリゴケ	低地の渓谷の樹幹や岩上													1			
		マヤシマヨウショウゴケ	常緑樹林の樹幹や生葉	2												1			
		ヒモヨウショウゴケ	林内の湿岩上														5		
		オキナワキラゴケ	(不明)													1			
		オガサワラサリゴケ	やや乾燥した常緑樹林の樹幹や岩上	12				1			4	3	2	6	3	5	4		
	アスマセニゴケ科	フルノゴケ	低地の樹幹や岩上	1															
		ケセニゴケ	低地の湿った地面や岩上	4		1			1			2	2		1	2	3	2	
	ジンガサゴケ科	ジンガサゴケ	街中の路地や石垣									1		1		3			
	ゼニゴケ科	トシノゴケ	路地や石垣	2			1				1	1			1	3		3	
ツノゴケ綱	ツノゴケ科	ミヤハツノゴケ	低地の湿った崖				1								1		3		

注 1) 生育環境は「宜野湾市内における湧水地蘚苔類群落の調査報告書」(山口富美夫 2009) 及び「日本の野生植物 コケ」(岩月善之助 2003) を参考にした。

- : 湿った岩・地上
- : 市街地の日陰、日向
- : 林内、日陰
- : 特殊な生育環境
- : 生育環境不明

注 2) 表中の数字は採取した標本数を示す。

2) 注目種

フガゴケ、アミバハウオウゴケ、ヒモヨウジョウゴケの3種の注目種が確認された。注目種のレッドリスト等における指定状況と生育地点は、表3-4に示すとおりである。

表3-4 確認された注目種と生育地点

和名	環境省 RL	沖縄県 RDB	生育地点
フガゴケ	絶滅危惧Ⅱ類	絶滅危惧Ⅰ類	我如古ヒージャーガー
アミバハウオウゴケ		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

注1) 環境省 RL とは「環境省レッドリスト」(環境省 2007年公表)に掲載されている種である。

絶滅危惧Ⅱ類：絶滅の危険が増大している種

注2) 沖縄県 RDB とは「改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物(菌類編・植物編)ーレッドデータおきなわー」(沖縄県 2006年)に掲載されている種である。

絶滅危惧Ⅰ類：沖縄県では絶滅の危機に瀕している種

絶滅危惧Ⅱ類：沖縄県では絶滅の危機が増大している種



我如古ヒージャーガー (フガゴケ生育地)



フガゴケ

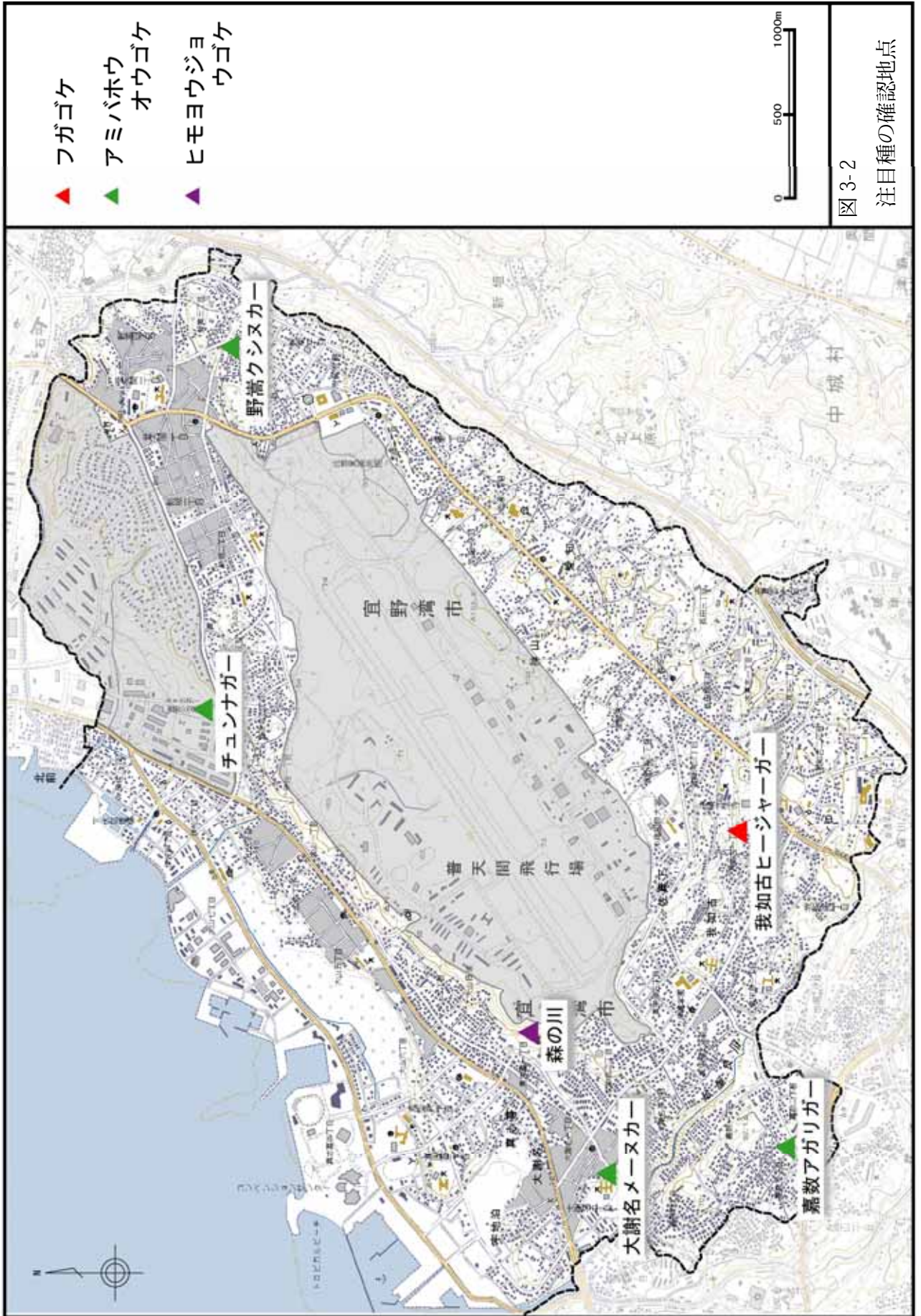


大謝名メーヌカー (アミバハウオウゴケ生育地)



森の川 (ヒモヨウジョウゴケ生育地)

写真3-5 注目種の生育環境



(2) 考察

調査結果をもとに、1) 蘚苔類の多様性、2) 注目種、3) 湧水との関係を整理し、4) 基地内における生育状況の推測、5) 跡地利用に際しての留意事項について考察を行った。

1) 蘚苔類の多様性

調査地点別の蘚苔類の確認種数は、図 3-3 に示すとおりである。

確認種数の多かった調査地点は、森の川 (24 種)、チュンナガー (23 種) 等であった。確認種数が少なかったのは、ヒャーカーガー (4 種)、野嵩新規湧水 (5 種) 等であった。

調査地のうち、蘚苔類の多様性が高かったのは「管理状態が良好で、周辺に樹林が残されている場所 (チュンナガー、我如古ヒージャーガー、森の川等)」であった。一方、多様性が小さい傾向があるのは「管理が行き届かず草本類が入り込んだ場所、周辺が開けた場所 (野嵩新規湧水、フンシンガー等)」であった。

このことから、蘚苔類の多様性維持にあたっては、①湧水の適当な管理の維持 (地域住民利用の継続、流量・水質の維持)、②周辺樹林の保全が重要であると考えられる。



多様性の高い例 (管理状態が良好)



多様性が小さい例 (周辺が開けている)

写真 3-6 蘚苔類の多様性に関わる環境の様子

2) 注目種

確認された注目種の生態は、表 3-5 に示すとおりである。

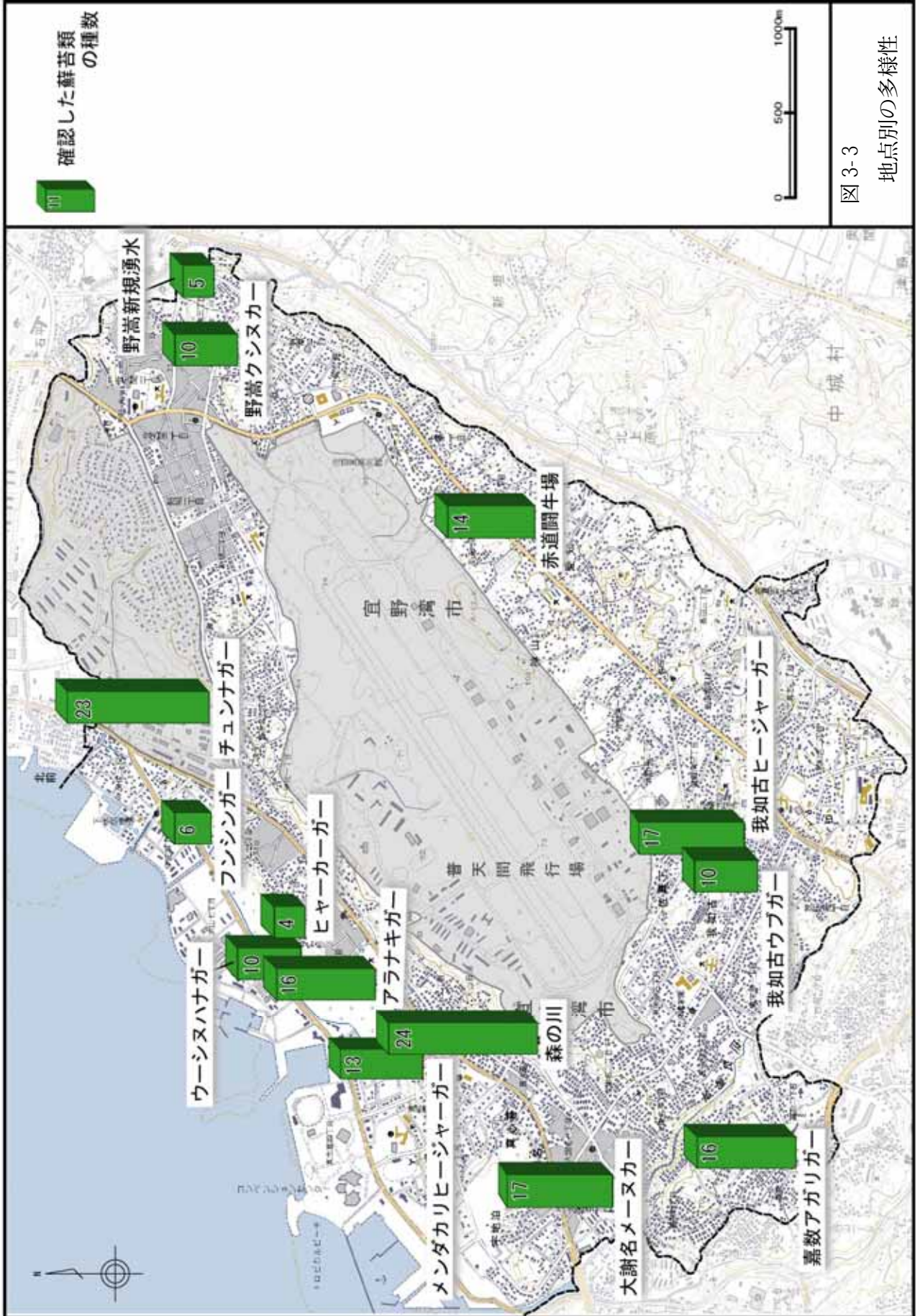
フガゴケは直接雨水にさらされない日陰の石灰岩上に生育する蘚苔類で、生育地は非常に限られている。我如古ヒージャーガーの地形や湧水は、数少ない貴重な生育地として重要である。

アミバホウオウゴケは日陰の湿った岩上・土上に生育、ヒモヨウジョウゴケは林内の湿岩上に生育する蘚苔類で、両種は沖縄本島が分布の北限である。生育地は限られており、湿った環境を形成する樹林と湧水が重要な要素となっていると考えられる。

表 3-5 注目種の生態

注目種	生態	
フガゴケ	形態の特徴	石灰岩上に生育する小形の蘚類。茎は高さ2～6mm、葉は倒卵形で長さ0.8～1mm、葉先は円く、中肋は葉頂にわずかに届かない。葉細胞にはまばらに乳頭状の突起がある。茎の頂端に楕円形の無性芽をつける。
	県内の分布	沖縄島
	県外の分布	本州、九州、台湾、フィリピン、ミャンマー
	生育環境	雨水が直接あたらないような石灰岩の岸壁あるいは石垣上に生育する。
	生育状況	沖縄島では琉球石灰岩あるいはそれらで作られた石垣上に見られるが、雨水が直接あたらないような構造になっていること（オーバーハングあるいはアーチ状）、適当な湿度があること等の条件が整わないと生育できない。これまでに数カ所で確認されているが個体数は少ない。
	学術的価値	石灰岩上に特有な蘚類であり生態学的に興味深い種である。日本での産地はごく限られている。
	減少要因	自生地としては公園、墓地内の人工構造物も含まれており、それらの再開発によって減少、消滅する可能性がある。
アミバハウオウゴケ	形態の特徴	植物体は葉を含め長さ4～8mmで、ゆるく葉をつける。葉に弦が発達し、中肋は葉先に達せず、葉身細胞は薄壁で大きい。
	県内の分布	石垣島
	県外の分布	台湾、中国、カロリン諸島、フィリピン、インド、ネパール、ベトナム、ミャンマー、スリランカ、ボルネオ、ジャワ、ニューギニア
	生育環境	日陰の湿った岩上あるいは土上に生育する。
	生育状況	石垣島の1ヶ所から報告されたがそれ以後確認されていない。
	学術的価値	本種の分布の北限であり日本で唯一の産地である。
	減少要因	自生地、個体数が限られている。
ヒモヨウジョウゴケ	形態の特徴	植物体は小さく茎は葉を含め幅約0.9mm。葉は卵円形で長さ約0.45mm。葉下片は舌形ときに三角形、スチルスは3～6細胞長で、上部で1細胞列、下部で1～2細胞列となる。
	県内の分布	沖縄島、久米島、石垣島、西表島、与那国島
	県外の分布	台湾
	生育環境	林内の湿岩上に生育する。
	生育状況	各島に数カ所ずつ生育しているのが確認されているが個体数は少ない。
	学術的価値	台湾と琉球列島にのみ分布する種である。
	減少要因	森林伐採

引用：「改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物（菌類編・植物編）ーレッドデータおきなわー」（沖縄県 2006年）



3) 湧水との関係

本調査で確認された 43 種の蘚苔類のうち、アミバホウオウゴケ、ニセサクラジマホウオウゴケ、ケネジクチゴケ、オンセンゴケ、ナガハハリガネゴケ、ホウライサワゴケ、オオサワゴケ、シバゴケ、タマキゴケ、ヒモヨウジョウゴケ、ミヤベツノゴケの 11 種は、湿った石灰岩上に生育する種として、宜野湾市の湧水の蘚苔類相を特徴付けている (p. 28 表 3-3 参照)。

これらの種は、湧水の水に濡れた石灰岩上や、水が浸み込み湿った石灰岩上で確認されたことから、湧水の影響を強く受けているものと考えられる。そこで、湧水の蘚苔類相を特徴付ける種の生育状況と湧水の関係について、水質、流量、構造について整理した。

整理の結果、湧水の水質及び流量との関係については顕著な傾向は確認できなかったが、湧水の構造との間には傾向があり、a) 上空に樹木の枝があり、b) 湧き出し口周辺が石灰岩の石積あるいは石灰岩の崖で構成され、c) 湧き出た水が流れている、という条件がそろった湧水で種数が多いことが確認された。

① 水質について

植物の生育に関係が深いと考えられる濁り (濁度) と窒素類について整理を行った。今年度の水質調査の結果 (平均値) と湧水を特徴付ける蘚苔類の確認種数の関係は、図 3-4 に示すとおりである。チュンナガーは濁度と全窒素の値が他の地点よりも高いが、確認種数はメンダカリヒージャーガーとアラナキガーと同様であり、今回の調査結果からは水質と確認種数の間に関係は確認されなかった。

なお、溶存酸素、全硬度、りん類等の水質も蘚苔類に影響を及ぼす可能性があるが、今回の水質調査では結果に顕著な差異がみられなかったため、蘚苔類相への影響は小さいと考えられる。

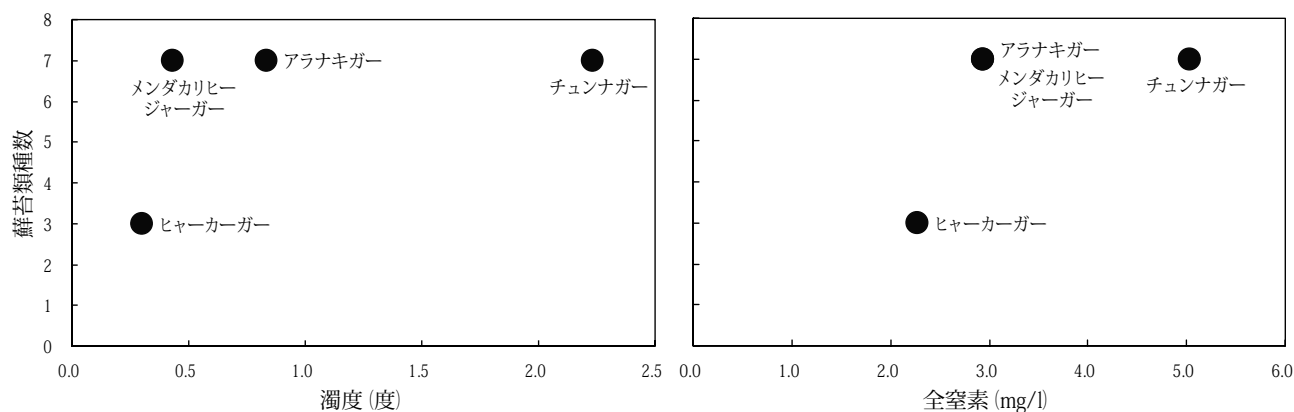


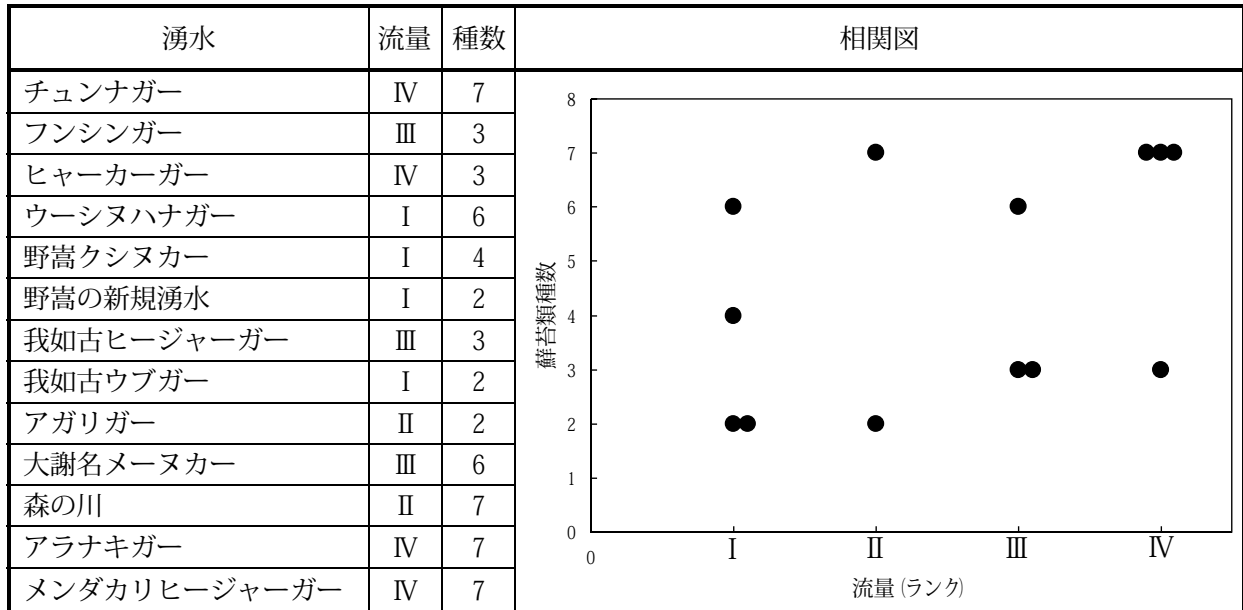
図 3-4 湧水水質と蘚苔類の種数の関係

② 流量について

宜野湾市史（宜野湾市 2000 年）に示されている各湧水の流量と、蘚苔類の確認種数について整理を行った。宜野湾市史では、湧水の流量はⅣ（10 l/秒以上）、Ⅲ（5～10 l/秒未満）、Ⅱ（1～5 l/秒未満）、Ⅰ（1 l/秒未満）の4ランクに区分されている。

整理の結果は表 3-6 に示すとおりであり、今回の調査結果からは湧水の流量と確認種数の間に関係は確認されなかった。

表 3-6 湧水流量と蘚苔類の種数の関係



注) 流量は以下の4ランクに区分されている。

Ⅳ：10 l/秒以上 Ⅲ：5～10 l/秒未満 Ⅱ：1～5 l/秒未満 Ⅰ：1 l/秒未満

③ 湧水の構造について

各湧水の構造について、a) 湧水上空の樹枝の有無、b) 湧き出し口周辺の構造、c) 流れの状況の3つの項目について、蘚苔類との関係について整理した。整理の結果は、表 3-7 及び図 3-5 に示すとおりである。

整理の結果、湧水の特徴付ける蘚苔類は、a) 上空に樹木の枝があり、b) 湧き出し口周辺が石灰岩の石積・崖で構成され、c) 湧き出た水が流れている、という条件がそろった湧水で種数が多かった。一方、上空が開けておりコンクリートで構成された湧水や、石灰岩が草で覆われた湧水では種数が少なかった。また、上空に樹木があり石灰岩で構成されていても、湧き出た水が流れていないため周辺が湿っていない湧水では種数が少なかった。

表 3-7 湧水の構造と蘚苔類種数の関係

湧水	種数	樹枝	湧き出し口周辺の構造	流れ
チュンナガー	7	○	石灰岩 石積	流れている
フンシンガー	3	×	コンクリート	流れている
ヒャーカーガー	3	×	コンクリート	流れている
ウーシヌハナガー	6	○	石灰岩 崖	流れている
野嵩クシヌカー	4	○	石灰岩 石積	止水状態
野嵩の新規湧水	2	×	コンクリート	流れている
我如古ヒージャーガー	3	○	石灰岩 石積	止水状態
我如古ウブガー	2	×	石灰岩 (草で覆われる)	止水状態
嘉数アガリガー	2	○	石灰岩 (草で覆われる)	止水状態
大謝名メーヌカー	6	○	石灰岩 石積	流れている
森の川	7	○	石灰岩 石積	流れている
アラナキガー	7	○	石灰岩 崖	流れている
メンダカリヒージャーガー	7	○	石灰岩 石積	流れている



図 3-5 湧水の構造と蘚苔類種数の関係

石灰岩の石積



上空の樹枝

水の流れ

蘚苔類が多い湧水（チュンナガー）



上空が開けている

コンクリート

蘚苔類が少ない湧水（ヒャーカーガー）

石灰岩が
草で覆われている



止水状態で
水が流れていない

蘚苔類が少ない湧水（嘉数アガリガー）

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

写真 3-7 湧水を特徴付ける蘚苔類の生育に関わる環境の様子

4) 基地内における生育状況の推測

今回の基地外の調査により、市域においては蘚苔類にとって湧水と周辺樹林が重要であることが明らかとなった。市内の湧水と樹林の分布状況は、図 3-6 に示すとおりである。基地内にもまとまった樹林が残っており、湧水も数カ所に分布している。

基地内の樹林に近接する湧水では、湿度が保たれ蘚苔類の生育の良好な環境にあることが予想され、この周辺では蘚苔類の多様性が高く、注目種が生育している可能性がある。

5) 跡地利用に際しての留意事項

今回の調査では、蘚苔類の生育にとって、①湧水の適切な管理の維持、②周辺樹林の保全、③湧水の流れ、④石灰岩の石積・崖が重要であることが明らかとなった。また、基地内の樹林に近接する湧水においても蘚苔類の多様性が高いことや注目種が生育している可能性が示唆された。

跡地利用に際しては、基地内及び周辺の樹林を保全すること、湧水の流量・水質を維持すること、石灰岩や水の流れ等の湧水の構造を維持することが重要である。また、地元住民の利用を通じて適切な管理状態を維持することも重要と考えられる。

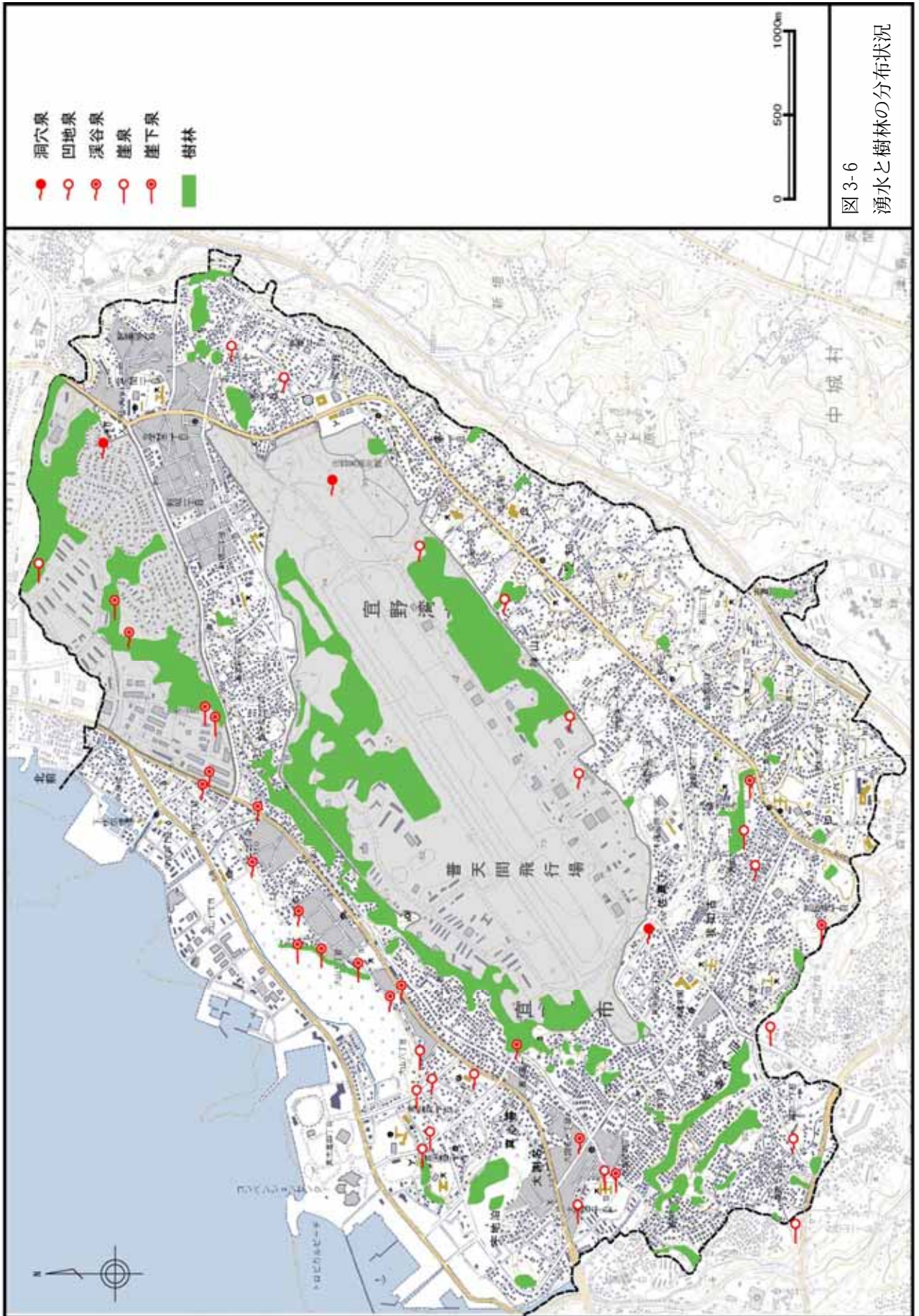


図 3-6
 湧水と樹林の分布状況

第4章 検討委員会の実施

1. 概要

2回の検討委員会を実施し、調査方法及び結果について検討すると共に助言・指導を得た。委員会の開催日と検討内容は表4-1に、委員の氏名及び役職は表4-2に示すとおりである。

表4-1 委員会の開催日及び検討内容

	開催日	検討内容
第1回	平成20年10月17日	調査の手法、地点、時期等の計画
第2回	平成21年2月25日	調査結果の解析、とりまとめの方法

表4-2 委員名簿

氏名	役職名等
大城 逸朗	琉球大学 非常勤講師
香村 眞徳	琉球大学 名誉教授
諸喜田 茂充	琉球大学 名誉教授
渡久山 章	琉球大学 名誉教授
仲田 栄二	沖縄国際大学 非常勤講師
新垣 義夫	普天満宮 宮司
宮城 邦治	沖縄国際大学 教授
上原 隆廣	沖縄県文化環境部 自然保護課長
新田 宗二	宜野湾市 市民経済部長



第1回



第2回（現地視察）

写真4-1 検討委員会開催状況

2. 検討内容

(1) 第1回検討委員会

1) 日時

平成20年10月17日 15:00～17:00

2) 場所

ジュビランス 2階 ホール

3) 議事

- (1) 開会のあいさつ
- (2) 流れの説明、資料確認(事務局)
- (3) 委員紹介、委員長互選
- (4) 湧水水質調査地点の紹介(事務局)
- (5) チョウチンミドロの紹介(香村委員)
- (6) 調査計画についての検討
 - 1) 資料説明(事務局)
 - 2) 質疑応答、検討
- (7) 閉会のあいさつ

4) 出席者

(委員)

- | | |
|--------|-------------------|
| 大城 逸朗 | (琉球大学 非常勤講師) |
| 香村 眞徳 | (琉球大学 名誉教授) |
| 諸喜田 茂充 | (琉球大学 名誉教授) |
| 渡久山 章 | (琉球大学 名誉教授) |
| 仲田 栄二 | (沖縄国際大学 非常勤講師) |
| 新垣 義夫 | (普天満宮 宮司) |
| 宮城 邦治 | (沖縄国際大学 教授) |
| 上原 隆廣 | (沖縄県文化環境部 自然保護課長) |
| 新田 宗仁 | (宜野湾市 市民経済部長) |

(事務局)

- | | |
|-------|----------------------|
| 山内 繁雄 | (宜野湾市基地政策部長) |
| 城間 盛久 | (宜野湾市基地政策部次長) |
| 新垣 勉 | (宜野湾市基地政策部基地跡地対策課係長) |
| 名幸 仁 | (宜野湾市基地政策部基地跡地対策課) |
| 玉城 重則 | (財団法人沖縄県環境科学センター) |
| 小澤 宏之 | (同上) |
| 迫田 拓 | (同上) |

5) 配付資料

資料①：出席者名簿

資料②：現地視察のしおり

資料③：検討資料

参考資料①：普天間飛行場跡地利用基本方針の概要

参考資料②：自然環境保全に関する基本方向

～環境に配慮した跡地利用の実現に向けて～

6) 議事内容

湧水水質調査地点の紹介【資料②】

- チュンナガーの汚染の原因が、キャンプ瑞慶覧との話があったが、むしろ普天間飛行場と集落からきていると考えられる。また、フルチンガーは昔は洞窟だった。今は国道 58 号線の反対側に地上に出ている部分がある。光が差す部分を見るのであれば、反対側を見る必要がある。(新垣委員)

- 全窒素の測定方法を教えてほしい。(渡久山委員)
 - ・ 昨年度以前については分からない。(事務局：迫田)
 - ・ 結果をみると有機態が多いことが分かる。リンの方は有機態は少ない。次の調査では分析方法を教えてほしい。(渡久山委員)

- チュンナガーの簡易水道の用途は何か。(渡久山委員)
 - ・ 雑用水とされている。ポンプアップしている。(事務局：玉城)
 - ・ 宜野湾市には簡易水道は他にもあるのか。(渡久山委員)
 - ・ 海浜公園等 2、3 ある。(新田委員)
 - ・ 我如古では養豚場で使っている。(新垣委員)
 - ・ 文化財指定時に、ポンプアップが問題となったが生活のためとして認められた。(新田委員)
 - ・ 水を使っていると、汚さないようにすると思う。(渡久山委員)

- 資料中の表現方法（「チュンナガーの水路脇には蘚苔類や維管束植物が生育している。」）で「維管束植物」は一般の方にはわかりにくいので表現を改めた方がよい。「キャンプ瑞慶覧の森林内」は「二次林内」の方が適切だろう。(仲田委員)

- チュンナガーの文化財指定は石造りの部分だけで、周辺の動植物は含まれていないのか。

(諸喜田委員)

- ・石造り部分だけである。(新田委員)

チョウチンミドロの紹介【補足資料】

- チョウチンミドロは水中と水から上がったところにも生育するのか。(渡久山委員)
 - ・水中だけに生育する。湧水に依存する傾向が強いと考えられる。(香村委員)
 - ・湧水の壁に生えているのがあるが。(渡久山委員)
 - ・フシナシミドロという別の種が生えている。緑藻の仲間に入れられたこともあったが別の種である。(香村委員)
- 資料の中の図で琉球石灰岩の地域を指しているが、これはどういう意味か。(大城委員)
 - ・チョウチンミドロは石灰岩地帯の湧水に多い。北部では金武等石灰岩地帯に多い。シマチスジノリも石灰岩地帯に多い。岩につくというより、泥に根を張る。水はきれいでなければならない。(香村委員)
- 資料の中で「1953年の一部を削除」となっているがどのような意味か。(渡久山)
 - ・元の資料ではクビレミドロと一緒に描いてあったので、それを除いたという意味である。(香村委員)
- 資料の図中の点線は何を意味しているのか。(大城委員)
 - ・昔の大陸ではないかと思う。もともと海にあったものが地殻変動で陸域に閉じこめられたという説がある。色素について調べた結果からも、陸域に閉じこめられたと考えられている。(香村委員)

平成20年度の調査計画について【資料③】

- チョウチンミドロの調査はしないのか。調査の中で他の地点でもみつかる、という可能性はないか。(宮城委員)
 - ・調査に同行して確認したいと考えている。(香村委員)
 - ・計画には記していないが香村先生に同行していただきたいと考えている。(事務局：玉城)
 - ・ぜひお願いしたい。(宮城委員)
- 資料にある写真(p.44 参照)はどこか。(渡久山委員)
 - ・メンダカリヒージャーガーから数メートルのタイモ畑の水路である。湧水から流れ出た水路

で光が当たる場所、当たらない場所で生育する種がちがうのでそういった場所を調査地点にしたいと考えている。(事務局：迫田)



- 野嵩では、工事で山を削って道路を造った場所で水がわき出て、蘚苔類が生えている。こういった環境も蘚苔類の調査対象になるのか。(新垣委員)
 - ・対象地の候補となると思う。調査地の考え方について宜野湾市全域としてとらえた方がいいのか、基地をターゲットに基地近くがいいのか、先生方にお尋ねしたい。(事務局：玉城)
 - ・蘚苔類は湧水周辺に多く、他の調査もやっているのそこで調査しようという話であるが、新しく湧水が出来た場所も調査すべきか検討したい。(宮城委員)
 - ・広島大学の蘚苔類の専門家である山口先生がそういう湿っぽいところは調査した方がいいと判断すると思う。(香村委員)
 - ・もともとは湧水の多い国道 58 号線沿いの大山地域のみを調査範囲と考えていたが、現在は宜野湾市全体ということで 360 度に地点をと考えている。新垣委員のおっしゃるように新たに出てきた場所として調査地に入れていきたいと思う。(事務局：城間)
 - ・我如古周辺も蘚苔類が生育していると思う。(香村委員)
-
- 蘚苔類の胞子はどれくらい拡散するのか。湧水で胞子が下流に流されることと関係あるのか。(新田委員)
 - ・どれくらい広がるかは分からないが、湿度が適当であれば生育できる。(香村委員)
-
- せっかく宜野湾市には湧水がたくさんあるので、チョウチンミドロ等藻類も含め「湧水に依存する」生物として調査してはどうかと思う。一方で湧水とは別の湿度の高い場所を調べれば、今の調査の内容が大きくなってよいのではないか。(宮城委員)
-
- 蘚苔類の中には端脚類やミミズ類が住んでいる。また、湧水には淡水カイメン類がある場合がある。コケとよく間違えるが、おそらく大山にもいるので注意して見てほしい。蘚苔類は湿度の高い場所に生える。温度と湿度を調べるとおもしろいと思う。また、新垣さん、カーウガン(拝所)に関わることはありませんか。(諸喜田委員)

- ・文化的なものはカー（湧水）とつながりがたくさんある。正月等年中行事の中で関わりが多いこと等が分かっている。（新垣委員）

- 蘚苔類が生育する木の種類、胸高直径、土壌の pH も大事だと思う。
 - この調査は蘚苔類のフロラを把握する、宜野湾市全域を 360 度網羅する、と理解してよいのか。（仲田委員）
 - ・そうです。（事務局：迫田）
 - ・宜野湾市の現状、どういう所にどういう種類が分布しているのか、という地理のプロットとそのリストを作るということだろうと思う。（宮城委員）

- 今年度の調査項目は水質・蘚苔類・藻類なのか。（大城委員）
 - ・今年度は水質と蘚苔類だけを予定している。（事務局：城間）
 - ・藻類も資料中の 5 ページの重要性（①小動物の生息環境の提供、②環境指標、③文化的価値）を満たすので同時に調査した方がいいのではないか。（大城委員）
 - ・同時に行うと調査日程や調査方法で過重になるということがあるか。（宮城委員）
 - ・藻類の調査はすでに終了しており、蘚苔類が未調査ということで今年度の項目に入れた。この経緯から、補足的に藻類の調査を行うことはできるがメインの項目に入れることは難しい。（事務局：城間）
 - ・チョウチンミドロがしっかり分布していることが分かっているので、湧水の調査時に藻類も気に留めるようにしてほしい。（宮城委員）

- 「蘚苔類の文化的価値」というのはわかりにくい。生物多様性の面から重要性を強調した方がよいと思う。（新田委員）
 - ・景観的価値、という意味ではないか。（上原委員）
 - ・チュンナガー等コケがあることで景観的に趣がでる。（事務局：玉城）
 - ・万葉集はどんなコケの歌があるのか。コケに出会うと今日のような肌寒い日は何か歌が出てくるかもしれない。（渡久山委員）
 - ・文化的側面の方向に行くと対象が広がりすぎる。自然環境の面でいいのではないか。（新垣委員）
 - ・沖縄では湧水はきれいにしておかなければいけないのでコケが生えると困る等、コケに対する考え方に大和風と異なる部分がある。表記の仕方を調整してほしい。（宮城委員）

- 全体として、調査は概ね計画のとおり進めていただきたいと思う。（宮城委員）

以上

(2) 第2回検討委員会

1) 日時

平成21年2月25日 13:30～16:30

2) 場所

ジュビランス 2階 ホール

3) 議事

- (1) 現地視察(チュンナガー及びメンダカリヒージャーガー)
- (2) 開会のあいさつ
- (3) 資料の確認
- (4) 調査結果についての検討
 - 1) 資料説明(事務局)
 - 2) 質疑応答、検討
- (5) 閉会のあいさつ

4) 出席者

(委員)

- | | |
|--------|---------------|
| 大城 逸朗 | (琉球大学 非常勤講師) |
| 香村 眞徳 | (琉球大学 名誉教授) |
| 諸喜田 茂充 | (琉球大学 名誉教授) |
| 渡久山 章 | (琉球大学 名誉教授) |
| 新垣 義夫 | (普天満宮 宮司) |
| 宮城 邦治 | (沖縄国際大学 教授) |
| 新田 宗仁 | (宜野湾市 市民経済部長) |

(事務局)

- | | |
|-------|----------------------|
| 山内 繁雄 | (宜野湾市基地政策部長) |
| 城間 盛久 | (宜野湾市基地政策部次長) |
| 新垣 勉 | (宜野湾市基地政策部基地跡地対策課係長) |
| 名幸 仁 | (宜野湾市基地政策部基地跡地対策課) |
| 玉城 重則 | (財団法人沖縄県環境科学センター) |
| 小澤 宏之 | (同上) |
| 迫田 拓 | (同上) |

5) 配付資料

資料①：出席者名簿

資料②：現地視察のしおり

資料③：検討資料

資料④：検討資料（図表集）

資料⑤：宜野湾市内における湧水地蘚苔類群落の調査報告書

資料⑥：第1回検討委員会 議事録

6) 議事内容

- まず、流量について、ヒャーカーガーとアラナキガーは減ってきているように見えるが、チュンナガーとメンダカリヒージャーは増えているような感じがする。同じ地域でこのような違いがでるのは、どうしてか。雨量のデータを示すとよい。いつ降った雨がでてくるか、9月の雨がでてくるのか、10月の雨がでてくるかはわからないが、雨量との関係をみたらよいのではないかと思う。(渡久山委員) (⇒p. 52 補足検討を実施)
- ・11月にチュンナガーに行った時は今日よりも水量が多かった。(香村委員)
- ・豊水期、平水期、渇水期に分けて調査しているが、流量はそのようになっていない。何ヶ月か前に降った雨が効いているということがあるのでしょうか。(事務局：迫田)
- ・はい、そうだと思います。(渡久山委員)
- ・水系によって違うということもあるのでしょうか。(事務局：迫田)
- ・石灰岩の厚み、幅で変わってくる。大きければ大きいほどゆっくりとなる。湧き水が何ヶ月前の雨の影響を受けるかを知るためには、帯水層の厚みがどれくらいあるか、ということも考えなければならない。(渡久山委員)

- 流量と濁度の関係はどう考えればいいのか。(大城委員)
 - ・まず、フルチンガーは流量を測定していない。チュンナガーについては、流量が多いときに濁度が高いということはなかった。(事務局：迫田)
 - ・外部から流れてきたという解釈でよいか。(大城委員)
 - ・雨が降ってすぐの濁りではないと考えている。(事務局：迫田)
 - ・これまでの結果と比べると、非常に人為的・事故的な印象を受ける。(宮城委員)
 - ・井戸に何か流れ込んだという可能性が考えられる。(新垣委員)

- 地下の流域が示されており、フルチンガーの上流で川が基地を通っているが水はアカガマーに入っていく。フルチンガーのマンホールを下りていって、上流に20mくらい入っていくと浅い場所があり、そこで流量を測定することができる。電灯をもっていく必要があり、水が大量のときは大変だが。(新垣委員)

- A～Eの地下の流域はどうやってわかるのか。(諸喜田委員)
 - ・過去に調査がされていたと思う。(新垣委員)
 - ・チュンナガーの濁度の値は非常に不自然である。この前後の水が汚れる要因に関わる出来事を調べられるといいのではないか。アラナキガーも豊水期に高くなっているが、過去の豊水期には高くはない。今年度の数値が飛び抜けて変化しており、人為的な要因があると思う。気に留めるといいと思う。(宮城委員)

- 野嵩の新規の湧水について、変わった蘚苔類は確認されたか。(新垣委員)
 - ・何種類か蘚苔類が確認された。コンクリート張りで周囲が開けているため5種類しか確認されなかったが、ここでだけ確認されたヤナギゴケという少し変わったコケが確認された。(事務局：迫田)
 - ・これは水の流れに乗ってきたのか。(新垣委員)
 - ・どこから来たのかはわからないが世界中に分布する種なので道路側からきたのではないかとと思う。(事務局：迫田)
 - ・他の場所にも出てもいいと思うが。(宮城委員)
 - ・今回初めて沖縄から確認されたそうなので、おそらく外来種として人の出入りが多い場所である野嵩新規湧水に人為的な影響で入ってきたのではないかと想像される。(事務局：迫田)
 - ・そうだとすれば、別の場所に道路に面しているが。(新垣委員)
 - ・あの地点ほど道路に近い場所はあまりなかった。(事務局：迫田)
 - ・水脈を道路建設で落としたことで、新しく水が湧き出た。名前をつけるなら第二野嵩ヒージャーとなるかと思う。(新垣委員)

- 野嵩クシヌカーについて前の調査で、海から遡上するモクズガニとテナガエビが見つかる。野嵩クシヌカーはチュンナガーにつながっているのか、普天間川につながっているのかどちらか。(諸喜田委員)
 - ・チュンナガーである。普天間川と浦添の境目にイシジャーというのがあり、クシヌカーの水はイシジャーに行くのかチュンナガーに行くのかははっきりとは分かっていない。(新垣委員)
 - ・チュンナガーはイシジャーと合流して海までいく。(新垣委員)
 - ・クシヌカーはチュンナガーとイシジャーの方に行く。普天間ヒージャーというのがあるが、野嵩3区のところからきて普天間側に寄ってくる。普天間の中央、沖縄銀行のところは昔から水のたまり場になっている。断層線が走っているのだと思うが、その水がイシジャーとチュンナガーの方に下りると推察されている。(新垣委員)
 - ・カニにマークをつけたらどうですか。(渡久山委員)

・そうですね。(諸喜田委員)

●蘚苔類は初めての調査で、43 種が確認されているが、湧水の水質や流量と蘚苔類のフロラの関係を整理しないといけない。レッドデータブックで1類、2類に指定されているものが確認されているが、これについても湧水との関係を整理しなければいけない。例えば、ヒヤーカーガーは水量が豊富だが種数が少ない、といったことを。(宮城委員)

・甲殻類も含めて、これまでやった湧水の生物をまとめた方がいいのではないか。(香村委員)

・湧水の重要性のひとつに大山のタイモ畑がある。このタイモ畑を保全するため、湧水を活用しようとするヒヤーカーガーのような感じになる可能性もある。蘚苔類を保全するため手つかずにすべきか、ということも考えなければいけない。もともとは53haの農地があり、現在の38haを15haにする区画整理の計画がある。湧水の近くの畑を残すという計画で、緊急雇用としてとりあえず雑草が生えている場所を草刈りするという話がある。こういったことも蘚苔類に影響があるのか。(新田委員)

・水田の利活用も重要な課題だが、この委員会では地下水と生物の多様性の現状について提示することが重要である。その中でこの湧水群を利活用できるかや水質の安全性等についての提案もできるかもしれない。ここでは蘚苔類の多様性とそれぞれの湧水の現状について整理する必要がある。(宮城委員)

●普天間飛行場の地下浸透をどれくらい保全できるかが重要な課題だと思う。ただ排水溝をつくって表層を流すか、地下に浸透させるか、ということを考えないといけない。(香村委員)

・この委員会では湧水の健全なあり方を提案するために水質等を調べている。(宮城委員)

・地下水は石灰岩の中を流れてくるし、その上には土がある。水が汚れているということは石も土も汚れている、島全体が汚れていると言える。湧き水は島の汚れを教えてくれる。汚れてしまうと岩石や土をきれいにするのに何年かかるか分からない。島全体が汚れてしまったらたぶん生活にも影響があると思われる。そういった意味で湧水の保全は重要である。今日見てみると宜野湾の湧水はいい形をもっているのも、是非保全してほしい。たとえば、洗濯しているコンクリート張りのところは蘚苔類が少ないが、流れていった先はどうなっているか等、考えてみるといいと思う。人が利用しないといけない場所もあるので、蘚苔類も人の利用も全体的に考える方がいいと思う。(渡久山委員)

・このエリアで43種というのが多いのか少ないのか分からないが、地下水湧水の保全、健全な姿で活用するという目的に沿って、水環境に近いところにある生物として蘚苔類を調査したので、湧水の場所と種類数・フロラの意味づけをする必要があると思う。(宮城委員)

●石灰岩地域に降った雨がどれくらいでどう出てくるかというデータをとった方がいいと思う。前に調査をしていなかったか。降った雨がいつごろ出てくるかということが分からない

と汚濁や亜硝酸性窒素を綿密につかんでいくことは難しい。予算等の問題もあるだろうが、降った雨と流量変化をつかんでいく必要がある。他の石灰岩地域についてもよい資料を提供すると思う。渡久山先生、宮古島ではどうですか。(大城委員)

- ・宮古島はだいたい一ヶ月くらいで出るようだ。(渡久山委員)
 - ・以前にそのような調査していたのではないか。(諸喜田委員)
 - ・宜野湾市に降った雨が何日後に湧水として出てくるかが分かると、流量の変化についても考察できる。跡地利用の保全を考える上で、データが必要である。(宮城委員)
 - ・以前に行った原単位での計算結果と流量の測定値が何パーセントに当たるのかを確認することも大事だろう。(渡久山委員)
 - ・大山の出身で昔から湧水をみているから分かるのだが、轟音のように出ていた湧水が今はほとんど水がない場所もある。なぜ、変わってきたのか、降った雨がどうやって出てくるのかというバックデータをもっていれば、先々の土地開発との関係で重要なデータを提供できる。(宮城委員)
 - ・首里の識名園では今は水が臭くてしかたがない。シマチスジノリという天然記念物が生育しており、1960年代はこんこんと湧いていたが、今は止水状態で2cmくらいしかない。(香村委員)
 - ・山内さん、先ほどから話が出ている水の追跡というのは予算の問題もあるだろうが、正確な流量の変化というものが分かるデータをとる手配を、可能であればしていただきたい。(宮城委員)
 - ・これまで色々な調査をしてきたが一番大切なのは、コンクリートジャングルになることを防ぐことだと思っている。(事務局：山内)
 - ・甲殻類、藻類も含めた形でこれまでやっている湧水の調査をまとめることも重要である。(香村委員)
 - ・湧水と蘚苔類の個々の関係を整理してほしい。(宮城委員) (⇒p. 34 検討を実施)
- 今日、湧水をみて、チョウチンミドロが青々としていたことに感動したが、川を掃除するために刈り取られないか心配している。これは大事だという啓蒙活動を是非お願いする。(諸喜田委員)
- ・具志頭の屋富祖井のシマチスジノリはきれいに掃除されていた。(大城委員)
 - ・あそこは窒素類が多くて、藍藻類が繁茂している。(香村委員)
 - ・大謝名メーヌカーでは一部は手をつけないようにして残している。(宮城委員)
 - ・トゥファ(水中の炭酸カルシウムがバクテリアの働きで固まったもの)がコケ類に影響があるのでは、と思う。(新垣委員)
 - ・トゥファはバクテリアによるもので、石灰だからpHが上がるので影響があるかもしれない。別の話になるが、ヒャーカーガーはもう少しコケが生えるように構造を変更できないか。石

積みにする等。(渡久山委員)

- 利用とのいろいろなことを考えなければいけない。(新垣委員)
- 今はたまに洗濯に使っている程度だが、昔の生活者の感覚からするとカー(湧水)に色々生えているのはよくなかった。(宮城委員)
- 洗濯もでき、コケも生えることができる、という構造がいいのでは。(渡久山委員)
- 大謝名のメーヌカーのように一部はきちんと掃除し、一部は残すということをしないとけない。(新垣委員)
- ヒャーカーガーは開けていて蘚苔類が少ないが、かつては木が覆っていた。クリーンアップ作戦で無くなってしまった。(宮城委員)

● 山口先生の調査日はいつですか。(大城委員)

- 2008年11月13日から14日です。(事務局：迫田)

● はい、よろしいでしょうか。いろいろ大変な調査だったかと思いますが、湧水と蘚苔類の関係の考察をお願いしたい。また、水の動向の調査についてお願いしたい。それでは時間になったので、以上で検討を終了したい。(宮城委員)

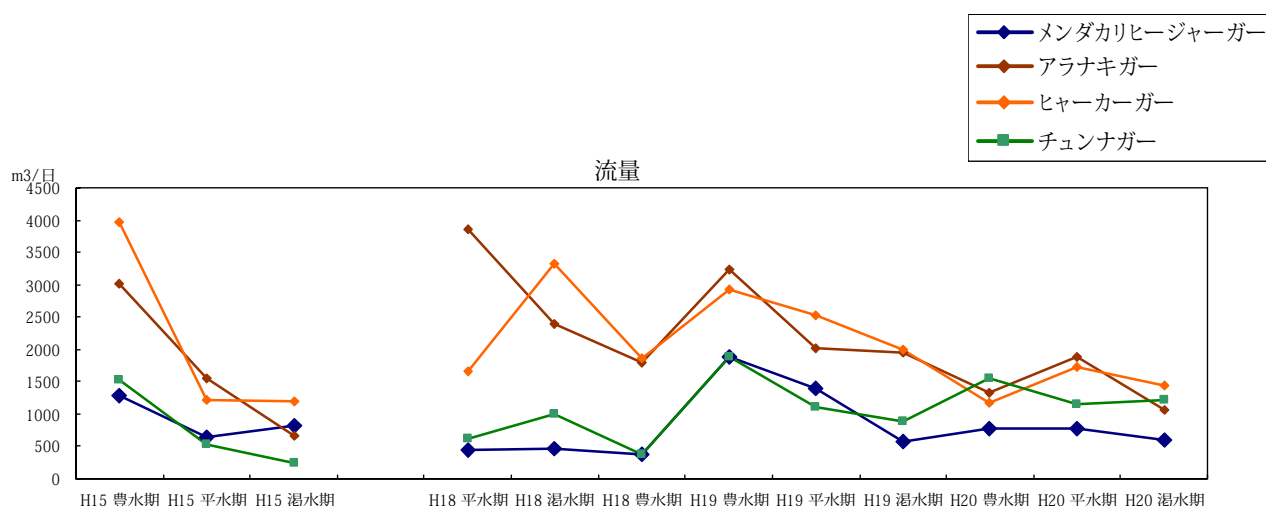
以上

●流量の変動に関する考察（補足検討）

3年間の変動について見ると、メンダカリヒージャーガーとチュンナガーでは増加傾向、アラナキガーとヒャーカーガーでは流量の減少傾向がみられる（図4-1）。湧水の流量は、降水量との関連が深いことから、3年間の降水量と湧水の流量の関係を整理した（図4-2）。

調査実施前3ヶ月程度～調査実施時の降水量についてみると、調査を行っている3年間では今年度の降水量がもっとも多かった。このことから、増加傾向を示したメンダカリヒージャーガーとチュンナガーはこの降水量の多さを反映した可能性がある。

一方、アラナキガーとヒャーカーガーについては、流量の減少要因は不明である。各地下水系について、降雨から湧出するまでの期間等の地下水の動態を明らかにする調査・検討が必要である。



平成15年度調査 H15 豊水期：平成15年8月9日 H15 平水期：平成15年11月26日 H15 渇水期：平成16年1月7日
 平成18年度調査 H18 平水期：平成18年11月27日 H18 渇水期：平成19年1月29日 H18 豊水期：平成19年2月26日
 平成19年度調査 H19 豊水期：平成19年8月23日 H19 平水期：平成19年10月24日 H19 渇水期：平成20年1月23日
 平成20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9日 H20 渇水期：平成21年1月26日

図4-1 流量の変化

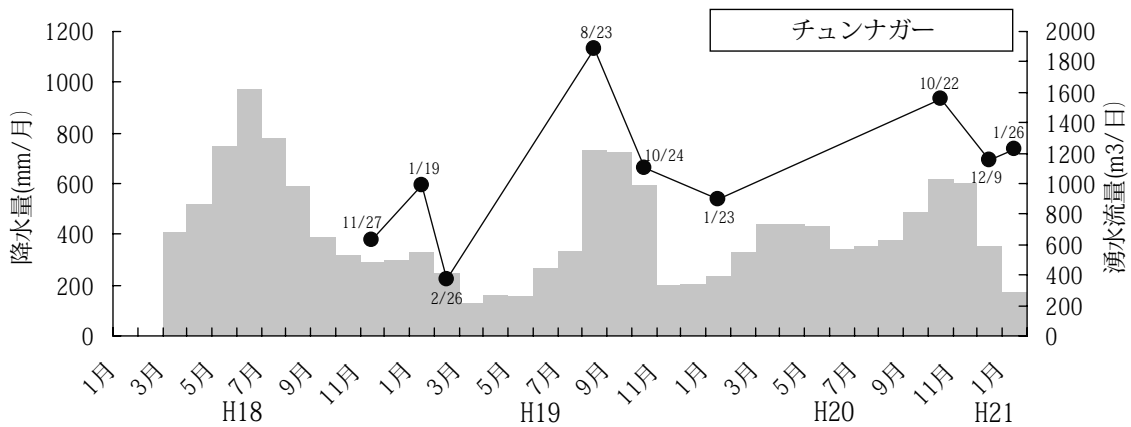
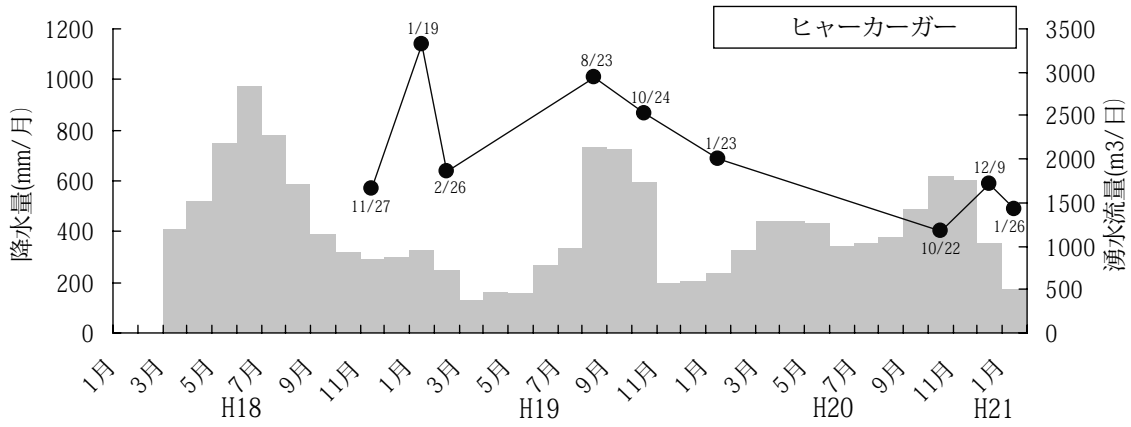
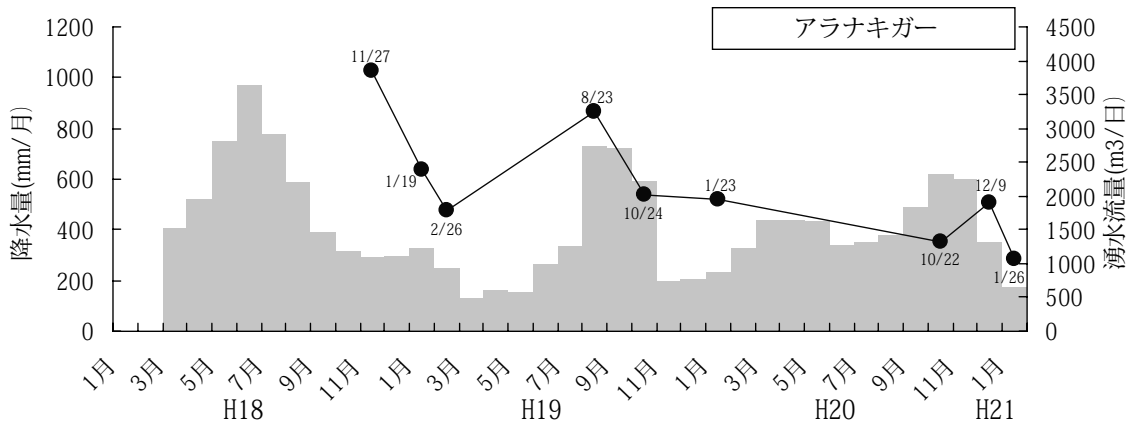
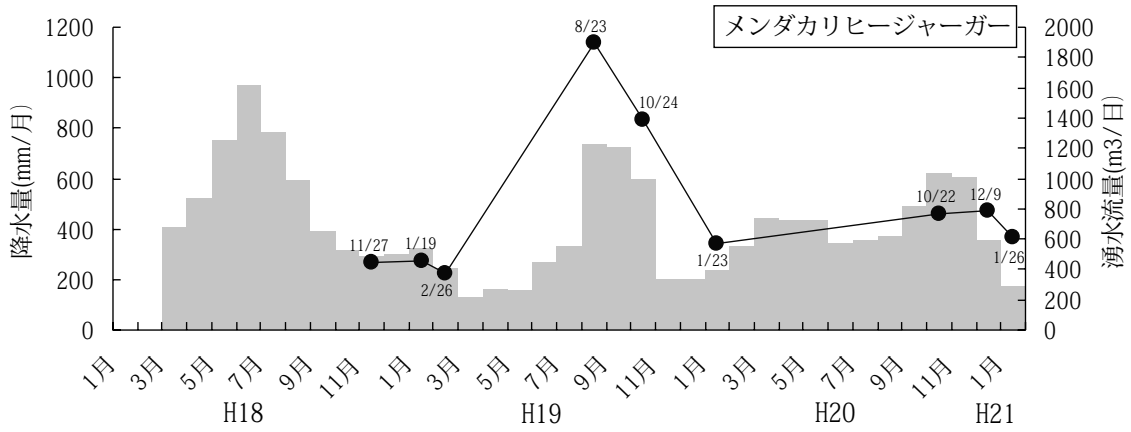


図 4-2 降水量と湧水の流量の関係

第5章 総括考察

1. 湧水群水質調査

湧水群の調査は平成18年度より実施されており、今年度は3年目にあたる。この継続調査により、以下の点が明らかとなっている。

- ・ 流量は、アラナキガーとチャーカーガーでは減少傾向、メンダカリヒージャーガーとチュンナガーでは増加傾向が確認されている。
- ・ 生活環境項目のpH、BOD、DO、n-ヘキサン抽出物質は、良好な状態が継続している。
- ・ 大腸菌群数は変動が大きく、環境基準値を上回る場合もあった。このことから、地下水流域に何らかの汚染要因があるものと考えられる。
- ・ 濁りの程度を示す濁度及びSSは、これまでフルチンガーのみが高い値であったが、今年度の調査ではチュンナガーにおいても高い値が確認された。
- ・ 栄養塩類の窒素類の値は、チュンナガーとフルチンガーで高い状態が継続しており、上流域の住宅地からの生活排水等が原因になっているものと考えられる。
- ・ 栄養塩類のりん類ではフルチンガーの値が高い状態が継続しており、上流域の住宅地からの生活排水等が原因になっているものと考えられる。

また、湧水の水路内に希少藻類であるチョウチンミドロ等が生育していることや、農具の洗浄やウガン（拝所）等の住民生活に深く関わっていることが明かとなっており、湧水の環境保全機能や文化的な重要性が再確認されている。

これまでの調査で、大腸菌群数及び栄養塩類の高い値が確認されており、地下水流域における汚染が示唆されている。また、流量の減少傾向やこれまで確認されていなかったチュンナガーでの濁り等、流量・水質の状況に変化が現れている。

湧水の状況を正確に把握し、跡地利用の際に適切な配慮を行うため、大腸菌群数や栄養塩類の状況や流量の変化等について、今後も継続的な調査を実施していく必要がある。さらに、流量や水質の変化の原因を明らかにするため、降雨から湧出するまでの期間等の地下水の動態を調査・検討する必要がある。

2. 蘚苔類調査

市内の蘚苔類については過去の調査記録がなく、今回の調査により初めてその生育状況が明かとなった。調査により、43種の蘚苔類が確認され、そのうち3種が注目種であった。注目種であるフガゴケは生育地がきわめて限られている種であるため、我如古ヒージャーガーは非常に貴重な生育地として重要である。

調査の結果から、蘚苔類の多様性は管理状態が良好で周辺に樹林が残されている湧水で高いことが確認された。また、市内の湧水を特徴付ける蘚苔類は、a) 上空に樹木の枝があり、b) 湧き出し口周辺が石灰岩の石積あるいは石灰岩の崖で構成され、c) 湧き出た水が流れているという条件のそろった湧水で種数が多いことが明らかとなった。

今回は基地外の市域において調査を行ったが、基地内にも樹林が残されている場所や湧水が存在するため、このような場所では蘚苔類の多様性が高く、注目種が生育している可能性が示唆された。

蘚苔類に配慮した跡地利用を進めるためには、上記の点に留意し、①基地内及び周辺の樹林を保全すること、②湧水の流量・水質を維持すること、③石灰岩や水の流れ等の湧水の構造を維持することが重要である。また、地元住民の利用を通じて適当な管理状態を維持することも重要と考えられる。