

- 日野川流砂系の土砂管理計画 -

平成17年6月

鳥取県

1. はじめに	1
1.1. 日野川流砂系の位置.....	1
1.2. 土砂管理計画について.....	3
2. 既存資料による日野川流砂系の海岸の実態	5
2.1. 空中写真から見た日野川流砂系の変遷.....	5
2.2. 日野川流砂系の土砂収支の変遷.....	13
3. 日野川流砂系の海岸侵食要因の推定	15
3.1. 海岸侵食の要因の分析.....	15
3.2. 海岸侵食の個別要因のメカニズム.....	17
4. 鉄穴（かな）流しについて	20
4.1. 鉄穴（かな）流しから見た弓ヶ浜の形成.....	20
4.2. 鉄穴（かな）流しによって形成された弓ヶ浜（弓浜半島）の保全.....	23
5. 土砂管理計画	24
5.1. 現状における土砂管理の問題点.....	24
5.2. 目指すべき海岸の姿へ向けた土砂管理計画.....	25
5.3. 土砂管理における遵守事項.....	27
6. 土砂管理の実施による将来の予測	28

1. はじめに

1.1. 日野川流砂系の位置

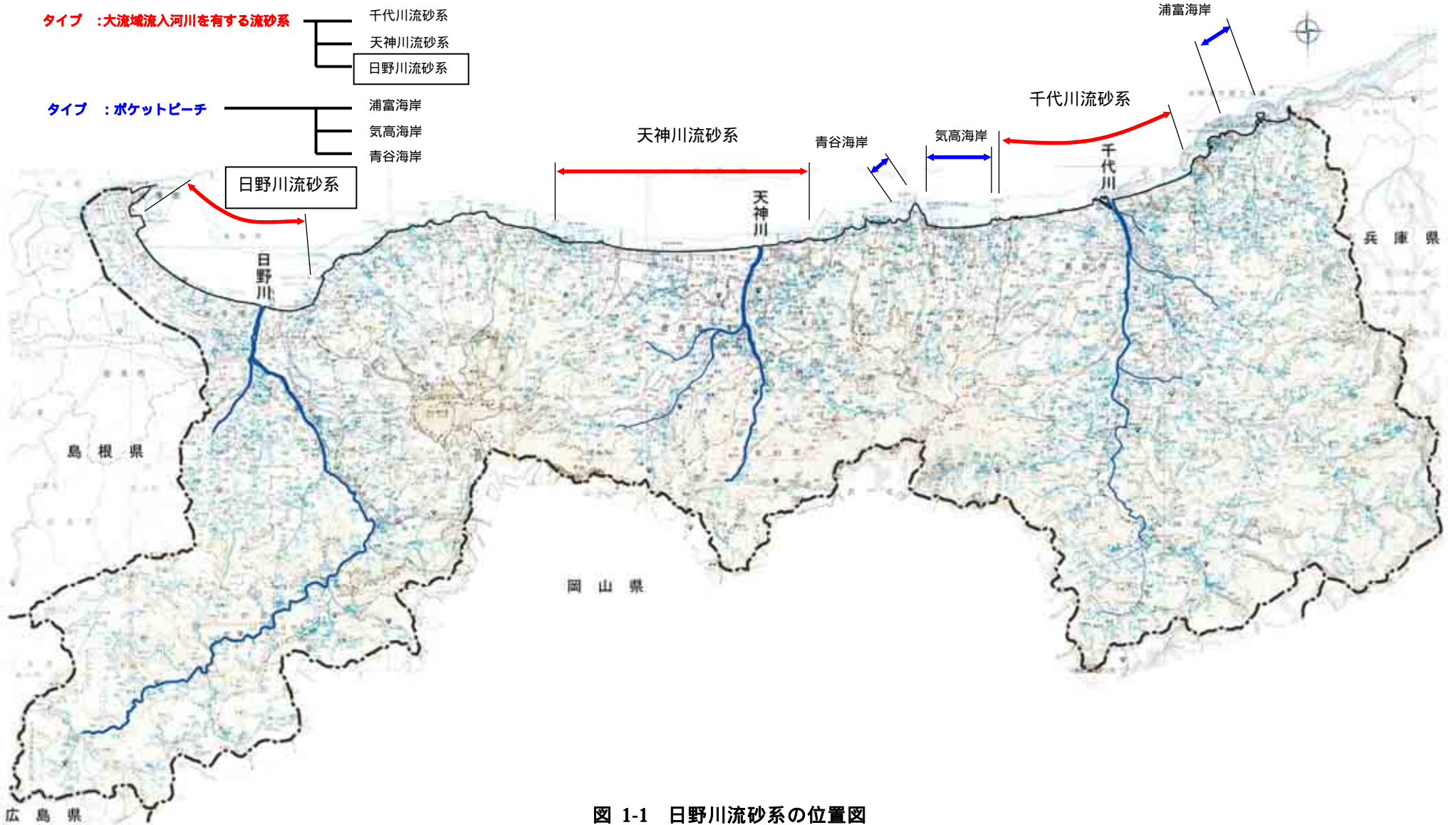


図 1-1 日野川流砂系の位置図

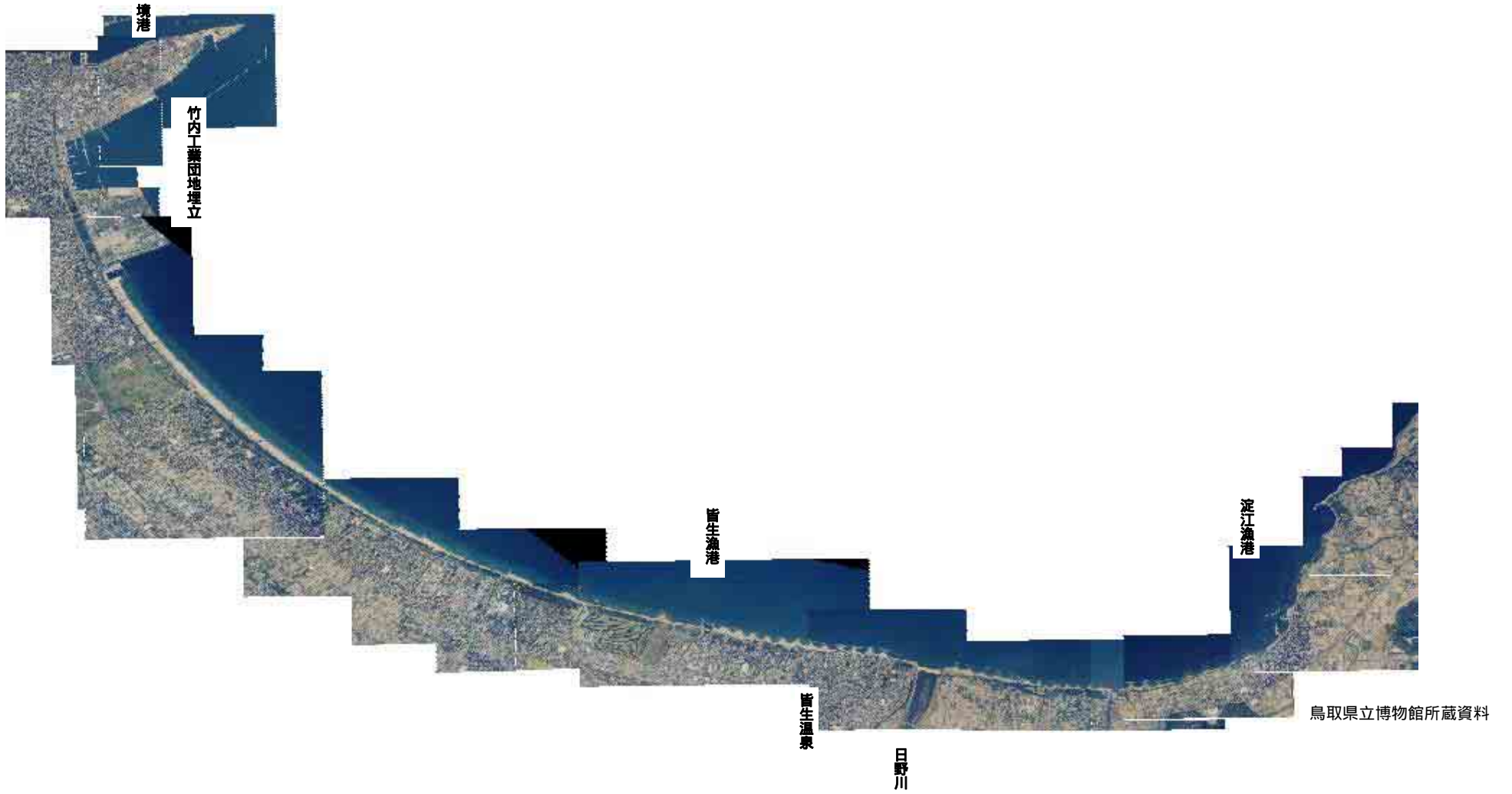


图 1-2 日野川流砂系 空中写真 平成 15 年(2003)

1.2. 土砂管理計画について

(1) 土砂管理計画とは

「鳥取沿岸の総合的な土砂管理ガイドライン」は、流砂系ごとに PDCA サイクルにより継続的に繰り返しながら土砂管理を実施することを基本原則としている。

土砂管理計画とは、「鳥取沿岸の総合的な土砂管理ガイドライン」で定めた PDCA サイクルの「P (Plan)」にあたる部分を策定するものである。

(2) 土砂管理計画の目的

土砂管理計画は、「鳥取沿岸の総合的な土砂管理ガイドライン」に基づき、土砂に関わる各管理者が実施する土砂管理の対策を立案することを目的とし、PDCA サイクルの1サイクルを「3~5年」として、その期間に実施する対策を対象としたものである。

具体的には、

- ・現在の状況
- ・目指すべき海岸の姿へ向けた土砂管理計画
- ・土砂管理における遵守事項

などを示している。

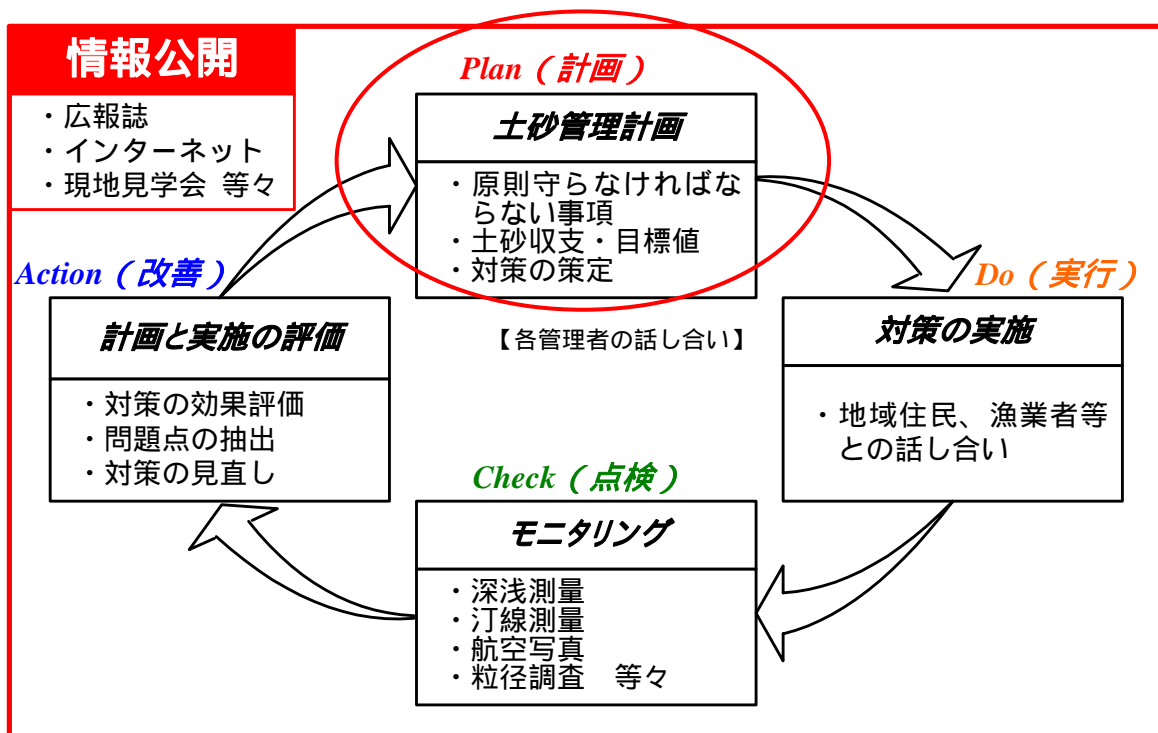


図 1-3 PDCA サイクルによる鳥取沿岸の土砂管理

“目指すべき海岸の姿”の達成

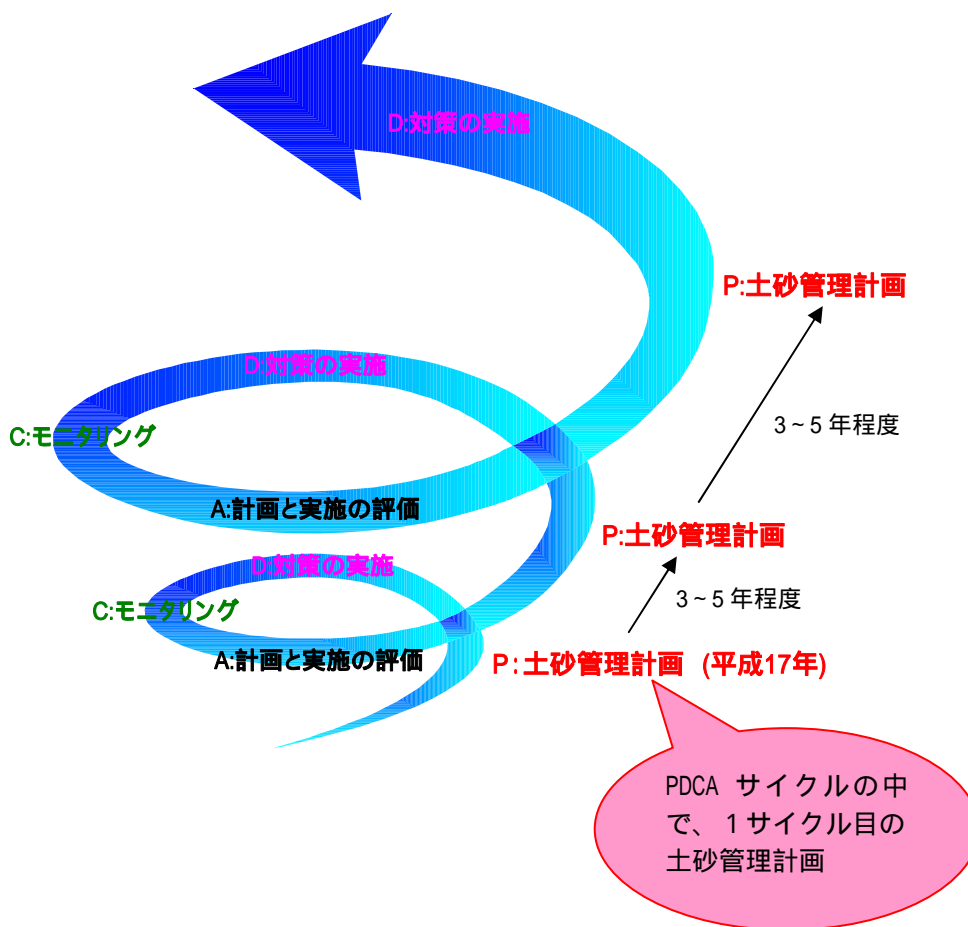


図 1-4 PDCA サイクルの繰り返しによる鳥取沿岸の総合的な土砂管理

PDCA サイクル：土砂管理計画（Plan）を立て、対策を実施（Do）し、実施状況等をモニタリング（Check）し、計画と実施の評価（Action）を行うという工程（サイクル）を継続的に何回も何回も繰り返し実施することにより、目標に近づけていく仕組み。

2. 既存資料による日野川流砂系の海岸の実態

2.1. 空中写真から見た日野川流砂系の変遷

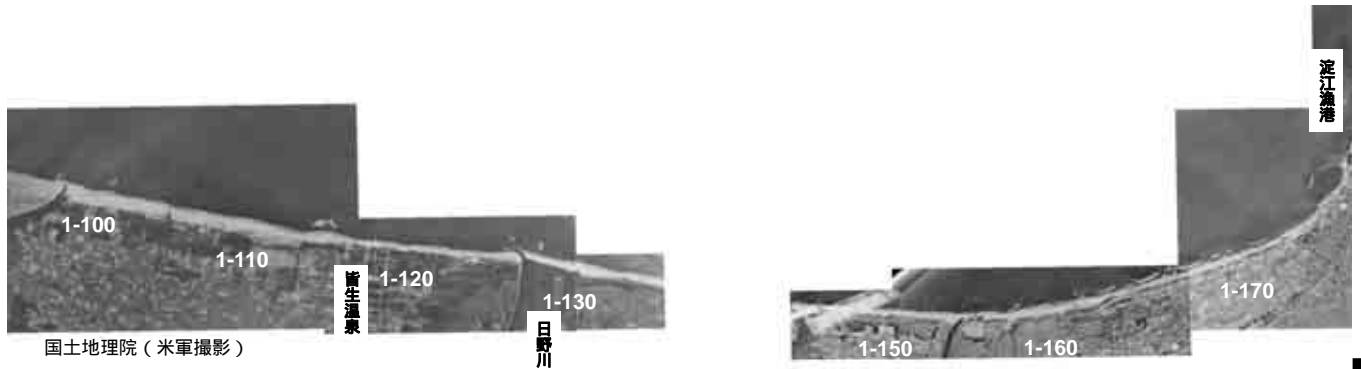


写真 2-1 昭和 22 年 (1947) の日野川流砂系淀江海岸 (皆生漁港 ~ 日野川 ~ 淀江漁港)

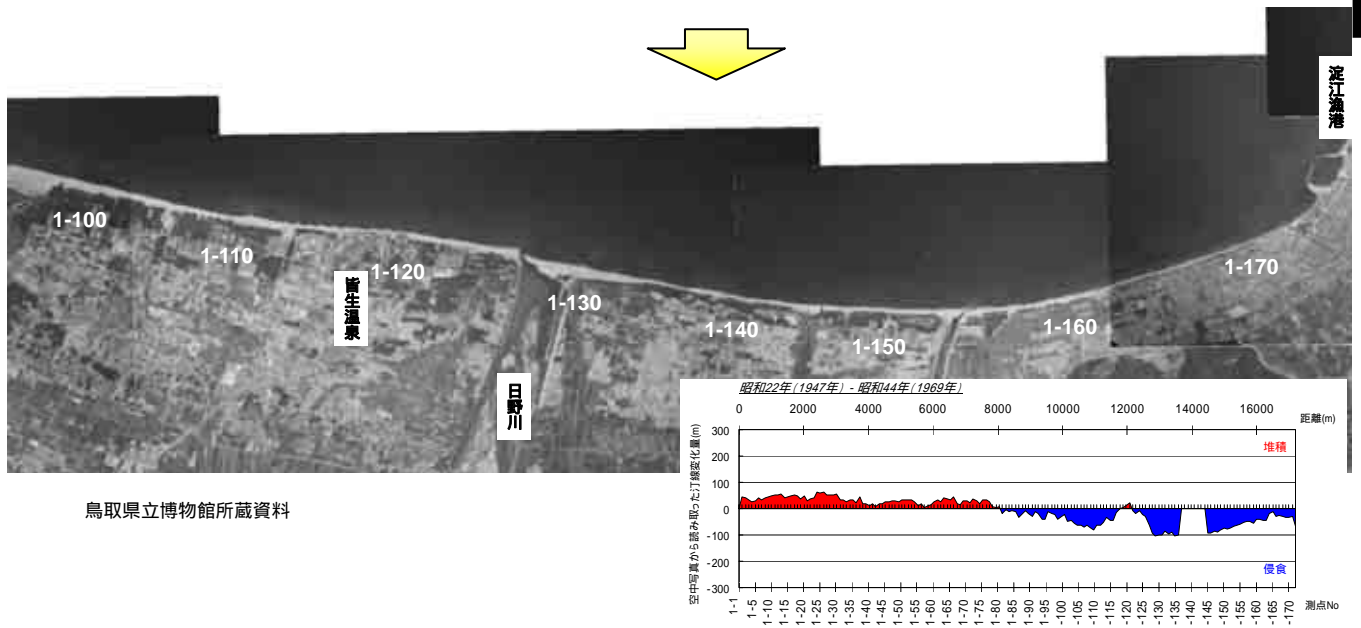


写真 2-2 昭和 44 年 (1969) の日野川流砂系淀江海岸 (皆生漁港 ~ 日野川 ~ 淀江漁港)

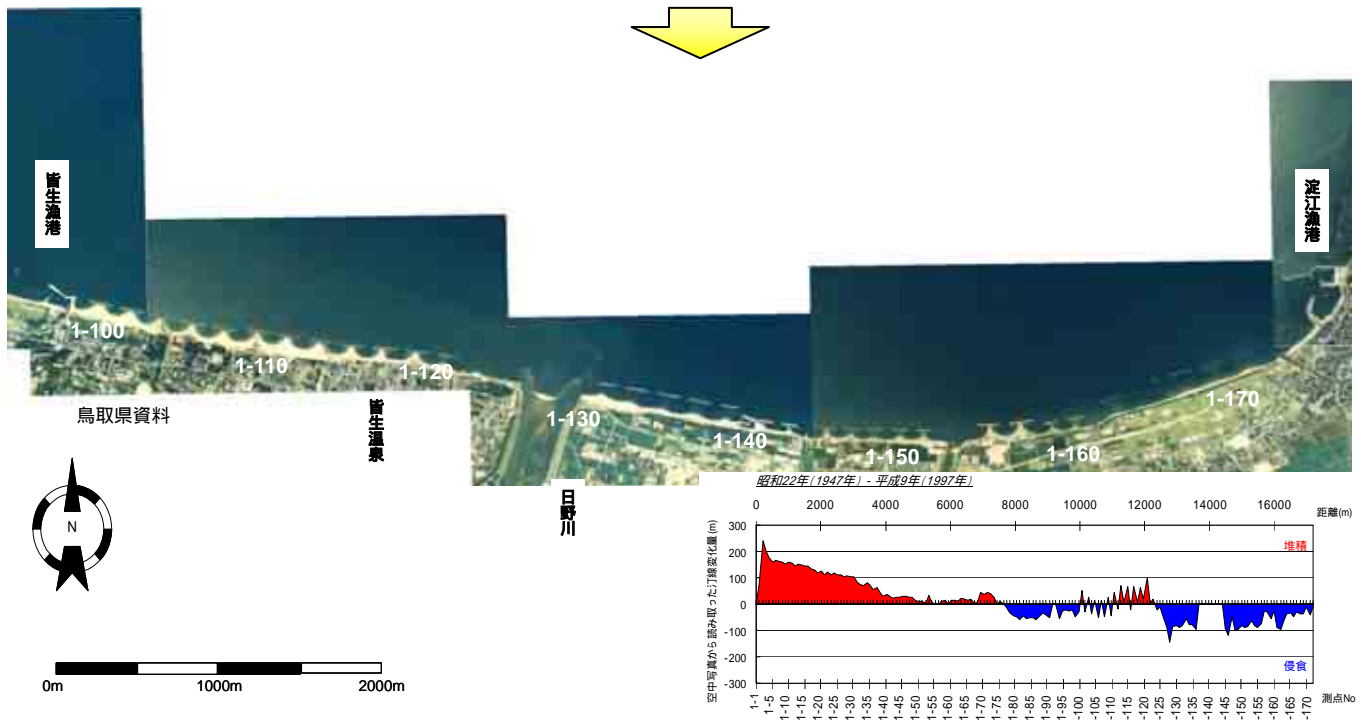


写真 2-3 平成 9 年 (1997) の日野川流砂系淀江海岸 (皆生漁港 ~ 日野川 ~ 淀江漁港)

日野川流砂系

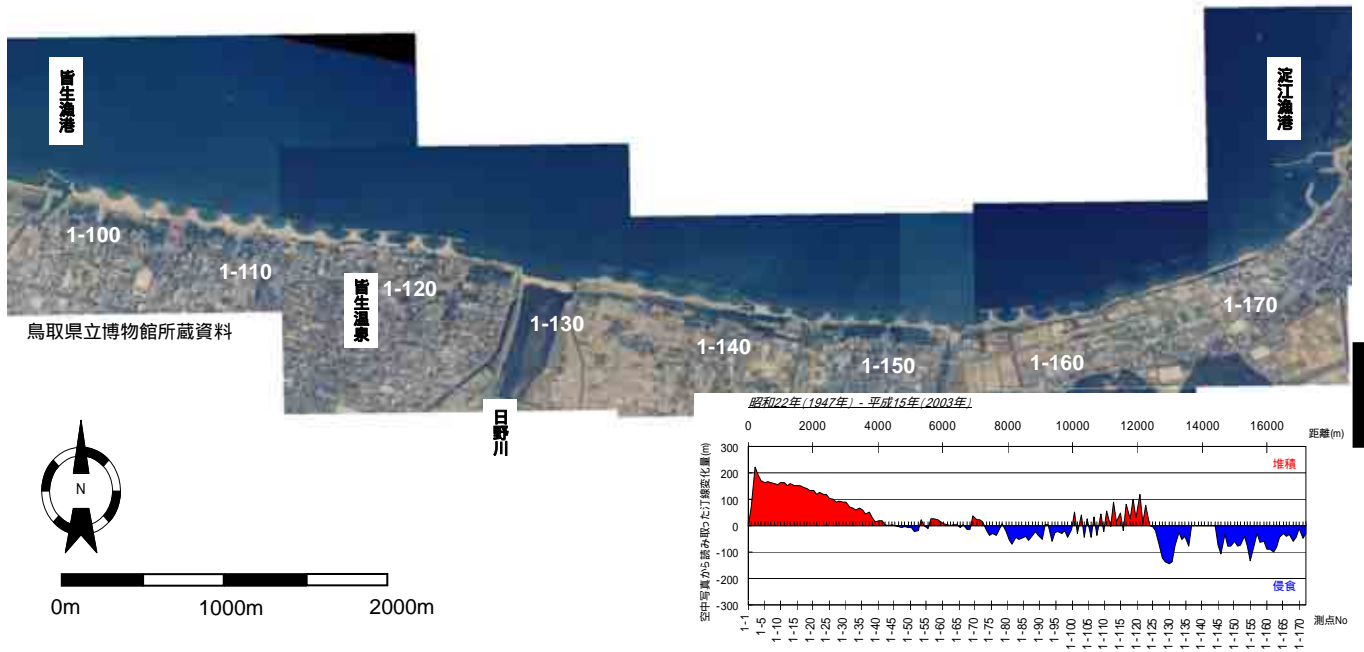


写真 2-4 平成 15 年 (2003) の日野川流砂系淀江海岸 (皆生漁港 ~ 日野川 ~ 淀江漁港)

日野川流砂系

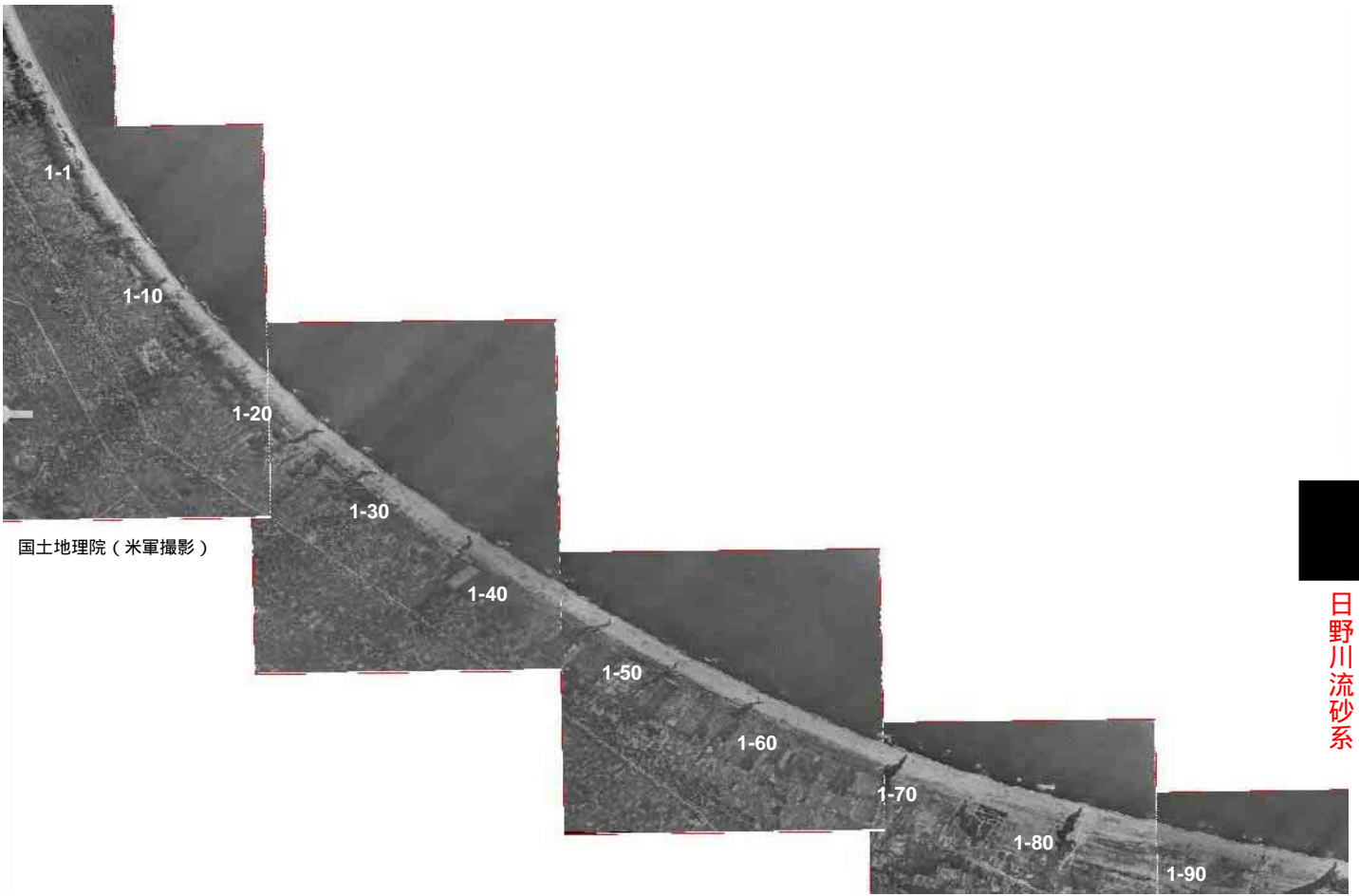


写真 2-5 昭和 22 年 (1947) の日野川流砂系米子海岸 (境港竹内工業団地 ~ 皆生漁港)

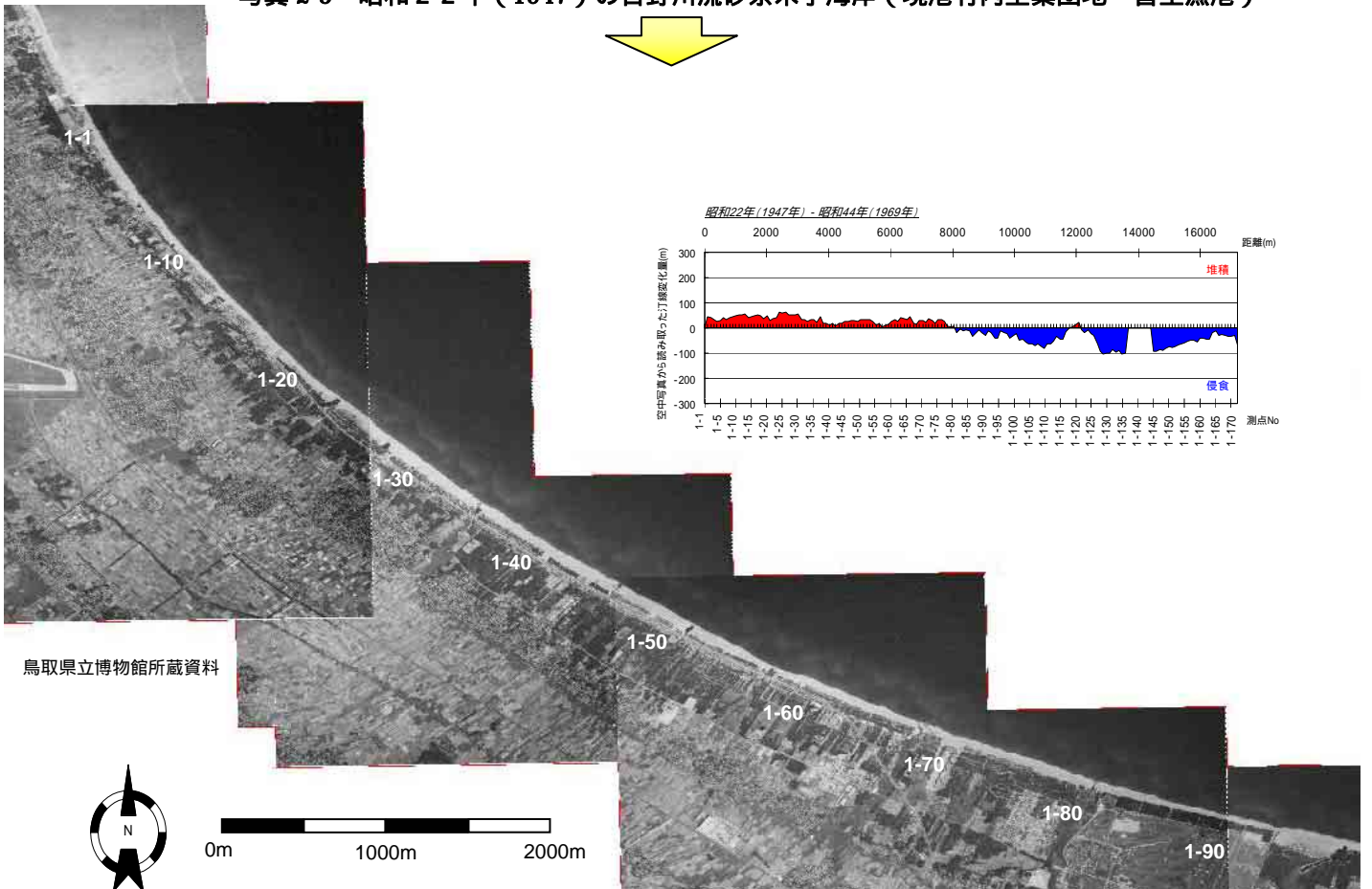
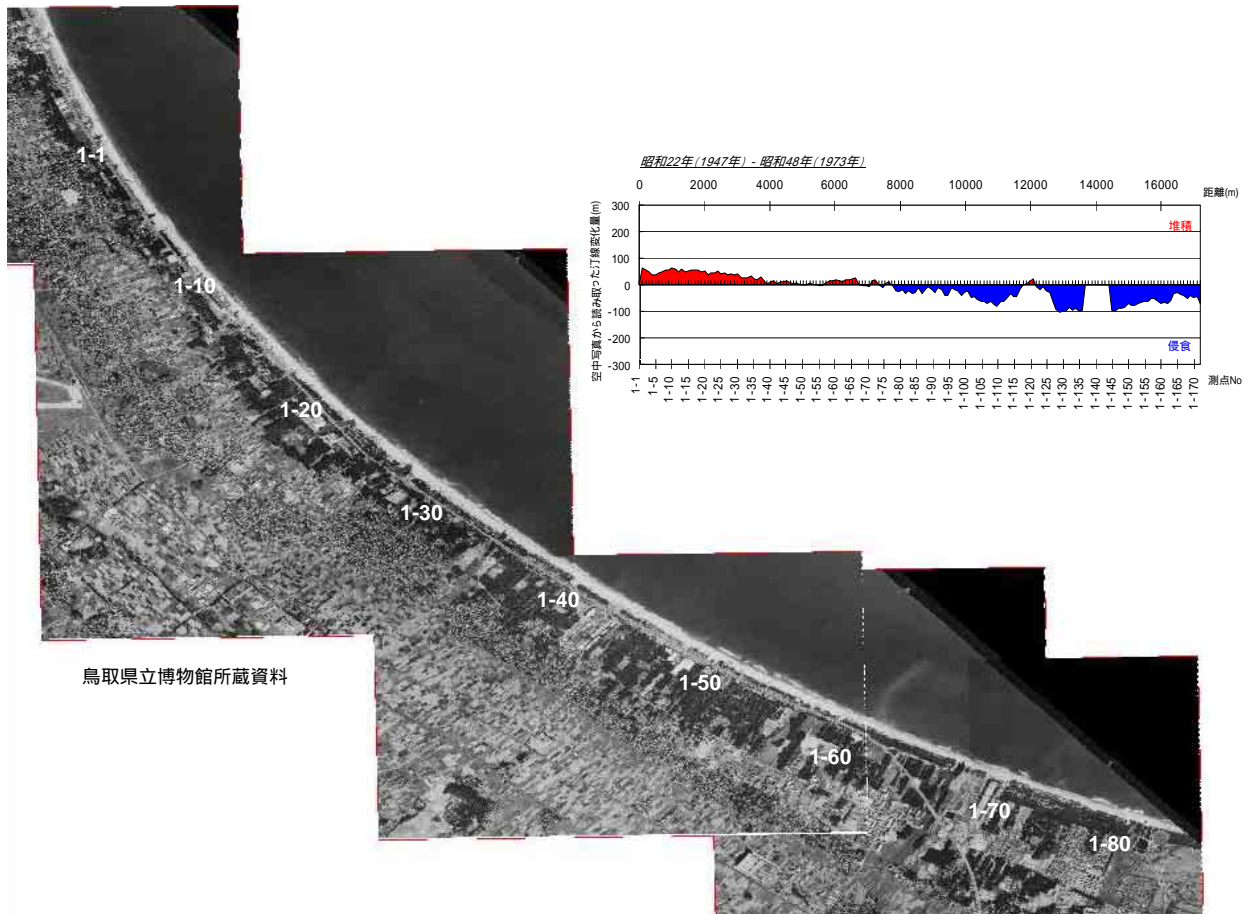


写真 2-6 昭和 44 年 (1969) の日野川流砂系米子海岸 (境港竹内工業団地 ~ 皆生漁港)



日野川流砂系

写真 2-7 昭和 4 8 年 (1973) の日野川流砂系米子海岸 (境港竹内工業団地 ~ 皆生漁港)

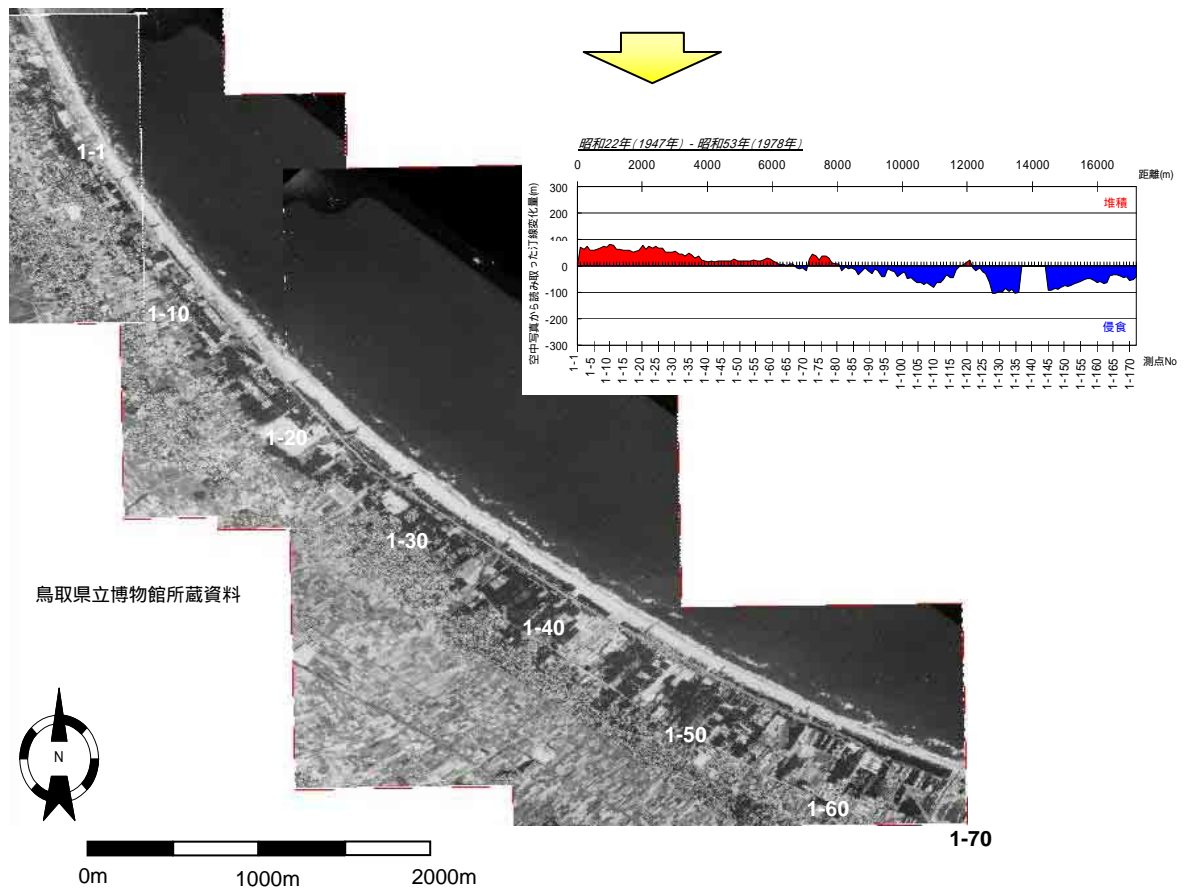
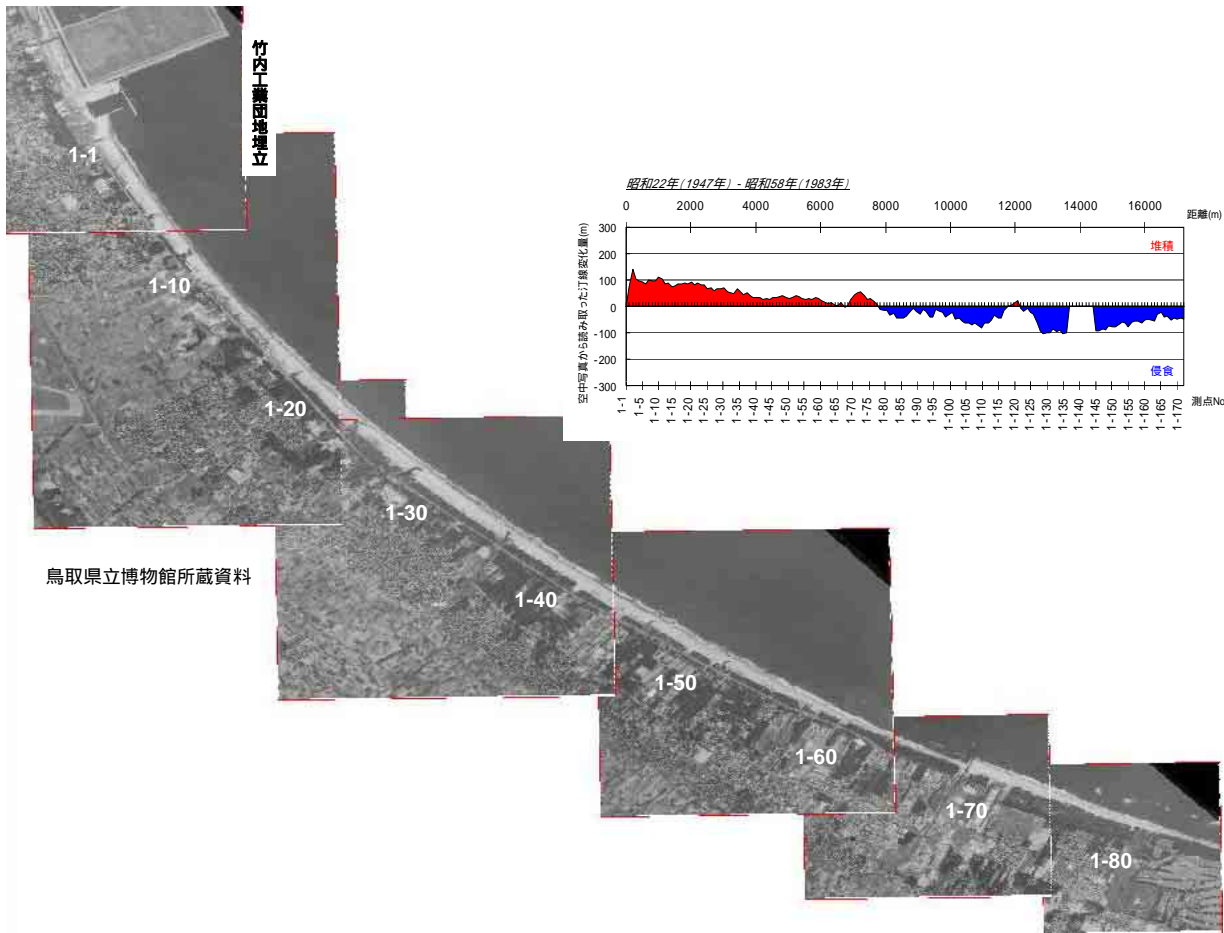


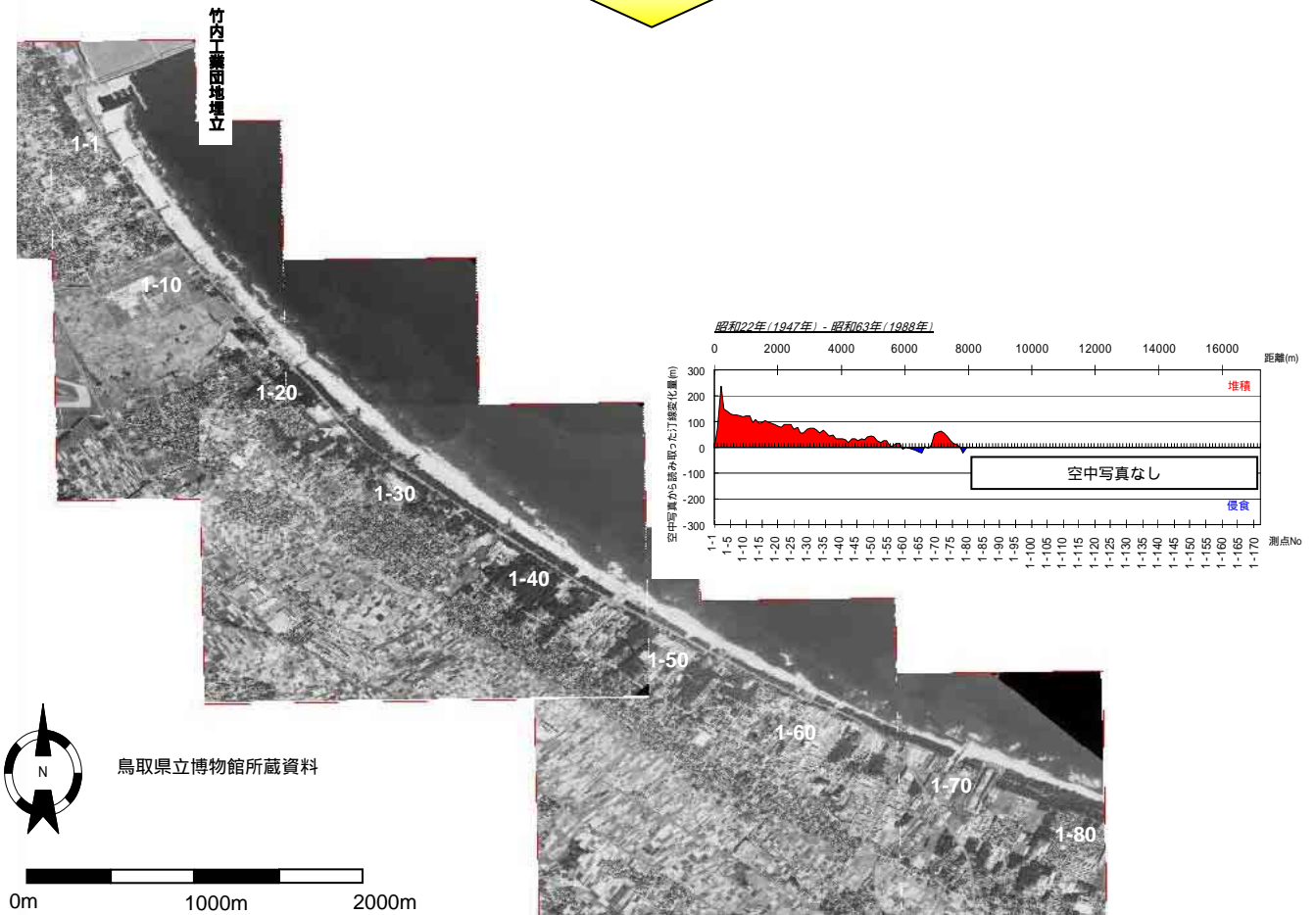
写真 2-8 昭和 5 3 年 (1978) の日野川流砂系米子海岸 (境港竹内工業団地 ~ 皆生漁港)



鳥取県立博物館所蔵資料

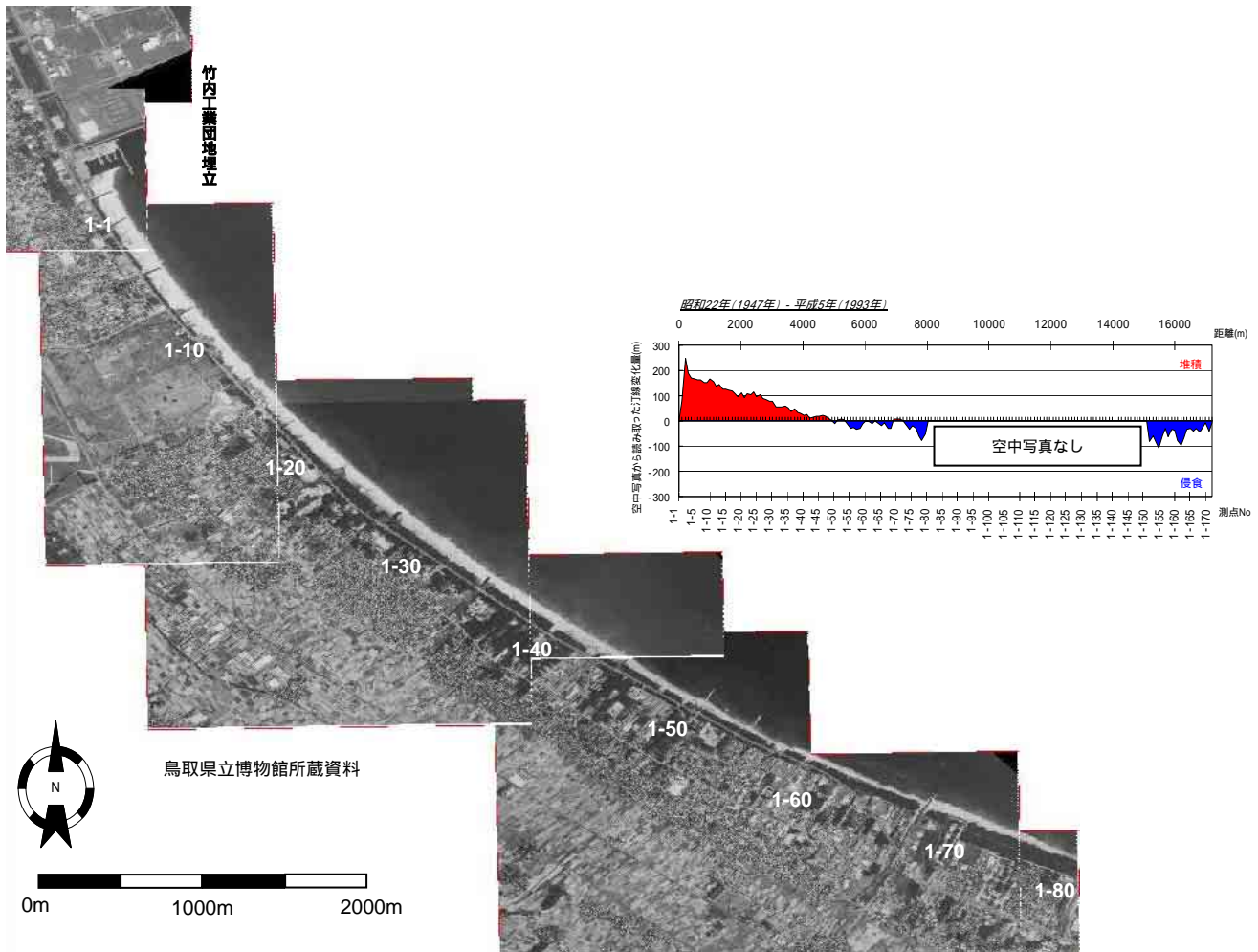
日野川流砂系

写真 2-9 昭和 5 8 年 (1983) の日野川流砂系米子海岸 (境港竹内工業団地 ~ 皆生漁港)



鳥取県立博物館所蔵資料

写真 2-10 昭和 6 3 年 (1988) の日野川流砂系米子海岸 (境港竹内工業団地 ~ 皆生漁港)



日野川流砂系

写真 2-11 平成5年(1993)の日野川流砂系米子海岸(境港竹内工業団地~皆生漁港)

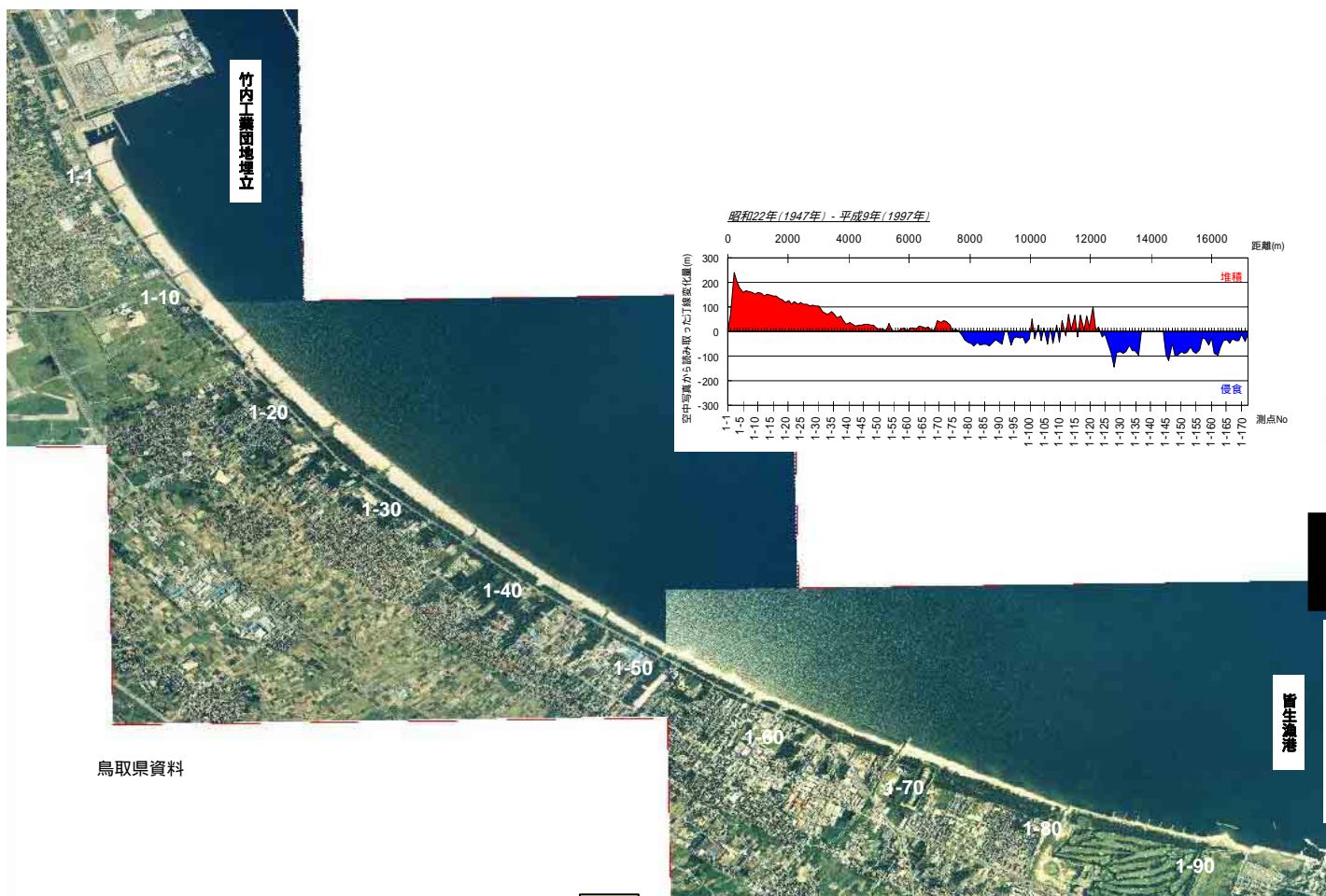


写真 2-12 平成 9 年 (1997) の日野川流砂系米子海岸 (境港竹内工業団地 ~ 皆生漁港)

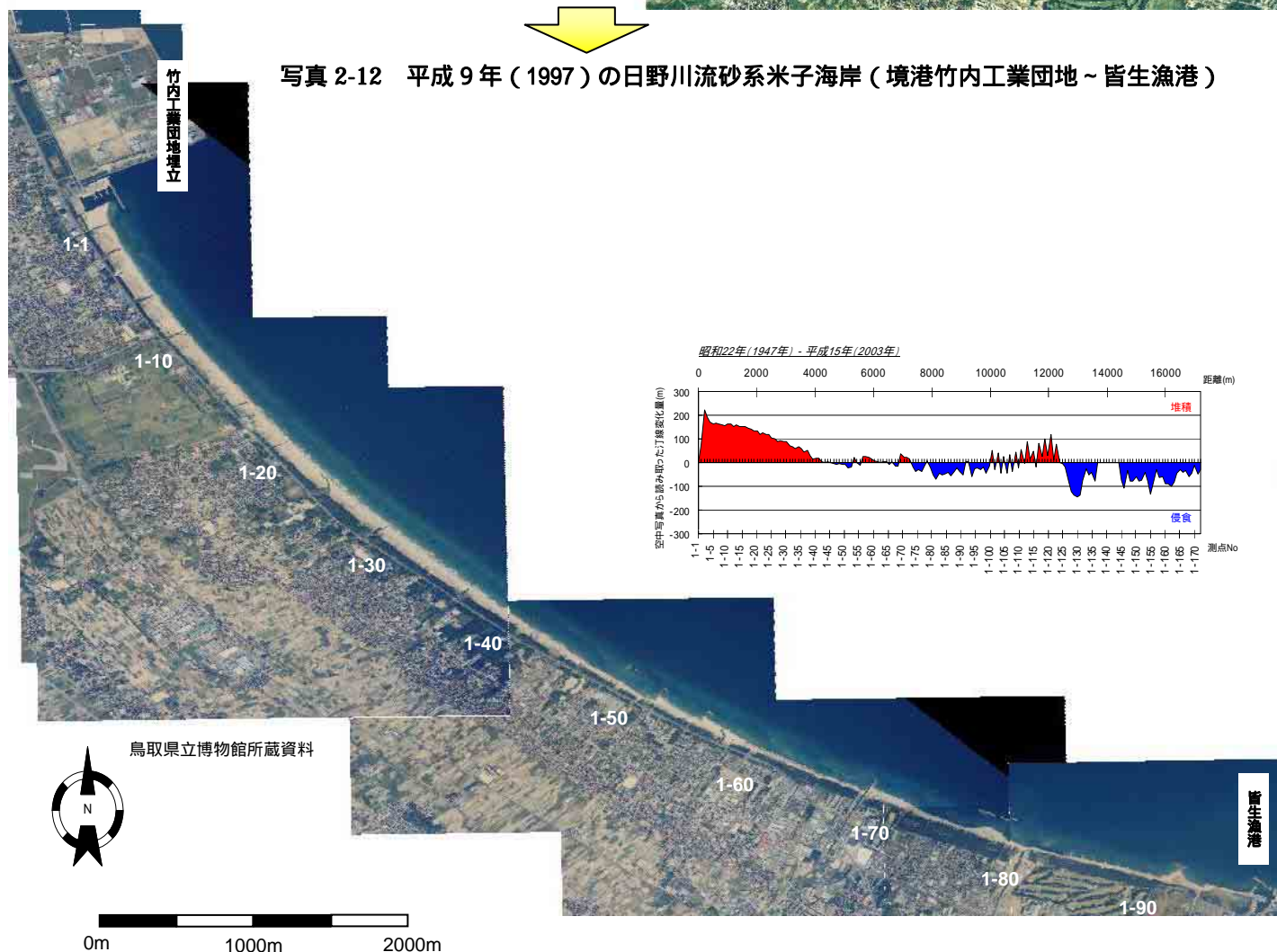


写真 2-13 平成 15 年 (2003) の日野川流砂系米子海岸 (境港竹内工業団地 ~ 皆生漁港)

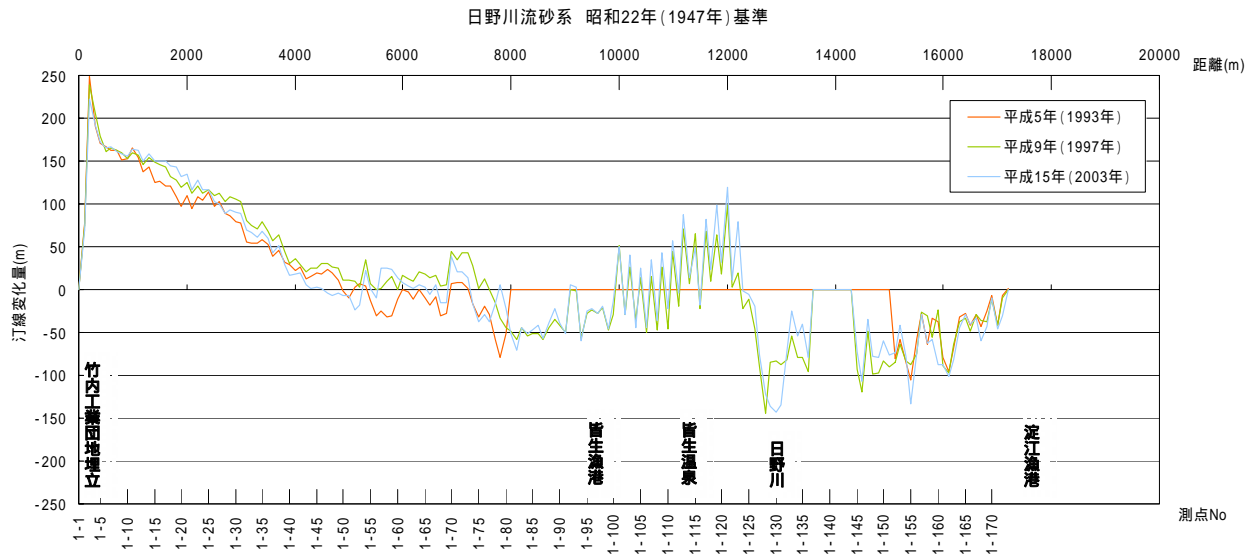
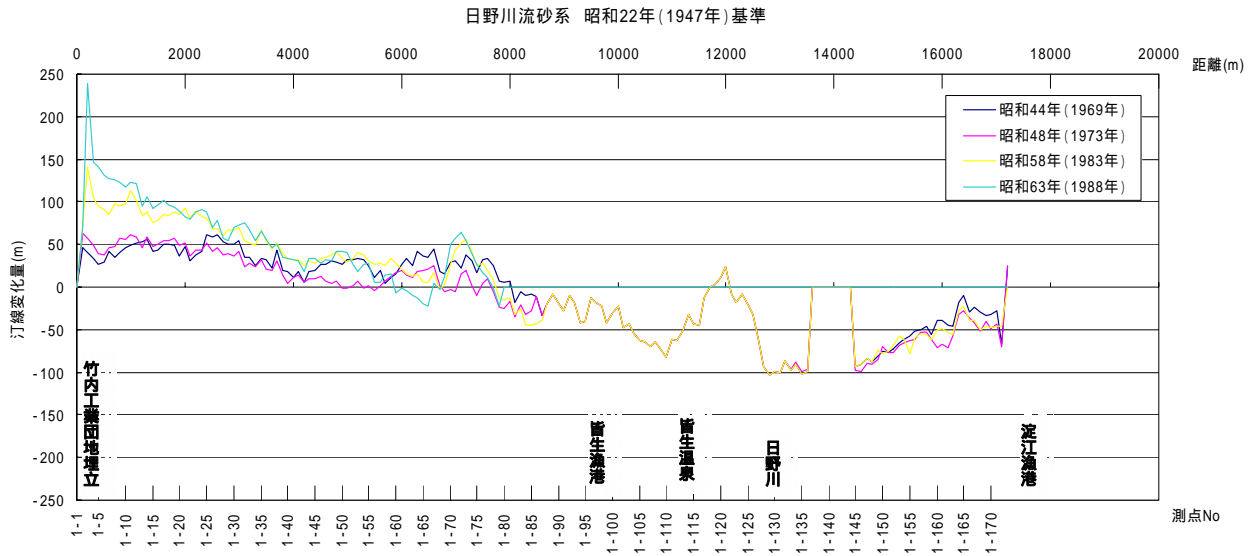
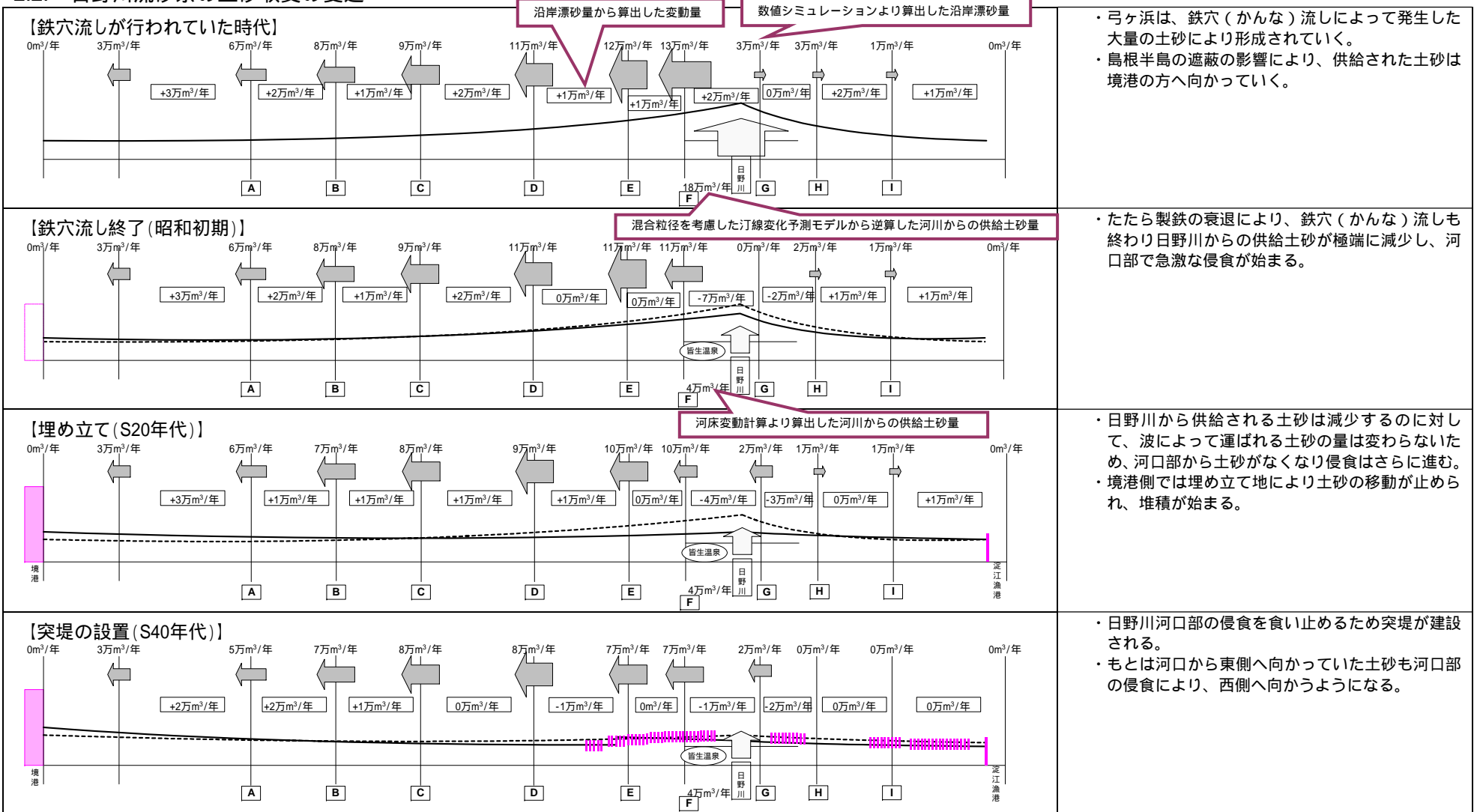


図 2-1 空中写真から読み取った汀線変化図

日野川流砂系

2.2. 日野川流砂系の土砂収支の変遷

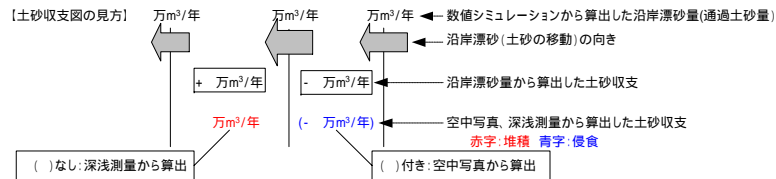


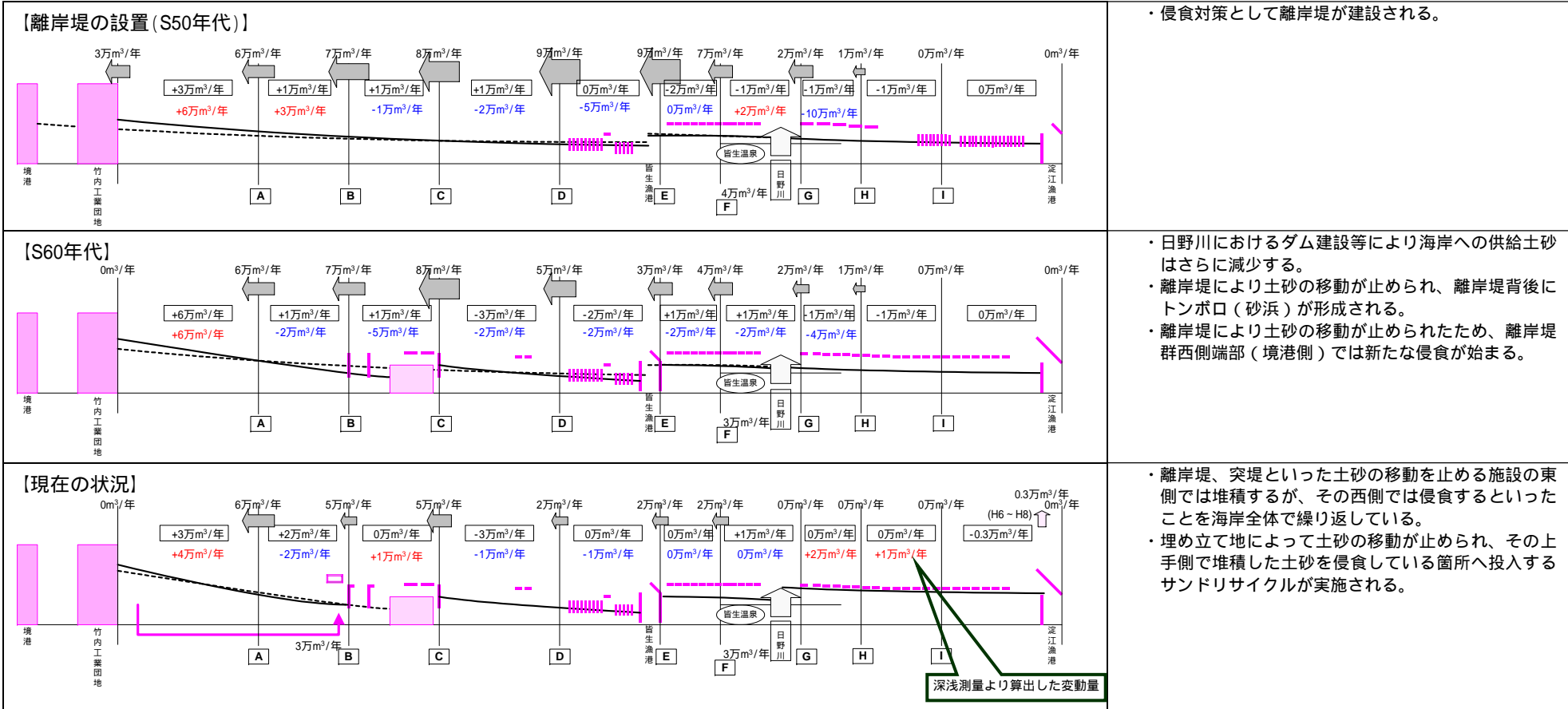
- 弓ヶ浜は、鉄穴（かな）流しによって発生した大量の土砂により形成されていく。
- 島根半島の遮蔽の影響により、供給された土砂は境港の方へ向かっていく。

- たたら製鉄の衰退により、鉄穴（かな）流しも終わり日野川からの供給土砂が極端に減少し、河口部で急激な侵食が始まる。

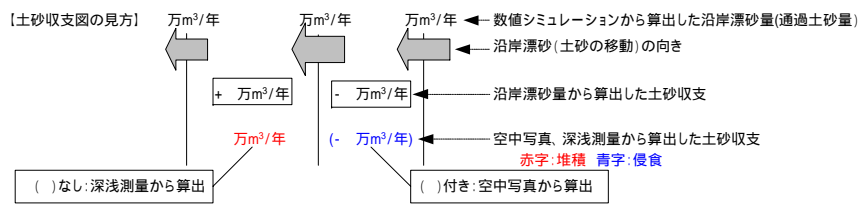
- 日野川から供給される土砂は減少するのに対して、波によって運ばれる土砂の量は変わらないため、河口部から土砂がなくなり侵食はさらに進む。
- 境港側では埋め立て地により土砂の移動が止められ、堆積が始まる。

- 日野川河口部の侵食を食い止めるため突堤が建設される。
- もとは河口から東側へ向かっていった土砂も河口部の侵食により、西側へ向かうようになる。





- ・ 侵食対策として離岸堤が建設される。
- ・ 日野川におけるダム建設等により海岸への供給土砂はさらに減少する。
- ・ 離岸堤により土砂の移動が止められ、離岸堤背後にトンボロ（砂浜）が形成される。
- ・ 離岸堤により土砂の移動が止められたため、離岸堤群西側端部（境港側）では新たな侵食が始まる。
- ・ 離岸堤、突堤といった土砂の移動を止める施設の東側では堆積するが、その西側では侵食するといったことを海岸全体で繰り返している。
- ・ 埋め立て地によって土砂の移動が止められ、その上手側で堆積した土砂を侵食している箇所へ投入するサンドリサイクルが実施される。



3. 日野川流砂系の海岸侵食要因の推定

3.1. 海岸侵食の要因の分析

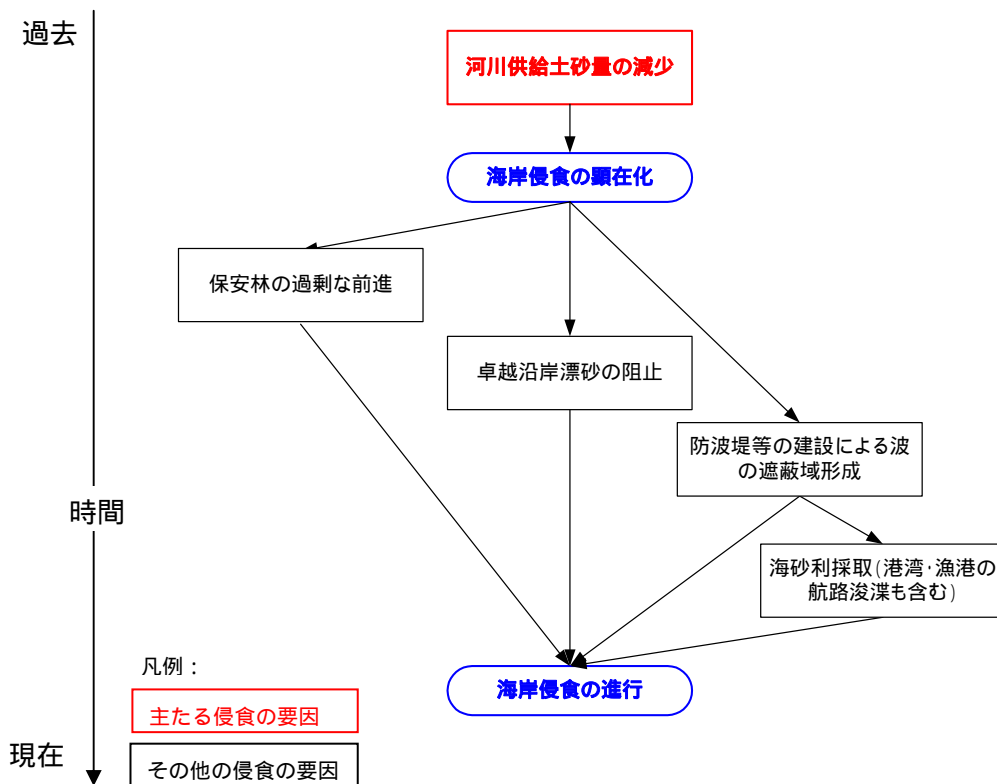
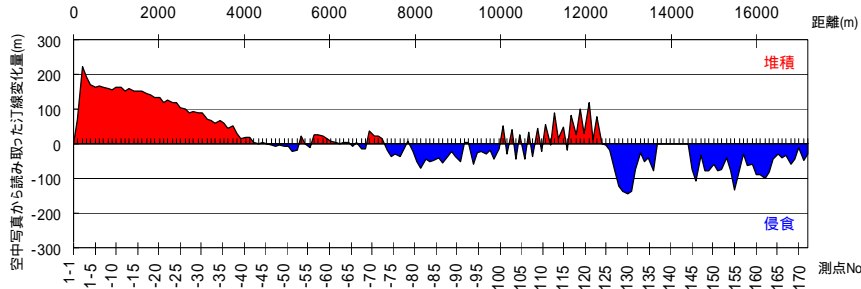


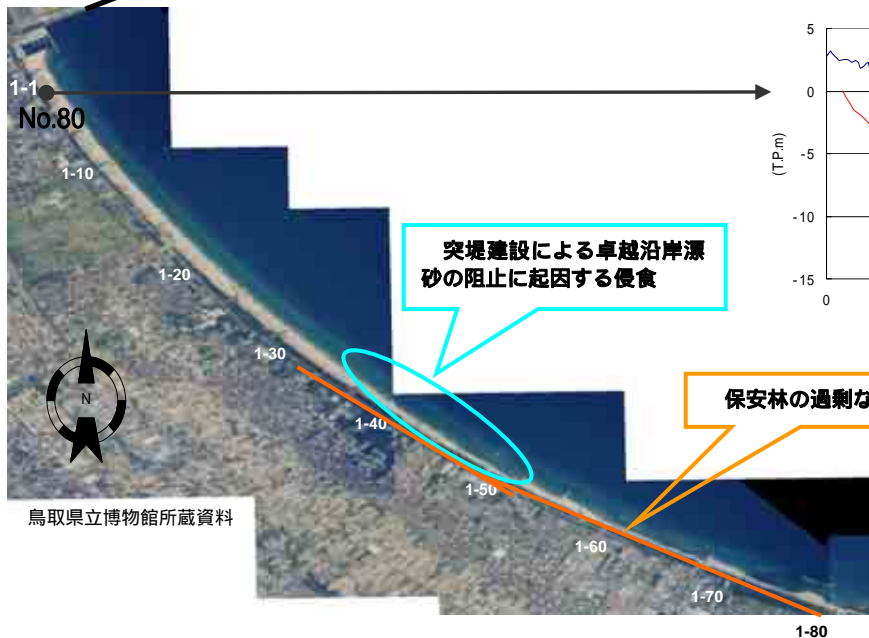
図 3-1 日野川流砂系における海岸侵食要因の連鎖

- ・弓ヶ浜は鉄穴流しによって発生した土砂によって形成された砂浜であり、鉄穴流しの終焉により河川からの供給土砂量が極端に減少し、侵食した。

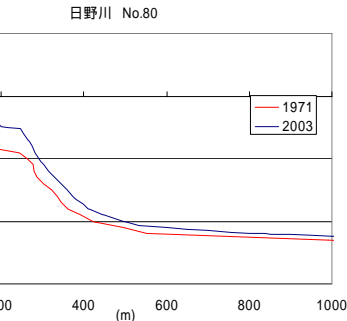
昭和22年(1947年) - 平成15年(2003年)



竹内工業団地



鳥取県立博物館所蔵資料



日野川流砂系

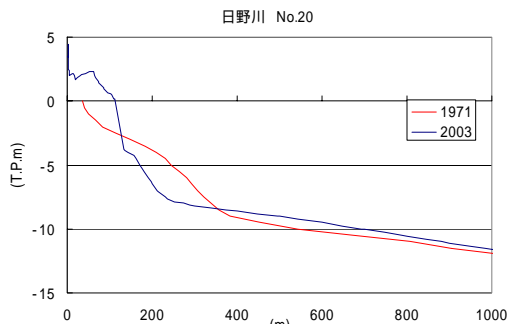


写真 3-1 日野川流砂系の海岸侵食要因 平成 15 年 (2003)

3.2. 海岸侵食の個別要因のメカニズム

海岸侵食は、沿岸漂砂のバランスが崩れることによって生じます。
 3.1の要因分析結果より、日野川流砂系の海岸侵食は、5つの海岸侵食要因が重複しながら発生したと考えます。
 ここでは、個々の要因ごとにメカニズムを模式的に説明します。

河川や崖からの供給土砂量の減少に伴う海岸侵食

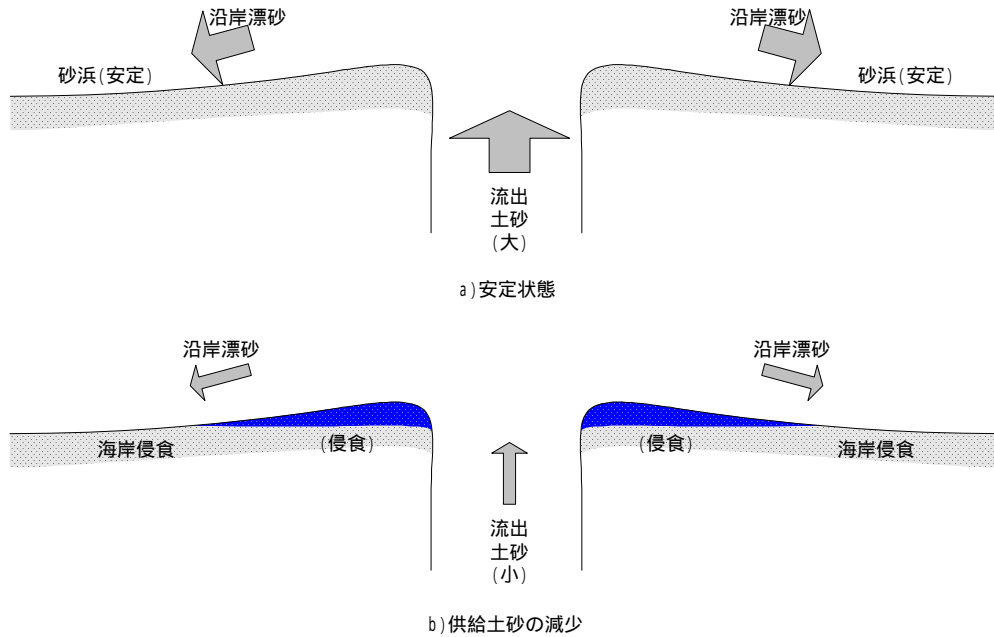


図 3-2 供給土砂量減少による侵食¹⁾

保安林の過剰な前進に伴う海浜地の喪失

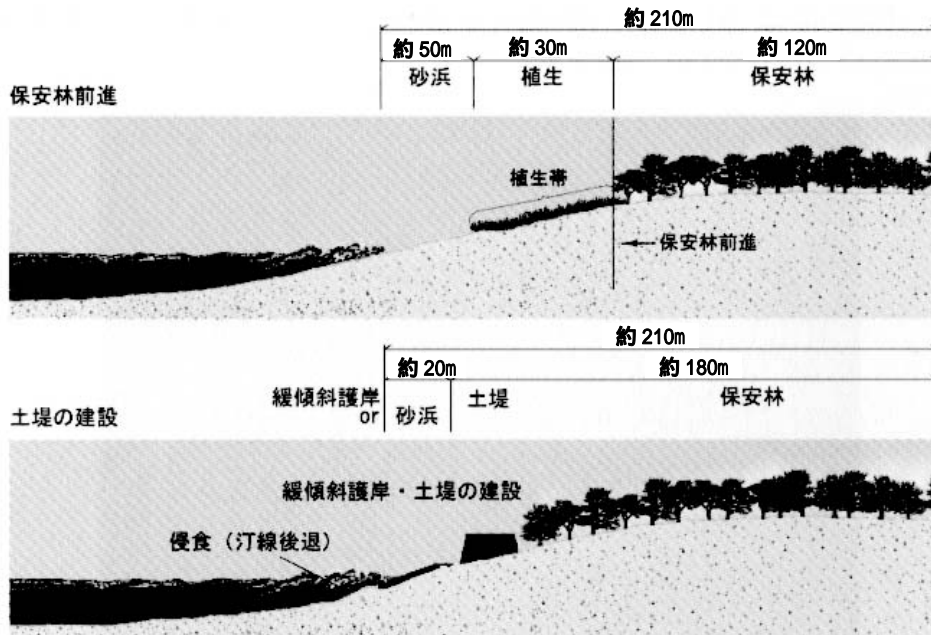


図 3-3 保安林の過剰な前進に伴う海浜地の喪失²⁾

卓越沿岸漂砂の阻止に起因する海岸侵食

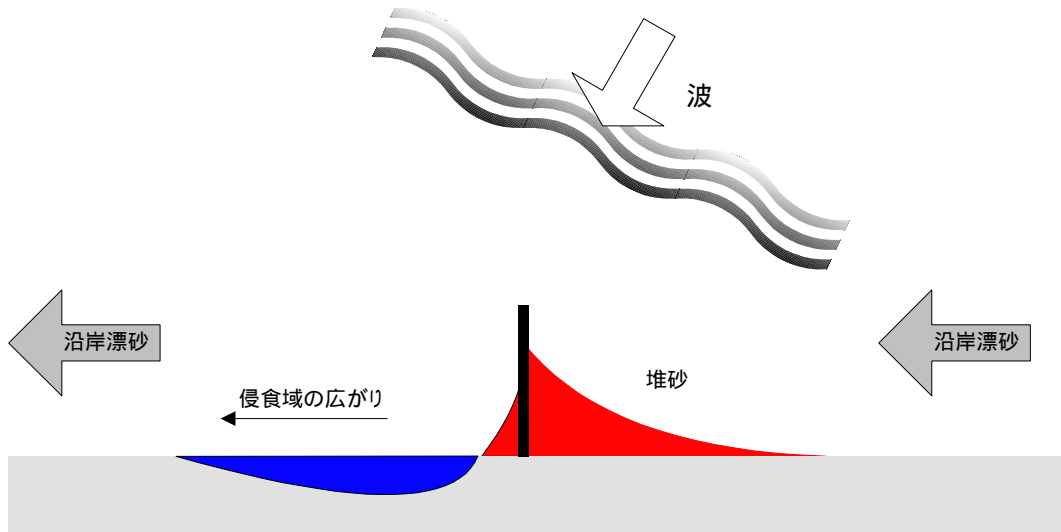


図 3-4 沿岸漂砂阻止による侵食²⁾

防波堤等の建設による波の遮蔽域形成に伴った周辺海岸で起こる海岸侵食

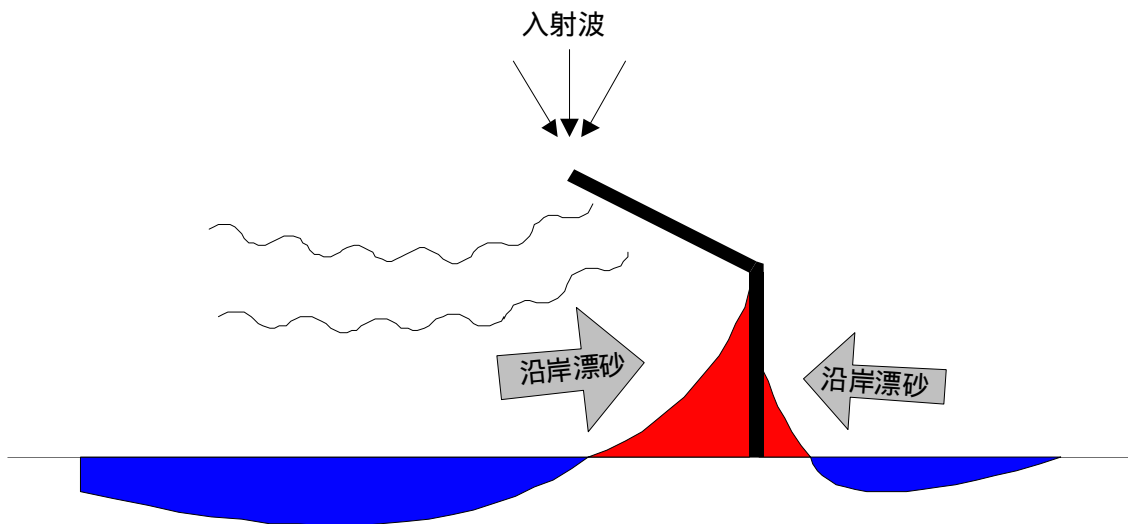


図 3-5 遮蔽域形成による侵食²⁾

海砂利採取（港湾・漁港の航路浚渫も含む）に伴う海岸侵食

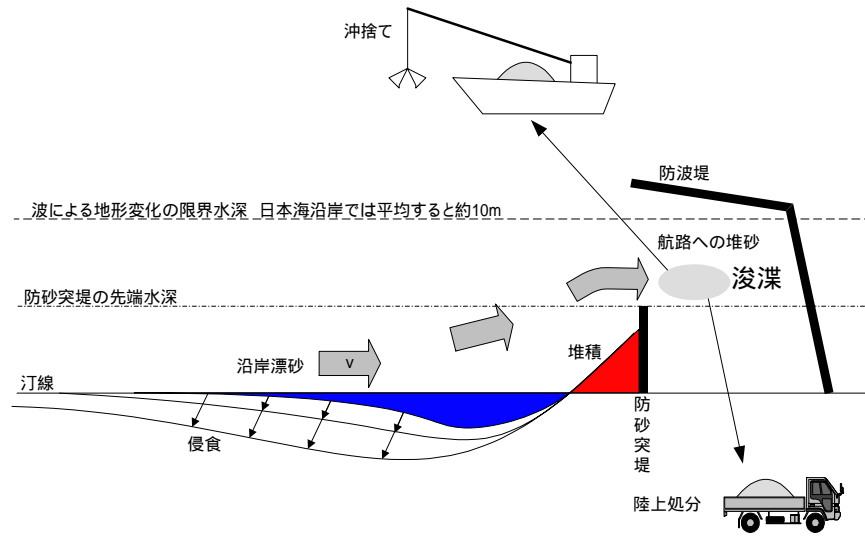


図 3-6 海砂利採取に伴う海岸侵食

- 1) 日本の海岸侵食：宇多高明、山海堂、1997年6月
- 2) 海岸侵食の実態と解決策：宇多高明、山海堂、2004年5月

4. 鉄穴(かな)流しについて

4.1. 鉄穴(かな)流しから見た弓ヶ浜の形成

10000 年前



7000 年前



5000 年前



2000 年前



風土記の時代



江戸時代



明治時代



鉄穴(かな)流し

これは砂鉄分を含む風化花崗岩類からなる山地の麓に水路を引き回し、掘り崩した土砂(真砂)を水路に落とし込んで、比重選鉱法により砂鉄を凝集、採取するという方法である。

ただし、砂鉄は風化花崗岩類中にごくわずか、容積にして0.4%程度しか含まれない。そのため、大掛かりに山地が掘り崩されるとともに、莫大な量の廃土が生み出される事となった。時あたかも、徳川幕府が鎖国令を出し、南蛮、じつはインドから入ってきていた鉄地金の輸入が止まったこともあり、以来300年余、中国山地は大砂鉄産出地域になった。と同時に豊富な森林資源を利用して製鉄から鍛冶までを一貫して行う当時におけるわが国最大の製鉄・重工業地域となった。

(出典：HP、たたら製鉄により作り変えられた中国地方の山地と平野
・自然環境の保全とは、教育学部 貞方)

タタラ製鉄の砂鉄を採るのは「鉄穴(かな)流し」と言われる山の土砂を崩し、水を流して土砂と砂鉄を選別する。選別された砂鉄は木炭で加熱された溶解炉に入れられ、タタラの送風により高温にして溶解され鉄分が取り出された。この砂鉄の選別で大量の水が土砂とともに下流に流れる。山が崩れ洪水が起こり下流の田畑は荒れる。「古事記」記載の出雲の伝説スサノオノミコトのヤマタノオロチ退治は、そんな下流農民が鉄山師に勝った記録かも知れないし、願望だったのかもしれない。オロチの体内から剣が出るのは誠に象徴的なことだ。

幕末には中国地方の生産高は全国の九割を占めたとされている。明治7年には中国5県の生産高は全国の96%であったが、鳥取県では近藤家の生産高がもっとも多かった。

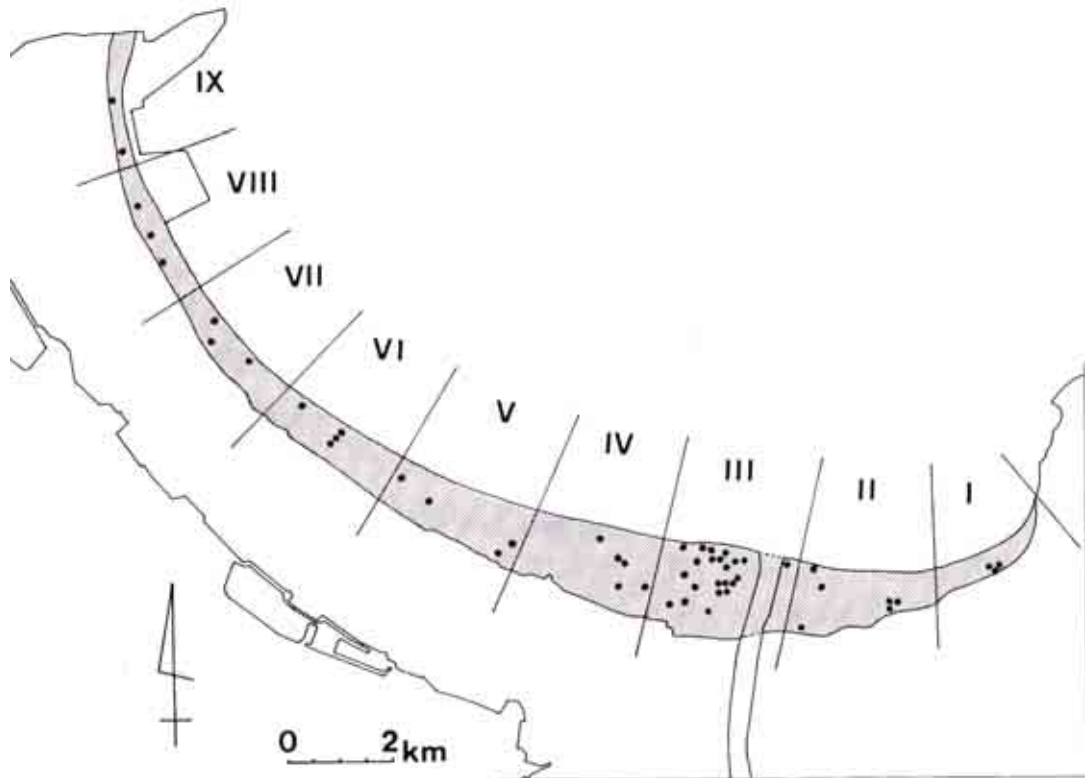
最盛期の明治の初めには鉄穴385ヶ所・製鉄場35ヶ所に上がり「一ヶ所のタタラは1000人を養う」といわれた。しかし、大正頃から輸入鋼に圧迫され始め、昭和20年までにタタラの景観は全く消え去った。

(出典：HP、「古い町並みを歩く、日野町根雨の町並み」)

B-1-2表 外浜堆積物の土量

Table 2 Total earth volume of the sediments in the Sotohama beach ridges

Division	Area (m ²)	Average thickness of the earth (m)	Sub total (m ³)
I	7.85×10^5	6.3	4.95×10^6
II	2.45×10^6	9.3	2.28×10^7
III	4.04×10^6	9.8	3.96×10^7
IV	3.50×10^6	10.8	3.78×10^7
V	2.90×10^6	9.4	2.73×10^7
VI	2.19×10^6	8.7	1.91×10^7
VII	1.67×10^6	7.6	1.27×10^7
VIII	1.22×10^6	5.9	7.20×10^6
IX	1.01×10^6	3.3	3.33×10^6
Total	1.98×10^7		1.75×10^8



B-1-8図 外浜における既存地質柱状図の地点と外浜堆積物の土量計算のための区画(I~IX)

図 4-1 鉄穴流し 外浜堆積量

出典：中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌、貞方昇、溪水社、H8.2

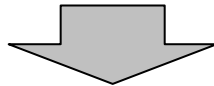
日野川流砂系

れるにつれ少なくなる。約2.5km毎に外浜をIからIX地区に分割し、地区内にある各柱状図の外浜堆積物の厚さを平均して、それぞれの地区の代表値とした(B-I-2表)。そして各地区の面積にそれぞれの層厚平均値を乗じ、積算して総土量とした。その結果、 $1.75 \times 10^8 \text{m}^3$ という外浜の堆積物の土量が得られた。しかし、さきに検討したように、少なくともその25%は従来から引き続いて堆積したはずのものであり、これを除くと、 $1.3 \times 10^8 \text{m}^3$ という土量が、鉄穴流しと関係する土量とみなされる。日野川流域の鉄穴流しによる廃土量は、すでに貞方・赤木(1985)により $2.0 \times 10^8 \text{m}^3$ から $2.7 \times 10^8 \text{m}^3$ と見積もられている。したがって、日野川流域の鉄穴流しによる全廃土量のうち、おおよそ65%から50%程度の土量が、外浜を構成する堆積物として加わったとみなすことができよう。残りの廃土は、鉄穴流しの現場に近い溪間、あるいは日野川本川河谷に貯留され、さらには美保湾に拡散、沈積したものとみられる。

出典：中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌、貞方昇、溪水社、H8.2

以上の出典より、たたら製鉄が活発化した江戸時代から日野川から鉄穴流しによって約300年間で弓ヶ浜に供給された土砂量は次のように推定される。

$$1.75 \times 10^8 \text{m}^3 \div 300 \text{年} \quad \mathbf{60 \text{万 m}^3/\text{年}} \quad (1.75 \times 10^8 \text{m}^3 \div 400 \text{年} \quad 44 \text{万 m}^3/\text{年})$$

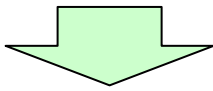


日野川流砂系の土砂管理計画では、深浅測量より得られる沿岸漂砂量に見合った日野川からの供給土砂量 $18 \text{万 m}^3/\text{年}$ を「混合粒径を考慮した汀線変化予測モデル」から逆算した。

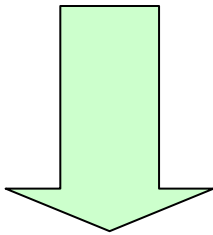
「中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌」より推定した供給土砂量 $44 \sim 60 \text{万 m}^3/\text{年}$ とオーダーが一致しており妥当であると判断し、 $18 \text{万 m}^3/\text{年}$ を当土砂管理計画では用いる。

4.2. 鉄穴（かな）流しによって形成された弓ヶ浜（弓浜半島）の保全

弓ヶ浜（弓浜半島）は、「鉄穴（かな）流し」によって形成された海岸である。



「鉄穴（かな）流し」の終焉によって供給土砂量が絶対的に減っている状態にあり、その供給量が将来増えることはない。



現在の弓ヶ浜（弓浜半島）は、生活基盤となっており侵食を許容できる状態にはない。

優先すべきは土砂の流れの回復であり対策としては、

サンドリサイクル

となる。しかし、サンドリサイクルだけでは、費用バランスが悪いので、

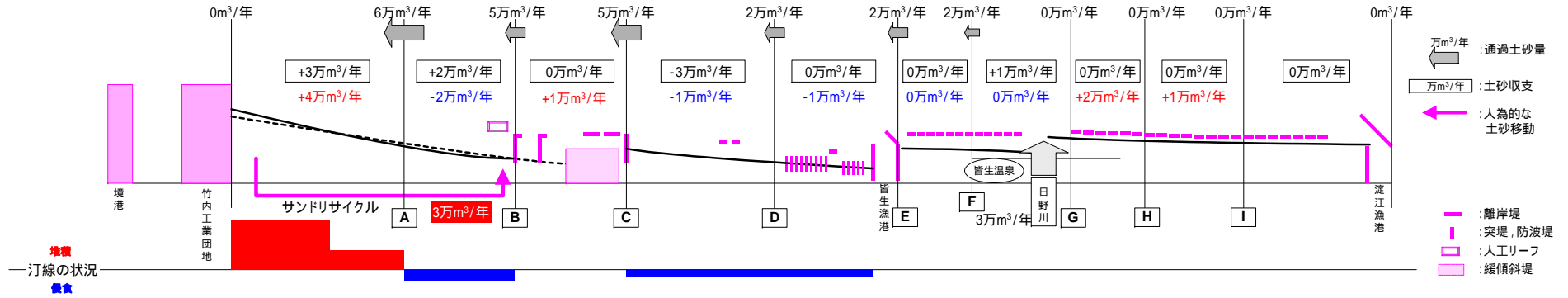
「人工リーフ等の構造物の設置による（土砂の流れを制御・調整するための）対応策」を組み合わせた対策が原則となる。

との組み合わせにより費用バランスや土砂収支を加味した上で、構造物により沿岸漂砂を減らしながらサンドリサイクルの量を減らしていく。

ただし、長期的には絶対量が不足している中、構造物の設置によりすべてが解決するわけではないため、砂防・ダムといった内陸からの供給土砂量の増加の努力がより必要とされる海岸である。

5. 土砂管理計画

5.1. 現状における土砂管理の問題点



24

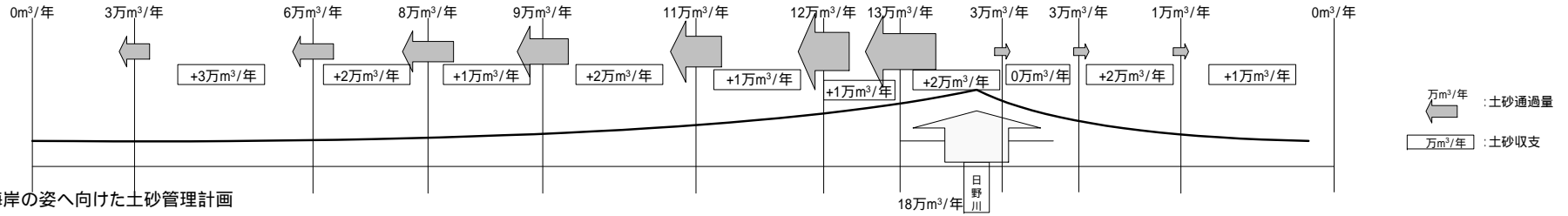
防護・利用上の問題点	航路埋没	背後資産の防護	航路埋没	観光の維持	航路埋没
海岸侵食の要因	突堤建設による卓越沿岸漂砂の阻止に起因する侵食		保安林の過剰な前進	鉄穴流しの終焉による河川供給土砂量の減少	漁港、航路の浸没土砂の冲捨て・埋立て材料の転用 淀江漁港建設による遮蔽域形成に伴う侵食
土砂管理上の問題点	堆砂対策	下手側の供給減	堆砂対策	下手側の供給減	堆砂対策
		下手側の供給減	下手側の供給減	供給土砂量の減少	下手側の供給減

5.2. 目指すべき海岸の姿へ向けた土砂管理計画

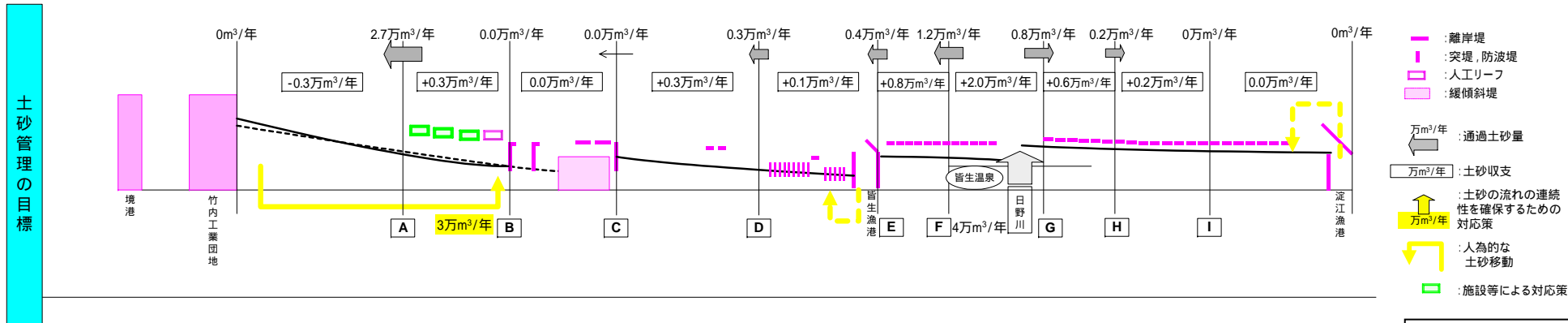
人為的な土砂の連続性の遮断がなかった頃の土砂の流れの連続性、土砂収支バランスの確保・回復に向けた計画である。

「鉄穴流し」によって発生した土砂によって人工的に形成された海岸であり、「たたら製鉄」の終焉により海岸侵食が劇的に進行し、侵食以前の海岸に戻すには、供給土砂量の絶対量が不足する。現況維持を基本として、構造物設置とサンドリサイクルの併用により土砂のバランスを悪化させないための対策とする。

【鉄穴流しが行われていた時代】



目指すべき海岸の姿へ向けた土砂管理計画



土砂管理の目標

対応策

土砂の連続性を確保	サンドリサイクル	浚渫土砂のサンドバイパス	供給土砂量の増加	浚渫土砂のサンドリサイクル
構造物	人工リーフ	海岸保全施設の機能強化	砂防ダムスリット化 排砂バイパス等	

サンドバイパス
沿岸漂砂の移動を阻害している施設の上手側に堆積している土砂を、人為的に下手側へ移動する対策

サンドリサイクル
沿岸漂砂の下手側に堆積している土砂を漂砂の上手側へ人為的に土砂を移動する対策

- ・ 数値は、年平均値として示している。
- ・ 自然の土砂移動量には変動の幅があることを考慮して、実際の堆砂量、浚渫量等に応じて実施することが重要である。
- ・ 目標値を達成することが重要ではなくて、原則的に守らなければならない事項を遵守し、出来ることから実施することが重要である。

海岸の浜幅、汀線位置といった形ではなく、あくまで土砂の連続性、土砂収支バランスの回復が重要である。

目指すべき海岸の姿への対策案は、量のための記述となっているが、今後は量・質のバランスのとれた対策を考えていくことが必要である。

河川管理者（日野川水系）**構造物の設置を要しない（土砂の流れの連続性を確保するための）対応策**

なし

構造物の設置による（土砂の流れを制御・調整するための）対応策

砂防、ダムの排砂（河川からの供給増）へ向けた検討を行う。

漁港管理者（淀江漁港）**構造物の設置を要しない（土砂の流れの連続性を確保するための）対応策**

航路・泊地の確保等の理由により、波による地形変化の限界水深（日本海側で約 10m）以浅で浚渫土砂が発生した場合は、個々の管理区域にとらわれず、水質や底質への影響、環境を考慮した上で同一流砂系内の波による地形変化の限界水深（日本海側で約 10m）以浅の必要な箇所投入（サンドリサイクル）する。

- ・航路・泊地等の浚渫土砂を淀江漁港の西側隣接海岸へサンドリサイクル

構造物の設置による（土砂の流れを制御・調整するための）対応策

なし

漁港管理者（皆生漁港）**構造物の設置を要しない（土砂の流れの連続性を確保するための）対応策**

航路・泊地の確保等の理由により、波による地形変化の限界水深（日本海側で約 10m）以浅で浚渫土砂が発生した場合は、個々の管理区域にとらわれず、水質や底質への影響、環境を考慮した上で同一流砂系内の波による地形変化の限界水深（日本海側で約 10m）以浅の必要な箇所投入（サンドバイパス）する。

- ・航路・泊地等の浚渫土砂を両三柳地区へサンドバイパス

構造物の設置による（土砂の流れを制御・調整するための）対応策

なし

海岸管理者**構造物の設置を要しない（土砂の流れの連続性を確保するための）対応策**

侵食等の理由により、海岸背後の資産・環境等を守らなければならない状況が発生した場合は、水質や底質への影響、環境を考慮した上で同一流砂系内の波による地形変化の限界水深（日本海側で約 10m）以浅の必要な箇所投入（サンドリサイクル）する。

- ・竹内工業団地埋立（マリーナ）による堆積土砂を夜見・富益地区へサンドリサイクル（目標値：3.0 万 m³/年）

構造物の設置による（土砂の流れを制御・調整するための）対応策

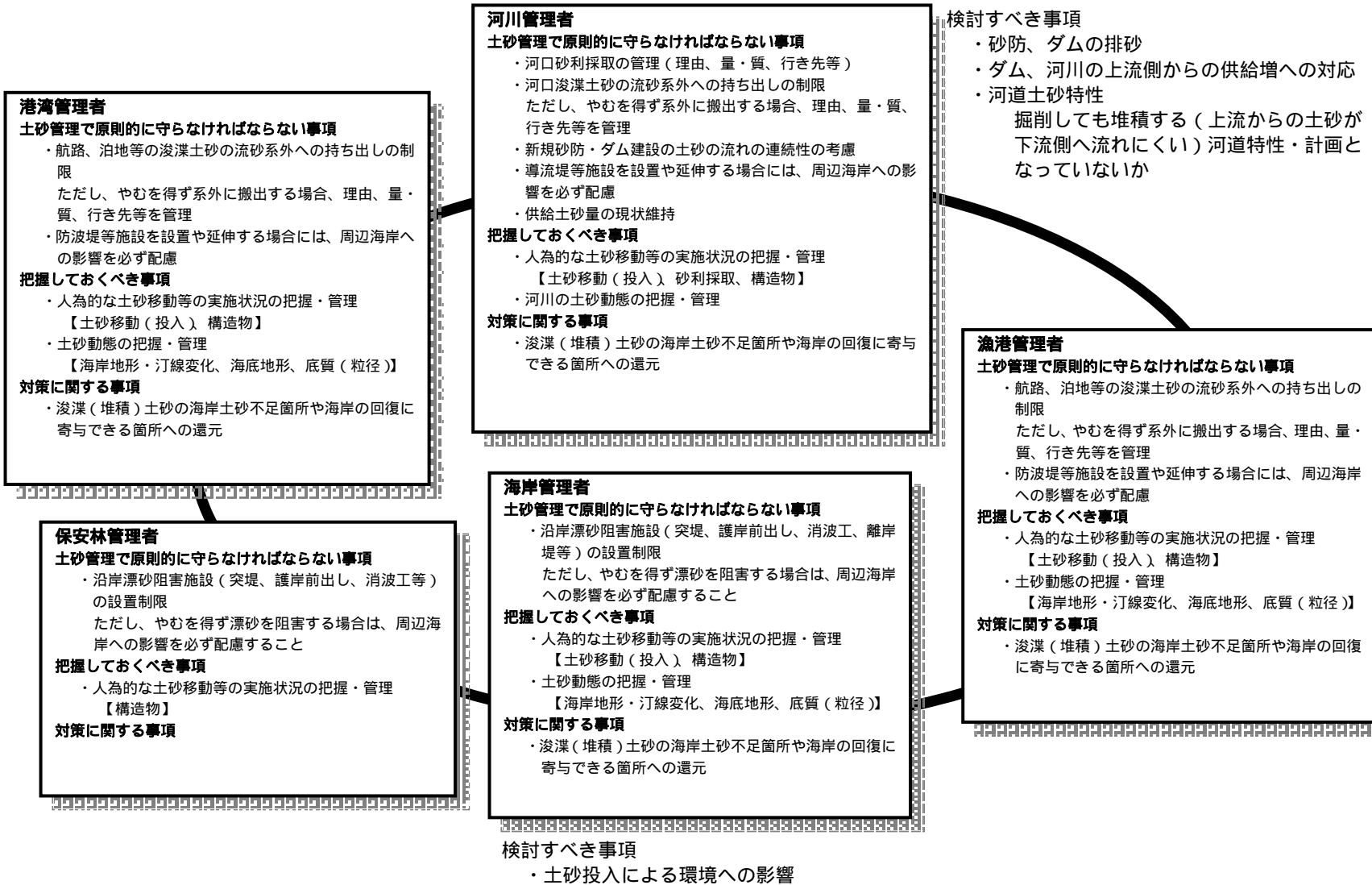
侵食等の理由により、海岸背後の資産・環境を守らなければならない状況が発生した場合は、周辺への影響、環境を考慮した上で海岸保全施設を設置する。

- ・人工リーフの整備

- ・目標値は、年平均値として示している。
- ・自然の土砂移動量には変動の幅があることを考慮して、実際の堆砂量、浚渫量等に応じて実施することが重要である。
- ・目標値を達成することが重要ではなくて、原則的に守らなければならない事項を遵守し、出来ることから実施することが重要である。

5.3. 土砂管理における遵守事項

各管理者が土砂管理において原則的に守らなければならない事項を以下に定める。
 (ここで定めた事項を遵守していくことが、総合的な土砂管理を進める上で最も重要なことである)

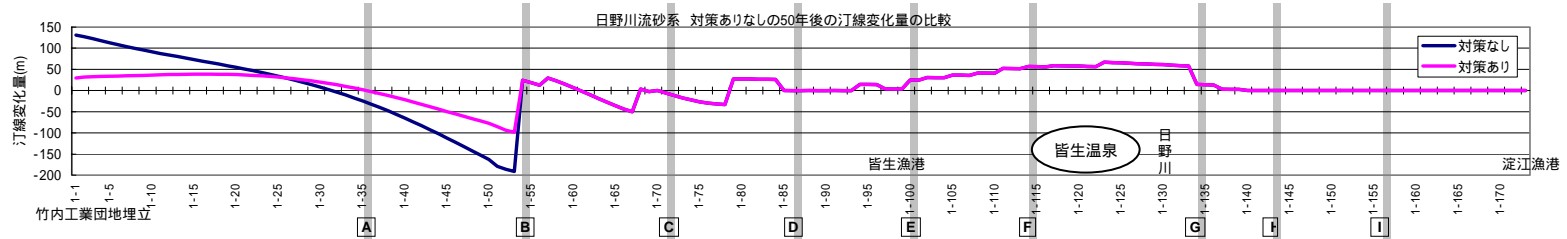


波による地形変化の限界水深(日本海側で約10m)以浅で採取した土砂は、水質や底質の環境を考慮した上で同系の限界水深以浅に投入すること。

6. 土砂管理の実施による将来の予測

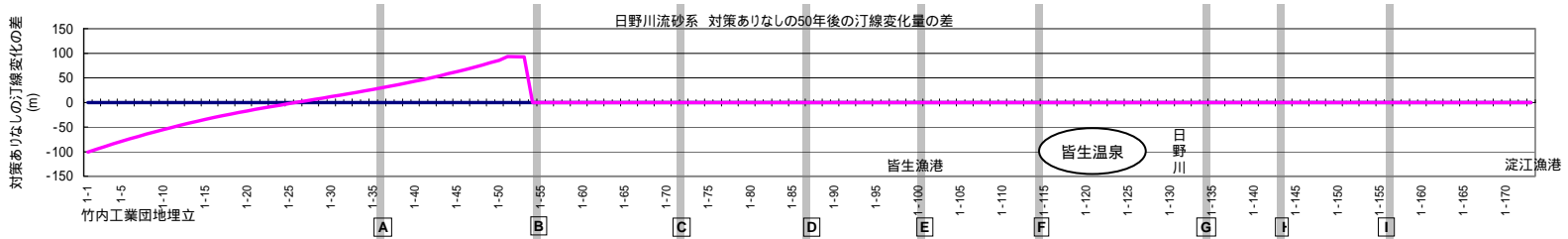
50年後の海浜変化の将来予測は、数値シミュレーション¹⁾により行った。

- ・「対策あり」とは、「構造物の設置を要しない(土地の流れの連続性を確保するための)対応策」と「構造物の設置による(土砂の流れを制御・調整するための)対応策」を実施した場合である。
- ・「対策なし」とは、「人為的な土砂移動も現状のまま(現状実施されている浚渫土砂の流砂系外への沖捨て等をそのまま継続)」、「構造物は現状のまま」とした場合である。



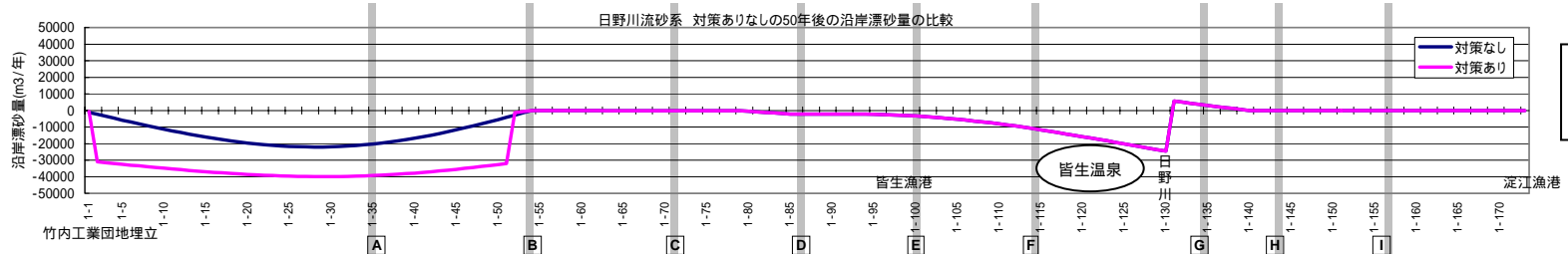
現状の汀線位置を基準(0m)として、50年後の汀線位置の予測結果を示している。「+」が前進、「-」が後退

図 6-1 目指すべき海岸の姿へ向けた土砂管理計画実施による 50 年後の現状を基準とした汀線位置の予測結果



50年後の「対策あり」と「対策なし」の汀線位置の差を示したものである。「対策なし」が基準(0m)となり、変化量が土砂管理計画を実施することの効果となる。

図 6-2 目指すべき海岸の姿へ向けた土砂管理計画実施による 50 年後の「対策なし」を基準とした予測結果



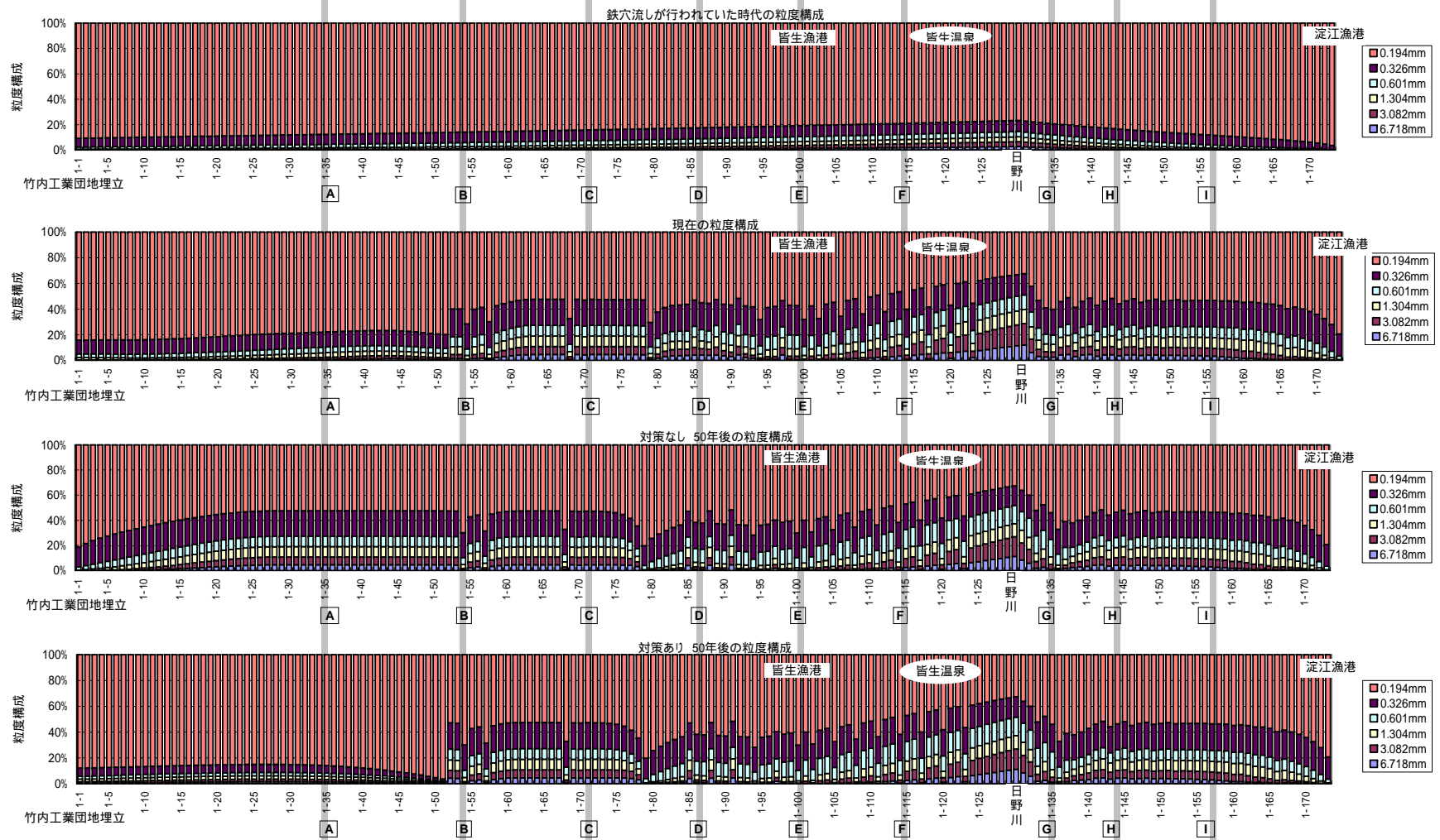
正(+): 東向き沿岸漂砂量
負(-): 西向き沿岸漂砂量

50年後の「対策あり」と「対策なし」の沿岸漂砂量を予測したものである。沿岸漂砂量とは、断面を沿岸方向に通過する土砂量を表している。

図 6-3 目指すべき海岸の姿へ向けた土砂管理計画実施による 50 年後の沿岸漂砂量の将来予測結果

1) 数値シミュレーションは、混合粒径を考慮した汀線変化予測モデル(1-lineモデル)を用いた。

参考文献: 海岸侵食の実態と解決策、宇多高明、山海堂、2004年5月



50年後の「対策あり」と「対策なし」の海岸の粒度構成を予測したものである。

- ・土砂管理計画の実施によって、現在ある細砂分・粗砂分の維持が可能となり、このことが良好な生物の生息・生育環境の保全や回復に繋がる。今後は、量・質のバランスのとれた対策を考えていくことが重要である。

図 6-4 目指すべき海岸の姿へ向けた土砂管理計画実施による 50 年後の将来予測結果