

安倍川総合土砂管理計画の フォローアップについて

西脇 彩人¹

¹中部地方整備局 静岡河川事務所 流域治水課 (〒420-0068 静岡県静岡市葵区田町3-108)

静岡河川事務所では、2013年に安倍川総合土砂管理計画を策定し、毎年計画に基づいた土砂動態モニタリングを実施している。計画策定から約10年が経過し、その間の継続的な土砂動態モニタリングの結果等より、現在、安倍川流砂系が抱えている課題を整理したのでここに報告する。また、課題に対する解決策についても検討を行うことで、今後、安倍川総合土砂管理計画の改定を行っていくことを予定している。

キーワード 総合土砂管理、モニタリング、安倍川

1. はじめに

静岡県中央部に南北に流れる安倍川は、流路延長が51 kmと全国的に見ても一級河川の中では比較的短い河川である(図-1)。本川の源頭部には日本三大崩れの一つである大谷崩などといった多くの荒地があり、土砂生産が非常に多い。一方で、流域内にダムがない上、中・下流域は川幅が広く、本川および支川からの土砂流出が多

いことから、河床変動が大きいことがあげられる。また、1960年代前半には安倍川中・下流域にて大量の砂利採取が行われたため、安倍川は河床低下し、安倍川河口から駿河湾に流出する土砂量が減ったことで、沿岸漂砂量も減少し、静岡海岸、清水海岸の前浜の著しい後退、深刻な海岸侵食が発生した。その後、1968年に砂利採取が規制されると、下流河道の河床高が上昇傾向に転じ、海岸に供給される土砂が増大し、徐々にではあるが前浜の回復が見られるようになってきた。安倍川下流域の河床は、今後も上昇傾向であるものと考えられ、大出水時に洪水流がもたらす異常な土砂移動による堆積、侵食による河川構造物や堤防の決壊、堤防からの越流・氾濫被害が懸念されている。

このように、山地から流出する土砂が河川そして海岸まで直接影響を与える土砂移動特性を持つ安倍川流域においては、砂防分野、河川分野、海岸分野で個々に対策を行うのではなく、山地から海岸までの流砂系一貫で土砂の連続性という観点で検討を行うことが重要である。

そこで、静岡河川事務所では、2013年7月に「安倍川総合土砂管理計画」を策定し、関係機関と連携しながら、安倍川流砂系の土砂管理を行うこととなった。現在、策定された計画に基づいて、土砂動態把握のためのモニタリングを実施しており、本研究では、その結果を整理するとともに、整理結果から判明した課題、それに対する解決策等を報告する。

2. 安倍川総合土砂管理計画の概要

安倍川総合土砂管理計画(以下、総合土砂管理計画という)は、砂防、河川、海岸の連携のもと各領域の管理・保全施設等を活かして安全性を確保しながら、土砂移動

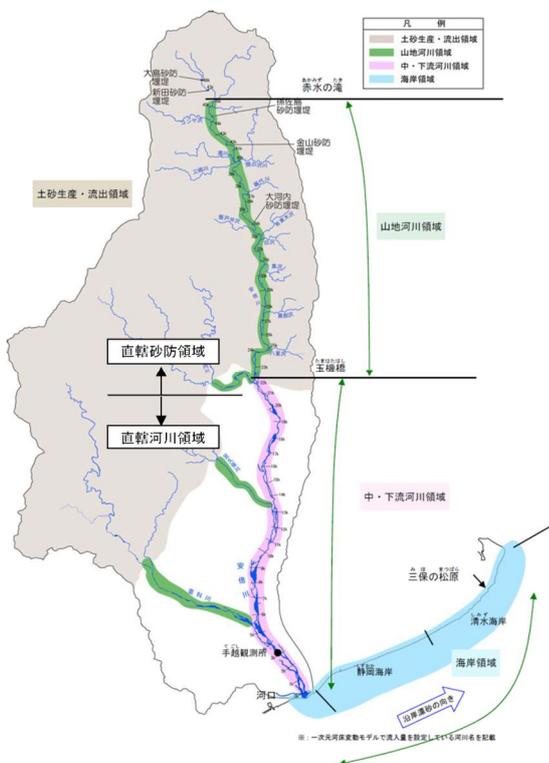


図-1 安倍川流砂系¹⁾

の連続性を考慮し、可能な限り自然状態に近い土砂動態によって形成される流砂系の確立に向けて、静岡県との同意を得て2013年7月に策定された計画¹⁾である。

総合土砂管理計画は、安倍川流砂系を4つの領域に区分（土砂生産・流出領域、山地河川領域、中・下流河川領域、海岸領域）し、各領域の土砂管理目標（図-2）に対して、河床高等の実際に管理可能な土砂管理指標を設定したものである。また、30年程度を土砂動態の評価対象期間とし、各領域で実施する具体的な事業を検討していく上での指針となるものである（表-1）。

現在は、この計画に対して定期的に見直しを図るため、国・県および有識者を交えた安倍川総合土砂管理計画フォローアップ委員会（以下、委員会という）および作業部会を設置し、情報共有を図っている。同時に、経年的な安倍川流砂系全体の土砂動態把握のため、継続的なモニタリングを各機関で実施し、得られたデータや知見に基づいて検討を行うことで総合土砂管理計画を見直すこととしている。

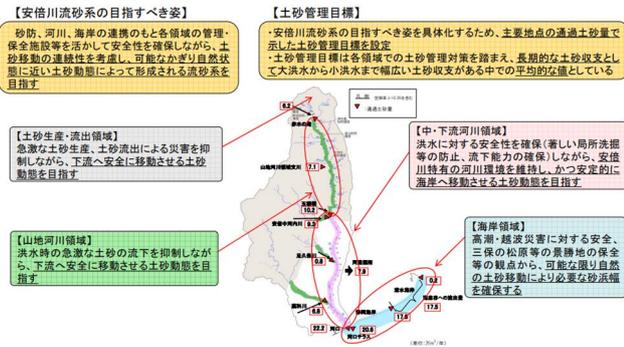


図-2 各領域の土砂管理目標

3. モニタリング結果

2. で述べたように、総合土砂管理計画の策定以降、各領域において設定した調査目標に応じて、土砂動態の把握のためのモニタリングを表-2のとおり実施している。本項では、特に、安倍川流砂系全体の河床高・土砂収支・流量について述べる。

まず、河床高について、航空レーザ測量（以下、LP測量という）差分の結果および縦横断測量結果より、図-3のとおり整理した。安倍川支川の藁科川合流後（0.0～5.0 k）は、2011年台風第15号による出水（以下、2011年9月出水という）後に河床上昇し、その後も2011年4月時点の河床より高い状態が継続していたが、2022年台風第15号による出水（以下、2022年9月出水という）洪水直後は、河床が低下した。しかし、0.0k～10.0kは、2011年9月出水以降、河床が上昇傾向である。10.0k～20.0kは一部区間では河床上昇しているが、全体として河床低下傾向、20.0～22.0k区間は2011年9月出水以降、河床上昇傾向と

表-1 各領域の事業メニュー（案）¹⁾

領域	事業メニュー（案）
土砂生産・流出領域（支川・涙流含む）	・大規模な土砂流出を抑制するための砂防事業を推進 ・モニタリングにより砂防事業等による土砂動態変化を監視
山地河川領域	・砂防堰堤の維持管理、河床低下箇所回復 ・当時はモニタリングにより、砂防堰堤下流等の河床変動状況を監視
中・下流河川領域	・掘削河道 まで年間20万m ³ の掘削を実施 ・河道の変化を監視するためのモニタリングを実施 ・河道中央付近の掘削を実施 ・掘削河道整備後は維持掘削を実施 ・大規模出水が発生した際は、緊急掘削を実施 ・河口テラスの状況を監視するためのモニタリングを実施 ・堤防防護、河岸防護のための対策を実施 <small>※大規模出水のピーク流量時に堆積が生じても河川整備計画流量を計画河床水位以下で流下可能な河道</small>
海岸領域（静岡・清水）	・養浜（サンドバイパス、サンドリサイクル）の実施 ・景観にも配慮した海岸保全施設（離岸堤、突堤）の整備 ・海岸線の回復過程、回復状態、河口テラスの状況を監視するためのモニタリングを実施

表-2 各領域のモニタリング内容

領域	モニタリング項目	調査目的	調査方法	調査箇所	調査時期	担当機関	
土砂生産・流出領域	流量（水位・流速）	・土砂生産流出領域、山地河川領域の外力（流量）の把握	流量観測	孫佐島砂防堰堤 大河内砂防堰堤 藁科川・奈良間	通年	国	
	流砂量	・土砂生産流出領域、山地河川領域の流出土砂量の把握	流砂量観測	孫佐島砂防堰堤、大河内砂防堰堤	通年	国	
	河床変動	・土砂生産流出領域からの土砂供給量の把握	横断測量 定期縦横断測量	中河内川合流部 藁科川合流部 藁科川	非出水期 非出水期	国、県	
山地河川領域	河床変動	・河床の経年的な変化の把握 ・総合土砂管理計画における河床変動の監視 ・土砂動態把握の基礎資料として使用	堆砂測量（定期横断測量）	距離標ピッチ 大河内橋下流、大河内砂防堰堤下流、間の沢橋下流、金山砂防堰堤下	非出水期 非出水期	国、県	
	河床材料	・河床材料の存在状況、領域間のつながりの把握 ・総合土砂管理計画における河床材料変化の監視	採取法 線格子法	2kmピッチ程度 堰堤上下流	非出水期 洪水後	国、県	
山地河川領域	掘削・置土量	・人為的な土砂移動量を把握	—	施工場所	—	国、県	
	河床変動	・河床の経年的な変化の把握 ・総合土砂管理計画における河床変動の監視 ・土砂動態把握の基礎資料として使用	LP測量	土砂生産領域・山地河川領域	非出水期	国	
中下流河川領域	流量	・河道領域の外力（流量）の把握	高水流量観測（浮子観測）	手越 牛妻	洪水時 （上昇～減衰期）	国	
	水位	・河道領域の外力（水位）の把握	水位観測	簡易水位計	通年	国	
	河床変動	・河床の経年的な変化の把握 ・総合土砂管理計画における河床変動の監視 ・土砂動態把握の基礎資料として使用	定期縦横断測量	距離標ピッチ	非出水期 洪水後	国	
			横断測量（堆積）	1.5k、4.0k、7.0k、21.0kの4測線	洪水後	国	
			横断測量（洗掘）	5.25k、7.75k、8.5k、11.25kの4測線	洪水後	国	
河床材料	・河床材料の存在状況、領域間のつながりの把握 ・総合土砂管理計画における河床材料変化の監視	採取法、線格子法等	1kmピッチ程度 横断方向に複数点	非出水期 洪水後	国		
砂科採取量（掘削量）	・人為的な土砂移動量を把握	—	—	—	国		
海岸領域	潮位・波浪	・海岸領域の外力（波高、周期、波向、潮位）の把握	波高計 潮位計	波浪：久能沖 （潮位：清水港）	通年	県 気象庁	
	汀線・海浜断面	・海浜の経年的な変化の把握 ・総合土砂管理計画における汀線、海浜断面の変化の監視 ・土砂動態把握の基礎資料として使用	汀線測量 深淺測量	距離標ピッチ	11月頃	県	
			深淺測量	河口テラス 3測線 河口と海岸の境界 1測線	非出水期	国、県	
	底質材料	・海岸底質の経年的な変化の把握 ・総合土砂管理計画における底質変化の監視 ・土砂移動動態把握の基礎的な資料として使用	採取法（陸上掘削、潜水）	水深方向：2～4mピッチ 沿岸方向：8断面	—	3月頃	県
				—	施工場所	—	県

なっている。山地河川領域内にある大河内砂防堰堤（34.1k付近）下流では2011年以降、河床低下が継続している。大河内砂防堰堤上流（堰堤～37.0k）は2011年9月出水による河床上昇以降、大きく変化していない。そして、37.0kより上流は河床低下傾向が継続している。

次に土砂収支について、LP測量差分および横断測量結果をもとに、各領域からの通過土砂量を整理した。整理結果より、安倍川上流域での土砂生産量が多く、安倍川流砂系の主な土砂供給源となっていることが分かった。そして、安倍川水系砂防の基準点である玉機橋上流の河道区間は、洗掘傾向が継続しており、計画策定以降は河道に堆積した土砂が流出していると推察される。2020～2024の期間はLP測量差分の結果より、中河内川、藁科川の河道が堆積傾向となっている、これは、2022年9月出水などによる土砂生産による影響であると推察される。

また、計画策定時の土砂管理目標算定結果(100年分)と、LP測量差分より算出した計画策定後の実績通過土砂量を比較した結果、2014～2022の実績土砂量は、特に玉機橋上流の本川からの土砂量と計画値(土砂管理目標)

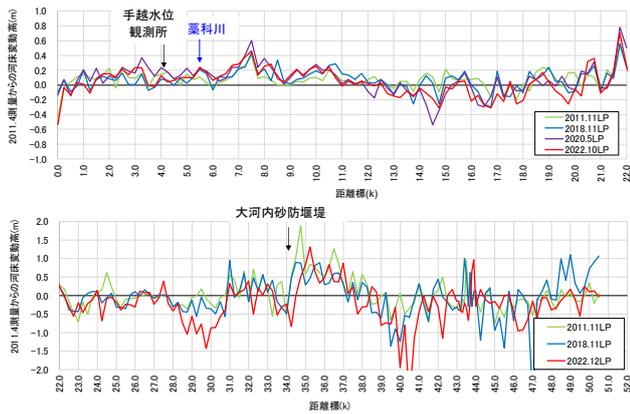


図-3 安倍川本川の平均河床高

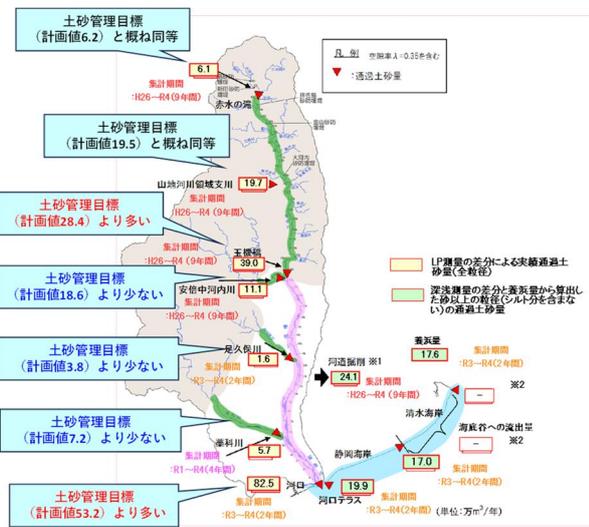


図-4 実績年平均土砂収支 (2014～2022)

に乖離がみられるものの、計画策定後の実績土砂量は、概ね土砂管理目標で想定されている範囲内となっている(図4)。ただし、上流支川からの流出土砂量に関しては、計画策定時の想定よりも多い可能性が考えられる。

最後に流量について、手越地点の年最大流量と流量確率を、図-5のとおり整理した。年最大流量で比較すると、計画での想定(1982～2011の流況)に比べて、策定後の実績流況(2014～2022)の流量規模が大きい傾向であることがわかった。

4. 現在の安倍川流砂系が抱える課題

3. で整理したモニタリング結果から、安倍川流砂系は、概ね土砂管理目標の範囲内に収まっており、特に大きな問題等は発生していないと考えられる。

一方で、策定後に発生した出水や土砂動態により、いくつかの課題が存在することが分かった。

- (1) 安倍川の河口部はこれまで、様々な検討がされていたものの、中・下流河川領域および海岸領域の両方にまたがる箇所であるため、位置づけがされていない。
- (2) 総合土砂管理計画内で定めている土砂管理目標は、具体的な数値目標として次元河床変動計算による長期間のシミュレーション結果より、100年間の平均値(1982～2011の繰り返しの100年の流況)として各地点の通過土砂量を設定している。しかし、計画策定後の実態として、通過土砂量は流況や土砂の生産状況によって左右されるため、目標とする土砂量の計画値と乖離が生じており、モニタリング内容

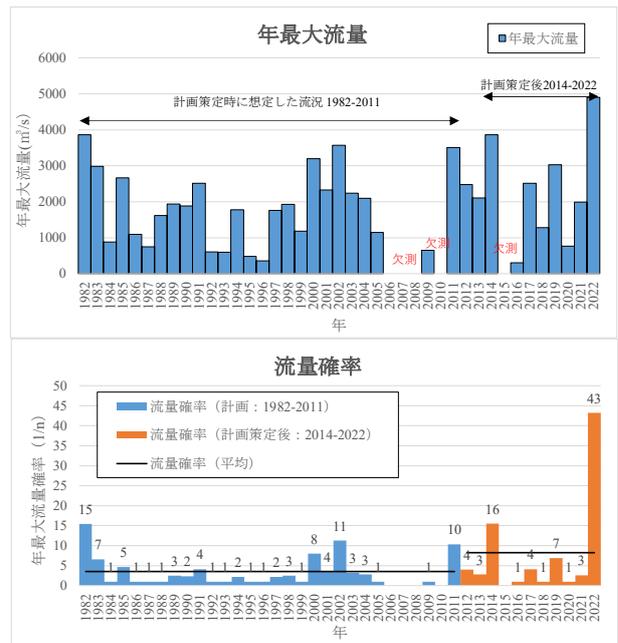


図-5 手越水位観測所での年最大流量および流量確率

の精査および追加に関する検討が必要である。

- (3) 中・下流河川領域では、年間約20万m³の河道掘削を実施しているが、流下能力が不足する河口付近において河床の低下傾向が見られず、掘削による流下能力向上の効果が発現できていない

5. 課題に対する解決案

4. において整理した現時点での課題について、以下の内容で解消していくことを考えている。

(1) 領域区分に河口領域を追加

安倍川河口部では、2022年9月出水の直後の面的測量により、河川領域の土砂動態と河口への土砂供給、またそれに伴う河口テラスの発達を確認された。河口テラスは、出水によって河川から供給された土砂が河口に堆積し、形成される。その後、河口テラスにストックされた

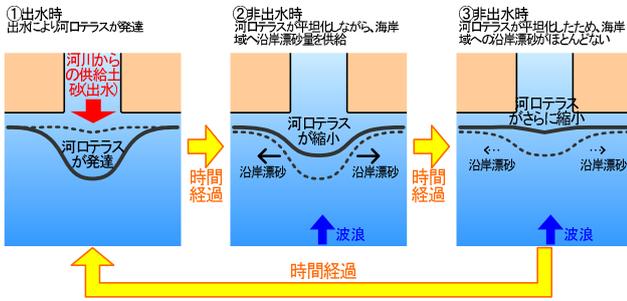


図-6 河口テラスの形成過程

土砂が波浪によって徐々に海岸領域へ供給される地形のことを表す。安倍川では、大規模出水の際に河口テラスが形成され、非出水時において河口テラスが平坦化しながら漂砂として沿岸に土砂を供給し、海岸領域を安定させる(図-6)。

そのため、河口砂州や河口テラスの土砂量と海岸領域への土砂供給を正しく把握していく必要があるため、出水と波浪の両方の外力が作用して土砂が移動する領域を「河口領域(河口砂州・河口テラス)」と定義し、今後は河口領域を含めた安倍川流砂系の検討を行っていく必要があると考えた。河口領域を定義することにより、土砂動態把握のためのモニタリング内容が明確となり、また、中・下流河川領域からの通過土砂量、海岸領域への供給土砂量など、土砂動態の把握が期待できる。また、河口テラスの土砂量を把握することは、これまで困難だった河口通過土砂量の検証や、今後の海岸領域の汀線変化の予測等、精度の高い土砂管理につながる。と考える。

河口領域の土砂管理基準およびモニタリングは、長期的な土砂動態や大規模イベント等の短期的な土砂動態を把握するために、表-3のとおり土砂管理指標を検討し、表-4のように新たにモニタリング計画(案)に追加した。今後は、静岡県と連携してモニタリングを行っていく予定である。

表-3 河口領域の土砂管理指標・基準(案)

管理指標	管理の基準(案)
土量変化傾向	①ある一定規模の洪水(手越流量 3,000m ³ /s以上)が発生したときに、河口領域の土量が前年よりも減少するとNG評価 ②河口領域と海岸領域の接続部(静岡海岸の測線No. 77)の土量が経年的(5年連続等)に減少するとNG評価
河口砂州高	・〇〇砂州高をT.P.+3.49m以下とする ※〇〇は「平均」若しくは「最大」等

表-4 新たなモニタリング計画(案)

(赤字箇所:追加検討内容)

領域	モニタリング項目	調査目的	調査方法	調査箇所	調査時期
土砂生産・流出領域	流量(水位・流速)	・土砂生産流出領域、山地河川領域の外力(流量)の把握	流量観測	孫佐島砂防堰堤 大河内砂防堰堤 薬科川・奈良間 孫佐島砂防堰堤、大島砂防堰堤、大河内砂防堰堤	通年
	流砂量	・土砂生産流出領域、山地河川領域の流出土砂量の把握	流砂量観測	中河内川合流部 薬科川合流部	非出水期
	河床変動	・土砂生産流出領域からの土砂供給量の把握 ・土砂生産流出領域からの土砂供給量の把握 ・土砂生産流出領域からの土砂供給量の把握	横断測量 定期縦横断測量 LP測量	距離横断測量 2kmピッチ程度 縦断上下流 施工場所	非出水期 非出水期 非出水期
山地河川領域	河床変動	・河床の経年的な変化の把握 ・総合土砂管理計画における河床変動の監視 ・土砂動態把握の基礎資料として使用	堆砂測量(定期横断測量)	大河内橋下流、大河内砂防堰堤下流、関の沢橋下流、金山砂防堰堤下流、大河内砂防堰堤上流	非出水期 洪水後
	河床材料	・河床材料の存在状況、領域間のつながりの把握 ・総合土砂管理計画における河床材料変化の監視	採取法 線格子法	2kmピッチ程度 縦断上下流 施工場所	非出水期 洪水後
	掘削・置土量	・人為的な土砂移動量を把握	—	—	—
中下流河川領域	流量	・河道領域の外力(流量)の把握	高水流量観測(浮子観測) 簡易目視式 水位観測	手越 牛妻 1k~21kまで おおむね1kmピッチ	洪水時(上昇~減衰期) 通年
	水位	・河道領域の外力(水位)の把握	LP測量	流砂系全体	非出水期
	河床変動	・河床の経年的な変化の把握 ・総合土砂管理計画における河床変動の監視 ・土砂動態把握の基礎資料として使用	定期縦横断測量 横断測量(堆積) 横断測量(洗掘)	距離横断測量 1.5k、4.0k、7.0k、21.0kの4測線 6.25k、9.5k、21.25kの3測線 5.25k、7.75k、8.5k、11.25kの4測線	非出水期 洪水後 洪水後
	河床材料	・河床材料の存在状況、領域間のつながりの把握 ・総合土砂管理計画における河床材料変化の監視	採取法 線格子法等	1kmピッチ程度 横断方向に複数点	非出水期 洪水後
	砂利採取量(掘削量)	・人為的な土砂移動量を把握	—	—	—
河口領域	流量	・河道領域の外力の把握	高水流量観測(浮子観測)	手越	通年
	波浪	・沿岸領域の外力の把握	波高計	久能沖	通年
	海浜変動	・海浜の経年的な変化の把握 ・土砂動態把握の基礎資料として使用	汀線・深淺測量 ALB・NMB測量	河口領域全体 海岸領域の深淺測量を活用	洪水後
海岸領域	潮位・波浪	・海岸領域の外力(波高、周期、波向、潮位)の把握 ・海浜の経年的な変化の把握	波高計 潮位計	波高:久能沖(潮位:清水港)	通年
	汀線・海浜断面	・総合土砂管理計画における汀線、海浜断面の変化の監視 ・土砂動態把握の基礎資料として使用	汀線測量 深淺測量	距離横断測量 河口テラス 3測線 河口と海岸の境界 1測線	11月頃 非出水期
	底質材料	・海岸底質の経年的な変化の把握 ・総合土砂管理計画における底質変化の監視 ・土砂動態把握の基礎的な資料として使用	採取法(陸上掘削、潜水)	水深方向:2~4mピッチ 沿岸方向:8断面	3月頃
	養浜量	・人為的な土砂移動量を把握	—	—	—

(2) 土砂管理指標およびモニタリング内容の更新

土砂管理指標・基準の評価として長期的な土砂動態や大規模イベント等の短期的な土砂動態を把握するために、必要なモニタリング項目を整理した結果、以下の項目を設定することが必要であると考える(表-4)。

まず、土砂生産・流出領域からの土砂供給量は、これまで定量的な評価ができなかったが、近年定期的に実施されているLP測量による差分解析により、定量的な評価が可能になったことから、LP測量をモニタリング計画(案)に位置付けた。

次に、山地河川領域について、土砂生産・流出領域から適切な移動土砂量を確保するための指標として、大河内砂防堰堤の平均河床高を新たに土砂管理指標に選定した。また、大河内砂防堰堤の通過土砂量と上流の堆砂敷の河床高、河床勾配との相関関係の確認を行うため、大河内砂防堰堤上流(34.25~35.0k)の堆砂測量(定期横断測量)をモニタリング計画(案)に位置付けた。

最後に、中・下流河川領域について、LP測量差分結果から、安倍川支川で発生した土砂が本川へと流れ込み、安倍川の河床変動に影響を与える期間を算出した結果、安倍川支川で発生した生産土砂は最大2年遅れで本川に到達し、平均河床高に影響を与えることが分かった。このことを踏まえて、土砂動態と関連性の高い土砂管理指標・基準の見直しに伴い、河口通過土砂量の確保状況を把握する指標として、安倍川 6.25k, 9.5k, 21.25k の平均河床高を時間の遅れを考慮した新たな土砂管理指標の評価地点として選定し、3測線の横断測量を新たにモニタリング計画(案)に位置付けた。

以上のような検討を行うことで、従来から実施してきた観測内容に加えて観測箇所および観測方法を追加することでより詳細な土砂動態の評価・分析を行うためのデータ取得が可能になることが期待できる。また、観測結果から判明した通過土砂量と平均河床高の関係から、土砂の流下にかかる時間を把握できたことで、「土砂移動の連続性」を考慮した観測項目および河床変動に関する検討が可能になると期待できる。

(3) 安倍川河口部への置土の検討

現在、中・下流河川領域では、安倍川の流下能力向上のために河道掘削を行っており、河道内での掘削土砂を清水海岸まで運搬し、養浜事業の土砂として使用している。令和元年度に開催された第2回委員会の審議結果に基づき、令和2年度以降、緊急掘削として40万 m^3 の掘削を目標としているが、掘削・運搬費用の観点から、年間40万 m^3 規模の掘削を実施することが困難な状況である。そこで、掘削土砂の運搬距離の短縮、処理費用の削減を目的に掘削土砂の置き土を検討している。

河口部への置き土については具体的な実施方法や時期等は静岡県や地元漁協を含めた関係機関と協議のうえで決定する必要があるが、運搬距離が養浜事業を行っている箇所から河口部に変更となることから、運搬費用を縮減させることができる(図-7)。そのうえで、安倍川河道内の掘削のための費用に、縮減させた運搬費を充当させ

ることで、掘削土砂量を増やすことができる。それによって、中・下流部河川領域の流下能力向上にもつなげることができるため、より安定した安倍川流砂系の維持が実現可能になると期待できる。

6. 結論および今後に向けて

安倍川総合土砂管理計画を2013年に策定した後、モニタリング計画に基づく観測結果より安倍川流砂系全体の土砂動態の把握に努めるとともに各領域における土砂管理対策を実施してきた。これにより、概ね総合土砂管理計画の目標値とほぼ同程度になっている一方で、実際に10年間に発生した洪水規模や土砂供給量などの違いにより、計画との乖離も判明した。これに対して、土砂動態の実態に応じた土砂管理対策への見直し、土砂管理指標・基準の設定などのさまざまな解決案を検討し、実際に実行していくことでより効率的な安倍川流砂系の土砂管理が可能になっていくことが期待できると考える。今後は、検討結果をもとに総合土砂管理計画の見直しを行い、見直した計画に基づいてモニタリング計画を実行することや、国による河道掘削、静岡県による海岸養浜の適切な予算を確保し、国、静岡県、静岡市そして民間企業等の関係機関と連携しながら、土砂管理目標の達成に向けた河道掘削量を増やすことや、中・下流河川領域の偏流や洗掘対策のための巨石付き盛土砂州の本施工等を実施していく予定である。

謝辞：本研究の整理にあたり、静岡河川事務所および株式会社建設技術研究所の関係者の方々には大変お世話になった。この場をお借りして深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 国土交通省中部地方整備局：安倍川総合土砂管理計画、2013。



図-7 河口部への置き土のイメージ