資料６

工事中における事後調査及び環境監視調査の計画
（修正案）

平成 27 年 4 月 9 日

沖 縄 防 衛 局

目　次

1．工事中における事後調査の計画の検討 …… 1
【基本的な考え方】 …… 1
1.1 水の汚れ …… 5
1.2 土砂による水の濁り（陸域） …… 16
1.3 土砂による水の濁り（海域） …… 26
1.4 地下水の水質 …… 62
1.5 ウミガメ類 …… 68
1.6 サンゴ類 …… 78
1.7 海藻草類 …… 115
1.8 ジュゴン …… 133
1.9 海域生物（海上ヤード周辺の海域生物） …… 147
1.10 海域生物（トカゲハゼ） …… 155
1.11 陸域動物（陸生動物） …… 161
1.12 陸域動物（河川水生動物） …… 187
1.13 陸域植物 …… 194
1.14 陸域生態系（基盤環境、生態系の機能と構造） …… 214
1.15 陸域生態系（地域を特徴づける注目種） …… 222

2. 工事中における環境監視調査の計画の検討 …… 234
2.1 大気質 …… 234
2.2 騒音・振動・低周波音 …… 250
2.3 地下水の水質 …… 287
2.4 底生動物等の移動（移動後の監視） …… 291
2.5 サンゴ類（全域の状況監視） …… 296
2.6 海藻草類（全域の状況監視） …… 298
2.7 陸域動物（鳥類等） …… 300

1. 工事中における事後調査の計画の検討

【基本的な考え方】

(1) 調査項目

評価書に記載した調査項目を基本とし、事後調査において事業実施前の変動範囲をはずれた状態が確認された場合等に、工事による影響を検討するために必要な項目を補足調査項目として加えることとする。

(2) 調査地点・範囲

評価書における予測結果を踏まえて工事区域周辺に調査地点・範囲を設定するとともに、事後調査において事業実施前の変動範囲をはずれた状態が確認された場合等に、その原因が工事の影響によるものか、もしくは自然環境の変動によるものかを検討するため、項目によっては工事の影響が及ばない地点にバックグラウンドもしくは対照区(コントロール)を設定することとする。

(3) 調査時期・期間

評価書に記載した調査時期・期間を基本とし、項目によっては、事後調査において事業実施前の変動範囲をはずれた状態が確認された場合等に、工事による影響の可能性を検討するための追跡調査等を実施することとする。

また、大型台風来襲等の気象・海象状況に伴い、状況把握等のための追加調査が必要となった場合には、時期を考慮して調査を追加する。

(4) 調査方法

環境影響評価における調査結果と同等の方法によることとするが、土砂による水の濁りのように現地において即時的に結果を確認する必要がある項目については、現場での機器観測を行うこととする。

(5) 環境影響の程度が著しいと判断される状況に係る確認・対応の方法

1) 判断基準

評価書において環境影響の目安となる数値基準を設定している項目については、これを判断基準とし、その他の項目については、既往の調査結果に基づいて事業実施前における変動範囲を設定する。また、これらの判断基準の超過もしくは変動範囲をはずれた状態の考え方を設定する。

2) 確認・対応の方法

判断基準の超過もしくは変動範囲をはずれた状態が確認された場合の、原因究明のための調査及び工事による影響の可能性についての確認方法を設定する。

水の汚れや土砂による水の濁りのように、現場において即時的に工事影響の判断及び緊急対策を行う項目については、図 1.1 に示す手順で確認・対応を行う。

生物・生態系に係る項目等については、季節変化や自然環境の変化に伴う変動、全国的な変化の傾向との対比等による検討が必要となることから、図 1.2 に示す手順で年間・数ヶ月単位の調査・検討結果を踏まえて確認・対応を行う。

2

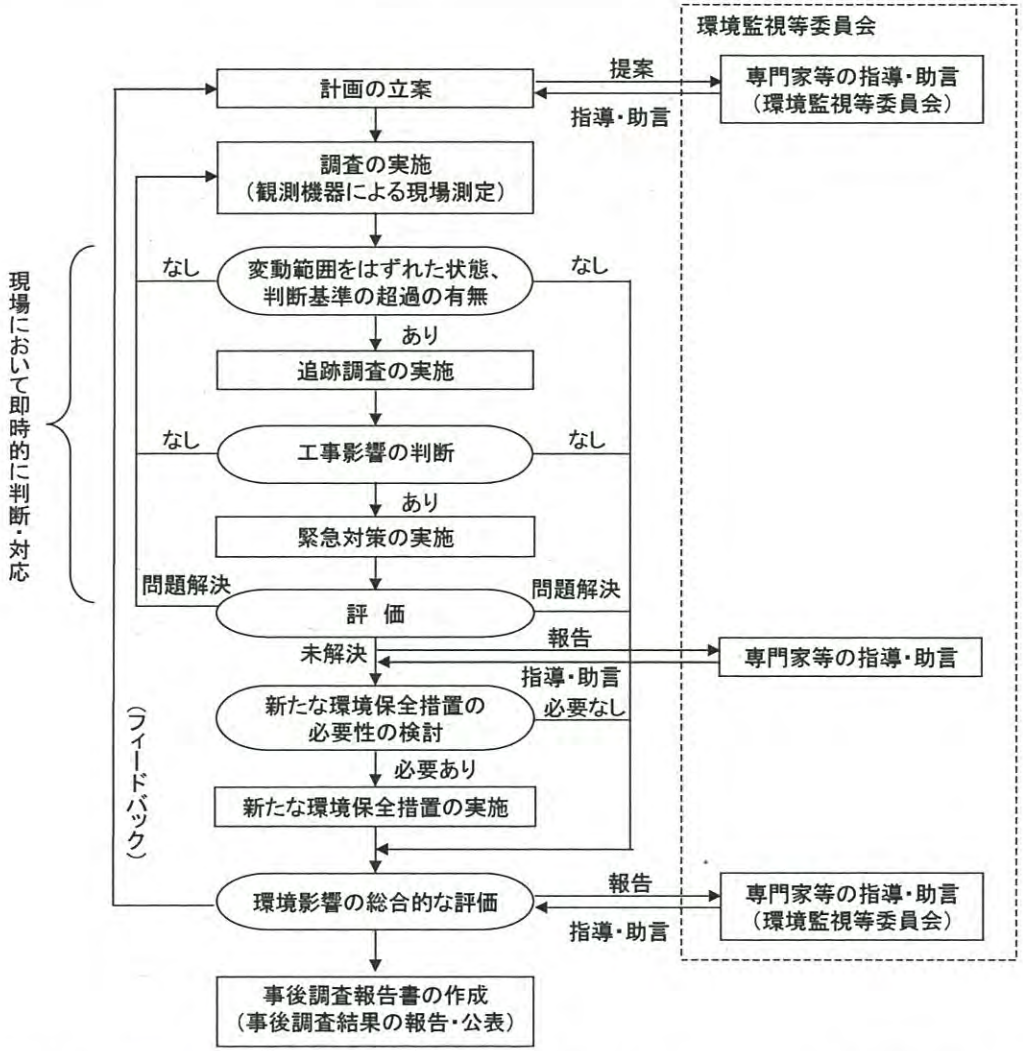

図-1.1　現場において即時的に工事影響の判断・対応を行う項目（水の汚れ、土砂による水の濁り）の確認・対応フロー

3

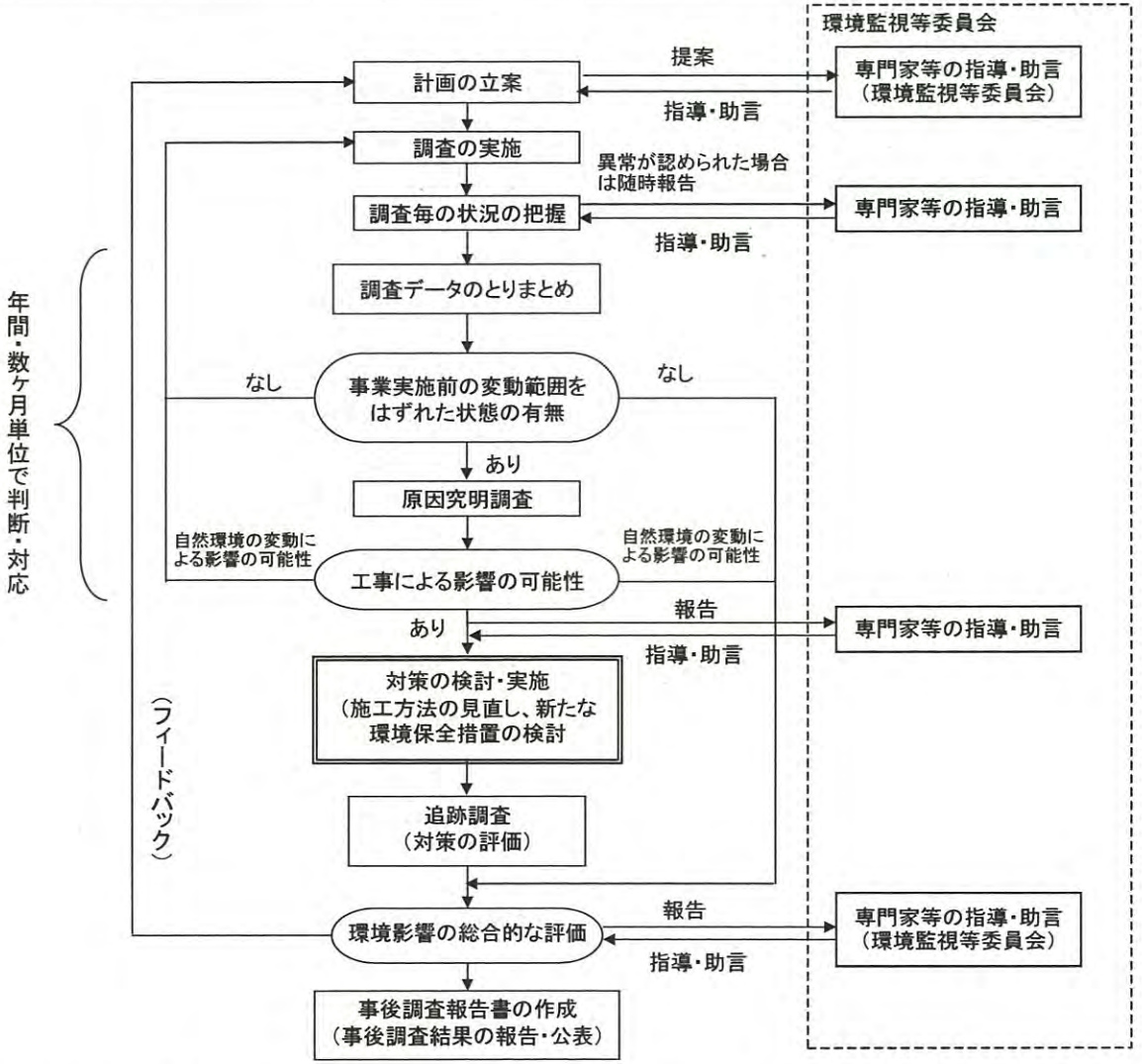

図-1.2　年間・数ヶ月単位で工事影響の判断・対応を行う項目（生物・生態系に係る項目等）の確認・対応フロー

4

1.1 水の汚れ

(1) 調査項目

評価書においては、海水の pH としている。

海水の pH に加えて、pH の測定値が後述する判断基準を超過した場合に工事による影響を検討するための補足調査項目として、海水の流れ（流向・流速）、水温及び塩分の現場観測を行うこととする。

(2) 調査地点・範囲

評価書においては、コンクリート打設に伴うアルカリ負荷による水質変化のおそれのある海域及びその周辺で 5 地点各 3 層程度としている。

なお、コンクリート打設工事は、大浦湾側のケーソン護岸において行われる。

1) 評価書における予測結果

・コンクリート打設に伴う pH の変化は、夏季、冬季ともにバックグラウンドの値（夏季：8.1、冬季：8.2）から 0.1 の増加（夏季：8.2、冬季：8.3）がみられること、増加域は施工場所のごく近傍に限られること、鉛直的には夏季では第 1 層（0.0～2.0m）～第 4 層（6～10m）、冬季では第 3 層（4～6m）で増加域がみられ、他の層では 0.1 未満の変化であることが予測されている（図-1.1.1、図-1.1.2）。

	発生位置	アルカリ度の発生負荷量(t/日)
①	蓋コンクリート工	0.410
②	ケーソン間詰部	2.281

注）1. 算定した発生負荷量は月当たりの値となっていますが、その量が 1 日で施工された場合を想定して予測を行いました。
2. 蓋コンクリート工は、ある特定の水深帯にコンクリートが施工されるため、該当する計算層（第 3 層、海面下 4～6m）に全アルカリ負荷を与えました。一方、ケーソン間詰部のコンクリートは、全水深に渡って施工されるため、計算層厚に応じて配分しました。

図-1.1.1　評価書における pH の予測地点

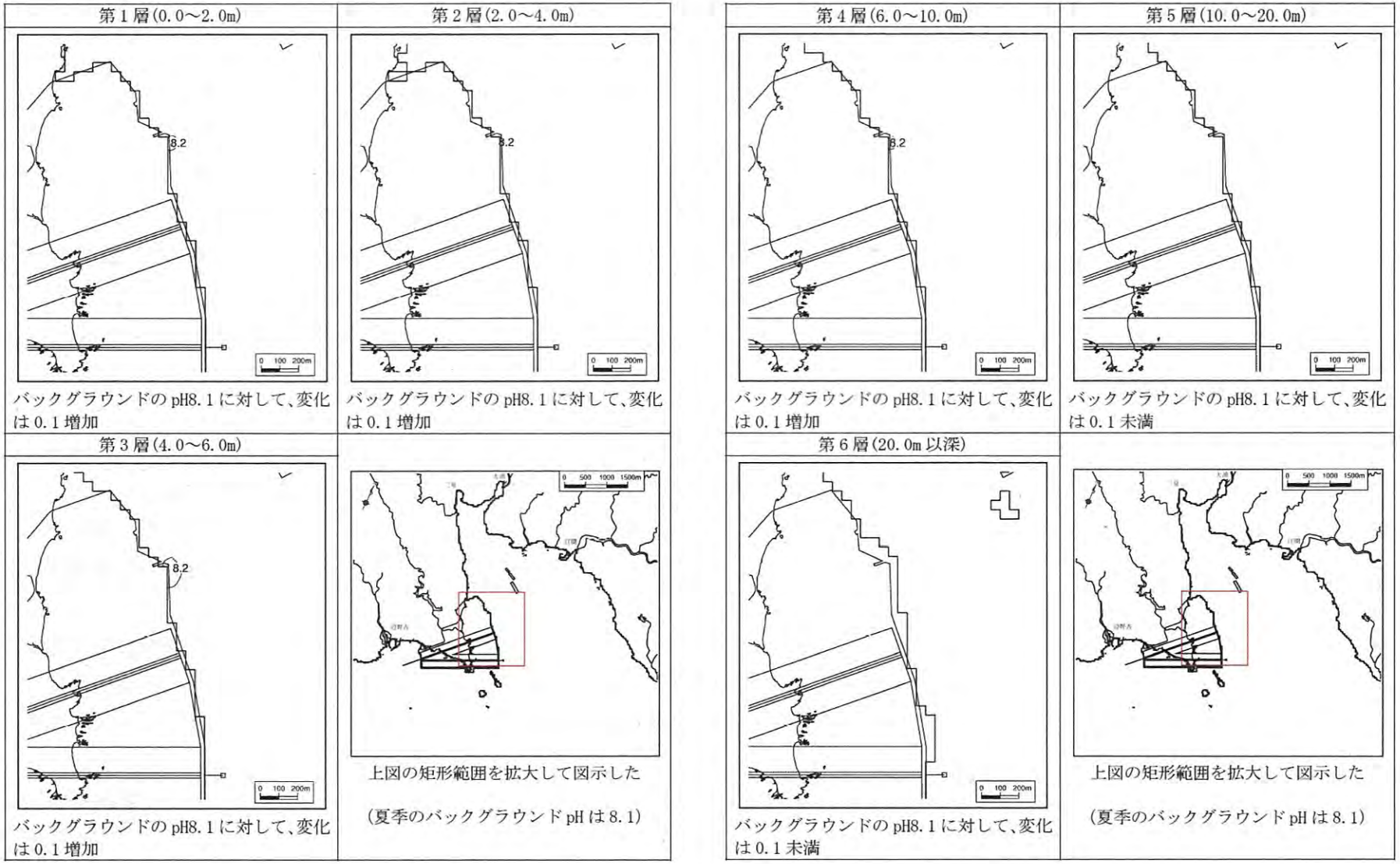

図-1.1.2(1)　評価書における pH の予測結果（夏季、日最大濃度）

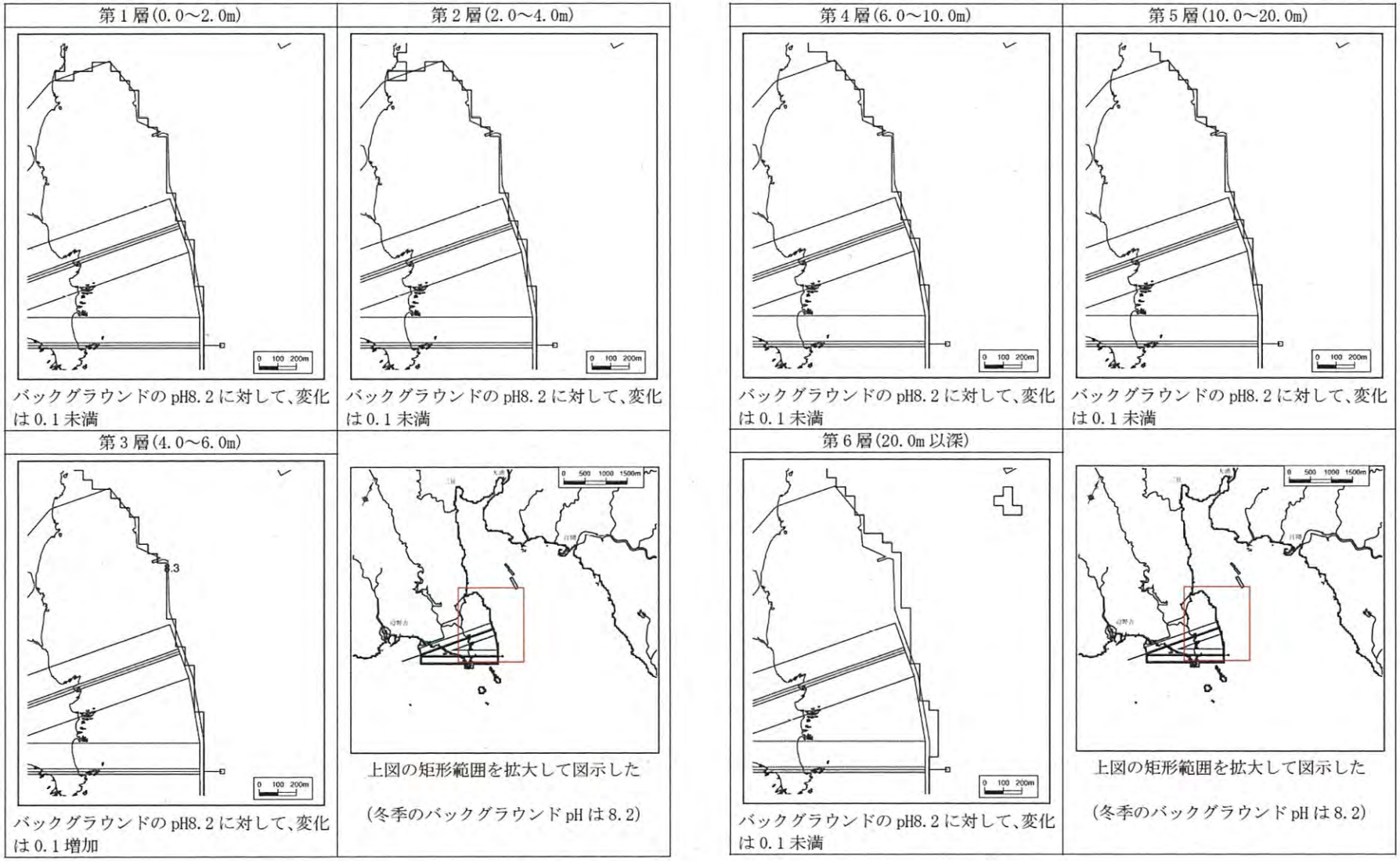

図-1.1.2(2)　評価書におけるpHの予測結果（冬季、日最大濃度）

2) 調査地点の設定の考え方

調査地点は、工事区域周辺の水質変化のおそれのある海域に3地点、その周辺にバックグラウンドとなる2地点の計5地点を設定することとする。

評価書における予測結果を踏まえると、工事区域周辺に設定する調査地点は施工場所から100m以内の範囲に、潮汐に伴い流れの方向が異なることを考慮して、湾奥側、湾央側及び湾口側に各1地点を配置することを基本とする。

ただし、施工場所が汚濁防止膜の内側である期間中は、工事船の稼働状況に十分留意して地点を配置する必要がある。

周辺に設定する調査地点は、既往の水質調査地点のうち大浦湾の湾奥側及び湾央側に各1地点を選定して設定することとする。

3) 観測層の設定の考え方

観測機器による現場測定については、海面から海底面上1mまで1m間隔で鉛直測定を行う。

採水分析については、評価書における予測結果を踏まえ、海面下1m、5m及び10mの3層において行うこととする。

4) 調査地点の設定結果

調査地点の位置を図-1.1.3に示す。なお、周辺の調査地点は既往の水質調査地点のうちUW-19及びUW-24（図-1.1.4）を選定した。

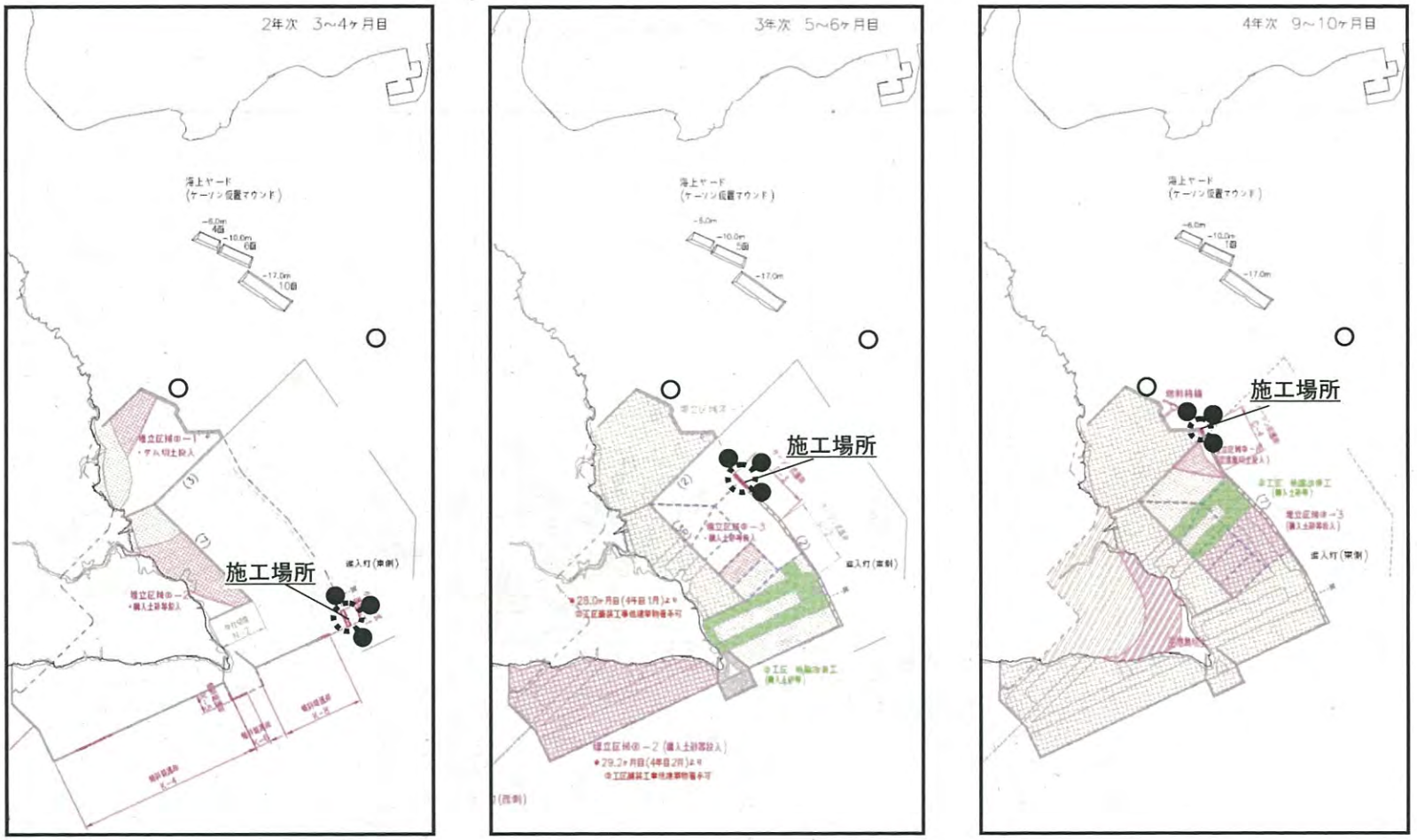

図-1.1.3　調査地点位置

(●：工事区域周辺 3 地点、○：周辺 2 地点)

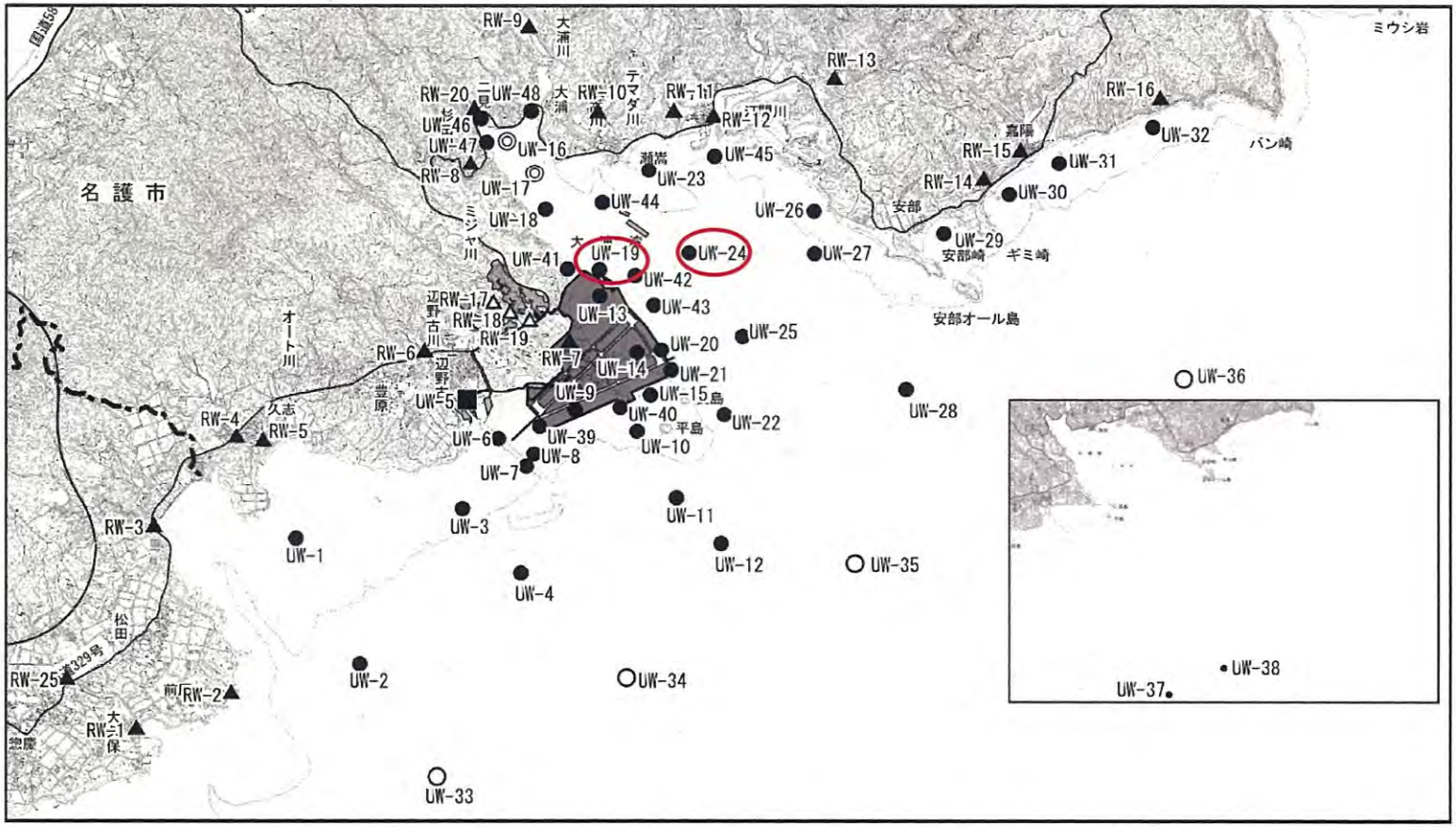

図-1.1.4　既往の水質調査地点

注）周辺に設定する調査地点として、○で示した大浦湾の湾奥側の UW-19、湾央側の UW-24 の 2 地点を選定した。

(3) 調査時期・期間

工事期間中は月1回、コンクリート打設量が多くなる時期には週1回の頻度とする。なお、月1回の調査は蓋コンクリート工のみの工事が行われる期間、週1回の調査は蓋コンクリート工に加えてケーソン間詰部のコンクリート工が行われる期間を想定している。

また、工事開始前にもバックグラウンドを把握するため、月1回程度実施する。

(4) 調査方法

pHの測定は、本調査では調査結果に応じて現場での即時的な対応が求められるため、調査船上からの観測機器を用いた現場測定を基本とする。採水分析については、観測機器の精度管理のために行うものとし、既往の水質調査と同様に、バンドーン採水器を用いて試料を採取し、室内にてpHの分析試験（JIS K 0102-12.1による）を行う。

海水の流れ（流向・流速）、水温及び塩分の観測は、pH測定時に調査船上からの観測が可能な機器により行うとともに、調査前日及び当日の天気、気温、風向、風速、雲量、潮汐状況、調査当日の調査地点周辺における状況等について記録する。

(5) 環境影響の程度が著しいと判断される状況に係る確認・対応の方法

評価書においては、環境影響の程度が著しいと判断する基準を以下のとおりとしている。

・事業実施前におけるpHデータの変動範囲をはずれた状態の継続

・コンクリート打設工事区域周辺におけるpHデータが、周辺に比べて明らかに高い場合

1) 判断基準

平成19年度の夏季から平成20年度の冬季にかけて実施した既往の水質調査結果によれば、コンクリート打設工事が行われる大浦湾西部海域におけるpHの変動範囲は8.1～8.3である（図-1.1.5、図-1.1.6）ことから、事業実施前におけるpHデータの変動範囲は8.1～8.3とし、上限値である8.3を上回る8.4以上のpHが確認された場合に、変動範囲をはずれた状態とみなすこととする。

判断基準は、工事区域周辺におけるpHが8.4以上で、かつ、後述する追跡調査を通じて、pHの増加域が工事箇所を中心に分布していることが確認された場合、並びに工事による可能性のあるpHの増加が翌日まで継続して確認された場合とする。

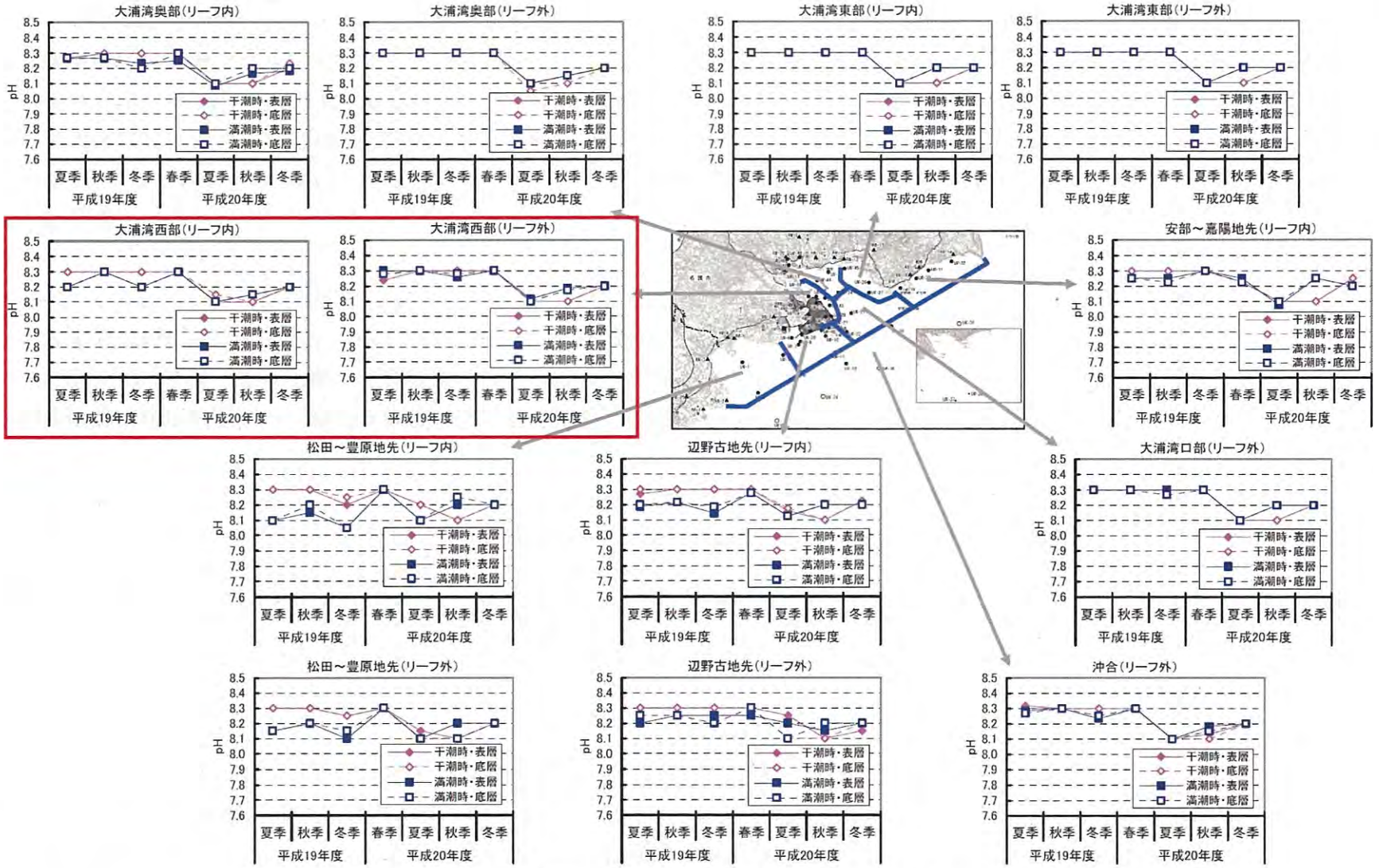

図-1.1.5　既往の水質調査における pH の経年変化

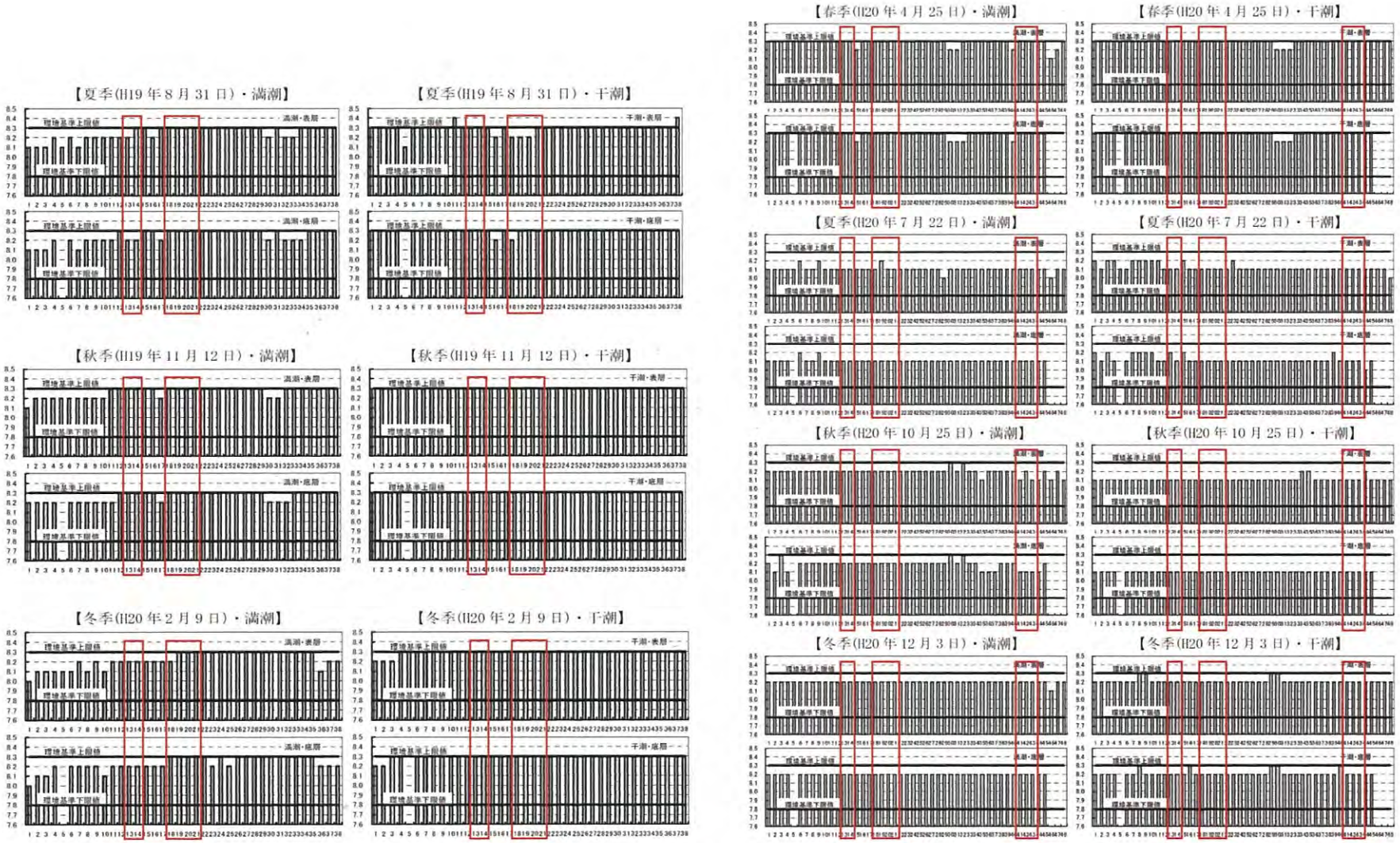

図-1.1.6　既往の水質調査における pH の調査結果

注）当該海域には環境基準の類型指定がなされていないが、参考として A 類型の環境基準（7.8 以上 8.3 以下）を示している。

2) 確認・対応の方法

(a) 追跡調査の実施

工事区域周辺の調査地点における pH が 8.4 以上となった場合には、まず、当該地点における海水の流れを確認することとする（追跡調査①）。ここで、流れの向き(流向)が工事区域から当該地点に向かう流れでなかった場合には、工事による影響ではないと判断する。

流れの向き(流向)が工事区域から当該地点に向かう流れであった場合には、周辺の調査地点における pH を確認する（追跡調査②）。ここで、周辺における pH も 8.4 以上であった場合には、工事による影響ではないと判断する。

流れの向き（流向）が工事区域から当該地点に向かう流れであり、かつ、周辺の調査地点における pH が 8.4 以上でなかった場合には、当該地点に戻って工事箇所により近い位置も含めた再調査を行うことにより、pH の増加域が工事箇所を中心に分布しているものであるかどうかを確認する（追跡調査③）。

以上の調査を通じて、pH の増加が工事による影響ではないと判断できなかった場合には、翌日にも同様の手順で調査を行うこととする（追跡調査④）。

(b) 対策の検討（施工方法の見直し等）

上記の追跡調査において、工事の影響による可能性のある pH の増加が翌日まで継続して確認された場合に、変動範囲をはずれた状態が継続していると判断し、施工方法の見直しや環境保全措置の改善を図ることとする。

以上の環境影響の判断の係る確認・対応フローを図-1.1.7に示す。

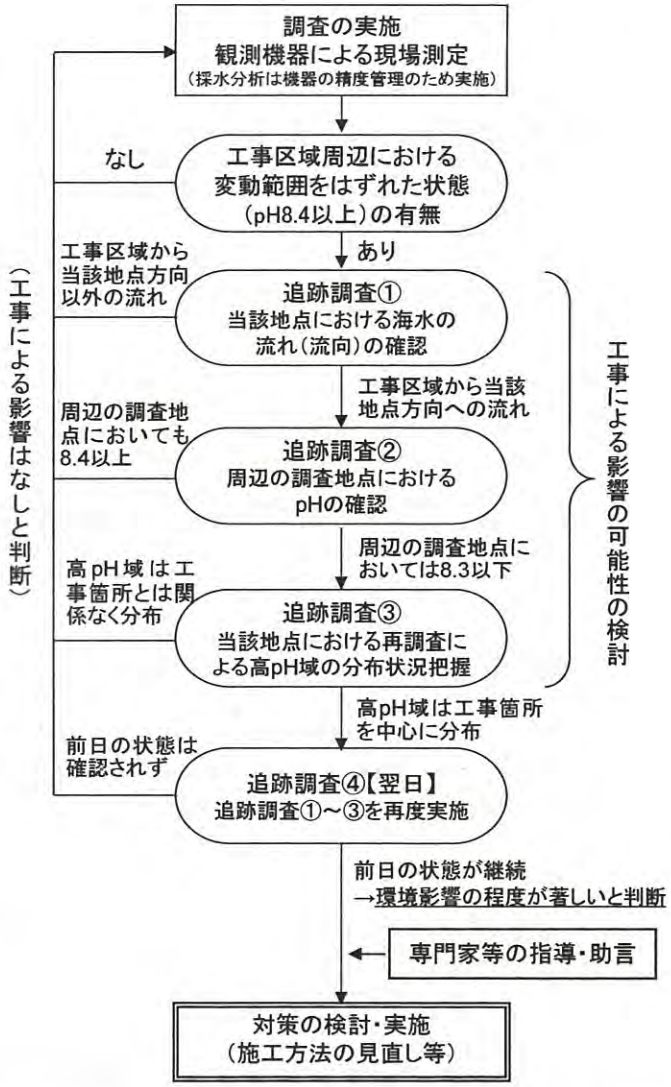

図-1.1.7　環境影響の判断に係る確認・対応フロー

【参考：評価書における工事中の水の汚れに係る事後調査に関する記載内容】

環境要素	事後調査を行うこととした理由	事後調査の項目及び手法					事後調査の結果により環境影響の程度が著しいことが明らかになった場合の対応の方針
		調査項目		調査地点・範囲	調査時期・期間 工事中	調査方法	
水の汚れ	コンクリートブロックの養生水、コンクリートプラントからの洗浄水、飛行場の舗装面の養生水等のアルカリ排水については、海域に流出させないよう配慮し、海域における水中コンクリートの打設に伴うアルカリ負荷による水質変化の程度はごく小さいと予測したが、実際の工事に用いる資材の種類によっては予測結果を上回る可能性を全て否定することはできず、予測の不確実性の程度が高いと考えられるため、水の汚れ(pH)については事後調査を行い、その結果を踏まえて、必要な措置を講じる。	コンクリート打設工事	海水のpH	コンクリート打設に伴うアルカリ負荷による水質変化のおそれのある海域及びその周辺で5地点各3層程度	工事期間中、月1回。ただし、コンクリート打設量が多くなる時期には週1回 工事開始前にもバックグラウンドを把握するため、月1回程度実施	現場測定及び採水分析	環境影響の程度が著しいと判断する基準 ・事業実施前におけるpHデータの変動範囲をはずれた状態の継続 ・コンクリート打設工事区域周辺におけるpHデータが、周辺に比べて明らかに高い場合 これらの状況が生じた場合は、必要に応じて専門家等の指導・助言を受けて、施工方法の見直しや環境保全措置の改善を図る。

1.2 土砂による水の濁り（陸域）

(1) 調査項目

評価書においては、浮遊物質量（SS）及び濁度としている。

本調査では、後述するようにSSを指標として工事による影響の判断基準を設定するが、基準を超過した場合には現場において即時的に工事による影響の検討を行う必要があることから、濁度（又は透視度）の現場測定を基本とし、濁度(又は透視度)の測定値からSSを換算して求めることとする。

(2) 調査地点・範囲

評価書においては、浮遊物質量（SS）は濁水処理プラントの放流口、濁度は美謝川及び切り変え後の美謝川の各下流域の代表点としている。

1) 評価書における予測結果

陸上工事においては、埋立土砂発生区域における土砂採取、工事用仮設道路、美謝川の切替えの造成の各工事に伴い、降雨時に裸地面（改変区域）から濁水が発生することを想定している（図-1.2.1）。

これらの濁水は、「赤土等流出防止計画」に基づく赤土等流出防止対策の実施により、SS25mg/L以下に処理した後に施工区域外の周辺河川へ放流する計画としている（　　図-1.2.2）。

図-1.2.1　陸上工事における改変区域（改変区域：○）

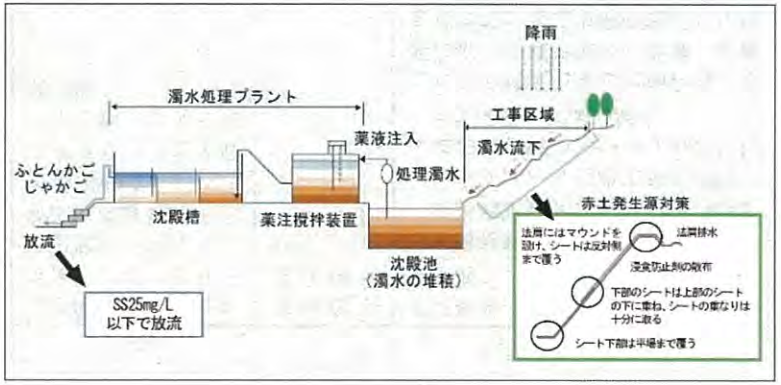

図-1.2.2　赤土等流出防止施設の概念図

(a) 施工区域から放流される濁水の SS 濃度

改変区域（裸地面）から発生する濁水の SS 濃度は、安全側を考慮し、法面での流出値である 16,000mg/L を基本（平面は 4,500mg/L）とし、転圧・締固めによる表土保護工で約 50%の除去効果を見込み、発生濃度は 8,000mg/L 程度としている（図-1.2.3）。

降雨に伴い改変区域から発生する濁水は、濁水処理プラント(凝集沈殿方式)による処理を行うことで SS25mg/L 以下で放流することは十分可能と予測されている。

(b) 放流先河川における水の濁りの程度（SS 濃度）

降雨時は、SS 混合濃度は現況の河川水質より悪化せず、降雨後は SS25mg/L 以下と予測されている(図-1.2.3、表-1.2.1)。

(c) 放流先河川の赤土等の堆積の状況

処理水中の SS 分は静置下においても容易には沈降しないと考えられ、放流先河川で堆積しないと予測されている（図-1.2.3）。

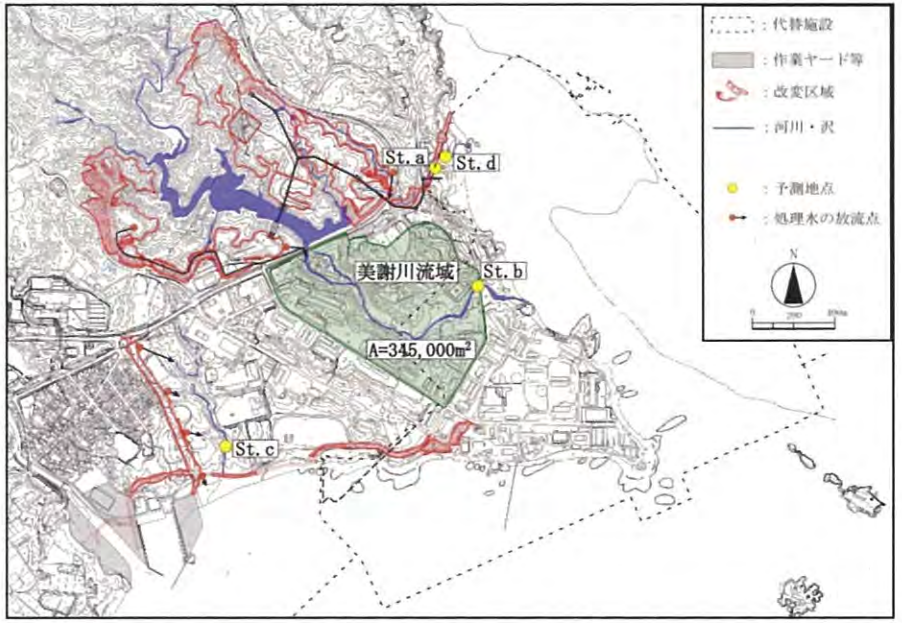

図-1.2.3　水の濁り（陸域）の予測地点

表-1.2.1　河川の SS 濃度の予測結果

工事名	区域	予測地点	時期	現況の河川		濁水処理施設からの排水		混合濃度 (mg/L)	備考 (放流先)
				SS濃度 (mg/L)	流量 (m^3/s)	SS濃度 (mg/L)	流量 (m^3/s)		
埋立土砂発生区域	Aブロック	St. a	降雨後	1	0.001	25	0.194	24.9	切替え後の美謝川
			降雨時	23	0.450			23.6	
	Bブロック及びCブロック	St. b	降雨後	1	0.005		0.056	23.0	美謝川
			降雨時	23	0.164			23.5	
工事用仮設道路	A-①～A-④区域及びC区域	St. c	降雨後	1	0.001		0.063	24.6	周辺河川
			降雨時	90	0.120			67.7	
美謝川の切替え	Phase2	St. d	降雨後	1	0.001		0.011	23.0	周辺河川
			降雨時	104	0.588			102.5	

2）現況河川の SS 濃度（濁りの状況）

平成 20 年度に、平常時の調査を 4 季（春季～冬季）、降雨時の調査を 3 回、25 地点（RW-1～25）において実施している（図-1.2.4）。

SS についてみると、平常時は 1mg/L（定量下限値）未満～20mg/L の範囲内にあり、多くの調査地点で10mg/L以下となっており、降雨時は1mg/L(定量下限値）未満～348mg/L の範囲内にあり、最大は 1 回目 28mg/L(RW-25)、2 回目 348mg/L(RW-2)、3 回目 116mg/L（RW-25）となっており、特に 2 回目の調査時には半数近くの調査地点で 50mg/L を超えるなど高い値が確認された。

流量は、RW-12（汀間川(1)）で最も大きく、調査時期を通じて 5～10m^3/s 前後であり、次いで、調査地域西端に位置する RW-1（宜野座福地川）で 2～4m^3/s と比較的大きくなっている。その他の調査地点における流量は、調査時期を通じて 1m^3/s 未満となっている。

施工区域周辺の河川(濁水処理水の放流先河川)の SS 及び流量は表-1.2.2に示すとおりである。

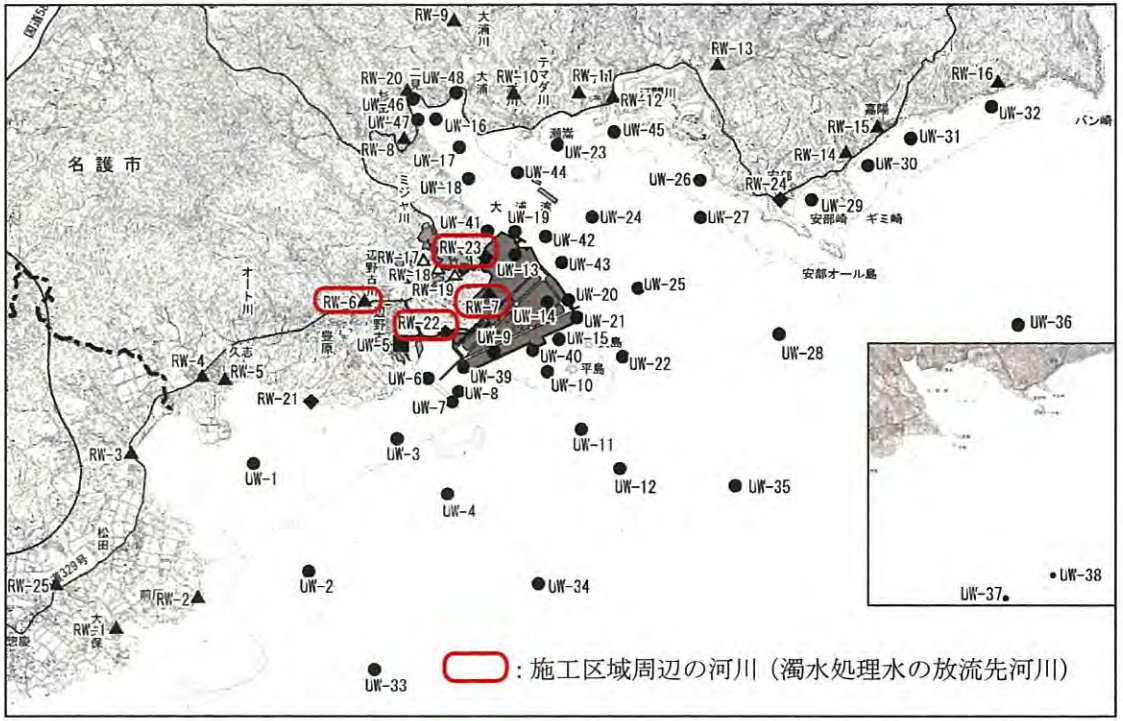

図-1.2.4　濁度及び SS についての既往の調査地点

表-1.2.2　現況河川の SS 濃度（濁りの状況）

現地調査の地点名	時期	調査結果		備考
		SS(mg/l)	流量(m^3/s)	
RW-6	平常時	7(1～19)	0.022(0.015～0.028)	辺野古川
	降雨時	18(11～30)	0.115(0.050～0.198)	
RW-7	平常時	1(＜1～2)	0.036(0.001～0.068)	美謝川
	降雨時	15(10～23)	0.198(0.063～0.450)	
RW-22	降雨時	43(16～90)	0.080(0.009～0.120)	工事用仮設道路付近
RW-23	降雨時	53(9～104)	0.219(0.028～0.588)	切替え後の美謝川付近

注)表中の値は、全調査時期の平均値(最小値～最大値)を示しています。

3) 調査地点の設定の考え方

評価書では、浮遊物質量（SS）は濁水処理プラントの放流口、濁度は美謝川及び切替え後の美謝川の各下流域の代表点としているが、上記の調査及び予測の結果を踏まえ、調査地点は以下の考え方に基づいて設定することとする。

①「施工区域から放流される濁水の SS 濃度」の予測結果の検証のため、各施工区域の濁水処理プラントの放流口に設定する。

②「放流先河川における水の濁りの程度（SS 濃度）」の予測結果を検証するため、美謝川及び切替え後の美謝川等の放流先河川の各下流域の代表点に設定する。

4) 調査地点の設定結果

上記 3)の考え方を踏まえた調査地点の位置を表-1.2.3、図 1.2.5～図-1.2.7に示す。

表-1.2.3　調査地点の設定結果

区分	考え方	位置
各施工区域の濁水処理プラントの放流口	予測結果の検証のため、各工事の施工区域に設置される濁水処理プラントの放流口に設定する。	【埋立土砂発生区域】 計 3 地点(A ブロック：1 地点、B ブロック：1 地点、C ブロック：1 地点) 【工事用仮設道路】 計 7 地点（A 区間及び C 区間：4 地点、B-2 区間：3 地点） 【美謝川の切替え】 計 3～5 地点（Phase1：4 地点、Phase2：5 地点、Phase3：3 地点）
放流先河川の各下流域の代表点	予測結果を検証するため、美謝川及び切替え後の美謝川等の各下流域の代表点に設定する。	【埋立土砂発生区域 B 及び C ブロックの放流先】 美謝川の下流域 1 地点 【埋立土砂発生区域 A ブロックの放流先、切替え後の美謝川 Phase 1～3 の放流先】 切替え後の美謝川の下流域 1 地点 【工事用仮設道路の放流先】 工事用仮設道路の東側の河川 1 地点

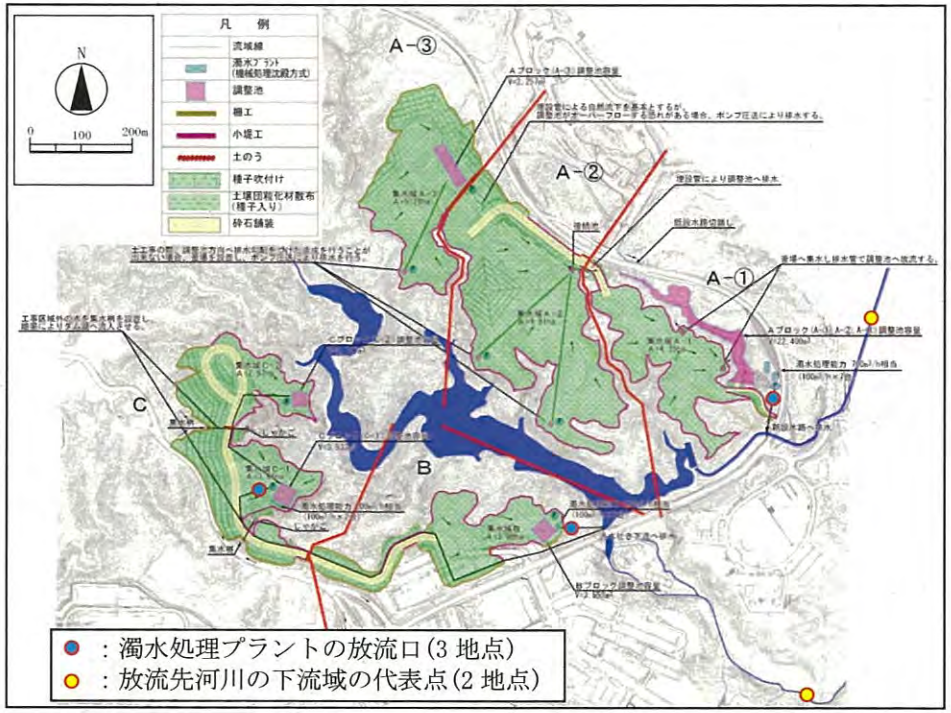

図-1.2.5　調査地点（埋立土砂発生区域）

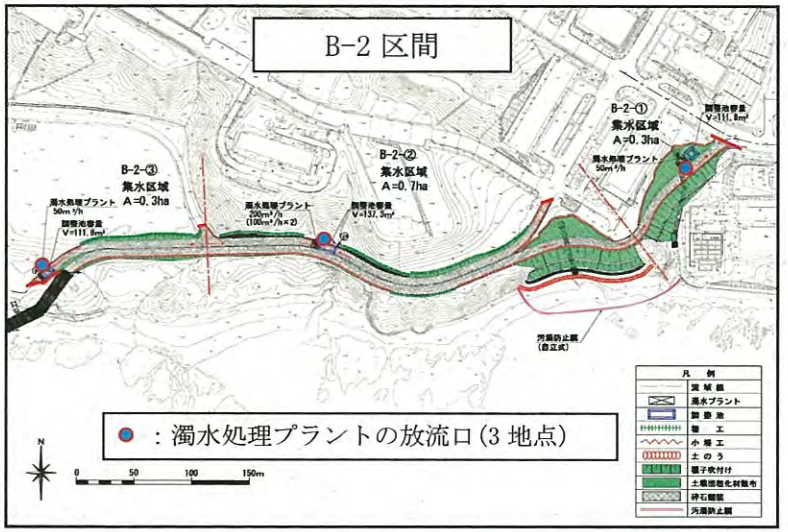

図-1.2.6　調査地点（工事用仮設道路）

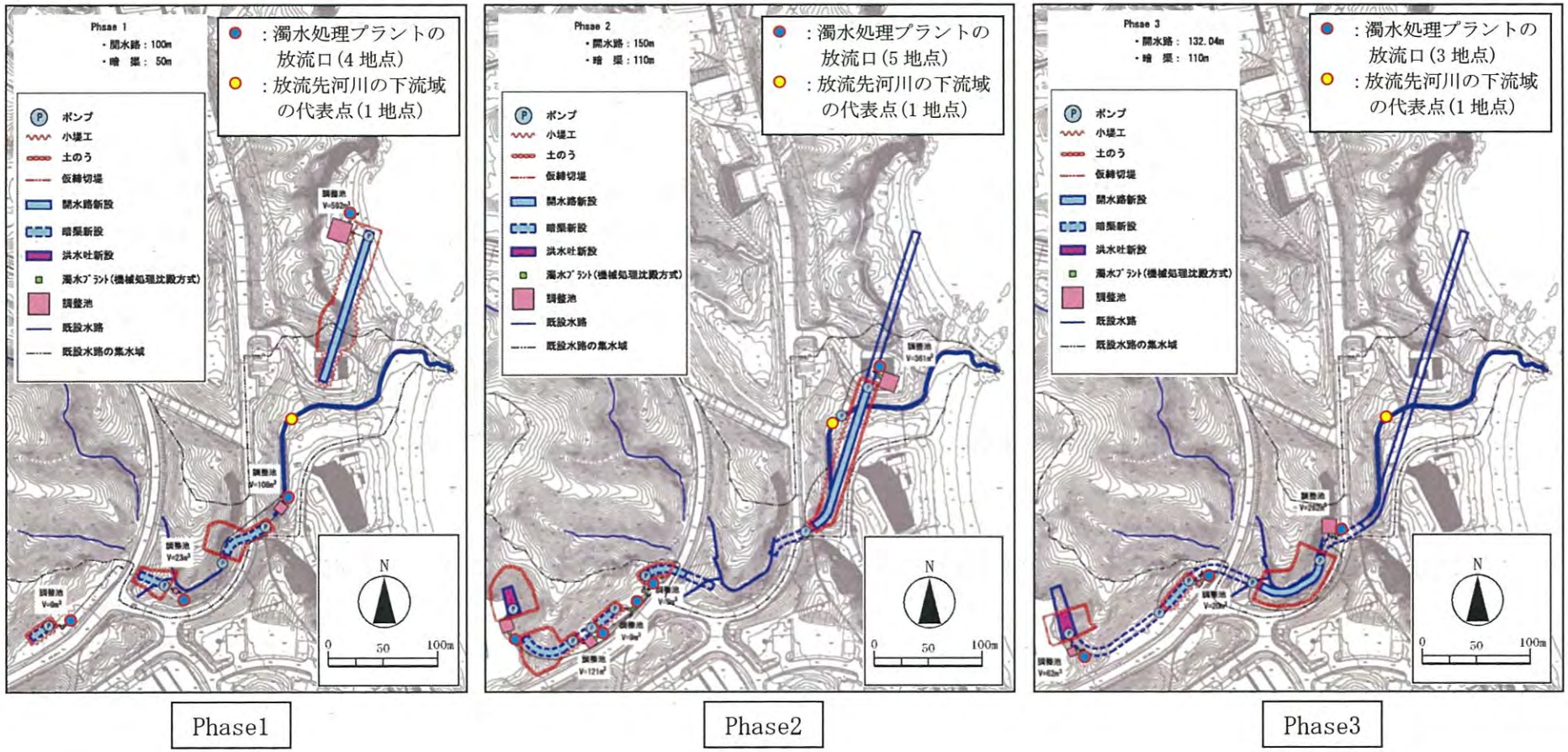

図-1.2.7　調査地点（美謝川切替え）

(3) 調査時期・期間

造成等の工事中における赤土等流出防止対策の施工期間とし、浮遊物質量（SS）は、濁水処理プラントからの処理水放流時、濁度は、同期間中の連続観測とする。

(4) 調査方法

1) 浮遊物質量(SS)濃度

(a) 現場観測

本調査では、SS を指標として工事による影響の判断基準を設定するが、基準を超過した場合には現場において即時的に工事による影響の検討を行う必要があることから、濁度（又は透視度）の現場測定を基本とし、濁度（又は透視度）の測定値から SS を換算して求めることとする。

濁度（又は透視度）の現場測定は、濁度計（透視度計）を用いて、得られた濁度（透視度）の観測値から予め作成した SS との関係式をもとに SS に換算し、後述する判断基準との比較を行う。

(b) 濁度（又は透視度）の現場観測値と SS 採水分析値との関係式の作成

調査実施時に現場において濁度（又は透視度）の測定値から SS を換算するため、濁度（又は透視度）の測定値と SS の採水分析値との関係式を予め作成する。関係式は、工事実施前までに改変区域で採取した土砂を用いて、低濃度から比較的高濃度までの複数の濁り濃度の試料を作成し、室内にて濁度（又は透視度）の機器測定と SS の採水分析を行うことにより得られるデータをもとに、両者の関係式を作成するものとする。

(c) SS（採水分析）

濁度（又は透視度）の現場観測値との関係式の精度管理のために行うものとし、直接採水により試料を採取し、室内にて SS の分析試験（JIS K 0102-14.1 による）を行う。

2）濁度（放流先河川の連続測定）

(a) 現場観測

放流先河川における濁度の連続測定は、各下流域の河床に濁度計を設置し、データロガーで連続測得する。

(b) 濁度の現場観測値とSS採水分析値との関係式の作成

現場観測により得られた濁度の測定値からSSを換算するため、濁度の測定値とSSの採水分析値との関係式を予め作成する。

施工区域周辺の河川（濁水処理水の放流先河川）におけるSS濃度は、平常時は1mg/L（定量下限値）未満～20mg/Lの範囲内にあり、降雨時は1mg/L（定量下限値）未満～348mg/Lの範囲内にある（表-1.2.2）。よって、関係式は、工事実施前までに改変区域で採取した土砂と放流先河川水を混合することにより、低濃度から比較的高濃度までの複数の濁り濃度の試料を作成し、室内にて濁度の機器測定とSSの採水分析を行うことにより得られるデータをもとに、両者の関係式を作成するものとする。

(c) SS（採水分析）

濁度の現場観測値との関係式の精度管理のために行うものとし、直接採水により試料を採取し、室内にてSSの分析試験（JIS K 0102-14.1による）を行う。

(5) 環境影響の程度が著しいと判断される状況に係る確認・対応の方法

1) 判断基準

・工事期間（赤土等流出防止対策の施工期間）中の濁水処理水放流時の SS 濃度が 25mg/L を超過

・放流先河川の河川水質が SS25mg/L を超過

2) 確認・対応の方法

判断基準を超過又は超過する可能性があると判断される場合には、専門家等への意見を聴取し、環境保全措置の見直しや追加の措置等を講じる。