流木の挙動と巨礫による河床上昇に着目した、 平成23年台風第12号による那智川流域井関地区 の氾濫メカニズムの検討

INVESTIGATION OF THE FLOODING MECHANISM OF THE ISEKI DISTRICT IN THE NACHI RIVER BASIN BY TYPHOON TALAS, 2011, FOCUSING ON DRIFTWOOD BEHAVIOR AND RIVERBED RISE DUE TO THE SEDIMENTATION BY BIG BOULDERS

木下篤彦1・筒井和男2・西岡恒志3・福田和寿4・田中健貴5・島田徹6・江川真史 7 · 山田真悟8 Atsuhiko KINOSHITA, Kazuo TSUTSUI, Tsuneshi NISHIOKA, Kazuhisa FUKUDA, Yasutaka TANAKA, Toru SHIMADA, Masafumi EKAWA and Shingo YAMADA 1正会員 農博 主任研究官 国土交通省国土技術政策総合研究所(〒649-5302 和歌山県東牟婁郡那智勝 浦町市野々3027-6) 2正会員 和歌山県土砂災害啓発センター(〒649-5302 和歌山県東牟婁郡那智勝浦町市野々 理修 主査 3027-6) 3正会員 主査 和歌山県土砂災害啓発センター(〒649-5302 和歌山県東牟婁郡那智勝浦町市野々3027-6) 4非会員 和歌山県土砂災害啓発センター(〒649-5302 和歌山県東牟婁郡那智勝浦町市野々3027-主査 6) 5 非会員 農修 係長 国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター(〒649-5302 和歌山 県東牟婁郡那智勝浦町市野々3027-6) 6正会員 農修 国際航業株式会社(〒660-0805 兵庫県尼崎市西長洲町1-1-15) 7非会員 理修 国際航業株式会社 (〒660-0805 兵庫県尼崎市西長洲町1-1-15) 8非会員 国際航業株式会社 (〒660-0805 兵庫県尼崎市西長洲町1-1-15)

By Typhoon Talas in 2011, the Iseki District in the Nachi River basin suffered great damage due to flooding. In this disaster, there was the blockage of the bridge by driftwood and the accumulation of big boulders in the Nachi River flowing down from the tributaries. In order to elucidate the mechanism of flooding, it is important to verify the impact by the driftwood and the big boulders.

First, using the topographic data, we investigated the places where the sediment and the driftwood were mainly deposited by the disaster. Second, the area including the Iseki district and the confluence of the Nachi River and the Kanayamatani River (The tributary of the Nachi River) were divided into meshes. Then, we investigated the length of the driftwood and the size of the big boulders for each mesh.

We found that the blockage of the bridge by the driftwood and the sedimentation of the big boulders in the Nachi River mainly caused the flood of the Iseki district.

- 433 -

Key Words : Flood, Drift wood, Debris flow, Big boulder, Sedimentation, Bridge

1. はじめに

平成23年9月の台風第12号では,那智川流域で,表層 崩壊や土石流が発生し,大きな被害が出ている^{1)・2)}.特 に、井関地区では、那智川本川の水位の上昇により、浸 水被害が発生している³⁾.井関地区の浸水被害について は、既往研究などでシミュレーションにより再現する試 みがなされているが⁴⁾、再現精度は低いものとなってい る.これらの原因として、災害が夜間であったため、支



図-1 那智川の位置図. 矢印は流向を示す. 図中実線で囲ま れたエリアは図-4に示すエリアである.

川から本川に土砂が流入したタイミングが不明であるこ と、支川の流量が不明であること、等が挙げられるが、 より大きな問題として、流木の流出が多かったこと⁵、 那智川の支川で発生した土石流により、那智川本川に巨 礫が堆積したことが挙げられる。例えば、流木により、 橋梁が閉塞すると、河道内の水と土砂の疎通能力が低下 し、氾濫しやすくなると考えられる.また、那智川本川 のような緩い勾配のところに、直径1mを超えるような 巨礫が堆積すると、同様に河道内の水と土砂の疎通能力 が低下すると考えられる.これらの影響を考慮すること で計算精度も上昇すると考えられる.

これまで,流木による橋梁の閉塞については,水路実 験などによって流木の長さや量と閉塞しやすさとの関係 を示した事例^{の・の}等がある.一方で,那智川のような土 石流危険渓流と1~2度以下の河川が接続するエリアでは, 巨礫の堆積や流木の流下,さらには掃流砂の影響などを 複合的に考える必要がある.本研究は,掃流区間への巨 礫の堆積と流木による橋梁の閉塞に焦点を当て,平成23 年の那智川の災害前後の地形データの変化と現地での災 害後の流木や巨礫の堆積状況から,井関地区の氾濫被害 が発生した原因について検討する.

本研究では、まず、災害前後の航空写真を基にした地 形データの差分解析を行い、土砂や流木の堆積箇所を調 査した.また、那智川本川の屈曲や本川・支川の合流点、 橋の位置などと堆積箇所との関係について整理した.こ れらを基に、土砂や流木の堆積要因を推定するとともに、 災害時の土砂や流木の挙動と井関地区の氾濫被害との関 係について検証を行った.



2. 平成23年那智川災害の概要

図-1に那智川流域の位置図を示す.平成23年9月の台 風第12号による災害は,源道橋上流の各支渓流から表層 崩壊・土石流が同時多発的に発生するとともに,井関地 区にて氾濫により大きな被害が発生している.図-2に当 時の時間雨量・累積雨量を示す.累積雨量は5日間で約 870mmに達しているが,9月4日の深夜に時間雨量 120mmに達している.住民ヒアリングからも,9月4日の 深夜2時~4時頃に土石流や那智川本川の水位の上昇が発 生しており,急激な時間雨量の増加が災害の発生原因に なったと考えられる.

特に,井関地区では和歌山県の氾濫痕跡調査結果で,約3mの水位となり,大きな浸水被害が発生している(写 真-1). その他,写真-2に那智川本川に堆積した巨礫の 様子,写真-3に源道橋における流木の様子を示す.

3. 過去と災害後の空中写真測量から作成された地形

図の差分結果について

那智川流域では平成16年に空中写真測量を実施してい る.また、平成23年9月の災害直後にも空中写真測量を 実施している.これらを基にそれぞれ地形データを作成 し、災害前後の差分図を作成した.なお、空中写真測量 については、いずれも国土交通省公共測量作業規定に基 づいて実施している.

図-3に空中写真測量を基にした災害前後の那智川本川 の縦断図を示す.地点Aより上流については,最大約5m 程度の河床上昇が発生している.平均勾配は2度程度で ある.地点A~Bについては,大きな河床の上昇は見ら れない.地点B~Cは,最大約3m程度の河床上昇が見ら れる.この付近の平均勾配は1.3度程度である.この区 間の河床上昇の原因として,尻剣谷川からの土石流の堆 積,源道橋の影響,金山谷川からの土石流の堆積などが



写真-1 井関地区の被害状況

候補として考えられる.地点Cより下流は河床上昇が発 生していない.

図-4に災害前後の空中写真測量により作成した地形 データを基にした差分図を示す.支流の尻剣谷川と本川 の合流点付近から下流約450mに渡って河床低下が発生 している.それより下流については源道橋周辺まで河床 上昇が発生している.尻剣谷〜源道橋区間はほぼ同程度 であること,土石流が発生した支川が無いことを考える と,源道橋での河道閉塞,金山谷川からの土石流による 巨礫の堆積などにより源道橋より上流区間で河床上昇が 発生したことが想定される.

なお、本川と天女谷川の合流点付近には、背割堤があ るが、背割堤により、土砂が天女谷川との合流点付近の 天女谷川側に堆積していないことが分かる.このため、 背割堤は井関地区への土砂の流入を抑制したという点で 効果を発揮したと考えられる.また、源道橋の直下流、 すなわち金山谷川の出口付近に3m程度の河床上昇が見 られる.金山谷川からの土石流による土砂や流木による 源道橋の閉塞によって、土砂の流下が阻害され、源道橋 上流で河床が上昇したと考えられる.また、源道橋下流 120mより下流においては、河床の低下が見られる.こ れは、源道橋の閉塞や金山谷川との合流点付近での巨礫 の堆積により、上流からの流砂が阻害されたことを意味 する.このことから、源道橋上流の河床上昇は、源道橋 及び金山谷川との合流点付近で巨礫の堆積により砂の流 下が阻害されたために発生したと考えられる.

4. 源道橋や本川・金山谷川合流点付近、井関地

区への流木や巨礫の影響について

災害前後の地形データの差分解析結果の検証を目的として,災害後の空中写真判読結果や現地踏査結果を基に, 井関地区の家屋の被災状況,流木の分布,礫の分布について整理した.なお,流木の長さや礫のサイズについて



写真-2 那智川本川に堆積した巨礫



写真-3 源道橋上流での流木の堆積

は、空中写真を正射変換して作成したオルソ画像の判読 により行っている.

図-5に住民ヒアリングの結果を基にした被災家屋の分 布を示す.被害の多かった箇所の特徴として,井関地区 の北側,金山谷川の出口の対岸,旧道沿いが挙げられる. 井関地区の北側は,河道が約28度屈曲している.この付 近の河道は,那智川本川での河床上昇により,氾濫しや すかったと考えられる.また,源道橋が閉塞した場合, 水の流れの向きが井関地区の方向に変わったと考えられ る.金山谷の対岸は,土石流や流木が金山谷川から流出 し,それに伴う水位の上昇などの影響を受けたと考えら れる.旧道沿いは,地盤が低いこと,家などの水の流れ を妨げるものが少ないため,氾濫した水の通り道になっ たと考えられる.

図-6に災害後の空中写真判読を基にした流木の最大長 さの分布を示す.流木の最大長さが長い箇所として,源 道橋周辺,井関地区の北部から旧道沿い,金山谷川と本 川の合流点より下流の那智川本川沿いが挙げられる.本 川上流から流れてきた流木は,源道橋を閉塞させるとと もに,河道内の水の流れの向きが井関地区の集落の方向 に変わり,旧道沿いに流木が流下したと考えられる.ま た,金山谷川から土石流とともに流下した流木は,一部







図-4 災害前後の空中写真測量を基にした地形データの差分図(那智川本川と金山谷の合流点を含む広域図). 矢印は流向を 表す. 図中点線は背割堤.

は対岸に乗り上げ,残りは本川沿いに流下したと考えられる.図-7に堆積した流木の平均長さの分布を示す.図-6と同じ箇所で平均長が長くなっている.

図-8に、空中写真判読を基にした災害後の堆積した巨 礫の最大直径を示す。巨礫は、源道橋上流の那智川本川 沿い、井関地区の北部、本川と金山谷川との合流点の本 川沿いに堆積していることが分かった。なお、源道橋上 流付近の本川勾配は約1.3度であった.本川と金山谷川 との合流点付近に堆積した巨礫は金山谷川からの土石流 によるものと考えられる.2mを超えるような巨礫が本 川に堆積した場合,水や砂の阻害要因となり得る.この ことが井関地区の氾濫の一因になったと考えられる.図 -9に空中写真判読を基にした災害後の堆積した巨礫の平 均直径を示す.図-8とほぼ同様の箇所で平均直径が大き



図-5 住民ヒアリングの結果を基にした災害による家屋の 被災状況.囲っているエリアは、図-6~9で流木と礫の分 布を調査したエリアを示す.矢印は流向を表す.

くなっている.

5. おわりに

本研究では、流木による橋梁の閉塞と本川への巨礫の 堆積に焦点を当て、井関地区の氾濫の原因を検証した. 得られた成果は以下の通りである.

- 災害前後の地形データや災害直後の現地写真から, 流木による源道橋での閉塞とそれに伴う源道橋上流 の本川での河床上昇が見られた.また,那智川と天 女谷川の合流点付近背割堤により井関地区への土砂 の流入が抑えられていたことが分かった.
- 流木の長さの分布から、流木は源道橋を閉塞しつつ、 源道橋上流の河床上昇により流れの向きが変化し、 井関地区北部から旧道を通って流下したと考えられる.また、金山谷川からの流木も本川対岸の井関地 区に乗り上げ、井関地区に大きな被害を与えたと考 えられる.
- 3) 金山谷川からの土石流を構成する巨礫が那智川本川 に堆積した.これにより,那智川本川の水や砂の疎 通能力が低下したことも井関地区の氾濫につながっ たと考えられる.
- 4) 井関地区の氾濫メカニズムについては、上記のよう にいくつかの要因がある.これらの時系列やどの要 因が最も氾濫を引き起こしたかは地形データや災害 後の写真のみでは判断できない部分もある.この点 については、今後、水理模型実験により明らかにす る予定である.



図-6 空中写真判読による災害後の堆積した流木の最大 長さの分布. 矢印は流向を表す.



図-7 空中写真判読による災害後の堆積した流木の平均長 さの分布. 矢印は流向を表す.

参考文献

- 松村和樹・藤田正治・山田孝・権田豊・沼本晋也・堤大 三・中谷加奈・今泉文寿・島田徹・海堀正博・鈴木浩二・ 徳永博・柏原佳明・長野英次・横山修・鈴木拓郎・武澤永 純・大野亮一・長山孝彦・池島剛・土屋智: 2011年9月台風 12号による紀伊半島で発生した土砂災害,砂防学会誌, Vol.64, No.5, pp.43-53, 2012.
- 2) 筒井和男・西岡恒志・福田和寿・坂口武弘・木下篤彦・今 森直紀・田中健貴・島田徹: ヒアリング調査を基にした



図-8 空中写真判読による災害後の堆積した巨礫の最 大直径. 矢印は流向を表す.

平成23年那智川災害の避難行動に関する研究,第8回土砂災 害に関するシンポジウム論文集,pp.37-42,2016.

- 3) 木下篤彦・神野忠広・久田昭文・森川智・大西誠・吉川卓 郎・郡典宏・島田徹・西川友章: 平成23 年台風12 号によ る那智川流域における土石流災害実態, 平成24年度砂防学 会研究発表会概要集, pp.96-97, 2012.
- 4)木下篤彦・北川眞一・大山誠・河部長志・内田太郎・里深 好文・久保毅・島田徹・郡典宏・笠原拓造・渡辺隆吉・岩 田幸泰・清水幹輝:平成23年台風12号時の那智川流域の土 砂流出・堆積機構に関する研究,平成25年度砂防学会研究 発表会概要集, pp.B-6-7, 2013.



図-9 空中写真判読による災害後の堆積した巨礫の平均直 径. 矢印は流向を表す.

- 5) 黒岩知恵・藤村直樹・木下篤彦・水野秀明・今森直紀・福 田和寿:平成23年台風12号土砂災害における和歌山県那智 川支流域の流木の発生と流出実態,第8回土砂災害に関す るシンポジウム論文集, pp.127-132, 2016.
- 6)橋本晴行・楠窪正和・喜多貢菜・ムハマドファリドマリカ ル:洪水時における河道内障害物による流木群の集積過程 に関する実験的研究,第8回土砂災害に関するシンポジウ ム論文集,pp.145-149,2016.
- 7) 長谷川祐治・中谷加奈・里深好文・藤田正治:山地河川における流木の流下と橋梁集積に関する検討,第8回土砂災害に関するシンポジウム論文集,pp.133-138,2016.

(2018.4.3受付)