

イ) サンゴ・藻場スポット調査

【サンゴ類スポット調査】

平成 24 年度夏季における生存被度は、St. 1, 4, 7, 10 でそれぞれ 20%, 80%, 30%, 10% と高く、これら以外は 5%未満と低かった。

出現種類数は海域全体で 46 種類であり、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（樹枝状）、轟川前面海域の St. 7 でハマサンゴ属（塊状）とコノハシコロサンゴ、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であった。

稚サンゴの出現状況は、St. 7 で最も多く 64 群体、次いで St. 10 の 39 群体、St. 9' の 29 群体となり、St. 2, 3, 4 では 0 群体、これら以外の地点では 10 群体未満であった。出現種類数は海域全体で 12 種類であった。主な出現種は、St. 7 ではハマサンゴ属であり、こぶし大程度のサイズも多くみられた。St. 10 ではすべてアオサンゴ属であり、この傾向は、アオサンゴが優占する St. 10 において、親群体の近傍に稚サンゴが加入する繁殖形態をもつアオサンゴの特徴が反映されたためと考えられた。また、St. 9' ではミドリイシ属が主体であったが、海域全体ではミドリイシ属の出現数は少なかった。その他、生存被度が 80%と最も高かった St. 4 においては、稚サンゴはみられなかった。

平成 15～18 年の台風の波浪により、生存被度が St. 4 を除く各地で最大 25%低下し、著しくサンゴ類が減少した。その後、平成 19 年度夏季に高水温による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%に達した。平成 19 年度夏季の白化によるサンゴ類の死亡で、被度が各地点で最大 20%低下し、種数が半数程度に減少した地点もみられた。種数の減少が特に目立ったのは環境変化に対する耐性が低いとされるミドリイシ属であった。その後、地点によってはサンゴ類の回復がみられ、特に St. 4 においては、平成 20 年度以降、年々被度が増加しており、平成 24 年度の間 50%増加した。St. 4 では、コモンサンゴ属（樹枝状）が卓越しており、本種が著しく成長したことにより被度が増加したと考えられた。また、St. 7 においても平成 22 年度から平成 24 年度の間、被度が 10%増加した。これは、ハマサンゴ属（塊状）やコノハシコロサンゴの成長に加え、ハマサンゴ属を主とした稚サンゴの加入、成長により、被度が増加したと考えられた。St. 1 においても平成 23 年度から平成 24 年度の間被度が 5%増加しており、ユビエダハマサンゴ等の成長によるものと考えられた。

平成 19 年度夏季の白化以降、サンゴ類の白化等による大規模死滅は確認されていない。また、被度においても事業前面海域の St. 1, St. 4 や St. 7 で増加がみられ、種数においても目立った減少はなく、むしろ増加している地点が多くみられた。これらのことから、濁り等サンゴ生育の負荷となる因子の影響は認められず、平成 24 年 9 月において、工事後の影響は認められなかった。

表 7.5 サング類調査結果

単 位：%

調査地点		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	5'	9'
生サング被度(%)	平成13年度	15	25	+	30	70	+	20	+	50	25		
	平成14年度	15	20	+	25	50	+	20	+	35	25		
	平成15年度	35	30	+	35	30	+	20	+	55	25		
	平成18年度	25	+	+	45	+	+	20	+	25	10		
	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	+	+
	平成22年度	15	0	0	65	+	+	20	+	+	10	+	+
	平成23年度	15	0	0	70	+	+	25	+	+	10	+	+
平成24年度	20	0	0	80	+	+	30	+	+	10	+	+	
死サング被度(%)	平成13年度	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+		
	平成14年度	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+		
	平成15年度	+	0	0	+	+	0	+	+	+	+		
	平成18年度	0	+	0	0	+	+	0	+	+	+		
	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	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	平成22年度	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	平成23年度	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
平成24年度	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
白化サング割合(%)	平成13年度	+	20	0	+	+	+	+	+	+	+		
	平成14年度	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0		
	平成15年度	+	35	0	+	45	60	20	40	20	65		
	平成18年度	+	0	0	0	0	0	+	0	+	+		
	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
	平成22年度	+	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	0
	平成23年度	+	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0
平成24年度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
出現種数	平成13年度	23	9	1	21	11	2	15	5	22	11		
	平成14年度	27	13	1	23	12	2	14	5	18	9		
	平成15年度	19	10	1	21	10	2	18	7	17	10		
	平成18年度	19	1	1	26	7	2	19	5	16	12		
	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
	平成22年度	10	0	0	11	6	4	24	6	7	2	18	8
	平成23年度	10	0	0	11	7	3	24	4	4	2	14	9
平成24年度	13	0	0	9	10	3	26	4	5	2	15	10	

注)1.被度は5%単位で示す。
 2.+は5%未満を示す。
 3.白化サングの割合は、生サングのうち白化サングの占める割合を示す。
 4.St.5',9'は、平成19年度より調査を実施している。

【海藻草類スポット調査】

各地点における出現種類数は 115～43 種類であり、St. 8 で 43 種類と最も多く、St. 3 で 15 種類と最も少なかった。

調査枠内の全体被度は全調査地点を通じて 5～85%であり、St. 9 で最も高く、St. 4 で最も低かった。

種別被度で比較的高かったのは、ホソエダカニノテや無節サンゴモ類、アミジグサ属、ウスユキウチワ、ホンダワラ構成種（ヤバネモク、タマキレバモク、ホンダワラ属、カサモク）、海草藻場構成種（リュウキュウスガモ、ウミジグサ、リュウキュウアマモ）等であった。

藻場構成種である海草類やホンダワラ類が、比較的多く確認された地点は、St. 3、St. 6、St. 8 であった。St. 3 は海草藻場であり被度は 60%、リュウキュウスガモや、リュウキュウアマモ、ベニアマモが優占していた。St. 6 は海草とホンダワラ類の混生藻場であり、被度は 45%であった。また、St. 8 はホンダワラ藻場であり被度は 60%、ホンダワラ属やヤバネモクが優占していた。この他の地点では藻場構成種の被度は高くても 15%であり、多くの紅藻綱や緑藻綱が低被度で生育していた。

今年度、各地点において全体被度、出現種数の増減が確認されたが、藻場構成種被度は、いずれの地点においても増加もしくは現状維持であった。藻場構成種が増加していたのは、海草類では St. 6 の 1 地点であり、ホンダワラ類では St. 2, 8, 9, 10, 9' の 5 地点であった。特に、St. 8 においては、ホンダワラ類が平成 23 年度から 15%の増加がみられた。

表 7.6 海藻草類調査結果概要

単 位 : %

調査地点		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	5'	9'
全体被度(%)	平成13年度	20	50	65	20	15	60	10	50	30	20		
	平成14年度	25	55	60	30	25	60	25	70	40	35		
	平成15年度	30	70	60	30	30	60	25	70	40	35		
	平成18年度	20	45	40	30	60	55	30	45	55	35		
	平成19年度	25	15	45	25	65	55	25	45	95	35	55	75
	平成20年度	15	15	45	35	65	55	15	60	70	35	35	70
	平成21年度	10	10	50	15	60	50	10	70	80	35	40	75
	平成22年度	25	10	55	15	55	50	15	65	90	35	45	80
	平成23年度	30	20	60	10	60	50	10	70	85	35	50	70
平成24年度	25	20	60	5	50	50	10	70	85	30	35	75	
藻場構成種被度(%)	平成13年度	5	5	65	+	+	40	+	15	5	+		
	平成14年度	+	5	60	+	0	40	+	40	+	+		
	平成15年度	+	+	60	+	0	35	+	30	+	+		
	平成18年度	+	+	40	+	+	40	+	25	+	+		
	平成19年度	+	+	45	+	+	40	+	25	+	+	+	+
	平成20年度	+	+	45	+	+	40	+	25	+	+	+	+
	平成21年度	+	+	50	+	+	35	+	30	+	+	+	+
	平成22年度	+	5	55	5	5	40	+	40	+	+	+	5
	平成23年度	5	10	60	+	+	40	+	45	5	+	+	5
平成24年度	5	15	60	+	+	45	+	45	10	5	+	10	
海藻類被度(%)	平成13年度	0	0	65	+	+	10	+	+	0	0		
	平成14年度	0	0	60	+	0	10	0	+	0	0		
	平成15年度	0	0	60	+	0	10	0	+	0	0		
	平成18年度	0	0	40	+	+	10	0	+	0	0		
	平成19年度	0	0	45	+	+	10	0	+	0	0	0	0
	平成20年度	0	0	45	0	+	10	0	+	0	0	0	0
	平成21年度	0	0	50	0	+	10	0	+	0	0	0	0
	平成22年度	0	+	55	0	+	15	0	+	0	0	0	0
	平成23年度	0	+	60	0	0	20	0	+	0	0	0	0
平成24年度	0	+	60	0	0	25	0	+	0	0	0	0	
ホンダワラ類被度(%)	平成13年度	5	5	0	+	0	30	+	15	5	+		
	平成14年度	+	5	0	+	0	30	+	40	+	+		
	平成15年度	+	+	0	+	0	25	+	30	+	+		
	平成18年度	+	+	0	+	+	30	+	25	+	+		
	平成19年度	+	+	0	+	+	30	+	25	+	+	+	+
	平成20年度	+	+	0	+	+	30	+	30	+	+	+	+
	平成21年度	+	+	0	+	+	25	+	30	+	+	+	5
	平成22年度	+	+	0	+	+	25	+	40	+	+	+	5
	平成23年度	5	10	0	+	+	20	+	45	5	+	+	5
平成24年度	5	15	0	+	+	20	+	45	10	5	+	10	
出現種数	平成13年度	25	18	5	28	18	30	24	42	19	22		
	平成14年度	34	33	11	38	27	36	39	56	25	28		
	平成15年度	33	34	17	43	36	46	39	59	31	30		
	平成18年度	18	20	12	36	39	42	37	59	32	33		
	平成19年度	26	21	9	29	36	46	35	51	27	36	48	37
	平成20年度	25	26	7	30	34	42	33	48	26	35	47	35
	平成21年度	24	22	9	32	36	40	32	48	27	33	46	33
	平成22年度	23	35	10	36	41	47	35	46	27	28	43	30
	平成23年度	27	37	16	23	38	39	34	40	20	29	36	28
平成24年度	23	37	15	19	34	33	32	43	27	27	36	28	

注)1.被度は5%単位で示す。
 2.+は5%未満を示す。
 3.St.5',9'は、平成19年度より調査を実施している。

り) 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 7.8、表 7.7 に示すとおりである。

平成 15～18 年の台風の波浪と、平成 19 年の白化現象により、サンゴ類の被度は低下し（St. 2、St. 5、St. 9）、これに代わって露出した岩盤に生育する海藻類が増加する傾向にあることが明らかとなった。

平成 19 年以降は、サンゴ礁域の注目種であるアオサンゴ、ハマサンゴ属（塊状、樹枝状）の生育状況の変化はみられなく、平成 20 年以降、St. 4 に生息するコモンサンゴ属（樹枝状）の破片分散による被度増加、平成 22 年に確認されたシコロサンゴ属の高被度域が維持されており、一部のサンゴ礁域では回復傾向にあることが確認された。

なお、平成 22 年にトゥールグチ周辺で確認された稚サンゴは、オニヒトデの食害を受け、大部分は死滅した。

藻場構成種であるホンダワラ類は年変動が大きく増減が繰り返されているものの、海草類の生育状況は安定しており、大きな変化はみられなかった。

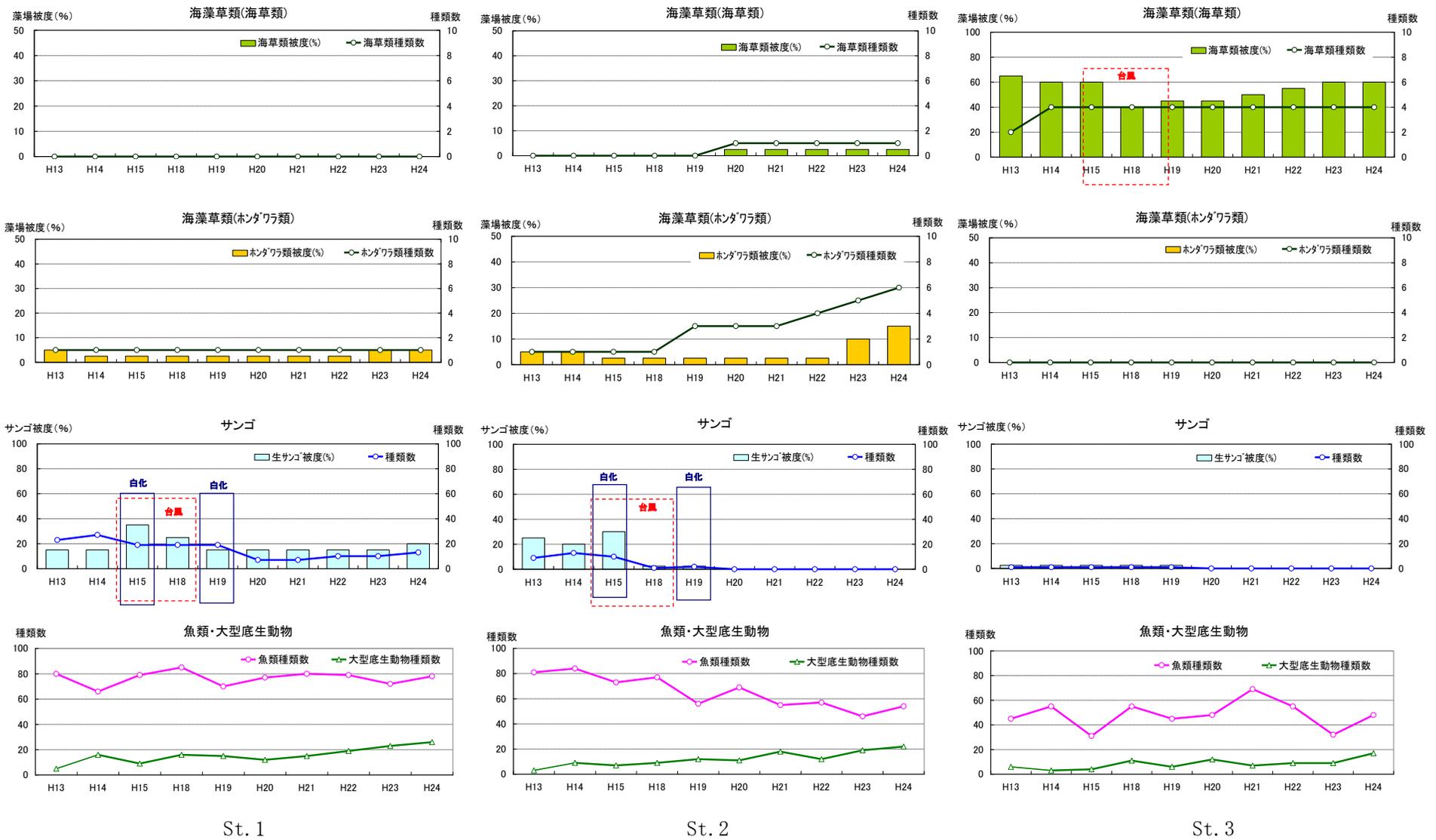
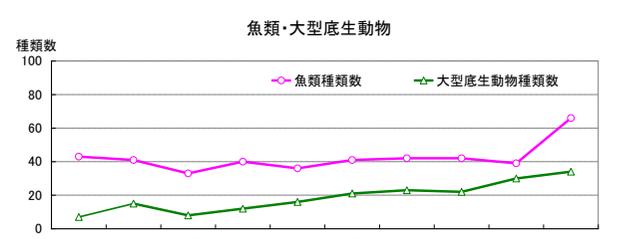
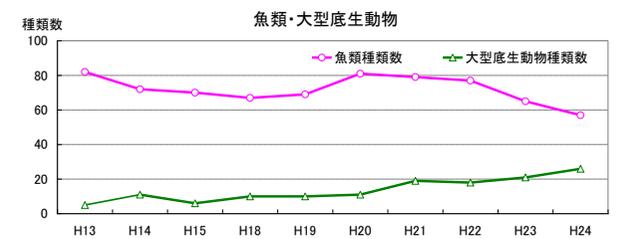
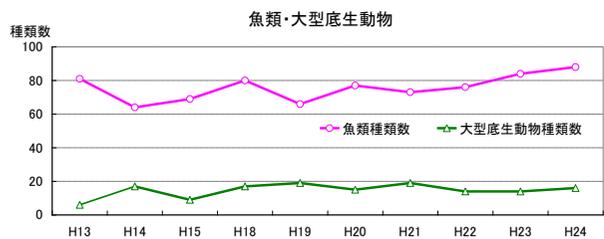
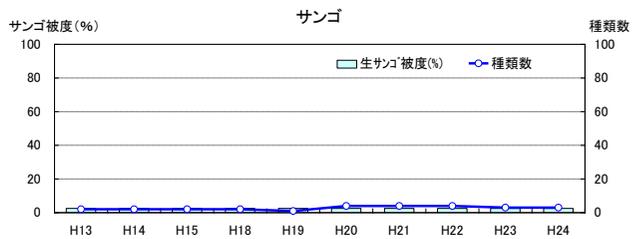
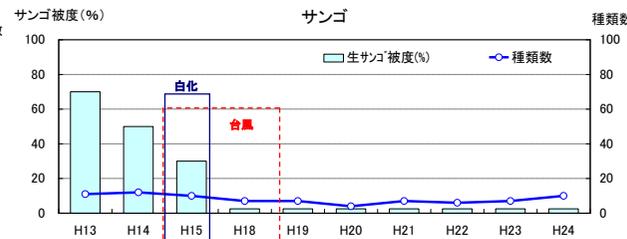
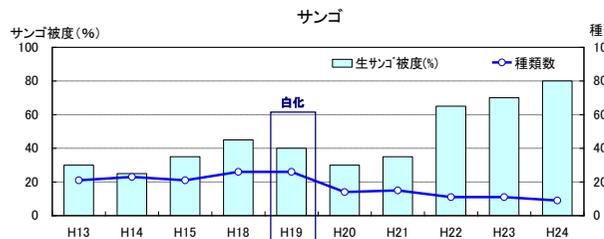
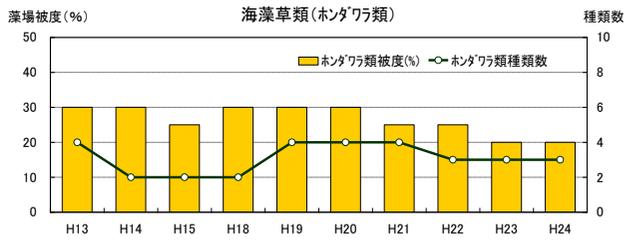
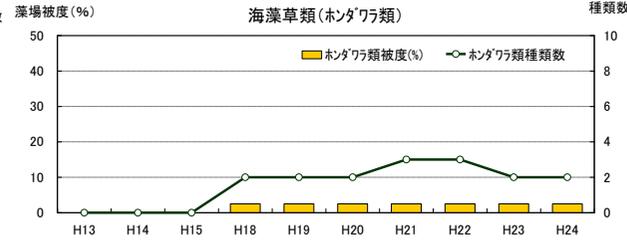
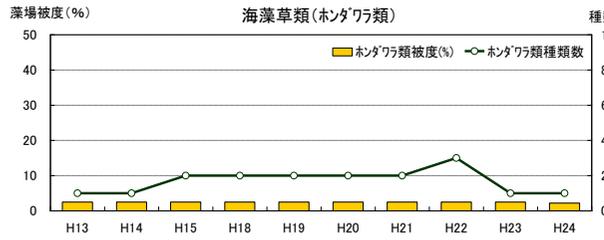
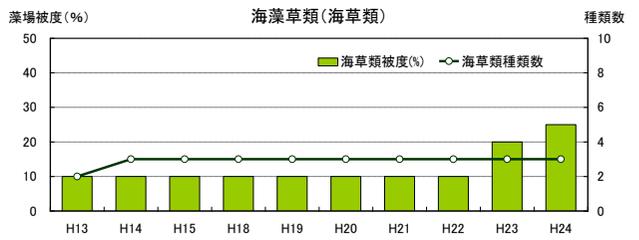
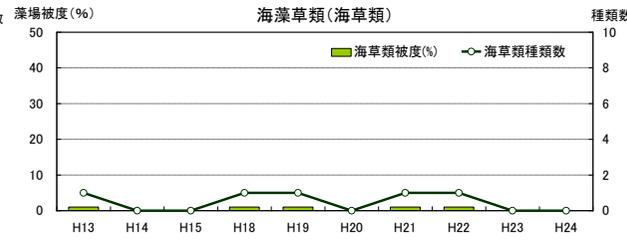
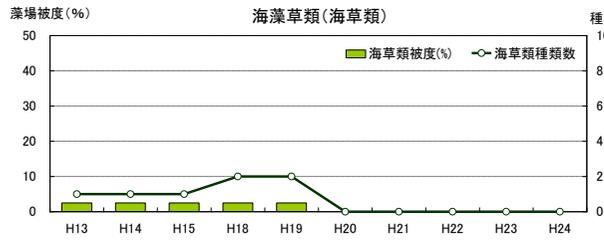


図 7.8(1) サンゴ礁生態系構成要素の経年変化

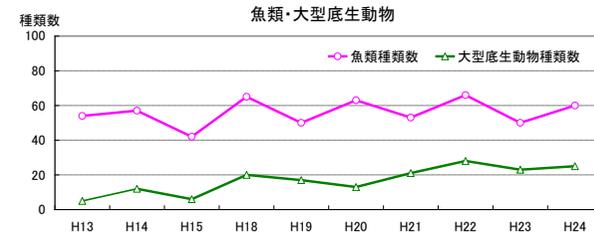
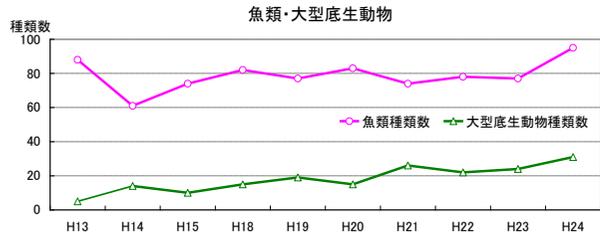
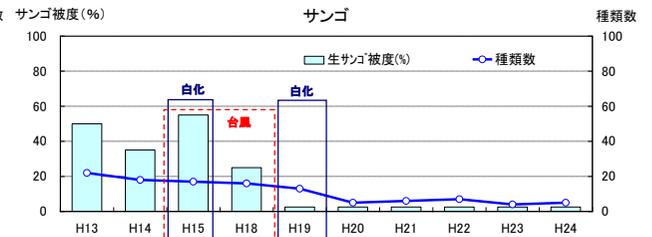
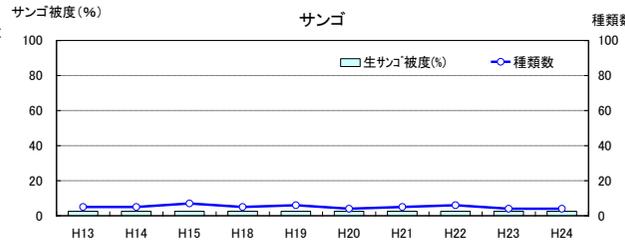
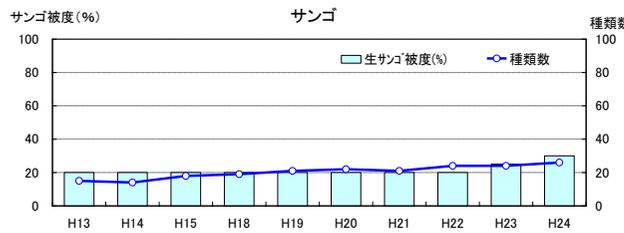
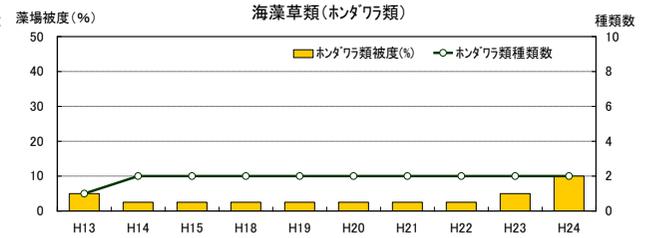
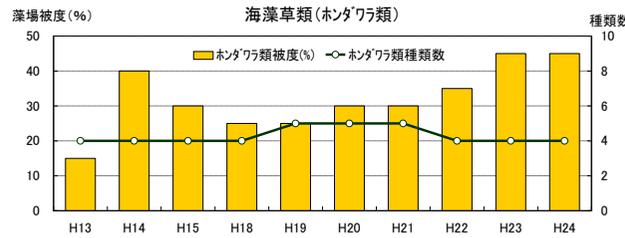
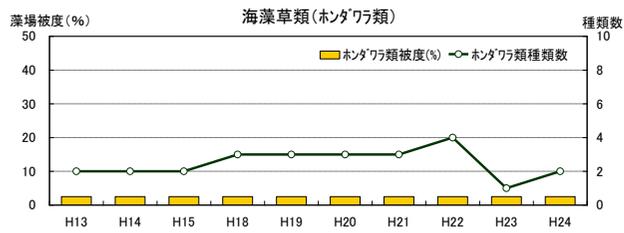
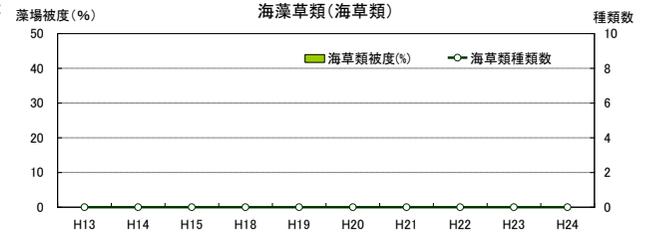
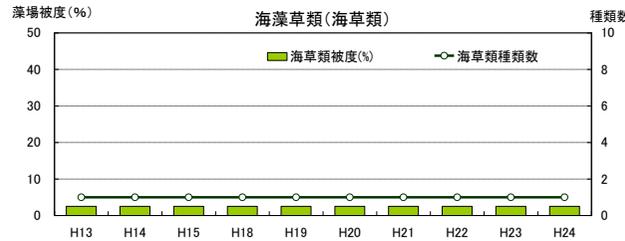
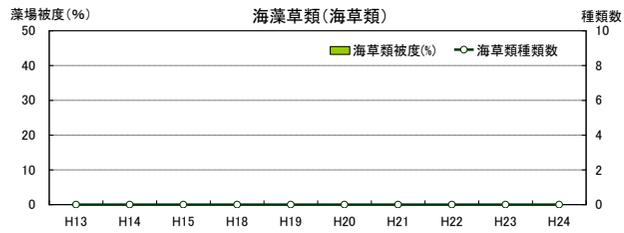


St. 4

St. 5

St. 6

図 7.8(2) サンゴ礁生態系構成要素の経年変化



St. 7

St. 8

St. 9

図 7.8(3) サング礁生態系構成要素の経年変化

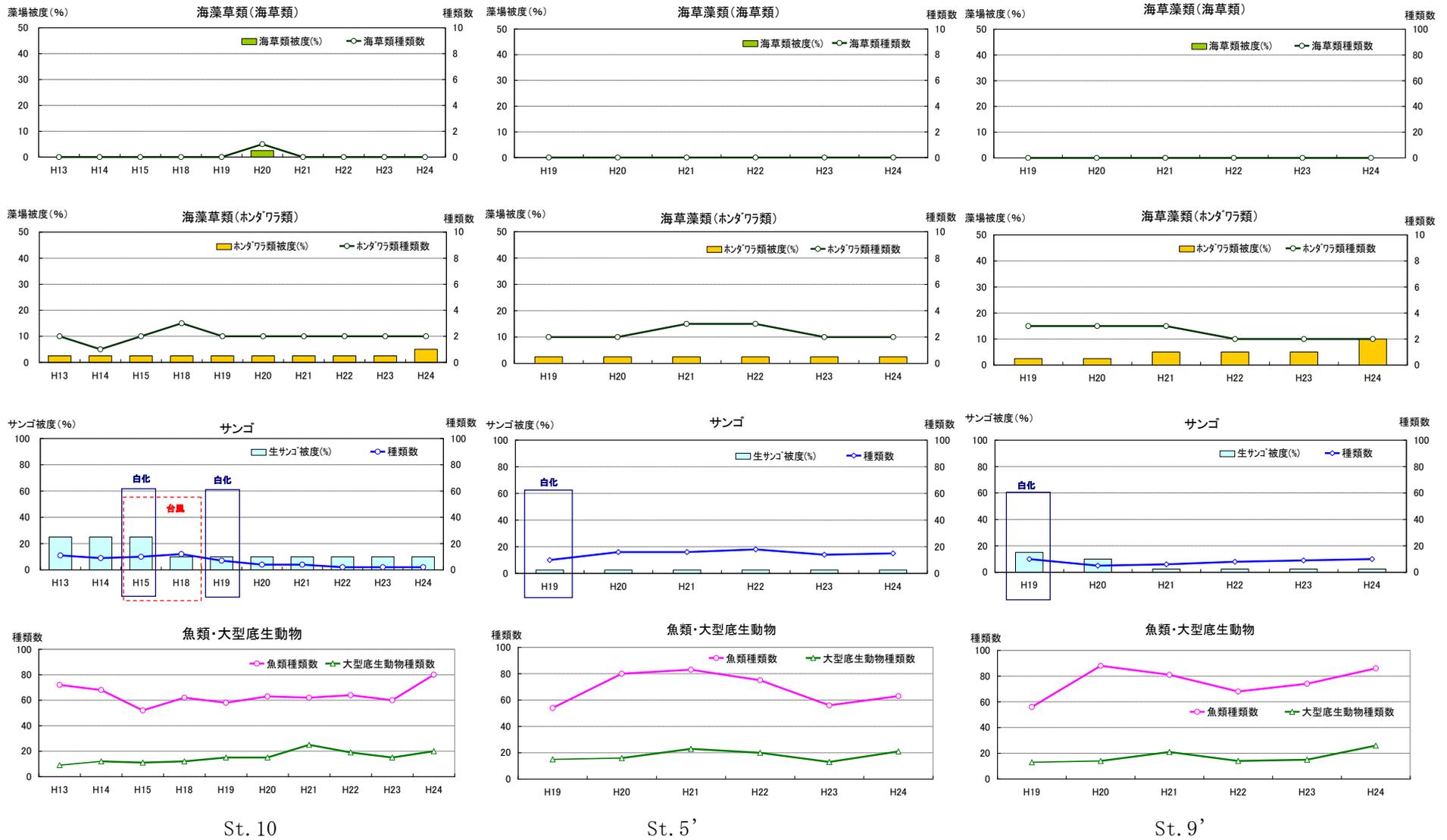


図 7.8(4) サンゴ礁生態系構成要素の経年変化

表 7.7(1) 調査結果概要

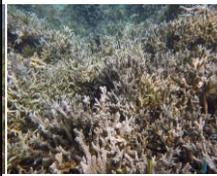
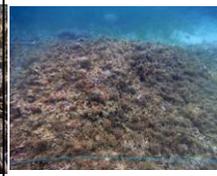
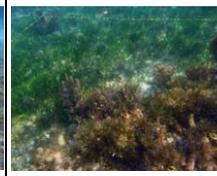
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
サンゴ類	<ul style="list-style-type: none"> ユビエダハマサンゴが優占。 台風の波浪や平成19年の白化の影響により被度25%から15%に減少するものの、平成24年には20%に増加した。 	<ul style="list-style-type: none"> かつてはコモンサンゴ属(樹枝状)が優占。 台風の波浪や平成19年の白化によって、平成22年以降にはサンゴ類は確認されなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> サンゴ類なし。 	<ul style="list-style-type: none"> コモンサンゴ属(樹枝状)が優占。 平成15, 19年に白化を確認。 平成22年以降、被度は著しく増加し、平成24年には被度80%へと増加。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成13年にはコモンサンゴ属(樹枝状)が被度70%で優占した地点。 平成15年の白化と平成18年の台風以降、サンゴ類の被度は5%未満と低下。 	<ul style="list-style-type: none"> 被度5%未満。 大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ハマサンゴ属(塊状)が優占。 平成15, 19年に白化を確認したが、平成23年以降増加し、平成24年には、出現種類数の増加や稚サンゴの加入に伴い被度30%に増加。
海藻草類	<ul style="list-style-type: none"> ホンダワラ類が被度5%で分布。 無節サンゴモ類の増加等、種構成が変化した以外に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ホンダワラ藻場・リュウキュウスガモが平成20年から被度5%未満で出現。 平成24年にはタマキレバモク、ホンダワラ属を主としたホンダワラ藻場が被度15%で分布。 	<ul style="list-style-type: none"> リュウキュウスガモ、リュウキュウアマモ等で構成される海草藻場。 平成18年の台風によって被度が一時的に低下。その後は増加し、平成24年には60%に回復。 	<ul style="list-style-type: none"> ホンダワラ類が被度5%未満で分布。 被度5%未満のリュウキュウアマモ、ウミジグサ等の海草類が平成20年以降確認されなくなった。 	<ul style="list-style-type: none"> ホンダワラ類が被度5%未満で分布。 サンゴ類の減少とともに、無節サンゴモ類が増加。 	<ul style="list-style-type: none"> ホンダワラ類が被度20%、海草類が被度25%で構成される混成藻場。 平成13年から藻場として安定した状況を維持。 	<ul style="list-style-type: none"> ホンダワラ類が被度5%未満で分布。 出現種類数、多様度指数ともに大きな変化はなかった。
魚類	<ul style="list-style-type: none"> ベラ科、ブダイ科魚類の個体数が減少傾向にあるものの、出現種類数や主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> サンゴ類の消失に伴い、サンゴ類に依存するスズメダイ科魚類が減少傾向。 出現種類数、多様度指数はともに低下する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 出現種類数や主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 出現種類数は平成24年に過去最高レベル。 主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> サンゴ類の減少とともにサンゴ類に依存するスズメダイ科やベラ科魚類の出現種類数、個体数が漸減。 	<ul style="list-style-type: none"> 出現種類数は平成24年に過去最高レベル。 主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 出現種類数は平成24年に過去最高レベル。 個体数、多様度指数に大きな変化はみられなかった。
大型底生動物	<ul style="list-style-type: none"> 出現種数や主要種、多様度指数に大きな変化はなかった。 平成24年にはサンゴ食巻貝のシロレイシダマシが2個体確認された。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成19年以降、ナガウニ属が減少し、アナエビ属やオウギガニ科が増加傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成19年以降、イワカワハゴロモが減少傾向、海綿動物門が増加傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 出現種類数は平成24年に過去最高レベルであり、サンゴ食生物のシロレイシダマシが増加傾向。 出現種類数、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 出現種類数は過去最小レベル。 主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 出現種類数は平成24年に過去最高レベル。 アナエビ属、苔虫動物門が増加傾向。 主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 出現種類数は平成24年に過去最高レベル。 サンゴヤドカリ属、シロレイシダマシが増加傾向。 主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。
環境変化	<ul style="list-style-type: none"> H15年の白化 H15~18年の台風 H19年の白化 	<ul style="list-style-type: none"> H15年の白化 H15~18年の台風 H19年の白化 	<ul style="list-style-type: none"> H15~18年の台風 	<ul style="list-style-type: none"> H15, H19年の白化 	<ul style="list-style-type: none"> H15年の白化 H15~18年の台風 	—	—
海底状況							

表 7.7(2) 調査結果概要

	St. 8	St. 9	St. 10	St. 5'	St. 9'
サンゴ類	<ul style="list-style-type: none"> ・被度 5%未満。 ・大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平成 15 年以前にはチヂミウスコモンサンゴやコモンサンゴ属（樹枝状）が優占。 ・平成 15 年の白化や台風時の波浪影響により平成 19 年以降は被度が 5%未満に低下。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平成 13 年にはアオサンゴとコモンサンゴ属（樹枝状）が優占。 ・平成 15 年の白化や台風時の波浪で、コモンサンゴ属（樹枝状）は消失。 ・平成 19 年以降、ユビエダハマサンゴが増加し、その後は被度 10%で推移。 	<ul style="list-style-type: none"> ・被度は 5%未満で推移。 ・平成 19 年の白化では、70%が白化していたが、その後に回復した群体がみられ、被度は概ね変わらず、大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平成 19 年にはチヂミウスコモンサンゴが優占で被度は 15%。 ・平成 19 年の白化により、平成 21 年以降は 5%未満で推移。
海藻草類	<ul style="list-style-type: none"> ・ホンダワラ属を主とするホンダワラ藻場。 ・ホンダワラ藻場の被度は、平成 18 年の 25%から平成 24 年には 45%と増加傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> ・カサモクを主とするホンダワラ藻場。 ・平成 22 年の被度 5%未満から平成 24 年には 10%と増加傾向。 ・サンゴ斃死後に露出した岩盤上に生育するウスユキウチワ等が増加傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ホンダワラ類が被度 5%未満で分布 ・出現種類数や多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ホンダワラ類が被度 5%未満で分布。 ・サンゴ類の減少に伴い、無節サンゴモ類やアミジグサ属、ウスユキウチワが増加。 	<ul style="list-style-type: none"> ・カサモクを主とするホンダワラ藻場。 ・平成 20 年の被度 5%未満から平成 24 年には 10%と増加傾向。 ・サンゴ類の減少に伴い、ウスユキウチワが増加。
魚類	<ul style="list-style-type: none"> ・出現種類数や主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・出現種類数や主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・出現種類数は過去最大レベル。 ・主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・出現種類数や主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・出現種類数や主要種、多様度指数に大きな変化はみられなかった。
大型底生動物	<ul style="list-style-type: none"> ・出現種類数、多様度指数に、大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・サンゴ食生物のシロレイシダマシは、サンゴ類の減少に伴い平成 20 年以降は確認されなくなったが、平成 24 年に 4 個体と再出現した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・出現種類数は過去最大レベル。 ・平成 20 年以降、シロレイシダマシは確認されなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平成 19 年以降、サンゴヤドカリ属が減少。 ・出現種類数、多様度指数に、大きな変化はみられなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・サンゴヤドカリ属やクモヒトデ綱の個体数が減少。 ・サンゴ食巻貝であるシロレイシダマシはサンゴ類被度の低下に伴い、減少。
環境変化	—	<ul style="list-style-type: none"> ・H15 年の白化 ・H15～18 年の台風 ・H19 年の白化 	<ul style="list-style-type: none"> ・H15 年の白化 ・H15～18 年の台風 ・H19 年の白化 	<ul style="list-style-type: none"> ・H19 年の白化 	<ul style="list-style-type: none"> ・H19 年の白化
海底状況					

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

【 水温 】

梅雨明け後 (7 月) は 28~29℃ 台、台風期 (9 月) は 27~28℃ 台、秋季 (11 月) は 23~25℃ 台であった。

【 水素イオン濃度 (pH) 】

全調査地点、梅雨明け後 (7 月) ~ 秋季 (11 月) を通じて 8.1~8.3 であり、環境基準 (7.8~8.3) を満たし、過年度の変動範囲内であった。

【 溶存酸素量 (DO) 】

梅雨明け後 (7 月) には 5.8~6.0mg/L、台風期 (9 月) には 5.8~6.8mg/L、秋季 (11 月) には 6.3~7.1mg/L で、水温の高い時期に比べて水温の低い時期で DO が高かった。全調査地点で、梅雨明け後 (7 月) ~ 秋季 (11 月) を通じて環境基準 (7.5mg/L 以上) を満たしていなかったが、沖縄周辺海域は水温が高く、一般的に酸素が溶け込みにくい特性があるためと考えられた。

【 n-ヘキサン抽出物質 (油分等) 】

全調査地点、梅雨明け後 (7 月) ~ 秋季 (11 月) を通じて、定量下限値 (0.5mg/L) 未満であり、環境基準 (検出されないこと) を満たしていた。

【 大腸菌群数 】

全調査地点、梅雨明け後 (7 月) ~ 秋季 (11 月) を通じて 2~23 MPN/100mL であり、環境基準 (1,000MPN/100mL 以下) を満たし、過年度の変動範囲内であった。

【 化学的酸素要求量 (COD_{Mn}) 】

全調査地点、梅雨明け後 (7 月) ~ 秋季 (11 月) を通じて、0.7~1.1mg/L であり、環境基準 (2mg/L 以下) を満たし、過年度の変動範囲内であった。

【 全りん (T-P) 】

全調査地点、梅雨明け後 (7 月) ~ 秋季 (11 月) を通じて、0.004~0.007mg/L であり、環境基準 (0.02mg/L 以下) を満たし、過年度の変動範囲内であった。

【 全窒素 (T-N) 】

全調査地点、梅雨明け後~秋季を通じて、0.05~0.12mg/L の範囲にあり、環境基準 (0.2mg/L 以下) を満たし、過年度の変動範囲内であった。

【 浮遊物質量 (SS) 】

全調査地点、梅雨明け後 (7 月) ~ 秋季 (11 月) を通じて、定量下限値 (1mg/L) 未満~3mg/L であった。St. 2 で梅雨明け後に 3mg/L を示し、当該地点における過年度の変動範囲を 1mg/L 上回ったものの、その他の地点は変動範囲内にあり、総じて過年度と同程度であった。

【 塩分 】

全調査地点、梅雨明け後（7月）～秋季（11月）を通じて、34.1～34.6であった。

【 SPSS 】

平成24年度は、全調査地点、全調査時期を通じて1.5～46kg/m³であり、ランクとしてはSt.3,4及び5のランク5bが最も高かった。この結果は過年度の変動範囲であり、ランクの高い場所の傾向も過年度と類似していた。

当該海域のSPSSは、轟川河口からモリヤマグチにかけてのSt.3～7の範囲で高い傾向があり、これは轟川から負荷された赤土等懸濁物が北向きの恒流で運搬されるためと考えられている。St.3～7におけるSPSSの経年変化をみると、平成18年度から微増傾向が続き、平成22年度秋季に急激に増加したが、その後は減少傾向に転じ、平成24年度は梅雨明け後から秋季までランク5b以下であったが、冬季にやや増加し、ランク6の地点もみられた（図7.9、図7.10）。

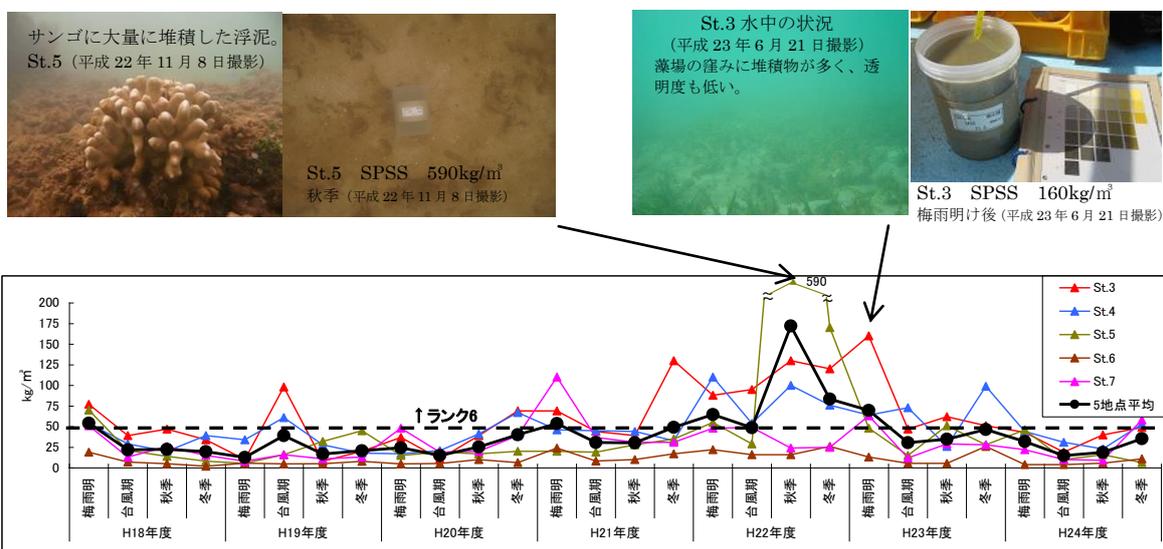


図 7.9 SPSS の経年変化 (St. 3～7)

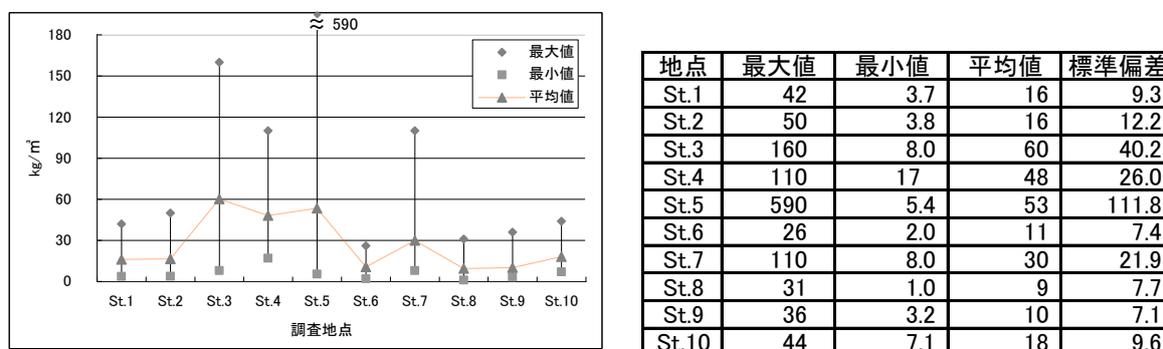


図 7.10 各地点における SPSS の変動範囲 (平成 18～24 年度)

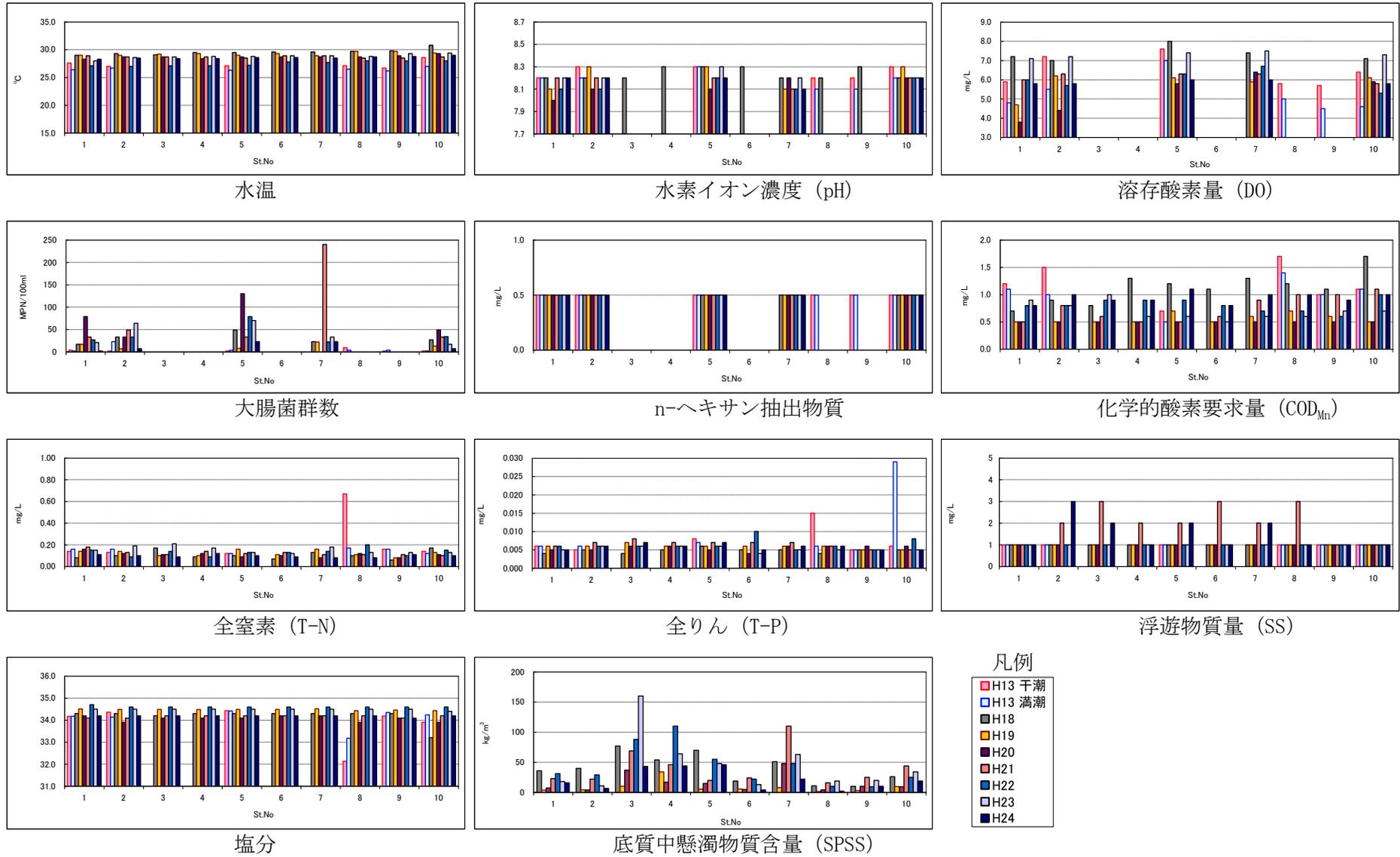


図 7.11(1) 季節毎の水質調査結果 (春季)

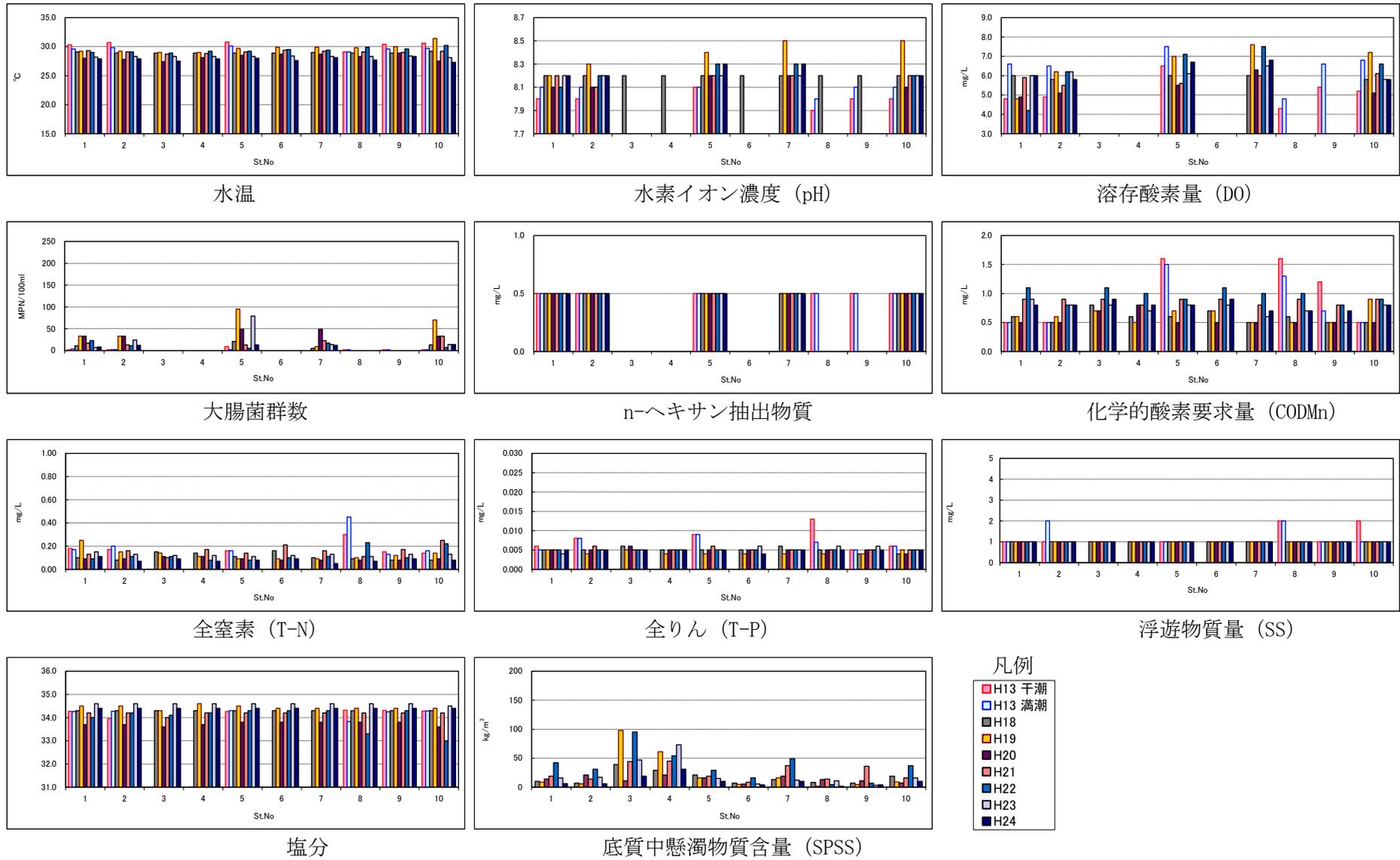


図 7.11(2) 季節毎の水質調査結果 (夏季)

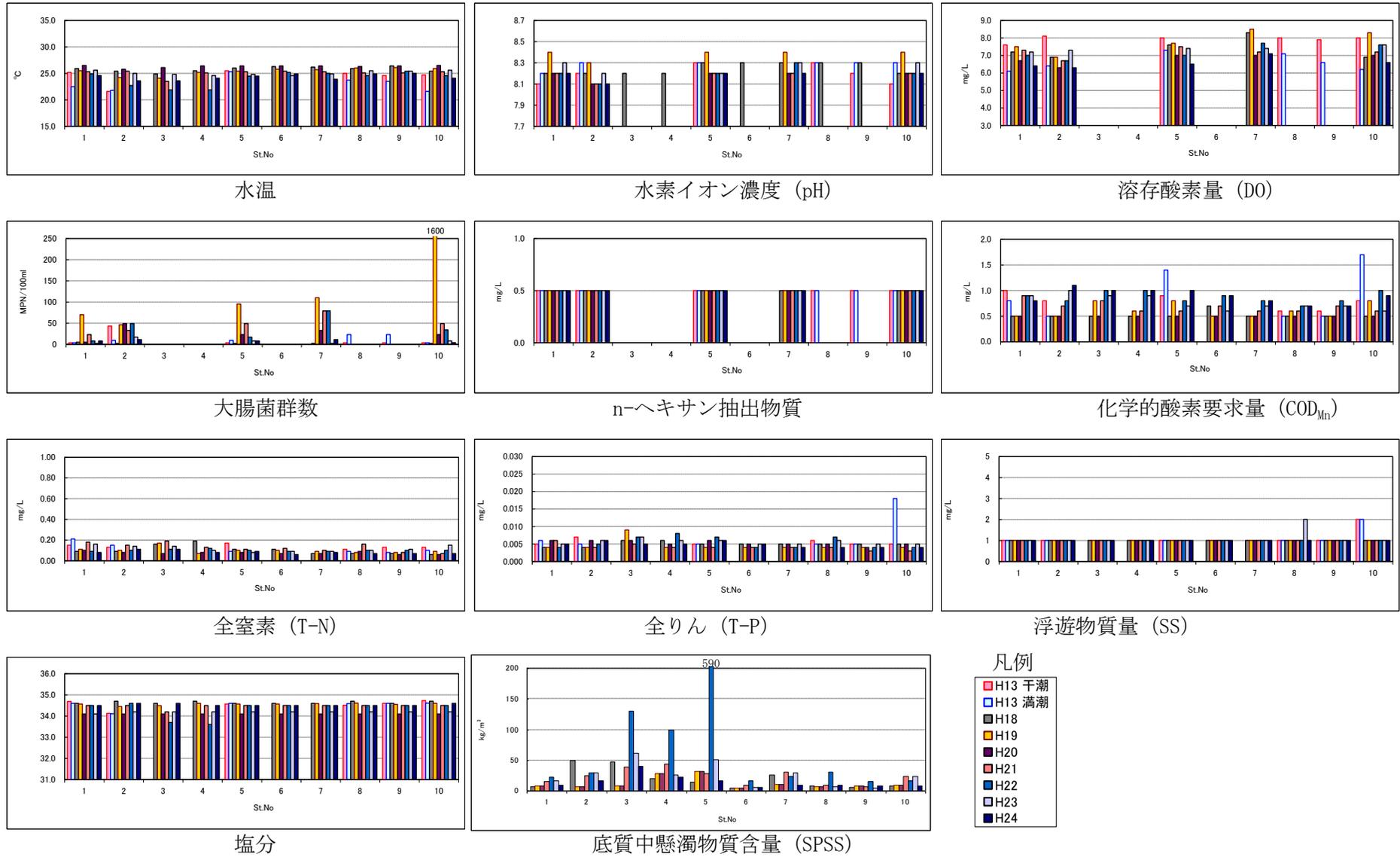


図 7.11(3) 季節毎の水質調査結果 (秋季)

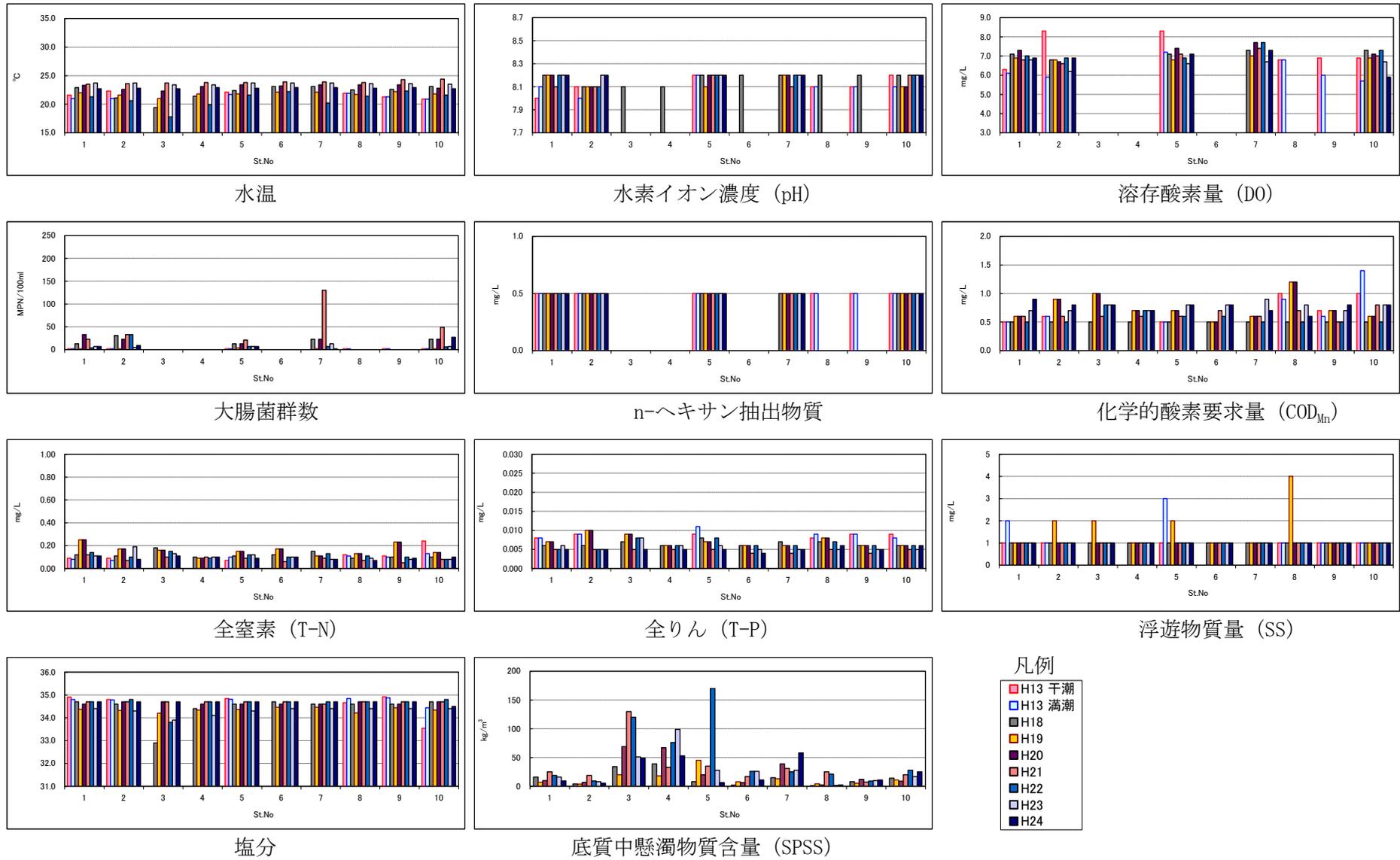


図 7.11(4) 季節毎の水質調査結果 (冬季)

③ SS 連続観測調査

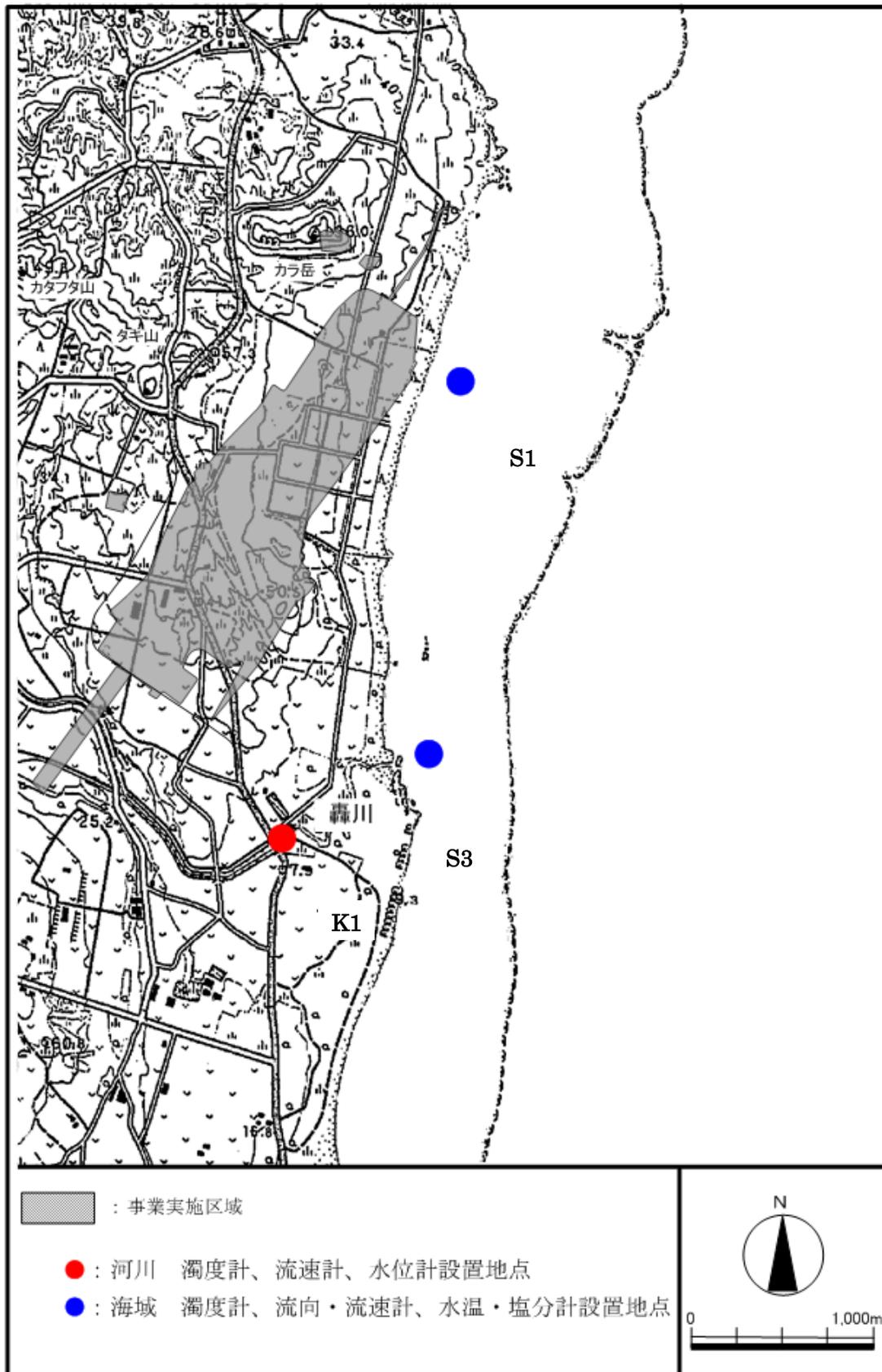


図 7.12 調査地点 (SS 連続観測)

ア) 平成 24 年 6 月 10 日 (図 7.20(1)、図 7.13)

活発化した梅雨前線の影響で、6 月 10 日は石垣島で大雨となり、真栄里のアメダス観測所で 15 時に 42.5mm/h の降水量が観測された。この降雨により、轟川の St. K1 では水位が 1.5m、浮遊物質量が 1,630mg/L まで上昇した。河口前面海域の St. S3 においては、出水のピークに同調して浮遊物質量が 195mg/L まで上昇し、塩分も若干低下したことから、測定された濁りは轟川の出水の影響と考えられた。St. S1 においても降雨後に塩分の低下がみられたが、濁りは測定されなかった。

なお、6 月 12 日にも 10~20mm/h 程度の降雨が 3 時間程度あり、轟川の St. K1 水位が 1.2m、浮遊物質量が 915mg/L まで上昇したが、6 月 10 日の出水と比較して小規模であり、このときの海域への影響は小さかった。

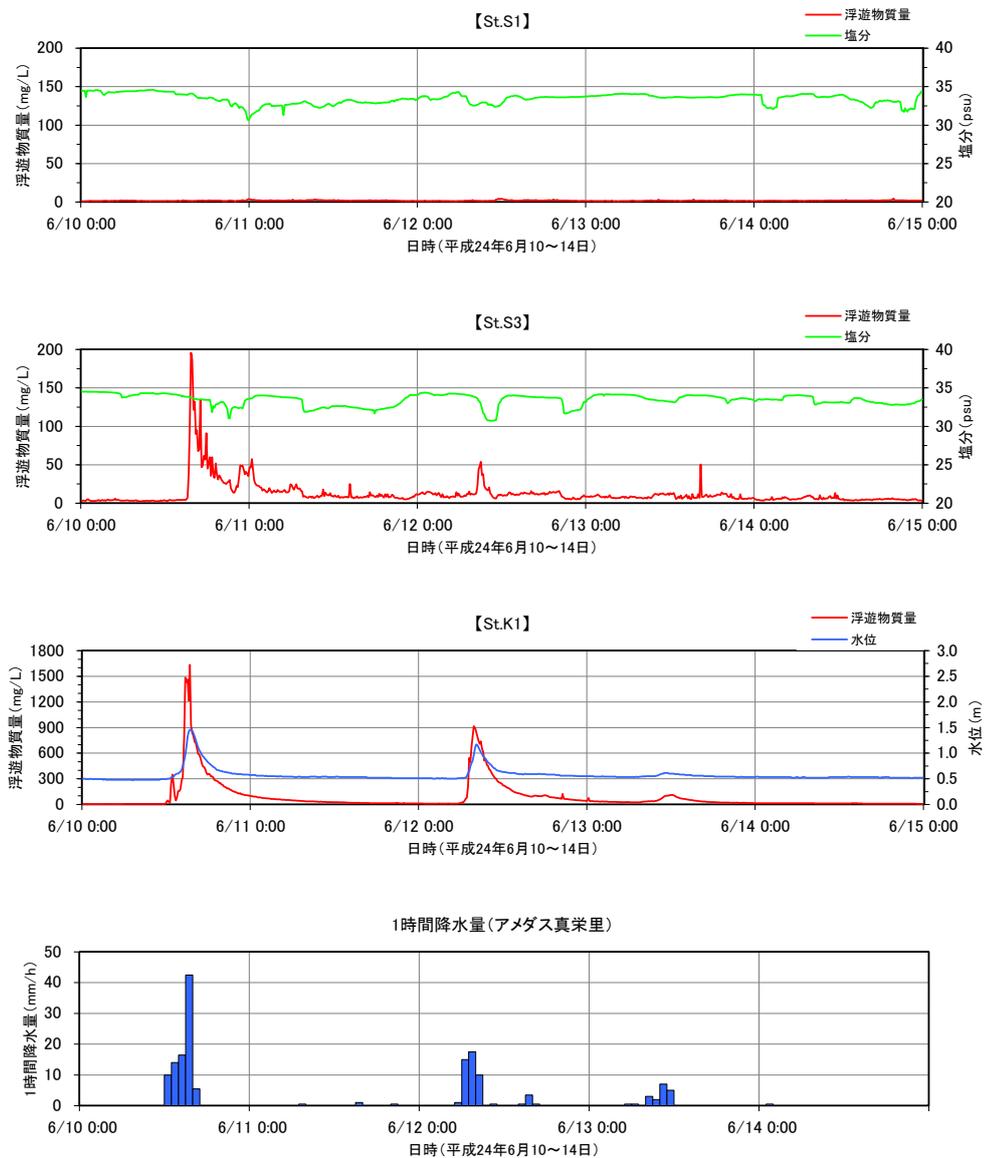


図 7.13 浮遊物質量及び水位の測定結果 (平成 24 年 6 月 10~14 日)

イ) 平成 24 年 6 月 18 日 (図 7.20(1)、図 7.15)

台風 4 号は、強い勢力を維持しながら沖縄の南を北上し、6 月 18～19 日に沖縄本島と南大東島の間を通り本州方面へ進んだ。石垣島への接近は無く、真栄里のアメダス観測所において大雨や強風は観測されなかったが、石垣島沿岸には波浪（うねり）が到達したと考えられた。

6 月 18 日に海域で測定された浮遊物質量のピークは、St. S3 で 158mg/L、St. S1 で 39.9mg/L であり、このとき轟川の St. K1 で増水や濁りは測定されなかった。6 月 18 日の St. S1 及び S3 の流向・流速をみると、ばらつきが大きくなっており、また St. S1 の濁度計に付属する水深センサによる水位測定結果にも乱れが認められたことから、台風による外洋のうねりがリーフ内に進入し、波が高まっていたと考えられた。以上のことから、測定された濁りの原因は、台風影響の高波浪による海底砂の巻き上がりと考えられた。

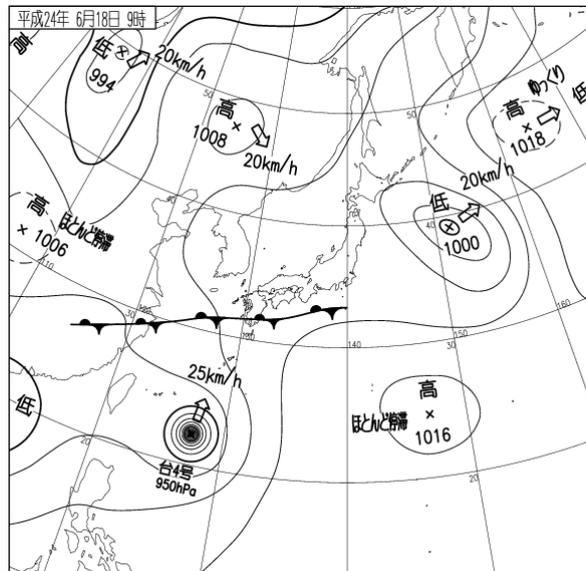


図 7.14 速報天気図 (気象庁、平成 24 年 6 月 18 日 9 時)

ロ) 平成 24 年 6 月 21 日～22 日 (図 7.20(1)、図 7.15)

活発化した梅雨前線の影響で、6 月 21 日は石垣島で大雨となり、真栄里のアメダス観測所で 10 時に 46.5mm/h の降水量が観測された。この降雨により、轟川の St. K1 では水位が 1.5m、浮遊物質量が 1,470mg/L まで上昇した。河口前面海域の St. S3 においては、出水のピークに同調して浮遊物質量が 139mg/L まで上昇し、塩分も若干低下したことから、測定された濁りは轟川の出水の影響と考えられた。St. S1 においても降雨後に塩分の低下がみられたが、濁りは測定されなかった。

St. S3 の浮遊物質量については、出水時に伴う濁りが同日昼頃に収まった後、同日の夜に 145mg/L、翌 22 日の朝に 91.9mg/L のピークが測定された。これらはいずれも満潮時に対応し、リーフ内の浅海域における波高は潮位に依存する特性があることから、これらの浮遊物質量のピークは、出水時に海底に堆積した赤土が、満潮時に高まった波浪により巻き上げられたためと考えられた。

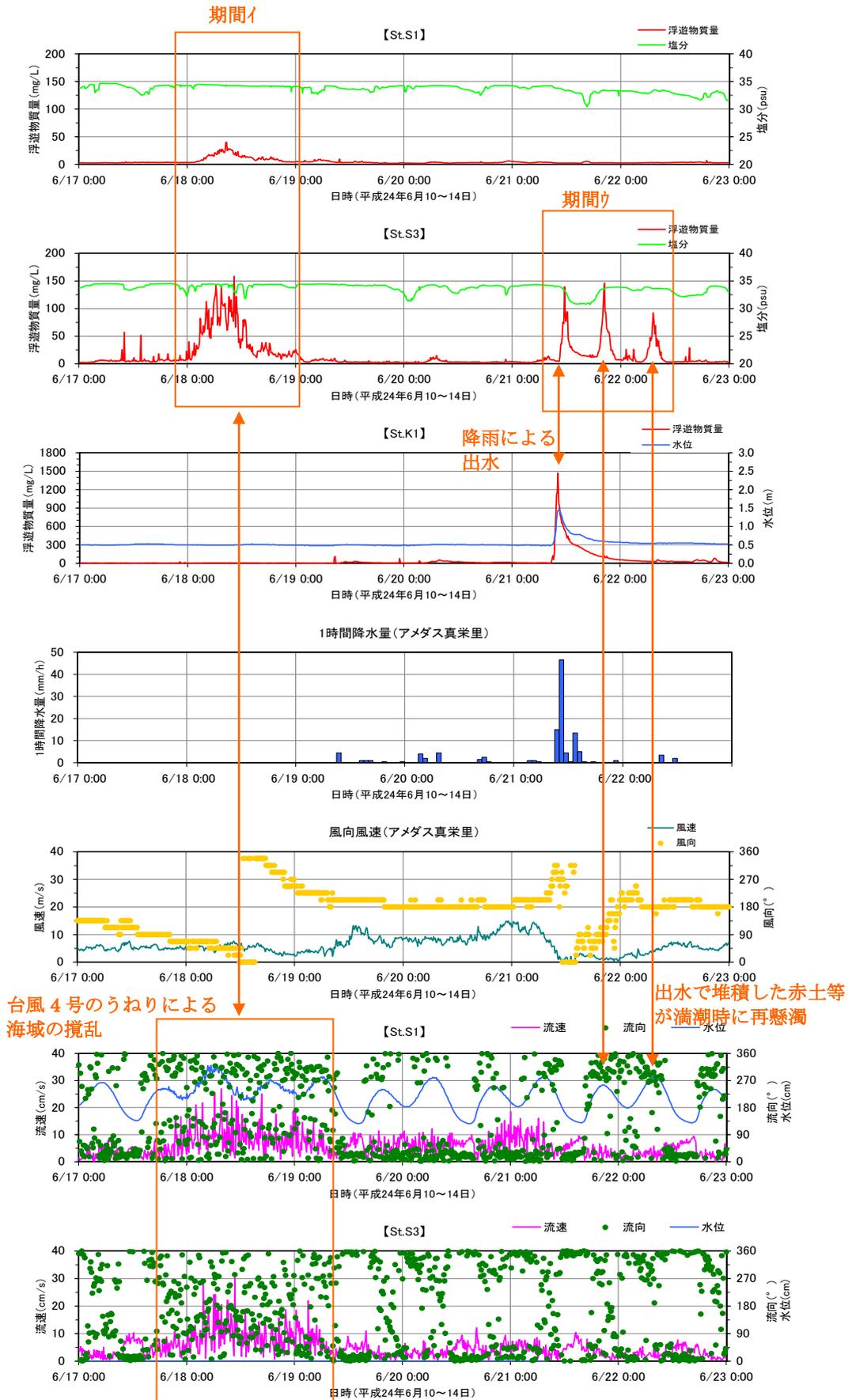


図 7.15 平成 24 年 6 月 17 日～22 日の測定結果及び気象状況

エ) 平成 24 年 9 月 15～16 日 (図 7.20(2))

台風 16 号は、フィリピンの東を北上しながら急速に発達し、9 月 15 日には大型で猛烈な勢力で沖縄の南海上を北寄りに進み、9 月 16 日朝には大型で非常に強い勢力で沖縄本島を通過した。石垣島への接近は無く、真栄里のアメダス観測所において大雨は観測されず、風速は 10m/s 程度であったが、石垣島沿岸に波浪 (うねり) が到達したと考えられた。

9 月 15 日に海域で測定された浮遊物質量のピークは、St. S3 で 126mg/L、St. S1 で 37.8mg/L であり、このとき轟川の St. K1 で増水や濁りは測定されなかった。9 月 15～16 日の St. S1 及び S3 の流速をみると、ばらつきが大きくなっており、また濁度計に付属する水深センサによる水位測定結果にも乱れが認められたことから、台風の影響によりリーフ内は波が高い状態であったと考えられた。以上のことから、測定された濁りの原因は、台風影響の高波浪による海底砂の巻き上がりと考えられた。

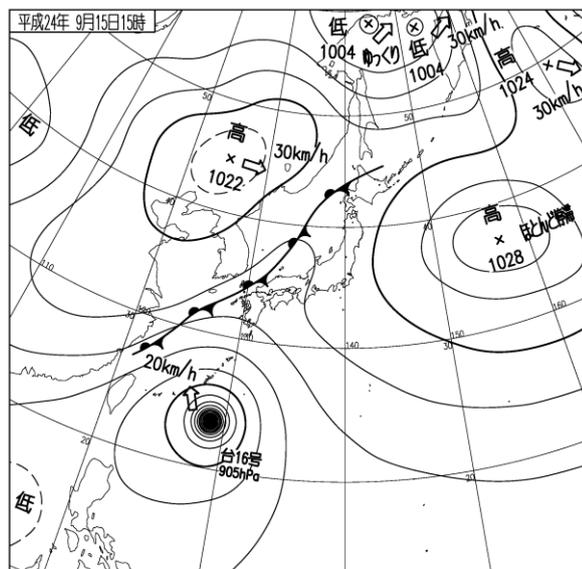


図 7.16 速報天気図 (気象庁、平成 24 年 9 月 15 日 15 時)

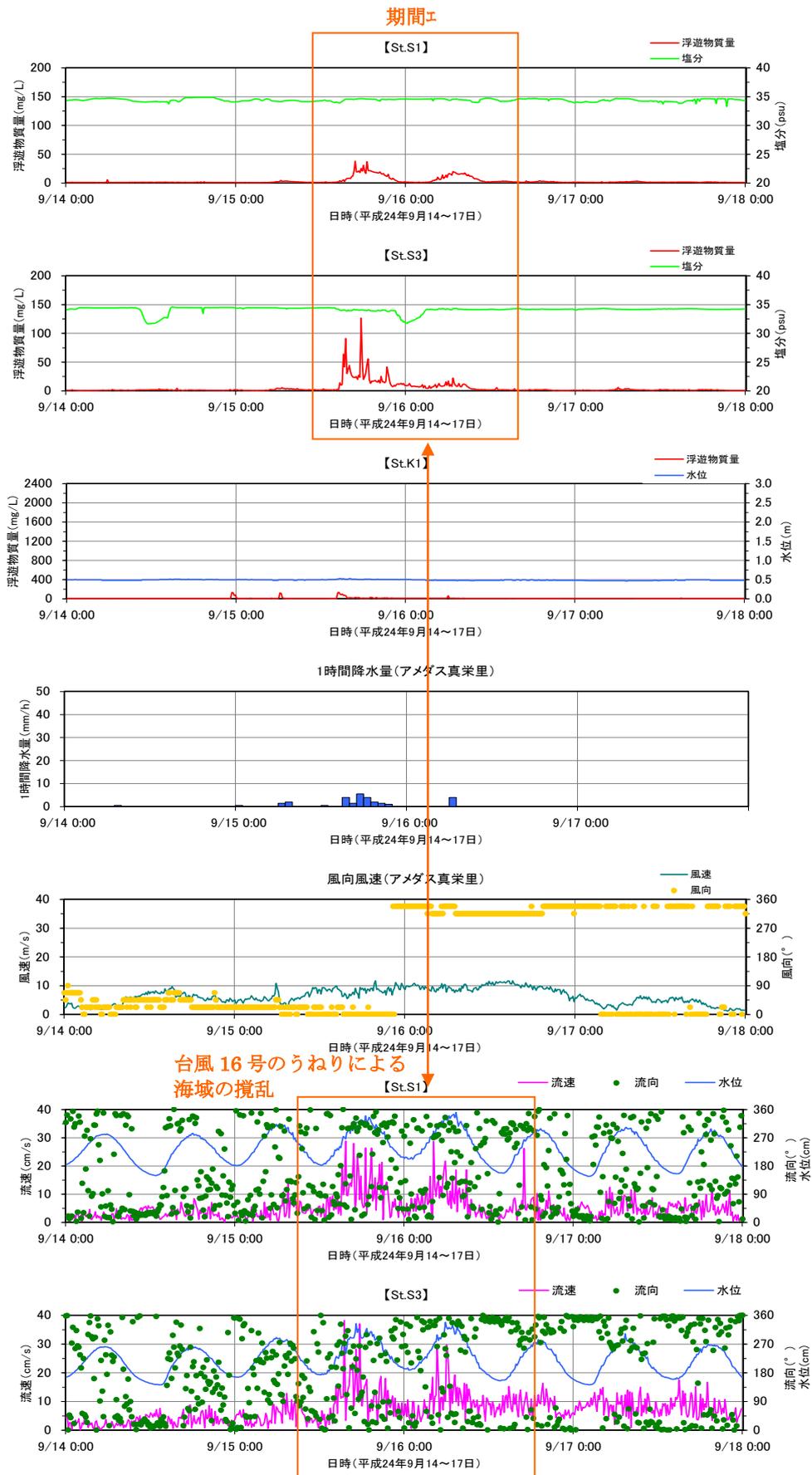


図 7.17 平成 24 年 9 月 14～17 日の測定結果

㊦) 平成24年9月27～29日(図7.20(2))

台風17号は、発達しながらフィリピンの東を北寄りにゆっくり進み、9月24日には猛烈な勢力となった。9月28日には大型で非常に強い勢力で先島諸島に接近し、石垣島は28日11時頃から29日3時頃まで暴風域に入り、真栄里のアメダス観測所で日降水量285.5mmの大雨が観測されたほか、海上は大しけとなった。

台風接近に伴い大雨となったことから、轟川のSt.K1では28日夕方から29日未明にかけて水位が1.5m以上、浮遊物質量が1,300mg/L以上の状態が続き、28日深夜のピーク時には水位が2.0m、浮遊物質量が2,610mg/Lまで上昇した。

海域の浮遊物質量は、St.S1で104mg/L、St.S3で215mg/Lまで上昇した。このときSt.S1及びS3では、流速が増大して乱れており、水位にも乱れが認められたことから、リーフ内海域は高波浪であったと考えられ、このことから波浪による海底砂の巻き上げが濁りに寄与したと考えられた。

一方、轟川の出水規模が大きかったにも関わらず、St.S3の浮遊物質量や塩分の変動には出水との明瞭な対応が認められなかった。これは台風接近に伴い、水位が顕著に高まる高潮^{たかしお}が発生しており、海水が河口側に押し寄せたことと、高波浪のため攪拌が強く、海域に注いだ高濁度の河川水が海水に混合希釈されやすいことにより、濁りが静穏時よりも河口近傍で分散したためと推察された。

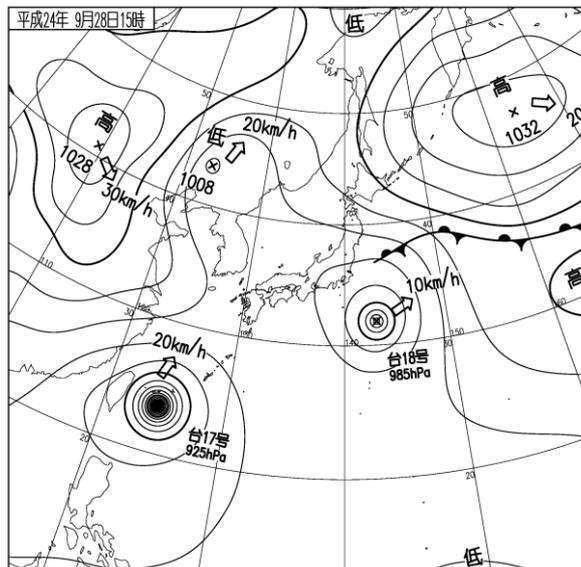


図7.18 速報天気図(気象庁、平成24年9月28日15時)

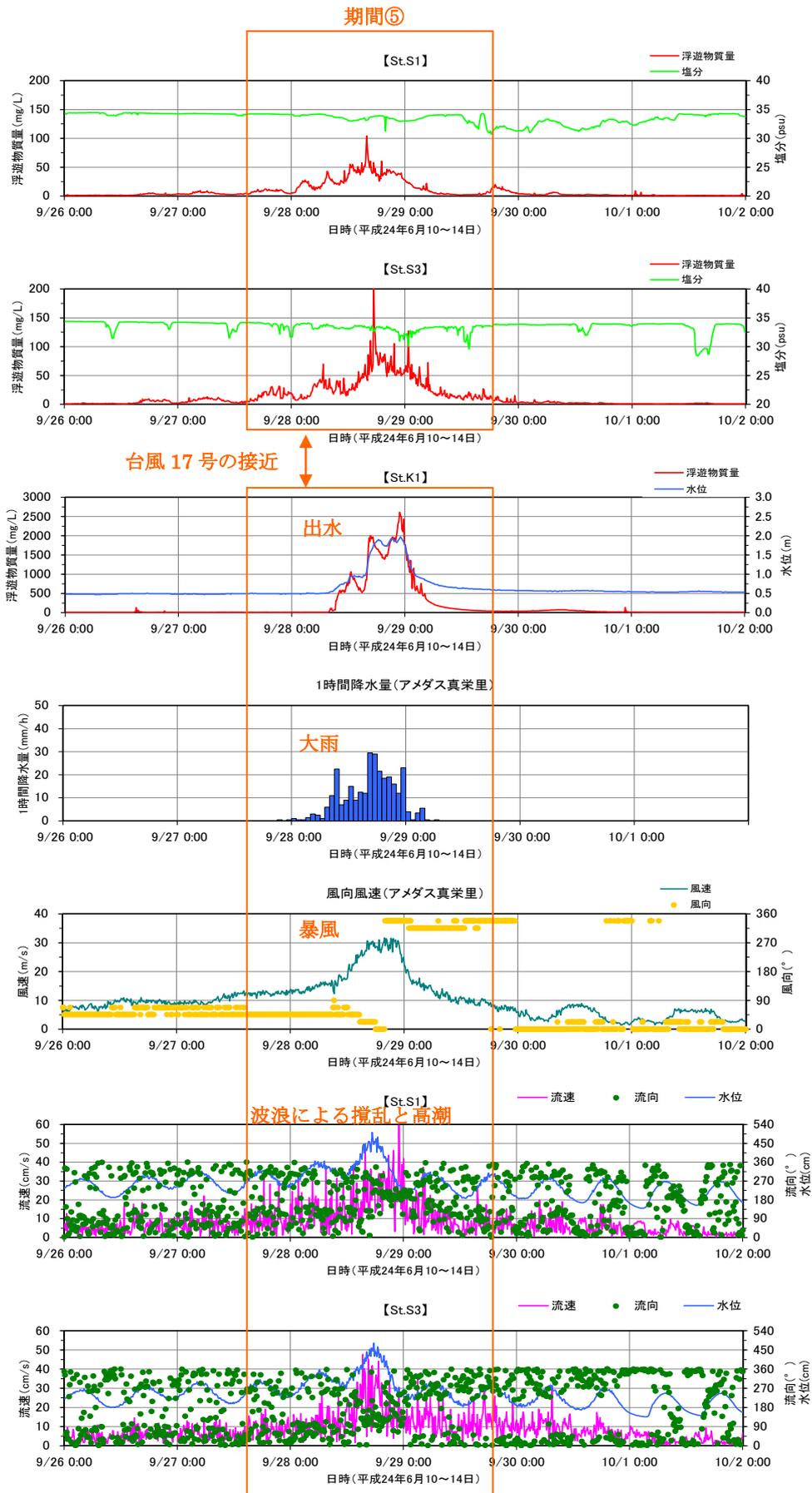
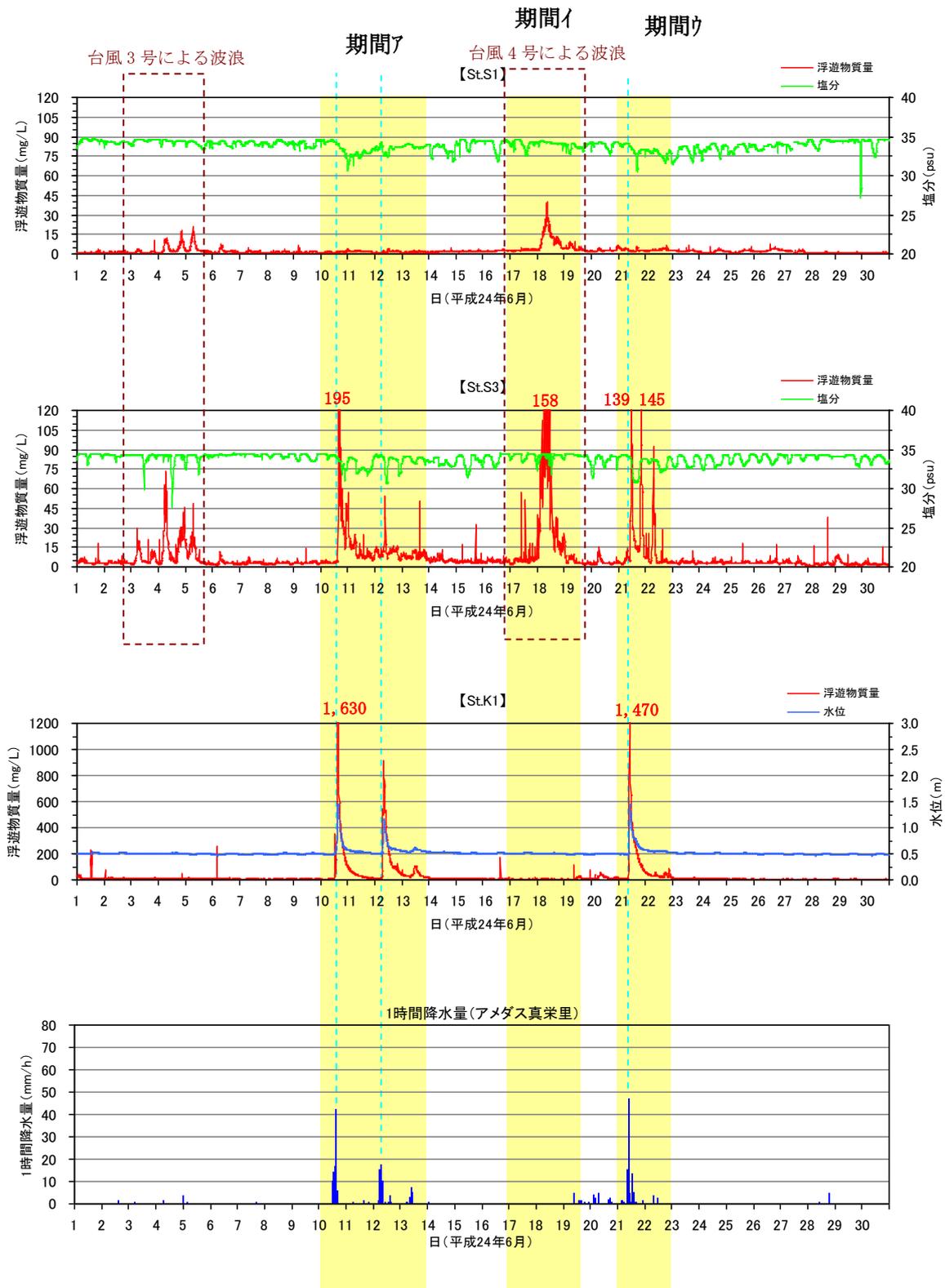
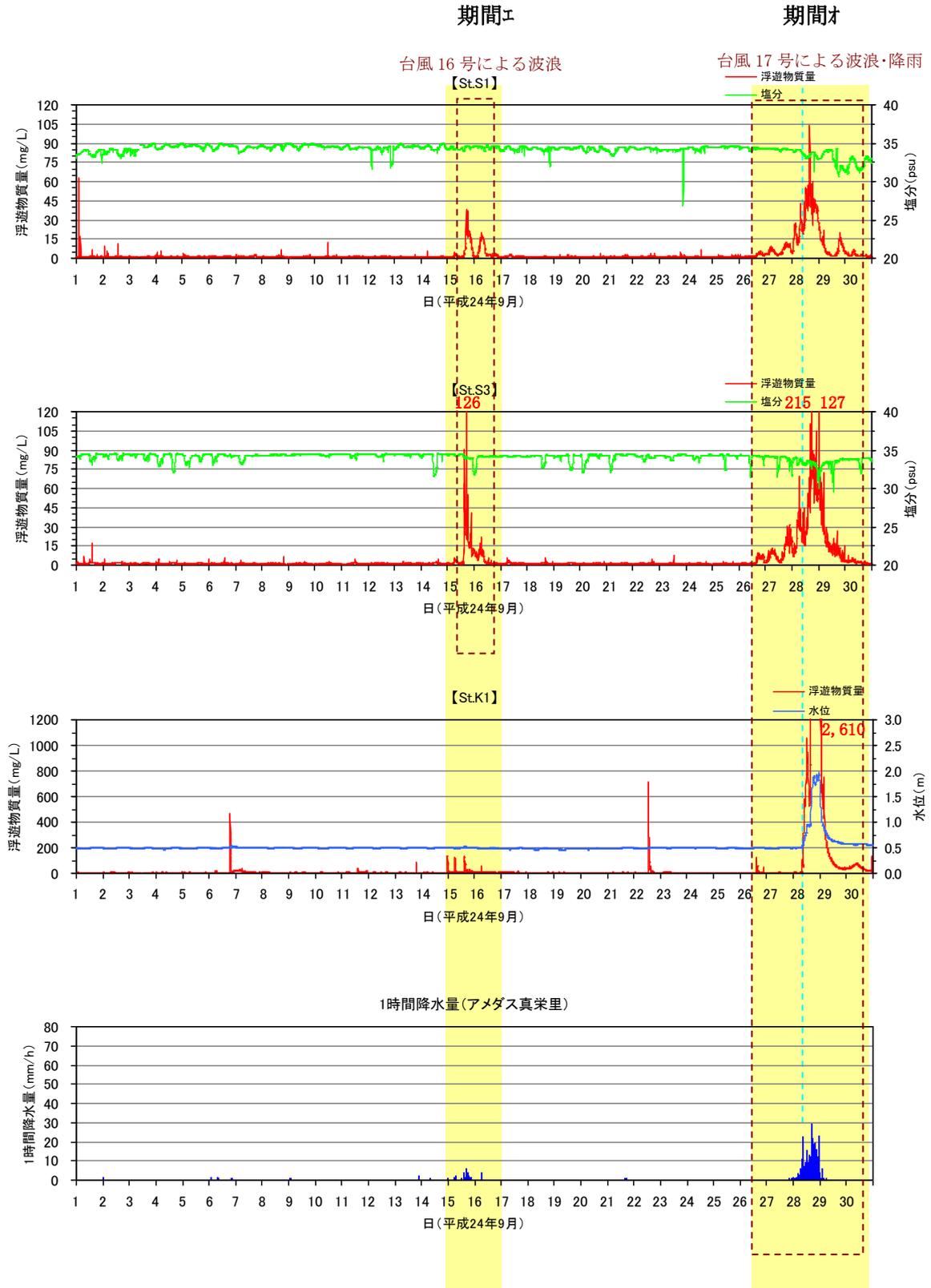


図 7.19 平成 24 年 9 月 26～10 月 1 日の測定結果



注) 水色の破線は降雨と各測定項目の対応を表す。

図 7.20(1) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成 24 年 6 月)



注) 水色の破線は降雨と各測定項目の対応を表す。

図 7.20(2) 浮遊物質量の観測結果 (調査時期: 平成24年9月)

④ 沿岸域の栄養塩類等

調査ライン毎の調査結果は図 7.21 に示すとおりである。

【塩分】

塩分は 16.2～34.6 の範囲にあった。轟川河口の L-6 の 0m 点は河川水流入の影響を受け低く、各測線とも 0m 点に比べて 100m 点で塩分が高い一般的な傾向であったが、L-5 の梅雨明け後においては、0m 点より 100m 点でやや値が低かった。このことから、轟川河口の砂の堆積状況および風浪や潮流によっては、轟川北側にある L-5 においては 100m 点の方が河川水の影響がより及ぶことがあると考えられた。また、秋季調査においては L-6 の 100m 点で 20.9 と低かった。これらのことから、L5～L6 の 100m 沖までは、轟川の河川水の直接影響範囲であることが示されていた。

【化学的酸素要求量 (COD_{Mn})】

化学的酸素要求量は 0.8～2.1mg/L の範囲にあった。秋季における L-3 の 0m 点で相対的に高く、環境基準 (2mg/L 以下) を上回ったが、後述する浮遊物質量が高かったことから、底質の巻き上げが要因と考えられた。

【全窒素 (T-N)】

全窒素は 0.06～4.5mg/L の範囲にあった。L-5 及び L-6 の 0m 点では各調査時期とも環境基準 (0.2mg/L 以下) を上回り、特に L-6 の 0m 点で 2.2～4.5mg/L と高い値を示した。また、L-6 の 100m 点では秋季に 2.9mg/L と高かったが、このとき塩分は 20.9 と低く、河川水の影響が考えられた。

このような全窒素の分布状況から、沿岸域の全窒素には轟川由来の負荷が支配的であると考えられた。また、全窒素が高い水質であっても、後述する硝酸性窒素や亜硝酸性窒素は比較的 low だったことから、有機性あるいはアンモニア性の窒素の寄与が高いと考えられ、農地施肥や畜舎等から轟川への流入の影響が大きいと推察された。

【亜硝酸性窒素】

亜硝酸性窒素は、梅雨明け後の L-5 及び L-6 の 0m 点、台風期の L-6 の 0m 点で 0.005mg/L を示し、これ以外は定量下限値 (0.005mg/L) 未満と低かった。

【硝酸性窒素】

硝酸性窒素は定量下限値 0.01 未満～1.1mg/L の範囲にあった。L-6 の 0m 点で 0.80～1.1mg/L と相対的に高い値を示した。

【全りん (T-P)】

全りんは 0.004~0.035mg/L の範囲にあった。各測線とも梅雨明け後の 0m 点において高く、環境基準 (0.02mg/L 以下) を上回り、総じて 0m 点に比べて 100m 点で低い傾向であった。

【浮遊物質量 (SS)】

浮遊物質量は、定量下限値 (1mg/L) 未満~18mg/L の範囲にあり、総じて 0m 点に比べて 100m 点で低い傾向であった。0m 点では、轟川河口の L-6 より L-1~5 で高いことが多かった。このことから、平常時には轟川の河川水よりも、岸寄りに堆積した底質中懸濁物質が風浪等により巻き上がる影響が大きいと考えられた。

【シリカ (SiO₂)】

シリカは 0.03~2.5mg/L の範囲にあった。総じて 0m 点よりも 100m 点で低かったが、L-5 の梅雨明け後においては、塩分と同様に傾向が逆転していた。100m 点では、塩分が低かった秋季の L-6 で 1.7mg/L を示した以外は、全調査地点を通じて 0.03~0.82mg/L と低かった。0m 点では、轟川河口 L-6 で常に高く、1.9~2.5mg/L を示したが、これらを除けば 0.08~0.57mg/L と低い値であった。このように、シリカは塩分と逆相関の関係にあった。

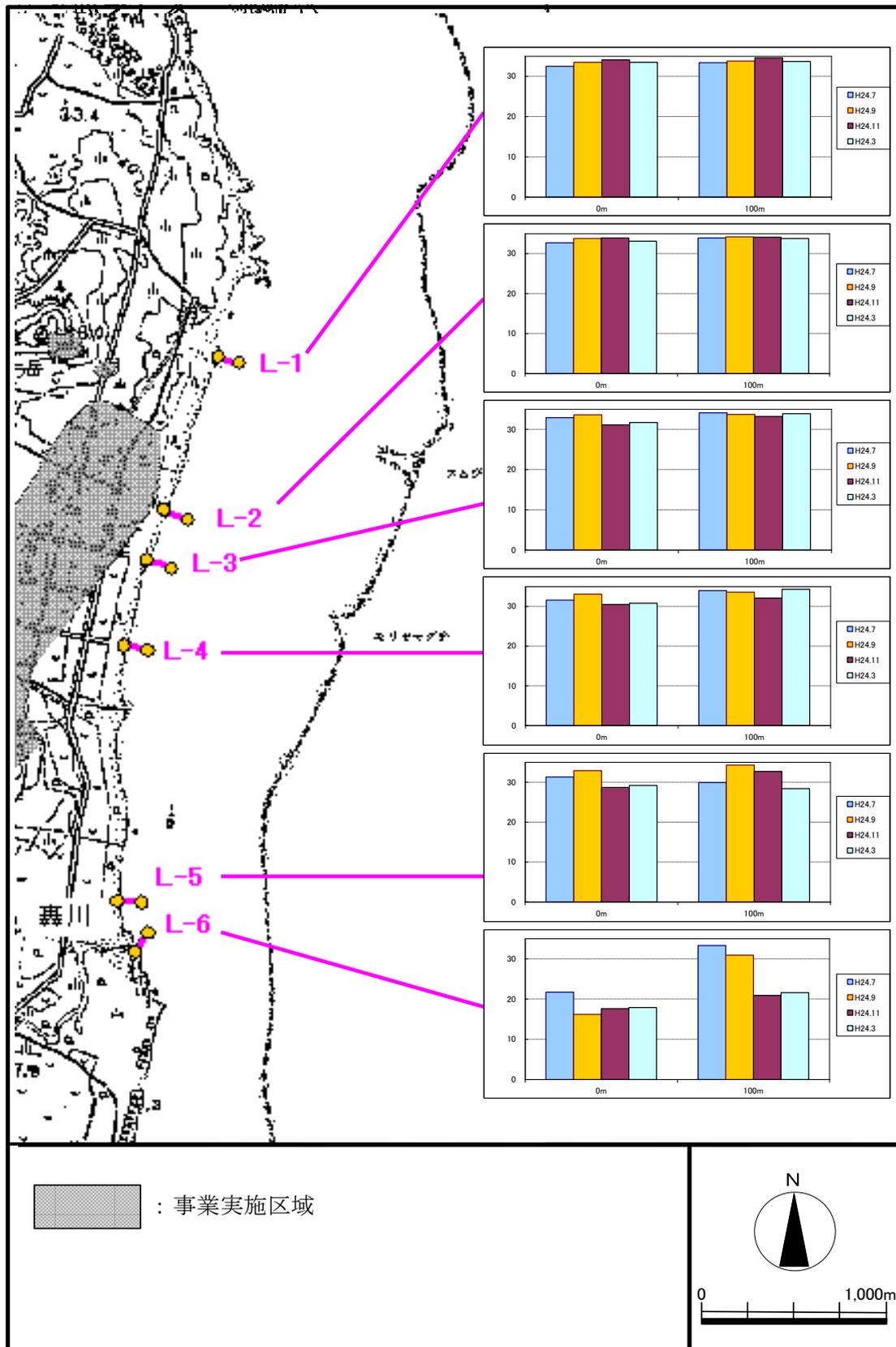


図 7.21(1) 沿岸域の栄養塩類等調査 (塩分)

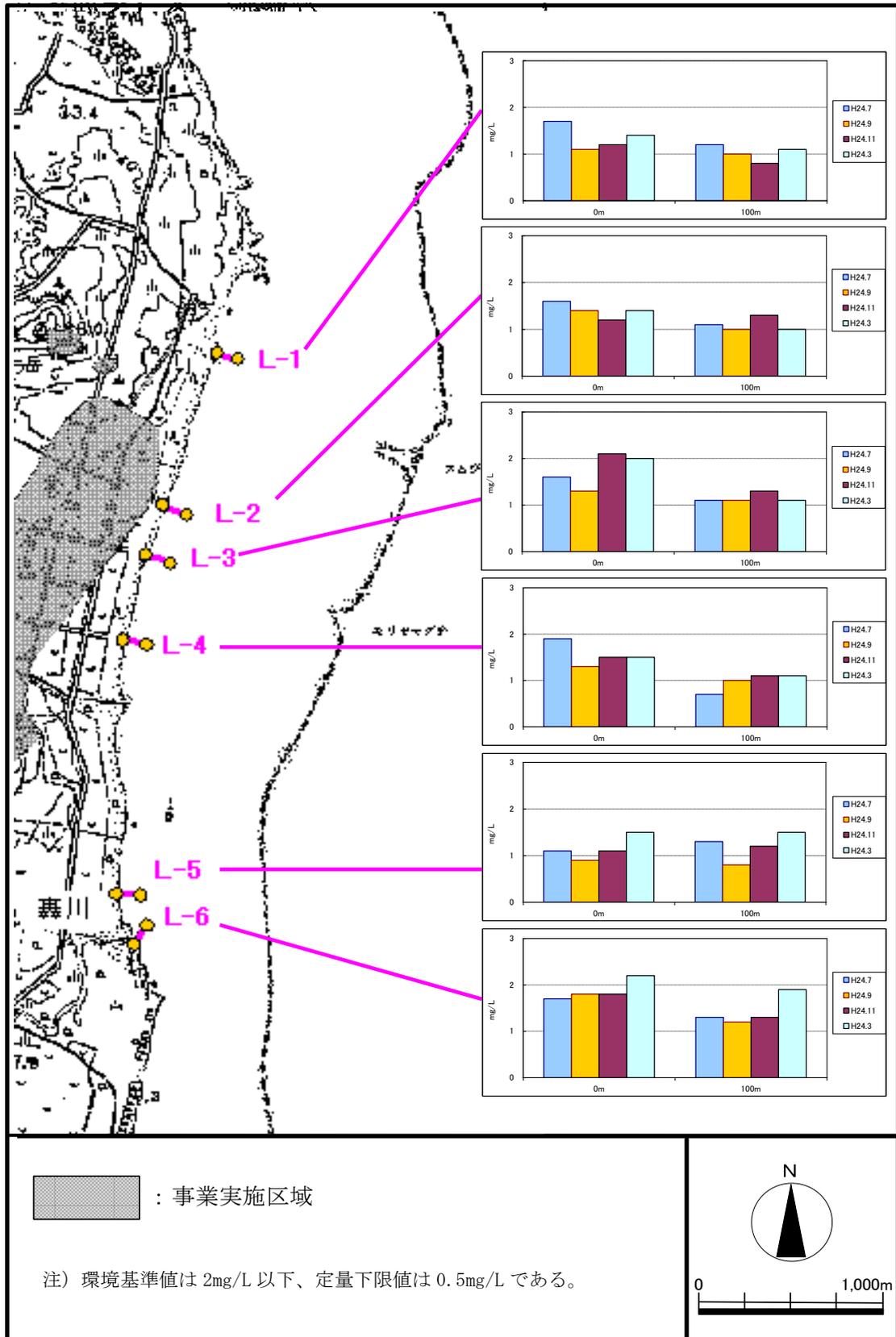


図 7.21(2) 沿岸域の栄養塩類等調査 (化学的酸素要求量 COD_{Mn})

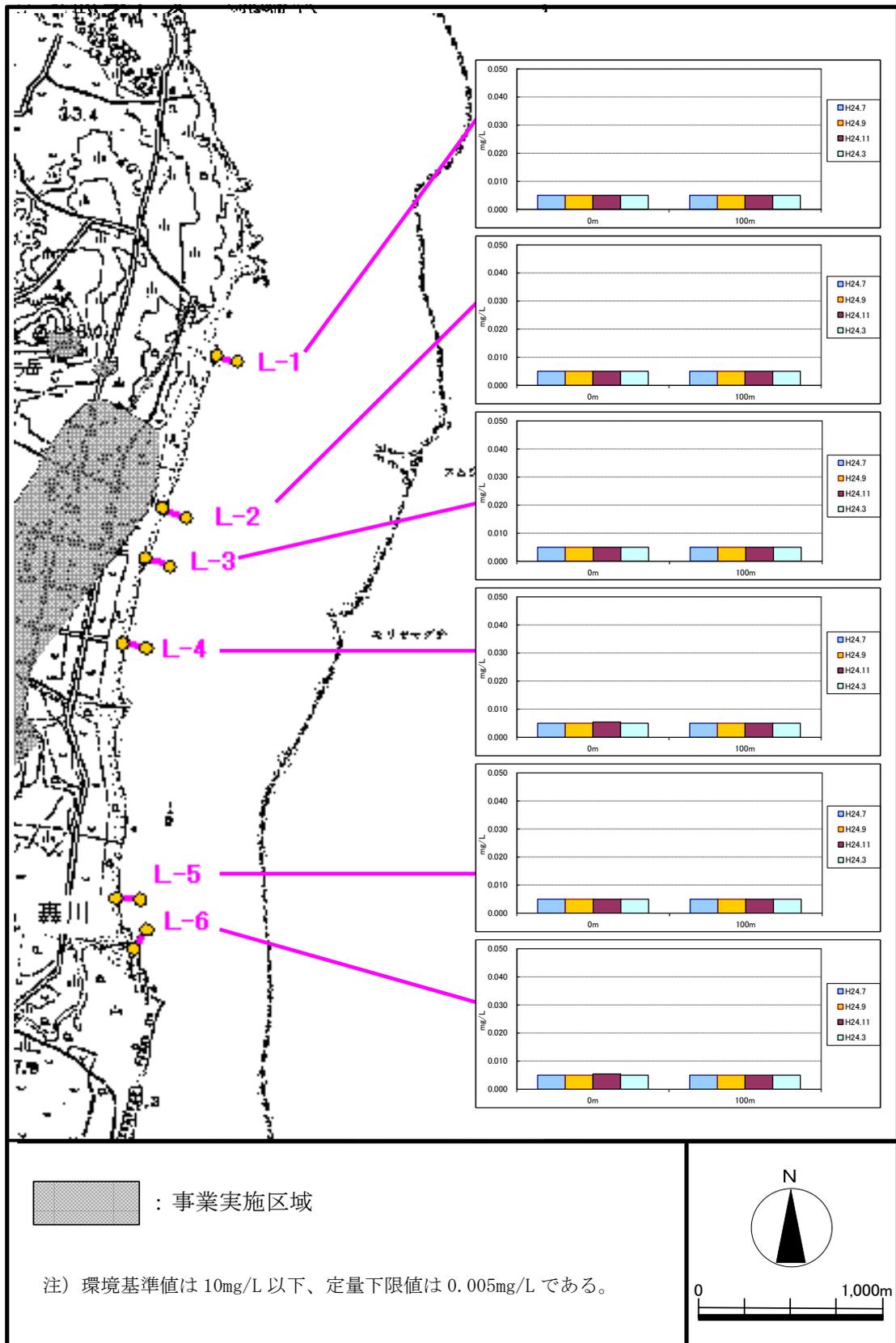


図 7.21(3) 沿岸域の栄養塩類等調査 (亜硝酸性窒素)

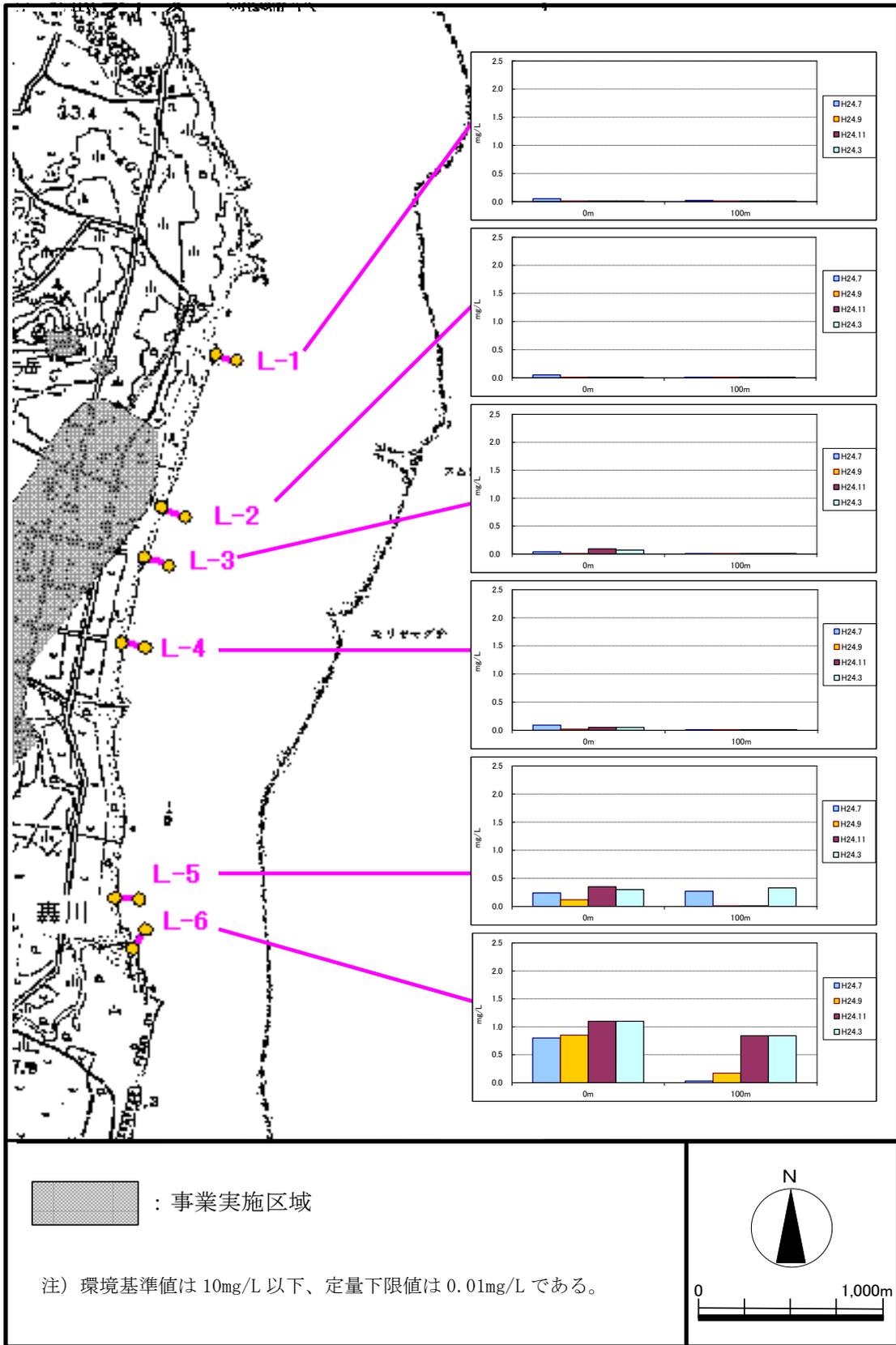


図 7.21(4) 沿岸域の栄養塩類等調査 (硝酸性窒素)

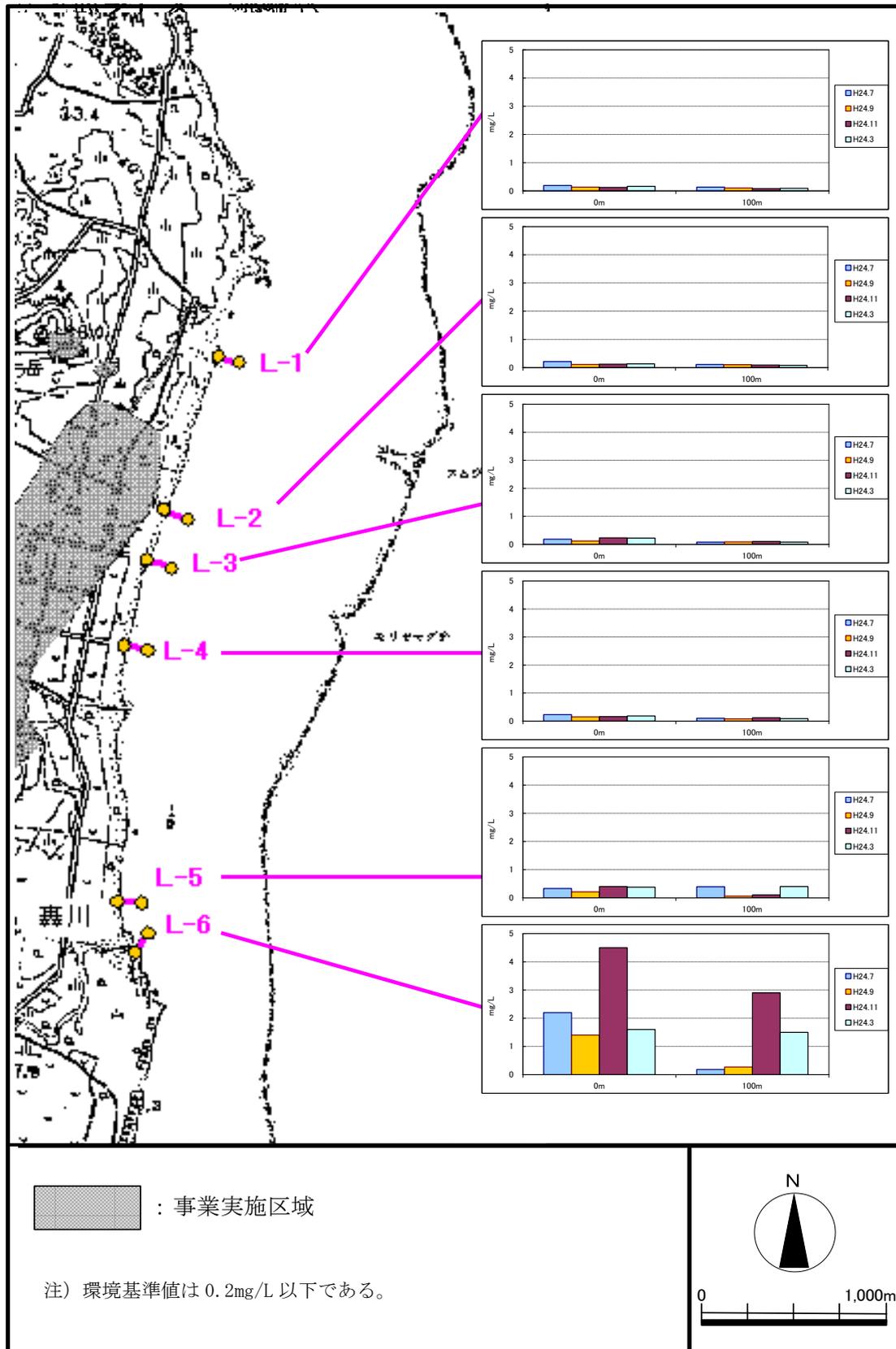


図 7.21(5) 沿岸域の栄養塩類等調査 (全窒素)

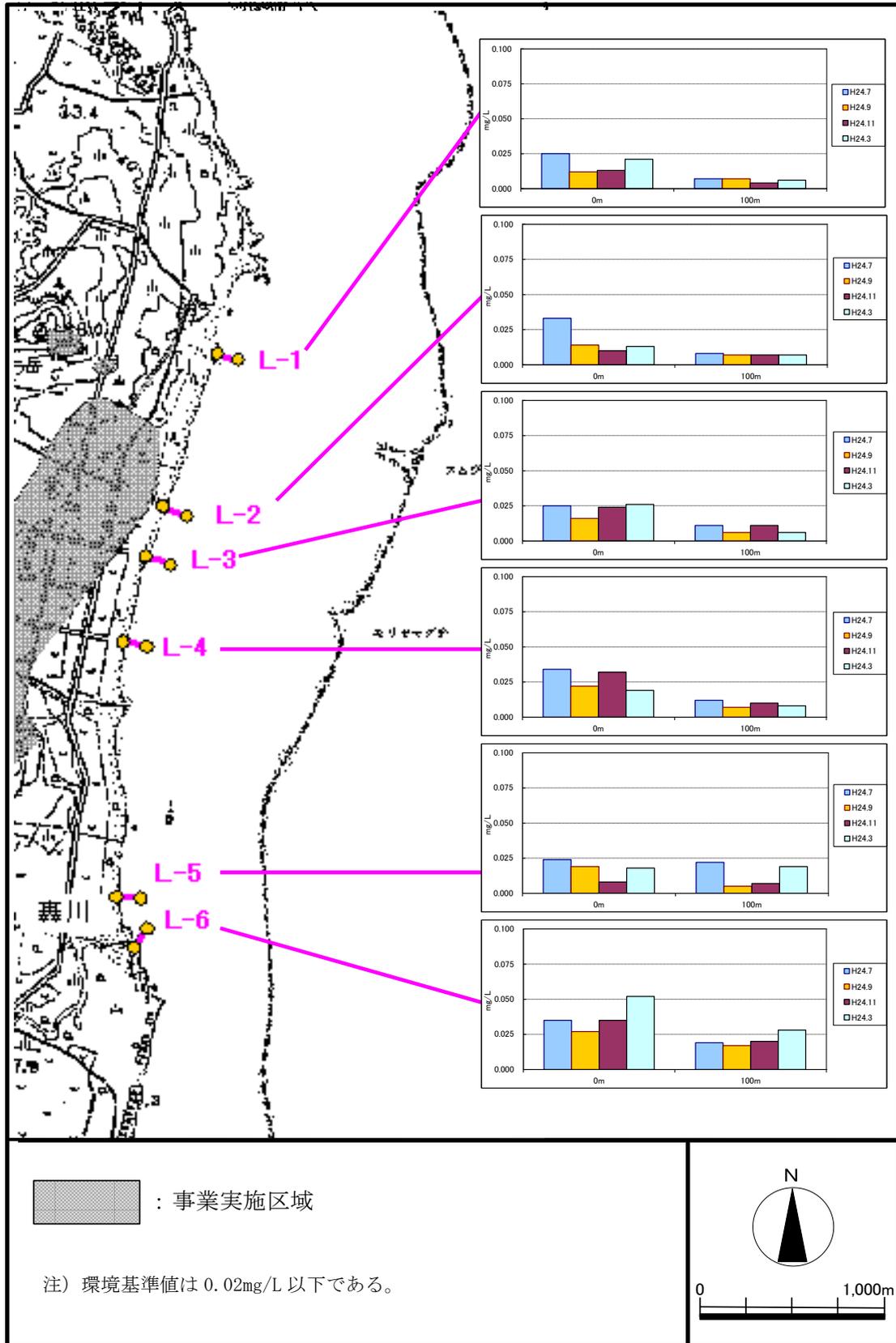


図 7.21(6) 沿岸域の栄養塩類等調査 (全リン)

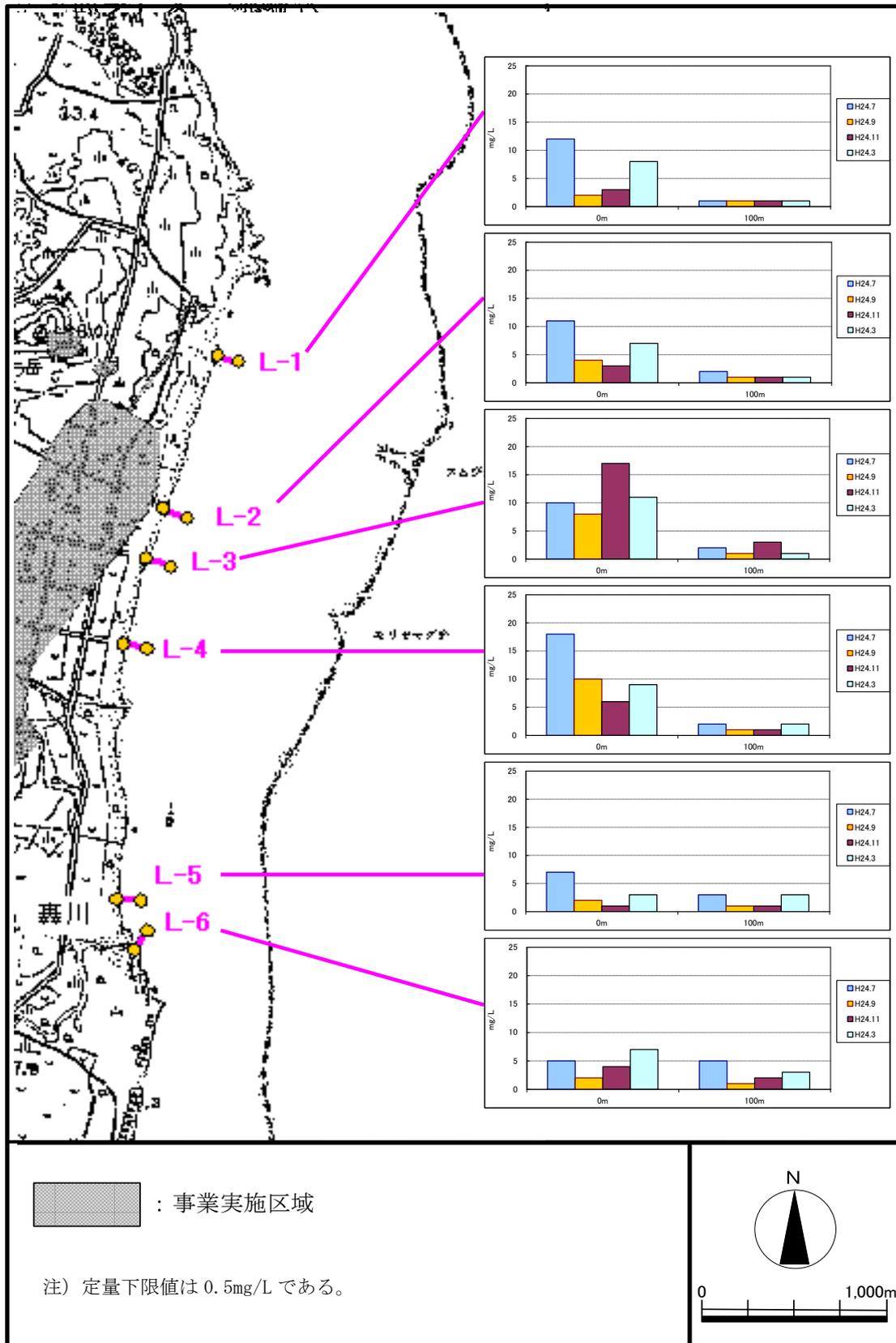


図 7.21(7) 沿岸域の栄養塩類等調査 (浮遊物質 量 SS)

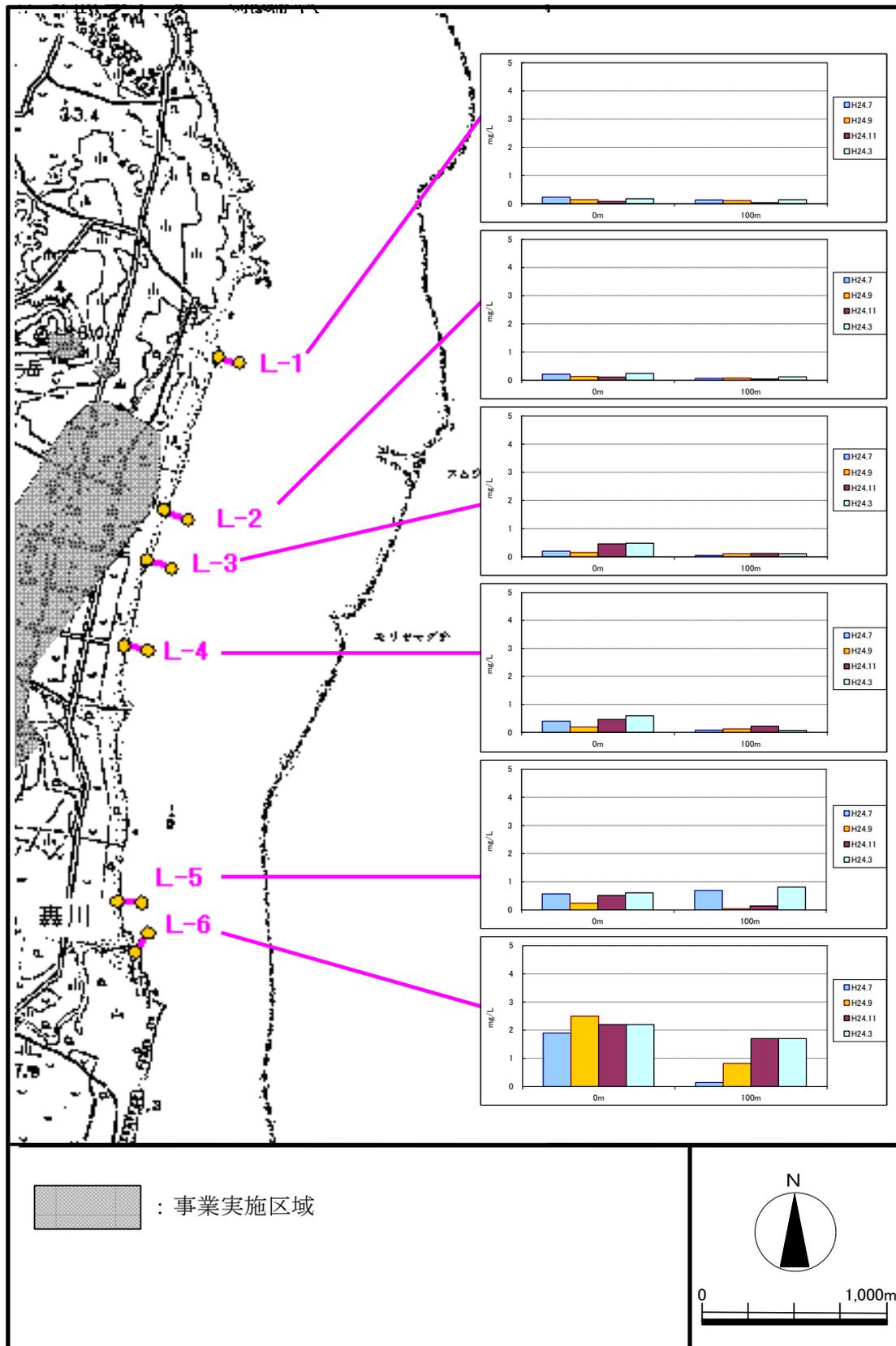


図 7.21(8) 沿岸域の栄養塩類等調査 (シリカ SiO₂)