

平成16年度 大規模駐留軍用地
跡地等利用推進費

宜野湾市自然環境調査 報告書

平成17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) 環境基盤調査	1
(2) 生態系調査	2
(3) 生活環境調査	2
4. 全体スケジュール	3
第2章 環境基盤調査	5
1. 調査内容	5
(1) 県指定名勝「森の川」湧水機構調査	5
(2) 地下水流域界調査	5
(3) 湧水量調査	5
2. 調査結果	9
(1) 名勝「森の川」湧水機構調査	9
(2) 地下水流域界調査	13
(3) 既設雨水排水路	17
(4) 湧水形態の分類	17
(5) 湧水量調査	17
第3章 陸域生態系調査	37
1. 調査内容	37
(1) 鳥類調査	37
(2) 昆虫類調査	37
2. 調査結果	40
(1) 鳥類	40
(2) 昆虫類	40
(3) その他	41
第4章 生活環境調査	45
1. 調査内容	45
(1) 沿岸海域底質調査	45
(2) 海域生物調査	45
2. 調査結果	52
(1) 沿岸海域底質調査	52
(2) 海域生物調査	58
第5章 総括考察	72
1. 環境基盤調査	72
(1) 森の川湧水機構	72
(2) 湧水量調査	72

(3) 水収支の検討	72
(4) 今後の課題	77
2. 陸域生態系調査	87
(1) 調査項目の総括	87
(2) 陸域生態系調査における今後の課題.....	95
3. 生活環境調査	107
(1) 大気質測定結果のまとめ	107
(2) 水質調査結果のまとめ	109
(3) 土壌調査結果のまとめ	119
(4) 海域生物	125
(5) 水質・土壌調査における今後の課題.....	125

資料編

1. 基盤環境調査	基盤環境-1
2. 陸域生態系調査	陸域生態系-1
3. 生活環境調査	生活環境-1

巻末資料

委員会名簿

第1章 業務の概要

1. 業務の目的

普天間飛行場返還後の跡地利用の促進及び円滑化に資するための具体的な跡地利用計画の策定に先立ち、その基本方針を検討するために、宜野湾市及び沖縄県は平成13年度から3～4年後を目途とした各種調査業務に着手している。

本業務は、大規模駐留軍用地跡地の利用促進を図るため、跡地利用計画策定上配慮を要する環境条件と活用・発揮が望まれる環境特性の把握を目的として、普天間飛行場を中心とする、宜野湾市一帯の自然環境に関する現状把握を行うものである。

本業務の調査期間は平成14年度から3カ年を予定し、環境基盤、陸域の生物生息状況、生活環境について情報を文献や現地調査によって収集し、平成14～15年度は都市計画マスタープラン策定に資する整理検討（評価・配慮指針）を行った。

平成16年度は陸域の自然環境保全上の要件について精度向上を図ると共に、また、新たな調査対象として海域環境を加え、陸域～海域へと連なる一連の自然環境・生態系の把握に取り組んだ。また、その成果を普天間飛行場跡地利用基本方針の検討資料として提供した。

2. 業務の内容

業務名称：宜野湾市自然環境調査業務

業務場所：宜野湾市一円

履行期間：平成16年4月22日～平成17年3月31日（平成16年度業務）

業務内容：環境基盤調査、生態系調査（陸域・海域）、生活環境調査、総括考察、委員会等（文献調査）

3. 調査の実施方針

平成14・15年度業務においては、既存資料調査の情報不足箇所について現地調査により補足し、既往調査時からの変化状況を把握する調査内容とした。

平成16年度業務においては、平成15年度調査までに把握できなかった陸域環境の現況について補足調査を行うとともに、新たに海域環境についても化学的・生物的な側面から環境の現況を把握して、普天間飛行場とこれを取りまく環境について整理を行った。

(1) 環境基盤調査

- 平成14、15年度に調査を実施した飛行場中央部を横断する地下水流域界以外の飛行場両端部周辺の流域界の調査を実施した。
- 県指定名勝「森の川」については既往調査の知見だけではその湧水機構が説明できないことから、公園内の湧水機構すなわち水脈（水ミチ）と不透水層（島尻泥岩層）の分布状況を調査し、跡地利用後の土地改変による湧水量の減少や枯渇を回避するため、基地フェンス沿いから森の川公園付近の水理地質の基本情報を得ることを目的に実施した。
- 普天間飛行場地域の有する地下水涵養機能の評価を行うため、主要な湧水を自動観測装置により通年観測し、地下水流域区分調査と合わせて水収支に係る地下水水文環境を検討した。

(2) 生態系調査

調査対象は鳥類と昆虫類とした。

- 鳥類については、既往調査以降鳥類の生息環境が大きく変化し、旅鳥を中心とする渡り鳥の現況把握が必要であることが判明したことから、今年度は特に旅鳥を対象とした調査を実施した（平成15年度調査においては、繁殖鳥類の把握を目的に4月から調査を実施し、16年度調査においては旅鳥を対象とした調査を実施）。
- 昆虫類については、食草の生育状況によって個体数が大きく変化する場合もあるため、2年間継続して調査を行い、現況を把握した。

(3) 生活環境調査

- 海域底質における汚濁物質の蓄積状況を確認するため、河口付近にて海域底質調査を実施した。
- 石灰岩台地から続く水の脈絡や生物のつながりを把握するため、藻場とサンゴ礁の分布状況の把握に重点を置いた海洋生物調査を実施した。

4. 全体スケジュール

項目	平成16年度											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1.基盤環境調査												
現地踏査 (地下水流域界)												
ボーリング												
1m深地温調査												
2次元比抵抗法電気 探査												
湧水量												
2.陸域生態系調査												
モニタリング調査 (鳥類)												
モニタリング調査 (昆虫類)												
3.生活環境調査												
沿岸海域底質												
海域生物(概査、海 藻草類)												
海域生物(サンゴ 類)												
4.整理、総括考察、取り まとめ												
とりまとめ												
委員会						31					1	14

第2章 環境基盤調査

1. 調査内容

平成16年度の調査項目としては、県指定名勝「森の川」湧水機構把握のための調査（電気探査・1m深地温探査・ボーリング）、A及びBの地下水流域とDとEの地下水流域境界を把握するための踏査、石灰岩台地からの地下水流出量を把握するための湧水量調査を行った。

以下に各項目について述べる。

表 2-1 環境基盤調査一覧表

調査項目	調査時期	調査地点
1m深地温探査 2次元比抵抗法電気探査	平成16年8月16日～21日	森の川湧水後背斜面
ボーリング調査	平成16年9月・10月	台地斜面
流域界把握踏査	平成16年11月～平成17年2月	普天間飛行場北東から南西方面の既成市街地一帯
湧水量調査	平成16年4月～17年3月 (うち連続観測は4月末～3月末)	連続観測地点：1地点 毎月観測地点：4地点 隔月観測地点：12地点

(1) 県指定名勝「森の川」湧水機構調査

調査には不透水性基盤（島尻泥岩層）の構造を把握するために2次元比抵抗法電気探査を、また湧水の地下水脈である”水みち”を把握するために1m深地温探査を行った。

調査位置は図 2-1(p.7)ならびに、図 2-2(p.8)の詳細調査位置図に示すとおり、予想される水みち沿いとほぼ直交する向きを組みあわせて、電気探査では青色で示した2測線、1m深地温探査では赤色で示した5測線を配置した。さらに、ボーリング調査を3箇所で行うことで、ボーリング調査結果により上記の探査結果を照査・検討を行った。

(2) 地下水流域界調査

本調査は、D地下水流域とE地下水流域の境界を確認するとともに、これまであまり調査が行われてこなかったA・B地下水流域界の地下構造を把握するために行った。

調査は図 2-1(p.7)に示すエリアについて、琉球石灰岩と不透水性基盤（島尻泥岩層）の境界を重点的に地質踏査を、また水脈を確認する目的で井戸の分布調査を、また踏査で得られる情報が限られているため既存資料収集やヒアリングにより情報を収集した。

(3) 湧水量調査

宜野湾市大山地区周辺の石灰岩段丘崖下部各所に豊富に湧出する湧水は、周辺住民の生活用水・拝所としての意義に加え、田イモ畑を形成し、景観資源・水鳥生息地・環境教育の場としての価値を持つ大山低湿地帯の水源となっている。

現在の湧水の水量・水質は、普天間飛行場地域内の地表に残された樹林地や草地など非舗装面の良好な浸透能と、その地下に保存され地下水脈を形成している地層構造によって維持されていることが予想される。

こうした湧水の現状を把握し、普天間飛行場跡地利用に伴う土地利用状況や地層構造の変化による湧水への影響を予測・評価するためには、普天間飛行場地域における水収支を算出し、地下水涵養域としての機能を評価することが必要である。

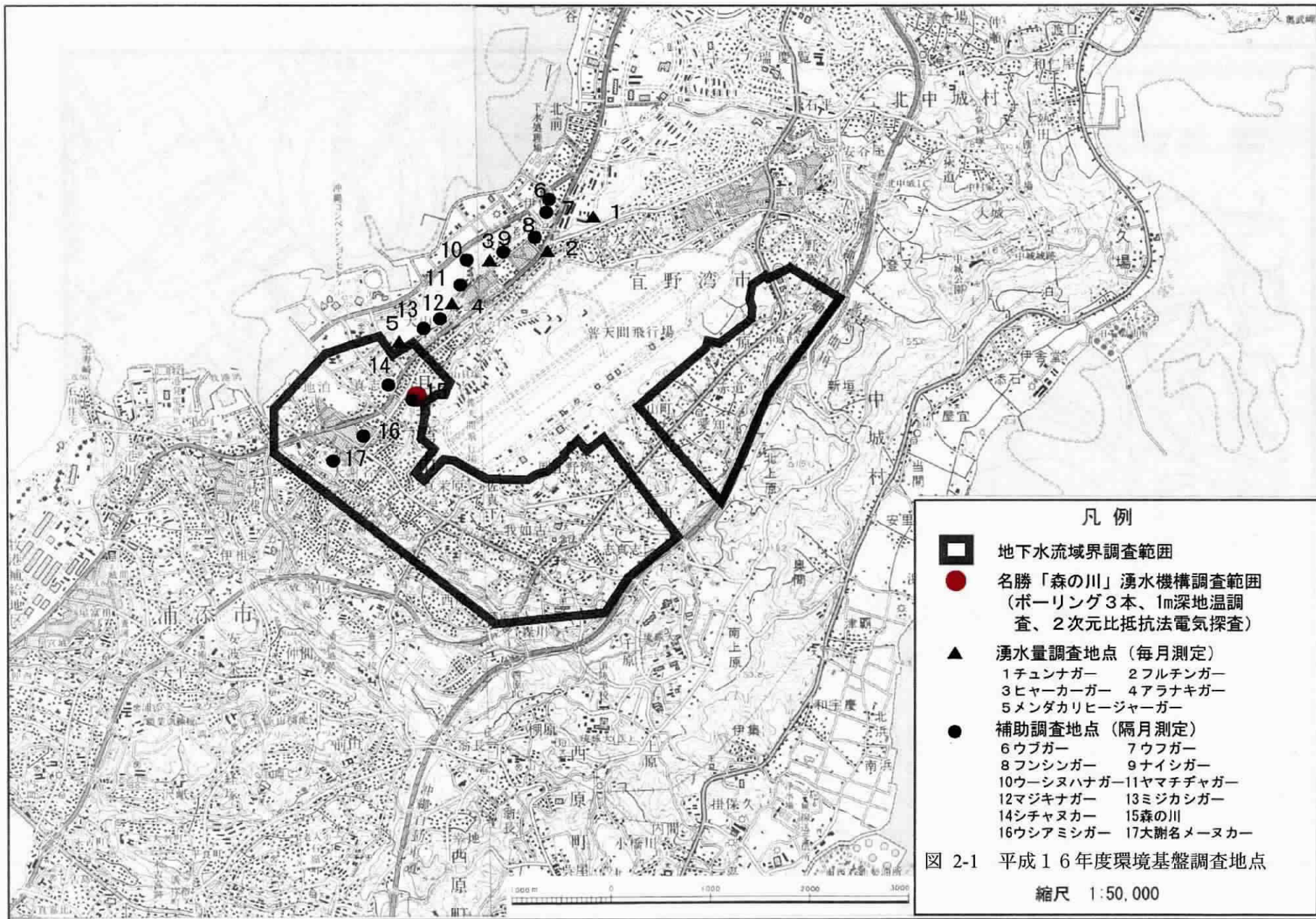
平成 14・15 年度調査では主要な湧水の水質と水量測定を 3 回にわたり実施しているが、集水域全体の水収支を議論するためには、他の多数の湧水を網羅した水量調査と、主要湧水における年間を通じた水量連続測定が欠かせない。

沖縄本島で有数の湧水や地下水盆の発達する普天間飛行場周辺において湧水の現状を把握し、普天間飛行場跡地利用に伴う土地利用状況や地層構造の変化による湧水への影響を予測・評価する目的で、湧水量測定を実施した。

平成 16 年 4 月より、石灰岩段丘崖下部湧水のうち 4ヶ所で毎月 1 回、別に 12ヶ所において隔月 1 回、電磁流速計を用いて湧水量を測定した。

また、フルチンガーについては自記式水位計を設置し、平成 16 年 4 月 30 日より水位を連続測定した。

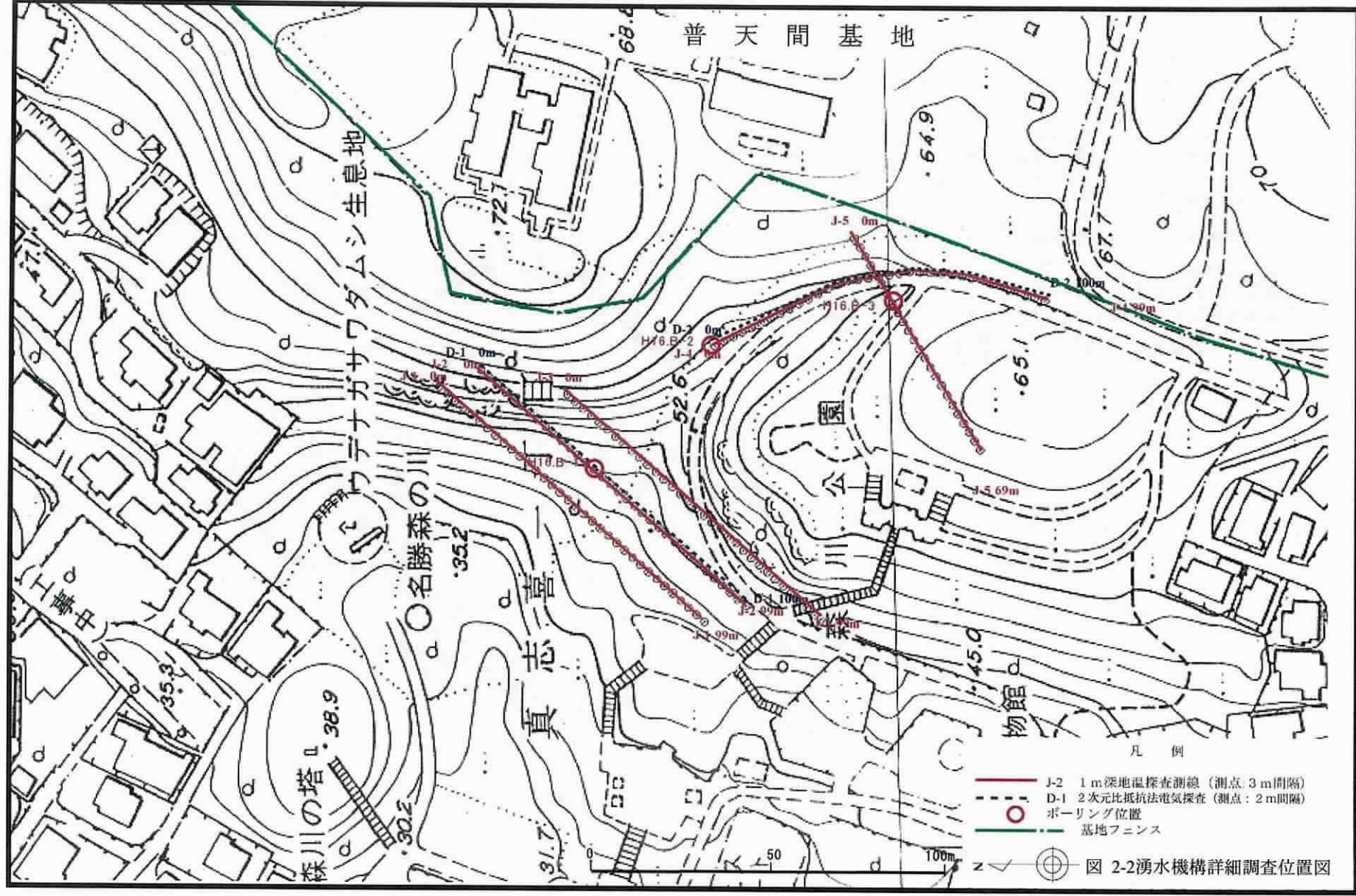
これらの測定地点を図 2-1(p.7)に示した。



凡例

- 地下水流域界調査範囲
- 名勝「森の川」湧水機構調査範囲
 (ボーリング3本、1m深地温調査、2次元比抵抗法電気探査)
- 湧水量調査地点 (毎月測定)
 - 1 チュンナガー 2 フルチンガー
 - 3 ヒャーカーガー 4 アラナキガー
 - 5 メンダカリヒージャーガー
- 補助調査地点 (隔月測定)
 - 6 ウプガー 7 ウフガー
 - 8 フンシンガー 9 ナイシガー
 - 10 ウーシヌハナガー 11 ヤマチチャガー
 - 12 マジキナガー 13 ミジカンガー
 - 14 シチャヌカー 15 森の川
 - 16 ウシアミシガー 17 大謝名メヌカー

図 2-1 平成16年度環境基盤調査地点
縮尺 1:50,000



2. 調査結果

(1) 名勝「森の川」湧水機構調査

1) 2次元比抵抗法電気探査

2次元比抵抗法電気探査（以下電気探査と呼ぶ）による湧水に隣接した観測線（測線 D-1）と基地フェンスに隣接した観測線（測線 D-2）の結果をそれぞれ図 2-3(p.10)、図 2-4(p.11)に示す。

(i) 測線 D-1 探査結果

測線 D-1 の探査結果は、図 2-3(p.10)に見られるように、測線距離 30～40mにかけて地下 10～20m 付近に窪地のような低い比抵抗値が認められる（比抵抗値 $100\Omega \cdot m$ を結ぶ線）。

次にボーリング結果を重ね合わせると、深度 11.7m より島尻泥岩層が確認されており、琉球石灰岩と島尻層泥岩の境界位置は比抵抗値 $100\sim 150\Omega \cdot m$ 付近であることから、波線で示されるように推定基盤線（島尻泥岩層）が凹地のような形状で分布するものと予想される。

(ii) 測線 D-2 探査結果

次に測線 D-2 の探査結果は、図 2-4(p.11)に見られるように、測線距離 40～45m 付近で左右異なる比抵抗値が得られた。また測線距離 0～20m の地表部、測線距離 20～40m の深度 5～10m にかけて低い比抵抗値が確認された。

次にボーリング結果を重ね合わせると、図左端の H16.B-2 における琉球石灰岩はN値 50 以上でほぼ全体的に硬質な岩体であり、比抵抗値も $400\Omega \cdot m$ 以上の高い値を示す。ところが、図中央の H16.B-3 では硬軟が混在する琉球石灰岩であり、比抵抗値も $200\Omega \cdot m$ 以下の低い値を示す。よって、比抵抗値が異なる測線距離 40～50m 付近に断層を推定した。

なお、ボーリングにより確認した島尻泥岩層は深深度に位置し、比抵抗値では推定しにくい分布となっている。また、測線距離 0～20m で確認された低比抵抗部は地表付近で確認された洪積粘土層であり、また測線距離 20～40m で確認された低比抵抗部は劣化した琉球石灰岩と考えられる。

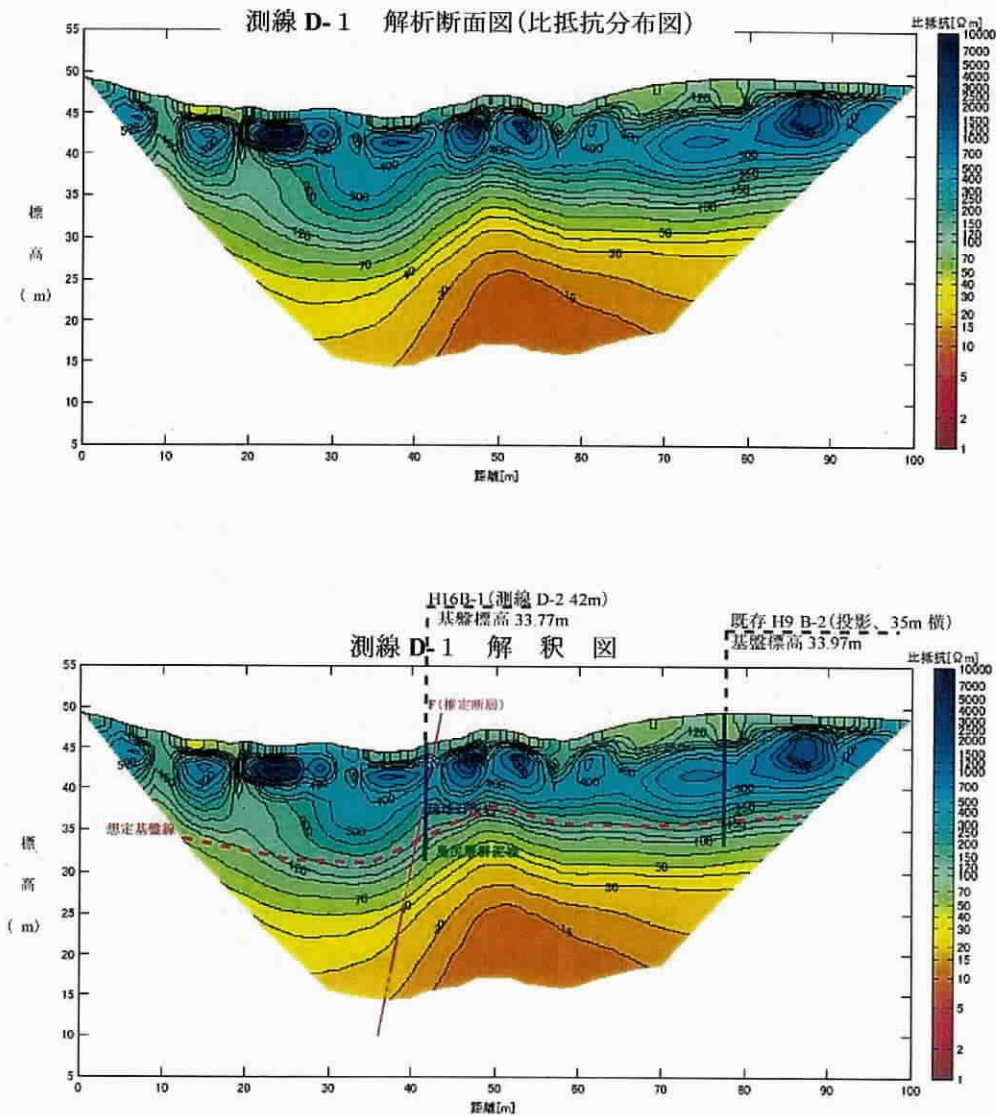
2) 1m深地温探査

地下水の流路、すなわち水ミチの存在する地点の地温は探査時期（8月）には低く求められる。探査の結果、図 2-5(p.12)のように着色された部分で低温部が確認され、森の川湧水周辺の地下水が南南東—北北西方向へ流下しているという前提で矢印のように地下水の流向方を推定した。地下水は現地形の谷沿い地形にほぼ沿って流下していると思われるが一部で複数の地下水流下が考えられ、単に1つの地下水脈をなしているとは思われない。但し、森の川湧水の恒常的な湧水量を考慮すれば大きな地下水脈が存在する可能性は低く、小規模な地下水が地形により集水されて湧出していると考えられる。

3) ボーリング調査

ボーリング調査結果を図 2-6(p.12)の推定地層断面図にまとめる。図 2-6(p.12)にみられるように不透水性基盤（島尻泥岩層）は森の川湧水口から H16.B-2 にかけてほぼ平坦面を形成するが、H16.B-3 において傾斜し、予想に反して深くなった。地下水位高は全ボーリング孔においてほぼ同じである。

図 2-3 測線 D-1 における電気探査解析・解釈図



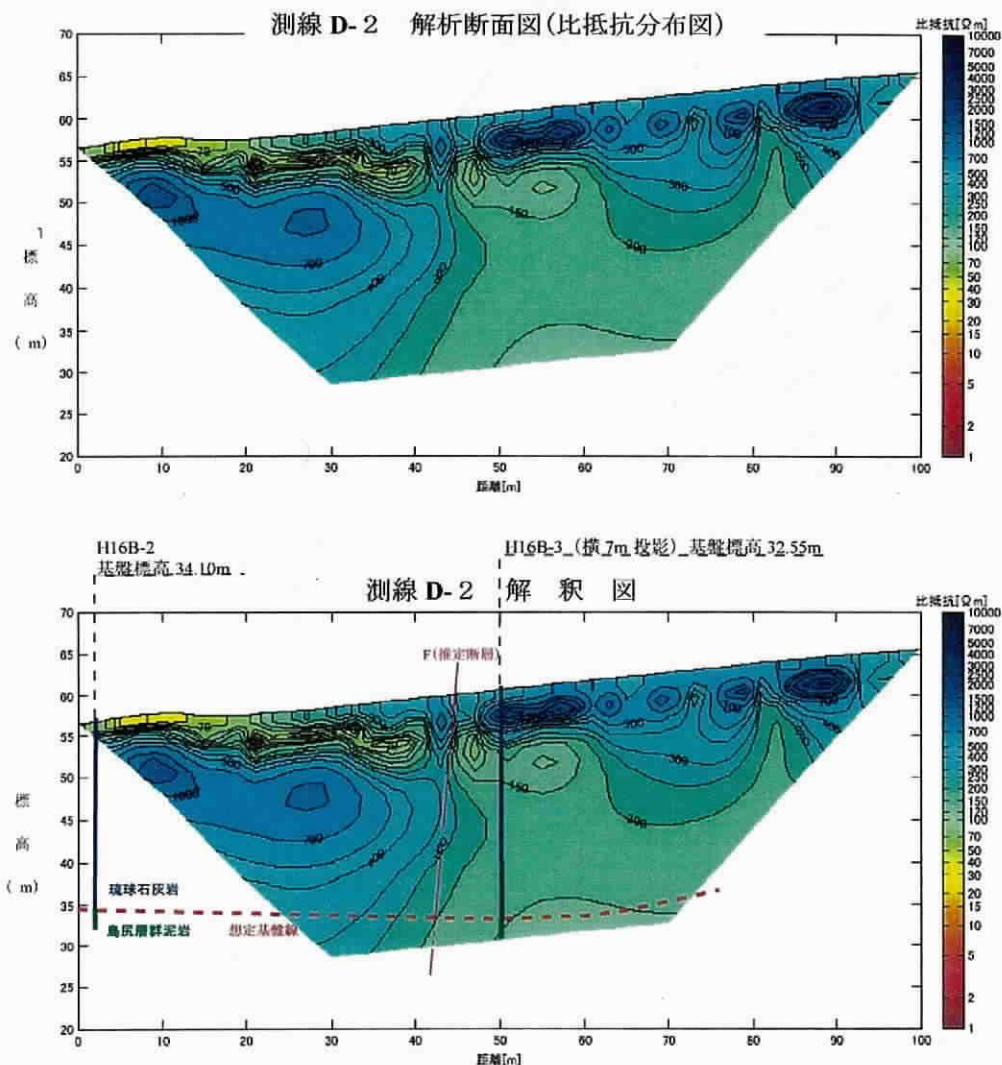
本ページに添付した比抵抗分布図は、測線D-1の解析結果図で、湧水箇所上流部の緩やかな傾斜地に地形に沿って設定した測線である。本図にあって、比抵抗値の分布状況の特徴として記述できる事項は下記の事項である。

比抵抗値の水平方向の分布では、標高30m~35m付近で比抵抗値が急激に低下していることが判る。この変化を本地点に分布する地質の性状を考慮して対比すると、この比抵抗値が急に変化する深度より下部が島尻層群泥岩であり、その上部が琉球石灰岩であると想定される。すなわち、琉球石灰岩の比抵抗値が比較的大きいのと比較して、島尻層群泥岩は粘性土であり緻密、均質、高含水比であり、また海性であることから琉球石灰岩と比較して比抵抗値が極めて小さい傾向がある。

既存ボーリングH9B-2(測線D-1、距離78m地点投影、水平距離約35m下流側、島尻泥岩層確認標高33.97m)および本調査で掘削したH16B-1(測線D-2 42m、基盤標高33.77m)を断面図に記入し、比抵抗分布より想定基盤線を描くと測線距離30m付近に地下水の流下経路が想定され基盤の凹地が考えられる。但し、ボーリングデータを重視して想定基盤線を描くと島尻層群泥岩との境界位置は比抵抗値100~150Ω・m付近となり、県内で実施した比抵抗値傾向(50Ω・m)より高い値を示している。これらは上部に分布する琉球石灰岩の高比抵抗部に影響を受けて比抵抗等高線が持ち上げられたと考えられる。

本断面のように比抵抗線に凹部がみられ、かつ、地下水の流下が想定される場合には、地層境界面に凹部があるのか、もしくは断層の存在である。定期的に湧水があり湧水量に変化がみられないことなどから、類似の地質構造における湧水例より、ここでは後者の断層の存在を推定した。

図 2-4 測線 D-2 における電気探査解析・解釈図



本ページに添付した比抵抗分布図は、測線D-2の解析結果図で、普天間基地に近接して設定した遊歩道沿いの斜面に位置する測線である。本図にあって、比抵抗値の分布状況の特徴として記述できる事項は下記の事項である。

調査ボーリングの結果より、本断面中に分布する地質はほとんどが琉球石灰岩であり、最下部に一部島尻層群泥岩が分布する。測線距離0m~40m付近の表層部には低比抵抗部(30~70Ω・m)の地層が薄く分布している。ボーリングによりこの付近には表層部が洪積粘土層と判定される地層の分布があり、低比抵抗はこの地層を示しており、その下部の琉球石灰岩は硬質でN値50以上の値を示し、比抵抗値も400Ω・m以上の高い値を示している。しかし、低比抵抗部区間は測線距離0~20m付近で、20~40m間は琉球石灰岩の劣化した部分とも考えられる。測線距離40m~100m間は、高比抵抗値を示し、ボーリング結果より硬軟混在する琉球石灰岩である。今回実施したボーリング結果より島尻層群泥岩との境界面標高H16B-2で34.10m、H16B-3で32.55mであり、表層地形とは異なり測線の終点側に向かって中央が少し窪んだほぼ平坦な構造と考えられる。推定される断層や洪積粘土層など不均質な比抵抗分布の影響を受け、比抵抗値分布のみでは地質構造を推定しにくい分布となっている。

標高50m以下の部分では、測線距離40m~45m間で縦方向の比抵抗値変化がある。すなわち0m~45m間では、全体に比抵抗値が高い(200Ω・m以上)のに対して、45m~100m間では低い(200Ω・m以下)の値を示している。このような比抵抗分布より距離45m付近に高角度の断層(F)の存在を推定した。

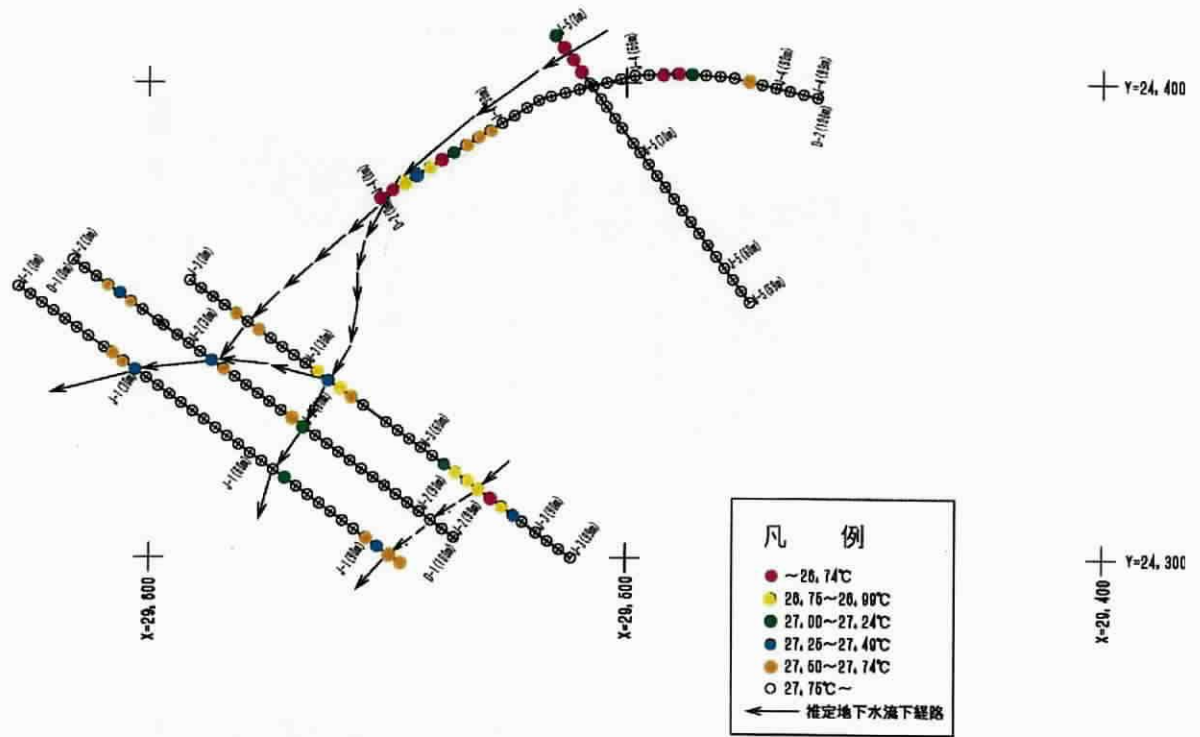


図 2-5 地下水流下経路推定図

縮尺=1/1,000

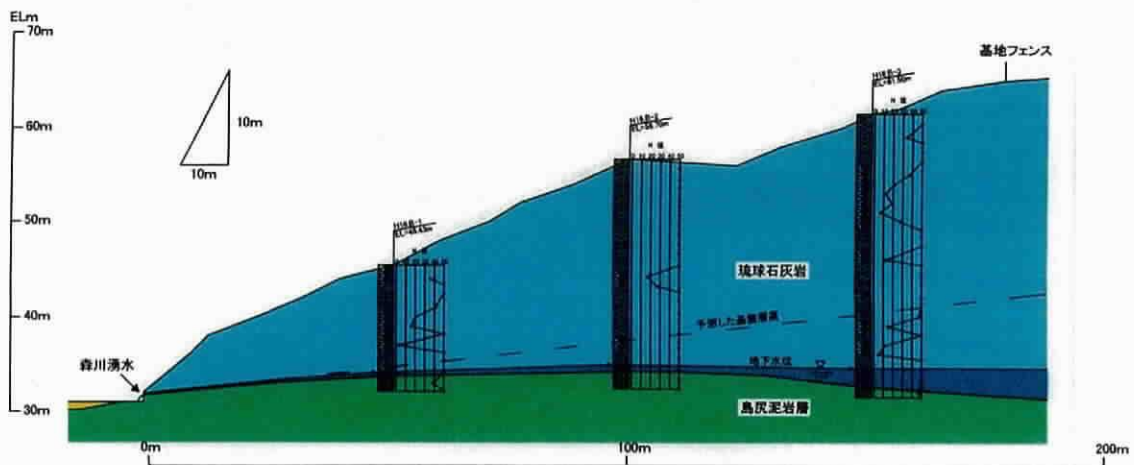


図 2-6 推定地層断面図

縮尺=縦:1/500, 横:1/1,000

(2) 地下水流域界調査

1) AおよびB地下水流域

地質踏査の結果、志真志小学校付近で1箇所、我如古4丁目付近の北側と南側で2箇所の計3箇所で琉球石灰岩と島尻泥岩層の境界が確認された(図 2-7(p.15)参照)。また既存資料である中部商業高校のボーリング調査結果を含め、各地点における標高を表 2-2に示す。なお、値に範囲があるのは地形図読み取りのためである。表 2-2に示される標高差から島尻泥岩層の傾斜勾配は北西傾斜で勾配は約3度である。

表 2-2 各地点毎における境界部の標高

地点名	境界の標高 (E L m)
志真志小学校付近	100~102m
我如古北側	70~72m
我如古南側	82~84m
中部商業高校	101~104m

地形図読み取りでは、A地下水流域に緩やかながら凹地が見られ、また西側には嶺が南東から北西方向へ連なっている。またB地下水流域においても浅い皿のような凹地が確認され、A地下水流域方向へ傾斜する。

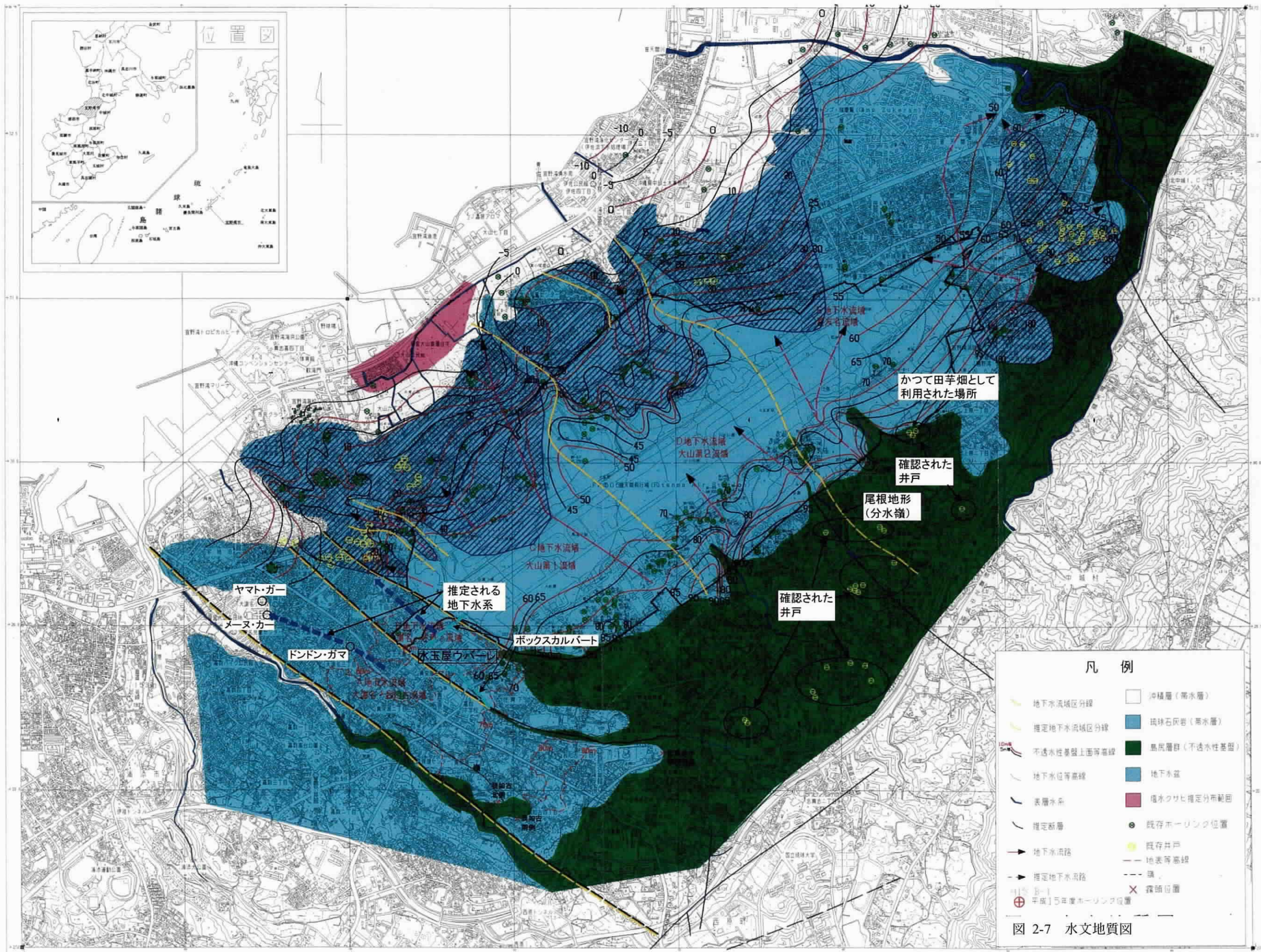
宜野湾市史(2000)第9巻P91では、かつて真栄原一帯には水玉屋ウパーレが存在し、ウパーレに流入した水は大謝名のドンドンガマ、メヌカー、ヤマトガーより湧出すると推測している(図 2-7(p.15)参照)。

真栄原北東には、基地から流出する表流水が真栄原方向に向けて埋設されたボックスカルバートに流入し、またAB地下水流域界を流れる河川も現在はボックスカルバートで水玉屋ウパーレに向けて地下に埋設されているのが現地調査で確認された(図 2-7(p.15)参照)。

2) D・E地下水流域境界

今後行われる水収支の試算においても地下水流域境界を確定必要があり、流域界が不明確であるDE地下水流域境界を確定する目的で流域境界周辺を流域上流側も含めて地表踏査を行った。地下水流域上流部の境界付近には緩やかに起伏する尾根地形(図 2-7(p.15)参照)がみられ、急崖となる宜野湾市境界まで続く。

また踏査では、推定したD・E境界付近に予想に反し島尻層内で多数の井戸が確認された(図 2-7(p.15)参照)。井戸の水位は基地周辺で地表近くに位置し、国道330号線より東側の地点では、2~4mと若干深い位置に分布する。ヒアリングによれば、これらの井戸は戦後宜野湾市によって掘削されたとのことで、いくら採水しても水が枯れることは無いとのことであった。また、地層は島尻砂岩層(ニービ)であり、図 2-7(p.15)に示す基地周辺の畑では水はけが悪く、かつて田芋畑として利用されていたとのことであった。



(3) 既設雨水排水路

宜野湾市役所下水道課において、現在敷設されている主な下水道（雨水排水路）の位置について聞き取りを行った。位置は図 5-2(p.81)に示す。図 5-2に見られるように、普天間飛行場より南東側に位置する宜野湾市宜野湾・長田・愛知・赤道・上原地域の雨水排水路は集水されて普天間基地内へ流入する。またそれ以外の雨水排水路は普天間川・比屋良川・東シナ海へ流出する。

(4) 湧水形態の分類

湧水箇所は宜野湾市史（2000）第9巻 P114 を参考に形態別に分類（図 2-8）した。なお、位置が不明や名称が明らかでない湧水は省略し、主な湧水のみを記載した（第5章総括考察1.環境基盤調査の図 5-2 参照）。湧水は上流側で凹地泉や洞窟泉が多く、下流側では崖泉や溪谷泉が多く分布する。

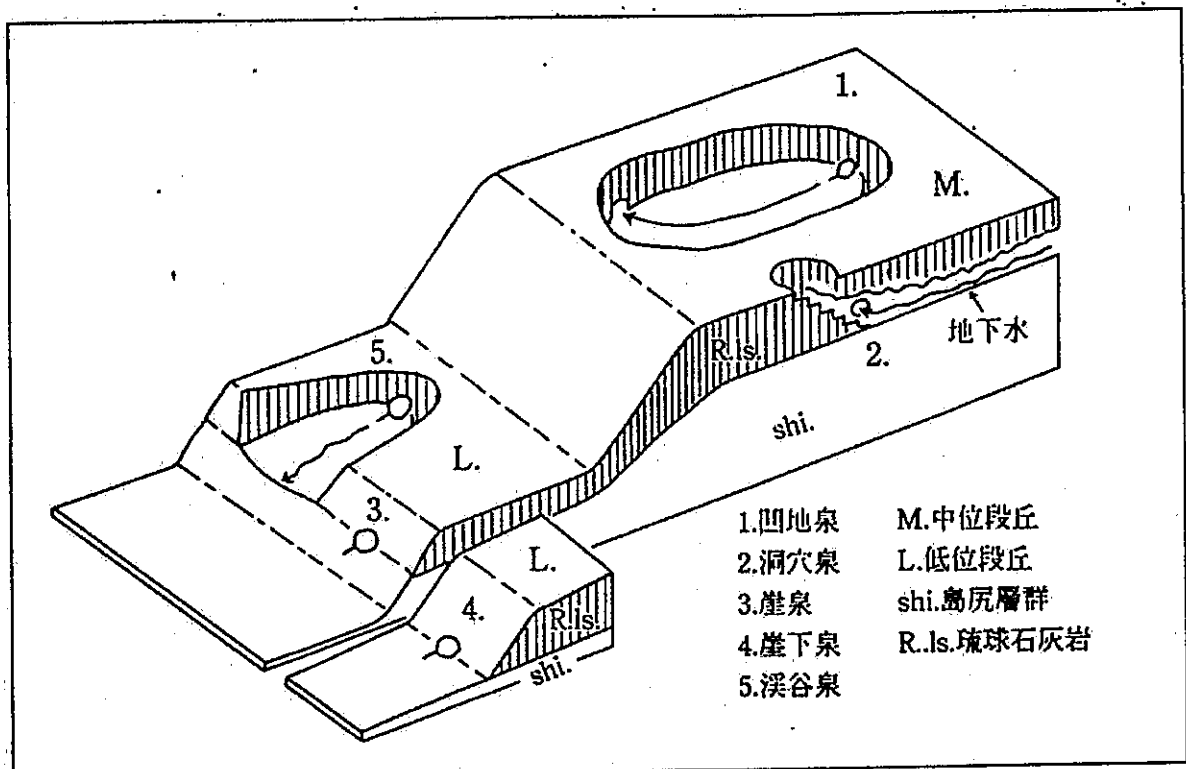


図 2-8 湧水形態の模式図

(5) 湧水量調査

1) 定期観測地点

測定結果を表 2-3(p.19)および図 2-9(p.20)に示した。得られた測定結果によると、各湧水の水量は調査時ごとに変動を示し、変動の仕方も湧水によって異なっていた。しかしながら、概ねの値は平成年間に行われた他の調査結果と近いものであった。

現在調査している湧水のうち最も少ないもの（ミジカシガー、ヤマチジャガーなど）の水量は調査対象全地点の合計水量の 1%にも満たず、調査対象とされていないこれら以外の小規模な地下水の水量は、地下水流域全体の水量を議論する上で無視できるものと考えられる。

2) フルチンガー水量連続測定

平成16年4月30日よりフルチンガーに自記式水位計を設置し、別途作成した水位流量曲線(図2-10(p.22)参照)を用いて年間を通じたフルチンガーの流量データを得た。なお、フルチンガーからの湧出水は、降雨のない平水時にはコンクリート製の柵内から地下に吸い込まれ、降雨増水時には柵をオーバーフローして下流水路に流出するようになるため(図2-11(p.22)参照)、平水時とオーバーフロー時について各々水位流量曲線を作成した。

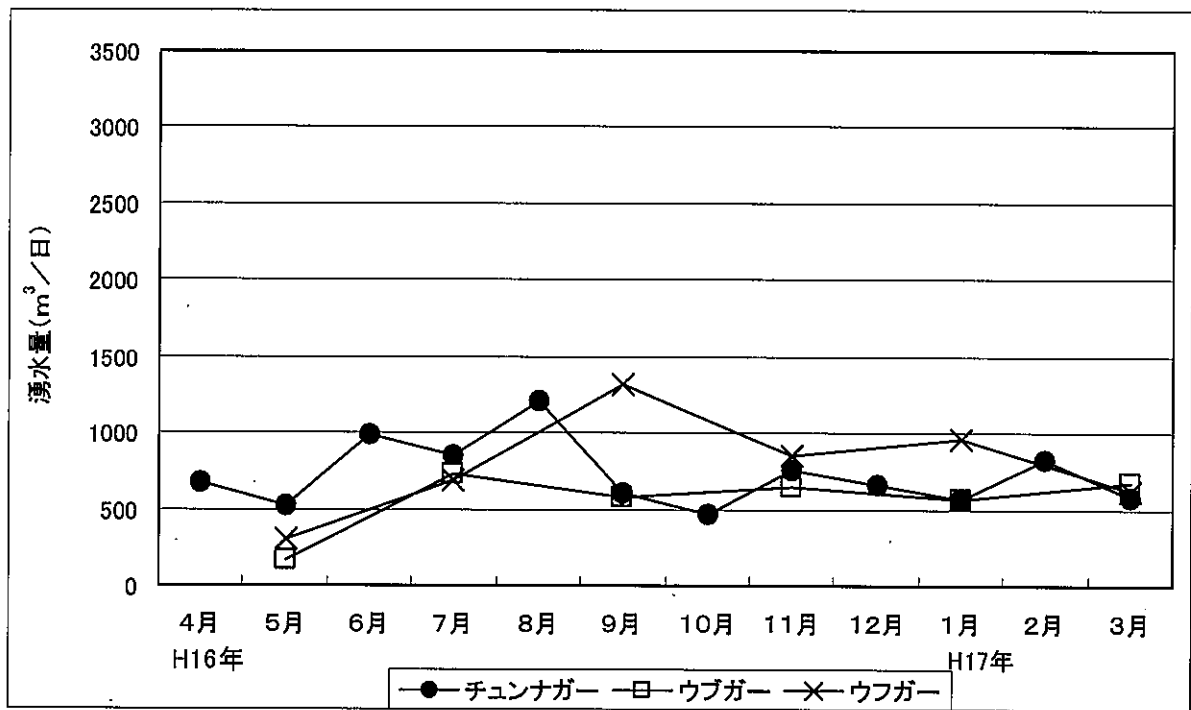
測定結果(図2-12(p.23)参照)からは、フルチンガーの水量は降雨に伴って大きく変動していることが明らかになった。降雨時にはとくに大量の水がフルチンガーの地下水系を經由して下流地域に流出していた。

昨年度調査において、フルチンガーに至る地下水系は汚染度の高い表流水を地下への浸透過程で浄化する機能を保持していることが示されていた。今後ファーストフラッシュなど増水時における汚濁物質の再流出などを評価することが必要であるが、多量の表流水を浄化処理している地下水系の機能を今後も保全することが重要と考えられる。

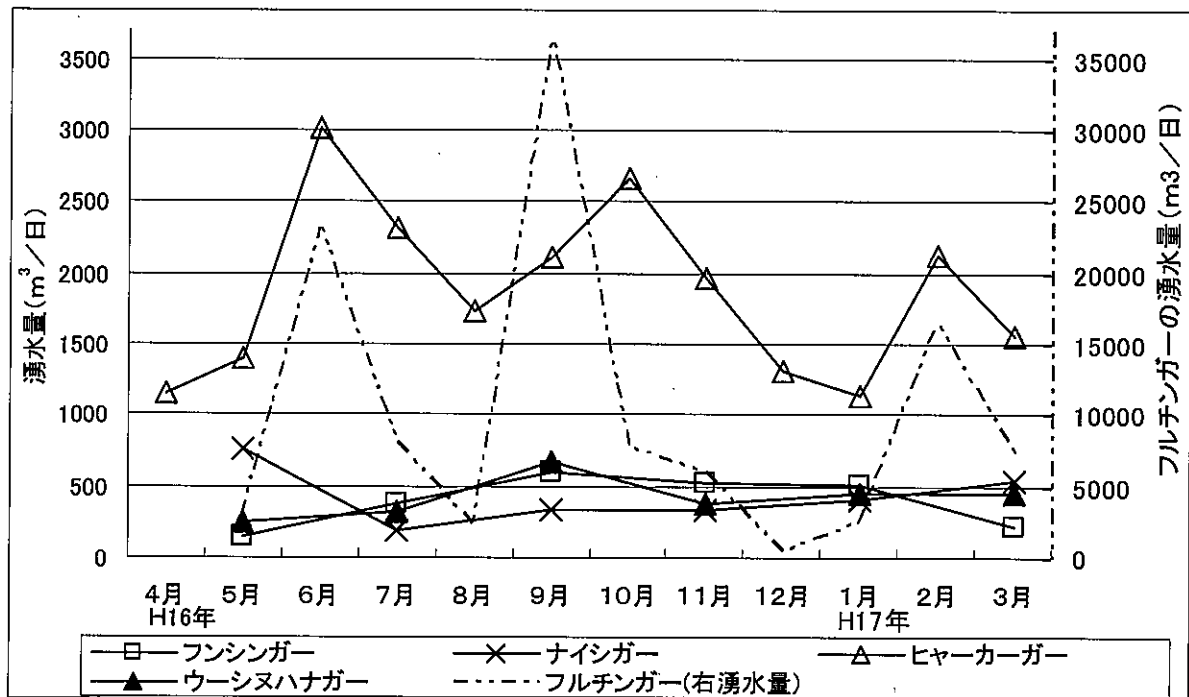
表 2-3 湧水量調査結果(単位:m³/日)

番号	測定月(測定日) 測定地点	平成16年											平成17年			平均	平成 2年*1	平成 7年*3	平成 9年*4
		4月 (4/30)	5月 (5/26)	6月 (6/22)	7月 (7/15)	8月 (8/19)	9月 (9/25)	10月 (10/25)	11月 (11/22)	12月 (12/24)	1月 (1/18)	2月 (2/28)	3月 (3/28)						
E地下水流域(138万m ³)																			
1	チュンナガー	669	523	995	852	1,205	598	461	760	653	559	827	570	723			350+		
6	ウブガー	-	159	-	729	-	580	-	641	-	556	-	678	557					
7	ウフガー	-	308	-	690	-	1,311	-	856	-	967	-	613	791	86		1090+		
小計		-	990	-	2,271	-	2,489	-	2,257	-	2,082	-	1,861	2,071					
D地下水流域(162万m ³)																			
2	フルチンガー	-	2,900	23,170	7,959	2,117	36,457	7,687	5,969	468	2,438	16,451	7,428	10,277	390		360+		
8	フンシンガー	-	145	-	373	-	600	-	526	-	513	-	224	397	390		360+		
9	ナイシガー	-	762	-	190	-	329	-	329	-	411	-	532	426			1094		
3	ヒャーカーガー	1,154	1,401	3,015	2,309	1,735	2,115	2,668	1,963	1,315	1,143	2,125	1,654	1,883	864	1152	763		
10	ウーシヌハナガー	-	247	-	325	-	666	-	381	-	448	-	448	419					
小計		-	5,455	-	11,156	-	40,167	-	9,168	-	4,953	-	10,286	13,401					
C地下水流域(162万m ³)																			
11	ヤマチジャガー	-	27	-	39	-	51	-	24	-	8	-	26	29	58		14		
4	アラナキガー	1,518	2,037	1,939	1,625	2,379	2,050	2,093	1,892	1,315	1,796	3,114	2,299	2,005	922	893	260+		
12	マジキナガー	-	125	-	-*1	-	-*1	-	-*1	-	-*1	-	-*1	125		94	23+		
13	ミジカシガー	-	9	-	35	-	38	-	79	-	4	-	22	31					
5	メンダカリヒージャーガー	494	726	1,254	1,241	668	650	1,366	865	726	905	945	898	897	907	1037	691		
14	シチャヌカー	-	718	-	936	-	608	-	579	-	721	-	661	704	475		662		
15	森の川	-	18	-	119	-	80	-	79	-	23	-	19	56			68		
小計		-	3,660	-	3,995	-	3,477	-	3,518	-	3,457	-	3,925	3,847					
その他の地下水流域																			
16	ウシアミンガー	-	1,185	-	2,310	-	2,876	-	1,304	-	1,374	-	1,339	1,731		202	346		
17	大淵名メーヌカー	-	93	-	381	-	238	-	121	-	108	-	125	178			75+		
全地点合計		-	11,363	-	20,113	-	49,246	-	16,368	-	11,974	-	17,536	21,228					
日平均降水量(mm)		2.1	4.5	7.4	7.0	3.1	11.8	4.9	2.3	2.2	2.2	6.1	5.5	4.9					

*1: マジキナガーは取水ポンプが取り付けられており流量観測できなかった。
 *2: 宜野湾市水と緑の基本調査
 *3: 東田盛彦(1998)、工業用水473、10-23。
 *4: 宜野湾市生活排水対策推進計画

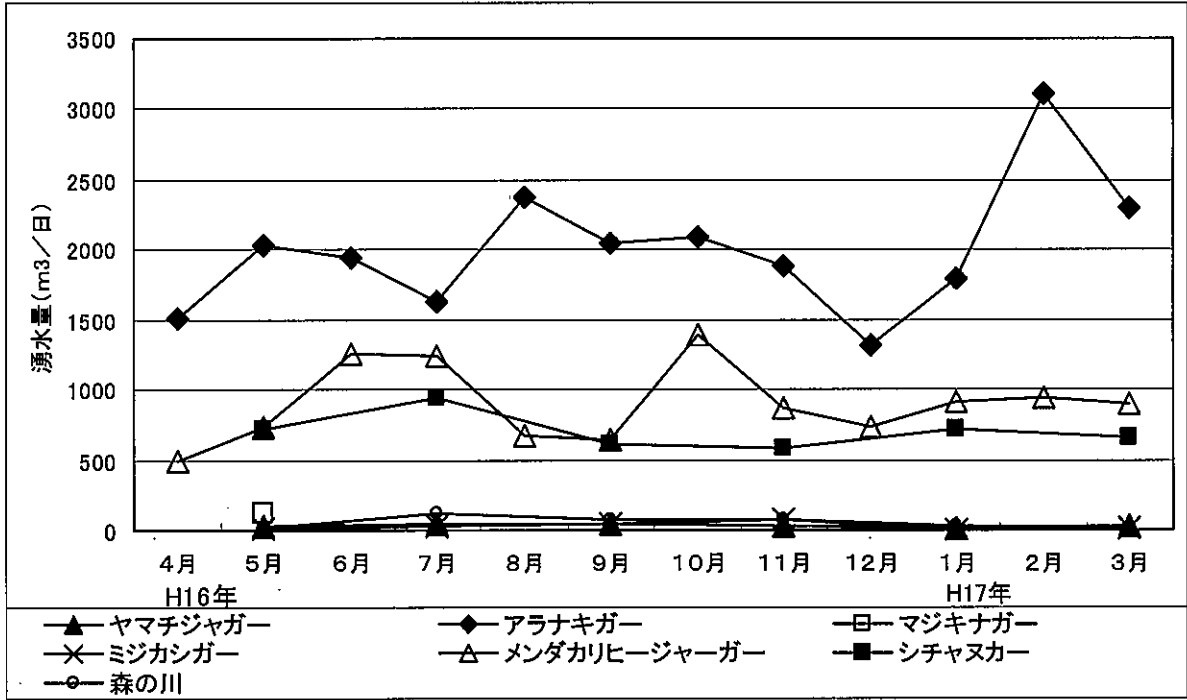


E 地下水流域

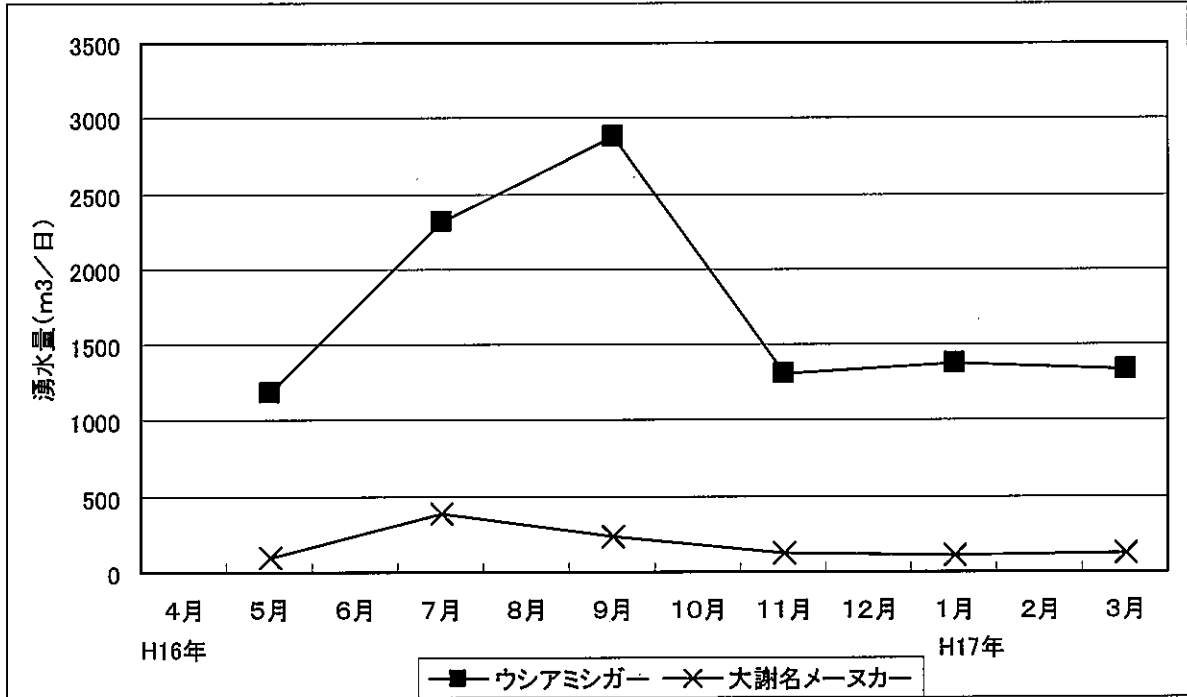


D 地下水流域

図 2-9(1) 宜野湾市自然環境調査湧水量調査 湧水量推移



C 地下水流域界



その他

図 2-9(2) 宜野湾市自然環境調査湧水量調査 湧水量推移

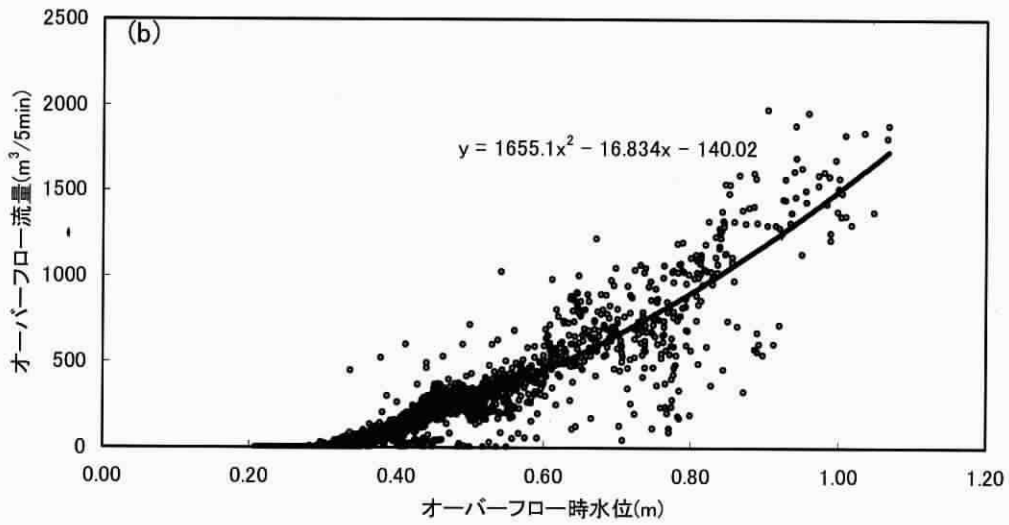
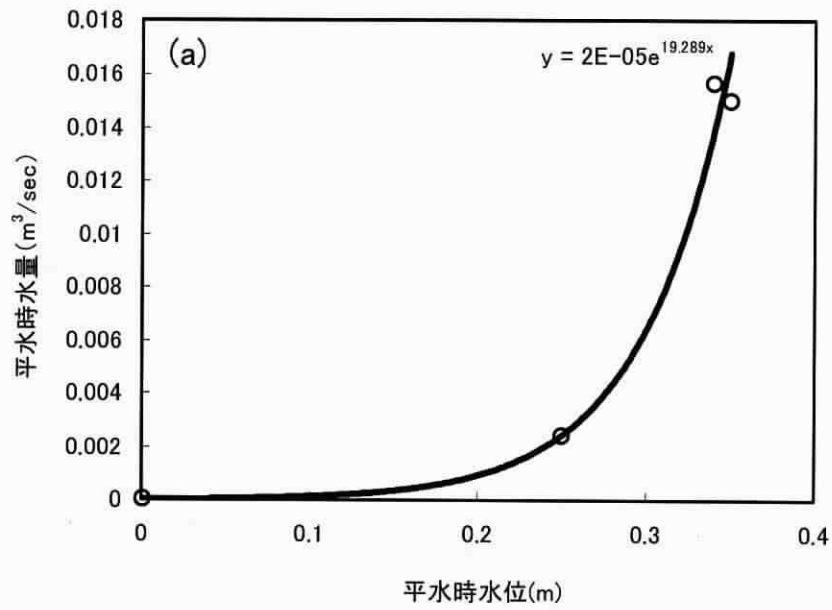


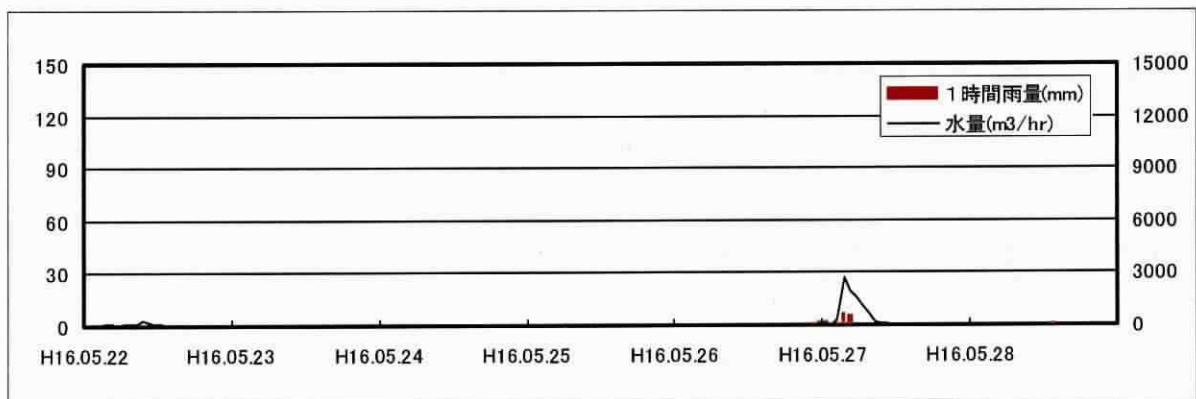
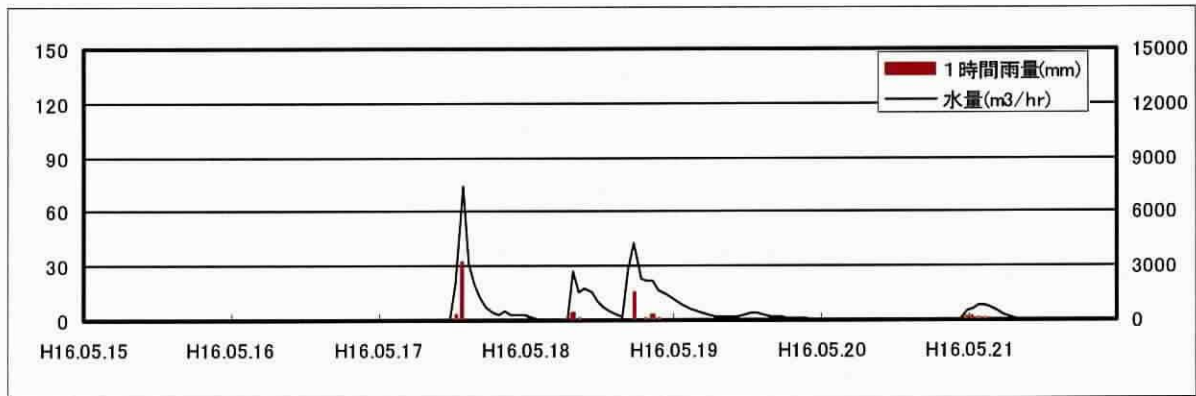
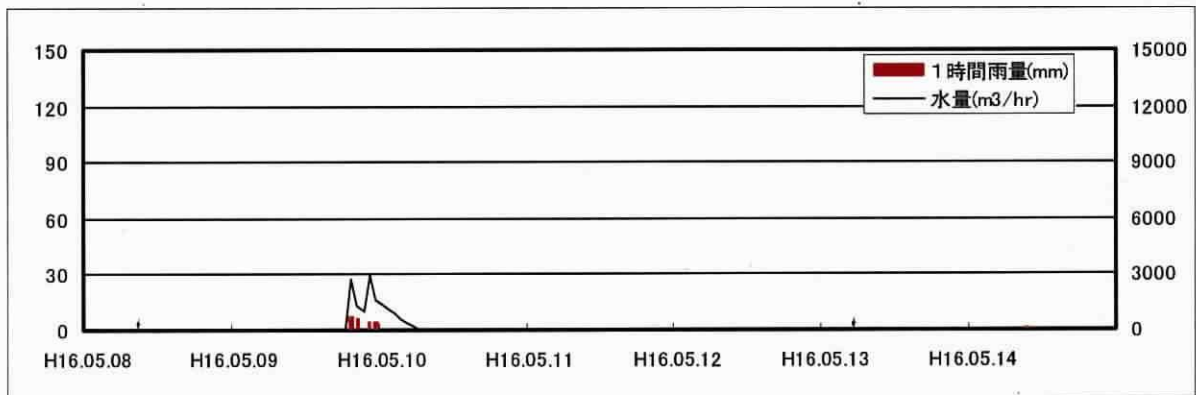
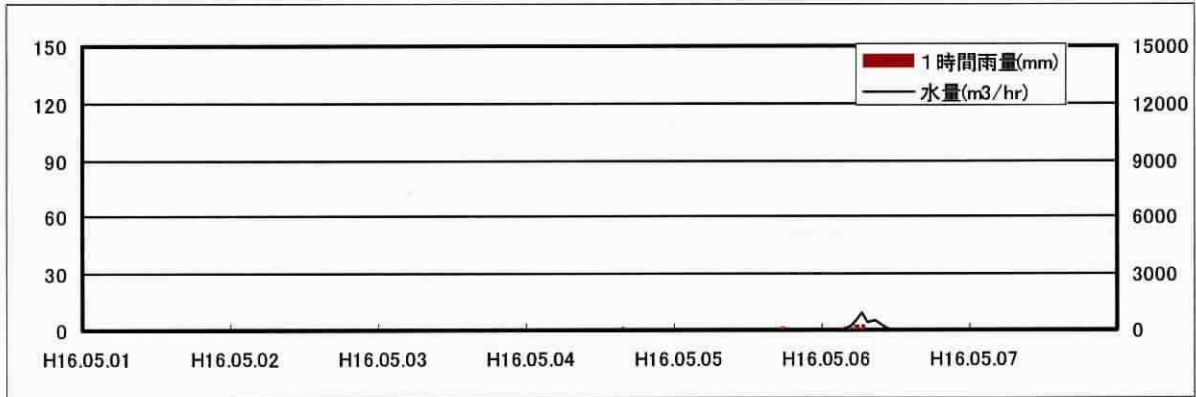
図 2-10 フルチンガーの流量と水位測定結果

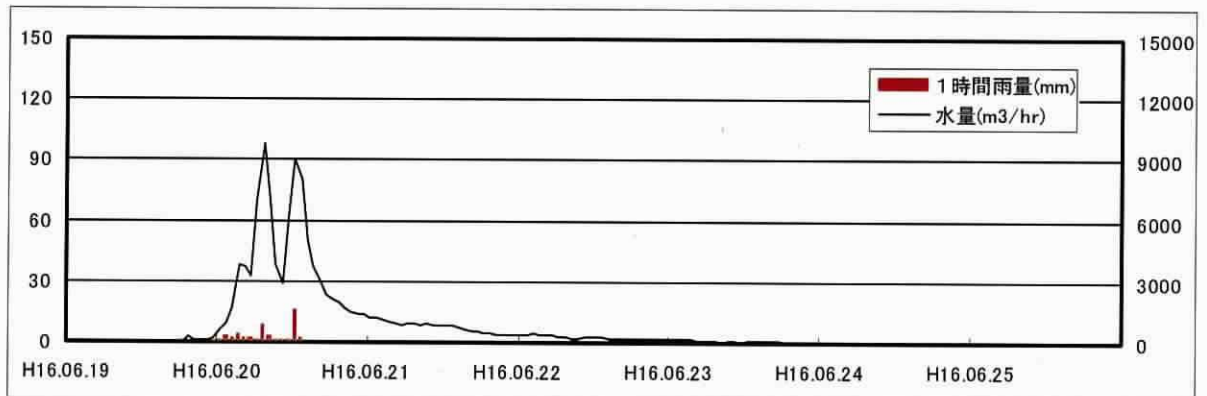
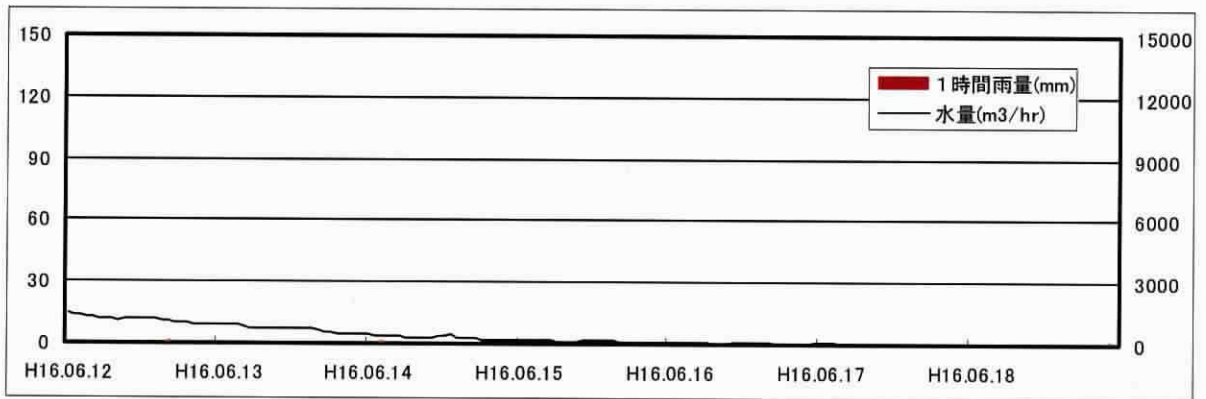
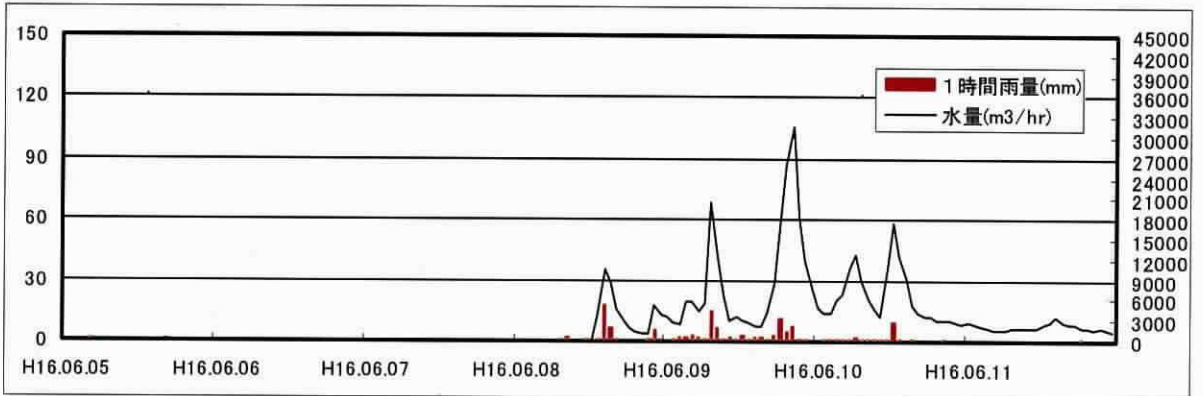
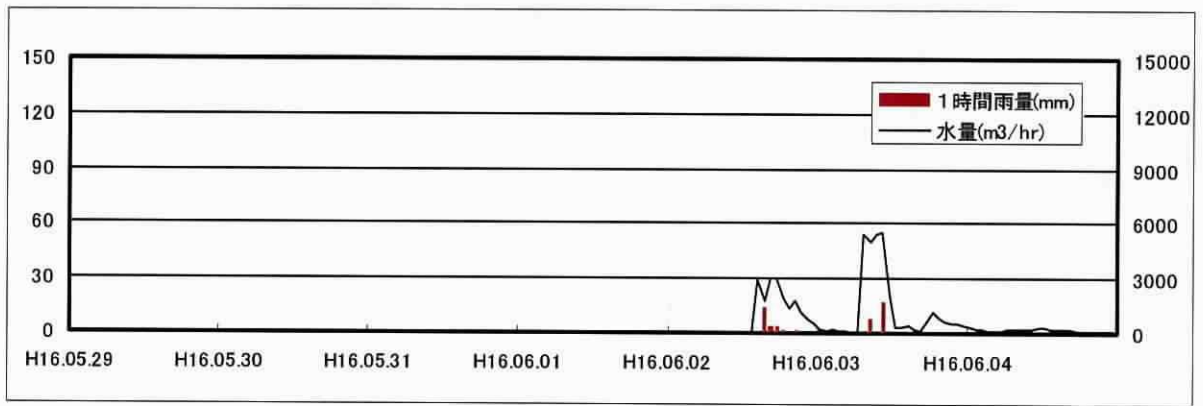
(a : 平水時、b : オーバーフロー時)

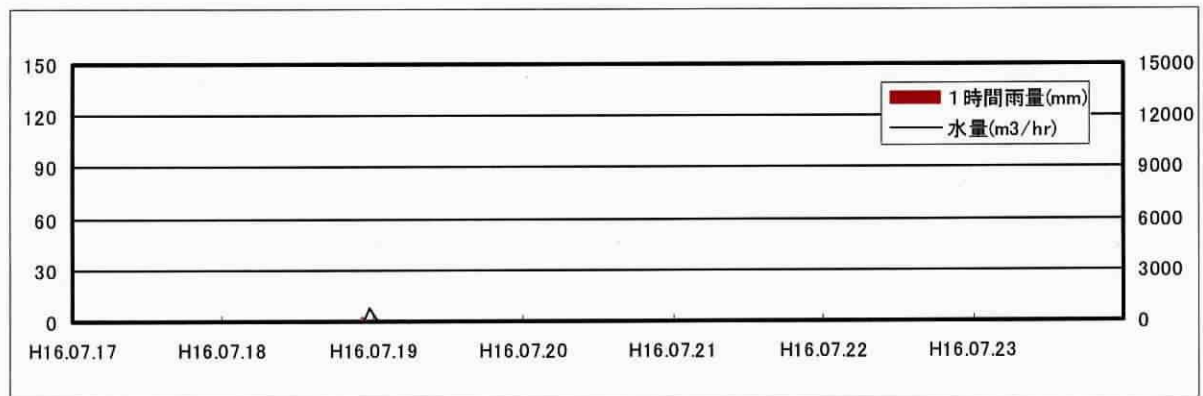
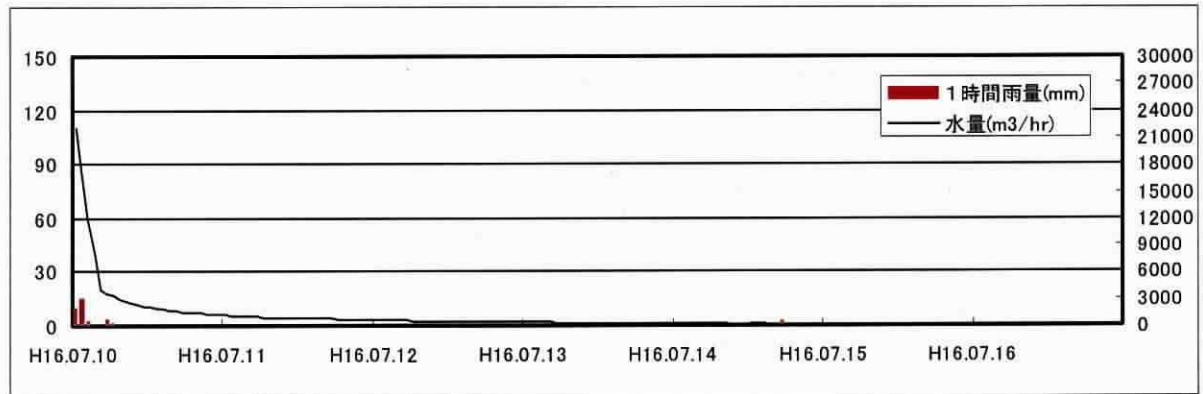
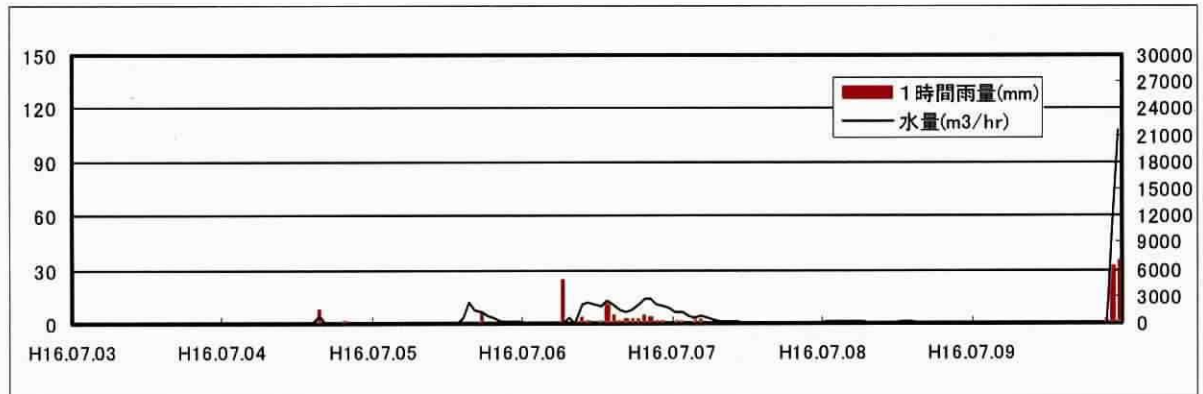
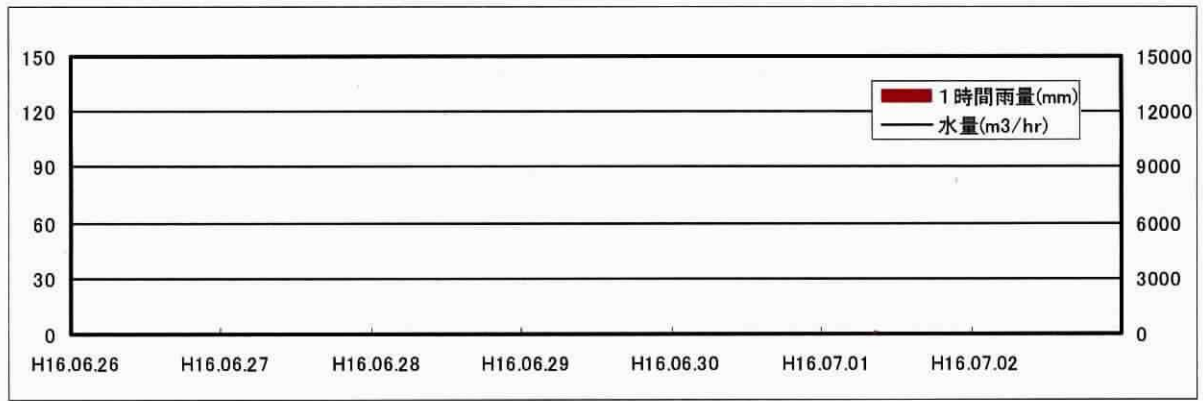


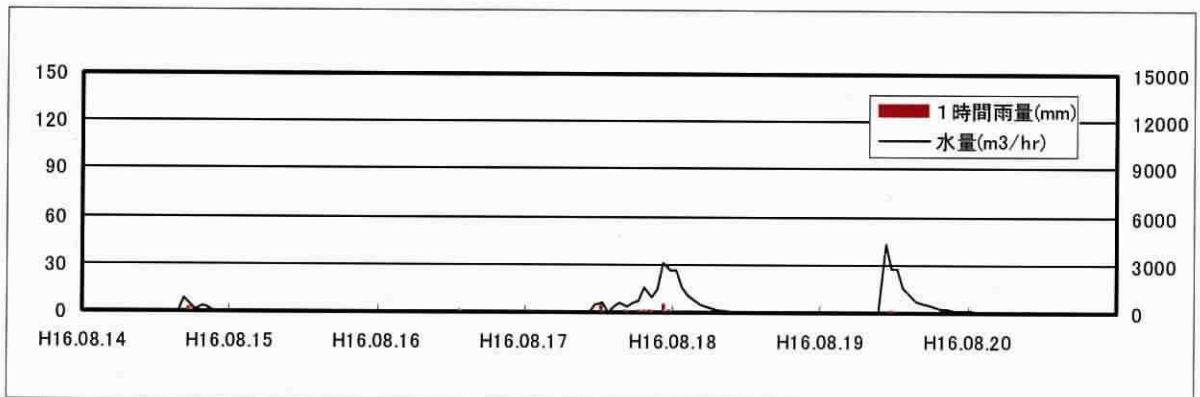
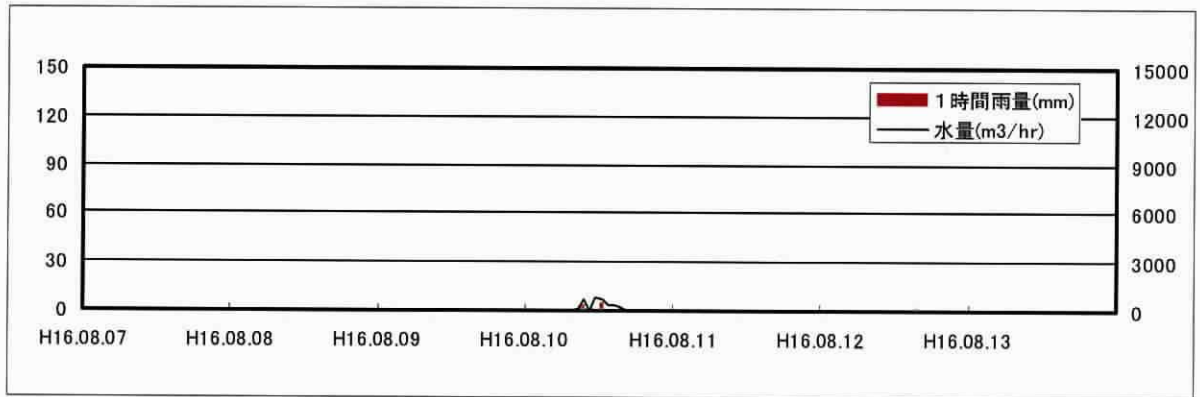
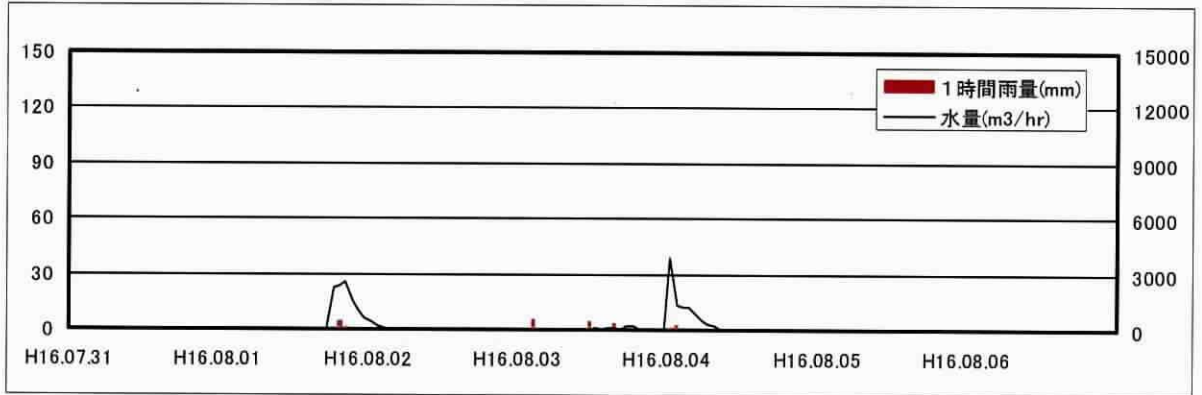
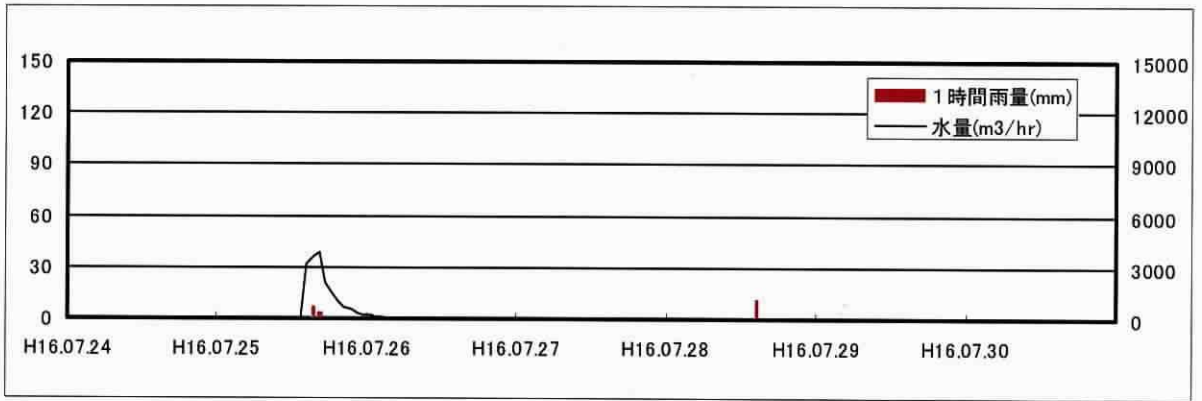
図 2-11 フルチンガー水位・水量測定状況写真

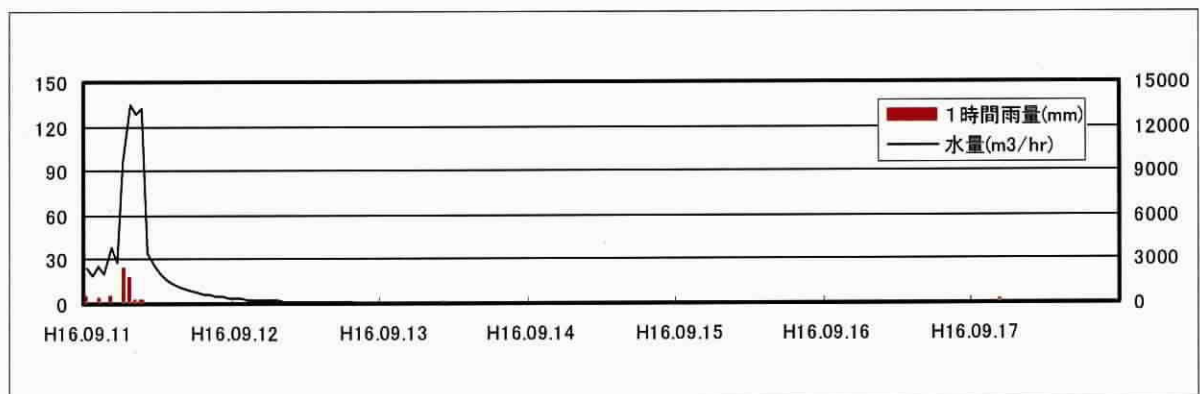
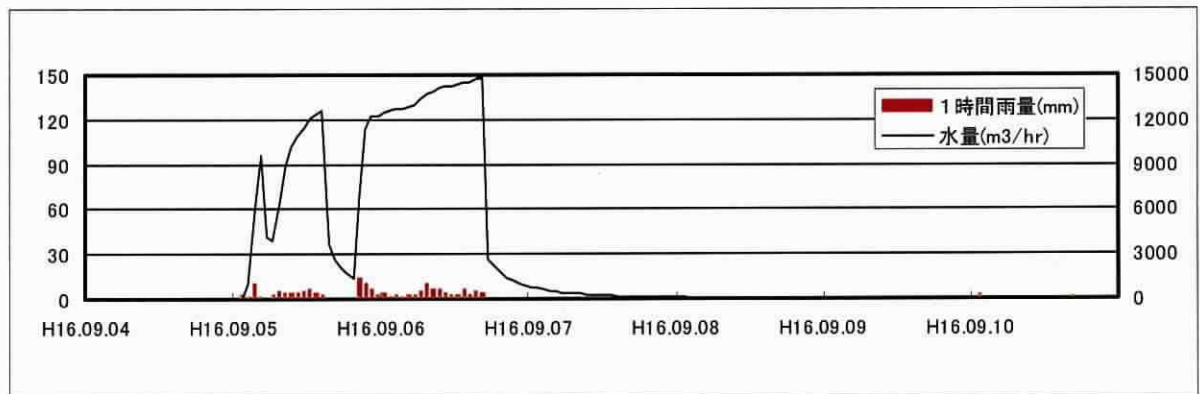
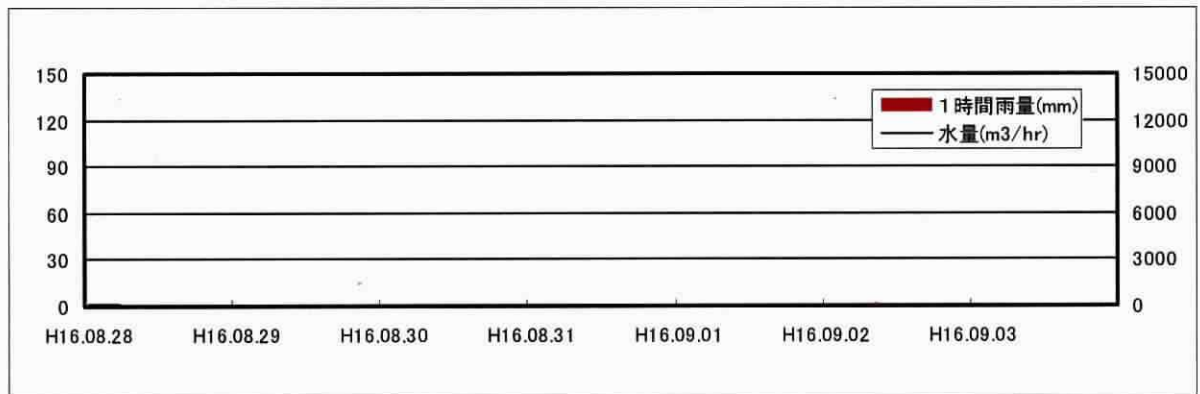
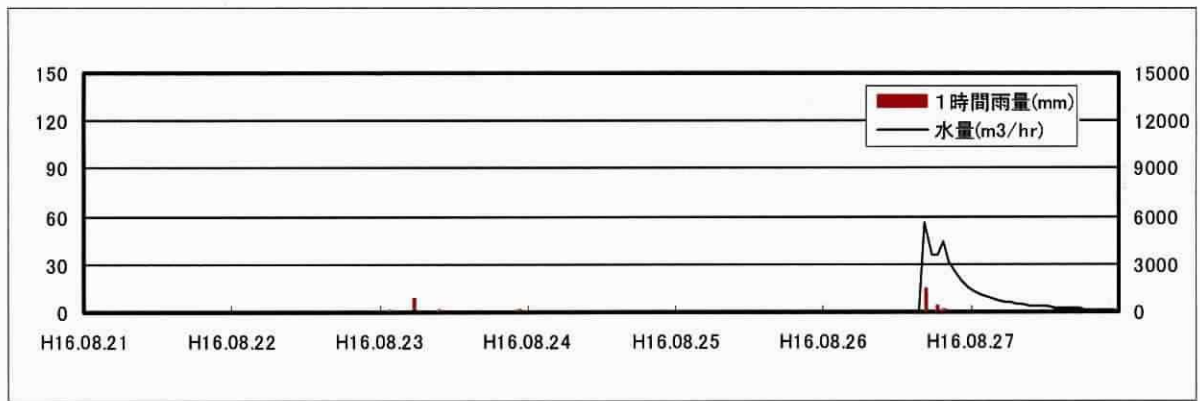
図 2-12 フルチンガーにおける降雨・流量の観測結果

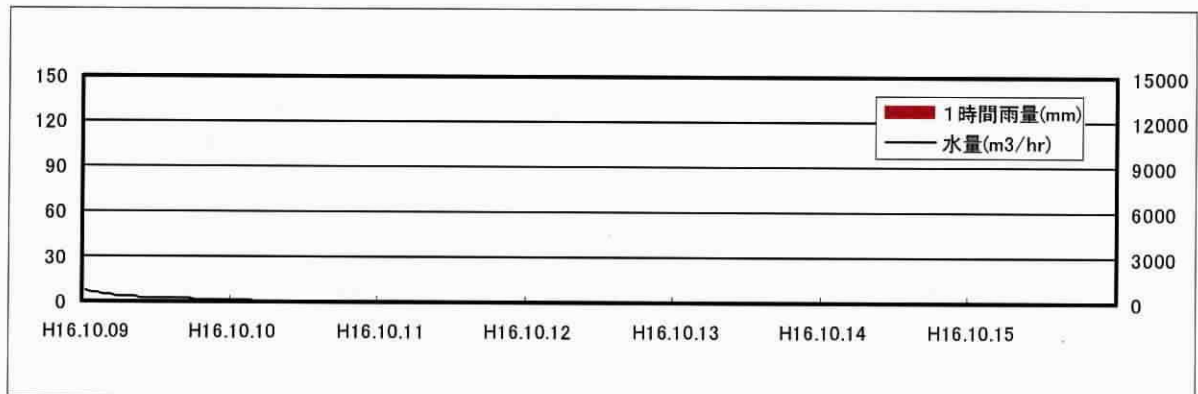
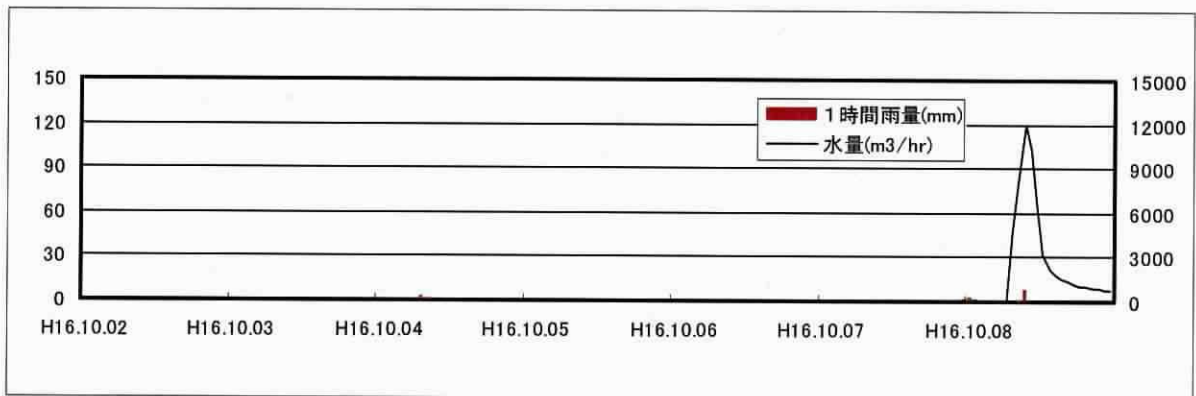
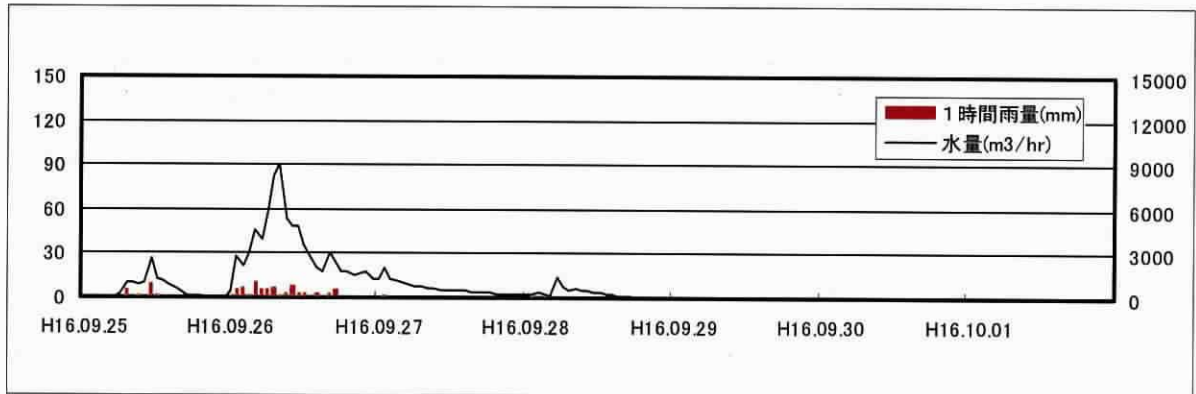
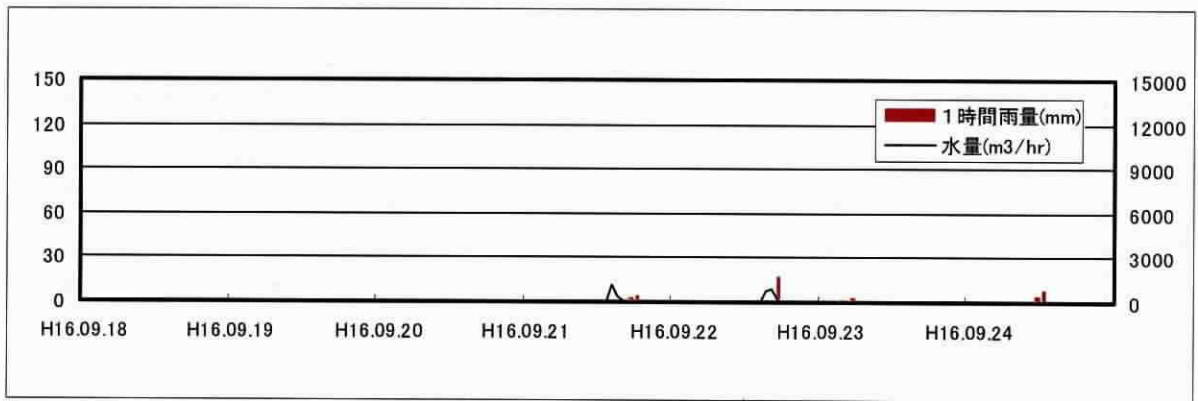


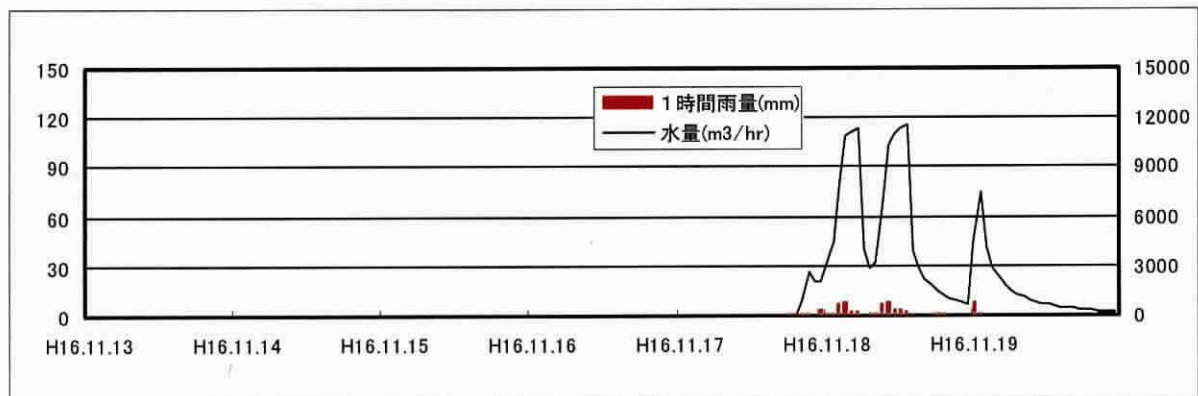
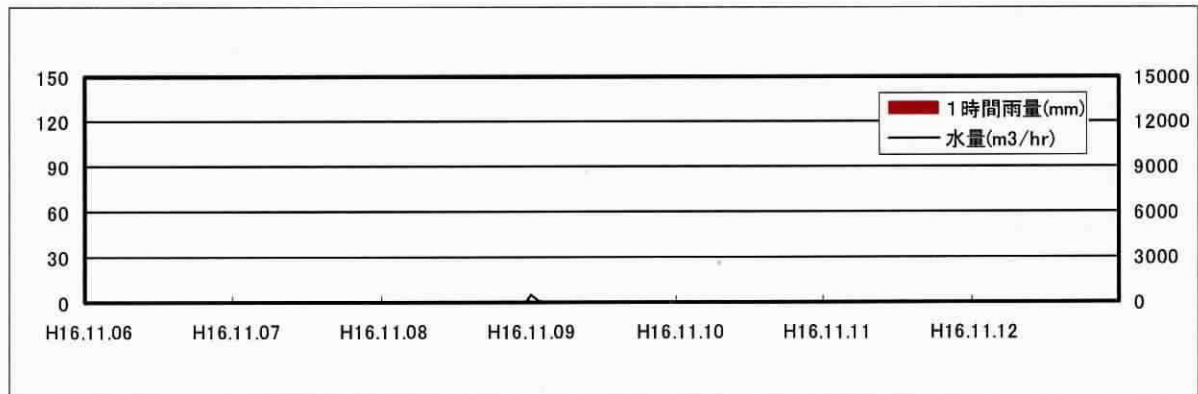
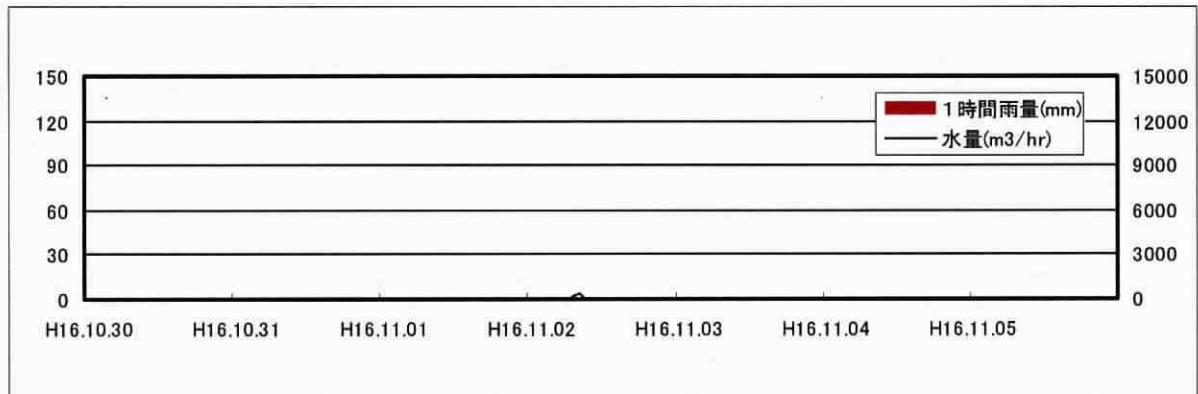
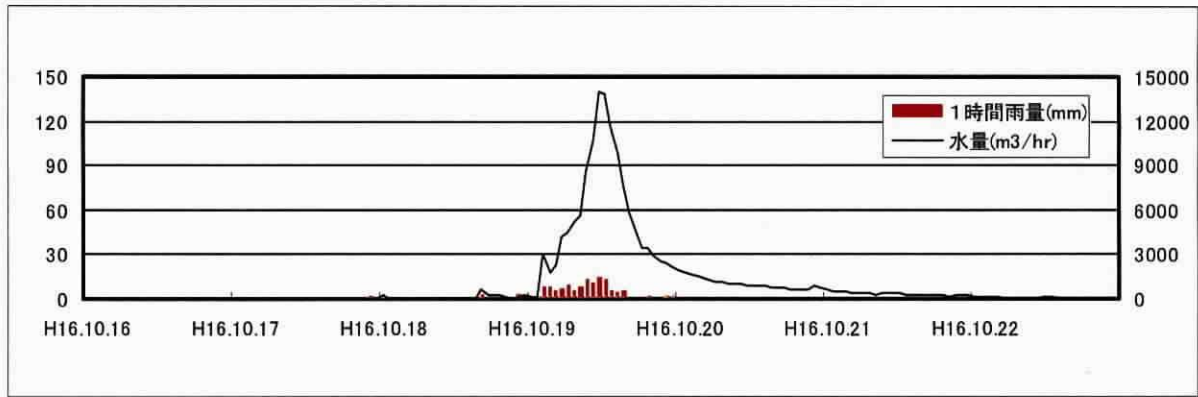


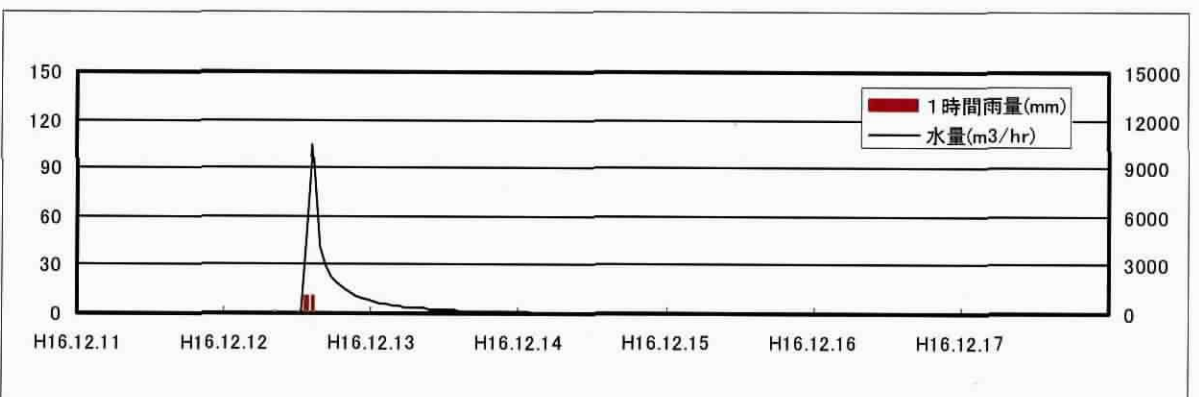
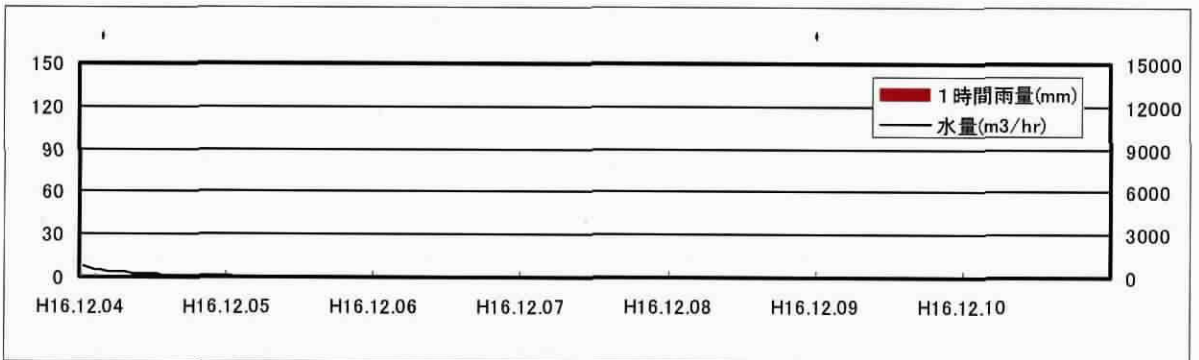
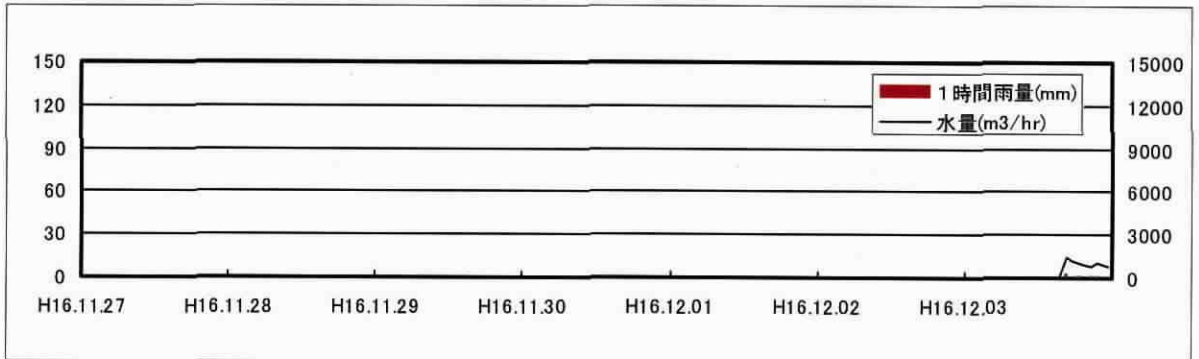
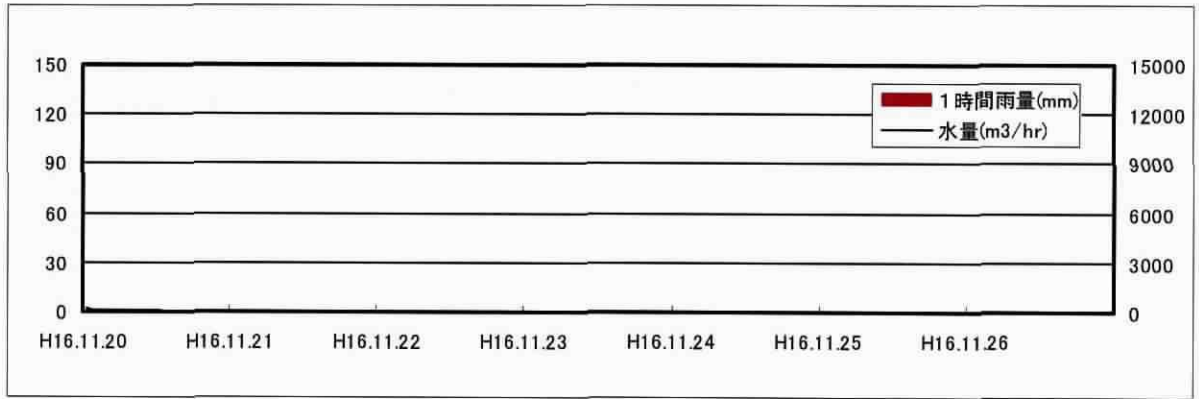


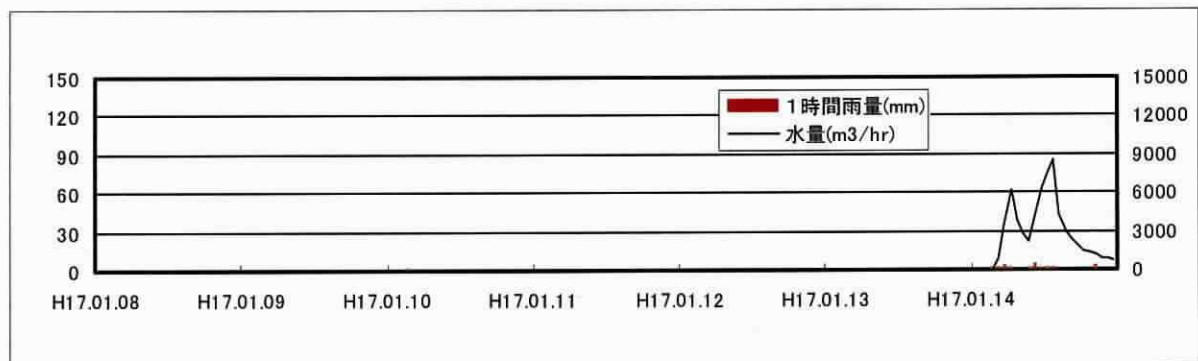
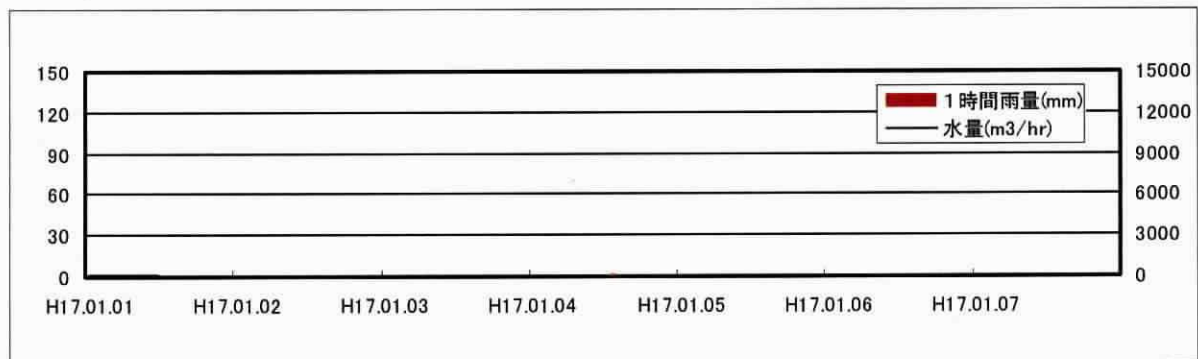
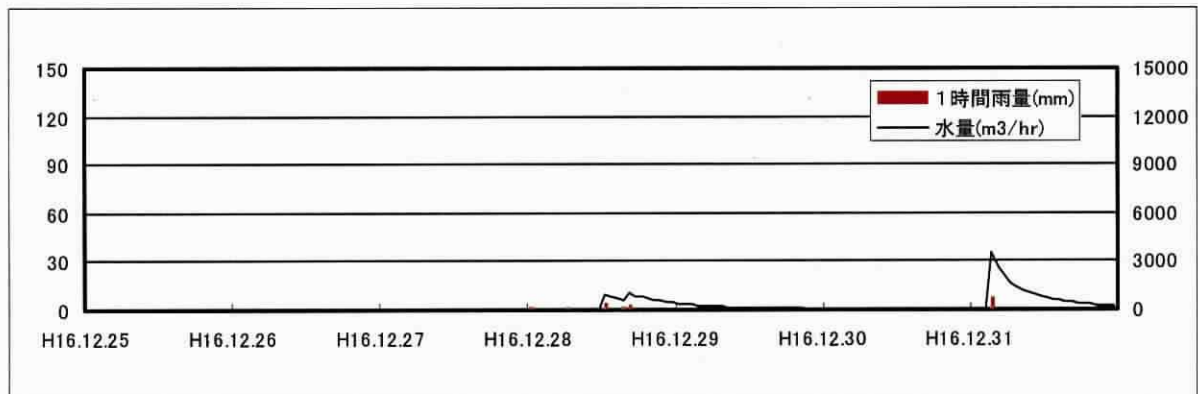
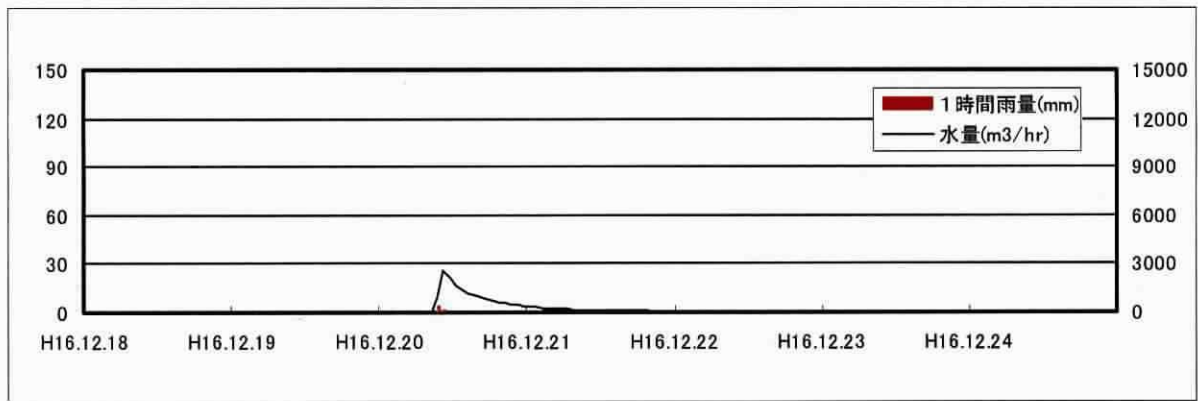


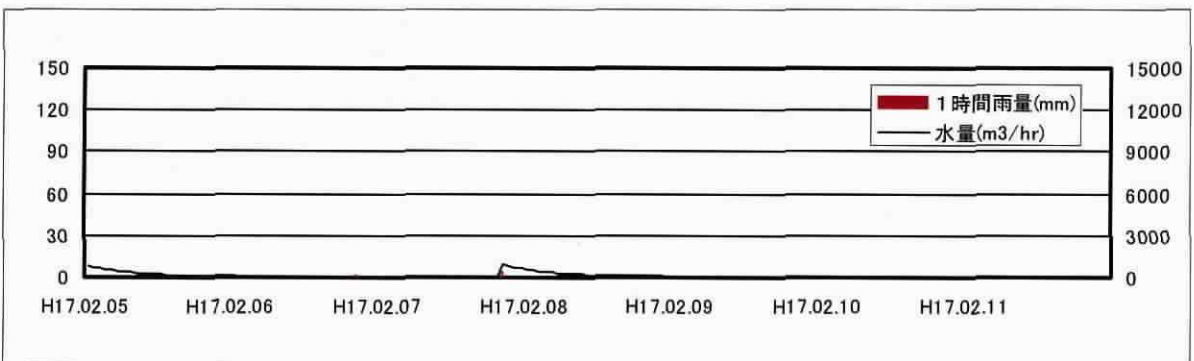
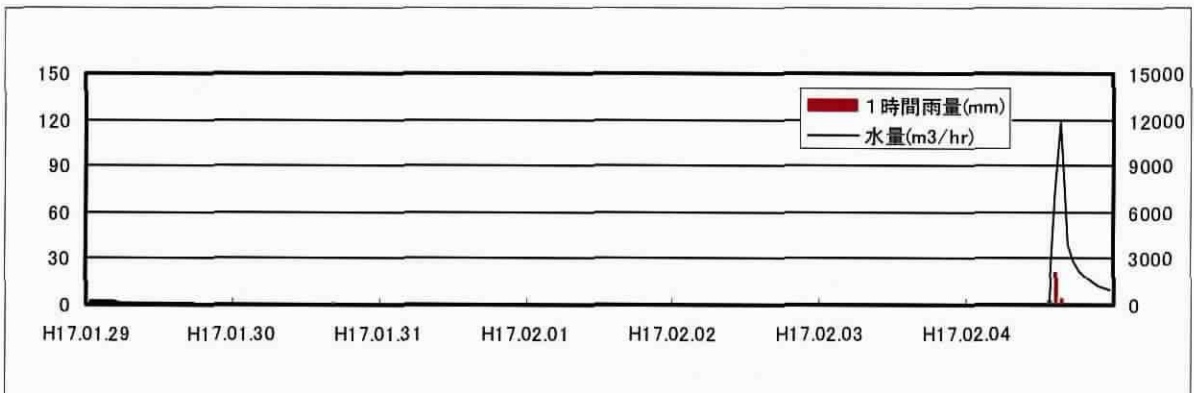
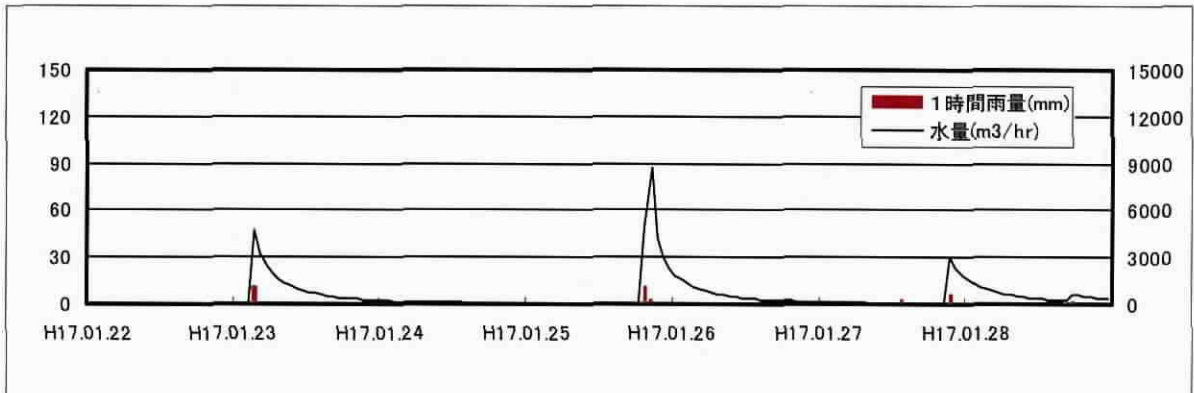
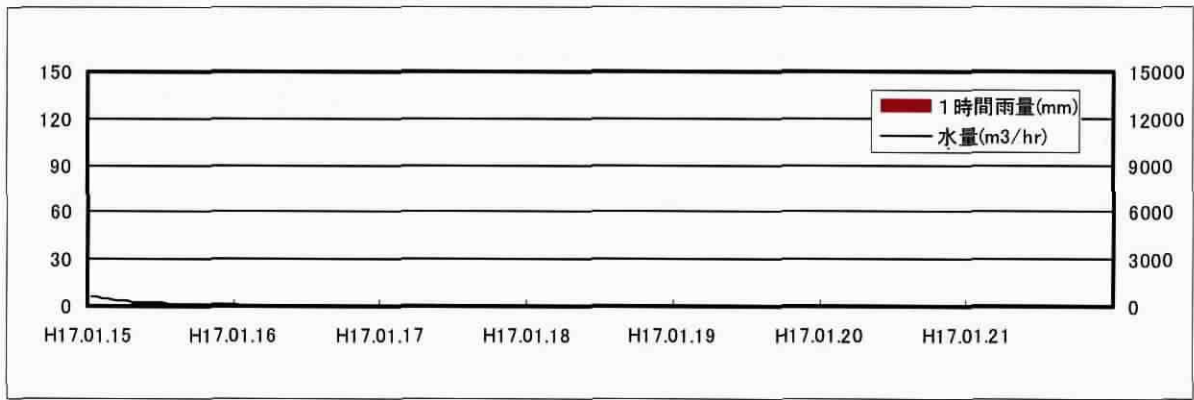


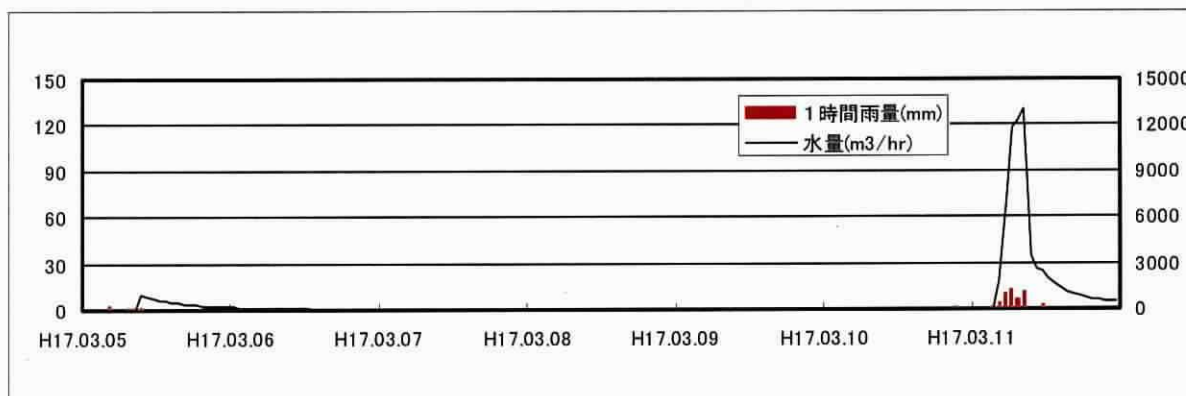
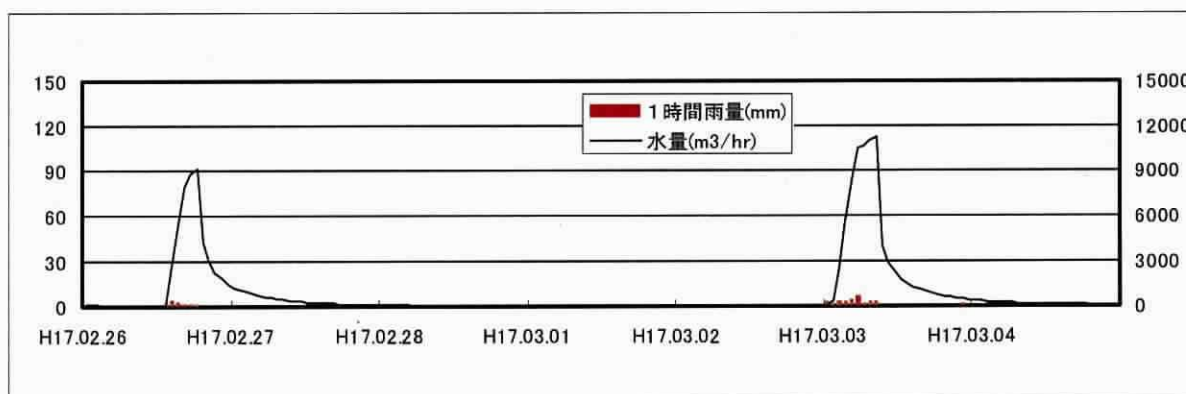
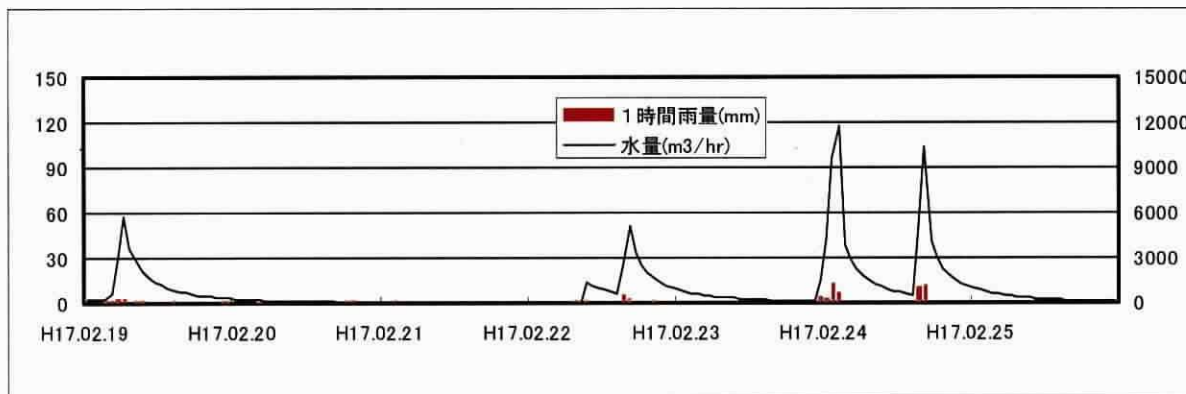
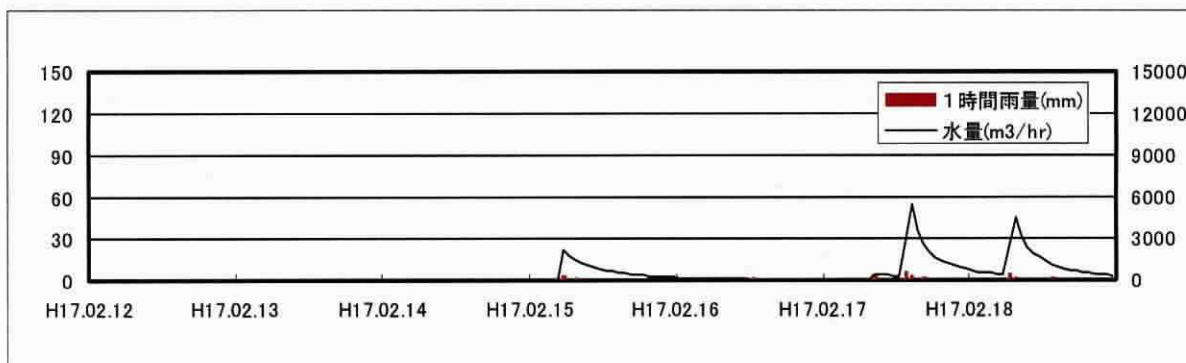


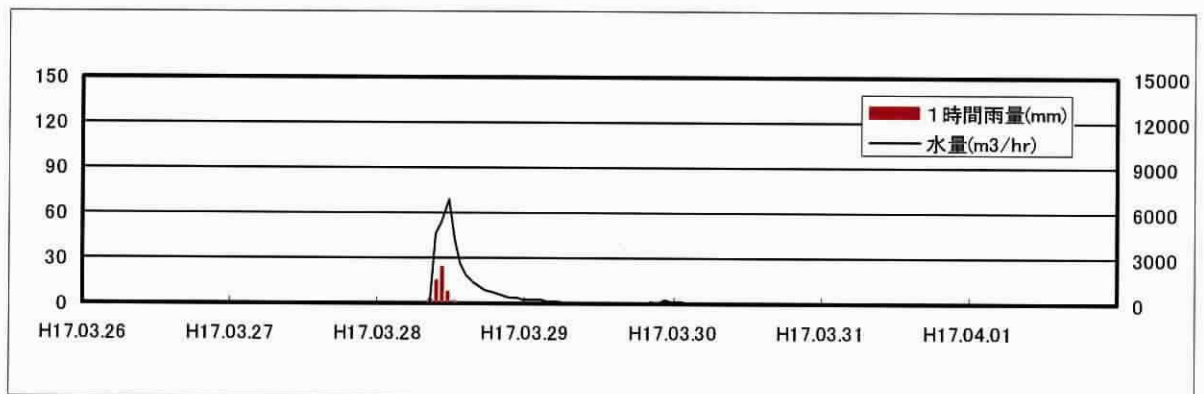
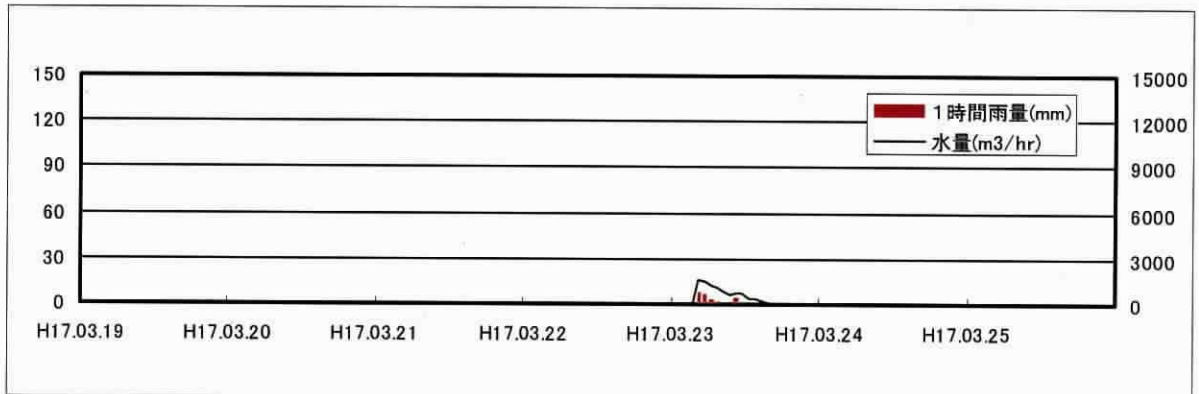
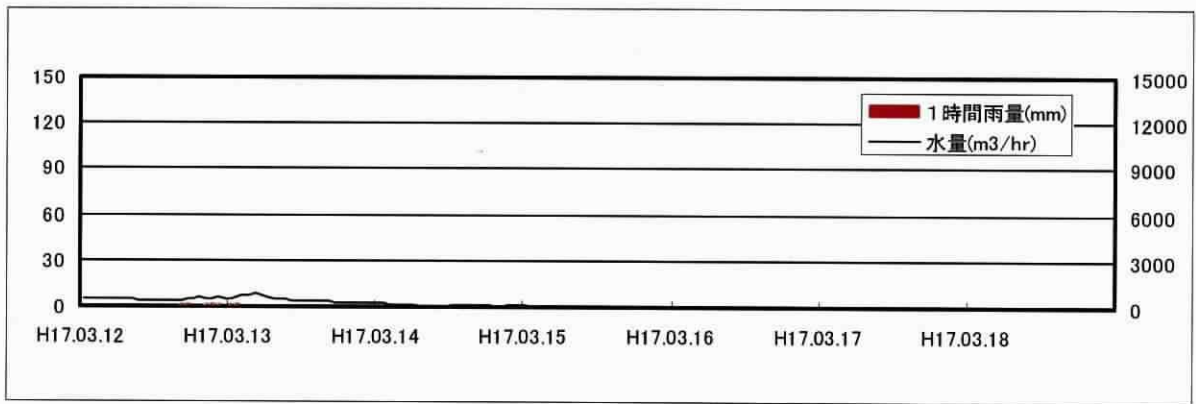












3) 地下水流域の水収支

各地下水流域における降水量と湧水量との比較を表 2-4に示した。

流域内のほぼすべての湧水の水量が把握できていると考えられる C 地下水流域について、本調査でこれまで測定された各湧水の日平均湧出量を合計し、年間量に換算すると、流域内の地下水量は約 140 万 m^3 となる。これは、本年度測定された日平均降水量を同地下水流域内に年間に降った雨の量に換算したものの 48% に相当する。

南西諸島では降水の約 50% が蒸発散し、地下への浸透率について、過去に宮古島では約 40%、沖永良部島では約 45% と推定されている。本調査地域では、石灰岩地域の上流部に位置する島尻層群地域から普天間飛行場内に向けて 2 カ所程度小規模な表流水の流入水路がある。このため、本調査で観測された同地下水流域内の地下水には、上流側の島尻層群地域からの表流水が普天間飛行場内のポノールなどで地下に流入したものが一部加わっている可能性がある。いずれにしても、本調査の結果は南西諸島のサンゴ石灰岩地域では降水のおよそ 4～5 割が地下水になるというこれまでの推定を支持するものであり、普天間飛行場地域は市街化程度の高い沖縄本島内において、南西諸島サンゴ石灰岩地域本来の高い透水性を保持しているといえる。

D 地下水流域は、フルチンガーによる流出量が地下水の大部分を占めていた。とくに水量の多かった月は、同地下水流域として推定されている範囲の全面積における月間降水量よりもフルチンガーの水量の方が多かった場合もあった。これは、石灰岩地域上流の広い範囲の島尻層群地域からの多量の表流水が、シリガーラなどの水路を通じて普天間飛行場内のポノール（アカガマなど）からフルチンガーにつながる地下水系に集中的に流入し、地下水化しているものと考えられる。さらに、このような普天間飛行場内でポノールに人為的に導かれる水路には、同飛行場内で発生した表流水も一部流入していると推定される。

E 地下水流域は、観測された地下水湧出量が降水量の 30% にとどまった。同地下水流域は石灰岩地域の下端の大部分がキャンプズケラン米軍基地内にあるため、調査した湧水以外の流出水が存在するものが予想される。

表 2-4 各地下水流域における降水量と湧水量

	E 地下水流域	D 地下水流域	C 地下水流域
流域面積 ($\times 1,000m^2$)	1,380	1,620	1,620
年降水量 (mm)	1,799	1,799	1,799
流域内降水量 ($a \times 1,000m^3/年$)	2,483	2,915	2,915
流域内湧水量 ($b \times 1,000m^3/年$)	756	4,892	1,404
b/a	0.30	1.68	0.48

第3章 陸域生態系調査

1. 調査内容

陸域生態系調査では、平成14・15年度調査の結果を補足することを目的に実施した。

(1) 鳥類調査

過年度調査を実施したセンサスルートの内、9ルートについて春・秋の渡りの時期にラインセンサスを行う。更に繁殖環境として重要な地域を通過する4ルートは繁殖期、越冬環境として重要な地域を通過する2ルートは越冬期にそれぞれ1回ずつラインセンサスを行った。

現地調査は以下の通り行った。

- 平成16年4月25日～28日 (春季調査)
- 平成16年6月14日・15日 (夏季調査)
- 平成16年9月29日～10月2日 (秋季調査)
- 平成17年1月13日・17日 (冬季調査)

(2) 昆虫類調査

過年度調査を実施した代表緑地のうち10地区について調査を実施する。平成14・15年度調査時とは調査時期を若干ずらし、梅雨の前2回、夏に2回実施することで、より多くの種を確認して市域の昆虫相の把握に務めた。

現地調査は以下の通り行った。

- 平成16年4月23日～27日 (昼間調査)
- 平成16年4月28日～5月1日 (夜間調査)
- 平成16年5月29日 (昼間調査)
- 平成16年7月21日～22日 (昼間調査)

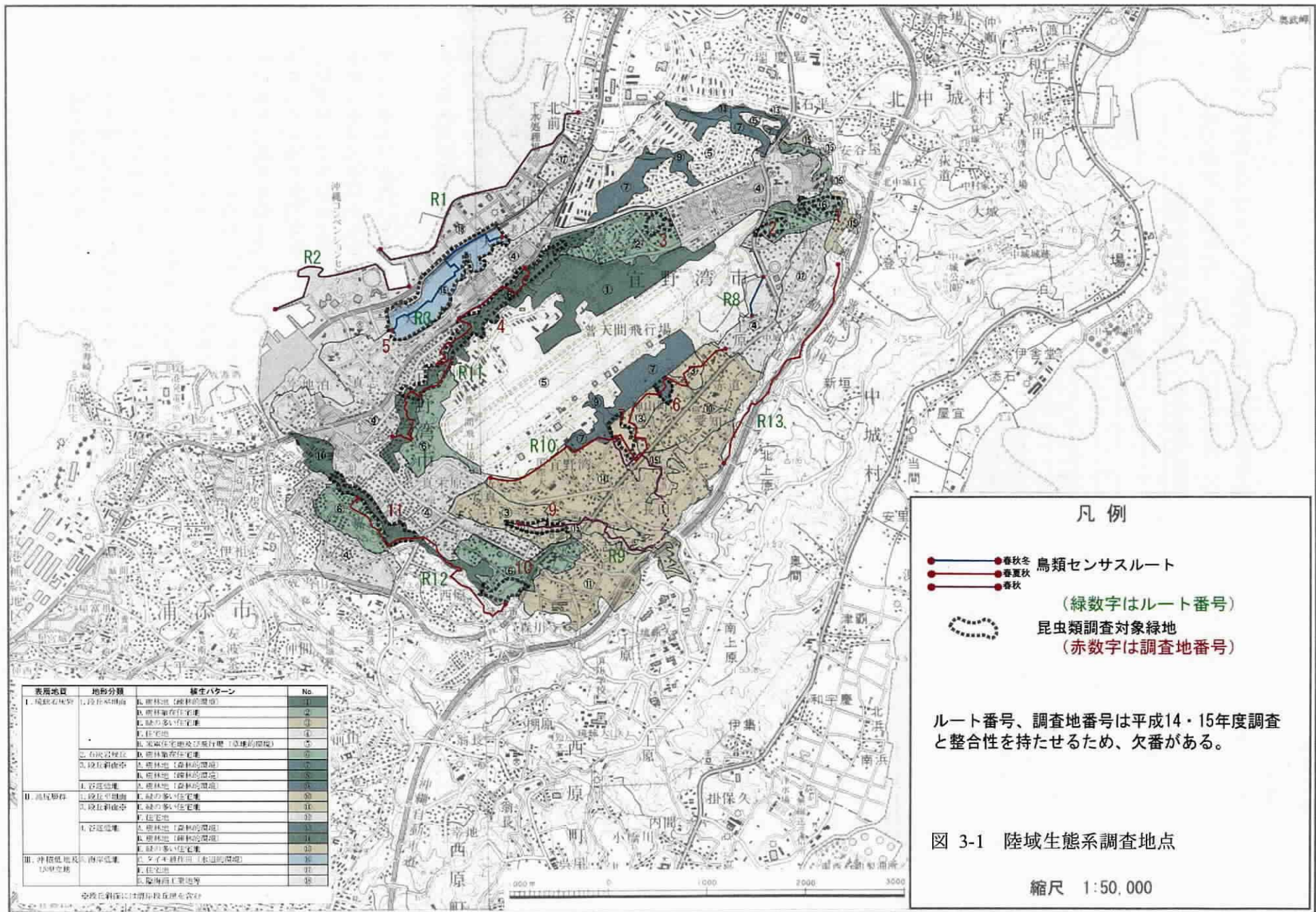
以上の調査地点の位置を図3-1(p.39)に示す。また、同図における環境基盤累計区分の特性概要は表3-1(p.38)の通りである。

表 3-1 植生・土地利用条件からみた環境基盤類型区分

表層地質	地形分類	植生パターン	No.	特性概要
I 琉球 石灰岩	1. 段丘平坦面	B. 樹林地 (疎林的環境)	①	主に常緑広葉樹林の先駆陽樹林 ¹ によって構成されている。動植物の生息・生育基盤としての質は⑦に次いで高いと予想される。
		D. 樹林散在住宅地	②	段丘平坦面上に樹林地が散在する比較的自然的性の高い住宅地。動植物の生息・生育基盤としての質は③に次ぐと予想される。
		E. 緑の多い住宅地	③	微地形変化に乏しく、耕作畑地が混在した住宅地。動植物の生息・生育基盤としての質は④よりは高いと予想される。
		F. 住宅地	④	微地形変化に乏しい住宅地。宅地内緑地や街路樹等が分布。動植物の生息・生育基盤としての質は低いと予想される。
		H. 米軍住宅地及び飛行場 (草地的環境)	⑤	段丘平坦面上の米軍施設内に広がる草地的環境。草原性の動植物が生息・生育している可能性がある。
	2. 石灰岩残丘	D. 樹林散在住宅地	⑥	石灰岩丘上に樹林地が散在する比較的自然的性の高い住宅地。動植物の生息・生育基盤としての質は③に次ぐと予想される。
	3. 段丘斜面※	A. 樹林地 (森林的環境)	⑦	他の類型と比較して人為的な改変度が低く、動植物の生息・生育基盤としての質は最も高いと予想される。石灰岩地樹林性動植物の生息・生育拠点。
		B. 樹林地 (疎林的環境)	⑧	自然的性の高い植生から人為的な植生まで、様々な遷移段階にある植生が複合している。動植物の生息・生育基盤としての質は⑦に次いで高いと予想される。
	4. 谷底低地	A. 樹林地 (森林的環境)	⑨	他の類型と比較して人為的な改変度が低く、動植物の生息・生育基盤としての質は⑦と同様に高いと予想される。樹林性動植物、水辺性動植物の生息・生育拠点。
	II 島 尻 層 群	1. 段丘平坦面	E. 緑の多い住宅地	⑩
3. 段丘斜面※		E. 緑の多い住宅地	⑪	耕作畑地が混在した住宅地。宜野湾市域で耕作畑地が最も多く分布している。⑩よりも微地形変化に富み、生物相が多様となっている可能性がある。動植物の生息・生育基盤としての質は⑩>⑪>⑫と予想される。
		F. 住宅地	⑫	丘陵斜面上の住宅地。宅地内緑地や街路樹等が分布。動植物の生息・生育基盤としての質は低いと予想される。
4. 谷底低地		A. 樹林地 (森林的環境)	⑬	微地形変化と水分条件変化に富んでおり、島尻層群と琉球石灰岩との境界から湧水の滲出が予想され、消流性動植物、急崖性動植物の生息・生育が予想される。他の類型と比較して人為的な改変度が低く、動植物の生息・生育基盤としての質は⑦・⑨と同様に高いと予想される。
		B. 樹林地 (疎林的環境)	⑭	⑬と同様に、消流性動植物、急崖性動植物の生息・生育が予想される。ただし、⑬と比較して人為的な改変度が高く、動植物の生息・生育基盤としての質は⑬よりは低いと予想される。
		E. 緑の多い住宅地	⑮	耕作畑地と一部樹林地が混在した住宅地。水辺環境を伴うため、動植物の生息・生育基盤としての質は⑩より高いと予想される。
III 沖 積 低 地 及 び 埋 立 地	5. 海岸低地	C. タイモ耕作田 (水辺的環境)	⑯	宜野湾市域で唯一、沖縄本島でも有数の広大な水辺環境。水辺性動植物の生息・生育拠点、動植物の生息・生育基盤としての質は高いと予想される。
		F. 住宅地	⑰	海岸低地上の住宅地。宅地内緑地や街路樹等が分布。動植物の生息・生育基盤としての質は低いと予想される。
		G. 臨海商工業地等	⑱	大規模施設立地する埋立地。オープンスペースに富むため、草原～疎林性鳥類が出現する可能性がある。また、海岸部には、海浜性動植物が生息・生育している可能性がある。海浜部、オープンスペースを伴うため、動植物の生息・生育基盤としての質は⑰よりは高いと予想される。

※段丘斜面には海岸段丘崖を含む。

¹ 先駆陽樹林とは、他の樹木に先駆けて侵入・定着する陽の当たる立地を好む樹種からなる樹林を指し、樹林タイプの植生における遷移の早い段階に成立する植生を指す。



凡例

- ● 春秋 鳥類センサスルート
- ● 春夏秋
- ● 春秋

(緑数字はルート番号)

● 昆虫類調査対象緑地

(赤数字は調査地番号)

ルート番号、調査地番号は平成14・15年度調査と整合性を持たせるため、欠番がある。

図 3-1 陸域生態系調査地点

縮尺 1:50,000

2. 調査結果

(1) 鳥類

本年度の調査を含め、これまでに宜野湾市域で確認された鳥類は、16目39科158種となった。このうち平成14年度から16年度の調査で確認できたのは約半数の77種である。

表1 平成13年度以降の調査結果に追加された種の状況

	渡り区分	生息環境		
		水辺	森林	草地
文献調査で記録があり、平成15年度に確認できず、今回調査で確認できた種	冬鳥	ササゴイ		シマアカモズ
	冬鳥 or 旅鳥	アマサギ		
	旅鳥 or 冬鳥	チュウジシギ		
	旅鳥	ウズラシギ		
		チュウシャクシギ クロハラアジサシ		
	冬鳥 or 留鳥	ゴイサギ		
	留鳥	リュウキュウヒクイナ シロハラクイナ シロチドリ	コゲラ リュウキュウサンショウクイ	
これまで宜野湾市内の公式記録に無く、今年度調査で確認できた種	冬鳥	マミジロツメナガセキレイ		
	旅鳥 or 冬鳥	エリマキシギ		
	旅鳥			ムジセッカ

今年度調査では、旅鳥を中心とした渡り鳥の現況把握にも努め、11種の渡り鳥を現地確認リストに追加することができ、水辺の鳥も12種を追加することができた。しかしその一方で、追加されたものを含め平成14年度以降に確認された水辺の鳥はほとんどが淡水性であり、海水性のものはアジサシ類などごく一部に限られた。

その一方で、比較的成熟した樹林を好むフクロウ類が今年度調査でも確認できていないことから、基地内の成熟した樹林に対する保全上の重要性が高いことが推測される。そのため、将来の基地内調査では、森林性鳥類の生息・繁殖環境を評価する必要がある。

(2) 昆虫類

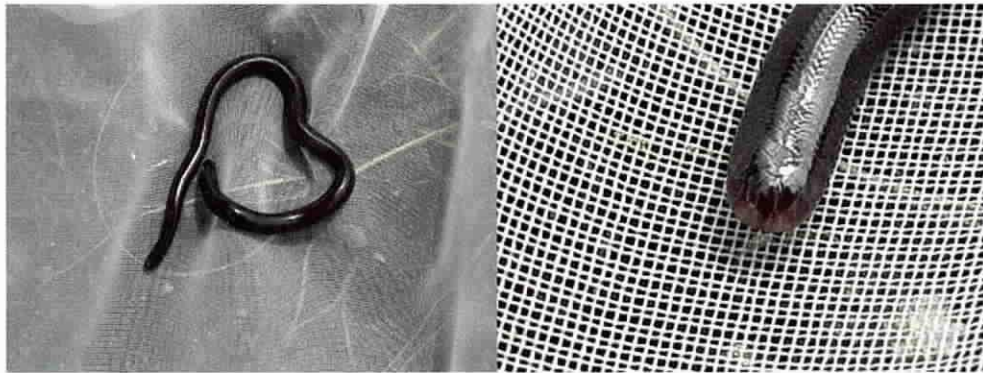
本年度調査を含め、これまでに宜野湾市域で確認された昆虫類は、18目187科815種となった。このうち文献資料に記載が無く、今回調査で新たに確認された種は以下の49種である。この他、種名の確定できないものが23種あった。

クメカマドウマ、マエジマアシブトウンカ、フタスジトガリヨコバイ、アカスジホソナガカスミカメ、スジキイロカスミカメ、ハナダカカスミカメ、コジュウジナガカメムシ、アヤナミカメムシ、アカスジカメムシ、アオモンツノカメムシ、リュウキュウヒメハンミョウ、キイロキバナガミズギワゴミムシ、アトモンアオゴミムシ、シナトゲバゴマフガムシ、リュウキュウオオハナムグリ、アヤムネスジタマムシ、ミスジツブタマムシ沖縄亜種、ミドリナカボソタマムシ、アヤムナビロタマムシ、サカグチヒラタコメツキ、ヒラアシコメツキ、オキナワクロミナミボタル、アカクビホシカムシ、クリヤケシキスイ、ナミテントウ、イツホシヒメテントウ、ヤマトヒメテントウ、ウスチャケシマキムシ、カタモンニセクビホソムシ、オオシマホソナガクチキ、リュウキュウヒメアメイロカミキリ、クスノハイイロリンゴカミキリ、オオアラゲサルハムシ、アマミウスバハムシ、ヒメアカクビホソハムシ、オキナワクビナガハムシ、オオミドリハルハムシ、ベリーナガスネトビハムシ、サンゴジュハムシ、

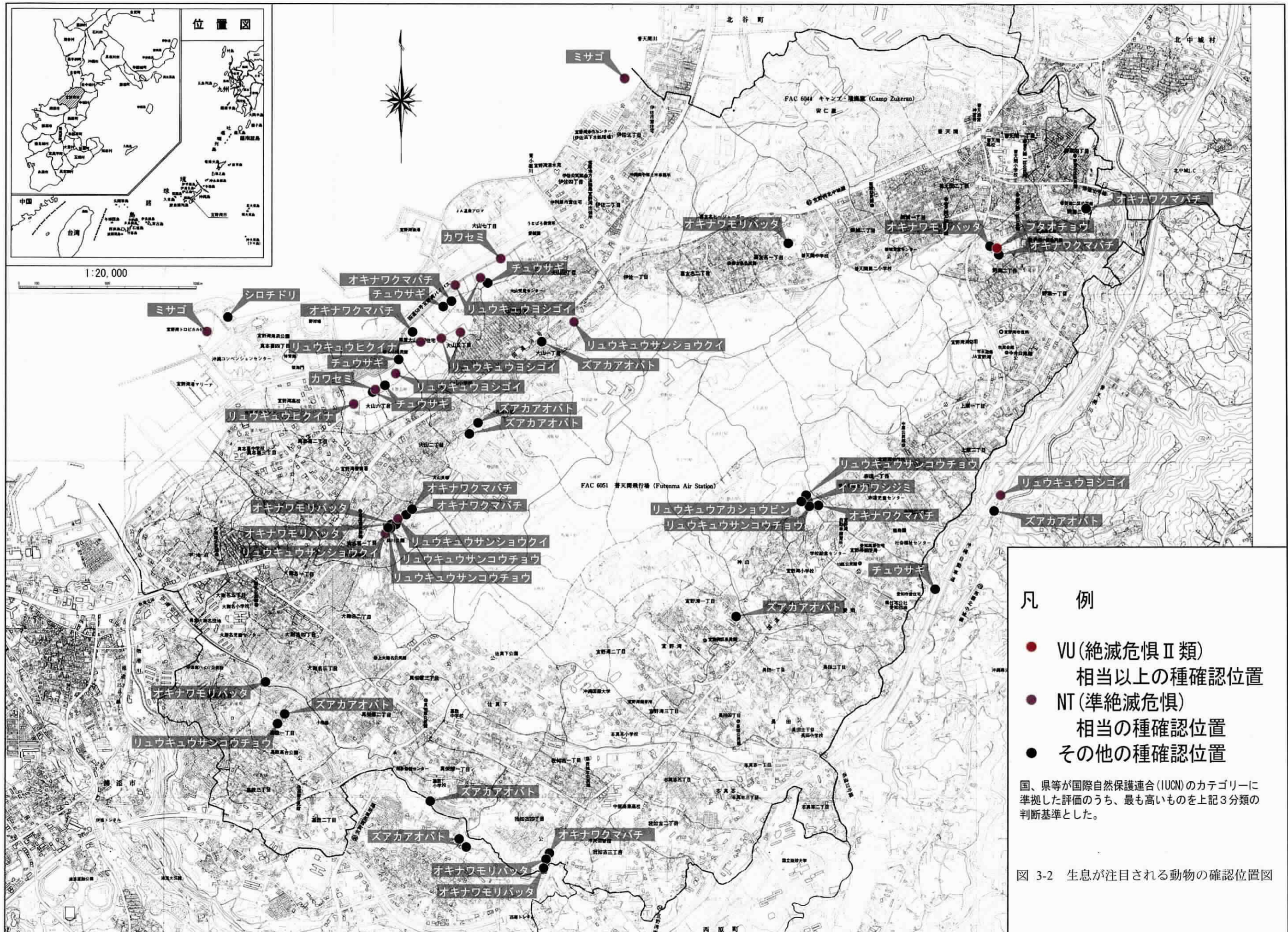
ヨシモトケブカハムシ、ドウガネサルハムシ、ルイスジンガサハムシ、ハスオビコクゾウムシ、イネゾウムシ、ミカドドロバチ奄美沖縄亜種、ヒメトックリバチモドキ、ツマアカコブベッコウ、センダングサミバエ、クロツヤショウジョウバエ

(3) その他

このほか、調査対象の分類群には属さないが、爬虫類として新たにブラーミニメクラヘビを大山地区で確認した。



今年度調査で生息が注目される動物を確認した地点については、図 3-2(p.43)に示した通りである。



凡 例

- VU(絶滅危惧Ⅱ類)
相当以上の種確認位置
- NT(準絶滅危惧)
相当の種確認位置
- その他の種確認位置

国、県等が国際自然保護連合(IUCN)のカテゴリーに準拠した評価のうち、最も高いものを上記3分類の判断基準とした。

図 3-2 生息が注目される動物の確認位置図

第4章 生活環境調査

1. 調査内容

(1) 沿岸海域底質調査

普天間飛行場地域を集水域に含む地下水及び表流水の一部はフルチンガー（オーグムヤー）に流出している。フルチンガーは宜野湾市内湧水の中で最も流量の多い地下水路で、とくに降雨時には流入する表流水の増加もあって、他の湧水に比較してはるかに流量が大きくなる。

平成14年度業務の中の湧水期地下水水質調査では、フルチンガーの湧出水から比較的高い濃度の窒素・リンおよびダイオキシン類が検出されている。また、フルチンガーからの流出水は短い表流河川（青小堀川）となって直接海に流出している。そのため、それに含まれる汚濁物質による沿岸海域への影響が懸念される。一方、普天間飛行場の滑走路等において降雨時に発生する表流水の一部は、同飛行場南西側の排水路を経て宇地泊川に合流し、海域に流出している。したがって、この河口付近において、これまでに流出した汚濁物質が底質に蓄積している可能性がある。

本調査は、普天間基地からの表流水及び地下水の影響を受けると考えられる沿岸海域について、底質中の汚濁物質を分析しその環境状態を評価することを目的に実施した。

本調査では、平成16年8月26日（ダイオキシン類は平成16年9月14、16日）、青小堀川、宇地泊川、および対照河川（普天間川）における河口手前河川底質、河口近傍海域底質を採取し、分析した。

分析項目：沿岸海域底質調査において環境基準等に基づいた調査項目として、一般性状項目、含有試験項目、溶出試験項目に大別される。

このうち、一般性状項目と含有試験については、沖縄県が一般性状の含水率、強熱減量と含有試験のCOD、カドミウム、シアン、鉛、六価クロム、ヒ素、アルキル水銀、総水銀、PCBの9項目が公共用水域の調査項目となっており、年1回調査を実施していることから、本調査でも一般性状2項目と上記の含有試験9項目を分析した。

一方、溶出試験は、底質の汚染物質の溶出によって水質に及ぼす有害性の影響を予測するための試験法である。ここでは、一般的な環境調査で用いられる水底土砂に係る溶出試験33項目（“埋立場所に限らず、海底に存在することによって、周辺に悪影響を及ぼす恐れがあるかを判定する基準”）のうち、揮発しやすく蓄積性の低い揮発性有機化合物（VOC）11項目を除外した22項目について分析した。

図4-1(p.48)に調査地点位置図を示す。

(2) 海域生物調査

沖縄県の浅所海域にみられる干潟、サンゴ礁、藻場（アマモ場やホンダワラ藻場）は、海の生きものにとって、すみか、餌場、産卵場、幼生の保育場等として機能しており、その生活史のすべて、または一部において重要な生息環境を提供している。

宜野湾市の海岸域の多くは埋め立てられており、そのほとんどが消失しているが、一部に礁池、礁原を残している。

これらの残された自然環境の価値及び新たに創出された海域環境の価値を評価し、普天間飛

行場跡地利用に伴う土地利用の変化による影響を予測・評価するための基礎資料として、また将来に向けた宜野湾市の自然環境の活用に資するためのデータを収集することを目的として調査を行った。

1) 調査時期

夏季調査；平成16年9月14～17日

冬季調査；平成17年1月26～28日、2月8日（夜間）

2) 調査海域

サンゴ礁藻場分布調査を宜野湾市地先海域で行い、潮間帯調査を干潮時に干出する海域で行った。(図 4-2(p.49)～図 4-4(p.51))。

3) 調査内容

(i) 夏季調査

i) サンゴ礁藻場分布調査

- サンゴ礁及び藻場の分布状況をマンタ法や水面遊泳により記録した。(図 4-2(p.49))
- サンゴ類、海藻草類、大型底生動物について、潜水目視観察により、測線(3ライン：L-1～3)と定点(8 定点：St.1～8；2×2m方形枠)において、出現種及び個体数(または被度)について記録した。(図 4-3(p.50))

ii) 潮間帯調査

- 大潮期の干潮時において、平均水面を中心に飛沫帯から潮下帯まで測線(1ライン：L-1 干出部)を設定し、サンゴ類、海藻草類、大型底生動物について、出現種及び個体数(または被度)について記録した。(図 4-3(p.50))

(ii) 冬季調査

i) 藻場分布調査

- 水面遊泳及び潜水目視観察により、海藻草類について、夏季調査の測線(L-1)を対象に出現種及び被度について記録した。また、L-1 およびこれを挟む2測線(L-1～3)において、測線上の特徴的な環境毎に50cm×50cm 方形区を設け、方形区内と方形区間の測線上の出現種及び被度を記録した。(図 4-4(p.51))

ii) 潮間帯調査

- 大潮期の夜間干潮時(0:30～2:30a.m.)において、サンゴ類、海藻草類、大型底生動物について、測線(1ライン：L-1 干出部)を設定し、出現種及び個体数(または被度)について記録した。(図 4-4(p.51))

4) 参考文献

本調査において、既存文献として参考とした文献を以下に示す。

- ①環境保全に関して講じる措置を記載した図書(大山地先埋立計画) 平成9年3月 宜野湾市都市開発部都市計画課
- ②宜野湾港マリーナ沖サンゴ礁の動植物 平成11年7月 宜野湾の美ら海を考える会
- ③宜野湾浄化センター拡張事業に伴う環境影響評価調査業務－現地調査結果報告書－
(潮流、サンゴ類・海藻草類分布調査) 平成12年2月 新日本気象海洋(株)・(株)沖縄環境分析センター共同企業体
- ④宜野湾市史 第9巻資料編8自然 平成12年3月 沖縄県宜野湾市教育委員会文化課
- ⑤環境保全に関し講じる措置を記載した図書(大山地先公有水面埋立申請 添付書類)
平成13年7月 沖縄県宜野湾市

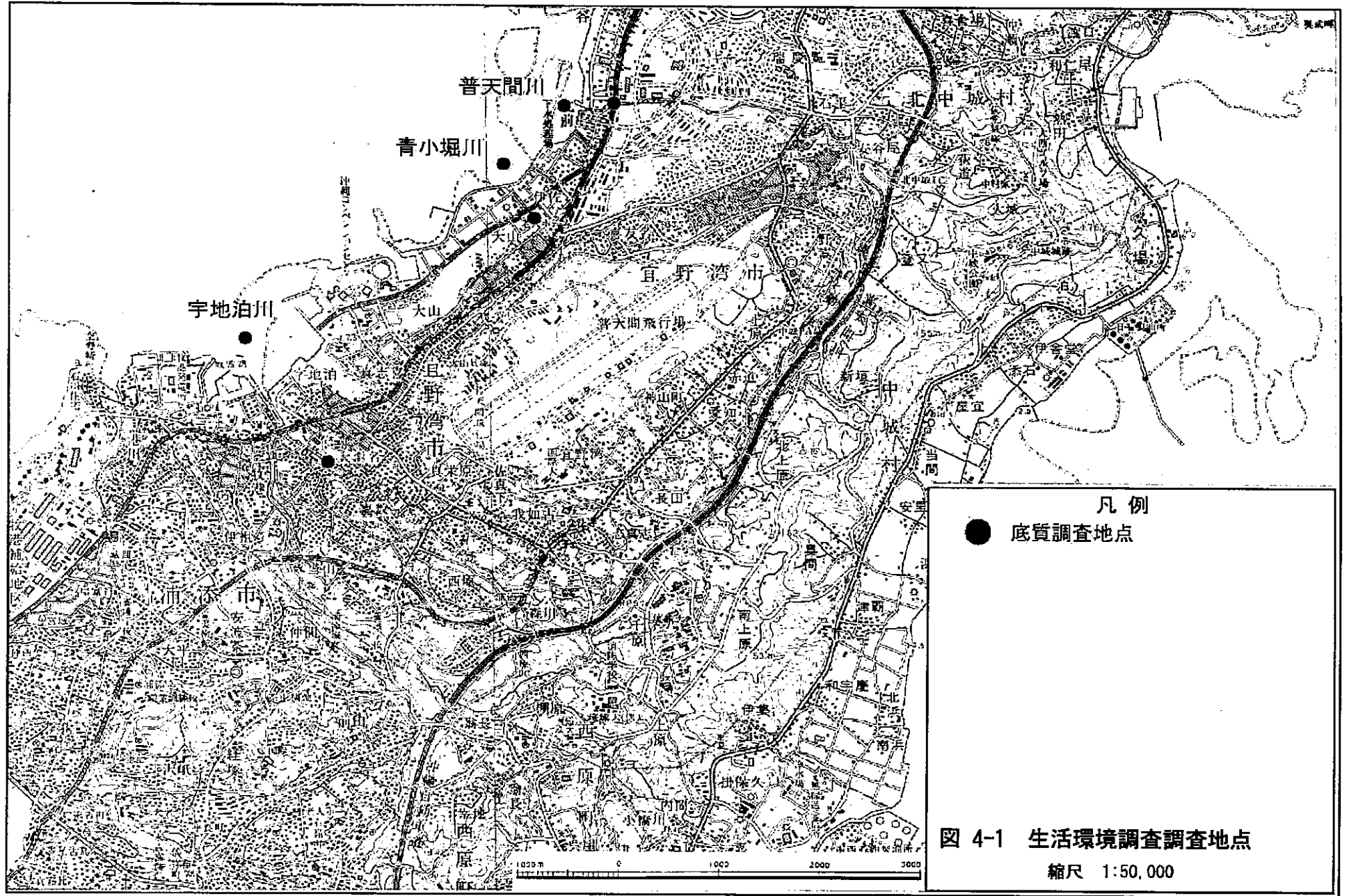


图 4-1 生活环境调查调查地点
缩尺 1:50,000



図 4-2 海域生物調査位置図(マンタ法調査航跡図)



図 4-3 海域生物調査位置(測線・定点)

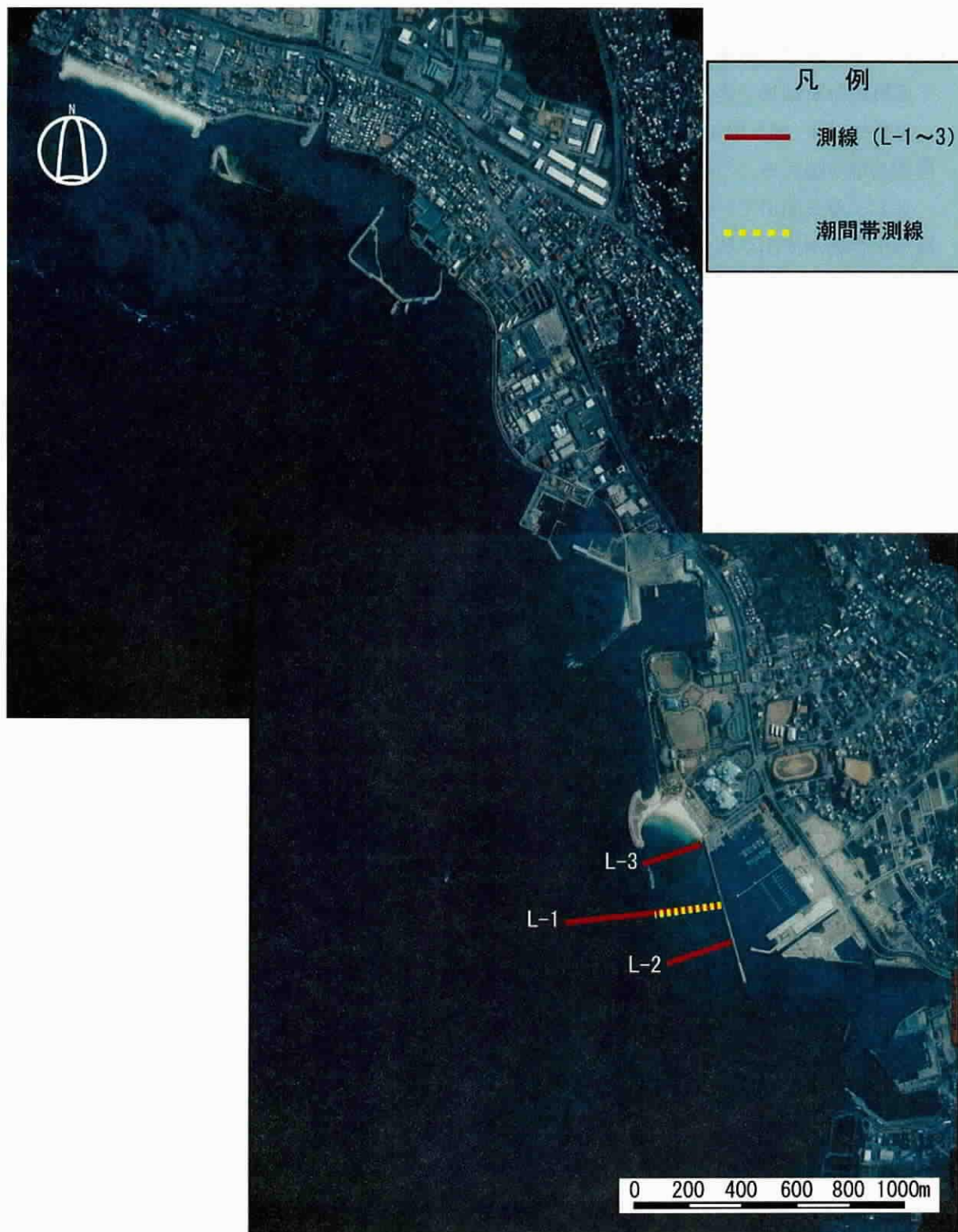


図 4-4 海域生物調査位置(冬季測線)

2. 調査結果

(1) 沿岸海域底質調査

底質の分析結果を表 4-1(p.53)および図 4-5(p.54)に示した。

分析の結果、青小堀川および宇地泊川における河口手前河川底質、河口近傍海域底質からは、環境基準を超えるような著しい汚染は見出されなかった。

なお、普天間川で、河口手前河川底質および河口近傍海域底質から環境基準値を超える有機塩素化合物が検出され、また、宇地泊川の河川底質でも、環境基準値未満ではあったが、比較的高い濃度の有機塩素化合物が検出された。有機塩素化合物濃度や COD を見ると、宇地泊川河口海域底質は同河川底質に比べて汚濁物質が大きく希釈されていることが予想される。

平成 13 年に実施された宜野湾市の大山地先埋立計画に係る環境調査の中で、主要河川から離れた海域である B4 地点（図 4-1(p.48)）の底質の分析が行われていた。その結果は表 4-1(p.53)に示すように有機塩素化合物濃度が低かった。このことから、本調査で検出された高い濃度の有機塩素化合物は陸域を起源とし、河川を経由して沿岸海域に流入していることが推定される。このような有機塩素化合物の発生源としては、普天間飛行場や普天間川流域に含まれるキャンプズケラン米軍基地のみならず、民間地域におけるクリーニング業者、自動車整備業者、写真現像業者など各種事業者の可能性もあり、本調査の結果だけでは特定することはできない。

ダイオキシン類について、各試料から検出された各同族体濃度を図 4-6(p.56)に示し、また、各試料における PCDDs および PCDFs 各同族体の相対濃度比を図 4-7(p.57)に示した。

宇地泊川河川底質では、OCDDs と Co-PCB の濃度が高く、農薬である PCP 含有ダイオキシン類と PCB の寄与が大きいが推定される。宇地泊川河口海域底質では、さらに Co-PCB の濃度が高くなっている。ただし、宇地泊川河口部では浦添市側から牧港川が合流しているため、牧港川からの流入水の影響を受けている可能性もある。

また、青小堀川河川底質では、燃焼起源ダイオキシン類の特徴である PCDFs がやや多く検出され、これが全体としての TEQ 値を高くしているが、これらは同河川の河口海域底質からはわずかしか検出されなかった。

一方、普天間川では、河川底質、河口海域底質いずれからも特徴的に高い濃度のダイオキシン類は検出されなかった。

表 4-1 沿岸海域底質調査結果

調査年月日:平成16年8月26日(ダイオキシン類は平成16年9月14, 16日)

地点		宇地泊川		青小堀川		普天間川		基準等	平成13年 大山地先 *1	H15年度県公共用水域底質 調査最高値/最低値		
項目	単位	河川	海域	河川	海域	河川	海域			B4	河川	海域
含有試験	含水率	%	28.1	19.3	30.6	20.9	42.2	44.0	—	31.4	37.2/18.5	43.3/13.9
	強熱減量	%	15.01	15.43	12.84	14.29	17.26	19.25	—	5.3	10.1/1.0	11.9/1.5
	総水銀	mg/kg乾	0.39	0.13	0.11	0.10	0.21	0.36	25未満	—	0.25/<0.01	0.1/<0.01
	アルキル水銀	mg/kg乾	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	—	—	<0.01	<0.01
	カドミウム	mg/kg乾	0.23	0.18	<0.05	0.18	0.30	0.33	—	—	0.65/<0.01	0.17/<0.01
	鉛	mg/kg乾	44	18	7.4	8.3	31	45	—	—	33.4/2.3	54.1/1.0
	六価クロム	mg/kg乾	<1	<1	<1	<1	<1	<1	—	—	—	—
	砒素	mg/kg乾	12	13	5.9	8.7	13	14	—	—	15.3/2.32	20.5/1.30
	シアン化合物	mg/kg乾	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	—	—	<2	<1
	PCB	mg/kg乾	0.07	0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	10未満	—	0.11/<0.1	0.05/<0.01
GOD	mg/kg乾	13	1.9	1.2	2.1	15	18	—	1.1	38/0.4	14.9/0.2	
溶出試験	アルキル水銀	mg/L	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	検出され ないこと	不検出	—	—
	水銀又はその化合物	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.005以下	<0.0005	—	—
	カドミウム又はその化合物	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.1以下	<0.001	—	—
	鉛又はその化合物	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.019	<0.005	0.1以下	<0.01	—	—
	有機りん化合物	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1以下	<0.01	—	—
	六価クロム化合物	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.5以下	<0.02	—	—
	砒素又はその化合物	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.1以下	<0.01	—	—
	シアン化合物	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1以下	<0.01	—	—
	PCB	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.003以下	<0.0005	—	—
	有機塩素化合物	mg/kg	32	6.9	10	10	64	96	40以下	<4	—	—
	銅又はその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	3以下	<0.01	—	—
	亜鉛又はその化合物	mg/L	0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.01	<0.01	5以下	<0.01	—	—
	ふっ化物	mg/L	<0.1	0.3	<0.1	0.3	0.3	0.3	15以下	0.2	—	—
	ベリリウム又はその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2.5以下	<0.005	—	—
	クロム又はその化合物	mg/L	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	2以下	<0.02	—	—
	ニッケル又はその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.2以下	<0.01	—	—
	バナジウム又はその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.5以下	<0.01	—	—
	チウラム	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.06以下	<0.0005	—	—
	シマジン	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.03以下	<0.0003	—	—
	チオベンカルブ	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.2以下	<0.002	—	—
セレン又はその化合物	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.1以下	<0.001	—	—	
ダイオキシン類	pg-TEQ/L	0.066	0.16	0.52	0.0016	0.0095	0.011	10以下	—	—	—	

1. 分析方法

含有試験:底質調査方法の改定について(昭和63年9月8日環水管第127号)

溶出試験:海洋汚染海上災害の防止に関する法律施行令第5条第1項に規定する埋立場所に排出しようとする廃棄物に含まれる金属等の検定方法「昭和48年2月17日環境庁告示第14号(平成15年6月13日環境省告示第68号改正現在)」

2. 基準等

含有試験:底質の暫定除去基準について(昭和50年10月28日環水管第119号)

溶出試験:海洋汚染海上災害の防止に関する法律施行令第5条第1項に規定する埋立場所に排出しようとする金属等を含む廃棄物に係る判定基準「昭和48年2月17日環境庁告示第6号(平成15年6月13日環境省告示第14号改正現在)」

*1:大山地先公有水面埋立申請添付図書(宜野湾市・平成13年)による

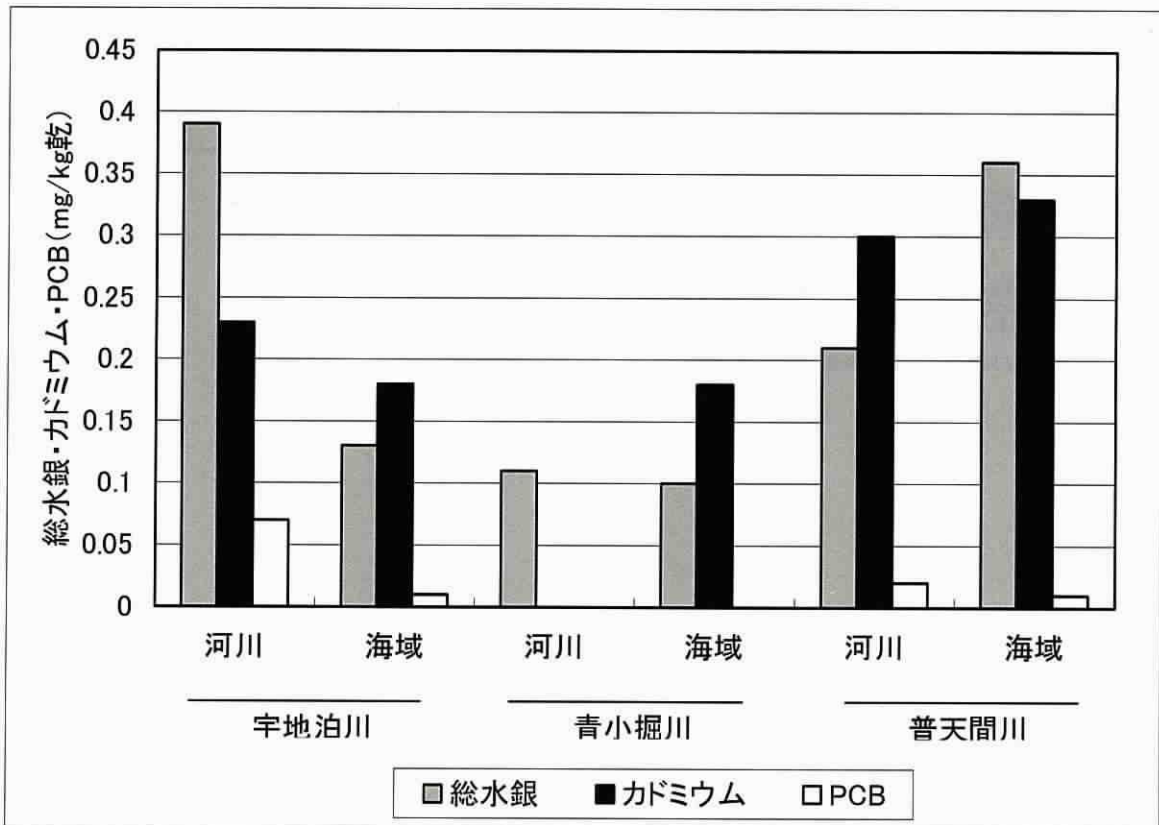
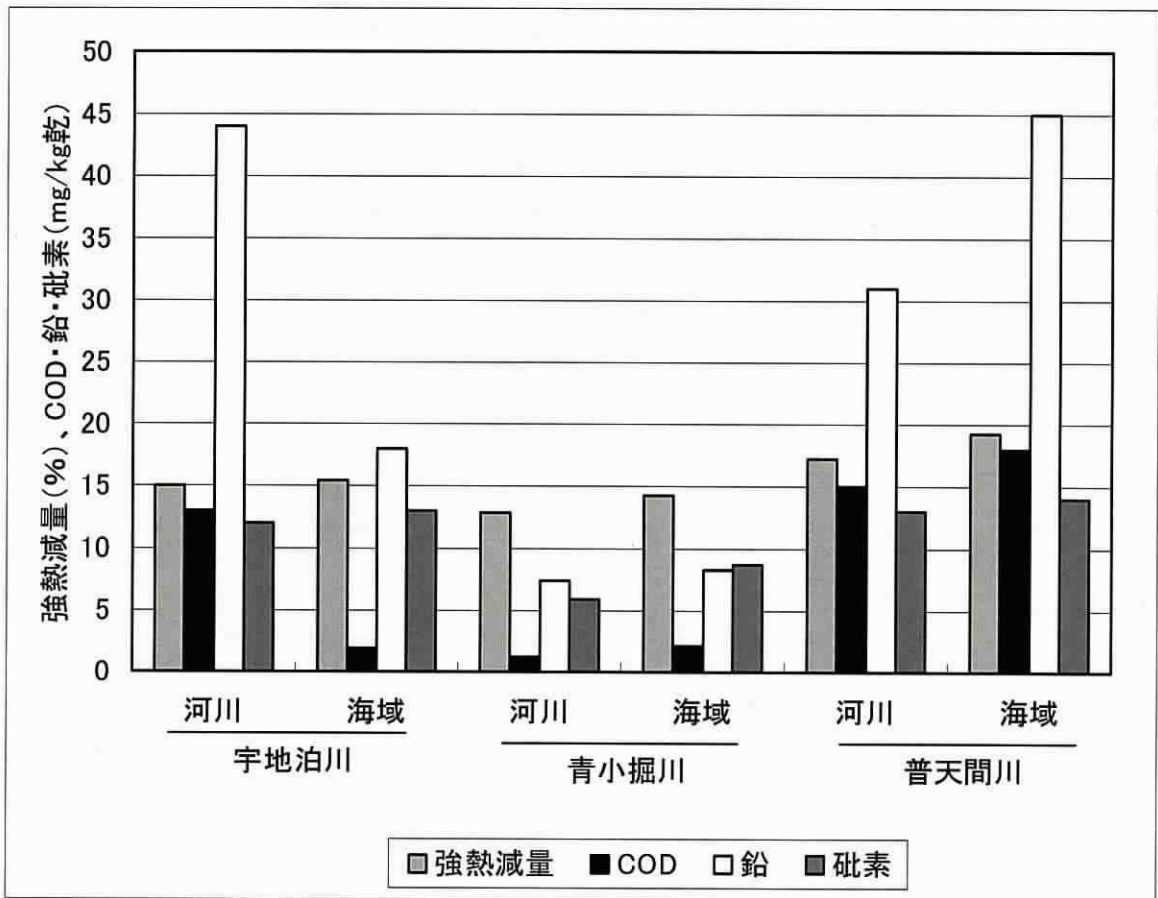


図 4-5(1) 底質含有試験結果

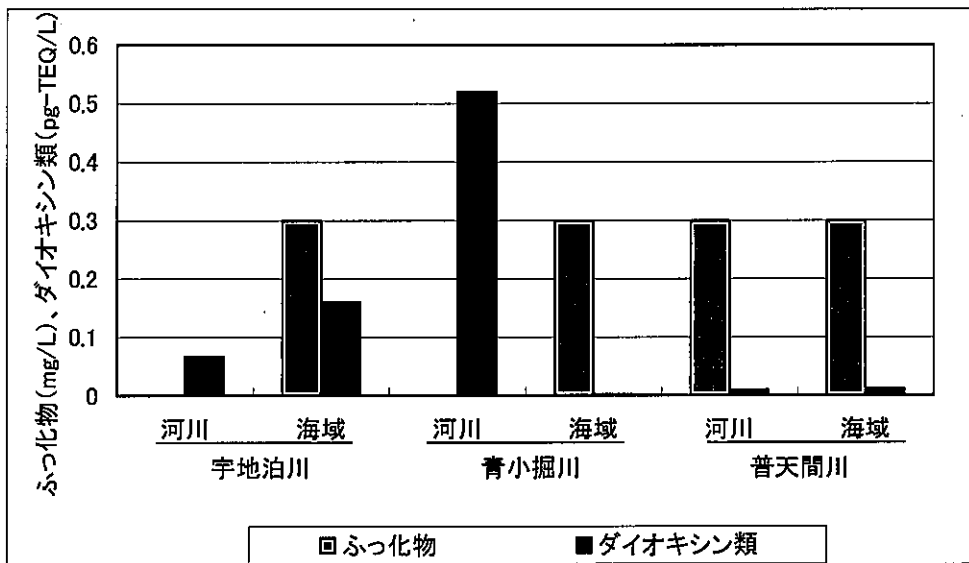
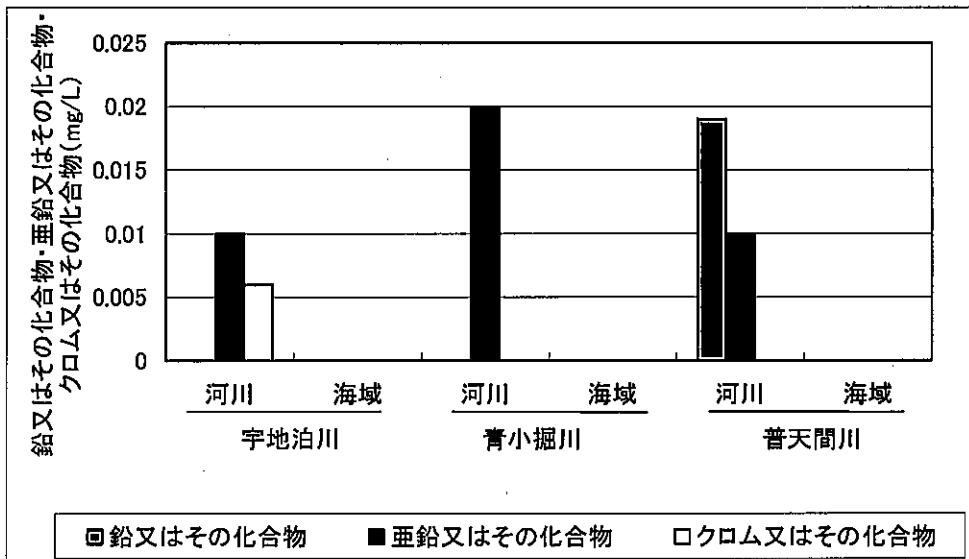
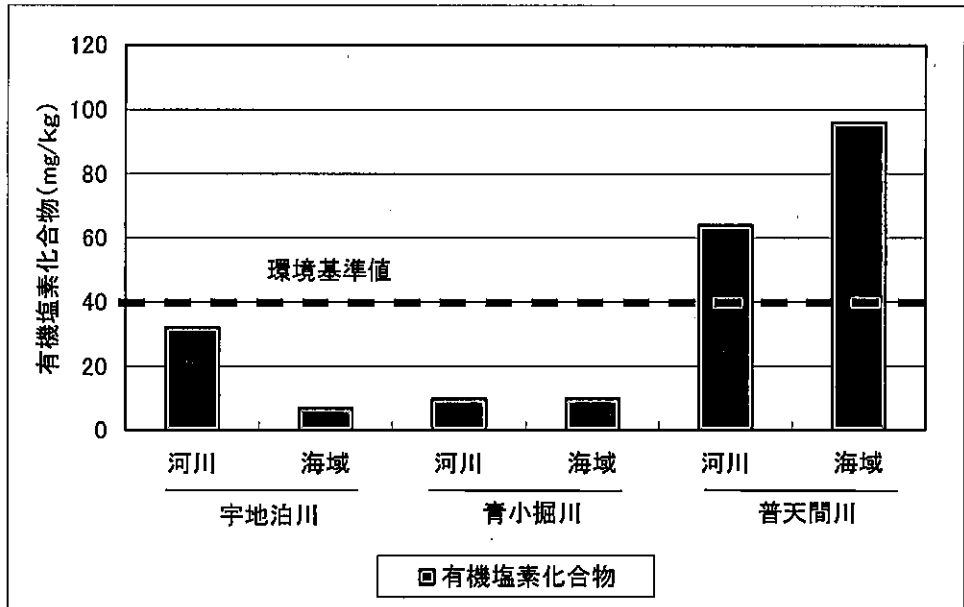


図 4-5 (2) 底質溶出試験結果

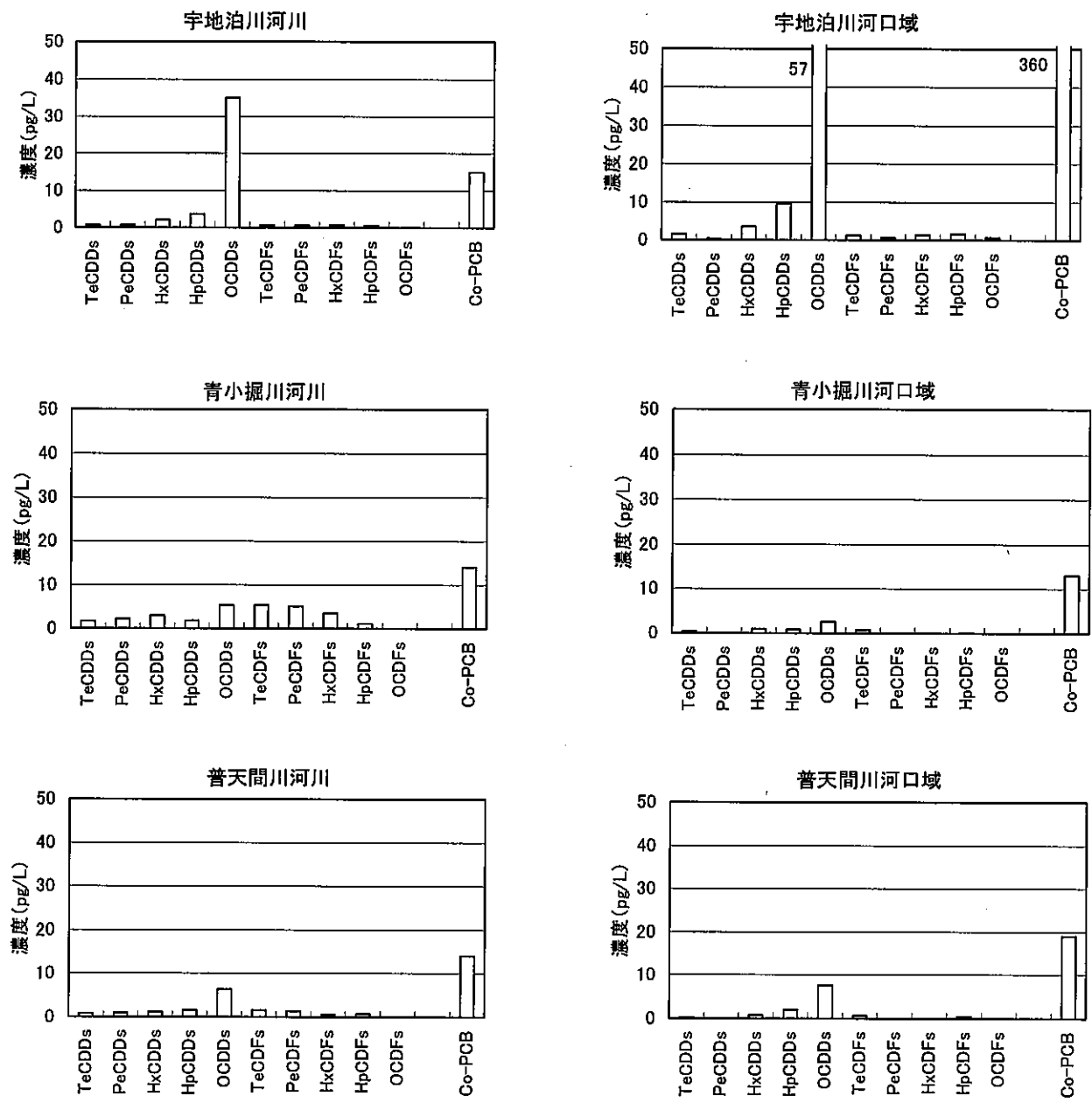


図 4-6 底質中のダイオキシン類各同族体濃度

註：OCDDs=PCP（農業）に含有されるダイオキシン類に多い。
 Co-PCB=ダイオキシンと類似した毒性を持つ種類の PCB。
 ○OCDFs=燃焼起源のダイオキシン類に多い。

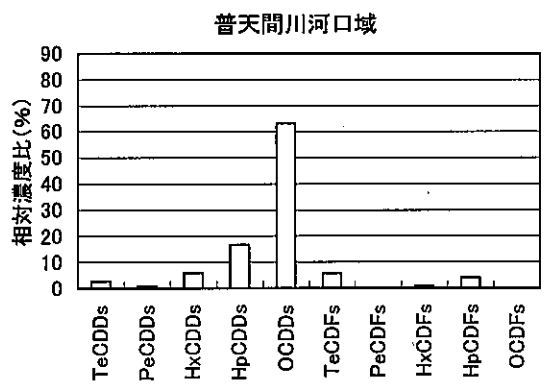
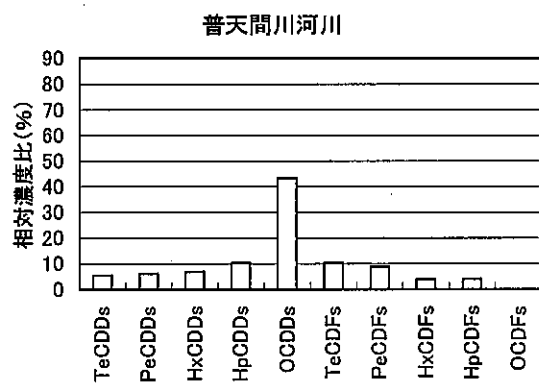
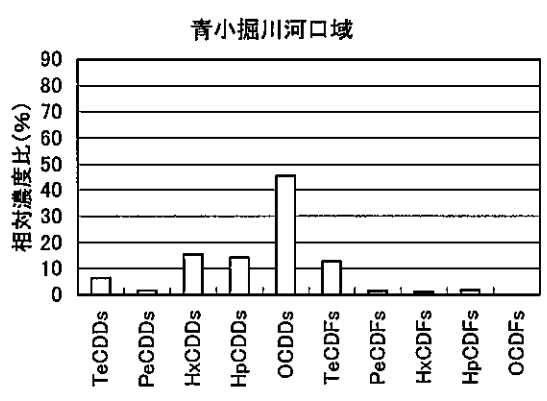
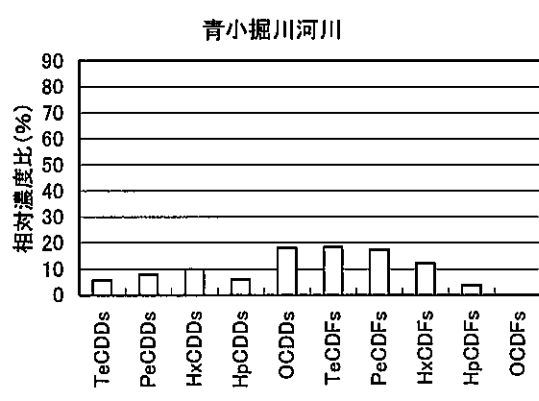
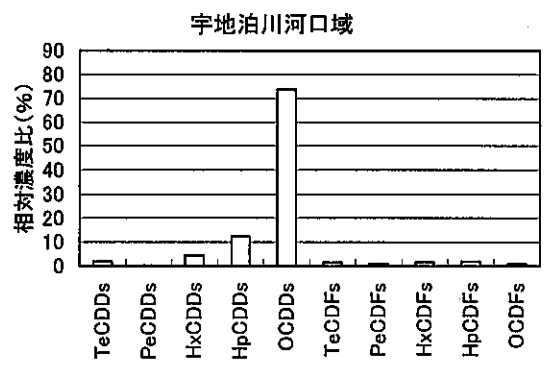
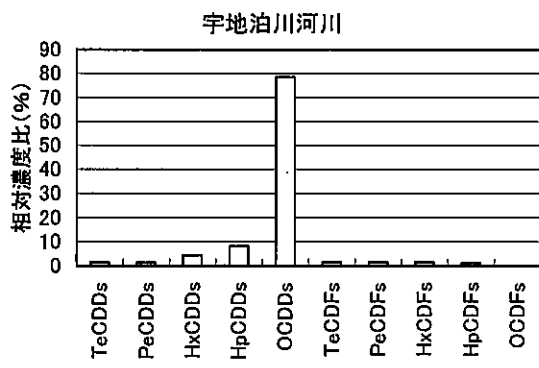


図 4-7 底質中のダイオキシン類各同族体相対濃度比

註：OCDDs=PCP（農薬）に含有されるダイオキシン類に多い。

Co-PCB=ダイオキシンと類似した毒性を持つ種類の PCB。

○OCDFs=燃焼起源のダイオキシン類に多い。

(2) 海域生物調査

1) 夏季調査

マンタ法調査結果を資料表 3-1(資料編 生活環境 p.1)に、測線調査結果を資料表 3-2～10(資料編 生活環境 p.2～9)に、定点調査結果を資料表 3-11～13(資料編 生活環境 p.10～12)に、潮間帯調査結果を資料表 3-14～16(資料編 生活環境 p.13～14)に示した。

(i) 底質・地形分布状況 (図 4-8(p.61)参照)

測線調査における、主に海岸から沖方向への地形断面と海域生物分布状況を図 4-9(1)(p.62)～(9)に示した。

- 牧港川(仲泊川)河口周辺及び普天間川河口周辺は、海底に泥が堆積しており、肉眼で確認できる生物はほとんどみられなかった。特に普天間川河口前面海域は、前方に干上がる礁原と埋立地とに囲まれており、泥が堆積しやすい環境にあると考えられる。
- 宜野湾漁港内や旧港内及びこれらの水路部においても泥が堆積していた。
- その他の沿岸域は、砂礫や岩盤からなっていた。
- 干潮時に干上がる干潟域は、主なものとしてトロピカルビーチ南側と普天間川河口前面であった。

(ii) 造礁サンゴ類 (図 4-10(p.71)参照)

- 過去の調査(平成 11 年 9 月;文献③、平成 13 年 5 月;文献⑤)と同様に、調査海域における造礁サンゴの被度は、概ね 1%未満～5%であった。
- 過去の調査(平成 8 年 6 月、平成 13 年 5 月)と同様に、礁斜面でクサビライシ類を中心に被度が比較的高いところがあった(被度 10～25%)。
- 宜野湾漁港の消波ブロックでは、ミドリイシ類を中心に被度が高かった(被度 10～25%)。消波ブロックなどの人工構造物がサンゴ着生基盤として利用されている事例としては那覇港が知られており、構造物施工後 6～8 年で被度 50%程度にサンゴ群集が成長したとの報告がある(山本ほか, 2002¹)。宜野湾漁港においても施工後 10 年以上経過しており、消波ブロックがサンゴ着生基盤として同様な効果をもたらしているものと考えられる。
- 過去の調査(平成 8 年 6 月;文献①)で被度が 50%以上と高かった旧港地先(図 4-10(p.71)参照)は、ほぼ死滅しており、小型のミドリイシ類やキクメイシ類などが散在する程度(被度 1～5%)であった。造礁サンゴ類がほぼ死滅した原因は、1998 年の白化現象によるものと考えられる。しかし、白化現象以前に高被度であったことから、旧港地先は、潜在的には造礁サンゴ類が良好に生息できる場所といえる。

¹山本秀一・高橋由浩・住田黄公資・林輝幸・杉浦則夫・前川孝昭(2002):人工構造物におけるサンゴ群集成長過程の解析, 海岸工学論文集, 第 49 巻, 土木学会, pp1186-1190.

(iii) ソフトコーラル類 (非造礁サンゴ)

- 過去の調査 (平成 8 年 6 月 ; 文献①、平成 13 年 5 月 ; 文献⑤) と同様に、水深 6m 以深で優占していた。

(iv) 海藻草類 (藻場)

- アマモ場やホンダワラ藻場 (ガラモ場) は、過去の調査 (平成 8 年 6 月 ; 文献①、平成 11 年 9 月 ; 文献③、平成 13 年 5 月 ; 文献⑤) と同様に確認されなかった。
- アマモ場やホンダワラ藻場がみられない原因は、これらの藻場が形成されるイノー (礁池) 内が既に埋立によって消失したためであると考えられる。『宜野湾市史 (海産藻類と淡水藻類)』によると、1984 年の調査時ではリュウキュウスガモ群落 (アマモ場) が広い範囲でみられたが、1999 年の調査では、リュウキュウスガモの生息地のほとんどが埋立られており確認されなかった、とある。
- アマモ場を構成する海草類は、確認されなかった。しかし、過去の調査 (平成 13 年 5 月 ; 文献⑤) では旧港水路部においてウミヒルモが確認されている。なお、ウミヒルモは、『改訂 日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—8 植物 I (維管束植物)』(環境庁,2000) において、準絶滅危惧として記載されている。
- ホンダワラ藻場を構成するホンダワラ類は、過去の調査 (平成 8 年 6 月 ; 文献①、平成 11 年 9 月 ; 文献③、平成 13 年 5 月 ; 文献⑤) と同様に確認されたが、局所的に低被度の分布であり、ホンダワラ藻場を形成するほどの規模ではなかった。
- その他の海藻類については、過去の調査 (平成 8 年 6 月 ; 文献①、平成 13 年 5 月 ; 文献⑤) と比較して大きな変化はみられず、礁原・礁斜面で無節サンゴモ類 (過去の調査ではサビ亜科) を中心として 25~50% の比較的高い被度であった。砂礫底では、微小紅藻類を中心として 25~50% の比較的高い被度であった。

(v) 大型底生動物

- ナガウニ類 (ナガウニ属やシラヒゲウニ等) が優占した。シラヒゲウニは食用にもなるウニ類である。
- ナマコ類 (ニセクロナマコやシカクナマコ等) も多かった。ナマコ類は、海底に堆積している砂を口から取り込み、砂粒間にある有機物を摂食し、砂を排泄している。このようにナマコ類は、有機物を海底から除去・吸収するという重要な役割を担っている。
- サンゴ食害生物であるオニヒトデは、7 個体確認した。
- 造礁サンゴ類の被度が比較的高かった宜野湾漁港の消波ブロックでは、サンゴを食害する巻貝類であるヒメシロレイシやシロレイシが多くみられ、サンゴを食べているのを確認した。
- 埋在性動物は、過去の調査 (平成 8 年 1 月,5 月 ; 文献①、平成 13 年 5 月 ; 文献⑤) で行われており、環形動物の多毛類が優占するという、沖縄周辺海域と同様な傾向であった。

(vi) 潮間帯調査

- 小型の巻貝類やナマコ類が多かった。
- 造礁サンゴであるミドリイシ類、塊状ハマサンゴ類などが礁池内に散在する程度（被度1%未満）であった。
- 過去の調査（平成10年5月～7月；文献②）で造礁サンゴ類の被度が高かったことが確認されているが（チヂミウスコモンサンゴ、ヒメマツミドリイシ、クシハダミドリイシ等）、今回の調査ではほぼ死滅していた。死滅の原因は、1998年の白化現象によるものと思われる。しかし、トロピカルビーチ南側は、過去に被度が高かったことから、潜在的には造礁サンゴ類が良好に生息できる場所といえる。

2) 冬季調査結果

測線調査結果を資料表3-17～20(資料編 生活環境 p.15～18)に、測線上の枠内調査結果を資料表3-21～23(資料編 生活環境 p.19～21)に、潮間帯調査結果を資料表3-24～26(資料編 生活環境 p.22～23)に示した。

(i) 海藻草類（藻場）

- 夏季調査と同様に、アマモ場やホンダワラ藻場（ガラモ場）は確認されなかった。海藻類も確認されなかった。
- 食用となる緑藻綱のヒトエグサ（あーさ）が敷石に生育していた。

(ii) 潮間帯調査（夜間）

- 食用となる緑藻綱のヒトエグサ（あーさ）と紅藻綱のアマノリ属（岩のり）が消波ブロックに生育していた。ただし、利用できるほどの量ではないものと思われ、採取している人はほとんどいないものと考えられる。
- 夏季調査（昼間）と同様に、小型の巻貝類やナマコ類が多かった。
- 過去の調査で造礁サンゴ類の被度が高かったことが確認されているチヂミウスコモンサンゴ、ヒメマツミドリイシ、クシハダミドリイシ等は、ほぼ死滅していた。わずかに残っているチヂミウスコモンサンゴにシロレイシダマシが群がっているのが確認された。
- その他、タコ漁をしている人が10人ほど確認された。

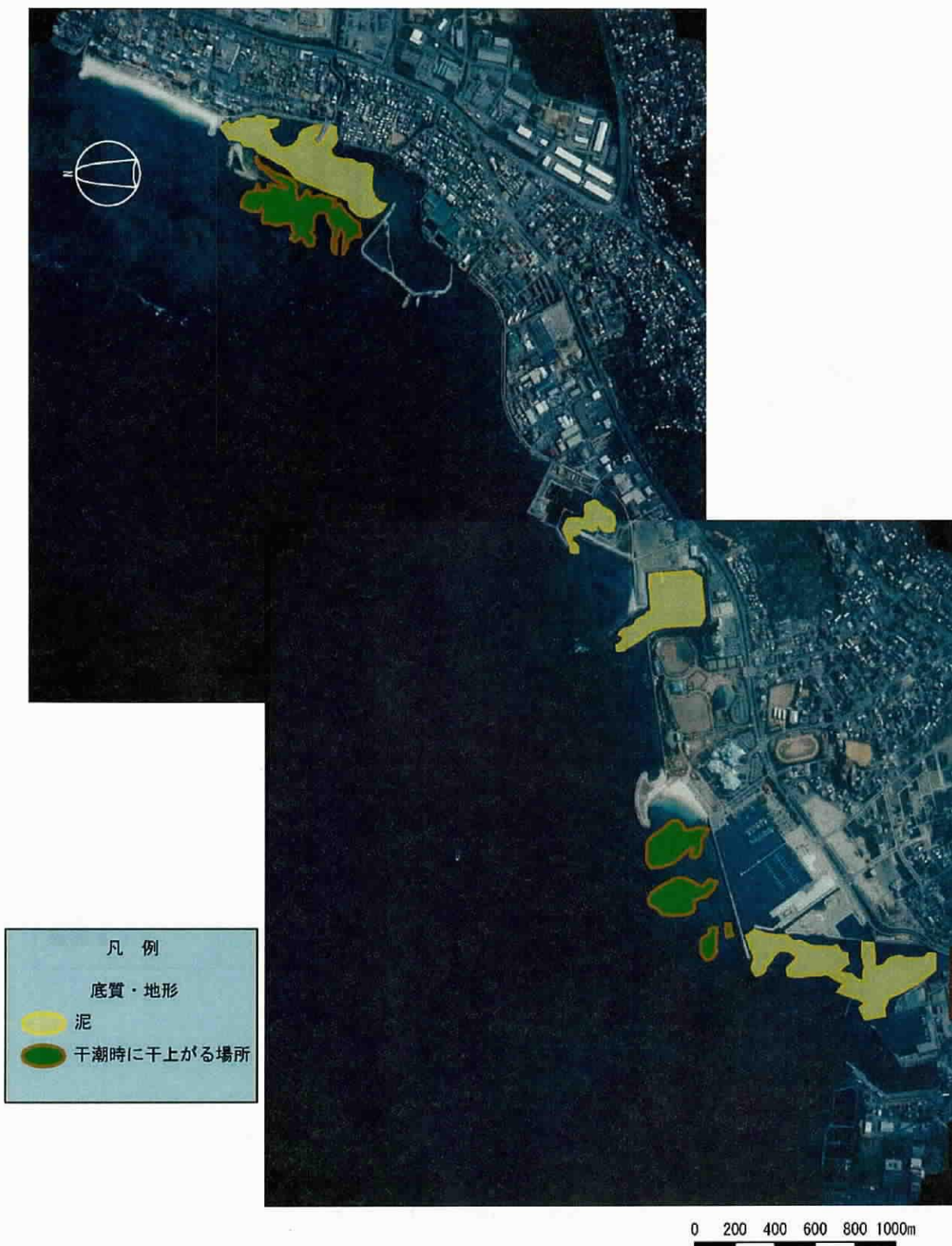


図 4-8 沿岸海域の底質・地形分布図

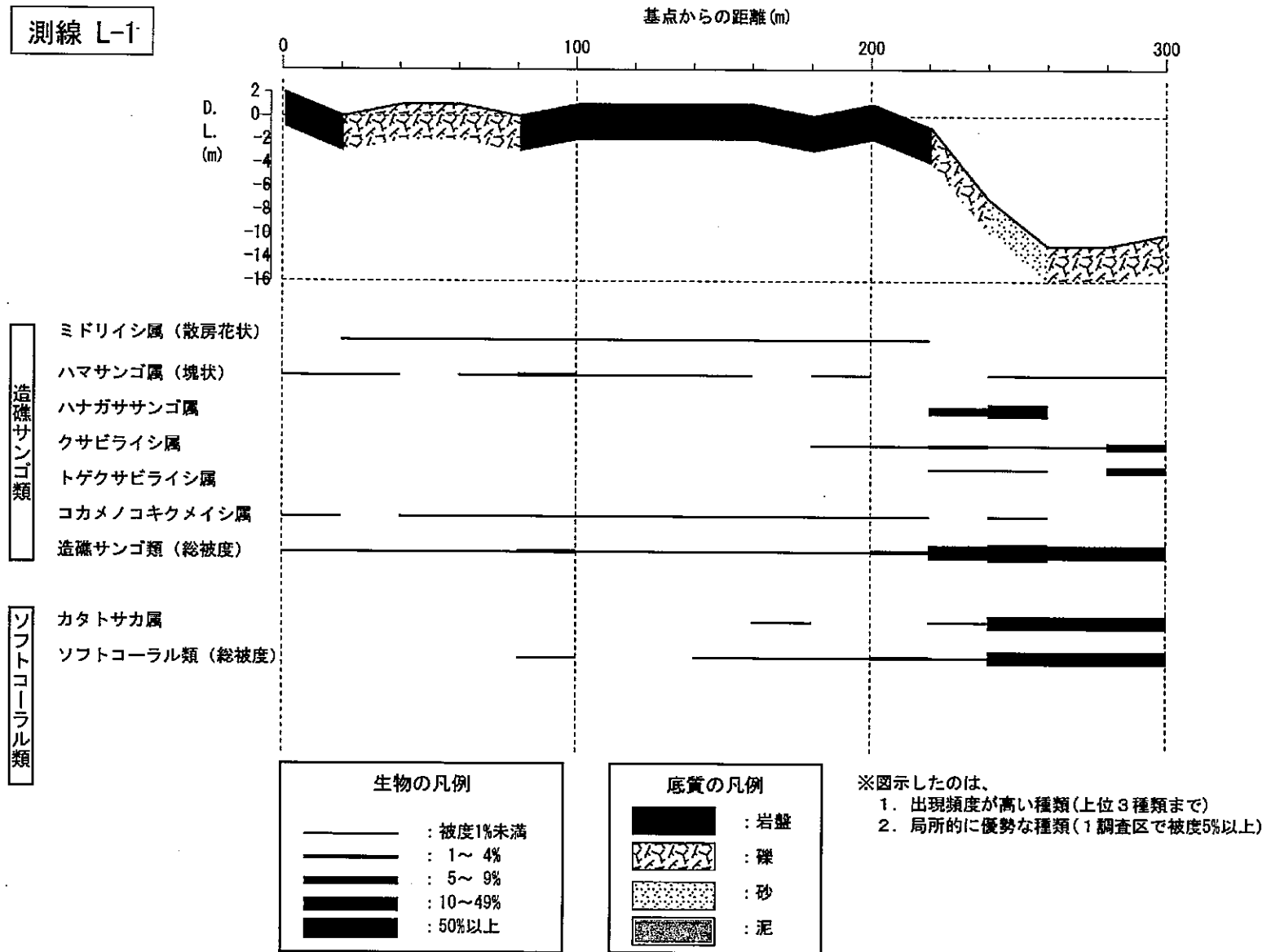


図 4-9(1) 底質概況と主な海域生物 (サンゴ類) の出現状況 (測線 L-1)

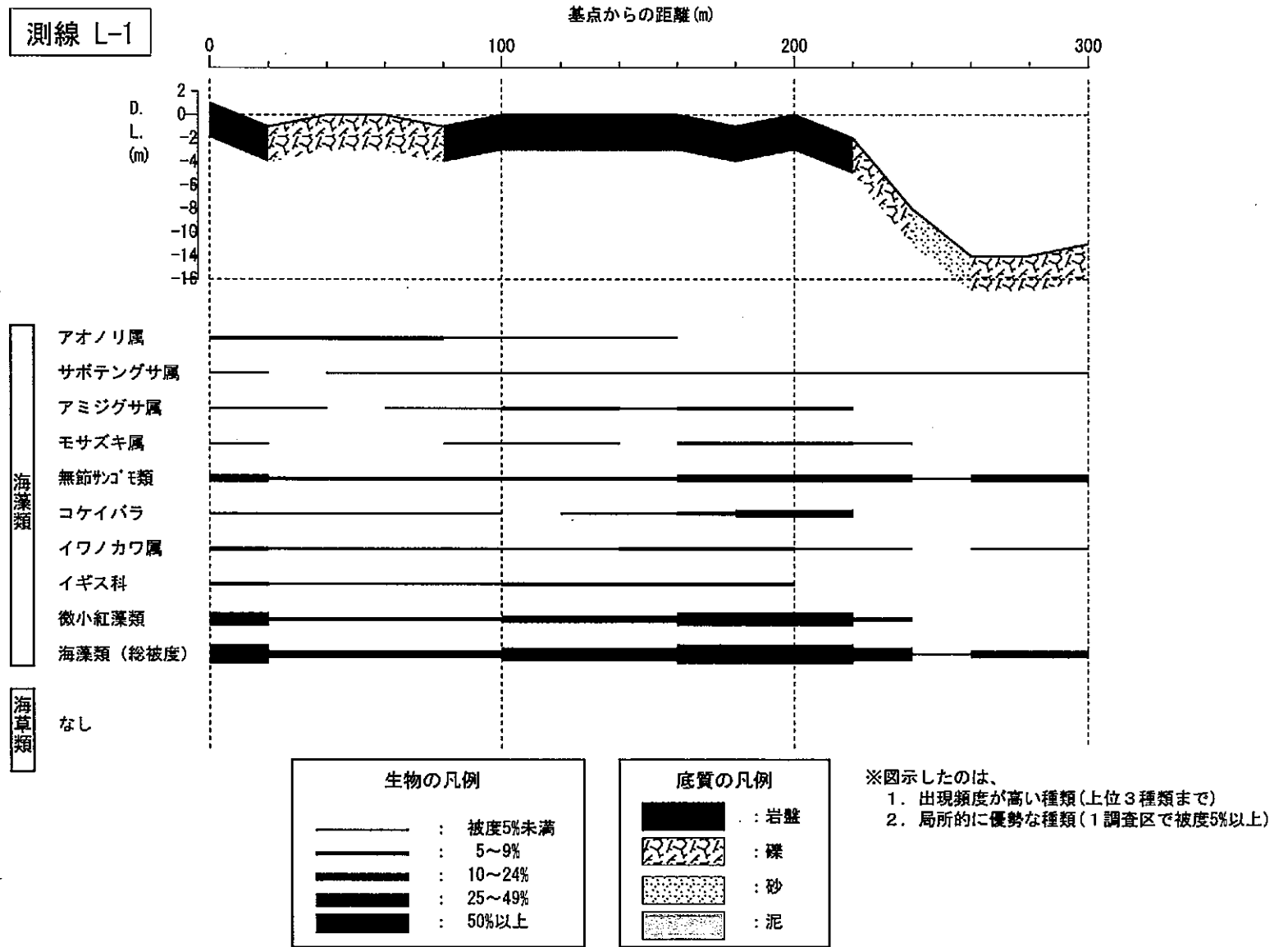
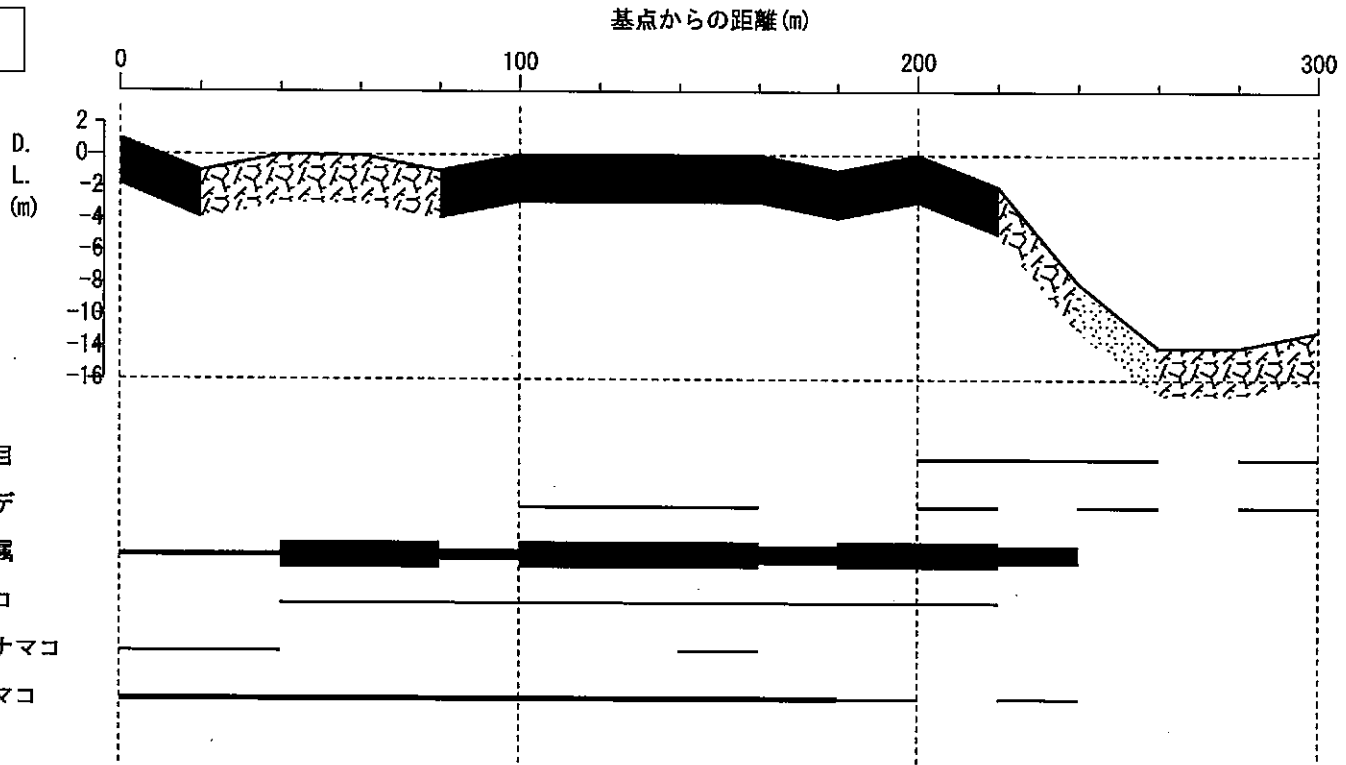


図 4-9(2) 底質概況と主な海域生物(海藻草類)の出現状況(測線 L-1)

測線 L-1



生物の凡例

——	: 1~9個体
——	: 10~49個体
——	: 50~99個体
——	: 100~199個体
——	: 200個体以上

底質の凡例

■	: 岩盤
□ (diagonal lines)	: 礫
□ (dots)	: 砂
□ (horizontal lines)	: 泥

※図示したのは、
1. 出現頻度が高い種類(上位3種類まで)
2. 局所的に優勢な種類(1調査区で5個体以上)

図 4-9(3) 底質概況と主な海域生物 (大型底生動物類) の出現状況 (測線 L-1)

測線 L-2

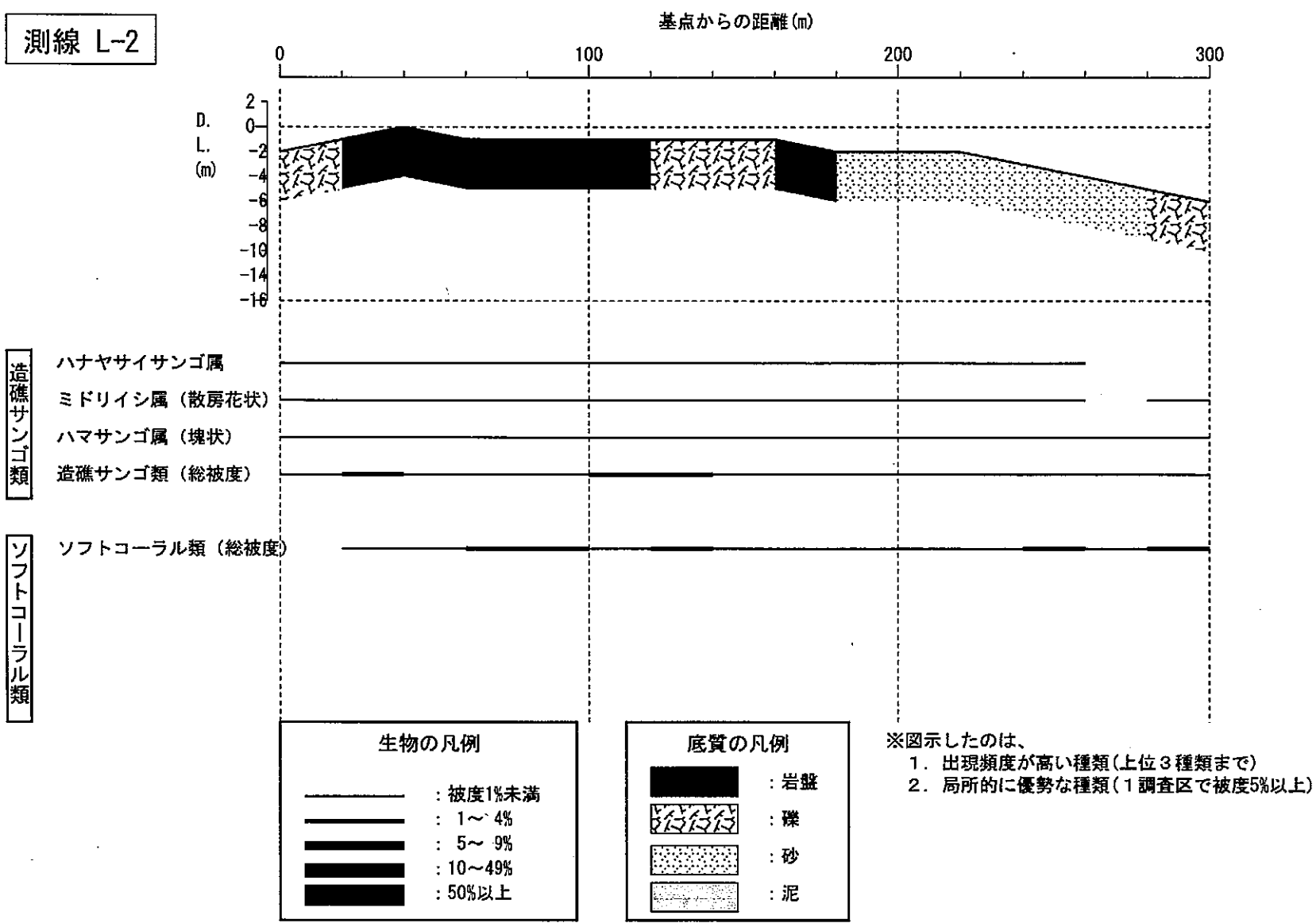


図 4-9(4) 底質概況と主な海域生物 (サンゴ類) の出現状況 (測線 L-2)

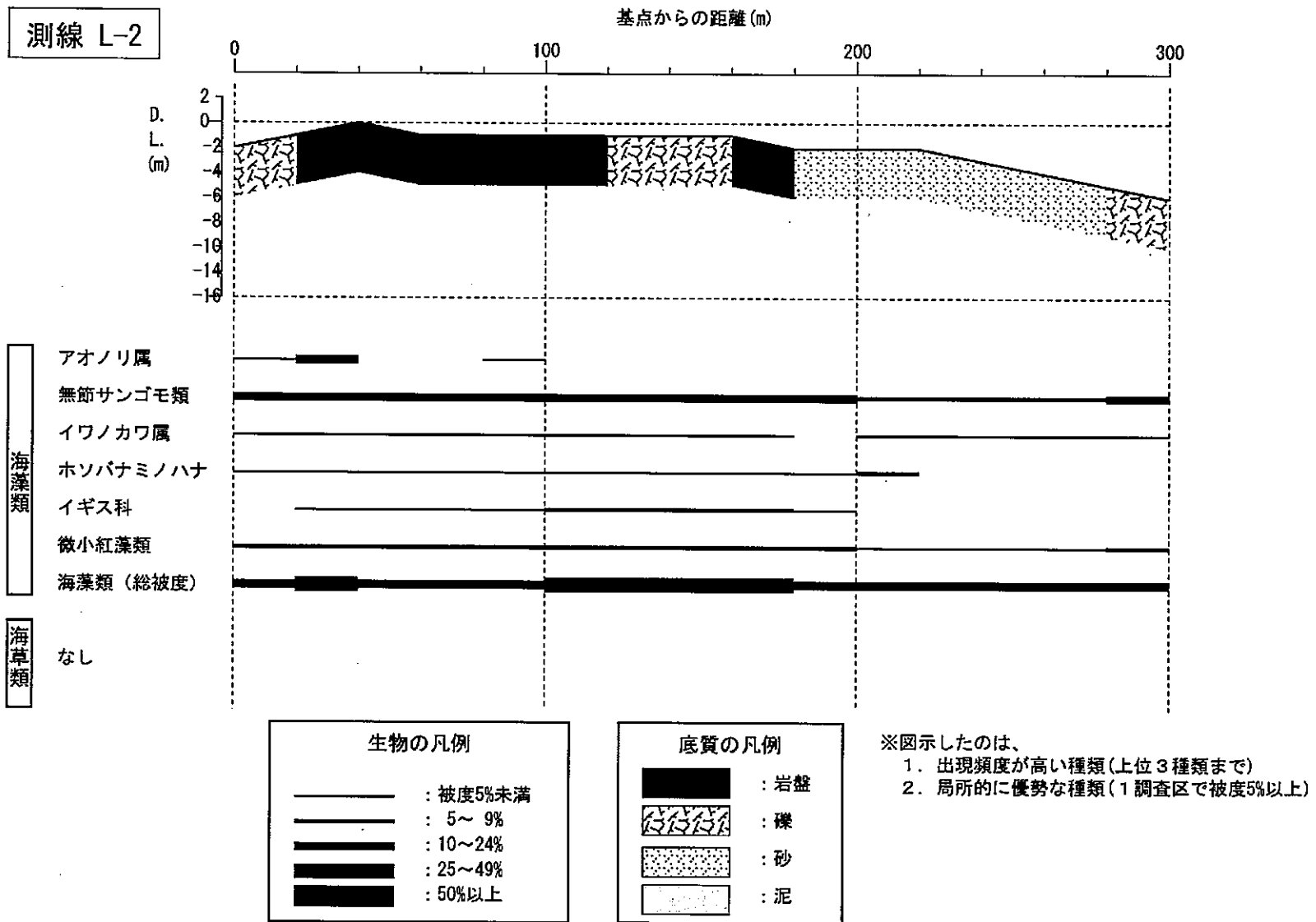
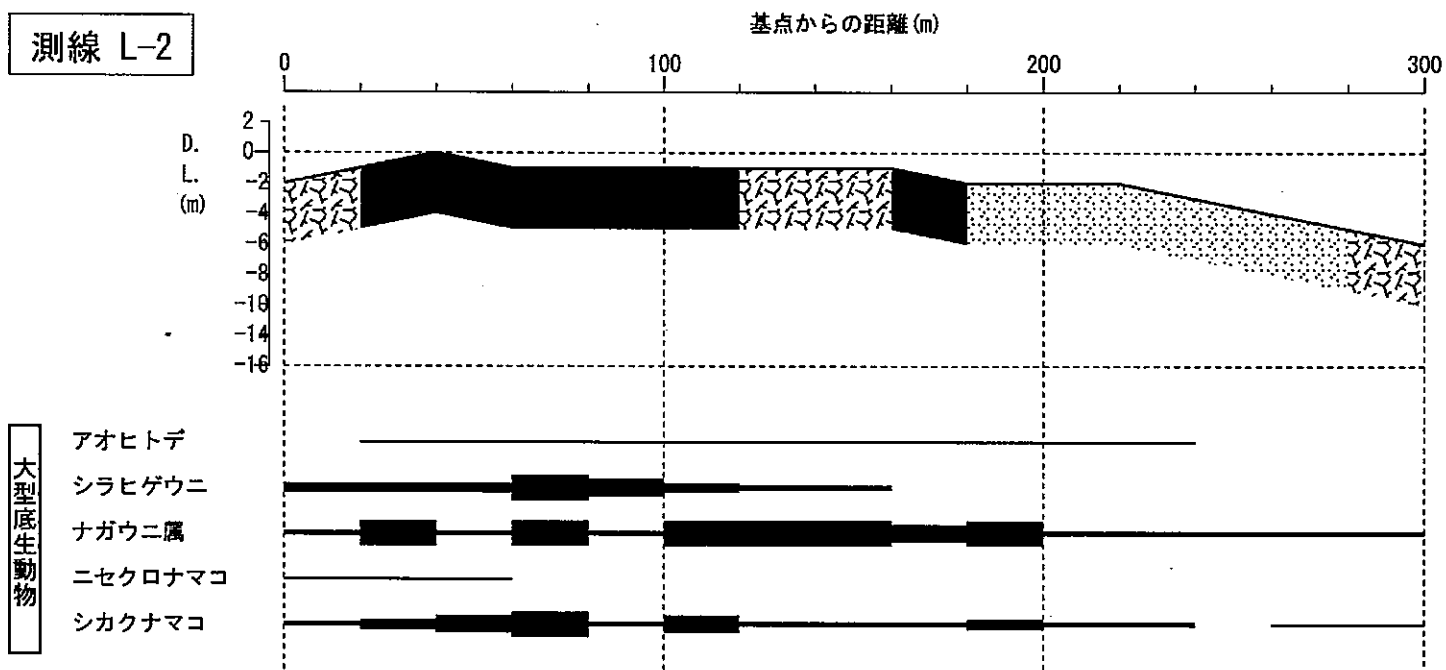


図 4-9(5) 底質概況と主な海域生物 (海藻草類) の出現状況 (測線 L-2)

測線 L-2



大型底生動物

アオヒトデ
シラヒゲウニ
ナガウニ属
ニセクロナマコ
シカクナマコ

生物の凡例	
——	: 1~9個体
——	: 10~49個体
——	: 50~99個体
——	: 100~199個体
——	: 200個体以上

底質の凡例	
■	: 岩盤
▨	: 礫
▧	: 砂
▩	: 泥

※図示したのは、
1. 出現頻度が高い種類(上位3種類まで)
2. 局所的に優勢な種類(1調査区で5個体以上)

図 4-9(6) 底質概況と主な海域生物(大型底生動物類)の出現状況(測線 L-2)

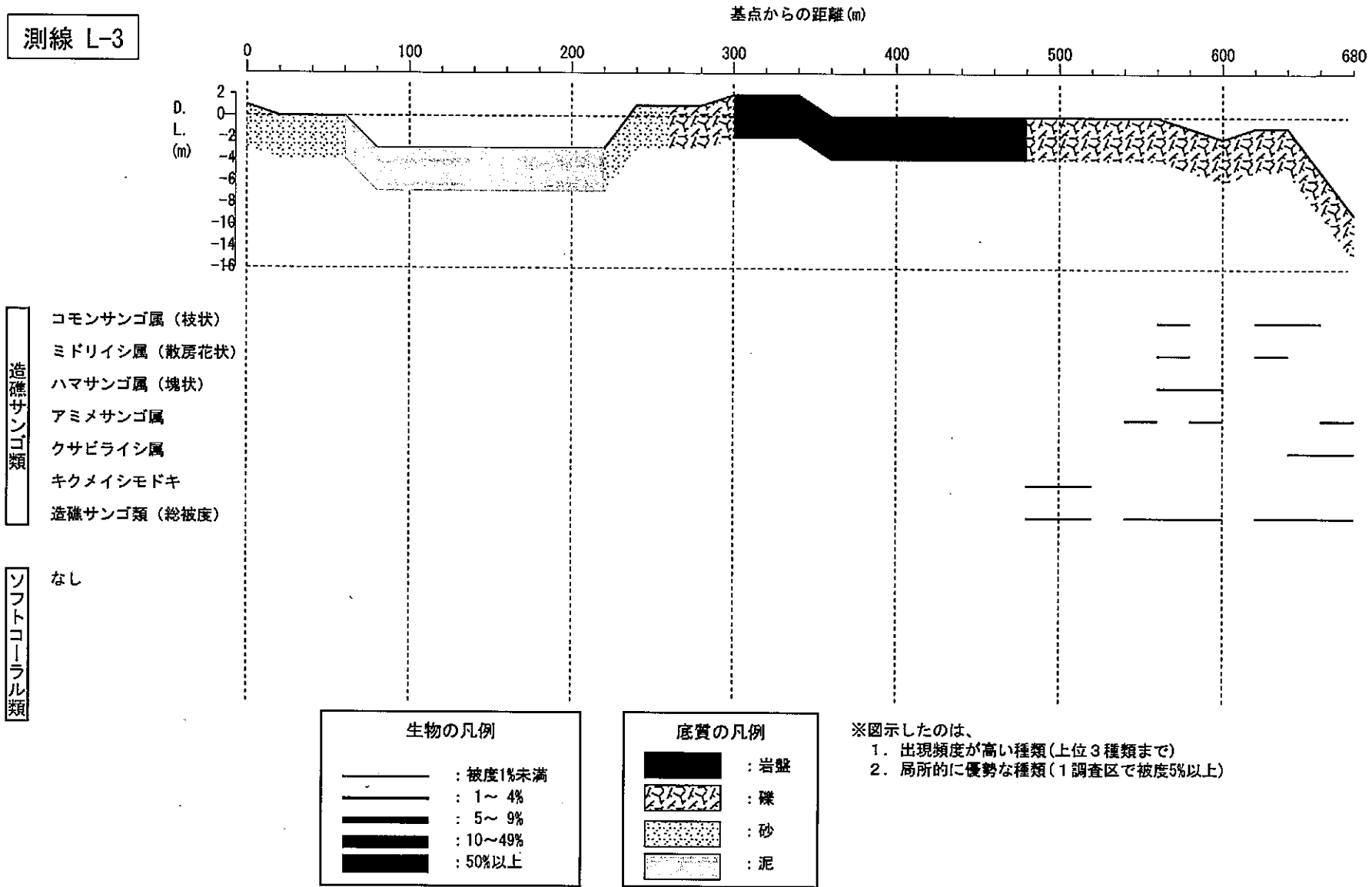


図 4-9(7) 底質概況と主な海域生物 (サンゴ類) の出現状況 (測線 L-3)

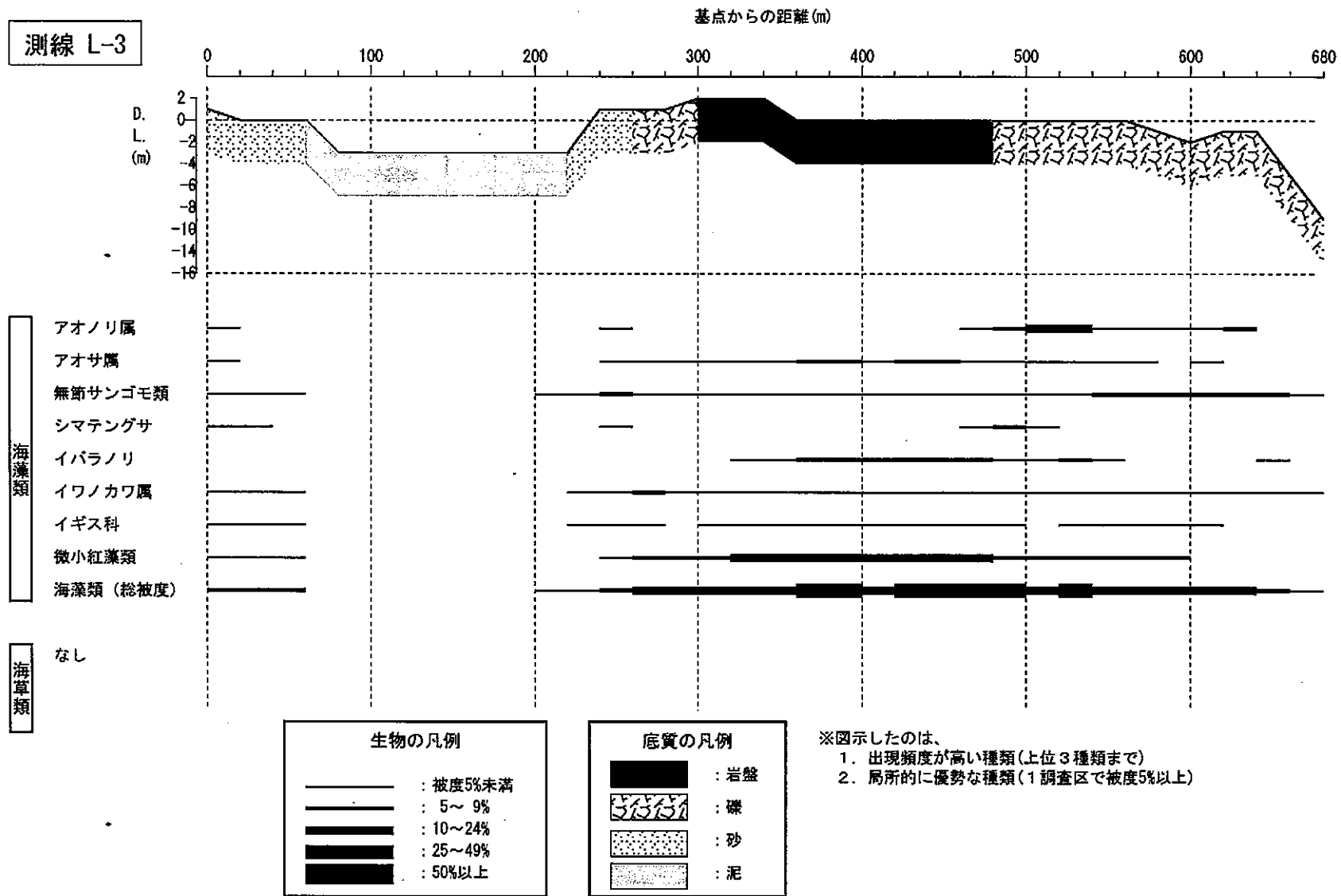
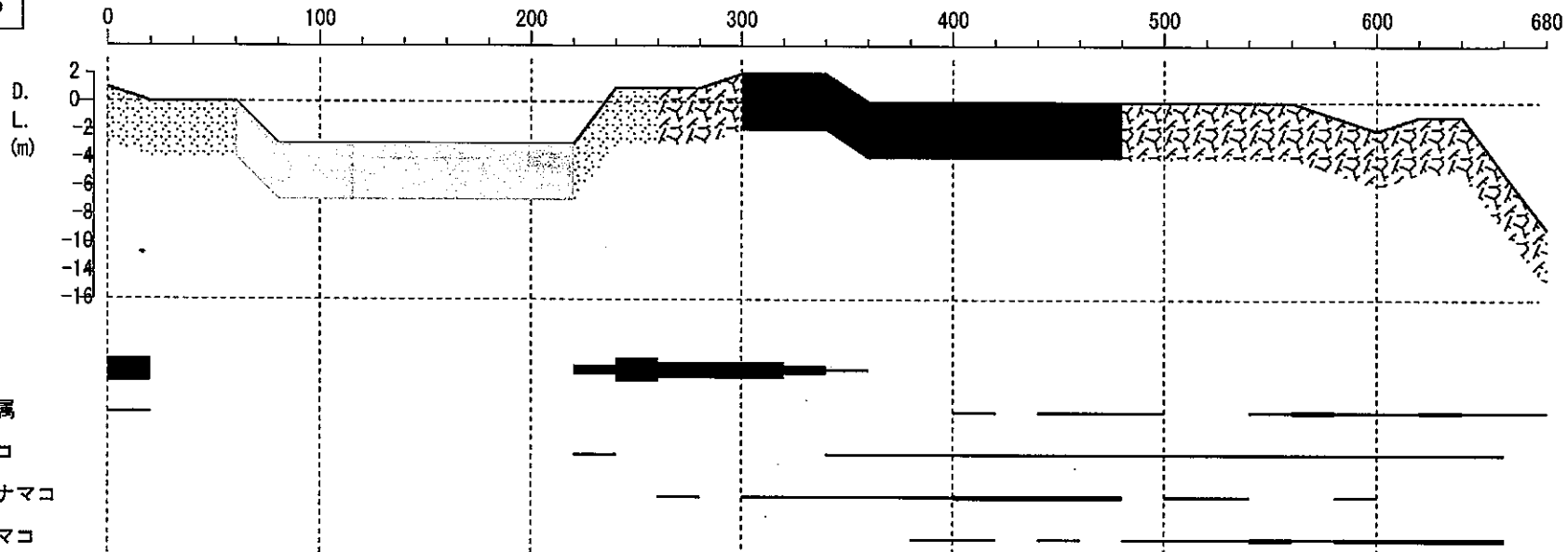


図 4-9(8) 底質概況と主な海域生物 (海藻草類) の出現状況 (測線 L-3)

測線 L-3

基点からの距離 (m)



大型底生動物
 カンギク
 ナガウニ属
 クロナマコ
 ニセクロナマコ
 シカクナマコ

生物の凡例

- : 1~9個体
- : 10~49個体
- : 50~99個体
- : 100~199個体
- : 200個体以上

底質の凡例

- : 岩盤
- : 礫
- : 砂
- : 泥

※図示したのは、

1. 出現頻度が高い種類(上位3種類まで)
2. 局所的に優勢な種類(1調査区で5個体以上)

図 4-9(9) 底質概況と主な海域生物(大型底生動物類)の出現状況(測線 L-3)



図 4-10 サンゴ礁・藻場分布調査結果

第5章 総括考察

1. 環境基盤調査

(1) 森の川湧水機構

今回の調査結果や既存資料などから森の川公園の想定される不透水性基盤の形状を図 5-1(p.79)にまとめた。以下図 5-1(p.79)を参考に森の川公園の湧水機構について考察する。

森の川公園の湧水は通年で平均湧出量が $56\text{m}^3/\text{日}$ (平成 16 年度測定) と安定しており、湧水の供給源としては普天間基地内に島尻泥岩層を不透水性基盤とする地下水盆の存在が考えられる。森の川公園の湧水に供給される地下水は、この地下水盆から南東から北西に延びる細長い凹地沿いに流下する水脈の一つであると考えられ、また地下水盆には降雨による影響を受けやすい主となる地下水脈が別途存在するものと考えられる。

ボーリング調査結果では、森の川公園東端の H16B-3 で島尻泥岩層標高が最も低く、周辺のボーリング点は EL34m 前後でほぼ平坦な地形を示す。

よって湧水の供給源である地下水は普天間基地側の地下水盆から、想定される南東から北西方向の細長い凹地に沿って流下し、一部 H16B-3 付近で湛水しているものと考えられる。

(2) 湧水量調査

フルチンガーの水位は降雨に伴って大きく変動しており、年間の水量算定の際に降雨時の水量を考慮に入れることが重要である。

(3) 水収支の検討

環境基盤調査では、これまでの調査で得られた地質構造、土地利用状況、湧水量等の情報を基に水収支の試算を行った。基地内に降った雨水は、蒸発散、地下貯留、地下流出及び河川流出により循環していると考えられる。このように流域内に降った雨が蒸発から流出に至る経路(水収支)を把握せずに返還跡地の土地利用を行った場合、流出の末端である田芋畑を潤す湧水を著しく減少させる危険性があり、田芋畑の荒廃、水辺の生態系への影響等、様々な問題が起こる可能性がある。以下に水収支の試算を示す。

1) 試算方法

水収支の試算は、各流域毎に蒸発量・表面流出量・地下浸透量を下記に示す条件に基づいて行った。そして試算結果を基に予想される流域末端での湧水量と今年度実施した主な湧水箇所(湧水量データ)との比較検討を行った。以下に試算条件を示す。

2) 試算条件

(i) 流域区分(地下水流域区分)

流域区分は、島尻層群では尾根地形を分水嶺として流域が区別されるが、琉球石灰岩では不透水性基盤(島尻層群)の凹凸などの形状に規制されて地下水盆(地下水流域)として区別される。よって、流域区分は①地下水流域区分と②流域区分に分けて区分した(図 5-2 (p.81)参照)。

①地下水流域区分

琉球石灰岩が分布する地域内を普天間基地内と普天間基地以外の地域に分けて下記のように区分した。

- A～E 流域（普天間基地内）
- A-2～E-2 流域（普天間基地以外）

②流域区分

島尻層群地域内で尾根地形を分水嶺として下記のように区分した。

- A-1～E-1 流域

(ii) 土地利用区分

表面流出量および地下浸透量は路面や畑等の地盤特性により異なるため、土地利用状況を図 5-3(p.83)に示すように4つに分類した。判別には主に地形図・航空写真に基づいて行った。

- ①森林地帯：航空写真では濃い緑色で判別される。
- ②草地・荒地：航空写真では淡い緑色で判別される。基地内では滑走路脇に緩衝地帯として草が分布し、基地以外では放棄された畑や宅地等が荒地として分布する。
- ③裸地・畑地：裸地は主に学校のグラウンドであり、畑地は航空写真で茶色と淡い緑色の混合色で判別される。
- ④宅地・舗装道路：上記①～③以外の地域。

(iii) 湧水測定箇所

湧水を測定した箇所は全部で16箇所である。地下水流域毎の測定数は以下の通りである。

- A地下水流域：2箇所（全て隔月測定）
- C地下水流域：6箇所（2箇所毎月、4箇所隔月測定）
- D地下水流域：5箇所（1箇所連続、1箇所毎月、3箇所隔月測定）
- E地下水流域：3箇所（1箇所毎月、2箇所隔月測定）

(iv) 計算条件

試算期間・雨量・蒸発散量・表面流出量・地下浸透量の各データの条件を以下のように設定した。

①試算期間および雨量

水収支試算期間は湧水量測定期間と同一とし、平成16年4月から平成17年3月までの計12ヶ月間とする。雨量は宜野湾市に近い沖縄市胡屋のアメダスデータから求めた結果、年間降雨量は1943mmであった。

②蒸発散量

蒸発散量は、宜野湾市の地層構成は宮古島の地層構成と類似点が多いことから、宮古島地下水水質保全対策協議会発行の「サンゴの島の地下水保全」を参考とし、宮古島と同様の全降水量の50%とする。

③表面流出および地下浸透量

表面流出量は道路土工「排水工指針」を参考に土地利用状況により流出係数を求め

た。試算は表面流出係数に幅があるため最大値および最小値に分けて行った。地下浸透量は雨量から蒸発量と表面流出を差し引いた値とする。

表 5-1 各地表面の流出係数

分類した地表面の種類	流出係数(最大値)	流出係数(最小値)
森林地帯	0.40	0.20
草地・荒地	0.17	0.13
畑・裸地	0.30	0.10
宅地・舗装道路	0.95	0.70

④各地下水流域の流入量

A～E 地下水流域における流入量の考え方を以下に示す。

● A～B 地下水流域

各地下水流域の上流部 A-1 および B-1 流域で降った雨水のうち、表面流出した雨水は図 5-2 (p.81)の青色の波線で示す既設の雨水排水路等で集水され、比屋良川に流出することから地下水流域にはほとんど流入しないと考えられる。また同流域に地下浸透した雨水も移動時間が長いことから、流入量は無視できるものと考えられる。また A および B 地下水流域内で表面流出した雨水も既設排水路により域外（比屋良川や海域）へ流出する。

よって、地下水流域に浸透した雨水のみが湧水より湧出するものと考えられる。

● C～E 地下水流域

各地下水流域の上流部の C-1～E-1 流域で降った雨水のうち、表面流出した雨水は図 5-2 (p.81)の青色の波線で示す既設の雨水排水路から各地下水流域へ流入する。また C-1～E-1 流域で地下浸透した雨水は移動時間が長いことから流入量は無視できるものとする。また C～E 地下水流域内で表面流出した雨水も既設排水路により域外へ流出するものと考えられる。

よって、C～E 地下水流域内では石灰岩中に地下浸透した雨水と上流部の雨水排水路から流入した雨水の合計が湧水より湧出するものと考えられる。なお図 5-2 (p.81)に示す E-1' 流域は既設の雨水排水路により普天間川に流出することから流入量から除外する。

⑤湧出量(実測値)

湧水量測定うち、連続測定フルチンガー以外では毎月あるいは隔月で1日あたりの湧出量の測定を1回測定であるため、平成16年4月～平成17年3月までの総湧出量を求める際には湧出量(m³/日)×1ヶ月(例：4月は30日、5月は31日)の12ヶ月の合計で求めた。隔月の場合未測定月の湧出量は前後の月の湧出量の平均値とした(表 5-2(p.75) 参照)。

表 5-2 主な湧水地点における湧水量の推移(単位m³/日)

測定月(測定日) 測定地点	4月 (4月30日)	5月 (5月26日)	6月 (6月22日)	7月 (7月15日)	8月 (8月19日)	9月 (9月25日)	10月 (10月25日)	11月 (11月22日)	12月 (12月24日)	1月 (1月18日)	2月 (2月28日)	3月 (3月26日)	年合計 m ³	流域名	各流域合計 m ³
	チュンナガー	669	523	995	852	1,205	598	461	760	653	559	827	570	263,329	E
ウブガー	—	159	—	729	—	580	—	641	—	556	—	678	195,547		
ウフガー	—	308	—	690	—	1,311	—	856	—	967	—	613	284,119		
フルチンガー	—	2,900	23,170	7,959	2,117	36,457	7,687	5,969	468	2,438	16,451	7,428	3,476,425	D	4,621,913
フンシンガー	—	145	—	373	—	600	—	526	—	513	—	224	143,762		
ナイシガー	—	762	—	190	—	329	—	329	—	411	—	532	158,541		
ヒャーカーガー	1,154	1,401	3,015	2,309	1,735	2,115	2,668	1,963	1,315	1,143	2,125	1,654	693,295		
ウーシヌハナガー	—	247	—	325	—	666	—	381	—	448	—	448	149,891		
ヤマチジャガー	—	27	—	39	—	51	—	24	—	8	—	26	10,667	C	1,379,130
アラナキガー	1,518	2,037	1,939	1,625	2,379	2,050	2,093	1,892	1,308	1,796	3,114	2,299	744,379		
ミジカシガー	—	9	—	35	—	38	—	79	—	4	—	22	11,187		
メンダカリヒージャーガー	494	726	1,254	1,241	668	650	1,386	865	726	905	945	898	334,360		
シチャヌカー	—	718	—	936	—	608	—	579	—	721	—	661	257,905		
森の川	—	18	—	119	—	80	—	79	—	23	—	19	20,632		
ウシアミシガー	—	1,185	—	2,310	—	2,875	—	1,304	—	1,374	—	1,339	630,426	A	694,984
大謝名メースカー	—	93	—	381	—	238	—	121	—	108	—	125	64,558		

月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
羽根市別荘におけるメースカーデータ(月間雨量:単位mm)	47	167	363	226	158	331	162	65	94	49	148	133	1943

3) 算定結果

試算の結果を各流域別に流入量・地下浸透量・予想される湧出量そして測定された湧出量を以下の表 5-3、図 5-4(p.85)にまとめる。

表 5-3 算定結果一覧表

流域名	A流域 (m ³)	B流域 (m ³)	C流域 (m ³)	D流域 (m ³)	E流域 (m ³)
分類名					
表面流出量(C-1～E-1流域)	—	—	455,095	820,505	324,015
〃	—	—	327,412	580,218	231,629
地下浸透量(C～D流域)	—	—	821,629	890,413	810,064
〃	—	—	1,025,878	1,119,273	1,011,311
地下浸透量(A-2～E-2流域)	197,781	139,234	178,988	86,576	833,222
〃	597,862	266,794	446,462	200,531	1,514,527
予想湧出量	197,781	139,234	1,455,712	1,797,494	1,967,301
〃	597,862	266,794	1,799,752	1,900,022	2,757,467
測定湧出量	694,984	—	1,379,130	4,621,913	742,994

- ※表面流出量・地下浸透量・予想湧出量のうち、上段は最大流出係数、下段は最小流出係数を用いて算定した。
- ※予想湧出量は表面流出量・地下浸透量の合計で求めた。

表 5-3の結果を以下にまとめる。

- A 流域では最大流出係数を用いた値が測定値に対し 1/3 程度と差が大きいが、最小流出係数を用いた値では近似した値となった。
- C 流域では予想値と測定値が近似した値となり、最大流出係数を用いた予想値はほぼ同じ結果となった。
- D 流域では測定結果が予想値の 2.5 倍の約 460 万 m³ と非常に大きな値となった。これはフルチンガーの湧出量が約 350 万 m³ と全体の約 75% を占めていることによる。流域内の全降水量と湧出量の比を求めると、D 流域（基地内）および D-1・D-2 流域の面積の合計は約 3.2km² であり、降水量が 1,943mm であることから、流域内の全降水量は 3,200,000m² × 1.943m = 6,218,000m³ で、湧出量は全降水量の 460 万 m³ / 620 万 m³ = 0.74 (74%) の結果となった。この値は仮定した蒸発量の 50% を超え、現在の流域面積の流入量だけでは説明できない結果となった。また蒸発量以外の地下浸透・表流水の全てが湧水から湧出すると仮定した場合、460 万 m³ の湧出量が必要とする流域面積は 4.73km² となり、これは D・D-1・D-2 流域面積の約 1.5 倍である。
- E 流域では予想値が測定値に対し、2 倍ないし 3 倍と大きくかけ離れている。これは、E 流域内の湧水箇所は普天間付近やキャンプ瑞慶覧内にも多数存在するため測定数が少なかったことや、E 流域内における流域区分に不明確な部分もあることが原因であると考えられる。

4) 考察

A 流域では最小流出係数を用いた予想値が測定値に近い値となったことは、各流域毎に流出係数が微妙に異なることが予想される。また踏査結果や既存資料では B 地下水流域の地下水の一部が真栄原付近で A 地下水流域へ合流することも予想されており、A 地下水流域と B 地下水流域の一部の合計が測定値となることも考えられる。

C 流域では測定値と予想値が近似の値となり、流域境界や水収支モデルが妥当であったと思われる。

D 流域ではフルチンガー湧出量が非常に大きく、現在の D 流域面積では説明できない結果となった。平成 15 年度の調査では、これまで野嵩・普天間集落に位置すると予想していた D・E 流域境界一帯に地下水の分布が確認されたことにより、D・E 流域境界をさらに南側の上原・赤道集落付近に位置するものと推定していた。しかし、今年度行った現地踏査でも明確な境界となる根拠を見つけられず、また水収支試算からも現在の流域面積では説明できないため、今後基地内の調査を行うことにより D・E 流域境界線の見直しも含めて水収支モデルを再検討する必要がある。

上記のように水収支の結果、未だ不明な点も少なくない。今後このモデルの精度を高めることによって、基地跡地の都市化による雨水の地下浸透の減少、排水設備の整備による上流域からの流入量の減少を定量的に予測することができ、今後の跡地利用に利用できるものと考えられる。

(4) 今後の課題

今後の課題としては、今回試算した水収支モデルの精度向上のために以下の調査が望まれる(図 5-5(p.86)参照)。

1) D・E 流域境界

水収支の試算結果から、D・E 地下水流域の境界位置の設定について再検討する必要性が生じた。フルチンガーの多量な湧水量を支える地下水盆は設定範囲より約 1.5 倍の涵養域を必要とするものと考えられる。D・E 地下水流域の境界が、さらに北側に存在するのか(あるいは D・E 流域は一帯の地下水盆であるのかを含め)明らかにするために、今後基地内を含め、一帯の地下構造を把握する必要がある。

2) 観測の継続

多年度に渡り継続した湧水量の観測が必要と思われる。また現在フルチンガーのみ連続観測が行われているが、他地下水流域でも行う必要があると思われる。

3) 塩水クサビ分布域確認

現況における塩水クサビ分布の状況把握は、湧水量の減少に伴う塩水クサビ拡大を予測し、土地利用の変化に伴う影響のモニタリングを行う上で必要と思われる。

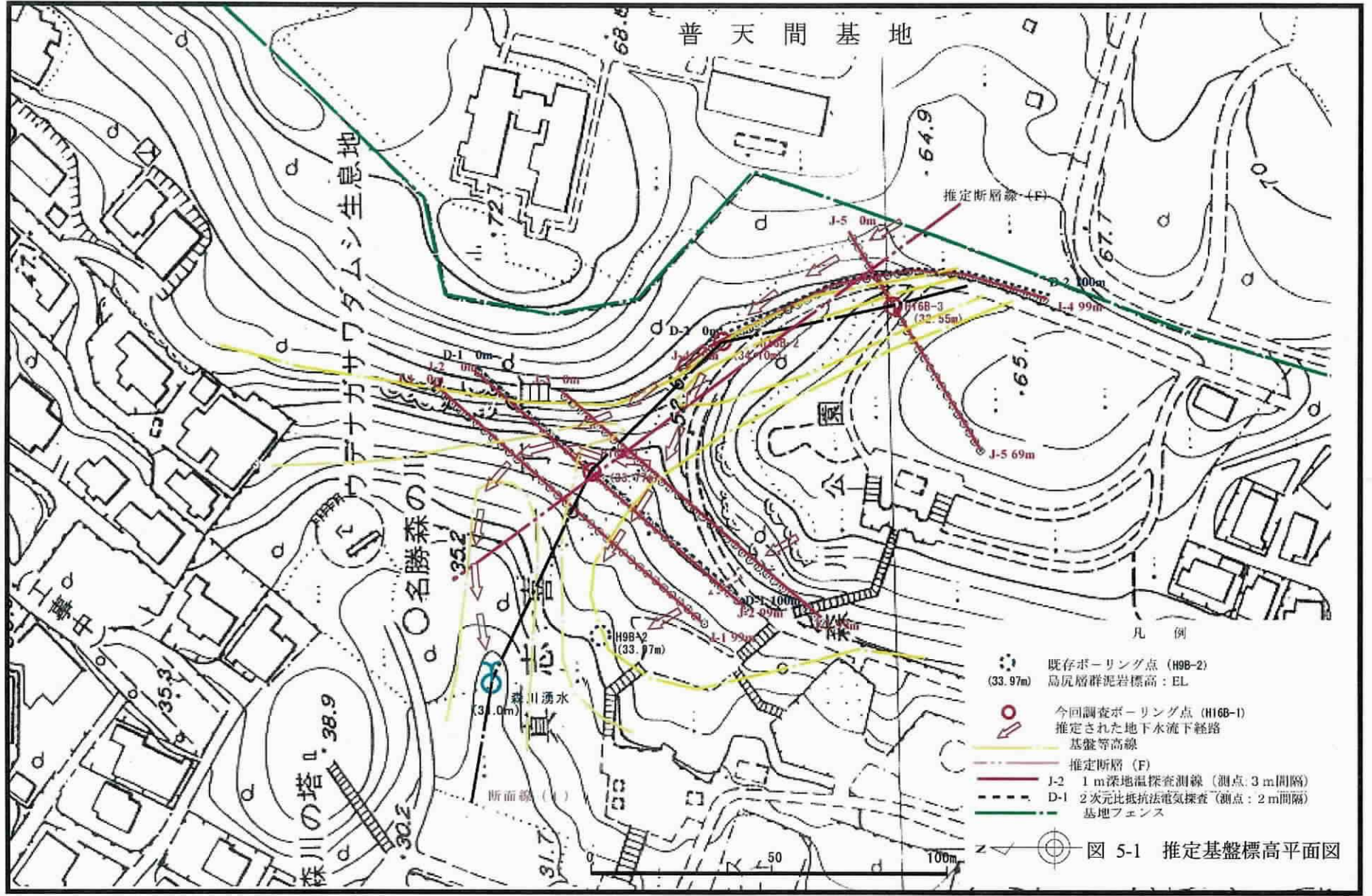
4) 現地降雨観測の必要性

今回の調査では調査地に最も近い沖縄市胡屋のアメダスデータを用いたが、降雨には偏りがあるため正確な雨量を把握するためにも宜野湾市域での降雨観測が必要であると思われる。

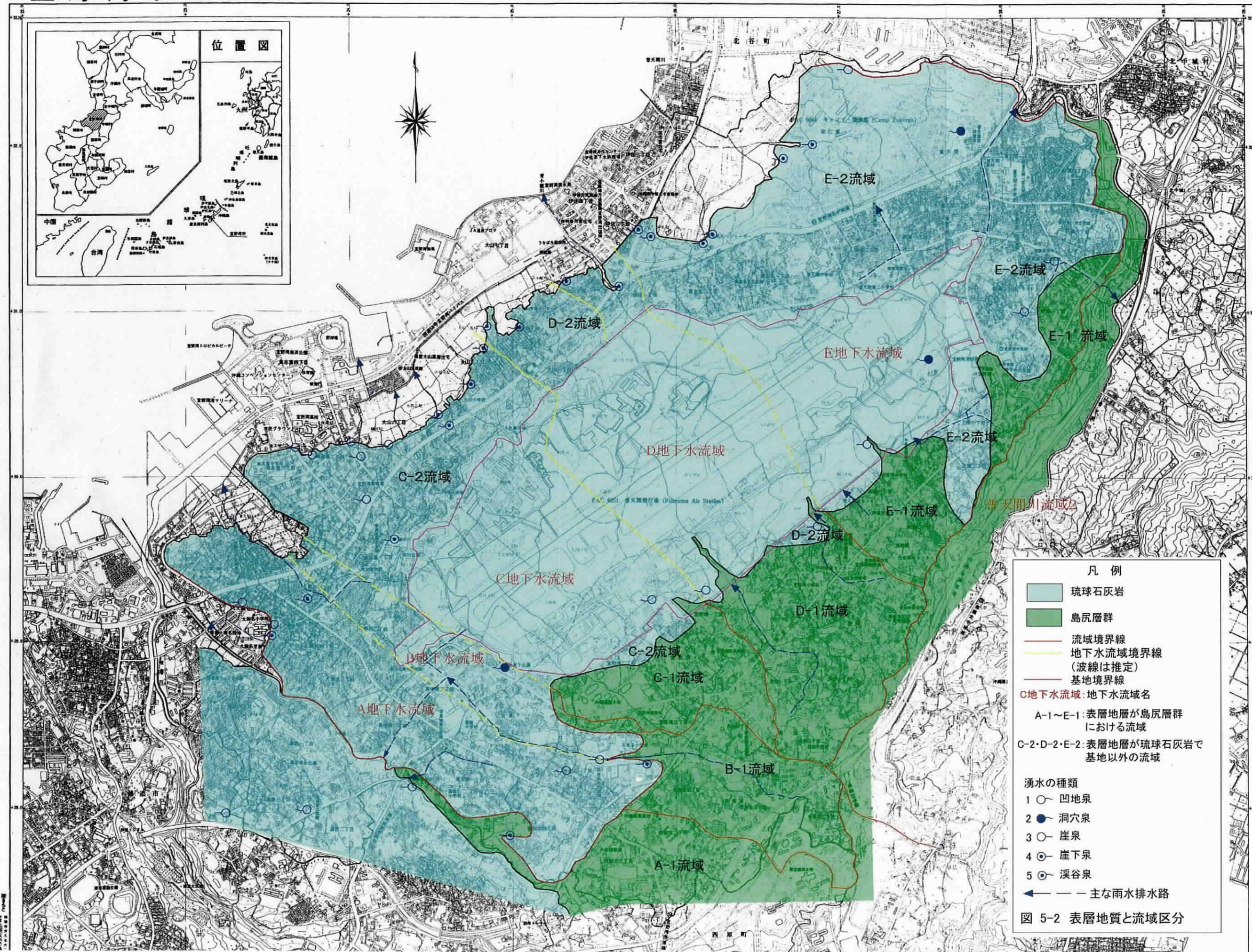
5) 排水路の確認

基地以外の既設排水路については下水道課で確認できるが、今後基地内も含めて詳細な排

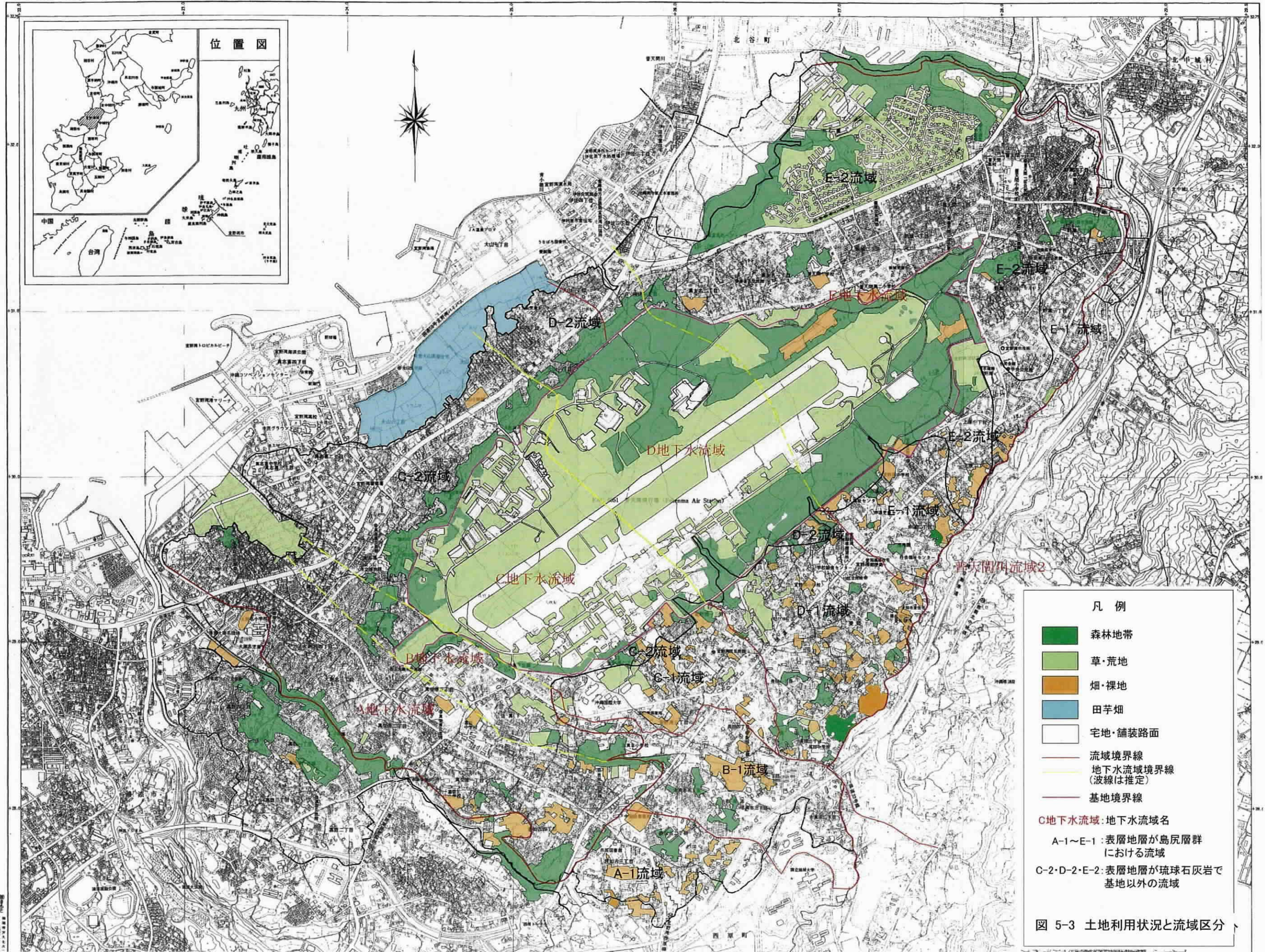
水路を確認する必要があると思われる。またフルチンガーの多量の湧出量の原因を解明する上でも、基地内排水路を確認することが必要であると考えられる。



宜野湾市地形図



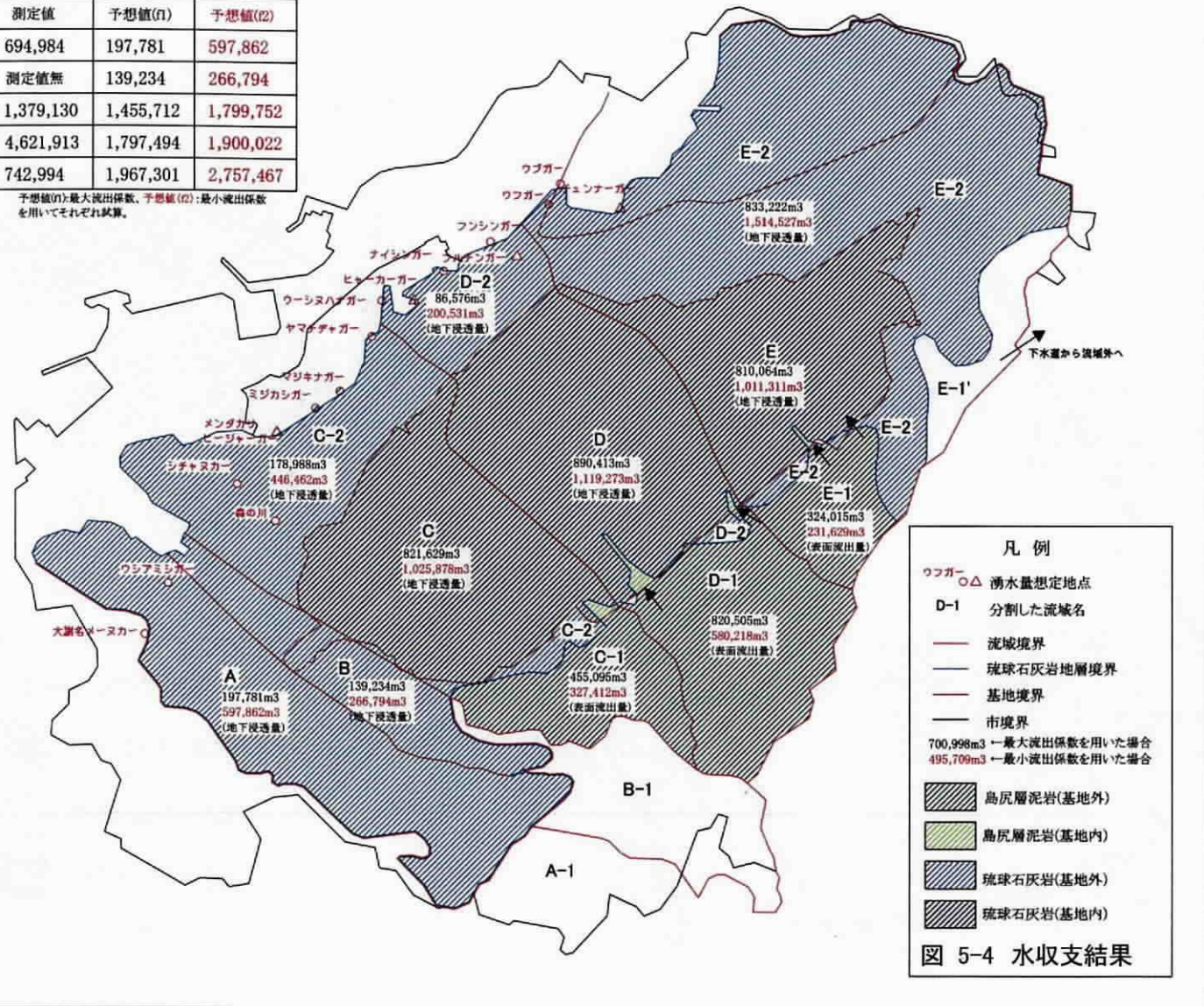
且野湾市地形図

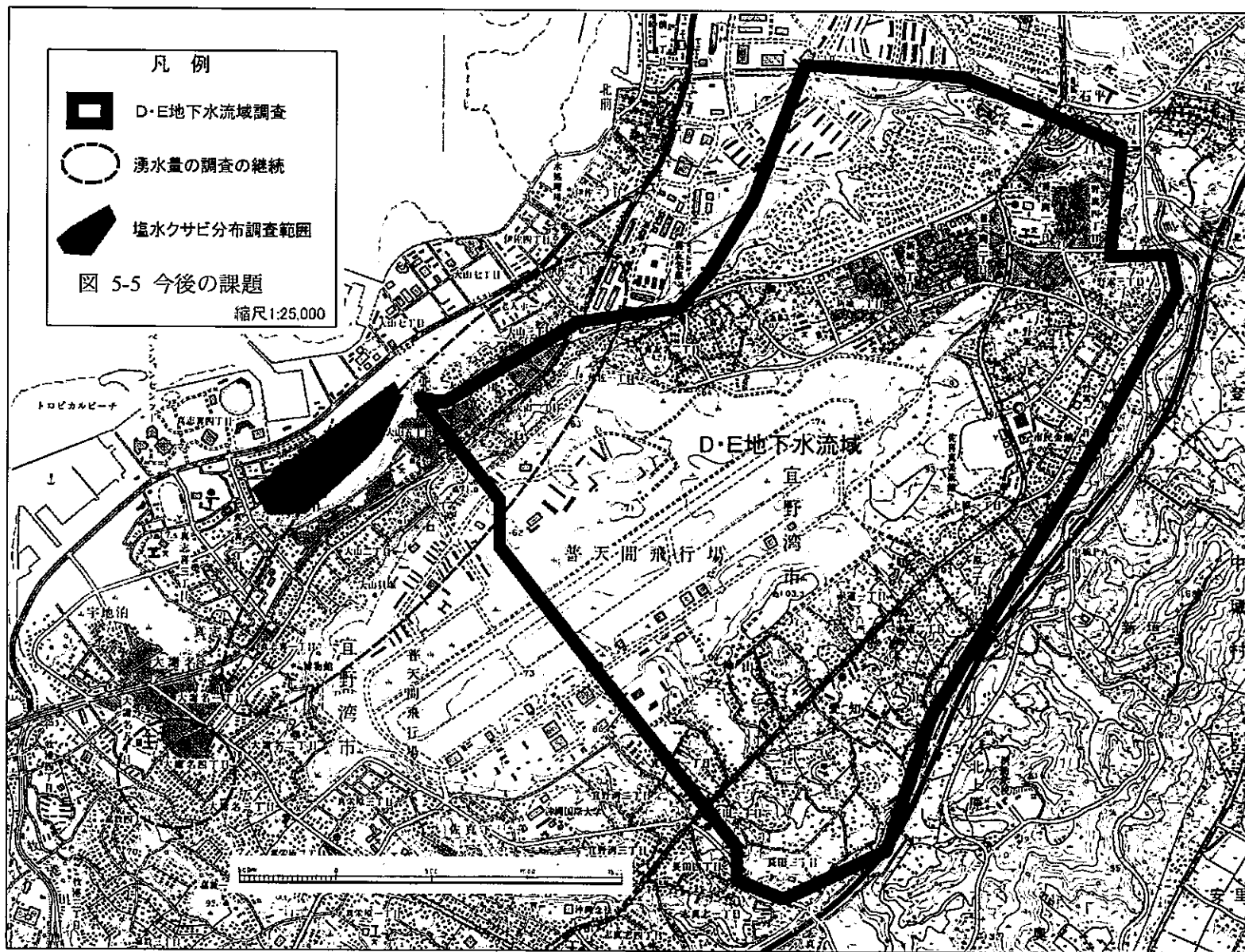


湧出量結果一覧表(m³)

流域名	測定値	予想値(①)	予想値(②)
A流域	694,984	197,781	597,862
B流域	測定値無	139,234	266,794
C流域	1,379,130	1,455,712	1,799,752
D流域	4,621,913	1,797,494	1,900,022
E流域	742,994	1,967,301	2,757,467

予想値(①):最大流出係数、予想値(②):最小流出係数を用いてそれぞれ試算。





2. 陸域生態系調査

(1) 調査項目の総括

平成14～16年度調査によって作成した、市域全体の現存植生図を図5-6(p.97)、注目すべき植生の分布状況を図5-7(p.99)に、注目すべき動物の確認位置を図5-8(p.101)に、大山地区の詳細植生図を図5-9(p.103)に、タイモの栽培と水田の動態を図5-10(p.105)に、それぞれ示した。以下に調査結果から得られた知見と今後の課題を概説する。

1) 注目すべき種の分布する地域の状況からみた環境基盤類型の評価

表 5-4(1) 類型区分別・分類群別、注目すべき生物の確認種数

類型区分番号 (植生パターン)	計	植物	哺乳類	鳥類	爬虫 類・両 生類	昆虫類	水生動 物	陸産貝 類・甲 殻類	洞穴性 動物
①(B)	米軍用地内								
②(D)	2,2,1	2,0,0				0,1,1		0,1,0	
③(E)	1,0,1	1,0,1							
④(F)	0,0,1	0,0,1							
⑤(H)	米軍用地内								
⑥(D)	6,4,8	2,0,4	0,1,0	0,0,2	1,0,0	1,2,2		2,1,0	
⑦(A)	4,3,6	1,1,2		0,0,2	1,0,0	0,2,2		2,0,0	
⑧(B)	8,4,5	5,1,1	1,0,0	0,1,2	1,0,0	0,0,2	0,1,0	1,1,0	
⑨(A)	米軍用地内								
⑩(E)	0,0,1	0,0,1							
⑪(E)	0,2,1	0,1,1				0,1,0			
⑫(F)									
⑬(A)	米軍用地内								
⑭(B)	6,3,7	3,1,3	0,0,1	1,1,2	1,0,0	0,1,1		1,0,0	
⑮(E)	4,3,7	3,0,4	0,1,0	0,0,1	0,1,0	0,1,2	0,1,0	1,0,0	
⑯(C)	8,12,13	3,5,8	0,0,2	1,4,0		0,1,1	4,2,2		
⑰(F)	1,1,1	1,0,0					0,1,1		
⑱(G)	3,1,1	1,0,0		2,1,1					
その他洞穴,湧水	4,2,1	1,2,1	2,0,0						1,0,0

注1) 各セル内のカンマで区切られた3つの数字は、それぞれ

VU相当以上の生物の確認種数, NT相当の生物の確認種数, その他の注目すべき生物の確認種数

を表す。H16年度までの調査では市域全体で、VU相当以上:24種、NT相当:21種、その他:23種の計68種が確認された。

なお、⑦⑧⑯並びに洞穴において、保護上の法的罰則規定のある生物種が確認されている。

なお、VU、NTとは国際自然保護連合(IUCN)のカテゴリーで、VU相当以上は絶滅した種から絶滅の危機に瀕している種まで、NT相当は開発による環境の改変があればVU相当以上に移行するおそれのある種を表す。

注2) 植生パターンは次の通り、A:樹林地(森林的環境)、B:樹林地(疎林的環境)、C:タイモ耕作田、D:樹林散在住宅地、E:緑の多い住宅地、F:住宅地、G:臨海商工業地等、H:米軍住宅地及び飛行場(草地的環境)

表 5-4(2) 注目種確認状況一覧

表層地質	地形分類	植生パターン	No	特性概要	植物	哺乳類	鳥類	両生・爬虫類	昆虫類	水生動物	陸産貝類・甲殻類	洞穴性動物	
I 琉球石灰岩	1. 段丘平坦面	B. 樹林地 (疎林的環境)	①	主に常緑広葉樹林の先駆陽樹林によって構成されている。動植物の生息・生育基盤としての質は⑦に次いで高いと予想される。	米軍用地内								
		D. 樹林散在住宅地	②	段丘平坦面上に樹林地散在する比較的自然的性の高い住宅地。動植物の生息・生育基盤としての質は⑧に次ぐと予想される。	クスノハカエデ, リュウキュウクワメトキ				マダラゴキブリ, オキナワモリバツ		シュリケマイマイ		
		E. 緑の多い住宅地	③	微地形変化に乏しく、耕作畑地が混在した住宅地。動植物の生息・生育基盤としての質は④よりは高いと予想される。	リュウキュウタデ, コキシキ								
		F. 住宅地	④	微地形変化に乏しい住宅地。宅地内緑地や街路樹等が分布。動植物の生息・生育基盤としての質は低いと予想される。	ヤヤマカテンソウ								
		H. 米軍住宅地及び飛行場 (草地的環境)	⑤	段丘平坦面上の米軍施設内に広がる草地的環境。草原性の動植物が生息・生育している可能性がある。	米軍用地内								
	2. 石灰岩残丘	D. 樹林散在住宅地	⑥	石灰岩丘上に樹林地散在する比較的自然的性の高い住宅地。動植物の生息・生育基盤としての質は⑧に次ぐと予想される。	リュウキュウタデ, ヤヤマカテンソウ, ヘビイチゴ, クスノハカエデ, リュウキュウクワメトキ, フカノキ	ワタセジネズミ	スアカアオバト, リュウキュウサンコウチョウ	オキナワキノボリトカゲ	マダラゴキブリ, オキナワモリバツ, オキナワクマハチ, イカワシジミ, フタオチョウ			アマノヤマカタマイマイ, オキナワヤマカタマイマイ, シュリケマイマイ	
			⑦	他の類型と比較して人為的な改変度が低く、動植物の生息・生育基盤としての質は最も高いと予想される。石灰岩地樹林性動植物の生息・生育拠点。	リュウキュウクワメトキ, フカノキ, カラシヤ, ヤマビワソウ		リュウキュウアサショウビン, リュウキュウサンコウチョウ	オキナワキノボリトカゲ	マダラゴキブリ, オキナワモリバツ, オキナワクマハチ, イカワシジミ			オキナワヤマカタマイマイ, オカヤトカリ	
	3. 段丘斜面※	B. 樹林地 (疎林的環境)	⑧	自然的性の高い植生から人為的な植生まで、様々な遷移段階にある植生が複合している。動植物の生息・生育基盤としての質は⑦に次いで高いと予想される。	マツバラン, シマオオタワリ, ヤヤマカテンソウ, オオツツラフジ, クスノハカエデ, ハリツルマサキ, リュウキュウクワメトキ	リュウキュウユビナガコウモリ	スアカアオバト, リュウキュウサンコウチョウ	オキナワキノボリトカゲ	オキナワモリバツ, オキナワクマハチ	モクスガニ		シュリケマイマイ, オカヤトカリ	
			⑨	他の類型と比較して人為的な改変度が低く、動植物の生息・生育基盤としての質は⑦と同様に高いと予想される。樹林性動植物、水辺性動植物の生息・生育拠点。	米軍用地内								
	II 島尻層群	1. 段丘平坦面	E. 緑の多い住宅地	⑩	耕作畑地と一部樹林地が混在した住宅地。⑩に次いで耕作畑地が多く分布している。	フカノキ							
⑪				耕作畑地が混在した住宅地。宜野湾市域で耕作畑地が最も多く分布している。⑩よりも微地形変化に富み、生物相が多様となっている可能性がある。動植物の生息・生育基盤としての質は⑩>⑩>⑩と予想される。	ヘビイチゴ, カラシヤ				マダラゴキブリ				
3. 段丘斜面※		F. 住宅地	⑫	丘陵斜面上の住宅地。宅地内緑地や街路樹等が分布。動植物の生息・生育基盤としての質は低いと予想される。									
			⑬	微地形変化と水分条件変化に富んでおり、島尻層群と琉球石灰岩との境界から湧水の滲出が予想され、清流性動植物、急崖性動植物の生息・生育が予想される。他の類型と比較して人為的な改変度が低く、動植物の生息・生育基盤としての質は⑦・⑨と同様に高いと予想される。	米軍用地内								
4. 谷底低地		A. 樹林地 (森林的環境)	⑭	⑬と同様に、清流性動植物、急崖性動植物の生息・生育が予想される。ただし、⑬と比較して人為的な改変度が高く、動植物の生息・生育基盤としての質は⑬よりは低いと予想される。	シマオオタワリ, ヘビイチゴ, クスノハカエデ, リュウキュウクワメトキ, フカノキ, カラシヤ, キンガヤツリ	ジヤコウネズミ	ミサコ, スアカアオバト, カワセミ, リュウキュウサンコウチョウ	オキナワキノボリトカゲ	オキナワモリバツ, クロイワタル			オキナワヤマカタマイマイ	
	⑮		耕作畑地と一部樹林地が混在した住宅地。水辺環境を伴うため、動植物の生息・生育基盤としての質は⑩より高いと予想される。	アカウキクサ, ヤヤマカテンソウ, リュウキュウタデ, コキシキ, リュウキュウクワメトキ, フカノキ, ヒメヒラテツキ	ワタセジネズミ	スアカアオバト	アマミタカチホビ	マダラゴキブリ, オキナワモリバツ, オキナワクマハチ	モクスガニ		オキナワヤマカタマイマイ		
	⑯		宜野湾市域で唯一、沖縄本島でも有数の広大な水辺環境。水辺性動植物の生息・生育拠点、動植物の生息・生育基盤としての質は高いと予想される。	ミスラビ, アカウキクサ, ナンゴクテンジソウ, リュウキュウタデ, コキシキ, メヒルキ, ミスハコバ, アワコケ, カラシヤ, ミゾカシ, エビモ, タイワンアサキ, キンガヤツリ, ヒメホタルイ, サンカクイ (淡水藻類) チョウチンドロ	ジヤコウネズミ, イコウモリ	リュウキュウヨシゴイ, チュウサキ, リュウキュウヒクイ, タマシキ, カワセミ		マダラゴキブリ, オキナワクマハチ	ヒロクチカノコガイ, トングリカノコガイ, フネアマガイ, ヒメウスラタマキビ, モノアラガイ, モクスガニ, ケフサヒライソモトキ, タナゴモトキ				
5. 海岸低地	F. 住宅地	⑰	海岸低地上の住宅地。宅地内緑地や街路樹等が分布。動植物の生息・生育基盤としての質は低いと予想される。	コキシキ						フネアマガイ, ケフサヒライソモトキ			
		⑱	大規模施設立地する埋立地。オープンスペースに富むため、草原～疎林性鳥類が出現する可能性がある。また、海岸部には、海浜性動植物が生息・生育している可能性がある。海浜部、オープンスペースを伴うため、動植物の生息・生育基盤としての質は⑩よりは高いと予想される。	ハリツルマサキ		ミサコ, ハヤブサ, エリクノアジサシ, シロフトリ							
その他(湧水、洞穴)					ナンゴクウレシダ (淡水藻類) オアシソウ, タニコケトキ, チョウチンドロ	オキナワキキガシラコウモリ (普天満宮、マヤアブ), リュウキュウユビナガコウモリ (普天満宮)						ウレカサダムシ (普天満宮、マヤアブ)	

表中の赤太字はVU(絶滅危惧Ⅱ類)相当以上、紫太字はNT(準絶滅危惧)相当であることを表す(国際自然保護連合(IUCN)のカテゴリーに準拠した評価)。なお、ハヤブサ、オカヤトカリ、ウレカサダムシについては保護上の法的罰則規定がある。
※ 段丘斜面には海岸段丘崖を含む。

表 5-4(p. 89) 注目種確認状況一覧表を見ると、確認された注目種の多くは⑩区域(33種)に顕著に集中しており、これに次いで⑥(18種)＞⑧(17種)＞⑭(16種)＞⑮(14種)＞⑦区域(13種)の順に多いことが判る。2位以下の順位は平成16年度調査により若干変動はしたものの、10種を超える貴重種が確認された地域は変わっていない。

⑩区域はタイモ耕作田とその休耕田等がモザイク状に分布する地域であり、市域内でも特徴的なまとまりのある淡水湿地である。

⑥区域は石灰岩残丘上の樹林が散在する宅地であり、⑧区域は森の川から伊佐へつながらる斜面上の緑地、⑦区域は基地に隣接して墓の並ぶ谷地形に残存する緑地である。各区域毎に含まれる樹林の面積やその連続状況には差はあるが、内部に御嶽林、墓地林、斜面林を含むことでは共通している。

⑭区域は比屋良川谷底低地を中心とする緑地であり、⑮区域は志真志川谷底低地に畑地と樹林が散在する住宅地である。

科学的対照区とした中城城趾周辺環境と比較すると、宜野湾市域には科学的対照区ほど発達した樹林はみられない。しかしながら、水田や御岳、墓地、急傾斜地や河川といった、土地利用の変化を阻害するような要素のある地域に、注目種が残存していることが窺われる。

以上の注目すべき種の分布状況から普天間飛行場ならびにキャンプ瑞慶覧についても類推し、市域全体として注目すべき環境類型として以下のものを抽出した。

	軍用地外市域	軍用地内市域
大山水田の湿地環境	⑩	
墓地林・御嶽林・斜面林	⑥⑦⑧	①
谷底低地	⑭⑮	⑨⑬

これらの分布は図 5-11(p.106)に示した。

2) 市域内生物相の特定環境への依存状況

宜野湾市史、平成10年度普天間基地周辺現況調査ならびに平成14・15・16年度調査にもとづき、植物(維管束植物)、哺乳類、鳥類、爬虫類・両生類については確認地点ならびに種の環境選好¹特性から、昆虫類については確認地点から、環境基盤類型区分の18区域別にその依存/出現状況を解析し、跡地利用によって特定の環境基盤が失われたときに市域から姿を消す可能性のある生物種の認識に努めた。その結果は、環境選好の幅が狭く特定環境の変化に対する脆弱性が窺われる種が、植物と鳥類において多く認識され、特に大山のタイモ耕作田については種の多様性保全上の重要性が普通種を含む生物全体としても重要であることが確認され、農薬など化学的除草をほとんど行わず、昔ながらの人手による機械的除草を行っている現在の耕作法により、図 5-10(p.105)に示すような耕作田のサイクルを維持することの重要性が明らかになった。

分類群別に市域内生物相の特定環境への依存状況を整理した結果は以下の通り。

¹ 環境選好：それぞれの種が特定の環境(条件)を選択的に好むこと

(i) 植物

植物における環境選好の幅が狭い種としては、水田の水辺環境（⑩区域）に依存する種が48種、海浜部の環境（⑬区域）に依存する種が19種、樹林地（①⑦⑧⑭）に依存する種が16種（うち森林的環境に依存する種が2種、石灰岩の段丘平坦面と段丘斜面の疎林的環境に依存する種が9種、谷底低地の疎林的環境に依存する種が5種）認識された。

(ii) 哺乳類

哺乳類における環境選好の幅が狭い種としては、水田の水辺環境（⑩区域）に依存する種が1種、森林的環境（⑦区域）に依存する種が1種認識された。

(iii) 鳥類

鳥類における環境選好の幅が狭い種としては、沿岸部の環境（⑱区域）に依存する種が6種、沿岸から水田の淡水湿地（⑲～⑳区域）に依存する種が4種、淡水湿地（⑩区域）に依存する種が32種、淡水湿地から河川沿いの樹林環境（⑩⑭区域）に依存する種が4種、河川沿いの樹林環境（⑭区域）に依存する種が1種認識された。

またこの他にも、水辺とセットになった樹林とその周辺部（⑱⑩⑭⑮④）に依存していると考えられる種は21種認識された。

(iv) 爬虫類・両生類

爬虫類・両生類における環境選好の幅が狭い種としては、森林的環境（⑦区域）に依存する種が1種、水田の水辺環境（⑩区域）に依存する種が2種、水辺とセットになった緑地（⑦⑩⑬⑭）に依存する種が4種認識された。

(v) 昆虫類

昆虫類について数が多いこと、また生態について詳しくわかっていない種が多いことから、潜在的な利用環境に基づく整理とはせず、確認地点に基づく整理とした。

昆虫類における確認された分布環境に限られる種は、低湿地環境（⑩区域）で70種、樹林地環境（⑦⑧⑬⑭区域）で80種であった。

さらに、既往調査や平成14年以降の現地調査で確認された全種について環境類型別に確認状況を整理した。その結果を資料編表2-5(p.陸域生態系-14)及び表5-5(p.93)に示すが、表に示した『分配種数』¹で市域の環境を比較すると、大山地区は120ポイントで最も高く、これに次いで真志喜・森川公園、野嵩三丁目・のだけ公園、我如古墓地の順に高く100ポイント前後の値を示す。

他の調査区は大きくポイントを落とし、50ポイント前後以下の値となった。

¹分配種数とは、宜野湾市における主要な生息環境を対象とした調査地の中について、種多様性の維持に貢献している度合いを表すために作った参考指標である。調査地区毎の確認種数の逆数を合計して求められ、例えば1つの調査区でしか確認されなかった種は1として、5つの調査区で確認された種は0.2として集計される。したがって、全地区の配分種数を合計した値は、全体の確認種数と同じになる。各調査地の面積を考慮していないことや種の生活環における位置づけが明確でない状況にあることを踏まえれば乱暴な整理の仕方になるが、分配種数はその調査地の環境が失われた場合に、生息地を失う昆虫類の種数の目安になると考えている。

表 5-5 昆虫類の調査地点別確認種数ならびに分配種数

調査区域	⑦ 区域	⑬ 区域	⑧ 区域	⑭ 区域	② 区域	⑥ 区域				⑪ 区域	⑮ 区域		⑯ 区域	④ 区域
調査地区	赤道・宜野湾自練裏手	石平橋下流	真志喜・森川公園	比屋良川下流①・②	喜友名・普天間中	パプテスト教会裏手 野嵩二丁目	野高三丁目・のだけ公園	我如古墓地	嘉数高台公園	長田公園とその周辺 長田・大田原	(造成地とその周辺含む) 宜野湾・愛知	我如古・我如古ヒージャガー 志真志小	大山	市役所駐車場
地点番号	6	(他)	4	11	3	2	1	10	(他)	8	7	13	5	-
確認種数	244	172	365	213	262	230	344	329	183	141	149	269	329	1
分配種数	48.7	36.2	106.7	43.2	56.3	42.3	105.9	94.2	36.8	26.5	30.2	62.6	120.0	0.5

表中の各色は植生パターンの区分に応じた。

⑦⑬区域：森林的環境

⑧⑭区域：疎林的環境

②⑥区域：樹林の散在する住宅地

⑪⑮区域：緑の多い住宅地

⑯区域：水辺環境

④区域：住宅地

3) 鳥類相の変化状況

今年度調査では、旅鳥を中心とした渡り鳥の現況把握にも努め、11種の渡り鳥を現地確認リストに追加することができ、水辺の鳥も12種を追加することができた。しかしその一方で、追加されたものを含め平成14年度以降に確認された水辺の鳥はほとんどが淡水性であり、海水性のものはアジサシ類などごく一部に限られた。

また、1年を通じて見られる留鳥はサンプリング的な調査でも分布状況を確認しやすく、森林性・水辺性・草原性の各鳥類とも再確認率は高い。その中で、留鳥性の高次捕食者であるリュウキュウツミやフクロウ類が今年度調査でも確認できていないことから、基地内の成熟した樹林に対する保全上の重要性が高いことが推測される。そのため、将来の基地内調査では、森林性鳥類の生息・繁殖環境を評価する必要がある。

表 5-6 生息環境別・渡りの区分別の宜野湾市における鳥類確認状況

生息環境	渡りの区分	確認種数		再確認率
		今回調査を含めこれまで確認された種数	平成14年度調査以降に確認された種数	
海洋		7	1	14%
	夏鳥	3	1	33%
	冬鳥	2	0	0%
	迷鳥	2	0	0%
高次		7	3	43%
	留鳥	3	0	0%
	冬鳥	4	3	75%
森林		18	10	56%
	留鳥	6	6	100%
	夏鳥	1	1	100%
	冬鳥	6	3	50%
	旅鳥 or 冬鳥	2	0	0%
	旅鳥	3	0	0%
水辺		86	38	44%
	留鳥	11	8	73%
	冬鳥 or 留鳥	2	1	50%
	冬鳥	33	20	61%
	夏鳥	2	1	50%
	冬鳥 or 旅鳥	4	2	50%
	旅鳥 or 冬鳥	14	3	21%
	旅鳥	13	3	23%
	漂鳥	1	0	0%
	迷鳥	6	0	0%
草原		40	22	55%
	留鳥	16	11	69%
	冬鳥	12	7	58%
	旅鳥 or 冬鳥	4	1	25%
	旅鳥	8	3	38%

4) 帰化植物等の侵入状況

宜野湾市史ならびに平成 14・15 年度調査において市域全体で確認することのできた帰化植物・逸出植物の種類数は帰化植物 160 種類、逸出植物 56 種類であり、市域全体の帰化率は 25% であった。帰化・逸出率は 34% である。

以下の表 5-7 に帰化植物・逸出植物の各類型区分別確認状況を整理した。白字で示したものは 1) 注目すべき類型として抽出した区域である。区域の右側に宜野湾市史と表記のある区域は、米軍用地内にあるため宜野湾市史の記述のみから算出した結果であることを示す。また、各区域は人為による攪乱状況を把握するため、帰化・逸出率で並べ替えてある。

これによると、住宅地や米軍用地にあたる⑬⑤区域で帰化・逸出率が高く、注目すべき種の分布種類数が多い区域では帰化・逸出率が市域全体の値よりも低くなっていることが分かる。

表 5-7 帰化植物の侵入状況

環境基盤類型区分	確認種類数			帰化率	帰化・逸出率
	帰化	逸出	全体		
⑬区域 宜野湾市史	26	2	219	12%	13%
①区域 宜野湾市史	55	3	330	17%	18%
⑨区域 宜野湾市史	14	0	71	20%	20%
⑦区域	52	12	294	18%	22%
⑯区域	75	6	352	21%	23%
④区域	52	14	284	18%	23%
⑧区域	79	18	409	19%	24%
⑭区域	63	21	335	19%	25%
⑯区域	103	14	420	25%	28%
⑮区域	75	24	353	21%	28%
⑥区域	95	35	406	23%	32%
②区域	87	31	347	25%	34%
⑫区域	82	34	340	24%	34%
③区域	89	41	359	25%	36%
⑪区域	93	34	329	28%	39%
⑩区域	73	33	245	30%	43%
⑤区域 宜野湾市史	62	28	191	32%	47%
⑰区域	89	32	242	37%	50%

帰化率＝帰化植物種類数／全確認植物種類数

帰化・逸出率＝(帰化植物＋逸出植物)種類数／全確認植物種類数

(2) 陸域生態系調査における今後の課題

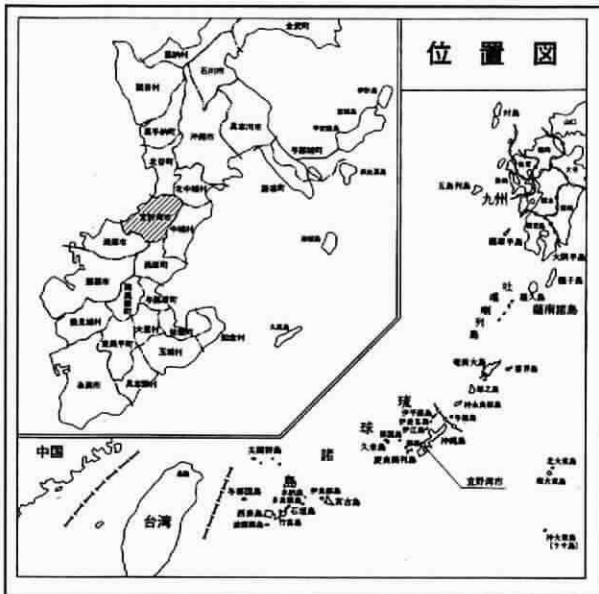
現在、宜野湾市における陸域の生物相の保全上重要な機能を果たしていると考えられる御嶽林・墓地林ではあるが、科学的対照区には規模や発達で及ばない。そのため、この機能が発揮されるためには、周辺の樹林や草地・耕作地などと一体としてより広い範囲で保全する必要性も考えられる。できれば、長期モニタリングサイトを設定し、生物相が衰退傾向にあるか否かを判断する基礎情報を把握したい。

特に鳥類については、水辺・湿地を生息環境とする渡り鳥の確認種数が激減したことから、長期モニタリングが必要であると考えられる。

タイモ耕作田については、淡水湿地を生育基盤とする生物群にとって特異な環境を提供して

いることが考えられる。その成立基盤である市域の地下水文環境の保全を図るとともに、御嶽林や墓地林と同様、長期モニタリングサイトを設定し、追跡調査を行うことが必要と考えられる。

また、文化財の観点あるいは立地の歴史的な経緯を表す指標としての観点から、大径木等の調査を行い、市のシンボルとして保存を図るべき植物個体の計測・把握も必要である。



位置図

1:20,000

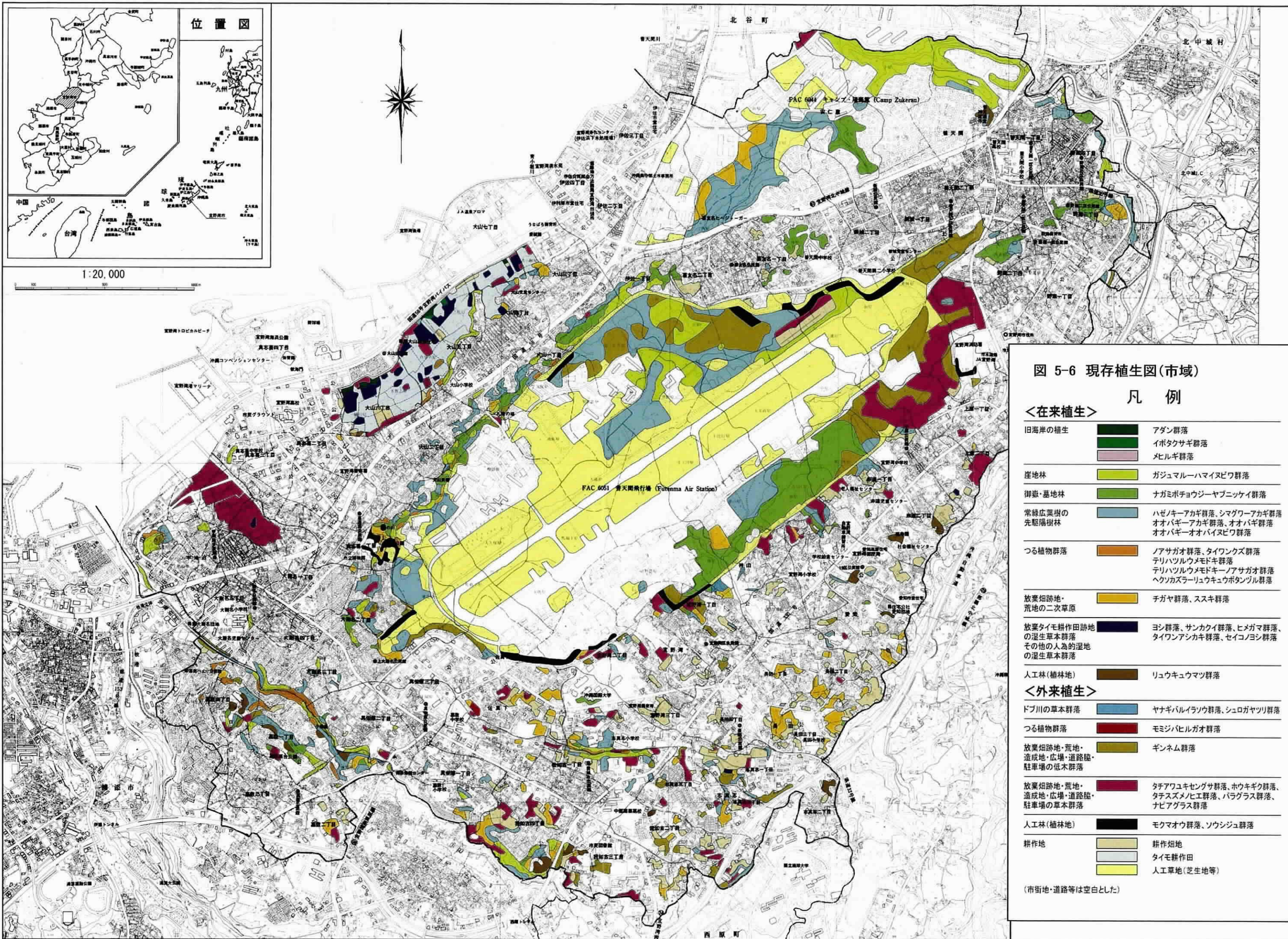


図 5-6 現存植生図(市域)

凡例

＜在来植生＞	
旧海岸の植生	<ul style="list-style-type: none"> ■ アダン群落 ■ イボタクサギ群落 ■ メヒルギ群落
崖地林	■ ガジュマル・ハマニスビ群落
御嶽・墓地林	■ ナガミボトウジヤブニッケイ群落
常緑広葉樹の先駆陽樹林	■ ハゼノキ・アカギ群落、シマグワ・アカギ群落、オオバギ・アカギ群落、オオバギ群落、オオバギ・オオバニスビ群落
つる植物群落	■ ノアサガオ群落、タイワクス群落、テリハツルウメドキ群落、テリハツルウメドキ・ノアサガオ群落、ヘクソカズラーリュウキュウボタンヅル群落
放棄畑跡地・荒地の二次草原	■ チガヤ群落、ススキ群落
放棄タイモ耕作田跡地の湿生草本群落、その他の人為的湿地の湿生草本群落	■ ヨシ群落、サンカイ群落、ヒメガマ群落、タイワンアシカキ群落、セイコノヨシ群落
人工林(植林地)	■ リュウキュウマツ群落
＜外来植生＞	
ドブ川の草本群落	■ ヤナギバライソウ群落、シュロガヤツリ群落
つる植物群落	■ モミジハルガオ群落
放棄畑跡地・荒地・造成地・広場・道路脇・駐車場の低木群落	■ ギンネム群落
放棄畑跡地・荒地・造成地・広場・道路脇・駐車場の草本群落	■ タチアワユキセンサ群落、ホウキギ群落、タチスズメヒエ群落、ハラグラス群落、ナヒアグラス群落
人工林(植林地)	■ モクマオウ群落、ソウシユ群落
耕作地	<ul style="list-style-type: none"> ■ 耕作畑地 ■ タイモ耕作田 ■ 人工草地(芝生地等)

(市街地・道路等は空白とした)

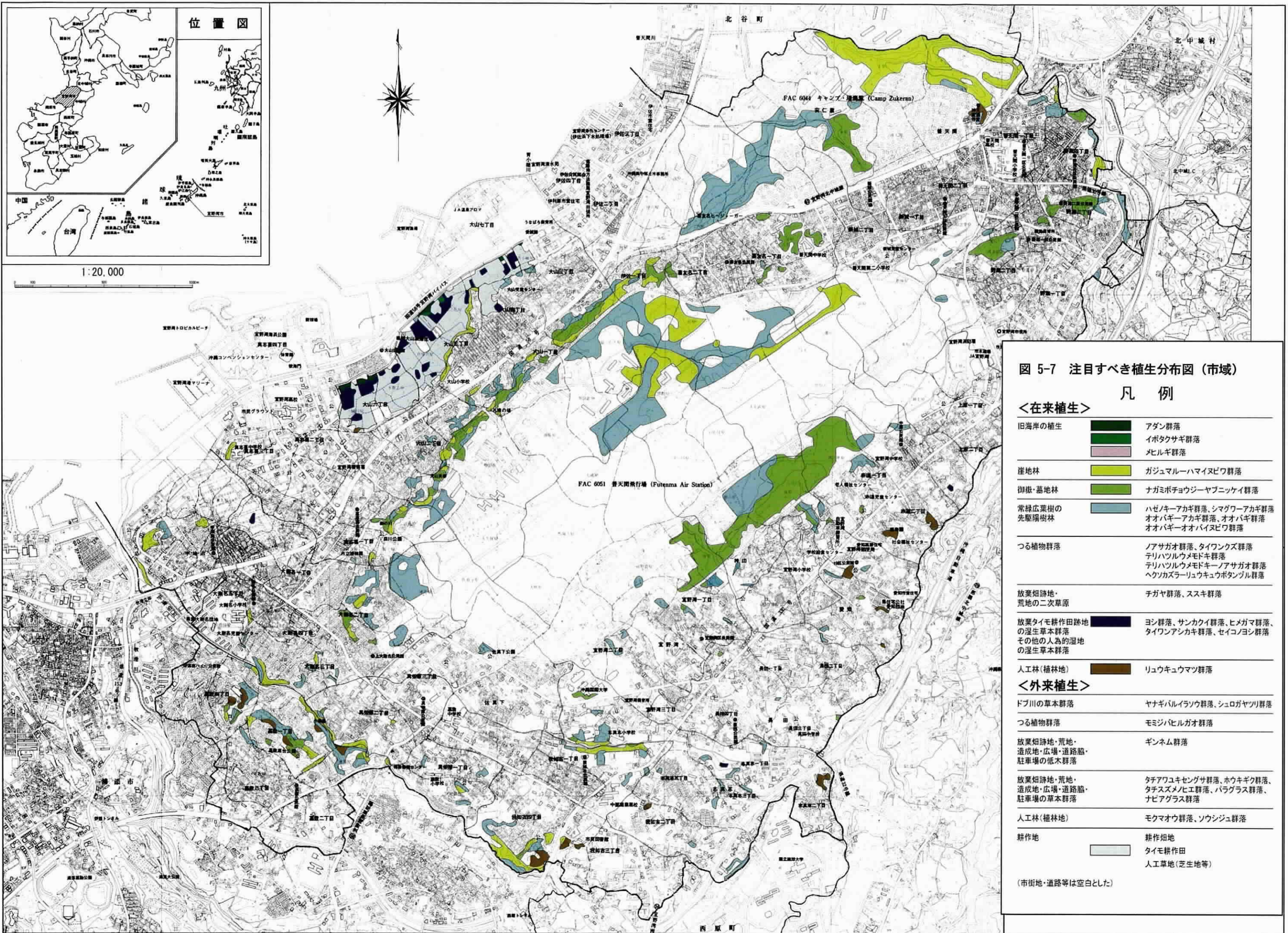
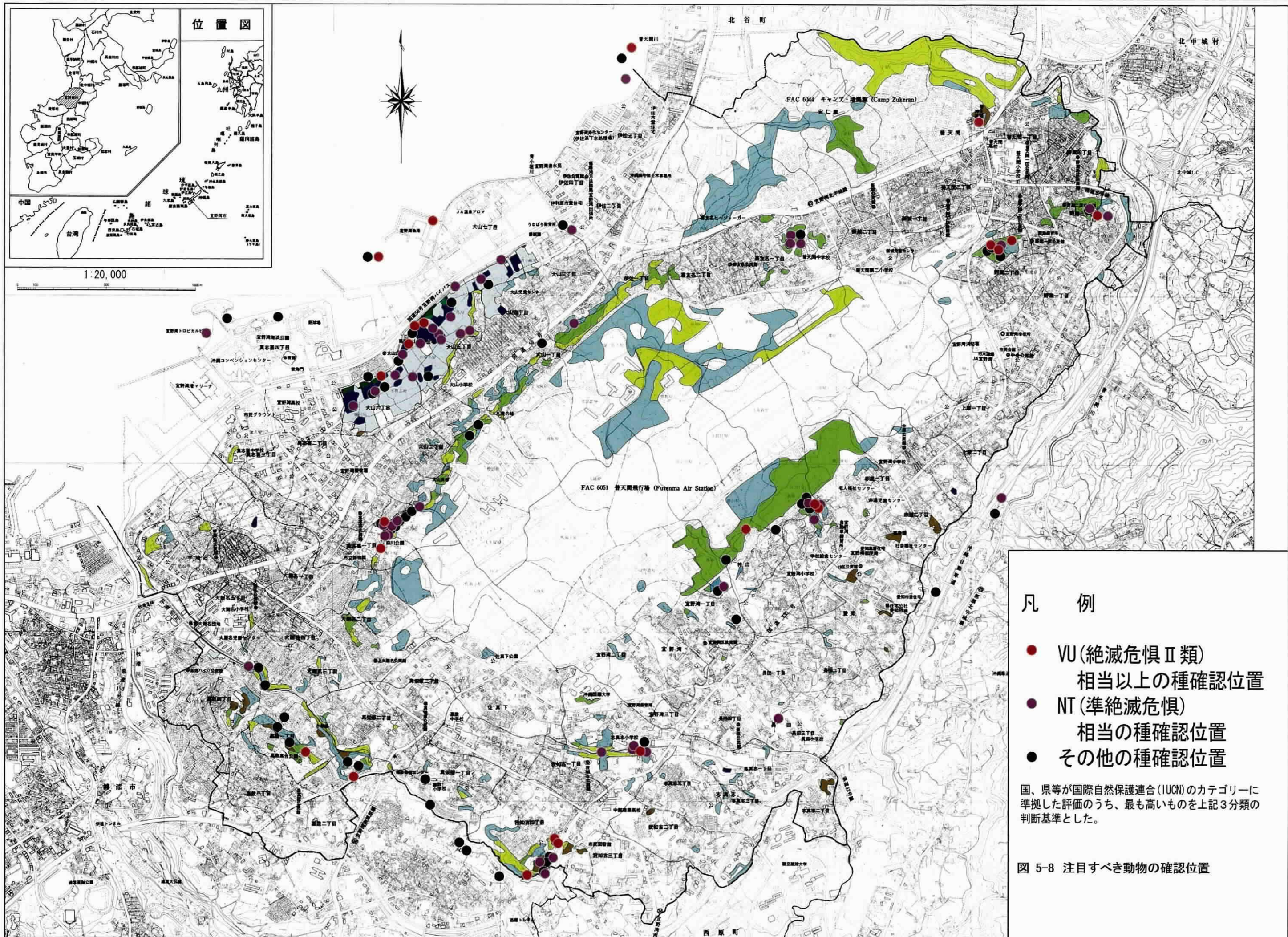


図 5-7 注目すべき植生分布図 (市域)

凡例

<在来植生>	
旧海岸の植生	<ul style="list-style-type: none"> アダム群落 イボタクサギ群落 メヒルギ群落
崖地林	ガジュマルーハマニスビウ群落
御嶽・墓地林	ナガミボチョウジヤブニッケイ群落
常緑広葉樹の先駆陽樹林	ハゼノキーアカギ群落、シマグワアアカギ群落、オオバギーアカギ群落、オオバギ群落、オオバギーオオバニスビウ群落
つる植物群落	ノアサガオ群落、タイワンクス群落、テリハツルウメドモキ群落、テリハツルウメドモキノアサガオ群落、ヘクカズラーリュウキュウボタンツル群落
放棄畑跡地・荒地の二次草原	チガヤ群落、スキ群落
放棄タイモ耕作田跡地の湿生草本群落、その他の人為的湿地の湿生草本群落	ヨシ群落、サンカクイ群落、ヒメガマ群落、タイワンアシカギ群落、セイコノヨシ群落
人工林(植林地)	リュウキュウマツ群落
<外来植生>	
ドブ川の草本群落	ヤナギハルイラソウ群落、シュロガヤツリ群落
つる植物群落	モミジハルガオ群落
放棄畑跡地・荒地・造成地・広場・道路脇・駐車場の低木群落	ギンネム群落
放棄畑跡地・荒地・造成地・広場・道路脇・駐車場の草本群落	タチアワユキセンガサ群落、ホウキギク群落、タチスズメヒエ群落、バラグラス群落、ナヒアグラス群落
人工林(植林地)	モクマオウ群落、ソウジユ群落
耕作地	耕作畑地、タイモ耕作田、人工草地(芝生地等)

(市街地・道路等は空白とした)



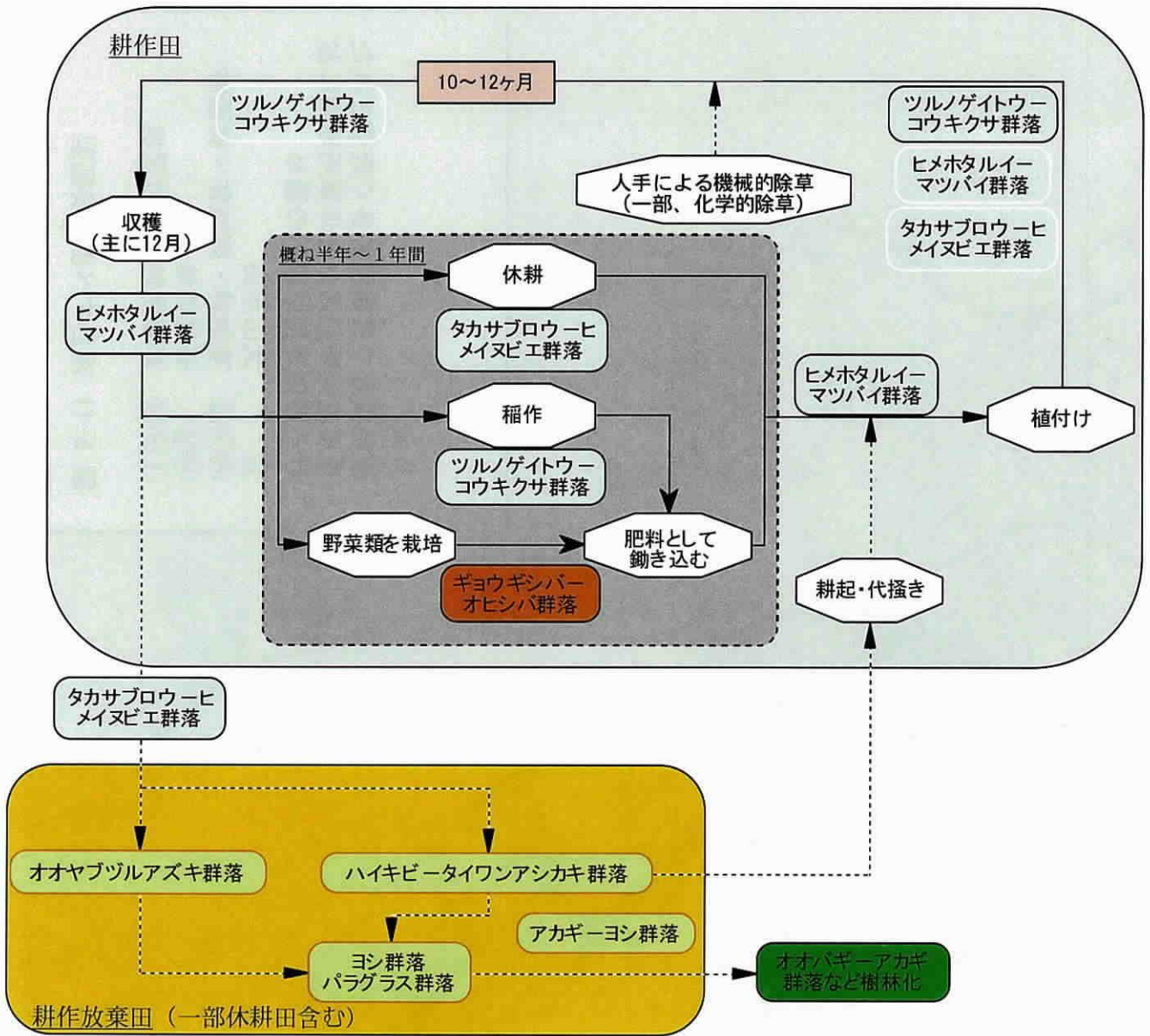
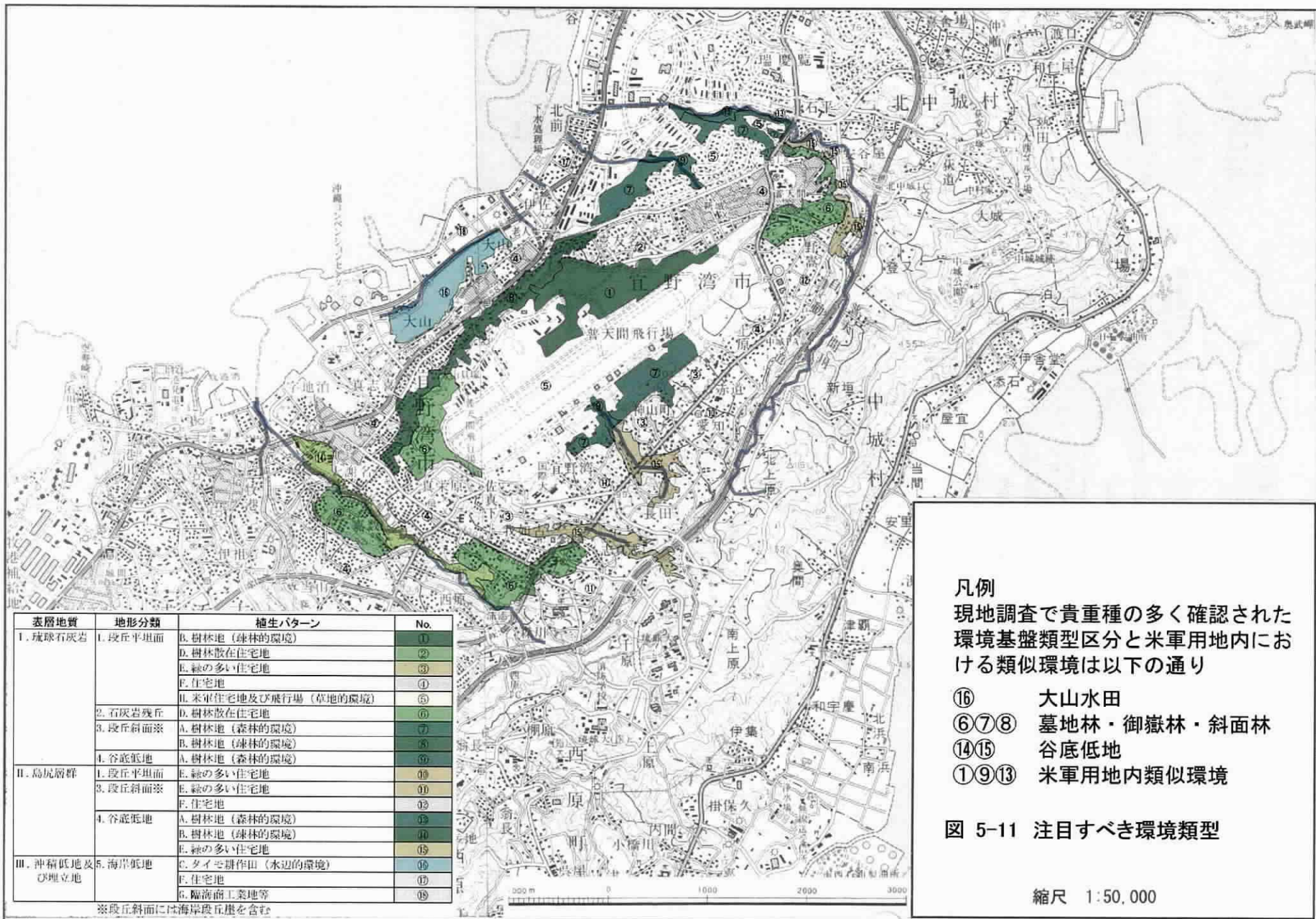


図 5-10 タイモの栽培様式と水田の動態模式



表層地質	地形分類	植生パターン	No.
I. 礫石炭岩	1. 段丘平坦面	B. 樹林地 (疎林的環境)	①
		D. 樹林散在住宅地	②
		E. 緑の多い住宅地	③
		F. 住宅地	④
		H. 米軍住宅地及び飛行場 (草地的環境)	⑤
		D. 樹林散在住宅地	⑥
II. 島尻層群	2. 石灰岩残丘	A. 樹林地 (森林的環境)	⑦
		B. 樹林地 (疎林的環境)	⑧
		A. 樹林地 (森林的環境)	⑨
		E. 緑の多い住宅地	⑩
III. 沖積低地及び埋立地	3. 段丘斜面※	E. 緑の多い住宅地	⑪
		F. 住宅地	⑫
		A. 樹林地 (森林的環境)	⑬
		B. 樹林地 (疎林的環境)	⑭
III. 沖積低地及び埋立地	4. 谷底低地	E. 緑の多い住宅地	⑮
		C. タイソ耕作田 (水辺的環境)	⑯
		F. 住宅地	⑰
		G. 臨海面工業地等	⑱

※段丘斜面には海岸段丘層を含む

凡例

現地調査で貴重種の多く確認された環境基盤類型区分と米軍用地内における類似環境は以下の通り

- ⑬ 大山水田
- ⑥⑦⑧ 墓地林・御嶽林・斜面林
- ⑭⑮ 谷底低地
- ⑰⑱ 米軍用地内類似環境

図 5-11 注目すべき環境類型

縮尺 1:50,000

3. 生活環境調査

(1) 大気質測定結果のまとめ

表 5-8に測定結果及び環境基準値一覧を示し、概要をのべる。

表 5-8 大気質測定結果一覧

測定項目		日付	宜野湾市				普天間変電所局				浦添局 平成 13 年度	牧港局 平成 13 年度	環境基準値
			平成 14 年 9 月	平成 15 年 6 月	平成 15 年 11 月	平成 16 年 2 月	平成 14 年 9 月	平成 15 年 6 月	平成 15 年 11 月	平成 16 年 2 月			
二酸化硫黄 (ppm)	月平均値		0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.004	0.002	—	0.04
	1 時間値の 最高値		0.022	0.020	0.006	0.017	0.014	0.006	0.006	0.013	0.109	—	0.1
浮遊粒子状物質 (mg/m ³)	月平均値		0.027	0.021	0.020	0.031	0.031	0.020	0.016	0.023	0.021	0.037	0.1
	1 時間値の 最高値		0.133	0.090	0.128	0.110	0.121	0.066	0.057	0.097	0.117	0.180	0.2
二酸化窒素 (ppm)	月平均値		0.005	0.004	0.005	0.009	0.005	0.003	0.007	0.008	0.005	0.023	0.04
	1 時間値の 最高値		0.031	0.036	0.021	0.064	0.022	0.024	0.037	0.041	0.037	0.074	—
一酸化炭素 (ppm)	月平均値		0.2	0.1	0.2	0.3	—	—	—	—	—	1.1	10
	1 時間値の 最高値		1.8	0.6	0.6	3.3	—	—	—	—	—	5.7	20
最多風向	—		北北東	南西	北北東	北北東	北西	南南西	東北東	北北東	—	—	—
風速 (m/s)	月平均値		3.2	3.5	3.7	3.1	3.6	5.1	3.7	3.2	—	—	—

※宜野湾市及び普天間変電所局は、平成 14 年 9 月の測定結果を示し、浦添局及び牧港局は平成 12 年度の測定結果を用いた。

※宜野湾市、普天間変電所局、浦添局は一般環境測定局。牧港局は自動車排出ガス測定局。

1) 二酸化硫黄 (SO₂)

宜野湾市局の調査結果と既存文献資料（浦添局、牧港局、普天間変電所局）との比較では、日平均値の測定結果には大きな濃度差は無かった。1 時間値の測定結果では宜野湾市局の測定結果 0.022ppm（月平均値の最大値）に対し、浦添局は 0.109ppm と約 5 倍の濃度差であったが、浦添局の高濃度の原因は時期的なものなのか、それとも他に原因があるのか特定は困難である。

環境基準との比較では、宜野湾市局では 1 時間値が 0.1ppm を超えた時間及び日平均値が 0.04ppm を超えた日数はともに 0 であり、環境基準は十分に満足している。

浦添局では、1 時間値の最高値が環境基準値を超えているが、日平均値が 0.04ppm を超えた日数は 0 日であった。

2) 浮遊粒子状物質 (SPM)

宜野湾市局の調査結果と既存文献資料（浦添局、牧港局、普天間変電所局）との比較では、浦添局及び普天間変電所局とは日平均値の測定結果には大きな濃度差は無かったが、1 時間値の測定結果では宜野湾市局の 0.133mg/m³ に対し、浦添局が 0.117 mg/m³、牧港局が 0.180 mg/m³ と高い値であった。浦添局における高濃度の原因の特定は困難であるが、発生時期によっては黄砂が原因ではないかと考えられる。牧港局においては自動車交通量の多い国道沿いの測定局であるため、自動車の走行時のタイヤによる粉じんの巻上げが原因と考えられる。また、平成 16 年 2 月の宜野湾市局における測定結果では、月平均値が 0.031mg/m³ と他の測定月より高い値を示しているのは、黄砂（沖縄気象台観測）が原因であり、また、1 時間値の最高値も 0.110mg/m³ と比較的高い値を示していた。

環境基準との比較では、1 時間値が 0.20mg/m³ を超えた時間及び日平均値が 0.1mg/m³ を超えた日数は宜野湾市局及び既存文献資料ともに 0 日であり、環境基準を満足している。

3) 二酸化窒素 (NO₂)

宜野湾市局の調査結果と既存文献資料（浦添局、牧港局、普天間変電所局）との比較では、一般環境測定局である浦添局及び普天間変電所局とは測定結果に大きな濃度差は無かった。自動車排出ガス測定局である国道沿いの交通量の多い牧港局は両局に比べて約 4 倍程高い値を示しており、これは自動車の排出ガスに起因すると考えられる。

平成 16 年 2 月の測定結果では、月平均値が 0.009ppm、1 時間値の最高値が 0.064ppm と他の測定月よりも高い値を示しているのは、冬場に多く発生する放射冷却現象が原因と考えられる。

環境基準との比較では、日平均値が 0.04ppm を超えた日数は現地測定結果及び既存文献資料ともに 0 日であり、環境基準は十分に満足している。

4) 一酸化炭素 (CO)

宜野湾市局は一般環境大気測定局であり、既存文献資料の牧港局は自動車排出ガス測定局であるため測定結果を単純に比較はできないが、日平均値の測定結果は宜野湾市局が 0.2ppm（月平均値の最大値）であり、牧港局では 1.1ppm であった。1 時間値の測定結果は宜野湾市局の 1.8ppm（1 時間値の最高値）に対し牧港局では 5.7ppm であった。この両局の濃度差は国道沿いの交通量の多い牧港局と一般環境測定局である宜野湾市局との違いは、自動車の排出ガス量の

違いによるものと考えられる。また、日平均値が 10ppm を超えた日数及び 1 時間値の 8 時間平均値が 20ppm を超えた日数はともに 0 日であり、環境基準は十分に満足している。

5) まとめ

本調査の結果、普天間基地周辺の測定局である宜野湾市局及び普天間変電所局では、すべての調査項目（二酸化硫黄、浮遊粒子状物質、二酸化窒素、一酸化炭素）で日平均値及び 1 時間値の最高値とも環境基準を十分に満たしている。宜野湾市における普天間飛行場周辺の大気環境は、沖縄県の調査結果とほぼ同様な値を示しており、沖縄県の平均的な大気環境であると言える。また、今回の調査結果から、普天間飛行場から発生する排気ガス及び粉じん等、大気環境への影響はほとんど無いと思われる。

(2) 水質調査結果のまとめ

豊水期および平常期水質調査結果を表 5-9(p.110)、表 5-10(p.111)に示し、平成 14 年度に実施した渇水期調査結果を表 5-11(p.112)に示した。以下にこの結果から得られた環境に関する知見について述べる。

1) 水質全般の状況

一般性状の中では、地点④～⑥、⑦～⑨、および⑭において臭気が認められた。

生活環境項目の中では、豊水期に大腸菌群数が高くなり、地点⑩～⑬の湧水でも河川類型 B 型（水道 3 級としての利用に適応）の環境基準（5,000MPN/100mL）を超えていた。

地点⑨では、豊水期、平常時ともに n-ヘキサン抽出物質が検出された。

環境基準健康項目の中では、豊水期には地点⑦において環境基準に近い濃度の砒素が検出されたほか、地点⑨では環境基準未満ではあるものの鉛とセレンが検出された。これら 2 地点ではふっ素濃度もやや高かった。また、平常期には地点⑥において、環境基準未満ではあるもののセレンが検出された。この地点ではほう素濃度もやや高かった。現時点でこれら汚濁物質の起源は特定できない。その他健康項目に含まれる PCB、揮発性有機化合物、農薬、油分は、すべて定量下限未満であり、これらによる汚染は認められなかった。

表 5-9 水質調査結果(豊水期)

調査日:平成15年8月9日

項目	流入口			地下水							湧水				洞穴									
	①シリガラ (宜野湾ポン プ場横)	②マーカー (宜野湾自練 裏)	③直野湾中 裏	飛行場直近			田イモ付近				⑩メンダカリヒ ャーガー	⑪アラナキ ガー	⑫ヒャーカ ー	⑬チュンナ ガー	⑭フルテン ガー(オーグ ムヤー)	⑮クマイア ブ								
				④大山貝塚 (A-1)	⑤フェンス横 (B-1)	⑥喜友名公 民館(C-1)	⑦メンダカリ ャーガー北(A -4)	⑧ヒャーカ ー北(B-4)	⑨伊佐浜下 水処理場付 近(C-2)	⑩メンダカリヒ ャーガー							⑪アラナキ ガー	⑫ヒャーカ ー	⑬チュンナ ガー					
周辺状況及び採取時の状況	飛行場上流に位置し、流域はほとんど住宅地であるが、飲食店や小規模であるが豚舎鶏舎及び工場も点在する。河川は全体的に下水臭が感じられた。流量は①、②、③の順で大きかった。また、①の上流では河川の改修工事が行われた。			大山第一流域。飛行場と住宅地境界の斜面上に位置する。地下水位20.0m			大山第二流域。飛行場直近に位置する。地下水位28.5m		喜友名流域。喜友名名の平坦な住宅地に位置する。地下水位33.0m		大山第一流域。田イモ畑南西の海側に位置する。地下水位0.7m		大山第二流域。田イモ畑北側の海側に位置する。地下水位0.3m。		喜友名流域。宇伊佐住宅街に位置する。58号線ははさんでキャンプオスターがある。地下水位1.2m。		大山第一流域。大山湧水群。露出した石灰岩断層から田イモ畑へ流れる湧水。上流側は住宅地で58号線をはさんで飛行場が位置する。		大山第二流域。喜友名流域。キャンプオスター内に位置。上流側は住宅地、下流側はキャンプオスターである。		流入水及び飛行場を涵養区とする地下水及び表流水が集積すると思われる地点。		飛行場南側に位置し、住宅街と飛行場の間の比較的小規模な畑地内にある。	
一般性状	時間	13:20	14:05	14:50	11:00	12:05	13:55	15:40	15:10	14:45	11:00	11:40	12:15	14:55	13:50	11:00								
	気温(°C)	33.3	33.0	32.1	35.0	34.0	32.0	34.0	33.0	33.0	30.5	30.5	30.5	30.5	26.5	23.8								
	水温(°C)	28.5	28.7	28.3	24.3	23.8	25.3	27.2	26.3	27.0	24.5	25.5	24.5	24.5	26.5	26								
	臭気	無臭	無臭	洗剤臭	土臭	土臭	土臭	腐敗臭	腐敗臭	腐敗臭	無臭	無臭	無臭	無臭	微下水臭	無臭								
	流量(m ³ /日)	6480.0	5356.8	604.8	—	—	—	—	—	—	1281.9	3024.6	3974.3	1530.1	—	110.31								
	透視度(cm)	>50	36.3	>50	(0.8)	(2.8)	(3.0)	(2.0)	(1.5)	(1.0)	>50	>50	>50	>50	>50	>50								
	電気伝導度(μs/cm)	883	781	785	625	612	776	1100	638	1150	647	640	644	687	698	779								
	濁度	7.6	10	6.5	6.4	4.5	7.8	13.2	11.7	7.4	1.7	0.2	0.6	0.9	3.5	3.1								
	塩素イオン	71	67	58	64	34	42	120	58	96	47	44	39	42	48	55								
	全硬度	310	240	270	260	300	480	380	270	490	270	260	290	300	260	330								
	pH	7.9	7.7	8.0	7.3	7.4	6.9	7.6	7.7	7.4	7.4	7.4	7.2	7.3	7.7	7.4								
	BOD	15	16	11	1.9	0.8	0.8	2.9	2.1	1.3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	SS	8.5	8.7	6.3	9.4	2.1	2.7	7.1	6.6	4.0	2.5	0.6	1.3	1.3	5.8	5.7								
	DO	5.6	2.7	6.7	5.5	4.2	3.1	1.5	2.0	1.7	7.3	7.1	6.4	7.7	7.5	7.6								
	大腸菌群数(MPN/100ml)	1.7×10 ⁵	2.3×10 ⁵	2.8×10 ⁵	1.4×10 ⁴	4.6×10 ³	1.3×10 ⁴	3.3×10 ³	7.9×10 ⁴	1.1×10 ⁵	4.9×10 ⁴	3.5×10 ⁵	4.9×10 ⁴	3.5×10 ⁵	7.9×10 ⁴	7.9×10 ³								
	n-ヘキサン抽出物質	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	1.6	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	アンモニア性窒素	2.3	6.7	3.5	0.26	0.01	0.20	0.22	0.17	0.67	N.D	0.04	N.D	N.D	0.02	N.D								
	亜硝酸性窒素	0.21	0.36	0.23	N.D	N.D	0.16	N.D	0.04	0.60	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	硝酸性窒素	1.9	2.1	2.0	1.1	0.91	7.3	0.02	1.7	8.0	2.6	2.3	2.2	3.4	3.0	3.4								
	全窒素	5.9	10	6.9	1.8	1.1	7.7	1.4	2.2	10	3.0	2.8	2.3	3.6	3.3	3.8								
	りん酸体りん	0.28	0.59	0.31	N.D	0.03	0.02	0.26	0.39	0.06	0.08	0.09	0.07	0.05	0.29	0.03								
	全りん	0.37	0.76	0.35	0.03	0.04	0.04	0.29	0.42	0.08	0.09	0.09	0.07	0.06	0.31	0.04								
	カドミウム	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	全シアン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	鉛	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.006	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	六価クロム	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	砒素	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.009	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	総水銀	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	アルキル水銀	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	セレン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.003	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	ふっ素	0.2	0.1	0.1	N.D	N.D	N.D	0.2	N.D	0.3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	ほう素	0.15	0.16	0.15	0.04	0.06	0.21	0.12	0.06	0.12	0.08	0.06	0.05	0.05	0.11	0.11								
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	2.1	2.5	2.2	1.1	0.92	7.5	0.02	1.7	8.6	2.6	2.3	2.2	3.4	3.0	3.4								
	揮発性有機化合物10項目	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	農薬類4項目	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	PCB	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	油分3項目	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D								
	ダイオキシン類(pg・TEQ/l)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13	—	0.14	0.13	0.19	—								

注1:項目別に単位表示のないものについては、単位mg/L。
 注2:地下水は採水途中で濁ってしまったが、同時期におこなった地下水土壌分析と区別するために土壌由来ではなく水に溶解している状態の物質を見るために、分析は濁質を一昼夜自然沈降させて上澄み液を分析した。但し、採水当日に分析しなければならないpH、BOD、DO、大腸菌群数はそのままの状態での分析した。なお、() 書きで示した現場測定値の透視度は試料採取時の参考データである。

表 5-10 水質調査結果(平常期)

項目		流入口表流水			地下水水面水						湧水					調査日:平成15年11月26日																
		①シリガーラ (宜野湾ポン プ場横)	②マーカ (宜野湾自練 裏)	③宜野湾中 表	飛行場直近			低湿地帯			⑩メダカヒー ジャーガー	⑪アラナキ ガー	⑫ヒャーカ ガー	⑬チュンナ ガー	⑭大謝名メ ヌカー	⑮フルチ ンガー(オー グムヤー)	⑯クマイア ブ															
					④大山貝塚 下(A-1)	⑤フェンス横 (B-1)	⑥喜友名公 民館(C-1)	⑦メダカヒー ジャーガー北 (A-4)	⑧ヒャーカ ガー北(B-4)	⑨伊佐浜下 水処理場付 近(C-2)																						
周辺状況及び採取時の状況		飛行場上流に位置し、流域はほとんど住宅地であるが、飲食店や小規模であるが豚舎鶏舎及び工場も点在する。河川は全体的に地下水臭が感じられた。流量は①、②、③の順で大であった。また、①の上流では河川の改修工事が行われたいた。			大山第一流域。飛行場と住宅地境界の斜面上に位置する。地下水水位19.5m			大山第二流域。飛行場直近に位置する。地下水水位27.5m			喜友名流域。字喜友名の平坦な住宅地に位置する。地下水水位32.4m			大山第一流域。田イモ畑南西の海側に位置する。地下水水位1.2m			大山第二流域。田イモ畑北側の海側に位置する。地下水水位0.5m。			喜友名流域。字伊佐住宅街に位置する。58号線を挟んでキャンフォスターがある。地下水水位1.9m。			大山第一流域。大山湧水群。露出した石灰岩断層から田イモ畑へ流れる湧水。上流側は住宅地で58号線を挟んで飛行場が位置する。		大山第二流域。キャンフォスター内に位置。上流側は住宅地、下流側はキャンフォスターである。		飛行場南西の大謝名小学校付近に位置する。飛行場の涵養区外と考えられる。		流入水及び飛行場を涵養区とする地下水及び表流水が累積すると考えられる地点。		飛行場南側に位置し、住宅街と飛行場の間の比較的小規模な畑地内にある。	
一般性 状	時間	11:05	11:50	12:05	13:00	9:50	13:50	16:08	15:33	15:06	10:15	10:55	11:30	13:30	15:00	14:00	10:00															
	水温(°C)	22.8	23.7	22.7	22.8	23.0	24.3	21.8	23.1	26.0	24.0	24.2	23.9	23.5	24.0	23.6	24.0															
	気温(°C)	23.8	23.0	23.0	24.5	25.8	26.5	24.1	24.5	26.6	24.8	26.2	26.9	25.0	26.5	26.0	24.8															
	臭気	微下水臭	下水臭	微下水臭	土臭	無臭	土臭	硫化水素臭	無臭	無臭	硫化水素臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭														
	流量(m ³ /日)	1605.3	2253.1	309.2	—	—	—	—	—	—	647.9	1561.8	1214.3	523.1	—	—	42.5															
	透視度(cm)	>50	44	>50	1.0	1.5	1.8	10.5	1.0	1.3	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50															
	電気伝導度(μs/cm)	809	740	707	561	654	891	2550	667	1020	672	891	649	723	—	674	766															
	濁度	3.0	6.1	3.6	17	13	16	5.6	15	11	0.4	<0.1	0.2	<0.1	—	1.7	2.4															
	塩素イオン	73	70	51	49	40	46	550	46	94	44	41	39	43	—	52	46															
	全硬度	250	170	220	250	270	480	530	300	480	290	480	290	320	—	240	340															
生活 環境 項目	pH	7.8	7.6	7.9	7.2	7.2	6.9	7.4	7.6	7.4	7.3	7.5	7.3	7.2	—	7.9	7.9															
	BOD	9.5	10	16	N.D	N.D	N.D	1.3	2.6	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	—	0.5	N.D															
	SS	5.3	7.1	5.4	7.4	7.7	7.2	4.7	10	7.0	0.5	N.D	0.6	N.D	—	3.0	2.7															
	DO	2.8	0.8	6.4	6.6	4.5	2.8	3.2	2.9	3.5	7.5	7.4	7.5	7.7	—	8.0	8.1															
栄養 塩類	大腸菌数(MPN/100ml)	2.3×10 ⁵	1.3×10 ⁵	7.0×10 ⁵	3.3×10 ³	4.9×10 ⁴	2.3×10 ⁴	4.9×10 ³	3.3×10 ²	7.9×10 ⁴	2.3×10 ²	2.3×10 ²	7.0×10 ²	7.0×10 ²	—	3.3×10 ²	3.3×10 ²															
	αヘキサン抽出物質	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.7	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	アンモニア性窒素	5.2	12	3.7	N.D	0.03	N.D	0.05	0.05	0.64	N.D	N.D	N.D	N.D	—	0.02	N.D															
	亜硝酸性窒素	0.42	0.34	0.25	0.03	N.D	0.07	N.D	0.02	0.03	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	硝酸性窒素	1.7	0.17	0.36	1.2	0.68	5.5	0.06	0.49	0.79	2.7	2.6	2.5	4.8	—	4.4	2.9															
	全窒素	8.5	14	8.0	1.4	0.85	6.3	0.71	0.82	1.7	3.1	2.7	2.6	5.1	—	5.4	3.3															
	りん酸性りん	0.88	1.3	0.92	0.01	0.03	N.D	0.07	0.31	N.D	0.07	0.11	0.09	0.07	—	0.68	0.02															
	全りん	0.99	1.6	1.1	0.04	0.05	0.05	0.13	0.34	0.02	0.08	0.11	0.09	0.09	—	0.70	0.07															
	ガドミウム	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	全シアン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
健康 項目	鉛	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	六価クロム	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	磁素	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	総水銀	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	アルキル水銀	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	セレン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.007	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	ふっ素	0.2	0.1	0.1	N.D	N.D	N.D	0.2	0.1	0.4	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
	ほう素	0.21	0.19	0.18	0.11	0.10	0.34	0.29	0.14	0.24	0.13	0.11	0.12	0.13	—	0.14	0.13															
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	2.1	0.51	0.61	1.2	0.68	5.6	0.06	0.50	0.81	2.7	2.6	2.5	4.8	—	4.4	2.9															
	揮発性有機化合物10項目	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D															
農薬類4項目	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D																
PCB	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D																
油分3項目	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	—	N.D	N.D																
ダイオキシン類(pg・TEQ/l)	0.15	—	—	—	0.14	—	—	—	—	—	0.17	—	0.20	0.19	0.15	0.19	—															

注1:項目側に単位表示のないものについては、単位mg/L。

注2:地下水は採水途中で濁ってしまったが、同時期におこなった地下水土壌分析と区別するために土壌由来ではなく水に溶解している状態の物質を見るために、分析は濁質を一昼夜自然沈降させて上澄み液を分析した。但し、採水当日に分析しなければならないpH、BOD、DO、大腸菌数はそのままの状態での分析した。なお、()書きで示した現場測定の透視度は試料採取時の参考データである。

表 5-11 水質調査結果(湧水期)

調査日:平成15年1月7日

項目	流入口			地下水						湧水			洞穴																				
	①シリガーラ (宜野湾ポン プ場横)	②マーカー (宜野湾自練 表)	③宜野湾中 表	飛行場直近			田イモ付近			⑩メダカリー ジャーガー	⑪アラナキ ガー	⑫ヒャーカ ガー	⑬チュンナ ガー	⑭フルチ ンガー(オー ムヤ)	⑮クマイア ブ																		
				④大山貝塚 (A-1)	⑤フェンス横 (B-1)	⑥喜友名公 民館(C-1)	⑦メダカリー ジャーガー北(A -4)	⑧ヒャーカ ガー北(B-4)	⑨伊佐浜下 水処理場付 近(C-2)																								
周辺状況及び採取時の状況	飛行場上流に位置し、流域はほとんど住宅地であるが、飲食店や小規模であるが豚舎鶏舎及び工場も点在する。河川は全体的に下水臭が感じられた。流量は①、②、③の順で大きかった。また、①の上流では河川の改修工事が行われた。			大山第一流域。飛行場と住宅地境界の斜面上に位置する。地下水位19.5m			大山第二流域。飛行場直近に位置する。地下水位27.5m			喜友名流域。宇喜友名名の平坦な住宅街に位置する。地下水位32.4m			大山第一流域。田イモ畑南西の海側に位置する。地下水位1.2m			大山第二流域。田イモ畑北側の海側に位置する。地下水位0.5m			喜友名流域。宇伊佐住宅街に位置する。58号線をはさんでキャンプフォスターがある。地下水位1.9m。			大山第一流域。大山湧水群。露出した石灰岩断層から田イモ畑へ流れる湧水。上流側は住宅地で58号線をはさんで飛行場が位置する。			大山第二流域。喜友名流域。キャンプフォスター内に位置。上流側は住宅地、下流側はキャンプフォスターである。			流入水及び飛行場を涵養区とする地下水及び表流水が累積すると思われる地点。			飛行場南側に位置し、住宅街と飛行場の間の比較的小規模な畑地内にある。		
一般性状	時間	13:10	15:15	13:10	17:00	11:00	13:35	16:00	15:30	15:05	10:25	11:45	11:15	15:00	11:30	16:35																	
	気温(°C)	16.7	17.0	18.0	19.0	19.0	19.0	18.5	18.5	18.5	18.0	17.0	17.5	18.0	22.0	23.9																	
	水温(°C)	17.0	18.6	18.9	22.0	21.7	21.5	18.6	19.3	21.8	24.5	24.0	24.5	23.5	20.7	22.2																	
	臭気	下水臭	下水臭	下水臭	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無																	
	流量(m³/日)	4774.5	3275.5	2220.1	—	—	—	—	—	—	829.3	873.6	1206.1	240.8	—	189.1																	
	透視度(cm)	25	46	16	(3.0)	(14.7)	(14.5)	(6.3)	(41.5)	(35.3)	>50	>50	>50	>50	>50	>50																	
	電気伝導度(µs/cm)	282	580	288	685	653	986	4000	688	1083	671	835	665	708	698	720																	
	濁度	10	7.7	3.8	27	0.5	ND	4.8	3.3	41	ND	ND	ND	ND	0.5	19																	
	塩素イオン	26	56	25	67	44	48	960	42	86	41	37	37	39	55	43																	
	全硬度	77	150	78	150	310	490	670	260	350	290	270	300	310	240	280																	
	pH	7.8	7.7	7.7	7.3	7.4	8.9	7.4	7.7	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	8.0	8.1																	
	BOD	13	24	15	1.5	0.7	4.0	4.1	5.3	8.1	ND	0.5	ND	ND	ND	ND																	
	SS	43	56	20	14	13	11	18	14	2.3	ND	0.6	ND	ND	2.5	24																	
	DO	7.9	5.1	8.0	6.6	5.2	2.7	3.5	2.8	1.5	7.8	7.3	8.1	8.0	8.7	8.4																	
	大腸菌群数(MPN/100ml)	7.9 × 10 ⁵	7.9 × 10 ⁵	4.6 × 10 ⁵	3.3 × 10 ⁴	1.3 × 10 ⁵	1.3 × 10 ⁵	2.8 × 10 ⁴	7.0 × 10 ³	2.2 × 10 ⁵	1.1 × 10 ³	4.9 × 10 ²	1.3 × 10 ³	2.0 × 10 ²	1.7 × 10 ³	2.2 × 10 ³																	
	n-ヘキサン抽出物質	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	アンモニア性窒素	1.7	7.5	2.3	0.02	0.05	0.82	0.39	0.05	0.34	ND	0.01	ND	ND	0.01	ND																	
	亜硝酸性窒素	0.14	0.18	0.15	ND	ND	0.04	0.02	ND	0.07	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	硝酸性窒素	0.82	1.2	0.72	1.1	0.51	6.0	0.14	0.94	0.03	2.8	1.9	2.3	5.1	5.5	2.2																	
	全窒素	3.8	9.2	4.2	1.2	0.65	7.2	1.1	1.1	0.52	2.8	2.0	2.4	5.3	6.0	2.4																	
	りん酸体りん	0.22	0.63	0.18	ND	ND	ND	0.08	0.17	ND	0.08	0.12	0.09	0.06	0.70	0.02																	
	全りん	0.50	0.81	0.31	0.02	0.03	0.03	0.08	0.19	0.01	0.09	0.13	0.09	0.06	0.71	0.04																	
	カドミウム	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	全シアン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	鉛	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	六価クロム	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	砒素	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	総水銀	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	アルキル水銀	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	セレン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	ふっ素	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.10	0.51	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	ほう素	0.03	0.05	0.02	ND	ND	0.26	0.24	ND	0.14	0.03	0.03	0.01	0.02	0.04	0.01																	
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	0.96	1.4	0.87	1.1	0.51	6.0	0.16	0.94	0.09	2.8	1.9	2.3	5.1	5.5	2.2																	
	揮発性有機化合物10項目	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	農薬類4項目	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	POB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	油分3項目	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND																	
	ダイオキシン類(pg・TEQ/l)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.46	—	0.56	0.84	0.31	—																	

注1:項目側に単位表示のないものについては、単位mg/L。
 注2:地下水は採水途中で濁ってしまったが、同時期におこなった地下水表面土壌分析と区別するために土壌由来ではなく水に溶解している状態の物質を見るために、分析は濁質を一昼夜自然沈降させて上澄み液を分析した。但し、採水当日に分析しなければならないpH、BOD、DO、大腸菌群数はそのままの状態で行った。なお、() 書きで示した現場測定値の透視度は試料採取時の参考データである。

2) ダイオキシン類

ダイオキシン類については、分析した4試料（豊水期）および7試料（平常期）のいずれから、河川水及び地下水における環境基準値（TEQ 値¹：1 pg/L）未満が検出された。それらの TEQ 値を、平成 14 年度に実施した湧水期調査の際の結果とともに図 5-12(p.113)に示した。沖縄県は沖縄島中南部地域において、平成 12 年度（季節不明）に 14ヶ所、平成 13 年度（12月と2月）に 20ヶ所の地下水のダイオキシン類濃度を測定し、それらの結果は TEQ 値 0.021~0.11 pg/L であった。これらと比較すると本調査において地下水中から検出されたダイオキシン類の TEQ 値はいずれも高く、何らかの特異な汚染源が存在する可能性が考えられる。また、三期の調査を通して分析した4地点（代表的湧水3ヶ所と洞穴水）の TEQ 値は、いずれも湧水期に高く、次いで平常期、豊水期の順に低くなった（ただし、地点⑭だけは平常期と豊水期の TEQ 値が同じであった）。ここで、宜野湾市内における主なダイオキシン類の起源としては、燃焼、農薬（PCP および CNP）不純物、および PCB が想定されるが、ダイオキシン類の同族体組成²を検討することにより、ダイオキシン類の起源と季節変動について以下に考察した。各試料から検出された各同族体の濃度を図 5-13(p.115)に示した。

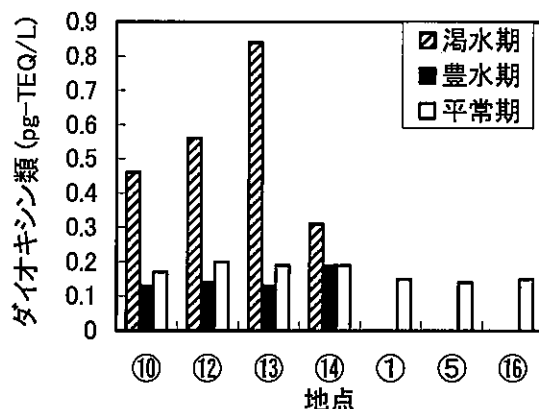
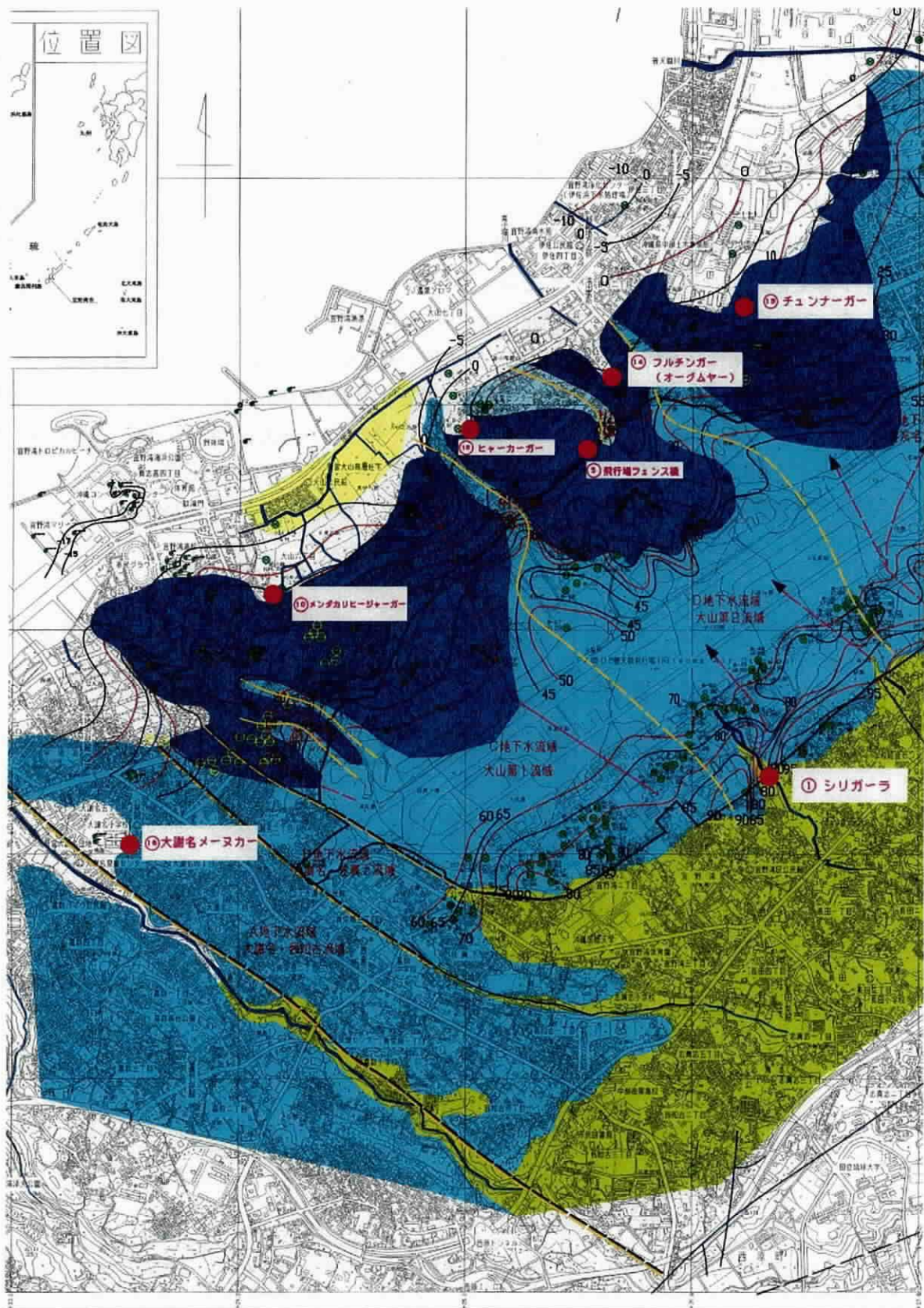


図 5-12 ダイオキシン類 TEQ 値の推移

¹ ダイオキシン類は、ポリクロロジベンゾ-パラジオキシン (PCDDs)、ポリクロロジベンゾフラン (PCDFs)、およびコプラナー-PCB (Co-PCBs) の合計 224 種類の物質（異性体）の総称であり、生物への影響の強さも各物質によって大きく異なる。最も毒性が強い 2,3,7,8-TeCDD の毒性を 1 とし、それ以外のダイオキシン類の毒性の相対的な強さを表したものが各物質の TEF 値（毒性等価係数）である。現在毒性がある物質として TEF 値が与えられ評価対象とされているのは 29 種類のダイオキシン類である。環境試料を分析して得られるダイオキシン類個々の濃度に各々の TEF 値を乗じた値を加算した値は TEQ 値（毒性等量）と呼ばれ、その試料中のダイオキシン類全体による毒性の強さを示す値である。環境基準等は環境試料の TEQ 値に対して設定されている。

² ダイオキシン類に含まれる PCDDs と PCDFs の各物質は、置換塩素数の違いにより各々 8 つの同族体に分類される。本報告では、これら同族体のうち塩素数 4~8 の PCDDs および PCDFs を各々 Te-, Pe-, Hp-, Hx-, OCDDs および Te-, Pe-, Hp-, Hx-, OCDFs と表記した。



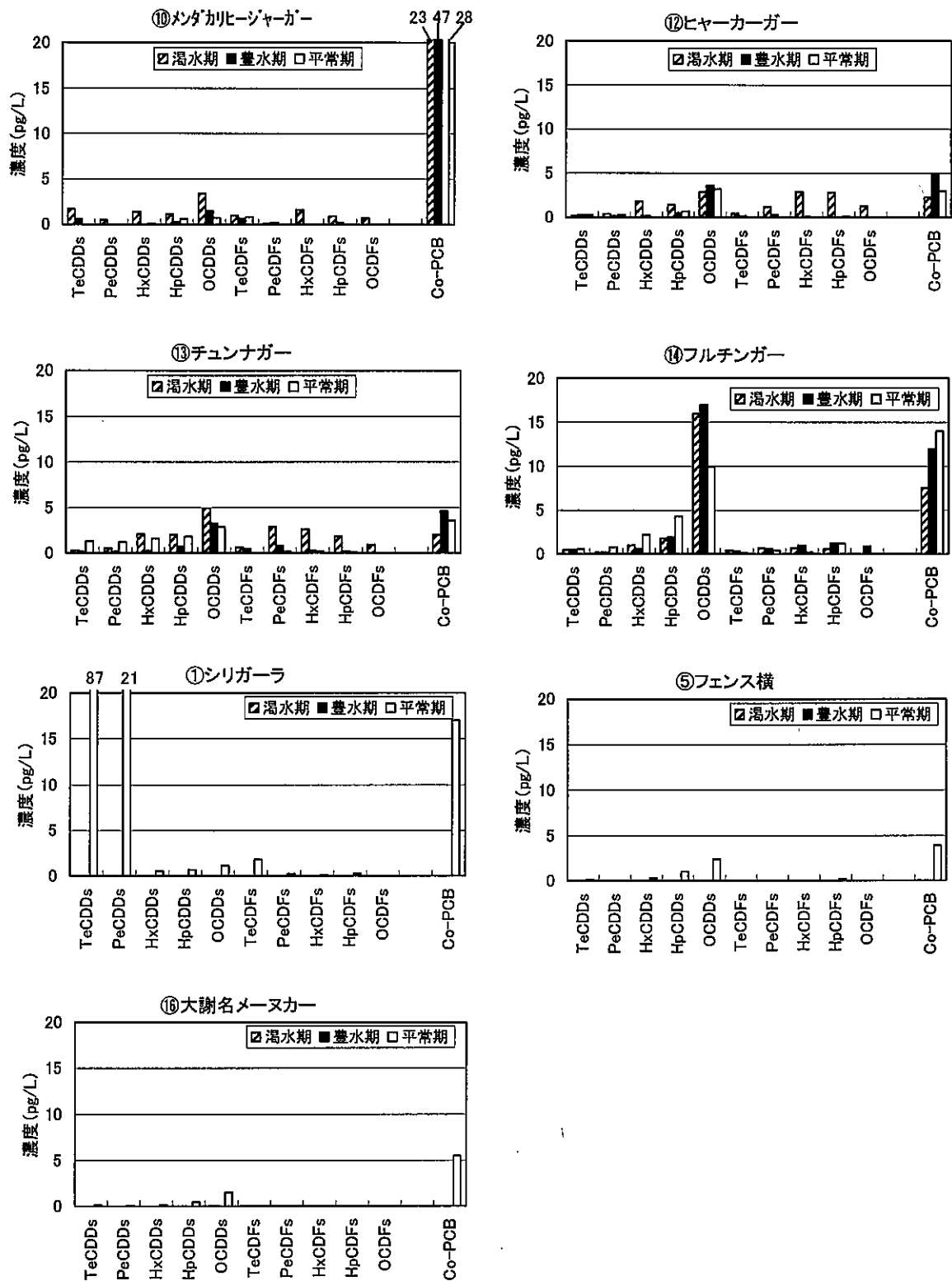


図 5-13 各試料のダイオキシン類各同族体濃度

註：OCDDs=PCP（農薬）に含有されるダイオキシン類に多い。

Co-PCB=ダイオキシンと類似した毒性を持つ種類の PCB。

○OCDFs=燃焼起源のダイオキシン類に多い。

(i) シリガーラ流域以外のダイオキシン類発生源

シリガーラ（地点①）は TeCDDs および PeCDDs が多く、CNP 含有ダイオキシン類などの寄与が大きいと考えられる。シリガーラの水の大部分は普天間飛行場下流側のフルチンガー（地点④）に流出すると予想される。シリガーラとフルチンガーの水に含まれる TeCDDs および PeCDDs の濃度を比較すると、シリガーラの水に含まれるダイオキシン類は、フルチンガーに至るまでに数十～百倍程度希釈などによって濃度が減少することになる。

一方、フルチンガーでは OCDDs と Co-PCBs の濃度が高く、シリガーラと同等以上あった。したがって、これらフルチンガーで検出されたダイオキシン類は、シリガーラ以外から供給されたものの寄与が大きいと推定される。さらに、フェンス横（地点⑤）およびヒャーカーガー（地点⑫）についても、フルチンガーと同族体組成が類似していることから、これら地点で検出された OCDDs および Co-PCBs もシリガーラ以外から供給されたものである可能性が高い。

さらに、メンダカリヒージャーガー（地点⑩）やチュンナガー（地点⑬）もシリガーラとは同族体組成が大きく異なっており、シリガーラ以外にダイオキシン類の発生源が存在することを示している。

(ii) 大謝名メヌカーとの比較

大謝名メヌカー（地点⑪）の同族体組成は、フェンス横、ヒャーカーガー、フルチンガーのものに近いが、異なる点もある（HpCDFs の有無など）。フェンス横、ヒャーカーガー、フルチンガーで検出されたダイオキシン類には、少なくとも部分的には大謝名メヌカーとは異なる発生源からのダイオキシン類を含んでいると推定される。

(iii) 渇水期調査時の燃焼起源ダイオキシン類

渇水期調査時には、メンダカリヒージャーガー、ヒャーカーガー、チュンナガーにおいて TEQ 値が他の時期と比較して大きく観測されたが、これらの地点で、PCDFs など燃焼起源の特徴となる同族体が検出され、それらの TEQ 値に対する寄与も大きかった。ところが豊水期および平常期調査ではこれら地点における同族体組成が変化し、大部分の PCDFs の濃度が極めて低かった。また、平常期調査時、シリガーラ、フェンス横、大謝名メヌカーにおいて PCDFs はほとんど検出されなかった。よって、渇水期調査に観測された燃焼起源ダイオキシン類がどこから地下水に流入したかは、これまでの調査結果では不明である。

3) 水量と濁り物質等の状況

各地点の流量は、豊水期が最も多く、平常期および渇水期は少なかった（図 5-14）。表流水の SS は渇水期が最も大きかったが、湧水の SS は豊水期が最も大きかった（図 5-15）。また、濁度（図 5-16）および大腸菌群数（図 5-17）は、ほとんどの地点が豊水期に最も高い値を示した。豊水期には、全体的な浸透水量の増加により、地表付近の汚濁物を含んだ水が直接地下水に含まれる割合が増加したことや、地下水路中に滞留していた汚濁物が流出する量が増加したことにより、とくに湧水に含まれる濁り物質等が増加したものと推測される。

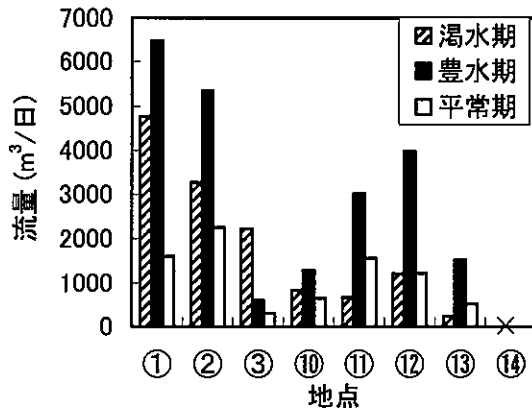


図 5-14 各地点の流量(⑭は測定不能)

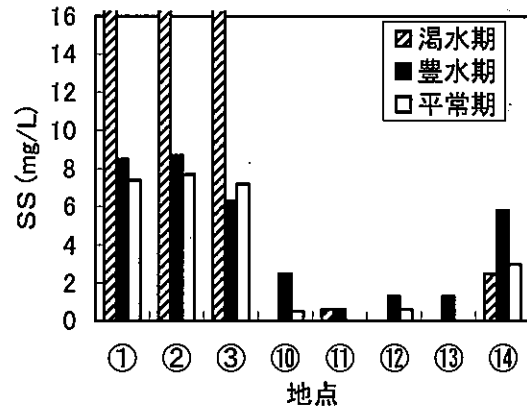


図 5-15 各地点の SS

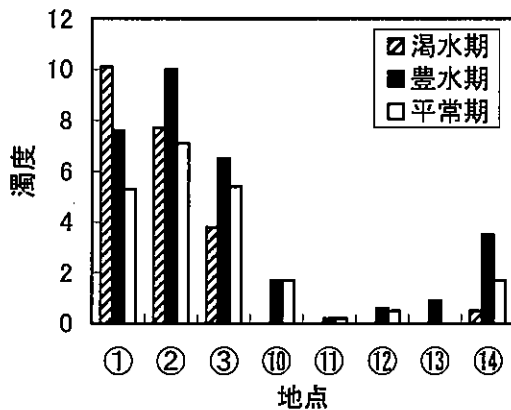


図 5-16 各地点の濁度

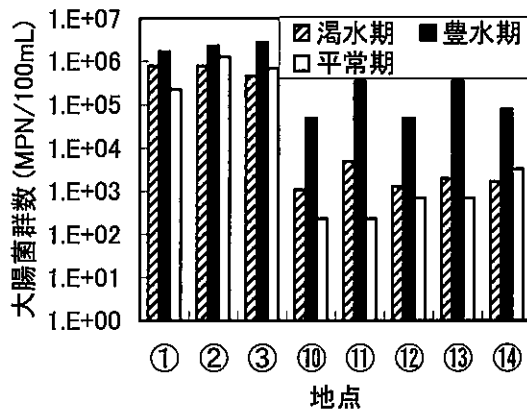


図 5-17 各地点の大腸菌群数

4) 普天間飛行場内自然環境の地下水保全機能と住宅密集地域の地下水水質への影響

普天間飛行場に近い地点④および⑤における地下水面水の全窒素濃度は、豊水期、平常期、および平成 14 年度渇水期のいずれの調査においても低かった。飛行場内には南西諸島地下水共通の問題である窒素汚染発生源が少ないと考えられる。これらの地下水は、その下流側の湧水（地点⑩および⑫）に向けて住宅密集地域を 500m 程度流下する過程で全窒素濃度がいずれも増加していた（図 5-18(p.118)）。

一方、地点⑥の地下水面水は、石灰岩地域の他の地下水試料と比較して電気伝導度、全硬度、亜硝酸性および硝酸性窒素濃度、およびぼう素濃度が高い。地表面からの深度が大きい（32～33 m）にもかかわらず、住宅が密集した周辺地表面から浸透する生活排水などの汚濁物質によ

る影響を受けていると考えられる。この地点と同一流域にあるが、キャンプ瑞慶覧内の地下水も加わっていると考えられる地点⑩の窒素濃度はこれより低かった。以上のように、宜野湾市内では住宅密集地域の生活排水による窒素負荷が地下水水質に明瞭な影響を与えているといえる。

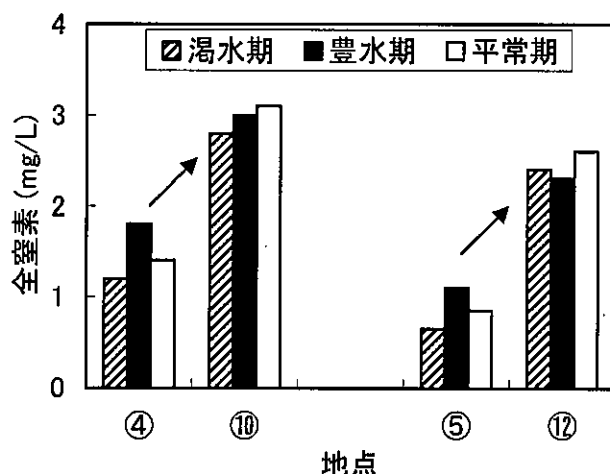


図 5-18 全窒素濃度の増大

5) フルチンガー（オーグムヤー）の水質の状況

D 地下水流域上流側にある三つの表流水流入点の水（地点①～③）は BOD が 10 mg/L 前後と高く、住宅密集地域の生活排水などによって汚染された水であるといえる（表 5-12）。これら流入水の大部分は地下水系を経てフルチンガー（オーグムヤー：地点④）に流出していると考えられる。

表 5-12 フルチンガーの水質(抜粋)

項目	渇水期	豊水期	平常期
透視度 (cm)	>50	>50	>50
全硬度	240	260	240
SS (mg/L)	2.5	5.8	3.0
大腸菌群数 (MPN/100mL)	1.7×10^3	7.9×10^4	3.3×10^3
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.01	0.02	0.02
亜硝酸性窒素 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
硝酸性窒素 (mg/L)	5.5	3.0	4.4
全窒素 (mg/L)	6.0	3.3	5.4

一方、フルチンガー（オーグムヤー）の流出水の水質は、全硬度と透視度は高く、SS、大腸菌群数は比較的低い。また、アンモニア性および亜硝酸性窒素濃度は低く、その代わりに硝酸性窒素濃度が高い。これらの傾向は、好気的な環境の地層を浸透して涵養された地下水としての性質を示している。したがって、フルチンガー（オーグムヤー）に流出する地下水系は単なる地下排水路ではなく、汚染度の高い地表水に含まれる有機物や浮遊物を浸透過程で浄化する機能を十分に保持していると考えられる。今後ファーストフラッシュなど降雨増水時における

汚濁物質の再流出などを評価することが必要であるが、このような地下水系システムの保全是重要である。

6) 低湿地帯地域の地下水水質の状況

豊水期調査において、低湿地帯地域（地点⑦～⑨）の全窒素濃度は3地点とも渇水期および平常期よりも高くなり、そのうち1地点（地点⑨）では10 mg/Lに達した。低湿地帯地域の地下水は地下水位が高く、地表での施肥や生活排水などの短期的な影響を直接受けやすいことも予想される。これら3地点では豊水期、平常期において臭気が認められ、地点⑨では有機物の汚染指標のひとつである n-ヘキサン抽出物質も検出された。これら地点の地下水は、民家や肥料など近傍地表付近の汚濁源による影響を受けていた可能性がある。

平成14年度渇水期調査において、低湿地帯地域の地下水水質を石灰岩地域湧水（地点⑩～⑬）の水質と比較するといずれも全窒素濃度が低く、低湿地帯のタイモ畑が窒素を水系から吸収し浄化している可能性が考えられていた。しかしながら、このような人為的影響が大きいため、タイモ畑による窒素吸収について明らかにするには、別途詳細な調査が必要と考えられる。

(3) 土壌調査結果のまとめ

土壌分析結果を表5-13(p.120)に示した。以下にこの結果から得られた環境に関する知見について述べる。

いずれの試料も、溶出試験の結果、揮発性有機化合物、農薬、PCB、油分はすべて定量下限未満であった。金属等も大部分は定量下限未満であり、セレンは対照地点を含む5地点で検出されたが環境基準値未満であった。また、ふっ素およびほう素も検出されたが、環境基準値と比較して低濃度であった。

含有試験の結果、PCBは定量下限未満であり、重金属はいずれも土壌汚染対策法による基準値と比較して低含有量であった。表層土と地下水面土とを比較すると地下水面土の方が鉛と総水銀の含有量が低い傾向が見られたが、これは石灰岩以外の母岩に由来する土壌の混合割合が異なるためと考えられる。

表 5-13 土壌調査結果

調査時期:平成14年12月18日～29日

項目	飛行場直近						低湿地帯		洞穴	対照地点		環境基準値			
	①マヤーアブ	②フェンス横	③チュンナガー	④大山貝塚下	⑤フェンス横	⑥喜友名公民館	⑦マンガカリージャガー付近	⑧ヒヤーカーカー付近	⑨アルチンガー(オーグムヤー)	⑩クマイアブ	⑪宇地泊				
採取地点の状況	洞穴	緩傾斜・林地	緩傾斜・裸地	地下水面付近(深度19.0～21.0m)	地下水面付近(深度27.0～29.8m)	地下水面付近(深度31.8～33.0m)	平坦・草地	平坦・草地	洞穴	洞穴	平坦・林				
周辺状況及び採取時の状況	大山第一流域内。洞穴壁が棚状にせり出した部分に堆積した土壌を採取。石灰岩層を地下水とともに運ばれてきた土壌が兼積したと考えられる。	大山第二流域。谷状地形に設置された排水管出口付近。管出口の人為的に形成されたと考えられる排水溝内の土壌を採取。	喜友名流域。キャンプフォスター内に位置。上流側には住宅地、下流側はキャンプフォスターである。	大山第一流域。飛行場と住宅地境界の斜面上に位置。風化石灰岩そのままあるいは粉砕して試料とした。	表層土壌②と同様。風化石灰岩そのままあるいは粉砕して試料とした。	喜友名流域。宇喜友名の平坦な住宅街に位置する。風化石灰岩そのままあるいは粉砕して試料とした。	大山第一流域。住宅地と田イモ畑の境界で石灰岩層の崖下に位置する。田イモ畑は採取地点の低地帯に広がっている。	大山第二流域。周囲は田イモ畑であるが、採取地点は高さ2m程度の草本が茂っており人為的なかく乱は少ないと考えられる。	流入水及び飛行場を涵養区とする地下水及び表流水が兼積する地点。洞穴内端に堆積した底泥を採取した。	上流側の沖積土壌地点。住宅街と飛行場の間の畑地内に位置する。石灰岩層を地下水とともに運ばれてきたものや洞穴入口から運ばれてきた土壌が兼積したと考えられる。	低地側の沖積土壌で飛行場の影響が無いと考えられる地点。周囲は土地造成区及び住宅地。				
土質分類	沖積層	沖積層	沖積層	石灰岩及び風化石灰岩	石灰岩及び風化石灰岩	石灰岩及び風化石灰岩	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層				
土色	暗赤褐色	暗褐色	暗褐色	黄色	黄色	黄色	暗褐～黒褐色	暗褐色	オリーブ褐色	オリーブ褐色	暗褐色				
臭気	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無				
土性(野外観察)	重粘土	壤土～埴壤土	壤土	シルト質壤土	シルト質壤土	シルト質壤土	シルト質壤土	シルト質壤土	砂壤土	重粘土	砂壤土				
土質性	pH	8.4	7.9	7.7	8.5	8.6	8.7	7.8	8.0	8.0	8.2	7.9	-		
	COD	2.8	2.8	0.6	0.4	0.3	0.5	11	2.7	11	8.8	17	-		
	硫化物	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.01	ND	0.01	0.01	-		
	カドミウム	0.75	1.1	0.30	0.15	0.23	0.14	0.67	0.41	0.84	0.53	1.2	9*		
含有試験	鉛	39	40	34	11	9.6	6.4	39	31	41	41	51	600*		
	砒素	38	35	28	22	5.2	17	21	27	20	23	24	50*		
	総水銀	0.17	0.11	0.15	0.02	0.02	0.01	0.57	0.17	0.06	0.31	0.19	3*		
	PCB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-		
土壌環境基準項目(溶出試験)	金属等	カドミウム	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
		全シアン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	不検出	
		銅(含有試験)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	125	
		鉛	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
		六価クロム	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	
		砒素	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
		総水銀	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0005	
		アルキル水銀	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	不検出	
		セレン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0.01	
		ふっ素	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	ND	ND	0.1	ND	ND	ND	0.8	
		ほう素	0.09	0.10	0.10	0.13	0.12	0.11	0.11	0.11	0.07	0.07	0.15	1	
		揮発性有機化合物10項目	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	巻末資料参照
		農薬5項目	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	巻末資料参照
		油分 3項目	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	巻末資料参照
PCB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	不検出		
ダイオキシン類(pg・TEQ/g)	1.4	1.1	0.57	0.83	9.1	2.7	—	—	4.4	—	—	1000			

単位:土質性状項目:COD、硫化物:mg/g乾、含有試験項目:mg/kg乾、溶出試験項目:mg/L、ダイオキシン類:pg・TEQ/g.

*:土壌汚染調査対策暫定指針値

1) ダイオキシン類

平成15年度の土壌調査では、平成14年度（平成14年12月）に採取した7検体（うち2検体はH14分析済）のうち5検体の土壌試料について分析した。その結果から得られた知見を以下に述べる。

ダイオキシン類については、分析した7試料いずれからも検出され、その範囲は0.83～9.1 pg-TEQ/gであった（表5-14）。このTEQ値は人の暴露量に基づいて定められた土壌基準値（1000 pg-TEQ/g）に比較するとごく低いレベルである。また、平成10年度に環境庁が全国286地点で実施した調査では、土壌中のダイオキシン類は0.0015～61pg-TEQ/g、平均6.5pg-TEQ/gであり、今回の検出値はとくに高いものとはいえない。

表 5-14 土壌中のダイオキシン類の分析結果

表層土壌			地下水面土壌			洞穴
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
マヤーアブ	フェンス横	チュンナガ	大山貝塚下	フェンス横	喜友名公民館	フルチンガ
1.4	1.1	(0.57)	0.83	9.1	2.7	(4.4)

注) 単位：pg-TEQ/g。土壌環境基準値は1,000pg-TEQ/gである
括弧付きの数値は平成14年度実施済を示す

今回の調査の中では、試料によるTEQ値の差が大きく、同じ地下水面土である試料④と⑤では10倍以上の違いがあった。前項で示したように地下水中のダイオキシン類濃度が比較的高かったことと合わせて、何らかの特異な汚染源が存在することが予想される。

ここで、宜野湾市内における主なダイオキシン類の起源としては、燃焼、農薬（PCPおよびCNP）不純物、およびPCBが想定されるが、ダイオキシン類の同族体組成を検討することにより、ダイオキシン類の起源について以下に考察した。各試料から検出された各同族体の濃度を図5-19(p.123)に、また、各試料におけるPCDDsおよびPCDFs各同族体の相対濃度比を図5-20(p.124)に示した。

チュンナガ横およびフェンス横の表層土や、表流水が流入した洞穴水を含むフルチンガ（オーグムヤー）の湧出地点の堆積土（底質）は、他の同族体に比べOCDDsの割合が特徴的に高く、周辺地表に残留するPCP含有ダイオキシン類の寄与が大きいことが推定される。なお、表層土ではあるが洞穴内の堆積土であるマヤーアブの試料は、これら3試料に比べてOCDDsの割合が低くなっている。これは、周辺地表からの直接の影響を受ける割合が低いためと考えられる。

これらとは対照的に、フェンス横地下水面土や喜友名公民館地下水面土では多種類の同族体が比較的近い割合ずつ検出され、その中でHxCDFsが最も多くHpCDFsがそれに次ぐ濃度であった。このような同族体組成は燃焼起源のダイオキシン類の特徴に一致する。また、これら2試料はいずれも本調査において新規に掘削されたボーリング孔内の土壌であり地表や表流水からの直接の影響を受けにくい試料である。したがって、それらに含まれるダイオキシン類の大部分は地下水を經由して輸送されてきたものと考えられるが、両者のダイオキシ

ン類同族体の相対濃度比はよく一致しており、共通の発生源の存在を示唆している。なお、大山貝塚下の地下水面土壌に含まれるダイオキシン類の同族体組成はこれら2試料のものやや異なっていた。このボーリング地点は他の二つのボーリング地点に比べて地下水量が明らかに少なく、広域的に分布する地下水による影響以外の局地的な環境の影響をより強く受けている可能性がある。

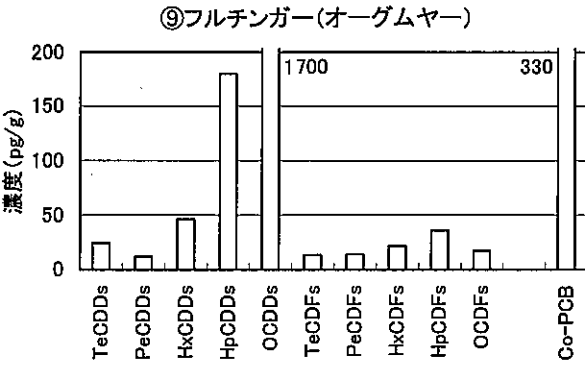
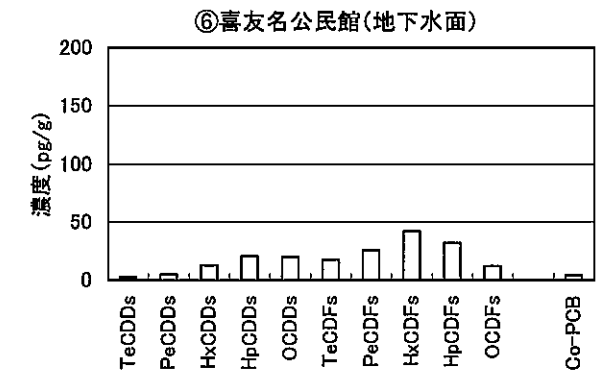
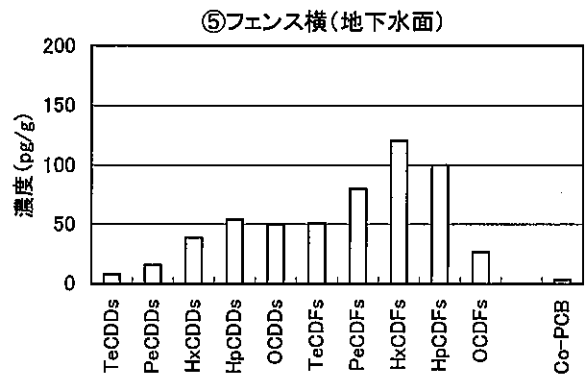
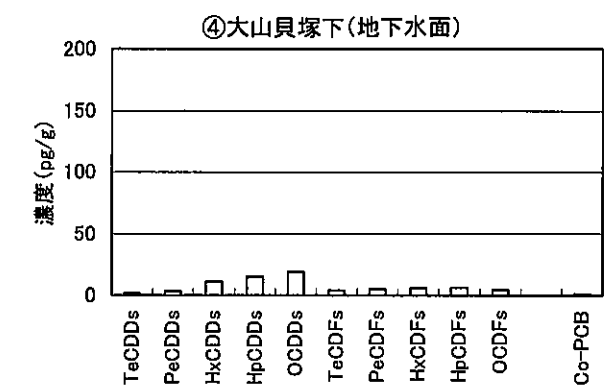
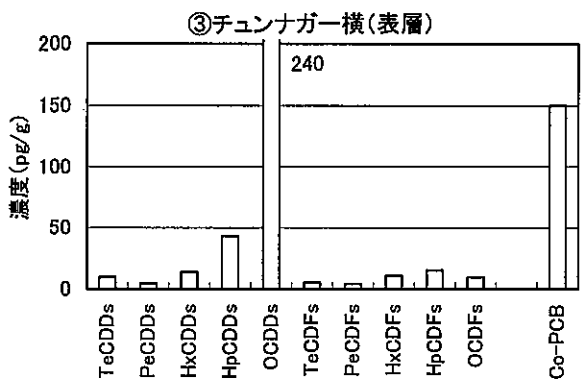
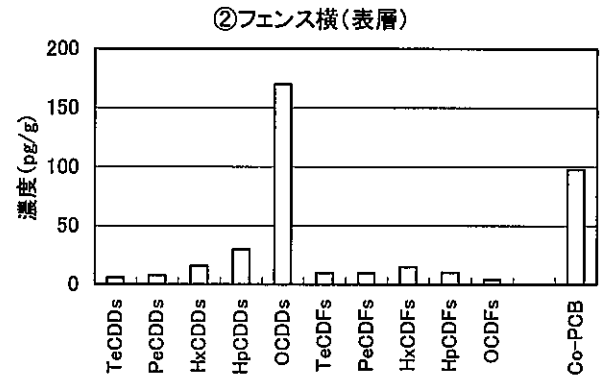
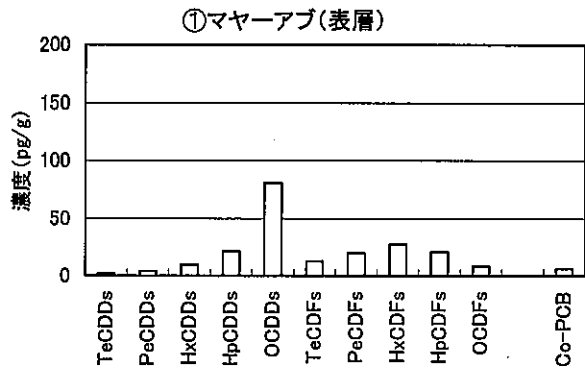


図 5-19 各試料のダイオキシン類各同族体濃度

注：OCDDs=PCP（農薬）に含有されるダイオキシン類に多い。

Co-PCB=ダイオキシンと類似した毒性を持つ種類の PCB。

○OCDFs=燃焼起源のダイオキシン類に多い。

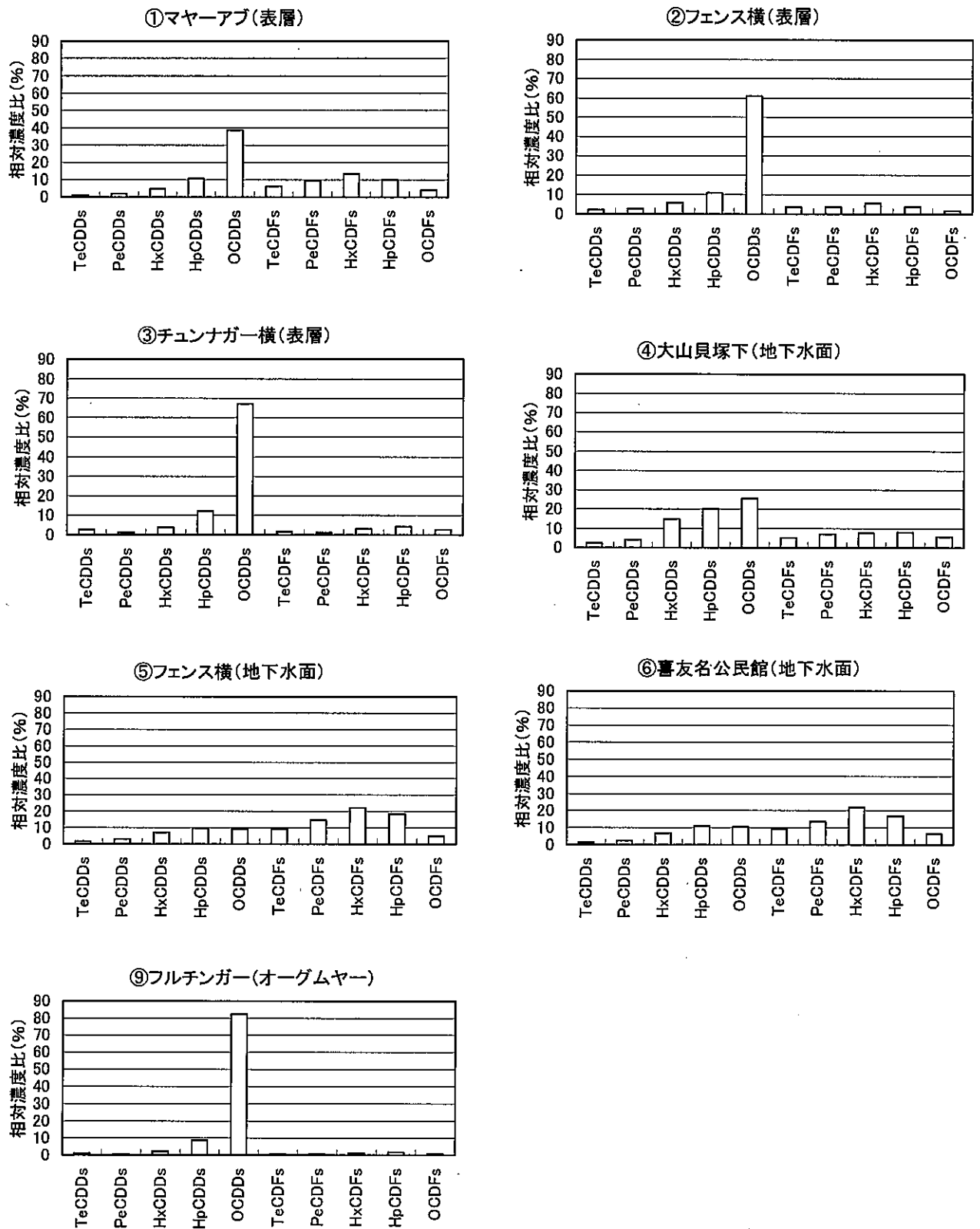


図 5-20 各試料の PCDDs および PCDFs 各同族体の相対濃度比

註：OCDDs=PCP（農薬）に含有されるダイオキシン類に多い。

Co-PCB=ダイオキシンと類似した毒性を持つ種類の PCB。

○OCDFs=燃焼起源のダイオキシン類に多い。

(4) 海域生物

将来に向けた宜野湾市の自然環境の活用に関する提言を海域生物の概況とともに以下にまとめた。

- 造礁サンゴ類の被度は概して低かったが、潜在的に高被度域となりうる旧港地先海域とトロピカルビーチ南側は、サンゴ礁海域保全上、注目すべき立地である。
- 宜野湾漁港の消波ブロック上にみられた造礁サンゴ群は、白化現象によってダメージを受けた周辺海域生態系にとって注目すべき立地である。加えて人工構造物に生育するサンゴ類の研究材料としても活用できるものと考えられる。
- トロピカルビーチ南側は、潮干狩りをはじめとした海洋レクリエーションや、環境教育、自然観察会などの自然体験ゾーンとして、既に活用されている。沖縄県内においては、護岸工事や埋立などの諸開発により、自然の海と触れ合う場が少なくなっている。都市域に気軽に自然体験ができることは、教育効果や観光資源として非常に重要な立地である。

(5) 水質・土壌調査における今後の課題

本年度までの調査結果を踏まえ、本調査地域の水質を評価する上で、今後以下のような課題が残されていると考えられる。

1) 湧水量調査に基づく汚濁物質算定

地下水に含まれる汚濁物質の湧水流出域および沿岸海域の環境に対する影響を評価するために、湧水量調査に基づいた汚濁物質流出量算定が必要である。

2) ダイオキシン類の起源に関する詳細調査

本年度までの調査によって、本調査地域内地下水などから、環境基準値以下ではあるがダイオキシン類が検出された。飛行場内地下水および土壌を含むさらに多くの試料を多角的に分析し、ダイオキシン類の存在の有無を明らかにすることが必要である。

3) ファーストフラッシュの水質分析

河川などにおいて、降雨時初期に汚濁物質が高濃度で流出する「ファースト・フラッシュ現象」が知られている。短時間でも高濃度の汚濁物質の流出は流域生態系に影響を与える可能性があり、また、高い汚濁物質濃度が検出された場合には、汚濁物質発生源の特定のための有力な参考資料となりうる。本調査地域におけるファースト・フラッシュの水質分析を実施することが望まれる。