二ヶ領宿河原堰上流における河床形状の経年変化と河川横断構造物周りの洗掘機構

中央大学理工学部　学生会員　○忠津　哲也
国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所　正会員　松本　将能
中央大学研究開発機構　正会員　内田　龍彦
中央大学研究開発機構　フェロー会員　福岡　捷二

1. 序論

河川横断構造物の近傍での局所洗掘は構造物に被災を及ぼす主要因となることが多い．このため河川横断構造物の上流と下流における河床形状の変化を把握し，洗掘の危険性を検討することが構造物の維持管理において重要と考えられる．多摩川には多くの河川構造物があり，洪水によりこれらの構造物が被災することがある．近年では，平成 19 年 9 月洪水の際に河口から 22.4km にある二ヶ領宿河原堰で上流側の護床工が被災した．被災要因の一つとして，護床工上流において河床の深掘れが進行し，浸食が護床工下面に達したためと考えられている．本研究では二ヶ領宿河原堰に被災をもたらした深掘れと，堰上流域における砂州や澪筋の経年変化を明らかにすることを目的とする．

2. 検討方法と二ヶ領宿河原堰の概要

表-1 に本研究で用いた横断測量データと近年の主要洪水の時系列を示す．本研究では平成 16 年 3 月に測量された 22.45km～24.6km，平成 18 年 3 月，平成 20 年 2 月に測量された 22.5km～24.6km の横断測量データを用いて河床コンターを作成した．河床コンターの値は砂州や澪筋の経年変化に着目するため，各測量断面において低水路平均河床高と標高の差を用いる．

平成 19 年 9 月に関東地方を襲った台風は多摩川上流域に多量の降雨をもたらした．河口から 27.8km にある石原観測所では戦後 2 番目に高い水位を観測し，**表-1** に示すように観測流量においても近年の流量と比べて特に大きい．この洪水により二ヶ領宿河原堰の上流側右岸寄りの護床工の破損や流失が確認された．

表-1　石原観測所における近年の観測流量と横断測量データの時系列

年	月	横断測量データ	観測流量 [m^3/s]
平成16年	3月	○	
	10月		2337
			1548
平成17年	8月		1646
平成18年	3月	○	
	10月		1034
平成19年	9月		4088
平成20年	2月	○	
平均年最大流量（平成10年～平成19年）			2098.5

次に二ヶ領宿河原堰の概要を示す．**図-1** は二ヶ領宿河原堰の上流側水叩き部における横断図である．現在の二ヶ領宿河原堰は平成 11 年に固定堰から左岸側に起伏式ゲート 5 門，右岸側に引上式ゲート 1 門，両岸に魚道を有する全面可動堰に改築された[1)]．引上式ゲート部の高さは土砂吐きとしているため，起伏式ゲート部より 0.5m 低く設計されている．そのため，堰上流では右岸に流れが集中する傾向が強い．**図-2** は平成 19 年 10 月に撮影された二ヶ領宿河原堰上流域の航空写真を示している．二ヶ領宿河原堰上流域では，低水路は蛇行し，交互砂州が発生している．二ヶ領宿河原堰の直上流の右岸は水衝部となっていることが分かる．

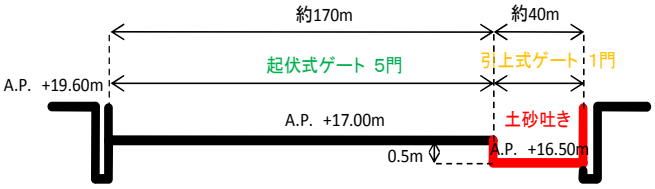

図-1　二ヶ領宿河原堰上流側水叩き部の横断図

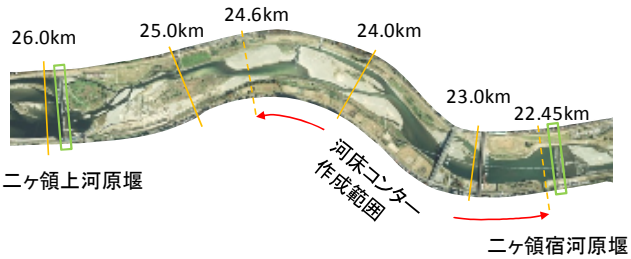

図-2　二ヶ領宿河原堰上流域の航空写真（平成 19 年 10 月撮影）

3. 砂州・深掘れに着目した河床形状の経年変化

図-3，4，5 に平成 16，18，20 年における二ヶ領宿河原堰上流域の河床コンターを示す．**図-5** より二ヶ領宿河原堰直上流の右岸際に，護床工の被災原因と考えられる深掘れが

キーワード　河川横断構造物，深掘れ，砂州，澪筋
連絡先　〒112-8551　東京都文京区春日 1-13-27-31214　中央大学研究開発機構　TEL　03-3817-1611

確認できる．この深掘れについて**図-3**から**図-5**の破線赤丸を追跡する．平成 16 年では低水路湾曲外岸下流の 23.0km 付近に深掘れがあり，対岸には砂州が形成されている．その深掘れと砂州は，平成 16 年から平成 18 年の期間において**表－1**に示すような洪水を受けて 400m ほど下流に移動している．平成 18 年から平成 20 年では深掘れと砂州は平均年最大流量の約 2 倍の洪水を受けて二ヶ領宿河原堰に達している．したがって，平成 16 年～平成 18 年の河床コンターから，大きな出水により堰上流において洗掘被害を受ける危険性が高いことが予測される．

次に，追跡した深掘れと砂州の上流域における河床形状の経年変化を示す．平成 16 年の 23.0km～24.0km 区間において特定の砂州と深掘れを**図-3**に示したように破線青丸と破線緑丸の 2 ヶ所定め，経年的な変化を追跡する．平成 18 年では両者とも下流に移動しており，破線緑丸の深掘れと砂州が大きくなっていることが分かる．平成 20 年においても，破線緑丸の深掘れが小さくなっているが，両者とも下流に移動していることが分かる．よって，護床工に被災を及ぼしたと考えられる深掘れと同様にその上流域の砂州と澪筋，深掘れも同時に下流に移動している．平成 16 年以降の河床形状の変化においては，平成 16 年の横断測量後に 24.2km 付近における水制を撤去し，23.8km～24.4km にかけて行われた低水護岸等の整備によって砂州が移動しやすくなったことも影響していると考えられる．

次に，洪水による砂州の移動を検討するために，平成 19 年 9 月洪水前後での砂州の体積を概算し，その変化を調べる．**図-2**に示す 24.6km 左岸，23.8km 右岸の砂州を対象とし，平成 17 年 5 月，平成 19 年 10 月の航空写真を参考に，平成 18 年 3 月，平成 20 年 2 月の横断測量データからそれぞれの砂州の総体積と，**図-6**に示す砂州の侵食，堆積量を概算する．**表-2**に概算結果を示す．いずれの砂州においても砂州の総体積は増加し，侵食量は同程度であった．

4. 結論

二ヶ領宿河原堰の護床工に被災を及ぼしたと考えられる深掘れは，洪水を受けながら経年的に下流へ移動していたことを示した．また，同様に上流域の砂州や澪筋，深掘れも移動していることを示した．多摩川の土砂移動の主体は砂州の移動であることから，砂州の体積変化より，砂州の移動量や流砂量を定量的に評価することが今後の課題である．

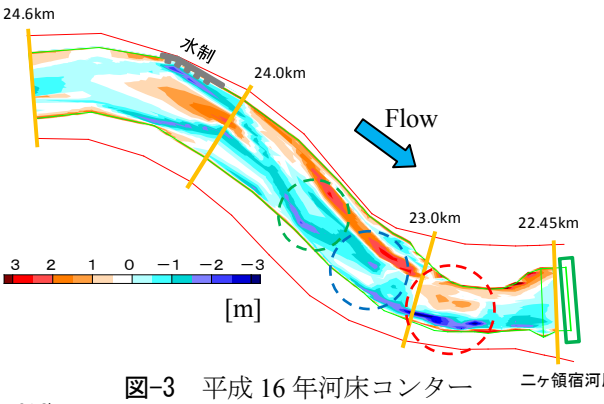

図-3　平成 16 年河床コンター

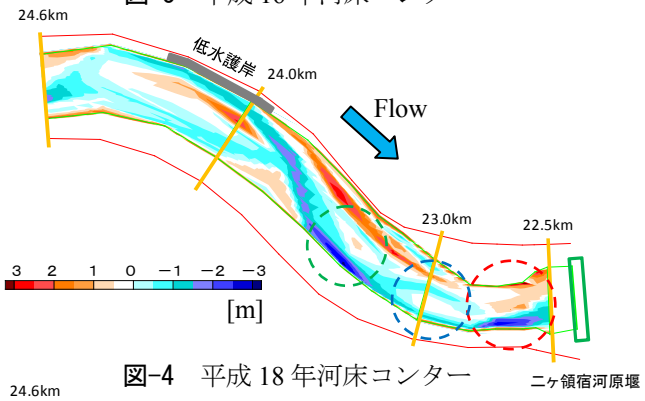

図-4　平成 18 年河床コンター

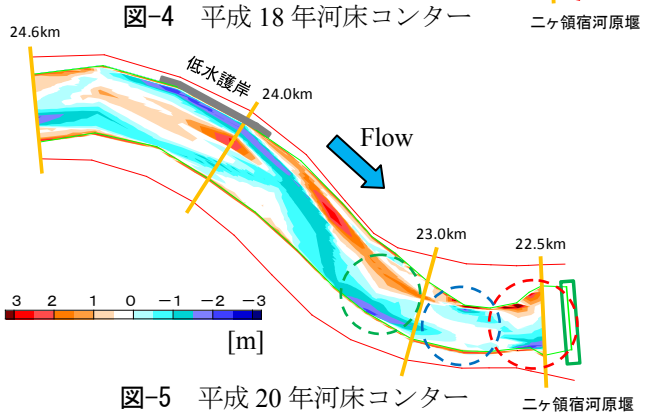

図-5　平成 20 年河床コンター

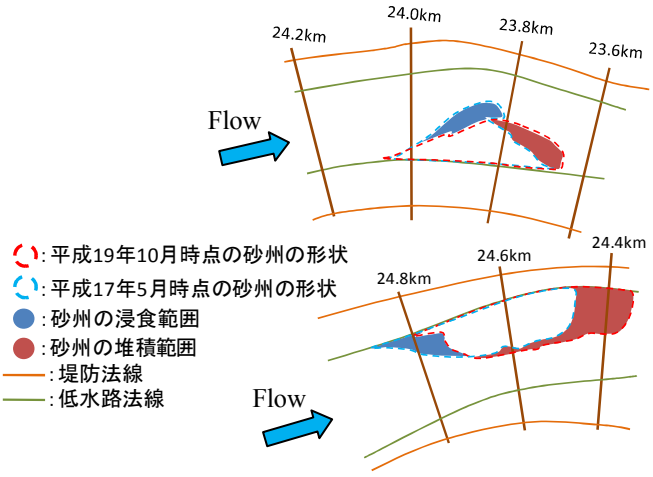

図-6　侵食と堆積の定義

表-2　砂州の体積変化の算出結果

砂州	総体積		侵食量	堆積量
	平成18年	平成20年		
23.8km　右岸	57340	62030	10073	14763
24.6km　左岸	73200	103105	7740	37645

単位：[m^3]

参考文献

1）福岡捷二：洪水の水理と河道の設計法，森北出版，2005