

2. 相模川流砂系の現状と課題

2.1 土砂収支

ダム及び砂防堰堤の堆積土砂量、砂利採取量等の結果を基に、年代別、粒径集団別の流域全体の土砂収支を把握した。その結果、現在、全粒径で、生産土砂量は約 91 万 $\text{m}^3/\text{年}$ *であり、そのうち、ダムへの堆積土砂量は約 66 万 $\text{m}^3/\text{年}$ と約 7 割程度、河道域を構成する成分は約 12 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度、海浜を構成する成分は約 14 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度と推測される。

なお、相模ダム（昭和 22 年）完成後の昭和 30 年代には、砂利採取により約 141 万 $\text{m}^3/\text{年}$ （内、河道域を構成する成分で約 106 万 $\text{m}^3/\text{年}$ ）もの土砂が河道外に持ち出された。砂利採取量の規模が顕著に大きいことが分かる。

また、平成 15 年 6 月にとりまとめられた「相模川の健全な土砂環境をめざして」提言書（以下、提言書）では、河道域及び河口・海岸域を構成する粒径集団に着目し、通過土砂量を土砂動態マップとして作成した。また、その結果を基に、あるべき姿のイメージ（目標）として「昭和 30 年代前半の相模川（健全な流砂系）をめざす」が示され、目標を達成するための当面及び将来の対応が示された。

現在（宮ヶ瀬ダム完成後）の土砂動態マップを新たなデータや知見を用いて、平成 12 年から平成 25 年までの期間を対象として作成した。

昭和 30 年代の土砂収支は、河道域を構成する成分（ $d_{60} = 1\sim 70\text{mm}$ ）に着目すると、城山ダム地点で約 4 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度、宮ヶ瀬ダム地点で約 2 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度の土砂（合わせて約 6 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度）が通過し、相模大橋（厚木）地点で約 5 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度となっている。現在では、相模大橋（厚木）において約 1 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度の通過土砂量となり、昭和 30 年代の通過土砂量の約 20%となっている。

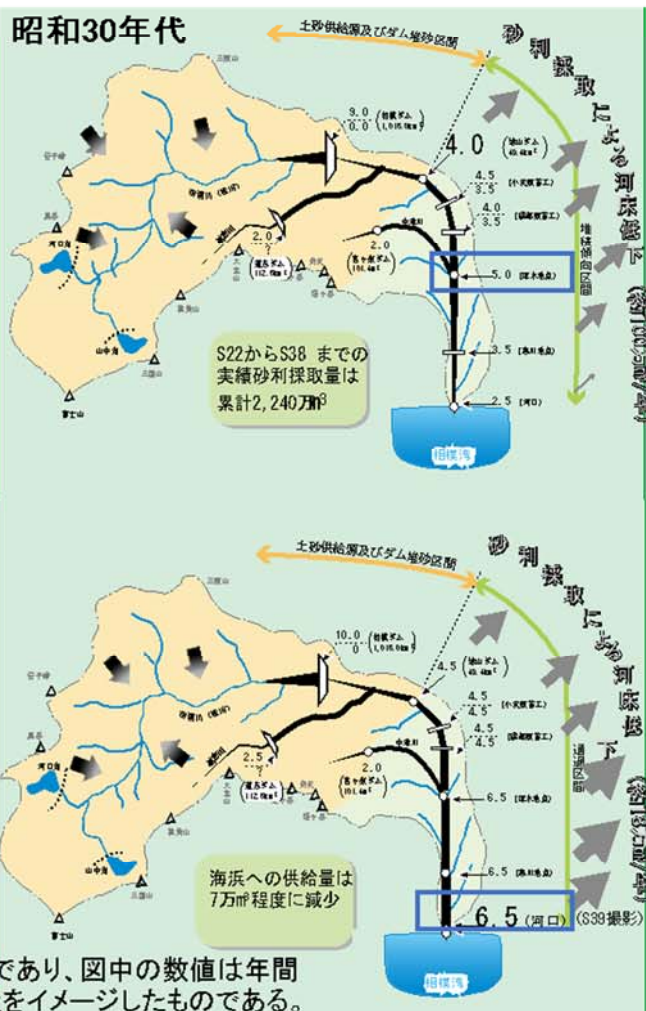
河口において、河口・海岸域を構成する成分（ $d_{60} = 0.2\sim 1\text{mm}$ ）に着目すると、現在では約 1 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度の土砂が通過する。なお、提言書が目指す昭和 30 年代の同地点では約 6.5 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度であり、約 15%となっている。

以上より、河道域及び河口・海岸域を構成する成分ともに、通過する土砂移動量が減少している状況にあることが分かった（図 2.1.1）。

*端数処理した数値 91.3=65.7+11.8+13.9

対象とする粒径	地点	昭和30年代	現在	昭和30年代に対する割合
河道域を構成する成分	相模大橋(厚木)	約5万m ³ /年程度	約1万m ³ /年程度	約20%
海浜を構成する成分	河口域	約6.5万m ³ /年程度	約1万m ³ /年程度	約15%

河道部を構成する成分



海浜を構成する成分

土砂移動量は概略の推定結果であり、図中の数値は年間移動量、線の太さは土砂移動量をイメージしたものである。

※引用「相模川の健全な土砂環境をめざして、提言書、H15.6」

現在 ※H12～H25のデータより作成



図 2.1.1 流域全体の土砂動態マップ (昭和30年代、現在)

2.2 相模川流砂系における土砂管理に係る現状と課題

2.2.1 土砂発生域

相模川流域の土砂発生量は、相模ダムや城山ダム流域では全国の平均的な範囲に属している。流域の中では、主に緑色凝灰岩で構成される宮ヶ瀬ダム流域の発生量がやや多く、主に泥岩・千枚岩で構成される深城ダム流域では少ない。また、沼本ダムや道志ダム流域でも、土砂発生量は少ない（図 2.2.1）。

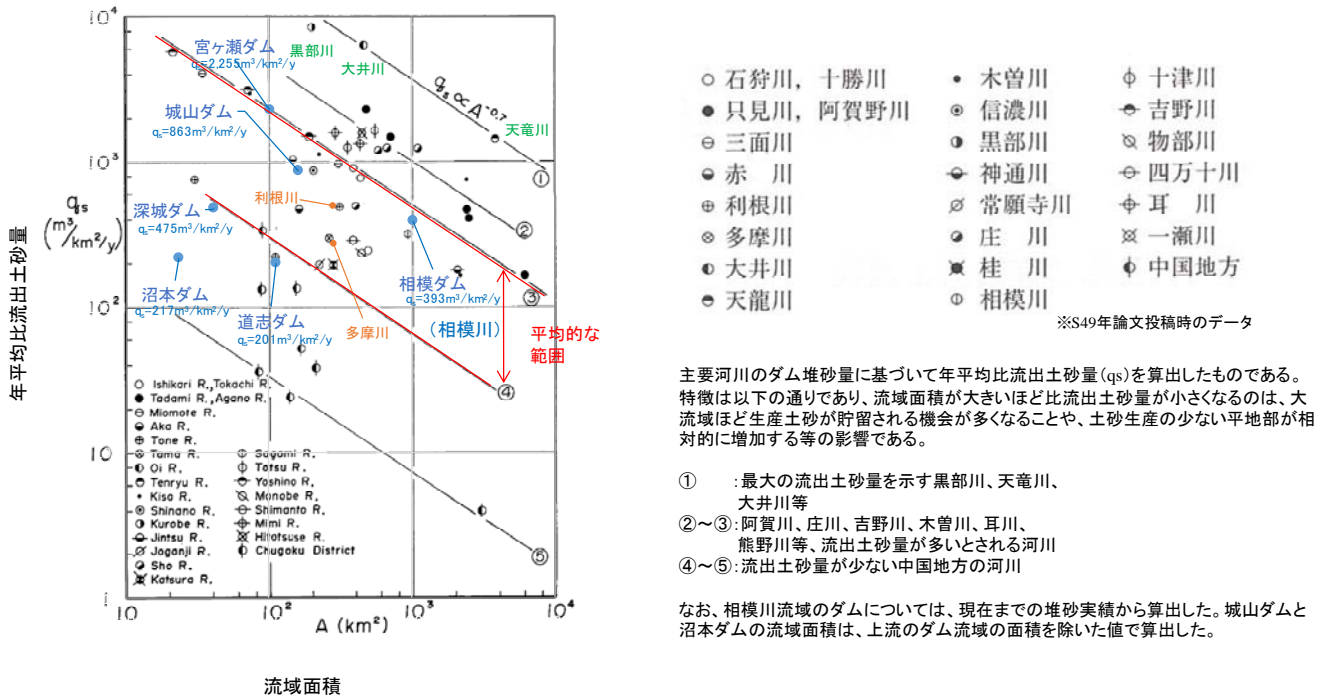


図 2.2.1 流域面積と年平均比流出土砂量の関係

(芦田・奥村 (1974) ダム堆砂に関する研究, 京大防災研年報第 17 号 B, pp.1-16. に現在の相模川流域のダム堆積土砂実績値を追記)

山梨県、神奈川県ともに、土砂災害危険箇所調査が行われており、土石流危険渓流は沢や支川流域等、流域全体の広範囲に見られる。

土砂災害は、相模川流域内の複数の箇所が発生している。

土石流に着目すると、「1.1 (3) 地質の特徴」で示したように、土砂の崩壊が多いとされる凝灰岩等の火成岩で構成される中津川、小鮎川、道志川で複数発生している。一方で、土砂の崩壊が比較的少ないとされる泥岩・千枚岩等の堆積岩で構成される葛野川や鶴川等でも土石流やがけ崩れが発生しており、流域全体で土砂災害が発生していることが分かる（図 2.2.2）。

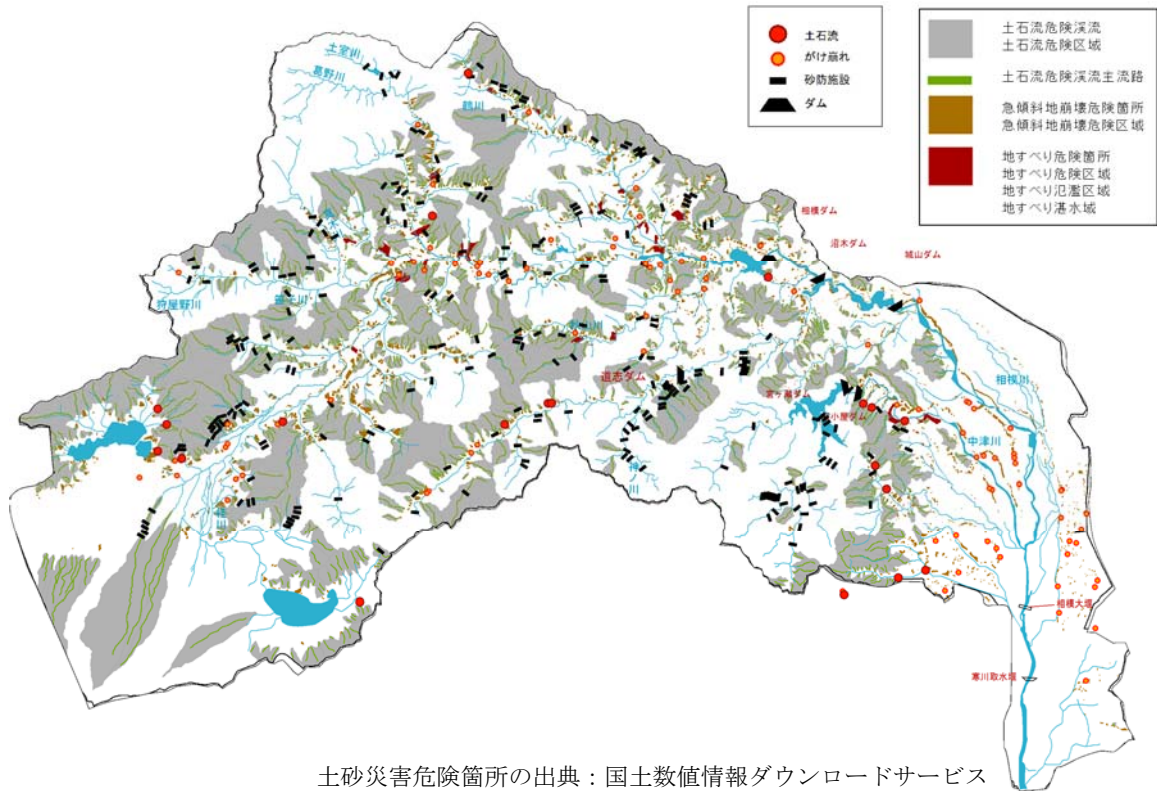


図 2.2.2 土砂災害発生箇所位置及び砂防堰堤の設置状況と土砂災害危険箇所

山梨県と神奈川県では、有害な土砂移動を抑制するため、砂防堰堤等を整備しており、平成 25 年時点で山梨県では 421 基、神奈川県では 288 基の砂防堰堤を整備している(図 2.2.3)。

従来から整備している不透過型砂防堰堤は、満砂になるまでは上流からの土砂を捕捉し下流河道への流出を防止するが、堆砂が進行し満砂になると堆砂勾配が緩くなり、大規模な土石流が発生した時には土砂の勢いを緩めて、大量の土砂の下流への流出や縦方向の侵食を抑制しつつ、小出水時には徐々に下流河道へ土砂を移動させる機能がある。

一方、透過型砂防堰堤は、不透過型砂防堰堤とは異なり、堰堤の一部に透過部を有した構造である。大規模な土石流が発生した時には、透過部が土砂等で一時的に閉塞することにより土石流を捕捉し、下流河道への大量の土砂流出を防ぎ、小出水時には、透過部から下流河道へ徐々に土砂を移動させることで土砂移動の連続性を確保する機能を有する。また、透過部を有していることから、上下流の分断とはならず、堰堤の透過部分においては、溪流の連続性が確保され、結果として水生生物の自然環境に配慮することができ、山間溪流環境の保全にも寄与していると考えられる。

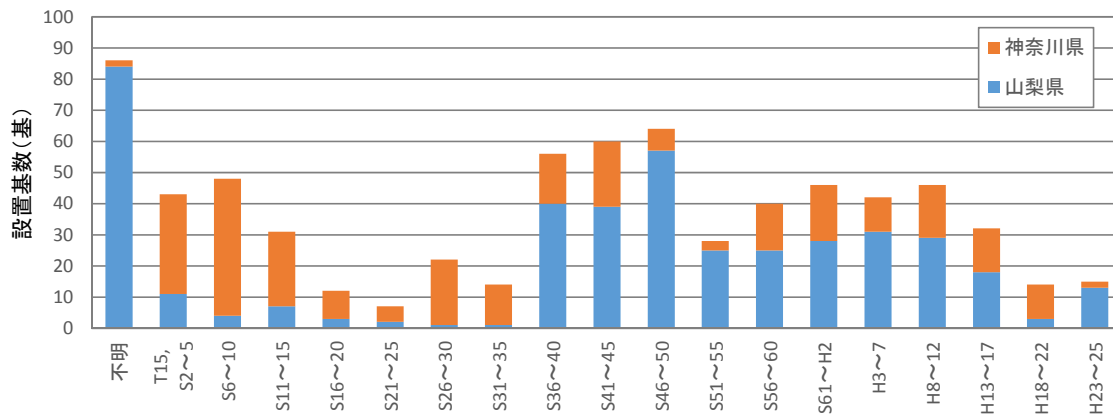


図 2.2.3 砂防堰堤の設置基数の推移

なお、土砂災害に関しては、近年では、平成 19 年 9 月及び平成 23 年 9 月に、台風による影響で土砂災害が発生している。土石流に着目すると、平成 19 年 9 月では、道志川流域で 3 箇所（道志村：釜の前、川原畑、大栗）及び鶴川流域の上流端（小菅村：長作大長作沢）で発生した。平成 23 年 9 月（台風 12 号）では、葛野川流域（大月市：七保町下瀬戸）で深さ 20m、長さ 600m に及ぶ深層崩壊による土石流が発生するなど、現状でも土砂災害が発生する危険性がある（写真 2.2.1）。



写真 2.2.1 平成 23 年台風 12 号で生じた深層崩壊（山梨県大月市）

土砂発生域におけるその他の取り組みとして、地域森林計画に基づき保安林の指定・整備や崩壊地の復旧、山腹工等の整備を実施している。治山事業について、山梨県の計画では、山地災害危険地区等を対象として、溪間工、山腹工等の整備を行うとともに、必要に応じて貴重な野生生物の生息・生育環境の保全を図る環境に配慮した工法の導入等により自然に優しい治山施設の設置に努めることとしている。神奈川県では、自然環境の保全・再生及び水土保全機能の高度発揮を目指した森林施業を行うとともに、山地災害を防ぐ治山施設の整備を行うこととしている。

2.2.2 ダム

相模川水系では、神奈川県に相模ダム、沼本ダム、城山ダム、道志ダム、宮ヶ瀬ダム等が設置され、最も新しい平成16年竣工の深城ダムは山梨県葛野川に設置されている。これらのダムは、洪水調節や水道用水、発電等、様々な機能を発揮している(表 2.2.1)。

相模川流域では、ダム集水域が流域面積全体の約8割を占め、ダム上流で発生した多くの土砂がダムに堆積していると考えられる。ダム上流域では本川である相模川(桂川)に比べて支川流域は急勾配であるため、ダム上流域で発生する土砂の多くは、支川流域由来が多いと考えられる(図 2.2.4)。

表 2.2.1 相模川水系の主なダム一覧

施設名	河川名	管理者	竣工年月	流域面積(直接) (km ²)	総貯水量 (当初) (万m ³)
①相模ダム (上水・工業用水・発電)	相模川	神奈川県企業庁	S22.6	1,016	6,320
②沼本ダム (上水・工業用水・発電)	相模川	神奈川県企業庁	S18.12	1,039.4 (23.4:上流ダムの流域除く)	233
③城山ダム (洪水調節・上水・工業用水・発電)	相模川	神奈川県企業庁	S40.3	1,201.3 (161.9:上流ダムの流域除く)	6,230
④道志ダム (発電専用)	道志川	神奈川県企業庁	S30.3	112.5	152.5
⑤宮ヶ瀬ダム (洪水調節・不特定・上水・発電)	中津川	国土交通省	H12.12	101.4	19,300
⑥深城ダム (洪水調節・不特定・上水)	葛野川	山梨県	H17.3	41.2	644
⑦葛野川ダム (発電専用)	葛野川	東京電力	H11.12	13.5	1150
⑧大野ダム (発電専用)	谷田川	東京電力	T3	5.9	169.2

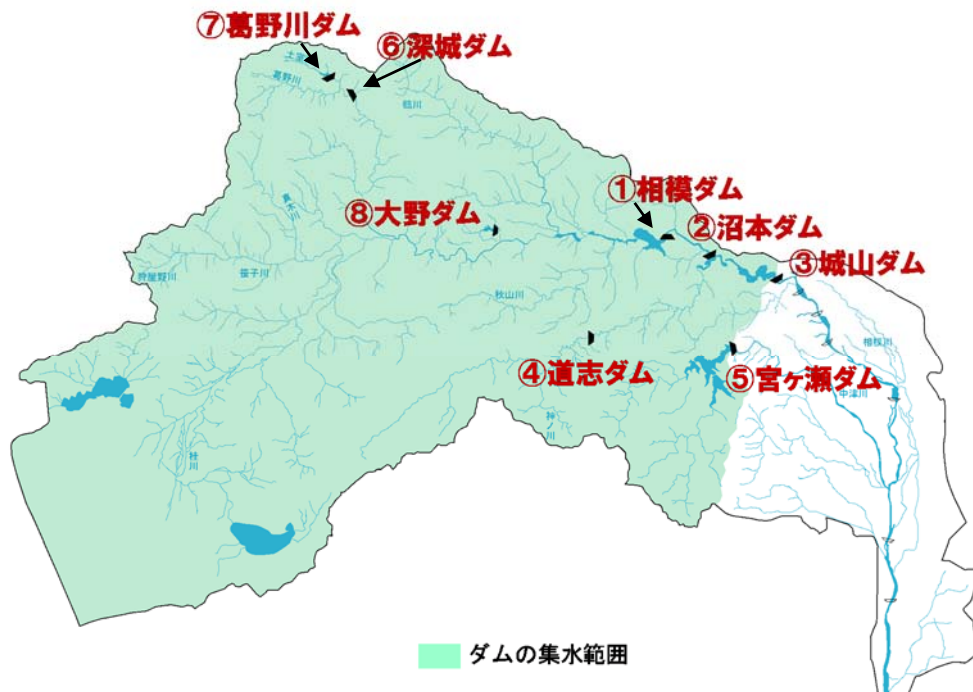


図 2.2.4 ダム位置図

特に、相模ダム、沼本ダム、道志ダムでは、竣工後長期間が経過し、土砂流入によりダム湖内の堆砂が進行している。相模ダムでは、上流域の災害防止及びダムの機能を維持するため、平成5年度から平成31年度までを事業期間とした相模貯水池大規模建設改良事業で浚渫を実施している。道志ダムでは、平成5年度～10年度と13年度に浚渫を実施、平成26年度からは上流域の災害防止を目的に浚渫を再開（事業期間：10年間）している。他のダムについては、現時点では計画的な浚渫は実施していない。相模ダムでは、その機能維持のため継続的な浚渫が必要であり、また、他のダムでも今後の堆砂状況によっては対応が必要となる可能性がある（図 2.2.5、写真 2.2.2）。

相模ダムの堆積土砂は、海岸構成材料（0.2～1.0mm）を多く含むため、堆積土砂の一部を相模川での置き砂の試験施行や養浜等に活用している（図 2.2.6）。ダムの浚渫事業を継続していく上で、今後、費用や処分先の確保が課題となってくる。

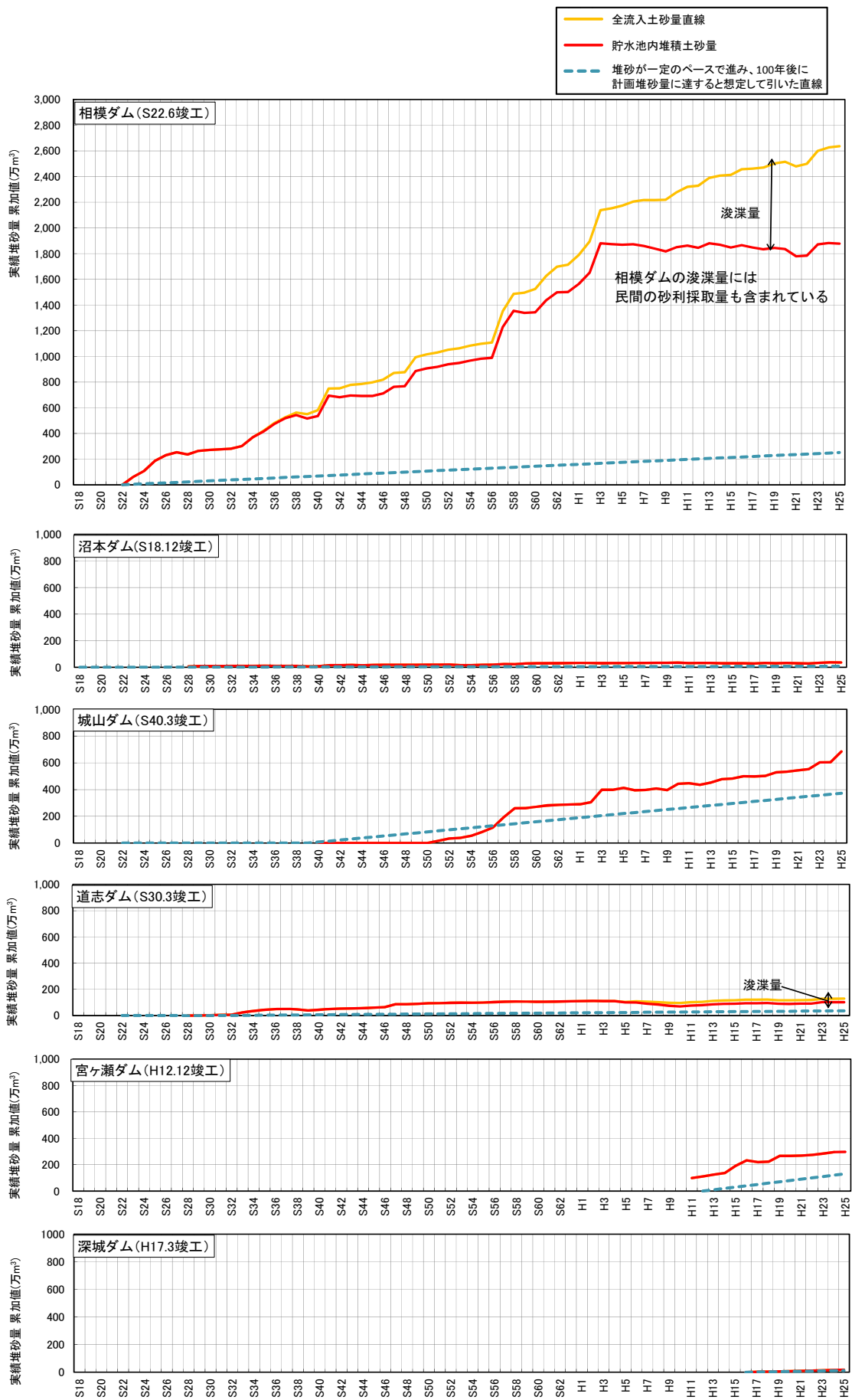


図 2.2.5 ダムの堆砂状況



写真 2.2.2 相模ダム浚渫の実施状況

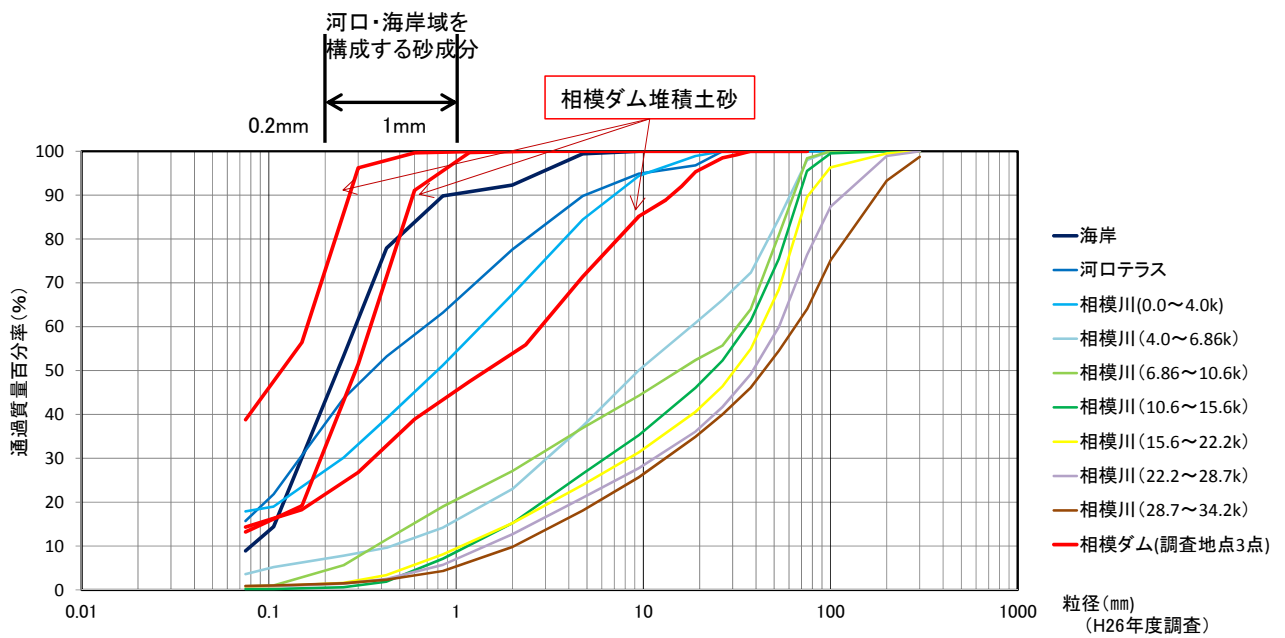


図 2.2.6 相模ダム浚渫土と河道域、河口・海岸域の河床構成材料

2.2.3 河道域

相模川は、城山ダムから中津川合流点に至る中流部では、相模原台地を削って南東へ向かって流下し、中津川合流点から河口に至る下流部では、相模沖積平野を作って南へ流下している。中津川は、宮ヶ瀬ダムより下流は山地を流下し、平野部において相模川に合流する。

相模川及び中津川では、全面禁止となる昭和 39 年までに約 2,800 万 m³ の砂利が採取された。特に、昭和 30 年代の砂利採取量は大きく、例えば相模大橋地点では昭和 30 年から昭和 36 年の間で約 4.5m 低下しており、河道域に大きなインパクトを与えた。

相模川の土砂移動に着目すると、相模川の流域面積の 8 割がダム集水域となるため、上流域からの土砂の多くがダムに堆積していることとなる。このため、ダム上流域から河道域への土砂の移動は期待できない。

相模川及び中津川の河道域の河道特性は、河床勾配と河床材料より、図 2.2.7 に示すように相模川は 7 つの河道区分、図 2.2.9 に示すように中津川は 4 つの河道区分に分割され、相模川では城山ダム下流から 28.7k でセグメント 1³、28.7k から 4.0k でセグメント 2-1、4.0k から河口がセグメント 2-2 である。中津川は、宮ヶ瀬ダム下流から 13.8k でセグメント M (山地)、13.8k から相模川合流地点がセグメント 1 であり、相模川より中津川の方が急勾配である。また、出水時にダムによる洪水調節を行っていることから、出水時の流量規模が減少し、土砂の攪乱環境に影響があると考えられる。

① 縦断的な土砂移動の連続性

河道域には多くの河川横断工作物（頭首工や床止工）が設置されている。頭首工や床止工は、その構造物上流側の河床低下の防止には寄与しているものの、磯部頭首工や小沢頭首工の周辺では、他の横断工作物に比べて上下流の河床高の差が大きい。

これらの横断工作物の下流では洪水流の集中により深掘れ等が発生し、澁筋と砂州の比高差⁴が拡大している。その上流（堰湛水域流入部）では土砂が捕捉され治水に支障を来す可能性がある。

砂利採取の全面禁止後の昭和 44 年～平成 2 年の期間では、磯部頭首工及び小沢頭首工の下流で河床が低下しているが、他の区間は概ね安定もしくは堆積傾向にある。平成 2 年～平成 23 年の期間では全川的に安定しているが、磯部頭首工の下流では河床低下が継続している（図 2.2.7、図 2.2.8）。

³ セグメントとは、類似した河道特性を有している河道区分を指し、基本的には河床縦断勾配と河床材料から区分を行う。

⁴ 澁筋部の河床高と砂州部の高さの高度差

	セグメントM	セグメント1	セグメント2		セグメント3
			2-1	2-2	
地形区分	山間地	扇状地	谷底平野 自然堤防帯		デルタ
河床材料の代表粒径 (d ₅₀)	さまざま	2cm以上	1~3cm	0.3mm~1cm	0.3mm以下
河岸構成物質	河床河岸に岩が露出していることが多い	表層に砂、シルトが乗ることがあるが薄く、河床材料と同じ物質が占める	下層は河床材料と同一、細砂、シルト、粘土の混合物		シルト、粘土
勾配 (1b) の目安	さまざま	1/60~1/400	1/400~1/5,000		1/5,000~水平
蛇行程度	さまざま	曲がりが少ない	蛇行が激しいが、川幅水深比が大きい所では8字蛇行または島が発生する		蛇行が大きいものもあるが、小さいものもある
河岸侵食程度	非常に激しい	非常に激しい	中くらい 河床材料が大きいほうが水路はよく動く		弱いほとんど水路の位置は動かない
低水路の平均深さ	さまざま	0.5~3m	2~8m		3~8m

河床高縦断面図

※平均河床高の高低差が3m以上の箇所を着色表示

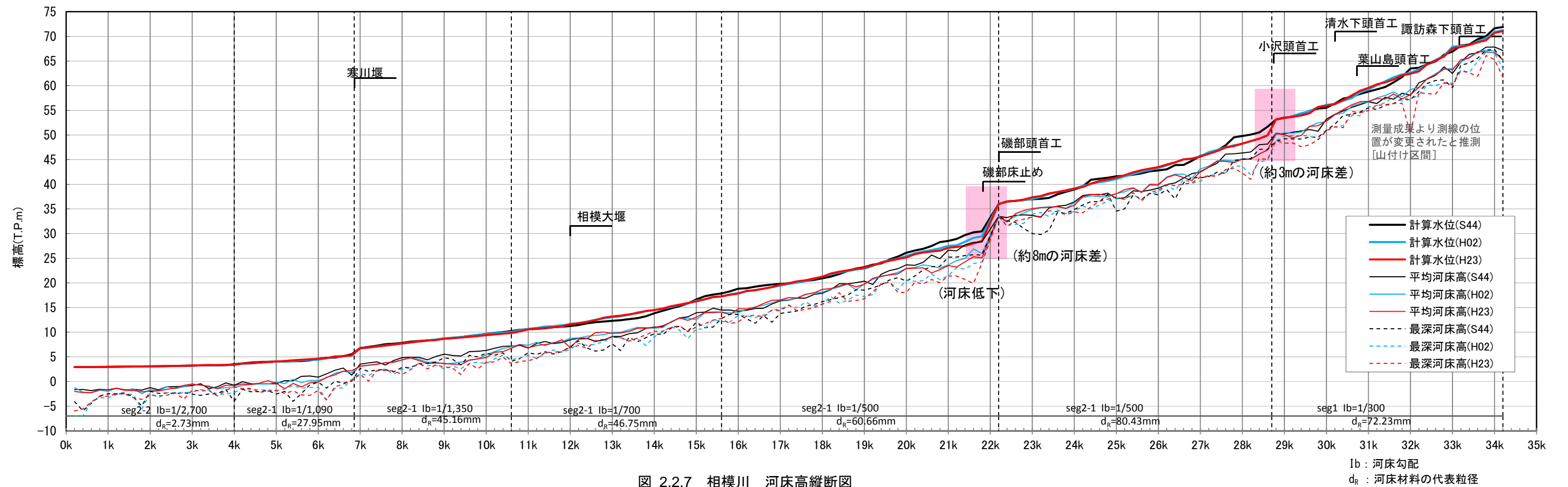


図 2.2.7 相模川 河床高縦断面図

河床変動土量

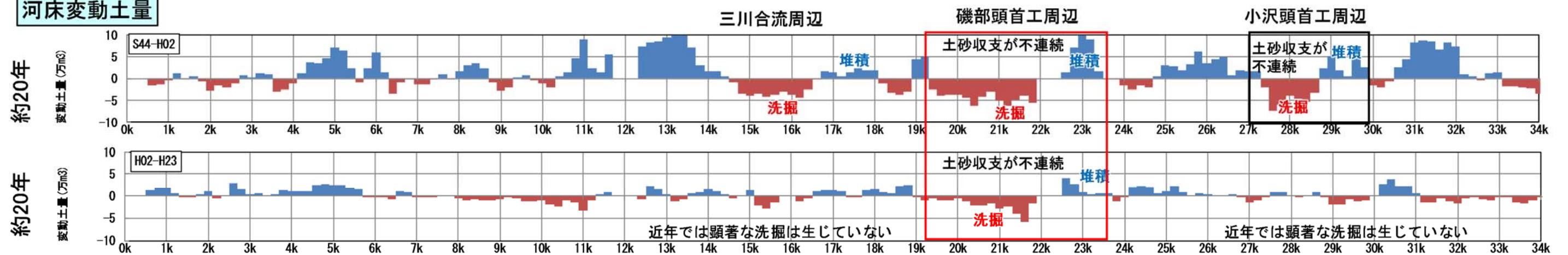


図 2.2.8 相模川 河床変動土量縦断面図

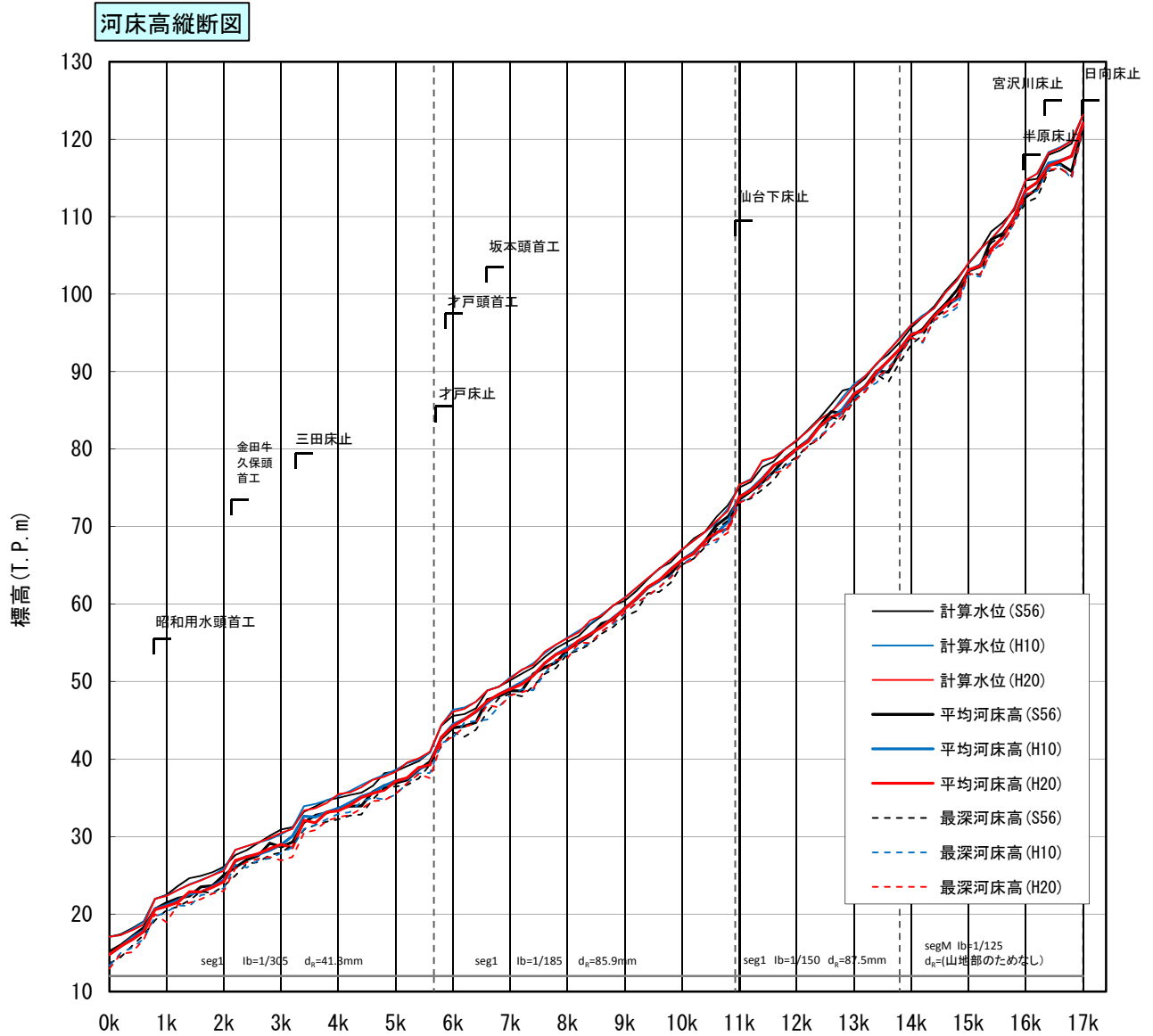


図 2.2.9 中津川 河床高縦断面図

lb : 河床勾配
 d_R : 河床材料の代表粒径

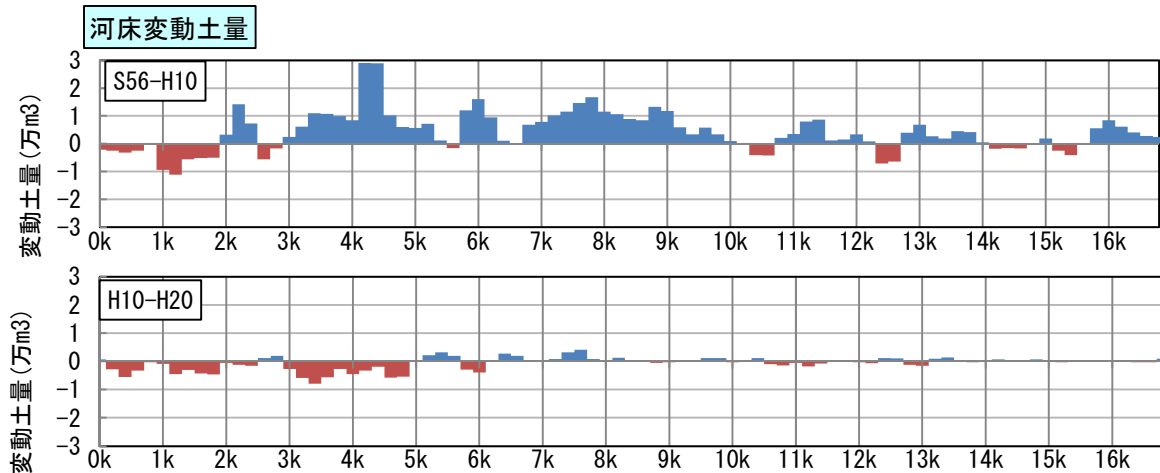


図 2.2.10 中津川 河床変動土量縦断面図

磯部頭首工は、コンクリートによる固定部とゲートにより開閉が可能な可動部により構成されている。その可動部は左岸側に設置されており、平常時や小～中規模の出水時においては、この可動部分が水通し部となり、流水が流下する。また、磯部頭首工の下流に設置された磯部床止めは、磯部頭首工の水通し部に連続させた位置の床止天端高を低くし、水通し部を形成している。このため、磯部頭首工上流において河道内を広く流れている洪水流が、水通し部を流下することで左岸側に集中させられ、床止め下流で左岸側に深掘れが発生している。床止めの下流の河床縦断形、横断形の変化をみると、その深掘れが経年的に進行していることが分かる。

磯部頭首工の上流では、洪水時に湛水域流入部で流速が減少し、土砂が堆積しやすい状況になる。また、磯部頭首工の上流側が、磯部床止め下流と比較して緩勾配になることにより土砂移動量のみならず、移動する土砂の粒径も小さくなるため、深掘れを助長していると考えられる。

なお、床止め工は河川を横断するサイフォンを保護するため、河床の洗掘を防ぐことを目的に設置した構造物であり、その目的には寄与しているが、洪水流が左岸側に集中したことで、床止め下流の河床が洗掘を受けたものである（図 2.2.11）。

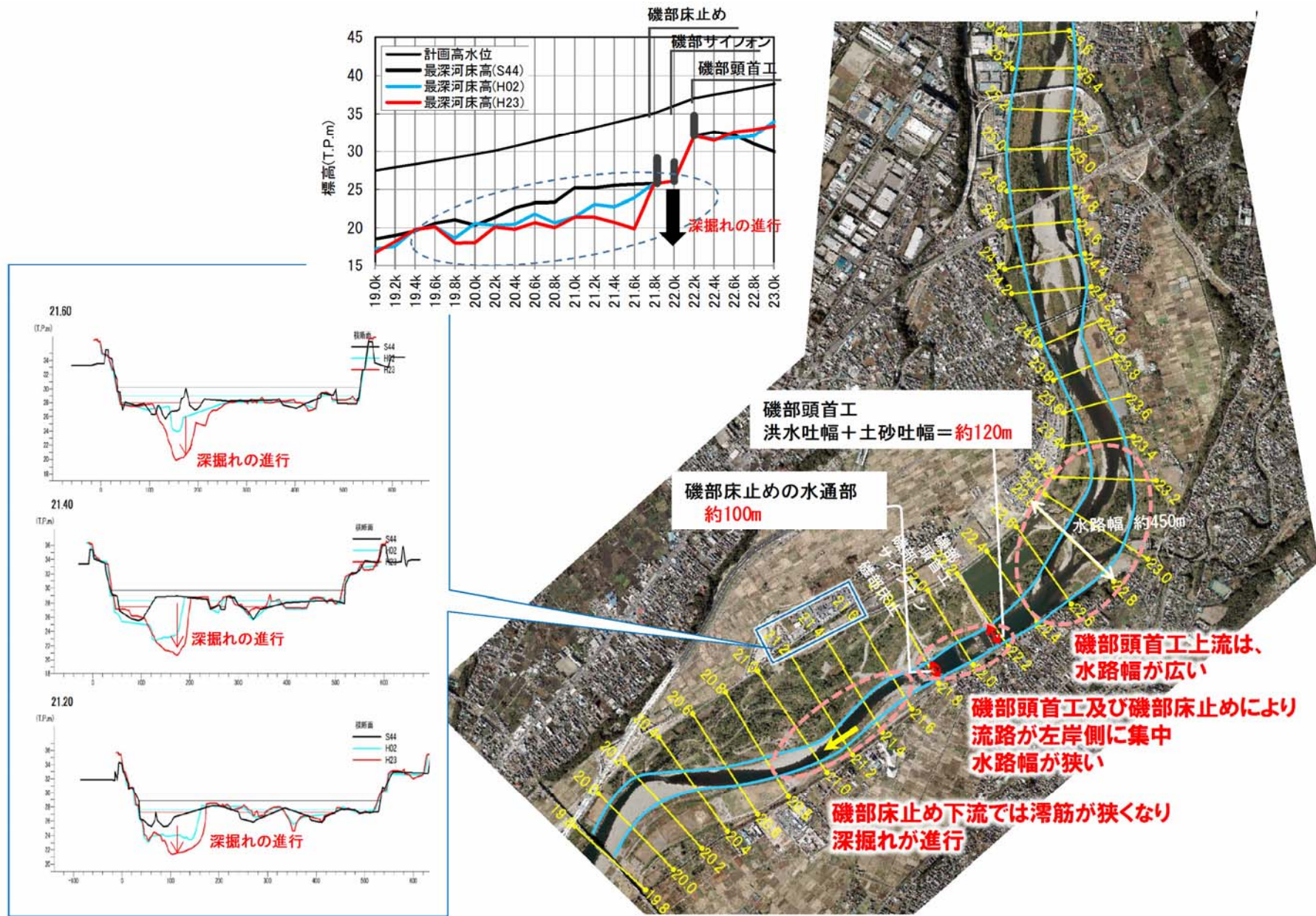


図 2.2.11 磯部頭首工上下流側の状況

② 河道形状の横断的な変化

相模川・中津川ともに、河道内の攪乱が減り、滞筋が固定化し、樹林化が進行する河道の二極化が見られる（図 2.2.12）。

相模川では、昭和 30 年代頃には一面に礫河原が広がっていたが、昭和 50 年代頃から樹林化が見られ、昭和 60 年代頃には樹林化が進行、礫河原が減少し、河道の二極化が生じている。相模川 6.0k 付近の神川橋下流では、従来から滞筋が右岸に寄る傾向があったが、左岸側高水敷で砂利採取が実施されていたため、流水が流れやすい状況が保たれていたと考えられる。砂利採取が禁止されると、左岸側が高水敷化し、樹林化が進行している。高水敷が固定化するとともに、滞筋の固定化もさらに進み、河道の二極化が顕在化している（写真 2.2.3）。

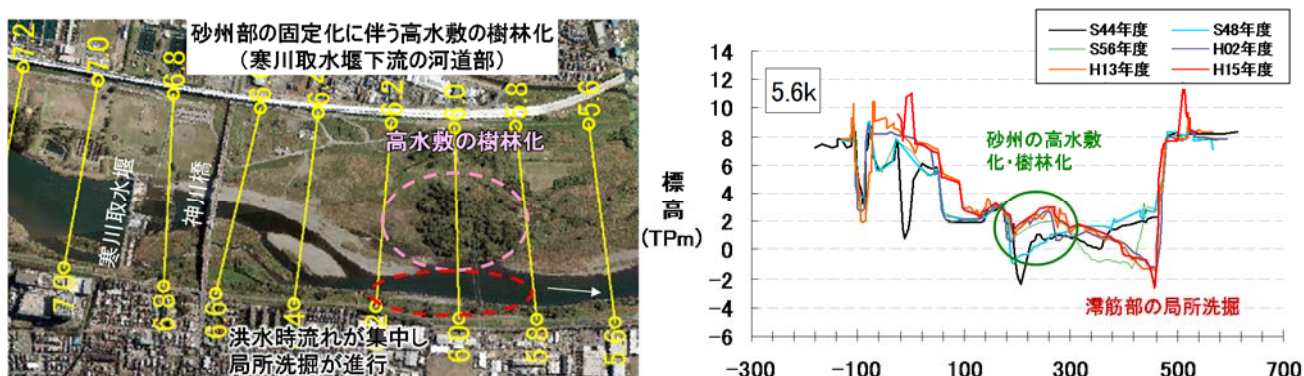


図 2.2.12 河道の二極化の状況（神川橋下流の例）



写真 2.2.3 樹林化の進行（相模川：神川橋下流）

中津川では、平成10年頃に一部で樹林化している箇所がみられる。中津川2.0k付近の金田牛久保頭首工下流では、頭首工による土砂捕捉により土砂供給が減少し、土砂攪乱の機会が減少したと考えられる。それにより、高水敷が固定化され、樹林化・二極化が進行している。さらに、滯筋の蛇行半径が小さくなっていることも確認できる。平成初期における規模の大きい洪水頻度の低下による土砂攪乱の低下、中津川流域の市街化の進行による土砂流出の減少、宮ヶ瀬ダム竣工による流況の変化等、複合的な要因が考えられる（写真2.2.4）。

局所的にはあるが、固定化した高水敷の掘削、掘削土砂の深掘れ箇所への投入や、樹木伐採などの対策を実施している。

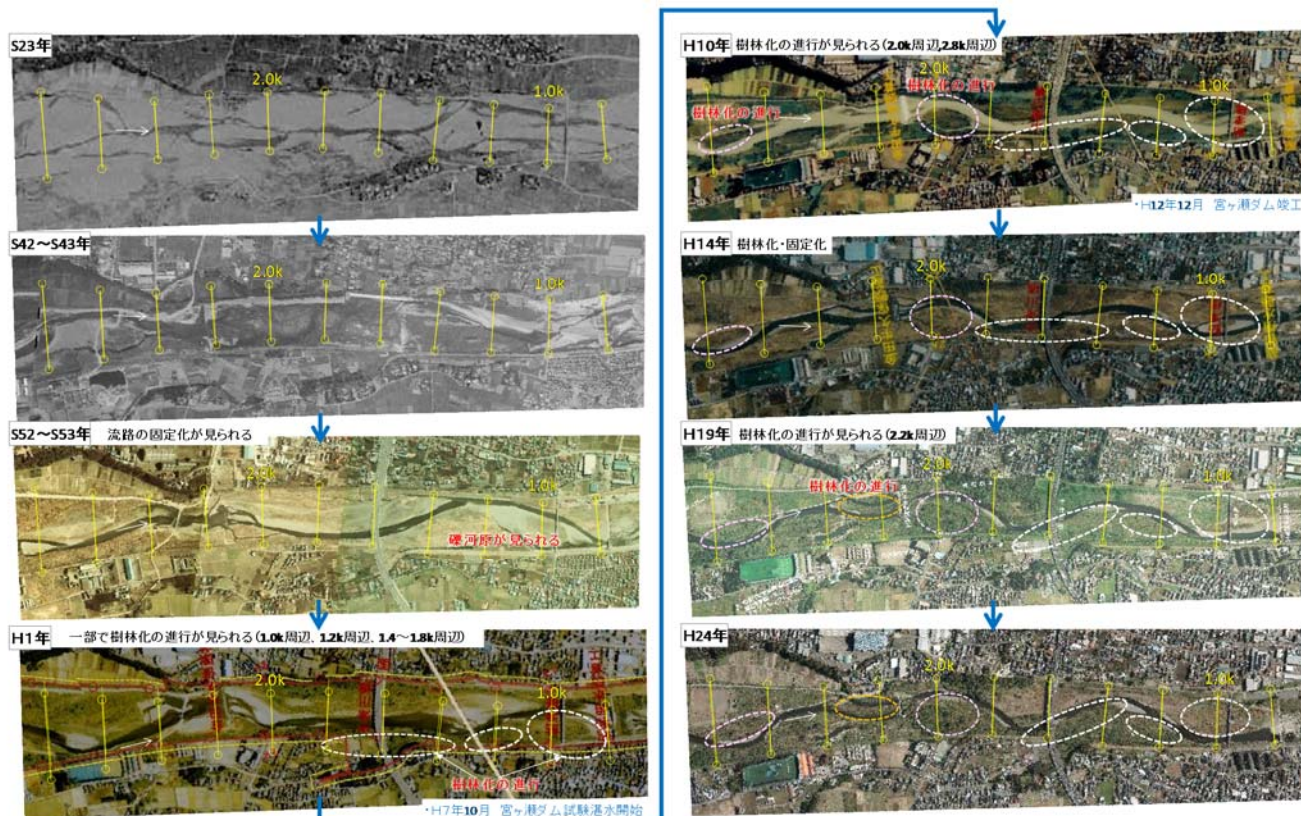


写真 2.2.4 樹林化の進行（中津川：金田牛久保頭首工下流）

③ 土丹の露出状況

相模川、中津川、小鮎川が合流する三川合流地点から神川橋下流付近にかけ、砂礫層が薄い箇所では土丹の露出が散見される。三川合流部では、平成10年に土丹の露出が確認された。図2.2.13の地質縦断図に示すように、厚木周辺は沖積層の泥層が分布しており、三川合流部の土丹はこれが露出したものと考えられる。

土丹が露出するようになった要因として、相模大橋で約4.5m河床が低下したように、過去の砂利採取(1.4(2)①参照)の影響が大きい。また、河道の湾曲がきつくない区間では河道内の交互砂州が移動すること(図2.2.15)により深掘れ箇所も移動する。三川合流付近に着目すると、現在、この深掘れ箇所と河道の大きな湾曲による水衝部が重なっており土丹が露出しやすい状況となっている。更に平成10年8月から9月に、平均年最大流量相当の洪水が4回発生し相模川の河床が土丹層高さにまで低下したこと(図2.2.14)、宮ヶ瀬ダムの完成による流況の変化など、複合的な要因が考えられる。

土丹は、一旦露出するとその上に砂礫が留まることが難しく掃流されやすいため、露出範囲の拡大や河床低下が進行する可能性があるほか、流水に対する侵食抵抗が小さいため、とくに堤防や護岸などの河川管理施設及び、橋梁等の周辺で土丹が露出した場合、側方侵食や局所洗掘による構造物の被災の危険性が增大する。また、三川合流地点から神川橋下流付近の河床の砂利は、アユなどの餌になる藻がつくほか、浮石環境はアユにとって重要な産卵場でもあるため、土丹層の露出範囲の拡大は生物の生態に影響を及ぼす懸念がある。さらに三川合流地点は河川利用も盛んな箇所であり、景観の悪化や河川利用者が滑りやすいなど河川利用上の問題も懸念されている。

三川合流地点の応急措置としては、現地土砂による土丹の被覆を実施するとともに、対岸側に水を流れやすくする流路工事を行い、被覆箇所への水衝を緩和する対策を実施している。

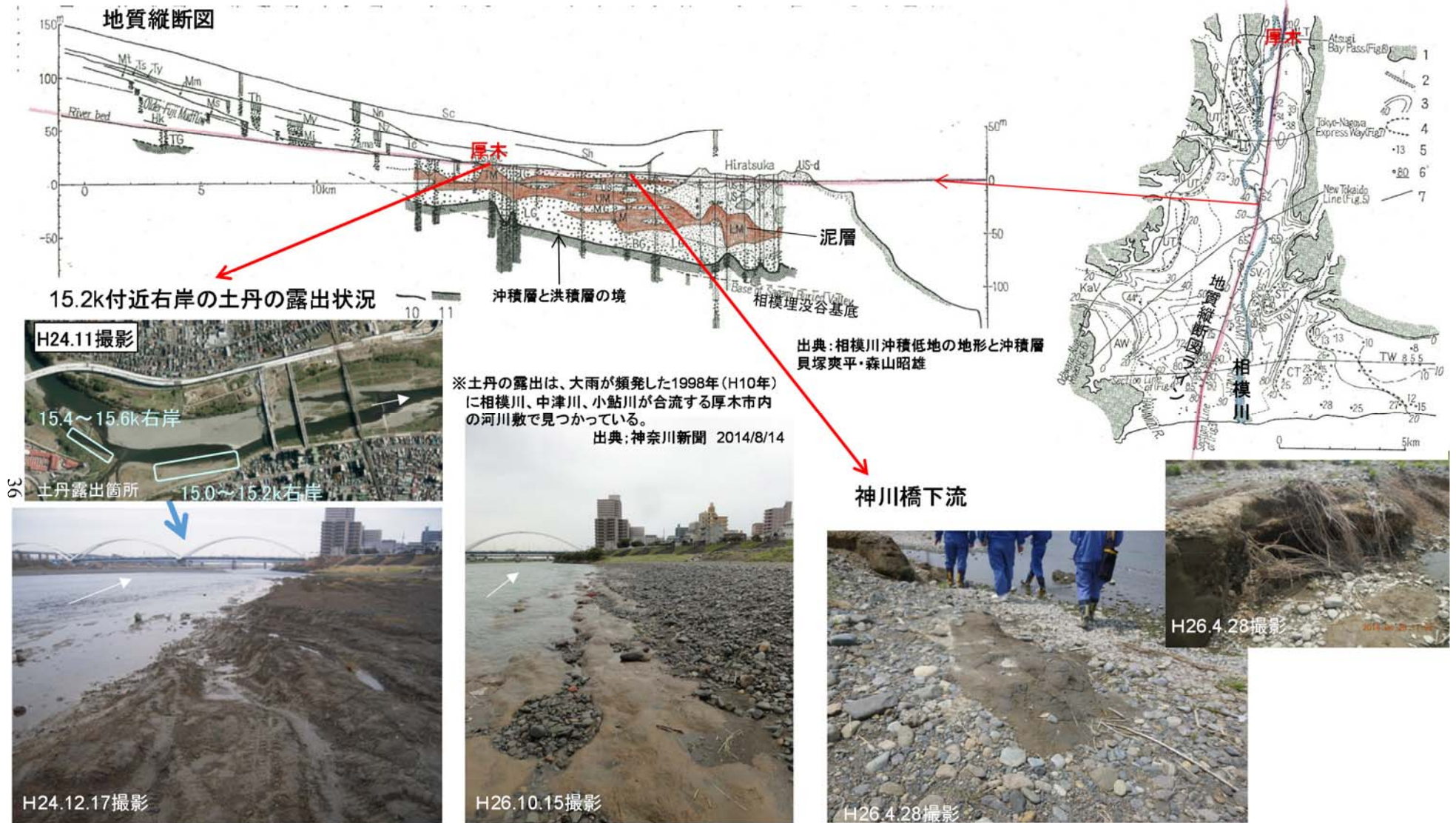
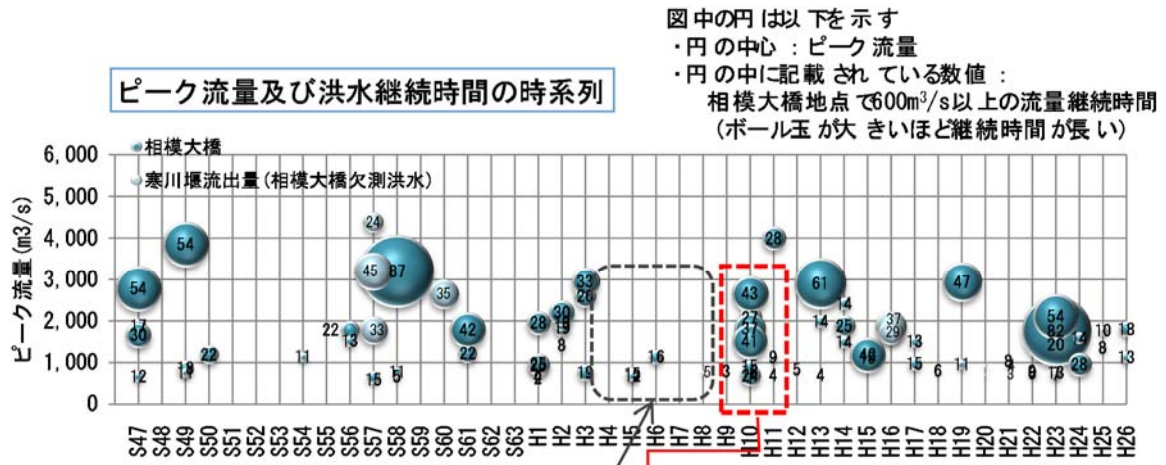


図 2.2.13 地質縦断図と土丹露出状況



平成初期は、流量規模が大きくかつ洪水継続時間が長い洪水は、H3.9洪水（相模大橋：2,950m³/s、600m³/s以上の流量継続時間33hr）を除いてほとんど発生していない

H10年では、8月～9月の短期間で、平均年最大流量相当で（相模大橋：約1,500m³/s）かつ洪水継続時間が長い洪水が4洪水発生した。

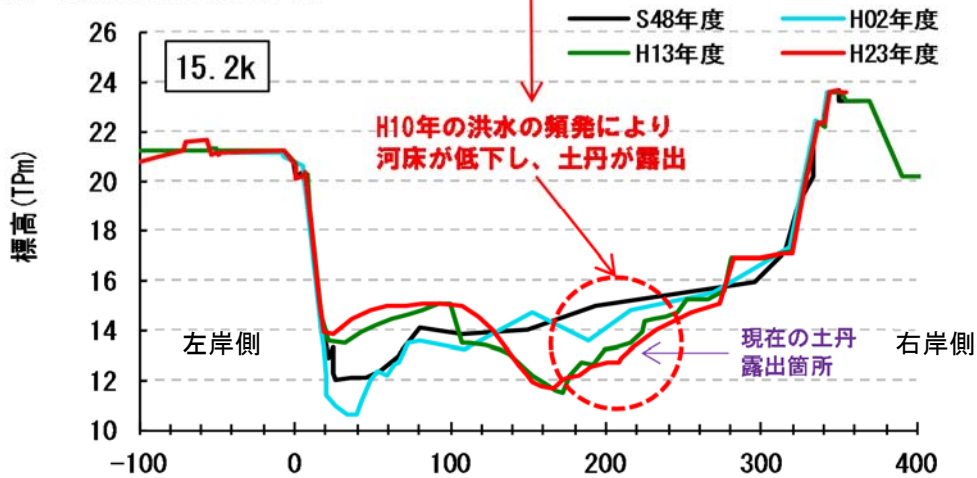


図 2.2.14 洪水規模と相模川の土丹露出箇所付近の横断形状の変化の関係

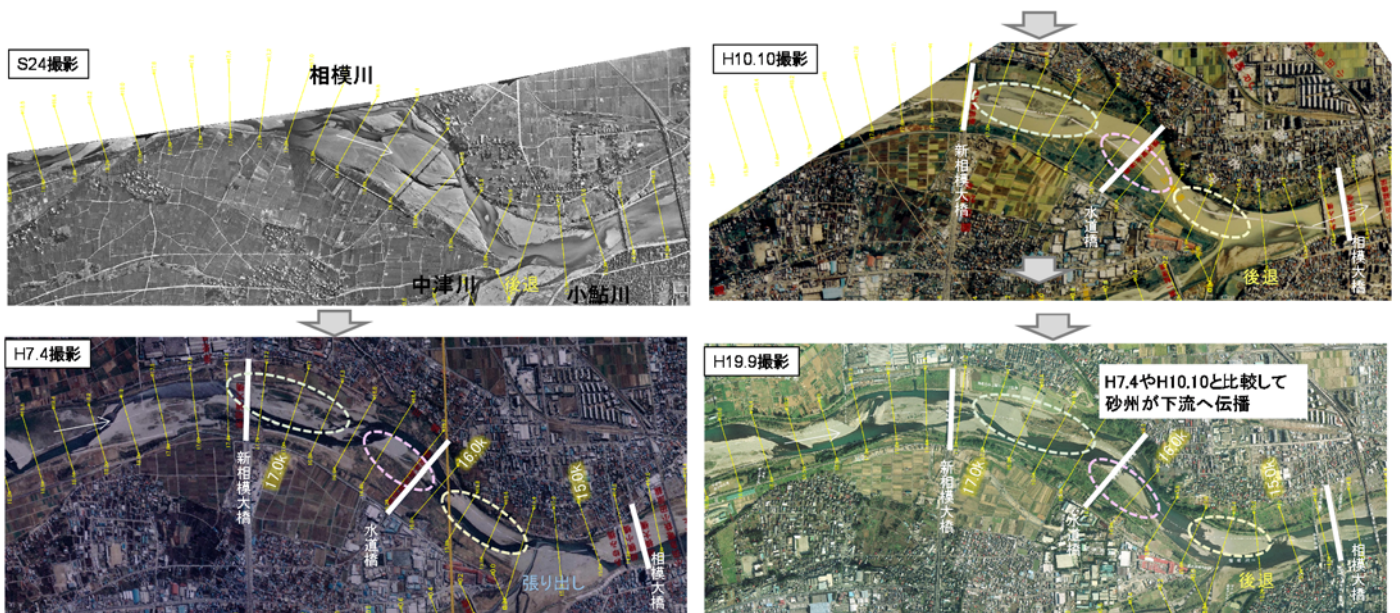


図 2.2.15 相模川の交互砂州の伝播

④ 水生動物の生息環境

相模川の相模ダム上流（桂川）では、ヤマメ、ウグイ、オイカワ、カジカ等が生息している。相模川の城山ダム下流や中津川では、アユ、オイカワ、アブラハヤ、ウグイ等が広く生息しており、磯部頭首工から寒川取水堰下流の範囲ではアユの産卵場が確認されている。また、下流に向かうにつれて、テナガエビやヌカエビ、河口域ではマハゼやボラ等汽水性の水生動物が確認されている（写真 2.2.5）。

相模川や中津川では、河床が礫質で水質も良好なため、アユが多数生息しており、鎌倉時代には鮎河とも呼ばれているほどアユは相模川を代表する魚である。中津川は、神奈川県内で有数の鮎釣りが盛んな河川である。

また、河畔でのオートキャンプや親水公園など、地域住民等による水辺の利用も盛んである。付着藻類の枯死体や有機物質等の堆積物、アオミドロやカワシオグサなどの大型糸状緑藻類の繁茂による河川景観の阻害について課題となっている。更に、今後、ダムによる洪水流量減少、流況の平滑化等による下流河川環境の変化が生じる可能性もある。そのため、宮ヶ瀬ダムでは、アユをはじめとした魚類等の生息環境や河川景観の改善、大型糸状緑藻類の剥離による河川環境の改善等を目的として、宮ヶ瀬ダム弾力的管理試験等（フラッシュ放流）を行っており、付着藻類の剥離・更新の効果が確認されている（図 2.2.16）。



アユ



ヤマメ



テナガエビ

写真 2.2.5 相模川に生息する水生動物



置き砂実施直後



全量が流下

※宮ヶ瀬ダムのフラッシュ放流の際に、付着藻類の剥離効果を向上させる目的でダム下流にクレンジング材として置き砂を実施。

図 2.2.16 中津川のフラッシュ放流の状況

⑤ 河原系植物の生育に適した礫河原環境

相模川、中津川における特徴的な河川環境として、昭和 30 年代では礫河原が広範囲に形成され、カワラノギク等の河原固有の植物が生育していた。その後、礫河原の面積は減少したため、局所的ではあるが、カワラノギクの育成・復活を実施し、河原生態系の生息・生育基盤回復の取り組みを実施している（写真 2.2.6）。相模川の礫河原の面積は、近年は大きく変化していないが、中津川では平成 14 年から平成 19 年頃にかけて面積が半分程度に減少した（図 2.2.17）。

相模川では城山ダムにより洪水調節が行われており、昭和 57 年洪水や平成 19 年洪水、平成 23 年洪水の際に土砂の攪乱効果を発揮しているが、平均年最大流量規模では洪水調節はほとんど行われていないため、土砂の攪乱環境は一定程度維持されていると考えられる。中津川では宮ヶ瀬ダムの完成に伴い、出水時に流下する洪水の規模が変化し、平均年最大流量でみると、宮ヶ瀬ダムへの流入量 $470\text{m}^3/\text{s}$ 程度に対して才戸橋では $180\text{m}^3/\text{s}$ 程度となった。ダムが完成しても、河道はそのまま変化がなく流量のみが変化したことになる。このため、土砂の攪乱環境が変化し高水敷の冠水頻度も変化したと考えられる。

なお、堤防際の水衝部に対して、神川橋下流の掘削路の施工（対岸の固定化した砂州の掘削）や座架依橋下流における河床整正（堤防際の濬筋の河道中央への付け替え）等の対策を一部で実施しており、これらの対策により、水衝部対策だけでなく、攪乱環境の創出も期待される。



写真 2.2.6 カワラノギク再生の試験施行の状況

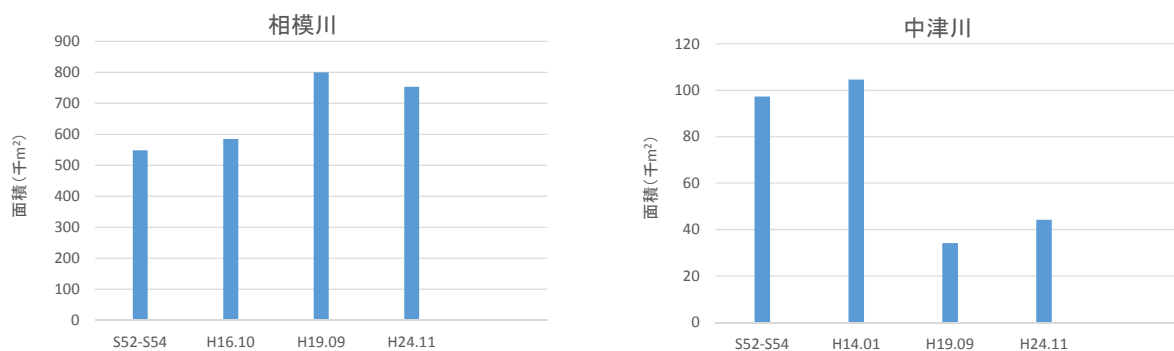
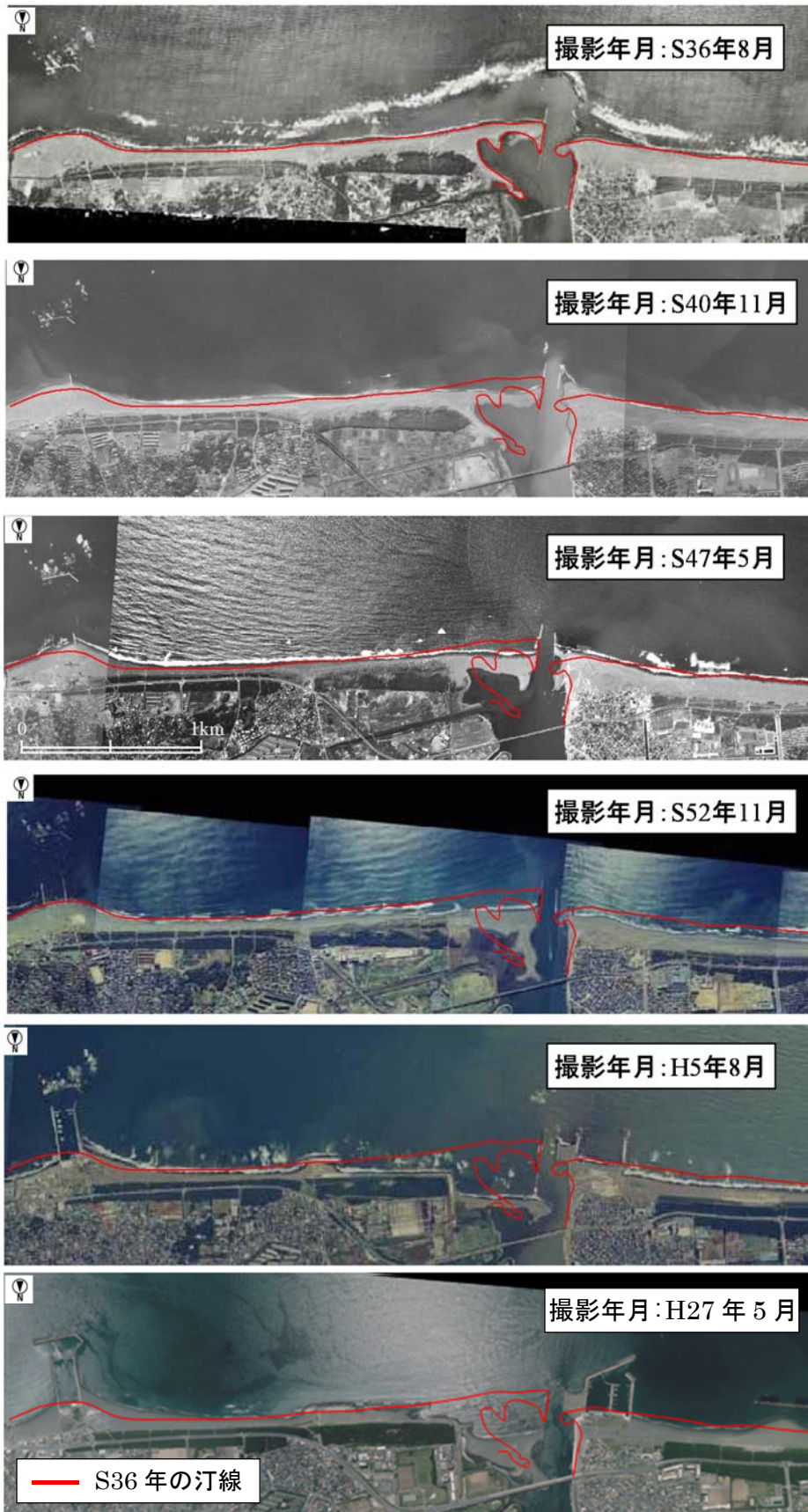


図 2.2.17 礫河原面積の変化

2.2.4 河口・海岸域

周辺海岸域では、昭和 30 年代に盛んに実施された砂利採取と昭和 20～40 年のダムの建設等による河道域からの土砂移動量の減少のほか、茅ヶ崎漁港や海岸構造物の建設があったにもかかわらず、昭和 30～40 年代では、河口砂州の位置にずれがあるものの海岸汀線は概ね同じ位置で維持されていた。しかしながら、その後、急激に河口砂州が河道内に後退するとともに相模川河口東側海岸の汀線が著しく後退した。特に柳島地区の海岸では、昭和 40 年代頃まで約 60m 程度あった砂浜が平成初期には大きく後退した。これにより、高潮災害やレクリエーション等海岸利用に影響があった（図 2.2.18）。



出典: 国土地理院

図 2.2.18 周辺海岸域の変化

海岸域の侵食対策のため、構造物による対策（柳島地区消波堤、中海岸地区ヘッドランド等）を実施してきたが、それでもなお海岸侵食が進行した。そのため、更に養浜やサンドバイパスによる対策を実施しており、中海岸地区への計画養浜量は約3万 m^3 /年、平成18年～平成27年の10年間で全体30万 m^3 である（図2.2.19）。

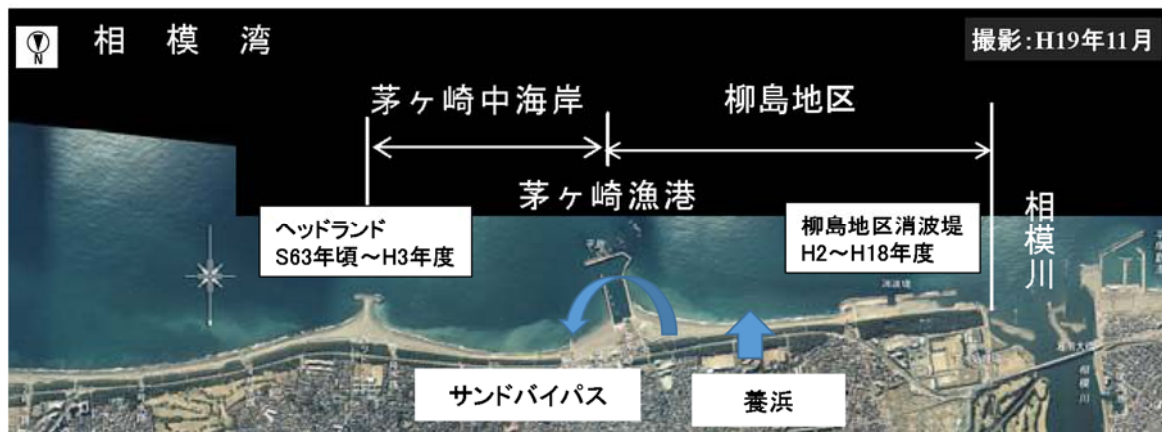
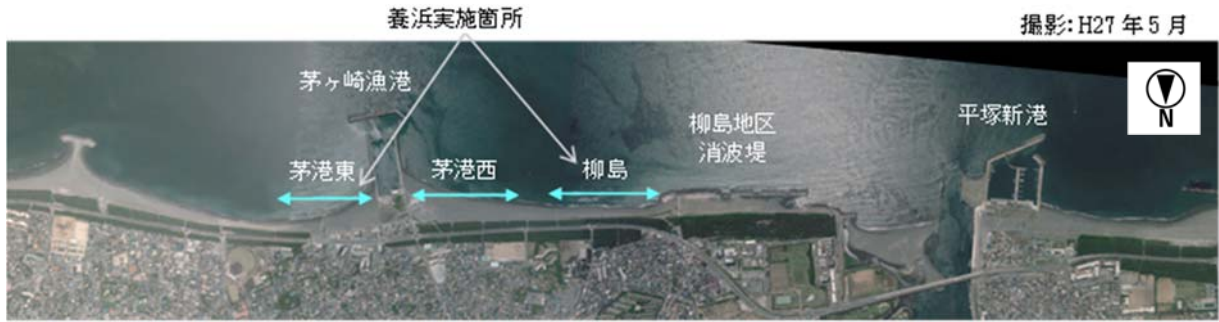


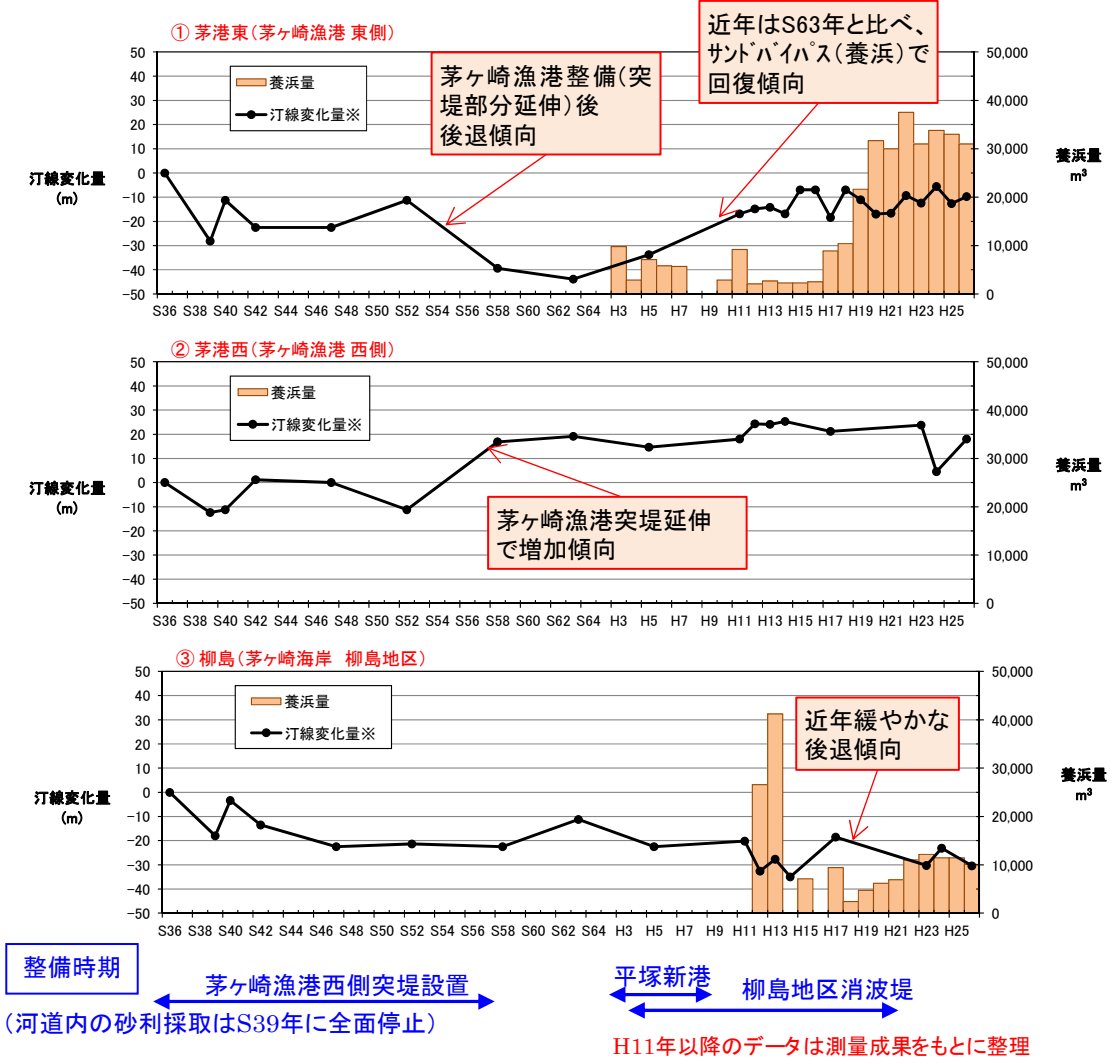
図 2.2.19 海岸域の侵食対策（構造物対策及び養浜）

河口・海岸域における養浜量と汀線変化量を整理した結果、茅ヶ崎漁港の東側（図2.2.21①）では茅ヶ崎漁港を整備した昭和50年代から汀線後退が生じている。河口域・海岸域では、東向きの海岸漂砂が卓越するため、漁港が当該海岸への土砂移動を制限していると考えられる。しかし、平成3年からの養浜により汀線は回復し、現在は安定傾向にあると考えられる。また、茅ヶ崎漁港の西側（図2.2.21②）では、茅ヶ崎漁港が土砂を貯めることにより汀線は回復傾向にある。一方、柳島地区（図2.2.21③）では、近年、約10,000 m^3 /年の養浜を実施しているが、汀線がやや後退する傾向にある。



出典：国土地理院

図 2.2.20 河口・海岸域の汀線変化に着目すべき領域



S36年の汀線を基準(0値)とした汀線変化面積(m²)(図2.2.20に示す<>の範囲)
 ※汀線変化量 = $\frac{\text{汀線変化面積(m}^2\text{)}}{\text{図2.2.20に示す<>の範囲幅(m)}}$

図 2.2.21 航空写真の経年変化より整理した汀線変化量 (相模川河口～茅ヶ崎漁港)

相模川の河口砂州は、昭和 55 年～昭和 60 年頃から河道内への後退や規模縮小の傾向が顕在化した（写真 2.2.7）。河口テラスの形状変化に伴い河口砂州が後退すると、河口砂州の位置や高さによっては出水時の洪水流下阻害や小出川等支川の河口閉塞が生じる懸念がある。

河口・海岸域の土砂は、主に相模川の洪水により河道域から供給されており、河口砂州や河口テラスに堆積する。また、洪水時に河口テラスや周辺海岸に放出され土砂は、南側からの波により東向きに輸送され海岸に到達する。この状況は、近年の平成 19 年 9 月洪水でも測量調査結果より確認されている（図 2.2.22）。河口テラスは、洪水時河道から流下してきた土砂が一時堆積し、その後海域へ移動する際の連結点であり、土砂移動のうえで重要な場となっている。

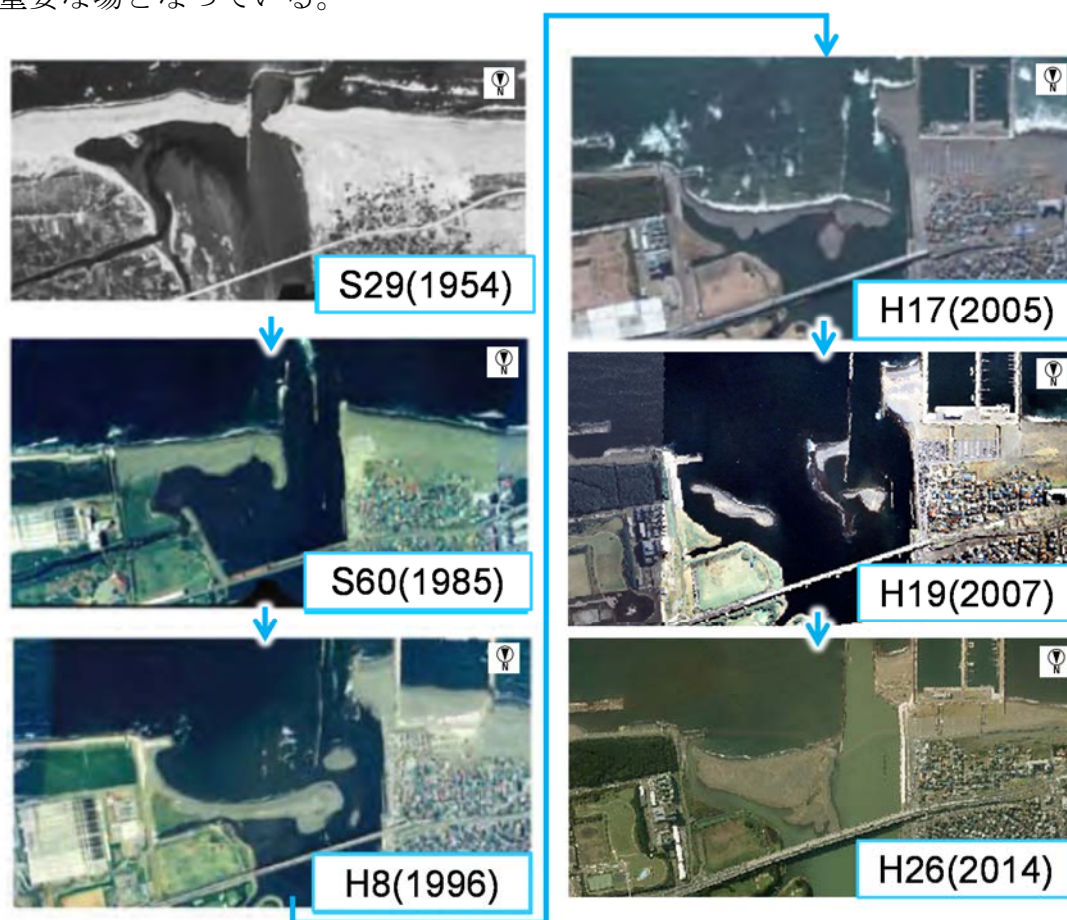


写真 2.2.7 河口砂州の位置の変化

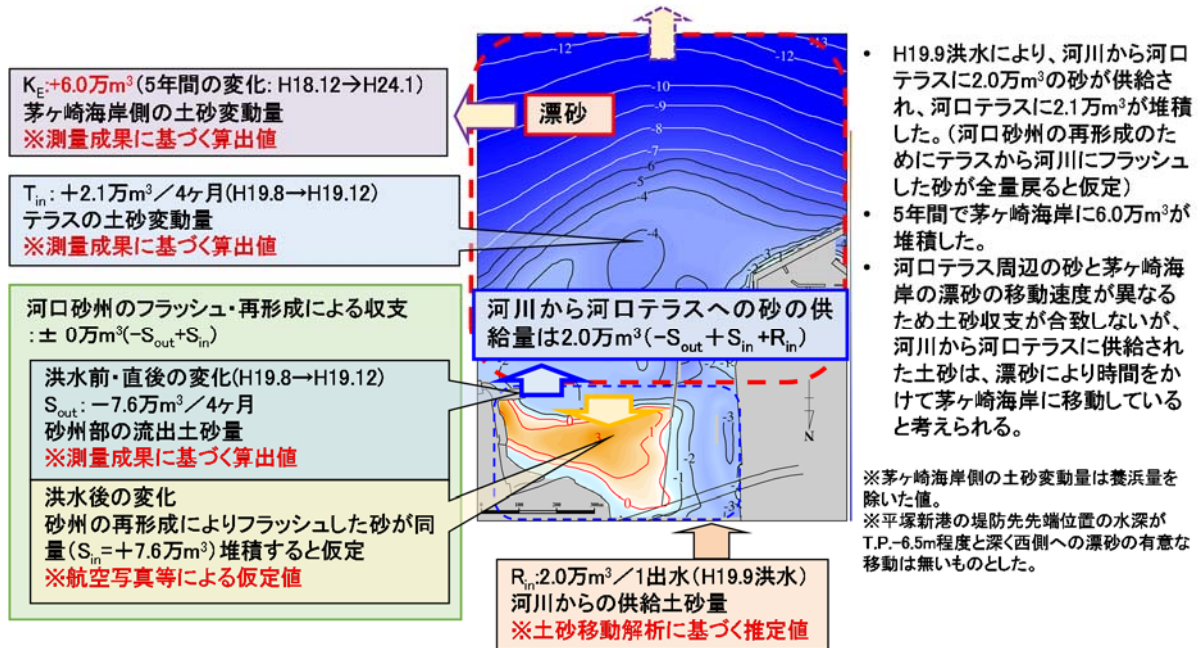


図 2.2.22 平成 19 年 9 月洪水とその時における土砂移動の推定（河口域、河口テラス、茅ヶ崎海岸）

※河口テラスの明確な定義はないことから、ここでは、相模川河口域において経年的に実施されている測量領域（沖側：900m (T.P.-12m 付近)、沿岸方向：1,000m (相模川左岸隅角部～平塚新港沖側防波堤))と定義した（上図の赤破線の範囲）。出水前後のテラス部の測量成果から抽出した断面地形から、いずれもテラス部では T.P.-15m 程度位置において地形変化が確認された。河口東側の断面地形の変化より、出水前後において大きな地形変化は見られなかったことから、東側は河口テラスを概ね包括していると推定される。河口西側は、平塚新港沖側防波堤が設置されている。施設の先端位置 (T.P.-6m) を西側境界と設定した。なお、平塚新港沖側防波堤の沖側においても地形変化が確認された。

河口テラス

洪水流によって上流から運ばれた土砂は、河口部において流速が急激に減少するため、堆積してテラス状の平坦な地形を形成する。これを河口テラスと呼ぶ。河口テラスは海浜流や波による侵食を受け、また洪水により運搬される土砂等により大きくなる。河口テラスに堆積した土砂が、周辺海浜へ移動する漂砂の供給元と考えられる。

河口テラスと河口砂州の関係は、河口テラスがあるとテラス部の水深が浅くなり波浪を減衰させるため、河口砂州は沖合側に前進する。一方で、河川からの土砂の供給量が減少すると河口テラスは縮小し、水深が深くなり波浪のエネルギー（砂州を上流側へ押し込める外力）が大きいまま河口砂州へ到達するため、河口砂州は上流側へ移動する。また、河口テラスが縮小すると、周辺海岸へ漂砂となり移動できる土砂が減少することになるため、周辺海岸へ移動する漂砂の減少、更には海岸汀線の形成に影響を及ぼす可能性がある。このように河口テラスは、河口域（河口砂州等）と周辺海岸域の土砂の移動を繋げる重要な場となっている。

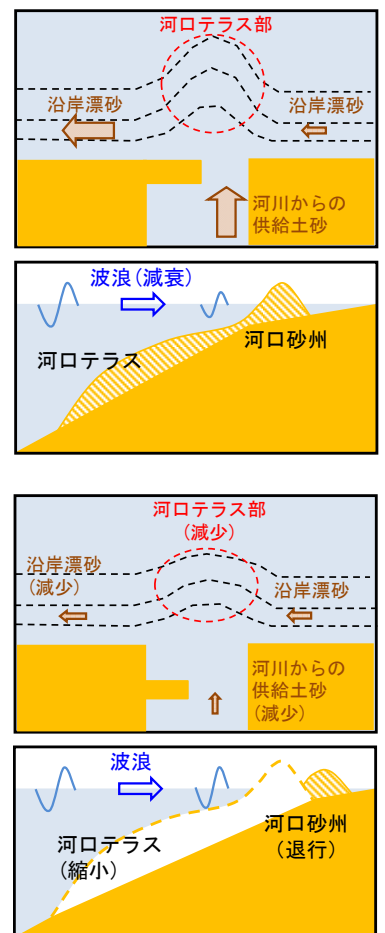
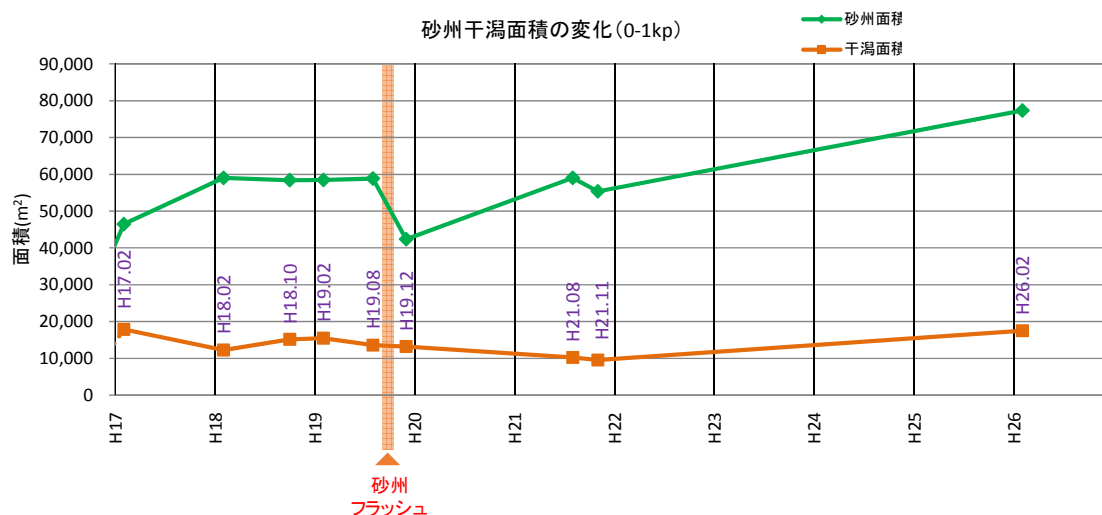


写真 2.2.7 に示すように、河口砂州の後退により、河口干潟が形成される位置が上流側に移っており、河口干潟の面積は減少が見られる。近年の河口砂州と干潟面積の変化は図 2.2.23 に示す通りである。河口干潟には、干潟特有の軟甲綱（エビ・カニ）、ゴカイ綱等の底生動物が、また、河口砂州には、オカヒジキやハマエンドウ等の砂丘植物群落が生息・生育している。鳥類は、調査時の個体数が 10 個体以下であるが、シギ・チドリ類、サギ類、カモメ類等が確認されている。



測量成果からの算定方法

砂州 : 朔望平均潮位 (T.P.=0.01m) より比高がプラスの面積を集計
干潟 : 朔望平均潮位と朔望平均干潮位 (T.P.=−0.877m) の間の比高に該当する面積を集計 (海側を除く)
集計範囲 : 海域～湘南大橋は測量データのある範囲、湘南大橋上流～1.0kpは河道域の測量データに基づく。
但し、河道域は高水敷を除く (コンクリート護岸の内側)。
潮位データ: 小田原観測所のデータを使用。2009年～2013年の5年平均。

図 2.2.23 相模川河口砂州と干潟の面積の変化

2.3 相模川流砂系における総合土砂管理の重点課題

2.2 節では、相模川流砂系の各領域の現状と課題について整理した。

それぞれの領域では、土砂移動に関連すると思われる様々な問題が発生している。

これらの問題の中には長期にかけて変化する中途の事象であったり、因果関係や影響の度合が不明なものもある。

本節では、これらのうち人為的な影響により顕在化し今後も問題が進行していくと考えられる課題について詳述する。これらの克服のために土砂移動の問題を把握、整理し、新たな対策を立案、検討するものである。

2.3.1 茅ヶ崎海岸（柳島地区）の侵食

2.2.4 で示した通り、養浜を継続することで汀線を概ね維持できることが分かった。しかし、茅ヶ崎海岸の柳島地区では、近年、計画の約 5,000 m³/年より多い約 10,000 m³/年の養浜を実施しているが、汀線がやや後退する傾向にある（図 2.3.1、図 2.3.2）。

河口域へ海岸構成材料を輸送する河道域をみると、流域全体の約 8 割をダムの集水域で占められており、ダムで多くの海岸構成材料が捕捉される。このため、自然にまかせておいても河道域から河口域への海岸構成材料の供給が増加し、海岸侵食が緩和されることは難しい。昭和 30 年代と現在の河口域への海岸構成材料の土砂移動量の推定結果（2.1 節参照）を比較すると、約 6.5 万 m³/年から約 1 万 m³/s と 15%程度に減少している。

また、茅ヶ崎海岸に土砂を供給するためには、河道域から流下してきた土砂が海域へ移動する際の連結点となる河口テラスが重要な役割を果たしている。しかし、昭和 63 年以降に河口域を対象に実施した測量結果によると、図 2.3.3 に示すように河口テラスは毎年約 2 万 m³程度の縮小傾向にある。

このため、茅ヶ崎海岸（柳島地区）では人為的な対策を実施しなければ、自然には土砂供給の増加が見込めず、現状のままでは侵食がさらに進むことになる。よって、海岸汀線の維持のためには現在実施している養浜が必要であり、新たな抜本的対策が必要とされる。

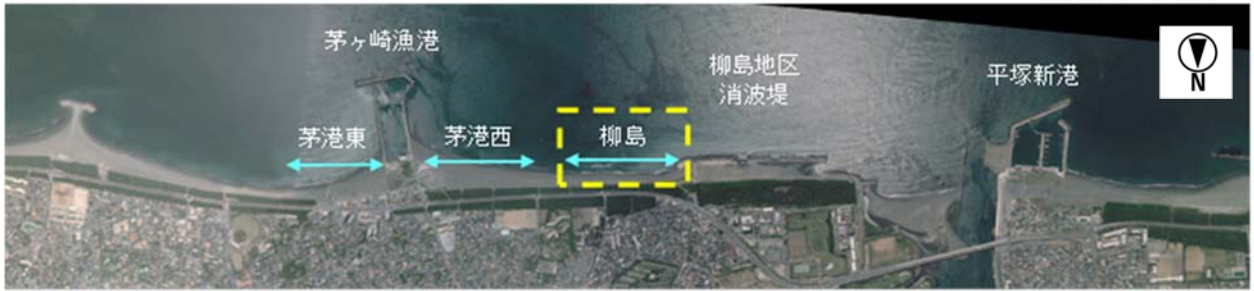
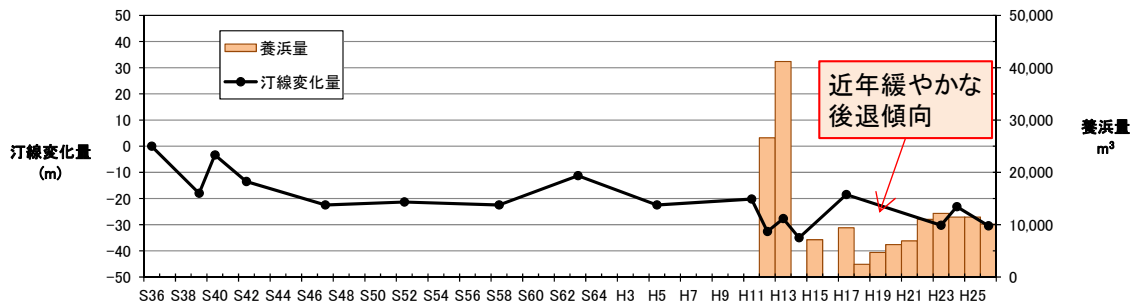


図 2.3.1 茅ヶ崎海岸（柳島地区）の位置

出典：国土地理院



H11年以降のデータは測量成果をもとに整理

図 2.3.2 茅ヶ崎海岸（柳島地区）の養浜量と汀線変化量

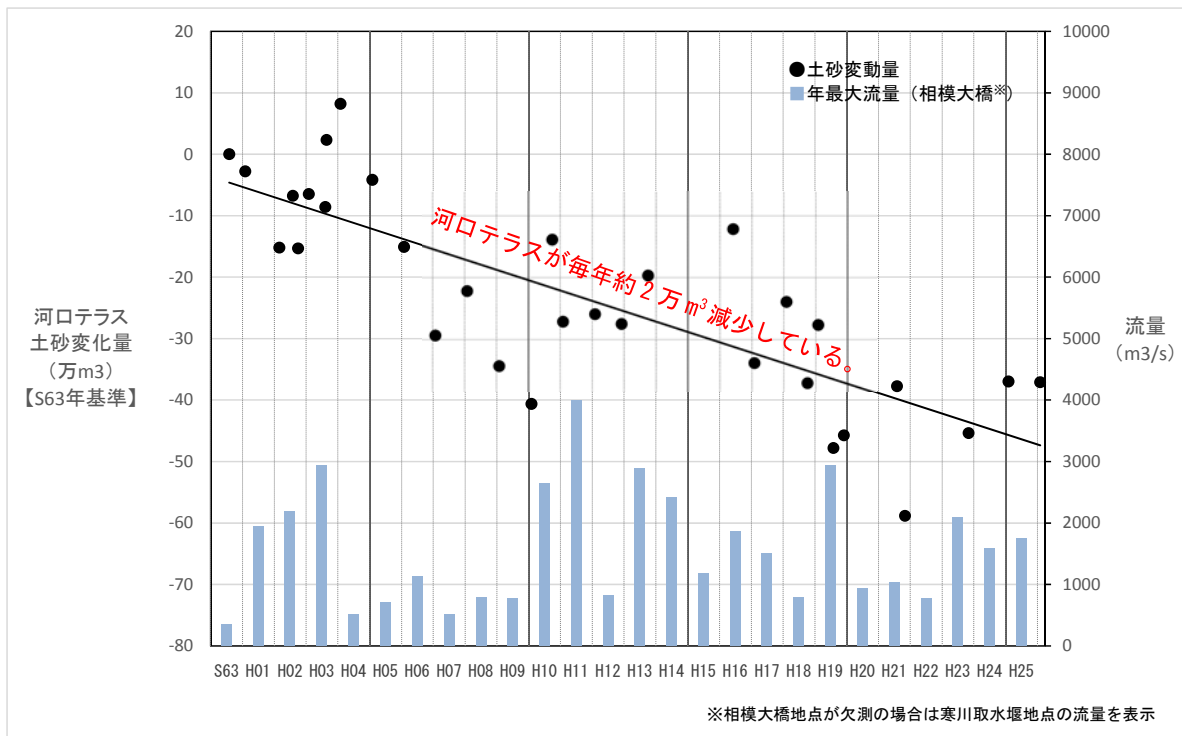


図 2.3.3 河口テラスの土砂変化量

2.3.2 河道内の土砂移動の極端な不連続性

磯部床止め等による土砂移動の不連続性の状況を定量的に把握するため、平均年最大流量時の移動限界粒径⁵の経年変化を縦断的に整理した（図 2.3.4）。

その結果、磯部床止め下流においては、掃流力⁶が経年的に増大し、移動限界粒径が大きくなっている。磯部床止め下流の移動限界粒径は昭和 44 年に 50mm 程度であったものが、平成 23 年では 70～100mm 程度まで増大しており、磯部頭首工上流部の 30mm 程度と比較して顕著に大きい。磯部床止めの下流区間では、代表粒径 d_{60} が 30～70 mm 程度であることから、移動限界粒径（70～100mm 程度）を超える砂礫がほとんど存在しないため、頭首工下流の河床に土砂が留まることはできず、更なる土砂の流出、河床の深掘れが拡大・進行することになる。このように、床止め下流の深掘の問題は、今後も進行していく問題であり、対策が必要である（図 2.3.5）。

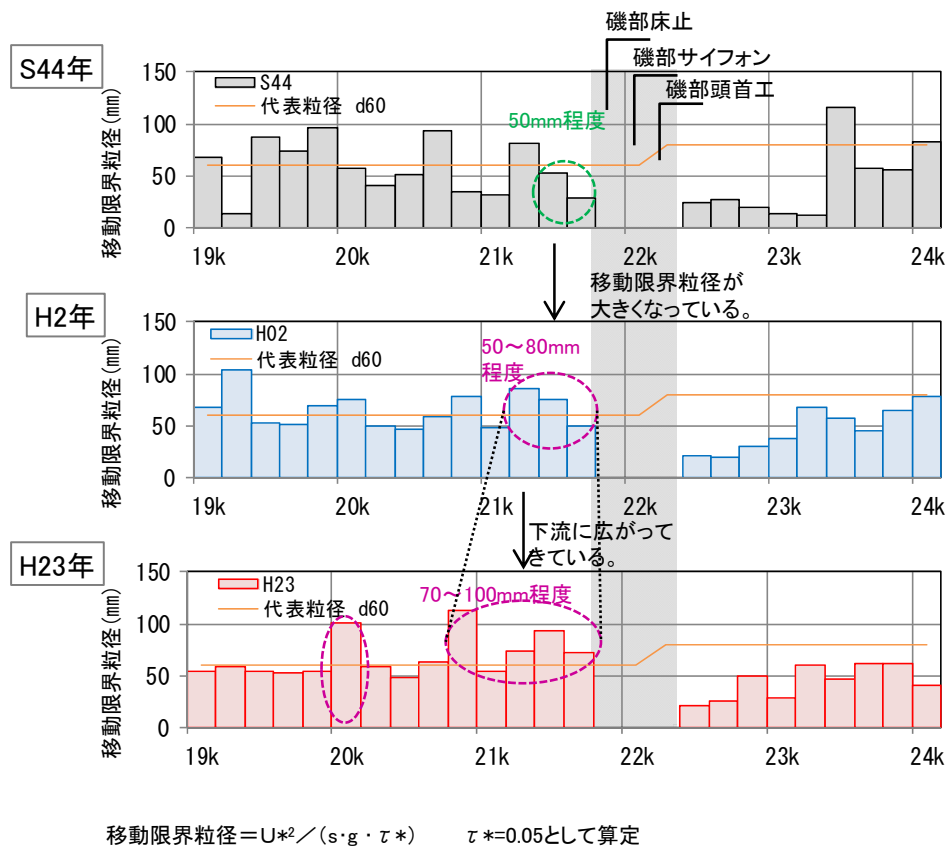


図 2.3.4 磯部頭首工周辺の移動限界粒径の変化

⁵ ある流量に対して、河床にある粒子が移動を開始する粒径。

⁶ 河床の土砂や礫などの物質を押し流す力。エネルギー勾配や水深、河床を構成する材料の粒径によって決まる。

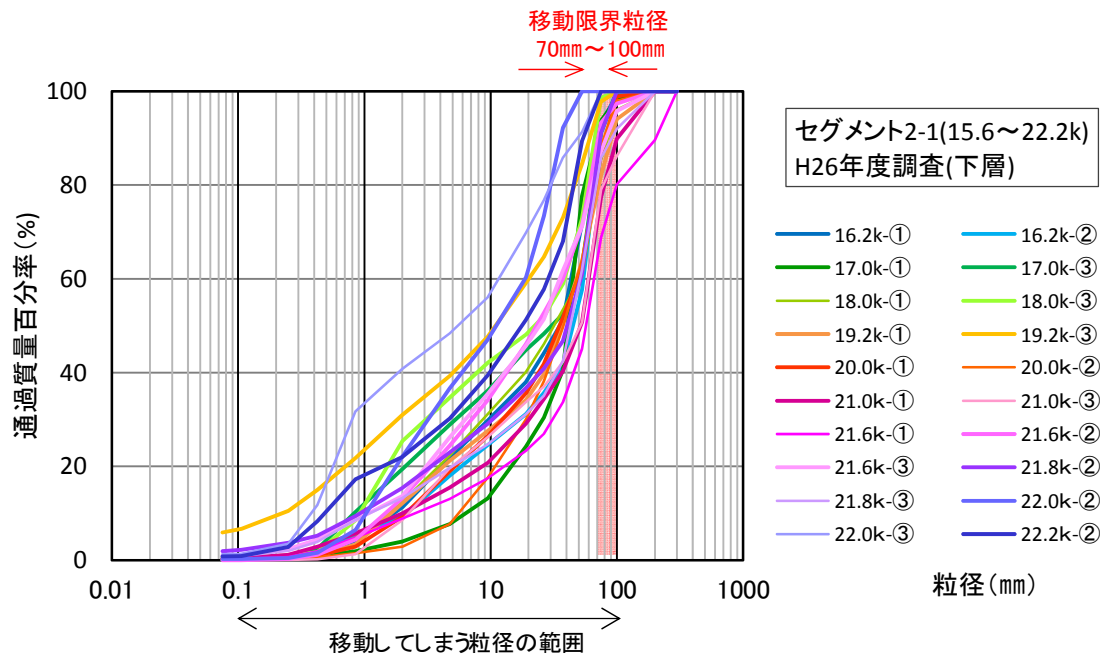


図 2.3.5 磯部頭首工周辺の河床構成材料（平成 26 年度調査、下層）