(c) 幼サンゴの加入状況

幼サンゴの加入状況の調査は、今後のサンゴ類の幼群体の加入状況を検討した後、事業者が実行可能な環境保全措置を検討するために実施するものである。調査範囲は事業実施区域周辺の海域とし、平成19年に設置した調査地点を基本とし、工事の実施に伴い調査が不可能となる測線、区域を除き実施する（図-1.6.8）。

4) 調査範囲・地点の設定結果

(a) サンゴ類の分布状況

分布状況の調査は、ライン調査とスポット調査により調査を行う。

ライン調査は、環境現況調査で実施した80測線のうち、工事の実施に伴い調査が不可能となる16測線を除いた64測線で実施する（図-1.6.8参照）。

スポット調査は、環境現況調査で実施した128地点のうち、工事の実施に伴い調査が不可能となる18地点を除いた110地点で実施する。また、スポット調査のうち、平成19年度以降の詳細調査地点10地点に加え、嘉陽地先（St.A/C7）、久志沖（St.A/C105）を加えた12地点を詳細調査地点とする（図-1.6.9参照）。

(b) 移植サンゴの生息状況

a) 小型サンゴ類の移植先

小型サンゴ類の移植は、岩盤に固定することを想定していることから、移植先の底質は主に岩盤であることが望ましい。また、移植先にサンゴ類が高被度で分布部している場所は、移植する余地が少ない。したがって移植先は、底質が岩盤でサンゴ類の生息環境として適切でありながら、現在の被度は比較的低い場所を選定することになり、中干瀬においては、中央部付近を含む湾口側が適地であると考えられる。また、小型サンゴ類の移植元の水深は3～6mの範囲が50%程度であることから、移植先の水深も5m前後に設定することが望ましい。図-1.6.10 に示す水深コンターの黄色の等深線（5m）を参考に、小型サンゴ類の移植先調査範囲（S1、S2、S3、S4）設定した。

b) 大型サンゴ類の移築先

大型サンゴ類の移築は、固定せずに自重で安定させることを想定している。したがって、移築先は波が砕けるような浅い岩礁域より、やや水深が深い砂礫の海底が望ましい。中干瀬では、中央部付近より湾奥側が適地であると考えられる。

大型サンゴ類の移築先については、波の影響を低減させるために、約 10m程度のやや深い水深帯に移築先範囲（T1、T2、T3）を設定した（図-1.6.10参照）。

(c) 幼サンゴの加入状況

幼サンゴの加入状況調査地点位置を図-1.6.11に示す。平成 19 年に設置した調査地点を基本とするが、工事の進捗によって、調査が実施できない地点が発生するため、調査地点の位置を適宜移動し、または除外して行うこととする。

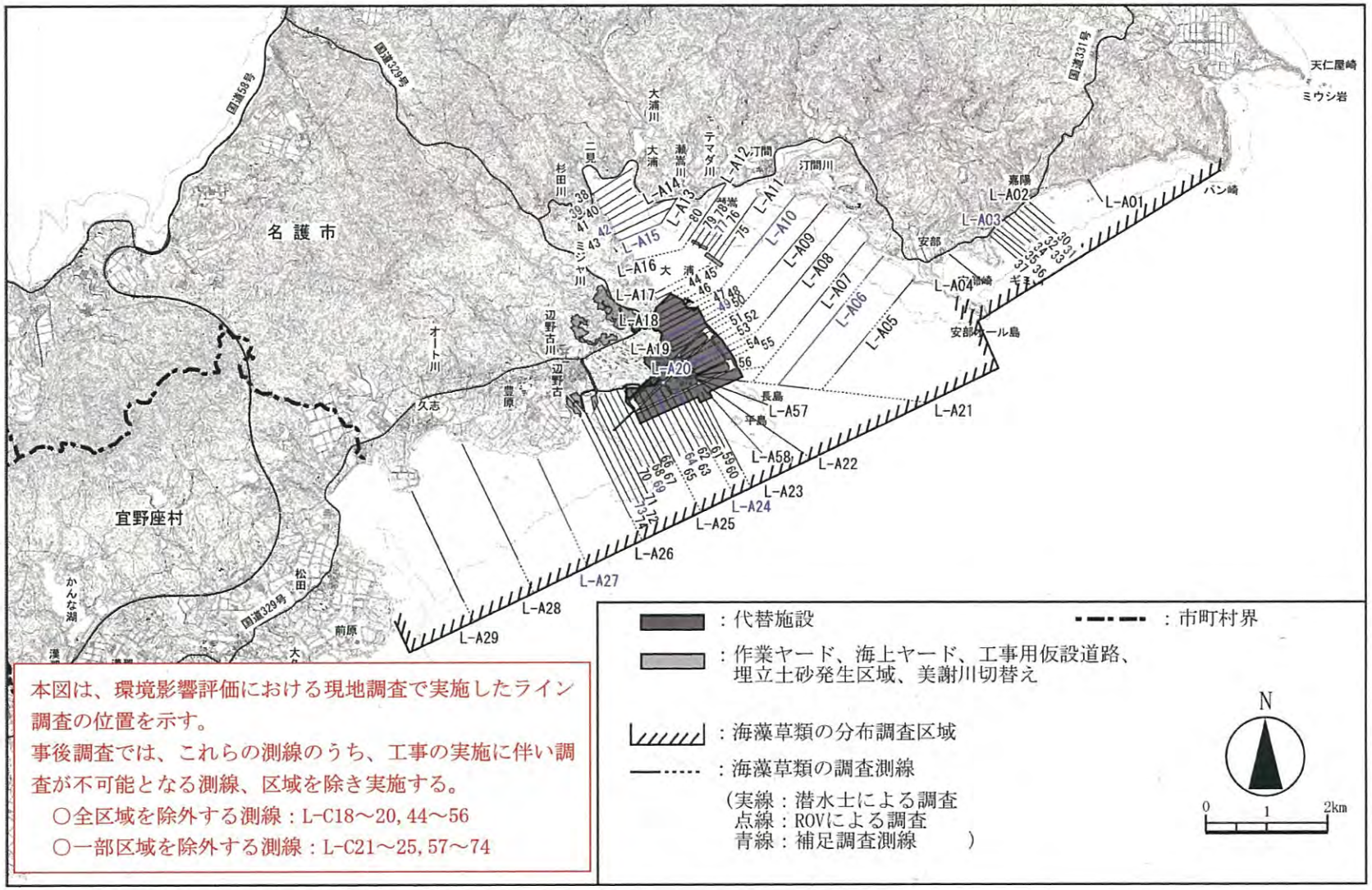


図-1.6.8　サンゴ類のライン調査の実施位置

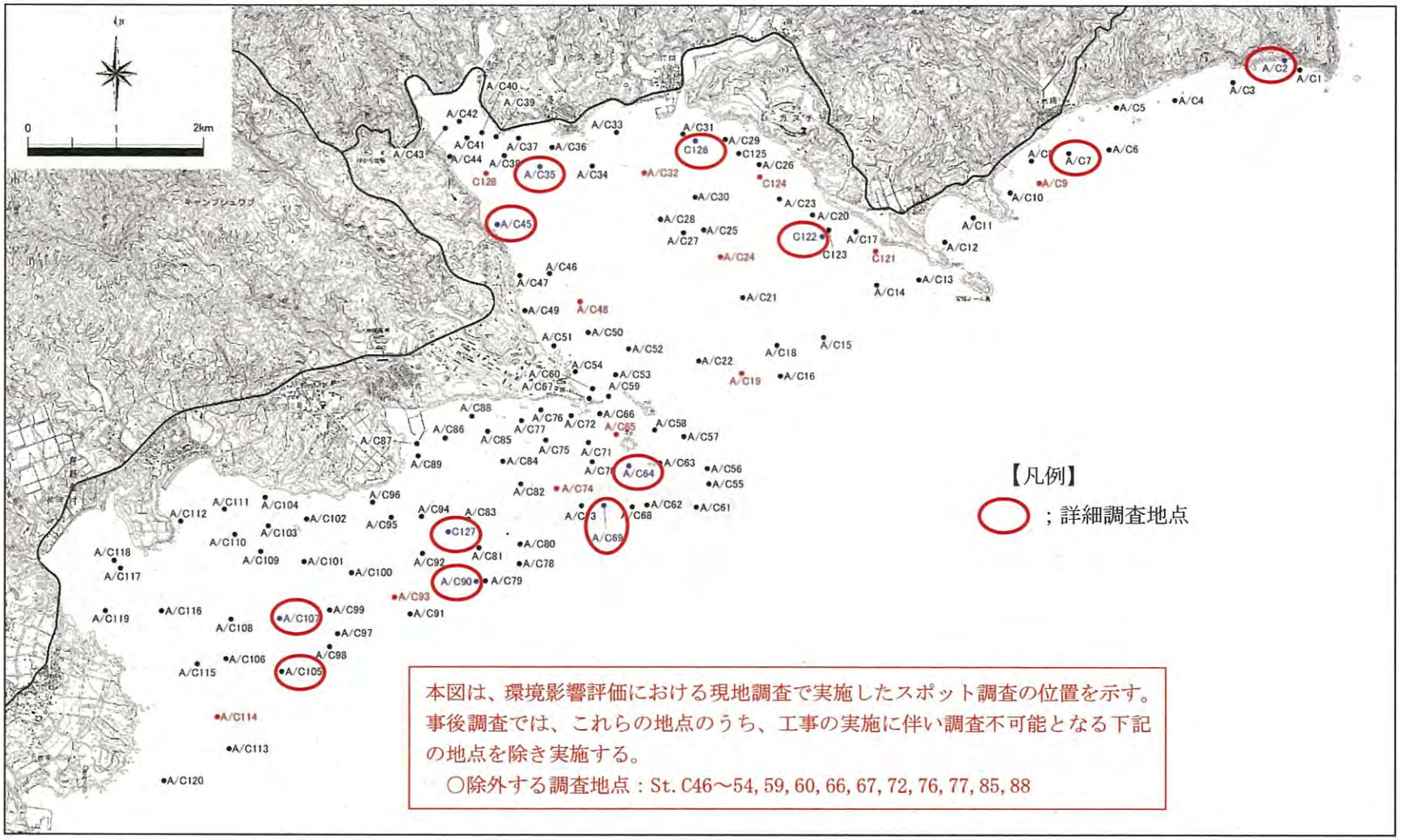


図-1.6.9　サンゴ類のスポット調査の実施位置

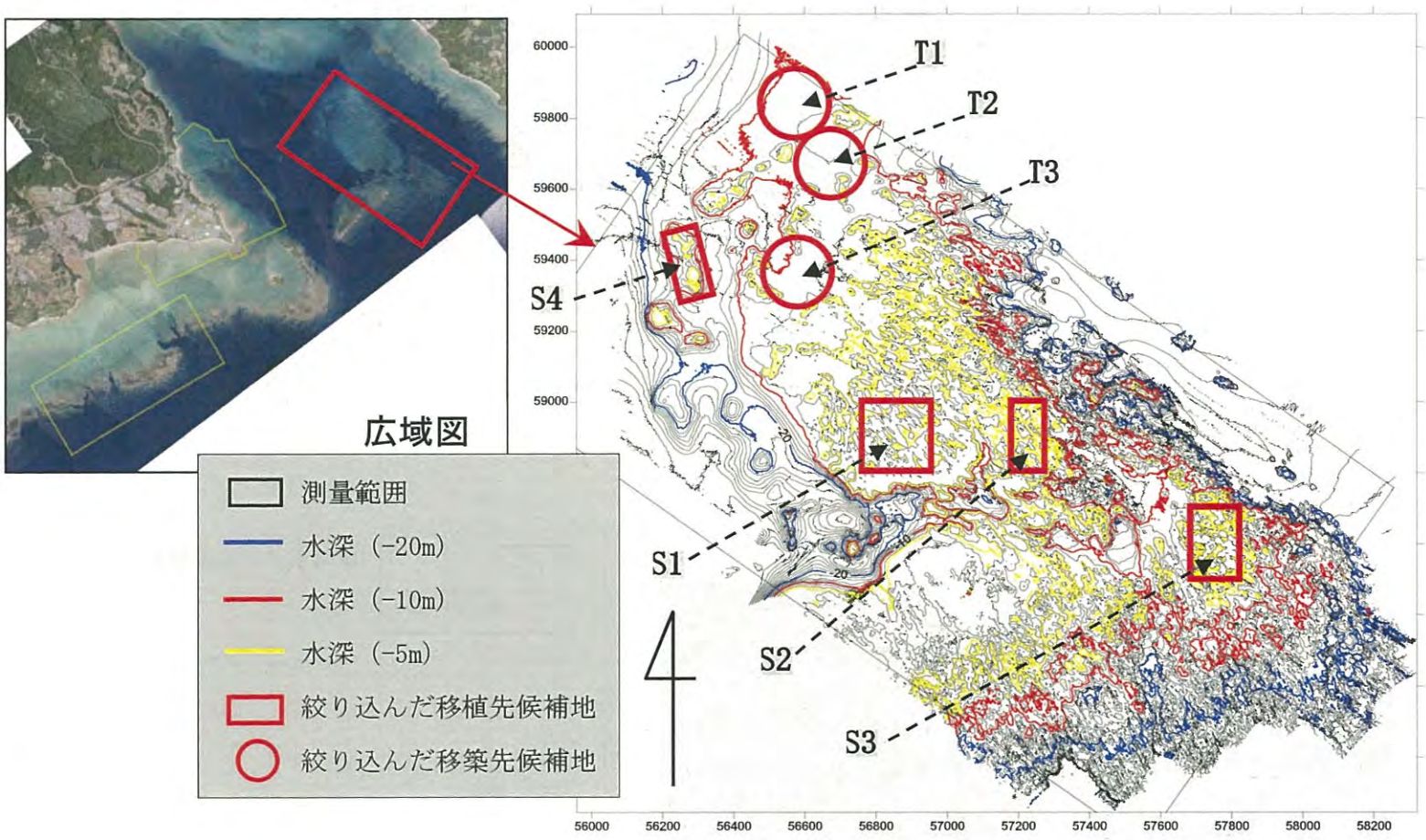


図-1.6.10　移植・移築先範囲の設定

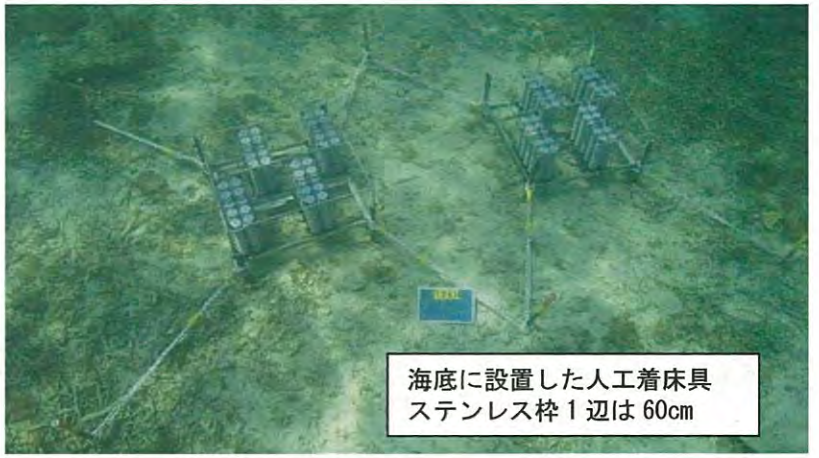


図-1.6.11　幼サンゴ加入状況調査地点位置

(3) 調査時期・期間

1) サンゴ類の分布状況

ライン調査及びスポット調査は夏季（7～9月頃）及び冬季（12～1月頃）の年2回実施する。

2) 移植サンゴの生息状況

移植サンゴのモニタリング調査期間及び頻度（案）を表-1.6.3に示す。

表-1.6.3　移植サンゴのモニタリング調査期間及び頻度（案）

調査期間	調査頻度
移植後1年目	直後、約1、3、6ヶ月後、
2年目～5年目	1回/年
6年目～10年目	隔年（1年間隔）
11年目以降	少なくとも5年間隔

注）突発的な環境変化（大規模白化等）が確認された場合は、
上記調査頻度に限らず実施することが望ましい

3) 幼サンゴの加入状況

沖縄本島周辺のサンゴ類の産卵盛期は6月とされている。この産卵盛期前に人工着床具を設置することとし、その後概ね3ヶ月毎に2回程度設置して人工着床具を回収する。

(4) 調査方法

1) サンゴ類の分布状況

ライン調査とスポット調査により実施する。調査方法は、環境影響評価における現地調査と同様の方法（表-1.6.4参照）とする。なお、サンゴ類の分布状況調査は、海藻草類の調査と合わせて実施する。

表-1.6.4　サンゴ類の分布状況調査方法

調査名	調査方法
ライン調査	リーフ内からリーフ縁にかけて設定した調査測線上におけるサンゴ類の生息状況等を調査する。調査は、水深 20m 以浅では潜水目視観察、水深が 20m を越える場所では、ROV(Remotely Operated Vehicle：遠隔操作無人探査機)方式による水中ビデオ撮影により行う。 潜水目視観察は、調査測線に沿って幅 10m、距離 10m を 1 単位とした観察を連続して移動しながら実施し、地形（水深)、底質の状況、サンゴ類の種類及び被度を記録する。また、代表点でスポット調査を行い出現種を記録する。また、ROV 調査は、GPS により調査測線上を操船しながら、水中ビデオカメラを搭載した ROV を船上から遠隔操作して水中ビデオ撮影を行い、サンゴ類の生息状況を調査する。
スポット調査	5m×5m の方形区の調査地点を設定し、各調査地点において潜水目視観察を実施し、各調査地点において潜水目視観察によりサンゴ類の出現種及び被度を記録する。また、詳細調査地点において、サンゴ類の出現種の記録及び群体分布位置のスケッチを行い、平成 19～25 年度に実施された詳細観察に準じて行う。

2) 移植サンゴの生息状況

(a) 移植した小型サンゴ類のモニタリング

移植した小型サンゴ類のモニタリング調査は、移植直後に主に固定状況を確認する調査と、1 ヵ月以降の生存・死亡状況、成長状況の確認等に区分できる。

移植直後の調査では、移植した全群体（約 75,000 群体）を対象として、表-1.6.5に示す項目について、観察及び記録を行う。

また、1ヶ月以降のモニタリングでは、移植サンゴの 10%（約 7,500 群体）のサンゴ類を対象に表-1.6.6に示す項目について、観察及び記録を行う。なお、1ヶ月以降のモニタリング調査を行うために、移植時に、5m×5mの範囲に約 200 群体を移植することで、合計 38 枠程度のモニタリング枠（全体枠）を設定する。さらに、各全体枠の中に、2m×2mの観察枠（詳細枠）を設定するものとする。

モニタリング枠については、移植直後のモニタリング調査においても、1ヶ月以降の調査と比較検討するために表-1.6.6の調査項目について、観察及び記録を行う。

また、モニタリング調査結果から、移植サンゴの生存率等を評価する上で、周辺の自然環境及びサンゴ類の分布状況を把握することが重要である。したがって、移植先の 4 地区において 5m×5mの観察枠を各 2 地点程度設定し、表-1.6.7に示す項目について、観察及び記録を行う。

表-1.6.5　移植直後のモニタリング調査項目

調査項目	調査内容	備　考
移植サンゴ	・固定状況の確認 ・移植群体生残・死亡・消失の群体数	・固定が不十分な群体は、再固定する。
写真撮影	・1群体ずつの固定状況	

表-1.6.6　移植後１ヶ月以降のモニタリング調査項目

調査項目	調査内容
全体枠調査 (5m×5m)	・移植サンゴの生残・死亡・消失の群体数 ・死亡サンゴの状況（食害、白化、折損、消失　等） ・サンゴの食害生物（オニヒトデ、レイシガイダマシ類等） ・サンゴの病気、腫瘍、藻類等の発生状況 ・ソフトコーラル、海藻草類の分布状況 ・生物謂集状況（魚類、大型底生生物） ・その他：浮泥、赤土の堆積状況 ・写真撮影：1m×1m×25 枚
詳細枠調査 (2m×2m)	・マッピング（移植前の自然着生サンゴ、移植サンゴ、移植後の加入サンゴを区分する） ・枠内の全サンゴの生残・死亡・消失の群体数 ・移植サンゴの成長状況（群体ごとの面積計測） ・写真撮影：1m×1m×4 枚

表-1.6.7　移植サンゴ周辺環境の観察項目

調査項目	調査内容
枠内調査 (5m×5m)	・サンゴの生残・死亡・消失の群体数 ・死亡サンゴの状況（食害、白化、折損、消失　等） ・サンゴの食害生物（オニヒトデ、レイシガイダマシ類等） ・サンゴの病気、腫瘍、藻類等の発生状況 ・ソフトコーラル、海藻草類の分布状況 ・生物謂集状況（魚類、大型底生生物） ・その他：浮泥、赤土の堆積状況 ・写真撮影：1m×1m×25 枚

(b) 移築した大型サンゴ類のモニタリング

移築した大型サンゴ類のモニタリング調査は、移築直後に主に海底への静置安定状況を確認する調査と、1ヶ月以降の生存・死亡状況の確認等に区分できる。

移築直後の調査では、群体ごとに、目視により滑動、転倒の可能性が無いことを確認する。また、移築による損傷部分の有無を確認し、記録する。表-1.6.8に調査項目を示す。

また、1ヶ月以降のモニタリングでは、移築サンゴの周囲に 5m×5mの観察枠を設定し、表-1.6.9に示す項目について、観察及び記録を行う。なお、移植直後のモニタリング調査においても、1ヶ月以降の調査と比較検討するために、表-1.6.9の調査項目について、観察及び記録を行う。

表-1.6.8　移築直後のモニタリング調査項目

調査項目	調査内容	備　考
移築サンゴ	・静置安定状況の確認 ・生存部、死亡部の比率 ・移築時の損傷状況の確認	・目視による滑動、転倒の可能性判断
写真撮影	・全景、上方、四方から撮影 ・損傷部分の撮影	

表-1.6.9　移築後１ヶ月以降のモニタリング調査項目

調査項目	調査内容
移築サンゴ	・移築サンゴの生残・死亡状況 ・生存部、死亡部の比率 ・損傷部の変化状況 ・サンゴの食害生物（オニヒトデ、レイシガイダマシ類等） ・サンゴの病気、腫瘍、藻類等の発生状況 ・その他：浮泥、赤土の堆積状況 ・写真撮影：全景、上方、四方から撮影、損傷部の撮影
周辺環境 （5m×5m）	・ソフトコーラル、海藻草類の分布状況 ・生物謂集状況（魚類、大型底生生物） ・写真撮影：全景

3）幼サンゴの加入状況

回収した人工着床具を顕微鏡下で観察し、着生が認められたサンゴ類の種類、群体数、サイズ等を記録する。

(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各種データの変動範囲をはずれた状態の継続

1) 判断基準

(a) サンゴ類の生息状況

サンゴ類の影響の判断基準は、「生息範囲・面積」と「生息被度」を指標項目として、これら項目が事業実施前の変動範囲をはずれた状態が継続しているかを判断基準とする。

変動範囲は、サンゴ類に関する既往の調査の結果によると、大きな変化を示すものではない。このため「生息範囲・面積」については、平成19年度以降のサンゴ類の分布図の重ね合わせにより比較するものとし、面積の算定結果やライン毎の特筆すべき観察結果（過去との相違点等）を整理することにより変化を把握する（図-1.6.1）。

また「生息被度」ついては、スポット調査地点の中で選定された12地点の詳細観察（分布状況のスケッチ観察、代表枠における群体サイズの計測等）によって経年変化が把握できている。この調査結果を踏まえ、詳細観察調査を継続して実施し、各調査地点における分布状況を経年的に比較し、変化を把握する（図-1.6.2）。

(b) 移植サンゴの生息状況

移植・移築を実施したサンゴ類及び周辺の環境についてモニタリング調査を行い、目標達成基準と照らした上で、移植の成果及び妥当性について評価を行う。表-1.6.10に目標達成基準（目標レベル）を示す。

表-1.6.10　目標達成基準

指標項目	基　準
サンゴ群集の成育状況 （総被度、種類名）	移植・移築したサンゴ群集の総被度、種類数が、移植直後の状況に比べて著しく減少していないか。
生物生息状況 （魚類・大型底生生物の種類別個体数）	移植・移築したサンゴ群集に集まる魚類・大型底生生物の種類数、個体数が、事前調査で調査した移植・移築前（移植・移築元）の状況に比べて著しく減少していないか。
サンゴの再生産 （バンドルの有無など）	造礁サンゴの骨格中に成熟したバンドル（ミドリイシ属等）、プラヌラ幼生（ハナヤサイサンゴ属等）がみられるか。

(c) 幼サンゴの加入状況

本調査は、今後のサンゴ類の幼群体の加入状況を検討した後、事業者が実行可能な環境保全措置を検討するために実施するものであることから、環境影響の程度が著しいと判断される状況に係る「判断基準」及び「確認・対応の方法」は設定しない。

2) 確認・対応の方法

(a) 原因究明調査の実施

サンゴ類の生息状況が影響の判断基準を超過した状態が確認された場合は、基準の超過が確認された場所でのサンゴ類の生息状況及び生息基盤の状況を踏査し確認するとともに、工事中の水の濁り等の事後調査結果及び気象・海象等のデータを収集し、判断基準を超過した原因が工事の実施に伴う環境変化によるものか、あるいは気象・海象等の自然環境の変動によるものかについて検討する。また、原因の究明にあたっては、サンゴ類の生息が気象・海象などの自然環境に大きく影響を受けるため、対象とする地域・地点におけるサンゴ類の変化傾向を把握するとともに、工事区域から離れた地域・地点における変化傾向とも対比させて行うこととする。

(b) 対策の検討

影響の原因が工事によるものと判断された場合は、原因と考えられる施工方法の見直しを行い、必要な保全対策を講じる。

以上の環境影響の判断に係る確認・対応フローを図-1.6.12に示す。

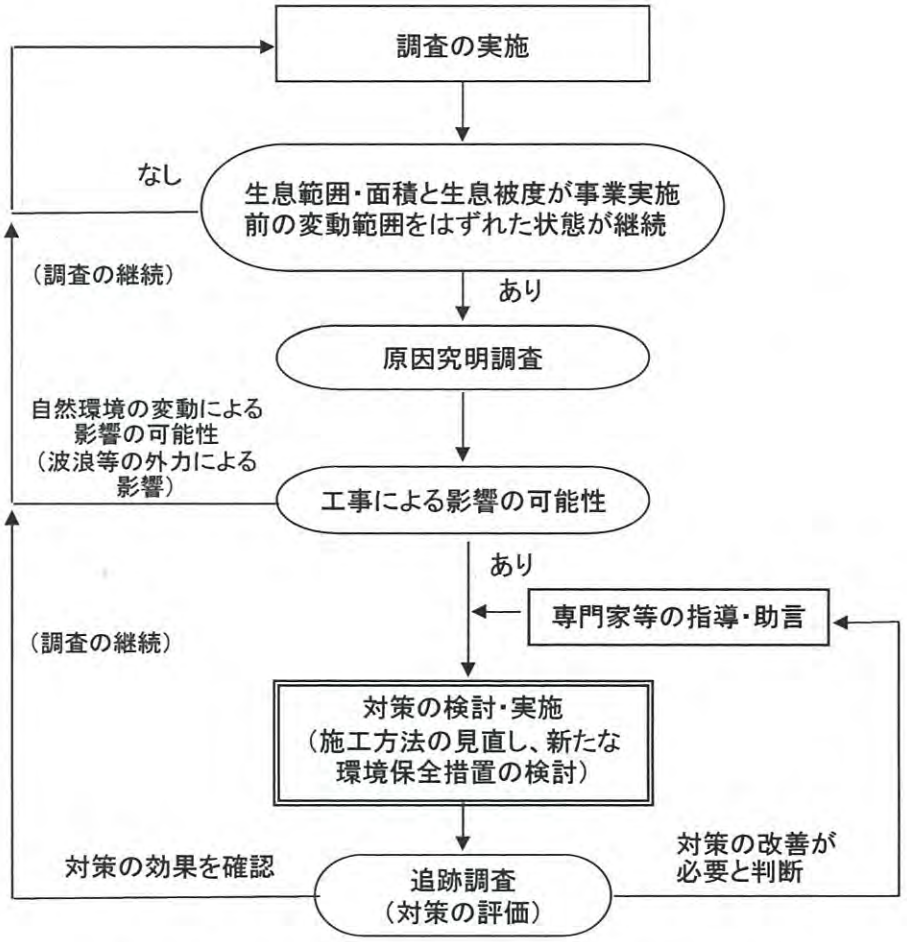


図-1.6.12 環境影響の判断に係る調査・対応フロー

【参考：評価書における工事中のサンゴ類に係る事後調査及び環境監視調査に関する記載内容】

○事後調査

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	調査方法	
海域生物、海域生態系	ウミガメ類、サンゴ類、海藻草類、ジュゴン及び海域生物（海上ヤード周辺及び大浦湾奥部干潟）については、環境影響の回避・低減に係る措置を講じるものの、その効果に係る知見が必ずしも十分ではなく、効果が発揮されない場合には、環境影響の程度が著しいものとなるおそれがあるため、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。	サンゴ類	分布状況	サンゴ類の生息被度、生息状況、食害生物の出現状況等	環境現況調査を実施した区域（松田地先～嘉陽地先）	工事期間中、夏季～秋季及び冬季～春季の年2回	潜水目視観察（測線、地点を固定したモニタリング）	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各種調査データの変動範囲をはずれた状態の継続 ・移植・移築先における移植・移築対象生物種の顕著な減少 これらの状況が生じた場合は、専門家等の指導・助言を受けて、環境保全措置の改善を図る。
			移植サンゴの生息状況	消失するサンゴ群集の移植先での生息状況、成長度合	消失域のサンゴ類の移植先（大浦湾内で波浪の影響の少ない区域）	移植後概ね3ヶ月毎	移植先水域における試食群生及び既生息群生について、潜水目視観察	
			幼サンゴの加入状況	幼サンゴの着床及び成長度合	事業実施区域周辺の海域	設置後概ね3ヶ月毎	人工着床具への幼サンゴの着床及び成長度合いについて潜水目視観察	

○環境監視調査

評価書に記載された環境監視調査の内容					
環境要素		調査項目	調査地点・範囲	調査時期・期間	調査方法
海域生物、海域生態系	サンゴ類（全域の状況監視）	サンゴ類の生息被度、生息状況、食害生物の出現状況等	環境現況調査を実施した区域（松田地先～嘉陽地先）	工事期間中、夏季～秋季及び冬季～春季の年2回	潜水目視観察による定性的調査

1.7 海藻草類

(1) 調査項目

評価書においては、下記の項目を調査項目としている。

① 代替施設周辺海域に残存する海藻草類（クビレミドロを含む）の生育被度、生育状況

② ①の状況を踏まえ、専門家等の指導・助言を得て必要に応じて行う事項として、供用後に想定される海草類の生育基盤の環境改善による生育範囲拡大に関する環境要因等

③ 生育範囲の拡大方策による海草藻場の生育状況

上記の調査項目のうち、③については、工事の実施に伴い海草藻場の生育状況が明らかに低下してきた場合や消失する海草藻場に対する保全措置に関する調査であるため、工事実施後の海藻草類の生育被度、生育状況等を踏まえて、今後検討することとする。

(2) 調査地点・範囲

1) 評価書における予測結果

(a) 工事中の水の濁り、堆積による影響

・海藻類の生育範囲における工事中の水の濁りや堆積は少なく、現状の海藻類の生育環境は維持されるものと推察されている。さらに、大浦湾奥部のクビレミドロ生育域における工事中の水の濁り・堆積の影響はほとんどないと予測されている。

・海草類については、辺野古地先のリーフ内の施工地点近傍では評価基準とした SS 2mg/L を上回る濁りの拡散が予測されるため、工事中は濁りの監視を行うとともに、海草藻場の生育状況が明らかに低下してきた場合には、必要な環境保全措置を講じることとしている。なお、工事中の濁り物質の付着・堆積状況について、海草類の生育域にはほとんど堆積しないと予測されている。

(b) 工事中の夜間照明による影響

・飛行場の舗装工事では3ヶ月間夜間工事が行われるが、工事区域は海藻草類の生育域から離れた代替施設本体の北側地区であり、工事中の夜間照明が海藻類及び海草類の光条件に与える変化はほとんどなく、現状の海藻草類の生育環境は維持されるものと推察されている。

(c) ケーソンの仮置きに伴う影響

・ケーソンを仮置き時に作業船が海上ヤード周辺でアンカーを設置する範囲内に海草類が生育しているため、アンカーの設置が海草類に影響を及ぼす可能性が考えられる。この影響を低減するために、工事の実施前に海草類の生育状況を調査し、海草類の生育被度が高い場所に目印のブイを設置するなどの方法により海草類の分布範囲へのアンカー設置をできる限り回避し、影響を低減化するよう配慮することとしている。

2) 現況における海藻草類の生育状況

(a) 海藻草類

海草藻場は、ギミ崎東側、安部の湾内、大浦湾奥部、辺野古地先のリーフ内で比較的被度が高い箇所がみられる。平成 19～24 年度における海草藻場の分布状況を図-1.7.1に示す。低被度域を含めた全体の分布範囲は大きな変化はみられないが、高被度域（被度 50%上）は、その位置と範囲が年によって異なり、自然変動によって経年的に変化している可能性が考えられる。

ホンダワラ藻場は、辺野古地先、大浦湾口部、安部から嘉陽地先のリーフ上やリーフ外縁部で比較的被度が高い箇所がみられる。平成 19～24 年度におけるホンダワラ藻場の分布状況を図-1.7.2に示す。

リーフ外の深場における海藻草類の分布状況について、ROV を用いた水中ビデオ観察の結果によると、被度 5%以上の海藻草類の分布は確認されなかった。

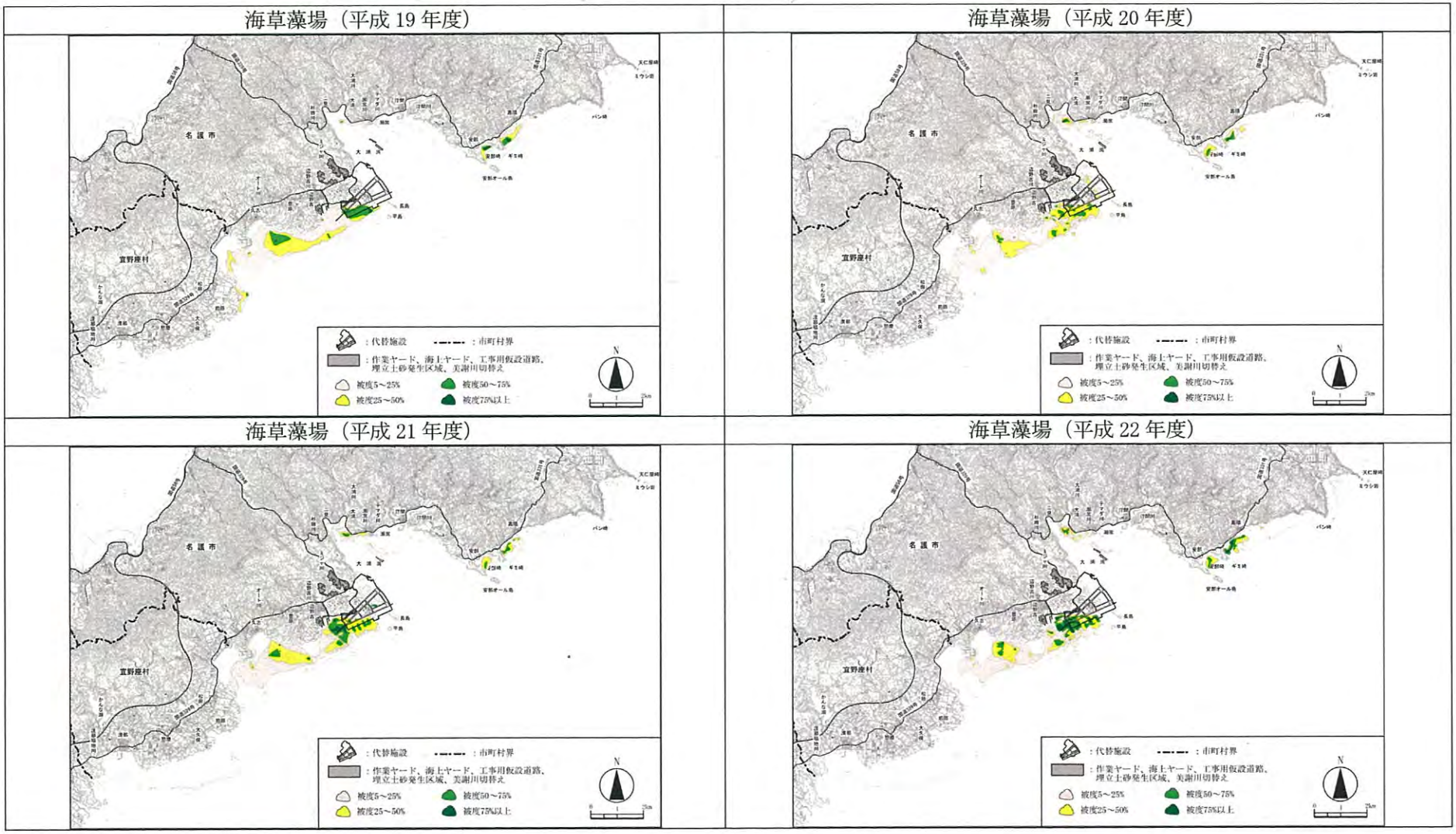


図-1.7.1(1)　　海草藻場の分布

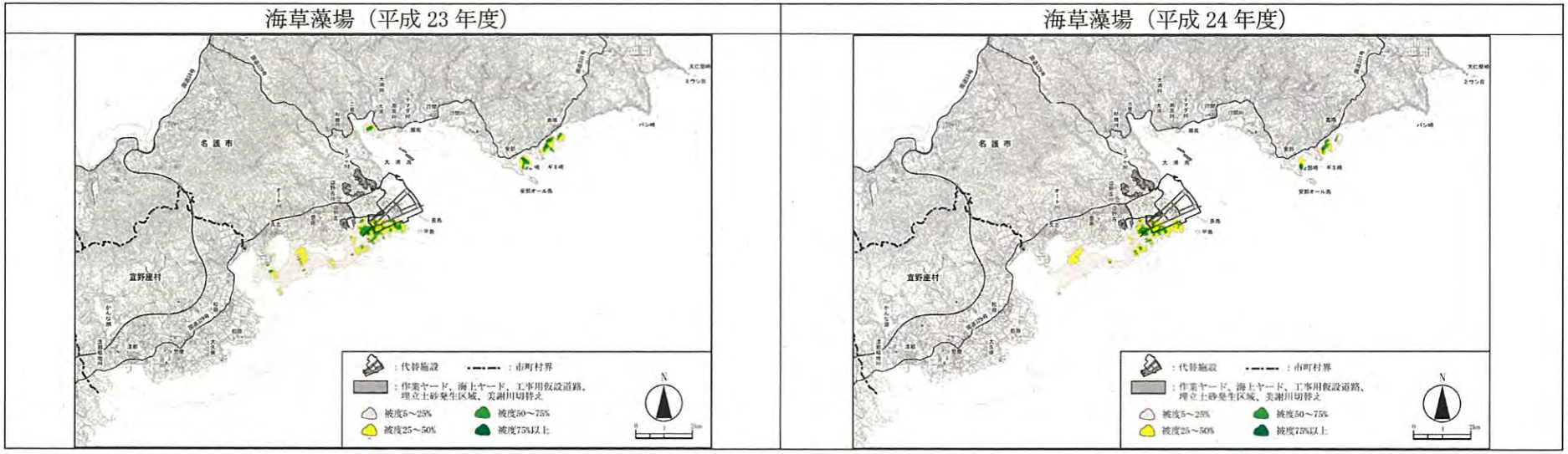


図-1.7.1(2)　　海草藻場の分布

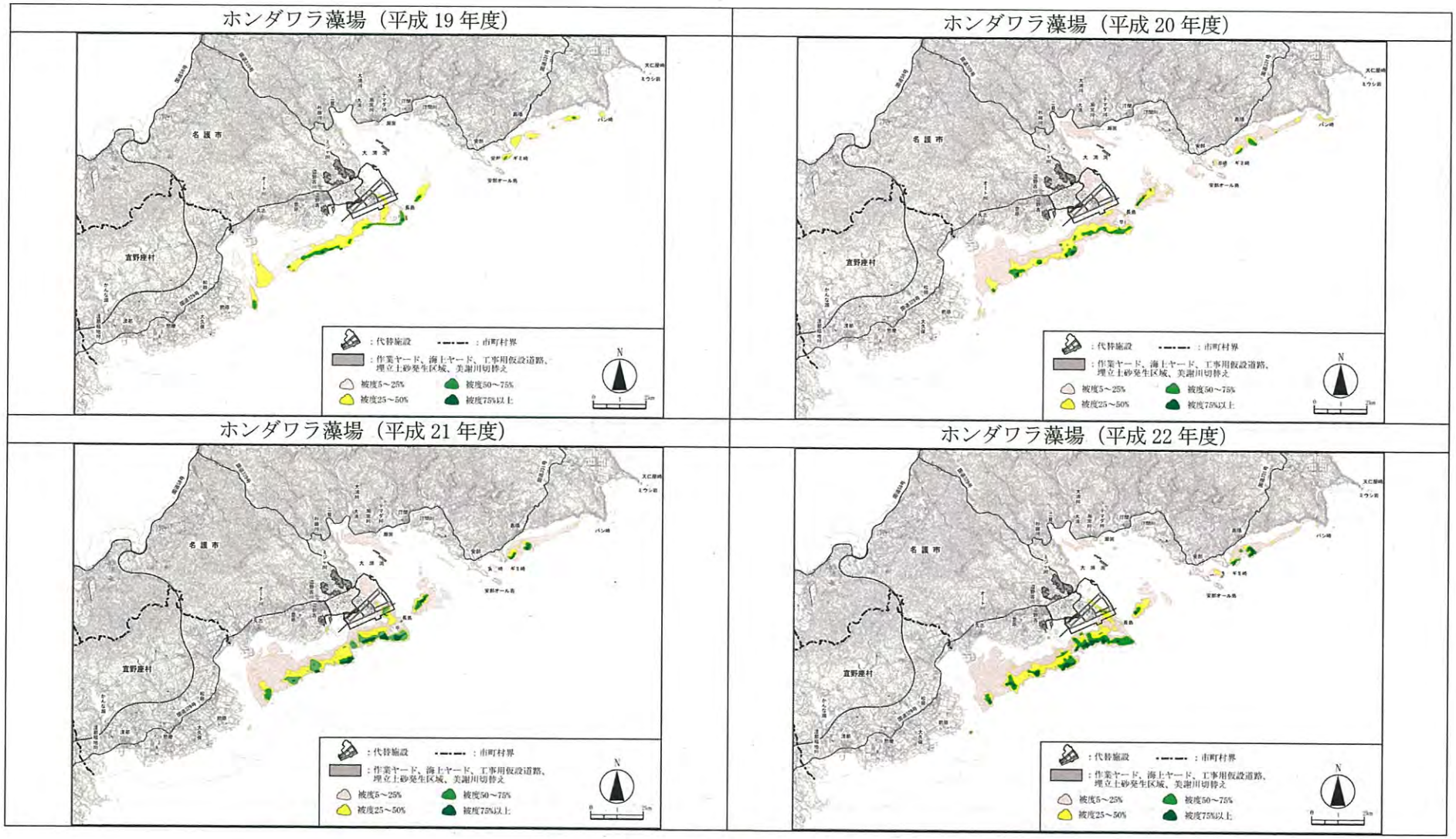


図-1.7.2(1)　ホンダワラ藻場の分布

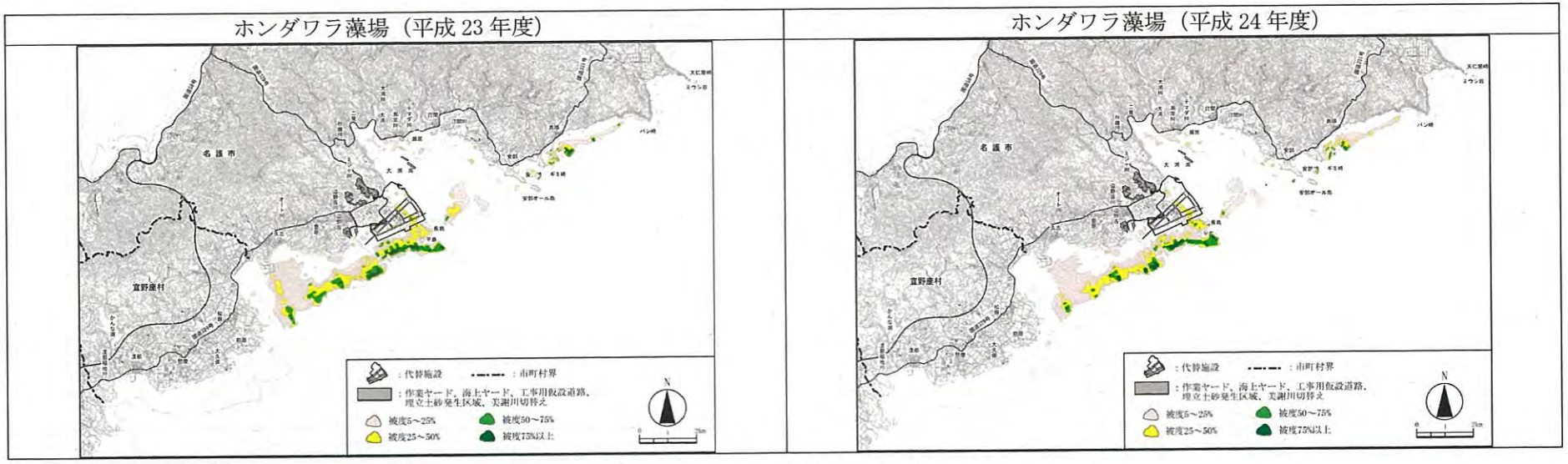
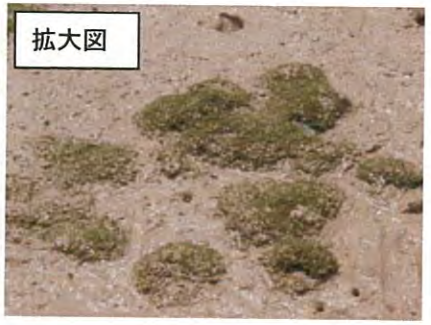


図-1.7.2(2)　ホンダワラ藻場の分布

(b) クビレミドロ

当該海域における海藻草類の注目すべき種として、クビレミドロが二見地区と久志地区で確認された。二見地区では比較的まとまった群落が分布し、久志地区では小規模な群落が分布していた。



平成 20 年度から平成 25 年度までのクビレミドロの分布範囲を図-1.7.3に、分布図から求めた概算生育面積を図-1.7.4 に示す。クビレミドロは、二見地区においては平成 20 年度のように広範囲で確認されている年や、平成 22、25 年度のように比較的小規模な範囲で確認されている年のように変動はあるものの、継続して確認されている。一方、久志地区においては、平成 20 年度から 23 年度までは小規模な分布範囲であったが、平成 24 年度以降確認されていない。

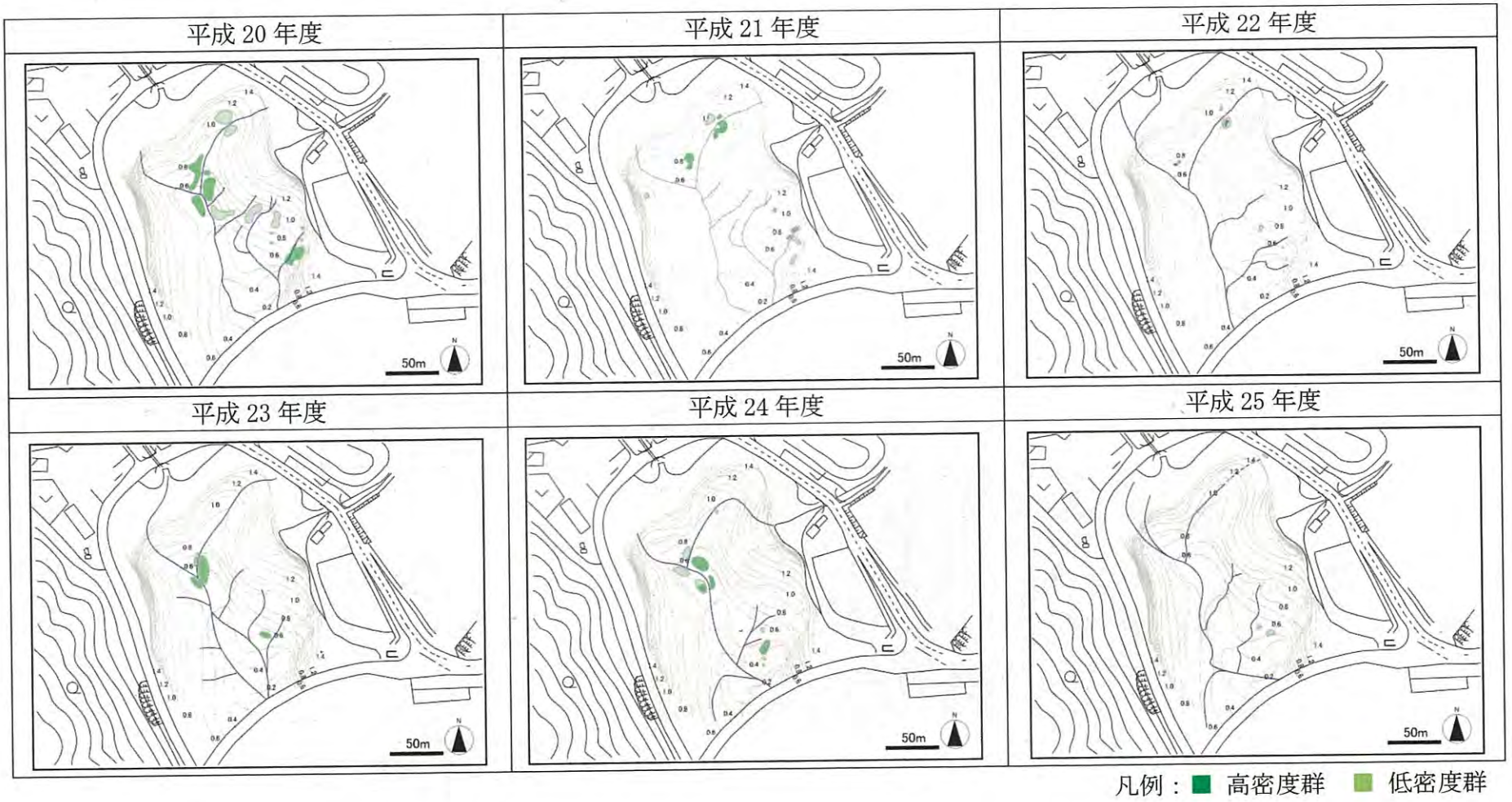


図-1.7.3(1)　既往調査におけるクビレミドロの調査結果（平成 20 年度～平成 25 年度　二見地区 春季）

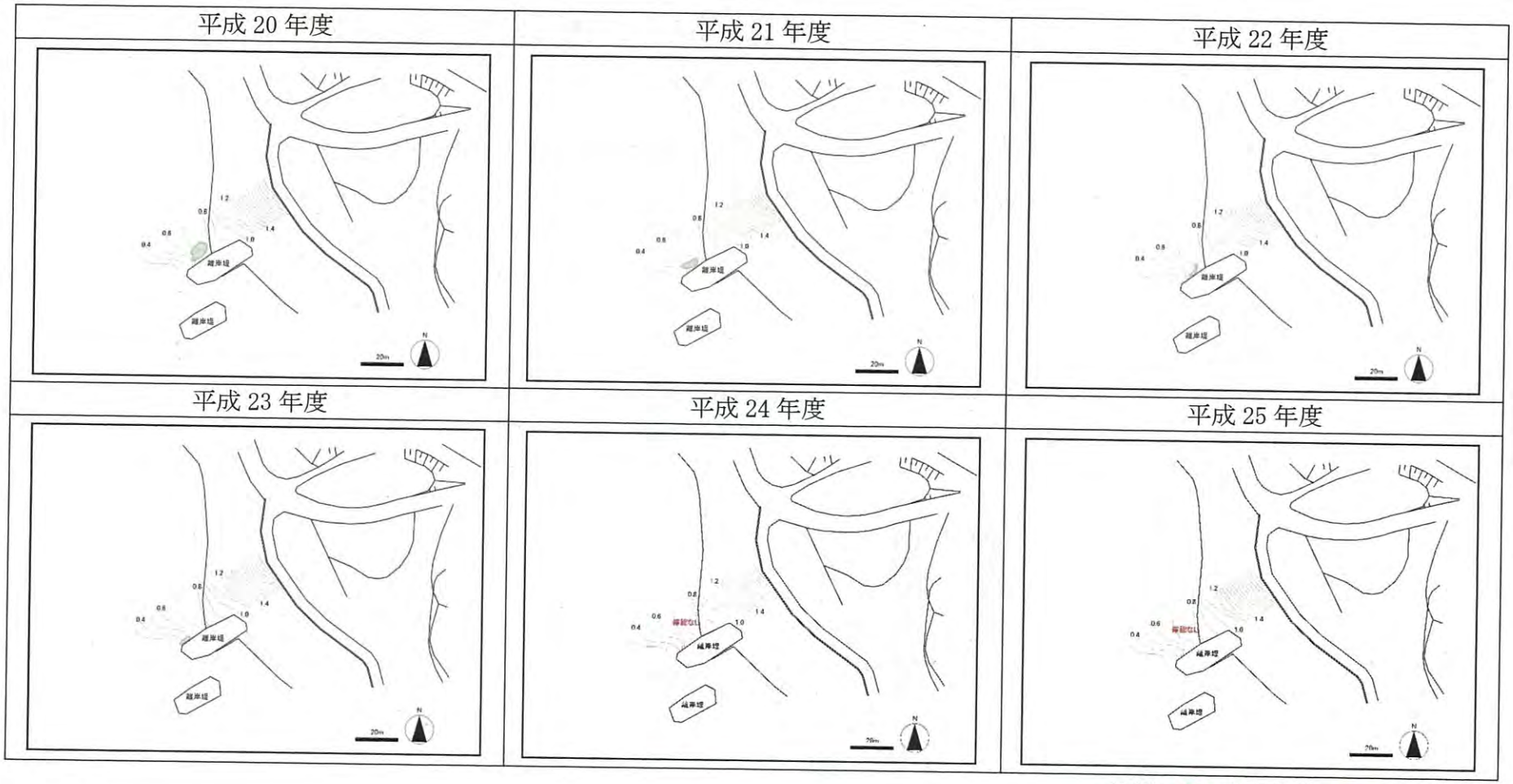


図-1.7.3(2)　既往調査におけるクビレミドロの調査結果（平成 20 年度～平成 25 年度　久志地区）

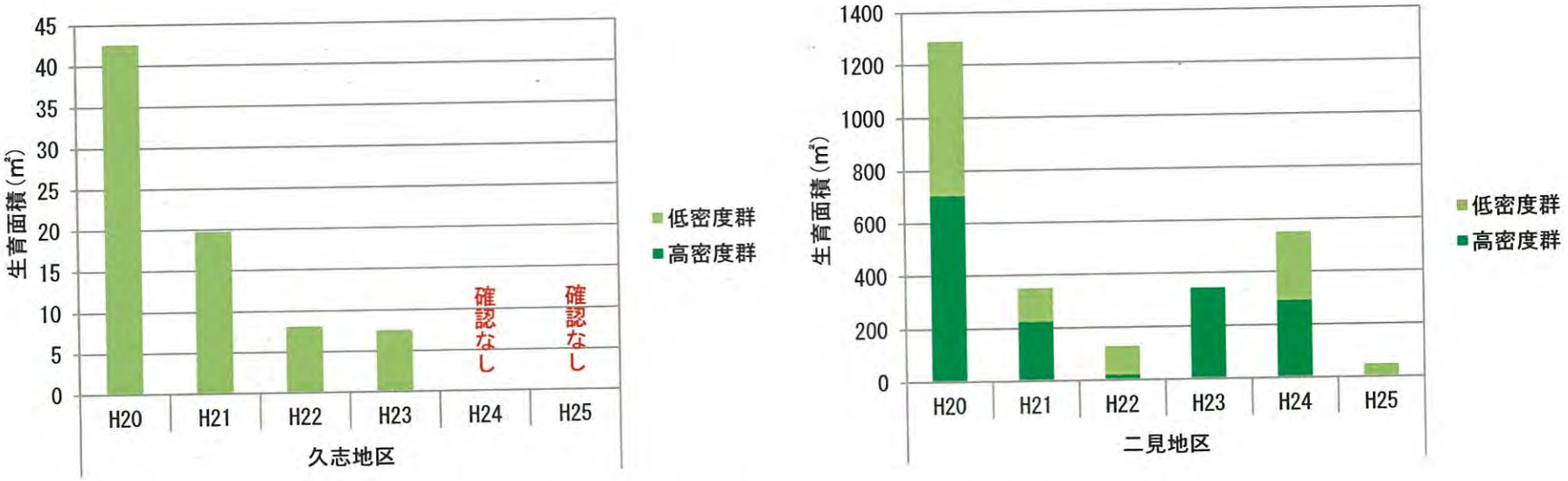


図-1.7.4　クビレミドロの生育面積の推移（平成 20 年度～平成 25 年度）

3) 調査範囲・地点の考え方

(a) 海藻草類

海藻草類の調査範囲は、代替施設周辺海域に残存する海藻草類の生育被度、生育状況等の変化を把握するため、環境影響評価における現地調査を実施した区域（松田地先～嘉陽地先）と同じ範囲する。また、調査測線及び地点についても、工事の実施に伴い調査が不可能となる区域を除き、基本的には環境影響評価における現地調査と同じ位置とする。

(b) クビレミドロ

環境影響評価における現地調査において実施している地区とするが、久志地区においては平成 24 年度より生育が確認されておらず、自然消滅したものと考えられる。このため、事後調査は二見地区を対象に実施する。

4) 調査範囲・地点の設定結果

(a) 海藻草類

海藻草類は、ライン調査とスポット調査により調査を行う。

ライン調査は、環境影響評価における現地調査で実施した 80 測線のうち、工事の実施に伴い調査が不可能となる 16 測線を除いた 64 測線で実施する（図-1.7.5参照）。また、スポット調査は、環境影響評価における現地調査で実施した 120 地点のうち、工事の実施に伴い調査が不可能となる 18 地点を除いた 102 地点で実施する（図-1.7.6参照）。

(b) クビレミドロ

クビレミドロの調査範囲は、二見地区においてこれまで生育が確認されている範囲とする。

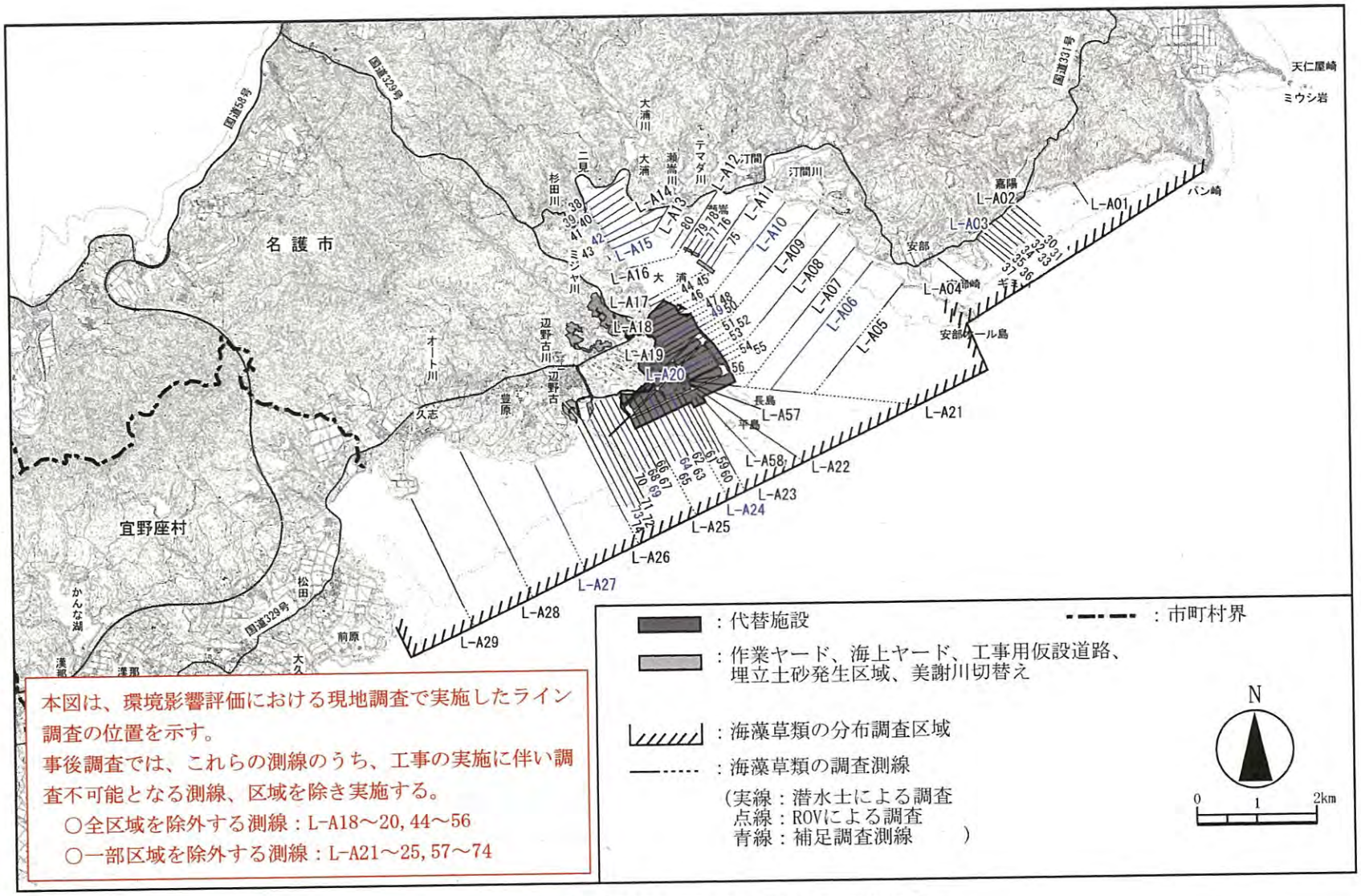


図-1.7.5　海藻草類のライン調査の実施位置