

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：54501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560613

研究課題名(和文)水生生物の生態環境からみた木杭列護岸の防災・環境機能評価と維持管理手法の構築

研究課題名(英文) Study on Hydraulic-Environmental Functions and Development of maintenance Technique for Wooden Pile Revetment from a Viewpoint of Aquatic Life Habitat

研究代表者

神田 佳一 (KANDA, KEIICHI)

明石工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：60214722

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：(1)木杭の腐食耐久性について、水浸と乾燥の繰り返しによる腐食に対する木杭の耐久性について、材質や表面処理法の異なる数種の木杭材料を流水中に設置した実験を行い、腐食の程度や進行速度と木杭強度の関係を明らかにした。

(2)木杭列護岸の水理機能と河床変動特性に関する模型実験を行い、透過型木杭列護岸の減勢効果と護岸周辺の河床変動特性及び護岸自身の变形過程について考察した。

(3)明石川・喜瀬川水系における水質及び水生生物の生態に関する現地調査を行い、透過型低水護岸の環境水理機能と生物環境機能を評価するとともに、護岸を構成する間伐材や石礫が魚類などの水性生物の生息環境に与える要因を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：(1)In order to evaluate timber pile decay level that was caused by wet-dry cyclic, durability and strength, the experiments in both laboratory and field were carried out. As a result, the points where the soil, water and timber pile were connected decayed fast, the completely-submerged timber pile decayed slowly, and the preservative treatment agent worked.

(2)The experiments were carried out to established design of permeable wooden pile revetment and 2-D numerical simulations for local scour around the wooden piles were proposed and applied to the experiments. Comparing the experimental and numerical results verified the ability of the model to predict the scour process and deformation of wooden piles under the flood condition.

(3)Habitat environment of aquatic life were evaluated by the field observation and the physical environmental simulation(PHABSIM) in Akashi River and Kise River.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：水工水理学 自然現象観測・予測 環境技術 環境生態学 洪水 河川構造物 多自然河川

1. 研究開始当初の背景

平成9年の河川法の改正により、河川改修の基本理念として従来の治水・利水に加えて、本来あるべき姿としての沿川流域の生態系や自然環境の保全・創出に向けた環境整備が重要かつ急務となっている。その一環として、石礫や間伐材などを用いた堰堤や護岸、根固め工などの多自然河川構造物が多く建設されている。しかし、現在の多自然川づくりは、洪水時の安定性などを考慮した構造設計指針がなく、試行錯誤的な経験に頼って建設されており、建設後の維持管理手法についても確立されていないのが現状であって、その多くは経済的に費用対効果の高い一級河川などの大河川に集中している。一方、治水上、洪水をいち早く流下させるために直線化され、周囲がコンクリート護岸で覆われた都市域の小河川では、自然河川としての本来必要な断面積が十分に確保できず、多自然型構造物の施工が困難な場合が多い。

一方、東播磨地方では、健全な森林管理の面から杉や檜などの良質な間伐材が産出されており、造園芸用資材や公園等の遊具・橋梁材料としての利用が図られているが、防災上の強度不足や腐食などの維持管理上の問題から、河川での土木用構造資材としての利用実績は少なく、合理的な設計基準や管理手法も確立されているとはいえない。これらの間伐材が護岸などの河川構造物として有効利用されれば、河川流域の環境保全や林業による地域の活性化に繋がる。このため、間伐材を用いた河川構造物の治水防災機能及び環境機能を工学的に評価することは、間伐材の利用価値を高めるために緊急かつ重要な研究課題である。

2. 研究の目的

本研究では、近隣の播磨地域で産出される良質な間伐材などを用いた木杭列透過型護岸による河川整備を都市域の小河川に適用することを目的とし、東播磨地域の県管理河川を対象とした現地実験と模型実験により、間伐材を用いた護岸の治水防災機能及び水生生物に対する生態環境機能を工学的に評価するとともに、その有効利用を促進して健全な森林の維持と環境に優しい川づくりの創出を通して林業を中心とした地域の活性化を図る。

3. 研究の方法

- (1) 東播磨地域における間伐材の産出量及び使用実績に関する調査を行い、河川構造物材料として利用する場合の有効性・経済効果について検討する。また、模型実験により流れに対する護岸材料の抵抗特性や周辺の河床変動に対する安定性の検討を行う。
- (2) 木杭の腐食耐久性について、水浸と乾燥の繰り返しによる腐食に対する木杭の耐久性について、材質や表面処理法の異なる数種の木杭材料を流水中に設置した実験

を行い、腐食の程度や進行速度と木杭強度の関係性を明らかにする。

- (3)洪水時の木杭による透過性護岸の強度特性について、木杭列護岸の水利機能と河床変動特性に関する模型実験を行い、透過型木杭列護岸の減勢効果と護岸周辺の河床変動特性及び護岸自身の変形過程について考察する。
- (4)明石川や喜瀬川水系で施工されている木杭護岸周辺の水質と生物分布調査を行い、環境水利機能評価と生物指標を用いた生物生息環境の機能評価を行う。

これらの成果を総合することにより、市街地の小河川という限られた制約条件の中で透過性護岸の合理的設計手法とその評価法及び管理指針を提案する。

4. 研究成果

- (1) 木杭の腐食耐久性と施工方法に関する実験的検討

(a)実験概要：材質や表面処理法の異なる木杭を8種類用いる。木杭寸法は直径10cm、長さ60cmである。なお、腐朽の抑制実験では、直径5cm、長さ60cmの木杭を5種類用いた。材質及び表面処理法を表-1に示す。

表-1 材質及び表面処理法

材質	表面処理			
杉	防腐処理なし	傷なし	①	①
		傷つき	②	
	防腐処理あり	焼く	③	
		皮つき	④	②
		ヤシの実油系	⑤	
		銅イオン系	⑥	③
桧	表面処理なし	⑦	④	
松	表面処理なし	⑧	⑤	

表中の木杭をそれぞれ4本ずつ用意し、図-1に示す設置条件のもとで平成17年6月より観察した。ここで、設置条件(a)は高水敷上の木杭を想定したもので、容器内に砂を満した後、容器高さの1/2の位置に穴を空け、水が容器の穴の高さまで溜まるよう設置した(1/2土中・1/4浸水状態)。設置条件(b)は低

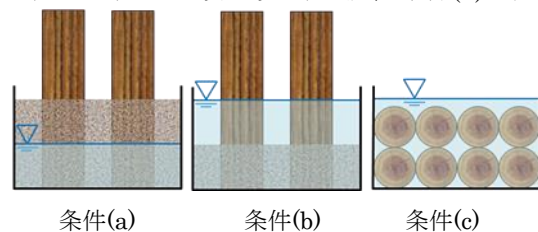


図-1 設置条件



図-2 木杭の設置状況

水護岸として用いた場合を想定したもので、木杭上部は外気と接し、一部が水と空気に繰返し接している。砂を容器内に半分、水を満杯入れた後、木杭を立てて設置した（1/4 土中・1/2 浸水状態）。また、設置条件(c)では容器内に木杭を横に倒して入れ、完全に浸水させた（完全浸水状態）。なお、容器内の砂は直径 0.88mm の一様砂を使用した。月に一度、これらの水中・土中の温度を測定し、ひび割れの程度などを目視観測する。図-2 に設置状態を示す。

木杭の腐朽の程度を、図-3 に示す木材貫入量測定器を用いて相対的に測定した。これは、直径 2.5mm、長さ 60.2mm の針を 6[J] のエネルギーで貫入させた時の貫入量を測定するもので、図-4 に示すように、木杭中央部及び両端部から 10cm の位置の円周上 8 箇所で測定した。



図-3 木材貫入量測定器

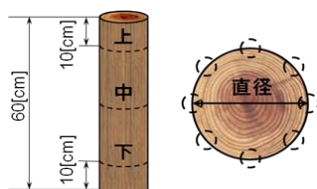


図-4 測定箇所

(b) 実験結果及び考察：図-5 は、設置条件(a)の①杉(なし)、⑦桧、⑧松を用いた貫入量試験の結果を示したものである。レーダーグラフが外側に開くほど貫入量が大きく、木材の腐朽が進行していることを示す。図より、明らかに松の貫入量は大きく、腐朽が進行していることがわかる。また、桧は比較的貫入量が小さく、あまり腐朽していないと言える。これは、木材の持つ材質の特徴と一致する。

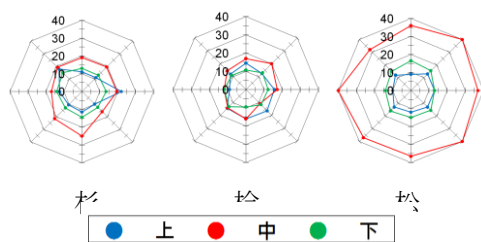


図-5 貫入量試験結果（設置条件(a)）

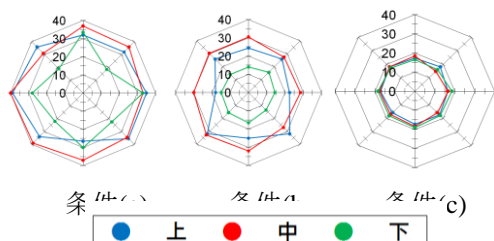


図-6 貫入量試験結果（③杉(皮)）

図-6 は、設置条件による貫入量の違いを示したものである。なお、材質は③杉(皮)である。条件(a)及び(b)では、中央部(赤)の腐朽が特に進行していることが分かる。木材の腐朽は腐食菌によるものが大きい。条件(a)において中央部は空気と土の境界部であり、木材の腐食菌が繁殖しやすい湿度となった為に腐朽が進行したと考えられる。条件(b)において中央部は水と空気が繰返し接触する部分であり、水分と酸素の供給が十分であった為に腐食菌が活動しやすい状態になったと考えられる。条件(c)の完全浸水状態では、腐食菌の活動に必要な酸素が十分に供給されていなかった為、木材全体で腐朽があまり進行していないと考えられる。

(2) 木杭列護岸の水利機能と河床変動特性に関する模型実験及び数値解析

(a) 実験の概要：実験には全長 10m、幅 1m、高さ 0.4m の長方形断面水路を用いた。杭列護岸のモデルとして、明石川水系伊川小寺橋地点に施工されている巨石と木杭による階段状の多自然型低護岸を対象とし、図-7 に示すように、1/20 の縮尺で河道模型を作成した。河道は水路側壁に沿って右岸側幅 10cm、左岸側幅 40cm の高水敷、その間に幅 50cm の低水路を設けた複断面形状であって、低水路の厚さは 10cm、高水敷の厚さは 15cm である。低水路の両岸には長径が 5cm 程度の扁平な玉石と直径 1.2cm 長さ 10cm の木製丸棒 5 本を交互に並べた護岸模型を設置した。丸棒の根入れ深さは 5cm とした。水路中央部 1m の区間には、低水路幅を兩岸それぞれ 5cm ずつ狭めた狭窄区間を設けている。河床勾配は、現地での平均河道勾配より $i=1/1000$ とした。対象河道区間の河床材料には、平均粒径 $d_m=1.5mm$ の一様な砂を用いた。実験条件を表-2 に示す。

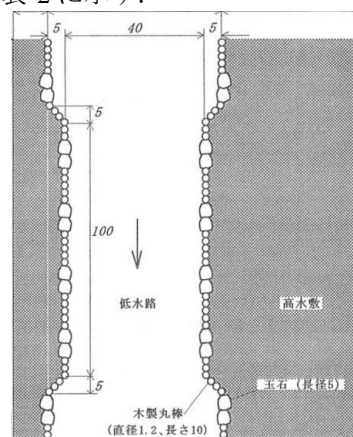


図-7 木杭列護岸模型

表-2 実験条件

実験番号	流量 $Q(L/s)$	平均水深 $h_f(cm)$	平均流速 $U_f(cm/s)$	摩擦速度 $u_*(cm/s)$
Run1	4.7	4.1	29.2	2.0
Run2	9.4	5.9	27.5	2.4
Run3	1.8	8.3	32.7	2.8

(b)一般座標系による平面二次元解析：ここでは、低水路幅の急変に伴う流速場の変化と河床変動を解析するために、一般座標系を用いた平面二次元の数値計算を行った。基礎式は、流れと流砂の連続式及び平面2方向の運動方程式であり、一般座標系で表示すれば、以下のようなものである。

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{h}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{Uh}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{Vh}{J} \right) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{z_B}{J} \right) + \frac{1}{1-\lambda} \left\{ \frac{\partial (q_{Bx}/J)}{\partial \xi} + \frac{\partial (q_{By}/J)}{\partial \eta} \right\} = 0 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{M}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{UM}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{VM}{J} \right) = \\ & -gh \left(\frac{\partial \xi / \partial x}{J} \frac{\partial z_s}{\partial \xi} + \frac{\partial \eta / \partial x}{J} \frac{\partial z_s}{\partial \eta} \right) - \frac{\tau_{bx}}{\rho J} \\ & + \frac{\partial \xi / \partial x}{J} \frac{\partial}{\partial \xi} (-\overline{u'^2}h) + \frac{\partial \xi / \partial y}{J} \frac{\partial}{\partial \xi} (-\overline{u'v'}h) \\ & + \frac{\partial \eta / \partial x}{J} \frac{\partial}{\partial \eta} (-\overline{u'^2}h) + \frac{\partial \eta / \partial y}{J} \frac{\partial}{\partial \eta} (-\overline{u'v'}h) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{M}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{UM}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{VM}{J} \right) = \\ & -gh \left(\frac{\partial \xi / \partial x}{J} \frac{\partial z_s}{\partial \xi} + \frac{\partial \eta / \partial x}{J} \frac{\partial z_s}{\partial \eta} \right) - \frac{\tau_{bx}}{\rho J} \\ & + \frac{\partial \xi / \partial x}{J} \frac{\partial}{\partial \xi} (-\overline{u'^2}h) + \frac{\partial \xi / \partial y}{J} \frac{\partial}{\partial \xi} (-\overline{u'v'}h) \\ & + \frac{\partial \eta / \partial x}{J} \frac{\partial}{\partial \eta} (-\overline{u'^2}h) + \frac{\partial \eta / \partial y}{J} \frac{\partial}{\partial \eta} (-\overline{u'v'}h) \end{aligned} \quad (4)$$

ここに、 t は時間、 x, y は直交空間座標、 $M=uh$ 、 $N=vh$ は x 及び y 方向の流量フラックス、 u, v は水深平均流速、 g は重力加速度、 h は水深、 ρ は水の密度、 Z_s, Z_B は水位及び河床位である。 τ_{bx}, τ_{by} は底面せん断応力、 $-u'^2, -u'v', -v'^2$ は水深平均したレイノルズ応力で渦動粘性係数 ν の関数として与えた。 q_{Bx}, q_{By} は x, y 方向の流砂量、 λ は河床砂の空隙率である。また、 J は座標変換のヤコビアン、 U, V は流速の反変成分である。基礎式の離散化には、スタッガードスキームの有限体積法を適用した。移流項の空間差分には風上差分を用い、時間差分には Adams-Bashforth 法を採用している。上流端条件としての流量は、現地の実績流量から洪水流量 $Q=350 \text{ m}^3/\text{s}$ を与え、下流端の境界条件としては、等流水深を与えた。

(c)結果及び考察：図-9 は、Run1 及び Run3 における通水 2 時間後の河床変動量（堆積を正、洗掘を負とする）の等値線図を実験結果と解析結果で比較したものである。まず、Run1 の実験結果を見れば、護岸に沿う低水路前面の河床を除いて 5mm 以上の河床位の変化はほとんど生じていない。これは計算結果でも同様であって、狭窄部入口の縮流部においても、河床せん断応力が限界掃流力を超えなかつたためであると考えられる。

一方、Run3 の場合には、実験及び計算のい

ずれの結果も、狭窄部入口の護岸背後の高水敷河床が大きく洗掘されていることを示している。これは、低水路部から高水敷の護岸上部に乗り上げた高速な流れにより護岸背後の河床が流送されたためであるが、実験の場合には、高水敷上の洗掘に伴って護岸を構成する杭列と玉石が低水路側へ傾斜してその下部に間隙が生じ、そこからさらに砂が低水路部へと吸い出されることによって、高水敷上の洗掘量が増大したものと考えられる。計算では、このような護岸面の間隙を通しての高水敷から低水路への砂の移動は考慮されていないために、高水敷上の洗掘量が小さくなり、かつ護岸前面の低水路部でも 10mm 程度の河床洗掘が生じる結果になったものと考えられる。また、狭窄区間低水路中央部の河床低下と狭窄部出口近傍の護岸前面における河床の上昇については、計算結果は実験結果をほぼ再現できており、定量的にも妥当な結果であると言える。

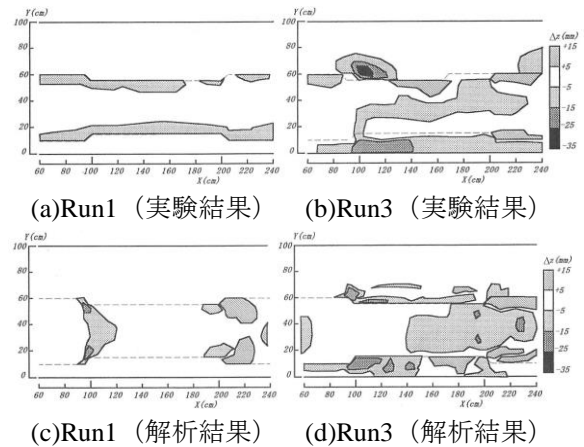


図-8 河床変動量のコンター図

(3)喜瀬川における木杭列護岸の環境水理機能評価と生物指標を用いた生物生息環境の機能評価

(a)魚類の生息環境評価：低水路両岸に木杭列護岸が施工されている喜瀬川において、PHABSIM を用いて生物指標による生物生息環境の機能評価を行った。喜瀬川の流域と調査地点の概要を図-9 に、調査地点の水深コンターを図-10 に示す。また、代表魚種のヨシノボリの水深適正值及び流速の適正值コンターを示せば、図-11 及び図-12 のようである。流速場は、汎用解析ソフト River2D を用い

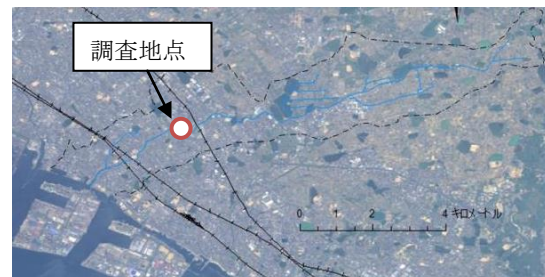
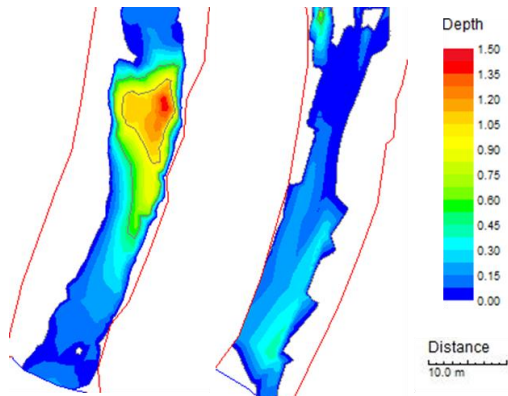
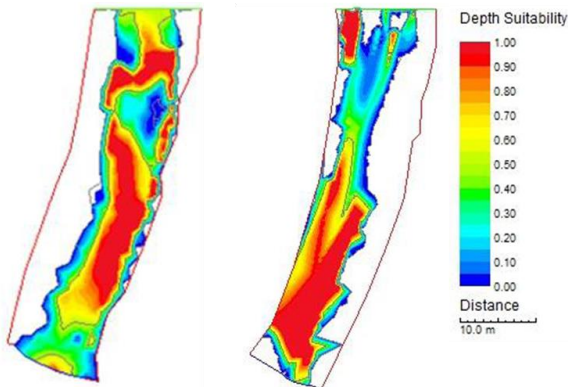


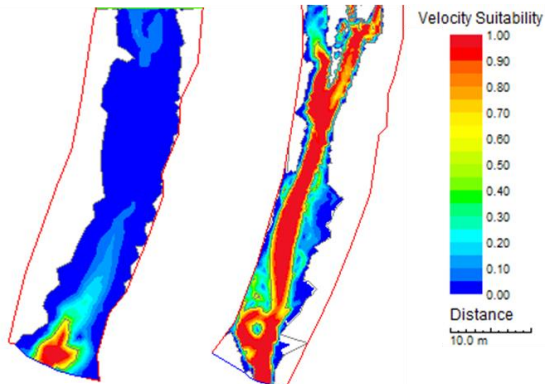
図-9 喜瀬川流域と調査地点の概要



(a) $Q=0.068\text{m}^3/\text{s}$ (b) $Q=0.013\text{m}^3/\text{s}$
 図-10 喜瀬川調査地点の水深コンター



(a) $Q=0.068\text{m}^3/\text{s}$ (b) $Q=0.013\text{m}^3/\text{s}$
 図-11 ヨシノボリの水深適正值コンター



(a) $Q=0.068\text{m}^3/\text{s}$ (b) $Q=0.013\text{m}^3/\text{s}$
 図-12 ヨシノボリの水深適正值コンター

て解析し、調査地点の河道は、流量によって大きく変化し、ヨシノボリの適正曲線については、文献や図鑑などから水深及び流速に関して生息条件を調べ、第一種適正基準を作成した。図-11によると、流量の増加によって上流部の淵が埋め戻されている。ヨシノボリの水深適正值について見ると、適正場の総面積はほぼ変わらないが、流量の増加によって、適正場は下流に移動している。

また、流速については、 $Q=0.013\text{m}^3/\text{s}$ の場合、低水両岸に設置された木杭列護岸によって、流れが低水路に集中し、ヨシノボリの生育に適した環境になっていることがわかる。今後さらに、他の魚種に対する適正評価や、採餌、休息、産卵、逃避などの魚類の行動モ

ードを考慮した適正基準の構築と生息場の評価を行っていく必要がある。

(4)まとめ

本研究は、近隣の播磨地域で産出される石礫や間伐材などを用いた木杭列護岸による河川整備を明石市内の小河川に適用することを目的とし、その構造設計指針及び維持管理手法の開発を目指すものである。研究成果の概要は以下の通りである。

(a)木杭の腐食耐久性について、水浸と乾燥の繰り返しによる腐食に対する木杭の耐久性について、材質や表面処理法の異なる数種の木杭材料を流水中に設置した実験を行い、腐食の程度や進行速度と木杭強度の関係を明らかにした。

(b)木杭列護岸の水利機能と河床変動特性に関する模型実験を行い、透過型木杭列護岸の減勢効果と護岸周辺の河床変動特性及び護岸自身の変形過程について考察した。

(c)明石川・喜瀬川水系における水質及び水生生物の生態に関する現地調査を行い、透過型低水護岸の環境水利機能と生物環境機能の評価するとともに、護岸を構成する間伐材や石礫が魚類などの水性生物の生息環境に与える要因を明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① 泉佳甫, 神田佳一, 間伐木材を用いた低水護岸の腐朽特性に関する研究, 日本高専学会誌第 5 回論文特集号, 査読有, 第 16 巻 3 号, 2011, 133-138
- ② 岩田幸治, 渡部守義, PHABSIM を用いた喜瀬川北河原井堰付近の魚類生息環境評価, 明石工業高等専門学校研究紀要, 査読有, 第 54 号, 2011, 11-18
- ③ 泉佳甫, 神田佳一, ブランチブロック護岸周辺の河床変動と流れの特性に関する実験的研究, 明石工業高等専門学校研究紀要, 査読有, 第 54 号, 2012, 1-6
- ④ K. Michioku, Y. Ochi, K. Aga, H. Miyamoto, K. Kanda, Strategy for ecohydraulic management of vegetated river channel, Proc. of 9th International Symposium on Ecohydraulics 2012 Proceedings, Refereed, Vol.17 No.3, 2012, 43-50
- ⑤ 泉佳甫, 神田佳一, 間伐木材を用いた低水護岸の腐朽特性に関する研究, 日本高専学会誌第 5 回論文特集号, 査読有, 第 16 巻 3 号, 2012, 43-50
- ⑥ K. Michioku, M. Manjo, M. Haneda, K. Kanda, Z. Li, Hydrodynamics and hydro-morphology of river structures constructed by natural materials, Proc. of 6th International Conference on Water Resources and Environment Research, Refereed, Vol.6 2013, CD-ROM
- ⑦ T. Uotani, K. Kanda, K. Michioku,

Experimental and Numerical Study on Hydrodynamics of Riparian Vegetation, Proc. of 2013 IAHR World Congress Chengdu, China, Refereed, Vol.36 2013, CD-ROM

- ⑧ M. Taniguchi, K. Aga, K. Michioku, K. Kanda, Hydrodynamic Influence of Vegetated Floodplain Morphology on Drag Force Moment Acting on Trees, Proc. of 2013 IAHR World Congress Chengdu, China, Refereed, Vol.36 2013, CD-ROM
- ⑨ 米谷駿一・魚谷拓矢・道奥康治・神田佳二・入江良幸・柳田昂希, 複断面開水路における樹木の流水抵抗に関する相当粗度係数, 水工学論文集, 査読有, 第 58 巻, 2014, CD-ROM
- ⑩ 魚谷拓矢, 神田佳二, 道奥康治, 高水敷水際の樹林帯が複断面開水路の水理特性におよぼす影響, 水工学論文集, 査読有, 第 58 巻, 2014, CD-ROM
- ⑪ 道奥康治, 谷口麻衣, 魚谷拓矢, 阿河一穂, 神田佳二, 河川敷上の樹木に作用する流体抗力解析とその検証, 水工学論文集, 査読有, 第 58 巻, 2014, CD-ROM
- ⑫ 中本普也, 渡部守義, 喜瀬川北河原井堰周辺の河道変化が魚類生息環境に与える影響に関する研究, 明石工業高等専門学校研究紀要, 査読有, 第 56 号, 2013, 35-42

[学会発表] (計 14 件)

- ① 泉佳甫, 神田佳二, ブランチブロック護岸周辺の局所洗掘に関する実験的研究, 日本高専学会第 17 回年会講演会, 2011
- ② 泉佳甫, 神田佳二, ブランチブロック護岸周辺の流れと局所洗掘に関する実験的研究, 平成 23 年度日本土木学会全国大会年次学術講演会, 2011
- ③ 魚谷拓矢, 神田佳二, 高水敷上の樹木が流れに与える影響に関する実験的研究, 土木学会関西支部年次学術講演会, 2012
- ④ 岩田幸治, 渡部守義, 喜瀬川北河原井堰周辺の水環境と魚類生息環境の評価, 平成 24 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2012
- ⑤ 阿河一穂, 谷口麻衣, 道奥康治, 神田佳二, 魚谷拓矢, 出水にともなう樹木冠水時の流況と樹木倒伏の再現, 平成 24 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2012
- ⑥ 米谷駿一, 谷口麻衣, 魚谷拓矢, 道奥康治・神田佳二, 河道内樹木の生長過程が洪水流に及ぼす影響, 平成 25 年度土木学会関西支部次学術講演会, 2013
- ⑦ 石橋春香, 神田佳二, 河岸に設置した栈型粗度周辺の河床変動に関する模型実験, 日本高専学会第 19 回年会講演会, 2013
- ⑧ 小野元毅, 神田佳二, 木杭列低水護岸の腐朽特性に関する模型実験, 日本高専学

会第 19 回年会講演会, 2013

- ⑨ 田昂希, 入江由幸, 神田佳一, 河道内樹木群の抵抗特性に関する模型実験, 日本高専学会第 19 回年会講演会, 2013
- ⑩ 魚谷拓矢, 谷口麻衣, 米谷駿一, 神田佳二, 道奥康治, 河道内樹木が流れに及ぼす影響に関する実験的・解析的研究, 日本土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013
- ⑪ 谷口麻衣, 魚谷拓矢, 神田佳二, 米谷駿一, 道奥康治, 河道内樹木の流水抵抗力に対するマニングの粗度係数, 日本土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013
- ⑫ 小野元毅, 神田佳二, 間伐木杭を用いた低水護岸の腐朽特性に関する模型実験, 第 19 回高専シンポジウム in 久留米, 2013
- ⑬ 石橋春佳, 神田佳二, 河岸に設置した栈型粗度周辺の流れと河床変動に関する実験的検証, 第 19 回高専シンポジウム in 久留米, 2013
- ⑭ 中本普也・渡部守義, 喜瀬川北河原井堰周辺のヨシノボリの生息環境の変化に関する研究, 平成 26 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2014

[図書] (計 1 件)

1) 高橋裕 他 243 名, 全世界の河川事典, 丸善出版, 2013, 1013

[その他]

ホームページ等

<http://www.akashi.ac.jp/contents/Civil/staff/kanda/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

神田佳一 (KANDA KEIICHI)

明石工業高等専門学校・都市システム工学科・教授

研究者番号 : 60214722

(2) 研究分担者

渡部守義 (WATANABE MORIYOSHI)

明石工業高等専門学校・都市システム工学科・准教授

研究者番号 : 00390477