B209

蛇行流路の直線化による氾濫原の被災リスクの変化
Change in Disaster Risk on Floodplains due to Straightening of Meandering Channels

○有本　心・竹林　洋史
○Kokoro ARIMOTO, Hiroshi TAKEBAYASHI

Meandering river sections are prone to flooding due to their geomorphic characteristics. To reduce flood damage, river improvement efforts often involve straightening meandering sections. This study investigates whether such straightening effectively reduces floodplain damage and examines its impacts on upstream and downstream areas. Two channels were analyzed: a fully meandering river and a river where the third wavelength was straightened, using two-dimensional bed deformation analyses. The results revealed that flooding rarely occurred directly from the straightened section; however, sediment deposition in floodplains tended to increase. Furthermore, downstream of the straightened section, the depth of the floodplain tended to increase due to the reduction in channel cross-section. These findings suggest that straightening meandering sections does not necessarily mitigate flood risks and may exacerbate downstream impacts. Therefore, river improvement plans require careful evaluation, particularly concerning their effects on downstream floodplains.(138 words)

１．背景と目的

川の蛇行区間はその形状的特性から洪水氾濫が起こりやすい．そのため，氾濫被害が生じた蛇行区間を直線化する河川改修が行われることが多い．しかし，河道の直線化によって直線区間のみ流砂量が増加するため，蛇行区間の直線化によって下流域で氾濫が発生しやすくなる可能性がある．

従来，蛇行流路に関する研究は主に流路形成に焦点を当てたものが多く，氾濫原における被害に注目した研究は少ない．そこで，蛇行流路およびその一波長を直線化した流路を対象に，氾濫原を含めた二次元河床変動解析を行い，氾濫原における水深や土砂堆積厚に注目して，蛇行流路の直線化が氾濫リスクにどのような変化をもたらすかについて検討を行う．

２．解析条件

蛇行部のみの流路(以下，蛇行のみ流路)と蛇行部のみの流路のうち 3 波長目を直線流路に変更した流路(以下，蛇行+直線流路)の 2 種類使用した(図 1)．平面形状は蛇行部の最大蛇行角は 30 度，45 度，60 度の三種類，一波長の長さは 400m，流路幅は河道中心線と垂直方向に 30m，氾濫原幅は直線流路と垂直方向に 600m，上下流に長さ 400m の直線流路を接続した．また，河道横断形状は矩形とし，河岸高さを 30mとした．勾配は直線流路方向に沿って 0.01 とした．

境界条件は上流端で流量，下流端で水位を設定した．上流端の流量は 6 時間で線形に 10m^3/s から最大流量まで増加，その後 6 時間で最大流量から 10m^3/s までに減少する，計 12 時間のものとした．また下流端水位は等流水深を仮定した．

マニングの粗度係数は初期状態時の河道は 0.035，氾濫原は 0.06 に設定した．粒径は実河川である山形県の小白川で採取した土砂をもとに 6 つの粒形階に分割した混合粒径を設定した．

解析は最大流量，最大蛇行角によってケース分けをし，蛇行のみ流路 8 ケース，蛇行+直線流路 8 ケースの計 16 ケースにおいて氾濫解析を行った(表 1)．

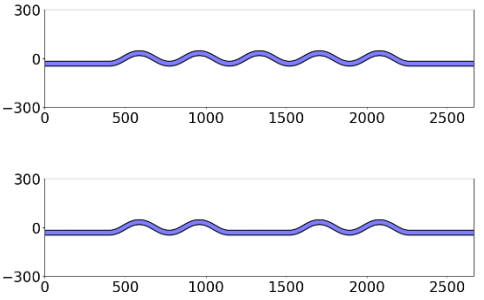

図 1　初期河道形状（蛇行角 30 度）

表 1　解析ケース

		最大流量（m^3/s）		
		400	500	600
最大蛇行角（度）	30		A-5	A-6
	45	B-4	B-5	B-6
	60	C-4	C-5	C-6

３．解析結果と考察

氾濫原における水深と面積の積（以下，水深×面積）及び土砂堆積厚と面積の積（以下，堆積厚×面積）を一波長ごとに区分して算出し，1 時間ごとに氾濫被害を評価した．河道の領域は，初期状態の河道領域と浸食が 1m以上起きた領域と定義し，氾濫原の領域をそれ以外の領域に分けた．氾濫原の区分は上流側から区間Ⅰ，区間Ⅱ，…，区間Ⅴと名付けた．

図 2 にケース C-6，蛇行+直線流路における最大流量時(6 時間経過後)の水深のコンター図を示す．図 3 にケース C-6，蛇行+直線流路における計算終了時の土砂堆積厚のコンター図を示す．

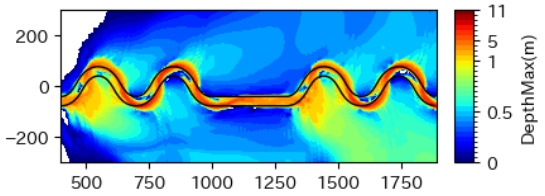

図 2　ケース C-6：水深コンター図（6 時間経過後）

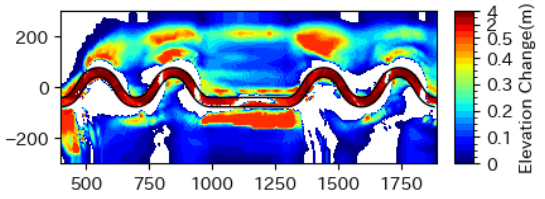

図 3　ケース C-6：土砂堆積厚コンター図（計算終了時）

図 4 に区間Ⅲ(直線部)の氾濫原における水深×面積の最大値を示した．氾濫原における水深×面積の最大値を比較した結果，ほとんどのケースにおいて蛇行のみ流路より蛇行+直線流路の方が小さい値を示した．これは直線部からはほとんど氾濫しなかったことが原因と考えられる．

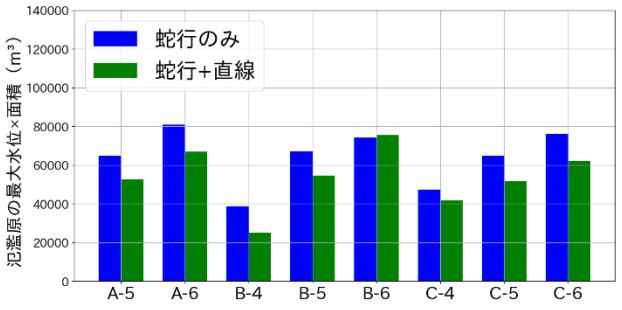

図 4　区間Ⅲの氾濫原の水位×面積の最大値

図 5 に区間Ⅳ(直線部の下流区間)の氾濫原における水深×面積の最大値を示した．氾濫原における水深×面積の最大値を比較した結果，多くのケースで蛇行のみ流路よりも蛇行+直線流路が大きい値を示した．直線流路は蛇行流路に比べ，勾配が大きく，流速が大きくなる．そのため，流砂量も蛇行流路よりも直線流路が大きくなる．直線流路と蛇行流路の接続部では，土砂の流入量が流出量よりも大きくなり，河道断面積が小さくなる．河道断面積が減少した結果，氾濫水量が大きくなったと考えられる．

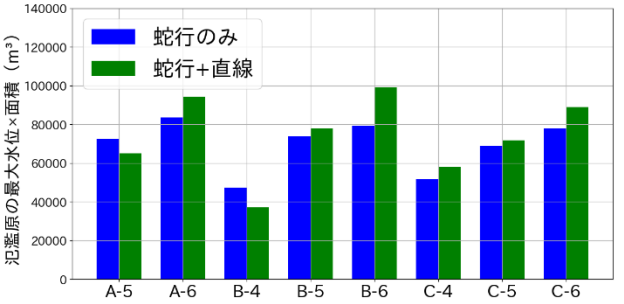

図 5　区間Ⅳの氾濫原の水位×面積の最大値

図 6 に区間Ⅲ(直線部)の氾濫原における堆積厚×面積の最大値を示した．氾濫原における堆積厚×面積の最大値を比較した結果，直線部からの氾濫はほとんどないのにも関わらず，ケース A-5，B-4，C-4，C-5，C-6 で蛇行のみ流路よりも蛇行+直線流路が大きい値を示した．このようなケースでは直線流路の右岸側の氾濫原における堆積が顕著であった．氾濫原を流れる流れが再び直線流路に合流するときに，流速が弱まり，土砂が堆積した．

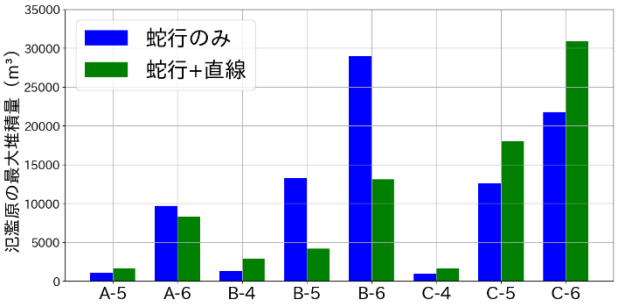

図 6　区間Ⅲの氾濫原の堆積厚×面積の最大値

４．結論

本研究では、蛇行のみ流路とその一波長を直線化した蛇行+直線流路を対象に、二次元河床変動解析を実施し、氾濫原における水深や土砂堆積厚に基づいて被害評価を行った。その結果、直線部からの氾濫はほとんど発生しなかった．しかし，直線化によって，直線部の氾濫原における土砂の堆積厚の増加や下流側の氾濫原における水深の増加が引き起こされた．このように，蛇行流路の直線化は必ずしも，氾濫被害の軽減に繋がらず，特に下流側への影響を含め，慎重な検討が求められる．