

## 第6章 選定された3エリアの特性

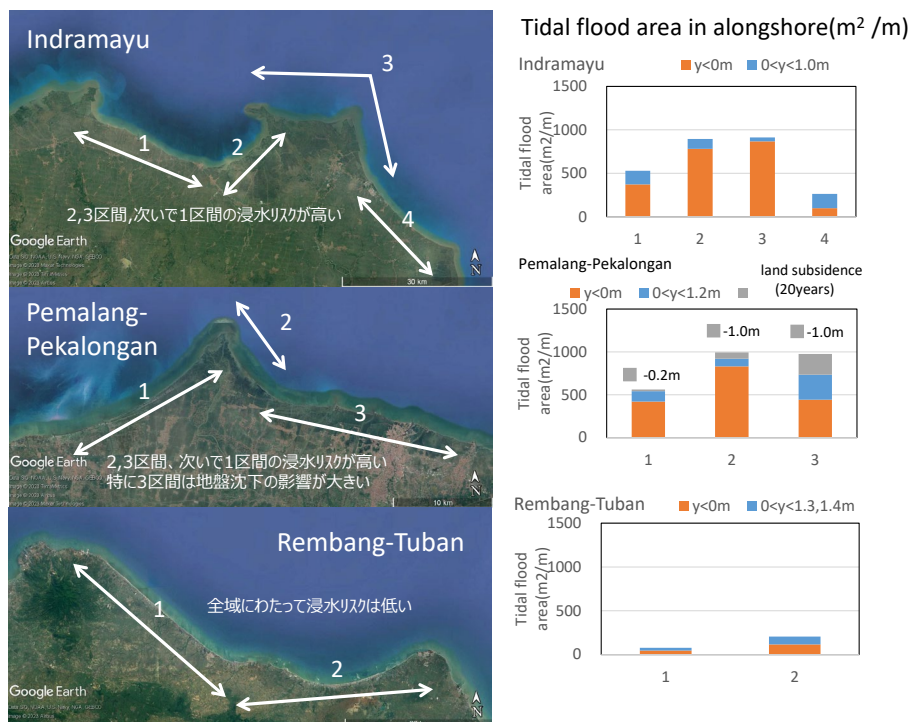
### 6.1 海岸の現状のまとめ

選定した3沿岸域について、その特徴を比較・整理した（図 6.1.1、図 6.1.2、表 6.1.1）。



出典：JICA 調査団

図 6.1.1 3エリアの海岸の特徴



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 6.1.2 高潮に対する脆弱性

表 6.1.1 3エリアの海岸特性比較

項目	Indramayu	Pemalang-Pekalongan	Rembang-Tuban
波浪(50年確率波)※1	H=2.5m,T=5.8s	H=2.9m,T=6.6s	H=3.1m,T=6.7s
高潮位※2	+1.0m	+1.1~+1.2m	+1.3~+1.4m
底質	シルト・粘土・細砂	細砂	細砂~中砂
背後地地盤高	低い	低い	高い
沿岸漂砂	主に西向き	主に西向き	Rembang:主に西向き Tuban:東西方向が均衡
岸沖漂砂	シルト・粘土に対して沖向き 東端の砂嘴部で岸向き	-	-
地形変化	西部で-10m/年、東部の東側で-10m/年の汀線後退が近80年に渡って継続	河口部を中心に変化 河口導流堤・突堤の東側で堆積・西側で侵食	比較的安定 ただし、港湾防波堤、離岸堤、突堤の東側で堆積・西側で侵食
地盤沈下	-	東部(Pekalongan)で激しい (-5cm/年以上)	-
侵食要因	波浪の直接作用によるシルト・粘土質土壌の沖流出	導流堤・突堤など構造物による西向き沿岸漂砂の阻害 地盤沈下	Pier・港湾防波堤、突堤・離岸堤建設による西向き沿岸漂砂の阻害
侵食リスク	波浪が直接作用する沿岸域は侵食リスクが高い	海岸構造物の沿岸漂砂下手であり、かつ地盤沈下が大きいところで侵食リスクが高い	海岸構造物の沿岸漂砂下手の侵食リスクが高い
浸水リスク	背後地地盤高が低いことから浸水リスクは高い	侵食・地盤沈下が大きいところは浸水リスクは高い	高潮位は高いものの、背後地盤が高いことから浸水リスクは低い ただし、侵食が激しいところは浸水リスクは高い

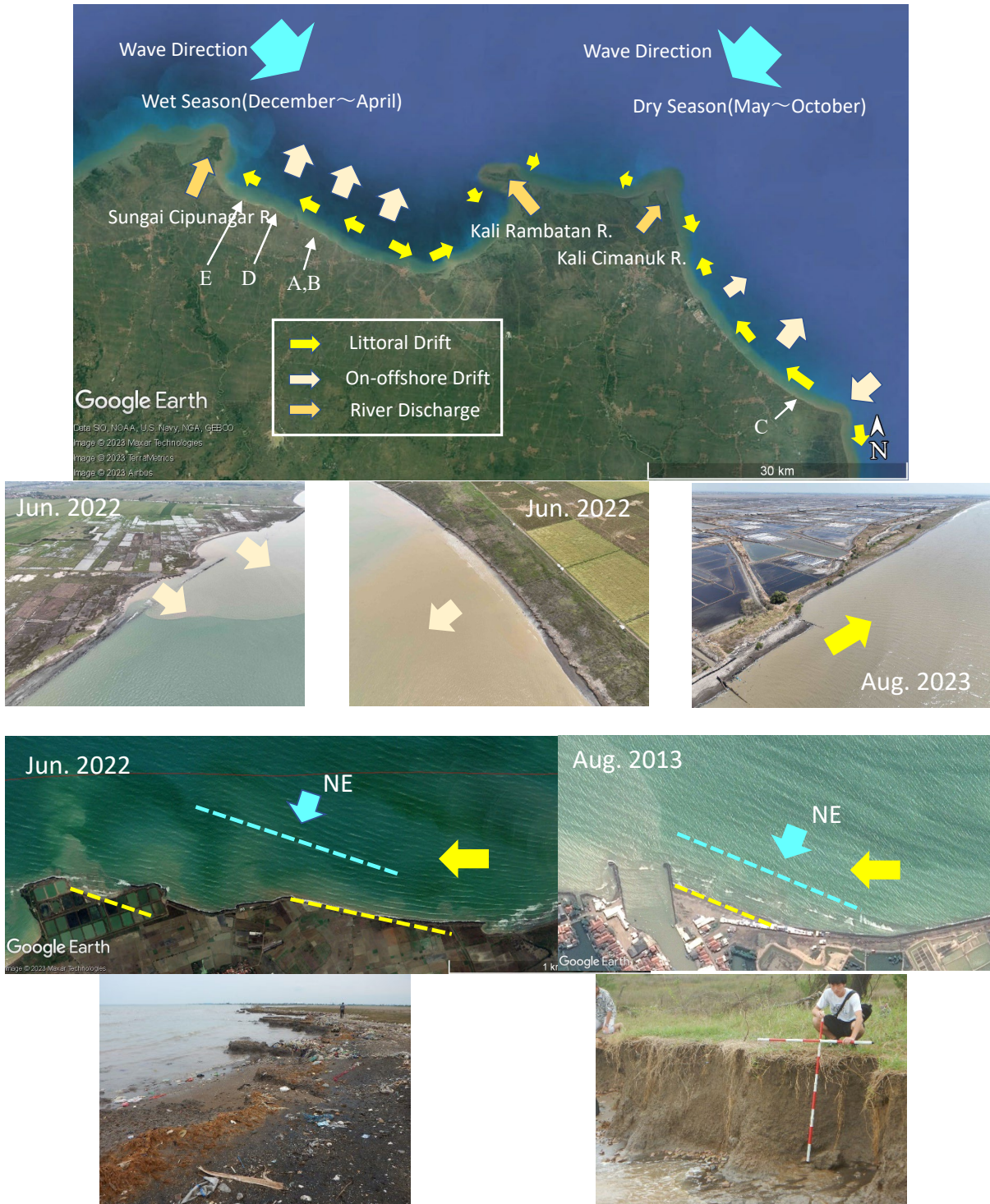
※1各地点沖でのERA5推算値(1881-2001年)を極値統計解析して求めた

※2高潮位は各沿岸の年最大潮位に波浪(50年確率波)に伴う水位上昇量を含むた値

出典：JICA 調査団

### 6.1.1 Area-I: Indramayu

当該沿岸域の土砂移動機構を図 6.1.3 に示し、以下にその機構に関する知見を整理した。

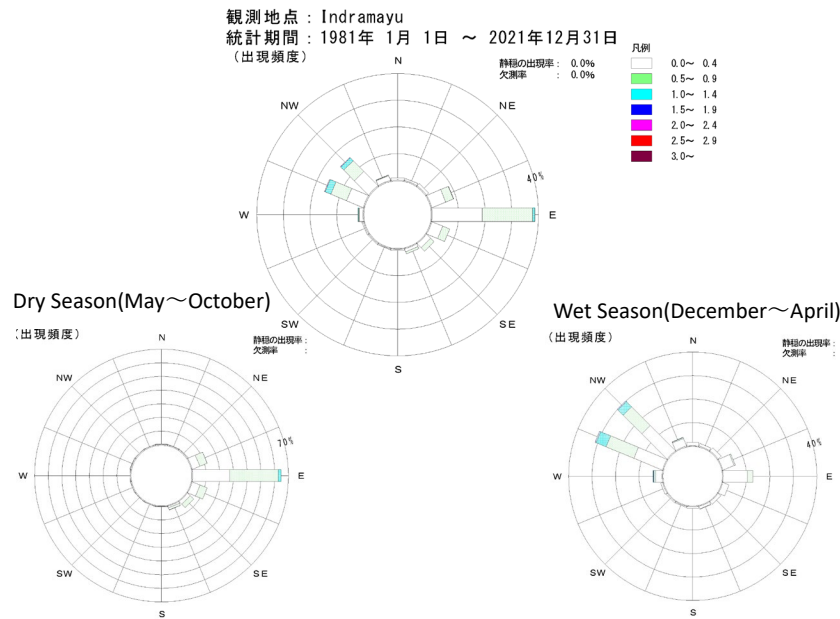


1,3段目図出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成、2,4段目図出典：JICA 調査団

図 6.1.3 Indramayu 沿岸の土砂移動機構

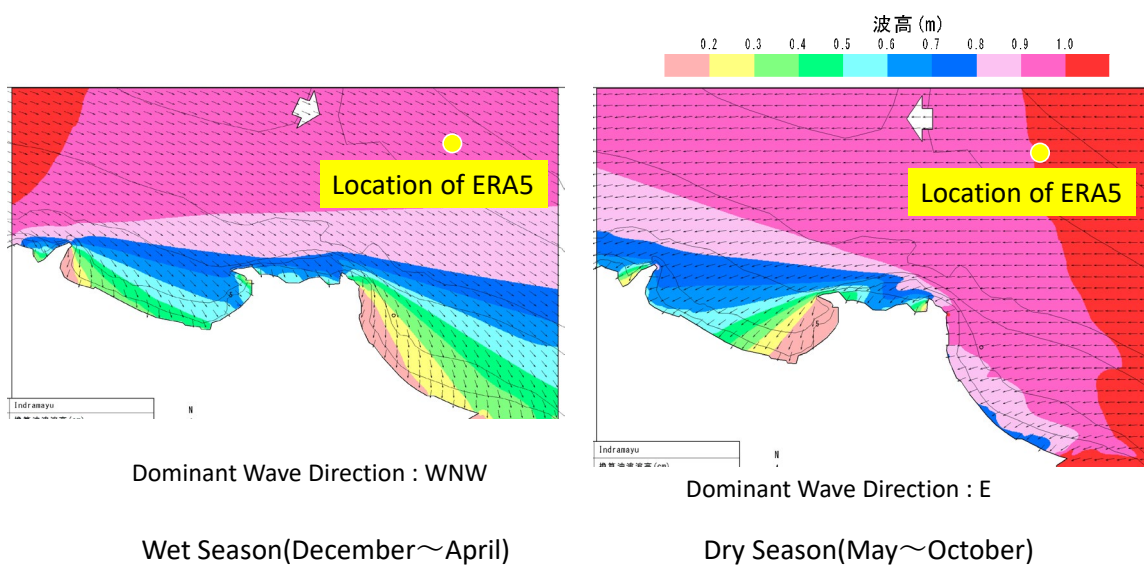
① 波浪特性

当該海岸沖で推算された 1981～2021 年の波浪データから解析した波向・波高階級別の頻度分布を図 6.1.4 に示す。乾季（5月～10月）では東方向からの波浪が、雨季（10月～4月）では西方向からの波浪が卓越している。これら条件のもと、エネルギー平衡方程式による波浪変形計算により、沿岸域に到達する波浪条件を解析した（図 6.1.5）。その結果をもとに沿岸方向の土砂移動の卓越方向を推定すると、ほぼ西方向への移動となった（図 6.1.6）。



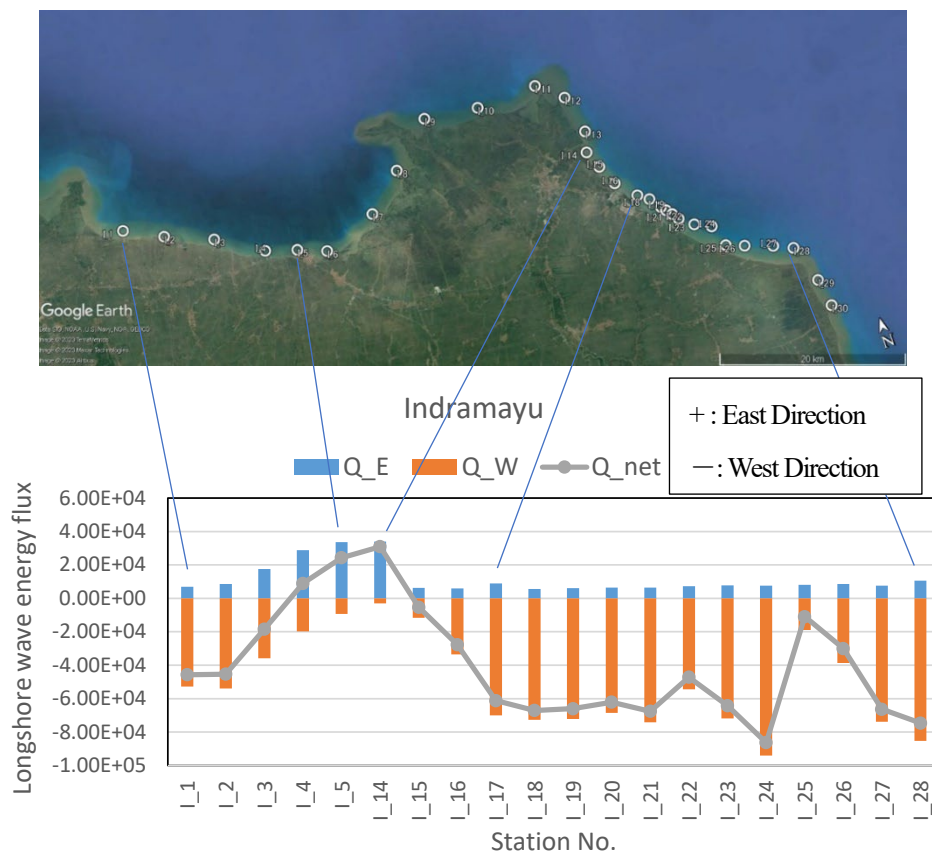
出典：JICA 調査団

図 6.1.4 Indramayu 沖合の波浪頻度特性



出典：JICA 調査団

図 6.1.5 波浪変形解析による卓越波向に対する Indramayu 沿岸域の波高分布



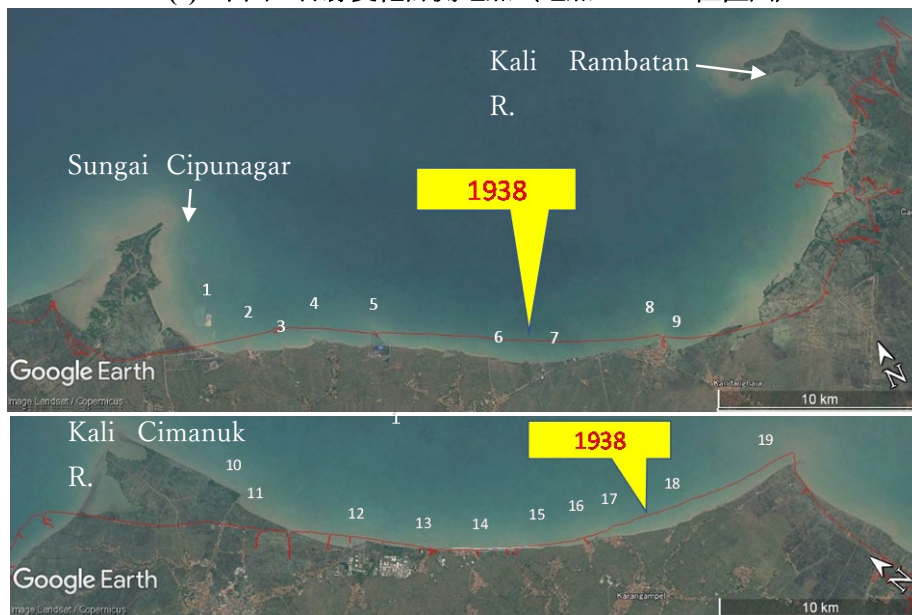
上図出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成、下図出典：JICA 調査団

図 6.1.6 波浪解析による Indramayu における沿岸漂砂卓越方向

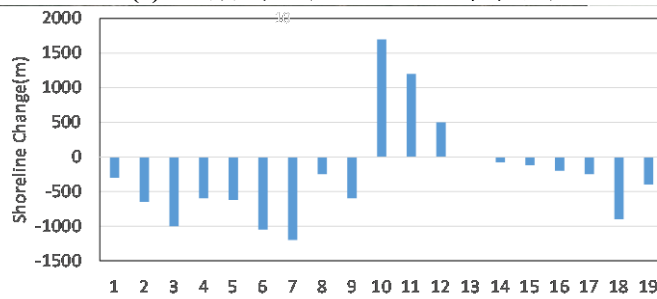
## ② 地形変化特性

西端に Sungai Cipunagar 川、中央に Kali Rambatan 川および Kali Cimanuk が流出し、それら河口位置の変化およびそこから流出土砂の影響で約 80 年間に於いて大きく地形が変化している (図 6.1.7)。Indramayu 西部および Indramayu 東部の東端付近では、この約 80 年間で約 10 m/年の速度で汀線が後退しており、現在でもその速度は変わっていない。これら地形変化は、陸域を構成する土壌がシルト・粘土質であることから (例えば、図 6.1.19)、波浪の作用によって沖に流出するとともに、わずかに含まれている砂分は当該沿岸で卓越する西向き沿岸漂砂によって移動していると推定される。そのような汀線後退は、現在、汀線付近に設置された石積み堤や直立堤により阻止されているものの、一部の石積み堤では沈下等により開口した箇所では汀線が後退している (図 6.1.8～図 6.1.12)。ただし、そのような箇所でも汀線付近に波浪の作用によって砂分が留まり、湾曲した地形が形成され侵食速度が低下していると思われる箇所も見られる (図 6.1.13～図 6.1.19)。さらに、当該沿岸で建設された大規模構造物である火力発電所港湾の防波堤周辺では東西で比較し、西側汀線がやや後退していること、またその西にある河口導流堤では導流堤の東側汀線がやや前進傾向であるなど、西向き沿岸漂砂が卓越している場合に見られる汀線変化が認められる。

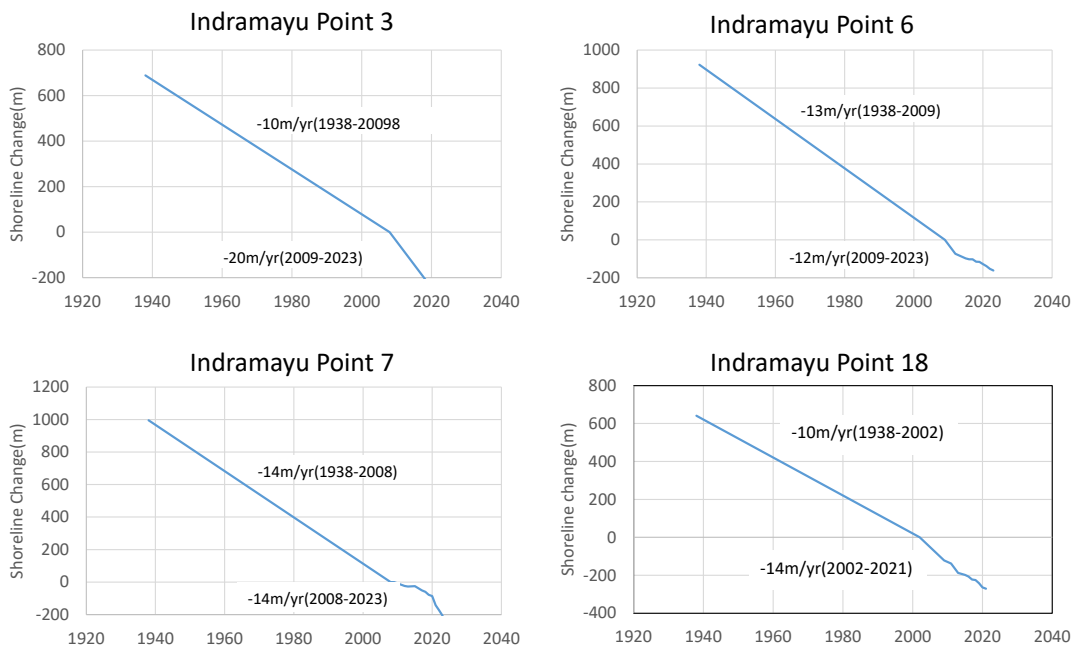
(a) 下図の汀線変化計測地点（地点1~19の位置図）



(b) 汀線変化（地点1~19の位置図）

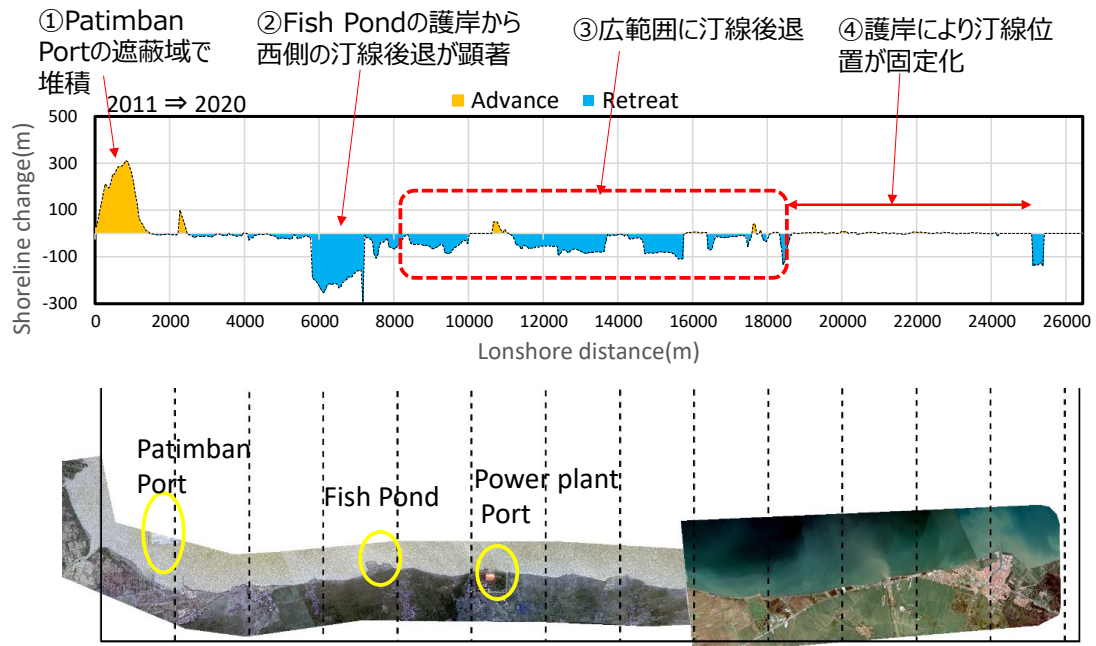


(c) 汀線変化の経年変化



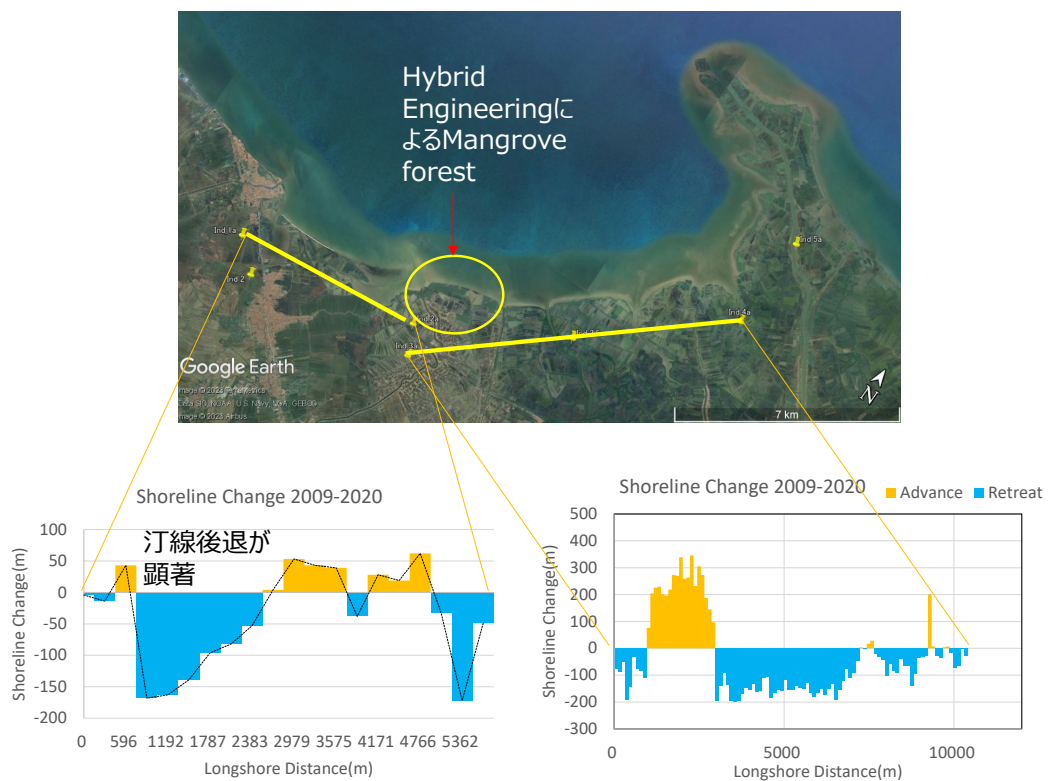
図(a)出典：Google EarthをもとにJICA調査団作成、図(b)および図(c)出典：JICA調査団

図 6.17 Indramayu における長期的地形変化



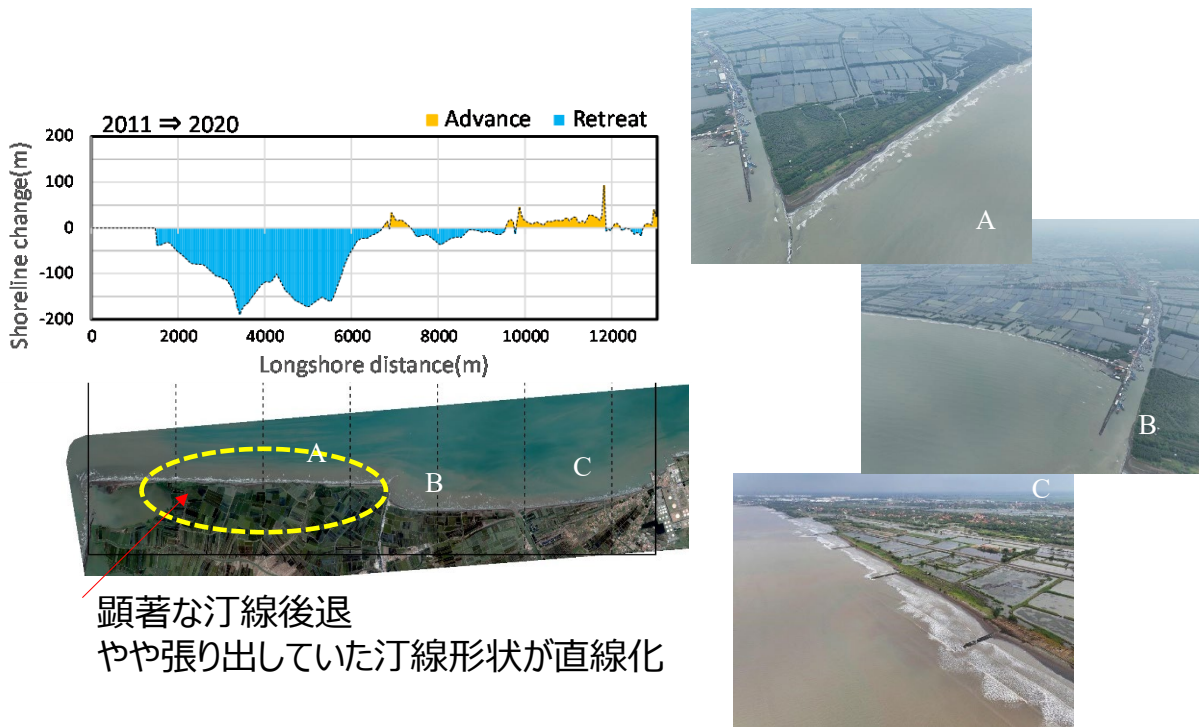
出典：JICA 調査団

図 6.1.8 Indramayu 西 西部汀線変化分布 (2011-2020 年)



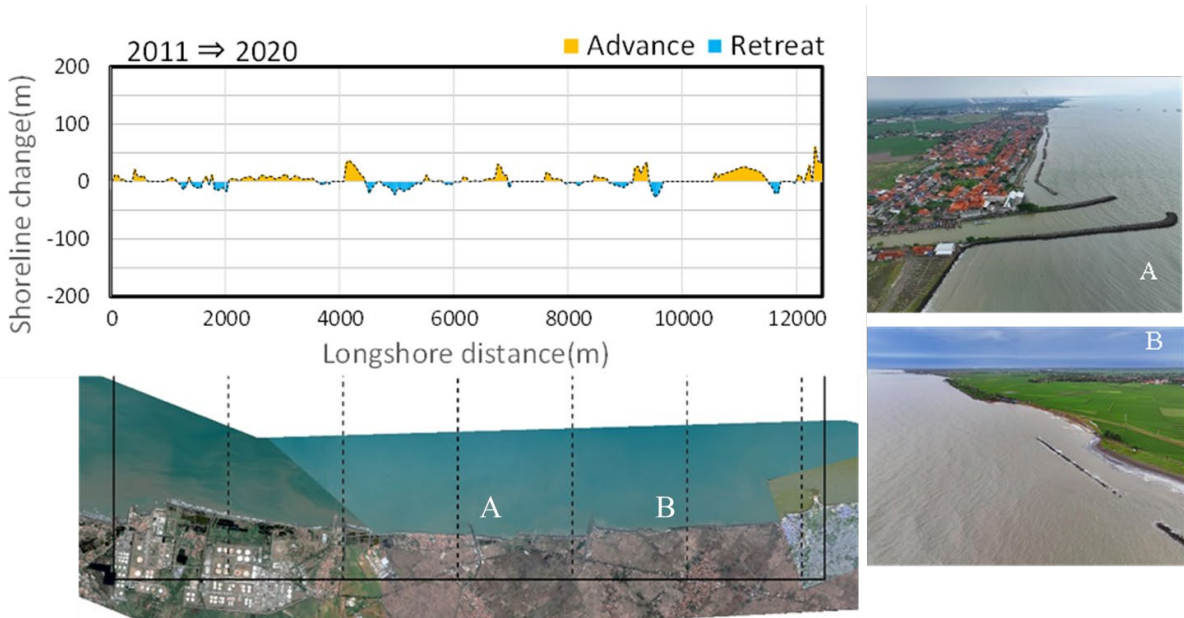
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 6.1.9 Indramayu 西 東部汀線変化分布 (2011-2020 年)



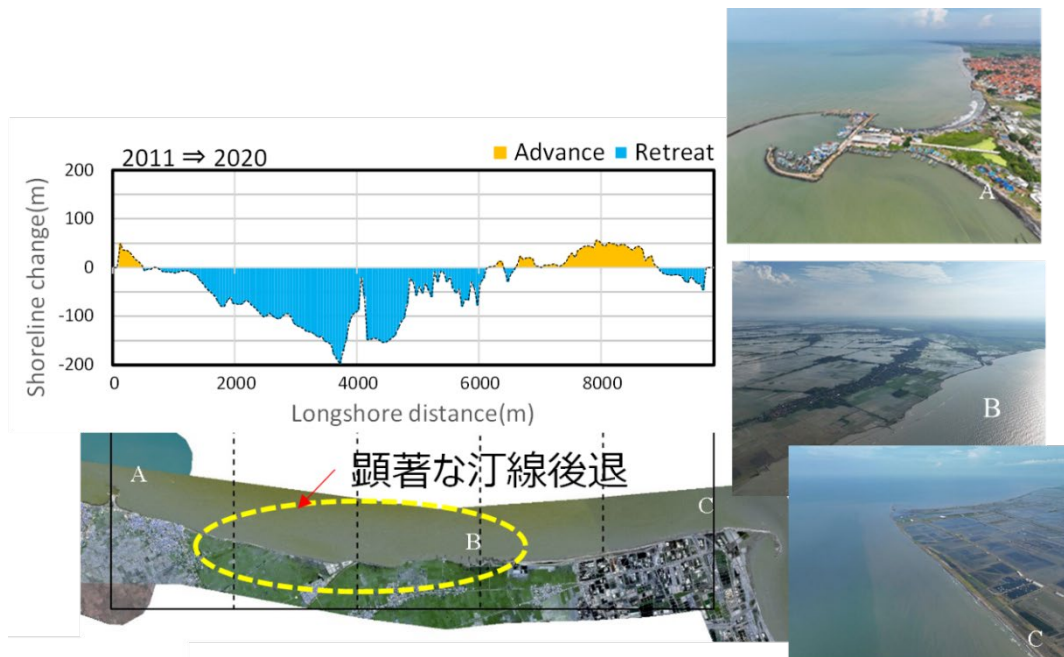
出典：JICA 調査団

図 6.1.10 Indramayu 東 西部汀線変化分布 (2011-2020 年)



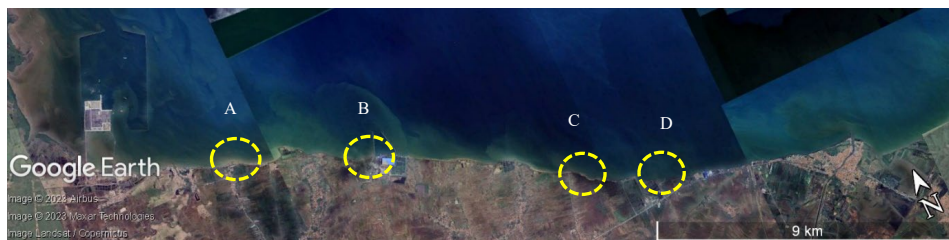
出典：JICA 調査団

図 6.1.11 Indramayu 東 中央部汀線変化分布 (2011-2020 年)



出典：JICA 調査団

図 6.1.12 Indramayu 東 東部汀線変化分布 (2011-2020 年)



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 6.1.13 Indramayu の湾曲地形事例位置



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 6.1.14 Indramayu の湾曲地形 A



防波堤背後（前頁B地点）に湾曲した汀線が達している

汀線から沖約1/80勾配  
前浜勾配1/10  
バーム高約0.8m

海浜の底質は細砂



石積みの防波堤天端高は海面上約1.2m

防波堤の背後（前頁A地点）の海浜は侵食

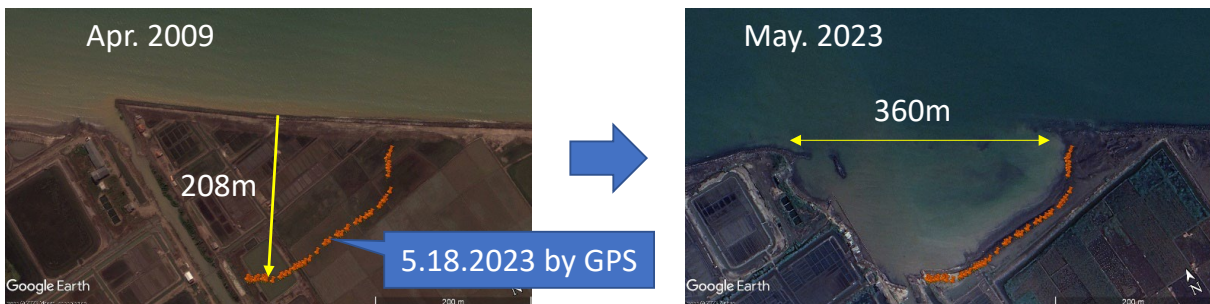
出典：JICA 調査団

図 6.1.15 Indramayu の湾曲地形 A での現地調査結果（2022 年）



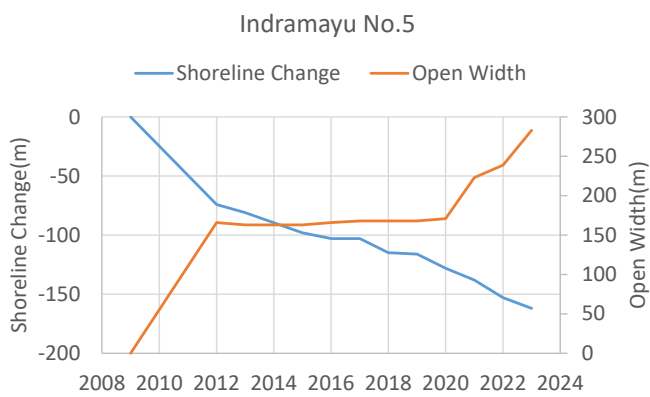
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 6.1.16 Indramayu の湾曲地形 B



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

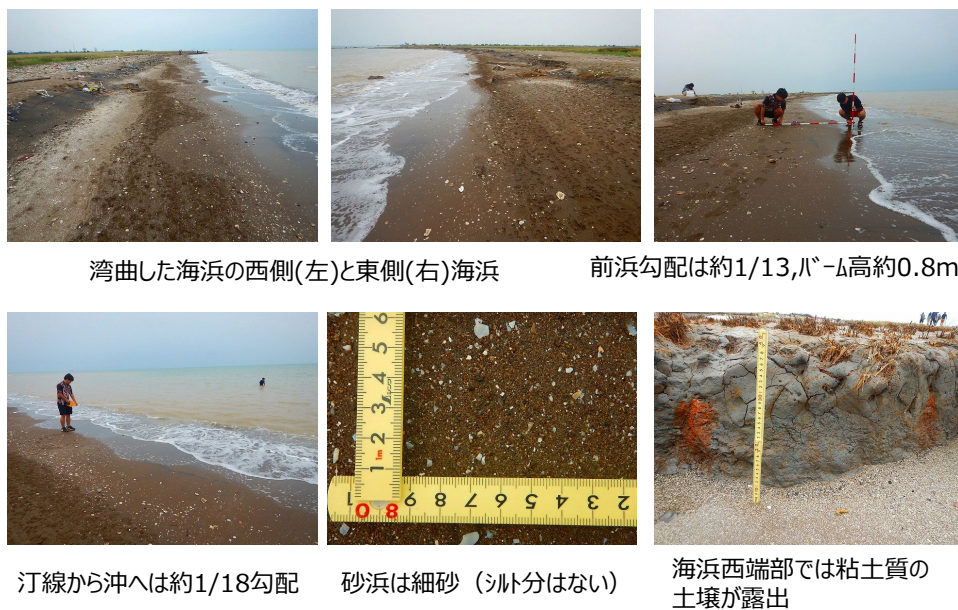
図 6.1.17 Indramayu の湾曲地形 D



捨石堤の沈下により開口幅が 150m 程度に広がり、それに合わせて侵食量が 80m 程度となったが、開口幅が大きく変化しない時期では侵食量は低下、しかし再び開口幅が広がることで侵食量は増加傾向が見られる。

上図出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成、下図出典：JICA 調査団

図 6.1.18 Indramayu の湾曲地形 C



湾曲した海浜の西側(左)と東側(右)海浜

前浜勾配は約1/13,バ-ム高約0.8m

汀線から沖へは約1/18勾配

砂浜は細砂 (シルト分はない)

海浜西端部では粘土質の土壌が露出

出典：JICA 調査団

図 6.1.19 Indramayu の湾曲地形 C での現地調査結果 (2022 年)

### ③ 漂砂特性

波浪解析および地形変化解析の結果を踏まえ推定した沿岸漂砂の卓越方向を図 6.1.20 に示す。当該沿岸域の卓越沿岸漂砂は西向きであると推定される。ただし、当該沿岸は汀線を含めた陸域がシルト・粘土質の土壌で構成されていることから、波浪の作用によってシルト・粘土質の土砂は浮遊状態で沖に流出し広い範囲で堆積していると推定され、少ない砂分の土砂のみが西向き沿岸漂砂となって移動していると推定される。ただし、中央部の凸部の西側湾曲した沿岸域は波浪の遮蔽域でもあり、一部、遮蔽域に向かう東向きの沿岸漂砂が発生していると推定される。また、東端の砂嘴が発達している箇所は海岸線の向きが大きく南に屈曲しており、Indramayu 側の海岸線は東向きの沿岸漂砂が卓越する一方、南側に屈曲した海岸では南向きの沿岸漂砂が卓越していると推定され、漂砂の向きが逆転している。そのような箇所は土砂収支の観点からは本来侵食が進行するが、顕著な侵食は見られていない。その要因としては、砂嘴が発達している沖合から土砂が供給されている可能性が考えられている。

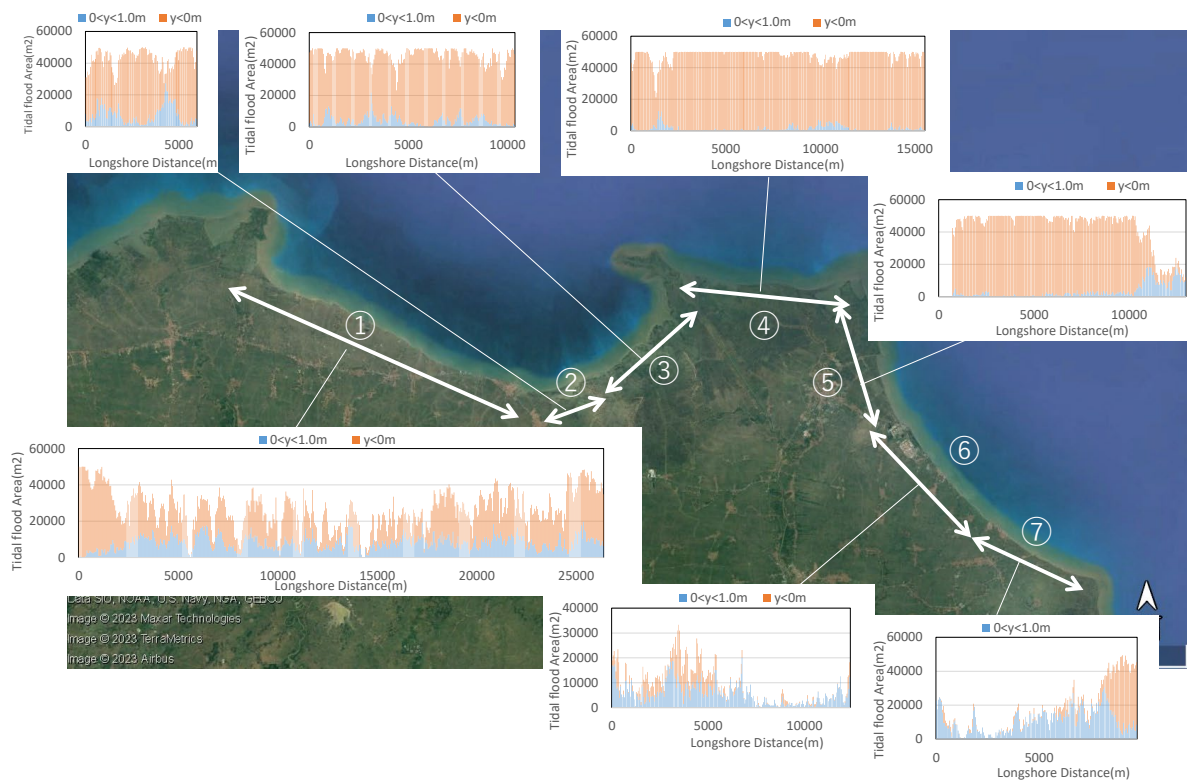


出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 6.1.20 Indramayu における沿岸漂砂の推定卓越方向

#### ④ 高潮特性

高潮時の高潮位下の浸水域面積を図 6.1.21 に示した。浸水域は、海岸線背後 1 km の範囲で、海岸沿いに 50 m 間隔で算定した。後背地の地盤高は、「イ」国の地理空間情報庁 (BIG, Badan Informasi Geospasial) の DEMNAS データに基づいて作成した。海水位は、年間最大潮位+0.65 m に 50 年確率波に相当する波浪による水位上昇を加えた+1.0 m とした。Indramayu の中間部 (図 6.1.21 の②-⑤) では、設定した範囲 (面積 50,000 m<sup>2</sup>) がほぼ海水位以下である。また、東部地域 (図 6.1.21 の⑥および⑦) は、比較的地盤が高いため、浸水リスクが低い。

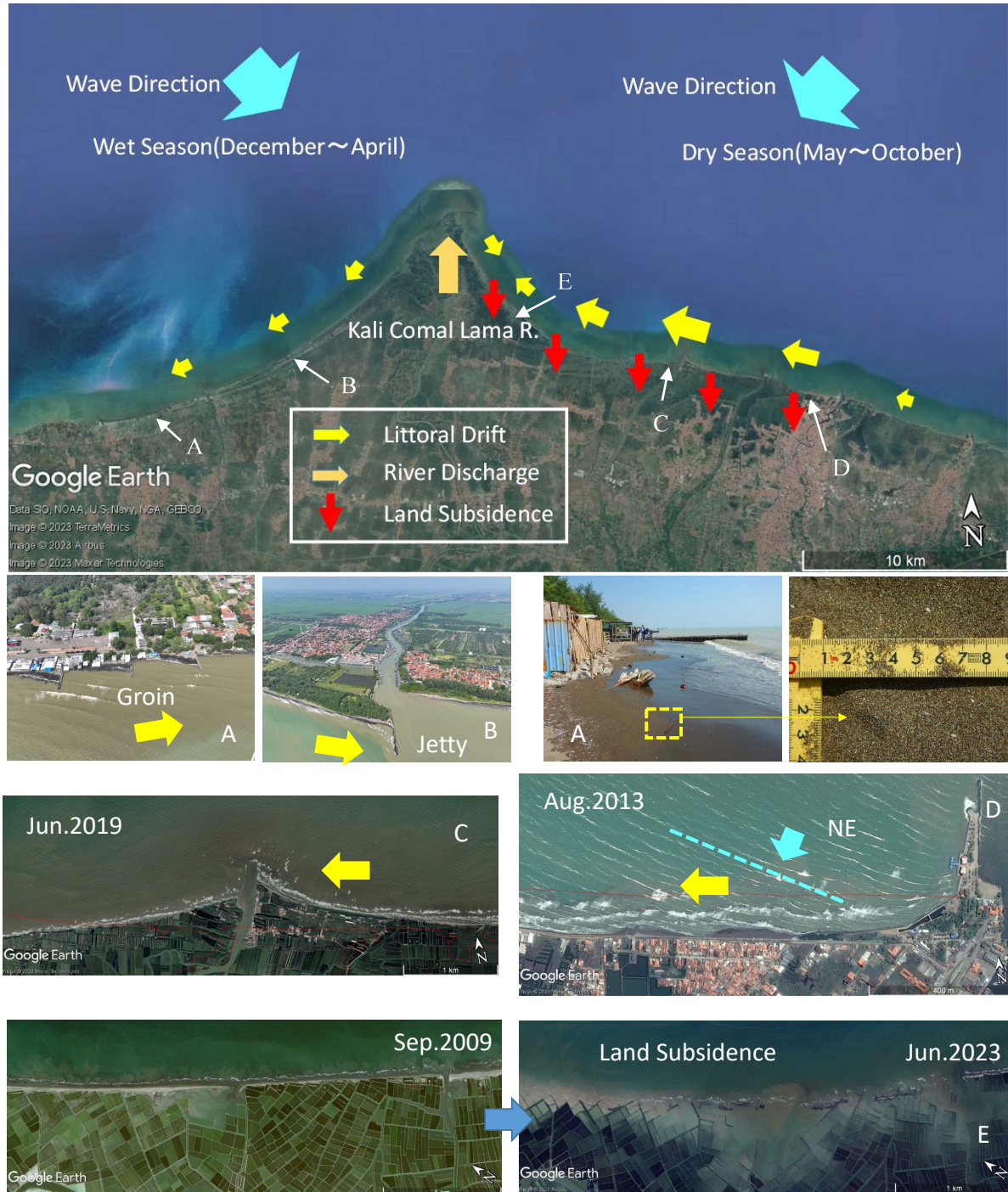


出典：JICA 調査団

図 6.1.21 Indramayu における高潮に対する脆弱性

### 6.1.2 Area-II: Pemalang-Pekalongan

当該沿岸域の土砂移動機構を図 6.1.22 に示し、以下にその機構に関する知見を整理した。

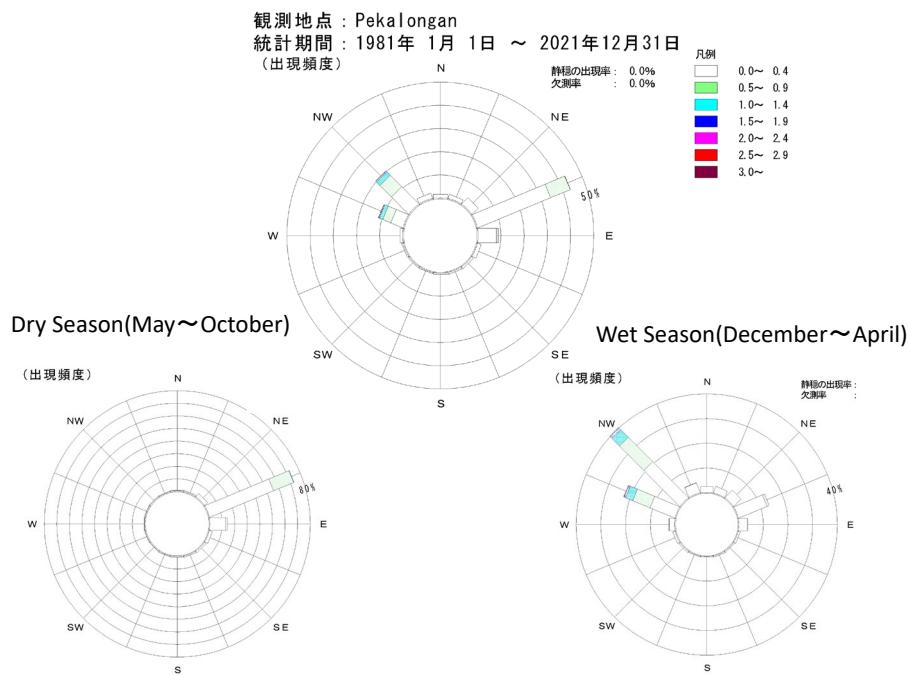


1,3,4段目図出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成、2段目図出典：JICA 調査団

図 6.1.22 Pemalang-Pekalongan 沿岸の土砂移動機構

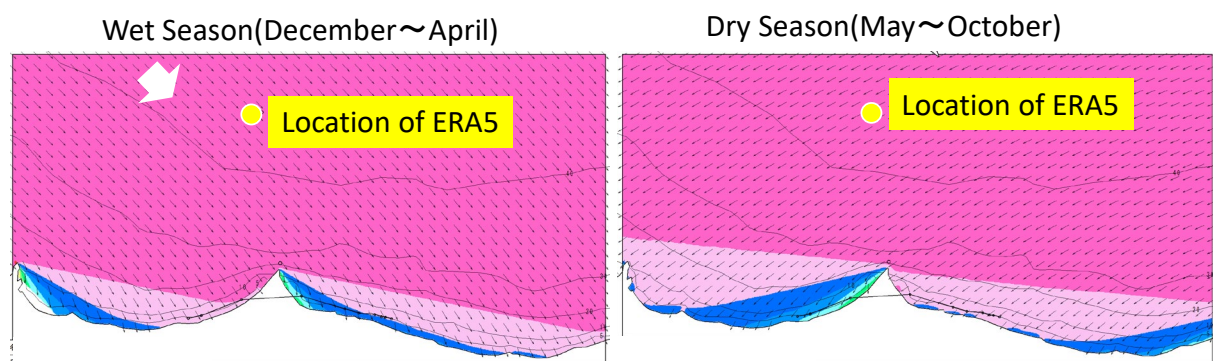
① 波浪特性

当該海岸沖で推算された 1981～2021 年の波浪データから、乾季（5 月～10 月）では東方向からの波浪が、雨季（10 月～4 月）では西方向からの波浪が卓越している。これら条件のもと、エネルギー平衡方程式による波浪変形計算により、沿岸域に到達する波浪条件を解析した。その結果をもとに沿岸方向の土砂移動の卓越方向を推定すると、中央の北に大きく突出した部分の両サイド以外はほぼ東方向への移動となった。この結果は後に示すが、実際の地形変化から推定される沿岸漂砂の方向と一致しない部分がある。



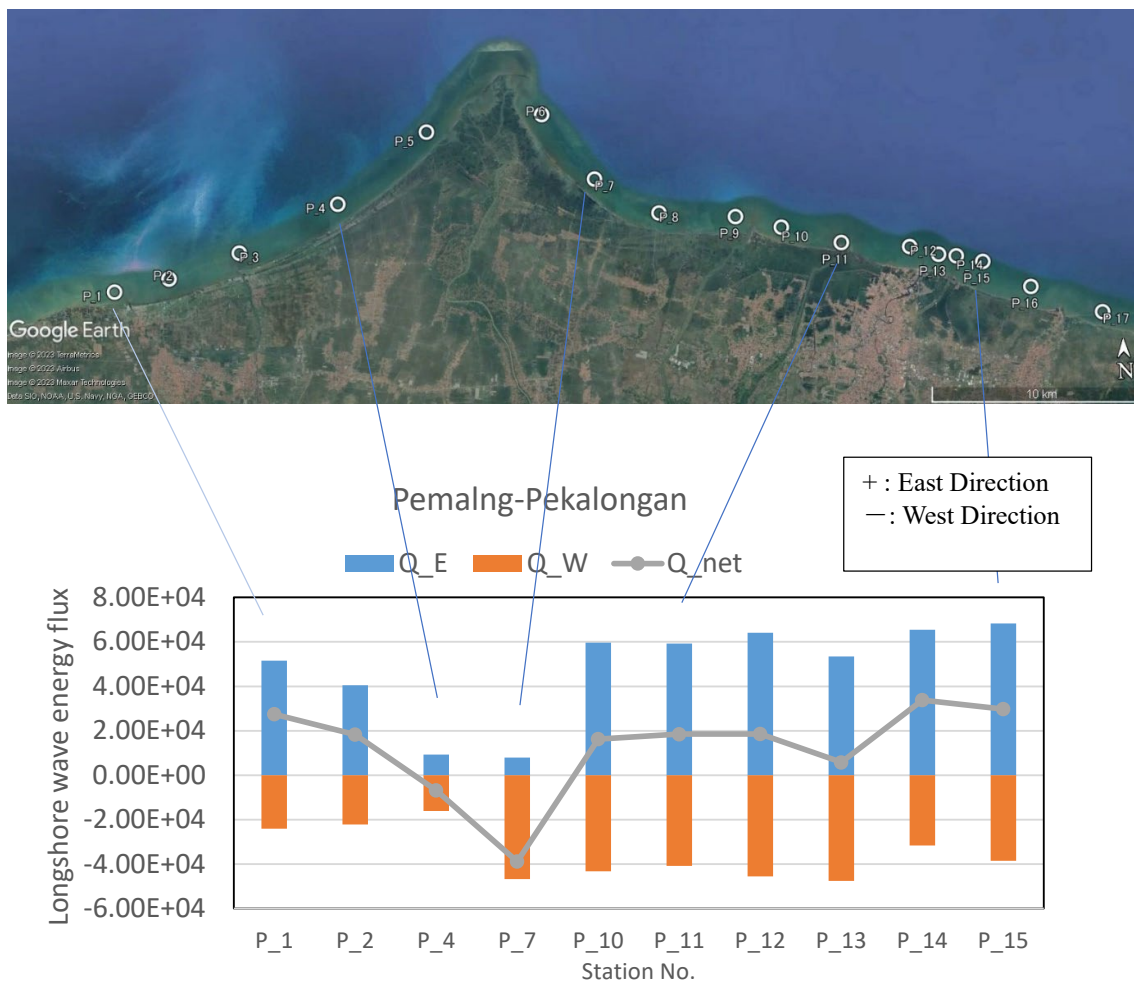
出典：JICA 調査団

図 6.1.23 Pemalang-Pekalongan 沖合の波浪頻度特性



出典：JICA 調査団

図 6.1.24 波浪変形解析による卓越波向に対する Pemalang-Pekalongan 沿岸域の波高分布



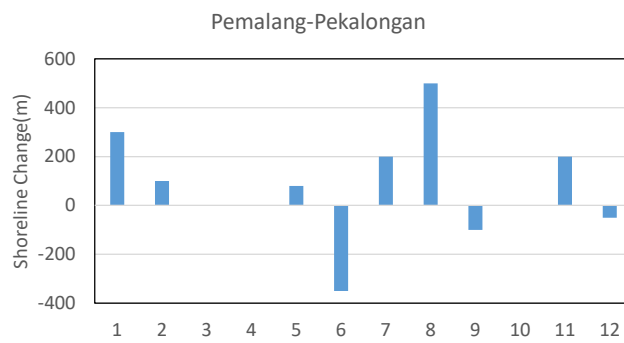
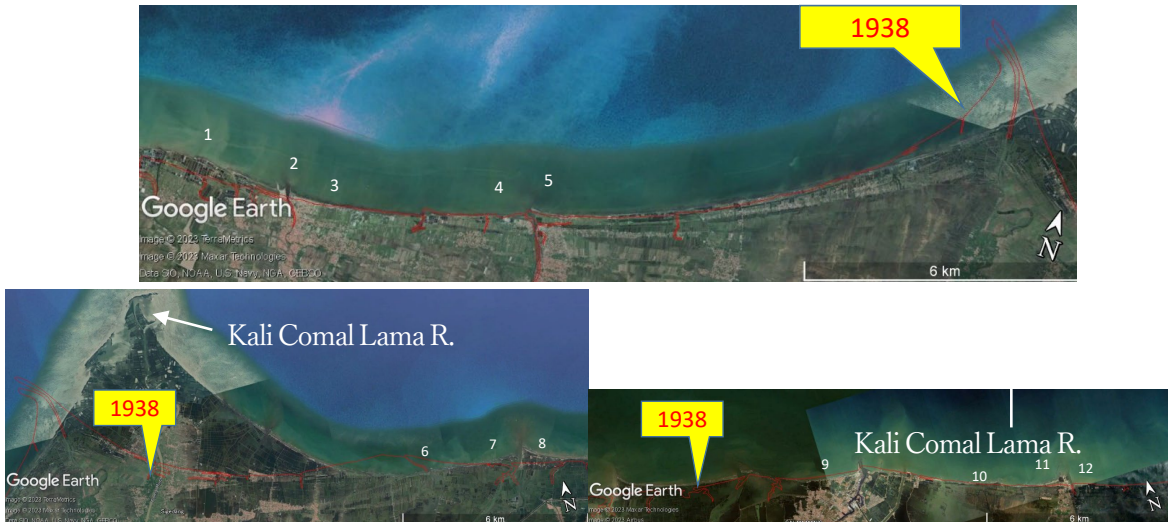
上図出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成、下図出典：JICA 調査団

図 6.1.25 波浪解析による Pemalang-Pekalongan における沿岸漂砂卓越方向

## ② 地形変化特性

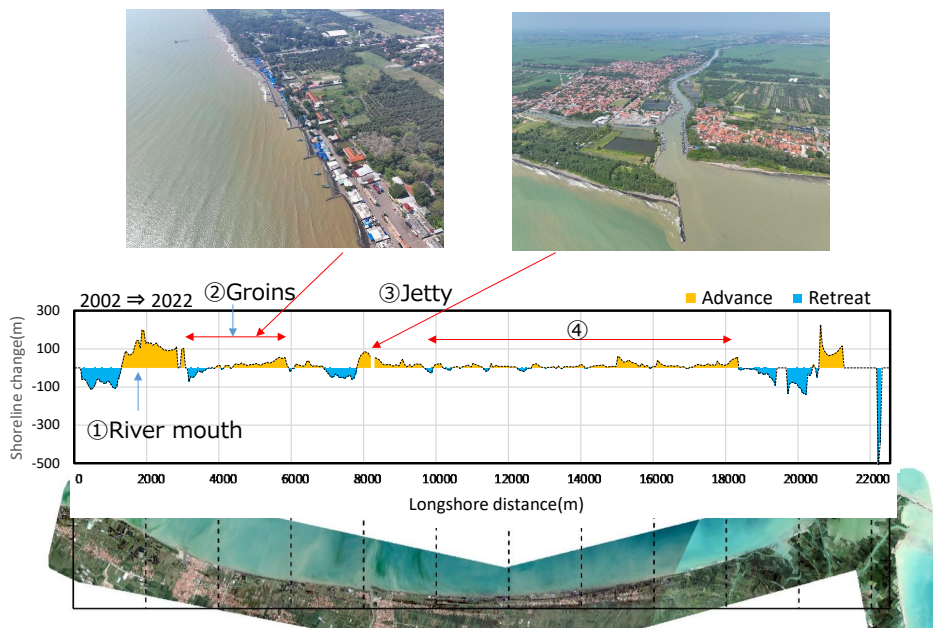
中央に Kali Comal Lama 川が流出し、その周辺沿岸はそれら河口位置の変化およびそこから流出土砂の影響により、約 80 年間で大きく地形が変化している (図 6.1.26)。しかし、その河口の西に当たる Pemalang 西部および Pekalongan では顕著な汀線変化は生じていない。

最近の 20 年程度の間では、Pemalang 西では、突堤や河口導流堤で、東側で汀線前進、西側で汀線後退が見られる (図 6.1.27)。このことから、この沿岸域では西向きの沿岸漂砂が卓越しているものと推定される。Pemalang 東では、一部汀線の決壊により背後に海水が進入し浸水している (図 6.1.28)。さらにその東、Pekalongan では、河口導流堤の西側の汀線が東側より大きく後退している (図 6.1.29)。このことからこの沿岸域でも西向き沿岸漂砂の卓越が推定される。なお、東側の汀線の前進が見られないことから、この沿岸域で生じている地盤沈下によっても、汀線が後退しているものと推定される。



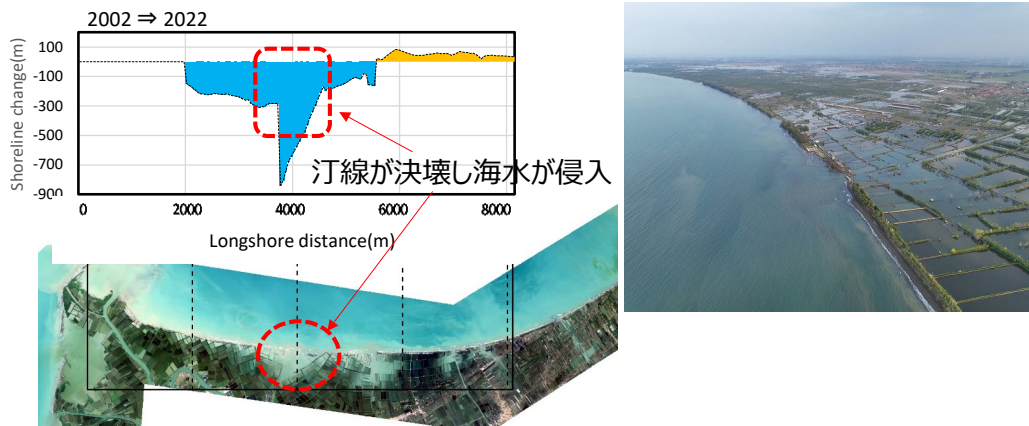
1 段目、2 段目図出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成、3 段目：JICA 調査団

図 6.1.26 Pemalang-Pekalongan における長期的地形変化



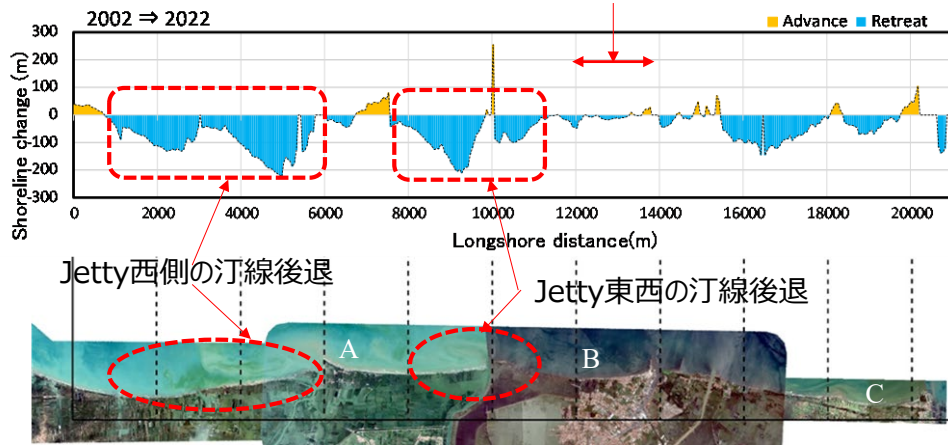
出典：JICA 調査団

図 6.1.27 Pemalang 西の汀線変化分布 (2002年-2022年)



出典：JICA 調査団

図 6.1.28 Pemalang 東の汀線変化分布 (2002年-2022年)

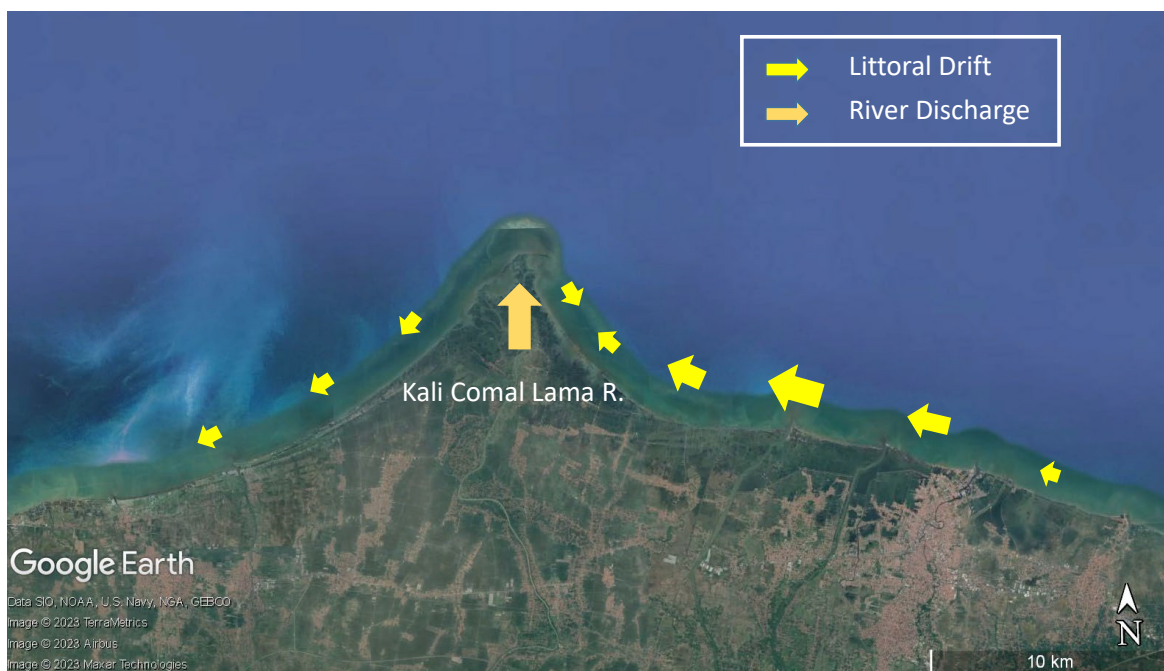


出典：JICA 調査団

図 6.1.29 Pekalongan の汀線変化分布 (2002-2022年)

### ③ 漂砂特性

波浪解析および地形変化解析の結果を踏まえ推定した沿岸漂砂の卓越方向を図 6.1.30 に示す。当該沿岸は、Kali Comal Lama 川の河口付近では大きな地形変化はあるものの、河口から離れた沿岸では長期的には顕著な地形変化は見られない。しかし、近年は地盤沈下の影響による侵食が顕在化してきていると推定される。沿岸漂砂は全体的には西向きであるものの、波浪特性からは東向きの沿岸漂砂の卓越となっていることから、両方向の沿岸漂砂が均衡している可能性もある。また、底質は Indramayu に比べ砂分も含まれていることから、Indramayu のようなシルト・粘土質の沖合流出による侵食の比率は少ないと予想されるものの、ある程度は同様の要因による侵食も存在するものと考えられる。

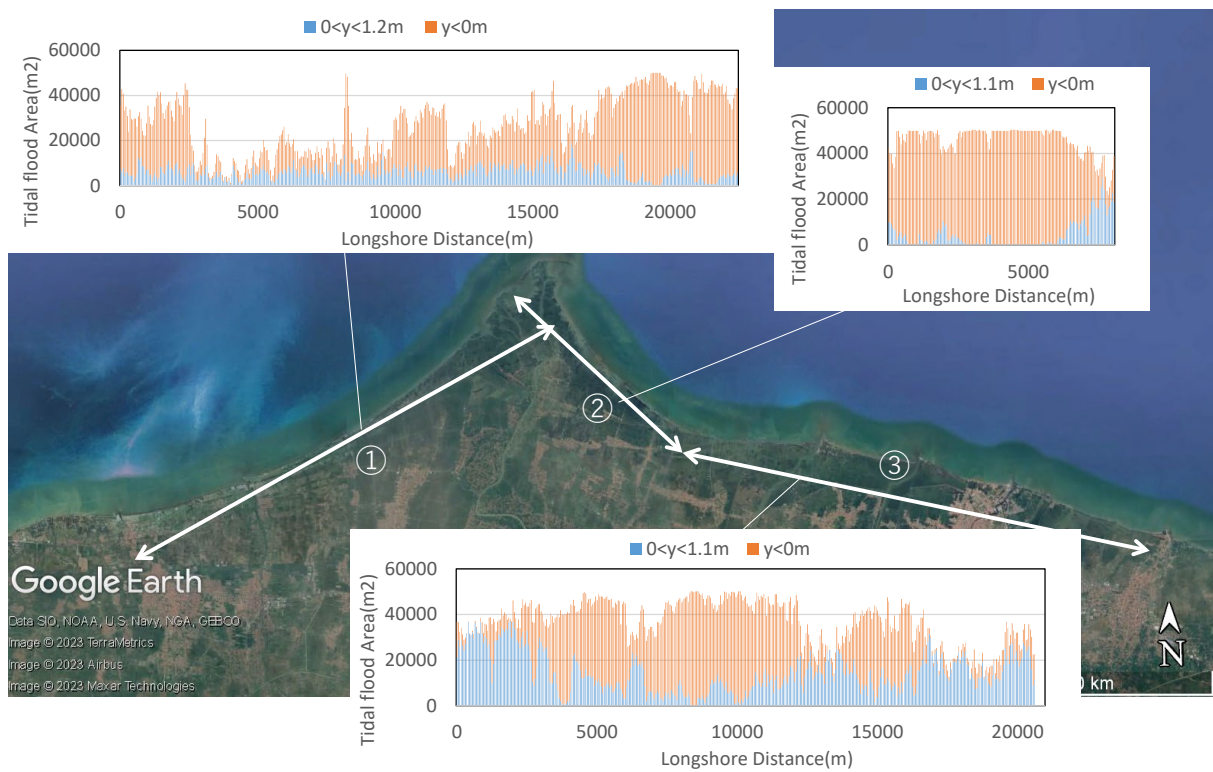


出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 6.1.30 Pemalang-Pekalongan における沿岸漂砂の推定卓越方向

#### ④ 高潮特性

高潮時の高潮位下の浸水面積を図 6.1.31 に示した。浸水域は、海岸線背後 1 km の範囲で、海岸沿いに 50 m 間隔で算定した。後背地の地盤高は、「イ」国の地理空間情報庁 (BIG, Badan Informasi Geospasial) の DEMNAS データに基づいて作成した。海水位は年最大潮位+0.70 m に 50 年確率波に相当する波浪による水位上昇を加えた+1.1~+1.2 m とした。Kali Comal Lama 川の河口がある Pemalang 中部 (図 6.1.31 の①と②の東側) では、設定した範囲 (面積 50,000m<sup>2</sup>) がほぼ高潮位以下である。また、図 6.1.31 の③西側 (x=0~12,000 m) は、浸水面積が相対的に広い。

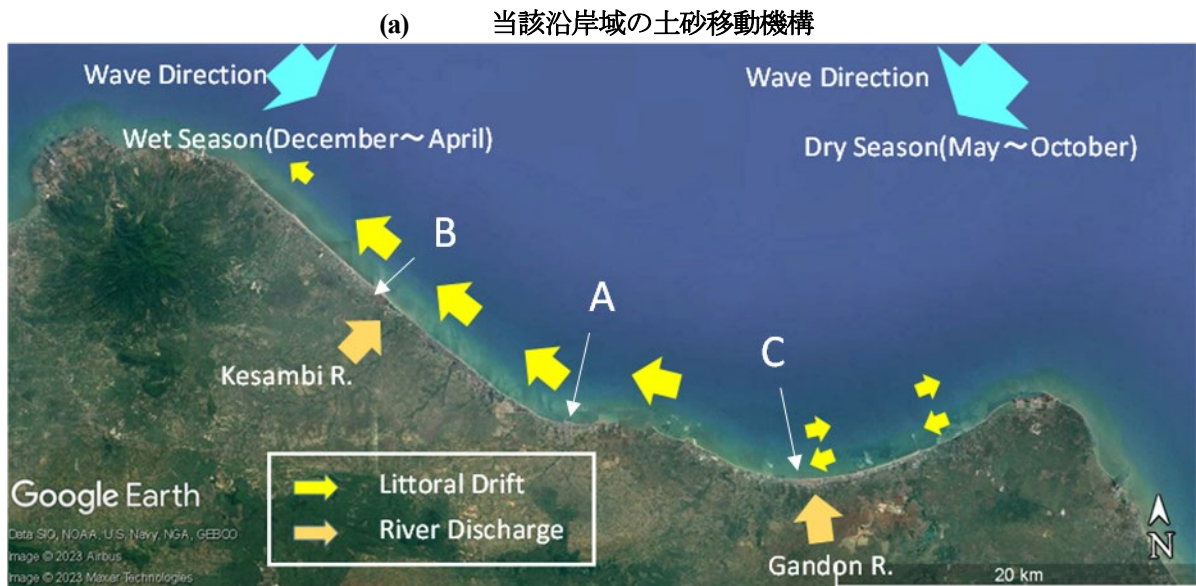


出典:JICA 調査団

図 6.1.31 Pemalang-Pekalongan における高潮に対する脆弱性

6.1.3 Area-III: Rembang-Tuban

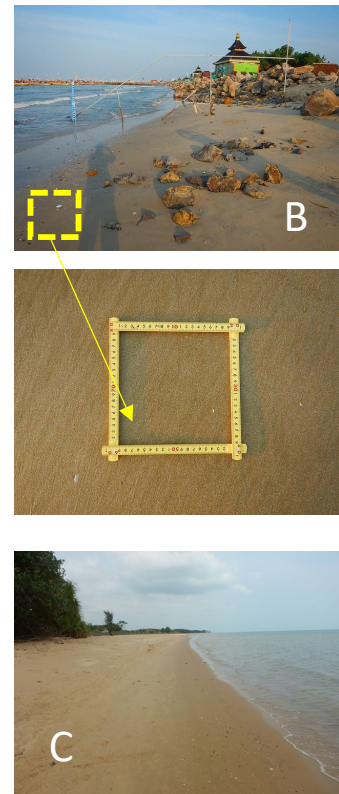
当該沿岸域の土砂移動機構を図 6.1.32 に示し、以下にその機構に関する知見を整理した。



(b)地点 A、B の海岸線変化



(b)地点 B、C の海岸状況

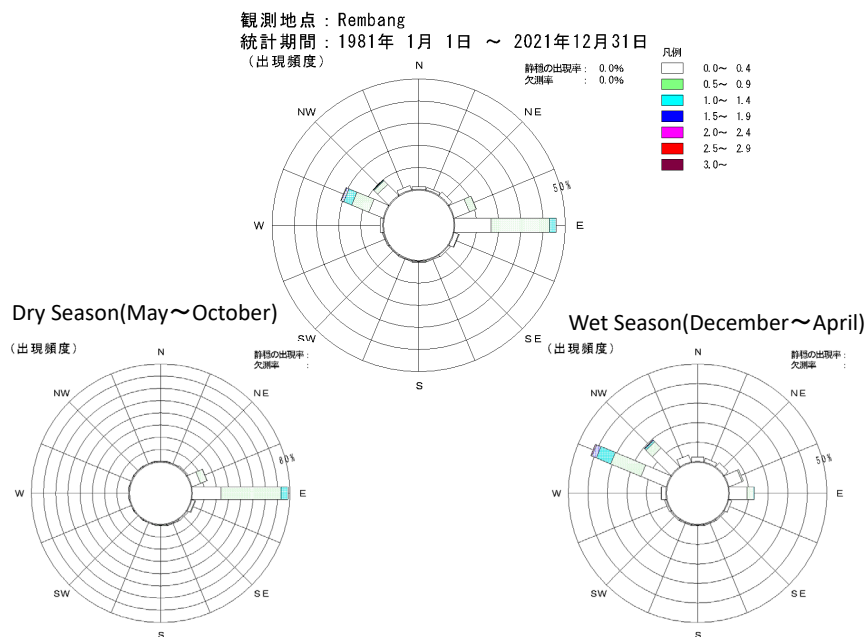


図(a)、(b) : Google Earth をもとに JICA 調査団作成、図(c) : JICA 調査団

図 6.1.32 Rembang-Tuban 沿岸の土砂移動機構性

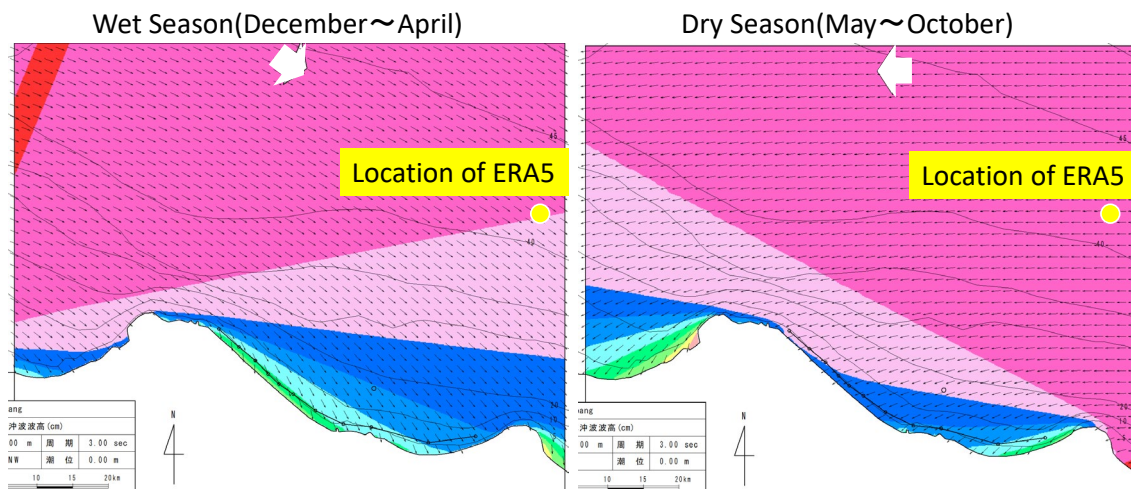
① 波浪特性

当該海岸沖で推算された 1981～2021 年の波浪データから、乾季（5 月～10 月）では東方向からの波浪が、雨季（10 月～4 月）では西方向からの波浪が卓越している。これら条件のもと、エネルギー平衡方程式による波浪変形計算により、沿岸域に到達する波浪条件を解析した。その結果をもとに沿岸方向の土砂移動の卓越方向を推定すると、Rembang 沿岸はほぼ西方向への移動となった。一方、Tuban 沿岸は、西側は西方向の移動であるものの、東に向かうにつれて、東西両方向の沿岸漂砂が均衡する状態にあるものと推定される。



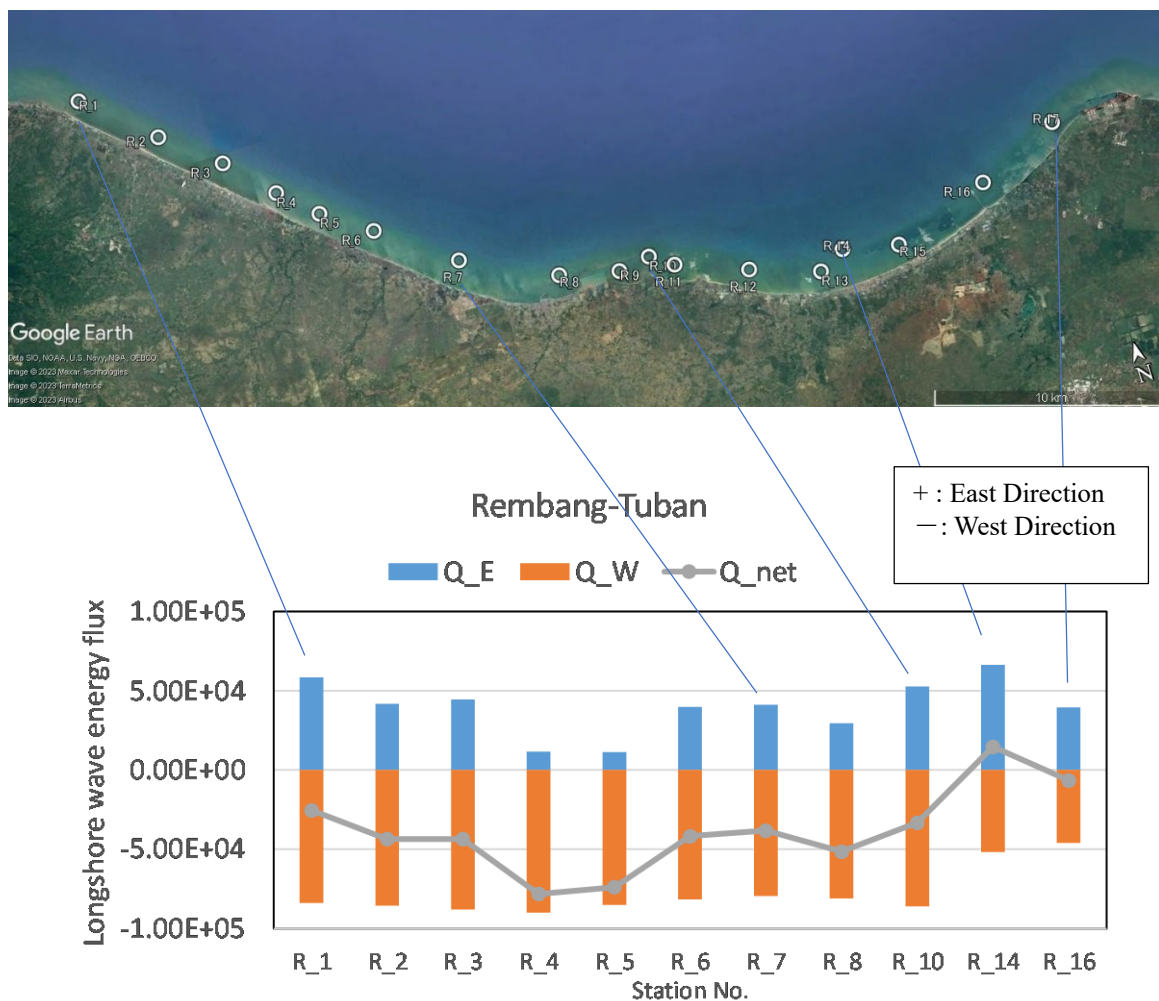
出典：JICA 調査団

図 6.1.33 Rembang-Tuban 沖合の波浪頻度特性



出典：JICA 調査団

図 6.1.34 波浪変形解析による卓越波向に対する Rembang-Tuban 沿岸域の波高分布



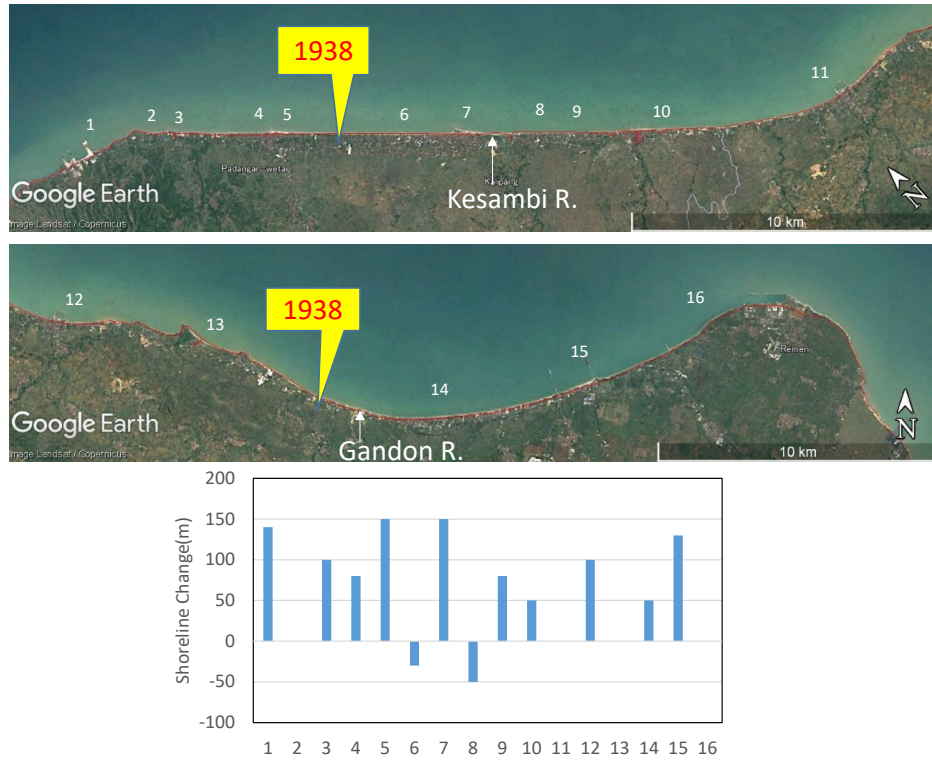
上図出典：Google Earthをもとに JICA 調査団作成、下図出典：JICA 調査団

図 6.1.35 波浪解析による Rembang-Tuban における沿岸漂砂卓越方向

## ② 地形変化特性

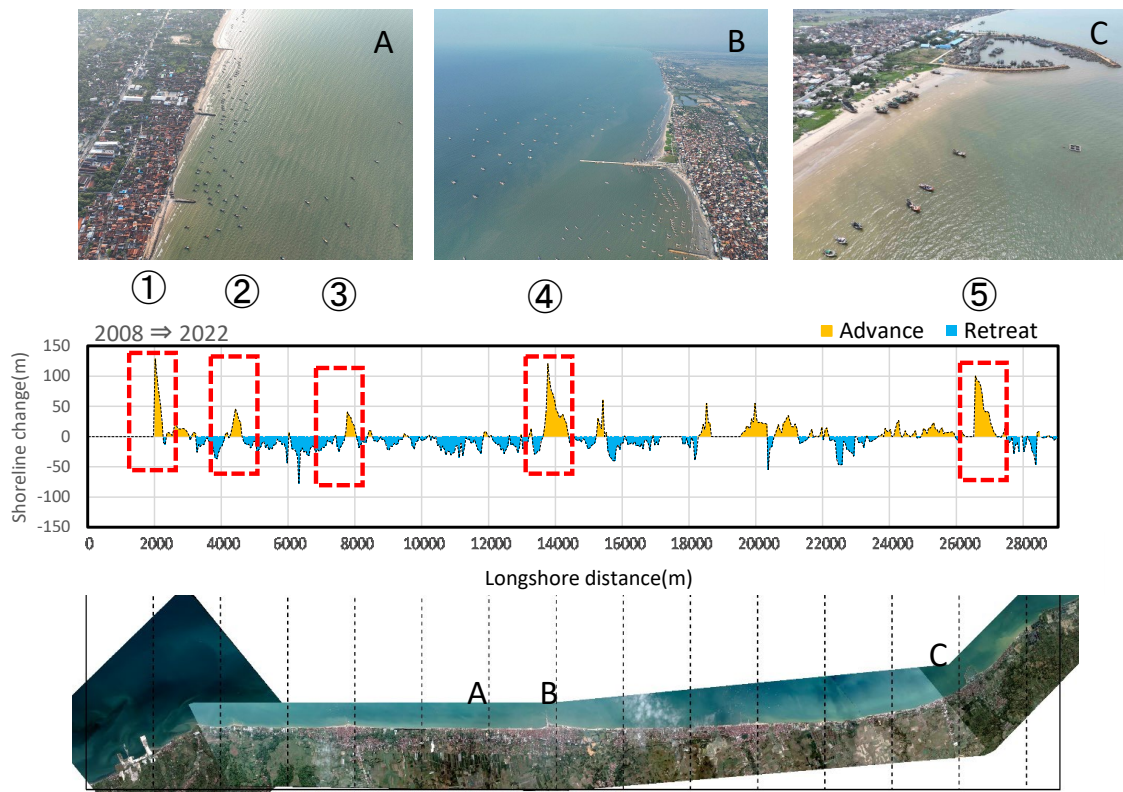
当該沿岸部には Indramayu や Pemalang-Pekalongan のような大きな河川は流出していない。そのため、河川からの流出土砂によって突出した地形はなく、Rembang はほぼ直線状の海岸線、Tuban は緩く湾曲した海岸線となっている。近約 80 年間では全体的に汀線は前進している (図 6.1.36)。

最近の 20 年程度の間では、Rembang では船舶を係留する突堤状の構造物や突堤、港湾防波堤などが建設されたことにより、その東側の汀線が前進、西側汀線が後退している様子が見られる (図 6.1.37①～⑤)。このことから、この沿岸域では西向き沿岸漂砂が卓越しているものと推定される。Tuban では、大きく湾曲した海岸の西側で汀線が後退、一方東側で汀線が前進している (図 6.1.38)。この状況から比較した期間では東向き沿岸漂砂による地形変化にも思われる。ただし、東側の汀線前進は近年建設された栈橋とその先端に建設された岸壁施設によって波浪が遮蔽された影響とも推定される。また、西側侵食域と東側堆積域の境界付近には中規模の河川 (Gandon 川) が流出しており、そこからの流出土砂の変化が影響している可能性も考えられる。



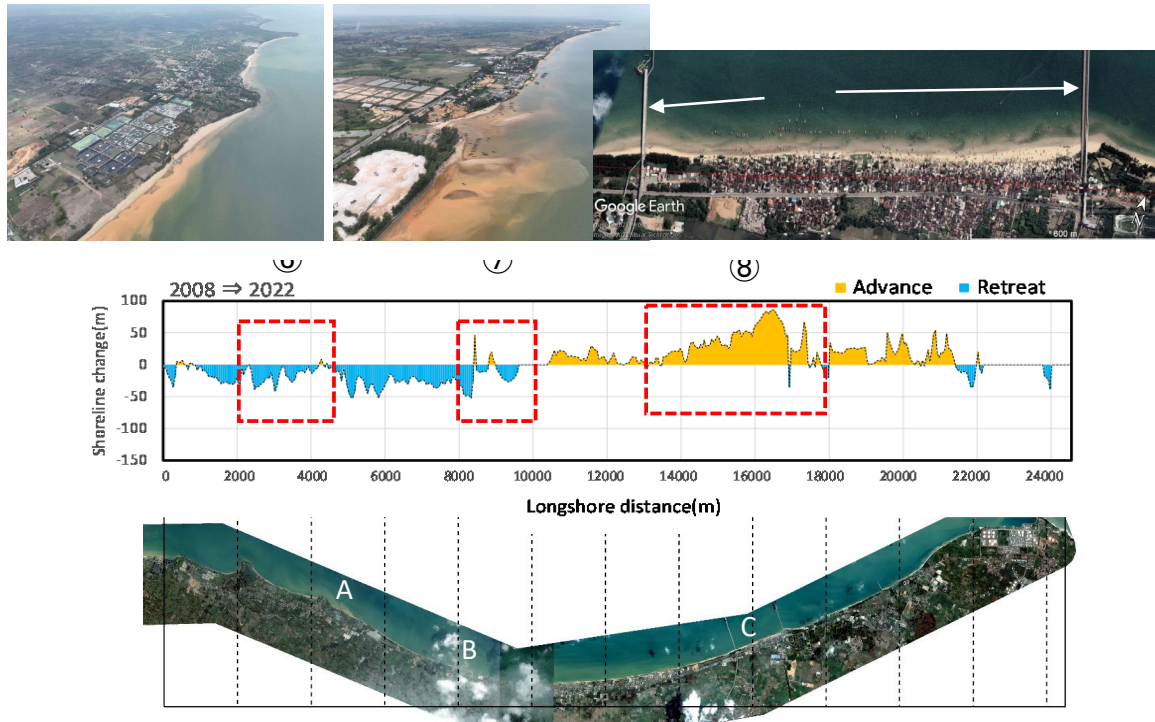
1,2段目図出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成、3段目図出典：JICA 調査団

図 6.136 Rembang-Tuban における長期的地形変化



出典：JICA 調査団

図 6.137 Rembang の汀線変化分布 (2008-2022年)



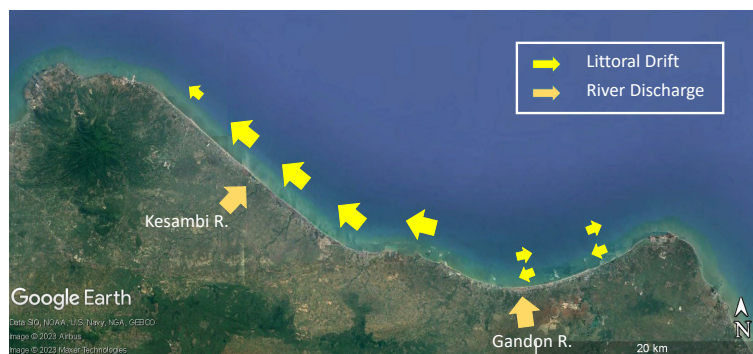
1 段目右図出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成、その他出典：JICA 調査団

図 6.138 Tuban の汀線変化分布 (2008-2022 年)

### ③ 漂砂特性

当該沿岸の底質は細砂で構成されていることから、沿岸漂砂となって移動しており、そのため、西向き沿岸漂砂が卓越している Rembang 沿岸では、突堤や防波堤などの建設によって沿岸漂砂が阻止されたことによる地形変化、すなわち沿岸漂砂の上手で堆積、一方下手で侵食が生じている。

Tuban 沿岸は緩湾曲した海岸線で砂浜が維持されている箇所が多い。波浪解析から推定した沿岸漂砂からもこの沿岸は東西両方向の沿岸漂砂が均衡していることから、安定した海浜が維持されているものと推定される。ただし、両方向の沿岸漂砂は存在することから、沿岸域にそれら沿岸漂砂に影響を与える構造物が建設されれば地形は変化することが予想される。

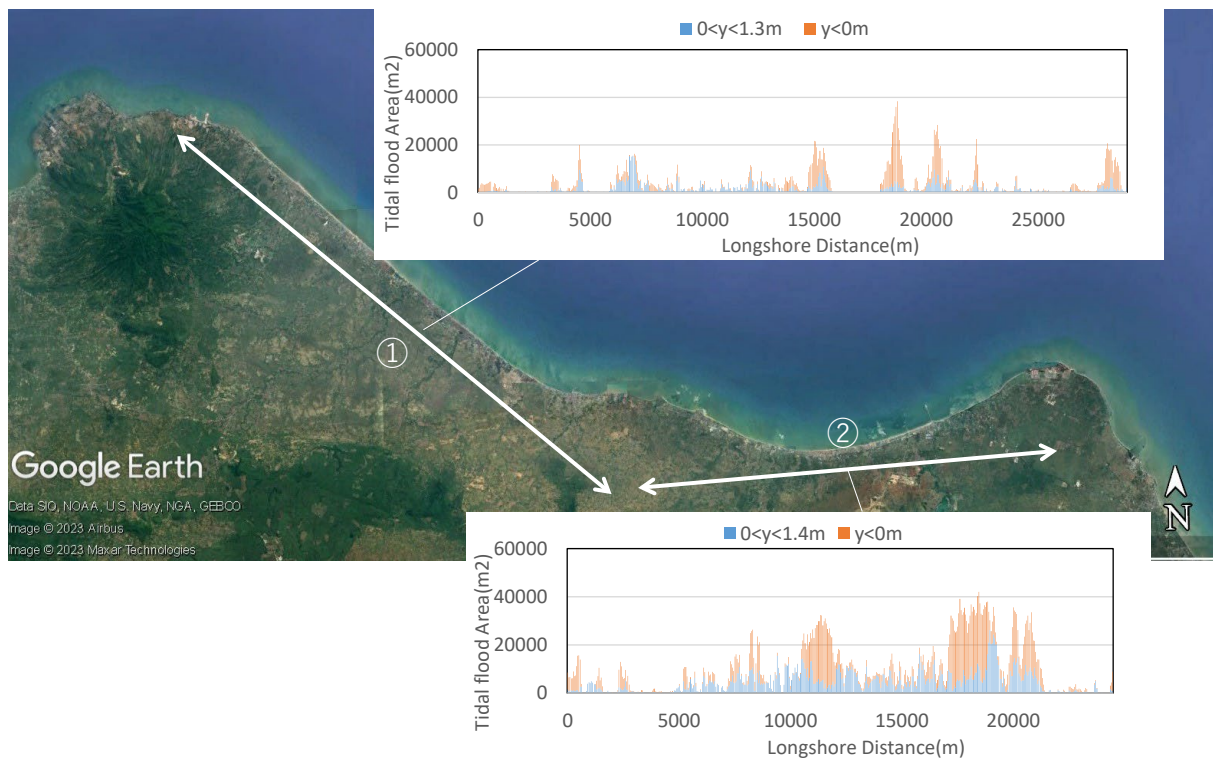


出典：JICA 調査団

図 6.139 Rembang-Tuban における沿岸漂砂の推定卓越方向

#### ④ 高潮特性

高潮時の高潮位下の浸水面積を図 6.1.40 に示した。浸水域は、海岸線背後 1 km の範囲で、海岸沿いに 50 m 間隔で算定した。後背地の地盤高は、「イ」国の地理空間情報庁 (BIG, Badan Informasi Geospasial) の DEMNAS データに基づいて作成した。海水位は年最大潮位+0.90 m に 50 年確率波に相当する波浪による水位上昇を加えた+1.3~+1.4 m とした。Tuban 東部の浸水域 (図 6.1.40 の②) は、他の地域に比べて広いが、Indramayu や Pemalang-Pekalongan に比べると、当該域は全体的に背後地地盤高が高いことから高潮氾濫のリスクが低い。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 6.1.40 Rembang-Tuban における高潮に対する脆弱性

## 6.2 社会環境・住民意見、制度面の現状

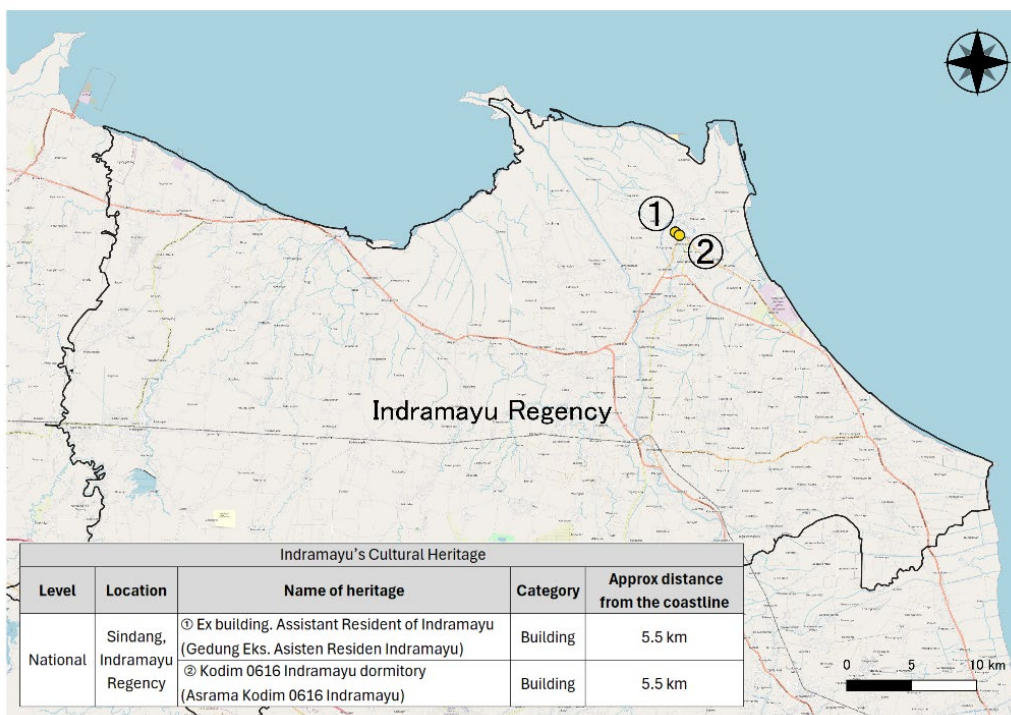
### 6.2.1 Area-I: Indramayu

#### ① 文化・社会慣習

本項では文化・社会慣習に関して記載する。人口・行政区分、先住民族・少数民族、産業については第17章の17.2節に自然環境・社会環境の現状に記載する。

#### (ア) 登録文化遺産

Indramayu 地域には世界遺産はない。その他の文化遺産としては下表の建物が登録されており、海岸からの距離は約 5.5 km に位置している。



出典：JICA 調査団

図 6.2.1 Indramayu の文化遺産位置図

#### (イ) 地域の文化

Indramayu の Eretan Kulon、Eretan Wetan、Dadap、Limbangan、Karangsong ビーチでは、ジャワ島北部の他の沿岸都市と同様に、年に1度「Nadran」と呼ばれる漁業祭が開催される<sup>1)</sup>。

#### (ウ) 沿岸地域の活用

Indramayu には4つの地区に塩田がある (Losarang に 923 ha、Kandanghaur に 190 ha、Krangkeng に 600ha)<sup>2)</sup>。Indramayu の製塩は夏・乾季にのみ行われ、雨季には製塩業者が漁師や魚商人に転職する<sup>3)</sup>。

Indramayu には4つの地区 (Cantigi、Kandanghaur、Losarang、Sindang) にマングローブ林がある。しかし1989年から2010年にかけて、土地が汽水養魚池に転換された影響で、マングローブの面積は29.9%減少した<sup>4)</sup>。マングローブ林の復旧は、Indramayu の様々なコミュニティにより、行われている (例：Sanggar Lingkungan Hidup により、世界環境デーに Dadap Baru 村に1,500 のマングローブが植えられた<sup>5)</sup>。ただし、これらの活動は1回実施されただけで、継続的には実施されていない。

海岸の清掃活動についてもコミュニティにより実施されているようであるが、継続的な活動は確認されていない。

## (エ) 観光資源

Indramayu の沿岸にはビーチやマングローブ林が観光資源として活用されており、Karansong のマングローブ林ではエコツーリズムが行われている。



出典：Ministry of Education and Culture HP を基に JICA 調査団作成

図 6.2.2 Indramayu 沿岸の観光資源位置図

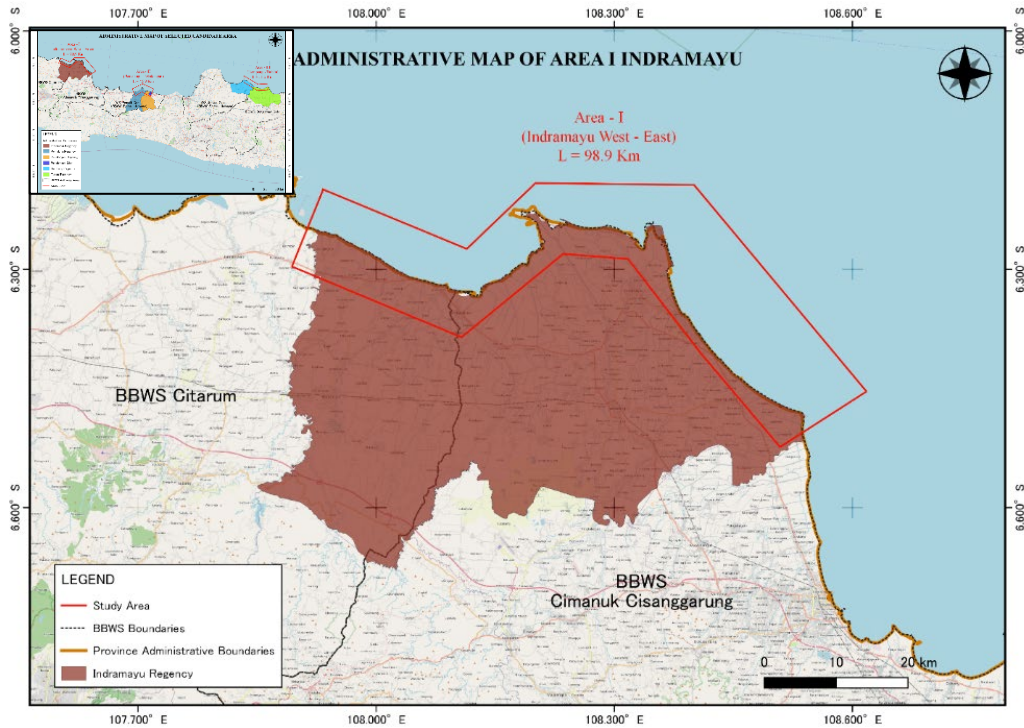
## ② 住民意見

住民意見の情報収集のため、各優先エリアの海岸部においてフォーカスグループディスカッション (FGD) を開催した。詳細については第 17 章に示す。

### ③ 制度

#### (ア) 海岸管理の組織体制

Area-Iは西ジャワ州県に属している。水資源管理上の区域は Citarum 河川区域および Cimanuk Cissangarung 河川区域に属しており、その所掌は PUPR 大臣規則 04/PRT/M/2015 により、両河川区域とも中央政府管理と規定されている。Citarum 河川区域は BBWS Citarum、Cimanuk Cissangarung 河川区域は BBWS Cimanuk Cissangarung と 2つの BBWS (PUPR の出先事務所) の管轄区域にまたがっている。



出典：JICA 調査団

図 6.23 Indramayu 地域の行政区分図

Indramayu 地域の海岸の防護、利用、環境に係る所掌は表 6.2.1 のように整理できる。防護については、BBWS はハードインフラを、KKP はグリーンインフラをそれぞれ実施しているが、法的な役割分担は明確ではない。

表 6.2.1 Indramayu 地域の海岸管理体制

Category	Responsible Organization	Function
水資源管理 (海岸防護を 含む)	BBWS Citarum	海岸防御施設 (主に Breakwater, Seawall, Revetment などのハードインフラ) の整備、維持管理
	BBWS Cimanuk Cisanggarung	海岸防御施設 (主に Breakwater, Seawall, Revetment などのハードインフラ) の整備、維持管理
海岸防災	KKP	海岸防護施設 (主にグリーンインフラ) の整備、維持管理
海岸利用	DKP, West Java Province	海岸空間計画の整備、海岸利用の審査
	Indramayu Regency	海岸利用の管理 (観光資源、清掃活動など)

出典：JICA 調査団

このうち BBWS の海岸事業に係る事業実績をヒヤリングした結果を表 6.2.3 および表 6.2.4 に示す。両事務所とも海岸に関する事業は継続的に実施されておらず 2012 年からの 10 年間で海岸事業が実施されたのは両事務所とも 4 年となっている。事業が実施された年の平均事業費は BBWS Citarum で 78 億ルピア、BBWS Cimanuk Cisanggarung で 292 億ルピアとなっている。

表 6.2.2 BBWS Citarum の実績海岸事業費 (IDR)

Type of Coastal Project (such as detail design, break water, sea wall, environmental measure, maintenance, and etc.)	Budget Allocation (Actual) (Unit: 1,000 IDR)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
rehabilitation/repair work	965,900		391,450							
supervision on coastal protection work	272,662		344,862	318,426				347,777		
seawall construction	8,611,395		4,553,876	11,548,268				3,764,848		
Total budget for coastal project	9,849,957	0	5,290,188	11,866,694	0	0	0	4,112,625	0	0
Total Budget of Rivers & Coasts Project of BBWS	481,822,188	746,383,458	114,930,428	257,885,750	107,615,162	440,617,110	592,981,944	759,608,289	535,851,570	432,871,593

出典：JICA 調査団

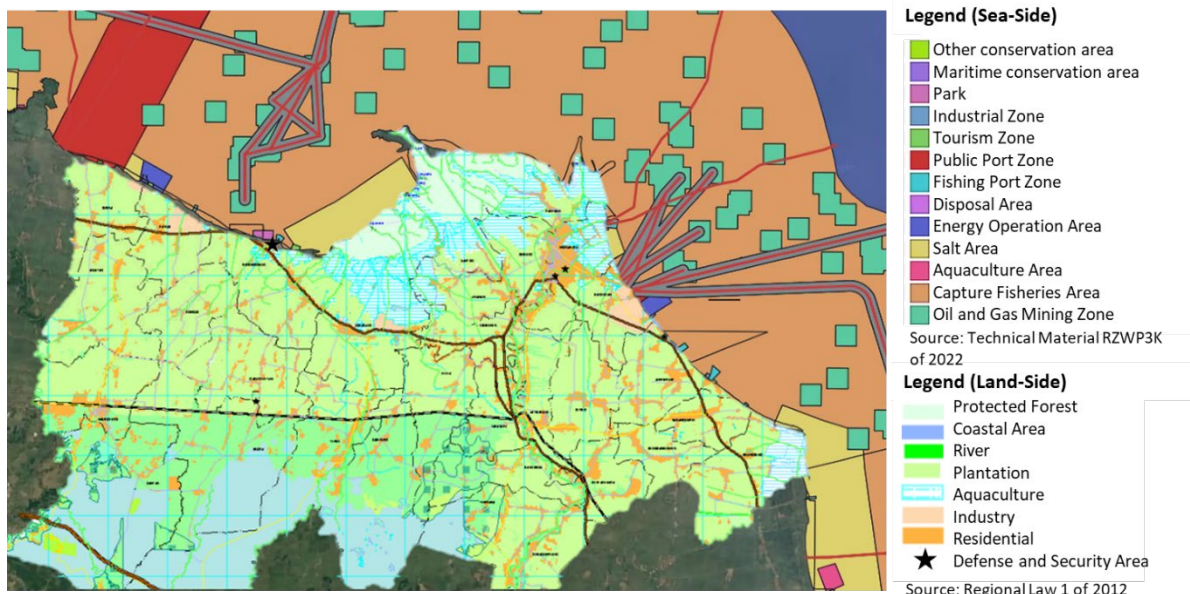
表 6.2.3 BBWS Cimanuk Cisanggarung の実績海岸事業費 (IDR)

Type of Coastal Project (such as detail design, break water, sea wall, environmental measure, maintenance, and etc.)	Budget Allocation (Actual) (Unit: 1,000 IDR)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
supervision on a construction work		474,010					1,314,045	1,207,465		2,437,294
jetty construction work		7,867,123								
construction around estuary							13,048,440			
coastal protection work								6,999,390		83,316,400
Total budget for coastal project	0	8,341,133	0	0	0	0	14,362,485	8,206,855	0	85,753,694
Total Budget of Water Resources Project of BBWS		141,374,206	99,571,041	324,462,899	145,151,456	172,065,797	94,627,906	43,976,883	21,759,009	111,137,587

出典：JICA 調査団

(イ) 空間計画

Indramayu 地域の海域空間計画は、地方規則 No.9/2022 西ジャワ州空間計画 (PERDA 9 TAHUN 2022 – RTRWP 2022 2042) として公表されている。Indramayu の陸域空間計画は、地方規則 No.1/2012 西ジャワ州空間計画として公表されている。海域および陸域空間計画図を図 6.2.4 に示す。



出典：地方規則 No.9/2022 西ジャワ州空間計画、地方規則 No.1/2012 Indramayu 県空間計画をもとに JICA 調査団作成

図 6.2.4 Indramayu 地域の海域・陸域空間計画

当該事業で区分けする各優先ゾーンの空間計画を表 6.2.4 に示す。Area-I に含まれる区域およびそれぞれの区域での許可される活動、禁止される活動、承認を得ることで許可される活動を添付資料 6-1 に示す。本事業に係る「Breakwater、Revetment、Groin の整備」については、いずれの区域においても承認（KKPRL/KKRL）を得ることで許可される活動となっている。

表 6.2.4 Area-I の空間計画

ゾーン	海域空間計画	陸域空間計画
1	港湾、塩田、エネルギーゾーンなど	プランテーション、工業ゾーンなど
2	エネルギー、漁業、保全ゾーン（第 17 章参照）など	プランテーション、工業ゾーンなど
3	塩田、漁業ゾーンなど	養殖、保護林ゾーン（第 17 章参照）など
4	塩田、観光、パイプラインゾーンなど	養殖、住宅ゾーンなど
5	パイプライン、エネルギーゾーンなど	工業ゾーンなど
6	漁業、漁港、観光ゾーンなど	プランテーションゾーンなど
7	漁業、漁港、塩田ゾーンなど	プランテーション、養殖ゾーンなど

出典：JICA 調査団

## 6.2.2 Area-II: Pemalang-Pekalongan

### ① 文化・社会慣習

本項では文化・社会慣習に関して記載する。人口・行政区分、先住民族・少数民族、産業については第 17 章の 17.2 自然環境・社会環境の現状に記載する。

#### (ア) 登録文化遺産

Pemalang-Pekalongan 地域には世界遺産および国の文化遺産はない。

### (イ) 地域の文化

Pemalang の Asemdayong 村では、「Baritan」と呼ばれる漁業祭が、年に一度スーラ月（イスラム暦）の第1月曜日または金曜日に開催されている<sup>6)</sup>。

Pekalongan は、イスラム文化が強い都市のひとつである。年に一度、シャウワール月（イスラム暦）に「Nyadran」または「Sedekah Laut」と呼ばれる漁業祭が Wonokerto 村で開催される<sup>7)</sup>。これとは別に、Pekalongan の中国系コミュニティが旧正月に開催する同様の祭がある。この祭は「Pek Cun」と呼ばれ、Pasir Kencana ビーチで開催される<sup>8)</sup>。

### (ウ) 沿岸地域の活用

Pemalang - Pekalongan 地域では従来は沿岸域に水田が広がっていたが、高潮による浸水で農業ができなくなり養魚池への転換が進んでいる。海面上昇あるいは地盤沈下の影響で、2003年から2016年にかけて、Pekalongan の農地は 370.26 ha 減少し、湿地面積は 292.68 ha 増加した。<sup>9)</sup>

同地域ではマングローブ植林が様々なコミュニティで、政府組織、NGO などにより実施されているがそれぞれ期限付きの活動で、継続的な活動は確認されていない。

同様に海岸の清掃活動についてもコミュニティにより実施されているようであるが、継続的な活動は確認されていない。

### (エ) 観光資源

Pemalang - Pekalongan 地域ではビーチやマングローブ林が観光資源として活用されている。Pemalang の Widuri ビーチ付近には、イスラム指導者の霊廟「Makam Syeikh Maulana Samsudin」があり観光名所になっている。施設関係者へのヒヤリングによると、週末には 30 台～50 台の観光バスが訪れているとのこと。



出典：JICA 調査団

図 6.2.5 Pemalang-Pekalongan 沿岸の観光資源位置図

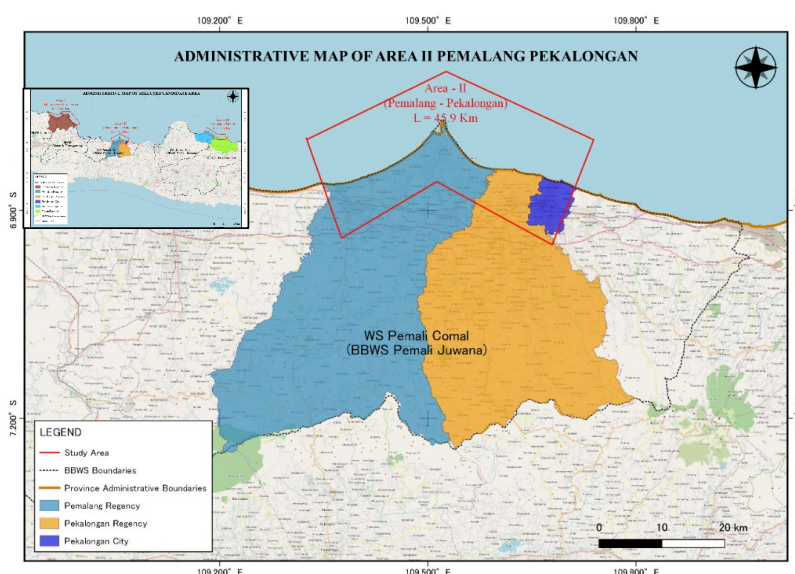
## ② 住民意見

住民意見の情報収集のため、各優先エリアの海岸部においてフォーカスグループディスカッション (FGD) を開催した。詳細については第 17 章に示す。

## ③ 制度

### (ア) 海岸管理の組織体制

Area-II は図 6.2.6 に示す通り中部ジャワ州 Pemalang 県、Pekalongan 県、Pekalongan 市に属している。水資源管理上の区域は Pemali Comal 河川区域に属しており、同流域の所掌は PUPR 大臣規則 04/PRT/M/2015 により中部ジャワ州と規定されているが、BBWS Pemali-Juana が支援する形で関わっている。



出典：JICA 調査団

図 6.2.6 Pemalang-Pekalongan 地域の行政区分図

Pemalang - Pekalongan 地域の海岸の防護、利用、環境に係る所掌は表 6.2.5 のように整理できる。先述した通り海岸防護を含む水資源管理の所掌は中部ジャワ州であるが、リソース不足などの要因により、BBWS Pemali-Juana が整備を実施している例が多い。その場合でも維持管理は中部ジャワ州が実施することになっている。防護については、中部ジャワ州 (BBWS が支援) はハードインフラ、KKP はグリーンインフラをそれぞれ実施しているが、法的な役割分担は明確ではない。

表 6.2.5 Pemalang-Pekalongan 地域の海岸管理体制

Category	Responsible Organization	Function
水資源管理 (海岸防護を 含む)	Dinas PU, Central Java Province (BBWS Pemali-Juana)	海岸防衛施設（主に Breakwater, Seawall, Revetment などのハードインフラ）の整備、維持管理 ※州政府のリソース不足などの要因により、整備を BBWS Pemali-Juana が実施している例多数
海岸防災	KKP	海岸防護施設（主にグリーンインフラ）の整備、維持管理
海岸利用	DKP, Central Java Province	海岸空間計画の整備、海岸利用の審査
	Pemalang Regency	海岸利用の管理（観光資源、清掃活動など）
	Pekalongan Regency	海岸利用の管理（観光資源、清掃活動など）
	Pekalongan City	海岸利用の管理（観光資源、清掃活動など）

出典：JICA 調査団

このうち BBWS Pemali-Juana の海岸事業に係る事業実績をヒヤリングした結果、平均事業費は 4800 億ルピア/年となっている（表 6.2.6）。

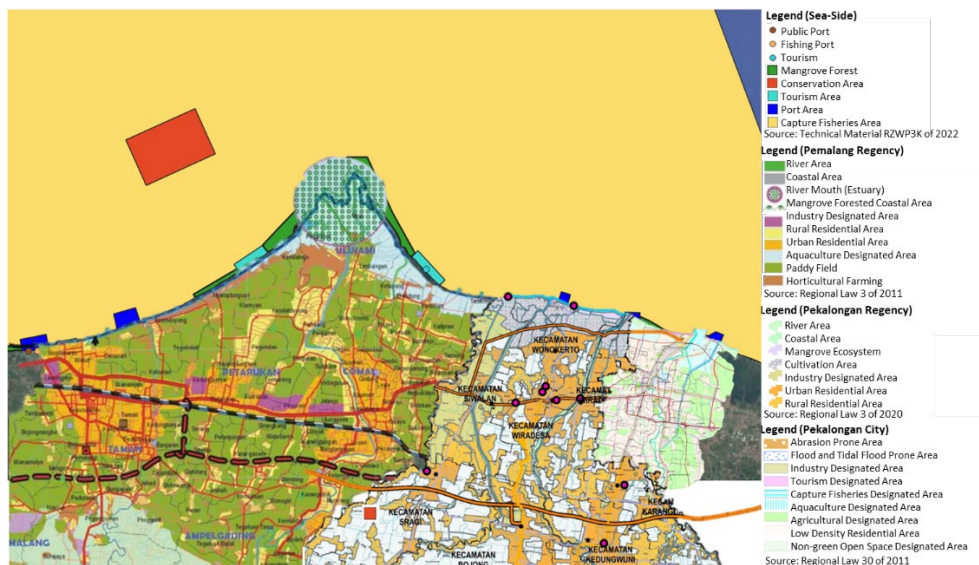
表 6.2.6 BBWS Pemali-Juana の実績海岸事業費（IDR）

Type of Coastal Project (such as detail design, break water, sea wall, environmental measure, maitenance, and etc.)	Budget Allocation (Actual) (Unit: 1,000 IDR)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Coastal protection in Depok Beach, Pekalongan Regency			111,981,779							
no remarks				260,895,917	147,407,685	525,842,689	881,394,896	877,091,117	233,990,039	869,226,432
Total budget for coastal project										
Total Budget for Water Resources Project of BBWS			111,981,779	260,895,917	147,407,685	525,842,689	881,394,896	877,091,117	233,990,039	869,226,432

出典：JICA 調査団

(イ) 空間計画

Pemalang - Pekalongan 地域の海域空間計画は中部ジャワ州により策定中となっている。Pemalang - Pekalongan 地域の陸域空間計画は、対象となる各県と市の地方規則として公表されている。海域及び陸域空間計画図を図 6.2.7 に示す。



出典：中部ジャワ州空間計画（ドラフト）、地方規則をもとに JICA 調査団作成

図 6.2.7 Pemalang-Pekalongan 地域の陸域空間計画

当該事業で区分けする各優先ゾーンの空間計画を表 6.2.7 に示す。Area-II に含まれる区域およびそれぞれの区域での許可される活動、禁止される活動、承認を得ることで許可される活動を添付資料に示す。本事業に関係する「Breakwater、Revetment、Groin の整備」については、いずれの区域においても承認（KKPRL/KKRL）を得ることで許可される活動となっている。

表 6.2.7 Area-II の空間計画

ゾーン	海域空間計画	陸域空間計画
1	漁業、漁港、観光ゾーンなど	市街地、水田ゾーンなど
2	漁業、マングローブ、観光ゾーンなど	水田、マングローブ、養殖ゾーンなど
3	漁業、漁港、観光ゾーンなど	養殖、観光ゾーンなど

出典：JICA 調査団

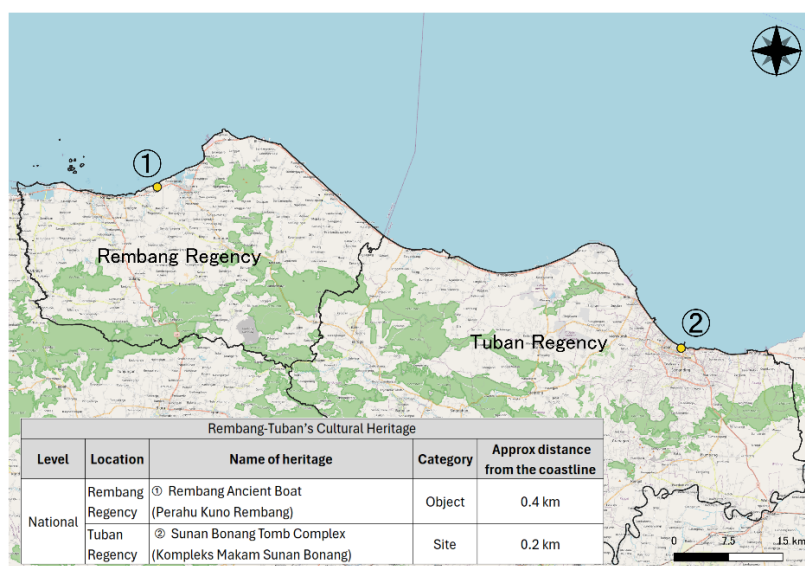
### 6.2.3 Area-III: Rembang-Tuban

#### ① 文化・社会慣習

本項では文化・社会慣習に関して記載する。人口・行政区分、先住民族・少数民族、産業については第 17 章の 17.2 自然環境・社会環境の現状に記載する。

#### (ア) 登録文化遺産

Rembang-Tuban 地域には世界遺産はない。その他の文化遺産としては Rembang では古代の船が登録されており、海岸からの距離は約 400 m の場所に保存されている。Tuban には霊廟が海岸から約 200 m の位置に立地している。



出典：Ministry of Education and Culture HP を基に JICA 調査団作成

図 6.2.8 Rembang-Tuban の文化遺産位置図

#### (イ) 地域の文化

Rembang 地域はイスラム文化が色濃い地域である。年に一度、Sedekah Laut と呼ばれる漁業祭が Tasikagung 村で開催される<sup>10)</sup>。

Rembang 地域地域では、人々が協力して助け合う「Sambatan」と呼ばれる共助を行う習慣がある（ビーチに停泊している船舶の押し引き上げ、船舶上の魚の引き上げ、船舶の修理や片付けなど<sup>11)</sup>）。

#### (ウ) 沿岸地域の活用

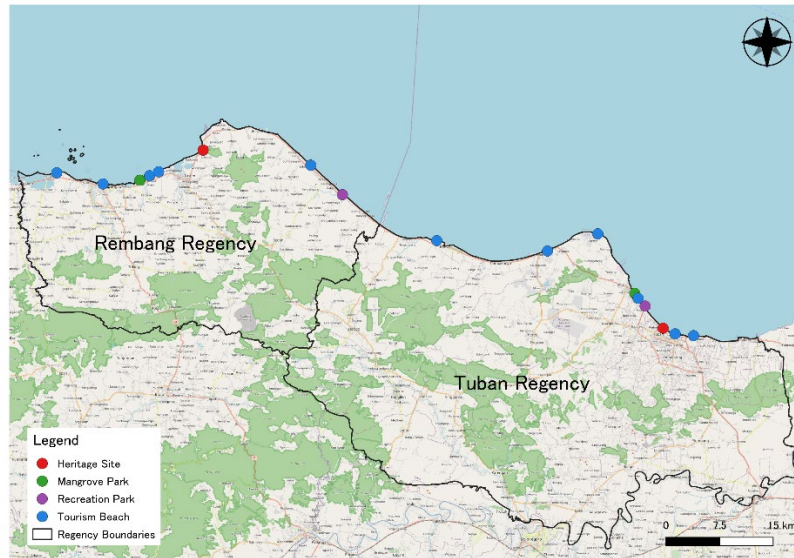
Rembang 地域では工業地域があり、鉱業、造船、塩の加工、海産物加工などの産業が盛んである。他には漁業、養殖業、塩生産が盛んである。

同地域ではマングローブ植林が様々なコミュニティで、政府組織、NGO などにより実施されているがそれぞれ期限付きの活動で、継続的な活動は確認されていない。

同様に海岸の清掃活動についてもコミュニティにより実施されているようであるが、継続的な活動は確認されていない。

#### (エ) 観光資源

Rembang-Tuban の沿岸にはビーチやマングローブ林が観光資源として活用されている。



出典：JICA 調査団

図 6.2.9 Rembang-Tuban 沿岸の観光資源位置図

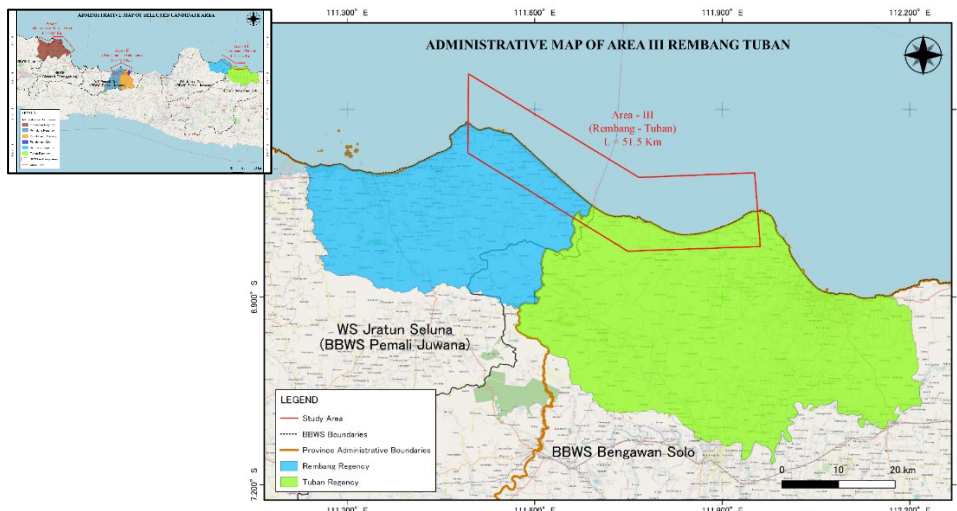
## ② 住民意見

住民意見の情報収集のため、各優先エリアの海岸部においてフォーカスグループディスカッション (FGD) を開催した。詳細については第 17 章示す。

## ③ 制度

### (ア) 海岸管理の組織体制

Area-III は中部ジャワ州 Rembang 県と東ジャワ州 Tuban 県に跨っている。水資源管理上の区域は西は Jratauseluna 河川区域に、東は Bengawan Solo 河川区域に属しており、それぞれの所掌は、PUPR 大臣規則 04/PRT/M/2015 により両流域ともに中央政府となっている。Jratunseluna 河川区域は BBWS Pemali Juana、Bengawan Solo 河川区域は BBWS Bengawan Solo が管理している。



出典：JICA 調査団

図 6.2.10 Rembang-Tuban 地域の行政区分図

Rembang-Tuban 地域の海岸の防護、利用、環境に係る所掌は表 6.2.7 のように整理できる。防護については、BBWS はハードインフラ、KKP はグリーンインフラをそれぞれ実施しているが、法的な役割分担は明確ではない。

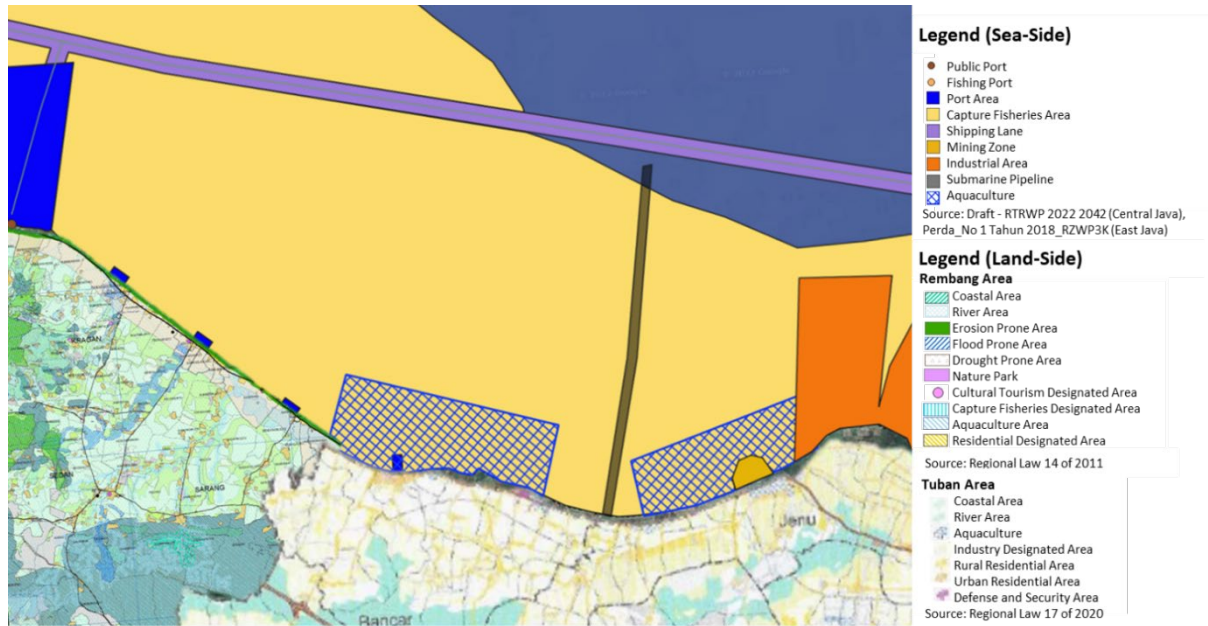
表 6.2.8 Rembang-Tuban 地域の海岸管理体制

Category	Responsible Organization	Function
水資源管理 (海岸防護を含む)	BBWS Pemali Juana	海岸防御施設（主に Breakwater, Seawall, Revetment などのハードインフラ）の整備、維持管理
	BBWS Bengawan Solo	海岸防御施設（主に Breakwater, Seawall, Revetment などのハードインフラ）の整備、維持管理
海岸防災	KKP	海岸防護施設（主にグリーンインフラ）の整備、維持管理
海岸利用	DKP, West Java Province	海岸空間計画の整備、海岸利用の審査
	DKP, East Java Province	海岸空間計画の整備、海岸利用の審査
	Rembang Regency	海岸利用の管理（観光資源、清掃活動など）
	Tuban Regency	海岸利用の管理（観光資源、清掃活動など）

出典：JICA 調査団

(イ) 空間計画

Rembang-Tuban 地域の海域空間計画は中部ジャワに関しては統合空間計画の公表に向けた手続き中である。最新の海域及び陸域の空間計画を図 6.2.11 に示す。



出典：中部ジャワ州空間計画（ドラフト）、地方規則 No.1/2018 東ジャワ州空間計画、地方規則をもとに JICA 調査団作成

図 6.2.11 Rembang-Tuban 地域の陸域空間計画

当該事業で区分けする各優先ゾーンの空間計画を表 6.2.9 に示す。Zone3 に含まれる防衛ゾーンについては必要に応じて詳細を確認する。

Area-III に含まれる区域で許可される活動、禁止される活動、承認を得ることで許可される活動を添付資料に示す。本事業に関係する「Breakwater、Revetment、Groin の整備」については、Mining Zone、Industrial Zone、Submarine Pipeline、Shipping Lane で禁じられているがその他の区域では承認（KKPRL/KKRL）を得ることで許可される活動となっている。

表 6.2.9 Area-III の空間計画

ゾーン	海域空間計画	陸域空間計画
1	漁業、漁港、養殖ゾーンなど	養殖、住宅ゾーンなど
2	養殖ゾーンなど	住宅ゾーンなど
3	養殖、漁業、鉱業、産業ゾーンなど	防衛、住宅、養殖、産業ゾーンなど

出典：JICA 調査団

## &lt;第6章 参考文献&gt;

- 1) STEKOM, “Nadran,” 2020, <https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Nadran>
- 2) A. Maman, “Produksi Garam di Indramayu Hanya 1.500 Ton Selama 2016,” 2017, <https://bandung.bisnis.com/read/20170109/549/1099080/produksi-garam-di-indramayu-hanya-1.500-ton-selama-2016>
- 3) S. Sodikin, “Karakteristik Dan Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir Dan Laut Di Kawasan Pantai Kabupaten Indramayu,” *J. Geogr. Gea*, vol. 11, no. 2, pp. 200–208, 2016, <https://ejournal.upi.edu/index.php/gea/article/view/1630>
- 4) H. Marcello, “Perubahan mangrove di wilayah pesisir indramayu,” 2012, [https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20293983-S1446-Hansel Marcello.pdf](https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20293983-S1446-Hansel%20Marcello.pdf)
- 5) S. A. Miranti, “Cegah Abrasi di Pesisir Pantai Indramayu, Sanggar Lingkungan Hidup Tanam 1500 Bibit Mangrove,” *Tribun News*, 2019. <https://jabar.tribunnews.com/2019/06/12/cegah-abrasi-di-pesisir-pantai-indramayu-sanggar-lingkungan-hidup-tanam-1500-bibit-mangrove>
- 6) A. A. Adilan, “Mengenal Baritan, Tradisi Sedekah Laut Masyarakat Pantai Kabupaten Pemalang,” 2022, <https://pemalangdaily.com/2022/03/mengenal-baritan-tradisi-sedekah-laut-masyarakat-pantai-kabupaten-pemalang/#:~:text=Tradisi Baritan adalah tradisi sedekah,dan dilestarikan secara turun temurun.>
- 7) I. D. Purnomo, “Sedekah Laut Nelayan Pekalongan Kembali Digelar, Wali Kota Aaf Turut Larung Sesaji,” *Tribun Pantura*, 2021. <https://pantura.tribunnews.com/2021/11/16/sedekah-laut-nelayan-pekalongan-kembali-digelar-wali-kota-aaf-turut-larung-sesaji>
- 8) Pekalongan Tourism, “Tradisi Sedekah Laut Pek Cun.” [http://tourism.pekalongankota.go.id/destinasi/14-Tradisi Sedekah Laut Pek Cun](http://tourism.pekalongankota.go.id/destinasi/14-Tradisi%20Sedekah%20Laut%20Pek%20Cun)
- 9) A. Wijaya and C. Susetyo, “Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan Tahun 2003, 2009, dan 2016,” *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 417–420, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.24454. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwippZ6qgZn6AhXIBrcAHXjKAq4QFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fejournal.its.ac.id%2Findex.php%2Fteknik%2Farticle%2Fdownload%2F24454%2F4798&usq=AOvVaw0kug1uu\\_z25vNrDuNfc0HO](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwippZ6qgZn6AhXIBrcAHXjKAq4QFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fejournal.its.ac.id%2Findex.php%2Fteknik%2Farticle%2Fdownload%2F24454%2F4798&usq=AOvVaw0kug1uu_z25vNrDuNfc0HO)
- 10) D. Setiady and E. Usman, “Majunya Garis Pantai Yang Diakibatkan Oleh Proses Sedimentasi Di Sepanjang Pantai Perairan Kabupaten Rembang,” *J. Geol. Kelaut.*, vol. 6, no. 3, pp. 146–153, 2016, doi: 10.32693/jgk.6.3.2008.158. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/230485-majunya-garis-pantai-yang-diakibatkan-ol-0ae5aa9a.pdf>
- 11) “Mahasiswa KKN Undip di Kecamatan Sarang ‘Bersih Pantai’ Bersama Warga,” *Rembang Government*, 2019. <https://rembangkab.go.id/berita/mahasiswa-kkn-undip-di-kecamatan-sarang-bersih-pantai-bersama-warga/>

## 第7章 海岸区切りの検討 (Step-2、Step-3)

### 7.1 海岸区切りの概要

第5章では1つの海岸保全基本計画(案)を策定するための範囲として、行政界や大河川の河口位置等を考慮して、数十kmから100kmオーダー程度のエリアを設定した(海岸保全基本計画策定手順におけるStep-1)。このエリア単位での海岸保全基本計画を策定することになるが、単一のエリア内においても海岸性状、襲来波浪に始めとする自然条件および背後域・海岸域の利用などの社会環境特性は異なる。各海岸の海岸保全基本計画(案)を策定するにあたり、これらの類似性、異なりを考慮した計画策定が求められる。このため、一つのエリアから、自然条件、背後域・海岸域の類似性を考慮して、具体的な検討をするための海岸区切りを検討する。

本章では海岸区切りの検討手順を記述する。海岸区切りとして、2段階の手順を踏む(海岸保全基本計画策定手順におけるStep-2、Step-3)。Step-2: 海岸の普遍的特性としての海岸性状、襲来波浪特性、海岸線の方向角等の自然条件を踏まえ、ゾーニングを実施する。これをゾーンと呼び、海岸延長は数十kmオーダーの範囲を目安とする。次に、Step-3: 実際の海岸において港や導流堤などの沿岸漂砂系に影響を与える人工施設が存在することから、漂砂の連続性を考慮して細分化するとともに、背後域・海岸域の利用状況を踏まえ、計画策定の海岸区切りとする(これをセクションと呼ぶ)。

### 7.2 ゾーンの設定 (Step-2)

#### 7.2.1 ゾーン区分の方針

##### ① ゾーン区分の意味合い

沿岸域の地形特性や海象特性に対応して対象沿岸をゾーニングすることで、それら特性に対応した海岸保全(管理)の方向性を示す。そのため、海岸保全基本計画(案)を検討するエリアを、地形特性や海象特性の類似性を踏まえて沿岸域を数十km程度の範囲でゾーニングする。

##### ② ゾーン区分の考え方

以下の手順で分けする。

###### (ア) 海岸線の方向性からの区分

土砂移動の外力となる波浪の特性(波高および波向)は海岸線の向きによって大きく影響を受ける。そのため、海岸線の方向性は、海岸保全する上で重要な要素である海岸部の土砂移動に関わることから、海岸線の方向性をゾーニングの目安とする。

###### (イ) 海浜地形特性からの区分

上記で分けした海岸でも、海岸部を構成する底質が砂礫か岩礁など、大きく異なる場合は、海岸を区分する。

### ③ ゾーン区分の境界の取り方

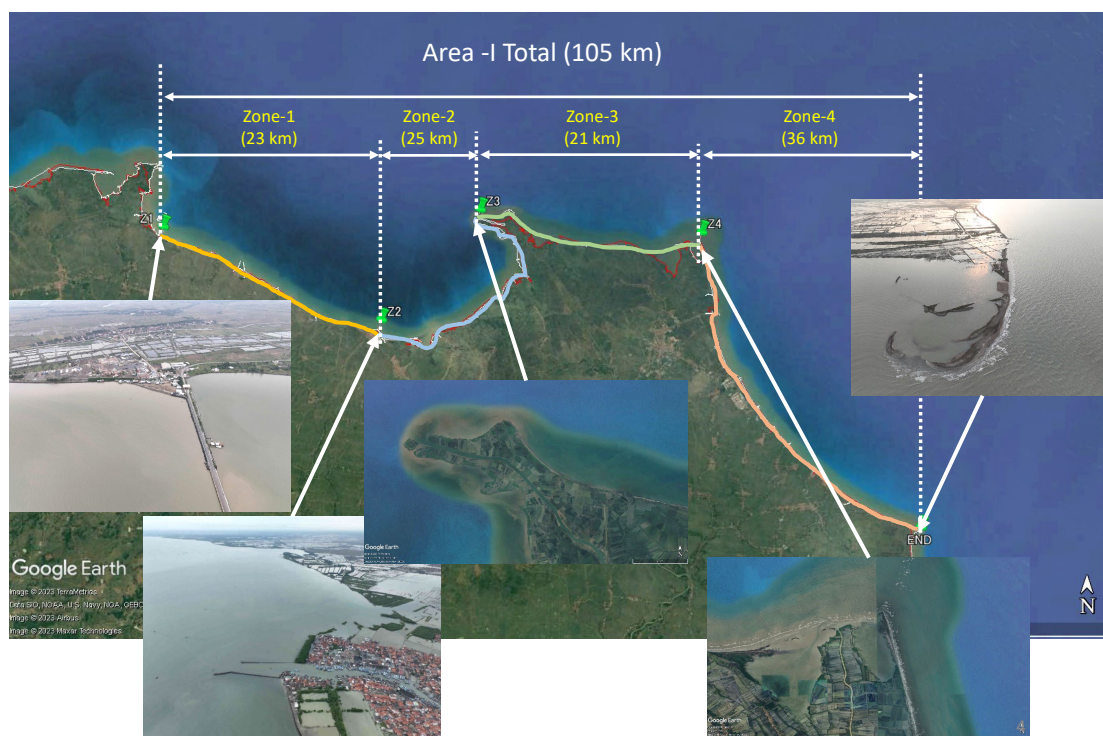
上記に示した条件は場合によっては連続的に変化する場合もあり、その場合は、目安として岬地形、防波堤などの港湾施設、河口部（導流堤）など、土砂移動の境界条件となるような箇所とする。

#### 7.2.2 各エリアにおけるゾーン区分

選定した3沿岸域について、先に示した方針に従い、以下に示すようにゾーン区分した。

##### ① Area-I: Indramayu

Indramayuは中央にCimanuk川からの流出土砂によって形成されたと思われる北方向に突出した凸型地形であり、それによって大きく海岸線形状が沿岸によって異なっている。この特徴から、図7.2.1に示すように4つのZoneに区分した。Zone-1はほぼ直線状の海岸線からなるが、Zone-2は凸部地形の西側の湾曲した海岸線を有する沿岸である。さらにZone-3は凸部の頂部に当たるものの、ほぼ海岸線が北方向に面した直線状の沿岸地形である。さらにZone-4は海岸線の向きが大きく南に屈曲し、緩く湾曲した海岸線をなし、その東端では、さらに南に向けて大きく屈曲した地形へと続いている。Zone-1と2の境界は河口部、Zone-2と3、3と4の境界は突出した地形の先端に位置する。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

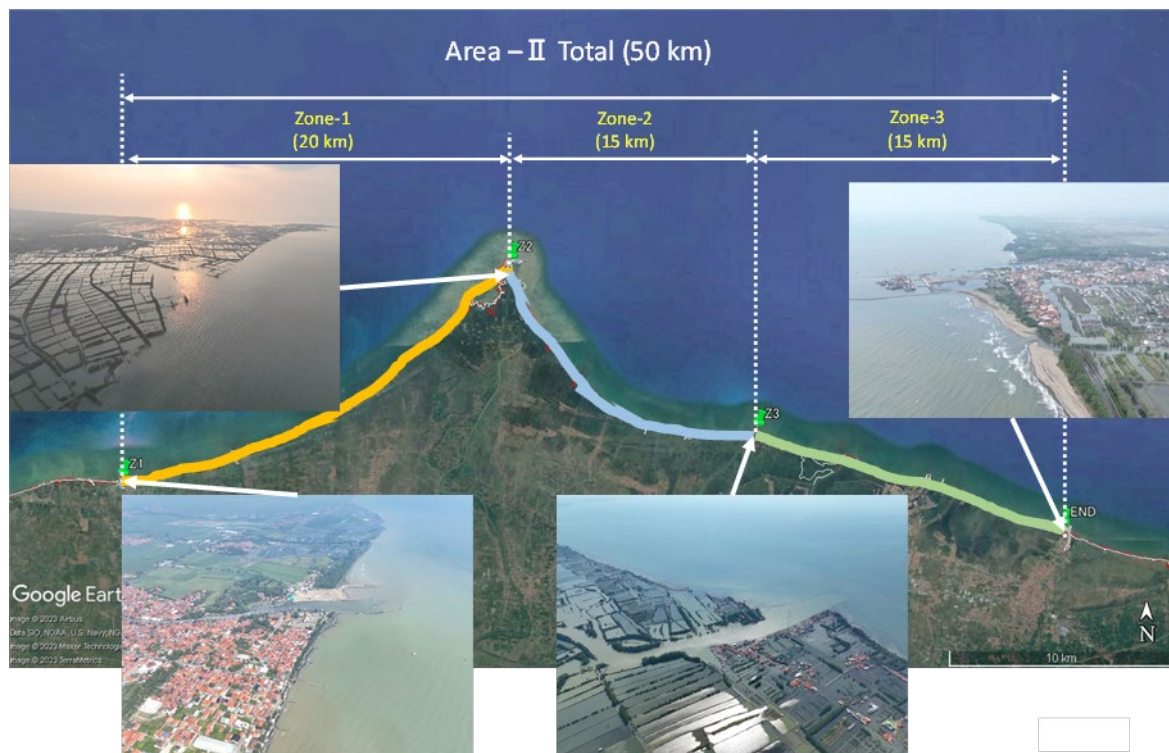
図 7.2.1 Indramayu 沿岸域でのゾーン区分

## ② Area-II: Pemalang-Pekalongan

Pemalang-Pekalongan は中央からの流出土砂によって形成されたとされる北方向に突出した凸型地形であり、それによって大きく海岸線形状が沿岸によって異なっている。この特徴から、図 7.2.2 に示すように3つの Zone に区分した。Zone-1 は突出した地形の西側に当たり、緩く湾曲した海岸線を呈している。その東側の Zone-2 は突出した地形の東側に当たり、こちらも Zone-1 よりはやや湾曲度は強いものの湾曲した海岸線を呈している。その東に続く Zone-3 はほぼ直線状の海岸線となっている。Zone-1 と 2 の境界は突出した地形の先端、Zone-2 と 3 の境界は河口部に位置する。

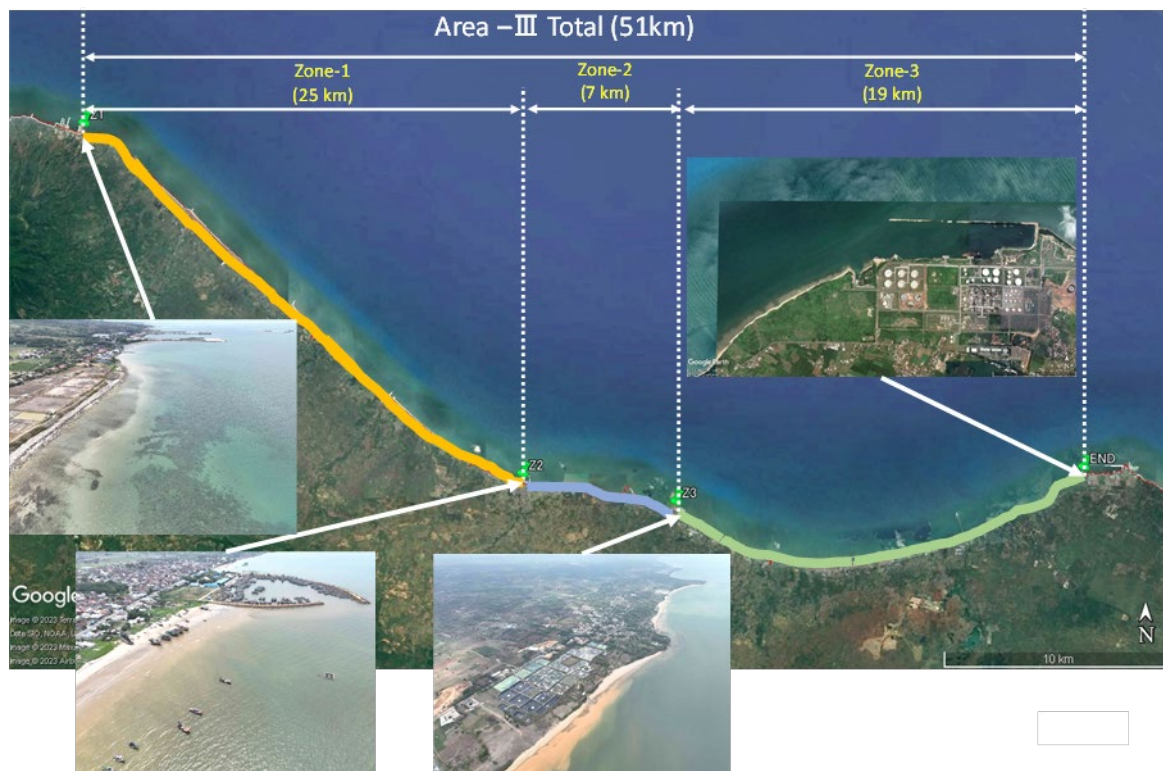
## ③ Area-III: Rembang-Tuban

Rembang-Tuban は東西端に張り出した地形であり、その中央には岬地形を有する。この特徴から、図 7.2.3 に示すように3つの Zone に区分した。Zone-1 はほぼ北東方向に向いている直線状の海岸である。その東に隣接する Zone-2 は Zone-1 と異なり、海岸線の向きが北方向に向くとともに、いくつかの岬地形が存在する地形である。その東に隣接する Zone-3 は東に向かって緩く湾曲した海岸線を呈している。Zone-1 と 2 の境界には港湾施設が、Zone-2 と 3 の境界には岬が位置する。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 7.2.2 Pemalang-Pekalongan 沿岸域でのゾーン区分



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 7.2.3 Rembang-Tuban 沿岸域でのゾーン区分

### 7.3 セクションの区分け (Step-3)

#### 7.3.1 セクション区分の目的と方針

海岸保全基本計画（案）の最終的なアウトプットとしては、各海岸域における今後の保全計画の概略平面レイアウト案を示すことである。そのためには各海岸状況の現状とともに、各地点における背後地および海岸域の利用上の現況および今後の状況と周辺海岸への影響に留意しながら、いくつかの対策オプションの中から適宜選択していく必要がある。また、本取り組みは「イ」国で初めての試みであるため、今後の「イ」国での水平展開を図っていく場合に、中央・地方含めどの機関が主導的に海岸保全基本計画（案）を作成するのか、等については、今後更なる協議に委ねられる。本事業では、3つの優先エリアから PUPR が実施する海岸域を抽出し、海岸保全施設整備計画を作成することが求められているため、どの機関がどの範囲で主導的に海岸保全基本計画（案）を作成・実施していくかの素案を示す必要がある。

これより背後地および海岸域の利用状況を踏まえ、セクションに区分けを行う。また背後域・海岸域の利用を踏まえ、海岸基本計画作成上の主導的立場となる関係機関を検討する。ここで各セクション間の境界については、隣接するセクションへの影響ができるだけ生じないように、漂砂の連続性が絶

たれるような箇所区切ることが望ましい。そこで、河口部や突堤・導流堤等の人工施設により、漂砂の連続性が絶たれると考えられる箇所を境界として区分けを行う方針とする。

### 7.3.2 セクション区分の方法

#### ① 背後地および海岸域の利用状況

##### (ア) 背後地の利用状況

ジャワ島北部海岸はそのほとんどの海岸背後地で既に開発がなされており、都市および居住地、国道・発電所や製油所等のエネルギー関連施設等の重要インフラとしての利用とともに、農地、養殖施設、塩田などの一次産業の利用が混在する。エネルギー関連施設は特に Area-I の Indramayu に見られ、また Area-II の Pemalang には重要遺産（Tomb of Syeikh Maulana Samsudin）が、Pekalongan の中心市街地の背後には大規模な観光施設が整備されている。さらに Area-I の Indramayu および Area-III の Rembang では国道が海岸背後に位置している。



出典：JICA 調査団

図 7.3.1 各エリアの背後地の利用状況の一例

## (イ) 海岸域の利用状況

対象3エリアにおける海岸域利用は、主に、ジャワ島内からの観光客によるレクリエーション、海水浴等のマリンスポーツ等のローカルツーリズムとしての利用、および漁船の係留・荷揚げ等の漁業活動の利用である。ただし、多くを占める農地や塩田などの一次産業エリアでは殆ど海岸域の利用は見られない。ローカルツーリズムエリアは特に Area-I および Area-II に点在しており、その延長はそれぞれ 1 km 前後である。また Area-III の Rembang-Tuban では、小型の漁船は砂浜および浅瀬に係留しており、水揚げ、船卸し、漁船の補修、造船など海岸の利用が盛んである。背後域が農地や湯魚地においては、海岸域にマングローブが植林または自然に増加している箇所も見られ、土地の侵食対策や水産資源の保護、ツーリズムエリアや保護区など様々な用途で活用されている。

### Recreation/Marine sports



### Boat landing



### Mangrove planting



出典：JICA 調査団

図 7.3.2 各エリアの海岸利用状況の一例

## ② 境界について

### (ア) 人工施設による境界

本事業の対象エリアにおいて、漂砂の連続性を阻止している人工施設として、①港湾施設、②導流堤および③海岸保全施設に大別される。港湾施設は、発電所、製油所などに設置される大規模な防波堤、また漁港の防波堤やアクセス路が挙げられる。導流堤は、河口部の埋没対策により漁船の航路を確保や、河川の流下能力を向上し洪水対策のために設置される。既に漂砂の連続性が阻止されていると考えられるこれらの人工施設をセクション区切りの境界とする。



出典：JICA 調査団

図 7.3 各エリアの人工施設による境界状況

#### (イ) 自然の境界

本事業の対象エリアにおける自然境界としては、①河口、②砂嘴、③マングローブに大別される。漁港が河川内に存在する河口では前述の導流堤が存在する場合が多い。一方、導流堤のない自然の河口も存在し、その河口部の形状から漂砂の連続性に影響を及ぼしている見られる箇所も確認できる。また Indramayu の東端などでは砂嘴が存在し、沿岸漂砂の連続性に影響を及ぼすと考えられる。また対象エリアには、現況海岸線から沖側に突出した形状でのマングローブ植林が実施されている箇所も存在し、沿岸漂砂の連続性に影響を及ぼすと考えられる。

River mouth



Sand spit



Mangrove Forest



出典：JICA 調査団

図 7.3.4 自然の作用により形成される境界の例

### ③ 想定する海岸保全基本計画検討の主導機関

今後、「イ」国の他海岸エリアでの海岸保全基本計画の水平展開を図る上で、海岸保全基本計画検討を主導的に検討する想定関係機関について示したものが表 7.3.1 である。

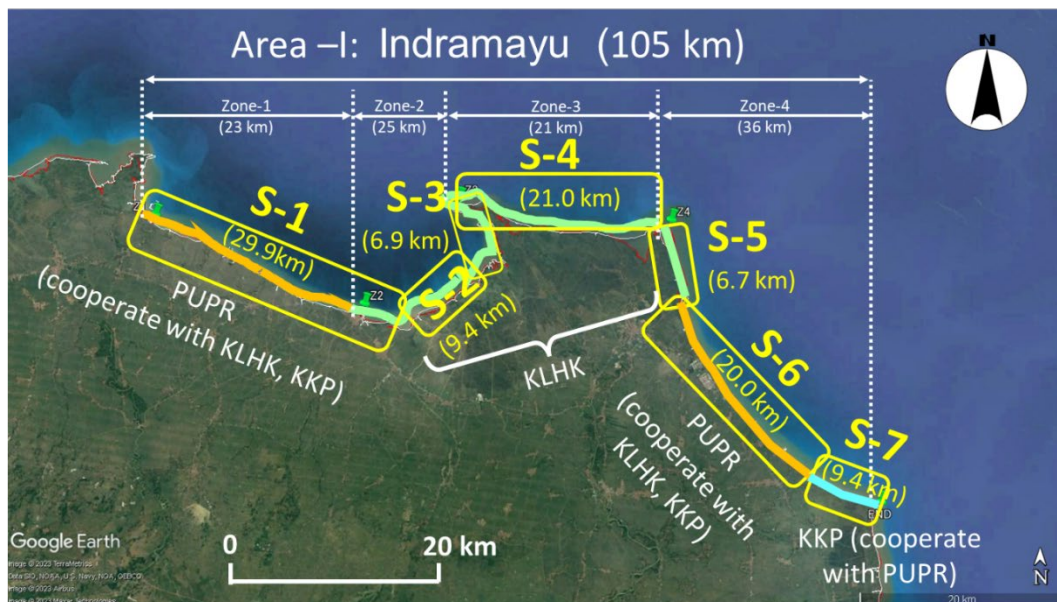
表 7.3.1 想定する海岸保全基本計画を主導的に検討する関係機関

背後地および海岸域の利用	想定する海岸保全計画検討の主導機関
ツーリズムエリア (マングローブエコ ツーリズムエリア除く)	PUPR, DINAS PU
都市・居住地	
農地	
漁港エリア	KKP
塩田・遊漁地	
マングローブ保護区 (関連エコツーリズムエリア、 植林エリア)	KLHK
一般港、エネルギー関連施設	民間、港湾管理者

出典：JICA 調査団

### 7.3.3 各エリアにおけるセクション区分

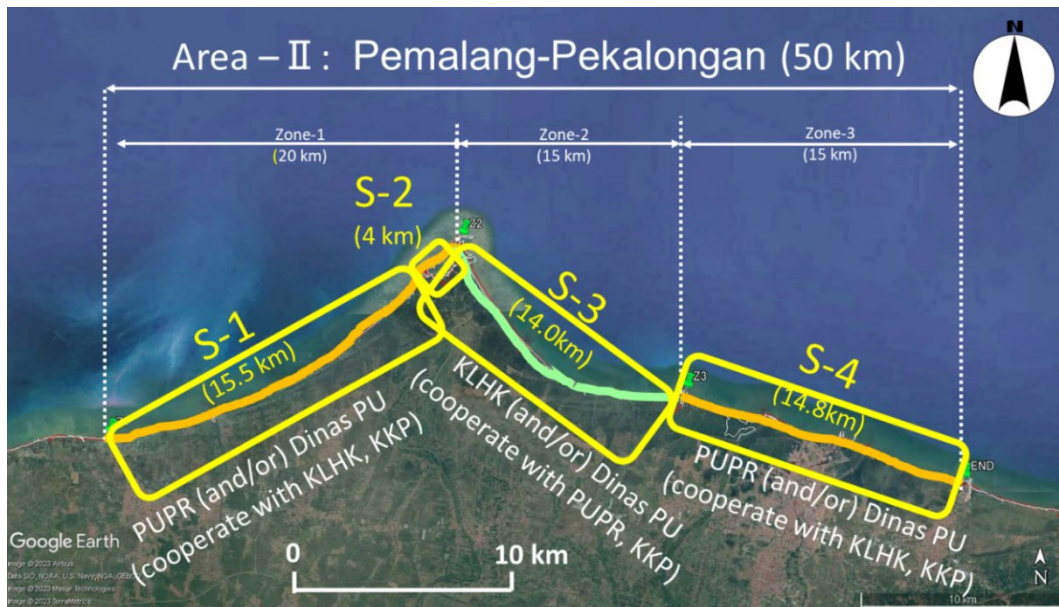
図 7.3.5 に、Area-I (Indramayu) におけるセクション区分けを示す。背後地および海岸域の利用状況を踏まえ、図 7.3.5 に示すような 7 セクションに設定し、それぞれの主導的關係機関を示す。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

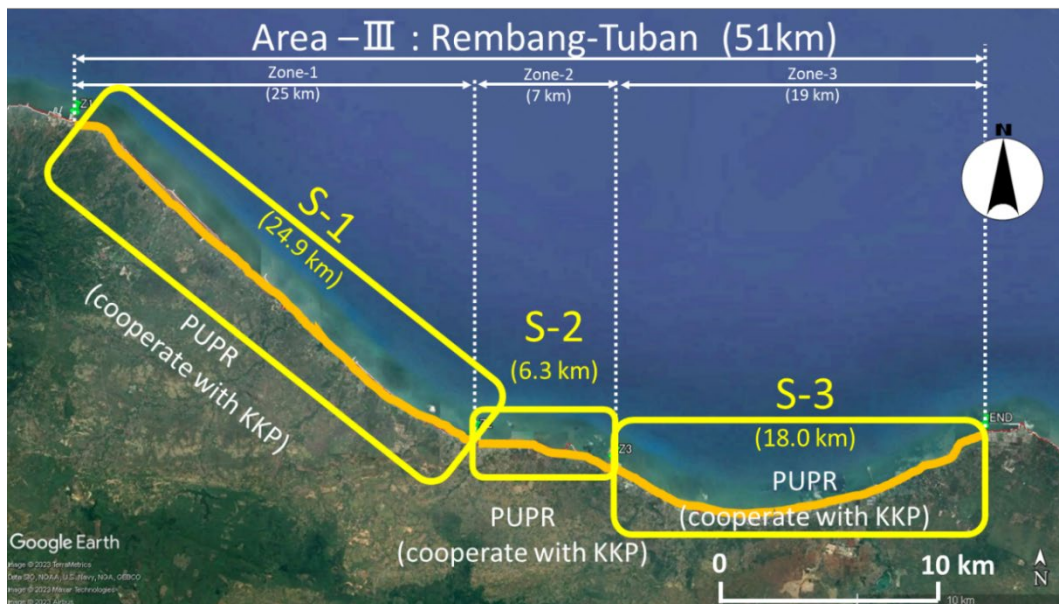
図 7.3.5 Area-I のセクション区分

同様に、Area-II (Pemalang-Pekalongan) および Area-III (Rembang-Tuban) のセクション区分、およびそれぞれの主導的關係機関を図 7.3.6 および図 7.3.7 に示す。Area-II においては4セクション、Area-III においては3セクションを設定した。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 7.3.6 Area-II のセクション区分



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 7.3.7 Area-III のセクション区分

## 第8章 “海岸のあるべき姿”の設定 (Step-4)

### 8.1 概要

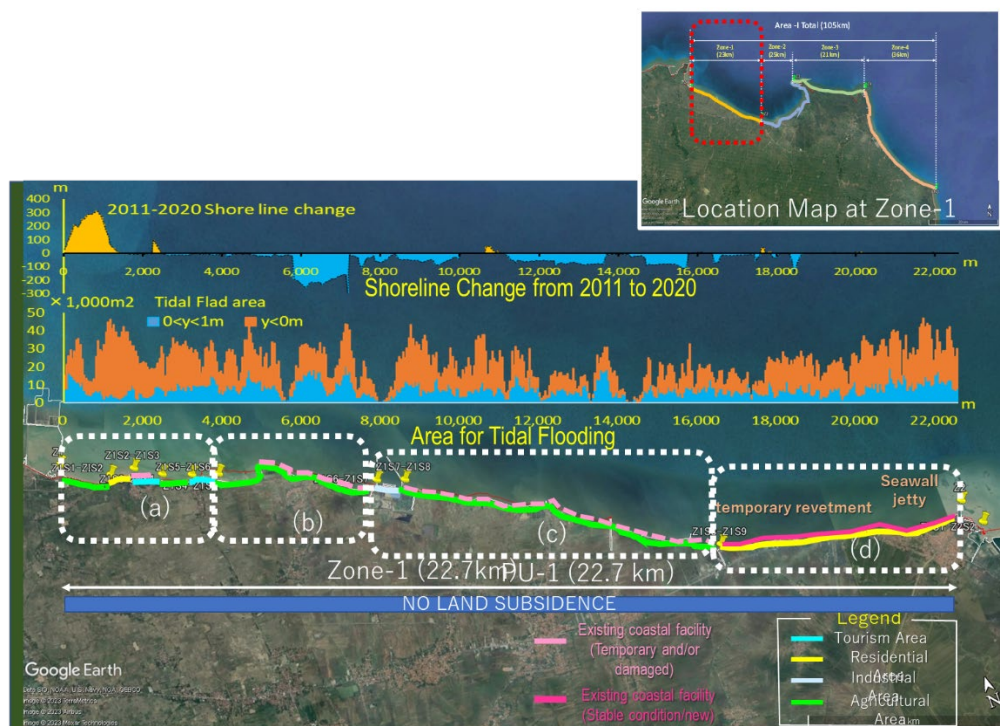
各セクションにおける海岸の現状を評価し、その問題・課題を明らかにした上で、今後それぞれの各海岸管理・保全がどうあるべきかを設定し（これを“海岸のあるべき姿”と呼ぶ）、各海岸域での具体的な海岸保全基本計画（案）を検討する。本章では、各セクションにおける“海岸のあるべき姿”を検討する。

### 8.2 セクションにおける海岸の現況評価、問題・課題、それを踏まえた”海岸のあるべき姿”

#### 8.2.1 Area-I: Indramayu

各セクションにおける海岸の現況評価を行うために、1) 海岸災害リスク、2) 背後地および海岸域利用、3) 既存施設の有無とその機能、の3つの情報を各セクションで示す。

図 8.2.1 は Area-I のセクション 1 における現状を示す図である。ここで、1) 海岸災害リスクとして、①2011 年から 2020 年の 10 年間の汀線変化、②背後地の地盤高からの浸水リスク、③地盤沈下の 3 点に着目し、その現状を示す。2) 背後地および海岸域利用については、ツーリズムエリア、居住エリア、産業エリア、および農業・水産利用エリアの 4 つに分類し、示す。3) 既存施設の有無とその機能については、既に何らかの海岸保全施設が存在するか否か、またその施設が最近整備されたものか以前に整備されたものか、これを踏まえて機能面の判断材料とする。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 8.2.1 Area-I Section-1 における海岸の現況

各セクションで、このような3つの観点での現況評価よりこれらの課題を整理し、セクション毎の“海岸のあるべき姿”を示したものが表 8.2.1 である。

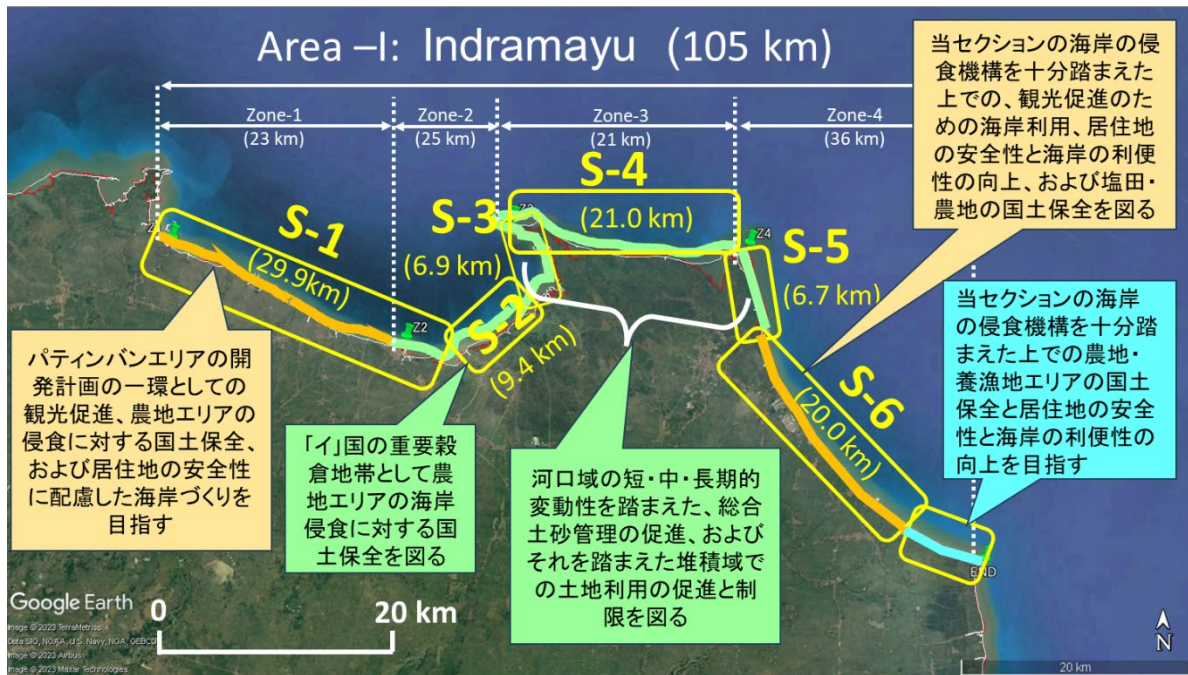
表 8.2.1 Area-I の各セクションにおける海岸の現況評価・課題および“海岸のあるべき姿”

Secti on	海岸災害リスク	背後地及び海岸利用	既存施設	評価/課題	海岸のあるべき姿
S-1	地下水のくみ上げ等による広域での地盤沈下の影響はほとんど見られないが、海岸線は最近 10 年間で数 m~20 m 程度後退している。背後地の地盤高が+1.5 m 程度と低く、侵食の進行により、洪水リスクは高まる可能性がある。	背後地は主に農業エリアであるが、居住地、産業施設エリアが点在する。海岸域では場所的にローカルツーリズムエリアとして利用されている海岸も存在する。	以前の捨石護岸や突堤等の海岸施設、および新たな護岸整備が海岸域のほぼ 60% で実施されており、その7割程度は近年整備された消波堤（離岸堤）である。	当セクション西側はパティンバン港湾開発エリアとして沿岸域の総合開発が計画されているとともに、ツーリズムエリアも存在するため、これらを踏まえた海岸づくりが必要。また国家重要穀倉地帯であるが、波による泥・細砂流出による海岸侵食による国土消失（特に農業エリア）と居住地への災害リスクが高まると想定されるため、これらの適応対策を考えていく必要がある。	パティンバンエリアの開発計画の一環としての観光促進、農地エリアの侵食に対する国土保全、および居住地の安全性に配慮した海岸づくりを目指す。
S-2	地下水のくみ上げ等による広域での地盤沈下の影響はほとんど見られないが、特に農地エリアでの深刻な海岸侵食が見られ、最近 10 年間で 200 m 以上消失した箇所もある。背後地の地盤高が+ 1.5 m 程度と低く、既に浸水域が内陸部まで広がっている。	西側は居住地、中央から東側は農地、養殖池が広がる。ツーリズムととしての海岸利用は当セクションではほとんど見られない。	ハード施設による整備が約2割の海岸で行われているが、ほとんどは自然海浜またはマングローブ林（自然および植林）である。	マングローブ植林による緩衝帯で防護されている箇所もあるが、それ以外の海岸では海岸侵食とそれによる浸水が内陸部まで生じており、そのような箇所では国土消失、と居住地への災害リスクが高まると想定されるため、これらの適応対策を考えていくことが必要である。	「イ」国の重要穀倉地帯として農地エリアの海岸侵食に対する国土保全を図る。
S-3	当セクションは Cimanuk 川河口部の西側に位置し、長期的な河口位置の変化や各年の土砂流入状況により、常に顕著な海岸地形変化が生じている。ここ最近では河口からの土砂は河口西側に堆積するため、全体的に顕著な堆積傾向にある。	堆積で新たに形成された土地は農地として利用されており、居住地や他の利用はほとんど見られない。	海岸域の多くは、自然または植林によるマングローブ林が占める。ハード施設は存在しない。	ジャワ島北部沿岸域の代表河川の1つの河口域であり、基本的に堆積エリアであるとともに、海岸域には良好なマングローブ林が存在する。これより、他セクションと比べ、海岸災害リスクは低いと言える。一方、河口からの土砂流入土砂は、本来他エリアの海岸の形成に寄与していた土砂であるため、総合的な土砂管理の元での堆積域の土地利用を考えていく必要がある。	河口域の短・中・長期的変動性を踏まえた、総合土砂管理の促進、およびそれを踏まえた堆積域での土地利用の促進と制限を図る。

Secti on	海岸災害リスク	背後地及び海岸利用	既存施設	評価/課題	海岸のあるべき姿
S-4	Cimanuk 川の現河口部と旧河口部間のセクションに位置し、S-3と同様、河口部周辺での変動域にある。全体的には堆積傾向であるが、現河口部からの土砂は西側に流出しているため、S-3ほどの顕著な堆積は生じていない。	S-3 同様、背後地は農地として利用されており、居住地や他の利用はほとんど見られない。海岸利用はない。	海岸域のほとんどは、自然海浜および一部マングローブ林が占め、ハード施設は存在しない。	同上	同上
S-5	Cimanuk 川の旧河口部から南北方向の約 6.7 kmの海岸線を持つセクションであるため、局所的な南向きの沿岸漂砂により、旧河口部付近で侵食傾向、南側の導流堤付近で堆積傾向となっている。	S-3、S-4 と同様、背後地は農地として利用されており、居住地や他の利用はほとんど見られない。海岸利用はない。	海岸域のほとんどは、自然海浜および一部マングローブ林が占め、ハード施設は存在しない。	同上	同上
S-6	全体的には北向き漂砂が卓越しており、長期的には侵食量は大きくないものの、近年は侵食問題が顕在化している。地下水のくみ上げ等による広域での地盤沈下の影響はほとんど見られないが、海岸施設構築後の沈下が生じている。	背後地は、塩田や農地、居住地、エネルギー施設等、高度に利用されている。また一部の海岸域はローカルツーリズムとしての海岸利用がなされている。	背後域が高度に利用されていることもあり、当セクションでは海岸施設整備が行われており、海岸の8割で護岸、突堤等が設置されているが、その大半は既に 10 年以上経過した施設である。	海岸侵食、それによる塩田・農地の土地消失、および居住地での高波・浸水被害が生じており、場所毎にハード対策が実施され、今後も延伸計画がある。近年対策が実施された区間は短期的な防護面においては機能していると考えられるが、当エリアの主要な侵食要因と考えられる土砂の沖流出に対する対策としての有効性には疑問が残る。ツーリズムエリアでは対策による海岸利用面上の支障が生じており、背後域および海岸利用を踏まえた整備の見直しが必要である。	当セクションの海岸の侵食機構を十分踏まえた上での、観光促進のための海岸利用、居住地の安全性と海岸の利便性の向上、および塩田・農地の国土保全を図る。
S-7	当セクションは西端の漁港と東端の砂嘴が形成された屈曲部に囲まれた約 10 kmのセクションであるが、ここ 10 年で 100~200 m と、非常に顕著な汀線後退が生じている。その要因として、当セクション東端砂嘴部の凸型地形が旧河口部であったことや西向き沿岸漂砂の不連続性等の複合要因と考えられる。	西端の漁港周辺には漁村の居住地が広がっているが、そこから東側一帯にかけては農地、養漁地、塩田での利用がほとんどである。海岸域にツーリズムエリアはなく、また漁村前面も既に護岸が存在し、漁業利用等の海岸利用は見られない。	西側の居住地での捨石消波堤による侵食対策や、農地前面での離岸堤群による侵食対策が実施されているが、全体の海岸線の2割程度である。その周辺での汀線後退は深刻である。	居住地防護と農地の土地消失対策としてのハード対策が実施されているが、対策による周辺海浜への負の影響も考えられ、当エリアの複合した侵食要因に対する対策としての有効性には疑問が残る。漂砂の連続性を踏まえたこの 10 km 間の一連での海岸整備を考えて行く必要がある。	当セクションの海岸の侵食機構を十分踏まえた上での農地・養漁地エリアの国土保全と居住地の安全性と海岸の利便性の向上を目指す。

出典：JICA 調査団

Area-Iにおける各セクションの“海岸のあるべき姿”を図8.2.2に示す。

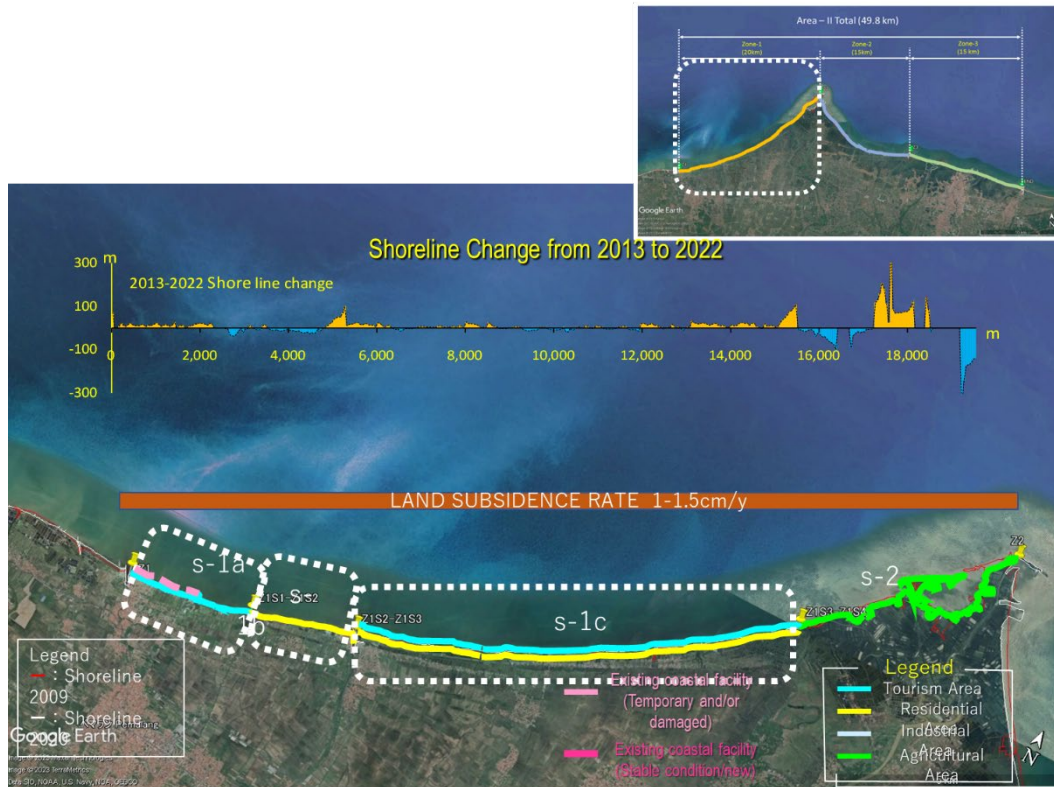


出典：Google Earthをもとに JICA 調査団作成

図 8.2.2 Area-Iにおける各セクションの“海岸のあるべき姿”

### 8.2.2 Area-II: Pemalang-Pekalongan

各セクションの“海岸のあるべき姿”を設定するため、図 8.2.3 に一例を示すように、セクション毎に海岸の現況の評価として、海岸侵食、浸水リスク、地盤沈下、利用状況、既存施設の有無をマップ上に掲載した。Area-II の各セクションで得られたこれらのマップを元に海岸の現況を整理し現況を元に抽出した課題及び“海岸のあるべき姿”を表 8.2.2 に示す。



出典：Google Earthをもとに JICA 調査団作成

図 8.2.3 Area-II Section-1 における海岸の現況

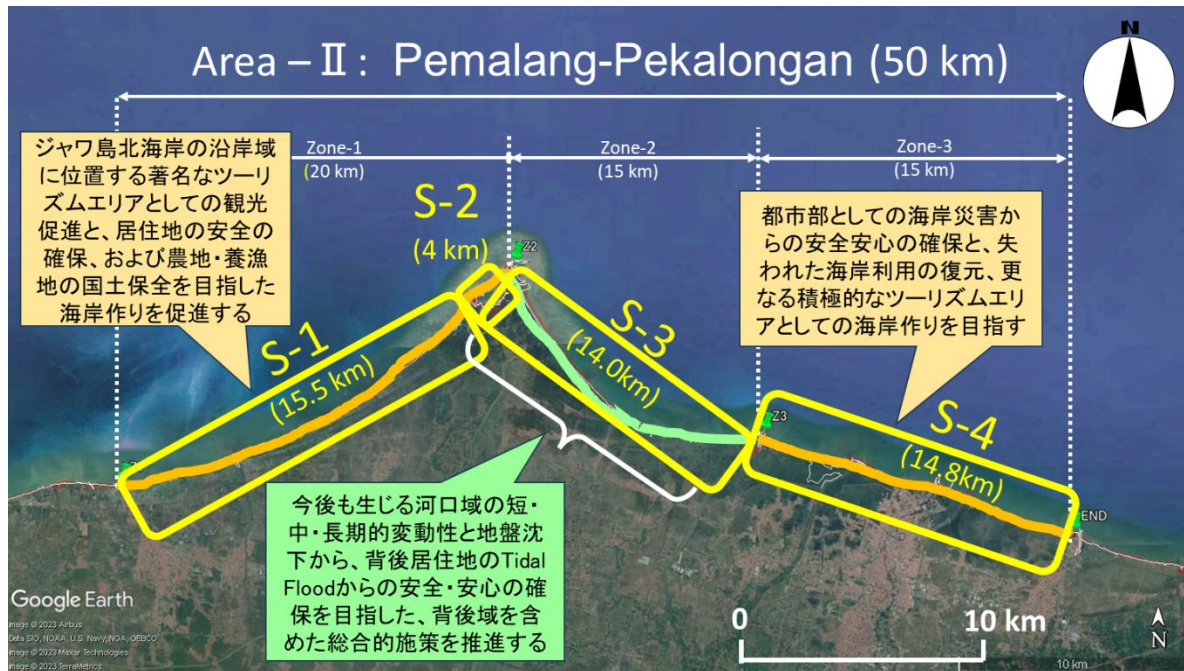
表 8.2.2 Area-II の各セクションにおける海岸の現況評価・課題および“海岸のあるべき姿”

Sect ion	海岸災害リスク	背後地及び 海岸利用	既存施設	評価/課題	海岸のあるべき姿
S-1	当セクションの 9 割程度は既に構造物対策が実施されているため、見かけ上の汀線後退量は小さいが、対策が行われていない海浜部の汀線後退量は過去 10 年で 2m/年から 5 m/年程度であり、侵食傾向が見られる。 Area-I に比べて地盤沈下の存在が報告されており、また波や潮位も Area-I に比べて若干増加する。平均的な地盤高は Area-I とほぼ同様の +1.5 m 程度であるため、今後の海岸侵食や地盤沈下の進行による洪水リスクが高まる可能性がある。	背後地は、農地や養漁地の中に、居住地が点在する。海岸域がローカルツーリズムエリアとして多くの観光客に利用されている海岸も存在する。	特に当セクションの西側域で、近年突堤群による海岸整備が実施されており、当セクションの約 9 割程度の海岸線で整備が行われている。一方東側は未整備区間が残っている。	当セクションの背後地には著名な寺院等、Area-II の主要なツーリズムエリアが存在する。沿岸域に位置することから海岸もツーリズムエリアとして多くの観光客で賑わっている。一方、海岸利用上十分な前浜がなく、またハード構造物設置による海岸利用上の支障をきたしている地点もある。当セクションは Area-I に比べて浸水リスクも高く、浸水被害も報告されていることから、背後地への防護対策と共に、ツーリズムエリアや居住地における海岸利用に配慮した整備が必要である。	ジャワ島北海岸の沿岸域に位置する著名なツーリズムエリアとしての観光促進と、居住地の安全の確保、および農地・養漁地の国土保全を目指した海岸作りを促進する。
S-2	当セクションは Komal 川河口部西側に位置し、長期的な河口位置の変化や各年の土砂流入状況により、常に顕著な海岸地形が生じている。ここ最近では全体的に堆積傾向にある。地盤沈下が報告されているが詳細は不明であるが、少なくとも高潮時・高波浪時には陸域の一部に浸水が生じている。	背後地は、養漁地および一部農地として利用されており、居住地は海岸線から 1 km 以上陸側に位置し、海岸域は利用されていない。	既存のハード施設は無く、海岸線は波の作用で形成された砂嘴、あるいは自然のマングローブ林で覆われている。	基本的に堆積エリアであるとともに、海岸域には良好なマングローブ林が存在する。背後地は養漁地および農地であり、人と資産の観点からは海岸災害リスクは低い。一方、河口部付近の顕著な地形変化が生じている中で、高潮時・高波浪時の陸域への一部浸水が生じている。居住地は海岸より陸側 1 km 以上離れているが、今後も生じると考えられる河口部周辺での地形変化、および地盤沈下の増加の可能性を踏まえ、陸域の緩衝地帯としての機能を含めての土地管理と、要因を明らかにした上で地盤沈下対策を含めた総合的な土地利用施策の必要がある。	今後も生じる河口域の短・中・長期的変動性と地盤沈下から、背後居住地の Tidal Flood からの安全・安心の確保を目指した、背後域を含めた総合的施策を推進する。
S-3	Komal 川河口部東側の約 14 km のセクションである。過去 10 年で最大 200 m 程度の汀線後退が生じており、S-2 とは大きく傾向が異なる。当セクションでは要因は不明であるが広域的な地盤沈下が生じていることが報告されており、高潮時には内陸部までの Tidal Flood が生じ	背後地は、養漁地および農地として利用されており、居住地は S-2 と同様に、海岸線から 1 km 以上陸側に位置し、海岸域は利用されていない。	過去に設置された古い護岸が一部の海岸域にあるが地盤沈下により機能していない。それ以外のほとんどの海岸域は、自然状態のままであるが、マングローブの植生はほと	地盤沈下と河口部からの土砂流入変化（減少）と考えられる 2 つの主な要因により、深刻な汀線後退が生じている。居住エリアは陸側 1 km 以上離れてはいるものの、高潮時には浸水被害が生じている。S-2 と同様、今後も生じると考えられる河口部周辺での地形変化、および地盤沈下の増加の可能性を踏まえ、陸域の緩衝地帯としての機能を含	同上

Section	海岸災害リスク	背後地及び海岸利用	既存施設	評価/課題	海岸のあるべき姿
	ており、Area-II の中で最も深刻な洪水・浸水被害を被っている。		んど見られない。	めの土地管理と、要因を明らかにした上での地盤沈下対策を含めた総合的な土地利用施策の必要がある。	
S-4	中部ジャワ州の主要都市の1つである Pekalongan を背後地に持つ約 15 km のセクションである。海岸域での様々な施設による海岸人工化による西向き沿岸漂砂の遮断と、沿岸域全体での深刻な地盤沈下の 2 つの要因により、過去 10 年で 100 m を超える汀線後退が生じている。Pekalongan 沿岸では毎年、深刻な高波浸水、Tidal Flood が生じている。	背後はPekalongan都市部であり、当セクションの西側エリアは沿岸域全体が既に水域化しているため、内陸約1 km 地点に新設した防潮堤より海側での背後地利用、海岸利用とも困難である。東側は海岸直背後まで密集した居住地が存在する。以前はその前面海岸でのローカルツーリズムとして利用されていたが、右記に示す既存海岸堤防の嵩上げにより、現在海岸利用がほとんどできない状況にある。	西側では高潮時の海水侵入防止のため、内陸約1 km 地点に防潮堤が新設され、それより海側の対策は行われていない。東側は高波浸水から海岸直背後の居住地を防護するための、既存海岸堤防の嵩上げ工事が継続実施中である。	当セクションは、本事業で選定した優先 3 エリアの中で、背後域に都市部を持つ唯一の海岸エリアである。当セクションの海岸侵食とそれによる高波浸水被害は、西向き沿岸漂砂の遮断と沿岸域での広域的な地盤沈下の複合要因と考えられるため、この 2 つの要因を緩和・解決していく施策を海岸だけでなく、地盤沈下問題や背後地の土地利用計画を含めた総合的に検討していく必要がある。また背後地が都市部であるとともに観光施設も存在する。また以前は海水浴等の海岸域でのツーリズムとしての利用がされていたものが、堤防の嵩上げ対策により困難となっている。これより、都市部としての安全・安心と海岸利用の両面の側面からの海岸整備を考えていく必要がある。	都市部としての海岸災害からの安全安心の確保と、失われた海岸利用の復元、更なる積極的なツーリズムエリアとしての海岸作りを目指す。

出典：JICA 調査団

Area-IIにおける各セクションの“海岸のあるべき姿”を図8.2.4に示す。

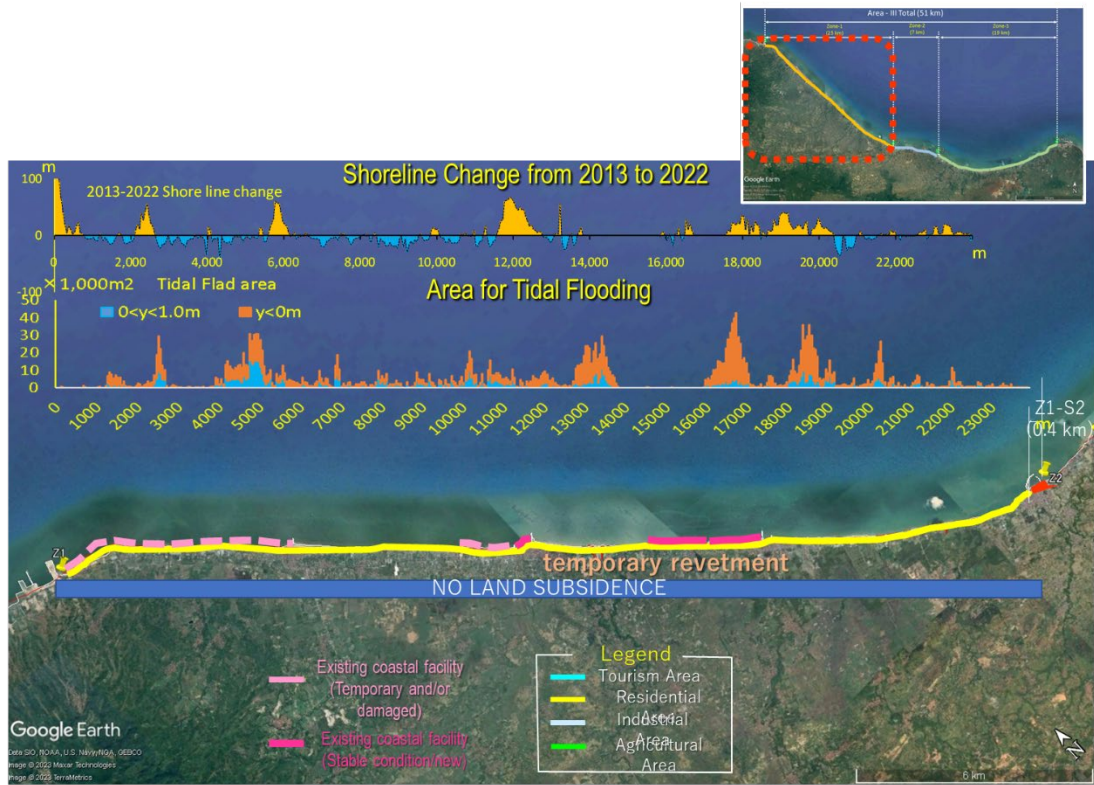


出典：Google Earthをもとに JICA 調査団作成

図 8.2.4 Area-II における各セクションの“海岸のあるべき姿”

### 8.2.3 Area-III: Rembang-Tuban

各セクションの“海岸のあるべき姿”を設定するため、図 8.2.5 に一例を示すように、セクション毎に海岸の現況の評価として、海岸侵食、浸水リスク、地盤沈下、利用状況、既存施設の有無をマップ上に掲載した。Area-III の各セクションで得られたこれらのマップを元に海岸の現況を整理し現況を元に抽出した課題及び“海岸のあるべき姿”を表 8.2.3 に示す。



出典：Google Earthをもとに JICA 調査団作成

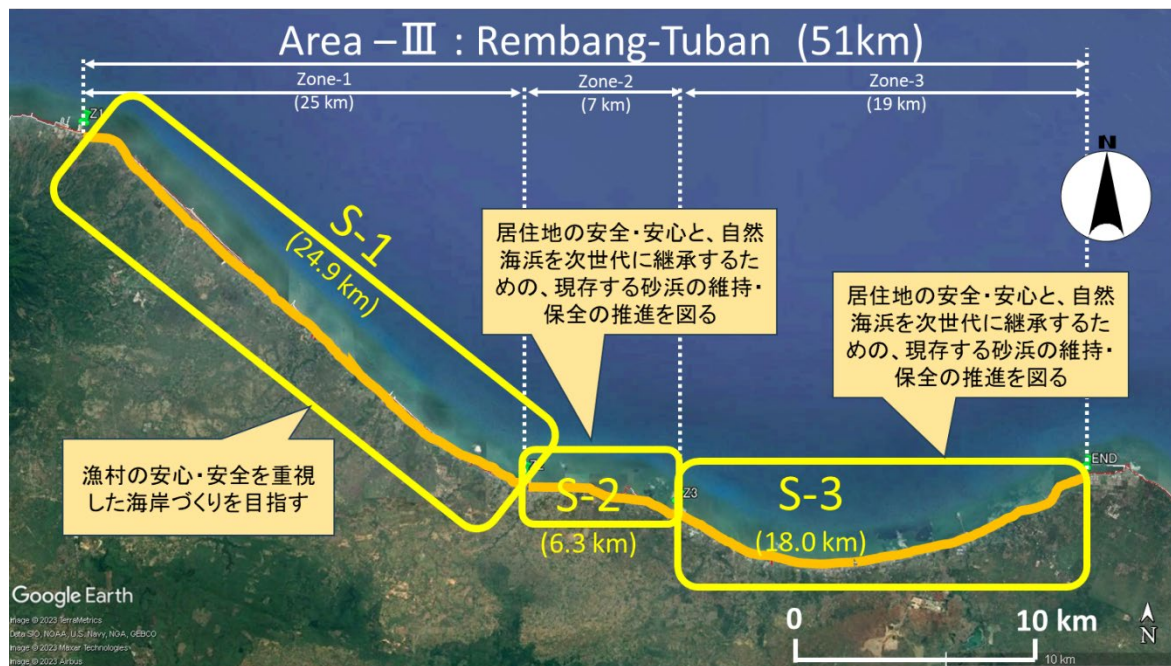
図 8.2.5 Area-III Section-1 における海岸の現況

表 8.2.3 Area-III の各セクションにおける海岸の現況評価・課題および“海岸のあるべき姿”

Sect ion	海岸災害リスク	背後地及び 海岸利用	既存施設	評価/課題	海岸のあるべき姿
S-1	Area-III の西側に位置する約 25 km の当セクション (Rembang) は、全域にわたって西向き沿岸漂砂が卓越する。過去 10 年で 20m 程度の侵食が生じ、一部で高波浸水被害が生じていた。このため、以前から突堤や護岸等のハード対策が実施され、これが漂砂下手側での侵食の助長を招いていた。現在、捨石護岸によるハード対策が継続実地中であり、高波浸水に対する効果は得られる反面、現存していた砂浜の 75% が既に消失しつつある。なお、Area-III は Area-I、II に比べて波高、潮位とも高い反面、背後地盤高が +4.0 m と高く、また地盤沈下は生じていないため、Tidal Flood による内陸部の洪水浸水被害はほとんど生じていない。	背後地は、ほぼ全域にわたって漁村の密集した居住エリアとなっている。また海岸域の一部は地域の憩いの場として利用されていたが、ハード対策による海岸整備の進行と共に、利用できない海岸域が増している。	背後域の居住地の防護対策として、以前より突堤群による海岸整備が当セクションの約 3 割の海岸で実施されており、近年は捨石護岸整備が継続的に実施中であり、その整備区間は約 4 割に達する。残りの現存する自然の砂浜海岸は、今後計画するハード対策により、ほぼ消失する見込みである。	当セクションでは近年侵食傾向にあり、背後域の漁村を高波浸水被害から守るためのハード対策がこれまで実施され、海岸線のほぼ 75% が既に人工化された。当セクションは連続する西向き沿岸漂砂海岸であるため、既に 7 割以上の海岸で海岸整備による人工化が進み、基本的には既に漂砂の連続性を踏まえたセクション全体としての整備が困難な状況である。ハード対策により、これら構造物の機能が維持されている限り、防護機能は維持されると考えられるが、その代償として元来存在していた自然の砂浜がほとんど消滅しつつあり、海岸利用が困難な状況にある。	漁村の安心・安全を重視した海岸づくりを目指す。
S-2	当セクションは約 6.3 km の海岸線を持つが、漁港と 2 つの岬が存在し、これらに囲まれたポケットビーチとして、独立したセクションとして扱う。これらの漂砂の連続性に影響すると考えられる漁港や岬の存在により、この間の海岸は比較的安定している。	西端部に位置する漁港周辺では背後地に漁村が広がるが、それ以外は農地・養漁地での利用である。なお 2 つの岬背後には森林帯が存在する。海岸域の利用は特に見られない。	当セクションにおいては、特に海岸施設は存在しない。	基本的に漁港と 2 つの岬に囲まれたポケットビーチとして位置づけられ、特に海岸施設がない中で比較的安定した海岸が維持されている。これより、この海岸状況を長期的に維持することを第一に考え、沿岸域の土地利用規制等も含めての現状の海岸の保全を図っていくことが求められる。	居住地の安全・安心と、自然海浜を次世代に継承するための、現存する砂浜の維持・保全の推進を図る。
S-3	海岸線の方向がほぼ南北となる約 18 km の海岸線を持つセクションである。このような海岸線の方向が変わることにより、S-1 のような一定方向の西向き沿岸漂砂とはなっておらず、季節的に変化する。過去 10 年の海岸変化を見ると、場所的に侵食・堆積域が存在するが、平均すると大きな変動は見られない。	背後域は、西側約 11 km の範囲で漁村が広がるが、そこから東側では農地・養漁地での利用である。また東端にエネルギー港が存在する。	当セクション内には、2 本の港湾栈橋が存在するが、漂砂を阻止する構造ではない。海岸施設については、当セクション内にはほとんど存在しない。	海岸の方向、現況の海岸および過去の海岸線変化より、当セクションは比較的漂砂がバランスしていると共に、その漂砂移動に影響を及ぼすような海岸施設がないため、施設構築による悪影響も現在までのところ生じていない。これより、この海岸状況を長期的に維持することを第一に考え、沿岸域の土地利用規制等も含めての現状の海岸の保全を図っていくことが求められる。	居住地の安全・安心と、自然海浜を次世代に継承するための、現存する砂浜の維持・保全の推進を図る。

出典：JICA 調査団

Area-III の各セクションの“海岸のあるべき姿”を図 8.2.6 に示す。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

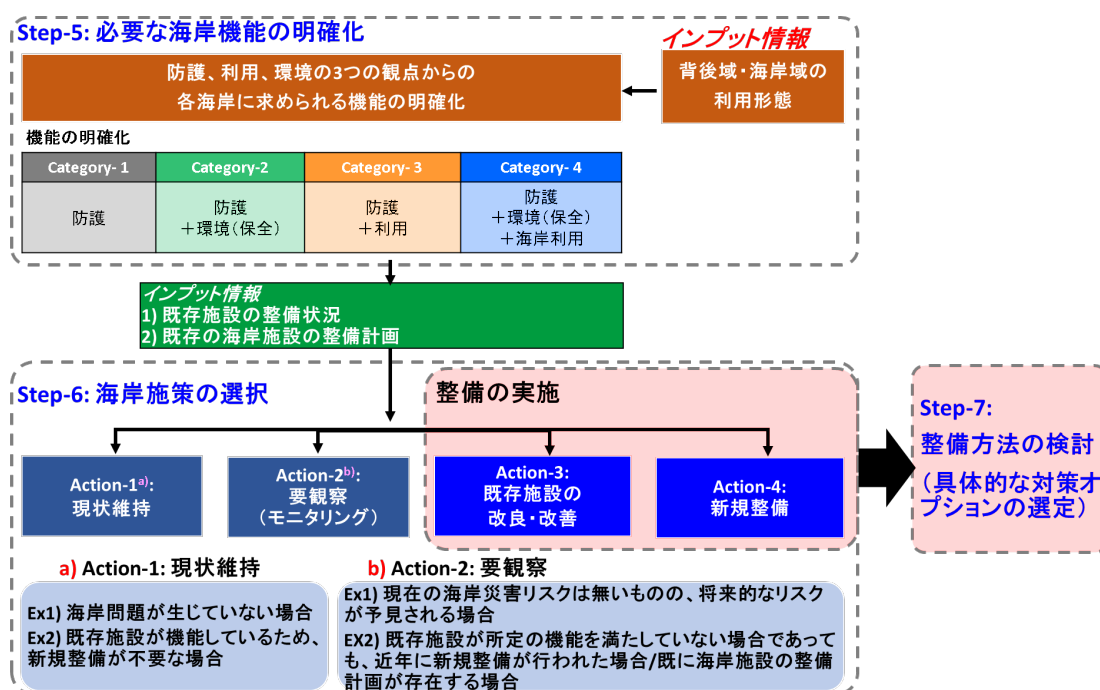
図 8.2.6 Area-III における各セクションの“海岸のあるべき姿”

## 第9章 海岸整備方法の検討 (Step-5 – Step-7)

### 9.1 概要

第8章では、海岸保全基本計画策定手順における Step-4 として、各海岸の海岸災害リスク評価、背後域利用等の現況評価を実施し、各海岸の抱える課題を抽出し、海岸管理を通して目指すべき姿である“海岸のあるべき姿”を設定した。次に本章では個々の海岸で設定した“海岸のあるべき姿”を達成するため、マスタープランとしての海岸保全基本計画（案）に示す具体的な海岸整備計画を検討するステップとして、Step-5～7の検討について述べる。なお第4章で記載のとおり、海岸保全基本計画（案）の最終的なアウトプットは、整備の基本方針としての施設の詳細諸元を含まないレイアウトイメージをマクロ的に示すものである。

対策オプションのレイアウトをマクロ的に（広域的・包括的視点から）検討するためのプロセスとして、Step-5：必要な海岸機能の明確化、Step-6：海岸施策の選択、および Step-7：整備方法の検討（具体的な対策オプションの選定）を実施する。Step-5 では、各海岸の背後域・海岸域の利用形態に応じて、海岸機能として“防護”、“利用”、“環境”の組み合わせから、各海岸に必要な機能を明確化する。Step-5 を定めた後に各機能に対する目標レベルを設定し、Step-6 として各海岸の既存施設整備状況、および既存に海岸施設の整備計画を踏まえ、所要の機能（目標レベル）を達成するために海岸施設の新規整備（新設、改良含む）が必要かどうかを検討する。最後に、Step-7 として海岸に求められる機能を考慮し、具体的な対策オプションの選定を行う。



出典：JICA 調査団

図 9.1.1 海岸整備方法の検討フロー

## 9.2 必要な海岸機能の明確化（カテゴリーの設定）（Step-5）

各海岸に必要な海岸機能を、背後域・海岸域の利用形態からの分類する（これをカテゴリーと呼ぶ）。カテゴリー分けは、“防護”、“利用”、“環境”機能の組み合わせとして、4つに分類する（表9.2.1）。なお、海岸整備事業のための機能分類であるため、“防護”はすべての分類に含まれるものと定義する。また背後域・海岸域の利用形態は海岸保全基本計画（案）上に記載される。背後域の利用形態としては主として居住地、農地（塩田、水産関連用地等を含む第一次産業に利用される地域）、産業用地、環境保護（保全）区等に分類する。また海岸域の利用形態は砂浜への係船等の漁業活動への利用や海岸域のローカルツーリズムとしての利用等を記載した。

表 9.2.1 海岸機能の分類化

Category-1	Category-2	Category-3	Category-4
防護	防護 +環境保全	防護 +利用	防護 +環境保全 +利用

出典：JICA 調査団

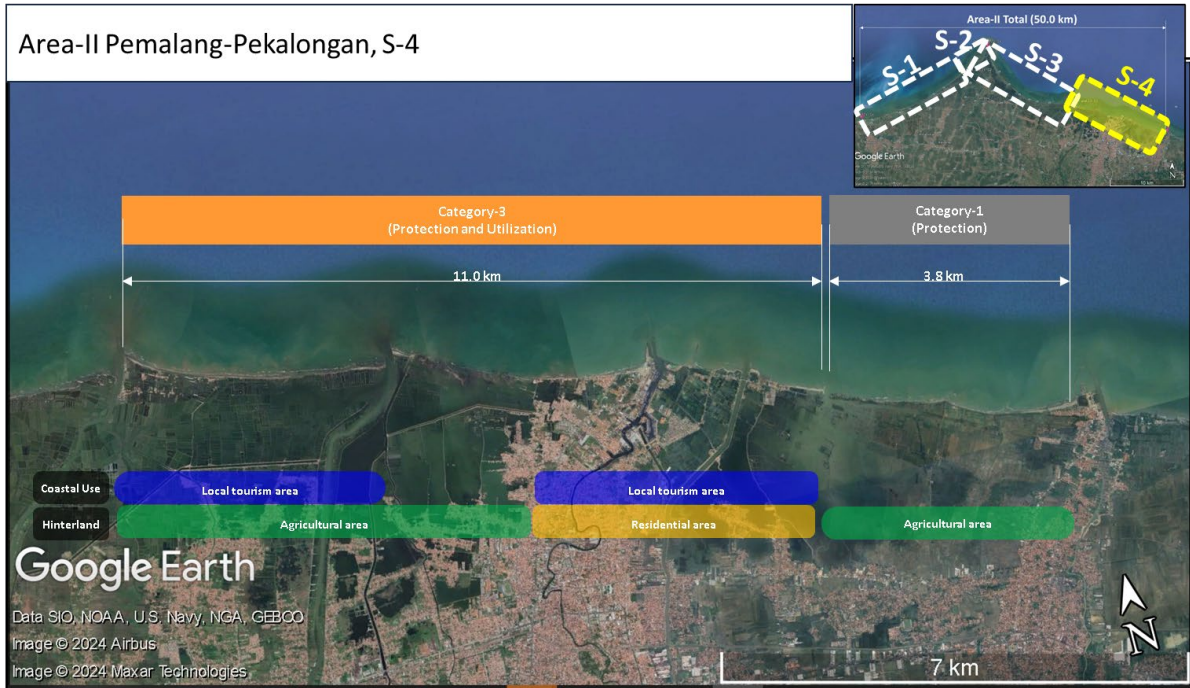
表 9.2.2 に各機能が求められる海岸を例示する。まず“防護”機能が求められるケースとして海岸災害リスクのある海岸とした。インプット情報として、各海岸における海岸災害リスク評価を用いる。次に、“環境”機能が求められるケースとして背後域・海岸域が環境保護区である海岸とした。インプット情報として、陸域空間計画・海域空間計画を使用する。最後に、“利用”機能が求められるケースとして背後域・海岸域が現在海岸利用されている、もしくは海岸整備によって海岸を観光地等で利用する需要が生まれる（将来の海岸利用の需要が想定される）地域とした。インプット情報として、背後域・海岸域の確認、もしくは陸域空間計画・海域空間計画を使用する。

表 9.2.2 防護、環境、利用機能が求められる海岸

	各機能が求められる海岸	具体例
防護	海岸災害リスクを有する海岸	(ex.) 海岸侵食、高波・高潮浸水リスクを有する海岸等
環境	環境保護区として指定される海岸	-
	豊かな生態系および自然景観を有する海岸	(ex.) 自然の砂浜、マングローブ林、サンゴ礁等の保全が求められる海岸
利用	現在の海岸利用が盛んである海岸	(ex.) ローカルツーリズムエリアとして利用されている海岸、海岸が漁業活動の場として利用されている海岸
	潜在的に海岸利用の需要を有する海岸	(ex.) 背後域に大都市が位置する、もしくは都市開発計画を有する等の海岸創出による海岸利用が予測される海岸

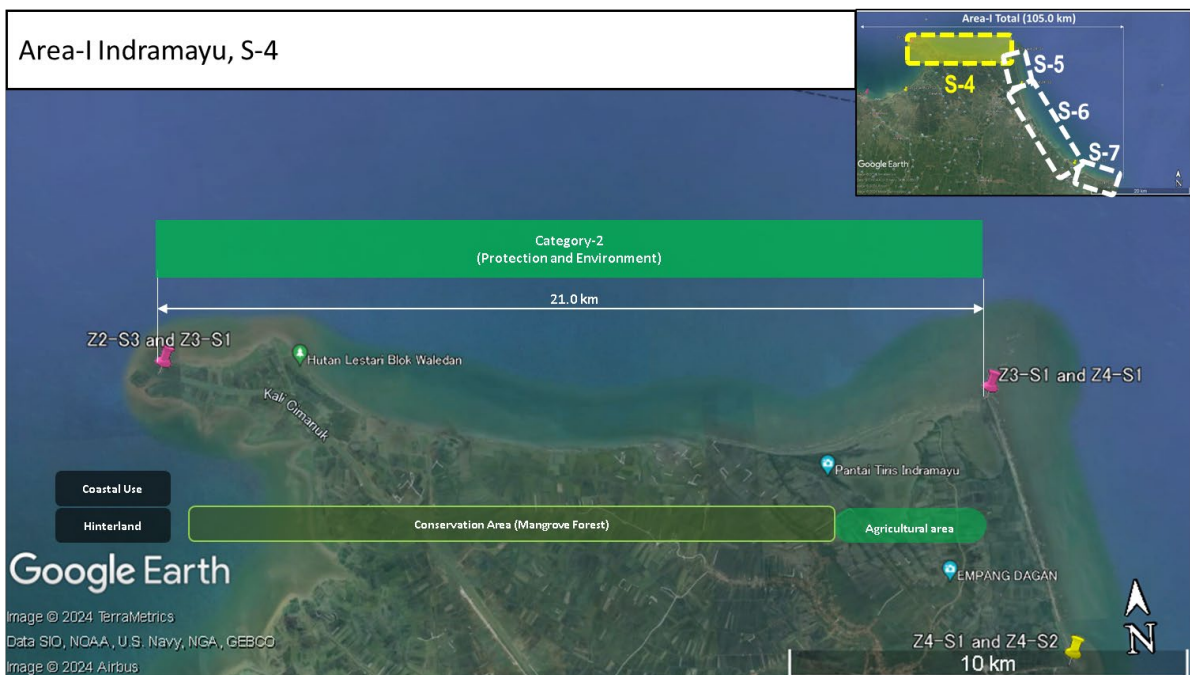
出典：JICA 調査団

図 9.2.1、図 9.2.2 に各海岸に求められる機能を分類化した例を示す。本事業対象地域の全セクションにおける海岸機能の明確化は、後述の海岸保全基本計画（案）を参考にされたい。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 9.2.1 海岸に求められる機能の分類化の例 (Category-1 および Category-3)



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 9.2.2 海岸に求められる機能の分類化の例 (Category-2)

### 9.3 目標レベルの設定

前節では各海岸に求められる機能を分類化した。次に、その分類に基づき機能面の目標レベルを設定する。表 9.3.1 に本事業の対象海岸における各機能の目標レベルを示す。

防護面の目標レベルについては、本事業海岸における主要な海岸災害として背後域での高波・高潮浸水被害および海岸侵食を挙げ、背後域の利用形態に応じて防護機能の目標レベルを規定する。背後域に居住地や重要インフラ施設等が存在する場合、高波・高潮浸水被害および海岸侵食による人命および人間活動、経済活動への直接被害を防ぐことを目標とすることを基本とする。さらに海岸侵食に対しては、更なる汀線後退を抑制すること（現況の汀線の維持）を最低レベルとするが、既に侵食が進行し防護面での目標レベルが達成できない場合、目標レベルとして回復する汀線位置を適宜判断する。背後地が農地・水産関連用地等の第一次産業に利用されている場合、特異な海象条件における高波・高潮浸水被害は許容されるものとして、主に更なる汀線後退の抑制（現況の汀線の維持）を目標とする。本目標レベルは施設設計における防護水準（設計外力、許容越波量等）とは異なり、施設設計上の防護水準は各海岸にて定められる点に留意されたい。

環境面の目標レベルとしては、現状の海岸において良好な自然海岸環境が維持されている場合は、これを維持・保全することを目標とする。一方、以前はマングローブ林や砂浜等の自然海岸環境が存在していたが、沿岸開発の影響等により悪化もしくは消失し、防護面や環境・利用面での悪化が生じているような場合、これを復元・再生することを目標とする。

利用面の目標レベルとしては、海岸利用の形態（漁業活動の場所としての海岸、ローカルツーリズムエリアとしての海岸）に応じて、現状の海岸利用形態を損なわないことを最低レベルとし、整備による更なる海岸利用面の向上・促進、それによる経済効果の向上に資することを目標とする。

表 9.3.1 各機能の目標レベルの設定

分類	海岸機能	各機能の目標レベル
Category-1	防護	背後域が居住地や重要インフラ施設等： 高波・高潮浸水被害および海岸侵食による人命および人間活動、経済活動への直接被害を防ぐ。海岸侵食に対しては、更なる汀線後退を抑制すること（現況の汀線の維持）を最低レベルとし、既に侵食が進行し防護面での目標レベルが達成できない場合、目標レベルとして回復する汀線位置を適宜判断する。
		背後地が農地・水産関連用地等： 主に更なる汀線後退の抑制（現況の汀線の維持）すること。
Category-2	防護	主に更なる汀線後退の抑制（現況の汀線の維持）すること。
	環境	良好な自然海岸環境が維持されている海岸は、これを維持・保全すること。一方、以前は良好な海岸環境が存在していたが、現在それが悪化もしくは消失し、防護面や環境・利用面での悪化が生じているような場合、これを復元・再生すること。
Category-3	防護	高波・高潮浸水被害および海岸侵食による人命および人間活動、経済活動への直接被害を防ぐ。海岸侵食に対しては、更なる汀線後退を抑制すること（現況の汀線の維持）を最低レベルとし、既に侵食が進行し防護面での目標レベルが達成できない場合、目標レベルとして回復する汀線位置を適宜判断する。
	利用	海岸利用形態（漁業活動の利用、ローカルツーリズムとしての利用等）に応じ、現状の海岸利用の維持と、更なる海岸利用の向上・促進を目指すことを目標とする。
Category-4	防護	(Category-3 と同上)
	環境	(Category-2 と同上)
	利用	(Category-3 と同上)

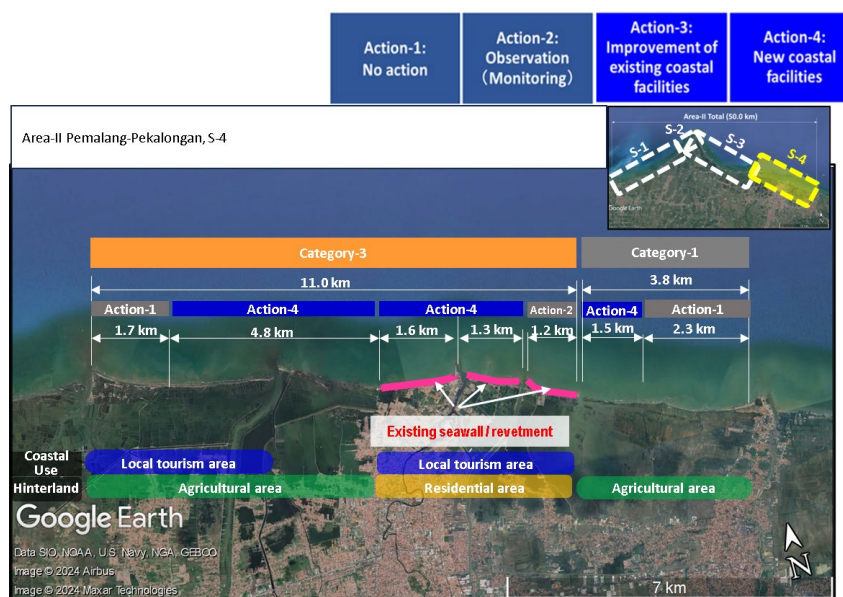
出典：JICA 調査団

### 9.4 海岸施策（整備方針）の選択（Actionの設定）（Step-6）

前節では背後域・海岸域の利用形態を踏まえ、海岸に求められる機能を定義した。現状の海岸域には、良好な自然海浜が現存し、それを維持することが最も必要とされる海岸や、既に行われている海岸整備が十分な機能を有しており、新規の海岸整備が必要ない海岸等が存在する。このため、海岸保全基本計画（案）では、このような整備を必要としない海岸域と、今後整備が必要な海岸域を区分する必要がある。これらを区分するために、既存施設の整備状況および整備計画を踏まえ、4つの海岸施策（Action）から選択するようにしたものが図9.3.1である。

整備を必要ないケースとして、Action-1（現状維持）および Action-2（要観察（モニタリング））に区分する。海岸災害リスクなどの海岸問題が存在しない場合や、当該海岸に求められる海岸機能に対して既存施設が十分に機能する場合等は、Action-1 に該当する。一方、現在の海岸状況に問題無くとも、将来的な海岸災害リスクが予見される場合等は、Action-2 となる。例えば、短期的には既存施設が機能するが、中長期的には機能面が不十分となると考えられる場合は、Action-2 に該当する。また、既存施設が十分に所定の機能を満たしていても、近年に整備事業が実施された場合等は新たな事業実施は現実的でないため Action-2 とする。

整備を必要とするケースとして、Action-3（既存施設の改良・改善）および Action-4（新規整備）に区分する。各海岸におけるカテゴリと照らし合わせ、必要とする機能が満たされていない場合は Action-3 もしくは Action-4 とする。Action-3 と Action-4 の区分として、防護、利用、環境の3つの機能のうち、新たな機能の追加が必要である場合は Action-4 とする。例えば、図9.3.1のように既存施設として直立護岸が存在する箇所では、“利用”機能の補強が必要な場合は Action-4 とする。一方、護岸の嵩上げ等、機能面に改良が無い場合は Action-3 とする。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 9.3.1 整備方針の選択

## 9.5 整備方法の検討（対策オプションの検討）（Step-7）

### 9.5.1 海岸機能の分類に対する対策オプションの検討

前節にて、背後域・海岸域利用に応じた海岸機能の分類化、また既存施設・既存整備計画の有無や機能評価に基づく海岸施策の選択を実施した。本節では、整備方針が Action-3（既存施設の改良・改善）および Action-4（新規整備）と定められた場合における、具体的な対策オプションの検討手順を記述する。

対策オプションの選定においては、選定された対策が各海岸における必要な機能を提供できることを基本とする。対策オプションとしては、一般的には①グレー（ハード）施設（護岸等）、②ソフト対策（養浜等）、③グリーン施設（マングローブ植林等）、④グレー（ハード）、ソフト、グリーン施設の組み合わせに分類される（図 9.4.1）。表 9.5.1 に各対策オプションの有する機能を踏まえ、代表的な適用するカテゴリーを示す。例えば、①グレー（ハード）施設の護岸は、適切な設計を行うことにより十分な防護機能は確保される一方、環境、利用機能については、一般的には劣る。②グリーン施設のマングローブ植林は、高い環境機能が期待される一方で、防護面での不確実性や海岸利用面での課題が挙げられる。これらを踏まえ、求められる各海岸機能の分類化に応じて、いくつかの対策オプションから妥当な対策案を検討する。なお、ここで示す各対策案の機能はあくまでも一般的な記載であり、各海岸特性や利用状況に対する対策案やその適用状況により、変わる可能性がある。

表 9.5.1 各カテゴリーに分類される主要な対策案

整備方法	求められる海岸機能			
	Category-1 防護	Category-2 防護 環境（保全）	Category-3 防護 利用	Category-4 防護 環境（保全） 利用
1 グレーインフラ対策 （護岸、突堤、離岸堤等）	■			
2 グリーンインフラ対策 （マングローブ植林、サンゴ移植 等）	■	■	■	
3 ソフト対策 （養浜）		■	■	■
4 上記対策の組み合わせ （ハード、グリーン、ソフト）	■	■	■	■

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図9.4.1 各対策オプションの一例

## 9.5.2 代表的な海岸対策の種類とその効果

次に、本事業海岸における具体的な対策オプションの検討のため、対策オプションの候補を列挙し、その効果・特徴を整理する。代表的な対策オプションとして、1) 護岸、2) 離岸堤、3) マングローブ植林、4) 養浜対策を想定する。これらの対策案のもたらす効果と施設選定上の検討事項を整理する。

### 1) 護岸（不透過性護岸、透過性護岸、親水性護岸（面的護岸））

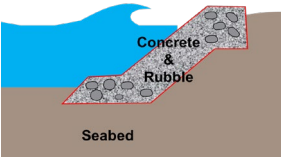
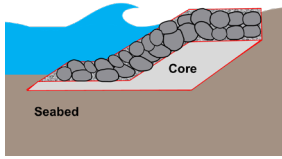

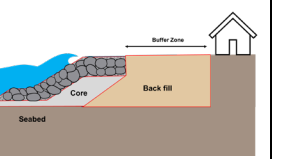
- 機能面の特徴：「イ」国で最も一般的に用いられている防護対策であり、背後域に対する高波・高潮浸水、越波、および海岸侵食に対する防護効果を有する。一方で、利用・環境機能は限定的である。なお最近では、護岸背後に一定の幅（バッファゾーン）を設け、面的護岸として更なる防護機能の向上、親水性や利用面の向上を図った護岸の採用も、「イ」国においても見られる。
- 施設選定上の検討事項：護岸は背後域の土地を防護する機能はあるが、海岸侵食そのものを低減・抑制することはできない。これより護岸を海岸侵食対策として適用する場合、周辺海岸への影響や護岸前面での反射波による洗堀の影響を十分検討の上で、適用の有無や構造形式の選定が必要である。洗堀による侵食を低減させる上では、透過型の捨石傾斜護岸がコンクリート等による不透過護岸に比べて有利である。

- 2) 離岸堤（捨石またはコンクリートブロック）
  - 機能面の特徴：離岸堤背後へのトンボロによる堆砂効果により、高波・高潮浸水、越波、および海岸侵食に対する背後域への局所的な防護効果を有する。養浜無しでの離岸堤の対策の場合、堤背後での堆積が生じる一方で、その堆積量に相当する侵食が堤両側の開口部で生じるため（全体の土砂量が増えるものではない）、海岸全体としての海岸侵食対策にはならない。
  - 施設選定上の検討事項：上記のように、単独の場合は限定的な背後域の局所対策であり、周辺海岸や開口部における侵食を助長するため、その影響も含めて適用性の検討が必要である。この負の影響の低減のためには、基本的には養浜との併用が望ましい。
- 3) マングローブ植林（マングローブ植林単体、波除施設を併用する対策）
  - 機能面の特徴：面的な植林による波浪侵入低減効果、土砂の保持（堆積）を促し、背後域を高波、越波、海岸侵食から防護する。一方で、特異な海象条件時にはある程度の高波浸水や越波が生じるため、これらが許容されることが適用の条件となる。
  - 施設選定上の検討事項：マングローブが十分安定的に成長するまでの期間において、波浪等の外力作用によるマングローブ成長への影響が懸念される場合は、波除機能を有する施設を併用する。波除堤の構造形式としては、想定される波の条件より、石材・自然素材（竹等）が用いられる。
- 4) 養浜（動的養浜、静的養浜）
  - 機能面の特徴：近年の人工的な海岸改ざんに伴う土砂供給バランスの不均衡や土砂供給の減少により、侵食が生じている海岸に対する防護対策として、人工的に海岸に土砂を供給することにより砂浜を復元し、砂浜の存在による波浪低減効果とバッファゾーンの確保、それによる背後域の防護効果が得られる。また砂浜の復元・創出による海岸利用面に対する向上が図れる。さらに環境機能として、砂（礫）浜創成による環境改善効果としての水質改善効果、海生生物環境改善効果、等が期待できる。
  - 施設選定上の検討事項：養浜は、突堤やヘッドランド等の付帯施設無しでの養浜のみによる動的養浜（自然海浜と同じ条件）と、これら付帯施設を併用しての静的養浜の2つの工法が挙げられる。どちらを適用するかは、海岸機構と要求される供用期間における初期養浜と維持管理含めた総事業費と維持管理の手間等を勘案して検討する。

### 9.5.3 代表的な対策オプションに対する概略比較検討

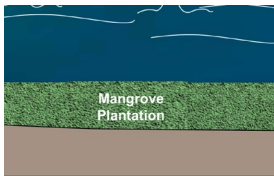
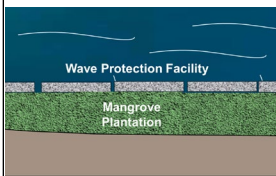
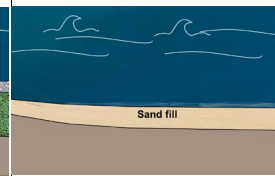
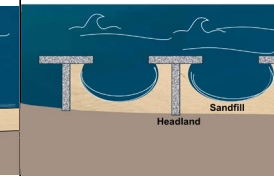
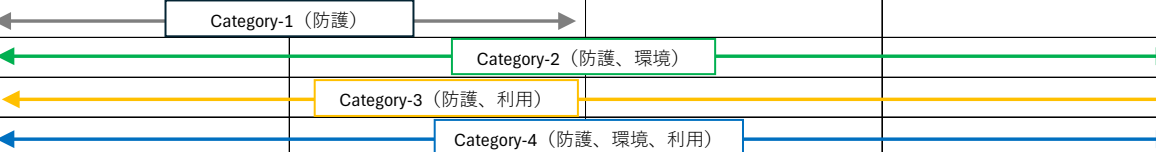
対策オプションごとの特徴および課題について、表 9.4.1、表 9.4.2 に比較表として整理する。なお表中の下部に記した本事業海岸を想定した場合の各カテゴリーに対する対策オプションの候補は、各対策オプションの機能およびコストを考慮した上で候補となる対策を選定したものである。本事業海岸における海岸保全基本計画（案）に適用する対策についての対策コストの変動幅は後述する図 9.4.1 に示す。

表 9.42 対策オプションの概略比較表 (その1)

対策案	不透過性護岸 (石固め護岸)	捨石護岸	離岸堤 (捨石型)	親水型護岸 (面的防護)
イメージ				
初期建設費 (m単価)	12.5 - 17.5 million Rp. (捨石護岸の50%-70%仮定)	25 million Rp. (本事業海岸想定)	30 - 37.5 million Rp. (捨石護岸の120%-150%仮定)	40 million Rp. (本事業海岸想定)
防護機能	○	○	○	○
利用機能	—	—	—	○
環境機能	—	—	—	—
特徴	コストを抑えるために、石をコンクリートで固めた不透過型護岸	イ国で近年一般的に用いられている透過型護岸。不透過堤に比べ反射波の低減による前面洗堀の緩和が期待できる。	離岸堤背後に形成されるトンボロによる堆砂効果による背後地の局所的な防護対策。単独で用いられる場合と養浜と組み合わせて持ちられる場合もある	「イ」国で一般的な線形的護岸ではなく、海岸域からの適切なバッファゾーンを設けることで面的護岸とすることで、高波浪・高潮位時の住居やインフラ被害を低減する。また面的に設けた空間上を遊
課題	不透過堤であることから前面洗堀が助長され、顕著な砂浜消失、耐久性に難あり	石材数量が増すため、その調達場所によりコストが大きく左右される ジャワ島北部海岸への適用においては、沈下対策、モニタリング、維持管理が必要	養浜無しでの離岸堤のみの場合、背後でのトンボロによる堆積が生じる半面、開口部や漂砂下手側での侵食が助長される。 海上工事となる場合は護岸に比べて工費は一般に高くなる。 北ジャワ海域での適用においては、沈下対策、モニタリング、維持管理が護岸以上に必要	背後域の住居、レストラン等が海岸域まで近づいている場合には適切なバッファゾーンを設けることが難しく、既存の海岸線位置よりも前面（海側）にバッファゾーンを設けることになり周辺海域への侵食影響を考慮が必要
本事業海岸を想定した場合の各カテゴリーに対する対策オプションの候補	← Category-1 (防護) →		← Category-3 (防護、利用) →	

出典：JICA 調査団

表 9.4.3 対策オプションの概略比較表 (その2)

対策案	マングローブ植林 (単独)	マングローブ植林+波除堤	養浜 (付帯施設無し)	養浜+ヘッドランド
イメージ				
初期建設費 (m単価)	0.5 million Rp. (本事業海岸想定)	15 million Rp (本事業海岸想定)	25 million Rp. (本事業海岸想定)	40 million Rp, (本事業海岸想定)
防護機能	△	△	○	○
利用機能	△	△	○	○
環境機能	○	○	○	○
特徴	波浪の影響がマングローブの生育上問題のない静穏域に適用。面的に植林することによる波浪侵入低減効果、土砂の保持 (堆積) 効果が期待される	マングローブの生育上波浪の影響が生じる場合に、十分成長するまでの補助施設として波除堤と組み合わせたもの。波除堤の構造としては自然素材 (竹) や石材が一般的	最も自然海浜に類似した工法であり、防護とともに利用、環境・景観面で他のハード対策含む工法に比べてメリットがある。	土砂供給が減少・枯渇した海浜において、防護と利用・環境機能を満たすために、突堤やヘッドランド等の付帯施設を併用することによる漂砂移動の抑制を図り、静かな海浜を創出する
課題	マングローブが生育する環境条件かどうか (波浪、底質等) の見極めが重要。 定期的なモニタリングと必要に応じた維持管理が必要	波除堤は一般に海上工事となりコスト増となるため、波除堤としての目的や必要耐久期間、素材の耐久性を考慮した経済設計が求められる	自然海浜と同様、動的な漂砂移動が維持されるため、昨今のような土砂供給源そのものが減少・枯渇している海岸では継続的な砂投入による供給の確保が必要。 これにより、漂砂量の顕著な海岸で適用する場合は、維持管理の頻度、コスト増が生じる可能性。 対象海岸の漂砂特性を十分踏まえた上で適用を判断する必要	付帯施設併用による工費の増大が生じる。 対象海岸の漂砂特性の把握とともに、砂浜保持効果や利用・景観面に十分考慮した平面配置計画を検討が非常に重要
本事業海岸を想定した場合の各カテゴリーに対する対策オプションの候補				

出典：JICA 調査団

#### 9.5.4 本事業で対象とした3エリアにおける具体的な対策オプションの選定

下記に、本事業で対象とした3エリアにおいて、Action-3 および Action-4 と区分された海岸に対する具体的な対策オプションの考えを示す。なお、Action-3 および Action-4 と区分された海岸には、Category-4の海岸は含まれないため、Category-4に対する対策オプションについては記載していない。

##### ➤ 防護のみが求められる海岸 (Category-1)

- 護岸：背後域に居住地や重要インフラ施設が存在する場合に、背後域への海水の侵入（高波浸水、越波）および海岸侵食による背後域の土地消失を防ぐことを目的とする場合に適用する。一方で、護岸構築による海岸へのアクセスの低下や、更なる前浜消失による環境、利用上の支障が生じるため、適用にあたっては、これらの影響を十分考慮する必要がある。
- マングローブ植林：背後域が農地や水産関連用地等、主に第一次産業として利用されており、高波浸水や越波、海岸侵食により人命、人間活動、重要インフラに直接的な被害が生じない海岸において、更なる汀線後退の抑制と、波や津波等の外力からの背後域防護を目的とする場合に、本対象海岸における対策として、マングローブ植林を適用するものとする。マングローブ植林は、護岸等のハード対策と比べ、一般的にはコスト面での有意性が高いと考えられる。また、土壌の安定・堆積による国土保全や、エコツーリズム等の観光利用による経済効果が期待できる。一方その適用にあたっては、波浪や土壌等の自然条件踏まえた適地および種の選定、防護施設としての効果の検証・妥当性、等について十分考慮して判断することが必要である。また必要に応じ、植林したマングローブの安定的な成長を目的とした波除堤の設置や、植え付けに必要な水深を確保するための土砂投入等が必要となり、これによるコスト高が生じる。本海岸保全基本計画（案）では、石材・自然素材（竹等）による波除堤の併用を前提としているが、土砂投入を含めたこれら補助対策の必要性については、更なる情報収集、調査、検討が必要である。

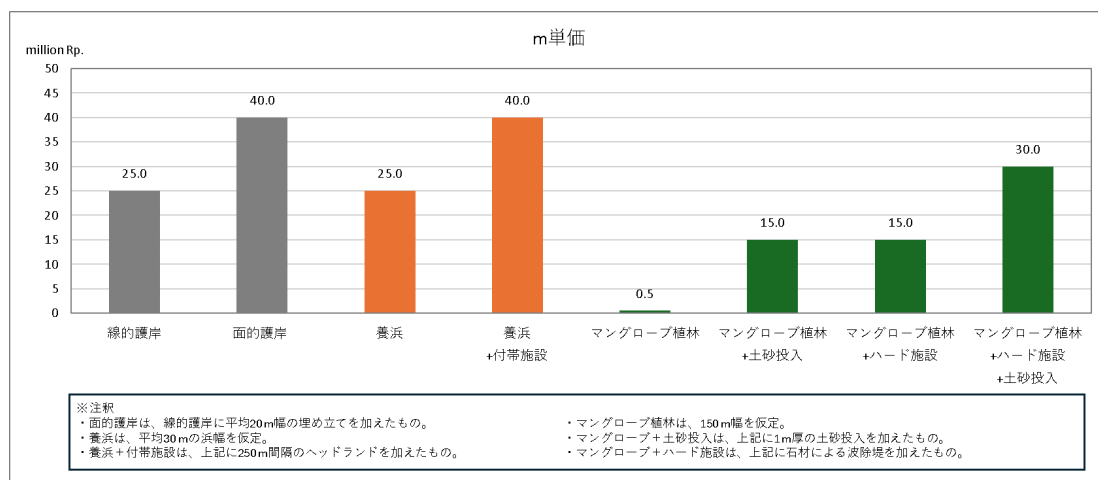
##### ➤ 防護、環境が求められる海岸 (Category-2)

- マングローブ植林：環境保護区（マングローブ林の保護等）等が本カテゴリーに分類されるため、自然由来の工法であり環境負荷が少なく、かつ自然のマングローブが自生する環境でありマングローブ植林が生育しやすい環境条件と考えられるためマングローブ植林を適用する。補助対策の必要性については上記と同様とする。

##### ➤ 防護、利用が求められる海岸 (Category-3)

- 養浜、付帯施設：本事業の検討対象海岸において、防護と海岸利用が求められる海岸については、その海岸利用が海水浴等のローカルツーリズムであることから、養浜を適用するものとする。ローカルツーリズムとしての海岸利用や、本検討対象海岸の底質特性を踏まえ、事業後の維持管理のための追加投入等を低減し、投入した砂ができるだけ維持されるように、付帯施設（ヘッドランド・突堤）を組み合わせた静的養浜を適用するものとする。ここで Area-I および Area-II のような、シルト分や比較的細かい砂で構成される海岸域においては、沖側への流出を低減させるため、付帯施設としてヘッドランドを用いる。一方 Area-III は、標準的な粒度の砂で構成される海岸であり、細粒度による沖側流出の可能性は、Area-I、II に比べて低減されることが期待される。これより、沿岸漂砂移動制御と付帯施設の利用上の観点を踏まえ、突堤、ヘッドランドを適宜選択する。

上記の対策オプションについて、本事業海岸を想定した場合の概略コストを算出し、比較したものを図 9.4.2 に示す。なお、本概略コストはジャワ島北部海岸の事業海岸を想定した場合の一般的なコストであり、地域によっては変動幅があることに留意されたい。また、養浜対策の付帯施設の有無、マングローブ対策における土砂投入の有無といった整備方法の前提によっても大きく変動する。これらの整備方法の前提については今後の調査（F/S, D/D）にて具体的に検討が必要である。



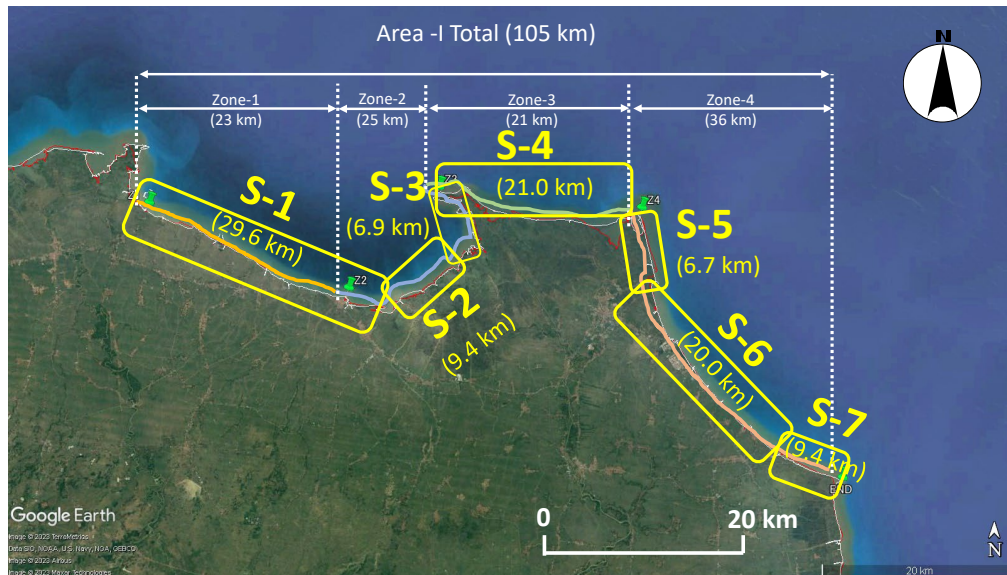
出典：JICA 調査団

図 9.4.2 対策案の概略コスト比較

## 第10章 優先エリアに対する海岸保全基本計画（案）（Step-8）

### 10.1 Area-I: Indramayu

各セクションの位置を図 10.1.1 に示し、各セクションにおける海岸保全基本計画（案）を図 10.1.2 ～図 10.1.9 に示した。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.1.1 Area-I (Indramayu) のセクション位置

10.1.1 Area-I: Indramayu S-1

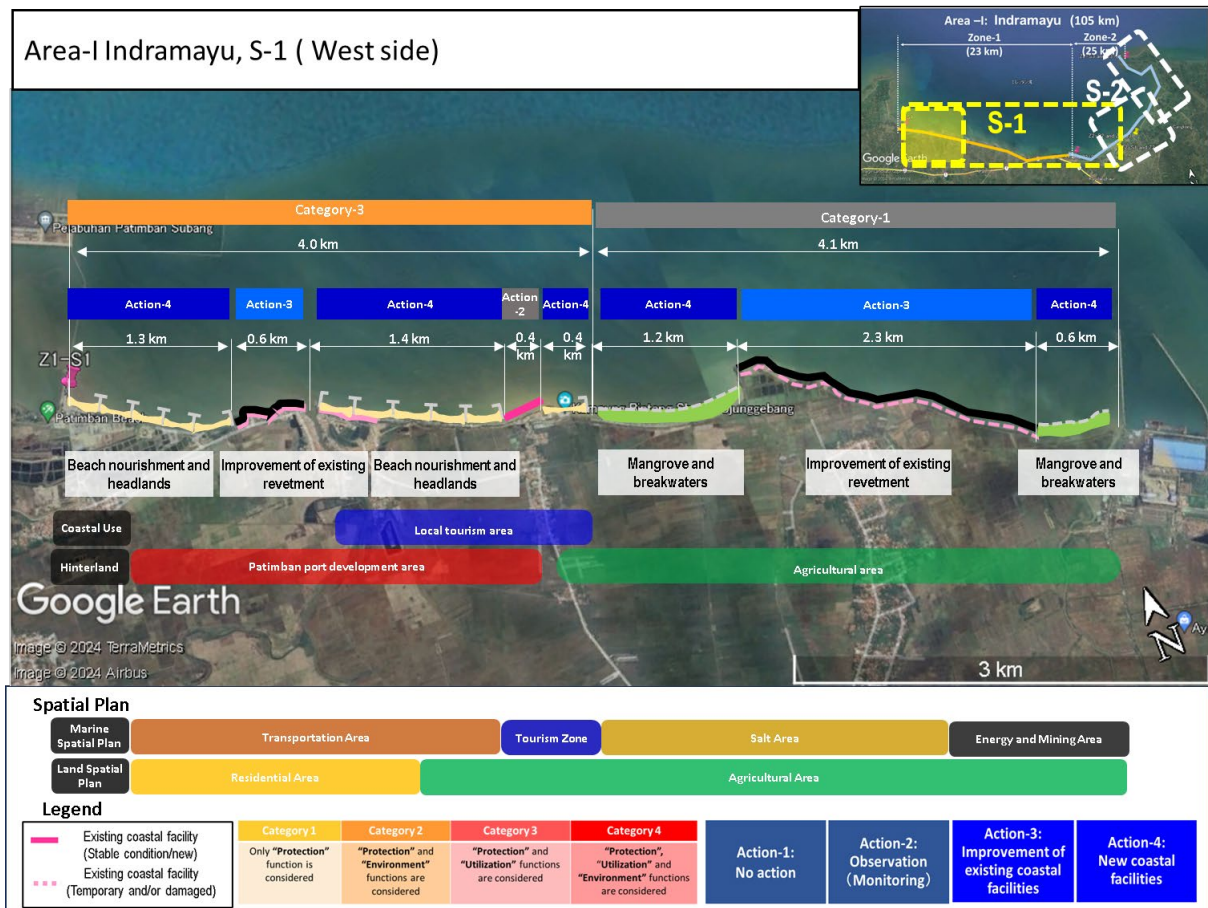
図 10.1.2、図 10.1.3 に、Area-I: Indramayu S-1 における海岸保全基本計画（案）を示す。

■評価/課題：当セクション西側はパティンバン港湾開発エリアとして沿岸域の総合開発が計画されているとともに、ツーリズムエリアも存在するため、これらを踏まえた海岸づくりが必要。また国家重要穀倉地帯であるが、波による泥・細砂流出による海岸侵食による国土消失（特に農業エリア）と居住地への災害リスクが高まると想定されるため、これらの適応対策を考えていくことが必要である。

■海岸のあるべき姿：パティンバンエリアの開発計画の一環としての観光促進、農地エリアの侵食に対する国土保全、および居住地の安全性に配慮した海岸づくりを目指す。

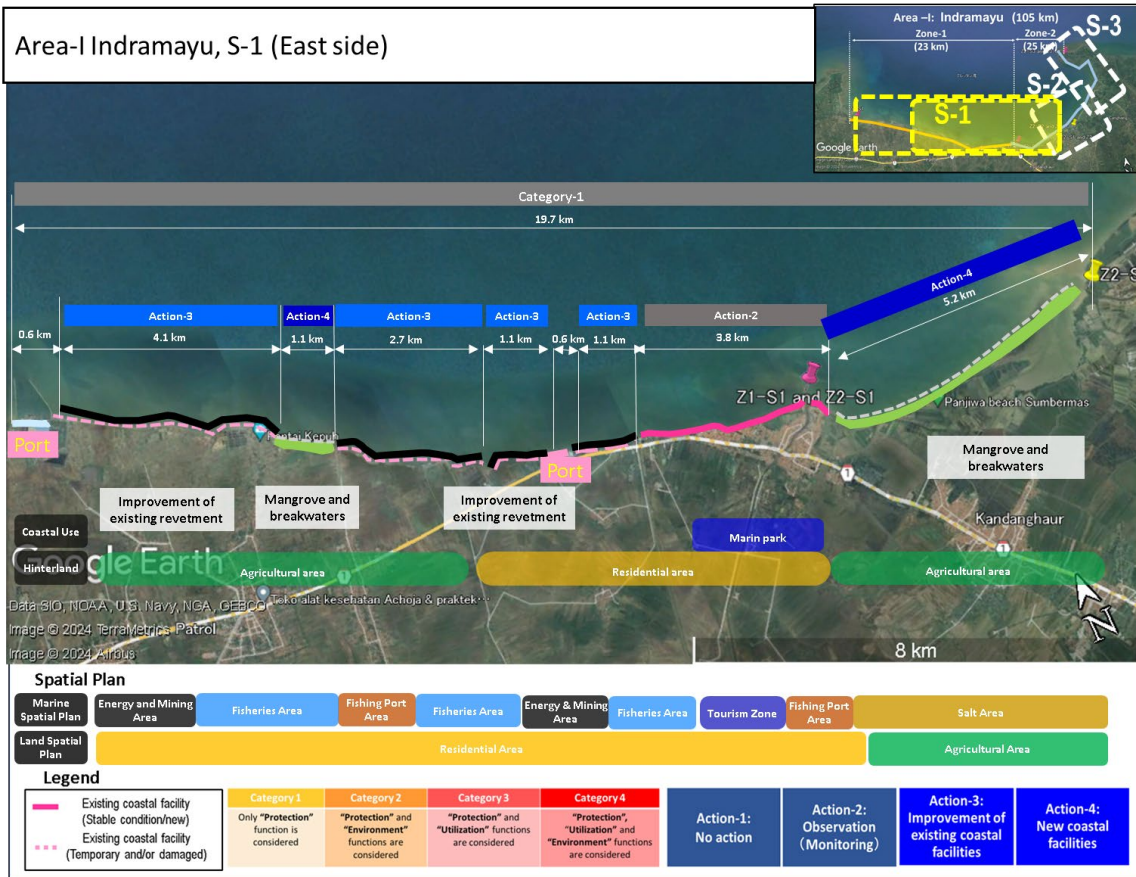
■必要な海岸機能：背後域の特に西部はパティンバン港の開発計画エリアであり、その他の沿岸域は居住地および農地・養魚池として利用される。海岸域利用としては、西部の上記開発計画エリア近辺がローカルツーリズムエリアとして利用される。これらを踏まえ必要機能としては、西部では背後域の開発に合わせた積極的な海岸利用を促進するとして、Category-3 (防護、利用) とする。背後域が農地・養魚池として利用されるエリアは、海岸利用の需要が高くないと考えられるため Category-1 (防護) とする。

■整備方針および整備方法：西部の Category-3 区域にて、主として既存施設の無い区域については Action-4 (新規整備) として、養浜+ヘッドランド工を提案する。また東部の Category-1 区域で、既存施設が無く、背後域が農地として利用される区域については Action-4 (新規整備) としてマングローブ植林を提案する。その他、既存施設の機能面を評価し、必要に応じて Action-2 (要観察)、および Action-3 (既存施設の改良・改善) とした。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.1.2 Indramayu Section-1 (West) 海岸保全基本計画（案）



出典：Google Earthをもとに JICA 調査団作成

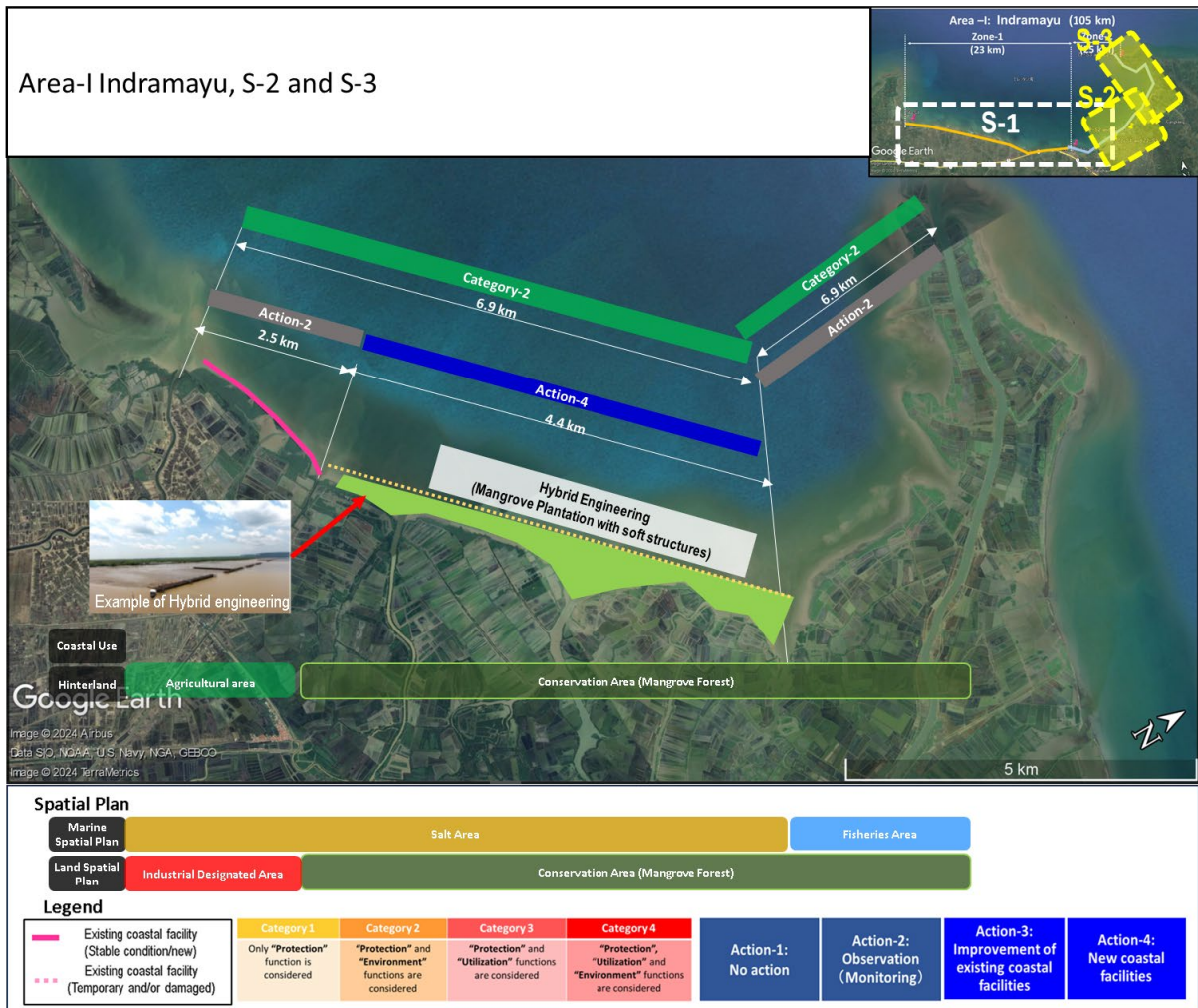
図 10.13 Indramayu Section-1 (East) 海岸保全基本計画 (案)

10.1.2 Area-I: Indramayu S-2 および S-3

図 10.1.4 に、Area-I: Indramayu S-2 および S-3 における海岸保全基本計画（案）を示す。

Area-I: Indramayu, Section-2
<p>■評価/課題：マングローブ植林による緩衝帯で防護されている箇所もあるが、それ以外の海岸では海岸侵食とそれによる浸水が内陸部まで生じており、そのような箇所では国土消失、と居住地への災害リスクが高まると想定されるため、これらの適応対策を考えていくことが必要である。</p>
<p>■海岸のあるべき姿：国家の重要穀倉地帯としての農地エリアの海岸侵食に対する国土保全を図る。</p>
<p>■必要な海岸機能：空間計画上、背後域はマングローブ林の環境保護区として指定される。このため、本海岸に必要な機能として、Category-2 (防護、環境) とする。</p>
<p>■整備方針および整備方法：本セクションの西部は侵食域であるが既存施設が機能しているため Action-2 (要観察(モニタリング)) とする。東部については大規模な侵食による国土消失からの回復のため Action- 4 (新規整備) が求められ、対策オプションは既にマングローブが自生する環境であること、環境負荷の低い対策と考えられることからマングローブ植林+波除施設を選定する。波除施設の構造については本セクションが東からの入射波に対する回折域であることから、強固な構造は不要と考え、ソフト対策として竹を用いた波除施設を提案する。</p>

Area-I: Indramayu, Section-3
<p>■評価/課題：ジャワ島北部沿岸域の代表河川の1つの河口域であり、基本的に堆積エリアであるとともに、海岸域には良好なマングローブ林が存在する。これより、他セクションと比べ、海岸災害リスクは低いと言える。一方、河口からの土砂流入土砂は、本来他エリアの海岸の形成に寄与していた土砂であるため、総合的な土砂管理の元での堆積域の土地利用を考えていく必要。</p>
<p>■海岸のあるべき姿：河口域の短・中・長期的変動性を踏まえた、総合土砂管理の促進、およびそれを踏まえた堆積域での土地利用の促進と制限を図る。</p>
<p>■必要な海岸機能：背後域は、陸域空間計画によってマングローブ林の環境保護区として利用される。このため、本海岸に必要な機能としては、Category-2 (防護、環境) とする。</p>
<p>■整備方針および整備方法：本セクションは基本的には海岸災害リスクは低い、河口部の地形変化の変動性が生じる地域であるため、Action-2 (要観察(モニタリング)) とする。</p>



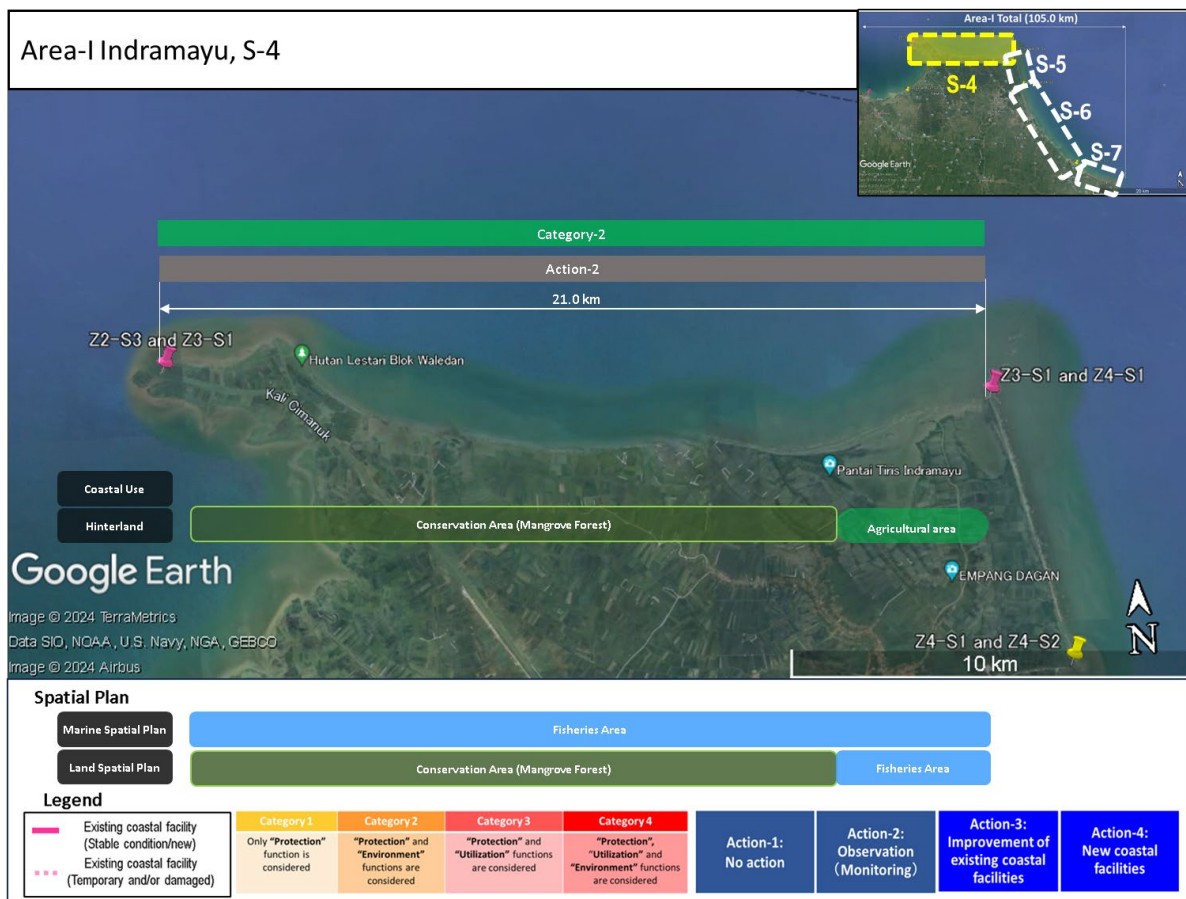
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.1.4 Indramayu Section-2 および Section-3 海岸保全基本計画 (案)

### 10.1.3 Area-I: Indramayu S-4

図 10.1.5 に、Area-I: Indramayu S-4 における海岸保全基本計画（案）を示す。

<p>■評価/課題：ジャワ島北部沿岸域の代表河川の1つの河口域であり、基本的に堆積エリアであるとともに、海岸域には良好なマングローブ林が存在する。これより、他セクションと比べ、海岸災害リスクは低いと言える。一方、河口からの土砂流入土砂は、本来他エリアの海岸の形成に寄与していた土砂であるため、総合的な土砂管理の元での堆積域の土地利用を考えていくことが必要である。</p>
<p>■海岸のあるべき姿：河口域の短・中・長期的変動性を踏まえた、総合土砂管理の促進、およびそれを踏まえた堆積域での土地利用の促進と制限を図る。</p>
<p>■必要な海岸機能：空間計画上、本セクションはマングローブ林の環境保護区に指定される。背後域は農地利用され、海岸域も利用されていないことから本地域では海岸域に存在する優れた自然環境であるマングローブ林を保全することが求められるため、必要機能として、Category-2(防護、環境)とする。</p>
<p>■整備方針および整備方法：本セクションは現存する優れた自然環境を維持することが求められるが、一方で河口部の地形の変動域に位置するため Action-2(要観察(モニタリング))とする。</p>



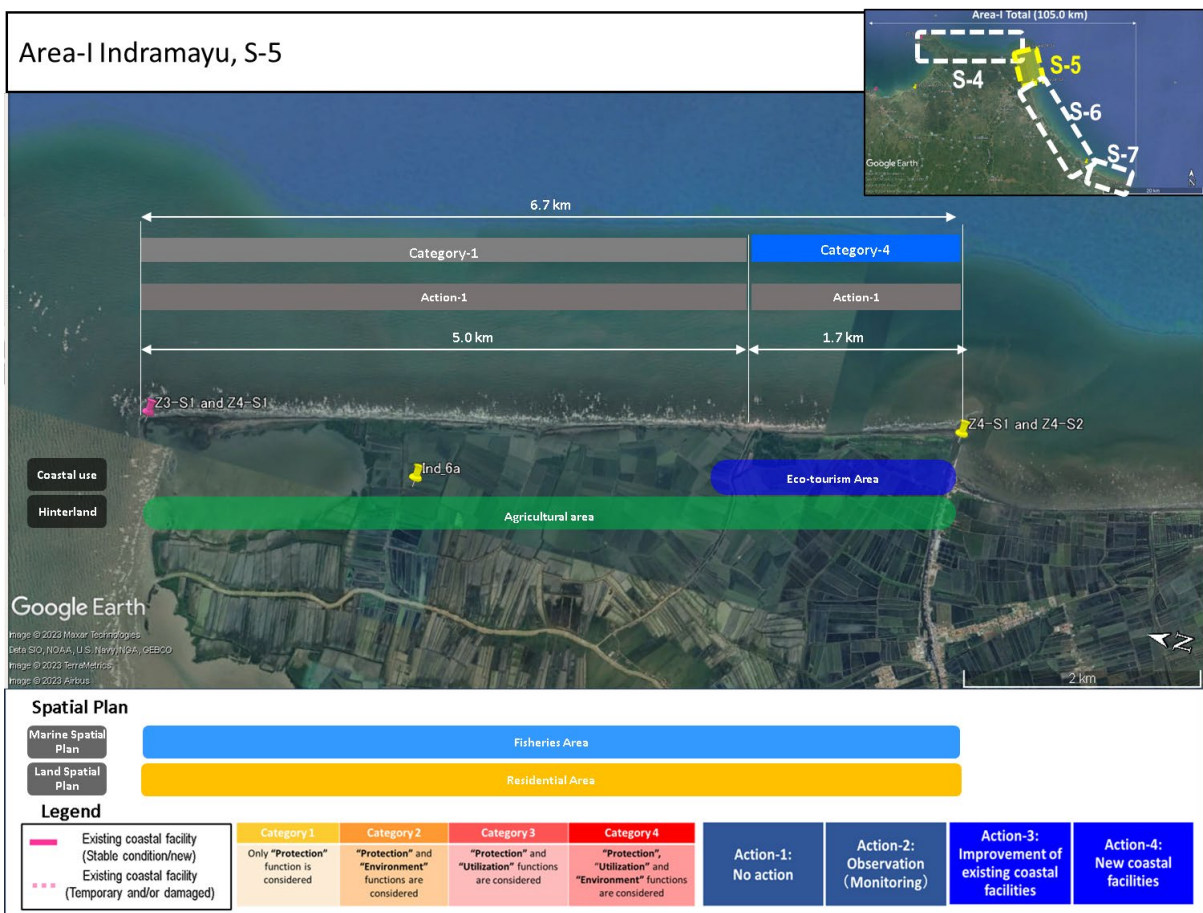
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.1.5 Indramayu Section-4 海岸保全基本計画（案）

### 10.1.4 Area-I: Indramayu S-5

図 10.1.6 に、Area-I: Indramayu S-5 における海岸保全基本計画（案）を示す。

- 評価/課題：ジャワ島北部沿岸域の代表河川の1つの河口域であり、基本的に堆積エリアであるとともに、海岸域には良好なマングローブ林が存在する。これより、他セクションと比べ、海岸災害リスクは低いと言える。一方、河口からの土砂流入土砂は、本来他エリアの海岸の形成に寄与していた土砂であるため、総合的な土砂管理の元での堆積域の土地利用を考えていくことが必要である。
- 海岸のあるべき姿：河口域の短・中・長期的変動性を踏まえた、総合土砂管理の促進、およびそれを踏まえた堆積域での土地利用の促進と制限を図る。
- 必要な海岸機能：背後域は農地として利用される。海岸域利用は良好なマングローブ林が存在し、一部地域はエコツーリズムエリアとして利用される。エコツーリズムエリアにおいては良好な自然環境と海岸利用の維持のため、必要機能として Category-4 (防護、利用、環境) とする。その他の地域は、Category-1 (防護) とする。
- 整備方針および整備方法：本セクションは基本的な河口部の堆積域であり、背後も農地であることから海岸災害リスクは低く、現存する自然環境を保つことが求められるため、Action-1 (現状維持) とする。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.1.6 Indramayu Section-5 海岸保全基本計画（案）

### 10.1.5 Area-I: Indramayu S-6

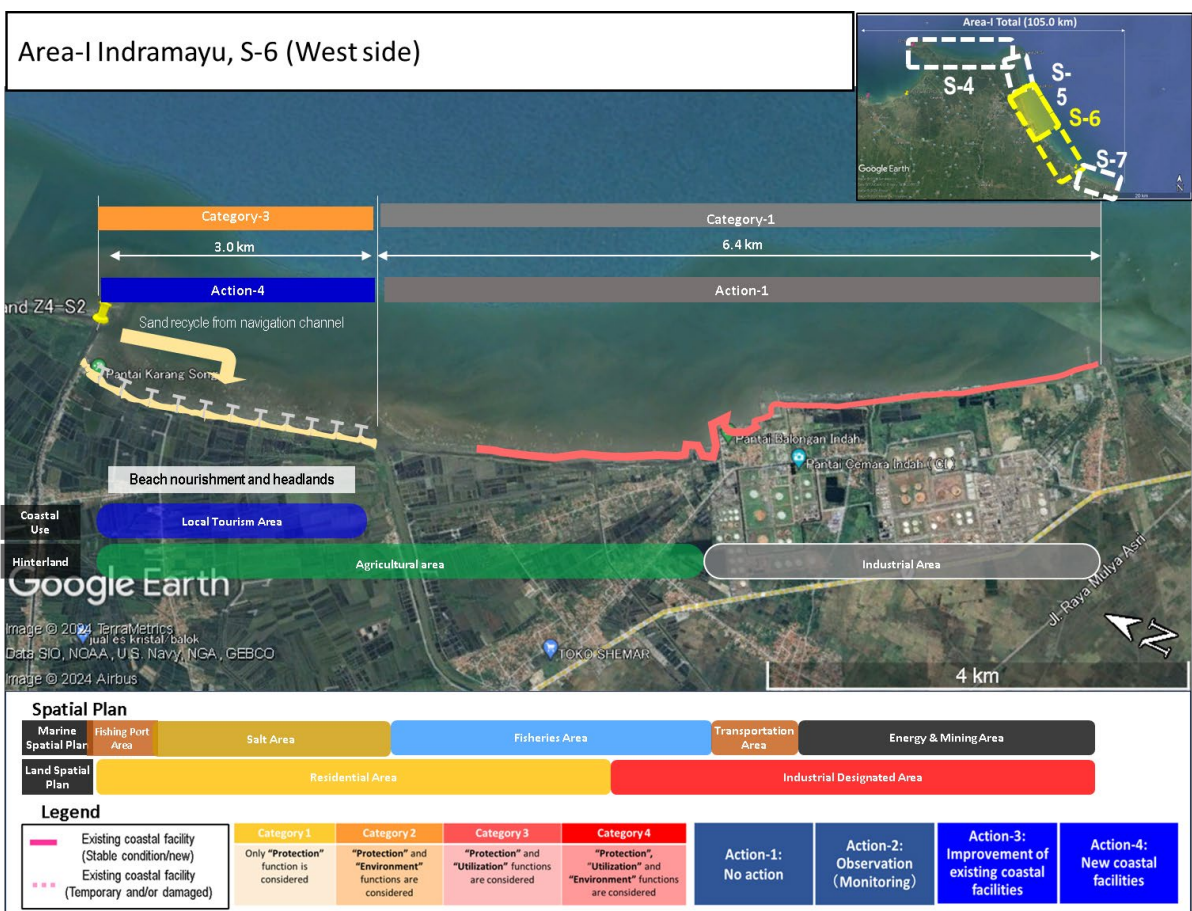
図 10.1.7、図 10.1.8 に、Area-I: Indramayu S-6 における海岸保全基本計画（案）を示す。

■評価/課題：海岸侵食とそれによる塩田・農地の土地消失、および居住地での高波・浸水被害が生じており、場所毎にハード対策が実施され、今後も延伸計画がある。近年対策が実施された区間は短期的な防護面においては機能していると考えられるが、当エリアの主要な侵食要因と考えられる土砂の沖流出に対する対策としての有効性には疑問が残る。ツーリズムエリアでは対策による海岸利用面上の支障が生じており、背後域および海岸利用を踏まえた整備の見直しが必要である

■海岸のあるべき姿：当セクションの海岸の侵食機構を十分踏まえた上での、観光促進のための海岸利用、居住地の安全性と海岸の利便性の向上、および塩田・農地の国土保全を図る。

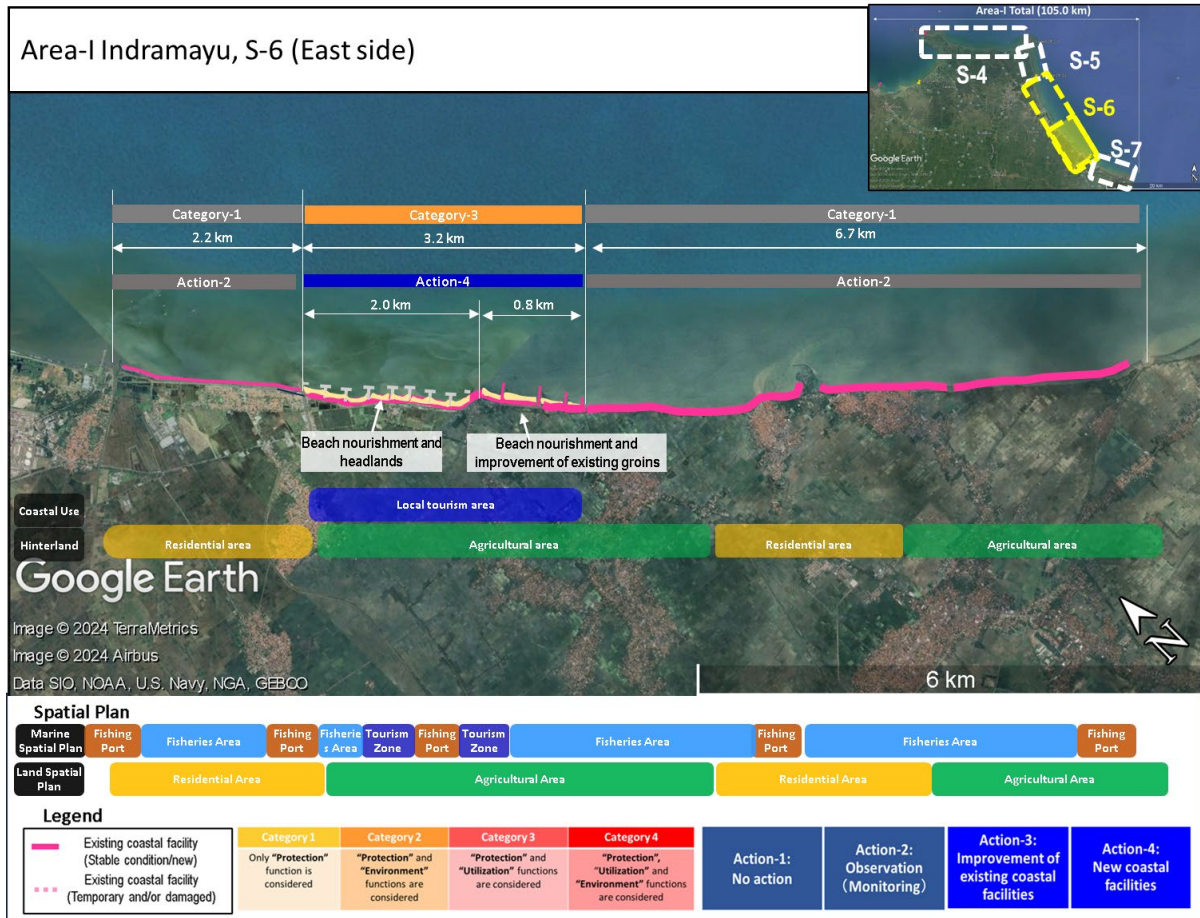
■必要な海岸機能：背後域は居住地、農地、産業用地と多様な形で利用される。本セクション（西部）の海岸域利用としては、河口部付近における現存する砂浜における観光利用が盛んである。本セクション（東部）においては、ローカルツーリズムエリアとしての海岸利用が盛んである。これらの地域については、Category-3（防護、利用）を必要機能とする。また産業用地や居住地前面は海岸利用の需要は大きくないため、Category-1（防護）とする。

■整備方針および整備方法：本セクション（西部・東部）の Category-3 と分類された区域では、ローカルツーリズムエリアにおける利用面を損なうことなく、侵食・高波浸水被害の防止のため養浜工+ヘッドランド工を Action-4（新規整備）として提案する。本セクション（西部）における産業地域の前面は、海岸災害リスクが低いため、Action-1（現状維持）とする。本セクション（東部）にて、近年に海岸整備が実施された地域では、それらは短期的には機能すると考えられるため Action-2（要観察(モニタリング)）とする。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.1.7 Indramayu Section-6 (West) 海岸保全基本計画（案）



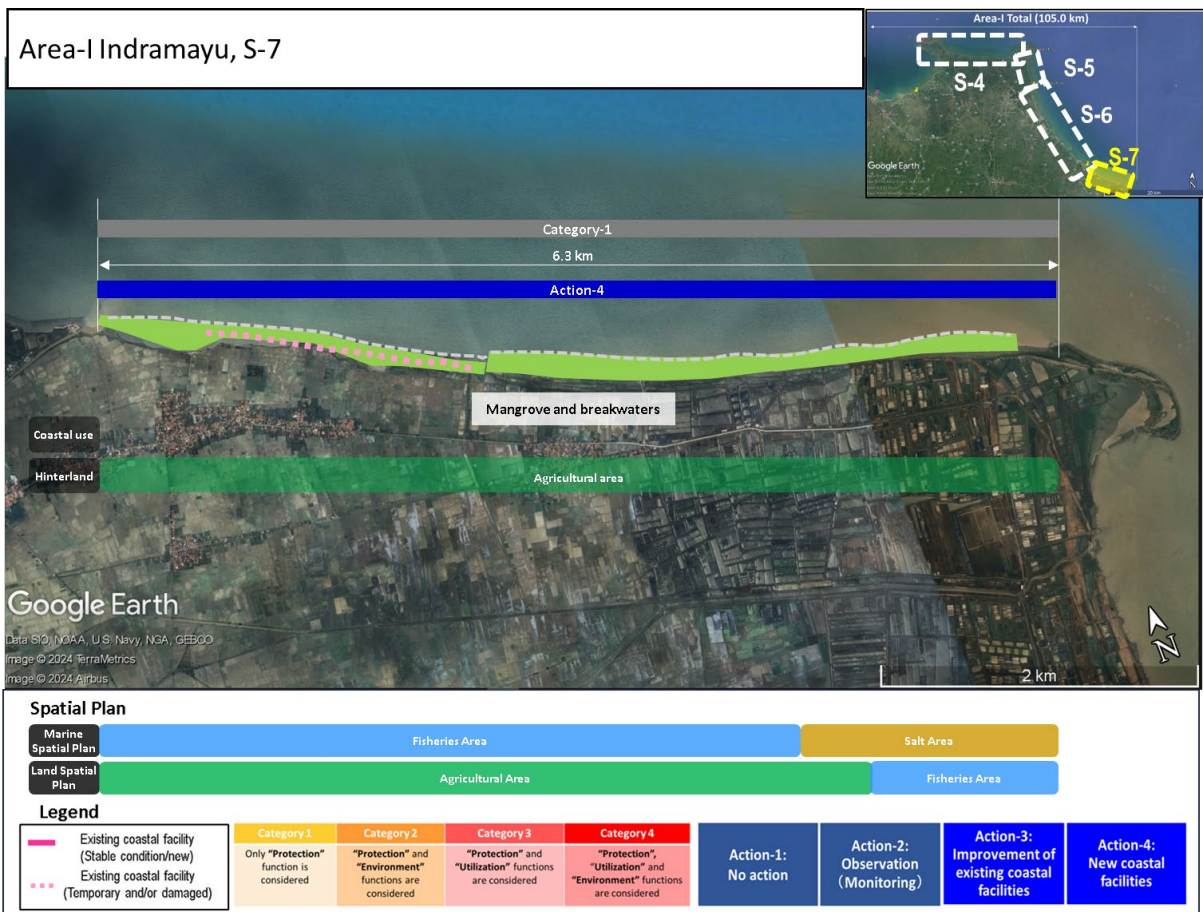
出典：Google Earthをもとに JICA 調査団作成

図 10.18 Indramayu Section-6 (East) 海岸保全基本計画 (案)

10.1.6 Area-I: Indramayu S-7

図 10.1.9 に、Area-I: Indramayu S-7 における海岸保全基本計画（案）を示す。

- 評価/課題：居住地防護と農地の土地消失対策としてのハード対策が実施されているが、対策による周辺海浜への負の影響も考えられ、当エリアの複合した侵食要因に対する対策としての有効性には疑問が残る。漂砂の連続性を踏まえたこの 10 km 間の一連での海岸整備を考えて行く必要がある。
- 海岸のあるべき姿：当セクションの海岸の侵食機構を十分踏まえた上での農地・養漁地エリアの国土保全と居住地の安全性と海岸の利便性の向上を目指す。
- 必要な海岸機能：背後域としては、基本的には農地として利用される。現在の海岸利用は少なく、将来的な海岸整備による海岸利用の需要も大きくはない。これらを踏まえ必要機能としては、Category-1 (防護) とする。
- 整備方針および整備方法：本セクション西側には既存施設が存在するが、十分に防護機能を満たしていない。したがって、背後域の利用を踏まえ、Action-4 (新規整備) としてマングローブ植林+ハード施設を提案する。

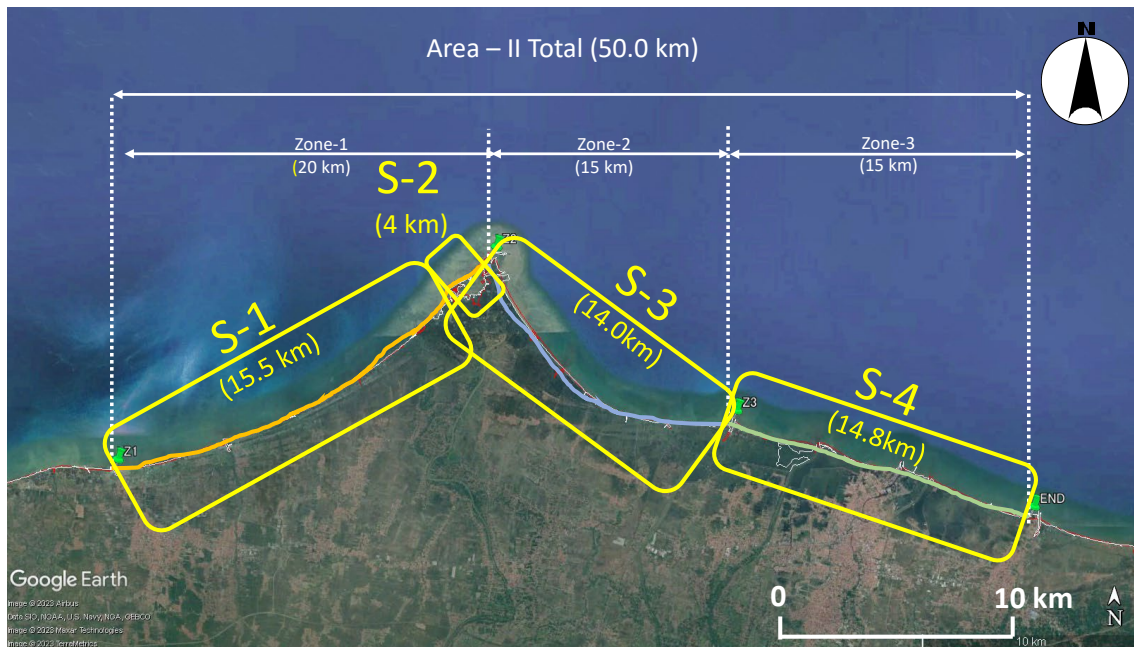


出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.1.9 Indramayu Section-7 海岸保全基本計画（案）

## 10.2 Area-II: Pemalang-Pekalongan

各セクションの位置を図 10.2.1 に示し、各セクションにおける海岸保全基本計画（案）を図 10.2.2～図 10.2.5 に示した。



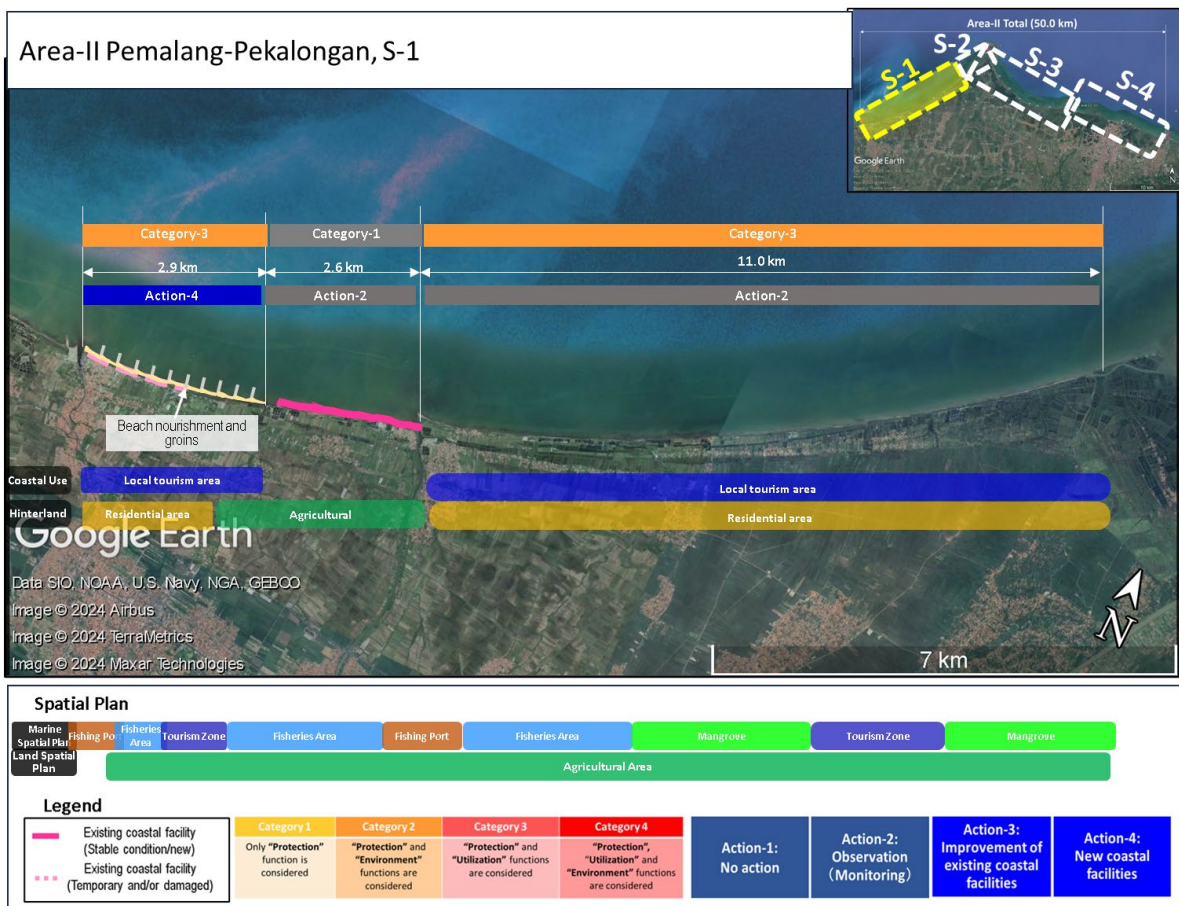
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.2.1 Area-II (Pemalang-Pekalongan) のセクション位置

### 10.2.1 Area-II: Pemalang-Pekalongan S-1

図 10.2.2 に、Area-II: Pemalang-Pekalongan S-1 における海岸保全基本計画（案）を示す。

- 評価/課題：当セクションの背後地には著名な寺院等、Area-II の主要なツーリズムエリアが存在する。沿岸域に位置することから海岸もツーリズムエリアとして多くの観光客で賑わっている。一方、海岸利用上十分な前浜がなく、またハード構造物設置による海岸利用上の支障をきたしている地点もある。当セクションはArea-Iに比べて浸水リスクも高く、浸水被害も報告されていることから、背後地への防護対策と共に、ツーリズムエリアや居住地における海岸利用に配慮した整備が必要である。
- 海岸のあるべき姿：ジャワ島北海岸の沿岸域に位置する著名なツーリズムエリアとしての観光促進と、居住地の安全の確保、および農地・養漁地の国土保全を目指した海岸作りを促進する。
- 必要な海岸機能：背後域は居住地、農地・養魚池として利用される。海岸域は、ローカルツーリズムエリアとして利用され、ジャワ島北部海岸における著名なツーリズムエリアである。これらを踏まえ必要機能としては、Category-3(防護、利用)とする。なお、海岸利用の需要が高くないと考えられる地域は、Category-1(防護)とする。
- 整備方針および整備方法：本セクションの西側のローカルツーリズムエリアについては Action4(新規整備)として、養浜+ヘッドランド工を提案する。その他の地域については、近年の整備事業があることや地盤沈下を伴う地域であり将来的なリスクが生じることを踏まえ、Action-2(要観察(モニタリング))とする。



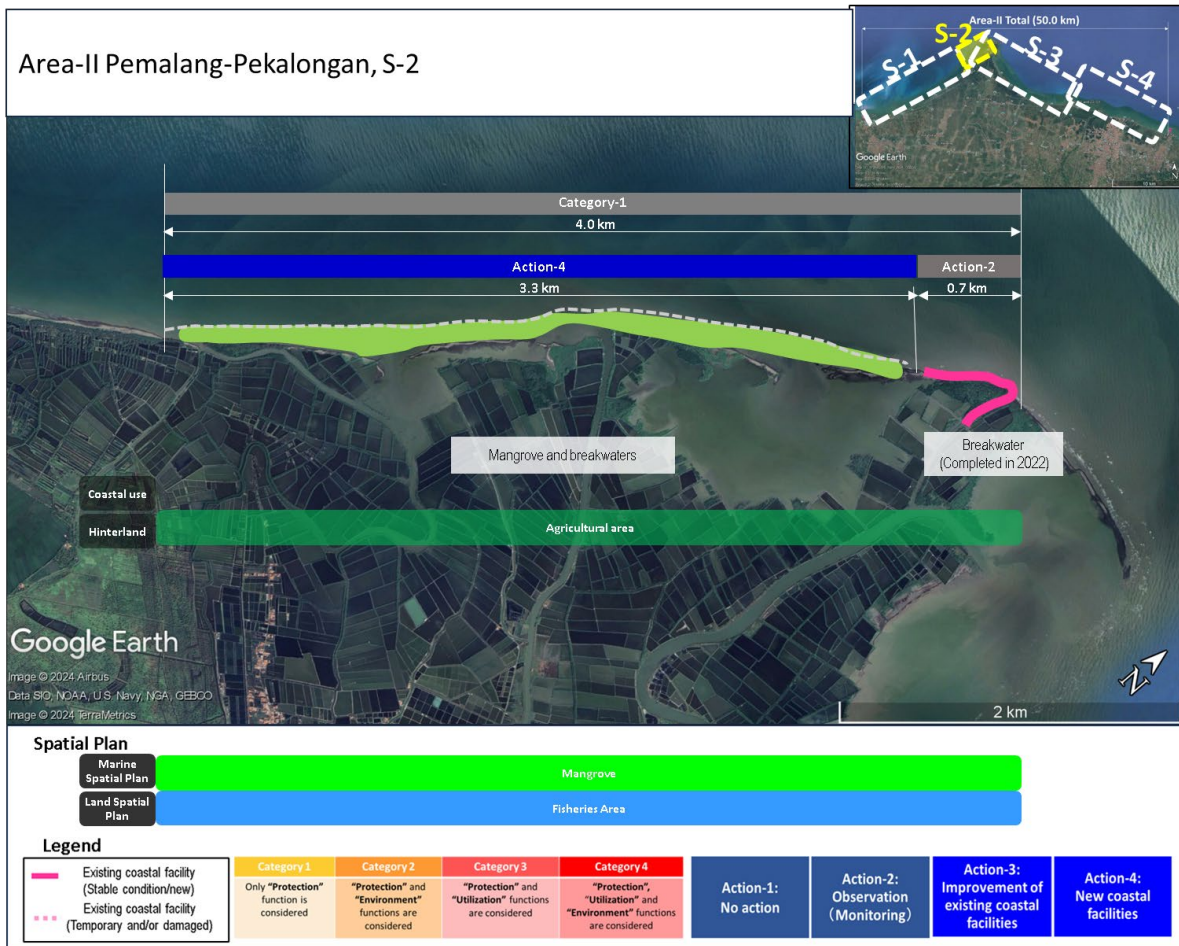
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.2.2 Pemalang-Pekalongan Section-1 海岸保全基本計画（案）

### 10.2.2 Area-II: Pemalang-Pekalongan S-2

図 10.2.3 に、Area-II: Pemalang-Pekalongan S-2 における海岸保全基本計画（案）を示す。

- 評価/課題：本セクションは、基本的に堆積エリアであるとともに、海岸域には良好なマングローブ林が存在する。背後地は養魚地および一部農地であり、人と資産の観点からは海岸災害リスクは低い。一方、河口部付近の顕著な地形変化が生じている中で、高潮時・高波浪時の陸域への一部浸水が生じている。居住地は海岸より陸側 1 km 以上離れているが、今後も生じると考えられる河口部周辺での地形変化、および地盤沈下の増加の可能性を踏まえ、陸域の緩衝地帯としての機能を含めての土地管理と、要因を明らかにした上での地盤沈下対策を含めた総合的な土地利用施策が必要である。
- 海岸のあるべき姿：今後も生じる河口域の短・中・長期的変動性と地盤沈下から、背後居住地の Tidal Flood からの安全・安心の確保を目指した、背後域を含めた総合的施策を推進する。
- 必要な海岸機能：背後域は農地・養魚池として利用される。ローカルツーリズムエリアなどの海岸整備による海岸利用の需要は少ないと考えられる。これらを踏まえ必要機能としては、Category-1 (防護) とする。
- 整備方針および整備方法：本セクションの一部は既に BBWS により防波堤が整備されている。その他の地域については、背後利用を踏まえて、Action-4 (新規整備) としてマングローブ植林+ハード構造物を提案する。



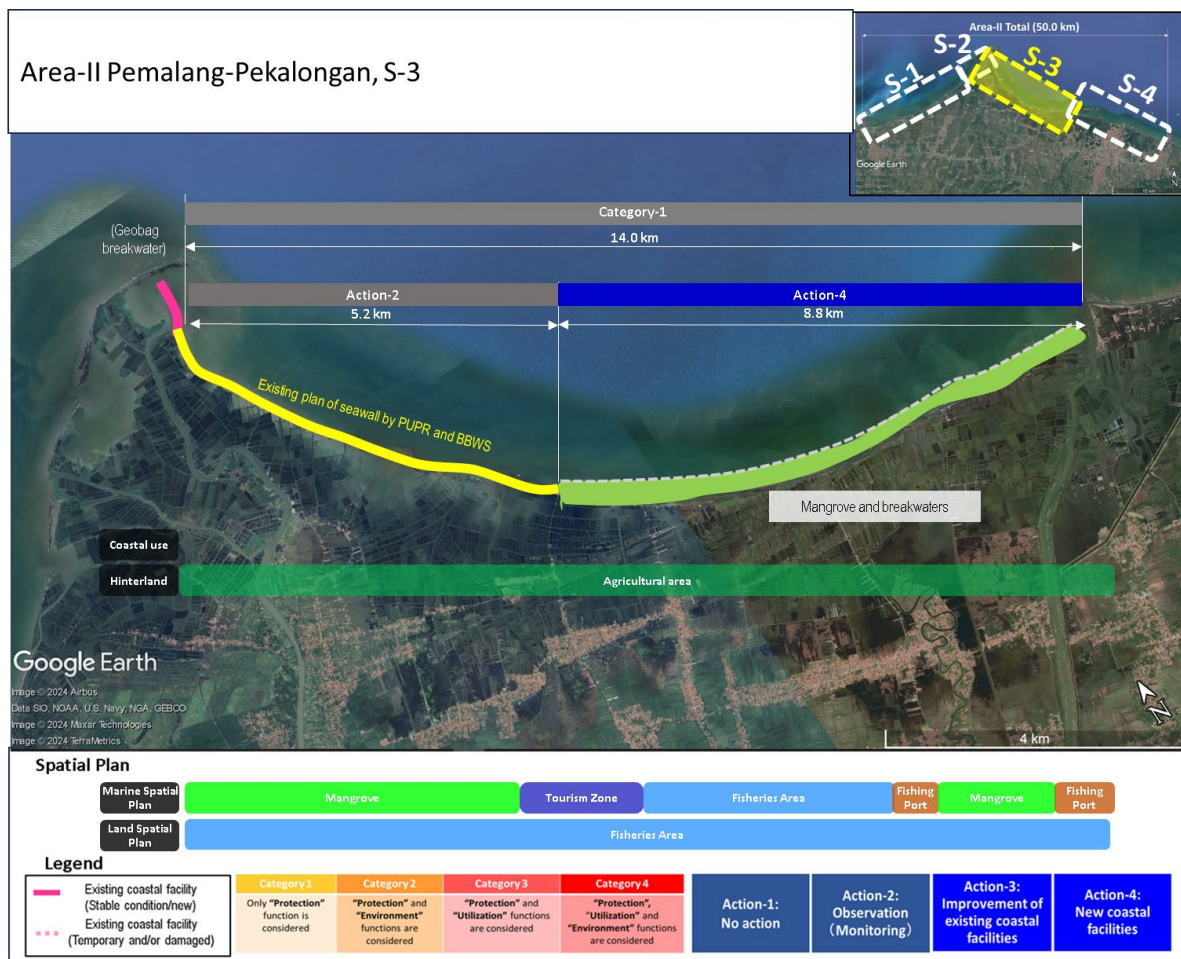
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.2.3 Pemalang-Pekalongan Section-2 海岸保全基本計画（案）

### 10.2.3 Area-II: Pemalang-Pekalongan S-3

図 10.2.4 に、Area-II: Pemalang-Pekalongan S-3 における海岸保全基本計画（案）を示す。

- 評価/課題：本セクションは、地盤沈下と河口部からの土砂流入変化（減少）と考えられる 2 つの主要因により、深刻な汀線後退が生じている。居住エリアは陸側 1 km 以上離れてはいるものの、高潮時には浸水被害が生じている。S-2 と同様、今後も生じると考えられる河口部周辺での地形変化、および地盤沈下の増加の可能性を踏まえ、陸域の緩衝地帯としての機能を含めた土地管理と、要因を明らかにした上での地盤沈下対策を含めた総合的な土地利用施策が必要である。
- 海岸のあるべき姿：今後も生じる河口域の短・中・長期的変動性と地盤沈下から、背後居住地の Tidal Flood からの安全・安心の確保を目指した、背後域を含めた総合的施策を推進する。
- 必要な海岸機能：背後域は農地・養魚池として利用される。ローカルツーリズムエリアなどの海岸整備による海岸利用の需要は少ないと考えられる。これらを踏まえ必要機能としては、Category-1 (防護) とする。
- 整備方針および整備方法：本セクションの西部は既に PUPR と BBWS によって既存の整備計画として、護岸整備が計画されるため、当該区域は Action-2 (要観察(モニタリング))とする。既存の整備計画の存在しない東側の区域については背後利用を踏まえ、Action-4 (新規整備)としてマングローブ植林+ハード構造物を提案する。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.2.4 Pemalang-Pekalongan Section-3 海岸保全基本計画（案）

### 10.2.4 Area-II: Pemalang-Pekalongan S-4

図 10.2.5 に、Area-II: Pemalang-Pekalongan S-4 における海岸保全基本計画（案）を示す。

- 評価/課題：本セクションは、背後域に都市部を有する海岸エリアである。当セクションの海岸侵食とそれによる高波浸水被害は、西向き沿岸漂砂の遮断と沿岸域での広域的な地盤沈下の複合要因と考えられるため、この 2 つの要因を緩和・解決していく施策を海岸だけでなく、地盤沈下問題や背後地の土地利用計画を含めた総合的に検討していくことが必要となる。また背後域が都市部であるとともに観光施設も存在する。また以前は海水浴等の海岸域でのツーリズムとしての利用がされていたものが、堤防の嵩上げ対策により困難となっている。これより、都市部としての安全・安心と海岸利用の両面の側面からの海岸整備を考えていく必要がある。
- 海岸のあるべき姿：都市部としての海岸災害からの安全安心の確保と、失われた海岸利用の復元、更なる積極的なツーリズムエリアとしての海岸作りを目指す。
- 必要な海岸機能：背後域は居住地として利用される。海岸域利用は船の係留やローカルツーリズムエリアとしても利用される。これらを踏まえ必要機能としては、Category-3 (防護・利用) とする。本セクションの東側の区域については、背後域利用を踏まえ、Category-1 (防護) とした。
- 整備方針および整備方法：本セクションには一部既存施設および将来整備計画が存在するが、“利用”を考慮していない。都市部の前面では観光地域における将来的な海岸域利用の需要を十分に考慮し、Action4 (新規整備) として養浜+ヘッドランド工を提案する。また背後域利用が農地・養魚池、地盤沈下により一部背後域が水没している区域については Action4 (新規整備) としてマングローブ植林を提案する。また海岸侵食が顕著でない区域、近年に海岸施設が建設された地域はそれぞれ Action-1 (現状維持)、Action-2 (要観察(モニタリング)) とする。

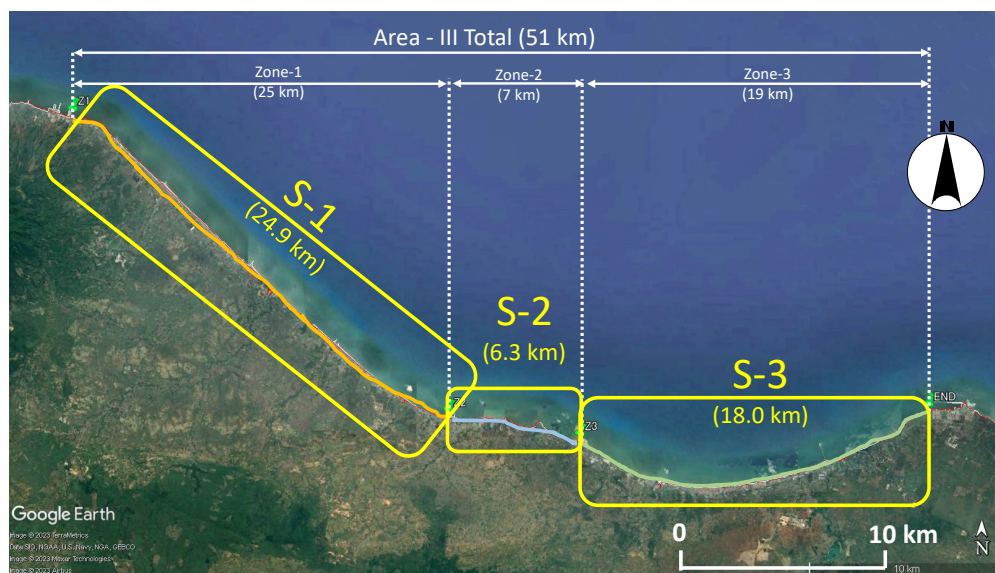


出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.2.5 Pemalang-Pekalongan Section-4 海岸保全基本計画（案）

### 10.3 Area-III: Rembang-Tuban

各セクションの位置を図 10.3.1 に示し、各セクションにおける海岸保全基本計画（案）を図 10.3.2～図 10.3.4 に示した。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.3.1 Area-III (Rembang-Tuban) のセクション位置

### 10.3.1 Area-III: Rembang-Tuban S-1

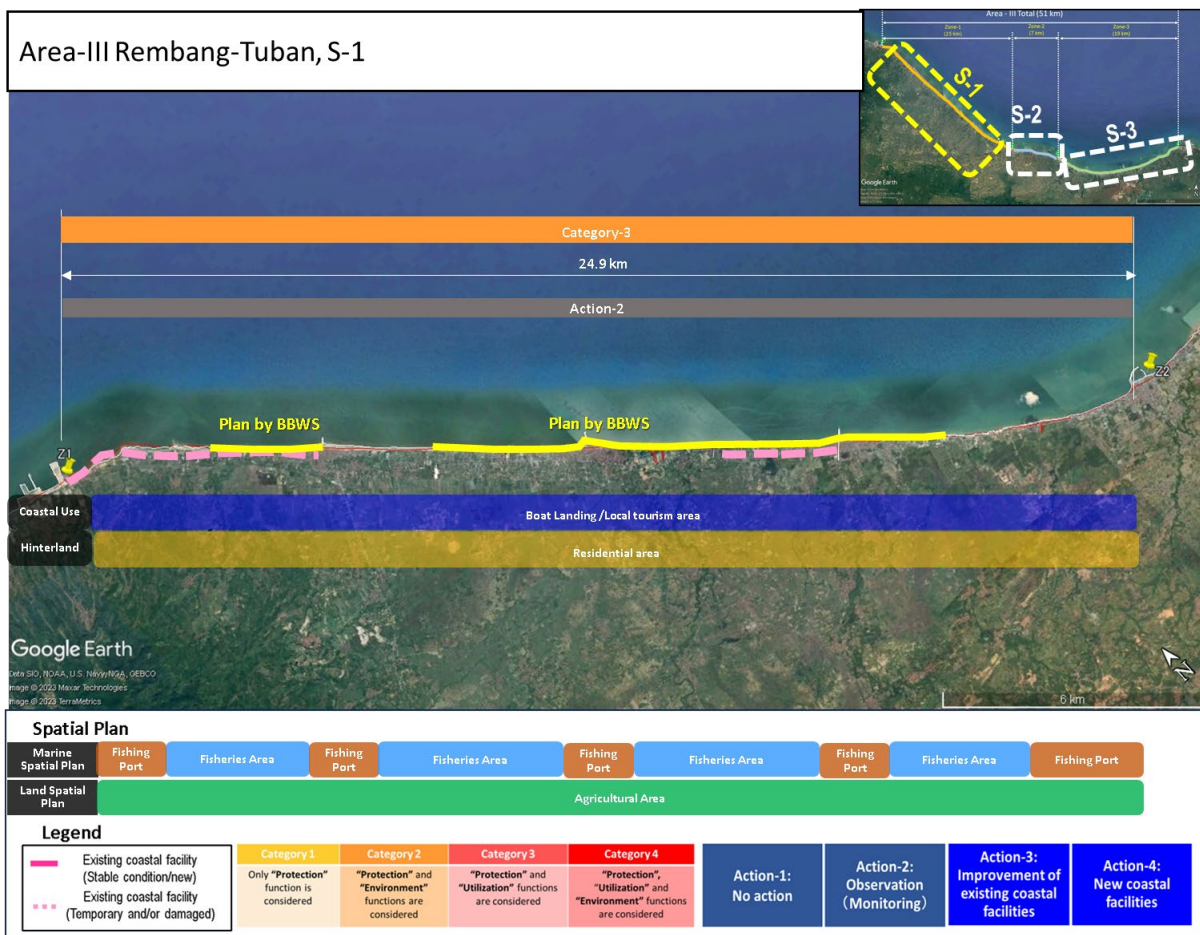
図 10.3.2 に、Area-III: Rembang-Tuban S-1 における海岸保全基本計画（案）を示す。

■評価/課題：当セクションでは近年侵食傾向にあり、背後域の漁村を高波浸水被害から守るためのハード対策がこれまで実施され、海岸線の約 75%が既に人工化された。本セクションは連続する西向き沿岸漂砂海岸であるため、既に 7 割以上の海岸で海岸整備による人工化が進み、基本的には既に漂砂の連続性を踏まえたセクション全体としての整備が困難な状況である。ハード対策により、これら構造物の機能が維持されている限り、防護機能は維持されると考えられるが、その代償として元来存在していた自然の砂浜がほとんど消滅しつつあり、海岸利用が困難な状況にある。

■海岸のあるべき姿：漁村の安心・安全を重視した海岸づくりを目指す。

■必要な海岸機能：背後域は居住地として利用される。海岸域利用は船の係留やローカルツーリズムエリアとしても利用される。これらを踏まえ必要機能としては、Category-3(防護・利用)とする。

■整備方針および整備方法：本セクションの大部分は BBWS による既存の整備計画が存在するため、Action-2 (要観察(モニタリング))とし、整備後の周辺海岸への影響をモニタリングする必要がある。



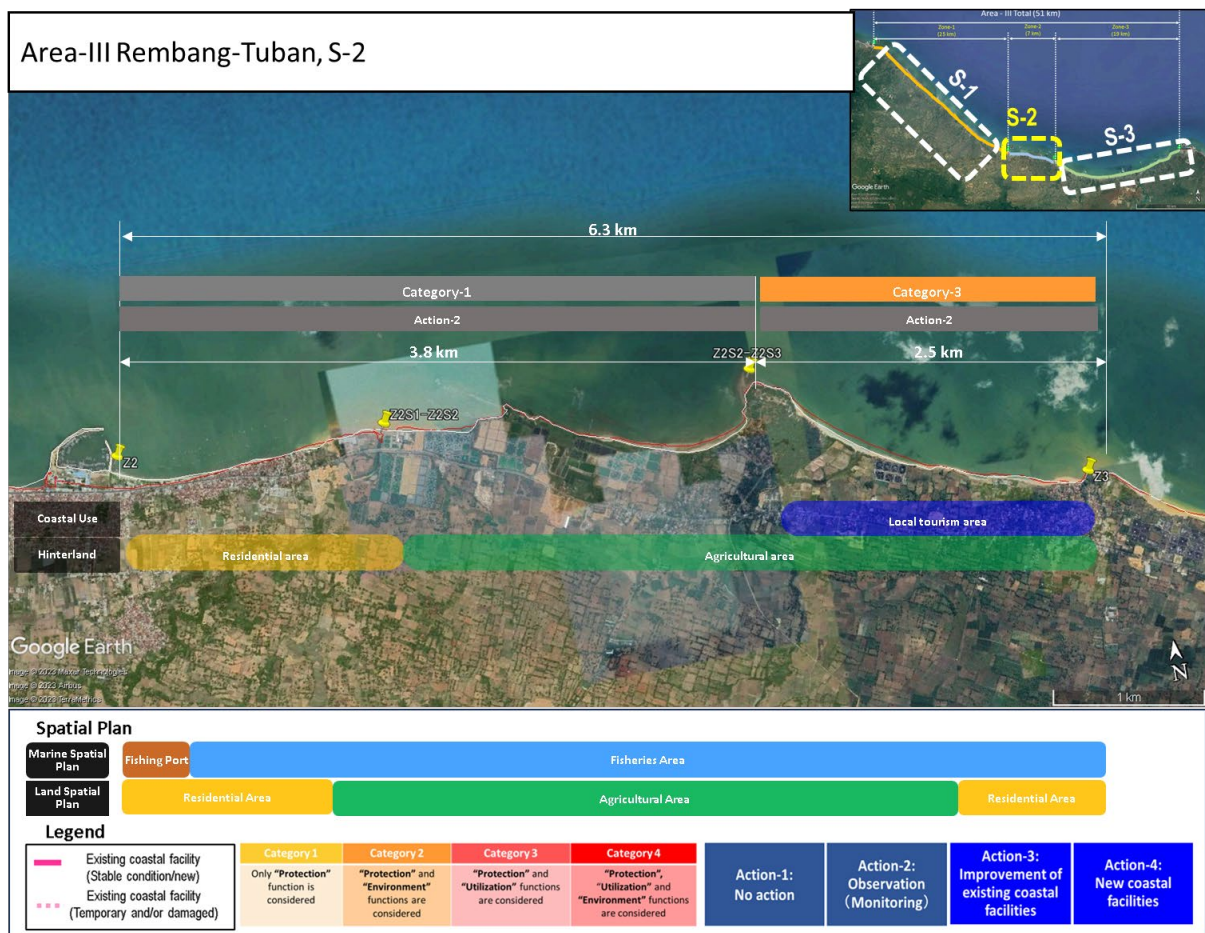
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.3.2 Rembang-Tuban Section-1 海岸保全基本計画（案）

### 10.3.2 Area-III: Rembang-Tuban S-2

図 10.3.3 に、Area-III: Rembang-Tuban S-2 における海岸保全基本計画（案）を示す。

- 評価/課題：基本的に漁港と 2 つの岬に囲まれたポケットビーチとして位置づけられ、特に海岸施設がない中で比較的安定した海岸が維持されている。これより、この海岸状況を長期的に維持することを第一に考え、沿岸域の土地利用規制等も含めての現状の海岸の保全を図ることが求められる。
- 海岸のあるべき姿：居住地の安全・安心と、自然海浜を次世代に継承するための、現存する砂浜の維持・保全の推進を図る。
- 必要な海岸機能：背後域は居住地および農地として利用される。海岸域利用としては、特に東部においてローカルツーリズムとして海岸が利用される。これらを踏まえ必要機能としては東部での Category-3 (防護・利用)、西部では Category-1 (防護) とする。
- 整備方針および整備方法：本セクションはポケットビーチを形成し、既存施設が無い中で、比較的安定した海浜を有する。自然海浜を次世代に継承するため新規の海岸施設建設による新たな海岸災害（沿岸漂砂の遮断による海岸侵食）を生じさせないことが求められるため、整備方針として Action-2 (要観察(モニタリング)) とする。



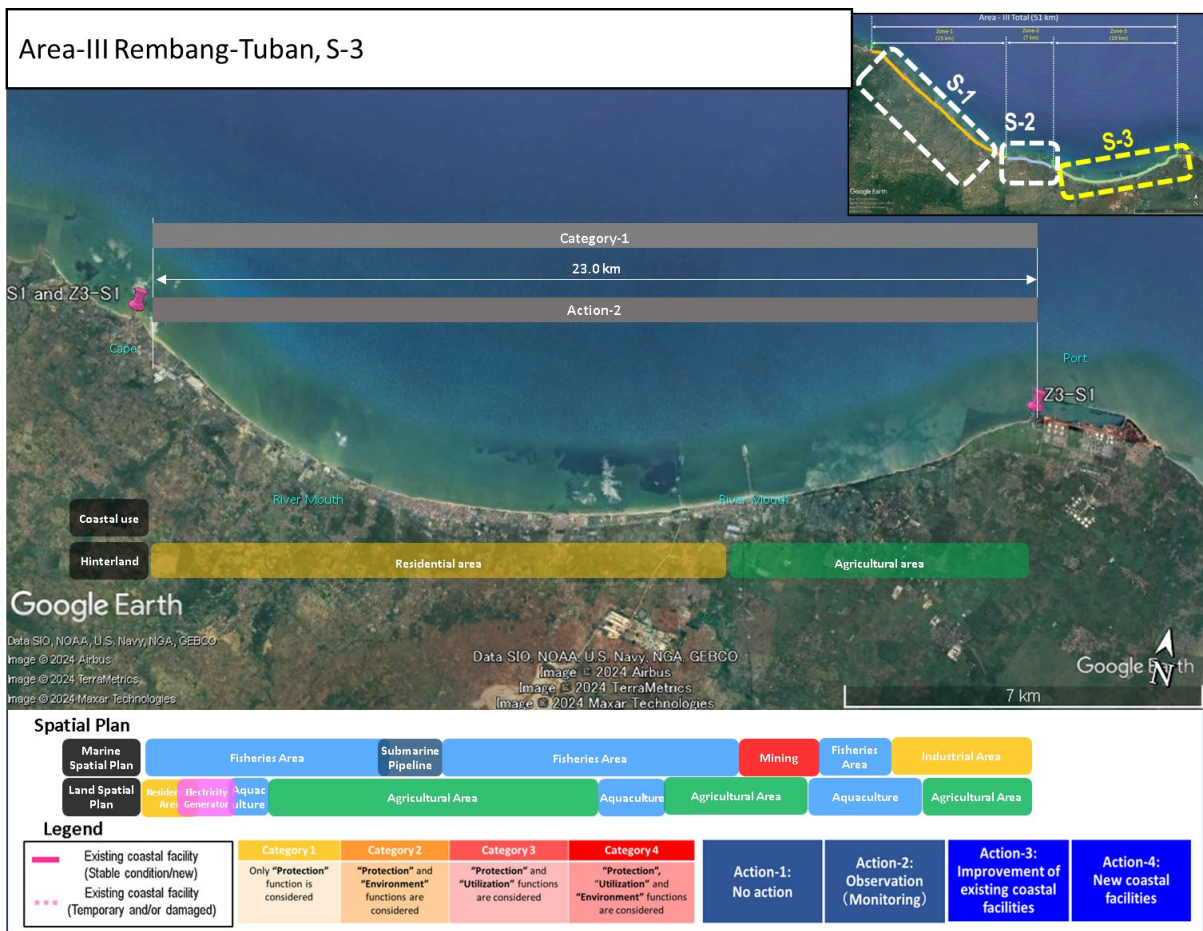
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.3.3 Rembang-Tuban Section-2 海岸保全基本計画（案）

### 10.3.3 Area-III: Rembang-Tuban S-3

図 10.3.4 に、Area-III: Rembang-Tuban S-3 における海岸保全基本計画（案）を示す。

- 評価/課題：海岸の方向、現況の海岸および過去の海岸線変化より、本セクションは比較的漂砂がバランスしていると共に、その漂砂移動に影響を及ぼすような海岸施設がないため、施設構築による悪影響も現在までのところ生じていない。これより、この海岸状況を長期的に維持することを第一に考え、沿岸域の土地利用規制等も含めての現状の海岸の保全を図っていくことが求められる。
- 海岸のあるべき姿：居住地の安全・安心と、自然海浜を次世代に継承するための、現存する砂浜の維持・保全の推進を図る。
- 必要な海岸機能：背後域は居住地および農地として利用される。海岸域は漁業関連の利用は盛んである一方で、ローカルツーリズム等の海岸利用は限定的である。これらを踏まえ、必要機能として Category-1 (防護) とする。
- 整備方針および整備方法：背後域の標高が高く、また比較的沿岸漂砂がバランスしている地域であることより、現在の海岸災害リスクは低い。また西向き沿岸漂砂を有する海岸であるため海岸施設の新規整備による漂砂下手側への影響が懸念されるため、整備方針として Action-2 (要観察(モニタリング)) とする。



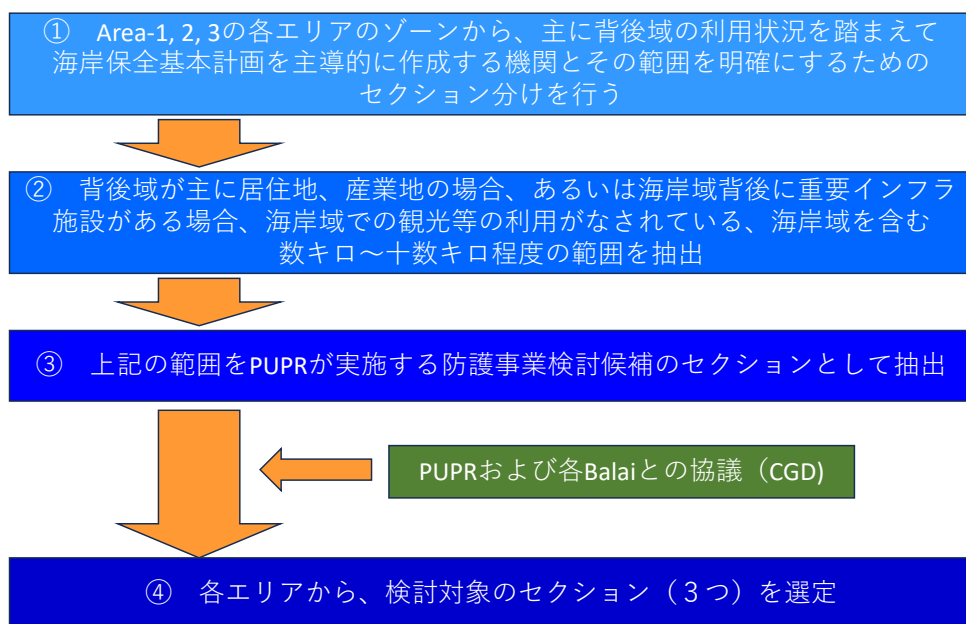
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 10.3.4 Rembang-Tuban Section-3 海岸保全基本計画（案）

## 第11章 セクション選定の経緯

### 11.1 選定の流れ

本業務で実施中の、PUPR および関連する BBWS との Close Group Discussion (CGD)での協議を踏まえ、海岸保全施設整備計画の検討対象となるセクション（海岸保全施設整備計画を検討するために区分分けされた海岸範囲）を選定する。選定までの流れを図 11.1.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 11.1.1 海岸保全施設整備計画検討セクションの選定までの流れ

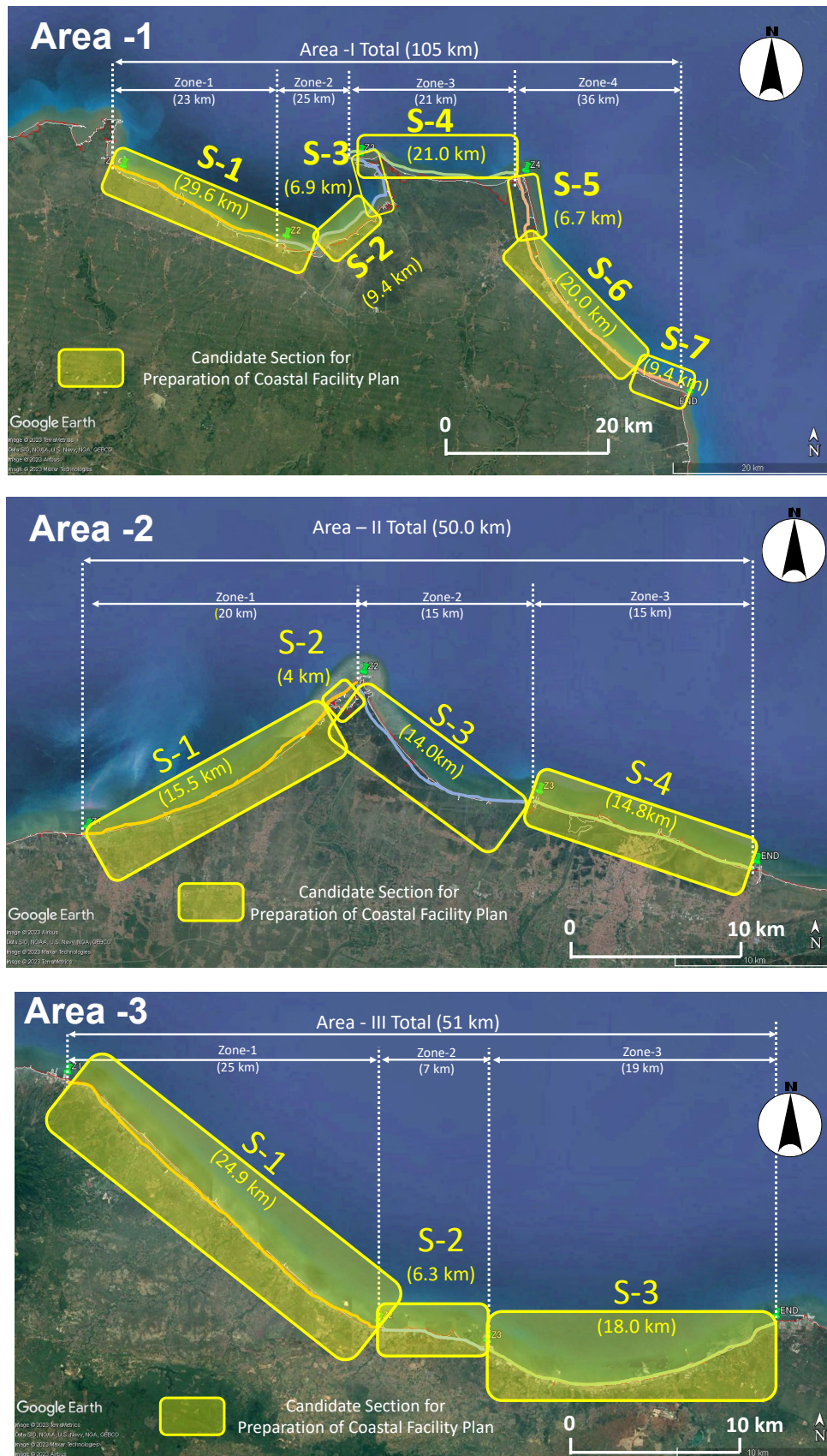
### 11.2 抽出された候補のセクション

図 11.2.1 は、上記フローの③に示す、PUPR が実施する防護事業の範囲として抽出された候補のセクションを示す。候補として抽出されたセクションは以下の7セクションである。

表 11.2.1 海岸保全施設整備計画検討の候補として抽出されたセクション

エリア名	セクション名	沿岸距離
Area-I	S-1	29.6 km
	S-6	20.0 km
Area-II	S-1	15.5 km
	S-4	14.8 km
Area-III	S-1	24.9 km
	S-2	6.3 km
	S-3	18.0 km

出典：JICA 調査団

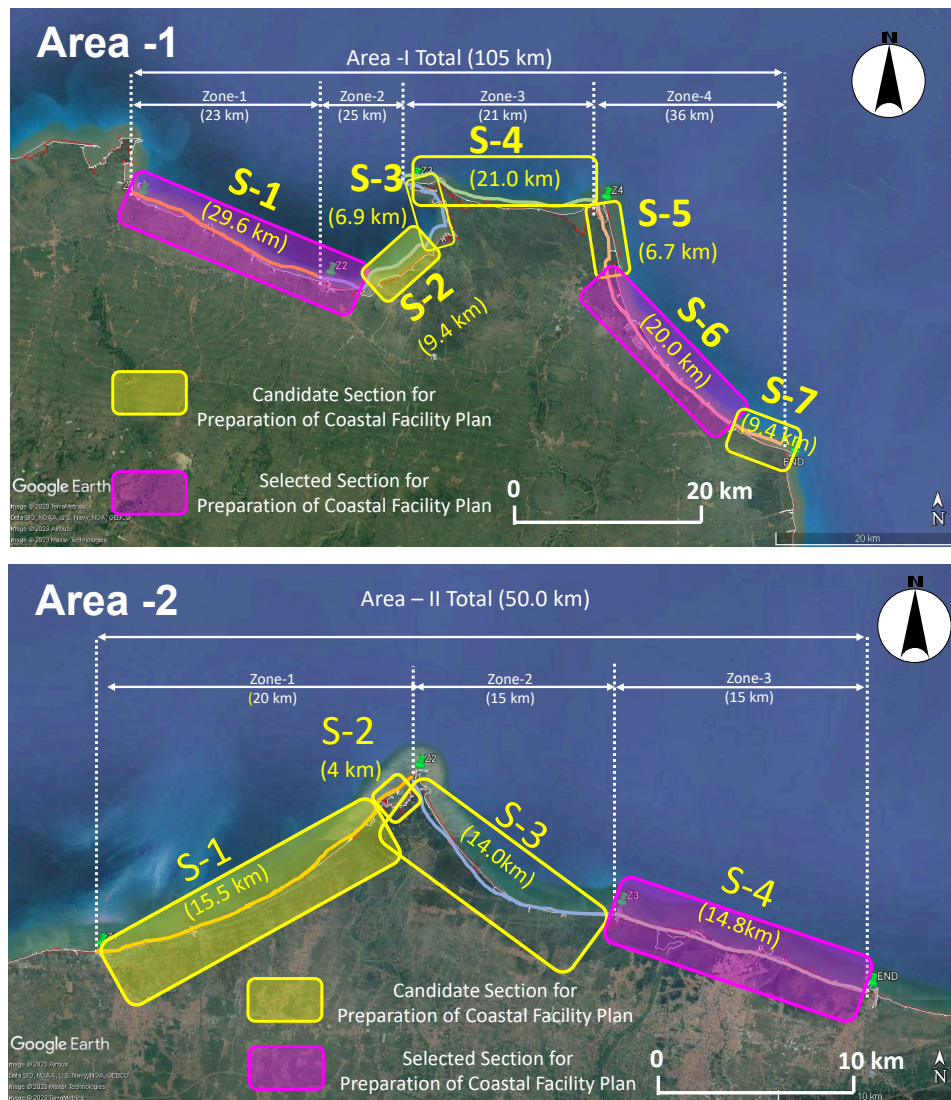


出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 11.2.1 海岸保全施設整備計画検討の候補として抽出されたセクション

### 11.3 選定された検討対象セクション

CGD を通じた PUPR および各 BBWS との協議を踏まえ、検討対象セクションとして、下図に示すように、Area-I から 2 セクション、Area-II から 1 セクションの計 3 セクションが選定された。なお、Area-III については、既に BBWS による海岸整備としての護岸対策が現在実施中であるとともに、今後も延伸する計画が示されていたため、本事業における新規海岸整備事業として検討できる区域が限られると判断された。これより PUPR との合意の元、検討対象セクションから除外した。

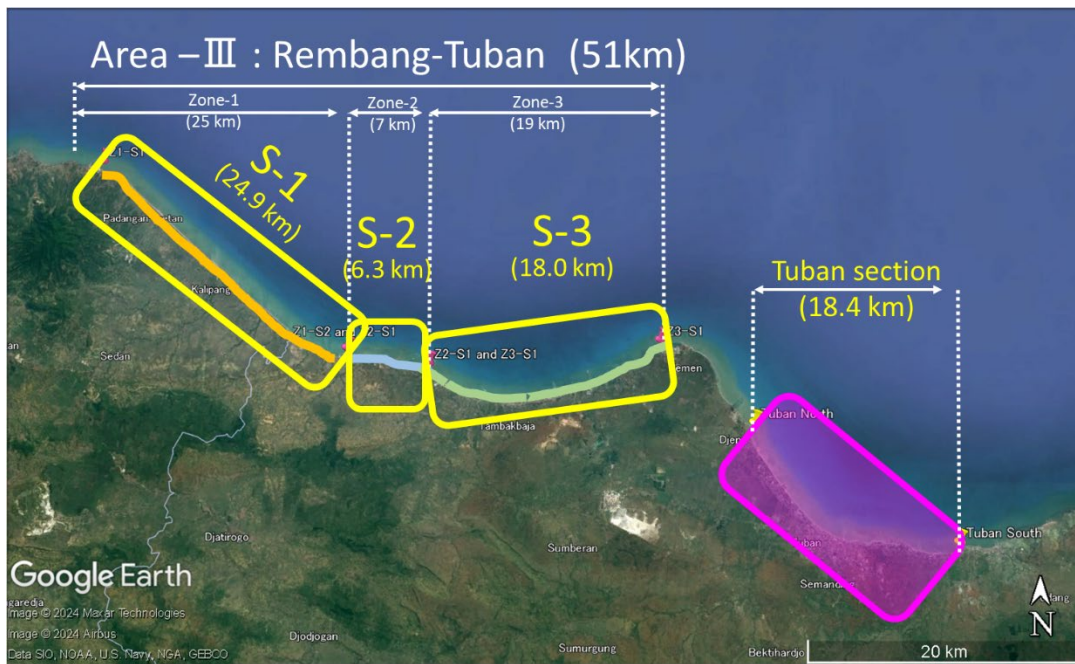


出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 11.3.1 選定された海岸保全施設整備計画検討のセクション

#### 11.4 追加検討セクション (Tuban)

Area-III からの検討セクションが外れたこと、および BBWS Bengawan Solo からの情報として、Area-III の東側に位置する隣接区域である Tuban では、海岸直背後に重要インフラである国道 1 号が通り、高波浪時の高波・越波被害が生じていることが報告され、PUPR より検討セクションとして追加することを要望された。これを受け、PUPR および JICA との協議の結果、本区域を検討セクションとして追加することとなった。その区域を示したものが図 11.4.1 である。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 11.4.1 追加検討セクション (Tuban)

## 第12章 Tuban 追加セクションに関する海岸保全施設整備計画に向けた検討

### 12.1 概況

Tuban の追加セクションは、北端が岬、東端が港湾施設で海岸延長が 18.4 km である。北端及び東端の状況写真を図 12.1.1 および図 12.1.2 に示す。また、本セクションでは地盤沈下は生じていない。

本セクションの沿岸漂砂は、中央の栈橋（Wisata Pantai Boom）を分岐点としてそれぞれの図に示すように西側は南向き、東側で西向きに卓越している。

海岸背後地は、漁村、観光エリア、公共施設（国道等）、居住エリアである。海岸利用状況は、中央の栈橋（Wisata Pantai Boom）付近は前浜が狭く高潮時は利用に支障をきたしている。また、海岸背後が国道 1 号線、国道 17 号線及び Mangrove Center 等のエリアでは、高潮時の越波により交通や利用に支障をきたしている。

現在、公共性の高いエリアは既設護岸が公共事業として整備されている。また、居住エリアでは、各居住者が直立護岸を整備しており、海岸法線が護岸のある所ない所で凹凸の状態となっている。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

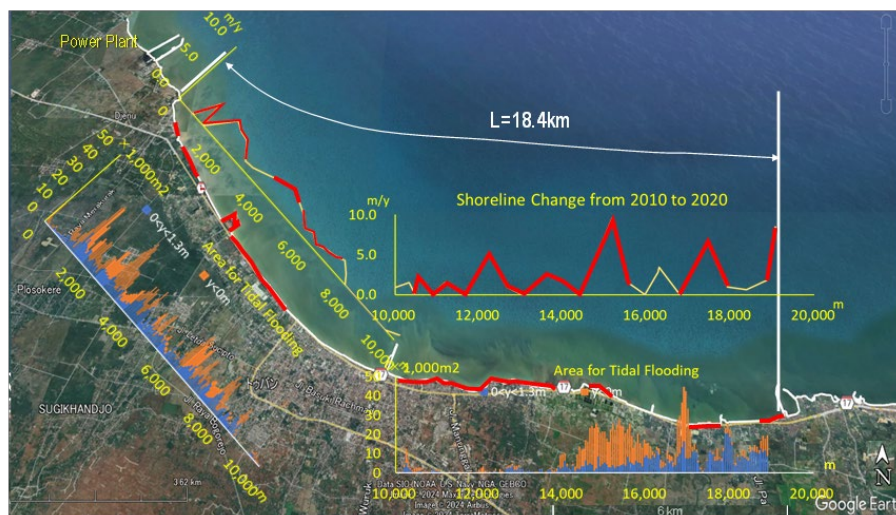
図 12.1.1 Tuban 追加セクションの北西側境界周辺状況



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.1.2 Tuban 追加セクションの東側境界周辺状況

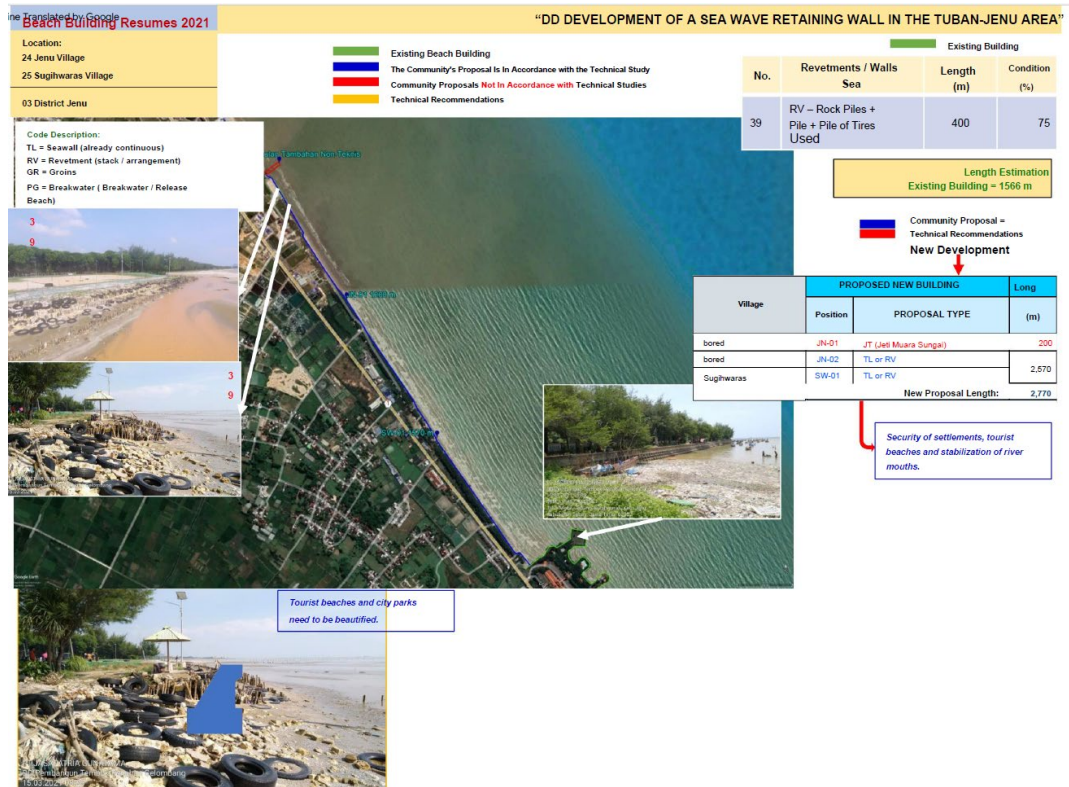
また、過去の汀線変化からは著しい侵食は見られず図からは堆積傾向にある。これは護岸や突堤の建設によるものもあるが、図の汀線及び汀線変化グラフに赤で示した範囲は人為的な沖出しによるものである。また、汀線の前進が見られないところは、護岸により汀線が守られているためであり、前面水深の増大、これによる越波被害が生じやすくなっていると考えられる。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

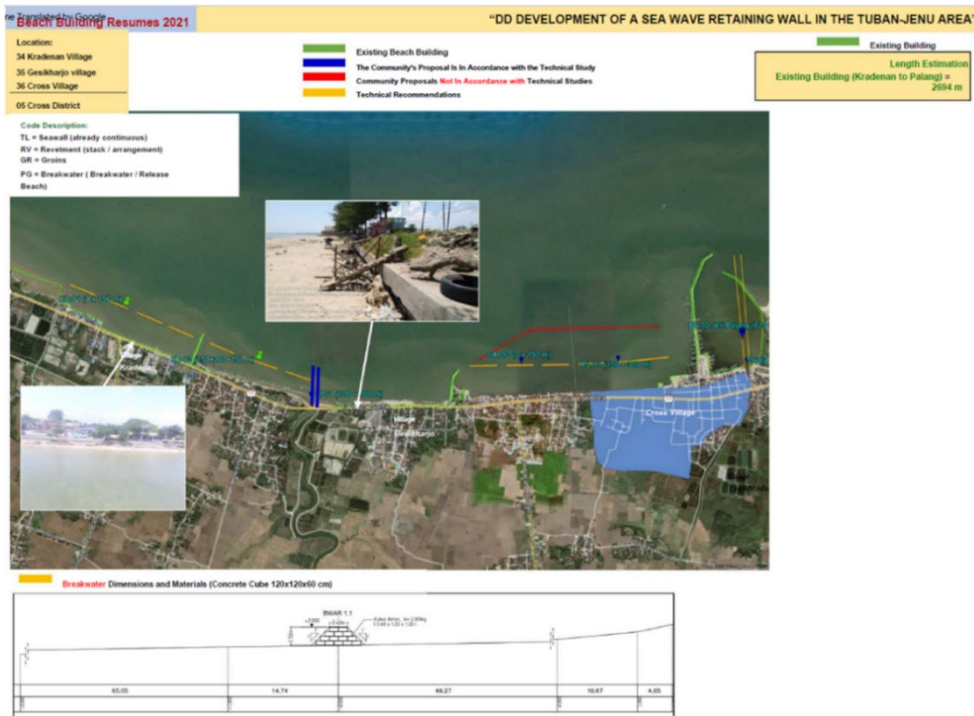
図 12.1.3 汀線変化及び浸水域図

既存の海岸整備計画として、BBWS Bengawan Solo では、汀線付近に護岸、沖合に離岸堤整備の計画を有している。当海岸の観光海岸での護岸整備計画図および東側境界付近の離岸堤整備計画図を図 12.1.4、および図 12.1.5 に示す。



出典：BBWS Bengawan Solo による提供資料

図 12.1.4 整備計画図（護岸計画）



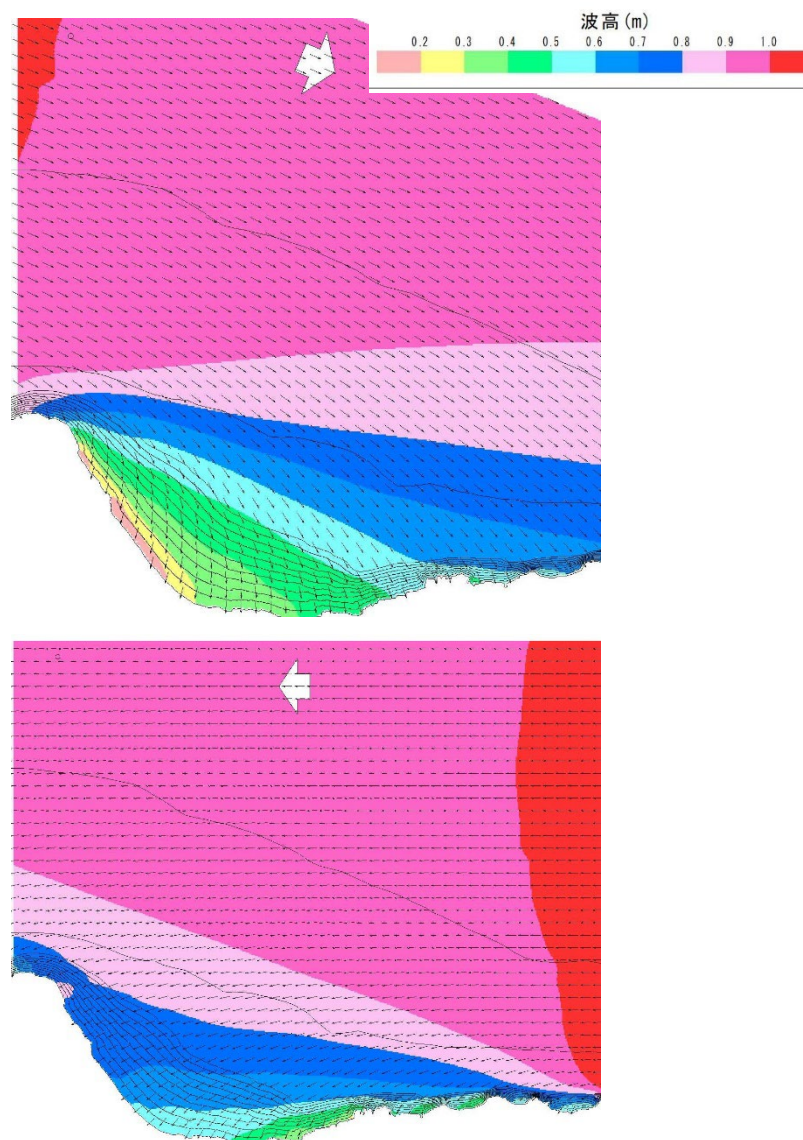
出典：BBWS Bengawan Solo による提供資料

図 12.1.5 整備計画図（離岸堤計画）

## 12.2 自然条件

### 12.2.1 波浪・潮位

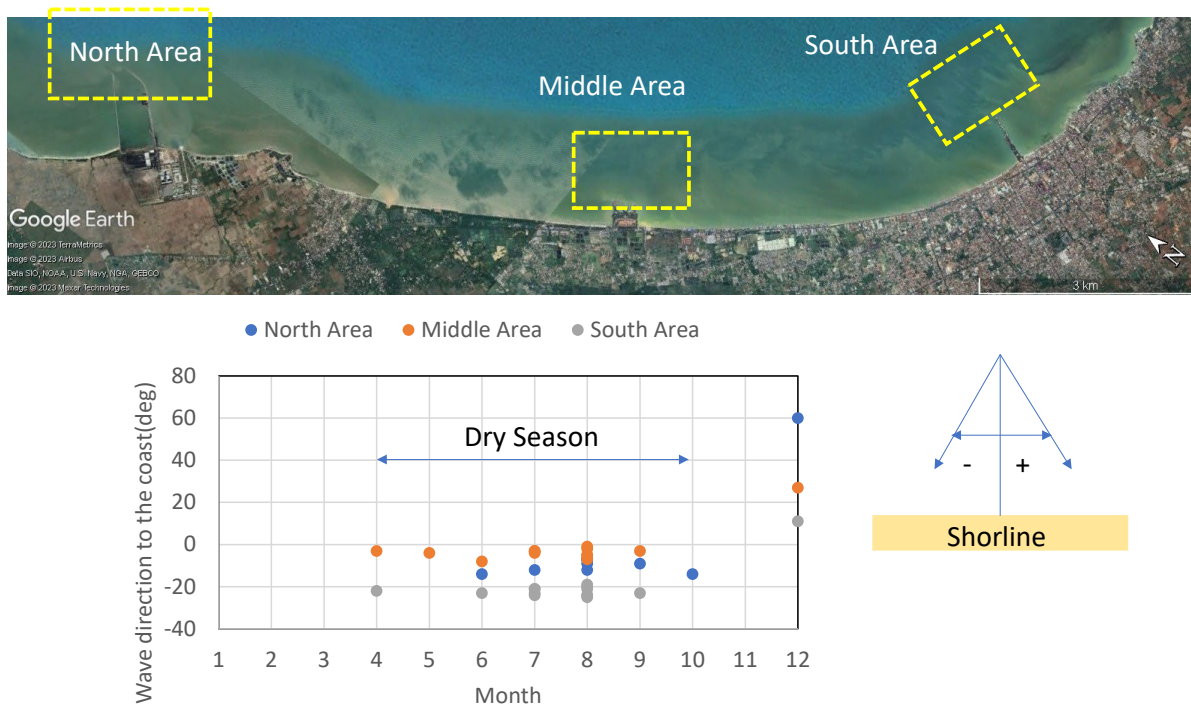
先に示した Rembang-Tuban 沖の波浪推算データ (ERA5) をもとに、当該沿岸域の波浪特性について整理した。乾季に卓越する E 方向からの波と、雨季に卓越する WNW 方向からの波に対して、波高が比較的高い時の周期 6 s の波の場合の波浪変形計算結果を図 12.2.1 に示す。この図は入射波高 1 m に対するものであることから波高比を表すものである。雨季に卓越する入射波向き WNW の場合は、北端部で北に突出した地形の影となることから、波高は沖の波高の 50 %以下となるのに対し、乾季に卓越する入射波向き E の場合は 80 %以下と、波向き WNW よりは高い。したがって当該沿岸は乾季の東からの波の影響を受けていると推測される。



出典：JICA 調査団

図 12.2.1 周期 6 s、入射波高 1 m に対する波高分布 (左：入射波向 WNW、右：入射波向 E)

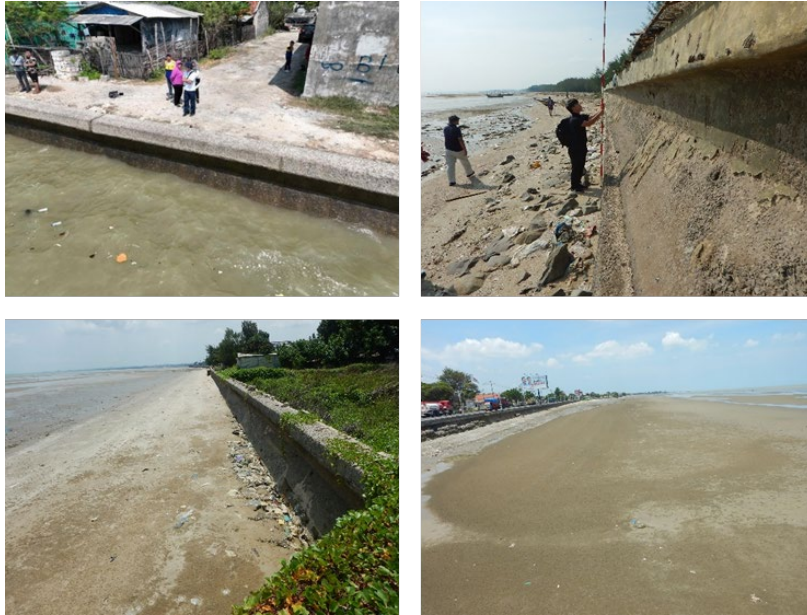
波の入射方向について、衛星画像から3地点で読み取ったものを図 12.2.2 に示す。画像は乾季のものがほとんどであり、それによると乾季は海岸線に対し右手（マイナス値）から入射する波となっている。一方、雨季の画像は1画像しかないものの、反対に海岸線に対して左手（プラス値）から入射している。これは Rembang-Tuban 沖の波浪推算データから解析した波向き特性と整合するものである。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.2 衛星画像から読み取った波向き

当該沿岸域の潮位については、年最大潮位が平均潮位+0.95 m であることから、その時の干満差は約 2 m にも達する。よって、満潮時は堤防天端に迫るほど潮位が上昇する一方、干潮時には海底勾配が緩いこともあって広大な干出域が出現する（図 12.2.3）。

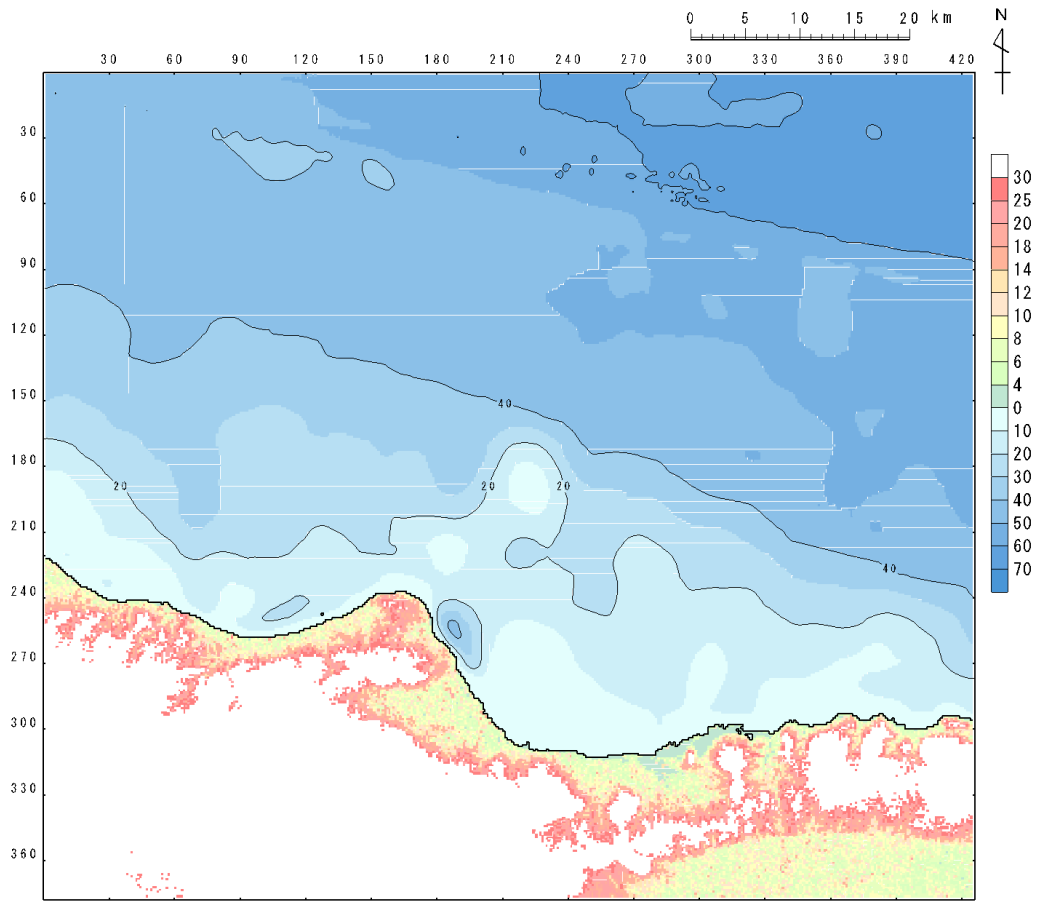


出典：JICA 調査団

図 12.2.3 干満時の状況（左上：満潮時、右上・下：干潮時）

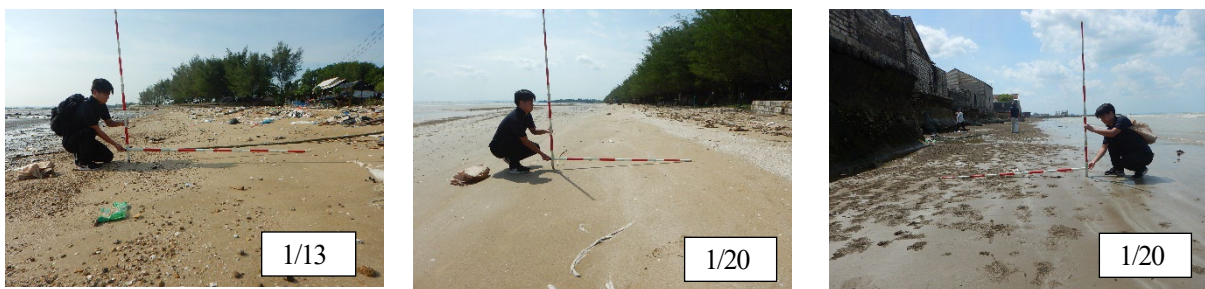
## 12.2.2 地形

図 12.2.4 に当該沿岸域の海底地形を示す。沖合約 10~20 km 程度が水深 20 m 程度であることから、海底勾配は約 1/500~1/1,000 と非常に緩勾配である。砂浜が存在する地点での前浜勾配は 1/13~1/20 程度と緩勾配である(図 12.2.5)。



出典：BATNASを基に JICA 調査団作成

図 12.2.4 海底地形

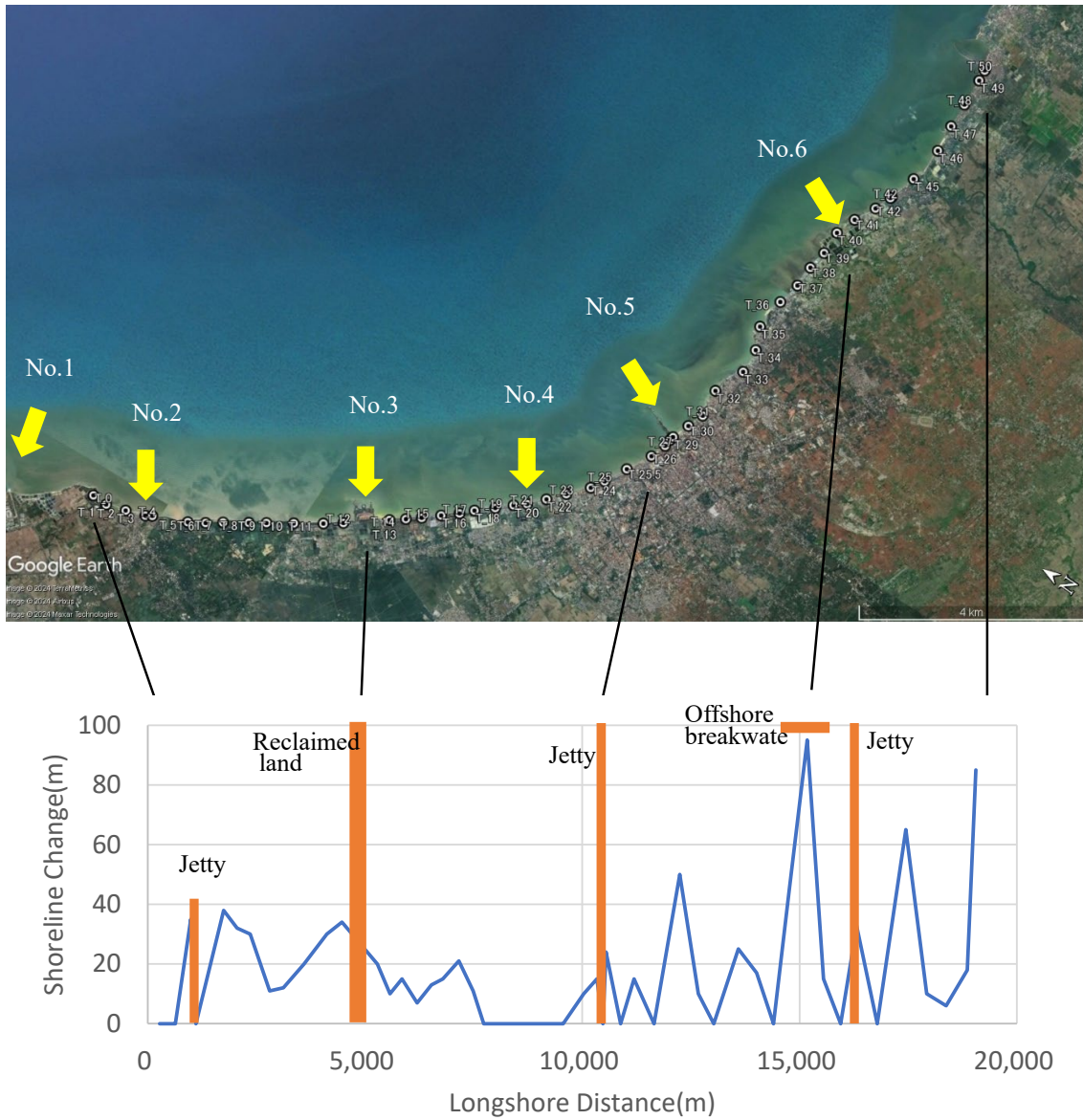


出典：JICA 調査団、数値は前浜勾配

図 12.2.5 前浜地形

### 12.2.3 地形変化

衛星画像から当該沿岸域の汀線変化を解析した。図 12.2.6 に 2000 年から 2020 年に至る約 20 年間の汀線変化を示す。全域にわたって、汀線前進域はあっても後退域は見られない。ただし、汀線変化のない区域は護岸などで砂浜が存在しない箇所が多い。汀線変化は構造物によって沿岸漂砂の阻害などで生じる場合が多いことから、図 12.2.6 に示す代表的な構造物周辺の汀線変化を図 12.2.7～図 12.2.14 に示す。これら地形変化から読み取れる沿岸漂砂の卓越方向等については、12.2.5 節で述べる。



出典： Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.6 衛星画像から読み取った汀線変化 (2000-2022 年)

No.1  
Shoreline change around the port



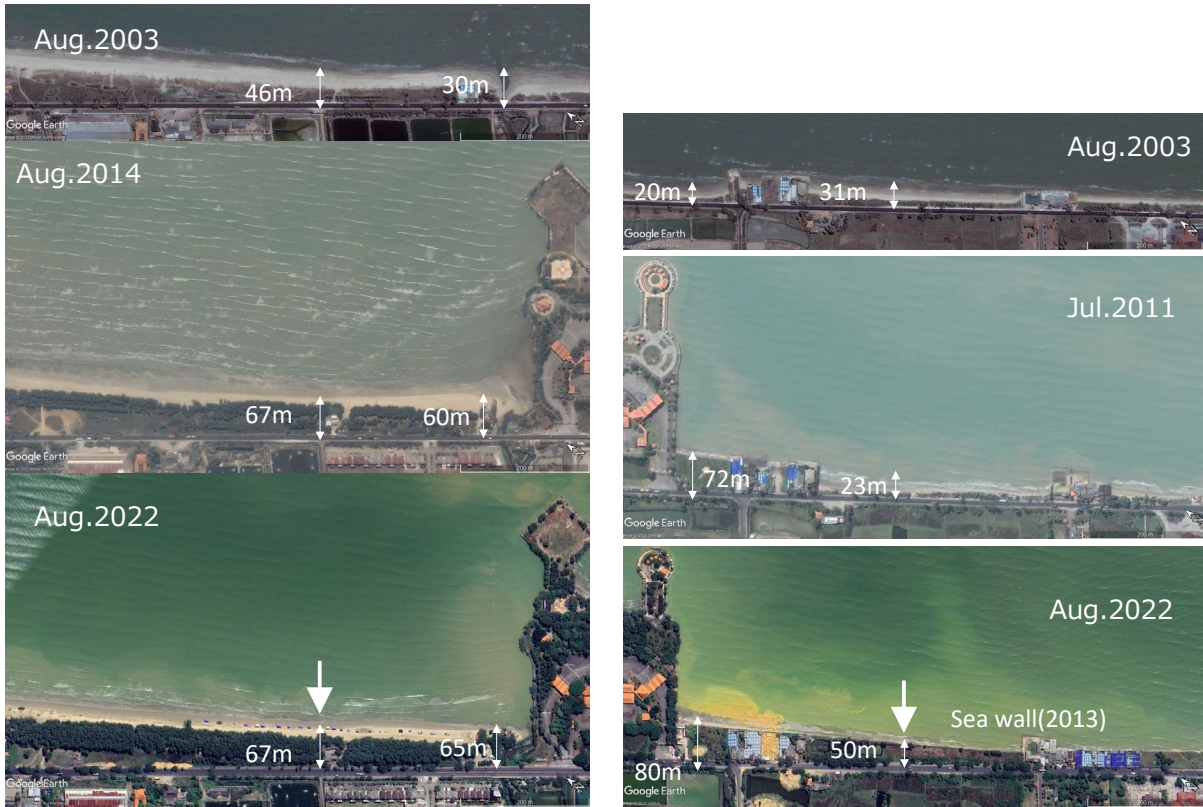
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.7 港湾防波堤周辺の汀線変化 (No.1)



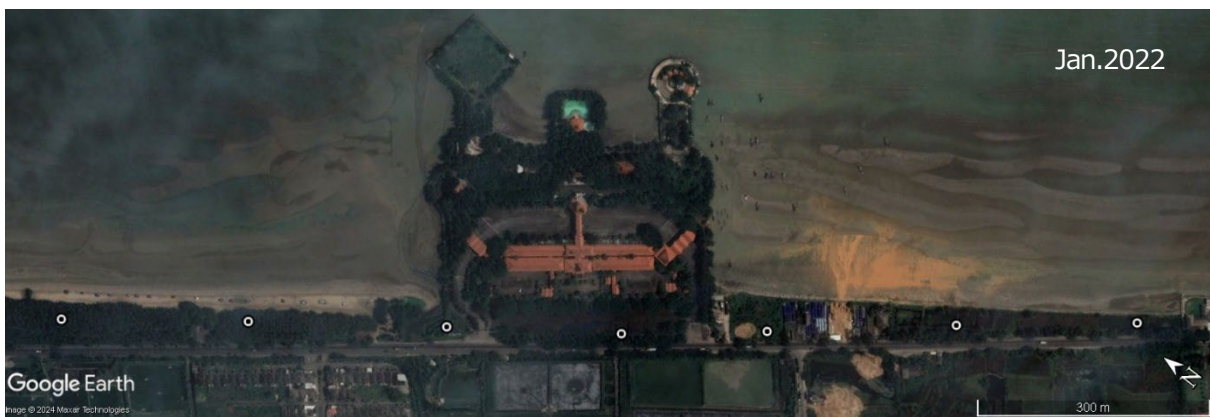
出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.8 突堤周辺の汀線変化 (No.2)



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.9 埋立地周辺の汀線変化 (No.3)



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.10 埋立地周辺の干潮時の干出地形 (No.3)



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.11 埋立護岸および突堤周辺の汀線変化 (No.4-a)



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.12 埋立護岸および突堤周辺の汀線変化 (No.4-b)



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.13 Jetty 周辺の汀線変化 (No.5)

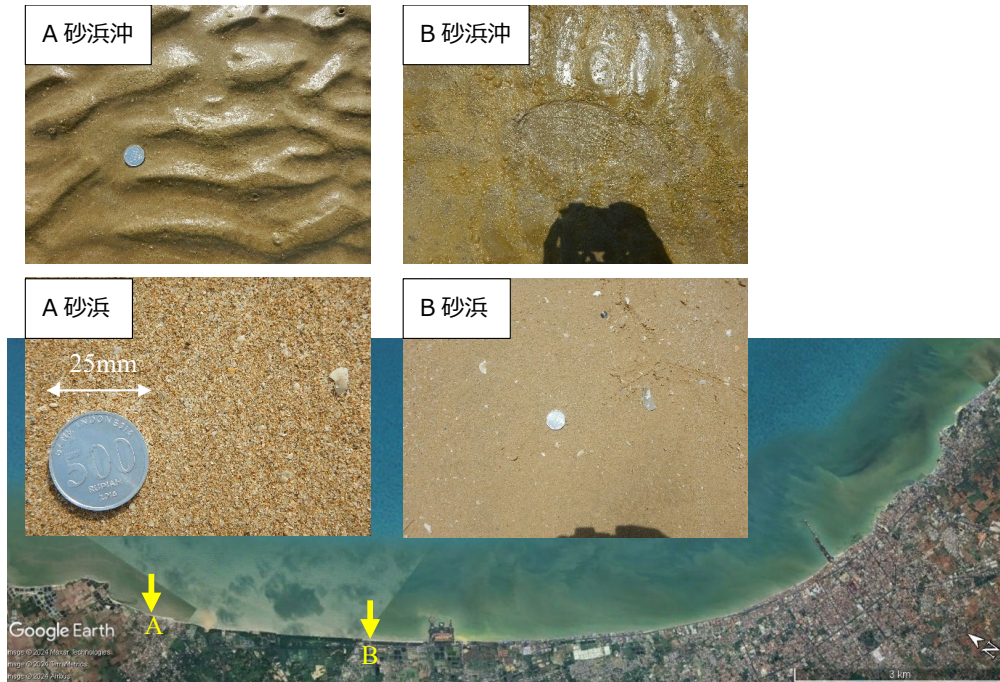


出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.14 離岸堤・Jetty 周辺の汀線変化 (No.6)

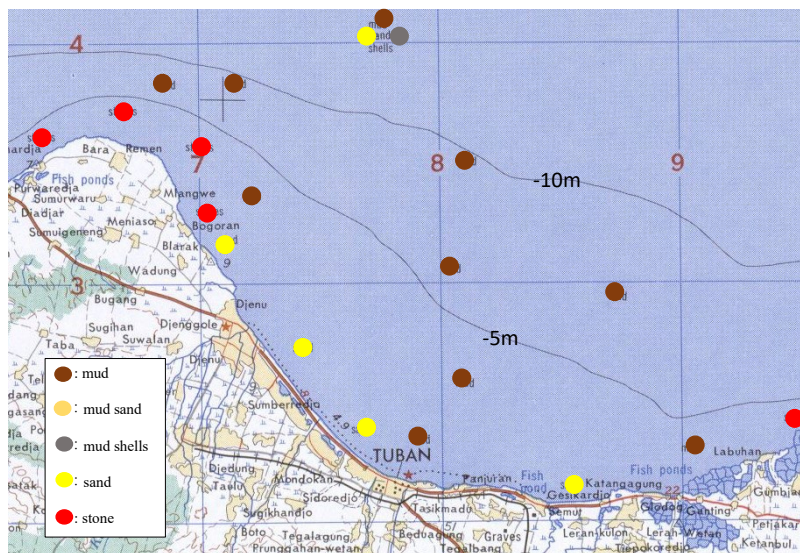
### 12.2.4 底質

図 12.2.15 に汀線付近の底質状況写真を示す。A・B 両地点とも、砂浜がある箇所であり、砂浜部は細砂であるが、干潮時に現れるその沖合は、シルト・粘土質の多い底質で構成されている。図 12.2.16 に海図に示されている海底部の底質状況を示す。



出典：JICA 調査団

図 12.2.15 汀線付近の底質状況漂砂

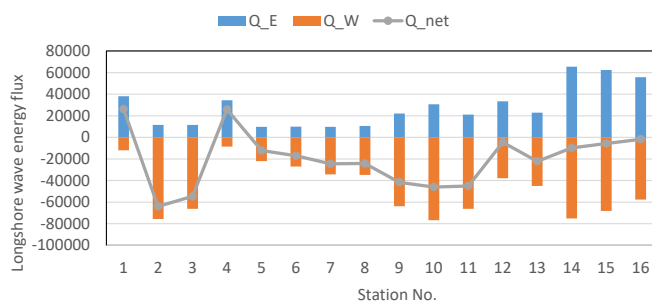


出典：JICA 調査団

図 12.2.16 海底部の底質（海図より）

### 12.2.5 漂砂特性

当該沿岸の沿岸漂砂の卓越方向について、波浪解析により推定した結果を図 12.2.17 に示す。これによると、北端の St.1 と St.4 は南下する方向であるが、それ以外は西向きあるいは北向きである。これは、波浪解析からもわかるように、東寄りの波浪が西寄りの波浪よりも強く、そのため N~NE 方向に開いている当該海岸では海岸線に対して右手からの入射する波浪の影響が強いためと考えられる。このことは、沖に突出した構造物周辺の汀線変化からも読み取れる。例えば、St.11 付近に位置する Jetty 周辺 (図 12.2.14) や St.9 付近に位置する Jetty 周辺 (図 12.2.13) でやや Jetty の東側の汀線前進が大きいこと、St.8 付近の小突堤や埋め立て護岸の南側の汀線が前進していること (図 12.2.11) などである。ただし、St.8 でも時期によっては小突堤の北側汀線が前進していること (図 12.2.12) から、南下する沿岸漂砂も存在する。St.6 の埋立地においてもやや南側汀線が前進していること (図 12.2.9) や、干潮時の埋立地南側の干出域がやや広いこと (図 12.2.10) などこの沿岸での北向きの沿岸漂砂が卓越していることを表している。ただし、St.4 付近の小突堤では突堤北側汀線が前進していること (図 12.2.8) から、ここでは南向きの沿岸漂砂の卓越が認められる。これについては波浪による沿岸漂砂からも局所的に沿岸漂砂の方向が反転していることから裏付けられる。北端付近の St.2、St.3 では波浪解析によると北向きのやや強い沿岸漂砂が認められるものの、この付近にある港湾防波堤周辺では顕著な汀線変化が見られないこと (図 12.2.7) から実際は沿岸漂砂が存在しても少ないものと考えられる。以上の解析から、当該沿岸の沿岸漂砂の卓越方向は図 12.2.18 のように推定される。



出典：JICA 調査団

図 12.2.17 波浪解析により推定した沿岸漂砂とその卓越方向

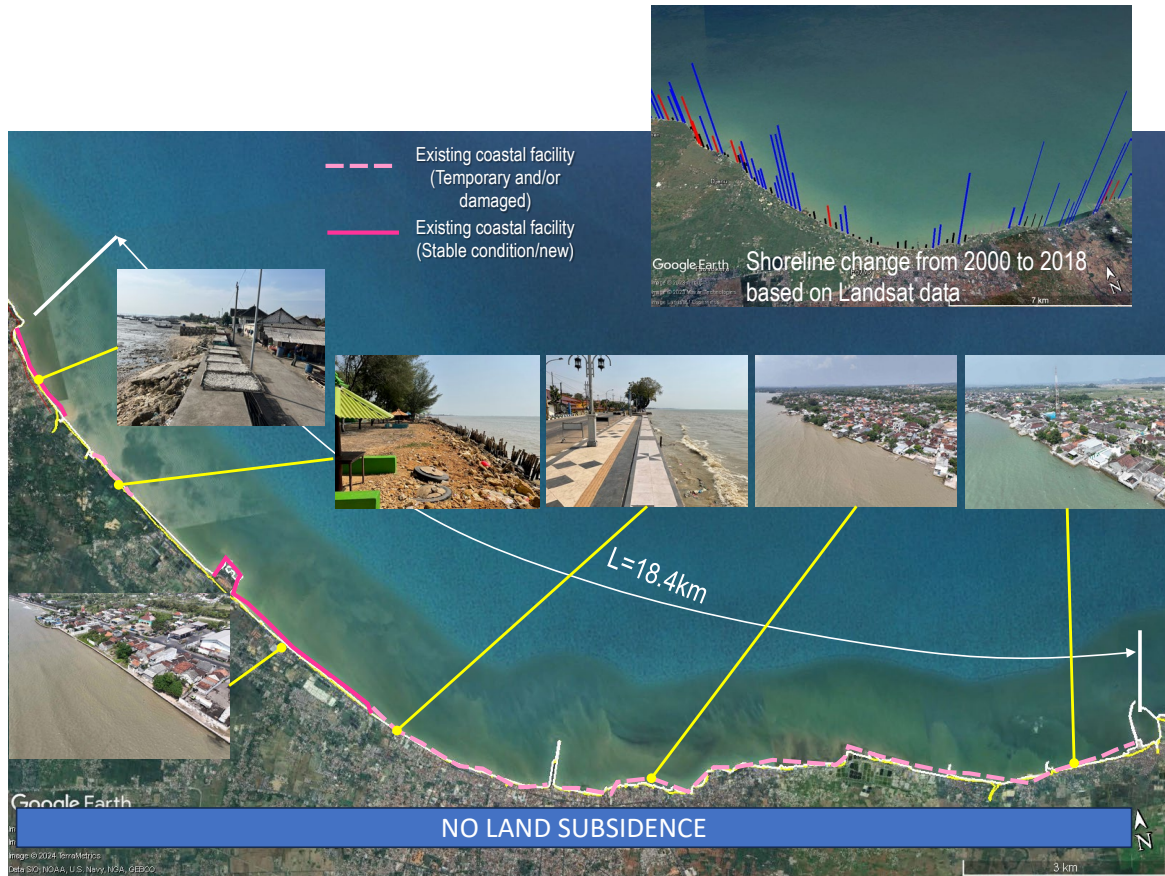


出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.2.18 推定される沿岸漂砂の卓越方向

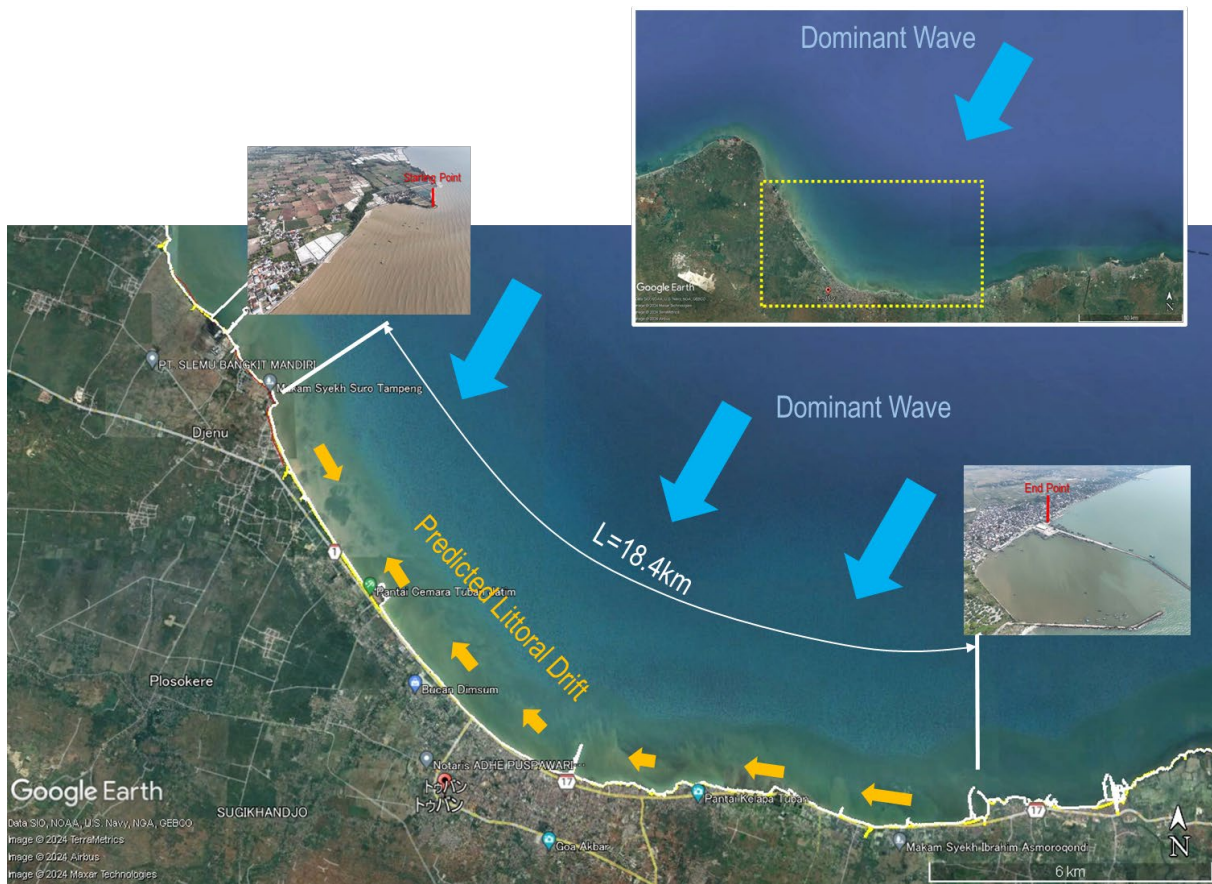
### 12.3 現況評価、問題・課題、それを踏まえた“海岸のあるべき姿”

Tuban セクションの現況の評価として、海岸侵食、地盤沈下、利用状況及び既存施設の有無を図 12.3.1 に示す。また波浪および漂砂機構を図 12.3.2 に示す。これらのマップを基に海岸の現況を整理し、現況を基に抽出した課題及び“海岸のあるべき姿”を表 12.3.1 に示す。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.3.1 Tuban 追加セクションにおける海岸の現況



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.3.2 Tuban 追加セクションにおける波浪および漂砂の状況

表 12.3.1 Tuban 追加セクションにおける海岸の現況評価・課題および“海岸のあるべき姿”

Section	海岸災害リスク	背後地及び海岸利用	既存施設	評価/課題	海岸のあるべき姿
S-1	<p>当該エリアの過去の汀線変化からは、全体的に著しい侵食は見られない。その要因としては公共性の高いエリアについては既に護岸などが整備され、居住エリアでは各居住者で直立護岸を建設している。護岸により侵食は見られないものの護岸前面の水深の増大により高潮時や高波浪時は背後への越波や既存護岸の損傷が発生している。Cemara Beach や Mangrove center が位置する観光エリアは元々前浜が狭く、高潮時は背後地への越流などで利用にも支障を来している。Mangrove Center 周辺では仮設の護岸が設置されているが、既に洗堀などの損傷が見られる。当該エリアでは地盤沈下は生じていない。</p>	<p>背後地は、漁村、観光エリア、国道などの公共施設、居住エリアと混在している。大半は居住エリアであるが、当該エリアの西側に Cemara Beach、中央部に Wisata Pantai Boom など重要かつ貴重な観光エリアが存在する。既に前浜が狭い状態であり、高潮時での利用に支障をきたしている。また、国道1号線および17号線の一部が海岸に面しており、高潮時の越波により円滑な交通に支障が生じている。</p>	<p>漁村、公共性の高いエリアについては、直立型コンクリート護岸は整備されている。 観光エリアは砂浜が維持されているが、一部前浜が狭い区域では仮設の護岸が設置され、利用・景観に支障をきたしている。 居住エリアのほとんどは、各居住者により直立護岸が整備され、海岸法線が護岸のあるなして凹凸の状態となっており、一部では護岸が損傷し背後への影響もみられる。 BBWS Bengawan Solo は当該エリアで海岸保全の計画が策定されている。観光エリアでは汀線付近に護岸の設置が計画され、この計画通りに進むと貴重な砂浜海岸が消失し、利用・観光に支障を来す可能性がある。 居住、公共エリアは離岸堤の計画が策定されている。</p>	<p>観光エリアでは、貴重な砂浜が存在するが、前浜が十分に確保されていない箇所があり、その維持・改善が重要である。 一方で、BBWS Bengawan Solo では汀線付近に護岸整備の計画を有しており、この計画により砂浜を失うことが懸念される。ローカルツーリズムエリアとしての魅力を損なわないために、利用・環境にも配慮した砂浜海岸の維持管理が必要である。 国道などの重要インフラエリアは、海岸に面して高潮時に越波の影響を受けているために、越波対策に加えて、利用にも配慮することが必要である。 居住エリアには、各居住者が整備した直立護岸があり、海岸法線が護岸のあるなして凹凸で、構造形式、天端高も不規則であり、長期的な海岸防護、海岸管理の視点からの保全対策が望まれる。</p>	<p>当セクションの海岸の侵食機構を十分踏まえた上での、観光促進のための海岸利用、重要インフラ（国道）、居住地の安全性と海岸の利便性の向上を図る。</p>

出典：JICA 調査団

Tuban 追加セッションにおける“海岸のあるべき姿”を図 12.3.3 に示す。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.3.3 Tuban 追加セッションにおける“海岸のあるべき姿”

### 12.4 機能の分類化（カテゴリーの設定）

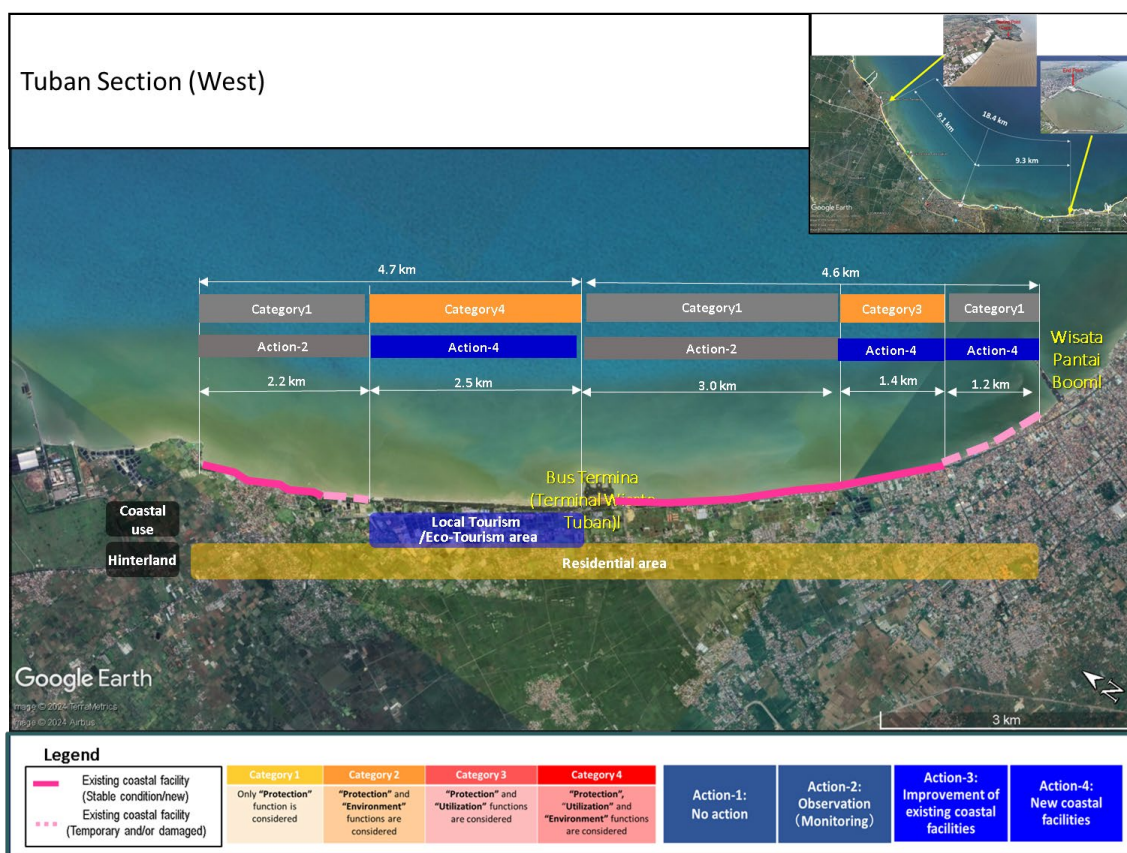
Tuban セクションの海岸域・背後域の利用に基づく、施設整備計画の方向性を示した。

■評価/課題：観光エリアでは、貴重な砂浜が存在するが、前浜が十分に確保されていない箇所があり、その維持・改善が重要である。一方で、BBWS Bengawan Solo では汀線付近に護岸整備の計画を有しており、この計画により砂浜を失うことが懸念される。将来の観光振興を図るうえでは、利用・環境にも配慮した砂浜海岸の維持管理が必要である。国道などの重要インフラエリアは、海岸に面して高潮時に越波の影響を受けているために、越波対策に加えて、利用にも配慮することが必要である。居住エリアには、各居住者が整備した直立護岸があり、海岸法線が護岸のあるなしで凹凸で、構造形式、天端高も不規則であり、長期的な海岸防護、海岸管理の視点からの保全対策が望まれる。

■海岸のあるべき姿：当セクションの海岸の侵食機構を十分踏まえた上での、観光促進のための海岸利用、重要インフラ（国道）、居住地の安全性と海岸の利便性の向上を図る。

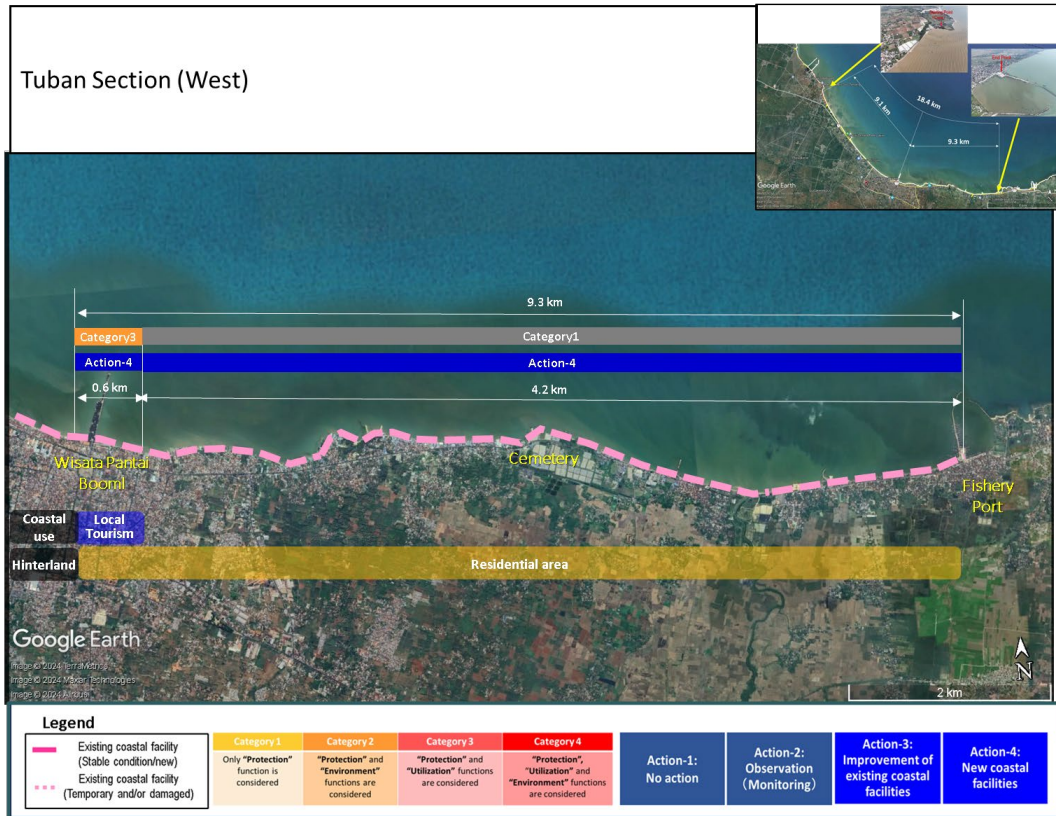
■必要な海岸機能：背後域は海岸すぐ近くまで居住地および国道に利用される。海岸域は自然の砂浜海岸が残っており、ローカルツーリズムエリアとして利用される。これらを踏まえ、観光利用される海岸については観光資源としての砂浜を損なわない、および積極的に利用するため Category-3 (防護、利用) とし、背後域が居住地、国道として利用される海岸については高波高潮浸水被害からの確実な防護を図り、Category-1 (防護) とする。

■整備方針と施設整備計画の方向性：西部の観光海岸のように自然海浜が残され、Category-3 (防護、利用) と設定されている区域においては、海岸災害（高波高潮浸水被害）からの防護のみならず、自然の砂浜海浜を維持しつつ更なる海岸域の観光利用を促進するため Action-4 (新規整備) として養浜を主体とした対策とする。また Category-1 (防護) である主に東部に位置する背後の居住地、国道が海岸に近接する区域においては、居住地、国道が海岸に近づきすぎたことにより海岸災害（高波高潮浸水被害）に対して脆弱となっている。このため、海岸に対して適切なバッファゾーンを確保することで防護効果を高めるため、Action-4 (新規整備) として面的護岸対策を採る。図 12.4.4 に施設整備のイメージを示す。



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.4.1 Tuban セクションの海岸保全施設整備計画の方向性（西部）



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団作成

図 12.4.2 Tuban セクションの海岸保全施設整備計画の方向性（東部）