

② ビオトープへの移動

表 4.4 に示すとおり、本年度の移動は、4月に519個体(幼生518、幼体1)、6月に263個体(幼生262、幼体1)の合計2回であった。輸送中の死亡はみられなかった。

また、表 4.5 に示すとおり、適宜実施した移動後の生息確認については、移動数に対して個体の確認数は少なかった。

表 4.4 幼生・幼体の移動状況

回数	移動日	輸送数	死亡数	移動数	生存率(%)
1	平成21年4月27日	518(1)	0(0)	518(1)	100
2	平成21年6月25日	262(1)	0(0)	262(1)	100
合計		780(2)	0(0)	780(2)	100

- 注) 1. () 内の数値は幼体数を示す(内数)。
2. 死亡数は運搬から放流前までの死亡を表す。

表 4.5 移動後の確認状況

回数	調査日	オハサキガエルの 確認個体数			移動数	割合(%)	捕食者	
		幼生	幼体	計			個体数	種類
1	平成20年4月25日	0	12	12	828	1.45	0	-
2	平成20年4月26日	0	16	16	827	1.93	0	-
3	平成20年5月13日	0	18	18	827	2.18	0	サキシマダラ、サキシマハブ
4	平成20年6月1日	24	0	24	2,109	1.14	3	リュウキュウアカショウビ、コカクダゲンゴロウ
5	平成20年8月8日	0	1	1	2,296	0.04	1	サキシマハブ
6	平成20年11月12日	0	1	1	2,296	0.04	0	-
7	平成20年12月16日	0	8	8	2,522	0.32	0	-
8	平成21年1月29日	0	30	30	3,005	1.00	0	-
9	平成21年2月17日	37	0	37	3,419	1.08	0	-
10	平成21年4月28日	5	2	7	3,938	0.18	0	-
11	平成21年6月9日	0	0	0	3,938	0	0	-
12	平成21年6月26日	3	0	3	4,201	0.07	0	-

- 注) 1. 移動数は、調査日における総移動数-死亡個体数を示した。
2. 割合は、調査日における総移動数に対する確認個体数の割合を示した。
3. 灰色箇所は、本年度の実績を示す。

4.6 事後調査結果と環境影響評価結果との比較検討

平成 21 年度において、創出した第 3 ビオトープへの移動は合計 2 回実施したが、移動数に対して個体の確認数は少なく、0～7 個体（移動個体数に対する確認個体数の割合は 0～0.18%）であった。

これまでの現地調査結果から、上陸直後の幼体については確認が容易であるが、ある程度の時間が経過し林内へ分散した後の確認は非常に困難であること、繁殖期に水辺に集まってくる成体については確認が容易であることがわかっている。また、これまでの飼育結果から、上陸幼体が繁殖可能になるまでに約 3 年必要であると考えられる。

第 3 ビオトープへの幼生・幼体の移動を最初に実施したのは平成 20 年 4 月であり、移動させた個体は成熟しておらず、繁殖期に水辺に集まってくる可能性は非常に低いことなどを考慮すると、現時点において移動先にて定着したかどうかの判断はできず、今後もモニタリングを継続し、生息状況を把握していくこととする。

なお、創出したビオトープについては、環境状態が変化（水量が減少、草本類が繁茂など）していることから、必要に応じ、下草刈り等の管理を実施していくこととする。

5. 陸域生態系（小型コウモリ類）

5.1 調査項目

- ① 生息状況及び利用状況調査（A～D洞窟、石垣島島内の主な利用洞窟）
C洞窟における調査は、工事の進捗状況に応じて実施した。
- ② 洞内環境調査（A、D洞窟）
- ③ 移動状況調査（A、B、D洞窟、石垣島島内の主な利用洞窟）
- ④ 餌昆虫調査
- ⑤ 人工洞調査（生息状況及び利用状況、温度・湿度）
- ⑥ ロードキル状況等の情報収集

5.2 調査時期

- ① 生息状況及び利用状況調査（A～D洞窟、石垣島島内の主な利用洞窟）
平成21年5、6月（出産・哺育期）、11月（移動期）、平成22年1月（冬期の休眠時期）
- ② 洞内環境調査（A、D洞窟）
平成21年4月～平成22年3月
- ③ 移動状況調査（A、B、D洞窟、石垣島島内の主な利用洞窟）
標識装着：平成21年11月、平成22年1月（A、B、D洞窟）
再捕獲日：平成21年11月、平成22年1月（A、B、D洞窟、石垣島島内の主な利用洞窟）
注．移動状況調査は①生息状況調査及び利用状況調査後に実施した。
- ④ 餌昆虫調査
平成21年6月（梅雨明け）、10月（台風後）
- ⑤ 人工洞調査（生息状況及び利用状況、温度・湿度）
生息状況及び利用状況：平成21年6月（出産・哺育期）、11月（移動期）
平成22年1月（休眠時期）
温度：連続観測（平成21年4月～平成22年3月）
湿度：随時、入洞時に観測
- ⑥ ロードキル状況等の情報収集
随時

5.3 調査地点

調査地点は図5.1に示すとおりである。

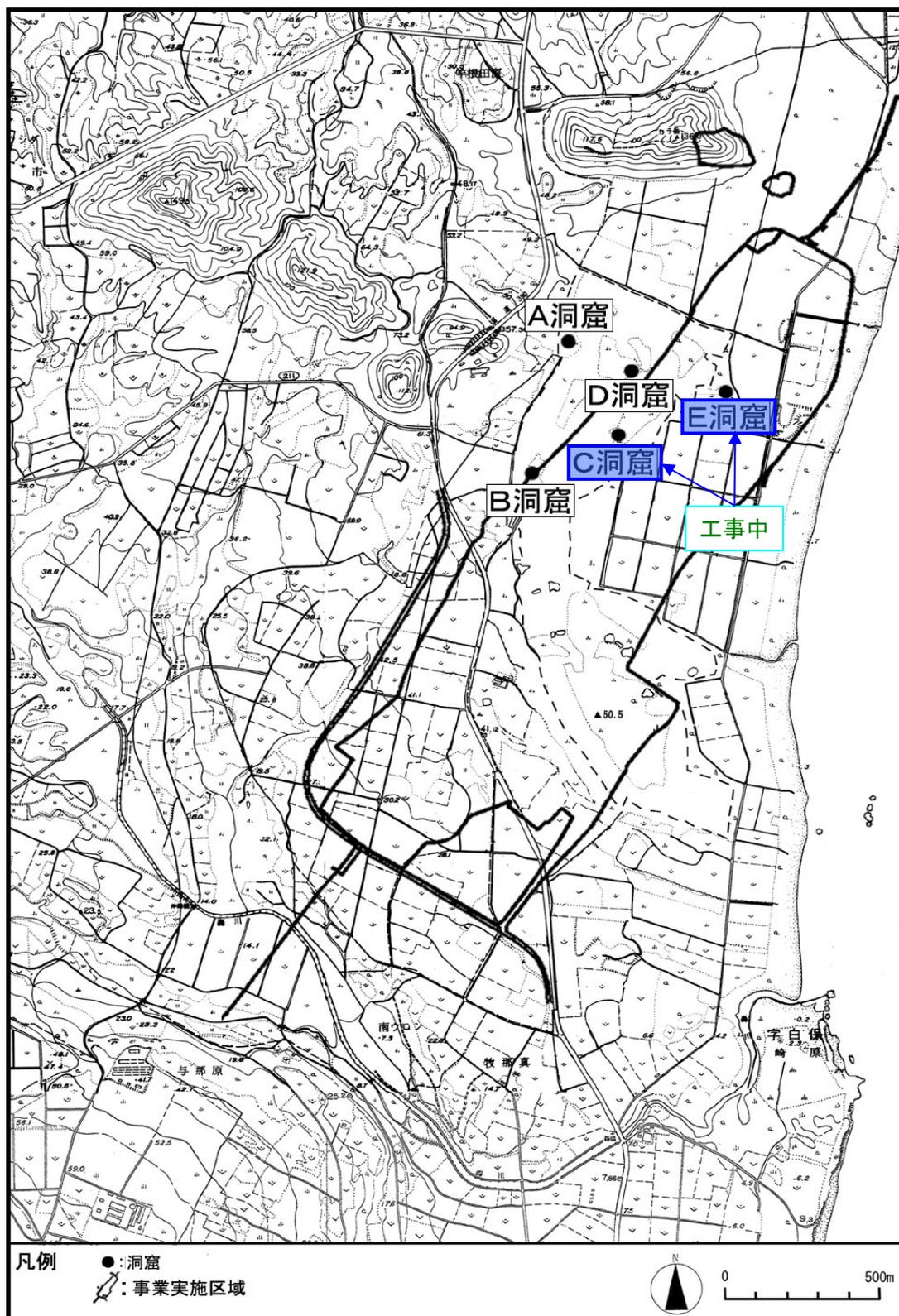


图 5.1(1) 調査地点 (A~D洞窟)

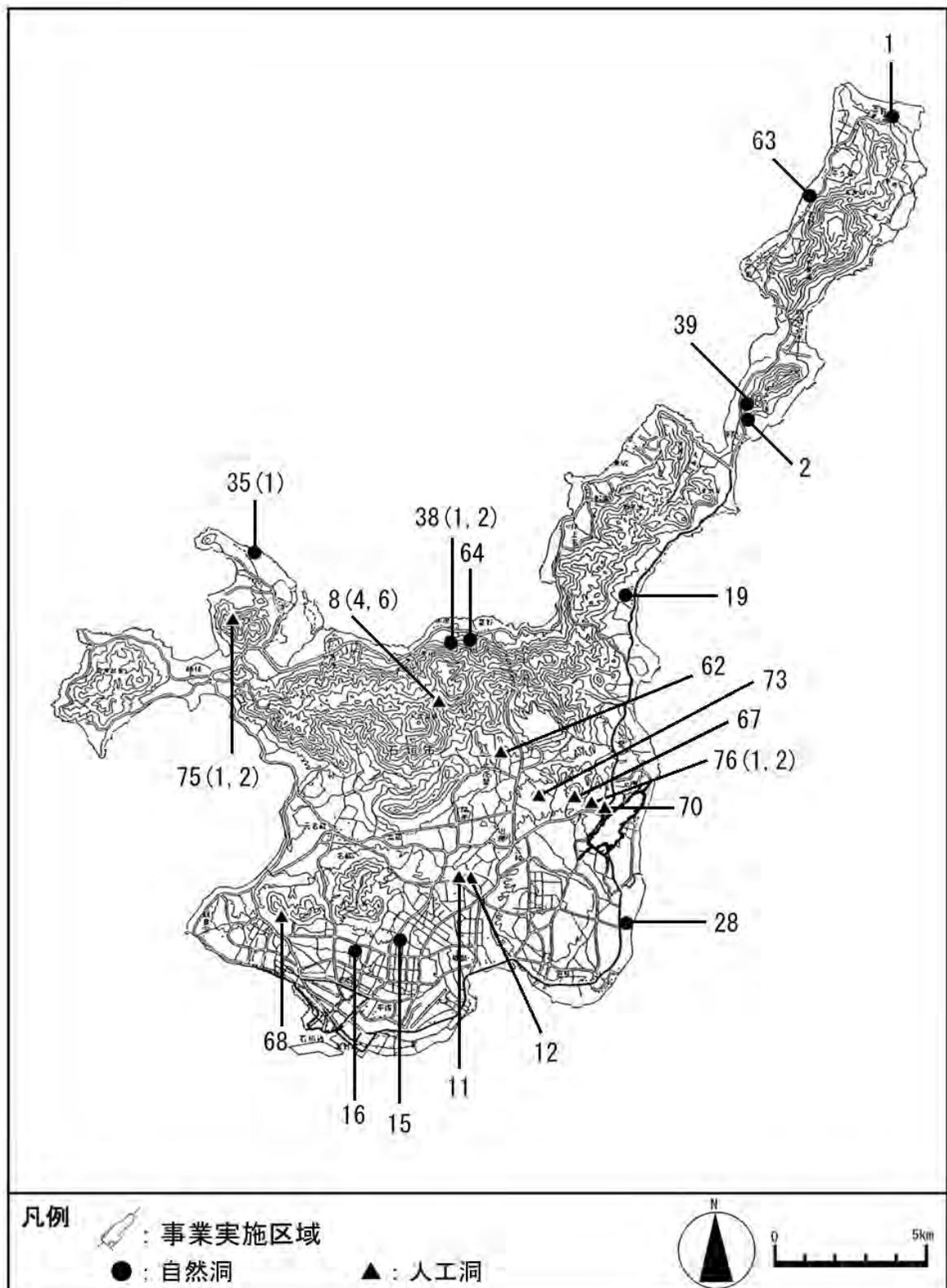


図 5.1(2) 調査地点 (石垣島島内の主な利用洞窟)

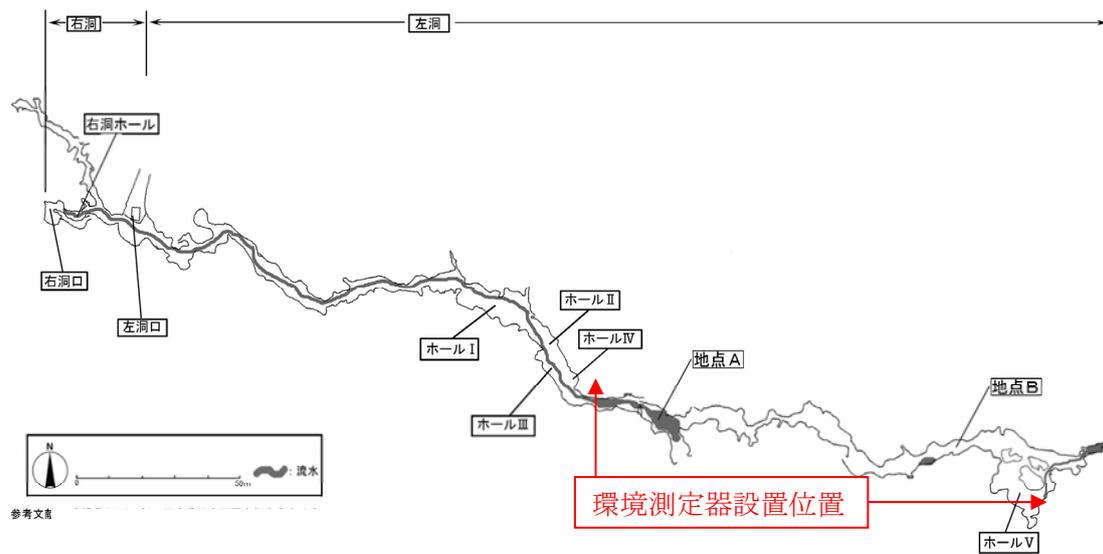


図 5.1(3) 環境測定器設置地点 (A洞窟：ホールⅢ、ホールⅤ)

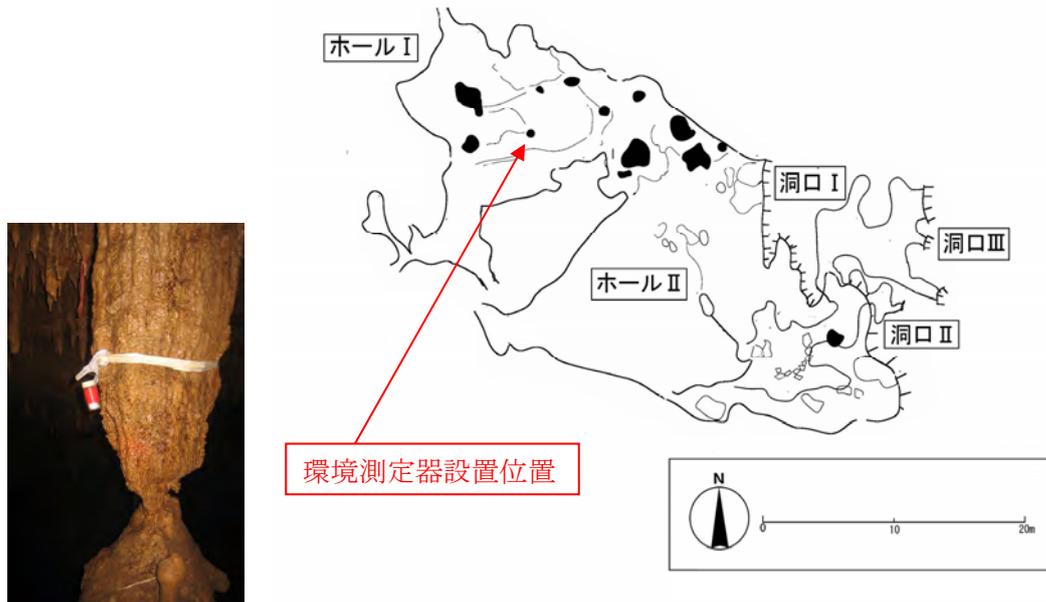


図 5.1(4) 環境測定器設置地点 (D洞窟：ホールⅠ)



凡例)



: 事業実施区域



: 植樹帯設置ライン(予定地含む)



: 調査定点 (3地点)

- St. 1 : 人工洞窟そばの植樹帯で平成19,20年度実施した。
- St. 2 : 平成19年度は未植樹であり、草地(植樹帯予定地)で実施した。平成20年は植樹帯で実施。
- St. 3 : 平成20年度に新たに設定した。小型コウモリ類の生息地であるD洞窟周辺の残地樹林地で実施。

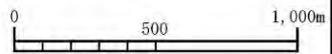
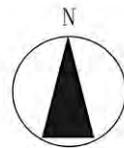


図 5.1(5) 調査地点(餌昆虫調査:グリーンベルト内)

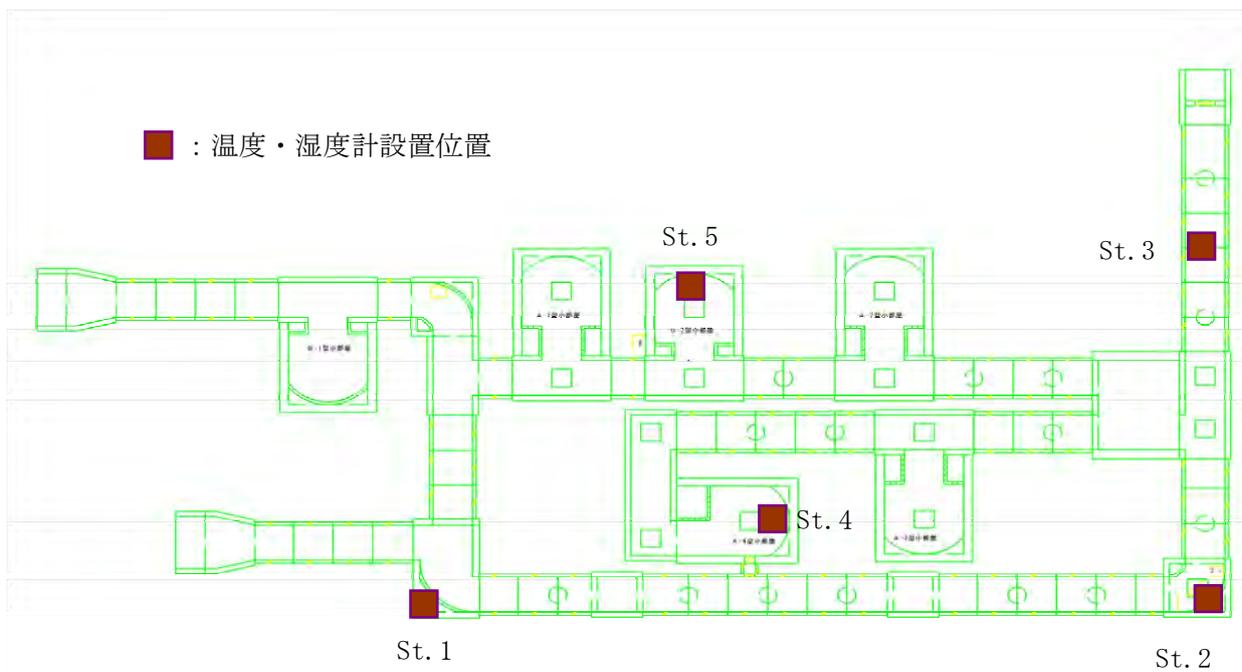
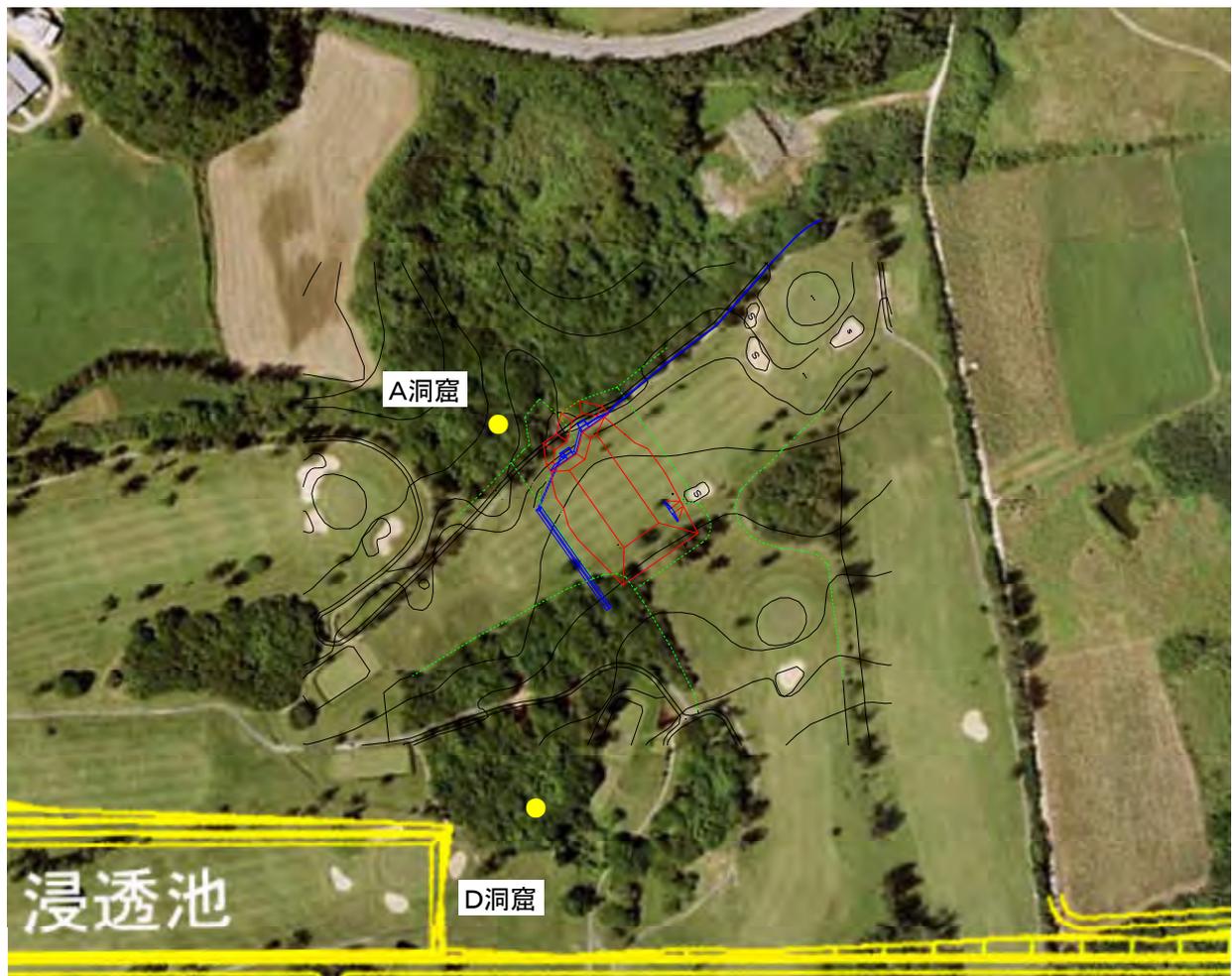


図 5.1(6) 調査地点 (人工洞調査)

5.4 調査方法

① 生息状況及び利用状況調査

洞窟内で懸下している小型コウモリ類に赤色光スポットライトを照射し、目視により種ごと（出産・哺育期には成獣、幼獣）の個体数を計数した（目視法）。

なお、ビデオ撮影が可能な洞窟の出入り口では、ビデオ装置を使用し、出洞個体数を計数した（ビデオ撮影法：図 5.2）。また、出産・哺育や冬期の休眠などの生息状況及び利用状況を観察した。



図 5.2 ビデオ撮影法

② 洞内環境調査（温度・湿度）

A洞窟、D洞窟及び人工洞において、環境測定器を設置し（図 5.3）、温度を測定した。環境測定器は日周変化を把握するために、2時間毎に測定するよう設定した。また、湿度については入洞時に測定した。



図 5.3 環境測定器設置状況

③ 移動状況調査

A洞窟～E洞窟において、小型コウモリ類の移動状況を確認するため、小型コウモリ類に標識を装着した。洞窟内や洞口で、小型コウモリ類を捕獲し（図 5.4）、

性別を記録した後、前腕部にアルミニウム製翼帯を装着し（図 5.5）、放獣した。
移動状況の把握は、石垣島内の洞窟において、標識装着された個体を目視又は捕獲により行った。



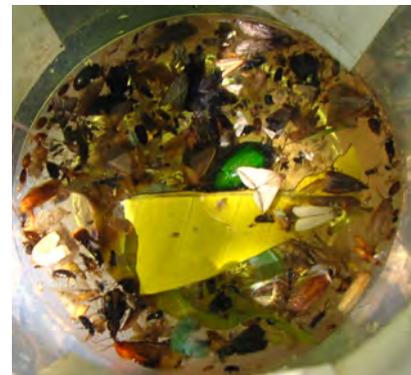
図 5.4 捕獲作業



図 5.5 標識装着個体

④ 餌昆虫調査

地上約 1.5mに 6 Wの蛍光灯とブラックライトを点灯するボックス法ライトトラップにより夜間に採取し、昆虫相及びその量について記録した（図 5.6）。採取された昆虫は、分析し、「目（もく）」単位の分類群で集計、個体数及び湿重量を計測した。



ボックス法ライトトラップ点灯状況

捕獲した昆虫類

図 5.6 ボックス法ライトトラップ設置状況

⑤ ロードキル状況等の情報収集

調査結果の情報を石垣市や沖縄県等の関係機関へ提供し、小型コウモリ類の生息に影響を与えないような土地利用が図られるよう要請を行った。

また、小型コウモリ類のロードキル状況等の情報収集を随時行った。

5.5 調査結果

① 生息状況及び利用状況調査（A～E洞窟）

ア) ヤエヤマコキクガシラコウモリ

【出産・哺育期】

H21年度調査における5洞窟（但し、C、E洞窟は工事中）の総個体数は、1,563（幼獣：500）個体であり、工事前の過年度調査（H14～18年度）における個体数（1,262～1,751（幼獣：220～500））と比較すると、経年変動の範囲内であり、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

A洞窟において、H20年度に個体数の減少が確認されたが、H21年度には増加した。また、C洞窟において、H21年度に個体数の減少が確認されたが、工事中（写真）であったためと考えられる。

表 5.1 ヤエヤマコキクガシラコウモリの出産・哺育期の最大個体数変化

年度 洞窟	工事前					工事中		
	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度
A洞窟	1,580	1,290	1,420	1,070	1,170	1,530	990	1,550
(幼獣数)	320	310	220	500	300	350	300	500
B洞窟	10	10	3	2	1	8	3	3
C洞窟	70	90	150	80	100	110	120	±
D洞窟	2	5	8	+	20	20	20	10
E洞窟	—	160	170	110	160	210	120	—
合計	1,662	1,555	1,751	1,262	1,451	1,878	1,253	1,563

- 注) 1. 10個体以上は一の位を四捨五入した。
 2. A洞窟は出産・哺育洞であり、幼獣数は、A洞窟のみ計数した。
 3. E洞窟は、H14年度は未発見、H21年度は工事中であったため、未調査「-」とした。
 4. 各年度の個体数は、5月、6月（出産・哺育期）の最大個体数である。
 5. + は、ビデオ撮影法で数個体の出入りが確認されたことを示すが、集計からは除いた。
 6. 下線の個体数は、工事中であった洞窟における調査結果を示した。



C洞窟周辺状況（平成22年1月撮影）

【移動期】

秋期は、出産・哺育期が過ぎ、徐々に石垣島島内に分散する。また、越冬期に利用するねぐらへ移動する途中で、他洞窟を利用している時期と考えられている。

H21 年度調査における 5 洞窟（但し、C、E 洞窟は工事中）の総個体数は、980 個体であり、工事前の過年度調査（H14～17 年度）における個体数（785～2,276 個体）と比較すると、経年変動の範囲内であり、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

また、C 洞窟において、H21 年度に個体数の減少が確認されたが、工事中であったためと考えられる。

表 5.2 ヤエヤマコキクガシラコウモリの移動期の最大個体数変化

年度 洞窟	工事前				工事中			
	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度
A 洞窟	1,150	1,760	980	690	450	820	920	940
B 洞窟	20	6	3	—	9	3	3	3
C 洞窟	210	210	220	50	190	70	50	<u>7</u>
D 洞窟	6	40	—	5	60	20	3	30
E 洞窟	290	260	280	40	290	280	310	—
合計	1,675	2,276	1,483	785	999	1,193	1,286	980

- 注) 1. 10 個体以上は一の位を四捨五入した。
 2. H17 年度は 9 月のテレメトリ調査時のカウント数とした。
 3. H15 年度の A 洞窟は 9 月のデータである。
 4. 各年度の個体数は、9 月、11 月（移動期）の最大個体数である。
 5. H21 年度は、E 洞窟が工事中であったため、未調査「-」とした。
 6. 下線の個体数は、工事中であった洞窟における調査結果を示した。

【冬季の休眠時期】

H21 年度調査における 5 洞窟（但し、C、E 洞窟は工事中）の総個体数は、890 個体であり、工事前の過年度調査（H14～17 年度）における個体数（990～1,185 個体）と比較すると、経年変動を下回っていたものの、平成 16 年度と同程度の個体数であった。これは、C 洞窟における個体数が過年度よりも減少したためと考えられるが（E 洞窟は未調査）、C 洞窟及び E 洞窟が工事中であり、周辺洞窟へ移動したと考えられる。

また、C 洞窟では、平成 18 年度より、越冬群が確認されていないことから、今後もモニタリングを継続し、生息状況及び利用状況を把握していく。

表 5.3 ヤエヤマコキクガシラコウモリの冬季の休眠時期の最大個体数変化

年度 洞窟	工事前				工事中			
	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度
A 洞窟	550	540	140	360	550	80	420	390
B 洞窟	150	30	10	5	4	6	20	120
C 洞窟	290	40	250	530	2	80	50	30
D 洞窟	160	220	510	200	40	100	880	350
E 洞窟	8	250	80	90	230	100	90	—
合計	1,158	1,080	990	1,185	826	366	1,460	890

- 注) 1. 10 個体以上は一の位を四捨五入した。
 2. 工事前の C 洞窟は目視法による個体数を示す。
 3. 各年度の個体数は、1 月（冬季の休眠時期）の最大個体数である。
 4. H21 年度は、E 洞窟が工事中であったため、未調査「-」とした。
 5. 下線の個体数は、工事中であった洞窟における調査結果を示した。

4) カグラコウモリ

【出産・哺育期】

H21 年度調査における 5 洞窟の総個体数は（但し、C、E 洞窟は工事中）、272（幼獣：171）個体であり、工事中である H19、H20 年度より増加しているものの、工事前の過年度調査（H14～18 年度）における個体数（356～456（幼獣：111～193））と比較すると、経年変動の範囲を下回っていた。これは、D 洞窟における個体数が過年度よりも減少したためと考えられるが、幼獣の個体数は、経年変動の範囲内であり、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

また、H21 年度の 5 洞窟を含めた石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、工事前と比較すると、経年変動を下回っており（p153(1) 参照）、今後もモニタリングを継続し、生息状況及び利用状況を把握していく。

表 5.4 カグラコウモリの出産・哺育期の最大個体数変化

年度 洞窟	工事前					工事中		
	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度
A 洞窟	90	80	70	150	60	50	80	80
(幼獣数)	40	20	50	30	50	50	60	50
B 洞窟	3	0	1	0	1	6	2	2
(幼獣数)	—	—	—	—	—	3	—	1
C 洞窟	3	4	5	6	5	7	4	<u>0</u>
(幼獣数)	1	1	1	0	3	3	2	—
D 洞窟	290	310	360	300	290	150	160	190
(幼獣数)	150	90	100	110	140	100	60	120
E 洞窟	0	0	0	0	0	0	0	—
合計	386	394	436	456	356	213	246	272
(幼獣数)	191	111	151	140	193	156	122	171

- 注) 1. 10 個体以上は一の位を四捨五入した。
 2. A、C、D 洞窟は、過年度調査において、出産・哺育洞であった。
 3. H14 年度、H15 年度の D 洞窟は 6 月の個体数とした（成幼獣分離カウント）。
 4. 各年度の個体数は、5 月、6 月（出産・哺育期）の最大個体数である。
 5. H21 年度は、E 洞窟が工事中であったため、未調査「—」とした。
 6. 下線の個体数は、工事中であった洞窟における調査結果を示した。

【移動期】

H21 年度調査における 5 洞窟の総個体数は（但し、C、E 洞窟は工事中）、135 個体であり、工事前の過年度調査（H14～17 年度）における個体数（302～670 個体）と比較すると、経年変動の範囲を下回っていた。これは、A 洞窟及び D 洞窟における個体数が過年度よりも減少したためと考えられるが、H21 年度の 5 洞窟を含めた石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、工事前と同程度であり（図 5.7）、今後もモニタリングを継続し、生息状況及び利用状況を把握していく。

表 5.5 カグラコウモリの移動期の最大個体数変化

年度 洞窟	工事前					工事中		
	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度
A 洞窟	160	120	220	2	190	50	190	80
B 洞窟	0	2	0	—	0	5	7	5
C 洞窟	110	8	0	0	4	0	3	—
D 洞窟	400	480	270	300	260	140	250	50
E 洞窟	0	0	0	0	0	0	0	—
合計	670	610	490	302	454	190	450	135

- 注) 1. 10 個体以上は一の位を四捨五入した。
 2. H14 年度の C 洞窟の個体数は、D 洞窟での調査の生息妨害と考えられる。
 3. H17 年度は 9 月のテレメトリ調査時のカウント数とした。
 4. 各年度の個体数は、9 月、11 月（移動期）の最大個体数である。
 5. C 洞窟及び E 洞窟は、H21 年度は工事中であったため、未調査「-」とした。

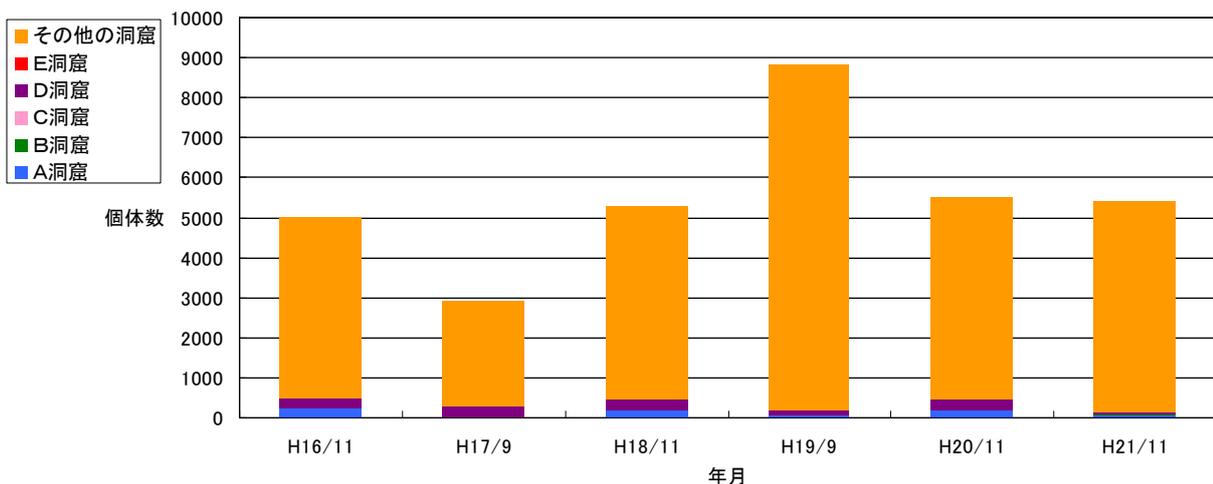


図 5.7 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（移動期）

注. H17 年度は 9 月のテレメトリ調査時のカウント数とした。

【冬季の休眠時期】

H21 年度調査における 5 洞窟の総個体数は（但し、C、E 洞窟は工事中）、1,212 個体であり、過年度調査（H14～17 年度）における個体数（900～1,730 個体）と比較すると、経年変動の範囲内であり、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

また、A 洞窟における個体数は、過年度と比較すると、増加していた。これは、D 洞窟における個体数が、工事前と比較すると、減少していることから、越冬集団の一部が、D 洞窟から A 洞窟へ移動したと考えられる。

表 5.6 カグラコウモリの冬季の休眠時期の最大個体数変化

年度 洞窟	工事前				工事中			
	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度
A 洞窟	260	230	200	200	200	50	130	680
B 洞窟	0	0	0	3	0	3	7	2
C 洞窟	720	0	0	0	850	3	250	—
D 洞窟	0	1,500	700	1,300	320	1,180	500	530
E 洞窟	0	0	0	0	0	0	0	—
合計	980	1,730	900	1,503	1,370	1,236	887	1,212

- 注) 1. 10 個体以上は一の位を四捨五入した。
 2. H14 年度の C 洞窟の個体数は、D 洞窟での調査の生息妨害と考えられる。
 3. 各年度の個体数は、1 月（冬季の休眠時期）の最大個体数である。
 4. C 洞窟及び E 洞窟は、H21 年度は工事中であったため、未調査「-」とした。

り) リュウキュウユビナガコウモリ

【出産・哺育期】

生息及び利用が確認されたのは、過年度調査結果と同様にA洞窟だけであり、出産・哺育の利用は確認されなかった。

H21 年度調査における5洞窟の総個体数は（但し、C、E洞窟は工事中）、200 個体であり、工事前の過年度調査（H14～18 年度）における個体数（100～1,000 個体）と比較すると、経年変動の範囲内であり、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

表 5.7 リュウキュウユビナガコウモリの出産・哺育期の最大個体数変化

年度 洞窟	工事前					工事中		
	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度
A洞窟	110	1,000	480	500	100	300	1,500	200
B洞窟	0	0	0	0	0	0	0	0
C洞窟	0	0	0	0	0	0	0	<u>0</u>
D洞窟	0	0	0	0	0	0	0	0
E洞窟	0	0	0	0	0	0	0	—
合計	110	1,000	480	500	100	300	1,500	200

- 注) 1. 10 個体以上は一の位を四捨五入した。
 2. 各年度の個体数は、5月、6月（出産・哺育期）の最大個体数である。
 3. H21 年度は、E洞窟が工事中であったため、未調査「-」とした。
 4. 下線の個体数は、工事中であった洞窟における調査結果を示した。

【移動期】

利用が確認されたのは過年度調査結果と同様にA洞窟だけであった。

H21 年度調査における5洞窟の総個体数は（但し、C、E洞窟は工事中）、140 個体であり、過年度調査（H14～17 年度）における個体数（60～500 個体）と比較すると、経年変動の範囲内であり、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

表 5.8 リュウキュウユビナガコウモリの移動期の最大個体数変化

年度 洞窟	工事前				工事中			
	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度
A 洞窟	400	500	300	60	500	50	230	140
B 洞窟	0	0	0	-	0	0	0	0
C 洞窟	0	0	0	0	0	5	0	-
D 洞窟	0	0	0	0	0	0	0	0
E 洞窟	0	0	0	0	0	0	0	-
合計	400	500	300	60	500	55	230	140

- 注) 1. 10 個体以上は一の位を四捨五入した。
 2. H17 年度は9月のテレメトリ調査時のカウント数とした。
 3. H17 年度のB洞窟は未調査のため - とした。
 4. 各年度の個体数は、9月、11月（移動期）の最大個体数である。
 5. H21 年度は、C洞窟及びE洞窟が工事中であったため、未調査「-」とした。

【冬季の休眠時期】

H21 年度調査における5洞窟の総個体数は（但し、C、E洞窟は工事中）、2 個体であり、過年度調査（H14～17 年度）における個体数（0～70 個体）と比較すると、経年変動の範囲内であり、確認されなかった調査年度（H16 年度）もあったことから、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

表 5.9 リュウキュウユビナガコウモリの冬季の休眠時期の最大個体数変化

年度 洞窟	工事前				工事中			
	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度
A 洞窟	1	20	0	1	70	1	0	2
B 洞窟	0	0	0	0	0	0	0	0
C 洞窟	10	0	0	0	0	10	0	-
D 洞窟	0	0	0	0	0	0	0	0
E 洞窟	0	0	0	0	0	0	0	-
合計	11	20	0	1	70	11	0	2

- 注) 1. 10 個体以上は一の位を四捨五入した。
 2. 各年度の個体数は、1月（冬季の休眠時期）の最大個体数である。
 3. H21 年度は、C洞窟及びE洞窟が工事中であったため、未調査「-」とした。

① 生息状況及び利用状況調査（石垣島内の主な利用洞窟）

ア) ヤエヤマコキクガシラコウモリ

【出産・哺育期】

H21 年度調査における 5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、約 6,850 個体（6 月）であり、工事前の過年度調査（H16～18 年度）における個体数（約 4,910～7,650 個体）と比較すると、経年変動の範囲内であり、過年度と同様な生息状況であったと考えられる。

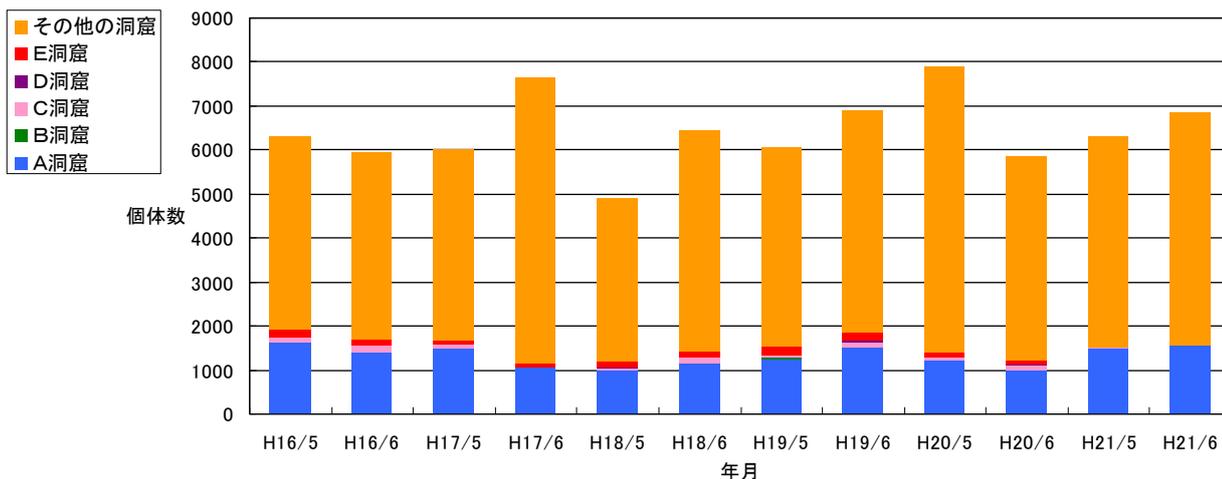


図 5.8(1) 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（出産・哺育期）

【冬季の休眠時期】

H21 年度調査における 5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、約 2,450 個体であり、工事前の過年度調査（H16、17 年度）における個体数（約 3,050 ～3,490 個体）と比較すると、経年変動の範囲を下回っていた。

また、石垣島島内の主な利用洞窟の個体数が、増減していることから、今後もモニタリングを継続し、生息状況及び利用状況を把握していく。

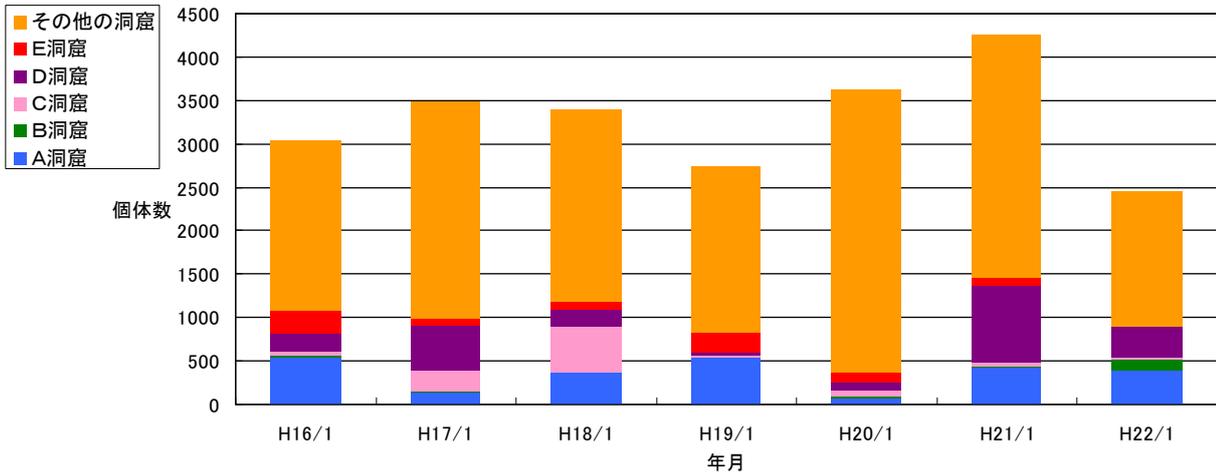
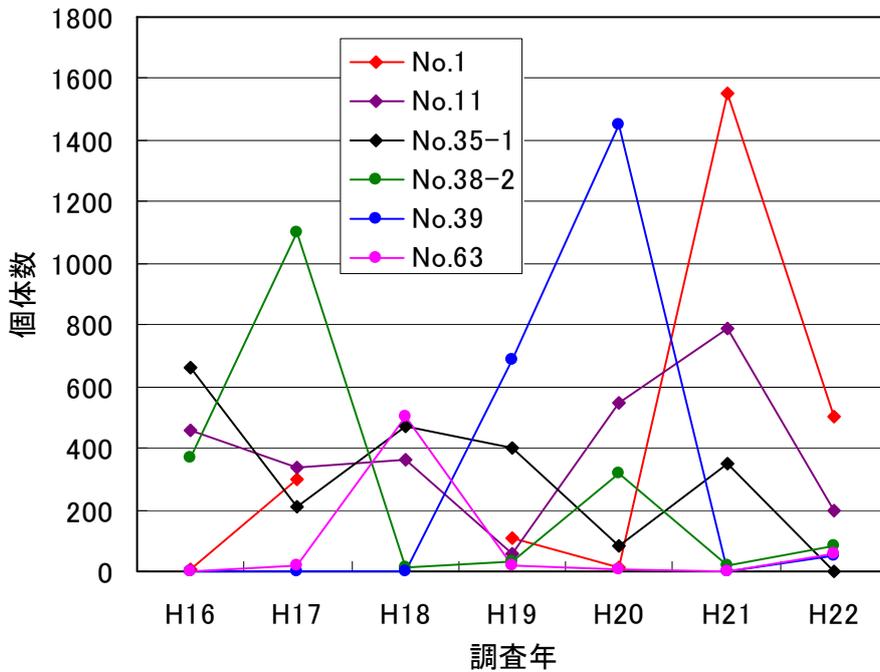


図 5.8(2) 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（冬季の休眠時期）

注 1. 個体数の計測は目視法とビデオ撮影法を併用している。

注 2. 平成 18 年 1 月は、テレメトリ調査又は標識装着及び再捕獲調査時の記録で参考値とする。



No. 39 洞口周辺状況
(平成 21 年 1 月 撮影)



No. 39 洞口周辺状況
(平成 22 年 3 月 撮影)

図 5.8(3) 石垣島島内における主な利用洞窟の個体数変化（冬季の休眠時期）

注. 調査洞窟のうち、過年度において、500 個体以上の増減があった洞窟の個体数を示した。

イ) カグラコウモリ

【出産・哺育期】

H21 年度調査における 5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、約 3,320 個体（5 月）であり、工事前の過年度調査（H16～18 年度（5 月））における個体数（約 4,130～4,330 個体）と比較すると、経年変動の範囲を下回っていたが、幼獣の総個体数は、約 1,770 個体であり、工事前の過年度調査における個体数（約 1,740～1,880 個体）と比較すると、経年変動の範囲内であり、今後もモニタリングを継続し、生息状況及び利用状況を把握していく。

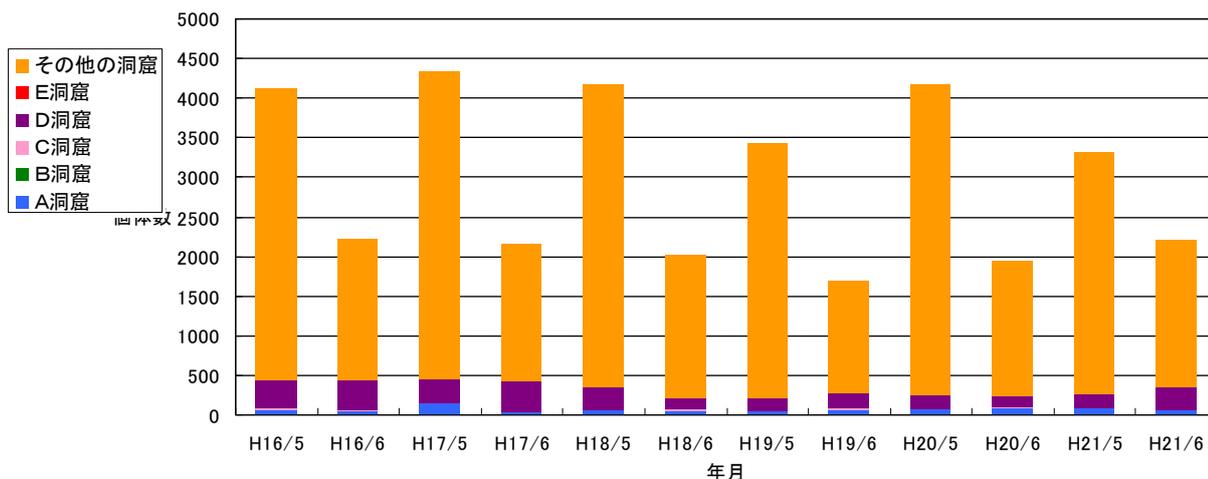


図 5.9(1) 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（出産・哺育期）

注. 6月の個体数は、夜間入洞時の調査結果を示す。

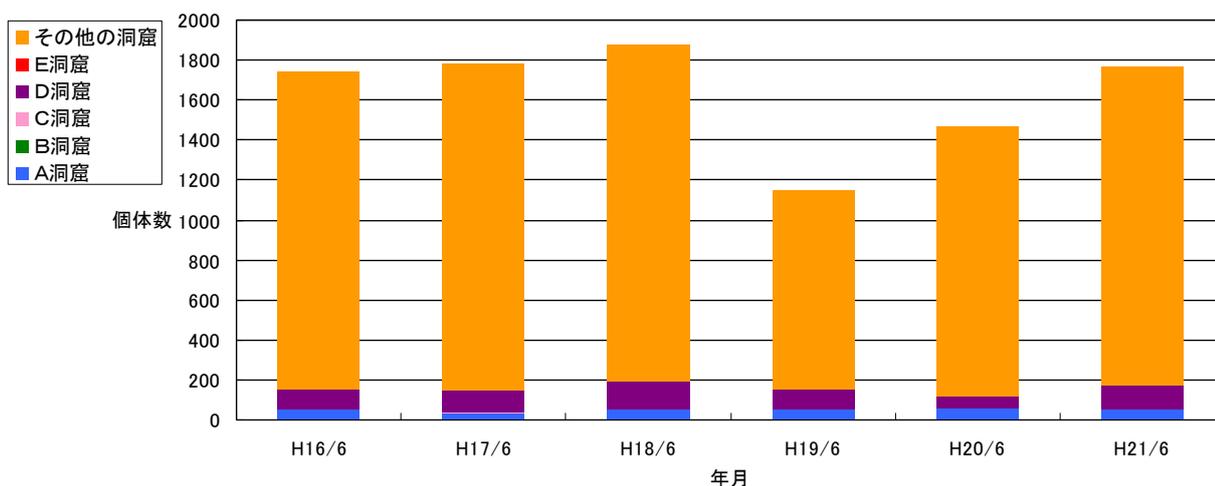


図 5.9(2) 石垣島島内における主な利用洞窟の幼獣の総個体数変化（出産・哺育期）

【冬季の休眠時期】

H21 年度調査における 5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、約 5,820 個体であり、工事前の過年度調査（H16、17 年度）における個体数（約 6,280 ～7,510 個体）と比較すると、経年変動の範囲を下回っていたが、平成 18 年度及び平成 21 年度調査の個体数と同程度であった。

また、石垣島島内の主な利用洞窟の個体数が、増減していることから、今後もモニタリングを継続し、生息状況及び利用状況を把握していく。

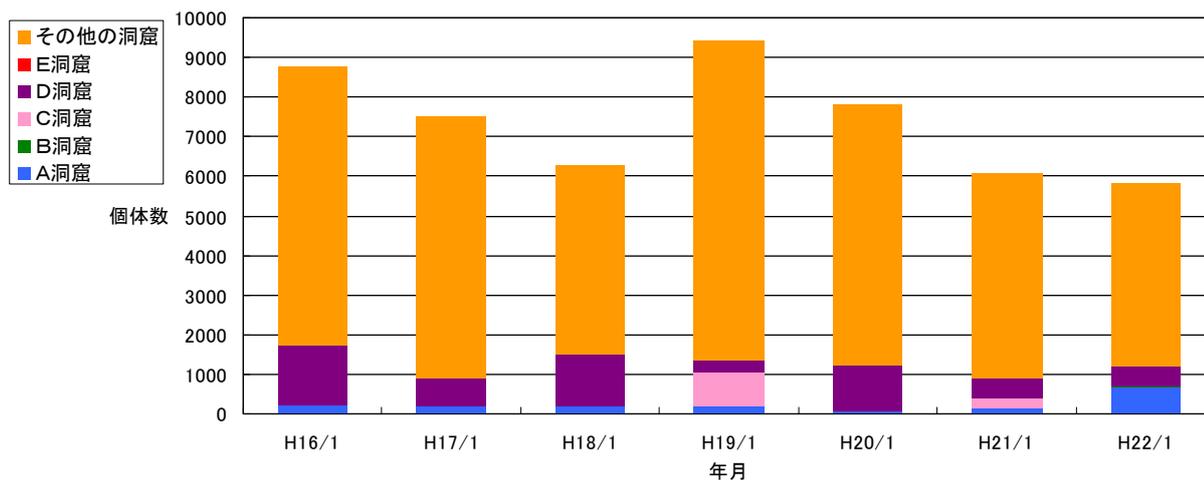


図 5.9(3) 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（冬季の休眠時期）

注) 1. 個体数の計測は目視法とビデオ撮影法を併用している。
2. 平成 18 年 1 月は、テレメトリ調査又は標識装着及び再捕獲調査時の記録で参考値とする。

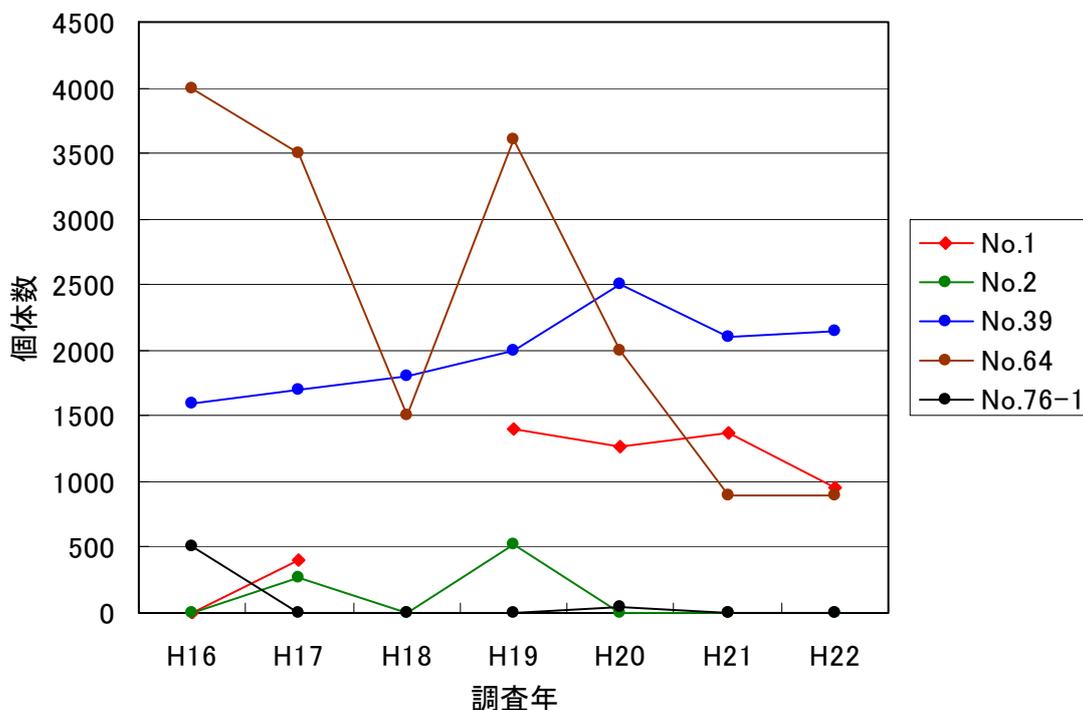


図 5.9(4) 石垣島島内における主な利用洞窟の個体数変化（冬季の休眠時期）

注. 調査洞窟のうち、過年度において、500 個体以上の増減があった洞窟の個体数を示した。

り) リュウキュウユビナガコウモリ

【出産・哺育期】

H21 年度調査における 5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、約 630 個体（6 月）であり、工事前の過年度調査（H16～18 年度）における個体数（約 80～1,290 個体）と比較すると、経年変動の範囲内であり、過年度と同様な生息状況であったと考えられる。

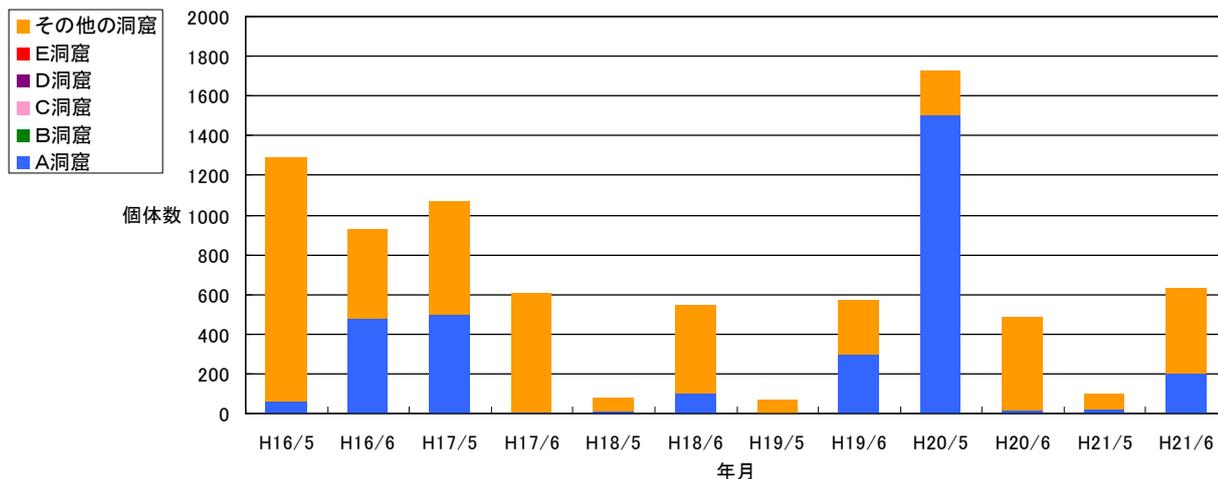


図 5.10(1) 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（出産・哺育期）

【冬季の休眠時期】

H21 年度調査における 5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、約 540 個体であり、工事前の過年度調査（H16、17 年度）における個体数（約 730～1,530 個体）と比較すると、経年変動の範囲を下回っていた。

また、石垣島島内の主な利用洞窟の個体数が増減しており、今後もモニタリングを継続し、生息状況及び利用状況を把握していくこととする。

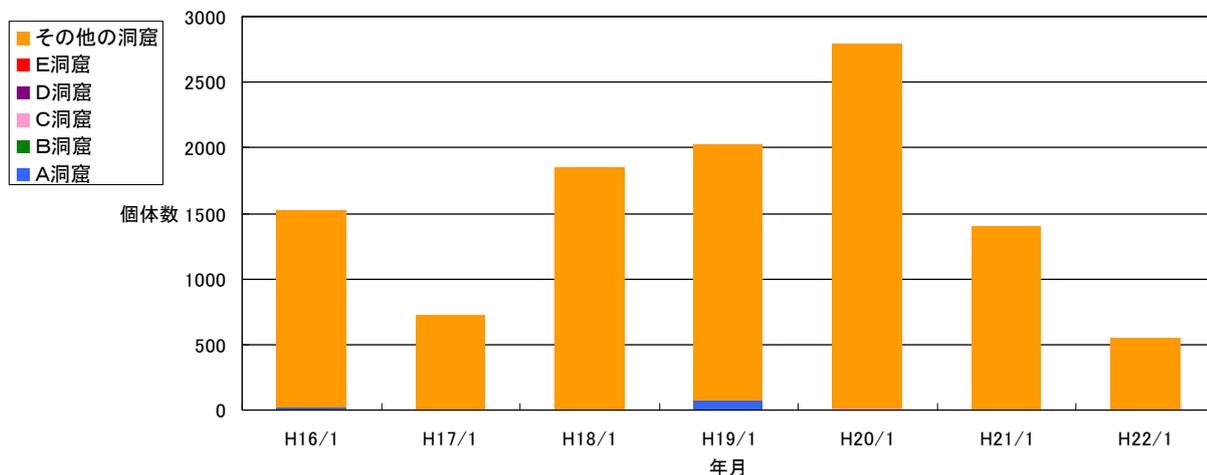


図 5.10(2) 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化 (冬季の休眠時期)

- 注) 1. 個体数の計測は目視法とビデオ撮影法を併用している。
 2. 平成 18 年 1 月は、テレメトリ調査又は標識装着及び再捕獲調査時の記録で参考値とする。

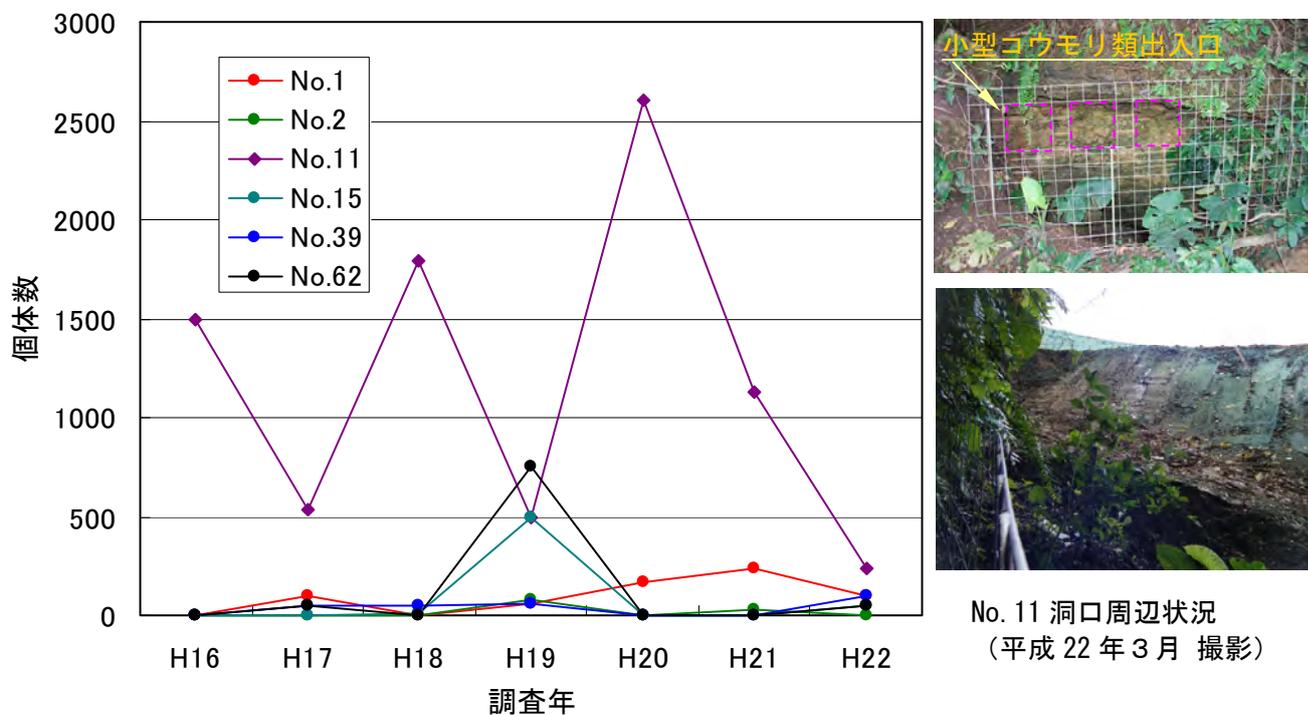


図 5.10(3) 石垣島島内における主な利用洞窟の個体数変化 (冬季の休眠時期)

② 洞内環境調査

ア) 温度

A洞窟及びD洞窟の月平均温度は図 5.11 に示すとおりである。平成21年度は、過年度と同様な生息環境であったと考えられる。

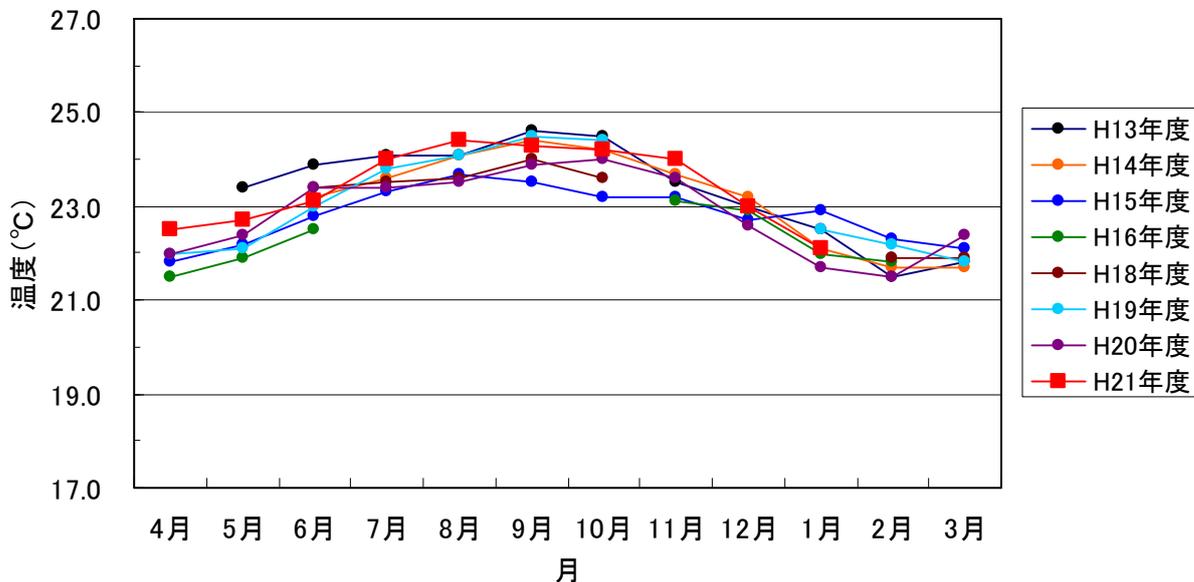


図 5.11(1) A洞窟 (ホールⅢ:カグラコウモリの出産・哺育及び越冬場所) の月平均温度

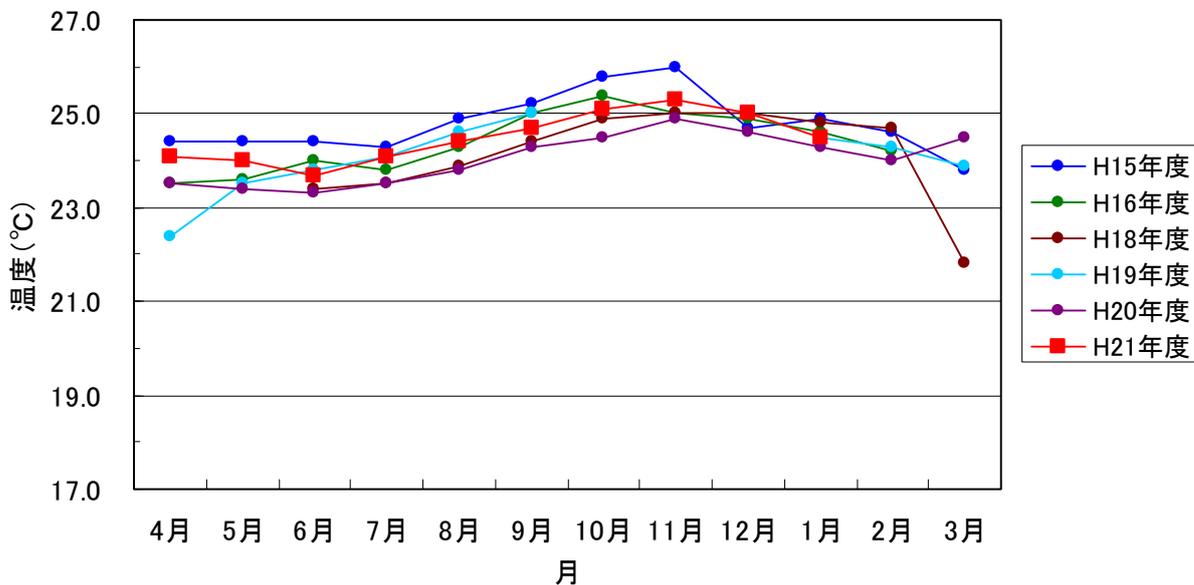


図 5.11(2) A洞窟 (ホールⅤ:ヤエヤマコキクガシラコウモリの出産・哺育場所) の月平均温度

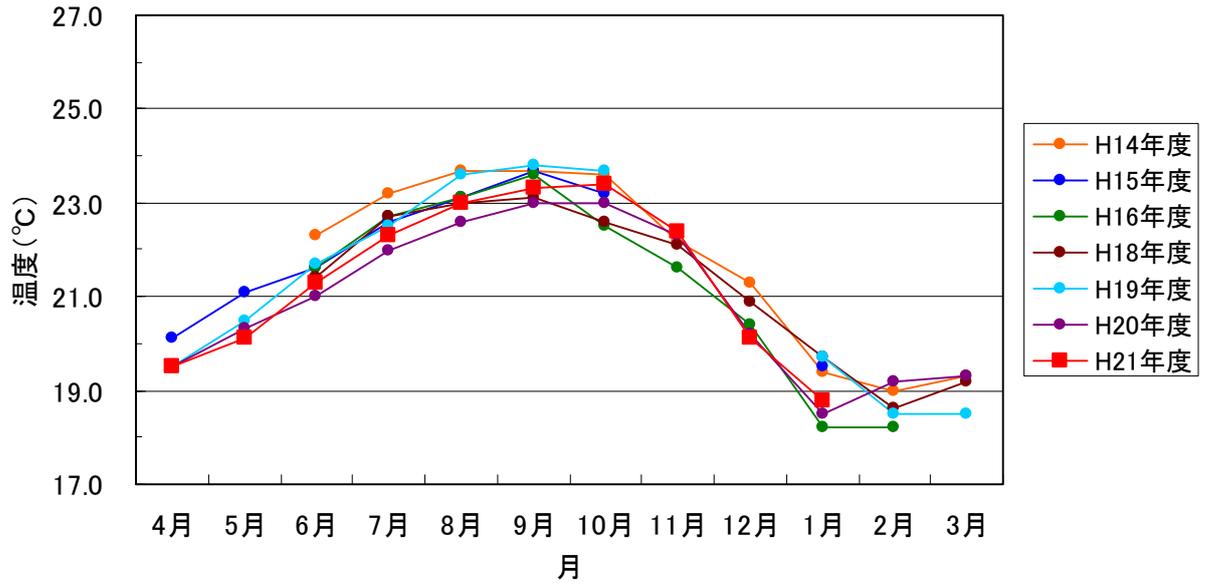


図 5.11(3) D洞窟（カグラコウモリの出産・哺育及び越冬場所）における月平均温度

1) 湿度

A洞窟及びD洞窟の月平均湿度は図 5.12 に示すとおりである。平成21年度は、過年度と同様な生息環境であったと考えられる。

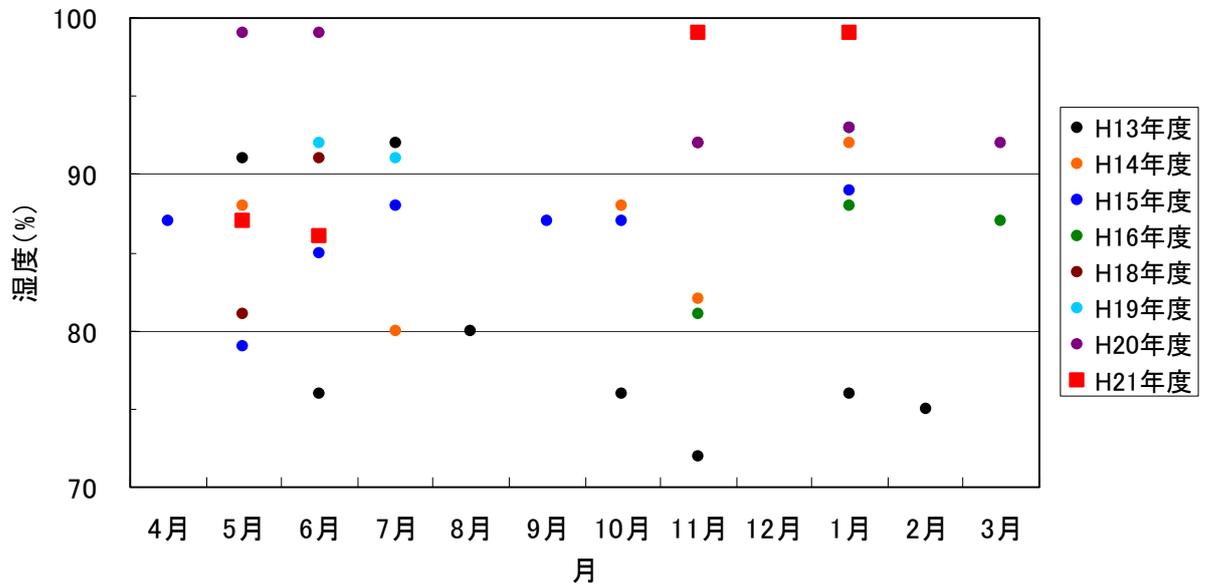


図 5.12(1) A洞窟（ホールⅢ：カグラコウモリの出産・哺育及び越冬場所）の月平均湿度

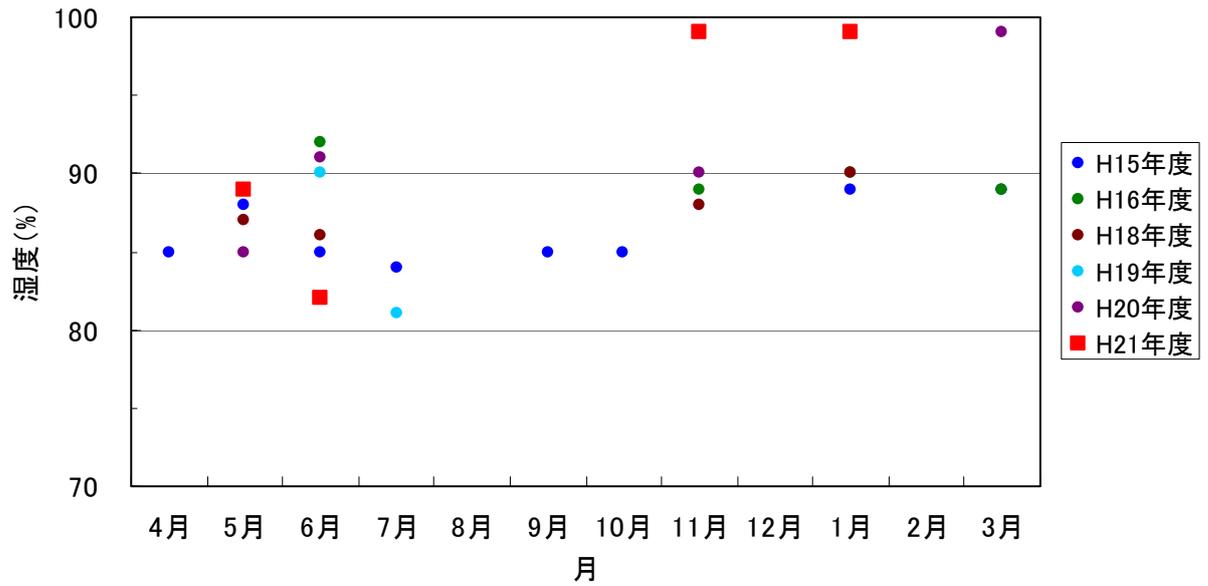


図 5.12(2) A洞窟 (ホールV:ヤエヤマコキクガシラコウモリの出産・哺育場所) の月平均湿度

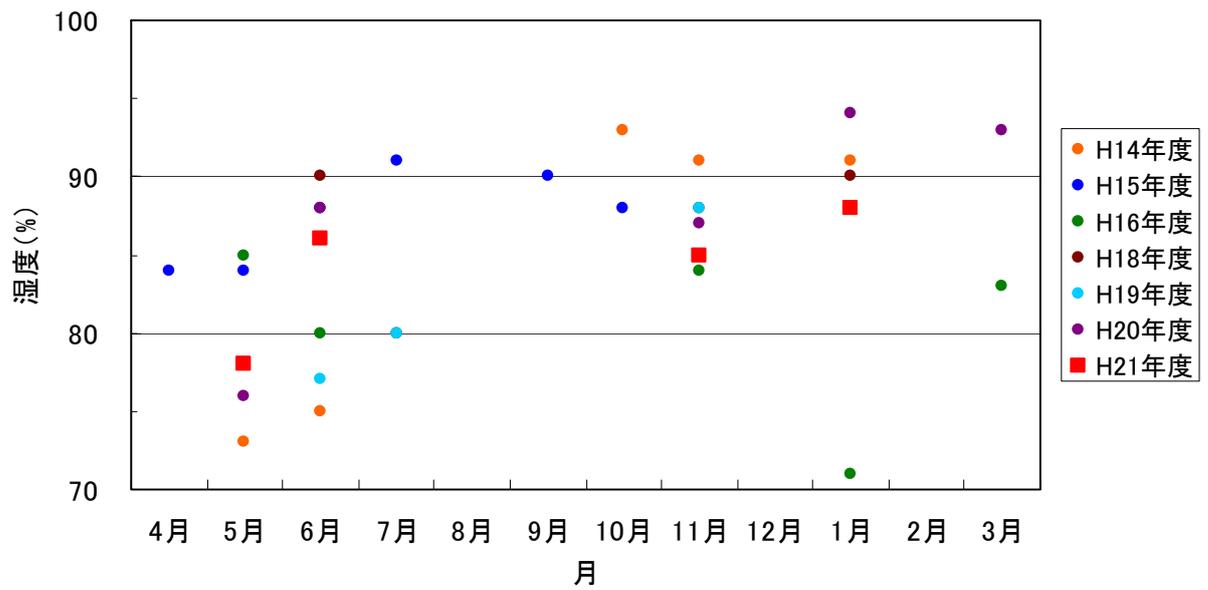


図 5.12(3) D洞窟 (カグラコウモリの出産・哺育及び越冬場所) における月平均湿度

③ 移動状況調査

ア) 標識装着

平成 13～21 年度において、事業実施区域内の A～E 洞窟で標識を装着した小型コウモリ類の個体数は表 5.10 に示すとおりである。ヤエヤマコキクガシラコウモリは 1,693 個体、カグラコウモリは 2,270 個体、リュウキュウユビナガコウモリは 843 個体であった。

表 5.10(1) ヤエヤマコキクガシラコウモリの標識装着数

年度	♀			♂			不明	合計
	成獣	幼獣	不明	成獣	幼獣	不明		
平成13年度	85	0	0	22	0	0	0	107
平成14年度	122	24	0	31	38	34	0	249
平成15年度	119	9	7	119	8	2	0	264
平成16年度	100	0	0	57	0	0	0	157
平成17年度	145	0	0	86	0	0	0	231
平成18年度	14	0	0	7	0	0	0	21
平成19年度	53	0	0	74	0	0	0	127
平成20年度	146	5	0	198	5	0	1	355
平成21年度	78	15	0	83	6	0	0	182
累積装着数	862	53	7	677	57	36	1	1693

表 5.10(2) カグラコウモリの標識装着数

年度	♀			♂			不明	合計
	成獣	幼獣	不明	成獣	幼獣	不明		
平成13年度	11	0	0	10	0	0	0	21
平成14年度	226	22	2	130	23	11	0	414
平成15年度	113	48	1	55	32	1	102	352
平成16年度	100	0	3	84	0	15	0	202
平成17年度	102	0	0	57	0	0	0	159
平成18年度	184	0	0	137	0	0	0	321
平成19年度	81	0	0	67	0	0	0	148
平成20年度	221	0	0	176	0	0	0	397
平成21年度	128	0	0	128	0	0	0	256
累積装着数	1166	70	6	844	55	27	102	2270

表 5.10(3) リュウキュウユビナガコウモリの標識装着数

年度	♀			♂			不明	合計
	成獣	幼獣	不明	成獣	幼獣	不明		
平成13年度	5	0	0	8	0	0	0	13
平成14年度	100	5	3	29	14	119	3	273
平成15年度	114	22	0	88	26	8	0	258
平成16年度		捕獲なし						
平成17年度		捕獲なし						
平成18年度	25	0	0	38	0	0	0	63
平成19年度	18	0	0	9	0	0	0	27
平成20年度	51	0	0	65	0	0	0	116
平成21年度	56	0	0	37	0	0	0	93
累積装着数	369	27	3	274	40	127	3	843

1) 再捕獲

<ヤエヤマコキクガシラコウモリ>

平成 14 年度～21 年度までの石垣島島内における洞窟間の移動状況は 図 5.13 に示すとおりである。5 洞窟間及びC洞窟とNo. 28 洞との移動が比較的多く確認された。なお、平成 21 年度は、新たな移動事例は確認されなかった。

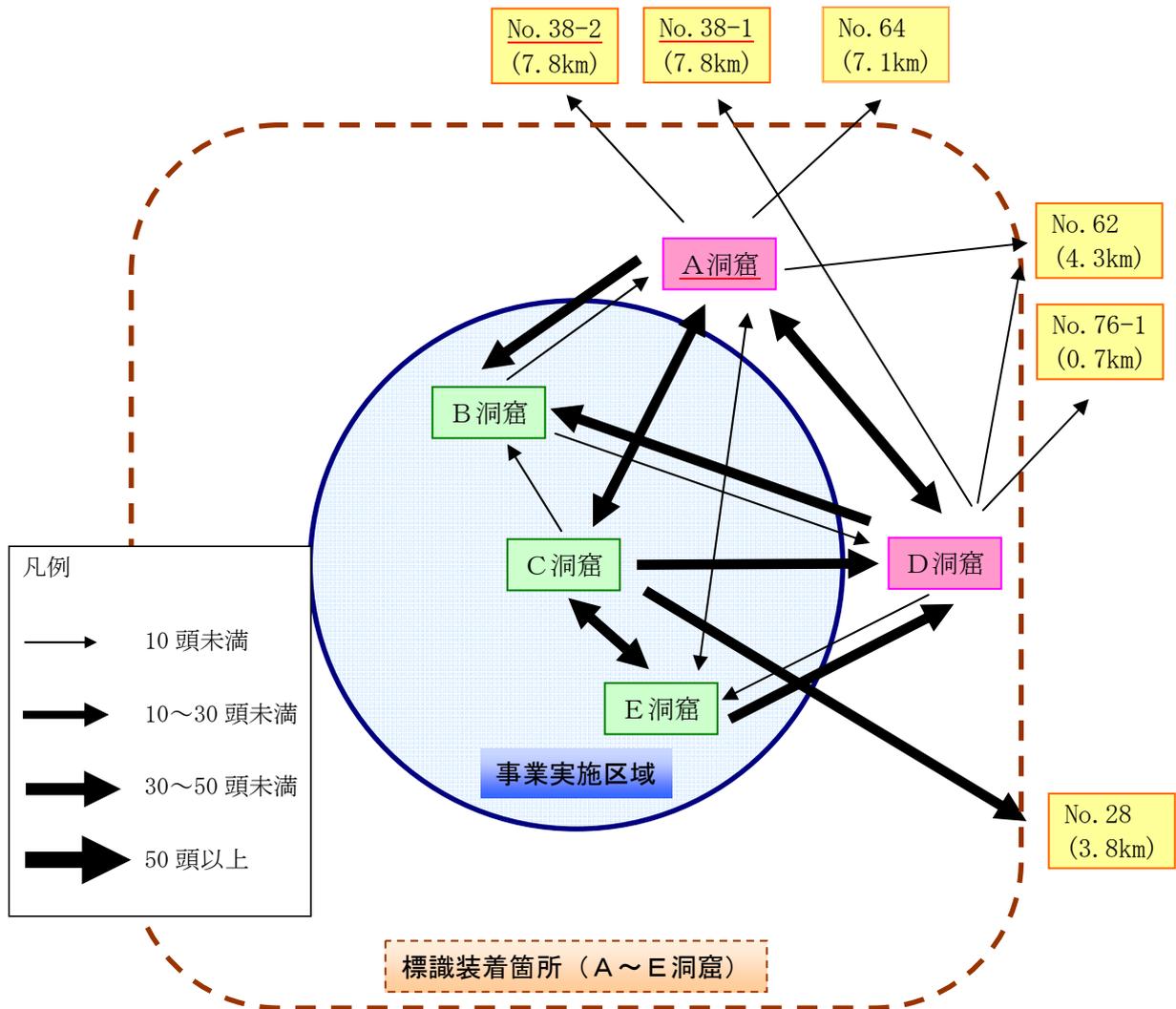


図 5.13(1) ヤエヤマコキクガシラコウモリの再捕獲場所と確認個体数

- 注) 1. →は移動洞窟を示す。
 2. () の数字は概略の直線距離を示す。
 3. 赤下線は、出産・哺育が確認された洞窟を示す。

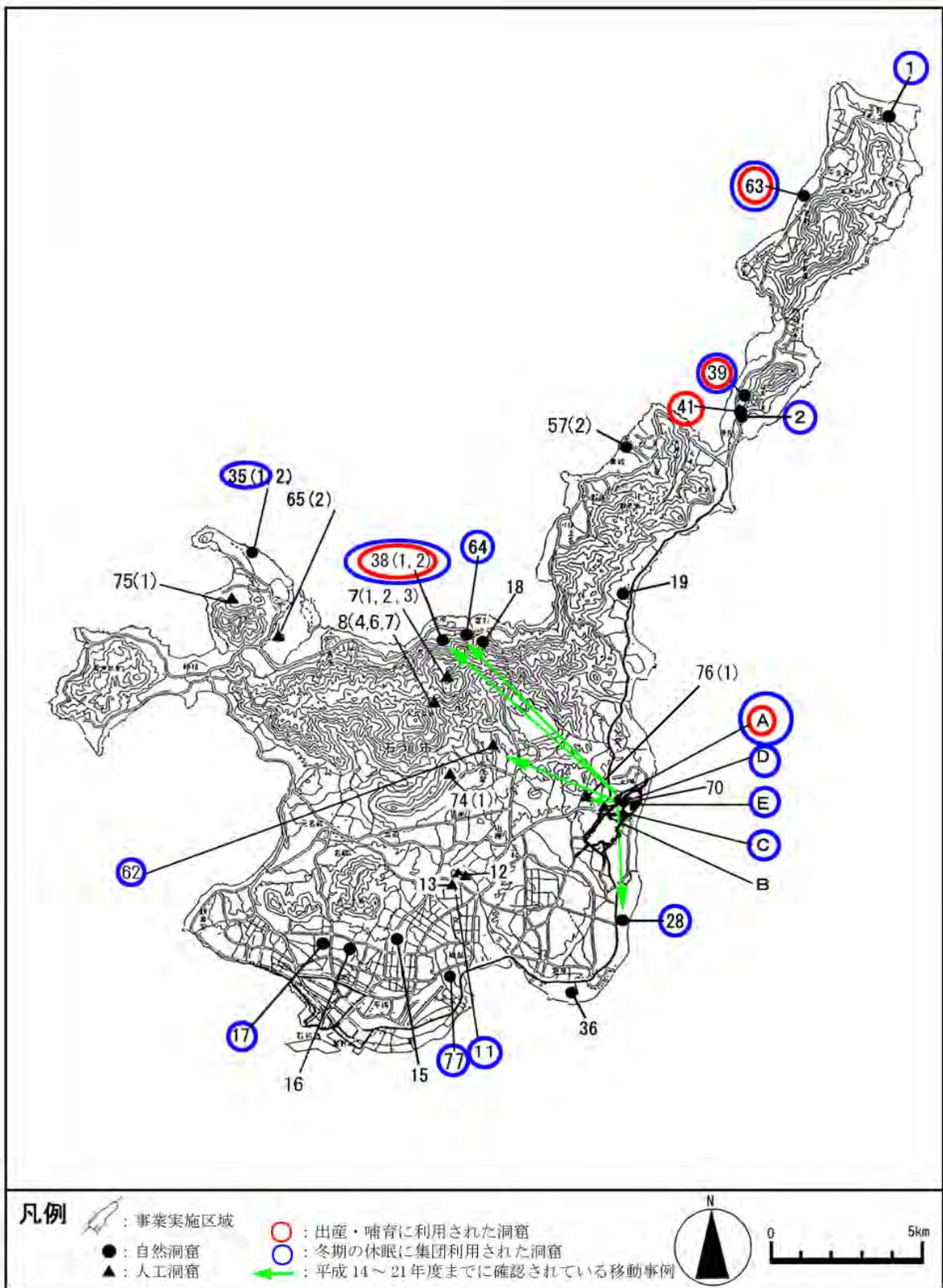


図 5.13(2) ヤエヤマコキクガシラコウモリの洞窟間の移動状況
 (移動先の洞窟 : No. 28、No. 38-1、No. 38-2、No. 62、No. 64、No. 76-1)

<カグラコウモリ>

平成 14～21 年度までの石垣島島内における洞窟間の移動状況は 図 5.14 に示すとおりである。石垣島島内の主な利用洞窟において、広範囲で確認されている。

A洞窟は、D洞窟及びNo. 64、C洞窟は、D洞窟、また、D洞窟は、A洞窟、No. 64、C洞窟及びNo. 76-1 との移動が比較的多く確認された。

なお、平成 21 年度は、新たな移動事例は確認されなかった。

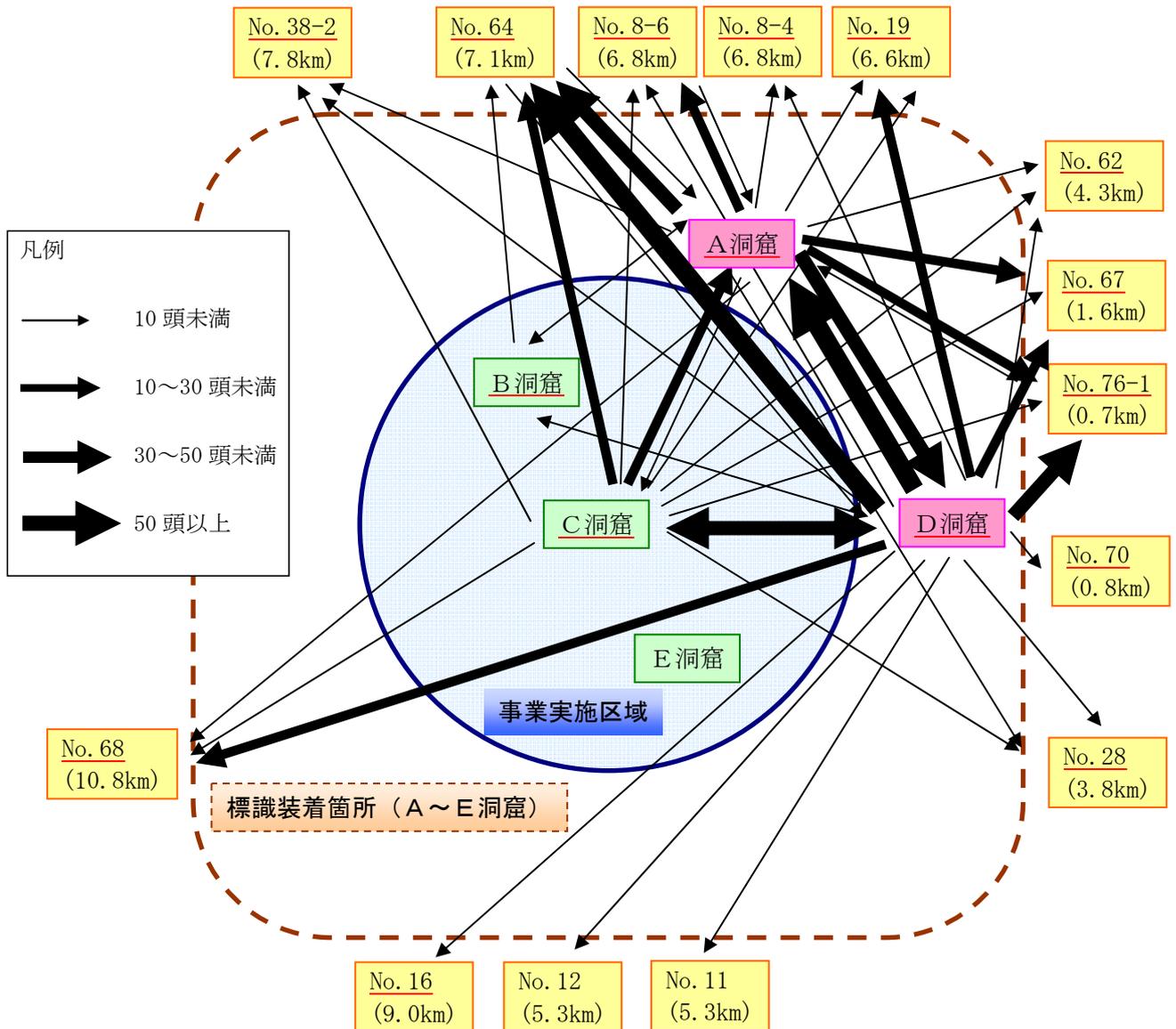


図 5.14(1) カグラコウモリの再捕獲場所と確認個体数

- 注) 1. →は移動洞窟を示す
 2. () の数字は概略の直線距離を示す。
 3. 赤下線は、出産・哺育が確認された洞窟を示す。

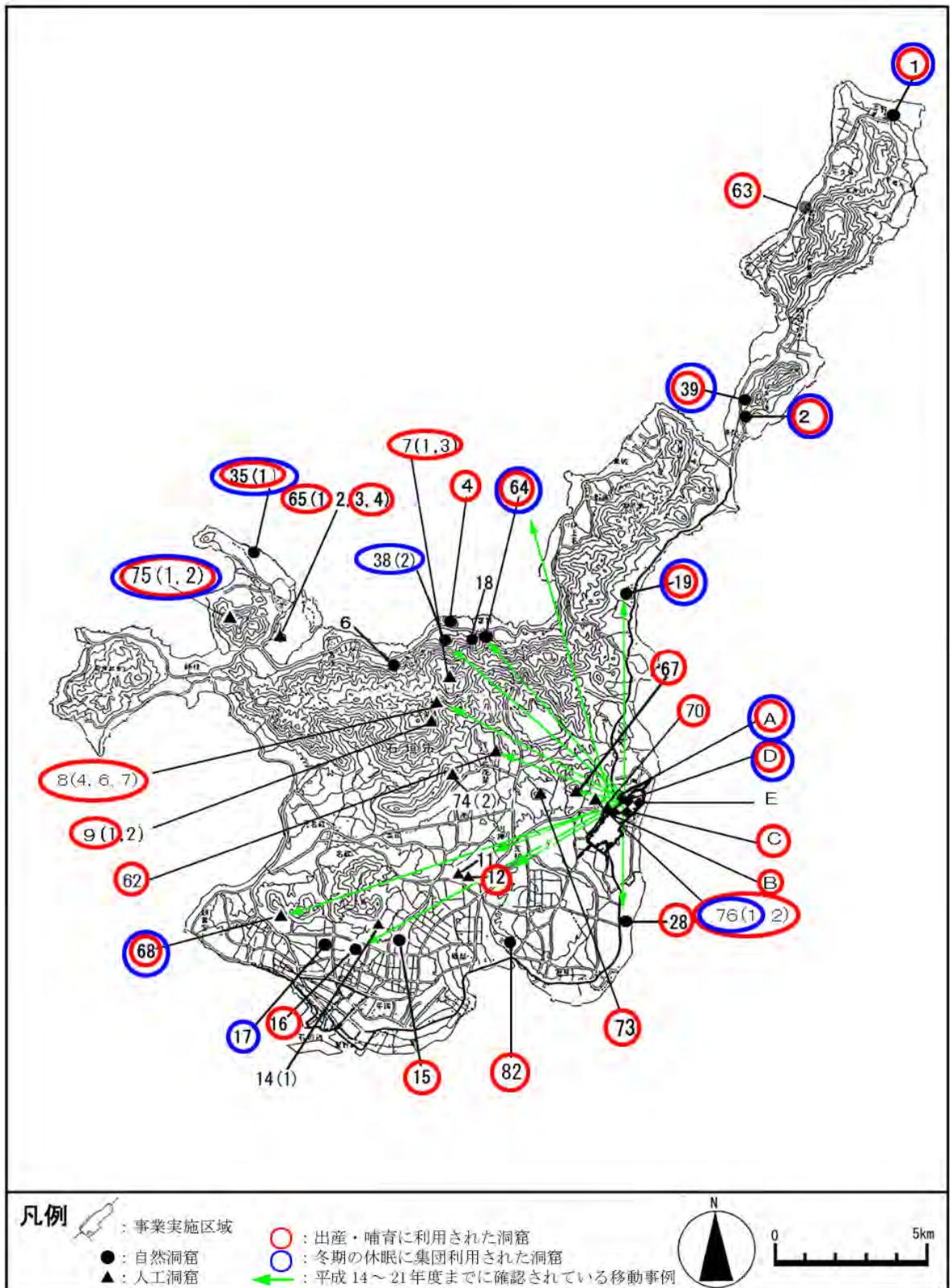


図 5.14(2) カグラコウモリの洞窟間の移動状況
 (移動先の洞窟 : No. 8-4、No. 8-6、No. 11、No. 12、No. 16、No. 19、
 No. 28、No. 38-2、No. 62、No. 64、No. 67、No. 68、No. 76-1)

<リュウキュウユビナガコウモリ>

平成 14～21 年度までの石垣島島内における洞窟間の移動状況は 図 5.15 に示すとおりである。No.11 洞において、A洞窟からの個体が最も多く確認され、移動距離は、最も離れたNo.1 洞（約 22km）まで移動している。

なお、平成 21 度は、新たな移動事例は確認されなかった。

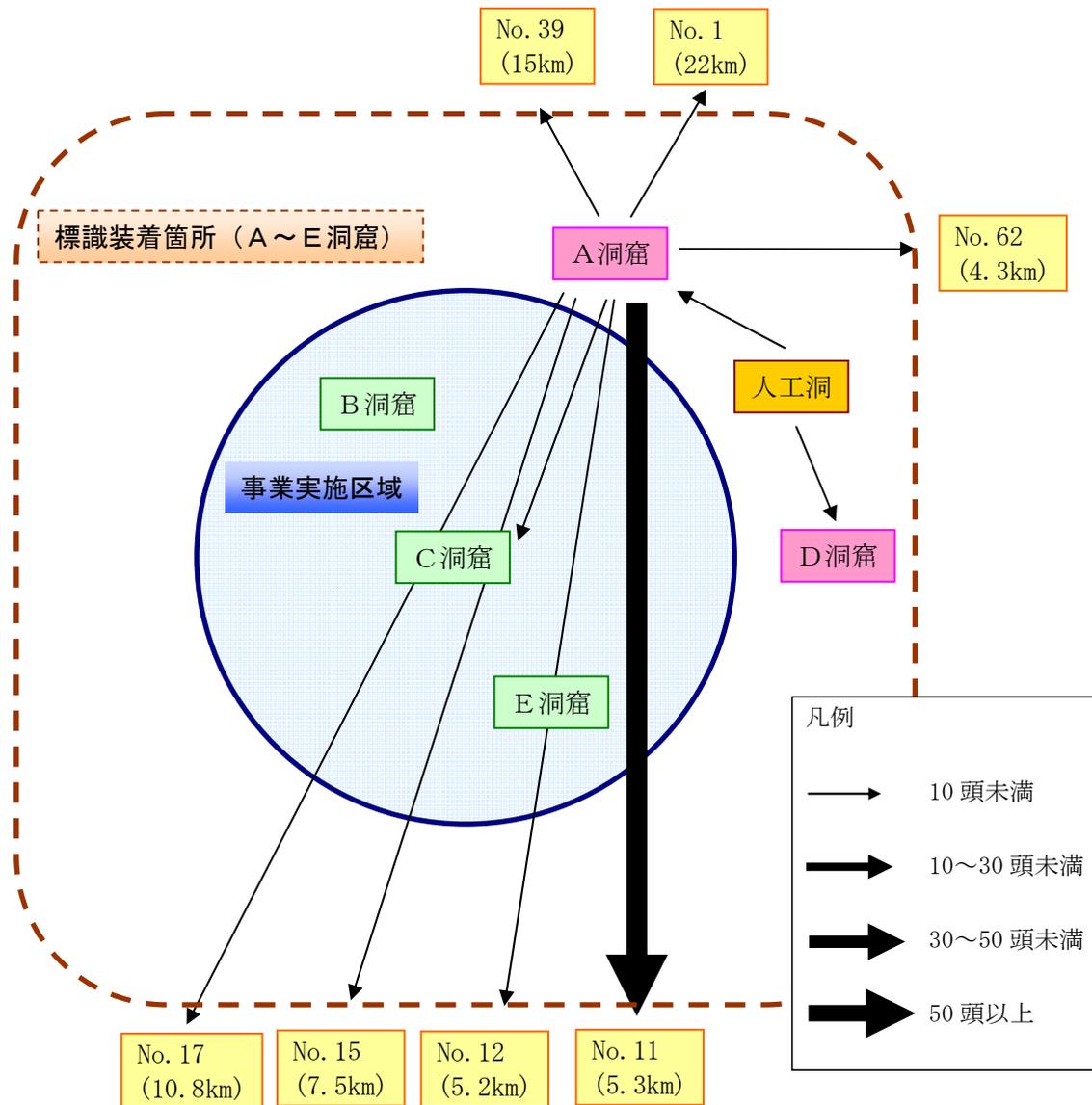


図 5.15(1) リュウキュウユビナガコウモリの再捕獲場所と確認個体数

注) 1. →は移動洞窟を示す。
2. () の数字は概略の直線距離を示す。

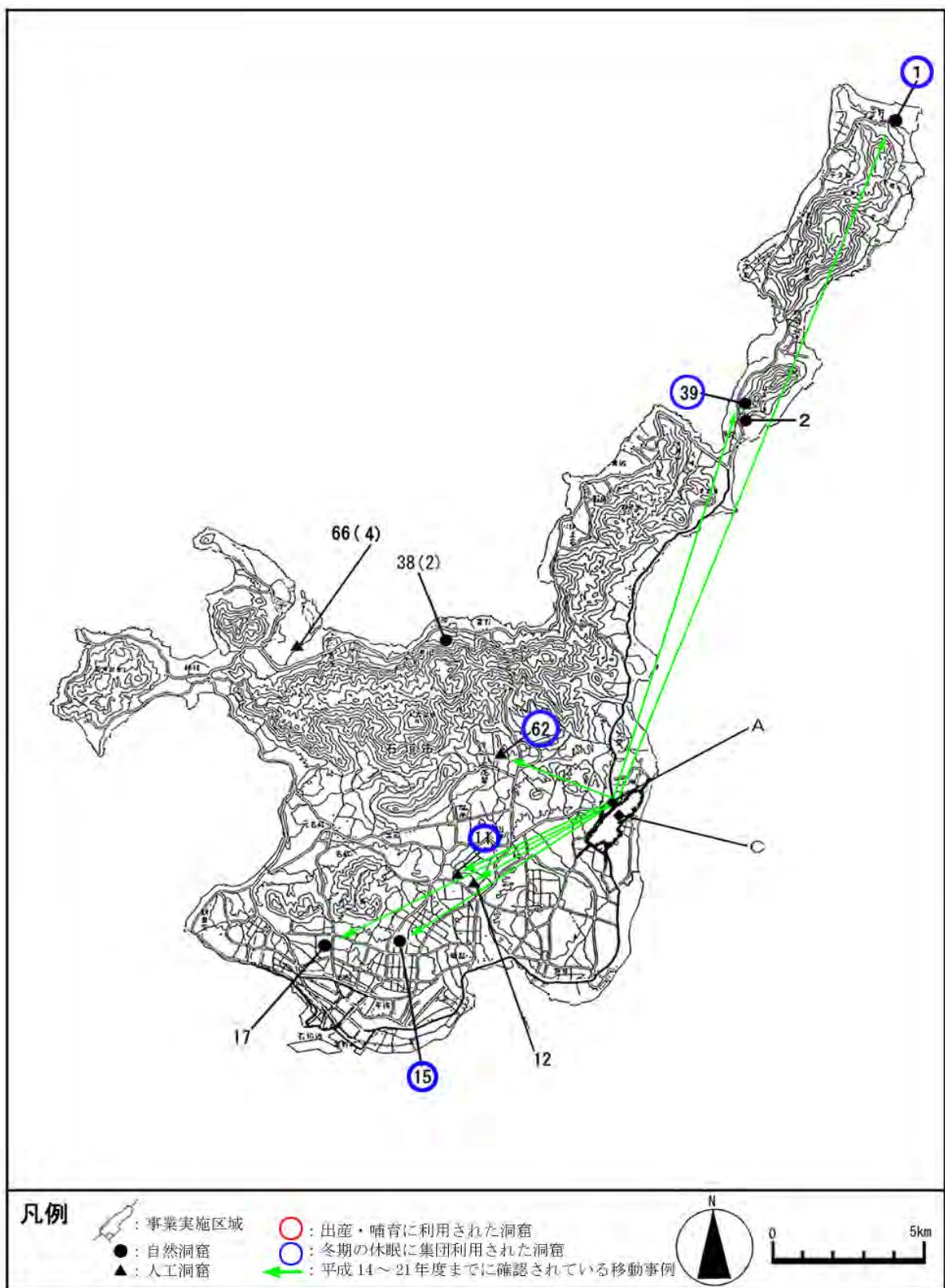


図 5.15(2) リュウキュウユビナガコウモリの洞窟間の移動状況
 (移動先の洞窟 : No. 1、No. 11、No. 12、No. 15、No. 17、No. 39、No. 62)

④ 餌昆虫調査

ア) 調査結果

餌昆虫調査は、植樹帯（グリーンベルト）の生育状況とともに、小型コウモリ類の餌と成り得る昆虫類の増減を把握をするため、目（もく）単位で分類し、個体数（平成19年度秋季より）及び湿重量（平成20年度秋季より）の測定を行った（表5.11）。

表 5.11 餌昆虫出現個体数

		平成19年度	平成20年度		平成21年度	
		秋季	春季	秋季	春季	秋季
調査地点	St.1	●	●	●	●	●
	St.2	●	●	●	●	●
	St.3	—	●	●	●	●
調査内容	個体数計測	○	○	○	○	○
	湿重量計測	—	—	○	○	○

また、餌昆虫の分類群は、小型コウモリ類3種（ヤエヤマコキクガシラコウモリ、カグラコウモリ、リュウキュウユビナガコウモリ）の糞分析結果（「新石垣空港整備事業に係わる環境影響評価書、沖縄県、2005年」）で確認された12目（トンボ目、ゴキブリ目、バッタ目、チャタテムシ目、ヨコバイ目、カメムシ目、アミメカゲロウ目、コウチュウ目、ハチ目、ハエ目、トビケラ目、チョウ目の計）とした。

なお、5目（ゴキブリ目、ヨコバイ目、コウチュウ目、ハエ目、チョウ目）は、「コウモリ識別ハンドブック、稲葉慎他（著）、コウモリの会（編）、2005年」、「コウモリ観察ブック、熊谷さとし他（著）、2003年」において、小型コウモリ類3種の餌昆虫として同様に記載されている。

表 5.12 小型コウモリ類の餌昆虫として検討した分類群

分類群	糞分析より確認された分類群		
	ヤエヤマコキカガシラコウモリ	カガラコウモリ	リュウキュウヒナガコウモリ
トンボ目		●	
ゴキブリ目		●	●
バッタ目	●	●	●
チャタテムシ目			●
ヨコバイ目	●	●	●
カメムシ目	●	●	●
アミメカゲロウ目	●	●	●
コウチュウ目	●	●	●
ハチ目	●	●	●
ハエ目	●	●	●
トビケラ目	●	●	
チョウ目	●	●	●
計 12 目	9 目	11 目	10 目

- 注) 1. 「新石垣空港整備事業に係わる環境影響評価書、沖縄県、2005年」において、小型コウモリ類の糞分析結果に記載されている分類群のうち、クモとチョウ目の幼虫を除く分類群とした。
 2. 「ヨコバイ目は新石垣空港整備事業に係わる環境影響評価書、沖縄県、2005年」において、カメムシ目に含めたが、本調査では区別した。

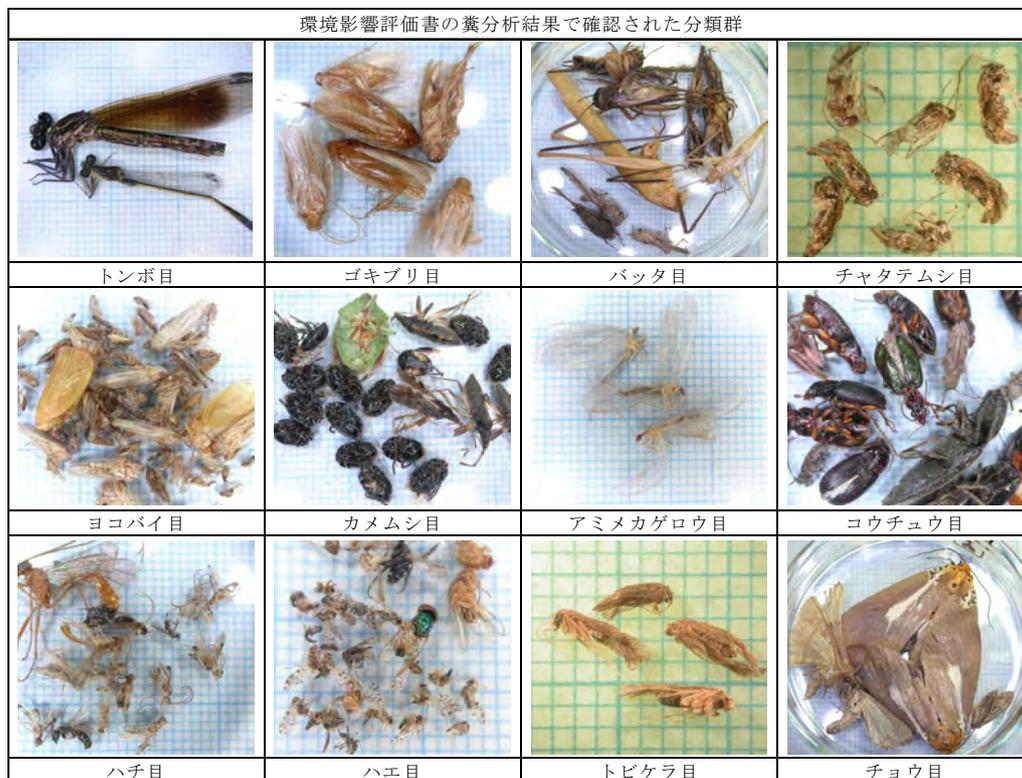


図 5.16 糞分析で確認されている昆虫類

(ア) St.1 (植樹帯)

検討対象の分類群 12 目のうち、チャタテムシ目を除く 11 目が確認された。

個体数は、平成 20 年度をピークとして、平成 21 年度は、春季及び秋季ともに減少がみられた (表 5.13、図 5.18)。このうち、バッタ目、ハチ目、ハエ目、チョウ目が春季に増加したものの、個体数の多くを占めるヨコバイ目が春季及び秋季ともに著しく減少し、カメムシ目やコウチュウ目も春季に、ハエ目は秋季に減少し、全体としては減少した。

湿重量は、秋季について、平成 21 年度は増加がみられた (表 5.13、図 5.18)。このうち、特にチョウ目が大きく増加した (チョウ目は、イチジク類を食樹とするシロスジヒトリモドキが優占した)。

平成 21 年度調査において、個体数の減少した昆虫のうち、ヨコバイ目やカメムシ目は、主な生息環境である草地環境の変化として、草本構成種の単調化や草本の繁茂、草丈の増加等が減少要因と考えられた (図 5.17)。そのほか、減少した昆虫のうち、コウチュウ目やハエ目には森林に依存する種も多いが、植生の発達が安定していない等の理由から、個体数も同様に不安定な状況であると考えられた。

St.1 では、個体数は減少傾向にあるものの、湿重量は増加が確認され、小型コウモリ類の餌資源の量としては、比較的增加傾向にあると考えられた。



図 5.17 植生変化の状況 (st.1)

表 5.13 餌昆虫調査結果一覧 (St. 1)

分類群	S t . 1 (植樹帯)							
	個体数					湿重量 (g)		
	春季		秋季			春季	秋季	
	H20	H21	H19	H20	H21	H21	H20	H21
トンボ目	—	—	—	1	—	—	0.4	—
ゴキブリ目	14	8	3	12	7	0.9	1.2	0.2
バッタ目	20	36	1	8	8	7.0	0.7	1.3
ヨコバイ目	1,399	386	24	609	5	1.1	0.6	0.0
カメムシ目	857	258	24	363	188	1.8	2.7	3.6
アミメカゲロウ目	1	1	—	1	—	0.0	0.0	—
コウチュウ目	1,657	523	115	229	87	37.6	5.4	3.2
ハチ目	28	80	19	154	136	0.3	0.3	0.4
ハエ目	30	81	104	500	6	0.1	0.5	0.1
トビケラ目	2	1	1	—	—	0.0	—	—
チョウ目	393	411	286	581	588	13.5	18.6	32.9
合計	4,401	1,785	577	2,458	1,025	62.3	30.4	41.8

前年度と比較して増加又は同数
 前年度と比較して減少

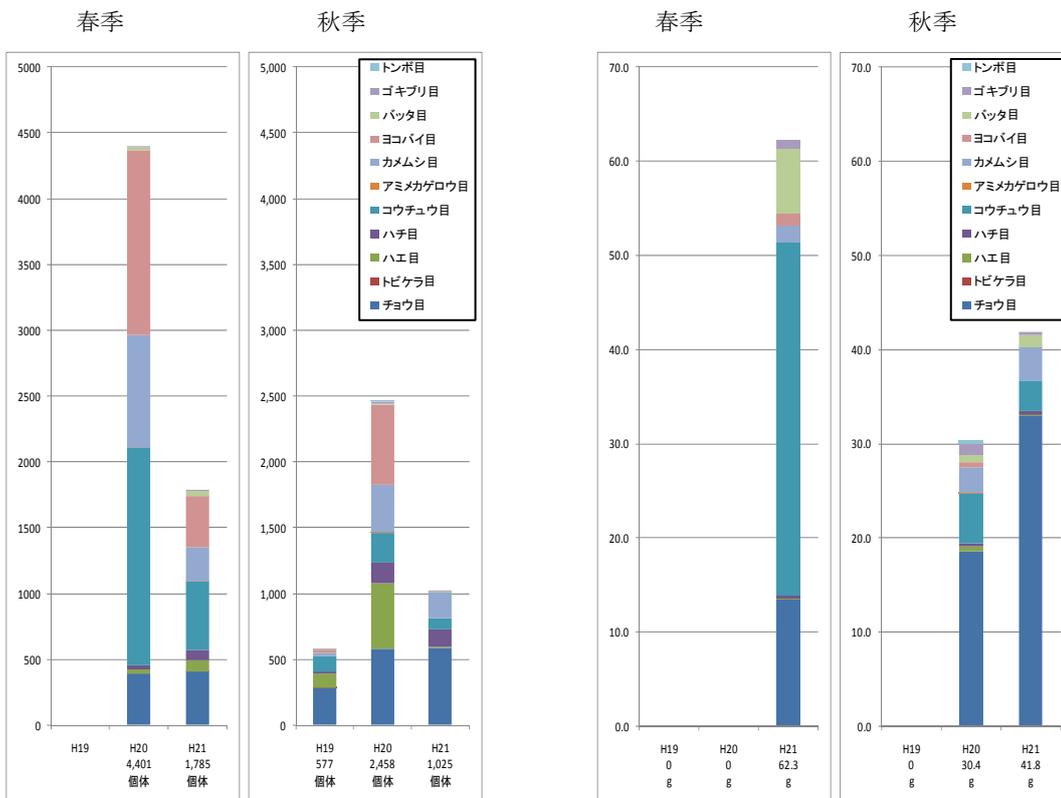


図 5.18 St. 1 における個体数と湿重量の経年変化 (左: 個体数、右: 湿重量 (g))

(イ) St.2 (植樹帯)

検討対象の分類群 12 目のうち、トンボ目、アミメカゲロウ目を除く 10 目が確認された。

個体数は、平成 20 年度をピークとして、平成 21 年度は、個体数の多くを占めるコウチュウ目が著しく減少し、全体としては春季及び秋季ともに減少がみられた (表 5.14、図 5.20)。コウチュウ目は春季及び秋季ともに前年度からの減少が著しく、ヨコバイ目やハチ目、ハエ目など特に秋季に減少する分類群が多かった。

湿重量は、秋季に平成 20 年度から増加がみられた (表 5.14、図 5.20)。このうち、ゴキブリ目、ヨコバイ目、カメムシ目は前年度と同様であり、チョウ目は大きく増加した (チョウ目は、イチジク類を食樹とするシロスジヒトリモドキが優占した)。

平成 21 年度調査において、個体数の減少した昆虫のうち、ヨコバイ目は、主な生息環境である草地環境の変化として、草本構成種の単調化や草本の繁茂、草丈の増加等が要因と考えられた (図 5.19)。そのほか減少した昆虫のうち、コウチュウ目やハチ目、ハエ目では森林に依存する種も多いが、植生の発達が安定していない等の理由から、個体数も同様に不安定な状況であると考えられた。

St.2 では、湿重量は St.1 と同様に増加しており、小型コウモリ類の餌資源の量は、St.1 と同様に、比較的増加傾向にあると考えられた。



図 5.19 植生変化の状況 (St.2)

表 5.14 餌昆虫調査結果一覧 (St. 2)

分類群	S t . 2 (植樹帯)							
	個体数					湿重量 (g)		
	春季		秋季			春季	秋季	
	H20	H21	H19	H20	H21	H21	H20	H21
ゴキブリ目	3	16	—	3	4	0.9	0.2	0.2
バッタ目	9	85	—	21	3	14.0	2.5	1.5
チャタテムシ目	—	—	—	2	8	—	0.0	0.0
ヨコバイ目	286	225	8	428	41	0.6	0.5	0.8
カメムシ目	439	695	10	136	134	6.1	1.7	1.7
コウチュウ目	2,631	326	91	937	36	27.4	7.1	1.2
ハチ目	45	103	4	233	44	0.2	0.5	0.3
ハエ目	6	41	66	302	16	0.0	0.2	0.0
トビケラ目	—	—	1	—	—	—	—	—
チョウ目	100	441	115	389	579	5.3	12.5	26.4
合計	3,519	1,932	295	2,451	865	54.6	25.2	32.1

前年度と比較して増加又は同数
 前年度と比較して減少

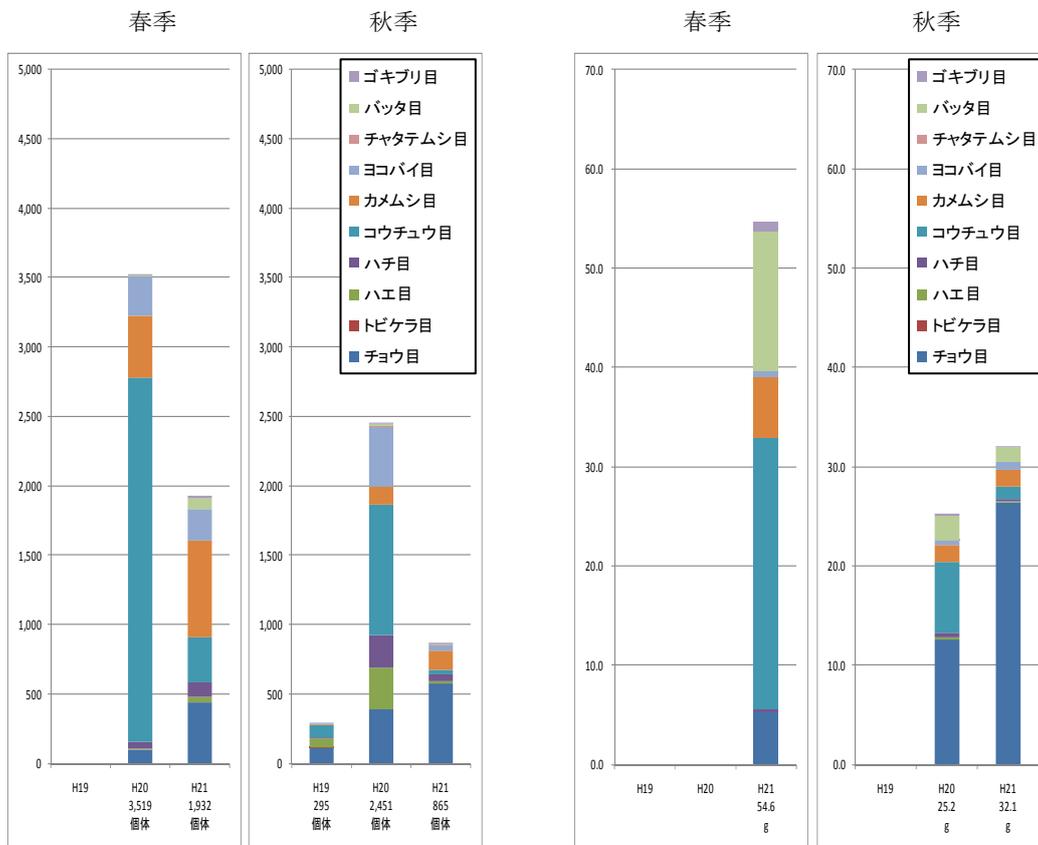


図 5.20 St. 2 における個体数と湿重量の経年変化 (左: 個体数、右: 湿重量 (g))

(ウ) St.3 (残地林)

検討対象の分類群 12 目のうち、トンボ目を除く 11 目が確認された。

個体数は、平成 20 年度と比較して、平成 21 年度は、多くの分類群で、春季は増加し、秋季は減少がみられた (表 5.15、図 5.22)。特に、春季はヨコバイ目やハチ目、ハエ目が大きく増加し、秋季はヨコバイ目やコウチュウ目、ハチ目、ハエ目が大きく減少した。

湿重量は、秋季について、平成 20 年度から増加がみられた (表 5.15、図 5.22)。このうち、チョウ目を除く多くの分類群では前年度比で減少した (チョウ目は、イチジク類を食樹とするシロスジヒトリモドキが優占した)。

個体数、湿重量ともに減少したコウチュウ目は森林に依存する種も多いが、本地点は植樹帯の比較対照 (残地林) として、コウチュウ目の生息環境に著しい変化はないと考えられることから、植生の発達が不安定な周辺環境の影響等が少なからず生じている可能性も考えられた (図 5.21)。

小型コウモリ類の餌資源の量は、植樹帯の 2 地点と同様に比較的増加傾向にあると考えられた。

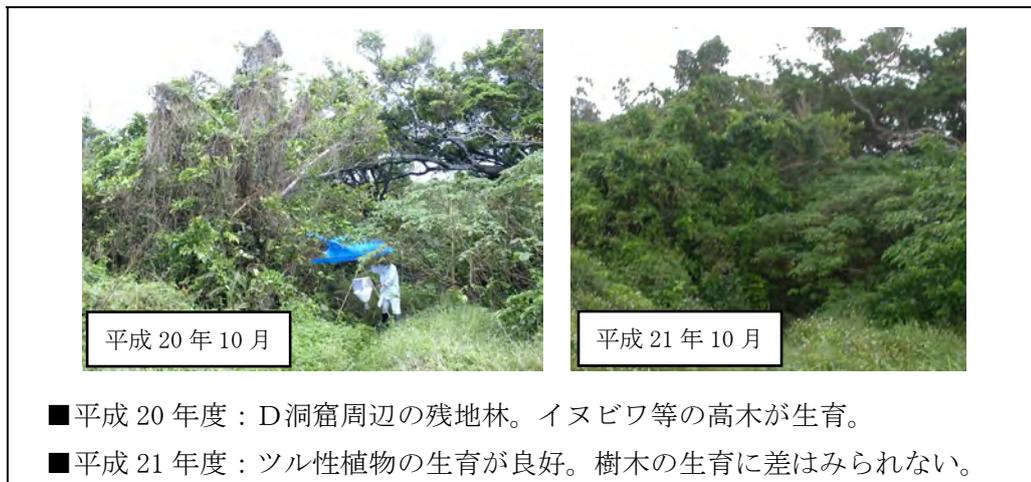


図 5.21 植生変化の状況 (St. 3)

表 5.15 餌昆虫調査結果一覧 (St.3)

分類群	S t . 3 (残地林)						
	個体数				湿重量		
	春季		秋季		春季	秋季	
	H20	H21	H20	H21	H21	H20	H21
ゴキブリ目	3	7	2	9	0.4	0.1	0.4
バッタ目	14	46	7	3	2.1	0.5	0.4
チャタテムシ目	—	1	—	—	0.0	—	—
ヨコバイ目	43	468	187	4	1.2	3.6	0.0
カメムシ目	134	127	59	72	0.4	0.8	1.0
アミメカゲロウ目	—	2	2	1	0.1	0.0	0.0
コウチュウ目	369	353	246	70	10.3	4.7	1.9
ハチ目	24	112	196	33	0.3	0.3	0.2
ハエ目	8	125	168	9	0.03	0.2	0.0
トビケラ目	1	1	—	—	0.002	—	—
チョウ目	310	345	398	641	5.7	9.3	27.7
合計	906	1,587	1,265	842	20.5	19.5	31.7

注) 以下の区分で色分けした。

- 前年度と比較して増加又は同数
- 前年度と比較して減少

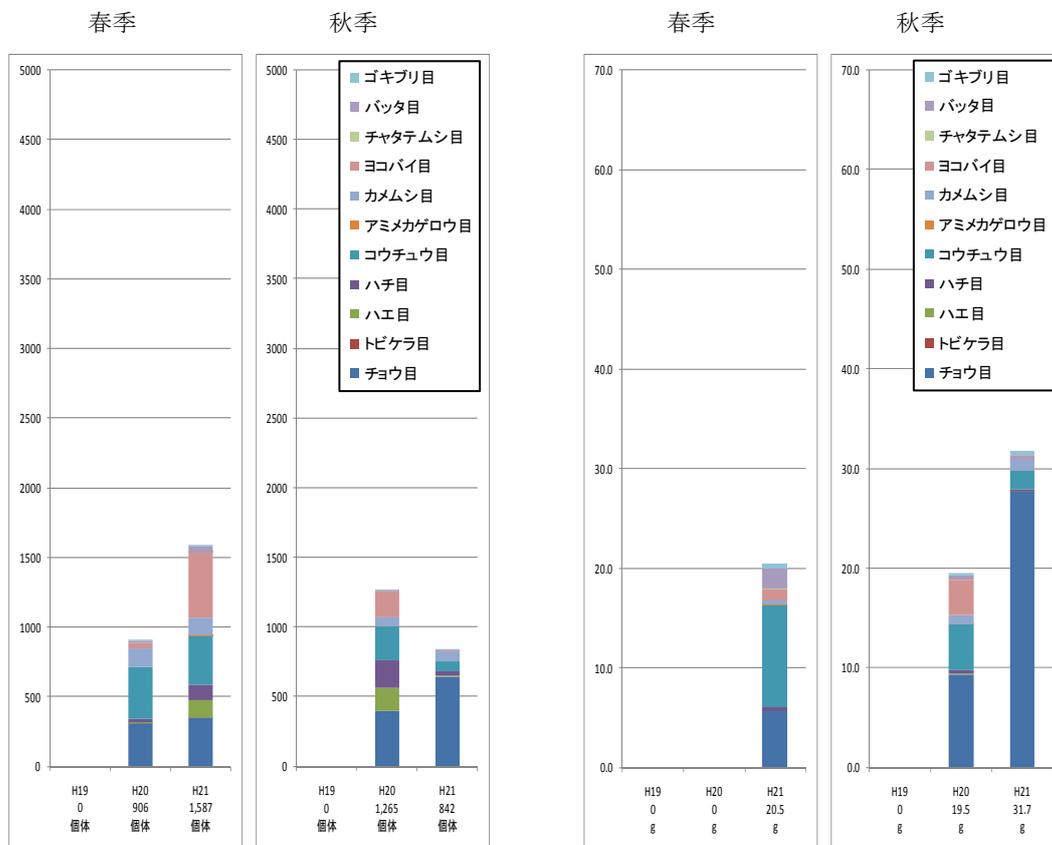


図 5.22 St.3 における個体数と湿重量の経年変化 (左: 個体数、右: 湿重量(g))

イ) 植樹帯（グリーンベルト）における植生状況

植栽調査地点における植生状況はに示すとおりである。

なお、St.2 については、平成 19 年度調査時は植樹帯造成前の草地（ゴルフ場跡地）である。



図 5.23 植樹帯（グリーンベルト）植生状況

⑤ 人工洞の利用状況

ア) 人工洞の利用状況

平成 21 年度は、生息状況及び利用状況調査（目視法）より、人工洞内で小型コウモリ類は確認されなかったが、5 月調査時に、1 か所で 5 粒の糞粒が確認されたことから、夜間の採餌中における一時的なねぐら（Night-Roost）としての利用が考えられる。

表 5.16 人工洞における糞粒の確認状況

調査日	確認か所数	合計糞粒数
平成 21 年 5 月 31 日	1 か所	5 粒
平成 21 年 6 月 29 日	確認なし	
平成 21 年 11 月 24 日		
平成 22 年 1 月 26 日		

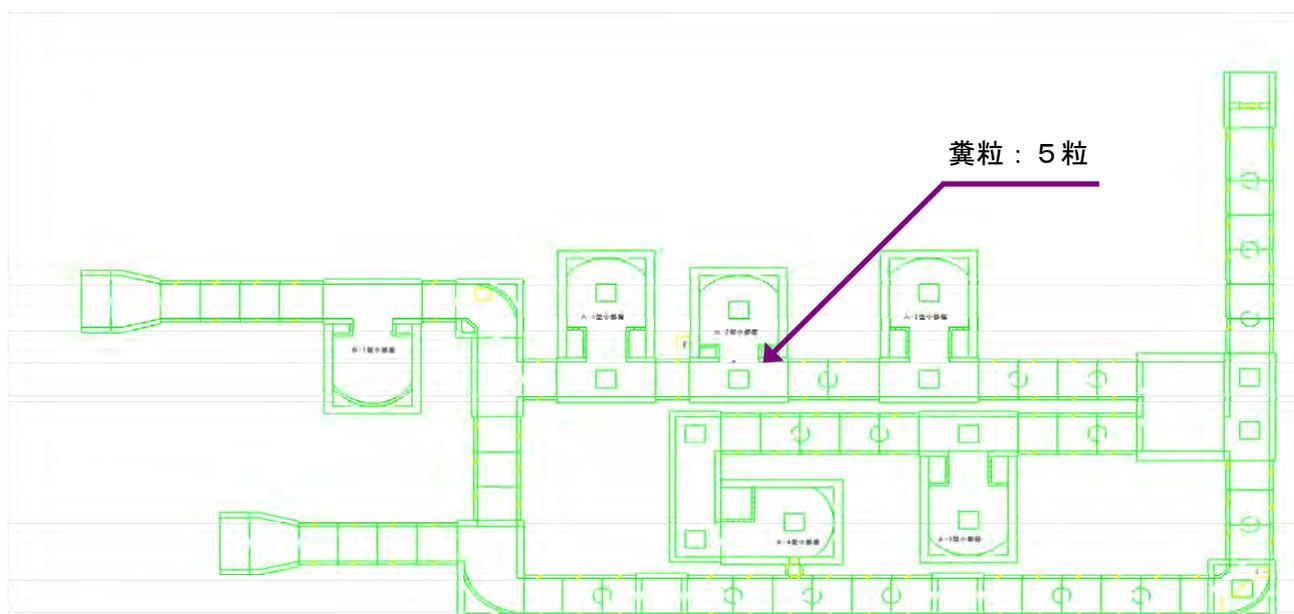


図 5.24 糞粒の確認位置（5 月調査時）

1) 人工洞の洞内環境

人工洞における各月の平均温度及び湿度の計測結果は図 5.25 に示すとおりである。石垣島島内の小型コウモリ類の生息及び利用洞窟より設定した適切と考えられる洞内温度と比較すると、洞内の温度は、出産・哺育期に高めであった。

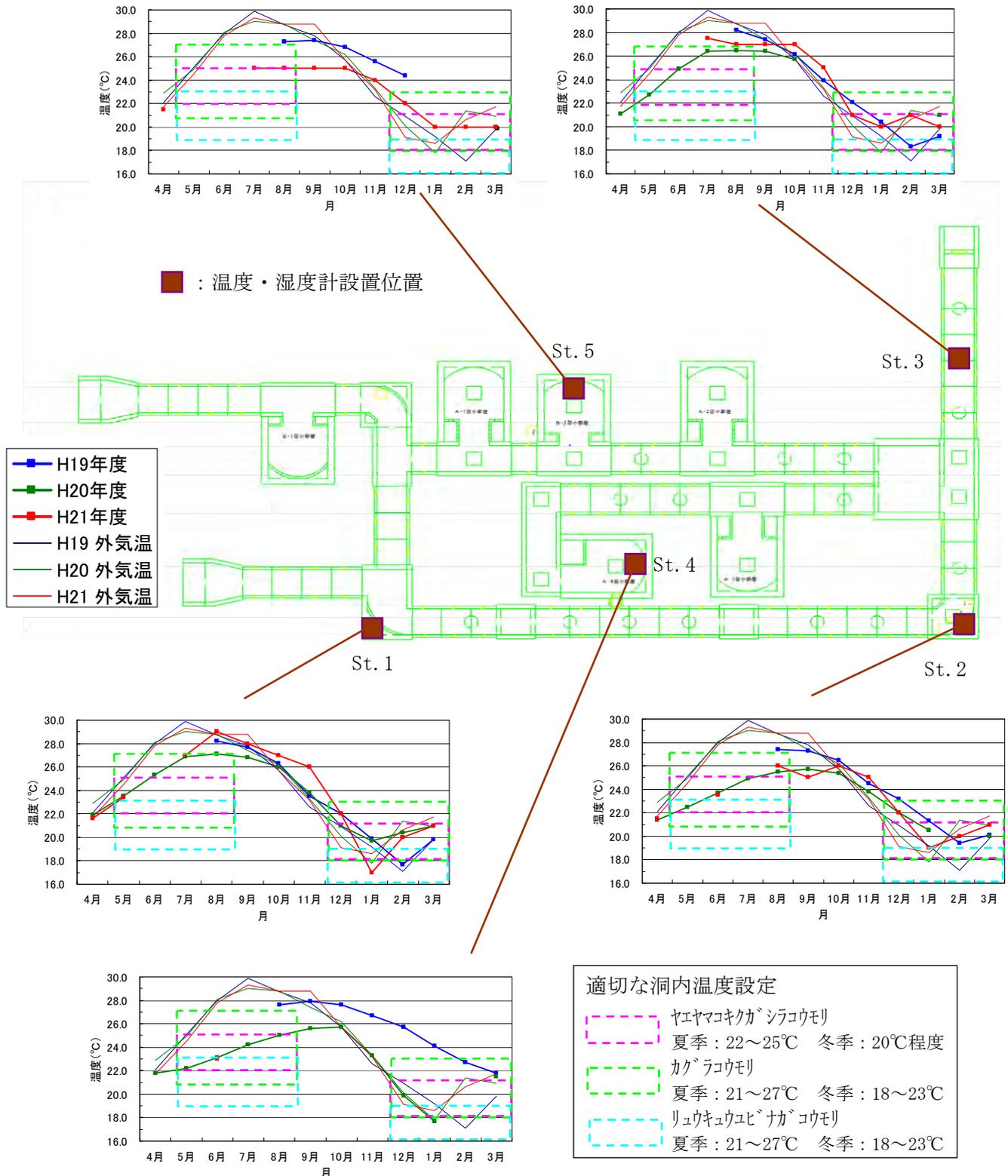


図 5.25(1) 人工洞の温度変化

石垣島島内の小型コウモリ類の生息及び利用洞窟より、設定した適切と考えられる洞内湿度(概ね80%以上)と比較すると、洞口から直線的な通路であるSt.1及びSt.2の湿度は、一定せず、設置機器までの通路の形状が複雑であるSt.3~St.5の湿度は、概ね70~100%以上に保たれていた。

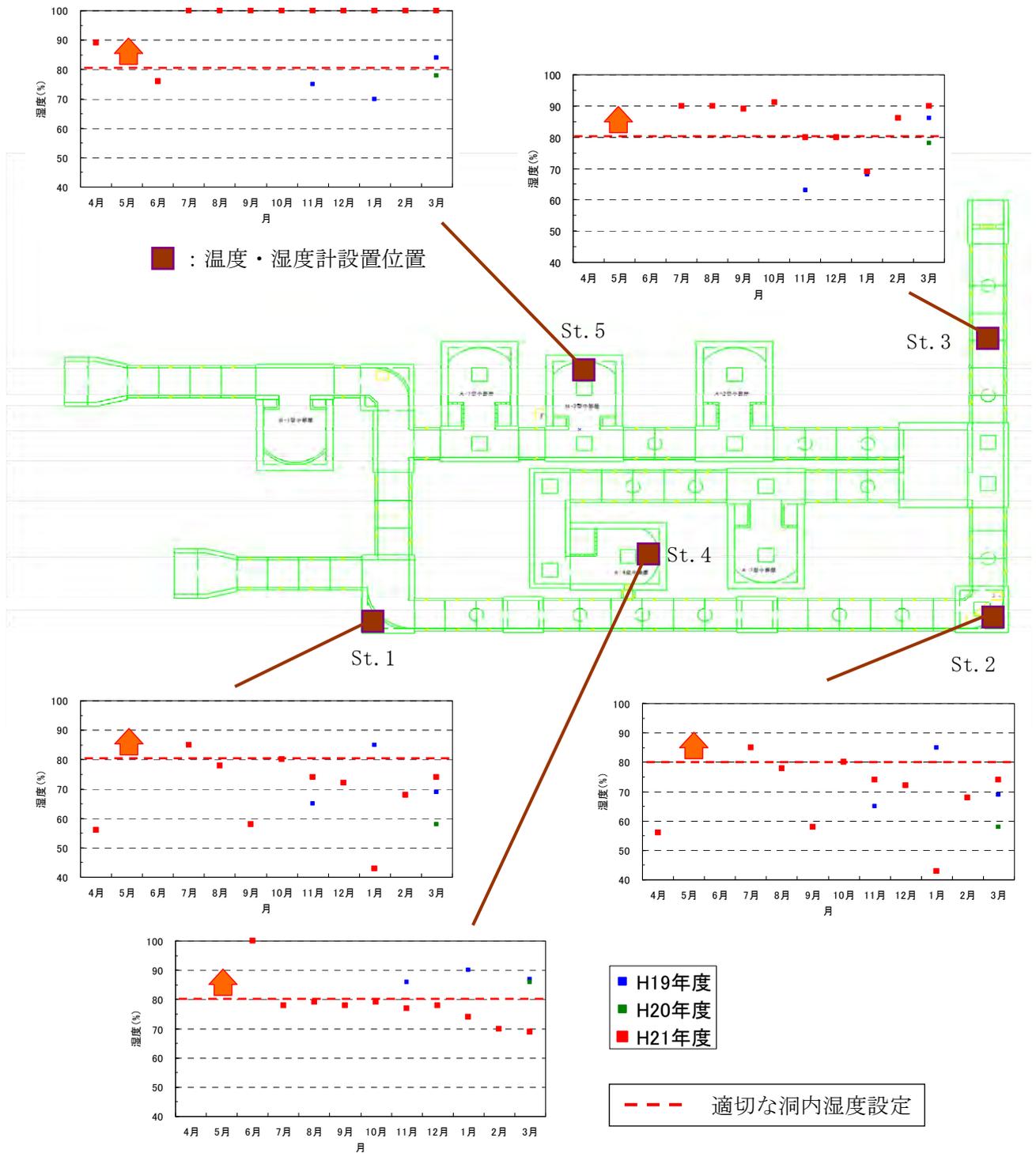


図 5.25(2) 人工洞の湿度変化

⑥ ロードキル状況等の情報収集

平成 21 年度は、小型コウモリ類のロードキル等での轢死体の情報は寄せられなかった。

なお、本調査の結果については、石垣市や沖縄県等の関係機関へ提供し、小型コウモリ類の生息に影響を与えないような土地利用が図られるよう要請を行った。

6. 地下水

6.1 調査項目

調査項目は以下に示すとおりである。

- ① 地下水の水位
- ② 電気伝導度
- ③ 雨量観測
- ④ 地下水の水質分析

6.2 調査時期

調査時期は以下に示すとおりである。

- ① 地下水の水位
連続観測
- ② 電気伝導度
1回／月
- ③ 雨量観測
連続観測
- ④ 地下水の水質分析
4回／年（1回／3カ月）

6.3 調査地点

調査地点は 図 6.1 に示すとおりである。

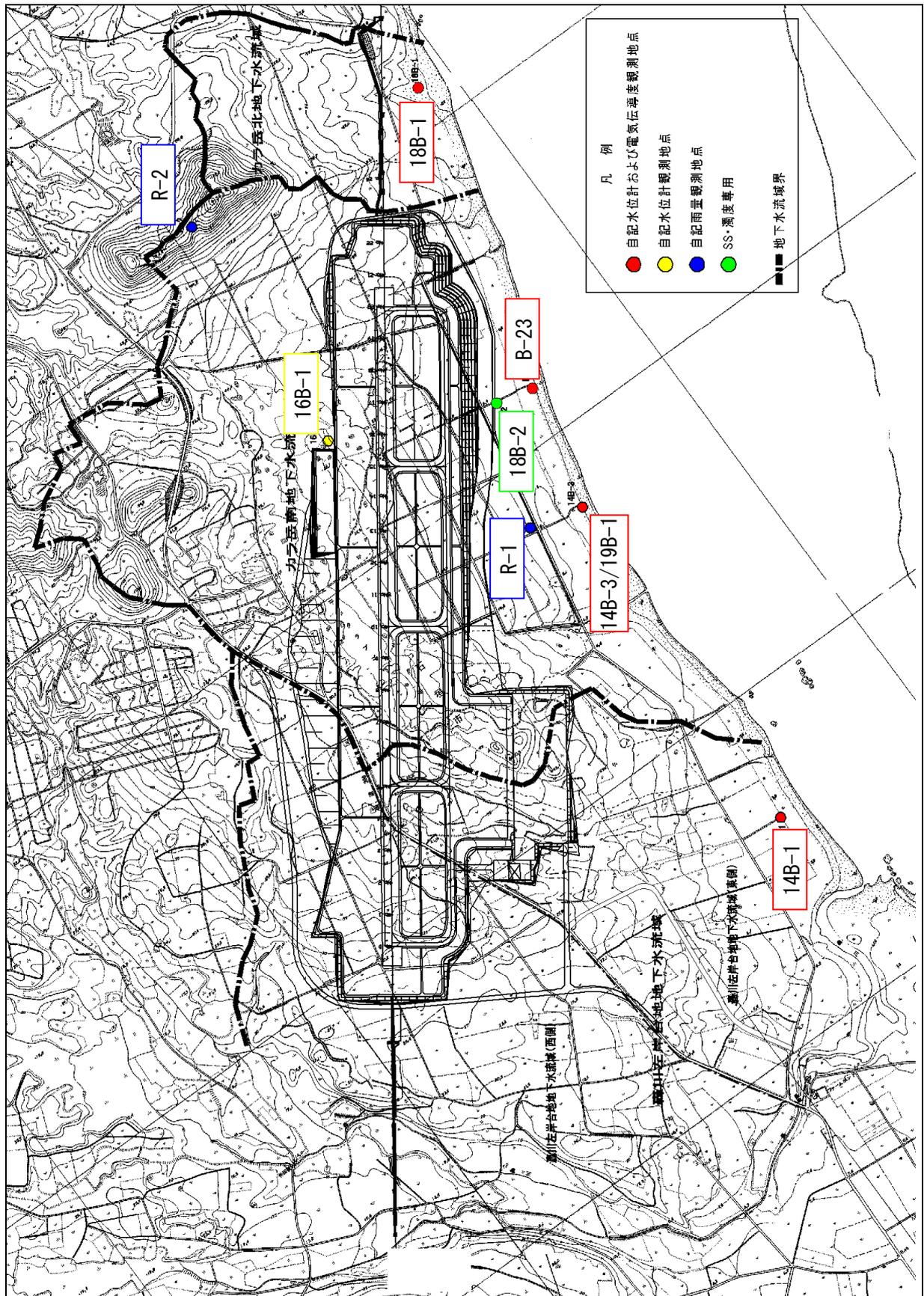


图 6.1 調査地点 (地下水)

6.4 調査方法

項目ごとの調査方法は以下に示すとおりである。

① 地下水の水位

地下水の水位は、自記水位計（図 6.2）により測定間隔は1時間ピッチで観測した。



NET 水位データ収録装置



水圧式水位検出器

図 6.2 水位観測計

② 電気伝導度

電気伝導度は、電気水質計（図 6.3）により手動で深度方向に1.0mピッチで1回/月の頻度で観測した。調査地点は、各地下水流域を代表する沿岸部の沖積低地中に配置した。

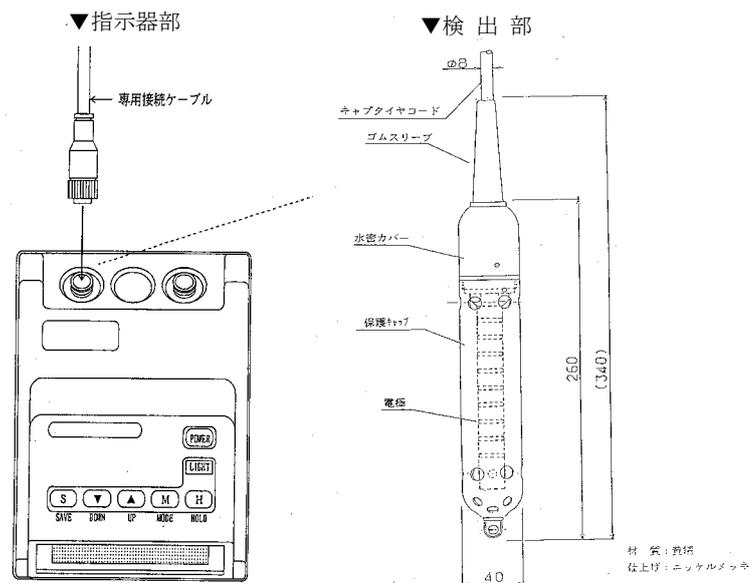


図 6.3 電気水質計概要

③ 雨量観測

雨量は、転倒マス式雨量計（図 6.4）により 5 分ピッチで観測した。



図 6.4 雨量計

④ 地下水の水質分析

分析を行う検体は、採取地点のボーリング孔の地下水中央部付近からアクリル製採水器（図 6.5）を使用して採取した。

ただし、平成 19 年 1 月からは、採水用ポンプ（図 6.6）を使用して採水した。なお、分析項目（21 項目）及び分析方法は表 6.1 に示すとおりである。



図 6.5 採水器

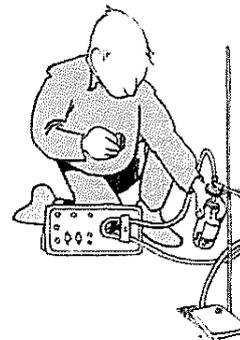
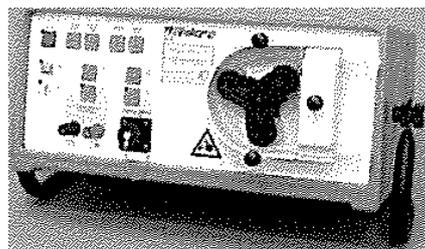


図 6.6 採水用ポンプ

表 6.1 分析項目

項目	分析の方法
水素イオン濃度	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
アンモニウムイオン	JIS K 0102 42.1 インドフェノール青吸光光度法
硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルジアミン吸光光度法
硝酸イオン	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
ナトリウムイオン	JIS K 0102 48.2 フレーム原子吸光法
カリウムイオン	JIS K 0102 49.2 フレーム原子吸光法
カルシウムイオン	JIS K 0102 50.2 フレーム原子吸光法
マグネシウムイオン	JIS K 0102 51.2 フレーム原子吸光法
塩素イオン	JIS K 0102 35.3 イオンクロマトグラフ法
硫酸イオン	JIS K 0102 41.3 イオンクロマトグラフ法
重炭酸イオン	JIS K 0101 25 備考2による
電気伝導度	電気伝導計による方法
亜硝酸性窒素	JIS K 0102 43.1 ナフチルエチレンジアミン青吸光光度法
アンモニウム性窒素	JIS K 0102 42.1 インドフェノール青吸光光度法
全窒素	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウム還元法
リン酸イオン	JIS K 0102 46.1.1 モリブデン青法
全リン	JIS K 0102 46.3 ペルオキシ二硫酸カルウム分解法
溶解性鉄	JIS K 0102 3.1.4(2), 57.1 フェナントリン吸光光度法
けい酸	JIS K 0101 44.1.2 モリブデン青吸光光度法
濁度	JIS K 0101 9.4 積分珠式測定法
SS	昭和46年度環境庁告示第59号 付表8に掲げる方法

6.5 調査結果

① 地下水の水位

地下水位観測結果は図 6.7 に示すとおりである。

平成 21 年度の観測結果は、事後調査後の沿岸部 3 地点（14B-1、14B-3、B-23）における水位は、事前調査の水位を下回ることがなかった。また、18B-1 地点では概ね過年度の最低水位と同程度を記録した。

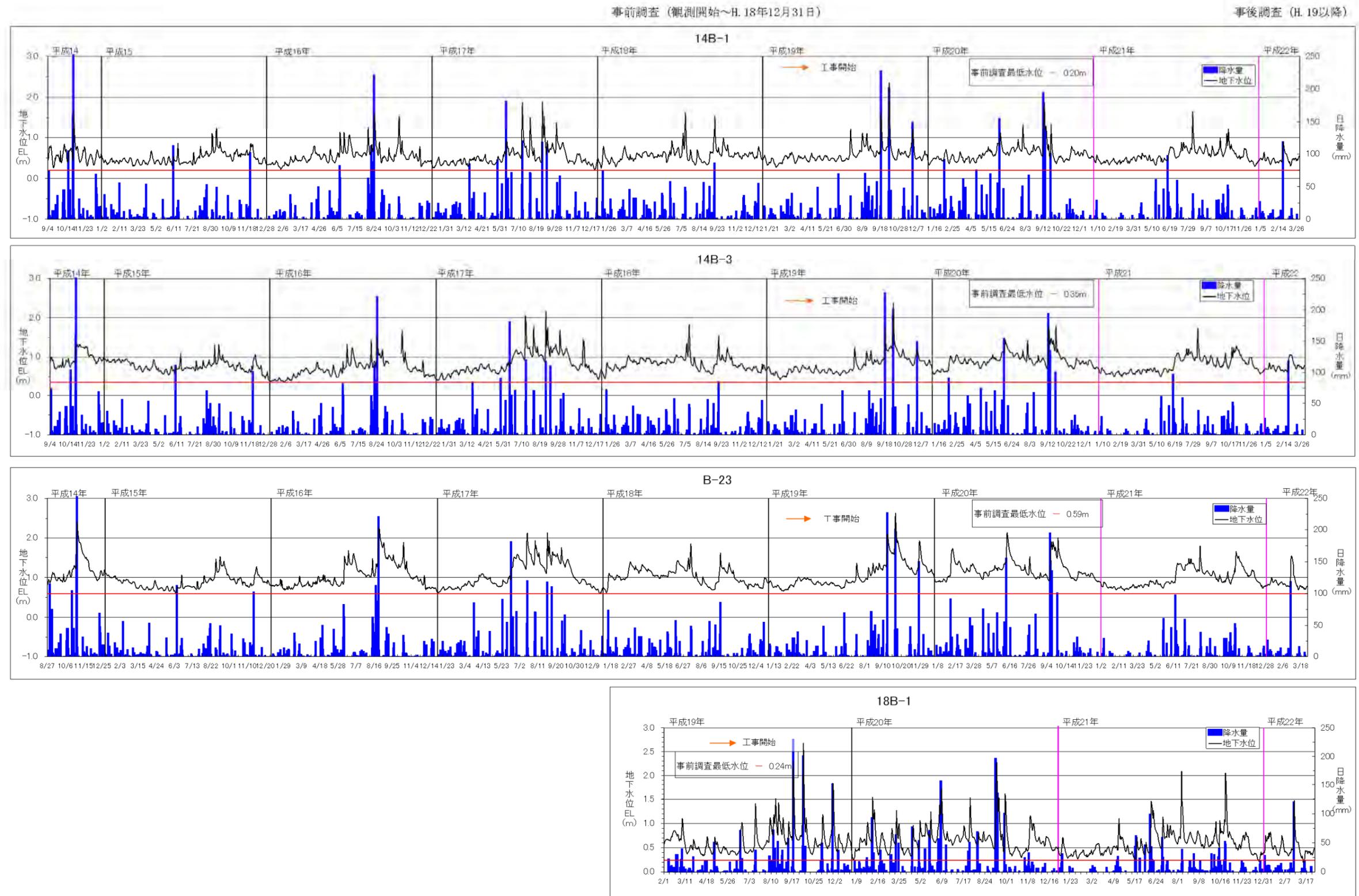


図 6.7(1) 地下水位変動図 (14B-1、14B-3、B-23、18B-1)

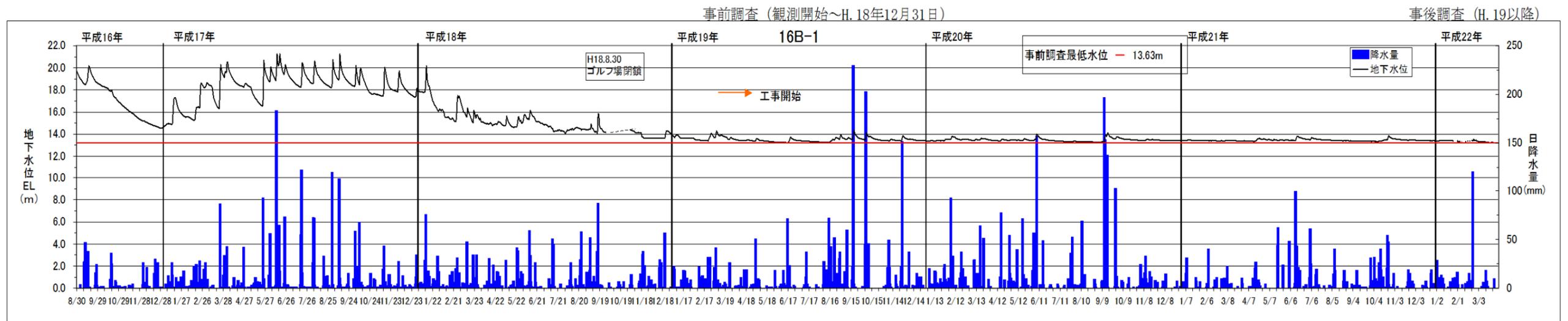


図 6.7(2) 地下水位変動図 (16B-1)

② 電気伝導度

電気伝導度は、地下水の塩水化を監視する目的で海岸沿いの沖積層(14B-1、14B-3、B-23、18B-1))で実施した。

・ 14B-1

電気伝導度の分布状況は、事前調査の測定結果と概ね同様であった。地下水面より標高EL=-15m付近までは、1,000~3,000 μ S/cm間で分布する曲線と1,000~45,000 μ S/cmと大きな範囲で深度方向に大きくなる曲線との間で分布していた(図6.8(1))。

また、EL=-15m~-17m以深では33,000~48,000 μ S/cmの範囲で深度方向にほぼ一様な値が測定されており、この付近が海水域への移行部である。

水温は、24.4~26.0°Cの範囲で測定され、電気伝導度の分布状況とは逆に、標高-15m~-17m付近までは低下する傾向を示しているが、以深では24.4~24.6°Cの範囲で電導度と同じように深度方向にほぼ一様な値で分布していた。(図6.8(1))。

月ごとの分布状況より(図6.11(1))、14B-1地点では、全体的に降雨量の少ない11月~4月にかけては、比較的浅い深度(EL-3m~-9m付近)に変曲点が現れ、電気伝導度は深度方向にしだいに増大していく傾向を示していた。

一方、降雨量の多い5月~9月にかけては、その変曲点はこれより深い深度(EL-9m~-15m付近)に移動し、電気伝導度は急激に増大していた。

このように、14B-1地点の電気伝導度の分布状況は、豊水期に低く、逆に渇水期に高い傾向を示していた。

・ 14B-3

電気伝導度の分布状況は測定深度内(EL=-27.3m)までは520~930 μ S/cmの範囲で分布し、全体的に深度方向にわずかに増加傾向を示すものの、過年度の範囲で分布していた(図6.8(2))。

水温は、水面下2m以深では24.6~24.8°Cの範囲で測定され、深度方向に一様に分布していた(図6.8(2))。

月ごとの分布状況より(図6.11(2))、14B-3地点では、渇水期の11月~4月にかけては、標高-20m付近と-25m付近に変曲点が認められるが、5月~10月にかけての豊水期においては変曲点の深度が-25m~-28m付近に移行していた。

・ B-23

電気伝導度の分布状況は、測定深度内(EL=-28m)では概ね 750~850 μ S/cmの範囲で深度方向にほぼ一様な値で測定されており、事前調査結果と同様に全深度淡水ゾーンの値を示していた(図 6.8(3))。

なお、この地点は最も地下水の豊富な「カラ岳南地下水流域」の中心部の最下流付近に位置していた。

水温は、水面下 1m以深では概ね 24.4~24.8°Cの範囲で分布しているが、今年度 6 月は水面付近よりEL=-12m付近までは 24.8~26.25°Cと比較的高かった(図 6.8(3))。

月ごとの分布状況より(図 6.11(3))、B-23 地点では、各月とも概ね 500~800 μ S/cmの範囲で分布しており、地下水が豊富であることを示していた。

・ 18B-1

電気伝導度の分布状況は、概ね 400~1500 μ S/cmの範囲で測定されていた。

平成 21 年 7 月から高くなり始め、8 月には 4,000~5,000 μ S/cm、9 月では 4,000~11,000 μ S/cm、10 月では 1,500~8,000 μ S/cmと高い値が測定された。しかし、10 月 21 日以降は 900~1,500 μ S/cmの範囲内にあり、過年度並みの値であった(図 6.8(4))。

水温は、概ね 19.5~26.5°Cの範囲で分布し、他の 3 地点に比べ、変動が大きかった。今年度は、6 月を除いて、電気伝導度に関係なく概ね 23~25°Cの範囲で分布していた。6 月は、上部から下部方向に 26~24.7°Cと他の月より、やや高めの範囲で分布していた。なお、この値はB-23 の水温とほぼ同じ値である(図 6.8(4))。

月ごとの分布状況より(図 6.11(4))、18B-1 地点では、降雨による影響を強く受けるため、豊水期には電気伝導度が低く、逆に渇水期に高い傾向を示していた。電気伝導度は、豊水期に 500 μ S/cm程度で渇水期の値は高くても 2,400 μ S/cm程度であったが、今年度は 8 月~9 月の少雨や高潮の影響により電気伝導度が一時的に 4,000~11,000 μ S/cmと高くなっていた。

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調査 件 名	H21新石垣空港モニタリング調査委託業務(その2)		
調査 位 置	石垣市	孔 口 標 高	EL+4.95m
調査 地 点	14B-1	塩ビ管立上り	GL+0.66m

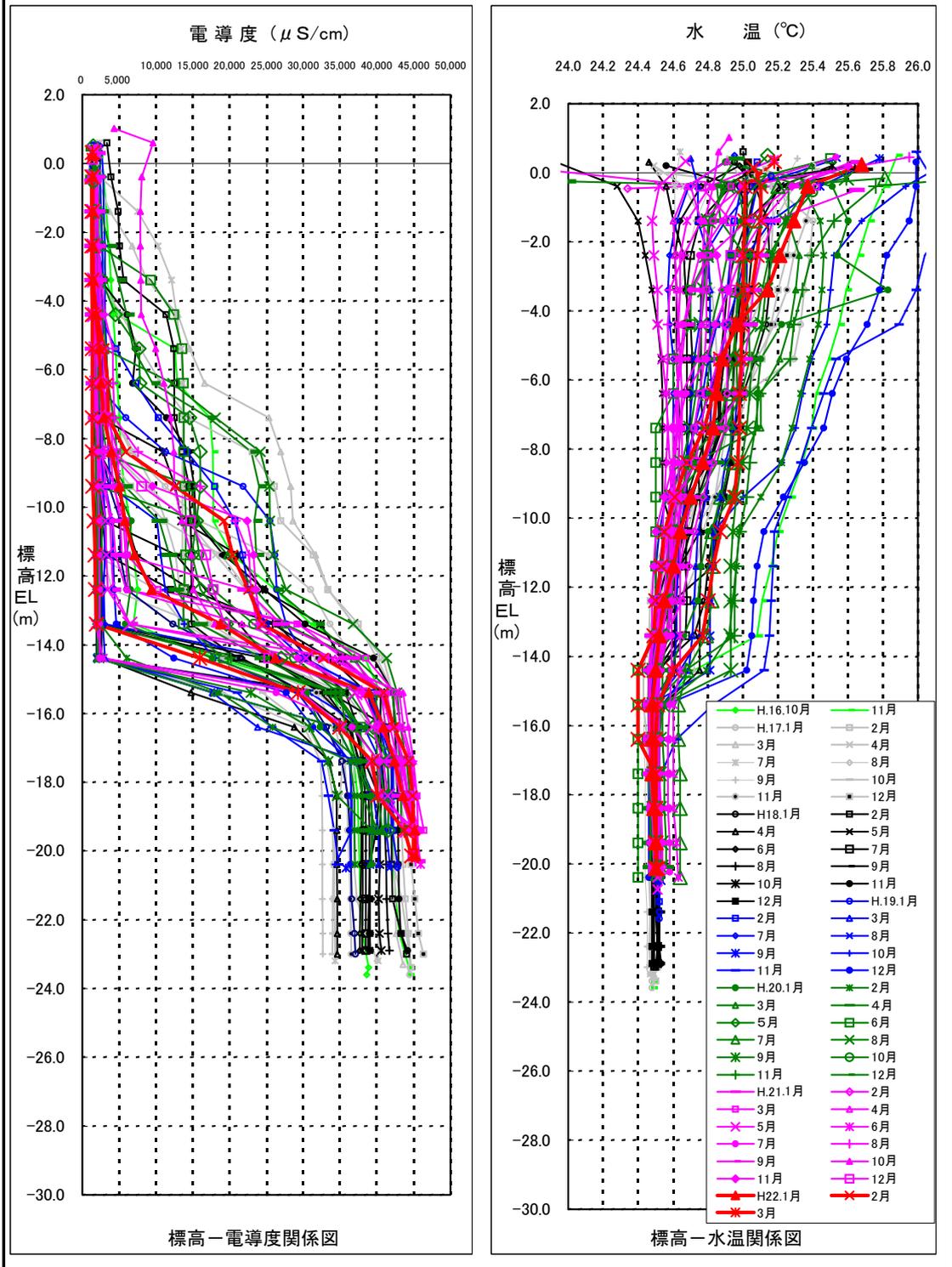


図 6.8(1) 地下水の電導度分布 (14B-1)

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調 査 件 名	H21新石垣空港モニタリング調査委託業務(その2)		
調 査 位 置	石垣市	孔 口 標 高	EL+4.50m
調 査 地 点	14B-3	塩ビ管立上り	GL+0.66m

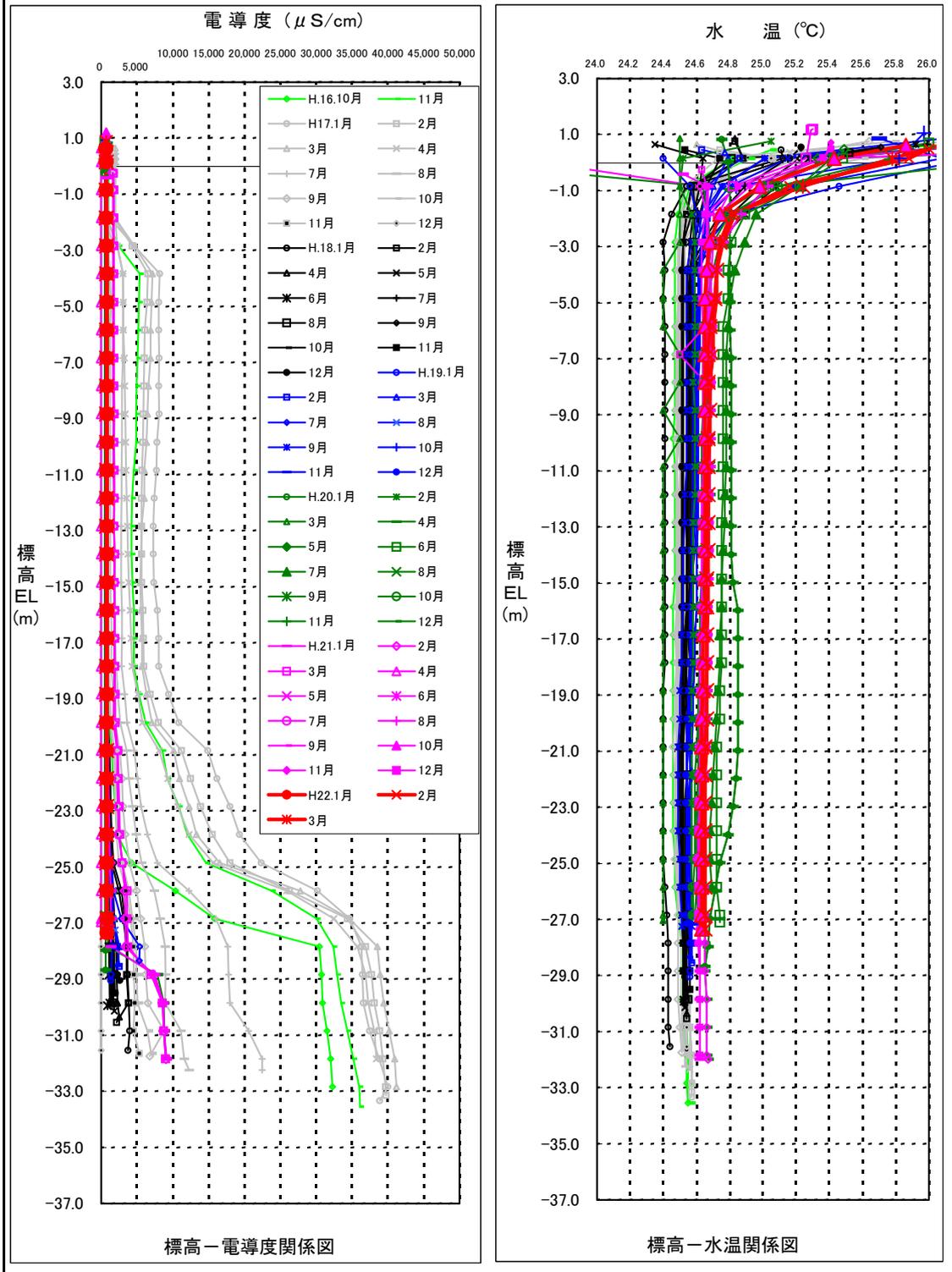


図 6.8(2) 地下水の電導度分布 (14B-3)

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調 査 件 名	H21新石垣空港モニタリング調査委託業務(その2)		
調 査 位 置	石垣市	孔 口 標 高	EL+6.30m
調 査 地 点	B-23	塩ビ管立上り	GL+0.73m

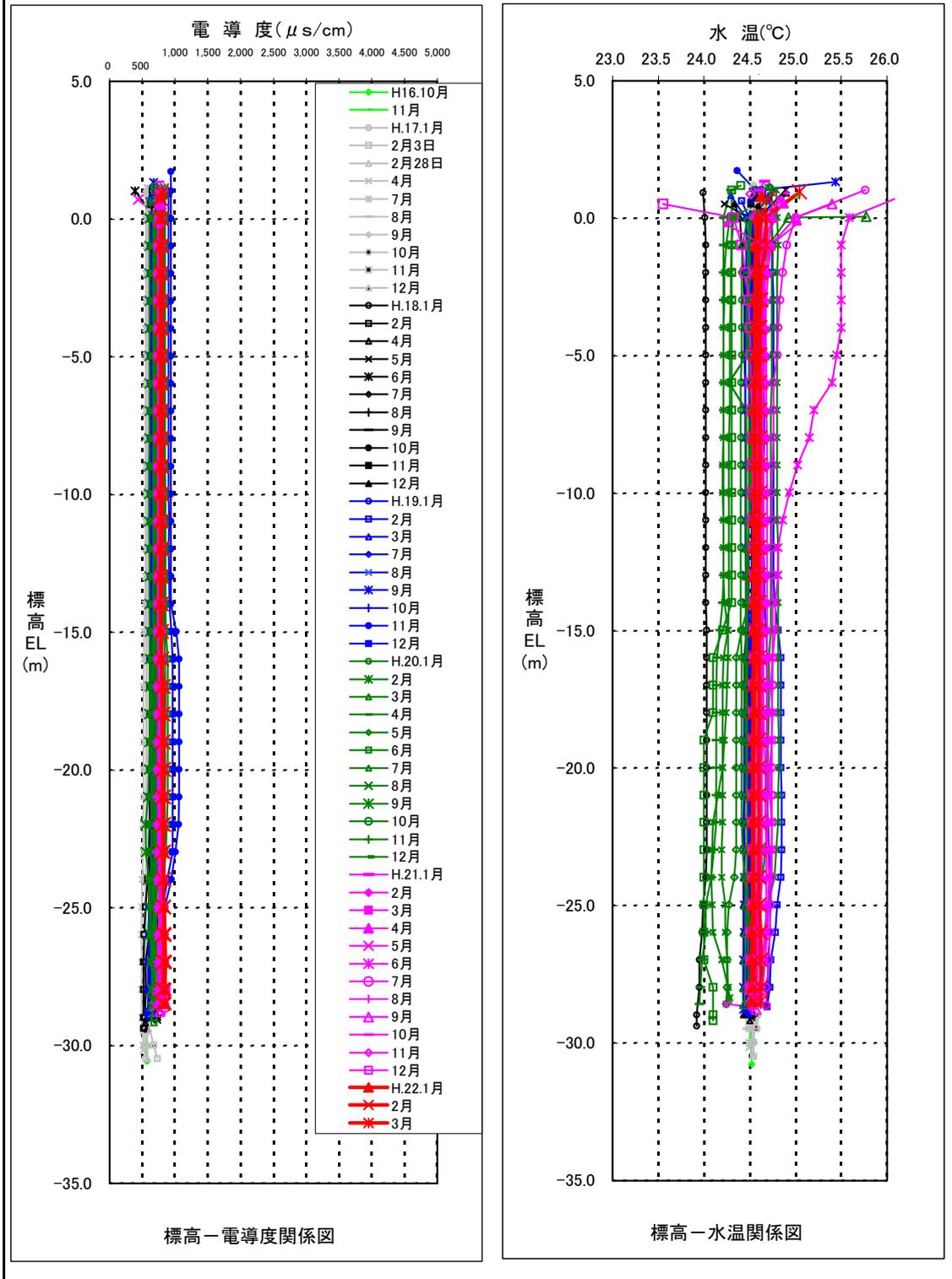
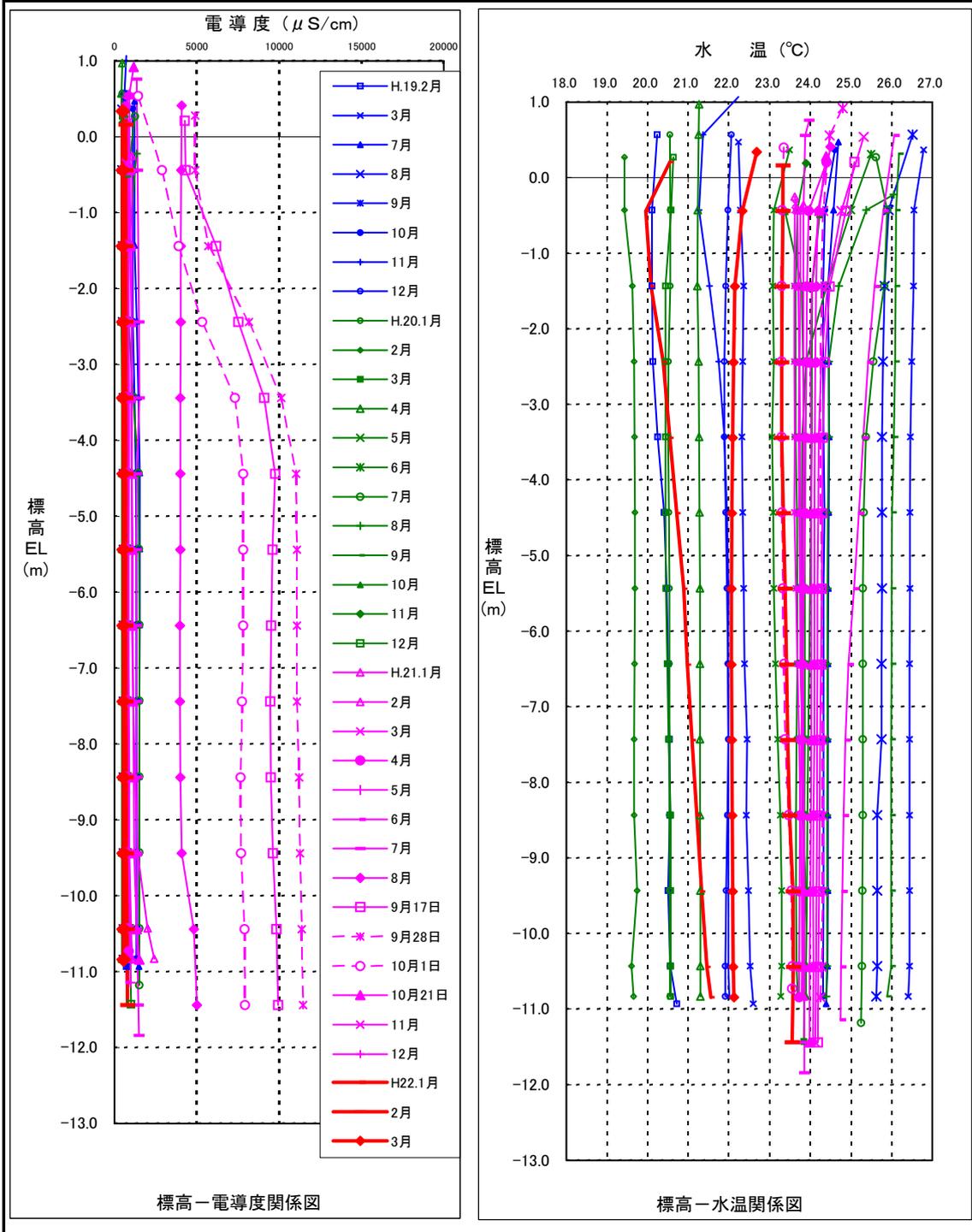


図 6.8(3) 地下水の電導度分布 (B-23)

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調査件名	H21新石垣空港モニタリング調査委託業務(その2)		
調査位置	石垣市	孔口標高	EL+3.94m
調査地点	18B-1	塩ビ管立上り	GL+0.63m



注. 9月28日、10月1日のデータは、8月と9月17日の結果をみて補足した。

図 6.8(4) 地下水の電導度分布 (18B-1)

また、18B-1 の7月以降の電気伝導度の上昇についての考察は以下のとおりである。18B-1 におけるEL-4.4mの電気伝導度と30日累積雨量との関係より（図 6.9）、電気伝導度は7月下旬から上昇傾向を示し、9月中旬から10月上旬にピークに達し、10月下旬には元に戻っていた。また、30日累積雨量は8月～9月が少なくなっていた。

一方、潮位と地下水位の変動状況より（図 6.10）、地下水位は、降雨時を除いて潮位とよく連動して変動していた。また、潮位は7月中旬～9月中旬が1年で最も高い時期に相当していた。

このように電気伝導度が最も高い9月中旬から10月上旬は降水量が少なく、かつ潮位の高い時期と重なっており、この時期の電気伝導度の上昇は、降水量の減少に伴う地下水量の減少に加え、高潮位の影響と併せて海水が侵入したことによると考えられる。

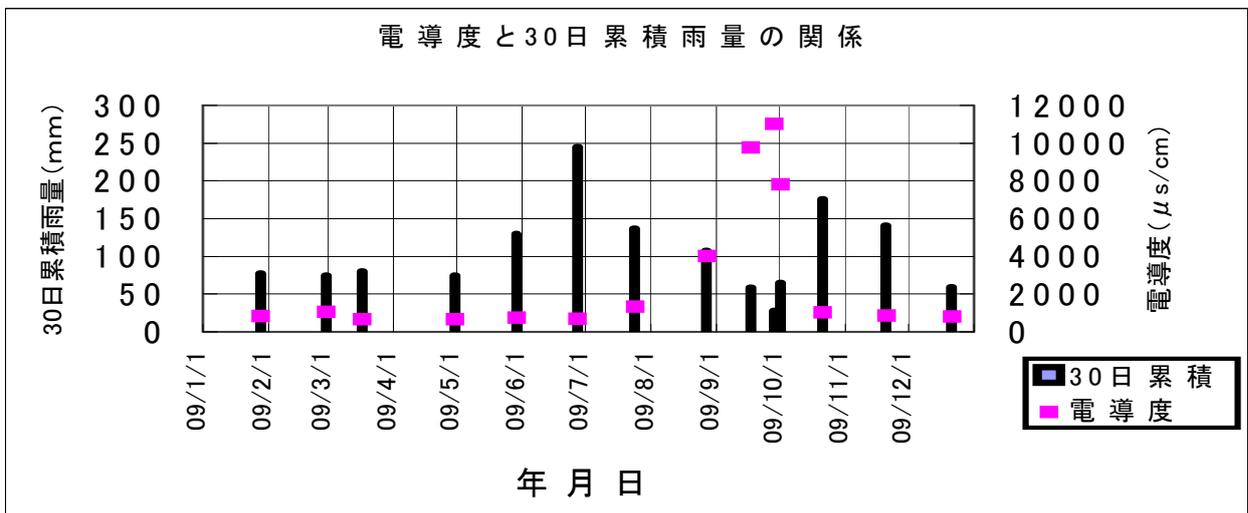


図 6.9 18B-1 における電気伝導度と30日累積降雨との関係

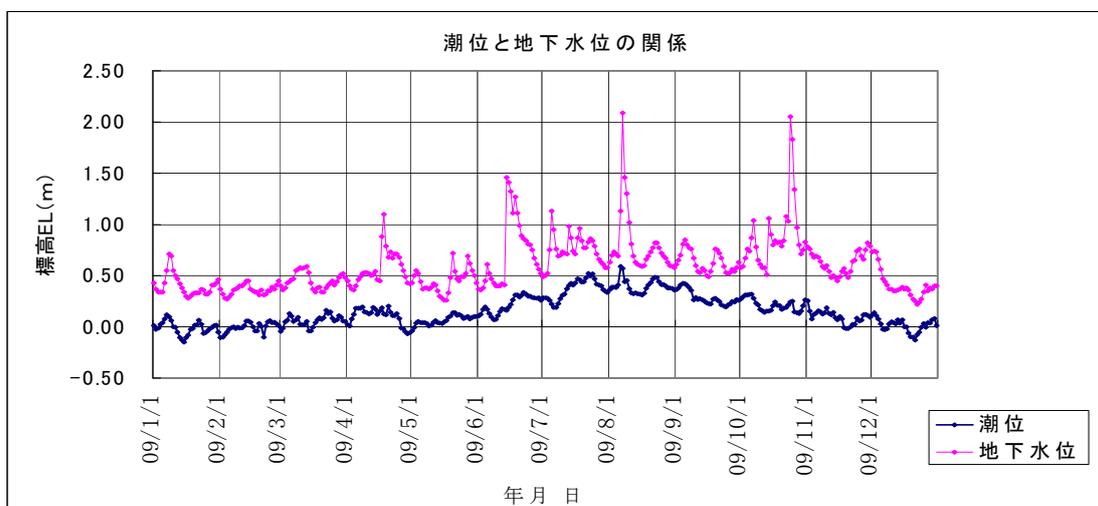


図 6.10 日平均潮位及び水位変動

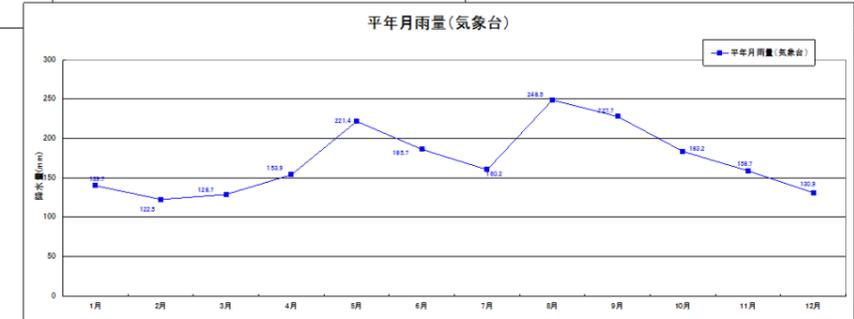
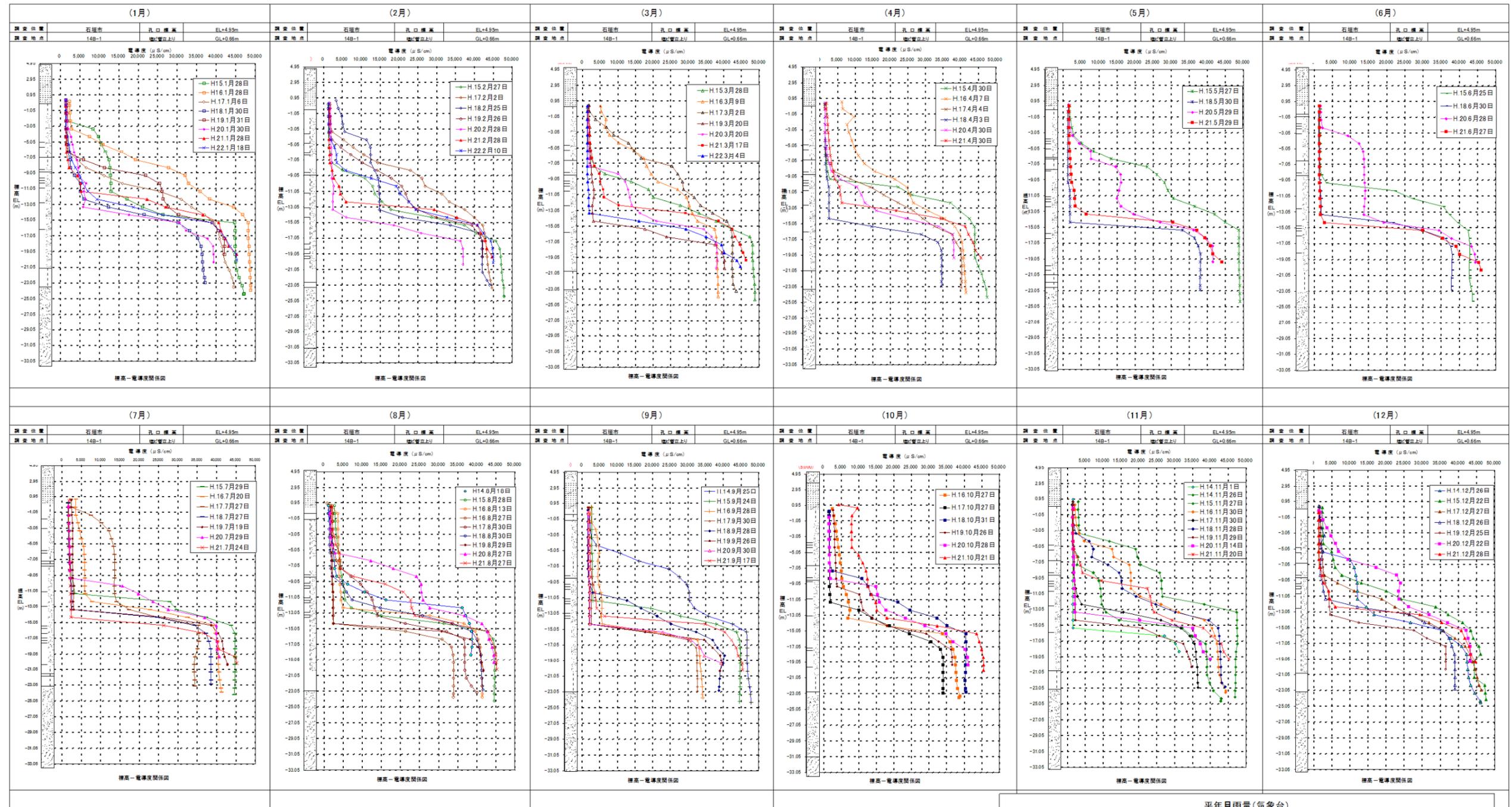


図 6.11(1) 地下水の電気伝導度分布 (14B-1)

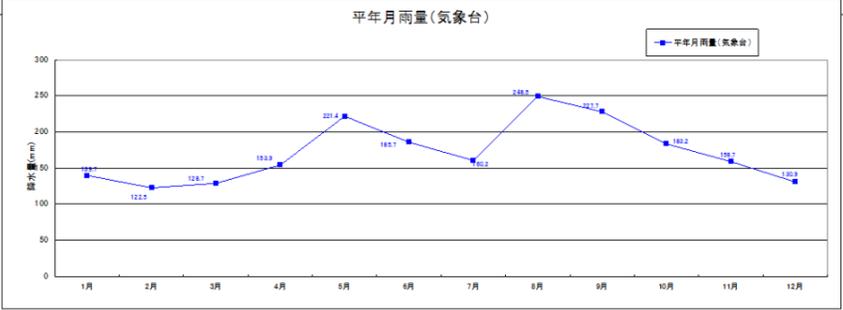
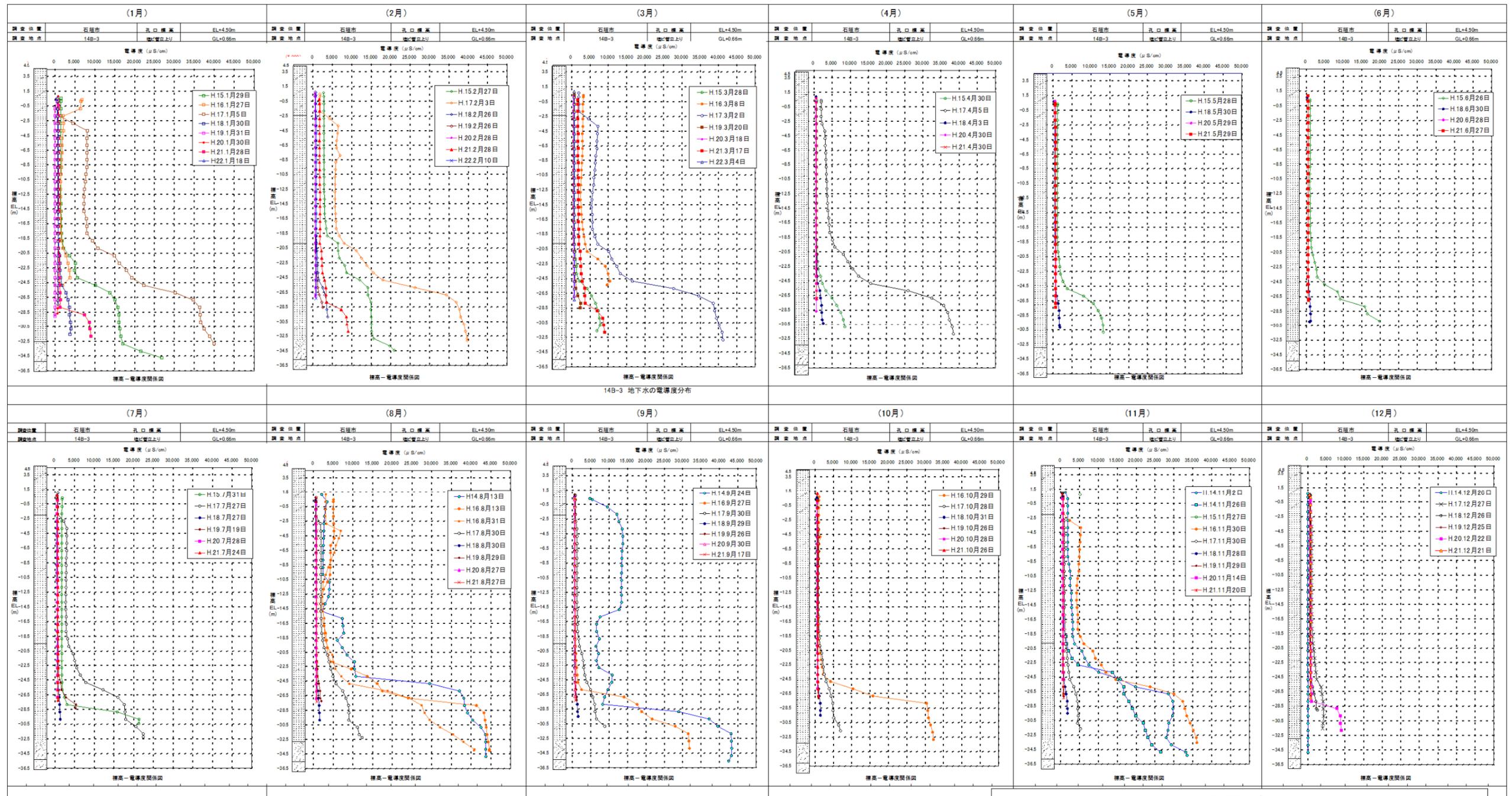


図 6.11(2) 地下水の電気伝導度分布 (14B-3)

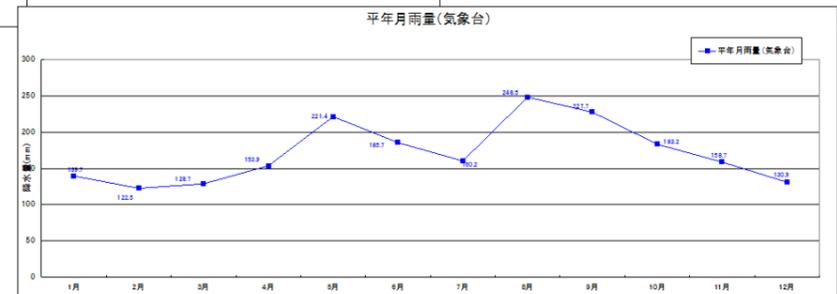
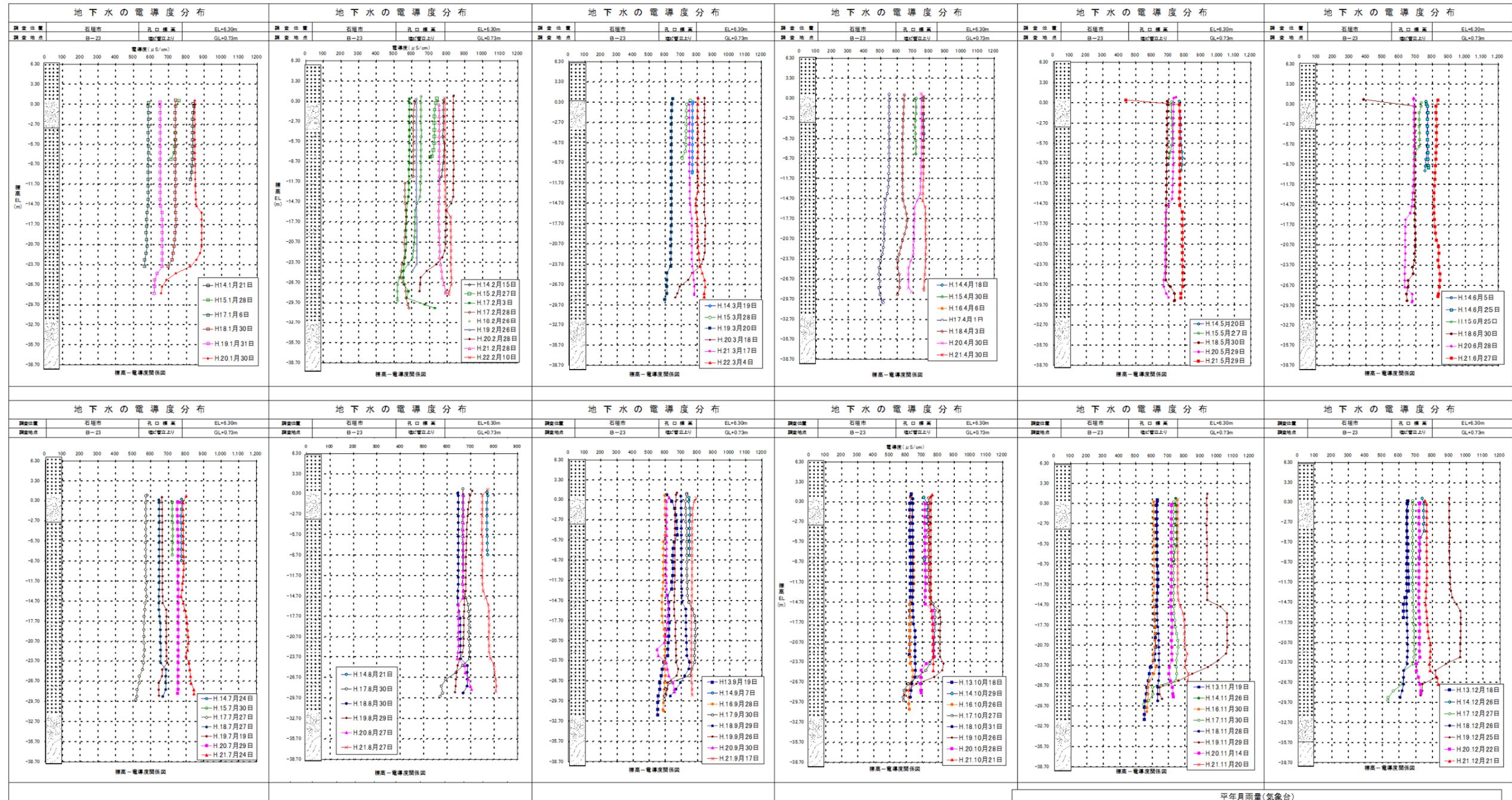


図 6.11(3) 地下水の電気伝導度分布 (B-23)

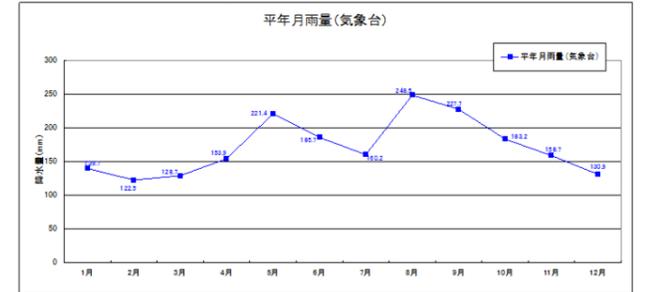
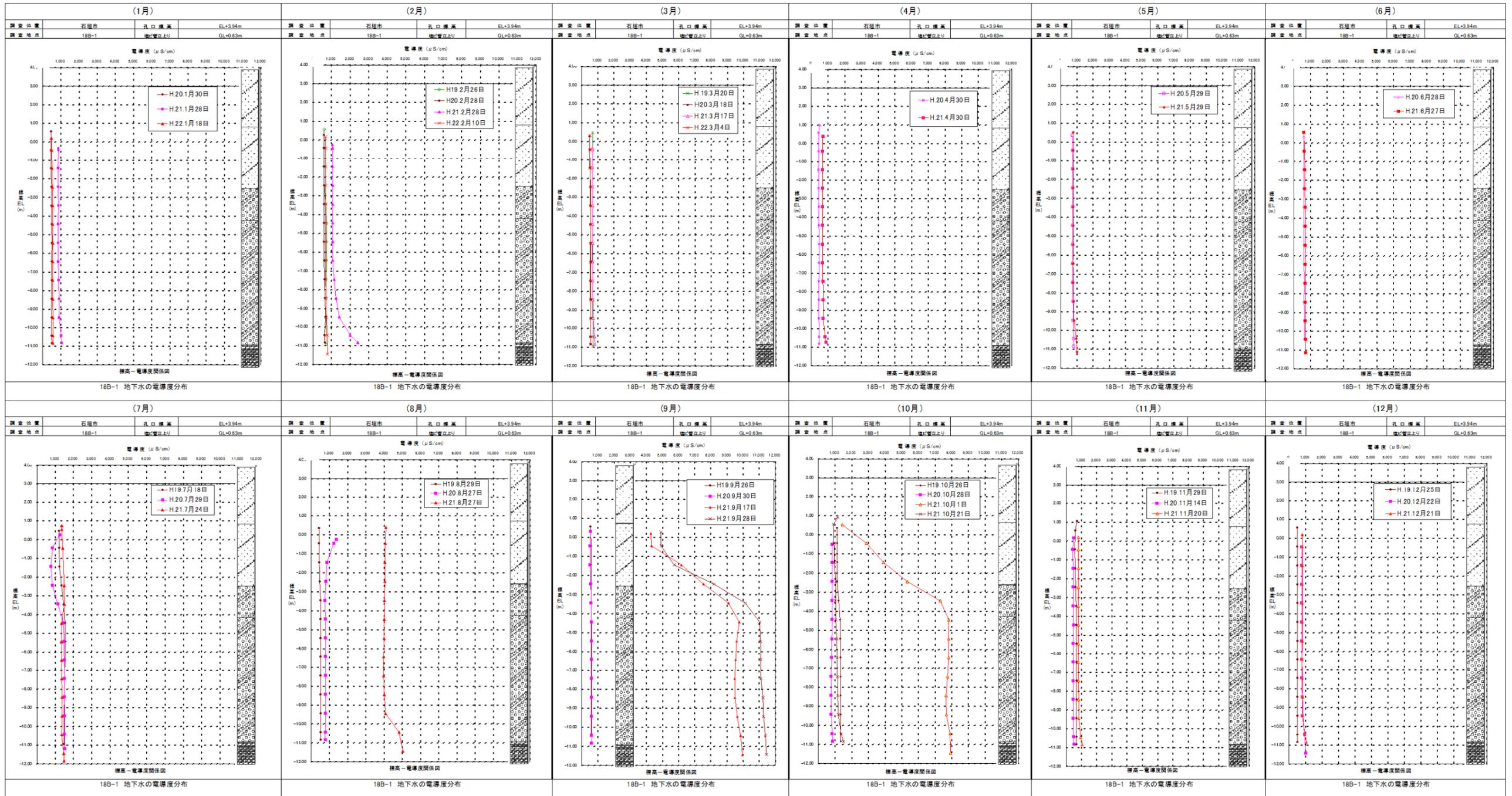


図 6.11(4) 地下水の電気伝導度分布 (18B-1)

③ 雨量観測

雨量観測は、本空港予定地一帯の降雨特性を把握する事を目的として、沖積低地(R-1)とカラ岳頂上付近(R-2)において観測した。

図 6.12 は、H20年1月～H22年3月までの現地における自記雨量計(R-1及びR-2)による月別総降水量を示したものである。同図には、石垣島測候所における1971年～2000年の30年間の平年月雨量(月別)と同年月の月総雨量も併記してある。

平成21年の月別降水量は、平年に比べ6月と10月を除いて各月とも少雨であった。特に8月と9月は台風の接近が少なかったために、平年に比べ140～160mmほど少なく、9月にあっては前年に比べると350～620mm少なかった。

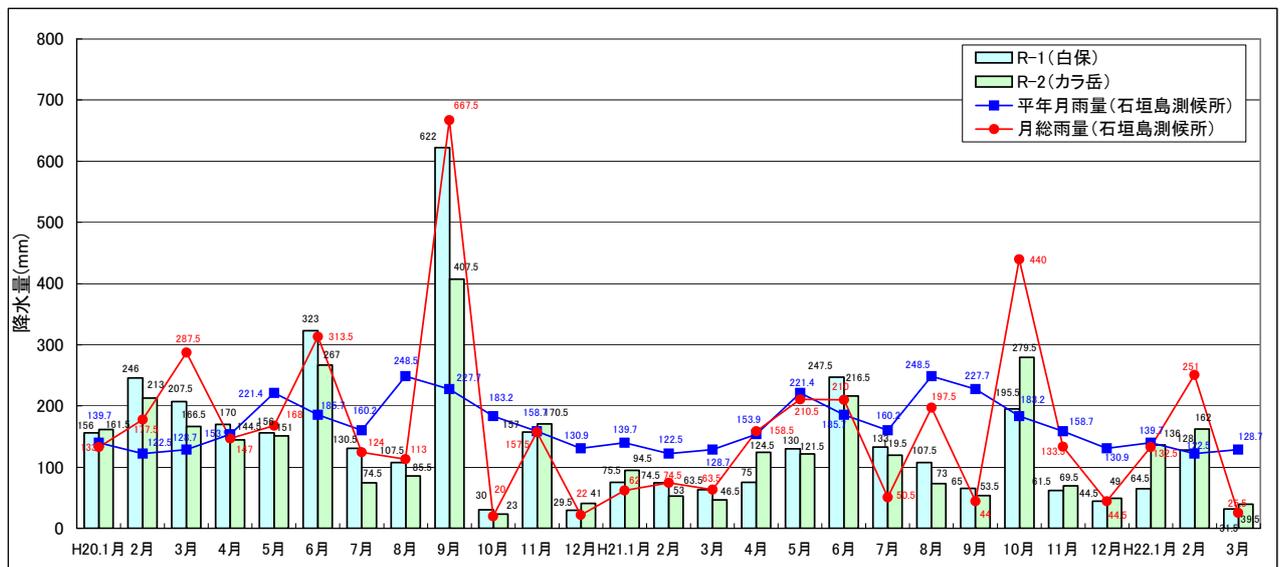


図 6.12 月別総降水量(自記雨量計)

図 6.13 は、1970 年～2009 年の過去 40 年分(石垣島測候所データ)の年間総降水量を示したものである。

平成 21 年(2009 年)年間総降水量は、R-1 で 1273.0mm、石垣島測候所で 1,689mm であり、いずれも年平均降水量(2079.0mm)を大きく下回った。

なお、平成 21 年の総雨量は、平成 19 年と平成 20 年に比べ、R-1 で 837.0mm～1062.0mm、石垣島測候所では 581.0mm～641.5mm ほど少なかった。

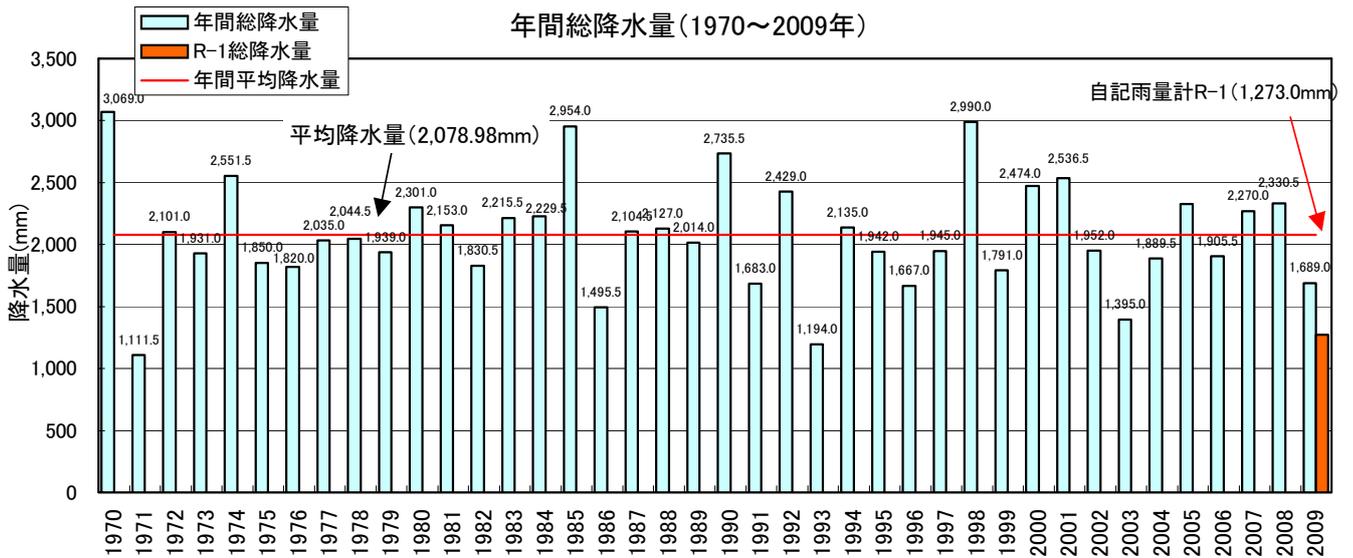


図 6.13 年間総降水量(石垣島測候所観測)

④ 地下水の水質分析

水質分析結果は図 6.14 に示すとおりである。

【浮遊物質量 SS(mg/L)】

各地点とも 2mg/L 以下であり、過年度と同様であった。

【濁度(度)】

各地点とも 0.1~0.4 度であり、過年度と同様であった。

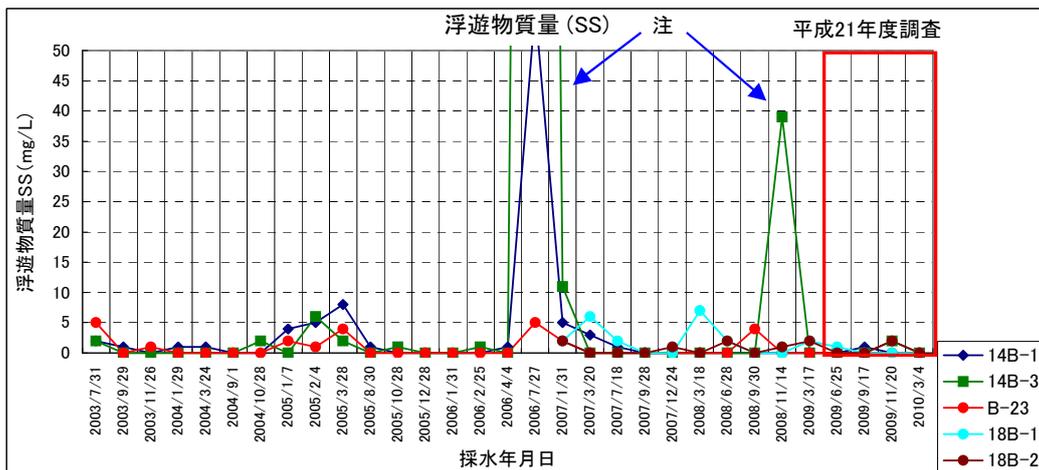
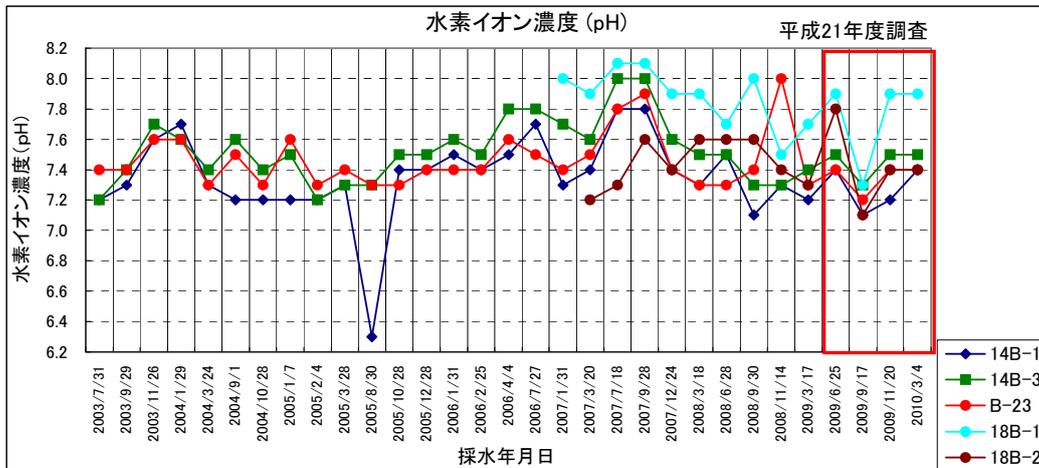
なお、平成 21 年 9 月の 18B-1 地点において、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 及び EC では、高い値が測定されているが、いずれも海水に多く含まれるイオンである。

18B-1 地点では 8 月~9 月の少雨傾向とあわせて、7 月中旬から 9 月中旬にかけての高潮位の影響により、9 月の電気伝導度は 11,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ まで上昇したと考えられ、これらイオン濃度の上昇も、同様の理由によると考えられる。

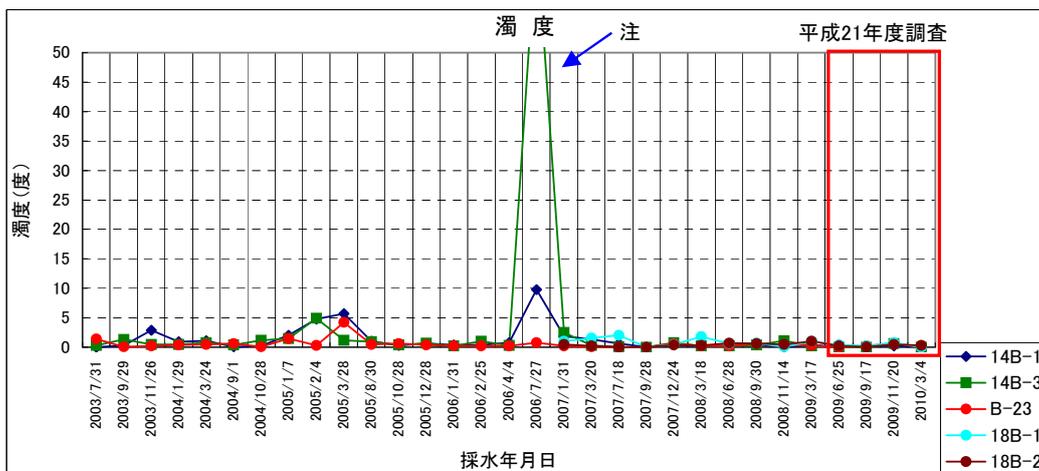
なお、このような高い値は、他の地点でも確認されているが、18B-1 地点ほど極端ではなかった。

表 6.2 地下水と海水のイオン濃度

イオン	地下水(14B-3) H21.6.25採水	海水(L-1) H16.3.24採水
Na^+ (mg/L)	21.6	10,100
Mg^{2+} (mg/L)	4.62	1,110
K^+ (mg/L)	2.11	402
Ca^{2+} (mg/L)	84.3	430
HCO_3^- (mg/L)	247	121
SO_4^- (mg/L)	11.1	2,710
Cl^- (mg/L)	49.8	19,100
EC (ms/m)	60.2	5,080



注: 試料の採水時に、観測孔周辺の砂、土等が混入した。



注: 試料の採水時に、観測孔周辺の砂、土等が混入した。

図 6.14(1) 水質分析結果 (pH、SS、濁度)

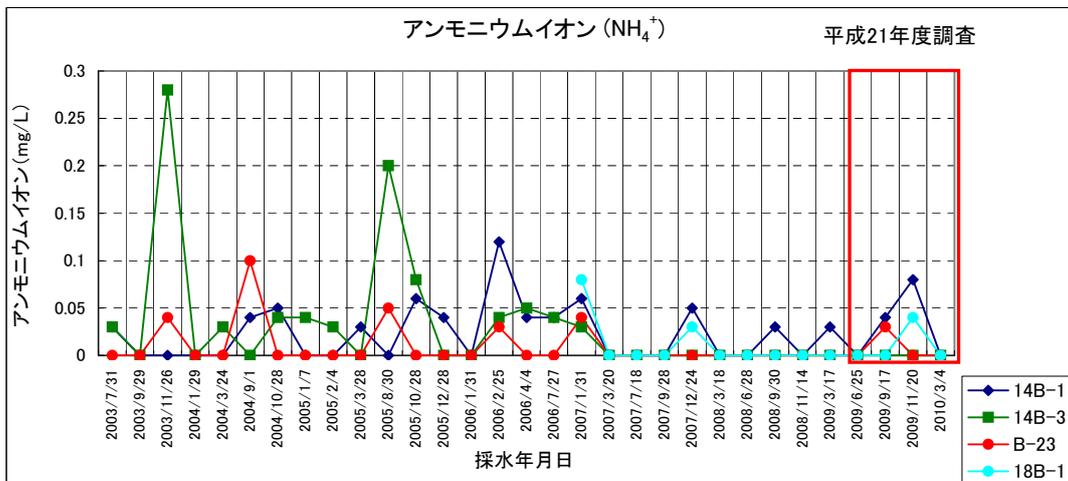
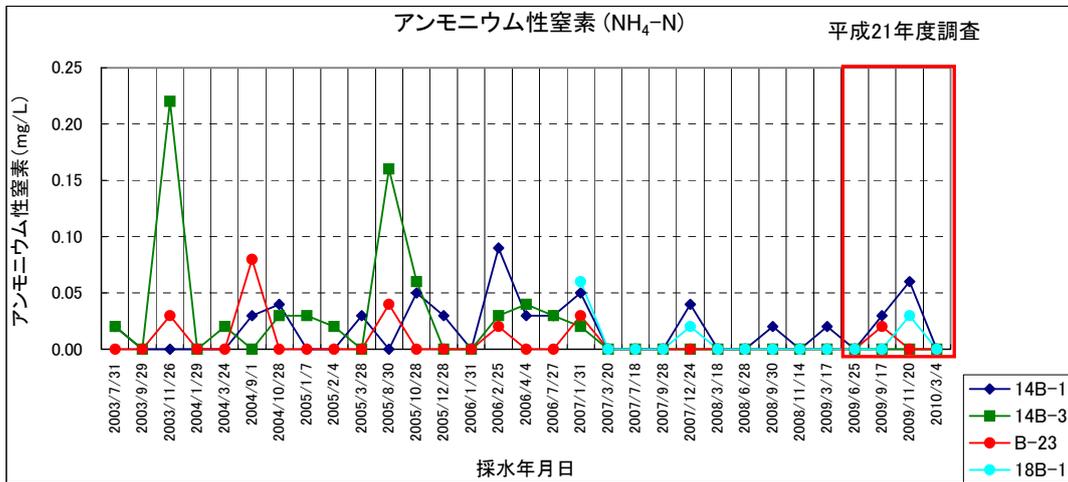
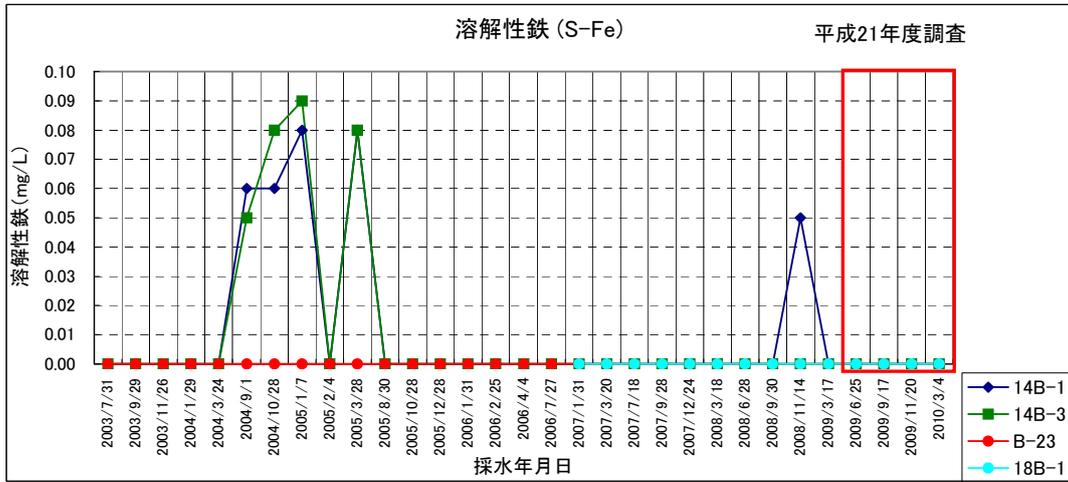


図 6.14(2) 水質分析結果 (S-Fe、NH₄-N、NH₄⁺)

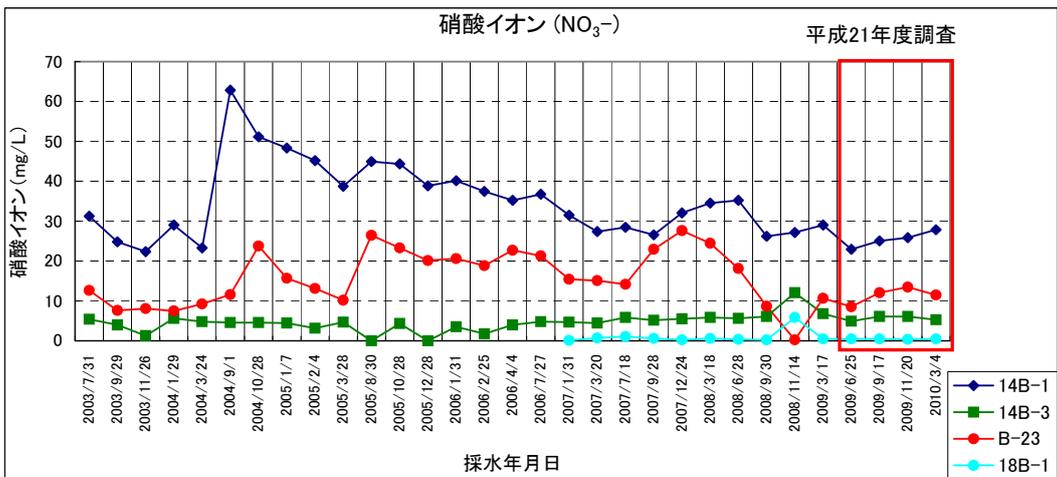
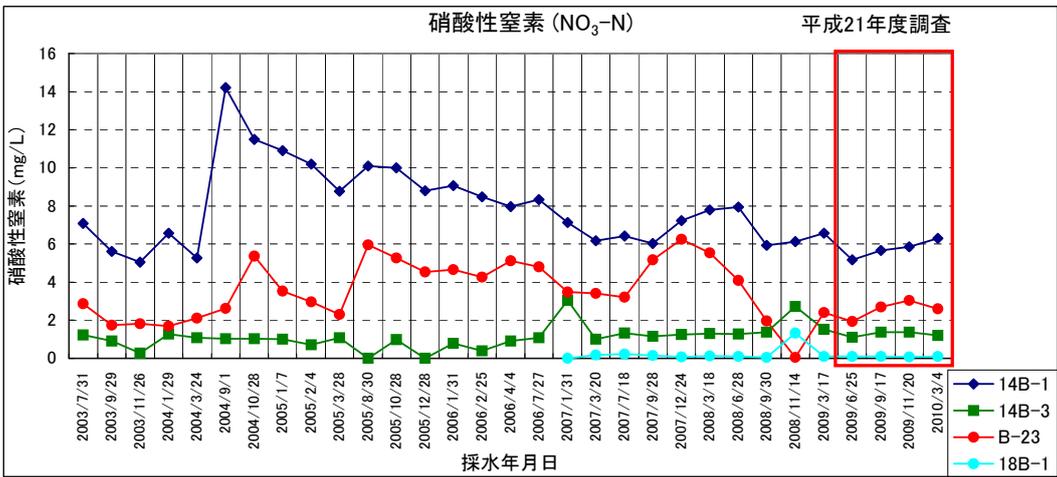
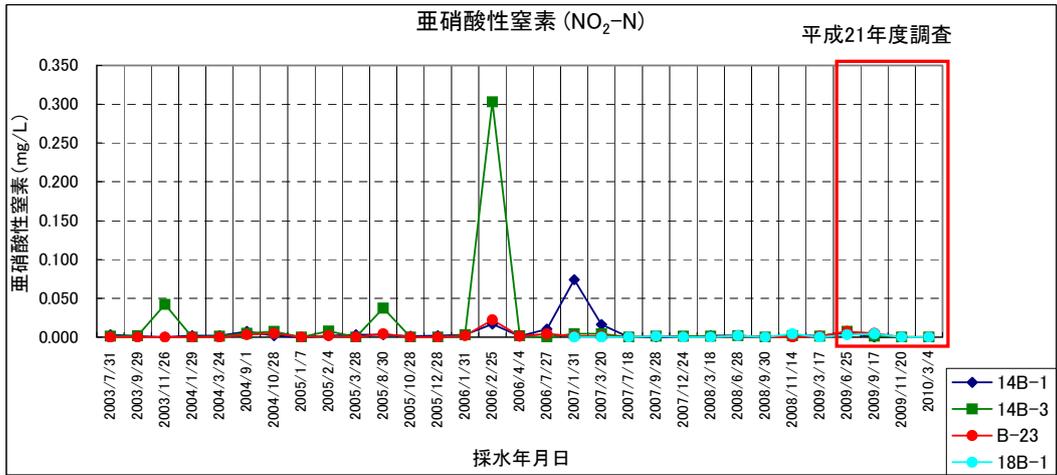


図 6.14(3) 水質分析結果 (NO₂-N、NO₃-N、NO₃⁻)

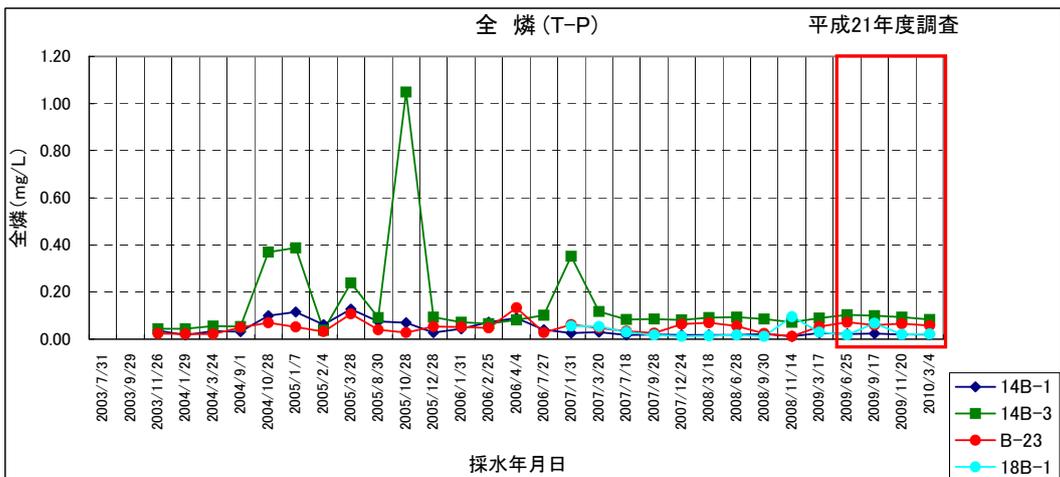
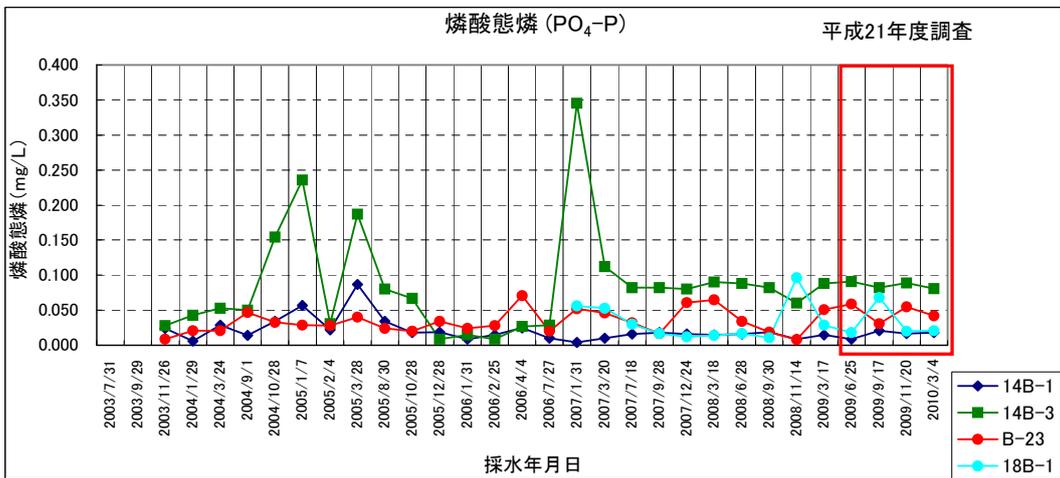
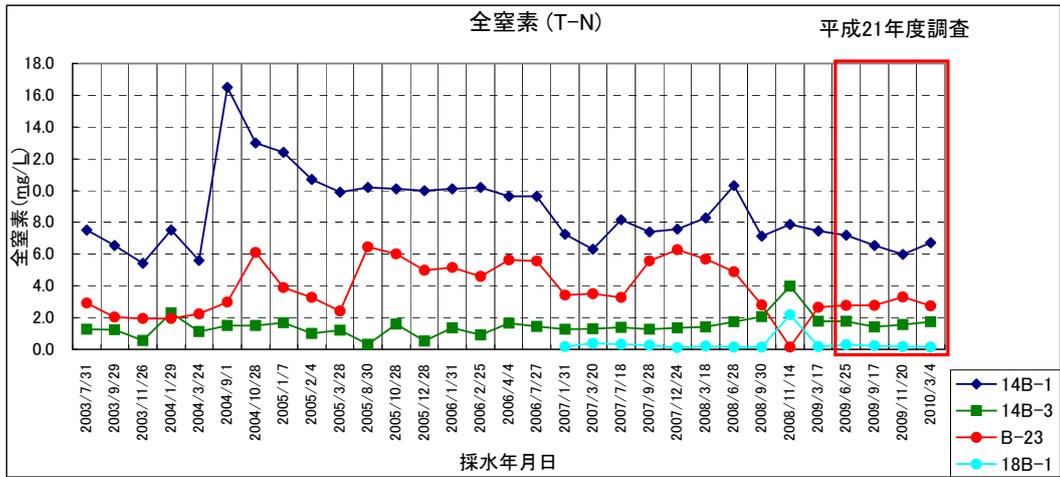
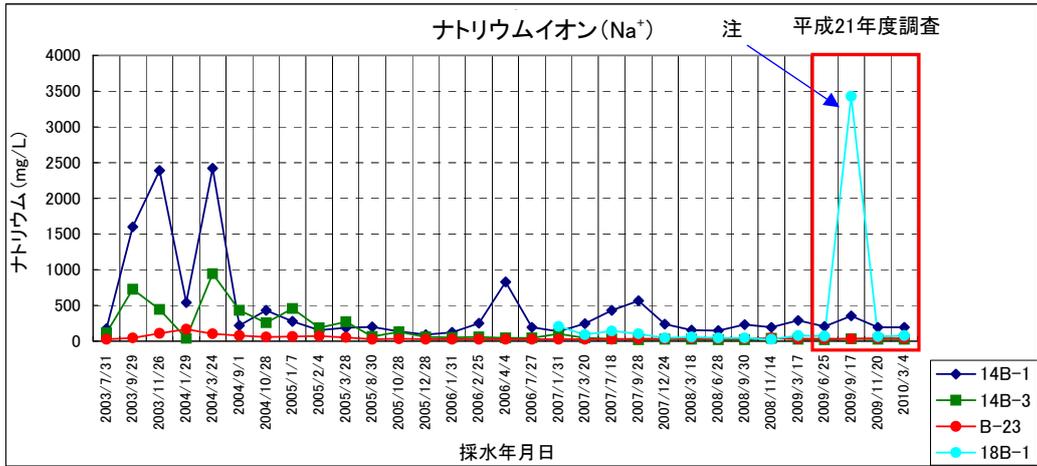
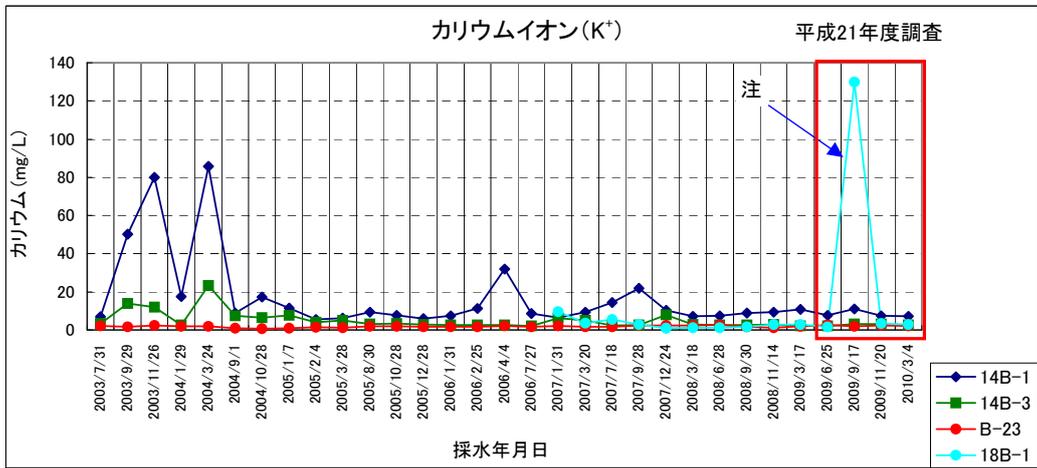


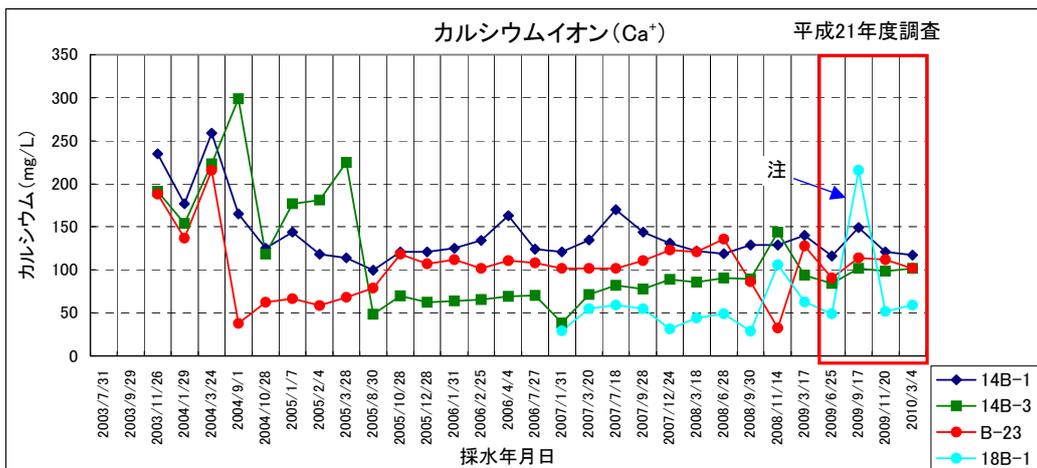
図 6.14(4) 水質分析結果 (T-N、PO₄-P、T-P)



注: 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

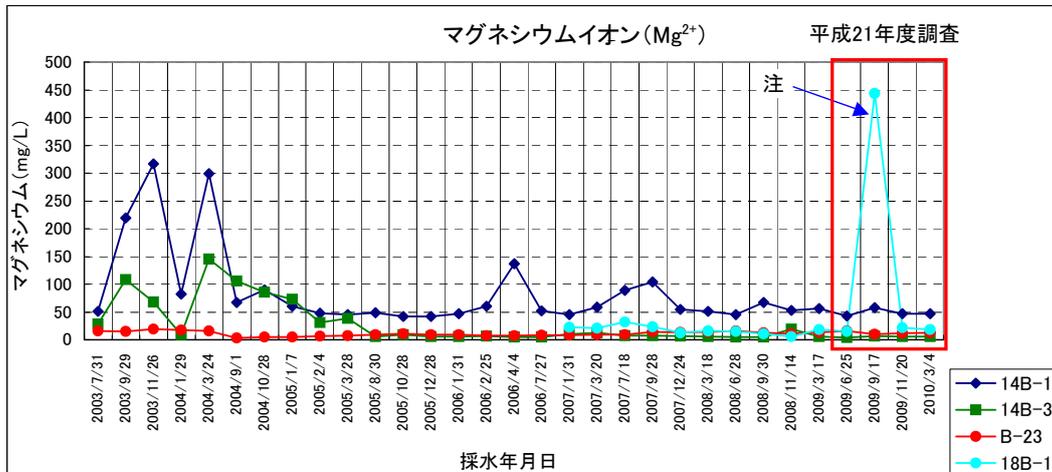


注: 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

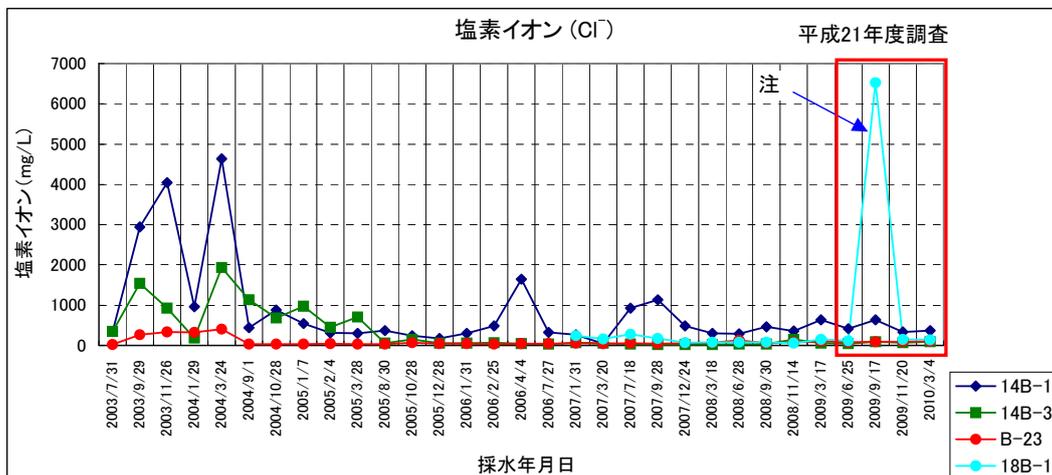


注: 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

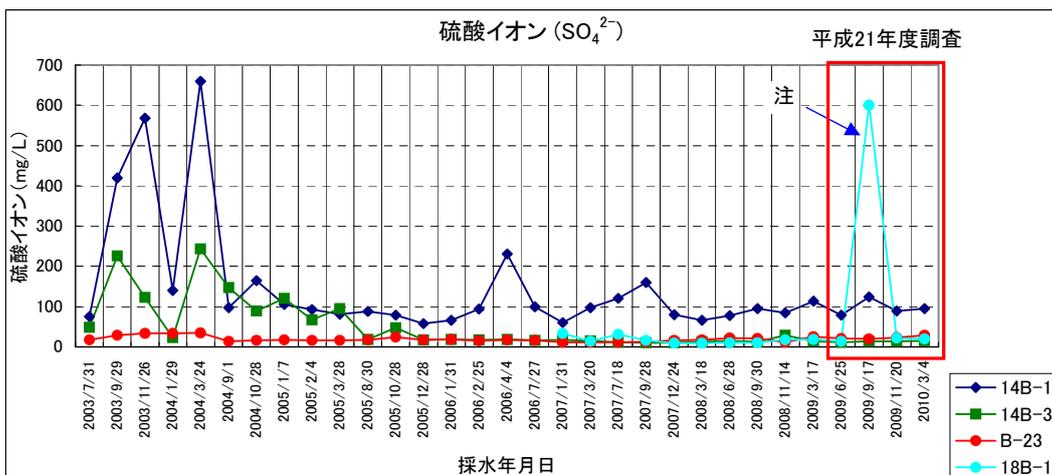
図 6.14(5) 水質分析結果 (Na⁺、K⁺、Ca²⁺)



注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

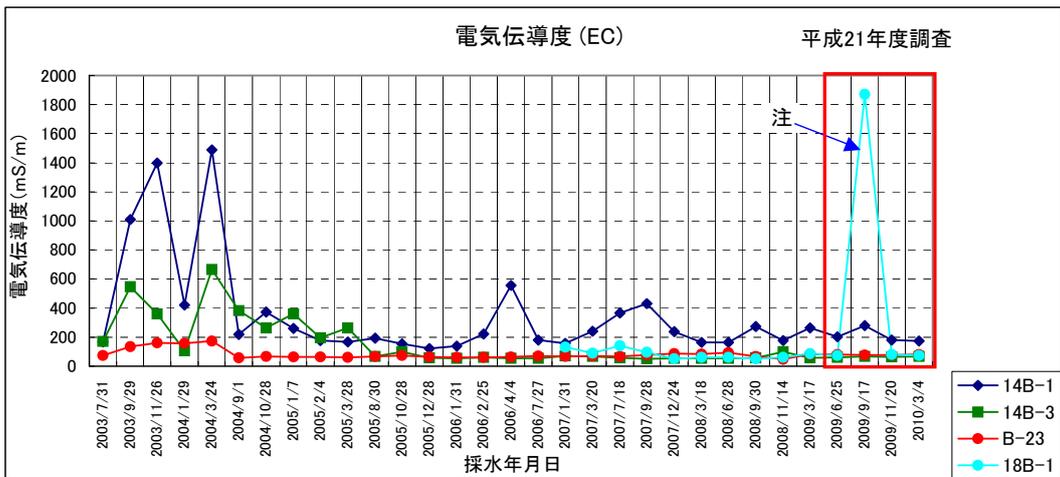
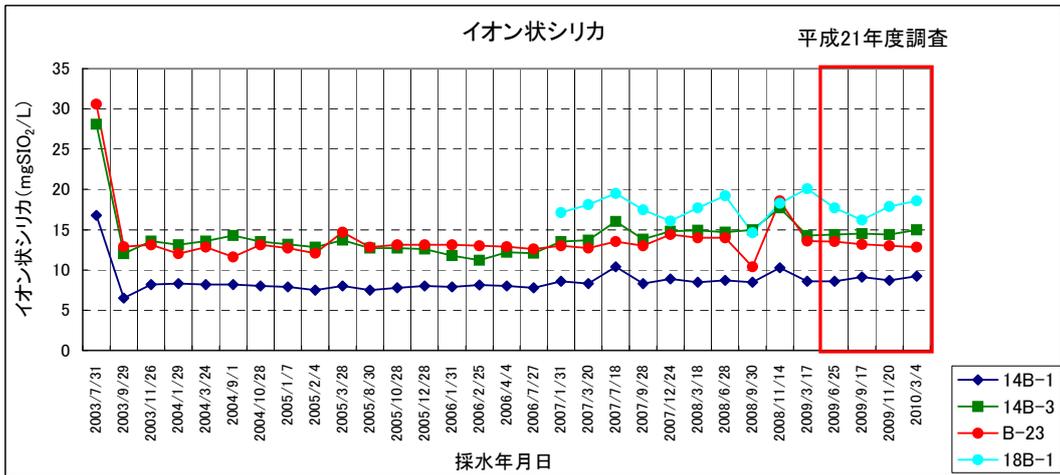
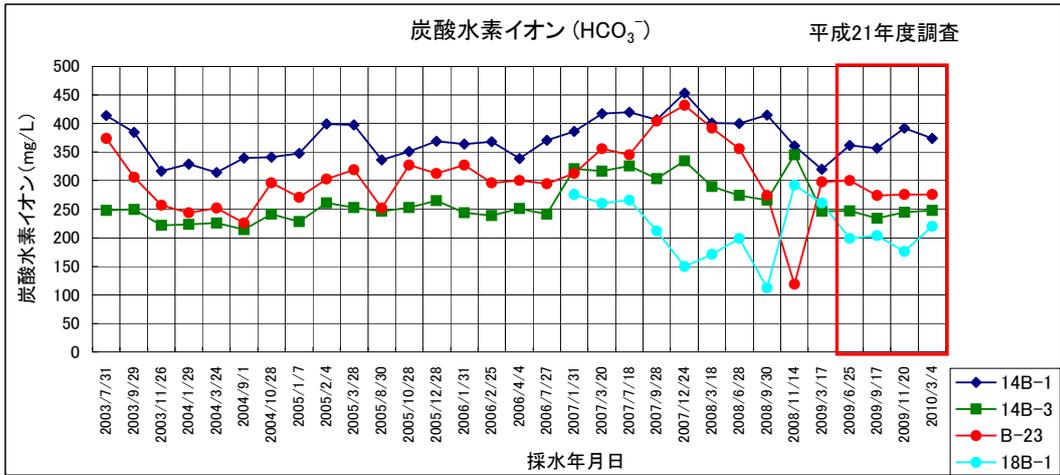


注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。



注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

図 6.14(6) 水質分析結果 (Mg^{2+} 、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-})



注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

図 6.14(7) 水質分析結果 (HCO₃⁻、イオン状シリカ、EC)

【事後調査の結果と過年度調査結果との比較検討結果】

① 地下水の水位

平成 21 年 12 月までの沿岸部の 14B-1、14B-3、B-23 地点における地下水位は、昨年に比べ、6 月まではやや低水位を示すものの、過年度の最低水位を上回っていた。

一方、内陸部の 16B-1 地点においては前年と大きな変化はなく、標高 13.5m の基盤岩上面付近を上下していた。

② 電気伝導度

電気伝導度は 18B-1 地点を除いては事前調査の範囲内で分布していた。

18B-1 地点では降水量の減少と高潮位の影響によって、8 月～10 月前半に高い電気伝導度の値が観測されていたが、降水量の増加や潮位の平準下に伴って 10 月後半以降は過年度と同様であった。

③ 雨量観測

本地域の平成 21 年 12 月までの月別降水量は、平年に比べ 6 月と 10 月を除いて少雨傾向にあった。特に 8 月と 9 月は台風の接近が少なく、平年に比べ 140～160mm ほど少なく、9 月においては前年に比べ 350～620mm ほど少なかった。

それが地下水量の減少につながり、特に地下水流域の狭い 18B-1 地点で高潮位の影響と併せて電気伝導度等を上昇させたと考えられた。

また、平成 21 年（2009 年）年間総降水量は、R-1 で 1273.05mm、石垣島測候所で 1,689mm であり、いずれも年平均降水量（2079.0mm）を大きく下回った。

④ 水質分析

18B-1 地点の海水の影響を大きく受ける項目（ Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、EC）を除いては、各地点で各項目ともほぼ事前調査と同様であり、顕著な変化は認められなかった。

7. 海域生物・海域生態系

7.1 調査項目

調査項目は以下に示すとおりである。

- ① 海域生物の生息状況とその種組成
- ② 海域生物の生息環境である SS、COD、栄養塩類、赤土等の堆積量（SPSS）等
- ③ 海と川とを行き来する魚介類調査
- ④ SS 連続観測調査
- ⑤ 沿岸域の栄養塩類等

7.2 調査時期

調査時期は以下に示すとおりである。

- ① 海域生物の生息状況とその種組成
平成 21 年 8 月 24～26 日、29～31 日
- ② 海域生物の生息環境である SS、COD、栄養塩類、赤土等の堆積量（SPSS）等
平成 21 年 6 月 25 日、平成 21 年 9 月 27 日、11 月 20 日、平成 22 年 3 月 4 日
- ③ 海と川とを行き来する魚介類調査
平成 21 年 9 月 16～18 日
- ④ SS 連続観測調査
平成 21 年 3 月～平成 22 年 3 月（連続観測）
- ⑤ 沿岸域の栄養塩類等
平成 21 年 6 月 25 日、平成 21 年 9 月 27 日、11 月 20 日、平成 22 年 3 月 4 日

7.3 調査地点

調査地点は 図 7.1 に示すとおりである。

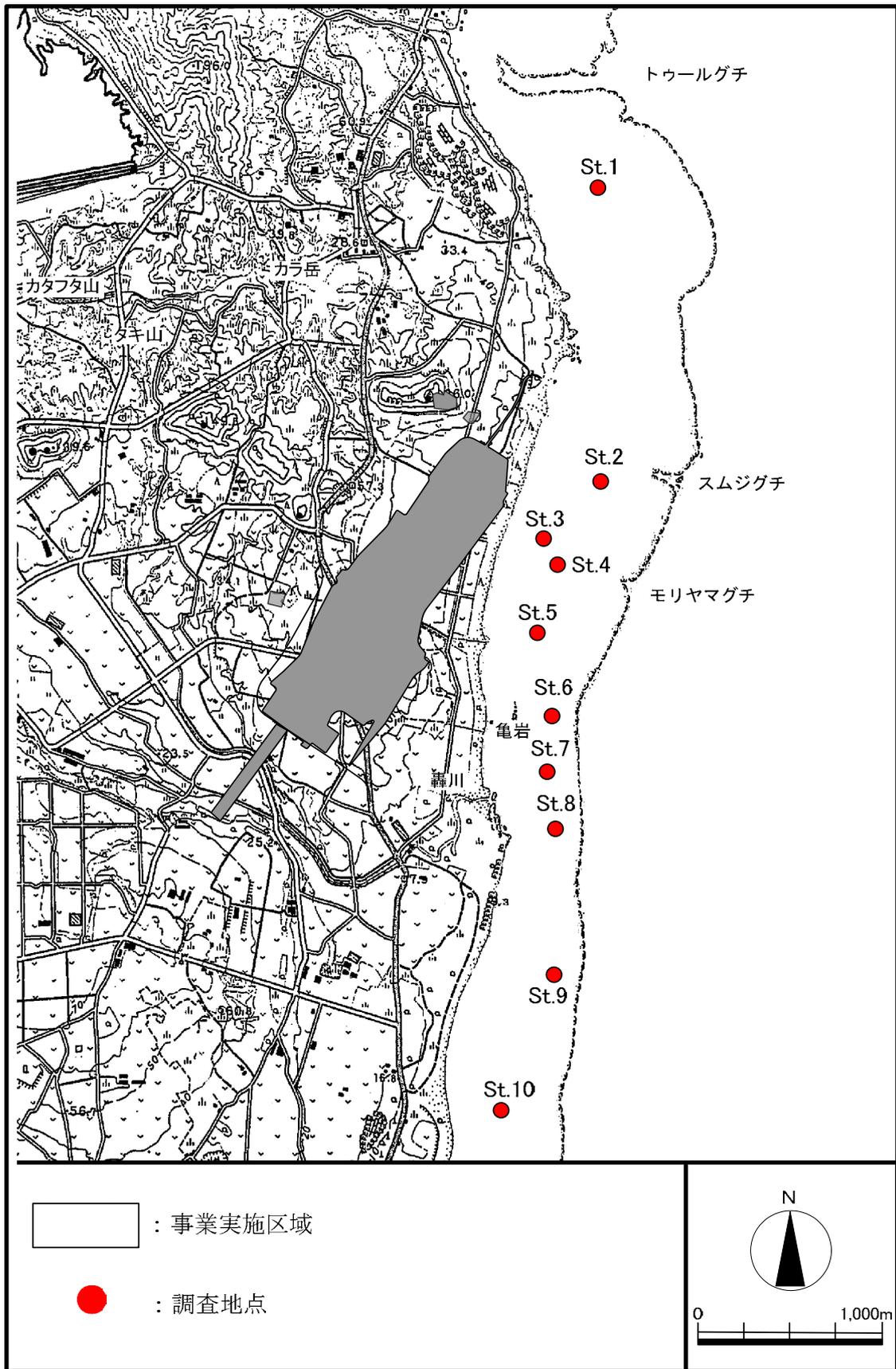


図 7.1 調査地点（海域生物の生息状況とその種組成、海域生物の生息環境）

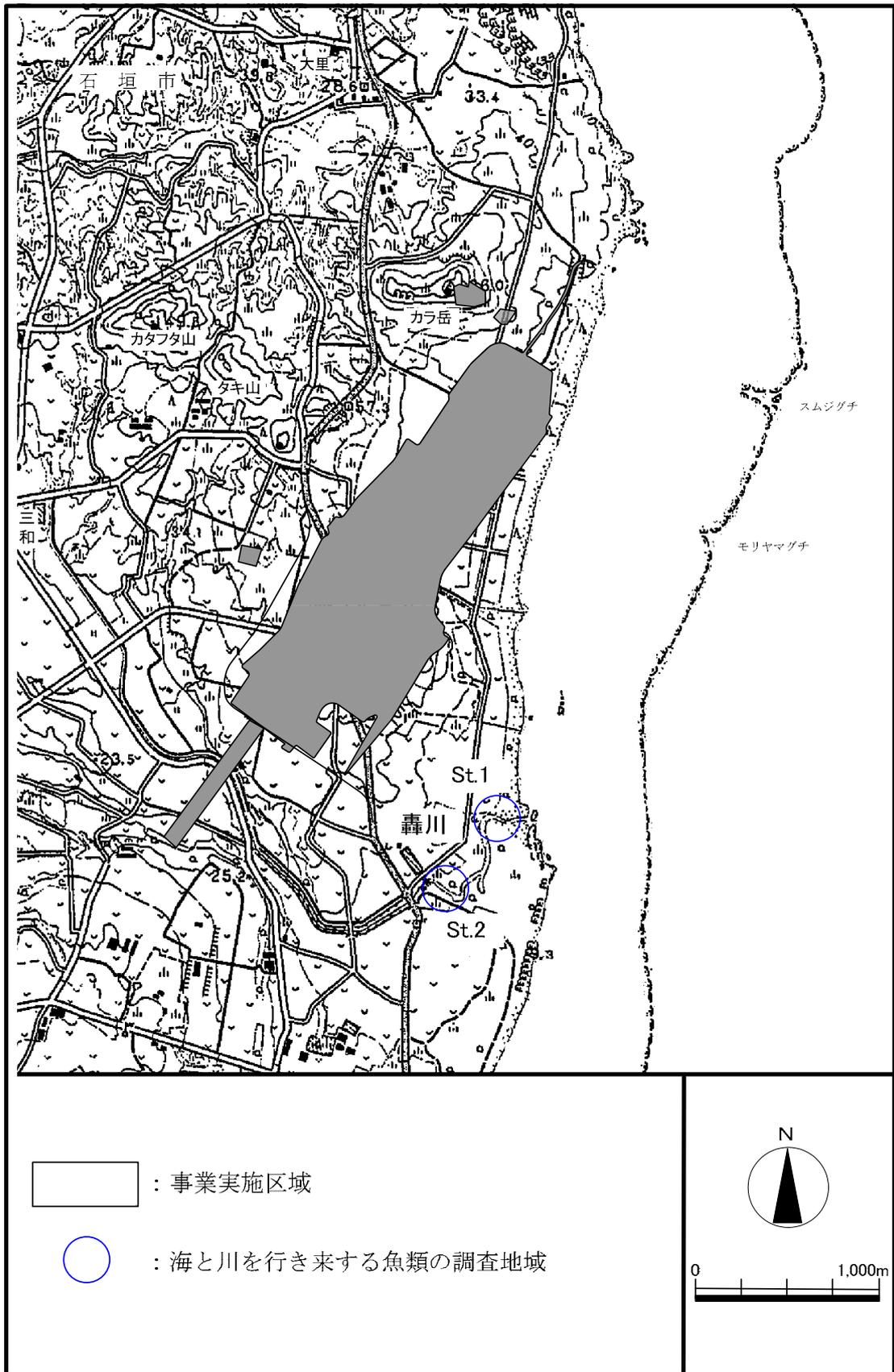


図 7.2 調査地点（海と川とを行き来する魚貝類調査）

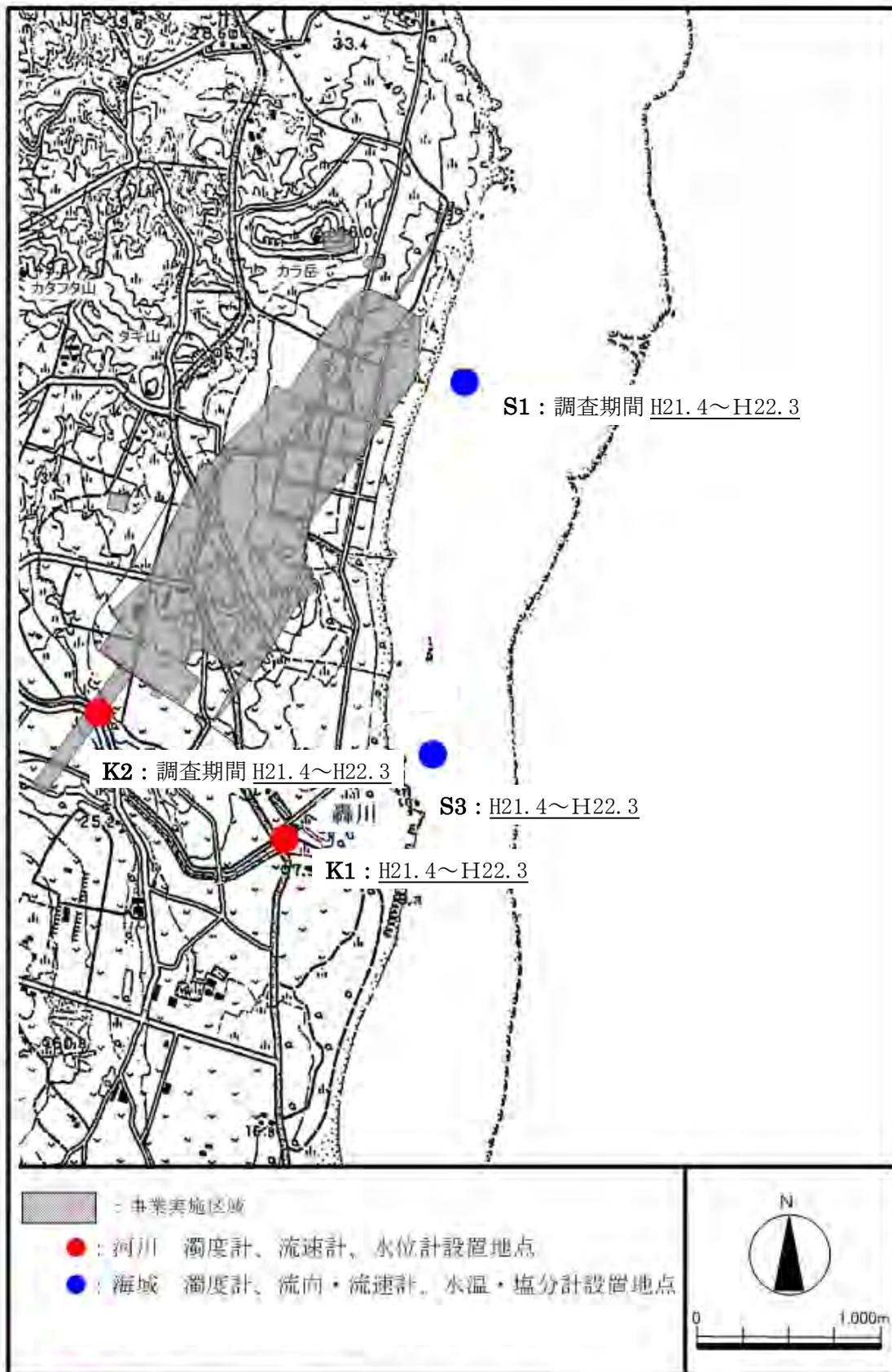


図 7.3 調査地点 (SS 連続観測調査)

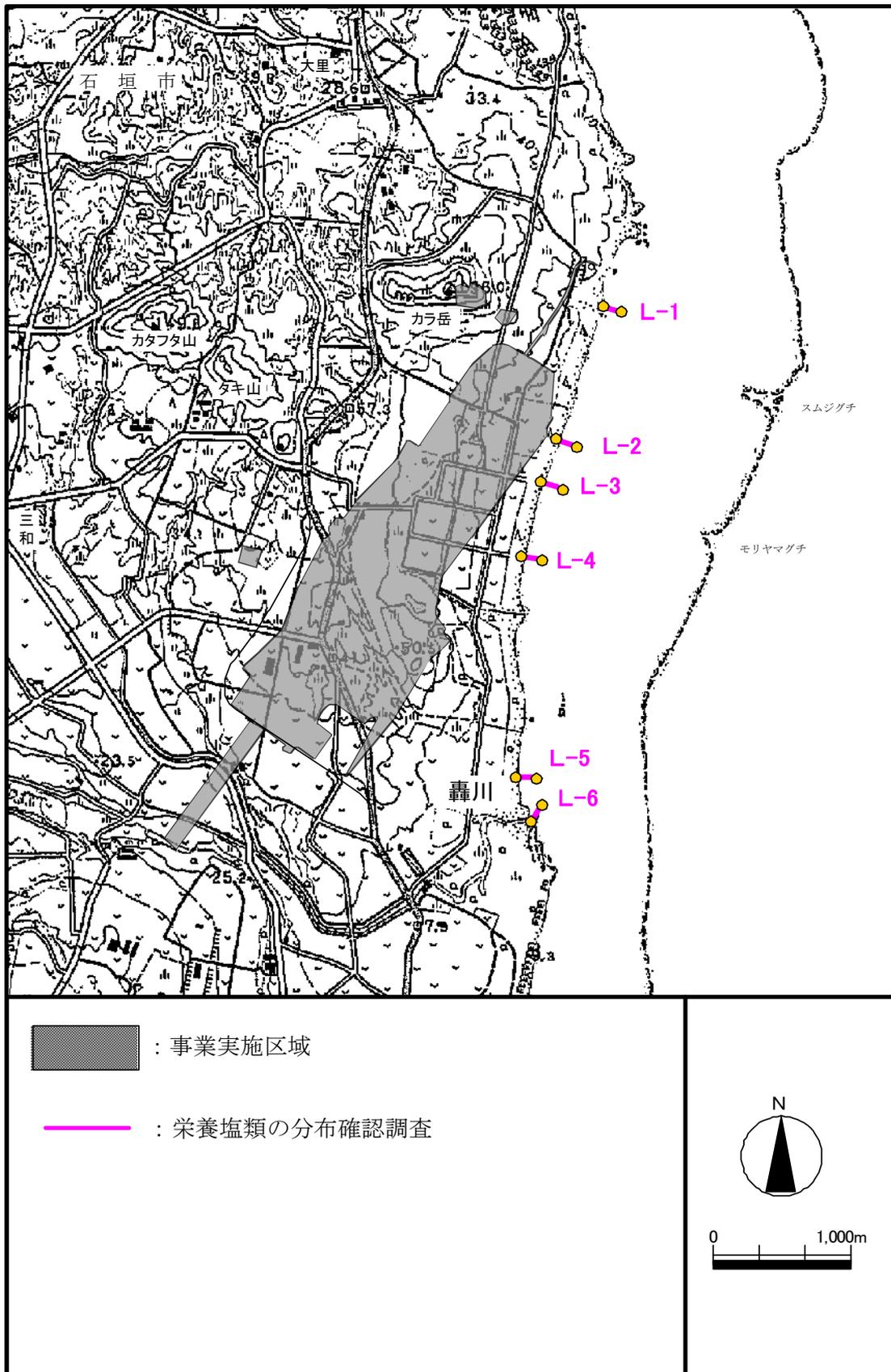


図 7.4 調査地点（沿岸域の栄養塩類等）

7.4 調査方法

項目ごとの調査方法は以下に示すとおりである。

① 海域生物の生息状況とその種組成

- ・サンゴ・藻場分布状況調査

マンタ法及び箱メガネ、目視観察により被度分布を把握し、GPSにより位置を記録し、分布図を作成した。

調査結果は、サンゴ・海藻草類の被度別に色分けを行い、調査地点図に示し、分布状況の変化の有無を把握した。

- ・サンゴ・藻場スポット調査

5 m×5 m の方形枠内におけるサンゴ、海藻草類、大型底生生物の出現種を記録し、魚類は方形枠を中心に30分間の潜水目視観察により、出現種及び概数を記録した。調査結果は、出現種リスト及び出現状況表を作成し、これまでの調査結果と比較し、出現状況の変化の有無を把握した。

② 海域生物の生息環境である SS、COD、栄養塩類、赤土等の堆積量 (SPSS) 等

- ・水質 (SS、COD、T-N、T-P)

海域生物の生息環境の変化を把握するため、水質分析を行った。分析結果は、水質の現況把握、海域生物の出現状況に変化が生じた場合の原因把握のデータとして活用を図ることとした。

- ・底質 (SPSS)

海域生物の生息環境の変化を把握するため、底質分析を行った。分析項目は、赤土等堆積状況を把握するため、SPSS (底質中懸濁物質含量) とし (下表目安)、分析結果は、底質の現況把握、海域生物の出現状況に変化が生じた場合の原因把握のデータとして活用を図ることとした。

SPSS (kg/m ³)			底質の状況、その他の参考事項
下限	ランク	上限	
	1	<0.4	定量限界以下、きわめてきれい。 白砂がひろがり生物活動はあまり見られない。
0.4 ≦	2	<1	水辺で砂をかき混ぜても懸濁物質の舞い上がりが確認しにくい。 白砂がひろがり生物活動はあまり見られない。
1 ≦	3	<5	水辺で砂をかき混ぜると懸濁物質の舞い上がりが確認できる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。
5 ≦	4	<10	見た目ではわからないが、水中で砂をかき混ぜると懸濁物質で海が濁る。 生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。
10 ≦	5a	<30	注意して見ると底質表層に懸濁物質の存在がわかる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系の上限ランク。
30 ≦	5b	<50	底質表層にホコリ状の懸濁物質がかぶさる。 透明度が悪くなりサンゴ被度に悪影響が出始める。
50 ≦	6	<200	一見して赤土の堆積がわかる。底質攪拌で赤土等が色濃く懸濁。 ランク6以上は明らかに人為的な赤土等の流出による汚染があると判断。
200 ≦	7	<400	干潟では靴底の様子がわかり、赤土等の堆積が著しいがまだ砂を確認できる。 樹枝状ミドリイシ類の大きな群体は見られず、塊状サンゴの出現割合増加。
400 ≦	8		立つと足がめり込む。見た目は泥そのもので砂を確認できない。 赤土汚染耐性のある塊状サンゴが砂漠のサボテンのように点在。

③ 海と川とを行き来する魚介類

調査方法は、泥底や礫間に生息している回遊性魚介類の採集（刺し網、タモ網等）及び潜水目視観察による定性調査とした。また、試料は、原則として、現地での同定、計測及び写真撮影を行い、放流した。

④ SS 連続観測調査

第3回 新石垣空港事後調査委員会（平成20年8月7日）において、「荒天時の轟川から海域への濁りの拡散状況の把握及び災害時に備えた現況を把握する必要がある」との指導・助言を踏まえ、「SS（浮遊物質）連続観測」の調査を実施した。

調査地点は、平成20年10月より12月までは海域3地点（S1, S2, S3）、轟川1地点（R1）とした。平成20年12月までの調査結果より、調査地点S3の海域の流れの状況等から、S2における濁りの拡散状況を予測し得ると判断し、S2における観測を終了した。

平成21年1月からは、工事の進捗状況に合わせ、轟川の調査地点（R2）での観測を開始し、平成21年1月より海域2地点（S1、S3）、轟川2地点（R1, R2）で調査を実施した。

表 7.1 各調査地点の観測項目及び使用機器

調査地点		濁度	水位	流速	塩分
轟川	K1	infinity-Turbi		infinity-EM	—
	K2	compact-CLW	MDSmkV/D	compact-EM	—
海域	S1	infinity-Turbi		infinity-EM	compact-CT
	S3	infinity-Turbi		infinity-EM	compact-CTW

注) 機器はいずれも JFE アドバンテック(株)社製

⑤ 沿岸域の栄養塩類等

海域生物の生息環境を陸域からの負荷を含めて把握するため、栄養塩類のライン調査を実施した。採水器により表層で採水し、分析項目は、COD、SS、塩分、全窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、全りん、シリカ (SiO₂) とした (表 7.2)。

調査時期は、「海域生物の生息環境である SS、栄養塩類、赤土等の堆積量 (SPSS) 等調査」と同時期とし、調査地点は、轟川河口の 1 ライン 2 点 (0m、100m) 及び地下水調査地点の延長線上沖合の 5 ライン 2 点 (0m、100m) の合計 12 点とした。

なお、調査時期・回数に関し、第 3 回 新石垣空港事後調査委員会 (平成 20 年 8 月 7 日) において、「年間を通して、濁水や栄養塩類の流出がないことを把握する必要がある」との指導・助言を踏まえ、「地下水の水質」及び「海域生物の生息環境である SS、COD、栄養塩類、赤土等の堆積量 (SPSS) 等」の実施時期に合わせ、4 回/年の調査を実施した。

表 7.2 分析項目及び分析方法 (沿岸域の栄養塩類)

項目	分析方法
COD (酸性法)	JIS K 0102 17
SS	環境省告示第 59 号付表 8
塩分 (サリノメーター)	海洋観測指針 (1999 年版) 第 1 部 5.3
全窒素 (T-N)	JIS K 0102 45.4
硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2.1
亜硝酸性窒素	JIS K 0102 43.1
全りん (T-P)	JIS K 0102 46.3.1
シリカ (SiO ₂)	JIS K 0101 44.3.1

7.5 調査結果

① 海域生物の生息状況とその種組成

ア) サンゴ・藻場分布状況調査

【サンゴ分布】

平成 18～20 年度のサンゴ類の分布状況及び調査結果は図 7.5、表 7.3 に示すとおりである。サンゴ分布調査範囲は、事業実施区域を中心として便宜的に下記の 3 区分として検討した。さらに各区域内で、白化前の平成 18 年度に比べて被度の低下が認められる位置の場所 (St. a～h) において、白化・死滅状況を確認した。

区域Ⅰ：調査海域の北側（トゥールグチからカラ岳前面までの海域）

区域Ⅱ：事業実施区域前面海域

区域Ⅲ：調査海域の南側（轟川より南側の調査海域）

海域全体では、平成 19 年の白化後、平成 20 年度には 30～50%の高被度のサンゴ類生息範囲は消滅しており、比較的高水温耐性のあるユビエダハマサンゴも白化後死滅が観察され、サンゴ類の生育状況は悪化した。一方、ハマサンゴ類（塊状）は、平成 19 年の白化後、平成 20 年、平成 21 年には回復した群体が観察された。

区域Ⅰは、ユビエダハマサンゴとハマサンゴ属（塊状）が主な出現種であり、サンゴ類の被度は 20%と高かった。(St. a, b)。

区域Ⅱは、St. c、d、e では、コモンサンゴ属（枝状）やハマサンゴ属（塊状）等が主な出現種であった。サンゴ類の被度は、St. c と d では 1%未満と低かったが、St. e では 25%と高かった。

区域Ⅲは、St. f ではハマサンゴ属（塊状）とノウサンゴ属、St. g ではハマサンゴ属（塊状）とミドリイシ属（枝状）等、St. h ではアオサンゴやユビエダハマサンゴが主な出現種であった。サンゴ類の被度は、St. f では 5%未満と低かったが、St. g では 15%、St. h では 20%と高かった。

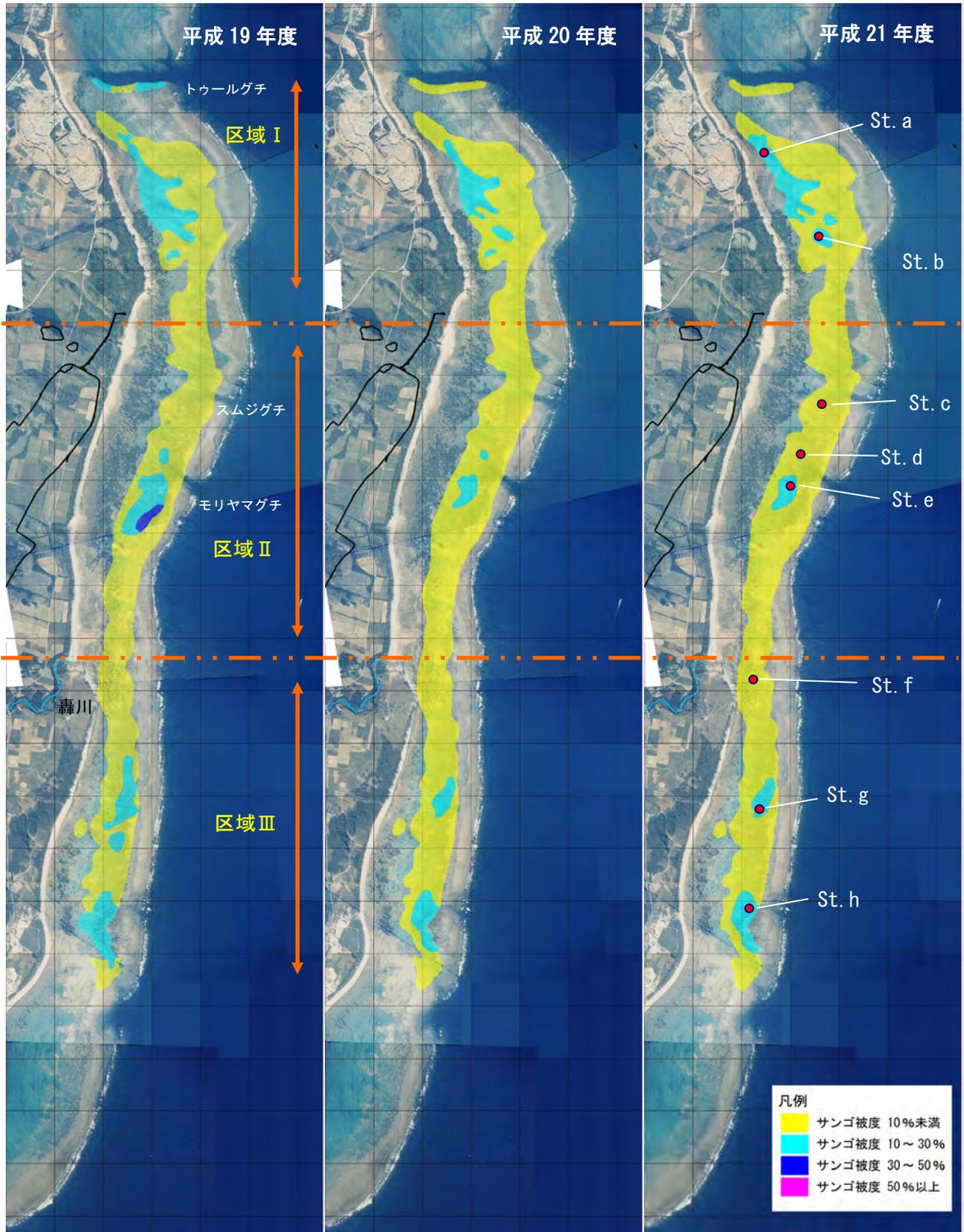


図 7.5 サンゴ類の調査位置及び分布状況（平成 19 年～平成 21 年）

表 7.3 サンゴ類の分布状況調査結果

調査期日：平成21年8月24～26日

調査位置		主な出現種	生存被度 (%)		白化 (%)
区域 I	St. a	ユビエダハマサンゴ	15	20	<1
		ハマサンゴ属 (塊状)	5		
	St. b	ユビエダハマサンゴ	15	20	<1
		ハマサンゴ属 (塊状)	<5		
区域 II	St. c	コモンサンゴ属 (枝状)	<1	<1	<1
		ハマサンゴ属 (塊状)	<1		
	St. d	コモンサンゴ属 (枝状)	<1	<1	<1
		ハマサンゴ属 (塊状)	<1		
		シコロサンゴ属	<1		
		ノウサンゴ属	<1		
	St. e	コモンサンゴ属 (枝状)	15	25	<1
		ハマサンゴ属 (塊状)	5		
		ハマサンゴ属 (枝状)	<1		
		アミメサンゴ属	<1		
シコロサンゴ属		<1			
ノウサンゴ属		<1			
区域 III	St. f	ハマサンゴ属 (塊状)	<5	<5	<1
		ノウサンゴ属	<1		
	St. g	コモンサンゴ属 (枝状)	<5	15	<1
		ミドリイシ属 (枝状)	5		
		ハマサンゴ属 (塊状)	10		
		ハマサンゴ属 (枝状)	<5		
		シコロサンゴ属	<5		
		アナサンゴモドキ属	<5		
	St. h	ユビエダハマサンゴ	5	20	<1
		アオサンゴ	15		

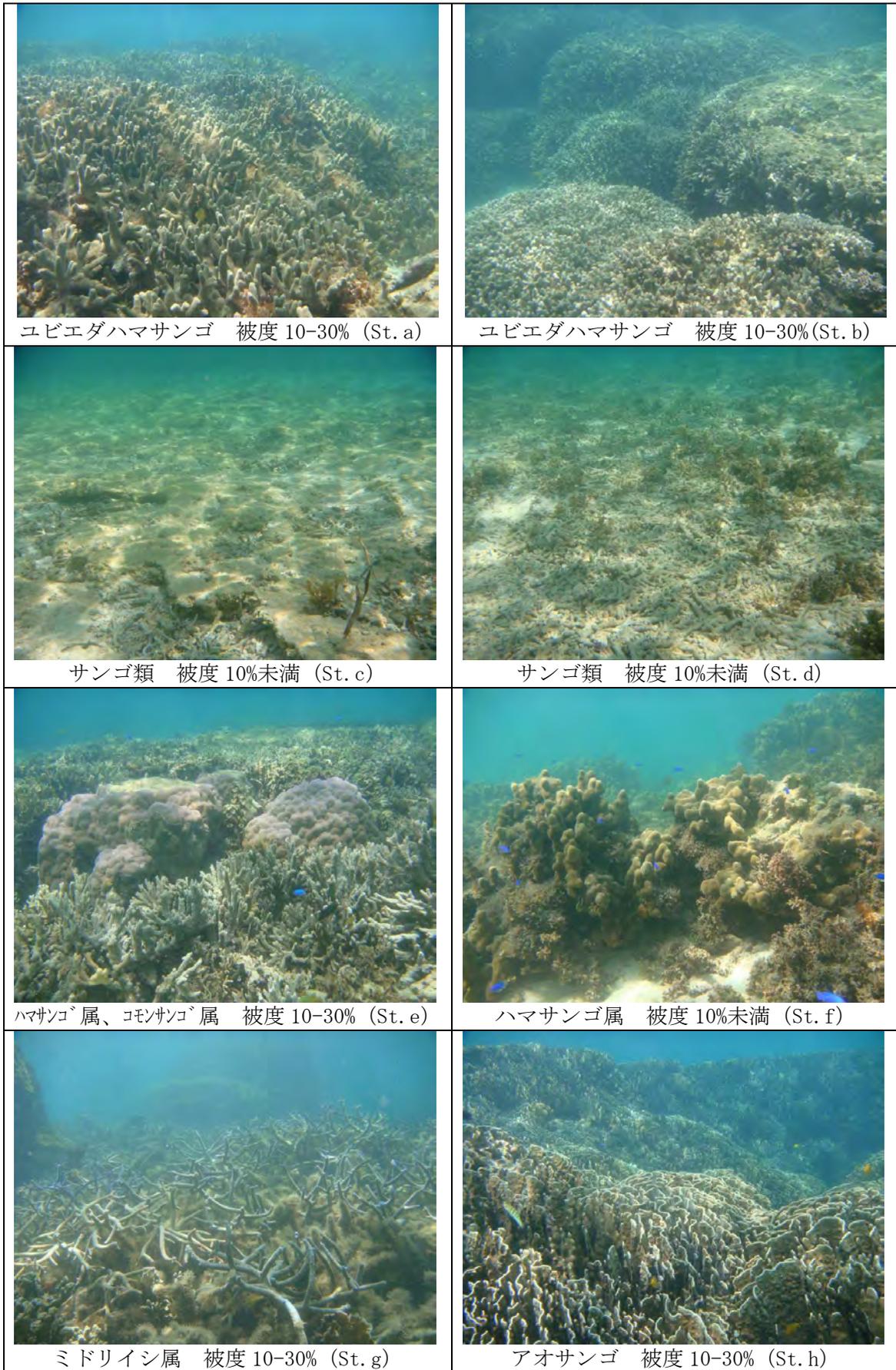


図 7.6 サンゴ類の生息状況

【藻場分布】

平成平成 19～21 年度の藻場の分布状況及び調査結果は 図 7.7、表 7.4 に示すとおりである。藻場については、海岸沿いの礁池に広く海草藻場が分布し、主な構成種は、ベニアマモ、リュウキュウアマモ、ボウバアマモ、マツバウミジグサ、ウミジグサ、ウミヒルモ、リュウキュウスガモであった。

礁池内沖側の岩盤には、ヤバネモク、ヒメハモク、タマキレバモク、ホンダワラ属を主な構成種とするホンダワラ藻場が分布した。ホンダワラ藻場の被度が 50%以上であったのは調査海域北側の礁縁内側(St. D)、30～50%であったのは調査海域北側の礁縁内側(St. B)、10～30%であったのは轟川河口沖(St. G)であった。調査海域南側の礁縁内側(St. I、St. J)では発達したホンダワラ藻場はみられず、ホンダワラ属、ヒメハモク、ヤバネモクの被度は 10%未満であった。

表 7.4 藻場分布状況調査結果

調査期日：平成21年8月24～26日

調査地点 項目		St. A	St. B	St. C	St. D	St. E	St. F	St. G	St. H	St. I	St. J
		海草	ホンダワラ	海草	ホンダワラ	海草	海草	ホンダワラ	海草	ホンダワラ	ホンダワラ
主な構成種	ヤバネモク		+				+	+		<1	<1
	ヒメハモク									<5	
	タマキレバモク							+			
	ホンダワラ属		45		70			25		<1	<1
	ベニアマモ	5		15			15		10		
	リュウキュウアマモ	10		15		30	5		+		
	ボウバアマモ	+		+		+	+				
	マツバウミジグサ								+		
	ウミジグサ	+		+		+	5		5		
	ウミヒルモ					+	+		+		
リュウキュウスガモ	15		10		10	10	+	25		+	
被度		35	45	40	70	45	40	25	40	<10	<10

注) 1. +は被度5%未満を示す。
2. 被度は5%単位で示す。

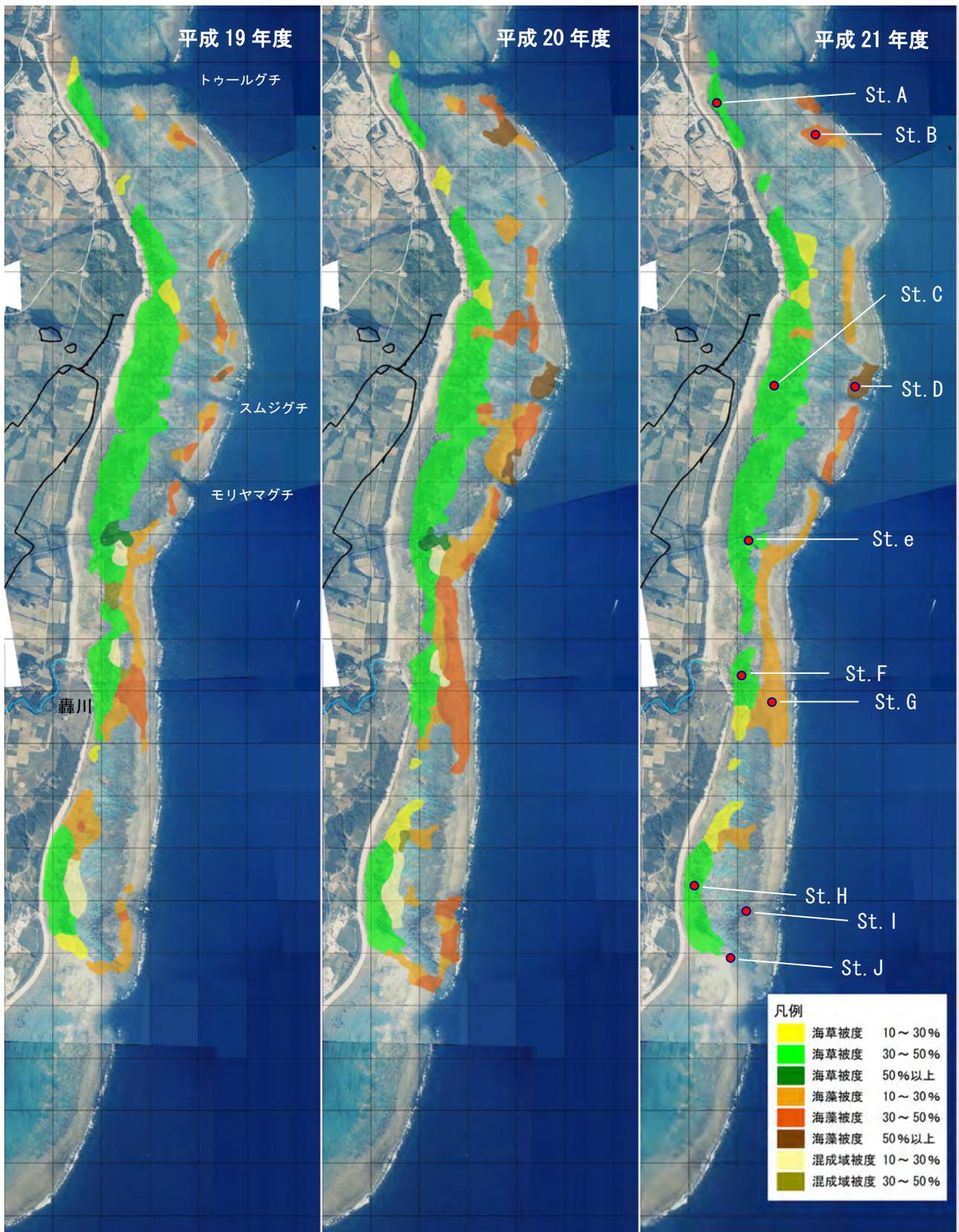


図 7.7 藻場の調査位置及び分布状況（平成 19 年～平成 21 年）

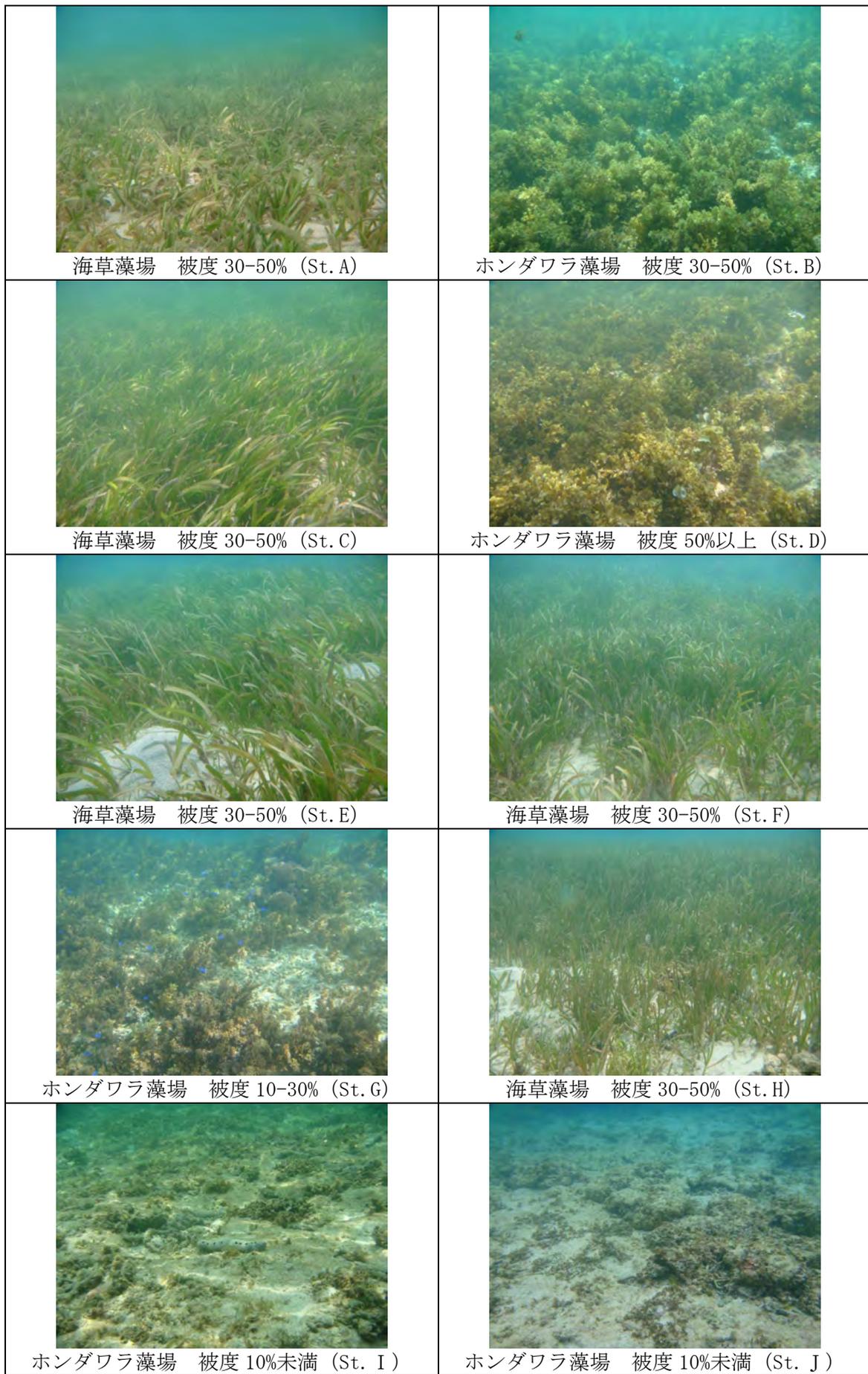


図 7.8 藻場状況

イ) サンゴ・藻場スポット調査

【サンゴ類スポット調査】

平成 21 年度夏季における生存被度は、St. 1, St. 4, St. 7, St. 10 でそれぞれ 15%, 35%, 20%, 10%と比較的高く、これら以外の地点の被度は 5%未満と低かった。

出現種数は海域全体で 41 種であり、主な出現種は、調査海域北側に位置する St. 1 でユビエダハマサンゴ、モリヤマグチ周辺の St. 4 でコモンサンゴ属（枝状）、轟川前面海域の St. 7 でハマサンゴ属（塊状）、調査海域南側の St. 10 でアオサンゴとユビエダハマサンゴ（枝状）であった。

本調査海域では、平成 19 年夏季にサンゴ類の顕著な白化現象が確認され、生存サンゴに占める白化サンゴの割合は 10～90%であったが、平成 20 年夏季調査時に確認された白化サンゴは 10%以下であり、平成 21 年夏季調査時には白化は確認されなかった。

平成 19 年夏季の白化後、サンゴ類の死亡により、出現種数が半数程度に減少した地点が見られた。特に種数の減少が目立ったのは白化に耐性の低いとされるミドリイシ属であった。平成 20 年夏季から 21 年夏季の間は、ほとんど変化はみられなかった。

表 7.5 サンゴ類調査結果

調査地点		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	5'	9'
生サンゴ被度(%)	平成19年度	15	+	+	40	+	+	20	+	+	10	+	15
	平成20年度	15	0	0	30	+	+	20	+	+	10	+	10
	平成21年度	15	0	0	35	+	+	20	+	+	10	+	+
死サンゴ被度(%)	平成19年度	5	+	0	5	+	+	+	+	10	+	+	+
	平成20年度	+	0	0	10	+	+	+	+	+	+	+	5
	平成21年度	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
白化サンゴの割合(%)	平成19年度	85	20	0	10	90	30	60	60	80	40	70	15
	平成20年度	0	0	0	+	0	0	0	+	0	0	0	10
	平成21年度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
出現種数	平成19年度	19	2	1	26	7	1	21	6	13	7	10	10
	平成20年度	7	0	0	14	4	4	22	4	5	4	16	5
	平成21年度	7	0	0	15	7	4	21	5	6	4	16	6

注1) 被度は5%単位で示す。

注2) +は5%未満を示す。

注3) 白化サンゴの割合は、生サンゴのうち白化サンゴの占める割合を示す。

【海藻草類スポット調査】

各地点における出現種数は 9～48 種であり、全 12 地点における出現種数は 81 種であった。出現種数が最も少ないのは、海草藻場の St. 3 であった。最も多いのはホンダワラ藻場の St. 8 であり、全体被度は 10～80%であり、優占する種類は、アミジグサ属、無節サンゴモ類、コケイバラ等であった。

地点別にみると、St. 3 の藻場被度は 50%であり、ベニアマモ、リュウキュウアマモ、リュウキュウスガモが優占する海草藻場が観察された。St. 6 及び St. 8 の藻場被度は、それぞれ 35%, 30%であり、いずれもホンダワラ属が優占するガラモ場であった。

ウ) 海域生態系（サンゴ礁生態系）としての経年変化

St. 3、St. 6、St. 8は藻場を基盤として、その他の調査地点は主にサンゴ類を基盤として、魚類や大型底生動物が生息している。これらの出現種、個体数、主な出現種について、藻場、サンゴ類の経年的変化は図 7.9 に示すとおりである。

平成 20 年には、平成 19 年の白化後に死滅したサンゴ類が多くみられ、特に、被度に反映されないこぶし大から人頭大の小さな群体の種が多かった。被度の比較的高いユビエダハマサンゴやハマサンゴ（塊状）等は顕著な減少はみられず、白化耐性のあるハマサンゴ類、アオサンゴ等は生残した。また、平成 21 年度調査では、サンゴ類に回復傾向がみられた。

平成 18 年以降、基盤環境としてのサンゴ類が著しく減少した調査地点は、St. 2、5、9 であり、影響が小さかった St. 1、4、10 においても、生物の多様性は低下していた。これらは白化による死滅が主な原因であり、白化耐性のあるアオサンゴや濁り耐性のあるハマサンゴ属（塊状）を除けば、外海に通じる水路付近（St. 1、4）で、コモンサンゴ属（枝状）、ミドリイシ属、ハマサンゴ属（塊状、枝状）が生残している状況であった。

海藻草類については、サンゴ類の死滅に伴う基盤環境の変化により、無節サンゴモ類の生育等の遷移がみられるが、海草藻場基盤である St. 3、ホンダワラ・海草類混生藻場基盤の St. 6、ホンダワラ藻場基盤の St. 8 での基盤環境に顕著な変化はみられず、生態系構成要素の魚類や大型底生動物にも変化はみられなかった。また、サンゴ類基盤である St. 2、5、9 では、平成 19 年の白化後、無節サンゴモ類等の藻類が増加したが、平成 21 年度は、これらの藻類の被度がやや減少した。また、一部の地点では、ホンダワラ類の被度の減少がみられた。

調査結果より、事業実施による環境影響は認められなかったものの、当該海域のサンゴ類は、過年度における白化現象や台風の波浪により減少した。平成 20 年度に露出した岩盤に増加した海藻類は、平成 21 年度には減少した。自然変動による環境変化が大きいことから、今後もモニタリングを継続し、サンゴ類、海藻草類の基盤環境等の変化に伴う魚類相や大型底生生物相の変遷の把握は重要である。

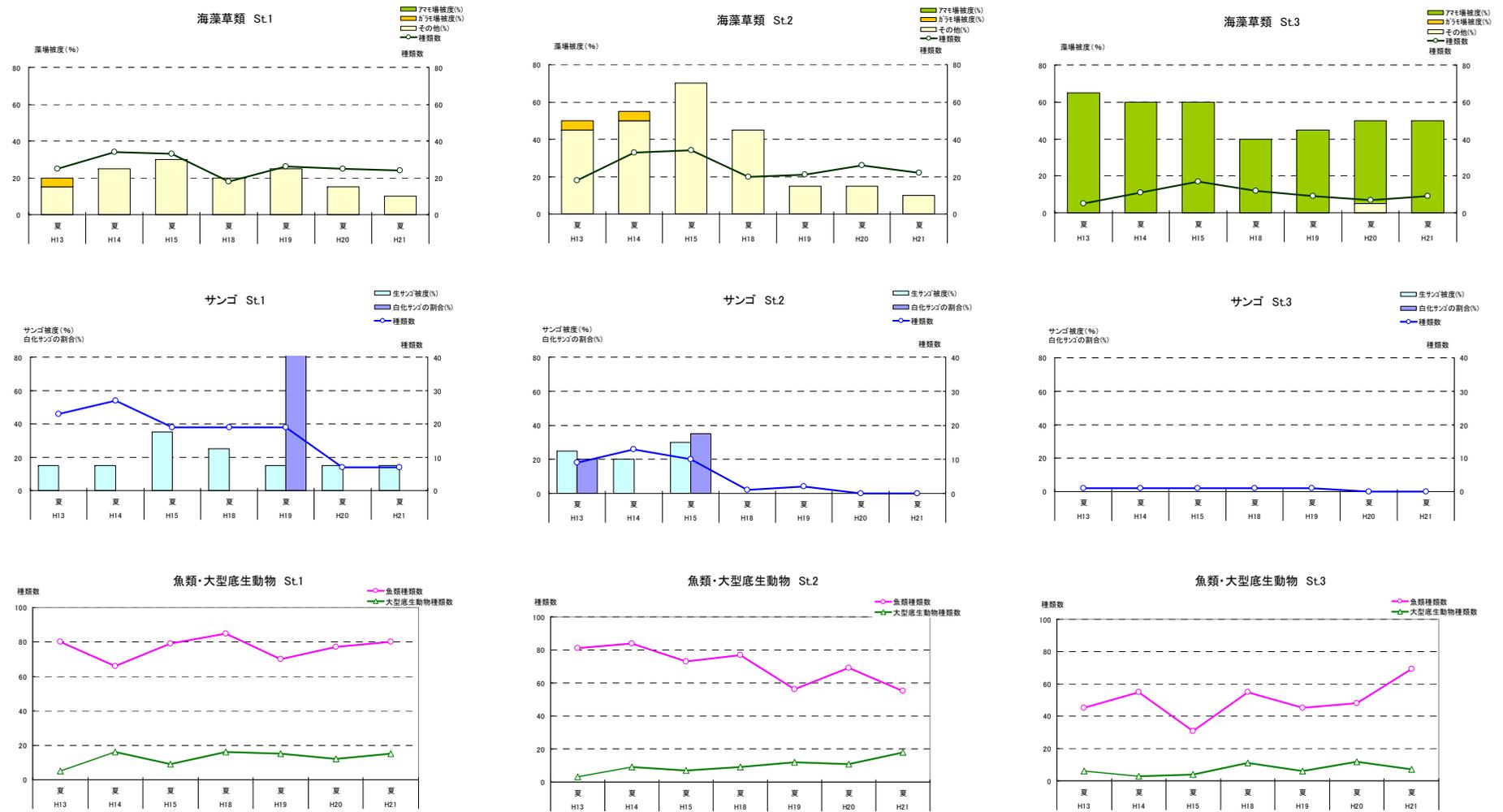


図 7.9(1) サンゴ礁生態系構成要素の経年変化

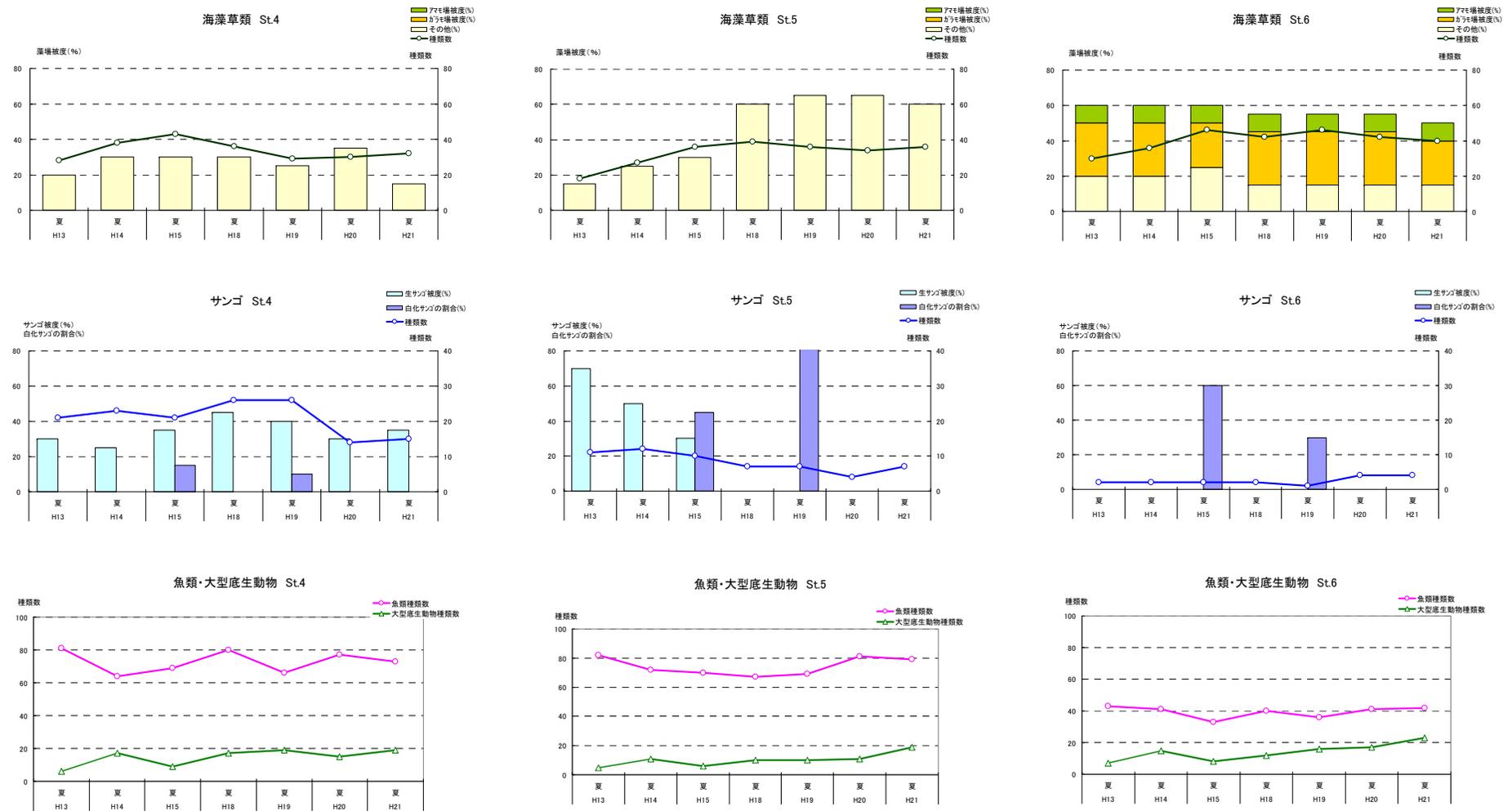


図 7.9(2) サンゴ礁生態系構成要素の経年変化

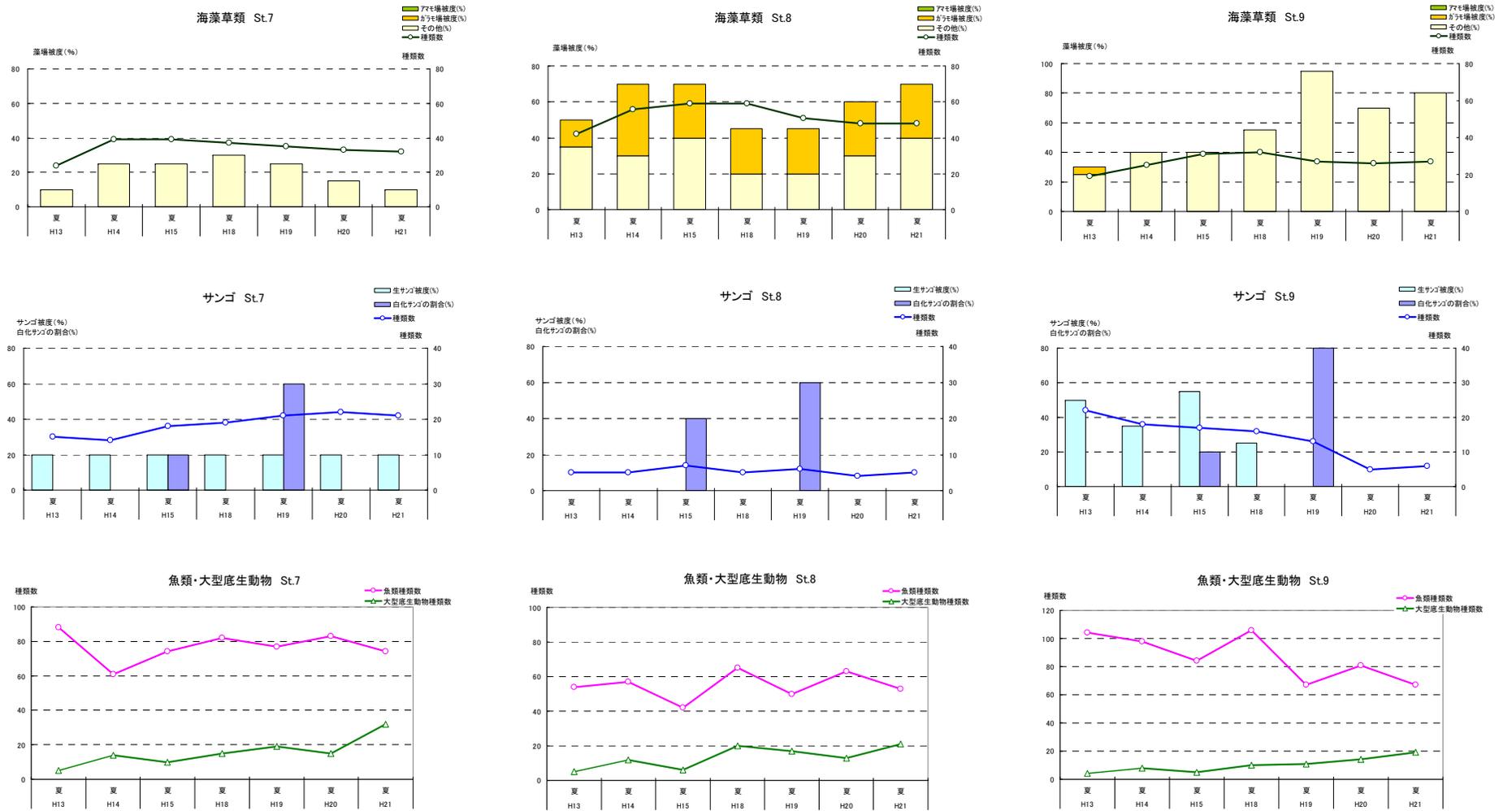


図 7.9(3) サンゴ礁生態系構成要素の経年変化

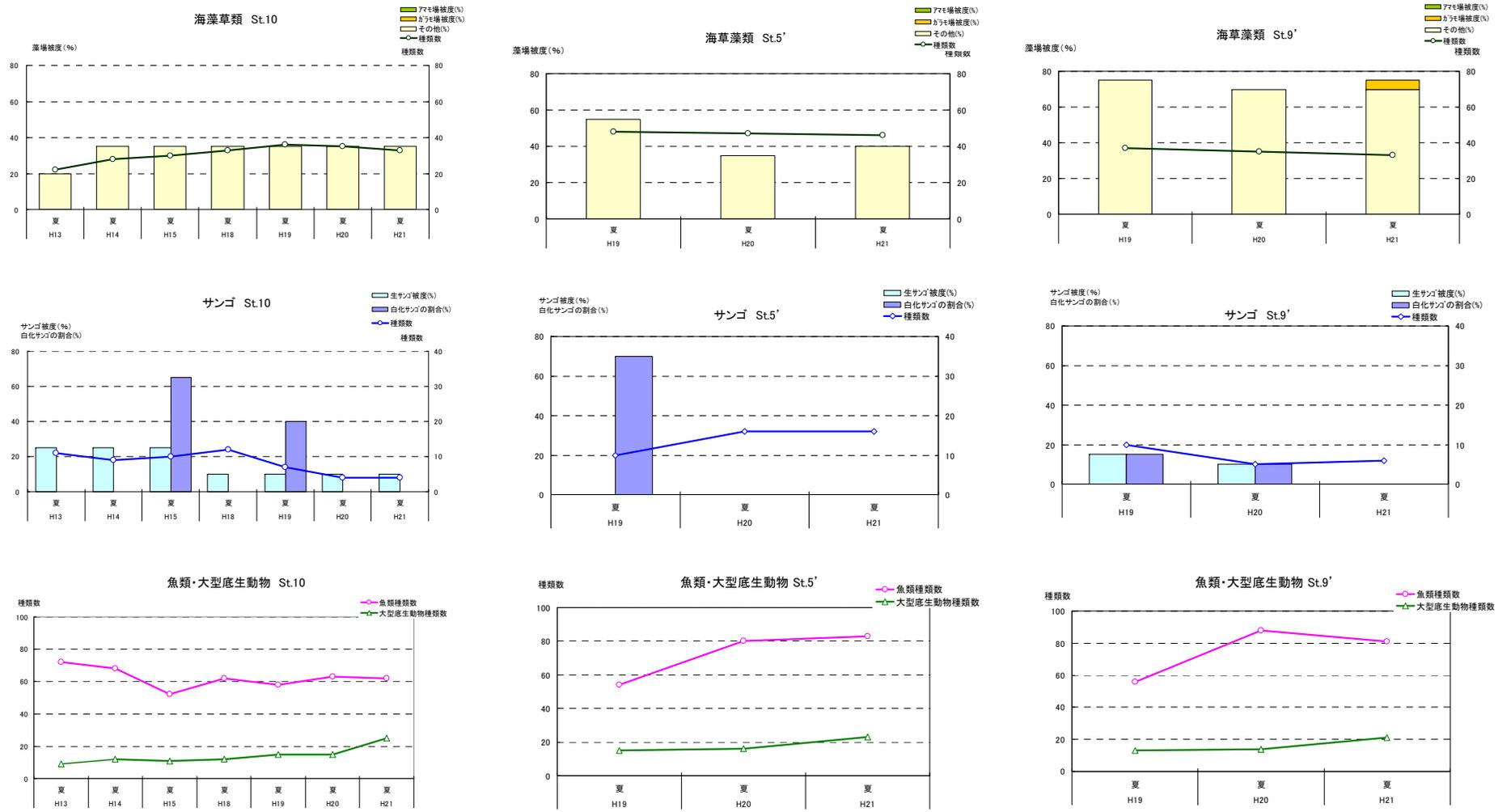


図 7.9(4) サンゴ礁生態系構成要素の経年変化

② 海域生物の生息環境である SS、COD、栄養塩類、赤土等の堆積量（SPSS）等

季節毎の水底質の調査結果を、平成 13 年度調査結果と併記して 図 7.11 に示した。

水素イオン濃度は、各調査時期を通じて、全調査地点で過年度の変動範囲内であり、環境基準（7.8～8.3）を満たしていた。

溶存酸素は、各調査時期を通じて、全調査地点で過年度の変動範囲内で、水温の高い時期に比べて水温の低い時期で DO が高い傾向も過年度と同様であった。多くの調査地点で環境基準（7.5mg/L 以上）を満たしていなかったが、水温が高いほど酸素が溶け込みにくい特性が知られており、沖縄周辺海域は本土に比べて水温が高く、環境基準値以下でも一般的なことである。

n-ヘキサン抽出物質は、全調査地点、全調査時期において、定量下限値 0.5mg/L 未満であり、過年度と同様に環境基準（検出されないこと）を満たしていた。

大腸菌群数は、全調査地点、全調査時期を通じて概ね過年度の範囲内にあり、環境基準（1,000MPN/100mL 以下）を満たしていた。轟川河口沖合に位置する St. 7 の梅雨明け後においては、平成 20 年度に引き続き、他の季節より大腸菌群数が多かった。

化学的酸素要求量（COD_{Mn}）は、全調査地点、全調査時期を通じて、過年度の変動範囲内にあり、環境基準（2mg/L 以下）を満たしていた。

全窒素は、夏季の St. 6、10 で、過年度の変動範囲よりわずかに高く、環境基準（0.2mg/L 以下）を満たさなかったが、他の調査時期、調査地点では、概ね過年度の変動範囲内であり、環境基準を満たしていた。

全リンは、梅雨明け後の St. 3、4、6、7 で過年度の変動範囲よりわずかに高かったが、いずれも環境基準（0.02mg/L 以下）を満たす低い値であった。

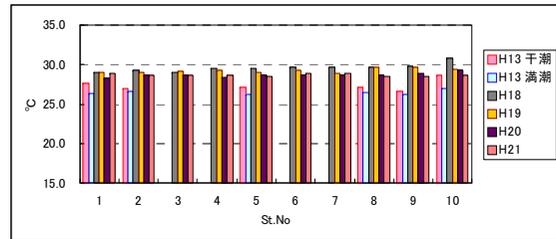
SPSS は、各調査時期を通じて、7~130kg/m³で変動し、梅雨明け後に轟川河口の St.7 (110kg/m³)、冬季に St.3 (130kg/m³) で過年度の変動範囲を超える値を示した。また、梅雨明け後 St.6、10 や夏季 St.9、冬季 St.8 においても、過年度の変動範囲を超えていた。機器による SS 連続観測結果から、降雨時及び降雨後には、轟川河口沖海域に濁りが到達するとともに、赤土の堆積も潜水確認されており、陸水によって運搬された赤土が St.6、7、8 といった轟川河口域で堆積することは明らかであった。

また、轟川からの河川水は恒常的に亀岩東方や St.5 を通過し、モリヤマグチに潮汐によって至ることが判明しており、環境影響評価書にも記載されている。さらに、沿岸域の栄養塩類等調査から、轟川河川水の一部は岸寄りに沿って北向きに拡散しており、St.3、4 の岸側にあたる L-2 にも達していることが塩分値から推察される。これらのことから、St.3、4 は轟川河川水がモリヤマグチに流出する前の屈曲域で、濁り成分が滞留しやすい位置であり、特に、St.3 は海草藻場濃生域で流速が緩和され、窪地も多く、従来から時期に関らず浮泥等が堆積しやすい場所と考えられた。冬季調査の 11 日前の大雨による河川流出時に溜まった SPSS かどうかは不明であるが、事故等の轟川以外からの突発的な出水は認められていないことから、轟川からの河川水に含まれる微粒子が堆積したと考えられた。

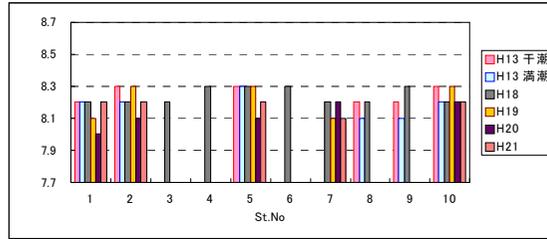
なお、平成 15 年度の夏季及び秋季の穏やかな日に事業実施区域前面海域で行われた調査では、SPSS の値は 4~120kg/m³ の範囲であり、最大値は今回の値とほぼ同様であった。



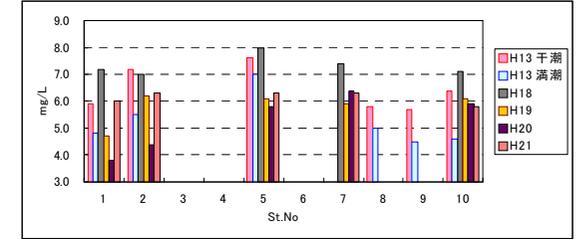
図 7.10 試料採取地点状況 (St.3)



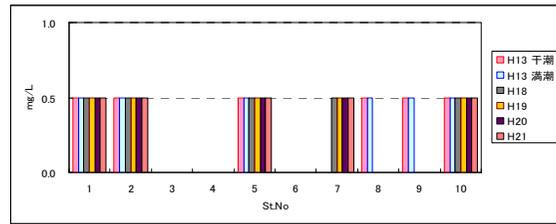
水温



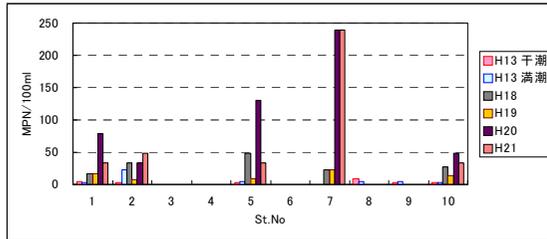
水素イオン濃度 (pH)



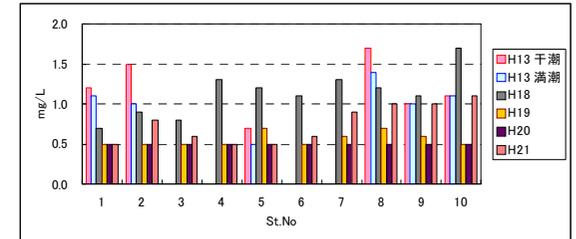
溶存酸素量 (DO)



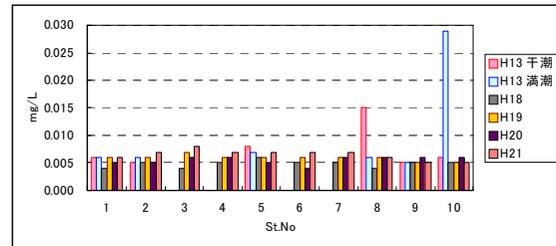
n-ヘキサン抽出物質



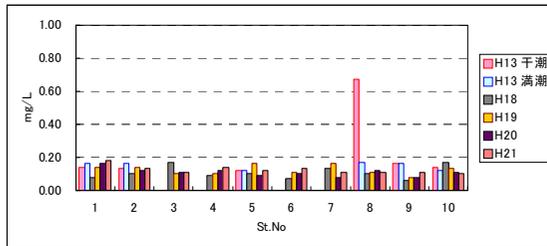
大腸菌群数



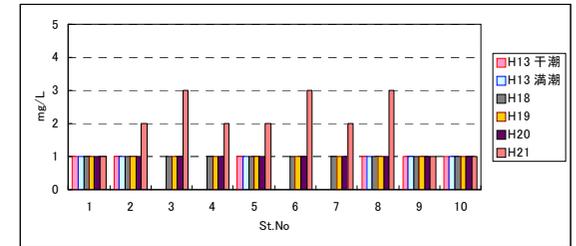
化学的酸素要求量 (COD_{Mn})



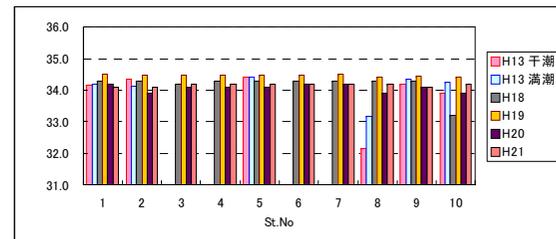
全りん (T-P)



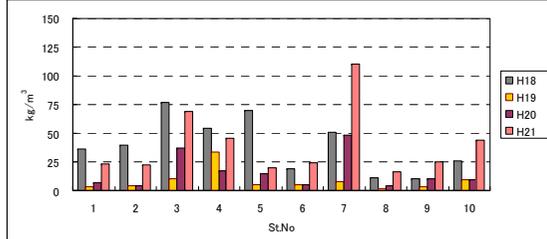
全窒素 (T-N)



浮遊物質 (SS)

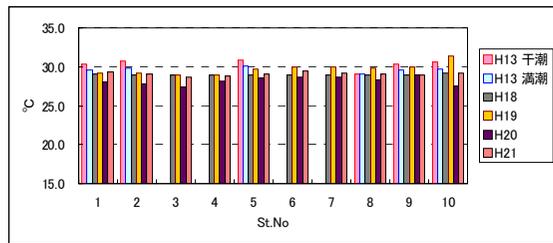


塩分

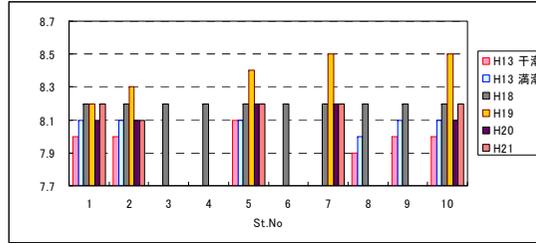


底質中懸濁物質含量 (SPSS)

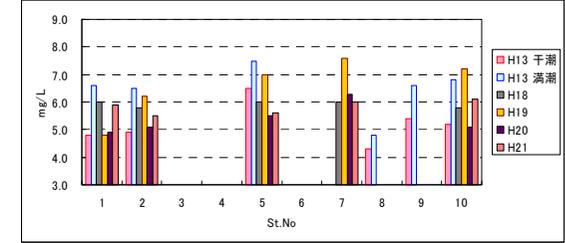
図 7.11(1) 季節毎の水質調査結果 (春季)



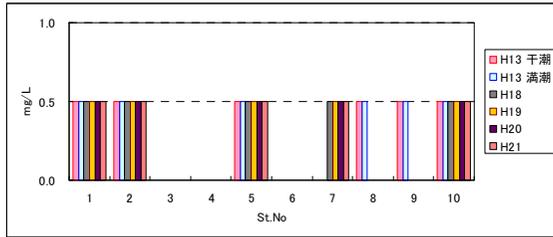
水温



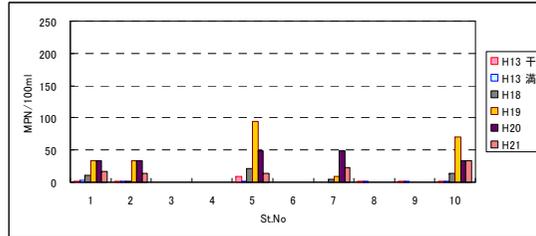
水素イオン濃度 (pH)



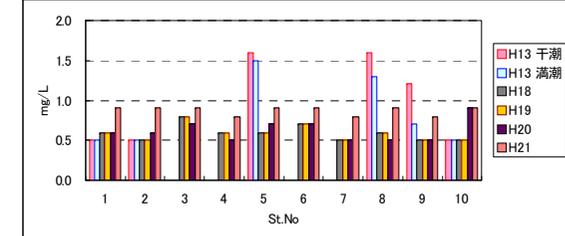
溶存酸素量 (DO)



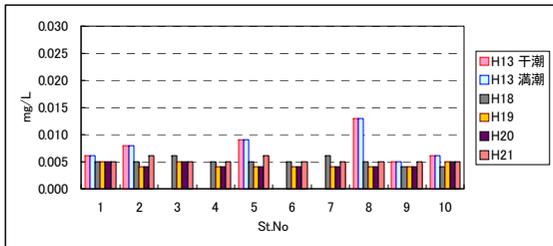
n-ヘキサン抽出物質



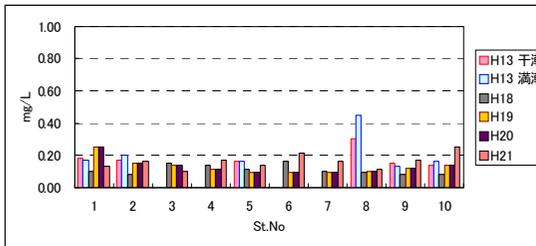
大腸菌群数



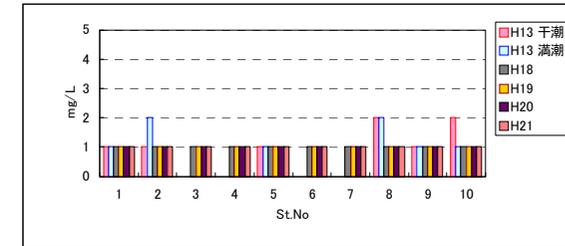
化学的酸素要求量 (COD_{Mn})



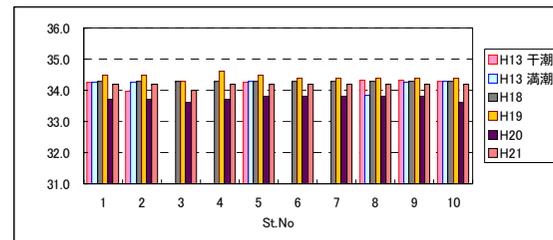
全りん (T-P)



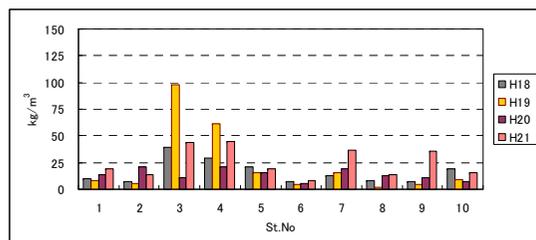
全窒素 (T-N)



浮遊物質 (SS)

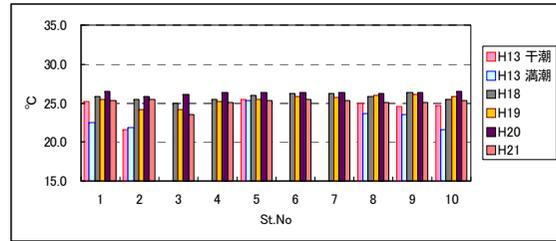


塩分

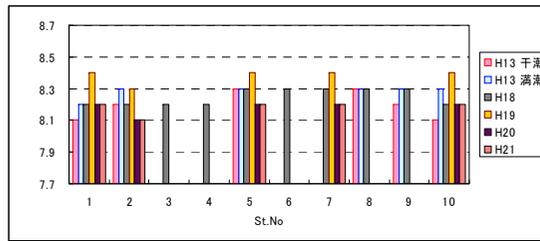


底質中懸濁物質含量 (SPSS)

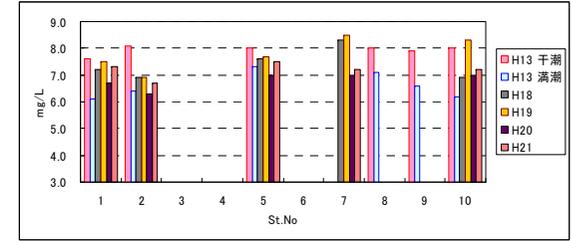
図 7.11(2) 季節毎の水質調査結果 (夏季)



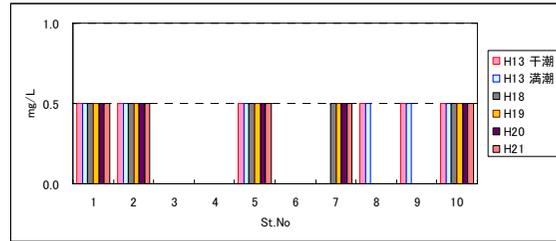
水温



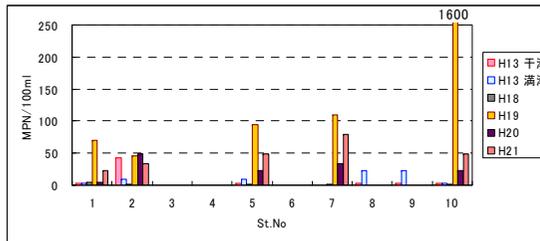
水素イオン濃度 (pH)



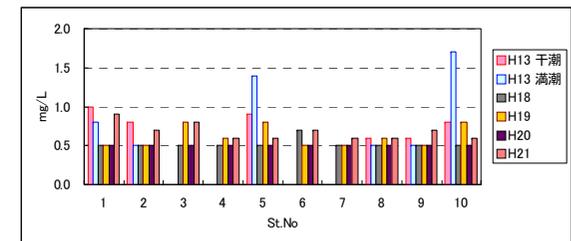
溶存酸素量 (DO)



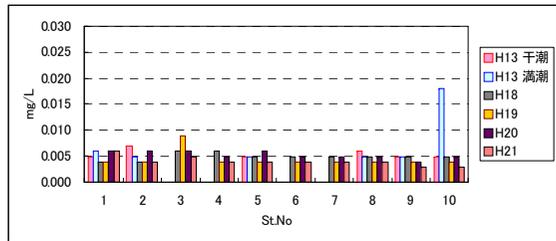
溶存酸素量 (DO)



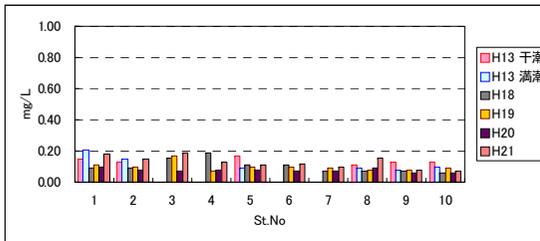
大腸菌群数



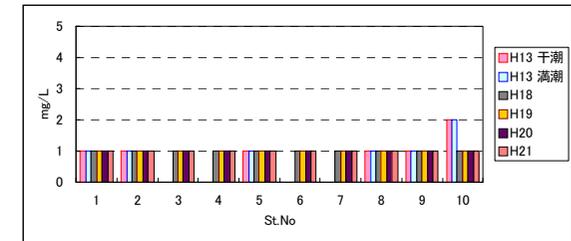
n-ヘキサン抽出物質



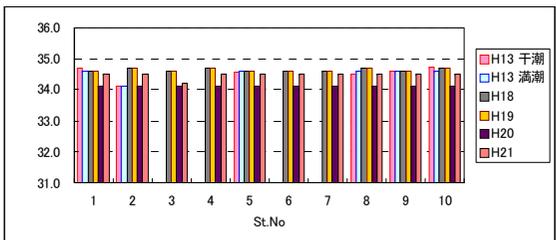
化学的酸素要求量 (COD_{Mn})



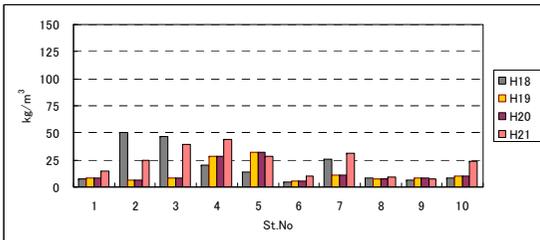
全窒素 (T-N)



全りん (T-P)

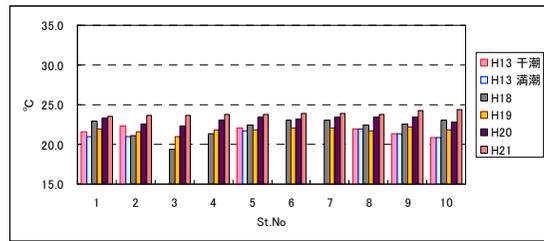


浮遊物質 (SS)

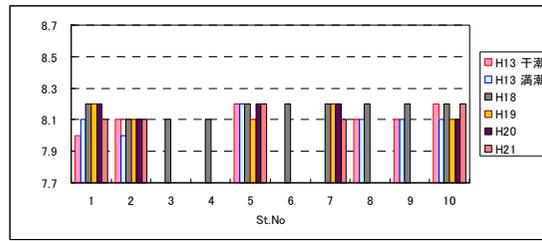


底質中懸濁物質含量 (SPSS)

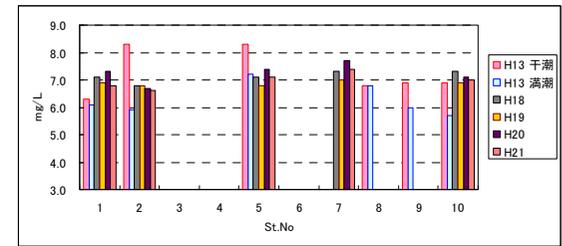
図 7.11(3) 季節毎の水質調査結果 (秋季)



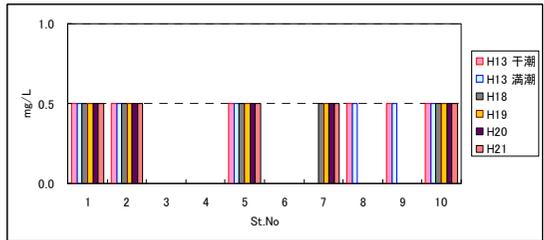
水温



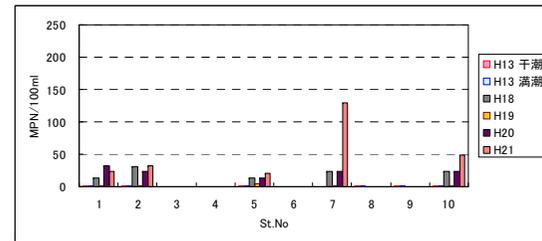
水素イオン濃度 (pH)



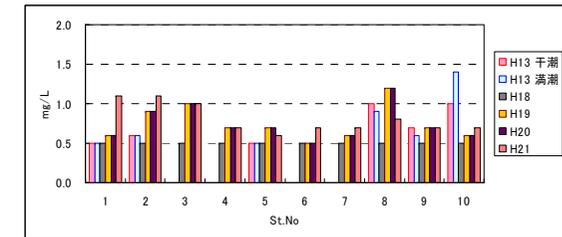
溶存酸素量 (DO)



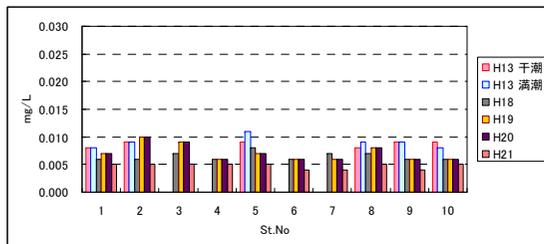
n-ヘキサン抽出物質



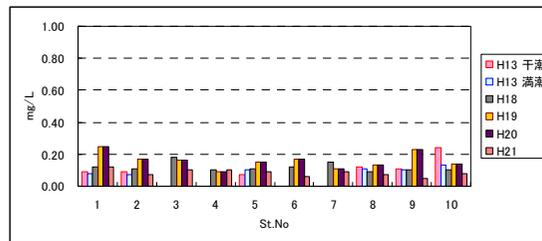
大腸菌群数



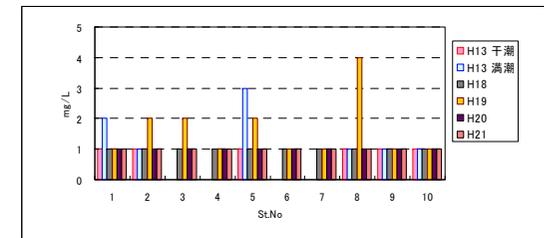
化学的酸素要求量 (COD_{Mn})



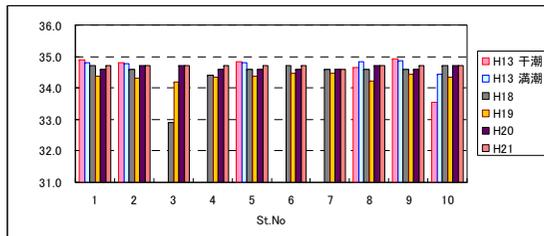
全りん (T-P)



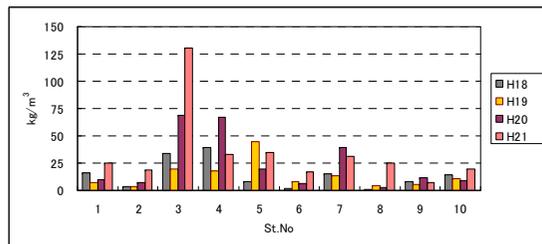
全窒素 (T-N)



浮遊物質 (SS)



塩分



底質中懸濁物質含量 (SPSS)

図 7.11(4) 季節毎の水質調査結果 (冬季)

③ 海と川とを行き来する魚介類

ア) 魚類確認状況

魚類は、St.1（下流側）で43種類、St.2（上流側）で28種類、計58種類が確認された。分類群別では、ハゼ科が最も多く10種類が確認され、ボラ科やアジ科、フエダイ科、クロサギ科、カワアナゴ科等の種数が比較的多かった（表7.6）。

下流のSt.1では、アジ科、ヒイラギ科、フエダイ科、クロサギ科、シマハギ、オオカマス等の感潮域における比較的塩分の高い場所によくみられる種が多く、上流のSt.2では、オオウナギ、ユゴイ科、イワハゼ、ゴクラクハゼ、ナガノゴリ等の淡水域まで生息する種が確認された。

全体の出現種数を経年でみると、平成19年度は42種、平成20年度は38種、平成21年度は58種であった。過年度に比べて、降雨による増水の影響等もなく、塩分が比較的高い場所でみられるフエダイ科やクロサギ科等の種類が多く出現したためであった。

過年度に感潮域でみられた種は、今年度も出現しており、主な分類群であるハゼ科やボラ科においても同様の種が確認された。

また、今年度はオオウナギが上流側のSt.2で定置網によって5個体採集され、目視観察によっても昨年度に引き続き確認された。オオウナギ以外の河川淡水域を利用する種としては、「降河回遊魚：B.海で産卵し、河川で成長すると考えられる種」のユゴイ、オオクチユゴイ、「両側回遊魚：C.成魚と幼魚が主に淡水域に分布し、海域で浮遊期を過ごすと考えられる種」のイワハゼ、ゴクラクハゼ、ナガノゴリ等、「周縁性淡水魚：F.主に海に住むが、幼魚等が感潮域を中心に河川を広く利用する種」のクロホシマンジュウダイ、ゴマフエダイ等が確認された。

表 7.6 魚類出現種一覧

番号	目	科	種	平成19年度				平成20年度				平成21年度				
				St.1		St.2		St.1		St.2		St.1		St.2		
				下流		上流		下流		上流		下流		上流		
				採集	目視	採集	目視	採集	目視	採集	目視	採集	目視	採集	目視	
1	ウナギ	ウナギ	オウナギ							○					○	○
2	カレイ	イセコイ	イセコイ	○												
3	ニシン	ニシン	リュウキュウトロコイ	○		○	○						○		○	
4			ドコイ属											○		
5	コイ	コイ	コイ													○
6	トゲウオ	ヨリシウオ	カリヨシ						○							
7			テングヨウジ										○			
8	カダヤシ	カダヤシ	カダヤシ					○		○	○					
9	ボラ	ボラ	ボラ				○				○					○
10			コボラ			○	○		○	○	○		○		○	
11			タイワンメナダ										○	○		
12			ナンヨボラ	○									○			
13			ボラ科		○		○			○	○		○	○		
14	ダツ	サヨリ	コモサヨリ		○		○		○	○	○		○	○		○
15	スズキ	タカサコイシモチ	セシジタカサコイシモチ			○										○
16			タカサコイシモチ						○	○	○					
17			タカサコイシモチ属				○									○
18		テンジクダイ	アマミシモチ	○		○	○	○	○	○	○		○		○	○
19			テンジクダイ科				○									
20		アジ	キンカマアジ	○	○	○	○								○	○
21			オニヒラアジ					○		○					○	
22			ロウニンアジ			○									○	
23			キンカマアジ属						○		○					
24		ヒラキ	シマヒラキ										○			
25			イトヒキヒラキ										○			
26		フエダイ	ゴマフエダイ		○		○		○	○	○		○	○	○	○
27			ニセクロボシフエダイ		○									○		
28			クロボシフエダイ											○		
29			イッテンフエダイ											○		
30			オキフエダイ		○								○	○		○
31		クロサキ	セダカクロサキ					○	○				○	○	○	○
32			イトヒキサキ											○		
33			シナミクロサキ		○								○	○		
34			クロサキ属											○		
35		イサキ	クロコショウダイ					○								
36		タイ	ナンヨウチヌ											○		
37			シナミクロダイ								○			○		
38		ヒメツハメウオ	ヒメツハメウオ	○			○			○	○		○			○
39		チョウチョウウオ	トゲチョウチョウウオ											○		
40		カリスズメ	カリスズメ属			○	○			○	○				○	
41		スズメダイ	シマスズメダイ		○											
42			オヤビツチャ											○		
43			スミズメスズメダイ		○									○		
44		シマイサキ	コトヒキ		○			○	○					○		
45		ユコイ	オオクエユコイ			○	○	○		○	○				○	○
46			ユコイ			○	○						○	○		○
47		メジナ	オキナメジナ												○	
48		カリアナコ	ホシマダラハゼ			○	○	○	○	○	○					○
49			チチアモトキ	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○	
50			オカマハゼ											○		
51			カリアナコ属		○	○	○		○	○	○		○		○	
52			チチアモトキ			○	○			○	○					
53		ハゼ	シナミトビハゼ				○			○	○		○		○	
54			ヒダラハゼ							○						
55			ヒトミハゼ										○			
56			イリハゼ													○
57			カマヒレマツケハゼ				○									
58			ササハゼ属			○					○					
59			オナコハゼ		○											
60			インコハゼ		○	○	○			○	○		○	○		○
61			クモハゼ		○				○							
62			シナミヒメハゼ		○				○							
63			ノボリハゼ			○	○			○	○		○			
64			ヒナハゼ				○	○								○
65			スズメハゼ										○			
66			マンダローブコマハゼ			○				○	○					
67			ミツホシコマハゼ					○		○						○
68			ゴマハゼ属				○			○						
69			ゴクラクハゼ													○
70			チカノリ													○
71		オオメリアスホ	サツキハゼ		○											
72		クロボシマンショウダイ	クロボシマンショウダイ				○	○								○
73		アイコ	コマアイコ			○	○			○	○			○		
74		ニギハクシ	シマハクシ											○		
75			クロハクシ		○											
76		カマス	オニカマス										○			
77	フグ	フグ	モヨウフグ属											○		
地点別・方法別確認種数				7	19	15	23	16	15	17	23	20	30	11	22	
地点別確認種数				24		29		26		30		43		28		
年度別確認種数				42				38				58				

イ) 生息状況

確認された 58 種類の魚類を生活型区分 (表 7.7) すると、純淡水魚が 2 種、降河回遊魚が 3 種、両側回遊魚が 7 種、周縁性淡水魚が 46 種であった (表 7.8)。

海域と河川域を行き来する回遊性魚類は、通し回遊魚 (降河回遊魚、両側回遊魚) と周縁性淡水魚であり、本調査で確認した魚類の 97% が該当した。過年度も 95~98% が当該回遊性魚類であり、過年度と同様な変化であった (図 7.12)。

また重要種は、魚類で 4 種、甲殻類で 2 種確認され、出現種数は、過年度の範囲内であり、「両側回遊魚 : C. 成魚と幼魚が主に淡水域に分布し、海域で浮遊期を過ごすと考えられる種」を除き、過年度と同様の生活区分の種が確認された。

主な重要種について、絶滅危惧 I B 類等にランクされるタナゴモドキは、「両側回遊魚 : C」の生活型に区分され、汽水域での生息が定常的でないため、今年度は確認されなかったと考えられた。また、絶滅危惧 II 類のヒゲワラスボは、泥底質中に潜んで生息し、採捕が困難であるためと考えられた。そのほかの重要種では、「周縁性淡水魚 : E. 成魚と幼魚が感潮域中流部に定住し、海域で浮遊期を過ごすと考えられる種」のコモチサヨリ、ホシマダラハゼ、アミメノコギリガザミは、過年度から引き続き確認された (表 7.9)。

そのほか、「降河回遊魚 : B. 海で産卵し、河川で成長すると考えられる種」のユゴイ、オオクチュゴイ、「両側回遊魚 : D. 成魚と幼魚が淡水域と感潮域の両方に広く分布し、海域で浮遊期を過ごすと考えられる種」のチチブモドキ、「周縁性淡水魚 : E. 成魚と幼魚が感潮域中流部に定住し、海域で浮遊期を過ごすと考えられる種」のアマイシモチ、インコハゼ、「周縁性淡水魚 : F. 主に海に住むが、幼魚等が感潮域を中心に河川を広く利用する種」のコボラ、ゴマフエダイ等の回遊魚は継続的に確認されており、主な魚類の生息状況に大きな変化はみられなかった (表 7.10)。

以上より、海と川とを行き来する魚貝類は、維持されていると考えられる。

表 7.7 生活型区分

水野・後藤（1987）による区分		前田・立原（2006）による区分
純淡水魚	一生を淡水中で過ごす魚。海水中では生存できない魚。	A. 一生を主に河川淡水域で過ごす種
通し回遊魚	降河回遊魚 生活環の大部分を淡水域で生活し、産卵のために川を下り海へ降下する魚	B. 海で産卵し、河川で成長すると考えられる種
	遡河回遊魚 生活環のほとんどの時期を海で生活し、産卵のために海から川へ遡上する魚	—
	両側回遊魚 海から川への遡上が産卵のためにはなく生活環のある一定の発育段階におこり、生活環のほとんどの時期を川で生活する魚	C. 成魚と幼魚が主に淡水域に分布し、海域で浮遊期を過ごすと考えられる種 D. 成魚と幼魚が淡水域と感潮域の両方に広く分布し、海域で浮遊期を過ごすと考えられる種
周縁性淡水魚	元来は海産魚だが河口の汽水域で生活する、又は一時的に淡水域に侵入する魚	E. 成魚と幼魚が感潮域中流部に定住し、海域で浮遊期を過ごすと考えられる種 F. 主に海に住むが、幼魚等が感潮域を中心に河川を広く利用する種 G. 主に海に住み、河口域にも出現する種

注) 引用文献

水野・後藤（1987）、日本の淡水魚。

前田・立原（2006）、沖縄島汀間川の魚類相。沖縄生物学会誌、第44号

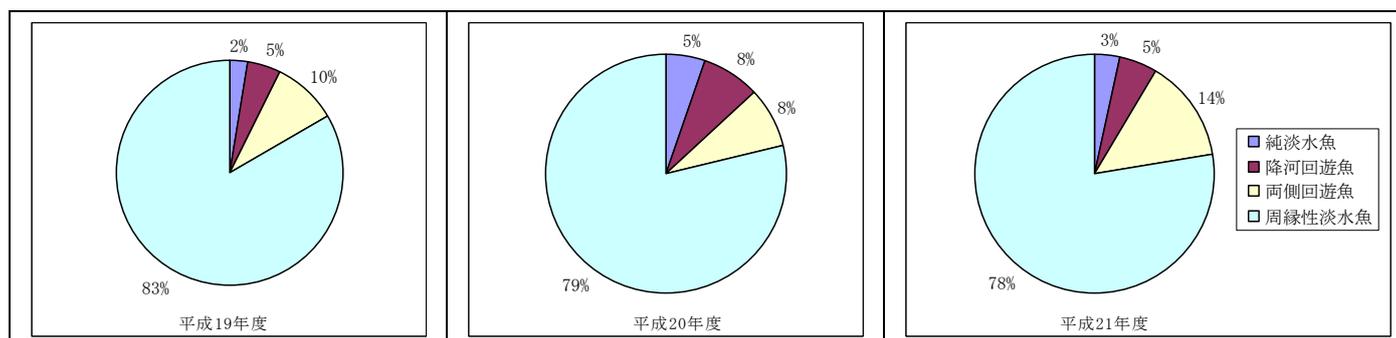


図 7.12 確認種類数における生活区分の割合

表 7.11 重要種の区分（指定及び選定状況）の凡例

<p>1) 天然記念物『昭和25年法律第214号「文化財保護法」』 特別：国指定特別天然記念物 天然：国指定天然記念物 県：県指定天然記念物 市町村：市町村指定天然記念物</p> <p>2) 種の保存法『絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律（平成4年6月5日 法律第75号）』 国内：（国内希少野生動植物種）本邦に生息し又は生育する絶滅の恐れのある野生動植物の種。 国際：（国際希少野生動植物種）国際的に協力して種の保存を図ることとされている絶滅のおそれのある野生動植物の種。</p> <p>3) 環境省RDB『「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, 4—汽水・淡水魚類」（環境省, 2003年）』 環境省RDB『「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, 7—クモ形類・甲殻類等」（環境省, 2006年）』</p> <p>4) 環境省レッドリスト『「日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドリスト—」（環境庁, 2000年）』 環境省改訂版RL『「鳥類、爬虫類、両生類、及びその他無脊椎動物のレッドリストの見直しについて」（環境省, 2006年）』 環境省改訂版RL『「哺乳類、汽水・淡水魚類、昆虫類、貝類、植物I及び植物IIのレッドリストの見直しについて」（環境省, 2007年）』 EX：絶滅：我が国ではすでに絶滅したと考えられる種。 EW：野生絶滅：飼育・栽培下でのみ存続している種。 CR+EN：絶滅危惧I類：絶滅の危機に瀕している種 - 現在の状態をもたらした圧迫要因が引き続き作用する場合、野生での存続が困難なもの。 CR：絶滅危惧IA類：絶滅の危機に瀕している種 - ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの。 EN：絶滅危惧IB類：絶滅の危機に瀕している種 - IA類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの。 VU：絶滅危惧II類：絶滅の危険が増大している種 - 現在の状態をもたらした圧迫要因が引き続き作用する場合、近い将来「絶滅危惧I類」のランクに移行することが確実と考えられるもの。 NT：準絶滅危惧：存続基盤が脆弱な種 - 現時点での絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」として上位ランクに移行する要素を有するもの。 DD：情報不足：評価するだけの情報が不足している種。 LP：絶滅のおそれのある地域個体群：地域的に孤立している個体群で、絶滅のおそれが高いもの。</p> <p>5) 水産庁RDB『「日本の希少な野生水生生物に関するデータブック」（水産庁, 2000年）』 絶滅危惧種：絶滅の危機に瀕している種・亜種。 危急種：絶滅の危険が増大している種・亜種。 希少種：存続基盤が脆弱な種・亜種。 減少種：明らかに減少しているもの。 減少傾向：長期的に見て減少しつつあるもの。</p> <p>6) 改訂・沖縄県RDB『「沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物（動物編）—レッドデータおきなわ—」（沖縄県, 2005年）』 EX：絶滅：沖縄県ではすでに絶滅したと考えられる種。 EW：野生絶滅：沖縄県では飼育・栽培下でのみ存続している種。 CR+EN：絶滅危惧I類：沖縄県では絶滅の危機に瀕している種 - 沖縄県では現在の状態をもたらした圧迫要因が引き続き作用する場合、野生での存続が困難なもの。 CR：絶滅危惧IA類：沖縄県では絶滅の危機に瀕している種 - 沖縄県では、ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの。 EN：絶滅危惧IB類：沖縄県では絶滅の危機に瀕している種 - 沖縄県ではIA類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの。 VU：絶滅危惧II類：沖縄県では絶滅の危険が増大している種 - 沖縄県では、現在の状態をもたらした圧迫要因が引き続き作用する場合、近い将来「絶滅危惧I類」のランクに移行することが考えられるもの。 NT：準絶滅危惧：沖縄県では存続基盤が脆弱な種 - 現時点での絶滅危険度は小さいが、生育・生息条件の変化によっては「絶滅危惧」として上位ランクに移行する要素を有するもの。 DD：情報不足：沖縄県では評価するだけの情報が不足している種。 LP：絶滅のおそれのある地域個体群：沖縄県で地域的に孤立している個体群で、絶滅のおそれが高いもの。</p>

注) 凡例には選定されていない区分も示した。

④ SS 連続観測調査

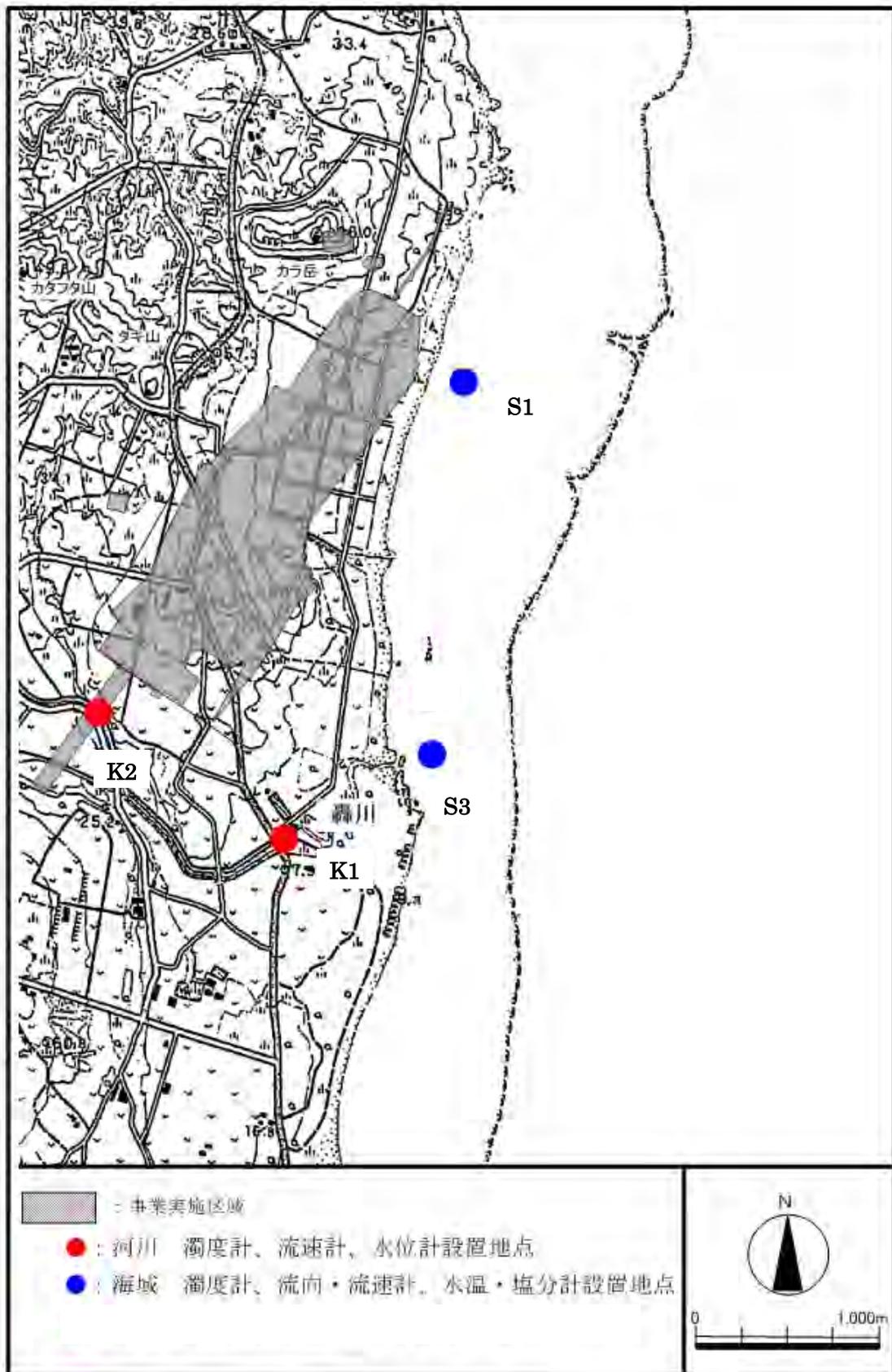


図 7.13 調査地点 (SS 連続観測)

7) 平成 21 年 4 月 17 日 (図 7.18(1))

活発な前線による降雨で大雨洪水警報が発令され、轟川の水位は St. K1 で約 1m、St. K2 で約 2m まで上昇し、浮遊物質量は St. K1 で約 1,300mg/L、St. K2 で約 920mg/L を観測した。河口前面海域の St. S3 においては、出水の影響で塩分が約 25psu まで低下し、浮遊物質量は約 45mg/L を観測した。St. S1 で濁りは観測されなかった。

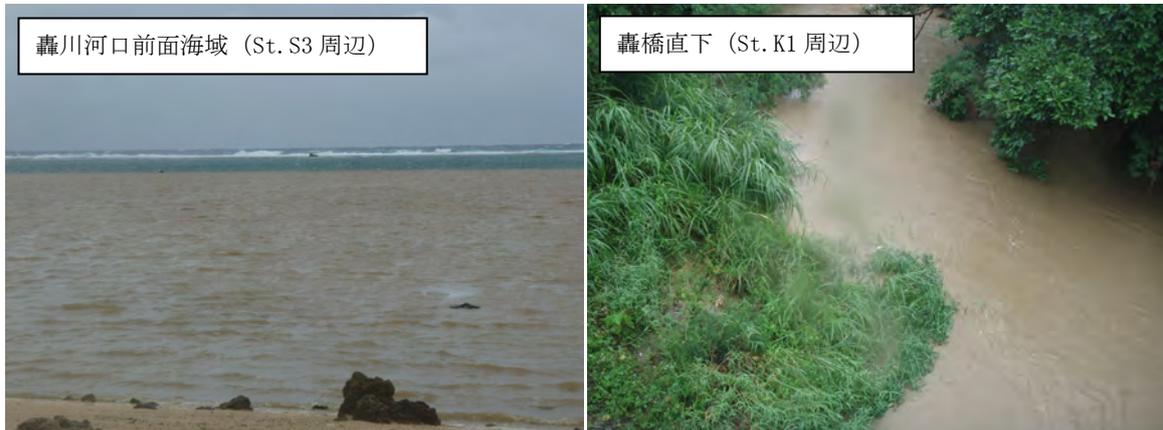


図 7.14 大雨直後の濁りの状況 (平成 21 年 4 月 17 日)

4) 平成 21 年 5 月 19 日 (図 7.18(2))

梅雨入り宣言となった前線停滞による降雨で、轟川は若干増水し、St. K1 で約 2,700mg/L、St. K2 で約 290mg/L の浮遊物質量を観測した。海域で濁りは観測されなかった。

5) 平成 21 年 6 月 13~19 日 (図 7.18(3))

梅雨前線停滞により降雨が断続し、14 日 0 時頃には轟川の水位が St. K1 で約 2m、St. K2 で約 3m まで上昇し、浮遊物質量は St. K1 で約 1,700mg/L、St. K2 で約 860mg/L を観測した。このとき、河口前面海域の St. S3 においては、出水の影響で約 200mg/L の浮遊物質量を観測したが、St. S1 で濁りは観測されなかった。この前線停滞の期間、海域では塩分が若干低下した。河口前面の St. S3 では出水により海底に赤土が堆積し、同月 21~26 日 (大潮~中潮前半) には、潮流が海底の赤土を巻き上げたと思われる浮遊物質量の上昇が周期的に観測された。



図 7.15 梅雨時期の St. S3 の赤土堆積状況と海域状況 (平成 21 年 6 月 17 日)

エ) 平成 21 年 8 月 6～8 日 (図 7.18(5))

台風 8 号が接近し、同月 6～7 日には先島諸島が暴風域に入った。この期間、海域で浮遊物質量が上昇し、St. S1 で約 130mg/L、St. S3 で約 200mg/L を観測したが、塩分が低下しなかったことから、高波浪による海底砂の巻き上げによると考えられた。台風 8 号による降雨は少なかったため、轟川の水位変化や濁りは小さかった。本台風接近前、St. S3 の浮遊物質量は St. S1 より高めであったが、台風通過後に St. S1 と同程度に低下した。このことから、轟川河口前面海域の海底に堆積していた赤土が、台風の高波浪により拡散されたと推察された。



図 7.16 台風 8 号後の St. S3 の海域状況 (平成 21 年 8 月 13 日)

カ) 平成 21 年 10 月 4～7 日 (図 7.18(7))

台風 17 号、18 号と前線の影響で降雨があり、轟川では同月 4 日に St. K1 で約 390mg/L、St. K2 で約 730mg/L の浮遊物質量が観測された。このとき海域で濁りは観測されなかった。同月 6～7 日には、海域で浮遊物質量が上昇し、St. S1 で 50mg/L、St. S3 で 81mg/L が観測されたが、塩分の低下を伴わなかったことから、高波浪の影響と考えられた。

キ) 平成 21 年 10 月 13～14 日 (図 7.18(7))

前線の影響で降雨があり、轟川の水位は St. K1 で約 0.8m、St. K2 で約 2m まで上昇し、浮遊物質量は St. K1 で約 1,100mg/L、St. K2 で約 1,500mg/L を観測した。海域で濁りは観測されなかった。

キ) 平成 21 年 10 月 20～25 日 (図 7.18(7))

台風 20 号が南海上を西進したのち停滞し、前線が活発化した。

同月 20～21 日には、海域で浮遊物質量が上昇し、St. S1 で 49mg/L、St. S3 で 93mg/L が観測されたが、塩分の低下を伴わなかったことから、高波浪の影響と考えられた。

同月 24 日に、降雨に伴い轟川の水位が St. K1 で約 1.2m、St. K2 で約 2.3m まで上昇し、浮遊物質量が St. K1 で約 980mg/L、St. K2 で約 1,200mg/L まで上昇した。このとき、轟川河口前面海域の St. S3 で約 150mg/L の浮遊物質量を観測した。塩分の低下を伴ったことから、轟川の出水の影響と考えられた。St. S1 で濁りは観測されなかった。

ク) 平成 22 年 2 月 22 日 (図 7.18(11))

活発な前線による降雨で大雨洪水警報が発令され、轟川の水位は St. K1 で約 3m、St. K2 で約 3.4m まで上昇し、浮遊物質量は St. K1 で約 3,000mg/L、St. K2 で約 1,700mg/L を観測した。海域では塩分が低下し、浮遊物質量は St. S1 で 420mg/L、St. S3 で約 13,000mg/L を観測した。平成 21 年度に St. S1 で淡水の影響と考えられる濁りが観測されたのは、この時のみであった。

また、当日の各調査地点における浮遊物質量の時間変化 (図 7.17) をみると、浮遊物質量の上昇が、轟川 (St. K1, K2)、河口前面海域 (St. S3)、北側海域 (St. S1) の順に起こっていたことから、St. S1 の濁りは轟川からの濁水流出が原因と推察された。また、St. S3 で約 13,000mg/L と極端に高い浮遊物質量が観測されたのは、流れ出た河川水中の赤土が沈降し、濁度計の設置高よりも厚い浮泥層が海底上に形成されたためと推察された。

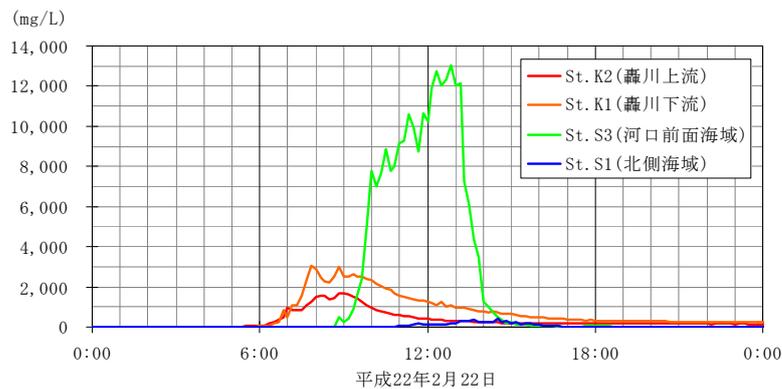


図 7.17 浮遊物質量の時間変化 (平成 22 年 2 月 22 日)

ケ) 浮遊物質量の採水試料分析

各地点で採水した各月の試料の浮遊物質量及び濁度の分析結果は、表 7.12 に示すとおりである。連続観測機器による浮遊物質量の値は、室内分析値と概ね同程度であった。

4月の結果(別途実施業務より引用)については、海域地点の点検(同月17日実施)中に雨が降り始めた影響で、轟川地点の点検(同月18日実施)は前日の大雨の影響で、浮遊物質量及び濁度が高かった。

5月以降については、平常時に採水を実施した。浮遊物質量は轟川で定量下限値1mg/L以下～17mg/L、海域地点で定量下限値1mg/L未満～3mg/Lの範囲にあった。濁度は轟川で0.9～18度カオリン、海域地点で定量下限値0.5度カオリン未満～2.2度カオリンの範囲にあった。

表 7.12(1) 浮遊物質量の分析結果

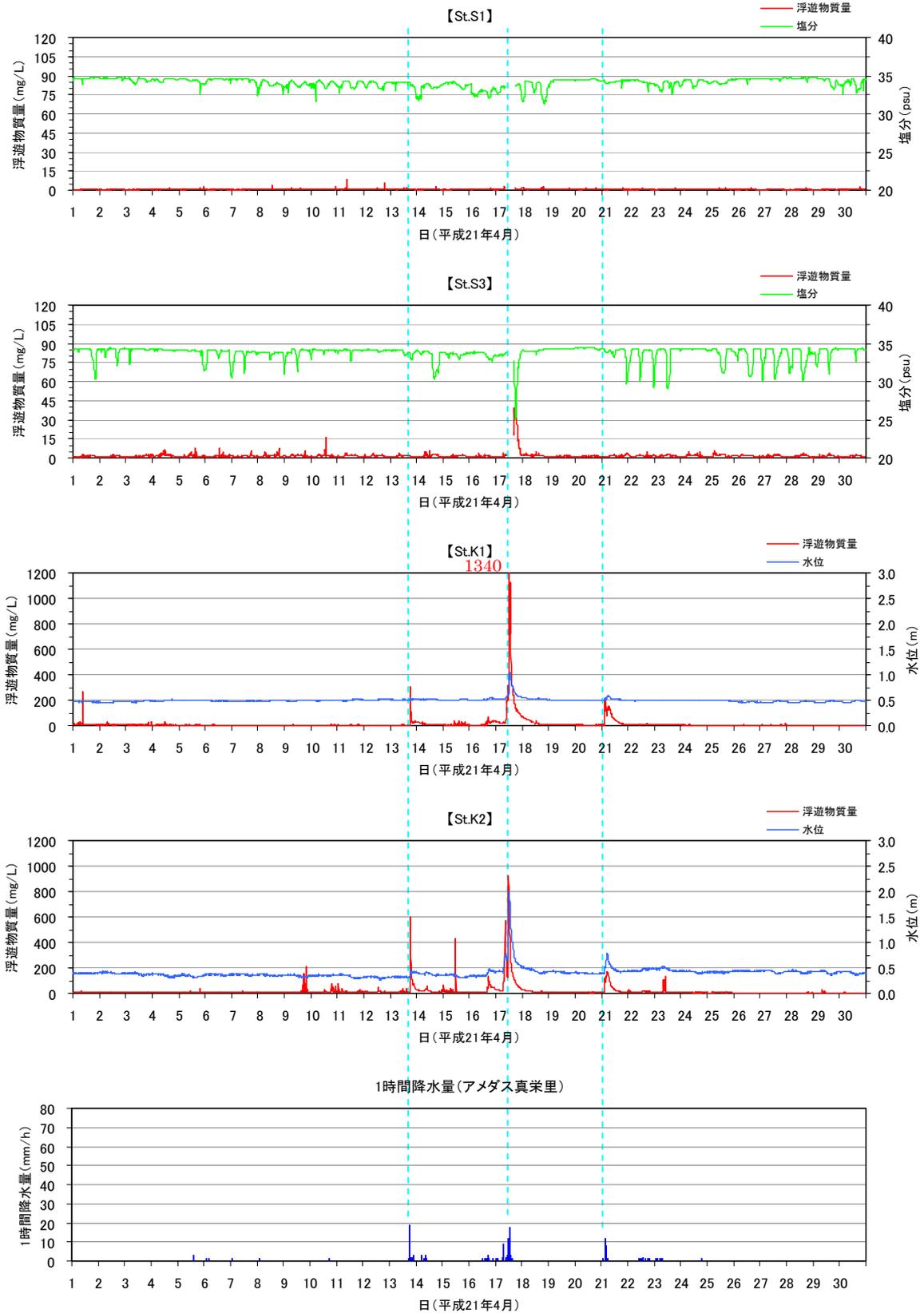
単位：mg/L

調査地点 調査期日		轟川地点		海域地点	
		K1	K2	S1	S3
H21年	4月	6	6	3	14
	5月	<1	1	<1	<1
	6月	2	2	<1	3
	7月	<1	1	1	1
	8月	<1	3	<1	<1
	9月	<1	7	1	<1
	10月	<1	7	1	<1
	11月	1	2	<1	<1
	12月	1	2	<1	<1
	H22年	1月	2	6	<1
2月		5	17	<1	<1
3月		3	5	1	1

表 7.12(2) 濁度の採水分析結果

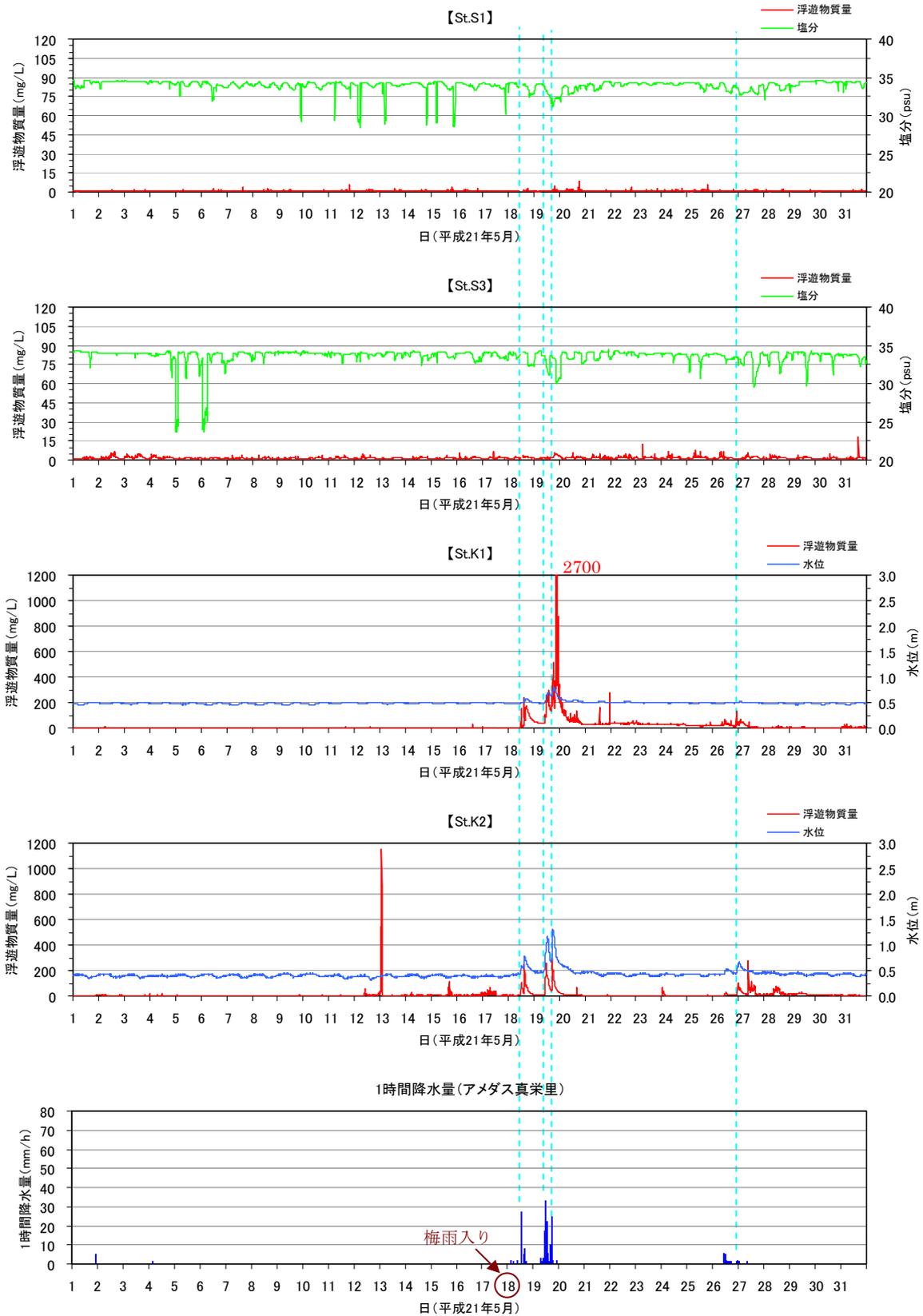
単位：度カオリン

調査地点 調査期日		轟川地点		海域地点	
		K1	K2	S1	S3
H21年	4月	6.8	6.6	1.7	11
	5月	1.4	2.2	<0.5	0.5
	6月	2.8	2.7	0.5	2.2
	7月	1.5	1.9	0.7	0.8
	8月	1.8	4.5	0.7	0.7
	9月	0.9	5.5	0.7	<0.5
	10月	1.6	6.8	0.7	<0.5
	11月	1.8	2.7	0.6	0.5
	12月	1.5	3.0	<0.5	<0.5
	H22年	1月	4.0	9.3	0.5
2月		8.5	18	<0.5	0.5
3月		3.9	5.8	0.7	0.7



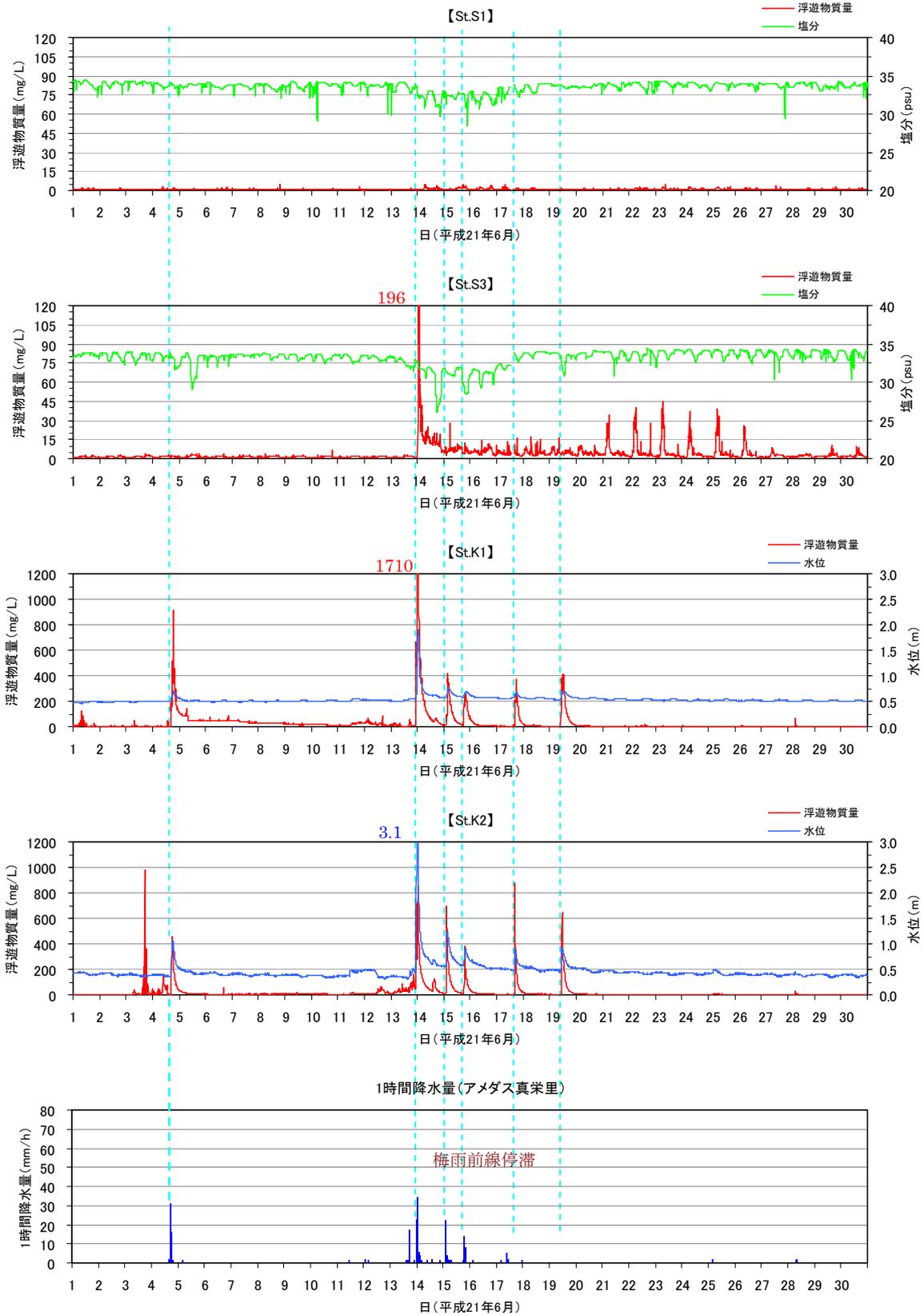
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(1) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成 21 年 4 月)



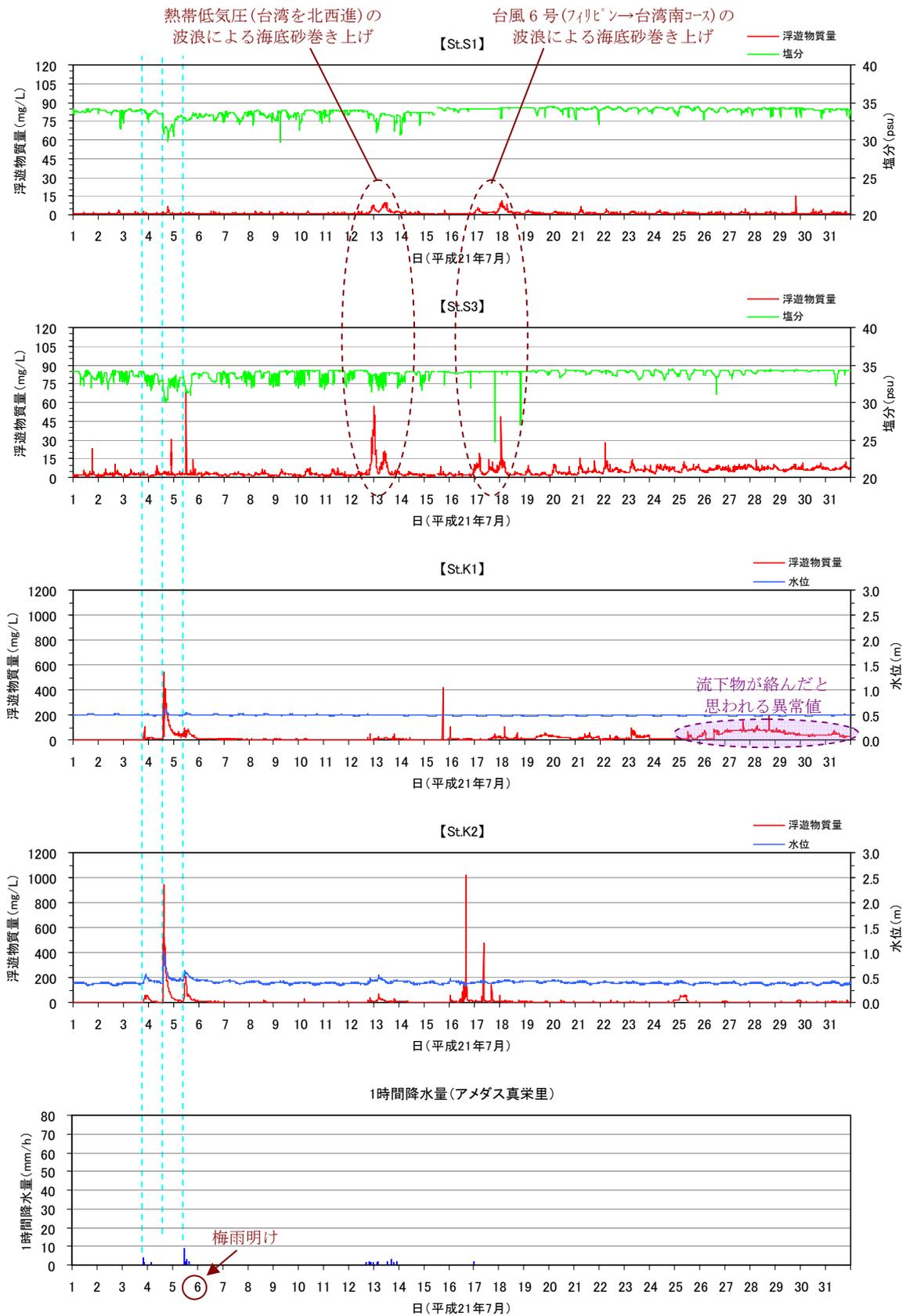
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(2) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期:平成 21 年 5 月)



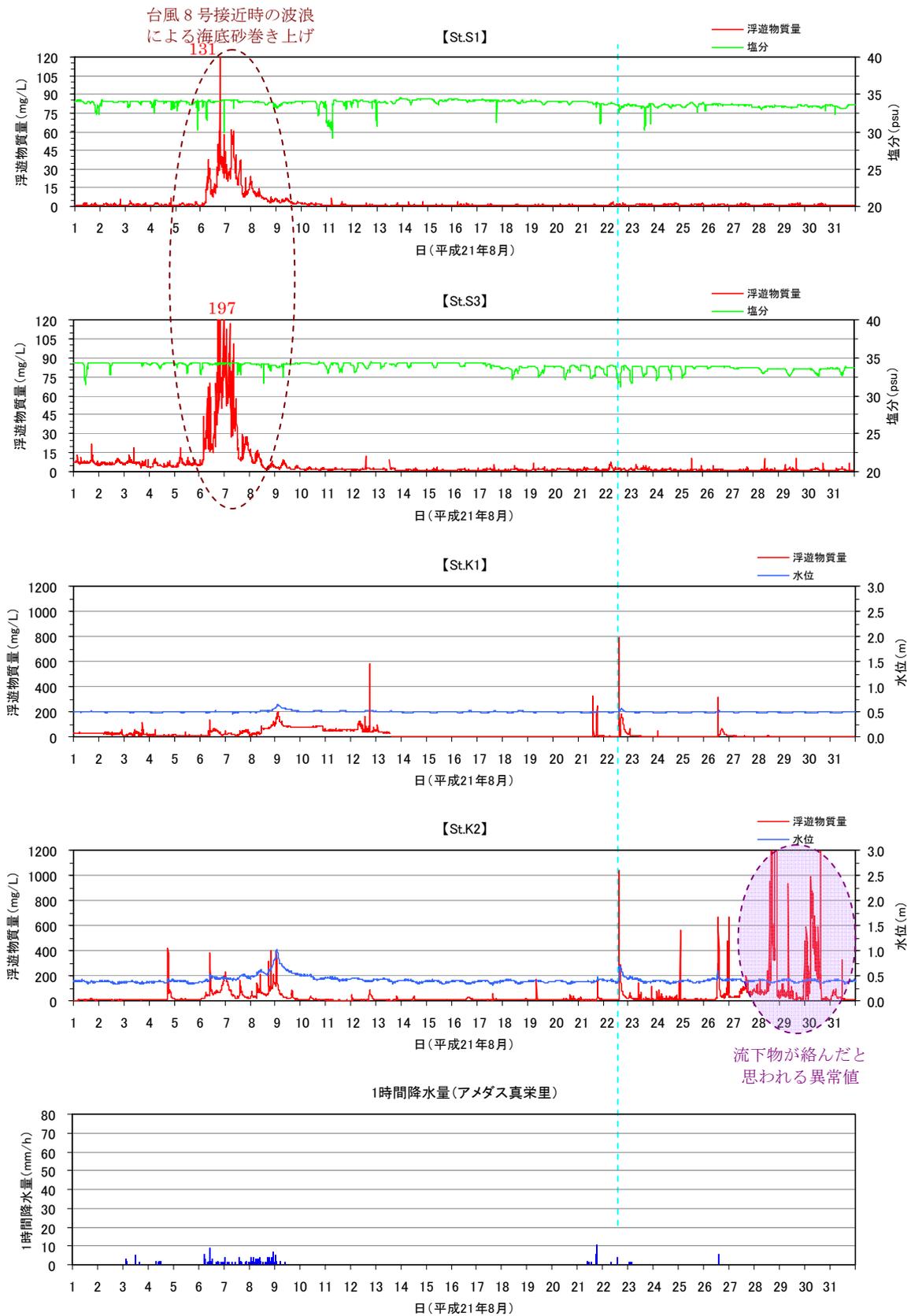
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(3) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成 21 年 6 月)



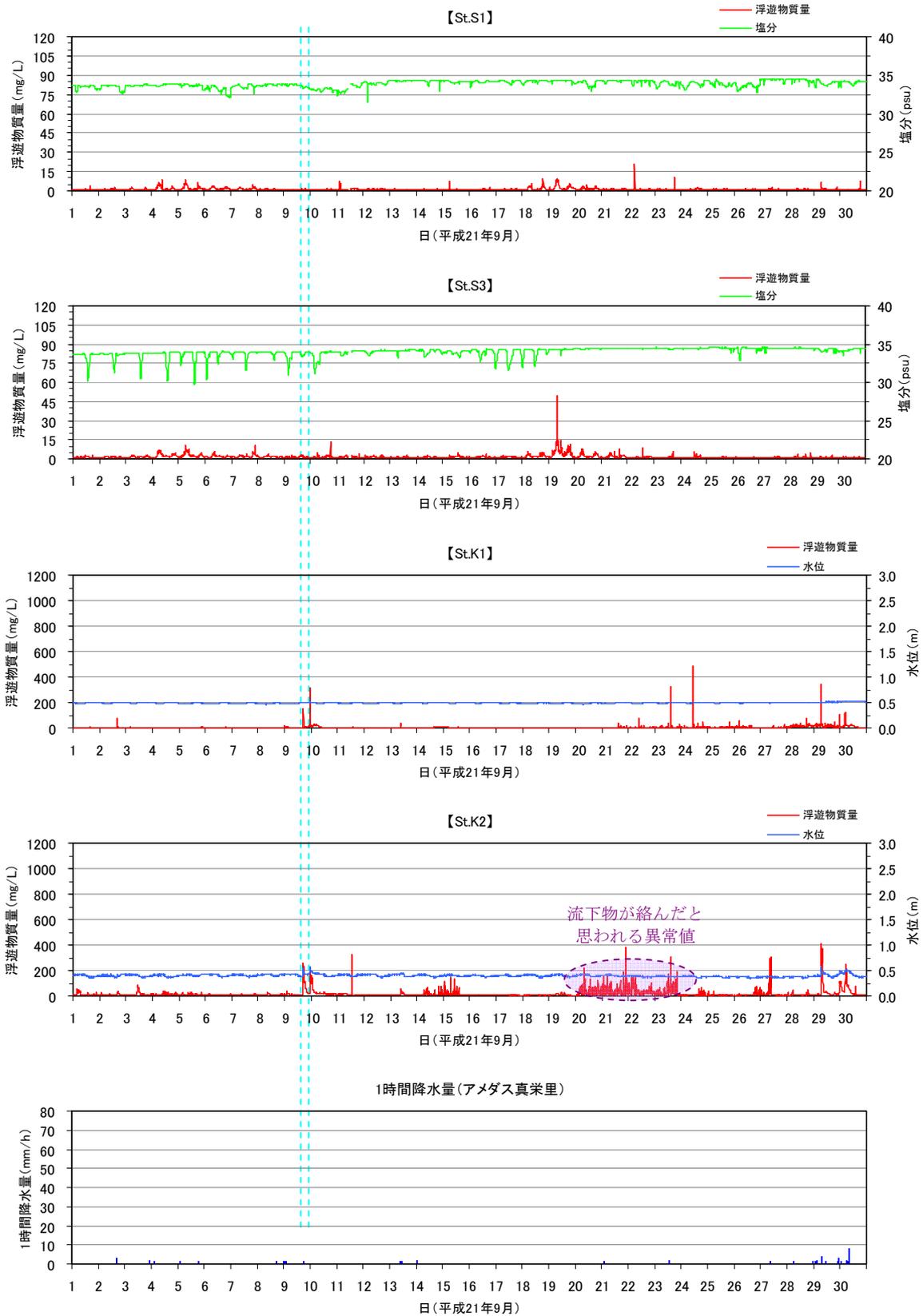
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(4) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成 21 年 7 月)



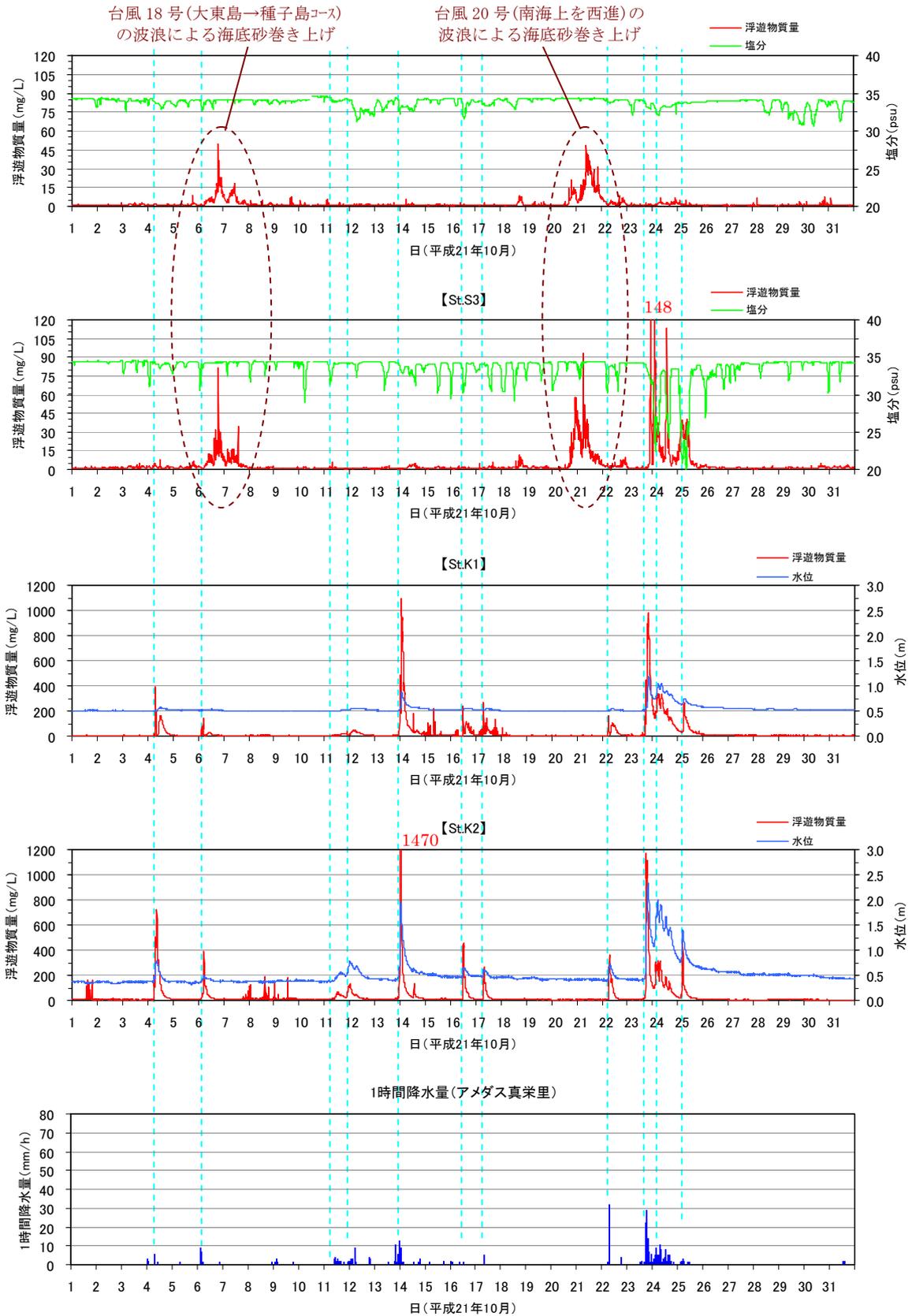
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(5) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成 21 年 8 月)



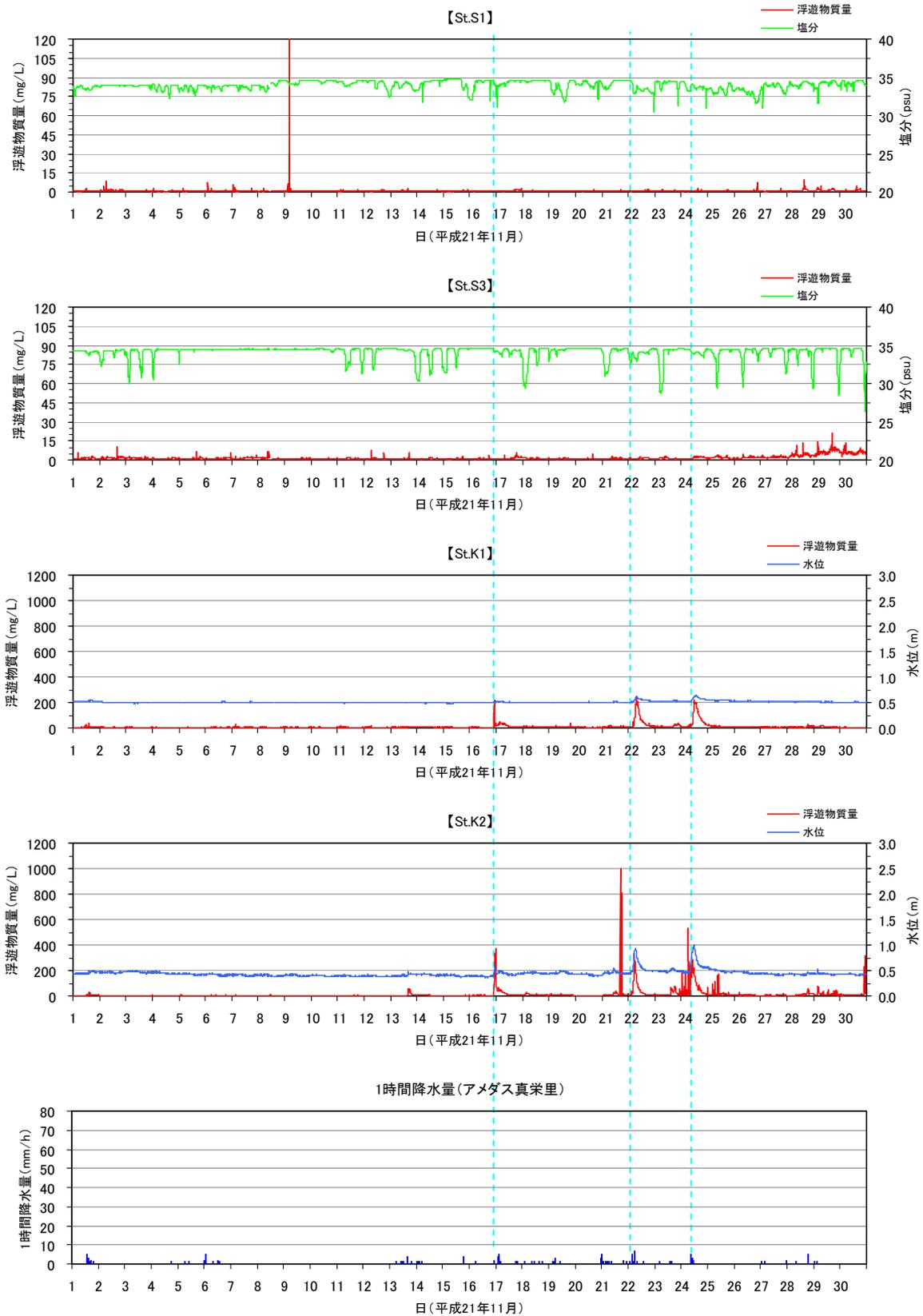
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(6) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成21年9月)



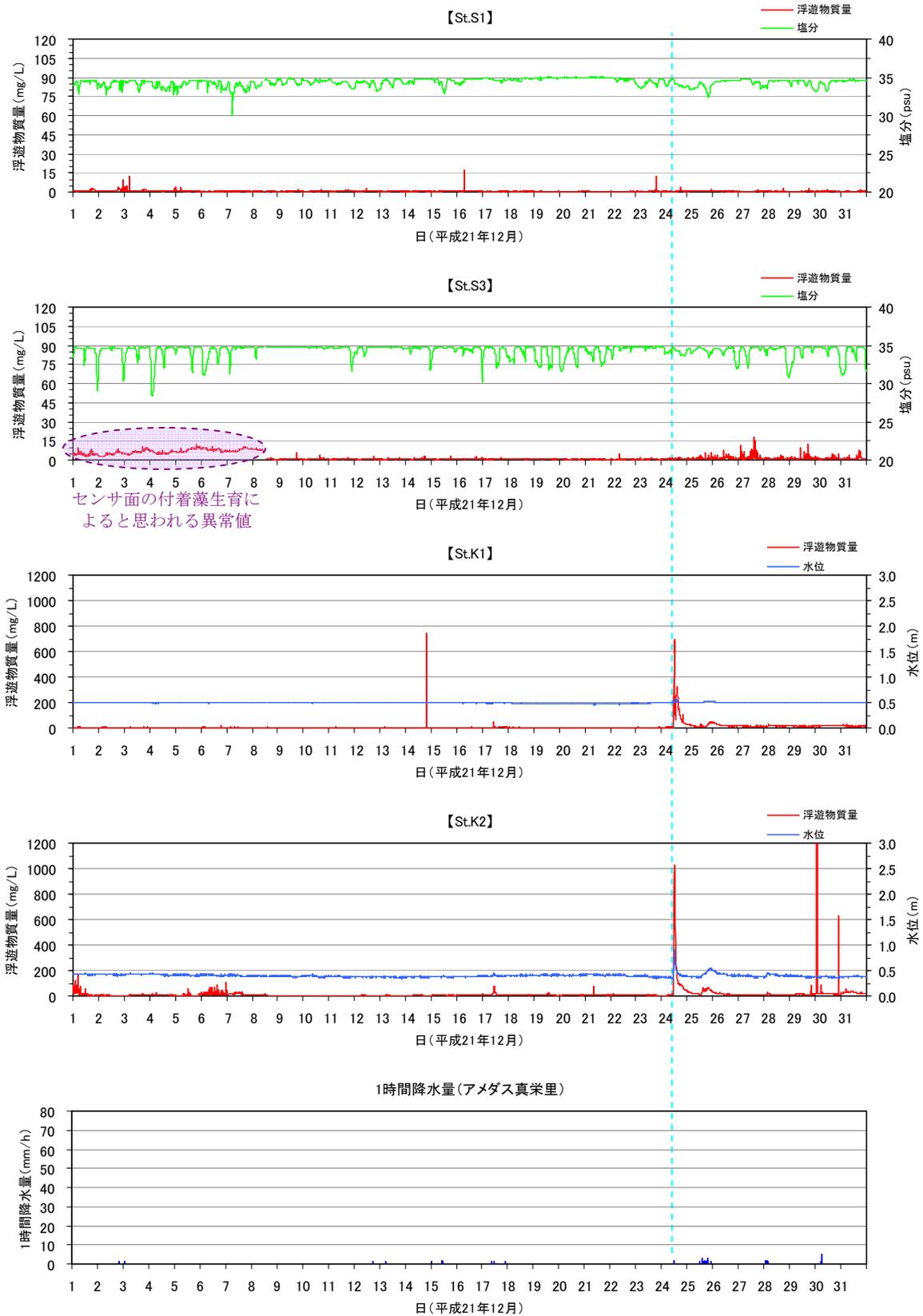
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(7) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成 21 年 10 月)



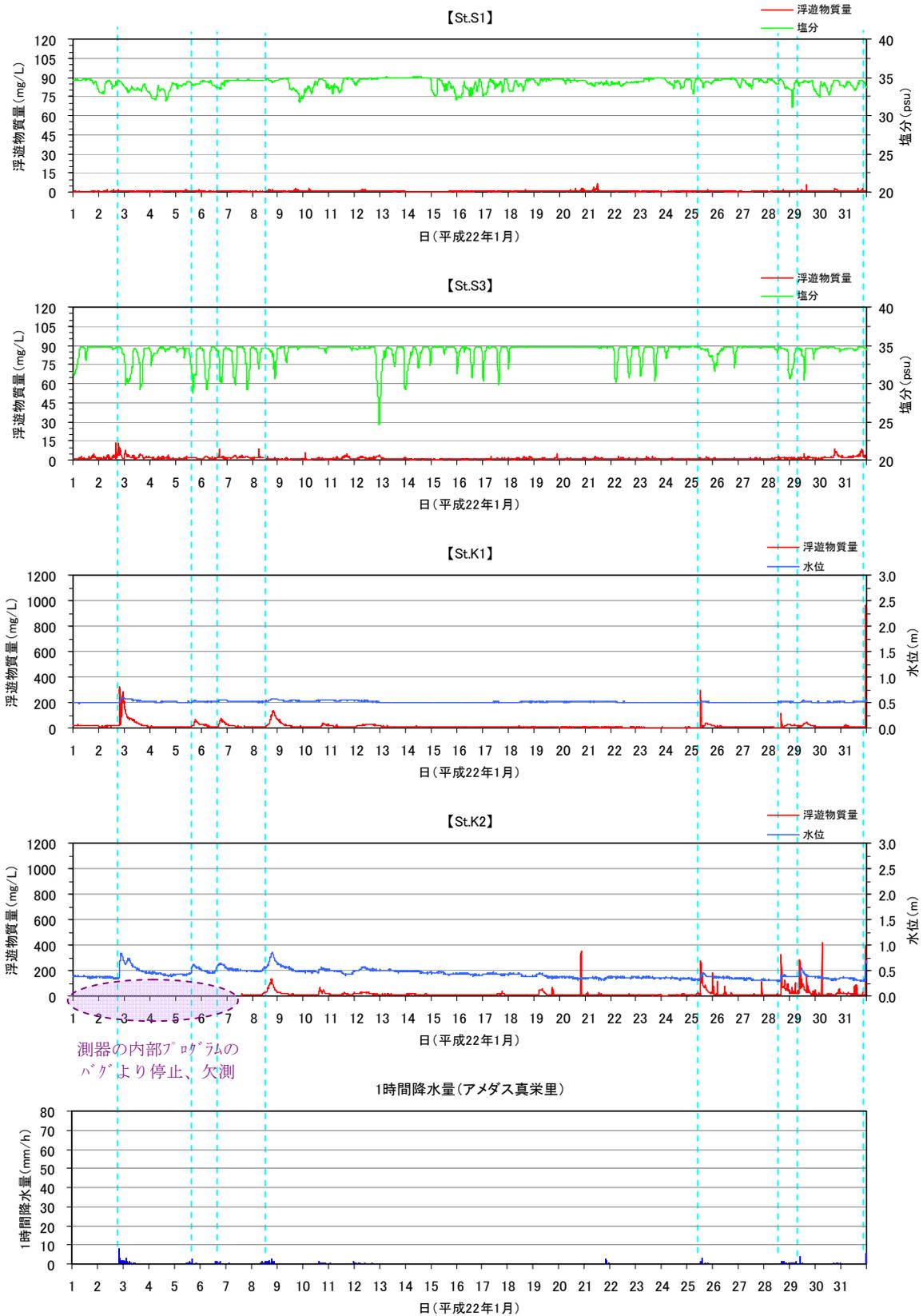
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(8) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成 21 年 11 月)



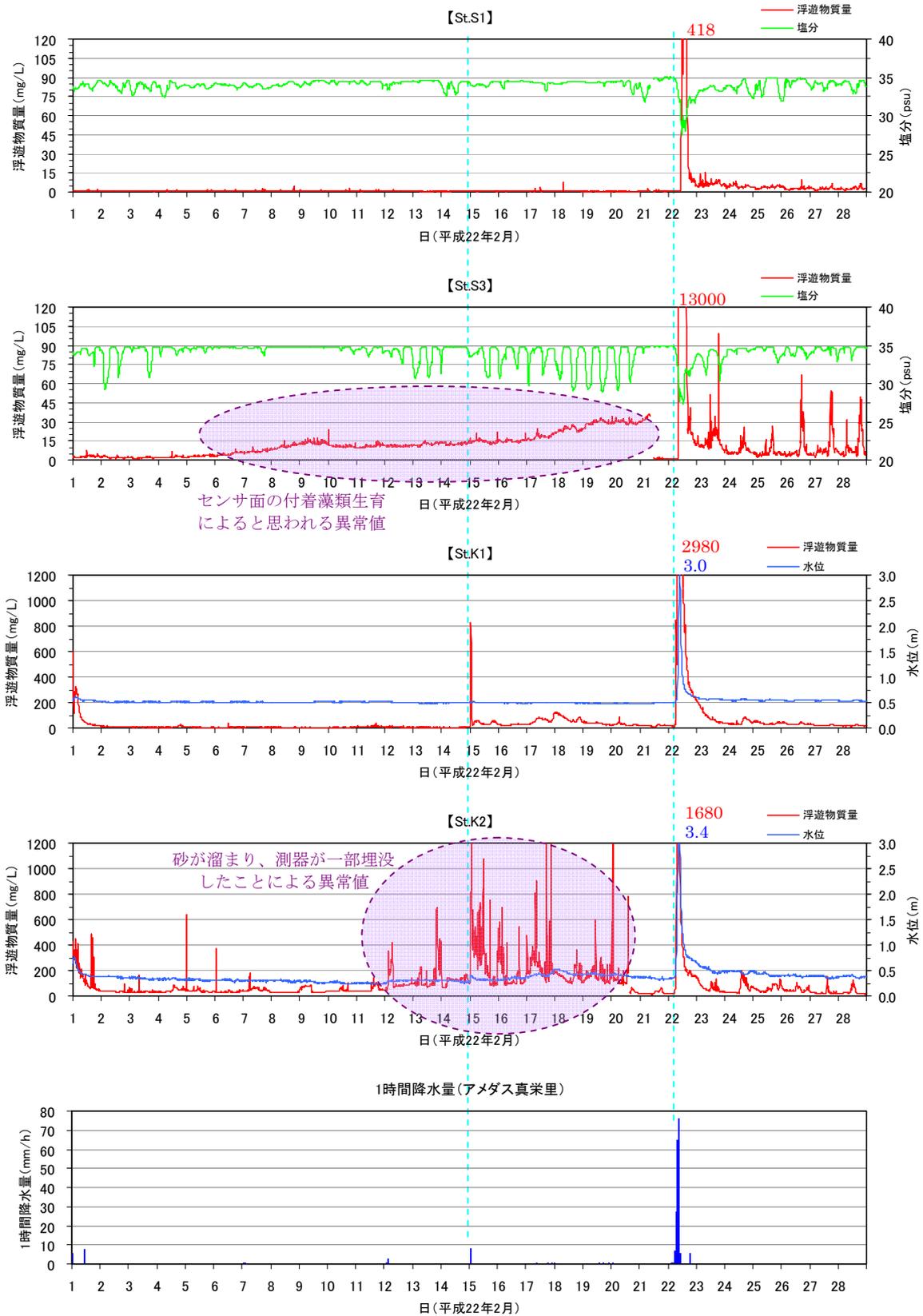
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(9) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期:平成21年12月)



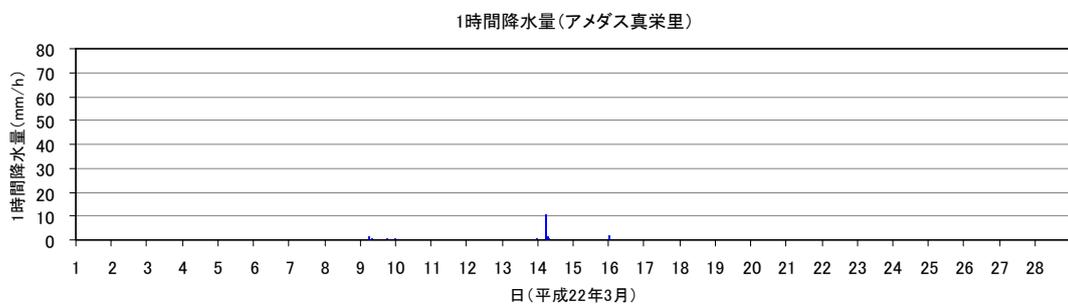
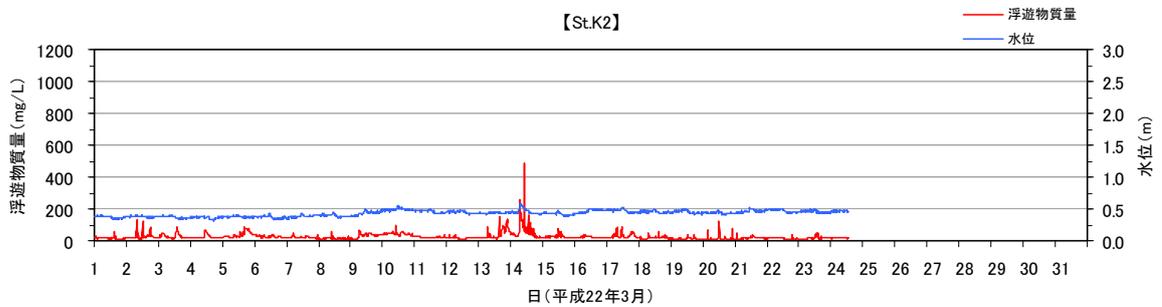
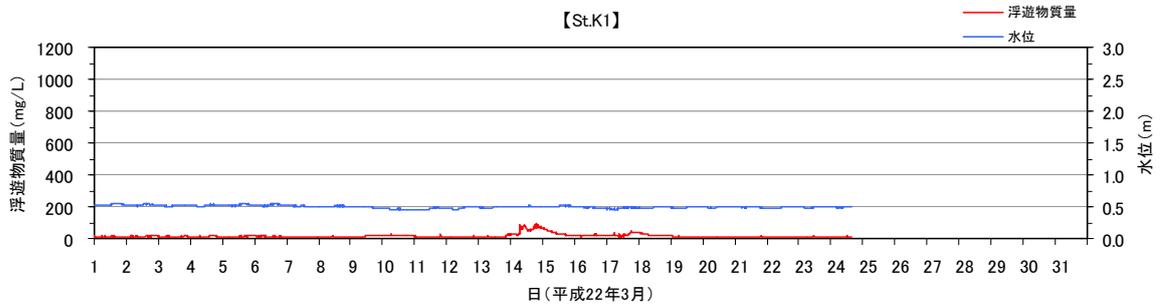
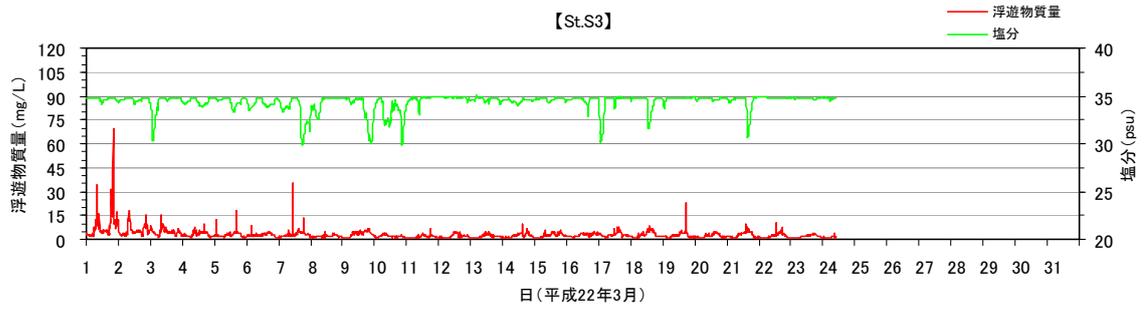
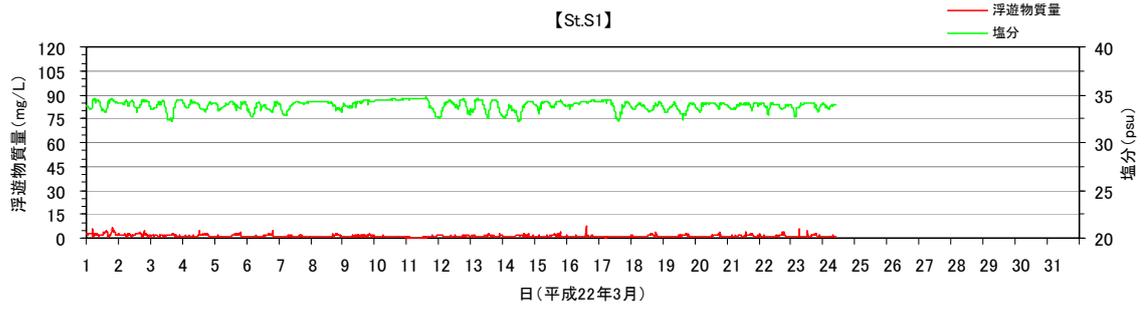
注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(10) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成22年1月)



注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(11) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期:平成22年2月)



注) 水色の破線は降雨と各観測項目の対応を表す。

図 7.18(12) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成22年3月)

⑤ 沿岸域の栄養塩類等

調査ライン毎の調査結果は図 7.19 に示すとおりである。

【塩分】

各測線とも 0m 点に比べて 100m 点において塩分が高い一般的な傾向であった。梅雨明け後には多くの地点で、台風期には L-4、5、秋季には L-2、4、5 において塩分 30 以下を示し、表流水を含む浸出水に陸水の影響が及んでいた。秋季調査前 1 週間に日降水量 2~14mm 程度（真栄里）を記録しており、轟川河口では塩分 3.9 と淡水影響が強く、轟川河口に近い L-5 においても 0m、100m 点とも塩分 20 台と低かった。冬季にも L-5 では同様であり、下げ潮時には轟川からの大量の河川水が表流水として当該測線周辺に広がっていると推察された。

【化学的酸素要求量 (COD_{Mn})】

梅雨明け後 L-5 の 0m 点で 2.9mg/L、L-6 の 0m 点で 2.2mg/L、台風期 L-6 の 0m 点で 2.2mg/L、秋季の L-6 の 0m 点で 2.7mg/L、冬季の L-6 の 0m 点で 2.2mg/L と環境基準 (2mg/L 以下) を上回ったが、轟川周辺を除けば概ね 1.5mg/L 以下であった。L-5 の基点には排水路が存在するもののほとんど流出水は認められないことから、轟川からの表流水の影響であると考えられた。

【全窒素 (T-N)】

各調査時期とも 0m 点で環境基準 (0.2mg/L 以下) を超えることが多く、特に梅雨明け後及び大規模な出水後の冬季には、轟川河口 L-6 をはじめ、多くの測線の 0m 点で環境基準を超えていた。また、轟川河口に近い測線ほど値が高い傾向がみられた。このように全窒素の分布結果からも轟川周辺の岸寄り浅海部は轟川由来の負荷が及んでいると考えられた。また、全窒素が高かったにも関わらず硝酸性窒素や亜硝酸性窒素が低かったことから、肥料等畜舎からの糞等陸域から負荷の方が強いと推察された。

【亜硝酸性窒素】

梅雨明け後の L-5 の 0m (0.005mg/L) を除いて、定量下限値 0.005mg/L 未満であり、環境基準 (10mg/L 以下) を満たしていた。

【硝酸性窒素】

全ての調査地点を通じて、定量下限値 0.01 未満~1.9mg/L と環境基準 (10mg/L 以下) を満たしていた。また、0m 点より 100m 点の方において値が低い傾向は他の項目と同様であり、海域での拡散により希釈されていた。

【全りん (T-P)】

各調査時期とも轟川河口のL-6 および近傍のL-5 の両調査地点において、他の地点より高い傾向がみられ、L-6 の0m 点においては、各調査時期とも環境基準(0.02mg/L 以下)を超えていた。沖側100m 点では、梅雨明け後のL-5、冬季のL-5、6 で環境基準を超えており、河川流量の多い時には轟川の影響が沖合まで及ぶと推察された。また、梅雨明け後の全測線、冬季のL-3~6 の0m 点で環境基準を超えており、降雨量の多い時期には、陸域からの負荷が当該沿岸域に及んでいると考えられた。ただし、L-5 及びL-6 では他の地点より高く、轟川を通じて近隣農地からの肥料等による負荷が大きいと考えられた。そのほか、台風期のL-4 の0m で環境基準を上回る値が確認されたが、塩分が26 台と低く、表層水や浸出水等の陸水影響が及んだためと考えられた。

【浮遊物質量 (SS)】

全測線において、0m 点に比べて100m 点で低かった。L-5、L-6 付近では、轟川からの濁った表流水が度々目視確認され、L-5 では、梅雨明け後および台風期に15mg/L、12mg/L と他の調査時期より非常に高かった。また、冬季のL-4 の0m 点においても13mg/L と高かったが、当日は南寄りの風が強く、風浪による底質の巻き上げによる濁りと考えられた。また、梅雨明け後には全測線において他の調査時期よりSS の値は高く、降雨量の多い時期には、河川や排水路を通じて流入する負荷が大きいたことが示唆された。

【シリカ (SiO₂)】

秋季のL-5 を除いて、全測線において0m 点よりも100m 点で低く、100m 点では轟川河口L-6 の台風期(1.6mg/L)、冬季(1.1mg/L)を除き、全調査地点を通じて0.04~0.88mg/L と低い値であった。0m 点では、轟川河口L-6 で常に高く、秋季に4.3mg/L と最も高く、梅雨明け後に3.0mg/L、冬季に2.8mg/L、台風期に2.3mg/L であった。L-6 を除けば0.15~1.1mg/L と比較的低い値であった。

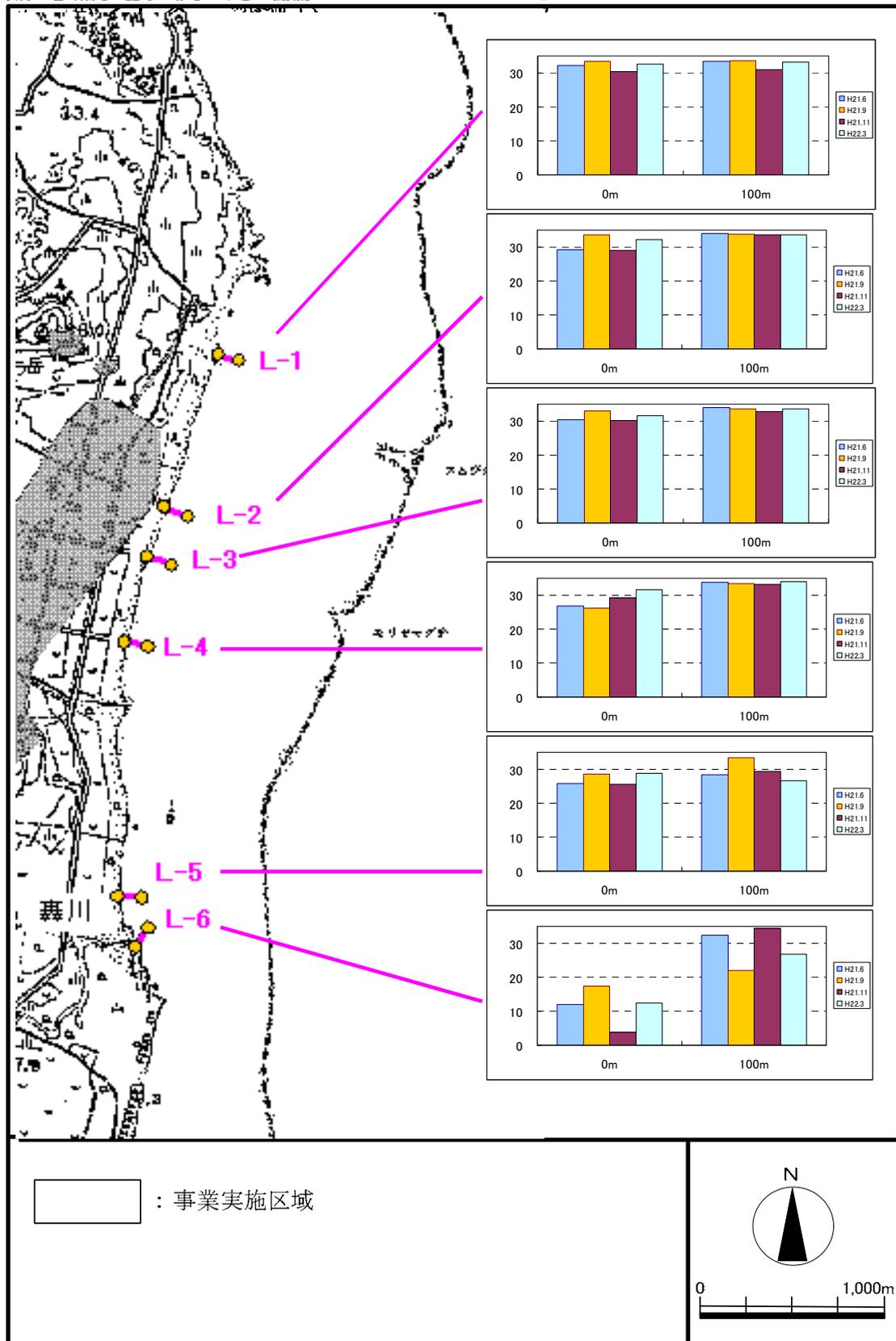


図 7.19(1) 沿岸域の栄養塩類調査 (塩分)

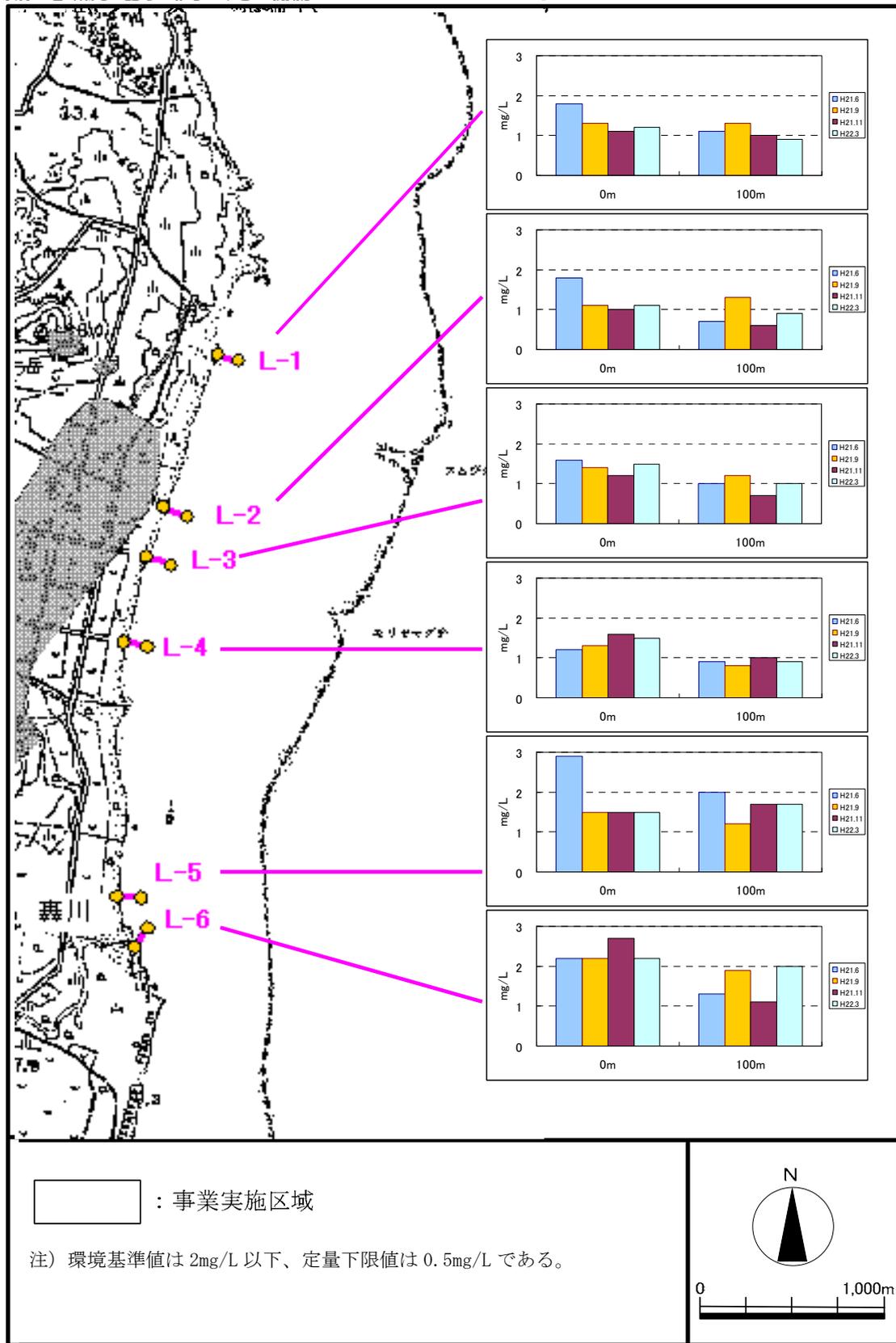


図 7.19(2) 沿岸域の栄養塩類調査 (化学的酸素要求量 COD_{Mn})

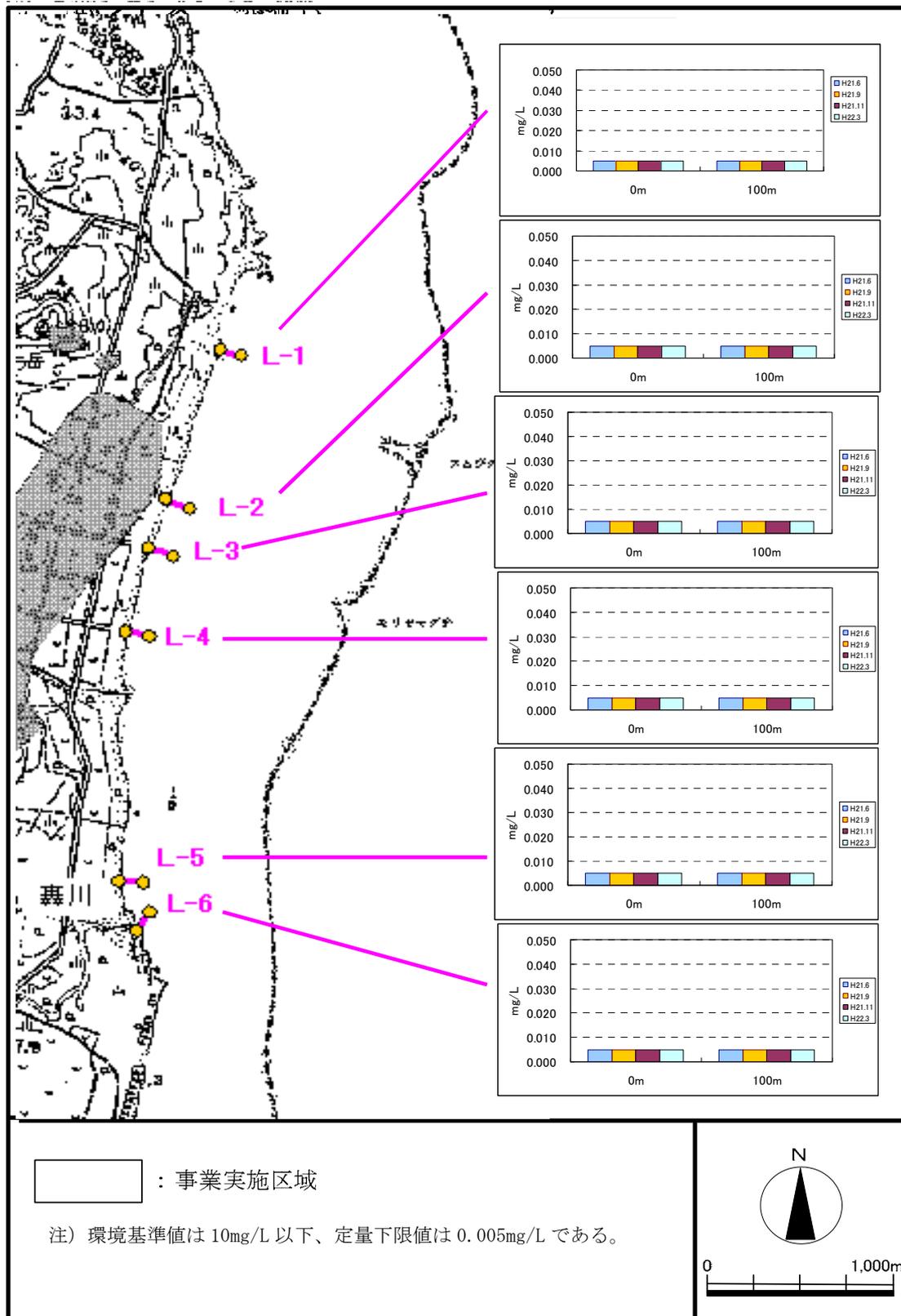


図 7.19(3) 沿岸域の栄養塩類調査 (亜硝酸性窒素)

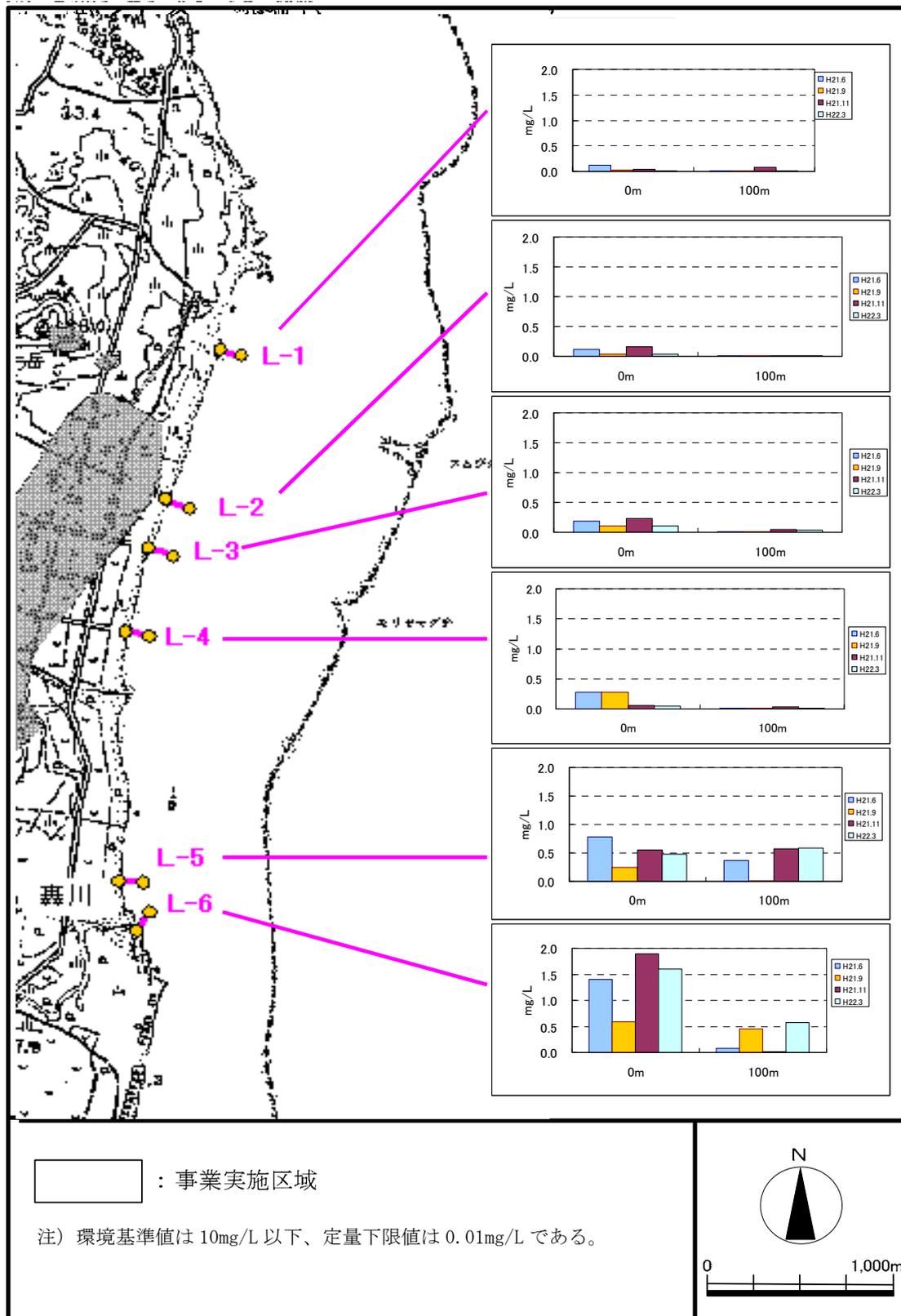


図 7.19(4) 沿岸域の栄養塩類調査 (硝酸性窒素)

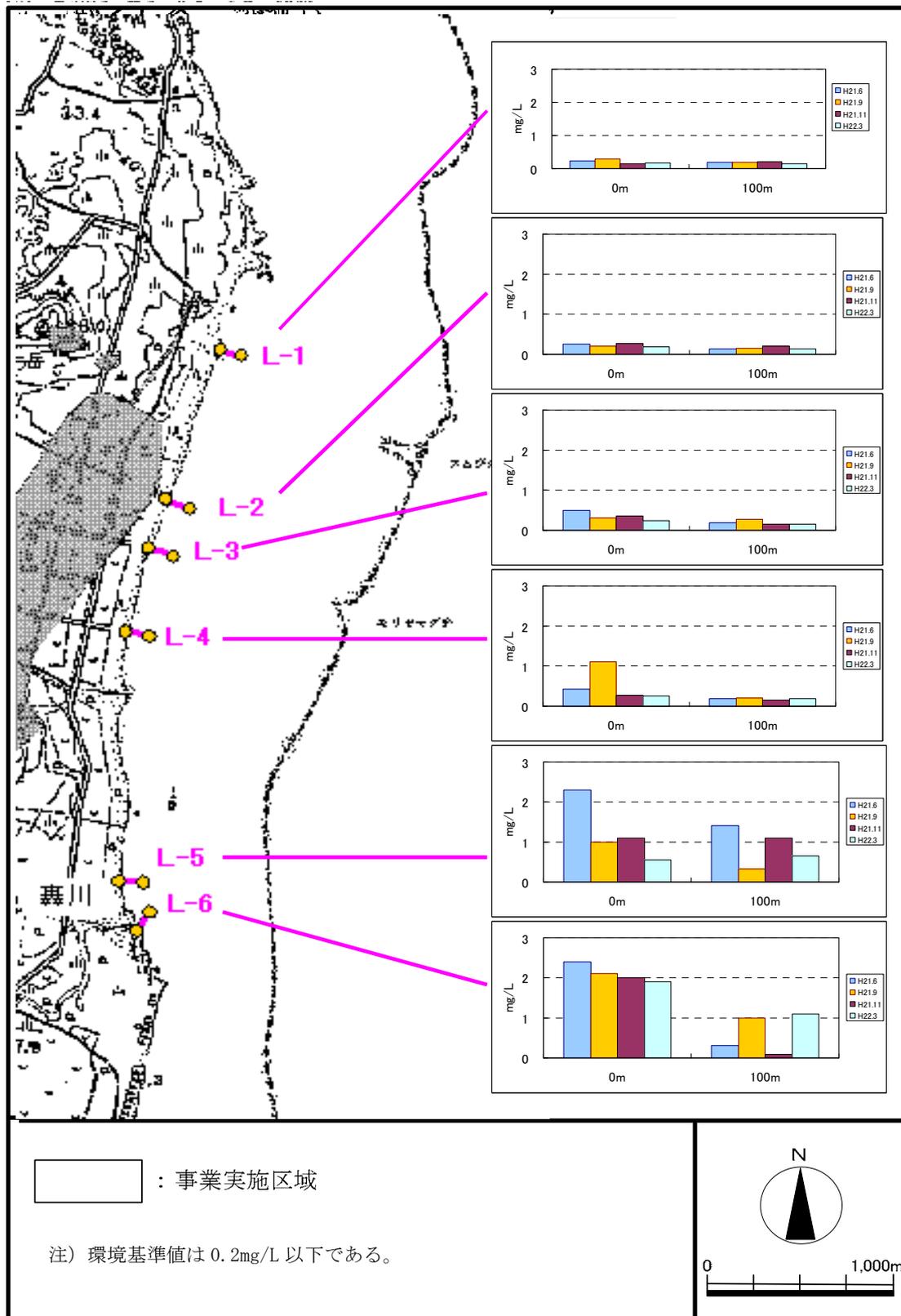


図 7.19(5) 沿岸域の栄養塩類調査 (全窒素)

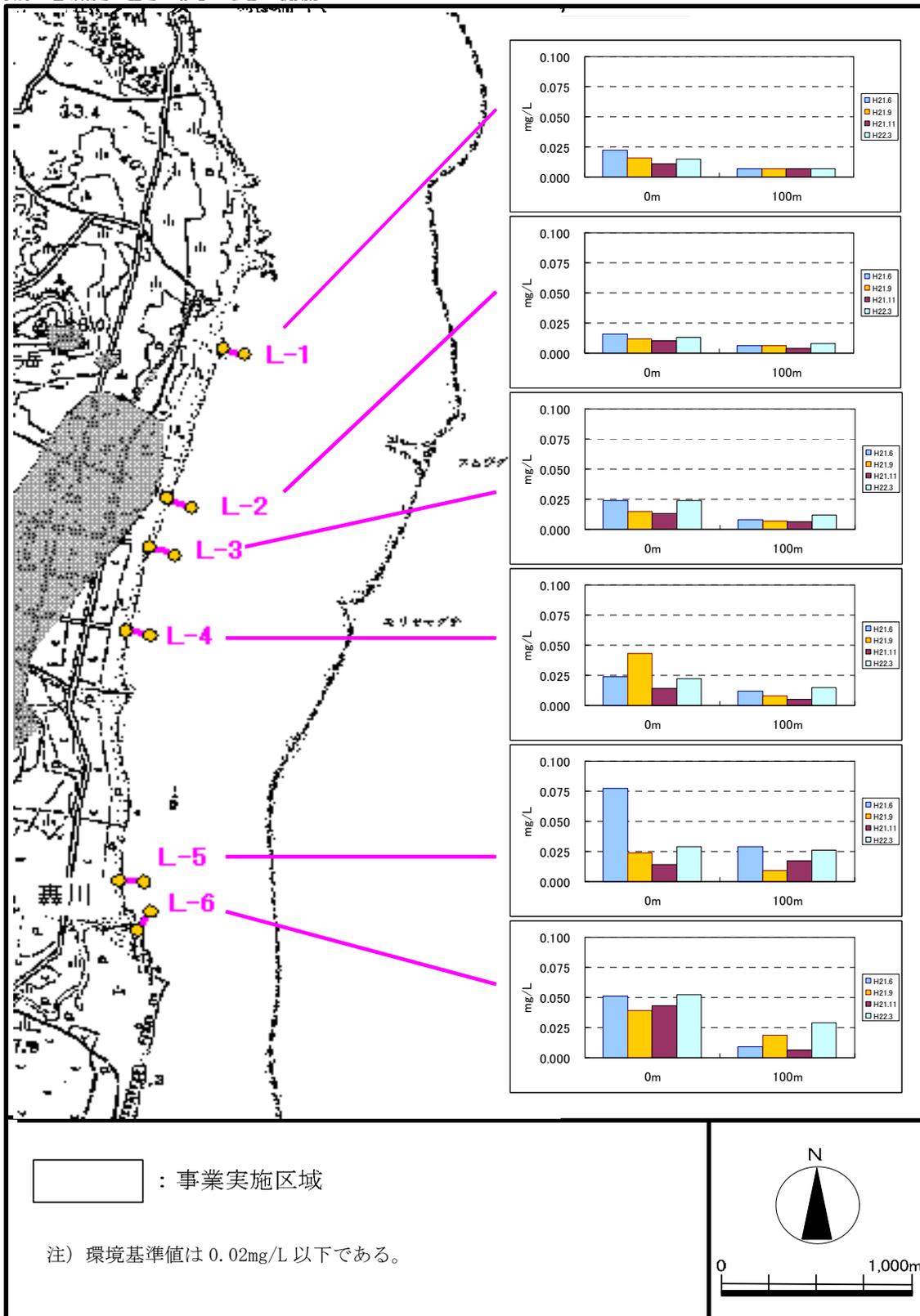


図 7.19(6) 沿岸域の栄養塩類調査 (全リン)

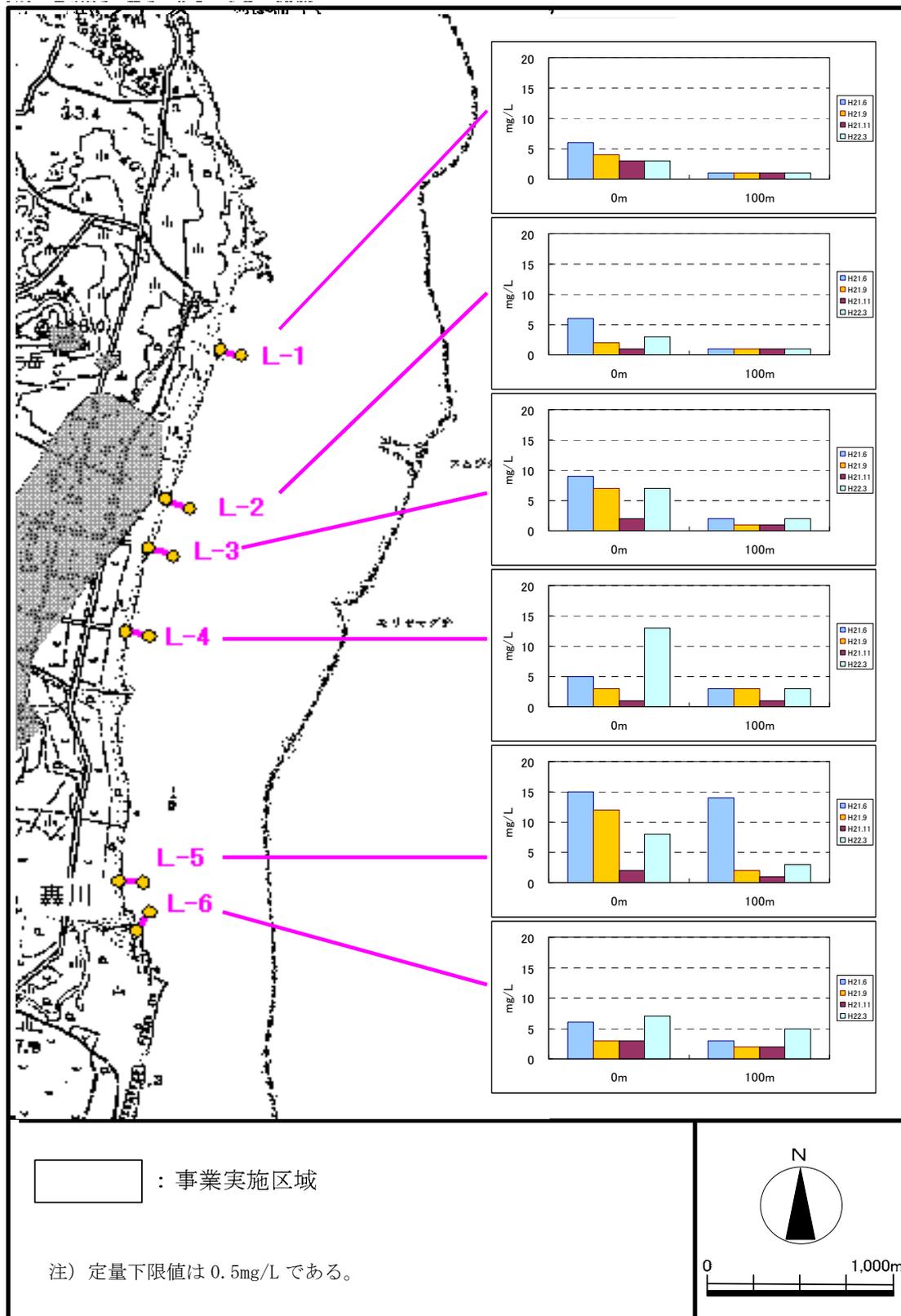


図 7.19(7) 沿岸域の栄養塩類調査 (浮遊物質 量 SS)

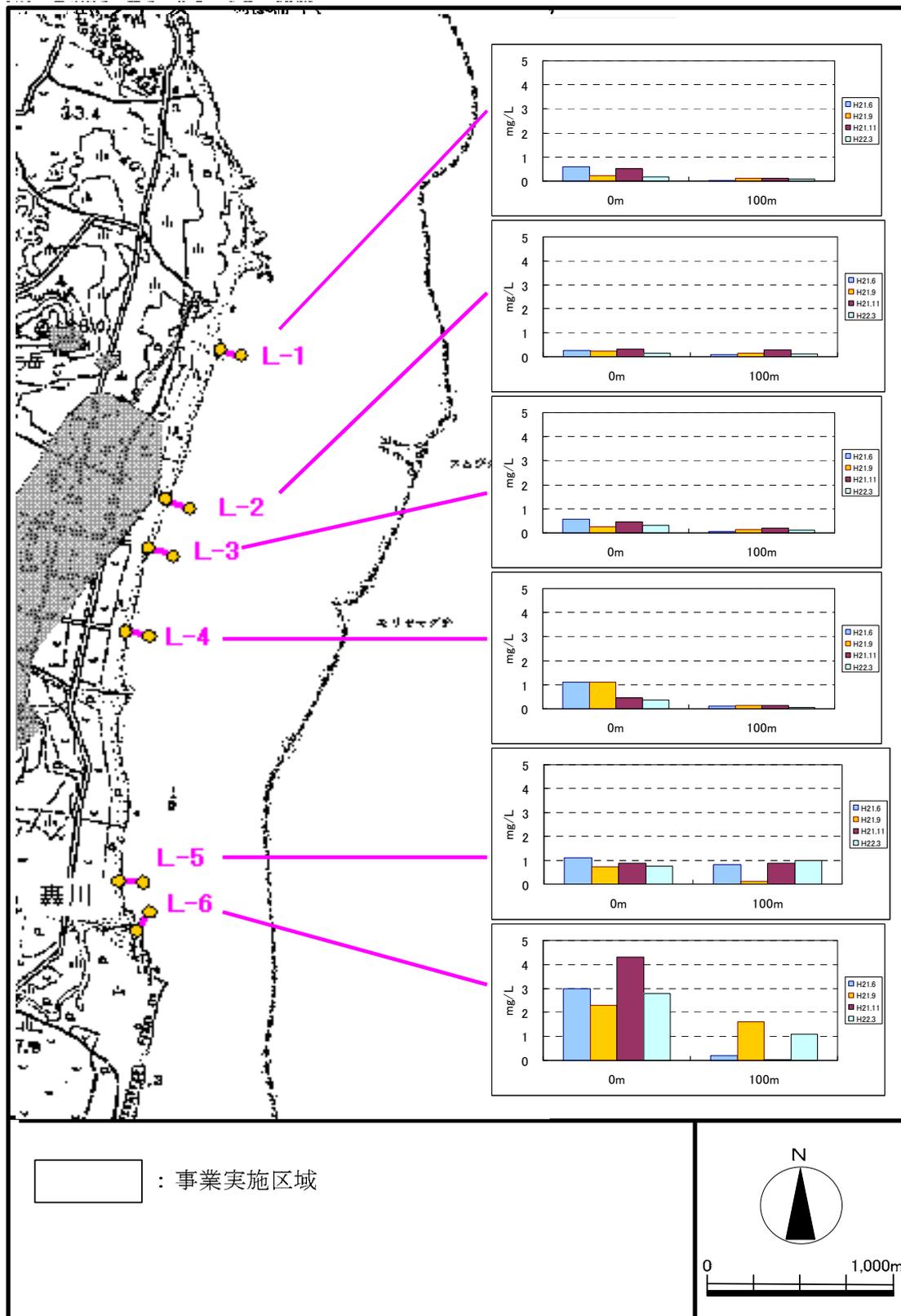


図 7.19(8) 沿岸域の栄養塩類調査 (シリカ SiO₂)